

区域经济发展与交通运输

——第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会论文集

辽宁省科学技术协会 编

辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

区域经济发展与交通运输

——第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会论文集

辽宁省科学技术协会 编

辽宁科学技术出版社
沈 阳

图书在版编目（CIP）数据

区域经济发展与交通运输：第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会论文集 / 辽宁省科学技术协会编. —沈阳：辽宁科学技术出版社，2010.7

ISBN 978-7-5381-6507-4

Ⅰ. ①区… Ⅱ. ①辽… Ⅲ. ①市区交通—发展战略—中国—文集 Ⅳ. ①F572.3-53

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第115854号

出版发行：辽宁科学技术出版社
（地址：沈阳市和平区十一纬路29号 邮编：110003）
印 刷 者：沈阳航空工业学院印刷厂
幅面尺寸：210mm × 285mm
印 张：50.75
字 数：1500千字
印 数：1~1000
出版时间：2010年7月第1版
印刷时间：2010年7月第1次印刷
责任编辑：李伟民
特邀编辑：潘卫东 刘连军 王奉安
封面设计：岳 野
责任校对：王玉宝

书 号：ISBN 978-7-5381-6507-4
定 价：260.00元

第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会

2010年7月·沈阳

主办单位

辽宁省科学技术协会
上海市科学技术协会
台北市交通安全促进会

承办单位

沈阳市科学技术协会
沈阳市交通局
沈阳市交通学会

协办单位

大连理工大学
沈阳建筑大学
辽宁省土木建筑学会
辽宁省公路学会
辽宁省交通厅运输管理局
辽宁省交通规划设计院
沈阳市发展和改革委员会
沈阳市规划和国土资源局
沈阳市城乡建设委员会
沈阳市城市建设管理局

沈阳市地铁指挥部

沈阳市公安局交警支队

沈阳市规划设计院

沈阳经济区鞍山、抚顺、营口、阜新、本溪、辽阳、铁岭市科协及交通局

大会名誉主席

刘政奎　辽宁省政协副主席，辽宁省交通厅副厅长

大会主席

王天然　中国工程院院士，辽宁省科学技术协会主席

副主席

康　捷　辽宁省科学技术协会副主席

黄台生　台北市交通安全促进会理事长

曹振全　上海市科学技术协会副主席

全永燊　中国城市规划学会城市交通规划学术委员会副主任委员，北京交通发展研究中心原主任

组织委员会

主　任

康　捷　辽宁省科学技术协会副主席

副主任

王元立　辽宁省科学技术协会副主席

胡家伦　上海市科学技术协会副主席

罗孝贤　台北市交通安全促进会常务理事，台北市交通局局长

任湘生　贵州省科学技术协会副主席

吴玉厚　沈阳建筑大学校长，教授

佟晶石　沈阳市地铁指挥部总指挥

彭　林　沈阳市发展和改革委员会主任

安锦荣　沈阳市公安局副局长

阎秉哲　沈阳市规划和国土资源局局长

许艺伟　沈阳市城乡建设委员会主任

林　强　沈阳市城市建设管理局局长

于沈光　沈阳市交通局局长

王运升　沈阳市科学技术协会副主席

徐同连　辽宁省交通厅运输管理局常务副局长

委　员（按姓氏笔画排列）

王子良　沈阳市地铁指挥部办公室主任

冯玉沈　辽宁省科学技术协会学会学术（交流）部部长

刘　健　上海市科学技术协会交流部部长

安景诚　沈阳市公安局交通警察支队支队长

李宏印　沈阳市科学技术协会副主席

严文复　沈阳市规划和国土资源局副局长

吴水威　台北市交通安全促进会理事、（台湾）交通大学运输科技与管理学系教授

何献俊　沈阳市发展和改革委员会副主任

张洪波　沈阳市交通局科技处处长

陈　勇　沈阳市城乡建设委员会副主任

林丽玉　台北市交通安全促进会常务监事、台北市交通局副局长

林志盈　台北市交通安全促进会常务理事、悠游卡股份有限公司总经理

梁成文　沈阳市规划设计院院长、教授级高级工程师

学术委员会

主　任

全永燊　中国城市规划学会城市交通规划学术委员会副主任委员，北京交通发展研究中心原主任，教授级高级工程师

陈武正　台北市交通安全促进会前理事长，（台湾）开南大学运输科技与管理学系教授

副主任

马　林　中国城市规划学会城市交通规划学术委员会副秘书长，住房和城乡建设部城市交通工程技术中心副主任，中国城市规划设计研究院教授级高级工程师

陆化普　清华大学交通研究所所长，教授

许培星　上海市交通工程学会理事长

邱显明　台北市交通安全促进会两岸交流委员会主任委员，（台湾）淡江大学运输管理学系教授

杨　涛　南京市城市与交通规划设计研究院有限责任公司董事长，教授

陈伯超　辽宁省土木建筑学会理事长，沈阳建筑大学教授

孙秋玉　辽宁省公路学会理事长，教授

汤　泓　沈阳市交通学会理事长，沈阳市交通局副局长

石铁矛　沈阳建筑大学副校长，教授

赵胜川　大连理工大学交通运输学院院长，教授
曲向进　辽宁省交通规划设计院院长，教授级高级工程师
委　员（按姓氏笔画排列）
叶名山　（台湾）逢甲大学运输科技与管理学系教授
朱惠君　上海市交通工程学会秘书长，高级工程师
刘　威　沈阳市规划设计研究院道路交通所所长，注册规划师
杨东援　同济大学交通运输工程学院教授
吴健生　台湾“中央大学”土木工程学系教授
邱光宇　沈阳市交通运输协会会长
张　辉　辽宁省公路学会秘书长，教授
张学孔　台北市交通安全促进会理事，台湾大学土木工程学系教授
陆锡明　上海市城市综合交通规划研究所所长，教授级高级工程师
智德春　辽宁省土木建筑学会秘书长，教授

序　言

“春有百花秋有月，夏有凉风冬有雪。”7月的沈阳——一个美丽而又充满活力的城市，迎来了海峡两岸交通领域的专家和学者，可谓：有朋自远方来，不亦乐乎？第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会在辽宁沈阳隆重举行，这是海峡两岸交通领域的又一次学术交流盛会。

海峡两岸都市交通学术研讨会创办于1993年，由上海市科学技术协会和台北市交通安全促进会共同发起，在海峡两岸多个地区举办了十七届。多年来，研讨会始终保持较高的学术品质，广泛开展先进的交通理念、技术与经验交流，建立了良好的学术交流机制，体现了学术交流服务于经济社会发展的宗旨。本届研讨会由辽宁省科学技术协会、上海市科学技术协会和台北市交通安全促进会主办，沈阳市科学技术协会、沈阳市交通局和沈阳市交通学会承办，主题是“区域经济发展与交通运输”，设立了10余个分议题，包括：沈阳经济区一体化交通发展战略、规划与实施；城际连接带、新城、新市镇交通规划与发展；铁路、航空、轨道交通与常规公交协调发展、管理运营与衔接策略；城市交通组织策略及解决拥堵对策优化方案；重大活动期间的交通保障策略与实施；土地利用与城市交通规划、管理的协调发展；区域物流规划与管理；多元化交通体系；交通安全、应急、节能、环保、生态和文化；城市交通的新技术应用；交通投融资效率与可持续发展等。这些议题

密切关注加快工业化、城市化进程对区域交通发展带来的新变化，突出了推动沈阳经济区交通事业发展的新要求。2010年4月，国务院批准设立沈阳经济区国家新型工业化综合配套改革试验区，覆盖了以沈阳为中心，半径百公里范围内的沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、阜新、辽阳、铁岭8个省辖市的城市群。这是继国家实施东北地区等老工业基地振兴战略和辽宁沿海经济带开发开放战略后的又一战略部署。到2020年，沈阳经济区将基本实现区域经济一体化，综合经济实力达到中等发达国家水平，成为东北亚地区重要经济中心的战略目标。我们相信本届研讨会必将为来自海峡两岸的交通领域专家提供一个了解沈阳经济区发展远景的机会，并与辽宁交通界同仁一道，为沈阳经济区交通规划、建设和管理等建言献策，积极推动沈阳经济区交通事业的发展。

本届研讨会得到海峡两岸交通界的广泛关注和支持，共征集论文181篇，经过学术委员会组织专家评审，有138篇入选论文集，由辽宁科学技术出版社正式出版。在时间紧张的情况下，出版社夜以继日与作者沟通、修改、校对，确保了论文集按期出版。但难免有不尽完善之处，敬请论文作者谅解。

共沐盛世结友情，播撒芬芳香两岸。祝愿海峡两岸交通领域专家学者加强联系、增进友谊、互相促进，为海峡两岸区域交通发展贡献一份力量。

第十八届海峡两岸都市交通学术研讨会学术委员会

2010年7月

沈阳经济区经济形势与交通一体化

沈阳市发展和改革委员会

区域经济一体化是当今世界区域经济发展的主题，是区域提升国际竞争力和参与国际产业分工的核心内容。构建沈阳经济区是中共辽宁省委、辽宁省人民政府为顺应世界经济全球化和区域经济一体化发展潮流所作出的一项重大战略决策。加速推进沈阳经济区经济一体化，对沈阳建设国家中心城市、搞好辽宁区域经济发展和东北老工业基地振兴具有十分重大的战略意义。目前，沈阳经济区区域合作成果显著，合作领域逐步拓宽，经济和社会事业全面发展，重大基础设施建设项目不断增多，产业发展和空间整合步伐加快，区域同城化建设全面启动，沈阳经济区功能性一体化和制度性一体化正在快速推进。

一、沈阳经济区经济发展概况及表现

沈阳经济区是指以沈阳为中心，通过中心城市的经济辐射和带动，与周边地区形成的“地域经济综合体”，包括沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、辽阳、铁岭、阜新8个城市，总面积7540平方千米，占全省的50.95%。近年来，沈阳经济区地区经济增长迅速，经济总量不断扩大，为经济一体化提供了重要保障。按照分工有序、结构优化、整体发展的原则，完善城市功能、增强辐射能力、统筹城乡发展、优化资源配置、发展产业集群。构筑“一核、五带、十群”的区域产业空间发展格局，“一核”即建设沈阳特大经济核心区，充分发挥沈阳的核心带动和辐射作用，提升沈阳中心城市地位，打造国家中心城市。“五带”即打造沈阳—抚顺、沈阳—本溪、沈阳—辽阳—鞍山—营口、沈阳—阜新、沈阳—铁岭五条城际连接带，全面提升社会服务功能，形成若干经济新区，推进八城市一体化发展。“十群”即以五条城际连接带为载体，打造沈阳铁西装备制造、鞍山达道湾钢铁深加工、抚顺新型材料、本溪生物医药、铁岭专用车改装等十个主业突出、优势明显、规模较大、产业聚集的重点产业集群。2009年，沈阳经济区实现地区生产总值9985亿元，占全省的66.3%；完成全社会固定资产投资7781亿元，占全省的59.5%；实际利用外资82亿美元，占全省的53.3%；完成财政一般预算收入719亿元。随着中心城市吸收辐射功能不断增强，沈阳经济区已经成为世界跨国集团青睐的热土，成为中国北方的投资高地。沈阳市作为沈阳经济区的中心城市正在不断拓展中心城市功能，发挥辐射作用，全面带动沈阳经济区的发展建设。近年来，沈阳经济区一体化主要表现在：

（一）基础设施和环境保护一体化

近年来，高度重视基础设施和环境保护一体化的推进，并取得了显著成果。

1. 加强重大项目建设，推进交通一体化

基础设施一体化是实现经济一体化发展的重要桥梁和实施路径。目前，在沈阳经济区一体化进程中，基础设施一体化推进最快，成果最显著。沈阳市重点围绕交通道路、环境治理两个方面快速推进了一批影响沈阳经济区发展的重大基础设施建设项目。

2. 加强环境整治，支撑经济共同发展

沈阳市与经济区各市在环境保护和生态建设方面的合作稳步推进。八城市正在加速推进《浑河流域（沈抚城市段）环境综合整治规划》、《辽河、浑河流域七城市环境保护与生态建设规划》和《辽宁中部群水环境综合整治一体化合作框架协议》的落实，一批重大环境保护项目已开始启动。沈阳市大力推进辽河、浑河流域水环境综合整治，全面加强了污水处理厂建设。沈阳市还与经济区各市联合开展了节能减排专项治理，共同建立了环境保护信息网络化共享机制。

3. 加速资源共享，推进信息一体化

经济区在搭建统一信息平台、实现信息资源共享方面也有了较大进展。共同丰富完善了“东北投资网七城市频道”、“沈阳经济区信息产业网”、“沈阳经济区网”等专业网络平台。沈阳市高度重视沈阳经济区电信一体化，特别是积极协调有关部门，加速推进沈阳、抚顺、铁岭三市024区号资源共享。沈阳市与抚顺、铁岭先后联合向省政府提出了关于沈抚铁同城通信一体化的请示，得到了省政府的高度重视，也得到了国家工业和信息化部的大力支持。国家工业和信息化部已于今年上半年正式批准沈阳、抚顺、铁岭三市可以共享024区号资源。

（二）产业结构和产业布局一体化

1. 编制了经济区产业发展规划

沈阳市积极配合省发改委编制完成了《沈阳经济区总体发展规划》和专项规划，完成了《沈抚连接带总体发展概念规划》。另外，还编制完成了《沈铁产业经济带发展规划》、《沈阜产业经济带发展规划》、《沈本产业经济带发展规划》、《沈抚产业经济带发展规划》、《沈辽鞍营产业经济带发展规划》。这些规划的形成将全面指导沈阳经济区的区域经济一体化发展，实现资源在区域内合理、高效配置和各利益主体的共赢，促进沈阳经济区的协调、健康、快速发展。

2. 加快工业产业整合步伐

沈阳市制订了沈抚、沈本、沈铁工业合作规划，全面指导区域产业整合。沈阳的大型装备制造企业与周边城市正在形成产业链条和良好的集群式空间发展格局；沈阳市加速推进与抚顺市、辽阳市、铁岭市重点企业及产品的协作配套，特别是在汽车及装备制造等相关产业开展了积极有效的项目对接。

3. 加速推进旅游产业一体化

目前，沈阳经济区旅游产业发展一体化格局初步形成，旅游产品的集群化趋势增强，景区（点）开发建设进一步加强，旅游产品形象的塑造取得实质性进展。沈阳与经济区各市旅游部门正

在加速推进不同主题、不同特色的旅游线路建设；联合开展宣传促销，打造经济区旅游品牌；联办和组团参加旅游展会，培育和挖掘共同的客源市场；加强旅游信息平台建设，实现信息网络的相互链接。还共同创意策划举办旅游节庆活动和开发旅游活动产品，实现了节庆旅游资源的共享，拓展了旅游产品内涵，扩大了对外影响。2009年5月1日，沈阳经济区旅游集散中心正式挂牌运行，是目前东北地区规模最大的现代化旅游集散中心。沈阳市将进一步健全旅游合作工作机制，提高区域整体旅游竞争力，积极推进无障碍旅游建设和区域旅游教育培训一体化，全面促进沈阳经济区旅游产业整合步伐的加快。

（三）要素市场和产品市场一体化

1. 商贸流通一体化快速推进

目前，沈阳市正在积极推进跨地区商业资源的开发利用，逐步打破地区封锁和行业垄断，完善经济区统一的商贸流通市场体系。沈阳市与经济区各城市共同签署了《沈阳经济区商贸流通业合作协议》，推进了经济区城市间商业项目的交流。同时，沈阳市还邀请经济区各市共同举办大型商贸活动，形成了良好的合作氛围，促进了经济区商贸流通业的相互融合。

2. 要素市场整合步伐加快

沈阳市的盛京银行已与经济区内部分城市商业银行或城市信用社完成了股金注资工作；沈阳市与经济区各市在资产业务合作、柜面通业务、信用卡代理、资金业务、国际业务等方面达成了合作共识，并正在积极推进中；区域性产权交易市场建设取得了重大进展。目前，沈阳市与经济区各市共同确定了“统一信息发布、统一交易规则、统一审核鉴证、统一收费标准”和“互认经纪会员从业资格、互认产权交易凭证”等产权交易市场建设目标，最终将全面实现经济区产权交易市场的一体化。

人力资源市场一体化。沈阳市不断加强区域人才市场建设，为沈阳经济区搭建了信息集中、服务方式多元化的人才交流大平台。沈阳市已牵头举办了多次“沈阳经济区大型人才招聘会”和“中国国际人才交流大会”，这些活动取得了丰硕成果。在劳务合作方面，沈阳市与经济区各市成立了劳务交流合作组织，并多次共同召开经济区劳务合作双向招聘洽谈会。沈阳市积极搭建就业信息共享平台，逐步实现经济区劳务信息资源共享。经济区各市还共同建立了劳动市场合作与发展研讨会工作机制、供求信息共享机制、招聘洽谈合作机制和就业服务同城化机制，全面促进了人力资源市场一体化。

房地产市场一体化。沈阳市以沈阳经济区房交会为载体，实现了经济区内房地产市场联动，举办了百姓购房节，并赴经济区其他城市巡展，在各市设立房地产办事机构咨询处。在沈阳市的积极努力下，经济区八城市已实现了个人异地购房公积金贷款“同城化”，沈阳市住房公积金管理中心发放异地贷款已突破亿元。特别是沈阳市公安、劳动保障、交通、建设、公积金管理等部门相继出台了相关政策，有力地促进了沈阳经济区房地产市场一体化。

（四）城市体系和城市布局一体化

沈阳市积极推进沈抚同城化。《沈抚连接带总体发展概念规划》已编制完成，并进入实施阶

段。目前，沈阳市正在重点推进沈抚新城的基础设施建设，完善区域综合交通体系。沈抚新城的东陵产业区正在加大智能港建设，快速推进一些重点建设项目。沈抚新城的棋盘山生态区正在加快推进中旅国际小镇、泗水科技小镇等项目建设，努力实现国家级文化产业示范区建设目标。沈抚同城化投资环境建设也在不断加强。沈阳、抚顺两市工商部门联合制定了《关于加快沈抚同城化促进企业发展的政策措施》，抚顺经济技术开发区内的企业可以“沈阳”冠名，提升了企业的对外影响。

沈本一体化建设取得了阶段性成果。围绕《沈本一体化建设合作框架协议》和《沈本产业经济带发展规划》，沈本两市正在交通基础设施建设、产业园区建设、环境保护等方面深化区域合作。

沈铁一体化快速推进。沈阳市不断加强沈阳至铁岭的交通基础设施建设，推进沈北新区与铁岭开发区和重点工业园区的产业整合，铁岭市沈铁工业走廊80%的企业都是从沈阳转移出去的。目前沈阳市正在全面推进沈铁基础设施、空间布局、环境保护等方面的一体化。

二、创新区域发展机制，推进区域一体化

（一）建立沈阳经济区高层协调机制

沈阳市积极推进沈阳经济区的体制机制创新，努力构筑区域合作的新框架。目前，沈阳经济区建立了高层协调机制，每年在沈阳召开一次沈阳经济区书记市长联席会议，研究确定沈阳经济区深化区域合作的方向和重点，解决区域合作中遇到的重大问题。2005年，在首届沈阳经济区书记市长联席会议上，经济区各城市共同签署了《辽宁中部城市群（沈阳经济区）合作协议》，标志着沈阳经济区建设迈出了实质性步伐；2006年的联席会议重点确定了要加强区域环境综合整治和新型工业基地建设；2007年的联席会议重点确定了要加速推进沈辽鞍营通海产业大道、沈抚同城化、沈本一体化、沈铁工业走廊建设；2008年的联席会议重点确定了要加强沈抚、沈本、沈铁、沈辽鞍营、沈阜五条经济带建设；2009年的联席会议重点确定了要加速推进沈阳经济区国家新型工业化综合配套改革试验区建设，标志着沈阳经济区的建设又迈上了一个新的台阶。目前，与各市有关部门已签署了《沈阳经济区交通一体化合作协议》、《沈阳经济区水环境综合整治一体化合作框架协议》等涉及交通运输、商贸流通、信息产业、科技创新、知识产权、旅游开发、文化教育、人才交流、产权交易、社会保障、就业服务、环境保护方面的合作协议60余项。这些协议的签署和相关制度的建立，为经济区建设创造了平等、和谐的发展环境，加深了经济区城市间的交流与合作，加速推进了区域经济一体化的进程。

（二）沈阳经济区成为国家新型工业化综合配套改革实验区

2010年4月6日，国家发改委批准设立沈阳经济区国家新型工业化综合配套改革试验区，这是继上海浦东、天津滨海、成渝、武汉、长株潭和深圳之后，又一个国家级综合配套改革试验区。这也是继辽宁沿海经济带开放开发上升为国家战略之后辽宁发展进程中的又一件大事，具有

重大意义和深远影响。这标志着沈阳经济区已上升为国家战略。目前，正在制订《沈阳经济区新型工业化综合配套改革总体方案》和《沈阳市新型工业化综合配套改革方案》，确定先行先试的领域和地区。沈阳市将率先启动“一区四项”专项改革试验。把沈北新区作为沈阳经济区国家新型工业化综合配套改革试验先导示范区；在铁西新区开展重点装备制造企业战略重组专项改革试验；在金融商贸开发区开展生态金融专项改革试验；在大浑南地区开展工业化、信息化融合专项试验；在辽中县开展现代综合保税物流创新专项试验。

（三）推进新型城市化进程

沈阳市作为沈阳经济区的中心城市，正在加快推进沈阳经济区新型工业化和新型城市化建设，实施区域发展的双轮驱动；正在着力打造以沈阳为核心的沈铁、沈抚、沈本、沈辽鞍营、沈阜五条城际连接带，形成八城市集群发展的新格局。目前，沈阳市在五条城际连接带上规划了8个节点新城、7个连接带新城、4个新市镇的3个层次共19个新城、新市镇；在沈铁城际连接带建设上，重点规划建设蒲河新城、新城子新城、法库新城、康平新城、清水台新市镇；在沈抚城际连接带建设上，重点规划建设沈抚新城；在沈本城际连接带建设上，重点规划建设空港新城、佟沟新城、姚千户新市镇；在沈辽鞍营城际连接带建设上，重点规划建设铁西产业新城、细河新城、近海新城、浑河新城、沙河新城；在沈阜城际连接带建设上，重点规划建设永安新城、新民新城、胡台新城、大民屯新市镇、兴隆堡新市镇。力争经过3~5年的努力，以沈阳经济区城际连接带的新城和新市镇为依托，通过采取同城化、珠链式和组团式的三种区域空间发展模式，将城际连接带建设成为联结八个城市的交通带、城镇带和经济带。再经过5~10年的努力，基本实现沈阳经济区一体化目标，把沈阳打造成为“国家中心城市”，使之成为东北地区乃至全国新的经济增长极。

三、沈阳经济区交通一体化情况及下一步发展重点

沈阳经济区各种交通运输方式齐备，形成了较为发达、密集和完善的铁路网、公路网，拥有国家一类开放口岸和国际航空港，全区已经成为全国综合交通运输体系最为发达的区域之一。

在铁路建设方面，沈阳市铁路建设项目共16项，地铁建设项目4项。已确定的9项铁路建设项目中，沈抚城际铁路、沈西工业走廊铁路（三台子至火石岗）已完工通车；哈大客运专线、沈阳南客站、沈铁城际铁路已开工建设；京沈客运专线、沈丹客运专线正处于编制各种文件过程中；沈阳地铁一号线进展顺利，计划今年年底建成通车；地铁二号线（含南延线）、地铁一号线东延线已开工建设；地铁二号线北延线（松山至道义）计划今年开工，2013年12月完工。规划实施的铁路项目有沈西工业走廊出海铁路、沈阳至彰武铁路、沈阳枢纽客车西南环线等7项。

在高速公路方面，高速公路网络已经形成，对外辐射和吸引能力不断增强。沈大高速公路全线八车道标准成功改造，成为全国高速公路改扩建示范工程；沈阳至抚顺、沈阳至彰武、本溪经辽中至新民等高速公路相继建成，形成了以沈阳为中心的高速公路对外通道7条。2009年，区域高速公路通车里程达到1500千米，占全省总里程的54%，基本实现了高速公路连接全部县区、工

业城市、产业基地。

在普通公路方面，网络布局不断完善。2009年，沈阳经济区公路总里程为51000千米，占全省的51.6%；二级以上公路里程10000千米，比重为20.2%；公路密度为69千米/百平方千米。主要干线公路已全部达到二级以上标准，重要区域间、城际间快速通道如沈阳至铁岭、沈阳至辽阳等路段已经建成，形成了以沈阳为中心的对外通道10条。

在运输站场建设方面，以省辖市和县区客运站建设和改造为重点，进一步加快站场基础设施建设，及时启动农村客运站建设，为沈阳经济区的运输组织和集疏运提供了必要的基础条件。2009年，区域拥有等级客运站达204个，货运站场达45个，实现了区域90%以上的市县级客运站达到二级以上标准，三分之一的乡镇拥有等级客运站。

在沿海港口建设方面，营口市是沈阳经济区唯一的沿海城市，营口港是沈阳经济区最近的出海口，具有明显的区位优势。2009年，营口港共拥有万吨级泊位34个，集装箱泊位8个，货物吞吐量达到1.76亿吨。

在运输服务领域，交通运输部已明确将沈阳经济区的沈阳、抚顺、鞍山、营口、铁岭5市纳入全国公路运输枢纽城市。沈阳与其他城市间城际客运的集约化改造和公交化运营，已取得阶段性成果，其中沈阳至抚顺间实现了公交化运营。

纵观沈阳经济区发展历程，下一步交通工作重点：一是继续推进哈大客专、沈丹客专、地铁二号线等在建铁路及地铁项目进展，抓紧京沈客专等项目开展前期工作，沈阳至本溪等城际铁路及地铁其他线路争取尽早开工。二是加强高速公路与周边区域的联络，加密区域内经济干线网络和通道建设，逐步实现沈阳经济区域内的高速公路网络化，主要实施辽宁中部地区环线新民至铁岭等项目。三是进一步完善普通公路路网布局，加快区间快速通道建设，重点支持同城化和一体化的区间快速通道，完成沈本产业大道、沈抚南部通道和辽河特大桥等项目，支持尽早开工建设沈阳至铁岭、沈阳至阜新等区域间通道项目。四是加快客货运运输站场等基础设施建设，完成市、县两级客运站升级改造，加快沈阳南站客运站、沈阳西站客运站等新建和改造，形成布局合理、分工明确、功能完善、服务中心区域、辐射周边地区的运输枢纽体系。

目　录

经济区一体化交通发展战略、规划与实施

论沈抚城际客运一体化与区域经济的发展 …… 谢　妍/002
沈阳站地区综合改造规划研究——塑造现代化交通枢纽综合体 …… 梁成文　刘　威　李绍岩/004
当代城市群综合交通规划研究 …… 陈必壮　杨立峰　王忠强　顾　煜/011
发挥辽阳市区位优势 构建和谐交通网络体系 …… 辽阳市沈阳经济区建设领导小组办公室课题组/018
新形势下天津城市交通与城市发展的适应性分析 …… 万　涛　丘银英　曹伯虎/022
基于系统动力学的长三角港口群与区域经济联动发展研究 …… 冯琳雅/026
中小城市的公共交通特征与规划研究 …… 韩宝睿　邬　岚　陆　涛/032
都会区大众运输之永续发展——以台北县轻轨运输发展为例
…… 林重昌　金肇安　陈冠竹　陈昭尧　郭中天/039
东北东部经济发展与铁路交通建设 …… 李铁夫/045
交通同城化如何影响产业区域布局演化研究 …… 林建永　陈俊兰　吴永兴/048
杭州湾北岸新城发展的道路交通战略研究 …… 邓云飞　蔡逸峰/055
上海中心城绵延区公共交通发展政策研究——以江桥新市镇为例 …… 陆　磊/058
关于新城交通“公交优先、人车分流”的初步思考 …… 孙新华/065
高速铁路枢纽与城市空间发展研究——以天津高铁枢纽规划建设为例
…… 艾伯亭　李祚达　范小勇　刘　荣/067

铁路、航空、轨道交通与常规公交协调发展、管理运营与衔接策略

大众运输场站BOT模式办理之探讨——以台北转运站为例 … 杨金树　柯献志　郑佳良　刘建邦/074
CFD在深圳地铁5号线环控系统设计中的应用 …… 那艳玲/078
电加热装置在沈阳地铁一号线工程车站出入口自动扶梯的应用 …… 高　嵩　董　康/085
碎石道床杂散电流绝缘防护方案 …… 王长斌　董　康/087
中国铁路客运枢纽发展趋势分析 …… 严荣斌　杨熊斌/089

基于可靠性的动车组部件维修间隔期研究 …… 马刘炳　周立新/093
关于我国道路甩挂运输方式问题的研究 …… 程震舟　杨雪峰/098
新形势下班车客运发展方向的探讨 …… 邰启城/101
新时期大规模铁路建设中客运枢纽规划研究——以沈阳站为例 …… 刘　威　宋　涛　郭彩香/104
城际轨道交通客流分配组合模型研究 …… 徐云清　沈　营　陈　军　王志强/110
城市轨道交通网络列车运行衔接问题研究 …… 杨　良　徐瑞华　江志彬/115
地铁应急疏散标识系统研究 …… 梅　娟　穆存远/121
轨道交通与常规公交在发展上存在问题及解决策略 …… 董佩森/128
轨道交通车站人行过街功能研究——以天津地铁一号线为例 …… 李乐园　丘银英　万　涛/131
轨道交通市域线与城区线衔接模式研究——以天津市为例 … 邹　哲　崔　扬　周欣荣　袁文凯/135
轨道交通车站施工期间交通组织研究 …… 柴敬文/141
上海城市轨道交通网络评价研究 …… 刘　洋/148
结合轨道交通站点的干道步行系统规划研究 …… 陈锦秀/154
城市轨道交通车站风格设计刍议 …… 戴子文　周立新/160
典型高铁综合交通枢纽建设开发成功案例与启示 …… 晏克非　于晓桦/166
基于蒙特卡罗仿真法的大型枢纽出租车蓄车场规模研究——以虹桥机场为例
…… 赵　磊　晏克非　张　胜/172
委托社会第三方测评　实现乘客可持续满意 …… 虞同文/179
勇于探索——常宁市推行城区免费公交的实践 …… 李　莉　严　玲　刘　英　邹南昌/185
台湾轻轨运输系统技术研究 …… 张　思　朱　旭　钟维力　于新源/187
台湾轨道工程——振动污染防治探讨 …… 张宽勇　张　思　许俊逸　林鸿基　曾彦钧/192
都会轨道施工新技术介绍 …… 郑国雄　张　思　龚昶荣　余念梓/197
台北市公交车专用道之作业特性 …… 曾平毅　张琼文　林育成/205
桃园机场园区公司之创新 …… 尹台生　符冠华/214
台湾地区铁路立体化建设计划之政策决定 …… 叶名山　刘欣宪　林靖闳　黄志峯/217
淡海新市镇联外轻轨系统发展策略 …… 王祈财　尤官明　林宇平　刘国庆　吴雅惠/225
桃园航空城公交车捷运系统发展规划 …… 郭振寰　刘广堂　张笛箏　吴雅惠　钟敦沛/232
地铁系统利润导向运营之探讨 …… 张辰秋/243

多元化交通体系

上海市居民公共交通出行成本研究 …… 李　娜　朱　洪/250
大连市典型站点的公交车停靠时间的统计分析 …… 李　琢　王桂秋　修长斌/257
轨道交通与出租车的合作（T+R模式）研究 …… 王铭艳/262
台北市敦化自行车道建置经验 …… 罗孝贤　郭宗生　谢铭鸿　纪胜源　钟惠存/269
应用RFID技术执行智能化运输场站管理系统 …… 陈庆祥　王德润/276
基于FSA的黄浦江水上客运安全评价 …… 孙　亮/281
深港客运口岸规模设计初探 …… 柯友华　游俊霞/289

新竹科学园区自行车系统问题研析与改善 …… 吴水威 杨静彤 李和蓁/295

区域物流规划与管理

低碳物流：城市新生活方式的革命 …… 许培星/304
关于搭建道路运输物流公共信息平台的研究 …… 杨雪峰 程震舟/310
沈阳经济区区域物流发展研究 …… 姜 淇/313
旅行商问题的多点优化贪心算法与程序设计 …… 侯祥林 费 烨 韦金秀/316
基于eM-Plant装配车间可变生产系统仿真设计 …… 张思奇 周淑文 张云凤 刘 阳/322
基于宏观复杂运输网络的区域物流规划与管理 …… 孙海义 李 宁 李 旸/327
应急物流的方案决策研究 …… 刘 阳/333
物流中心配送路线优化模型研究 …… 李 洋/340
供应链中配送中心选址方法研究 …… 王 正 单晓芳/343
物流配送车辆路径优化问题综述 …… 高晶晶/347
RFID侦测器最佳配置化之研究——以物流中心为例 …… 邱显明 张碧芸/354

城市交通组织策略与解决拥堵对策优化方案

浅析铁岭市城区道路交通拥堵的成因及对策 …… 王震铎/364
沈阳市道路交通拥堵的成因及对策 …… 孟 冬 闵 阔/367
南北高架拥堵成因及对策 …… 戚 悦/373
上海道路交通拥堵破解研究 …… 李林华/376
应对上海“停车难”问题的实践与思考 …… 邹 申/380
基于负荷度的港口集疏运道路通行能力分析 …… 肖海珍/385
基于大型车辆车速离散性的安全分析研究 …… 孙德发 韩 皓/391
城镇化进程中城市出入口道路拥挤成因分析 …… 张晓婷 吴 兵 李林波/395
翔殷路隧道交通拥堵的原因分析和改善建议 …… 张建华/402
虹桥枢纽城市内部配套交通系统运营分析及建议 …… 黄 岩/406
虹桥综合交通枢纽内部的交通组织 …… 黄 岩/415

重大活动期间的交通保障策略与实施

第十一届全运会开幕式交通组织与运行分析 …… 刘晨辉 张汝华/424
世博会轨道交通车站客流组织方案的仿真分析 …… 金 祎 杨 梅 田益锋 施 琪 徐瑞华/431
上海世博会交通管理主要措施建议思考 …… 倪凌斐/438
世博期间做好交通勤务管理工作的思考 …… 刘宪华/441
上海重大工程施工期间交通组织的管理技术研究 …… 赵 毅 朱 浩/447
2010年上海世博园区大客流状态下园外交通系统预警及应对方案 …… 李 彬/453

2010台北国际花卉博览会交通计划 …… 罗孝贤　林丽玉　林俊源　胡以琴/459
台北市清明扫墓期间免费接驳公交车疏运计划 …… 杨金树　郑佳良　梁郭国　李建文/464

交通安全、应急、节能、环保、生态和文化

公路网发展中要重视风景道建设 …… 余　青　莫雯静/472
道路基础设施生态建设的思考 …… 金建平　郝学华　李振川　李国民　邹南昌/479
实施驾驶员培训标准化减少道路运输交通事故的探讨 …… 朱荣涛　程晓鹰/483
关于道路运输行业节能减排工作的思考 …… 郭　松　李晓峰/490
道路运输行业推广节能减排有效途径之研究 …… 赵锦鹏/493
加大城市道路交通基础设施建设力度的几点思考 …… 季剑阁　卜　刚　贺秋林/496
高架轨道交通振动的传播及环境影响研究 …… 王　鹏　黄卫东/499
交通噪声污染及其防治措施 …… 柳君鑫/509
改善中小城市道路交通环境的思考 …… 刘　蕊/514
沈阳青年大街交通噪声预测研究 …… 刘伟东　胡琪锐　刘　阳/519
出租车候客站点规划选址研究——以上海市徐汇区出租车候客站点规划为例 … 朱伟涛　王显璞/525
基于低碳车辆技术的低碳交通研究 …… 饶培俊　陈艳琴　王　正/531
桃园县道路交通安全分析 …… 蔡中志/536
商圈道路安全规划与设计理念之探讨——以逢甲商圈为例 …… 徐耀赐　黄继贤　庄昆财/544
高速公路高乘载车辆专用车道设置之原则 …… 蔡肇鹏　张亚琴/551
雪山隧道行车特性分析 …… 吴健生　高瑛穗/559
建立台湾地区“国道”交通事故延滞时间推估模式之研究 …… 叶名山　陈玉菁　刘欣宪/567
应用遗传规划法建构两车事故责任鉴定模式 …… 叶名山　刘欣宪　李旻锜/576
台北市动态号志控制试办成果 …… 郭宗生　谢铭鸿　林育生/583
桃园县道路交通安全绩效研析 …… 陈武正　郭振寰/590
小客车学员选择驾驶训练班之研究 …… 陈君杰　胡嘉玲/592
台北市无障碍运输服务现况探讨 …… 郑佳良　尚锦堂　吴瑞丰/599
台湾地区“军人”酒驾成因探讨与改进措施之研究 …… 方彦吉/605
两岸都市交通建设交流策略探讨 …… 张　思　李书孝　张宽勇　尤官明/605
人本友善的低底盘公交车 …… 罗孝贤　郑佳良　刘建邦　任礼恩/606

城市交通的新技术应用

组合模型在交通事故预测中的应用 …… 吕悦晶　刘　明　何　芳/614
一种改进的航路容量模型 …… 赵　丹/618
提高对交通工程渠化工作的重视程度 …… 刘少堂　程　铎/623
天津市快速路智能交通管理系统建设探讨 …… 穆　刚　程　铎/627
同频同播技术在天津公安交管无线通信网中的应用 …… 邹金钢/635

利用新一代道路信息采集系统提高交通管控能力的分析研究 …… 张玉鹏/639
浅析远程教育在机动车驾驶培训上的应用 …… 周英南/644
基于系统优化方法的交叉口规划方案研究 …… 杨熙宇 谢 军/648
重庆主干路T形交叉口治理方案设计…… 陈明磊 赵光惠/655
基于一定相位饱和度水平的信号配时方法设计 …… 马 亮 颜桃为/659
城市支路路段公交停靠站的适应性分析 …… 孙宝芸 董 雷 于保阳/669
道路施工路段限速方案设计与仿真分析 …… 刘伟东 艾曦锋 胡琪锐/673
机动化和城市化快速发展时期的上海交通出行需求模型改进研究 …… 董志国 何炳坤/678
宁波港北仑片区道路交通量需求预测 …… 宋征宇/686
略谈构造双向绿波道 …… 吕立生/693
预制小半径平曲线节段梁拼装施工技术 …… 蒋海峰 蒋海里/699
上海长江大桥主桥钻孔灌注桩施工技术 …… 刘明选/704
CCMG桩地基处理在上海长江大桥工程中的应用…… 张良文/712
预制箱梁后浇段吊模施工技术 …… 张 跃/716
基于虚拟视频技术的机动车视频测速仪溯源方法的研究 …… 刘连军 高奎贺 石姗姗 赵桂梅/721
天津市智能交通建设现状及未来发展之研究 …… 韩轶秋/725
公交车捷运系统车队管理雏型系统 …… 唐文斌 王穆衡 曾幸敏 周宏儒 陈伟业/731
先进大众运输系统信息于主管机关端之管理应用 … 苏昭铭 王穆衡 蔡钦同 周宏儒 陈伟业/738
新产品规划法应用于公交车系统之服务质量改善 …… 黄承传 刘佳峯/747
五股地区引进捷运系统之可行性探讨 …… 林重昌 金肇安 张琬瑜 黄洪才 吴世贤/754
公路边坡生态工法之分析与应用 …… 吴水威 谢至成/760
数据包络分析法之整合式规模报酬关系研究 …… 李 纲 游明敏 王隆昌/767
台湾地区先进交通管理系统（ATMS）文献知识之聚类分析 … 陶治中 简睿志 康宇宣 郭思汉/768
以科技接受模式探讨高雄市公交车动态信息系统之使用者行为 …… 陶治中 刘姿君 郑昱晴/778

经济区一体化交通发展战略、规划与实施

论沈抚城际客运一体化与区域经济的发展

谢　妍
（抚顺市公路运输管理处，辽宁 抚顺 113300）

摘　要：运用经济学中的区域经济理论与交通运输的相互关系，结合沈抚经济同城化的特点，认为交通和经济相互影响，并且相互制约。沈抚城际客运以公交化为特征推动了区域经济的发展，提升了区域经济的竞争力，同时，也是区域经济发展的必然结果。

关键词：城际客运；区域经济；公交化线路

市场经济的基础在于资源和要素的充分自由流动，这包括人流、物流和信息流的自由流动，由此导致了社会经济发展对交通的依赖和需求关系。而交通需求的增长是社会经济发展的必然结果，是城市发展所无法避免的客观事实。城际客运公交化的发展能够提高效率，节能减排，降低流通成本，促进经济发展。

沈抚新城是沈阳经济圈城际连接带建设的九个新城之一，作为沈抚经济同城化的起步区，规划建成为国家转变经济增长方式的先行突破区、城市发展模式示范引领区、沈抚同城体结构调整与功能提升的核心承载区，对抚顺市具有较强的辐射效益、扩散效益和带动效益。公路运输作为经济社会发展的基础产业和先导产业，其发展水平提升、活跃了区域经济的竞争力。

1　沈抚城际公交化是区域经济一体化发展的客观要求

经营主体辽宁城际客运有限公司于2007年1月被辽宁省运管局许可为市际班车客运企业，由抚顺长途客运有限公司与沈阳喜来多客运公司合股组建，公司运营后分三批次整合个体客车35辆，现拥有客车占整个沈抚城际客运运力的90%，为抚顺至沈阳城际线路公司化经营的主体骨干，公司对营运线路实行统一管理、统一调度、统一标识、统一票价、统一服务标准，积极创建“雷锋号”服务品牌，成为沈抚城际一道亮丽的公路客运线。

沈抚同城化，区域经济的合作发展使得城市之间人员往来更加频繁，经济和文化交流更加密切，人们出行的便利需求、质量需求越来越高，建立统一的公路客运和管理平台，保障连续可靠的运输效率，城际客运公交化如同城市公交运输一样应运而生。

首先，沈抚两市日均旅客流量近2万人次，旅客需求旺盛，运力和运量都可以满足公交化发车模式。

其次，客车班次密度大，从抚顺客运站到沈阳客运站运距47公里，近10年来旅客流量增长速度每年都不低于5%，市场发展前景广阔，两市平均3分钟对发一个班次，发车间隔不亚于城市公交客车的密度，完全具备公交化运营的特征。

第三，沈抚两市城区不断阔延，城市边缘距离已发展到不足10公里，带动了周边地区农村人口的城市化发展进程，公交化运营在两市已分别开辟1号线、2号线、3号线三条市区走行路线，并设置多个乘降站，旅客可实现想走就走随时有车可乘的愿望，解决了过去始发站到终点站直达运输乘车不便问题。

第四，通过整合两市之间运力资源，突破行政区域管理部门的束缚，根据旅客出行高峰与平峰的需求，实时调整调度运力，提高客车实载率，避免能源浪费，降低运营成本。

因此，沈抚城际公交化，建立区域性客运一体化的大市场，把各种要素和各个环节组成一个整

体，为城市居民出行提供公交式的服务，是两市经济合作、构建和谐社会客观发展的必然趋势。

2 沈抚城际客运公交一体化是加快两市经济发展的强有力的交通保障。

沈抚城际客运线路是辽宁中部城市群最繁忙的城际客运线路，是沈抚同城化重要的交通保障。沈抚城际客运争创“雷锋号”品牌线路活动的启动，对于促进道路运输行业加强精神文明建设，提高客运行业整体素质和服务水平，促进抚顺社会经济发展具有重大意义。

“雷锋号”车队二队队长董景军在接受记者采访时说：“客运行业服务水平体现着城市文明，代表着城市形象，创建‘雷锋号’品牌线路对司乘人员的素质要求更高了，不仅要求我们用雷锋精神钻研驾驶技术，更要求我们用雷锋精神服务每一名乘客，让广大乘客享受到温馨如家的服务。”辽宁城际客运公司如此完备的管理制度更是提高了“雷锋号”这一品牌线路的名誉，为百姓出行提供了高质量的安全和服务保障，也为沈抚两市的经济发展提供了强有力的交通保障。

3 沈抚城际客运一体化提升了区域经济的竞争力

交通运输是国民经济和社会发展的基础产业和基础设施。资源的开发利用、区域经济的发展、对外开放的扩展、人民生活水平的提高等，都有赖于交通运输的发展。特别是公路运输更以其机动灵活、覆盖面广、通达深度高的独特优势在综合运输体系中占有主导地位。

交通在经济发展中扮演着极为重要的角色。虽然交通需求非本源需求，但交通对经济的发展有巨大的反作用，交通环境的新变化，不仅改善了区域投资环境，吸引了外资，扩大了对外开放，而且改变了沿线地区的工业布局和产业结构，整合区域内各种经济资源，还影响了区域内企业的发展战略。而沈抚城际客运一体化不仅带动了沈抚两市的区域经济发展，更是提升了区域经济的竞争力。

4 沈抚城际客运一体化是社会经济发展的必然结果

交通和经济是区域的两大职能因素，它们是相互影响并且相互制约的。交通环境的变化将对区域经济产生重要的影响，同时经济发展也将进一步地刺激交通发展。交通的发展是经济社会发展的必然结果，同时也是城市发展的必然结果。城市化作为人类社会经济发展和技术进步的必然现象，交通作为这一进程中的脉络和神经贯穿其中并发挥着重要而关键的作用。 伴随着信息化手段的发展带来的经济社会信息化程度的提高，交通所发挥的作用越来越重要，交通与经济社会进步、与城市和区域发展的关系已经引起了人们越来越多的重视。在现代社会中，从某种意义上说，一个地区、一个国家的交通发展程度，决定了该地区、该国家的经济和社会的发展程度。

随着经济一体化和区域一体化的发展，区域经济地位日益突出，公路运输作为经济社会发展的基础产业和先导产业，其发展水平对提升区域经济的竞争力尤为重要。沈抚城际客运公交一体化是实践科学发展观、构建和谐客运发展的过程，政府和管理部门全面坚定地给予了极大的支持和推进，由起步正在向规范成熟方向发展。

随着市场经济的深化，人才流、物流、信息流、资金流等要素流动对经济发展的重要性愈来愈直观，相应的，经济发展对交通的依赖也日益加大。在改革开放初期，交通滞后于经济发展的阶段，交通先行侧重于其阶段性的推动作用，以满足经济发展对交通的需求；在当前的经济发展过程中，交通先行与政府服务、社会环境等一样，作为“空间引导产业”的一部分内容存在。沈阳市作为辽宁中部七城市经济圈中的核心，对抚顺市具有较强的辐射效益、扩散效益和带动效益，积极地与沈阳融接，按照省委、省政府的战略部署实现沈抚同城化，资源共享、优势互补、互惠多赢，是促进抚顺市经济跨越式发展的必然选择和有力依托。

相信，沈抚城际客运一体化的日益成熟，对沈抚两市的经济、文化等方面的发展必将产生积极的推动作用！

沈阳站地区综合改造规划研究
——塑造现代化交通枢纽综合体

梁成文　刘　威　李绍岩
（沈阳市规划设计研究院，沈阳 110015）

摘　要：沈阳站交通枢纽的规划建设和实施，将对沈阳建设东北亚交通枢纽城市产生积极推进作用，也将对城市空间总体布局、产业发展、区域再开发产生重要影响。枢纽的建设，涉及城市用地布局、区域交通设施、交通组织、环境整治、历史保护街区等多项内容。针对沈阳站地区存在的问题和发展趋势，以沈阳市城市总体规划、综合交通规划、快速轨道交通线网规划和太原街地区规划为基础，提出了沈阳站地区的目标定位和规划理念，进行了该地区的用地功能分区和交通设施布局，制定了具体的交通组织方案。

关键词：沈阳站；交通枢纽；综合改造；城市综合体；历史保护街区

1　引　言

城市综合交通枢纽是国家或区域交通运输系统的重要组成部分，是各部门性枢纽汇集的地区，往往地处大城市或者经济发达地区，交通设施规划的好坏直接影响着地区经济的发展，它承担着大城市的内外联系，是城市整体的一部分，它对城市的形成和发展也必将起着重要的作用。[1] 沈阳站是东北地区历史最为悠久的大型铁路车站，于1899年启用，距今已有110年历史，目前建有5座候车站台，共有13条股道，主要担当关内及大连、丹东、吉林方向的旅客列车到发及短途旅客列车的始发、终到作业，同时还有部分解编和货运功能。它的建筑风格与日本东京站极其相似，设计者同是日本著名的建筑大师辰野。沈阳站紧邻沈阳的大型商业街区——太原街，周边有沈阳铁路宾馆、沈阳饭店等保护建筑，其中沈阳站站舍为省政府批复的省级文物保护建筑，广场周边地区是沈阳最有特色的老街区，也是城市总体规划确定的历史保护街区。目前，沈阳站地区建筑质量破旧，环境景观较差，交通设施尚不完善，站前广场人车混行，交通秩序较为混乱（图1~图3），区域整体功能与大都市窗口形象不相符合，借助哈大客运专线、沈抚城际铁路引入，地铁一号线建设的契机，迫切需要对沈阳站地区进行整体规划和综合改造研究，塑造现代与历史高度融合的城市综合体。由于沈阳站地区为历史保护街区，与一些在城市外围区新建的大型枢纽有较大区别，既要保持好该地区的历史风貌，又要满足枢纽功能。因此，如何结合现状，进行合理的设施布局和交通组织，满足多种交通需求和实现多种交通方式的安全、高效、便捷的转换，成为沈阳站枢纽规划建设的难点。希望通过对沈阳站枢纽综合改造规划的研究，为类似城市综合体的设计提供参考和借鉴。



图1　铁路沿线破旧建筑



图2　广场内人车混杂



图3　站前路交通秩序混乱

2　沈阳站地区特征分析

2.1 城市功能复合化

21世纪以来，中国铁路迎来了黄金发展时期，铁路客站的定位也发生了巨大变化，其内涵也由单纯的铁路客站发展成为以轨道交通为主体的城市综合体，不但承担本身的交通职能，而且在其内部和周边地区融合了具有公共属性的各种城市功能空间，复合购物、餐饮、休憩、娱乐、住宿、办公、文化和其他服务设施。沈阳站交通枢纽地区就具有这种多元化特征，应当形成多重空间的复合型布局，这种多层立体的形式能使整体空间的活力得到激发，起到城市触媒的作用，避免了大量人流、车流交叉的混乱局面。沈阳站枢纽城市公共空间的规划布置要加强建筑布局、交通动线、开放空间、文物保护、景观体系等城市空间要素的综合交叉联系与整合重塑。

2.2 交通设施一体化

城市综合交通枢纽地区最重要的特征就是交通设施一体化，通过合理的交通设施协调布局，在枢纽内部实现多种交通方式的“无缝换乘”。沈阳站交通枢纽规划建成东北地区最大的交通枢纽，将整合3条高铁（哈大客运专线、秦沈客运专线、沈丹客运专线）、3条国铁（京哈铁路、苏抚铁路、沈丹铁路）、2条城际轨道交通（沈抚城际铁路、沈辽鞍城际铁路）、3条地铁（地铁1号线、地铁5号线、地铁7号线）以及地面公交、社会车、出租车、长客等多种交通方式，需要通过广场、站房、停车场等空间的立体化布局，实现各类交通设施的一体化，并综合利用地面、地下、高架等多种形式，实现与外部交通的无缝衔接。

2.3 交通组织复杂化

大型交通枢纽地区由于其巨大的规模和复杂的功能，交通流线组织尤为重要，也尤为复杂。要实现合理高效的交通组织，首先必须摸清各类交通流的特点。对于人流交通，通常都希望走最短的路径，并尽快实现换乘，对于进出站人流来说，进站人流较为分散，出站人流较为集中，在等车时人们还有购物、休闲的需求。对于车流交通，车辆应顺向行驶，尽量减少空驶绕行，公交车、出租车、私家车等不同类别车流不宜相互交叉行驶，各类车辆的进出口设置应尽量分散，避免对单一道路或局部路段产生过大的冲击。

2.4 历史街区保护

沈阳站地区为城市总体规划确定的历史保护街区，历史风貌保护的重要性毋庸置疑，这就需要从整体出发，既满足枢纽功能，又要保持历史风貌，原则上应避免增加新建建筑，必须新建的建筑要经过充分论证，使之与历史建筑风格协调一致。日本的东京站是值得沈阳站借鉴的一个好的范例，其建筑风格与沈阳站几乎一致，皆为红砖造建筑，该站曾在二战末期遭轰炸毁损，但东京政府在战后还是将其恢复原貌，并使该车站与周边建筑实现了较好的融合和协调，庞大的交通功能几乎都设置于地下空间，地面上交通秩序显得非常有序。

3　目标定位与规划理念

规划研究范围的选取主要考虑两个因素：第一应是交通整体功能集聚区，第二应是城市风貌协调区。因此，选择西起兴工街，东至昆明街，北起北二马路，南到南五马路这一区域作为重点规划研究范围（图4）。其中铁路沿线为沈阳站及其附属设施；兴工街两侧多为近几年开发的住宅项目，胜利大街东侧地区属于太原街商业区，多为近几年开发的公建项目。

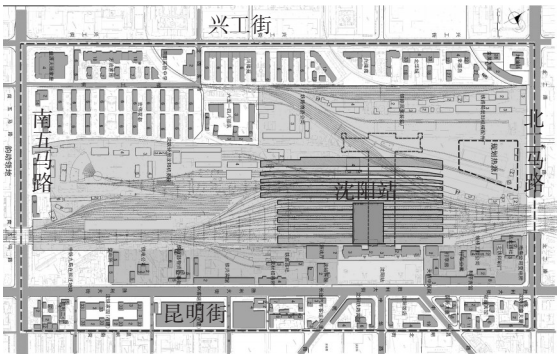


图4　规划范围示意

3.1 目标定位

沈阳站交通枢纽地区将建成高速铁路、城际和城市轨道交通、长途客运、地面公交、出租车和社会车等多种交通设施紧密衔接的现代化大型综合交通枢纽地区，其具体功能包括内外交通衔接功能及不同交通方式的集中换乘功能等。站区的规划目标：以沈阳站为主体，以公交优先的交通集散体系为基础，构建面向全国辐射东北亚地区的东北地区最大的综合交通枢纽，使之成为展示沈阳城市形象的重要窗口、著名的历史文化街区。通过高速铁路、城际和城市轨道交通，实现以沈阳站为中心的一小时快速通勤圈覆盖沈阳经济区。

3.2 规划理念

（1）区域统筹、东西并重：沈阳站铁路路轨为地面形式，对东西两侧形成了长期的阻隔，另外，沈阳站目前只有东出口，西侧没有设置进出口，为了促进该地区的整体开发，以哈大客运专线建设为契机，开设沈阳站西出口，实现两侧广场的连通，实现区域整体协调发展。

（2）完善功能、净化环境：通过对交通设施需求情况进行测算，合理增加公交枢纽站、停车场、换乘通道等设施，完善交通功能；净化和提升站区景观环境，塑造一个绿色、舒适、美观的城市广场空间，追求建筑与城市空间的和谐，为城市设计添加色彩。

（3）立体交通、无缝换乘：本地区是城市重要的交通转换点，应优先满足各种旅客出行和交通换乘要求，建立立体组织、分层集散、无缝换乘的交通体系，这就要求各设施之间要有便捷、顺畅、清晰的联系，以缩短时空距离。

（4）街区保护、合理开发：注重沈阳站历史文化街区的保护，在政策法规允许的条件下合理开发建设，形成与区域环境有机联系、历史内涵丰富、效果强烈的城市门户形象。

（5）地下空间、充分利用：加强沈阳站地上历史风貌的保护，充分挖掘地下的开发利用潜力，形成内部布局合理、外部衔接顺畅的地下空间。

4　区域总体布局

4.1 用地功能分区

规划以铁路站房为核心，形成双“工”字形的对称布局空间。西侧新建站房与东侧老站房通过高架和地下通道连接，形成一个小“工”字形空间，整体站房又与西广场和东广场共同构成一个大“工”字形空间（图5）。老沈阳站站房东侧的站前广场现状面积17000m^2，考虑到车站规模的扩大及人流量的增加，将其设计成规模较大的立体景观及人行广场，作为车站与城市的联结纽带；公交停车场设置在广场左侧，左右两侧一定距离的建筑应与铁路车站风格相协调，形成两个风貌协调区。西侧站房的站前广场规划面积19900m^2，为人行及景观广场，广场左侧为公交枢纽，右侧为长客枢纽，并将出租车和社会车引入广场地下（图6~图8）。

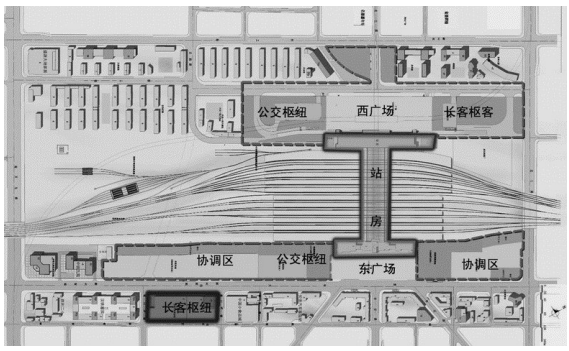


图5　用地功能布局

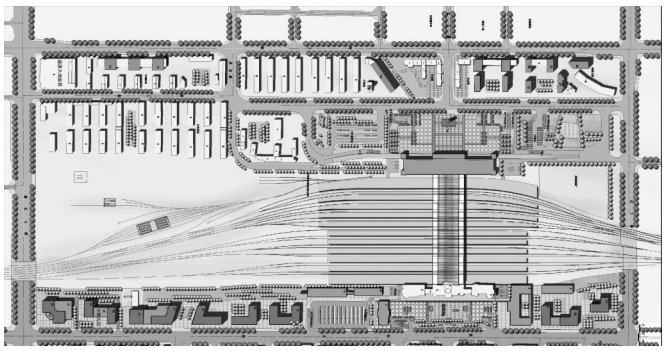


图6　地面层规划总平面

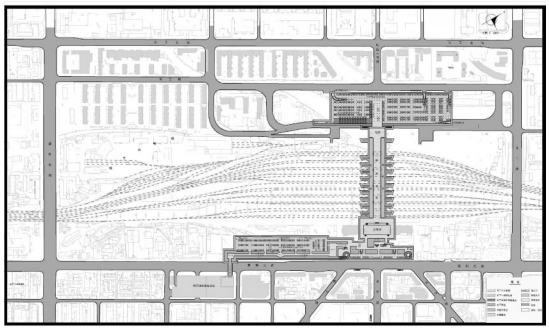


图7　地下一层规划总平面

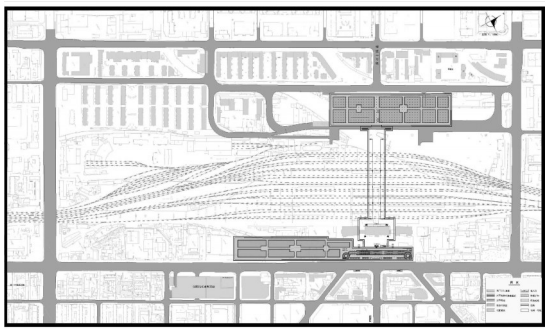


图8　地下二层规划总平面

4.2 道路和交通设施布局

本区域是沈阳发展程度较完善的城区，主要城市道路已经形成。站场东侧为现有的沈阳站，对站区道路的规划在充分尊重现状的基础上，对站区内部道路进行了优化调整。外部交通依然以中华路作为纵向景观及交通主轴，胜利大街为横向交通轴线，形成“一纵一横”的主路网格局，但应对这两条主要通道以及周边次要通道进行综合整治。西侧为新建站房及西广场，在广场前新建一条规划道路，联系建设大路和北二路，同时，将北三路、北四路分别延伸至规划路，形成进出站通道。（图9）

沈阳站交通设施分东西两部分设置，主要面向的服务对象分别为沈阳站以东地区与沈阳站以西地区。沈阳站东、西广场的交通设施布置如表1所示。

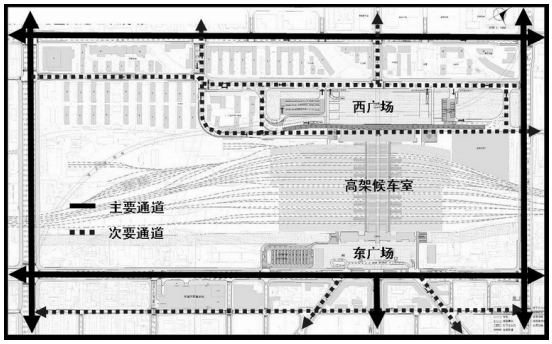


图9　区域道路交通规划

表1　广场交通设施布置情况

位置	层次	设施名称	设施面积（m^2）	备注
沈阳站西广场	地面层	长客站	2500	位于广场北侧
		公交枢纽站	6000	位于广场南侧
		贵宾车停车场	1800	位于广场北侧
		行包车停车场	950	位于广场南侧
	地下一层	社会车停车场	30000	提供680个车位
		出租车待客区	5500	提供150个车位
	地下二层	商业	35500	
沈阳站东广场	地面层	长客站	12000	位于胜利大街东侧
		社会车、出租车下客区	1500	位于广场北侧
		公交枢纽站	9000	位于广场南侧
		贵宾车停车场	900	位于广场北侧
		行包车停车场	800	位于广场南侧
	地下一层	社会车停车场	26500	提供400个车位
		出站人流通道	8000	提供150个车位
	地下二层	出租车待客区	6000	提供130个车位
		商业	25500	

4.3 轨道交通与地下空间利用

沈阳站地区规划有地铁1号线、5号线、7号线经过，其中地铁1号线将于2010年建成通车。沈阳站东西地下空间通过候车室的地下通道相互连通，并与长客站、公交站、社会车停车场、出租车待客区等交通设施连成一体，能够实现乘客最为便捷的乘车和换乘。另外，沈阳站的地下空间可以直接通过中华路连接到太原街地区，形成系统的地下空间，使人流最大限度地通过舒适、连续的地下空间集散，可以起到大大减少地面交通压力的作用（图10~图12）。

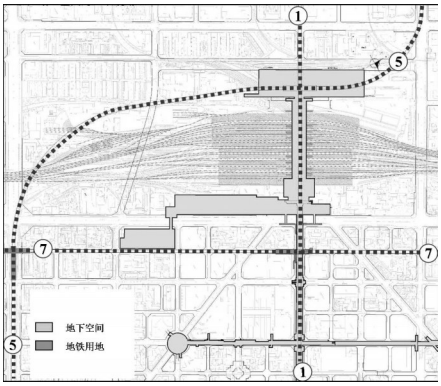


图10　轨道交通与地下空间规划



图11　地下空间规划效果图

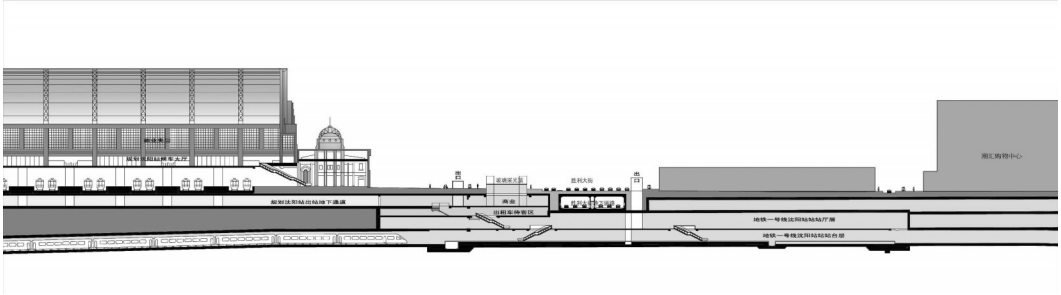


图12　地下空间剖面

4.4 站房布置及广场环境整治

沈阳站规划布置11台20线，车站的西侧新站房采用线侧加高架式，流线采用“上进下出模式”（旅客经进站天桥进站候车，由出站地道出站）。车站设计为三层式，局部设有夹层。借鉴机场的旅客进出模式，强调旅客进出站的直接性，弱化等候空间。在新建的西侧站房设置高架平台，乘出租车及社会车来站旅客可直接驶上进站大厅，方便进入高架候车层进站候车（图13）。

为了保持东广场历史文化街区的风貌特征，在满足铁路站房使用功能的前提下，分别选取广场边缘和距建筑200米的距离进行视线分析，以达到最佳的视觉效果（图14）。



图13　新站房效果图

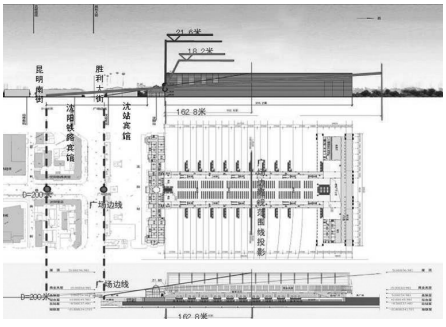


图14　新站房视线分析

东侧除沈阳站以外，重建广场南北两侧建筑，保护历史街区风貌特色，使广场周边建筑风格与现有站房等保护建筑协调统一；改造广场环境景观，充分以人的心理和行为特点出发，既满足各人流路线的关系，又考虑必要设施和城市景观的需求，形成简洁现代的城市广场空间。广场铺装应以素色的花岗岩火烧板为主，绿化采用立体化种植形式（图15）。



图15　东广场环境整治规划

5　交通组织策略

5.1 构建多层次的“微循环系统”

利用40米规划路、广场高架通道、北二路、兴工街、北三路、北四路组成4个微循环系统，有效盘活了西广场交通。东广场主要利用胜利大街、民主路、中华路和中山路组织交通（图16）。

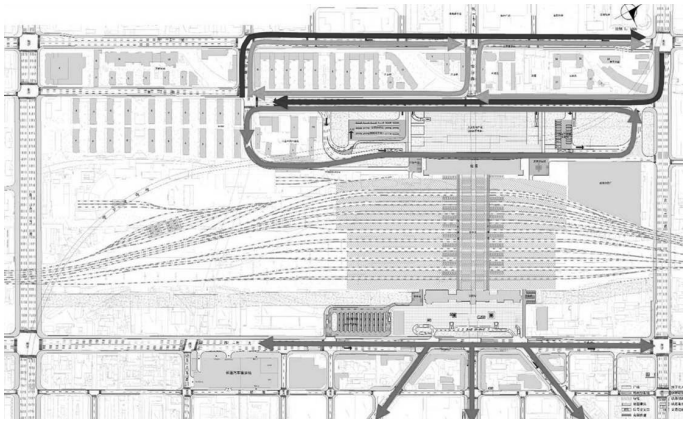


图16　车行交通组织示意

5.2 形成快捷、安全、舒适的人行系统

进站客流：西广场乘社会车和出租车到站换乘的旅客，可乘车直接驶上进站广厅外的高架平台，直接进入高架候车层进站候车，乘公交车、长途车和步行来站客流直接从西广场进站；东广场乘社会车和出租车到站换乘的旅客，可乘车直接驶入东广场上的下客通道，通过广场进入老站房候车，乘公交车和步行来站客流直接从东广场进站，乘地铁和长途车以及从太原街商业区来站客流可经过地下一层通道直接进入老站房地下，通过自动扶梯进入候车室候车（图17）。

出站客流：旅客下车后进入地下层出站通道，根据出行方向选择从西广场或东广场出站，从西广场出站的旅客，可直接在地下一层去往地铁站、出租车待客区和社会车停车场，步行、乘坐西广场长途车和公交车的旅客可通过出站通道进入西广场，再换乘长途车或公交车。从东广场出站的旅客，可直接在地下一层去往地铁站、社会车停车场、沈阳站客运站和太原街商业区，换乘出租车的旅客可通过扶梯进入地下二层的出租车待客区，步行、乘坐公交车的旅客可通过出站通道进入东广场，再换乘公交车（图18）。

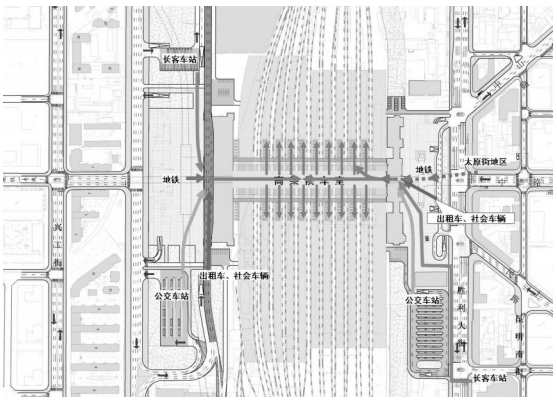


图17　进站客流流线

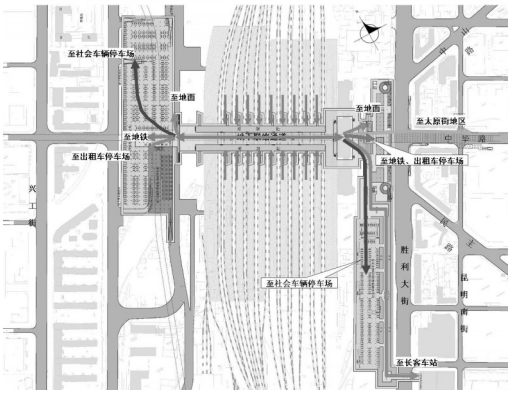


图18　出站客流流线

6　结　语

火车站综合体的建设已经成为大城市交通枢纽建设的发展趋势，建成后将成为区域乃至整个城市发展的“催化剂”。合理规划建设沈阳站综合交通枢纽，符合可持续发展和以人为本的规划理念，是发展“紧凑城市”的需要，其巨大的辐射作用将有力带动太原街地区和铁西新区的城市再开发进程。此外，要真正实现沈阳站地区整体开发和效益最大化，不仅在规划设计过程中要充分实现铁路、城市轨道、规划、交通和人防等专业部门的协同配合，还要完善规划审批管理机制，确保规划设计与规划审批的对接和落实。同时，实施阶段的部门协作联动、相关保障政策措施的制定也十分重要。[10]

参考文献

[1] 陆化普. 综合交通枢纽规划［M］. 北京：人民交通出版社，2001.

[2] 沈阳市规划设计研究院. 沈阳市综合交通规划［R］. 2006.

[3] 铁道第一勘察设计院，中南建筑设计院.沈阳站概念设计方案［R］. 2009.

[4] 沈阳市规划设计研究院. 沈阳站地区综合改造规划［R］. 2009.

[5] 倪凯旋. 整合策略引导下的城市综合交通枢纽地区更新改造研究——以郑州火车站西广场地区改造为例［D］. 上海：同济大学，2008.

[6] 黄建中. 无锡火车站地区综合客运交通组织［J］. 新建筑，2002（4）.

[7] 沈中伟. 轨道交通枢纽综合体设计的核心问题［J］. 时代建筑，2009（5）.

[8] 盛晖. 武汉火车站——现代化交通枢纽综合体［J］. 时代建筑，2009（5）.

[9] 王腾，卢济威. 火车站综合体与城市催化［J］. 城市规划学刊，2006（4）.

[10] 周乐. 轨道交通车站地区整体规划设计实践——以北京市为例［J］. 城市交通，2008（5）.

[11] 徐毅松. 上海虹桥综合交通枢纽地区规划［J］. 城市规划学刊，2008（4）.

当代城市群综合交通规划研究

陈必壮　杨立峰　王忠强　顾　煜
（上海市城市综合交通规划研究所，上海 200040）

摘　要：建设现代化城市群是中国大陆建设有中国特色城市化道路、推动区域协调发展的重要战略。本文从城市化发展的时代背景出发，结合大陆城市群综合交通现状存在问题，研究了当代城市群所具有的空间发展结构与综合交通层次特点，指明了综合交通规划原则、技术路线、交通预测与规划目标，提出了大陆城市群综合交通系统主要发展战略、布局规划与建设安排原则等内容，有助于加强大陆城市群综合系统的规划建设，提高大陆城市群协调发展的能力。

关键词：都市区；都市圈；城市群；综合交通；公共交通；交通规划

随着大陆区域经济快速发展、城市化进程加快、城镇体系不断完善，遵循经济规律、突破行政区划界限，以特大城市为依托，形成辐射作用大的城市群，培育新的经济增长极，已成为大陆走中国特色城镇化道路、推动区域协调发展的重要战略。当前，大陆除了长三角、珠三角、京津冀已发展成国际上具有重要影响的城市群外，辽中南、山东半岛、长江中游（武汉城市群）、长株潭、海峡西岸、川渝、关中等地区都步入了城市群发展阶段。

城市群的发展离不开安全、高效、便捷、经济的交通运输服务与支撑。纵观日本、欧洲、美国等国家和地区著名城市群，不管发展模式如何，但均建成现代化的海陆空立体综合交通体系。相对而言，我国城市群交通运输系统还普遍不能满足社会经济快速发展需要，主要通道运力不足、城际交通效率低下、中心城市日益拥堵、综合运输结构失调、两型系统发展乏力，几乎成了我国城市群的通病。长三角、珠三角等越是经济社会发达的城市群面临的上述交通问题越突出。

在美国“次贷”危机扩散到全球的关键时刻，推进大陆城市群综合交通系统建设，除了具有提高大陆各地城市群协调发展的能力，还有刺激大陆消费、保障经济增长的重要期望。在此情况下，加强对大陆城市群综合交通规划的研究，有助于更加冷静客观针对大陆城市群现状交通存在的问题，科学制定大陆城市群综合交通系统的发展规划与建设安排。

1　城市群空间结构与综合交通层次特点

1.1 现代城市群空间结构的成长过程

梳理城市群综合交通规划研究内容与重点，需要对城市群的空间结构组成进行分析。根据相关研究，城市群（或称为一级都市圈、大都市带）主要经历了“城镇—中心城市—大都市圈—城市群”的成长过程，由一个以上的大都市区组成，面积一般在$3 \times 10^4 km^2$以上，半径200～300km，人口一般在3000万人以上（见图1）。

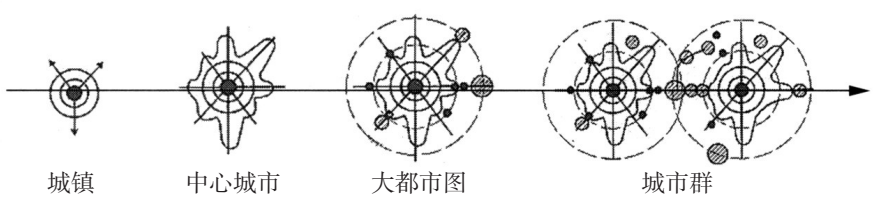


图1　现代城市群空间结构的成长过程

1.2 城市群综合交通层次与特点

大陆城市群少则包括5～6个中心城市，多则包括十几个中心城市，行政区划涉及1省甚至数省，面积达几万甚至数十万平方公里。例如长三角城市群就涉及了江苏、浙江、上海2省1市在内的16个城市。城市群的综合交通发展具有面向各中心城市、面向群域、面向全国、面向全球的多层次交通需求的挑战，特别是形成一个甚至几个突破行政区划、通勤圈范围达几十公里的核心大都市圈，是当前大陆城市群发展的重要基础。

城市群综合交通规划应以核心大都市圈为中心，以实现区域一体化发展与提高区域整体竞争力为目标，重点对3个层次的主要交通进行重点研究：（1）核心大都市圈通勤交通，（2）大都市圈—城市群群域城际交通，（3）城市群—全国、全球的对外交通。相对而言一般中心城市的城市交通不需在城市群综合交通层次进行重点规划研究。

相对于一般中心城市综合交通系统5～10km覆盖半径，大陆大都市圈综合交通系统的覆盖半径可达30～50km，覆盖面面积1500～2000km^2，服务人口1000～2000万人。群域城际综合交通系统的覆盖半径可达100～300km，面积从几万乃至数十万平方公里，服务人口达几千多万人。

2　城市群综合交通规划原则与技术路线

2.1 城市群综合交通规划原则

（1）坚持两型发展与不断提高群域一体发展能力相结合

建设“资源节约型、环境友好型”社会是大陆实现可持续发展的重要战略。交通运输作为“两型”社会建设的重要领域之一，坚持“节地、节材、节能、减排”的发展模式已成为大陆综合交通发展的重要要求之一，占地多、耗能高、效率低、污染大的交通运输方式将逐步淘汰或受到越来越多的限制。

适应城市群不同圈层的发展需要，群域综合交通体系要不断提高促进“对外开放、对内一体”的总体运输能力，例如我国许多城市群都提出了1小时或1.5小时通程半径的要求，大都市地区临近城市交通“同城”化要求。

（2）坚持协调发展与适当加快群域综合交通建设相结合

我国城市群综合交通体系普遍存在行业之间、区域之间发展的不平衡，现有系统的布局与运营也存在许多不合理方面。城市群综合交通规划，要注重实现区域协调，统一推进区域重大交通基础设施规划建设；要注重实现行业协调，有效发挥各类交通运输方式技术经济比较优势；要注重布局协调，显著提高综合交通各种方式间换乘衔接水平。

实现城市群综合交通协调发展要与各地对交通设施建设的迫切愿望有效结合，尽快偿还历史欠账并适度超前已经成了我国多数城市交通发展的重要经验。城市群综合交通的协调快速发展，要不断扩大综合交通网络覆盖面，着力拓宽综合运输通道，适应人口、资源分布，引导土地开发与经济产业发展，使得综合交通运输能力满足经济社会长久发展需要。

（3）坚持以人为本与优先实现群域公共交通发展相结合

交通的根本目的是人和物的运输，以人为本是群域综合交通规划过程中始终应予坚持的原则。以人为本不仅仅体现在综合交通枢纽规划建设过程中要实现便捷的换乘、中转或衔接，例如行人要“零距离”换乘，物流要“无缝”衔接，更重要的是围绕综合交通运输结构的规划，对未来综合交通运输的主体与核心交通系统，要优先保障、重点推进。

针对目前我国许多大城市以及区域交通越来越严重的道路拥挤，优先发展公共交通、改善交通运输结构，已经成为我国推进交通可持续发展的战略方向，其中逐步形成以轨道交通为核心、各种运输方式协调发展的“两型”综合交通体系已经成为许多特大城市以及城市群城际交通贯彻以人为本、实现可持续发展的主要选择。

2.2 城市群综合交通规划技术路线

城市群综合交通规划技术路线是专业研究、调研论证与衔接协调的有机结合，一般需要包括前期分析、目标战略、布局规划、完善落实等4个阶段。

（1）“前期分析”阶段的成功是整个规划顺利开展的基础，除了收集相关各市、区域、全省、全国等各层次的经济、社会、交通等历年、现状及规划资料外，还要注重与相关各市、各交通行业主管部门的集中与现场调研，从而准确把握群域综合交通现状问题、面临挑战、未来趋势。

（2）“目标战略”阶段完成交通需求预测、国内外经验研究、规划目标、主要战略等内容。其中，规划目标和主要战略确定了综合交通体系需求规模、运输结构、服务水平、网络布局、发展重点等总体要求。

（3）“布局规划”阶段主要完成水、陆、空各类交通系统在群域各圈层的布局与衔接。相关各系统布局除了要遵循本行业规划过程中应在经济、产业、社会、民生、安全、环境等方面应遵循的基本原则外，更要注重与综合交通规划目标与战略、上位规划、各系统之间的协调与完善。整体规划方案需要多轮的论证、评价与完善。

（4）“完善落实”阶段进一步完善布局方案，同时根据各类资源许可制定交通建设计划以及土地、资金的分期投资规模等（见图2）。

3 城市群综合交通规划需求预测与规划目标

3.1 城市群综合交通需求预测

（1）综合交通需求预测内容

城市群综合交通规划需求预测，需要结合区域一体化发展的要求，重点预测研究群域城市之间以及群域对外的综合运输需求，需要将相关城市作为整体，重点分析预测群域内—内客货需求（特别是核心走廊需求）、内—外客货需求、外—外客货需求（过境）的特征年份规模、合理运输结构、各类方式客货运量、相关方式运输工具交通量。

综合交通需求预测过程中，除了对空、铁、水、管各类方式运输需求进行预测，还要统筹考虑城市扩大、城际交流、产业物流、能源运输、旅游交通、内外贸易等产生的各种专项运输需求，为城市群综合交通系统规划提供更贴近实际工作的需求预测。例如，煤炭、铁矿石等能源、原材料运输需求是完善我国普速铁路网络的重要依据；枢纽机场和港口的客货吞吐量，是决定枢纽机场和港口规划规模和集疏运体系的重要依据。

（2）综合交通需求预测方法

城市群综合需求预测方法与城市交通需求预测方法类似，预测过程包括交通生成、交通分布、方式划分、交通分配等过程，主要预测方法、公式可以借用传统方法、公式，例如交通生成采用出行率法，交通分布采用重力模型法或Flat法，方式划分采用Logit模型法或预方式划分法，交通分配采用平衡分配法。

3.2 城市群综合交通规划目标

城市群综合交通体系发展目标除了确立宏观定性目标外（例如绿色综合交通体系、两型综合交通体系、公共交通为主体的综合交通体系等），还需要根据我国目前综合交通普遍存在的问题，从综合运能能力、运输结构、运输网络、运输效率等方面确定规划指标体系。

（1）“能力充分”是要消除综合交通运输能力不足现象，构建长久适应社会经济发展需要的综合交通体系，例如规划机场总吞吐能力要达到4000万人/年。

（2）“方式协调”是要明显改善目前区域运输中公路比重过高、铁路水运比重偏低的现象，大力发展公共交通系统，建立起各类公共交通占主体、各类方式技术经济优势突出的综合运输体系，例如城际客运主通道中铁路比重超过50%。

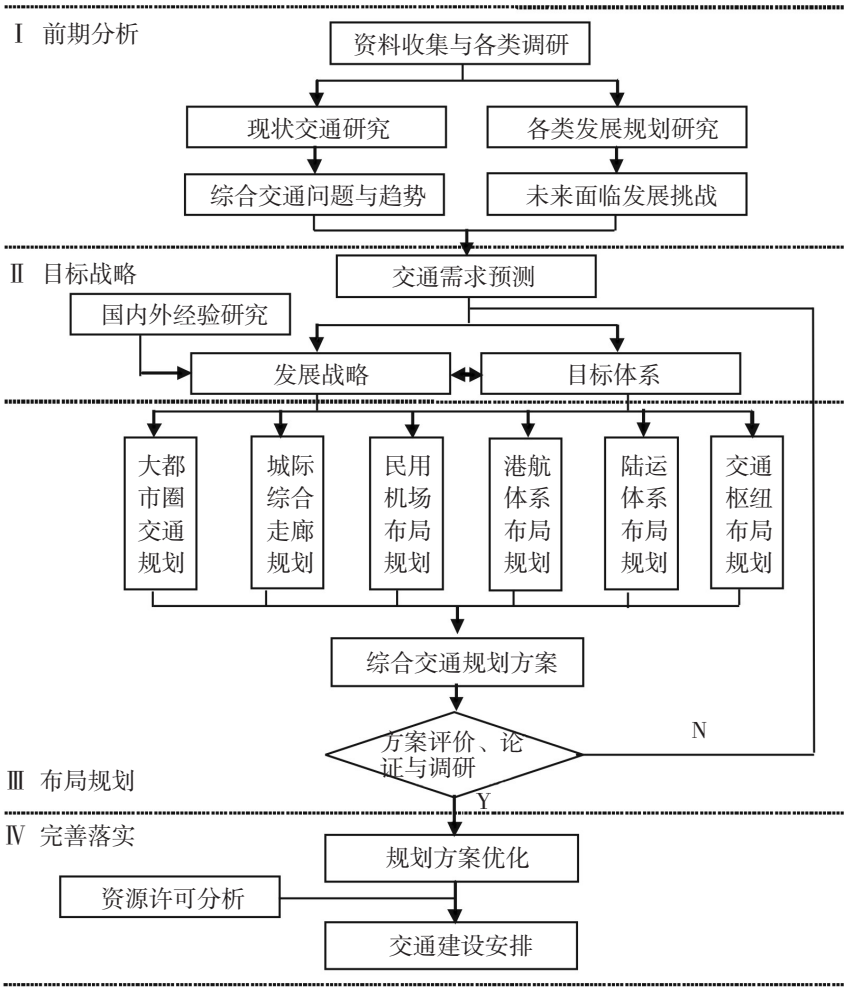


图2　城市群综合交通规划技术路线

（3）“布局合理”是指水、陆、空各类交通线路、场站、网络等覆盖要满足城市规模、资源分布、产业布局、民生发展等交通联系的网络性要求，例如百万人口以上中心城市必须通行高速公路、客运专线、城际铁路、骨干航道。

（4）“运行高效”是对不同城市、地区之间各类交通运输速度、时间作出发展目标，例如城市群通程半径不超过1.5h。

4　城市群综合交通系统发展战略与布局规划

城市群综合交通体系规划包括空、铁、水、管以及各类综合交通枢纽布局规划，规划方案既要与各类国家和区域上位规划相衔接，也要与区域各地充分有效协调，使得规划方案既实现区域整体的发展，又充分考虑各地局部利益，从而调动各级政府、社会各界参与综合交通体系建设的积极性。为此，综合交通体系布局规划除了以前述发展目标为依据外，还要结合城市群各圈层社会经济发展对综合交通的显著特征要求，首先提出各层次的综合交通发展战略要求，再平衡协调各圈层、各轴线的综合交通体系布局。

4.1 核心大都市圈——同城交通系统

城市群核心大都市作为城市群的社会经济中心和主要通勤交通圈，随着城市化的发展，核心大都市与临近周边地区不仅形成连绵城市地带，而且实现社会经济的高度融合，居民就业、业务、居住、

学习、生活等活动范围将扩大到整个都市通勤圈，有时通勤半径范围可达30~50km，主要客流走廊客流可达几十万甚至上百万人次。核心都市圈同城交通系统的重点是实现道路网、轨道网、信息网的一体化规划、建设、运营和管理，特别是在都市圈面向不同范围的出行中确立以轨道交通为主的公共交通主体地位。

根据现代城市群从“城镇—中心城市—大都市圈—城市群”的成长阶段，核心都市圈轨道交通系统对内除了加强中心城市区域的自身联系，还要拓展到都市区的通勤交通圈，对外要加强与城市群各中心城市以及全国的联系，提高核心大都市圈的辐射与吸引能力，形成城市轨道、都市区轨道、城际铁路、客运专线等一系列、多层次轨道交通系统。

4.2 主要城际走廊——城际复合交通走廊

城市群核心大都市作为区域乃至国家的政治、经济、交通、文化、信息等中心，一方面对城市群产生辐射带动作用，另一方面又离不开城市群经济社会整体发展的支撑。区域其他城市既可能是能源、原材料基地，也可能是现代制造业、现代农业与旅游休闲等基地。新型工业化、新型城市化的发展，将进一步提高区域产业配置率，形成区域性产业团队并加速区域共同市场的形成。上下游产业的整合、生产要素的快速流通、资源优化配置都对区域客货运输提出了更高要求，需要尽快提升城际通道、适应运输需求成倍增加、运输时间大幅减少、运输效率显著提高等各类要求。实现区域资源共享、错位竞争、一体发展，需要建设与区域产业集聚发展带相适应的水陆综合运输通道，特别是在主要城际走廊上形成公铁均衡发展的城际复合通道。

城际复合交通走廊指沿主要城际交通走廊平行布设公路、铁路、管道等系统。对于以核心大都市为中心的向外辐射的城市群主要走廊上，需要平行布设高速公路、城际铁路、客运专线等为主要特征的公铁高速复合走廊。对于城市群外围中心城市之间的连接走廊上，一般布设高速公路、普速铁路就能满足运输需求，但是对于长三角等世界级城市群，外围中心城市中间有时也需要布设城际铁路实现快速连接。

4.3 主要港口、场站——水、陆、空现代综合交通枢纽

现代城市群面临国内、国际交流越来越频繁，水、陆、空综合交通枢纽作为城市群内外衔接的关键节点，综合交通枢纽的发展对于城市群对外开放度、贸易便利度等都具有重大影响，特别是整个枢纽布局体系中的主要航空枢纽、主要航运中心、主要铁路枢纽对于提高城市群国际、国内的整体竞争力具有重要意义。

（1）现代航空枢纽

现代航空枢纽——现代城市群无不将大型航空枢纽作为加强国内外交流、提升产业结构的关键交通设施加以发展。我国珠三角、长三角、京津冀等城市群具有发展大型国际航空枢纽的门户或中转等地理优势，随着贸易、商务、旅游等快速发展，建设面向区域、全国乃至全球的国际航空枢纽核心机场以及完善区域机场布局，已经成为我国各地城市群航空运输、现代高端物流发展的重要目标。对于珠三角、长三角、京津冀城市群，航空枢纽要成为连接世界各地与中国的空中门户，建成亚太地区的核心航空枢纽；对于中西部城市群，航空枢纽要成为区域面向国内外空中门户、建成为全国性航空中转枢纽。

（2）现代航运中心

现代航运中心——建设航运中心对于拉动港口城市乃至整个区域的经济发展具有重要作用。大力发展水运有助于缓解陆运通道长期以来对煤炭、矿石等大宗货物运力不足问题，发挥水运比较优势并满足不断增长的国内外贸易运输需要，促进各类临港产业的发展，引导产业分工、转移与集聚。对于长三角、珠三角、京津冀等沿海城市群，要重点发展面向全球运输的国际航运中心，对于中西部城市群，要依托长江黄金水道，建设区域性长江航运中心，并加强区域核心港口和骨干航道的建设。

（3）现代综合枢纽

现代铁路枢纽——随着城市轨道、城际铁路、国家客运专线等一系列、不同层次轨道交通的快速发展，出现了大量以铁路、轨道为主体、整合各种交通方式的大型综合交通枢纽。建设现代大型铁路综合交通枢纽，不仅有助于改善现有枢纽普遍落后、形象不佳的问题，而且作为中心城市群承担主要内外衔接枢纽，城市轨道等大量公交设施的汇聚使得城市交通枢纽的功能也通常比较突出，并对周边地区开发具有较强的TOD效益。

（4）现代物流园区

现代物流园区——现代制造业、高新技术产业、各类商贸的发展都已离不开现代物流园区的各项物流服务。发展城市群物流园区，要紧密围绕各类产业园区、高科技园区、经济开放区等产业配套需求，以机场、港口、公铁站场等交通枢纽为依托，按照面向全国、区域和城市等各层次布局全国性、区域性、地方性物流园区或物流中心，实现各种物流运输与服务的无缝衔接。一般而言，枢纽机场、航运中心都需要配备辐射群域的大型综合物流园区。

5　城市群综合交通规划建设安排原则

5.1 逐步提升群域综合交通发展模式

我国长三角、珠三角等多数地区综合交通现有发展模式，是一个围绕高速公路、大型机场、港口建设并被证明在现阶段能够促进我国综合交通体系发展的模式，但是在生态、土地、能源等方面可持续发展能力普遍偏低。贯彻落实科学发展观，需要实现区域交通发展从“现有常规模式”逐步向“两型”提升模式转变。例如实施城市公共交通优先发展政策、干线公路网尽快完善政策、水运与港口加快发展政策、铁路与管道及时建设政策。

5.2 政策创新加强“两型”交通建设

对轨道、航道以及交通枢纽等盈利较慢但建设迫切的“两型”交通建设，加大国、省财政性资金投入力度，促进综合交通体系协调发展。对高速公路、管道、港口、机场等效益较好但投资较大的项目建设，通过政策措施创新，健全利益导向机制，激发市场主体积极性。

需要注意的是，在此过程中要避免片面快速、不计成本地推进“两型”交通建设。以最具代表性的城际铁路为例，除了必要核心走廊外，大规模超前建设城际轨道不仅不符合实际需要，而且很可能造成较大的资源浪费，未来承担成本可能更高。

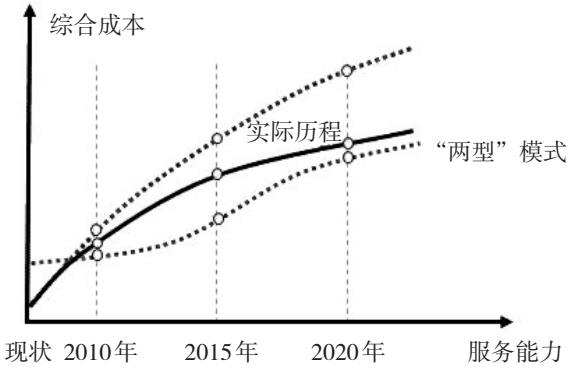


图4　城市群综合交通发展模式的提升

6　结　语

当前，加强区域协调发展、建设现代城市群已经成为大陆新型城市化、新型工业化发展的关键阶段。加强城市群综合交通规划及相关技术研究，不仅有助于指导快速改善区域综合运输目前普遍存在

的技术落后、运力不足、协调不力等问题，而且有助于强化区域社会经济的纽带，改善区域各地对外联系环境，全面减少因交通不便造成的发展落后，促进群域各市立足自身优势、错位竞争，从而实现城市群整体、协调、科学发展，对于缩短大陆东西发展差距、城乡发展差距都具有非常重要的现实意义。

参考文献

[1] 周晓华，陈劲松. 新城模式：国际大都市发展实证案例［M］. 北京：机械工业出版社，2007.

[2] 中国城市规划设计研究院，湖南省发展和改革委员会. 建设“两型”社会、实现跨越发展：长株潭城市群区域规划提升［R］. 北京：中国城市规划设计研究院，2008.

[3] 上海市城市综合交通规划研究所. 湖南省“3+5”城市群综合交通体系规划（2008—2020）［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，2009.

[4] 上海市建设和交通委员会. 长三角地区综合交通发展规划［R］. 上海：上海市建设和交通委员会，2008.

[5] 上海市城市综合交通规划研究所. 上海市城市综合交通发展战略［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，2006.

[6] 朱照宏. 城市群交通规划［M］. 上海：同济大学出版社，2007.

[7] 李霞. 区域物流规划与管理［M］. 北京：经济科学出版社，2008.

发挥辽阳市区位优势 构建和谐交通网络体系

辽阳市沈阳经济区建设领导小组办公室课题组
（辽阳市沈阳经济区建设领导小组办公室，辽宁 辽阳 111000）

摘　要：沈阳经济区获批为国家新型工业化综合配套改革试验区，辽阳市是沈阳经济区重要的节点城市，在沈阳经济区新一轮开发建设中将面临重大历史性机遇。如何借沈阳经济区新一轮开发建设的东风，抢抓机遇，做好辽阳“大交通”这一篇文章，是当前的一个重大课题。通过实施立体交通网络布局，实现“五大战略”；通过设大型货物集散中心、打造灯塔新城现代物流业等措施来发挥辽阳市区位优势，构建和谐交通网络体系。

关键词：发挥；区位优势；构建；交通体系

沈阳经济区获批为国家新型工业化综合配套改革试验区，辽阳市是沈阳经济区重要的节点城市，在沈阳经济区新一轮开发建设中将面临重大历史性机遇。如何借沈阳经济区新一轮开发建设的东风，抢抓机遇，做好辽阳“大交通”这篇文章，是摆在当前的一个重大课题。辽阳市沈阳经济区建设领导小组办公室按照市领导的总体安排，组织专门人员，就辽阳市在沈阳经济区中交通网络体系建设认真进行专题调研，提出初步意见和建议，供市领导和相关单位参考。

1　辽阳市交通体系建设的现状

辽阳市地处辽宁省中部，中心城区距沈阳市65km、距本溪市63km、距鞍山市25km，距鲅鱼圈港162km，距桃仙国际机场55km。地理位置得天独厚，交通网络四通八达。辽阳市拥有“四横四纵”（四横：本辽辽高速公路、小小线、沈环线、连鞍线，四纵：沈大高速公路、黑大线、沈营线、辽凤线）公路网，各级公路650条，总长3100km。环沈阳经济区高速公路本溪至辽阳至辽中、辽中至新民等部分环线已建成通车，沈阳经辽阳、鞍山、营口的哈大高速铁路客运专线正在抓紧建设。沈阳至营口的城际公路改造项目全面展开，沈阳市开通了至辽阳的“双休日”城际公交线路。沈辽鞍城际铁路建设也将启动。便捷的交通，将辽阳与沈阳经济区各市紧密地联系起来。

2　辽阳市交通体系建设存在的一些问题及面临的历史机遇

2.1 存在的一些问题

站在沈阳经济区获批上升为国家战略层面进行思考，面对国民经济和社会发展的新要求，辽阳市交通体系还存在一些问题和薄弱环节，主要表现在：

（1）交通基础设施的总体规模滞后于发展的需要。辽阳公路网中三、四级公路占相当大的比重，二级以上高等级公路仅占总里程的17%。随着经济的发展，近年来整个辽阳段铁路线已是超负荷运转，辽阳站场出现严重积压现象，铁路货运能力滞后。

（2）综合交通运输体系的结构性矛盾有待改善。在过去的交通运输体系建设中，辽阳市主要偏重于公路网的建设，造成辽阳过分依赖公路运输，公路货运占到货运总量的70% 以上。公路、铁路、航空各种运输方式相互融通、相互转换效率很低，真正意义上的综合运输枢纽尚未形成。

（3）大规模、高效率的物流集散中心缺乏。目前，辽阳市的物流集散地主要是以客运货场、铁路货场、大型农贸市场和专业市场的形式存在。专业运输装备水平低下，缺乏能够提供市内外服务和全程全网服务的载体，真正意义上的物流园区和物流中心尚未形成。这不仅直接导致我市物流业发展迟

缓，而且在一定程度上也制约了制造业的发展。当前，沈阳、鞍山等地物流园区建设如火如荼，其现代物流业的格局初步显现，在这种态势下，辽阳市建设大规模、高效率的物流集散中心更显紧迫。

（4）交通设施存在管理不到位现象。一是存在工程建设不到位现象。有些项目需要上级资金与本市衔接。存在着一些项目上级资金已下拨，本市配套资金不到位，致使工程建设达不到预期效果。二是存在监管职责归属权划分不清现象。有些道路管理职责归属权划分不清，存在部门之间、市区之间相互推诿现象，成为“三不管”道路。三是存在后期管理不到位现象。有些道路建成后没有专业人员和专项资金进行养护维修，影响了正常交通。

2.2 面临历史机遇

随着沈阳经济区一体化建设进程逐步加快，辽阳市交通网络体系建设将迎来难得的发展机遇，主要表现在：

（1）沈阳经济区对构建交通网络体系各城市已达成共识。2005年4月7日，鞍山、抚顺、辽阳等六市市长与沈阳市市长正式签署了《辽宁中部城市群（沈阳经济区）合作协议》。该协议包括交通运输、产业发展、金融服务、贸易流通等10个领域19项具体内容。2007年，沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、辽阳、铁岭七城市共同编制《辽宁中部城市群交通一体化合作协议规划》，重点建设沈阳至抚顺、沈阳至辽阳、沈阳至营口等城市的快速通道。

（2）构建交通网络体系得到省政府高度重视。2009年7月28日，省政府省长陈政高主持召开研究沈阳经济区建设工作会议。议定启动沈彰、沈辽、鞍海、沈本城际铁路建设。2009年12月27日，省政府省长陈政高在省长办公会上强调要“努力实现交通、生产要素、通信、市场、户籍、社保、就业、基础设施等一体化发展”。

（3）构建交通网络体系已上升到国家战略层面。2010年3月15日，国务院同意批准我省成为全国综合配套改革试验区。2010年4月6日，国家发展改革委下发《国家发展改革委关于批准设立沈阳经济区国家新型工业化综合配套改革试验区的通知》。最近，国家发改委还将批准试验区总体改革方案，将会对沈阳经济区交通网络体系作出具体部署和政策支持。

3 发挥我市区位交通优势的工作意见和措施建议

着眼沈阳经济区发展趋势，重新审视辽阳市在沈阳经济区内的交通地位。在沈阳经济区这片群雄逐鹿的热土上，与其说各个城市是在争夺资源，还不如说是在“扳腕”区位交通优势。谁赢得了区位交通优势，谁就争得了集聚资源、配置资源的主动权。这场竞赛有四个鲜明特点：第一，从竞争内容来看，大家较量的是大容量、高效率、低成本的综合交通运输体系以及仓储配送能力，而不是简单地修几条路；第二，从竞争目的来看，是通过现代化的综合交通运输体系，构筑区位交通枢纽，最大限度地接受沈阳“龙头”的辐射并为之提供最多的服务和产品；第三，从竞争时效来看，只需3年左右的时间，各城市间区位交通的差距就可以显现出来；第四，从竞争策略来看，哪个城市的工作务实高效，哪个城市就可以争取到更多的项目和资金，走上快速发展的轨道。

为迅速提升辽阳市在沈阳经济区区域交通格局中的地位，加快建立能力充分、衔接顺畅、运行高效、服务优质、安全环保的现代综合交通运输体系，为全市经济又好又快发展提供交通支撑，建议今后几年，辽阳市要着重抓好两大重点工作：

3.1 实施立体交通网络布局，实现“五大战略”，迅速提升辽阳市区位交通地位

改变依赖公路运输的交通现状，转为“铁、公、水、空”并举的立体式推进方略，实现“五大战略”。具体目标和工作任务如下：

（1）加强公路建设。着力完善城际间交通网络，提升国、省干线交通供给能力，加快农村公路建设步伐。一是在辽阳市境内抓紧进行小小线自灯塔高铁至黑沟台道口（佟二堡皮装城）段拓宽改造。二是对五条公路进行新建，即结合辽宁中部工业走廊出海通道，新建辽宁中部工业走廊出海通道辽阳

段于辽阳县唐马寨镇镜内，起于浑河大桥辽沈交界处，经马家狼洞、刁家窝棚、大马峰泡，止于辽鞍交界处；新建辽阳绕城公路（北环、西环）；新建新立屯—灵山高速公路；新建辽中地区环线高速公路峨嵋南侧出口；新建沈海高速公路西马峰东侧出口。

（2）加强铁路线网和场站建设。着力优化现有铁路网络体系，抓紧建设与调整后的铁路线网相配套的重要场站。一是建成后的哈大客运专线与现有沈大铁路线相邻，平行通过市域；二是结合城市总体规划及城市工业布局规划，提高铁路运输效率，对既有辽溪线进行改移；三是沈辽鞍轨道线走向结合城市发展规划和方便旅客出行进行规划研究，结合城市工业布局，可以通过拆除、改线、并线等方法，结合企业发展统筹考虑，有计划地统一改造、清理城市内的铁路专用线；四是结合哈大客运专线等铁路项目建设，改造沈大铁路辽阳站、灯塔站、首山站，提高铁路客运通行能力。其中，在现辽阳站合建哈大客运专线和沈大铁路客运站，并改造配建公交及长途客运站，形成客运枢纽。

（3）加强沈辽鞍本城际大公交建设。一是积极探索公路旅客运输新模式，整合四市客运资源，实行一条线路、一个公司经营、循环发车。二是按照统一车型、统一管理、统一调度的方式，开通沈辽鞍三市的大公交，实现城际客运公交化运营。目前鞍山至辽阳城际公交线路已经开通，基本实现了公交化运营。

（4）加强我市客运枢纽、货运走廊和枢纽建设。一是对辽阳站进行改扩建，注重与其他交通方式紧密衔接，形成辽阳对外客运中心，建设庆阳客运枢纽站、东京陵客运枢纽；二是规划“一主一副”2条物流走廊，即沿哈大交通轴的主要物流走廊，沿辽溪线、辽中地区环线高速公路的次要物流走廊；三是搬迁市区内现有的两处公路货运停车场，依托哈大交通走廊、辽阳火车站和辽阳长途货运站，建设辽阳站和铁西2处物流枢纽；四是依托物流走廊和各铁路、公路货运站场，规划辽阳东、灯塔、首山、弓长岭、张台子、小屯6处货运站。

（5）加强空港、港口连接路建设。一是向北通过沈营线、沈海高速公路及沈辽城际铁路连接辽阳市和桃仙机场。建立辽阳到沈阳桃仙机场的道路专用线，并建立专线客运大巴，缩短辽阳市至桃仙机场的时间，充分利用沈阳的空港资源。二是向南结合营口港的建设，做好通海大道、胜利路的规划和建设，同时积极营造道路周边景观环境建设，做好衔接，使辽阳市与沈阳、鞍山和营口联系更加便捷、舒适、安全。

3.2 建设大型货物集散中心，打造灯塔新城现代物流业

目前，辽阳市有关部门对物流园区进行了初步规划。通过分析比较各自的发展潜力，并适应辽阳市加快发展现代服务业的客观需要，本着“集中财力办大事”的原则，建议举全市之力，把建设灯塔新城现代物流业作为发展辽阳市现代物流业的头号项目来抓，作为展现辽阳市综合交通运输能力的标志性工程来抓。这个大手笔、大动作对于辽阳发展具有极其重要的意义，它不仅可以迅速提高辽阳市物流业的发展水平，而且可以快速提升辽阳市在沈阳经济区物流体系中的地位；不仅可以成为现代服务业的一个新的经济增长极，而且可以为特色化小城镇建设提供“样板”。规划水平和发展定位是决定成败的关键。要依托日趋完善、方式齐全的交通优势，充分发挥承北接南、辐射东西的功能特色，将灯塔新城发展成为沈阳周边地区运输方式最全、货运总量最大、服务能力最强的专业化的现代物流产业地区，成为辽阳市融入沈阳经济区的重要切入点，成为面向全市及紧邻地区、服务日化产业的仓储配送中心。

3.3 围绕上述两项重点工作目标，建议采取三项配套措施

（1）统一综合交通体系的建设管理体制。建议成立“综合交通体系建设领导小组”，由市发改委、交通局、住建委、城市建设公用事业管理局、铁路管理部门以及相关职能部门参加。综合交通体系建设领导小组负责全市综合交通体系的规划、建设和运营管理。在管理过程中，要遵循三个原则：一是实行分级负责。市里负责制定全市综合交通体系的建设规划，对全市性的重点项目实行市“挑大头”、所在县（市）区财政配合支持的办法，对所辖县（市）区内的项目实行自行负责、省市级补贴

的办法。二是实行部门包干。市交通局负责区域公路交通基础设施的规划建设，积极对上争项目、争资金。城市建设公用事业管理局负责城区道路的规划建设，统筹研究城区路网与乡镇、高速公路道口、物流园区、工业园区等衔接问题，完善城区路网结构。市发改委协同住建委统筹协调综合交通体系的规划建设、立项审批、资金监管。三是实行市场运作。实行“多方参与、多种渠道、多样方式”的投融资体制，引入民间资本和外资，逐步形成各类资本共同投资的格局。

（2）着力提升规划竞争力。当前，沈阳经济区的现代物流业基本处在同一个起跑线上，不论是交通基础设施建设，还是物流园区开发，要想拔得头筹、抢先一步，关键是看发展定位、规划理念和布局水平。可以说，如果规划有竞争力，那么区位交通条件和物流园区就有竞争力。因此，建议应当对比分析辽阳市与周边地区的交通条件、园区定位和服务功能，排出薄弱点，寻找突破口。一是要统筹编制交通与物流规划。把交通基础设施建设与发展现代物流业紧密结合起来，对现有的规划成果进行再深化、再研究、再创新，特别是要把优化物流园区交通条件、提高运输转换效率作为今后城市建设和园区开发的重要内容，为我市物流业发展营造通畅、便捷的交通通道。二是要集中精力规划建设好重点物流载体。

（3）积极争取上级部门支持。周边城市的实践证明，向上争取是各级政府和部门工作能力高低的体现，也是一个地区发展取得事半功倍效果的捷径。今后几年，是国家、省政府对沈阳经济区基础设施加大投入、加快建设的重要机遇期，相关部门一定要竭尽全力争取更多的国家和省投资交通建设项目落户辽阳，做到“三争”。一要争地位。要加强与上级部门的联系与沟通，宣传辽阳市交通体系建设的新成就与发展前景，提高国家、省政府对辽阳区位交通优势的认识，争得辽阳市在国家相关规划中区域性交通枢纽的地位。二要争项目。有建设项目才能从根本上提升辽阳的地位，要全力争取大项目落户辽阳。三要争资金。要尽力把辽阳交通项目纳入国家和省的资金盘子，努力争得更多的资金支持。

总之，辽阳市交通体系建设正处在发展改革的重要历史时期。只有抓住机遇，科学规划，统筹发展，发挥优势，才能在沈阳经济区大建设、大发展、大竞争的浪潮中，实现辽阳市政治经济社会事业又好又快发展。

新形势下天津城市交通与城市发展的适应性分析

万　涛　丘银英　曹伯虎
（天津城市规划设计研究院交通发展研究中心，天津 300201）

摘　要：进入新世纪以来，天津面临着新的发展形势。本文对天津市的发展形势进行了具体的分析并指出新的发展可能会给天津城市交通带来的挑战。结合天津市最新的城市交通需求发展情况，分析判断其趋势，并结合天津现状的交通基础设施水平分析了与城市整体发展的适应性，提出应对的策略。

关键词：交通基础设施；天津；交通需求

引　言

进入新世纪，随着滨海新区开发开放纳入国家发展战略，并被批准建设全国综合配套改革实验区，天津市迎来了前所未有的发展机遇期。天津市的城市定位随之提升，要求将天津逐步建设为经济繁荣、社会文明、科教发达、设施完善、环境优美的国际港口城市、北方经济中心和生态城市。在这种情况下，天津在实现自身又快又好发展的同时，还要增强对外辐射能力，带动区域的发展，同时要注重发展的方式，实现由粗放型向集约型的转变。未来的5~10年是天津城市发展的关键时期，同时也是面临巨大变化的时期，因此，从新的视角来审视天津基础设施的发展现状并分析其对未来城市发展的适应情况如何，对天津城市交通的规划、建设、管理是很有必要和有意义的。

1　天津城市发展面临的新形势

1.1 经济发展

“十一五”以来天津经济发展明显步入快车道。自2004年以来，GDP总量连续5年实现了14%以上的高速增长。2008年实现国内生产总值6354.38亿元，按可比价格计算，比上年增长16.5%，增速比上年加快1.3个百分点，见图1。与此同时，财政收入突破1000亿元，全市财政收入完成1489.89亿元，比上年增加285.24亿元，增长23.7%，连续4年净增额超过200亿元。其中地方一般预算财政收入675.55亿元，增长25.1%。

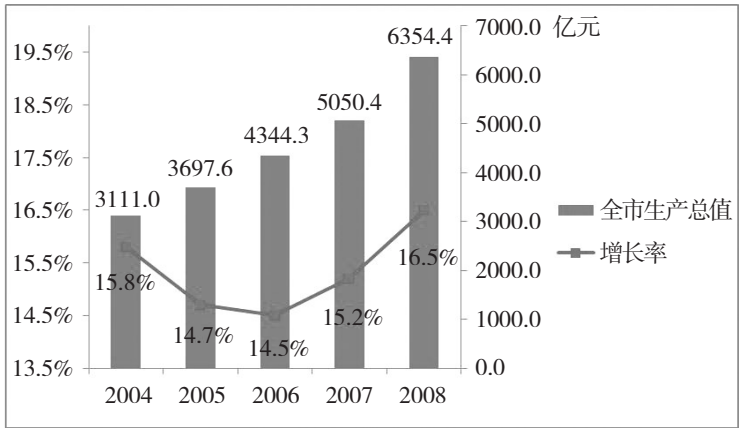


图1　天津市生产总值增长趋势图

按照一般的社会经济发展规律，社会经济越发展，对发达的交通网络体系的依赖程度就越高，交通基础设施的服务水平越低，对社会经济发展造成的损失就越大。即将到来的“十二五”，是天津市能否达成城市发展目标的关键5年，而目前交通基础设施相对落后的状况，明显不能满足社会经济发展的需要。

在GDP快速增长的同时，财政收入突破1000亿元，全市财政收入完成1489.89亿元，比上年增加285.24亿元，增长23.7%，连续4年净增额超过200亿元。其中地方一般预算财政收入675.55亿元，增长25.1%。

近十年来持续的大规模交通基础设施投资，使得天津市摆脱了基础设施落后、历史欠账多的局面，并在相当程度上满足了这一时期快速增长的社会经济活动的需要，支撑了城市的发展。但应当看到，天津面临着前所未有的发展机遇，未来还有很大的发展空间。政府财政实力的不断增长使得政府更有能力对交通基础设施加大投资，形成完备的综合交通体系，以应对未来的挑战。

1.2 人口发展

2008年，全市外来常住人口达224万人，比上年增加了53万，占全年常住人口增量的比重高达86.69%，外来人口增量首超京沪，比北京多7.6万人，比上海多34.77万人。在经济建设加快发展的作用下，滨海新区人口总量呈现出大幅上扬的态势，常住人口总量达到了202.88万人，与上年相比增加了30.64万人，占全市人口增量的50.23%；新区外来常住人口总量为82.82万人，比上年增加30.82万人，占全市外来人口增量的58.15%。

在总需求增加的同时，要改善交通系统的服务水平，需要增加交通基础设施的容量。

1.3 城市空间发展

天津市空间发展战略提出了“双城双港，相向拓展”的城市空间发展战略。近年来，城市建成区的面积也在不断扩大。中心城区由于高度的城市功能集聚，未来也面临着人口和部分功能向外围疏散的问题。与此同时，市域范围内同时展开了10余个区域性大型项目的建设。其中包括智慧城、北洋园、生态城、休闲旅游度假区、于家堡金融中心、临港产业区、南港工业区等，在未来5～10年还会有一些与之类似的项目上马。城市空间发展的骨架已初步拉开。

城市空间在短时间内的快速拓展，迫切要求尽快形成向新开发地区延伸的综合交通服务体系，城区内部也应当加快建设以轨道为主体的公共交通体系，并对道路网络进一步优化完善，以应对中心城区人口向外围疏解可能会产生的严重交通问题。

1.4 天津市交通发展的外部限制性因素

21世纪以来，我国城市发展受能源、土地和环境因素的制约越来越显著，已开始影响城市的发展模式和出行方式的选择与组织。2009年11月，国务院提出2020年单位GDP碳排放（碳强度）要在2005年的基础上下降40%～45%的目标，城市里碳排放量约有30%由交通耗能构成，交通减碳的任务艰巨。

自1993年我国成为石油净进口国以来，石油需求占世界新增需求的份额越来越高，2003年占全球新增需求的40%以上，国家石油需求的对外依存度超过60%。由于机动化快速增长，交通运输对石油需求的增长最快，已占石油需求的40%～50%。城市交通机动化与国家的能源战略紧密相连，曾为国家能源战略中的重要一环。

2 天津市交通需求发展的趋势分析

2.1 小汽车交通的增长持续冲击城市交通体系

随着社会经济的发展，居民生活水平的不断提高，小汽车开始越来越多地进入家庭。

2008年末全市机动车保有量达到138万辆，比上年增长10.4.%，见图2；其中轿车64.84万辆，增长21.0%。全市私人汽车达到80.61万辆，增长19.3%。其中增长最为迅速的是私人轿车，达到51.84

万辆，比上一年增长24.0%。小汽车，尤其是私人小汽车快速增长的趋势十分明显。

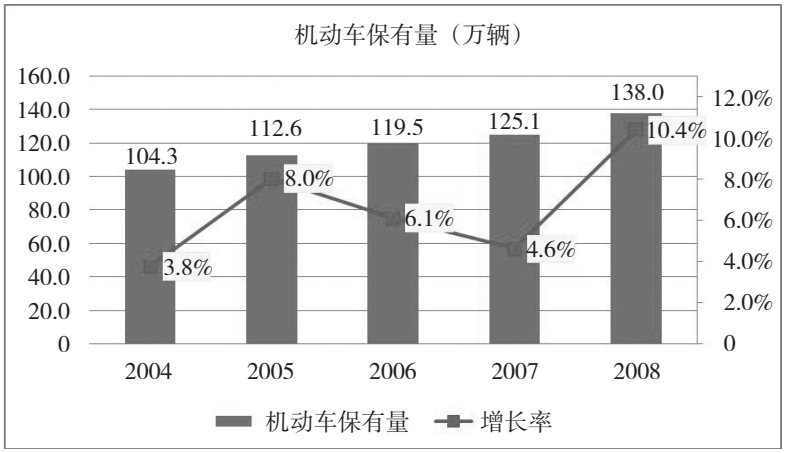


图2　机动车保有量年际增长示意图

按照空间发展战略，中心城区核心区的服务功能还将会进一步增强，居住地与工作地点以及大型公共服务设施相对分离的情况下，势必会有更多的机动车交通进入中心城区，给中心城区的路网以及停车带来更大的压力。

2.2 出行距离变长，多种交通工具完成一次出行的情况增多

随着城市空间向城区外围和津滨走廊带延伸，人们的日常出行已不仅仅局限在特定的城区内，跨城区、跨组团的长距离区间出行开始变得普遍，而且随着城市空间向纵深拓展，这必然带来交通工具转换的问题，转换的效率成为影响到出行成本的重要因素，随着轨道网络的完善和城市外围大型居住区的建设，在国外和北京、上海已出现的P+R出行方式也必将在天津出现。在多种交通工具组合出行的情况下，提高不同运输工具间的衔接效率是提高运输系统整体运输效率的一个关键性因素。

3　天津现状基础设施发展水平的适应性分析

未来10年是天津社会经济高速发展的10年，可以预见城市空间将进一步扩展，市域内外以及市域内部不同部分间人员物资的交流程度将在更大的空间范围内得到进一步加强，未来的基础设施建设能否对人员物资的交流给予强有力的支撑很大程度上决定了天津未来社会经济发展的效率和质量。从目前来看，天津的交通基础设施水平与城市的发展还存在着许多不适应的方面，这些不适应主要体现在以下几个方面。

3.1 双城区道路网络系统存在先天性不足，路网容量增加困难

（1）城市受到铁路、河流阻隔，连接阻隔两侧的通道数量有限，高峰时易形成通行能力的瓶颈。天津是因运河漕运而发展起来的城市，近代铁路通车以来，又成为北方重要的水陆交通枢纽。河流和铁路在给天津带来繁荣和发展的同时，也给城市发展带来了一些限制和不利条件。塘沽受河流铁道分割的同时还受到疏港通道的分割，情况还要更加严重。在放射性道路跨越铁路和河流的路段极易形成拥堵点。

（2）市区内大学、公园、疗养院等大型封闭性院落多，加重院落周边道路负担。在市内分布着天南大、迎宾馆、水上公园等俗称的所谓几大大院，占地多且封闭，无车辆可通行的道路。 院落不能贯通，压迫通过性交通流绕道行驶，加重周边交通性干道的负担。

（3）由于历史原因，核心区内部道路衔接不顺畅，畸形路口多，影响通行能力。历史上，天津曾是九国租界，租界内的道路规划与建设由各租界工部局负责，形成了道路网路各自发展、衔接不畅的局面。核心区内不规则路口多，降低车辆通过路口的速度和通行能力，不利于形成高效率的交通组织的渠化。

（4）大型公建沿城市主干路布设，严重影响高等级道路的交通功能。同全国其他许多城市一样，在个体机动交通不发达的年代，天津许多大型公建沿城市的交通性干道布设，一些单位在主干道上开口。仅中环线沿线就分布着儿童医院、一中心医院、天津图书馆、人民医院等吸引量大的大型公共服务设施。单位沿街开口和大型公建的存在对高等级路的交通功能形成各种不利的干扰：

①沿街单位机动车量进出对高等级路上车流形成干扰；

②大型公建吸引大量人流，过街活动频繁，降低道路服务水平，容易发生交通事故。

3.2 公共交通发展水平低，难以在城市客运交通体系中居于主导地位

（1）轨道与常规公交线路配合差，整体优势和效益难以形成；与地铁1号线重线10站以上的公交线多达近20条，通行于津滨间的公交线路也多达十几条，与此形成对照的是，地铁1号线目前日均客流量近10万人，远未达到58万人次/日的初期设计规模。在城市外围地区的站点，缺乏专门为轨道交通收集客流的喂给线，损失了部分在轨道站点步行范围外的客流。

（2）保障措施不到位，公交优先难以真正落实。目前天津市中心城区已施划公交专用道65km，形成了一定的规模，专用道没有形成完整的系统，效果有限；从实际使用情况看，专用道可以被各种车辆随意使用，形同虚设。已被国内许多大城市使用的公交车辆交叉口信号优先在天津尚属空白。

3.3 客运枢纽体系尚未形成，不同交通方式以及同种交通方式不同方向间的转换缺乏效率

随着滨海新区开发开放纳入国家发展战略，并被批准建设全国综合配套改革实验区，天津市在区域中的地位也获得了前所未有的提升。这种形势之下，天津同区域内各城市间以及同国内外其他城市间的联系将会加强，通过城市对外综合交通枢纽进出天津的人数将比以前大大增多，城市内外部交通方式的转换的需求增强，需要加快城市对外客运综合枢纽的建设；另一方面，随着城市空间向城区外围和津滨走廊带延伸，人们的日常出行已不仅仅局限在特定的城区内，跨城区、跨组团的长距离区间出行开始变得普遍，而且随着城市空间向纵深拓展，这类出行在“十二五”期间还有继续增加的趋势，这必然带来交通工具转换的问题，转换的效率成为影响出行成本的重要因素，需要在中心城市范围内形成多层次、多方式的客运交通枢纽体系。目前，天津市客运枢纽的发展水平远远落后于国内其他城市，明显不能满足社会经济发展的需要。对外综合客运枢纽方面，仅形成了东站综合枢纽，西站综合枢纽和于家堡综合枢纽尚在建设中；城市内部，一些重要的区域客流转换和衔接点缺乏有效的组织和引导，换乘效率低下。因此，在“十二五”期间，应当加快对外枢纽和内部枢纽的建设，在市域范围内形成兼顾内外、高效顺畅的城市客运交通枢纽体系，为城市发展水平的提升和城市空间的有序拓展打下基础。

基于系统动力学的长三角港口群与区域经济联动发展研究

冯琳雅
（上海海事大学，上海 201306）

摘　要：运用系统动力学理论研究长三角港口群与区域经济的发展关系，关联性强，具有代表性。根据长三角地区实际情况，依托产业结构合理建立区域GDP以及港口吞吐量之间的关系，并由此预测“十二五”期间长三角地区港口群及区域经济的发展状况。从宏观经济角度着手，对长三角港口群更好更快的发展具有指导意义。

关键词：长三角港口群；区域经济；系统动力学；港口吞吐量

1　港口和区域经济协调发展的理论分析

港口与区域经济的发展是一种互动关系。一方面，港口发展离不开所在区域，只有区域经济发展了，港口才会得到真正的发展；另一方面，区域经济应充分利用港口的优势，促进其经济增长[1]。

1.1 港口发展对区域经济发展的影响

1.1.1 港口对区域经济发展的乘数效应

港口产业不仅解决了大量的就业问题，创造了一定的国民收入，而且带动了为港口建设提供原材料和港口机械的行业发展，为这些行业创造了就业机会，带来经济效益，这些行业又会带动为其提供原材料、机械、服务等其他行业的发展等。

1.1.2 港口发展为区域引进先进技术

沿海港口城市因便利的运输、通商优势，而且经济层次较高，往往成为跨国公司聚集的区域，跨国公司的聚集不仅带来了资金和大量的物流，而且带来了先进的技术和管理经验，促进了港口城市的经济发展和港口繁荣。

1.1.3 港口发展促进区域产业层次的提高

对于发达的沿海港口城市来说，利用沿海交通、对外贸易便利的优势，与外界保持广泛的技术经济联系，加大科技投入、创造新产品、保持技术上的领先。

对于落后的沿海港口城市来说，开发港口资源，善于发挥沿海优势，使沿海成为名副其实的“黄金海岸”[2]。

1.1.4 港口为开辟自由贸易区创造条件

世界发达国家为加强与各国间的经济技术交流和发展对外贸易，都先后建立起各种形式的自由港和自由贸易区[3]。由于自由度大，港口可以吸引国际贸易商云集，迅速形成国际贸易中心。

1.2 区域经济发展对港口发展的影响

腹地经济规模的不断增大、经济发展的活力和持久性是港口发展的动力和支撑。区域经济的高速发展造就了区域内港口群的兴起，港口群的进一步发展也依赖于本地区域经济的进一步发展[4]。

1.2.1 城市经济结构变化影响港口发展方向

在港口促进城市经济发展的同时，城市的发展又为港口发展提供支持和保障。城市经济的发展，不断使港口的货物种类发生变化，也使港口的功能战略、服务范围、生产特点和地位作用相应发生变化。

1.2.2 政府经济政策在港口发展中发挥作用

政府在经济方面对港口所采取的政策使港口的结构及功能更为多元化[5]。在政策方面最为突出的举措是中国为发展外向型经济，先后设立的经济特区、沿海经济技术开发区和保税区等。

2 长三角港口群发展的SWOT分析

2.1 优势

（1）良好的地理位置和港口条件。长三角地处中国T字形生产力布局轴线的结合部，是联结沿海和中西部地区的天然纽带，在长江流域与沿海及国外的运输联系中，该区域起着江海陆联运中枢的作用。

（2）畅通的集疏运条件。长三角地区已初步形成了密集的铁路公路网，交通十分便捷。在建成以沪宁、沪杭、杭甬为骨干的高速公路网的基础上，正积极推进长三角都市1日往返的交通圈。

（3）繁荣的经济腹地。长三角地区加强合作，加快发展，已经成为中国大陆发展潜力最大、发展速度最快、竞争能力最强的地区之一，已跻身世界六大城市群[6]。

2.2 劣势

（1）长三角港口发展无序，存在同质低水平竞争。自从中国走上市场经济之路以及港口的管理权逐步下放到地方之后，中国出现了比任何发达地区和国家都更为明显的利用港口资源进行以城市为单元的竞争。

（2）港口结构不合理，软硬件服务相对落后。由于港口发展之初缺乏谨慎和科学的可行性研究，很多港口自然条件并不优越，更多的是中小型普通码头，大型专业化码头仍然短缺[7]。

2.3 机会

（1）中国加入WTO后进出口贸易稳定增长，而中国是海运大国，大部分货品是通过海运进出口的。

（2）长江航道整治，开发黄金水道。中国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要指出要积极发展水路运输，改善出海口航道，提高内河通航条件，建设长江黄金水道和长三角高等级航道网[4]。

2.4 威胁

（1）来自其他太平洋沿岸港口的竞争。从20世纪90年代开始，国际集装箱枢纽港成为亚太各国和地区港口竞争的焦点。目前东北亚地区已形成北起釜山、南至新加坡的一个以集装箱运输为主的港口链，对长三角港口群呈包围之势。

（2）来自国内其他各港口群的竞争压力。目前中国华北地区已形成环渤海港口群，由东北港口群、山东港口群和京津港口群三大子港口群组成，对长三角港口群的发展构成威胁。

3 长三角港口群与区域经济发展的模型分析

3.1 系统动力学模型（SD）分析

3.1.1 影响因素分析

结合长三角地区的实际情况，从产业结构的角度预测出港口吞吐量，并与真实值进行比较，以此检验此模型的合理性和实用性，进而说明港口发展与区域经济之间的密切关系。

3.1.2 系统流图（见图1）

3.1.3 各因素相互关系

（1）第一产业产值=GDP总量×第一产业比重

（2）第二产业产值=GDP总量×第二产业比重

（3）第三产业产值=GDP总量×第三产业比重

表1　2001—2009年长三角地区各项经济数据

年份	GDP总值（亿元）	第一产业（亿元）	第二产业（亿元）	第三产业（亿元）	吞吐量（万吨）	水运产值（亿元）
2001	19170.22	1778.53	9783.04	7608.65	57991	362.1538
2002	21210.9	1863.08	10722.74	8625.08	63459	439.1997
2003	23658.51	1901.36	12097.67	9659.48	70149	512.5787
2004	28106.64	1924.99	14858.83	11322.82	79539	605.6099
2005	34096.44	2228.09	18549.33	13319.02	90831	735.6403
2006	40897.69	2434.66	21974.1	16488.93	105719	904.3203
2007	47753.9	2563.9	25788.8	19401.2	117732	1055.232
2008	56199.6	2853.2	30053.3	23293.1	130530	1362.211
2009	65497.68	3298.80	34488.19	27710.69	139563	1644.331

表2　2001—2009年长三角地区GDP增长率以及三个产业的比重值

年份	GDP的增长率	第一产业比重	第二产业比重	第三产业比重
2001	9.64%	9.28%	51.03%	39.69%
2002	10.65%	8.78%	50.56%	40.66%
2003	11.54%	8.04%	51.13%	40.83%
2004	18.80%	6.85%	52.87%	40.29%
2005	21.31%	6.53%	54.40%	39.06%
2006	19.95%	5.95%	53.73%	40.32%
2007	16.76%	5.37%	54.00%	40.63%
2008	17.69%	5.08%	53.48%	41.45%
2009	16.54%	5.04%	52.67%	42.31%

资料来源：《中国统计年鉴》2001—2009。

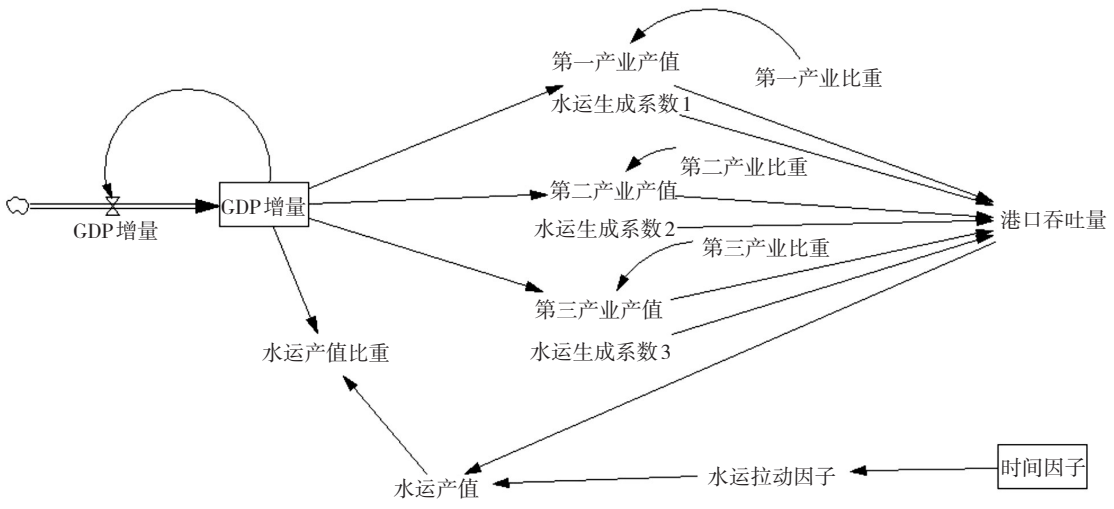


图1　港口能力供需系统流图

（4）吞吐量=常数项+水运生成系数1×第一产业产值+水运生成系数2×第二产业产值+水运生成系数3×第三产业产值

（5）水运产值比重=水运产值/GDP总量

（6）水运拉动因子=常数项×时间因子^2−常数项×时间因子+常数项

（7）水运产值=水运拉动因子×吞吐量

3.2 系统动力模型主要参数确定

3.2.1 港口吞吐量的确定

根据三次产业产值与港口吞吐量的往年历史数据，先假定它们存在曲线关系，建立三元线形回归模型方程：

$$Y=aX_1+bX_2+cX_3+d$$

式中 Y——港口吞吐量；

X_1——第一产业产值；

X_2——第二产业产值；

X_3——第三产业产值；

d——常数项。

利用Excel运用LINEST函数对其进行参数估计，得到回归方程如下：

港口吞吐量方程：$Y=-0.00559X_1+0.001499X_2-0.00041X_3+0.24353617$

对上述方程进行显著性检验，列出方差分析表：

表3 三元线形回归方差分析表

变异来源	*SS*	*Df*	*MS*	*F*
回归	797977681.3	3	160959291.4	1.210254085
离回归	482877874.2	6	132996280.2	
总变异	1280855556	9		

得出F=1.210254085。因为$F>F_{0.05\ (3,\ 6)}$，这个结果表明三次产业产值对港口吞吐量的综合线性影响是极其显著的，也就是说，港口吞吐量方程可靠。

3.2.2 水运拉动因子确定

根据水运产值与吞吐量2001—2009年的数据，将它们的比值结果，即往年的水运拉动因子（表4），绘制成X与Y的散点图，如图2所示。

表4 2001—2009年长三角港口群各项水运数据

年份X	水运量（万吨）	水运产值（亿元）	水运拉动因子Y
2001	57991	362.1538	0.006245
2002	63459	439.1997	0.006921
2003	70149	512.5787	0.007307
2004	79539	605.6099	0.007614
2005	90831	735.6403	0.008099
2006	105719	904.3203	0.008554
2007	117732	1055.232	0.008963
2008	130530	1362.211	0.010436
2009	139563	1644.331	0.011782

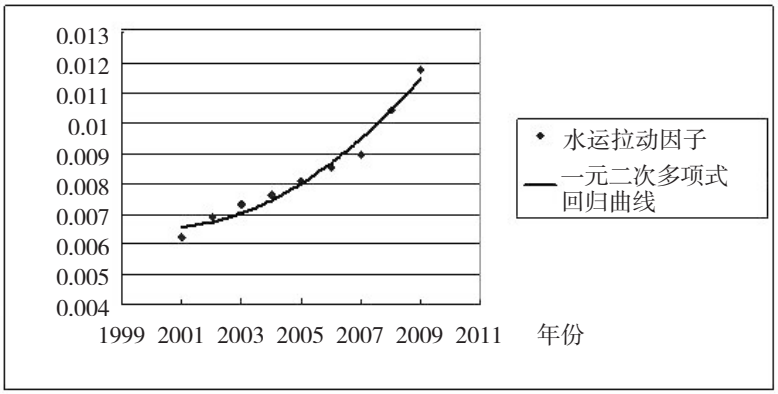


图2　水运拉动因子散点图

水运拉动因子随着时间的增长而提高，并且散点图呈现出抛物线形状，因此可选用一元二次多项式来描述水运拉动因子与时间的关系，即进行一元二次多项式回归。

用Excel计算出回归方程为：$Y=2.1547X^2-8571.6X+8525600.86$

$R^2=0.9509$

相关指数R^2接近1，表明Y对X的一元二次多项式回归方程的拟合度是比较高的，也就是说该回归方程是可靠的。

3.3 系统动力学模型预测结果与分析

3.3.1 模型校验

系统动力学模型模拟的结果与真实值之间的比较结果，如图3及图4所示。

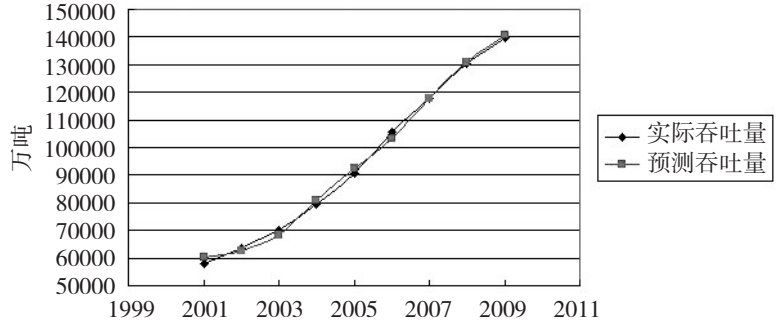


图3　实际吞吐量与预测吞吐量比较示意图

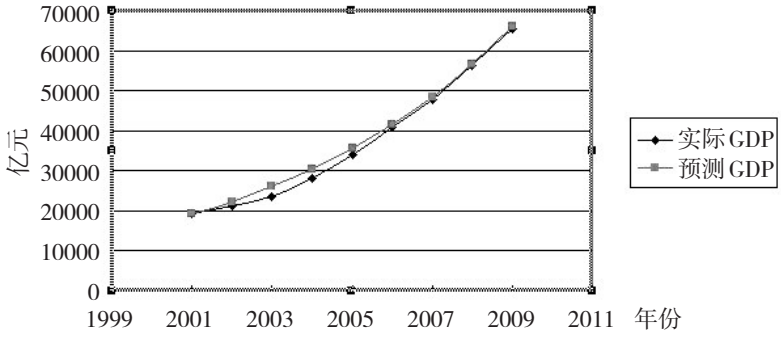


图4　实际GDP与预测GDP比较示意图

运用系统动力学模型预测出的过去九年港口吞吐量和区域GDP的结果与实际值较为吻合，预测结果比较可靠。

3.3.2 对“十二五”长三角经济发展与水运趋势的预测

中国国民经济即将进入第十二个五年计划，为了更好地展望长三角地区发展状况，将运用系统动力学模型预测未来五年长三角地区区域经济以及港口群的相关数据。

表5 2011—2015年预测出的各项数据

年份	GDP总值（亿元）	第一产业产值（亿元）	第二产业产值（亿元）	第三产业产值（亿元）	GDP增长率	水运产值（亿元）	吞吐量（万吨）
2011	104210	5002.08	56044.1	43195	0.168298	3170.96	205754
2012	121748	5843.92	65486.2	50464.7	0.168309	3924.81	231727
2013	142240	6827.5	76496.5	58958.3	0.168674	4894.65	262072
2014	166232	7979.12	89399.4	68903.1	0.168803	6103.15	297601
2015	194292	9326.03	104490	80534.1	0.16894	7607.4	339156

未来5年，长三角地区的GDP仍然保持稳定的增长态势，港口吞吐量与水运产值也在逐年上升，长三角港口群的发展前景很好。

长三角地区的经济发展与港口的发展有着密切的关系，在发展长三角地区经济的同时，长三角港口群的合理规划与建设也是至关重要的一个环节。港口群的发展对地区经济的发展有一定的影响作用，因此港口群的良性发展对于长三角地区的发展也是十分关键的。

参考文献

[1] 杨玉生. 港口发展和沿海经济［M］. 大连：大连海运学院出版社，1990.

[2] 易志云. 我国沿海港口城市的结构分析及发展走势［J］. 区域经济，2000（7–8）.

[3] 刘秉镰. 论港口城市的经济发展［J］. 中国城市现代化进程研究，2002，3.

[4] 王建. 区域与发展［M］. 杭州：浙江人民出版社，1998.

[5] 杜其东，陶其钧，汪诚彪. 港口与城市关系研究［J］. 水运管理，1996（1）.

[6] 黎鹏. 区域经济协同发展研究［M］，北京：经济管理出版社，2003.

[7] 马洪. 发挥港口在经济社会协调发展中的重要作用［J］. 港口经济，2004（1–2）.

中小城市的公共交通特征与规划研究

韩宝睿　邬　岚　陆　涛
（南京林业大学汽车与交通工程学院，南京 210037）

摘　要：中小城市的公共交通发展受到不同于大城市的诸多影响和限制条件。通过对中小城市空间发展和历史背景因素的分析，结合对居民出行特征的研究，对中小公共交通发展的各类制约因素进行了深入分析，寻找出中小城市公共交通发展的难点和症结所在。从线网空间布局、城乡公交接驳、场站设置等方面提出了一系列规划原则和改进建议。最后将理论应用于高邮市的综合交通规划实践研究。

关键词：中小城市；公共交通规划；制约因素；城乡一体化

在城市快速发展和机动化加强的背景下，中小城市与大城市一样面临着来自交通拥堵与环境恶化的压力，优先发展公共交通已经成为大多数城市的共识。但究竟该如何发展公共交通，即如何落实“公交优先”的政策，对中小城市来说，是一个新的命题。因为中小城市的发展背景与客观条件和大城市有着巨大的差异，如果照搬大城市的发展模式，则对于中小城市效果甚微，甚至可能导致投资的巨大浪费。若科学合理地发展公共交通，必须掌握中小城市的发展背景和条件，深入理解中小城镇居民的出行特征。

高邮市是扬州市下属县级市，位于淮河下游的苏中里下河平原，紧邻高邮湖，市域和主城区内河道纵横，有明显的水乡特色。辖区内高邮市主城区现状人口接近20万，规划至2020年约30万人口。高邮市是江苏首批历史文化名城，市区内文化旅游景点众多，文物古迹在市区内遍布。对外运输条件较为便利，京沪高速公路和京杭大运河分别从城市东西两端经过。城市的公共交通建设不仅对城市的交通发展有重要的意义，也对城市空间引导、各项产业与旅游资源的合理开发具有重要的意义。

1　中小城市公共交通发展背景以及公共交通发展的制约因素分析

1.1 空间布局特征

中小城市一般呈团块状布局，用地狭小紧凑。在受到地形地物限制时，可能呈组团布局。因此公交线路延展布局有一定的困难。工业、居住、其他用地混合程度较大城市明显。该特征直接影响出行布局。

高邮市城区规模不大，现状面积约16km^2，规划面积为32km^2，总体可以分为老城区和新城区两大部分，其中老城区现状人口约10万人，面积占建成区面积1/3。城市以盐河划分为三个明显的组团。规划区南北向约9km，东西向约6km，城市空间为高邮湖和京沪高速公路之间的狭长地带，见图1。

1.2 历史背景特征

除少数情况外，一般中小城市都有一定的历史背景因素，因此不可避免地会有老城区存在，老城区大多设施落后，街道狭窄，存在一定的历史文物古迹，改造和拆迁均有一定难度。人口基数小、城市面积小导致很多线路乘坐率低，公交效益很难得到充分的发挥。

城市的布局会受到对外交通线的明显影响，常常出现过境公路随城市扩大逐步外迁的情况。这种外迁后遗留在城区内部或边缘的老路，往往是不同性质车流混杂的地带。



图1　高邮城市规划用地布置图

高邮城区内有国家级文物保护单位两处、省级文物保护点多处。加上历史文物街区的修复和保护规划，老城区内旅游和商业需求前景规模颇大。

1.3 道路设施特征

由于缺乏合理的规划以及规划连续性不能保证，很多中小城市老城区道路设施落后陈旧，小街小巷多、断头路多，而新城区往往道路过于宽阔。公交停靠站间距较大，造成“老城区公交进不去、新城区公交停不下”的局面。此外，公交保养场、首末站基本没有明确的用地规划，这些情况均会造成局部地段的拥堵和秩序混乱。

此外，受过境公路变迁的影响，城区圈层式发展痕迹明显。许多原有公路成为城市道路，这类道路设施落后，缺乏人行道、排水以及管线等设施，公交停靠设施简陋。

1.4 居民出行特征

中小城市由于城市空间小，居民出行规律与大城市有较大差异。主要体现在以下几点：

（1）出行距离较短，平均出行距离一般不足2.5km。

（2）出行方式以步行、自行车、电动或燃油助力车、摩托车为主，一般前几类总和出行量常常占到总出行量的70%以上。其中摩托车、助力车比例占绝对优势。

（3）由于工作地点与居住地点距离近，午间回程出行高峰明显。

（4）周边村镇入城出行占比例很突出。

表1　不同中小城市居民出行方式比较

单位：%

出行方式比例	步行	自行车、电动车	公交车	出租车	摩托车	单位车与私人小汽车	其他
高邮（2007年）	17.94	62.93	2.06	0.84	11.41	2.85	1.99
兰溪（2003年）	43.64	31.42	7.74	—	7.41	—	9.79
佛山（2004年）	27.91	20.07	3.94	—	39.93	—	8.15
中山小榄镇（2002年）	20.33	13.95	0.6	0.51	59.4	3.86	1.35

（5）农村客运需求增长与城市管理的矛盾

随居民生活水平提高以及新农村建设步伐加快，消费、旅游、看病等生活性出行大大增加，全国各地农村公交发展均较快，农村公交线路数量大大增加。为防止农村公交干扰城市交通以及对城区公交发展带来不利影响，很多地方对农村中巴车（以下简称“农巴”）进入城区做出了限制。客观上农村公交与城市公交在线路设置和客源争夺上存在恶性竞争的状况。摩托车、小巴士等私人交通运输方式与公共交通争夺客源的情况也比较普遍。行政体制的分隔是城市公交与农村客运运营管理的主要障碍。

2　高邮市公共交通发展现状

2.1 高邮市公共交通概况

目前高邮市城区公交车辆总体规模为30标台（不含农村公交），万人拥有公交车水平1.6标台，与规范要求有较大差距。现有城区公交线路6条，公交线路总长度约45.84km，城市公交年客运量约260万人次，城乡公交线路10条。但主城区内总的公交出行比例仅有2%。公交发展状况比较滞后，见图2。

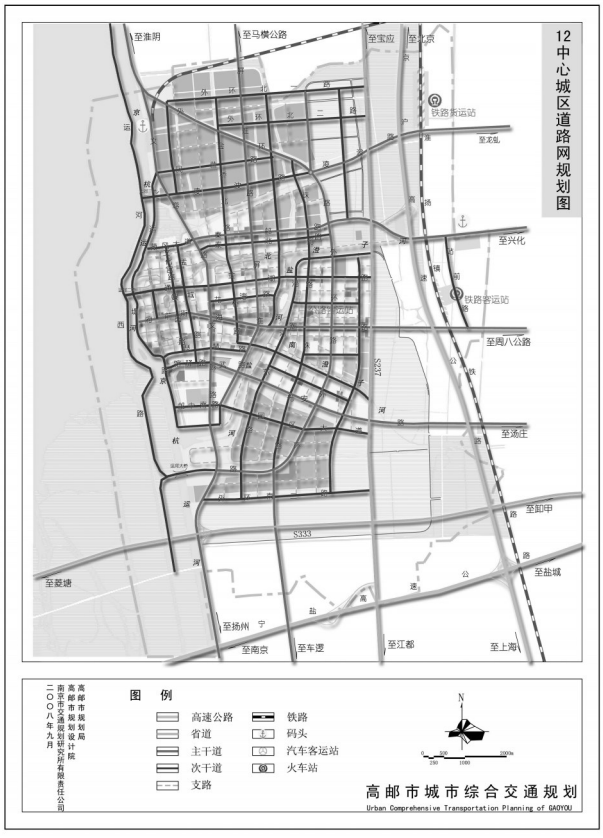


图2　高邮市道路网规划

2.2 公交场站设置状况

停靠站：基本以直接式为主，很少有港湾式，城区停靠站间距多在500m以上。

首末站：高邮公交首末站基本设置于路边，没有专用场地。也不能完成诸如小修和清洗保养这样的基本要求。

大型保养场：目前有保养场一个，面积不足，且面临拆迁问题。

2.3 问卷调查的问题总结

（1）公交总体服务水平较低，与乘客需求严重背离

由于车辆配置不足，高峰期各个线路发车间隔大，乘客等车时间长，公交服务水平不高。使得现状公共交通这一高承载率的交通方式在城市居民出行中的比例过低，仅仅有2.0%。

调查显示，约有90%的人表示若条件合适会“经常性”地乘坐公交。目前乘客对高邮公交不满意率约占75%，仅有25%左右的人满意或比较满意公交的服务水平。在图3中显示的公交不满意原因调查显示，约70%的不满意原因归结于等车时间长、到站步行时间长和转车不方便。这表明高邮市公交车数量少、站点稀疏和网络合理性差成为公交发展的主要瓶颈。

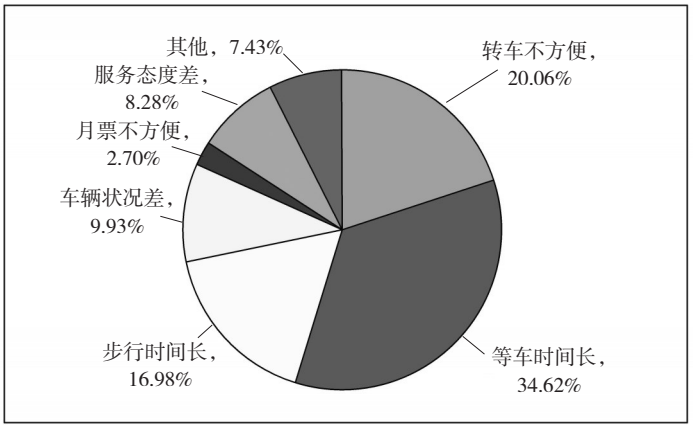


图3 公交不满意原因调查分析

（2）线网规模不足，布局急需优化

现状建成区公交线路总长度约29.84km，线网呈单中心放射状布局，公交线网密度较低，仅1.51 km/km^2，与规范推荐的2～2.5km/km^{2}存在较大的差距，见图4。

（3）场站建设滞后，供需矛盾突出

高邮市目前停车保养场建设滞后，未形成规模设施完整配套的公共汽车车辆保养场。停靠站、首末站设置的间距、规模、形式不够合理，容易造成局部交通的混乱无序。

（4）城市与农村客运管理空间分割

高邮现有农巴线路13条，与市区公交竞争激烈，农巴属于交通局管理，原则上农巴不能进入市区，但近年来随着政策的灵活性实施，农巴与城市公交重合线路很多，但农巴运营线路更长，因此城市公交竞争力下降。此外农巴常常不按规定线路行驶、停靠，甚至出现城市公交站牌屡屡被拔的事件。

（5）高邮居民出行OD空间分布特征

从大区OD来看（图5），高邮城区交通出行总体呈现网格均匀分布。在老城与其他片区出行OD中，老城与东部新城区联系最强，这主要是因为东部新城的开发已进入中期，大量居住小区修建完成，而东部片区的生活配套及就业岗位更依赖于以旧城区为主的西部片区，出行交换量较大。南北两端工业园区以工业为主，居住较少，与外界联系水平相对较低；预测远景年，南北向联系将趋向增强，出行距离与次数将增加，总体出行向网格化发展。

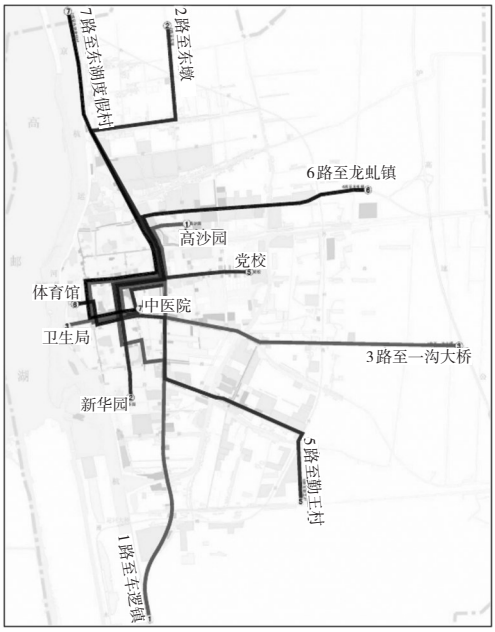


图4　高邮城市公交线路布局现状

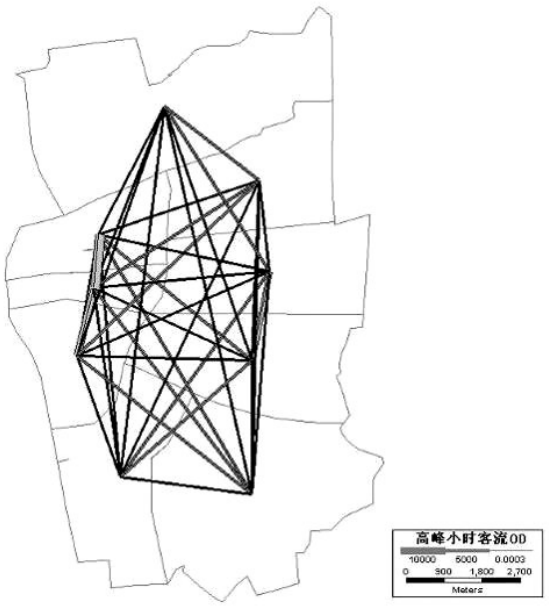


图5　高邮居民高峰小时出行预测分布图

3　高邮市公交规划思路解析

3.1 公交发展的原则

高邮城市公交要得到充分发展，必须牢牢把握以下几个原则：

（1）以中小城市特征为出发点，重点是增强公交对城市居民的吸引力；

（2）公交发展与城市空间布局、土地利用及客流走廊相协调，并能引导新区建设和旧城的改造；

（3）以发展的眼光看待城市与农村公交的关系协调；

（4）根据高邮城市建设的实际情况，差别化地配置公交设施。

3.2 重点解决的问题

（1）公交线网的合理布设；

（2）公交场站的大力建设；

（3）大力提高公共交通的服务水平；

（4）城市与农村公交的一体化建设，整合城乡公交；

（5）发展具有地方特色的公共交通。

3.3 公交线网布设原则

（1）结合骨架道路设置公共交通骨架网络；

（2）妥善处理农村公交与城区公交合理衔接与整合的问题；

（3）消除老城区内公交出行盲点；

（4）注重公交线网与交通枢纽的有效合理衔接。

4　公交线网规划的核心策略

4.1 改变线网的空间结构

高邮市传统的放射型线网已经不能适应高邮城市组团空间发展的要求。根据规划的道路网，最佳适应模式为方格网式的公交线网。规划构建“干线＋支线＋旅游”三个层次的公交线路网络。公交线网密度由现状的1.5km/km^{2}达到2.5~3km/km^2。

4.2 运营线路的布设改进

为解决中小城市运营线路过短的问题，本规划提出三项有针对性的要求：

（1）主要干线设置4~6条，可根据客流走廊设置，适当延长起、终点至周边镇。

（2）次要线路可以迂回设置，非直线系数可以大于2.0。

（3）在老城区适当缩短站距。通常公交在市区内站距为500m左右，根据高邮市市情，公交站距在旧城区可以缩短至300m左右，局部地区甚至可以低至200m。新城区建议在400m左右，开发区建议在500m左右。

4.3 构建符合旅游城市的公交模式

高邮主要旅游景点分布在老城区内，而老城区用地不足，拆迁与文物保护矛盾突出，停车极其困难，为避免近年来日益突出的自驾游给老城区带来的额外交通问题，发展旅游公交是必由之路。规划衔接高邮主要旅游景点、交通枢纽、宾馆、商业中心的城市旅游公交线路3条；在旅游公交线路设置上，除了满足景点设置要求外，应注重与城市对外停车场和旅游中心的衔接。

4.4 利用公交场站设置，合理协调农村公交与城市公交矛盾

公交与农巴班车两个形式尽管存在空间上的管理难度，但在目前的管理体制下，利用合理的站点和线网规划，可以避免恶性竞争。

采用农巴终点站搭接公交干线与枢纽的策略，避免农巴深入城市中心地带，对市区公交造成交通干扰以及客源分流。但如操作不当，最大危险是造成农巴乘客换乘次数增加，从而降低公交吸引力。本次规划采用“满足搭接长度”的约束条件。所谓“搭接”是指农巴线路与市区外缘道路有一定的搭接长度。即各个方向进入市区的线路利用外部环线或道路从边缘经过，首末站设置于城区的两侧，沿途农巴线路与市区道路交叉处设置换乘枢纽站。这样可以保证一次换乘到达城区各个地点（如图6所示）。

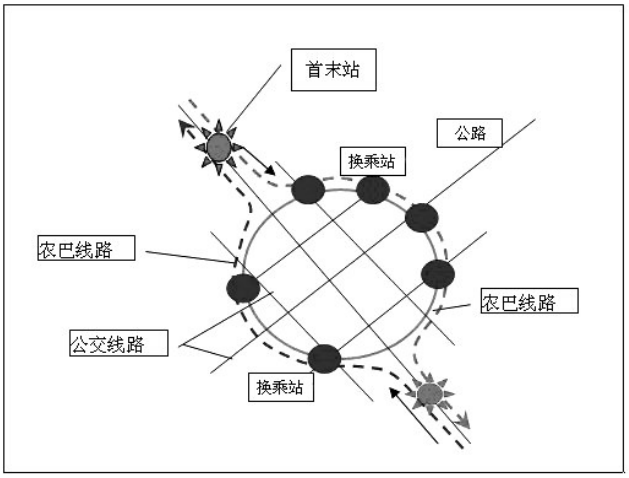


图6　农村公交与城市公交搭接换乘模式

4.5 注重场站的前期规划与建设，推进新型公交设施构建

和很多中小城市一样，高邮市区内正规的公交保养场、首末站等设施严重匮乏。现代化公交场站不仅可以缓解道路上的停车压力，也可以实现现代化的调度和管理，是公交发展的重要组织装备。

4.6 结合市情，发展特色公交

高邮城市规模小，老城区街道较窄，且旅游将成为城市的主要发展项目，具有特色的公共交通完全可以成为城市的名片之一。

（1）在主城区可适当采用小型中巴车，车型运用新型车辆，载客在20人以下。

（2）打造特色水上巴士，符合高邮河汊纵横的水乡特色。

（3）设置特色的公交站台，符合古城特色。

5　结　语

高邮城市公交发展与国内大部分中小城市面临同样的问题。研究认为，中小城市公交规划的要点应集中于提高公交的吸引力，而提高吸引力的要点是提高便捷性和舒适性。至于快捷性需求，则相对较弱。规划应当尽力结合城市的特色和居民出行方式，灵活处理公交线路、班次、车型以及收费等。总之，中小城市公交发展具有极为广阔和灵活的空间可以拓展。

本文力图完整地分析和总结这些问题，但限于篇幅，很多方面没作细致的讨论，今后将在相关研究成果中逐步列出。

参考文献

[1] 董宏伟，王磊. 美国新城市主义指导下的公共交通导向发展：批判与反思［J］. 国际城市规划，2008（23）：67–72.

[2] Richards B. 未来的城市交通［M］. 潘海啸，译. 上海：同济大学出版社，2006.

[3] 王炜，杨新苗，陈学武. 城市公共交通系统规划方法与管理技术［M］. 北京：科学出版社，2002.

[4] 方楷，王炜，陆建. 我国组团城市居民出行时耗特征分析［J］. 交通运输工程与信息学报，2005，6（3）：92–96.

[5] 陈洪兵，杨涛. 跨世纪中小城市道路交通规划设计的若干问题［J］. 城市研究. 1998（3）：29–33.

[6] 张涛. 中小城市居民出行特征分析及交通发展对策研究［J］. 交通科技，2005，3（3）：90–92.

[7] 刘兰辉，王正. 我国中小城市交通特征分析及交通规划——以中山市小榄镇和温州乐清市为例［J］. 城市交通，2004，2（1）：21–24.

都会区大众运输之永续发展
——以台北县轻轨运输发展为例

林重昌[1]　金肇安[1]　陈冠竹[1]　陈昭尧[2]　郭中天[2]
（1. 台北县交通局，台湾；2. 台湾世曦工程顾问公司运输土木部，台湾）

摘　要：透过提升大众运输使用、促进都市产业发展及建立低碳游憩运输等标的建立轻轨建设门槛值，客观评估地区与轻轨发展之关系，循序渐进地构建层次分明之大众运输路网架构，满足都会区对大众运输之殷切需求。

关键词：大众运输；永续发展；轻轨

台北都会区之捷运路网自1996年陆续完工通车后，提供便捷与舒适的大众运输服务，为捷运沿线地区注入新活力，重新塑造都市风貌，成为台北都会区民众最依赖的大众运输工具之一。

唯与亚洲各大城市相比，台北都会区之人均轨道长度仅达14.4m/千人（如图1所示），大幅落后新加坡、首尔及东京，微幅领先北京市，显示城市轨道交通系统之普及率仍嫌不足，难以贯彻执行私人运具管制策略，致轨道系统未能发挥最大效益。有鉴于此，“政府”仍应持续推动城市轨道交通系统之建设，逐步迈向以大众运输为主之交通环境。

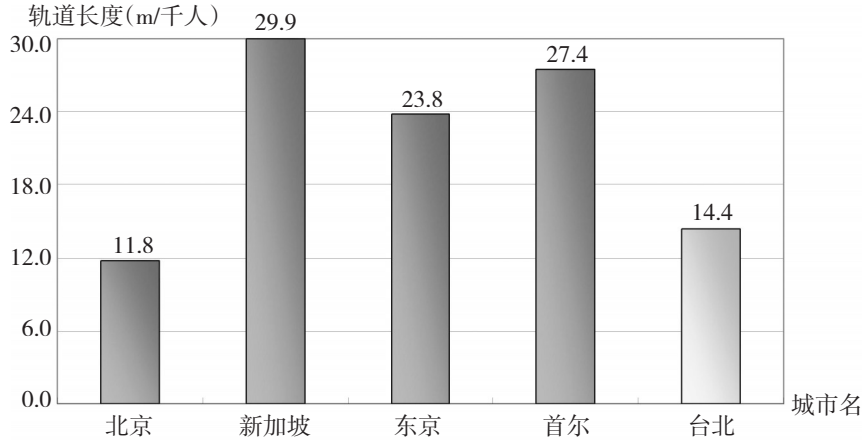


图1　亚洲各大城市人均轨道长度

1　愿景架构

1.1 城市发展定位

台北县土地幅员广大，地理条件优越，人口超过387万，占台湾总人口之1/6；面积达2052km^2，约占全台面积6%。因应台北县将于2010年底正式升格为直辖市（新北市），大河之县宜居城市为新北市之城市发展愿景，预期至2030年，新北市将成为亲水、亲景、亲自然之低碳生态新天地。

1.2 交通发展愿景

台北县依循城市永续发展趋势，提出优化、低碳、绿色作为未来新北市交通运输发展之主要方

向，同时也提出交通悠、鲜、绿、好行“545”之愿景，即市区公共运输使用率达50%以上、市区人行道新增或整平400km以上以及机动（污染）车辆减少50%以上等三大主要政策发展方向，期望借由绿色交通之推动，带动绿色产业升级[1]。

绿色交通理念，为整合绿色运具（步行、自行车、公交车、轨道运输）与土地使用，以提供友善绿色运输空间，由运输部门做起，推展至生活形态减少碳排放。新北市未来将以绿色运具专用路廊为轴线，取代传统道路运输，并以大众运输场站及绿色运输节点（公园、绿地、水岸等大型开放空间）为发展核心，结合垂直式混合土地使用，使都市发展有效控制集中，减缓都市无秩序扩张。

1.3 路网发展架构

随着台北都会区捷运路线之相继完工，捷运系统已成为台北都会区大众运输之骨干。近年来，台北县人口数呈现稳定成长，并为因应台北县将于2010年底正式升格为“直辖市”，各大公共建设及土地开发计划陆续推行，在未来更具高度发展潜力之趋势下，台北县应循序渐进地构建层次分明之大众运输路网架构（如图2所示），以满足县境内对于大众运输之殷切需求。

台北县近年除持续推动如交通政策白皮书、提升大众运输使用率等研究外，捷运路线之串联及延伸规划成为台北县交通政策重要之一环。配合“交通部”朝中运量、轻轨及公交车捷运等方向发展之政策，研究以提升大众运输使用、促进都市产业发展及建立低碳游憩运输等标的作为整体轻轨路网规划之依循，期望透过轻轨路网之构建，逐步迈向减少机动车辆需求，创造绿色宜居之城之目标。

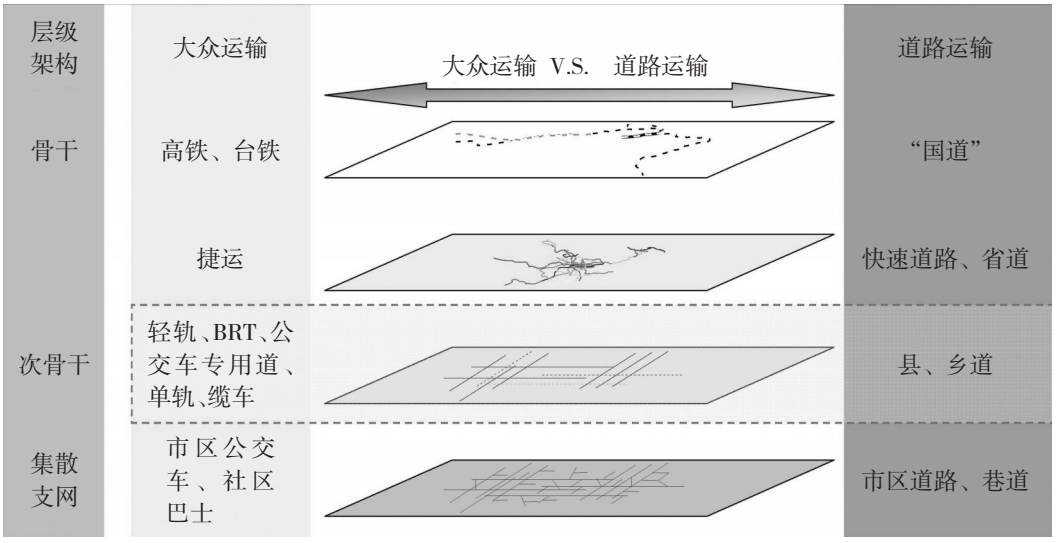


图2　大众运输路网层级架构

2　推动策略

2.1 竞争筹码

2.1.1 分区定位明确[2]

依照台北县之发展构想，考虑相关行政区之定位与发展，分为三大都心与七大策略分区，三大都心为大新板都心、大新庄都心、台北港湾都心，七大策略分区范围与功能定位如图3所示。

2.1.2 人口全台第一

台北县人口数超过387万人，占台湾总人口1/6，是台湾第一大县，近年并以年增约4万人之速度成长，预期至2013年即可突破400万人。台北县工厂家数约2.1万（占全台24.4%），公司行号数约

25.4万（占全台18.7%），辖区内并有多家国际知名科技大厂企业总部设籍于此，城市产业竞争力全台第一。

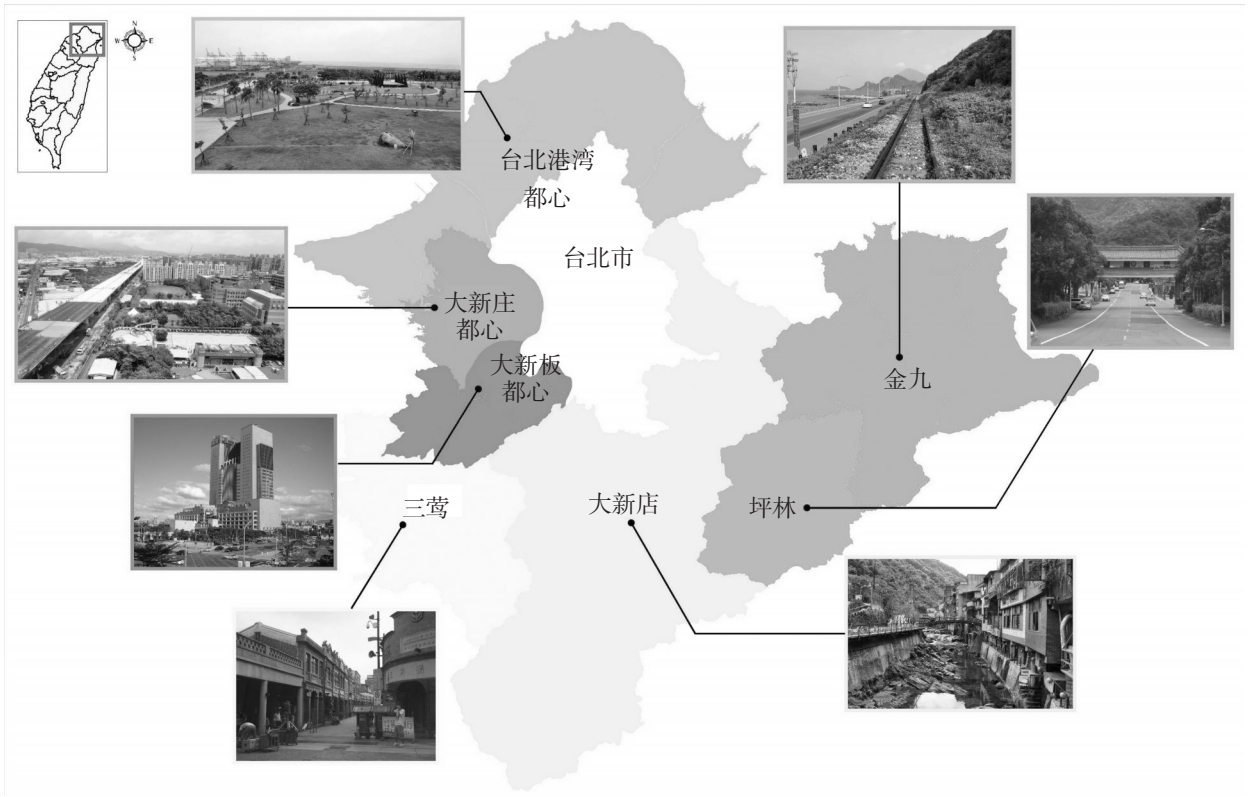


图3 台北县七大策略分区

2.1.3 交通条件优越

台北县地理区位极具优势，北接台北市、基隆市，往南联系桃园、新竹。周边共有2座国际空港（桃园、松山）、2座国际海港（台北、基隆）、2条城际轨道系统（高铁、台铁）、11条捷运系统（含营运中及兴建中）和3条高速公路系统（“国道”1号、“国道”3号、“国道”5号），南来北往相当便利，交通条件优越。

2.1.4 观光资源丰富

台北县幅员广大，每年吸引游客数约2000万人次，创造超过新台币1500亿元商机，观光产业是21世纪的明星产业，更是最大、最富生机的产业，大众运输系统不但可以推动观光产业的发展，有效结合地方特色、人文艺术、休闲游憩、古迹建筑及民情风俗，善用社会资源提供全方位的优质观光旅游，更能创造台北县观光产业之永续经营。

2.1.5 高度发展潜力

以大河之县三部曲（1. 溪流整治、干净河川；2. 河岸公园、绿地开辟；3. 亲水住宅、水岸翻转）进行整体开发、都市更新规划，整体开发面积逾5000hm^2。重大开发计划（如图4所示）包含台北港特定区、大新庄都心、新板特定区等三大特定区，淡海、林口、五股及北大特定区等四大新市镇计划。就目前三大都心、七大策略规划重点、相关整体开发计划与都市更新规划地区之区位分析，新北市未来之一级都会核心应包含芦洲、三重、新庄、板桥、中和、永和、新店，次级都会核心为汐止、淡水、八里、五股、泰山、树林、土城，路网规划应串联一级与次级都会核心，朝向新北市、新都心之概念发展。

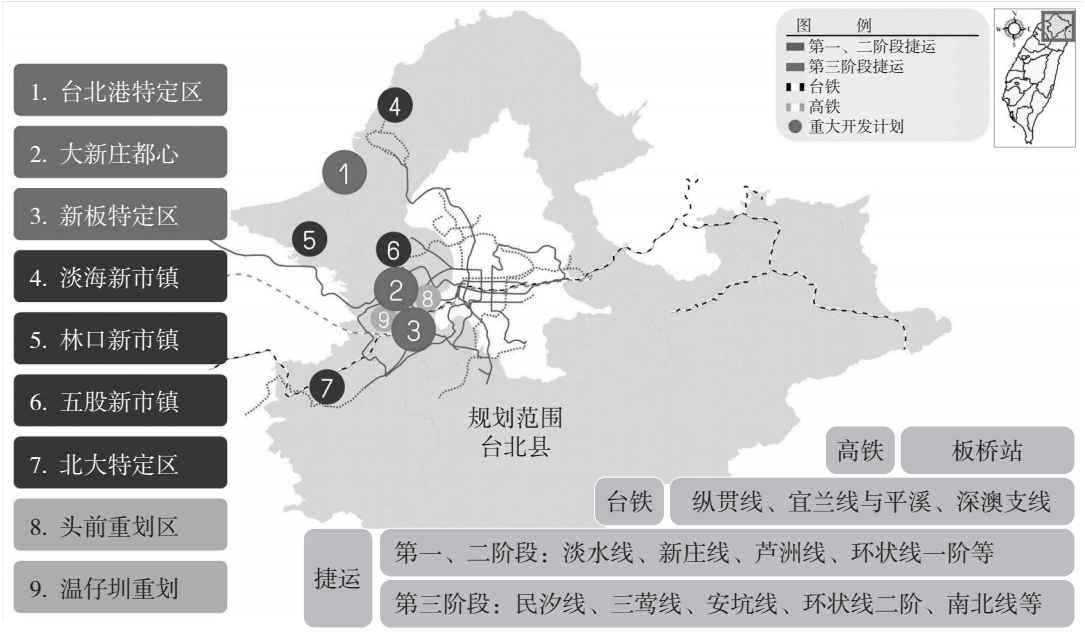


图4　台北县重大开发建设计划

2.2 空间模式

透过对台北县之空间结构研析，提出三心串联、四轴悠游之空间发展构想：

（1）强化新板都心与新庄都心为新北市之双核心；

（2）打造台北港湾都心为新北市之国际接轨门户；

（3）串联居住与工业功能之地区城市；

（4）强化与建立都会游憩主轴。

2.3 规划策略

新北市未来轻轨路网规划策略应朝向构筑大台北都会核心山海资源串联发展之目标迈进，说明如下：

（1）重整都会核心空间，建设环状捷运系统。配合新北市未来三大都心之重点发展，后续都会核心重整应朝向整合台北市资源之大台北都会核心概念发展，更积极建设环状捷运系统，强化芦洲、三重、新庄、板桥、中和、永和、新店等一级都会核心之串联；因应新兴开发区之高度发展潜力，路网规划亦应朝串联一级与次级都会核心，改变目前都会区空间结构以台北市为核心发展之现象。

（2）山海资源串联发展，建立观光游憩干线。台北县依山傍海，并蕴涵丰富文史资源，其中又以北海岸滨海游憩轴沿线观光景点密集，假日吸引超过北县1/2之游憩旅次。在空间布局方面，应针对整体区域进行规划，完整轴线发展，并引入绿色运输系统，建立观光游憩干线。

2.4 路网建立

将都会区轨道系统依功能分为联外主干线、都会主干线、都会次干线（包括次要廊带干线、捷运延伸与接驳路线、观光游憩干线）3个层次构建整体路网。

（1）联外主干线。联外主干线以高速铁路、区域铁路（台铁）为主，提供台北都会区往来西部与东部走廊之服务，形成全岛一日生活圈。

（2）都会主干线。以高运量或中运量捷运系统为主，完成后台北县境内20万人口以上之市乡镇皆可享有捷运之服务，显示台北都会区捷运基础路网（第一及第二阶段）确已服务都会区人口最为稠密之地区。将基础路网与运输廊带图迭合，发现仍有以下几个主要运输廊带未有捷运提供服务：①环状线：由台北市、芦洲、三重、新庄、板桥、中和、永和至新店地区之走廊；②民汐线：由五股、三

重、台北市、汐止至基隆之走廊；③南北线：由台北市士林、内湖、松山、信义、文山等区至中永和、新店地区之走廊。

（3）都会次干线。都会次干线再依功能定位分为次要廊带干线、捷运延伸与接驳路线、观光游憩干线等三类构建整体路网，说明如下：①次要廊带干线：由淡水、八里、五股、泰山、新庄至板桥之走廊；②捷运延伸与接驳路线：包含淡水、三莺、安坑、深坑、林口、板桥等地区；③观光游憩干线：包含淡水、三芝、林口、八里等地区。

3 分区计划

3.1 大新板都心

（1）区域发展定位：着重市区更新、艺文园区、行政中枢等机能，人口数由2009年161.5万人成长至2030年163.4万人。

（2）交通发展愿景：建构大众运输城，大幅降低机动车需求。

（3）轻轨路网构想：①环状线一阶：由新庄、板桥、中和、永和至新店地区之走廊，串联高铁、台铁、板桥线、万大线、中和线及南北线；②万大线：由台北市、永和、中和、土城、树林至新庄地区之走廊，串联环状线、土城线及新庄线；③南北线：由台北市、永和至中和地区之走廊，串联环状线；④板桥都心内环线：以新板特区为核心，整合周边重大开发计划，串联板桥线并保留衔接环状线之可能性。

3.2 大新庄都心

（1）区域发展定位：着重产业机能、亲山亲水游憩机能，人口数由2009年114.2万人成长至2030年131.3万人。

（2）交通发展愿景：结合交通与都市发展，打造绿色运输城。

（3）轻轨路网构想：①环状线二阶：由新庄、五股、芦洲、三重至台北市之走廊，串联芦洲线、淡水线、南北线及文湖线；②新都心线：由芦洲、五股、泰山、新庄至板桥地区之走廊，串联芦洲线、机场线、新庄线及板桥线。

3.3 台北港湾都心

（1）区域发展定位：着重兼具游憩、生活、产业功能之港湾设施整备，人口数由2009年33.2万人成长至2030年42.2万人。

（2）交通发展愿景：结合优势海岸游憩资源，创造健康休闲娱乐城。

（3）轻轨路网构想：①淡水延伸线：由淡水延伸至淡海新市镇及淡水游憩景点之路线；②林口新市镇线：以机场线A9站为核心，行经新市镇内学校、医院、机关、工业区等，串联机场线；③淡水八里线：由渔人码头往南延伸至八里（台北港特定区），串联淡水延伸线；④淡水三芝线：由淡海新市镇往北延伸至三芝（北海岸游憩轴），串联淡水延伸线；⑤林口八里线：桃林铁路之延伸，提供海空（台北港↔桃园航空城）联运，系以货运为主兼游憩功能之路线。

3.4 三莺地区

（1）区域发展定位：着重历史文化观光之水文城市建设，人口数由2009年18.7万人成长至2030年21.3万人。

（2）交通发展愿景：扩增骨干大众运输服务，构建快捷运输路网。

（3）轻轨路网构想：①三莺线：由土城、三峡、莺歌至桃园地区之走廊，串联土城线及桃园捷运；②三莺缆车：以游憩为主，串联三峡老街及三莺新生地。

3.5 大新店地区

（1）区域发展定位：着重观光游憩、交通运输、城乡发展之营造，人口数由2009年51.8万人成长至2030年57.9万人。

（2）交通发展愿景：河岸再造、大众串联，营造优质生活及交通环境。

（3）轻轨路网构想：①民汐线：由汐止至台北市之走廊，串联台铁、文湖线、南北线、新庄线及淡水线；②安坑线：由新店十四张地区延伸至新店安坑地区之走廊，串联环状线；③深坑线：由深坑至台北市之走廊，串联文湖线、环状线。

3.6 坪林地区

（1）区域发展定位：低碳乐活村，打造北台湾生态及乡村旅游基地，人口数由2009年6549人成长至2030年6723人。

（2）交通发展愿景：打造山区小巴、自行车道双网合一之乐活环境。

（3）衔接轻轨路网构想：坪林快捷公交车，服务深坑至坪林，经国道5号接驳深坑线。

3.7 金九地区

（1）区域发展定位：形塑优质文化旅游城市又兼具河岸及海岸游憩功能，人口数由2009年7.2万人下降至2030年5.9万人。

（2）交通发展愿景：结合自然条件，建构多元游憩路网之慢活城市。

（3）缆车路网构想：①金九台缆车：以游憩为主，串联水滴洞、金瓜石、九份至海滨地区；②金九缆车延伸侯硐：串联侯硐山域与水滴海景，深刻体验山与海之特殊景观；③金九缆车延伸深澳：整合台铁深澳支线复驶计划，提供旅客多元游憩运输。

4　门槛评析

依循轻轨路网规划提升大众运输使用、促进都市产业发展及建立低碳游憩运输之三大标的，选取大众运输搭乘率，人口密度，二、三级产业人口比例及旅客人数等4项评估指标，并参考都市兴建轻轨运输系统优先性评估方法之研究[3]，选取适合本研究之评估准则建立门槛，考虑各地区之发展特性不同，综合评估以4项指标合计达12分以上，评估为都会区优先推动轻轨路网之区域。

5　结　论

目前世界各地均大力倡导都市之永续生存，在运输工具上朝大众运输导向发展，其中，又以运载效率高、省能与低污染之捷运为优先。随台北都会区捷运路线相继完工，捷运系统已成为都会区大众运输之骨干，捷运路线之串联及延伸规划成为台北县交通政策重要的一环。配合“交通部”朝中运量、轻轨及公交车捷运等方向发展之政策，期透过轻轨路网之构建，以满足县境内对于大众运输之殷切需求。

唯基于环境永续、社会永续并兼顾经济财务永续之发展理念，都会区捷运、轻轨或公交车捷运建设之发展，应建立门槛值，客观评估地区与大众运输发展之关系。本研究以台北县轻轨运输发展为例，在提升大众运输使用、促进都市产业发展及建立低碳游憩运输等标的指导下，检核七大策略分区指标得分，大新板都心、大新庄都心、三莺地区及大新店地区得分跨越门槛值，均达13分，为优先发展区；台北港湾都心、金九地区得分为10分，评估为潜力发展区；坪林地区得分仅为7分，显示都会区于不同区域间并不见得均适用单一系统或运具，应多元思考，因地制宜。

台北县以七大策略分区整合境内资源，唯各分区间地域属性及发展愿景均有其独特性，本研究透过轻轨运输系统门槛值之建立，俾都会区循序渐进地构建层次分明之大众运输路网架构，逐步迈向减少机动车辆需求，创造绿色宜居之城之目标。

参考文献

［1］“台北县政府”．台北县综合运输规划暨修订交通政策白皮书［M］．［出版地不详］:［出版者不详］．2009.

［2］“台北县政府”．台北县整体发展规划［R］．2008.

［3］“交通部”高速铁路工程局．都市兴建轻轨运输系统优先性评估方法之研究［R］．2006.

东北东部经济发展与铁路交通建设

李铁夫
（铁道第三勘察设计院集团有限公司，天津 300142）

摘　要：东北在中国工业、农业及经济发展中起过巨大的作用，东北老工业基地的重新崛起对中国21世纪的经济发展将会发挥更大的作用；东北铁路交通网的更新改造和新线建设是东北地区经济发展的必要条件。

关键词：区域交通；铁路网规划

我国东北地区土地面积$79.03 \times 10^4 km^2$，占全国的8.23%；人口1.09亿人，为全国的8.21%，2007年区域全年完成GDP占全国的9.37%，人均GDP为全国平均的1.14倍，第一产业和第二产业总和占全国的20%，在我国经济发展中起着举足轻重的作用，随着东北老工业基地的改造更新，其将对我国国民经济发展起更大的作用。以哈大线（哈尔滨—大连），长图线（长春—图们）为主的东北亚金三角的东部地区具有丰富的自然资源，水利、森林、矿产人均占有率高于全国平均水平，同时得天独厚的旅游资源吸引着大量海内外游客。近年来工农业生产增长率在12%～20%以上，但人均GDP只为全国平均值的80%左右，其中交通运输是其制约因素之一。

1　区域交通和运量

区域交通结构逐步完善，形成了以铁路、公路为主，民航、水运为辅的综合运输体系。铁路以沈阳、哈尔滨为中心形成纵横体系，2007年通车里程$1.36 \times 10^4 km$。路网密度$172km/10^4km^2$，为全国平均水平的2.5倍。公路形成区域网主骨架，2007年公路通车里程$32.510^4 km$，其中高速公路3500km，路网密度为全国平均的1.28倍。

2007年区域全社会客、货运量分别占全国总量的7.5%和9.9%，其路网和客货运量比重统计见表1。

表1　2007年路网和客货运量比重统计表

项　目	铁路网	公路网		水运	客运量			客运周转量		货运量		货运周转量	
		公路	高速		铁	公	水	铁	公	铁	公	铁	公
区域占全国（%）	17.4	9.1	6.6	5.7	18.4	6.9	4.5	11.5	6.0	13.0	10.6	11.8	8.7

从表1可看出铁路客运量比重与路网比重相当，货运量和客货周转量只占到11%～13%，与路网占有率不相当，提高运输效率和运能是当务之急，公路客货运量及周转量比重与路网量相当。

根据统计资料，2007年全社会货物发送量为$227.6 \times 10^8 t$，比上年增长12.4%，全社会旅客发送量为222.8亿人，比上年增长10.96%，表2给出全社会及铁路客货运量预测年增长比率。

由表2可以看出：2007年铁路客货运量的年均增长率均低于全社会的增长率，说明铁路客货运能不能满足全社会客货运量的增长，随着铁路高速客运专线及城际铁路的修建和运营以及主要干线客货分线，预测到2020年铁路客运量的增长率已超过全社会的增长率，运能已经有余，而货运量增长率与全社会增长率相当。

表2　全社会及铁路客货运量预测年增长率

项　目		2006年	2007年	2020年	2030年
全社会	客运量年均增长（%）	8.5	11.0	4.8	2.6
	货运量年均增长（%）	8.9	12.4	4.0	2.8
铁路	客运量年均增长（%）	8.7	8.0	10.6	2.7
	货运量年均增长（%）	6.7	9.5	4.1	2.1
	其中：煤炭（%）	47	49	43	43

区域内客货运量需求旺盛，2004年和2007年客货运增长率分别为7.0%和7.7%；根据区域经济增长趋势预测区域总客运量年增长率2020年和2030年分别为5.2%和2.3%；总货运量年增长率分别为3.5%和2.0%，均低于或接近于全国总客货运量年增长率，区域内铁路客货运年增长率也应与全国铁路客货运年增长率相当。区域内铁路客运量2004年至2007年年均增长率为2.5%，占区域总客运量比率2004年和2007年分别为17.0%和15.0%，铁路客运量只占区域总客运量的1/6，需对既有铁路加强改造和建设新线以增加铁路的客运能力。同样，区域内铁路货物发到量比率2007年占全国总量分别为15%和17%，预测2020年分别为15.5%和17.5%，2030年分别为16.7%和18.8%，其铁路货物运能与客运相当。

以区域东部吉林市和延边朝鲜族自治州为例分析，铁路、公路客运量所占份额见表3。

表3　铁路、公路客运量比率分析

项　目		2005年	2006年	2007年	2020年	2030年
铁路运量比率（%）	吉林市	18.0	17.0	17.0	35.0	36.0
	延边朝鲜族自治州	11.3	116.	14.1	31.9	33.1
公路运量比率（%）	吉林市	82.0	83.0	83.0	65.0	64.0
	延边朝鲜族自治州	88.7	88.4	85.9	68.1	66.9

由表3可见，随着铁路的改造和新线建设到2020年铁路客运量比率可从20%提高到35%。两地区的旅游人数增长率从2006年至2008年分别为14.6%～17.6%和16.8%～20.8%，旅游人数增长率与铁路客运量增长率相当。

2　铁路交通建设

根据上文所述，东北地区铁路网密度占全国的17.4%，但货运量和客货运周转量均未达到所需比率，主要是东北东部地区既有铁路的技术标准较低，运能较低，除沈哈线、长吉线为Ⅰ级双线铁路外，其余沈吉线为Ⅰ级单线铁路，吉舒线、拉滨线、牡图线为Ⅱ级单线铁路，朝开线、和龙线、图珲线为Ⅲ级单线铁路，曲线半径在300～400m，运行速度在100km/h以内，除沈哈线为电化铁路外均为内燃牵引铁路，既有铁路更新改造任务量大。

根据中长期铁路规划，以沈阳为中心已在建沈大、沈哈客运专线，规划京沈、沈丹客运专线；以哈尔滨为中心在建哈沈客运专线，拟建哈齐、哈绥、哈佳客运专线及长春—图们客运专线。根据东部沿中朝边境的经济发展需求，正在改建新建庄河—丹东、通化—灌水、白河—和龙、图们—东宁单线铁路以及沈吉哈等多条线的电化改造，到2020年东北东部的铁路交通运输能力将大大提高，客货运比率将达35%以上。

3 结 语

随着中国铁路网的规划和建设，到2020年全国铁路营业里程将达12×10^4km，复线率和电化率分别达到50%和60%以上，主要繁忙干线实行客货分线运营，其时铁路将走出经济发展的制约“瓶颈”，而东北地区铁路网的新建和改造，也将为东北老工业基地的腾飞奠定基础，东北东部地区也将为中朝俄经济交流和旅游业发展作出更大贡献。

交通同城化如何影响产业区域布局演化研究

林建永[1, 2]　陈俊兰[1]　吴永兴[1]

（1. 华东师范大学地理系，上海 200062；2. 上海社会科学院，上海 200020）

提　要：同城化是我国当前区域发展的重要主题，交通同城化是区域同城化的重要内容和基础。通过演化经济学分析，交通加速带来的同城化是经济系统的新奇因素，将对产业布局机制、产业演变机制和产业跨区域竞争层次三个层面影响产业的跨区域分工布局，并表现为人口主导、市场主导、城镇主导和产业主导的四个变迁过程。在交通同城化背景下，同城区域的产业集群效益影响范围扩大，对空间集中度要求降低，促进产业区位规模化分工和促进专业化市场的大量涌现，同时还将为新兴市场和服务业提供更广阔的市场容量；在同城化背景下，次级中心地具有了共享更高级中心地的各项资源可能，从而具有与更高级中心地引进、培育新兴产业的同等机会，从而具有了超越更高等级中心地，实现超越式发展的可能。因此，时鲜性要求高的农业将出现跨区域整合，工业园区将面临新一轮洗牌，区域内部分产业将进入价值链竞争阶段。

关键词：交通同城化；演化经济学；产业布局；区域分工；城市

“同城化”是在经济全球化和区域经济一体化大背景下发展起来的。“同城化”的理念也是时代发展的要求，实质是城与城之间的紧密合作，实现又好又快发展。深圳与香港虽属不同制度的两类城市，但却较早地提出“同城化”的发展理念，并且制定具体措施付诸实施，这正是经济全球化的发展要求。内地也有不少城市提出了“同城化”的构想，如湖南“长株潭”、陕西西安与咸阳、吉林长春与吉林、河南郑州与开封、山西太原与榆次等[1]。在同城化发展中，交通的同城化发展是同城化发展的重要内容和同城化效应发生的重要基础，在欧洲一体化过程中就是以跨国跨城铁路和列车的班车性贯通和网络性密布为基础的[2]。

2004年我国交通部出台的《长江三角洲地区现代化公路水路交通规划纲要》计划，提出至2020年底，长江三角洲公路里程增加到30万公里，公路密度大体接近欧洲发达国家水平，高速公路里程增加到1.18万公里，基本联结10万人口以上的城市、主要港口及机场； 其中杭州湾跨海大桥、苏通大桥和长江润扬大桥已逐一通行，长三角“两小时经济圈”变为现实。 另2005年3月，国务院审议并原则通过《环渤海京津冀地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际轨道交通网规划（2005—2020）》计划，提出至2020年底，长江三角洲城际轨道交通里程达到815公里。2008年年底，我国已有10个城市开通地铁，运程达776公里，至2015年我国将有158条地铁，总里程将达4189公里。2008年（北）京（天）津300公里公交化高铁已经开通，2009年12月26日武（汉）广（州）1500公里铺就时速350公里的高铁。沪宁、沪杭城际高铁也正在加紧建设中，建成之后，二者到上海的时间距离将缩短为1个小时以内。因此随着高速公路网、城际铁路、城际“交通一卡通”等建设力度的不断加大，我国很多区域开始步入“同城时代”。交通是产业区位布局的重要因素（克里斯泰勒，1933）。[3]历史上，从长期看，交通对产业及城镇布局的影响甚至起着主导性作用（张颢瀚、孟静，2007）。那么交通同城化对产业布局将发生怎样的影响呢？本文将从演化经济学的视角进行结构分析和过程分析。

1 产业区位布局及布局演化相关理论

1.1 产业布局理论[4]

演化经济学指出经济的发展是一个系统，系统内部具有不同的层级关系，针对不同的整体，同一对象既是上一层级的微观对象，又是下一层级的宏观对象。从产业布局上看，一个区位的产业布局要分不同的产业系统进行分析，对于具体的产业系统内部要从企业的微观行为决策变量进行方案比较分析。首先针对农业，杜能（1826）提出了农业企业/生产者在市场位置不变的情况下，根据土地地租和土地运输成本及保鲜要求，确定农业子产业以城市为中心分工布局模型。其次针对工业，韦伯（1909）提出在市场位置不变、劳动力固定的前提下，根据成本最小，权衡运输成本、劳动力成本节约和集聚经济收益，进行的工业布局理论。随后，胡佛（1937，1948）、廖什（1940）在假设市场均匀分布的情况下分析了运输成本影响的送达价格。同时霍特林（1929）针对零售业，在交通条件一致（运输边际成本均匀分布）、市场均匀分布条件下，提出了多厂商市场区位竞争的hotlling模型。而克里斯泰勒（1933）则假设人口居住地均匀分布，购买者购买成本包括人口流动过程的交通成本，从而购买的实际成本具有空间变动性，厂商将形成中心聚核占有市场的发展过程。艾萨德（1956）则综合以上学者的理论，将厂商区位行为总结为市场区位、劳动力要素区位和资源区位固定的条件下，在既定产品价格下，权衡运输成本、市场容量和生产成本的标准模型。

1.2 产业区位演变

产业形成区位选择之后，其区位布局并不是一成不变的。演化经济学引入了时间因素，从达尔文主义的遗传—变异—选择框架、微观演化框架和宏观演化框架可以分析产业布局演化。产业区位演化也是如此，首先在微观演化下，企业微观行为会促进中心—外围这一产业分工格局的形成。

1.2.1 产业集聚促进区域中心—外围分工

佩鲁（1950）的增长极理论、赫希曼（1958）的极化—涓滴效应理论、弗里德曼（1966）的中心—外围理论及马歇尔（1920）的集群理论指出，部分产业区位后，原有厂商扩大规模将提高区位的经济水平：实现对原有内部和外部设施的充分利用，以共享区位集聚经济的规模经济；后续的厂商具有跟随的特征，以共享区位集聚经济的范围经济：完善的基础设施等；而1976年，巴朗斯基、科洛索夫斯基和萨乌什金等人提出的地域经济综合体理论指出，对于上下游厂商则具有信息锁定特征，甚至由于市场趋近原则而向该区位接近，从而在集聚经济作用下，离散分布的区位形成具有中心分布的中心—外围格局。中心—外围形成后，发达地区将吸纳周边资源，从而不断强化中心—外围关系。而克鲁格曼（1979）等人则从产品差异、报酬递增、不完全竞争等角度说明了中心—外围格局不断强化的原因。而中心化的最明显产业现象就是产业集群，从而不同的产业在不同的区域形成不同的产业集群，而该区位的集群产业等级决定了区位的等级。进入新世纪以来，在集群效益中，又增加了知识溢出等因素。不同的产业其集聚中心可能一致或不一致，而中心的外围则分布着农业等集群效益不明显、对公共资源要求不高、受固定资源约束明显的产业，从而形成一片区域中的区位——产业分工布局。

而在区域中，中心到底会出现在哪里？其背后的企业微观影响因素是什么呢？克里斯泰勒（1933）则认为根据中心等级的不同，交通因素大于行政因素，行政因素大于市场因素。而新经济地理学则综合国际贸易理论，认为要素禀赋比较优势通过影响生产成本，也是重要的初始条件（赫克谢尔，1919；俄林，1933）。除此之外，克鲁格曼（1991）还指出集群的初始条件有时候具有明显的偶然性。

1.2.2 产业扩散、变迁、区位竞争与区位再分工

演化经济学认为微观行为决策基础包括惯性、模仿和创新，尽管边际准则不适用大部分企业决策行为，但是产业布局的各类驱动因素却会让边际准则发生作用。首先跨国公司区位论指出伴随企业发

展，巴克利和卡森（1976）、Rugman（1981）则沿用科斯（1937）的厂商边界理论，当内部化组织成本小于市场批发交易成本时，将根据成本节约原则或市场指向原则在外地设立分厂（而不是委托生产）、开分店（而不是批发给该地经销商）等，另外伴随原来位于较低级别的企业其规模扩大，其可能将总部搬迁到与其规模相匹配的区位。这种基于城市—产业等级匹配认识的行为，很多时候就是企业一种基于惯例的决策行为。

其次，根据弗农（1966）生命周期理论：高端产业发源于高梯度地区，伴随产业发展，一方面规模扩大需要设立分厂，从而向外扩散，进而技术从非标准化走向标准化，次级地区逐步具有承接产业的能力。伴随产业规模稳定，产业利润下降，产业的成本承受能力下降，而集群具有的创新功能对于创新空间有限的衰退产业显得意义不大，从而不得不被动外迁。另一方面Haig（1926）、Helpman（1999）和Tabuchi（1998）将城市土地租金纳入新经济地理模型，对于不同产业出现在同一中心中，发展到一定程度上将出现以土地租金为形式的产业竞争格局，从而能够支付更高土地租金的产业将在中心区位上驱逐旧产业，而使旧产业迁移到较低能级的区位，而旧产业迁移到其他区位又可能引发新一轮产业对区位的竞争，从而产业生命周期及产业区位竞争将共同促进皮克鲁默和海特（1975）提出的产业梯度转移现象的形成。

因此，伴随产业发展过程中的扩散、产业发展过程企业组织区位匹配和产业梯度转移，产业在区位间将形成新的再分工。但不同的厂商主体（国有企业、外商、民营企业）、不同的产业，其产业扩散变迁过程中，是就近迁移，还是跳跃式迁移，则有很大的不同（曾刚，林兰，2007）。

1.3 产业竞争深化与产业跨区位合作

迈克·波特（1985）价值链理论提出，伴随交通和信息的发展，使产业从产品竞争深化到价值链竞争，企业从寻求最佳区位来完成一个独立产品的生产，转变为寻求最佳区位来完成产品价值链特定环节的外包或生产，从而一个产品的利润来自于多个区位完成的价值链的协作。一个区位销售产品获得的价值，其实并不一定属于本区位，只有本区位完成的价值链环节才是本区位利润的源泉。因此对于一些产业，区位的竞争进入价值链环节时代。尽管不同区位都完成同样产品的最终组装，具有通常产品统计意义的“产业同构”，但是背后的价值链支撑将决定该区位是否真正具有竞争力，有竞争力的产业跨区域合作，就是良性“产业同构”[5]。因此这些产业的跨区域价值链合作对于竞争显得尤其重要。通过价值链的重整或者融合新技术（比如把农业融入IT，网易2009年提出在线养猪的新型农业，并在浙江建了100亩的养猪场），原来低端的产业可能焕发新的生机，而成为新的高端产业。在新的竞争形式下，原来的集群可能瓦解，比如美国底特律，基于类似环节的新形式集群将产生，比如硅谷。而有些集群将发生搬迁，比如广东东莞的家具产业搬迁到了同样没有森林资源禀赋的浙江嘉善。但是不同的产业，根据其对交通及信息的要求，其进入价值链竞争的程度会有所不同。

在信息经济带来新经济时代，任何产业都有价值链中的高端环节，一些旧产业反而可能成为新时代的高端产业。对于区位竞争，则从以前侧重产品对应企业的招商，转变为侧重环节的招商，从以前侧重为资本家创造好的条件，转变到为人才创造宜居环境。背后的原因就是新经济学家Ross Devol（2002）提出的“More and more companies & skilled labor locate where they want—not where they must”。

2　交通同城化对产业区位布局及演变影响机制

在区域经济理论中，交通是重要的因素，根据不同的模型，其比较的主要因素有所不同。有时候假设劳动不可流动，而企业流动，企业在产品及其原料的运输成本与劳动力成本节约之间进行比较；有时交通则影响产品的送达价格和送达范围，从而加大厂商的送达范围和送达价格。总结起来可以用图1模型表示：

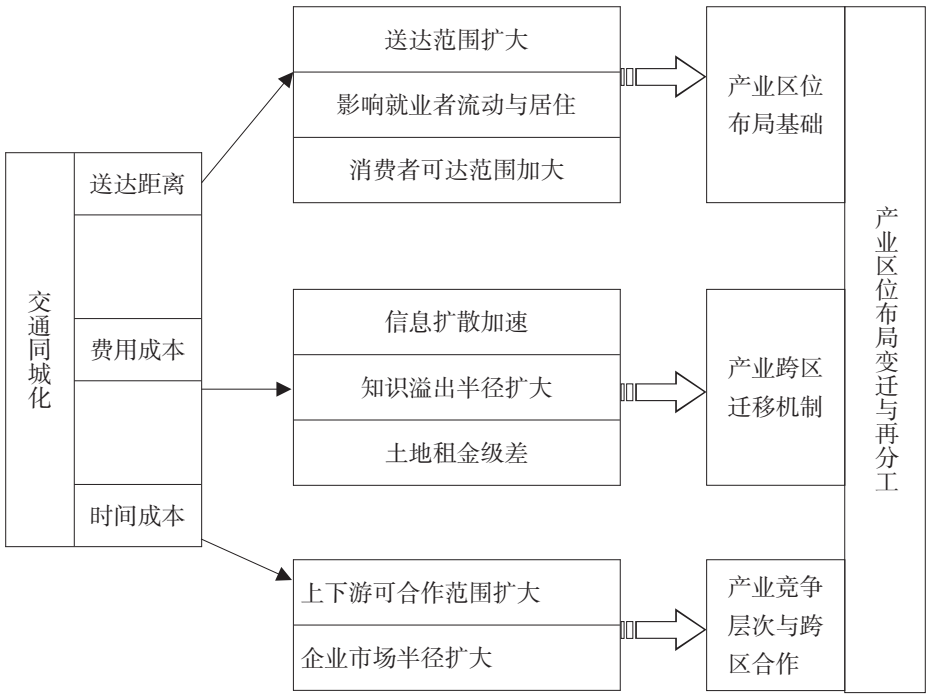


图1 交通同城化对产业区位布局及演变影响机制图

针对不同的产业，以上机制影响的效果肯定是不一样的，从而产业跨区迁移或跨区合作带来的区域产业分工的格局也必然是不一样的。但总体有：

（1）产业集群影响范围扩大，但对空间集中度要求降低[6]

伴随交通可达性提高，“一日交通圈”范围扩大，会展、论坛等形式正式交流和跳槽、同行交友等非正式的人员往来将使更多的人参与产业集群带来的知识溢出。也就是说交通同城化在时间、距离上压缩了地理空间，促进了产业集群效应的发生及扩大了集群影响范围[7]。另一方面由于相互之间的通达性提高，从而对地理空间的距离要求在一定程度上反而降低。在这种情况下，有限地理边界的中心度意义降低，而区域的中心度意义提高，也就是各个区位的合作意义重大。

（2）企业规模带来的区位专业化集群主导区位分工格局

伴随企业销售人员单日可达范围扩大，一定程度意味着厂商市场半径范围扩大，同时消费者单日可达半径也同样扩大，从而使同行业的厂商的市场具有更多的重叠，竞争将进一步加剧，促进行业的优胜劣汰，在竞争中获胜的厂商将获得更高的区域内市场份额。

另一方面中间品的厂商向下游配套及获得上游配套的企业选择范围也进一步扩大，伴随同行业竞争，获胜者将同样在上下游的市场供需格局中获取更高垄断指数，从而根据地域综合体理论，将引领更多上下游厂商向该区位趋近，促进规模化主导的区位专业化发展。而上下游企业向竞争落败者的供应成本可能由于规模下降而上升，因此落败者向获胜者所在区位靠近将有助于降低上下游企业的配套成本，从而加剧产业的区域专业化发展。也就是在同城化带来的竞争加剧背景下，区位竞争的结果就是“win or none（赢者通吃）”。

（3）产业区位集中与区位分散并行，从而郊区化与再中心化并行

以上产业竞争的结果将促进产业区位专业化及产业的区位集中。一方面，深圳大学许安之（2002）等很多学者认为交通同城化将促进居住的郊区化，从而市场集中度降低，引发市场指向的厂商布局同样郊区化。另一方面，信息扩散加速将引发外围地区的产业模仿，同样将促进产业的区位扩散。

伴随产业扩散和集中，郊区化的同时还将沿轨道节点发生再中心化。而对于部分产业，比如娱乐业，甚至向更高等级的中心发生再中心化。后者这种再中心化，将使快速交通在疏导原来交通人口的同时，自发带来新的拥堵。这也就是美国柏克利大学规划系教授Robert ervera所说的“一个拥挤的改善造成了另一个拥挤”[8]。

（4）促进产业外包协作，缩短产业周转周期，提高产业竞争力

产业内部分外包已经成为越来越多企业的选择，但是外包通常对外包协作周期有着严格的要求，也就是从发出合同委托到完成交货之间的时间周期。伴随交通同城化加速，将促进产业外包的发展。[9]另一方面，同城化带来的交通时间缩短还将缩短产业周转周期，提高产业的竞争力（杨武扬，1986）。杨武扬指出，运输速度加快可以缩短商品的流通时间和再生产周期，使产业再生产加速进行。同时，缩短商品在途时间，就能够使大批货物从在途运输的“积压”状态下解放出来。这不仅可以大大节约流动资金，加速物资周转，而且可以减少物资积压，从而达到提高产业竞争力的效果。

（5）新兴产业培育能力取代路径依赖，使城市中心度等级排序发生波动

伴随交通同城化，任意区位的厂商其送达半径将趋向扩大，从而行政边界的区位中心度将提高，促进城市群的融合发展[10]。一方面，越是高等级的区位经济势能越高，在同城化背景下，产业外流也就越快，其背后的原因包括信息扩散引发的其他城市模仿，也包括本地产业人员离职异地创业等。因此如果高等级的中心地无法不断引进新的产业，那么其中心度等级将被后者追赶而趋同。另一方面，在同城化背景下，中心度等级低的区位，具有共享同城区域更高等级区位中心各类资源的可能，从而具有了率先培育新产业的可能。而次级中心如果能率先培育新产业，在同城背景下，将可能利用先发优势而占有整个同城区域的所有市场，从而促进产业区位竞争（提升次级中心地的地租等指标），进而使原来次级区位的中心度超越前者，从而使同城内的各城市的区位等级发生波动。

（6）同城化将更加有助于提高新兴产业的创业可能，有助于服务业的发展

同城化意味着合并多个城市的市场，从而使新兴产业具有更大的市场空间，从而更有助于创业。另外物流产业的规模发展，带来的规模经济将使很多单件物品的低廉传递成为可能，目前长三角跨城快件最便宜的已经降为1元，这在交通落后的过去是难以想象的。而交通成本的下降，将催生大量的个性化产品的产业，网购将在同城化背景下迅速发展。

但是同城化也意味着创业必须抢先机，因为本城的创业不仅可以抢走其他城市的市场，同样也意味着可能被抢，而失去创业的可能。也就是迈克·波特提出的规模经济、市场集中和差别化战略，在同城背景下将主要体现为规模经济和差别化。

服务业通常是收入弹性较高的产业，其对交通的费用相对不敏感，但是对交通的时间反而较敏感。同城化则恰恰是适应了服务业发展要求。因此伴随同城化，快递、会展、娱乐等服务业将重新专业化布局。

3　交通同城化对产业影响的阶段性演变

在产业区位相关理论中，通常都会假设资源的流动有限性、劳动力流动有限性或者市场中心位置及规模的稳定性，而企业或者说资本具有较强的流动性，从而使经济地理成为企业或者资本区位的选择问题。而在交通改善的背景下，在同城区域范围内，各假设条件主体的流动性将大大增强，从而影响产业区位的布局。但是对各因素影响不是同步的，更不可能是即时发生的，也就是说同城效应的发生具有一个时间的过程。这个过程根据流动性影响快慢，可以分为人口主导演变阶段、市场主导演变阶段、城镇主导演变阶段和产业主导演变阶段，每个阶段对产业布局的影响是不一样的，如表1。

表1 交通同城化效应对区域经济影响的演变过程

演变阶段	机制	现象	对产业布局的影响
人口主导	居住成本、宜居吸引力、发展机会三者之间的权衡	人口郊区化、人口外迁与再集中、高收入人口居住多点化	市场指向产业郊区化 特定人才指向产业集聚化
市场主导	厂商市场半径扩大、消费者居住再布局、消费者选择半径扩大	郊区结合部综合市场兴起，专业市场大量涌现	专业市场成为消费品竞争的最主要平台
城镇主导	可通达性高的交通节点成为人口和市场集聚的新兴中心；原来的中心地引入更高等级的产业	住宅房产和工业园区在高通达性交通节点大量涌现；高等级中心城镇不断进行产业更新	促进中心地的产业向新兴节点扩散，中心地伴随产业升级，不断吸引更高端的人口进入，促进产业发展
产业主导	产业合作半径扩大，企业面临直接竞争的对手增多，产业进入价值链竞争阶段	区域专业化集中，不同的产业按基本活动环节、非基本活动环节和辅助环节在不同区域间形成合作	产业集群的形式发生改变：从以产品为基础的集聚进入以价值链环节为基础的集群

以上四个阶段并不是界限清晰的四个过程，而是相互混合的四个阶段。不同的阶段，区位竞争的策略侧重点应有所不同，政府发挥作用的内容也应该有所不同。

4 相关思考

（1）农业跨区域合作

农业在生产环节对土地有着很强的依赖性，从而长期以来地域特征明显。根据杜能农业圈布局长期被认为是农业区位布局的理论依据。但是伴随发达地区耕地大量减少，粮食、食用油大宗农产品转为依靠外部长距离供应为主。上海市级农业企业及总部在上海的民营农业企业正大力发展上海域外农业，确保农产品供应。而生鲜性、时效性要求高的牛奶、蔬菜等农业依靠长距离供应的抗风险性和确保多样性的能力较差，在交通同城化背景下，同城区域的生鲜农业可能发生规模专业化布局，而当同城内其他区位的同类生鲜产品供应基地几近于零的时候，这些规模化专业供应基地相对于同城区域外部的同类产品供应将会具有很高的品质差价利润，尤其当与网络结合实现个性化供应时，这些原本属于三次产业中低端产业的部分就可能成为附加值很高的高端产业，从而个别城镇可以选其作为主导产业。

（2）工业园区将面临新一轮洗牌

如果无法实现专业化发展，什么产业都要的园区发展模式，在同城化时代，将由于其入驻企业面临同城化竞争而被各个击破，从而终究有一天其企业也必须搬迁到产业竞争获胜者所在的区位，导致园区长期难以升级，甚至走向没落，如果考虑土地的机会成本的话，甚至园区实质上将可能亏损。

（3）产业跨区域价值链合作促进区域一体化整合

同城化为产业实现价值链合作成为趋势[11]。各行政区域间应加强协调促进各区位对不同产业高端环节的选择，也就是不同的区位可以选择不同的产业的高端产业，而对于其他产业则可以甘当配角，从而从价值链的层次上促进区位的专业化分工。对于专业化市场就是区位价值链分工的很好现象：苏州婚纱市场、温州防风打火机、海宁装饰、嵊州领带。对于总部经济和研发的集聚也是应如此，也就是城市中心性来自于产业高端环节的相对集中，而不是绝对集中。

（4）工宿协调发展非常重要

交通同城化通常在开始的时候会引导人口疏散，促进城市有机发展，但是伴随城市中心辐射范围扩大，其中心等级趋向提升，而这种提升将吸引更多高端产业集聚，从而反过来吸引更多人员集聚，反而带来更多的拥堵。因此在城市人口疏散的过程中，城市也必须主动疏导一些产业，尤其对于一些需要人口大流动的产业（比如综合超市）更应主动疏导。否则如果单纯的人口疏导，将导致无意义工作与住宿之间距离带来的交通需求简单增加，进而挤占同城效应的其他机制发生几率。因此通过产业与人口的同步疏导，促进工宿（工作和住宿趋近）平衡，减少日常性、单调性的交通需求，才能真正促进城市可持续发展。

（5）可考虑同城化户口问题

伴随交通同城化，长期在本地工作的人口可能由于种种原因到其他城市购买房子，甚至卖掉本地的房子，或者根本就从来没有在本地城市购买过房子，比如已经大量涌现的“深圳工作，广州居住”现象就是如此。那么在这种情况下，异地居住的本地户口人员，其户口除了迁移之外，在就业城市是采取集体户口的挂靠形式，还是允许以本城之外的住址作为本城户口的居住地址呢？伴随同城化发展，附着在户口上的各项利益（社会保障水平差别、就学机会差别、就业机会差别、申办各类证件资格差别等）的同城化，允许异地居住住址作为本城户口登记办理，应成为户口同城化的重要政策。

参考文献

[1] 朱铁臻. “同城化”：城市现代化的新趋势［N］. 中国经济时报，2007–10–09.

[2] 刘继峰. 沪宁城际铁路开工提速长三角同城化进程［J］. 世界轨道交通，2008（9）：30–32.

[3] 张颢瀚，孟静. 交通条件引导下的长江三角洲城市空间格局演化［J］. 江海学刊，2007（1）：76–80.

[4] 理查德·R·纳尔逊，悉尼·G·温特. 经济变迁的演化理论［M］. 北京：商务印书馆，1997.

[5] 唐忆文，沈露莹. 辩证认识长三角产业同构问题［R］//上海市综合经济研究所课题组. 长三角结构调整升级与防止重复建设. 中财办课题，2004.

[6] 孙章，杨耀. 城际轨道交通与城市发展［J］. 现代城市研究，2005（12）：38–42.

[7] 李巍，陈群元. 快速交通建设与我国城镇空间结构的演化［J］. 山西建筑，2008（11）：12–13.

[8] 潘海啸. 快速交通系统对形成可持续发展的都市区的作用研究［J］. 城市规划汇刊，2001（4）：43–47.

[9] 杨武扬. 交通运输地理学［M］. 北京：商务印书馆，1986：32.

[10] 顾尚华. 城际轨道交通促进大城市群的发展［J］. 交通与运输，2008（6）：29.

[11] 朱英明. 长三角城市群产业一体化发展研究——城际战略产业链的视角［J］. 产业经济研究，2007（6）：48–57.

杭州湾北岸新城发展的道路交通战略研究

邓云飞　蔡逸峰
（上海市市政规划设计研究院，上海 200031）

摘　要：该文以南桥新城为例，基于南桥新城在杭州湾北岸新城中的区位变化，结合自身的现状和发展需求，简要概述了相应的道路交通发展理念、目标和战略研究。战略内容包括在南桥新城以及外围地区规划形成5条市区方向的连接通道、10条可以和大浦东联系的通道。研究还认为应提高城区路网密度，建议老城窄路发展小巴+步行，新城道路发展现代公交+非机动车，市域出行依靠机动车接驳轨道交通的道路交通体系。

关键词：道路交通；新城发展；杭州湾北岸

1　引　言

审视过去长江三角洲城镇发展的空间地理关系，可以发现杭州湾北岸区域（奉贤、金山和原南汇部分地区）相对上海市其他近郊区域，其处在传统的沪杭城镇发展带的边隅位置上，如图1距离上海市中心略远（平均在30km以上），基本处于路网和交通的末梢，和市区之间有河网水系相隔（黄浦江和大治河等），其区位条件一般，由此导致其城市发展相对上海市其他近郊区域略显滞后。

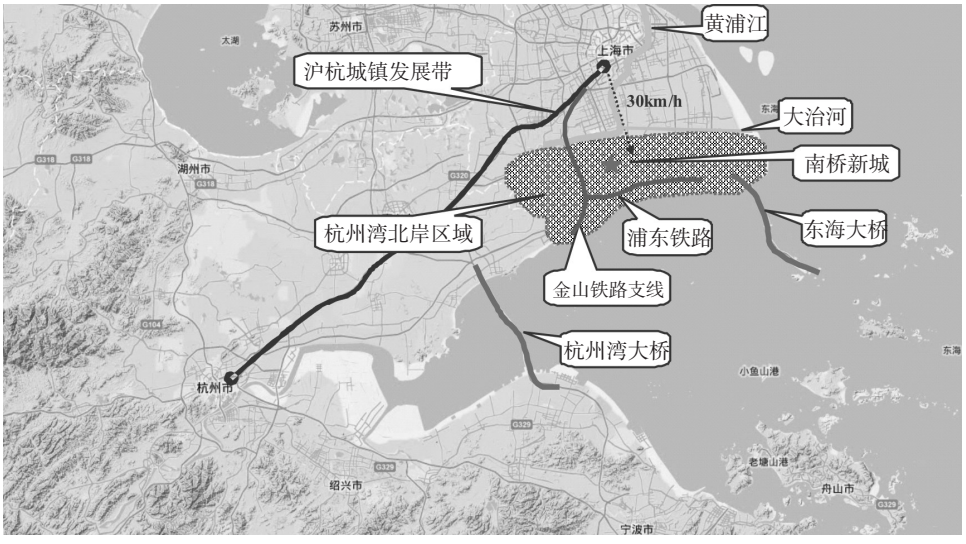


图1　杭州湾北岸地区以及南桥新城的区位

但是随着东海大桥、杭州湾跨海大桥的建成通车，浦东铁路、闵浦二桥等重大市政交通设施的建设，使得杭州湾北岸区域的区位发生了较大的变化，给这一区域未来的城乡发展带来了新的契机，由此也给该区域的道路交通发展提出了新的任务和要求。

2　主要内容

该文尝试从区位背景和契机、现状问题、需求分析、发展理念、目标和战略构建等方面，对南桥新城（杭州湾北岸区域中奉贤区的政治、经济和文化中心）的道路交通发展战略概要性地提出一些思

想要素和基本观点。

2.1 区位和契机

影响一个地区区位的距离观念不完全是空间上的，更重要的是时间上的衡量。南桥新城位于奉贤中西部，距市区约30km，过去和市区的联系主要通过拥堵的A4高速以及浦星公路，到市区的车程时间达1小时以上。但是，已经建成通车的浦东铁路、即将建成的金山铁路支线（时速可达140km/h）以及即将开始建设的城市轨道交通5号线延伸段，都将缩短南桥新城和上海市中心区的“距离”至45分钟左右。2008年已经通车的杭州湾跨海大桥、2010年将建成通车的闵浦二桥以及已经开工的虹梅南路—金海路越江通道给南桥新城带来的将不仅仅是过往的客货车流，同时也将带来产业繁荣、人口集聚的前景。经有关测算，规划远景年南桥新城的人口可达75万人，融合周边的几个新市镇和社区，将形成一个100万左右的大城市。

2.2 现状的问题

现状南桥新城常住人口接近30万人，人口主要为机械增长，以奉贤区区内人口移居导入为主。目前城市化水平不断提高（年均增长率达到2.4%，已进入城市化中期，处于城市化加速阶段）。老城开发密度几近饱和；工业区开发初具规模；新城片区（城北、城南片区等）亟待建设引导。

从道路交通来看，南桥新城现状的主要问题如下：

（1）老城道路资源过少，存在路网密度（5km/km^{2}左右）过小、道路宽度不足（部分道路路宽仅10m左右）、连通性较差等先天缺陷。

（2）机动化发展迅速（机动车增长速度在10%以上），老城区静态交通资源严重短缺（现状缺口达1000个），路侧占路停车非常普遍，对动态交通运行干扰严重。

（3）在对外联系的部分通道上公交重复系数过高，而老城路受路幅窄小限制以及客流特性影响，现有大型公交巴士车辆难以设置，公交出行比例很低。

（4）城市对外联系通道较为单一，保障度较低，快捷性不够，通勤效率较低。

2.3 发展的任务

南桥新城的城市性质为奉贤区的政治、经济、文化中心，上海服务长三角南翼以及大浦东开发的重要门户枢纽，上海杭州湾北岸地区的综合性服务型核心新城。未来南桥新城将适应上海构建国际大都市的整体要求，不断导入市区以及江浙等地区外来人口和产业，通过发展新兴战略性制造业、总部经济、服务外包等现代服务业，把南桥新城建设成为一座功能完善、优质而富有活力的低碳生态、智慧宜居的新城。交通不仅是城市功能之一，而且会影响到城市的居住和产业功能，非常重要。南桥新城未来的城市发展对综合交通体系的建设给出如下任务：

（1）构建快捷的、保障度较高的市域交通走廊和通勤体系，引导人口和产业的快速导入；

（2）构建畅通、便捷、舒适、高效的新城交通体系，改善拥挤的老城交通状况，提高交通品质，体现以人为本；

（3）构建可持续发展、绿色交通体系，体现南桥新城低碳生态宜居理念。

2.4 需求分析

未来需求的增长和变化，将体现在内部交通、对外交通和过境交通3个方面，亦将体现在“量”和“质”2个需求层次上。随着新城人口的快速增长，岗位性质的转换、经济收入的增长必将导致人均出行人次的增长、出行距离的增加以及机动车拥有量的大幅提高。据估算，至2020年南桥新城的内部、对外以及过境交通的出行量，无论出行人次、货物运输量和车次都将达到现状的2~3倍。出行者对出行准时率、便捷性、舒适度以及愉悦性等方面的要求亦将越来越高。

2.5 理念、目标和战略

综合考虑现状问题、发展需求以及地区的资源禀赋，提出区域的道路交通发展理念：积极建设“无拥堵”机动化城市的同时，倡导“高效便捷”的绿色交通体系，并努力营造有一定地域特征和城

镇辨识度的特色交通设施和交通环境。研究进一步提出道路交通的发展目标：到2020年要实现城区干道平均车速在30km/h以上，公交平均运营速度在20km/h以上。

分解上述理念和目标，在道路交通设施的供给策略、道路交通设施和交通方式关系、交通方式之间衔接模式、道路的交通功能和环境功能融合、设施主体行动指南等方面形成如下战略原则和相关策略：

（1）对外交通强调“快捷”，而城区交通重在“便捷”

在南桥新城以及外围地区规划形成5条市区方向的连接通道，10条可以和大浦东直接联系的通道，并且保持东西两端和松江、金山以及临港新城开敞的接入条件。城区道路交通发展的首要策略为在构建完整方格网的基础上提高路网密度，特别是支路网密度（支路网的间距保持在200m左右），以促进道路交通的微循环和便捷性；其次则为增设跨河通道、增加和改善过A4高速的通道，以减少绕行和消除瓶颈。

（2）城区内实行因地制宜、差异化的交通平衡原则

鉴于老城区的道路窄小，路网密度较低，道路拓宽和新建的成本过高，可行性不大，因此，应以集约利用现有道路资源为主，适当发展路侧停车、老城小巴，并努力建立一些公共、独立的地下或机械式停车场。新城的土地资源相对充裕，除应前瞻性地考虑机动化迅猛增长的趋势之外，还应规划预留快速公交和有轨电车等现代公交体系的空间位置，充分考虑道路的红线宽度，适度提高土地开发项目的停车配建指标。

（3）机动化、公交化和慢行交通相益

对上海市域范围内的客运出行，鼓励P+R和B+R；对于南桥新城片区范围内的出行，鼓励B+R；对于南桥新城原老城区范围内的出行鼓励小巴+步行。

对于大型产业物流，过境重型货运通过绕城路线分流；入城的生活物流通过规范装卸车位，行车时间和路线进行规范管理。

（4）交通和生态、景观融合

积极探索有轨电车的规划和建设。结合河道水系两侧防汛通道，建设慢行网络。结合中央公园的详细设计，深入研究南桥新城内穿越中央公园的道路交通形式。建议融合地区景观特色对道路横断面的景观设计并加以提升，在颜色上可以融入海滨地区其他颜色要素，使得景观更加丰富多彩，宜采用多彩绿化、开放式绿化、通透式绿化，注重道路景观和两侧建筑立面的融合。

（5）主体部门协调

新城规划范围内的道路，从设施属性上来看，包括政府部门主导的城市道路、公路，也有开发区投资建设的工业区道路以及开发商代建的道路等，当前不同主体之间的规划、设计和建设协调较差。因此，有必要加强各部门综合协调，建立较为快速、灵敏以及顺畅的协调机制和平台。从交通体系的建设时序来看，近期以重大的道路交通基础设施为核心，以交通引导策略为主，远期则逐步转向交通改善和适应策略。从交通体系和土地利用开发体系的关系来看，应建立交通影响评估机制，从微观上确保道路交通的动态完善、持续改进。

3 结 语

南桥新城作为杭州湾北岸区域的新城之一，和其他的新城（如金山、南汇新城）在区位特点、现实问题以及发展需求上存在较多的相同点，南桥新城的道路交通战略对整个杭州湾北岸地区将有一定的借鉴意义。

参考文献

[1] 费希杰. 构建世界最大的城市连绵区——对长江三角洲未来发展的新构想［J］. 现代城市研究，2000（5）.

[2] 管楚度. 交通区位论及其应用［M］. 北京：人民交通出版社，2000.

[3] 孙建渊. 跨海交通通道与可持续发展［J］. 同济大学学报：社会科学版，1999（1）.

上海中心城绵延区公共交通发展政策研究——以江桥新市镇为例

陆　磊
（上海城市交通设计院，上海 200025）

摘　要：通过对上海中心城绵延区公交发展现状的剖析，找出问题和症结所在，结合上海公共交通发展目标和需求分析，明确未来发展方向，提出了符合中心城绵延区实际的公交发展政策。由此出发，对我国大都市近郊型新市镇的公交发展提供一定的借鉴和启示。

关键词：中心城绵延区；新市镇；公共交通；政策

1　时空背景

2006年初，上海城市交通管理体制改革后，形成了政企分开、区域差别化管理的新体制，城市交通行业管理部门主要运用法律法规、专业规划、标准规范以及公共资源配置调控等手段，强化对全行业的综合管理。区县政府交通行政部门在“两级政府、两级管理”后，成为区域内交通规划建设和行业管理的主体。

然而，城市的交通活动很多时候并不是以单纯的行政区划为边界的。交通行为更多的是以土地利用、人口岗位和经济联系为纽带的。中心城绵延区内大量近郊型新市镇，如江桥、唐镇、周浦、康桥、华漕、徐泾、浦江、顾村等，虽然在行政区划上隶属相关区县，但在交通出行和经济联系上更多的与中心城发生联系（见图1）。这种“公交需求面向中心城，行政区划隶属郊区”的现象使得许多新市镇在发展公交的过程中遇到了困惑，也对现有的公共交通管理体制和发展政策带来了问题。



图1　中心城与行政区划关系图

2 中心城绵延区公交发展现状及存在问题

2.1 人口导入较快，交通矛盾凸显

2001年批准的《上海市城市总体规划》确定到2020年，上海实际居住人口1600万人，其中中心城800万人。总规实施以来，人口总量一再突破规划预期，至2006年全市常住人口1815万人，人口总量达到1975万人，常住人口规模超过2020年规划目标的13%。

人口规模的不断扩大在中心城绵延区尤为明显，以江桥新市镇为例，其户籍人口仅有5.6万人，而登记人口却有17万人，总人口接近20万人。人口的激增使得交通需求，尤其是公交需求不断增长，供需矛盾凸显。以江桥镇为例，人均出行率为2.21次/日，接近中心城水平，而公交线网密度仅有国标规范的一半，公交需求矛盾较大，大部分线路高峰小时饱和度超过0.85，部分线路甚至达到超饱和状态。

2.2 公交线网发展滞后

中心城绵延区依托公路发展的、传统的郊区公交模式已明显滞后于城市化的需要，各项线网指标普遍落后。以江桥镇为例，既有公交线网已呈现出“线路长、密度低、高重复、低覆盖”的特征（见表1），难以适应乘客不断增长的多样化的公交出行需求。

表1 江桥镇公交线网指标汇总

指 标	江桥新市镇	阈 值
车辆拥有率	9.15辆/万人	9.3辆/万人（全市平均）
线路平均长度	25.2km/条	10.2km/条（市区）
线网密度	1.21km/km^2	边缘区2～2.5km/km^2（GB）
重复系数	4.3	2～3（经验）
平均站距	1410m	500～800m（GB）
站点500m覆盖率	49%	不小于90%（GB）

2.3 公交需求相对单一

通过调研，中心城绵延区公交需求以上班、上学等刚性出行为主，就医、购物等也有一定需求。客流主流向以市区方向为主，向心特征明显。以江桥为例，连接市区的公交线路客流量占总客流量的81%（见图2）。同时，客流峰谷特征较为明显，大部分线路高峰小时系数超过12%，方向不均衡系数均超过1.5。公交走廊普遍集中在向心道路上，集聚效应比较明显，这些通道和走廊未来有演化为大容量客运交通走廊的可能和条件。

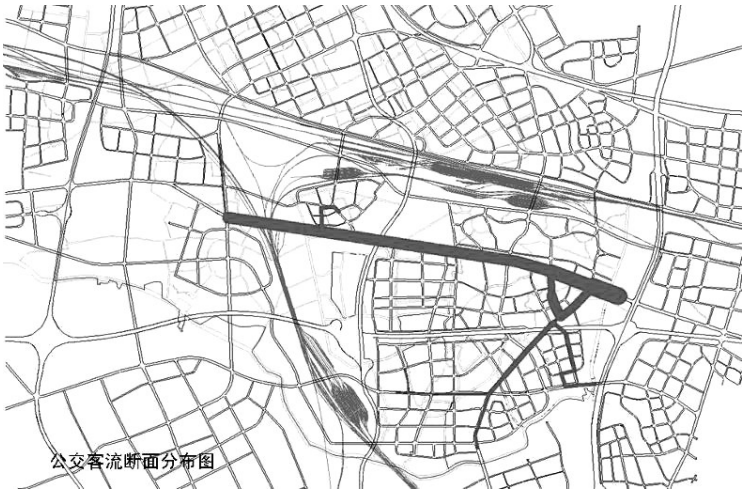


图2 江桥镇高峰小时公交客流量断面分布图

2.4 公交服务水平不高

中心城绵延区的公交服务水平普遍不高，主要体现在发车间隔长、服务时间短。以江桥为例，许多线路的发车间隔超过10min，甚至达到30min。同时，大量线路在20:00以前就停止运营（见图3），服务到22:00之后的线路只有1条。

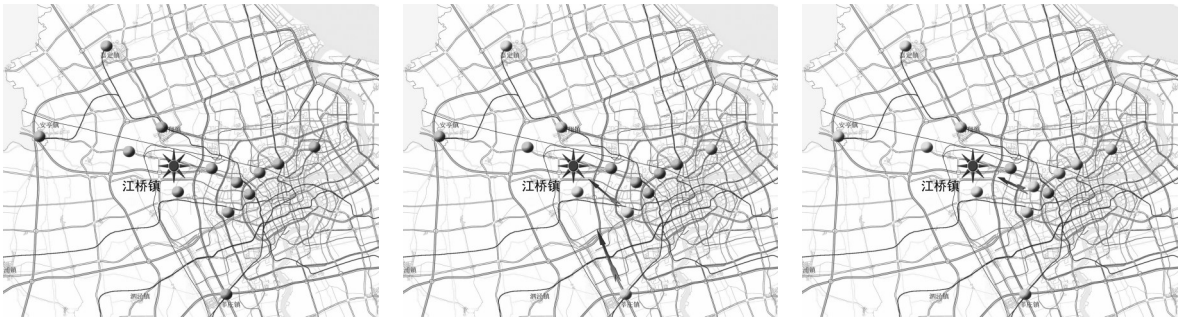


图3　公交营运时间分析图

3　公交发展目标及需求分析

3.1 公交需求分析

按照中央对上海的战略定位，上海将建成“四个中心”和社会主义现代化国际大都市，这对城市交通提出了新的和更高的要求，交通特征也将出现显著变化，表现为出行总量变大、出行距离变长、出行方式变多、出行质量提高等。到2020年，全市轨道交通客运量将达到1400万～1600万乘次/日，公共汽（电）车客运量将达到800万～1000万乘次/日，出租汽车客运量300万～400万乘次/日，全市公共交通出行比重从2007年的17%提高到30%。

中心城绵延区作为直接接受中心城辐射的地区，未来交通需求将有显著增长，其中公交需求和向心交通需求将有大幅上升。以江桥镇为例，远期2020年，常住人口出行率为2.57次/日，出行总量为48.2万次/日，公交（含地铁）出行比重上升至23%，公交出行量达到14.9万人次，公交出行主流向仍是中心城，向心交通出行量仍将占据55%以上（见图4），体现出与中心城的紧密联系。

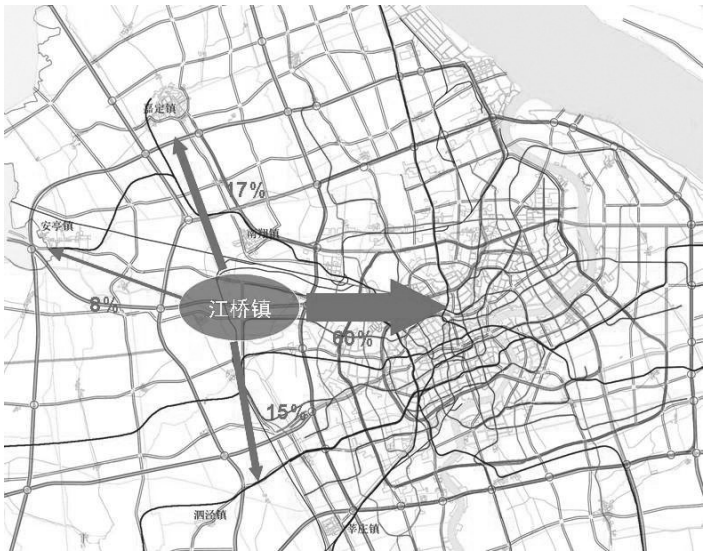


图4　江桥新市镇远期公交出行流向分析图

3.2 公交发展目标

未来上海将建设以轨道交通为骨干、公共汽（电）车为基础、出租车为补充的公共交通系统，调

整水上客运服务功能，加强中心城与郊区的公交联系，满足市郊通勤和生活出行需要。

中心城绵延区由于其特殊的区位，应加快公共交通基础设施建设和线网布设，优化市通郊线路，扶持区域公交，强化短驳公交，发挥轨道交通优势，全面改善出行条件，构建城乡一体化的公共交通体系。

4　中心城绵延区公交发展政策

4.1 城市交通政策

城市交通政策是在一定的城市交通战略指导之下，政府部门制定的用以指导、约束和协调城市交通行为的准则。它是建立在对现有交通问题的判断和未来交通发展目标的基础之上的，用以指导交通规划的总则，是解决交通问题、实现交通战略目标的手段和途径（见图5）。交通政策分为导向政策、经济政策和管理政策。

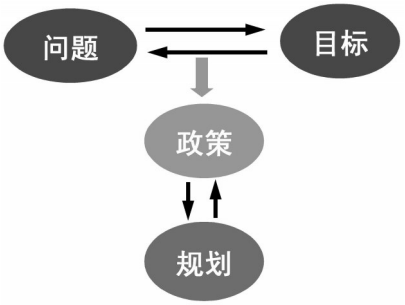


图5　交通政策概念图

4.2 公交发展的导向政策

4.2.1 构筑强有力的复合客运交通走廊

纵观国外大城市的成功之路，其成长、发展都是伴随着强有力的交通走廊而展开的，以城市轨道、市郊铁路、高等级公路组成的复合客运交通走廊成为了城市向外扩张的骨架，也有助于保持公交的绝对吸引力，使城市的发展建立在对公交的利用上。

中心城绵延区作为城市向外扩展和辐射的主要地区，在交通模式的选择上必须走公交优先、多模式协调发展的道路，至少实现在通勤交通上公交的绝对领先地位，而轨道交通可以成为构筑“复合客运交通走廊”的重要载体（见图6）。

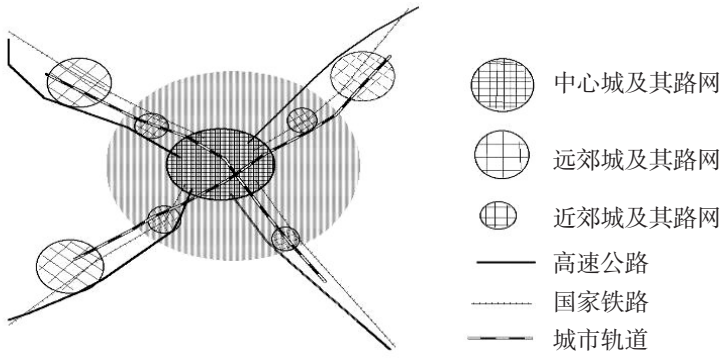


图6　复合客运交通走廊与城市发展概念图

4.2.2 引入TOD发展理念

TOD（TOD：Transit Oriented Development 公共交通引导城市发展）的理念起源于20世纪80年代，主张土地利用和城市公共交通系统相结合，促进城市向高密度、功能复合的形态发展。TOD模式

在国外有着良好的实践基础，比如斯德哥尔摩依托轨道交通发展新城，实现城市发展、土地利用、公共交通三者协调发展，成功表明在一个富裕的地区同样可以实现公共交通系统的发展。

对于中心城绵延区，尚处于大规模开发建设的初期阶段，适时引入TOD的发展理念对集约利用土地、鼓励公交模式有重要意义。在中心城绵延区的具体实践中，应以新一轮轨道交通开发建设为契机，以轨道站点和枢纽为中心，以利用公共交通为前提，进行高密度的商业、办工、住宅等综合性的复合和混合用途的高效率开发，充分发挥轨道交通、快速公交等的高效率、有效性以及环境上的优越性。TOD的地区开发需要确保轨道交通之间换乘无缝化，与其他各种交通方式之间也需要顺畅的换乘流线，在土地开发利用上应做到复合化。

在中心城绵延区实践TOD发展模式，当务之急是有关部门建立健全完善的配套政策。首先，提高交通规划的实施效力，加强规划的协调和反馈；第二，应加强土地控制力度，健全土地储备机制，必要时可回收轨道沿线土地的开发权，防止无序开发；第三，应加快城市建设投融资体制改革，发挥市场作用；第四，应建立灵活的规划奖励机制，通过容积率等激励措施吸引开发商投资公共设施；第五，应完善相关政策、法规和技术标准；最后，应加强规划的公众参与，集思广益，促进互动。

4.2.3 建立多层次的地面公交体系

中心城绵延区由于其特殊的区位和需求，使得公交线网发展必须建立在多层次和一体化的基础之上。

首先，在线网层次上，构建骨干线、区域线和驳运线的三级线网构架，遵循“分层布设、逐步成网”的原则，各司其职、高低搭配，形成完善的线网体系（见图7）。其中，骨干线主要服务于快速通勤需求，承担中、长距离出行，提高地面公交的可靠性和竞争力；区域线配合轨道交通和骨干线，构成地面公交的主体，主要承担中、短距离出行，保持公共交通的出行便利；驳运线采用灵活布线，提供便捷的短途接驳服务，起到减少步行距离、改善公交可达性的作用，承担镇区内、村—镇间的客流收集和轨道客流喂送接驳的作用。

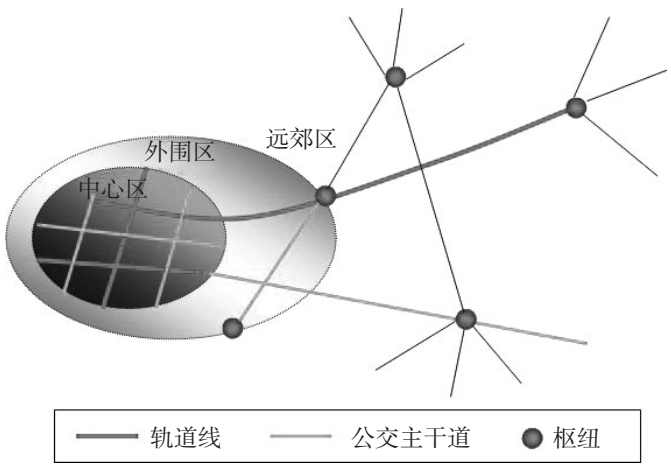


图7　多层次的公交系统示意图

其次，在规划导向上，规定“市通郊”线路必须按照全市统一规划进行梳理和优化调整，原则上应严格控制。对于区域性线路和短驳线路，包括区内公交、镇域公交和农村线路等，则应积极拓展线网，消除公交服务盲区，提高公交出行率，切实服务市民。

最后，在线网结构上，应采取“放射+短驳”的网络结构，形成“向心干线为主、跨区线路为辅、镇域公交驳运”的形态，合理分配三个线网层次的功能和特点，使其能发挥各自效用，最大限度地保证线网整体效率。

4.3 公交发展的经济政策

4.3.1 建立健全财政补贴机制

公共交通是关系到城市每一个人的公用事业，公益性特征明显。在企业盈利需求和市民出行需求产生矛盾时，政府必须站出来。目前中心城绵延区公交发展的重点是尽快梳理建设多层次的公交线网，其中定位为驳运线的镇域公交是最应该优先发展并且见效最快的。政府通过购买公共服务的形式，加大对公共交通的投入是解决当前中心城绵延地区公交瓶颈的基础。

以江桥镇为例，其镇域公交在车辆购置方面得到了区—镇两级政府的补贴；在日常运营中，线路交由嘉定客运统一规范运营，真正做到公益当先、服务于民、方便于民。

4.3.2 逐步完善票价体系

随着全市公交改革的不断深入，公交企业逐步回归国有，使得建立一套完善的、让利于民的票价体系成为可能。中心城绵延区由于出行距离较长，公交出行成本较高已成为公交的主要问题。

首先，在公交优惠换乘扩大至全市范围的基础上，研究以乘距为基础的票价体系进一步减少换乘费用。其次，应完善公交票价的定价机制，票价累进幅度应低于乘距的增长，使长距离出行能享受到比其他交通方式更为低廉的票价，增强公交吸引力。第三，应配合公交市场改革，进一步研究并实施常规线与专线、市区线与郊区线的票价并轨，进一步深化票制改革。

4.3.3 落实场站设施的用地与建设资金

首先，在规划上，应严格按照城乡规划法的要求，充分考虑公交等基础设施的需要，预留用地并进行黄线控制，一旦纳入黄线控制范围的公交用地不经法定程序不得随意调整。原则上，规划人口超过2万人的居住区，必须设置公交首末站，对于大型居住社区、配套商品房、限价房等住宅，公交设置标准应提高。首末站的选址、规模等必须与交通管理部门协商确定。

其次，公交场站设施的建设和维护应有政府专项资金作保障。对于采取TOD模式综合开发的大型枢纽，应将公交设施的建设要求纳入到规划条件中，并由开发商负责落实建设，政府部门把关审核；对于镇域公交、村镇公交的首末站等设施，原则上由各镇负责落实并建设，在场站建设完成前，不得投运线路；对于公交停车场、综合保养厂等大型公交基础设施，原则上应由市、区两级职能部门负责落实。

4.4 公交发展的管理政策

4.4.1 打破常规落实公交优先

首先，中心城绵延区地处市郊，大量公交线路运营在公路上，主要客运走廊往往也是重要的公路干线。这就需要市政、公安、交通部门打破常规，紧密合作。以江桥镇为例，曹安路作为国道干线又是嘉定区的公交客运主通道，往来的公交线路众多。为保证公交运行效率和交通安全，促进公交优先，在曹安路拓宽改造中，即引入了港湾式车站的建设，打破了传统的公路建设模式。其次，在公交专用道、BRT通道的规划上，应打破城市道路和公路的管理壁垒，以需求为导向，摒弃道路属性的差异，规划预留设置条件，为今后的公交发展积极预留条件。

4.4.2 推进公交市场经营格局优化调整

公交市场经营格局的调整将主要采取相对区域化运营的手段，结合行政区划和地域概念划分经营区域，郊区期望形成“一区一骨干”的经营格局。

对于中心城绵延区而言，实现公交市场经营格局调整后将带来相当积极的作用：首先，有助于公交线网优化推进计划的实施，对于构筑骨干、区域、驳运的“三级线网”格局，开辟镇域公交、村镇公交十分有利；其次，将大幅度减少客运干道上的公交复线，同时市民换乘轨道将更为便捷，轨道交通与地面公交的整体效率将得到提升；最后，推进“一区一骨干”的市场格局后，可加快郊区的公交发展，尽快实现村村通公交的规划目标，改善郊区公交出行条件，提升公交薄弱地区的公交服务水平。

4.4.3 探索以人为本的管理审批模式

随着“两级政府、两级管理”的推行，区县交通管理部门获得了更大的管理和审批权限，成为区域内交通规划建设和行业管理的主体。中心城绵延区由于其特殊的区位，造成市级交通管理部门和区级管理部门交叉管理的局面，需要有关部门以人性化管理为出发点，打破传统的地域概念和公交运营“地盘”的旧观念，始终围绕乘客需求，探索以人为本的线路管理和审批模式。

5 结 语

国内大城市大多为蔓延式发展，使得中心城绵延区的公共交通发展有着相当的特殊性。如以传统的眼光，单纯按照市区、郊区或者城市公交、公路客运的管理模式加以区别和操作是行不通的，必须以结合实际情况和未来发展趋势，实行符合中心城绵延区需要的公交发展政策。其中，公交发展的导向政策是核心，是必须坚持的理念；经济政策是基础，是成败的关键；管理政策则是方法，关系到公交服务水平最终达到的高度。

关于新城交通“公交优先、人车分流”的初步思考

孙新华
（上海市规划和资源管理局，上海 200003）

摘 要：建立“公交优先、人车分流”的交通体系是实现低碳、宜居、生态新城的重要途径。本文主要是从社区、城区、区域三个层面入手，对上海新城交通“公交优先、人车分流”的实施途径和相关措施作了初步思考。

关键词：公交优先；人车分流

建立“公交优先、人车分流”的交通体系是实现低碳、宜居、生态新城的重要途径。“公交优先”中的“公交”是与“个体交通”相对应，包括轨道交通、公共汽车交通等；个体交通包括小汽车、摩托车、自行车（电动车）和步行交通。“人车分流”包括机动车与非机动车分流、机动车与行人分流。新城交通问题主要分为“两大类、四个层面”。“两大类”是指对内交通和对外交通，“四个层面”是指对外交通的市域层面（新城到中心城的交通）和区域层面（新城到新市镇、中心村及其他新城的交通）、对内交通的城区层面（城区交通）和社区层面（社区交通）。

从理论上讲，“公交优先、人车分流”可以体现在新城交通的各个层面。但从实际来看，“公交优先”主要体现在新城对外交通的市域层面和区域层面，其中市域层面主要通过轨道交通解决，区域层面主要通过轨道交通和公共汽车交通解决。“人车分流”主要体现在城区层面和社区层面，其中城区交通主要考虑机动车与非机动车分流问题，社区交通主要考虑机动车与行人分流问题。

市域层面的轨道交通问题在《上海新城发展调研报告》中已详细论述，在此不再重述。下面主要从社区、城区、区域三个层面进行讨论。

1 社区层面

社区包含居民日常生活的各项基本功能，是居民出行最频繁的范围，面积一般2～4km^2，平均出行半径约1km，步行10～15min。在社区层面，是步行交通的优势范围，可以通过规划引导形成步行交通为主、自行车交通为辅的慢行交通组织方式。同时，社区层面既是小汽车交通的起点，也是小汽车交通的最终点，主要考虑机动车交通对慢行交通的影响，特别是对幼儿、小学生、老人活动的影响，可以通过“鱼骨状”路网，构筑“人车分流”的交通方式，沿慢行系统布置绿化、幼儿园、小学、敬老院和日常生活网点，形成环境优美、生活舒适、人车互不干扰的社区环境。

2 城区层面

新城城区范围一般为50～80km^2，平均出行半径4～6km，自行车（电动车）交通15～30min，是自行车（电动车）交通的优势范围，一般出行均可用自行车（电动车）解决。摩托车比自行车更为快捷，在城区范围也有更广泛的应用。同时，小汽车比自行车、摩托车更快捷、更舒适，而且上海阴雨天较多、郊区带货物出行比例较高，在经济条件允许的情况下，新城居民更可能选择小汽车出行。因此，城区层面是小汽车、摩托车、自行车（电动车）等个体交通竞争的主要范围，公共交通处于次要地位。规划要考虑通过增强自行车（电动车）、公共交通的吸引力，减少小汽车、摩托车的使用量。可以试点探索构筑独立的自行车（电动车）交通系统，联系城区的主要人流集散地，实现机动车与自行车（电动车）分流，并通过绿化、景观设计提高自行车道路的舒适性，增强自行车交通的吸引力。

同时，结合轨道交通走向，在城区范围内的人流集散主要节点设置轨道交通车站，完善自行车换乘功能，发挥轨道交通的支撑作用。

3 区域层面

郊区新城区域范围为500～600km^2，包括新城到新市镇、中心村及其他新城的交通，平均出行半径12～15km，因此区域层面是各种机动车（摩托车、公交车和小汽车）相互竞争的出行范围，经济条件好的居民会购买小汽车，经济条件不好的居民会选择公交车、摩托车。规划上主要考虑如何提高公交车的吸引力，减少小汽车、摩托车的出行量。一是完善公交线路规划。公交线路既要尽可能地连接到各个中心村、新市镇，也要尽可能连接城区内的各个主要人流集散点，提高公交车的可达性；二是完善运营机制。公交车运行尽可能建立定时定点的时间运行表，便于居民乘坐；三是提高运行效率。采用适于郊区特点、速度快的公交车辆，提高公交车的竞争力。

新城规划的主要目标是建立宜居城市、低碳城市和生态城市，建立“公交优先、人车分流”的交通体系就是要大力倡导公共交通和自行车、步行等慢性交通，尽可能减少小汽车、摩托车的使用量。为此，除了上述交通层面的措施外，还可以采取以下四种规划措施：一是通过功能融合，发展综合性社区，实现工作、居住、生活一体，从源头上减少机动车交通量；二是通过高密度开发，发展紧凑型城区，减少城市的出行距离；三是通过推进“三个集中”，发展集中化新农村，减少自然村和中心村数量（减少公交运行线路），提高公交运行效率；四是通过依托市域骨干轨道交通线路（联系中心城），发展区域性、短程化市郊铁路，联系周边新城和主要新市镇。

需要说明的是，关于新城交通“公交优先、人车分流”，除了以上各个方面，还有许多细节问题需要考虑，特别是在社区层面除了交通组织外，还需要良好的设计和人性化的各种公共设施和附属设施，才能真正促进“公交优先、人车分流”，形成宜人、舒适的城市环境。

高速铁路枢纽与城市空间发展研究——以天津高铁枢纽规划建设为例

艾伯亭[1] 李祚达[2] 范小勇[1] 刘 荣[2]
（1. 天津市城市规划设计研究院，天津 300201；2. 天津市城乡建设与交通委员会，天津 300201）

摘 要：现代城市的发展离不开轨道交通的发展，现代城市区域的发展离不开高速铁路的发展。高速铁路的发展是影响城市发展最为重要的一个变革因素。国家层面的高速铁路专项规划与城市规划有机有效衔接对落实国家要求与协调高速铁路枢纽建设具有重要意义。本文结合天津城市空间发展战略和高速铁路规划建设，研究高速铁路枢纽对天津城市空间的影响。

关键词：高速铁路；城市空间；天津高速铁路枢纽规划

1 研究背景

在我国，一般将高速铁路又分为高速铁路和城际铁路，其中高铁是联系区域与区域之间的国家级干线交通，城际铁路一般是联系区域内中心城市之间的铁路。由于我国高铁和城际运行速度一般都在200km/h以上，根据UIC（国际铁道联盟）的定义，高速铁路是指营运速率达每小时200km的铁路系统。因此，本文中将联系区域与区域之间的国家级干线交通和联系区域内中心城市之间的城际铁路统一称为高速铁路（简称为高铁）。

2004年1月国家《中长期铁路网规划》经国务院审议通过，标志着我国高速铁路时代的来临。其规划至2020年实现“四纵四横”铁路快速客运通道以及三个城际快速客运系统的建设完成。建设客运专线1.2×10^4 km以上，客运速度目标值达每小时200km及以上。在中国高速铁路网规划中，又确定了高速铁路建设的近中期目标和远期目标：近期实现“五纵六横八连线（568网）”；远期实现“8纵15横26连线（81526网）”。由此可以看出，未来30年将是我国高速铁路发展的重要时期。

高铁建设不仅关系国家区域发展战略与交通发展规划的落实，同时对高铁枢纽所在城市的功能提升、产业发展、地区开发、交通建设等也具有十分重要影响。做好高速铁路枢纽选址、功能定位等规划建设，充分发挥高铁枢纽提升城市区域职能，引导城市空间布局，促进产业与交通发展和地区开发建设，是城市规划工作中需要解决的重要问题，对促进国家高速铁路规划与城市规划有机有效衔接具有重要意义。因此，研究高速铁路建设对城市带来的影响及规划对策，对高速铁路枢纽规划与实践具有重要意义。

2 高速铁路与城市发展

2.1 交通方式变革与城市发展

自18世纪以来，交通技术的不断革新带来了交通运输方式的变革，交通运输方式经历了水运时代、铁路时代、公路时代、高速公路时代，现在已经进入综合运输时代。每一次运输方式的变革都带来城市形态和区域城镇群体空间布局的不断变化，促使城市不断轴向拓展、圈层扩展，并逐步形成多中心城市，最后进入区域城市化发展阶段，在自然、区位和经济基础较好的地区形成发达的大都市连绵区（如表1）。

表1　不同时期交通技术与城市发展

年代	水运交通技术	公路交通技术	铁路交通技术	航空交通技术	主要交通方式	城市密度	城市类型
2000	集装箱 超级油船	氢气汽车 电动汽车	磁悬浮 高速铁路	巨型飞机 喷气飞机	综合运输时期	混合	城市群体
1950	飞艇 大型船舶	公路 公共汽车 卡车		直升机	高速公路时期	松散	普遍郊区化 多中心化
1900	定班轮船	小汽车 自行车	导向轮轨 地铁	飞艇 气球	公路运输时期	紧凑	圈状蔓延 沿铁路拓展
1800	码头	马车	铁路		步行马车时期	紧凑	沿河城市 河口城市

资料来源：徐巨洲，探索城市发展与经济长波的关系，《城市规划》1997（5）。

2.2 日本新干线建设与城市发展

以东海道线为例，新干线建设对沿线城市的人口、土地价格、城市布局都带来了影响。对比1960年至1985年东海道新干线对建设前后、设站地区与不设站地区的经济发展，说明新干线建设对当地城市的影响是显著不同的（见表2）。统计分析显示，从人口影响看，东海道线建设给当地城市带来人口增加约22%，从就业岗位看，零售、工业、建筑、仓储业增加16%~34%，信息部门就业岗位增加约22%；从土地价格看，平均增长67%；从城市布局看，仓储更加集中位于中心城市，零售业布局集中度与车站距离成反比。

从东海道沿线四个县的人口变动来看（图1），静冈县人口自1965年高铁通车后吸引周边人口，并向东京与名古屋都市圈输入人口明显。冈山县自1975年通高铁后吸引大阪都市圈人口，同时向东京圈输入人口。静冈位于两大都市圈之间，人口聚集不如冈山。栃木自1990年高铁通车后不仅吸引周边人口，而且吸引东京都市圈人口，原因在于新干线吸引力增加和房地产价格上涨。长野由于新干线建设推迟，一直以来没有显著人口变动。

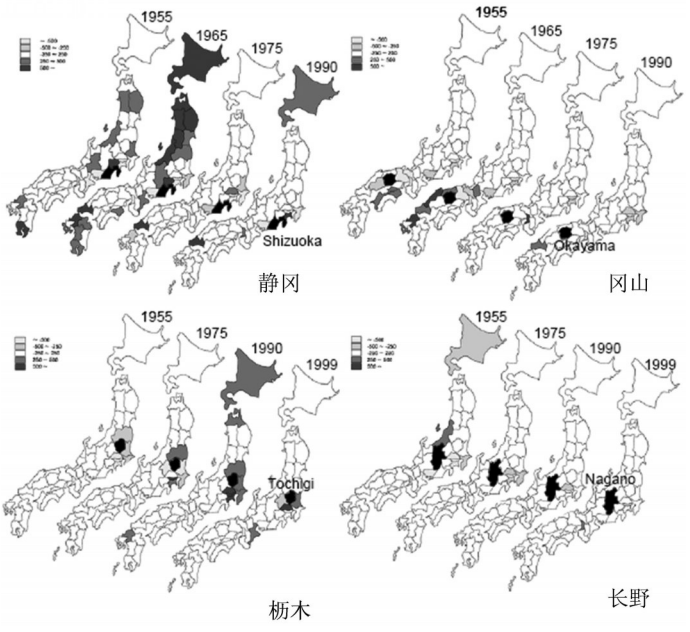


图1　日本东海道新干线沿线四县人口变动（1955—1999）

日本新干线对城市经济有着很多不同的影响，包括建造期间（短期）建造费用的溢出效应，引入私人投资：附近的高尔夫球场和其他娱乐设施不断吸引大量游客的到来，为了提供食宿便利，城市酒店和商业酒店集中建设在车站周围。沿线地区新工业和企事业的进入创造了新的就业机会，新干线对当地的经济的发展作出了很大的贡献。

据统计，东京都市区商业中心的320个商业中心中，营业面积大于10000m²、年营业额大于100亿日元的商业中心（即1～3级商业中心）共有99个，其中95个紧邻JR线、地铁或私铁的车站。发达的轨道交通网同时还带动了轨道交通线周边旅游业的发展。一到周日人们经常乘坐便捷的交通工具到滨海或郊区旅游。以前的长假期模式已经改变，让位于时间更短、频率更高的旅行，而且这一趋势不会逆转。1995年，短期停留比在4晚以上的长期停留高出了18%。

从高铁对人力资本的积累方面来看，按照经济学家卢卡斯的人力资本理论，其减少了对人工作和再学习的影响，这间接促进了人力资本的再生产。以新干线为例，如果将全部乘客的85%从普通铁路线转到新干线，按新干线和普通线规定时间差计算每年节约的时间约为4亿小时，凸显高铁对城市经济发展的促进。

表2 东海道线对车站枢纽地区影响统计分析（1960—1985）

Index	Annual increase					
	Pre-Shinkansen			Post-Shinkansen		
	（A1）With station	（B1）With station	（C1）A1/B1	（A2）With station	（B2）With station	（C2）A1/B1
Population	2.64	3.39	0.78	1.88	1.55	1.22
Retail	10.10	13.50	0.75	9.96	8.58	1.16
Wholesale	12.90	20.80	0.62	11.63	8.70	1.34
Industrial	13.70	14.20	0.97	9.48	7.81	1.21
Construction	13.80	14.90	0.93	8.01	6.37	1.26

3 高速铁路枢纽规划建设对天津城市空间的影响

3.1 京津城际开通运营对天津城市发展的影响

2008年，京津城际铁路的开通运营拉开了天津铁路高速化时代的序幕，高速铁路客运以其卓越的高效性、稳定性及舒适性必将成为新时代客运交通体系中的重要角色。京津城际开通一年来，对京津两地城市带来了显著的影响。根据有关部门调查统计，开通一年来，交通影响方面，运送旅客达1870万人次，京津间的总体客流比开通前增长86%；旅游与文化方面，博物馆、纪念馆中由北京来津团体观众占90%，比高铁开通前增加了30%，剧场迎来观众人数超千万，比京津城际高铁开通前增长了20%。外地到津旅游者消费超过750亿元，城际高铁对2008年旅游增长的贡献率为35%。其中，古文化街日客流量达5万～6万人次，节假日达15万～16万人次，比京津城际开通前增长了15%。商业方面，天津10家“狗不理”的营业额都增加了20%以上；房地产方面，天津的房地产成交额中，30%是由外地人购买，北京购房者就占其中的50%。

3.2 环渤海地区高速铁路规划与天津高速铁路枢纽布局规划

按照环渤海地区城际高速铁路规划蓝图，将建设以北京为中心，以京津为主轴，以石家庄、秦皇岛为两翼的城际轨道交通网络，覆盖京津冀地区的主要城市，基本形成以北京、天津为中心的“两小时交通圈”。到2020年京津冀地区城际轨道交通总里程达到710km，主要技术装备达到国际先进水平。

根据《天津市城市总体规划（2006—2020）》和《天津市综合交通规划（2008—2020）》，天津未

来的高速铁路系统将形成由京沪高速铁路、津秦客运专线及津保高速铁路构筑的“十”字形线网构架；城际铁路系统将形成由京津城际铁路、环渤海城际铁路构筑的“T”字形线网构架。时速超过300km/h的客运铁路系统将进一步提升天津的交通枢纽地位，对促进和带动天津的经济发展起到不可替代的作用。

3.3 高铁枢纽规划布局对天津城市空间的影响及对策研究

3.3.1 形成“多核双中心”网络结构

京津冀地区高铁布局呈网络“十”字形结构，在满足中心大城市之间的物资、能源、信息资源交流的同时，也加强了中小城市之间的资源交流。在整个京津冀区域一体化发展的条件下，由冀中南所处的区域位置以及其经历的动态发展历程来看，由交通落后导致的区域经济落后是显而易见的。因此，建立新的高铁网络空间格局推动的不仅仅是北京、天津的发展，也更进一步提升了冀中南区域地位，促进京津冀一体化有序发展。

京津冀地区的城市空间结构在有序的高铁网络结构引导下，将由原有的北京和天津地区中心构成的双中心结构演变成多核双中心网络结构（图2）。

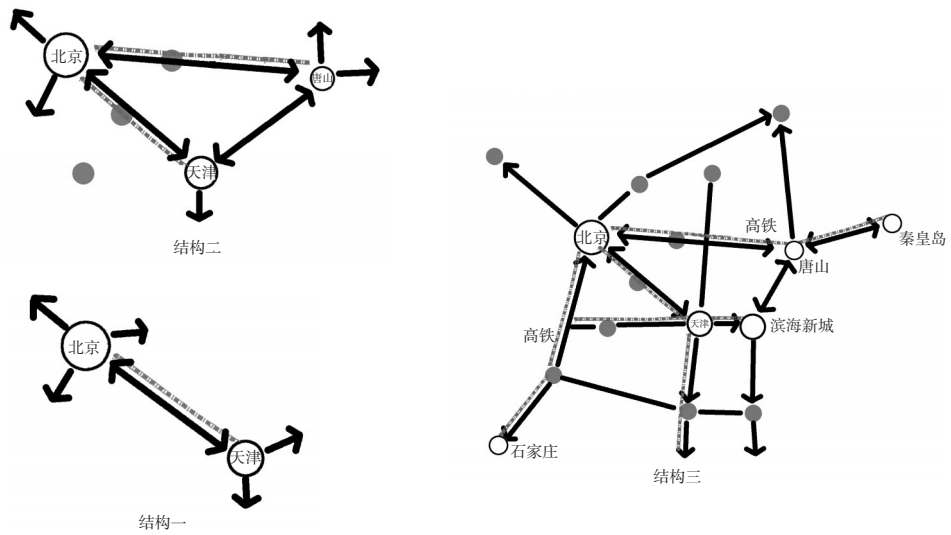


图2　京津冀地区城市结构演进模式

3.3.2 强化双心多轴区域发展轴

良好的交通条件能推动城市群体的有序发展，而城市群的发展又需要引入更合理的交通网络结构，两者之间相辅相成，形成良性的“推力”和“引力”循环。

京津冀地区以北京、天津两城构成区域的两心，促进两心交流发展，打造区域主轴——京滨综合发展轴。同时，利用大都市中心城区与次级城市的空间关系构成区域的发展次轴——西部城镇发展带和东部滨海发展带，与此同时，各城市利用高效的高速铁路组成合理的城市空间网络，促进整个京津冀都市连绵区的协调发展。在整个京津冀空间发展战略模式中，强调以北京、天津城市中心城区为核心的圈层式布局，形成1～2小时城市通勤圈，加强城市之间的物质产业交流，并结合有效的城市核心点构成整个京津冀区域发展轴，带动京津冀地区的发展。

3.3.3 “双十字”高铁网络增强对天津“双城”战略的支撑

按照《天津市空间发展战略（2008—2020）》，双城是指中心城区和滨海新区核心区，是天津城市功能的核心载体。而滨海新区核心区在新的高铁枢纽引导下，通过集聚先进生产要素，实现城市功能的跨越，成为服务和带动区域发展新的经济增长极。新的高铁双十字网络结构通过支撑“双城”战略，加快滨海新区核心区建设，与中心城区分工协作、功能互补，实现市域空间组织主体由“主副中

心”向“双中心”结构转换，构成双城发展的城市格局，促进北方经济中心建设。

3.3.4 推动京津两地构建互补的广义CBD发展格局

从日本新干线高铁看京津高铁线路对城市空间结构的影响，无论是山手线上的一核七心结构，还是如今京滨产业链结构，其发展趋势都是建立在高铁交通的廊道效应上。同时，城市高铁枢纽对城市CBD的驱动效应也不仅仅是局限在城市内部结构，其产生的廊道效应也加快了城市之间CBD的交流，形成广义CBD，加强了区域性的城市空间经济结构交流。

京津高铁线网的发展，结合北京南城高铁枢纽、天津中心城区高铁枢纽以及滨海新城高铁枢纽，打造了以点带线的高铁经济廊道，在高效的高铁交通引导下，缩短的城市时空距离使得北京南城CBD、天津小白楼CBD、滨海新城CBD，发展成区域意义上的广义CBD（图3）。

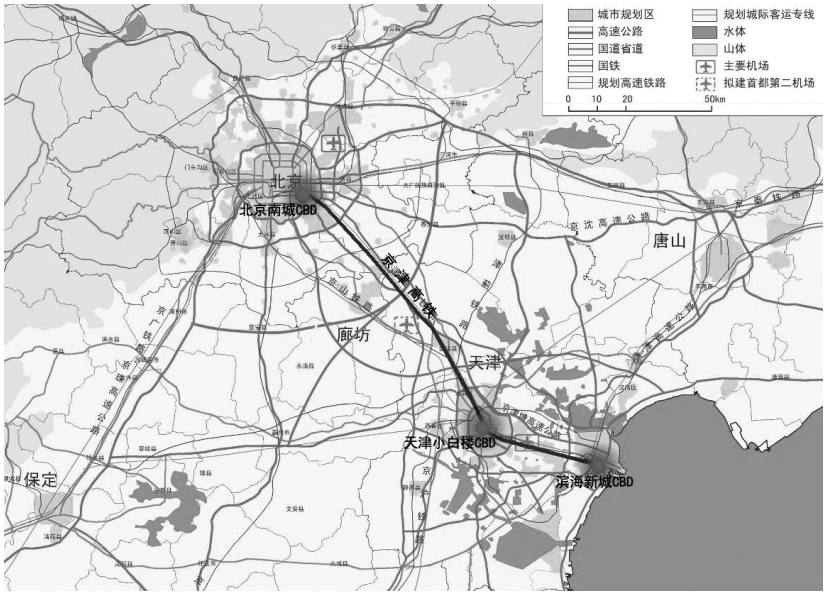


图3　京津发展广义CBD战略示意图

3.3.5 引导“高铁”+“机场”的新交通模式

根据我国城际高速铁路的建设规划，我国三大经济区已经开始考虑机场与城际高速铁路的衔接和接驳。如在珠江三角洲，规划中的广深轮轨高速线便始于广州市地铁2号线和4号线的衔接点琵洲站，经广州新城区石基、虎门，而串接深圳宝安国际机场，并延伸至深圳市皇岗口岸，衔接香港西部铁路落马洲站。在长江三角洲，上海浦东机场与杭州市之间采用磁悬浮铁路相连的构想已经提出。京津之间也拟建实现首都机场与天津机场相互直达的城际高速铁路。这类组合模式将借助于经济区内的高速轨道交通，使机场的服务半径有可能拓展至覆盖整个经济区内，该模式适宜于中短距离的城际地面高速交通联系。

“高铁”+“机场”的新交通模式是跨经济区城际交通发展的最高形式，在这类组合模式中，枢纽机场自身拥有完善枢纽航线结构，并成为高速铁路网中的重要中间站或始发站。这种“两高”组合模式具有明显的优势，即高速铁路网和航空运输之间的联运可实现跨经济区之间，或经济区内所有的长途或中短途的高速城际旅客运输，并可以由铁路部门提供直达机场的检票和行李检查服务。这方面欧洲国家已有成功先例，如法国的戴高乐机场和德国的法兰克福机场分别引进了TGV高速列车和ICE高速列车，使机场与全国高速铁路网实现联运。目前我国还没有机场与高速铁路衔接的实例，但在环渤海地区，天津滨海高铁枢纽则是最有条件和最有可能成为京津城际客运专线与滨海国际机场交汇的综合交通枢纽点（图4）。



图4　京津城际与滨海国际机场联动模式示意图

3.3.6 塑造新的城市门户

高铁枢纽地区毫无疑问将担负起与其他城市联系的门户作用。作为城市重要的门户地区，同时又是城市未来大规模建设与改造的重点区域，形象与审美展示成为高铁与城际枢纽地区的重要功能之一。随着京津城际高铁枢纽引入滨海新区于家堡金融商务区、沪高铁枢纽、津秦高铁枢纽进入西站城市副中心，于家堡中心商务区和天津西站地区城市副中心将成为天津新的增长极核，共同展示天津城市门户新形象（图5、图6）。



图5　天津西站枢纽规划效果图



图6　滨海于家堡地区规划效果图

参考文献

[1] 吴良镛. 京津冀地区城乡空间发展规划研究［M］. 北京：清华大学出版社，2002.

[2] 天津市空间发展战略［R］. 天津：天津市规划设计研究院，2008.

[3] 天津市市域综合交通规划［R］. 天津：天津市规划设计研究院，2008.

[4] 高速铁路枢纽对天津城市空间结构影响研究［R］. 天津：天津市规划设计研究院，2008.

[5] Kingsley E Haynes.Labor Markets and Regional Transportation Improvements：the Case of High-speed Trains［J］. Regional Science，1997，2：69-70.

[6] Knaap G J，Ding C，Hopkins L D. Do Plans Matter?The Effect of Light Rail Plans on Lans Values in Station Area［J］. Journal of Planning Education and Research，2001，21（1）：32-39.

[7] Hennerberry J. Transport Investment and House Prices［J］. Journal of Property Valuation and Investment，1998，16（2）：144-158.

铁路、航空、轨道交通与常规公交协调发展、管理运营与衔接策略

大众运输场站BOT模式办理之探讨——以台北转运站为例

杨金树[1]　柯献志[1]　郑佳良[2]　刘建邦[2]
（1. 台北市交通局，台湾；2. 台北市公共运输处，台湾）

摘　要：台北转运站BOT开发案所处点位特殊，增加其规划复杂度与施工困难度，除须实时分析未来营运系统功能，多种业态接口亦须逐项检视确认，方可确保未来营运时各业态接口营运井然有序。经各相关管理机关人力及得标经营团队全力投入下，台北转运站于2009年8月19日正式呈现于民众面前，其整体开发将加速台北车站特定专用区都市更新计划，达成东西轴线翻转之目的，并为管理部门带来财务效益。

关键词：BOT；台北转运站；交九；台北车站特定专用区

1　引　言

台北市本为台湾地区重要的政治与经济中心。台北市西区在历史上虽为台北市最早发展的区域，但早年之规划不敷现代生活所需，且因都市发展重心东移，台北市西区逐渐显露残破的景观。重建台北车站特定专用区，为台北市都市发展的急务，更为台湾推动都市更新的重要指标之一。

交九用地位居台北车站特定专用区的关键地段，本案开发完成后，即可提供新的长途客运转运站用地。因此，在“行政院”都市更新方案中，一向被视为台北车站特定专用区开发的先锋计划，裁示必须尽速推动，以利台北车站特定专用区之再开发。然而，因为交九用地所涉土地管理机关，跨越“中央”与地方层级，协调整合困难，经过多年的努力，始协商达成初步结论，并由“台北市政府”担任本案之主办机关，依促进民间参与公共建设法、大众捷运法等相关规定，办理本计划招商议约等事项。

2　规划缘起

“行政院”于1999年3月核定台北车站特定专用区交九用地开发办理原则，“行政院”经济建设委员会遂召开研商台北车站特定区交九用地开发执行有关事宜会议，决议依核定之都市更新方案及台北车站特定专用区交九用地开发办理原则继续办理后续推动工作，并请“台北市政府”考虑担任本案之主办机关。该会并于2000年2月委托财团法人都市更新研究发展基金会办理招商前置作业。

“行政院”于2000年7月核颁台北车站特定专用区交九用地开发办理原则（修正本）及“行政院”经建会台北车站特定专用区交九用地开发小组设置要点（修正本），依核颁之开发办理原则，本案以促参法之精神采BOT方式开发，并依大众捷运法及捷运土地联合开发办法规定规划，由得标投资人自行筹款开发营运；另招标文件亦经“行政院”经建会台北车站特定专用区交九用地开发小组审查通过后，再交由“台北市政府”主办招商、订约及发包等后续开发及营运有关事宜。

3　招商、议约过程及兴建内容

3.1 招商过程

自2001年12月首次招标，经二次流标后，至2003年7月第3次招标，仅日胜生活科技股份有限公司一家投标，并于2003年12月经甄审委员会评审同意日胜生公司为最优先议约权投标人。

历经2次招标流标后，“台北市政府”为检讨流标原因及研拟第3次招标条件，经比较市府转运站

（“台北市政府”另一BOT转运站，预计2010年7月启用营运）开发条件后，遂于2003年4月邀请相关单位，与甄审委员会专家学者等召开交九开发案第2次流标检讨与第3次招标条件调整研讨会，并邀请购标厂商及相关单位召开交九用地开发案第2次流标检讨与第3次招标条件调整座谈会，会中多数厂商与会代表均就土地允许使用项目提出建议，会议结论为由捷运局整理后提报检讨，主要结论：（1）土地分区使用项目除保有长途客运转运站功能外，其余使用项目为促进投资应尽量放宽；（2）转运站月台数可否减少，再检讨评估，作为转运站设置月台数依据；（3）相关应付“政府”价金检讨调降；（4）部分应付“政府”价金付款时间可予延后。

台北市捷运工程局经汇整包括交九开发案第2次流标检讨与第3次招标条件调整研讨会、交九用地开发案第2次流标检讨与第3次招标条件调整座谈会等所有讨论结果，初拟第3次招标条件调整建议数据，提请交九开发案第4次甄审委员会议讨论，经讨论同意所提调整建议案，并报请“行政院”同意，其中有关转运站月台数调整建议为转运站月台数由54席调整为上下车月台32席，备用月台16席。

3.2 议约过程

议约作业依台北市捷运工程局签报“台北市政府”核准之议约作业程序办理。依议约作业程序所附议约起始会议数据之议约作业方式，双方应指定核心人员为会议代表，先会同双方咨询律师、顾问团队以及相关议题权责机关人员，于议约作业会议前，对各项议题进行细节讨论及协商，遇案并由双方相关人员列席说明。双方核心人员会议工作摘要记录系当场作成并由双方参与人员当场签署或于下次会议时先由双方确认，以作为双方内部后续办理及双方主谈人对相关议题结论之参考。经核心人员会议讨论达到初步共识者，其结果即函请相关机关同意，再提双方主谈人议约作业会议讨论确定，唯最后结论乃以签约当事人之甲方（包含3个分属“中央”与地方之签约机关）各自完成行政程序者为准。甲乙双方议约结论并报经甄审委员会议、经济建设委员会交九开发小组会议讨论确认。

2003年12月24日由“台北市政府”函知投标人综合评审结果入选，为最优先议约权投标人，并以2003年12月25日为议约起始日，自2004年1月起至2004年12月止共召开12次议约（主谈人）会议及50次核心人员会议，于2004年12月27日“台北市政府”、“交通部”台湾铁路管理局及台北市捷运工程局三方与由日胜生活科技股份公司为发起人成立的特许公司万达通实业股份有限公司林董事长共同签署开发经营契约。

3.3 兴建内容

依据招标文件之台北市都市计划说明书《拟（修）定台北车站特定专用区细部计划案》、都市计划与建筑相关法规、环境影响评估法、消防法、大众捷运法等之规定以及《甄选投资人开发暨营运台北车站特定专用区交九用地技术规范书》之规范，投资人于投标文件、建照申请及建照核准之兴建内容为地下6层、地上18层（5楼以上分7栋）之复合式大楼，包括：（1）台北转运站（共48席月台，11家“国道”客运业者进驻）；（2）购物商场（9家主题餐厅，近400间店家）；（3）影城（共9个放映厅，总座位数约1700个）；（4）旅馆（共286间商务客房）；（5）住宅（总户数为728户）；（6）办公室（大、小办公室236户）；（7）停车场（机车位1032席，汽车位946席）。

4 营运阶段–台北转运站营运前完成事项

4.1“国道”客运进驻路线调整

以原“国道”客运台北总站（D1临时站）既有进驻之48条路线进行规划，并考虑台北转运站之容量及分散周边道路交通负荷，兼顾站内上下客之服务需求及大台北都会区一日生活圈（含桃园以北）；并依现况核定进出本市境内各交流道及动线，以调整后动线直截不过度弯绕及分散进出站动线流量等原则。基于此规划原则，转运站启用营运后，桃园（不含）地区以南38条路线进入台北转运站，桃园（含）地区以北10条路线则进驻台北西站A栋。

4.2 周边道路交通管制措施

4.2.1 承德路交通管制措施

（1）提供承德路于华阴街口北往南左转专用时相，并调整号志时制。

（2）承德路（长安西路至华阴街）北往南方向内侧车道设置大客车左转专用道。

（3）分散进站车辆之动线，不限仅由承德路华阴街口北往南方向进场，部分营运路线可自承德路南往北方向右转进入，以降低对邻近路口交通冲击，并维持车辆进出站顺畅。

4.2.2 市民大道高架道路管制措施

（1）匝道入口至并入主线车道止之汇流长度延伸180m，提供更多大客车缓冲空间与加速时间。

（2）主线行车速限配合于匝道出口前降至每小时50km。

（3）于匝道出口前300m提前设置相关警示设施，以提醒用路人注意该路段速限变化及注意行车安全。

（4）转运站衔接市民高架匝道增设触动式黄色警示灯，维护大客车出站安全。

（5）市民高架道路每日下午尖峰时间车流量大，台北转运站开始营运后，配合采用调整平面道路各路口之号志时差，以因应道路车流服务。

4.2.3 核定转运站月台暨售票柜台设施租金费率作业

（1）台北市于2008年9月17日公告台北市客运转运站费率审核作业要点，依该要点第三点之规定程序，由台北市公共运输处完成初核，送台北市交通局复核后，召开客运转运站费率审查会议审核，再依该要点第八点经费率审查会议审核通过后，签报“台北市政府”核定。

（2）台北转运站经营管理业者万达通实业股份有限公司于2008年9月提送交九转运站设施租金费率方案予台北市公运处，台北市交通局于2009年1月召开台北转运站费率审查会议审核，“台北市政府”于2009年3月3日核定台北转运站设施租金费率。核定金额日间时段（5—24时），每席月台每月188424元新台币；夜间时段（0—5时），每席月台每月64221元新台币，每席各月台费用依所在楼层及区位不同，亦有所差异（每席月台每月租金费率：77133~315195元新台币），售票窗口收费为每席月台每月2854元新台币。

管理部门协助本案经营管理业者办理试运转作业、压力测试、设施查验、整合测试、转运站经营管理议定及倡导迁站配套计划。另为维持试营运初期之运转顺畅与安全，并能迅速针对突发状况进行应变，台北市交通局并于营运初期与相关单位成立紧急应变中心。

5　台北转运站服务优势

24h服务台服务人员，服务不打烊；明亮舒适候车大厅；24h行控中心（RFID监控业者车辆状态）；先进乘客搭车信息；24h拖吊车服务（特制短轴拖吊车常驻转运站内）。

6　交九BOT开发案对“政府”部门之效益

交九BOT开发于“台北市政府”均未出资之情形下，“政府”机关尚可获得下列财务效益：建物之兴建费用约109亿元新台币；开发权利金约11亿8900万元新台币；联合开发奖励权益金约1亿2800万元新台币；营运权利金于正式营运后5a间至少3750万元新台币、第6年起则按信托营运所得金额之千分之六缴交；土地租金于兴建期约600万元新台币、营运期每年平均约5200万元新台币（土地租金于兴建期为当地土地公告地价之1.05%，营运期为当地土地公告地价之3%），50a合计约25亿元新台币；完工启用后每年房屋税收约6300万元新台币、营业税收约7900万元新台币，两项合计45a共约64亿元新台币。上述金额总计预期可超过200亿元新台币。

7 结 语

本案历经3a招标与议约成功、4年半时间之工程设计与施工，期间在各相关部门全力协助及特许公司的努力下，已于2009年7月24日完工取得使用执照。

台北转运站自2009年8月19日试营运迄今，已届满9个月，各客运业者所属驾驶员及服务人员已熟悉站内软硬件设施及车辆动线，乘客亦已了解进出动线，运转情况日趋顺畅。

现交九开发案各类业种皆已启用营运，“台北市政府”已责成所属单位持续监测站内运作及站外周边交通状况，并将定期办理本案营运期间之绩效评估，借以督促业者办理各项改进作为，提供优质之乘车服务。

CFD在深圳地铁5号线环控系统设计中的应用

那艳玲
（铁道第三勘察设计院集团有限公司，沈阳 110013 ）

摘　要：地铁环控通风系统的任务是提供适宜的温度、湿度标准，在正常运行期间为地铁乘客提供舒适的环境，以及在紧急情况下能够迅速疏散乘客并尽可能减少损失。不同城市的气候条件、室外温湿度差异很大，因此选用何种环控方案，应根据客观条件、工程造价、运行效果等方面综合分析。本文结合深圳地铁五号线环控系统的设计情况，以典型车站大浪站为研究对象，建立了地铁车站的物理模型和数学模型，根据设计条件确定模型的边界条件，分别对地铁车站正常工况和火灾工况进行了模拟分析，对设计条件下的温度场和气流场进行了分析，验证了设计的正确性。

关键词：地铁环控；CFD；气流分布；温度场；火灾

1　概　述

对于地铁环控设计，会有多种可选方案，可用计算机模拟对多种方案进行优化。对于我国正在筹建的地铁系统，运营后的气流场与温度场无法进行现场测试，而通过常规的SES计算和车站负荷分析方法而进行的环控系统设计，无法详细描述设计条件下的温度场和气流场分布状况。通过CFD模拟不仅可以对地铁环控系统运行的实际效果进行预测，同时还可以为建设方提供准确适宜的设计方案，从而确定适宜的方案措施及系统的运行模式，保证地铁的运营和事故状态下的应急措施。

深圳市地铁5号线线路起点始于前海湾站，终点止于黄贝岭站，新建线路正线全长40.933km，设26座车站，其中，地下站25座、高架站1座，新设塘朗车辆段、上水径停车场。环控系统设计分析范围为上述25座地下车站及相关区间配线的通风空调系统、防排烟系统设计。

本文选取深圳地铁五号线工程的大浪站，作为流场分析的典型车站，利用CFD仿真模拟软件对该站进行车站温度场、气流场的CFD仿真模拟。根据实际车站的尺寸、送排风情况进行建模，通过三维计算流体模拟软件进行模拟，该软件是建立在流体力学公式基础上的软件，并通过计算机实现三维可视化的效果，最终得出我们关心的结果。通过地下车站公共区的温度场和速度场的模拟与分析，以及站厅和站台火灾进行了仿真模拟和分析，验证了设计的正确性。

2　边界条件的选取

2.1 室外空气计算温湿度参数[1, 2]

根据深圳的气候条件，大浪站夏季晚高峰小时时室外空气空调计算参数：

2.1.1 室外计算参数

（1）车站公共区

夏季空调计算干球温度t=33℃，

夏季空调计算相对湿度Φ=75%，

夏季通风计算温度t=31℃，

冬季通风计算温度t=15℃。

（2）设备及管理用房

夏季空调室外计算干球温度t=34℃，

相对湿度Φ=75%；

夏季通风计算温度t=31℃。

2.1.2 室内计算参数

（1）站厅公共区设计标准

夏季空调干球温度t=30℃，

相对湿度Φ=45%～65%。

（2）站台公共区设计标准

夏季空调干球温度t=28℃，

相对湿度Φ=45%～65%。

2.2 大浪站设计冷负荷

大浪站公共区计算冷量为639.96kW，车站冷负荷是对车站的温度场和气流场进行数值计算的必要边界条件。表1是大浪站的冷负荷分析表。站厅计算风量为49345m³/h，站台计算风量为42086m³/h，合计91431m³/h。空调最小新风量为27000m³/h，空调季回风量为64400m³/h。站厅排风量为93400m³/h，站台排风量为76800m³/h。

表1 车站冷负荷分析表

车站编号	507	远期	
车站名称	大浪站	站厅	站台
高峰小时	固定人数	196	196
公共区产热量（kW）	乘客全热量	35.7	35.7
	乘客显热量	6.9	9.2
	照明灯具	43.14	25.60
	广告灯箱，指示牌	80.00	20.00
	自动扶梯	10.12	3.36
	垂直电梯	3.50	3.50
	自动售，检票机	12.26	0
	进出闸机	9.35	0
	通信设备发热量	2.50	2.50
	屏蔽门电机发热量	0.00	9.00
	出入口热渗透	11.20	0
	屏蔽门传热	0	26.08
	屏蔽门净漏风负荷	0	25
	热库	−6	0
	其他漏计发热量	5	5
	小计	206.8	155.7
公共区产湿量（g/s）	乘客	11.98	11.06
	围护结构	1.4	0.7
	其他漏计散湿量	1	1
	小计	14.39	12.77
	热湿比值（kJ/kg）	14574	11957
	计算送风量（m³/h）	49345	42086
最小新风	风量（m³/h）	27000	
	全热量（kW）	271.98	
	车站计算送风量（m³/h）	91432	
	大系统计算冷负荷（kW）	639.96	

3　数值计算

3.1 模型的建立 [3]

根据实验情况作一些简化和假设，建立物理模型。模拟中采用目前在数值模拟方面较为常用的$k-\varepsilon$双方程湍流模型。模型简化和假设如下：

（1）室内气流为不可压缩常物性牛顿流体，稳态流动；

（2）考虑辐射换热和质量力的作用；

（3）采用一阶迎风格式，有限容积法；

（4）由实测结果可知，壁面可采用常温边界条件；

（5）为减少模型中生成网格的数目，节省运算时间，将人员简化为与人体具有相同散热量的长方体。

3.2 收敛标准与模型网格的生成与数值计算 [4]

收敛标准反映了模拟计算的精度。本次模拟中能量方程的收敛标准取为1×10^{-6}（如温度的收敛标准）；流动方程的收敛标准取为0.001（如速度的收敛标准）。

模型中网格的生成遵循以下原则：

（1）温度梯度和速度梯度变化大的区域（如热源附近），物体附近的网格局部加密。

（2）从一个网格到相邻网格的变化率应该在2～5之间，关键区域可能会更小，本算例中设定的网格间的变化率为2，关键区域（热源附近、风口附近）的网格变化率单独设定。

（3）为提高计算效率，在温度梯度和速度梯度变化小的区域，网格应稀疏些。

（4）规则的正方体网格是最佳的。但是，往往由于边界的几何形状限制，有时难以实现生成形状规则的网格，因此，要尽量减小网格的扭曲度，应该尽量避免生成长而扁的网格。

（5）固体表面之间的网格数应该不小于2。

（6）流体表面（送风口、排风口）的网格数应该不小于4～5个。

根据上述假设，按照设计图建立物理模型。空调送风口采用双层百叶风口，回/排风口采用单层百叶风口。大浪站为岛式车站，站台设有屏蔽门。大浪站车站宽为10m，站厅公共区面积为1557m^2，站台公共区面积为1280m^2。在进行数值计算时，负荷与通风边界条件采用设计值。

此次计算共生成网格709052个，节点679631个。根据前面所述设定求解参数和收敛标准进行求解计算。经过512次迭代计算得到收敛解，运算时间15h。模型和网格分布图见图1、图2所示。

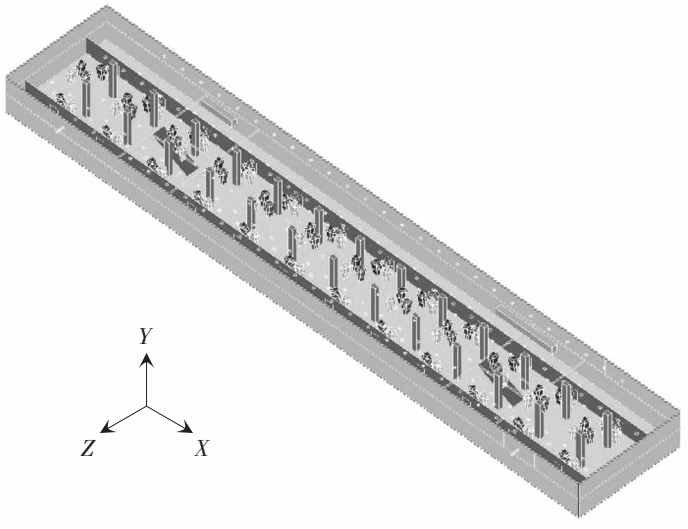


图1　模型图

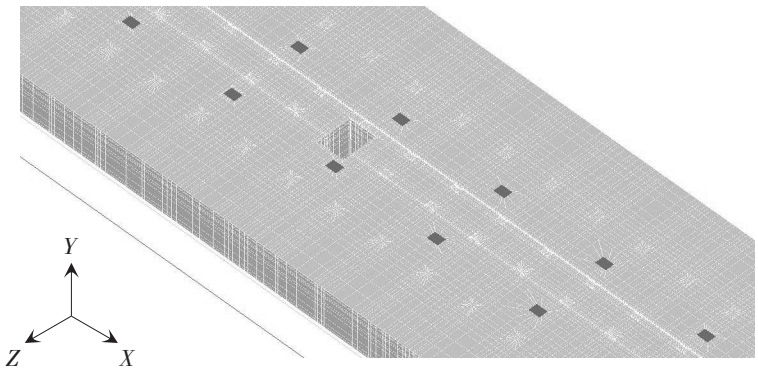


图2 网格分布图

3.3 计算结果分析

3.3.1 正常工况的温度场

由模拟结果可以看出，由于站厅层的温度高于站台层温度，加之受电扶梯散热的影响，使得楼梯口处温度偏高，在29℃~30℃之间，大于站台层的设计温度28℃，但是由模拟结果可以看出，站台层的平均温度低于28℃，满足设计要求。由于外界的温度高于站厅层温度，受出入口的影响，靠近出入口的温度偏高，在30℃~31℃之间，大于站厅层的设计温度30℃，但是由模拟结果可以看出，站厅层的平均温度低于30℃，满足设计要求。由于该模拟是建立在稳态模型的基础之上（即负荷是固定的最大值，送排风量、温度也恒定不变，计算该种情况下的最终数值），所以会出现低于设计温度的情况，证明的是在远期高峰小时时，公共区的空调可以满足要求，能够达到设计需要，在实际运营时，公共区温度可以通过温感探头进行监测，并通过调节组合式空调机组的风量以及通过二通阀的水量来调节，以达到设计的要求。



图3 站台层过人体头部断面水平温度场分布图

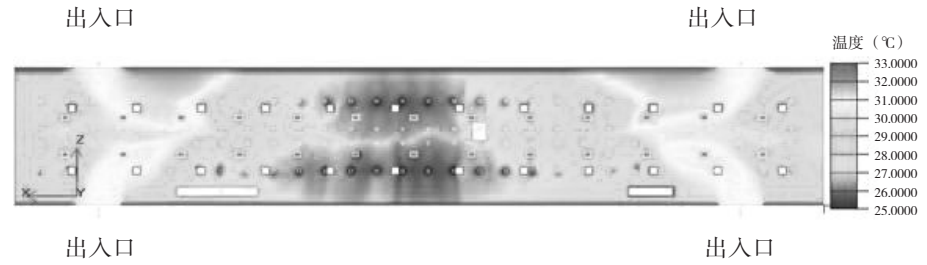


图4 站厅层过人体头部断面水平温度场分布图

3.3.2 正常工况的气流场

图5、图6分别为站台层和站厅层过人体断面的气流场分布图。由图中可以清楚地看到站台层由于屏蔽门打开的漏风导致屏蔽门处风速较大，此外，站台层楼梯口处以及站厅出入口处风速也较大，但是大部分区域气流场分布较均匀，满足设计要求。

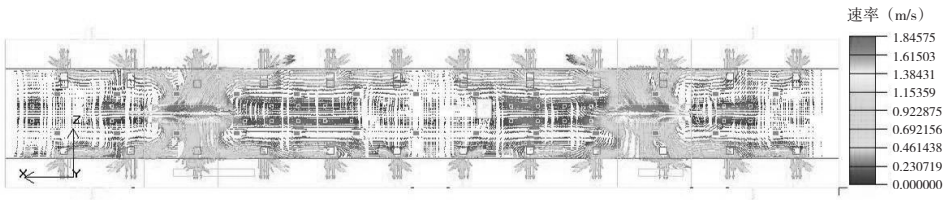


图5　站台层过人体头部断面水平气流场分布图

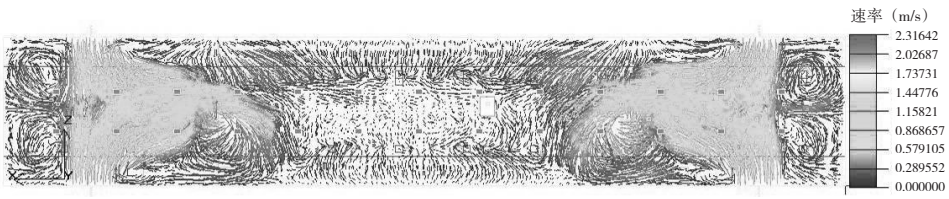


图6　站厅层过人体头部断面水平气流场分布图

3.3.3 站厅发生火灾的温度场与气流场

当车站站厅层公共区发生火灾，则空调水系统停止，关闭回/排风机，关闭车站送风系统和站台层回/排风系统管路，启动排烟风机，由站厅层排风系统排除烟雾经风井至地面，使站厅层造成负压，新风经出入口从室外进入站厅，便于人员从车站出入口疏散至地面。站厅层长140m，吊顶下高3m，站台层长140m，吊顶下高3m。

站厅火灾的CFD仿真模拟结果见图7、图8。

通过对站厅层火灾的模拟计算，我们可以明显地看出，当火灾发生时，站厅层排烟设备启动，进行排烟，此时从出入口补风可以满足排烟要求。在火灾发生后的6分钟内，烟气并不会因站台不送风而扩散到站台层去而影响人员的逃生。不开启站台送风，利用出入口补风，可以增大出入口风速，一是可以使人员感受到新风的方向而朝向正确的方向逃生，二是可以更有效地阻止烟气从出入口扩散到地面。经核算，利用出入口补风，出入口断面的风速大于利用站台补风时的风速，但不会过大而影响人员逃生。所以，站厅层发生火灾时，站台层是可以不送风对站厅层补风的。

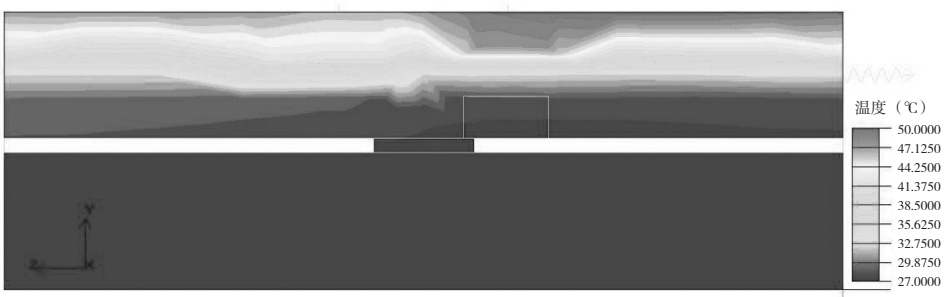


图7　站厅火灾垂直列车方向过出入口断面温度场分布图

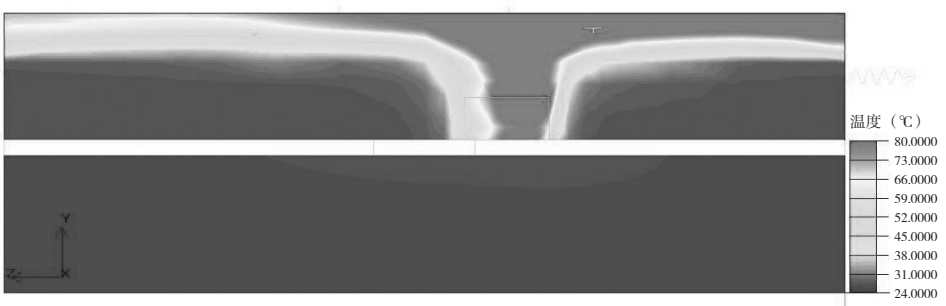


图8　站厅火灾垂直列车方向过火源断面温度场分布图

3.3.4 站台发生火灾的温度场与气流场

当车站站台层公共区发生火灾，则空调水系统停止，关闭回/排风机，关闭站台层送风系统和站厅层回/排风系统，启动排烟风机，启动组合式空调机组向站厅送风（按机组50%风量补风），为保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有不小于1.5m/s的向下气流，打开火灾防烟分区侧站台屏蔽门端部两侧各一扇活动门，然后启动TVF风机，UPE/OTE风机由低频运转切换为工频运转状态可打开屏蔽门首/尾一扇活动门，启动TVF风机和UPE/OTE风机排烟。由站台层排除烟雾经风井至地面，使站台层造成负压，楼梯口形成向下气流，便于人员安全疏散至站厅层。

站台火灾的CFD仿真模拟结果见图9、图10。

通过对站台层火灾的模拟计算，我们可以看出，当不开启屏蔽门的活动门，利用区间风机辅助排烟时，火灾发生120s时，烟控系统启动，火源产生的烟气主要沿吊顶下方向四周扩散，进入吊顶的部分烟气速度有所减小，烟气到达楼梯口边缘后进入站厅层。

当屏蔽门打开，区间风机开启，受到隧道风机的影响，烟气羽流被吹偏，向上运动的速度减慢，顶棚温度也比不开启区间风机时有所降低。其填充速度、烟气层温度和烟层厚度均有所降低。烟气没有向站厅层扩散的趋势。热气流沿着火源向区间隧道的运动速度增加，最大速度大于2.5m/s。受区间隧道的负压作用，使得站台的横向气流由楼梯口流向火源断面，再由火源断面流向区间隧道，由区间风机排出。站台的气流速度为1.5m/s左右。受到站台层气流组织的影响，站厅通过楼梯口流向站台的风速也大大增加。

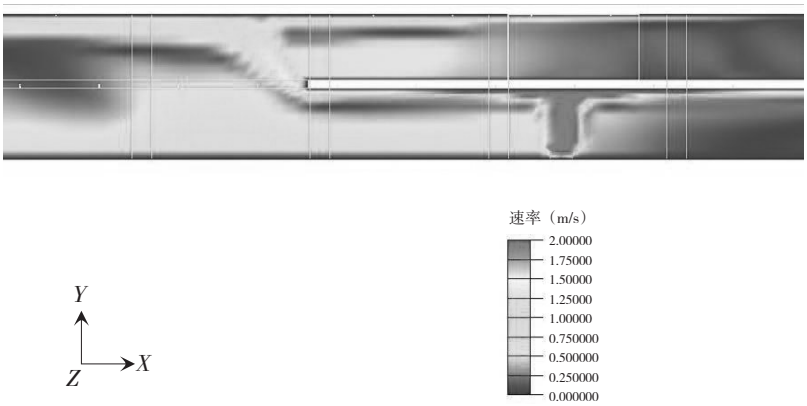


图9　过楼梯口火灾发生120s速度分布（不开启区间风机）

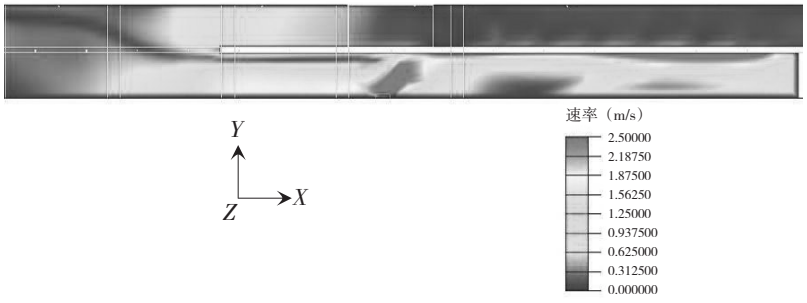


图10　过楼梯口断面火灾发生120s的速度矢量分布（开启区间风机）

4　结　论

（1）通过对深圳5号线典型车正常工况的模拟，验证了设计的正确性。

（2）通过对深圳5号线典型车站站厅火灾的模拟，验证了站厅火灾时站台不补风的可行性。

（3）通过对深圳5号线典型车站站台火灾的模拟，验证了站台火灾时开启区间风机的必要性。

参考文献

［1］全国气象参数一览表.www.honhye.com.cn.

［2］施仲衡，周庆瑞. 地铁设计规范GB 50157—2003［M］. 北京：中国计划出版社，2003.

［3］陶文铨. 数值传热学［M］. 2版. 西安：西安交通大学出版社，2001.

［4］刘超群. 多重网格法及其在计算流体力学中的应用［M］. 北京：清华大学出版社，1995.

电加热装置在沈阳地铁一号线工程车站出入口自动扶梯的应用

高 嵩[1] 董 康[2]
（1. 沈阳市地铁建设指挥部，沈阳 110011；2. 铁道第三勘察设计院集团有限公司，沈阳 110013）

摘 要：对于地铁车站出入口内布置的自动扶梯，根据当地环境温度、运营模式和建筑物结构形式等因素设置电加热装置，避免因运动零部件被冻结引起故障，防止重要电器控制元器件在低温状态下不能正常工作。

关键词：地铁车站；出入口；自动扶梯；电加热装置

随着城市轨道交通的迅速发展，全国许多大中城市都在兴建地铁。由于我国北方特别是东北地区冬季气候寒冷，对于露天或敞开式地铁车站出入口内布置的机电设备必须采取相应的加热保温措施来保证其正常运行。

沈阳地铁一号线一期及延伸线工程全线全长28km，设地下车站22座，安装自动扶梯125台，其中出入口安装自动扶梯84台，在这些出入口处安装的自动扶梯上均安装了电加热装置。

安装加热装置的主要目的是避免因梯级等运动零部件被冻结引起故障，防止自动扶梯重要电器控制元器件在低温状态下不能正常工作，同时提高自动扶梯扶手带表面温度以提高乘客舒适度。

沈阳地铁一号线一期及延伸线工程出入口自动扶梯分别由三个厂家中标。每个厂家的加热装置的布置位置大体相同，都布置在桁架、扶手带、梳齿板等处。但加热装置形式及其工作原理、方式各不相同，主要有电热缆、电热模块和电热风机，通过传导、辐射等传热方式对自动扶梯主要运动部件及重要电器控制元件进行保温加热（即对自动扶梯内部进行局部采暖），同时提高自动扶梯桁架内空间的小环境温度，改善自动扶梯各个零部件的工作条件延长线缆等对温度较为敏感的部件的使用寿命。加热装置的有效发热量按最低气温–25℃设计计算，通过装置在自动扶梯桁架上水平段内的温度传感器检测扶梯工作环境温度，通过检测的温度变化控制加热装置工作。由于温度传感器布置在桁架内一个相对封闭的空间里，它只能测量出局部环境温度且测量值与扶梯外部环境实际温度有差异，因此将加热装置启停温度设置在2～7℃的范围。

为了检验电加热装置的实际功效，2010年1月中旬选取两天在4:00—5:00对几个车站出入口自动扶梯进行测试。根据历年的天气气温统计数据资料，沈阳市极端寒冷温度通常出现在每年的上旬末中旬初。此时测试能代表最恶劣工况条件。测试仪器为指针式温度计和数字式温度计。

第一天沈阳市当日天气预报气温为–24～–13℃，4:30某站出入口室外实测温度为–12℃，微风，自动扶梯上机坑内温度为4℃。在出入口卷帘门开启20分钟后启动自动扶梯，在没启动加热装置的情况下自动扶梯能正常运转。这说明在当天运营结束关闭出入口门后车站内积蓄的热量不会在数小时内快速大量散失，自动扶梯桁架内相对封闭空气流动性差，存在一定的热惰性，短时间内不会骤降至室外环境温度，次日运营开始时自动扶梯可不采取预先加热就能正常开启运行。随后工作人员手动将自动扶梯内温度传感器模拟至0℃，加热装置启动，自动扶梯依旧正常运行。

第二天沈阳市当日天气预报气温为–23～–11℃，4:30某站（非上次测试的车站）出入口室外实测温度为–11℃，有风，刮风物体表面瞬时温度降至–17.8℃，自动扶梯上机坑内温度为9℃，扶手带表面温度8.8℃。在出入口卷帘门开启20分钟后启动自动扶梯，在没启动加热装置的情况下自动扶梯能

正常运转。15分钟后由于外界风力加大自动扶梯上部扶手带回转处表面温度降至瞬时–17℃，出入口处环境温度降至–9℃，电加热装置自动启动，自动扶梯正常运行。手摸扶手带感觉不冷且扶手带有一定弹性无僵硬感觉。这说明电加热装置正常工作就能够有效抵御室外冷风对出入口自动扶梯正常运行的影响，达到了设置电加热装置的目的。

由于沈阳地铁尚未正式开通运营，无法检测雪天由乘客带入的雪水冻结影响自动扶梯运行时电加热装置是否能够融化梯级等处特别是自动扶梯运动部件覆冰保证其正常运行。

沈阳地铁是我国东北地区首条地铁，其设计、建设、运营等方面的经验教训对今后其他城市的轨道交通特别是东北地区各个城市的轨道交通有很重要的参考价值。在华北地区（北京、天津）的城市轨道交通工程中出入口自动扶梯虽然也设置了电加热装置，但由于当地气候的原因其工作的方式、电加热装置加热功率等都与沈阳地铁有差异。目前华北地区城市轨道交通设置的自动扶梯电加热装置大多不考虑其与扶梯驱动机构同时运行的工况，而东北地区则应根据环境温度特点考虑电加热装置与自动扶梯同时运行的情况。

结论：在东北地区布置在地铁车站出入口处的自动扶梯由于建筑维护结构非常简单，甚至有些出入口是纯露天结构且无采暖设施，冬季自动扶梯工作环境较恶劣宜加装电加热装置使扶梯能够正常工作。电加热装置的启停温度在沈阳地区宜设定在2～7℃，其他地区应根据当地环境温度、运营模式和建筑物结构形式等因素设定。自动扶梯的供电电源负荷应满足自动扶梯及电加热装置同时运行的总负荷。

碎石道床杂散电流绝缘防护方案

王长斌[1] 董 康[2]
（1. 铁道科学研究院沈阳地铁项目部，沈阳 110013；2. 铁道第三勘察设计院集团有限公司，沈阳 110013）

摘 要：在城市轨道交通工程直流供电系统中以走行轨为回流轨不可避免产生大量的杂散电流，这些杂散电流对线路周围金属构筑物和管道会产生强烈的电化学反应造成严重的腐蚀。为了减少腐蚀造成的影响，同时降低工程造价，提出采用在轨道金属结构与大地直接或间接接触部分涂刷浇注绝缘树脂这样一个行之有效的绝缘处理方法。

关键词：城市轨道交通；碎石道床；钢轨；杂散电流；绝缘树脂

1 引 言

随着我国国民经济持续快速增长，城市规模正在迅速扩大。为了缓解城市内交通压力、发展同城化经济圈建设加强中心城市与周边城市间联系，我国许多大中城市正在大力发展轨道交通如城市内和城际间的地铁、轻轨等。

城市内的轨道交通线路大都采用整体道床，在敷设过程中就通过一系列措施来阻止杂散电流的产生，限制、降低杂散电流对沿线埋设的金属管道、构筑物钢筋的影响。但在连接两个城市间的城际轨道交通工程中由于线路较长且多采用地面线，为了降低成本而采用碎石道床。碎石道床的杂散电流防护不容易处理，运营过程中产生的大量杂散电流流入大地对线路附近的金属造成强烈的电化学腐蚀，严重危及线路附近的管线、工民建筑物等其他设施的安全，造成极大的社会危害。

2 碎石道杂散电流的影响因素及其危害

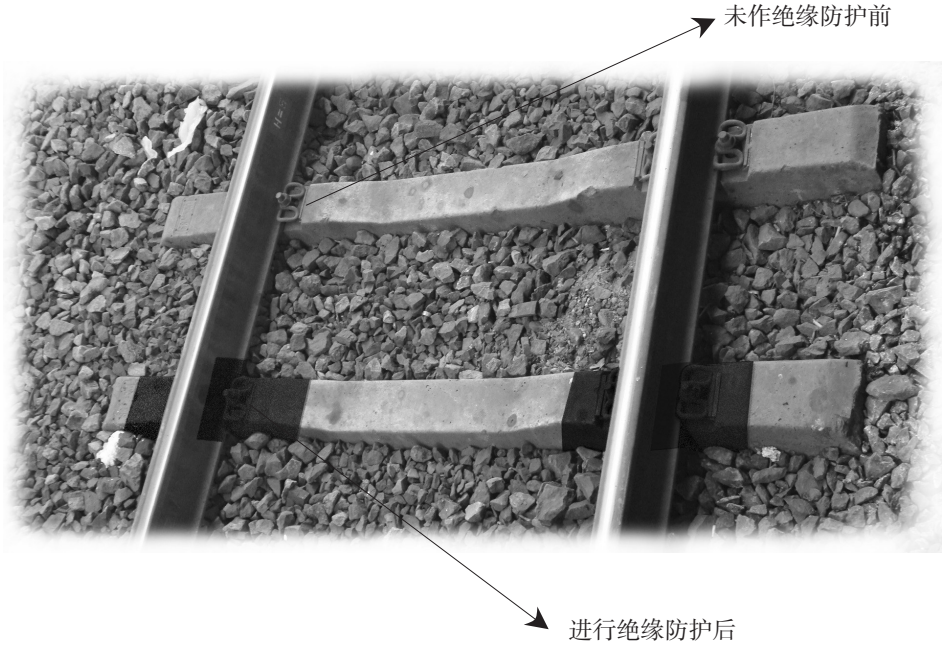
目前我国城市轨道交通大多采用750V或1500V直流牵引供电系统。以走行轨为回流轨，这本身就不可避免地产生杂散电流。杂散电流的大小取决于钢轨网的状态，即线路的纵向和横向电导。钢轨纵向阻抗越低和“钢轨—大地”电阻阻值越高则流入大地的牵引电流越少。此外，牵引负荷、牵引变电所之间的距离及其工作状态也可影响电流的漏泄。

钢轨对地的过渡电阻是确定杂散电流大小的基本因素。此电阻的主要部分为轨枕、道砟和路基的电流漏泄电阻（是过渡电阻的75%～90%）；其次电流流散大地的电阻占10%～25%。一条铁路干线的两根轨条的过渡电阻标称值根据道砟状态的不同而不同，清洁石碴为0.5～1.0Ω·km；污秽石碴为0.3～0.5Ω·km；水分和污秽增加时电阻减少2/3～2/5，冰冻时增加3～10倍。这表明铁路钢轨过渡电阻的实际范围在采用碎石道砟时为0.3～1Ω·km。而根据《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程（CJJ 49—1992）中的规定，新建线路钢轨过渡电阻不应小于15Ω·km，对于运营线路不应小于3Ω·km。当钢轨的过渡电阻为0.3～1Ω·km时，漏泄至大地的杂散电流将达到牵引电流的10%～20%，此时杂散电流的大小与规定的3Ω·km标准相去甚远。当机车牵引电流为1000A时漏泄至大地中的杂散电流将高达100～200A。对于如此强大的漏泄电流如果不采取有效的防护措施将会造成不可估量的损失。根据测试，当散杂电流为1A时一年时间可腐蚀2.9kg铅、10.4kg铜或9.1kg铁，即使是钢筋混凝土中的钢筋平均一年内也可被腐蚀掉2.58kg。另外，杂散电流还会造成地埋管道绝缘层的老化和剥落，缩短其使用寿命。当杂散电流达到几十甚至几百安培时，其附近地下金属管道的腐蚀将非常严重，一根ϕ8～9mm的钢管2～3个月就会被腐蚀穿孔。

通过上述分析可以看出采用碎石道床的钢轨产生的杂散电流如此大、危害如此严重，如何在保证轨道交通正常运营的同时维护周围金属设施的安全成为亟待解决的问题。

3　杂散电流的防护措施

目前，城市轨道交通系统杂散电流防护的基本措施不外乎减少杂散电流或限制杂散电流向外界扩散。由于杂散电流的形成机理很复杂，以走行轨为回流轨的直流供电系统很难杜绝杂散电流的产生。采用防护措施防止限制杂散电流向外界扩散是解决问题的有效途径。因此通过增大回流轨对地的过渡电阻减小回流轨的纵向电阻可以行之有效地减少流向外界的杂散电流绝缘防护方案。这个方案的设计思路是对碎石道床上的钢轨、轨枕及扣件采用绝缘连接。即在扣件表面、钢轨与轨枕连接处附近、轨枕上表面及侧表面分别涂刷和浇注绝缘树脂，树脂固化后在钢轨与大地间形成阻值很大的绝缘保护层，可以极大地增大过渡电阻，有效地阻断杂散电流通路。绝缘树脂的成本低廉、施工方法简单，较目前处理轨道杂散电流的常规方法更经济、更有效（如下图所示）。



本方案实施的关键是要找到适合的绝缘树脂，该绝缘树脂必须满足以下要求：

（1）绝缘树脂与钢轨、混凝土、钢轨固定件等有足够的黏接强度；

（2）绝缘树脂对紫外线、污水、温度变化等有足够的抗老化性能；

（3）绝缘树脂在常温下可以固化；

（4）绝缘树脂固化后可以随时在其表面再涂刷修补。

目前该绝缘树脂已经由沈阳吉化轨道工程科技开发有限公司与吉化研究院联合研制成功，并成功地在地铁站台绝缘项目中使用，使用效果非常理想。这就为轨道杂散电流的复合绝缘防护奠定了坚实的基础。

4　结　论

轨道杂散电流的防护是困扰城市轨道交通对自身结构及沿线附近金属结构、管线、钢筋混凝土设施的腐蚀破坏的大问题。通过对产生杂散电流的设施进行复合绝缘处理可以极大限度地抑制轨道交通系统运营过程中对外界放散的大量杂散电流，改善轨道交通对线路周围环境造成的负面影响。

中国铁路客运枢纽发展趋势分析

严荣斌 杨熊斌
（同济大学交通运输工程学院，上海 201804）

摘 要：全文论述了在经济快速发展、城市化进程日益加快的大背景下，铁路运输作为综合交通网络体系的一部分，其功能及角色的转变。在此基础上结合国内外案例，探讨了铁路客运枢纽作为城市重要交通枢纽在更新城市、促进城市经济发展方面所起的重要作用。

关键词：铁路客运枢纽；城市化；综合交通网络；交通枢纽

铁路客运枢纽是铁路旅客运输的心脏。凡有多条铁路交会或一条铁路的起终点（港口、码头、国境站或省会、大城镇等）旅客运输集中、设备多的地区，都可以形成铁路客运枢纽。铁路客运枢纽的功能、形态等往往是由当时的铁路运输水平和特征来决定的，过去的铁路运输只是简单地作为城市与城市之间的铁路运输，因此传统的铁路客运枢纽只是一个单一为铁路运输服务的“铁路枢纽”，承担着铁路旅客的集散功能，而当今随着铁路运输技术的飞速发展，高速铁路的出现以及“卫星城”、“卧城”的出现，铁路运输的服务水平和特征都发生了巨大变革，这就对铁路客运枢纽的功能、形态提出了一些新的要求。

1 铁路交通的重新定位

今天，铁路业正在发生着一场变革，它的用途、潜在的用户群和目标都已不再局限于过去的范围。因此，我们需要对铁路交通重新进行定位，以便于更好地发挥其作用。[1] 长期以来我国铁路运输体系与城市内部交通联系不紧密，对铁路的理解仅局限于“城市与城市之间的铁路”，铁路被当成解决城市对外交通的一种途径。随着我国经济快速发展，城市化水平的提高，城市与城市之间的距离缩短，以出行小时为度量单位的都市圈形成，“公交化”列车的出现，铁路逐渐成为了城际公共交通的骨干。同时随着城市规模的发展壮大，“卫星城”、“卧城”等新的城市组团的出现，铁路以其时效性、高速度等优势在解决城市内部、中心城区与郊区的通勤交通需求方面逐渐发挥重要作用。如今的铁路已由传统意义上的“国铁”演变成为“轨道交通”，并与城市发生日益紧密的联系，呈现相互促进、相互依存的发展趋势。

1.1 作为综合交通网络的一部分

今天的铁路交通与其他交通方式之间的关系是联合为主、竞争为辅，而不再是过去的单纯竞争。现在，铁路线可以合理地与机场、城市轨道交通、公交车站、小汽车停车场、码头等互相联结，作为整个交通网的一分子服务于那些最适合自身的路线。这种综合交通网络的形成对铁路交通是很好的发展机遇，同时也使整个交通网的效率大大提高。

1.2 作为通勤交通工具

即城市中心区与郊区新市镇、卫星城之间的交通联系，其中主要包括定期往返的学生和上班族，以及不断增加的游客和购物人群。巴黎是市郊铁路网络密集的城市，共有28条辐射式铁路线，连接市区与周围郊区。住在郊区而在巴黎市内工作的人，40%以上愿乘坐市郊列车，日客运量达300万人次。纽约城市铁路乘客中，75%都持有通勤月票。长岛铁路公司，每天把东部郊区长岛的8万月票乘客，运送到纽约市中央和纽黑文铁路，此外，每天还把5万持月票的乘客，运送到中央火车站；西边的伊利—拉瓦铁路，每天把3万持月票的乘客，运送到霍博肯枢纽站。[2]

1.3 作为城际交通工具

600km以内的城际交通甚至更大距离上的长途交通。中国铁路高速动车组的成功证明了铁路在主要城市之间的交通上具有很高的效率和竞争力，在400~600km以内同飞机相比有很强的优势。而铁路同时很适合那些更愿意在地面旅行的人们，长距离的旅行有时会使人们印象深刻。此外，铁路作为城际交通能够方便地从一个城市中心到另一个城市中心，可以加强中心区作为文化、商业中心的地位，因此显得格外重要。相比之下，汽车和飞机就只能从城市的边缘到城市的边缘，对城市的影响要小得多，但同时还要经历令人无法忍受的交通拥挤和在机场的漫长等候。

2　铁路客运枢纽的发展趋势

2.1 作为城市交通枢纽

现代的客运交通已经发展成以高速铁路、地铁、高架轻轨铁路、高速公路、空中走廊和港口的交叉立体衔接为主要特征的现代化综合运营体系。在这一体系中，铁路客运站点的功能已由单一交通服务，发展成既是城市的交通枢纽，又是高效率、快节奏、带有综合服务性质的城市商业中心。车站也从“城市的大门”演变成了新的“都市中心”。

2.2 更新城市、促进城市发展

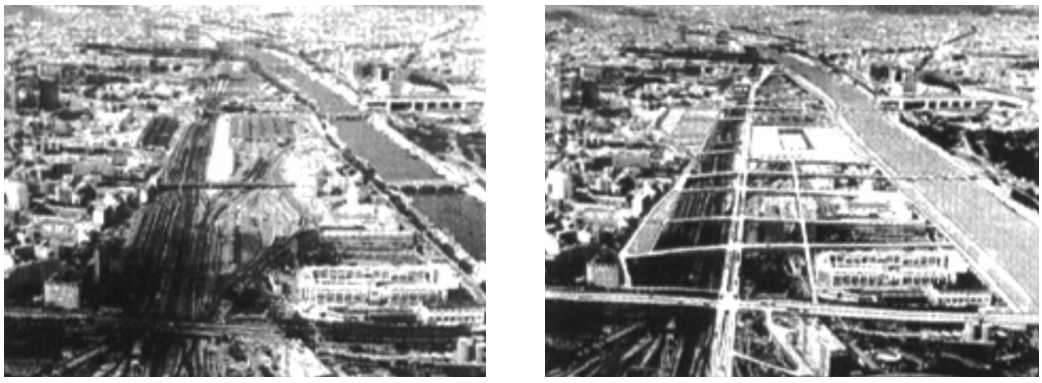
铁路车站作为城市的交通枢纽，对周边地区城市更新和城市开发都起着极强的促进作用，具体表现为：市中心车站地区的集中性发展，郊区车站地区呈现出的扩散性开发。[3]

2.2.1 市中心车站地区的集中性发展

进入城市的铁路始终是一个备受争议的话题，城市需要铁路，而且希望车站离城市中心越近越好，但铁路对于城市又是一种严重的阻隔，截断了城市地区的空间联系和其间的一切活动，对城市肌理的形成产生极大的影响，而且不可避免地在城市中造成荒凉杂乱的郊区景象。

而在西方发达国家的大城市中，市内公共交通发达，中心区的开发密度很高，综合性多功能的车站往往向空中发展，呈立体结构的建筑综合体。它把多种城市商业服务设施合理地集中在一幢综合大楼里，垂直分流交通、组织空间，节约了占地，也加快了办事的效率。从建筑面积上看，其商业、服务部分的内容，已远远地超过了客运部分。这一做法不光是为了争取土地，也是为了减少铁路对城市空间的阻隔，是大城市走向高度集中的一种新模式，同时，也是大城市旧城区综合再开发的主要途径之一。

有着6座火车站的巴黎的做法是创造“双层空间”。除了地铁以外，将铁路与城市正常的交通及周围的城市空间完全分离。把一部分城市交通放到地下，这对土地永远稀缺的大城市而言是一种有效的方法（见图1）。



改造前　　改造后道路覆盖在既有铁路线上

图1　塞纳河左岸地区改造前后的对比（左为改造前右为改造后）

（《在城市上建造城市》P208）

在巴黎13区塞纳河左岸地区规划中，车站地区呈现出明显的集中性发展。塞纳河左岸地区由西至东建有奥斯特利兹火车站、法国国家图书馆和13区的工业区，包括大片铁路和工业用地。在左岸的开发中，奥斯特利兹火车站仍将保留，将它作为对工业时代的一种纪念和缅怀，而从它延伸出去的大片铁路用地将被改造和重新利用，其中将建设一条新的快速地铁。在这片铁路的上方，将建成一个新的综合功能地区，包括新的道路网、住宅区、办公楼和其他公共设施，地区的地坪几乎被整个抬高了（见图2）。[4]

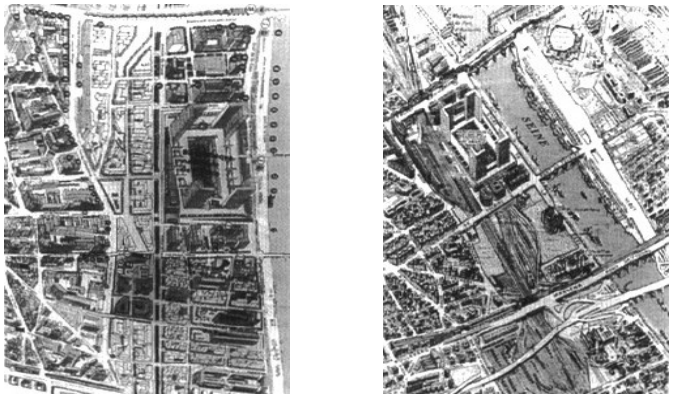


图2 塞纳河左岸地区的现在（左）与未来（右）

（《在城市上建造城市》P213）

日本，则表现出另外一种景象：高架的铁路线以及对轨道上方空权的高强度开发，车站自身成为了一个具有高度便利性的综合体，同时也带动了周边地区的大规模开发，形成车站地区的集中发展态势。

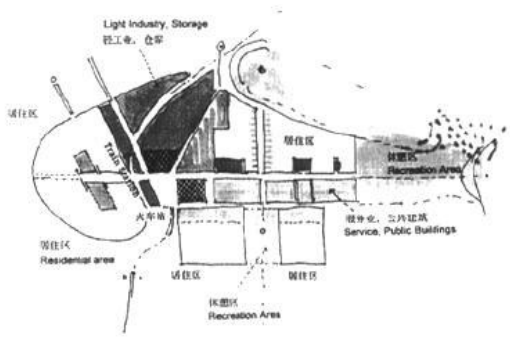
2.2.2 郊区车站地区的扩散性开发

在郊区新市镇、卫星城，随着铁路作为通勤交通作用的加强，必将建设一批新的车站。这些车站相当于地区门户，是给来往的人们留下地方印象的重要设备，并且成为地区发展的核心与动力。为了达到让车站能展示地域风貌并起标识作用的目的，车站的建筑物也按各式各样的形态进行配备，并有必要在其形态的创意性上做文章。

上述思想在中瑞双方关于昆明的合作项目中尤为突出。合作中一个重要的问题就是在大昆明区建成都市圈之后，如何解决主城与卫星城之间的交通联系：公路体系还是铁路体系。专家们最终选择了后者。大昆明地区将主要依靠既有铁路线建设快速市郊铁路体系，作为未来城市发展的交通骨干。快速市郊铁路沿线除已有的少量铁路车站外，还将新建一大批车站。铁路车站周围地带将成为未来新城镇的中心，那里将有着最高的开发密度，呈现出一片繁华景象。除了快速市郊铁路体系以外，还将在各市镇建设公共汽车系统和自行车及步行道路网。



沿快速市郊铁路建设的卫星城



以火车站为核心展开的一座示范卫星城

图3 昆明—嵩明轴线

（《The Kunming Project》P100）

计划中率先开行昆明与嵩明（含新机场）之间的快速市郊列车。为此，位于昆明南部的昆明客站现正在扩建。扩建工程除了要提高接发长途旅客列车的能力外，已将开行快速市郊列车的要求考虑在内，将建设专用的快速市郊列车站台和客流通道。随着快速市郊列车的开行，在新设计的城镇中心和新的国际机场都将设立铁路车站，并将考虑车站与当地汽车线路之间的舒适换乘。[5]

各城镇的布局，将依照当地的内在联系、自然景观、本地历史、既有建设状况和地形特点来设计。在各城镇开辟为数不多的、符合当地特点的轴线，城市设计将以这些轴线为基础、以铁路车站为核心进行展开。

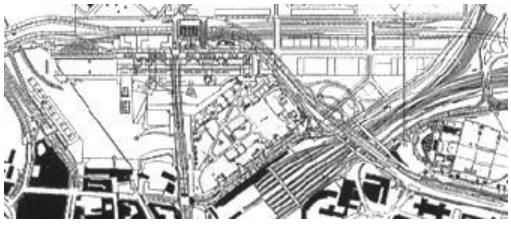
2.3 地区经济发展的动力

随着城市各种交通工具的联网，交通枢纽必然成为人流汇集之处，这也就为该区域的经济发展提供了有利的条件。因此，车站周边通常都会进行高密度的开发，商业设施密布。在很多发达国家的城市中，交通汇集之地，往往就是该城市的商业、服务业和文化娱乐中心。

无论是旧城改造,还是新城开发,车站建设的经济因素都是需要着重考虑的因素之一。城市管理者希望借车站建设来重振市中心、刺激城市的商业活动,或者以车站为中心开发新的卫星城。而车站管理者则希望利用巨大的人流所带来的商机,通过车站商业、住宿、娱乐等多种经营,以发展商业来提高车站的营业收入。

欧洲里尔铁路客站是伴随着欧洲一体化和欧洲之星列车而发展起来的，成为了里尔市新的城市中心。而里尔市这个正在走向没落的老工业城市，也一跃成为了世界上人口最稠密、经济最繁荣的伦敦—布鲁塞尔—巴黎城市群的几何中心，[6] 这极大地促进了当地的经济发展。

里尔市围绕着车站的选址和各方面问题展开过积极的讨论。在一开始的规划中，火车站被设置在城市的边缘，经过各级政府机关的艰苦努力，在与法国国营铁路公司的一系列讨论之后，车站得以设置在城市中心。车站设计也做出了巨大的变动，最初的想法是将TGV放在地下，通过隧道进入城市，这样在城市中是见不到铁路的。但最终铁路的重要性和整个交通系统的强调，使里尔车站成为一个十分醒目的地标，而不是埋在地下。这里成为许多事件发生的场所，而不仅仅是一个出发和到达的地点。车站周边地区的城市开发项目也已经全面展开。[7]



总平面图



车站内景

图4　欧洲里尔车站

参考文献

[1] C.Walkek.Mard. Planning and design of On-Street Light Rail Transit Stations [J]. Transportation Reserch Record, 1361.

[2] Shen.David. Factors influcing successful implementation of intermodel guiding public transit system [J], Annual Report.FIU, 1994.

[3] 甄栋. 现实与新动向——当代铁路客运站（区）的考察与分析 [D]. 天津：天津大学，2004：12-15.

[4] 葛亮. 城市综合客运换乘枢纽规划及设计方法研究 [D]. 南京：东南大学，2005：8-14.

[5] 单静涛. 城市交通枢纽交通换乘分析与客流组织评价研究 [C] //新世纪的城市与交通发展. 北京：中国城市交通规划学术委员会，2001：161-168.

[6] 张文尝. 城市铁路规划 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，1982：34-61，145-149.

[7] 吕建军. 铁路枢纽规划与城市规划的协调 [J]. 铁道运输与经济，2005（10）：4-5.

基于可靠性的动车组部件维修间隔期研究

马刘炳 周立新
（同济大学交通运输工程学院，上海 201804）

摘 要：文章以可靠性理论为基础，对动车组部件维修间隔期的确定进行了研究。通过对动车组部件维修方式的分析，研究了基于可靠性的部件维修间隔确定方法，并分别对不可维修部件和可维修部件的维修（或更换）间隔确定进行了讨论。论文还以威布尔二参数分布为例，演绎了动车组车轮的维修间隔确定过程，得出了理论维修间隔和实际维修间隔。

关键词：可靠性；预防性维修；威布尔分布

1 部件维修模式

动车组是一种高速运行的载运工具，其运行安全性要求极高，因此必须实时掌握动车组列车的技术状态，严格控制动车组列车零部件故障，保证在线路上运行的动车组列车有良好的安全性。国内外经验表明，动车组大都采用计划性预防维修模式。计划性预防维修的具体方式又可分为事后维修、定期维修和视情维修。

（1）事后维修

是在部件发生故障之后才进行修理，它不限制维修时机。实践证明，有些部件（如车内照明灯）即便发生了故障也不会危及动车组运行安全，等其返回维修基地后再作维修或更换处理是合理的。另外对于那些拥有冗余的部件（如车轮滑行控制的防滑系统），当一个部件出现故障后，另一个部件会自动接替工作。显然此类部件也应采用事后维修方式。

（2）定期维修

是以使用时间作为维修期限，只要设备到了预先规定的时间，不管其技术状态如何，都要进行规定的维修工作，这是一种强制性的预防修理。定期维修方式的关键是如何确定维修周期。正确的维修时机应该是偶然故障阶段结束点，在故障率曲线急剧上升之前。定期维修方式的优点是容易掌握维修时机，维修计划、组织管理工作也较简单、明确。对于影响动车组运用功能的重要部件（如转向架系统的走行部件），宜采取定期维修方式。我国目前动车组维修规程规定[1]：轮修（二级）的维修间隔为3×10^4km或30d；转向架的（三级）维修间隔为45×10^4km或1a等。

（3）视情维修

是根据部件当前实际技术状态来确定维修时机，又称状态修。它不对部件规定维修期限，不固定拆卸分解范围，而是在检查、测试其技术状况的基础上确定各部件的最佳维修时机（如闸片、研磨子）。这种维修方式是靠不断定量分析和监测部件的某些参数和状态数据来决定维修时间和项目。显然这种维修方式是一种按需维修的方式，可以充分发挥部件的工作能力，提高维修有效性，减少维修工作量和人为差错。

目前我国动车组的维修检测技术在不断加强。除车载检测系统外，在维修基地逐渐配备轮对检测仪等多种检测装备。因此，随着维修检测装备和维修人员技术加强，对部件故障的诊断的准确性会大大增加。引入状态修作为定期修的补充，则会进一步完善计划预防维修模式，提高动车组运行的安全性。

由于动车组不同部件的故障规律和可靠性要求存在差异。因此，需要根据不同部件功能特点和故障影响后果，通过部件可靠性的动态跟踪，根据一定的可靠性要求，适时确定部件的合理维修时间。我国高速铁路动车组所需采用的维修制度要结合目前我国实际维修状况，在计划预防修前提下，逐步实施状态修、换件修和主要部件的集中修。

2　基于可靠性的部件更换或维修间隔确定方法

2.1 理论分析

铁道部针对已经开行的国产高速动车组拟定了修程修制暂行办法。CRH2型动车组修程共分5个等级，各级修程的检修周期及范围如表1。

表1　CRH2型动车组检修周期

检修等级	检修周期		检修范围
	里程	时间	
一级检修	每次运行结束	48h	例行检查各部分的状态和性能，特别是车下悬吊件的安装情况
二级检修	3×10^4km	30d	按照规定要求进行动车组性能试验和安全性检测，重点检查轮对踏面和车轴
三级检修	45×10^4km	1a	重要部件分解检修，对转向架及其主要零部件分解检修
四级检修	90×10^4km	3a	系统全面分解检修，对各主系统进行分解检修，必要时进行车体的涂漆
五级检修	180×10^4km	6a	整车全面分解检修，对全车进行分解检修，较大范围地更新零部件，并进行车体的涂漆

注：一级和二级检修为运用检修，三级、四级和五级检修为定期检修。

关键部件计划性预防维修的重点是在确定的检修周期情况下，运用综合检测手段，确定合适的部件维修间隔控制范围，即检修周期 ± 安全范围。若根据部件历史故障维修数据和部件厂商提供的可靠性数据，确定动车组部件维修（或更换）的平均寿命，则可以据此确定出部件可靠度的阈值R，并由R值来推算（或预测）出该部件下一次维修（或更换）间隔时间或走行公里。

2.2 不可维修（更换）部件

已知某部件的故障率的函数为$h(t), t\in(0, T_{\max})$，$T_{\max}$为该部件的最长寿命期（可取故障间隔走行公里$MTTF$）。当该部件的可靠降至预先设定的可靠度阈值R时，则应采取部件更换维修措施。于是有可靠性方程：

$$\exp[-\int_0^t h\ (t)\mathrm{d}t]=R$$

上式可改写为：

$$\int_0^t h\ (t)\mathrm{d}t=-\ln R \tag{1}$$

由此方程可推算出未来更换间隔走行公里数T。

2.3 可维修部件

可维修部件在预防性维护中，并不能使设备修复如新，随着维修次数和部件役龄的增加，周期性维护后的部件可靠度会逐步降低，部件故障间隔（指平均寿命$MTBF$）会逐步缩短。因此，在一定的可靠度要求条件下，需要随着役龄的增加，对部件进行更频繁的预防性维修。

本文在确定部件故障率的计算方法时，结合役龄递减因子和故障率递增因子的优点，建立了下述基于设备可靠性的预防性维护修复非新模型。预防性维修前后部件的故障率函数之间的关系被定义为[2]：

$$h_{(i+1)}(t)=b_i h_i(t+a_i T_i),\ t\in(0,T_{(i+1)}) \tag{2}$$

式中 i——预防性维修周期数，$i=1,2,\cdots,N$；

T_i——部件第$i-1$次和第i次预防性维护之间的时间间隔；

$h_i(t)$——第i次维修前的故障率分布函数；

a_i——役龄递减因子，且$0<a_i<1$；

b_i——故障率递增因子，且$b_i>1$。

a_i和b_i的取值可根据部件的历史维护情况得出，故障率演化规则的建立使得对不同维护周期中的故障函数进行预测成为可能。$h_1(t)$为全新部件的故障率分布函数，它一般由部件自身特性和实际运行环境决定。

若在全寿命周期内，部件最大维修次数为n，则基于可靠性的预防性维护修复非新模型为[3]：

$$\int_0^{t_1}h_1(t)\mathrm{d}t=\int_0^{t_2}h_2(t)\mathrm{d}t=\cdots=\int_0^{t_n}h_n(t)\mathrm{d}t=-\ln R \tag{3}$$

将式（2）和式（3）联立便可以得到部件每次的维修间隔走行公里数$T_i(i=1,2,\cdots,n)$。

3 维修间隔推算

3.1 不可维修部件更换间隔推算

当动车组进行正常运行后，被更换的部件总是从最新状态开始使用，其故障常多为偶发现象。设其故障率函数为：

$$h\ (t),t\in(0,T_{\max})$$

若根据动车组运行安全管理要求，预先设定部件可靠性的阈值为$R_{\min}$，由式（1）就可以求得间隔T。

具体算法为：设上一次维修时，该部件所属车辆的走行公里为T_1，当前走行公里为T_2，该部件上次维修后又连续使用的时间（走行公里）为$\Delta T=T_2-T_1$，分两种情况：

（1）如果$T>\Delta T$，提示剩余可继续使用时间（走行公里）为$T-\Delta T$；

（2）如果$T\leqslant\Delta T$，提示该部件已进入了该更换阶段，应立即更换。

3.2 可维修部件维修间隔推算

正常情况下，动车组可靠性管理的要求是：在预期可能发生故障前，对可能的故障部件进行维修，从而达到动车组运行安全管理的目标。

若先设定某部件可靠度的阈值为R，则第i次维修的间隔走行公里T_i应满足：

$$\int_0^{t_i}h_i(t)\mathrm{d}t=-\ln R,\ i=1,2,\cdots,n \tag{4}$$

$h_1(t)$为全新部件的故障率分布函数，$h_i(t)$可由式（2）变换得到。利用式（4）通过循环逐个求解，即可得到在规定的可靠度R条件下，该部件各期的维修间隔走行公里$T_i(i=1,2,\cdots,n)$及其累积运用走行公里$T_{li}=\sum_{k=1}^{i}T_k$。

上述所求的T_i和T_{li}均为理论值，在实际生活中，由于维护成本或者其他方面的原因，导致维修间隔并不一定严格按照理论值，与理论值存在一定的偏差，在这种情况下，我们需要找出新的维修间隔。

设部件上一次（第j次）维修时该部件所属车辆的走行公里为$\overline{T}_{lj}$，现在的走行公里为$\overline{T}_{lk}$，当前推算下次维修时该部件所属车辆走行公里为$\overline{T}_{l\ (j+1)}$，该部件第j次维修后所属车辆又连续走行公里为$\Delta\overline{T}=\overline{T}_{l\ (j+1)}-\overline{T}_{lk}$，具体算法为：

求出理论维修间隔T_{j+1}关于理论累计走行公里T_{lj}的相关函数；

将$\overline{T}_{lj}$带入由（1）中求得的函数中，求出实际的$\overline{T}_{j+1}$；

那么下次部件维修时车辆的走行公里$\overline{T}_{l\,(j+1)}=\overline{T}_{lj}-\overline{T}_{j+1}$；

部件还能连续走行公里为$\Delta\overline{T}=\overline{T}_{l\,(j+1)}-\overline{T}_{lk}$。

4　案例分析

威布尔分布是一种可以近似描述多种寿命分布规律的函数。本文以动车组车轮维修（镟轮）为例，考虑到车轮首次使用是从时间0开始（即运用走行公里为0），取位置参数$\gamma=0$。部件的故障率函数服从二参数威布尔分布，即：

$$h(t)=\frac{\beta}{\eta}(\frac{t}{\eta})^{\beta-1}\qquad(\beta,\eta>0)\tag{5}$$

威布尔分布的β（形状参数）和η（尺度参数）可用最小二乘法求得，$\beta=1.5$，$\eta=5\times10^5$。那么，故障率函数为：

$$h(t)=\frac{1.5}{5\times10^5}(\frac{t}{5\times10^5})^{0.5}=\frac{1.5}{(5\times10^5)^{1.5}}\bullet t^{0.5}$$

a_i（役龄递减因子）和b_i（故障率递增因子）取值可以根据部件的历史使用的故障和维修积累的数据，通过回归分析，得到经验公式，参考相关研究成果，暂取：

$$a_i=\frac{i}{3i+7}\ ,\ b_i=\frac{12i+1}{11i+1}$$

正常情况下，动车组可靠性管理的要求是：在预期可能发生故障前，对可能的故障部件进行维修或更换，从而达到动车组运行安全管理的目标。

预先设定车轮的阈值$R=0.8$，$n=10$，则可以得到一组积分方程：

第i次维修的间隔走行公里：

$$\int_0^{t_i}h_i(t)\mathrm{d}t=-\ln R\qquad i=1,2,\cdots,10$$

结合式（2）通过循环逐个求解，即可得到所有的维修间隔T_i：

$$T_{i+1}=[\frac{-\ln R\times(5\times10^5)^{\frac{3}{2}}}{b_i}]^{\frac{2}{3}}-a_iT_i,\qquad i=1,2,\cdots,10$$

计算结果如下表：

表2　理论车轮维修间隔和累计走行公里

i	a_i	b_i	T_i（km）	T_{li}（km）
1	0.10	1.08	183947.08	183947.08
2	0.15	1.09	155993.92	339941.00
3	0.19	1.09	150001.82	489942.82
4	0.21	1.09	145739.20	635682.02
5	0.23	1.09	143113.03	778795.05
6	0.24	1.09	141227.06	920022.11
7	0.25	1.09	139829.92	1059852.03
8	0.26	1.09	138746.60	1198598.63
9	0.26	1.09	137883.20	1336481.83
10	0.27	1.09	137178.34	1473660.17

上表的T_{li}一列为理论上应该维修的走行公里数，假设由于维修成本、维修人员安排等原因，该车轮最近一次维修时的走行里程为800000km（而非理论上的778795.05km，但在检修周期±安全范围之

内），当前走行里程为850000km，试求下一次维修时的走行里程。

根据3.2中的算法，具体求解过程为：

得出相关性方程：

$$T_{i+1}=2\times10^{-8}T_{li}^{2}-0.039T_{lj}+161882\ (\mathrm{km})\ (R^{2}=0.9918)$$

由条件中可知，$\overline{T}_{lj}$= 800000km，$\overline{T}_{lk}$= 850000km

所以，可以解得：

$$\overline{T}_{j+1}=143482\mathrm{km}$$

$\overline{T}_{l\ (j+1)}=\overline{T}_{lj}+\overline{T}_{j+1}=800000+143482=943482$（km）（注：理论值为920022.1km）

所以，$\overline{\Delta T}=\overline{T_{l(j+1)}}-\overline{T_{lk}}=943482-850000=93482$（km）

即该车轮在下次维修前还能继续走行93482km，而非理论的$920022.1-850000=70022.1$（km），主要是在相同可靠度阈值下，由于上一次维修的延迟导致下一次维修里程并非是理论值了，而有相应的推迟。

5 结 论

本文根据可靠性理论，针对动车组实际运用管理要求，提出了一套完整的动车组部件的预防性维修间隔的确定方法。若将该算法纳入当前动车组运用管理信息系统，将会实现对所有动车组的关键部件的维修周期的实时、动态监控，为提高动车组运用安全管理提供有效辅助工具。

动车组关键部件较多，各类部件的可靠性特征存在着一定的差异。本文仅以动车组车轮服从威布尔二参数分布为例进行了演绎。该方法的运用还需要积累大量的动车组故障维修数据，通过故障分布规律的模型识别，确定其故障分布形式和可靠性函数的参数。

参考文献

[1] 铁道部运输局. CRH2A、B、E型动车组三级检修规程（试行）[J]. 运装客车，2009，14.

[2] ZHOU Xiaojun，LEE J. Reliability-centered predictive maintenance scheduling for a continuously monitored system subject to degradation [J]. Reliability Engineering and System Safety，2007，92（4）：530-534.

[3] 王灵芝，徐宇工，张家栋. 以可靠性为中心的多部件系统预防性维修优化研究 [J]. 计算机集成制造系统，2008，14（10）.

关于我国道路甩挂运输方式问题的研究

程震舟[1]　杨雪峰[2]
（1. 辽宁省交通高等专科学校，沈阳 110122；2. 辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘　要：本文通过简要对比介绍了发达国家与国内甩挂运输发展与现状，分析了国内开展甩挂运输的必要性，并针对当前存在的有关甩挂运输政策法规、行业标准等问题，提出了具体的建议措施。

关键词：甩挂运输；问题；研究

1　前　言

甩挂运输作为一种高效的运输组织方式出现后，由于其大幅度提升道路运输效率，节约运输成本，在美国、加拿大、西欧等发达国家得到了大力推广和发展，其甩挂运输总量已达到社会运输总量的70%以上，在新加坡、韩国、巴西等发展中国家，甩挂运输也得到较为广泛的推广应用。在我国由于受道路运输政策、行业标准、运输设施软硬条件诸多因素的制约，特别是由于甩挂运输发展中存在的一些政策问题一直没有得到很好解决，导致甩挂运输发展严重滞后于社会经济发展。目前，由于世界范围内能源供应紧张，燃油价格不断上涨，对道路运输产生了严重影响，为提升道路运输效率，节约运输成本，推进道路运输行业节能减排，发展甩挂运输发展已势在必行。目前，各级政府有关部门要进一步改善不适应甩挂运输的市场环境和条件，进一步完善并制定促进甩挂运输发展的有关政策和法规，大力扶持和引导道路运输企业从事和经营甩挂运输，从而实现甩挂运输跨越式发展，推进社会经济发展进步。

2　发展甩挂运输方式的必要性

2.1 降低能源消耗，提高效率，构建节约型社会的需要

首先，甩挂运输的推广应用将能大幅度降低全行业的能源消耗和污染排放，符合我国建设节约型社会的基本国策，发展甩挂运输是促进全社会节能减排工作的迫切要求。其次，道路运输行业作为能源消耗大户，每年消耗的成品油约占全社会消耗总量的28%。据测算，道路运输行业全面推广实行甩挂运输，道路运输企业将可减少50%以上的牵引车购置成本，将提高车辆平均运输生产力30%～50%，降低成本30%～40%，油耗下降20%～30%。由此可见，通过发展甩挂运输，可以大幅度降低全行业的能源消耗和污染排放，从而积极促进全社会节能减排。甩挂运输可衔接多种运输方式，达到提高运输效率的目的。

2.2 构建综合运输体系建设的需要

发展甩挂运输是促进现代物流和综合运输发展，提升经济整体运行质量的重要支撑。发展甩挂运输，有利于促进道路运输向网络化、信息化、标准化方向发展，能够有效推动我国现代物流和综合运输体系发展，从而大幅度降低全社会物流成本，提升我国产品的国际竞争力。

2.3 满足运输市场需求增长的需要

随着金融危机期间国家出台的十大行业振兴规划以及区域发展规划，宏观环境对社会需求的拉动力持续增长，必将激发我国甩挂运输的市场需求量。产业推行社会化大生产模式日益加快，诸如产品零部件的生产流程日益精细、生产区域布局日趋分散，这就对道路运输组织效率提出更高要求，运输

市场需求的增长，为甩挂运输发展提供了广阔的空间。

3 发展甩挂运输面临的主要问题

3.1 保险制度问题

按照现行的保险制度，甩挂运输的牵引车和半挂车须分开投保，且半挂车要独立承担风险责任。这种制度存在以下问题：一是混淆了事故主体。由于挂车自身没有动力，需要牵引车拖带行驶。因此，发生交通事故，挂车不应该承担事故责任，但是按照目前的规定，半挂车要独立承担风险责任，这就混淆了事故责任主体，特别是当牵引车和挂车并不属于同一所有者的情况下，很容易引起经济纠纷。二是加重了企业负担。按照目前的半挂车单独征收、单独承担风险的保险政策，运输企业发展甩挂运输，增加挂车数量，就要增加保险费，从而在一定程度上形成了对“一拖多挂”的甩挂运输发展的瓶颈。

3.2 年审及报废年限问题

国内对挂车的年度安全检测要求和牵引车一样，一般一年需要办理各种年审手续，其中包括一次年检、三次季度检和一次营运检。据测算，如果1辆牵引车配4辆挂车，全年车辆检测大约需要占用牵引车28个工作日，显然这不利于甩挂运输的发展。

对挂车的使用年限，国内目前还尚无单独规定，与牵引车同样，按照10年计算。但实际上甩挂运输需要采用“一拖多挂”的组织形式，挂车轮流上路，挂车的总行驶时间和里程远远少于牵引车，使用寿命也比牵引车长很多，目前的规定显然不符合根据车辆技术状况确定车辆使用年限的原则。

3.3 公路交通网，企业经营网络问题

道路交通网欠发达。虽然国内高速公路发展领先国际，但农村公路、区域间通道、高速公路的延伸线路及边远地区的线路发展缓慢，货物无法集中运送，不利于发展重型车。甩挂运输是一种高度组织化的运输形式，对货源、运行线路、行驶时间有严格要求，对物流网络化的依赖度很高。国内道路运输企业经营网络密度较低，不重视网络布设，特别是在企业经营发展中，地区性网点、区域性结点较少，无法为甩挂车辆作业提供相适应的衔接场所，同时相对应的信息管理系统的软件支持也不够，无法为企业管理、车辆调度、承运双方提供实时的动态信息。

4 发展甩挂运输的建议

4.1 培育大型物流企业

以大中型物流企业为载体，重点培育具有较大规模、具有全国物流网络的专业化物流企业，制定、修改完善有关行业制约政策及标准，给予优惠政策，予以扶持，提高企业改善车辆装备的积极性，运用先进的电子商务平台作为技术手段，进行车货匹配交易。并建设现代化物流配送中心示范项目，对专线、专项物流企业进行市场整顿和资源整合，促进专线货运班车化、组织管理现代化。

4.2 规范车辆交强险及审验制度

建议只对牵引车收取交强险，由于挂车不具备动力性，不属于机动车范围，免除挂车缴纳交强险规定；建议由公安、交通等部门联合对牵引车、半挂车进行技术状况审验，每年一次，只要审验合格，一年期内不再进行其他有关车辆技术方面项目检测。

4.3 引导物流园区联合作业

引导物流企业发展，完善区域物流市场网络的同时，联结国内各地的物流园区、中心、港口等货源集散地，逐步完善国内物流园区经济合作圈，建设布局合理的、功能完善的物流枢纽。由物流企业利用牵引车在国内各物流园区间进行有效对接，两头有货，灵活编组，促进经营主体联盟化、站场设施标准化，达到配送服务准时化。

5 结束语

发展甩挂运输是一项系统工程，涉及综合运输政策、区域协调、相关部门之间的沟通协作等诸多方面。可以采取政府宏观调控与市场调节相结合，以有效合理的竞争机制为前提，协同配合，并充分尊重物流市场的自然发展规律，共同推进甩挂运输健康发展。

新形势下班车客运发展方向的探讨

邰启城
（辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘　要：随着综合运输体系的快速发展和日趋完善，道路客运与其他运输工具的竞争日益激烈，尤其是多条动车组线路的开通对班车客运经营造成严重冲击，班车客运要谋求长足的发展，需要认清形势，找出行业存在的问题，引进现代企业管理制度，向多元化方向发展。

关键词：班车；客运；经营；发展

1　新形势下班车客运经营和发展面临的突出问题

1.1 道路客运与其他运输工具的竞争日益激烈

随着综合运输体系的快速发展和日趋完善，道路客运与其他运输工具的竞争日益激烈。首先是与铁路运输的竞争。铁路作为国家的重要基础设施，在综合运输体系中起着骨干作用，近几年随着全国多条D字头动车组的开通和火车大提速，铁路运输与从前相比已经发生了明显的变化，在此基础上，2009年国家进一步加大了铁路建设投资规模，计划全年投资6000亿元，新开工项目70项，我省境内的沈抚城际轻轨已经建成并通车，哈尔滨至大连、北京至沈阳、沈阳至丹东以及盘锦至营口、海城等多条客运专线已开工建设，今后几年将陆续建成通车，届时将持续对我省班车客运线路造成强有力的冲击，沈阳至大连等一些原有的黄金线路客流将受到极大影响。其次，民航以低折扣机票和高品质服务吸引了相当部分的跨省长途客流，私家车保有量持续大幅增加带走部分中短途客流，种种迹象表明，旅客出行已有了多种运输工具可供选择，作为一个旅客，将综合考虑安全、经济、速度、便捷程度、服务质量等各方面条件，择优选择最合适的出行方式。

1.2 班车客运经营成本逐年增大

班车客运经营成本主要组成包括燃油费用、高速公路通行费、车辆折旧、人员开支等几项，其中，燃油消耗所占比重最大，约占40%，燃油价格的浮动是影响成本变动的最直接原因。随着燃油税费改革拉开大幕，2009年1月1日起，班车客运经营成本中减少了养路费、客建基金、运管费三项支出，价内征收燃油税，燃油实际价格下调，暂缓了近几年燃油价格上涨给道路客运带来的压力，但此次成品油价格的下调与世界范围内的金融危机影响有重要关系，随着经济形势的日渐好转，燃油价格已经出现持续上涨势头，加之高速公路通行费的调整、企业管理人员及司乘人员劳资水平的提高等原因，班车客运成本支出将继续增大，票价的浮动可能面临涨与降的两难境地，涨将失去部分客源，降将难以维系成本支出。

2　班车客运发展方向的探讨

2.1 积极鼓励和引导客运企业改制，建立现代企业管理制度

企业改制的核心是经济机制转变和企业制度创新，客运企业要加速人才引进，完善科学管理方式，按照“产权清晰、权责明确、管理科学”的原则建立现代企业管理制度，建立健全法人治理结构，进一步优化企业管理模式，更好地适应社会经济发展的新需求，企业内部实现高效率运转，形成资金的良性循环。据不完全统计，截至2008年末，全省三级以上道路客运企业共42家，已完成改制的客运企业16家，尚未完成改制客运企业26家，未完成改制的客运企业占客运企业总量的61.9%，其

中，县级企业是改制的难点和重点，需要政府及行业管理部门加强鼓励和引导，以资产为纽带，以股份制改革为重点，采取联合、重组、兼并、股份制改造、整体出售等多种方式加速推进改制，以焕发新的活力。

2.2 进一步推进班车客运集约化经营

集约化工作的开展近年来已收到成效，且作用越来越明显，客运集约化经营一定程度上解决了经营机制落后、安全管理不到位、服务质量低下及因利益之争导致的矛盾纠纷不断等问题，下一步对经营主体比较分散、运力相对过剩、经营者之间矛盾突出等重点线路，应继续加快推进集约化的步伐。承包经营经营权到期后鼓励由企业收回，实行公司化经营，各企业高层之间应加强联系，企业之间应加强战略合作，以长远眼光共谋发展，可采取收购、兼并、转让、线路置换及股份制等多种方式进行线路改造，也可因地制宜，成立虚拟股份型线路公司，对多家企业的车辆运营实行统一的调度和组织，对驾驶员和乘务员统一着装、统一管理，对线路收益进行统一核算和分配，以高效率的经营创造更大的效益。切实加快全省客运班线集约化进程，推动班车客运从数量扩张型向质量提高型转变，提高服务水平和安全性，加强品牌效应，在旅客中树立良好的口碑。

2.3 进一步推进招标投标工作

客运线路招标投标工作是我省今年开展的重点工作之一，通过公开的招标、投标、开标、定标，线路许可更加科学化，更趋公平、公正、公开。其中，高速公路客运线路为招标工作的突破口和重点，通过招标，对参加投标的道路旅客运输经营者的质量信誉情况、企业规模、运力结构和经营该客运班线的安全保障措施、服务质量承诺、运营方案等因素进行综合评价，择优确定客运班线经营者，鼓励规模化、集约化经营，支持质量信誉考核等级高、经营规范、诚信度高的企业发展，对安全生产实行一票否决制。企业通过投标，与其他投标者进行硬件和软件的比较，会直接发现各企业之间的长处和短处，通过不断改进，有助于长远发展。目前，我省对省际、市际客运班线已全面开展招投标工作，对于有三个及以上的有效投标人投标的客运班线，以招投标方式进行许可。

2.4 以县域经济发展为契机，车头向下，推动班车客运向县、乡镇及农村纵深发展

县域经济是以农业和农村经济为主体，工业化、城镇化、现代化是县域经济的发展主题和方向。发展县域经济是解决“三农”问题的新的切入点，是全面推进小康建设的重要任务，现在已经成为国民经济的一个新的增长点。班车客运应充分发挥自身优势，以县城为中心、乡镇为纽带、农村为腹地，利用道路客运点多、面广的优势，在提高原有班线服务质量的基础上，加大运行班次密度，并应多开辟乡镇之间的横向线路，形成完善的客运网络，解决农村群众出行班次少问题和县到县、乡到乡需要转车的问题，增加道路客运网络通达深度和广度。同时，要充分利用和争取农村客运优惠政策支持，降低经营成本，发掘农村客运市场潜力，在发展中逐步提高集约化程度，加强教育，提高经营者的安全意识，利用政策引导，提高车辆档次，加速更新老旧车辆，切实为农民出行提供便利。

2.5 大力推进节能减排

针对目前一些线路已经趋于饱和的现状，新发展客运线路必须慎重并经过充分论证，申报线路可行性分析中客流调查预测不能流于形式，应更加科学，对经营成本的测算应力求准确，对于实载率较高的线路，可采取增班不增车或节点运输等方式提高车辆使用率，对于实载率较低的线路慎重投入运力。新上线及更新车辆购置新车时，应着重考虑车辆技术状况和燃油消耗水平。驾驶操作方面，研究表明，不同的驾驶习惯对汽车燃油经济性的影响可达30%，可在驾校培训中加强节能驾驶教育，在驾驶员中普遍推广汽车驾驶节能技术，使驾驶员树立节能意识，养成节能驾驶习惯，从一些细节节流开支，减少不必要的浪费。

2.6 积极尝试道路客运新的发展模式和投入新的领域

一是以提高车辆使用率为主要目的，积极探索发展节点运输，我省节点运输工作开展良好，目前以市际班线、公司化经营班线为主，省际班线以公铁竞争的超长途客运线路为主，要求经营单位制定

明确的运输组织方案和应急措施，公司化经营、企业质量信誉考核等级高的、管理规范的车辆在节点运输中享有优先权，通过节点运输，既可满足零散旅客的出行需求，也能提高车辆使用率，达到节能减排目的。但节点运输工作的开展，应以该线路无矛盾为前提，节点运输的经营者应提高认识、规范经营，运管部门对节点运输配载业务应有效控制，避免造成市场混乱。二是针对目前市场存在非法营运轿车冲击长途班线的情况，可应旅客需求试行轿车车型的班线客运，以安全、舒适、快捷的服务和正规企业规范的经营投入市场，满足旅客的合理需求，黑车营运在安全性等方面无法与正规的班车相比，黑车市场会自然萎缩。三是随着全国交通系统进行机构改革，城市客运、民航等部门将正式划归交通部门管理，关系理顺后，将更有利于多种运输方式的统筹规划、协调和有序衔接，对于城市化程度较高的地区可大力推行城乡客运一体化，以综合利用各种客运资源，争取效益最大化和服务水平不断提高，以达到城乡客运在管理体制、运行机制、经营方式等方面协调发展。

新形势下机遇与挑战并存，班车客运需要进一步提高经营和管理水平，提高服务质量，更好地服务于广大旅客，寻求可持续发展之路，这是客运行业的根本，也是行业管理部门和经营者共同努力的方向。

新时期大规模铁路建设中客运枢纽规划研究——以沈阳站为例

刘　威[1]　宋　涛[1]　郭彩香[2]

（1. 沈阳市规划设计研究院，沈阳 110000；2. 林同棪国际工程咨询有限公司沈阳分公司，沈阳 110000）

摘　要：中国铁路经过百余年的发展之后，迎来了中国经济快速发展的好势头，一大批不朽的铁路客站正在规划建设。本文以沈阳站为例，研究铁路客站与城市发展的关系，铁路客站与其他交通方式的关系，铁路客站与城市风貌、文化的融合，并对沈阳站交通枢纽规划的理念进行思考和总结，以期为其他城市客运交通枢纽的规划建设提供参考。

关键词：沈阳站；枢纽规划；区域发展

1　引　言

在全国铁路客运专线建设大潮的推动下，一大批铁路客站正在进行规划建设。当今的铁路客站已经从单纯的铁路枢纽，转变为集结城市综合交通以及相关直接与延伸服务的枢纽，大型客运枢纽站具有提供便利的交通条件，带动广泛的经济效益和提升城市功能等综合能力。因此，客运枢纽站的开发建设或者是改造更新，要将目光拓展到周边更大的空间和区域范围：不仅仅要考虑客运枢纽站交通流的组织、设计，还要考虑客运枢纽站建筑外形的设计并将它作为城市重要的景观形象标志；不仅仅要满足配套交通设施的用地需求和选址，还要研究如何将服务、居住和产业功能有机地嵌入到铁路枢纽站的强大辐射圈之中，并对这些设施在空间上予以合理的安排。沈阳站客运枢纽的规划方案具有代表性，以下通过对它的分析和介绍，为类似的综合性客运枢纽的规划设计提供参考和借鉴。

2　功能定位

沈阳站以沈阳市最大的商业区太原街地区为中心，以和平区和铁西区为两翼，以整个沈阳市为腹地，远望辽中城市群七城市，作为东北地区的铁路枢纽，其功能定位的确定，需要将其纳入区域层面来分析，尤其需要重点考虑在辽中城市群内的地位与作用。

2.1 沈阳需要一个增强区域辐射力的载体

辽中城市群是国家四大城市群之一，沈阳作为辽中城市群的核心城市，应以城市群的整体优势参与区域竞争，全面提升城市群整体竞争力，以进一步巩固沈阳在东北地区的中心城市地位，并促进整个区域的可持续发展，如图1所示。以沈阳站的改造建设和哈大客专、京沈客专等客运专线的建设为契机，发挥沈阳的龙头作用，辐射带动周边七城市发展，加快区域一体化进程[1]。因此，为了强化区域竞争力和内部辐射力，客观上需要一个增强区域辐射功能的载体。

2.2 沈阳需要塑造强有力的城市中心体系

在区域发展水平与城市发展阶段的要求下，沈阳市已逐渐由工业化城市转变为服务性城市，核心功能从生产供给转变为区域服务。沈阳站周边的太原街地区是目前沈阳市最大的商贸中心，未来太原街完全有能力比肩于世界上任何一个知名商业区，它的视野不只局限于沈阳，它将是沈阳都市服务功能的重要载体。结合沈阳站强大的对外交通优势和太原街独具的商业发展优势，将沈阳站地区建设成

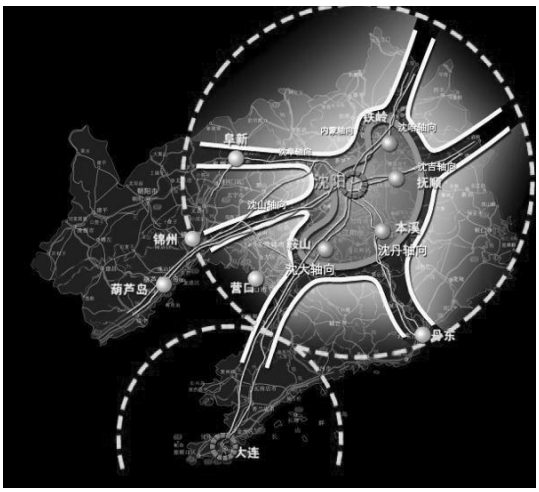


图1 辽中城市群发展规划

为立足全省、辐射东北、影响东北亚的现代核心商业圈。

2.3 功能定位

基于以上分析，将沈阳站地区确定为：

区域性综合交通枢纽地区——辽宁中部城市群乃至东北地区的综合性交通枢纽；

城市增长引擎与标志景观——沈阳城市经济的增长引擎与标志性景观区域。

3 沈阳站地区用地配置分析

3.1 类似的铁路站场地区配置分析

根据对国内外高铁车站周边用地配置的分析，商业服务、商务办公和居住功能为普遍功能，商业服务和商务办公主要是利用便利的交通条件带来的大量人流、信息流和资金流，居住开发主要考虑建设初期的资金平衡，同时各个铁路枢纽站根据实际发展条件和整个城市的发展需求也可发展会展、主题公园、文化产业等其他功能。如表1所示。

表1 类似高铁车站周边地区主要功能

名称	铁路枢纽站站房及配套	商业综合体	片区商业服务中心	商务办公	居住	会展	城市公园	主题公园	企业园区	文化中心
里尔	●	●	●	●		●	●			●
法兰克福	●			●	●	●	●			
京都	●	●	●							
广州站	●		●	●	●	●		●	●	
上海七宝站	●		●	●	●	●		●	●	
上海南站	●	●	●	●	●		●			
武汉站	●		●	●	●		●			

3.2 满足不同服务对象的功能要求

满足本地普通市民的服务功能：根据沈阳市总体规划，铁路东侧为商业用地，应为本地市民提供购物、休闲餐饮等功能。铁路西侧有一定规模的居住用地，规划在铁路西侧应有为本地市民日常生活服务的配套设施。

满足逗留旅客需求的服务功能：沈阳站将带来大量的客流，对就地换乘的旅客可利用站房内配套餐饮、商业服务等基本功能，对有一定逗留时间的旅客还需要安排酒店、休闲、购物等功能，对经常往返并有业务往来的商务客流还需安排公寓、小型办公场地等。

满足周边地区需求的服务功能：随着沈抚、沈鞍、沈铁、沈本、沈彰同城化进程的加快和沈阳站地区便利的交通条件，沈阳站地区还需要有为周边地区配套的功能，主要有会务、商务等。

3.3 规划功能构成与空间布局

沈阳站地区是城市经济的增长引擎与创新中心，应以强大的交通功能为依托，主要发展包括商业服务、商务金融、旅游集散服务、文化娱乐、居住等功能。

（1）交通及配套：交通功能作为沈阳站地区的首要功能，以铁路枢纽站房为中心，优先保障交通配套设施用地，处理好各种交通方式的衔接，充分发挥沈阳站的交通功能。

（2）景观：沈阳站是沈阳市最重要的对外形象门户，充分考虑与周边重点景观地区关系，利用基地条件，塑造具有沈阳特色的门户形象。

（3）商业：建设沈阳站地区为沈阳市，乃至辽宁中部城市群最大的商业中心。

（4）居住：满足城市发展需求，适当安排居住功能，建议作为先期启动区域，为前期基础设施建设提供资金储备。

（5）其他：适度发展金融、商务、酒店等综合功能，满足多元化的需求。

4　沈阳站与城市交通的关系

目前沈阳站铁路沿线建筑质量破旧，环境景观较差，交通设施不完善，交通秩序混乱，如何结合现状，进行合理的交通组织，满足多种交通需求和实现多种交通方式的安全、高效、便捷的转换，成为沈阳站客运枢纽规划的重点。

4.1 统筹兼顾、东西并重

（1）充分发挥沈阳站的区域枢纽职能，统筹地区发展，站区内东西两侧开发并举

沈阳站西侧开设西出口，打通北三路，动迁南货场，规划站前广场、公交枢纽站和长客站，同时对站口周边的环境进行整治。规划广场面积2.85hm^2，公交枢纽站面积0.6hm^2，长客站0.25hm^2。东侧除沈阳站老站房外，现有破旧建筑一律拆除，完善交通及铁路等附属设施。规划广场面积1.7hm^2，公交枢纽站面积0.9hm^2。如图2所示。

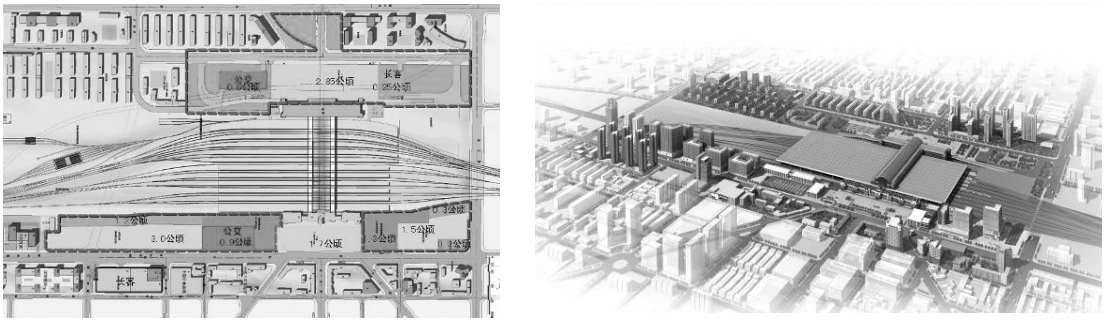


图2　沈阳站地面交通规划图

（2）结合沈阳站地下出站通道设置东西联系公共通道

由于铁路场站的制约，目前沈阳站东西行人联系主要依靠南五马路和北二马路地道桥，造成现状东西两侧联系不便，绕行较远。为解决这一问题，规划结合铁路出站通道设置东西联系公共通道，通道长250m，宽24m。

（3）对通过沈阳站地区的轨道交通线路进行局部线路调整

线路调整以“零换乘”理念引导轨道站点布设，处理好城市轨道交通与国铁的竖向关系，充分考虑周边开发地块的轨道交通需求，合理布局轨道交通场站设施，减少与枢纽的矛盾。

沈阳站地区规划的轨道交通线共有三条[2]，分别为地铁1号线、地铁5号线、地铁7号线。如图3所示。



图3　沈阳站地区原快速轨道交通规划图

随着沈阳站的改造建设，沈阳站西侧开设西出口，而地铁5号线和7号线均走行沈阳站东侧，不利于沈阳站西侧的发展；太原街地区作为沈阳都市服务功能的重要载体，而地铁7号线从太原街地区单侧通过，不利于商业的发展。所以结合沈阳站枢纽的规划将地铁5号线调整为从沈阳站西出口通过，将地铁7号线调整到昆明南街上。如图4所示。



图4　沈阳站地区轨道交通线路调整及换乘规划图

4.2 立体交通、无缝换乘

通过地铁、公交车、出租车、社会车等多种交通方式实现旅客立体化、网络化、便捷化的换乘，打造一个快速进出、高效疏散的客运枢纽[3]。

（1）进站旅客交通组织

进站旅客主要通过地面集散广场、地下通道、垂直步行设施（自动扶梯、直达电梯、楼梯等）到达高架候车室候车进站。其中沈阳站东乘坐公交车、出租车、社会车的旅客可通过地面集散广场进站，乘坐地铁和长途客车的旅客或在太原街购物的旅客可直接通过地下通道到达候车室；沈阳站西乘坐出租车、社会车的旅客可通过高架路直接进入二层候车室，乘坐公交车和长途客车的旅客可通过地面集散广场进站，乘坐地铁的旅客通过地下通道到达候车室。如图5所示。

（2）铁路出站客流交通组织

出站旅客从地下闸口检票后主要通过地下停车场、地下出租车、地铁、长途客运、地面集散广场实现客流快速疏散。其中沈阳站东出站旅客可以在地下二层换乘地铁和出租车，在地下一层乘坐社会

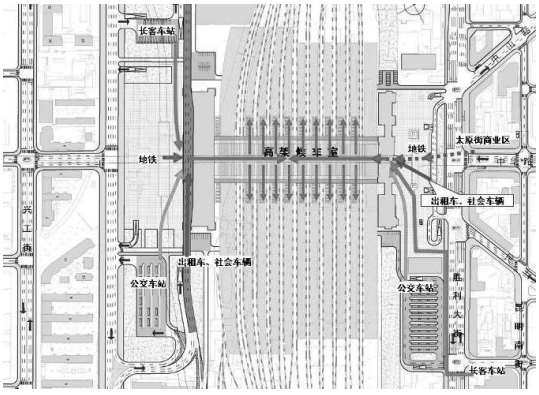


图5　铁路进站旅客交通组织

车，沿地下商业通道步行至长途客运站换乘长途客车，到太原街商业区地下购物，到地面乘坐公交车；沈阳站西出站旅客可以在地下二层换乘地铁，在地下一层乘坐出租车和社会车，到地面换乘公交车和长途客车。如图6所示。

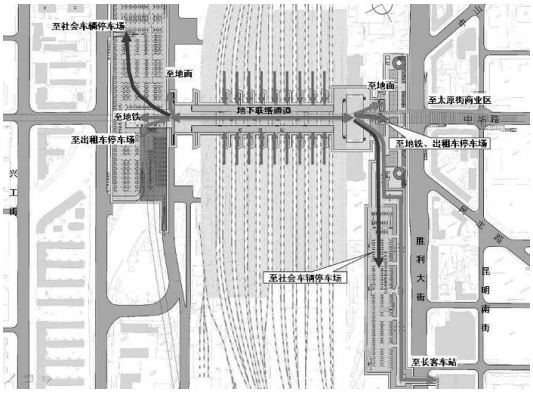


图6　铁路出站旅客交通组织

4.3 地下空间、充分利用

充分利用沈阳站东西广场地下空间，开发地下停车场、地铁出租车候车区、地下商业等，并与长客站和公交站等交通设施连成一体。

沈阳站的地下空间可以通过中华路连接到太原街商业区，形成系统的地下空间。如图7所示。

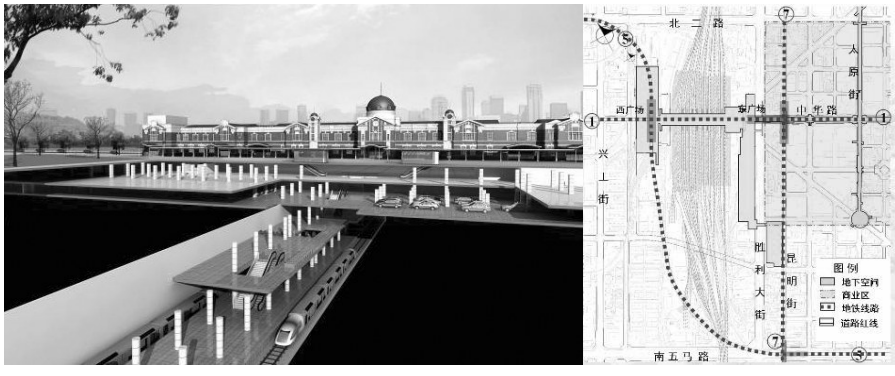


图7　沈阳站地下空间规划图

5　沈阳站与城市风貌、城市文化的融合

由于原沈阳站站舍为省级文物保护建筑，广场周边地区为沈阳特色的老街区，所以改造沈阳站东

广场环境景观，必须考虑设施和城市景观的需求，形成简洁现代的城市广场空间和协调美观的站舍景观，以重塑地区城市形象，繁荣地区商业，提升地区环境。

为保证站舍景观与周围协调，对站房与文物保护建筑进行视线分析。选取了广场边缘和距广场200m远两个视线点，对新、老站房进行了视线分析，在不改变新建站房高度的前提下，通过新建站房的不断后移，寻找最佳建筑位置。在视线分析的同时，考虑建筑的使用功能，最终确定建筑后移距站房20m的方案。如图8所示。

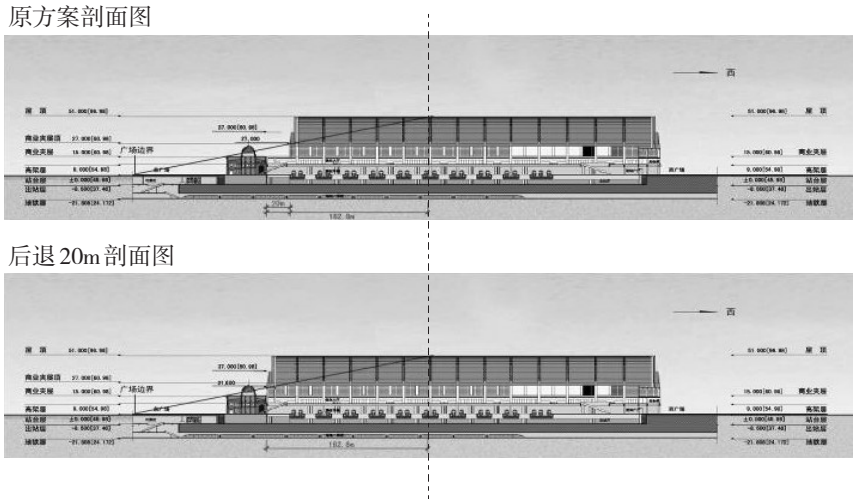


图8 视线分析图

6 结 语

目前我国正迎来大规模铁路建设高潮，一大批铁路客运枢纽即将建设，但在铁路综合枢纽规划方面缺乏经验，这给城市规划设计与管理带来新的挑战。沈阳站客运枢纽规划运用开拓的眼光，从枢纽功能定位、土地使用配置、交通运输网络构架、城市空间的组合等角度审视，提出一系列具有针对性的解决方案，相信对类似城市综合交通枢纽规划具有一定的参考意义。

城际轨道交通客流分配组合模型研究

徐云清　沈　营　陈　军　王志强
（长安大学公路学院，西安 710064）

摘　要：传统四阶段预测方法在城际轨道交通客流预测中存在一定的弊端，文章从城际轨道交通客流形成机理出发，构造了城际间旅客广义出行费用函数，重点研究了满足用户平衡（UE）的方式划分与出行分配的四阶段组合模型。利用组合模型将全方式OD在区域综合交通网络中进行分配，克服了传统四阶段方法的不足，以提高城际轨道交通客流预测结果的准确性。

关键词：城际轨道交通；客流预测；组合模型；广义出行费用

引　言

四阶段预测法是国内外进行交通需求预测普遍采用的方法，目前，城际轨道交通客流预测大多采用四阶段预测法。然而，在城际轨道交通客流预测时，传统的四阶段法将方式划分与交通分配相互独立，不能很好地处理城市间客流出行的多方式与多路径的选择问题，也不能很好地体现综合交通网络对客流的影响。通常，在城市间旅客出行情况下，小汽车、长途客车、摩托车、铁路、水运以及城际轨道交通之间的方式划分与客流分配是一次性完成的。因此，利用方式划分与路网分配组合模型实现全方式OD下城际轨道交通客流量的预测可以方便地解决上述问题，以便在提高预测效率的同时取得较理想的预测结果。

1　城际轨道交通客流形成机理

城际轨道交通是一种主要服务于城市之间旅客中长途出行的交通方式，其承担的客流量涉及轨道交通与其他交通方式的协调关系。也就是说，城际客流的产生、分布、方式和路径的选择不是一个单向的作用机制，而是一种相互反馈的动态平衡机制。因此，城际间客流的形成主要取决于各城市经济发展水平和城市之间联系的紧密程度。另外，城际旅客出行方式的选择受各方式出行费用以及出行时间等影响，旅客选择出行方式的同时，也就相应地完成了出行路径的选择，这就形成了公路、铁路、轨道以及水运网等之间的竞争。然而城市轨道交通与城市间公路、铁路、水运网络等组合在一起，形成了区域综合交通网络，城际间旅客的出行也就呈现多方式、多路径的特点。

基于以上分析，城际轨道交通客流分配首先要分析区域经济与客流之间的关系，同时应结合区域综合交通网络，考虑各种交通方式之间的相互协调关系。

2　客流分配组合模型的建立

2.1 用户平衡

1952年，Wardrop提出了用户均衡原理，表述如下：当网络达到平衡状态，在考虑拥挤对行走时间影响的网络中，每组OD对间各条被使用的路径具有相等且最小的出行时间，没有被使用的路径的出行时间大于或等于最小出行时间。Beckmann采用以下数学模型描述Wardrop均衡状态[1]：

$$C_k^{rs}-U_{rs}\begin{cases}=0, & f_k^{rs}>0\\ \geqslant 0, & f_k^{rs}=0\end{cases} \tag{1}$$

式中 U_{rs}——均衡状态下OD对r–s之间的阻抗，即最小走行时间；

C_k^{rs}——OD对r–s之间路径k的阻抗；f_k^{rs}为OD对r–s之间路径k上的客流量。

2.2 广义出行费用

城市群区域旅客出行属于中短途出行，从客流出行调查来看，出行费用和出行时间是区域旅客出行首要考虑的两个因素，这也就成为旅客出行方式选择的重要决定因素。为能够综合反映出出行费用和出行时间等因素对出行者选择交通方式的影响，提出广义出行费用函数，其形式为：

$$U_a = C + \alpha T \tag{2}$$

式中 C——出行费用；

T——出行时间；

α——时间价值。

其中，城际出行中，公路出行一般是按照里程收费的，铁路和轨道交通出行则是根据里程分段收费的，因此在计算铁路和城际轨道交通出行费用的时候应结合线路里程及站点区段综合给定。

城际旅客的出行时间一般包括旅客走到车站时间（即步行时间）、等待时间和乘车时间。城际出行各交通方式中，小汽车、摩托车、长途客车等公路出行方式的出行时间与路段客流量有关。而铁路、轨道交通的出行时间一般与其客流量无关。

对于公路网上的小汽车、摩托车、长途客车的路段走行时间采用美国公路局开发的BPR函数表示：

$$t_a = t_a(0)\left[1 + \alpha\left(\frac{x_a}{C_a}\right)^{\beta}\right] \tag{3}$$

式中 $t_a(0)$——路段a上的自有流走行时间；

x_a——路段a上的客流量；

C_a——路段a上的容量；

α、β——参数，通常取α=0.15，β=4。

2.3 客流分配组合模型的构建

在对区域客流进行出行生成以及出行分布阶段后，区域客流OD需求固定情况下，根据Wardrop用户平衡原理以及区域旅客出行选择方式条件，提出用户平衡状态下方式划分与出行分配的组合模型，其与用户平衡条件下交通分配模型相似，关键在于实时对区域旅客出行的各种交通方式在各路径的广义出行费用进行调整。其数学模型如下：

$$\min Z(x, p_{km}^{rs}) = \sum_a \int_0^{x_a} U_a(t)\mathrm{d}w + \theta \sum_{rs}\sum_k \sum_m p_{km}^{rs}(\ln p_{km}^{rs} - 1) \tag{4a}$$

$$s.t \quad x^a = \sum_{rs}\sum_k f_k^{rs}\delta_{ak}^{rs}, \qquad \forall a \tag{4b}$$

$$f_k^{rs} = p_{km}^{rs} q_{rs}, \qquad \forall k, m, r, s \tag{4c}$$

$$f_k^{rs}, p_{km}^{rs} > 0, \qquad \forall k, m, r, s \tag{4d}$$

式中 f_k^{rs}——OD对r–s之间路径k上的客流量；

p_{km}^{rs}——OD对r–s间m交通方式路径k上的分担率；δ_{ak}^{rs}为0–1变量；

θ——参数。

对于任意一个非线性规划问题，其任意局部极小值点的解或驻点解均满足一阶必要条件[6]。下面证明模型（4）的一阶必要条件等同于Wardrop平衡条件，即在任意极小值点（或驻点）上，Wardrop条件成立。

模型（4）的拉格朗日函数为：

$$L(x, p, u) = Z_1[x(f)] + Z_2(p) + \sum_{rs}\sum_k \sum_m u_{rsk}(f_k^{rs} - p_{km}^{rs} q_k^{rs}),\ f_k^{rs},\ p_{km}^{rs} \geqslant 0 \tag{5}$$

式中　u_{rsk}——对应约束的对偶变量。

模型的一阶极小值条件（及*K–T*条件）为：

$$f_k^{rs}\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial u_{rsk}}=0,\quad f_k^{rs}\geqslant 0 \tag{6a}$$

$$p_{km}^{rs}\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial p_{km}^{rs}}=0,\quad p_{km}^{rs}\geqslant 0 \tag{6b}$$

$$\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial u_{rsk}}=0 \tag{6c}$$

对于式（6a），由于$\frac{\partial Z_1[x(f)]}{\partial f_k^{rs}}=\frac{\partial}{\partial f_k^{rs}}\sum_a\int_0^{\sum_{rs}\sum_k f_k^{rs}\cdot\delta_{ak}^{rs}}t_a(w)\mathrm{d}w$

$$=\sum_b\frac{\partial Z_1(x)}{\partial x_b}\cdot\frac{\partial x_b}{\partial f_k^{rs}}$$

$$=\sum_b t_b\cdot\delta_k^{rs}=C_k^{rs} \tag{7}$$

所以式（6a），$f_k^{rs}\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial f_{rsk}}=f_k^{rs}\left(\frac{\partial Z_1[x(f)]}{\partial f_k^{rs}}-u_{rsk}\right)$ (8a)

对于式（6b），$p_{km}^{rs}\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial p_{km}^{rs}}=p_{km}^{rs}(\theta\ln p_{km}^{rs}-u_{rsk}\cdot q_k^{rs})$ (8b)

对于式（6c），$\frac{\partial L(x,p,u)}{\partial u_{rsk}}=f_k^{rs}-p_{km}^{rs}\cdot q_k^{rs},\quad \forall k,r,s$ (8c)

则函数式（5）的一阶极小值条件为：

$$C_k^{rs}-u_{rsk}\begin{cases}=0, & f_k^{rs}>0\\ \geqslant 0, & f_k^{rs}=0\end{cases} \tag{9a}$$

$$\theta\ln p_{km}^{rs}-u_{rsk}\cdot q_k^{rs}\begin{cases}=0, & p_{km}^{rs}>0\\ \geqslant 0, & p_{km}^{rs}=0\end{cases} \tag{9b}$$

$$f_k^{rs}=p_{km}^{rs}\cdot q_k^{rs} \tag{9c}$$

把约束条件（9c）代入式（9b）可得，

$$p_{km}^{rs}=\frac{\exp\left(\frac{u_{rsk}\cdot q_{rs}}{\theta}\right)}{\sum_i\exp\left(\frac{u_{rsi}\cdot q_{rs}}{\theta}\right)} \tag{10}$$

式（9a）描述了Wardrop用户均衡状态，式（10）则表示了OD对*r–s*间第*k*条路径上的分担率，它满足基于广义出行费用的Logit模型。

2.4 组合模型求解算法

该方式划分与出行分配组合模型的求解算法运用Frank–Wolfe方法思想，将全方式OD在公路网、铁路网、城际轨道交通网组成的综合交通网络上进行联合竞争分配。计算OD对*r–s*间的广义出行费用，根据Logit方式分担模型进行分配。每次迭代要更新各条路径上的广义出行费用，直到任意两条路径上的广义出行费用U_k^{rs}之差小于一定的收敛定值，即认为网络达到平衡。

求解算法步骤：

step1：初始化。令$t_a^0=t_a(0),\forall a$，用“全有全无”法将OD矩阵加载上路网，得到各路段流量$\{x_a^1\}$，令迭代次数*n*=1。

step2：在待分配的OD对*r–s*间搜寻所有可能的走行路径，按广义费用公式分别计算轨道线路以及其他方式线路的广义费用U_k^{rs}。

step3：比较轨道交通线路与其他线路的最小广义出行费用，根据Logit方式分担模型计算各自的分担率p_{km}^{rs}，从而得出各自线路上客流量。

step4：寻找下一步迭代方向。将OD客流量按照广义出行费用在路网上实行路网分配，并得到一组附加的交通流量$\{y_a^n\}$。

step5：确定步长。求满足下式的α_n：

$$\sum_a (y_a^n - x_a^n) t_a\left[x_a^n + \alpha_n (y_a^n - x_a^n)\right] = 0, \quad 0 \leqslant \alpha_n \leqslant 1$$

step6：确定新迭代点。

令$x_a^{n+1} = x_a^n + \alpha_n (y_a^n - x_a^n), \quad \forall a$

step7：收敛性检验。若$\left(U_{k1}^{rs} - U_{k2}^{rs}\right)$已满足收敛准则，则停止计算。$\{x_a^{n+1}\}$即是要求的平衡解；否则令$n=n+1$，返回step2。

3 案例应用

本文以珠江三角洲地区广佛珠城际轨道交通客流预测为研究案例。根据文中提出的基本思路，得出研究区域内现状全方式客流出行OD为507.79万人次/日，然后利用文中方法进行客流出行生成预测，预测得规划年客流出行总量分别为2017年767.99万人次/日，2024年1046.90万人次/日，2039年1568.09万人次/日。最后进行出行分布预测。

利用本文研究的方式划分与出行分配组合模型将规划年全方式OD在公路网、铁路网、城际轨道交通网组成的综合路网中进行分配，在迭代过程中，实时对各运输方式在各路径上的广义出行费用进行调整，直到收敛为止。分配结果如表1、表2所示。

表1 各运输方式客流分担率预测

单位：%

年度	城际轨道交通（广佛珠、广珠）	高速铁路（武广客专、广深客专）	公路	普通铁路
2017年	7.52	5.96	82.57	3.95
2024年	8.86	6.28	81.32	3.54
2039年	9.78	6.69	80.67	2.86

表2 客流预测主要指标

年度	全日客运量（人次/d）	客运工作量（万人km/d）	线路客流强度（万人km/km）	平均运距（km）	高峰小时最大断面客流量
2017年	230987	1560.49	9.72	67.56	6475
2024年	371205	2523.15	15.71	67.97	9676
2039年	613581	4202.01	26.16	68.48	14815

经分析，利用本文提出的组合模型的城际轨道交通客流预测方法，能够较好地结合城际客流出行特点，有效地弥补了传统四阶段方法所带来的不足，取得了很好的预测效果。

4 结 语

城际轨道交通客流预测是项目可行性研究和设计的重要依据，客流预测方法的合适性对客流预测结果的影响重大。由于传统的四阶段方法相对独立，不适应城际间旅客的出行特点，导致预测工作量

较大，结果不够精确。本文在传统的四阶段客流预测方法基础上，结合城际轨道交通客流形成特点，提出了方式划分与出行分配组合模型的客流预测方法，并运用Frank-Wolfe方法思想，针对该模型提出了求解算法。并结合实际案例对此方法进行了验证，提高了城际轨道交通客流预测的效率和结果的准确性。

参考文献

[1] 陆化普，朱军，王建伟.城市轨道交通规划的研究与实践［M］. 北京：中国水利水电出版社，2001.

[2] 陆化普. 交通规划理论与方法［M］. 北京：清华大学出版社，1998.

[3] 陈义华，吴红兵. 方式划分与路网配流联合模型［J］. 重庆大学学报，2005，28（10）：99-103.

[4] 吴红兵，陈义华. 混合交通方式划分与交通分配联合模型［J］. 系统工程，2005，23（9）：77-80.

[5] 陆化普，王建伟，陈明. 城际快速轨道交通客流预测方法研究［J］. 土木工程学报，2003，36（1）41-45.

[6] 高自友，宋一凡，四兵锋. 城市交通连续平衡网络设计理论与方法［M］. 北京：中国铁道出版社，2000.

[7] 喻翔，毛敏，刘建兵. 城市交通需求预测组合模型的研究［J］. 西南交通大学学报，2003，38（1）：75-79.

城市轨道交通网络列车运行衔接问题研究

杨 良 徐瑞华 江志彬
（同济大学交通运输工程学院，上海 201804）

摘 要：在城市轨道交通网络化运营条件下，为了实现线网层面的运营协调，基于已有运营协调理论，针对城市轨道交通网络列车衔接问题进行了研究。通过对网络列车运行图编制模式和网络列车运行图特点进行分析，在“网络协调，线路编制”框架下提出网络列车首末班车衔接和换乘协调在线路列车运行图编制层面的实现方法。通过实际的应用，该方法能够满足不同线路之间运输组织的协调要求，同时也能够满足不同运输条件下的运行图编制要求。

关键字：城市轨道交通；列车运行图；网络运营协调

1 引 言

伴随着社会经济的发展和城市化进程的加速，我国各大城市的轨道交通已进入了网络化时代。线路之间运营协调和网络列车衔接已经成为了城市轨道交通行车组织的核心问题，实现首末班车的合理协调和网络列车在换乘站的有效衔接，客流在城市轨道交通网络的流畅运输，直接决定了系统的服务水平和网络的运输效率。而网络列车运行衔接的关键，就是如何在编制运行图的过程中实现列车首末班车衔接和换乘协调衔接，但是传统的针对线路进行运输组织尤其是分线路的运行图编制模式已无法满足需求。文献［1］通过建立线路间列车运行的衔接关系，针对早晚客流换乘接续的特点，提出了确定网络首末班列车的合理发车时间域的方法。文献［2］从路网运输能力均衡配置角度，阐述了网络运营协调的主旨，对影响运营组织的多个关键要素做定性分析。文献［3］对于城市轨道交通列车运行图的编制要素和编制程序进行了分析和归纳。文献［4］对城市轨道交通运行图编制要素进行了数学分析，提出了相关的模型。文献［5］分析了城市轨道交通列车运行图计算机编制系统总体结构，对城市轨道交通列车运行图计算机编制过程中的关键技术问题进行了研究。文献［6］研究了由网络单一节点扩展到一系列与前节点相连通的复杂车站的列车时刻确定问题。已有的对于运营协调的研究着重点都在于衔接方案的制订，较少涉及实际运行图的层面；而对于城市轨道运行图的研究也以线路为主，针对复杂路网的研究并不多见。本文在已有的研究基础上，针对我国城市轨道交通运营的现状，基于线路编制运行图和运营协调理论对复杂路网条件下城市轨道交通网络列车运行衔接问题进行研究，分析在运行图编制过程中实现换乘衔接和首末班车协调的方法。

2 网络运营条件下城市轨道交通运行图的编制要求

2.1 城市轨道交通运行图编制的新要求

在城市轨道交通网络化运营的条件下，客流量迅速增长，换乘客流比例增加，网络不均衡性更加明显，城市轨道交通管理的模式发生了重大的变化，对轨道交通运行图的编制也提出了新的要求：（1）实现网络化编图，打破以线路为单位封闭单一的运行图编制模式，在开行方案的基础上，综合考虑不同线路之间运输能力的协调和承接；（2）换乘站是轨道交通网络的关键节点，编制运行图时要综合考虑列车运行图在换乘站衔接，实现非高峰期间乘客换乘时间的协调；（3）根据客流需求，在编制运行图时要实现轨道网络不同线路首末班车的衔接，提高城市轨道交通网络化运营的可靠性和合理性。

2.2 列车网络运行图编制模式

在当前我国城市轨道交通运营条件下，以全网为对象进行列车运行图的编制存在一定的难度。首先，在进行运行图编制的将不是线路的运营主体，使得线路运营主体在运行图的调整和管理上失去灵活性；其次，在多运营主体、多ATS系统和多编制软件环境下，也会出现时刻表管理在权限和技术上的冲突；最后，目前也没有针对整个路网进行运行图编制的软件，技术手段上欠缺。针对现状本文提出，在当前的技术手段下，根据网络运营条件的特征，在分线路进行列车运行图编制的基础上，将线路衔接的要求转化为编制列车运行图限制和约束，实现“网络协调，线路编制”的运行图管理和编制体系，从而实现网络运营协调并保证线路运营主体在列车运行图编制方面的灵活性。

3　列车运行图非高峰时段列车发车时间域的确定

在已有的运营协调相关研究中，非高峰时段换乘衔接方案是在确定了衔接等级的条件下，在衔接时间段内有换乘衔接关系的两两线路之间应有的列车到达换乘站的时间差，一般表示为被衔接线路在衔接时间段内第一班列车与衔接线路第一班衔接列车之间到达换乘站的时间间隔。在两条线路开行间隔相同的情况下，衔接方案比较简单，一般表示为一个固定的间隔；但是在开行间隔不同的条件下，这个间隔可以有多个选择。

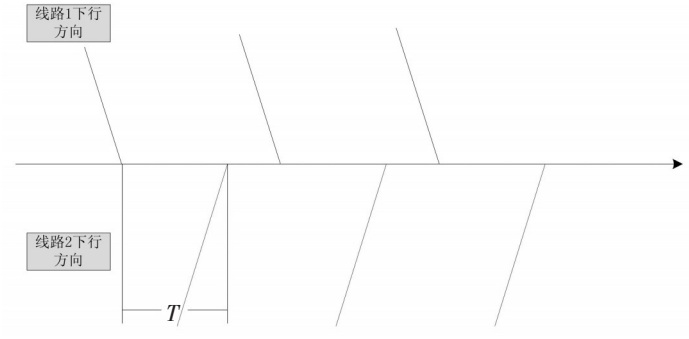


图1　相同开行间隔条件下换乘站列车衔接时间

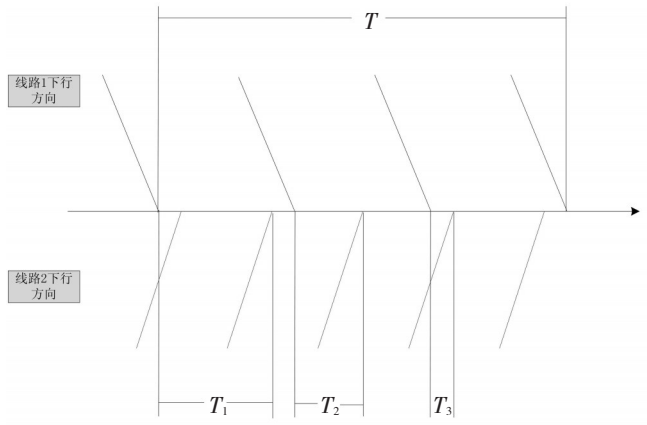


图2　不相同开行间隔条件下换乘站列车衔接时间

假定线路2下行衔接线路1上行，在开行间隔相同的条件下（如图1），衔接固定间隔为T，即线路2下行列车到达换乘站K的时刻与之前线路1到达K的时刻的间隔为T则满足衔接要求；在开行间隔不同的条件下（如图2），在一个衔接周期T内，线路2上任意一条运行线与其衔接的线路1运行线之间的间隔（T_1，T_2，T_3），都可以作为衔接间隔。由于周期性特征，采用不同的衔接间隔不会影响两条线路衔接率，所以在编制运行图时，可以根据需要选择相应的衔接间隔。在衔接方案制定过程中，有

可能某条线路的某个方向与其他的线路没有衔接关系，也就是说在分线路编制运行图时该方向的列车没有受到换乘衔接的约束，即在运行图编制时不需考虑换乘衔接。

换乘衔接方案往往对于线路列车上下行都有约束，即规定了上下行列车发车时间域。但是在实际编制运行图的过程中，由于折返和发车间隔等因素的限制，往往很难达到双方向都满足换乘衔接约束。如图3，假设列车发车间隔为Δ，列车下行运行时间为t，上行列车始发折返时间为a，则可知下行列车发车时间域为$\{t_n = T + n\Delta，n \in \mathbf{N}\}$，由此可以通过折返约束和线路发车间隔时间推导出上行列车发车时间域为$\{t_n = T + t + a + n\Delta，n \in \mathbf{N}\}$。这个时间域与换乘方案确定的上行列车时间域往往是不同的。所以，在实际运行图的编制过程中，只能保证一个方向的列车能够实现换乘衔接。

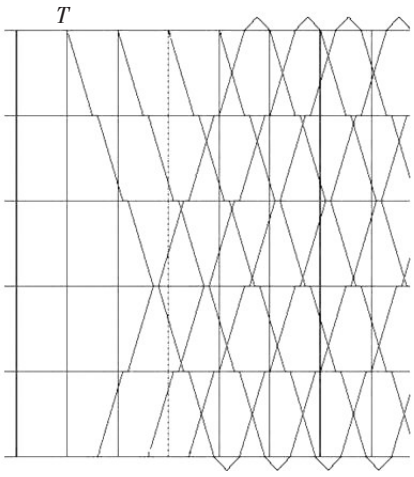


图3 非高峰时段列车运行图

综上所述，根据衔接和换乘关系可以确定各线路的等级，并且在确定基础级线路的运行图后，可以依次递归推导出其他线路在非高峰小时的发车时间域。假定路网G有N条线路（即路网是由这N条线路组成的连通图），分别记作$\{l_1, l_2, l_3, \cdots, l_n\}$。设定$l_1$为基础线路，将与$l_1$直接关联的$\{l_2, l_3, \cdots, l_M\}$定位为第一级衔接线路，将剩余线路中与上一级线路直接关联的线路定位为第二级衔接线路……依次递归，可以确定出线路的衔接等级（图4）。同时，分别确定各条线路的主要衔接方向和次要衔接方向。

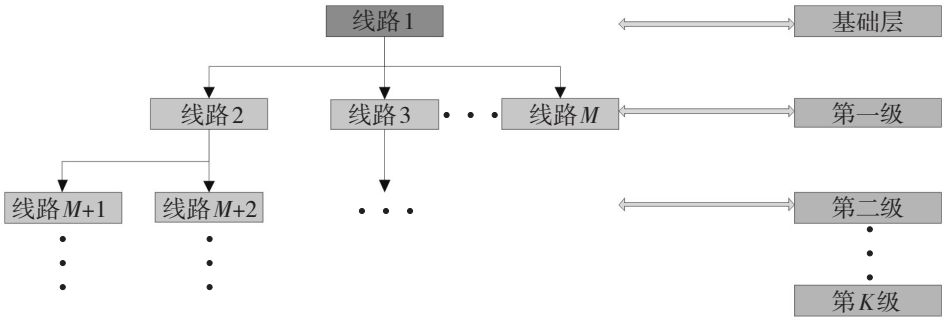


图4 城市轨道交通线路换乘衔接等级

基于开行方案，进行基础线路l_1运行图的编制。假定l_2与l_1相交叉于换乘站K，l_1的运行图，可以得到非高峰时段内l_1上下行各第一班列车在K站的发车时刻。通过与衔接方案的比较计算，就可得出l_2在衔接时间段内主要衔接方向的第一班列车在K站发车的时间从而推出l_2列车在衔接时间段的发车时间域。即：

$$t_2 = t_1 + \delta \tag{1}$$

式中　t_1——基准线路基准方向在K站的发车时间；

t_2——衔接线路主要衔接方向在K站的发车时间；

δ——衔接方案确定的衔接时间。

由 t'_2 减去主要衔接方向起始站至K站的运行时间，即可得到第一班衔接列车在起始站的发车时刻 t'_2。假设列车发车间隔为Δ，列车主要衔接方向运行时间为t，上行列车始发折返时间为a，主要衔接方向列车发车时间域为 $\{t'_2+n\Delta，n\in \mathbf{N}\}$，次要衔接方向列车发车时间域为 $\{t'_2+t+a+n\Delta，n\in \mathbf{N}\}$。通过以上的算法层层递归，可以求得 l_2，l_3，…，l_n 的非高峰小时的列车发车时间域。

4　列车运行图首末班车发车时间确定

与换乘站衔接方案类似，首末班车衔接方案是在确定衔接等级的基础上，通过在换乘站的衔接依次确定路网中线路的首末班车的发车时间。目前国内已有基于城市轨道网络化运营制定首末班车开行方案的研究和相应的计算机软件。本文借助同济大学开发的城市轨道交通运营决策辅助系统（ODS），基于北京市城市轨道交通网络，编制首末班车衔接方案（图5）。



图5　首末班车衔接方案

运行图编制制定首末班车发车时刻，是在首末班车协调方案的基础上，确定首末班车衔接等级和基础层线路的列车运行图，由上至下通过与协调方案比较进行层层递推，从而得到全路网各线路列车首末班车发车时刻。首末班车协调等级的确定与换成协调等级的确定方法相同，仍以网络G为例（图6）。假设G中，线路 l_i 与线路 l_j 在换乘站K相交，l_j 是 l_i 的下一级衔接等级的线路，l_j 首班车上行方向衔接 l_i 首班车上行方向。l_j 上行首班车发车时间为 t_j，协调方案中 l_i 上行首班车发车时间为 T_i，协调方案中 l_j 上行首班车发车时间为 T_j，则

$$\Delta = T_j - T_i \tag{2}$$

$$t_j = t_i + \Delta \tag{3}$$

式中　t_j——l_j 上行首班车发车时间；

Δ——衔接方案中，线路 l_j 上行与线路 l_i 上行首班车发车时刻的时间差值。

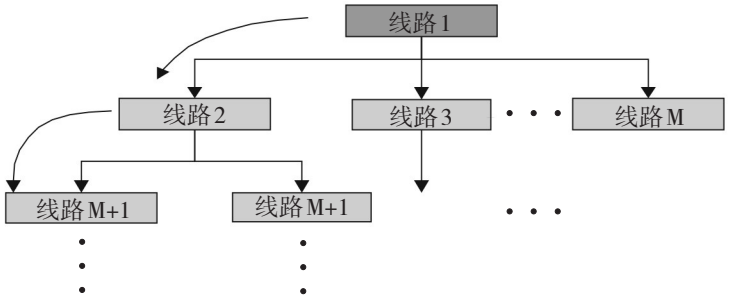


图6 列车运行图首末班车衔接等级

同时，在首末班车衔接方案制定过程中，有可能某条线路的某个方向与其他的线路没有衔接关系。在这种情况下，首末班车发车时刻应由开行方案来确定，而不受到路网衔接与协调的约束。

由于存在由于折返约束和开行间隔的限制，可能会造成首末班车衔接和实际运行图编制之间的冲突（图7）。协调方案规定上下行首班车发车时刻均为T，但是在实际运行图的编制过程中，在满足下行发车条件下，上行列车发车时则不能满足T的约束。假设以下行列车为基准即始发站发车时刻为T，列车发车间隔为Δ，列车下行运行时间为t，上行列车始发折返时间为a。根据开行间隔和折返站约束，上行列车的发车时刻必然属于集合$\{T+t+a-n\Delta，n\in \mathbf{N}\}$。若$t+a$与$\Delta$不是整数倍数关系，则上行列车的发车时刻无法满足T时刻的约束。在编制运行图过程中，我们采用牺牲换乘时间的方法来保证首末班车的衔接。上例中，若上行方向与上一级线路是衔接关系，则选取时刻T'为上行方向始发站发车时刻，其中$T'\in\{T+t+a-n\Delta，n\in \mathbf{N}\}$且$T'$为该集合中大于$T$的最小值；若上行方向与上一级线路是被衔接关系，则选取时刻T''为上行方向始发站发车时刻，其中$T''\in\{T+t+a-n\Delta，n\in \mathbf{N}\}$且$T''$为该集合中小于$T$的最大值。通过以上的方案，分别增加了$T'-T$和$T-T''$的换乘时间，但是保证了班车的衔接。末班车衔接的情况与首班车相同，也可采用牺牲换乘时间的方法来保证换乘衔接。其中，根据换乘客流量确定主要衔接方向，在保证主要衔接方向线路衔接效率的基础上通过牺牲换乘时间保证次要方向的换乘衔接。

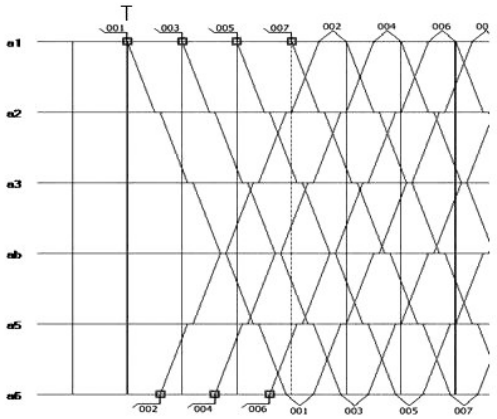


图7 首班车运行图

5 结束语

本文针对网络化运营条件下城市轨道交通网络列车运行衔接问题，基于“网络协调，线路编制”的列车运行图编制模式，提出在列车运行图编制过程中实现首末班车协调和换乘衔接的方法。首先，在路网换乘衔接方案的基础上，提出了结合线路递阶推导列车发车时间域与线路不同方向发车时间推算的列车运行图非高峰时段列车发车时间域的计算方法；另一方面，基于路网首末班车协调方案，提

出了牺牲次要方向换乘时间保证线路衔接可行度的列车运行图首末班车发车时间计算方法。本方法的研究是进行网络运营组织的基础性工作之一，为编制列车网络运行图提供理论依据。

参考文献

[1] 徐瑞华，张铭. 基于线网运营协调的城市轨道交通首末班列车发车时间域研究［J］. 铁道学报，2007，30（2）：7–11

[2] 张铭，徐瑞华. 城市轨道交通网络运营组织协调性研究［J］. 城市轨道交通研究，2007（11）：44–48 .

[3] 史小俊. 关于城市轨道交通列车运行图编制的探讨［J］. 都市快轨交通，2008，21（4）：24–27.

[4] 许红，马建军. 城市轨道交通列车运行图编制的数学模型及方法［J］. 北京交通大学学报，2006，30（3）：10–14.

[5] 徐瑞华，江志彬. 城市轨道交通列车运行图计算机编制的关键问题研究［J］. 城市轨道交通研究，2005（5）：31–35.

[6] Malachy Carey，Ivan Crawford. Scheduling trains on a network of busy complex stations［J］. Transportation Research Part B，2007，41：159–178.

地铁应急疏散标识系统研究

梅 娟 穆存远
（沈阳建筑大学，沈阳 110168）

摘 要：以北京地铁为研究对象，指出地铁标识系统在地铁运营中的作用，着重探讨在地铁紧急运营状态下应急疏散标识系统的相关问题。通过调查分析，发现北京地铁现有应急疏散标识系统中存在的问题，并以此为参考，为沈阳地铁建设提出改良性建议，以更好地保障地铁的运营安全，降低地铁事故造成的损失。

关键词：地铁；标识系统；运营安全；应急疏散

1 地铁概况

地铁是一种涵盖了城市各种地底与地面高密度交通的运输系统，它能有效提高土地利用效率，缓解城市交通压力，是城市公共交通向立体化发展的重要途径。地铁因其快速、准确、安全、舒适、便利等特点吸引着众多市民乘坐，日益成为城市交通的骨干。

1.1 地铁基本运营状态[1]

地铁的基本运营状态应包含正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。

（1）正常运营状态指列车白天和夜间的运营状态与计划运行基本相符的状态。

（2）非正常运营状态指因各种原因造成了列车晚点、区间堵塞、车站乘客过度拥挤、道岔故障、列车故障、沿线设备故障等影响到了正常的运营秩序的情况。经行车指挥系统按照应对方案及时进行调整，可在较短时间内使运营恢复正常，不会对乘客的人身安全造成影响。

（3）紧急运营状态指发生火灾爆炸、地震以及雨雪风暴等自然灾害、设备故障导致大范围停运等时，部分区间或全线无法运营的情况。在这种状态下，有可能出现人员伤亡的严重后果，必须采取紧急事故抢险措施自救、减灾和抢险。

无论上述哪种运营状态，人们在乘坐地铁时都需要相应的地铁标识系统来指引，尤其是在地铁处于后两种非正常运营状态下，地铁标识系统更是起着保障人民生命财产安全的关键作用。

1.2 地铁的运营安全及事故特点分析

由于地铁系统一般都处于相对封闭的地下空间，和其他公共交通场所相比，其隧道狭小，空间密闭性强，运营环境复杂，极易造成方向感缺失；加之地铁运行速度快、启停频繁、客流量大，在发生灾害和事故的时候能见度低，应急疏散难度大，因此地铁作为一类特殊的人员密集公共场所，对安全的要求很高。[2] 地铁系统客流量大、流动性强，运行状态复杂，一旦发生安全事故往往会造成严重的后果。近年来全球地铁事故不断发生，我国北京、上海、广州等城市地铁也不例外。造成地铁事故的原因多种多样，其中既有设备故障，也不乏人为原因。例如，2009年10月4日，北京地铁4号线上午因设备故障停运20分钟；2009年12月22日，上海地铁1号线突发供电触网跳闸故障，造成该区列车停驶。再如，1995年3月20日日本东京地铁曾经遭受邪教组织“奥姆真理教”施放沙林毒气，夺走了十多条人命，5000多人受伤；2003年2月18日，韩国大邱市地铁发生的纵火事件造成至少126人死亡，146人受伤，318人失踪；而在2010年3月29日，莫斯科市中心的“卢比扬卡”地铁站和“文化公园”地铁站分别发生恐怖爆炸袭击事件[3]，至少导致38人死亡，64人受伤。由于事发时正值上班高峰，导致人群大量拥堵，地面交通受到严重影响。

中华人民共和国国家标准地铁设计规范[5]对地铁安全以及地铁防灾与报警都做了具体的要求：地铁应具备防火灾、水淹、风灾、冰雪、地震、雷击和停车事故等灾害的防灾设施，并以防火灾为主。根据国内外地铁事故的经验教训，发现地铁事故时及时有效的人员疏散对于改善地铁运营的安全现状，减少事故损失具有十分重要的意义。结合最近几年发生的地铁事故情况，不难发现爆炸和火灾事故是威胁地铁安全的主要因素。统计结果显示：由火灾引起的事故占地铁事故发生总量的一半以上，因此防火始终是地铁安全的头等大事[4]。而在各种事故尤其是火灾发生时，极容易引起骚乱、践踏和拥挤导致人员伤亡。很大程度上，这些伤亡都是由于灾时地铁应急疏散标识系统的问题所引发。例如上文提到的韩国大邱市地铁火灾中，由于站内供电中断，没有事故照明和疏散指引灯光及其相应的标识，使得逃生的乘客难以寻觅出入口，最终导致340余人伤亡；而发生在1995年阿塞拜疆巴库市的地铁事故，造成了820多人伤亡，其中绝大多数人都是逃出车厢后没有辨识站内的逃生标识，混淆了方向，相互踏伤，无法及时疏散而中毒窒息死亡。因此完善现有地铁标识系统，对地铁应急疏散标识进行优化，有着很重要的意义，也应引起足够的重视。

通常地铁在正常运营状态下，其标识系统主要起着指引方向的作用，没有过多强调地铁的安全问题。而在地铁处于非正常运营和紧急运营状态下，地铁的安全就很重要。保障地铁运营安全从总体上讲应该注意“硬件与软件”两个方面。“硬件”是指地铁的基础设备设施，即地铁的各种土建工程和设备系统的设计、施工，构建完善安全的硬件防护体系保障是地铁运营安全的物质基础。国家标准地铁设计规范对上述内容都有全面详细的规定。“软件”则主要指如何保障使用者能够正确安全地使用地铁相关资源。完善的标识系统能有效地保证人们安全高效地乘坐地铁。尤其是在当地铁发生灾害和事故时，完善明确的标识系统可以帮助人们及时疏散，保障救援工作顺利进行，是预防、减少伤亡和降低损失的重要措施。

2　地铁标识系统

2.1 地铁标识系统概况

地铁标识系统是由色彩、造型、文字等众多因素共同构成的一个整体，是一种让乘客获取信息的途径。地铁标识系统主要是用来引导乘客安全、顺利和迅速地完成整个车站的旅程，避免乘客滞留在车站内引起拥塞。在紧急疏散时，地铁标识系统必须能清晰地引导乘客顺利地离开危险区域及车站。[6]我国地铁标识系统内容繁多，分类详细，大体内容见表1。

表1　地铁标识系统分类表

标识引导种类	设计内容	标识实例（北京地铁5号线）
交通标识	换乘方式、站名、出入口位置等标识	
乘车规定标识	购票、通道、设施、说明等标识	
安全警示标识	消防、电力电信等设施标识，禁止、警告等标识	
应急标识	消防标识、应急照明、紧急疏散通道等标识	
运营管理标识	服务区、办公房间标识，设备操作、使用说明等标识	

地铁系统中的各种标识在内容、编排、图形、色彩以及设置上有严格的规定。国外的资料显示，在那些城市轨道交通建设历史较长且技术相对成熟的国家，车站标识的设置，不仅有着一整套严格的规范体系，对标识设置的位置、高度、间隔、标识所采用的方式及其选用材料等各方面都有严格的规定和要求，值得一提的是这些规定和要求是需要与其他公共建筑的相关标识系统协调统一的，这样有利于强化公众对这些标识的识别意识，提高标识的实用效率。

地铁标识系统中大量采用图片和符号，与文字相比，符号更直观且更容易吸引人的注意力[7]，也更容易被各种人群认同。符号是“社会信息的物质载体”，符号必须传递一种社会信息，即社会习惯所约定的意义。这一点在我国符号研究领域已达到了较为一致的认识。广义的符号还包括产品本身的整体形象及传达给公众的信息，城市地铁交通主要是在城区中运行，因此行人与行驶中的列车发生联系的频率很高。列车外部的标识符号不仅要警示行人最大限度地避免危险，也要向行人和正在等车的乘客传达正确车况信息，例如列车的行进状态、车号、目的地、路线方向等。考虑到地铁列车的行驶速度通常较快，因此要让候车乘客和行人在极短时间内就清楚明白列车信息，需要简洁明了的界面，即使在黑暗状态下也非常明确的信号传递。尤其在地铁发生灾难和事故的紧急状态下，标准规范、简单易懂的应急疏散标识符号，能帮助乘客快速准确地辨识并获取相关信息，起到降低地铁灾害危害的关键作用。

2.2 我国地铁应急疏散标识系统的现状分析

2.2.1 我国地铁系统当前主要存在的问题及解决建议

当前国内地铁的标识系统已经基本形成了一个体系，能够基本满足人们在地铁空间的活动需求和地下地上空间的交换需求。然而当人们越来越多地倾向于选择地铁交通出行时，人们对地铁系统内部及外部环境的舒适、美观、安全等性能的要求也日益提高。尤其是在安全方面，地铁因为其特殊的空间环境特点，一旦发生安全事故，往往会造成重大的损失，故而对地铁安全性能的要求很高。地铁在发生灾难和事故时，如何最大限度地保证乘客及地铁设备的安全是重中之重。优化地铁识别系统，将相关信息在标识中快速准确地体现出来，实现客流的高效疏散，是减少地铁灾害及事故损失的有效途径。此外，我国使用的大多数地铁列车都是从国外引进的，国外用户的文化传统、认知习惯、文字及人体测量数值都与我国用户的差别显著，所以一味照搬沿用国外的视觉识别系统模式可能会产生一些问题，建议结合我国的实际情况对有关设计进行改进。



图2 北京地铁车站外的无障碍设施



图3 地铁车站出站口与地面落差过大

我国地铁系统在实际使用中主要存在的问题概括起来有以下几方面：

（1）标识系统不够统一——目前国内各城市的地铁标志都不相同，对应的标识系统也没有统一。

（2）指引性标志不够连续——人在地铁车站中的流动是大量性、集合性的行为，以“通过”行为为主，“滞留”行为为辅。这些特点决定了地铁车站空间是简单、流动、开敞、有通透要求的高效空间。人对环境的知觉和认知决定人的行为。找路是地铁站中人群的经常性的行为之一，因此，易识别和导向良好的空间对车站的运营效率至关重要，它们是解决地铁车站中人流的流动和疏散的效率问题的关键。在发生安全事故时，应该有充足连续的指示符号，以便引导人群迅速疏散。

（3）引导性标识尚未与国际规范衔接——国际的一些标准相对成熟，是比较成功的经典案例。尤

其是在一些地铁发展比较早的国家和地区，例如伦敦地铁，其先进的运营理念和管理实施方法值得学习和借鉴。

（4）缺乏无障碍设计——为了使地铁列车真正实现满足安全、高效、舒适的优势，需要以先进的人性化交互系统作为载体，并使之良好地运行于地铁交通的各个方面。对于需要特殊照顾的人群，如老人、儿童、残疾人等乘客，要划分专门的区域及座位，并附有相应的标识指示。现代化的交互设计需要运用人性化的设计方法进行设计，不仅要满足大部分普通乘客的乘坐需求，同时还要照顾到特殊乘客的需求，确保乘客及行人的安全，因此公交系统和地铁系统的同步优化是非常必要的。

（5）缺乏应急用途的标志——地铁发生意外时往往导致紧急断电，人在突如其来的黑暗状态下极易发生混乱，造成伤亡。在断电情况下能持续提供光源十分关键，可以参照建筑物应急灯的照明原理解决此问题。例如运用自发光疏散指示系统，系统下这些安全标志在完全失去光源的情况下仍然能够利用自身的蓄能发光，以便乘客在地铁断电时仍能找到逃生的方向。

（6）此外，地铁标识缺乏“本土化”元素——华夏文明源远流长，中国特色的文化符号也应该被考虑到地铁标识的设计中。事实上，使用有中国特色的标识符号，在某种程度上是更容易被国人理解和接受的。

2.2.2 北京地铁的应急疏散标识系统当前主要存在的问题

北京地铁是我国早期建成的地铁，发展相对成熟，建设相对完善。尤其是一些新线路，更是考虑到了乘客的具体需求，极大地方便了北京市民的出行。北京地铁在总体上是严格按照国家规定进行设计和施工的，也考虑了不同使用者的使用需求（包括残障人士及社会弱势群体）。如图2所示，在一些地铁站点设置有无障碍设施，极大方便了残障人士的出行，充分体现了社会对弱势群体的关怀。遗憾的是，这些设施的普及程度还不够，尤其是在一些老线路上，尚缺乏例如自动扶梯等基础设施，给乘客的乘坐造成了一定的困难。此外部分地铁站出站口与地面落差过大，如图3，这些地铁站即使安装了自动扶梯，在发生灾害和事故时设施极有可能会因为电力故障而瘫痪，无法正常使用，故而在这样的地铁站尤其应该注意应急疏散的相关问题。

通过调查发现，北京地铁的常规标识系统已经比较完善，基本能满足乘客在地铁正常运营状态下的使用。美中不足的是，在实际的使用过程中还存在一些问题，其中最主要的就是列车行驶方向的信息以及在换乘时的换乘路线信息的传达。尤其是对于外地游客，首次进入北京地铁中，往往容易迷失方向，被动地滞留于地铁系统中。不但浪费了大量的时间和精力，也增加了地铁系统的运输压力；在地铁应急状态下，更是容易造成人员伤亡等严重后果。

经实地调研发现北京地铁的应急疏散标识系统存在较大的漏洞，主要存在以下几个方面问题：

（1）应急疏散标识不够系统，如图4所示，标识没有统一的形式和色彩等，不利于标识的快速辨认及信息的准确传达；

（2）标识分布凌乱，在整个地铁系统里无规律的自由分布，如图5所示，很多标识处于视线难以触及的角落，达不到提醒注意的作用；

（3）标识制作粗糙，大部分标识均是使用普通的塑料，甚至是纸质材料制作，使用寿命不够长，在地铁灾害发生时，也没有基本的防火阻燃特性，极易损坏；



图4　北京地铁应急标识形式不统一



图5 北京地铁应急标识分布零散

2.2.3 地铁应急疏散标识系统的国家标准[8]

国家标准中明确规定在下列部位应设置醒目的疏散指示标志：

（1）站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；

（2）人行疏散通道拐弯处、交叉口及安全出口；沿通道长度方向每隔不大于20m处；

（3）疏散通道和疏散门均应设置灯光疏散指示标，并设有玻璃或其他不燃烧材料制作的保护罩；

（4）指示标志距地面小于1m；

（5）站台、站厅、疏散通道等人员密集部位的地面，宜设置保持视觉连续的发光疏散指示标志。

2.3 地铁应急疏散标识系统的设置

结合对北京地铁的应急疏散标识系统现状的分析及国家规范相关要求，北京地铁的应急疏散标识系统的设置应该注意的是：和普通的导向标识不同，地铁应急疏散标识的使用环境相对特殊，故而在标识样式、放置方法、制作材料及使用环境等方面都会有相应的要求。

2.3.1 应急标识系统中的标识样式

标识样式是标识系统的基本组成部分，也是乘客获取标志信息的第一直观印象。标识的基本要求是形式统一（包括色彩、字体及样式等），无歧义地传达信息。为了使乘客能够迅速而准确地获取信息，标识应向乘客提供最直观、形象的信息。其文字和数字要求简洁标准；涉及方向性的信息则建议以地图的形式显示，以便体现方向感；而换乘的列车、公交车等信息，可用形象的图标来显示。从优化设计的角度，标识还要考虑显示画面的清晰度、逻辑性和方向性，画面的合理安排，画面字符的可读性等。友好而高效的显示界面及高信息量的显示，能使乘客全面准确地了解和解读信息，低出现错误的概率，即使发生错误也能及时发现并更正。如图6所示，是一些常见的标识符号示例。



图6 列车内的标识符号设计

2.3.2 应急疏散标识的放置方法

应急疏散标识不同于普通的导向标识，因为灾害和事故通常都是突发事件，往往时间紧迫，情况紧急。在人群慌乱时候进行疏散，要求标识具有很高的识别性。故而标识的放置位置一定要处于视线容易达到的区域。现有的例如“紧急出口”之类的标识，一般都是放置在离地面20cm到30cm的位置，这样做主要是因为发生火灾时，在靠近地面位置的空气能见度相对较高，便于识别。此外也可以以此引导人们俯低身姿，避免吸入过多有害气体，对保障乘客生命安全有一定的帮助。但是，同时应该注意到的是，标识放置过低，视线也容易被阻挡，不利于及时发现标识。建议在适当位置采用张贴或悬挂的方式来放置标识。在条件允许的前提下，可采用“双管齐下”的放置方式，即在低位和高位分别放置标识，两套标识互不干扰地同时展示出来，供应急疏散使用。

2.3.3 其他特殊要求和建议

由于应急疏散标识往往是在高温高压、能见度低等复杂恶劣的环境中使用，故而标识的加工制作

也应有相应的要求。首先，在材料的选用上，标识应该具有防火、阻燃、抗腐蚀等性质，以保障标识的使用寿命；考虑到可能出现的黑暗情况，标识也应具有自发光的特性，以便在不需要外加电源的情况下，标识仍然可以被清晰准确地识别；此外，标识还可以通过其他方式来增强其自身的识别性，例如采用间歇性的闪烁灯光、特殊气味、声音提示等方式来吸引人们的注意，这样做也方便了如视力或听力低弱的残疾人对标识的识别。

2.4 给沈阳地铁应急疏散标识系统的几点建议

沈阳地铁是新建设的地铁，在吸收了国内外地铁的成功建设经验的基础上，其在满足列车安全性需要的同时，也充分考虑到了城市轨道交通和整个城市环境的和谐性问题。沈阳地铁系统有很大一部分轨道是暴露在城市的主要街道上，主要是进出站口，沈阳地铁站口的整体外观与城市的整体环境相和谐，其色彩、造型都大方得体。如图7，沈阳地铁的标志醒目大方，放置在地铁进站口，有很好的提示和美化环境的效果；在站内也有明显的各类标识符号，可以较好地引导乘客乘坐地铁。



图7　沈阳地铁标志和站内标识符号

沈阳地铁在硬件建设方面做得很好，同时，在应急疏散上也考虑得很周全，如图8所示，在列车内部很明显的紧急标识符号，清晰准确地传达了信息。



图8　列车内的紧急标识符号

为了更好地建设沈阳地铁，提高沈阳地铁应对各种突发情况的能力，保障人民生命财产安全，沈阳地铁系统应该充分重视其应急疏散标识系统的建设。完全可以借鉴上文中的相关建议，从改良设计的角度对地铁应急疏散标识系统进行优化，建设有东北特色的沈阳地铁系统。除此之外，地铁应急系统应该遵循防治结合的基本原则，我们还应当从加强硬件设施、增设巡警、加大安全宣传和建立预警系统几个方面着手，加大地铁防灾减灾的力度。

具体可以采用的方式有通过宣传教育提高公众的安全意识；定期组织工作人员进行安全培训；组织公众进行灾害演习和人员疏散模拟等。同时，合理利用地铁车站内部及列车车厢上利用声影传媒，可以大大提高地铁标识系统信息的传播力度。

3　结束语

地铁作为大容量公共交通工具，其安全性直接关系到广大乘客的生命和财产安全。地铁的安全运营涉及到的因素很多，发生事故的种类也不尽相同。通过对地铁应急疏散标识系统进行合理的设计，可以最大限度地传达给乘客准确的信息，在地铁正常运营状态时，使乘客能够轻松舒适地使用列车内

部的各项设施；在发生紧急情况时，能够快速有效地组织人群疏散，保障乘客及地铁的安全。通过对地铁应急疏散标识系统进行优化，能健全地铁应急预案系统，增强地铁系统对各种类型突发事件的应对能力，预防和减少灾害及事故的发生，保障人民生命财产安全。

参考文献

[1] 北京城建设计研究总院. 地铁设计规范：运营组织［M］. 北京：中国计划出版社，2003：11–13.

[2] 代宝乾，汪彤，蒋玉琨. 地铁运营系统安全综合评价指标体系研究［J］. 地下空间与工程学报，2008，4（1）.

[3] 田冰，左琳. 莫斯科地铁爆炸细节 恐怖分子或有其他“动作”［EB/OL］. 2010–03–29［2010–04–12］. http：//www.chinanews.com.cn/gj/news/2010/03–29/2196757.shtml.

[4] 许世伟. 新形势下的地铁运营安全及应对措施［J］. 山西建筑，2007，33（1）.

[5] 北京城建设计研究总院. 地铁设计规范：防灾与报警［M］. 北京：中国计划出版社，2003：146–152.

[6] 刘德礼. 地铁乘客导向标识的探讨［J］. 现代城市轨道交通，2009（5）.

[7] 王铭玉，宋尧. 中国符号学研究20年［J/OL］. 外国语，2003，（1）. ［2010–04–10］. http：//sfl.suda.edu.cn/chinasemiotics/china/J200301.pdf.

[8] 北京城建设计研究总院. 地铁设计规范：防灾与报警［M］. 北京：中国计划出版社，2003：152–158.

轨道交通与常规公交在发展上存在问题及解决策略

董佩森
（天津市公共交通集团（控股）有限公司；天津 300211）

摘　要：公交与地铁属于两大相对独立的运作系统，但却有着密不可分的紧密联系，二者互为补给。公交、地铁作为城市的客运载体，如何利用好城市资源，完善公交与地铁的接驳，已成为当务之急。

关键词：公交；轨道交通；问题；解决策略

1　天津公交集团概况

天津市公共交通集团（控股）有限公司（以下简称“天津公交集团”）下属从事公交线路运营的子公司共有六个，其中包括公交一至四公司、巴士公司、滨海公交公司。据统计，截至2009年底，天津公交集团所属运营线路已达348条，其中市区线路205条，郊区线路143条，线路总长度达8098.3km，线网覆盖率为75%～80%。同时为做好城乡一体化建设，大力发展新农村，天津公交集团在武清、蓟县、宁河、宝坻等周边区县开设了城区公交。公交线网贯穿市区、滨海新区以及周边近郊地区，辐射市内各大主要居民区，贯穿市区主要商业繁华地段、旅游景点。天津公交集团经过百年的经营，在生产运营中不断摸索总结发展经验。在做好对市民出行需求、客流走向分布分析的同时，不断优化线网结构，现已逐步打造出具有骨干线、一般线、喂给线、郊区线为格局的多层次的线网结构。目前，天津公交集团运营配车数总计6190部，符合国Ⅲ及以上标准的车辆达4474部，其中空调车1522部，占配车总数的25.6%。年客运人次达8.7亿，日均客运人次达237.8万。

2　轨道交通对常规公交的影响

天津地铁1号线于2006年6月12日开通试运行，贯穿城区南北。北起刘园，南至双林，共设车站22座。运营3年多来，地铁凭借其运能大、速度快、安全准时、快捷舒适等优势，在天津市城市公共交通领域中发挥了不可替代的作用。地铁1号线的开通运营，对沿线部分公交线路带来了一定影响，但就整体情况来看，公交与地铁目前还不存在客流竞争的情况。由于目前天津地铁尚属单线运营，还未形成网络化覆盖，同时由于线路、设站存在缺陷，在运营上表现出与公交的衔接性不强，乘客倒乘不方便的缺点，特别是较高的票价，使地铁只能服务于出行线路单一、收入水平相对较高的群体，因此在大众的出行方式选择中比例不大。而地面公共交通因其票价低、机动灵活、线网覆盖面广等特点，一直以来是广大市民出行选择中必不可少的交通工具。综合以上因素，目前地面公交与地铁从根本上来说是服务于不同层次群体的运载工具，并没出现彼此恶性竞争的局面。

据统计，天津公交与地铁1号线沿途站点重合3站以上的有42条，重合4站以上的有26条。以天津公交集团2009年确立的51条骨干线来说，与地铁重合4站以上的线路占到11条，重合3站的线路有6条，有重合的线路占到全部骨干线数的三分之一。虽然以上数据显示出了较高的重合率，但综合考虑居民出行的实际需求和沿线线路的走向等因素，地铁对公交的影响目前仍处于较低水平。有分析表明，天津市民的出行平均距离为6.8km，所经站点数平均为10站，重合5站以上的线路只有8条，重合站点多处于市区繁华的办公及商业地段。此外，市民在公交与地铁重合站上下车的情况所占比率极低，因此现阶段地铁对公交的客流影响较轻。

公交与地铁在线路上的部分重合不但不会对地铁客流量造成影响，反而会为地铁输送大量客流，拉动更多有需求的客流，也更方便了市民出行。

3 接驳问题及解决方案

公交与地铁作为构建城市交通系统的基础元素，对城市的发展建设都有着举足轻重的分量。城市公共交通系统的发达程度能够很好地反映出一座城市的现代化发展水平和综合经济实力。在城市交通体系中，市民选择的出行工具也是多种多样的，公交、地铁、出租车、私家车等，甚至还有自行车。因此，市民的出行在追求时效性、舒适性的同时，也会考虑到经济性。随着城市的发展建设，城市的机动车保有量不断增加，私家车数量也在不断提高，道路修得再宽也会出现拥堵问题，这为公共交通的发展带来了一定的障碍，尤其是公交行业。道路拥堵，导致公交运送速度缓慢，严重影响公交的运营质量，因此，为适应城市交通的发展需要，地铁应运而生。但是，由于地铁工程成本造价较高，对建造环境局限性强，点到点的机动性与公交相比较弱，可以说，二者各有利弊。公交与地铁属于两大相对独立的运作系统，但却有着密不可分的紧密联系，二者互为补给。公交、地铁作为城市的客运载体，如何利用好城市资源，完善公交与地铁的接驳，则是我们的当务之急。我们认为公交与地铁接驳存在以下问题：

3.1 站点相距较远，乘客换乘不利

以天津地铁1号线的走向和设站情况为例，各车站出入口均与公交车站之间存在较长距离，为乘客在公交与地铁之间换乘时造成很大的不便。地铁设站大部分是设在路口的四个角，而地面公交不论从线路运营的角度、乘客安全的角度，还是从交通管理角度都不可能做到在路口设站。

解决方案：考虑到地铁站点相对固定、投资成本大、不宜随意更改的特性，为了使双方能够很好的接驳，可以对条件允许的公交站点进行移动。理论上讲，市区公交站站点之间平均距离应以600m为宜，过近或者过远都会影响运营。根据规划，天津地铁未来总共要建设9条线路，地铁线路的设站可以把公交站位置纳入研究考虑范围之内，在地铁站周围设公交专用通道，方便地铁与公交的换乘。

3.2 线路重合较多，影响运营工作

根据调查分析，天津公交与地铁1号线有重合站点的线路共42条，这对线路运营造成了一定影响。目前天津地铁尚属于单线运营，但随着地铁2、3号线即将开通以及今后地铁线路的不断完善，地铁网络化将形成规模，这样一来，公交与地铁线路的重合现象将比比皆是，势必会影响彼此的运营工作。

解决方案：地铁由于条件限制，线路走向较为固定，而公交线路由于城市道路四通八达，线路走向灵活多变。为了使公交与地铁资源达到合理利用，我们将结合地铁线路分布情况以及周边客流客源环境、道路通行能力，做好分析预测，合理地对线路进行优化调整。

3.3 换乘成本较高，制约接驳实现

天津公交与地铁独立运营，各自定价，导致换乘成本较高。目前天津公交票价为市区非空调车1.5元，空调车2元，地铁平均票价3元。有需求的乘客一天一次往返费用就达10元左右，结合天津市整体工资水平，乘客光是交通出行的消费就占很大的比例。

解决方案：为了满足市民出行需求，我们可以针对不同的出行人群，制定多套票价优惠政策。

3.4 公交地铁关联不强，客流衔接不理想

目前公交线路城区覆盖还存在一些交通盲点。由于地理环境的影响，地铁的建设运营也未能很好地弥补这些公交线路盲点，致使部分居民区居民出行不便，损失大量客流。

解决方案：改变公交传统观念，运用科学发展观，加大线网调整力度，合理优化线网结构，合理开设公交地铁喂给线，衔接公交地铁客流。适当进行缩线，适度控制公里投放。

4 政策支持

公交与地铁作为城市公共交通系统的重要组成部分，各自都承担着自己的重任，为城市的发展建设都贡献着自己的力量。为了使上述问题得到解决，真正实现公交与地铁资源的整合，我们希望政府部门能够给予一定的政策支持。

4.1 加大公交财政补给

天津市区的客运市场经过公交集团多年的辛苦经营已经形成了一个成熟的市场，客源与客流、运能与运量等都相对稳定。目前，受人口数量、道路环境和经济条件等因素的限制，市区客运市场已经几近饱和状态，客运企业之间的竞争也已经十分激烈。此时，随着城市化的发展，地铁大规模建设，必然会使客运市场竞争更加白热化，从而影响到公交线路的客源客流，给公交企业带来更大的经济负担。为了使公交地铁资源达到整合，我们上述提到的制定优惠票价政策，将对天津公交的财政收入造成一定的影响，因此，我们希望能够得到政府的相应财政补给以达到平衡收支、保障企业正常运营的目的。

4.2 制定相应的限行政策

天津作为四大直辖市之一，其发展速度远远落后于其他直辖市。纵观全国各个大中型城市，只有天津市的非机动车拥有量最高，自行车、电动车穿梭于马路之间，严重影响城市道路通畅。电动车交通事故逐渐跃居交通事故榜首，给城市建设和市民生活带来很大的影响。道路的拥堵，严重影响了公交车的生产运营，运送速度上不来，乘客候车、等车、乘车的时间增加，因此怨声载道。我们希望相关部门可以效仿北京，制定机动车限行制度，同时应合理消减或者取缔电动车市场，为城市交通创作一个安全、舒适的环境。

4.3 提供公交与地铁的换乘枢纽场站

为了配合地铁设站，形成公交地铁零换乘，如公交集团对相应站点做适当的移动调整，希望有关部门能够提供合理的枢纽场站。天津地铁的发展较西方发达国家来说，尚处于初级阶段，与公交的衔接配合也是需要不断地从实践中获取经验，我们需要在摸索中前进，合理使用公交与地铁资源，尽量拓展各自优势，形成资源互补，为人们的出行创造一个优越的服务环境。

轨道交通车站人行过街功能研究——以天津地铁一号线为例

李乐园 丘银英 万 涛
（天津市城市规划设计研究院，天津 300201）

摘 要：结合天津地铁一号线实例，在分析轨道交通车站作为人行过街通道使用时存在的局限性及有关问题的基础上，研究提出轨道交通车站人行过街功能的适用范围，并就如何提高轨道交通车站人行过街功能给出了规划管理对策。

关键字：轨道交通车站；地铁；人行过街

1 引 言

轨道交通车站是城市轨道交通网中的重要建筑物，它是供乘客乘降、换乘和候车的场所，由于它本身需要向周边道路和建筑集聚客流，因此具备了供行人过街条件。近年来，天津市城市轨道交通建设如火如荼，目前已建成运营轨道交通线路2条、轨道交通车站25座，在建轨道交通线路3条、轨道交通车站37座。结合众多轨道交通车站组织人行过街，对完善城市人行过街通道具有重要的补充作用，可以实现交通资源共享、提高设施利用效率、加强城市交通系统的集约性和可持续性。

2 轨道交通车站人行过街的发展现状

2.1 天津地铁一号线简介

天津是继北京后我国第二个拥有地下铁路的城市，天津地铁一号线始建于1970年，至1984年通车，线路全长7.4km，共设车站8处，分别是天津西站、西北角站、西南角站、二纬路站、海光寺站、鞍山道站、营口道站和新华路站。目前正在运行的地铁一号线系2006年改建通车的线路，它在既有线基础上分别向北延伸至刘园、向南延伸至双林，线路全长26.2km，设站22座，其中高架站台8座、地面站台1座、地下站台13座，平均站间距1.19km。

2.2 车站人行过街设施建设

根据轨道交通车站横跨道路位置的不同，可以将轨道交通车站分为路段型、交叉口型和其他型。为研究方便，将轨道交通车站的人行过街功能定义如下：行人若能够在路段型车站垂直于地铁线路方向完成过街行为或在交叉口型车站任一方向完成过街行为，该车站即具有人行过街功能。

研究发现，在天津地铁一号线22座车站中，4座车站完全无法完成人行过街，大致有三种情况：其一，部分地铁车站位于建筑群内，无人行过街需求，如洪湖里站、天津西站站；其二，部分地铁车站位于地面，无人行过街需求，如双林站；其三，由于工程结构选型要求，无法设立人行过街通道，如刘园站。

地铁一号线具备人行过街功能的地铁车站有18座，其中具备完全过街功能的地铁车站有11座，具体情况如表1。

表1 天津地铁一号线可供行人过街的地铁车站

序号	车站类型	车站位置	过街功能
1	路段型	西横堤站、果酒厂站、本溪路站、陈塘庄站、复兴门站、华山里站、财经学院站	完全过街
2	交叉口型	小白楼站、下瓦房站、南楼站、土城站	完全过街
3	交叉口型	勤俭道站、西北角站、西南角站、二纬路站、鞍山道站、营口道站	部分过街

2.3 车站人行过街运行现状

调查结果显示，早高峰7:30—8:30时间段内，利用天津地铁一号线地铁车站过街的人流量接近于零，地铁通道行人过街利用效率极低，具体情况见表2。

表2　天津地铁一号线若干车站早高峰人行过街交通量

序号	车站名称	过街通道距离	平均过街时间（s）	早高峰人行过街交通量（人次）
1	西横堤	40台阶+50m	100	1
2	果酒厂	60台阶+60m	110	0
3	本溪路	80台阶+75m	180	2
4	勤俭道	100台阶+130m	210	0
5	华山里	90台阶+70m	160	2
6	南楼	70台阶+60m	135	1
7	财经学院	80台阶+60m	150	0

3　问题反思

经过现状调查发现，天津地铁一号线22座车站中，仅50%的车站具备完全过街功能，其余50%的地铁车站因为历史遗留原因、工程技术条件等因素影响不具备或仅具备部分人行过街功能。

同时，具备完全过街功能的这部分地铁车站利用率极低，原因如下：

（1）部分地铁车站人行过街功能与平面过街功能并行，相比之下，平面过街设施便捷程度高，行人更倾向于采用平面过街方式。

（2）利用地铁车站过街普遍存在过街绕行距离长、耗费体力大、浪费时间多的情况，超过行人过街的生理心理阈值，大多数情况下行人宁愿违章过街。

（3）地铁车站过街设施缺乏配套保障措施，或中间分隔带设置较低，或缺乏严格的交通管理，对行人违章过街行为起不到有效约束。

（4）地铁车站过街诱导设施严重缺乏，多数行人对地铁车站的内部构造和功能不清楚，也在一定程度上降低了行人利用地铁车站过街的几率。

（5）结合地铁车站设置人行过街通道会增加地铁系统运营和维护成本，同时可能带来治安隐患等问题，因此地铁系统建设和管理部门在建设地铁车站时可能会在主观上对人行过街功能有排斥心理，客观上就造成了地铁车站人行过街功能的缺位或不健全。

4　轨道交通车站人行过街功能的适用范围

由此可见，虽然轨道交通车站具有兼顾人行过街条件，但出自轨道交通系统自身因素的考虑，轨道交通车站在实际建设过程中并没有刻意追求人行过街功能设计，其追求的效果是如何方便轨道交通系统客流迅速高效集散，而不是如何方便轨道交通线路两侧行人安全方便过街，这样造成的结果往往是轨道交通车站人行过街设施考虑不足、人行过街功能受到较大限制，而这种人行通道系统的设置也在一定程度上降低了轨道交通系统客流自身的过街服务水平。

换言之，现在大部分地铁系统与人行过街系统仍然像两条平行线。应该说，形成这种局面，就轨道交通系统本身来说是情有可原的，如果强硬要求所有的轨道交通车站都必须具备完全过街功能，其实亦是对资源的一种浪费。因此对轨道交通系统组织人行过街的适用范围进行界定很有必要。

概括来说，利用轨道交通车站组织人行过街的适用范围如下：

（1）作为城市快速路人行过街体系的重要组成部分

快速路是最高级别的城市道路，承担城市分区之间大容量快速机动车交通联系，往往实行对向车道分隔、出入口全控制，沿线道路与快速路相交形式只有三种：互通式立交、分离式立交和接快速路辅路并实行右转进出交通管制的平面交叉口。在这种方式下，行人不能通过平面过街的方式跨越城市快速路，只能依靠立体人行过街通道或桥下辅路完成过街行为。此时轨道交通车站是人行过街体系不可或缺的重要组成部分，将与人行天桥、人行地道、桥下辅路一起构成快速路人行过街体系。

（2）作为交通性主干路系统的选择性人行过街方式

交通性主干路是仅次于城市快速路的道路级别，它承担了城市各分区之间的重要交通联系，对通行能力、通行速度等都有较高要求，要求沿线相交道路满足一定间距，同时部分限制出入。由于交通性主干路交通性功能较强、主线交通量大，行人平面过街时往往过街距离较远、红灯等待时间较长、二次过街几率较高、有一定的安全风险。此时轨道交通车站可以作为一种可供选择性的人行过街方式，让行人在平面过街和利用地铁车站过街两种方式之间有选择空间，能够有效提高人行过街服务水平。

5 规划管理对策探讨

现状反映出的种种问题表明，受主观因素和客观因素的双重影响，轨道交通车站作为人行过街通道使用时，效果不尽如人意。因此，在界定轨道交通车站人行过街功能的适用范围之后，为保证行人能够便捷安全地使用轨道交通车站过街，有必要加强轨道交通车站人行过街功能的规划和管理。笔者建议应该重点完成如下两个方面的工作：

（1）规划建设一体化

①人行过街通道与轨道交通车站规划建设一体化

将轨道交通车站的规划建设纳入城市人行过街通道规划，在制定城市人行过街通道规划时，明确各轨道交通车站在城市人行过街交通体系中的地位和作用。对强制性的人行过街轨道交通车站，车站非付费区及与车站公共通道相连的建筑物应规划有公共区域，满足行人24小时的过街通行要求，同时应该规定轨道交通车站出入口布置的一般原则，并就轨道交通车站过街的步行距离作出限制，过街长度不宜过长；对选择性的人行过街轨道交通车站，应该强调轨道交通车站与地下街、大型公共建筑、交通枢纽以及公共交通站点的共建。

②加强配套设施建设

在强制性轨道交通车站人行过街通道附近，应建设相应的管理设施（如栏杆等隔离物），强制行人通过人行过街通道过街，避免直接穿越，发生交通事故。

③轨道交通车站人行过街设施设置技术要求

轨道交通车站人行过街通道应尽量与周边建筑结合设置，应该符合行人出行习惯和出行主流向，方便行人出行。当轨道交通车站作为城市快速路人行过街体系的重要组成部分时，人行过街步行长度不宜过长，应该在行人过街可接受的绕行距离之内。根据对行人过街可忍耐时长的研究，行人等待时间超过90s时，行人违章过街的概率大大增加，因此当轨道交通车站任一过街方向的过街绕行距离超过100m时，就应该考虑就近设置进出通道，同时保证轨道交通人行通道与地面步行系统的良好衔接。

（2）交通管理一体化

①提供行政保障体系

由于轨道交通车站与人行过街设施的建设和管理主体不同，如果缺乏相应的行政保障体系，两者

容易衔接不当，从而造成步行不畅、过街不顺。因此应该建立相应的行政保障体系，由轨道交通建设和管理部门与市政工程建设和管理部门相互沟通后制定统一规划方案，同步或分期实施。

②加强交通宣传与诱导

在目前发展阶段，虽然轨道交通已经逐渐融入公众日常生活，但由于轨道交通车站形式各异，造成一部分行人对各轨道交通车站的人行过街功能认识不足。为使轨道交通车站人行过街功能得到充分利用，应该加强交通宣传，让地铁车站的人行过街功能得到大多数人的认同，同时建立完善的交通诱导系统和功能明确的交通标志标线，方便行人出行。

③严格执行地面交通管理

严格执行道路交通安全法，规范人行过街行为。在信号灯交叉口行人应该按照交通信号灯或者管理人员的指挥通行，在无信号交叉口应该按照交通标志标线指示通行，避免违章过街行为，保障行人安全。

6　结　语

在城市交通基础设施建设中，人行过街设施属于投资较小但受关注程度较高的设施，直接关系着成千上万民众的日常出行，搞好人行过街设施规划建设工作意义重大。

充分利用轨道交通车站的人行过街功能，对于丰富人行过街体系、建设集约型人行交通系统有着重要作用，但同时，轨道交通车站投资建设代价不菲，要正确有效地发挥轨道交通车站的人行过街通道，做到物尽其用、物超所值，有必要对轨道交通车站人行过街功能的适用范围、规划和管理要求做详细研究和充分论证。文章对上述问题作了初步探讨，供当前及今后时期人行过街通道规划和轨道交通车站建设参考借鉴。

参考文献

[1] 蒋蓉，陈乃志. 地铁地下空间的功能与商业空间开发［J］. 城市轨道交通研究，2007（6）.

[2] 夏则爱. 轨道交通大型换乘节点建设与城市地下空间的综合开发［J］. 城市轨道交通研究，2005（5）.

[3] 蒋顺章. 高架车站与人行过街天桥的统筹规划［J］. 城市轨道交通研究，2006（12）.

[4] 刘光新，李克平，倪颖. 交叉口行人过街心理及交通行为分析［J］. 交通科技与经济，2008（5）.

[5] 天津市城市规划设计研究院，天津市城建设计研究院，天津市政工程研究院. 天津市中心城区人行立体过街设施规划（2009—2020年）［R］. 2009.

轨道交通市域线与城区线衔接模式研究——以天津市为例

邹 哲 崔 扬 周欣荣 袁文凯
（天津市城市规划设计研究院，天津 300201）

摘 要：随着国内各大城市规模的不断扩大及大都市地区的城镇发展，城市居民对长距离快速交通的需求日益强烈。轨道交通作为大容量的公共交通系统，已经不再仅仅为城区内居民中短距离出行服务，规模在50km以上，运营速度在70km/h以上的市域轨道线路在国内各大城市的规划建设中应运而生。本文在明确轨道交通市域线与城区线的定义及基本特征的基础上，结合国内外城市的实例，分析两种制式轨道交通线路衔接模式与城市结构之间的基本关系及考虑因素；并论证不同模式在天津市实际应用的适应性，而且结合轨道交通建设对两种制式线路近远期结合地进行探讨。

关键词：轨道交通；市域线；城区线；衔接模式；天津；城市拓展；城市结构

1 轨道交通市域线功能及特征

1.1 市域线功能定位

随着国内各大城市规模的不断扩大及大都市地区的城镇发展，城市居民对长距离快速交通的需求日益强烈。根据国际经验，在市域轨道交通的范畴内，有市郊铁路、通勤铁路、轨道快线等概念。其有别于城区内部地铁线的共同特征是：主要服务范围在市中心外围地区，连接市中心与都市圈内新城镇；服务对象以通勤客流为主，通勤高峰时间发车密度高；为提高线路利用率，非高峰发车间隔有减小趋势，以提高对非通勤客流的吸引力。而城区地铁线多在城区内部设置，连接城区内主要客流节点，服务于通勤、商旅、游憩、购物、探访等多种客流需求，发车间隔较小且较平均。

为了在功能定位层面将其与城区内部地铁线加以区分，本文将其定义为“服务于市域范围内中长距离居民出行需求的轨道交通线路”，而将城区线定义为 “为城区内部居民中短距离出行服务的轨道交通线路”。

1.2 市域线基本特性

为满足市域层面居民快速出行的需求，市域线站间距均较大，一般在2km以上，线型技术要求较高，设计车速一般都在120km/h以上，以保证运营速度在70km/h以上。而城区线站间距较小，一般在1km左右，运营速度多为30～45km/h。

2 市域线与城区线衔接基本模式及实例

国际大城市一般都以中心城区为核心，周边多个新城围绕中心城区形成规模较大的大都市地区。新城一般分散地布置在距市中心50km半径范围内，通勤出行的需求特点和新城地理位置决定了国际大城市轨道市域线的基本特征是以中心城区为中心的长放射线。市域线与城区线服务对象不同，因此两者一般来说不可互相替代，而是功能互补，同时又紧密衔接的两个层次线网。同时因城市结构不同，中心区外市域线与市中心区城区线也呈现出不同的衔接模式。

2.1 市域线与城区线通过中心城区轨道环线换乘衔接

市域线进入中心城区，并截止于中心城区内的城区线环线，通过环线上的换乘站与城区线进行衔

接换乘。市域线与城区线形成层次清晰、分工明确的整体轨道交通线网。

伦敦与莫斯科的市域轨道交通是放射+环状结构的典型代表。绝大部分换乘站坐落在换乘环线上，市域线在环线上的车站停止运行。换乘环线发挥着换乘功能和连接城市副中心的双重作用。见图1。

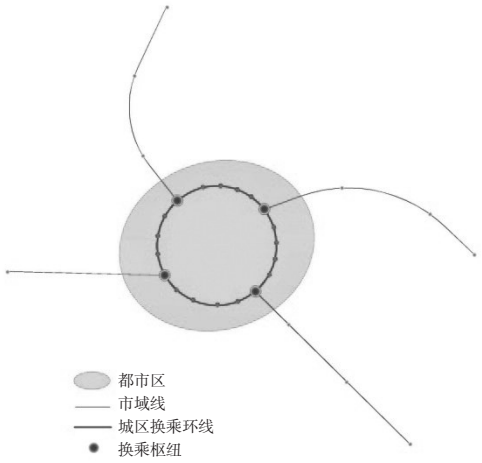


图1　环线换乘模式

2.2 市域线与城区线通过环线及外围枢纽换乘衔接

市域线与城区线除了在中心城区环线上换乘外，在中心城区外围的近郊地区设置换乘枢纽，使市域线之间的换乘及市域线与城区线之间的部分换乘在外围枢纽完成。同样，这种模式的市域线与城区线分工较清晰，两种线路功能定位明确、各行其责。

随着新城和城市副中心的发展，市域轨道交通换乘量和城市副中心之间的交通量同步增加，都集中在换乘环线上，使得环线压力过大。通过建设市郊换乘枢纽，使市域轨道交通换乘在各市郊枢纽完成，可在降低换乘环线压力的同时，完成新城与市中心的连接。东京是这一结构的典型代表。见图2。

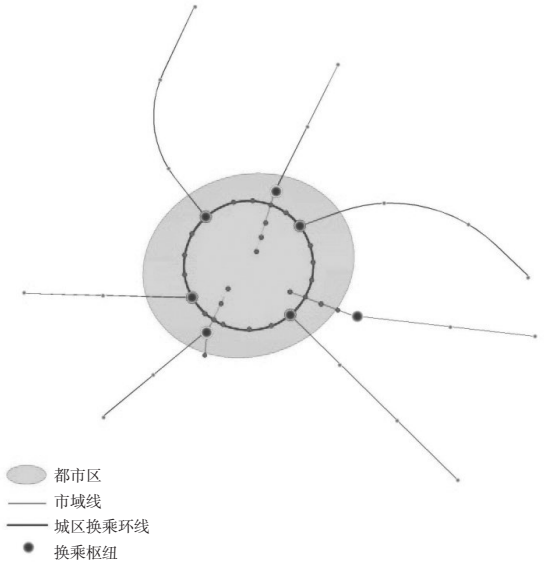


图2　环线及外围枢纽混合换乘模式

2.3 市域线与城区线通过位于城市核心的换乘枢纽衔接

市域线进入城市核心，并将终点站设在城市核心，同时也是大型的换乘枢纽，与多条城区线进行换乘衔接。这种模式的两种线路功能分工较清晰，只是在市域线的核心区部分，市域线兼具一定的城区线功能，但由于处于线路尽端，两种功能线路客流不匹配带来的运营组织问题，相对来说处理难度

不大。

纽约是这一结构的典型代表。在曼哈顿地区的两大枢纽内，市域铁路均可与4条地铁完成换乘。这一形式使通勤者在进入市中心后，可能尚需换乘地铁到达目的地，服务范围较小，且由于尽端线的市域线具有部分城区线功能，枢纽内换乘客流过于集中。见图3。

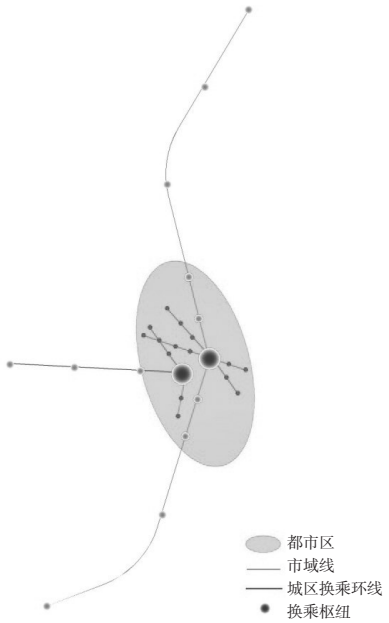


图3 中心枢纽换乘模式

2.4 市域线穿越中心城区，通过沿线多个枢纽与城区线进行换乘衔接

这种模式与上种模式有相似之处，但最大的不同是市域线完全穿越城市中心，并在沿线设置多处枢纽站，与城区线进行衔接。这种模式的市域线与城区线在核心区部分功能完全混合，穿城而过的轨道线已不再是严格意义上的市域线，而是一条快慢混合、市域线功能与城区线功能混合的线路。由于线路在城区内部分客流远远大于外围部分客流，必然带来整条线路客流不匹配的问题，造成运营组织上的困难。见图4。

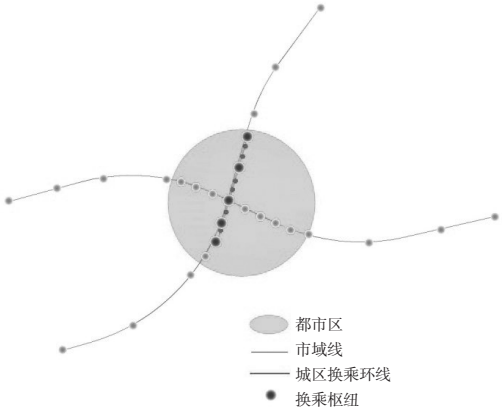


图4 市域线穿城、沿线多点换乘模式

巴黎RER系统作为这一结构的典型代表，是该模式的成功范例：RER线穿越中心区通过沿线数个大型枢纽，缓解换乘压力，枢纽内客流集中度很高，如Chatelet枢纽内有7条轨道交通线路交汇，通勤者进入市区后，可能需换乘地铁到达目的地，服务范围较小。因为其穿越中心城区并在中心城区内设置多个车站，实际其线路在中心区部分起到的是城区线功能，所以严格意义上来说RER系统应该是集城区线与市域线功能于一身的混合线路。

巴黎市中心区面积105km²，相比其他大都市（中心区面积均在600km²以上），市中心面积小，因此其由于城区线与市域线功能混合带来的客流不匹配问题相对并不明显，而且巴黎复杂的轨道交通运营调度有效地缓解了这一问题。另外，在RER系统穿越城区的同一走廊内常常伴有多条平行并线的城区线路缓解其客流压力，因此，RER系统客运密度约为东京通勤轨道交通的一半，换乘客流高度集中以及客流不匹配的负面影响不大。

3　市域线与城区线衔接模式与城市结构关系

从上面的实例可以看到，不同的城市选择不同的市域线与城区线衔接模式，这与其长达百年的轨道交通建设及城市化过程密切相关：城市结构决定了轨道交通线网结构，同时轨道交通线路的建设历程又影响着城市结构的演变。

对于圈层式结构的城市，轨道交通一般采用环放式的轨道线网结构。而类似于伦敦与莫斯科的单纯环线换乘的城市，其线网结构的形成是一个长期演变的过程，这些城市轨道交通建设较早，尤其是环线一般都在建设的初期就已经形成。在城市规模不断扩大、交通压力不断增加的情况下，原先建设的环线逐渐不能满足交通需求，伦敦在环线走廊内建设了多条城区线路与其并线；莫斯科在最初的环线基础上，又规划建设了多条环线，最新的规划确定了莫斯科地区由四条同心环线和十几条与之相交的直线组成的市域轨道交通线网。

对于纽约所采取的市域线路结构，市域线作为尽端直接进入中心，取决于其作为海港城市一面临海的城市特征，同时与曼哈顿的超强的城市核心地位密切相关。

巴黎的RER系统是经过多年的建设形成的，最初的RER线路经过对市郊铁路的改造建成。其建设过程也是分段进行，最后连接成一条贯通并穿越中心城区的市域线路。因为巴黎市中心区面积仅为105km²，其市域线路在中心区设站数量有限，所以市域线穿城带来的客流不匹配、线路功能混合问题相对较小。即便如此，在市域线穿城的走廊内仍有多条城区线并行以便分担客流，同时线路各种交路组合的运营方案非常复杂。

对国内的大城市来说，一般规划的城市规模都较大，规划建设的外围新城较多，同时轨道建设多在起步期，且城市结构多为圈层式，如果单纯的建设市域线与城区线环放式衔接的模式，难免会出现远期环线压力过大的问题，所以，对于国内的大城市来说，应充分分析城市结构及客流特征，规划市域线与城区线多种衔接模式相结合的轨道交通线网。

4　市域线与城区线衔接模式在天津的应用

综上所述，国外轨道交通发达城市市域线与城区线衔接模式的选择与各自的城市结构是相互适应的，也是多年来轨道交通建设与城市发展之间互动的结果。轨道交通对一个城市来说是百年大计，而且具有不可逆性，所以，国内城市规划市域线网结构时不能简单地对某种国外成功模式照搬照抄，而应该紧密结合各自城市的结构、客流特征、居民出行习惯及远期的城市定位深入分析，慎重决定。并且制定分步实施的方案，以便为在远期长久的轨道交通建设过程中留有调整的余地。

对于天津市来说，独有的双城区城市结构决定了其市域线与城区线衔接模式必然不同于其他任何一个城市，而是分区域、分线路多种模式相互配合的综合模式。

天津的市域线设置考量其基本功能，必然需要满足双城之间的快速联系，必然需要满足外围新城与城市活动中心及客运交通枢纽的快速联系。由此，对于市域线与不同区域内的城区线衔接模式分别进行分析。

4.1 中心城区

对于中心城区来说，外环线内面积371平方公里，圈层式的城市结构及由小白楼地区作为城市主中心，天钢柳林地区及西站地区等为城市的副中心的功能布局，决定了中心城区城区线采取环放式的

线网结构，M5与M6号组成的环线串联了各个城市副中心，所以市域线与城区线应以城区环线换乘作为其衔接的最基本方式。同时由于天津的“双城双港、相向拓展、一轴两带、南北生态”的市域空间发展战略，市域线必然需要与中心城区外围各个方向的新城都有联系。从提高中心城区及滨海新区的易达性角度出发，为了满足外围新城与中心城区及滨海新区的通达性，市域线必然要穿越中心城区；但由于天津不同于巴黎的空间结构及核心区规模，市域线不适合穿越中心城区的核心区。为了减少由于市域线穿城带来的线路功能混淆的问题，市域线宜从城区环线外围穿越城区，减少市域线在中心城区内的距离，同时在一些客流主走廊上可以考虑与城区线局部并线，便于换乘及分担客流。在中心城区外围的大型开发组团及客运枢纽，设置多线换乘的轨道交通枢纽，既可以带动土地开发，又避免过多的客流在城市核心进行换乘。所以，中心城区的市域线及城区线应采用环线及外围枢纽换乘加上外围穿越城区的综合衔接模式。

4.2 滨海新区核心区

滨海新区作为城市新兴的开发区，有着较强的可塑性。同时其有着与纽约类似的特征——海港城市、以于家堡为城市核心、板块式的城市结构。应对着核心区的城市结构，其城区线的线网结构是以于家堡为核心的放射式结构，并没有一个典型意义上的城区线环线。所以，部分市域线以尽端的形式进入滨海新区核心区，并在核心区内通过多个大型枢纽与多条城区线换乘的模式在滨海新区是适宜的。而部分连接大港、汉沽与中心城区的市域线，根据其主要功能，在核心区的其他板块通过枢纽与核心区城区线换乘，避免将过多的市域线引入于家堡进行换乘，使得于家堡局部地区的交通压力过于巨大。所以，滨海核心区的市域线与城区线衔接模式应为核心枢纽换乘与外围枢纽换乘的综合模式。

4.3 海河中游地区

海河中游指中心城区与滨海新区间的大片区域，是未来天津市发展的第三极，其中海河北岸规划以产业用地为主，海河南岸以高品质住宅、高端服务业为主。市域线在中游地区均为穿越线路，对于北岸的市域线，其站间距较大，与中游的城区线通过部分枢纽进行衔接，形成各个组团的核心。对于南岸的市域线，除了通过大型枢纽形成TOD开发中心外，因南岸地区未来发展的不确定性，有可能发展成城市连绵带，还应保证市域线远期沿线开辟城区线共线的可能性，这样可以避免远景城市沿客流走廊发展形成大量的中短距离出行需求不得不由市域线承担的窘境。即海河中游南岸地区远景可能被迫形成市域线穿越城市核心区的模式，所以在规划阶段就应为远期形成功能明确的市域线与城区线两层次线网进行考虑。

4.4 市域线与城区线近远期结合方案

市域线不同于城区线的一个最明显特征就是市域线是跨越多个城市分区规模较长的线路，因此，其建设也是分阶段完成的。

对于天津市来说，其双城区的城市结构决定了最亟须建设的市域线是联系双城区之间的部分。由于规划实施的滚动性，其在双城区内与城区线的衔接模式也不可能一步到位，一次形成。因此，必须考虑其近远期的衔接模式乃至线路的转换：在中心城区内近期可以考虑进入城区后与环线及主要交通枢纽衔接，远期再穿越城区向外延伸；在滨海新区核心区内，近期考虑以进入于家堡的尽端线形式建设市域线，远期待汉沽、大港开发需求增加，将部分市域线在外围枢纽截断向沿海两侧延伸，而核心区内部分线路则作为城区线路运营，以保证其线路功能，形成层次分明、功能清晰的整体线网（见图5）。

5 结 语

对于市域范围较大的城市来说，轨道交通市域线的作用越来越明显，也越来越受到城市规划、建设、管理者的重视。但由于缺乏相关经验及系统的研究，国内的一些城市在进行市域线的规划建设中盲目照抄所谓的国际先进经验，带来了线路运营、组织、建设等方面的一系列问题，不得不修改规

划，重复建设，带来了巨大损失。



图5　天津市轨道交通远期网

注：Z—市域线；M—中心城区城区线；B—滨海新区核心区城区线；C—海河中游城区线

本文分析了国外主要大城市市域线与城区线衔接的基本模式，指出各个城市的线网结构与其各自的城市结构及线网形成过程之间的密切相关，同时根据天津市的自身特点，提出了市域线在天津市各个地区与城区线适宜采用的衔接模式，并对近远期结合方案给出了初步的建议。

参考文献

［1］五一. 巴黎RER线与上海R线的对比研究［J］. 城市轨道交通研究，2005（4）.

［2］殷志宏，孙有望，陈俞樑，等. 国际大都市市域轨道交通线网结构对上海的借鉴［J］. 轨道交通，2007（3）.

轨道交通车站施工期间交通组织研究

柴敬文
（上海市交警总队，上海 200070）

摘　要：近年来是上海轨道交通建设的高潮期，处于市中心道路各条轨道线路站点相继开工建设，并且相当数量车站的施工围场位置都被设置在主干道上或在其周边，同时这些站点必须在2010年世博会前全部竣工并实现通车。如何维护和协调好轨道交通建设期间的道路交通正常运行状况，通过对轨道交通车站施工的3个研究重心即轨道交通站点的规划审批、轨道交通站点施工期间交通组织方案审核、轨道交通站点开工后交通组织调整完善的相关内容的分析与阐述，以期体现交通管理部门的相关工作思路与目的，确保道路交通不发生因施工引发的长时间大面积的拥堵现象。

关键词：轨道交通；规划审批；交通组织；方案审核；调整与完善

1　项目背景

为迎接世博会的召开和改善市民出行条件，2009年轨道交通建设进入高潮期，特别是处于市中心道路的7号线（M7线）、9号线（R4线）、10号线（M1线）、11号线（R3线）共计87个轨道交通站点，并且相当数量车站的施工围场位置都被设置在主干道上或在其周边，同时这些站点必须在2010年上半年前全部完工并实现通车，因此，整体建设周期非常紧张，这给原本就已经十分拥堵的市中心道路交通带来新的压力，同时给交通管理部门对施工期间的道路交通管理带来了新的挑战。

如何维护和协调好轨道交通建设期间的道路交通正常运行状况，最大限度减少施工对道路交通的影响，争取“少扰民、不扰民”，我们必须针对轨道交通建设对道路通行的影响程度，进行初步研究工作，有重点、有范围地制定交通组织方案和相应的管理措施，反复比选方案，力争将施工对交通的影响控制在一定的范围内，确保道路交通不发生因施工引发的长时间大面积的拥堵现象。

作为交通管理部门，我们主要的工作从规划审批阶段开始直至施工完成都须围绕每条线路每个站点的施工特点对交通影响程度不同进行分析研究；同时也要充分考虑每条轨道线路与轨道线路站点间施工交通组织方案的联动对区域整体交通的影响，另外更需要考虑施工期间道路交通产生的实际问题的解决及调整等。

综合以上各条，对于轨道交通车站施工的研究重心包括以下3点：

（1）轨道交通站点的规划审批；

（2）轨道交通站点施工期间交通组织方案审核；

（3）轨道交通站点开工后交通组织调整完善。

接下来就针对以上3点进行具体说明。

2　轨道交通站点规划审批

按规定轨道交通站点建设项目，在开工前应将设计方案送交通管理部门进行审核，待批复后方能开工建设，但很多重大工程都有它的特殊性，由于设计滞后、工期节点要求紧，一般都采取边设计边施工的方法，这些做法虽不符合规定，但因该类工程自身的特殊性，管理部门也无法左右。作为公安交通管理部门来讲，还是要强调、督促建设单位，尽快将设计方案进行送审，一是为了按照施工手续

办事，二是为了防止工程建成后因设计与原道路交通衔接不合理造成对交通产生不利影响或出现大量的废弃工程。

对轨道交通站点建设项目的审核，除了对该站体的交通组织审核外，还要加强站体建成后，地面道路恢复交通方案的审核工作，充分挖掘工程规划用地的资源。在条件允许的前提下利用工程性措施增辟车道、路口渠化，提高路口的通行能力，以期达到改善轨道交通站点周边区域的道路交通通行条件；同时加强“P+R”即“停车＋换乘”规划理念，该理念强调在轨道交通站点周边设立设施齐全、适合多种类车辆停放并且停放车位充足的综合性场所，从而方便以不同方式出行的人群转乘轨道交通，此举不仅能提高轨道交通运营效率，更是对分流道路交通流量，降低道路交通压力起到一定促进作用。目前，属于该类型的大型停车场——1号线富锦路停车场已进入全面验收阶段，将于近期交付使用。

3　轨道交通站点施工期间交通组织方案审核

从目前大部分在建的轨道交通站点规划位置来看，施工使用范围由于受到动拆迁限制，各个站点施工用地情况各不相同，因此，施工期间对道路交通的影响也不尽相同。

施工期间交通组织方案的审核、确定是轨道交通站点施工中一个非常重要的环节。交通管理部门在组织方案时，应根据道路和工程的实际情况进行合理的安排，既要保证工程施工，同时也要保证交通安全畅通。对道路交通影响较小的工程，一般要求快速施工，快速修复道路，尽快恢复交通。对在主干道、交叉口、过道路的管线工程，应实行夜间施工，这样对交通影响较小，时间一般控制在22:00至次日5:00之间，如果工程没有结束，为保证白天交通的通行，沟槽必须用钢板覆盖，并达到安全要求（也可采用非开挖施工法）。如工期较长的工程，可考虑分段施工，逐段管理，做到一段施工完毕开放交通后，再实施一段。

根据轨道交通站点占路施工的具体情况分析，一般会出现以下三种情况：

（1）站体施工围场后，利用拆迁地块范围筑建交通便道，基本上按照占一还一即保持原有车道数的原则，同时在筑建施工便道和分划交叉口期间，如果路口、路段线形和通行条件都不太好，在审核方案时，要充分考虑适当延长交通便道渐变段和便道进出口的长度，线形尽可能拉直。在路口施工围场尽量避免直角形弯角，并在弯角处加大宽度从而满足各种车辆转弯半径的需要。因此，在轨道交通站体施工围场定位的过程中要将道路翻交后车辆通行的道路线形考虑在内，尽可能将施工对交通的影响控制在最低点。

具体案例：轨道交通10号线马当路站

马当路站位于复兴中路由东向西布设，横跨黄陂南路、马当路和淡水路，施工期间对黄陂南路、马当路和淡水路的交通造成不同程度的影响。

复兴中路现状为机动车东向西单向交通2车道，非机动车西向东单行。复兴中路作为卢湾区内重要的东西向干道，北侧有淮海路新天地，向东则为复兴路隧道，向西至南北高架，交通功能显著。根据流量观测高峰时段流量达到1000～1200标准车，道路饱和度在0.9左右，车辆排队长度20～30m。

施工占用复兴中路（黄陂南路—淡水路），交通在拆迁范围内向原道路北侧翻交辟出9～15m交通便道，基本确保复兴中路2车道正常交通，南侧留出4～5m行人及非机动车便道确保通行。

根据实际情况分析，复兴中路车道数得到保证，但道路线形不畅，公交电车转弯半径较难满足通行要求。与区支队商讨后要求施工单位改造复兴中路（黄陂南路—顺昌路）北侧人行道，增加一条机动车道，确保了原复兴路与便道之间车辆通行的线形顺畅，转弯半径合理。

同时10号线马当路站交通组织方案研究时充分考虑了9号线马当路站公交绕行等因素，对相应的公交线路进行共同调整，确保两个站点交通组织方案衔接，避免了各自为战后产生新的交通矛盾。

现马当路站开工至工程收尾期间，基本没有出现因交通组织方案不合理造成的拥堵情况，高峰时段道路饱和度维持在0.85～0.9，排队长度基本控制在30m左右，道路交通总体情况良好。

（2）受工程用地范围的限制，修筑的交通便道数不能满足占一还一的原则，这类工程施工期间将对施工区域周边交通产生较大影响，因此在审核施工期间交通组织方案时，应对施工区域的交通流量进行调查研究，根据交通流量和便道车道数计算交通流量是否匹配，如果该区域交通流量不大，便道能够承担交通流量，可利用第一种情况的方案予以实施；如果交通流量与便道不匹配，流量大大超出便道承受能力，则应利用周边支、干道路来分流，前提必须对周边支、干道路的通行条件进行排摸，在条件允许下对支、干道进行工程性改造，并调整路口、路段交通管理措施，设立车辆引导标志，从而提高该类道路的使用效率，为施工交通便道分流，降低主干道的交通压力。

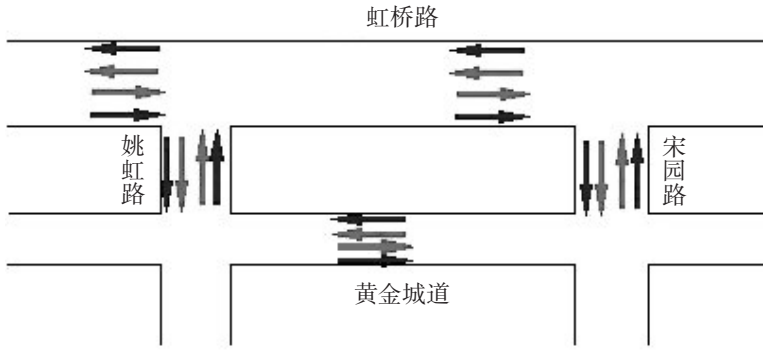
具体案例：轨道交通10号线宋园路站

该站位于虹桥路（宋园路—姚虹东路），施工围场必须占用虹桥路车道，并且无法做到占一还一。

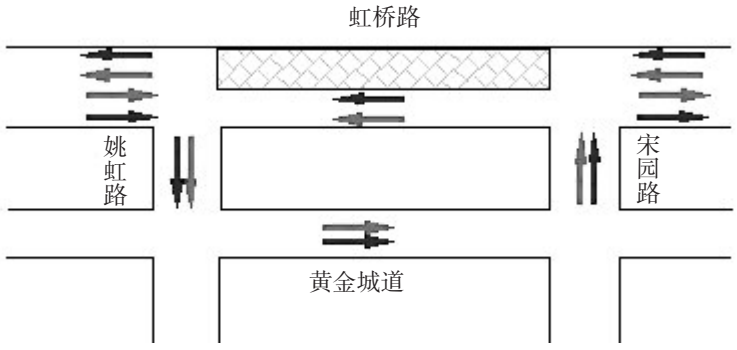
考虑到虹桥路流量较大，半幅道路施工无法满足占路施工组织安排与施工时间节点的要求，因此我们充分利用虹桥路周边道路，形成虹桥路—姚虹东路—黄城道—宋园路逆时针单向交通循环系统，该单向系统运行至今通行效果明显，保证了宋园站施工期间交通通行的正常化。

主要道路施工前后饱和度对比

道路名称	施工前饱和度	施工后饱和度
虹桥路	0.88	0.86
姚虹路	0.82	0.84
宋园路	0.77	0.85
黄金城道	0.83	0.80



原虹桥路—宋园路区域道路系统示意



施工期间虹桥路—宋园路区域道路系统示意

（3）没有余地，必须全封交施工的轨道交通站体，这类工程建设时对交通影响最大，尤其是对道路封闭的两端及其周边道路交通影响更为巨大。因此，针对这种情况做好一个完整、缜密的交通组织方案对于确保道路交通显得尤为重要，并且存在着诸多问题需要考虑与解决，主要问题包括：

①道路封闭后的交通流量和流向问题；

②周边主要分流道路是否有条件进行改造，道路通行容量是否达到要求能够满足改道车辆通行需求；

③如何设置交通标志、标线、安全设施，特别是对车辆导流系统的布局；

④封闭道路内的单位、居民小区车辆进出问题；

⑤公交线路临时改道及临时设站问题；

⑥如何利用好各大传媒，做好施工信息宣传并取得各方支持与配合的问题；

综合上述这些问题，应与有关方面协调，形成一个比较完整的方案，在必要时应通过仿真试验进行模拟，对可能出现的交通拥堵状况制定出相应的对策，并且确定预备方案及应急方案，形成一个成熟、完善系统方案后再一并实施。

该类方案对交通影响较大，且往往须通过大规模的路网调整进行分流，对沿线的公交、单位、居民等有较大影响。

具体案例：轨道交通10号线交通大学站

站点位于淮海西路路中，施工需封闭华山路/淮海西路西进口，原社会车辆均须通过延安路、番禺路、广元路等道路进行绕行。

（1）流量及流向问题

淮海西路交通封闭后，高峰时段双向约有3000标准车流量需要由周边道路分流。

施工期间，原沿淮海路东向西车辆建议绕行线路为复兴中路—复兴西路—武康路/永福路/高邮路—湖南路—华山路。

西向东车辆提前由中山西路（凯旋路）—延安西路—华山路绕行。

主要分流道路延安西路、番禺路交通情况已处于拥堵状况，施工展开后分流道路将达到饱和状况。

（2）周边分流道路改造

考虑到周边道路分流压力较大，因此在凯旋路虹桥路交叉口增设一条左转车道，提高北向西的交通分流能力。

周边主要分流道路增加交叉口渠化车道，提高分流能力。

（3）标志标线设置

①施工期间在中山西路/虹桥路交叉口、凯旋路/虹桥路交叉口、中山西路/延安西路交叉口、淮海西路/番禺路交叉口、华山路/广远西路交叉口、漕溪路/虹桥路交叉口、漕溪路/南丹路交叉口、江苏路/延安西路交叉口、淮海中路/常熟路交叉口、淮海中路/复兴中路交叉口、淮海中路/高安路交叉口等各主要交叉口需要设置醒目的提示标志，提示机动车尽可能绕开施工区域，减少高峰时段进入施工影响范围内的车辆。

②工期间，复兴中路、复兴西路、武康路、永福路、高邮路、湖南路等道路禁止大型车辆通行，为小型车辆绕行提供条件。

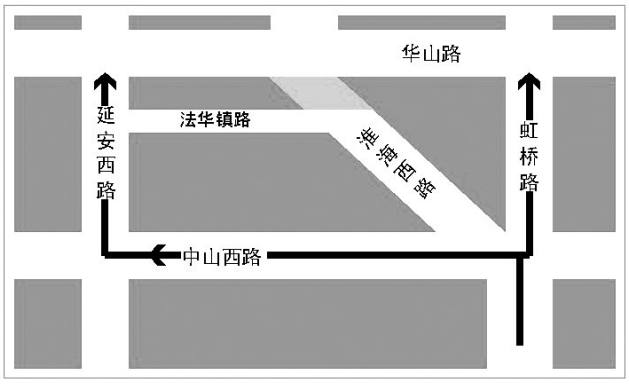
③施工期间，兴国路（淮海中路—湖南路）、武康路（淮海中路—湖南路）禁止过境车辆通行。

④施工期间，幸福路/法华镇路交叉口禁止北向西右转，引导向西车辆从法华镇路便道行驶。

⑤施工期间，番禺路/法华镇路交叉口禁止车辆东向南左转以及北向东左转。（若该交叉口在施工期间发生较为严重的拥堵现象，再进一步采取该交叉口全部禁止左转的措施）

该部分标志标线委托专门单位进行设计实施，标志标线图纸与交通组织方案及施工方案在开工前

需进行专门研究，确保各种管理措施及绕行线路清晰易懂，位置设置合理。



淮海西路封交西向东绕行标志示意

以上为专业单位设计的交通大学站封交后，东向西由虹桥路—中山西路—延安西路—华山路的绕行提示标志，该标志设置于虹桥路/中山西路西进口，提示车辆分流路线。

（4）确保居民、单位出行

考虑到淮海西路封交后社会车辆能够通过周边道路绕行，但道路两侧居民及单位车辆仍需通行。因此围绕解决居民与沿线单位出路问题与施工单位进行了多轮磋商后确定了方案：

淮海西路两侧各保留2m行通道，沿线单位如申通信息广场均留出4～6m通道供单位内部车辆通行，基本确保其正常出行不受影响。

（5）公交改道及设站

施工道路封闭涉及的公交线路绕行方案需由公交单位及我们交通管理部门共同确定。

10号线上海交大站共涉及14条公交线路（含2条夜宵线）改线，经过多次会议协调，最终制定了如下绕行方案，基本确保了公交线路绕行距离短、通行条件好的公交优先原则。

公交线路	原走向	改道走向
113路	华山路—淮海西路（双向）	华山路—镇宁路—延安西路—番禺路—淮海西路（双向）
138路	愚园路—江苏路—华山路—淮海西路—凯旋路—虹桥路（双向）	愚园路—江苏路—延安西路—凯旋路—虹桥路（北向南） 虹桥路—凯旋路—延安西路—（镇宁路附近掉头）—江苏路（南向北）
26路	淮海中路—华山路—广元西路（终点站）（东向西）	淮海中路—华山路—广元西路—宜山路—虹桥路—广元西路（终点站）（东向西）
	（终点站）—虹桥路—淮海西路—淮海中路（西向东）	广元西路（终点站）—华山路—淮海中路（西向东）
48路	华山路—淮海中路—新华路—定西路—安顺路（双向）	华山路—江苏路—延安西路—定西路—安顺路（双向）
506路	华山路—淮海西路—虹桥路（双向）	华山路—广元西路—宜山路—虹桥路（双向）

续表

公交线路	原走向	改道走向
72路	天钥桥路—肇家浜路—天平路—康平路—华山路—淮海西路—虹桥路（东向西）	宛平路—肇家浜路—天平路—康平路—华山路—广元西路—宜山路—虹桥路（东向西）
	虹桥路—淮海西路—华山路—肇家浜路—天钥桥路（西向东）	虹桥路—宜山路—广元西路—华山路—肇家浜路—天钥桥路（西向东）
806路	肇家浜路—天平路—康平路—华山路—淮海西路—新华路—延安西路（东向西）	肇家浜路—天平路—康平路—华山路—广元西路—虹桥路—凯旋路—延安西路（东向西）
	虹桥路—淮海西路—华山路—肇家浜路（西向东）	虹桥路——肇家浜路（西向东）
911路	淮海中路—淮海西路—虹桥路（双向）	淮海中路—华山路—江苏路—延安西路—定西路—安顺路—中山西路—虹桥路（东向西）
		伊犁路—虹桥路—中山西路—安顺路—定西路—延安西路—江苏路—华山路—淮海中路（西向东）
923路	宜山路—虹桥路—番禺路—淮海西路—华山路（单向）	宜山路—广元西路—华山路（单向）
945路	新华路—淮海西路—淮海中路（双向）	新华路—定西路—延安西路—江苏路—华山路—淮海中路（双向）
946路	漕溪路—华山路—淮海西路—新华路—定西路（双向）	漕溪路—虹桥路—番禺路—淮海西路—新华路—定西路（南向北）
		定西路—新华路—番禺路—虹桥路—漕溪路（北向南）
沪商线	淮海中路—淮海西路—虹桥路（双向）	淮海路—黄陂南路—延安路—虹桥路（双向）

需要指出的是，如公交线路调整中涉及夜宵线、双层公交车、电车线路等原则不改动其行驶线路及站点设置，避免电杆设置、通行高度限制等因素影响公交绕行。

（6）媒体宣传

轨道10号线交通大学站封交对交通影响大，因此我们交通管理部门会同申通集团联合在各大媒体发布信息，召开新闻发布会，使得市民能够提前了解封交后的交通状况及绕行线路，对交通封闭后的出行路线有直观的选择。

该站点施工影响范围北至延安路、东至高安路、西至凯旋路、南至虹桥路，涉及长宁、徐汇、静安三区。14条公交线路（含2条夜宵线）需要改道绕行。通过方案针对淮海西路道路封闭对周边道路进行挖潜，设计了多个方向的分流路线，同时对沿线涉及的主要路口信号灯及管理措施进行相应调整，并在高峰时段增派人员加强对沿线车辆的监控管理，道路封闭后虽然延安路及番禺路等主要道路出现了拥堵情况，道路饱和度由原先的0.85～0.9上升至0.95以上，高峰时平均车速由12km/h左右下降到8～10km/h，交通状况仍处于能够掌控的范围内，没有造成江苏路沿线、虹桥路沿线、徐家汇地区及延安路高架系统出现大规模的交通拥堵状况。

4　轨道交通站点开工后交通组织调整完善

轨道交通施工工艺复杂，各阶段对道路交通影响程度不尽相同。因为作为我们交通管理部门，需要在站点施工进场后实时了解当前施工情况及对周边交通的影响程度。

通常来说，机动车驾驶员在道路翻交或者绕行方案实施后的前1～2周内尚处于一个熟悉摸索过程，对道路线形、车道数、周边提示标志、周边道路管理措施及拥堵情况尚未完全掌握。此时站点施工对道路的影响最大，高峰时段会出现一定程度的拥堵情况，如9号线东安路站翻交后肇嘉浜路西向东排队拥堵由东安路直至徐家汇，但这种情况多是由于机动车驾驶员对路况不熟悉造成的。一般1～2周后，驾驶员能够有选择性地避开拥堵路段及交通高峰，对道路线形的熟悉也能够提高机动车在交通便道的行车速度，交通基本能够恢复原先状况。

有些需封闭交通的站点施工对交通影响程度较大，且交通组织方案推行后对部分道路流量增加较为明显，1～2周的适应期后仍然处于道路拥堵状况，则根据实际情况需要调整交通组织方案，增加一些管理性措施。如10号线交通大学站方案研究期间，将番禺路改为北向南单行，与凯旋路形成一组南北向单行道系统作为应对番禺路无法承担大规模分流交通压力时的备选方案。

此类措施虽在施工初期没有直接使用，但仍需在交通组织方案中提前进行研究，确保备选方案的成熟，以便一旦交通情况恶化能够立即实施。

5 结 论

作为交通管理部门，我们有理由对上海市区范围所有的道路交通进行负责。近年内、世博会后上海都将处于一个大建设时期，各类工程项目及轨道建设交错进行，对市区交通影响较大。

我们需要做的就是，通过轨道交通站点施工交通组织的研究将工程对道路交通的影响减小到最低程度，同时从中总结出经验与得失，对以后的各类施工影响交通的交通组织方案设计都有相当有益的借鉴作用。

上海城市轨道交通网络评价研究

刘　洋
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘　要：上海是有着1800多万人口的特大城市，发展运量大、速度快、能耗低、污染少、安全可靠性强的城市轨道交通是解决上海交通问题的根本途径。论文总结归纳出13个评价指标，用定性与定量相结合的方式进行分析，指出相对重要的指标，为轨道交通网络的建设提供参考依据。论文采用层次分析法对上海轨道交通进行评价，并提出有益的结论和建议。

关键词：上海；城市轨道交通网络；层次分析法；评价

1　引　言

2009年底，上海市共有10条轨道交通线路，运营线路网长度是330km，日均可承担390万人次左右的客运量，占城市公交客运量的26%~30%，共221座车站投入使用。在2010年世博会举办前，上海市将有11条轨道交通线路，运营里程超过400km，日均将可承担520万~580万人次的客运量，占城市公交客运量的35%~40%，共280座车站投入使用。而到2012年，上海将建成超过500km的轨道交通运营网络[1]。由此可见，上海城市轨道交通已经进入了快速建设阶段，建设过程中的效益问题亟待解决。文章将根据层次分析法对上海轨道交通进行评价，并根据结果进行分析。

2　城市轨道交通线网评价指标的选取

对城市轨道交通网络建设效果进行评价，须确定若干能够准确、全面、定性、定量反映轨道交通建设效果的评价体系和指标，下述13项指标从效益、成本和定型三个方面来评价轨道交通网络的总体性能，较全面地反映了轨道交通网络对交通状况、工程的可实施性、运营效果、城市发展、经济效益的影响。

根据上海轨道交通网络建设和发展的实际情况，综合考虑国内外研究成果，设计了涵盖4个层面、13个具体指标的评价体系，对上海城市轨道交通近期线网建设效果进行评价[3]。见表1。

表1　城市轨道交通线网建设效果评价体系和评价指标

效益层面	效益指标
对交通的改善作用	居民平均出行时间节约
	轨道交通占公交周转量比重
	换乘系数
	中心区线网覆盖率
	主要客流集散点连通率
工程的可实施性	施工难易程度
	分期建设计划的合理性
线网运营效果	线网总长度
	轨道交通周转量强度
	客流断面不均衡系数
与城市发展的协调性	与城市布局结构的协调
	与对外交通设施的协调
	与城市景观的协调

资料来源：上海城市轨道交通近期线网建设的效果评价，研究报告，第6期。

各指标的含义如表2、表3、表4所示[4]。在下文对指标的描述中，凡是效益型指标，则越大越好；凡是成本型指标，则越小越好。

表2 成本型指标

指标类型	指标名称	定 义	性 质
成本型指标	换乘系数	其值为轨道交通线网出行人次与换乘人次之和除以轨道交通线网出行人次	该指标用来衡量乘客直达程度及线网布线布站的合理性
	线网总长度	指轨道交通网络运营线路总长，反映轨道交通网络的建设成本	在建设标准相同的条件下，长度越大，工程造价越高
	客流断面不均衡系数	其值为轨道交通线网各线路客流断面最大值与平均值之比	反映轨道交通线网承担客流的均衡程度，以评价线网的运营效率和客运效率

表3 效益型指标

指标类型	指标名称	定 义	性 质
效益型指标	居民平均出行时间节约	为城市居民以公交方式（包含常规公交与轨道交通）出行的平均消耗时间的减少	用于评价轨道交通线网修建对居民公交出行的改善程度，同时也反映了整个城市综合交通网络的效率
	轨道交通占公交周转量比重	是指轨道交通日周转量占公交日周转量的比重	该值越大，说明轨道交通在公共交通系统中发挥的作用越大，对改善地面交通系统拥挤状况及环境越有利
	中心区线网覆盖率	为城市规划中心区轨道交通线网直接吸引面积内出行量与中心区总出行量之比	该指标直观反映了轨道交通线网在中心区的服务水平，从总体上表征线网的结构性能
	主要客流集散点连通率	该指标是指各方案中线网连通主要客流集散点的换算个数与规划区内主要客流集散点换算个数的比值	“连通”定义为规划站点与客流集散点直线距离在300m之内
	轨道交通周转量强度	指平均每公里轨道交通线路的日周转量，为轨道交通日周转量除以轨道交通线路长度，反映单位长度轨道交通线的直接效果	该值越大，轨道交通运营公司的经济效益越好

表4 定型指标

指标类型	指标名称	定 义	性 质
定型指标	施工难易程度	从工程实施角度考察各方案近、远期具体施工条件的难易程度（如是否跨越各类工程难点），利用现有设施（如既有铁路）的可能性，动迁居民及单位的数量等	在一定程度上也反映了工程建设投资规模，该指标主要由技术人员根据经验确定
	分期建设计划的合理性	主要考察各方案分期建设的线路、线网与城市分期发展重点的吻合程度	可以参考各建设分期所能达到的轨道交通客运量和客运周转量来评价连续建设的合理性，该指标主要由技术人员根据经验确定
	与城市布局结构的协调	通过考察规划线网与城镇体系发展的配合、连接城市中心组团与各外围功能组团的个数、线网形态与城市规模形态的吻合及线网是否对城市远景规划发展的各种可能性具有适应性和灵活性等因素来确定	

续表

指标类型	指标名称	定　义	性　质
定型指标	与对外交通设施的协调	轨道交通线网应尽量衔接城市对外交通设施（火车站、机场、长途汽车客运站、港口码头等），该指标体现与对外交通设施的衔接程度	考察轨道交通线网与对外交通方式换乘节点布局的合理程度（轨道交通站点与对外交通设施相互衔接的距离、衔接效率、是否形成一体化的综合换乘枢纽等），轨道交通线网规划是否控制换乘枢纽用地等因素
	与城市景观的协调	分析线网布设是否与城市人文和自然景观相协调，分析是否对历史文物古迹有影响	该指标值的确定对不同性质的城市应有所区别，对不同制式的轨道交通系统分别考虑

3　评价方法——层次分析法

交通系统错综复杂，轨道交通线网规划的过程，实质上就是在各种矛盾之间求得最佳的平衡。轨道交通线网规划最基本的两个依据是适合现有出行需求和引导未来城市发展，这两个要求本身往往就是相互冲突、很难同时满足的。规划的过程就是在各种利益、不同要求之间取舍的决策过程，这一决策过程建立在定量和定性相结合的基础上。层次分析法（Analytic Hierarchy Process，简称AHP）能够很好地求得各种矛盾之间的平衡[2]。

3.1 建立递阶层次结构（图1）

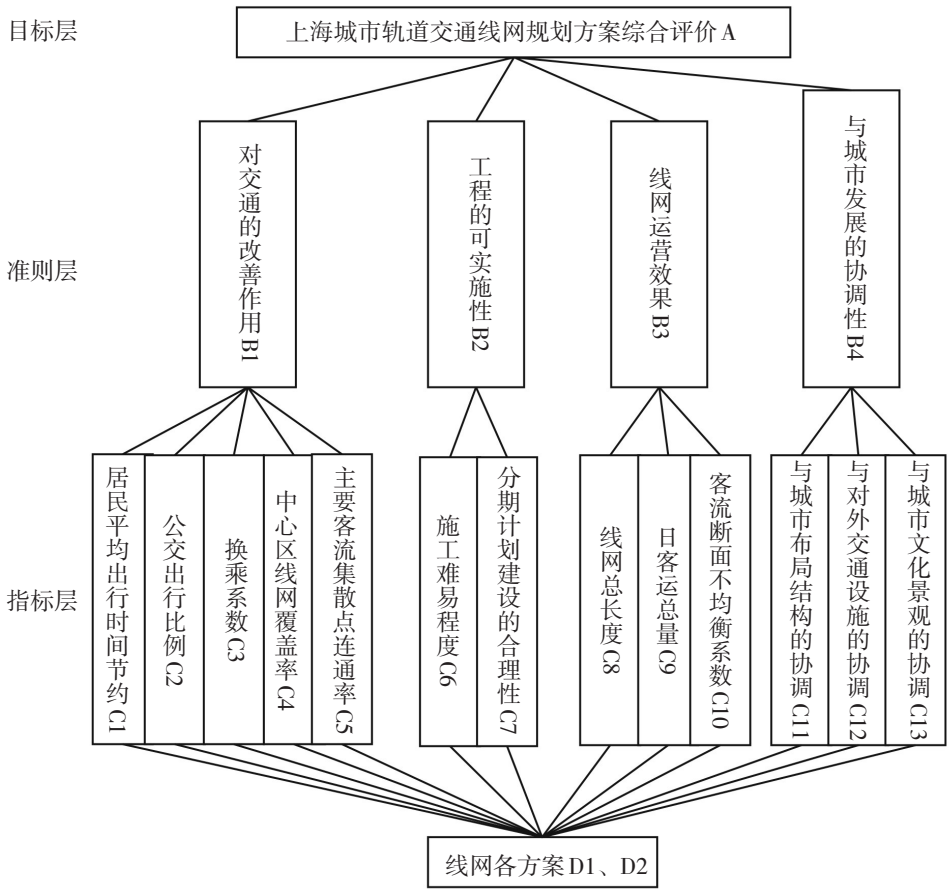


图1　上海城市轨道交通线网规划方案综合评价递阶层次结构

3.2 轨道交通线网规划的部分判断矩阵

通过逐条对照规划原则和与城市总体布局的配合、与城市主客流走向的配合、与城市主要客流集散点（市中心、副中心、地区中心、对内及对外交通枢纽等）的配合，规划近期网络的可实施性、网络结构的合理性等方面后，对准则层和方案层分别进行了两两比较，所做的两两比较判断矩阵为：

A	B1	B2	B3	B4
B1	1	3	5	7
B2	1/3	1	3	5
B3	1/5	1/3	1	3
B4	1/7	1/5	1/3	1

$$W_{A}=(0.5638,0.2634,0.1178,0.0550)^{T}$$
$$\lambda_{MAX}=4.1364$$
$$CI=\frac{\lambda_{MAX}-n}{n-1}=0.0455<0.1$$

B1	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	1	5	3	5
C2	1	1	5	3	5
C3	1/5	1/5	1	1/3	1
C4	1/3	1/3	3	1	3
C5	1/5	1/5	1	1/3	1

$$W_{B1}=(0.3333,0.3333,0.0667,0.2000,0.0667)^{T}$$
$$\lambda_{MAX}=5$$
$$CI=\frac{\lambda_{MAX}-n}{n-1}=0.0000<0.1$$

B2	C6	C7
C6	1	3
C7	1/3	1

$$W_{B2}=(0.7500,0.2500)^{T}$$
$$\lambda_{MAX}=2$$
$$CI=\frac{\lambda_{MAX}-n}{n-1}=0.000<0.1$$

B3	C8	C9	C10
C8	1	1	1
C9	1	1	1
C10	1	1	1

$$W_{B3}=(0.3333,0.3333,0.3333)^{T}$$
$$\lambda_{MAX}=3$$
$$CI=\frac{\lambda_{MAX}-n}{n-1}=0.000<0.1$$

B4	C11	C12	C13
C11	1	1/3	3
C12	3	1	5
C13	1/3	1/5	1

$$W_{B4}=(0.2583,0.6318,0.1047)^{T}$$
$$\lambda_{MAX}=3.0551$$
$$CI=\frac{\lambda_{MAX}-n}{n-1}=0.0138<0.1$$

3.3 轨道交通线网规划的评价结果（表5）

表5　轨道交通线网规划的评价结果值

层次	各层次				总层次
	A1	A2	A3	A4	
	0.5638	0.2634	0.1178	0.0550	
B1	0.3333	0	0	0	0.1879
B2	0.3333	0	0	0	0.1879
B3	0.0667	0	0	0	0.0376
B4	0.2000	0	0	0	0.1076
B5	0.0667	0	0	0	0.0376
B6	0	0.7500	0	0	0.1976
B7	0	0.2500	0	0	0.0659
B8	0	0	0.3333	0	0.0393
B9	0	0	0.3333	0	0.0393
B10	0	0	0.3333	0	0.0393
B11	0	0	0	0.2583	0.0142
B12	0	0	0	0.6318	0.0347
B13	0	0	0	0.1047	0.0058

由综合评价结果可以看出“施工难易程度”的重要性排在首位，因为在土地资源十分宝贵的城市，尤其是人口众多、居住面积少的上海，修建适量的城市轨道交通是发展的必然方向。当前，随着轨道交通的日益增加、工程规模日益扩大和结构日趋复杂和城市轨道交通施工技术的不断革新，导致了施工难度不断增加，施工环节增多，难易程度重要性也在加大[5]。其次是“居民平均出行时间节约”和“公交出行比例”，居民平均出行时间越小，出行者的出行距离越短或旅行速度越高，出行越方便，说明网络结构及换乘布置总体上越合理。公交出行所占比例越小，说明轨道交通在公共交通系统中发挥的作用越大，对改善地面交通系统拥挤状况及环境越有利。

4　结论和建议

像上海这样的特大城市，未来要形成400～500km以上的轨道交通网络，建设总投资将超过3000亿元。如此庞大的投入，必将对城市布局、土地利用分布及强度、交通结构与效率、居民生活方式及方便程度等产生巨大而深远的影响。城市轨道交通网络规划方案形态结构、线路走向、线路连接方向

的微小差别，可能会给城市带来不小的影响。必须审慎地对待方案的选择。还要注意的是，实际的轨道交通方案评价是复杂细致的工作，除了受所能获取的数据制约外，还要根据城市的具体情况选择对解决城市问题有针对性的指标。从这个意义上讲，评价不仅是一种技术，而且是一种艺术，渗透着规划理念及战略思想的评价，综合运用定性分析与定量分析的评价。

参考文献

[1] 顾金山，顾宝根，王家玮，等. 上海市轨道交通交通网络优化方案说明报告［J］. Andeerstig C，Mattsson L G. Appraising large -scale investments in a metropolitan transporatiion system. Transportation 1992，(19)：267-283.

[2] 丘作良. 应用层次分析法建立工作业绩评价体系［J］. 嘉应大学学报，2002（6）.

[3] 刘华杰. 城市轨道交通线网规划方法探讨［J］. 综合运输，2004（8）.

[4] 顾保南，方青青. 城市轨道交通路网规划的评价指标体系研究［J］. 城市轨道交通研究，2000（1）：24-27.

[5] 纪嘉伦，李福志. 城市轨道交通线网规划方案综合评价指标体系研究［J］. 系统工程理论与实践，2004（3）.

结合轨道交通站点的干道步行系统规划研究

陈锦秀
（上海市市政工程管理处，上海 200030）

摘　要：城市轨道交通是市民交通出行的重要方式，而轨道交通站点附近的步行交通系统则是保障轨道交通良好环境和提升出行品质不可或缺的重要环节。作者从现状调查出发，经过研究分析，指出轨道交通站点附近步行系统通行不畅、过街不便的两大问题，并从规划和设计两方面进行思考，提出了结合轨道交通车站的步行廊道和干道过街规划和设计设想，以及完善轨道交通站点附近步行交通系统的技术要求。

关键词：轨道交通；步行廊道；干道过街

随着上海市城市的不断发展及市民居住地的不断搬迁，轨道交通已经成为上海市民交通出行的重要方式。包括近期开通试运行的10号线在内，上海市轨道交通目前已经发展到11条线路，里程达到424km，日均客流478万人次，最高日客流568万人次。50%以上的市民出行首选乘坐地铁，不少白领每天更是依赖地铁“掐点上班”。

从上海市轨道交通线路的布局来看，多条轨道交通线路均沿城市主、次干路走行，或穿越城市主、次干路，轨道交通站点较多地布置在干道交叉口附近。为实现“步行+轨道+步行”的良好衔接，有必要结合轨道交通站点建设优化干道步行设施，为市民出行创造良好的通行环境。

1　轨道交通车站与干道步行设施衔接问题分析

综合分析轨道交通站点布置情况，主要为沿道路一侧布置，如3号线大柏树站位于汶水路南侧、赤峰路站位于中山北一路西侧等；或路中布置，如2号线南京西路站、静安寺站等。当干道过街设施或人行道与轨道交通车站衔接不合理时，势必导致轨道交通客流在站点附近交叉口或人行道上大量集聚。这样一方面降低了轨道交通出行首、末端衔接的便利性和舒适性，另一方面集聚人群将与中心城干道本已拥挤不堪的人、车交通产生更多冲突，降低了交通效率和交通安全。

现场情况调查、分析表明，轨道交通站点与附近干道步行设施的衔接主要存在以下两方面问题：步道不畅、过街不便，使得步行系统与轨道交通产生明显脱节。

1.1 步行通道不畅

轨道车站与大型社区、商业中心、交通场站之间存在有大量的通勤、购物、换乘客流，而其周边既有人行步道却往往未能结合轨道交通站点同步建设，或建设标准普遍偏低，无法满足高强度客流的集散要求，一些步道瓶颈严重制约了其通行能力，具体表现为5个方面：①步道中断；②步道被占；③步道压缩（改作机动车道或停车场）；④步道空间阻隔（受迫绕行）；⑤步道时间阻隔（受迫等候）。（见图1）

1.2 干道过街不便

轨道站相邻干道存在大量的步行过街需求，但既有干道过街设施未能与轨道交通协同规划，给乘客过街造成了很大不便，反映为三类问题：①缺乏站前空间（街角集散空间不足）；②缺乏站前过街设施（乘客需绕行、等待甚至冒险穿越）；③站前冲突严重。（见图2）



a. 步道中断（新市路） b. 步道被占（广灵二路） c. 步道压缩（北广场停车场侵占） d. 步道空间受阻（秣陵路） e. 步道时间受阻（南广场）

图1 步行通道不畅



a. 街角不足（中山路—广灵二路） b. 站前过街不便（四平路） c. 站前冲突（西藏中路）

图2 干道过街不便

2 轨道交通站点附近干道步行设施规划设想

为了更好地衔接步行、轨道交通，消除上述症状与不足，改善轨道交通出行环境，应①积极改善轨道交通车站周边的重要人行步道，即MOD（Metro Oriented Development）步行廊道；②积极兴建毗邻轨道交通车站的干道立体过街设施，即MOD干道过街；最终形成结合轨道交通车站的衔接合理的步行交通系统。如图3所示。根据轨道交通客流集散特点，应对通往轨道交通站点和通往附近公交站点、停车场、大型商业设施、社区等地方的步行通道进行改善；同时当轨道交通车站位于城市干道一侧且拥有大量过街需求时，应结合轨道交通站点同步建设干道过街设施。

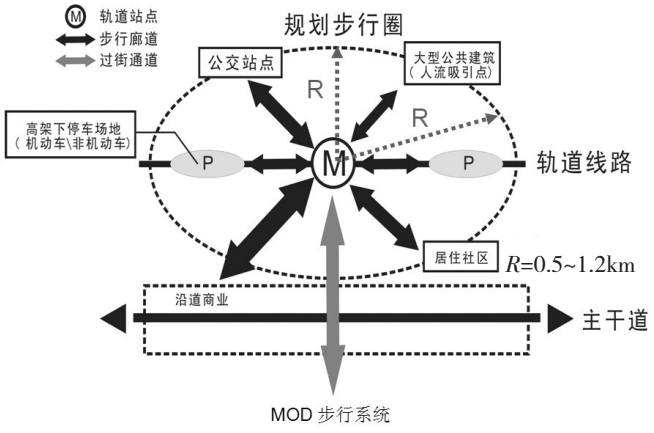
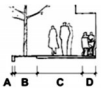
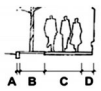
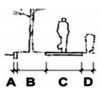
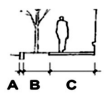


图3 结合轨道交通的步行系统

3 上海市中心城结合轨道交通的步行廊道规划研究

按规划区用地类型，MOD廊道分为四类：①商业型廊道、②社区型廊道、③枢纽型廊道、④连通型廊道，分别与大型商业设施、社区、交通枢纽或其他轨道交通站点相连接。根据各种影响因素，确定四类廊道的断面构成及其宽度，如表1。

表1　MOD步行廊道等级划分及其断面要求

廊道类型	断面形式	限值	各区设计宽度				总宽
			A路缘区	B设施区	C步行带	D临街区	
1 商业型廊道		最小宽度	0.15m	1.5m	3.0m	0.85m	5.5m
		推荐宽度	0.15m	2.0m	4.0m	1.85m	8.0m
2 社区型廊道		最小宽度	0.15m	1.0m	2.5m	0.35m	4.0m
		推荐宽度	0.15m	1.5m	4.0m	1.35m	7.0m
3 枢纽型廊道		最小宽度	0.15m	1.5m	3.0m	0.35m	5.0m
		推荐宽度	0.15m	2.0m	5.0m	1.35m	8.5m
4 连通型廊道		最小宽度	0.15m	0.85m	2.0m	0m	3.0m
		推荐宽度	0.15m	1.35m	3.0m	0m	4.5m

注：1. MOD步行廊道兼负多重功能时，按上表中标准较高的类型建设。

2. 若高峰小时双向人流量$Q \geq 6000$人，步行带最小宽度W_c取4m；若$Q \geq 9000$人，W_c取5m。

结合上海市中心城轨道交通规划、中心城干道系统规划及用地布局规划，为简化操作，利于规划指导，将 MOD步行廊道分为三级规划区域进行分析，如图4。

A级（红色）为核心规划区域，分布于城市公共活动中心，包括：①人民广场区、②世纪公园区、③黄浦名胜区、④浦东世博区、⑤静安商业区、⑥徐汇商业区、⑦徐汇上体区，各以9～11个轨道站点作为核心；B级（黄色）为重要规划区域，分布于大型社区、园区、枢纽或商圈，包括：①外高桥区、②金桥区、③张江高科区、④上海南站区、⑤虹桥开发区、⑥中山公园区、⑦上海火车站区、⑧虹口足球场区、⑨杨树浦区，各有3～4个轨道站点；建议对上述16个区域的步行系统作出MOD廊道专项规划。C级（彩色小圈）为一般规划区域，分布于一般站点的周边区域，其步行辐射半径可达0.4～1.2km不等。

以3号线赤峰路站为例，MOD步行廊道的规划应分三步进行，即①确定辐射范围、②分析步行流向、③步行廊道布局。首先利用卫星地图分析了其用地分布与支路形态，确定了0.5～0.9km的MOD规划半径，进而通过流量预测确定了该站乘客南少北多的流量特征，最后通过踏勘比选确定了分别辐射于北站口、南站口的步行廊道A1～A6、B1～B3，规划长度为0.52～0.89km不等，提出了断面建设标准。如图5。

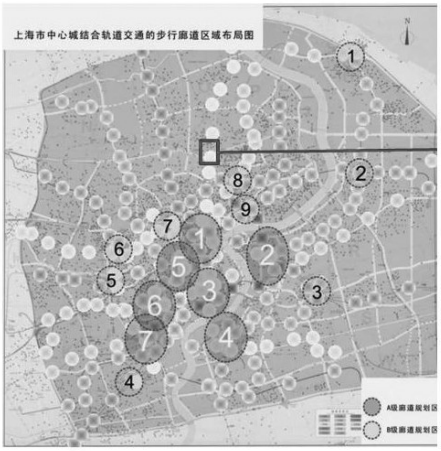


图4　中心城MOD步行廊道三级规划区域图

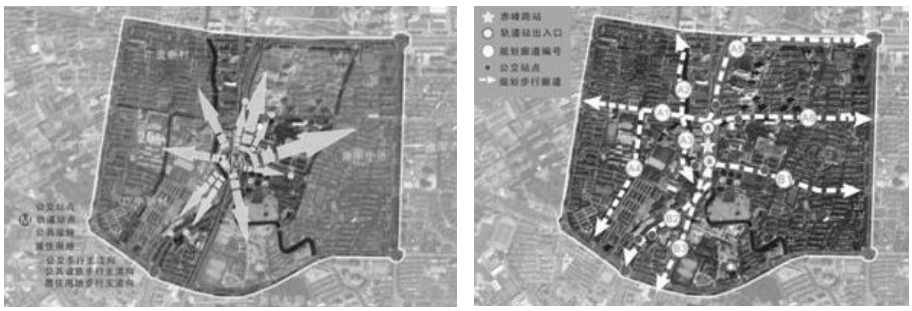


图5 中心城MOD步行廊道三级规划区域

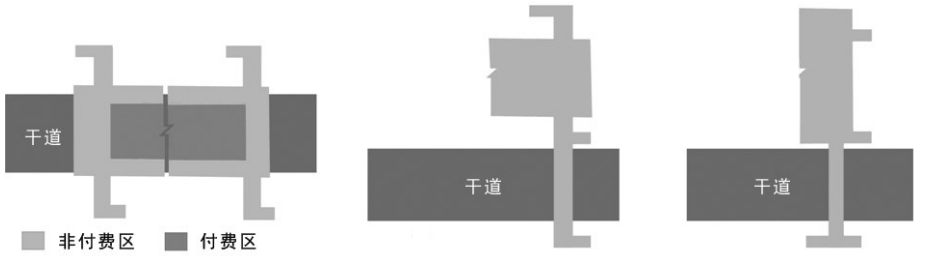
4 上海市中心城MOD干道过街规划研究

《地铁设计规范》（GB 50157）中规定：“车站出入口布置应与主客流的方向相一致，宜与过街天桥、过街地道、地下街、邻近公共建筑物相结合或连通，统一规划，同步或分期实施。如兼作过街地道或天桥时，其通道宽度及其站厅相应部位应计入过街客流量，同时考虑地铁夜间停运时的隔离措施。”《城市人行天桥与人行地道技术规范》（CJJ 69）中指出：“天桥与地道可与商场、文体场馆、地铁车站等大型人流集散点直接连通以发挥疏导人流的功能”——毋庸置疑，“结合轨道车站建设立体过街设施”的必要性成为共识。

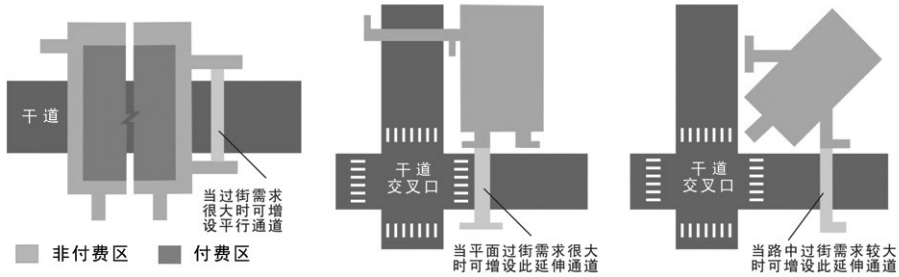
4.1 MOD干道过街设计形式

现有轨道车站与干道过街的结合形式较显单一，多为延长通道和站外天桥两种形式。部分路中平行式的轨道站因付费区分割站厅失去了兼顾过街的功能；部分路中侧平式的出入口仅开至干道路侧，乘客流量较大时往往会造成干道的拥堵，当地面缺乏过街设施时也会给乘客过街带来很大不便；部分轨道站点与立体过街的结合缺乏人性化考虑，两下两上给老年人造成了很大不便。

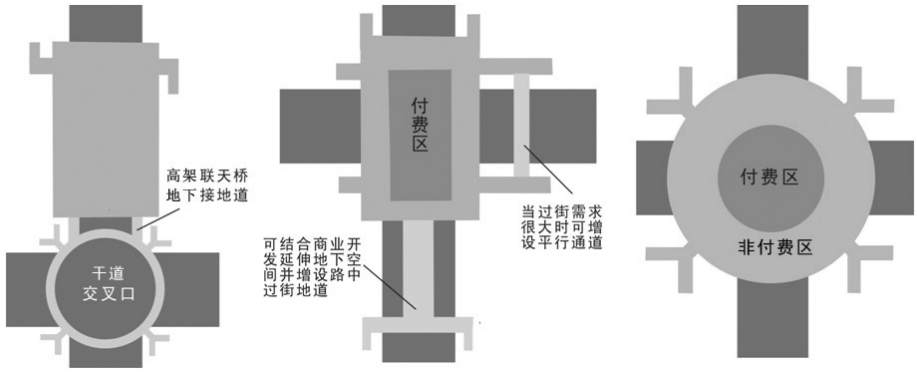
鉴于此，推荐9种MOD干道过街形式如图6。当轨道交通车站位于城市干道一侧，且存在大量干道过街客流时，应考虑结合轨道交通站点建设干道过街通道，如图6中②、③、⑤、⑥所示；当轨道交通站点位于干道中央布置，且两侧设置出入口时，应同步考虑设置兼作常规干道过街的过街通道。如图6中①、④、⑨所示。



①路中平行式轨道站过街　②路中侧平式轨道站过街　③路中侧垂式轨道站过街



④路中垂直式轨道站过街　⑤街角侧平式轨道站过街　⑥街角斜交式轨道站过街



⑦交叉口偏移式轨道站过街　⑧交叉口方环式轨道站过街　⑨交叉口圆环式轨道站过街

图6　结合轨道站厅与出入口通道的干道过街形式

4.2 中心城MOD干道过街设施规划

由于种种原因，中心城现有轨道交通车站与干道过街结合率很低，如3号线赤峰路站，受中山北一路上内环高架桥墩及地面道路净高等因素限制，未能结合赤峰路站点同步兴建过中山北一路的步行通道，导致早晚高峰时间大量的轨道交通集散客流必须通过中山北一路/赤峰路交叉口过街，人流和车流的相互干扰使得交叉口在早晚高峰时间冲突严重，交通陷于混乱。

汲取前车之鉴，应在以后的轨道交通建设过程中，充分考虑结合轨道交通的干道过街设施。未来十年，上海市的轨道网络将初步成型，近200处轨道站点将会相继投入使用，为了把握“利用轨道建设解决干道过街问题”的最后机遇，开展了MOD干道过街规划，共规划151处MOD立体过街设施，如图7。



图7　中心城MOD干道过街设施布局

5 结 语

轨道交通以其准时性和舒适性，在上海市道路交通拥挤仍频、轨道交通网络不断完善的情况下，已成为上海市民交通出行的主导方式。但是，轨道交通并非“门到门”的交通出行方式，完善的步行系统及合理衔接，对创造良好的轨道交通站点附近步行环境、提升市政服务品质和促进社会和谐发展必将起到积极作用。

城市轨道交通车站风格设计刍议

戴子文　周立新
（同济大学交通运输工程学院，上海 201804）

摘　要：随着轨道交通成为当代都市人必不可少的公共交通出行工具，城市轨道车站成为城市重要窗口之一，代表了城市的形象。无特色风格的车站给乘客带来的是灰暗的色调、麻木的场景，难以愉悦乘客的心情。本文在分类剖析国内外城市轨道交通车站风格基础上，针对大陆现代城市轨道交通建设趋势，提出了22个城市的城市轨道交通车站风格选择方法和建议。

关键词：城市轨道交通；车站；风格设计

1　引　言

自从20世纪60年代修建了北京第一条地铁线以来，对于轨道交通场站的外观风格设计无太多的研究，我们所见到场站的风格几乎是一个模样，给人造成单调、枯燥，缺乏城市特色的感觉，尤其对于拥有文化积淀丰富的城市着实是一大缺憾。城市轨道交通车站对外代表了城市的窗口，展示城市的形象；对内为市民构建和谐出行环境。在强调城市轨道交通充分融入城市规划、社会经济和市民生活的今天，良好的车站风格设计包括车站的外观设计与内部设计，是实现交通、商务、购物、聚会、休闲以及城市景观环境为一体的重要途径之一。



图1　北京西直门站



图2　上海徐家汇站

早期建设的地铁站以满足乘客空间功能需求为首要任务。图1为20世纪70年代建设的北京市西直门站的岛式站台，颜色单调、房顶空间低矮，给人造成一种压抑感。图2为20世纪80年代建设的上海徐家汇站。简陋的标志作为引导人流标志，显然与上海最大的城市副中心形象不相符。曾有人作过上海地铁车站形象问卷调查，有42%的认为车站的色彩单调，让人提不起精神。这样易造成人心情压抑、交通疲劳、心情不愉悦。究其原因除了当时国家（或城市）的经济条件制约外，设计理念保守也是重要原因之一。上海有报道称，从2009年起上海地铁公司下属的申通资产公司将加大对艺术车站和特色车站的创建。对于正在建设的轨道交通10号线将建设11个艺术车站。因此，作为百年大计的城市轨道交通系统建设，在充分考虑车站交通功能完善的基础上，注重车站风格设计，是当今我国城市轨道交通系统建设的新趋势。

2 研究综述

关于轨道交通车站风格设计问题，国内外专家有过研究。刘阳[1]探讨了轨道交通车站建筑的综合设计，提出车站设计与环境、绿化和物业结合的模式。夏延乐和周俊良[2]的论文提出地铁是一个城市文化代表，简要介绍莫斯科地铁文化，并对车站风格设计进行详细解释。杜贝贝[3]主要针对车站室内照明设计研究，指出当前照明设计误区，提出了照明设计的手法。姜竹青[4]对巴黎地铁文化进行剖析，对地铁地理指示性、广告性、趣味性提出了其优点。舒马科夫针对莫斯科地铁70年间设计风格、设计理念和艺术表现形式进行了详细的介绍，提出一个城市地铁应该结合历史环境、社会环境和人文环境，表现城市的特色。车站内部要大气磅礴，内部设施要做到细致入微、科学设计。Zachary M.Schrag介绍了华盛顿地铁站车站风格设计所经历的过程，指出建设有特色的车站需要协调好政府、资金、开发商以及居民之间的关系。在New York Transit Museum出版的书中阐述了纽约地铁车站风格设计的发展史，将车站所融入的艺术文化元素讲述出来，对要新建地铁车站提出了一些建议与案例图片。以上国内外研究都没有针对车站的特色风格进行详细的论述，只是细微提及无系统研究，本论文针对车站风格设计该点进行了风格类别分类和城市类别划分，并给出相应建议。

3 车站设计风格类别

轨道交通车站是由空间、光和结构三者协调组合的结合体，对这三种元素的处理方式不同就会形成不同的风格。车站的风格主题基本可以分为五类，分别是古典风格、现代风格、民族风格、地方风格、个人风格。

3.1 古典风格

车站主要是通过使用木材、石料、砖、灯光等传统建筑材料进行协调搭配来设计风格。主要特点是车站内部、外部的墙面、柱及屋顶等各部分都有复杂的装饰、彩画、雕刻，从车站外部观察凸显古典效果，让人从内心感觉有种复古感觉，而进入到车站内部则通过传统材料细节设计，从设计上抓住人的心理特征，让人完全融入到典雅的环境之中。古典风格可以创造一种宫廷建筑形式、复古形式，适合有文化底蕴的城市轨道交通车站。其中在古典特色风格上以俄罗斯莫斯科的地铁站见长，早期建成的车站均经过规划师和艺术家的精心设计，以不同的历史事件或人物为主题，采用五颜六色的大理石、花岗石、陶瓷和彩色玻璃镶嵌出各种浮雕和壁画装饰，辅以华丽的照明灯具、富丽堂皇的大理石地面，有“地下宫殿”之美誉。在图3和图4中可以清晰地看到莫斯科地铁站都是宫殿式，给人一种富丽的感觉，同时让人也体验了莫斯科蕴涵的文化。

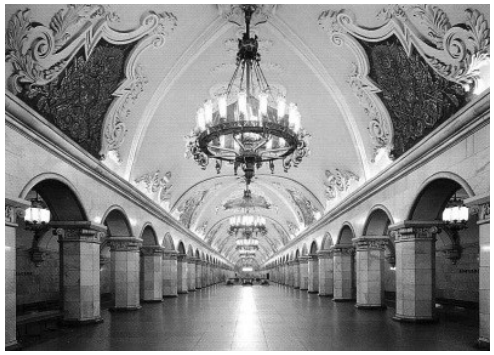


图3 莫斯科地铁站之一



图4 莫斯科地铁站之二

3.2 现代风格

它是通过采用钢、玻璃、有机材料等现代建筑材料，表现出现代的气息，其特点是墙面、柱、顶等部分的装饰简洁明快，给人一种清爽的感觉。追求技术的运用效果，如玻璃的透彻、钢的清秀，强

调材料的质感、色彩和纹理，时代感强，适合现代快节奏社会中的人们审美情趣。典型的设计场站有意大利的热那亚城市，在图5中可以看到该站将钢与有机材料相结合设计出如此完美的场站，让人不得不想去体验一下，图6是东京大江户线的有机材料与钢结构的结合。



图5　热那亚地铁站



图6　大江户线地铁站

3.3 民族风格

每个民族拥有不同的文化特色和审美情趣，建筑领域内民族风格特色往往体现在形象方面。每个民族都有自己的文化特点，每个城市拥有自身的历史发展历程与文化特色。如汉族的建筑色彩较为热烈，西洋建筑则较注重本色，中国民族建筑以木质居多，形象晶莹剔透；西洋建筑以石料为多，常显得比较厚重。在民族特色方面，葡萄牙首都里斯本的部分场站通过拼花木地板为主题特色，将葡萄牙人民的伟大发现表现出来。在图7和图8中为镶有天花板的场站，凸显该民族的发展历程的主题。



图7　里斯本地铁站之一



图8　里斯本地铁站之二

3.4 地方风格

它主要是考虑地理因素的变化，地区的特殊性，包括地方的气候和环境。例如我国内陆地区多为少雨干旱地区，北方地区还有很多风沙，这些都会造成建筑风格的变化。在寒冷地区的建筑要厚重一些、封闭一些，热带地区的建筑要轻巧、通透一些。最典型的场站应该是迪拜了，在图9和图10中可看到该场站结合了传统与现代的思想，整个场站设计涵盖了大自然的四要素——海洋、蓝天、大地和火焰，充分体现了迪拜的特色。

3.5 个性风格

对于轨道交通场站的设计依据的是设计者风格来确定，因而要受到特定的民族、地域、时代和文化背景的影响，这样所设计出来的场站必然会与设计者的个人风格有关。因而对于个性风格的设计可以有多种形式，有非常多个车站具有特色风格。



图9 迪拜地铁站之一



图10 迪拜地铁站之二

由上可知，通过对五种车站风格的设计介绍以及国外车站的图片展示，让乘客流连忘返、印象深刻，将一个城市的形象展示在乘客面前。通过比较也让我们感到我国在城市轨道交通车站设计上有待改进。轨道交通不仅仅需要满足交通这一主要功能，而且车站同时代表了一个城市的文化，我们不得不进行慎重的设计与规划，因为一旦车站建成再要改建，所耗费的资金要比新建更多，技术上也非常困难。

4 大陆城市建设风格地铁车站建议

大陆目前通过审批的兴建地铁城市有22个，分别为北京、天津、上海、广州、南京、杭州、武汉、重庆、成都、哈尔滨、苏州、无锡、大连、福州、昆明、西安、深圳、宁波、长沙、郑州、沈阳和南昌。

4.1 城市分类

影响城市建设地铁的主要因素是人口、GDP和财政收入，城市人口在300万人以上，GDP在1000亿元人民币以上，地方财政一般预算收入100亿元人民币以上，同时还有对外开放程度、历史文化底蕴因素。对外开放程度和历史文化底蕴给出评分值（满分为10分）。根据表1的数据，运用SPSS软件，聚类分析得到的结果列于表1（因论文篇幅原因，分析过程略）。

表1 我国地铁城市分类（2008年）

城市	GDP（亿元）	财政收入（亿元）	人口（万人）	对外开放程度（分）	历史文化水平底蕴（分）	城市级别
上海	13698.15	2382.34	1888.46	10	5	一类
北京	10488	2282.04	1695	10	10	二类
广州	8215.82	621.8	784.2	8	6	二类
深圳	7806.54	800.36	876.83	8	4	二类
天津	6354.38	1489.89	1176	8	6	二类
苏州	6701	668.91	629.75	6	5	二类
重庆	5096.66	577.24	2839	6	5	三类
杭州	4781.16	910.55	796.6	8	6	三类
武汉	3960.08	376.91	833.24	6	6	三类
无锡	4419.5	365.43	610.73	5	4	三类
成都	3901	354.6	1270.6	5	5	三类
南京	3775	742.4	758.89	6	7	三类

续表

城市	GDP（亿元）	财政收入（亿元）	人口（万人）	对外开放程度（分）	历史文化水平底蕴（分）	城市级别
宁波	3964.1	390.4	568.1	6	4	三类
沈阳	3860.5	290.9	776	4	5	三类
大连	3858.2	339.1	613	5	5	三类
长沙	3000.98	342.21	658.56	5	5	三类
郑州	3004	260.4	743.6	4	6	三类
哈尔滨	2868.2	280.5	989.9	4	4	三类
福州	2284.16	288.21	683	5	4	三类
西安	2190.04	324.34	837.52	4	9	三类
南昌	1660.08	230.05	494.73	5	6	三类
昆明	1605.39	174.99	623.9	4	6	三类

对从城市规模、地位和发展前景分析：一类城市，考虑国际化交流频繁，可以试图将城市的轨道交通网络大部分构建成具有不同风格的交通走廊；二类城市，通过结合城市的自身特点，将一半的轨道交通网络构建成具有特色的廊道；三类城市，则可以集中财政力量打造一条客流量大、对外交流广的轨道交通车站风格，作为本城市的地标性建筑来规划设计，从而给乘客留下深刻的印象。

4.2 车站风格设计建议

在城市分类基础上，针对22个规划和在建城市的轨道交通车站，可依据车站风格分类，结合城市特点，采用相应的风格形式。考虑到城市主题与多样性融合要求，一个城市不应拘泥于一种风格。有关建议如表2。

表2　地铁站设计风格建议

风格类别	城市分类	建议城市轨道交通车站
古典风格	一类	无
	二类	北京、苏州
	三类	重庆、西安、郑州、南京、福州
现代风格	一类	上海
	二类	广州、深圳、天津
	三类	杭州、武汉、无锡、宁波、大连
民族风格	一类	无
	二类	北京
	三类	昆明、南昌
地方风格	一类	上海
	二类	广州、深圳、天津、苏州
	三类	重庆、杭州、成都、沈阳、大连、长沙、哈尔滨、昆明
个性风格	一类	全部
	二类	全部
	三类	全部

结合城市的历史变迁、文化、经济、政治等因素，进行相应的车站风格设计，是现代轨道交通车站（包括铁路车站）设计新理念。上海南站的“UFO”盘形设计就打破了中国铁路客运站“火柴”式站舍设计的传统观念。对于中国政治文化中心的北京，应以其厚重的历史为基调来设计车站风格；对

于国际化大都市为建设目标的上海，则应以现代国际化都市为特色，将现代的科技和理念融入车站风格设计中；对于以发展旅游业为城市核心竞争力打造重点的杭州市，则应用绿色和环境怡人为主题，车站风格设计充分融入旅游特色。

5 结 语

轨道交通车站的设计越来越人性化、风格化。它不仅仅要提供交通服务功能，还可以将购物、旅游与休闲、商务、文化等服务功能纳入其中，从而形成一个功能强化、和谐人性化的城市枢纽。当然在进行线网规划设计时，不应忽视交通功能，不能为追求车站风格而舍本逐末了。

参考文献

[1] 刘阳. 轨道交通车站建筑综合设计模式探讨［J］. 都市快轨交通，2008（3）：55–58.

[2] 夏延乐，周俊良. 浅谈富丽堂皇的莫斯科地铁文化［OL］. http：//www.artdesign.org.cn/.

[3] 杜贝贝. 地铁车站室内艺术照明设计研究［D］. 南京：南京艺术学院，2009.

[4] 姜竹青. 巴黎的地铁环境艺术［J］. 城市设计经纬，2007（2）：52–54.

[5] 叶霞飞. 城市轨道交通规划与设计［M］. 北京：中国铁道出版社，1999.

[6] 毛保华. 城市轨道交通规划与设计［M］. 北京：人民交通出版社，2006.

[7] 顾保南. 城市轨道交通工程［M］. 武汉：华中科技大学出版社，2006.

典型高铁综合交通枢纽建设开发成功案例与启示

晏克非　于晓桦
（同济大学交通运输工程学院，上海 201804）

摘　要：我国大陆高速铁路建设已进入快速发展的新时期，在此背景下，本文以法国里尔TGV综合交通枢纽、东京新宿综合交通枢纽、广深港高铁的香港九龙站以及上海虹桥综合交通枢纽为例，从高铁车站作用功能及对区域、城市和周边用地影响方面进行概析，总结经验与启示，以此为我国新一轮的高铁综合交通枢纽规划建设提供参考。

关键词：高速铁路；交通枢纽；交通集散；综合开发

1　引　言

从引进时速200km高速列车技术，到自主研发时速350km、380km高速铁路；从拉开我国大陆高铁建设序幕的京津城际高铁运营，到建成迄今为止世界上里程最长、运营速度最快的武广高铁，中国已经全面跨入引领世界的“高铁时代”。截至2009年底，大陆已建成京津城际、石太、武广、温福、甬台温、胶济、合武、合宁等8条时速250km及以上的客运专线，总里程达2843km。根据《中长期铁路网规划》，按照目前的建设速度，到2012年，以“四纵四横”为骨架的高速铁路营业里程将达到1.3×10^4km，到2020年，客运专线将达到1.6×10^4km，并形成总规模达5×10^4km以上的快速铁路客运网，铁路建设投资总规模将突破5万亿元[1]。高速铁路将深刻改变人们的生活方式，对我国经济社会发展都将产生深远影响。临近省会城市将形成1至2小时的交通圈，省会与周边城市形成半小时至1小时的交通圈，北京到全国绝大部分省会城市将形成8小时以内的交通圈。

随着高速铁路的发展，高铁交通枢纽车站的建设在快速扩张的高铁网中将起到特别重要的作用。至2012年，大陆将建成现代化铁路客站804座。其中，省会和其他特大城市的铁路客站都将与城市轨道交通、城市公交等交通方式密切衔接，实现旅客方便换乘，成为现代化的综合交通枢纽[2]。高铁枢纽建设还将体现建筑群与交通系统的有机结合[3]，它不仅是高铁网中的交通节点、城市的交通枢纽，而且是一个区域、城市的经济集聚点，是推动周边地区发展的重要引擎。欧、美、日诸多大都市为了提升综合交通枢纽的功能与效率，将枢纽设施的整合与商业、文化、娱乐、服务等开发结合起来，创造出具有城市景观、顺畅便捷、商业繁荣、环境宜人的交通建筑综合体，法国里尔TGV综合交通枢纽和日本新宿综合枢纽等都是枢纽建设开发的成功典范。当然，我国也有枢纽建设成功的例子，如香港采用轨道交通引导城市发展，在轨道交通站点综合开发方面取得巨大的成功；上海虹桥枢纽为国际化大型综合交通枢纽，是我国大型交通枢纽建设开发的典型代表。但是，相比之下，诸多大都市交通枢纽的规划建设与开发中还存在不少差距与“盲区”，其主要问题表现在：

（1）规划设计缺少前瞻性、综合性的考虑。枢纽周围用地以单一功能为主，缺少与城市、地区整体规划的协调。

（2）交通枢纽站场大多采用平面布置，占地大，步行距离长，换乘效率低。

（3）枢纽地区人车混杂、交通混乱，缺少合理有序的交通组织方案。

面对我国大陆新一轮高铁综合交通枢纽的建设开发，如何以科学的发展观指导高铁综合交通枢纽的规划、设计已成为当务之急。

2 典型高铁综合交通枢纽开发建设案例分析

2.1 枢纽新城的典范——欧洲里尔综合交通枢纽

里尔（Lille）是法国北部最大的工业城市，也是法国北部最重要的铁路交通枢纽（图1）。二战后，法国经济复苏较快，里尔的工业生产和建设活动都很活跃，然而，1974年，经济危机席卷法国，作为传统工业城市的里尔受到经济危机的重创，逐渐萧条。直到20世纪80年代末至90年代，两个大型建设活动——TGV高速铁路北部网（巴黎—里尔—布鲁塞尔）的修建和英吉利海峡海底隧道的开通使里尔的区位优势得到进一步凸显，里尔成为了联系法国至英国、比利时、荷兰等西欧邻国的重要交通枢纽，1993年巴黎至里尔高速铁路的建成，进一步缩短了里尔到法国其他城市的时空距离，例如巴黎—里尔的时间从原先的2小时15分缩短到1小时，伦敦—里尔不到2小时。同时，在TGV车站设有完善的对内公共交通系统，包括地铁、轻轨、市区公共汽车、区域性通勤火车和中长线区域性公共汽车等，使车站与城市其他区域保持很好的交通联系。

高铁枢纽带动了城市的建设，使里尔从传统工业城市转变为一个以商务办公为主的城市，其高铁枢纽地区已经成为极具竞争力的城市新城（图2）。里尔转型成功的因素主要来源于两个原因，首先得益于里尔良好的区位条件，它位于三个首都城市（伦敦、巴黎、布鲁塞尔）的中心，并有高速铁路相连接。高速铁路的通过改变了里尔同欧洲其他主要城市的时空距离，并由于其独特的地理区位优势，成为高铁网络中连接重要城市的必经交通节点，提高了里尔城市发展的能级。其次，里尔高铁枢纽（即TGV车站）是全新设计的车站，其中有提供服务旅客的小型商场和横跨TGV车站正上方的两座金融办公大楼，将车站与邻近的大型综合商场相结合，进行一体化综合开发，用地综合开发类型如表1所示。至2001年，“欧洲里尔”共提供了6500个就业岗位，平均每年吸引了1400万游客，会展中心则每年接待100万以上的来访者。“欧洲里尔”的经济影响是不容置疑的。其中，商业中心起到了关键的作用，它充分利用毗邻火车站的区位优势，吸引远距离的顾客来此购物。一项名为《城市郊区转变为市中心的价值研究》的报告显示，该工程竣工后吸引了大量来自周边城市的年轻人。里尔围绕高速铁路车站建设欧洲里尔工程，一期已建成会展中心（2hm²）、欧洲办公大厦（2.5hm²）、银行大楼（1.5hm²）、Eurolille大型商业中心（9hm²）。

表1 里尔枢纽用地综合开发类型

用地类型	办公	商场	住宅	里尔世贸中心	国际展览及会议厅	商务二期规划
规模	45000m²	31000m²	700户	20000m²	18000m²	167000m²

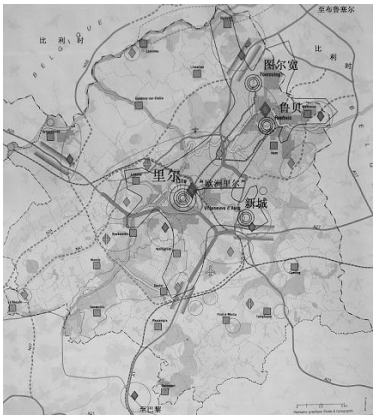


图1 里尔区位图



图2 里尔枢纽综合开发

2.2 高铁车站建立城市副中心——日本东京新宿站

日本新宿站是世界上日人流量最大的车站，坐落在东京西边的商务、娱乐区，是东京最重要的交

通枢纽，共有10条地铁线路在此汇集。发达的轨道交通系统是新宿副中心形成和发展的重要支撑条件。新宿站建设之初选址于东京外围偏僻空旷之处，其规模也较小，但凭借其独特的交通优势，新宿枢纽迅速发展成为东京重要的商务中心（图3、图4）。到1965年，新宿站成为当时东京最高的建筑物集中林立的地方。到20世纪80年代，新宿站开始扩容，当时，地方政府决定让一部分的居民和市政设施搬出市中心。环东京地铁线就在此时、出于这个目的开始建设。尽管这个政策最后完全失败，但新宿地区发展了起来。90年代，日本“首都整备委员会”进一步决定结合JR新宿站的改建，将东京都厅（东京市政府）迁移至这一地区。2002年随着2栋超高层业务大楼及约44hm²的商业设施、住宅、办公楼及车站改建等工程的竣工，新宿副中心已基本建成。截至2004年，新宿枢纽周围已经建成商务区约16.4hm²，建筑面积超过200hm²，容积率高达到12。



图3　日本新宿站鸟瞰

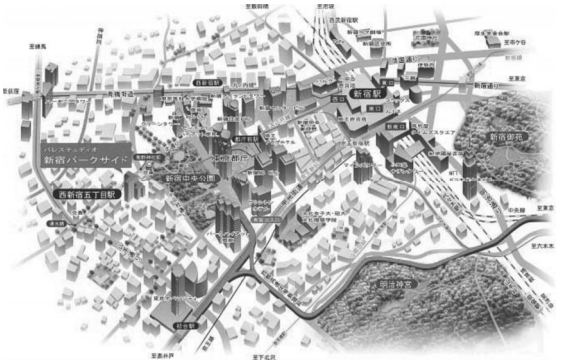


图4　新宿站周边用地布局

2.3 交通引导城市中心发展——香港九龙站

香港九龙站是香港港铁东涌线和机场快线上一个车站，位于油尖旺区的西九龙填海区雅翔道（图5）。与香港大部分轨道车站开发模式类似，九龙站围绕车站布置超高强度的办公、居住用地（18幢住宅、两幢办公楼、一幢综合用途大厦、一座酒店），容积率高达8.14。而值得称奇的是，这些超高层办公、住宅楼都设在一个巨大的裙房之上（图6）。裙房的屋顶是人工平台，裙房内部是购物中心和能容纳6000个车位的停车库，底部是公共交通平台。可以说，九龙站是集约用地的典范，将设施完整地融合，做到协调环境、效益最优，是一座自成体系的交通城。九龙站是受现实用地限制，采用如此高强度的集中开发，体现强中心单元开发特征，为缓解高层压抑感，在九龙站周围布设绿地公园。九龙站在步行距离辐射范围内的开发与车站形成一个集约型的城市综合体（图7、图8），综合体内部设置的其他交通接驳设施又加大了该站的辐射范围，使九龙车站带动整个西九龙地区的发展，成为香港城市的分中心。



图5　九龙站概貌



图6　平台之上的高强度开发

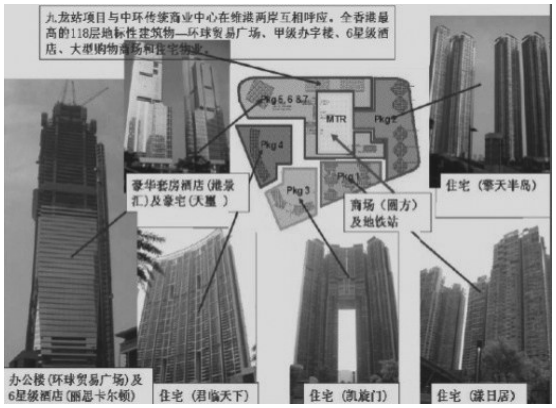


图7 九龙站用地布局



图8 九龙站的慢行交通设施

2.4 国际大型综合交通枢纽——上海虹桥枢纽

上海虹桥枢纽是定位于“服务全国，服务长三角”的国际一流现代化大型综合交通枢纽，是长三角重要的城市网络节点，规划每日进出虹桥枢纽的客流达100多万人次和20多万车次[4]（图9）。虹桥枢纽是多功能的综合网络节点，包括虹桥机场新航站楼、京沪高铁车站、沪杭磁浮线路，同时设置城市轨道交通、地面公交、服务长三角的城际轨道交通、长途高速大巴等，充分满足不同服务范围、不同交通方式之间的换乘需求（图10）。虹桥综合交通枢纽总用地约26.3km^2。枢纽地区东部为虹桥机场用地，中部为高铁、磁悬浮综合交通枢纽与各类轨道交通站场用地，西部为相关开发配套设施用地，位于区域中心位置的虹桥综合交通枢纽核心区为大型交通枢纽建筑综合体，如图11。同时，上海虹桥枢纽以现代服务业为重点，成为上海重要的现代服务业聚集区之一（图12），它汇集了大量的人流、物流、信息流，存在潜在的发展机遇。2010年4月，虹桥枢纽已陆续开发26家商业服务网点，到7月1日沪宁城际线开通之时，虹桥枢纽的商业服务网点将会达到160家，商业面积达36000m^2，届时，虹桥枢纽将成为名副其实的虹桥新城。然而，用地的高度开发给虹桥枢纽地区的交通疏散带来挑战。从实际来看，虹桥枢纽地区本身是一个交通拥挤地区，加上近年来该地区大量自下而上的开发活动，已经产生了一系列的交通问题，整体交通承受能力非常脆弱。因此，为保证枢纽核心区内的人流到达与疏散，需建立一个完整的快速集散系统。

虹桥枢纽区域分为机场建设区、高铁、磁悬浮等交通核心区以及枢纽开发区（图13），其集散系统交通组织从三方面进行规划。首先是外围集散路网方面，虹桥枢纽在现有上海城市快速路及高速公路网络的基础上，新增“一纵三横”快速路为基础，分别构建虹桥枢纽与长三角、虹桥枢纽与上海市的道路集疏运系统，使虹桥内大量的集散交通能够通过与高速（快速）路网的沟通进行疏散，提供准时、快速、便捷、高保障度的服务。其次是虹桥核心区开发区的内外衔接组织，通过对核心区内各种交通衔接设施（的士站、巴士站、蓄车场、停车场等）的合理的布局规模与形式的设置，达到客流多模式方式快速集散的目的；另外将枢纽开发区内的交通与枢纽核心区集散交通分离，通过规划新增或扩容，使枢纽内部地面道路贯通成网，并与枢纽外部地面路网相衔接，承担枢纽开发区地面交通流量以及枢纽核心区集散车流，其中对于市域内环以内的交通鼓励尽可能地依靠轨道交通，以减轻道路交通的压力。最后是枢纽核心区的对外交通组织，为使核心区内大量到发交通能够快速疏散，并做到流量、方向分配均匀合理，虹桥枢纽通过内部的三条快速通道（青虹路高架、徐泾中路高架、七莘路高架）与紧邻枢纽周边快速道路（A9、西郊高架路、北翟路）构建互通立交，形成四个快速出入口进行疏散交通。



图9　虹桥综合交通枢纽主体工程鸟瞰效果图

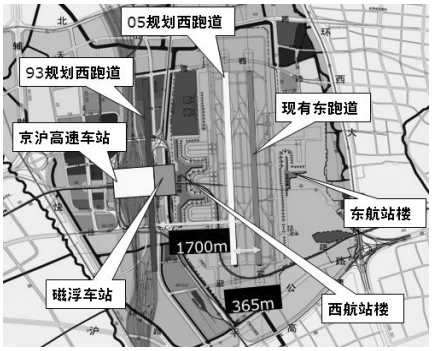


图10　虹桥枢纽交通布局图

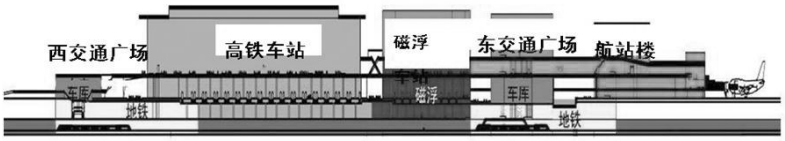


图11　虹桥枢纽纵剖面图

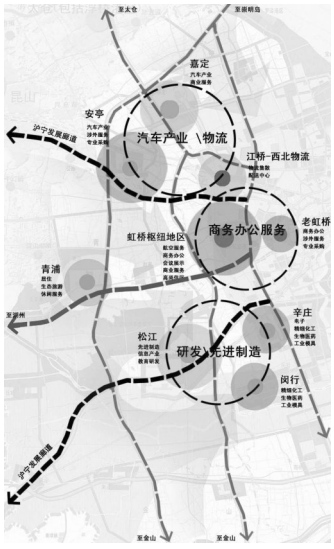


图12　虹桥枢纽定位示意图

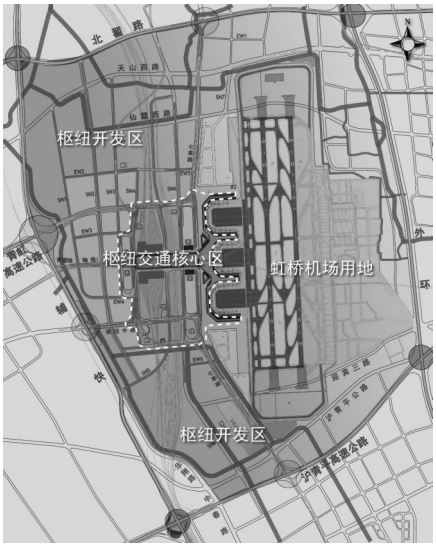


图13　虹桥枢纽开发区域示意图

3　高铁综合交通枢纽案例启示

里尔高铁枢纽打造一座新城，新宿高铁枢纽扩展城市副中心，香港九龙站引导了一个城市中心，虹桥形成国际枢纽、商业商务中心。以上成功案例印证了一句话“建设一座新城，而不仅仅是一个火车站”。以高铁枢纽为契机，构筑面向区域的多功能、集约型、综合性的城市中心、副中心或新城，已经成为国际高铁枢纽建设的主流趋势。高铁综合枢纽的建设开发不仅要与国家政策、区域发展相一致，还要与周边地区的经济、交通等因素协调发展。就上述案例，提出高铁综合交通枢纽地区建设开发的三点启示：

启示一：枢纽的功能定位与建设规模应与国家高铁建设中长期规划相协调，与地区、城市总体规划发展战略相适应。

高速铁路的建设对人们的交通出行方式、出行时间以及时空的概念都产生了极大的影响，很大程度上改变了人们的交通出行特征。高铁的影响是通过交通出行时间和方式的改变而直接作用的，间接体现在对于地区发展的影响上，而这一中间的作用“媒介”就是高铁综合交通枢纽。高铁综合交通枢

纽是国家高铁干线网上的锚固点，是客流到达、离开、转换的重要节点，是将高铁建设带来的效益辐射至周边地区、城市乃至整个区域的关键点。无论是在旧城更新或是城市外围（新区开发）的高铁枢纽规划过程中，都会面临着如何去满足交通功能前提下，使枢纽开发区域的商业、办公、居住用地的空间、物业、功能融为一体化，确保规划枢纽的综合效益和城市区域的可持续发展。

（1）城市布局形态上：应该重视采用以高铁枢纽为导向的“点—轴—空间”布局与渐进扩散结构来进行开发建设，通过高铁枢纽的聚集和扩散过程，达到高铁枢纽站点周边地区的公共设施与地块开发的可持续，形成城市发展的结构重组，创造新的、充满活力的城市副中心。

（2）高铁枢纽规划建设的“催化”与城市“触酶”功效：坚持高铁综合交通枢纽促进周边地区的社会经济发展——激发与引导土地的后续开发规划设计理念，通过枢纽站点的综合开发，依靠高铁枢纽达到地区发展“触酶”的作用。成功案例说明，高铁枢纽的规划设计应该具备5个基本要素：

①触酶定位：以城市综合体——区域“触酶”——定位的高铁枢纽开发；

②集散效应：建设有聚集效应和扩散效应的复合交通枢纽；

③依托机制：以枢纽综合开发，催化周边的综合开发；

④政策指导：制定枢纽综合开发的一系列的控制性政策；

⑤联合开发：政府主导，民间联合，地铁运营与房地产物业相结合。

启示二：枢纽地区的综合开发（土地利用功能、布局、强度）应与枢纽地区交通体系规划互动反馈。

首先，要科学地研究综合开发规模。以高铁枢纽车站为中心，拟定半径为500m范围为核心区以及周边区域（半径1000～1500m）为进行区域城市设计与交通规划的互动反馈方案的研究，在核心区合理配置设置各种交通设施，例如人性化的交通换乘设施、智能化的运行管理设施等；在周边地区通过路网规划，达到人流、车流快速集散的目的。

其次，论证枢纽车站综合开发模式。综合开发模式分为以下几种：

①以城市交通功能整合为主，例如我国虹桥枢纽；

②以城市商业娱乐功能为主，例如巴黎德方斯新城枢纽；

③城市交通与商业功能并重，例如日本新宿枢纽和香港九龙站；

④多种城市功能并重。

综合开发还可以分为以竖向立体开发为主的集约型综合体和以横向网络化开发为主的网络型综合体。按何种模式进行综合开发，要根据不同城市的功能要素，结合站点区位、周边的土地利用以及地区交通路网条件，研究多种功能在三维空间的复合，以达到土地与空间利用的集约化、功能综合化的要求。

启示三：前瞻性研究枢纽核心区及周边地区的复合交通体系的一体化的方案构建。

综合交通枢纽地区是人流、车流密集的地区，在城市复杂交通网络中属于重要度高、建筑密度高、开发强度高地区，但可靠性差、衔接性差。因此对高铁综合交通枢纽交通集散系统的研究是至关重要的。枢纽集散系统的研究包括枢纽车站的人流与车流的接驳网以及枢纽地区的快速集散道路网，借鉴虹桥枢纽规划的经验，从多模式复合交通方式空间对人流的集散以及高架、地面多层次的复合交通体系对车流的集散两个方面进行交通组织是保证大型的高铁综合交通枢纽地区交通有序的有效途径。

参考文献

[1] 郑健. 中国铁路已进入高速时代［J］. 城市轨道交通研究，2010，13（1）：10–13.

[2] 蒋涤非. 城市形态活力论［M］. 南京：东南大学出版社，2007：58–59.

[3] 陆大道. 区域发展及其空间结构［M］. 北京：科学出版社，1995：58–59.

基于蒙特卡罗仿真法的大型枢纽出租车蓄车场规模研究——以虹桥机场为例

赵　磊[1]　晏克非[1]　张　胜[2]
（1. 同济大学交通运输工程学院，上海 201804；2. 上海市政工程设计研究总院，上海 200092）

摘　要：大型枢纽中出租车蓄车场合理规模的确定对枢纽的运营具有重大意义，文章分析了出租车蓄车场的运营机理，探讨了出租车到达率、客流到达率及乘客上车时间等因素对规模的影响，并引入蒙特卡罗仿真法，从乘客需求的角度对蓄车场规模的确定进行了研究。最后，以虹桥枢纽中机场蓄车场为例验证了方法的可行性与正确性。

关键词：出租车蓄车场；蒙特卡罗仿真法；规模

近年来，随着我国交通运输业的蓬勃发展，大型综合交通枢纽地区的城市化趋势，客货流量的不断增大，各大枢纽为适应相应变化纷纷扩建。纵观我国大陆大型枢纽的扩建，往往过于重视对枢纽主体工程设施的建设，而忽视相应的枢纽与城市衔接设施的改善，导致在客流量迅猛增加的同时，路侧交通资源紧张，表现在高峰时段各种交通方式进（出）枢纽困难、各类场站设施供应不足。据相关统计，出租车进出枢纽的比例占总量的50%左右，如近期调查显示进出虹桥枢纽的出租车量分别占到45%和69%，所以，出租车的场站设施与枢纽的衔接显得尤为重要。针对上述问题，本文主要研究大型枢纽出租车蓄车场的规模确定方法。

对于出租车蓄车场，目前学术界还没有统一的定义，本文中蓄车场是指枢纽内专供出租车临时停放、排队待客的区域，以缓解高峰小时出租车不足而导致乘客等待时间过长等问题的场站设施。在实际规划过程中，确定出租车蓄车场的方法主要有经验类比法，即通过找几个与规划枢纽等级差不多且类似的枢纽，经分析比较，选择一个中间值作为规划待建的蓄车场设计规模；调查计算法，对规划或改建枢纽所在地区的出行产生量与出行吸引量进行调查、预测，根据预测结果进行规模的推算；流量差值法，综合前两种方法的基础上，通过进出枢纽的出租车量的差值计算确定规模。上述几种方法更倾向于经验，存在不能很好地反映出蓄车场所特有的基本功能以及对于客流的满足程度等不足。

本文结合出租车蓄车场运营机理，从乘客需求的角度出发，分析了出租车流到达、人流到达、上车服务时间等规模影响因素，探讨了将蒙特卡罗仿真的方法运用于模拟出租车蓄车场车流、人流到达和乘客上车服务时间的特性，并通过在可视化编程软件VB环境中的编程实现模拟过程，确定蓄车场规模。最后，以上海市虹桥枢纽中机场出租车蓄车场规模的确定为例，验证了该方法的正确性和可行性。

1　枢纽出租车蓄车场运营机理及规模影响因素分析

1.1 出租车蓄车场运营机理分析

在客流高峰期，对于出租车的需求量很大，空载出租车到达率往往小于出租车的离去率，为了避免出现客运枢纽的空载出租车供不应求的现象，需要设置一定规模的蓄车场，先排队存储一定的出租车，以弥补出租车到达的不足[1]。其基本的机理如图1所示。

在时段（0，T_1），出租车的到达率大于出租车的离去率，蓄车场内开始蓄车，直到时刻T_1，达到蓄车场最大容量；在时段（T_1，T_2），由于蓄车场的容量限制，蓄车场内的实际到达量与离去量相等，

其他到达出租车未能进入蓄车场；在时段（T_2，T_3），客流到达高峰期，出租车的离去率大于到达率，此时蓄车场内等待的出租车停车量开始减少，直到时刻T_3，需求率降低后，出租车的离去率小于出租车的到达率，蓄车场内又开始蓄车。

从客运枢纽的服务质量上来说，出租车蓄车场的容量应满足在高峰时，蓄车场内总有出租车满足乘客的需求。从图1中可以看出，蓄车场的规模主要与空载出租车的到达率、出租车的离去率以及高峰时的持续时间相关：空载出租车的到达率越大，蓄车场需求规模就越小。

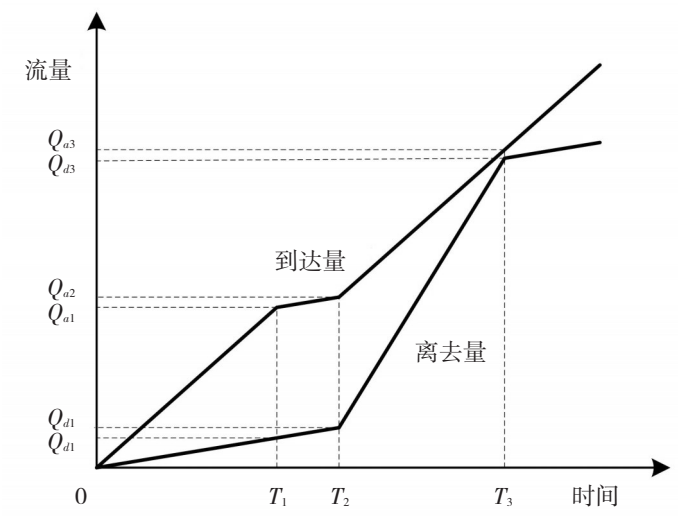


图1　出租车蓄车场的基本工作机理示意图

而在高峰时出租车的离去率与出租车车道边的服务能力相同，服务能力越大，需求的蓄车场规模也越大，这是因为乘客的消散速度增加后，在短时间内将增加需要的出租车数量；而高峰的持续时间则与乘客高峰的到达量与车道边的服务速度有关，高峰乘客到达量越大，持续时间越长，需要的蓄车场规模也越大。理论上蓄车场的规模只要能够弥补高峰时由于出租车到达量与离去量的差值，而且若出租车的到达率大于车道边的服务能力时，可以不设置出租车蓄车场。但在实际情况中，出租车的到达率和车道边的服务率（出租车离去率）并不是均匀分布的，而是服从一定的随机分布。同时，在客流的高峰期的间隔蓄车场可能无法“蓄满”出租车，因此蓄车场的规模需要考虑多个客流高峰的持续情况。

1.2 出租车蓄车场规模影响因素分析

枢纽在此次蓄车场规模的影响因素众多，本文根据其运营机理，从仿真模拟中所涉及的直接影响因素角度进行考察。

（1）出租车到达率

出租车到达率是影响蓄车场规模的直接因素。到达蓄车场的车辆都是进入蓄车场来排队等候载客离开的。当高峰小时出租车到达率比较大，而客流到达高峰之前的平峰时，只需存储少量的出租车便能满足高峰时段到达的乘客；反之，当高峰小时出租车到达率比较小，而客流到达高峰之前的平峰时，则需存储比较多的出租车才能满足高峰时段到达的乘客。因此，在确定蓄车场规模时，必须充分考虑到高峰时段进入蓄车场的出租车到达率。

（2）乘客到达率

乘客到达率是影响蓄车场规模的直接因素。到达蓄车场的乘客都是进入蓄车场来排队等候车辆离开的。当高峰小时乘客到达率比较大时，高峰小时到达的车辆就很难满足乘客需求，在客流到达高峰之前的平峰时，则需存储大量的出租车才能满足高峰时段到达的乘客；反之，当高峰小时乘客到达率

比较小时，在客流到达高峰之前的平峰时，则只需存储较少的出租车便能满足高峰时段到达的乘客。因此，在确定蓄车场规模时，必须充分考虑到高峰时段进入蓄车场的乘客到达率。

（3）乘客上车服务时间

乘客到达上客点—放置行李—车辆启动离去，这一全过程所需服务时间对蓄车场的规模有着重要的影响。服务时间越长，系统服务率越低，车辆在蓄车场内停留的时间就会越长，相应的蓄车场规模需求就越大；服务时间越短，系统服务率越大，车辆在蓄车场内停留的时间就越短，则规模需求就越小，理论上当服务时间足够小时，则可不必设置蓄车场。

2　蒙特卡罗模拟分析

2.1 蒙特卡罗方法的基本原理

蒙特卡罗方法（Monte-Carlo），是通过对随机变量函数的概率模拟，统计实验或随机抽样，求解工程技术、数学、物理、生产管理等不同问题的近似数值解的方法。用该方法模拟一个实际工程问题时，首先根据实际问题以及各变量的特点，对求解的问题建立一个简单而又便于实现的概率统计模型，使所求的解恰好是所建立模型的概率分布或数学期望。其次要建立对随机变量的抽样方法，其中包括建立产生伪随机数的方法和建立对所遇到的分布产生随机变量的随机抽样方法。最后是进行计算机模拟实验给出获得所求解的统计估计值及其方差[2]。

2.2 引入蒙特卡罗法确定蓄车场规模分析

在实际情况中，影响出租车蓄车场规模的主要因素车辆的到达量和驶离量是不均匀分布的，具有一定的随机性，往往随时间的不同出现波动，因此，模拟仿真法在计算蓄车场规模的时候，在需求量与到达量差值的基础上，再加上由于随机性而产生的波动，这种波动则可以利用蒙特卡罗法来模拟。另外，蒙特卡罗法可以实现从乘客需求的角度进行的仿真模拟计算，即在高峰时段由于乘客需求使得出租车的离去率大于到达率，需要有蓄车位，而因客流到达和上客过程具有一定的随机性，所以需要利用蒙特卡罗仿真的方式实现。总之，采用蒙特卡罗方法是模拟出租车流、乘客流以及乘客服务时间，通过系统的变量将车流、乘客流以及服务时间三者衔接起来模拟乘客上客过程，从而建立确定规模的仿真程序。

2.3 蒙特卡罗仿真流程

（1）车流、乘客流以及服务时间模拟程序算法

在实际交通系统中不同路段上的交通（包括人和车）生成模型不是固定不变的，即使在同一路段上，随着交通流及时间的变化，交通生成模型或模型参数也在不断地发生变化。因此，交通仿真特别是微观仿真中，应该针对不同的交通流分时段确定其生成模型及模型参数。

乘客上车时间根据乘客特征的不同而变化。一般情况下，老年人上车时间比年轻人长，女性上车时间比男性长。此外，乘客上车时间还会随乘客自身的生活习惯而变化。乘客上车时间的这种随机性可用概率统计学中的连续型分布来描述，并通过拟合优度检验可得出其服从的概率分布函数及各参数的值。

应用Monte-Carlo思想在可视化编程软件VB环境中，用负指数分布算法开发出租车和乘客生成程序，用正态分布算法开发服务时间模拟程序。图2所示为服从负指数分布的出租车流和乘客流模拟程序流程图。

在仿真程序中分别用数组a（num1），b（num2），c（num3）表示出租车流、乘客流以及服务时间序列。数组a（）中的第x个元素a（x）记录第x辆出租车到达的时刻，b（）中的第x个元素b（x）记录第x个乘客到达的时刻，而c（）中的第x个元素c（x）记录第x个乘客的服务时间。num1为仿真时间内系统中到达的车辆数，num2为仿真时间内系统中到达的乘客数，num3为num1和num2中较大者。

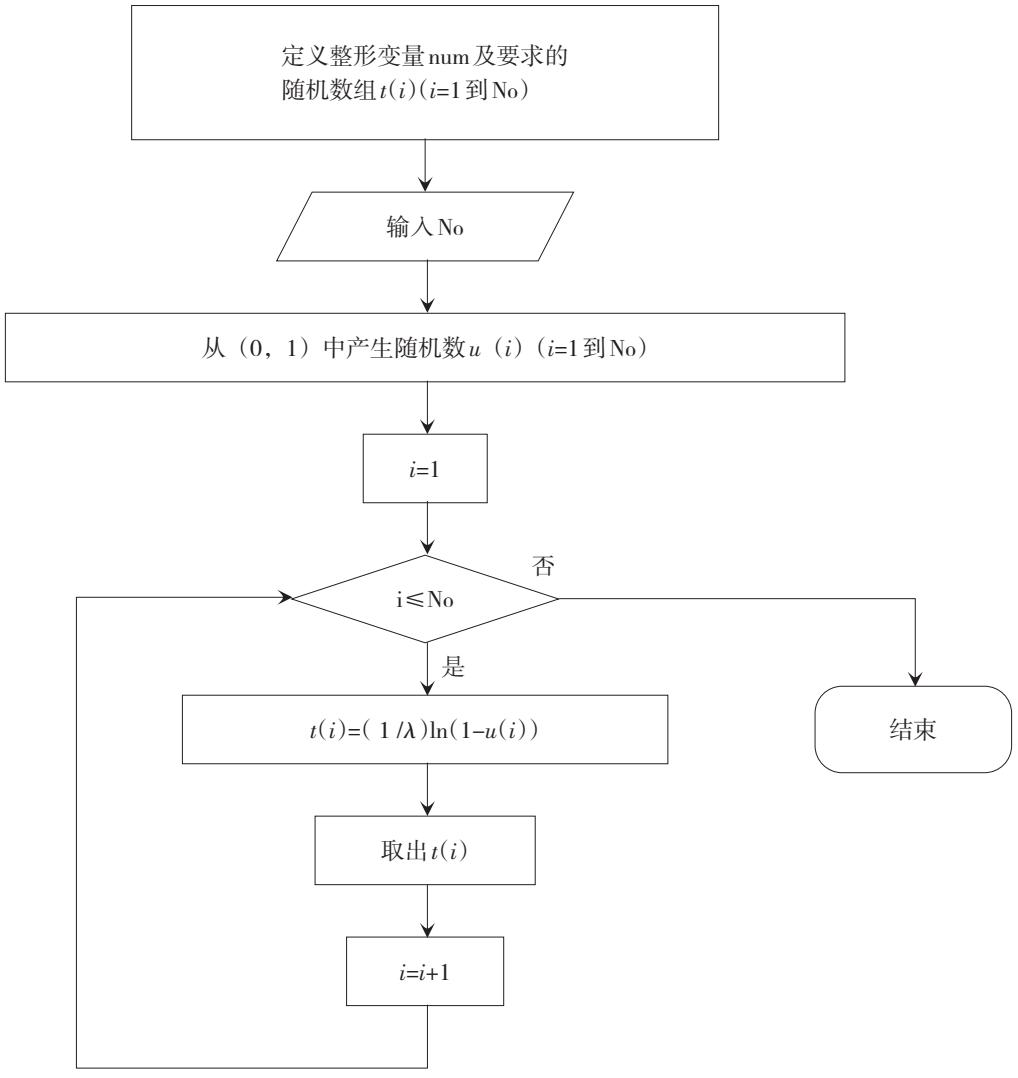


图2　Monte–Carlo方法生成负指数分布交通流的算法

（2）上客过程模拟程序算法

为了便于上客过程仿真程序的开发，做以下几种假设：

系统中乘客容量无限制，即所有到达的乘客均能接受服务，乘车离开；

仿真开始时，蓄车场内所有车位均有车辆停放；

仿真开始时，没有乘客排队，即高峰小时前的乘客均乘车离去；

仿真程序对乘客上客过程的模拟如图3所示。

基于假设①可知，蓄车场规模的最小值为仿真时间内系统中到达的乘客数与到达的车辆数之差M，蓄车场规模仿真程序的思路为：假设变量N（初始值为M）为蓄车场高峰小时到达前的出租车蓄车量，即在仿真开始时系统中就已经产生了N辆车，即这N辆车的到达时刻均为0，将这N辆车与之前模拟中产生的出租车流一起作为整个系统的出租车流，与模拟产生的乘客流以及服务时间序列一起按照图3所示的流程在仿真程序中运行，用变量P记录乘车离去的乘客数。一开始（N=M时），P<num2，随着N的增加，P值也不断增加，当N值到达某一临界值后，P到达最大值num2（因为系统中所有乘客都必须乘车离去）。此时的临界值N即为蓄车场的规模。程序流程如图4所示。

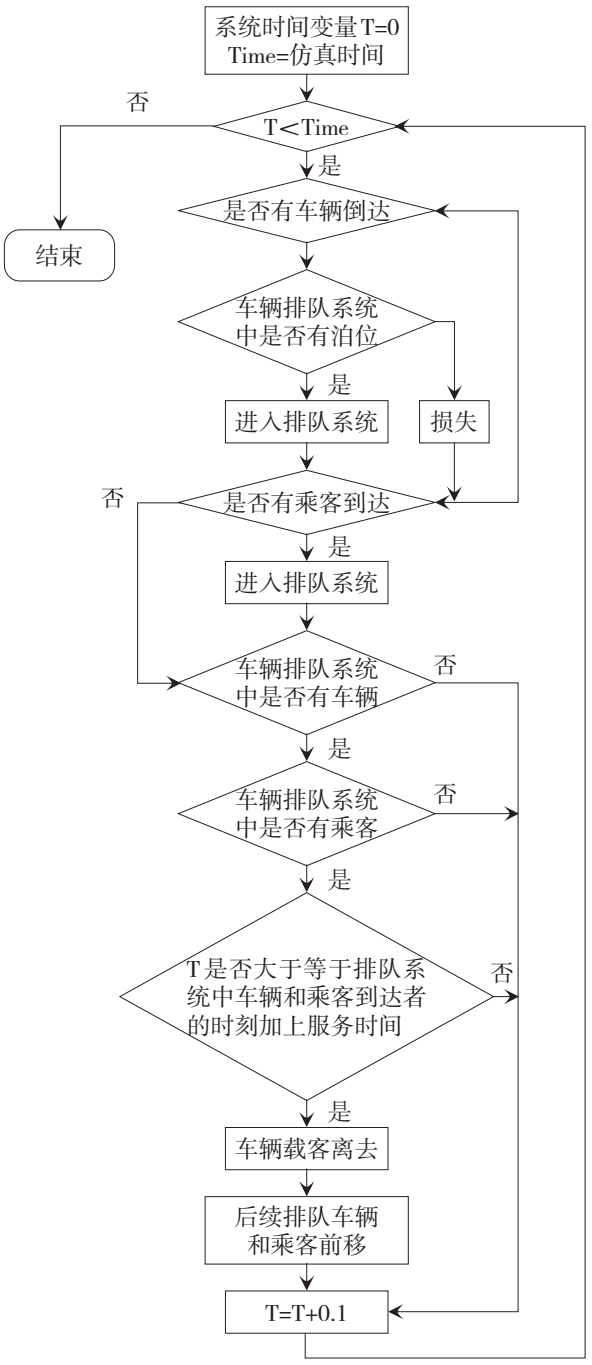


图3　乘客上客过程仿真流程图

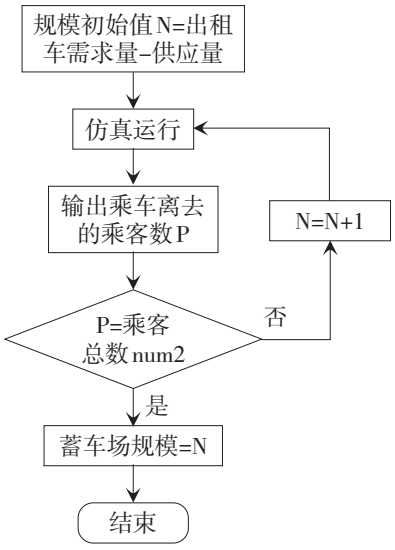


图4　蓄车场规模计算流程图

3　虹桥案例

利用蒙特卡罗仿真法的仿真程序，结合虹桥枢纽相关预测调查数据对虹桥枢纽的机场蓄车场进行了计算，该方法以客流需求为指导，在高峰客流需求与低峰车流到达的差值的基础上，考虑了各要素的随机性来确定规模。根据虹桥枢纽相关资料，规划虹桥枢纽机场部分中的高峰小时出租车到达率为564辆/小时，乘客到达率为1124人/小时；另外，根据抽样调查，随即抽取了388辆出租车为样本，其中有效样本为376份，经过数据处理得到服务时间即平均上客时间为29.8s/辆，高峰时间取1小时。蓄车场规模的仿真过程如图5：

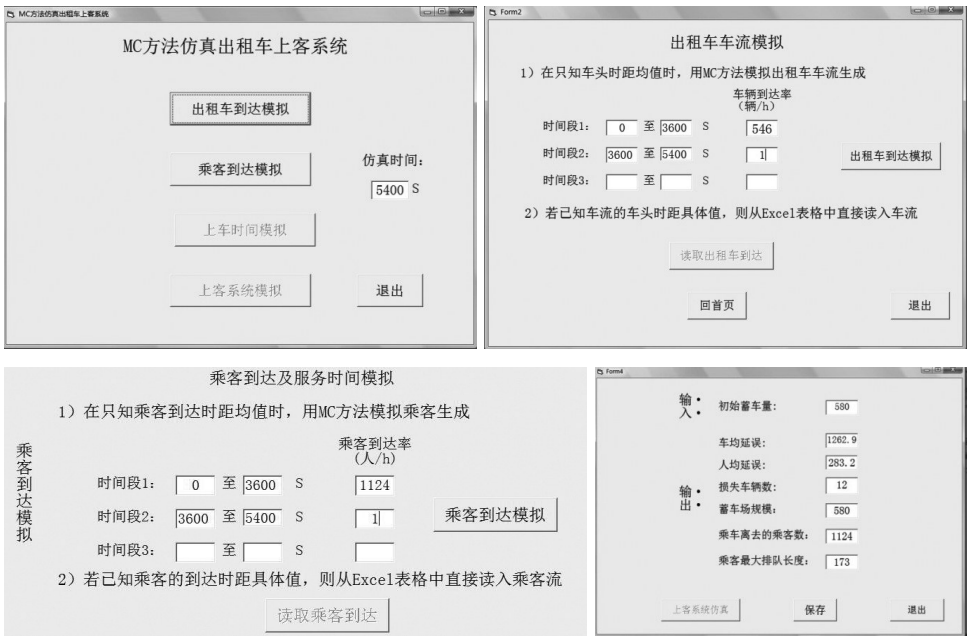


图5　蒙特卡罗仿真法计算蓄车场规模的过程

由于一次仿真结果具有一定的随机性，需要经过多次仿真，本文通过10次仿真为例，得到一组蓄车场规模值，如表1所示，取其平均值570作为蓄车场规模的最终值。

表1　蓄车场规模值序列

571	566	570	574	569
575	570	572	568	569

根据蓄车场规模的确定及实际用地等因素，虹桥枢纽机场蓄车场的平面布置示意图如图6：

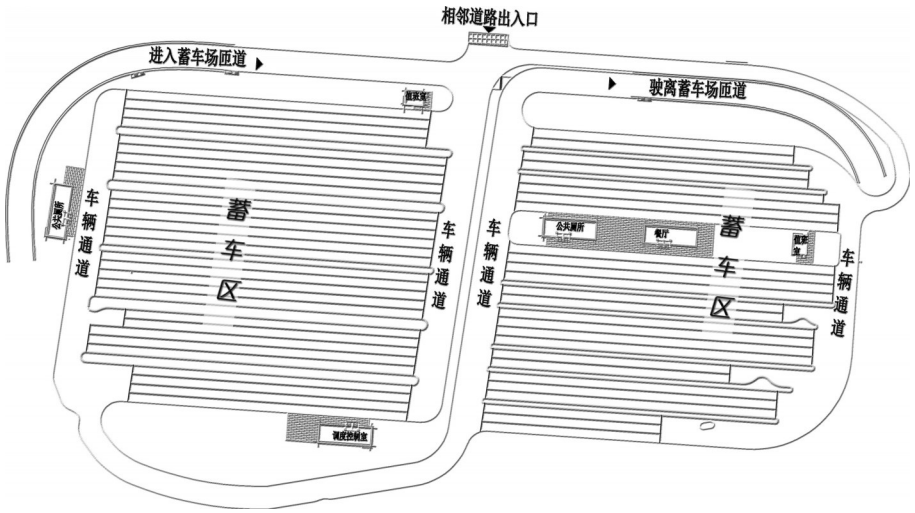


图6　虹桥枢纽机场出租车蓄车场的平面布置图

4　结　论

本文从出租车需求角度出发，在到离车流量进出差值的基础上，通过蒙特卡罗仿真的方法研究出租车蓄车场规模确定方法，并且考虑人流和车流及上车时间的随机性的影响，更符合蓄车场的实际特

征和运营机理，并结合虹桥枢纽机场出租车蓄车场的规模确定作为案例检验了该方法的正确性和可行性。因出租车进出大型枢纽道路交通量的比重较大，其规模的确定如果偏大，对枢纽紧张的土地资源造成了浪费，而如果偏小，则无法满足高峰时段需求，降低枢纽的服务水平。所以本文提出的基于蒙特卡罗仿真机场上的出租车蓄车场规模确定方法对于大型枢纽具有重要意义。另外，本方法考虑随机性分布时，主要研究了负指数分布情况，而实际中还有如爱尔朗分布等分布情况有待进一步研究。

参考文献

［1］程林结. 大型综合交通枢纽的停车设施设置优化研究［D］. 上海：同济大学交通运输工程学院，2010.

［2］徐钟济. 蒙特卡罗方法［M］. 上海：上海科学技术出版社，1985：1–59.

［3］同济大学交通运输工程学院晏克非教授课题组. 大型综合交通枢纽快速集散路网系统设计关键技术研究实施纲要［R］. 上海：同济大学交通运输工程学院，2010：67–82.

委托社会第三方测评　实现乘客可持续满意

虞同文
（上海市城市交通运输管理处，上海 200011）

摘　要：客运企业服务质量的评估，取决于乘客的感知和体认，且客运服务主要由企业员工提供，员工对企业和职业满意，做好服务工作，乘客才会满意。为此，有必要通过第三方对乘客和员工满意状况进行测评，并运用测评结果，改进服务和管理。上海出租汽车等客运行业坚持十多年开展的乘客和员工满意度指数测评已成为提高服务质量和管理水平的坐标以及推动服务创新和形态发展的动源。

关键词：客运企业；乘客满意；员工满意；测评

1　前　言

客运服务企业应以“一心一意为乘客服务，千方百计使乘客满意”为宗旨。它所提供的服务质量如何？须以乘客的感知和体认作为评估的尺度。同时，服务质量的提供者为企业员工。只有员工对企业和职业满意了，才能做好服务工作，赢得乘客满意。因此，客运服务行业的管理部门和企业应委托社会第三方对乘客和员工的满意状况进行测评，并依据测评结果加强服务质量监管，提高企业管理水平，以实现服务宗旨和质量目标。

上海出租汽车、公交、地铁、省际客运等客运服务企业先后开展了乘客满意度指数和员工满意度指数测评。现将全国第一家开展地区性、全行业测评，并已坚持开展了12年的出租汽车行业乘客和员工满意度指数测评情况作一重点分析。

2　实施乘客完全满意战略，完善社会监督评价体系

2.1 运输企业社会责任

企业社会责任已成为世界语，亦有国际标准。上海明确出租汽车企业社会责任主要有三大项：培养高素质、职业化的员工队伍；提供高质量、可持续的优质服务；实行高效能、规范化的经营管理。企业的社会价值在于履行社会责任。

2.2 实施乘客满意战略

企业忠实履行社会责任，必须实施乘客完全满意战略。乘客完全满意战略有五项核心内容：即在“经营理念、企业行为、视听、服务和投诉处理”五个方面让乘客完全满意。乘客完全满意战略应内化为品牌意识。通过鲜明的企业精神、规范的服务行为、整洁的车厢环境、先进的科技应用、良好的社会形象等塑造服务品牌，品牌还应有文化含量，速度文化、融合文化、创新文化等是品牌的文化内涵。品牌服务可带来可观的社会效益和经济效益。上海“大众”、“强生”、“巴士”、“锦江”“海博”五大出租汽车公司都被评为“上海名牌服务企业”，在国内外乘客中享有较好信誉；每车每日的营业收入比一般公司高出50元以上。

2.3 开展服务质量测评

服务质量须要持续改进，持续提高，满足乘客不断提升的需求。寻找服务质量“木桶中的短板”，明确改进方向，应委托社会第三方组织乘客调查，而不是由驾驶员、经营者和管理部门“自说

自话”。十多年来，上海已形成服务质量社会监督评价体系和机制：重视乘客来电、来信、来访和网络投诉，处理人大、政协提案、议案，定期召开乘客座谈会，聘请社会监督员，接受新闻媒体舆论监督等。比较而言，由第三方组织乘客满意度指数测评，则指标和方法更科学、更合理，测评结果和建议更公正、更权威。

3　坚持开展乘客满意测评，认真改进服务质量

3.1 乘客满意度指数测评指标体系

现测评指标体系共有五大类十九项，分要素指标、特征指标和基础指标三层次。每年根据行业管理目标、任务和服务质量中亟须改进的难点、薄弱点调整一次。

测评指标体系详见调查问卷。

3.2 乘客满意度指数测评指标权重（见表1）

表1　乘客满意度指数测评指标权重表

测评项目	测评指标	权重	影响系数
行车安全　0.13	不违法行驶	0.55	0.0715
	规范停靠	0.45	0.0585
车况车貌　0.25	车厢环境整洁	0.40	0.10
	车辆设施齐全	0.25	0.0625
	车身外观完好	0.20	0.05
	车内空气清新	0.15	0.0375
优质服务　0.40	态度平和、有问必答	0.15	0.06
	规范用语	0.20	0.08
	服饰仪表	0.12	0.048
	举止文明	0.15	0.06
	规范收费	0.08	0.032
服务便捷　0.12	主动提示乘客索取发票	0.10	0.04
	提醒乘客勿忘携带物品	0.20	0.08
	选择合理路线	0.60	0.072
	便民服务	0.40	0.048
投诉咨询　0.10	监督电话应答速度	0.40	0.04
	电话接听人员服务态度	0.30	0.03
	电话接听人员规范用语	0.30	0.03

3.3 乘客满意度指数测评统计方法（见表2）

表2　上海出租汽车乘客满意度指数测评统计方法

量表设置	满意	较满意	一般	较不满意	不满意	是	否
统计赋值	100	75	50	25	0	100	0

3.4 乘客满意度指数测评调查问卷（见附表）

3.5 依据测评结果，强化质量监管

上海出租汽车行业系统地强化服务质量监管主要有七方面：一是将服务分为规范服务、优质服务和最高形态的个性化、人性化、精细化服务三个层面，并制定了规范服务标准和优质服务标准，以及

规范服务流程；二是向社会公布行业服务承诺和便民利民措施；三是设置服务禁区，遏制违规行为；四是弘扬先进理念，培孕良好心态；五是倡导敬语服务，讲究服务细节；六是树立服务标杆，推广服务经验；七是加强市场稽查，形成高压态势。

此外，根据每月公布的测评结果，及时制订和狠抓落实各项整改措施。如针对部分驾驶员故意绕道“宰客”问题：一是要求驾驶员按“最短路径”或“最少时间”或“最省车费”的原则选择车行路径；或者按乘客提供的合理路线行驶；二是严格践行“驾驶员多收费，经查实可退一奖二”的服务承诺；三是装置车载GPS，遇有乘客投诉，迅即回放轨迹，对“绕路宰客”进行认定；四是凡查实“绕路宰客”的，没收非法所得，并处以200元以上2000元以下罚款；情节严重的暂停营业15天；一次多收费超过50元的，直接取消经营资格，5年内不得进入出租汽车行业，并记入上海市民征信档案。针对“拒载”问题：一是将六种拒载行为列为“雷区”，向驾驶员和社会宣传，使驾驶员避免之，社会监督之；二是弘扬“乘客可以挑选我们，我们不能挑拣乘客”等服务理念；三是针对拒载较多发生在出租汽车站点的情况，加强站点管理，配备必要的摄像设备，推进出租汽车文明站点创建工作；四是设计、更换新的顶灯，显示待运、电调、停运等空车行驶状况，便于乘客识别和监督；五是通过投放新的车辆额度或调整运价结构、提升运价水平以及增加电调车辆、扩大电调能力等手段，提高出租汽车服务供应能力，缓和市场供需矛盾；六是查实一次拒载，罚款200元，暂停营运15天，记入驾驶员诚信档案；情节严重的，取消其经营资格，5年内不得进入出租汽车行业，并记入上海市民个人征信档案。

4 坚持开展员工满意测评，努力践行人本管理

4.1 员工满意度指数测评指标体系

现测评指标体系共有五大类二十一项，分要素指标、特征指标两层次。每年根据驾驶员与行业管理部门建立的信息渠道所反映的问题调整一次。

测评指标详见表3。

表3 员工满意度指数测评指标体系表

要素指标	特征指标
工作环境	1. 公司能为我提供方便的车辆维修保养条件
	2. 公司为我提供了及时的车辆清洁服务
	3. 车辆营运过程中发生安全事故能获得公司及时的帮助
	4. 公司为我提供了方便的工作餐饮和休息条件
福利报酬	1. 我与公司订立的劳动、承包合同能维护我的合法权益
	2. 公司能按国家规定为我提供基本社会保障
	3. 公司力所能及地为职工提供福利
	4. 公司能严格执行行业规定的承包基数
	5. 我能按国家规定享受员工年休假待遇
荣誉成就	1. 工作成绩出色能获得企业的表彰和奖励
	2. 做了好人好事后能得到公司的表扬和奖励
	3. 在公司里有良好的个人成长与职业发展机会
	4. 通过我们的优质服务，能为上海世博会争光

续表

要素指标	特　征　指　标
教育培训	1. 公司能定期安排安全教育和业务学习
	2. 公司按规定为我们提供报考中、高星级驾驶员培训的机会
	3. 公司经常开展职业道德和职业纪律教育
	4. 发生“三违”后，管理人员能及时进行有效的辅导和教育
工作群体	1. 公司领导能经常倾听一线驾驶员的呼声
	2. 各级管理人员经常到现场进行检查和业务指导
	3. 职工有渠道、有机会与领导进行平等的交流
	4. 公司主动关心、帮助困难和病弱驾驶员

4.2 员工满意度指数测评结果汇总

通过员工满意度指数测评，除了解驾驶员对上述指标的满意程度外，还掌握了驾驶员对职业抱怨度和忠诚度的基本情况。

4.2.1 目前驾驶员在营运中感觉不满意的前五个问题（见图1）

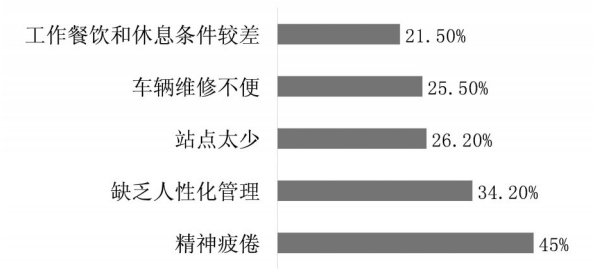


图1　驾驶员在营运中感觉不满意的前五个问题

4.2.2 从事出租汽车营运的感觉

员工感觉非常好的为5.7%，好的为23%，一般的为59.3%，不太好的为9.1%，很不好的为2.9%。

4.2.3 合同期满从业意向

合同期满驾驶员愿留公司的为23.8%，不确定的为54.4%，离开的为21.8%。

4.2.4 不愿继续从事出租汽车营运的原因（见图2）

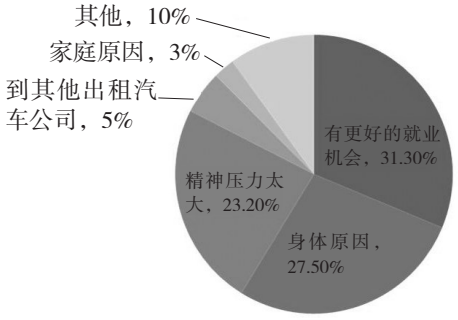


图2　不愿继续从事出租汽车营运的原因

4.3 依据测评结果，强化人本管理

实行人本管理，既要以民为本，让乘客满意；又要以人为本，让员工满意。上海积极采取措施改善出租汽车驾驶员职业环境，努力提高职业化水平：一是尽力保持驾驶员收入水平高于全市职工上年平均工资水平；二是保障职业安全和职业健康；三是依法及时、足额缴纳社会保险，免除后顾之忧；

四是营造情感相通、情理相融的企业氛围和出入相友、守望相助的人际关系；五是成立工会，畅通职工诉求渠道，坚持厂务公开，支持员工行使民主权利。同时，注重改善外部经营环境，增强驾驶员对企业的归属感和对职业的认同感。

附表：

上海市出租汽车行业乘客满意度指数测评调查问卷

D 甄别部分

您乘坐的出租汽车所属公司名称：_____

出租汽车驾驶员星级：□无 □有，_____颗星 （□世博车队 □红顶灯车）

上车地点：_____路，近_____路

（请记录主要标记，如门牌号、小区名称等）

下车地点：_____路，近_____路

为了明确改进方向，我们希望了解您对该车设施和服务质量的具体感受

X1 行车安全

1. 不违法行驶 □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不规范，主要是：□闯红灯 □违章变道 □打手机 □操作不稳
   □看书报、吃零食等与开车无关的事
2. 规范停靠 □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不规范，主要是：□斜停 □路口停 □快车道上下客

X2 车况车貌

1. 车厢环境整洁： □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不整洁，主要是： □座套 □内壁 □踏脚垫 □仪表台 □防劫板
2. 车辆设施齐全： □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不完好，主要是： □防劫板 □门窗开关 □营运服务卡 □张贴物 □坐垫
3. 车身外观完好： □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不完好，主要是： □污迹 □破损 □顶灯 □广告设置
4. 车内空气清新： □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意
   如有不满意，主要是： □烟味 □霉味 □其他异味 □空调效果差

X3 优质服务

	满意	较满意	一般	较不满意	不满意
1. 态度平和、有问必答	□	□	□	□	□
（□不热情 □冷淡 □急躁 □粗暴）					
2. 规范用语	□	□	□	□	□
（□未问候 □谢谢 □告别 □讲忌语）					
3. 服饰仪表	□	□	□	□	□
（□未穿制服 □未打领带 □仪表差）					
4. 举止文明	□	□	□	□	□

（□ 随地吐痰 □乱抛杂物□驾驶员车内吸烟 □讲脏话）

5. 规范收费 □ □ □ □ □

（□未按暂停 □未问付费方式 □不能刷卡 □未唱收 □未唱支）

6. 主动提示乘客索取发票 □ □ □ □ □

（□没提示 □不主动 □连票 □无效票）

7. 提醒乘客勿忘携带物品 □ □ □ □ □

（□主动提醒 □仅有录音提示 □未提醒）

X4 服务便捷

满意 较满意 一般 较不满意 不满意

1. 选择合理路线 □ □ □ □ □

（□未问清 □不合理 □绕道 □路不熟）

2. 便民服务 □ □ □ □ □

（□未扶老携幼 □未帮助提拿行李 □未根据乘客意愿开启空调 □未根据乘客意愿开启音响）

X5 投诉咨询

1. 监督电话应答速度 □三声铃响 □三声以上 □20秒以上无人接听

2. 电话接听人员服务态度 □满意 □较满意 □一般 □较不满意 □不满意

3. 电话接听人员规范用语 □是 □否 （□未报公司□未报工号□未说请讲□未讲普通话）

拨打时间：___月___日___时___分

接听人员工号：_____ 接听人员性别：□男 □女

N 建议/意见

除了上面提到的问题以外，您对该车、该公司还有那些意见或建议？

勇于探索——常宁市推行城区免费公交的实践

李 莉 严 玲 刘 英 邹南昌
（天津市市政公路管理局，天津 300201）

摘 要：湖南省常宁市推行城区免费公交，让全民共享社会经济发展成果的政策，是积极优先发展公交的重要举措，获得全市人民的高度赞许，且效果显著。该文对常宁市免费公交政策的出台、免费公交的准备与实施、产生的效果以及对免费公交未来的谋划均作了综述。
关键词：常宁市；免费公交；举措

常宁市推行在城区免费乘公交后，引起社会广泛关注。短短的一年多时间，前往常宁市考察免费公交的县市近30个，其中陕西省吴起县、山西省长治县、衡阳市南岳区相继开通了或正在筹备免费公交。不少媒体跟踪报道，全方位对常宁市城市建设和市域经济情况进行介绍，其中中央电视台在一个月时间就常宁市免费公交做了三次专题报导，由最初的质疑、观望到最后的全面肯定。

1 免费公交政策的出台

常宁市位于湖南省南部，湘江中游南岸，是隶属于衡阳市的县级市。全市总土地面积2046平方公里，总人口90万人，其中城市人口13万人。常宁市是一个依靠采矿业、冶炼业、农产品加工业发展起来的新兴县级市。2009年全市实现国民生产总值103.3亿元。

常宁市免费公交政策的推行，首先是坚持以人为本、民生为重的执政理念，又是坚持解放思想，强化公交车营运管理的探索创新，是一件合乎市情、顺应民心的决策。

免费公交之前的常宁市公交车管理营运由市公共交通运输有限公司负责，由个体业主购置车辆，挂靠公交运输公司营运，自负盈亏。因此，公交营运管理不规范，服务质量较差，公交司机交通意识淡薄，招手就停，并存在拉客现象。

又由于常宁市区和周边农村连成一片，不少城郊农民便利用闲时开“摩的”拉客赚钱，医院、学校、宾馆、汽车站成为“摩的”拉客的绝佳场所。多年来，市政府虽曾多次组织相关部门对非法营运的“摩的”和三轮车进行整治，效果不明显，“摩的”成为一个治愈不了的“顽症”。

如何优化公交服务、保证公交秩序、改善市容市貌？对于免费公交提出新实施，常宁市委、人大、政府、政协召集建设局、财政局、城市公交管理处、交警、城管等职能部门反复研讨、论证，并公开、广泛征集民众意见，历时8个月，每一步都经过严谨考证，并构造了强大的推行力。

优先发展公共交通又是一个系统工程，需要规划在先，科学决策。常宁市在制定和推行免费公交决策的同时，还邀请省内专家编制了《常宁市城市公共交通专项规划》，从而使常宁市的公共交通服务走上可持续发展的轨道。

2 免费公交的实施

常宁市免费公交是2008年7月1日启动的。

以地方政府强大的财政实力作为支撑，是常宁市免费公交成为可能并得以实施的基础。常宁市财政为启动免费公交，共投入700万元，对原有营运的公交线路和公交车进行了收购，并购进新车20辆，总共投入营运车辆72台。免费公交线路3条，里程15.2km，初步形成“两横两纵”的城区免费公交网络。运行一年多来又新建52个候车亭，新增6辆超常车辆，基本满足市民出行要求。可见，在它

的背后，折射出让全体老百姓共享经济发展的成果理念。

3　免费公交产生的效果

“乘车的人多了，空气变好、环境改善了，能源节约了，交通事故减少了，交通秩序通畅了，管理与服务的难度加大了。”这是常宁市市民普遍切身的感受。

据常宁市委的统计数字显示，执行免费乘车后，载客量急剧上升，3条免费公交线路日平均载客达到5.96万人次，是免费前的5.7倍。

免费公交后，随着城区车流减少，据测算每天可减少汽车尾气排放$3.54 \times 10^4 m^3$，同时还减少了噪声污染，进而改善了环境和空气质量。

免费公交以来，有效地改善了市民出行方式。许多市民减少摩托车、私家车出行，据测算，每日因改变出行方式而节约燃油1400L，有利于节约能源和资源。

从常宁市交警大队的统计数据可看到，自实行免费公交后，城区每天的交通事故数立刻就降下来。原先一天七八起，现在最多二三起。路上交通量少，事故发生频率自然就下降。

免费公交的执行，使许多没有营业执照的车辆客源锐减，更少有人去乘“摩的”，从而不得不主动退出客运市场。加上私家车出行方式的减少，道路交通量总量减少，道路拥挤度随之降低，交通秩序大为好转。

常宁市从市场化运作的公交模式转变为政府统管的营运模式后，加强了规范化、制度化的管理。一是严把公交车司机入口关，要求司机必须具有A2驾驶执照、连续驾龄超过3年，通过招考方式才能上岗上车。二是严把公交车质量关，整体收购市公共公交公司的公交车后，按车况实行报废或整修维护，坚决杜绝病车上路。三是加强候车亭，支干道站牌及公交车场等配套设施的建设。四是始终坚持按站停靠、按时始发。乘务员主要工作从过去的售票转变为现在的服务，担当起车内卫生、维持车厢内秩序，而尤其是要照顾老人和小孩乘车安全等工作，服务质量明显提高，且努力做到安全、正点、舒适、方便。

4　谋划免费公交未来

对于常宁市免费公交，当地老百姓拍手称赞，但又担心“会不会长期开通下去?”对此，常宁市市长周正雄在《中国建设报》（注：2009年12月29日）载文《推行城市免费公交 全面共享发展成果》作了明确回答：“我们仍将大力保障公共财政的投入，把免费公交车作为一项惠民举措长期坚持下去。”“我们将继续把好事办实，实事办好，促进免费公交持续健康进行。”同时，还有针对性地提出了下阶段的工作重点：

- 进一步增加投入力度。实行免费公交车，每年投入至少不低于600万元。
- 进一步提高覆盖率。按照《常宁市城市公共交通专项规划》的要求，随着城市的扩大，将根据实际需要逐步增开线路，扩大免费公交车覆盖面。
- 进一步完善公交车服务配套设施。完善电子语言报站系统、车载电视等设施。
- 进一步加强管理。狠抓免费公交车客运服务，健全服务管理机制，层层签订服务责任状，定期进行优质服务培训，开展灵活多样的服务创优活动。

“让全体老百姓共享经济发展的成果”，“政府既然做了，就要做到底”。这是常宁市市委、市政府领导对发展免费公交的坚定表态。常宁市免费公交的实践，是合乎民情、顺应民心的决策，是让利于民、优先发展公交的思路的体现。

常宁市免费公交的实践，还行进在征途中，相信这项事业会越办越好！

台湾轻轨运输系统技术研究

张 思[1] 朱 旭[2] 钟维力[2] 于新源[3]

（1. 台北科技大学工学院，台湾；2.“交通部”高速铁路工程局，台湾；3. 台湾世曦顾问工程公司捷运部，台湾）

摘 要：针对台湾地区特性进行引进合适之轻轨系统初步研析，其中包含台湾未来兴建轻轨运输系统之目的、天候环境、轻轨系统未来世界技术发展趋势与道路交通相关之路线规划界面等事项，以达成轻轨运输系统永续发展之目标。研析案设定以“引进符合台湾地区特性之轻轨系统”为标的，以安全、系统必要性、本地化交通及天候特性、亲和力、人性化、观光及文化古迹特点为考虑。

关键词：轻轨系统；本地化；规范

1 引 言

目前世界各地在陆运交通方面，因人口集中都会区及道路年增率远不及车辆年增率，同时现代环保意识高涨、人民生活质量提高及发生能源短缺危机，故在降低环境污染及增加能源使用效能之呼声下，陆运交通中轨道运输又再度成为最佳解决方案。世界已开发国家多已步入高龄化社会，其中欧美先进国家更是如此，近年高龄化亦为亚洲日本国内之趋势。依联合国高龄化社会定义，台湾地区亦于1994年正式迈入高龄化社会。目前台湾中小型都会区多有考虑采用具亲和力、人性化之轻轨运输系统为其主要都会区交通运具，其亦具有便于高龄市民搭乘之特性。

有鉴于台湾地区中大型都市正积极展开轻轨运输系统之规划，“政府”将轻轨运输系统之推动纳入《“全岛”运输骨干整建计划》并积极办理相关作业。目前台湾地区已有重运量及中运量捷运，其相关之设计规范标准已甚完备，但在轻轨运输系统部分则尚付阙如，且由于轻轨运输系统在车辆尺度、列车组成、建造形式、路权形式、控制系统等特性方面具有因地制宜之弹性，唯台湾地区之幅员不大，实不宜有太多不同系统。本研究设定以“共享车道路线长度不超过全部路线长度1/4之轻轨系统”为标的，未来将研拟出适合台湾地区具体情况之上位规划要求、建造及车辆标准规范，将台湾未来施作之轻轨运输系统与道路交通相关之路线规划界面厘定清楚，以利都市大众运输发展体系发展轻轨运输系统，并符合轻轨运输系统永续发展之目标。

本文目前则就第一阶段研析成果，未来拟牵动岛内轻轨运输系统发展方向之规划要求、建造及车辆标准规范架构及内容、系统特性作以简要叙述，研析原则是以安全、系统必要性、亲和力、人性化、观光及文化古迹特点为考虑，现就相关问题之探讨及结论与建议说明如后。

2 轻轨规范架构[1–3]

本研析案在研讨架构之台湾专题座谈会时，针对规范制订方向及内容程度部分，有相当长时间之讨论，初步希望将由基本功能制定必要性之规定为主。目前设计规范初步主要分成总则、轻轨系统规划要求、轻轨系统功能要求、灾害防救设施等四大部分。

2.1 第一章 总则

主要涵盖定义、使用范围、名词解释等三大节。

2.2 第二章 轻轨系统规划要求

主要为规划要件之规定，其中涵盖运输计划、系统服务水平、营运需求。本章共有三大节11小节。

2.3 第三章 轻轨系统功能要求

涵盖固定设施、旅客服务、平面道路交通界面、轨道、供电、通讯、号志、安全与保全、环境保护。本章共有十大节44小节。

2.4 第四章 灾害防救设施

涵盖一般要求、防洪要求、车站防火要求、消防安全设备、紧急通风、避难方向指示与救援救护、防灾警报与监控系统、避雷设备、救灾通路、急救十大节。

上述所研析之轻轨系统规划要求、建造及车辆标准规范，主要以台湾地区未来发展及整合人文、交通、环境、工业及观光等需求特性为制定方向，各项规定为求降低个案执行之限制条件，多给予部分之余裕度，本案研析过程中针对区域需求，在各阶段得到具体成果时，召开过各市县交通主管机关及台湾专家学者对轻轨运输系统之座谈会，以求符合实际各地区之需求。现就第一阶段相关讨论议题说明。

3 问题探讨[4–5]

在研析过程中，各市县交通主管机关及台湾专家学者进行座谈会时在众多观点之意见相当分歧，但经相互沟通及综整专家学者与各区域对轻轨运输系统需求原因后，最终并合出轻轨运输系统非仅为解决都会区之交通拥塞问题之结论，其亦可配合区域整体发展进行规划而施作，本案未来最终成果在系统需求上以宽广、包容、亲和力及人性化为设定出发点，抛开仅以交通工程观点进行准则之研析制定，现就较大争议问题探讨说明如下。

3.1 导引形式

在轻轨系统导引形式部分，主要以台湾轻轨运输系统仅采钢轨钢轮系统或开放胶轮系统及其他系统为争议焦点。主因在台湾发展之非重运量系统涵括胶轮/混凝土行驶路面/钢制行驶路面系统，已施用于台北市木栅线及内湖线，并于台北市信义区亦有业者提出轻轨磁浮系统兴建案，同时台北市为解决新北投支线对沿线居民造成的噪声振动污染问题，亦针对低振动噪声污染之磁浮系统之采用，亦曾做评估分析，虽因造价超出原先预算，但已俨然成为另一类型的系统选择。

至今台湾仍尚无营运之轻轨系统，本研究在某种程度上，将勾勒出台湾未来轻轨运输系统之发展趋势，某些单位为考虑民间投资因素，希望做多元系统之选择，以免限制其发展。但台湾市场不大，仍需做某种程度的限制，同时在考虑安全性、台湾区域特性（用路特性、道路运具组成、天候特性）、道路整合界面及交通工程发展特性等因素，故在轻轨规范仍宜针对主要部分制定出必要性之条文，初步以钢轨钢轮系统为规范之系统，但因系统不同适用不同的条文，则可由各提案单位做合宜的调整增减，但牵涉通用性之规定条文仍不得违背。

对此初步则有“本准则以钢轮钢轨形式为准，非属钢轮钢轨以外之轻轨电车，应参酌本准则作适当之修订。”之条文草案，此部分仍待进一步探讨。

3.2 景观污染

本研究设定以“共享车道路线长度不超过全部路线长度1/4之轻轨系统”为主要标的的，在一般传统轻轨车辆于共享车道路段，世界各地多采架空电缆及集电弓供电形式，其对都市景观有相当大之污染，同时近年来台湾相关单位多致力于将道路上之各项电线及电缆朝向地下埋设化，进而降低景观视觉污染及强化其电气安全性，故部分国际系统厂商已有朝地面供电及蓄电池供电方式研析，此部分将于后续小节中探讨。但以目前而言，架空电缆及集电弓则以建物共构及融入环境为基准，尽量不造成景观污染为原则。

3.3 台风暴雨积水

台湾地处多台风暴雨区，故依本土经验在防洪排水标准则特别于过河段之隧道及出土段结构、过河段、交会站，要求应设置防洪设施，以防淹水；各地下结构物之出入口及通风口，其地面高程，则宜高出200a洪水位以上的一定高度，但需配合邻近人行道高程作适当调整，并以防洪设施补足之。

另在轻轨系统于地面段共享车道/路权者，排水防洪仍依平面道路规定进行设计，然因共享车道/路权形式将无法突出于平面道路路面高程，故在实质面而言，轨道旁之截水设施具有一定难度，此部分将回归系统在何种道路积水状况下，为可接受之营运状况作为设定考虑因素。

场站排水系统容量之设计应依据平面道路、下水道等相关法规办理。

3.4 车辆低底盘

登车形式与车辆底盘高度有关，其为车辆地板高度与车轴及转向架形式有关，在访查各地系统厂商及专家后，在低底盘部分则以70%及钢轨顶面高程差以400cm以内为宜。登车平板和月台彼此之间高度应能让行动不便人士方便上下车。

3.5 道路界面

依台湾公路路线设计规范，桥梁净高最小不得低于4.6m，则车辆、集电弓及架空线支持碍子总高度是否可符合在穿越立体交叉结构物时，如共享路权和交叉口有人行天桥、立体车道或其他任何形式之结构物，轻轨系统应可在4.6m净空中施做所有设施，包含电气安全净距需求。

平面道路交通界面部分，未来拟将依车道之配置及交通特性分析，以降低因轻轨运输系统车流与平面道路车流冲突数，依现地实际车道数，并考虑优先号志及交通服务绩效，进行平面路口交通号志及平面总体交通动线之重整配置。其中轻轨运输系统车，在各地专家研讨中，因轻轨系统列车运量，一般而言较道路车辆高，宜有独立分相号志，当轻轨运输系统布设于平面道路中央，机车则考虑至左转车待转区等待，至交通号志变化直至行号志后直行；当布设于平面道路两侧时，考虑机车禁止直接左转，需采两段式之左转；轻轨运输系统车道转弯段，考虑宜采优先行驶之号志，以避免与平面车流交织冲突。

3.6 车道/路权

不同路权形式，多有不同之细部要求。

A型路权中高架及隧道建物则须特别考虑逃生安全，因为是专用路权形式，其在各方面都具有较高的系统提升性（如班距、无人驾驶等），同时亦有较佳两列车间净距之安全掌控度，故系统规划设计可适度参考台湾已成熟之重运量捷运系统相关规定，作出较宽广性的系统定位。

C型路权较为复杂，因其与平行道路交通共享路面行驶，需考虑平行车辆行车特性，而台湾机车比例较高，宜采有人驾驶的车辆系统，另考虑班距较疏及初期兴建成本，其机电系统等级非需最高等级，但其中较特别的是针对紧急刹车率最低限值为2.7m/s^2，车站则宜以无人管理为设计目标。

B型路权则介于A型与C型路权两者间，在探讨过程中，若未来有改为A型路权之规划，则宜往A型路权系统规划，初期则宜有扩充系统之规划；若无扩充系统之规划，则因路口与平面道路车辆（特别是机车）共同使用，则宜依未来最终研析成果，进行规划设计。

在此研究案主要针对全线含有C型共享车道/路权轻轨系统于为研析标的，故在初步研析过程中，则厘定设计规范标准之一致性，作为轻轨系统规范制定之原则，其中或应以共享车道/路权者标准为基本标准作，另针对桥梁及隧道部分作一个别探讨研析，以确认需置入规范之相关规定。

3.7 票证

为考虑共享车道/路权及节能省碳与融入环境，车站设计部分主要以一致性强、穿透性高、吸引力好、清晰导引、和谐形式/色彩、安全性高、无障碍、环境清洁、先进标准、开放式收费系统及简单之机电系统为设计目的，故在票证部分拟考虑荣誉制自动化收费方式，究为车站设票务收费系统或设于车上，仍待进一步探讨，其中考虑掌控乘客人数，可作为事故时动员人员设备之参考依据，初步有收

费系统计算机联机之考虑。如最终评估后采荣誉制收费方式，则于营运前应做适当倡导作业。

3.8 未来供电形式

由上述景观污染中提及部分国际系统厂商已有朝地面供电及蓄电池供电方式研析，现就访查国际系统厂商之结果说明如下。

3.8.1 ALSTHOM公司

法商ALSTHOM公司为去除架空电缆之技术研析，目前在法国波尔多采用地面供电轨系统（INNORAIL），其为考虑平面道路之行人及其他车辆之安全，则采移动式区间供电模式，当轻轨系统车辆行进区段时则触动供电设备，其主要以机械接触式集电/供电方式，其对地面积水状况较有疑虑。

3.8.2 ALSALDO BREDA 公司

目前ALSALDO BREDA 公司针对去除架空电缆进行研析，其亦思考采地面供电轨系统（TRAMWAVE），其为考虑平面道路之行人及其他车辆之安全，亦采移动式区间供电模式，当轻轨系统车辆行进区段时则触动供电设备，其与ALSTHOM公司不同处，主要以非接触感应式集电/供电方式，其供电形式对对地面积水较无影响，目前在NAPLES有安装测试轨。

3.8.3 BOMBARDIER 公司

目前BOMBARDIER 公司针对去除架空电缆进行研析，地面供电轨系统（PRIMOVE-CATENA-RY-FREE OPERATION），其亦为考虑平面道路之行人及其他车辆之安全，则采移动式区间供电模式，当轻轨系统车辆行进区段时则触动供电设备，BOMBARDIER 公司与ALSALDO BREDA 公司研发方向较为相近，主要以非接触感应式集电/供电方式，其供电形式对地面积水较无影响。

3.8.4 MITSUBISHI公司

目前MITSUBISHI 公司针对去除架空电缆与平面道路之行人及其他车辆之安全所进行之研析，则朝列车内车载蓄电池（BATTERY DRIVING SYSTEM）方式处理，其思考完全抛弃列车外部供电系统，初期主要因列车行经路口时，传统架空电缆及集电弓供电形式，列车集电弓降下，未接触架空电缆收集电力，则由车载电池供电，提供推进电力，目前其已朝加大蓄电池容量及缩短蓄电时间之研发方向，其供电形式对地面积水无影响。

4　建议与结论

台湾轨道工业于过去十数年中，已有相当研发成果，台湾轻轨车辆已发展至第二代轻轨车，台湾各县市区域发展亦多已达瓶颈，如要再成长发展，则须增添新的不同突破因子。轻轨运输系统不仅在解决交通运输问题，同时在促进区域发展及完整都会无障碍目标，皆有相当好的效果，故轻轨运输系统则为台湾解决上述问题最佳解决方案之一，在研究过程中，因台湾区域性发展趋势及平面道路交通特性（平面道路运具中机车比例偏高、积水），造成本案研究方向不可完全师法国际系统，而须纳入台湾区域需求、社会福利政策、兴建营运经费来源、平面道路用路习性及特性等因素，从而研发制定出台湾轻轨运输系统规划及设计准则，现就未来拟研究方向之建议及初步结论说明如下。

4.1 建议

（1）主管及兴建单位初步以基本需求作为规范制订原则。

（2）平面道路界面部分，宜进一步厘定轻轨运输系统行车控制系统与平面道路交通号志连动界面细部原则及细节。

（3）轻轨运输系统兴建营运依循之法令应尽速制定，以明确“政府”及兴建营运者相互间之责任及义务。

（4）平面道路配合轻轨运输系统之相关交通法规，需进一步检讨修正，并厘定出相关配套法规及措施。

4.2 初步结论

在研发过程中，研究团队了解到区域特性及发展，将对于该区域发展轻轨运输系统具有关键性之

影响。

（1）运量已非主要决定轻轨运输系统之因素，宜从区域整体发展、寿年成本、经费筹措及运具发展主流，以满足发展计划中之定位角色，进行规划设计。

（2）各地交通特性不同，宜参考岛外轻轨运输系统技术形式，但对成案区域之实质状况需作深入分析，以求得最贴切之轻轨运输系统。

（3）在B型车道/路权及C型车道/路权之轻轨系统，须依区域用路特性，重新检讨平面道路交通配置，进行全新之平面道路交通重整计划。

（4）轻轨系统中需模块制式化规格（降低成本）及多样化区域需求（车外观等）中找出平衡点。

以上则为研究团队在研发台湾轻轨运输系统中研发成果、相关经验及未来台湾轻轨运输发展趋势作一简单报告，希冀本文能对其他国家和地区发展轻轨运输系统有所帮助，同时也希望借由文中内容能与其他国家和地区就轻轨运输系统之各项经验，能相互分享及交流。

参考文献

［1］轻轨运输系统规划设计准则草案［S］.［出版者不详］.［出版地不详］，2005.

［2］城市轻轨交通工程设计指南［M］.［出版者不详］.［出版地不详］，1996.

［3］台湾“交通部”科技顾问室. 捷运轨道车辆技术标准规范之研究［R］. 1997.

［4］台湾“交通部”运输研究所. 台湾地区引进轻轨运输系统技术形式选择研讨会［C］. 1997.

［5］台湾“交通部”运输研究所. 台湾地区引进轻轨运输系统之可行性研究［R］. 1998.

台湾轨道工程——振动污染防治探讨

张宽勇[1]　张　思[2]　许俊逸[3]　林鸿基[4]　曾彦钧[5]

（1. 台北“科技大学”，台湾；2. 台湾世曦顾问公司，台湾；3. 台湾“铁路改建工程局”，台湾；4. 台湾“高速铁路工程局”，台湾；5. 台北捷运公司，台湾）

摘　要：针对台湾无道砟道床轨道工程中振动污染防治进行研析，就台湾传统铁路、高速铁路、捷运系统及轻轨系统各系统，以现有各系统轨道工程振动污染防治方式作一综整分析，另对未来轻轨系统亦作一研析讨论，其中包含钢轨扣件系统、不同减振无道砟道床轨道系统等部分，以期能够作为台湾轨道相关单位进行后续环境污染防治及生态保育研究及设计参考之用。

关键词：噪音；振动；浮动道床；频谱；杂散电流

近年来路运交通主流已有偏向铁路/轨道运输系统的趋势，而目前台湾轨道主流系统则分为技术纯熟的传统铁路、大众捷运轨道运输系统、南北高速铁路系统及未来可能出现的轻轨运输系统等四大类铁路/轨道运输系统，其中各系统在基本学理及技术上，虽多有共同之处，但在细部设计及各项处理技术上，确有各自独特之处。现代轨道运输系统已为城际运输及各都会区解决总体交通运输问题的主要运输形式，且为未来世界交通界之主流趋势。轨道运输亦成为现代人生活的一部分，然而社会经济及科技的进步和人们生活水平的日益提高，对环境的要求亦日益严格，以确保其生活质量，故对各种环境污染容忍能力则日益降低。现代铁路系统对其沿线环境的最大影响是由列车与轨道界面，即轮/轨接触面，因两者间摩擦及撞击所产生的噪音振动问题。此一状况将成为未来轨道系统行经都会区或噪音振动敏感区，都将面临且需解决的问题。现代铁路系统为减少对环境在噪音振动方面的污染，分别在列车、结构、地质改良及轨道各方面，进行各种吸音减震的研发与设计。在文中就台湾传统铁路、高速铁路、捷运系统及轻轨系统各系统，以现有各系统轨道工程振动污染防治方式作一综整分析，另对未来轻轨系统亦做以研析讨论，其中包含轨道系统之弹性钢轨扣件、轨枕包覆/支承弹性材、钢轨嵌埋式、弹性道床等处理形式，本文仅针对减振效果佳的弹性道床中之浮动道床及弹性钢轨扣件两部分，进行分析说明。

1　轨道组件

针对轨道振动防治方面主要以讨论无道砟道床轨道为主，主要因为传统道砟道床轨道道砟本身因其道砟间孔隙形成类弹性体受力道砟压缩孔隙，无受力即回复现状之功能现象，但无道砟道床轨道为混凝土构造物为主，无法形成受力变形吸能机制，故需依靠设有弹性材组件，以达受力变形吸能机制，无道砟道床轨道之弹性材组件之设置位置则需依实际需求等级做以调配，现先就轨道主要组件及其功能说明如后。

1.1 轨道主要组件

轨道工程上有众多组件，个别皆有其独特功能。主要组件有钢轨、钢轨扣件、轨道承托（道床）系统、道岔（包含菱形岔心）四大件。

1.2 组件功能说明

1.2.1 钢轨

钢轨为直接承载列车车轮的主要组件，故其设计应满足以下基本需求：

（1）具足够强度得以承载列车荷重，且轨道的稳定性增加。

（2）具低养护度及较长的使用寿年，据此需求设定钢轨化学成分（如高碳钢轨和合金钢轨等）及物理特性（如钢轨断面尺寸中高度、轨头宽度、钢轨基部宽度、厚度等）。

（3）经济效益评估：综合初期成本、养护维修成本及使用寿年做整体经济效益评估。

现代钢轨组件已采用焊接方式将各条钢轨连成一体，尽量避免应用钢轨伸缩接头，因长焊接无缝钢轨可提升乘客舒适度和增加钢轨使用寿年及降低轨道振动和噪音量。

1.2.2 钢轨扣件

钢轨扣件主要为承载列车荷重及钢轨荷重，并将钢轨固定在轨道承托（道床）系统之上，其设计基本需求如下：

（1）依据钢轨尺寸及列车荷重。

（2）保持轨距稳定不变。

（3）将钢轨位移束制于安全容许范围之内（三度空间位移，X，Y，Z三方向）。

（4）将列车荷重均布传递。

（5）吸收振动及噪音量。

（6）具免维修养护性。

（7）具良好电气绝缘性。

（8）具良好抗环境腐蚀性。

一般而言，如非振动敏感区，无道砟轨道采用新型弹性钢轨扣件应可供使用，如台北捷运及台湾铁路局所采之弹性钢轨扣件，其中钢轨扣件弹性劲度如在15~28kN/mm，其自然频率为40~60Hz。

1.2.3 轨道承托系统

基本上轨道承托系统分为：道砟轨道、无道砟轨道、少道砟轨道轨道承托系统，其基本设计需求如下：

（1）具足够强度得以支撑轨道。

（2）将轨道位移束制于安全容许范围之内（三度空间位移，X，Y，Z三方向）。

（3）具免维修养护性。

（4）具较长使用寿年。

（5）具良好电气绝缘性（或具电气截流设备）。

（6）具良好抗环境腐蚀性。

（7）吸纳振动及噪音量。

（8）经济效益评估。

一般而言，如为振动敏感区，可依其敏感程度作出不同之道床形式，如台北捷运所采用之浮动式道床轨道、高雄捷运道砟垫轨道、铁路工程改建局弹性轨枕嵌埋混凝土基座轨道、高速铁路嵌埋式轨道等方式。

1.2.4 道岔（包含菱形岔心）

道岔及菱形岔心基本设计需求如下：

（1）营运调度需求（列车车速）。

（2）路线线形需求。

（3）道岔及菱形岔心尽量以标准制式形态为主。

（4）经济效益评估。

这部分轨道材料相关规格可参考UIC，CNS，AREA或其他国家规范。一般而言，道岔及菱形岔心本就是轨道振动较大区段，为降低车轮行经不连续钢轨处之撞击振动，有采用可动式岔心作为振动防治之手段。

2　传统铁路系统

2.1 台湾“铁路管理局”

台湾“铁路管理局”已具有百年营运维修经验，它也面临到各铁路系统同样的困扰，即道砟轨道例行性养护工作日益庞大，造成营运成本提高，负担沉重且蚀亏盈余。基于此考虑，台湾“铁路局”在1993年于南港溪桥施作日本新干线版式之无道砟道床轨道，另于1998年在苗栗（南）隧道施作英式版式无道砟道床，此形式亦与台北捷运道岔区采用轨道之无道砟道床相同。

1999年则选取彰化到追分间铁路，发包施作地面段少道砟轨道，其形式亦与苗栗（南）隧道无道砟道床轨道雷同，其后在后龙、宜兰大桥等处亦皆采相似形式之无道砟道床轨道。

此两区段位于郊区，为考虑长期环境防治，故采弹性钢轨扣件系统，其组件采用潘朵尔（PANDROL）扣配合德CLOUTH弹性基钣（顶钣金属和底钣弹性垫加上外环金属钣，锚定螺栓仅穿过外环金属钣），配合TOP DOWN施工之混凝土版式道床形式轨道。

2.2 “铁路改建工程局”

“铁路改建工程局”1999年起北回新线和平至崇德及之后汐止高架及隧道路段、沙仑高架路段等区段皆使用弹性轨枕嵌埋混凝土基座轨道，其采特制混凝土枕（单枕块形式）崁埋于混凝土基座道床，枕木两端可配合套以橡胶被覆套/弹性防振箱，增加其吸音减振能力。预铸完成的混凝土枕直接吊挂至现场定位后，再浇铸混凝土将枕木与下部结构体（可使用于桥面版与隧道仰拱面）结合成一体。目前“铁路改建工程局”沙仑高架路段之道岔区域亦使用此型轨道。

此型轨道主要是依靠钢轨、钢轨扣件及混凝土枕质量，搭配弹性橡胶被覆套/弹性防振箱，以自身质量加上弹性材借以改变振动传递特性，达到隔减振功能。

3　捷运系统

台湾捷运系统有重运量捷运系统及中运量捷运系统等两大系统，现分别就台北捷运系统及高雄捷运系统分述。

3.1 台北捷运系统

台北捷运系统有钢轨钢轮重运量捷运系统及胶轮轨道（混凝土/钢制路面）中运量捷运系统，其重运量系统初期路网采弹性钢轨扣件为减振措施，采用较新式且吸振能力较佳之三明治型弹性基钣，后因部分营运沿线居民反应振动污染，故在新庄线及芦洲线之重运量路线上，规划施做轨道工程中减振效果最佳之浮动式道床轨道。高架段钢轨扣件于列车运行时，其自然频率约为40~50Hz，新庄线及芦洲线支承垫式浮动道床轨道其自然频率为18Hz以下，为14~16Hz。浮动道床轨道隔减振功效在轨道工程中目前技术则是最佳者。

台北捷运中运量系统采胶轮轨道（混凝土/钢制路面），因列车胶轮已为弹性体，本身具有吸能格减振之效能，如混凝土路面或钢制路面平顺，一般而言，胶轮系统之振动量较钢轮系统低，故轨道上未做隔减振措施。

3.2 高雄捷运系统

高雄捷运系统为重运量钢轨钢轮系统，为德国系统采类似RHEDA轨枕埋入式之轨枕埋入混凝土道版内之轨道，其在振动敏感带则采道砟垫式轨道，主要以弹性橡胶垫将轨道混凝土道版前后左右及下方支承起来。

4　高速铁路系统

台湾高速铁路采用相当多的轨道形式，其中较具有隔减振之轨道。

4.1 弹性双混凝土枕块嵌埋式轨道

双混凝土枕块嵌埋式一般而言，此型轨道主要将预铸双混凝土枕块连同弹性包靴直接埋崁入混凝土道版内，可使用于高架段或隧道段结构体上，施工时将预铸双混凝土枕连同钢轨，直接吊挂至现场定位后（套以减振橡胶被覆套靴），再浇铸混凝土将枕木与混凝土道床结合成一体，施筑在下部土建结构体（高架桥面版或隧道仰拱面）上。此型轨道与铁工局铁路改建工程局弹性轨枕嵌埋混凝土基座轨道理念相近，但前者较后者枕木质量量较小，故两者道床之自然频率比较，如弹性材弹性劲度一样时，则以后者自然频率较低。

4.2 钢轨嵌埋式轨道

高铁另一具隔减振之道床形式则为钢轨嵌埋式轨道，此型轨道为Edilon公司发展成果，将钢轨及扣件埋设于弹性物料内，由弹性物料完全被覆钢轨，将振动源头裹覆借以改变传动特性，同时适度降低振动量。此型轨道施做时，先行浇置已预留钢轨及扣件布设需求空间之混凝土道版，其后将钢轨及其扣件一并吊挂至预留凹槽，再行灌注Edilon公司之填充料，将钢轨及扣件完全裹覆起来。

4.3 日本版式道床轨道（框型/纵枕）

台湾高速铁路所采用之日本版式道床轨道，为日本传统版式道床之改良版，采用预铸道版架设于场铸路盘混凝土版上，其间灌注CA砂浆材质，调整其轨道高程，CA砂浆非刚体，弹性劲度较高较硬。

5 轻轨系统

目前台湾尚无轻轨系统，但在轨道部分未来轻轨系统如在面临振动污染问题待解决，其采用方式，可分为专用路权部分及共享路权部分。

专用路权部分，其轻轨系统结构体仅为轻轨系统使用，故其可参考传统铁路、捷运系统及高速铁路之处理方式处理，主要依个案环境及条件与待处理之振动特定问题，进行分析后选取最佳轨道振动防治方案。

共享路权部分，其轻轨系统结构体非仅为轻轨系统使用，亦有平行车道车辆驶入之状况，故其轨道结构则需考虑与平行路面等高程，且钢轨亦不得突出于轨道结构，原则须采钢轨嵌埋式轨道结构，故轨道振动防治处理模式，以国际经验可采混凝土道版道砟垫、浮动式道床方式处理，目前高速铁路所采用之钢轨嵌埋式轨道（Edilon）亦为可采用之方式之一。

6 振动防治分析

台湾轨道运输系统在振动污染防治上已有众多处理方案及其经验，现将轨道工程中主要处理其振动污染的防治理论及分析说明如下。

基本上轨道系统处理振动污染，主要以质量及弹性材为考虑源头，亦即在整个轨道结构中，由弹性材本身受力变形之特性，吸收振动能量，配合轨道构件质量，作出轨道隔减振之措施。

其中弹性材越软，其消振吸能的效能越佳，但如造成轨头变过大，将影响到列车行驶平顺性及安全性，故其弹性材之弹性劲度设定，需做适当分析评估。

弹性材所搭配之轨道构件质量越大，其自然频率越小，在频率较高之振动插入损失就越大，故其轨道构件质量越大越佳，但轨道结构越重，将影响到整体轨道运输建造成本相对提高，故其弹性材之轨道构件质量设定，需做适当分析评估。

传统轨道承托系统之道砟轨道，其道砟具有一定之消振吸能的效能，一般而言，道砟轨道多未作特殊之隔减振设计，除非特殊振动敏感路段，才有设置轨道之隔减振设计，如混凝土槽版内施筑道砟轨道，于混凝土槽版铺设弹性材，以达消振吸能的目的。

无道砟道床轨道，轨道结构主要以混凝土刚性材质，所生成之振动量较大，故需搭配适当弹性材料，如弹性钢轨扣件、弹性双混凝土枕块嵌埋式轨道、弹性轨枕嵌埋混凝土基座轨道、混凝土道版道砟垫、浮动式道床无道砟轨道等振动防治方案。

轨道振动防治方案之基本设计需求初步分析如下：

（1）具足够强度，得以支撑轨道承受之各项荷重。

（2）将轨道位移束制于安全容许范围之内（三度空间位移，X，Y，Z三方向）。

（3）具免维修养护性。

（4）具较长使用寿年。

（5）具良好电气绝缘性。

（6）具良好抗环境腐蚀性。

（7）吸纳振动及噪音量。

（8）经济效益评估。

其基本减振设计考虑如下：

（1）先行分析特定铁路系统的自然频谱。

（2）找出需避开的特定频谱及待折减振动的自然频率值。

（3）已兴建系统则针对现有使用空间及设备配置上，进行空间配置分析，求出轨道振动防治措施可使用空间，进行浮动道床设计。

（4）未兴建系统则可事前依相关数据及该系统特性分析分析，设定轨道振动防治措施之大部尺寸，再针对整体空间配置，先行预留轨道振动防治措施实际需求空间。

（5）收集铁路系统沿线地质状况（因地传振动值将依地质状况不同而有所变化）、铁路系统结构数据（不同结构形态有不同的振动传递特性）、铁路系统毗邻待处理个案特性（是否有特定频谱或频率需避开）等数据，进行设计分析。

（6）轨道振动防治措施之弹性变形分析，需设定轨道变形量，需控制在可提供列车安全运行的安全范围内，此部分多以轨头垂直方向及侧向变形量为主控参数。

（7）轨道振动防治措施若配合两项以上之弹性材同时使用，则需避免两者共振现象发生。

（8）轨道振动防治措施选用，亦需考虑施作空间及施工机具自动化程度与比率。

（9）轨道振动防治措施选用，需考虑每日可养护维修时间及对营运冲击范围。

（10）使用年限内，整体经济效益之评估。

7 结论与建议

轨道运输系统因其安全、大量运输乘客、低能源消耗率等特性，而渐为陆运交通所广泛使用，早期轨道运输大多着重于安全及运输功能研发，而近年来环境保护问题逐渐受到重视，故轨道运输系统也已在研发不同降低的环境污染解决方案，从车辆到轨道再至土建结构，不同子系统针对不同的环境污染有不同的解决方法。

（1）在轨道运输系统之环境污染防治的技术，虽近年来台湾以累积相当多的经验，但唯有不断地累积经验及实务，不断分析回馈及修正，才可寻求出最佳方案，此方面宜对台湾现有技术能量进行汇总整合。

（2）轨道运输系统环境污染问题之解决，非仅以单一手段可完善解决，本文仅对台湾轨道工程上振动防治方案进行研析，但最佳化解决方案，多需整体轨道运输系统，进行系统性考虑分析后，将各子系统纳入考虑，相互配合才能达到最佳效果。

（3）轨道运输系统于新建之初，如能适当规划及设计，则能将轨道运输系统对振动污染有效之降低，若能配合第一项结论建构适当技术能量数据库，当能寻求出最佳解决方案。

本文虽针对轨道工程上振动防治方案进行探讨，但其间确有相当大的研究发展空间，仍待台湾轨道界专家学者共同参与研发以寻求出更佳的解决方案，希冀本文能对未来台湾研析轨道运输系统振动防治上有所帮助。

都会轨道施工新技术介绍

郑国雄[1] 张 思[2] 龚昶荣[3] 余念梓[1]

（1. 台北市捷运工程局，台湾；2. 台湾世曦顾问公司捷运部，台湾；3. 台北市捷运工程局中工处轨道所，台湾）

摘 要：台北都会区大众捷运系统为岛内新轨道系统之先驱，台北捷运轨道工程历经25a的研究发展，已然发展出其独特施工之处。就芦洲线轨道工程执行历程做以本地化探讨，并针对其中具有价值性、历史性或独特性之轨道施工演进历程做以说明，作为之后台湾捷运轨道执行案之参考。

关键词：浮动式道床；导电轨系统；基钣承载面

1 引 言

台北都会区大众捷运系统为岛内新轨道系统之先驱，自1984年初步规划，至1990年淡水线开工迄今。其间台北捷运陆续完成淡水、中和、新店、南港/板桥及土城等线建造路网轨道总长度已达241km，另有即将通车之芦洲线，其中部分轨道技术多有创世界或台湾内新技术之成功纪录。台北捷运轨道系统主要与世界其他轨道运输系统最大之不同之处即是全路线皆无钢轨伸缩接缝。台北捷运轨道工程历经25a的轨道发展历史中，已发展出其独特施工之处，然而新轨道施工厂商就其以往施作经验规划轨道施工计划，但经业主与施工厂商及监造技师等多方协调，终得最佳成果。现就芦洲线轨道工程执行历程做以探讨，并针对其中具有价值性、历史性或独特性之轨道技术演进历程做以说明，其中针对法商阿尔斯通及中鼎公司轨道施工技术使用材料、运输机具、施工程序及设备等方面亦作出综合整理介绍。

2 厂商轨道工程施工计划

台北都会区大众捷运系统芦洲线轨道施工厂商为法商阿尔斯通及中鼎公司共同承揽，由台北市捷运工程局中区工程处轨道工务所监造，台湾世曦工程顾问股份有限公司则为监造技师顾问团队，三方共同协力完成芦洲线之轨道施工。

法商阿尔斯通及中鼎公司主要依法商以往施工经验进行施工计划之规划，其主要分为无道砟轨道施工、道砟轨道施工及浮动式道床轨道施工等3种轨道施作方式。

2.1 无道砟道床

厂商在无道砟轨道施工程序，由土建厂商现场移交开始，直到最终钢轨研磨为止，共计23项阶段性工作，厂商原拟采机械化沿线浇置混凝土基座之施筑方式，借以加速施工速度，故而将大型混凝土浇置钢轮车运抵工地，但后因台北捷运轨道形式及现场施工特性，经厂商试做且评估后，转而沿用北捷传统方式，将混凝土从道路表面传送至隧道内，再经混凝土输送管将混凝土直接压送至现场，由人工浇置及搅动混凝土。详细施作步骤如图1。

2.2 道砟道床

厂商在道砟轨道施工程序，由土建厂商现场移交开始，直到最终钢轨研磨为止，共计17项阶段性工作。详细施作步骤如图2。

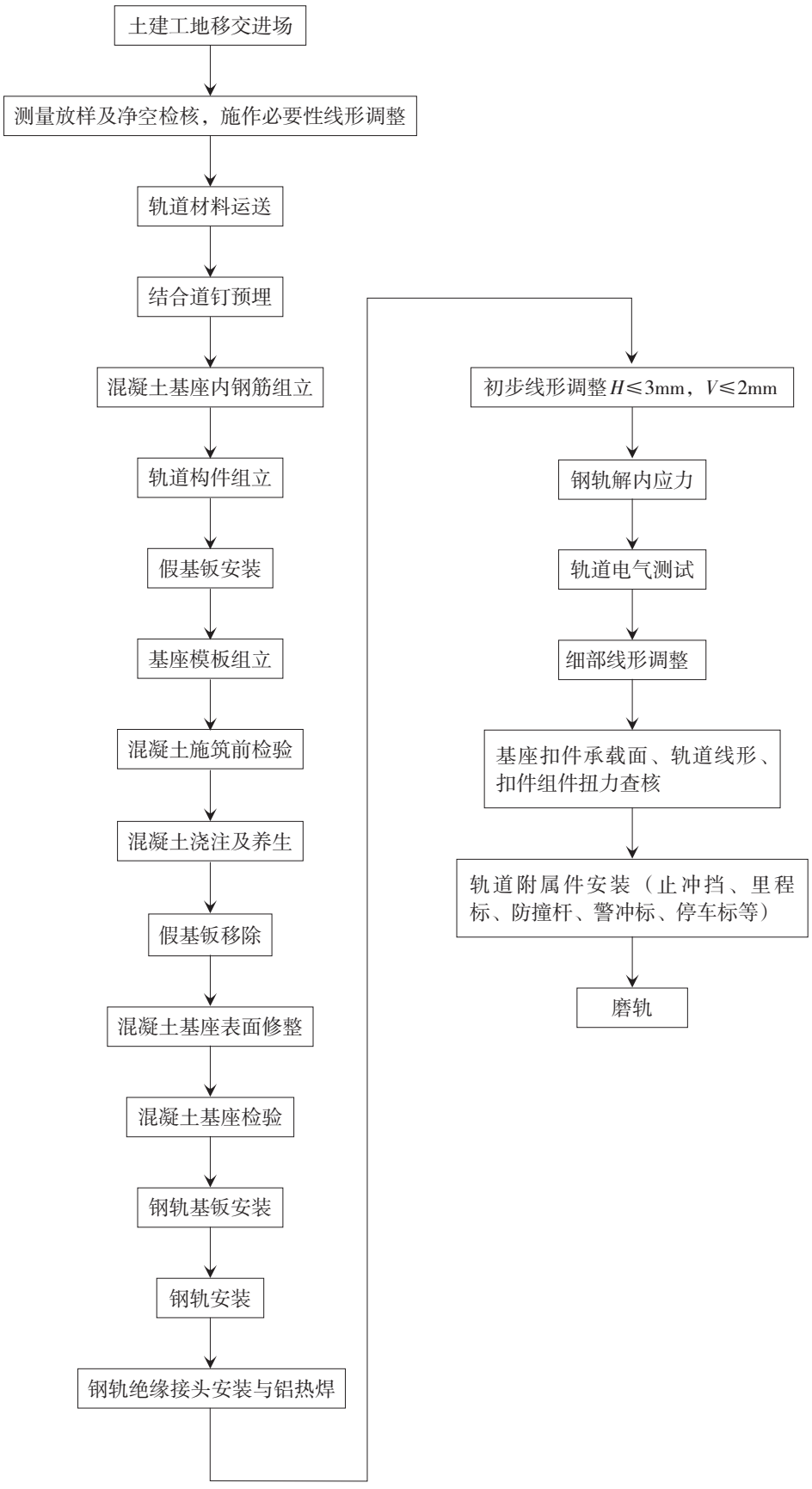


图1　无道砟轨道施工流程

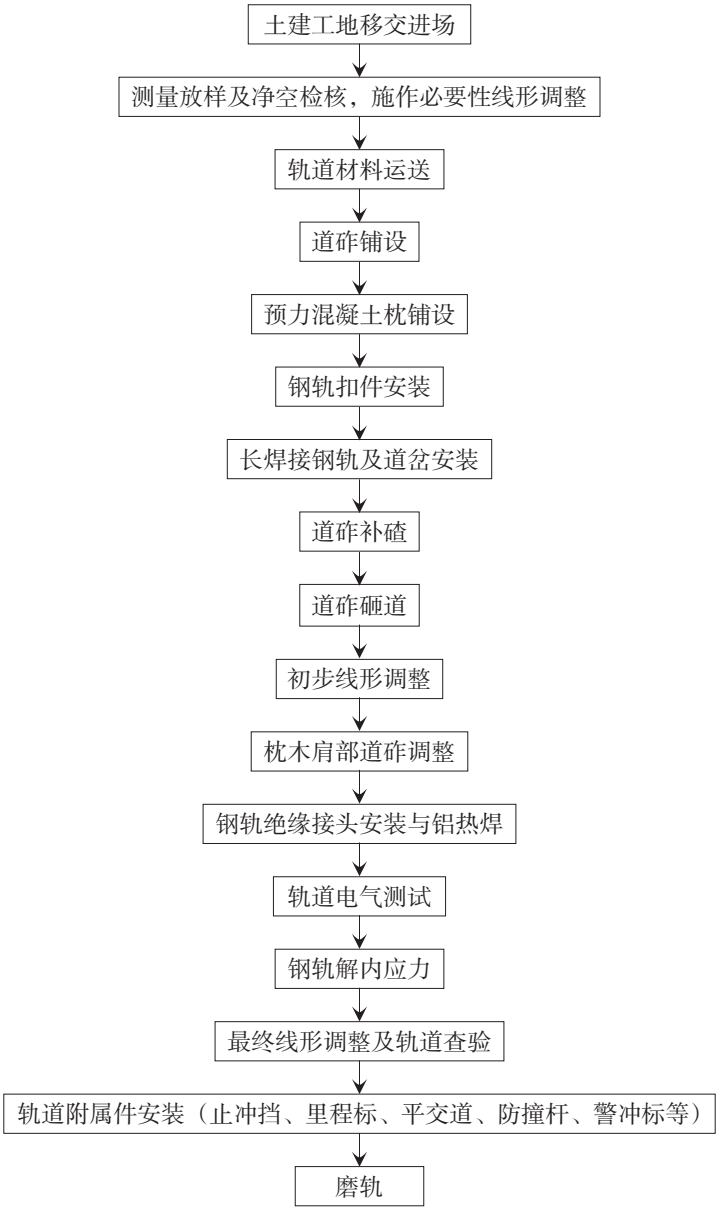


图2 道砟轨道施工流程

2.3 浮动式道床轨道

台北大众捷运系统轨道工程从未施做过浮动式道床轨道，故无以往施工经验可供借鉴。在芦洲线案例中，采用全新之施工材料、施工程序及施工机具，因已另有专文针对浮动式道床详细说明，故本案仅就设计及施工部分摘要说明，本案特殊轨区浮动式道床仅施作于新庄县辖区段，故不在本文讨论。芦洲线厂商针对浮动式道床轨道施做分为两阶段，一为浮动式道床版之安装，另一则为其上之轨道施筑等两个阶段，其中轨道施筑作业与一般无道砟轨道施作程序相同，主要分为四大阶段，并分为一般段浮动式道床轨道施作，说明如下：

（1）侧墙及侧向支承垫支撑块施做。一般段之浮动式道床采用预铸型迷你道版配合两侧侧墙及侧向支承垫支撑块。

（2）土建完成面（隧道仰拱面）之必要性修整，其中包含高程调整、完成面平整度修补、左右侧墙空间之调整等。

（3）一般段浮动式道床预铸型迷你道版之概略定位。一般段浮动式道床预铸型迷你道版于施工基

地由平板车运抵现场后，再经由安装于隧道两边内侧墙上之特制门型天车，吊至堆高机车上，再送至现场，经由现场工程师指挥将预铸型迷你道版安装之概略位置，本案特殊轨区浮动式道床仅施作于新庄县辖区段，故不在本文讨论。

（4）一般段浮动式道床预铸型迷你道版之详细定位。此阶段一般段浮动式道床预铸型迷你道版主要以人工配合小型机具进行侧向及纵向支承垫之安装作业，完成支承垫预压（设定为5mm预压值），以达其预期弹性劲度及支承垫细部归定位，同时至此迷你道版安装完成。

厂商在段浮动式道床施工程序，由土建厂商现场移交开始，直到最终钢轨研磨为止，共计26项阶段性工作，详细施作步骤如图3。

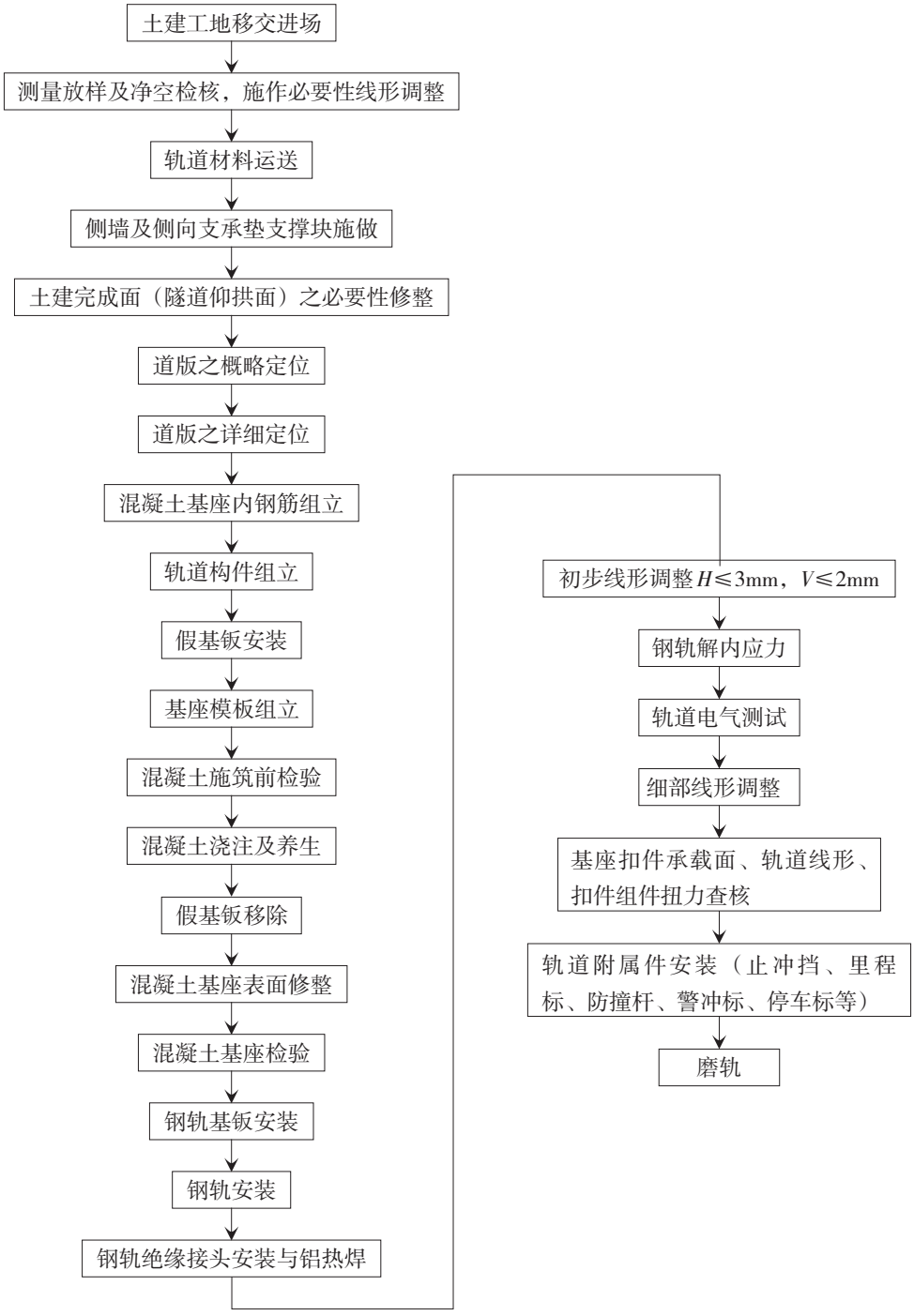


图3　浮动式道床轨道施工流程

3 轨道主要构件及施工设备

台北都会区大众捷运系统轨道工程中主要与世界其他轨道运运输系统最大之不同之处，为提升服务水平，降低养护维修工作量，则采世界首次使用全路线皆无钢轨伸缩接缝之轨道系统，故因此而衍生相关轨道工程之设计及施工，其中台北捷运于初期基本设计时，已做以系统性轨桥互制行为分析，检核钢轨三向受力及变位，进而厘定相关规定，而后厂商接续进行细部设计及施工。

3.1 钢轨

钢轨是轨道系统中上部组件，主要为直接承载车重，均匀往下传递， 导引钢轮行驶于固定路径及提供车轮平顺行驶面，需具足够强度、增加轨道稳定性、耐磨耗性、可焊接性、长寿年及降低长期养护维修成本等功能之重要器具。

台北捷运轨道系采用国际规范UIC 60钢轨，早期评估UIC 50钢轨即足承载列车轴重，但为考虑养护维修作业及使用寿年，采用之钢轨种类有耐磨钢轨及普通钢轨两种，普通钢轨采用UIC860/0 900A或EN 13674–1R260级，耐磨钢轨：UIC860/0 1100（3）级（合金）或EN 13674–1R320 Cr级或UIC / 860/0 900A级热处理钢轨（钢轨表面10mm内硬度为341–388 HBN}或EN 13674–1 R350HT级热处理钢轨。

3.2 特殊轨道

轨道系统中为配合列车营运需求如错车、避车、回车（紧急调度、端点站、区间营运等状况）等情势，可使列车由一股轨道切换至另一股轨道的轨道切换装置称之特殊轨道，特殊轨道应营运调度需求，需达一定速限、平顺几何曲线、高安全性等功能。

特殊轨道主要有道岔及菱形岔心等两大构件，其形式可依营运、路线布设及线形需求区分为单一道岔构成、单一横渡线（由两组对向道岔布设构成）、双/交叉横渡线（由4组道岔及1组菱形岔心布设构成），其终须经营运需求、现地地貌、施工难易度、养护维修性及经济效益整体评估后取选使用形式。

台北捷运道岔及菱形岔心设计制造时，依前述全路线皆无钢轨伸缩接缝特性，特别在高架无道砟道床，针对轨桥互制行为，对尖轨及岔心等受力及变位，做出必要性之配合设施。

道岔一般可分为尖轨区、导轨区与岔心区等3区，各区间之钢轨皆采铝热焊接形式联结，其中亦依号志或供电系统需求，其间以钢轨绝缘接头联结，该接头坐落位置宜避免设置于结构伸缩缝处或结构有大变位处，特别在浮动式道床处之钢轨绝缘接头则须评估检讨后设于适当位置。

目前台北捷运各路线多采德国BWG制造的特殊轨道，松山及信义线尚未定案。

3.3 轨道扣件系统

轨道扣件系统是轨道系统中中间组件，主要为将钢轨固定在轨道承托系统之上，其需配合轨道特性（依轨桥互制行为分析成果），再加上弹性及吸音减振的需求，厘定出弹性劲度及受力与变位规定，以台北捷运无道砟道床形式而言，轨道扣件为主要承力变形吸能的构件，亦为轨道之成功关键点。轨道扣件形式众多，台北捷运轨道扣件严格而言，应属钢轨扣件系统，其主要分为扣夹、基钣，锚绽组件等三大部分。

原则上钢轨扣件系统多依道床形式不同而异，以台北捷运芦洲线之钢轨扣件系统则涵盖道砟道床预力混凝土枕钢轨扣件系统、木枕钢轨扣件系统、无道砟钢轨扣件、浮动式道床钢轨扣件等4种钢轨扣件系统，未来其他线亦有采高隔振式是钢轨扣件系统。

不同钢轨扣件供货商所设计之钢轨扣件系统亦不相同，各有其独特理念，且其亦对其产品各有其专利，钢轨扣件系统的基本功能除提供钢轨扣压力及垂向弹性外，尚有限制钢轨纵向与侧向束制行为。故钢轨扣件系统之选择，对轨道质量具有决定性的影响，一般以整体成本低、安装及拆卸便利性、各型道床通用性、维修性、市场性、耐久性及乘客舒适性作为选用原则。台北捷运系统初期路网

所用的扣件系统主要来自德国VOSSLOH公司及美国LORD及ATS公司所开发的产品。

台北捷运无道砟道床扣件系统主要采弹性较佳化之基钣形式。第一条淡水线于1993年进行轨道铺设作业，但在1994年间，发生无道砟道床路段上钢轨弹性基钣组件产生锈蚀与剥离现象。锈蚀是发生在基钣金属顶板及底钣于无橡胶材包覆之钢材处，剥离则发生在基钣底钣与中间层橡胶材间产生脱胶现象。当时发现现场基钣有上述现象，并于1995年初确定为基钣剥离后，经过一连串之研讨与会勘调查，判断发生之原因有：弹性基钣表层未做适当之防锈防蚀处理、底板材质不适宜及基座基钣承载表面平整性之处理不足等原因。

故台北捷运在淡水线之后其他路线，弹性基钣则有铸铁材质作为底钣原料，主要采其强度高及锈蚀后产生保护层之特性，以强化基钣中底钣之功能达到设定强度及控制锈蚀侵蚀金属件之相关需求，在施工上则发展出混凝土基座更为细致施工作业（降低基板亦常受力之状况），在芦洲线无道砟轨道示范段及初期施工中，厂商亦有相似施做不佳之经验，经业主轨道专业人员建议及协助下，调整其原施作程序，强化钢轨扣件基钣承载面处之混凝土之特殊搅动方式后，以达轨道设计需求完工状况。

3.4 导电轨

电联车供电系统有集电靴/导电轨及集电弓/架空电缆等两种，台北捷运经安全、供电效益及景观等因素考虑下，最终决定采用集电靴/导电轨系统，且选用最具安全性的悬吊式导电轨形式。而导电轨材质则采用铝合金制导电轨本体配合抗磨耗的不锈钢接触面（与列车集电靴实际接触面）组成复合式导电，其间结合方式有分子结合或焊接方式等两种，将两者结合成一体。

3.5 钢轨绝缘接头

台北捷运轨道因采世界首次使用全路线皆无钢轨伸缩接缝之轨道系统，如前述说明。因此而衍生之较为特别之设计及器具，其中最为特别独特显现的构件即是钢轨绝缘接头，该项材料规范于当时制定后，并于北淡线执行中，成为美国铁路工程协会（AREA）制定夹胶式钢轨绝缘接头规范之主要参考依据。当时德籍顾问、英籍顾问、日籍顾问及法籍厂商，因其皆未有此经验，故皆针对北捷钢轨绝缘接头规范与一般传统钢轨绝缘接头规范不同处之讨论，其中较为重要则在纵向/轴向力要求承受2668.8kN，以往一般传统钢轨绝缘接头则为980kN至1470kN之间，其后针对全路线皆无钢轨伸缩接缝之轨道系统研发结果，纵向/轴向力要求亦有要求高达3920kN之测试规定。

钢轨绝缘接头主要配合号志之轨道电路、区隔供电系统之供电或维修换轨之方便性所设置。台北捷运自淡水线以来均采用连续无接缝之长焊钢轨（Joint-less Continuous Welded Rail，CWR）进行铺设，采用的钢轨绝缘接头可分成夹胶式与MT接头两种。

台北捷运IRJ之组装与世界上其他捷运系统之最大不同处，即安装作业均在工地现场进行，此与其他系统依赖工厂组装完成后再运抵工地之做法截然不同，且组装作业属不可逆过程，故确保组装质量一直是监造重点，进行现场组装前，组装工作队须先制作试体完成资格测试，以维持等同工厂组装质量。

在芦洲线浮动式道床路段之钢轨绝缘接头设置，则特别经由钢轨绝缘接头在浮动式道床受荷重变位及无钢轨伸缩接缝之轨道特性影响评估后，进而分析迷你道版与轨头变位量及综整钢轨绝缘接头距道版端部实际距离后，最终确认钢轨绝缘接头布设位置。

3.6 运输设备

台北捷运运输设备形式众多，中和线及土城线为因应现场施工环境，采用较突破制式施工模式，在隧道内由机车头配合门型吊架及滚轮装置，以较为弹性且不占据空间方式来运送钢轨，以土城线而言采用两种形式运输台车，分别有胶轮及钢轮两种形式。

在芦洲线采用台湾省内首度使用之弹性支承垫式浮动式道床，其中隧道内迷你道版之运送则为较大之挑战，经多方考虑下，发展出隧道内大型自走式门型吊架天车，其运送过程，自左而右为迷你道版自储运场吊至运输钢轮平台车后，经由机车头运往现场，抵达隧道内停妥，经自走式门型吊架天车

将迷你道版吊离平台车，再经由胶轮堆高机运送至迷你道版安装现场，由堆高机将迷你道版听从现场工程人员指挥，将迷你道版归于大致定位点后，再经由人工做进阶更精准之微调。

芦洲线轨道厂商为求施工自动化提升施作功率，特别引进大型铁公路两用工作平台车，该台车为双向/双头驾驶室，可双向操作，更增加其调度灵活性，配有吊车及发电机，在芦洲线轨道运送材料及机具设备时发挥相当大之功效，亦有协助现场轨道施工之作业。

3.7 浮动式道床验证设备

在芦洲线采用台湾省内首度使用之弹性支承垫式浮动式道床，在发包规范中为确认厂商设计及施作之浮动式道床减振效果可达原规划所设定要求，故在厂商完成示范段后要求其施作减振效果自然频率及验证量测，并在浮动式道床轨道完成安装后，进行最终减振效果验证测试，此部分开启台北捷运轨道技术之先河，同时在验证效果一如原先规划之预期减振效果。

厂商完成示范段后施作验证量测较特别之相关设备，有气动冲击锤及振动量测设备及振动量测sensor。

4 轨道基座施工技术

台北捷运无道砟轨道主线段采弹性基钣混凝土基座形式轨道，前述提及钢轨扣件基钣于淡水线有基钣剥离案例，其可能原因有基座承载基钣面不平整之因素，另基座亦是轨道结构中直接承载钢轨质量及列车运行荷重之轨道构件，故而特别探讨轨道基座之施工技术，轨道基座包含混凝土、钢筋及其他预埋件（包含钢轨扣件预埋套管、导电轨支承架锚锭预埋套管）。预埋件即是部分之锚锭组件预先埋入混凝土者，钢轨扣件基钣以螺栓固锁于基座中预先埋设在混凝土内之锚定套管中，其材质为延性铸铁，表层为防蚀及绝缘涂覆Epoxy；导电轨支承架亦以螺栓安装固定于基座中预先埋设在混凝土内之锚定套管中，其套管则因电气绝缘需求而采用HDPE材质。

混凝土基座内另一特殊零件则是配合供电负电回流系统而施作之杂散截流网，所设置之钢筋与钢筋间之绝缘配件，亦即HDPE材质之钢筋绝缘子，其功能除绝缘需求外，亦有钢筋组立时提供固定钢筋及保持其间距等功能，施工厂商于现场施作时，亦有用其隔离钢筋与锚定套管，已达钢筋间净距要求。前述零件在台北捷运淡水线轨道施工中沿袭使用至今。

目前台湾“铁路局”亦有采纳台北捷运轨道基座精髓，而于苗南隧道、彰化追分段、后龙段、宜兰段等路段，采用弹性基钣混凝土道床形式之无道砟轨道。

在芦洲线浮动式道床轨道施作之精神及程序，经全盘考虑后，如前节所述，采用浮动式道床与钢轨及基钣与其支承基座混凝土，分开施筑方式处理，浮动式道床基座之施作方式较主线一般段基座施作最大之差异点，亦是其困难处，即是基座范围较小，意即施作空间亦小。同时为充分结合道版及基座为一体，两者间留有结合用之预留钢筋，亦造成基座组筋及灌浆更为不易，故而厂商在使用之器具上做出适当之变通，同时因迷你道版在道版两侧预留出基座下部空间，故基座外露道版以上之高度较浅，故模具采木质模版取其现场较易调整之特性，另因钢筋较浅且基座下部空间埋于道版凹槽内，针对杂散电流截接续流铜导线，则以铜片替代，并将其焊接至道版内钢筋笼，而裸露于道版外之铜片则可未来接续负电回流电缆，其余施作器具及细节则与一般段主线基座相同。

在钢轨高程控制方面，北捷自淡水线之后，引进TOP DOWN工法，并使用GSF模具，在完成混凝土浇置且于拆模后，再以混凝土填补其GSF模具钢棒抽离后所遗留之孔洞，然在浮动式道床基座施筑过程中，因操作空间与基座实质空间及深度有限，故而采侧面顶撑钢轨方式处里，其与主线一般段钢轨高程处理方式亦有不同，特殊轨区浮动式道床施作方式则与一般特殊轨施作方式相近。

5 芦洲线轨道工程执行经验谈

台北捷运执行至今已愈25个年头，轨道执行单位由北工处北六所、南工处南五所、中和工务所到

中工处成立台北捷运唯一轨道专业工务所，20a间已累积相当多的轨道专业技术及能量，其中经验之累积，亦在芦洲线轨道执行中发挥相当大之功效，其可分为管理行政部分及技术部分等两方面说明。

在轨道管理部分，因台湾轨道专业人员普遍不足，故从早期淡水线外商TSO及唐荣公司到芦洲线轨道工程执行过程中，多有外籍管理及工程人员参与计划执行，然因文化背景差异、外籍厂商与工务所行政作业程序不同、界面协商机制之落差及语言无法完全充分沟通，而造成工作执行之困扰，在芦洲线轨道执行的6个年头中，经过上至局内下至工程处工务所与监造顾问等，各个主办同仁多方努力下，且在厂商努力求变且历经4任项目经理之调整与洗礼，在厂商各项业务执行时间已明显缩短且界面协商过程由艰涩至圆润顺利，故在芦洲线后阶段轨道作业日益顺遂。

在轨道技术方面，因外籍顾问多有其个别经验，故在工作执行中造成困扰，其主要有台北捷运轨道特性度、本地施工技术、施工环境、天候环境、物料资源、施工程序及细节等了解程度落差之议题，但在外籍厂商与及业主方相互沟通及业主方多方说明下，亦由相互间技术背景落差中汰异求同，最终在双方努力下取得符合契约规定且本地之最佳解决方案，对此双方在轨道专业技术上皆有重大收获。

6　结　语

台北捷运轨道工程经历25a发展，所选用之器具，已愈来愈成熟，其中部分器具及轨道技术亦属国际轨道界之先进技术之一，其中有国际工程人员参与台北捷运轨道工程，其国籍涵盖有英国、印度、美国、法国、德国、日本、韩国、捷克等，虽国籍众多，但并未因技术源流不同发生混乱无法统合现象，台北捷运轨道工程反而因整合成功，进而促使台北捷运轨道工程技术及器亦较其他轨道系统更多元化之发展。

台北捷运轨道工程一向具有自我调整创新之活力，台北捷运在未来轨道工程之创新修正上已看到其将再引进新的降噪减振新措施，如机械弹簧式浮动道床及高隔振轨道，更将面对高难度之台北环线高架轨道施工，未来宜强化本地化轨道技术之落实，并持续进行轨道规范调整修正机制，并由局内及工程处与轨道专业工务所相关单位，经由适当管道对轨道工程从业人员传承台北捷运轨道工程专业技术经验，进而减少轨道厂商摸索及磨合期，尽快进入状态，也期望未来轨道厂商能相对配合，相信未来台北捷运轨道执行亦能愈来愈顺利，而所有从事台北捷运轨道工程人员之辛劳亦能获得工程顺利完成之最大精神上之回报。

回顾台北捷运轨道工程历经20a之发展，其中充满挫折与艰辛，但在所有参与台北捷运轨道工程人员之付出下，亦有充满经验传承、自我调整与创新特质，世界与本地的结合，发展出最适合台北捷运轨道工程的工艺器具与及技术。

参考文献

[1] 张志荣. 都市捷运：发展与应用［M］.［出版地不详］：詹氏书局，1994.

[2] 郑国雄，张思. 轨道工程［M］.［出版地不详］：“大中国图书公司”，1994.

[3] 张志荣. 都市捷运：规划与设计（下）［M］.［出版地不详］：三民书局，1999.

台北市公交车专用道之作业特性

曾平毅[1] 张琼文[2] 林育成[3]
（1.“中央警察大学”交通学系，台湾；2.“交通部”运输研究所，台湾；3.“中央警察大学”交通管理研究所，台湾）

摘 要：台北市自从1996年开始辟建公交车专用道路网，目前已设置在14条干道之路段上，总长度计有31.34km，均采在快车道上布设且公车站设于号志化路口近端之方式设置。介绍了公交车专用道之运作状况：（1）公交车专用道之平均自由旅行速率随路口间距的变化很小，约为40km/h；（2）公交车专用道上第一辆公交车靠站时，车头与站台前端之平均距离为6~10m，因此常有站台不能有效利用之情形；（3）公交车专用道等着进站之公交车，从加速前进然后减速并停车靠站之时间与跟进距离有明显之线性关系；（4）乘客上下车完毕加速并前进一车长所需的时间平均为6.1~6.9s；（5）公交车平均靠站时间在7~16s。

关键词：公交车专用道；自由车流速率；靠站时间；付费方式

1 引 言

台湾“交通部”运输研究所（以下简称运研所）正陆续修订《2001年台湾地区公路容量》[1]，最近几年的修订工作重点在于第十一章多车道郊区公路[2]及第十三章市区号志化路口[3-4]。但由于都会区之交通状况比较复杂，容量分析之工作的需要也较迫切。故运研所自2007年开始为期3 年工作的研究计划，修订容量手册之第十六章“都市干道”[5]、第十七章“都市公交车”及第十八章“机车专用道”[6]。第十六章及第十八章已修订。

从交通运作之观点而言，市区公交车作业效率除了受道路几何设计、号志控制策略及道路车流状况的影响之外，也受到公车站设置及使用方式之限制。公交车专用道之设置不仅符合鼓励大众运输的交通政策，更符合节能、减碳的世界环保重要议题。虽然要在都市道路中设置公交车专用道，有其先天性的几何条件限制，但只要道路宽度许可之下，设置公交车专用道可以有效提升大众运输效率与其承载率。目前台北市已设置多条公交车专用道（表1），而其他县市正积极规划设置当中。其中，嘉义市已在市区与高铁车站间的高铁大道（50m宽）之内侧快车道，双向顺向设置公交车捷运车道，连接的世贤路、自由路以及垂杨路则于内侧快车道，双向顺向设置大客车专用道，其运作特性均属于公交车专用道之应用。台中市则在台中火车站之“建国路”（公车站范围）、福安路（内侧快车道，南向顺向，福科路至台中港路之间）设置公交车专用道。高雄市则在于成功路（外侧第二车道，双向顺向，新光路至时代大道间）设置大众运输专用道（公交车、大客车、出租车均可行驶）。

表1 台北市公交车专用道实施路段及时间

路 线	起 点	终 点	长度（km）	布设方式	行驶方向	实施日期
松江路	民权东路	长安东路	1.54	内侧快车道	双向、顺向	1996-01
新生南路	忠孝东路	和平东路	1.78	外侧快车道	双向、顺向	1996-06
敦化南北路	民权东路	信义路	3.15	外侧快车道	南向顺向	1996-01
民权东路	敦化北路	承德路	3.60	内侧快车道	双向、顺向	1996-08
民权西路	承德路	延平北路	0.64	内侧快车道	双向、顺向	1998-11
南京东路	中山北路	三民路	4.20	内侧快车道	双向、顺向	1996-07

续表

路　线	起　点	终　点	长度（km）	布设方式	行驶方向	实施日期
仁爱路	中山南路	敦化南路	3.10	外侧快车道	西向顺、东向逆	1996–07
仁爱路延伸段	敦化南路	逸仙路	1.20	外侧快车道	双向、顺向	1998–10
信义路	中山南路	基隆路	4.50	外侧快车道	东向顺、西向逆	1996–07
重庆北路	酒泉街	南京西路	2.00	内侧快车道	双向、顺向	2001–01
中华路	忠孝西路	爱国西路	1.10	内侧快车道	双向、顺向	2001–04
罗斯福路	和平西路	兴隆路	3.10	内侧快车道	双向、顺向	2006–05
新生北路、松江路	长安东路	八德路	0.33	内侧快车道	双向、顺向	2006–11

根据营建署之研究[7]，设置专用道的条件如表2所示。目前台湾各市区只有台北市及嘉义市有在几条干道上设置公交车专用道。这些专用道皆与号志化路口平面交叉，而且通常只有一车道。除非转向或特殊原因，公交车必须行驶在专用道上。专用道上之公车站可能设在快慢车道之内侧或外侧。站台宽度一般在3m左右，长度则可让3~7辆的公交车同时停靠。为了方便乘客通过路口，专用道的站台通常设置在号志化路口附近，如图1及图2所示。

表2　公交车专用道设置条件[7]

考虑因素	实施时段	设置条件
公交车需求	尖峰时间	尖峰小时公交车流量达50辆以上，或公交车载客量达1h内2000人以上
	全天	尖峰小时公交车流量达75辆以上，或12h内400辆以上
道路几何设施	尖峰时间	在双向车道上，应至少需有双向合计4车道宽度在单行道上，应至少需有3道
	全天	在双向车道上，应至少需有双向合计6车道宽度，在单行道上应至少需有3车道

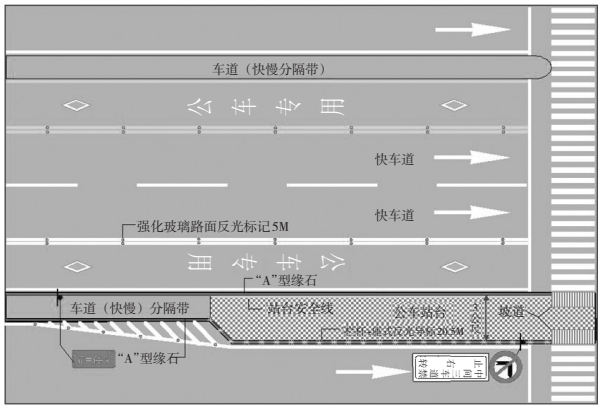


图1　快慢分隔路型快车道外侧顺向公交车专用道站台

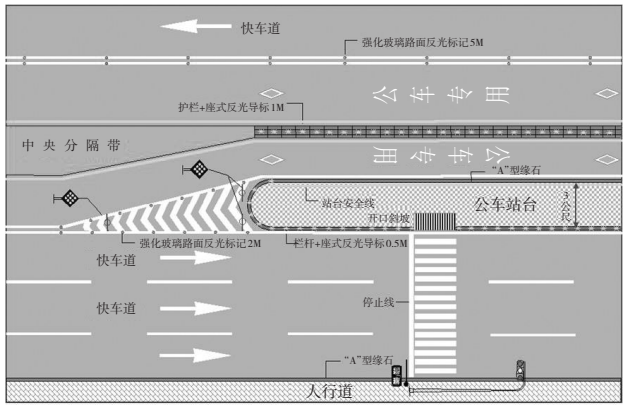


图2　中央分隔路型快车道内侧顺向公交车专用道站台

在没有专用道之公交车路线上，公车站一般设在路边行人走道边，通常可设在路口近端、路口远程或路段中点附近。依据《道路交通管理处罚条例》[9]第55条第2项规定，交叉路口10m或消防车出入口5m不得临时停车，因此公交车路边停车位常距离交叉路口30m以上。不论有无专用道，《台北市公共汽车客运业经营管理办法》[8–9]第9条第一项建议公车站之距离以400m以上为原则。

国际公交车系统已普遍设置公交车自动定位、自动计算缴费之仪器。此外，自动定位系统可让交通管理中心利用公交车当做探针车，提供实时数据来推估干道或路网之交通状况。台湾市区公交车也已经开始提供从GPS讯号所得之公交车动态数据。

目前台北市设置公交车专用道之形式，主要是一专用车道及停靠站，在停靠站后车无法超越前车。有鉴于目前台湾对于公交车专用道之作业现况仍不是很完整，尤其是乘客目前已大量运用非接触式的智慧卡（台北市为悠游卡），乃希望透过一些现场调查资料与分析，以增进交通界对市区公交车专用道作业之了解，内容包括公交车专用道之自由旅行速率、公车站停车位之利用、公交车服务时间（包括靠站时间、跟进时间）等作业特性。

2 公交车自由旅行速率特性

自由旅行速率（以下简称自由速率）指不受号志控制及其他车辆影响时之速率。本研究在表3所列之4个台北市路段的中点利用激光测速枪搜集自由速率样本。台北市对于公交车行驶市区道路（包括公交车专用道）之速限为40km/h，其他市区道路的速限绝大多数为50km/h，速限为60km/h或70km/h之道路很少。此外，市区道路上，号志化路口间距超过400m的路段不多，因此本研究的现场调查只包括2个速限40km/h之专用道路段及2个速限50km/h之混合车道路段，号志化路口间距则限于160及440m。

表3 台北市公交车自由速率调查路段

路段代号	路段地点	路口间距（m）	速限（km/h）
LB	敦化北路往南公交车专用道（民生东路与民权东路之间）	440	40
LM	敦化北路往北混合车道（民生东路与民权东路之间）	440	40
SB	敦化北路往南公交车专用道（长春路与敦化北路199巷之间）	160	50
SM	敦化北路往北混合车道（长春路与敦化北路199巷之间）	160	50

表4显示各调查路段之公交车平均自由速率很接近，在37~41km/h的范围内。公交车在混合车道之速限与在公交车专用道之速限相同，但混合车道上公交车自由速率约高出2km/h。号志化路口间距对平均自由速率之影响也不大，间距从160m增加到440m时，平均自由速率大约只增高1.5km/h。根据这些现象，分析专用道及混合车道上之公交车交通作业可将公交车平均自由速率设定为40km/h。有现场数据时，则应根据实际之平均自由速率。

个别公交车之自由速率在平均自由速率之76%~140%之间，如图3所示。如与小车及大车之自由速率相比较，图4显示正常化（自由速率/平均自由速率）公交车自由速率的变异性比其他车种小。

表4 台北市公交车平均自由速率

路段代号	车道性质	路段长度（m）	自由速率	
			平均速度（km/h）	标准差（km/h）
LB	专用道	400	39.0	3.2
LM	混合车道	400	41.1	4.9
SB	专用道	160	37.5	2.8
SM	混合车道	160	39.6	4.0

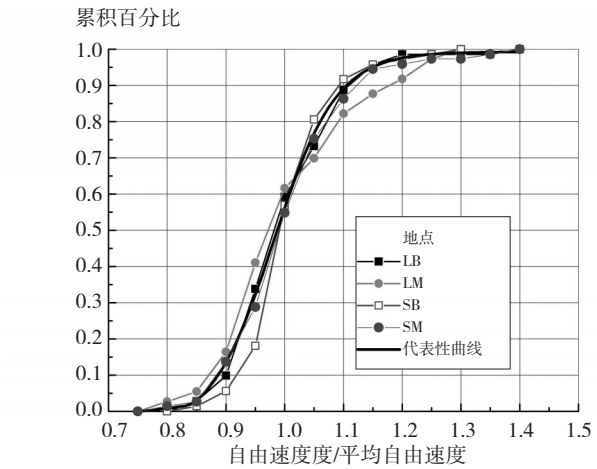


图3　正常化公交车自由速率之累积分布

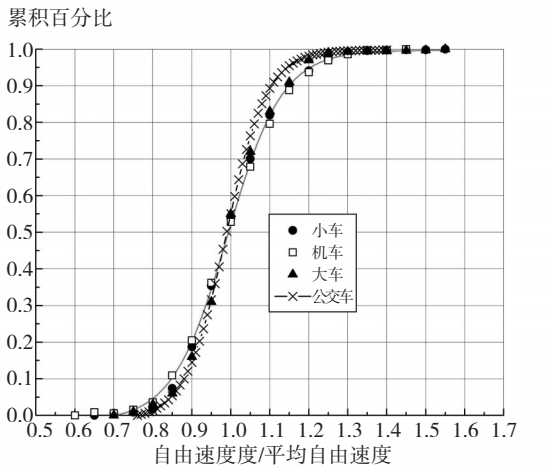


图4　不同车种正常化自由速率累积分布之比较

3　停等公交车之疏解特性

市区公交车离开车站之后的行车效率深受停等公交车在号志化路口疏解特性之影响。本研究在敦化南路上与市民大道交叉路口之往南公交车专用道搜集现场资料，此专用道的公交车长度为47m，站台前端即是路口之停止线，通常可让4部公交车同时停靠。车道宽为3.2m，号志周期长度为200s，专用道上公交车可用之绿灯时段为93s，黄灯为4s。专用道之速限为40km/h。因为公车站之最后一部公交车乘客上下车完毕，开始加速之后，在站台上游等候的公交车才能进站让乘客上下车，所以能连续疏解的公交车通常只有4部。台北市公交车专用道设置都是紧邻停止线，所以没有适合观察长停等车队之地点。

现场数据搜集乃利用有内存之秒表记录每一公交车后轮通过停止线之疏解车距。在第一停等位置之公交车疏解车距等于从绿灯开始到后轮通过停止线之所需时间。表5为从现场数据整理所得之平均疏解车距及疏解率之统计数据。

表5　市区专用道停等公交车疏解车距及疏解率

停等位置	疏解车距（s）		疏解率（辆/h）	样本数
	平均值	标准差		
1	5.29	1.24	680	55
2	4.34	0.93	829	55
3	4.03	0.73	894	55
4	3.84	0.71	938	40
5	3.67	0.49	982	18
6	3.42	0.60	1051	2
7	3.78	—	952	1

注：调查地点为台北市敦化南路上市民大道交叉口往南。

4　公车站停车位之利用

台北市的公交车专用道上公车站之站台长度通常在45～50m，同时可停靠4辆标准公交车。由于公交车到站时之停车位置会影响到后续到达之公交车停靠与公车站之容量及旅行速率，本研究在台北市市民/敦化（往南）及民权/复兴（往东）之两个专用道公车站搜集资料，以了解公交车靠站时利用

停车空间之特性，现场调查对象包括了：（1）公车站没有车辆时，第1辆进站公交车之停车位置。（2）有数辆公交车靠站时，公交车之停车间距（车头到车头之距离）。

现场记录公交车专用道公交车停车位置乃根据站台前端位置作基准，停车位置以公交车停下之后车头位置与基准点之距离来代表。正距离表示车头没超过基准点，负距离则表示车头超越停止线。表6显示第1部靠站公交车平均停站位置及相关统计数据。从表6可观察到，在公交车专用道第1部公交车之平均停车地点距离站台前端大约在5~10m之范围。因为公交车的平均车长大约是11.2m，所以平均有半个到一个车长的站台长度不能让其他公交车使用。此外，如图5所示，第1辆靠站公交车之停车位置的范围相当大，有些公交车靠站时车头超越停止线2m左右。在长度45~47m之站台，没有超越停止线之第1辆靠站公交车停车位置离站台前端最远的距离各达35~38m。换言之，站台后端须有9~10m之站台停车空间，才能让一辆公交车停靠。所以如站台长度为Lm，最少所需停车空间为L_{min}m（建议值：10m），则第1辆公交车靠站位置的范围，从站台前端下游大约2m处延伸到上游$L-L_{min}$m。如将第1辆之停车位置除以$L-L_{min}$（L_{min}=10m）以正常化，则图5之停车位置的分布可转换成图6之分布。图6显示正常化之停车位的分布随公车站地点之不同有相当显著之变异性。因此如果必须准确分析专用道之作业，则宜根据现场调查之结果以定停车位置之分布。在没有现场数据之情况下，用图6之分布可合并成一分布来代表停车位置之分布。

表6　专用道第1辆公交车停站位置之相关统计数据

车站代号	站台长度（m）	停等位置（m）			样本数（公交车）
		平均	标准差	范围	
U1	47	10.2	9.8	−2~38	150
U2	45	5.6	6.5	−1~35	132

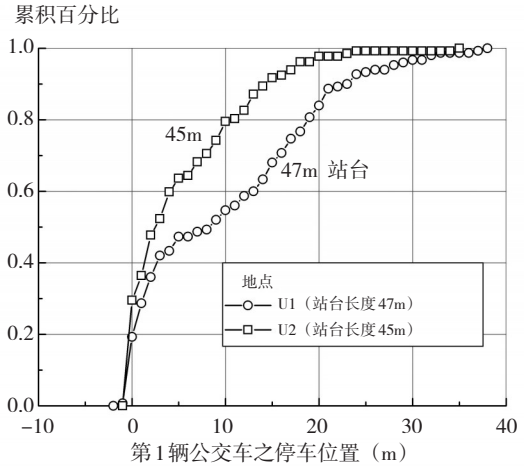


图5　专用道第1辆公交车停车位置之累积分布

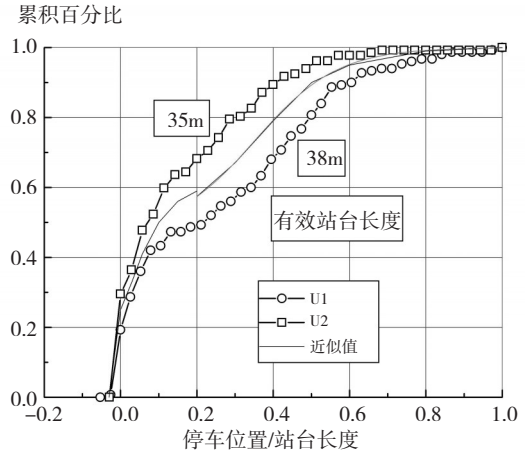


图6　专用道第1辆公交车正常化停站位置之累积分布

表7显示专用道上两停站公交车之车头间距平均值大约为13.2m。因为公交车平均车长为11.2m左右，所以前车车尾到后车车头的间距在2m左右。从表7亦可知专用道靠站公交车的车头间距大约是一或两公交车长度。U1及U2公交车站靠站公交车车头间距之分布很接近。

表7　靠站公交车车头间距统计

车站代号	车站形态	站台长度（m）	站牌范围（m）	车头间距（m）			样本数（公交车）
				平均	标准差	范围	
U1	专用道	47	—	13.0	1.8	9~23	187
U2	专用道	45	—	13.4	1.9	9~24	215

5　靠站之跟进时间与清站时间

公车站若有专用站台或有画在铺面上之公交车停车格，则当车站停车空间皆被占用时，随后到站的公交车理应等在车站上游，让前方公交车离站之后才能进站让乘客上下车。实际上这现象在路边公车站少见，因为公交车有时超越已靠站之公交车然后停车让乘客上下车，这些公交车亦可能停在公车站上游时（尚未进入公车站）就让乘客上下车，甚至与已停靠站之公交车平行停车。

公交车靠站跟进时间指一在站外停等公交车从加速进站到停在车站内某地点所需之时间。这时间影响专用道的容量及公交车之延滞及旅行速率。本研究在台北市敦化南路与市民大道路口（往南）的专用道，搜集靠站跟进时间。在调查地点所观察到的跟进时间虽12~60m之范围内，其相关之跟进时间与跟进距离大致有线性的关系。此关系可用下列之回归模式（r^2=0.77）来代表：

$$T_m=3.5+0.18D$$

式中，T_m为跟进时间（s），D为跟进距离（m）。在特定跟进距离时，跟进时间之变异范围大约在式1估计值之±2s。因为在公交车专用道上，一停等公交车只能在前方所有停站公交车都开始加速离站时才能跟进，所以该停等车成为第1辆靠站公交车，其跟进可根据专用道第1辆停站公交车之位置来估计。

清站时间指从乘客上下车完毕（双脚落地或双脚踏上公交车）到公交车加速前进一车长所需的时间。公交车之清站时间可能受到下游或左侧车辆之影响，亦可能受到下游号志控制的影响。本研究在3个公交车站搜集不受干扰情况下之清站时间。根据现场数据，表8显示各调查地点公交车平均清站时间及相关之统计资料。平均清站时间在6.1~6.5s之间。桃园市路边车站上之平均清站时间相同，皆为6.6s。台北市公交车专用道上之清站时间稍低。因为平均清站时间的变异范围不大，所以在没有现场数据之情况下，可假设平均清站时间为6.5s。

表8　无干扰时平均清站时间及相关统计资料

车站代号	专用道车站名称	平均清站时间（s）	清站时间标准差（s）	样本数	平均清站时间（s）
A1	民权复兴站	6.2	1.3	56	
A2	捷运西门站	6.5	1.1	51	6.3
A3	捷运公馆站	6.1	0.9	50	

上述清站时间包括乘客上下车完毕之后到车门关闭并开始加速之时间。为了探讨这关门时间之性质，本研究在敦化北路长庚医院站（往北）之路边车站及民生敦化北路口专用道车站（往南）搜集资料。根据现场资料，专用道站及路边站之平均关门时间为1.72~1.76s，其相关标准差各为0.71~0.90s。

公交车让乘客上下车之后，如果受到号志或其他车辆之影响，则其清站时间会比在无干扰时的清站时间长。台北市专用道号志常会增长公交车之清站时间。路边公车站通常远离停止线，所以清站时间受号志之干扰的可能性较小，但车站左侧同向之车辆可能阻挡公交车之清站，其影响程度随许多因素而变。计算机仿真是分析此情形比较可靠的工具。TRB2000年之HCM用一简单的手续以调整清站时间之估计值。HCM2000认为在车辆随机到达之情况下，左侧的流率在100辆/h以下不会影响清站时间，车流率每增加100辆/h，则清站时间会增加1s。事实上，左侧车流对清站时间之影响会随公车站及停止线之间的距离而变。

6　乘客上下车及付费时间之间隔

公交车到站时，从同一门上车或下车之乘客可分成无付费乘客及付费乘客。付费乘客之付费方式随公交车系统而异。以台北都会区之公交车为例，乘客可能上车付费或下车付费，付费时可使用现金

（通常是硬币，不找零），或使用非接触性之悠游卡。乘客下车时间或付费时间会影响靠站时间，因而亦影响公车站容量及公交车之延滞及旅行速率。为了建立一直接利用上下车及付费时间以估计靠站时间之模式，本研究在台北市搜集下列资料：（1）无特殊乘客（如老人、小孩、带大件行李及其他行动不良之乘客）、公交车没壅塞、无付费之上下车时间的间隔。（2）无特殊乘客、公交车没壅塞、有付费时之付费时间的间隔。（3）特殊乘客之付费时间的间隔。本研究没有搜集公交车拥挤（很多站立乘客）时之上下车或付费时间，其原因是公交车内之拥挤程度不易在现场观察并数据化；而无付费特殊乘客上下车时间很难观测到大样本数据。

6.1 无付费乘客上下车时间之间隔

本研究在表9所列之公车站搜集无付费乘客上下车时间间隔之资料。上车时间代表乘客双脚、踏上公交车之瞬间，下车时间代表乘客双脚着地之瞬间。从现场数据整理所得之统计数据显示，从此表可知不论地点、上车或下车，利用前门或后门，平均上下车时间之间隔都在1.42到1.57s，其差异很小。在这种情况下，本研究建议用1.5s来估计无付费而且非特殊乘客上下车时间的间隔。

表9 无付费/非特殊乘客上下车时间的间隔特性

公车站形式	上下车	车门使用	公车站	样本数	平均间隔（s）	标准差（s）	平均间隔（s）	标准差（s）
台北市专用道	上车	前门	捷运西门站	67	1.52	0.28	1.50	0.32
		后门	民权复兴站	42	1.46	0.37		
	下车	前门	捷运西门站	48	1.46	0.30	1.47	0.30
			民权复兴站	84	1.48	0.26		
		后门	捷运西门站	42	1.42	0.33		
			民权复兴站	51	1.52	0.34		

6.2 非特殊乘客之付费时间

付费时间指乘客轮流付费之时间间隔。本研究在表10所列之公车站搜集付费时间的资料。

表10 台北市无特殊乘客时专用道上公交车乘客付费时间

付费方式		公车站	样本数（公交车）	付费时间（s）		合并之付费时间（s）	
				平均	标准差	平均	标准差
上车收费	悠游卡	民权松江站	111	1.92	0.44	1.92	0.42
		捷运西门站	79	1.96	0.41		
		捷运公馆站	65	1.88	0.40		
	投现	民权松江站	28	2.17	0.50	2.06	0.56
		捷运西门站	57	2.01	0.58		
下车收费	悠游卡	捷运西门站	65	1.88	0.27	1.81	0.33
		捷运公馆站	39	1.85	0.38		
		民权复兴站	56	1.77	0.34		
		民权承德站	59	1.75	0.32		
	投现	捷运公馆站	76	1.87	0.46	1.92	0.46
		民权承德站	58	1.98	0.45		

（1）付费方式相同时，平均付费时间随公车站地点不同之变异性很小，所以表10不同车站之数据整合，以显示不分车站时，上下车使用悠游卡或投现之平均收费时间。

（2）从统计学之观点而言，上车付费使用现金的平均付费时间确实高于使用悠游卡的平均付费时间（显著水平：0.05），但平均差异只有0.14s（分别是2.06和1.92s）；因此，如果这两种付费方式之乘客各有10人，其总付费时间也只相差1.4s。

（3）下车投现之平均付费时间亦确实比使用悠游卡的平均付费时间长，但两者之差异只有1.1s（分别是1.92和1.81s）；因此，悠游卡之主要益处在于方便乘客，并且改善公交车之经营效率。

（4）使用悠游卡时，上车的平均付费时间确实有高于下车平均付费时间的现象（显著水平：0.05）。使用现金时，现场上车之平均付费时间（2.06s）亦高于下车之平均付费时间，但是投现付费时间之变异性较高，因此不能确定观察值之差异是因为上车或下车所造成。

6.3 特殊乘客付费时间

本研究在公交车乘客较多之台北市区搜集特殊乘客付费时间的资料，调查地点包括了约12个公车站。因为特殊乘客很少，而且投现乘客也很少，所以只搜集到有关悠游卡付费，是很有限的资料。根据现场数据整理所得之平均付费时间如表11所示。所有特殊乘客的平均付费时间为4.43s（标准差1.94s），比非特殊乘客使用悠游卡的收费时间约长2.5s。

表11　特殊乘客使用悠游卡之上车付费时间

乘客属性	样本数（人）	付费时间（s）	
		平均值	标准差
1. 老人	60	4.04	1.49
2. 找悠游卡	4	5.16	1.30
3. 行动不良	1	3.62	—
4. 抱小孩	3	2.71	0.51
5. 拖行李	1	10.22	—
6. 拿大件物品	2	4.06	1.42
7. 牵一位小孩	5	5.26	1.62
8. 悠游卡感应不良	4	8.69	2.44

7　靠站时间

前一节所描述用于估计靠站时间的方法，只能在有乘客起讫点及上下车付费方法之分布的数据时才能应用。目前国际上公交车公司一般没有这种数据，因此分析公交车作业效率及容量时所用的数据都是在各停车站公交车靠站时间的概率分布。本研究在表12所列之专用道停车站搜集靠站时间，以了解靠站时间之分布特性。现场调查时，调查员记录每一到站公交车之靠站时间，此时间从公交车停住到乘客上下车完毕之后公交车关门并开始加速之瞬间为止。根据现场数据，表12显示各专用道及路边调查车站公交车靠站时间之平均值，标准差及变异系数。

（1）专用道公交车靠站平均时间普遍偏低。虽然调查期间在尖峰时段，平均靠站时间很少超过15s。相对而言，路边车站的平均靠站时间较长。台北车站之平均靠站时间最高，达37.7s，台北市汉中街西门市场站之平均靠站时间也达30.5s。公交车专用道靠站时间偏低之原因，有可能多为中间站乘客上下车不多，或是公交车服务频率较高所造成。

（2）靠站时间之变异系数在0.49~0.83之范围内，变异系数与平均停靠时间没有显著的关联性。

表12 台北市专用道靠站时间统计

调查站	靠站时间			样本数
	平均（s）	标准差（s）	变异系数	
仁爱/中山路口（往西）	7.2	3.8	0.53	74
仁爱/中山路口（往东）	9.5	6.5	0.68	96
光华商场（新生南路往北）	5.3	4.4	0.83	85
光华商场（新生南路往南）	5.7	3.2	0.56	96
敦化南/市民大道（往南）	7.3	4.3	0.59	108
捷运公馆站（往北）	15.0	8.6	0.57	65
南京复兴路口站（往西）	15.6	10.6	0.68	173

8 结 语

（1）台北市公交车专用道之平均自由旅行速率随路口间距的变化很小，这些速率在40km/h左右。个别自由速率在平均自由速率之76%~140%之间。

（2）公交车专用道上第一辆公交车靠站时，车头与站台前端之平均距离在6~10m之范围。个别车头停车位置从站台前端下游2m处，延伸到站台后端下游约10m之处。因此常有站台不能有效利用之情形。

（3）公交车专用道等着进站之公交车，从加速前进然后减速并停车靠站之时间，与跟进距离有明显之线性关系。

（4）在不受干扰之情况下，乘客上下车完毕之后加速并前进一车长所需的时间，平均在6.1~6.9s之范围。

（5）表12之公交车乘客付费时间，可作为分析公交车设施之参考。如上下车人数及其分类已知，则前项之代表性付费时间可准确地用于估计公交车之靠站时间。

（6）台北市公交车专用道之公交车平均靠站时间在7~16s之范围。

参考文献

[1]“交通部”运输研究所. 2001年台湾地区公路容量手册［M］.［出版地不详］:［出版者不详］, 2002.

[2]“交通部”运输研究所. 台湾地区多车道郊区公路容量及特性研究（三）［R］. 2006.

[3]“交通部”运输研究所. 市区号志化路口容量分析及服务水平之研究（1/2）［R］. 2007.

[4]“交通部”运输研究所. 市区号志化路口容量分析及服务水平之研究（2/2）［R］. 2008.

[5]“交通部”运输研究所. 机车专用道、公交车设施及都市干道容量与服务水平研究（2/3） ［R］. 2009.

[6]“交通部”运输研究所. 机车专用道、公交车设施及都市干道容量与服务水平研究（1/3） ［R］. 2009.

[7]“内政部营建署”. 市区道路工程规划及设计规范之研究［R］. 2009.

[8]“交通部”,“内政部”. 道路交通管理处罚条例［R］. 2009.

[9]台北市公共汽车客运业营运管理办法［R］. 1997.

桃园机场园区公司之创新

尹台生[1]　符冠华[2]
（1. 台湾“国道高速公路局”，台湾；2. 江苏省交通科学研究院，南京）

摘　要：以现有之文献及法规与机场经营计划实务为叙述性研究内容，探讨公私部门在机场经营的操作与接轨，主要研究过程，包含文献搜集、数据分析、文字报告等，属基本的质性研究方法，针对现象，产生思想，激发理论的形成，并萃取可行的政策。由于“政府”组织再造的政策，非常重视行政综效，以民航局之桃园机场公司化作业计划为核心，探讨机场园区股份有限公司设置过程的变革，系从传统的一般“政府”所有与重点民营计划到现代的公司经营措施，寻找政策创新扩散的过程。桃园机场在20世纪70年代台湾航空运输发展扮演重要的角色，其功能就如台湾的环境与世界接轨的动力，但长年来，传统制度性的运作，世界空运市场与航空科技成长迅速，而桃园机场经营制度面却无相对的提升（“政府”经营管理），于是“交通部”贯彻组织再造政策，将机场建设、经营充分有效的执行变革，从管理面，参照民营化形态的方式，强化经营绩效的执行力，并突破传统的预算制度，以机场园区股份有限公司的设置，灵活运用“政府”整体资源，开创新局。

关键词：机场园区；“政府”失灵；组织再造；政策创新扩散

1　引　言

由于环境是决策的动态变因，而“政府”的角色是制度与组织的产物，环境变迁带动组织变革，“政府”失灵的前因导致治理失误的后果，制度的创新与组织的变革是回向市场机制，“政府”组织再造是创新与变革的综效，机场的运作须投入巨额资源（人力、物力、财力），尤其是土地的投入。目前，桃园机场土地面积约1136.735hm^2，因此，机场建设与营运 ，除“政府”负责经营管理外，在公共资源有限的情形下，长期的“政府”预算挹注机场的运作，投资应要兼顾公共性与企业性，对于使用者付费及搭便车的公共财必须厘清，“政府”在资源的分配上宜以效率与社会公平兼筹并重，因此，为提升竞争力及加速经济发展，规划制订了自由贸易港区制度，在做法上，是赋予特定区域可提供商业贸易、工业加工、科技开发及物流等综合性服务，以吸引更多的外企进驻，目的在于因应“全球运筹管理”经营模式的广泛运用。而自由贸易港区最大的特色是着重贸易程序的简化，提供区内货物自由流通、免除“关务行政”及“通关申报”，港区内免征“进口”税捐、货物税及营业税，以及在区内从事商务活动之外地商业人士72h落地“签证”等优惠。“行政院”经济建设委员会针对台湾产业特性制订《自由贸易港区设置管理条例》并于2003年7月23日公布，推动5a后于2009年7月8日公布修正，并明定主管机关为“交通部”，唯均以海港为核心，因为航空运输经营之空港，事涉飞航安全，尚停滞于“政府”经管之传统观念，近年来，制度的健全与各类组织功能的进化，“政府”角色从监督性到绩效性，机场营运系以特定服务需求为核心，在使用者付费的前提下，对于机场营运扩散（Diffusion）政策应配合制度与组织的创新（Innovation），尤其在运作程序上，探讨台湾建设与自由贸易港空港结合的轨迹。

2　研究方法及过程

方法论（Methodology）是思考与分析现实情况的研究理论，而方法（Methods）就是搜集资料与研究的一组程序与技术，研究方法是指从事研究工作所实际采用的程序或步骤，质性（qualitative）研究

方法系由三种数据收集方式组成:深度访谈、直接观察、文献记录（张绍勋，2005：221），质性研究（Qualitative Research）是由数据、程序与文献的3项主要的内涵形成，将数据经由程序转换（coding）为更有用的文献信息，本文系以质性研究之扎根理论（Grounded Theory）探讨机场的政策。

文献是档案的内涵，档案研究（Archival method）是对文献作整体的观察，利用记录的文献，不论是个人的或是公开的，来做研究（谢安田，1983，408）。本文以质性研究的档案的研究为核心，从收集相关资料的议题上观察文献，发掘有关规定扩散系统与机场园区计划的档案，并分析其相关性。操作方法是借政策扩散系统与灾防计划与救灾现况构念，可作为两者建立联结（linked）的命题（proposition）。

本研究理论的构成包括下列要素：概念、构念、命题。

概念（concept）：它是代表事件、事物，或是现象的一种抽象意义，是有关某些事件、事物，或现象的一组特性。概念的来源，常常来自个人的经验及观察，然后都会从类似的事物中归纳出一些独立之共同属性。而这样的过程称之为抽象化。

构念（construct）：构念是被赋予一组具体语意之有意义名词（a term which has been assigned some specific semantic meaning），构念是人为创造，并赋予特定的意涵。也就是说将所抽象化出来的事物特性给予一个特定的名字。

命题（proposition）：命题是对构念的叙述，它们以有关系的形式将构念联结起来（a statement about the relationship between two or more constructs， it connects constructs in relational form）。命题可依据现象判定真伪，不一定要作实证，它只是说明及联结两个构念的关系。

机场园区发展的构念与机场园区股份有限公司设置条例计划的构念两者的相关探讨是本研究的一般操作项目（图1）。

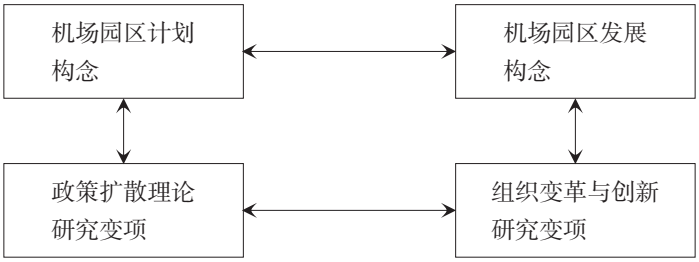


图1 国际机场园区发展的构念理论

3 规定扩散论台湾桃园机场园区纲要计划研究

虽然自由贸易港区效果已逐渐显现，但国际经济情势不断变化，两岸现已通航、ECFA也积极协商中，各港务局如何以产业物流链及业者观点，协助业者解决进驻的障碍，并强化自由贸易港区进驻的利基，系各界十分重视的课题，为了解各界对自由贸易港区的看法与期许，“交通部”将透过此次活动广邀航港、物流及世界各地业界意见交流以取得共识。

自由贸易港区设置管理条例自公布施行以来已近7a，目前有“五海一空”，包括基隆港自由贸易港区、台北港自由贸易港区、台中港自由贸易港区、高雄港自由贸易港区、苏澳港自由贸易港区及桃园航空自由贸易港区。目前已有99家港区事业进驻营运。2010年第一季贸易值及货物量分别已达582.94亿元新台币及44.78×10^4t，与上年同期分别成长154%及39.7%，显示自由贸易港区业务正高度成长中。

台湾桃园机场位于桃园县大园乡，机场土地面积约1136.735hm^2，共有2座航站大厦，航厦内提供航空公司运务、旅客“入出境”作业、检疫、“海关”作业以及设有银行、保险、邮政、电信、购物餐饮、转机旅馆、商务中心、公共艺术展示、美容院、唱片行、祈祷室、广告刊登等服务设施，提供完善而快捷之服务。另有邮政、电信、航空科学馆、“海关”行政大楼、航空“警察局”等行政勤务

作业设施。图为桃园航空城发展概念示意。

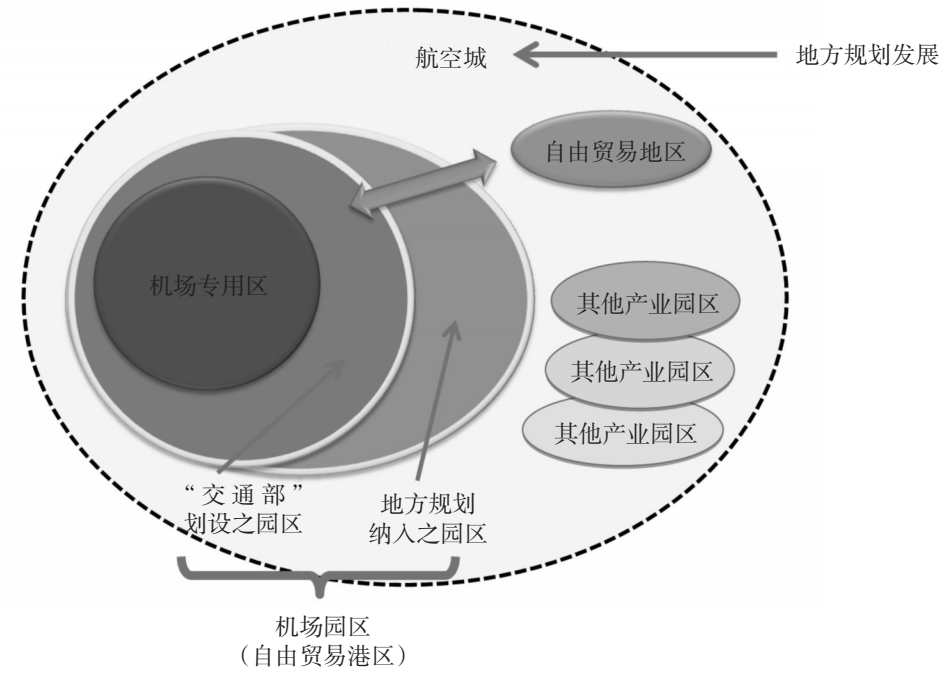


图1　桃园航空城发展概念示意

4　结　论

（1）机场不只是机场，需以机场为核心，沿着主要运输走廊延伸之整合型都会形态，由航空关联及需要快速响应市场客户之产业在机场周边地区整合发展，结合都会区、机场、产业群聚之综效，形成带动经济发展与产业竞争力，并衍生巨大之经济效益。

（2）参考世界上航空城发展之成功经验，配合台湾整体运输及产业发展政策，衡酌桃园机场条件及周边地区土地与产业发展特性，研拟一套适用于桃园地区之航空城发展模式，以利整体土地有效发展。

（3）机场规划传统上系以基础建设规划为主，提供配置足够、运作效率良好之设施，较少考虑如何创造机场收入；但依现今机场发展趋势，除了建设完善之机场设施外，需同步思考策略性事业计划（Strategic Business Plan），以增加机场非航空性收入，引进新的开发方式及资金筹措计划，使财务更加健全，机场及园区得以稳固经营永续发展。

（4）机场园区应以企业化经营观点，引进商业发展模式，规划新的商业设施，借由商业活动，增加非航空性收入，使机场经营更加活络。

（5）机场基础建设为航空城发展成功之重要因素，故机场园区内需建设完善之机场专用区及自由贸易港区等设施，以因应密集航班及航网扩充之需，至于机场园区各项设施，亦需考虑产业及商业界之需求，提供理想营运环境，以吸引客运、货运、物流及其他相关使用者。

（6）机场园区用地取得之需求

未来机场园区用地将以现有用地范围为基础，考虑未来之发展需求必须向外扩充，取得外围数百公顷民地，应采取有效、经济之土地取得方式，务实地详加评估规划，以符合实际发展之需求。

参考文献

［1］杨千. 策略管理理论与实务［M］. 台北：华泰文化事业股份有限公司，2005.

［2］台湾“交通部”民航局. 台湾桃园机场园区纲要计划研究案［R］. 2005.

台湾地区铁路立体化建设计划之政策决定

叶名山[1] 刘欣宪[2] 林靖闳[3] 黄志峯[3]

（1. 逢甲大学运输科技与管理学系，台湾；2. 逢甲大学土木及水利研究所规划组，台湾；3. 逢甲大学运输科技与管理学系，台湾）

摘　要：近年台湾地区各地“政府”在未考虑自身之财务负担下，纷纷要求铁路立体化建设，造成现今台湾地区立体化计划有过多之窘境，但在财政有限下，并无法负担过多与铁路立体化有关的交通建设；再者，台湾地区轨道建设也受到政治力量影响为相当严重，各地竞选承诺与民意力量要求“交通部”对于提案均需照单全收，导致浪费过多公帑。本研究为了解目前台湾地区铁路立体化建设之决策影响之导向，以及立体化建设的优缺、效益和目标为何，进一步分析政治力量于铁路建设之运作与干涉与牵涉程度，因此采用政治系统理论来分析政治与交通建设之间的关联性，以期了解政治力量与其他因素对于铁路立体化的影响程度。

关键词：铁路立体化；政治系统理论；都市缝合

1　绪　论

近年来由于都市地区平面铁路对都市发展造成不少负面影响，因此各地方“政府”纷纷提出铁路立体化的改善方案。而台湾地区自1983年起开始推动台北车站地下化等铁路立体化计划，因铁路立体化除可消除因平交道产生之车辆延滞与平交道事故外，亦可降低铁路平交道对市区产生之区隔，促进土地开发与都市均衡发展，效益显著。另为配合台铁转型为都会区捷运化功能，需加强都会区通勤服务，并增设通勤车站及加开通勤列车，唯伴随车站设置密集、通勤班次增多，也将使铁路营运对都会区平交道带来负面冲击更显严重。易言之，都市地区铁路立体化之课题虽肇因于解决运输问题，但其最终之意义却涵盖了都市更新与发展之贡献；基于上述原因，各地“政府”及民意代表近年来多有将都市地区铁路立体化之要求。然而由政策目标至执行措施与计划从上而下的角度思考，依据2002年“交通部”颁订之交通政策白皮书于城际运输之政策观点观之，其中政策第四点则是希望“引进民间资金，建设高速轨道系统，改善轨道运输体质”，而在此政策底下之策略，与铁路立体化有关的则是降低铁路穿越都会区之冲击，其中又分成两项执行措施，分别为办理执行中之铁路立体化工程、检讨规划中之铁路立体化工程为应办理之措施，因此从政策观点审视之，大多建设进行是合理且可以理解的；但如以经济效益或者是消弭平交道的角度思考，许多立体化计划是个别需要被再检视。

由于铁路立体化计划所需经费庞大，虽然铁路立体化后会产生诸多的效益，但也往往伴随着十分可观的工程费用、工程进行中对都市交通的冲击、施工中与施工后对台铁营运所造成维修成本增加以及列入台铁财产后之折旧摊提使账面亏损更加严重之影响等。此外，铁路立体化着眼点应在于对于整体都市发展之效益，而非各县市“政府”为了立体化而纷纷提出申请计划，但是公路立体化其实也可以改善整体平交道所带来之冲击，因此应该思考的目标为民众如何与平交道共存，而非以立体化首要考虑，例如日本其针对整体平交道立体化之审查严谨，并以都市更新与发展为核心价值进行立体化，并且由“政府”与地方“政府”一同开发，非以政治协商为首要考虑。故“政府”在面对各地方“政府”的要求提出立体化申请时，因财政有限，势必会有所取舍，此时单纯而理性的公共政策问题往往会变成复杂的政治问题；所以，某一都市是否应实施铁路立体化或实施铁路立体化之范围与方案，应该有一套具综合性且具客观性的评估标准或准则，如此才能进行理性与客观分析，并降低政治、民意

之影响程度，以利于理性决策。

台湾北部之台北市早在1980年代即面临铁路沿线人口密集发展，铁路平交道车流川流不息，公铁路交叉严重冲突，因此铁路立体化计划之推动最早由“台北车站地下化”工程开始，该工程之执行系为消除原有铁路地面设施（铁路与中华南北路）对市区所产生之阻隔，并促进都市均衡发展，工程范围为华山至万华间（含台北车站），于1989年8月执行完成；后为扩大铁路地下化之功效，并消除铁路横越台北市东区所造成之阻隔，改善市区交通环境，兴建“台北市区铁路地下化东延松山工程（松山项目）”，将铁路地下化工程由华山向东延伸至松山，于1994年6月完工；后为改进万华、板桥地区之都市发展，并纾解万华、板桥间道路交通拥塞问题，又进行“万华板桥地区铁路地下化工程（万板项目）”，将北门至树林调车场间铁路地下化，于2002年10月兴建完工。目前为配合南港经贸园区建设，促进南港地区整体开发，并为消除平交道16处，减少交通延滞，及为消除铁路两侧都市发展及交通运输之阻隔，促进土地开发与都市整体发展之效果，现正进行“台北市区铁路地下化东延南港工程（南14港项目）”，范围自基隆路口（松山项目引道）至七堵调车场，其中汐止段已开放通车，其他相关路段，预计2011年8月可兴建完成。北部都会区铁路立体化计划系由都会核心区逐步往外扩展至都会区界围，可有效消弭铁路穿越都会区所带来之负面影响。本研究为了解目前台湾铁路立体化建设之优缺、效益和在与目标为何以及彻底分析政治力量于铁路建设之运作与干涉有多大以及牵涉范围多深，采用政治系统分析理论进行深入探讨，并获得良好之结果。

本篇文章首先介绍铁路立体化之各个阶段的过程，包含了已立体化的路段及正在执行中以及规划中的立体化工程，另外还包括了其产生之效益。接着利用政治系统理论来分析政治与铁路立体化之间的关系，而最后也将列出铁路立体化与否之优缺点比较。

2　已完成铁路立体化之效益

随着时代的演进，铁路系统与都市发展的相互影响有着不同阶段的关系。第一阶段时，铁路车站设置在何处，该地区即形成市中心，人口密度、商业发展、土地增值等指标皆依此为核心往外递减呈环状或放射状发展，一般而言，主要仍朝前站发展，后站相对较为落后。第二阶段为传统铁路系统与都市发展共荣共存之阶段。第三阶段，汽车的普及使用、都市愈趋繁荣、土地增值后，都市整体的交通量大增，导致车站附近之调车场、支线、平交道等设施，反而成为都市发展之瓶颈。在寸土寸金的市中心区，因都市发展的密度已高，缺乏空地增设交通系统所需用地，而且当列车通过平交道时，遮断时间增长，造成车辆延滞时间增加、平交道事故频传等问题。因此都市发展到第三阶段时，当地“政府”多要求铁路车站及沿线做立体化——地下化或高架化使用。目前台湾地区之主要都会区皆位于第三阶段，因此铁路系统立体化的规划乃至兴建，便成为各地方“政府”必须处理的施政重点。

至目前为止，台湾铁路立体化的进度可分为已兴建完成、正在执行兴建、综合规划与可行性研究四类种型。第一类已兴建完成之工程，首先为台北车站之地下化，全长从松山车站至万华车站共计有4.42km，耗时6年，总经费177.92亿元新台币，改建了台北车站并划定台北车站特定区，消除中华路之平交道，拆除中华商场。接着东延松山，进行松山项目，将松山车站地下化，地下化段全长5.33km，耗时5年，经费274.8亿元新台币。万板项目为15.38km，耗时10年，经费计为525.54亿元新台币，此项目将万华、板桥车站地下化，并划定万华车站特定区、板桥车站特定区，而且配合高铁通车隧道之需要。此外，“台北县政府”也迁移办公处所至此特定区，促进板桥市与万华区之发展。三者总共完成之总计划长度为25.13km，总工程经费为978.26亿元新台币。

第二类为正在执行兴建的建设案计有八项，分别为南港项目、桃园高架、台中高架、员林高架、台南市高架、高雄市地下化、高雄延伸左营地下化以及潮州等，总计计划长度为103.21km，消除92个平交道，工程所需经费共计为2739.37亿元新台币。第三类进入综合规划阶段的计划计有两项，分别为嘉义市铁路高架以及凤山地下化，总长度为15.2km，消除平交道9个，总工程经费为345.58亿元

新台币。第四类可行性研究计划有八项，分别为树林、新竹、苗栗、白沙屯、苑里、台中高架延伸乌日、台南延伸永康以及宜兰市区高架等，全部计划总长度为42.95km，可消除21个平交道，总工程经费为609.2亿元新台币。

综合而论，台北都会区铁路地下化全长25.13km，改善台北、松山、万华以及板桥等四个车站，沿线消除平交道，站区发展以及沿线缝合效益相当明显；尤其是台北车站的后站地价提高与前站相同，板桥车站采用都市更新，同时纳入高铁营运路线，成为多元运具转运之枢纽，其经济效益、运输效益都相当显著，因而造成台湾各地区都要立体化。援此，目前执行兴建中的立体化效益则产生边际递减之效果，可行性研究中的效益将会更低。在有限资源的限制下，轨道立体化是否发挥边际效益及有效利用资源，着实值得商榷。

3 台湾地区铁路立体化现况与政治参与

3.1 政治参与

台湾地区之铁路立体化建设常常会因为牵涉影响范围及利益，而伴随着许多政治影响进一步干涉至政策的决定，此为大多地方负责人选举时必会提出铁路立体化以吸引选票，此举相当普遍。表1将摘录部分铁路立体化计划所被政治因素影响之时间与内容之关联说明。

表1 政治力量参与与铁路立体化建设之说明

计划名称	日 期	内 容
台北市区铁路地下化东延南港工程（南港项目）	2007/04/30	地方“政府”选举时提出汐止市协助汐止段铁路立体化政见发表
台铁都会区捷运化桃园段高架化建设计划	2003/10/19	当时行政负责人将推动桃园机场捷运联结到中坜以及桃园到中坜铁路高架化
	2004/11/23	在位之地方负责人提出有关桃园、中坜铁路立体化部分，包括车站、铁路、停车场、商业设施等预计明年动工
	2009/11/26	地方负责人选举时提出台铁必须地下化，让原本的铁路成为第二条纵贯公路
台中都会区铁路高架捷运化计划	2001/03/12	地方负责人认为台中市铁路地下化工程应早日动工
	2008/08/14	地方议会议长支持市府采铁路高架化方式，最后议会决议，台中铁路采高架化方式进行，并尽速推动兴建
	2008/09/25	行政负责人及“交通部”也决定立即推动台中捷运及铁路高架化
	2008/10/23	地方“政府”之交通旅游处长、地方议员希望地方“政府”、议会联手向“政府”争取台中段铁路高架捷运化，改为地下化
台南市区铁路地下化计划	2009/06/25	某“立法委员”要求“交通部”将铁路高架工程延伸到新乌日站
	2008/11/07	地方议员在市政总质询时建议地方负责人全力争取，全面解决府城主要交通问题
	2009/04/17	“交通部”承诺台南铁路地下化案在完成环境影响差异审查后，将立即编列预算加速执行
高雄铁路地下化延伸左营计划	2009/01/12	地方“政府”团队于经建会第1349次委员会议上极力争取
高雄市区铁路地下化计划	2008/04/04	某“立法委员”要求“行政院”完成铁路地下化及捷运延伸线等高雄重大建设

续表

计划名称	日　期	内　容
嘉义市区铁路高架化计划	2005/10/19	地方“政府”负责人说明改善交通的铁路高架化是嘉义市政脱胎换骨的重点工作
	2009/10/09	地方负责人候选人认为应更积极加速落实铁路高架化
新竹市区铁路高架化计划	2009/08/04	地方负责人参选人与地方议员参选人推动都市更新，铁路地下化是一个必须的议题
台南市区铁路延伸永康计划	2009/02/26	某“立法委员”结合台南地区“立法委员”一起向“中央”争取永康市铁路高架化
	2009/02/27	地方负责人指示幕僚加强收集永康铁路高架化带来的经济效益，并汇整其他争取到高架化县市的数据，以数据要求修正评估
宜兰市区铁路高架化计划	2009/07/27	地方负责人、地方议会议长、某“立法委员”成立北宜直线铁路推动委员会，期能加速本案之推动期程
	2009/11/17	地方负责人候选人争取罗东火车站及铁路高架化

3.2 政治系统理论

缺乏数据且研究情境充满难以量化之复杂问题时，可利用政治系统理论进行探讨。此模式亦称为黑盒子模式，由Easton于1965年所提出用以解释美国当时复杂的政治经济情况。本研究运用政治系统论来探讨铁路立体化与否的问题，其长处是可以简化繁复的政治经济问题，借由将政治系统划分成输入、政治体系、输出以及回馈等。可以观察其输入项与流程间的互动，而不失去整体互动的关联性。以下为本研究说明各项目的内容及详细之说明。

3.2.1 输入

输入项中包括外部因素、内部因素及利害关系人三项，其所包含之内容详述如下：

（1）外部因素

①政治：竞选承诺、施政领导信念不同、台湾地区政策发展

竞选承诺：为各地选举时，铁路立体化之相关议题则被提出来讨论，选举候选人甚至表示支持意见或反对，例如地方负责人选举、“立法委员”选举时期等。而各候选人也纷纷炒作这些议题，也在此时做出了一些竞选的承诺，因此为达此目的候选人介入影响一些台湾的“政府”建设，造成台湾此普遍现象之原因为选举候选人基于选票考虑而引发之行为，亦即“肉桶”行为（所谓肉桶条款，一般是指“法案”最后要通过时采取紧急附加条款的方法加入，“法案”的支持者为了获得这些议员的支持和法案的及时通过只能放任这些政客加入自肥的附加条款）。

施政领导信念不同：亦会对铁路立体化产生影响，主要是因为决策者立场不一致，因铁路立体化牵涉利益及经费庞大，但是“政府”所拥有之资源有限，无法分配给所有之地方，所以常常会造成“政府”独厚特定地方，让其达成铁路立体化之目的。

台湾地区政策发展：根据2002年“交通部”所颁定之交通政策白皮书，在城际运输政策其中第四点为引进民间资金，建设高速轨道系统，改善轨道运输体质，而此点之下的策略之一为降低铁路穿越都会区之冲击，其中还分别为办理执行中之铁路立体化工程、检讨规划中之铁路立体化工程为应办理之措施，因此从政策观点来看，代表执行中的铁路立体化工程是需要继续办理的，但是规划中之铁路立体化工程则需要好好的被再检视，是否要将铁路立体化是需评估其效益的。也因此检讨规划铁路立体化工程是当前最需要去审慎思考的。

②社会：减少平交道事故数、地方民意之需求、都市更新之发展

减少平交道事故数，是铁路立体化后所获得效益之一，也是传统立体化工程思维里面较被重视的

一项参考指标，因为此项指标是容易被看到以及计算的，一旦铁路立体化之后，沿线之平交道将会完全消失，也因此意味着将不再会有事故因为平交道而产生，而连带的其也为社会大众的生命安全多了一份保障，也减少了一个易发生事故的地方。

地方民意之需求，是需要被重视的，民众对于铁路立体化之支持与否，有可能影响到立体化工程是否兴建或者兴建工程之内容，民众可能透过各种不同方式去表达其意见，可能的表达方式有透过召开公听会、透过民代表达意见，甚或可能利用选票去表达其诉求或是支持立体化之程度，因此如何拿捏地方民意与立体化之政策间的平衡，亦是需要去好好沟通的。

从都市发展的角度来看，铁路立体化即非单纯仅为解决交通瓶颈的问题，旧市中心的再发展反而是各地方“政府”的考虑重点。地方“政府”借由划设车站特定区、进行车站及附近土地的都市更新乃至变更都市计划，将铁路车站及其沿线的土地使用，转变为更高价值的土地利用，不但可令都市有新风貌，亦可从土地增值获取相当的经济效益。尤其十余年来，因为“政府”的一般税收撙节，地方所需公共设施用地及兴建经费几乎皆以市地重划、区段征收的土地开发手段取得与支应，此等运用土地增值的效益换取原为“政府”税收取得公共设施的做法，采用财务计划中收支平衡的观点，成为自偿性计划，几乎已成为地方“政府”解决公共设施兴建问题的唯一途径。

③财务：立体化之财源不足、增加台铁财务负担、周边场站之联合开发效益

立体化之财源不足，是目前铁路立体化工程所面临之重大课题，因铁路立体化所需要之经费庞大，但“中央政府”无法负荷所有铁路立体化计划之经费，而各地方“政府”也无法独力负担此立体化经费，因此“交通部”才需设立一个机制，来排定所有铁路立体化之优先级。

增加台铁财务负担的部分，在于铁路立体化后所产生的效益对台铁本身来说是很少的，此外还很有可能会影响台铁的营运状况，像兴建中的铁路立体化工程势必会影响到铁路的正常行驶状况，也因为铁路立体化，而台铁可能还要自行增加一些设备或其他的维修成本，让其增加了许多原本不需要的负担。

周边场站之联合开发效益，在于铁路立体化工程完成后，场站与场站外围所会衍生出来的效益，此效益来源是透过土地承租给其他商家来做使用或开发做其他营利用途方面，而这些效益也可以挹注在铁路立体化工程期间所投入之庞大费用。

④环境：环境影响评估、提高生活质量、提高土地使用效益

环境影响评估在于铁路立体化工程的过程中，在施工阶段以及完工后营运之阶段皆有可能会对环境造成影响，所以需经由环境影响评估来了解对环境之冲击会有多大，可利于事先做好一些防范或是补救之措施。

提高生活质量在于铁路立体化工程完成后，将让前后站及沿线之居民免于受到火车噪音或其他可能之干扰，且腾空出之空地可以做其他用途如公园或停车场等，有助于提升附近居民之生活质量。

提高土地使用效益在于铁路立体化后，其原先所作为轨道之土地可用来作为其他用途，使得土地的利用更有效益。

（2）内部因素：内部权力结构

铁路立体化工程之决策过程中包括了“行政院”、“立法院”、“交通部”、“铁工局”等与之相关决策机关。其中“铁工局”负责兴建及办理可行性研究及综合规划等事项，而“交通部”做初步审查，接着再交由“行政院”经建会审议；接着“行政院”核定建设经费及经费、审议“交通部”之可行性研究，以及核定“环保署”之工程规划及环评；最后审查则为“立法院”，一旦审核过“行政院”核定之预算即可动工兴建。

（3）利害关系人

①管理单位包括参与决策过程之“行政院”、“立法院”、“交通部”、“铁工局”等之相关决策机

关；其他管理利害关系单位尚包括“铁路管理局”及“交通部”路政司等单位。

②民意代表及其他政治人士包括各地方“政府”、“立法委员”、地方议会议员以及其他相关之人士。

③有关之经营者包括场站内部之商家经营者、铁路沿线周遭之土地拥有者及商家营运者、其次还有银行业者、营造业者（包括水泥、建材、土木周边及土地开发）等。

④民意之需求如铁路立体化工程完成后，包括场站前后站以及铁路沿线之民众皆具有更高的便利性，此举不但能节省民众的时间，也能达到节能减碳之目的。

3.2.2 政治体系

在这部分里，政治系统将需求转换成运输政策，亦即当局透过对于输入项目之了解，归纳整理出政治系统中成员之需求，使政治系统中之当进一步的评估到底兴建与否或是暂缓兴建。其中包括了竞选承诺、利害关系人之偏好、都市更新发展、“中央”及各地“政府”立体化之财源不足等之影响因素，于政治体系中经过互动而取得平衡点。铁路立体化工程开始实行时，目的是为了减少市区的交通阻隔及减少平交道的事故数，后来各地“政府”开始纷纷要求其县市也要兴建铁路立体化。然而铁路系统为地区性公共设施，虽然各车站及其铁轨路线用地分布在各县市地区，巨额的工程兴建或营运费用，不论采用区段征收、市地重划、联合开发、容积移转等开发方式，乃至向银行融资取得开发基金，势必无法达成财务计划的收支平衡，满足财务自偿性，因此必须依赖“交通部”编列经费补助财务计划的缺口。

基此，“交通部”面对各地方“政府”要求铁路立体化之需求，及评估立体化效益有边际递减趋势之两难情况下，“交通部”建立一套铁路立体化审查指标与机制，鼓励各地“政府”从都市发展的角度处理铁路立体化之需求，并给予适当的预算补助。

3.2.3 输出

根据上述之输入项目及政治体系，产生之输出项为“交通部”建立一套铁路立体化审查指标与机制，此机制是让各地“政府”以都市发展的角度来看待立体化相关的需求，其透过都市发展构想所产生之效益来换取银行挹注此项立体化的经费，并配合各地“政府”所承诺之事项，以及设定一些其他的审查指标来让各地“政府”提出兴建铁路立体化的计划时有更多需要去完成并配合的事项，此举不但有利于“交通部”办理兴建铁路立体化工程所遇的问题，且“中央政府”所需负担之经费也不会像过往这么沉重。

3.2.4 回馈

政治系统是一连续动态之循环过程，整个政治系统受到环境之影响而有输入项，所产生之输出项为运输政策。而输入项与输出项均会受到环境之影响而有所变动，以追求政治系统之稳定。因为一循环过程，故输出项将会回馈至输入项，成为下一期的环境背景因素，成为下一期决策参与者所需考虑之因素。而此政治系统之连续动态循环过程如图1所示。

4　优缺点分析与讨论

铁路立体化的工程会带来诸多的效益，但是相对的其本身也具有许多的优点及缺点，以下将列出铁路立体化与无立体化之优缺点，其中铁路立体化又分为高架化及地下化两类，进行详细分析与讨论，详如表2所示。

5　结论与建议

5.1 结论

本研究透过政治系统理论分析政治力量干预立体化建设之情况，发现主要可以分成四项输入项，分别为政治、社会、财务、环境，“政治”面向中，又可以分成竞选承诺、施政领导信念不同、台湾

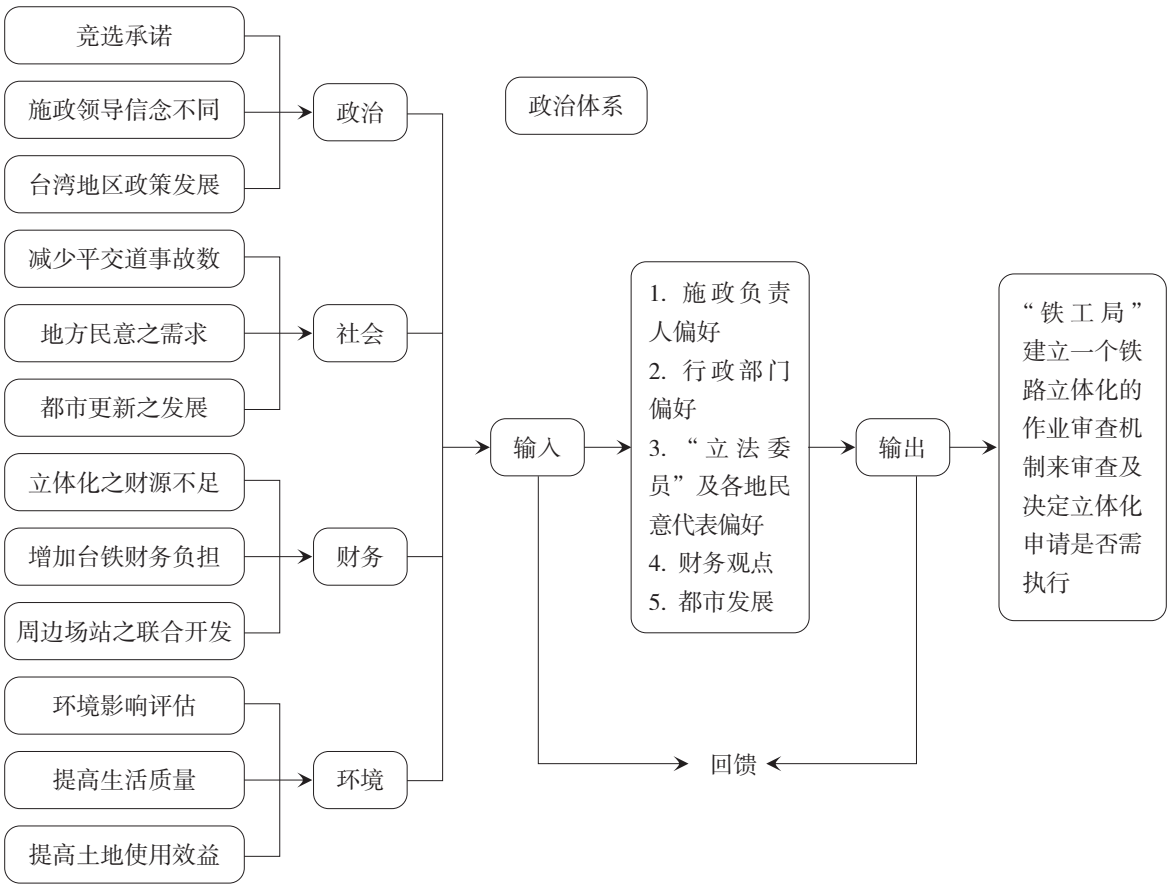


图1 政治系统连续动态循环过程

表2 铁路立体化采取方式之优缺点分析汇整表

	铁路立体化		铁路未采立体化
	高架化	地下化	
优点	施工成本较低廉 施工速度较快 铁路可与地方生活形态产生直接互动 旅客可欣赏到沿途的景观 减少事故数 节省停等时间以及资源之浪费	对地面上噪音影响较低 较不易阻碍区域空间发展 减少与其它运具之干扰 减少事故数 节省停等时间以及资源浪费 腾空出土地可做其他用途	旅客可欣赏到沿途的景观 不需增加各级“政府”财源负担 避免破坏既有之环境生态 发生意外时救灾较容易 铁路营运维修成本较低
缺点	较容易产生噪音之干扰 高架化适用地点较少 改建工程期间将造成许多不便 改建过程中容易被政治因素影响	建造成本高昂 工程施工速度较慢 无任何景观视野 发生意外时在隐密空间内救灾不易 营运维修成本较高 改建工程期间将造成许多不便 改建过程中容易被政治因素影响	阻隔铁路沿线之发展 易造成前后站发展不均 平交道路段易发生事故 较容易产生噪音之干扰 停等平交道时间造成资源浪费

地区政策发展；“社会”面向中则有减少平交道事故数、地方民意之需求、都市更新之发展；“财务”面向则有立体化之财源不足、增加台铁财务负担、周边场站之联合开发效益；最后“环境”面向有环境影响评估、提高生活质量、提高土地使用效益。然而在这些输入项目纳入政治体系后，经施政领导、行政当局、民意汇集等因素交互影响讨论冲撞后，最后得出输出项为地方是否可以申请改建铁路立体化之过程，而最后决定是否有通过均会再透过回馈机制重复检讨与讨论，最后方得以确定是否兴建。

5.2 建议

所有地区交通运输建设之计划，从申请计划、规划、设计、兴建到营运，应须具有一套理性决策的过程，而不可谓了地方利益或政治操作而造成不必要的浪费，同时造成铁路改建工程一直进行，而无法发挥兴建新线的效益。因此建议应建立一套铁路立体化审查机制，从申请计划书到综合规划的审议机制，从土地开发、都市缝合以及都市更新的思维进行，导入联合开发场站与营运的想法，创造管理者、营运者以及外围民众多赢之局面，实在有其必要进行此机制建立。

淡海新市镇联外轻轨系统发展策略

王祈财[1]　尤官明[1]　林宇平[1]　刘国庆[2]　吴雅惠[2]
（1.“交通部”高速铁路工程局，台湾；2. 台湾世曦工程顾问公司运输土木部，台湾）

摘　要：透过情境分析进行新市镇人口预测，综合考虑都市发展、交通运输、环境景观、工程与营运整合等层面研拟轻轨系统路线方案，除进行财务与经济可行性分析外，并采多准则评估方法中之层级架构分析法（AHP）进行方案综合评估。

关键词：轻轨运输系统；多准则评估方法；淡海；新市镇

台湾的都会区以往为单核心发展形态，导致市中心区人口负荷过重，进而造成交通拥塞、都市机能衰退等问题。有鉴于此，“政府”推动新市镇开发计划，其中淡海新市镇一案即在导引台北都会区向北发展，以多核心发展模式，减轻台北市过度发展之压力，并均衡未来台北都会区之都市发展。由于现有捷运路网未能直接服务淡海新市镇，考虑区域运输需求及因应地方民意期许，在永续运输—大众运输优先发展思维下，考虑由新市镇以轨道系统衔接既有捷运系统，提供旅客无缝接驳转乘之服务。

1　研究背景

1.1 区位特性

淡海新市镇位于台北都会区之西北隅，属于台北县淡水镇之行政辖区，南距台北市中心约16km，东侧邻近阳明山公园。整个新市镇面积为1756.31hm^2，参见图1所示。

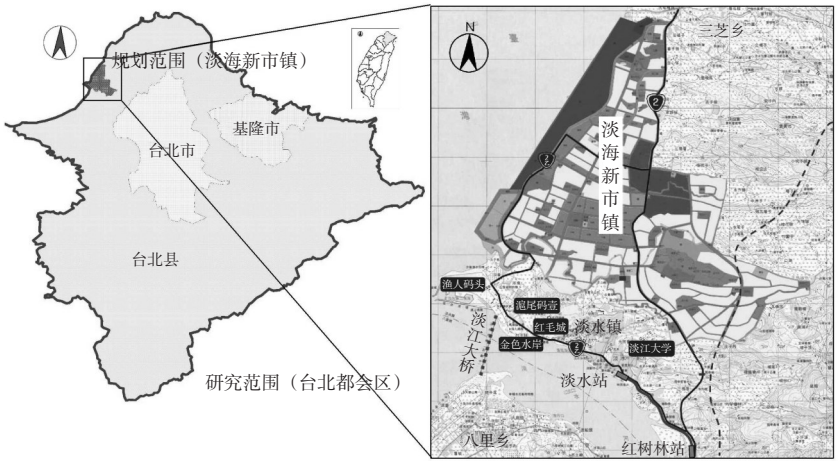


图1　计划区位示意

1.2 规划范围发展特性

1.2.1 淡水镇发展特性

淡水镇位于台北盆地的西北方，山（大屯山）河（淡水河）环绕，兼具山城与河港特色，景致优雅，人文荟萃，拥有400年历史，古时候叫沪尾，今天称淡水乃是因淡水河而来。远在清朝时期，由于淡水位于淡水河出海口，成为北部船舶往来的重要港口，进而带动淡水的繁荣与发展。

在1997年淡水捷运线通车后，淡水镇因公共运输之便利性，人口成长率（2.75%）远高于整个都

会区之成长率（0.5%），至2009年底，淡水镇人口约14万。另淡水镇文风鼎盛，有淡江大学、真理大学、台北海洋技术学院、圣约翰科技大学，外来学生人口约3万多人。

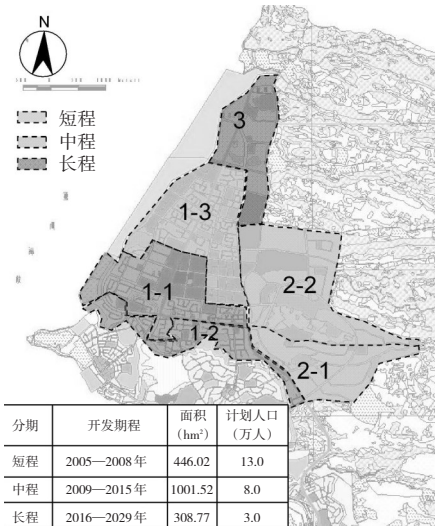
淡水因开端口历史久远，地理位置重要，自1628年起为重要通商码头与军事要塞，至今遗留许多特色古迹，如红毛城、沪尾炮台、小白宫等23处古迹，加上淡水河岸（金色水岸）景色宜人，淡水暮色更列为台湾八景之一，每年约吸引800多万观光游憩旅次，淡水镇市区假日人潮与车潮拥入，造成道路拥塞现象。

1.2.2 淡海新市镇发展特性

淡海新市镇的开发，缘起于1988年。为因应1986年底开始的台湾房地产价格飙涨，“政府”遂通过兴建中低收入住宅方案，选定淡水北侧农地划定淡海新市镇进行开发，并于1991年拟定公告《淡海新市镇特定区主要计划书》。由于整体的经济发展不如预期，且自1995年下半年起，房地产市场亦呈现低迷状态，为加速因应及避免造成新市镇开发的财务负担，遂于1997年修正新市镇的开发时序。

鉴于时空环境的改变，淡海新市镇陆续检讨其定位与开发策略，于2004年将淡海新市镇之定位由原先以提供中低收入住宅的目标，调整为以发展观光游憩、高优质居住、知识型产业、医疗赡养等为主。

全区分为3期发展区，采区段征收方式办理开发。目前仅办理了第一期第一、二开发区的开发，合计开辟面积为446.02hm^2，占新市镇总面积之25.39%。总计划人口为24万人，开发期程与计划人口如图2所示。



分期	开发期程	面积（hm^2）	计划人口（万人）
短程	2005—2008年	446.02	13.0
中程	2009—2015年	1001.52	8.0
长程	2016—2029年	308.77	3.0

图2　淡海新市镇开发期程与规模

2　计划需求预测

2.1 人口成长情境分析

由于新市镇于未来为部分开发或全面开发仍具不确定性，故人口成长预测采情境分析，分为乐观、中估与保守三种情境，说明如下：

（1）乐观情境：在此情境下，新市镇系完全依据计划拟定的目标顺利发展，因此，各分区之人口数量即为原计划预定引入之人口数。

（2）中估情境：中估情境之新市镇的总人口数约为12万人。由于仅为原计划开发规模之一半，因此，其居住人口均分布于优先开发之第一期之第一、二区内；第一期第三区以及第二期、第三期则因未开发，故无引入人口。

（3）保守情境：保守情境下未来新市镇的人口规模约8.4万人。由于发展远不如预期，人口分布于第一期一、二发展区内，且尚未饱和（未达原计划预定人口数）。

各情境预测人口如表1所示。

表1 淡海新市镇目标年（2031年）人口发展情境设定

情境	说 明	人口分布区位	人口总数（万人）
乐观	依原计划人口之100%开发完成人口引进	计划区顺利完全开发，各分区均有人口分布	24.0
中估	以原计划人口之50%设定	人口集中分布于优先开发之第一期第一、二开发区	12.0
保守	以原计划人口之35%设定	人口分布于第一期第一、二开发区，且尚未饱和	8.4

2.2 其他重要的社经数据预测

除人口推计外，其他重要的社经数据尚包括户数、产业及就学等。本研究主要系根据“交通部”运输研究所《第三期台湾地区整体运输系统规划》之社经发展预测模式，以人口数为基础，并考虑其他相关社经参数及重要建设计划等，推估其他相关社经资料如表2所示。

表2 淡海新市镇目标年（2031年）社经资料预测

情 境	地 区	户 数	一、二级及业人口（人）	三级及业人口（人）	就学人数（人）	及学人数（人）
乐 观	淡海新市镇	90535	32475	48688	26399	13773
	淡水镇（不含新市镇）	70570	7193	20143	28764	47305
	合计	161105	39668	68831	55163	61078
中 估	淡海新市镇	43345	15820	32163	9877	12000
	淡水镇（不含新市镇）	66842	6817	19091	27262	43521
	合计	110187	22637	51254	37139	55521
保 守	淡海新市镇	32111	11283	20512	7469	10900
	淡水镇（不含新市镇）	61692	6474	18129	25888	40374
	合计	93803	17756	38641	33357	51274

2.3 旅运需求预测

本研究旅运需求预测模式系以台北市捷运工程局所建构台北都会区整体运输需求预测模式（TRTSⅢ）为基础，系依传统程序性运输需求模式，即分旅次产生、旅次分布、运具分配、路网指派4个步骤推估。其基本原理乃以旅行成本为核心指标，在模拟路网上反复指派各分区的起止旅次，最后渐趋稳定收敛的运量或流量即为预测需求量。

利用本研究预测之目标年（2031年）社经数据，输入模式中，预测目标年（2031年）各情境旅运需求。

3 路线方案与系统形式探讨

3.1 路线方案研析

考虑旅运需求走廊、地区交通与发展特性、工程条件及与淡水捷运线之衔接转乘，初步研拟六个

轻轨路线方案，经筛选后剩下三个方案进行进一步之工程研究。

（1）方案一（绿山线）：路线由淡水捷运线红树林站起，以高架方式沿台2线（淡金路）西行至滨海路口，左转进入淡海新市镇，降至地面，沿滨海路西行至沙仑路口，再右转沿沙仑路北行至新市镇第一期第一区止，于第一期第三区觅地设置机厂，并于沙仑路与滨海路口沿台2乙线延伸至渔人码头，路线长约9.68km，共设8站。本路线除红树林站至滨海路、淡金路口为高架形式外，其余路段皆为平面B型路权形式。因为沿台2线依大屯山系而行，故名绿山线，为直接服务未来淡海新市镇衍生运输需求之最短路径。

（2）方案二（蓝海线）：路线起始于台北捷运淡水站，沿中山路（台2乙线）与中正路（淡水老街）廊带往西，行经红毛城、淡水古迹园区、渔人码头，沿中正路（台2乙线）往北进入淡海新市镇，沿滨海路东行至沙仑路口，再沿沙仑路北行至新市镇第一期第一区止，于第一期第三区觅地设置机厂，并于沙仑路与滨海路口沿滨海路东行延伸至滨海路与淡金路口。由于中山路（台2乙线）与中正路（淡水老街）路幅较窄且道路沿线土地发展密集，故于此段研拟二种替代方案，而衍生为方案二A与方案二B。

方案二A为于红毛城以东路段，在中山路（台2乙线）与中正路（淡水老街）各布设一轨，至新生街与中正路交会处再合并为双轨沿台2乙线（中正路） 西行，路线长约9.60km，共设置10站，除老街段为平面C型路权外，其余路段皆为平面B型路权。

方案二B为于红毛城以东路段至淡水站间，沿台2乙线采双轨高架布设，其余路段仍采平面B型路权，路线长约8.21km，共设置10站。

因方案二邻近金色水岸，可观赏水岸风光，故称蓝海线，此路线方案串联淡水老街、红毛城、古迹园区、渔人码头等景点，极富观光游憩价值，且行经已发展区，初期运量风险较低。

（3）方案三（整体路网）：整合绿山线与蓝海线成为整体路网，路线长约14.35km，其中红树林站沿淡金路至G4站为高架以及老街段为平面C型路权，其他路段为平面B型路权。

3.2 路线方案运量预测

3.2.1 上车旅次预测

2031年各情境各方案之运量推估结果详如表5所示。相同情境方案间，全日上车旅次，方案三整体路网之推估运量约为方案一及方案二之1.3～1.5倍。不同情境相同方案间，乐观情境之推估运量约为保守情境之2.8倍，中估情境之2倍。中估情境下，以方案三整体路网76900人次/日之旅次总量为最高，其次为方案一绿山线之运量，方案二蓝海线运量略低于绿山线。各方案尖峰小时上车运量介于4870~14060人次/h之间，乐观情境尖峰运量达9590~14060人次/h，保守情境尖峰运量在4870~6660人次/h之间。

3.2.2 站间旅次预测

2031年站间各情境各方案之运量推估结果，轻轨运输系统两营运路线合计之尖峰小时最大站间运量，最高为乐观情境方案一可达7540人次/h。中估情境下，以方案一绿山线站间运量4670人次/h为最高，其次为方案三整体路网4040人次/h，方案二蓝海线3940人次/h最低。

3.3 系统形式选择

考虑尖峰小时站间最大运量2730~7540人次/h单向，并配合淡水地区交通特性，较适宜发展轻运量或中低运量轨道系统，故选择轻轨捷运、自动导轨运输系统、单轨捷运、轻轨运输等四种系统进行评估。系统技术形式之选择直接影响建造成本及后续营运成本高低，也影响其是否具推动之经济性及可能性。唯系统技术之选择非单纯技术层面可决定，尚须考虑整体运输政策、地区发展、经济层面等因素，因此，系统技术之选择考虑因素分为政策面与技术面。

比较轻轨运输、轻轨捷运、单轨捷运、自动导轨系统之运量需求、路线线形限制、安全性、环境冲击影响、可扩充性、供应市场成熟度及成本效益等因素。由于淡海轻轨于中估发展情境下，尖峰站

间运量仅4000人，采中运量自动导轨可能不具经济性，而若采单轨捷运，则工程技术较为困难、系统技术较不普及，且建造成本较高，故初步综合分析建议，以轻轨系统或公交车捷运系统较为适合，但考虑轻轨较公交车仍有行驶道路占用空间较小，行驶路径固定，对地面交通之影响较小，且准点性与舒适性较高，为提升淡海新市镇联外运输之服务等级，与降低公交车废气排放对空气污染之影响，故建议采轻轨系统。

4 经济与财务评估

本计划轻轨运输系统方案，主要设施包括高架段、平面段、高架车站、平面车站、轻轨维修机厂等主要不同建造形式及设施，各方案设施内容及工程建造费有详细列表。

经济效益评估系以无轻轨建设为零方案，据以估计在有各路线方案所衍生之各项成本与效益，并以益本比、净现值与内部报酬率3项成本效益评估指标，分析其经济效益可行性。本研究可量化之效益项包括旅行时间节省、公交车营运成本节省与肇事成本节省，据以评估完工后营运30年各方案之经济效益分析。

财务评估系以“政府”自办自营之角度，以各种财务评估方式试算各方案之财务效益，本计划4个方案之净现值全为负数，不具财务效益，唯若以“政府”自办自营的角度进行方案之评选，可以未来可回收较高之自偿率指标来探讨最适方案，4个方案之自偿率皆为正值，以方案二A自偿率最高，各方案营运评估期间之营运票箱收支比皆大于1，可知营运期之营运票箱收入足以支付营运成本。

5 建议路线方案评选

5.1 多准则评估方法与目标阶层体系

由于路线评选项目范围广且复杂，因此，不宜采用单一指标来作方案评选，以避免评估有失偏颇，造成决策上之疏漏。本计划采用多准则评估方式，借由层级架构分析方式（AHP），将各评估因子建构在目标、标的、评估准则之目标阶层体系上。目标阶层体系应涵盖决策问题特性，评估准则间应避免重复，操作指标意义要明确清晰，并具操作上之意义及考虑资料搜集之限制。经参考相关研究、计划团队之脑力激荡与讨论修正，在筛选最适路线方案之目标下，建立完整之评估目标阶层体系，订定运输效益、都市发展、工程执行共3个标的，各个标的分别研拟评估准则及操作指标如表3所示。

表3 评估目标阶层体系

目标	标的	评估准则	操作指标
路线方案筛选	运输效益	旅客乘载量	旅客乘载量（人/日）
		转移私人运具使用人数	转移私人运具使用者人数（人/日）
		经济效益	经济效益分析之净现值（百万元）
	都市发展	车站步行范围服务人口数	车站步行范围内人口数（人）
		车站步行范围及业人口数	车站步行范围内及业人口数（人）
	工程执行	兴建财务指标	财务评估之净现值（百万元）
		兴建阻力	相关单位人员支持程度
		工程施工难易度	路线方案占用现有道路加权长度（m）

5.2 评估准则权重产生

本计划采用分析阶层程序法作为评估准则权重产生依据。分析阶层程序法是由美国T.L.Saaty于1971年运用系统分析与归纳之理念发展而成。此法可应用于预测、分析、规划及解决复杂疑难之问

题，于系统的决策过程中，亦可应用于方案评估、冲突事件之协调或资源分配优先级之选择。透过对学者专家之问卷调查结果如表4所示。

表4　目标体系标的、评估准则权重计算结果

标的（权重）	评估准则（权重）	标的权重乘以评估准则权重	评估准则排序
运输效益（0.3365）	a. 旅客乘载量（0.3834）	0.1290	4
	b. 转移私人运具使用人数（0.2256）	0.0759	7
	c. 经济效益（0.3911）	0.1316	3
都市发展（0.4176）	a. 车站步行范围服务人口数（0.5000）	0.2088	1
	b. 车站步行范围及业人口数（0.5000）	0.2088	1
工程执行（0.2459）	a. 兴建财务指标（0.4059）	0.0998	5
	b. 兴建阻力（0.3741）	0.0920	6
	c. 工程施工难易度（0.2200）	0.0541	8

5.3 各方案操作指标衡量值

各方案操作指标衡量值计算结果如表5所示。

表5　各方案操作指标衡量值计算结果

评估准则	单位	性质	方案一	方案二A	方案二B	方案三
旅客乘载量	人/日	效益	59000	57500	57500	76900
转移私人运具使用人数	人/日	效益	17819	17650	17650	21797
经济效益	百万元	效益	4536	7777	6654	6479
车站步行范围服务人口数	人	效益	64704	65911	65911	83225
车站步行范围及业人口数	人	效益	22672	19434	19434	30385
兴建财务指标	百万元	成本	−4278	−2881	−3853	−5436
兴建阻力	尺度	成本	3	9	6	7
工程施工难易度	m	成本	1899	3551	2517	3382

5.4 方案评点

将各方案操作指标衡量值标准化，并利用各准则权重加权平均后，各评选方案评点计算结果汇整。评估结果显示方案三（整体路网）分数优于其他方案，其次为方案一（绿山线），而蓝海线虽在经济效益及财务指标上有较佳之得点，但在兴建阻力及施工难易度上得点明显低于其他方案，因此名次居后。

6　结　语

“沪尾平原淡水山，金色水岸悠活行”是淡海新市镇联外轻轨系统发展愿景，希望借由轻轨系统引进，兼顾新市镇开发与永续运输之课题。为掌控计划风险，降低运量高估引进高成本重运量之轨道系统，透过乐观、中估、保守之情境分析，预测未来发展人口与运量。并引进适当合宜的轻轨系统，以更有弹性之建造形式，如绿山线于新市镇至红树林站以高架专有路权方式提供新市镇最快捷之联外轨道运输，于新市镇内利用足够之路宽布设平面轻轨，降低工程建造成本；于蓝海线配合老街、古迹带与金色水岸，休闲、游憩、轻松畅意之环境氛围，以平面轻轨方式布设，使游客可搭乘摩托或融于

当地意象之轻轨电车悠游于老街与金色水岸，并形成城市之移动风景。

于方案综合评估结果，建议采整体路网方案，唯考虑同时施工对当地交通之冲击，建议采分期施工。为加速新市镇之开发，优先推动绿山线，在绿山线通车后，地区交通适度分流以及民众习惯轻轨系统后，再推动兴建蓝海线。且为保留未来往北延伸之弹性，未来于淡海新市镇第一期第三发展区与第三期开发后，可将轻轨路线往北延伸至圣约翰大学，远程路网配合地区发展，更可进一步考虑延伸至三芝市区。

桃园航空城公交车捷运系统发展规划

郭振寰[1]　刘广堂[1]　张笛筝[1]　吴雅惠[2]　钟敦沛[2]
（1. 台湾桃园县交通处，台湾；2. 台湾世曦工程顾问公司运输土木部，台湾）

摘　要：目前桃园机场及周边地区已具备完整的联外大众运输系统架构，包括运作中的台湾高铁、“国道”客运、公路客运，施工中串联台北、中坜地区的桃园机场捷运线及规划中的桃园都会区捷运路网。为配合桃园航空城发展计划，尚应建置区内大众运输系统，以服务各功能分区间往来旅次，并衔接整合高铁、捷运、公交车等联外运输系统，以达成桃园航空城绿色无缝运输之发展目标。本研究依据航空城发展规模，预估旅运需求及旅次分布情形，建议区内大众运输采用公交车捷运系统（Bus Rapid Transit，BRT），并针对其系统功能需求、路线车站规划、道路断面配置、营运管理服务及场站转运整合等面向综合探讨。路网整合后，公交车捷运系统服务范围达85％覆盖率，将可提供更理想的大众运输及户服务。

关键词：桃园航空城、公交车捷运、客运转运中心

目前桃园航空城范围内主要运作之大众运输系统为高铁及公交车客运（包括市区公交车、公路客运及国道客运），桃园机场捷运线及桃园捷运蓝线则正在施工中。依据桃园航空城区内大众运输运量预测，系统形式建议采用公交车捷运系统（Bus Rapid Transit，以下简称BRT系统），并以环形路线构建。针对桃园航空城之大众运输发展方向，订定BRT系统功能需求，并进一步探讨其规划路线及场站。

1　航空城大众运输系统遴选

大众运输系统可粗略分为轨道系统与公交车系统，轨道系统投资金额庞大，其建造形式、兴建成本及后续营运成本，均受系统技术选择之影响；公交车系统建置成本相对低廉，但运输效能较差。桃园航空城大众运输系统技术之评估除考虑运输需求与工程技术层面外，尚包括整体运输政策、地区发展、工程经济与桃园地区规划发展中之捷运系统等因素。依大众运输系统规划评估准则，系统技术遴选之考虑因素可分为政策面与技术面两个层面探讨，本计划大众运输系统之遴选主要针对技术面之评估，兹说明如下：

（1）运输功能

桃园航空城区内大众运输系统功能定位为服务航空城主要之客运走廊，并作为桃园都会区整体大众运输系统之一环，用以衔接高铁站（高运量轨道系统）、桃园机场捷运线（高运量轨道系统）与桃园捷运系统（中运量轨道系统）之接驳系统。

依功能定位，中运量捷运系统、轻轨运输系统及公交车捷运系统均可符合需求。依据区内大众运输系统运量预测结果，尖峰时段路线服务总运量可达14000人次/小时以上，经屏栅线检核，路段尖峰方向最高运量约为2651人次/小时，较适当之系统形式应为轻轨或公交车捷运系统，如选用营运成本较高之中运量捷运系统，可能影响票价订定及整体营运收入。

（2）工程条件

以公交车捷运系统最具定线及设站弹性，中运量捷运系统受限于路权形式与转弯半径，工程环境要求最高，较可能侵入民地，增加用地成本。

（3）成本经济性

就成本考虑，以公交车捷运所需经费最低，中运量捷运系统建设与营运维修成本庞大，均高出轻轨运输及公交车捷运系统甚多，但路线容量较高，可降低平均运人成本，因此仍需视运输需求而定。

（4）技术成熟性

所评比之大众运输系统于世界各地均有多件营运中案例，技术成熟性佳，目前台北捷运系统木栅线即属中运量捷运系统，公交车捷运系统则可参考台北市公交车专用道与高铁嘉义站联外公交车捷运之运作情形。

（5）自动化程度

中运量捷运系统自动化程度最高，可减少人为操作疏失，并节省营运人力成本，但相对维修折旧成本最高，轻轨系统自动化程度则次之。

（6）环境兼容性

中运量捷运系统及轻轨运输系统采架空线或第三轨供电，公交车捷运系统如采用低污染公交车，以电动、燃料电池或混合动力等洁净能源供电，可降低空气污染情形。高架形式对噪音、振动及景观之冲击影响较大，选线及规划设计时，均应考虑运输系统及附属设施与沿线道路之兼容性。

综上所述，初步建议桃园航空城大众运输系统优先建置“平面完全专用或部分专用路权为主，可允许部分混合路权之公交车捷运系统”，其优点为投资成本较轨道系统低廉，运输效能可及轻轨运输系统之水平，兴建方式采分期分阶段逐步培养桃园航空城旅客搭乘大众运输系统习惯与旅运量，后续则视桃园航空城发展状况提升为轻轨运输系统。

2 公交车捷运工程规划

2.1 路线规划

桃园航空城主要道路系统如图1，BRT路线则循桃园航空城东侧、南侧及西侧发展带之“H”型分布方式构建，形成一BRT环型车道及三条BRT延伸车道，全长约40.7km，路线规划详图2，其行经之道路系统多为内环及中环等主要道路，期能达到乘载率与运输效益的最大化，部分路段因考虑与既有轨道系统之整合，而调整利用次要道路，兹说明如下：

（1）BRT环形路线

于桃园机场周边分区以环形路线串联，行经分区包括自由贸易港区、机场兼容产业区（果林）、航空服务生活区、生活机能区（横山）、精致农业发展区及机场兼容产业区（大园），路线长度约23.8公里。

利用道路包括县道108新线（中环）、乡道桃5线（内环）、省道台4线（内环）、航空城捷运线计划道路（中环）、县道113线（内环）、县道110线（内环）及省道台15线（内环）等主要道路系统，其中于机场兼容产业区（果林）及航空生活区路段较为曲折，系考虑服务果林都市计划区并衔接转乘航空城捷运线，为避免与航空城捷运线共线产生竞争，与航空城捷运线衔接后即转向，由于桃5线邻近机场边界，服务范围略受局限，因此选择次要道路行驶。此外，为与A15站衔接转乘，路线于县道110线经横溝路再连接县道113线。

（2）BRT延伸车道

BRT车道分别往东、南、西向延伸通往生活机能区（山脚）、精致农业发展区、经贸展览园区及生活机能区（大园），路线长度约16.9km，行驶县道108新线、县道113线、省道台15线等主要道路，并于经贸展览园区利用高铁北路、领航北路、领航南路、青埔路及青升路等道路系统绕行。

（3）BRT车站

桃园航空城BRT系统可提供转乘高铁、桃园机场捷运线及桃园捷运系统之便捷服务，由于BRT车站多采站外转乘至其他运输系统，因此桃园航空城BRT系统应在其他轨道系统场站周边设站，以强化其转乘功能。本计划建议BRT转乘车站应设于距轨道场站出入口一个路口内或50m路径范围内（以行

人平均速率1.2m/s计算，约可在40s以内步行抵达），若受路线或环境限制，可弹性调整至100m路径范围内。

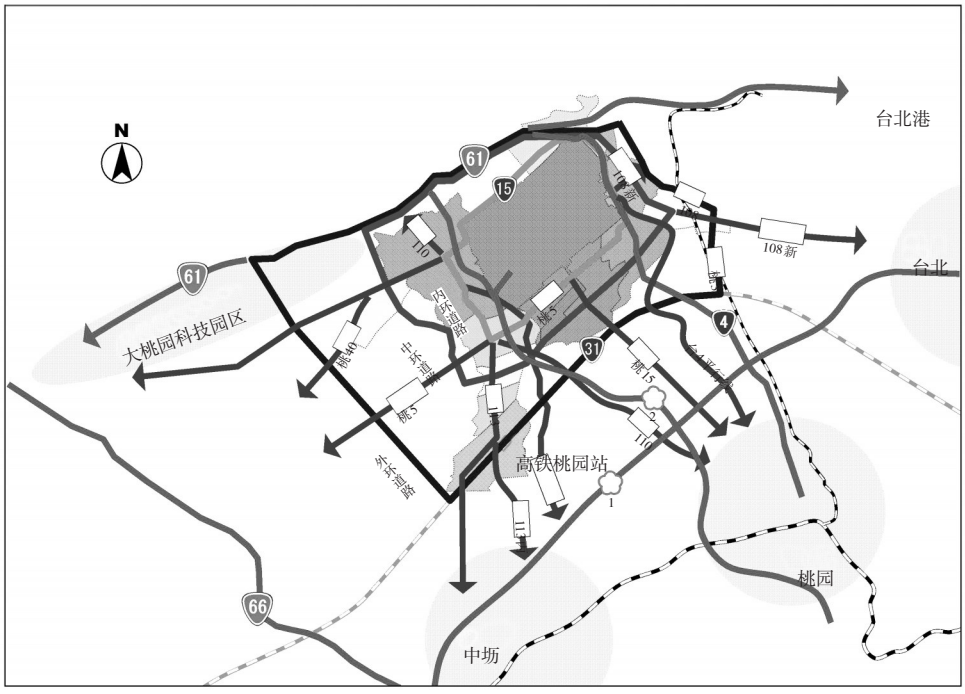


图1　桃园航空城主要道路路网图

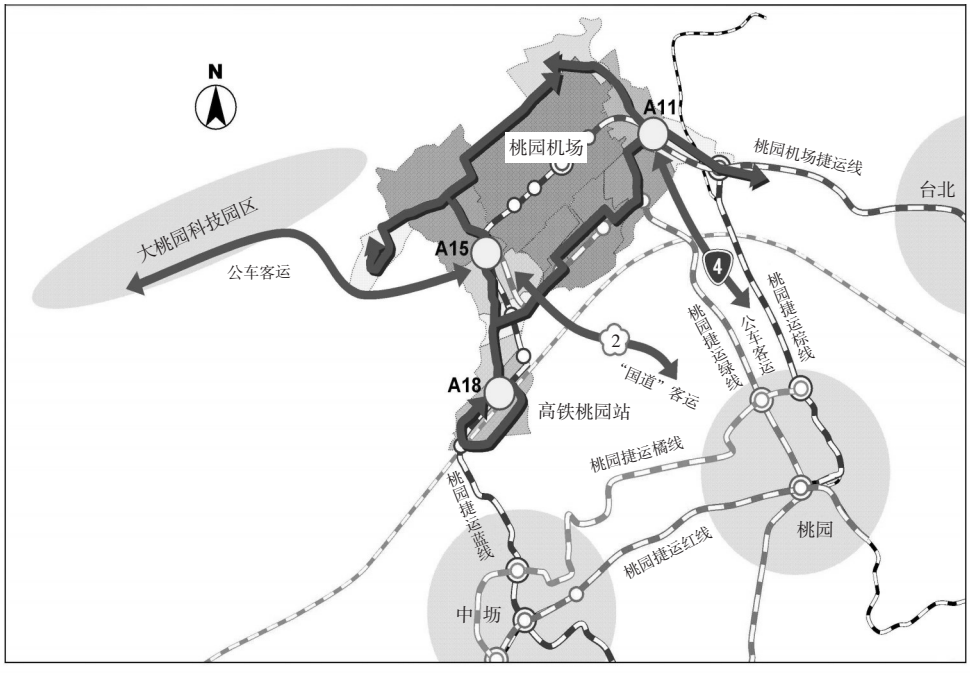


图2　桃园航空城BRT系统路线示意图

2.2 道路断面

2.2.1 工程规划准则

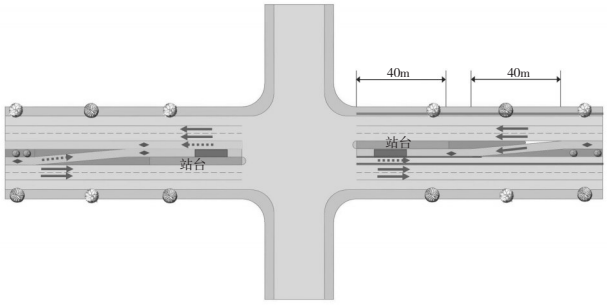
BRT系统路线之土建工程主要包括一般车道、进出站动线及站台设计，工程配置方式系配合车辆系统之操作营运模式。本研究之BRT规划路线方案，专用车道布设于地区主要干道系统 （县道108新线、省道台15线、县道113线及省道台4线），在路线平面线形依循道路建设之设计标准，其余站台段及路口槽化段等则依据《公路路线设计规范》《道路交通标志标线号志设置规则》及《交通工程手册》，并参酌台北市《公交车专用道技术手册》等规定。桃园航空城BRT系统车道之主要设置准则拟订如表1。

表1 BRT系统车道规划要素设置参数表

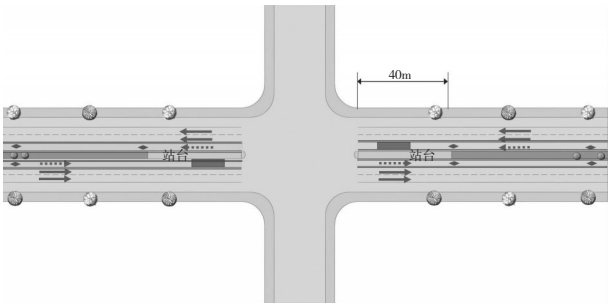
要 素		设 计 值	
设计速率（km/h）		50	60
平曲线最小半径（m）		80	120
缓和曲线最短长度（m）		40	48
最大纵坡度		8%	7%
竖曲线参数	凸（K：m/%）	10	18
	凹（K：m/%）	12	17
横断面	车道宽（m）	3.25~3.5	
	站台宽（m）	3.0	
最短视距	停车视距（m）	65	85
	应变视距（m）	160（市郊道路） 200（市区道路）	205（市郊道路） 235（市区道路）
	超车视距（m）	340	410

2.2.2 道路断面配置

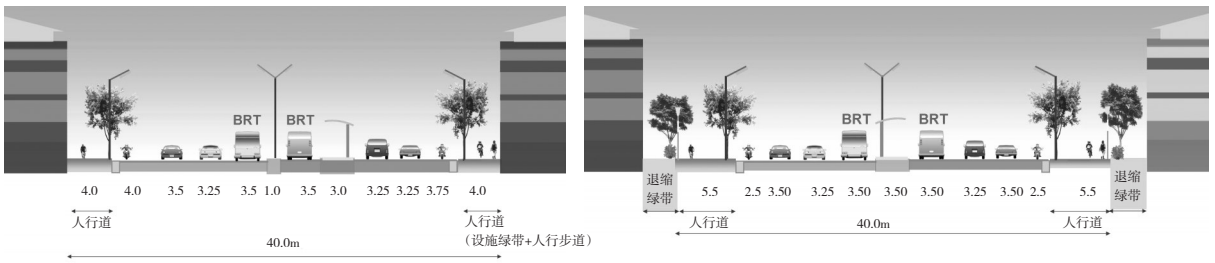
依桃园航空城BRT系统路线道路条件（台15线、台4线、县道113线及县道110线），兹以车辆系统A（台北市公交车专用道公交车系统）配合侧式月台，以及车辆系统B（引进提供左侧上下车之车辆系统）配合岛式月台于路口近端设站配置如图3所示。



（车辆系统A站台布设平面示意）



（车辆系统B站台布设平面示意）



（车辆系统A站台区断面配置示意）　　（车辆系统B站台区断面配置示意）

图3　车辆系统配合月台形式配置示意图

BRT系统站台宽度将决定BRT系统道路断面配置，一般而言，封闭型站台所需宽度稍大于开放型站台（开放型侧式月台最小宽度约2.2m），所需宽度视验票闸门数量而定，基本需求为一进一出两座验票闸门，所需站台宽度为2.6m，但考虑闸门故障或维修时的旅客进出运作，宜于每侧进出口设置三座闸门，第三座闸门可供尖峰方向弹性调整使用或作为行动不便者的无障碍闸门，所需站台宽度在3.4m至4m。

考虑站台形式由开放型提升为封闭型的可能性，站台宽度可先做预留，执行方式有二，一为站台于设置之初即保留4m宽度，二为先依开放型站台需求设置3m宽度，后续提升为封闭型时，配合设施施工加大站台宽度至4m，同时于两侧缩减调整车道宽度。

2.3 车站设施

依照BRT站台与路口之相对位置可分为近端站台、远程站台及中端站台，如依照布设区位则可分类为中间站、转乘站与端点站，转乘站系针对与捷运及高铁场站转乘，端点站为BRT路线之起止站，其他车站则为中间站。车站相关设施分为站台设施与周边设施，以下分项说明。

参酌“交通部”《公交车捷运化设计手册之研究（1/2）》，BRT系统站台设施包括站体、缘石、铺面、候车亭、站名牌、信息系统、服务设施等，中间站、转乘站与端点站之站台设施需求大致相同，布设方式汇整如表2。

表2　BRT系统站台设施需求汇整表

设　施		功　能
站体	庇护岛	分隔人车使用空间，维护乘客安全
	交通工程设施	标志、标线、栏杆、反光设施及无障碍设施
	排水设施	考虑地方降雨特性设计
	照明设施	站台夜间照明灯具及站名牌、广告广告牌照明设施
	景观设施	栏杆、照明灯具、铺面、候车亭、站名牌、座位等设施之造型美化
	缘石	防止车辆驶离车道并保护站体
	铺面	耐磨、耐滑、易于维修且具导盲功能
	候车亭	规格尺寸应考虑尖峰乘客数及平均等候时间、地方气候状况
	站名牌	统一命名并标示公交车行驶路线，具备识别标志功能
信息系统	班车路线与路网图	提供乘客静态信息
	首末班车发车信息	
	转乘信息	
	发车班距	
	周边活动地点查询	
	动态信息显示板	提供乘客实时动态信息，包括班车预定到站时间、班车位置、到站语音或灯号显示、预告车辆停靠位置、首末班车驶离信息等
	公共网站信息查询机（Kiosk）	
	语音广播	

续表

	设 施	功 能
服务设施	候车座位	提供乘客候车休息使用
	公用电话	方便乘客联络
	垃圾桶	维护站台清洁
	收费设备	为减少乘客上下车时间，采车外收费时设置，包括自动售票机与验票闸门
	自动提款机	方便乘客提款，可与售票机整合为同一台机器
	储值票加值机	实行电子票证时设置，提供乘客加值与查询余额
	站台门	维护乘客后车安全，于公交车停靠处设置，或采封闭式站台时设置
	紧急通讯及救援按钮	乘客遇紧急状况时可警示公交车进站或与控制中心联络
	安全监视设备	透过摄影监视设备监控站台状况，提供安全的夜间候车环境
	广告	增加经营管理单位收入
	天桥或地下道	乘客于站台过街时无须穿越马路

周边设施主要为转乘设施，就桃园航空城BRT系统而言，转乘其他运具之方式包括步行、自行车、出租车、公交车、捷运、高铁及机车与小客车接送转乘等。BRT转乘站与捷运或高铁站系以步行方式转乘，因此其路径应提供理想之步行环境，并将步行距离最小化。

桃园航空城BRT系统建置完成后，区内公交车转乘之需求不大，主要来源为区外公路客运系统，客运路线衔接BRT转乘站及端点站可实行之转乘设施，布设方式有三：（1）路外转乘设施；（2）传统路边设站后步行前往BRT车站；（3）共享BRT站台。建议主要转乘车站优先选择路外转乘设施，次要而客运转乘需求量较低者，或有用地取得问题考虑者则利用其他两项方式设置。

机车、小客车与出租车接送转乘设施可利用路边留设临时停车接送区，如采路外设置，可纳入邻近捷运或高铁站接送转乘需求一并规划。

车站步行范围外有大量旅客搭乘需求，且无法透过其他接驳公交车系统服务时，可考虑设置停车转乘（Park & Ride）设施，一般均于市区外围设置，并供通勤者使用。由于桃园航空城BRT路线可服务区内大部分范围，因此，停车转乘设施主要服务区外进出航空城旅次，建议可设于端点站，并视转乘站用地与停车需求，纳入邻近捷运或高铁场站停车转乘需求一并规划设置。

3 公交车捷运营运规划

3.1 路线营运服务

3.1.1 营运路线

BRT系统路网形式虽采一环型车道及三条延伸车道，但可规划不同班次路线服务两端旅客，减少转乘次数。路线规划方式主要分为一线到底及主干线＋接驳支线两种，其服务特性如表4，一般认为后者服务较佳，亦较接近于公交车捷运化之精神，其路线数较少但可提供较密集之班次；采一线到底，因路线数增多，以致同一车道上需服务较多路线，各线需减少班次但班距拉长，其服务效率相对较低。因此，路线规划时应尽量减少路线数。

表4 BRT系统营运路线规划方式

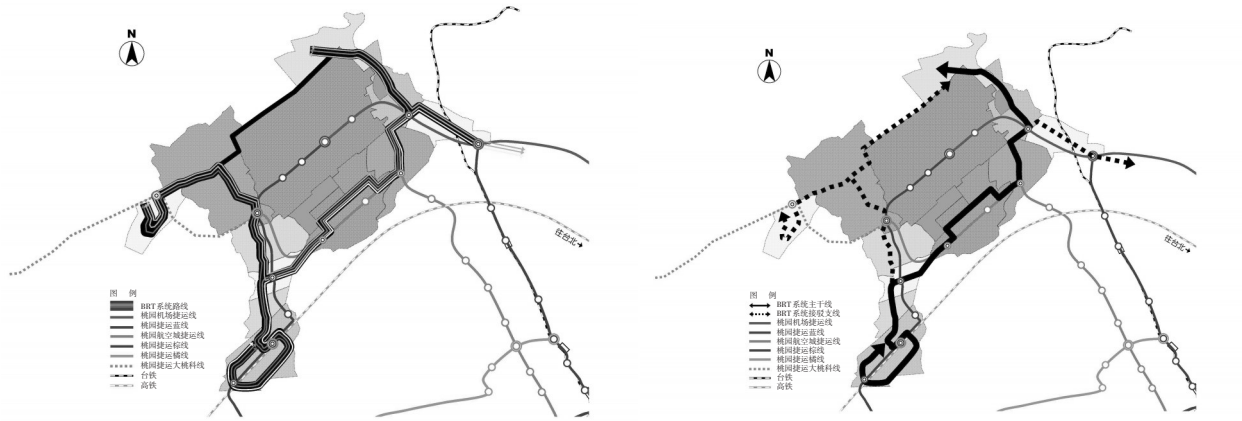
路线结构	一线到底	主干线＋接驳支线
优点	转乘次数较少，旅行时间较短	路线较简洁易懂，可配合不同地区需求调整主/支线之车型、班次、班距等
缺点	主干道路线数较多，服务水平易受影响	转乘次数较多，车外时间与总旅行时间较长

续表

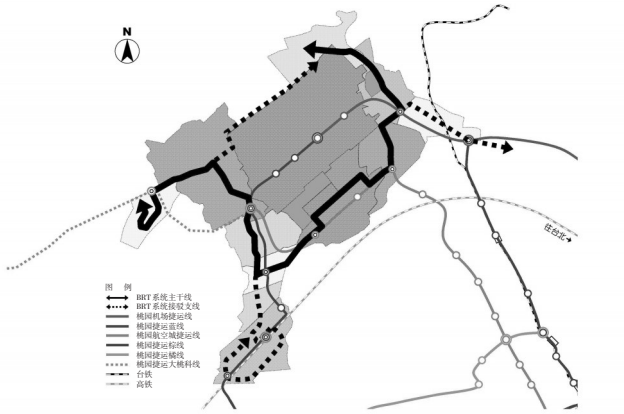
路线结构	一线到底	主干线＋接驳支线
路线	主干线4条路线，其他BRT车道各3条路线	主干线： 1. 自由贸易相关产业区—航空产业区—经贸展览园区 2. 自由贸易相关产业区—航空产业区—精致农业区—生活机能地区（大园）
范例	类似台北市公交车专用道	类似台北捷运系统

就桃园航空城BRT环形路线而言，采一线到底时，主干线（航空产业区路段）有4条路线服务，其余各BRT车道有3条路线服务；采主线与支线接驳时，建议以旅运需求较大路径之BRT车道为主干线，另设转乘站延伸两支线，详见图4。

为考虑BRT系统营运竞争力，应控制其行驶速率、号志时制及各站停靠时间，确保每一路线合理之单向行驶时间。假设桃园航空城内BRT系统任两站移动时间应控制在40min内，则最远两端从滨海游憩地区（竹围）至高铁桃园站区约16km，车辆平均旅行速率需达24km/h以上。



（一线到底）



（主干线＋接驳支线）

图4　BRT系统营运路线规划示意图

3.1.2 路线停站方式

路线停站方式分为三种：每站皆停、直达服务与跳蛙停站，每站皆停一般适用于市区道路，直达

服务适用于高速公路系统上之专用车道（如HOV），跳蛙停站如高铁或台铁现行班表，依路线或车种仅停靠运量较大车站，以兼顾行车效率与服务质量。桃园航空城BRT系统建议以每站皆停为主要营运策略，部分服务人口数较少之地区离峰时段可采跳蛙式停站。

此外，停靠站时间依搭乘旅客量、快速上下车设施及收费系统的差异而有所不同，参酌台北捷运木栅线（中运量捷运系统），在多车门及宽大车门、站台与车辆底盘齐平、车外付费的运作前提下，一般车站停靠时间17~20s，重要转乘站如忠孝复兴站停靠时间约45s。

3.1.3 营运时间

BRT系统为桃园航空城重要之转乘接驳运具，营运时间规划需考虑航空城供需特性、其他运输系统营运时段（机场、高铁、捷运）及成本效益。

平常日首末班车发车时间应早于平常日晨昏峰时段，并配合其他运输系统（机场、高铁、捷运）首末班车发车时间。一般通勤通学尖峰时段约为上午7:00—9:00与下午17:00—19:00，如考虑高铁旅客之转乘需求，高铁桃园站目前最早班车为南下6:52发车，末班车为北上23:34，建议BRT系统首班发车时间应早于6:10，末班发车时间应晚于23:10，以服务高铁旅客早上搭乘及夜间返程。

例假日首末班车发车时间应早于例假日晨昏峰时段，并应配合其他运输系统（机场、高铁、捷运）首末班车发车时间。一般假日尖峰时段并不明显，且会稍晚于平常日晨昏峰时段，因此建议以配合其他运输系统之例假日首末班车发车时间为主。

3.1.4 营运班距

班距规划需考虑旅次需求、车辆容量、营运路线、服务水平及营运成本等因素，而营运班距之长短影响乘客候车时间与总旅行时间，进而影响系统竞争力与服务质量。

BRT系统最小班距限制约为2min，而一般营运班距视时段调整，可分为平常日与例假日之尖峰、离峰与深夜班距，深夜之定义可视各地区产业类型与生活形态而定，在此设定为22:30以后之时段。

3.2 大众运输系统整合规划

（1）航空城接驳公交车系统

接驳公交车之设置目的系提供桃园航空城高铁、捷运及BRT系统整体路网更理想的大众运输及户服务。建置BRT系统后，桃园航空城设置接驳公交车之需求已降低，考虑旅客以步行或自行车联结大众运输场站转乘移动，步行服务范围以运输场站周边500m为主，500～800m为次要步行服务范围。如以800m半径为衡量依据（至车站步行时间约10min），桃园航空城除机场专用区外，约有85%以上区域覆盖于BRT系统服务范围内。显示航空城在建置BRT系统后，转往其他地区之旅次大都属于短程旅次，可借由步行或自行车移动，设置接驳公交车之需求及效益不高，亦即BRT系统可提供航空城内捷运及高铁系统之接驳公交车功能，距场站路径800m以外地区（如航空产业区及大园地区之机场兼容产业区）可透过自行车道系统扩大服务范围，或由航空城管理单位及厂商视需求规划巡回巴士接驳服务。

（2）公路客运系统

桃园航空城与周边主要市镇的公路客运服务大致可分为航空城—林口、航空城—桃园、航空城—中坜、航空城—观音四路廊。目前大园与桃园、中坜地区已辟有26条公交车路线，多利用桃园航空城既有省县乡道系统行驶，包括台4线、台15线、县道108线、110线、110甲线、113线、113丙线、桃3线、桃15线等，采定时发车，班次量偏低，部分路线傍晚以后即不再发车。此外，桃园机场捷运线、桃园捷运蓝线及航空城捷运线分别于2014年及2017年通车后，林口、桃园、中坜地区，或扩及龟山、八德、平镇、杨梅地区，均可经由轨道系统进入桃园航空城，未来公路客运班次与路线应配合航空城旅运起止需求调整，并应与捷运系统与BRT系统路线进行整合。

由于既有客运路线如台4线、台15线、县道110线、113线等均规划纳为BRT系统路线，客运车辆于航空城范围内可否行驶BRT车道需视BRT营运模式而定，如采台北市公交车专用道方式，开放业

者使用专用车道，则较无路线调整问题，即客运公交车进入航空城范围后即径使用BRT车道；如采捷运形式的单一公司经营，则在客运公交车进入航空城范围后，需改利用次要道路并与BRT及捷运系统场站转乘。

（3）“国道”客运系统

桃园航空城“国道”客运系统主要进出之交流道应与现况相同，仍为“国道”1号桃园交流道与“国道”2号机场交流道，可延续现况利用台4线及“国道”2号进出“国道”1号，并于台4线沿线之机场相容产业区（果林）及自由贸易相关产业区评估理想之转运站地址，初步建议应与桃园机场捷运线A11站及BRT系统场站整并。

4　客运转运中心规划

目前在桃园航空城范围内，主要之客运转运中心为高铁桃园站与桃园机场，前者之运具转运以高铁、公路客运、出租车、私人运具为主，后者之运具转运以航空、“国道”客运、私人运具为主，未来将纳入捷运系统之转乘。

由于桃园机场客运转运中心之服务对象仅为“国际”出入境旅客，而高铁桃园站与长途“国道”客运有营运竞争关系，其公交车客运服务以提供桃园市、中坜市及机场往返之公路客运为主，因此，建议于桃园航空城内另觅适当区位建置客运转运中心，以服务往来航空城与其他县市地区之短、中、长程旅客。

桃园航空城客运转运中心区位遴选之评估项目如下：

（1）配合航空城未来空间发展

客运转运中心地址应考虑桃园航空城空间发展，包括目前规划之八大功能分区，以及未来可能扩张的潜力地区，以避免日后运输功能萎缩且迁移困难。

以目前航空城所处区位，北侧已近海滨地区；东侧受限于桃林铁路与林口台地；南侧邻高铁路线，且近芦竹南崁、大竹市区，土地价格相对较高；西侧观音地区无天然地形或人工屏障阻隔，且目前已有大桃园科技工业园区与观光农业等产业发展，较具扩张开发潜力。

（2）乘客集散之便利性

主要考虑服务地区到达转运中心所需时间、转乘运具选择之种类多寡及接驳转乘所花费的时间，由考虑因素可知，客运转运中心应考虑设于服务地区之几何中心，并提供多元转乘运具，以减少往来与转乘时间。以航空城而言，客运转运中心应优先选择高铁、捷运与BRT系统之转乘场站，再由转乘场站中评比较理想之服务区位。

（3）客运业者之营运绩效

客运转运中心主要服务对象除轨道系统外，尚包括公交车客运系统，其中又以中长程公路客运及“国道”客运系统因及户性较低，转乘需求较高，因此客运转运中心位置应尽量邻近地区主要联外道路或“国道”交流道，同时需减少于市区弯绕情形，以减少时间及油耗成本。

航空城往来桃园县其他地区之中程公路客运旅次主要运输走廊包括省道台4线、台15线、县道108线、110线、113线等，而经由“国道”1号往来台湾西部都会区之长程“国道”客运路线为台4线及“国道”2号。以9处高铁/捷运/BRT转乘站而言，以A11站（近台4线及县道108线）及A15站（近“国道”2号、台15线、县道110线及113线）可提供较佳之公路客运转乘服务。

（4）土地取得成本

客运转运中心地址需考虑周边土地使用情形，避免设于市区，以免土地取得成本过高、减损市区土地价值及造成周边道路交通拥挤的情形。

目前航空城除已开发之机场专用区、远雄自由贸易港区、高铁桃园站特定区（经贸展览园区）、大园工业区及部分都市计划地区外，土地取得成本尚低，唯转运站区位应避免设于个别发展分区之中

心地区，影响后续土地规划方向，以及实质运作因人车集散所产生之交通拥塞。

依据上述评估，桃园航空城客运转运中心之遴选区位，建议以桃园航空城西侧发展带A15站为主要客运转运中心，东侧发展带A11站为次要客运转运站。

5 场站整合规划

5.1 场站信息整合

大众运输场站信息之搜集、整合与发布系属智能型运输系统的一环（先进用路人信息服务与先进大众运输服务），运输客运场站信息的使用者，包含了搭乘运输工具的乘客、场站管理单位、运输系统业者与交通管理单位等。

搭乘大众运输工具之旅客由起点至讫点的旅行过程可分为五个阶段：由起点到车站、等车、乘车、转车、由车站到目的地，各阶段关心的旅行信息不尽相同，其中第一与第五阶段的信息需求主要由个人化行动设备或路侧信息显示设施提供，第三乘车阶段的信息需求则由车上设备提供，第二与第五阶段等车与转车的信息需求则由场站设备负责提供。

桃园航空城将服务大量之外地旅客与产业发展区之通勤旅次，因此主要转运场站（如BRT转乘站、高铁桃园站、捷运与其他轨道系统之转乘站）均需服务通勤通学旅次、非固定使用者、偶然性使用者及访客，应提供完整之交通转乘信息，建议可建立多元大众运输系统之联合时刻表，以缩短接驳时间，提升运输效率，并增加旅客使用意愿。建立联合信息系统，统整各运输系统之时刻、票价、查询系统及路径指针导引系统等，除可减少运输业者之信息成本，同时可增加使用者之便利性。

5.2 票证整合

桃园航空城涵括了多种异质大众运输系统，系统形式、服务功能与营运单位各不相同，包括高铁系统纵贯台湾西部都会区、桃园机场捷运线往来台北都会区、桃园捷运系统联结桃园都会区与台北都会区（桃园航空城捷运线与棕线分别衔接台北捷运三莺线与新庄线）、BRT系统连通桃园航空城各发展分区，以及中、长程之公路客运与“国道”客运系统。

由于电子票证在发行门槛上的规模限制，日后桃园航空城BRT系统如纳入桃园捷运系统之营运管理，其票务系统自然与桃园捷运一致；如BRT系统属独自之营运单位，除发行自有之票务系统，亦必须考虑与桃园捷运系统票证整合，以提高桃园航空城内大众运输系统转乘之便利性，提高旅客搭乘BRT系统之意愿及BRT系统之旅运量。此外，悠游卡在小额消费电子钱包与公司机关识别证应用上的成功，可提供桃园航空城未来所引进之庞大商务旅次、厂商产业进驻及衍生之服务性产业，借由特约与结盟关系，扩增电子票证之应用范围与发行规模。

目前“交通部”交通电子票证整合方向虽然采北北基“悠游卡”与桃竹苗中彰投“台湾通”区隔，但以桃园与大台北地区旅次分布、桃园机场服务大台北都会区的旅客往返、台北桃园间轨道运输系统转乘衔接的密切程度，未来由“政府”推动交通电子票证朝向北北桃都会区之系统整合发展实属必要。

“交通部”推动异质大众运输系统票证整合已逾十年，依目前成果，技术整合上并无太大问题，“悠游卡”与“台湾通”之整合方式可透过前端设备整合，也就是在悠游卡（台湾通）设备加上可使用台湾通（悠游卡）之感应基座；另一方式为将悠游卡与台湾通两卡融为一卡的卡片整合。但因电子票证涉及的商业利基太大，在市场经营面上所涉及电子票证经营者、一般消费者与引用服务者（如运输业者、异业结盟业者）等三方关系之建立与制度运作机制上，包括市场经营策略、营收拆账分配、风险管理控制等，由于“政府”无法强制介入，票证整合在谈判协商的困难度远超过技术系统层面，目前台北与桃园间大众运输系统除部分城际客运业者提供悠游卡电子付费外，仅有台铁属公营事业，于基隆—中坜间已可利用悠游卡搭乘。

就本计划特性而言，桃园航空城联外35分钟内可经机场捷运线往台北都心，20分钟内可经桃园

捷运蓝线与航空城捷运线往中坜与桃园市区，100分钟内可抵高雄高铁左营车站，区内可透过BRT系统快速前往任一分区及任一联外轨道系统场站，为达本计划构建无缝（seamless）公共运输服务的发展目标，票证系统整合程度为其中关键项目，由于大众运输系统具公益性质，“政府”除尊重市场机制，应适度以公权力积极促成交通电子票证整合，以强化桃园机场、航空城与北北桃都会区的公共运输效能。作法上则建议优先进行台北捷运系统、机场捷运线与桃园捷运系统等大型公共轨道运输建设、公有停车场及其他公家机关单位（如图书馆）的电子票证整合，于北北桃都会区产生市场规模后，将有助于周边地区性公交车业者、城际客运及高铁系统、出租车业者的参与，以及商务游憩购物产业的异业结盟。

6　结语与建议

桃园航空城经系统形式技术评估，考虑运输需求及兴建成本等因素，建议采用“以平面完全专用或部分专用路权为主，可允许部分混合路权之公交车捷运（BRT）系统”，并以环形路线方案建置穿越航空城各分区核心地区。另考虑航空城内多元运具之转运需求规划客运转运中心，其区位遴选考虑：①配合航空城未来空间发展；②乘客集散之便利性；③客运业者之营运绩效；④土地取得成本，评估建议以航空城西侧A15站为主要客运转运中心，东侧A11站为次要客运转运站，两处站址均具备了地理位置良好、多元运具转乘、邻近桃园机场出入口，并邻近“国道”2号及台4线等衔接“国道”1号之主要道路，未来可提供航空城区内外客运系统之接驳转乘功能，以及机场旅客私人运具的停车转乘服务。

为实现航空城大众运输导向发展与绿色运输，航空城公交车捷运系统应整合桃园机场捷运线、桃园捷运系统及高铁，达到无缝大众运输之愿景。为养成旅客对大众运输使用习惯，可先沿捷运计划路线或公交车捷运路线，提供公交车服务以培养运量。如目前已开发之自由贸易港区即为航空城之示范区域或代表，吸引许多外地人士造访，建议可提供机场与高铁车站至自由贸易港区之地区公交车或巡回公交车服务，便利联外大众运输，加深外地人士之参访印象。

航空城开发期间即会有开发与建设人员需求，提供桃园都会区就业机会，尤其亦会衍生人口集居中心与航空城间往来需求，如桃园市与中坜市，航空城与中坜市联系之机场捷运线已开始施工，届时可提供服务，建议桃园市与航空城联系之航空城捷运线于先期亦应先开辟干线公交车，提供较优质之大众运输服务，而不需仰赖私人运具，培养廊带之大众运输运量，后续进一步引进捷运系统，降低汽车污染排放，达到环境永续发展之目的。

地铁系统利润导向运营之探讨

张辰秋
（高雄捷运股份有限公司，台湾）

摘　要：引进麦可波特（Michael Porter）五力分析的方法剖析地铁轨道运输的产业中争夺利润的对手和获利的能力；说明在轨道运输的产业中，五个力量的意义与内容。针对地铁系统进行五力分析，在利润导向的基础上，探讨地铁系统的竞争策略。针对地铁系统因应其产业环境，建议其可能的竞争策略，俾能获取足够的利润，建立健康财务体质，成为一财务永续的地铁系统。

关键词：利润导向；地铁系统；五力分析

1　引　言

都市具有一定规模以后，人口增加，经济行为频率提升，交通旅次及范围扩大，须建置地铁系统，俾提供便捷的交通工具，健全都市发展。依据交通运输的规划思维，都市在人口达百万以上时，有必要考虑提供高运量地铁系统，而台北及高雄市均系百万以上人口之都市，并陆续分别于1996年及2008年开始提供地铁系统。

台北捷运的使命与愿景。台北捷运以提供旅客安全、可靠、亲切的高质量运输服务为使命，并以实现台北捷运、世界一流为愿景，借此促成台北民众生活质量的再提升，全力配合市府打造台北成为一个健康的国际化城市。

高雄捷运的使命与愿景。使命——为大高雄地区大众运输之优质发展及城市提升作出贡献。愿景——塑造高雄捷运为城市新地标，并成为世界一流的捷运系统。

台北捷运在安全、可靠、亲切的高质量运输服务的使命下运行4a，可靠度为世界第一，但是台北捷运公司随着其后续路网扩大，将会有潜在的财务危机。高雄捷运营运不到1a，其经营已面临财务困境，2009年亏损高达25亿元新台币。所以，捷运系统经营的未来大趋势应是追求利润，财务永续。大众捷运系统过去以来的服务导向的观念是不是有所不足？捷运系统面对捷运成本高，收益不足的问题，是否应由利润导向观念的切入？高雄捷运系统的财务困境是否应从利润导向的角度思考？我们是不是应该要着手利润策略的分析与研拟？是一项刻不容缓的重要议题。

2　文献回顾与评析

策略系确认企业未来的经营形态、竞争方式与成长模式并拟定一整套达成的行动方案。一个有效的策略能提供公司三大优势：第一，经济收益的来源；第二，提供资源分配的架构；第三，提供公司制定管理与组织层面的决策指针。方至民提及策略的重要性：确认长期发展方向，取得共识；企业中短期经营目标及优先级的决策；确认环境中之重要影响因素，并正确因应；决定关键性资源之获取与分配；确认各个价值活动的执行内容与方式；有助于协调及整合企业组织运作。

至于策略分析的内涵，方至民分为两大项来分析：

（1）SWOT：企业之优势、劣势、机会、威胁。

（2）KSF：从竞争环境面及顾客需求面分析未来胜出之主要因素。

依据钱得乐的说法，策略包含了选择（做对的事）与实践（将事做对）。选择是策略决策，是重

要事件。实践是执行决策，是一系列作业决策。

所以，企业的策略非常重要，定位清楚后，经由策略分析，作出正确的选择，并且拟定一整套短、中、长的完整达成目标的策略方案。

哈佛大学教授麦可波特以五个力量来分析企业获利的能力，将产业内的竞争广泛定义为其所有的供货商、客户、竞争者、替代者与新进入者等五个部分，亦即整个产业的竞争程度是由上述五个方面竞争力量共同决定（Porter，1980）。五力分析就是企业获利潜力的探讨，更明确地说，就是企业在市场上营运时，有五个力量跟它争夺利润。

波特的五力模型可用来分析企业所处的产业结构以及企业在此产业中的竞争地位，每一竞争作用力的内容如图1波特五力模型图所示：

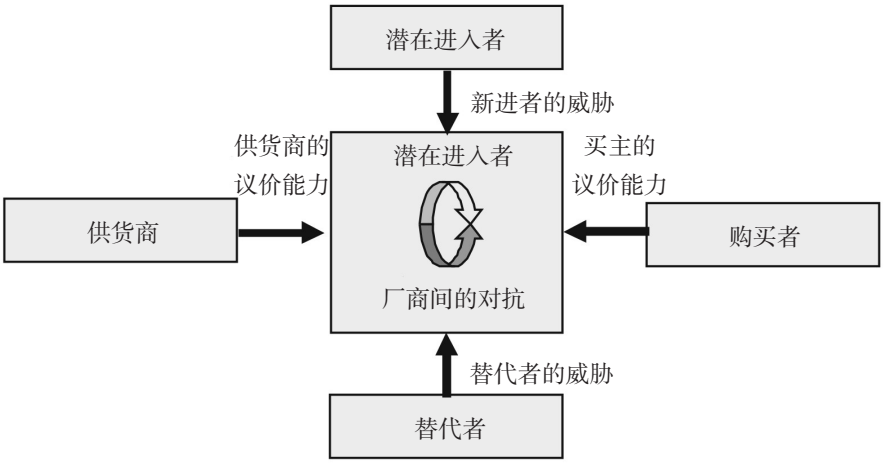


图1　波特五力模型

Porter认为五力分析是由买方的议价力量、供货商的议价力量、新进入者的威胁、替代性产品的威胁以及既有竞争者之间的竞争状态所构成。借此可以明了任何产业的长期获利能力以及企业如何影响产业竞争对自身有利。五力架构提供了分析产业效应所需的结构，而价值链则提供检视竞争优势效应所需的架构。如果五大竞争作用力很强烈，产业里几乎每一家公司的投资报酬率就都不理想，例如航空、纺织和旅馆业的情形。如果五大竞争作用力相当温和，许多公司都有机会获利，例如软件、软性饮料、美容清洁用品等产业。产业结构决定产业内的竞争情形和获利能力，至于产业提供的是产品或服务，属于新兴或成熟产业、高科技或低科技产业、受管制或不受管制，并非决定因素。

Porter对策略和五力分析之间的关系，作了一些诠释：规划策略的第一步，就是要了解形塑产业竞争的五项作用力。五大竞争作用力可以解释产业获利能力为何会是目前的水平。接下来，公司才能把产业情况纳入策略的考虑。经理人若能了解产业结构，有助于规划许多可能创造丰硕成果的策略行动，包括：为公司定位，以便更能应付目前最关键的竞争作用力；最佳策略并非只采用其中一项行动，而是多项并用。我们可以把策略当做是捍卫公司不受竞争作用力的影响，或者是在产业里竞争作用力最弱的地方找到自身的定位。若要让产业里的公司获得更多利润，首先要确认目前有哪些竞争作用力限制产业的获利能力，并采取因应措施。策略师的目标就是减少总利润中流向供货商、买方和替代性产品的比重。

Krajsa and Senkyrova以五力分析的方法分析了雪梨都市轨道运输系统的客户和竞争对手，并且以SWOT分析其优势和劣势，其策略则以使命和愿景为其根源，未来的目标为提供安全、清洁并且可靠的交通运输服务，以提升更高的运量。很明显，雪梨都市轨道运输系统的策略定位是以服务为导向，俾能吸引乘客搭乘，以提升运量。

3 地铁产业分析——五力分析

就地铁整体环境而言，有五个力量与都市捷运争夺利润，该五个力量包括替代品的威胁、新进入者的威胁、买方的压力、卖方的压力、业界内的竞争程度。

3.1 新进入者的威胁

建置及营运地铁系统之投资成本高，所以，有高门槛防堵新进入者。另外，大众捷运系统具备投资庞大且投资后成为沉没成本的特性，要成为这一个产业的新进入者有一定的困难度。

3.2 买方的压力

买方的压力即为乘客的议价能力，虽然建置地铁系统投资成本相当高，而且营运单位可以订定符合成本的票价，但是，由于地铁费率订定过程中，主要系考虑消费者及民意代表的意见。所以，最后核定的费率是无法反应地铁系统的实际成本，理论上，地铁营运公司是能依法按成本赚取应有的费用，而实务上却做不到，此亦造成其财务永续困难的主因之一。

3.3 卖方的压力

地铁的能源主要供货商系电力公司，在地铁系统的动力用电上，系按电力公司的电价，不具备议价的空间。

3.4 业界内的竞争程度

都会区轨道运输系统有地铁、传统铁路和高速铁路系统，三者客源有部分的重叠，也有部分是互相转乘，但是，由于捷运的班距较传统铁路及高速铁路短，并且地铁的安全性及舒适度高，地铁是在都会区的运输确实优于传统铁路及高速铁路。

3.5 替代品的威胁

地铁的替代运具分为公共运具与私人运具两类，公共运具包括市区公交车及城际公路客运；私人运具包括小汽车、机车及自行车。通常，都市交通主管机关会尽量规划公共运具不与地铁系统路线重叠，以利提升地铁系统的运量，并且避免公共资源的浪费；私人运具部分一般系以抑制其成长的交通政策，减低对地铁系统的威胁。

兹依此概念，将产业分析结构化，绘制地铁五力分析图如图2所示。

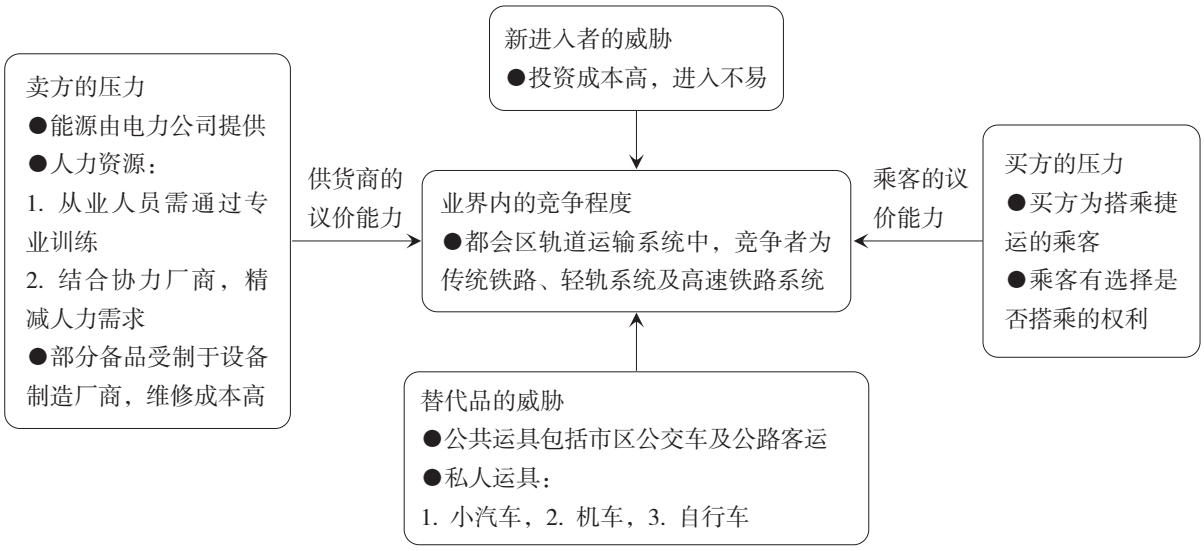


图2 地铁五力分析

4 高雄捷运五力分析

就高雄整体环境而言，有五个力量与高雄捷运争夺利润，这五个力量包括替代品的威胁、新进入

者的威胁、买方的压力、卖方的压力、业界内的竞争程度。其中最主要的利润争夺力量是替代品的威胁，而所有的替代品中，又以机车的威胁最大，机车这项运具方便、成本低且可及性高，因此，在高雄捷运尚未通车前，大高雄地区系以机车为主要的交通运具，根据2009年统计资料，高雄市人口为152万，而其机车数量高达120万辆；此外，大高雄地区在捷运通车后同样旅次的旅次长度分析，捷运需要34.5min，机车仅要16.8min。所以，不论从成本、数量、旅次长度或可及性，机车均优于捷运，而为高雄捷运利润的最大掠夺者。

至于其他四个力量，影响高雄捷运利润较小，谨简述如下：

（1）新进入者的威胁。建置及营运捷运系统之投资成本高，且目前之捷运系统系合约规定由特许之高雄捷运公司拥有营运权利至公元2037年，所以，有高门槛防堵新进入者。另外，大众运输具备投资庞大且投资后成为沉没成本的特性，要成为这一个产业的新进入者有一定的困难度。未来可能会有轻轨系统及台湾高铁左营站到高雄站路段的竞争。

（2）买方的压力。买方的压力即为乘客的议价能力，虽然营运单位投资成本相当高，而且依照大众捷运系统运价率计算公式：大众捷运系统地方主管机关负弥补亏损之责，营运单位可以订定符合成本的票价，或者提出低于成本的票价，差额由“政府”补贴。但是，由于捷运费率系由“市政府”组成的费率委员会审定，审定过程中，主要系考虑现行台北捷运的费率，再斟酌消费者及民意代表的意见。所以，最后核定的费率与台北捷运的费率几乎一样，然而两者的成本结构差异是极大的，理论上，高雄捷运公司是能依法按成本赚取应有的费用，而实务上却做不到，此亦造成其亏损的主因之一。

（3）卖方的压力。高雄捷运系统所需要的能源的主要供货商系台湾电力公司，在电联车的动力用电上，台湾电力公司提供九五折的优待，一般用电则按“政府”核定的电价，不具备议价的空间。

（4）业界内的竞争程度。高雄都会区轨道运输系统有捷运和台铁，两者客源有部分的重叠，也有部分是互相转乘，但是，由于捷运的班距较台铁短，并且捷运的安全性及舒适度较高，捷运是优于台铁的。

兹依此概念，将产业分析结构化，绘制高雄捷运五力分析图如图3所示。

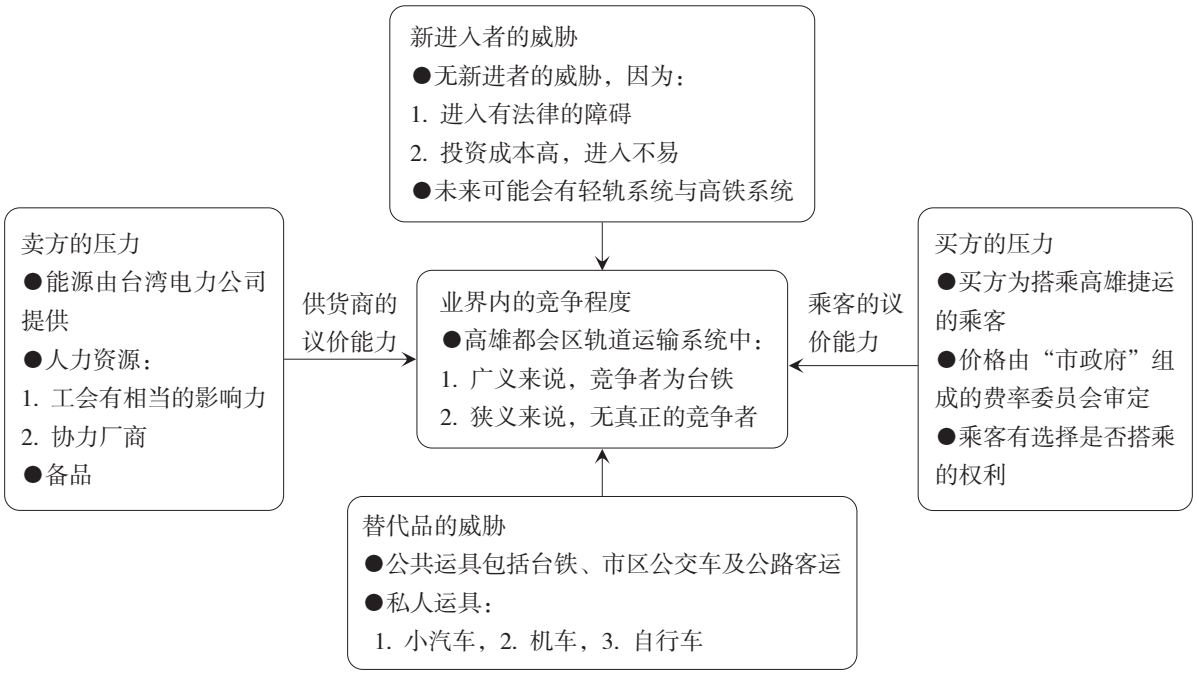


图3　高雄捷运五力分析

5 地铁系统竞争策略的讨论

地铁系统的经营者必须朝向企业化经营，也需要了解如何在特定行业中拥有竞争力以及如何拟定有特色的策略。地铁公司企业化经营财务管理的目的是达成财务永续，而作业效益和策略则是达成财务永续的要件。兹依据Porter美国部分产业的获利能力，1992—2006年间的平均ROIC，整理与地铁产业相关资料如表1。

表1 1992—2006年美国与地铁相关产业平均ROIC

项次	产业项目	ROIC（%）
1	股票经纪人和自营商	40.9
2	广告业	27.3
3	药房	16.5
4	日用杂货店	16.0
5	航空公司	5.9

注：美国的产业平均ROIC：14.9%。

由表1可以归纳出项次1~4均属地铁产业的附属事业，其ROIC大于平均值；而项次5属交通运输本业，其ROIC小于平均值。所以地铁系统应经营附属事业，以赚取的费用挹注到交通运输本业。

Porter指出：如果替代性产品的威胁性很高，就会压低产业的获利能力。替代性产品或服务限制了产业里的产品价格，因此也限制了产业的获利潜力。如果产业无法在产品功能上大幅超越替代性产品，或者无法透过营销或其他方法拉大与替代性产品的差距，这个产业的获利能力会降低，产业的成长潜力也会受限。如果出现以下情况，替代性产品的威胁就会很高：相较于此产业目前供应的产品，替代性产品在价格与功能上提供取舍选择，以致吸引力大增。替代性产品的相对价值越高，就越限制受影响产业的获利潜力。例如，Vonage或Skype等业者提供便宜的网络电话服务，冲击到长途电话服务的传统供货商。机车这项运具是高雄捷运的威胁性最高的替代性产品，除了捷运本身的营销外，仍需“政府”提出有效的限制机车使用的交通政策，才能拉大机车这项替代性运具的拉距，提升高雄捷运的获利能力。Porter提到替代性产品的威胁也可能会对受影响的产业有利，预示未来会有很好的获利能力和成长潜力。换句话说，当机车这项运具在高雄市消失的时候，高雄捷运的获利能力和成长都将大幅提升。

地铁系统营运公司若要削弱卖方（供货商）的力量，可以联合其他地铁公司，把零件规格标准化，以累积谈判筹码，视需要时更换供货商；或者改采用别种技术，避开价格不合理的强势供货商。若要削弱买方（乘客）的力量，营运公司可以降低票价，提高乘客的转换成本；或者协调主管单位，提出有利搭乘地铁乘客的交通政策，降低搭乘的困难和成本。若要削弱替代性产品（机车、小汽车）的威胁，地铁公司可以协调主管单位，提供更完善的转乘和接驳设施，做到无缝的接驳转乘，让乘客更容易搭到地铁，提升地铁的可及性和亲和力。事实上，随着全球化的普及，地铁营运公司的竞争与合作是遍及全球的，高雄捷运公司与香港铁路公司、新加坡捷运公司、台北捷运公司等，都在这单一产业中竞争。

Porter指出，某一个产业的整体需求增加、质量水平提升、内部成本降低、消除浪费，整个市场大饼就会扩大。产业中的公司、供货商、买方可以取得的整个利润池也会变大。例如，通路若是变得更有竞争力，或是产业里的公司发现有一些尚未服务到的潜在买方，产业的整体利润池就会因此扩大。换言之，地铁系统的运输需求增加、营运质量水平提升、内部成本降低、消除浪费，整个捷运交通运销市场大饼就会扩大。

公交车是否要归属在与地铁同一产业中，在产业五力分析的过程中并不会影响分析的结果，因为即使在界定产业时，未划入公交车这项相关性很强的运具，但是，这项运具还是会成为替代性运具；或者，虽然未把公交车列入竞争运具，但是，还是会把它当做潜在的新进运具。

Porter 提到卓越获利能力的算法是：提供商品更好的价值，让企业可以要求更高的产品单价，或更高的效率可导致更低的平均单位成本。对于地铁公司而言，就是提升票收、增加附属事业收入以及降低成本。

策略的本质就是取舍的选择，在不同的时空环境，对于公司的定位、经营的方向、采取的方法就应该有不同的考虑，而有所取舍，形成符合实际环境的策略。高雄捷运公司目前财务困难，策略定位在追求利润以达到财务永续是能被“政府”及社会大众接受的；以“财务永续”的定位，再研拟策略的过程中方能有所取舍，而不至于偏离公司的定位，最终得以确保公司的永续经营。

Porter认为选择定位不仅决定企业会执行哪些活动、设计个别活动的方式，同时还涉及活动之间的互动关系。作业效益是为了使个别活动、功能有卓越的表现，策略则着重在组合这些活动。所以，高雄捷运公司在财务永续的定位下，对于各项活动的研拟与执行方式，都会回归到成本效益的考虑，并且组合这些活动而形成一项策略。例如，高雄捷运公司的营销策略系在捷运车站举办活动，让捷运系统独特的展示平台（例如美丽岛站的光之穹顶）可提供场地租借服务，供各界（包括商业及公务）举办活动，一方面可扩大民众对捷运系统与车站的利用，并带动附业收入，增加营收，另一方面亦可达成广告宣传效益，建立并增进民众搭乘习惯。

6　结论与建议

地铁这一个产业的利润潜力取决于五力之间的互动作用，这五力包括新进入者的威胁、供货商的议价能力、购买者的议价能力、替代产品及业界内的竞争程度。在相关交通运输的产业中，与高雄捷运争夺营收利润的五个力量中，最主要力量系机车这项“替代品的威胁”。

五力分析系外部环境分析，建议针对不同地铁系统再分析其企业内部能力，以建立核心竞争力，识别地铁系统企业的内部能力，依据五力分析和核心竞争力的结果，进行SWOT分析，分析出地铁系统的优势、劣势、机会和威胁，从分析出来的各项内容，依照自身的定位—利润导向（不同的都市捷运其定位可能不同，如雪梨都市轨道运输系统的定位系安全、清洁及可靠的服务导向），进行策略研拟。

参考文献

[1] 方至民. 企业经营策略讲义［R］. 2008.

[2] 方至民，钟宪瑞. 策略管理：建立企业永续竞争力［R］. 2006.

[3] 王成，刘志广. 决策关键点［R］. 2006.

[4] 张学孔. 轨道运输发展应重视财务与政策机制之永续性［C］// 2008轨道运输论坛. 台湾运输学会，成功大学交通管理科学系，2008.

[5] 阎瑞彦. 策略管理［M］.［出版地不详］：华视出版社，2007.

多元化交通体系

上海市居民公共交通出行成本研究

李　娜　朱　洪
（上海市城市综合交通规划研究所，上海 200040）

摘　要：随着上海优先发展公共交通战略的推进，为了保障公共交通优先措施的实施效果，有效降低公共交通出行成本，成为社会各界对公共交通服务的愿望。如何界定公共交通出行成本，近几年上海市公共交通出行成本的水平是否合理，如何有效地降低公共交通出行成本是本文重点关注的内容。

关键词：出行成本；公共交通；车费成本；时间成本

随着公共交通优先发展战略的推行，公共交通出行成本问题成为社会各界关注的热点。为了研究本市公共交通出行成本状况以及明确对公共交通出行成本调整的政策，开展上海市公共交通出行成本的研究。作为从出行成本的角度实施公交优先战略的专题研究，其成果首先要为公共交通票价水平的评价和票价政策的制定寻找定量、科学的依据，同时也应为本市公交线网调整优化、公共交通运营水平提升具有一定的指导作用。

1　出行成本是包括车费、时耗、体力精力的综合成本

出行成本应该包括一次完成出行中车费、时间和体力的支出，这三方面共同决定了市民是否选择和如何选择公共交通方式出行。降低市民公共交通出行成本，应当体现在减少出行车费支出、时间占用和体力消耗三方面。

公共交通车费成本是选择公共交通出行经济性的支出，包括出行全程支出车费的总和，直接和公共交通的票价相关。

公共交通出行时间成本是公共交通出行从出行起点到目的地付出的时耗，即公共交通出行时间与公共交通网络服务相关。

公共交通出行体力成本是指公共交通全程中精神和体力的消耗，这一指标与公共交通出行时间相关，但是难以量化，主要做定性研究。

不同的人群对三方面出行成本的敏感性不同，决定了不同出行成本措施对不同人群的作用力度不同。低收入人群对车费成本最为敏感，愿意付出更多时间和体力成本换取较低的经济性支出，票价政策对这类人群作用力度最大；中收入人群对车费成本不如低收入人群敏感，但是也是出行选择中重要的决定因素，同时对时间成本和体力成本更为敏感；高收入人群对车费成本不敏感，而对出行的时间成本和体力成本最为敏感，公共交通的服务水平是这类人是否选择公共交通的决定因素。

2　上海市公共交通出行车费成本分析

本次研究只将轨道交通和地面公交方式的车费作为研究车费成本的范围，计算轨道交通和地面公交代表的公共交通方式出行成本的车费成本。出行车费成本可以从两个方面来研究，一是平均乘次的车费，二是平均人次的车费。

2.1 轨道和公交平均乘次车费变化分析

轨道（或公交）平均乘次车费，是轨道（或公交）年度总营收与客运总量的比值。

2.1.1 轨道交通乘次平均票价变化分析

从轨道交通乘次平均票价变化来看，经历了先增后减的变化态势。2001年至2004年轨道平均票价年均增幅为4%，在轨道网络基本不变的情况下主要是由于乘客平均乘距的增加使得平均票价上升。从2005—2006年年均增幅为14%，主要原因是2005年轨道票价调整使得乘次平均票价增加。2007年随着4号线的环通，整个轨道线网逐步成网，轨道线网的换乘系数增加，乘客在一条轨道线路乘距缩短，因此乘次平均票价呈现下降。根据轨道交通乘次平均变化的规律，随着轨道交通线网的逐步拓展和人们出行距离的增加，轨道线网乘客在轨道线路上的平均乘距增加，在轨道票制不变的情况下，平均乘次票价将呈上升态势，如图1。

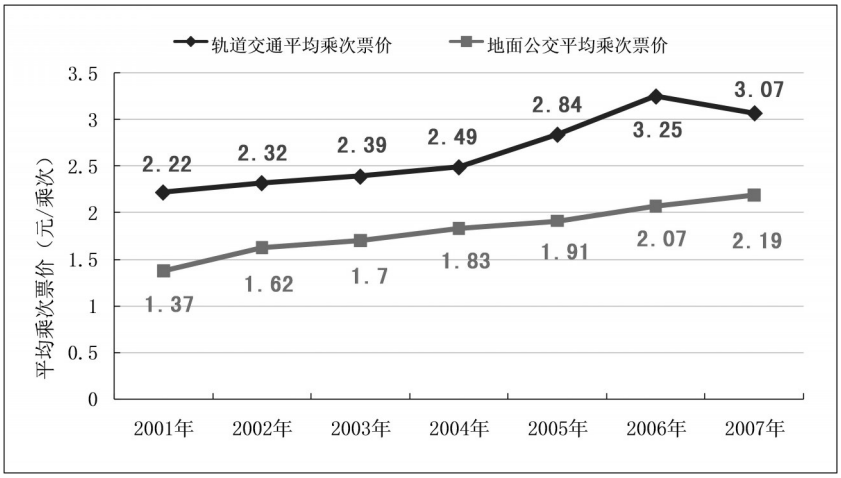


图1　轨道和地面公交平均乘次票价变化

2.1.2 地面公交乘次平均票价变化分析

地面公交平均票价呈上升趋势的主要原因是空调车比重的提高。通过分析，地面公交受空调车比重提高的影响，乘次平均票价仍在处于上升态势，换乘优惠措施由于优惠客流有限，对平均乘次票价影响小。可以预见，如果继续现状票制，地面公交乘次平均票价将会上升。

轨道和地面公交乘次平均票价的上升，将进一步使居民公共交通车费成本增加。为了更准确地分析公共交通出行经济性付出，下面采用公共交通平均人次车费成本这一指标进行分析。

2.2 公共交通出行平均人次车费成本计算

2.2.1 公共交通出行车费成本的计算方法

公共交通平均乘次成本虽然在一定程度上反映了市民乘坐公共交通的经济性，但是由于一次出行可能包括几次乘车的过程，因此市民最为关心的是一次公共交通出行总的车费成本，即一次出行过程中几次乘车的车费之和。因此在平均乘次成本的基础上分析公共交通出行平均人次车费成本更具意义。公共交通出行平均人次车费成本是轨道交通和地面公交的总营收与公共交通出行总量的比值，是选择轨道或者公交完成一次出行的平均车费支出。具体的计算公式如下：

$$C_t=\frac{B_r\times C_{Br}+B_b\times C_{Bb}}{(B_r+B_b)/\beta_{换}}=\frac{I_{营收}}{T_{公共交通}}$$

式中　C_t ——平均人次车费成本，元/人次；

B_r ——轨道运量，乘次；

C_{Br}——轨道平均乘次成本，元/乘次；

B_b ——公交运量，乘次；

C_{Bb}——公交平均乘次成本，元/乘次；

$\beta_{换}$ ——公共交通换乘系数；

$I_{营收}$ ——轨道和公交的总营收，元；

$T_{公共交通}$ ——轨道和公交的总出行人次，人次。

2.2.2 2001—2007年公共交通平均人次车费成本

根据出行平均车费成本的计算公式，计算2001—2007年公共交通出行平均车费成本。从表1、图2可以看出，七年来公共交通平均车费成本呈上升趋势。2001—2007年公共交通出行的平均车费成本从1.71元/人次上升到2.90元/人次，年均增幅为9.5%。

公共交通平均车费成本的上升，主要是由于乘次平均票价的上升和换乘系数的增加。因此对公共交通平均车费成本的调节不仅要关注乘次平均票价的变化，更要关注换乘系数的变化。

表1　上海市2001—2007年公共交通（轨道和公交）出行平均车费成本

年份	轨道客运量（万乘次/日）	公交客运量（万乘次/日）	轨道平均乘次票价（元）	公交平均乘次票价（元）	轨道和公交总营收（万元）	轨道和公交出行总量（万人次/日）	出行平均车费成本（元/人次）
2001年	77	737	2.22	1.37	1181	690	1.71
2002年	98	762	2.32	1.62	1462	695	2.10
2003年	112	748	2.39	1.7	1539	692	2.23
2004年	131	775	2.49	1.83	1744	738	2.36
2005年	163	761	2.84	1.91	1916	749	2.56
2006年	180	751	3.25	2.07	2140	778	2.75
2007年	223	723	3.07	2.19	2268	783	2.90

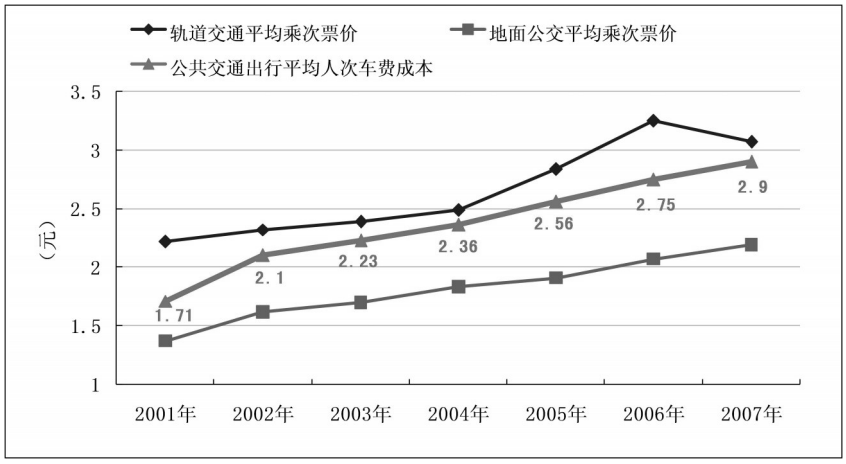


图2　2001—2007年公共交通出行平均车费成本变化

如果轨道和公交票制不变，仅因为乘距的增加和空调车比重的提高导致乘次平均票价的上升，假设在2010年轨道网络和现状地面公交网络下，借助上海市公共交通模型，根据公共交通平均车费成本的计算公式，对2010年上海市公共交通的平均车费成本进行计算，2010年全市公共交通出行平均车费成本将较2007年增加33%，为3.84元/人次。

2.3 公共交通车费成本相对于市民经济承受能力分析

为了更明晰地反映公共交通车费成本相对城市居民经济承受能力，用月通勤交通车费占月职工平均工资比重这一指标。

将2001—2006年上海和2004年新加坡、2004年香港进行比较。三个城市按每月平均通勤公共交通出行次数44次计算，上海2004年和2006年职工用于通勤的车费占月平均工资的5%，新加坡2004年这一指标为1%，香港这一指标为3%（见表2）。

可见上海市公共交通出行的平均车费成本相对于其他两个城市是偏高的。如果上海要达到香港车费的优惠水平，那么公共交通出行平均车费成本在现状水平上需要降低40%～50%；如果上海要达到新加坡车费的优惠水平，那么公共交通出行平均车费成本在现状水平上需要降低80%。

表2 上海月通勤交通车费占月职工平均工资的比重与香港和新加坡的比较

年份	城市	平均月职工工资（元/月）	公共交通出行平均车费成本（元/人次）	月平均通勤交通车费（元/月）	月通勤交通车费占月平均工资比重（%）
2001年	上海（元）	1480	1.71	75	5%
2002年	上海（元）	1623	2.10	92	6%
2003年	上海（元）	1847	2.23	98	5%
2004年	上海（元）	2033	2.36	104	5%
2005年	上海（元）	2235	2.56	113	5%
2006年	上海（元）	2464	2.75	121	5%
2004年	新加坡（新元）	3329	0.95	42	1%
2004年	香港（港元）	10692	7.14	314	3%
2010年	上海（元）	3478	3.84	169	5%

如果按2001—2006年上海市平均月职工工资的年均9%增长幅度来计算，月通勤交通车费占月平均工资的比重为5%，与2001—2006年比较基本维持不变，由于出行距离的增加和轨道交通承担出行比重的增加，使得出行车费成本保持了与收入水平的同步增长。因此公共交通出行车费成本有待进一步降低，特别是考虑到中低收入人群的经济承受能力，通过出行车费成本的调整将对这部分人群出行是否采用公共交通产生很大影响。

3 上海市公共交通出行时间成本分析

3.1 全市公共交通出行时间分布

2007年全市公共交通平均出行时间为58min，中心城内部平均出行时间为50min，2010年全市公共交通平均出行时间为55min，中心城内部平均出行时间为40min（见表3）。

表3 2007年上海市公共交通出行时间成本分布

出行时间	浦西内环内	浦东内环内	浦西内外环	浦东内外环	外环外	合计
浦西内环内	49	46	50	65	100	53
浦东内环内	46	33	62	47	100	47
浦西内外环	49	62	45	79	99	53
浦东内外环	66	47	81	38	124	56
外环外	103	99	98	125	81	88
合计	53	47	54	54	88	58

3.2 中心城公共交通出行时间成本变化

从近十年来看，虽然出行距离不断增加，上海市与中心城有关的公共交通（轨道和公交）出行（包括中心城内部和中心城至郊区出行）平均时间成本基本能维持在1小时左右。2007年与中心城有关的公共交通出行时间成本为53min，平均出行距离是9km，平均出行速度为10km/人次；2010年与中心城有关的公共交通出行时间成本为45min，平均出行距离是9.7km，平均出行速度为13km/人次；三年与中心城相关的公共交通平均出行速度提高了30%。

2007年至2010年中心城公共交通出行时间成本的降低主要是由于轨道交通网络规模的增加和运能的增加，使得中长距离的出行更多地由轨道交通承担，使得整个中心城公共交通出行时间成本降低。

3.3 上海中心城与亚洲先进城市公共交通出行时间成本比较

但是上海市与新加坡比较，公共交通的出行时间成本超出20%。上海目前中心城公共交通平均出行距离略低于新加坡的8.8km/人次，但是平均出行时间为58min，比新加坡公共交通平均出行时间47min高出11min（见图3）。

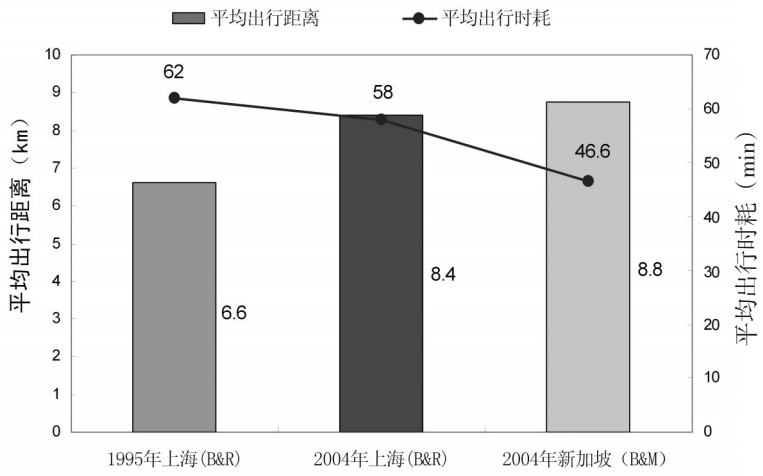


图3　上海和新加坡公共交通平均出行时耗和出行距离的比较

上海与先进城市公共交通出行时间成本的差距，体现在步行时间、候车时间、换乘时间、乘车时间等出行的各个环节上。以轨道交通为例，比较上海和香港的轨道交通出行步行和换乘时间成本。从乘坐轨道步行时间来看，香港在起点端和终点端的步行时间很接近，超过75%的在5min内完成，平均为4min，上海在起点和终点步行接驳时间分别为10min和9min，约是香港步行时间的2倍；从轨道换乘时耗来看，2002年香港90%的换乘能在5min内完成，平均换乘步行时间为3min，轨道线路的换乘步行时间为6min。而2004年上海轨道线路之间的换乘时间为8min，比香港高出20%（见图4）。

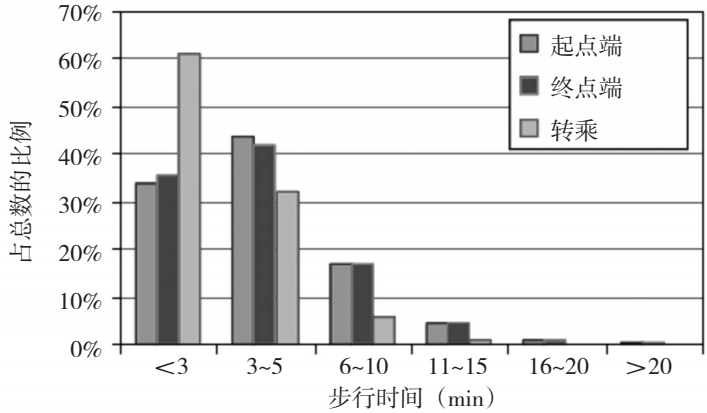


图4　香港2002年来往各交通工具之间的步行时间

上海市公共交通的换乘成本高。新加坡的平均换乘次数为1.25，香港为1.19，上海为1.15。上海的平均换乘次数较先进城市低，其原因主要是换乘成本过高，包括经济成本和时间成本，使得人们不愿意换乘，随着围绕轨道网的公交网的优化和枢纽的一体化建设，上海换乘时间成本将减少，有换乘优惠政策的进一步推动，未来的换乘次数将有所上升。

4　上海市公共交通体力成本分析

上海市公共交通体力成本是市民采用公共交通出行全程支出的体力和精力，但是这一成本很难量化。为了分析上海市目前公共交通体力成本的水平，选取能够表征乘坐公共交通工具舒适性的指标——高峰小时满载率，以此作为分析公共交通体力成本的指标。

地面公交道路断面高峰小时满载率，是高峰小时内通过路段的乘客数之和与通过断面额定载客数的比值，额定载客数按照公交车辆出厂时标明的车辆额定载客量计算。

从地面公交客流道路断面高峰小时满载率来看，中心区内部走廊、中心区至外围区放射性走廊上，高峰小时满载率最高断面值均大于80%，十分拥挤。例如虹桥路延安路走廊，路段古北路—中山西路上公交线路高峰小时满载率为93%；浦东张扬路走廊，路段源深路—民生路上公交线路高峰小时满载率为105%；四平路走廊，路段中山北路—海伦路上公交线路高峰小时满载率为106%（见图5）。



图5　2007年上海市中心城地面公交高峰小时满载率图

轨道交通线路高峰小时满载率，是指高峰小时内通过线路客流最高断面的客运量与客位数之比。从2007年轨道交通线路高峰小时运营情况看，1号线、2号线、3号线、4号线高峰小时高断面的满载率均大于100%，十分拥挤。从地面公交和轨道交通的高峰小时满载率看，地面公交客运走廊和轨道交通在高峰小时的运能处于过饱和状态，车内十分拥挤，采用公共交通出行的乘客不得不忍受由于拥挤带来的体力精力成本。公共交通的舒适性，特别是地面公交的乘车舒适性有待进一步改善。

5　降低上海公共交通出行成本的政策建议

降低公共交通出行成本，需要通过运营、管理、规划等职能部门落实到具体的政策措施上。

5.1 轨道交通出行成本降低政策措施建议

轨道交通是城市的客运主体，是公共交通能够与小汽车交通竞争的交通方式，目前轨道交通出行

成本，一是车内拥挤体力成本支出较高，个体机动方式出行者无法忍受；二是车外时间和体力成本支出较高，接驳方式单一且效率不高。

对于轨道交通运营管理部门，建议重点提高轨道交通的运能供给，特别是在高峰时段运能紧张的轨道线路，通过缩短发车间隔、延长轨道运营服务时间，将轨道运能增加50%以上。轨道运能的增加不仅能够承担更多的公共交通出行，以高效快捷的服务减少出行时间成本，而且能够提高乘坐轨道交通的舒适度，减少体力成本，增加与小汽车的竞争力，将更多的小汽车出行者吸引到轨道交通。

规划部门需要对轨道交通站点配套设施进行规划，包括鼓励“P+R”模式的小汽车和自行车停车设施，换乘方便的公交站点设施，提供出租车接驳服务的出租车泊车点，人性化的步行到站设施等，这些措施主要是为了接驳轨道更为方便，减少轨道车外时间支出和体力支出，扩大轨道交通的覆盖范围。

5.2 地面公交出行成本降低政策措施建议

地面公交的行业主管部门，重点推进两项措施。

一是在换乘优惠扩大的基础上，进一步推行至少30%优惠的票价政策，地面公交需要通过较大幅度的车费成本降低政策，保持甚至强化其廉价的优势，增加对中低收入阶层的吸引力。对比北京票价6折优惠措施，地面公交客流上升20%的实施效果，上海市推行换乘优惠措施，对票价优惠力度较小，客流效益也不够明显。为了切实减少地面公交出行者的车费成本，需要实行至少30%优惠的票价政策，同时进一步扩大优惠换乘的范围，统一城乡票价结构。

二是围绕轨道交通优化地面公交线网，与轨道交通线网一起构成一体化公共交通服务网络，优化运营组织管理，尽可能地减少乘客到站、候车、乘车各个环节的时间成本和体力成本。

另外，要进一步加快公交车辆更新升级，采用高等级的车辆服务，提高乘车的舒适度，降低车内体力成本。

城市道路的建设主管部门，应大力推进公交专用道建设。

2007年，本市投入使用的公交专用道里程仅有82km，而且都集中在中心区若干道路条件良好的快速路和主干路上，覆盖面和服务范围相对有限。即便在公交专用道上，公交车仍然缺少交通信号、车站组织等方面的优先保障。

根据最新调查，中心城公交车的运送车速低。在目前运行条件最好的延安路公交专用道上，公交车的极端高峰时段全程运送车速仅为10～11km/h。同样，道路条件比较好的南北高架地面道路（无公交专用道），极端高峰时段公交车的运送速度仅为8～10km/h；随着道路的拥挤程度继续恶化，公交运行的环境将越来越差，公共交通出行的优势和方便性明显不够。

力争建成公交专用道300km，确保高峰车速在15km/h以上。继续扩大公交专用道的覆盖范围，2010年底，建成中心城110km专用道，确保中心区公交专用道高峰时段行程车速达15km/h，准点率达到90%。同步完成专用道上港湾式车站的改造和建设。

加快完善公交信号优先系统，提高公交车辆运行效率。选择公交专用道或公交线路集中的路段，优化调整交通信号配时，给予公交车辆专用信号或者予以“绿波”控制，保证公交车辆连续通行，并逐步扩大公交优先路段信号覆盖范围，形成规模。

组织建设大运量快速公交（BRT），形成地面公交骨干系统。尽快开工建设铁路南站至西站15km的快速公交试验线。在内环线主要干路、轨道交通服务的空白地区的客运走廊、轨道交通运力严重紧张的客运走廊和轨道交通的延伸地区以及市郊联系的高速公路上建设BRT，形成与轨道网络相协调的公共汽电车骨干系统。

大连市典型站点的公交车停靠时间的统计分析

李　琢　王桂秋　修长斌
（大连水产学院理学院，辽宁 大连 116023）

摘　要：随着我国城市化进程的不断加快，城市的交通拥堵也不断加剧，因此，大力发展公共交通非常紧迫。作为公共交通的重要组成部分，公交车是人们出行的主要工具之一，其在站点的停靠时间对交通和站点的设计具有较大的影响。所以开展公交车停靠时间研究具有重要意义。本文选取大连市典型直行道路上与道路交叉口处公交车站点，对公交车在站点的停靠时间进行实测，并对实测数据进行统计分析。研究结果表明，选取的样本站点内公交车的停靠时间分布较接近正态分布。

关键词：公交车；停靠时间；正态分布

作为城市基础设施的重要组成部分，城市公共交通不但可以节约土地资源和能源，降低环境污染，减少交通事故，同时也是解决低收入人群出行难的基本保障。对公交车的运行及停靠问题，已有许多学者关注[1-3]。公交车进出站的停靠时间是一个重要的指标，利用它可以动态地研究预测公交车在整条路线中的运行情况[4]。它与上下车的乘客数的多少、其他车辆的干扰和道路的畅行阻塞情况、公交车启动性能的好坏以及司机的反应快慢等有关[5-6]。由于其具有随机性和不同城市的差别性，因此，对大连市两处典型的公交车站进行手动测量公交车的停靠时间，并且对测量结果进行了统计分析，以期为大连市公共交通的建设提供参考。

1　测量方法

从公交车停止并打开车门时开始计时，车门关时且车开动停止计时，这段时间记为公交车的停靠时间；当公交车经过站点而不停靠时，停靠时间记为零；当公交车因其前面有其他公交车排队而在远离站点的地方停止行驶，我们开始测量其停靠时间。使用的数字秒表精确到0.01s。

2　测量站点及测量时间的选择

直行道路上的站点：会展中心的公交车站点示意图如图1所示，会展中心的站长为40m（停车区35m，缓冲区5m），共有13条公交线路经过。有的公交车由于受道路上游红绿灯的影响，到站的公交车有时会比较密集，致使车辆排队，停靠时间延长。测量发现，车辆停靠最多时达到8辆，这种现象在交通高峰期尤为明显。通过试测，选取星期一至星期五的7:20—8:20为交通高峰期，9:00—10:00的时间段为交通平常期，测量的日期从2009年4月8日至2009年5月4日，得到平常期和高峰期数据各1500个。

道路交叉口处的站点：青泥洼桥的公交车站点示意图如图2。青泥洼站长约为40m（停车区35m，缓冲区5m），共有13条公交路线通过，车辆停靠最多时达到10辆。通过试测选取星期一至星期五的7:20—8:20为高峰期，9:00—10:00的时间段为交通平常期，测量的日期从2009年5月5日至2009年5月28日，得到平常期和高峰期数据各1500个。

3　数据处理

对实测数据采取四舍五入法进行处理，例如停靠时间t在7.50~8.49s这个范围的都记为8s。停靠时

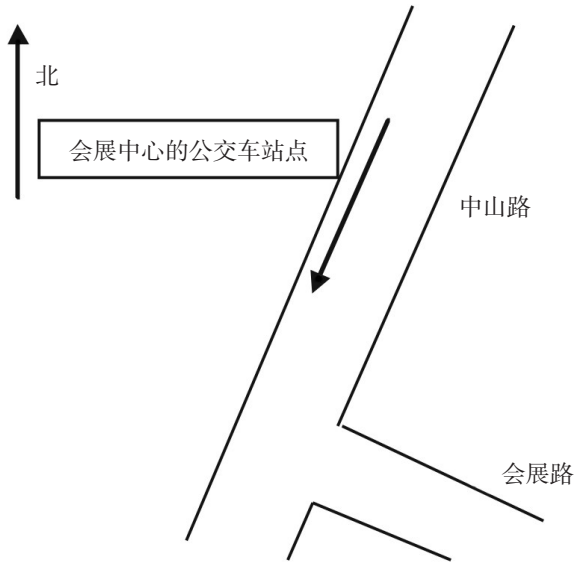


图1　会展中心的公交车站点示意图

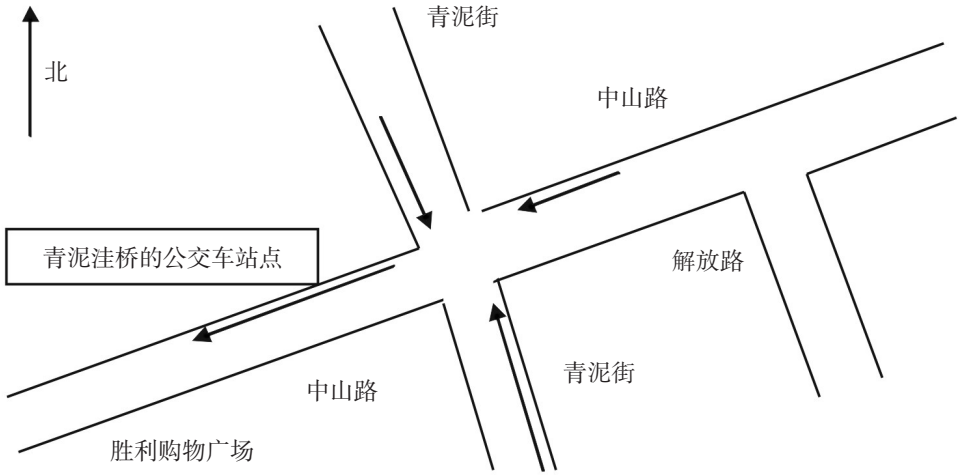


图2　青泥洼桥的公交车站点示意图

间分布$f(t)$是停靠时间为t的个数n_t除以停靠时间的总个数N，即：

$$f(t)=\frac{n_t}{N}=\frac{n_t}{\sum_{t=1}^{T}n_t} \tag{1}$$

3.1 会展中心站点公交车停靠时间分布及实测次数表

会展中心的公交车停靠时间分布如图3和图4所示，当$t<t_p$（t_p为最可几停靠时间，即出现次数最多的停靠时间）时，$f(t)$随t的增大而增大；当$t>t_p$时，$f(t)$随t的增大而有涨落，在交通高峰期尤为明显，这是受红绿灯影响显著的结果。由停靠时间的实测次数表1和表2也可以看出：平常期的停靠时间主要集中在4.50~9.49s，高峰期的停靠时间主要集中在9.50~14.49s。

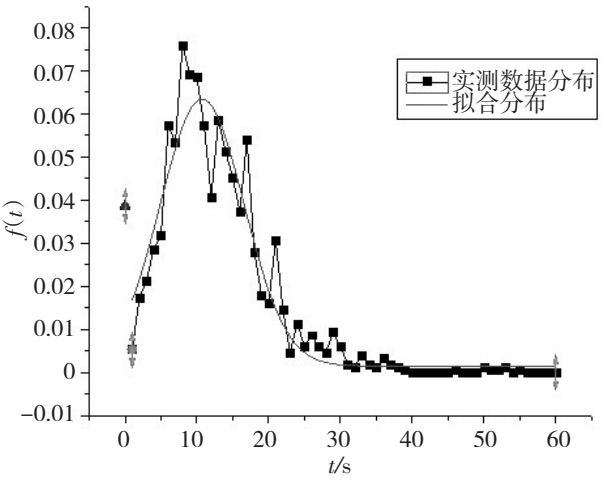


图3　会展中心站交通平常期公交车停靠时间的实测分布图

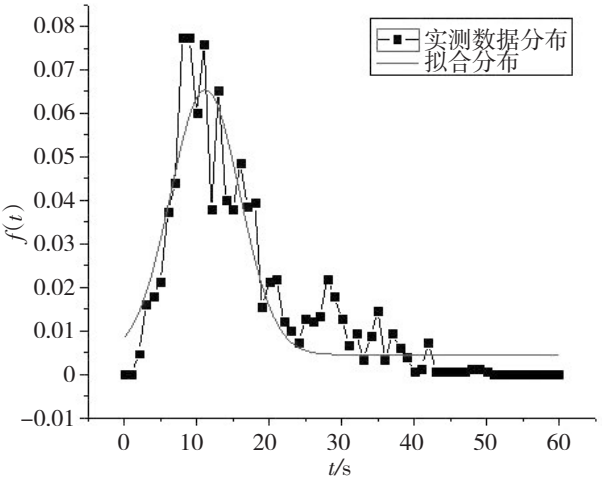


图4　会展中心站交通高峰期公交车停靠时间的实测分布图

表1　会展中心站交通平常期公交车停靠时间的实测次数表

t/s	0~4.49	4.50~9.49	9.50~14.49	14.50~19.49	19.50~24.49	24.50~29.50
N_i	167	432	415	274	116	52
t/s	29.50~34.49	34.50~39.49	39.50~44.49	44.50~49.49	49.50~54.49	54.50~59.49
N_i	23	13	0	1	6	1

表2　会展中心站交通高峰期公交车停靠时间的实测次数表

t/s	0~4.49	4.50~9.49	9.50~14.49	14.50~19.49	19.50~24.49	24.50~29.50
N_i	58	386	419	270	109	117
t/s	29.50~34.49	34.50~39.49	39.50~44.49	44.50~49.49	49.50~54.49	54.50~59.49
N_i	61	56	16	7	1	0

3.2 青泥洼桥站点公交车停靠时间分布及实测次数表

青泥洼桥站公交车停靠时间分布如图5、图6。与图3、图4相比：青泥洼桥站点的平常期和高峰期的停靠时间的跨度（停靠时间的最大值和最小值之差）是会展中心的停靠时间的跨度的将近两倍。

最可几停靠时间分别比会展中心交通平常期和高峰期的最可几停靠时间明显右移；同时高峰期和平常期的停靠时间分布出现多个相差不大的分布高峰。由图 2 青泥洼桥站可知，由于在站点的上游有个十字路口，这就使得公交车的停靠时间受同向的其他车辆的影响，还有左转车辆和右转车辆的影响；另外这个站点处于火车站附近，不远处还有几个大型购物广场，在此站上车的人数比会展中心站上车的人数要多很多，因此会出现多个相差不大的分布高峰。由停靠时间的实测次数表 3、表 4 也可以看出：平常期的停靠时间主要集中在 34.50~39.49s，高峰期的停靠时间主要集中在 19.50 ~ 29.49s。

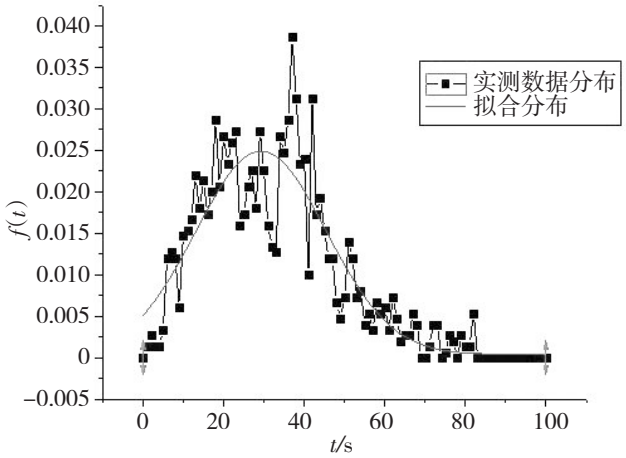


图5　青泥洼桥站交通平常期公交车停靠时间的实测分布图

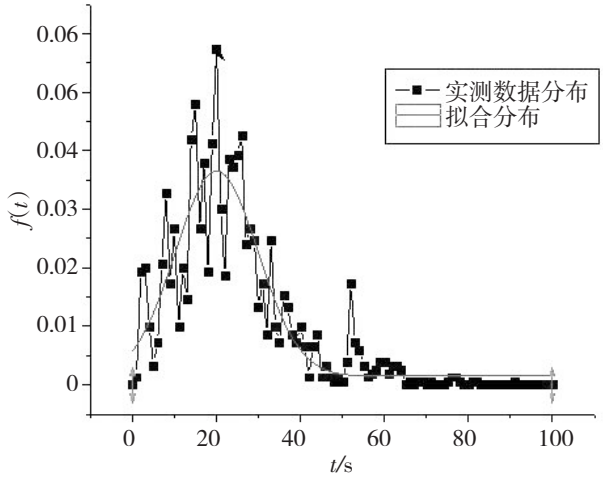


图6　青泥洼桥站交通高峰期公交车停靠时间的实测分布图

表3　青泥洼桥站交通平常期公交车停靠时间的实测次数表

t/s	0~4.49	4.50~9.49	9.50~14.49	14.50~19.49	19.50~24.49	24.50~29.50
N_i	10	69	130	162	179	159
t/s	29.50~34.49	34.50~39.49	39.50~44.49	44.50~49.49	49.50~54.49	54.50~59.49
N_i	137	220	153	76	73	37
t/s	59.50~64.49	64.50~69.49	69.50~74.49	74.50~79.49	79.50~84.49	84.50~89.49
N_i	35	22	14	12	12	0

表4 青泥洼桥站交通高峰期公交车停靠时间的实测次数表

t/s	0~4.49	4.50~9.49	9.50~14.49	14.50~19.49	19.50~24.49	24.50~29.49
N_i	76	122	170	260	273	236
t/s	29.50~34.49	34.50~39.49	39.50~44.49	44.50~49.49	49.50~54.49	54.50~59.49
N_i	111	78	50	12	53	20
t/s	59.50~64.49	64.50~69.49	69.50~74.49	74.50~79.49	79.50~84.49	84.50~
N_i	23	3	1	6	2	1

表5 测量站点的最可几停靠时间和平均停靠时间

公交车站	交通平常期		交通高峰期	
	t_p/s	$\bar{t}$/s	t_p/s	$\bar{t}$/s
会展中心站	8.00	12.35	8.00	15.42
青泥洼桥站	37.00	32.00	20.00	23.78

4 结 论

通过对大连市的公交车停靠时间的实测和统计分析发现，实测的停靠时间的分布曲线较接近正态分布（如图3~图6），有分布高峰，且向两边逐渐衰减趋于零。

公交车在直行道路上，其站点的停靠时间受道路交通状况的影响因素较少，交通高峰期的平均停靠时间比平常期大，而最可几停靠时间相当（见表5），在道路交叉口处其站点的停靠时间受道路交通状况的影响因素较多，其交通平常期、高峰期的平均停靠时间与最可几停靠时间均比直行道路上的大。

参考文献

[1] 彭庆艳，杨东援. 公共汽车中途站停靠时间模型［J］. 长安大学学报：自然科学版，2002，22（11）：60–62.

[2] 陈燕红，薛郁. 随机延迟概率对交通流的影响［J］. 物理学报，2004，53（12）：4145–4150.

[3] 郭四玲，韦艳芳，时伟等. 公交车停靠时间的统计分析［J］. 广西师范大学学报，2006，24（2）：5–9.

[4] 吴洋，罗霞. 公交车辆站停时间与乘客行为的关系［J］. 西南交通大学学报，2007，42 （2）：243–248.

[5] Li Huan，Mao Baohua，Bertini Robert L. Evaluating the impacts of bus facility design features on transit operations in Beijing［C］. TRB 2008 Annual Meeting，2008.

[6] 柴茜，陈绍宽，毛保华. 考虑拥堵的快速路直线式公交站线路容纳能力［J］. 吉林大学学报：工学版，2009，39（2）：58–62.

轨道交通与出租车的合作（T+R模式）研究

王铭艳
（上海市城市综合交通规划研究所，上海 200040）

摘　要：合理的大城市交通网络结构，应该是以大容量的轨道交通为骨架，同时以各种其他交通方式充实整个交通网体，达到既保持交通方式多样性，适应多样化需求，又可以减少个体化不集约的交通方式，达到合理利用资源的目的。以这种目的为出发点，本文提出了轨道和出租车合作，也就是T+R（Taxi and Ride）的设想，希望将出租车与轨道由恶性竞争转向良性合作，既通过出租车来扩大轨道的服务覆盖范围，又提高出租车的利用率。

关键词：出租车+轨道；轨道合理吸引范围；共乘制

1　背　景

大陆的轨道建设处于高速发展期，但是，目前总体来说对于大多数城市，轨道在城市交通中仍旧只能发挥导向或者骨干作用，轨道造价的高昂，使得在许多计划建设轨道的城市已有的规划中，轨道也仅能够形成简单的骨架，而无法形成网络，而即使是以轨道为骨干的城市，在其郊区，轨道仍旧仅能够发挥导向性作用。因此，充分发挥轨道交通的优势，必须依靠道路交通来扩大轨道的服务范围，这也一直是世界各国所关心的问题。

而与此同时，出租车作为私人交通与公共交通之间的辅助性交通方式，在可持续发展和公交优先的理念下，城市交通未来的定位和发展也逐渐成了一个新的问题。因此，将出租车与轨道交通从单纯的竞争关系转向良性的合作关系，是解决问题的一条可探索的途径。

2　与轨道交通接驳的主要模式

依据其在城市客运交通系统中所发挥的作用、承担的分担比，可以分为以下三种类型：

（1）以轨道交通为主体

以多种类型的轨道交通、快速干道和综合换乘枢纽构成客运交通网络的主骨架；以各种层次的道路公交（一般公共汽车、公交专用道、专线车、各类中巴、出租车）充实网体；有效调控自用乘用车的使用。

以轨道交通为主体的城市，例如东京、伦敦。

（2）以公交为主体、轨道为骨干

以公交为主体、轨道交通为骨干的城市，公共交通是其城市客运交通方式的主体，而轨道交通占公共交通比重的一部分，但是仍旧以常规公交为主，有节制地使用自用乘用车。

以轨道为骨干的城市，如新加坡、首尔、上海、北京。

（3）以轨道交通为导向

轨道交通在整体交通系统中占有的比重不大，但是，在城市关键节点或是区域，轨道交通发挥着引导和疏导的作用。由于轨道交通的覆盖范围有限，在这一模式下，轨道交通的作用，需要依靠道路交通来实现。

以轨道交通为导向的城市，如南昌、昆明。

从目前轨道发挥的作用来看，大陆除了上海、北京、广州等城市已经形成以轨道为骨干，并逐步向以轨道为主体的城市交通体系发展外，大多数大陆的大中城市，轨道的发展模式只能集中于骨干型或是导向型，并且在上海、北京等城市，骨干或主体型也仅体现为中心城，而外围的郊区，轨道的作用还是较有限，因此，形成以轨道、道路交通多种模式共同发展的多模式网络是中国大城市交通发展的主体形式（见图1）。

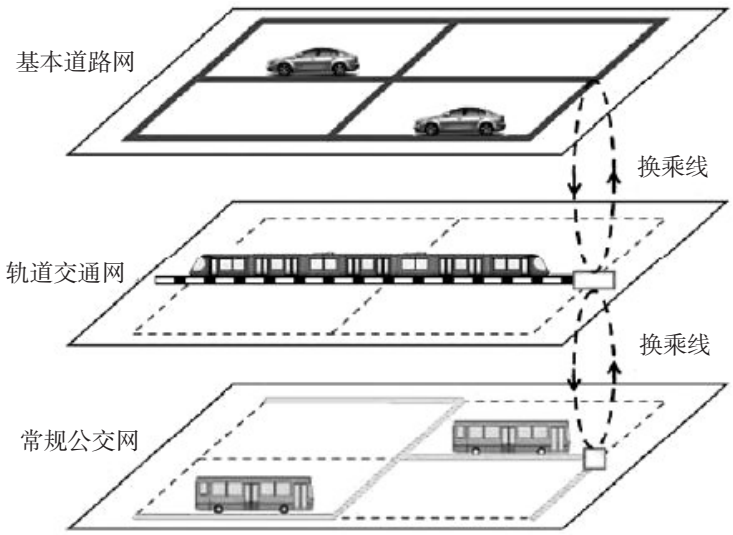


图1　多模式城市综合交通网络

3　轨道站点的合理吸引范围

轨道服务的局限，就是轨道交通无法实现“门到门”的运输。这使得轨道交通直接吸引的范围受到局限，轨道车站的合理步行距离和合理交通距离所能够覆盖的区域决定了轨道车站对于出行的一次吸引和二次吸引。所谓一次吸引出行，也就是步行可以直达轨道车站的出行，而二次吸引出行，则是需要借助步行以外（见图2）的方式到达轨道车站的出行，轨道交通的一次吸引的服务范围往往很有限（见图3、表1）。

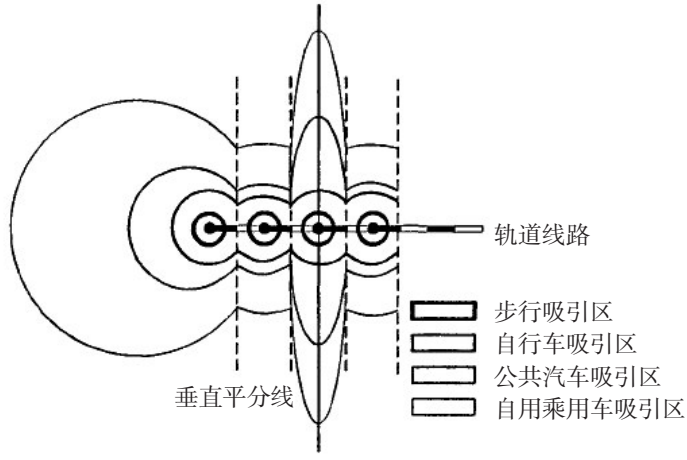


图2　轨道的合理吸引范围示意图

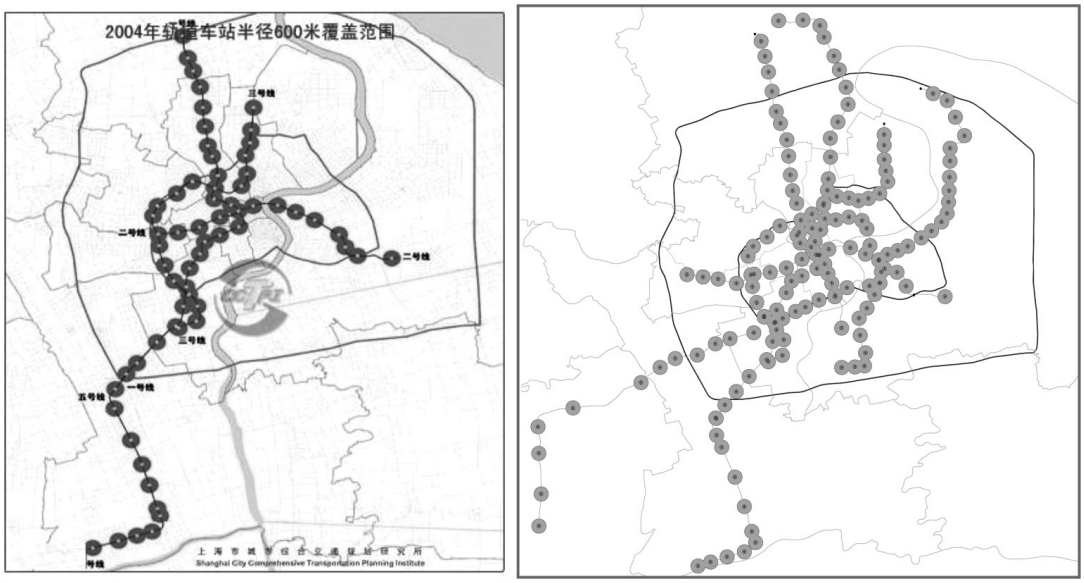


图3　上海2004年及2009年轨道车站半径600m覆盖范围图

表1　上海轨道站点步行覆盖范围

年份	中心城区		全市范围	
	站点数	面积覆盖率	站点数	面积覆盖率
2004年	57	9%	68	0.86%
2008年	134	19.3%	160	2.48%

根据上海轨道规划，到2012年，中心城区轨道交通站点600m服务半径的人口覆盖率将达到47%，面积覆盖率将达到29%，全市范围的面积覆盖率为7.6%。中心城区常住人口占全市人口的57.19%，占全市总面积的9.70%，而外环线以外面积占上海市总面积的90.30%，人口占全市常住人口的39.44%。从对比来看，中心城区与外围城区的轨道覆盖率相差很大，这也就意味着，占全市2/5的人口在出行时，很难在合理的步行范围内直接乘坐轨道交通。而上海中心区的土地资源的紧张，迫使越来越多的居民选择定居上海外环线以外的区域，增加了多个新城区域，如松江新城、嘉定新城、金山新城、临港新城。同时，市区主要作为金融商业区，而其他一些功能型区域，如工业园区、高科技园区以及大学城也位于郊区，由此产生的大量由郊区与中心区之间的交通却无法直接由轨道交通承担。

在这样的情况下，要扩大轨道交通的服务范围，就必须研究二次吸引对于乘客的吸引力。

4　T+R模式的提出

要扩大二次吸引的力度，关键就在于轨道交通与步行以外方式的合作研究，在轨道交通出现以来，针对轨道交通与其他交通方式之间合作的研究就一直没有间断过。其中，重点的研究主要集中在轨道交通与个体化交通方式合作的研究，意在通过方式合作来缓解个体化机动交通快速增长所引发的城市中心区交通拥堵问题。之前已有的方式合作是针对小汽车和轨道交通之间的合作，存在两种方式，分别为P&R和K&R。

根据陆锡明在《综合交通规划》一书中所指出的，在新的轨道交通时代，出租车除了继续发挥小汽车的替代品，为那些无车者提供一种替代服务，另一个角色将作为轨道交通的驳运工具，为那些长距离的乘客提供一种至轨道交通车站的短驳出行服务，因此本文提出的T+R模式，将出租车作为轨道

交通的接驳方式。与P&R和K&R的最大区别在于，T+R并不只针对有车的出行者，而是针对所有的出行者，因此它具备更加广泛的适用条件。并且，由于没有P&R停车设施和K&R临停接送区的要求，它并不一定要在固定的P&R和K&R站点才可以使用，理论上它针对所有的站点都适用。

这种服务采用一种公众都可得的，却可以媲美小汽车交通的交通方式——出租车，来取代常规公交提供的轨道接驳服务，从而提供“门到门”的接驳服务。T+R可以提供多对一服务（从起点到轨道起点车站）以及一对多服务（从轨道终点车站到目的地），从而提高轨道交通的利用率。而在国外已经实施的案例（Transit–taxi）来看，这项服务经常是与共乘制出租车方式（shared–ride）相结合使用的。

5　T+R模型建立及标定

为了更加深入地研究T+R模式带来的交通影响，本文针对T+R建立模型（见图4），选择两种个体方式：小汽车和出租车以及两种方式链：公交换乘轨道（B+R）和出租换乘轨道（T+R）作为四个选择枝，研究界定的区域为步行及自行车无法到达轨道站点的机动交通吸引区，且仅考虑一次换乘情况。

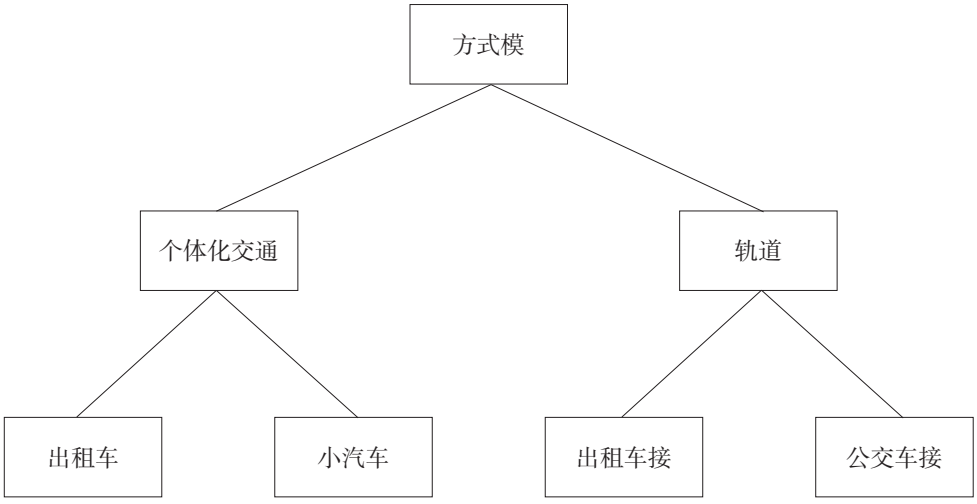


图4　NL模型

虽然决定交通方式选择的因素有很多，但是在实际的模型建立和标定过程中，由于很多的因素无法量化，而无法在模型中体现出来，特别像舒适性、安全性之类的标准。主要选择能够显著影响交通方式选择的变量，包括时间、费用、同行人数、拥有车辆与否、收入。

根据以上对于变量的选择，最后本文确定了非集计模型的选择效用函数为：

$Vin=ASC_i+\beta_1 x_{1n}+\beta_2 x_{2n}+\beta_3 x_{3n}$

其中：

方式选择集合为$C=\{i=1$（全程小汽车），$i=2$（全程出租车），$i=3$（T+R），$i=4$（B+R）$\}$；

ASC_i是方式选择常量，$ASC_1=0$；

β_i是自变量系数，x_{1n}是车内时间，x_{2n}是车外时间，x_{3n}是费用。

在NESTES LOGIT中两上层分枝分别为$A=\{i=1$（全程小汽车），$i=2$（全程出租车）$\}$，$B=\{i=3$（T+R），$i=4$（B+R）$\}$。

本次标定是根据在松江大学城及松江新城两站分发的787份问卷及出租车上分发的120份问卷的产生的数据（见表2）进行的，共获得$907\times6=5442$个样本的方式选择结果数据。

表2　模型标定结果

数据分类	变量名称	系数值	标准差	T检验值
固定哑元	全程小汽车	0	—	—
	全程出租车	1.56	0.111	14.04
	T+R	2.52	0.135	18.67
	B+R	3.13	0.18	17.35
特性变量	车内时间	–0.0128	0.0047	–2.72
	车外时间	–0.0584	0.00682	–8.57
	费用	–0.048	0.00266	–18.06
其他变量	NESTA	0.656	0.0795	8.25
	NESTB	2.09	0.349	11.35
检验值	似然函数值		–7468.038	
	似然函数比		4139.334	
	优比度		0.217	
	修正优比度		0.216	

6　不同政策调控下的影响分析

（1）出租车费率调整

以目前上海12元起步费，3km后单位里程价2.4元的出租车收费为例，假设试图控制出租车的长距离出行，可以降低现行的起步费，降到8元，而3km后的单位里程价则提高为3元，10km后单位里程价为3.2元。

调整价格后发现，由于费用调整对小汽车用户影响很小，因此小汽车用户比例下降幅度很小，而下降幅度最大的为全程出租车使用者，从原来的1.42下降到0.79，降幅达44.3%，同时B+R用户也减少了，只有T+R方式上升了，说明在调低起步价的情况下，轨道和出租车合作的可行性提高了很多，特别是吸引了出租车方式的用户。总的来说，出租车费率的调整，提升了轨道的竞争力，以轨道为主方式的方式链从93.61%上升到94.68%（见表3）。

相反，如果仅提高起步价，从11元提升到13元，以希望来控制出租车的出行，结果却是：使用小汽车和使用出租车的用户虽然有发生部分转移，但是相比方案一，转移比例要小；而另一方面引发T+R方式向B+R方式转移，出租车作为接驳工具的可能性被削弱（见表4）。

表3　出租车费用结构调整方案一：降低起步费，调高单位里程费

方式	分担比	绝对比例变化	相对比例变化
全程小汽车	4.49%	–0.48%	–9.66%
全程出租车	0.79%	–0.63%	–44.37%
T+R	47.24%	3.92%	9.05%
B+R	47.48%	–2.81%	–5.59%

表4 出租车费用结构调整方案二：提高起步费

方式	分担比	绝对比例变化	相对比例变化
全程小汽车	4.37%	–0.60%	–12.07%
全程出租车	1.13%	–0.29%	–20.42%
T+R	37.08%	–6.24%	–14.40%
B+R	57.41%	7.12%	14.16%

（2）提高停车收费

T+R模式除了吸引原有出租车用户，很重要的一点也是吸引小汽车用户。因此，针对小汽车用户的一些管理政策的调整，会促使一部分小汽车用户转向使用轨道。

测试发现，在将停车价格从10元提高后，小汽车出行比例下降，有0.2%转移到出租车，有0.6%转移到T+R，还有0.57%转移到B+R，虽然转移到出租车上的绝对比例不大，但是从相对比例来说，这种转移使得出租车在原有比例基础上增长了14.08%（见表5）。停车价格的调整，对于全程小汽车出行是起到控制作用的，但同时增加了全程出租车的比例，一部分小汽车用户由于其时间价值较高，因此放弃小汽车的时候，选择了出租车作为替代方式，这种现象在以存在停车难且费用高昂的中心区为目的地的出行中很常见。因此，这也是为什么中心区停车收费提高，却并不一定能够明显减轻道路负担，还需要辅助别的政策。

表5 提高停车费用对分担比的影响

方式	分担比	绝对比例变化	相对比例变化
全程小汽车	3.52%	–1.45%	–29.18%
全程出租车	1.62%	0.20%	14.08%
T+R	43.90%	0.58%	1.34%
B+R	50.96%	0.67%	1.33%

（3）共乘制带来的影响

出租车出行费用成本，与同乘人数有很大的关系，在出行距离一定时，如果同乘人数合适，将使得平担到每个人身上的成本就很低，有时甚至与轨道方式相当。因此，共乘制的提出，可以大大降低出租车出行的成本。但是，由于共乘制要考虑共乘者的位置相近，因此，较难实行长距离出行，往往都是作为短线接驳方式。如果在轨道站点设置共乘制出租车点，可以发现，共乘制对于小汽车的吸引力度不及停车收费政策，对出租车的吸引也不及调整出租车费用结构，相反，共乘制吸引的最大份额是B+R方式的用户向T+R的转移。很大的一个原因是，虽然共乘制可以达到费用的降低，但是，对于很多小汽车和出租车的用户，不能够接受与他人拼车的方式，这是一种固有的消费心理影响。

表6 共乘制对分担比的影响

方式	分担比	绝对比例变化	相对比例变化
全程小汽车	4.02%	–0.95%	–19.11%
全程出租车	1.15%	–0.27%	–19.01%
T+R	49.07%	5.75%	13.27%
B+R	45.76%	–4.53%	–9.01%

（4）地铁票价调整

北京实施了地铁一票制后，造成了地铁客流的大幅度上升，这一措施本意在于吸引个体化交通方式向公共交通的转移，但是，其真正吸引的到底是公交客流还是小汽车客流或是出租车客流，就无从得知。因此，本文也针对轨道费用调整对方式转移的影响进行分析。但是，由于本文调查设置选项的限制，无法计算从全程公交转移到轨道方式的出行者比例。

本文在测试时，采用的票制法与北京的一票制不同，本文采用的方式是地铁票以3元为最低票价，但是，超出一定范围后，最高仅为4元。

地铁实施票制改革，大大降低了轨道方式出行的费用，因此，使得小汽车和出租车用户的转移，可以看出票价降低对于全程小汽车和全程出租车的用户吸引力度并不大，这部分用户的时间价值较高，对费用的敏感性也低。由于本文调查时的9号线目前不存在车厢拥挤现象，出行者在选择的时候，只考虑费用和时间成本。而如果9号线出现拥挤的现象，地铁票价降低吸引的更多的是公交出行者，而不是小汽车和出租车用户（见表7）。

表7　地铁票制改革对分担比的影响

方式	分担比	绝对比例变化	相对比例变化
全程小汽车	4.11%	–0.86%	–17.30%
全程出租车	1.17%	–0.25%	–17.61%
T+R	43.83%	0.51%	1.18%
B+R	50.88%	0.59%	1.17%

7　结　语

轨道交通的覆盖范围有限，轨道交通的作用，需要依靠其他方式来扩大其影响范围；同时，鉴于我国出租车行业面临轨道交通的冲击，未来如何定位自身的需求，对于轨道与出租车之间的竞争与合作进行了定性和定量的分析，提出了T+R模式，并建立了T+R与B+R、小汽车及出租车之间的非集计模型，并通过对轨道及出租车乘客的SP意愿调查，标定模型，进行相关政策的影响分析，以研究T+R模式对于城市交通的影响。

参考文献

[1] 陆锡明. 综合交通规划［M］. 上海：同济大学出版社，2003.

[2] 吴沛濡. 任务型共乘接驳计程车之规划与设计［D］. 逢甲大学硕士论文，2004.

[3] 覃运梅，石琴. 出租车合乘模式的探讨［J］. 合肥工业大学学报，2006（1）.

[4] 王文红，关宏志. Nested-Logit模型在轨道交通衔接方式选择中的应用［J］. 城市轨道交通研究，2008，11（7）.

[5] 杨京帅，张殿业. 城市轨道交通车站合理吸引范围研究［J］. 中国铁路，2008（3）.

[6] 张天然. 基于交通网络均衡原理的交通需求管理政策评价研究［D］. 同济大学博士论文，2008.

[7] 路锡明. 上海第三次综合大调查报告［R］. 上海：上海城市综合交通规划研究所，2005.

台北市敦化自行车道建置经验

罗孝贤[1] 郭宗生[2] 谢铭鸿[2] 纪胜源[2] 钟惠存[2]
（1. 台北市交通局，台湾；2. 台北市交通管制工程处，台湾）

摘 要：为建构市区自行车通行空间，利用多种形式来呈现：于台北市敦化南北路以分隔缘石及标线方式建置自行车道，试办半年，民众对于此一形式之自行车道之反应，采取应变之对策，可供后续推广自行车道之参考。

关键词：自行车道；经验；台北市

1 引 言

因应全球暖化气候变迁，全民响应节能减碳已成为趋势，而自行车是绿色环保的交通工具之一，不管休闲或通勤使用，台北市民外出利用自行车作为交通工具的使用率，从2006年的1.9% 提升至2009年的6.1%，随着未来捷运路网的扩大，以自行车作为短程接驳工具，提升大众运输范围及户性），有其发展之环境条件与潜力，自行车使用率预期也将持续成长，对于建置低污染的交通运输环境，更是未来必须重视及努力的方向。

建构自行车安全、友善的骑乘环境，让自行车成为都会生活生活化的交通工具，并能替代机车成为短程接驳与小区生活的交通工具，系台北市推动市区自行车道路网首要目标，为改善市区自行车通行环境，自2005年起推动可在人行道骑乘自行车的人车共享人行道，在道路无法提供自行车道空间或车流混杂危险路段，若其旁之人行道宽度净宽2m（扣除机车停车及设施带空间后）以上且不严重干扰行人的前提下，方以人车共享人行道方式规划，此为例外允许，自行车骑乘于人行道仍必须以行人为优先，礼让行人。迄2010年5月底止已完成31.2km之自行车专用道与88.8km之人车共道路网。

另为了于市区建置自行车道，台北市于2009年试办不同形式之自行车道，分别在既有人行道及在一般车道设置，后者更可区分在既有车道空间以缘石或将车道垫高以高差方式隔离一般车流，以保障自行车骑乘安全。敦化自行车道的路型以缘石设计试办，同期间在台北市北安路的自行车道则以高差方式处理，两者之间的选择考虑包括路幅条件、工期长短、成本等。

2 台北市敦化自行车道建置简介及历程

为满足台北市自行车生活化使用的需求及考虑自行车道路网衔接的延伸性，敦化南北路贯穿台北市区中央南北向轴线，往北可衔接基隆河河滨自行车道，往南可经过台湾大学衔接公馆商圈及新店溪自行车道，且已与仁爱路自行车道形成十字形绿荫廊带，未来更可与捷运松山线（南京东路）、信义线（信义路）道路复旧所布设后自行车道，形成丰字形干道自行车路网，相较于其他道路，敦化南北路设置自行车道的条件较为适合与成熟。

2.1 敦化南北路设置自行车道特点

2.1.1 串联捷运系统

敦化南北路位处市中心，其可与捷运内湖线、松山线、板南线、信义线及木栅线衔接，借由敦化自行车道之规划可提供沿线居民或上班族骑乘自行车转乘捷运系统之短程接驳（图1）。

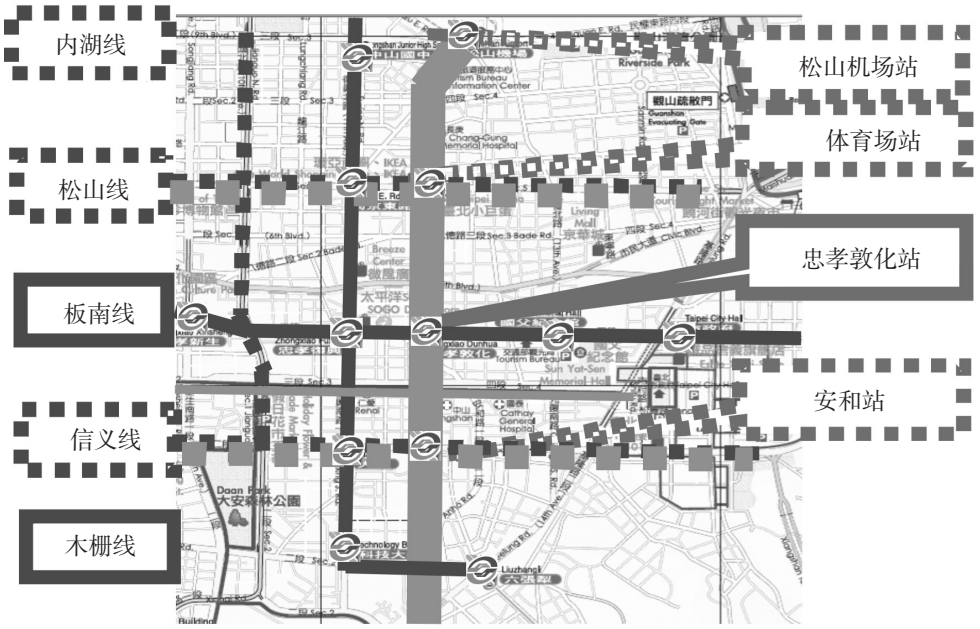


图1　敦化南北路与未来捷运路网的关系

2.1.2 连接基隆河、公馆水岸新世界及新店溪河滨公园

基隆河左岸有大佳、迎风及观山河滨公园，新店溪右岸有古亭、福和河滨公园，公馆水岸新世界则有自来水园区、客家园区，借由敦化自行车道，可提供市民通行前往基隆河岸、公馆水岸新世界及新店溪岸等地区从事休闲活动（图2）。

2.1.3 连接松山机场、敦化商圈、信义商圈及公馆商圈

敦化南北路沿线有小巨蛋商圈、忠孝敦化商圈及敦南商圈，公馆地区则有公馆商圈，由敦化南北路自行车道可转仁爱路连接信义商圈，沿线居民或上班族前往邻近商圈等地区从事购物及休闲活动，可选择自行车作为购物、休闲或通勤工具（图2）。

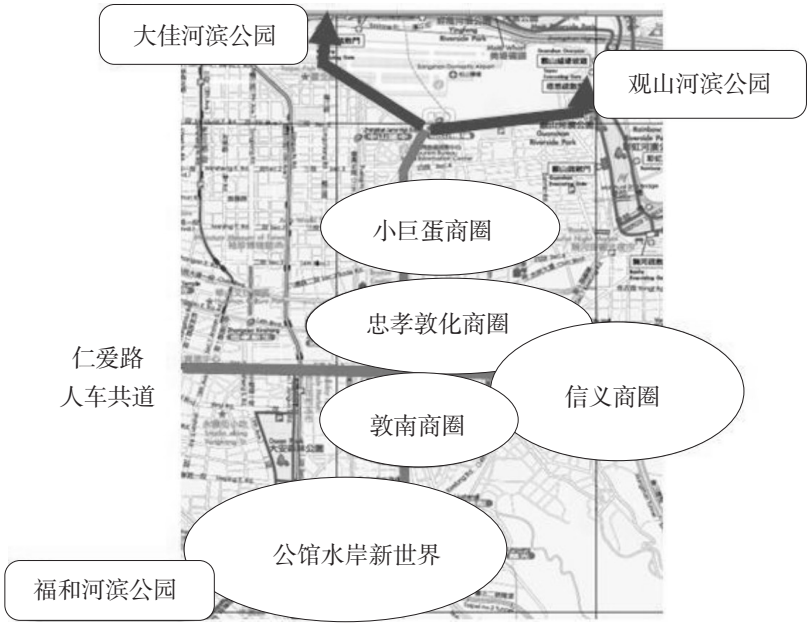


图2　敦化南北路沿线商圈示意

2.1.4 通勤及通学使用潜力

敦化南北路沿线多为办公大楼，且有2间医院及11所学校，沿线居民或上班族可借由敦化自行车道作为通勤、通学与就医使用。

2.1.5 绿荫提供夏日凉爽之骑乘环境

敦化南北路沿线划分岛及人行道有大量绿荫植栽，为台北市非常怡人的步行空间，尤其在夏天更有庇荫的效果，可提供自行车用路人凉爽的骑乘环境，其亦是吸引市民使用自行车之诱因。相较于本市其他市区道路路段是为优势的条件。

2.2 民意收集及实施历程

2.2.1 民意收集与沟通

（1）民意调查

①台北市交通局2008年4月自行车道需求调查。

②引用“台北市政府”研考会2008年7月节能减碳民意电访。

③引用2008年7月Yahoo奇摩民调中心（网络）。

④台北市交通管制工程处2008年6月针对敦化南北路沿线及附近上班的民众，进行设置自行车专用道的问卷调查。

⑤台北市交通管制工程处2008年7至8月实地对自行车用路人进行使用者特性调查。

（2）专家学者座谈会

台北市交通管制工程处于2008年7月9日邀集景观、交通、工程及都市发展等各领域专家学者召开座谈会。

（3）里长座谈会

台北市交通管制工程处于2008年7月24日邀集敦化南北路沿线里长座谈。

（4）地区说明会

台北市交通管制工程处于2008年10月20日、22日、24日、27日举办4场地区说明会。

（5）自行车团体

为了解民间自行车团体对自行车道相关议题的看法，台北市交通管制工程处主动洽询自行车民间社团征求意见，如千里步道筹划中心、新自行车文化基金会等。

（6）架设部落格

台北市交通管制工程处同仁特别利用公余时间经营自行车部落格（http：//www.wretch.cc/blog/bikelaneteam），不定期将有关自行车道路网建置相关讯息及施工进度公布，提供民众参阅

（7）市长信箱、1999等单一申诉管道

“台北市政府”辟有市长信箱、台北市民当家热线1999等申诉管道，因民众对节能减碳议题重视，市长信箱陆续接获有关于自行车相关意见，如表达支持兴辟自行车道、反对兴辟自行车道者、自行车道设计意见等。

2.2.2 路型选择

敦化自行车道选择目前的设置方式，主要是大多数自行车使用者骑乘于人行道上，常造成人、车冲突或不礼让行人，会对老人、幼童及身障人士造成安全威胁，所以才选择以慢车的定位，将车道规划在原有的路边停车格及侧沟空间，并以缘石分隔一般车流。缘石的施工方式其工期短，交通冲击较低，成本造价较低，且缘石位置可机动配合所需路型弹性调整，因此在规划初期即选择此种形式。由于沿线预铸侧沟老旧破损，复以沿线各类人手孔多，其空间并不适合自行车骑乘平整的需求，故于自行车道施工同时一并处理整平，敦化自行车道以全长9.2km估算，平均每米造价约7528元。相关路型比较如表1。

表1　各种路型比较

路型	车道标线绘设	缘石分隔外侧式	缘石分隔内侧式	人行道拓宽	中央分隔岛绿带
安全	差	次佳（对汽机车）	差	佳	佳
未来扩充性	佳	佳	差	差	佳
方便性	佳	佳	差	佳	差
可及性	佳	佳	差	佳	差
工期	最短	次长	次长	最长	短
成本	最低	次高	次高	最高	次高
交通影响	缩减车道	缩减车道	路口穿越安全	缩减车道	路口穿越安全
停车影响	取消部分停车格及机车弯	取消部分停车格及机车弯	无影响	取消部分停车格及机车弯	无影响

3　敦化自行车道设计理念

依《市区道路及附属工程设计规范》规划，自行车道宽度不得小于1.2m；若考虑并行或超车需要，则至少需2m。敦化自行车道即以此设计规范布设2m自行车道，公交车停靠区、出租车招呼站、卸货区或部分临停弯路段的自行车道，则缩减为1.2m，其缩减后之宽度，仍足供自行车通行，上述临停弯的设计仍然可以容许外线二车道的车流通行。另将部分机车弯及人行道机车停放区改设自行车停车位。而为增加骑乘平整舒适度，侧沟由预铸改为场铸型，并将路侧各类人手孔一并整平铺面。

3.1 铺面设计与路权规范

敦化自行车道彩色铺面主要采用绿色及红色两种铺面颜色，绿色铺面代表供自行车通行空间；红色铺面则代表行人优先警告区域，设于公交车停靠区、出租车招呼站、装卸货停车格等，自行车骑士行经该区域，均须先停止并礼让行人优先通行。搭配让标线和当心行人标志及行人优先标线。

3.2 出租车招呼站及装卸货停车规划

敦化自行车道遇出租车招呼站及装卸货停车格等区段亦会用红色铺面、标线及安全设施等作区隔，提醒自行车减速礼让出租车的乘客上下车及注意礼让装卸货人员。前述区域由2m缩减为约1.2m，并于红色铺面增绘行人优先标志，以提醒自行车骑士均须先停止，礼让行人优先穿越。

3.3 公交车停靠区规划

公交车于公交车停靠区停靠上下客，于未设置自行车道前，常未紧靠人行道侧停靠，故常有机车、自行车利用该处间隙空间穿越通行，对公交车乘客造成安全威胁。敦化自行车道设置后，公交车停靠区系采用临停弯方式，以槽化线加以区隔并采用红色铺面，自行车道宽度亦由2.0m缩减为1.2m，仅供自行车穿越通行，可改善施工前机车利用公交车停车间隙穿越之情形，但自行车亦须礼让公交车乘客优先穿越该区域搭车，提升乘客上下车时之安全性，另槽化线宽度采用50cm之设计，可提供上下车乘客之缓冲空间，确保安全。

另针对公交车班次数量较密集之站位，若公交车停靠区旁边人行道条件许可，则规划自行车以绕行至人行道（公交车站后方）之替代动线，以减少对乘客上下车之干扰。

3.4 禁停黄线路段临停规划

原先规划于黄线临停路段采分隔缘石设置，其分隔缘石设计宽50cm、高15cm，在缘石处路面划设黄线路段临停区，若缘石处路面划设红线路段即为原来的红线路段，系禁止路边临时停车。50cm的宽面缘石的设计，主要作为上下乘客的踏阶以及避免瞬间开车门而伤及后方自行车骑士的安全缓冲

空间。

后来考虑身障人士或老人行动不便者之需要，以分隔缘石当踏阶上下车感觉并不太方便，且使用轮椅者更觉不便，反而造成障碍，此外一般汽机车用路人于设有分隔缘石之黄线路段临时停车亦不太适应，故将各街廊原有黄线临停路段自行车道宽度由2m缩减为1.2m，类似于出租车之临停弯形式供车辆临停，并拆除原有分隔缘石，改采划设禁停黄线、槽化线等标线方式设置临停弯，作为车辆临停空间，避免因前方车辆临时停车而造成追撞情形产生，以维行车安全。

3.5 机车弯与横交路口规划

敦化自行车道沿线横交巷弄、机车停车弯及停车场出入口处皆以穿越虚线标线方式作为区隔与导引，并加绘自行车导引Logo图案，汽机车采穿越虚线处进出停车场或机车停车弯时，均须礼让自行车优先通行。相关设施调整说明如表2。

表2 敦化自行车道实施前后设施调整

项目	实施前	实施后
公交车停靠区	19处	19处（15处规划替代动线）
出租车招呼站	7处	7处
装卸货停车格	16处	16处
家长接送区	2处	2处
禁停红线	2 513.5m	2583.5m
禁停黄线	601.8m	1033.7m
临停区	0处	57处（1033.7m）
自行车架	16处	180处
分隔缘石	0	0
汽车停车格	94格	0格

4 民意反映与调整作为

4.1 市民主要反映事项

敦化自行车道在设置过程中及营运期间，民众反映意见主要包括路型选择、施工质量及交通维持不佳造成的堵车、公交车停靠与自行车的交织、汽机车驾驶人不能适应分隔车流的缘石等问题。自行车的使用量未如预期的大幅成长，也是大众关切及值得探究的问题。另外自行车道常有汽车临停占用、办公场所无淋浴设备、无安全停车处所、汽机车的威胁以及路网仍不普遍等，这些都是在建置友善自行车环境时必须克服及努力的配套措施。

4.2 调整改善作为

4.2.1 设施调整

透过车道分隔缘石拆除、公交车停靠区新增动线选择、Logo标线处理、车道宽度调整、路口穿越设计、易拥塞路口车道宽度缩减等方式，来减少民众质疑，并建立更符合用路人需求之自行车道。

4.2.2 倡导措施

透过部落格、倡导海报张贴、ACMS讯息播放、体验骑乘、停车场灯箱、倡导短片、倡导折页、自行车路网地图、临时停车标志牌、指示标志设置等方式倡导用路人正确之使用方式。

4.2.3 执法与劝导

为确保敦化自行车道畅通及提高使用率，针对汽车、出租车违规临停占用自行车道情形，持续由执法单位采劝导为主、取缔（恶性违规）为辅之原则加强执法，以维自行车道通行空间之权威性与便

利性，提高民众使用意愿。

4.2.4 弹性时间管理

在自2010年4月12日起，上班日敦化自行车道弹性开放通行，例假日实施自行车专用，让汽机车驾驶人在交通尖峰时段能充分利用有限的道路空间。

4.3 实施绩效

4.3.1 自行车流量

敦化自行车道设置前后，自行车使用量调查如表3。

表3　敦化南北路自行车使用量调查

单位：辆

时间	1997年6月（1）	1998年9月（2）	1999年3月上旬（3）	1999年3月下旬（4）	1998年9月与1997年6月比较	1999年3月下旬与1997年6月比较
晨峰	659	1226	1235	1689	+567 86%	+1030 156.3%
昏峰	560	1190	1068	1451	+630 112.5%	+891 159.1%
小计	1219	2416	2303	3140	+1197 98.2%	+1921 157.6%

4.3.2 汽机车平均旅行时间影响比较

敦化自行车道设置前后，汽机车旅行时间调查如表4。

表4　敦化南北路汽机车旅行时间调查

车　别		汽　车			机　车		
施工进程		实施前	施工中	实施后	实施前	施工中	实施后
调查日期		1997-09-16（二）（晴）	1998-07-01—08-31	1998-09-01—1999-02-24	1997-09-16（二）（晴）	1998-07-01—08-31	1998-09-01—12-15
晨峰	南向	15.87	15.71	14.01	14.25	15.26	13.67
	北向	15.68	17.31	16.93	14.13	15.77	14.25
昏峰	南向	18.89	21.24	19.22	16.71	18.00	14.98
	北向	18.70	21.03	18.48	16.87	18.39	15.34

5　结　语

早期的都市计划或道路规划，并未将自行车的需求纳入，因此现今要将自行车道的空间纳入，会遭遇许多问题，包括自行车是属车或属人的定位目前仍未有正确观念，在既有的道路空间（车道或人行道）将自行车通行空间纳入重新分配，必定会面临既有使用族群的不适应，因此必须再谨慎评估规划。

敦化自行车道在面临上述问题以及社会对自行车道需求尚未凝聚共识下，敦化自行车道的发展改朝弹性时间管理方式调整，主要的用意是让汽机车驾驶人在拥挤的交通时段，能够充分利用有限的道路空间。

推动绿色运输，扩大自行车路网与使用，是“台北市政府”的政策方向，并以提供安全与舒适的自行车通行环境，让自行车成为短程接驳与小区生活的交通工具为主要目的，未来路网扩建及推动的策略包括：（1）由外而内延伸，积极规划河滨自行车道与市区自行车道的串联，吸引更多的休闲用途使用族群转型通勤使用，落实自行车生活化目标；（2）需求优先导向，将针对现有道路系统自行车活动密度高的地区优先发展；（3）在道路路幅及车流服务水平可以接受的前提下，自行车道尽量与一般车道以高差方式区隔路权；（4）市区搭配公共自行车的建置，提供最后的无缝绿色运输服务。

参考文献

［1］台北市交通管制工程处. 台北市脚踏车道设计手册［R］. 2007.

［2］台北市交通局. 台北市脚踏车政策［R］. 2004.

［3］“内政部”. 市区道路及附属工程设计规范［S］. 2009.

［4］高雄市工务局. 高雄市系统性自行车道整体规划［R］. 2008.

［5］台北市交通管制工程处. 敦化南北路自行车道可行性分析与规划报告［C］. 2008.

应用RFID技术执行智能化运输场站管理系统

陈庆祥　王德润
（万达通实业股份有限公司，台湾）

摘　要：台北转运站（Taipei Bus Station）营运管理系统发展出一套整合多项异质性现代信息科技的系统平台，这些异质性现代信息科技包含：RFID辨识系统、多媒体排程播放系统、LED电子信息系统、自动广播系统、车牌辨识系统、公共信息站（KIOSK）等。借助系统的数据流整合与分析，执行有效率的场站运转模式，自动化的到站操作系统同时加速客运业者后勤执行作业，准确并迅速完成登车，此外，系统亦监督与管理客运业者人、车营运行为，异常事件皆自动侦测发报，使场站有秩序的24h顺畅运行。

关键词：台北转运站；系统平台；RFID；运输场站

1　前　言

孙中山先生曾说交通为国之大计，交通运输确实为活络经济的催化剂，激化社会脉动的发动机，城市进化的必要元素，对外发展的重要基石。台北转运站—台北市最具指标性的交通设施，亦为市政蓝图最醒目的焦点，位居台北市对外最重要陆上运输门户，扮演市政经济发展与文化融合之要角。

台北转运站位于大台北地区之交通枢纽，五铁（台铁、高铁、台北捷运、机场捷运与“国道”客运）共构之区位，其独一与唯一的稀有性，增加了其规划复杂度与施工困难度，为满足每个营运需求环节，规划时持续推演分析未来营运系统功能，同时多种形式接口也须逐项检核确认，每一个细节始末都必须使其完备可行，务使未来营运时管理井然有序，车行畅行无阻，故在技术、系统工具与架构上的选取，多所斟酌考虑，且在车牌辨识系统的当下市场主流下，最终仍考虑车辆跟车行为与辨识成功度不高等主要影响因素，且为避免未来产生管理的死角与执行不公正之情事，最终选择RFID辨识系统为主系统要件。

2　转运站区位与配置

台北转运站位于台北市西区中心，近淡水河旁，坐落于台北车站北侧，市民大道、承德路、华阴街口之方正基地。楼地板面积8496坪（约28037m^2），1楼售票大厅、2~4楼候车大厅，为中央岛式月台配置，每楼层16个月台，共计48个停靠月台。

转运站为1F~4F立体式建筑，一进二出的设计，车道皆为单行方向，车行于平面车道层采顺时针绕行，临承德路为大客车入、出口，另一出口位于3楼连接市民大道，可经由该高架快速道路连接环河快速道路直接驶入“国道”1号高速公路快速离城，如此可降低大客车对平面道路的冲击，提升客运业者车辆运转率与减少在平面车辆行进怠速之油耗。

3　系统架构

智能型转运站系统之目标在于运用现代化信息技术，建构新一代客运巴士转运站，无论是客运业者班表信息收集、站务处理、拆账清算、转运站内行车动线控制、车辆辨识、影像监控、月台设定、车辆行进异常警示，乃至于旅客购票信息、便民网站、公共信息站等均属本系统所建置之范围，希冀

借助智能化运输系统之电子、通讯、信息及运输管理技术，提升转运站之月台运转效能及服务水平，并提高转运站服务之多元性与便利性，提供高质量的场站服务。智能型转运站系统之架构图如图1所示：

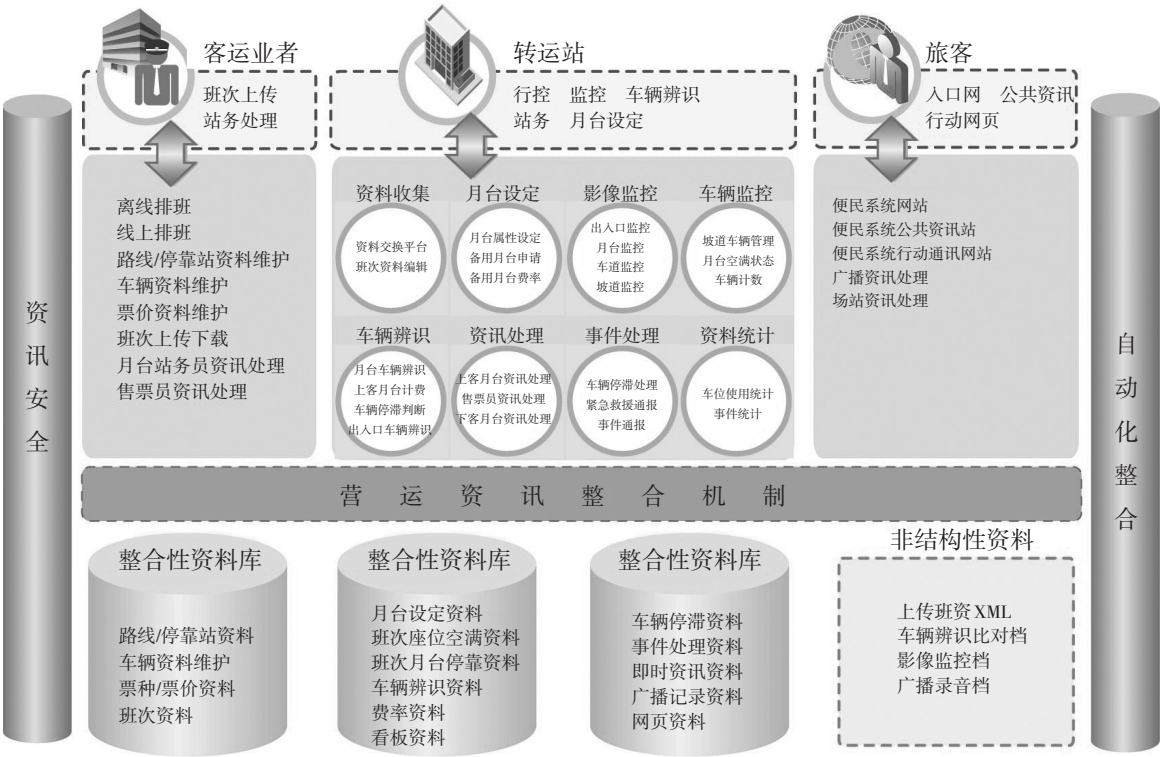


图1　系统架构

3.1　RFID技术

为了达成智能化管理之目的，系统采用主动式RFID侦测作为车辆辨识及场站管理的主要技术，并配合图控系统让管理者充分掌握站体内车辆行驶情形及异常状况。采用RFID技术进行车辆身份辨别判断，并于转运站内相关位置装置读取器（Reader），以辨识进出转运站每辆车以及车辆位于转运站的位置；同时配合出入口侦测器与出入口摄影机、月台侦测器与月台摄影机，以确认车辆车号，以及其是否通行与停靠；并将其在转运站内行进位置，以简易图标实时显示于行控中心监控画面上。RFID系统架构图如图2所示：

3.2 系统图控

转运站车辆入口处装设车牌辨识系统装置，并透过系统介接整合后，将其辨识结果结合RFID辨识结果比对，如有异常，将异常讯息传送至电子地图图控系统。

由于台北转运站为多楼层（4楼层）之站体结构，若以传统经营形态管理转运站，则需要相当庞大的人力成本以维持转运站的正常运作。基此，导入RFID及电子地图图控系统之后，利用RFID取得之信息转化成图像显示在图控系统上，仅需要少量的管理人员便可以清楚且快速地了解转运站内各区的状况。

3.3 场站信息实时派送

场站班次信息可透过多媒体派送系统，将客运业者上传之班次信息显示在售票柜台、后车大厅、月台门信息广告牌上。并可透过自动排程功能，将预先设定完成之版面信息定时传送播放。本系统除

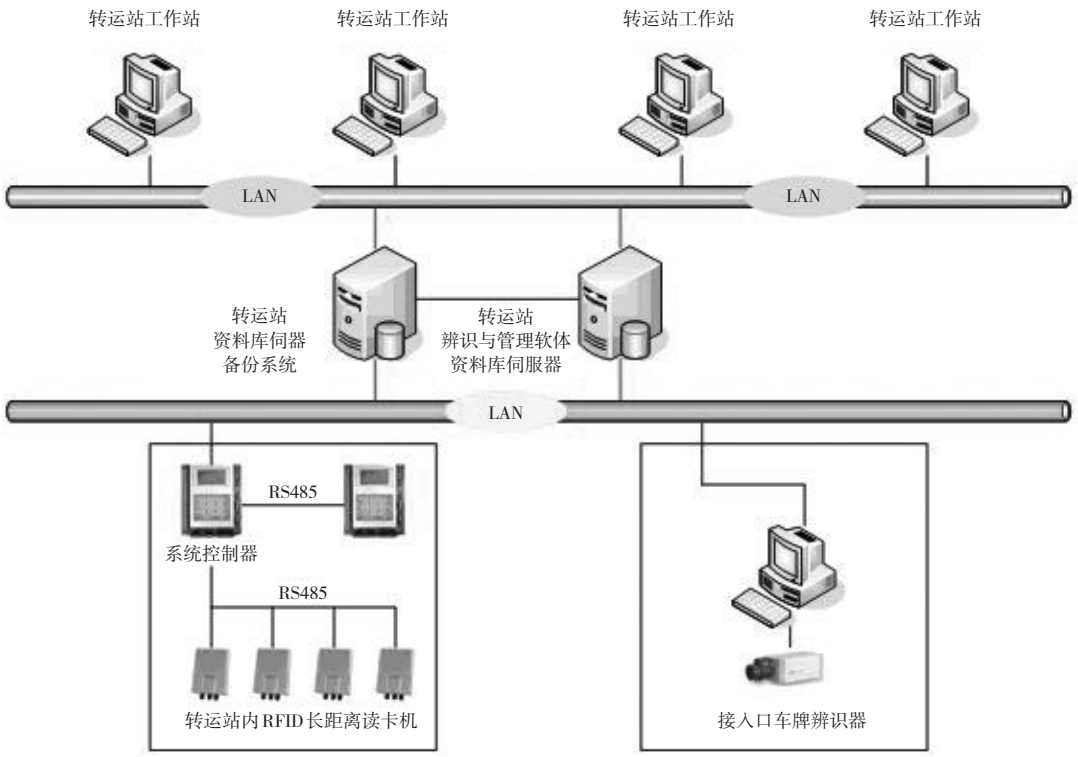


图2　RFID系统架构

整合RFID车辆实时监控功能、场站信息及时派送功能外，并利用站务系统与信息整合平台成功整合班车广播系统与CCD场站实时监控系统。

旅客可透过此系统提供便民网站查询班次、转乘信息及相关旅游景点，网站也提供行动通讯版本，可透过PDA浏览网站，现场提供公共信息站（KIOSK）导览旅客，班次发车及相关班次异动讯息可透过广播系统通知旅客。

3.4 客运业者班次资料搜集与管理

数据收集与管理软件主要提供各客运业者编排班表信息，包含班次时刻、车辆、路线、起止站点、票种、票价等信息，可分为离线排班及在线排班。

3.5 影像监控管理

主要针对转运站的出入口、月台、车道、坡道、1楼大厅与各楼层大厅（2~4楼）等地点，进行影像监控管理，将相关影像显示于42吋LCD、22吋LCD显示系统，以达实时监控的效果。

3.6 车辆监控管理

采用RFID技术进行车辆辨别判断，并于转运站内相关位置装置读取器（Reader），以辨识进出转运站每辆车，以及车辆位于转运站的位置；同时配合出入口侦测器与出入口摄影机、月台侦测器与月台摄影机，以确认车辆车号，以及其是否通行与停靠，并自动提示车辆行驶九种异常状况，包括：非法车辆进入、车道停留过久、停错月台、下客月台停留过久等。

3.7 场站信息处理

提供客运业者播放上客月台班次信息、下客月台信息处理及售票员信息处理。利用多媒体派送系统有效且自动派送旅客信息至场站各信息广告牌。

3.8 事件处理

事件处理软件提供转运站控制中心人员处理异常事件作业功能，可提车辆停滞事件处理作业、紧

急救援单位查询作业、一般事件通报处理单维护作业等功能。

3.9 资料统计

数据统计软件提供转运站内各项统计功能，包含班次数统计、上客月台使用统计、下客月台使用统计、备用月台使用统计、车辆进出站及在站延时统计、变更月台统计、班次取消、加班与误点统计、事件项目及通报次数统计。各项统计均可选择日期、时间范围、客运业者、路线、月台、楼层、全站进行统计。

3.10 广播信息处理

广播信息处理软件主要提供月台站务员、转运站管理员进行旅客登车及班次误点自动播放语音功能，可分区（每层楼各一区）播放，并以4种语言轮播。使用者可设定轮拨顺序及该语言是否播放。

3.11 便民系统

便民服务系统将提供民众未来在转运站搭乘国道客运时，能如同机场网站一般给予民众便利的清楚的交通指引外，更可以进一步提供转运站内各项服务措施。也可进一步整合相关资源如旅游信息、休闲购物等，提升网站附加价值。

4 营运管理绩效

台北转运站24h营运，场站每日平均进出车辆数达5000辆车次，尖峰日车辆数达6300辆车次进出，尖峰小时更达520辆进出车次，瞬间在站车辆数最高达89辆车，车辆仍能有条不紊的川流运行，RFID系统的稳定度扮演极重要关键因子，可迅速与准确侦测事件并有效管理。

4.1 智慧化场站管理

（1）车行异常监控：车辆于场站无故停滞或环绕，自动侦测事故或拥挤塞，并启动侦测点位CCTV判读。

（2）车辆数监控：实时在站车辆数显示，显示每楼层于月台、车道、爬坡道之车辆数，实时统计各楼层所属业者车辆。

（3）月台车辆身份辨识：未正确停靠所属登车月台，或于月台停留过久，辨识认定后自动照相，并同发报违规单。

（4）交互式实时监管：使用者（客运业者）违反场站规范时，系统立即传送画面至违规者站务管理计算机，客运业者管理人员若不实时处理并回报处理情形，将无法启动系统到站登车作业（月台门与无登车广播法启动等）。

4.2 进化客运业者管理效能

（1）精准车辆调派：提供进站车辆位置及场站内车行轨迹，场站管理人员可提早整备登车作业。另依据系统提供的车行运转时间数据，客运业者可不断调整调度模式至最佳化，进而提高月台周转率，并提升月台使用效能。

（2）自动化登车作业：系统可依据业者所登入之路线与车号，当所属车辆进站即进行辨识并提醒站务人员，待车辆停靠月台辨识身份确认完毕，系统即可启动一系列到站登车作业。如此，服务人员可专注验票与服务乘客登车。

4.3 节能效益

（1）月台门与月台风气门皆于车辆停靠月台后，身份辨识正确后始通电开启，并于车辆驶离月台后，再行断电中止运作。

（2）设置于环场车道之涡流式抽风机，于系统侦测在站车辆数达一定量时（依据每辆大客车的排气量计算场站空污气体浓度），即适时启动各楼层抽风设备，以提升并确保场站空气质量。

4.4 其他效益

（1）车籍管理：每辆车皆有专属RFIDTag为其车辆身份证明，如有车辆异动或错置，系统皆能实

时警示并追踪，所汇整各客运业者车辆之车籍数据，可提供公路监理单位作为车辆管理之用。

（2）事件追踪：依据事件发生时点，查核肇责车辆。

5　结　论

综观航空、海运、铁路等运输场站，皆为闭塞式管控固定航路与轨道方式单向运行，唯独公路运输，囿于其运具（大客车）的可变动性与机动性大，可瞬间同时大量车流进入场站，致使场站管理的复杂度与风险相对较高。台北转运站营运管理系统的最大特色乃将各系统建构在整合性平台上，此整合性平台可将行车状况与班次信息经由各种信息设备侦测与数据搜集后，经过专业领域模式判断后自动揭露给管理单位及客运业者，让场站管理者可在第一时间掌握转运站内车辆行驶状况与异常情形，客运业者亦可根据整合性平台所提供的信息加以判断后，将班次信息再透过平台介接广播系统与多媒体信息广告牌系统提供给一般搭乘民众。因此，智能型台北转运站营运管理系统不仅为场站管理单位节省人力成本、也帮助使用者（客运业者及乘车民众）充分掌握班次信息。

而后拟应用RFID工具技术，径行整合客运业者车辆调度排班作业，执行实时动态派遣，除可有效并机动调度车辆，亦提高车辆使用率并进而提升运转效率。让场站管理者、客运业者及搭乘旅客皆能感受到新一代“国道”客运转运站多元化信息同步揭露与现代化科技综合呈现的新风貌。

基于FSA的黄浦江水上客运安全评价

孙　亮
（上海海事大学交通运输学院，上海 200235）

摘　要：为确保2010年上海世博会水上交通安全和黄浦江水上客运安全，在分析综合安全评估法（FSA）目的、特点以及实施步骤等相关内容的基础上，按照FSA的模式，运用风险矩阵法和德尔菲法识别黄浦江水上客运危险源，并采用模糊数学理论建立黄浦江水上客运安全现状评价模型，从而实现对黄浦江水上客运安全的量化分析和评价，进而有针对性地提出决策建议。提出基于FSA的水上客运安全评价方法，可为世博会水上交通安全风险管理和黄浦江水上客运安全现状的提高提供参考。

关键词：水上客运；黄浦江；综合安全评估；模糊综合评判；危险识别

引　言

2010年上海世博会交通客流总量将达到7000万人次左右，世博专用客渡船、游览船及交通船将承载园区外10%、园区内20%的游客，每天有约150艘次往返园区外、650艘次在园区内往返浦东浦西，平均每分钟1艘次。确保水上交通安全是上海世博会成功举办的基础和保证。

2009年位于黄浦江畔的北外滩上海港国际客运中心的建成，使上海港成为亚洲最繁忙的国际邮轮母港之一。按北外滩1200 m海岸线同时停泊4条载客2800人的邮船计算，全年52周每周泊一次4条船就是200航次，年抵返上海的客流量就达到100万人次以上[1]。根据已知的邮轮船期表预计，到2010年世博会时，上海港邮轮出入境将达到232艘次，相比去年增长达87%以上，接待游客达到30万人次。

上海外滩游艇会游艇码头于2009年共建成9个泊位，迄今已有7个泊位出租或停泊游艇，其余2个泊位将于2010年4月前完成出租。

由此可见，2010年世博会的召开给黄浦江水上客运带来光明前景，游览船、邮轮和游艇将成为黄浦江客运的主力军。但近几年来，黄浦江水上交通状况令人担忧，交通事故不断，造成的损失十分严重。统计资料显示，仅2006年，黄浦江发生各类事故51件，沉船6艘，死亡3人，造成的经济损失高达1868多万元。

为确保黄浦江水上客运安全有序，为实现“平安世博”营造畅通、安全的水上交通环境，评价黄浦江水上客运安全现状，有着十分重要的现实意义。

在水运安全评价方法研究领域，国内外的相关研究机构已经开展了一些卓有成效的工作[2–9]。但水上客运安全现状评价还未得到有效开展，相关的研究较少，已有研究包括客船搁浅和沉没风险评价研究[10]、邮轮安全综合评价[11]，但客船运输安全评价是一个复杂的系统工程，它不仅包括对于客船的安全评价，同时应考虑码头、航行环境等影响因素。

本文根据世博会和黄浦江水上客运的特点和实际情况，提出基于FSA的安全评价方法，同时建立了综合考虑船舶、码头和航行因素的评价指标体系，利用模糊数学理论建立的评价模型评价黄浦江水上客运安全现状，以期通过评价结果和提出的建议更为有效地实现世博会水上交通安全风险的管理和黄浦江水上客运安全现状的提高。

1　综合安全评估

1.1 概述

1988年7月6日英国海上平台Piper Alpha海难导致167人死亡，其事故调查报告大量采用了工业风险分析和风险评价方法。经英国学界的研究和推进，1993年英国海运与海岸警卫局（MCA）向国际海事组织海上安全委员会62届会议提交FSA概念议案并被立即接受。

1.2 目的与特点

与其他的一些安全评估方法相比，FSA所采用的评估步骤具有更为规范与合理的特点。它不仅能用于事故发生后的事后性分析评估，更能用于在事故发生前就设法发现哪些因素会导致事故的分析评估，是一种事后性加预期性的规范化安全评估方法[12]。通过这种方法所评估出的结果更为正确可信，并可以在较长时间内加以引用。

1.3 步骤和流程

根据IMO的“IMO制定安全规则过程中应用FSA暂行指南”，FSA包括以下5个步骤[5]：（1）危险识别；（2）风险评估；（3）提出降低风险的措施；（4）降低风险措施的费用效益评估；（5）提出降低风险措施的决策建议。其流程如图1。

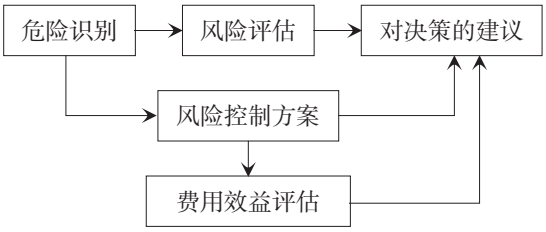


图1　FSA方法流程图

该方法通过结构化的分析过程，综合考虑影响水上客运安全的各方面因素。通过风险贡献分析，找出各因素之间的影响关系，评估各方面的风险水平和贡献大小[13]。

在按照以上所说明的5个步骤进行评估的过程中，这些相关步骤中的主要内容、关系与流程可参见图2[4]。

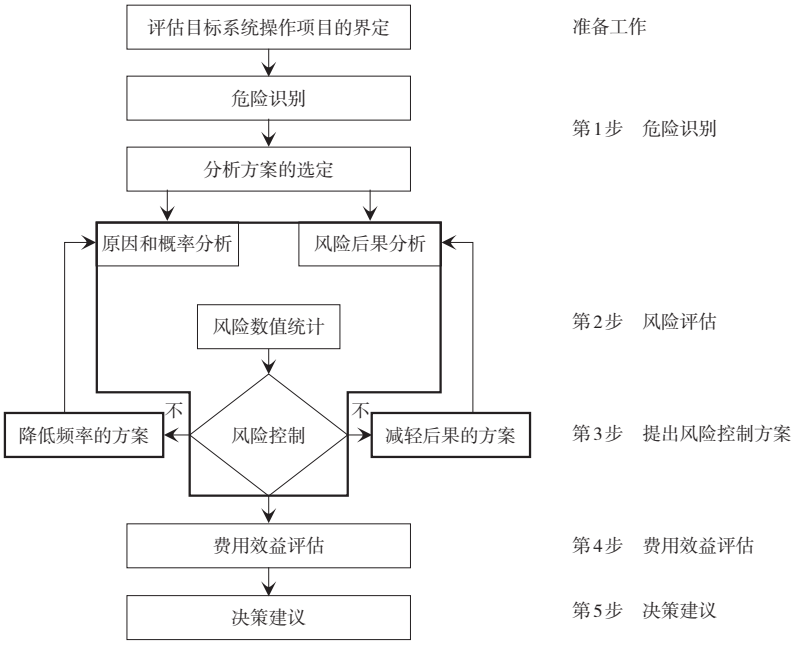


图2　FSA的应用实施

2　黄浦江水上客运危险识别

危险识别（Hazard Identification，HAZID）是确定危险存在并定义其特征的过程，其目的是对黄浦江水上客运系统可能存在的所有危险进行识别，并按发生概率和危险程度粗略分类和有序排列，为下一部作准备，见表1、表2。发生概率通常分为以下几个级别：不常发生、有时发生、经常发生；危险程度通常分为以下几个级别：轻微、中等、严重。

表1　概率分配

分配值	描　述
1	不常发生：每5~10年发生一次
2	有时发生：每1~5年发生一次
3	经常发生：一年内发生1次或若干次

表2　后果严重性分配

分配值	描　述
1	轻微：受伤无须急救；客船无损害或轻微损害；无环境影响；不影响航次计划
2	中等：受伤需急救；客船有损坏；造成环境污染；航次计划受影响
3	严重：死亡；沉船；重大环境污染

使用风险矩阵法[11]（Risk Matrix Approach），将概率分配值与严重性分配值相乘，可得风险分级排名（Risk Ranking Number）。

根据本文在应用IMO的一致度指[15]的基础上，进一步分析个人评估结果之间的相似程度，以便根据相似程度进行分类，通过分类，结合专家专业、经历、年龄等背景因素，可得专家意见与各影响因素之间的关联，从而对专家意见赋予权重[15]，使危险识别结果更加可靠。危险源种类、发生的可能性、严重性分析如表3。

表3　危险源特征矩阵

危害		发生可能性			严重性		
		不常	有时	经常	轻微	中等	严重
船舶危险源	碰撞	√				√	
	沉船	√					√
	搁浅	√				√	
	船故障	√				√	
	火灾	√					√
码头危险源	恶劣天气			√		√	
	码头基础设施损坏			√	√		
	候船室损坏		√		√		
	停水停电		√			√	
	火灾事件		√			√	
	突发公共卫生事件		√		√		
旅客危险源	旅客落江（船舶）	√				√	
	旅客病危(船舶)		√				√
	人员伤亡（码头）		√				√
	大量旅客滞留			√		√	
	治安恐怖事件		√			√	

3　黄浦江水上客运安全现状评价

3.1 评价因素体系的建立

在此研究中，依据评价因素体系建立的原则，结合黄浦江水上客运自身特点，采用了德尔菲（Delphi法）和最小均方差法[16]的筛选方法。最后确定了如图3所示的评价因素体系。

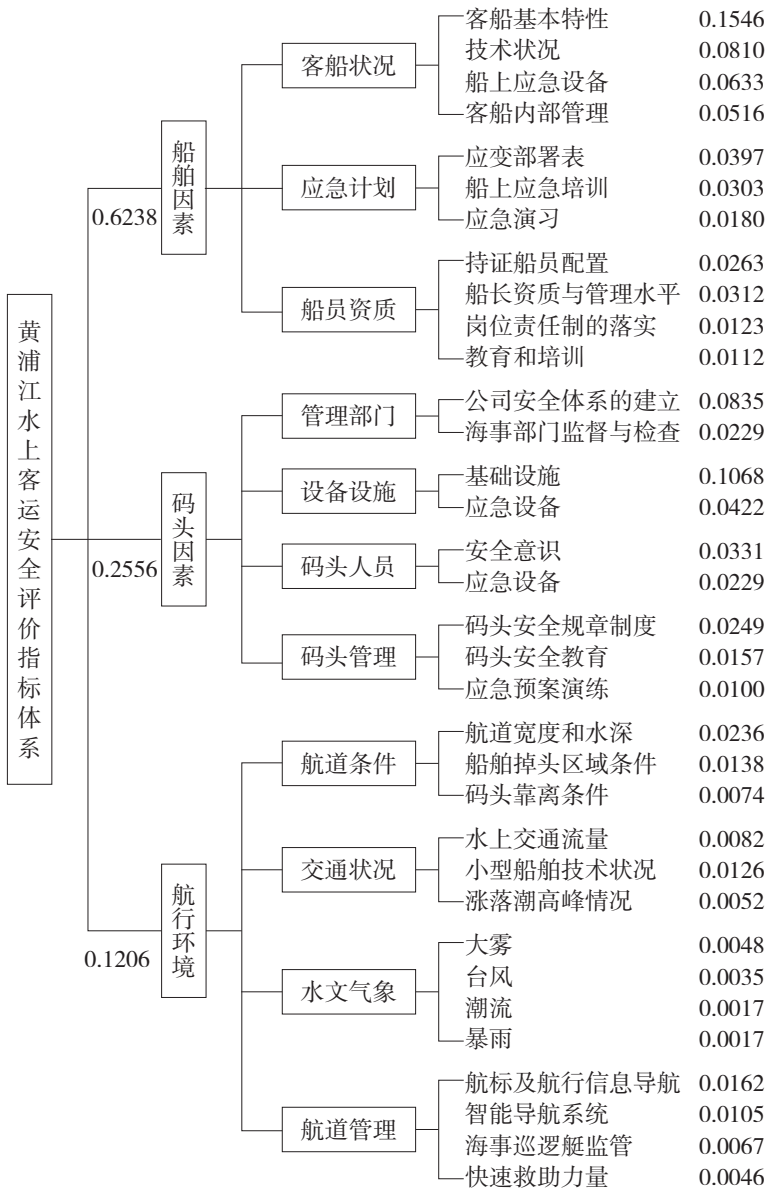


图3　安全评价指标体系

3.2 模糊综合评价数学模型的构建

3.2.1 建立评价集

因素集是影响评价对象的各个因素所组成的集合，根据前文所确定的评价因素体系，可得到因素集。评价因素集举例为：

U={船舶因素 U_1，码头因素 U_2，航行环境 U_3}。

其中：U_1={客船状况 u_{11}，客船应急计划 u_{12}，船员资质 u_{13}}；又 U_{11}={客船基本特性 u_{111}，技术状况

u_{112}，船上应急设备u_{113}，客船内部管理u_{114}}。

3.2.2 建立评判集

评价等级分得越细，评价越准确，但过程烦琐，越难以掌握。所以评价等级要选择适当，等级划分太多反而使调查对象无法入手，结果不一定理想。本文在确定评价等级时，根据评价对象的特点和参考国内外学者、专家常用的评价等级划分方法，将评价等级集V定义为四个等级，即用V={v_1，v_2，v_3，v_4}={优，良，中，差}。

3.2.3 评价因素的权重的获取

本文通过相关单位给有关专家发放了专家调查表，采用几何平均法归纳整理调查表得到各评判矩阵。由于AHP法中的评判矩阵都是正逆称方阵，所以在求方阵的最大特征根和它所对应的特征向量（权重）时，采用了比较简便的方法——方根法。在求权重时，可借助Matlab、Excel等计算机软件较快得出各因素的权重值（具体见图3）：

3.2.4 评价指标隶属度的确定

在进行模糊评价时，如何确定各个因素对应各个评判等级的隶属度的大小是整个评判能否进行的关键。为了更好地确定各因素的隶属度函数，本文根据经验预先做出模糊综合评判隶属度子集表，从而使得所建立的评判模型能够具有较强的客观性和可操作性。

3.2.5 反模糊化

模糊综合评价的结果是模糊向量，即评判对象隶属于各个评判等级的隶属度向量。确定评判对象的等级时，需要对该模糊向量反模糊化，也称清晰化。

本文采用重心法来反模糊化。所谓重心法从本质上讲就是通常所说的加权平均法，计算公式如下：

$$M=\frac{\sum_{i=1}^{n}b(u_i)\times u_i}{\sum_{i=1}^{n}b(u_i)}$$

其中，u_i为各因素与评价集对应的分值。为便于得到一个精确的评价结果，设各等级变量值的范围为：{优，良，中，差}={100~90，89~75，74~60，59~0}。如果计算其组中值的话，即为{95，82，67，30}，如表4。

表4　评价结果与评语级对照表

评价等级	综合评价值	组中值
A（优）	$100\geqslant u_i\geqslant 90$	95
B（良）	$90>u_i\geqslant 75$	82
C（中）	$75>u_i\geqslant 60$	67
D（差）	$60>u_i\geqslant 0$	30

就得到一个综合评价量化值M，再根据M的大小，对照表4找出相应的等级评语，这个评语即为某指标的最终评价结果。

3.3 评价结果

将有关的单因素评判结果及权重输入Excel表中，利用其矩阵运算等函数功能求取评价结果如表5。用重心法反模糊化得到黄浦江水上客运综合评价得分为77.2，评价结果对照评语集表可得黄浦江水上客运的整体安全水平为B（良）。

表5　各三级指标的评价值及评价等级

一级指标	二级指标	三级指标	评价值	评判等级
船舶因素	客船状况	客船基本特性	84.1667	良
		技术状况	81.6667	良
		船上应急设备	76.6667	良
	客船应急计划	客船内部管理	81.6667	良
		应变部署表	81.3333	良
		船上应急培训	62.1667	中
		应急演习	59.6667	差
	船员资质	持证船员的配置	90.6667	优
		船长的资历与管理水平	88.5000	良
		岗位责任制的落实	83.8333	良
		教育和培训	62.1667	中
	管理部门	公司安全体系的建立	53.1667	差
		海事部门的监督与检查	86.3333	良
码头因素	码头设备设施	码头基础设施	81.6667	良
		码头应急设备	74.5000	中
	码头人员	码头公司人员安全意识	86.0000	良
		码头现场人员应急能力	74.5000	中
	码头管理	码头安全规章制度	82.0000	良
		码头安全教育	74.5000	中
		应急预案演练	62.1667	中
航行环境	航道条件	航道宽度和水深	77.0000	良
		船舶掉头区域条件	83.8333	良
		码头靠离条件	82.0000	良
	交通状况	水上交通流量	67.0000	中
		小型船舶技术状况	54.6667	差
		涨落潮高峰状况	60.8333	中
	水文气象	大雾	75.1667	良
		台风	81.3333	良
		潮流	79.5000	良
		暴雨	74.5000	中
	航道管理	航标及航行信息导航	86.3333	良
		智能导航系统	66.5000	中
		海事巡逻艇监管	84.1667	良
		快速救助力量	64.3333	中

4 对安全决策的建议

从最终的评价结果来看，黄浦江水上客运安全现状总体情况良好，船舶、码头、航行环境各子系统之间关系能较好协调，但不是很稳定，存在一定的缺陷。分值在本等级中偏低，接近于等级“良”和等级“中”的临界点。

（1）从宏观上来说，黄浦江水上客运安全现状有待于进一步提高，根据历史经验，得分在85以上为宜。并且，由于黄浦江水上客运安全品质的改善有赖于船舶、码头、航行环境各子系统品质的提高。因此，应提高警惕，全面重视船舶、水门、航行环境各子系统的状况，以保持各系统及其相互关系的协调。

（2）改善黄浦江客船助航条件。针对“快速救助力量”指标得分“差”的结果，有关部门应加强护航（Escort）及助航（Navaid）设施的配备，保证进出港客船的安全。建议由上海港口安全部门牵头，具体经营由政府或政府批准的民营企业来开展。在黄浦江多点布设足够的、性能良好的拖轮和导航船待命，确保200m以上大型客船由导航船护航、确保拖轮能在收到客船求救信号后5分钟内能赶到。

（3）定期开展黄浦江客运船舶及码头的安全检查工作。海事部门应定期开展水上客运公司所属船舶的安全大检查。重点检查船舶自动识别系统（AIS）、甚高频电台（VHF）等保安设施的配备、使用情况。对于检查后仍未按规定安装到位的，海事部门应采取禁止其进入上海黄浦江核心管制区水域或上海内河水域、停航、改航等行政强制措施。对小型客船的驾驶和管理人员，海事部门将开展安全知识测试，同时前往客运码头现场抽查客运船舶载客情况，严防超载行为发生。

（4）加强黄浦江水上交通流量和矿砂船进出的控制。 评价结果表明“水上交通流量”和“涨落潮高峰状况”安全现状“中”，“小型船舶技术状况”安全现状“差”。黄浦江是我国船舶流量最密集的水域之一，每年进出的各类船舶多达60万艘。历史最高纪录为1天1.2万艘次。2009年有关部门的观测资料表明[17]，在黄浦江水域的船舶中，砂石料船舶约占进出口总流量的55.6%。矿砂船的技术状况差，且通常在每天落潮时下来，涨潮时上去，交通无次序。海事部门要控制高峰期间通过黄浦江水域的船舶通航密度，保证通航有序进行。具体做法可以加强对通航安全进行宣传力度，配备足够的警戒艇。

（5）建立健全客运企业安全责任制。针对“公司安全体系建立”指标得分“差”的结果，经营客船的企业一定要建立安全管理体系，并通过审核。现在交通运输部海事局正在国内实施《中华人民共和国船舶安全营运和防止污染管理规则》（简称《国内安全管理规则》NSM），但我国实施NSM规则的船公司仅1000多家，与一万多家航运公司的总量相比，绝大多数的航运企业仍未实施NSM规则。未实施NSM的航运企业船舶状况比实施NSM的船舶差。统计结果表明，2007年单船事故率为0.0640，是实施NSM船舶（事故率为0.0468）的1.5倍[18]。只有在制度上控制企业的经营、生存，他们才会真正重视安全，迫使企业实现从“要我安全”到“我要安全”的转变，不然讲安全是一句空话。只有使他们真正意识到安全是企业的命脉，有安全才会有效益，安全是最大的效益，才有可能真正地重视安全。

5 结束语

本文基于安全综合评估法对于黄浦江水上客运安全现状进行了评价，得到了整体安全水平良好，但部分指标存在安全隐患的结论，为有关部门今后的安全和应急工作提供参考。

为使本文提出的方法更为有效和准确地应用于水上客运安全管理中，需对以下内容作进一步研究。缺乏可靠的数据及安全评估缺乏可信度是FSA方法在应用时的两大局限[19]。由于船舶运输过程的高不确定性，FSA在应用于客运安全评价中时这两个局限显得尤为突出。要避免这些问题，可从以下

四方面做进一步研究：①分析现有船舶运输安全评价技术，根据评价对象的具体情况，尝试对于不同情况采用不同的评价技术，或采用多种技术相结合的方法；②创造新的评价方法，同时发展一种有效的效益成本和技术经济研究模型，使得决策的实施过程更有效；③将计算机软件技术应用于安全评价中；④更多的案例研究。

随着2010年上海世博会的召开，今后的黄浦江水上客运将扮演越来越重要的角色，只有安全管理工作的有效开展和落实，才能确保客运安全，满足国内外旅客的需求。

参考文献

[1] 张璟，程爵浩，符全胜. 2010年世博会与上海水上旅游发展的互动关系［J］. 上海海事大学学报，2004，25（4）：73-78.

[2] 杨鹃鹏，王海，王雪章，等. 综合安全评价在船舶动力装置中的应用［J］. 中国航海，2007 （1）：101-104.

[3] 马占新，任慧龙. 船舶综合安全评估中的评价方法研究［J］. 系统工程与电子技术，2002，24（10）：66-69，72.

[4] 方泉根，王津，D.atubo. 综合安全评估（FSA）及其在船舶安全中的应用［J］. 中国航海，2004，（1）：1-5.

[5] 邱云明，陈伟炯，陈锦标. 临海港口航道航行环境安全综合评价模型［J］. 中国航海，2005，64（3）：41-45.

[6] Wang Jin，Foinikis P. Formal safety assessment of containerships［J］. Maritime Policy，2001，25（2）：143-157.

[7] Wang Jin. Offshore safety case approach and formal safety assessment of ships［J］. Journal of Safety Research，2002，33（1）：81-115.

[8] Jean-François Balmat，Fr é d é ric Lafont，Robert Maifret，et al. Maritime risk Assessment （MARISA），a fuzzy approach to define an individual ship risk factor［J］. Ocean Engineering， 2009，36（15-16）：1278-1286.

[9] Shenping Hu， Quangen Fang，Haibo Xia，et al. Formal safety assessment based on relative risks model in ship navigation［J］. Reliability Engineering & System Safety，2007，92（3）：369-377.

[10] Otto Sven，Preben T. Pedersen，Manolis Samuelidesc，et al. Elements of risk analysis for collision and grounding of a RoRo passenger ferry［J］. Marine Structures，2002，15（4-5）：461-474.

[11] Lois P，Wang J，Wall A，et al. Formal safety assessment of cruise ships［J］. Tourism Management，2004，25（4）：93-109.

[12] 陈伟炯. 海事预控的安全科学新理论探讨［J］. 中国安全科学学报，1998，8（6）：5-9.

[13] 茅云生，王晓红，张元盛等. 综合安全评估方法在潜艇生命力设计中的应用［J］. 武汉理工大学学报，2003（5）：667-670.

[14] 秦庭荣，陈伟炯，郝育国，等. 综合安全评价（FSA）方法［J］. 中国安全科学学报，2005，15（4）：88-92.

[15] 蔡垚，刘正江，吴兆麟. 综合安全评估危险识别中专家意见一致度分析［J］. 大连海事大学学报， 2007，（S1）：113-115.

[16] 谭跃进，陈英武，易进先. 系统工程原理［M］. 长沙：国防科技大学出版社，1999.

[17] 桑史良. 2010年上海世博会水上（客运）交通组织与管理方案研究报告［R］. 上海：上海市航海学会，2009，12.

[18] 巢国荣. 我国安全管理规则实施发展战略研究报告［R］. 上海：上海海事局，2008，12.

[19] Wang Jin. The current status and future aspects in formal ship safety assessment［J］. Safety Science，2001，33：19-30.

深港客运口岸规模设计初探

柯友华 游俊霞
（深圳市城市规划设计研究院，广东 深圳 518031）

摘 要：口岸是提供人员、货物、交通工具出入境的场所，是国家的门户和窗口，具有重要的经济和政治意义。深港口岸涉及内地的形象和利益，其规划建设务必慎重。作者结合供需平衡原理，运用排队论的方法，提供了口岸规模的确定思路和基本算法，可为口岸的建设提供相关指导。

关键词：客运口岸；规模设计；排队论

口岸是主权国家根据自己的政策需要和具体的地理条件设置的，在和平发展时期为国内外人员、货物和交通工具的出入境提供便利的，出入国（边）境的门户、通道和窗口。它不仅可以有利于发展国际友好交往，加强同邻国的睦邻关系；同时也是开展国际经济贸易，增加国内财政收入的渠道；不仅如此，它还是稳定国（边）境秩序，防止传染病传出传入，缉查犯罪，制止非法出入境，维护国家主权与国家安全的前哨，因此具有重要的政治和经济意义。

1 口岸的概念及分类

1.1 口岸的概念

口岸是由国家批准的，供中外籍人员、货物、交通运输工具和国际包裹邮件出入国（边）境的水运港口、国际航空机场、国（边）境铁（公）路车站、孔道。它是跨部门、跨行业、多层次、多环节、多功能、分工协作的有机综合体，是国家对外开放的门户、窗口。深港口岸是深圳与香港的过境关口，位于香港和深圳交界处，是展示内地或香港形象的窗口。

由于口岸主要提供人员、货物、包裹邮件、交通工具的出入境服务，为了快速集散人流和货流，口岸大多具有交通枢纽的功能和设施，但是口岸又与大型交通枢纽存在本质的区别。口岸是集出入境交通、出入境客货检查、货物报关报检于一体的综合性场所，口岸内部的交通枢纽是口岸系统的一个子系统。

1.2 口岸的分类

口岸有多种划分方法，可以根据等级、类型以及功能来划分。

根据国家划分等级，可分为一类口岸和二类口岸。一类口岸是指由国务院批准开放的口岸（包括中央管理的口岸和由省、自治区、直辖市管理的部分口岸）；二类口岸是指由省级人民政府批准开放并管理的口岸。根据口岸的类型划分，可分为空港口岸、铁路口岸（包括地铁口岸）、海港口岸和公路口岸。根据口岸的功能划分，可分为客运口岸、货运口岸、客货运综合性口岸以及鲜活、特殊产品的专用口岸。

本文的研究对象主要针对公路两地两检客运口岸。

2 口岸的构成及流程

2.1 口岸的构成

深港客运口岸主要由五大部分组成：查验大厅、查验通道、入境旅检场地、出境旅检场地和交通接驳区，具体功能如下。

（1）查验大厅

查验大厅是出入境人员办理以及等候办理出入境检查手续的场所，分为入境查验大厅和出境查验大厅。查验大厅除了必要的人员、行李查验设施外，还需配备等候空间、公共厕所、公用电话、便利店等综合服务设施。

（2）查验通道

查验通道是出入境的交通工具进行查验的场所，主要包括海关查验通道、边检查验通道和国检查验通道。

（3）入境旅检场地

入境旅检场地主要包括入境缓冲车场、入境大客车上客区。入境缓冲车场是连接出境方口岸与入境方城市道路的缓冲带，其主要的功能是避免过多车辆同时涌入境内，为入境方城市道路带来巨大的交通压力，因此通过缓冲车场进行调节、过渡高峰车流，此外，入境缓冲车场也可以在出现异常情况时临时停放车辆；上客区是乘客经查验大厅检查后等候上车的场所。

（4）出境旅检场地

出境旅检场地主要包括出境缓冲车场、出境大客车落客区。出境缓冲车场是连接出境方城市道路与入境方口岸的缓冲带，其主要的功能与入境缓冲车场类似。

（5）交通接驳区

交通接驳场地主要包括公交接驳车场、社会停车场、出租车场、旅游巴士车场、长途客运车场等。主要功能为集散口岸旅客。

2.2 口岸的行为流线

行为流线图是围绕场地内行为主体的移动过程，用以表达场地各主要功能区相互关系的图示[1]。口岸的行为主体是人，同时也包括相关交通工具，用行为流线图可以分析口岸各主要部分之间的关联状况和互动密度，口岸的行为流线如图1所示。

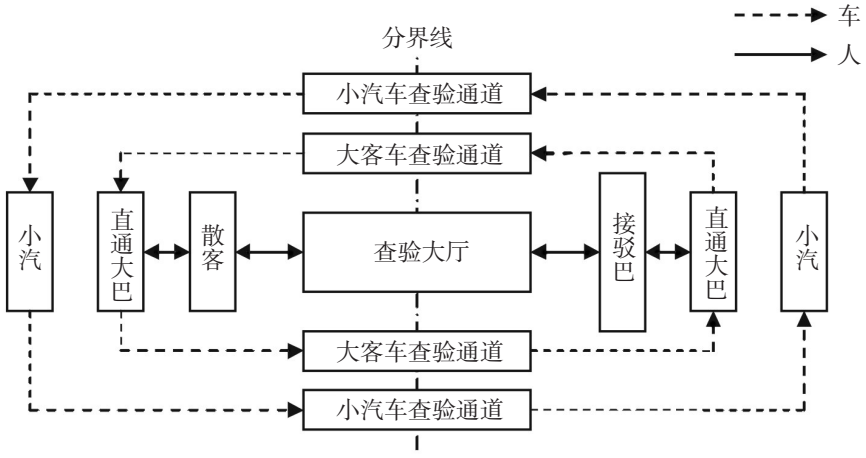


图1　公路客运口岸行为流线图

根据以上图示，口岸出入境的行为主体主要分为三种类型：

（1）小汽车

小汽车到达口岸后，可以通过查验通道的“快捷通”等设备直接进行指纹查验，通过口岸，驾驶员及小汽车乘客不需要下车前往查验大厅。

（2）直通大巴

直通大巴的乘客乘坐直通大巴到达口岸后，在大巴落客区下车，前往查验大厅查验，大巴车则通过大客车查验通道查验后前往上客区，等待乘客，乘客在查验大厅查验结束后，至大巴上客区上车，

离开口岸。

（3）散客

散客可以通过出租车、公交车、送客的私人小汽车到达口岸的交通接驳区，前往查验大厅查验，查验结束后乘坐另一方的接驳巴士离开口岸。

2.3 口岸的布局

口岸的总体布局是口岸内各种社会、经济、技术、环境等因素及建筑空间组合要求的全面反映，是口岸设计中的一项重要的全局性工作。根据口岸的性质、规模、组成和用地情况，分析口岸的现状自然条件、建设条件和环境关系，对口岸内的各种组成部分进行统一安排、综合布局，使其各得其所、有机联系，并与场地周围环境协调一致。

根据口岸的组成部分，口岸的一般布局如图2所示。

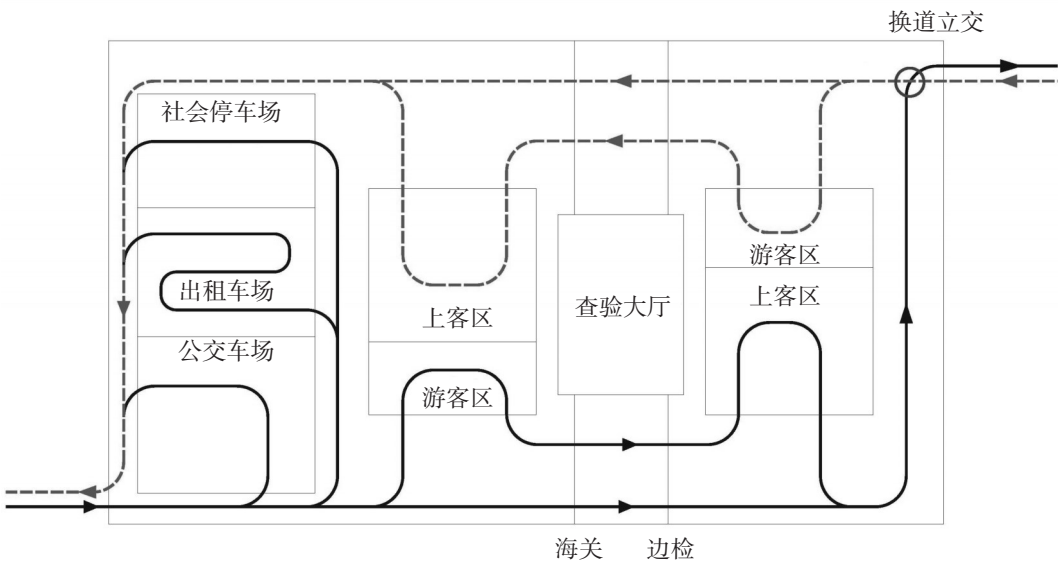


图2　公路客运口岸布局示意图

3　口岸的规模设计

3.1 口岸设计通行能力的确定

口岸的设计通行能力主要由通关需求和口岸供给来决定。

口岸的通关需求可根据口岸的功能定位、历年的交通流量增长趋势、城市的经济发展等因素来确定。旧口岸改造时，由于有历史数据，可采用增长系数法、灰色模型、回归分析法以及专家咨询法等多种方法综合确定；当新规划口岸时，可采用类比法、功能分析法等多种定型定量相结合的方法来确定。

口岸的供给由外部衔接道路和口岸用地条件两方面来决定。外部衔接道路的通行能力直接限制了口岸进出交通流量，因此根据口岸衔接的道路的物理条件以及到达口岸的交通方式分摊比例，可反推出口岸可行的通行能力；口岸的用地条件也对口岸的规模形成限制条件，口岸的查验通道、查验大厅、各类接驳车场必须保持匹配，因此受口岸用地的限制，可反推出口岸可能的通行能力。

根据口岸的需求及供给条件，可最终确定口岸的设计通行能力，具体如图3所示。

3.2 口岸查验通道规模的确定

口岸的查验通道数可用排队论（随机服务系统理论）来计算。口岸有多个查验通道，每个通道各排一队，且只为其相对应的一队车辆服务，车辆不能随意换队，因此该排队系统属于N个单通道服务系统，即N个M/M/1系统。系统的交通强度ρ为：

$$\rho_{通道}=\lambda_{车辆}/\mu_{通道} \tag{1}$$

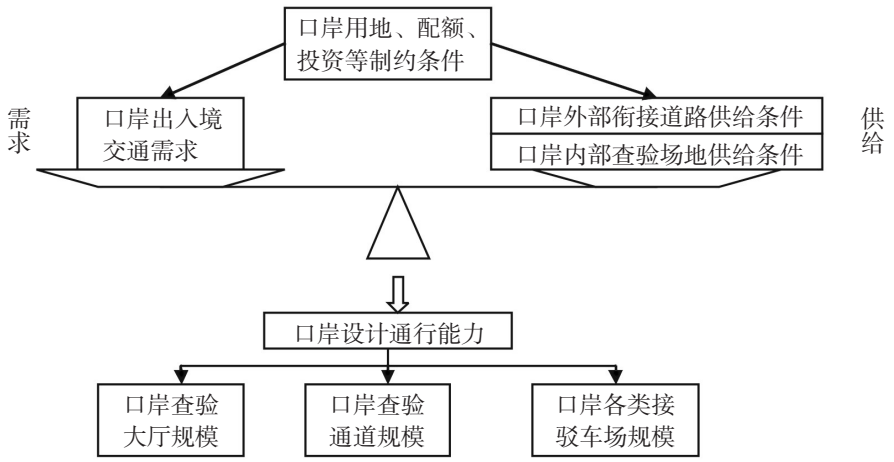


图3　口岸规模确定技术路线

式中　$\lambda_{车辆}$——车辆的平均到达率，$\lambda=N_h/(3600\cdot n_{通道})$；

$\mu_{通道}$——系统的平均服务率，即单通道平均一辆车的查验时间为$1/\mu_{通道}$；

N_h——口岸的设计交通量；

$n_{通道}$——查验通道数。

则
$$\rho_{通道}=N_h/(3600\cdot n_{通道})\cdot\mu_{通道} \tag{2}$$

根据平均排队长度、排队长度的方差与ρ关系可知，当交通强度ρ超过0.8时，平均排队长度快速增加，系统状态的变动范围和频度增长会更快，也即系统的不稳定因素迅速增长，服务水平迅速下降，因此，在确定查验通道数量时，应保证系统交通强度ρ小于0.8[2]。

查验通道数计算的算法如下：

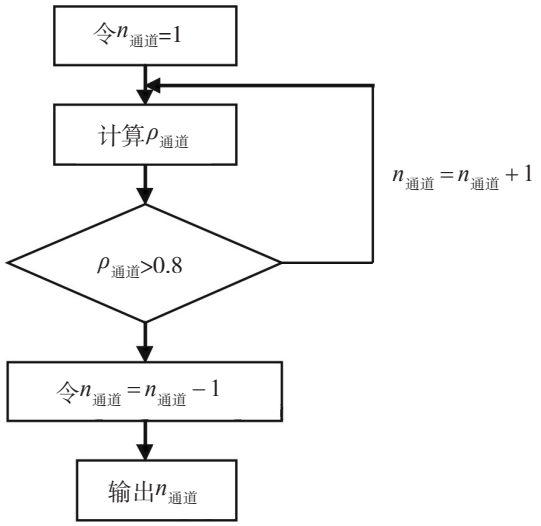


图4　查验通道数计算算法流程

3.3 口岸查验大厅规模的确定

由于在口岸，小汽车出入境者可通过指纹查验，无须下车，因此需前往查验大厅查验的人员主要包括乘坐大巴、出租和公交的乘客。根据查验大厅等候查验的平均排队长度以及个人等候空间面积，可计算出查验大厅规模。查验大厅的服务系统是单路排队，多窗口服务，因此属于M/M/N系统，系统

的平均排队长度为：

$$\bar{n}_{大厅}=\frac{n_{窗口}\rho^{n_{窗口}+1}}{n_{窗口}!(1-\lambda_{大厅}/\mu_{大厅}\cdot n_{窗口})}\cdot\frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{n_{窗口}-1}\frac{\rho^{n}}{n_{窗口}!}\right]+\rho^{n_{窗口}}/n_{窗口}!\cdot(1-\lambda_{大厅}/\mu_{大厅}\cdot n_{窗口})} \tag{3}$$

式中　$\bar{n}_{大厅}$——查验大厅每个窗口的平均排队长度；

$n_{窗口}$——查验大厅的查验窗口数；

ρ——查验大厅的利用系数，$\rho=\lambda_{大厅}/\mu_{大厅}$；

$\lambda_{大厅}$——查验大厅顾客的平均到达率，$\lambda_{大厅}=(N_{直通巴}+N_{散客})/3600n_{窗口}$，其中$N_{直通巴}$、$N_{散客}$为口岸直通巴士、散客的设计通过人数；

$\mu_{大厅}$——查验大厅每个窗口每个顾客的平均服务率，即平均服务时间为$1/\mu_{大厅}$。

则查验大厅的面积$S_{大厅}$为：

$$S_{大厅}=\bar{n}_{大厅}\cdot n_{窗口}\cdot 1.2\cdot\delta \tag{4}$$

式中　δ——放大系数，一般取1.5。

3.4 口岸接驳车场规模的确定

3.4.1 大巴车上、落客场规模的确定

大巴车上客场及落客场泊位数同样可以根据排队论来计算。大巴车到达口岸后，在落客区停车下客，下客结束后大巴车前往上客区，等候前往查验大厅办理手续的乘客，待乘客上车后出境，根据流程可把大巴落客区和上客区分别看成两个M/M/1系统，落客区的服务时间为乘客下车的时间，用$t_{下}$来表示，上客区的服务时间为乘客在查验大厅办理手续的时间与乘客上车时间之和，分别用$t_{大厅}$和$t_{上}$来表示，因此泊位数具体计算方法如下：

$$P_{落客}=\lambda_{直通巴}/(\mu_{下}-\lambda_{直通巴}) \tag{5}$$

$$P_{上客}=\lambda_{直通巴}/(\mu_{上}-\lambda_{直通巴}) \tag{6}$$

式中　$P_{落客}$、$P_{上客}$——落客区和上客区的泊位数；

$\lambda_{直通巴}$——直通巴的平均到达率，$\lambda_{直通巴}=N_{直通巴}/3600$；

$\mu_{下}$、$\mu_{上}$——下客和上客的平均服务率，$\mu_{下}=1/t_{下}$，$\mu_{上}=1/(t_{大厅}+t_{上})$。

对式（5）和式（6）计算的结果进行进整，得到最终的泊位数。

3.4.2 社会停车场规模的确定

口岸的社会停车场主要停放两类车辆，一类是送客车辆，该类车辆停放时间较短，车主从停车场步行至查验大厅，送客结束后，返回停车场取车驶离，该类车辆的周转率较高；另一类是接客车辆，该类车辆停放时间相对较长，车主从停车场步行至查验大厅等候，待接到客人后，返回停车场取车离开，该类车辆的周转率稍低。

因此口岸社会停车场面积由送客停车场的面积和接客停车场面积加总得到。

$$S_{小汽车}=\frac{N_{小汽车送}\cdot(t_{小汽车}+t_{送客}/\alpha)\cdot 25}{600\cdot n_{小汽车送}\cdot\beta_{停车}}+\frac{N_{小汽车接}\cdot(t_{小汽车}+t_{接客}/\alpha)\cdot 25}{600} \tag{7}$$

式中　$N_{小汽车送}$、$N_{小汽车接}$——高峰时段10分钟内到达接客和送客的小汽车数；

$t_{送客}$、$t_{接客}$——小汽车送客和接客的平均停放时间；

$t_{小汽车}$——小汽车上下车所需时间；

α——停车场的设计饱和度；

$n_{小汽车送}$——送客小汽车平均载客人数；

$\beta_{停车}$——送客小汽车停车比例。

3.4.3 出租车场规模的确定

口岸的接驳交通方式中，出租车也是非常重要的交通工具之一。出租车载客到达口岸，乘客下车后，出租车进入排队系统，等待上客，上客后驶离口岸。口岸在规划设计时，出租车上客点、下客点应分开，中间设置排队等候空间，因此，出租车场主要由出租车下客点、上客点和排队等候区三部分组成。

由于出租车的到达是随机的，根据口岸的客流量及出租车分摊比例，可计算出单位时间到达的出租车数量，因此可相应得到出租车下客点的泊位数；同理，也可计算出出租车上客点的泊位数，一般情况下上客点泊位数略大于下客点。根据单位时间到达口岸的出租车数量也可计算出出租车排队等候区的泊位数，由三部分加起来得到出租车场的规模，具体计算公式如下[3]：

$$S_{出租}=\frac{2\cdot T_{出租}\cdot t_{出租}\cdot 15}{600}+\frac{2\cdot L_{出租}\cdot T_{出租}\cdot n_{出租}}{600\cdot 1.2\cdot 1.1}+15\cdot T_{等候}+s_{d出租} \tag{8}$$

式中　$T_{出租}$——高峰时段10分钟内出租车到达车辆数；

$L_{出租}$——上下乘客在出租车候车廊内的平均步行距离；

$n_{出租}$——到达或离开的出租车的平均载客数；

$t_{出租}$——出租车上下客所需时间；

$T_{等候}$——排队系统等待乘客的车辆数；

$s_{d出租}$——出租车掉头所需空间的面积。

3.4.4 公交车场规模的确定

公交接驳车场的规模可由公交场站公交停泊空间、行人步行空间、行人等候空间和公交车掉头空间四部分组成。口岸公交接驳车场规模$S_{公交}$计算方法如下：

$$S_{公交}=45\left[\frac{60\cdot N_{公交}}{t_{上停}}+\frac{60\cdot N_{公交}}{t_{下停}}\right]+\frac{L_p\cdot N_{公交}\cdot P_b\cdot(\eta_s+\eta_a)}{3600\cdot 1.2\cdot 1.1}+\frac{N_{公交}\cdot P_b\cdot \eta_s\cdot 0.8}{t_{上停}}+s_{d公交} \tag{9}$$

式中　$N_{公交}$——高峰小时内的公交发车数；

$t_{上停}$、$t_{下停}$——公交在上客站和下客站的分别停靠时间；

L_p——到达和离开公交接驳场站的平均步行距离；

η_s、η_a——分别为始发和到达的公交车的满载率；

P_b——公交的额定载客人数；

$s_{d公交}$——公交车掉头所需空间的面积。

4　结　语

口岸是一个排队系统，利用排队论的基本理论可以粗略计算口岸的规模，为口岸的建设提供一定的理论依据。但同时口岸又是一个复杂系统，口岸内出行者的行为会产生一系列的随机后果，从而对系统产生影响，因此仅用排队论的方法进行估算会忽略到人的行为，产生系统误差，这些误差可在以后的研究中进行深化。

参考文献

[1] 姚宏韬. 场地设计 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社，2001：104–105.

[2] 中国公路学会《交通工程手册》编委会. 交通工程手册 [M]. 北京：人民交通出版社，1998：433–439.

[3] 覃裔. 轨道交通枢纽规划与设计理论研究 [D]. 上海：同济大学，2002.

新竹科学园区自行车系统问题研析与改善

吴水威　杨静彤　李和蓁
（新竹交通大学运输科技与管理学系，台湾）

摘　要：针对新竹科学园区的自行车系统为研究对象，回顾世界上自行车道的概况与规划设计评估原理，进而对园区自行车系统进行现况调查分析与评估，了解自行车使用、停放状况与问题所在，并设计问卷调查，利用叙述性统计分析法进行信度分析与统计检定分析，了解园区使用者对于自行车道系统的观感与体验。继以多评估原则进行园区自行车道系统现况整体评估之结果，研议园区现有自行车道系统改善计划与扩大地区规划。

关键词：自行车道系统；多评估原则；改善

1　引　言

近年来环保意识抬头，管理部门极力推动节能减碳的政策，并积极倡导绿色运输系统。就广义来说，绿色运输系统系基于环境永续之前提下，使用具有温室气体减量效果且能源密集度及污染密度低运具之运输系统，一般运具又可分为绿色运具与红色运具。绿色运具包括徒步、自行车、大众运输（轻轨电车）等，绿色运具是对环境友善的。但是旧有的自行车环境，常使得骑士得冒着生命危险骑乘；或是标示不明让用路人无法分辨；又或是自行车位设置问题，造成自行车骑士不便寻找车位或随意停放，增加用路人危险，也影响市容。邱弘毅表示，以往多认为骑自行车的危险因子主要在路滑、下雨天、天色暗等因素，研究却发现骑自行车因路滑等因素发生事故只占极少数，车道未分流、争道情形反而才是主要危险因子。自行车休闲者主要活动于闲暇之时，然而自行车通勤却占据主要时间。台湾的自行车政策导向不仅在自行车休闲运动，自行车通勤上也应当重视。新竹科学园区（就业人口达13万人）目前的状况也偏向自行车休闲运动，真正有自行车道规划的部分也多在住宅与休息区，整体而言并不适于通勤用。因此，本研究针对新竹科学园区在关注自行车系统新兴建设的同时，对旧有的自行车系统再改善也应是必要的课题。

2　研究内容范围与研究方法

本研究以新竹科学园区作为研究对象，可借由实地现况调查分析得知目前的使用状况与问题，从而予以改善。再者又可从整体园区规划上得知，自行车道系统主要规划在于沿静心湖畔、住宅区（包含竹村七路、园区一路、湖滨三路），而笃行营区重要道路力行路、力行二路、力行三路，也正积极规划自行车道。研究方法与流程方面，首先回顾台湾外自行车道的概况，了解目前台湾整体的自行车道状况及自行车先进国家的车道规划，并参考《市区道路工程规划及设计规范》之研究中的自行车道及人行道设计及各自行车道规划相关文献。接着针对新竹科学园区现况作分析与评估，并以问卷设计调查与利用叙述性统计分析法，进行信度分析与统计检定分析，了解使用者对于自行车道系统的观感与体验。结合问卷的统计分析与现况调查，而以多评估原则进行现况改善计划与扩大自行车道的地区规划。

3　文献回顾

台湾日渐注重周休二日的休闲活动，对于自行车而言，北部都以当做休息为主，而在中南部虽然

有休息为主的路线，但主要都以通勤或上学的学生为主，而对于大都市而言，台湾的自行车道都在北部推行，主要是以都市的边缘为主，例如淡水河河滨公园自行车道、基隆自行车道、景美溪环状自行车专用道。而这些自行车都以周休二日为主，对于一个都市而言，或许是有需要一个可在周休二日时，提供市民作为一个休息与运动的空间。台北都会区自行车的相关设施主要为自行车道及停车架。自行车道部分主要多设置于水岸河滨公园，以休闲娱乐为主。就现况而言，自行车道仍以休闲娱乐用途为主，市区通勤用途之自行车道极少。

荷兰拥有全世界最佳的二重运输（自行车+火车）系统，而自行车旅次占荷兰每日全部旅次的28%，因此，自行车交通深入荷兰的日常生活中。荷兰平坦的地形与高密度的人口是荷兰发展自行车交通的重要因素，虽然冬天天气寒冷，下雨甚至下雪，对于骑自行车并没有太大的影响，而这都归因于政府政策上的支持与自行车计划的彻底实施。意大利Ferrara市每天以各种交通工具来进行运输的频率高达近18万人次。其中自行车比例高达30.7%。自行车道四通八达又安全，Ferrara还设有自行车停车位，Ferrara的自行车数量和其他欧洲国家相比是极高的。中国是世界上自行车拥有量最多的国家，逐步开辟了自行车专用道路，并在自行车交通量特别大的交叉口兴建了三层或四层的立体交叉桥。美国为提供安全的骑乘环境，鼓舞美国人回归自行车骑乘运动，美国政府继1998年通过TEA-21 法案由联邦政府提供80%资金（总资金达30亿美元）、各州政府相对提拨20%资金，以协助各州扩建自行车道后，2000年另一项扩建新车道的法案——CARA（The Conservation and Reinvestment Act of 2000）。此外，加州Marin County拟运用其旧有废弃火车道，架设第一条示范性自行车专用道，鼓励美国人骑车通勤，减轻高速公路的塞车情况。2001年2月法国自行车城市俱乐部庆祝了成立12周年纪念日。法国自行车城市俱乐部成立的目的在于鼓励都市自行车使用，如对行人与儿童的待遇一样，重新给予自行车骑士一个开放的空间，将自行车融入都市流动交通整体的配套政策。12a以来，致力于为都市空间带来更良好的生活质量。实际上，为了推动自行车政策，这些城市不但必须落实整治计划，也必须调节市区的交通流量并且与市民沟通。巴黎的政策便是一个明确的落实政策，一方面建立于重新规划自行车车道、与当地社团协商、开发某些安静的或低交通流量的小区，另一方面也建立于主动的创新沟通方式。

4　新竹科学园区自行车道系统现况分析与问卷调查结果

4.1 科学园区自行车道系统现况分析

根据所收集科学园区自行车道系统数据与现场勘查照片，进行现况分析。

4.1.1 住宅区

主要以竹村七路与湖滨三路为主。此区域有较完善的规划，在路口有标示自行车专用道并设有自行车专用停车位。自行车道分为与人行道共道和专用道两种，专用道是在车道上再多划分一条自行车专用道，宽度约2m，然而部分路段有路边停车的状况严重，会占用到自行车的路权，使得自行车被迫要离开专用道和机动车争道。虽已有规划自行车停车位，但数量不多，一般民众仍将自行车停放于自家门口、与机车并排停放路边或是停在机车棚内。视距足够无障碍，路面状况大致良好，只有小部分路段有人孔盖修补不平整及站牌安置造成动线不流畅。

4.1.2 游憩区（静心湖）

大致上湖畔边都有整体规划的自行车道，一开始进入时自行车道规划完善，路宽约2.5m，但到中段时部分路线标示不明，容易导致骑入具有门槛的非自行车道路或是过于狭窄道路（宽约1.6m），造成人车争道，尤其是骑乘自行车嬉戏追逐时，会更显危险。湖畔有古意的建筑，虽然很美观但实际骑乘时却发现几处颇富创意的墙门狭窄会干扰自行车骑乘，稍不留意即会碰撞到，且视距受到阻碍。

4.1.3 主要道路（园区一路）

此路段有园区最宽阔的行人与自行车共道，宽约2.5m，视距足够无障碍，路口也有自行车与行人

共道的标志，可算是全区中最为完善的自行车骑乘环境，宽广平整，然而路口处却见为管理园区的铁闸门堵住了自行车的通行。

4.1.4 笃行营区

笃行营区重要道路力行路、力行二路、力行三路，目前也正积极规划自行车道，宽度为2m。就现状而言，并无视距障碍，少数地方已经有自行车较完善的设施，例如少数停车空间。但就整体而言，人车共道铺面有明显障碍，凹凸不平。

4.1.5 一般人行道路

园区大部分仍以一般人行道路（宽度约1.45m）为主，少数道路有考虑到自行车的骑乘，因此这些路段的自行车会选择两种方式骑乘。在自行车道上，此种方式会遭遇人车争道、人行道本身路面不平、时有障碍物出现，例如树木、电箱与消防栓阻碍，也会造成视距的障碍，路线不够连贯，不时需要上下人行道。在道路上，这种方式由于与机动车一道，速度有相当的差异，再加上部分路段车辆较多、车速较高增加了危险性；若在上下班时间机车数量增加，则自行车的骑乘空间更大大减少，骑乘自行车驾驶者需要非常警觉。

4.2 科学园区自行车道系统问卷调查结果分析

4.2.1 问卷设计与调查

新竹科学园区自行车道系统之问卷内容主要有个人基本数据、自行车使用习惯与新竹科学园区自行车系统现况未来看法。先行于园区自行车道系统上（以住宅区与静心湖为主）试测20份并调整问卷内容。继而将园区分为两大类作实地调查，已规划有较完善自行车系统的区域（住宅区、静心湖、园区一路、笃行园区）及一般以人行道为主的区域。考虑以网络问卷的方式辅佐，借以深入校园与园区公司。总计有效问卷共99份，实际书面填写问卷31份，网络问卷76份，扣除无效问卷，有效问卷达68份。

4.2.2 问卷信度分析

问卷信度系指衡量工具的正确性或是精确性，亦指测验分数未受测量误差影响的程度；或是测验结果的稳定性、一致性、可靠性、可信赖的程度。一份准确且高信度的衡量工具不会因为测量时间、地点、天气、受试者当时的心情等外在条件影响测验结果。而信度检定乃对各问项按填达之分数，计算每一个构面之Cronbach alpha系数，alpha系数越大表示信度越高。在探索性的研究中，只要信度达到0.7就可接受。本研究α=0.73＞0.7，表示信度良好。

4.2.3 问卷调查结果分析

对于问卷调查进行叙述性统计分析，而样本结构分析可以看出所抽样之样本分配概况。此外，针对限制式问卷情况，做有系统之整理与分析。问卷调答结果可分为三大部分：第一部分为填答问卷人的背景资料，借以了解目前较常使用在园区骑乘自行者的相关背景数据；第二部分是调查受访者的自行车使用习惯，想借以了解改善自行车系统是否有潜在需求；第三部分为调查受访者对新竹科学园区自行车系统现况的使用与观感，以及改善系统后是否能够提高自行车的使用率。

（1）个人基本资料

骑乘自行车多为男性，在问卷中约占了74%。主要在园区骑乘自行车的年龄层大多位于21~30岁，占了47.47%，其次是20岁以下，占了22.22%，更次之为41~50岁及31~40岁共占了22.22%。由此可大略推断，主要骑乘者多为学生族群，再者为青壮年上班族群。

（2）自行车使用习惯

骑乘自行车目的主要以上下班、上下学通勤与休闲运动为主，有鉴于此，园区需要的是一个兼具平日通勤假日休闲的自行车道系统。不骑乘自行车考虑因素除了一些自行车先天的特性外，硬件设施的不足与不完善也占了相当的比例，可归结在道路混乱、安全考虑与停车不便等3项，其中又以道路混乱、没有完善的自行车的专用系统为首要。自行车的停放处显示了目前自行车停车位仍存在问题，

且停在非自行车专用停车位的比例高达80%。

（3）新竹科学园区自行车系统

高达近八成的受访者对于新竹科学园区的自行车系统并不清楚，此一结果除显示倡导不足外，也表示自行车道系统并没有确实发挥功效，因为一般民众并不知可以利用自行车道系统，间接影响了自行车的骑乘率。受访者对人车共道的看法，普遍呈现要小心但可接受的态度。一般受访者认为园区居住地、园区商家、园区办公机关需要设置自行车停车空间，也显示了尽管目前自行车停车位使用率并不高，有规划性的停车空间仍是被肯定的，因此改善计划有其必要性。如果自行车系统完善，一般受访者高达72%表示有意愿购买自行车取代机车作为交通工具，此结果除显示自行车道的改善是被受访者所期待的，也表示仍有相当的自行车骑乘的潜在性需求。

5　新竹科学园区自行车道系统现况评估原则与结果

5.1 现况评估原则

本研究采用多属性单维评估原则，并根据《市区道路及附属工程设计规范》（2008）之订定初审成果中自行车道设计标准，条例中本研究采用的评估原则如下：

（1）自行车道连续性

（2）自行车道路网完整性

（3）自行车道铺面平整性

（4）自行车标示清楚性

（5）自行车道停车空间

（6）自行车骑乘视距是否足够

（7）自行车道上是否有障碍物

（8）自行车道宽度是否足够

本研究采用《市区道路及附属工程设计规范》（2008）之订定初审成果，自行车与行人共享道净宽2.5m以上为宜，最小2.0m，其设计不得有碍行人通行，并提供足够人行净宽。

5.2 现况整体评估结果

综合上述园区5区的状况以及8项评估原则进行评估分析。

5.2.1 自行车道连续性

园区一路连续性最佳，其他还是有规划疏失的状况，造成自行车道与一般路面有衔接的问题，影响自行车行驶的连续性，另外静心湖有路面中断的情况。

5.2.2 自行车道铺面完整性

园区一路铺面表现最好，其他部分路段人行砖有破损待修的情形，但整体而言，铺面完整性表现落差大。

5.2.3 自行车道路网完整性

新竹科学园区自行车道系统规划区域路网完整，但区域间的联结较薄弱。

5.2.4 自行车标示清楚性

住宅区及园区一路的标志较清楚，而静心湖多有在分岔路没有明确标示的状况，自行车容易误入人行专用道，遇台阶则无法行驶。

5.2.5 自行车道停车空间

目前园区民众自行车骑乘数量不高，也造成对停车架的使用率普遍不大，也有路边随意停放的情况。此外，停车架离重要活动地点仍有相当步行距离，间接导致停车率低落。

5.2.6 自行车骑乘视距是否足够

除了静心湖部分路段视距有阻碍外，其他区域都有达30m的足够视距。

5.2.7 自行车道上是否有障碍物

除了园区一路通畅无碍，其他区域都有程度不等的障碍物影响行车安全及便利性。

5.2.8 自行车道宽度是否足够

园区一路、住宅区、笃行营区、静心湖部分路段有达到双向通行或2台自行车并行最小2.0m以上标准，一般人行道路与静心湖部分路段只有达到单一自行车行驶路宽最小1.2m以上的标准。

6 现有自行车道系统改善计划与扩大地区规划

6.1 现有自行车道系统改善计划

由于目前园区较完善的自行车道系统范围仅限于住宅区、休息区（静心湖）与园区一路，假日休闲娱乐的使用远大于实际工作日通勤使用。再加上自行车系统范围不大，而自行车的实际使用并不限于这些区域。其他范围的自行车驾驶骑乘时，安全性、便利性、实用性便大大下降。根据综合评估结果提出以下区段最需改善的要点：

（1）住宅区。加强倡导一般机动车，勿侵占一般路面划分为自行车道之路权。加强民众使用自行车停车位的观念。

（2）静心湖。改善景观建筑会阻碍行车通畅与影响视距的问题。改善景观石子路造成骑乘不舒适的状况。注意每个分岔路口人车共道、自行车道的指示。

（3）园区一路。加强自行车道与外围道路的通畅联结。

（4）笃行营区。现阶段以改善铺面不平整与连续性问题为重点。

（5）一般人行道路。加强改善铺面不平整。加强障碍物的移除，不可移除的障碍物也要在30m前加强警示。

6.2 扩大地区规划

6.2.1 扩大地区范围

主要以新竹科学园区的浅黄区、浅蓝区为路网规划范围。其中又以浅黄区的科技路、新安路及浅蓝区园区二路、园区三路、园区五路、工业东三路为规划重点。

6.2.2 规划区现况

（1）新安路。车流量稍大，速度稍快，人行道宽约1.45m，铺面平整，路段障碍物多，尤以大型电信设备最阻碍路宽。新安路上的消防栓不同于其他道路，特将其移出人行道路面，较不影响路宽及构成道路使用障碍。此路段现况对于骑乘自行车的困难多，实用性较低，若要提供骑乘自行车良好之环境，宜拓宽现有之人行道和移除障碍物，使之能够人车共道。

（2）园区五路。平时车流量普通，速度稍快，人行道宽敞，中断处没有斜坡引导自行车至一般路面，宽约2.75m，铺面时有凹凸不平之现象，部分路段有障碍物出现。此路段现况只需加强铺面的改善使之平整，中断处增设斜坡使自行车能够顺畅至一般路面。

（3）园区二路。平时车流量较少，速度中等，人行道稍微狭窄，宽约1.45m，铺面平整，部分路段有路障阻挡，明显缩小人行道宽，靠近树荫，环境佳。

（4）园区三路。平时车流量普通，速度稍快，人行道宽敞，宽约3.33m，铺面平整，只有少部分路段铺面凹凸不平，树木种植在人行道与车道之间，树荫凉爽，环境佳。

（5）工业东三路。平时车流量较少，速度中等，人行道稍微狭窄，宽约1.45m，铺面平整，部分路段有障碍物阻挡，明显缩减人行道宽。

（6）科技路。平时车流量很少，速度低，人行道宽度适中，宽约2.32m，铺面平整，有固定距离的路灯影响路宽，环境佳。

6.2.3 规划区改善计划

（1）拓宽自行车与人共道的路宽。依《市区道路及附属工程设计规范》（2008）之订定初审成果

人车共道宽以2.5m以上为宜，最小2.0m以上。新安路、园区二路和工业东三路都有路宽不足的现象，需要拓宽工程。

（2）大型不可移除障碍物处理。可借由拓宽工程绕行不可移除之障碍物；在不可移除之障碍物前方30m设立警示标志；过窄的路段且障碍物在车道中央，设立自行车分向且单行骑乘标志。

（3）于每个路口处标示人车共道，并于人车需分岔路段，标示自行车遵行方向。

（4）注意铺面平整性及人车共道垫高面与一般道路的衔接。

7　结　语

（1）在节能减碳以及环保意识高涨之下，未来民众使用自行车的机会越来越高，因此自行车道系统的设置的确有其必要，然而目前台湾的自行车道系统设置尚未完善，有待改进的空间。

（2）本研究以新竹科学工业园区为研究对象，透过现场实地观察、实地骑乘、测量以及问卷的方式来搜集数据，再根据相关自行车道建置标准进行研析、评估自行车道系统设置是否合宜完善。

（3）从问卷调查的结果发现，高达近八成的受访者对于新竹科学园区的自行车系统并不清楚，此一结果除显示倡导不足外，也表示自行车道系统并没有确实发挥功效。目前使用自行车的民众也为少数，而骑乘自行车者则以男性居多，在问卷中约占了74%。主要骑乘者多为学生族群，再者为青壮年上班族群。骑乘自行车目的主要以上下班、上下学通勤与休闲运动为主，有鉴于此，园区需要的是一个兼具平日通勤假日休闲的自行车道系统。不骑乘自行车考虑因素除了一些自行车先天的特性外，可归结在道路混乱、安全考虑与停车不便等3项，其中又以道路混乱、没有完善的自行车的专用系统为首要，且停在非自行车专用停车位的比例高达80%。因此，一般受访者认为园区居住地、园区商家、园区办公机关需要设置自行车停车空间，也显示了尽管目前自行车停车位使用率并不高，有规划性的停车空间仍是被肯定的，因此改善计划有其必要性。如果自行车系统完善，一般受访者高达72%表示有意愿购买自行车取代机车作为交通工具，此结果除显示自行车道的改善是被受访者所期待的，也表示仍有相当的自行车骑乘的潜在性需求。

（4）整体而言，在人行道铺面完整性方面，各路段较有落差，大致上住宅区附近有最佳表现，依次向外递减；在路网完整性方面，自行车道目前仅能形成小区域的路网，整体联络全区的大路网联结薄弱；在停车架的使用上，使用率非常低落，即使在自行车骑乘率最高的住宅区与静心湖，民众也较倾向随意停放在路边；在障碍物方面，园区人行道欠缺整体规划，路灯、路树、公车站牌、电信设备等，阻挡行人与自行车通行的顺畅。

（5）本研究结果发现科学园区路段中有许多难以移除的障碍物，会造成许多骑乘以及改善上的困难。因此在规划自行车道系统时，就必须更整体地规划出足够的宽度以及顺畅的路线。

（6）科学园区现有的自行车道少有自行车专用道，大多采用与人行道合并（人车共道）的方式，但采取人车共道的方式则路宽和标志的部分就需要特别注意，路宽需要比专用道更宽，标志需更清楚明确，才能使路人使用起来更方便。

（7）科学园区要定期进行自行车道铺面的维修。

（8）加强倡导自行车道系统信息给一般民众，一方面可以使目前骑乘自行车的民众更了解路况与设备；另一方面也可以推广以自行车代替机动车作为短程交通工具。

（9）积极拓展科学园区自行车道系统的范围。科学园区是结合住家、休息、运动、公司、学校、观光等自成一格的生活空间，倘若能将目前的自行车道系统更加拓展，也能带动附近生活圈的整体生活质量。

（10）对后续研究之建议方面，科学园区当骑乘自行车的数量达到一定规模，可以进一步建立全区，甚至是联结园区外的自行车道系统，提升自行车整体性通勤、休息的骑乘质量。至于科学园区改善及扩大自行车规划区实行的可能性方面，而以完成铺面的平整、移除障碍物以及加设清楚标志为较

易实行改善的项目，然而路宽拓宽则可能要考虑众多因素，如机动车道、周遭环境的情况等，因此在这部分实行时可能会遇到较大的困难，实行的可能性有所局限。

参考文献

[1] 台湾“中央通讯社”. 研究：上下班自行车事故多应车道分流［R］. 2008-09-11.

[2]“内政部营建署”. 市区道路及附属工程设计规范之订定初审成果［R］. 2008.

[3] 侯良宪. 自行车通学之环境行为研究——以花莲女中为例［D］. 台湾“东华大学”环境政策研究所，2005.

[4] 张忠兴. 都市永续自行车道可行性探讨——以台北市捷运芝山至北投站为例［D］. 淡江大学建筑学系，2003.

[5] 陈心怡. 自行车骑乘者专业化程度与场所依恋关系之研究——以台中大度山区骑乘者为例［D］.逢甲大学建筑研究所，2004.

[6] 陈冠璋. 不同自行车类型与车道设施满意度之研究——以后丰自行车道为例［D］. 朝阳科技大学建筑及都市设计研究所，2006.

[7] 廖明豊. 东丰自行车绿廊之游憩吸引力、服务质量与游客满意度及忠诚度之研究［D］. 台湾“南华大学”旅游事业管理研究所，2003.

[8] 颜妙珊. 台北县八里左岸自行车道游客与管理者对环境属性知觉差异之研究［D］. 台湾体育学院休闲产业经营学系，2006.

区域物流规划与管理

低碳物流：城市新生活方式的革命

许培星
（上海市交通工程学会理事长，上海 200002）

摘　要：随着低碳经济和城市新生活方式革命等概念的提出，低碳物流也越来越受到人们的关注。本文通过对低碳物流产生的背景以及对低碳物流概念的研究，分析了低碳物流与城市交通之间的互动关系，指出了城市低碳物流在城市交通管理中的一些运用方向，提供了低碳物流帮助减轻城市交通压力的实际应用实例，并给出了作者对推行城市低碳物流问题的思考和建议，阐明了低碳物流不仅是时代潮流的要求，同时也是达到一种革命性的更低成本、更低代价的城市新生活方式的重要途径。

关键词：低碳物流；城市交通；智能物流系统技术

2010年上海世博会的召开，引起了全世界的关注。而这次世博会与现今世界的三大革命不期而遇，即新能源革命、新产业革命和新生活方式的革命。世界的三大革命进行的重点在城市，本次世博会是历史上第一次以城市为主题的世博会，它围绕城市如何更好地建设而展开，因为世界上一半的人口居住在城市中。我要在这里阐述的低碳物流正是城市新生活方式革命的内容之一。

城市生活的最突出的特点之一就是便利性，物流无疑是城市生活便利性的重要保证。传统城市物流的种种高碳运作方式源于城市居民对“现代化生活方式”的追求——“更多地享受电气化、自动化、机械化技术提供的便利和愉悦”，这导致了人们越来越依赖于大量消耗能源、大量排放温室气体、大量占用城市交通资源的人工物流系统。而低碳物流可以在不降低城市生活水平的前提下减少对能源、城市交通资源的占用和物流过程中的碳排放，所以低碳物流不仅是时代潮流的要求，同时也是达到一种革命性的更低成本、更低代价的城市新生活方式的重要途径。

1　现代物流与城市交通的互动关系

随着国内城市化进程的不断加速和国民经济的不断增长，城市居民对物流的需求不断提升。目前国内有不少城市提出了要打造“物流中心城市”的目标。城市物流直接关系到城市的效率、效益和发展速度，特别是对交通的影响也越来越显著，城市的现代物流对城市交通系统也必然会提出更高的要求。

无法否认的是，尽管物流是城市生活必不可少的组成要素，但物流正在满足城市生活所需的同时不断加剧着对城市交通的影响。运输是物流中最重要的功能要素之一，因此在物流的运输过程中必然产生大量的交通量，特别是城市物流园区所发生的交通量，比如上海的宝钢厂的进出道口、海关保税区的进出道口和港口堆场的主要通路上大小型车辆积压排队的现象屡见不鲜。当然，类似情景在别的城市也很常见。当上述这些地区的业务规模达到一定程度时，这些交通量就会对周边路网产生影响。货运车辆需要频繁进出主城区，保障物资供应和废物清理，也因此导致诸多的城市问题：主城区交通负担日益加重，城市生态环境不断恶化，货物装卸对人行道和主干道的占用、空气的污染等。

根据我的经验，单纯依靠道路建设、扩大道路容量的方法永远也无法跟上不断增长的道路交通需求，对上海这样的超大城市则更是如此。依靠现代物流、低碳物流这些以现代的信息技术为基础，注重现代经营管理方式，集成人员、服务、技术、信息与管理，也就是说通过以城市可以承受的方式，

通过科学合理地布置物流节点，达到低碳、高效地进行物资供应、减轻城市交通压力的方式是一条可行、也是必需的途径。这是我所认为的城市物流对城市交通影响的一方面。

另一方面，城市交通也对物流有着显著的影响。据统计，运输费用占商品销售收入的2.88%，也是物流费用中所占费用比例最大的部分，约占整个物流费用的40%。因此，城市运输的合理化在很大程度上也决定了物流的合理化，而交通基础设施的合理建设又是运输合理化的前提条件和重要保障。如果交通系统比较完善，交通基础设施水平较高，将对物流发展，特别是低碳化的城市物流发展起到明显的促进作用，不但可以加速社会所需的物资循环，更可以促进物流网点的合理配置。也就是说，通过科学地规划和重组，建立起现代的、低碳的物流系统，使单个的物流服务节点的服务半径和货物集散空间不断增大，从而提升城市交通对城市物流的服务能力。

2 城市低碳物流概念的提出和界定

目前国内城市中物流的运输过程主要由地面车辆等运输工具和城市道路交通系统来支撑。城市交通网络的铺设、地面交通工具的大量使用虽然增加了企业的物流能力，提高了城市内部的物流速度，但作为物流的基础设施，这些车辆的频繁使用对环境产生了诸多的负面影响，包括空气污染、噪声污染等。很多城市生活所需产品都需要较为精美的包装，一方面可以美化商品，同时外包装可以保护商品，并且便于流通过程中的装卸和搬运。但包装材料需要耗费大量的自然资源，甚至部分包装材料不易降解，长期留在自然界中，会对自然环境造成严重影响。

另外，城市生活对服务业的需求较大，服务业比较普遍的物流分散流通和二次加工也加剧了物流对环境的影响，比如城市中大量存在的餐饮行业，需要对各种食物原材料的分散运输和二次加工，这都增加了对城市环境的污染。而这些材料的装卸、搬运、再转运等过程也是对环境的进一步破坏。

相对于发达国家而言，目前我们的城市物流业发展较为粗放，社会化、专业化水平低，经济增长所付出的物流成本较高。有统计说中国全社会物流费用支出占国内生产总值的比重接近20%，而美国、日本少于10%，中等发达国家平均约为16%。我们的粗放和低效率的城市物流运作模式造成了能耗的增加和能源的浪费，空驶率高、重复运输、交错运输、无效运输等不合理货物运输现象在城市较为普遍，各种运输方式衔接不畅，库存积压过大，仓储利用率低，物流设施重复建设现象严重，物流信息化程度低等现象都不同程度地存在。

随着气候问题日益严重，全球化的“低碳革命”正在兴起，我们正在进入以“低能耗、低污染、低排放”为基础的全新低碳思维时代。而物流作为能耗、污染和排放的大户，也必须走低碳化道路，着力发展低碳物流。而且为应对气候变化，中国政府承诺到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%～45%，在这种形势下，发展低碳物流，特别是城市的低碳物流就成了一种必然的行业取向。因此，城市低碳物流就必须以降低对环境的污染、减少资源消耗为目标，利用先进物流技术，规划和实施运输、储存、包装、装卸、流通加工等物流环节，在充分利用城市现有交通基础设施的基础上，通过科技信息手段和高效管理办法来降低总体物流频次、增加单位物流效益，在实现低碳的社会效益的同时降低企业在物流成本上的支出。也就是说，城市低碳物流的方向就是将物流活动的经济性与社会性合而为一，这也是城市低碳物流活动的最高目标。

3 城市低碳物流在城市交通管理中的运用方向

从现实角度讲，城市低碳物流可以从以下几个方面开展起来。

一是开展城市低碳运输的管理，从管理上就做到低碳，用前几年比较流行的说法就是“向管理要效益”。城市的一个特征就是企业比较集中，配送中心比较集中，那么就可以从开展共同配送入手，将几个中小型配送中心联合起来，分工合作对某一地区客户进行配送，这主要是针对某一地区的客户

所需要物品数量较少而使用车辆不满载、配送车辆利用率不高等情况。共同配送可以分为以货主为主体的共同配送和以物流企业为主体的共同配送两种类型。从货主的角度来说，通过共同配送可以提高物流效率。如中小批发者，其各自配送难以满足零售商多批次、小批量的配送要求，而采取共同配送，送货者可以实现少量配送，收货方可以进行统一验货，从而达到提高物流服务水平的目的；从物流企业角度来说，特别是一些中小物流企业，由于受资金、人才、管理等方面制约，运量少、效率低、使用车辆多、独自承揽业务，在物流合理化及效率上受限制。如果彼此合作，采用共同配送，则筹集资金、大宗货物，通过信息网络提高车辆使用率等问题均可得到较好的解决。因此，共同配送可以最大限度地提高人员、物资、资金、时间等资源的利用效率，取得最大化的经济效益。同时，可以去除多余的交错运输，并取得缓解交通、保护环境等社会效益。另外，城市服务业的分工越来越明细也为第三方物流提供了基础，就是说可以更多地发展第三方物流，由这些专门从事物流业务的企业为供方或需方提供物流服务，可以从更高的角度、更广泛地考虑物流合理化问题，简化配送环节，进行合理运输，有利于在更广泛的范围内对物流资源进行合理利用和配置，可以避免自有物流带来的资金占用、运输效率低、配送环节繁琐、企业负担加重、城市交通污染加剧等问题。当一些大城市的车辆配送大为饱和时，专业物流企业的出现使得在大城市的运输车量减少，从而缓解了物流对城市交通的压力。

二是开展低碳包装的推行。低碳包装不仅仅是采用节约资源、保护环境的包装，而且最好是模数化的包装，使各种进入流通领域的产品具有按模数规定的尺寸包装，能和仓库设施、运输车辆的尺寸模数统一化，就可以最大限度地利用车辆等城市物流交通工具，减少货运次数，降低成本并达到低碳的目的。而且模数化的包装还有利于物流系统在装卸、搬迁、保管、运输等过程的机械化，加快这些环节的作业速度，提高单次运输的效率，降低物流过程对城市交通的占用等。

三是实施运用智能物流系统技术。我认为智能物流系统技术在城市低碳物流中将发挥越来越重要的作用，所以我愿意多做一些这方面的介绍。所谓智能物流系统，这是最近有人提出的一个概念，是通过目前最新的物联网技术、3G技术和GPS应用等实现在各个物流环节中的信息传输，为物流服务提供商和客户提供详尽的信息和咨询服务的系统，同时综合运用数据挖掘、人工智能、决策理论、知识管理及其他相关技术和方法，对物流系统的数据进行分析处理，为物流系统运行控制、日常决策和战略决策提供有效支持，图1是该系统的应用示意图。

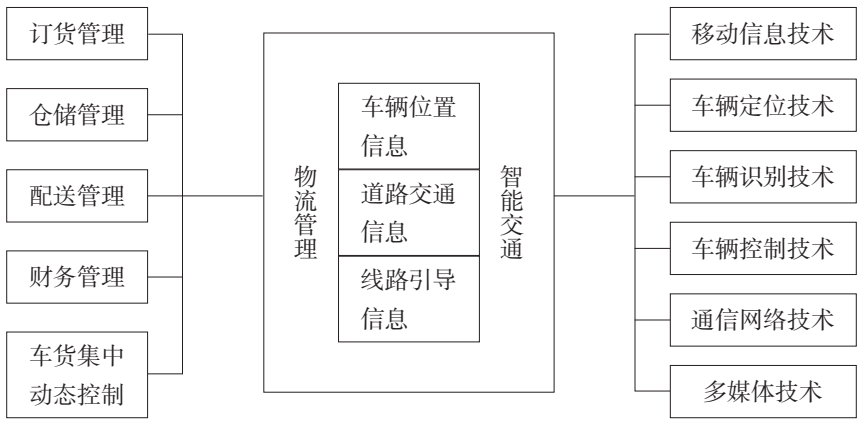


图1　智能物流系统示意图

目前这方面的研究刚刚起步，随着这一技术的不断完善，我认为理论上讲智能物流系统可以最为合理地规划和安排物流在城市交通中的整体途径，对人口密集、交通繁忙的城市来讲，这一技术所能起到的降低城市物流过程排放、缓解城市交通压力等方面的作用将日益显现。

4 低碳物流帮助减轻城市交通压力的实例分析

实际上，低碳物流不仅是低碳时代的需要，而且确实可以帮助减轻物流对城市交通的影响。

以可口可乐公司的低碳物流系统建设为例。可口可乐的主要消费对象在城市，这就决定了它的物流主战场也在城市，而且可口可乐的巨大销量也对产品的物流和城市的交通带来了巨大压力。从1998年以后，可口可乐就开始了全方位的供应链低碳改造。可口可乐绝大部分饮料的生产、销售、消费都在同一地区内完成，通过减少空跑和引进生物柴油技术，城市配送车队的运输车辆可以节约很多燃料。

2008年，北京可口可乐公司与饮料瓶供应商合作，将饮料瓶的最后一道工艺——吹瓶生产线搬到北京可口可乐的工厂车间里。原来可口可乐空瓶成品占用的体积较大，占用卡车的数量多，而未经吹瓶工序的原材料仅为拇指大小的一条，大大节约了运输资源，现吹现灌装，这样，同样一卡车的饮料瓶运输能力大为提高，同等数量的饮料瓶所需的城市物流运输车次大大降低。

另外，可口可乐与上游供应商合作，推广创新技术，使用环保材料，在无法降低饮料本身重量前提下尽量减轻了外包装的容量。通过引进先进技术，可口可乐8盎司玻璃瓶的重量减轻了近60%，2升PET塑料瓶和20盎司玻璃瓶也分别减轻了30%和20%多。很显然，重量的减轻也将直接导致车辆运输所需功率，也直接减低了这些在城市中分送货物的物流车辆的碳排放。

再比如美国联合包裹服务公司（UPS）。UPS可以说是世界上最大的物流、快递和包裹运送公司，也是美国经济的支柱企业。在1993年时UPS公司就创建了一个全国无线通信网络，使公司能够提供电子数据储存，并能恢复和跟踪公司每天上百万笔的递送业务。同时UPS通过其网站为其顾客提供全方位的服务，包括安排UPS提取货件的时间；查找投递地点；预订物料；包裹追踪等服务。这些智能化的物流系统技术几乎完全杜绝了车辆空放、空驶率高、重复运输、无效运输等情况的出现，从而有效降低了物流过程的能耗，避免了能源的浪费，为企业降低了运营成本，同时又降低了物流过程的碳排放。

另外，地下物流技术可能也将很快投入实际应用。比如在相对人口集中、国土狭小的日本，地下物流技术得到了广泛的关注。2000年日本将地下物流技术列为未来10年政府重点研发的高新技术领域之一，主要致力于研究开通物流专用隧道并实现网络化，建立集散中心，形成地下物流系统。日本建设厅的公共设施研究院对东京的地下物流系统进行了二十多年的研究，研究内容涉及了东京地区地下物流系统的交通模拟、经济环境因素的作用分析以及地下物流系统的构建方式等诸多方面。拟建系统地下通道总长度达到201km，设有106个仓储设施，通过这些设施可以将地下物流系统与地上物流系统连接起来。系统建成之后能承担整个东京地区将近36%的货运，地面车辆运行速度提高30%左右；运输网络分析结果显示每天将会有超过32万辆的车辆使用该系统，成本效益分析预计系统每年的总收益能达到12亿日元，其中包括降低车辆运行成本、行驶时间和事故发生率以及减少二氧化碳和氮化物的排放量带来的综合效益。

5 对推行城市低碳物流的一些思考

从以上分析来看，推行城市低碳物流不仅有社会效益，而且也有经济效益，可以说是于国于民皆有好处。但城市低碳物流的实施肯定将是一个渐进性的缓慢过程，如何加快这一进程，使所有城市物流的关联方尽早地意识到城市低碳物流的好处并自觉自愿地加入到建设低碳物流的队伍中来，从而为降低物流对城市交通的影响，呼应本届上海世博会所倡导的“城市，让生活更美好”的美好主题，是政府应该重视的一个重要的课题。

我的想法可以用八个字来概括，就是“规划”、“政策”、“技术”和“宣传”。

“规划”：要加快城市低碳物流公共基础设施规划与建设。应该在城市现有的道路运输硬件基础和

城市总体发展规划的框架内，尽可能地对现有物流基础设施进行利用和改造，通过对城市规模、布局、功能进行科学的整合，提高现有设施的使用效率，发挥现有设施的综合效能。要加强新建物流基础设施的宏观协调和功能整合，应从整体战略的高度协调物流相关规划，理顺各种规划的关系，使物流规划、不同运输方式的场站建设规划、工业及商贸流通行业的仓储设施规划能够有机衔接和配合，防止重复建设，避免土地资源的浪费。同时，对基础性、公益性设施，政府要增加投入，对经营性设施应按照市场经济规律，扩大投融资渠道，鼓励企业经营，在扩大城市交通对城市物流承载力的同时降低城市物流对城市交通的压力。

“政策”：要从政府层面通过政策引导各城市物流关联方积极配合城市低碳物流的战略实施。我们都知道，城市交通中存在的问题并不是城市交通管理一个部门可以解决的，城市物流给城市交通带来的压力不能仅通过交通管理政策来解决。低碳物流涉及运输、仓储、装卸、货代、联运、加工、整理、配送、信息、环保等行业，政策上关联城市交通、海关、环保、工商、税务等许多部门。为避免政出多门，确保政府部门间政策的协调一致，应该建立必要的城市各部门协调机制，设立统管物流的主管部门，其主要职能是提出低碳物流发展政策、协调城市内部物流发展规划、研究解决发展中的重大问题、组织推动低碳物流业发展等。同时，对较好地实施了低碳物流的企业进行“低碳补贴”政策或是税收优惠。比如对积极采用先进环保设备、清洁能源以及积极应用低碳智能物流技术的企业实施“低碳补贴”政策，补贴的方式包括物价补贴、企业亏损补贴、财政贴息、税收优惠、对无污染或减少污染的设备实行加速折旧等。

“技术”：要促进智能物流信息系统发展和标准化体系建设。物流信息系统是发展低碳物流的重要技术基础，有助于提高物流资源和城市交通资源的利用率和经济性。政府，特别是像上海这样有能力和有条件的地方政府，应率先引导企业学习和利用先进的信息技术，包括物联网技术和3G应用，大力支持建设城市公共物流网络信息平台，尽早实现不同物流部门、物流企业的资源共享、数据共用、信息互通，为物流信息交流的畅通和高效创造条件。不能忽视的是，物流标准化是信息整合的重要基础工作，有条件的城市的标准化部门可以先行先试，做好城市内部的物流运作模式与管理标准等方面的基础工作，使城市交通资源和城市物流系统能够最大程度地信息共享和对接。

“宣传”：要充分利用媒体资源打造低碳物流之势不可逆的舆论环境。城市居民是城市物流造成的环境污染的最终受害者，也是城市低碳物流不可缺少的行为主体。市民的环保意识能促进低碳物流战略的实施，并对低碳物流的实施起到监督的作用。因此，政府应加强对低碳物流概念和意义的宣传，使市民认识到低碳物流给城市交通和环境乃至整个社会带来的好处，并积极响应政府的号召，在日常的消费活动中要将企业是否实行了低碳物流来作为对企业的运输服务或运输产品认可的一个重要的参考依据，继而通过居民的“货币选票”促使企业向低碳物流的大趋势低头并主动加入到这一进程中来。当一个城市有了这样的舆论氛围和消费态势时，物流企业就必须认真研究和分析其物流的种种环节，主动降低物流过程中对城市交通和环境造成的负面影响，并主动地提高物流效能和降低对城市交通资源的依赖程度。

低碳物流是现代物流发展的必然趋势，也必将最终促成城市新生活方式的革命。值得高兴的是，国家有关部门也非常关注这一问题。比如交通运输部副部长高宏峰在今年全国政协提案委员会召开的“加快经济发展方式转变，大力发展战略性新兴产业”提案办理协商会上表示，交通运输部将充分借鉴国外先进经验，准确把握我国交通运输行业碳排放现状，研究提出低碳交通运输体系建设总体框架，并表示交通运输部将组织专门力量，开展对低碳交通运输体系的内涵、要求和相关政策措施的研究，切实把节能减排落实到交通运输各项工作中，促进技术性减排、结构性减排、制度性减排和消费性减排。我相信在国家部委的高度重视与大力推动下，通过各个城市的积极落实、企业的主动参与、市民的配合与鼓励，在不久的将来我们必能看到低碳物流等种种城市新生活方式革命所结出的美好硕果。

参考文献

［1］ 张远昌. 低碳时代物流业将迎来三大发展机遇［J］. 物流与供应链，2010（4）.

［2］ 戴定一. 物流与低碳经济［J］. 中国物流与采购，2008（21）.

［3］ 谢海垚，纪寿文. 城市交通与物流的相互影响关系及对策研究［J］. 中国科技信息，2007（5）.

［4］ 杨东援，王战权. 构筑交通枢纽城市现代物流系统的基础环境［D］. 上海：同济大学学术论文，2006.

［5］ 文晓巍，赵刚. 物流业在发展低碳经济中可以大有作为［N］. 人民日报，2010–04–28.

关于搭建道路运输物流公共信息平台的研究

杨雪峰[1]　程震舟[2]
（1. 辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003；2. 辽宁省交通高等专科学校，沈阳 110122）

摘　要：通过对辽宁省道路运输物流及市场管理目前存在的问题进行深入的剖析，并基于转变道路运输行业中的管理方式、落实节能减排工作、推进市场诚信体系建设等方面工作要求，提出了构建辽宁省道路运输物流公共信息平台的解决方案。同时分析了物流信息平台系统的运作模式、交易流程以及政府部门在建设道路运输物流公共信息平台发挥的作用。

关键字：道路运输；物流；平台；研究

1　搭建物流信息平台的必要性

1.1 提升道路运输业整体管理水平的需要

近年来，随着我国经济建设的步伐加快，道路运输业也得到了快速发展；随着社会经济总量的增加、经济规模的扩大，道路运输业在国民经济中的地位和作用愈加突出，特别是道路运输物流对保障国民经济快速发展发挥了重要作用。但是，道路运输规模的扩大也带来了许多新问题和新情况，传统的道路运输业的管理模式已无法适应新形势下道路运输物流[1]市场发展的需要。在新的形势下，政府需要转变管理职能，提高管理水平，因此必须加强运输市场经营秩序监管，有效整合运输市场资源，及时发布道路运输物流信息，引导道路运输物流产业市场化运作。其中搭建道路物流信息平台（以下简称平台），是政府加强对物流资源和市场信息掌控的重要手段，政府可以通过该平台实时监控道路运输物流动态，并为制订正确的产业政策和其他政府决策提供依据。

1.2 降低车辆运行成本、构建资源节约型社会的需要

由于国际油价持续上涨和道路运输费改税政策的实施，道路运输物流企业的成本大幅增加；同时，道路运输运输车辆普遍存在的待货时间长、空驶率高的问题和现象，也加大了物流企业成本。据相关统计资料显示，我省从事道路运输物流的货车中60%是个体挂靠车辆，由于其基本上没有固定货源和信息来源，需要自行联系货源，造成其待货时间较长、空驶率较高。这种现象存在不仅增加了车辆运行成本，也造成了极大的燃油消耗。如按一辆货车每月平均多待货一天计算，粗略估算其将多支付待货费用约150元，一年即为1800元；如按现有类似车辆15万辆进行测算，一年多支付待货费用约2.7亿元。如果车辆实载率每月提高10%，最少为车主增加营业收入100元计算，那么全省15万辆货运车辆一年将增加营业收入1.8亿元。在节约燃油方面，按每月每台货车减少空驶100公里，节油17升计算，那么全省20万辆货车一年就可节省燃油3.5万吨，约合2.4亿元。综上所述，提高道路运输物流信息化水平不仅能够有效地提高物流运行效率、降低能源消耗；同时，通过搭建物流信息平台[2]及时面向社会发布道路运输货源和车源信息，也能够使得托运方能够按照货物类型、重量选择适合车型组织运输，这不仅能够有效地降低车辆运行成本，而且也能够极大地提高车辆实载率；同时，也能起到大幅度地降低运价和减少燃油浪费的积极作用；这不仅能够使托运方获得经济效益，同时在节能减排方面也能创造出显著的社会效益。

1.3 维护物流市场诚信经营氛围、建设诚信社会的需要

目前，道路运输物流市场的承运、托运双方主要依托信息配载和货代经营者获取货源及车源信息。其中一些货主为了降低回收货款的人力、物力成本往往委托信息配载、货代企业代收货款[3]。但

是，由于个别信息配载及货代企业不能将货款及时交付给货主，特别是存在个别信息配载及货代经营者携款潜逃的现象，不仅给个别货主造成巨大经济损失，而且造成了道路运输物流市场严重混乱。特别是由于物流市场信息来源不对等、不透明，也为无合法手续从事道路货物运输经营的黑车存在提供了生存土壤，这种现象的存在不仅严重扰乱了道路运输物流正常经营秩序，也极大地损害了合法物流经营的企业权益；而道路物流信息平台的构建，对建立一套高效、诚信、规范道路运输物流市场运行机制，对道路运输管理机构有效地实施对驾驶员以及货代企业的动态监管，保证道路运输物流市场良性发展起到积极作用。

2 构建物流信息平台的可行性分析

道路运输物流信息平台要实现运输物流信息的收集与共享功能，在技术层面可以通过软件、互联网技术和电子商务等信息技术实现。道路运输物流相关管理部门（以下简称相关部门）在构建道路运输物流信息平台工作中利用各种政策手段鼓励、支持和引导企业搭建物流信息平台，并推动信息技术企业、科研单位同运输企业、货代企业相合作，实现优势资源互补，更快速地搭建物流信息平台。

物流信息平台建设前期的投入成本较大，但物流信息平台一旦建成，即可通过广告、信息使用费等方式收回成本，保证平台的自身正常运转。

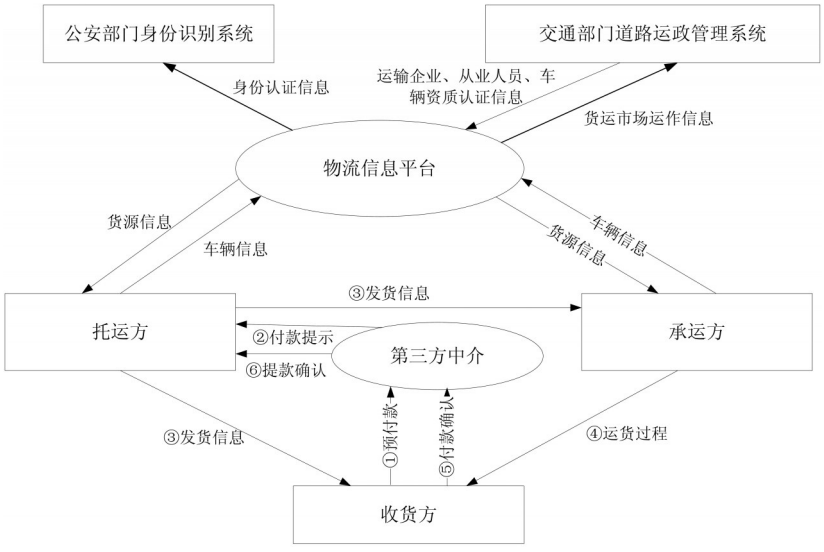
3 构建道路运输物流信息平台的建议

3.1 积极推动道路运输物流信息化发展

道路运输物流平台建成后，可通过吸纳会员的方式积极发展客户，发展初期客户可免费使用平台，待客户群稳定后平台可提供增值服务功能：一是通过市场化运作，为车主配备具有语音通话、信息发送、货源配载、GPS监控、视频摄像、录音、货款结算等功能的移动终端，实现实时获得动态货源信息，为货主提供货物运行状态实时监控服务；二是为货主提供货物保险、法律咨询等增值服务；三是通过第三方中介机构如协会、银行、支付宝等代收货款，实现物流成本电子化交付。

3.2 选择具有一定规模和影响力的平台作为载体

选择具有一定规模和影响力的平台作为载体（交易流程见下图），为社会提供便捷服务。各级政府相关部门要制订出台规范物流市场管理的规范，并为托运方提供运输车辆、从业人员、运输企业资质以及企业和从业人员信誉考核信息，方便托运方查询；同时要帮助物流企业拓展延伸服务功能，提升道路运输物流服务水平。



物流信息交易流程图

3.3 加强行业监管，引导物流企业健康发展

各级政府相关部门对货代企业考核监督要结合信息平台监控记录，对其经营行为、交易状况进行评定，并将评定结果纳入银行授信系统，通过银行授信系统增减其企业融资贷款、个人金融服务的信誉度，强化其合法经营的约束力。

3.4 积极发挥市场引导作用，优化运输资源合理配置

各级政府相关部门可通过选择运作规范、信息交易量大的平台，及时了解运价、运量、货物流向等物流市场运行信息；同时，将汇总分析后的市场平均运价、运力需求、货物流量、流向等市场运行情况予以发布，发挥政府优化社会资源配置的引导作用。

3.5 大力推进道路运输物流信息平台建设，促进物流信息区域性互动

各级政府相关部门要大力推进物流信息化工作，实现物流信息的区域性互动，为不同区域的平台联网创造条件，最终形成布局合理、覆盖面广、功能完善的区域型平台，实现信息资源共享，加速物流信息流动，发挥物流市场资源合理配置作用。

3.6 制定优惠政策，引导扶持物流信息平台经营企业发展

各级政府相关部门要积极引导和鼓励社会资本参与平台建设，同时，从加快社会物流信息化建设、提高政府公共服务水平、构建资源节约型和谐社会出发，设立专项资金对物流信息平台经营企业予以必要的资金扶持。

4　结束语

有效配置物流资源、转变行业管理方式、推进节能减排、构建市场诚信体系是各级政府义不容辞的职责和责任，要大力推进道路运输物流信息化建设，推动道路运输物流形式和内涵的转型和转变建设，要在平台建设、运作、管理等方面对从事物流信息经营企业予以政策扶持，充分利用物流信息平台带动和推进道路运输物流业发展，为振兴东北老工业基地增添发展动力，为辽宁经济振兴和发展服务。

参考文献

［1］王德占，王耀球. 铁路物流的概念与特性分析［J］. 物流技术，2008（27）：16.

［2］何燕子. 湖南现代物流信息化建设初探［J］. 湖南社会学，2003（11）：85.

［3］蔡佩林. 货运代理业发展现代物流的优势与选择［J］. 广东交通技术学院学报，2003（3）：54.

沈阳经济区区域物流发展研究

姜 淇
（辽宁信息职业技术学院，辽宁 辽阳 111000）

摘 要：物流是经济发展的重要保障，物流通过降低运行成本、提高流通效率来促进经济良性发展。区域物流体系的高效运作在提高本区域的经济增长速度、加强本区域企业的市场竞争力方面都发挥着积极作用。沈阳经济区物流目前来讲相对落后于本区域经济的发展，因此发展沈阳经济区域物流非常关键。

关键词：沈阳经济区；区域物流；物流一体化；物流管理

1 沈阳经济区发展区域物流的背景

沈阳经济区位于东北地区南部，毗邻渤海，地处东北亚的中心地带，与日本东京、韩国首尔、蒙古乌兰巴托、俄罗斯伊尔库茨克处于等距离的辐射线上，是东北经济区和环渤海都市圈的重要组成部分。沈阳经济区是以沈阳为中心，在百公里半径范围内，涵盖了沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、阜新、辽阳、铁岭8个省辖市，7个县级市，475个小城镇。 区域经济实力较强。2009年，沈阳经济区地区生产总值9984.7亿元，占全省66.3%，占东北三省32.7%。规模以上工业增加值4611亿元，占全省59.49%，占东北三省33.9%。城市化率达到65%，是我国城市化水平最高的地区之一。工业经济基础雄厚。沈阳经济区是全国建立最早、规模最大、门类齐全、配套完整的重要装备制造业和原材料工业基地，主导产业具有国内领先地位和国际竞争优势。

区域发展潜力巨大。沈阳经济区拥有全国闻名的重化工业基地城市、国家一类对外开放口岸、东北地区最大的航空港、全国密度较高的一小时城际交通网络，是国内外颇具影响力的工业型城市密集区。

沈阳经济区一体化经济的发展，对物流的需求必将增大，解决好沈阳经济区物流的发展问题必将促进本区域经济的快速发展，反之，则可能成为约束经济发展的瓶颈。

2 沈阳经济区区域物流存在的问题

2.1 专业化程度弱，物流效率低

沈阳经济区区域物流缺乏整体运作机制。物流产业虽然在沈阳经济区经济一体化发展的过程中予以了相当的重视，但是在发展的过程中只是以本城市区域进行物流发展规划，没有把沈阳经济区作为一个整体来综合规划区域物流的发展。沈阳经济区内各城市在各自建设自己的物流设施，很多物流规划项目功能相似，对物流资源缺乏整合和共享。经济区内各市物流条块分割和相互协调性差。

企业自有物流份额较大，第三方物流以及第四方物流服务与经济发达的长三角地区、珠三角地区相比几乎是空白。自有物流不能有效地整合采购、储运、销售、回收等各个环节。大部分企业一方面对第三方专业物流缺乏安全感和信任感，另一方面无力解决自身物流设备设施闲置、利用率不高所带来物流成本居高不下的困扰。因此，物流社会化困难重重，制约了专业化物流需求市场的健康发展。

物流企业专业化程度不高，不具特色，同质化严重。大多数物流企业只能提供运输和仓储服务，简单的流通加工。物流信息服务和物流成本控制等物流增值服务，更高的物流方案设计以及全程物流服务等提供得较少。

物流渠道不畅，物流基础设施系统不完善，区域发展不平衡，企业之间、企业与客户之间协作不充分，导致物流服务的综合经济效益得不到发挥，部分物流资源严重浪费，社会物流成本难以降低。

2.2 标准化和信息化程度低，物流社会化程度不高

现代化的物流必须要高度标准化和信息化。目前沈阳经济区区域物流发展中标准化、信息化差距很大，一方面物流各环节的设备设施都缺少统一的行业标准和行业规范，同时在物流作业方面也缺乏统一规范，导致物流成本居高不下，物流不信任感产生。

企业物流信息系统不健全，物流电子商务有待发展，物流电子商务化可以缩减订货时间，降低成本，但由于信息系统的不健全，因此，沈阳经济区物流仍然采用的是传统的订货模式。

公共信息平台缺失。公共信息平台包括信息技术基础和信息服务平台两个体系，沈阳经济区目前缺乏高效的公共信息平台，是导致物流资源分配不均、物流设施低水平重复建设。

2.3 物流发展制约因素多

沈阳经济区内各城市近几年来物流基础设施已有一定规模，城市的物流基础设施管理“条块分割”十分严重，这种分散管理难以适应社会化物流的发展。区域内缺失相对集中的协调管理部门。现行的物流相关政策法规相互之间关照性差，支持、督促、监管一体化的物流政策较少。

物流市场不规范，目前物流行业准入门槛不高，物流公司鱼龙混杂，物流市场较为混乱。同时由于缺乏相应的监管和约束，导致市场无序竞争。

物流人才缺乏，区域物流中民营中小物流企业数量比重很大，大部分都是家族式管理，人力资源管理机构设置与人员配备专业化程度偏低，这种管理导致管理视野窄，管理水平不高，具有排外思想，不利于具有现代物流意识和专业知识的物流人才生存。

3　沈阳经济区物流发展的策略

3.1 更新观念、提高认识、走出误区

克服物流业是跟随产业、附属产业、低端产业的肤浅认识，充分认识到现代物流业对经济发展的推动作用；克服发展物流只是物流管理部门、物流企业的事的片面认识，要充分认识到物流社会化、经济区物流一体化是提高经济效益的源泉，要认识到现代物流的发展将改变着区域经济的增长方式，促进新的产业形态的形成，优化区域产业结构，促进以沈阳经济区为中心的区域市场的形成和发展。

3.2 科学规划物流布局和物流基础设施建设

科学规划物流布局是发展沈阳经济区高效区域物流的根本。科学布局主要指合理规划区域物流结点的规模与位置，既要考虑当前情况，又要考虑未来的发展。规划过程中统筹考虑交通干线、物流站场、物流市场以及区域经济发展的整体部署。着力提升沈阳物流园区辐射范围，避免区域内低水平的重复建设。按产业一体化的要求创新物流业态，整合现有资源，合理规划布局。

物流基础设施包括各种交通路线的建设和物流设施的建设。物流基础建设具有投资大、建设周期长、回报慢的特点。政府对物流基础设施建设无疑需要进行统筹规划，统筹兼顾，避免资源浪费。在新建物流设施过程中，要重视存量资源的整合和市场的合理布局，提高投入产出比。要充分发挥沈阳物流园区的辐射作用，经济区内的市县应以精细专业特色物流为主，比如建立服务农业发展的农产品物流配送中心，强化服务于地方优势产业的第三方物流公司基础设施建设。

3.3 全面提高信息化和标准化水平

信息化是现代物流的主要特征，沈阳经济区物流信息化程度较低，基础信息和公共服务的平台发展缓慢，虽然有部分物流企业自身设立电子信息平台，但是还仅停留在广告、接洽业务等范围内，各自独立运作，缺乏协调性，区域物流一体化信息发展战略尚未建立。在信息化建设中要综合运用各种现代信息技术和管理手段，如电子数据交换系统、卫星定位跟踪等，从而使各地独立的物流信息系统建设协调起来。作为发展现代物流的载体，鼓励物流企业利用标准化的网络技术将物资企业散布在不

同地区的服务网点连接起来，改变过去有点无网、有网无流的状况，构筑一体化的物流网络服务平台。提高物流基础设施的信息化水平，开发和建设公共物流信息平台。

标准化是物流现代化发展的基础，目前沈阳经济区物流设施和装备的标准化程度较低。现有托盘标准、包装标准等与各种运输装备、装卸设备标准之间缺乏有效衔接，很难与国际通用标准接轨，致使重复装卸成本提高，物流时效性要求难以实现。因此，政府应在构筑物流信息平台的同时强化物流标准化工作。

3.4 培育成熟的社会化物流市场

沈阳经济区区域物流社会化程度不高，企业自有物流比例高。区域内物流由专业物流企业承担的比例仅占30%左右。这种以自我服务为主的物流模式制约了物流专业化、社会化的发展。市场被极度分散，无法形成社会化的物流大市场，也难以产生能够提供综合服务的、规模化经营的物流公司。

政府应积极培育成熟的社会化物流市场，促进产业供应链体系的建立和发展，通过联合规划与作业，形成高度整合的供应链体系，由综合化专业物流公司提供服务，一方面会培育社会化的物流市场，另一方面可以降低供应链体系的物流成本，节约社会资源。要加快物流法规建设，进一步形成对物流服务企业活动的规范和引导，建立良好的商业信用机制，提升社会化物流形象，使企业物流让位于社会化物流。

3.5 抓住重点、建立专业物流中心

提升经济区物流服务，构建物流链网体系，应抓紧推动重点物流基地建设，要加快沈阳物流园区建设；建设专业物流中心，如农副产品、钢材、石油化工产品、机电产品等；通过系统整合辽宁物流资源，引进区域物流商和全球物流商，培育本土物流企业，兼并重组和集团化发展形成以沈阳物流园区为龙头，各市专业物流中心为特色的区域物流一体化格局。

沈阳经济区区域一体化经济的持续发展，为沈阳经济区地区物流的发展提供了有利的条件。同时经济区物流一体化也是区域一体化经济持续增长的基础。沈阳经济区区域物流发展必须整合八个城市以及县、镇、乡物流资源，密切各产业联系，加强区域协作，打破行业垄断，克服地方保护主义，规范行业竞争，加快形成统一的市场，拓展物流产业的发展空间，强化物流的经济辐射功能，形成统一协调、分工合理的区域一体化物流格局。

参考文献

［1］汪波，杨天剑，赵艳彬. 区域物流发展水平的综合评价［J］. 工业工程，2005（1）：83–86.

［2］胡琳，李智彬. 长株潭区域物流一体化对策研究［J］. 中国集体经济，2008（18）.

旅行商问题的多点优化贪心算法与程序设计

侯祥林　费　烨　韦金秀
（沈阳建筑大学，沈阳 110168）

摘　要：针对经典旅行商问题，从贪心算法基本思想出发，建立了分别以所有节点为起点，以总路程最小值为最优路径的一种多点贪心算法。应用Visual Basic语言编制优化路径求解程序，并针对30个节点和50个节点的算例分析。该算法具有简单实用性，能够对具体问题实现快速计算，为工程问题分析提供基础。

关键词：旅行商问题；贪心算法；多点贪心算法；程序设计

1　引　言

旅行商问题（Traveling Saleman Problem，TSP）属于NP难题，也称为货郎担问题，是由爱尔兰数学家Sir William Rowan Hamilton和英国数学家Thomas Penyngton Kirkman 在19世纪提出的数学问题。它是指假设有一个旅行商人要拜访n个城市，需要选择一条最优路径，每个城市只能拜访一次，而且最后要回到原来出发的城市。

如何确定最短路线。TSP问题最简单的求解方法是枚举法。它的解是多维的、多局部极值的、趋于无穷大的复杂解的空间，搜索空间是n个点的所有排列的集合，大小为$n!$。路径的选择目标是要求得的路径路程为所有路径之中的最小值。由于该问题的描述简单，而其实际模型在管道铺设、线路选择等优化问题中又有着广泛的应用，故长期以来一直吸引着国内外许多研究人员进行研究，他们尝试着用各种算法来求解TSP问题。归纳起来有近似解法、局部搜索法、神经网络算法、遗传算法、克隆算法、模拟退火算法、混合遗传算法等[1-10]。

在所有的算法中，贪心算法是容易理解的好算法，也可以达到问题的一个次优解。但是古典的贪心算法存在的问题是最后返回出发点可能会出现一个较大的距离。本文将在古典的贪心算法基础上，通过改进获得一个“多点贪心算法”，并给出算例分析。

2　多点贪心算法原理

2.1 贪心算法基本原理

设共有n个点，以下称为节点，其节点号码分别为1，2，…，n。贪心算法依据下面过程：（1）从1号节点出发，分别计算1号节点与余下的$n-1$个节点的距离，与1号节点的最短距离点称为$2'$，最小距离为$d_{1,2'}$；（2）计算$2'$号节点与余下的$n-2$个节点的距离，与$2'$号节点的最短距离点称为$3'$，其最小距离为$d_{2',3'}$；…；（3）计算j'号节点与余下的$n-j$个节点的距离，与j'号节点的最短距离点称为$(j+1)'$，其最小距离为$d_{j',(j+1)'}$；…；（4）最后，计算$(n-1)'$号节点与余下的n'号节点的距离$d_{(n-1)',n'}$。总路程$L=d_{1,2'}+\sum_{j=2}^{n-1}d_{j',(j+1)'}+d_{n',1}$。上面的算法可能会导致最后返回出发点的距离很大。

2.2　多点贪心算法原理

为了改善贪心算法直接计算的不足，可以考虑出发节点不同情况，（1）确定从n个节点中的每个节点出发，依据贪心算法确定总路程$L_i=d_{i,2'}+\sum_{j=2}^{n-1}d_{j',(j+1)'}+d_{n',1}, i=1, 2, \cdots, n$；（2）比较

L_i，$i=1$，2，…，n，获得最短路程$L_{\min}=\min\limits_{1\leqslant i\leqslant n}L_i$；（3）按$L_{\min}$，给出行走路线；无论从哪个节点出发，都将按此行走路线方向行走。

3 算法过程的Visual Basic程序描述

（1）输入节点数量与坐标；

n，xx（i），yy（i），$i=1$，2，…，n，$kk=1$

（2）标记目前节点，设置kk点为开始节点；

```
For i = 1 to n
x(i) = xx(i), y(i) = yy(i)
Next i
temx = x(1), temy = y(1)
x(1) = x(kk), y(1) = y(kk)
x(kk) = temx , y(kk) = temy
```

（3）确定以kk为开始节点的贪婪路线：包括计算、比较每步最小距离，计算路线总距离

```
Print #1 , kk
For i = 1 to n - 1
For j = i + 1 to n
d(i , j) = (((x(i) - x(j))^2 + (y(i) - y(j))^2))^0.5
Next j
```

计算第i点与余下所有点距离

```
For j = i + 2 To n
If d(i , i + 1) > d(i , j) Then
temx = x(i + 1): temy = y(i + 1):
x(i + 1) = x(j): y(i + 1) = y(j)
x(j) = temx: y(j) = temy
temd = d(i , i + 1): d(i , i + 1) = d(i , j)
d(i , j) = temd:Curj = j
End If
Next j
```

比较出第i点与余下所有点的最小距离，并获得第$i+1$点

```
Print #1 , "- - > " , j
Picture1.Line (x(i), y(i)) - (x(i + 1), y(i + 1)), RGB(255 , 0 , 0)
Next i
d(n , 1) = (((x(n) - x(1))^2 + (y(n) - y(1))^2))^0.5
Picture1.Line (x(n), y(n)) - (x(1), y(1)), RGB(0 , 255 , 0)
```

文件输出，行走路线

绘制行走路线

```
dd(kk) = 0
For i = 1 to n - 1
dd(kk) = dd(kk) + d(i , i + 1)
Next i
dd(kk) = dd(kk) + d(n , 1)
Print #1 , dd(kk)
```

计算从kk点为开始节点的最小贪心路程

文件输出路程长度

（4） 当$kk<n$时，$kk\Leftarrow kk+1$转到（2）

当$kk=n$时，转到（5）

（5）比较多点贪心算法最优路程，获得最优出发点opt_kk

```
For kk = 2 To n
If dd(1) > dd(kk) Then
tem = dd(1):dd(1) = dd(kk)
dd(kk) = tem
opt_kk = kk
End If
Next kk
```

4　算例分析

算例1：具有30个节点TSP问题，其节点坐标位置见表1。

表1　算例1的节点坐标

序号	x	y	序号	x	y	序号	x	y
1	41	94	11	64	60	21	87	76
2	37	84	12	18	54	22	18	40
3	54	67	13	22	60	23	13	40
4	25	62	14	83	46	24	82	7
5	7	64	15	91	38	25	62	32
6	2	99	16	25	38	26	58	35
7	68	58	17	24	42	27	45	21
8	71	44	18	58	69	28	41	26
9	54	62	19	71	71	29	44	35
10	83	69	20	74	78	30	4	50

表2为程序计算的从序号节点出发的路程情况。

表2　算例1不同起点贪心算法路程列表

序号	路程	序号	路程	序号	路程
1	572.9255	11	546.4583	21	534.0436
2	571.8588	12	565.6044	22	590.5583
3	539.7319	13	486.9163	23	590.1809
4	482.6496	14	488.7771	24	569.4215
5	515.4323	15	473.3292	25	577.7069
6	515.4324	16	542.6708	26	497.5285
7	523.1558	17	539.5327	27	520.0176
8	597.2203	18	536.9409	28	530.1949
9	532.7935	19	507.0815	29	532.7643
10	592.1368	20	513.0300	30	499.3936

多点贪心算法的最短路程为L=473.3292。图1绘制出了该情况的行走路线。起点为15号节点。其行走顺序为：

15→14→8→7→11→9→3→18→19→20→10→21→1→2→4→13→12→17→16→22→23→30→5→6→29→28→27→26→25→24→15

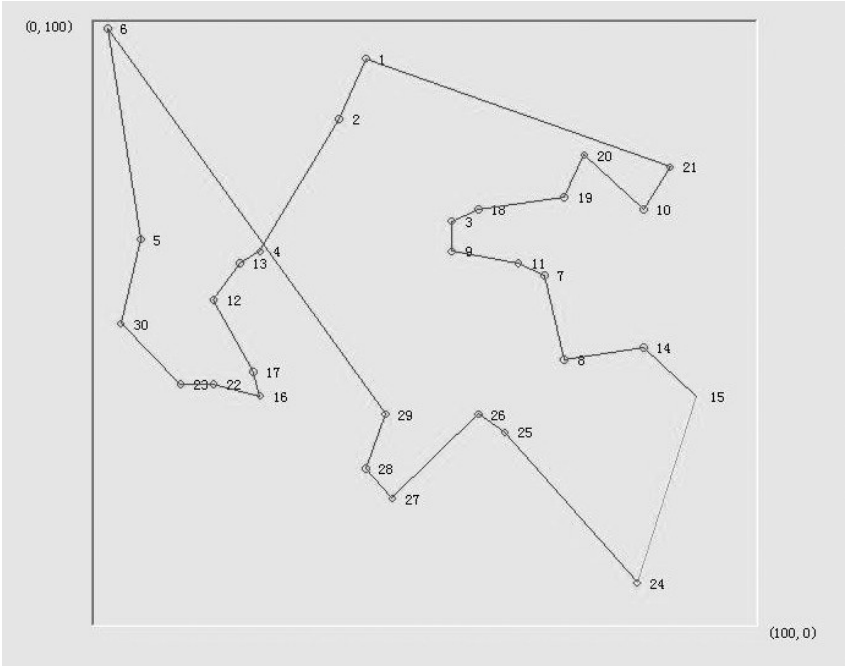


图1　算例1行走路线

算例2：具有50个节点的TSP问题，其节点坐标位置为表3。

表3　算例2的节点坐标

序号	*x*	*y*	序号	*x*	*y*	序号	*x*	*y*	序号	*x*	*y*
1	31	32	14	42	41	27	56	37	40	62	63
2	32	39	15	17	33	28	52	41	41	20	26
3	40	30	16	25	32	29	49	49	42	5	6
4	37	69	17	5	64	30	58	48	43	13	13
5	27	68	18	8	52	31	57	58	44	21	10
6	37	52	19	12	42	32	39	10	45	30	15
7	38	46	20	7	38	33	46	10	46	36	16
8	31	62	21	5	25	34	59	15	47	62	42
9	30	48	22	10	17	35	51	21	48	63	69
10	21	47	23	45	35	36	48	28	49	52	64
11	25	55	24	42	57	37	52	33	50	43	67
12	16	57	25	32	22	38	58	27			
13	17	63	26	27	23	39	61	33			

表4　算例1不同起点贪心算法路程列表

序号	路程	序号	路程	序号	路程	序号	路程
1	565.0313	14	567.27	27	593.9211	40	560.0534
2	563.8102	15	570.2241	28	586.1978	41	504.2818
3	571.0603	16	539.0402	29	559.2667	42	524.3514
4	544.2585	17	507.4037	30	576.6629	43	524.3514
5	534.9626	18	535.7208	31	489.1917	44	535.4759
6	512.5934	19	561.1537	32	524.8142	45	589.0931
7	552.4794	20	558.473	33	538.1735	46	555.7452
8	539.5091	21	564.0051	34	598.4741	47	585.4095
9	511.2411	22	601.7819	35	557.8325	48	494.0723
10	510.5335	23	565.4716	36	550.5068	49	492.705
11	503.8491	24	519.5168	37	574.7575	50	492.705
12	527.7145	25	546.9865	38	576.3978		
13	493.3062	26	574.9308	39	524.3655		

多点贪心算法的最短路程为L=489.1917。图2绘制出了该情况的行走路线。起点为31号节点。其行走顺序为：

31→40→48→49→50→4→8→5→13→12→11→9→6→7→14→23→3→36→37→27→28→29→30→47→39→38→35→34→33→32→46→45→25→26→41→15→16→1→2→10→19→20→21→22→43→44→42→18→17→24→31

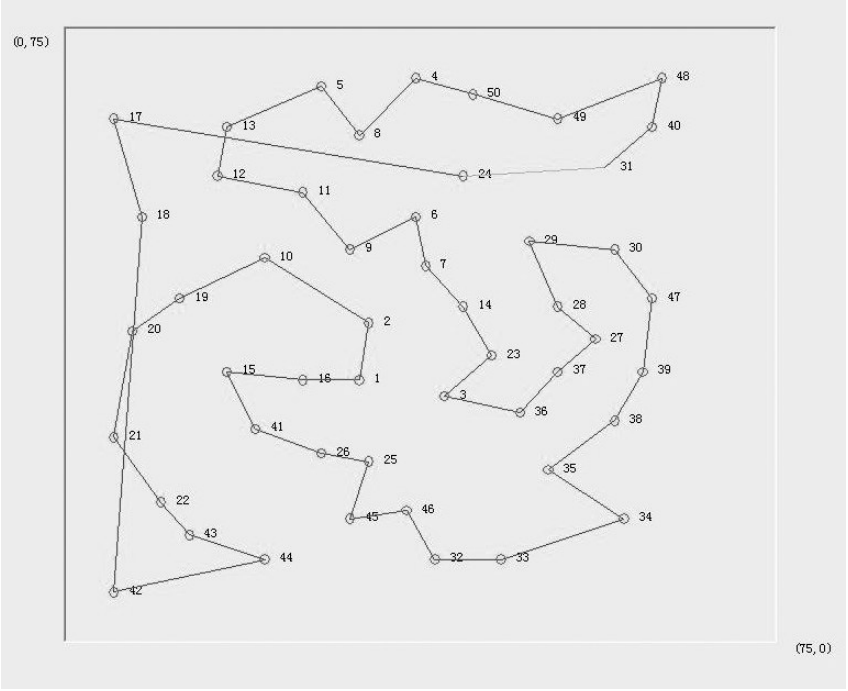


图2　算例2行走路线

5 结 论

本文在贪心算法的基础上，建立了多点贪心算法。建立了从所有节点出发点的贪心算法获得路程，进行比较获得更优路程与行走路径的思想。同时，应用VB环境开发所研究算法的计算程序。给出了30个节点和50个节点的算例分析与可视化行走路线。

可见，与贪心算法相比，结果获得优化。而与复杂算法对比，该算法简单，容易实现，同时可以获得较好的结果，具有一定的实用性。

参考文献

[1] 邢文训，谢金星. 现代优化计算方法［M］. 北京：清华大学出版社，1998：117-121.

[2] Gregory G，Abraham P. The Traveling Salesman Problem and Its Variations［M］. Dordrecht Hardbound：Kluwer Academic Publishers，2002.

[3] 周培德. 求解货郎担问题的几何算法［J］. 北京理工大学学报，1995，15（1）：97-99.

[4] 邹鹏. 求解TSP问题的多级归约算法［J］. 软件学报，2003，14（1）：35-42.

[5] 朱文兴，傅清祥. 一个基于填充函数变换的对称TSP问题的局部搜索算法［J］. 计算机学报，2002，25（7）：701-707.

[6] 孙惠文. 遗传算法求解旅行商问题［J］. 西南交通大学学报，1996，31（5）：550-554.

[7] 陈沐天，蔡和熙. 货郎担问题的几何分块算法及ChinaTSP问题的最终解决［J］. 计算机工程与科学，1998，20（1）：22-27.

[8] 王凌. 智能优化算法及其应用［M］. 北京：清华大学出版社，2001.

[9] 李敏，吴浪，张开碧. 求解旅行商问题的几种算法的比较研究［J］. 重庆邮电大学学报，2008（5）.

[10] 王剑文. 求解TSP问题算法综述［J］. 计算机工程与科学，2008，30（2）：72-74，155.

基于eM-Plant装配车间可变生产系统仿真设计

张思奇[1]　周淑文[2]　张云凤[1]　刘　阳[1]
（1. 沈阳建筑大学交通与机械工程学院，沈阳 110168；2. 东北大学机械工程与自动化学院，沈阳 110004）

摘　要：采用先进的生产线规划与仿真技术，可以对生产系统的性能进行评价，在生产规划的早期对其系统进行优化与调整，以便得到较高的生产率。本文以汽车二挡和三挡变速箱生产线为研究对象，探讨了设施规划和物流仿真相关技术，并在其中实现了可变生产线的仿真模型及以提高单位时间生产量和降低生产成本为目的对模型进行了分析和改进。在分析该汽车部件装配生产流程的基础上，确定eM-Plant仿真软件中的建模对象与装配生产系统中实体对象的对应关系，使用面向对象的方法建立了相应的离散事件仿真模型。

关键词：可变生产系统；离散事件仿真；变速箱装配线；eM-Plant

1　引　言

在实际中的制造系统是非常复杂的，目前有很多情形都无法仅用数学解析的方法来解决，而仿真技术则给解决这类问题提供了新的手段。离散事件仿真方法目前是制造系统的评估工具中用得最广的方法。系统仿真重在对系统过程中逻辑关系的描述，在生产计划与调度优化研究中应用仿真技术不仅能对系统进行比较、分析、评价并选择、分析生产系统随时间变化的动态特性，而且能够选择系统结构和优化系统。传统的通用仿真软件，如GPSS、SIMAN、SIMSCR IPT以及ARENA等对仿真者的编程水平要求较高，一定程度上影响了模型开发的速度，增加了模型开发的难度[1-3]。但是，eM-Plant软件是一个标准的面向对象和事件的图形化仿真软件，透过此仿真软件的强大功能，使用者可以快速、灵活地为有关离散事件（主要是生产及运筹管理方面）的复杂系统构造模型[4-6]。所以，本文利用具体事例自动变速箱换挡机构装配车间生产线设计来说明。在混合流水生产线上对于整个车间的布置、规划和工位的设计，配合使用eM-Plant软件进行优化，最终达到最佳效果，达到最高效益。

2　在eM-Plant环境下建立可变生产线模型

可变生产线又称可变流水线，是指集中可变地生产固定在流水线上的几个对象，当某一制品的批制造任务完成后，相应地调整设备和工艺装备，然后再开始另一种制品的生产。可变生产线的特点能够大批量固定生产某种产品，在变化生产另一种产品的时候只需要适当的调整。但是对于传统的固定的单一产品的生产线还是有很大的优势。

在仿真建模过程中，最重要的一个环节就是数据收集。在一条生产线上，数据包括P产品、Q产量、R工艺流程、S服务、T时间五种类型，这也是进行建模仿真的基本的数据需求。根据eM-Plant的建模特点，数据被分为三种结构：数据、操作数据、数值数据。轿车自动变速箱换挡机构制造公司目前的产品主要是二挡、三挡轿车自动变速箱换挡机构。企业现年产量10万台/套，今后有发展成为15万台/套的可能性。选取了优化后的机械加工车间平面布置方案和装配试验车间10万生产纲领可变装配工位布置方案进行建模仿真。其中所需数据包括生产纲领—产量、节拍；工艺规划数据—工艺流程、工序循环时间、上下料时间；生产组织数据—生产班次。

二挡装配加工工艺和所需加工时间为：（上线）离合器外壳装入随行夹具→装单向阀（40s）→单向阀泄漏测试（40s）→装两挡活塞（20s）→两挡活塞泄漏测试（40s）→装弹簧组件及压卡棱

（40s）→用卡板检查卡棱（40s）→装波纹片（20s）→装从动片（20s）→装摩擦片（20s）→装支撑片（20s）→装卡棱（20s）→检查卡棱位置和支撑板位置（20s）→摩擦片组的行程测试（40s）→喷码（5s）→目测印记（5s）。三挡装配加工工艺和所需加工时间为：（下线）离合器外壳装入随行夹具→装单向阀（40s）→装密封圈（20s）→装离合器输入挡活塞组件（20s）→输入挡活塞腔泄漏测试（20s）→装密封圈和弹簧组件（30s）→压卡棱（40s）→用卡板检查卡棱安装（40s）→装密封圈（20s）→装三挡活塞（20s）→三挡活塞腔泄漏测试（40s）→装三挡弹簧组件（10s）→压卡棱（40s）→用卡板检查卡棱安装（40s）→装波纹片（20s）→装摩擦片（20s）→装支撑片（20s）→装底板（20s）→摩擦片组的行程测试（40s）→装板（20s）→装钢片（20s）→装底板（20s）→压轴承（40s）→检测直径和长度公差（40s）→压平面轴承（40s）→喷码（5s）→目测印记（5s）。按照上述信息，可以得到图1工艺流程图。

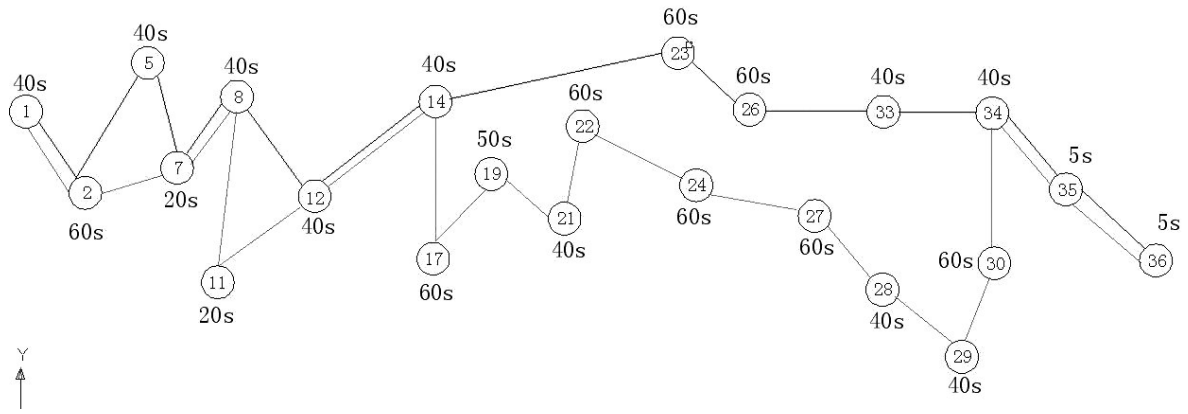


图1　二、三挡变速箱工艺流程图

（上线代表二挡；下线代表三挡；数字圈代表工艺步骤的工位）

此模型所要仿真的生产线是二挡离合器与三挡离合器的装配过程。该线生产方式为可变生产，生产线的物理布局呈U形，生产线的上线物料以拉动式供应，进而体现JIT思想，并且上线物料要满足一天两班结束时生产线能清线的条件。由于设计中采用的部分设备（引进）价格昂贵，另外设备重复工序较多，故采用共用设备的方式进行生产，以达到节省投资的目的，也就是采用单一物流线，生产两种产品，两班可变。这条生产线上二、三挡离合器装配线共用的设备有压单向阀专机、压活塞专机、活塞测泄漏机、压卡棱专机、行程测试机、喷码机。所谓可变，即二挡与三挡离合器的工件在一条物流路线生产，二挡与三挡加工所需的设备按一定顺序分布于物流路线上，各工件按其各自的需要进行加工，二挡与三挡分时安装。构建二、三挡变速箱生产线模型见图2、图3。

3　仿真分析

当物流仿真系统运行时，以订单等信息类对象作为主线，控制过程类对象的控制为指导，操作对象即仿真实体（Entity）由仿真时钟（Clock）进行状态切换。具体过程为：系统运行时，仿真实体根据不同的控制策略（Control Elements）由仿真时钟触发，形成离散系统的仿真事件（Event），并相应改变实体的运行状态，通过物流资源的运输，形成实际的物流运动，如零部件从仓库送到装配工位，零部件的装载、运输和卸货等。作为仿真实体，不同的时钟触发状态下实体具有不同的状态[7-10]。

本仿真模型中，产品的零配件的投入或释放构成为系统的事件。表征系统装配活动的状态的跃变，由待装配零件的到达（投入）和工位的装配完成（释放）等事件所驱动。仿真模型的初始参数有

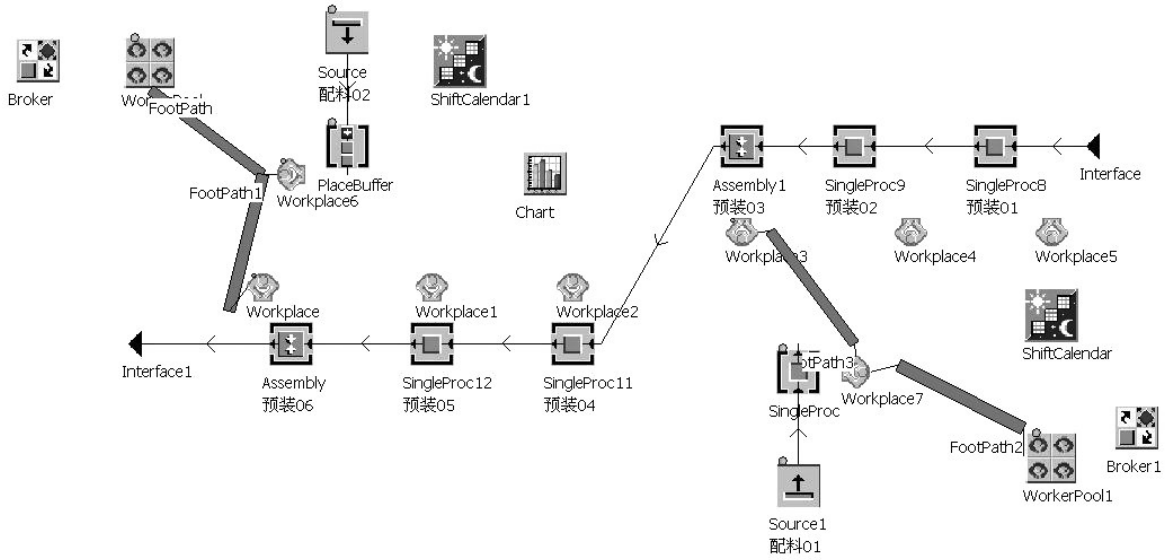


图2　二挡变速箱预装仿真模型

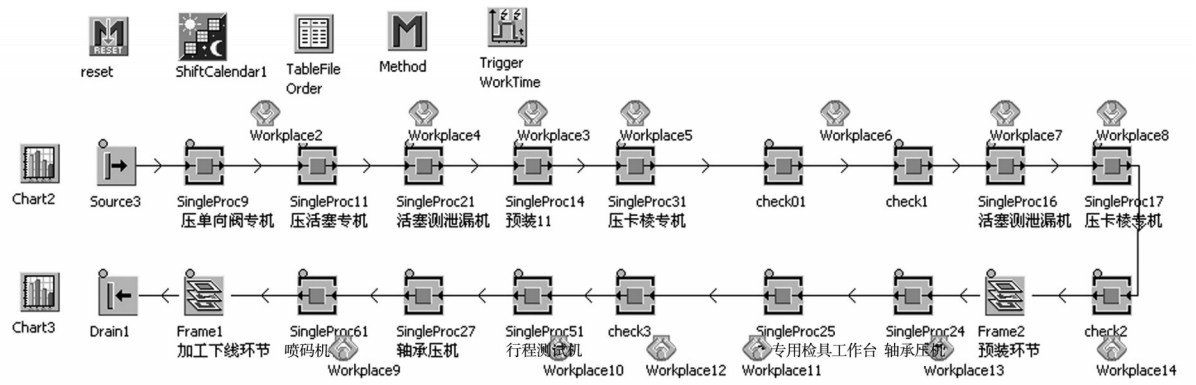


图3　三挡变速箱生产系统仿真模型

原料上架的时间、每次达到数量、各个装配环节的工作时间、装配模式、工人数量、工人工作模式、工人工作时间等。设定生产线每天的具体生产运作情况为：生产线从8:00开始运转，早班工人上午、下午各休息15分以及中午休息60分，早班工人在下午4:30下班的同时把手头工作交接给晚班工人，晚班工人休息时间的间隔、长短和早班工人一样，晚班工人下班时要清线。通过使用Trigger对象来触发生产线运作或休息时刻。二挡模型运行时间是一个工作时间段，得到如下的一些数据，如表1。应用eM-Plant自带的Chart工具对生产线的关键设备进行工作状态统计和分析，可以方便地比较各个设备之间是否保持协调，也可以进行初步的瓶颈分析，如图4。

表1　二挡主要环节工作率

压单向阀专机	压活塞专机	活塞测泄漏机	压卡棱专机	单向阀测泄漏机
67%	98%	66%	66%	66%
行程测试机	喷码机	工作台	预装	检测
65%	8%	8%	32%	65%

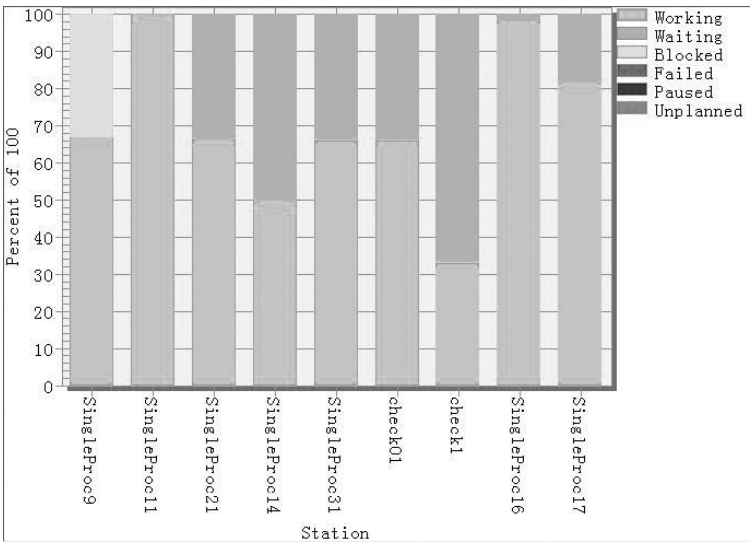


图4 三挡变速箱工作站关键设备工作状态统计图

根据上面的分析结果设置、修改模型的相关参数，运行仿真模型。通过生产系统的生产节拍、工艺参数和物件的参数可以分析出生产线的制造性能，如生产能力、设备利用率、工件的平均通过时间等。利用瓶颈分析器分析生产系统的瓶颈。模型需要在足够长的运行时间内进行仿真，且在仿真过程中不存在停止运行的事件，属于稳态型仿真，其目的是研究系统在长期运行条件下的稳定性能。

从图4可以看出系统没有出现瓶颈问题。堵塞问题基本没有，从仿真结果可以看出，整个二挡、三挡工作效率是很好的。二、三挡生产线从生产周期，得到生产一件产品分别需要390s和760s。这样二挡的生产节拍为37s，三挡的生产节拍为19s。这个生产时间没有受到过多的外界影响，所以能够更能接近理论值，这也是我们所要求的。该生产系统可满足设计产能要求。

4 结束语

本文对装配线系统的研究更多是在运转方面，而且数据量大且种类繁杂，在充分熟悉变速箱装配工艺的基础上，利用eM-Plant的物料流动单元、信息流单元和统计分析单元，对汽车二、三挡变速箱装配生产线建立可变生产系统模型。仿真结果表明，可变生产系统建模仿真，能够对生产线进行产能与设备负荷分析，从而诊断出生产中的瓶颈环节；能够优化企业生产运行和调度方案，从而为企业的生产管理和优化调度提供有效的决策支持。装配生产线是典型的离散事件系统，实际生产中有很多随机的、不确定性因素，利用仿真技术对实现JIT生产管理模式的相关措施（线旁的存储量达到安全库存时，将该信息发送给存储区，即向存储区或供应商发送要货信息，保证在20~30min内将补货送到，同时更新存储量）进行仿真。

参考文献

[1] 柴树峰，王红军. 基于eM-Plant的输出轴加工线仿真研究［J］. 北京机械工业学院学报，2007，22（4）：56-61.

[2] 张新艳，周健. DFT的装配车间生产物流策略仿真与研究［J］. 工业工程，2007，10（5）：114-118.

[3] MingDong. Performance modeling and analysis of integrated logistic chains：An analytic framework［J］. European Journal of Operational Research，2005，162：83-98.

[4] E. Jack Chen. A. Simulation study of logistics activities in a chemical plant［J］. Simulation Modeling Practice and Theory，2002（10）： 235-24.

[5] 虞珺，樊留群，马玉敏. 基于eM-Plant的拉动式生产仿真技术研究［J］. 计算机仿真，2007，24（5）：253-255.

[6] Dengiz B，Bektas T，Ultanir AE. Simulation optimization based DSS application：A diamond tool production line in industry［J］. Simulation modeling practice and theory，2006，14（3）：296-312.

[7] Nicolai R P，Dekker R. Optimal Maintenance of Multi-component Systems：a Review ［R］. The Netherlands：Erasmus University Rotterdam Economic Institute，2006.

[8] 管超军，白丽平. 基于eM—Plant的炼油一次加工过程建模与仿真［J］. 机电工程技术，2009，38（4）：20-23.

[9] 王立勇，徐克林. 装配线平衡中统计波动问题仿真研究［J］. 工业工程，2007，10（2）：125-129.

[10] Barata J，Soares C G，Marseguerra M，et al. Simulation Modeling of Repairable Multi－component Deteriorating Systems for ‘on Condition’ Maintenance Optimization［J］. Reliability Engineering and System Safety，2002，76（3）：255-264.

基于宏观复杂运输网络的区域物流规划与管理

孙海义[1]　李　宁[2]　李　旸[1]
（1. 沈阳建筑大学理学院，辽宁 沈阳 110168；2. 东北大学系统科学研究所，辽宁 沈阳 110819）

摘　要：首先阐述了辽宁区域物流发展的现状，提出了区域物流的规划，然后从复杂网络理论的角度出发，运用网络拆分的思想，通过对宏观物流运输、信息网络的建模与分析，将同步引入区域物流网络，揭示宏观物流运输、信息网络的一些复杂网络特性，并结合实际的自然、社会因素和同步性概念，将同步思想与区域物流管理相结合，对其进行同步性分析，以为今后宏观区域物流的建设规划和运输线路分布、调度的辅助决策提供重要的理论支持。

关键词：宏观复杂运输网络；建模；区域物流；规划；管理

1　前　言

区域物流是以经济学中的“区域”概念为基础，研究在该区域内物流活动的规律。区域物流的一般含义：在一定的区域地理环境中，以大中型城市为中心，以区域经济规模和范围为基础，结合物流辐射的有效范围，将区域内外的各类物品从供应地向接受地进行有效的实体流动；根据区域物流基础设施条件，将公路、铁路、航空、水运及管道运输等多种运输方式及物流节点有机衔接，并将运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送及信息处理等物流基本活动有机整合，把工商企业、物流企业、中介组织和主管部门融合在物流市场，通过物流信息平台，以服务于本区域的经济发展，提高本区域物流活动的水平和效率，降低区域经济运行成本，扩大物流活动的规模和范围，辐射其他区域，提高本区域的综合经济实力[1]。

区域物流的目的是运用区域概念和战略的方法解决区域内的各种物流问题，合理配置物流资源，提升区域经济的运行质量，加强区域整体竞争力。区域物流发展与区域经济的发展相互依存、相互促进。与区域经济相类似，区域物流也具有完整性、有机性、复杂性等社会经济体系的一般特点[2]。区域物流的结构是多层次、多维度的，其基本要素包括物流主体、物流客体和物流载体，而物流主体、客体和载体又各有其完整的结构体系，每一个要素都表现出各自不同的功能，从而形成区域物流的整体功能。

从世界范围看，物流对经济发展的巨大贡献已被许多国家的实践所证实，特别是近年来，物流的系统、集约作用，又展现了它降低环境污染、促进可持续发展的重要价值，受到了社会的广泛关注。2008年开始爆发的世界大范围的经济危机，以北美、欧洲和亚洲等以物流作为支柱产业的国家和地区表现了很强的抗御危机能力，这使人们对物流在国民经济中的重要地位又有了进一步深刻的认识和重视。

在区域物流规划中重点是构筑物流网络，建立物流信息平台，培育物流基地，建设专业性物流节点，本文首先阐述了辽宁区域物流发展的现状，提出了区域物流的规划，然后从复杂网络理论和同步的角度出发，通过对宏观物流运输、信息网络的建模与分析，揭示宏观物流运输、信息网络的一些复杂网络特性，并结合实际的自然、社会因素和同步性概念，将同步思想与区域物流管理相结合，为今后宏观区域物流的建设规划和运输线路分布、调度的辅助决策提供重要的理论支持。

2　辽宁区域物流发展的现状

区域现代物流业的发展，已成为我国各级政府和企业广为关注的热点问题[2]。近几年来，在我国区域经济发展比较迅速的地区，政府部门已经认识到发展现代物流对于优化经济结构、改善投资环境和提高地区经济整体竞争力的战略意义，并已着手研究和制定有关物流规划与政策。如北京市已经完成了“北京市综合物流系统规划研究”；作为华北和环渤海地区重要的经济中心的天津市，把发展物流作为调整经济结构的重要措施，并编制了《天津市现代物流发展纲要》；作为全国经济中心、贸易中心、金融中心以及航运中心的上海市，在《上海市国民经济和社会发展第十个五年计划纲要的报告》中，把现代物流同生物医药、新材料、环境保护列为上海市四大新兴产业，并编制了《上海市现代物流发展规划》；而东北地区由于经济发展平缓，物流发展相对缓慢，其中，作为东北重工业中心的沈阳在“十五”规划中才全方位融入现代物流，逐渐将现代物流理念辐射到周围地区，2006年3月，在全国十届人大四次会议通过的《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中，第四篇“加快发展服务业”里单列一节“大力发展现代物流业”，标志着现代物流作为产业的地位在国家层面得到确认。这些举措在辽宁地区已取得了明显收益，并涌现出了一批企业物流管理先进典型。然而，不得不承认，在区域物流理论研究严重滞后于实践发展的今天，物流业的“遍地开花”有些不仅难以修成正果，而且很有可能导致新一轮的重复建设，带来很多意想不到的负面效应，区域物流自身实践的发展与不断深入，要求迅速建立起与之协同发展的区域物流理论体系。但是辽宁区域物流业还未得到快速发展，而且目前辽宁区域经济运行的物流还存在着运营成本高、物流占GDP的比率低、运输车辆的空载率低、库存平均时间长等特点，区域物流业对区域产业的升级、产业结构的优化、区域经济发展和区域综合竞争力的提高作用还不明显。

3　区域物流的规划

在区域物流规划实践过程中，国内的专家学者从不同的角度探索区域物流规划方法，研究区域物流规划模式，但是在理论上还没有形成统一的、有说服力的区域物流规划的基础理论。区域物流将区域经济社会各组成部分有机结合在一起，具有强大的经济渗透能力和带动效应，区域物流规划需要运用物流学、经济学、战略学等理论和方法处理物流与经济社会发展的关系，解决区域物流的各种问题[3]。因此，现代物流理论、区域经济理论和战略环境分析理论是区域物流规划的主要理论基础，运用这些基础理论研究制定区域物流规划，能够促使区域物流规划更加科学化、合理化。

区域物流规划工作是一项复杂的系统工程，规划内容多，涉及区域物流系统和区域经济社会的各个方面。研究制定区域物流规划，应坚持科学发展观，站在区域经济社会可持续发展的角度，认识物流活动，把握物流本质，驾驭物流发展趋势，研究区域经济与区域物流的互动作用，以现代物流基础设施为核心建设区域物流网络体系。具体地讲，区域物流规划的主要内容包括区域物流发展现状（发展环境、发展基础、发展前景）分析、物流需求预测、发展思路（指导思想、总体定位、基本原则、发展目标等）确定、物流运输设施网络建设、物流运作设施网络建设、物流信息网络建设、物流业结构优化、物流人才教育培养体系建设、物流技术发展平台建设和物流发展政策措施体系建设等十大部分，其核心内容可以概括为建设三大网络（物流运作设施网络、物流运输设施网络和物流信息网络），构建两大体系（物流人才教育培养与物流技术发展体系、物流发展政策措施体系），优化物流业结构，促使物流业发展成为经济支柱产业之一[3]。本文着重讨论基于宏观复杂运输网络的区域物流规划与管理。

3.1 物流运输设施网络建设

区域物流发展需要具有四通八达、畅通无阻的运输网络，有效衔接港口、机场、公路、铁路、内河等不同交通运输方式，形成综合运输网络系统，实现全程物流运输的无缝衔接。区域物流运输设施

网络建设规划包括两个级别的规划：一是地域间物流运输系统，主要包括机场、港口、国道、省道、高速路、区域物流园区等基础设施和物流运输管理措施、政策环境建设规划；二是地域内物流运输系统，主要包括城市内各等级公路、立交桥、地铁、轻轨、内河、城市物流中心、配送中心和物流运输管理措施、政策环境建设规划。

3.2 物流运作设施网络建设

物流运作设施是办理物流管理业务和集中进行物流某些环节作业的场所，包括物流园区、物流中心、配送中心、专业批发市场、物流服务设施等作业场所。物流运作设施建设要充分利用物流要素，优化配置物流资源，形成与经济结构调整和生态环境相协调，与物流发展需求相适应的现代物流运作设施网络体系。现代物流发展经验表明，流通中心（物流园区、物流中心、配送中心）构成现代物流规划的基本框架，现代物流是以大型区域物流园区、枢纽物流中心为神经中枢，城市配送中心为末端神经节点，彼此有机结合，构成了多层次的、多元的物流运作设施网络体系。

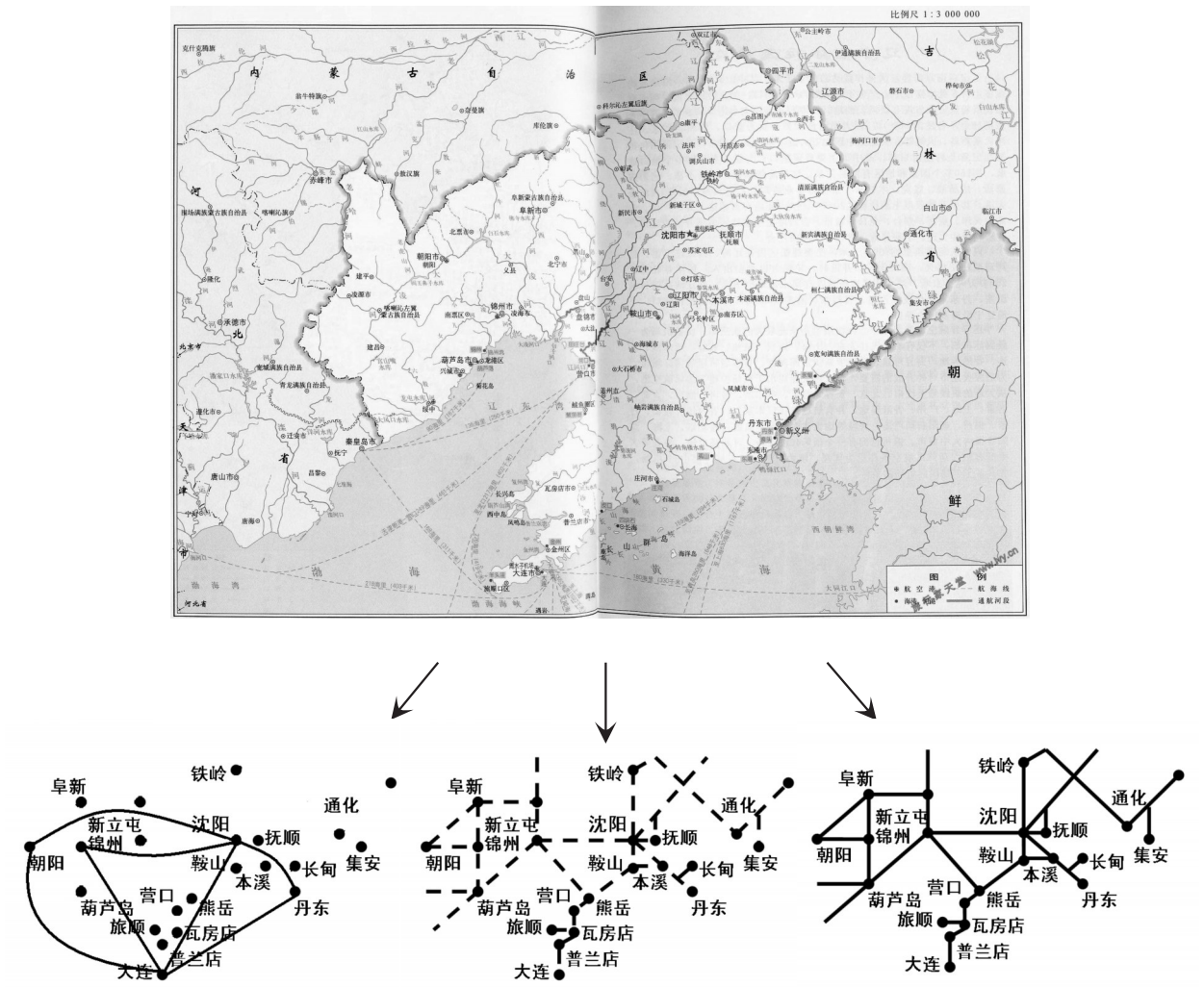
3.3 物流信息网络建设

物流信息是物流活动的指南，物流过程中所有的物流活动都是根据信息开展的，最终促使整个物流网络系统顺利地运转。现代物流的一个核心问题是，通过物流信息对物流网络系统各种资源进行整合，提高物流网络系统的整体功能与效益。物流信息网络建设就是构筑统一的公共物流信息交换平台，建设良好的物流市场信息交换环境，使信息的采集、加工、处理、存储以及传输形成一个统一的整体，高效协调处理利用各种物流信息，实现现代物流的目标。

4 物流运输、信息网络的建模

宏观复杂物流运输、信息系统可以用网络来描述，其中区域物流涉及的每座城市可以作为复杂运输、信息网络系统中的节点，而连接任意两座城市之间的每种运输方式（包括公路、铁路、航空、水运和管道运输）可以抽象出来表示复杂网络系统中每一条边。随着人们研究的不断深入，对于复杂网络的拓扑结构、网络宏观性质的微观生成机制以及网络的动力学行为研究已取得了一定的成果，充分运用调查统计的手段以及现今国际上丰富的数据资源和当前计算机的处理能力，找出宏观物流运输、信息网络中各种复杂结构的拓扑特征，并在其实证研究的基础之上对系统宏观所处的领域、对象进行分析，具有非常重要的实质性意义。

下面从复杂网络理论的角度出发，通过对宏观物流运输、信息网络的建模与分析，揭示宏观物流运输、信息网络的一些复杂网络特性，并结合实际的自然、社会因素对其进行分析，以为今后宏观区域物流的建设规划和交通运输线路分布的辅助决策提供重要的理论支持。由于交通网中的公路网、铁路网、航空网等运输速度是不同的，在同时出发的前提下，航空网运输速度最快，铁路网和公路网对于航空网都分别存在一个到达时间的滞后。为建立起符合实际的宏观复杂运输网络系统模型，本文引入网络拆分的思想[4]，即将不同传播速度的运输方式（即网络中的“边”）及城市（即网络中的“节点”）拆分成不同子网络，考虑含有N个城市组成的多重边复杂运输网络，假设网络中边的不同传播速度有3种，网络中两点间的最大重边数（即各种不同的运输线路）为k，其中具有相同性质的边和N个点就形成了一个子网络，这样就将整个网络拆分成3个子网络（拆分后的子网络有可能仍旧是多重边的网络），设第l个子网络的最大重边数为$p_l(l=0,1,2)$，并且$p_l \leqslant k$，这样就构成了一种网络的拆分，拆分后的每个子网络都有其自身的性质而且可能不是连通的网络。本文把网络中各个边传输速度的不同定义为不同的性质，通过引入时滞将有向多重边复杂网络拆分成多个子网络的组合形式。以传输速度最快的航空网络边和N个节点组成的网络为基准网络，称这个基准网络为零子网络（$l=0$），即此时时滞$\tau_0=0$的网络，剩余边中相对于零子网络有相同时滞τ_l的边和N个节点构成第$l(l=0,1,2)$个子网络（即铁路网络和交通网络），这样，最后可以拆分成3个子网络。以辽宁省区域为例，将运输方式拆分成航空运输、铁路运输和公路运输，具体拆分方式为图1所示。



a. 航空运输子网络图　　b. 铁路运输子网络图　　c. 公路运输子网络图

图 1　辽宁复杂运输网络的拆分图

考虑一个由N个相同节点构成的耗散耦合k重边融合动态有向网络，其中网络中边的性质有3种。根据上述思想和方法，我们把这个k重边复杂动态有向网络拆分成3个子网络，则整个动态网络的状态方程为

$$\begin{aligned}\dot{x}_i(t)=&f(x_i(t),t)+\sum_{j=1,j\neq i}^{N}a_{(0)ij}\Big(g_0(x_j(t))-g_0(x_i(t))\Big)+\sum_{j=1,j\neq i}^{N}a_{(1)ij}\Big(g_1(x_j(t-\tau_1))\\&-g_1(x_i(t-\tau_1))\Big)+\sum_{j=1,j\neq i}^{N}a_{(2)ij}\Big(g_2(x_j(t-\tau_2))-g_2(x_i(t-\tau_2))\Big)+u_i(t),\end{aligned}\tag{1}$$

式中：$i=1,2,\cdots,n$，$l=0,1,2$，$x_i(t)=\left(x_{i1}(t),x_{i2}(t),\cdots,x_{in}(t)\right)^{\mathrm{T}}\in R^n$和$u_i(t)\in R^n$分别为节点$i$的状态变量和控制变量；$f:\Omega\times R^+\to R^n$是一个运输调度连续可微的非线性函数，$g_l:\Omega\times\Omega\times\cdots\times\Omega\to R^n$是非线性内部耦合函数，$\Omega\in R^n$；$\tau_l$是第$l$个子网络相对于不存在时滞的零子网络的时滞；耦合矩阵$A_{(l)}=\left(a_{(l)ij}\right)\in R^{N\times N}$表示第$l$个子网络的耦合强度和拓扑结构，并满足耗散耦合条件$\sum_{i=1}^{N}a_{(l)ij}=0$，其中$a_{(l)ij}$的定义如下：若第$l$个子网络中从节点$i$到节点$j(i\neq j)$之间有连接且连接数为$q(q\geqslant 1)$，则$a_{(l)ij}=\varepsilon_{(l)ij}q$，否则$a_{(l)ij}=0$；同理，若第$l$个子网络中从节点$j$到节点$i(i\neq j)$之间有连接且连接数为$q(q\geqslant 1)$，则$a_{(l)ji}=\varepsilon_{(l)ji}q$，否

则$a_{(l)ji}=0$；这里$\varepsilon_{(l)ij}$为第l个子网络中节点i到节点j的耦合强度；并定义：

$$a_{(l)ii}=-\sum_{i=1,j\neq i}^{N}a_{(l)ij},\ \bar{a}_{(l)ii}=-\sum_{i=1,j\neq i}^{N}a_{(l)ji}. \tag{2}$$

注1：模型（1）与以往模型相比更具一般性，它可以很好地描述出有向或无向宏观复杂运输网络的动态特性和拓扑结构。当矩阵$A_{(l)}(l=0,1,2)$均为对称阵（即当所有运输线路均为双向）时，复杂网络为无向网络，否则（即当某些线路为单向，如有些公路路段为单行线）为有向网络；且对多重边复杂网络进行拆分后得到的每个子网络可能连通也可能不连通。

5 宏观复杂运输网络的自适应物流同步管理

宏观复杂运输网络的特点之一就是不仅网络中节点具有非线性和复杂性，而且网络的连接结构和时空演化更是错综复杂，其中，宏观复杂运输网络系统在时空演化过程中出现的同步行为及其控制方法研究是近年来受到关注的一类课题[4-9]，当航空运输、铁路运输和公路运输经过一段时间达到同步时，可以减少货物在物流中心逗留的时间，减少运输工具的空载率，缩短库存平均时间，有时甚至可以免去在物流仓储中心的库存时间。因此，有必要对宏观复杂运输网络的同步问题进行深入的研究，这将为今后宏观区域物流的建设规划和运输线路分布、调度的辅助决策提供重要的理论支持。

由于实际宏观复杂运输网络节点海量，耦合关系复杂，有些时候网络结构只是部分已知或完全未知。下面考虑外部耦合参数未知情况下，针对具有非线性耦合节点的宏观复杂运输网络进行全局渐近同步的自适应控制器设计。

定理1 存在适当的常数ρ，耦合参数未知的宏观复杂运输复杂网络（1）在下面的自适应控制器（3）和更新律（4）下全局渐近同步。

$$u_i(t)=-\left(\rho-\sum_{l=0}^{m}\hat{a}_{(l)ii}\right)e_i(t)+\frac{1}{2}\left(\sum_{l=0}^{m}\left(\hat{\bar{a}}_{(l)ii}+\hat{a}_{(l)ii}\right)\right)w_l(t)e_i(t),\ (i=1,2,\cdots,N) \tag{3}$$

其中

$$w_l(t)=\begin{cases}\dfrac{\left\|h_l(e_i(t))\right\|^2}{\left\|e_i(t)\right\|^2}, & \left\|e_i(t)\right\|\neq 0;\\ 0, & \left\|e_i(t)\right\|=0.\end{cases}$$

自适应更新律为：

$$\begin{aligned}&\dot{\hat{\bar{a}}}_{(l)ii}=-\frac{1}{2}\left\|h_l(e_i(t))\right\|^2,\\ &\dot{\hat{a}}_{(l)ii}=-\left\|e_i(t)\right\|^2-\frac{1}{2}\left\|h_l(e_i(t))\right\|^2,\end{aligned}\quad (l=0,1,\cdots,m;\ i=1,2,\cdots,N) \tag{4}$$

其中设$\hat{\bar{a}}_{(l)ii}$和$\hat{a}_{(l)ii}$分别为未知耦合系数$\bar{a}_{(l)ii}$和$a_{(l)ii}$的估计值。

6 结 论

本文按照网络拆分的思想，根据边与边之间信息传输速度的不同，通过引入时滞将宏观复杂运输网络拆分成多个子网络，进而建立起适用于具有非线性耦合节点多重边有向复杂网络的模型，从复杂网络理论和同步的角度出发，通过对宏观物流运输、信息网络的建模与分析，揭示宏观物流运输、信息网络的一些复杂网络特性，并结合实际的自然、社会因素和同步性概念，将同步思想与区域物流管理相结合，为今后宏观区域物流的建设规划和运输线路分布、调度的辅助决策提供重要的理论支持。

参考文献

[1] 冯耕中. 现代物流规划理论与实践［M］. 北京：清华大学出版社，2005：14–25.

[2] 韩美贵，周应堂. 区域物流规划的研究［J］. 现代物流，2006，28（4）：36–39.

[3] 王健. 区域物流规划理论框架的构建［J］. 中国流通经济，2006，23（11）：12–15.

[4] 高洋，李丽香，彭海朋等. 多重边融合复杂动态网络的自适应同步［J］. 物理学报，2008，57（4）：2801–2811.

[5] Lü J H，Yu X and Chen G R. Chaos synchronization of general complex dynamical networks［J］. Physica A，2004，334（1–2）：281–302.

[6] Yang Z Q，Liu Z X，Chen Z Q and Yuan Z Z. Controlled synchronization of complex network with different kinds of nodes［J］. Journal of Control Theory and Applications，2008，6（1）：11–15.

[7] Yang Z Q，Zhang Q，Chen Z Q and Jiang Z L. Synchronization of delayed complex dynamical networks using active control［J］. ICIC Express Letters，2009，3（3）：567–572.

[8] Xiang L Y，Chen Z Q，Liu Z X，Chen F and Yuan Z Z. Pinning control of complex dynamical networks with heterogeneous delays［J］. Computers and Mathematics with Applications，2008，56（5）：1423–1433.

[9] Liu T，Zhao J and Hill D J. Synchronization of complex delayed dynamical networks with nonlinearly coupled nodes［J］. Chaos，Solitons and Fractals，2009，40（3）：1506–1519.

应急物流的方案决策研究

刘 阳
（沈阳建筑大学交通与机械工程学院，沈阳 110168）

摘 要：应急物流，指以提供处置自然灾害、公共事件等突发性应急事件所需应急物资为目的，以追求时间效益最大化和灾害损失最小化为目标的特种物流活动。合理科学的规划应急物流系统，既可以优化应急时间，又可以降低物流总费用。研究应急突发条件下的物流系统，是国家经济建设和社会发展的必然需求。此文在分析我国学者有关应急物流的研究现状基础上，对应急方案建立评价模型，最后应用到实际案例中，利用模糊层次分析法选择最优的应急物流预案。文中所解决的应急物流最优方案的选择问题，为应急物流系统的构建提供一种行之有效的科学方法，具有非常重要的现实意义和研究价值。

关键词：应急物流；决策因素；评价模型；模糊层次分析法

1 应急物流概述

从古至今，人类就饱受各种自然灾害、疫情的不断侵袭，遭受到生命、心理上的双重考验，尤其是近年来，SARS事件、“卡特里娜”飓风、印尼海啸、汶川大地震、玉树大地震等一次又一次地考验人类对于突发事件的应急能力。如何建立完善的应急物流体系，形成快速灵敏的预警体制，制定有效突发事件应急预案，保证当地充足的灾后救助物资供应，使事件所造成的损失降至最低，是物流学科乃至现实社会都迫切需要解决的问题。

突发事件是指突然发生，造成或者可能造成重大人员伤亡、财产损失、生态环境破坏和严重社会危害，危及公共安全的紧急事件。应急物流是指应对突发事件而建立的物流系统。与普通物流的最大区别是在追求物流的效益的基础上，更强调物流效率的实现[1]。

从广义的范畴来说，应急物流系统包括建立应急物流保障机制、应急物流技术平台的建立、应急物流信息的运作、应急物流中心的建立、应急物资与资金的筹措、应急物资的保管、应急物资的调度与配送、应急物流方案的制订与决策等方面[2]。

目前，国内有诸多学者对应急物流领域进行研究，陈春益（2001）进行台湾救灾物流体系构建，通过实际的模拟，研究救灾物资的供给和配送中心的运作。王刊良、徐寅峰（2001）对已有的几种生成空间相异路径的算法进行了分析和评价，并在处置突发应急事件背景下构建了一个复合模型。卢安文（2003）通过分析紧急情况下的物流配送的必要性，建立了考虑公路运输的紧急情况下的物流配送模型，并考虑多种运输方式，以时间、费用为目标建立了0–1整数规划模型及目标规划模型。程赐胜（2004）针对受不确定因素的干扰的配送车辆调度建立了一种车辆调度的随机模型，并运用遗传算法对该模型进行了求解。李阳、李聚轩（2005）系统提出了我国救灾物资调运系统的结构和功能的设计方案。宋明安（2005）在不同的约束条件下，研究了以最小化运输费用为目标的应急救援物资运输的问题。张毅（2006）研究了应急救援物资车辆运输线路的选择问题，运用多属性决策理论建立了用来评价备选线路决策效用函数的数学模型。计国君、朱彩虹（2007）提出应综合考虑可重复利用和不可重复利用的抗灾物资，在针对突发事件的应急物流配送系统中实施转运策略。邹志云（2008）确定行驶时间、拥挤程度、行驶困难度、货物运输的安全性和运输组织的便捷性五个评价指标体系，并利用非线性优化层次分析方法来确定各评价指标的权重系数，运用灰色系统理论建立了应急物流的路径选

择方法。

但是，这些理论多是基于国家应急系统的建立、物流应急物资的路径选择和应急物流的运输调度上，对于突发事件实际发生时，面对若干应急物流的预案，应该怎样科学系统评价与选择的研究还不是十分多见[3]。因此，本文基于应急物流的特点建立了应急物流预案的评价指标体系并结合实例运用模糊层次分析法选择最佳应急物流方案。通过对应急物流系统及其选择最优应急方案问题的研究，可以提供相关的决策模型和算法，帮助应急物资执行机构决策人员构建在突发事件环境中保障应急救援物资需求的应急物流系统，制定最小化时间与成本物资运输方案，为无法预测的突发事件的应急物资保障提供支持。

2　模糊层次分析法介绍

进入21世纪，国家以及社会组织对突发事件时的紧急调度运作越来越重视，在很多领域已经建立了物流应急方案。当突发事件发生时，要求在最短的时间内、在多个应急物流预案中确定一个最适宜的方案付诸实施，这样才能达到应急物流实现最高效率的同时兼顾效益的目标。因此，如何快速有效地对众多的应急预案进行评价，从而选出一个最佳方案是本文的研究工作。本文基于应急物流的特点建立了应急物流预案的评价指标体系并结合实例运用模糊层次分析法选择最佳应急物流方案[3]。

2.1 模糊层次分析法的概述

模糊分析法是在对一个事物难以考核的情况下，将一个大的系统分解为较小的系统，较小的系统再分解为更小的因子，然后确定最小因子的权重，最后推导出整个系统的重要性的一种科学方法。它一般适用于评价和选择不完全信息的事物，其前提条件是对评价和选择的事物的评价指标必须可分解，分解到最后的指标因子要能感知或计算其重要性。

在应急物流中，当发生突发事件时，为了能快速地从诸多议案中以最快的速度选出最优方案，就必须对各方案的指标权重进行比较，但是很多情况下我们不能很好地给出指标权重，或者各指标难于量化，或者一致性约束很难达到，这时候就需要引入参数，这就是模糊层次分析法的最简单的解释。

2.2 模糊一致矩阵理论

模糊层次分析法的关键是建立起模糊一致矩阵，模糊一致矩阵相关的概念和相关定理如下：

基本概念：

定义1　设矩阵$R=(r_{ij})_{n\times n}$，若满足：$0\leqslant r_{ij}\leqslant 1$，（$i=1，2，\cdots，n$；$j=1，2，\cdots，n$），则称$R$是模糊矩阵。

定义2　若模糊矩阵$R=(r_{ij})_{n\times n}$满足：$r_{ij}+r_{ji}=1$，（$i=1，2，\cdots，n$；$j=1，2，\cdots，n$），则称模糊矩阵R是模糊互补矩阵。

定义3　若模糊互补矩阵$R=(r_{ij})_{n\times n}$满足：$\forall i，j，k$，$r_{ij}=r_{ik}-r_{jk}+0.5$，则称模糊矩阵R是模糊一致矩阵。

相关定理：

由模糊互补矩阵构造模糊一致矩阵：如果对模糊互补矩阵按行求和，记为$r_i=\sum_{k=1}^{m} f_{ik}$（$i=1，2，\cdots，m$），实施如下数学变换$r_{ij}=\frac{r_i-r_j}{2m}+0.5$，则由此建立的矩阵$R=(r_{ij})_{n\times n}$是模糊一致矩阵。

2.3 模糊一致矩阵表示因素间两两重要性的比较

（1）模糊一致矩阵$R=(r_{ij})_{n\times n}$中，$r_{ij}=0.5$，表示元素i与元素j同样重要；$0\leqslant r_{ij}\leqslant 0.5$表示元素$j$比元素$i$重要，并且$r_{ij}$越小，元素$j$比元素$i$越重要；$0.5<r_{ij}\leqslant 1$表示元素$i$比元素$j$重要，并且$r_{ij}$越大，元素$i$比元素$j$越重要。

（2）由定义可知，$1-r_{ij}$表示b_i不比b_j重要的隶属度，而b_i不比b_j重要，则b_j比b_i重要，又因b_j比b_i重

要的隶属度为r_{ij}，故r_{ji}=1−r_{ij}即R是模糊互补矩阵。

（3）如果元素i比元素j重要，元素j比元素k重要，那么元素i一定比元素k重要；如果元素i不比元素j重要，元素j不比元素k重要，那么元素i一定不比元素k重要。

2.4 模糊层次分析法进行决策的一般步骤

（1）建立决策问题的层次递阶结构模型。根据对问题的分析，确定评价指标，并将评价指标因素分层，最高层为总的目标，中间层是与总目标相关的因素，中间层可以是一层或多层，最底层是待选的各方案。

（2）建立优先关系矩阵——假定某一层的元素B同下层次中的元素C有联系，建立它们两两比较重要程度的优先关系矩阵R=（r_{ij}）$_{m\times m}$，其中，R_{ij}表示元素C_i相对于元素B比元素C_j重要程度的隶属度，这种模糊互补矩阵，两个元素的重要程度的隶属度取值可参照表1。

表1 模糊层次分析法的五个标度

标度	定义	说明
0.5	同等重要	两元素相比较，同等重要
0.6	稍微重要	两元素相比较，该元素比另一元素稍微重要
0.7	明显重要	两元素相比较，该元素比另一元素明显重要
0.8	重要很多	两元素相比较，该元素比另一元素重要很多
0.9	极端重要	两元素相比较，该元素比另一元素极端重要
0.1、0.2、0.3、0.4	反比较	利用公式r_{ij}=1−r_{ji}获得相应取值

（3）将优先关系矩阵改造成模糊一致矩阵。由模糊互补矩阵构造模糊一致矩阵，如果对模糊互补矩阵按行求和记为$r_i=\sum_{k=1}^{m} f_{ik}$（$i$=1，2，…，$m$），实施如下数学变换 $r_{ij}=\frac{r_i-r_j}{2m}+0.5$，则由此建立的矩阵$R$=（$r_{ij}$）$_{m\times m}$是模糊一致矩阵。

（4） 进行层次单排序，使用模糊一致的判断矩阵去推算各层次个因素的重要次序（即权重），利用以下公式：$w_i=\frac{1}{n}-\frac{1}{2a}+\frac{1}{na}\bullet\sum_{k=1}^{n} r_{ik}$（其中：$n$为矩阵$R$的阶数），$a=\frac{(n-1)}{2}$。

（5） 层次总排序，在层次单排序的基础上，综合各层权重矩阵和专家评分，得出各方案的优劣价数，选择优化方案。

3 利用模糊层次分析法对应急物流方案的选择

3.1 指标体系的建立

反应速度：应急物流是属于特殊的物流服务，因此，应急物流不仅仅局限于利益最大化和成本最小化，速度和效率是应急物流系统首先要考虑的。那么，如何在最短的时间内迅速做出反应，运用适合的交通工具，把应急物资准确地送到理想的地点，应从下面三个方面考虑：应急物资到达的准确性、应急物资到达的及时性、应急物资的完备性。

灵活程度：应急物流另一大特点就是，需要有灵活的反应，因为疫情灾情可能会瞬息万变，预案在实现过程中需要随时调整，所以被选择预案是否可以便于调整，如果进行到其中的某个阶段，当客观条件不允许，是否可以被其他方案所取代也是我们在选择应急物流方案时要加以考虑的。

成本效应：成本作为一个限制条件也同样重要，如何在达到效果的前提下，降低成本对于应急物流的实践和实施有着很大的意义。这里面包含了物资本身的成本、仓储成本与运输成本，因此，从这三方面衡量整个的成本，才会突出方案评价体系的完整性与客观性。

3.2 物流预案选择的评价模型

根据模糊层次分析法的原理和对影响应急物流预案因素的分析，确定了应急物流预案选择的三层结构模型，如图1所示。

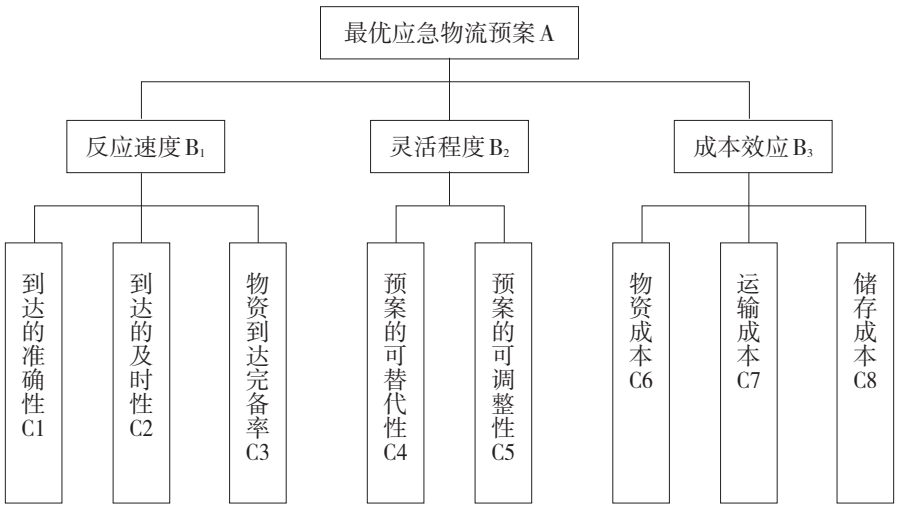


图1　最佳应急物流方案评价指标模型

3.3 应用模糊层次分析法解决应急物流预案的选择问题

假设国内外的有关专家要对汶川地震中的映秀镇的四个应急物流预案进行选择，他们针对上述的八个指标对四个方案的打分综合结果如表2所示。

表2　专家评分数据表

第一层记为A（目标层）		应急物流预案							
第二层记为B（准则层）		反应速度			灵活程度		成本效应		
第三层记为C（具体指标层）	评价因素	到达的准确性	到达的及时性	物资到达完备率	预案的可替代性	预案的可调整性	物资成本	运输成本	仓储成本
第四层记为D（方案层）	1	6	9	7	7	6	5	7	6
	2	7	7	9	7	8	9	8	7
	3	5	9	9	8	7	5	8	9
	4	8	7	8	8	9	7	5	8

（1）建立层次结构评价模型。最高层为选择最佳的应急物流方案，第二层为选择应急物流方案所要考虑的因素，第三层为准则层的具体细化指标，最下层为候选应急物流预案。

（2）建立优先关系矩阵，如表3~表6所示。

表3　A—B优先关系矩阵

指标A	B_1	B_2	B_3
B_1	0.5	0.7	0.8
B_2	0.3	0.5	0.7
B_3	0.2	0.3	0.5

表4 B—C优先关系矩阵（对B_1）

指标B_1	C_1	C_2	C_3
C_1	0.5	0.3	0.8
C_2	0.7	0.5	0.6
C_3	0.2	0.4	0.5

表5 B—C优先关系矩阵（对B_2）

指标B_2	C_4	C_5
C_4	0.5	0.8
C_5	0.2	0.5

表6 B—C优先关系矩阵（对B_3）

指标B_3	C_6	C_7	C_8
C_6	0.5	0.3	0.6
C_7	0.7	0.5	0.8
C_8	0.4	0.2	0.5

（3）利用如下数学公式$r_{ij}=\frac{r_i-r_j}{2m}+0.5$，$r_i=\sum_{k=1}^{m}fik(i=1,2,\cdots,m)$，$r_j=\sum_{k=1}^{m}f_{jk}(j=1,2,\cdots,m)$将上述优先关系矩阵转化为模糊一致矩阵，如表7~表10所示。

表7 A—B模糊一致矩阵

指标A	B_1	B_2	B_3
B_1	0.67	0.58	0.5
B_2	0.58	0.5	0.42
B_3	0.5	0.42	0.33

表8 B—C模糊一致矩阵（对B_1）

指标B_1	C_1	C_2	C_3
C_1	0.53	0.56	0.45
C_2	0.56	0.6	0.48
C_3	0.45	0.48	0.37

表9 B—C模糊一致矩阵（对B_2）

指标B_2	C_5	C_6
C_5	0.65	0.5
C_6	0.5	0.35

表10 B—C模糊一致矩阵（对B_3）

指标B_3	C_7	C_8	C_9
C_7	0.47	0.57	0.42
C_8	0.57	0.67	0.52
C_9	0.42	0.52	0.37

接下来进行层次单排序，使用模糊一致的判断矩阵去推算各层次各因素的重要次序（即权重），利用以下公式：$w_i=\frac{1}{n}-\frac{1}{2a}+\frac{1}{na}\bullet\sum_{k=1}^{n}r_{ik}$（其中：$n$为矩阵$R$的阶数），$a=\frac{n-1}{2}$。

B层（准则层）各因素相对A层（目标层）权重：

权重：W_0=（0.416，0.333，0.25）^{T}

C层（具体指标层）各因素相对B层（B_1）权重：

权重：W_1=（0.343，0.38，0.267）^{T}

C层（具体指标层）各因素相对B层（B_2）权重：

权重：W_2=（0.65，0.35）^{T}

C层（具体指标层）各因素相对B层（B_3）权重：

权重：W_3=（0.32，0.42，0.27）^{T}

最后，对各应急物流预案的评价。确定各物流预案相对应子目标及主目标的评价分数，设各物流预案对子目标的重要度为C_{ijs}（其中i为主目标，j为子目标，s为各物流服务提供商）。由C_{ijs}可以计算出各物流预案相对于各主目标的重要度D_{is}。

物流预案1对主目标的重要度为D_1：

D_1=（7.347，6.65，6.16）。

物流预案2对主目标的重要度为D_2：

D_2=（7.464，7.35，8.43）。

物流预案3对主目标的重要度为D_3：

D_3=（7.538，7.65，7.39）。

物流预案4对主目标的重要度为D_4：

D_4=（7.54，8.35，6.5）。

各应急物流预案的综合评分：

E_1=6.811

E_2=7.66

E_3=7.531

E_4=7.542

由此可知$E_1<E_3<E_4<E_2$，即第二个应急物流预案为最优选方案。

4　结　论

如何运用科学的方法，应付突发事件的物流活动，制定有效应急决策，将突发事件引发的损失降至最低程度，发生的费用减到最小[4]，从而在完成处置突发应急事件任务以及降低处置突发事件费用达到“双赢”目的，已经成为目前各个国家在公共危机以及应急管理方面研究的一个热点。

首先，本文从整体角度论述了影响应急物流系统的诸多因素以及现行研究分析的方向，然后，本文着重根据应急物流的特点，从反应速度、灵活水平、成本效率着手[5]，建立了应急物流预案的评价指标体系，并应用模糊层次分析法进行研究，选择出一个最佳方案。结果证明了模糊层次分析法的有效性、可行性，为应急物流方案的选择提供了一定的参考价值。

但作为一个应用示范系统，本文所实现的系统还存在着如下一些有待改进的地方。在利用模糊层次分析法选择方案时，模型的评价因素也许还不够充分完整，还有些实际当中的问题没有考虑进去。另外，能力有限以及条件约束问题，本系统在实现过程中没有全面考虑所有的实际影响因素，而是重点考虑了其中较为重要的应急因素，对于其他因素的扩展和完善，将来还需要很长的论证阶段。

参考文献

［1］张吉军. 模糊层次分析法（FAHP）［J］. 模糊系统与数学，2002，14（2）：80–88.

［2］戴更新. 多资源组合应急调度问题的研究［J］. 系统工程理论与实践，2000，12（9）：52–55.

［3］刘志学. 现代物流［M］. 北京：中国物资出版社，2000.

［4］欧忠文，等. 应急物流［J］. 重庆大学学报，2004，27（3）：164.

［5］孟参，王长琼. 应急物流系统运作流程分析及其管理［J］. 物流技术，2006，9：15–17.

物流中心配送路线优化模型研究

李　洋
（上海海事大学交通运输学院，上海 200000）

摘　要：为解决城市物流配送运营体系中存在的问题，实现配送路线的合理选择，优化资源配置，提升配送效率，论文以烟草配送中心为例，对配送问题中的车辆路径（VRP）进行研究。采用四叉树方法进行配送分区基础上，针对烟草配送路线规划问题建立其相应的VRP数学模型。

关键词：配送路线规划；四叉树方法；VRP

1　引　言

物流配送路线规划的核心是车辆路线问题。Dantzig和Ramser于1959年首次提出了车辆路线问题（Vehicle Routing Problem，VRP），Bodlin、Christofider、Golden、Assad、Ball等运筹学理论、概率论和随机理论等学科专家进行了更深入的研究。车辆路线问题定义为：对一系列发货点、收货点，组织适当的行车路线，使车辆有序地通过，在满足一定的约束条件（如货物需求量、发送量、交发货时间、车辆容量限制、行驶里程限制、时间限制等）下，达到一定的目标（如路程最短、费用最小、时间最短等）。论文以烟草物流，分析城市配送运营体系中存在的问题，并建立模型对配送路线加以优化和改善。

2　解决思路

在已经确定某市烟草配送中心地理位置的基础上，解决物流配送的运输车辆路线安排问题（Vehicle Routing Problem），即每辆车的容量都相同，且距离（费用）矩阵是对称的[1]。先应用四叉树方法进行配送分区，在配送分区的基础上，针对烟草配送路线规划的问题建立相应的VRP数学模型，解决烟草配送中心运输路线优化问题。

3　模型描述

3.1 问题描述

烟草配送路线的规划问题可以看做是车辆路径问题：配送中心有V辆车，需要对C个节点（配送网点）进行运输配送，每个节点的货物需求量是$q_i(i=1,2,\cdots,C)$，每辆配送货车的最大载重量是w。

3.2 基本条件

对于烟草配送路线优化的问题，已知道以下条件：

（1）历下区烟草配送的交通网络图；

（2）配送起点和各个配送网点的分配位置；

（3）各个配送网点对烟草的需要量。

3.3 约束条件

（1）配送货车必须在已有的道路上行驶；

（2）配送车辆所装载的货物不得超过车辆的最大装载标准；

（3）配送车辆必须满足各个烟草配送点的需求量。

3.4 模型目标

在不超过配送货车最大载重量以及能够满足各个烟草配送需求点的需求的条件下。历下区烟草配送路线优化的问题所达到的主要目标是烟草配送的总成本最小[2]。

3.5 网络模型

3.5.1 模型描述

（1）城市内交通网络为无向图，双向通行能力均等，任意两点可以连通；

（2）配送车辆条件相同，且配送时的行驶速度相同；

（3）客户对送货时间的要求不严格；

（4）配送起点和终点在同一节点；

（5）货物条件相同；

（6）车辆载重约束可以用货物数量来表示。

3.5.2 已知条件

设c表示节点i到节点j的运输成本，如时间、路程、花费等。设配送中心的编号为0，各个节点编号为$i(i=1,2,\cdots,C)$，定义变量如下：

（1）配送网络的拓扑结构图$G=(V,A,Q,L)$，G为无向简单连通图；

（2）V为该图的顶点集，是配送中心与各烟草配送网点的集合。$V=\{v_0,v_1,\cdots,v_c\}$，其中v_0代表配送中心位置，$v_1,v_2,\cdots,v_C$代表C个烟草配送网点位置，建立以v_0为高斯平面坐标系，即$v_0=(x_0,y_0)=(0,0)$，v_k取相对坐标，则$v_k=(x_k,y_k)$；

（3）A为该图的弧集，是所有顶点之间道路的集合，$A=\{a_1,a_2,\cdots,a_n\}$，对于A中的任意一条道路a_k，必然在V中有两个节点与之相对应，即$a_k=(v_k,v_j)$；

（4）Q为该图的顶点权集，包括每一个顶点所对应的权（即各烟草配送网点的需求量，配送中心为0），$Q=\{q_1,q_2,\cdots,q_m\}$；

（5）L为该图的弧权集，包括每一个顶点所对应的权（即每条道路的通行费用，在交通条件均等的情况下可以用道路的里程来表示），$L=\{l_1,l_2,\cdots,l_n\}$；

（6）配送车辆的最大载货量为W；

（7）单个烟草配送网点最大需求量小于或等于配送车辆的最大载货量（对于最大需求量大于配送车辆最大载货量的烟草配送网点，大于配送车辆的最大载货量的部分可以进行整车运输，因此可以只考虑货物的余数问题），即$\max\{q_1,q_2,\cdots,q_m\}\leqslant W$；

（8）配送中心库存足以满足各烟草配送网点的总需求量。

3.5.3 约束条件

（1）配送线路的起点为v_0，终点也为v_0；

（2）每条配送路径经过顶点的权值和不能大于W，即每条配送是一辆车的一次送货过程；

（3）配送车辆经过某顶点时，车上剩余数量大于等于该顶点的权值；

（4）配送车辆经过某顶点后，车上剩余数量等于原数量减去该节点的权值；

（5）所有巡回路由经过的顶点不重复，配送车辆必须经过所有权值不为零的顶点。

3.5.4 结果约束

根据已知条件和约束条件，通过一定的优化算法得出多条经过无重复顶点的配送路由，同时尽可能使配送路由经过的所有弧（即道路）的总长度最短（总费用最小）。

4 配送区域的划分

配送区域的划分，即利用四叉数树法，选取地理上相对集中的烟草配送点初步构造分区，使得各

个初步划分的区域内的各个需求点的需求总量等于或接近车辆的运送能力；对于已经初分的区域进行调整和优化，确定最后总的配送区域；具体到历下区烟草配送区域的划分，我们可以先以配送起点建立高斯坐标，各个点的坐标值在上文中已经说明。根据上述的四叉树算法的实现过程，可以先初步生成四叉树，其次，根据区域划分的原则，进行四叉树网格的确定，形成最终的配送区域。

5　车辆路线安排问题的数学表达

为对这个问题建立模型，我们用$POINTS=\{0,1,\cdots,7\}$表示配送起点和各个配送网点，DIS_{ij}为网点A_i和A_j之间的距离。由于是配送货车将烟草配送到各个配送网点，所以配送的距离矩阵是对称的[3]。我们引入二值变量$arrive_{ij}$，如果配送货车从网点i到达网点j，则此变量取值为 1 ，否则取 0 。目标是找出一个循环的路线，其从配送起点出发。每个配送网点i的货车只能来自固定的另一个配送网点。式（1）和式（2）表示出这些条件。

$$\forall j \in POINTS: \sum_{i \in POINTS, i \neq j} arrive_{ij} = 1 \tag{1}$$

$$\forall j \in POINTS: \sum_{j \in POINTS, i \neq j} arrive_{ij} = 1 \tag{2}$$

如果只使用约束条件（1）和（2），则此循环可能被分成若干个子循环。例如从配送起点到A_1，然后再回到配送起点。此子循环能够满足上述的两个约束条件，但并不是正确解。因此需要避免这种情况的出现。约束条件（3）即可实现此目的：对于每个配送网点集合S，要求S中的弧的数目必须严格小于基数S，这样就避免出现子循环的情况[4]。

$$\forall S: \sum_{(i,j) \in S} arrive_{ij} \leqslant |S| - 1 \tag{3}$$

目标函数为（ 4 ），即最小化经过所有配送网点的循环的长度，也就是所经过的所有弧的总长度。

$$\min \sum_{i \in POINTS} \sum_{j \in POINTS} DIST_{ij} \times arrive_{ij} = 1 \tag{4}$$

由此，得到配送路线规划的数学模型：

$$\min \sum_{i \in POINTS} \sum_{j \in POINTS} DIST_{ij} \times arrive_{ij} = 1 \tag{5}$$

$$\forall j \in POINTS: \sum_{i \in POINTS, i \neq j} arrive_{ij} = 1 \tag{6}$$

$$\forall j \in POINTS: \sum_{j \in POINTS, i \neq j} arrive_{ij} = 1 \tag{7}$$

$$\forall S: \sum_{(i,j) \in S} arrive_{ij} \leqslant |S| - 1 \tag{8}$$

$$\forall i, j \in POINTS: arrive_{ij} \in \{0,1\} \tag{9}$$

6　结　论

对烟草配送路线建立了优化模型，并得到了路径较短的优化解，由于考虑了配送分区和更加科学的算法而比原有的扫描法更加优化。论文采用的方法和结论，对解决城市配送运营体系中存在的问题，实现配送路线的优化，具有一定指导意义。

参考文献

［1］段朝辉．益阳地区烟草配送系统整合方案［J］．企业技术开发，2006，26（5）：113–116.

［2］孙峰，沈长鹏．城市烟草配送中心布局研究［J］．物流技术，2004（12）：31–33.

［3］贾楠，吕永波，付蓬勃．物流配送问题中VRP的数学模型及其求解算法［J］．物流技术，2007，26（4）：54–56.

［4］赵振华，王杰，娄春元．物流配送中车辆路径问题的模型及算法研究［J］．物流科技，2007（1）：92–94.

供应链中配送中心选址方法研究

王 正[1] 单晓芳[2]
（1. 上海海事大学交通运输学院，上海 200135；2. 同济大学经济与管理学院，上海 200092）

摘 要：配送中心的选址是供应链管理中的一个重要的问题，论文在对已有配送中心选址进行回顾的基础上，建立了双层目标规划的选址模型，最后从实际出发，对供应链中配送中心的选址方法作了进一步探讨。

关键词：供应链；配送中心；选址；双层目标规划；方法

1 引 言

当前企业间的竞争已经变为供应链之间的竞争，配送中心作为供应链的一个环节，应从供应链的角度来考虑其选址问题。配送中心的选址是降低供应链成本和提高供应链竞争能力的关键。常见的配送中心选址问题主要是在一系列候选点中确定新增设施的最佳位置，目标是使各项费用最小。选址问题涉及大量的数据，在分析时需要大量需求和运输等方面的信息，使用复杂的模型和分析技术来有效处理复杂的数据，所以在实际工作中很难达到要求。为了找到一种更加符合实际要求，使配送中心在供应链中的经济利益和社会效益达到最大化的选址方法，需要建立一个更加准确、翔实的描述配送中心选址问题的数学模型。

2 配送中心选址的一般方法

2.1 定性方法

定性方法是指凭借个人或集体的经验做出决策。定性选址常用的方法有头脑风暴法、专家调查法、PERT法等。

定性方法的优点是：注重历史经验，简单易行。其缺点是：容易犯经验主义和主观主义的错误，并且当可选地点较多时，不易做出理想的决策，导致决策的可靠性不高。

2.2 定量方法

根据选址的数量，可将选址方法分为以下两大类：

2.2.1 单设施选址

（1）重心法

重心法是单个设施选址常用的方法。重心法是一种静态的方法，将运输成本作为唯一的选址决策因素，给定供给点与需求点的坐标和节点之间的运输量，目标是使运输总成本最小。

（2）交叉中值模型

交叉中值模型是求解连续点选址问题的一种十分有效的模型，它是利用加权的城市距离进行最小化计算。

2.2.2 多设施选址

（1）Kuehn–Hamburger（奎汉–哈姆勃兹）模型

Kuehn–Hamburger模型是对多个设施进行选址的典型方法。它是一种启发式的方法，即先求出初次解，然后经过反复计算修改这个解，使之逐步达到最佳解的方法。

（2）模拟模型

模拟模型在求解的精度性上要低于数学优化模型，但能在全面反映实际问题的基础上求得满意解。

（3）加权评分法

加权评分法就是选定几个因素，并给出权重，对欲确定的地址求加权总分，得出该选址方案的最后评分。

（4）空间—引力模型

基本思想：散布在城市中各个区域的顾客与各个销售点有一定的空间距离，假设各零售店的商品种类大致相同，则顾客购物是因为这家零售店对他的吸引力较大。

（5）混合整数规划模型

即根据费用最小原则来建立整数规划模型。

定量方法的优点是能得到比较准确、可信的解，缺点是对比较重要的评判因素，模型可能没有考虑。

2.3 定性与定量方法相结合

这类方法是先对候选地点进行定性评价，筛选掉与目标相差太远的地点，然后利用数学模型进行再挑选。这种方法的优点是综合了定性和定量两方面，能够做出比较理想的决策。

3　双层目标规划模型的建立及其求解

3.1 双层规划选址模型

配送中心的选址问题可以看做是一个Leader–Follower问题，其中决策部门是指领导者（Leader），客户对配送中心的选择行为或者客户需求在各配送中心的分配为跟随者（Follower）。客户的需求特点和选择行为是应着重考虑的问题。客户总是朝着费用支出最小的方向选择配送中心，这对配送中心的选址决策有较大影响。这种关系可以用双层规划模型来描述。

双层规划方法与传统的单层规划方法相比具有十分明显的优势，具体表现在：

（1）可以同时分析决策过程中两个不同的、相互矛盾的目标；

（2）双层规划多价值准则的决策方法更接近实际情况；

（3）可以明确表示决策部门和公众的相互作用。

物流配送中心的选址问题涉及两种具有明显不同目标函数的决策者——选址规划者和用户，因此，采用双层规划模型来描述这种关系是比较适宜的。

上层规划（U）可以描述为决策部门在允许的固定投资范围内确定最佳的物流配送中心的地点，以使得总成本最小（包括固定成本和变动成本）。而下层规划（L）则描述了在多个配送中心存在的条件下，即包括已有配送中心存在的情况下，客户需求量在不同配送中心之间的分配模式，它的目标是使每个客户支出的费用最低。具体模型如式（1）~式（12）所示。

$$\text{U：}\min F=\sum_{i}\sum_{j}C_{ij}X_{ij}+\sum_{j}f_{j}z_{j}+\sum_{j}\sum_{q}P_{jq}w_{jq} \tag{1}$$

$$\text{s.t.}\quad \sum_{j=1}^{n}f_{j}z_{j}\leqslant B \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^{n}z_{j}\geqslant 1 \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^{n}w_{jq}\leqslant M_{q}\quad \forall q=1,\ \cdots,\ p \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{m}X_{ik}\leqslant V_{i} \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \sum_{q=1}^{p} w_{jq} \quad \forall j=1, \cdots, n \tag{6}$$

$$z_j \in \{0, 1\} \tag{7}$$

式中 C_{ij}——j地点的配送中心为第i个客户提供服务所需支出的单位费用；

X_{ij}——第i个客户在j地点的配送中心得到满足的需求量；

f_j——在j地点建配送中心的固定投资费用；

z_j——在j地点建配送中心时，此值为1，否则为0；

B ——修建配送中心的总投资预算；

W_{jq}——从工厂q到配送中心j的运输量；

P_{jq}——从工厂q到配送中心j的运输单价；

M_q——工厂q的供应能力；

V_i——配送中心i的供应能力。

上层目标函数是从决策者的角度出发，使修建配送中心的费用与满足消费者需求的费用之和最小。

在配送系统中，由于单一客户的需求量不是由某个配送中心全部满足的，并且还存在已有配送中心竞争的影响。所以在下层目标规划中假设已有配送中心l个，这样k个客户就是在$n+l$个配送中心中分配它们的需求量。可以这样来描述下层问题：

$$\text{L：} \min T = \sum_{i} \sum_{k} X_{ik} Y_{ik} \tag{8}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k=1}^{n+l} X_{ik} = A_i \qquad \forall i=1, \cdots, m \tag{9}$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ik} \leqslant V_k \qquad \forall k=1, \cdots, n+1 \tag{10}$$

$$X_{ik} \leqslant M \cdot z_k \quad \forall i=1, \cdots, m; \ \forall k=1, \cdots, n+1 \tag{11}$$

$$X_{ik} \geqslant 0 \tag{12}$$

式中 X_{ik}——第i个客户在k地点的配送中心得到满足的需求量；

Y_{ik}——第i个客户选择k地点配送中心服务所需要支出的单位费用；

A_i——第i个客户总的需求量；

V_k——k地点配送中心总的供应能力；

M ——任意大的正数。

下层规划表示客户选择最优配送中心，即各个用户在各配送中心间分配需求量，使用户的总支出费用最小。

3.2 双层目标规划的求解

求解双层规划问题的关键在于找到反应函数的具体形式，也就是要找到能够反映上、下两个目标函数之间关系的具体函数形式。对L进行分析可以看出，约束条件（11）表示平衡状态下客户在各个配送中心分配的需求量与配送中心选址方案之间的关系，即对下层问题，对于一固定的z_k，下层问题中的约束可以省去。但为了得到反应函数的具体形式，可以将约束（11）化为如下形式：

$$X_{ik} = M \cdot z_k - s_{ik} \quad i=1, \cdots, m; \ k=1, \cdots, n+1 \tag{13}$$

式中，s_{ik}为松弛变量。当z_k=0时，可以直接得出X_{ik}及s_{ik}的值；当z_k=1时，可以利用已有的方法求解L，求得平衡状态下客户在各配送中心分配的需求量X^*_{ik}，然后利用式（13），计算松弛变量s^*_{ik}的值。这样得到的所有反应函数的关系都可以写为

$$X_{ik} = M \cdot z_k - s^*_{ik} \tag{14}$$

将上述关系式代入上层目标函数中，然后进行求解。对于从上层问题求出的最优解，再一次求下

层问题，就可以得到客户需求量在各配送中心的分配，重复以上过程，又可以得到一组新的选址方案。如此重复计算，最后有望收敛于双层规划模型的最优解。计算步骤如下：

第一步：设定一个初始解z^0_k，令迭代次数r=0；

第二步：对于给定的z^r_k，求解下层问题，得到X^r_{ik}；

第三步：根据式（14），计算s^r_{ik}，将关系式X_{ik}=Mz_k−s^r_{ik}代入上层目标函数，结合C^r_{ik}求解上层问题，得到一组新的z^{r+1}_k值；

第四步：如果$|F^{r+1}-F^r| \leqslant \varepsilon$，停；否则令$r$=$r$+1，转第二步。其中$\varepsilon$为迭代精度。

4　供应链中配送中心选址方法的进一步讨论

配送中心不仅要考虑其建设费用，建成投入使用后的运营费用更是事先需要着重考虑的问题。因此，在目标函数中，总费用包括配送中心建设的固定费用、为客户服务所需支出的费用、建成后的库存成本、由工厂到配送中心的运输成本等。

在对为客户服务的配送中心运营费用的研究中，一般都假设客户的需求量已知，费用的支出只与配送中心到客户之间的距离和运量有关。常见的选址模型都是以配送中心到需求点的配送是放射状为前提，也就是说从配送中心出发的运输车辆每次访问一个客户后，就返回到该配送中心。实际上，不满载的配送任务从配送中心到客户都是采用巡回线路的，即若干个需求量较小的客户在一条配送线路上。配送中心的选址与车辆及配送线路的安排之间存在相互依赖的关系，配送中心服务于各个客户的费用不再是独立的，而是车辆路线安排的结果。巡回线路的考虑比放射性线路的考虑要实际许多。

从更加实际的角度出发，配送中心服务于每个客户的总费用不但与单位运输费用有关，而且与配送中心的数量、配送中心的竞争力、配送中心之间的需求分配等密切相关。传统的假设客户到配送中心的需求量已知只适合于单个配送中心选址的情况。实际上，客户对配送中心是有选择的，并且某个客户的需求不只由一个配送中心来满足。客户的选择行为与配送中心的建立之间存在着不可忽视的联系。在新建配送中心以前，某个地区往往已经存在配送中心，由此看来，竞争因素在配送中心选址问题中是客观存在的，客户需求量是在所有配送中心之间进行分配的。因此，需要考虑到已有配送中心的竞争作用。

将竞争因素加入到配送中心选址中来，可以构造出相应的选址模型，比较典型的有双层规划模型，上层目标函数是从决策者的角度出发，使配送中心的建设费用与满足消费者需求的费用之和最小，下层规划表示客户选择最优配送中心，即客户在各配送中心间分配需求量，使其总费用最小。双层规划问题是一个典型的NP-hard问题，求解是非常复杂的，所以很难找到精确算法，但可以用启发式算法或遗传算法，通过有限次迭代，最后得到问题的近优解。

参考文献

[1] 邓爱民，张国方，邵毅明，等. 物流工程［M］. 北京：机械工业出版社，2002：97-105.

[2] 蔡临宁. 物流系统规划——建模及实例分析［M］. 北京：机械工业出版社，2003：23-58.

[3] 丁浩，李电生. 城市物流配送中心选址方法的研究［J］. 华中科技大学学报，2004，3：50-51，54.

[4] OWEN S H, DASKIN M S. Strategic facility location: a review［J］. Euro-pean Journal of Operational Research, 1998, 111（3）：423-447.

[5] Eiichi Taniguchi, Michihiko Noritake, Tadashi Yamada, Toru Izumitani. Optimal size and location planning of public logistics terminals［J］.Transportation Rearserch part E, 1999, 2：207-222.

物流配送车辆路径优化问题综述

高晶晶
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘 要：物流配送车辆路径优化问题是一类具有广泛应用的NP难题，论文综合国内外多种参考文献，阐述了该问题的定义和分类，具体介绍了解决此类问题的主要方法，并就目前该问题的研究发展情况作了简要分析和进一步的展望。

关键词：物流；配送；车辆路径优化

1 物流配送车辆路径优化问题的提出

物流配送车辆路径问题（Vehicle Routing Problem，VRP）最早是由Dantizig和Ramser于1959年首次提出的[1]。该问题的研究目标是对一系列的顾客需求点设计适当的路线，使车辆有序地通过它们，在满足一定的约束条件（如货物需求量、发送量、交发货时间、车辆容量限制、行驶里程限制、时间限制等）下，达到一定的优化目标（如里程最短、费用最少、时间尽量少、车队规模尽量小、车辆利用率尽量高等）[2]。

2 物流配送车辆路径优化问题的分类

VRP被提出后，国内外各学科学者从不同角度、不同方向对它进行了各种研究，并各自按不同标准对VRP进行了分类[3, 4]。综合起来，VRP问题最常见的约束条件如下：

（1）容量约束。任意车辆路径的总重量不能超过该车辆的能力负荷。由此引出带容量约束的车辆路径问题（Capacitated Vehicle Routing Problem，CVRP）。

（2）优先约束。不同车辆路径的优先程度不同。由此引出优先约束车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Precedence Constraints，VRPPC）。

（3）车型约束。引出多车型车辆路径问题（Mixed/Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem，MFVRP/HFVRP）。

（4）时间窗约束。包括硬时间窗（Hard Time Windows）约束、软时间窗（Soft Time Windows）约束和混合型时间窗约束。硬时间窗问题要求每项任务必须在要求的时间范围内完成，若超出该时间范围，则得到的解为不可行解；软时间窗问题则是当某项任务不能在要求的时间范围内完成时给予一定的惩罚。由此引出带时间窗（包括硬时间窗和软时间窗）的车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Time Windows，VRPTW）。

（5）相容性约束。引出相容性约束车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Compatibility Constraints，VRPCC）。

（6）随机需求。引出随机需求车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Stochastic Demand，VRPSD）。

（7）开路。引出开路车辆路径问题（Open Vehicle Routing Problem，OVRP）。

（8）多运输中心。引出多运输中心的车辆路径问题（Multi-Depot Vehicle Routing Problem，MDVRP）。

（9）回程运输。引出带回程运输的车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Backhauls，VRPB）。

（10）最后时间期限。引出带最后时间期限的车辆路径问题（Vehicle Routing Problem with Time

Deadlines，VRPTD）。

（11）车速随时间变化。引出车速随时间变化的车辆路径问题（Time-Dependent Vehicle Routing Problem，TDVRP）。

3　物流配送车辆路径优化问题的算法

在对车辆路径问题进行建模和求解时，方法各有很多种。对车辆路径问题建模时，大多数模型都可看成是以车流为基础的模型、以物流为基础的模型、聚覆盖模型这三种模型的变形与组合[5]。现在的主流研究是以车流为基础的模型，因为我们一般认为固定的派车费用要大于车辆的行驶费用。在对车辆路径优化问题的解法上，可谓相当丰富。根据对这些方法本质的分类研究，基本上可以分为两类：一类是通过数学算法寻求一定范围内的最优解，主要包括精确算法、启发式算法这两种；另外一类是通过地理信息系统（Geographic Information System），对车辆路径分配进行实时的优化调度。

3.1 数学算法

3.1.1 精确算法

精确算法是指可以求出最优解的算法，精确算法的计算量随着车辆优化问题规模的增大呈指数增长，如当停车卸货点的数目超过20个时，采用一般的精确算法求解最短配送路径的时间在几个小时以上。所以精确算法多用于规模较小的问题[6]。

精确算法包括分枝定界法、割平面法、动态规划法、网络流算法、线性搜索技术、k-树方法，列生成方法等。下面具体介绍分枝定界法、k-树方法、动态规划法、列生成方法4种算法。

（1）分枝定界法

该方法是Laporte[7]等人提出的。它利用了VRP和其放松形式$m-TSP$间的关系。根据Lenstra[8]等人所给出的m的上界m_v，$m-TSP$可转化为$1-TSP$。关键步骤是，引入m_v-1个伪出发点，$n'=n+m_v-1$，$V'=\left(1,2,\cdots,n'\right)$，$A'=AU\left\{(i,j)\right\}$；$i,j\in V'$，$i\neq j$，$i$或$j\in V'\backslash V$。接下来用分枝定界算法求解，可求解有260个点的VRP。

（2）k-树方法

该方法是Christofidest[9]等人提出的。对于固定m的$m-TSP$进行k-树松弛。所以该方法需要知道所需车辆数的下界。其模型是用边的角度建立的，出发点用一条边来表示，其他点用两条边表示。通过拉格朗日松弛法，将其中一个约束条件消去，并进一步将原来的最小化问题转化为3个易于求解的子最小化问题，然后进行求解。M.L.Fisher[10]对它做了进一步改进，可求解有134个客户的VRP。

（3）动态规划法

该算法是由Eilon[8]等人首先提出的。解题的基本思路是将一个n阶段的决策问题转化为依次求解n个具有递推关系的单阶段的决策问题，从而简化计算过程。其后，Christofides[8]提出了状态空间松弛，极大地减少了状态数量。该方法要求：转换函数易于求解，运算出来的范围小，这样可求得很好的下界。

（4）列生成方法

该算法是由Rao[11]等人引入的。在该方法中，原集分割问题被转化为简化问题，考虑的范围是所有可能的可行解的子集。在此基础上重复求解。通过引入优化对偶变量向量，对该简化问题松弛，通过计算列的最小边际成本，确定最优解。其算法本质上是最短路径算法，同时结合了分枝定界算法。Desrocher[8]用它求解有100个客户的带时间窗的VRP。

3.1.2 启发式算法

启发式算法是指一种基于直观或经验构造的算法，目标是在可接受的范围（计算时间、占用空间等）下得出待解决问题的较为满意的解，而不是最优解。考虑到VRP是NP难题，因而利用启发式算

法可以比较快地得到满意解。这对解决NP难题来说有着不可估量的作用。因此，如何构造高质量的启发式算法，是目前大部分文献的主要论题

启发式算法按Rego Cesar[15]分类法分为4类：

（1）构造算法

根据一些标准，每一次将一个不在线路上的点增加进线路，直到所有的点都被安排进线路为止。该类算法的每一步，把当前的线路构形（很可能是不可行的）跟另外的构形（也可能是不可行的）进行比较并加以改进，最后得到一个较好的可行构形。另外的构形指，或是根据某个判别函数（例如总费用）可产出最大限度节约的构形，或是能以最小代价把一个不在当前构形上的需求对象插入进来的构形。构造算法是最早提出用来解决旅行商问题（简称TSP）及VSP 的，这些方法一般速度快，也很灵活，但这类方法有时找到的解和最优解相差很远[12]。

构造算法主要有节约算法、邻接算法、插入算法、扫除算法、最邻算法、扫描法等。下面主要介绍节约算法、邻接算法、插入算法、扫除算法四种。

①节约算法（Saving Method）

算法思想是将每条路线只含一个配送点的n条路线作为初始解，其中，每条路线中第一个和最后一个配送点分别称为路线的起点和终点。考察一条路线的起点与另一条路线的终点相连合并成一条新的路线。如果合并后的路线满足约束条件（车辆容量、时间窗），则认为这样的合并是可行的，并将合并的节约值定义为连接这两条路线的边的节约值。选择节约值最大的可行合并进行一次路线的合并。当不存在可行合并时，算法结束。此方法的优点是可提高车辆的利用率。

②邻接算法（Nearest-Neighbor）

邻接算法是一种序列构造路线法。算法从一条只含一个配送点的路线出发（通常取距离配送中心最近的点）。在未分配点中筛选出可加入点（未分配点且可行），并从可加入点中选取一个点作为当前路线的终点，使得路线的成本最小。如此不断对路线进行扩充，直到路线不存在可加入点为止。这时，如果所有点均已分配，则算法结束；否则，生成一条新的初始路线，重复前面的路线扩充程序。

③插入算法

插入算法是结合邻接算法与节约算法的观念，依序将顾客点插入路径中以构建配送路线。它的流程与邻接算法相似，也是从初始路线出发，序列构造路线。并在不存在可行插入时新增一条初始路线。插入算法的关键是选择最合适的未分配点在路线中进行最佳位置的插入。

④扫除算法

扫除算法是一种“先分组后路线”的算法。所谓分组，即指分派给每辆车一组点。一种简单的分组方法是将以车站为原点的坐标平面划分为多个扇形区域，并初步将每个扇形区域的点分派给一辆车。而所谓的“路线”，是指在每个区域内，采用扫除法选择未分配点，然后应用插入算法扩充路线。如果在进行了一次“分组—路线”的路线构造后，还存在未分配点，则再进入“分组—路线”程序。如此反复，直到所有点均已分配为止。

（2）两阶段法

此算法是由Christofides[9]等于1979年提出的，用以改进构造算法求解的不足。该算法第一阶段常用构造启发式算法来求得可行解，第二阶段常用Or-OPT[16]、2-OPT[17]、3-OPT[18]等改善技术，通过对点的调整，向最优目标靠近，每一步都产生新的可行解以代替原来的解，使目标函数得以改进，一直继续到不能再改进目标函数为止。

目前对于这类算法的研究有：Kim[13]等建立了一个基于聚类的启发式算法，该算法考虑了驾驶员的休息时间。首先估算所需的车辆数，并对客户按位置聚类，其次对每类客户使用扩展的插入算法求解。Nagy等考虑了配送和收集可并行的混合收集配送情况，构造了一个新的启发式算法。算法通过构造路径，然后使用路径反向、2-opt、3-opt和路径再插入等方法进行优化。Zhong[14]等提出了一种称

为section planning的改进可行解的启发式策略，构造了一个两阶段启发式算法。算法通过插入新路径获得可行解，然后重新安排路径中的客户来减少路径长度。

（3）不完全优化算法

此算法是以启发式准则来代替精确算法中的决策准则，以缩小解搜索的空间。

（4）改进优化算法

从一个初始解开始，通过对当前解进行反复局部扰动以达到较好的解。主要包括禁忌搜索算法、遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法、粒子群优化算法和各种算法的混合算法等。

①禁忌搜索算法（Tabu Search，TS）

禁忌搜索算法是Glover[19]在1986年首次提出的一种模拟人的思维的一种智能搜索算法，是对局部搜索算法的扩展。禁忌搜索最重要的思想是：标记对应已搜索到的局部最优解的一些对象，并在进一步的迭代搜索中尽量避开这些对象（而不是绝对禁止循环），从而保证对不同的有效搜索途径的搜索。用禁忌搜索算法求解VRP 问题，虽然能保证对不同的有效搜索途径的探索，但由于涉及复杂的邻域转换和求解策略，在实际中不易实现[20-25]。

②遗传算法（Genetic Algorithms，GA）

遗传算法是借用适者生存规律进行局部搜索改进的一类算法，最初由John Holland[26]于20世纪60年代首先研究。该法借鉴自然选择和自然进化的原理，模拟生物在自然界中的进化过程所形成的一种优化求解。该算法通过染色体的配对和变异过程实现种群的进化，每一次进化则对应解的一次迭代。当迭代次数达到最大次数限制或群体中的个体无显著差异时，迭代终止[27-31]。

③模拟退火算法（Simulated Annealing，SA）

模拟退火算法最初由Metropolis[32]于1953年提出，在80年代发展起来的一种用于求解大规模优化问题的基于热力学原理的随机搜索算法。模拟退火算法实际上是一种随机松弛技巧，它模拟了退火过程。在搜索的初始阶段，算法跳向远点，随着时间的延伸或“降温”，跳跃幅度逐渐减小，最终转向局部搜索下降方法。1996年，Chiang 和Russell 提出VRPTW 问题的模拟退火算法。模拟退火算法适合大规模的需求固定或者随机需求的VRP问题。在实际应用中，能在限制的时间内通过多次重复执行模拟退火法求出近似最优解[33-37]。

④蚁群算法（Ant Colony Optimization，ACO）

蚁群算法模拟了蚁群搜索食物的行为。在寻找食物时，蚂蚁会在它所经过的路径通过排放一种外激素（pheromone，在算法中称为信息素）作出标记，排放的量则根据路径长度和食物的等级决定。这些外激素为其他蚂蚁提供信息，并吸引它们前去搬运食物。算法中，首先构造两组相互协作的人工蚁群，其中第一组蚁群用于最小化车辆数，第二组蚁群用于最小化总路长。并以共用解的方式建立协作关系[38-42]。

⑤粒子群优化算法（PSO）

PSO算法由Kennedy和Eberhart在1995年提出，该算法模拟鸟集群飞行觅食的行为，通过鸟之间的集体协作使群体达到最优目的。在PSO系统中，每个备选解被称为一个“粒子”，多个粒子共存、合作寻优（近似鸟群寻找食物），每个粒子根据它自身的“经验”和相邻粒子群的最佳“经验”在问题空间中向更好的位置“飞行”，搜索最优解[43-45]。

3.2 基于地理信息系统的车辆优化调度系统

物流配送所涉及的信息80%以上与空间地理信息有着直接的关系，对地理空间有很大的依赖性。而地理信息系统（GIS）技术作为获取、存储、分析和处理空间地理数据的工具，具有强大的空间数据管理和空间分析能力。将GIS技术应用到物流配送中来辅助解决路径规划问题不失为解决车辆路径优化的行之有效的方式之一[46-48]。

整个系统以货物为中心，为用户实现运输过程的实时查询和调度，作为用户调度的重要参考依

据，生成货物运输的最优路径，并为调度提供方便合理的电子化管理手段，整体功能如图1所示。

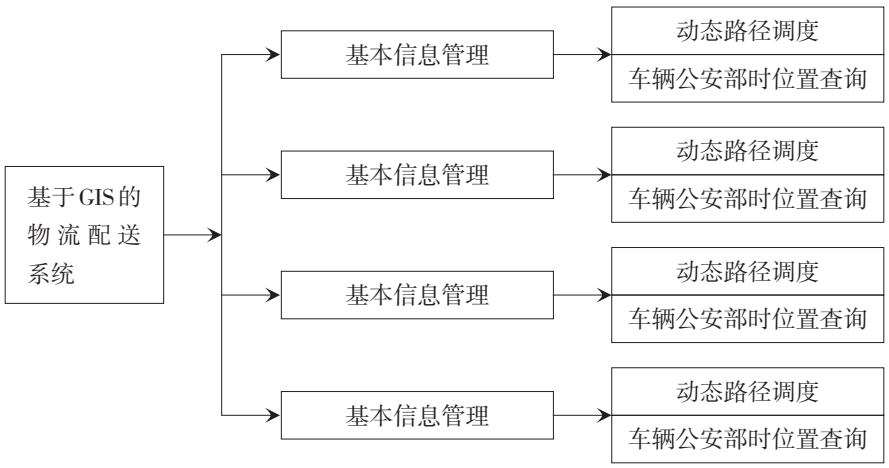


图1 基于GIS的物流配送系统的功能设计

物流信息化的直接结果是信息流动的加快、信息流动的及时准确，而信息的迅速流动直接关系到物流的工作流程的平衡。基于GIS的配送系统的可视化集成，为物流企业辅助决策提供了现代化的可视化信息平台解决方案，将GIS应用于物流配送系统中，可以使配送系统决策在可视化、效率和可靠性等方面得到改善。

4 总结与展望

目前，物流配送车辆优化调度在国外已广泛运用于生产和生活的各个方面，如报纸、牛奶投递及线路优化，工业原材料和成品的运输，电话或网络购物的车辆配装及线路设计，航运公司轮船经过港口和货物装卸的优化设计，连锁商店的送配货等，并已经取得了极大的经济效益。如美国沃尔玛特百货有限公司，其成为全球零售业霸主的首要因素是拥有了最先进的物流配送指挥系统，全球各门店通过卫星实现联网，可以最大限度地降低其商品物流成本和增加销售量，从而在竞争中始终处于优势地位。

在我国，随着国民经济健康稳定的高速发展，市场经济日益发达，各种生产经营方式发展得十分迅速。在生产活动中，提出了以零库存为目标的模式；而各式连锁经营的便利店和直送业务的蓬勃发展，也使零售业物流配送呈现出多频度、小批次的特点，这些都对以运输为中心的物流配送活动提出了更高的要求。但就目前情况而言，我国的VRP 研究仍然有限，可以说仍未能满足经济发展的需要。首先是起步较晚，通用理论研究较少；其次，对于具体问题提出的应用研究相对较多，但多为对具体算法的部分改进，且限于各自的适用条件，局限性较强。因此，如何针对各地地形条件、各行业物流配送运输的特点，结合不同的启发式算法进行优势互补和消除缺陷，设计出通用性好、运算速度快、精度高的优良算法，将是研究发展的方向，还有待于各学科专家学者们做深入细致的研究。

参考文献

[1] Dantzig G，Ramser J. The truck dispatching problem [J]. Management Science，1959 (6)：80–91.

[2] 杨建仪. 物流配送网络新模型及其优化 [D]. 北京：北京交通大学硕士学位论，2008.

[3] Luis G.A result on projection for the vehicle routing problem [J]. European Journal of Operational Research，1995 (85)：610–624.

[4] Dimitris J B，David S. A new generation of vehicle routing research [J]. Survey，Expository&Tutorial，1995，44

(2)：286-303.

[5] 刘云忠，宣慧玉. 车辆路径问题的模型及算法研究综述 [J]. 管理工程学报，2005 (1)：124-125.

[6] Toth, Paplo, Vigo. Exact algorithm for the vehicle routing problem with backhauls [J]. Transportation Science, 1997, 31 (4)：372-385.

[7] Laporte G, Mercure H, Nobert Y.An exact algorithm for the asymmetrical capacitated vehicle routing problem [J]. Networks, 1986, 16：33-46.

[8] 祝崇俊，刘民，吴澄.供应链中车辆路径问题的研究进展及前景 [J]. 计算机集成制造系统，2001，7 (11)：1-6.

[9] Christofides N, Mingozzi A, Toth P.Exact algorithms for the vehicle routing problem, based on spanning the shortest path relaxation [J]. Mathematical Programming, 1981, 20：255-282.

[10] Fisher M L.Optimal solution of vehicle routing problems using minimum k-trees [J]. Operations Research, 1994, 42 (4)：626-642.

[11] Rao M R, Ziont S. Allocation of transportation units to alternative trips a column generation scheme with out-of-kilter sub-problens [J]. Operations Research, 1968, 12：52-63.

[12] 张红霞，黄晓霞.物流企业配送车辆调度问题研究综述 [J].电脑知识与技术，2009 (5)：3420-3421.

[13] Kim B I, Kim S B, Sahoo S Waste collection vehicle routing problem with time windows [J]. Computers&Operations Research, 2006 (33).

[14] Zhong Y J, Cole M H.A vehicle routing problem with backhauls and time windows：a guided local search solution [J]. Transportation Research, 2005 (41).

[15] Cesar R.A subpath ejection of the traveling salesman problem [J]. Management Science, 1998, 44 (10)：1447-1459.

[16] OR I. Traveling saleman problem-type combinatorial optimization problems and their relation to the logistics of regional blood banking [D]. Northwestern University, Evansion 2, 1976.

[17] Lin S.Computer solutions of the traveling salesman problem [J]. Bell System Computer Journal, 1965 (44)：2245-2269.

[18] Lin S. Kernighan B W. An effective heuristic algorithm for the traveling salesman problem [J]. Operation Research, 1973 (21)：498-516.

[19] Glover F.Future paths for integer programming and links to artificial intelligence [J]. Computers Ops Res, 1986 (5)：533-549.

[20] 李大卫，王莉，王梦光. 遗传算法与禁忌搜索算法的混合策略 [J]. 系统工程学报，1998，13 (3)：28-34.

[21] Xu Jiefeng, James P K.A network flow-based tabu search heuristic for the vehicle routing problem [J]. Transportation Science, 1996, 30 (4)：379-393.

[22] Tailand E.A tabu search heuristic for the vehicle routing problem with soft time windows [J]. Transportation Science, 1997, 31 (4)：170-186.

[23] Barbarosoglu, Gulay, Wilson.Tabu search algorithm for the vehicle routing problem [J]. Computers&Operations Research, 1999, 26 (3)：255-270.

[24] Gendreau M, Hertz A, Laporte G.A tabu search heuristic for the vehicle routing problem [J]. Manangement Sci, 1994, 40：1276-1290.

[25] Duhael, Christophe, Potvin.Tabu search heuristic for the vehicle routing problem with backhauls and time windows [J]. Transportation Science, 1997, 31 (1)：49-59.

[26] Holland J H.A daptation in natural and artificial systems [M]. Massachusetts：MIT Press, 1975.

[27] 黄晓滨，邹书蓉，张洪伟. 改进的遗传算法及在物流配送路径优化中的应用 [J]. 西南民族大学学报，2008

(8)：854–859.
[28] 卫田，范文慧. 基于NSGA Ⅱ的物流配送中车辆路径问题研究［J］. 计算机集成制造系统，2008（4）：779–783.
[29] 张之富，余静，凌镭，等. 基于改进遗传算法的车辆优化调度研究［J］. 中国水运，2009（4）：73–74.
[30] 姜大立，杨西龙，杜文. 车辆路径问题的遗传算法研究［J］. 系统工程理论与实践，1999，19（2）：40–45.
[31] Malmborg，Charles.Genetic algorithmfor service level based vehicle scheduling［J］. European Journal of Operational Research，1996，93（1）：121–134.
[32] Metropolis N，Rosenbluth A，Rosenbluth M，et al. Equation of state calculations by fast computing machines［J］. Journal of Chemical Physics，1953（21）：1087–1092.
[33] 邓爱民，周彦霆，毛超，等. 集配货一体化VRP问题的具记忆功能的模拟退火算法研究［J］. 湖南大学学报，2008（5）：55–58.
[34] 冯萍. 退火遗传算法在运输路线规划中的应用［D］. 西安：西安交通大学硕士学位论文，2001.
[35] 袁健，刘晋，卢厚清. 随机需求情形VRP 的退火网络算法［J］. 系统工程理论与实践，2002（3）：109–113.
[36] 蔡延光，钱积新，孙优贤. 多重运输调度问题的模拟退火算法［J］. 系统工程理论与实践，1998（10）：11–15.
[37] Attahiru SA.A 32opt based simulated annealing algorithmfor vehicle routing problems［J］. Computers and Eng，1991，21（14）：635–639.
[38] 崔雪丽，马良. 有缺货限制的VRP蚂蚁算法研究［J］. 上海理工大学学报，2003，25（1）：39–45.
[39] 崔雪丽，马良，范炳全. 车辆路径问题（VRP）的蚂蚁搜索算法［J］. 系统工程，2004（4）.
[40] 段海滨. 蚁群算法原理及其应用［M］. 北京：科学出版社，2005.
[41] 郝晋，石立宝，周家启. 求解复杂TSP问题的随机扰动蚁群算法［J］. 系统工程理论与实践，2002（9）：88–92.
[42] 李全亮. 蚂蚁算法在带时间窗车辆路径问题中的应用研究［J］. 数学的实践与认识，2006（10）.
[43] 江玮璠，何建民，吴容. 基于粒子群优化的有反向物流的车辆路径问题［J］. 系统管理学报，2008（8）：475–479.
[44] 温惠英，李俊辉，周玮明. 适于车辆路径规划的改进型粒子群优化算法［J］. 华南理工大学学报，2009（7）：1–5.
[45] 赵丽. 基于粒子群算法的卷烟配送车辆路径问题研究［D］. 长安：长安大学硕士学位论文，2009.
[46] 黄作维，张喜梅. GIS/GPS支持下的物流配送系统设计［J］. 西南科技大学学报，2009，3：91–97.
[47] 徐丽群，候立文，胡巍. 基于GIS 的物流配送线路图解优化模型［J］. 工业工程与管理，2007，4：25–28.
[48] 陈梅. 基于GIS的物流配送路线优化的研究［D］. 苏州：苏州大学硕士学位论文，2008.

RFID侦测器最佳配置化之研究——以物流中心为例

邱显明　张碧芸
（淡江大学运输管理学系，台湾）

摘　要：主要针对物流中心作业流程中的监控与拣货两部分进行探讨。研究将以现有与未来预期的RFID通讯技术为基础，利用相关文献的搜集，获得相关数据与数据。再利用数学规划方法与系统最佳化概念，在相关区位理论限制下，如最大读取范围等，以最小布设成本为目标，发展RFID布设于物流中心的数学模式。本模式预期为区位设施服务范围问题（LSCP）与P中位问题（P-median problem），为有效求解实务上所面临大规模问题，研究拟应用容易执行且兼具解题速度与精度的宏语句启发解法，以期建立一套可快速解决实时及大量不确定的信息下RFID于物流中心监控系统。

关键词：RFID；区位理论；类神经网络

1　研究动机与研究问题

1.1 研究动机

近年来，RFID应用日益广泛，凡举门禁安全管理、货物追踪管理、医疗管制应用及动物植入芯片监控以及捷运系统使用的悠游卡，甚至美军在伊拉克战争中的后勤补给资源，都可以透过RFID技术的应用获得良好的监控及追踪。

根据工研院经资中心在2003 年6 月进行之调查，台湾物流业者对导入RFID 的考虑因素，主要为设备购置成本。目前导入RFID 业者必须购置RFID Tag、Reader加天线以及信息系统等成本投入，现阶段RFID Tag 每个单价约为40元新台币、Reader与天线每套约8万元新台币、信息系统的建置40万~50万元新台币之水平，初期投资成本为主要业者之考虑因素。此外与现行信息系统的配合程度，牵涉是否需要投入新系统的建置成本。而不管在推动RFID 应用或产生之效益，上下游厂商是否愿意共同配合成为关键因素，因此也是业者导入时必须考虑的。

RFID监控系统导入后，侦测器布设方式，需考虑到RFID本身读取范围、成本、读取率、错误率、天线角度等问题，这些皆会影响RFID监测器之布设数量，间接影响整体物流中心作业成本（如人事成本等），因此RFID侦测器布设数量遂成为关键，然未见相关文献探讨RFID侦测器之布设方式，故就此课题进行研究，借以提供业者与学术界参考。

据以上所述，动机整理如下几点：

（1）要提升作业效率，唯有应用信息技术处理，方能有效解决，而RFID技术正是针对商品监控及追踪最有效的管理工具。（2）目前台湾专业物流中心，需仰赖大量的人力投入，对于高达上千或上万品项的商品追踪及管理难以掌握。而RFID的导入可降低物流中心的人事成本与损失成本。（3）RFID读取率未能达到100%，会增加导入监控技术的成本，使得对RFID系统投资成本过高。因此导入RFID监控系统时，需考虑最适布设方式。（4）目前未见文献有探讨RFID侦测器用于监控系统之布设策略探讨。

目的：（1）了解物流中心的作业流程：从建立物流中心监控作业尚未引进RFID前之作业流程，发现目前作业流程存在问题点，是否能借由引进RFID解决之。（2）建立RFID监测器的最佳配置：因RFID技术尚未成熟，读取率未达100%，且RFID之读取范围有限，希望建立一套最小成本、最大利润

下，最适功能的RFID监测器配置方式。

1.2 研究问题之定义与范围

1.2.1 研究范围

物流中心一般可分为5个部分。

（1）进货上架：以送货单键入送货数据，打印具有品项、数量等数据之条形码卷标且贴于进货货品上。

（2）拣货：零散拣货数据送至货架配合电子卷标计算机辅助拣货系统进行订单别拣货作业，完成之出货箱自动由输送机送至出货区，按配送路线别自动分类。整箱拣货数据则送至无线电计算机辅助拣货区，以无线电计算机辅助拣货台车进行批次别拣货作业，拣完后立刻进行店家别分货作业。

（3）出货：出货讯息以无线传输之方式将信息存入信息系统之中，最后司机将货品搬上卡车配送。

（4）盘点：信息系统列印出盘点清册，由物流信息系统输出盘点差异表。

（5）监视控管：监视其作业流程是否有错漏或者是疏失，作全面性掌控。

因传统拣货时间约占整个物流中心作业时间比的30%~40%，要有效率执行物流中心的拣货作业，则需要在订单处理、自动仓储存取机拿取作业及拣货作业三者间有效配合。因此为RFID监控系统建立正确且具效率的侦测器布设模式，对于整个物流中心执行效率的影响亦不可谓不大，因此针对货物从物流中心进货后至出货前各项作业的监视控管，即物流中心作业流程中的监控与拣货2部分进行探讨。

1.2.2 物流中心引进RFID之重要课题

引进RFID，除了对货物掌控能力增加，更可提供实时货物信息，减少整体服务作业的延滞、无谓成本的产生。然而RFID设备投资成本过高，且RFID的读取率未达100%，使得导入物流中心的监控设备成本增加。

引进RFID可以降低一些直接或间接成本，但RFID的读取率未达100%、错误率、天线角度等问题。因此RFID读取器的配置，以最小成本、最低错误率、最大读取率便成为重要的课题。目前所遇到的几点挑战：（1）成本问题；（2）读取率准确度；（3）讯号干扰问题；（4）天线角度；（5）RFID读取范围。

目前世界上电磁管制频段的范围不同，尤其是在UHF 和微波的频段，可供使用开放不甚相同，依据使用电波频率频带范围的不同，RFID设备大致可分为3类：（1）30~300kHz低频；（2）3~30MHz高频（3）300MHz~3GHz 的超高频或高于3GHz的微波。

其中，135kHz 以下的频带是RFID发展最久以及产品数量最多。

1.2.3 RFID 在物流上所产生之效益

而RFID 对于物流作业的改善以收货与盘点货物部分最明显，由于RFID只要通过Reader即可读取数据，因此对于人员逐一清点货物、登录数据、建文件与打印文件等工作均可节省，预估成本约可下降50%~80%。而在货物的存取与补货作业，可以将Reader放置于堆高机上，直接指出货品存放位置，减少条形码扫描与纸张作业，预估将可节省5%~10%。正确的存货数据，也可以在满足订单的需求下，降低存货成本与减少盘点作业。另外在存货短少与偷窃上则预计可减少5%~10%。经由以上导入成本与产生效益两方面可知，RFID的导入成本发生于初期投资成本，不像条形码或人工记录方式发生于每次之处理成本，所产生的效益在于节省人工成本与数据准确性提高。

1.3 初步研究方法与流程

先以文献回顾方式建立目前RFID监控系统侦测器区位配置的规划指针，用以评估未来整体区位选择配置的效率性与公平性。以相关区位／分派模式理论方法作为分析基础，结合区位分析模式，以

形成RFID监控系统侦测器区位配置的决策模式，并进行RFID监控系统侦测器区位配置评估比较，以求解出较佳的侦测器设施区位。总结问题定义为：RFID监控系统侦测器的布设成本最小，读取率最大。在一定的覆盖率范围内获得最大利益。此研究方法将使用区位问题的数学模式求解。分析出各别的系统与程序，以期借由雏形的建置达到所预设目标。

流程如图1所示。

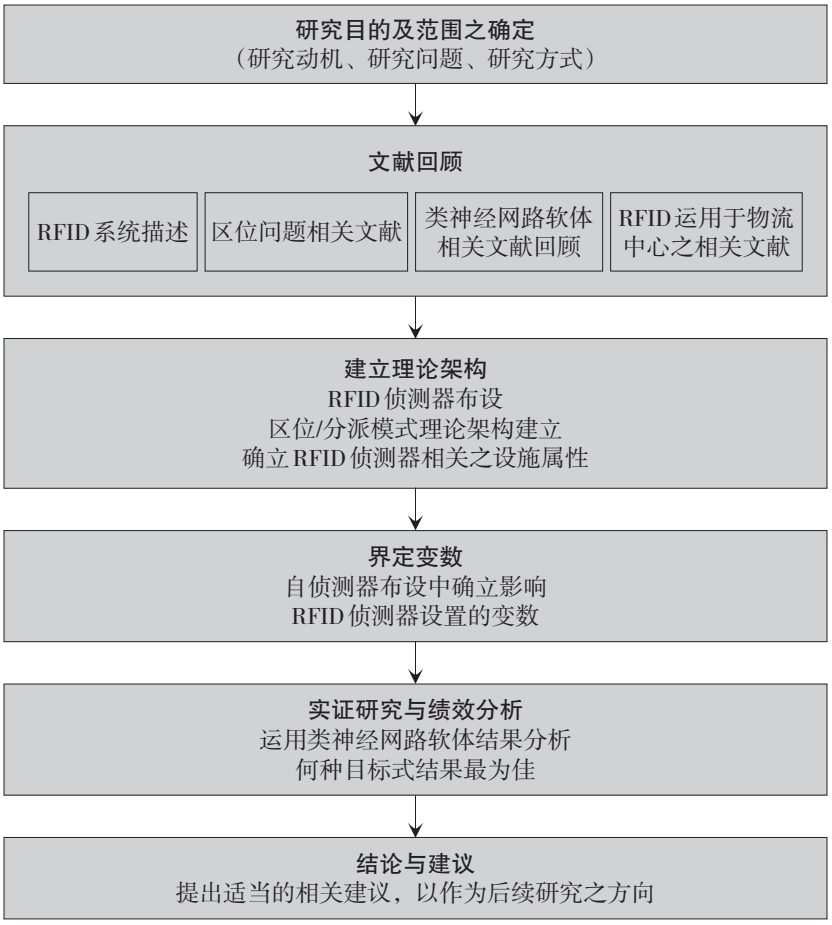


图1　研究流程图

2　文献回顾与探讨

回顾RFID 应用于物流中心、集合涵盖问题之运用，借以了解理论上与实务上物流中心引进RFID 之方法及其可能遭遇问题。于RFID 应用于物流中心的相关文献中，希望能够了解引进所产生的效益；于集合涵盖问题相关文献中，能够了解集合涵盖问题应用领域与RFID 侦测器布设之关联，以数学模式计算出最适配置范围，使最小成本可以获得最大利润。

2.1 RFID的功能

2.1.1 应用层

RFID应用范围相当广泛且逐渐普遍。RFID的应用已融入日常生活中，如表1所示。

电子卷标本身，依分类不同具多种不同形态，如表2所示。

2.1.2 RFID运用于物流中心之相关文献

表3是RFID应用于物流中心之相关文献比较。

表1 RFID应用范围及实例

应用范围		应用实例
大分类	小分类	
物流应用	物料管理	工厂的物料清点、物料控制系统
	回收资产	栈板、货柜、台车、笼车等可回收容器管理
	货物管理	航空运输的行李识别，存货、物流运输管理
交通门禁应用	交通运输	高速公路的电子收费系统
	门禁管制	人员出入门禁监控、管制及上下班人事管理
制造应用	自动控制	汽车、家电、电子业之组装生产
	废物处理	垃圾回收处理、废弃物管控系统
医疗应用	医疗管制	医院的病历系统、危险或管制之生化物品管理
商品销售应用	结账与防盗	超市防盗、图书馆或书店之防盗管理
娱乐应用	联合票证	联合多种用途的智能型储值卡、红利积点卡
生态管理应用	动物监控	畜牧动物管理、宠物识别、野生动物生态追踪

表2 综合整理

频段范围	10kHz~1MHz	1~400MHz	400MHz~1GHz	1GHz以上
application	门禁系统、动物芯片、汽车防盗器和玩具等	图书馆管理、产品管理、Smart Card	航空旅客与行李管理系统、货架及栈板管理、出货管理、物流管理等	行李追踪、物品管理、供应链管理等
特性	读取距离短、无法同时进行多卷标读取以及信息量较低	低频相较，其传输速度较快且可进行多标签辨识	读取距离较远、信息传输速率较快，而且可以同时进行大数量标签的读取与辨识，因此目前已成为市场的主流	

表3 RFID应用于物流中心之相关文献比较

作者	文献名称	结果
宋清贵	RFID应用于物流中心之研究	显示结合RFID技术确实可改善现行作业流程之瓶颈（如减少存货空间、费用及实时盘点减低遗失、损坏等损失风险等），并可提升物流中心的作业处理能量
郑炳坤	RFID于物流中心应用之探讨	采用RFID系统确实有助于提升物流中心物品追踪及监控，货品信息透明化、库存管理及防止失窃等多项利益
陈永兴	建构RFID监控技术应用在物流中心之风险分析	电子卷标超出读码机的接收范围风险最大；加装RFID监控系统，能有效降低风险发生的几率
池惠婷	物流领域应用RFID之成本效益分析	导入RFID系统所节省的人工成本远超过初期所投入的成本，预估成本可下降50%~80%

总结以上文献，RFID导入物流中心的优点为：存货管理、防窃控制、缺货率、货物实时信息、节省人工成本，显示结合RFID技术确实可改善现行作业流程不足，并可提升物流中心的作业处理能量；加装RFID监控系统，能有效降低风险发生的概率。此外，RFID监控系统导入须注意：RFID成本效益、电子卷标超出读码机的接收范围风险最大、正确选择RFID设备、天线角度会影响读取效果、读取率未能达到100%。

2.2 类神经网络

在1943 年，心理学家Muculloch和数学家Pitts便提出一个神经元数学模式（MP模型），设计第一个数字式的神经元架构。在1949年Hebb 提出第一个类神经网络学习法则，启发了后来学习法则的研究，之后在1957年Rosenblatt提出认知机模式，为最早的类神经网络模式，成功地用两层认知神经网络仿真人眼。经过了20多年，在麻省理工学院从事研究的Marvin Minsky和Seymour Paer针对XOR问题提出质疑，批评神经网络不适用性，使许多研究者转而研究人工智能，一直到1982年美国加州理工学院物理学家John Hopfied提出霍普菲尔网络与倒传递网络，才解决许多当年研究上的瓶颈，使类神经网络应用于各个领域。

类神经网络（Artificial Neural Network）简称ANN，主要在模仿大脑与神经网络处理数据的行为。对于输入的信息具有自我学习、推理联想、归纳判断、经验累积、储存能力。可广泛应用于各个层面，如：语音识别、字体识别、钢铁制程监控、影像诊断、专家系统，自动控制方面等。本文将类神经网络应用于RFID 侦测器的配置。

3 模式建构

3.1 类神经网路模式构建

过去交通运输领域方面，在旅行时间推估议题方面之研究均采用倒传递网路模型，且倒传递网路是目前类神经网络学习模式中最具代表性，应用最普遍的网路模式，故拟以倒传递网路模式作为应用之模式。

倒传递网路为监督式学习网路中一种，该网路具有一输入层，一输出层及零到无限多的隐藏层。学习过程中必须给定期望输出值，借以调整网路内的联结键值，以及隐藏层中各处理单元的输出值，此模式适合应用在分类、决策及预测等分析。倒传递类神经网路架构如同一般类神经网路模式，其架构包含输入层、隐藏层及输出层3个部分。

3.2 模式应用工具

将利用类神经网络软件包Neural Works Professional Ⅱ/Plus（简称NW2）进行类神经网络运算工作，NW2是一套完整的类神经网络建构环境，它不但适合企业界用以发展实际的应用，也适合学术界用以发展新颖的网络。

3.3 解题策略与架构

为了开发一个有效求解最小成本下最大涵盖范围的RFID读取器最佳设置位置的方法，初步规划整合基因、蚁群算法，以不同组合应用于此类型问题，经由最佳化分析，以建构一个有效之宏启发式解法以供此类决策应用。其RFID读取器选址系统设计之流程如图2。

3.4 模式评估准则

由于物流中心引进RFID所牵涉之成本不仅只有系统总成本，亦有RFID读取器读取失败或错误时所需付出的额外成本等。除了最佳解之成本外，所需解的时间长短亦为演算的评估标准之一。为了有效相关研拟中算法之求解精确度，以引用统计方法论来评估求解质量。利用统计方法比较求解结果之各个成本项与求解时间，例如：以F检定检定5种算法之变异情形或以t检定各种算法之各种成本变量。据以推荐最稳健有效的算法。

其中，目标函数中成本定义为：

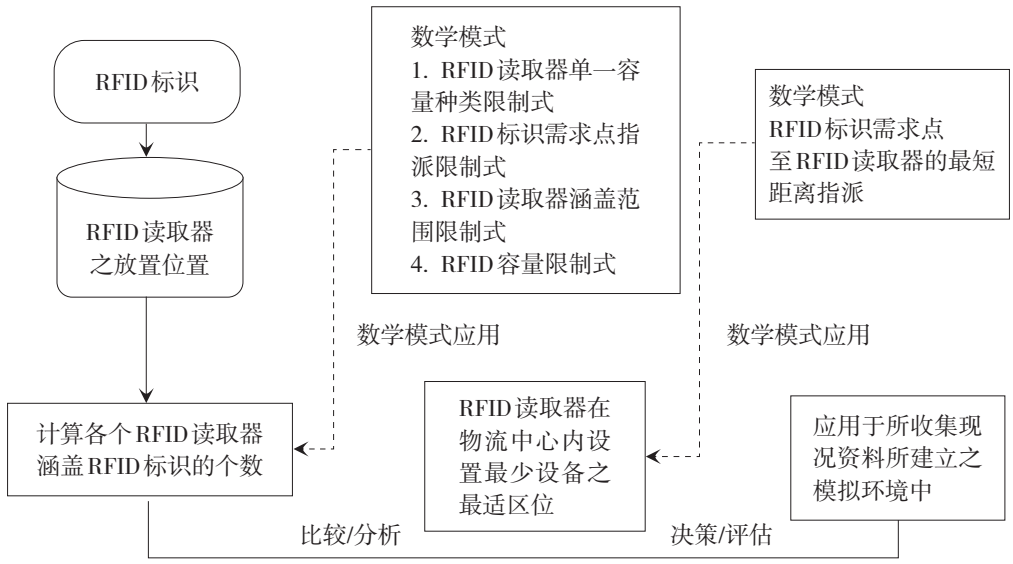


图2 RFID读取器选址器系统设计之流程图

Ⅰ. 系统总成本，指物流中心建置RFID系统所需花费之一切成本。

Ⅱ. 失败率，指RFID读取器无法读取到标签的概率。

Ⅲ. 错误率，指RFID读取到错误标签的概率。

Ⅳ. 稳健最佳化。

4 实验研究与分析

4.1 实验设计

当RFID 侦测器特征分析、特征参数读取技术、类神经网络训练样板特征参数、数学模式架构完成之后，以此为基础的RFID 最佳辨识系统即可开始建构。

比照数学模式所建构之限制式与目标式，设计出用于执行倒传递网络软件自变量及应变量（表4）。因目前没有实际的数据可供我们利用，所以只能以目前所得数据加以推论，作为输入变量之数据。

表4 输入及输出变量

输入变量 （自变数）	成本 涵盖率 损失件数
输出变数 （因变数）	读取器设置最小成本

4.2 绩效模式评估准则

利用类神经网络法则中的均方根误差（Root Mean Square Error，RMSE）值以及一般常用的评估指针平均绝对误差比率（Mean absolute percentage error，MAPE）评估模式绩效。均方根误差RMSE为类神经网络法中的误差结果指针，可作为比较模式彼此之间的绩效优劣。

平均绝对误差比率MAPE为相对比较数值，不受实际值与估计值单位及数值大小的影响，而能客观地获得实际值与估计值间之差异程度，而模式亦采取此一衡量标准，将网络输出之估计值与实际值进行比较计算。以了解该模式的绩效结果。

$$\mathrm{MAPE}=\frac{1}{M}\sum_{K=1}^{M}\left|\frac{\hat{x}(k)-x(k)}{x(k)}\right|\times 100\%$$

式中，$\hat{x}$ 表估计旅行时间值；x 表实际旅行时间值。若值越接近于0，表示估计效果越好。另外，Lewis则认为MAPE是最有效的评估指标，并对于MAPE 值大小与其代表含意提出说明。如表5所示。

表5　MAPE的评估标准

MAPE（%）	说明
<10	高精准的预测
10~20	优良的预测
20~50	合理的预测
>50	不准确的预测

4.3 绩效评估

当在布设RFID侦测器时，其决策者均会考虑多设置一座RFID侦测器，其设置成本也会相对提高下。追求侦测器较佳涵盖率与设施设置成本极小化，以寻求最少设施数的最适区位的观念。

因此，运用模拟与计算出来的结果可知，假如业者以愿意投资金额过百万、涵盖率平均值为70%~85%、损失件数少于80件以下，对现实环境做以布设侦测器评选时，MAPE值可达到20%~50%的合理范围，为最小成本。

所以，建立之RFID侦测器布设成本，运算结果并不是只有单一结果而已。而是可让决策者应环境现况的需求与电信业者本身财务上的考虑，做以较佳的决策分析之系统。

5　结论与建议

采用RFID 系统确实有助于提升物流中心物品追踪及监控，这是RFID系统优势所在，也是目前世界上许多大型零售通路商纷纷投入RFID系统的测试与应用的原因。物流中心建置RFID系统后，可有效改善货品追踪、货品信息透明化、库存管理及防止失窃等多项效益，在诸多有利于企业获利的因素考虑下，台湾物流业者应该尽早做好相关准备，虽现阶段RFID系统的成本过高，但是RFID系统具未来发展特性，在台湾试行及导入有其必要性。

就文献回顾中的区位/分派理论的探讨，RFID设备架设成本过高，其设置的数量会受到限制，所以为使设施成本能够最节省，通常要求设置总成本最小化，而且必须有效地顾及每个服务范围之内的需求，以使损失降到最低，所以因应行动电话基地台的特性为属于非紧急性设施及紧急性设施的共同要求，而并非邻避设施。所以RFID设施并非像是一般的公共设施的区位问题一样的探讨单一区位问题，它是具有复杂性及独特性的。

整合RFID数据、侦测器数据、事件数据，利用类神经建构出考虑上下游空间关系且具有实务运作能力实务运作能力之RFID设置之数学模式，预测模式绩效介于20%~50%，从MAPE的评估表中可得知，为合理的预测范围。

从软件运算结果中可发现，在相同的覆盖范围内，都有可能会出现几种以上的侦测器设置方式。就服务范围内求取最适当的设置位置，并寻求最少设施数目以求取RFID系统设置成本极小化的观念下，通常会评选最少设施数为第一优先选择。但还是要考虑RFID本身的区位位置及使用者的数量及需求，才可使行动电话使用者有较佳的通话质量。

借由实证研究的结果，只能对现实环境作以简略地说明RFID侦测器涵盖的区位关系。因此期盼未来后续研究者可针对RFID架设方式作以进一步研究与分析，使研究结果更趋近于现况。

在本文的RFID侦测器布设方式探讨中，尚未探讨到目前实务界之RFID需求情况与未来发展，还

有室内外运作上的差异性。因此期望未来后续研究者可针对使用业者作以完整性的分析与研究，使RFID侦测器的设置更符合现实环境中的需要。

参考文献

［1］池惠婷. RFID 对物流所产生效益［J］. 机械与车辆产业速报，2003（123）.

［2］何盈芬. 飞行员排班问题之模拟与探讨［D］. 台湾“成功大学”应用数学研究所，1995.

［3］吴泰亿. 以修正之拉式松弛法之启发式解法求解车辆路线问题［D］. 台湾“交通大学”运输科技与管理学系，2006.

［4］吕理卿. 营建人机作业指派最佳决策模式之研究［D］. 台湾“中央大学”土木工程研究所，2006.

［5］宋清贵. RFID应用于物流中心之研究［D］. 台湾“交通大学”运输科技与管理学系，2004.

城市交通组织策略与解决拥堵对策优化方案

浅析铁岭市城区道路交通拥堵的成因及对策

王震铎
（辽宁省铁岭市交警支队，辽宁 铁岭 112000）

摘　要：社会经济建设的高速发展，城市机动车保有量迅猛增加，因城市道路发展滞后，城市交通机制相对滞后、现有信号灯使用不尽科学合理、供需矛盾突出、城市交通设施不完善、交通管理手段不尽科学等原因造成城市交通拥堵现象日益凸显。解决这一问题是一项长期而艰巨的任务。我们只有通过不断实现各种措施落实，尽最大可能利用、改善现有城市道路资源，逐步解决交通拥堵，才能保证城市道路安全、畅通、和谐、有序。

主题词：城市；道路交通管理；成因；对策

随着我国经济建设的高速发展，铁岭市工业化和城市化的进程不断发展，人民群众的生活水平不断提高，城市道路交通建设也随之发生了很大的变化。但是随着城市人口的不断增加，特别是机动车的迅猛发展，城市道路的发展仍远不能满足日益快速发展的道路使用者的需求。就铁岭银州区来讲，几十年没有发生过的机动车拥堵的现象，如今也出现了，特别是在早晚高峰期间显得更为明显。平时通过有灯控路口时，一个信号周期就能通过，现在最多的需要2～3个信号周期才能通过，有的地段已出现塞车的现象。

铁岭属农业地区，经济和城市发展相对滞后。但近年来随着招商引资工作的不断扩大，经济结构不断发生变化，经济活动不断增强，工业强市，科技强市，城市经济总量不断增加，城市工业规模不断扩大，国有生产总值数十倍增长，人们的生活好了，腰包鼓了，轿车进入家庭已经是非常普通的事情了。据统计5年前我市小轿车拥有14287台，现在猛增到24388台，加大了道路通行的压力。

1　老城城区交通拥堵的主要成因

1.1 城市交通机制相对滞后

就铁岭市城区的道路状况来讲，都是在过去老路的基础上改扩建出来的，没有完整的交通信号整体规划。城区道路交通功能比例分配不尽合理，有些道路负担过重，有的道路闲置无负担。比如：驻毕园岗南环路，彩虹桥下早上路的北侧是早市，上山锻炼身体的人、买东西的人、卖东西的人交织在一起，加上各种车辆，整个路面的北侧有时是水泄不通，整个非机动车道路被全部占用，机动车道也要被占用，加之中间还有个丁字路口又没有信号灯，人流、车流交叉较多，经常出现塞车的问题。

1.2 现有信号灯使用不尽科学合理

交通信号灯是现代道路交通指挥的科技手段之一，它大大地解放了劳动力和人力，使警察从繁重的体力劳动中解放出来，但是如果科技不能发挥它的应有作用和性能将是最大的浪费，反而给道路交通管理者带来不应有的负担和压力。我们现在仍然还有很多交警在有信号灯的路口用手势指挥交通，应当把这不必要的重复劳动减掉，让这些警力去纠正车辆违章。现在银州城区共有有信号灯路口43个，重复上警的有20个。

1.3 人、车、路供需矛盾突出

随着近几年来人们的生活水平的提高，自驾车不断的增多，上下班、接送孩子上学用车的多了，学校周边缺少停车场和停车泊位，就拿临近路边的几个学校来讲，如银州区十七小学，银州四小，铁

岭一中、三中、铁岭一高、四高、八中等几个中小学校一到早晚车辆拥挤占道，影响交通，有时还出现剐碰交通事故。

1.4 城市交通设施不完善

城区缺少必要的过街设施。行人随便穿越横道，在城区内几个大宾馆、饭店、大型商场等都没有足够的停车泊位，出现了乱停、乱放，占道违停现象比较突出，严重影响了周边道路的有序畅通。

1.5 交通管理手段不尽科学

从铁岭市城区道路交通的现状看，受到观念、资金和人才等多方面的制约，公安交警在交通节点上的治理信号灯的优化、空间配置等方面，专门人才和科技含量还是比较低，科技装备和科技手段的运用还不够，路面控制的盲点还存在。勤务管理还存在薄弱环节，管理水平和管理机制还不健全。交警还缺乏一支具有合理专业知识结构、专业素质技能，解决实际问题能力很强的交通专业人才队伍。日益繁重的交通警务任务也牵制了大量警力。

2 解决城区拥堵现象的对策

铁岭市城区道路出现拥堵问题的原因是多方面的，解决这一问题也是一项长期而艰巨的任务，不可能一蹴而就，药不到病不能除。道路交通出现拥堵问题是多年条件下多种原因积累的问题，不可能期望在一朝一夕解决。只能是积小胜为大胜，先治标后才能治本，达到标本兼治的目的，从而解决这一历史遗留的问题，通过多日的调研，汇集集体的智慧和建议，应从以下几个方面逐步加以解决城区道路交通拥堵问题：

2.1 合理优化组合，均衡路网的流量

从铁岭市城区发现拥堵的现象看，主要是在早晚高峰期，除此之外并无大碍，这就需要我们在解决早晚高峰上下工夫。建议在易出现拥堵的路口多增加直行和右转弯，减少左转弯，如交警支队南立交桥路口，7:20—8:20不设左转弯只放直行和右转弯，广裕街南段南环路先放直行，后放左转弯，而左转弯时间尽量缩短，也就是说左转弯时间不要超过15秒，南环路检察院对过丁字路街，早上8:30之前不设左转弯，并清理路边乱停乱放车辆，广裕街粮库家属新居大门不设左转弯，天宝西门只设直行不设左转弯，车辆在其他路段绕行。派专人跟踪信号区倒计时，详细了解掌握各道车辆需要通行的时间，对信号倒计时进行及时调整，有信号灯的岗不派人打手势，只设协管员进行管理，把有限警力投入到无信号灯的易发生拥堵塞车的路段路口上去；上齐上全标牌标志，让司机明白标牌的真正用意，及时在交通文艺台对道路情况进行提示，真正发挥交通文艺台的作用，所有已安装信号灯的路口，全部配齐电子警察监控系统，可对违章车辆进行适时比对。

2.2 强化部门协作，净化校园周边

城区的中小学实行错时放学，特别是路边的学校，校方也要专门组织力量协助配合公安交警共同维护校园周边交通秩序，会同工商、城管部门坚决清理取缔校园周边非法经营的各类摊点，完善校园周边的交通安全措施，标志标线上齐，隔离设施完善，面向主干道开大门的学校应尽量改换校园大门的方向，规避风险，确保安全，在校园内的操场上设接送区，杜绝家长占用道路接送孩子，这样才能从根本上保证学生上学、放学的安全，彻底解决校园周边上学、放学时段车辆乱停乱放，无序接送学生造成的交通拥堵、秩序混乱问题。

2.3 千方百计提高通行速度

从现在铁岭市银州城区车辆道路通行的情况看，有些时候在某些路段出现拥堵也不排除人为的因素。比如在广裕街、102线、铁西汇工街等几条道路上，有些道路限速过低，车速上不来，可以再提高10km的限制，另外，在十字路口设待转区，这样在同一时间内就能多通行许多等待的车辆，减少时间流量积累，限速标志要正规醒目，挂在容易观察到的地方，不要设在拐弯上坡之地，不要只是为了抓违章而设标志，要为了保畅通而设标志，真正做到交通设施的人性化和规范化。对于禁止通行和

转弯的路段要提前告之，一是提前在媒体上做宣传，二是在设置标志时要在进路（街）之前加以提示，如不提前提示，车辆进去后就易发生违章。我们交通管理者最后达到的目的是道路的畅通无阻不是拥堵无序，是安全不是事故多发，道路交通应与和谐社会共进。

2.4 在城区主干道上建立滤波带

为大型交通警卫和缓解拥堵提供可解通道，滤波带的原理是根据道路车辆的速度和路上距离，自动设置信号灯的点亮时间差，以保证车辆从遇到第一个绿灯开始，只要按规定速度行驶，之后遇到的信号灯全是绿灯。铁岭市城区的广裕街就可以设置滤波带装置，只设右转不放左转，这样不会浪费另一方面的路面资源。

2.5 要尽快解决日益繁重的交管工作和警力严重不足对社会资源供给不足的现实

作为交通警察，我们责无旁贷。我们要利用一切可用的条件，做好自己的本职工作。2006年我们去南京市交警支队参观学习，当时给我们的一个惊喜就是只要是工作时间所有警察保证都在自己的岗位上，我们当时感到“很纳闷”，我们就上前说明身份了解真相，他们给我们介绍说只要一上岗，就在自己岗区的参照物下用手机向大队及时报告，大队领导在网上就检查情况是否真实，后来我们才明白，他们的手机上装有GPS定位系统装置，这一个手机用途相当大，有了事故可以就地拍照上传，有违章拍照后实录上传，并开具票据，民警在什么位置一清二楚，而且在网上可以任意发指令，不用去实地考勤，不用去实地查岗，在网上既可以考勤，又能考核工作量。而我们目前的状况是，早晚高峰时间一过之后，警察到什么地方去了，有的还是不知道，岗区内只有协勤人员坚守着，这无疑给对警察的管理和考核带来了死角，领导对个人无法定论，早晚高峰一下全都一样，这样的模式在我们这里已坚持多少年了，如果不进行改革，现代化的警备机制和勤务制度就建立不起来，交警的道路交通管理工作势必要滞后经济工作发展的需要。

沈阳市道路交通拥堵的成因及对策

孟 冬 闵 阔
（沈阳市公安局交警支队交通处，沈阳 110003）

摘 要：文章结合对沈阳市道路交通拥堵问题的深入研究，剖析了沈阳市目前突出的交通问题，对交通拥堵问题进行了深入剖析，提出了完善快速路系统、修建立体交通设施、拓宽瓶颈路段的若干建议；并对着力解决行车难、停车难、推进道路交通安全科技和设施建设、建立公交快速通道提出了新举措。

关键词：交通拥堵；成因分析；解决对策

1 沈阳市目前突出的交通问题

沈阳作为东北地区的中心城市，社会经济和城市建设快速发展，机动车高速度增长，城市的道路交通面临的形势十分严峻，在交通管理工作中反映最突出的就是“行不畅”和“停车难”两个方面的问题。

1.1“行不畅”问题逐步显现

由于沈阳市机动车的快速增长，造成中心城区的部分路段和路口逐步显现出交通流量日趋饱和而诱发的交通拥堵，且日益严重，形成了由点到线再向面进行扩散的趋势。目前交通拥堵表现为四个特点：一是交通拥堵地点多集中于中心城区主干道的重要交通路段或路口，如市政府广场、中山广场、文化路立交桥、北二路公铁立交桥等处。二是交通拥堵时间集中在交通高峰时段，尤其是早晚高峰时段较为突出，如北陵大街—北京街—青年大街一线和黄河大街—南京街一线等。三是跨区域交通关键点的交通压力日益增大，如南八马路/胜利大街路口、南五马路/胜利大街路口、黄河大街/泰山路路口、青年大街南段、老道口公铁桥等；四是商业繁华地区或交通乱点地区，原有的问题并未得到有效解决，随着交通流量的增长，交通拥堵问题日益加剧，如沈阳站地区、五爱市场地区等。

1.2“停车难”问题日趋突出

机动车的快速增长也随之带来了“停车难”等静态交通方面的问题，停车难突出表现在四个方面：一是商业繁华地区停车难。在沈阳市的太原街、中街、五爱街、三好街等地区，普遍存在公共停车泊位不足，停车需求与供给矛盾巨大的问题。在上述地区的周边支路、小巷，甚至次干路都存在车辆占道停放问题，许多道路实际上已成为全天的停车场，不但严重影响车辆、行人的正常通行，也造成周边路网的微循环系统不畅。二是公共单位停车难。沈阳市许多政府机关、企事业单位、医院等人流、车辆来往较大的公共性单位因建筑物配建停车场不足或已建成的配建停车场被改建和挪用，直接把停车的负担推向社会，造成社会共同停车资源的紧张，尤其是加剧了路内停车的紧张，影响道路的行车秩序，削减了道路的通行能力。表现比较突出的有市政府行政审批办事大厅、医大一院、盛京医院等单位和地区。三是学校门前停车难。许多中小学因建设年代较早，园区内无停车场规划，或考虑学生安全，禁止车辆入校，造成上、下学时间大量接送学生车辆在校园周边道路停放，形成局部路段的交通瓶颈，如省实验小学、省实验中学、沈阳二中、沈阳市第七中学等。四是住宅小区停车难。沈阳市一些新建的住宅小区因配建停车场不足或停车收费较高，致使居民车辆在小区周边道路占道停放，尤其是夜间占道停车现象特别突出，如现代家园小区、城建东逸花园、万科金色家园等。

2　交通拥堵问题产生的原因

沈阳市交通拥堵问题产生的原因，既有与许多国内大城市相同的共性原因，如道路建设落后于机动车的增长、路网结构先天不足、停车设施严重短缺、交通组织上还存在不科学的地方等，又有其自身的特殊性。我们认为，沈阳市目前道路交通问题产生的原因主要有以下几个方面：

2.1 机动车增长速度远高于道路建设速度

近年来，沈阳市机动车增长速度不断加快，从2000年保有328131辆、年净增6306辆，到2008年保有680552辆、年净增49166辆，再到2009年前10个月保有77万辆、净增9万辆（10月新车注册量是2008年同比的195%），每个工作日净增约550辆，已呈井喷式增长。

按目前车辆增长率，沈阳市到2010年机动车总量将接近90万辆，大大超过沈阳市道路网的车辆承载能力（沈阳市道路网目前车辆承载能力为40万辆——指在道路上允许同时出行的车辆数，道路网承载能力允许的机动车保有量为70万辆），而近几年沈阳市建城区的道路建设增长率仅为千分之几。

2.2 路网结构方面存在一定问题

沈阳市路网结构方面存在的问题既有先天不足的，也有后天建设过程中人为造成的，具体分为以下几个方面：一是区域之间交通不畅。由于受沈山、沈吉两条铁路的限制，将沈阳市中心城区分成皇姑、铁西、和平、沈河几大区域，处于区域衔接处的重要交通枢纽路口交通流量长年处于饱和状态。二是职住分离现象日益严重。近两年，随着沈阳市城市建设的发展及城区规模的扩大，在沈阳市周边形成了铁西新区、皇姑北部、浑南长白、大东东部等新的特大型居住区，而这些居住区的居民的工作就业、商业购物、子女上学等大多还集中在中心城区，因此不但造成沈阳市在早晚高峰时间出现大量的跨区域长距离的交通出行，还造成沈阳市近几年中心城区交通流量的高速增长。三是还有一些交通瓶颈路段。尽管沈阳市近几年对全市主干道的拓宽改造比较到位，但有部分次干路和支路的路段或路口由于历史形成或拆迁不到位，存在许多的交通瓶颈，造成了局部路段或路口的交通拥堵。

2.3 道路建设方面存在一定问题

一是快速路系统建设严重滞后。沈阳市的快速路系统全长仅41km，在沈阳市整体路网中比例极低，远落后于国内外其他同等城市（畅通工程专家提出城市道路中快速路、主干路、次干路、支路的比例应为1∶2∶4∶8，按此标准，沈阳市快速路应达134km），特别是没有贯穿南北的快速路，增加了地面的交通压力。在现有的快速路系统中，一方面未形成有效的网络，不能充分发挥其作用；另一方面，由于南二环路、沈苏快速路在道路改造中形成了平面交叉路口，设置了信号灯，降低了快速路的标准。二是立交桥功能不够完善。沈阳市立交桥建设比较早，部分立交桥设计的标准较低，已不适应现有的交通流量，交通拥堵时常发生。三是缺少立体行人过街设施。人行过街天桥或地道能够有效地解决交叉路口或路段的交通混乱状况，大大减少由于行人穿越引起的车辆刹车或事故，但由于建造天桥或地道存在费用较高及影响城市景观等负面效果，使得在沈阳市的道路改扩建中并未广泛应用，造成许多路幅达60m的新改造主干道路行人过街困难，机动车撞行人的死亡事故频发。四是新建道路的综合管网考虑不全面。在一些新建和扩建道路中，对煤、水、电和通讯等管网建设一体化没有统一考虑和超前考虑，随着社会的发展，在上述方面的服务需求加大，管网施工形成的拉链路、破损路比较严重。

2.4 大型项目开发建设前没有经过交通影响评价分析

交通影响评价是保证大型项目开发建设不导致开发对象周边交通服务水平下降的重要措施，是避免土地超强开发的规划控制措施。沈阳市现有已经落成和正在开工建设的大型项目，很少有在开工建设前就进行交通影响评价分析的。如果不进行交通影响评价分析，很容易导致大型项目吸引大量车流、人流，势必会对周边道路交通产生不可预见的不利影响。

2.5 交通设施建设落后于道路建设

近几年，市政府加大了交通设施的投资力度，沈阳市的道路交通设施建设有了很大的发展。但由

于历史欠账较多，城市交通需求增长过快，交通设施的建设速度仍然不能满足实际需求，尤其是在智能交通的建设方面已严重滞后。

2.6 公交发展不均衡

沈阳市的公交车辆从2001年起得到了快速的发展，从当时的2100多辆、70条线路，以每年增长500～1000辆的速度，发展至现在的4925辆、196条线路，增长了一倍多，对方便市民出行、改变沈阳市的交通结构起到了很大的作用，但公交场站、线路设置却没能同时发展，给交通带来不利影响，具体为：一是公交枢纽站建设严重不足。在沈阳市公交终点和线路比较集中的南站、北站、五爱、中街地区，除北站建有公交枢纽站外，其他地区公交车辆的终点站均占道设置。二是公交场站严重缺乏。沈阳市现有的190多条公交线路，涉及公交场站将近400处，其中2/3的公交线路均无停车场站，3/4的公交终点站均存在占道停车问题。占道设置公交车辆终点站不但严重影响交通，也存在安全隐患、噪音扰民、影响市容等问题。三是部分道路公交线路过度集中。在沈阳市的许多交通主干道上公交线路过度集中，如中华路达18条、市府大路达16条、建设大路达17条等，在主干路的个别路段上已经形成公交换乘站，大量公交车辆的集中停靠，造成主干路交通瓶颈。

2.7 存在许多交通乱点地区

沈阳市的五爱市场、南塔鞋城、南二小商品市场等已成为辐射东北乃至全国的商品批发中心，因这些市场均建造在沈阳市的中心区域，近年也未进行搬迁，造成这些地区成为集沈阳市重要的交通枢纽、商业中心、物流集散、商品批发、货物存储、居住生活等多职能于一身的复杂城市区域，也成为沈阳市的交通乱点地区。一是在这些地区均存在大量的长客线路和发车站点。因这些地区长客的停车场站建设严重滞后，造成大量的长途客运车辆占用道路发车或待避。同时，许多无审批手续的长途客运车辆在这些地区的街路两侧私设站点的问题也非常突出。长客车辆占道停车不但自身影响道路交通，还吸引了大量的出租车、残疾人车停车候客，小商小贩占道经营。二是存在大量的物流配货公司，占道经营、堆货现象普遍。在这些区域，除了其他商业区存在的大量流动商贩、门市经营性占道外，还存在大量的物流公司经营空车配货业务，全部为无场地占道经营，不但普遍存在堆货占道问题，还吸引了大量的货车占道停车、装卸货物，尤其是大型货车的停车，经常造成车辆通行困难。

2.8 静态交通问题日益突出

随着机动车的高速增长，静态交通矛盾也日益显现，“停车难”问题也成为市民关注的热点。一是全市总的机动车泊位供应明显不足。机动车合理的泊位总数（包括住宅自备车位、单位配建停车位和公共临时停车位）与机动车比例应当为1.2~1.5∶1，若按客货运车辆50万辆计算，沈阳市共需停车泊位约60万个，但据统计，沈阳市目前仅有停车泊位10多万个，明显不足。二是停车场规划建设落后于城市建设。由于缺少中长期停车需求的合理预测、规划布局、保留用地等措施，尤其是在停车需求较大的太原街、中街、北行、五爱等繁华商业区，始终没有规划建设专用的停车场，使上述地区的停车问题始终得不到有计划的解决。三是公共配建停车场存在问题较多。不但审批中配建标准偏低，已不适应当前实际需要，也存在项目实施配建中标准执行不严的问题，缺少一套如消防审批一样的完善程序，去制约开发商必须按相应的标准建设，还有就是使用中缺少有效监督，政府部门对新建大型建筑物的配建停车场使用中出现的挪用、改建等违规行为，缺乏有效的监督，也没有任何约束措施，部分行政管理和审批工作无法可依。四是路内停车缺少有效的统一管理。在沈阳市的路内停车管理中，由于缺少统一的管理部门和完善的管理体系，不但多年来道路公共资源被无偿占用，还存在街道办事处、区车管所或个人擅自划定停车点并进行收费的情况。

3 交通拥堵问题的解决对策

3.1 城市规划上注重职住平衡问题

从远期规划上，沈阳市应顺应目前世界潮流的城市发展方向，规划和建设卫星城、副城，将城市

功能等向卫星城、副城辐射，合理配置居住与产业发展区域以达到职住平衡，使产业、土地、人力资源、居住、配套等各要素符合社会发展规律的要求，缓解城市发展与居住矛盾，构建和谐社会。

3.2 解决区域之间交通不畅问题

我们建议应继续大力解决因铁道分隔造成的区域间交通不便问题，通过规划新建平行道路，对交通拥堵路段的车辆进行分流，如研究打通和平大街与昆山路之间的交通通道问题，缓解北京街、黄河大街的交通压力；拓宽南八马路、北二马路、松花江街公铁桥，缓解铁西与和平、皇姑与沈河之间交通不畅问题。

3.3 完善快速路系统

从沈阳市中心城区的形态来看，存在南北短、东西长的特点，一环路、二环路呈椭圆形，并不能有效地分流南北方向长距离跨区域的交通出行。因此，建议尽快规划修建沈阳市南北方向的快速路系统，可以首先选择南北二干线，并与五爱隧道相衔接。在今后规划中应加快全市的快速路系统建设，使沈阳市的快速路在总体上形成网络，解决跨区域长距离快速交通问题。

3.4 修建立体交通设施

建议在沈阳市交通枢纽路口修建互通式立交桥或定向式立交桥，解决这些路口交通流量过于饱和问题，并对文化路等已不适应现有交通情况的立交桥进行改造。

3.5 拓宽瓶颈路段

因此建议取消和平大街中段路中心绿化带，全线拓宽至双向8排机动车道。同时，对于三好街北段（滨河路至文化路）、文艺路、宁波路、南八马路等道路也应尽快进行拓宽改造，拆除三好加油站，解决主干道路中的交通瓶颈问题。

3.6 建设公交场站设施

建议尽快在南站地区、中街地区、五爱地区规划建设大型公交枢纽站；结合公交线网规划，逐步着手解决公交终点站问题；在公交线路过度集中的中华路、中山路、东顺城街、建设大路、市府大路、风雨坛街路段建设港湾式停靠站；结合地铁建设，在地铁站规划中选择合适地点增设公交换乘枢纽站。

3.7 建设立体行人过街设施

在沈阳市许多城市主干路如北陵大街、北京街、黄河大街、南京街、市府大路等的路口，行人流量均已达到或超过了设置行人立体过街设施的标准，并且路段道路宽度达双向8排机动车道或更宽，因此应从交通安全的角度规划建设行人过街设施。

3.8 继续加大城市交通设施的投入

通过加快交通设施建设，走智能化、科技强警之路，进一步解放警力，提高城市交通管理工作的科技含量。要加大路口、路段电子警察、电视监控、号牌识别系统的建设力度和覆盖范围；要拓展系统信号，特别是自适应信号的完善和新建工作；要进一步完善信息管理系统（MIS）、地理信息系统（GIS）和卫星定位系统（GPS），并扩大在交通管理领域的实际应用；要广泛建立智能交通系统（ITS），可先在停车诱导和行车诱导上下工夫，同时配套完善信息采集和流量采集设备。通过科技手段缓解交通拥堵和警力不足问题。

3.9 建设物流中心，取缔配货经营企业

远期应在沈阳市的三环高速附近，规划建设大型的仓储式物流中心，配合在沈阳市中心区域全面禁止大型货车通行，使沈阳市物流配货公司全部外迁。近期，在这些区域内应取缔无停车场地的配货站，严厉打击堆货占道行为，停止审批新的物流公司。

3.10 加强长途客运车辆管理

建议长途客运线路审批必须结合长客场站建设进行，线路、车辆数量必须考虑场站容量和道路状况，严禁站外停车，并结合地铁建设，将长客场站逐步外迁至二环附近。

3.11 采取错时上下班等行政措施

由政府出台政策规定，采取错时上下班的措施，有效缓解高峰时段的交通拥堵问题，提高道路使用效率。

3.12 控制车辆发展速度

学习上海、新加坡等城市，采取车辆牌照限量发行的措施，提高准入门槛，减缓车辆的增长。同时，可利用该项收费的资金加快沈阳市道路基础设施的建设工作。如按每台新车收取1万元计算，沈阳市每年发放5万台新车牌照，就可回收5亿元的建设资金。

3.13 改变公众出行方式

在规划中应当借鉴北京、广州等城市的理念，通过限制中心城区的过度开发和停车场发展，在一些主要商业繁华地区不建、少建停车场，在外围区域结合地铁建设、公交枢纽规划，建设大型的停车换乘场站，实行“P+R”的停车服务，而引导公众上班、购物等出行时，先开车到有停车泊位的地铁、公交场站，然后换乘地铁、公交前往，可称之为“宏观调控、整合资源”，来削减进入中心城区的交通流量，缓解中心城区的交通拥堵。

3.14 大力发展公共交通

按照交通要解决的首要问题是人的出行，而不是车的出行的理念，通过建设完善、快速、便捷的公交网络，尽快规划“BRT”快速公交系统，逐步引导居民选择公共交通工具，减少中心城区的行车、停车压力。大力推广“公交优先”的出行理念，一方面要加大公共交通的建设力度，鼓励人们使用公共交通工具出行，另一方面提高小汽车在城市中心区范围内的使用成本，引导居民在买车、用车时不仅考虑车辆本身的费用，还要顾及在城市运行、停放等过程中产生的费用，以减少城市交通总量，降低停车需求。

4 2010年缓解交通拥堵的工作措施

4.1 推行“网格化管理、实名制定位、扁平化指挥、责任到人”的勤务制度

一是要实行网格化管理模式，即划定中队、警务区、民警的具体管控范围，对民警实行定岗、定线、定区域，并明确任务、明确目标、明确责任，以此形成管控区域网格化、网络化，不留死角。二是在管控区域、路线、岗位上，实行实名制勤务，提高见警率，并有利于勤务的督导与考核。三是实行扁平化指挥，改变现有一级指挥、两级调度的模式，实行支队调度室、勤务指挥部门直接指挥到具体民警，提高工作效率，从而加强交通疏导工作中的快速反应能力。

4.2 着力解决交通乱点、堵点，打开“行不畅”的死结

针对目前沈阳市交通拥堵“多集中于中心城区主干道的重要交通路段或路口、拥堵时间集中在交通高峰时段、跨区域交通关键点、商业繁华地区或交通乱点地区”的特点，2009年底，我局通过逐区排查并征求意见，确定了交通乱点21处、交通堵点89处。2010年初拟针对这110处乱点、堵点，邀请各相关部门、交通管理专家，逐个开展交通调研工作，分别进行成因分析，并提出解决方案，力争在2010年底化乱点、堵点为亮点。同时，强化事故快速处理工作，有效缓解因适用简易程序的事故现场没有及时拆除而造成的人为堵塞。

4.3 深化静态停车规范管理，缓解“停车难”

一是解决出租车停放无序问题，在交通枢纽站、大型商业区等地，研究设立出租车集中待客站，在主干路选择合适点位设置出租车临时停靠站。二是在停车供需矛盾突出的街、巷、路规划路侧停车泊位，并配套设置时间性停车指示标志。通过推广利用支路及小巷解决停车难的成功经验，根据不同道路的基础条件、停车需求，设置时间性的、多样的路侧停车场，解决沈阳市停车难、停车混乱的问题。三是在部分停车场站配套设置齐全的地区，取缔部分占用人行道设置的停车场，还行人通行空间的同时，增设交通停车诱导系统，提高如万达广场、五洲商场等闲置地下停车场的利用效率。四是推

动政府、人大有关部门，对沈阳市停车问题先期立法，并成立全市停车管理综合机构。特别要对居民住宅楼、商业区闲置楼盘等停车场利用法律手段促其投入使用。

4.4 继续推进道路交通安全科技和设施建设

一是以市区主干道，国、省级公路，县、乡重要道路和高速公路为重点，按照整体规划、一步到位、信息共享的原则，建议政府以银行贷款等方式，用2010年一年的时间，在全市范围内基本完成道路交通安全六大科技系统建设工作，从而初步实现科技手段智能化。其中包括在市区的主要路口增设1000处电子警察、固定式监控系统500处；在公路、高速公路收费站及公路堵卡站安装179处号牌识别系统；在现有国、省公路、高速公路安装测速仪592台；增设移动式监控系统100套；在市区和郊区新建路口设立交通信号灯200处；全面提升沈阳市交通管理的科技水平，实现无缝隙、全覆盖的智能化交通管理。二是继续推广道路中心隔离设施建设，选取南京南街、崇山路等双向8车道以上主干路增设中心隔离设施，减少交通冲突，消除横向干扰。三是协调铁西区政府、沈北新区政府、浑南开发区政府等财税独立区加大交通建设投入。加强沟通，研究解决交通设施维护和建设经费在区财政中的立项、使用等问题。

4.5 重新调整货车禁行规定

当前沈阳市货车禁行规定执行的是2004年《沈阳市公安局关于调整部分道路机动车辆行驶规定的通告》。随着机动车的快速增长和城区规模的不断扩大，一方面沈阳市目前一环路与二环路之间的许多主干道路在早晚高峰时都出现了交通不畅的现象，另一方面早晚高峰时间已经由原来的早7:00—8:00、晚16:30—18:00延长至早7:00—9:00、晚16:30—18:30，因此，原有早晚高峰时间仅限于一环路及以内地区禁止货车通行的规定明显已不适于现有交通状况。针对这一状况，将研究重新划定货车的禁行时间及范围，并发布管理通告，以达到削减高峰时间交通流量，缓解交通压力的目的。同时，组织对全市货车禁行标志进行规范化调整。

4.6 规范和完善道路交通组织和设施

按照最新的《道路交通标志标线》标准、《城市道路路内停车泊位设置规范》、《人行横道信号灯控制设置规范》，以新渠化和改造的路口、路段为重点，对交通设施设置情况全面性、系统性进行梳理，发现并解决设置不规范、相互矛盾、相互遮挡等问题；进一步完善单行路网的组织和规划；对部分双向6车道以上的路段，通过设置安全岛，实现行人二次过街；对青年大街等一些全线设置禁左的街路通过重新设置标志标线在部分路口按时段开放左转；协调政府有关部门在市府大路、黄河大街、南京街、正阳街等地点设置人行过街天桥或地下通道。

4.7 建立公交快速通道

经我们对沈阳市总体路网格局和公交线路分布情况的调研，拟向市政府建议，选择南京街—黄河大街一线（白山立交桥至南五马路，含泰山路北陵大街至黄河大街段，共9km）和南五马路—文化路（胜利大街至万柳塘路，共6km）一线，试行推出一横一纵的公交快速通道，实行全线施划公交专用车道，并在道路每个交叉路口的进口车道处设置公交专用导向车道，在早晚高峰时间（7:00—9:00，16:00—19:00）实行公交优先。结合2010年电子警察建设计划，在这些公交专用导向车道增设电子警察系统，避免其他车辆占用公交专用导向车道。通过公交快速通道的设置，可以解决市民乘坐公共交通快速出行的问题，逐步改变市民出行习惯，减少中心城区的行车、停车压力。同时，公交快速通道也可作为突发事件、工程抢险、紧急救护等情况下的绿色快速通道。

5　结　论

解决沈阳城市交通拥堵问题，各级党委、政府要提高重视程度，加大交通管理设施建设资金投入，广大交通参与者要提高交通安全意识、文明出行、自觉遵守交通法，交通管理部门要科学规则，通过制定相应政策法规以及标准规范，以适应新形势下交通管理工作发展要求，确保城市道路安全畅通，促进沈阳经济又好又快发展。

南北高架拥堵成因及对策

戚 悦
（上海市交警总队高架支队三大队，上海 200439）

摘 要：南北高架作为上海市“申”字形高架道路体系的中枢神经，承载着贯通上海南北交通的重要责任。随着机动车总量不断上升，道路拥堵已然成为市民出行最关注的问题之一。为解决南北高架拥堵问题，作者从各个不同角度出发，分析拥堵原因，并针对南北高架部分拥堵状况严重的路口、路段，结合现有的科学技术装备、警力调配、路口规划等手段，避免因人为因素造成拥堵，从而最大限度上缓解南北高架道路交通拥堵的现状。

关键词：南北高架；潮汐式拥堵；排堵保畅；交通事故互碰理赔；分时管控

高架三大队所管辖的南北高架道路是贯穿市中心道路的快速通道，是“申”字形高架道路的中枢神经，管辖内包括卢浦大桥、鲁班立交、延东立交、天目立交、共和新立交4座立交共29个上下匝道32公里（双向）道路。从目前大队管辖高架道路情况来看，相对以往较有规律的早晚高峰潮汐式拥堵随着城市建设速度的进一步加快再加上机动车保有量的不断上升，部分道路高、平峰时段的界限已越显模糊，部分路段白天时段长时间处于流量集中、车行缓慢的状态，双休日交通拥堵矛盾也逐渐显现。作为市区唯一一条南北走向的主要快速通道现主要拥堵路段有：南北高架西侧共和新立交至北京路、延东立交至徐家汇路、徐家汇路至鲁班立交；东侧徐家汇路至延东立交、延东立交至天目立交。主要结点还是集中在各个立交出入的交通结构组织方面以及下匝道下行不畅方面。

1 南北高架拥堵原因分析

1.1 道路设计不合理导致堵塞

由于历史原因和规划设计问题，市中心路网结构不合理，道路流量承受能力已到满负荷状态，南北高架市中心上下匝道又比较多，凡拥堵的下匝道，地面道路相对也是主干道和集散点，车辆、行人本身较多，分流能力差。此外，南北高架各上匝道均存在与主车道迅速并道的现象，导致部分驾驶员在匝道入口处与主车道车辆正道抢行，严重影响高架主线正常通行。

1.2 多车道合并形成合流瓶颈口

凡立交分流到南北高架主车道合流处，皆存在“进出立交就堵塞”的现象，例如，共和新西进口、延东立交东进口、西进口等，形成拥堵结点。因为出立交后紧跟着是上匝道，或者有分岔口，导致车辆变换车道，交织形成冲突点和瓶颈口造成堵塞。此外由于上海“申”字形高架道路的特点，一个拥堵结点可能影响到一个路段，然后整段高架，甚至相邻高架道路都会受到影响。以鲁班立交为例，南北高架由北向南车辆要从南北高架道路转向内环高架则必须进入鲁班立交，而鲁班立交南北高架出口只有二根车道，所有的车辆均在进入鲁班立交前抢道并入，导致南北由北向南主车道排积，影响南北西侧正常车辆通行。

1.3 平面交叉路段多，导致车辆通行能力差

南北高架通行特点是：先上匝道、再下匝道，使车辆上下交织冲突，无行车规则，凭先后到达和驾驶技术获取通行条件。南北高架西侧平面交叉路段是：天目路、新闸路；北京路、威海路。东侧平面交叉路段是：威海路、北京路；新闸路、天目路；天目转盘东上、永兴路东下。在车辆集中时间，平面交叉路段既影响上下匝道车辆通行，也影响主车道车辆通行。

1.4 潮汐现象明显

市中心以外边缘地区车辆，集中快速直达进入市中心，而市中心道路自身又无能力进行消化缓解，达不到快出慢进的效果。南北高架早高峰时西侧道路拥堵，晚高峰时东侧道路拥堵。

1.5 受交通集散点制约

市中心三纵三横主要通道与高架道路相连接的匝道基本属于拥堵。因人民广场、上海火车站等交通集散点影响，一个单位时间内车辆出行出现高峰，延东立交、天目转盘部分时段成为交通结点和难点，促使南北高架车满为患。

1.6 事故、抛锚多发，影响高架车辆正常通行

高架道路作为城市快速道路，具有无行人、无非机动车且不受信号灯控制的特点。但是，一旦在路段中出现事故或抛锚，由于当事人不报警，不及时将事故或抛锚车辆撤离现场，导致其后方车辆无法选择其他道路分流，从而会迅速积压，形成“堵一点”、“连一线”、“成一片”的恶化趋势。

2　南北高架排堵保畅对策

2.1 高峰时段，提早分流

根据南北高架早高峰时西侧道路拥堵、晚高峰时东侧道路拥堵的特点，提前对道路上的车辆进行分流。例如，提前对新闸路东上、威海路东上车辆进行间隙性分流管控，或在不影响地面路口道路正常通行的前提下间隙性限制车辆进入南北高架，均衡流量可以有效地缓解南北高架东侧因车流量增加而造成的拥堵压力。

2.2 上下联动，缓解高架拥堵压力

与地面各交警支队建立联动体系，交换道路情况信息。在南北高架道路拥堵时，及时与地面交警队沟通，上匝道控制流量时，地面民警应对地面车辆进行分流，以免造成地面排积拥堵而影响到相邻高架下匝道车辆驶出；下匝道车辆拥堵至影响主车道通行时，可以请求指挥中心调整绿信比或者民警适当控制地面主车道强行干预，确保下匝道车辆正常通行，避免因下匝道下行不畅造成主车道车辆拥堵。

2.3 增加电子监控系统

充分运用科技手段，特别是要在立交进出路段、上下匝道交汇处及事故与违法行为多发路段，增加电子监控系统，力争做到一旦发生事故由监控系统及时发现，直接由指挥中心下达出警指令，做到第一时间发现事故，及时出警，避免因事故当事人延误报警造成的时间损失引起道路的拥堵。另外违法变道、跨斑马线行驶等常规的交通违法行为由电子警察负责监控。

2.4 增加情报板、信号灯

南北高架延东立交西进口、立交与立交、高架与高架连接处以及主要路段，安装交通流量情报板引导系统，跨高架、跨立交的提示告知前方道路通行情况。如南北高架徐家汇至鲁班转盘严重拥堵，必须在延东立交以北的道路上予以提示，使车辆及时改走延安高架或地面道路，另外，在南北高架各上匝道安装交通流量情报板和信号灯，由指挥中心统一控制，方便在主车道拥堵时第一时间对上匝道进行管控，实行真正意义上的车辆分流。

2.5 增加牵引力量

调整牵引力量的布局，根据道路流量和流速情况，增加牵引车辆，合理分配，灵活掌控，以5分钟内赶到施救现场为原则，确保高架道路不因事故和抛锚而造成大面积、长时间拥堵。

2.6 实行总量管控

借鉴北京奥运会的成功经验，采取总量消减的方法，按日期、尾数限行相应车牌尾号车辆上高架，从源头上控制高架的车辆总量。

2.7 加大执法、处罚力度

对“机动车违反禁令标志指示的（1229）”、“机动车违反禁止标线指示的（1230）”、“机动车发

生交通事故未及时撤离现场造成交通拥堵的（7002）”等直接或间接造成交通拥堵的违法行为，加大处罚力度。在拥堵结点加装电子警察，对违章变道、违反标志标线等违法行为实时监控并记录。

2.8 大力推行交通事故互碰理赔

民警到达事故现场，应向驾驶员大力宣传事故互碰理赔相关内容，在各个进入上海的道口处、岗亭便民服务箱内，发放有关宣传资料以便外省市驾驶员了解相关内容，在遇事故后能第一时间撤离现场，自行协商调解，不造成人为的拥堵。

2.9 修改匝道标线设置

针对先上匝道、后下匝道的道路特点，借鉴西藏路南下的标线设置，将匝道与主车道之间的虚线改为虚实线，先进后出，尽可能减少匝道车辆与主车道车辆的交叉点，做到“快出慢进”，并在该类型匝道增设电子警察监控。另外，参照北京路西侧上匝道，可在威海路东侧或新闸路东侧上匝道放置将军帽，并增设一个固定岗位，限制东侧流量。

2.10 分时管控，限制流量

在早晚高峰交通拥堵时，对南北高架相邻上匝道进行轮流放行。以东侧威海路上匝道和新闸路上匝道为例，晚高峰时，可采取威海路5分钟绿灯、新闸路5分钟红灯，然后新闸路5分钟绿灯、威海路5分钟红灯，交替放行，控制这一路段的总流量。

2010年世博会日益临近，届时所产生的对道路的影响是全市性的，其中对于南北高架的影响最为集中，鲁班立交及卢浦大桥作为进出世博园区的主要通道承担着巨大的交通压力。总之，要解决南北高架拥堵情况，必须深入分析拥堵路段的原因，寻找其源头，打通拥堵结点。就目前南北高架道路现状来看，应从解决典型的拥堵结点或路段出发，统筹考虑周边道路交通组织与规划，以从点到线，从线到面，层层疏解换得整体道路交通的畅通。

上海道路交通拥堵破解研究

李林华
（上海市交警总队，上海 200070）

摘　要：城市交通是社会城市化面临的首要问题，解决城市道路交通拥堵已成为世界各国大型城市的一个难题。道路交通拥堵既是上海市民关心的热点问题，也是上海各级领导和政府部门极为关注的问题。加强现代化城市综合功能性建设，建立现代化交通综合管理体系，确定以公共交通（轨道交通）为主、个体交通（非机动车）为辅的交通出行基本方式，以及实行交通安全责任制社会化，建立现代警务机制的勤务制度，加强、发挥公安交通指挥调度作用，推行扁平化管理，实现点对点精确指挥，提高警务运作的效能，实现警力布局最大化。

关键词：上海；道路；拥堵；研究

当前全球经济正在向工业化、城市化、市场化高速发展，城市交通是社会城市化面临的首要问题，解决城市道路交通拥堵已成为世界各国大型城市的一个难题。中国是发展中国家，城市化程度不到49%，西方发达国家平均城市化程度达到78%，个别发达国家甚至达到90%，城市化程度越高，城市交通需求越高，对城市交通要求也越高。上海现有常住人口1800多万、外来流动人口650万，人口数量接近西方发达国家城市，但城市化交通还处于低级阶段，高度智能化交通、高度信息化交通、高度人性化交通还处于起步阶段，道路交通拥堵是人民群众关心的热点问题，也是上海各级领导和政府部门极为关注的问题。如何解决上海城市交通拥堵，提高城市交通运能和道路通行能力，为此提出如下见解：

1　主要拥堵原因

1.1 “两个中心”地位确立对交通提出更大需求

按照国家战略决策定位，上海将成为国际金融中心、国际航运中心的龙头地位，有力地促进了上海经济乃至长江三角洲地区的经济快速发展，同时也对交通包括城市道路交通提出更大需求。据统计，2008年度上海港货物吞吐量高达5.8×10^8t，跃居世界第一，集装箱吞吐量达2800万标箱，仅次于新加坡，居世界第二。超大物流的运输增加了浦东、宝山、洋山深水港等区域的道路通行需求，辐射影响全市交通。

1.2 社会发展对道路交通提出更高要求

随着社会的变革，市场化的竞争改变了人民在计划经济下从家门口到学校、单位的单一的交通出行需求。随着上海市政建设的发展，市中心区域百万居民动迁，增加了上下班时间和路程。在市场经济下，人们的社会交际能力和生存交往方式发生了翻天覆地的变化，无疑在空间和时间上对交通出行提出了无限的需求，给道路交通运营、通行能力带来了沉重的和前所未有的压力。

1.3 日益增长的交通需求与道路发展不协调

上海经济的飞速发展，提高了人们的生活水平，拥有一辆私家车不再是梦想。据统计，2001—2008年，上海机动车拥有量由120万辆发展至234万辆。其中，客车由55万辆发展至108万辆，呈成倍增长。道路长度由9800km发展至15844km，增长62%，但市中心道路增加并不多。高架道路由73.34km发展至135.56km（单向），增长66.22km；日流量从80万辆次发展至230万辆次，近3倍增长；高峰时段平均车速由80km/h（双向），降至63.4km/h。南北、延安高架高峰时段拥堵路段双向平

均时速为20～30km/h，单向道路最拥堵路段时速低于20km/h，车满为患。车辆成倍增加，道路增长速度缓慢；高架流量呈3倍增加，高峰时段车辆流速降低，成为近几年来上海道路交通的真实写照。虽然上海市人民政府采取额度拍卖手段控制机动车牌照发放数量，但市政道路建设速度仍跟不上车辆增长速度，市政道路建设速度与车辆发展速度不匹配。

1.4 交通参与者的交通法制观念淡薄影响道路通行

上海是亚太地区发达繁荣城市之一，但城市交通参与者自觉守法意识与世界其他发达城市相比远不能及。机动车超速、酒后驾车、疲劳驾车，机动车滞留路口、违反禁令标志、违法停车，行人乱穿马路，非机动车路口抢道、抢占机动车道、不遵守交通信号灯等交通违法行为比较严重，据统计，2008年度上海交警部门共查获各类交通违法行为1088.6万余起，其中机动车违法行为占62.9%，非机动车违法行为占30.1%，行人违法行为占7%。大量交通违法行为干扰了正常交通秩序，造成交通拥堵，同时交通违法行为又引发大量交通事故，严重影响了道路通行，加重了道路交通拥堵程度。

2 对策与措施

2.1 建立现代化交通综合管理体系势在必行

现代化交通综合管理体系是指高度智能化交通、高度信息化交通、高度人性化交通的综合管理系统，包括先进的车辆导航系统、自动收费系统、安全驾驶系统、交通组织优化系统、公共交通信息系统、行人辅助系统，以及具有更高性能和智能化为核心的综合交通控制系统。据有关资料介绍，日本首都东京共有17000多个交叉路口，控制中心根据道路交通流量的状况，对全市14447个信号控制路口中的7247个进行预先的信号配时方案确定，同时根据流量检测结果，由控制中心133台计算机对收集的流量信息进行自动处理，再对信号控制路口的信号配时进行实时调整，同时还通过遍布全市道路范围内的1296个信息显示板和7个广播电台、160个路侧广播实时发布道路交通信息，从而达到优化交通组织、合理调整交通流量、改善道路通行状况的目的。通过控制系统和道路交通信息通讯系统，把道路交通信息通过路口和路段的信息板及时传输给交通参与者。包括交通堵塞、驾驶所需时间、交通事故、道路施工、车速及路线限制以及停车场空位等提示给驾驶员，帮助驾驶员以便合理选择出行路径和行动路线，减少途中的交通延误。疏散交通流量，避免交通堵塞，将整个交通状况向理想的状态引导，使交通更加顺畅和安全。

目前，上海虽具有SCATS诱导系统、道路情报板、道路监控中心等手段，但无论从规模、覆盖面、数量等方面，还是从道路条件、车辆条件、交通参与人的行为素质等方面，与建立综合性、一体性管理控制系统和组织实施还有相当长的距离和时间。就建立高度人性化交通而言，上海许多路口，行人在横道线上过马路并且有行人信号灯，在绿灯指示准许过马路的通行条件下，过马路时还要受到右转弯和左转弯机动车行驶的影响和威胁，在现有的法律法规中都无法保证行人在行人信号灯绿灯条件下过马路的安全性。因此，需要建立保护行人过街、自行车安全通行的特殊设施。无论是在国家制定的交通法律中，还是在城市道路上交通信号灯、交通标线和交通标志的设置方面，都要体现对弱势群体的关怀和保护，体现高度人性化交通的理念和措施。

2.2 确定以公共交通（轨道交通）为主、个体交通（非机动车）为辅的交通出行基本方式

交通出行半径距离，决定人们对交通工具的选择。地铁、轨道交通以便捷、经济、安全、畅通的优势，作为市民出行的首选交通工具。至2010年上海将建成包括1～11号线在内的11条轨道交通线，运营总里程达到400km，共280座车站投入使用，基本形成网络化运营，日均可承运520～580万人次，占全市公交客运总量的35%～40%。按照市政府《上海城市交通白皮书》规定，2020年自行车出行时间控制在30分钟内，也就是说自行车交通是家门口到交通集散点、枢纽站之间的短距离出行的“短驳”交通工具，而不是市民的主要代步交通工具。在目前公共交通包括轨道交通网络和运营能力还完全不能满足市民出行的需求情况下，确定以公共交通（轨道交通）为主、个体交通（非机动车主

要是自行车）为辅的交通出行基本方式是解决城市交通拥堵的一条切实可行的方法。一是由于自行车的属性所决定。一辆自行车市场价格虽然不高，但作为主要代步工具，在道路上行驶涉及交通安全，涉及人的生命安全，不等于其他电子产品，价格虽高，但在家里不涉及人的安全。二是交通总量的取代方式。据车管所统计，目前全市有1000万辆自行车登记在册，但实际拥有量在700万辆左右。由于自行车使用频率的变化，即使按照每天有30%自行车在道路上行驶的比例，每天也有200万辆自行车在道路上行驶，按照公共交通单向统计方法，每天即有400万辆次自行车，如果换乘2部公交车辆，那就是800万辆次。即使至2012年，13条轨道交通全部投入使用，每天运营能力也只是680万人次，也无法达到800万辆次的自行车的取代总量。三是经济承受能力。按照国外有关经验，交通费用占每月经济收入的10%是最为合理的。按照目前换乘2部公共交通包括轨道交通平均4元计算，来回就是8元，每月就是172元（22个工作日），要求三口之家每月经济收入达到3500元，而目前月收入低于3500元的三口之家为数不少。四是按照市政府《上海城市交通白皮书》规定，2020年自行车出行时间控制在30分钟内，自行车交通是家门口到交通集散点、枢纽站之间的短距离出行的“短驳”交通工具，而不是市民的主要代步交通工具。因此，2010—2020年自行车代步工具的功能和作用客观存在，在公共交通网络和市民生活质量提高的基础上，引导自行车交通逐步向公交转移，2020年自行车代步工具的功能逐步减退，成为家门口到交通集散点、枢纽站之间的短距离出行的“短驳”交通工具，以至逐步淘汰。

2.3 加强现代化城市综合功能性建设至关重要

现代化城市综合功能包括诸多方面内容，除道路市政建设、现代化的交通综合管理体系之外，与社会日常运转息息相关的一切社会事务，包括政府机关工作作风、办事效率以及电子商务、信息化建设、社会文明程度和市民文明习惯等包罗万象的一切社会活动，要求整个社会高效、集约、精简、有序。政府部门发挥着现代化城市综合功能建设的主导作用，是代表城市发展的方向和掌握行进方向的舵手，加强政府部门建设至关重要。从表明现象看，开会与排堵毫无关系，政府办事效率与排堵没有直接联系，网络时代与排堵更没有牵连。但仔细琢磨，一切社会活动需要交通出行支撑，建立发挥高效、集约、精简、有序的综合性的城市功能，便能减少交通出行，还路于民，更有利于提高道路通行能力，使道路资源利用率达到最大化。

2.4 交通安全责任制还需社会化

据统计，2009年10月份，全市共查获各类交通违法行为66.3万余起，大量的非机动车和行人交通违法行为无法统计，交通违法行为是影响道路交通安全和畅通的主要因数之一。尽管交通安全法律法规已从政府规章、国家法规上升到国家法律的地位，但在人们心目中，违反交通安全法，好像不是违反国家法律的行为，这个法不同于那个法。思想上还有“交通法规不是法律”的错误认识，认为闯个红灯又不是犯法，思想上的麻痹导致了行为上的放纵，偶尔让警察抓住一次，还要无理取闹、胡搅蛮缠。行人、非机动车我行我素，独往独来，大量交通违法行为司空见惯，不以为然。交通秩序混乱造成了交通拥堵，排堵先治乱，治乱需治违法行为。在各级政府领导下，建立一套有中国特色的交通安全责任制，与各行各业、各单位工作业绩和个人诚信相结合的体制和机制，实行交通违法行为记录制度，作为单位、团体、个人遵章守纪和诚信表现的具体体现，同时加大交通违法行为的处罚力度，并以法律形式加以固定。

2.5 进一步增强公安交通指挥调度的龙头作用

公安交通指挥调度部门是交通管理的大脑和枢纽，指挥调度的龙头作用需要进一步加强：一是要推行扁平化管理，实现点对点精确指挥，实现警力布局、警务运作的效能最大化；二是要建立内容完善的信息平台，将交通流量、拥堵节点、事故黑点、信号配置、道路施工等各类交通管理元素加以整合、汇总、分析，实现交通管理的集约化；三是要充分利用上海目前应急联动中心“三台合一”模式的优势，加强与其他部门的联动协作，并着力完善与政府其他部门及兄弟省市相关单位的沟通配合。

2.6 进一步探索和实践停车管理新思路

改革开放三十年来，包括上海在内的国内一些大城市整体规划和布局都已基本定型，伴随着机动车总量的急剧增长，停车难的矛盾日益凸现。借鉴外国在停车管理上的经验，在严格道路停车规划的基础上，一是要做好建筑物停车设施源头供给，特别是对新增建筑，必须要具备与之功能定性相匹配的停车条件；二是要会同政府相关职能部门，深入挖潜，通过改造、改建等方式合理增加停车泊位；三是要充分整合、利用各类社会资源，采取诸如办公楼、居民小区错时停车等方法，化解中心商务区停车难矛盾；四是要合理规划，在有条件的路段开辟时段性临时停车泊位。

2.7 建立现代警务机制的勤务制度，提高民警路面管控能力

一是警力跟着警情走，警力跟着堵点走。根据道路实际情况设置岗位和布置警力，针对路口和路段特点，针对性地采取不同管理措施和手段。二是全面落实快速反应制度。明确不同道路条件下的接处警时间，在路面发生交通事故和交通意外时，指令就近民警迅速赶赴现场，在第一时间内对事故和意外进行处理，确保畅通与安全。三是配齐一线民警执法装备，降低民警执法烦琐度。目前路面民警在规范执法过程中，虽然已经配备录音笔、照相机等执法装备，但录音笔使用不方便、效果不理想，在违法当事人投诉过程中反映情况不全面。通过更新装备，配备警务通既能降低一线民警工作烦琐程度，又能确保民警执法出现问题时能固定证据，使民警执法权益得到有效保护。

应对上海“停车难”问题的实践与思考

邹　申
（上海市交警总队，上海 200070）

摘　要：当前一个阶段，随着向“汽车型”社会的转变，“停车难”问题已经成为困扰一些城市发展的不利因素。面临着中国2010年上海世博会的召开，上海公安交警部门与其他相关职能部门一起，结合以往工作经验，研究采取多种措施，规范停车管理，挖掘停放资源，努力破解“停车难”问题。

关键词：停车难；世博会；措施

近年来，随着社会经济水平的快速发展，机动车保有量增长迅速，而停车设施建设却相对滞后，“停车难”问题以及由此产生的诸多社会问题，已经成为困扰城市发展的不利因素。上海“停车难”问题初现在20世纪90年代末，近几年开始从老城区、旧式商务区、居住区逐步开始向2000年后新建商务、居住区发展。为此，上海市政府有关部门也采取了多种措施。为了迎接中国2010年上海世博会的召开，能以良好的城市面貌充分演绎“城市让生活更美好”的世博主题，上海公安交警部门作为“迎世博600天行动”——“规范车辆停放”任务的责任单位，与其他政府部门、相关单位一起，采取创新措施，规范停车管理，挖掘停放资源，为缓解“停车难”问题进行了多种尝试。

1　背景情况

1.1 上海应对“停车难”问题的实践

2001年在上海市政府《上海市城市交通发展白皮书》中，就将“停车设施”作为专门章节，并提出了原则意见。2003年上海市公安局交巡警总队会同同济大学，制定了《路内停车规划》对设置机动车道路停车场的原则、道路条件和设置方式等进行了研究。

随着新的《中华人民共和国道路交通安全法》以及《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》的颁布实施，为实现与其中城市道路停车等规定的衔接，进一步明确停车管理职责分工和其他要求，2005年3月1日，上海市政府颁布实施了《上海市停车场（库）管理办法》（以下简称《办法》）。

《办法》将停车场（库）划分公共停车场（库）、道路停车场以及专用停车场，基本涵盖了所有停放设施。并明确规定：“市城市交通管理局（现交通港口局）是本市停车场（库）的主管部门，负责本办法的组织实施。区（县）交通行政主管部门按照规定的职责，负责本行政区域内停车场（库）的管理工作。上海市陆上运输管理处和区（县）陆上运输管理所（署）（以下统称陆上运输管理机构）按照规定职责，负责本行政区域内停车场（库）的日常管理工作。本市规划、建设、市政工程、公安交通、房地资源、财政、价格等管理部门按照各自职责，协同实施本办法。”

对于道路停车场，《办法》明确，由市公安交通管理部门会同市市政工程管理部门、市交通行政主管部门依据相关原则编制停放点设置方案。

通过试点和完善，同年12月，市建交委、市公安局、市交通局、市物价局、市财政局、市市政局等六委局联合下发了《关于全面规范和加强机动车停车管理的实施意见》（以下简称《实施意见》）。进一步明确了机动车道路停车场的设置程序和各职能单位工作分工：由公安交警部门牵头编制道路停放点设置方案，负责对违法停放的机动车进行执法管理。交通管理部门负责道路停车费的征收和使用管理，维护停车场秩序，规范停车场管理和服务。市政部门负责道路停车场的路政管理。

同时，《实施意见》将《办法》中对于机动车停放点设置的原则性规定细化为“区域差别化”，将外环线内区域划分为“重点区域”和“非重点区域”。其中“重点区域”内采取从严控制原则，控制泊位数总量，提高道路停车价格，鼓励使用公共交通工具，鼓励路外停车，鼓励短时道路停车，减少占路停车的时间。在“非重点区域”内采取控制与满足相结合的原则，在满足设置道路停车场的条件的前提下，对部分停车矛盾比较突出的交通条件相对较好的道路，适度满足停车需求。

1.2 迎世博600天行动

2008年9月，上海市政府为迎接2010年上海世博会的召开，启动“迎世博600天行动”。在“加强市容环境建设和管理600天行动计划”的30项任务中，将“规范车辆停放”也纳入其中，并明确由市公安局牵头，主要负责单位为市公安局交通警察总队。

迎世博600天行动相关工作任务下达后，上海公安交警部门对工作项目进行了研究和细化。“规范车辆停放”看似解决的是车辆停放秩序，整治违法停放，规范停放点设置等问题，其实仍是由于“停车难”问题所造成的，由于停放设施的不足，车辆被“压迫”至道路上，擅自设置道路停车场，挤占公共资源。为此，上海市交警总队根据当前静态交通管理中存在的问题，提出了“审批规范、设置合理、停放有序、设施完善、管理严格”的总体目标。并将外环线内城市化发展比较完全的区域作为工作的重点，经过基础数据收集、分析，在征询相关单位意见后，本着“新增停放设施与停车需求相适应”、“路外停车设施为主、路内停车设施为辅”的基本原则，制定了《本市迎世博加强市容环境建设和管理600天行动计划—规范车辆停放分纲要》，明确外环线内区域600天内新增路外公共停车泊位7380个、新增道路停放泊位3520个的计划任务。并通过市交通港口局（原市城市交通管理局）指导、督促各区编制完成机动车停车专业规划，作为完善停车设施布局的依据。

在各相关部门和单位的积极配合下，到迎世博600天工作结束时，外环线内区域已累计新增机动车道路停车泊位1.3万个，完成新增路外公共停车泊位2.9万个，行动之初所确定的计划任务已全面超额完成。

2 上海“停车难”问题的主要特点

2.1 供需矛盾突出是“停车难”的主要原因

（1）数量上不相匹配

机动车停放需求与停放设施供给不相匹配是“停车难”问题的主要原因。根据有关部门的调研显示，上海市实际能提供机动车各类路外停车泊位约96万个，道路停车泊位约1.6万个。通过“迎世博600天行动”再完成新增道路停车泊位和路外公共停车泊位约4.2万个，使总数达到约100万个。然而，截至2009年9月，上海汽车保有量已达147万辆，还有约20余万辆常驻上海市的外埠号牌车辆，两者在数量上就存在着巨大的差距。此外，从国外的经验来看，一般机动车保有量与合理的停车泊位数在1∶1.1～1∶1.2，那么全市停车泊位缺口将更为突出，再加上停车设施与停放需求的地区差异性，一些区域的缺口比例更大。

（2）发展速度不相匹配

虽然近几年上海多次提高了建筑物停车泊位配建比例，并结合城市绿地、广场建设，兴建了多处公共停车场（库），但与机动车保有量的增长速度相比较，停车设施增长还是明显偏缓，分布也不平衡，造成了停放供需之间的矛盾加剧，使“停车难”问题愈发突出，特别是旧式小区。2007年交警部门对上海卢湾区五里桥地区的调研显示，在受调查的52个居民小区中，70%的小区都存在“停车难”问题。而且，近期一些2000年后建设的居民区，也产生了因停车泊位不足而造成的“停车难”问题，如2008年对上海市长宁区一处2003年建成的新式居住小区调研，小区停车缺口已达90辆，缺口达22.5%。为解决停车位不足的问题，多数居民区不得已采取占用绿化、占用通道等方式“见缝插针”，但也因此带来了邻里矛盾、安全隐患等。

近两年，上海市交警总队收到的市人大、政协的相关提案逐年增加，2004年仅为1篇，2008年已经达到9篇。“停车难”问题给市民生活、出行带来了不便，并成为制约城市发展的瓶颈问题。

2.2 违法停放突出是“停车难”问题的主要表现

“停车难”问题源头在停车设施不足，表现往往却在道路上。由于停放供需之间矛盾突出，再加上部分驾驶员“入位停车”意识不足，贪图方便和便宜，在道路随意停车、违法停放现象十分常见。特别是依据《中华人民共和国道路交通安全法》第九十三条的规定，对机动车驾驶人违反停放、临时停车规定的，只能在行为人不在现场或虽在现场但拒绝立即驶离的情况下才可罚处。当前，驾驶人在现场，车辆长时间停靠的情况很多见，执勤交警对此种一般只能口头警告，令其驶离，而驾驶员往往在驶离一段时间后又会折返原处。驾驶员几乎没有违法成本，交通警察的执法缺乏足够的制约力，效果相当差，而对道路交通的影响却不小。对此，上海公安交警部门也曾设想在部分重点区域和道路采取直接罚处、电子警察监控等措施，但受制于现有规范的限制，缺乏推广的普遍性。

3　缓解“停车难”问题的对策措施

3.1 增加停车设施供应

“停车难”问题，是一个城市发展中所必须经历的过程，特别是上海在向机动车出行方式的转变过程中，产生停车供需矛盾确实也在所难免。当然，单纯采取“充分满足”的策略，不但耗资巨大，而且对机动车增长也会起到刺激效果，引发新的需求增长，陷入恶性循环。因此，需要根据城市交通特点、区域交通政策、停放需求等多因素考虑停车设施的发展策略。如居住类以满足为主，特别是城市外围公共交通不发达的区域，停车泊位的配建比例应≥1个/户；非居住类，则应首先满足“自己吸引、自己消化”，再根据周边路网情况，适当提供社会公共停放泊位。不过，现阶段，由于历史欠账多，机动车发展潜力巨大，应以鼓励新建停车设施为主。为此，上海公安交警部门会同相关部门和单位，采取了多种措施，增加停车设施的供给。

（1）设置道路停车场

在路外停车场（库）一时难以建设的情况下，在有条件的道路设置路内停放点，不但缓解了“停车难”矛盾，也充分利用了道路资源。自2005年上海有关规范化道路停车场管理规定出台以来，根据工作职责分工，交警总队按照有关设置标准和设置程序，利用道路停车场缓解停放供需矛盾。

“迎世博600天行动”启动后，上海市公安局交警总队根据道路交通实际情况和车辆停放需求，重点考虑了居民小区、医院、学校和商业网点集中区域的停放需求，比如针对徐汇区第六人民医院、杨浦区五角场地区、卢湾区淮海路商圈等停车设施先天不足，增设道路停车场泊位500余个。为给设置道路停车创造条件，还通过路网梳理，对车行道宽度不足12m的支小道路，结合单行道，设置了道路停车场。世博会正式运行前，先后完成了7批机动车道路停车点的增设工作，新增道路停车泊位约1.3万个，外环线内道路停车场700余个，泊位2.6万个，缓解了一些区域日益严重的“停车难”问题。

（2）设置临时停车点

不过，经过道路停放点的多次增设，上海市中心区可供设置停车场的道路资源已十分有限，在第5批新增道路停放点方案中，仅有2处停放点位于浦西内环线以内的中心区，泊位15个，此后的新增方案中，已经没有中心区的道路。而且随着机动车流量的增加，为保证通行的需要，可利用的道路也在不断减少。在对中心区一些道路的调研中，交警部门发现，部分道路虽不符合设置固定道路停放点条件，但市民反响强烈，停放需求高且集中出现，而此时多为到达车辆，过境交通也比较少。针对这些道路的特点，尝试设置移动式“P”牌的临时道路停车场。即将可移动的支架式“P”牌放置在允许停放路段的起讫点，不漆画地面标线。既可以在需求集中时段，解决停车问题，又可以在道路交通发生变化的时候，及时撤除、调整，对交通影响较小，特别适用于短时间停放需求比较高的学校、商业设施等。在黄浦区云南路美食街、南京西路等4条道路试行后，取得了较好的使用效果和社会评价。

目前，上海已设置采取移动“P”牌临时停车点62处，泊位1216个，其中近80%位于学校周边。

然而，应该看到，道路仍应以通行为主要保障，上海机、非混行的通行现状，使道路停车场难免挤占非机动车通行空间。部分设置在人行道上的停车场还会影响到行人的通行及一些距离道路较近的居民住宅，道路停车场的设置难免给行人、车辆通行和居民的生活带来不便，此类的市民反映、投诉也比较多。为此，设置道路停车场只能作为缓解“停车难”问题的辅助手段。

（3）开辟临时停车场地

充分利用建设空档期的闲置用地，将其开辟为临时停车场地，适合现实停放需求突出、新建停车设施周期长、建设项目暂时无法启动的区域。在上海市中心区静安、黄浦等处的实践证明这是一项十分有效的解决停车问题的手段。“迎世博600天行动”启动后，市交通港口局也简化了开设临时停车场的备案手续。目前，上海市外环线内已有临时空地开辟的停车场100余处，可停放车辆4300余辆。为世博会车辆停放需要，上海市公安局交警总队还对世博园及周边区域可用于停车的建筑用地进行了踏勘，梳理出了15个可供利用地块（大约可设置1.5万个泊位），在市建交委的协调下，其中7个地块已开辟为临时停车场，可提供约4000辆大客车停放。

（4）充分利用停车资源

一方面停车设施缺乏；另一方面一些停车设施却被利用率不足，据对上海长宁区中山公园区域内停车场调查显示，部分场库的泊位利用率仅在20%左右，大量停放资源闲置浪费。为此，市公安局交警总队在相关部门、单位的配合下，积极统筹利用现有资源，充分挖潜，鼓励错时使用停车设施，鼓励单位将富余的停车设施向社会开放。如根据车辆停放需求的时间分布特点，错时利用路外停车场（库）：白天，餐饮娱乐场所停放设施向商务楼、医院等停放车辆开放；夜间，单位停放设施向居民或餐饮娱乐场所停放车辆开放。目前，在上海黄浦区、卢湾区、虹口区等均有此类做法。又如由于停车需求、停放设施的分布不均，停车场出入口不明显、不方便等原因，造成了部分停放设施利用率不足。通过加强停放设施的指引系统，推进建设停车诱导系统加强引导。据上海市交通港口局提供的数据，上海已有四个区已经开通了区域性停车诱导系统，还有两个区正在建设。设有各级动态显示屏129块，覆盖停车场（库）104家，停车泊位17093个，市级停车信息平台也已基本完成建设。

（5）新增路外停车场库

解决“停车难”问题，关键还是新建路外停车场库。近几年上海市政府已经投入资金在城市绿地、综合改造、交通枢纽等市政建设项目中，同步建设了大型公共停车场库。预计到2010年，结合综合交通客运枢纽规划，将在中心城之外的区域建设“P+R”停车场16处，泊位约8000个。

3.2 控制停放需求

鉴于机动车停车设施的巨大缺口，停车设施即便加紧建设，也很难完全满足停放需求。特别对于市中心区，已较难大规模新建停车场库。为此，还可以控制停放需求，尽可能使其在时空分布上与停车供给情况相匹配。

（1）完善公共交通系统

从世界各国大型城市的发展轨迹来看，发展以轨道交通为骨干的大容量公共交通系统是缓解城市拥堵的主要手段。在控制个体交通、减少小汽车依赖的同时，也可起到对停放需求的遏制。目前，上海正在进行大规模的轨道交通建设，计划到2012年完成轨道交通13条线路，总长510km，2010年完成其中400km。规划建设公交专用道250km，使公交车辆时速达到18~20km/h。并通过换乘优惠、建设P+R（停车+换乘）交通枢纽、在轨道交通站点和主要社区开设免费借取的自行车，完善公交系统，减少出行的成本和时间消耗，提高公交系统的吸引力，以此来控制快速增长的停车需求。

（2）采取经济杠杆措施

以经济杠杆调节停放的空间、时间分布。一方面，道路停车场的收费标准高于路外公共停车场库，鼓励路外停放。交通繁忙程度和停车供给矛盾突出的区域收费标准较高，鼓励市民减少个体驾车

出行，尽可能选用公共交通工具。另一方面，不同的时间段收费标准不同，夜间、停放需求低谷时间，收费标准也较低，以此调整驾驶员的出行时间。目前，上海已基本按照这一原则制定收费政策。

3.3 改进管理手段

不可否认，驾驶员自觉“入位停车”的意识仍不高，进入场（库）停放“不便”，使一些驾驶员宁愿停放在道路上。为确保世博会召开期间上海有一个良好的社会治安和交通环境，市公安局启动了“迎世博、保平安”打击整治攻坚战，并将“整治机动车违法停放”作为一项重要的工作内容。交警部门也积极改进管理措施，努力提高实际效果。例如，对劝离车辆记录车牌号，再次出现时进行罚处。又如，向机动车驾驶员发放周边停放设施引导卡，方便驾驶员停放车辆等。同时，及时调整警力布局，对于违法停放较多的路段，增加巡逻次数。再加上积极协调开辟停放场地等，堵疏结合，使市区主要道路的停放秩序有了明显改观。

应该说，在政府各部门的积极努力下，特别是“迎世博600天行动”开展以来，上海的“停车难”问题有所缓解，部分乱停放问题突出路段得到改观。不过，由于停放设施巨大缺口这一现状尚难完全改变以及停车设施综合措施涉及多个政府部门、社会单位，还需要市民的积极配合。很多措施在不同区域执行情况并不一致，一些好的工作方法和举措未能固定为规章制度。再加上小汽车快速增长的势头将长期保持，总的来说，“停车难”的问题还将伴随城市发展持续相当长的时间。

基于负荷度的港口集疏运道路通行能力分析

肖海珍
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘　要：混合交通是我国道路运输的基本特征。港口集疏运道路交通特别是货车的运行，往往会干扰道路其他车辆的行驶状况和安全性，并对道路的通行能力产生巨大影响，甚至造成排队、拥堵等更加严重的现象。在调查、分析的基础上，根据集疏运道路交通流特征，对混合状态下港口集疏运道路通行能力展开研究，分析其计算方法及参数标定，采用道路负荷度判断其与港口客货运车辆出行要求是否匹配，并通过实例进行验证，同时提出相应的改善措施。

关键词：港口；集疏运道路；通行能力；负荷度

1　港口集疏运道路通行能力分析

通行能力是指道路设施所能疏导交通流的能力，即在一定的时段（通常取15min或1h）和正常的道路、交通、管制以及运行质量要求下，道路设施通过交通流质点的能力[1]。通行能力实质上是道路负荷性能的一种量度，它既反映了道路疏通交通的最大能力，也反映了在规定特性前提下，道路所能承担车辆运行的极限值。道路通行能力分析，是确定道路建设的合理规模及形式，也是规划、设计、交通改善的重要依据[2]。

2　道路通行能力的计算方法

2.1 影响道路通行能力的主要因素

道路的通行能力有基本通行能力和可能通行能力之分。以基本通行能力为基础，对于假定条件不符的各种道路条件进行修正，而后得到可能通行能力，该通行能力实际上是道路所能承担的最大交通量。

影响道路通行能力的因素[3]主要有以下几点：

（1）道路条件是指车道宽度、车道数、侧向净空、附加车道、几何线形、视距、坡度和设计车速等因素。

（2）交通条件是指交通流中车辆种类的分布（交通组成），设施中可用车道的交通量和交通分布以及交通的方向性分布等。车辆类型的分布是影响道路通行能力的主要交通流特性。

（3）管制条件是指交通法规、控制方式、管理措施等，对于信号控制交叉口，相位配时、绿信比、周期长、进口车道数以及车道划分等都是影响通行能力的主素。

（4）规定运行条件是指计算通行能力的限制条件，这些限制条件通常根据速度和行程时间、驾驶自由度、交通间断、舒适和方便性以及安全等因素来规定。其运行标准是针对不同的交通设施用服务水平来定义的。

2.2 车头时距法计算道路通行能力

道路通行能力的计算方法是首先获得规定条件下一条车道的理论通行能力，然后进行修正后得到可能通行能力。规定的交通条件是要单一的标准车型的车辆，以相同的速度连续行驶。如已知车头时距t，则车流量N的计算公式为：

$$N=\frac{3600}{t}，辆/h \tag{1}$$

前车的前保险杠与后车的前保险杠之间的距离叫车头间隔，按车头间隔L和车行速度v，计算车流量为：

$$N=\frac{1000v}{L}，辆/h \tag{2}$$

最一般的形式，行驶着的汽车之间的最小安全车头间隔为：

$$L=L_1+L_2+L_3+L_4 \tag{3}$$

式中　L_1——汽车长度，m；

L_2——在反应时间内的汽车行驶距离，m；

L_3——制动距离，m；

L_4——后面汽车停止后，与前面汽车之间的安全距离，m。

在确定行驶着的汽车之间的间隔数值时，考虑两汽车刹车距离之差的刹车距离模型，得到的数值比较可靠。因此，车头间隔为：

$$L=L_1+t_1v+\left(L_3''-L_3'\right)+L_4 \tag{4}$$

式中　t_1——反应时间，s；

v——速度，m/s；

L_3'——前车的刹车距离，m；

L_3''——后车的刹车距离，m。

驾驶员的反应时间，与驾驶员的工龄、年龄、心理特点和疲劳程度有关。实验数据指出，在发生危险的主条件下，驾驶员的纯反应时间为0.60~0.83s，再加上刹车系统传动时间，可取t_1=1s。

前车刹车距离为$L_3'=v^2/2g\varphi$，后车刹车距离由于不是紧急刹车，而是工作刹车，即驾驶员先踩踏板，使后轮制动，然后将踏板踩到底，使前轮也制动，这样后车刹车距离为：

$$L_3''=\frac{v^2}{2g\dfrac{G}{G_T}\varphi}$$

式中　G_T——作用到制动轮上的汽车重。

所以：

$$L_3''-L_3'=\frac{v^2\left(\dfrac{G}{G_T}-1\right)}{2g\varphi} \tag{5}$$

式（5）中，黏着系数φ必等于在没有滑移的条件下，主动轮周边上的最大牵引力与车轮和路面之间的反力之比。干燥干净的路面为0.6~0.7；湿脏的表面为0.3~0.4；覆冰的表面为0.1~0.2。因此，一条车流在水平路段上连续行驶的条件下，一条车道的理论通行能力为：

$$N=\frac{3600v}{L_1+v+\dfrac{v^2\left(\dfrac{G}{G_T}-1\right)}{2g\varphi}+L_4} \tag{6}$$

由于汽车重量一般按轴分配，故比值$\frac{G}{G_T}$可取0.6，L_1为汽车长度，单位为m；L_4为安全距离，一般取为1.5~2.0m，将速度单位改为km/h用V表示，则：

$$N=\frac{1000V}{\left(2+L_1\right)+\dfrac{V}{3.6}+\dfrac{0.67V^2}{254\varphi}} \tag{7}$$

由式（7）可知，在函数$N=f(V,\varphi)$中，N与V、N与φ都是曲线关系。当φ一定时，N在某一速度下，取得最大值。

2.3 可能通行能力的计算

计算可能通行能力N_k从是以基本通行能力为基础，考虑到实际的道路和交通状况，确定其修正系数，再以此修正系数乘以前述的基本通行能力，即得实际道路、交通与一定环境条件下的可能通行能力，用公式表示为：

$$N_k = NK_1K_2K_3K_4K_5 \tag{8}$$

式中 K_1——车行道宽度和侧向净空修正系数；

K_2——坡道修正系数；

K_3——方向分布对通行能力的修正系数；

K_4——驾驶员条件修正系数，一般在0.90~1.00范围内取值；

K_5——各种车型的修正系数。

$$K_5 = \frac{1}{1+\sum P_i(PCE_i-1)}$$

式中 P_i——各种车型交通量占总交通量的百分比；

PCE_i——各种车型折算系数。

3 港口集疏运道路通行能力的特殊性分析与计算

不同港区的道路的设置形式不同，对于不控制出入的多车道公路，影响通行能力的主要因素包括道路条件、交通条件和横向干扰。港区内的道路路段较窄，交叉口密集，加之港区内运行车种比较单一，以集卡和大货为主，所以设计速度较低。

车道宽度修正系数值K_1参考《公路通行能力分析》给出的多车道宽度修正系数，如表1所示。

表1 车行道宽度对通行能力的影响系数K_1

道路类型	路面宽度	修正系数
多车道道路（每车道宽度）	3.75	1
	3.5	0.96
双车道宽度（双方向车道宽度）	6	0.52
	7	0.56
	8	0.84
	9	1
	10	1.16
	11	1.32
	>12	1.48

需要注意的是，当多车道道路宽度大于3.75米时，车道宽度的增加对于增加通行能力的作用越来越小，它们的关系为：

$$K_1 = -\frac{16}{3}(W-6.125)^2 + 130.08$$

港区内地势平坦，道路上行人和自行车极少，所以在计算通行能力时不用考虑坡度和沿途条件的修正，所以取K_2=1。

方向分布对通行能力的修正系数K_3的影响见表2。

表2　方向分布对通行能力的修正系数表

方向分布(%)	修正系数	方向分布(%)	修正系数
50/50	1	65/35	0.91
55/45	0.97	70/30	0.88
60/40	0.94		

港区司机的技术都比较熟练，但因部分港区道路没有信号控制，司机遵守交通规则的意识比较差，所以取K_4=0.90。

（1）单车道道路通行能力的计算

根据式（7），在标准车道宽度3.75m的条件下，φ必取0.6，当速度在40~45km/h之间时，通行能力取最大值。将车速V=45km/h，中型货车的长度7.0m代入，得到一条车道的理论通行能力为1480pcu/h，其他宽度的道路理论通行能力按表3折算。

表3　不同宽度的单车道道路通行能力

车道宽度（m）	3.5	3.75	4	4.5	5	>5.6
通行能力（pcu/h/车道）	1380	1480	1570	1720	1830	1900

（2）双车道道路通行能力的计算

《公路通行能力研究》中规定，多车道道路的基本通行能力为1900pcu/h/车道，双车道道路的基本通行能力为2500pcu/h（两个方向之和）。按照这个比例进行折算，可以得到港区内9m宽的标准双车道道路的通行能力为1480×2500/1900=1947（pcu/h），其他宽度的双车道道路通行能力折算如表4。

表4　不同宽度的双车道道路通行能力

道路宽度（m）	7	9	11
通行能力（pcu/h/车道）	1380	1480	1570

4　某港区主要路段负荷度分析

某港区主要路段的理论通行能力计算结果和调查路段的可能通行能力计算结果，如表5和表6所示。

表5　调查路段的理论通行能力

道路名称	道路类型	道路宽度（m）	理论通行能力（pcu/h）
海洋东路	双车道道路	9	1947
海洋一路	双向多车道	每方向4×4	6280
创业路1	双车道道路	9	1947
五洲路	单向多车道	每方向4.5×2	3440
四海一路	双车道道路	7	1090
世纪路	单向多车道	每方向3.5×2	2760
金港路	双向多车道	每方向4.5×4	6880
银港路	单向多车道	每方向5.5×2	3800
国际路	单向多车道	每方向3.75×4	5920

表6 调查路段的可能通行能力

道路名称	道路类型	道路宽度（m）	可能通行能力（pcu/h）
海洋东路	双车道道路	9	2020
海洋一路	双向多车道	每方向4×4	4155
创业路1	双车道道路	9	1241
五洲路	单向多车道	每方向4.5×2	2947
四海一路	双车道道路	7	725
世纪路	单向多车道	每方向3.5×2	1994
金港路	双向多车道	每方向4.5×4	5067
银港路	单向多车道	每方向5.5×2	3034
国际路	单向多车道	每方向3.75×4	3894

通常采用实际交通量与通行能力的比值（V/C）来表征道路的负荷度，以此确定路段的服务质量或满意程度。通过计算，得出各调查路段的负荷度。如表7所示。

表7 调查路段负荷度

道路名称	道路类型	道路宽度（m）	负荷度*V/C*
海洋东路	双车道道路	9	0.15
海洋一路	双向多车道	每方向4	0.20
创业路1	双车道道路	9	0.24
五洲路	单向多车道	每方向4.5	0.20
四海一路	双车道道路	7	0.19
世纪路	单向多车道	每方向3.5	0.23
金港路	双向多车道	每方向4.5	0.36
银港路	单向多车道	每方向5.5	0.22
国际路	单向多车道	每方向3.75	0.21

可见，在所调查的港内路段中，负荷度最大的路段为金港路，双向*V/C*达到0.36，这是因为金港路是目前最主要的进出港道路，各种车辆混行，交通压力较大。港区内其他道路的双向*V/C*均在0.3以下，负荷度相对较低，表明目前的道路通行能力基本可以满足港区内客货运车辆的出行要求，在没有其他因素干扰的情况下，道路处于畅通状态。

5 对策与结论

对于港区内交通压力比较大的金港路，可以通过客货分流，如在交叉口或道路上采用物理或软隔离划分货运车道或货运进口道，或是在车流量比较拥挤时，实行短时交通管制或人为协助疏通车流等措施来缓解交通压力。

城市道路的规划、建设应充分考虑货运道路的交通特点，这一特点在港口集疏运道路通行能力分析中尤其重要。论文主要在利用车头时距计算通行能力方法的基础上，通过对其参数的分析，较细致地研究了港区一条车道的集疏运道路的通行能力，然后通过对调查路段的实际交通量的调查，计算出调查路段的负荷度，从而得出此段道路的服务质量是否满意，是否需要改进等，对提高港区道路规划、建设的科学性，改进道路交通运行环境具有重要意义。

参考文献

[1] 任福田，刘小明，荣建，等. 交通工程学［M］. 北京：人民交通出版社，2003.

[2] 张亚平，裴玉龙. 道路通行能力研究现状及发展综述［J］. 交通运输工程学报，2002，2（2）：1994–1997.

[3] 陈宽民，任福田. 道路通行能力分析［M］. 北京：人民交通出版社，2003.

基于大型车辆车速离散性的安全分析研究

孙德发 韩 皓
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘 要：大量数据研究表明，车速离散性与交通事故有着正相关关系。论文通过大型车辆对其他车辆影响及利用质量控制法分析其车速离散性对道路安全的影响。最后以上海军工路为调查对象，评价安全性并提出改善措施。

关键词：大型车辆；车速离散性；安全评价；控制措施

当今道路交通事故已成为世界公害之一，道路交通安全状况日益恶化威胁人类生命已成为现代人们面临的一个大问题，保证交通运输的安全、高效是道路交通运输系统面临的重要挑战之一。我国是世界上交通事故最严重的国家之一，连续多年的交通事故率居高不下，给人民生命和财产造成重大损失。根据国内城市的交通事故抽样统计表明，大型车辆事故量占所有事故的47%左右，造成58%左右的人员伤亡。其中最严重的大型车事故为大型车与车外人员的碰撞，大型车事故中70%的死亡人员均为车外人员。由此可见，基于大型车辆的路段对其安全水平有着十分重要的影响。

基于大型车辆的道路，其车辆组成主要为大型车辆、小汽车，由于车辆的动力性能不同，在路段上小车的速度比大型车快许多，导致车速离散性较大。根据调查研究，各车辆的车速与平均车速的差值越大，即车速分布越离散，事故发生率越高。也就是说，不仅比一般车辆速度快的车辆易发生事故，那些速度比一般车辆慢的车辆也易发生事故。

为了减少基于大型车辆道路交通事故率，分析大型车辆行驶特点是十分必要的，具有一定的实际意义。论文将研究大型车辆的行驶特点及对小车的影响，利用车速标准差与交通事故的关系方法对路段的安全度进行评价。最后根据实例对安全度进行判断并提出控制车速离散性的措施。

1 大型车辆行驶特点及对小汽车的影响

基于大型车辆道路的交通结构为混合交通，混合交通与理想交通的最大区别便是车辆组成不单一、速度不单一，因此其交通隐患更为严重。

1.1 大型车辆行驶特点

（1）大型车辆的车窗一般高于路人，驾驶员视野有限，容易在视野外造成盲区，导致事故发生。

（2）大型车辆通常比较长，车辆越长，转弯时所产生的内轮差越厉害。因此车辆转弯时，没有考虑“内轮差”，就有可能出现后轮撞倒行人的情况。另外，转弯时车速过快，惯性大，大型车刹车不及，也是导致事故发生的原因之一。

（3）很多长途货车往往只有一名司机，而且是长时间开车。有的司机为了避免警察查车，选择晚上或中午容易疲惫的时间行车。疲劳驾车，是交通事故发生的另一个重要原因。

（4）大型汽车的加速和制动性能较差，视线盲区大，变换车道既困难又危险。

1.2 对小汽车的影响

（1）由于大型汽车“身宽体壮”，小车驾驶员视线容易受阻，在超越大车时，小车须靠左侧尾随其行驶一段距离，以确定对向有无来车和其他障碍物。超越过程中小车会感受到一股强大的推力，必须尽可能地靠左侧行驶以减小这种气流的冲击。

（2）在多车道上同驶时，要避免与大型汽车靠得太近。因为大型汽车的加速和制动性能较差，视

线盲区大，变换车道既困难又危险，容易出现占用其他小车车道的情况。

（3）遇大型汽车转弯时，由于大型汽车轴距长，转弯半径大，所以大车右转弯时一般是先驶向左侧再向右转，这样做往往不是侵占人行道，就是侵入逆行道；而左转弯时则是前轮在自己的车道走，后轮却在逆行道内行道。此时小车的车道就会被占用，此时如果靠近大车就很危险。

2　车速离散性与安全关系

目前，国内外在道路交通安全评价方面已有较多的研究，提出了许多识别、评价路段安全程度的理论和方法，总结了各种以事故次数、死亡人数、经济损失等为指标的评价方法。本论文主要是利用车速标准差的路段安全分析方法。

2.1 车速离散性对事故的影响

研究表明，一条道路上各种车辆的车速与平均车速的差值愈大，即车速分布越离散，事故率就会越高。事实上，由于车速越离散，车流存在频繁的超车现象而使交通流不稳定，出现事故的可能性就越大。车速的离散性，常用车速的分布特征来描述。车速分布中的特征指标包括地点车速的样本均值、车速的样本方差、样本标准差、标准差系数、偏度、峰值。

裴玉龙教授建立的车速标准差与亿车公里事故率的关系模型，找出了二者内在的定量关系，即事故率随车速标准差的增大呈指数关系增长[1]。随之便可建立起相关数学模型。

数学模型为：

$$AR = 9.583\mathrm{e}^{0.0553\sigma} \tag{1}$$

式中　AR——亿车公里事故数；

σ——车速标准差。

模型表明：车速的标准差与事故率的关系为指数关系，随着车速离散程度的提高，事故率将以指数增长率增长。同时，当车速标准差趋于零时，亿车公里事故数约为9.6，说明事故的发生不只与车速有关，即使在公路上的所有车辆都以一样的车速行驶，事故率也不可能降至零；另外，当车速标准差趋于无穷大时，事故率也不可能无休止地增长，车速标准差的大小均在40km／h以下，故0～40 km／h可作为模型的适用范围。

2.2 车速标准差的路段安全分析方法

质量控制法是一种按照质量控制理论进行事故多发点（段）筛选的方法。假定在任何情况下，交通事故发生的概率服从每亿车公里平均事故次数的泊松分布，并设这一分布的置信水平的上限值，将某地点发生事故的实际统计值与上限值对比，如实际统计值大于上限值，可以确定为事故多发地点。应用该法加以类比分析，可以确定同类型路段的交通事故率的临界值。

路段交通事故临界值：

$$AR^{\sigma^+} = \overline{AR} + 1.96\sqrt{\overline{AR}/l} + 1/2l \tag{2}$$

式中　$\overline{AR}$——平均亿车公里事故数；

l——路段累计车辆里程。

计算出临界值后，可以按照标准来确定路段安全水平。在已有的道路、交通条件及交通事故资料的情况下，利用该方法进行路段安全度的评价，能够较准确和方便地判断安全程度，为我们及时有效地改善路段交通设施提供有利参考依据。

3　实　例

以跨杨浦区和宝山区的军工路作为研究对象，因为宝山区是上海市重要的钢铁生产基地、港口集装箱生产和出口基地及能源、水源、副食品生产、供应基地。军工路是连接两区的主要干道，同样也

是主要的货物运输通道。

军工路段的交通事故特点在时间分布、数量、性质上与同等道路等级但受大型车辆影响小的道路事故特点不同。原因主要是：周边有大量的物流公司和企业，货车出行频繁，为了避开各种交通管理控制，大多晚上出车，加之夜间通视条件本身就较差，导致事故频繁发生。集卡车辆因其本身的特点，在拥挤道路容易发生碰撞，所以该路段上的交通事故较多。在发生事故时，由于车辆车型大，造成的破坏力也很大。

军工路全程10km，交通量较大，双向6车道，车辆组成主要有集卡、小车，由于车型的动力性能不同，导致车速离散性较大。

本次调查任务主要是抽样进行该路段上的车辆地点车速调查。分别抽取两类车型各100辆车的地点车速。

整理数据（表1~表3）并计算得出以下结果：

表1 不同车型速度特征

车型	平均车速	标准差
小车	33.8	13.1
大型车	25.5	7.2

表2 样本速度特征

路段名	样本量	平均车速	车速标准差
军工路	200	29.7	21.3

表3 路段特征

路段名	事故次数（次/年）	交通量（辆/年）	里程（km）	亿车公里事故数（次/亿车·km）
军工路	35	11775000	10	29.7

由表1可得出该路段的速度离散性主要是受到大型车辆的影响。

在大型车辆影响小的同等道路情况下：

$\overline{AR}$=20.14次/亿车·km，$\bar{\sigma}$ = 12.1。

利用上述两公式得出路段速度标准差临界值：

AR^{σ^+}=22.97，σ^+=15.81。

$\sigma > \sigma^+$，实际标准差值超过临界值。

由计算得出的结果可以得出军工路路段车速标准差超过了临界值，属于事故多发路段。

4 改善措施

经过分析得出结论后，为了该路段的安全，应该采取一些措施控制军工路段的车速离散性，保证车速标准差在临界值以内。

4.1 控制车辆车速分布

设立车辆速度上限值是控制交通流平均速度的有效办法。目前世界上普遍采用的设置方法是采用85%位车速法来确定车速限制值。研究表明，设置上限值在85%位车速以上的情况下，大多数车辆会加快行驶速度，速度分布范围变小，但平均速度会增大，事故数量及其严重性增大；限速值的位置在85%位车速处，平均速度没有实质性的变化，速度分布范围减小，事故数量没有变化，事故后果不是很严重，驾驶员超速行为的比例较低，而且可以满足97%位车辆行驶速度要求；限速值在速度分布曲

线的85%位车速以下，大部分车辆速度降低，平均速度降低，速度分布范围变小，事故的数量、严重性降低，但驾驶员超速行为比例上升。对军工调查的数据进行分析如图1。

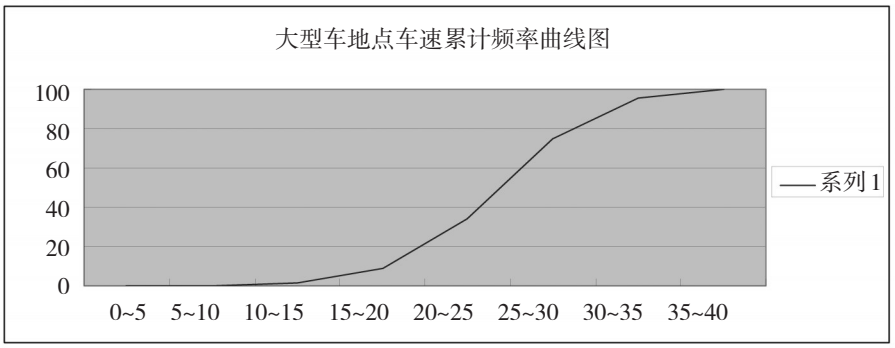


图1　军工路车速累计频率图

从图1可以得出军工路车辆85%位车速为35km／h。

4.2 设置不同车速限制值

研究表明对大型车采取较低的车速限制值，并不会导致车速方差增大。美国某些州曾将小型车的车速限制值提高16.1km／h，大型车的车速限制值则不变，其结果是小型车的车速增加了1.6～6.4km／h，大型车的车速则没有变化，而车速的方差却有所降低[2]。另外，在采用不同车速限制值的州，小型车碰撞大型车的事故居多，而在采用统一车速限制值的州，大型车碰撞小型车的事故居多[3]，这说明对小型车和大型车采用不同的车速限制值可以降低事故的严重性。由于军工路道路上集卡数量相当大，所以有必要设置其不同于小汽车的车速限制值。通过设置不同限制值形成稳定交通流从而减少速度方差。

4.3 道路设施方面

在城市道路设施建设方面，由于军工路路段与其他道路大多是丁字交叉。在交叉口里主要交织的是集卡、小车、行人，由于大卡的特点，所以应当采取不同的措施合理分流，如加强行人过街设施（人行天桥、地下通道）、合理设置信号灯及其配时、交叉口的渠化等。 另外根据军工路的位置特点可以考虑在军工路的右车道设置大型车辆专用道，采取该措施可以减少大型车辆的超车情况和减少对小车影响，从而达到减小速度标准差的效果。

5　结　论

（1）分析了速度离散性与交通事故的关系及利用质量控制法对上海军工路段的情况进行分析，得出该路段属于事故多发路段。

（2）建议根据速度上限值，将小型车和大型车的85%位车速分别作为各自的最高车速限制值，小型车上限为40km／h，大型车为30km／h。

（3）交通管理部门应当在道路交通管理上加强速度管理，抑制交通事故的增长趋势，降低交通事故发生的严重程度，减小交通事故对国民经济造成的损失。

参考文献

[1] 裴玉龙，程国柱. 高速公路车速离散性与交通事故的关系及车速管理研究［J］. 中国公路学报，2007，17（1）：74–78.

[2] GARBER NICH0LAS J，GADIRAJU R. Impacts of differential speed limits on the speed of traffic and the rate of accidents［J］. Transportation Research Record，1992（1375）：17–22.

[3] Transportantion Research Board National Research Council. Managing Speed: Review of Current Practice for setting and Enforcing Speed Limits［R］. WASHINGON. 1998：70–73.

城镇化进程中城市出入口道路拥挤成因分析

张晓婷　吴　兵　李林波
（同济大学道路与交通工程教育部重点实验室，上海 201804）

摘　要：城镇化进程的飞速发展对城市出入口道路系统提出新挑战，城市出入口不但是城市道路的重要节点，而且也常常是交通的瓶颈和事故频发点。基于对城市出入口道路交通运行情况的理解，以上海城镇化进程中出现的出入口道路拥挤问题为例，采用分类集中和数据分析方法从城市对外交通道路系统内外两个方面，探讨了造成出入口道路交通拥挤的主要原因。
关键词：城镇化；城市出入口；公路与城市道路；路网衔接；拥挤成因

《中国城市发展报告》[1] 中指出，截至2007年底全国共有城镇人口5.94亿，城镇化水平达到44.9%，共有城市656个，正处于城镇化快速发展期。在此进程中，城市郊区逐渐成为新的经济增长点，出现“三集中”现象：人口向城镇、工业园区集中，城市用地向规模经营集中。以上海为例，作为长三角中心城市，其快速的城镇化发展带动城市用地性质、强度、空间结构等不断更新升级。相比之下，城市对外交通道路系统变化缓慢——据上海综合交通规划研究网提供的数据，2006年同比2005年上海道路网通行能力提高5%（郊区更低），但交通需求同比增长10%——通行能力供给不足，不能满足经济高速发展的要求，交通拥挤现象极为严重。如2006年7月S20上海外环高速平均车流量已达9.5×10^4pcu/d，特别是沪嘉高速到徐浦大桥日均交通量达12万辆以上[2]，服务水平为F。因此，城镇化条件下城市出入口道路交通拥挤问题已成为交通专家新的关注点。本文以上海绕城高速G1501西段出入口道路拥挤现状为例，分析对外交通道路拥挤的成因。

1　G1501拥挤现状

G1501作为上海一条环线高速公路，双向4～6车道，全长约189km，设计时速为80～100km/h，兼有高速公路和城市干路双重特点；它环绕市中心并连接远郊的各卫星城，尤其为大型货运车辆绕行市中心提供通道，是上海联系浙江省和江苏省的要道（见图1）。

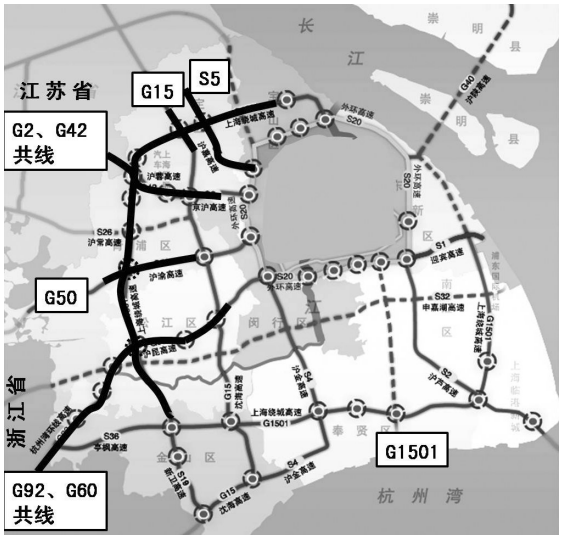


图1　G1501西段及周边主要拥挤路段图

由上海2007年公路网运行情况[3, 4]可知，G1501全线拥挤路段主要集中在出省的射线高速公路——S5沪嘉高速、G15沈海高速、G2京沪高速、G50沪渝高速、G60沪昆高速——衔接处和G1501公路北环，这些高速公路日均断面流量在6万pcu以上[4]。拥挤节点分布情况与上海属尽端式城市有关，大部分对外交通聚集在城市西端，造成郊区环西段交通压力大，车流处于持续繁忙状态，平均拥挤度（拥挤度是用来表示路段拥挤或利用程度的指标，是一般路段交通量与路段适应交通量之比）在1.33以上（图1），服务水平低下[3]。2006年郊区采用弹性收费，但郊区环线流量几乎没有变化[3, 4]，说明该环线的交通需求已呈刚性。与G1501相交的国家级、省级射线道路信息见表1。

表1　与G1501相交的国家级、省级射线道路信息表

高速公路名称	沪嘉高速S5	京沪高速G2（与沪蓉高速G42共线）	沪渝高速G50	沪昆高速G60	沈海高速G15
车道数	4	4	4	4	6
设计车速	120	120	120	120	100
适应通行能力（$\times 10^4$pcu/d）	5	5	5	5	7.5

本文把城市对外交通道路视为一个系统，其构成要素包括政策、基础设施（包括其容量、形态和设计等）、系统用户（包括用户出行特征等）、交通工具、交通信息和管理等，则引起拥挤的成因可分为对外交通道路系统之外及其系统内部两大类因素。其中对外道路系统外的拥挤因素主要指该系统和土地利用的协调关系。

2　对外交通道路系统与土地利用

城市交通系统和土地利用的互动关系一直为拥挤分析研究的重点：城市用地一旦发生改变，服务的人数、人群特质等也将发生较大的变化，从而影响城市交通系统的运行。上海嘉定区G204沪宜公路、G312曹安公路建成后，沿线发展迅速，到2008年年底[6]，该区居住用地（包括别墅、住宅、公寓、里弄等）已达2197.96hm^2，非居住用地（包括工厂、学校、医院、办公、商铺等）达3637.85hm^2。大面积的各类城市用地需要相应的交通系统支撑，方能完成与市外、中心城的沟通——根据上海市第三次综合交通调查总报告，嘉定和内环之间每12h就有20×10^4pcu车辆互通[6]，是郊区和中心城间通行车辆最多的城区之一——但该区的道路网目前基本没有根本性变化，加上整个区后续城市规划未严格控制，导致如此大的交通需求加载于脆弱的郊区路网上，严重影响沪嘉高速公路通畅的交通功能。如果城市规划还不加以调控，随着未来嘉定区经济的发展，该路段会远超出其承载力，拥堵无法避免。

总之，城市用地的改变需要调整相应交通系统，公路网中实际交通量在空间分布上出现不均衡现象，根本原因是区域用地性质、开发强度不合理引起的。城市规划轻视与其相应的交通规划，容易超出现有交通系统的承载力，形成瓶颈。

3　对外交通道路系统

对外交通道路系统内，各因素间的矛盾导致拥挤。可分为宏观、微观两个层面。

3.1 宏观层面拥挤原因

3.1.1 对外交通路网形态与级配

目前上海对外射线高速公路和郊区环路网形态如图2所示，其中4车道的射线高速有8条，整个路网呈现“宽口进、窄口出”的形态；出入口道路衔接处的其他地面道路还有沪太公路、蕴川公路、宝安公路、嘉松北路、嘉松中路、嘉松南路、沪宜公路、曹安公路、北青公路、沪青平公路、亭枫公路、金山大道、松卫南路、亭卫公路、嘉安公路等。公路网中高速公路平均分担率为24%，一级公路

为30%，二级为31%，其他为18%[3]。与郊区环西段相交的主要地面道路信息如表2所示。

表2　与郊区环西段相交的主要地面道路信息表

路名	等级	车道	设计车速（km/h）
沪太公路	一级	6	80
蕴川公路	一级	4	80
宝安公路	一级	6	60
沪宜公路	二级	4	60
曹安公路	二级（国道）	4	60
北青公路	二级	4	60
沪青平公路	一级（国道）	4	80
亭枫公路	二级（国道）	4	60

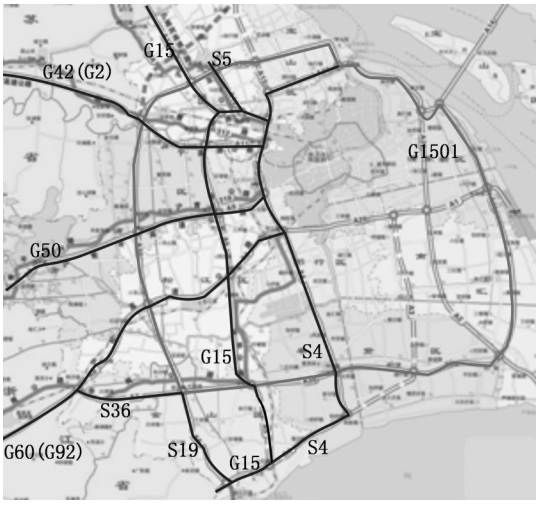


图2　上海公路路网衔接形态图

目前市对外交通南北向转换依靠G1501，与其平行分流通道少、道路等级低，交通转换点有限，东西向也不例外。导致此情况的原因是下级政府规划和建设时，会尽量利用上级政府已规划确定或建成的道路（区规划会利用国省道作为区域骨干路网，县道规划又利用区规划结果作为其主要道路），如此一来长距离过境的通道往往还需承担短距离地方交通，道路不堪重负。比如平行于G2的曹安公路是东西向横穿真新、江桥、黄渡、安亭的通道，但它南北两侧沪宁铁路和京沪高速公路间3~6km范围内没有一条东西向贯通、分流区域交通的高等级道路；由G2集散而来的转换交通和市内交通叠加，使它在京沪高速公路至外环线（长嘉段）平均日交通量达51974pcu，拥挤度2.31，服务水平为F[2]，极大地降低了G2整个线路的通行效率。

公路网级配不合理的主要原因是规划工作中不重视交通流由高等级道路向低等级道路的有序疏散、低等级道路向高等级道路的有序汇集，重视高速公路建设，忽视低等级道路建设，而形成不良路网形态，致使郊区环对外交通与郊区路网间通行能力不匹配，地面疏解能力弱。

另外，道路级配、形态不合理也会造成某些道路交通功能繁重而某些道路利用率偏低的浪费现象。2007年[4]，郊区路网中最大断面——G2公路（永盛路—G2公路段）日流量近11×10^4pcu，而最小断面——G50公路（练西公路—沪青平公路段）日流量仅为2000pcu，两者间相差了55倍。

3.1.2 各类交通混行

（1）长短途交通

在城市外环一般存在三种转换功能交通：城市郊区之间、市外和郊区、郊区和中心城。由于路网级配不合理，优先级别高、低等级道路路况差，且郊区环本身有较大的阻隔性，所以会吸引郊区交通通过外环转进转出，造成出入口处服务对象多样、混杂，明显降低对外交通的运行效率。如S5沪嘉高速公路，承担江苏方向和嘉定区交通转换以及该区和中心城间联系功能，加上S5江苏方向有相当数量的车辆要经由宝安公路出入口到G15，然后再转浙江方向，如此共叠加三种繁忙车流。2007年S5全段日车流量居高不下，已属常发拥挤路段。未来A13至崇明岛开通，如还维持现状路网结构，会使S5更加拥挤不堪。

（2）不同车种、车速车辆混行

由于出入口的集散功能，客货运车辆交织运行，快慢不同车辆同向行驶会由于互相干扰而导致车速降低。按照规定，G1501和G20都是上海高速公路集装箱重要的货运通道，其上虽以小客车为主，但不能忽视约33%的大中型货车及拖挂车（见表3），它们缓慢的车速和车身长度制约着路段行驶效率。

表3　G1501部分路段路况

路段名称	起点名称	止点名称	日交通量（v/d）	折算小客车流量（pcu/d）	客车和小货车	大中型货车及拖挂车	大中型车所占百分比	拥挤度	服务水平
上海绕城高速	嘉金线	沪嘉高速	54076	98130	28214	31568	0.32	1.22	E
上海绕城高速	嘉金线	沪嘉高速	52667	96410	27076	31063	0.32	1.20	E
上海绕城高速	沪嘉高速	浏翔公路	31180	70827	8719	24844	0.35	1.29	E
上海绕城高速	浏翔公路	沪太公路	29886	68627	8140	23911	0.35	1.25	E

（3）慢行交通横向干扰

由于出入口不完全封闭和城市边缘高速公路产业化发展，地面道路趋于街市化，甚至出现“交通性商业街”，致使地面道路横向穿越个体多且分散，驾驶员较难准确判断穿越所需间隙，车辆时开时停。

3.1.3 交通组织与信息

出入口道路交通组织按分析范围有区域、路段、交叉口，制定组织方案应根据不同交通流运行特点对症下药。比如出入口的道路交通流，其流向应非常明确，匝道上车流量不应超过其通行能力，否则会发生拥挤。数据表明[7]，拥挤发生不是全天候或者全区域，也不仅仅发生在饱和度较高的路段——上海在饱和度不超过0.7的道路，仍有近50%的时间拥堵，日常路段运行的交通信息没有被利用完全，如果驾驶员能全面知晓出入口路况信息、匝道控制信息、交通诱导信息等，则有可能避开拥挤节点，减少不饱和道路拥堵时间。

3.1.4 交通控制与管理

外省市入城都需缴纳通行费，所以对外交通道路的拥挤与其收费的管理政策也有关系。S5沪嘉高速公路自2009年3月实施弹性收费政策：大车全免，小汽车部分免费，吸引了大量原本在地面道路行驶的车辆——统计显示该规定执行首日，嘉定往市区方向小客车增加30%，大车增加57%[8]；同时该高速公路南翔出入口处不收费政策，致使原来从中心城到嘉定新城、马陆的车辆，现在选择南翔匝道口进出——政策执行首日南翔下匝道车流量增加60%以上[8]，导致匝道上车辆超过通行能力，反溯至主线车流。总之，G1501西段常发拥堵成因与目前的交通控制和管理水平不高（如交叉口处信号配

时）、交通方向的不均衡性、客货运中不同交通方式衔接不畅等因素密不可分。

3.2 微观层面拥挤原因

3.2.1 通行能力

（1）收费站

对外交通道路的拥挤除了与收费政策相关，还与其通行能力不足有关。G50在G15以西路段处于青浦区境内，该区自身道路情况差——道路狭窄，且通往市区只有两条路（国道318和G50），路网级配严重不合理。近些年随着城镇化进程的深入，开发了许多工业园区，相应配套的大型通勤车和各类货车增长迅速（图3）；而G50—G1501的沪青平立交附近靠近G15的徐泾收费站先期收费车道只有18条，收费站车辆排队严重，影响主线。类似低通行能力的还有G2京沪高速江桥收费站。上海与江苏方向沟通主要依赖G2，它承担的交通量占所有对外交通的67%[4]；这些重交通流受阻于收费站（江桥和花桥）。2009年拥堵期间车辆平均通过站时间为30s/vehicle，统计显示江浙一带车辆进沪行驶时间近一半花在缴费上[8]，降低出入城道路的交通效率。

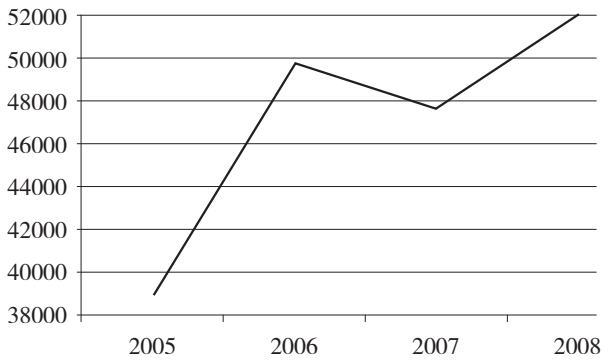


图3 青浦区机动车拥有量增长图[9]（单位：vehicle）

（2）路段、匝道通行能力

普遍认为，道路的基本功能是接入和通达，在满足两点间“接入”的基础上，还要保障各类交通流顺畅运行，即“通”——不同道路通行能力的对接。S5沪嘉高速公路全线拥挤的硬伤是通行能力先天不足。该高速公路从1988年开通时至2009年才完成设计初的修建计划，期间没有大的扩建、改建，4车道通行能力无法满足江苏和上海、嘉定区和中心区的交换功能；另一沪昆高速G92[4]日平均周转量约为226.8×10^4pcu.km，占整个高速公路网周转量的25.2%，是G2公路周转量的2.5倍，但目前4–6车道的通行能力同样不满足“通畅”功能。此外，匝道通行能力也是引发低车速的硬伤。沪嘉高速公路南翔主线收费站匝道2009年12月[3]实际日交通量是23030pcu，拥挤度高达3.84，远超出通行能力，类似情况不一而足。

3.2.2 道路交叉口

（1）交叉口间距

如果对外交通衔接点和交叉口间距较近，车辆的频繁转向将影响道路快速集散效果，引发拥挤。图4所示是G1501（G15–S5）之间交叉口示意图。除S5通行能力先天不足导致沪嘉立交周边车流不畅外，交叉口间距过短也是拥挤的重要成因。嘉定新城和市区主要联系通道是沪宜公路和S5沪嘉立交；沪宜公路受城镇化发展影响，自身的交通压力很大，而S5南北向又缺少其他高等级分流通道；北向的叶城路—S5交叉口距沪嘉立交仅750m，南北向博乐路—S5的交叉口，距叶城路—S5的交叉口仅250m，三个关联交叉口延误大、转向车流多，所以沪嘉立交以北车辆严重排队就不足为奇。沈海立交距离沪嘉立交仅3900m，按80km/h计，两立交不过4min左右车程，东边的沪嘉拥挤很快会波及西边沈海立交，形成拥堵。



图4　G1501（G15–S5）段交叉口间距示意图

（2）交叉口设计

为了提高出入口通车效率，城市对外交通一般考虑以互通式立交衔接，因此合理的立交设计将增加通畅的可能性。但实际立交设计往往不尽如人意：出入口互通通道不足，连接线通行能力、服务流向与对外道路交通不适应；进口匝道前若干条车道合并成单根车道——从高流量到低流量缺少过渡段；上下匝道间距短，导致某些方向交通转换频繁、匝道车辆交织（如曹安公路匝道和沪宁立交匝道间距不足400m）；立交横断面突变、节点选型不良、匝道转弯设计不合理等。另外，立交上交通标志位置也会影响到车流的流畅性：指示匝道的标志位置与匝道实际位置间距过大，会使驾驶员过早执行换道操作；过小则不能形成准连续流，车流强烈扰动。

3.2.3 道路的横断面设计

公路横断面一般由车行道、路肩、紧急停车带等组成，边沟排水；考虑快慢车道分开行驶时，会利用硬路肩和土路肩作为非机动车道；城市道路横断面由中央分隔带、机动车道、非机动车道、人行道组成，雨水口排水，并且需考虑无障碍设施、公交停靠站等。在城市对外交通道路的出入口衔接处，兼有两种交通功能，但目前该过渡段没能考虑机动车、行人等多种服务对象的需求。在车流量大时，该问题尤为突出。

3.3 用户出行特征

交通系统用户出行特征在一定程度上也助推了拥挤的发生。根据上海交通网资料，机动车驾驶员如果在出行首次遇堵，二次改变出行路径的可能性很大，从而造成某日城市单边拥堵。还有，交通系统用户不遵守交通规则的行为在道路出入口处司空见惯，但事先往往很难预测，易造成路段拥挤。另外，机动车驾驶员出行倾向选择较经济的路径；而G1501基本不收费，作为高等级道路，它对用户有很强吸引力，其上的交通量常居高不下。此外，上海高速公路昼间系数在0.65～0.85间[4]，白天出行者居多，该出行习惯致使一天的交通量在时间上分布不均（出入口干道特别是近城端两个方向的交通量相差很大，一般出城的高峰多发生在早上7:00，入城的高峰常发生在下午，高峰方向的交通量占双向交通量的60%左右[11]）。

4　结　语

拥挤是一种现象，它是城市各系统综合作用的结果，既有土地利用、交通设施布局、交通方式结构等宏观层面原因，也有交通设施设计、建设、管理等中微观层面的原因。剑桥关于拥挤的研究报告[9]指出造成道路拥挤的根本原因是交通系统相对于它本身所承受高的、变化的需求量。虽然一年中每天造成拥挤的原因都不雷同，但是通过分析的大量交通数据可以发现，拥挤是有规律的[12]，对于城市出入口道路的拥挤更是如此。本文以上海郊区环G1501西段为例，从对外交通道路系统内以及该系统与其他系统间两个方面，初步分析出入口道路拥挤的主要原因。随着上海城镇化的不断深入和未来虹桥

枢纽的运营，对外交通道路系统将迎来新的挑战。量化分析出入口道路拥挤的主要原因，研究各因素间的相关性，建立对外交通道路系统的拥挤模型，能为缓解该问题提供有效的理论支撑，也是下一步工作的重点。

参考文献

[1] 中国市长协会. 中国城市发展报告［M］. 北京：中国城市出版社，2008.

[2] 肖辉，黄进堂. 外环线周边区域道路交通状况分析［J］. 交通与运输，2008（3）.

[3] 上海公路处. 公路月报［DB］. http：//www.highway.sh.cn/.

[4] 夏振翔，张翔. 2007年上海高速公路网运行特征分析［J］. 交通与运输，2008（5）.

[5] 上海统计局.统计年鉴（2008）：各区、县各类房屋分布情况［DB］. http：//www.stats-sh.gov.cn/2003shtj/tjnj/nj09.htm?d1=2009tjnj/C1006.htm.

[6] 上海市城市综合交通规划研究所. 上海市第三次综合交通调查研究成果简介［J］. 交通与运输，2005（6）.

[7] 杨晓光. 中国交通信息化与发展智能交通运输系统问题研究（上）［J］. 交通信息与产业，2001（11）.

[8] 上海东方网. 上海新闻［N］. http：//auto.eastday/auto/08autonode17413/no.

[9] 上海市青浦区人民政府. 上海市青浦统计信息网［DB］. http：//www.shqp.gov.cn/gb/special/node_8989.htm.

[10] 上海广播电视台. 上海交通直播网［EB］. http：//www.smg.cn/Index_Columns/Index_Channels.aspx?id=34.

[11] 严宝杰，蔡良斌. 城市出入口道路交通质量综合评价［J］. 中国公路学报，1989（1）：2.

[12] Cambridge systematic，Inc. traffic congestion and reliability［R］. september 1，2005. www.camsys.com.

[13] TRANPORTATION RESEARCH BOARD. Northeast Area Transportation Plan. Work. Plan.NCHRP REPORT 456［R］. 2000：66-83.

[14] 王建军，王吉平，彭志群. 城市道路网络合理等级级配探讨的城市交通［J］. 城市交通，2005（3）：1.

翔殷路隧道交通拥堵的原因分析和改善建议

张建华
（上海市市政工程管理处，上海 200030）

摘　要：随着长江隧桥建成通车和沪崇苏通道开通日期渐近，上海北部区域重要的越江设施——翔殷路隧道的交通拥堵问题日益受到各级部门和市民的关注。作者在现状运行情况分析的基础上，通过对翔殷路隧道及其接线道路拥堵原因的总结分析，提出相应的改善建议。

关键词：翔殷路隧道；交通拥堵；原因分析；改善建议

1　前　言

翔殷路隧道位于上海市东北部，穿越黄浦江，于2005年12月31日建成通车。通过它，将浦西中环线和浦东五洲大道连接了起来；借助它，在上海市区北部形成了一条贯穿浦西、浦东，由沪嘉高速—中环线高架—翔殷路隧道—五洲大道—崇明越江通道组成的交通大动脉，并向长三角辐射。

翔殷路隧道规模为双向四车道，随着近年经济社会的迅速发展，交通流量迅猛增长，导致交通需求和供给矛盾十分突出。目前，由于翔殷路隧道的拥堵导致了中环线几成停车场，车辆在高峰时段极端拥堵时间长达100多分钟，严重影响了上海北部区域这条交通大动脉的运行效率。因此，改善翔殷路隧道的交通拥挤问题已引起各方关注和重视。

2　现状交通运行情况

随着城市社会经济不断发展，现状翔殷路隧道流量逐年增加，2007年同比增加3.31万辆/日，增幅达150%；2008年增加1.84万辆/日，增幅达33%。

2008年的最高日流量达到7.5×10^4pcu/日，单向高峰小时流量达到3200pcu/h，已经处于过饱和状态。同时引发浦西中环、浦东五洲大道辅道以及浦东北路的拥堵，早高峰时浦西中环进隧道车辆排队至国和路上匝道；浦东隧道地面入口拥堵引发五洲大道/浦东北路交叉口及五洲大道主线（隧道—张杨北路地道）全面拥堵。

翔殷路隧道现状以服务周边区域车辆通行为主，其中地方性交通（起终点均在外环线—杨高中路—内环线—逸仙路围合的区域）占10%，到发交通（起终点有一处在区域内）占50%，过境交通（起终点均不在区域内）占40%。隧道交通流向中，以浦西南部（中环线为界）地区至浦东为主，且以中短距离的到发交通和地方性交通为主。

3　拥堵原因分析

翔殷路隧道的交通拥堵原因复杂，涉及因素众多，包括城市规划调整、周边区域开发、原有设计水平、交通管理力度及周边重大工程建设情况等。拥堵现象又分两种情况：一为隧道本身的拥堵问题；二为隧道引起的中环线拥堵问题。主要拥堵原因分析如下：

3.1 翔殷路隧道拥堵的根本原因为供需不平衡

翔殷路隧道所处上海北部区域一直以来都是上海政治、经济的边缘地带，越江需求特征不明显，所以尽管黄浦江（杨浦大桥至外环隧道之间共14km长）沿线仅有翔殷路隧道（长江西路、军工路越江在建），也基本能满足当时的越江需求；但随着上海社会经济的持续发展，交通需求的快速激增，

现有的过江通道（目前，杨浦大桥—外环隧道共12车道）已不能满足现有和未来的交通需求。

3.2 翔殷路隧道建设规模未能按照规划要求实施

翔殷路隧道按城市快速路设计，原规划规模为6～8车道，项目研究时考虑隧道实施近远期结合的方案，即近期（2015年前）按双向4车道规模，远期预留至6～8车道规模。但设计交通量的提前到达，使现有的双向4车道规模已远远无法满足现状交通需求。以早高峰时段浦西往浦东方向来粗略说明隧道需求问题，早高峰浦西中环线排队长度基本达到五角场附近（国定路上匝道），约2.3km，估计排队车辆约达1500辆（按一辆排队车辆占用6m车道资源）。

3.3 翔殷路隧道功能的不匹配和重叠

翔殷路隧道功能的不匹配主要是指随着规划中环线主线走向的调整（由翔殷路过黄浦江转至由翔殷路—军工路过江），将翔殷路隧道暂按次干路规模建设并在浦西与中环线通过匝道连接，在浦东与五洲大道连接。但是随着五洲大道规划调整为城市快速路后，翔殷路隧道所在线路段目前形成了快速路（中环线）—次干路（隧道）或支路（匝道）—快速路（五洲大道）衔接形态，明显存在道路等级不匹配问题。此外，还应在隧道出入口设置地面道路连接道，使得翔殷路隧道不仅担负着快速道路交通的过江需求，也承担着地面道路交通的过江需求（类似于南北高架过苏州河段的交通运行特征），造成快速长距离交通需求同中短距离过江交通需求的重叠。

3.4 翔殷路隧道设计管理存在的问题

（1）由于缺乏地方交通越江设施，通过翔殷路隧道地面入口的流量约占总量的20%，因此，尽管隧道本身同两边接线道路的主线规模是一致的，但是由于存在地面入口并入隧道主线时存在多车道合流问题（地面2合1后，并入主线的2车道，见图1 隧道合流示意图），大量的交织交通造成汇入段的拥堵，进而影响主线道路及周边地面道路的交通运行。

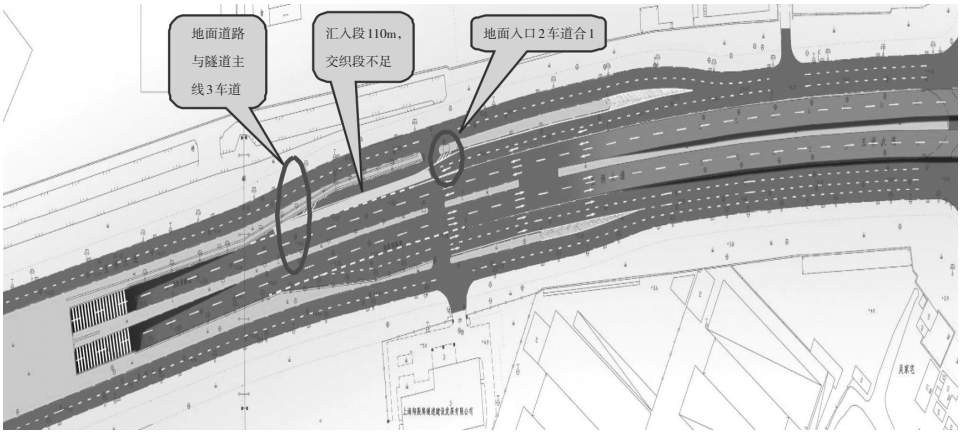


图1　隧道合流示意图

（2）中环线主线转向军工路后，通过匝道同翔殷路隧道连接，同时该匝道还承担民星路出口匝道车辆的通行，因此，这段匝道在设计上采用了一定半径的圆曲线，造成人为的限速行驶路段。另外，在运行过程中还会经常发生隧道方向和民星路方向车流的交织；如果再加上由于地面道路车辆同隧道主线车辆合流引起的交织问题，更使车辆通行速度受到严重影响（见图2中环军工路立交示意图），据实际观测，高峰时间运营车速仅在20～25km/h，同80km/h的设计车速相差甚远。根据《城市道路设计规范（CJJ 37—1990）》，车速在20km/h时，一条车道的可能通行能力为1380pcu/h，而据2009年3月某天的观测，中环线翔殷路隧道出口匝道的流量达到2723辆/h；可以肯定，在不考虑车流交织或其他突发的运行事件前提下，经过小车当量换算的流量已经完全超过道路的实际通行能力。因此，由翔殷路隧道拥堵引起的中环线（五角场—军工路立交）的全线拥堵在所难免。

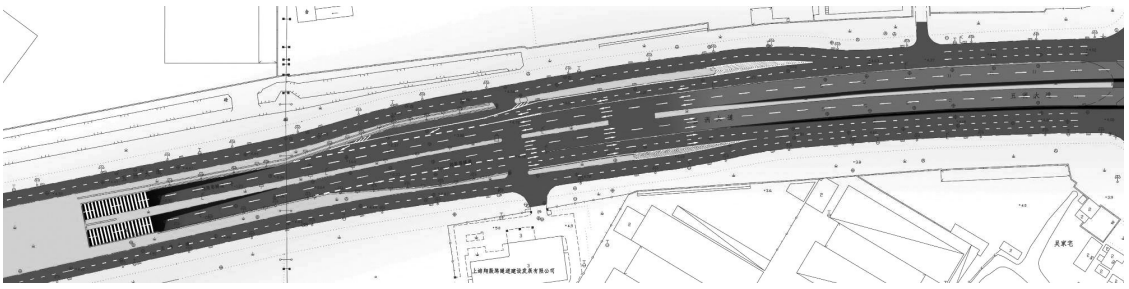


图2　中环军工路立交示意图

3.5 隧道内部的拥堵原因

以翔殷路隧道早高峰浦西往浦东方向为例说明隧道内部拥堵原因，根据实际运行状况，由于受到隧道入口合流交织（类似于水闸）的影响，进入隧道的车辆数基本稳定，且隧道规模基本能满足车辆通行，但是从实际情况看，隧道内部车辆拥堵现象还是比较严重的。这主要是由两部分原因引起的：一是由于进入隧道内部驾驶员不敢加速（隧道限速为80km/h）和不良驾驶习惯（经常性刹车）；二是由于隧道浦东北路出口匝道同隧道主线之间的过渡段和加减速车道长度不够。

4　关于改善拥堵状况的一些设想

4.1 改善区域交通环境，增加越江设施供应

随着上海加快推进国际航运中心的建设，外高桥所处的上海北部区域将面临更大的发展机会，同时随着经济社会的发展，越江交通的供需矛盾将会更突出。因此，建议尽快完善确定北部区域越江通道的需求规划，做到规划超前、控制落地、尽早研究。目前，《上海市骨干道路网深化规划》已获批复，上海北部区域将新增闸殷路、殷行路、嫩江路、周家嘴路等越江隧道。同时，已开展的嫩江路—洲海路越江隧道、周家嘴路越江隧道等工程的前期研究和殷行路—航津路越江隧道的规划控制研究，应加快推进和实施，以期通过越江设施供应和区域路网完善来为缓解翔殷路隧道拥堵提供外部支援。

4.2 挖掘改造现有设施，提高越江通行能力

（1）由于地面进翔殷隧道车辆同主线的多车道合流问题是造成主线和周边区域道路拥堵的主要原因，因此，建议高峰时段关闭隧道地面入口，以保证隧道的畅通，这部分流量通过路网自行分流后绕道越江。翔殷路隧道所在的上海北部区域，路网格局较好，道路容量较大，分流条件较好，但要加强交通引导和管理。

（2）由于民星路、隧道方向车流共用出口匝道，存在功能重叠和相互交织的问题，为了保证隧道车流运行的连贯性，建议取消中环民星路下匝道，同时在中环线南侧国定路至军工路之间选取合适位置增设下匝道，这样既可以保证进翔殷路隧道车辆不受民星路下匝道车辆的影响，同时又可以缓解中环国定路出口匝道的拥堵状况（目前该出口匝道晚高峰时的排队车辆已影响中环主线运行）。

（3）根据规划，翔殷路隧道的规模为6～8车道，鉴于目前车道规模已无法满足现有及日益增长的流量需求，因此为了彻底解决翔殷路隧道和中环线的拥堵，应尽快能按规划建设翔殷路隧道复线。虽然由于工程技术复杂、牵涉面广，且涉及对现有中环立交的改建，但对实现隧道规划目标、提高隧道设施运能、完善线路等级配比是必要的，应加强研究和推进。

（4）由于隧道主线同浦东北路出口匝道之间的过渡段和加减速车道长度不够（浦西往浦东方向），导致车辆在隧道内部就要提前减速变换车道，造成隧道内部车辆运行速度不高、通行不畅。为了保证隧道内部的运行畅通，建议高峰时段考虑封闭浦东北路出口匝道。

5　结　语

近几年，随着城市社会经济的不断发展，投资上亿的大型交通设施（越江隧道）项目越来越多，

这是经济繁荣的具体体现，也是城市发展的内在需求。这些项目在促进城市和区域周边经济发展、方便交通出行和完善基础设施等方面作出了巨大贡献，但是也存在诸如投入运行后几年即出现预计不足、产生新的交通拥堵（如翔殷路隧道）等问题。因此，在投资建设大型交通设施时，要做到规划规模合理、前期研究充分、建设时机恰当、投资效益良好，尽量避免出现遗憾甚至影响持续发展的建设项目。

虹桥枢纽城市内部配套交通系统运营分析及建议

黄　岩
（上海市政工程设计研究院、同济大学交通运输工程学院，上海 200092）

摘　要：虹桥枢纽内的虹桥机场2号航站楼于2010年3月16日正式建成启用，本文利用机场2号航站楼通航后城市内部交通系统交通调查数据与枢纽规划设计阶段的交通量预测数据进行对比分析；在此基础上，结合2010年5月上海世博会以及2010年7月1日沪宁城际铁路启用的相关要求，提出虹桥枢纽陆侧交通系统的措施和建议。

关键词：虹桥枢纽；城市交通系统；虹桥机场2号航站楼；上海世博会；沪宁城际铁路；措施；建议

1　建设背景

虹桥综合交通枢纽（以下简称虹桥枢纽）地处长三角东部，毗邻江苏、浙江两省，位于沪宁、沪杭高速公路之间，是上海与外省市交通联系的重要节点。虹桥枢纽将机场、铁路、磁浮、地铁、出租、公交等一系列城市对内、对外交通功能一体化，包括服务全国的远距离航空、高速列车，服务长三角的中距离城际列车、高速巴士以及城市内部轨道交通、公共交通等，可适应不同层次旅客交通出行需求。

虹桥枢纽位于闵行区华漕镇和长宁区的虹桥地区，距上海市中心人民广场约13km，规划区域面积（含原有的虹桥机场1号航站楼）约26.26km^2，规划范围：南至沪青平高速公路，西至铁路外环线，北至北翟路，东至外环线。虹桥枢纽内的机场2号航站楼在2010年3月16日已建成通车，与之配套的地铁虹桥2号航站楼站（2号线）、公交和出租车场站、高架和地面道路系统以及社会停车库也同步使用。

本文利用虹桥机场2号航站楼运营1个多月期间，现场实测调查数据并结合规划设计方案，分析2号航站楼城市内部配套（陆侧）交通运营情况，为2010年5月1日—10月31日上海世博会期间2号航站楼城市配套交通系统运营以及2010年7月1日枢纽铁路虹桥站启用后城市配套交通系统运营提出相应措施及建议。

2　虹桥枢纽规划设计

2.1 虹桥枢纽规模及核心区布局

枢纽核心区内各交通主体（形成综合建筑体–交通中心）的平面布局（见图1）自东向西依次为机场2号航站楼、申虹国际大厦（由东交通广场、磁浮站2座建筑单体构成）、铁路虹桥站（高铁站）、长途客运虹桥站（西交通广场）；枢纽建筑综合体（站本体）的竖向布局自下向上分5层（见图2）；机场跑道、磁浮线及高铁轨道均为南北向布置。

轨道交通进入枢纽的线路为2号线、10号线、17号线、5号线、青浦线。其中一期建设的2号线与10号线自东向西由地下二层横穿枢纽核心区，设2站（地铁虹桥2号航站楼站和虹桥火车站站），17号线与5号线南北向由地下三层交于高铁西侧站房下，并与2号线及10号线形成换乘。青浦线自西向东从地下二层进入地铁虹桥西站内，与其余轨道交通形成换乘。

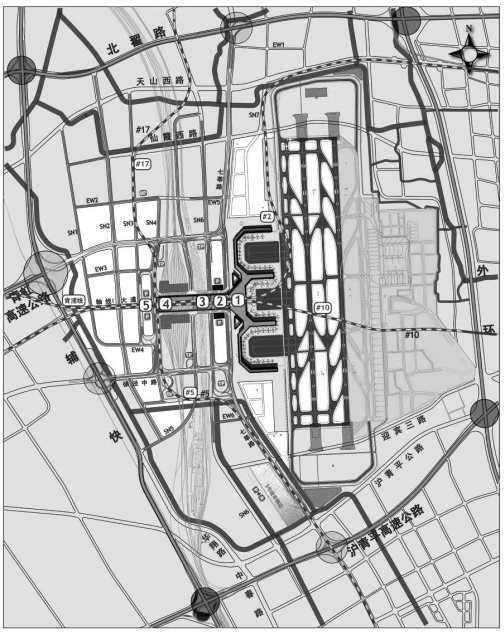


图1　虹桥枢纽平面布局图

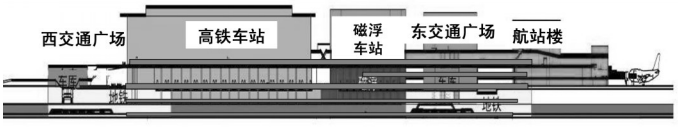


图2　枢纽站本体竖向布局图

2.2 枢纽交通需求预测

2.2.1 客运规模

在上海航空枢纽战略规划及铁道部等有关京沪高铁、磁浮规划的基础上，虹桥枢纽四大对外大交通客运量预测结果见表1。

表1　虹桥枢纽2020年对外客运量预测（单向）

对外方式	年发送量（万人次/年）	日发送量（万人次/日）	说　明
虹桥机场	2000	5.5	结构规划 吞吐量3000万~4000万人/年
高速铁路 城际铁路	6100	16.7	结构规划 发送量6000万~7000万人/年
沪杭磁浮	1000	2.7	
至浦东机场磁浮	700	1.9	
高速巴士	500	1.3	结构规划 发送量500万人/年
高速公路 （小客车）	630	1.7	
合计		29.9	取值30万人次/日

预测2020年由铁路客站、虹桥机场、高速磁浮、高速巴士客站的日均发送量将达到30万人次。考虑高峰日系数，一般高峰日集散客流将达到110万人次。

虹桥枢纽内交通主要分为主体系统和配套系统两大层次。主体系统主要由高速铁路客运、虹桥机场航空客运和沪航高速磁浮客运组成；配套系统则由三大类配套交通网络组成，分别是城市轨道网络、两场间磁悬浮和城市城际道路网络。对三大类配套交通网络组成的交通模式分类，又可分为高效的公共交通集散模式和个体机动化的集散模式，前者主要由两场间磁浮、城市地铁、各类巴士组成，后者则为小客车和出租车。

采用公共、个体交通多方式均衡模式预测，在2020年枢纽内轨道、公交等可持续公共交通比重将达到60%左右，其中轨道交通比重可达35%~45%，出租车、私人小汽车等各类个体机动化交通比重基本控制在50%以内，枢纽交通核心区预测产生的道路交通量将达到20万pcu/日。

2.2.2 枢纽到达客流空间分布

枢纽的客流到达的空间分布有三个主要的方向：一是至长三角地区，二是至上海市区，三是至上海郊区。根据长三角的发展规划、上海市的人口分布、岗位分布，预测得到虹桥交通枢纽客（车）流的空间分布，见图3。

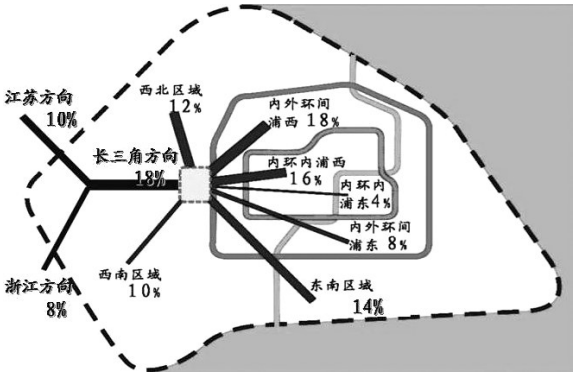


图3　虹桥枢纽客流空间分布

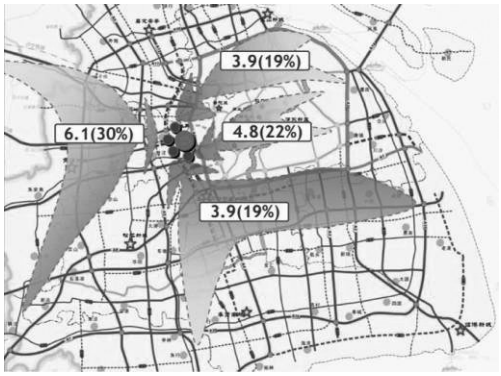


图4　虹桥枢纽快速路系统4处出入口车流量分担率

3　虹桥机场2号航站楼及陆侧交通系统运行情况调查及分析

虹桥机场2号航站楼正式启用后，3月16日：虹桥机场出港航班：228架次，出港人数：32366人；进港航班：227架次，进港人数：30345人；3月17日：虹桥机场出港航班：241架次，出港人数：35860人；进港航班：244架次，进港人数：33353人。每架航班出发平均载客人数为140~150人，到达平均载客人数为130~140人；出发人数略大于到达。

虹桥机场2号航站楼3月16日正式启用，首日机场客流就已达到2030年预测远景年日均客流的61.5%；3月17日则升至67.9%。

3.1 问卷调查

采用问卷调查的方式对虹桥机场出发旅客情况进行调查，调查内容主要有交通方式选择与划分、到机场的目的、出发地分布以及在途时间等。

3.1.1 出发旅客到机场所选用交通方式

各交通方式所占比例见表2所示。从虹桥机场出发旅客所采取的交通方式中，出租车比例最高，占42.4%；地铁其次，占19.0%；私家车居第三位，占17.5%。与虹桥机场2007年调查结果比较发现，出租车比例由45%降低至42.4%，仅略微有所下降，出租车近期仍是机场出发旅客的首选城市内部交通工具；而地铁引入后，已承担了19%的前往机场客流，分流效果显著，吸引客流主要来源于私家车以及公交车。

表2 到机场所采取交通方式划分

交通方式	出租车	地铁	私家车	团队巴士、公交及摆渡车	其他	总计
数量	143	64	59	58	13	337
比例	42.4%	19.0%	17.5%	17.2%	3.9%	100.0%

3.1.2 旅客到机场目的

旅客到机场目的分布见表3所示。换乘飞机是旅客进入枢纽的主要目的，占76%；其余也主要与机场有关；城市内部交通间的换乘量极少。

表3 旅客到机场目的

目的	乘机	接、送客	观光、上班及其他	总计
数量	263	18	65	346
比例	76.0%	5.2%	18.8%	100.0%

3.1.3 乘客出发地分布

乘客出发地分布见表4所示。机场旅客来自上海市的仅占66.7%，江浙两省比率为22.4%，说明虹桥机场除主要为上海市对外出行、交往提供服务外，同时也兼顾周边的江苏（较多）、浙江和其他省市旅客。

表4 乘客出发地分布

出发地	上海市	江苏省	浙江省	其他省市	总计
数量	226	61	15	36	338
比例	66.9%	18.0%	4.4%	10.7%	100.0%

3.1.4 上海市乘客出发地行政区域分布

上海市乘客出发地行政区域分布见图5和表5。数据表明上海中心城区前往虹桥枢纽的旅客比例为72%，如考虑到江、浙等省的旅客，比例为47%，结合上海市轨道交通网络布局，可以推断，今后这部分人在枢纽客流高峰时段，有条件乘坐轨道交通进出枢纽，随着上海市轨道交通网络建设逐步完成，近中心城区的宝山和闵行15%（10%）的旅客也有条件乘坐轨道交通。

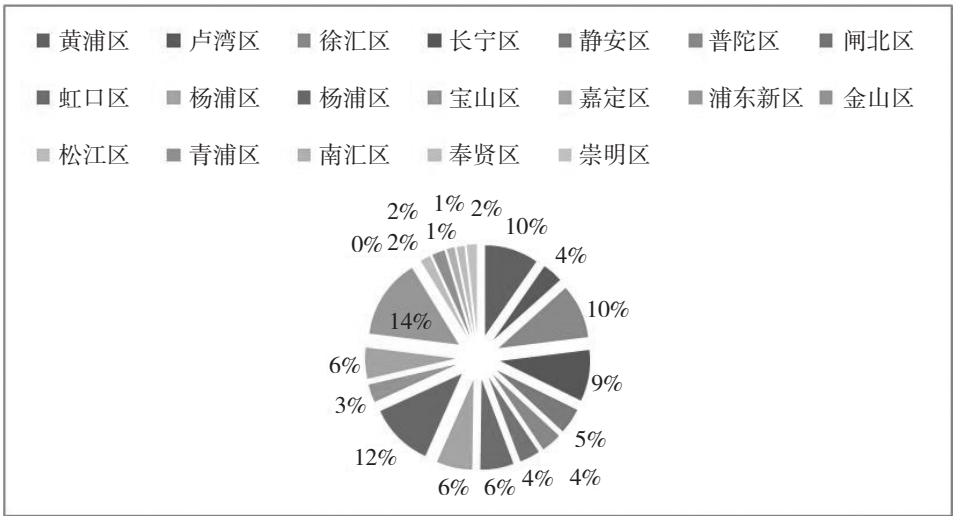


图5 上海市乘客出发地行政区域分布

表5　上海市乘客出发地行政区域分布比例汇总表

区域		被调查人数	比例（上海）	比例（上海及周边地区）
中心城区	北块	杨浦、虹口、闸北、普陀	20%	13%
	南块	黄浦、静安、卢湾、长宁、徐汇	38%	25%
		浦东新区	14%	9%
近中心城区	北块	宝山	3%	2%
	南块	闵行	12%	8%
郊区		嘉定、青浦、松江、金山、奉贤、南汇、崇明	13%	9%
		小计	100%	66.9%

3.1.5 乘客从出发地到机场所花时间分布

乘客从出发地到机场所花时间分布见表6所示，大部分乘客到虹桥机场路上所花费时间在20~60min之间，95%以上的乘客不能容忍从出发地到机场花费时间超过2个小时。由此可知，如果虹桥机场旅客到浦东机场换乘国际航班，选择机场1线（直达、在途时间45~60min）显然比选择地铁2号线（站站停、约2.5小时）的乘客多。如果轨道交通能在1小时之内将乘客准时送至机场，其吸引力将会大大增加，考虑到虹桥枢纽离市区仅13km，因此如果轨道交通发车频率以及站点换乘条件能保证，上海中心城区乘坐轨道交通至机场的比例将大大增加。

表6　乘客从出发地到机场所花时间分布

时间	<20min	20~39min	40~59min	60~89min	1.5~2h	>2h	总计
数量	20	95	95	60	51	14	335
比例	6.0%	28.4%	28.4%	17.9%	15.2%	4.2%	100.0%

3.2 虹桥枢纽周边道路系统

根据上海市快速路监控系统实测数据，得到早高峰小时虹桥枢纽4个出入口和周边新建道路以及既有道路交通流量，见表7、表8。

表7　早高峰小时虹桥枢纽各出入口进出流量

	3月16日		3月17日		3月18日		第二周		第二周同比3月18日	
	流量（pcu/h）	比例	流量（pcu/h）	比例	流量（pcu/h）	比例	流量（pcu/h）	比例	流量差（pcu/h）	增减比例
南出入口	2640	60%	2740	60%	2516	51%	2720	52%	204	1%
北出入口	1100	25%	1140	25%	1578	32%	1510	29%	−68	−3%
西北出入口	220	5%	230	5%	296	6%	380	7%	84	1%
西南出入口	440	10%	460	10%	543	11%	630	12%	87	1%
合计	4400	100%	4570	100%	4933	100%	5240	100%	307	0%

表7显示南出入口仍是虹桥枢纽进出的主要出入口，西南入口正在逐步发挥对枢纽南入口车流量的分担作用，但是其分担效果有限，主要原因是嘉闵高架南段以及枢纽规划南横（通道）没有按照规划实施到位，导致快速路未成系统，无法充分发挥功能。虹桥枢纽北出入口分担的车流量比例已与规划预测数据吻合，枢纽以北的旅客已逐渐接受了由北出入口进出；西北出入口的作用没有充分发挥，原因是北出入口对应崧泽高架为新建道路，乘客对路况不熟悉以及相应高速公路无动态诱导标志，无法将南口进出的车辆提前通过高速路网引导至嘉金高速以及崧泽高架。

表8　早高峰小时虹桥枢纽及周边新建高架、既有快速路流量汇总表

路名	路段	方向	早高峰时段流量（pcu/h）				第二周同比第三日	
			3月16日	3月17日	3月18日	第二周	流量差	增减比例（%）
崧泽高架	嘉闵高架—2号航站楼	出枢纽	140	147	195	234	39	20.00%
		进枢纽	100	105	108	140	32	29.63%
建虹高架	嘉闵高架—2号航站楼	出枢纽	366	384	405	429	24	5.93%
		进枢纽	114	120	123	198	75	60.98%
虹渝高架	沪渝高速—2号航站楼	进枢纽	1400	1504	1292	1569	277	21.44%
		出枢纽	1100	1188	1235	1157	−78	−6.32%
虹翟高架	北翟高架—2号航站楼	出枢纽	408	602	705	560	−145	−20.57%
		进枢纽	708	518	870	709	−161	−18.51%
北翟高架	虹翟高架—外环	东向西	806	850	1301	1119	−182	−13.99%
		西向东	628	670	1334	1383	49	3.67%
嘉闵高架	G50—建虹高架	南向北	276	301	324	672	348	107.41%
		北向南	228	225	219	711	492	224.66%
G50（A9）外环	虹渝高架—外环	东向西	6054	6111	6270	6189	−81	−1.29%
		西向东	4356	4421	6546	4951	−1595	−24.37%
	北翟高架—G50（A9）	南向北	4800	4740	6204	5298	−906	−14.60%
		北向南	5550	5536	6210	6042	−168	−2.71%
	小计		27034	27422	33341	31361	−1980	−5.94%

表8数据也反映出嘉闵高架的分流作用正逐步显现，G50（虹渝高架—外环）流量相应有不同程度的减少。

3.3 虹桥枢纽内出租车系统

3.3.1 出租车乘客上车服务时间分析

分析所指的出租车乘客服务时间是指从乘客离开排队队伍迈下台阶前去乘车至其所乘出租车驶离停车位进入车道为止的时间。3月28日（周日）所有出租车停车位乘客服务时间的均值是38s。其中1~9号停车位的服务时间平均值见表9所示。

表9　3月28日出租车乘客服务时间

停车位	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	所有
服务时间（s）	35	39	40	36	30	41	43	41	47	38

3月31日（周三）所有出租车停车位乘客服务时间的均值是37s。其中1~9号停车位的服务时间平均值见表10所示。

表10　3月31日出租车乘客服务时间

停车位	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	所有
服务时间（s）	34	32	31	36	37	39	46	45	无	37

出租车系统设计时，出租车乘客上客时间取值为40s，调查数据与设计数据接近，说明出租车上客点的设计能够满足要求。

3.3.2 出租车载客系数

3月28日（周日）出租车平均载客系数为1.40人，其中载客数为1人的占69.0%；3月31日（周三）出租车平均载客系数为1.56人，其中载客数为1人的占59.7%。出租车载客人数见表11、表12所示。

表11　3月28日出租车载客人数统计

载客数	1人	2人	3人	4人	总计
数量	149	51	13	3	216
比例	69.0%	23.6%	6.0%	1.4%	100.0%

表12　3月31日出租车载客人数统计

载客数	1人	2人	3人	4人	5人	总计
数量	125	71	12	7	1	216
比例	59.7%	32.9%	5.6%	3.2%	0.5%	100.0%

出租车载客人数设计时取1.6人，与现场实际调查数据稍有偏差。

3.3.3 出租车蓄车场规模

（1）出租车蓄车场蓄车数

3月28日（周日）9:00—10:30之间，出租车蓄车场停车量从178辆开始以相对稳定的速度逐渐增加，至10:30达到最高，为705辆；10:30—14:00之间，蓄车场停车量在500~700辆之间波动；14:00—16:00之间，蓄车场停车量逐渐下降，16:00时降至323辆；17:35—19:00之间，蓄车场停车量以相对稳定的速度增加，19:00时增加至最大值776辆；19:00—20:00之间，蓄车场停车量总体上略有下降，20:00时为727辆。

3月31日（周三）9:00—11:00之间，出租车蓄车场停车量从134辆开始以相对稳定的速度逐渐增加，至10:55达到最高，为764辆；11:00—12:00之间，蓄车场停车量在800辆左右小幅波动；13:00—16:00之间，蓄车场停车量大致在600~700之间小幅波动；17:00—20:00之间，蓄车场停车量在500~600辆之间小幅波动。

机场出租车蓄车场的蓄车数量为900辆，以上两天停车量最大在776~800辆之间，蓄车场规模能满足出租车停蓄要求。

（2）出租车候车乘客排队长度

3月28日（周日）9:00—10:45之间出租车乘客排队长度为0；10:45—12:00之间排队长度总体上不断增加，12:00时达到377人；13:00—16:00之间排队长度从332人增加至978人，增长速度较稳定；17:00—20:00之间排队长度从1021人增加至1957人，增长速度较稳定。

3月31日（周三）9:00—10:45之间出租车乘客排队长度在50人左右波动；10:45—11:10之间排队长度骤然由80人增加至268人；11:10—12:00之间排队长度略有下降，从268人降为170人；17:00—20:00之间排队长度从666人增加至1640人，增长速度较稳定。

3）出租车乘客候车排队时间

根据表9~表12出租车上客点服务时间以及出租车单车载客人数调查数据，3月28日（周日）17:00—20:00之间排队高峰期排队人数最多为1957人，按设计开放2组出租车上客点，共20个车位，计算表明旅客最长排队时间为44min；3月31日（周三）17:00—20:00之间排队高峰期排队人数最多为1640人，按设计开放2组出租车上客点，共20个车位，计算表明旅客最长排队时间为32min。

4 下阶段的应对措施及建议

据预测2010年虹桥机场日均到发量为8~9万人次，铁路虹桥站日均到发量为6万人次。考虑接送客后，虹桥机场与城市交通的集散量现状为日均8万人次，2010年5月世博会召开后为10.5万人次，增加31%，其中世博客流为4万人次/日，2010年7月沪宁城际铁路开通后为20万人次，增加150%，其中世博客流为8万人次。以往经验表明，铁路旅客乘坐轨道交通的比例要高于机场。

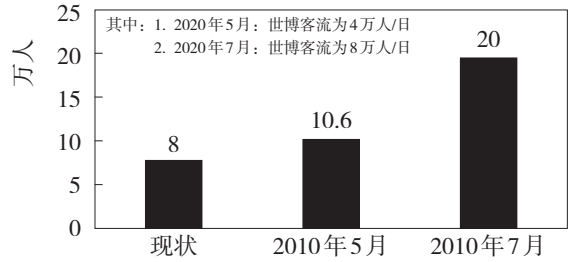


图6 虹桥枢纽与城市交通的集散量柱状图

4.1 轨道交通及公交

5月1日世博会召开后，虹桥机场日均到发量已接近2020年规划值，虽然将开通世博4线为参博旅客提供点到点的服务，但是考虑到下飞机直接到世博园参博的人员有限，建议将轨道交通2号线的发车间隔时间缩短，进一步增加轨道交通对乘客的吸引力。7月1日沪宁城际铁路开通后，地铁虹桥火车站站也将同步启用，将为城际铁路的旅客提供城市交通换乘服务。

4.2 外围路网

5月1日世博会召开以及7月1日沪宁城际铁路开通后，进出枢纽的机动车辆将大大增加，建议采取措施充分发挥嘉闵高架、北翟高架以及崧泽高架等新建高架系统的作用，措施可以包括增设可变信息板进行主动引导，在与以上3条高架道路相连接的主要地面道路上增加虹桥枢纽引导标志，帮助乘客熟悉路况以及对G50（外环—嘉闵高架）实行客车专用的管理措施，提高道路通行能力。

4.3 出租车系统

近期内机场旅客对换乘出租车的需求无法改变，仍将维持较高（40%左右）的水平，而不能够达到规划建议的25%的比例，因此机场出租车蓄车场以及上客点将无法满足需求，建议开放枢纽内设计为磁浮配置的出租车蓄车场，同时在航站楼内部设置路线至磁浮出租车上客点。

5 结 语

通过虹桥枢纽2号航站楼开通后交通量调查分析，发现虹桥枢纽交通有以下特点：

（1）轨道交通的作用正逐步发挥，其吸引的主要是乘坐地面公交和私人小汽车的旅客，对于乘出租车旅客的吸引力有限。

（2）虹桥枢纽2号航站楼服务的对象主要以上海市为主，机场乘客可以接受的换乘在途时间在2h以内，因此轨道交通出行较具优势。

（3）进出虹桥枢纽人员主要以机场旅客、接送和工作人员为主，城市内部换乘量基本上没有。

（4）虹桥枢纽周边新建高架道路的功能正在逐步发挥，但是G50（外环—嘉闵高架）的交通压力未能缓解。

（5）枢纽出租车上客系统的设计与现场使用情况基本吻合，可以满足使用要求。

针对2010年5月上海世博会召开以及虹桥枢纽铁路虹桥站以及沪宁城际铁路的开通，提出如下建议：

（1）采取措施提高地铁2号线的发车频率，进一步提高轨道交通服务水平，提高其换乘比例。

（2）在与新建高架直接联系的地面道路上，适当增加静态引导标志，指引驾驶员使用新建道路设施。

（3）通过增加可变信息板等主动引导措施，引导车流在路网上合理分配。

（4）鉴于近期机场出租车换乘比例一时无法降低，建议开放虹桥枢纽磁浮出租车蓄车场和上客点，为世博期间虹桥机场大客流提供服务。

（5）按照建设计划，加快枢纽周边快速路和地面道路等设施的建设。

虹桥综合交通枢纽内部的交通组织

黄 岩
（上海市政工程设计研究院、同济大学交通运输工程学院，上海 200092）

摘 要：随着我国城市化水平的提高以及城市基础设施的完善，城市间的交往次数逐年上升。城市综合客运交通枢纽已逐步突破以往简单、平面布局模式，朝着立体、集约化的方向发展；换乘高效、多样、便捷的大型城市综合对外客运枢纽不断涌现。本文重点介绍国内新建最大的城市综合交通枢纽——虹桥综合交通枢纽的交通组织，在其公共交通优先、立体换乘、场站分离、人车分离等交通组织理念、原则的基础上，从其功能定位出发在其内部存在的多达56种可能的换乘方式中选择出近30多种作为重点，按照城市对外枢纽旅客流程形成一套系统的人行和车行交通流线，来规范指导枢纽内各类交通子系统功能模块布局以及相关项目的设计，从而确保枢纽整体综合交通功能的顺利实现。

关键词：虹桥；综合交通枢纽；交通组织；人行流线；车行流线

1 概 述

虹桥综合交通枢纽是按照上海作为现代化国际大都市以及四个中心的城市规划发展定位，本着服务全国、服务长江流域、服务长三角的原则，以扩大上海对外交往和提升核心城市集聚、辐射功能为目的，依托城市交通基础设施，利用虹桥机场扩建、京沪高铁上海站选址、市域规划“三大契机”，规划建设的国内最大的现代化城市综合交通枢纽。

2005年虹桥机场总体规划修编，将原93规划的2条间距1.7km的远距离跑道调整为间距365m的近距离跑道，节省用地约7km^2；同时京沪高铁虹桥站选址时，考虑充分利用虹桥机场规划调整后节省的土地，将原规划七宝站位北移约4km，在减少动迁成本的同时可以大大节省市政配套建设费用。在此基础上，2006年1月，虹桥枢纽结构规划上报，并于2006年2月得到市政府的批准。

虹桥枢纽建成后将成为上海市航空、铁路、轨道、快速路网四网交汇的重要节点，具有优越的交通区位优势，可充分发挥枢纽型、功能性和网络化基础设施对区域社会和经济发展的集聚、辐射和带动作用，增强上海的综合竞争力，提升上海的服务效率和水平，为区域交流合作创造更为快速和便捷的条件。

2 虹桥枢纽综合交通体系

2.1 综合交通体系建设规模

机场——结合上海市“一市两场”的功能定位，虹桥机场的发展规模为：年旅客吞吐量达3000万～4000万人次，日均到发量为16万～22万人。在距原虹桥机场跑道西侧365m新建第二条跑道以及西航站楼（第二航站楼）。

高铁——属于上海铁路枢纽布局“四主三辅”的四个主要客站之一。据预测2020年虹桥站以快速客运专线为主，辅以部分城际铁路、普通铁路，客运规模为年旅客发送量6000万～7000万人，日均到发量为32万～38万人。铁路虹桥站设30股道16台（其中高铁20股道），站厅建筑总宽度为420m。

磁浮——枢纽内磁浮客站考虑两场磁浮和沪杭磁浮的使用要求，至2020年规划旅客发送量1700

万人次/年，日均到发量约9.2万人。枢纽内一期建设磁浮站房考虑3线3台，主要为浦东机场和虹桥机场联络服务，远期扩展至10线10台，保留向北延伸的可能。磁浮站厅建筑总宽度为165m。

长途客运站——虹桥长途客运站2020年旅客发送量为500万人次/年，日均到发量约2.6万人次。长途客运在虹桥枢纽内所占交通份额小，考虑到高速铁路和城际铁路班次化运营的特点，确定长途客运主要利用陆路交通机动灵活的优势，为机场和铁路旅客提供服务，客源在上海周边二、三线城市及铁路站点辐射不到的地区，类似于公交郊区线功能。长途客运站采用到发分离、场站分离的模式布局，其中上客站位于西交通广场地下，建设20个发车位，蓄车场则位于枢纽建筑综合体北部，建设64个蓄车位。

城市轨道交通——规划有5条轨道交通线路（2号、10号、5号、17号及青浦二号线）进入枢纽地区，其首批建设2号线和10号线。分设虹桥火车站站、虹桥机场西站和虹桥机场东站三站，为对外旅客提供便捷服务。其中虹桥火车站站为5线换乘车站，位于高铁站房下，与2号、10号线同步建成，预留5号、17号和青浦线的接入条件。

道路系统——建设枢纽专用快速集散道路系统，快速集散系统采用南北分行、分块循环的布局方式，由4处高架衔接段、南北高架循环圈、车道边、上下匝道以及东西地面循环路组成；通过车道边、上下匝道和循环圈连接各站、场，为枢纽航站楼和铁路站房旅客提供机动车辆门到门的便捷服务；通过高架连接道与枢纽外围快速路网相连接，便于机动车交通快速集散。

停车场、站——建设公交车蓄车场3处、出租车蓄车场4处以及为铁路和机场配置的社会车俩停车库（楼）各1处；在机场航站楼和铁路客站到、发层分别就近设置公交上、下客点以及出租车上、下客点若干。

2.2 虹桥枢纽核心区布局

虹桥枢纽的各类交通设施均集中在区域的中部（见图1），形成枢纽交通核。

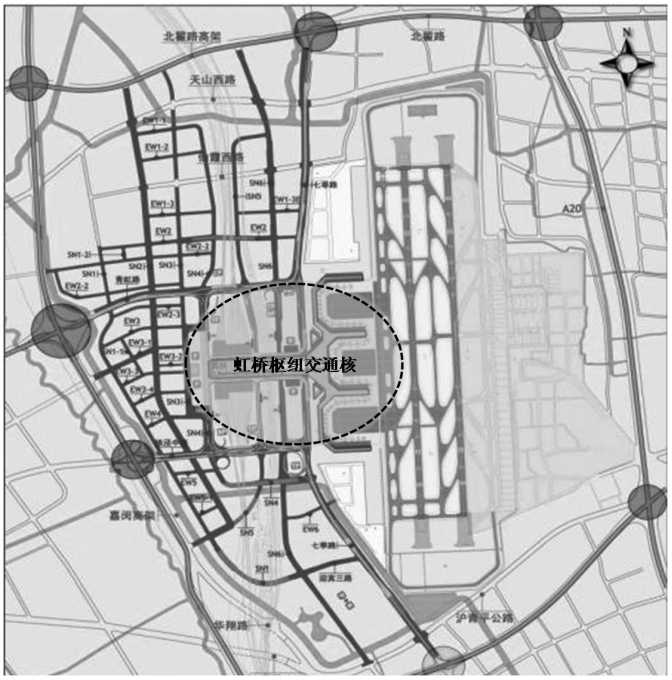


图1　虹桥枢纽区域总体布局图

交通核的平面布局（见图2）由东向西依次为机场2号航站楼、东交通广场（下设地铁虹桥2号航站楼站）、磁浮站、高铁站（下设地铁虹桥火车站站）、西交通广场（设长途客运虹桥站）。其中东交通广场以及磁浮站以及上方的商业商办设施综合体统一命名为申虹国际大厦。

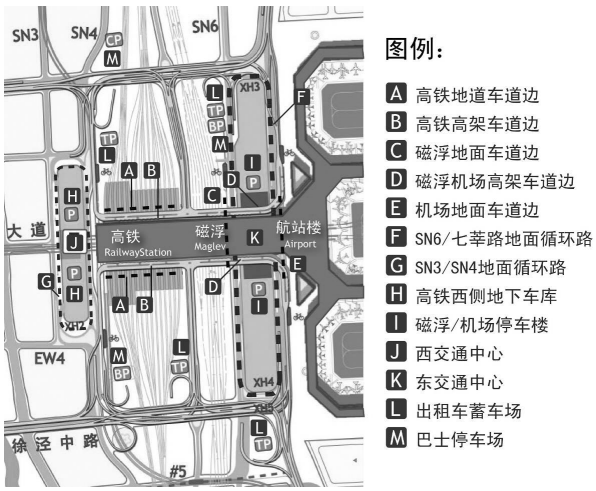


图2　虹桥枢纽交通核平面布局图

交通核中建筑综合体的竖向布局分5层（见图3），图中高程为（吴淞高程，自上而下分别为：

- 17.3m层为出发层（含人行通道、站厅功能）；
- 11.75m层为到达换乘廊道层；
- 5～7.2m层为交通站台层（地面）；
- –4.2m层为到达换乘通道及地铁站厅层；
- –12.18m层为地铁轨道及站台层。

其中17.3m为出发层，–4.2m为到达层，为枢纽2大主要换乘层，体现枢纽采用到发分离的总体布局思想；机场跑道、磁浮线及高铁轨道均为南北向布置。

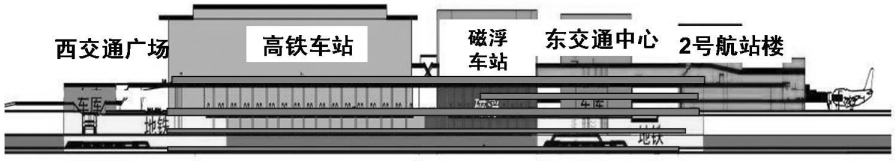


图3　枢纽站交通核（建筑站本体）竖向布局图

3　交通组织理念及原则

虹桥综合交通枢纽内对外、对内交通方式众多，要把这些不同的交通方式有机整合在一起，就需要有统一系统的交通组织。

3.1 交通组织理念

- 公共交通优先的综合交通体系
- 功能整合的立体化枢纽空间
- 人车分离的人性化交通环境
- 分块循环的简捷高效交通流线

3.2 交通组织原则

针对虹桥枢纽不同交通模式的功能定位、交通需求、用地布局以及交通中心的建筑平立面布局，在规划设计理念的指导下，枢纽内交通组织采用如下原则：

- 公交优先　立体换乘
- 场站分离　以人为本
- 专用通道　分类集散

● 南北分行　分块循环

4　总体交通组织方案

虹桥枢纽在规划设计之初就明确：按照旅客流程，在总体交通组织的理念和原则下进行规划设计；虹桥枢纽的建设主要重视功能的实现，通过便利的交通换乘等功能体现其标志性，而不强调单纯的所谓“标志性建筑”。虹桥枢纽内的换乘多达56种（见图4），而其中最为重要的有近30种，图中以深色表示。从虹桥综合交通枢纽的功能定位分析，枢纽内重要的换乘主要为城市对外交通与城市内部交通之间的换乘，而城市内部交通之间的换乘则不作为重要换乘方式考虑。

在对虹桥枢纽内的换乘方式有了准确定位和清晰的认识后，下面分人行交通组织和车行交通组织来介绍虹桥枢纽的总体交通组织方案。

虹桥枢纽客运交通模式		高速铁路		磁悬浮		航站楼	轨道交通		巴士		出租车	小汽车
		高铁	城铁	沪杭	两场	西航站楼	虹桥机场西站	虹桥火车站站	长途巴士	城市公交	车道边/车道边	车道边/车库
高速铁路	高铁											
	城铁											
磁悬浮	沪杭											
	两场											
航站楼	西航站楼											
轨道交通	虹桥机场西站											
	虹桥火车站站											
巴士	长途巴士											
	城市公交											
出租车	车道边/车道边											
小汽车	车道边/车库											

图4　枢纽站的换乘示意图

4.1 人行交通组织

枢纽内高速铁路客站突破了传统铁路客站的束缚，采用了航空到发分离的立体交通组织模式，出发旅客在地上一层铁路站内购票、候车区集中统一候车（非传统的广场候车、站外购票）方式，到达旅客自地下一层出站口出站，大大简化了虹桥枢纽的人行交通组织。机场和铁路交通站本体内人行交通组织基本采用“上进下出”和“下进下出”的方式进行交通组织，见图5~图7。

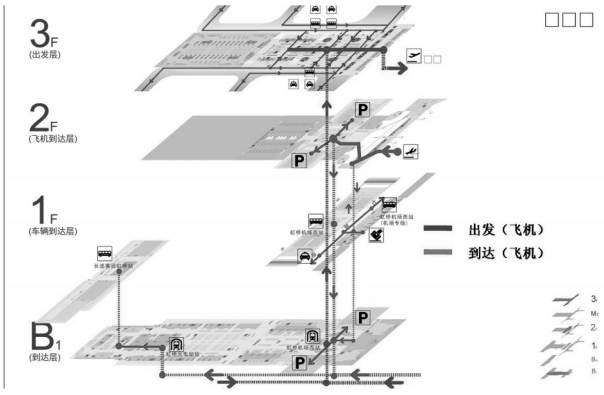


图5　航站楼与城市交通之间的人行交通组织

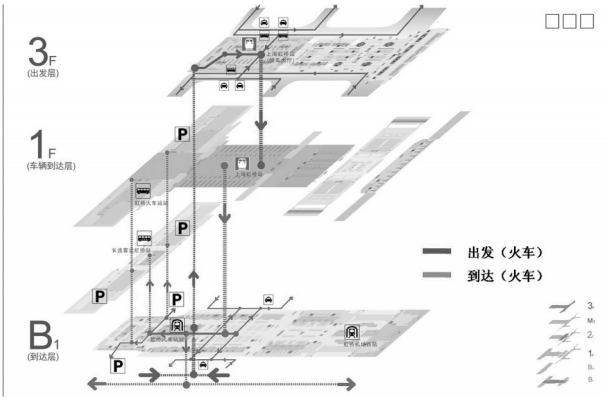


图6　铁路客站与城市交通之间的人行交通组织

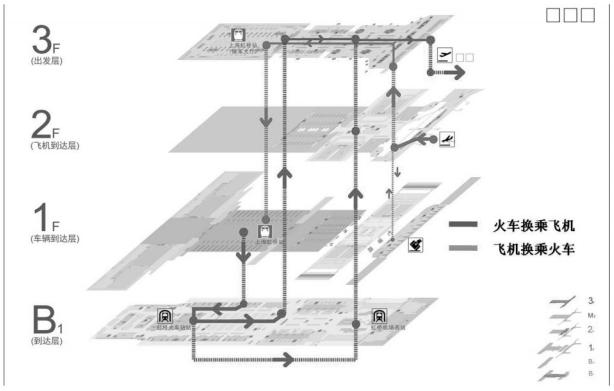


图7　2号航站楼与铁路客站之间的人行交通组织（站体内）

4.2 车行交通组织

根据枢纽内公交（长途）、出租、社会车辆以及非机动车各自的功能定位，按照总体交通组织原则并根据到、发流程，分别形成了各自的交通组织，为道路系统的设计提供了依据。

4.2.1 公交（长途）交通组织（图8~图10）



图8　公交（长途）出发送客流线



图9　公交（长途）出发送客后回停车场流线



图10　公交（长途）上客点接客离场流线

4.2.2 出租车交通组织（图11~图14）



图11　出租车出发送客流线



图12　出租车出发送客后回蓄车场流线



图13　出租车高铁上客点接客离场流线



图14　出租车机场、磁浮上客点接客离场流线

4.2.3 社会车辆（图15~图18）



图15 社会车辆出发送客流线



图16 社会车辆出发送客后离场流线



图17 社会车辆进入车库、停车场流线



图18 社会车辆进入从车库、停车场离场流线

4.2.4 非机动车交通组织

考虑到机场和铁路站内工作人员的出行以及枢纽核心区交通管理的要求，根据核心区道路的性质和功能，按照到发以及过境2种方式进行非机动车交通组织，见图19。

其中在靠近铁路站房以及2号航站楼附近，结合土地使用情况设置了非机动车停放点，并在部分路段配置了非机动车单侧双向行驶通道，方便机场和铁路站内的工作人员以及枢纽附近利用非机动车换乘飞机和铁路的乘客使用。在机场和铁路的到达层为了便于交通管理，统一设置了非机动车禁行路段，同时利用机场航站楼（磁浮站）和铁路站房之间的平行道路统一设置枢纽核心区的非机动车统一过境通道供过境非机动车使用。

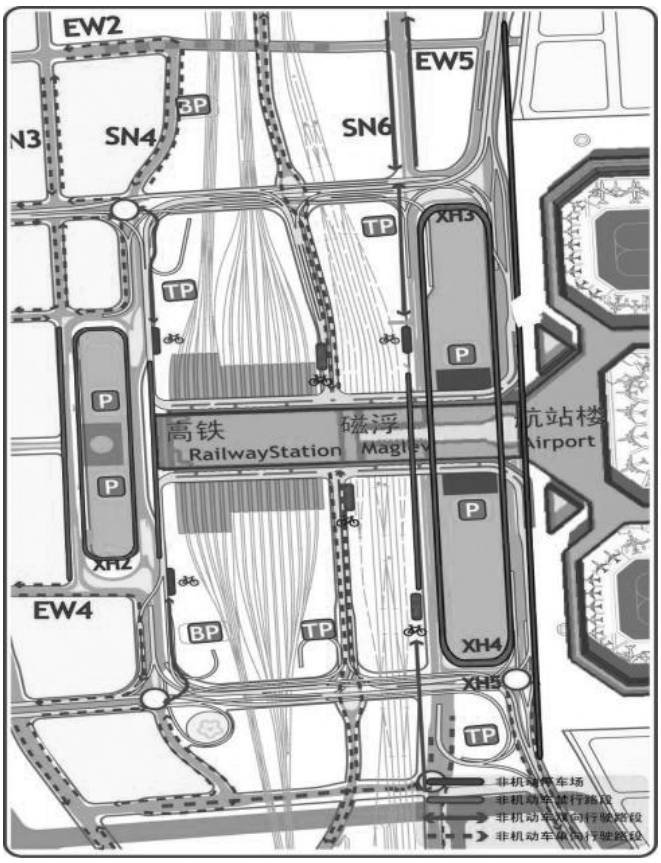


图19　枢纽核心区非机动车流线

5　结　语

虹桥综合交通枢纽的规划建设充分体现了集约用地、资源共享的思想和理念，突破了铁路和机场分散布局的传统模式。高速铁路采用公交班次化的运营模式以及虹桥枢纽内的铁路客站采用到发分离的航空模式进行交通组织，使其与机场航站楼集中布局成为可能；而大运能的城市轨道交通（公共交通）的引入，解决了枢纽城市对外交通与城市内部交通间的大客流集散换乘问题。城市对外综合交通枢纽内可包括机场、铁路、长途客运、城市轨道、公交、出租、社会车辆等交通子系统，在其规划建设之初，就应该根据功能定位明确其主体交通模式，在此基础上形成一套完整系统的人行和车行交通组织，作为引领枢纽内各交通子系统设施用地布局及相关项目规划设计所共同遵循的前提条件。

随着虹桥综合交通枢纽后续工程的不断建成，以及上海市域轨道交通网络的不断完善，虹桥综合交通枢纽将充分体现公交优先、立体换乘、以人为本、集约高效的综合交通优势，为上海城市发展、发挥核心城市辐射带动作用以及长三角区域交流合作等作出越来越大的贡献。

重大活动期间的交通保障策略与实施

第十一届全运会开幕式交通组织与运行分析

刘晨辉　张汝华
（山东大学交通规划设计研究中心，济南 250061）

摘　要：第十一届全运会开幕式有8万余人参加，交通压力巨大。首先介绍了交通保障部门采取的单双号限行、交通管制和临时放假等多种交通需求管理措施。接着重点分析了公交保障措施及其在集散客流方面的实际效用。随后，从停车状况、场馆交通引导、散场交通方式构成和散场道路交通状况等四个方面分析了开幕式当晚的交通运行效果。最后，总结了由本届全运会开幕式交通组织产生的一些启示，可为以后举办类似大型活动提供借鉴。

关键词：全运会开幕式；交通组织；公交保障；交通疏散

1　引　言

中华人民共和国第十一届全运会开幕式于2009年10月16日20:00在济南市奥体中心体育场举行。参加开幕式的有党和国家领导人、国际奥委会主席以及各界人士共8万余人，其中观众6万余人，演职人员、安保人员、志愿者等2万余人，由此产生的交通压力巨大。

受城市地形制约和人口分布影响，开幕式客流主要通过经十路一条主干道抵离济南奥体中心，而经十路是济南市区最重要的东西向交通干道，赛事和日常交通需求的重叠使得其交通压力进一步增大；南京十运会、北京奥运会等赛事经验表明轨道交通是赛事期间最重要的交通方式，而济南没有轨道交通。针对这些不利条件，全运会交通保障部门一方面采取多种交通需求管理措施以减少交通需求，另一方面通过完善公交保障措施以增加公交客运能力，保障观众顺利集散。

本次全运会开幕式交通组织比较成功，在入场和散场阶段没有出现严重拥堵、事故等交通问题，为所有与会人员提供了周到、顺畅的交通服务，实现了预定目标，得到了社会各界的广泛称赞。研究本次全运会开幕式交通组织和运行状况，可为以后举办类似大型活动提供参考和借鉴。

2　交通需求管理

2.1 单双号限行

为减少市区交通量，开幕式当日7:00至19:00，济南市区对除公交、出租、特种车辆和全运相关车辆外的其他机动车实行单双号限行。根据九月份单双号限行测试结果，预计实施单双号限行措施可减少市区20%左右的路网交通流量[1]。

2.2 交通管制

开幕式当日从13:00至开幕式结束观众疏散完毕，交警部门对济南奥体中心附近区域和经十路实行临时交通管制，交通管制区如图1所示。

管制期间内，管制区域和管制道路只允许持有全运会专用牌证的全运车辆、安保车辆和公交车辆通行。临时交通管制大大减少了奥体中心周围区域和经十路的交通量，保障了全运车辆顺利通行，同时也有利于交管部门的管理。

2.3 设置全运专用车道和优先车道

开幕式当日6:00至22:00，交管部门在经十路等6条道路设置全运会专用车道，只允许全运相关车辆通行；在二环东路高架路等10条道路设置全运会优先车道，全运相关车辆有优先通行权。全运专

用车道和优先车道保障了全运车辆在开幕式期间的通行顺畅。

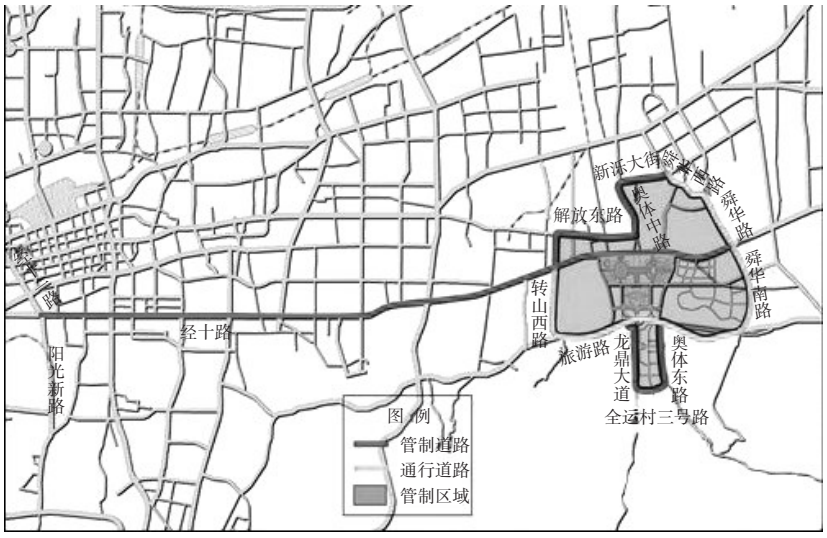


图1 开幕式交通管制区域示意图

2.4 临时放假

为缓解济南市区及奥体中心周边区域的交通压力，开幕式当天下午，济南辖区内机关、事业单位放假半天，此举预计可减少市区10%～30%的道路交通量[2]。

2.5 严格停车管理

开幕式期间，济南奥体中心及周边区域不提供观众自驾车停车场。此外，交管部门对所有允许进入奥体中心及周边区域停车场的车辆都配发了停车证，停车证上印有车牌号、停车地点、车辆级别等内容，无证车辆严禁停放。配发停车证既控制了停车需求总量，又保障了奥体中心周边道路良好的行车秩序。

2.6 综合评价

上述交通需求管理措施大大减少了开幕式当天济南市区的交通量，奥体中心周边区域和经十路更是仅有全运相关车辆出入，其他交通量接近为零，为保障开幕式期间交通顺畅运转奠定了基础。

3 公交保障

由于济南奥体中心及周边区域不提供观众自驾车停车场，大量观众转而乘坐公交车抵离奥体中心。途经济南奥体中心的公交线路有115、119、BRT5和BRT6等9条线路，线路总数虽然较多并加大了发车班次，但仍远远不能满足开幕式当晚的交通需求。为此，济南公交公司在入场和散场时段分别开设了4条和3条区间公交专线，见图2[3]，观众持开幕式门票可免费乘坐。

入场时段（16:00—19:30），济南公交公司开通了4条区间公交线路，分别为市立五院、重汽技术中心、动物园和洪家楼至济南奥体中心，中途设置17处换乘点。通过与其他公交线路接驳，4条区间公交线路基本覆盖了整个济南城区。区间公交车到达奥体中心后，顺时针绕奥体中心行使一周，分别在各入口下客，然后沿经十路向东、奥体东路向南、龙奥北路（延长线）向东行至场馆东停车场或龙奥北路临时停车场。

散场时段，济南公交公司开设了3条区间公交专线，取消了重汽技术中心方向的区间公交，其他三条线路走向与入场基本一致。去往重汽技术中心方向的乘客可先乘坐市立五院方向公交到达市区，然后换乘常规公交线路或其他交通方式返回。

为方便观众乘车，交通保障部门在奥体中心出入口附近设立了5个乘车点，见图3[3]。开幕式结束前1小时，公交车辆自停车区进入各乘车点，采取单排纵向排开，开门朝向观众来的方向，以便于观众登乘。开幕式结束后，公交车辆按照5部为一组，不间断疏散乘客，疏散情况见图4[3]。

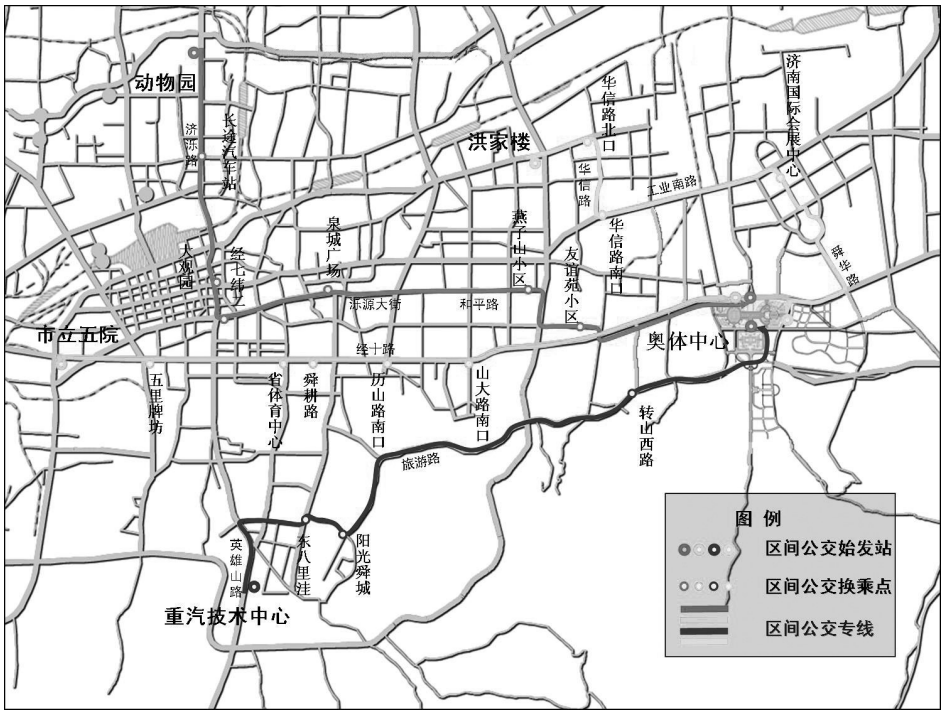


图2　开幕式入场区间公交专线设置示意图

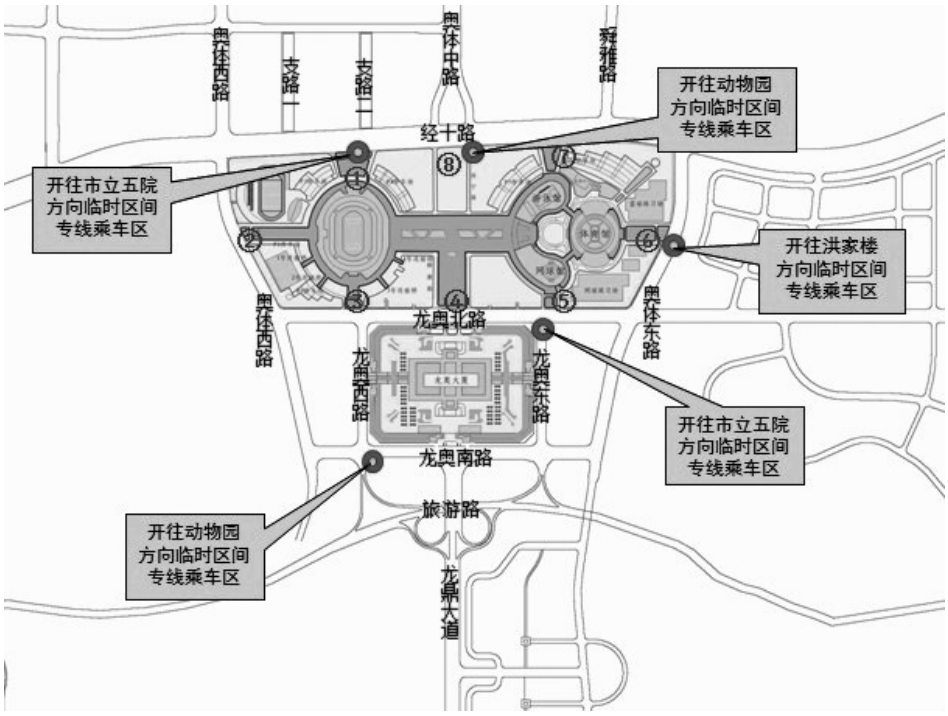


图3　开幕式散场区间公交乘车点

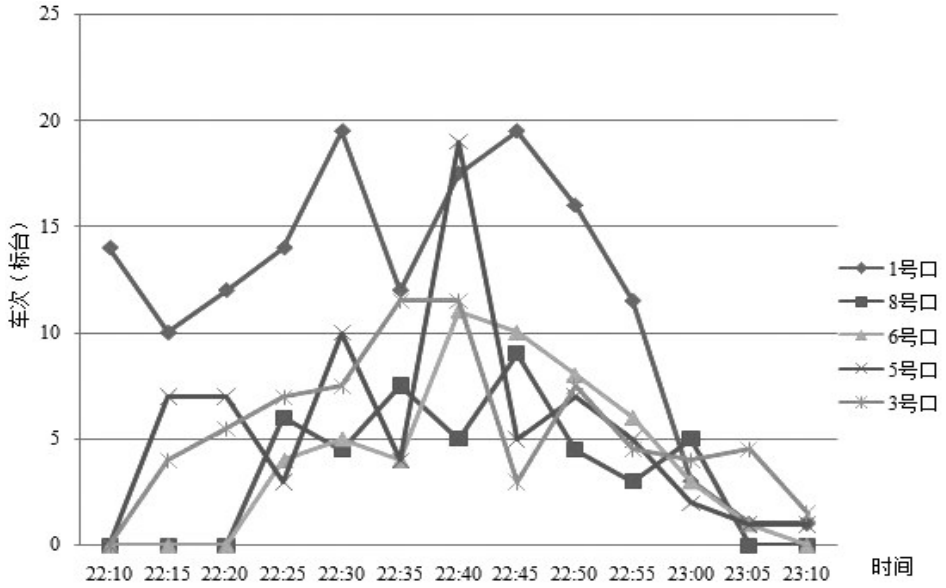


图4 开幕式散场区间公交乘车点车辆疏散情况（注：3号口附近乘车点即为动物园方向乘车点）

由于1号口距主会场最近，观众到达乘车点的时间最早，22:12就已经挤满了4辆18米长的BRT车辆，并首先迎来发车频率最高峰。6号口距离主会场最远，观众需要多走约10分钟路程，所以22:20左右才开始发车。整个疏散过程从22:10开始，22:40左右客流达到峰值，至23:10结束。开幕式结束60分钟后，乘坐区间公交的3.8万名观众全部从各乘车点疏散完毕。

由于区间公交在入场时段直达奥体中心各出入口，散场时段在各出入口附近直接上客，乘坐非常方便，加之发车密度极大，观众持门票又可免费乘坐，因而受到了观众的普遍欢迎。在入场和散场时段，区间公交分别运送乘客2.7万人和3.8万人[3]，特别是在散场时段，区间公交发挥了主力运输作用，保证了观众从奥体中心顺利疏散。

4 交通运行效果

4.1 停车状况

济南奥体中心及周围共有五个固定停车场供车辆停放：奥体中心停车场，场馆北停车场，场馆东停车场，龙奥大厦西侧停车场和龙奥大厦停车场。开幕式当晚五个停车场停车状况如表1所示[4]。

表1 开幕式停车场停车状况

停车场	停车类型	泊位数（个）	实际停车（辆）	利用率（%）
奥体中心	贵宾、运动员、媒体记者及特种车辆等	1250	—	—
场馆北	安保车辆	600	204	34.00
场馆东	区间公交车、志愿者车辆	530	429	80.94
龙奥大厦西侧	演职人员、各地观摩团队车辆	600	389	64.83
龙奥大厦	嘉宾、持票赞助商车辆	1342	389	28.99

由于受条件所限，未能调查得到开幕式当晚奥体中心的准确停车数目，但是从场外观察发现奥体中心场内空余了大量停车空间，可知奥体中心停车场完全满足了贵宾、运动员、媒体记者等群体的停车需求；场馆东停车场主要停放区间公交车辆，很多区间公交都停放于此，因此实际停车数较多；龙

奥大厦西侧停车场和龙奥大厦停车场因为离奥体中心较近，车辆进出非常方便，因此对疏散要求较高的演职人员、各观摩团队车辆和嘉宾、持票赞助商车辆被安排于这两个停车场。

此外，由于开幕式区间公交车很多（1300辆），交管部门在经十路南侧辅道、龙奥北路和奥体中路设立了三个公交车临时停车场，这三条道路均处于交通管制区域内，交通量非常小，因此设立临时停车场并没有对其交通造成太大影响。由于三处停车场停车区域较大，车辆进出方便，而且离奥体中心很近，大多数公交车都停放于此。

由于观众自驾车停车需求较少，现有停车场利用率较低，完全满足了开幕式当晚的停车需求。

4.2 场馆交通引导

由于济南奥体中心占地面积较大，从下车点和乘车点到奥体中心体育场出入口有一定距离，加之出入口较多，很多观众并不清楚如何进出场馆。为引导观众顺利进出场馆，交通保障部门在奥体中心内部及其周围设置了大量交通标志，同时安排了1000余名志愿者在场馆外围进行交通引导。此外，散场时段公交部门派出3000名公交志愿者在开幕式结束前半小时到达各停车点，高举指示牌指引观众乘车。对观众进行的问卷调查结果显示观众对交通标志和志愿者服务的满意度分别高达92%和96%，观众普遍认为交通标志和志愿者在引导他们进出场馆、乘车、维护场内和场外交通秩序等方面发挥了重要作用。

通过合理设置交通引导标志，同时结合志愿者的引导，开幕式当晚奥体中心场馆内外的交通比较顺畅。观众在入场时段能够顺利找到自己的座位，在散场阶段能够顺利找到乘车点，没有出现因观众大量聚集于某一点而导致交通拥堵的现象。

4.3 散场交通方式构成

开幕式散场时段的交通方式构成见表2。

表2　开幕式散场交通方式构成[4]

交通方式	步行和非机动车	小汽车	区间公交车	大客车	中巴	总计
分担率	17.17%	7.38%	46.17%	20.61%	8.66%	100.00%

注：散场客流包括场内观众、外围观众、工作人员等所有人员。

散场时段，46%的客流乘坐区间公交车离开奥体中心，表明区间公交是最重要的散场交通方式，调查发现这部分客流主要为普通观众；大客车运送了21%的客流，主要是包车往返的各观摩团、赞助商、演职人员和部分安保人员等群体；步行和非机动车客流为17%，主要是前来观看烟花燃放的附近市民、居住于全运村的运动员、记者以及步行出调查圈后乘车离开的观众等；开幕式有包括国家领导人和国际奥委会主席在内的众多高级官员和贵宾出席，他们主要乘坐中巴出行，因此中巴运送了9%的客流；由于开幕式当晚禁止观众自驾车前往奥体中心，因而小汽车客流非常少，仅有7%，主要是一些领导、安保人员、工作人员以及少部分将车辆停放于管制边缘区域的观众，此外还有部分乘坐出租车离开的观众[4]。

总体来说，散场时段高达76%的客流乘坐高承载率车辆（公交车、大客车和中巴）离开奥体中心，使得道路交通量大大减少，而且高承载率车辆的调度组织更为有序，便于交管部门管理。

4.4 散场道路交通状况

开幕式散场时段奥体中心周边道路交通量情况如图5所示。

由图5可知，奥体中心周围道路交通量在22:10之前非常小，22:10之后，随着观众开始散场，道路交通量开始增加。在22:15左右，道路交通量开始进入高峰时段并一直持续至23:10。此后，经十路和旅游路交通量仍然较大，不过此时的车辆主要为空载的公交车、出租车和工作用车，而且由于交通管制已经结束，普通车辆也可以从管制区域通过，但是客流已经基本疏散完毕。结合第3章公交疏散可知，全运会开幕式于22:10正式结束，至23:10，6万余名观众已从奥体中心基本疏散完毕，奥体

中心周边恢复正常交通秩序，从开幕式结束至观众全部离开奥体中心用时60分钟，实现了预定目标。

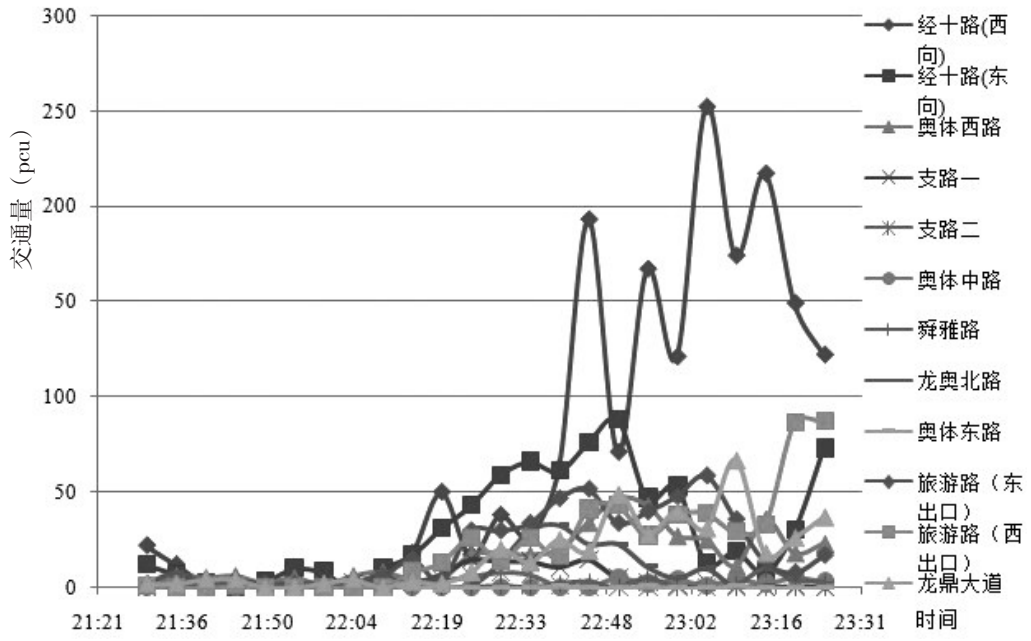


图5 开幕式散场时段奥体中心周边道路交通量

疏散时间内（22:10—23:10），经十路共计疏散了53%的交通量，这表明经十路是最重要的客流疏散通道，同时也表明交管部门对经十路实行交通管制对顺利疏散客流发挥了重要作用。

总体来说，散场时段济南奥体中心周围道路交通量非常少，疏散时间内（22:10—23:10）仅疏散车辆3437pcu，道路非常通畅，没有出现拥堵现象。

5 开幕式交通的启示

通过对本届全运会开幕式交通组织和运行状况进行调查分析，得出以下几点启示，可为以后举办类似大型活动提供借鉴。

（1）准确预测活动产生的交通需求。交通需求预测是制定交通组织方案的基础，只有预测的交通需求与实际情况基本相符，才能从根本上保证交通组织方案的有效性和适用性。

（2）减少交通需求是保证交通顺畅的基础。大城市日常交通需求就非常大，而大型活动会进一步增加交通需求，在交通供给有限的现状下，通过各种措施减少交通需求是保证交通顺畅的基础，但应注意的是这些措施不能对居民日常交通出行造成太大影响。

（3）引导以公交为主的出行方式。与小汽车相比，运送相同客流，公共交通不仅大大减少了道路交通量，还节省了大量的停车空间，因此举行大型活动时，交通保障部门应完善各种公交保障措施，促使观众以公共交通作为主要交通方式。

（4）重视场馆内外的交通引导。由于举行大型活动的场所一般都较大，出入口较多，很多观众并不熟悉场馆地形，如果引导不利，极易使得大量人员拥堵在小范围内，引发挤踏事故。通过合理设置交通标志和志愿者引导，本次开幕式较好地解决了这一问题。

（5）智能交通系统作用巨大。全运会之前，济南交警部门对指挥调度系统进行改造和性能提升，将110接警交通信息、信号控制、GPS定位、350M无线数字集群等进行功能集成和性能优化，采用具有GPS卫星定位功能的350M数字集群系统，实现所有交通民警即时通讯与定位，为保障交通顺畅运转发挥了重要作用[5]。

（6）重视交通宣传工作。交管部门采取的很多交通措施需要广大市民的配合参与才能达到预期效果，及时向市民宣传各种交通信息不仅可以保障赛事交通，而且也会方便广大市民出行。本届全运会开幕式之前，交管部门采用多种方式对开幕式期间的交通信息进行广泛宣传。事实证明，广泛的交通宣传使广大市民及时了解到了相关交通信息，从而能够及时采取相应的对策，各种交通措施既没有影响赛事交通也没有对市民的日常出行产生较大影响。

参考文献

［1］殷玉国. 济南“单双号”限行测试报告：公布限行四天，车流降两成［N］. 济南时报，2009–09–21（A04）.

［2］张新兰. 济南市第十一届全运会交通组织方案［R］. 济南：济南市建委，2009.

［3］济南市公共交通总公司. 济南市第十一届全运会公共交通运营组织［R］. 济南：济南市市政公用事业局，2009.

［4］张汝华. 济南市第十一届全运会交通安保工作总结［R］. 济南：山东大学交通规划设计研究中心，2009.

［5］田云强. 济南市第十一届全运会交通安保工作总结［R］. 济南：济南市交警支队，2009.

世博会轨道交通车站客流组织方案的仿真分析

金　祎[1]　杨　梅[1]　田益锋[2]　施　琪[2]　徐瑞华[1]
（1. 同济大学交通运输工程学院，上海 201804；2. 上海申通地铁集团第二运营有限公司，上海 201103）

摘　要：世博会客流具有时间集中性高、突发性强等特点，世博会期间上海城市轨道交通系统具有明显的早、晚高峰客流特征，需要有效的交通运输组织方案的支持。因此基于城市轨道交通车站客流分布仿真系统（Stapass），以世博会高峰期背景下的世博专用线世博大道站为例，对轨道交通车站内的客流进行仿真分析，并针对晚高峰和离园高峰分别提出分流和限流的客流组织方案。

关键词：世博会；轨道交通车站；客流组织；仿真分析

1　前　言

2010上海世博会已于今年5月1日成功开幕，整个世博会为期184天。根据售票情况，世博会潜在游客已超过4000万人次，即日均客流至少20万人次。由于前期实际客流量较低，上海世博局预计后期可能存在客流集中情况[1]。另一方面，世博会客流具有时间集中性高、突发性强等特点，由于世博园规模很大，大部分乘客具有“早到晚归”的出行特点。因此世博交通系统存在明显的早、晚高峰客流特征，需要有效的交通运输组织方案的支持。

在世博交通体系中，轨道交通作为一种大运量、快速的交通工具，是游客出行的主要交通方式，约40%的客流经由轨道交通抵达世博园区[2]。目前上海12条轨道交通线中有6条可直达世博园区的出入口（如图1所示），其中世博园区轨道交通专用线为世博会专用，在园区内设有卢浦大桥站、世博大道站，在园区外与9号线共同设有马当路换乘站，乘客可在马当路站凭世博门票安检后免费乘坐。

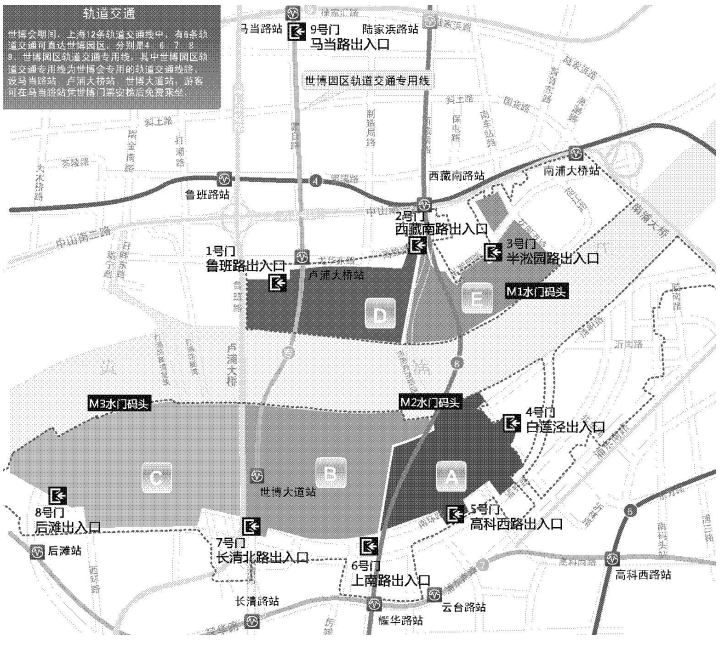


图1　世博园区周边轨道交通线路

世博会的国家展馆和演出场地主要集中于浦东园区的A、B、C片区，相对于浦西园区，浦东园区将吸引更多的游客（浦东、浦西园区游客分布比例为75%、25%[3]）。由于上海本地游客和外地游客多居住在浦西方向，因此存在大量客流通过7、8号线和专用线越江，直接到达或离开浦东园区。其中，世博专用线的世博大道站，由于靠近中国馆、欧洲馆、美洲馆等热门展馆，且位于浦东园区中央，是客流集散的主要轨道交通车站之一。尤其在客流早、晚高峰期，出站（进园）客流或进站（离园）客流集中，世博大道车站可能出现突发性大客流，存在拥堵现象与安全隐患，也对车站内的客流组织措施提出了新的要求。

本文基于课题组开发的城市轨道交通车站客流分布仿真系统（Stapass），以世博会高峰期背景下的世博专用线世博大道站为例，对轨道交通车站内的客流进行仿真分析，并对相应的客流组织措施进行研究。

2　世博大道站概况

2.1 站厅层

世博大道站的站厅层共4个出入口，其中1、2号口靠近展馆，预计1、2号口和3、4号口的客流比例为60%和40%。

站厅内有4组扶梯和2个楼梯（如图2所示）。由于马当路站是世博园出入口，世博专用线在世博会期间供游客免费乘坐，因此站厅内暂不设售检票设备，闸机区直接设为站厅免费区和付费区之间的机动通道。通过机动通道的开闭，可以对站内客流进行有效的控制。



图2　世博大道站站厅层示意图

2.2 站台层

世博大道站有2个侧式站台（如图3所示），各自承担1条线路的上下车乘客，总面积约为2000m^2。



图3　世博大道站站台层示意图

2.3 列车开行方案

世博会期间，世博专用线的列车开行不分上下行，每条线路上各有1列车往返运行，列车交路运行时间为12min。即每个站台的发车间隔为12min，世博大道站的发车间隔为6min。

世博专用线列车为6节编组，6min发车间隔的情况下，线路理论运能为18600人/h。

3 早高峰时段车站客流仿真

3.1 早高峰车站客流分布特点

本文通过公共设施服务水平（LOS，level of service）对不同场景下的车站客流仿真结果进行评价，并基于车站内的服务水平提出相应的客流组织措施。LOS由学者Fruin于1970年提出，以客流分布密度和步行速度为主要的评价依据[4]（如表1所示），当服务水平超过C级时，就应该采取一定的限流措施或客流引导对策。

表1 LOS评价指标

服务水平	人均占地面积（m^2）	密度（人/m^2）	客流量（人/min）
A	≥3.24	≤0.27	≤23
B	2.32~3.24	0.43~0.31	23~33
C	1.39~2.32	0.72~0.43	33~49
D	0.93~1.39	1.08~0.72	49~66
E	0.46~0.93	2.17~1.08	66~82
F	≤0.46	>2.17	无法行走

世博专用线运能限制了世博大道站的出站人数，若全部乘客都在世博大道站下车，则出站客流在18000人/h左右。由于本文针对车站极端客流进行分析，因此在早高峰出站客流的仿真场景中，将出站客流量设为20000人/h。同时，在早高峰时段，车站内所有扶梯全部用作出站，使乘客可以最大限度地迅速出站。

仿真结果显示，早高峰世博大道车站内的拥堵现象并不显著。站台上客流平均密度0.46人/ m^2，服务水平C级；站厅内乘客出站流线有序。

3.2 小结

世博大道站在早高峰时段客流出站畅通。虽然每列车有大量乘客（约1800人）集中下车，但因为出站客流在站台上没有停留，而是形成有序的流线行走，所以不会出现显著的拥堵现象。

4 晚高峰时段车站客流仿真

4.1 晚高峰车站客流分布特点

由于世博会出售夜间票，因此在晚高峰时段（16:00—19:00）世博大道站存在进出站客流的交叉干扰。一方面，有大量持夜间票的游客出站准备进园；另一方面，也有一部分乘客由于疲惫等原因提早离园进站。在总客流量达到20000人/h的情况下，预计进出站客流比例为1∶4，设离园进站游客为4000人/h，出站进园游客为16000人/h。同时，在晚高峰客流交叉时段，每组自动扶梯一上一下，分别用作出站和进站。

仿真结果显示，站台服务水平达到C级，站台楼扶梯口处存在流线冲突（如图4所示），而站厅的楼扶梯口和付费区通道处的流线冲突明显。进出流线的交叉干扰会影响乘客的走行效率并降低服务质量，因此需要通过有效的客流组织措施来疏解流线交叉。



图4 站台客流分布情况

4.2 客流组织措施

4.2.1 分开使用楼扶梯设备

因为出站客流较多，将4组扶梯全部用作出站，2个楼梯则用作进站。仿真结果显示，分开使用楼扶梯可以有效缓解楼扶梯口处的流线交叉，但站厅付费区通道处的流线冲突依然严重（如图5所示）。

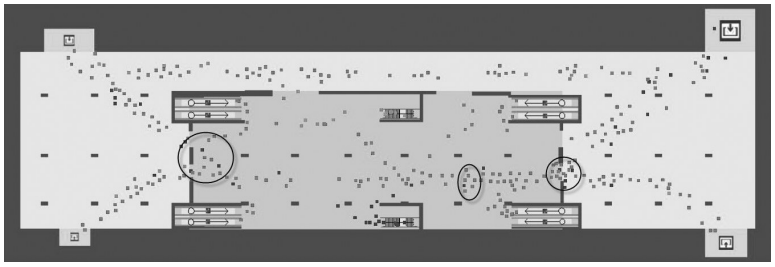


图5　楼扶梯分开使用后的站厅客流分布情况

4.2.2 分开使用付费区通道

在分开使用楼扶梯的基础上，引导进站客流从付费区通道A和B进入付费区；引导出站客流从左右两侧的付费区通道离开付费区。这样有效地缓解了付费区通道处的流线冲突，将交叉点转移到站厅免费区（如图6所示）。

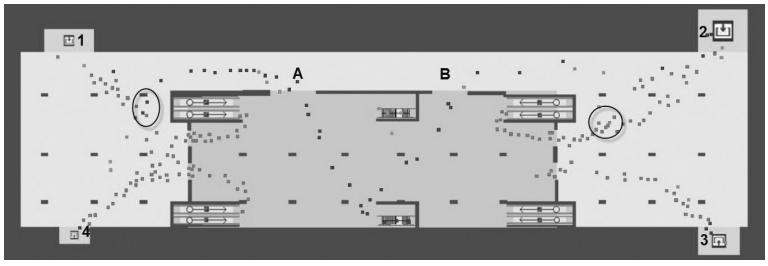


图6　付费区通道分开使用后的站厅客流分布情况

当客流量较少时，由于站厅免费区空间开阔，客流冲突点可以接受，只需在站厅层安排若干工作人员对客流进行引导；当客流量较大时，车站工作人员引导强度不够，需要采用物理隔离的方法（如图7所示）。

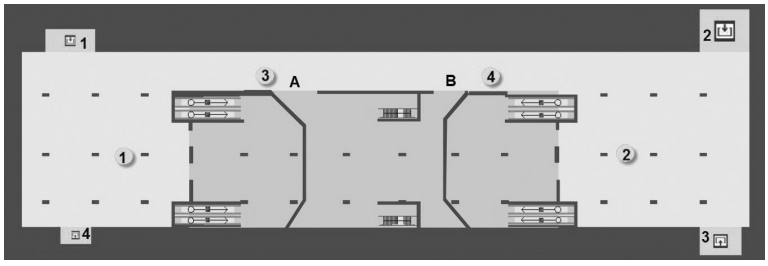


图7　站厅付费区物理隔离示意图

4.2.3 免费区设置物理隔离

在分开使用楼扶梯和付费区通道的基础上，当客流量极大、站厅免费区的客流冲突严重时，还可以在免费区设置从入口到付费区的物理隔离（如图8所示），消除所有的客流冲突点。但是这种方法会大大降低乘客在车站内的通行能力，并限制了出站乘客对出入口的选择。对于世博大道站来说，不推荐采用这种措施。

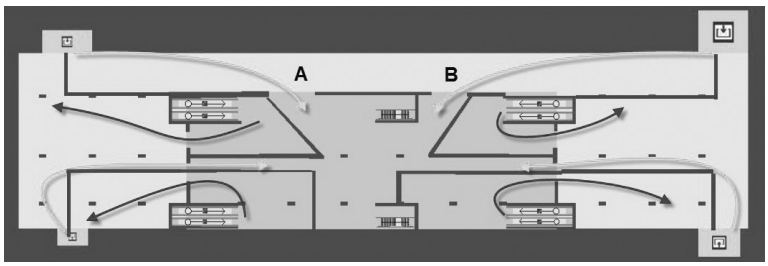


图8 站厅免费区物理隔离示意图

4.3 小结

世博大道站在晚高峰存在进出站客流的流线冲突，主要体现在楼扶梯口和付费区通道处。通过分开使用扶楼梯设备和付费区通道，可以有效缓解流线交叉。根据实际情况，当客流量较大时，还可以在免费区设置物理障碍。

5 离园高峰时段车站客流仿真

5.1 离园高峰车站客流分布特点

对于世博大道站来说，客流组织压力最大的是离园高峰期。由于大部分游客选择在20:00—23:00之间离园，会有大量乘客涌向世博大道站，通过越江返回浦西。与出站客流不同，进站客流依次进入车站，在站台进行等待，在列车进站前不断集聚。因此，车站内极易产生大客流并出现拥堵现象。

由于世博离园高峰期的进站客流可能会不均衡到达，这里设置10000人/h的进站客流分别以3000、4000、2000、1000人/15min的到达强度进站。同时，4组扶梯全部用作进站。

基于仿真结果，得出不同客流量到达强度时的服务水平、拥挤情况和相应措施（如表2所示），可知世博大道站的站台容纳能力为12000人/h左右。

表2 不同客流强度的服务水平、拥挤情况和相应措施

客流量（人/15min）	服务水平	拥挤情况	相应措施
1000	B	站台比较空闲	有效引导乘客，提高列车利用率
2000	C	拥挤现象基本不显著	有效引导乘客，提高列车利用率
3000	D	拥挤现象比较明显	站台限流，引导乘客均匀分布
4000	E	楼扶梯区域严重拥堵	站台限流，引导乘客均匀分布

由于世博大道站采用侧式站台，一个站台上的乘客无法乘坐另一个站台的进站列车。专用线列车满载量约2400人，当进站客流量低于12000人/h时，也会造成列车载客量较少、线路利用率较低的情况。因此，应以12000人/h时的客流量为界限进行不同的客流组织措施：

（1）当客流量低于12000人/h时，安排工作人员或通过电子指示牌引导乘客走向列车将要进站的站台，提高列车满载率，同时也可缩短乘客的候车时间。

（2）当客流量高于12000人/h时，安排工作人员或通过电子指示牌引导乘客走向当前较为空闲的站台，使乘客均匀分布、减缓拥挤，必要时进行一定的限流措施。

5.2 客流组织措施

由于世博大道站站台空间较小，客流拥堵产生于站台，因此限流措施遵循从站台到站厅、从内向外的思路，进行三级限流，如图9所示。



图9　三级限流示意图

（1）站台限流：控制点在楼扶梯口。根据站台的客流量控制楼扶梯口的乘客进出，避免站台客流过于拥挤。可以调整扶梯运行方向，或关闭部分楼扶梯。

（2）站厅付费区限流：控制点在闸机口处。根据站厅付费区的客流量限制闸机口（或机动通道）的通过能力，避免付费区客流拥挤。可以关闭部分机动通道，并缩小通道宽度。同时，站厅付费区限流与站台限流是动态同步的。

（3）出入口限流：控制点在车站出入口处。根据站厅内的拥堵情况限制出入口的通过能力。可以关闭部分出入口，或在出入口设立若干机动小通道，通过开闭机动小通道，选择性地使一部分乘客进站。

根据离园高峰客流特征，在仿真场景中设置进站客流量为20000人/h。分别对其进行三级限流措施，客流组织效果如下：

5.2.1 站台限流

8个扶梯中开放4个关闭4个，楼梯关闭，同时减缓扶梯运行速度。

实施站台限流措施后的站台服务水平由E级上升到了D级，但在站厅的楼扶梯区域出现客流拥堵，见图10。

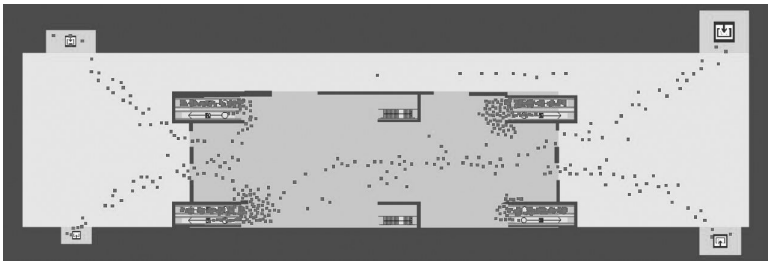


图10　站台限流后的站厅客流分布情况

5.2.2 站厅付费区限流

6个付费区机动通道开放2个关闭4个，同时缩短机动通道的走行宽度。

实施站厅付费区限流措施后的站台服务水平维持在D级，同时站厅楼扶梯区域的拥堵现象减弱，拥堵人群转移到站厅付费区外，见图11。

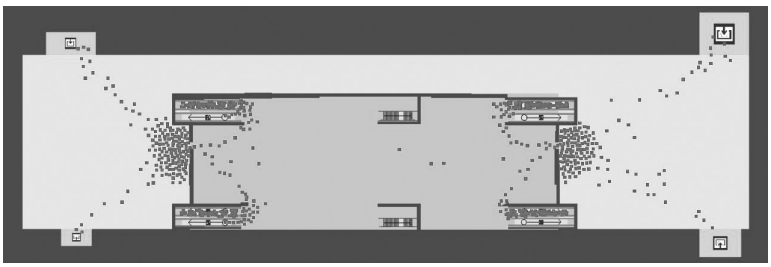


图11　站厅付费区限流后的站厅客流分布情况

5.2.3 出入口限流

关闭3、4号口，让乘客从1、2号口进站。同时在1、2号口设立机动小通道，对于20000人/h的客流量，可在每个出入口设立5个机动小通道，每次开放3个，将20000人/h的进站客流限制在12000人/h左右。同时，在车站外空地可以设立限流设施（如蛇形排队区），使乘客有序排队。

实施出入口限流措施后的站台服务水平维持在D级，同时站厅的进站流线有序，见图12。

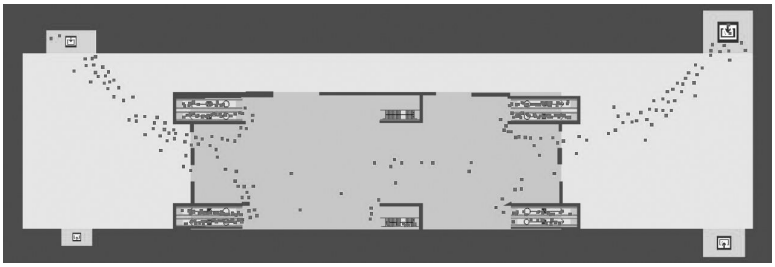


图12 出入口限流后的站厅客流分布情况

5.3 小结

世博大道站对进站客流的容纳能力在12000人/h左右。根据实际进站客流量可安排工作人员进行引导工作，提高利用率或缓解拥挤。针对大客流需要进行从站台到站厅付费区到出入口的三级限流，可以避免突发大客流情况下的安全隐患，并保证车站一定的服务质量。

6 结 论

本文基于课题组开发的城市轨道交通车站客流分布仿真系统（Stapass），以世博专用线世博大道站为例，分别对早高峰、晚高峰、离园高峰下的车站客流进行了仿真分析，得出结论：

（1）早高峰时段客流出站畅通，没有显著的拥堵现象。

（2）晚高峰时段车站内存在进出客流流线冲突，需要采取一定的分流措施，如分开使用楼扶梯、分开使用付费区通道、设置物理隔离等。

（3）离园高峰时段车站对进站客流的容纳能力在12000人/h左右。针对不同客流量，除了分别进行有效的客流引导，必要时还要通过三级限流措施缓解拥堵情况，降低安全隐患。

参考文献

[1] 周凯. 世博票务中心：潜在参观者已超4000万［OL］. 新闻晨报，2010-05-06. http：//msn.ynet.com/view.jsp?oid=65323355&pageno=1.

[2] 张琦. 约40%的客流经由轨道交通抵达园区［OL］. 新民网，2010-05-03. http：//sh.xinmin.cn/minsheng/2010/05/03/4711862.html.

[3] 简工博，袁博. 从浦东安检入园效率高［OL］. 解放日报，2010-03-27. http：//www.expo2010.cn/a/20100327/000011.htm.

[4] G_Keith Still.Crowd Dynamics［M］. phD dissertation of University of Warwick，2000：143-145.

[5] 杨寿成. 地铁车站客流组织工作探讨［J］. 铁道运输与经济，2007，29（9）：48-50.

上海世博会交通管理主要措施建议思考

倪凌斐
（上海市交警总队，上海 200070）

摘　要：世博期间，庞大的参观客流与居民日常出行在时间与空间上叠加，势必给本来已经十分困难的上海市内交通造成更大的压力。世博期间交通管理的对策建议有：利用智能交通系统提高交通设施服务效率；重点疏导好“长三角”地区参观世博的客流；扎实做好P+R交通疏导工作；梳理中小道路资源，开辟单向交通；备好预案，以防不测；提高交通管理公共服务水平等。

关键词：世博；拥挤；交通管理

1　目前上海的交通拥挤状况

1.1 交通拥挤的定义

目前，国际上还没有统一的城市交通状态或交通拥挤的判别定义。每个国家国情不同，判定标准也不同。1994年，日本建设省在制定新交通拥挤对策计划时，将一般道路拥挤长1km以上或拥挤时间10min以上定义为交通拥挤。我国公安部对拥挤路口和拥挤路段分别给出定义：车辆在无信号控制的交叉路口外车行道上受阻且排队长度超过250m或车辆在有信号灯控制的交叉路口三次绿灯显示未通过的状态定义为拥挤路口；拥挤路段则定义为车辆在车行道上受阻排队长度超过1km的状态。

1.2 上海交通拥挤现状

随着上海经济社会的现代化、城市化、机动化进程加快，人口已突破2000万大关，出行需求不断增大，中心城区道路形态和布局基本确定并固化，扩张余地很小，机动车保有量不断增长，城市道路交通拥堵状况有不断恶化的趋势。

目前，上海中心城主要交叉口高峰时段拥堵比例已达50%。其中内环以内拥堵比例达60%，内、外环之间拥堵比例达30%，路网饱和度达到0.99，高峰期城市干道系统已经处于比较拥堵的状态，约有70%的交通集中于区域内的快速道路和主干道上。由于世博会选址在市中心黄浦江两岸，届时，庞大的参观客流与居民日常出行高峰在时间与空间上叠加，势必给本来已经十分困难的市内交通造成更大的压力。

2　世博会交通流、客流特征预测

2.1 世博游客空间分布和出行结构预测

世博会引发的交通需求是巨大的，预计参观者将达到7000万人次，平均日、高峰日和极端高峰日客流将分别达到40万、60万、80万人次。以客流空间分布预测来看，长三角地区游客占30%，其他省市游客占40%、国外游客占5%、本市游客占25%。占总量30%的长三角地区游客中，通过铁路来沪的约占40%，使用小客车和大客车来沪游客分别占30%和30%；占总量40%的其他省市游客中，通过铁路来沪的约占40%，使用小客车和大客车来沪游客分别占10%和10%；通过飞机来沪的占40%。这里有两个数字值得关注：一是7000万人次进入参观世博，这在上海历史上从未发生过；二是每天40至80万参观人次，这相当于每天在大城市中要搬一个城市进来，然后再搬出去，要连续搬184天。这对交通管理是一个巨大的挑战。

2.2 世博地面交通流特点及影响

世博地面交通流向方式比较单一，与日常早晚交通高峰和向心交通趋于一致，互相叠加。但在不同区域反映的特征有很大区别。离世博园区越近，日常交通和世博交通需求叠加影响越大。据分析，在世博园区周边1km范围内，世博交通为日常交通的6倍，世博交通占绝对主流。在世博园区周边2km范围内，世博交通为日常交通3倍。在世博园区周边2km范围与内环之间，世博交通为日常的2倍；在内环与外环之间，日常交通与世博交通之比为15∶1，世博交通在这一区域对日常交通影响十分有限，日常交通占绝对主导因素。

3 世博期间交通管理的主要措施建议

交通需求总趋于大于交通供给。世界上改善交通拥堵的手段方法，已从主要依靠多修道路和扩大路网规模来满足不断增长需求量，转变到用高新技术改造道路运输系统及管理体系来提高路网通行能力和服务质量。因此，世博交通管理工作要以国际视野、战略眼光、创新思维来探索改革和发展的途径，要以轨道交通为主体，以其他公交为支撑，以多元交通方式为补充，以严格限制小汽车直达为原则，设定交通方式结构目标，力争达到直达客流、轨道交通分担50%，专线巴士和公共小汽车、出租车分担30%，水上巴士分担10%，慢行交通分担7%。

3.1 利用智能交通系统提高交通设施服务效率，均衡交通流

智能交通系统是未来交通的发展目标，其本质就是最大限度地实现交通信息的采集、处理、加工和共享，并根据新获得的实时交通信息不断地优化交通系统的控制、诱导策略和调整各类交通参与者的行为，实现交通系统的优化运行。世博会期间，要展示上海城市交通的形象、效率和理念，需要高效的智能交通综合信息服务的支撑。建议以建立市综合交通信息中心为突破口，聚焦世博出行综合信息服务，使世博交通在综合性、一门式、全过程及各方式交通信息上，体现细致、周到、全面、透明和便捷的特点，展现上海世博交通的“软实力”。

在交通管理上重点做好指挥调度、事故应急处理、道路交通图像综合应用、道路视频监控等核心智能系统，实现世博中心区、场馆周边、出行路线及主要道路的全时空覆盖。

在服务区域上，要考虑长三角区域性交通信息服务；在服务媒体方面，要提供从交通手册、交通电台、交通电视、数字广播、互联网、手机等多方式服务；在服务语种上，考虑中文、英文等多语种的交通信息；在信息资源整合方面，除交通信息外，能同时提供场馆预约、订票服务等综合信息。

世博交通综合信息服务系统的开发涉及交通需求分析、界面设计、交通信息融合、信息交换和交通预测等关键技术，需要建立一支熟悉交通管理、需求分析和软件开发等方面人员组成的开发团队。政府着力信息资源的整合、信息提供和公益性服务，利用市场机制，由企业进行增值服务。如动态车载导航、手机导航、停车预约服务等。

3.2 重点疏导好“长三角”地区参观世博的客流

长三角地区距离上海最近，经济发达，人口密集，预计长三角地区游客占世博客流的30%，达2000余万人，因路程中短，其中用小客车来参观世博的占30%，是世博客流中使用小客车最多、影响最广泛的客流。其他省市客流进出大部分会选择大交通和上海公共交通抵达世博园区。因此，做好长三角地区客流尤其是小客车客流的交通疏导，是世博交通保障的重中之重。建议重点把好以下几个环节：

（1）长三角各省、市地区加强宣传和引导。鉴于上海停车位有限和交通拥挤的状况，引导游客改变出行方式和出行时间，尽可能不用小汽车出行参观世博，可改用快速铁路、长途汽车等公共交通，既节省费用，最主要可以减轻上海的交通压力。如果使用小客车，中心城区可能不能提供停车位，车辆要停在近郊区，再转乘大巴，和直接使用公共交通相比，成本高、效率低。宣传引导工作政府要负主责，市民是主体，层层负责，落实措施，加强引导。

（2）倡导旅行社开辟世博旅游，减少小客车出行量。旅行社组团参观世博，在门票价格方面给予

优惠，行车给予便利，世博场馆预约给予优先。各地区可以设计多种世博旅游产品，通过社区设置网点进行预订推广。

（3）对使用小客车参观世博的，要加强P+R转乘引导。一是上海所有的P+R转乘点、行车线路、转乘规定，要制作成交通宣传品免费发放，并通过媒体大力宣传；二是要制定停车换乘的优惠政策，如凭世博门票可以免费乘坐转换巴士，停车收费给予优惠或免费等，提高停车换乘的吸引力。

3.3 扎实做好P+R交通疏导工作

P+R交通疏导，就是小汽车不允许停放在大型活动场馆周边，只能停在离场馆较远的停车场，通过接驳公交到达场馆。这是国际上在大型活动中通用的交通组织疏导模式。充分依靠公共交通高效率的集散交通，对小汽车的出行，在时间和空间上予以严格的限制，鼓励使用集约化交通。

据上海去年综合交通调查统计，城市公共停车泊位缺口约6万个，2010年世博会期间缺口将达到12万个。上海机动车保有量至2009年7月已超过239万辆，而全市社会停车泊位只有20余万个，市中心的停车矛盾十分突出。

吸引世博小汽车交通向集约化交通转化。上海对外连接的高速公路通道主要有沪崇苏、沪宁、沪杭、沪嘉浏、苏州绕城、机场莘奉金等，预计通过这些高速来参加世博的小汽车流量每天约2万余辆。建立每条高速通道相对应世博小汽车停车场，在停车场相应配套实施公共交通换乘枢纽，建成世博配套的P+R换乘枢纽，小汽车停在停车场，客流用大巴或公交车接驳。要做好这种小汽车停车换乘公交车系统，重点要把握好以下几点：一是停车换乘诱导系统。每个通道进来的小汽车停在哪个停车场要匹配好。在道口要加强宣传，在路面上要有路标指引。停车场车辆停满，如何疏导要有预案。二是政策上给换乘优惠。游客到世博园区换乘公交或者停车的给予优惠，持票换乘公交或停车的可以免费或优惠，提高公交的吸引力，争取90%以上经高速公路的游客能乘坐公共交通到达世博园区。三是加强停车管理。世博周边的管控区实行交通管制，并实行严格的停车管理，允许世博专线公交和大巴临时停放，还要用经济手段调控停车收费。必要时，提高中心城区停车收费标准。对在管控区的车辆任意停放的，要用足法律手段，严格管理。

3.4 疏理中小道路资源，开辟单向交通，提高路网利用和使用效率

采用单向交通能够明显减少车辆冲突点，提高通行能力。同时，由于中心城道路间距小，便于组织绕行。一是在对市中心道路网络系统性考虑的基础上，成对布设单行道，优化地面干道和局域路网，形成区域性单行道循环系统；二是配合世博管控措施实施，在世博通道、管控区周边有条件的支路上实施形成单行道系统，减轻对世博交通的影响；三是结合单行道开辟，在有条件的路段布置路侧停车，解决重点地区的停车、临时上下客的矛盾。单向道实施要系统排摸，分批实施，并解决好公交线网调整问题，对居民出行带来不便做好宣传解释工作，争取支持、理解。

3.5 备好预案，以防不测

世博会交通面对的是大流动、大开放交通动态环境，不确定因素很多。因此，对是否实行车辆“单双号”出行政策、公车是否要封存部分等影响较大的管理措施，要有预案，以备不测。

世博交通涉及社会各个阶层、各类群众，要运用科技数理方法，聚合管理资源，优化管理要素，做到“人管”与“技管”互动，定量与定性结合，静态与动态管理联动，及时发现和调控管理行为，科学鉴定管理的质和量，增强管理的针对性和效能，千方百计提高世博交通的交通组织水平和执法管理水平。

3.6 提高交通管理公共服务水平

公共服务的核心是为人民群众提供最大限度的便利。如时间、体力、精力。因此，利用世博交通信息服务来有效诱导客流集散非常重要。包括通过网站市民可以下载出行路线图，每天为游客和媒体发布道路交通、公共交通、高速公路、铁路、机场等交通信息，每30分钟至1小时更新一次，预报或预测第二天可能的交通情况，这要设立专门的交通新闻机构，将交通管理和交通控制部门提供的交通状况、交通组织方案、应对措施信息汇总处理后，发送给媒体（网站、电视、广播等）。

世博期间做好交通勤务管理工作的思考

刘宪华
（上海市交警总队，上海 200070）

摘　要：中国上海2010年世界博览会期间，上海的人流和车流将达到前有未有的规模。上海交警的勤务管理工作要以排堵保畅工作为中心，以指挥疏导、秩序管理、分流控制、道口查控为主要工作，以提高民警管事率和见警率为手段，以规范执法管理为抓手，确保道路交通的安全畅通。

关键词：交通；勤务；管理

2010年5月1日至10月31日，第41届世界博览会在上海召开，上海交警的勤务工作将面临严峻的考验和历史性的挑战，高密度的人流和高强度的车流，在目前上海道路交通流量接近饱和状态的情况下，将导致道路流量、交保任务、勤务警力等多方面出现多样性、爆发性的叠加。车流、人流迅速增长，早夜高峰时间延长，双休日和节假日流量猛增，道路的拥挤路段和时间大幅度增长，局部地区和路段还有可能发生长时间、大面积的交通拥堵情况。交通勤务工作的任务和压力是前所未有的，因此，上海交警的勤务工作要紧紧围绕世博，服务世博。以排堵保畅工作为中心，以指挥疏导、秩序管理、分流控制、道口查控为主要工作，以提高民警管事率和见警率为手段，以规范执法管理为抓手，确保道路有序、安全、畅通，展示上海交警良好执勤形象为目的。

1　围绕世博安全，构建符合世博交通特点的勤务格局

世博会为期184天，时间长且跨春、夏、秋三个季节，对上海交警而言，无疑是巨大的考验。上海交警将面临车辆、人流、道路通行等产生的叠加效应以及一系列挑战和困难。2010年上海交警工作主要分为两个阶段：一是世博前的世博试运转的演练阶段，二是世博会举办期间的实战阶段。对此，2010年勤务工作要以保障世博会期间交通安全、有序、和谐为中心，根据不同路口、岗位以及周边道路的实际情况，执行不同的勤务作息时间，以及提出不同的勤务工作要求和确定相应的勤务模式。根据世博会期间车辆进、散场的实际情况，针对早进夜出的时间性和区域性的特点，以及常态管理和大客流、应急处置等方面工作，建立符合世博交通特点的勤务格局。

1.1 世博交通勤务管理工作

世博期间勤务工作总体策略：实行以卢湾区、黄浦区、浦东新区为核心，周边地区呈辐射性地整体联动的大勤务模式，既有重点，又有关联的形成策应。并按照世博安保等级要求，根据不同路口、岗位以及周边道路的实际情况，执行不同的勤务布局以及提出不同的勤务工作要求和勤务模式。根据世博会期间车辆进、散场的实际情况，针对早进夜出的时间性和区域性的特点以及常态管理等方面工作，综合考虑执勤岗位设置和警力布局问题。

（1）确立世博交通勤务管理四种基本模式

世博期间，勤务管理分为四大板块：一是世博园区围栏区外围的交通管控区（浦西边界为鲁班路—中山南路—国货路至江边，浦东边界为南码头路—浦东南路—耀华路至江边）；二是中环以内至管控区道路的缓冲区；三是中环以外道路的引导区；四是市境道路出入口检查站区域。

（2）管控区勤务管理工作的主要特点与任务是：以世博交通为主，指挥引导进出世博管控区车辆有序进行，防止车辆积压。

（3）缓冲区勤务管理工作的主要特点与任务是：以日常交通管理为主，指挥疏导车辆，维护日常道路秩序，并配合世博采取车辆分流等相关措施，防止大面积长时间交通拥堵发生。

（4）引导区勤务管理工作的主要特点与任务是：以道路畅通为主，必要时采取截留措施，控制外围车辆进入市区。

（5）市境道路出入口检查站勤务管理工作的主要特点与任务是：以车辆人员安检为主，按照世博安保等级逐车验证与重点抽查。

1.2 确定勤务管理十大基本原则

（1）排堵疏导为主原则。世博期间，勤务工作秩序管理以确保道路畅通为主，指挥疏导车辆人员有序进行，防止因执勤民警管理方法、方式不到位而人为因素造成的道路交通拥堵现象发生。

（2）快速反应处置原则。在执勤工作中，凡“110”接处警以及车辆发生故障抛锚，或接到市民群众反映等一切影响道路通行的警情，执勤民警必须快速反应到达现场，快速处置，争取以最快时间和能力排除障碍，恢复交通。

（3）路口畅通通行原则。根据路口交通特点，采取人工干预的疏导方法，打破常规，最大限度提高路口通行效率。路口严禁车辆滞留，路口必须保持畅通。

（4）慢进快出疏导原则。逐步有效控制进入市区和世博园区的车辆节奏和频率，防止市中心和世博园区周边道路交通拥堵，中山环路沿线地面交警要确保南北、东西走向通道畅通，并根据市中心道路交通拥堵实际情况和需求，在市区两级交通指挥台统一调度指挥下，均衡流量，实施分流措施。

（5）夜高峰重中之重原则。根据目前道路拥堵实际状况，夜高峰拥堵时间和范围均大于早高峰，拥堵警情风险也高于早高峰，警力要向夜高峰倾斜，警力安排要侧重于夜高峰。

（6）重点岗位设置原则。这涉及世博交通的中环路、南北高架、延安高架、主要宾馆、轨道交通站点、公交枢纽集散点、大型停车场以及进出世博道路和管控区道路等重点道路和部位。交警部门必须选派责任心强、业务能力强的民警上岗，确保重点岗位指挥疏导管理有效。

（7）优先确保高架通行原则。高架道路是主动脉，实行优先确保高架通行原则，其理由主要包括两个方面：一是要确保高架道路畅通，交警部门要挖掘潜力，合理安排警力，在主要匝道和路段必须安排执勤民警。从“110”桩号报警、民警接处警到达现场以及车辆发生交通事故、车辆抛锚牵引等环节上必须实施快处，合理设置清障施救车辆，提高清障施救能力，提高民警快处能力，提高高架道路通行能力。二是高架下匝道的地面道路和路口，必须保持畅通，地面交警必须确保高架下匝道车辆下行畅通，并通过管理，减少对影响高架下匝道车辆通行的一切因数。必要时，高架上匝道可采取临时封闭“克放”措施。

（8）高架、地面上下联动原则。交警部门要全面建立高架与地面道路排堵联动工作机制，以确保高架为重点，实现高架优先，兼顾地面，高架地面上下联动一盘棋的工作策略，实行信息共享、资源互补，利用有限的道路空间，实行高架地面有效联动。

（9）地面道路策应配合原则。针对本辖区高密度人流和高强度的车流，需要采取分流措施，特别是区与区交界道路，可能影响邻近边界区域道路的，或者需要邻近边界支队支持配合时，各勤务部门必须事先向对方及时通报，需要邻近边界支队支持配合的，通过本区交通指挥台报市公安局交通指挥台请求协调配合。

（10）长时间、大面积交通拥堵疏导原则。长时间、大面积交通拥堵是由点到面、由线成片逐步累积扩大，并且相互影响、相互制约的过程。高架道路交通管理以全盘统筹为主采取分流措施，地面道路交通管理以破解单个拥堵结点和各个击破为主，防止拥堵接点连线、连片，将各地区的交通拥堵结点的拥堵状态降到最低限度。要善于及时观察道路情况，及时发现拥堵现象，一旦形成结点，快速启动应急预案，实施疏导分流措施，需要邻近支队配合的，并逐级报告交通指挥台，请求协调配合。

1.3 岗位设置和警力布局的基本原则

（1）根据时间性特点的布局。从世博会规模和场地的需求来看，浦西展区占30%，浦东展区占70%。从世博展览时间和人数看，世博园区每日自9时至24时对外开放15小时，参展区每日自9时30分至22时30分对外开放13小时，每天有一个馆日活动，每周将举行一个省市活动，人流和车流将达到前所未有的空前规模。据预测，全天从外省市来沪的小客车为21000辆、大客车1500辆，平均日参观客流为40万人，高峰日参观客流达到60万人，极端高峰日将可能达到80万人左右，甚至超过100万。总参观人数可能达到1个亿以上。进场时，车辆主要集中在上午7:30—12:00；散场时，车辆主要集中在16:00—19:00以及21:00—0:00的三个高峰时段。浦西车辆进出主要通过南北高架、内环外圈（延西立交、漕溪立交至鲁班立交、卢浦大桥）以及南北向地面道路。鉴于世博会又紧邻市中心，尤其是考虑到进出时间性的高峰时段与南北高架早夜潮汐式车流量发生叠加。来自浦东新区方向车辆可以从各个方向分别出入园区。因此，交通勤务警力布局上，应注意在保持日常管理警力基础上，把三个时间性高峰时段的警力布局作为重中之重的工作。

（2）根据区域性特点的布局。世博中心区域以外主要分为引导区、缓冲区。世博交通需求具有由外到内逐步累积的特征，对城市交通的道路的影响逐层加剧，虽然世博交通的流向较为单一，但势必与日常交通发生叠加。不同的区域叠加程度各不相同，离世博园越近，需求叠加的影响越大。据预测，进入内环区域，世博交通逐步上升为主要因素，规模是日常交通的1/2；进入世博园区周边2km区域，世博交通上升为绝对主要因素，为日常交通的3倍；世博会周边1km区域，世博交通为日常交通的6倍。涉及世博会主要进出11条道路、边界17条道路、世博红线外1000m范围内有12条道路，以及7km^2“保护壳”内主要涉及黄浦、卢湾、浦东和徐汇区域，上述道路必须重点安排警力。

（3）根据季节性、节假日特点布局。鉴于世博期间面临“五一”和“十一”假日以及高温季节，又处于交通事故、车辆抛锚易发的高峰期，再加上世博会高密度的人流和高强度的车流，特别是“五一”、端午节和“十一”假日以及学生暑假，交警部门积极应对60万、80万甚至100万人次的大客流的高峰。

（4）交保任务特点布局。据目前统计，世博会期间来自世界各地242个国家和地区参展，100多个国家总统和首脑亲临上海，展览期间每天有一个馆日活动，每周将举行一个省市活动，各类交保任务就无法计算。依据世博期间交保任务超常规的数量、等级以及可能在同一时段、多路线路，同时又长距离交保任务的情况下，需投警力相当大的。

1.4 道口安检

世博会上海市境进沪车辆安检工作总原则为“统一标准、分区负责、逐车验证、重点抽查、分类管控、强化疏导”。

一是统一标准，即按照统一标准，对进沪车辆发放世博进沪车辆专用通行证，并对通过公安检查站的车辆、人员、物品进行安全检查。

二是分区负责，即按照分工包干的要求，发证工作由上海和相关省市分别负责，安检工作按照上海与江浙两省事先协商确定的具体分工分别负责，发证、安检单位对其安全负责。

三是逐车验证，即对进沪车辆在通过公安检查站时，核验专用通行证或检查相关有效证件，经查无疑后放行。

四是重点抽查，即按照“逢疑必查”、“按等级抽检”的要求，对可疑车辆逐车检查，对各类车辆按世博安保等级实施重点抽查。

五是分类管控，即对进沪车辆事先进行安全审核，发放专用通行证，对无专用通行证的车辆要查验机动车驾驶人身份证、驾驶证等有效证件。

六是强化疏导，即在对通过公安检查站的车辆实行快速验证、重点抽查的同时，配足警力加强疏导、服务在先，通过采取分流限量等措施，力争不造成严重拥堵。

2　立足两个重点，全力推进交通勤务管理工作

根据上海市公安局“迎世博、强管理、保畅通”工作方案的要求，2010年上海交通勤务工作把提高执勤民警管事率和出现率作为全年工作的重中之重工作来抓。

2.1 加强勤务管理，切实提高执勤民警管事率和见警率

（1）工作目标

工作目标为：一线执勤民警的管事率必须达到90%以上，市区一级岗见警率必须达到90%以上、二级岗的见警率必须达到70%以上。交通文明路口管理守法率达到95%以上、其他路口管理守法率达到90%以上。

（2）工作措施

工作措施包括：一是根据实际情况，不断调整一、二级岗位的布局和数量，进一步强化勤务管理机制。对79条主干道、商业中心、交通集散点以及涉及世博的周边道路的岗位设置、警力配备、时段安排、接警顺序等勤务机制作进一步优化和完善，以最大限度提高见警率。二是优化“责任区”勤务模式，实施弹性动态布警。交警总队要继续加强对各支（大）队“责任区”勤务运作工作指导，通过勤务信息网，规范勤务派勤和日常勤务检查工作，并根据各阶段道路实际情况及双休日、节假日的交通特点，调整勤务布局，真正做到警力跟着警情走，有效提高了市区民警的出现率，加大了对拥堵路段的管理疏导力度。三是强化道路实时指挥监控。要充分发挥交通指挥台对重点时段、重点道路的实时图像监控和对交通拥堵实时干预、指挥的作用。整合“交通路况信息传播系统”、“排堵保畅指挥数据系统”、“GIS电子地图基础信息平台”和“信息调度管理系统”，初步建立分级共享、综合应用的交通指挥信息平台，进一步加强指挥调度信息收报、考核评估。

2.2 强化秩序整治，创造良好道路交通环境

按照上海市公安局总体部署，全市交警要继续对交通“顽症”和严重交通违法行为开展有针对性的严格日常执法和专项集中整治，并进一步健全常态长效路面执法管理机制。通过交通顽症的集中整治，挤压各类交通违法空间，使其始终处于可控状态，尽可能不形成新的热点问题。一是继续深入推进“平安世博”打击整治攻坚战交通专项行动，对交通“顽症”和严重交通违法行为开展有针对性的专项整治。按照“一周一整”频率，组织全市性交通整治行动，严查酒后驾车、违法鸣号、滞留路口、争道抢行、闯红灯等影响道路秩序和通行的严重交通违法行为。二是继续深入开展“迎世博、强管理、保畅通”专项行动。在继续贯彻执行上海市公安局规定的“五项工作机制”基础上，进一步强化勤务管理机制，根据道路交通实际情况，以最大限度提高见警率，全力确保道路交通基本畅通，防止出现长时间、大面积的道路交通拥堵。三是进一步健全常态长效路面执法管理机制。各交警支（大）队执法小分队要对辖区进行分片包干，以定点设卡和巡逻流动相结合的方法对各类交通顽症加强执法管理。一线执勤民警在日常管理中，要对违法变道、滞留路口、违反交通标志、标线等影响道路秩序和通行的交通顽症建立长效常态管理机制。

3　把握全局观念，正确处理三种关系

3.1 正确处理严格执法和规范执法关系

2010年上海世博会是全面展示我国改革开放成果和显示我国综合国力的大好时机，上海作为我国改革开放的前沿和窗口，展示上海交警形象，就是展示全国交警形象。要在深入开展“推广陈栋作业法、示范标准岗”活动基础上，全面深化和推广“示范标准岗”工作效应，有效提高执勤民警的管事率和执勤形象，严格按照“严格执法、热情服务”的工作要求，以崭新的精神面貌展示交警的形象。

3.2 正确处理加强勤务督导和组织实战关系

世博勤务工作，包括勤务布局，岗位警力设置，路口、路段执勤民警的执勤具体要求，要根据道

路实际情况而定，不搞一刀切、形式主义，一切从实际出发，原则性与灵活性相结合，警力跟着警情走，警力跟着堵点走，警力跟着突发事件走。上海公安局交警总队勤务处要加强勤务督导，并在184天的实战过程中，根据实战情况不断调整勤务布局和组织指挥实战，一切从世博实战出发，一切围绕世博实战需求，最大限度发挥勤务组织指挥和勤务实战保障作用。

3.3 正确处理专项整治和长效管理机制关系

专项整治是手段，长效管理是目的。要以世博为契机，大力整治交通顽症，理顺日常交通秩序，营造良好的交通环境。通过建立长效管理机制，防止各种交通顽症的反弹，为胜利举办世博会创造良好的交通秩序环境。

4 重点做好四项主要工作

4.1 进一步深化示范岗创建工作

2009年的上海交警开展了示范岗创建工作，2010年上海交警要在巩固成效的基础上进一步努力，完善整体执勤民警的执法形象。经过实践检验，“手势规范、疏导有效、纠违严格、秩序良好”的路口管理“十六字工作法”，具有针对性、操作性和实效性，也便于执勤民警运用掌握。2010年上海交警要继续深化路口管理“十六字工作法”，并以此为重点进行检查。重点检查民警勤奋率、纠正违法、排堵疏导、指挥手势及路口管理秩序等5个方面工作情况。路口管理要求执勤民警在交通指挥时，严格按照《交通警察指挥手势信号》的要求，做到动作标准，正确有力，节奏分明。并根据路口交通特点，采取人工干预的疏导方法，打破常规，最大限度提高路口通行效率。在视线范围内，对身边发生的机动车、非机动车和行人各类交通违法行为必须予以严格纠正。民警和交通协管员配合紧密，车辆、行人通行有序，各类交通违法行为减少，做到“三线齐、四角清”。

4.2 建立长时间、大面积交通拥堵机制对策

据有关研究机构预测，上海世博会参观人数将可能突破1个亿，达到1.3亿。这在原来预测7000万人的基础上又提高了80%。根据目前上海路网条件和公共交通运营能力，以及13个世博出入口承受能力来看，道路交通压力还是相当大的，排堵疏导任务还是十分艰巨的，局部地区还有可能发生长时间、大面积的交通拥堵。对此，勤务部门必须知难而上，积极应对，未雨绸缪。

（1）加强市区两级交通指挥台干预指挥

一是排摸交通堵点。市交通指挥台对现有93个拥堵结点，在早晚高峰时段实时监控，并将记录情况反馈给区（县）交通指挥台。同时，市区两级交通指挥台不断梳理排摸新的交通堵点。二是汇总分析“110”警情，为相关部门提供有效参考信息，采取必要措施。三是市局交通指挥台在每周一交通早高峰和每周五交通晚高峰时段，对相关分局分管领导到指挥中心督战情况进行点名，并定期予以通报。四是针对突发交通拥堵情况，果断采取措施，实施干预指挥。在实际操作中，市区两级交通指挥台要敢于干预指挥，相关指令直指到执勤民警，实现扁平化指挥。

（2）积极做好交通拥堵应对预案

要根据目前道路交通拥堵的实际情况，结合世博期间交通流量和需求，研究制定本地区的长时间、大面积交通拥堵处置方案，做到未雨绸缪。高架道路以全盘统筹为主采取分流措施，地面道路以破解单个拥堵结点为主，逐个研判、逐个击破，采取化整为零方式，防止拥堵接点连线、连片，防止全市性的长时间、大面积的交通拥堵发生。

4.3 加强督导、提高效率

2009年以来，为了提高勤务检查的效率和覆盖面，上海交警部门创新勤务检查手段和方法，充分运用科技手段，通过视频监控对民警执勤情况进行当场评分，既直观地检查了民警执勤情况，也作为录像资料予以保存，效果很好。2010年做法主要包括：

（1）继续开展以视频监控为主、人工实地暗查为辅的勤务检查方式，主要检查岗位执勤民警的管

事率和出现率。对有视频监控的岗位，检查人员可以进行现场评分；对无监控探头的岗位，可以派员实地暗查。每周将检查情况定期反馈，每两周予以通报，评判工作做到公开、公平、公正。

（2）继续会同上海市公安局督察总队、治安总队加强对一线民警的出现率和管事率的现场督导、现场管理，提高执勤民警的工作效率。同时对巡警支援交警工作开展检查督导，确保增援人员、措施落实到位。

4.4 继续深入开展交通文明创建活动

交警部门要继续积极会同各级相关职能部门，动员和组织交通文明志愿者加强对非机动车乱骑行、乱停放及行人乱穿马路等交通违法行为的现场管理，进一步巩固已建成的交通文明示范路口、路段、区域，强化执法管理，形成长效、常态的工作机制。

上海重大工程施工期间交通组织的管理技术研究

赵 毅 朱 浩
（上海市城市综合交通规划研究所，上海 200040）

摘 要：近年来上海大建设，地铁、高架快速路等各项重大工程陆续不断地开展，工程施工期间交通组织如何管理也逐渐成为社会关注的焦点。本文通过总结分析上海重大工程施工期间交通组织管理的现状，提出了施工期间交通组织管理技术的具体内容，初步形成了具有一定示范性和引导性的实施建议和意见，为今后制定施工期间交通组织管理工作的技术标准提供了参考。

关键词：重大工程；交通组织；管理技术

1 概 述

1.1 研究背景

从自身社会发展的需求和层次的提升、经济增长内涵和方式的改变、城市建设和管理的推进、投资规模和范围的扩大都显示出上海以投资增长为动力、以提升产出规模为目标的建设型时代即将结束，一个以知识与科技创新为动力、以提升综合竞争力为目标、以适应世界市场需求为前提的全面、多样、平衡、协调、可持续的发展阶段正在到来。

随着上海整体发展的转型，基础设施管理也从开发建设为主向服务为主转型。即城市基础设施的社会价值将从前期开发建设的投资价值实现为主，转向后期管理服务的人力资源价值实现为主。目前上海基础设施的供给水平已经基本能够满足整个城市发展的需要，存在的问题主要集中在基础设施的服务管理水平方面，其制约了基础设施资源的最优化利用。如何通过服务管理水平的提升来进一步合理优化配置基础设施资源，以适应新的发展阶段的需要，将成为今后的重点发展方向。世博会之前的各项建设，使得上海在“硬件”水平方面有了很大的提升，今后上海将从“软件”水平，即从管理方面着手进行发展。

上海作为一个国际化的大都市，交通组织上的新举措将是其管理水平突破发展的一个重要载体之一。特别是重大工程交通组织管理，更加能够体现：从先期的规划、资金投入到建设期间工程与交通的协调衔接，再到建成后的运营组织，各项环节都与交通组织关系密切。对其进行研究分析，将是上海的管理水平能否上升到一个新高度的突破口。

1.2 研究目的

为了给重大工程施工提供交通保障，对施工期间交通特征进行研究，并提出相应的对策，在此基础上，研究重大工程施工期间交通组织管理技术，引导上海市重大工程施工期间的交通组织管理。

（1）通过对已有情况的梳理，掌握重大工程施工期间交通组织管理的现状及存在问题；

（2）梳理各个职能部门在施工期间交通组织管理过程中的职能，明确各部门的职责，制定协同推进的机制；

（3）初步形成具有一定示范性和引导性的实施建议和意见，为今后制定施工期间交通组织管理工作的技术标准提供参考。

1.3 研究意义

有助于前瞻性安排年度建设计划。重大工程施工期间交通组织管理可以对于全市性的总体交通作

一个全面的评估，分析在各项重大工程施工期间对于交通可能造成的影响，从而指导各工程的建设时序等，对于各年度的工程建设有前瞻性计划安排。

有助于统筹安排工程建设。对于统筹性，可以从两方面进行论述：一是对于同一区域各相关工程来讲，可以避免重复建设，节约总体成本；二是对于工程本身来讲，可以优化各阶段的施工工序，最大化地加快施工进度，最小化地影响交通。

有助于统一各相关部门的认识及目标。重大工程施工期间交通组织管理可以确定一个对于政府决策部门、交通管理部门、建设部门都能够接受的统一标准，在此标准之下既可以满足施工需要，又可以减少对于交通的影响。

有助于规范施工交通组织方案的研究过程。目前上海对于施工期间交通组织方案的研究工作已经陆续开展，但还是以单点式的方案为主，缺乏系统性的研究。另外，对于整个方案的制订过程也不够规范，对于各家参与部门的职责也不够清晰。通过对于交通组织管理技术的研究可以对整个交通组织管理的工作过程进行规范化，能够做到有条可依。

有助于提升管理工作的成效。施工交通组织管理工作是一个从研究到实施再到反馈调整的过程，在这一过程中的每一个环节都需要经历这个过程才能使得整个交通组织管理工作取得实际成效。制定交通组织管理技术可以从制度上保障这一过程的实现。

2　上海施工交通组织管理的现状

2.1 组织机构

2.1.1 政府部门成立专门机构进行管理与协调

重大工程关系国计民生，它对社会经济、政治、文化和科技事业发展具有十分重要的推动作用。政府部门对重大工程的质量、安全、工期等方面都有具体要求，对项目实施中遇到的动拆迁、市政配套、交通组织等工作均实行直接管理。

上海市政府专门设立了机构部门——市重大办，进行专职协调管理，其具体工作有：

（1）负责编制市重大工程、实事项目的年度实施计划，组织、检查、督促、协调工程项目的实施；

（2）组织协调市重大工程项目以及有关建设工程项目建设过程中的重大问题；

（3）负责检查、督促市重大工程以及有关建设工程施工现场的质量、进度、安全、文明工地创建工作，参与制订建设工程质量、安全、文明施工管理办法；

（4）负责处理与建设工程质量和安全有关的突发事件。

2.1.2 交通管理部门是交通组织管理的核心

从上海近年来各重大项目施工期间的交通组织管理工作情况来看，交通管理部门参与了整个交通组织方案的制订、审核、实施以及监督的全过程，是交通组织管理的主要核心部门，其主要参与者为市、区交警，具体职责有：

（1）参与、指导市重大工程、实事项目施工期间交通组织具体方案的编制工作；

（2）审核各工程项目的施工方案、施工期间交通组织方案；

（3）具体施工期间交通组织方案的实施者与管理者；

（4）负责检查、监督市重大工程以及有关建设工程的具体围场施工情况及各项交通措施的具体实施情况；

（5）参与处理施工期间与交通安全有关的突发事件。

2.1.3 建设部门是交通组织管理的承办主体

建设部门作为交通组织管理的承办主体，通盘考虑工程进度以及施工对于交通的影响程度。在确定交通组织方案之后，还配合交通管理部门执行各项交通措施。其具体工作如下：

（1）各类建设项目的施工工艺、施工围场、建设周期、管线搬迁、交通组织的总体筹划；

（2）参与施工期间交通组织具体方案的编制工作；

（3）负责上报各工程项目的施工方案以及施工期间交通组织方案；

（4）各项交通工程性改造措施的具体操作者；

（5）文明施工的实施者以及管理者。

2.1.4 研究部门是交通组织的研究主体

交通专业研究部门是施工期间交通组织方案研究设计的主体，其工作主要为：

（1）对于施工区域内的交通状况作一个详细的分析；

（2）对于交通组织方案进行设计；

（3）对施工前后的交通状况进行对比评价，为交通管理部门以及政府部门提供具体的交通组织管理的办法和定量的决策参考。

2.2 技术手段

从上海近年来各重大项目施工期间的交通组织管理技术来看，各部门所运用的技术手段各有重点：

（1）政府部门（重大办）——主要是运用既有政策、法规进行综合协调和管理；

（2）交通管理部门——主要是通过参与研究，运用交通管理监控设施及现场调度指挥等多方式进行管理；

（3）建设部门——主要是通过改善施工工艺和施工技术来配合交通管理工作；

（4）研究部门——主要是通过交通设计理论和各类专业研究软件来提供交通组织方案，并开展交通组织方案审核的协调工作。

2.3 问题与不足

2.3.1 缺乏统一的标准或平台，协调难度大

纵观目前上海重大工程项目的施工交通组织，各相关部门往往都是从自身行业标准角度出发来制定相关方案，比如：交通管理部门要做到“占一还一”，减少施工对于交通的影响，其执行的是防止交通拥堵的建设标准；而建设部门为了保证工程按时完成，大多采用简易的、安全成型、以便投资少的施工工艺，其执行的是快、好、省的建设标准。

各部门缺乏一个统一的标准，从而使得协调各相关部门的工作就有相当大的难度。

2.3.2 建设前期统筹不足，重复建设

近年来，上海为了迎接世博会召开，轨道交通、市政道路、管线升级等多种工程在同一时期同步进行。然而由于规划不足、统筹不利以及信息不互通等原因，许多同一条道路或者同一交叉口在一项工程施工结束不久就又进行另外一项工程施工，道路反复开挖，对于道路影响时间就很长，同时反复开挖对于资金也是一种浪费。

上述问题暴露出规划不足、交叉施工阶段统筹不力、各建设单位信息不互通等多种原因。

2.3.3 缺少总体性的交通影响分析评估

近年来，上海大力开展轨道交通建设工作，同时还有一批其他的重大市政工程建设及城市管网改造等工程也在同步进行，这些工程施工基本上都进行了施工期间交通组织研究。

然而，这些交通组织研究都是单点式的，并没有将各工程对于交通的叠加影响进行评估，缺少一个总体性的交通形势分析。

2.3.4 建设部门对于交通组织考虑不足

纵观各项工程，由于受到建设经费以及施工工期的要求及限制，许多对于交通影响较小的施工工艺并没有广泛地推广，在施工期间的场地布置上，也是扩大占地面积，并没有进行优化缩减。

2.3.5 施工期间管理有待提高

目前许多工程为了使其施工车辆能够方便进出，将施工围场后的大门设置在干道上面，这对于交

通的影响很大。另外，施工车辆也在交通高峰时段频繁进出，与常态交通形成叠加，容易发生交通拥堵现象。另外，在施工场地内部也发生了很多事件，对于外部交通也会产生了重大影响：施工人员在管线割接时操作不慎，导致大范围的信号灯失灵；地下施工导致地面塌陷，影响一大片区域交通等。这些事件的发生都对交通产生了不同程度的影响。

2.3.6 措施落实不到位，影响交通组织实效

在一份完整的具有可操作性的交通组织方案中，会有若干条工程性措施以及管理性措施，这些措施对于工程施工期间的管理是必需的，是工程可以开工的前提条件。然而，部分工程性措施涉及拆迁，随着群众对于拆迁的要求日益提高，拆迁进度受到很大影响，从而导致了这部分措施不能落实到位，最终影响到整个交通方案的实施。

2.3.7 交通组织设计工作系统性不强

重大市政工程项目在编制工程预可行性研究报告时，就需要提出对交通组织的要求，对施工期间的交通对策有基本的构想。这是“预可”中的重要内容，也是项目立项审核中的重要方面。

在编制工程可行性研究报告时，也应有交通组织方案。交通组织方案同时又是施工总体计划中的重要组成部分。在确定采用何种不同的施工工艺、技术、设备而产生的不同的施工方案时，要考虑把对交通的影响降至最低程度这一要点。

在设计和施工前期准备阶段，应附有更为详尽完善的交通对策措施，以此增强工程建设方、承包方和交通运行、管理部门的交通意识，组织和协调有关各方实施交通配合方案。

综合以上分析，在工程设计到施工的各个阶段，都应该进行交通组织方案设计，而且每一阶段的研究深度应该都有所不同。

但是，现状大部分只是在施工阶段才会进行比较具体的交通组织方案研究工作。

2.3.8 缺少交通组织后评估

交通组织方案后评估是对施工前后道路延误状况和交通拥堵的实际影响范围和程度的研究，是对施工前后实施的交通措施的效果和实际作用进行评估，是整个交通组织方案的重要组成部分。然而，近年来各重大工程施工期间交通组织方案在实施前各方都比较关注，反复研究可能会产生的影响，但是在方案真正实施后，具体的实施效果跟踪就较少。

3　上海施工交通组织管理技术

3.1 交通组织管理流程

汇总整个上海重大工程施工期间交通组织的管理流程，具体如图1所示。

3.2 各部门职责分工

综合整个重大工程施工期间交通组织的实施流程，最主要的相关部门有政府部门、交通管理部门、建设部门以及研究部门。

归纳各部门在整个交通组织管理过程中的主要职责如下：

（1）政府部门——规划统筹各项工程，避免重复建设；总体协调施工建设期间的各类问题；检查、督促施工现场的质量、进度、安全、文明工地的创建工作；参与处理与建设工程质量和安全有关的突发事件；

（2）交通管理部门——参与、指导交通组织方案的制订；最终方案的决策者、实施者以及管理者；负责检查、监督工程的具体围场施工情况及各项交通措施的具体实施情况；参与处理施工期间的突发事件；

（3）建设部门——结合施工围场、建设周期、管线搬迁、交通组织来优化施工方案；负责各工程项目的施工方案以及施工期间交通组织方案的上报工作；配合交通管理部门执行各项交通措施；加强文明施工管理；

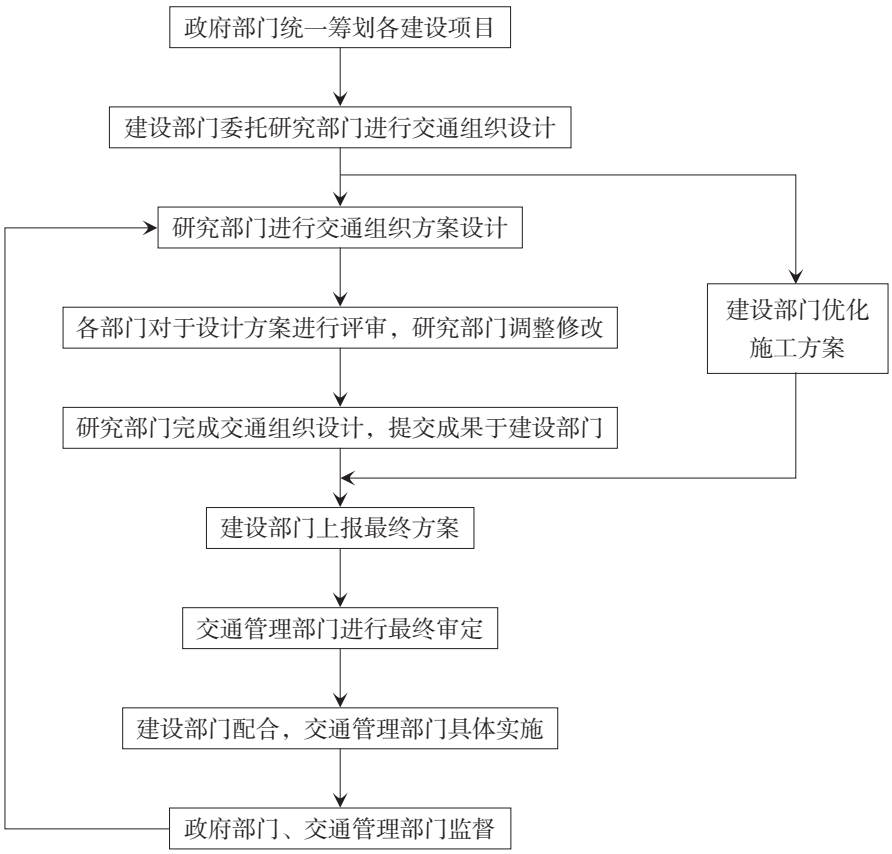


图1 上海重大工程施工期间交通枢纽管理流程

（4）研究部门——综合考虑各项因素，制定施工期间交通组织方案，研究施工带来的交通运营状况，分析施工期间交通影响，为其他部门提供定量的决策参考。

3.3 管理技术的具体内容

归纳总结以往上海重大工程施工期间交通组织上的经验与教训，同时针对目前在施工交通组织管理上的问题与不足，提出施工期间交通组织管理技术。

3.3.1 制定统一标准，搭建项目平台，形成联动机制

目前在交通组织管理中，由于缺乏一个统一的标准、统一的目标，使得各部门之间的协调难度非常大，既阻碍了工程的开展，同时施工期间的交通也受到极大影响。因此，必须要有统一的标准来协调部门工作，实现建设与社会公共利益的相对平衡。要解决该问题重要的是从标准制定和工作权利两个方面入手：

其一，制定一个对于政府部门、交通管理部门、建设部门都能够接受的统一标准，即施工对于交通的影响达到一个什么状态时，施工期间的交通还尚处于一个可以控制的局面，在此标准之下既可以满足施工，又可以减少对于交通的影响；

其二，设置一个以项目为中心的工作平台，将政府部门、交通管理部门以及建设部门全部纳入进来，对于项目推进过程中遇到的诸多问题统一协调，统一协商。联动工作的制度化将统一认识，各司其职，事先介入，落实交通先行，明确施工建设期间的交通要求，充分体现政府引导，实现交通组织与施工的有机结合。在各部门联动的同时，还需要建立预警机制来对突发事件进行处理。

3.3.2 统一筹划，避免重复建设

在各建设单位排定各自的当年或者一个建设周期内的建设计划时，需要由发改委、建交委、规划局等政府部门进行汇总，将在同一区域内不同的建设项目统一筹划，以减少重复建设。该举措不仅能

够减少对于道路的影响，而且能够节约建设成本，也能间接提供交通分流作用。

3.3.3 建立监督机制

对于政府部门以及交通管理部门来讲，定期对于施工现场的质量、进度、安全等检查与督促工作，也是在交通组织管理中必不可少的一环。及时处理监督中发现的各项问题其实是对交通组织实施的现场评估，根据施工现场的实际进行适当的调整是一种对交通组织方案设计的现实反馈，对于交通组织方案设计也是一项资料的积累。

3.3.4 优化施工方案

重大工程施工应根据施工工期、道路交通状况和道路管线状况，权衡施工造价，选择合理的施工方法，做到既能节约资金，又能尽量减少对道路交通和市民日常生活的影响。施工方案必须综合考虑对交通的影响、工期、投资等因素来制定，在一定条件下，可以通过增加资金投入来提升施工工艺（如三圆盾构法等），减少施工对于交通影响的程度。

3.3.5 加强施工监管力度与文明施工

对于建设部门，要求其加强施工监管力度，做到避免施工车辆在高峰时段进出与常态交通形成叠加；要合理设置施工车辆的运输线路；要尽量在交通量相对较小的道路上设置施工大门；一些大型车辆可能需要专门的运输通道才能完成运输，对其需进行专门的组织与管理。另外，文明施工也是非常重要的一环，建设部门在这方面也需要进一步加强，这样既能保证施工安全有效地进行，对于外部交通的影响也将减少。

3.3.6 进行总体性的交通影响分析评估

总体性的交通影响分析评估将是对某个建设时段内各大大小小的工程，对于全市性的总体交通影响作一个全面的评估。通过该影响分析评估，能够分析在各项工程施工期间对于交通可能造成的影响，从而可以从对于交通影响程度方面来指导各工程的建设时序。

总体性的交通影响分析评估是建立在各单独的交通组织方案的基础之上，而同时其对于指导各单项施工也将起到关键性的作用。

4　结　语

重大工程施工期间的交通组织管理技术是一项涉及多部门的研究工作，本文通过对于上海已有管理技术的总结分析，提出了具体各部门可实施的管理技术的具体内容，希望本文的研究建议能够为上海以至其他城市的相关建设提供参考。

参考文献

[1] 朱浩. 上海市长时间、大面积交通拥堵评价方法及指标研究［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，2006.

[2] 朱浩. 掘路施工交通组织与网格化管理技术支撑研究［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，2008.

[3] 朱浩. 上海市“十五”期间轨道交通及其他市政设施建设交通影响分析与对策研究［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，2006.

2010年上海世博园区大客流状态下园外交通系统预警及应对方案

李　彬

（上海市公用事业研究所、上海城市交通设计院，上海 200025）

摘　要：为应对园区大客流状态下的特殊情况，结合园外交通系统的特点，编制园外交通系统的截流方案十分必要。在园区可能出现的各种客流预警状况下，立足可操作性和可实施性，科学合理地编制各种交通方式的分流、限流和截流方案，保证世博参观客流的安全、有序、可控。

关键词：世博会；大客流；预警

1　研究背景

2010年上海世博会将迎来海内外7000万人次的参观客流，为应对由此带来的巨大交通需求，需要构筑“畅达、舒适、安全、环保和可持续发展”的一体化世博交通服务体系，实现“安全可靠、便捷有序、导向明确”的世博会交通服务目标。

为了实现“世博因交通而更精彩”，将在“轨道交通+地面公交”的日常公共交通网络的基础上，通过增加世博专线、世博水上巴士、省际包车、世博出租等多种交通方式，形成“以轨道交通为主体、地面公交为基础，其他交通方式为补充”的园外交通运输网络。

表1　园外交通系统构成

交通方式		交通工具
公共交通	轨道交通	包括4、6、7、8、9、13号线
	世博专线	44条地面公交线路
	省际包车	包括本市、外地包车大巴
	水上交通	4个水门和水上巴士线路
出租车		世博出租车队

从“条线”角度，交通系统的截流方案将遵循“预判—预警—应对”的思路展开；从“板块”角度，截流方案将涵盖轨道交通、世博专线、出租汽车、公路运输、水上交通五大系统。

2　预警机制和应对策略

2.1 大客流预警机制

大客流预警状态的界定遵循“点面结合、入场离场兼顾、动态调整”的原则，对可能发生大客流的各种状态制定预警预案。

入场总客流预警状态界定：统筹考虑园内滞园、出入口广场、途中世博游客总规模，将预警状态分为Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ三级（对应黄色、橙色、红色）。Ⅲ级黄色预警状态对于超过40万人的客流规模，Ⅱ级橙色预警状态对于超过50万人的客流规模，Ⅰ级红色预警状态对应超过60万人的客流规模。

入场单点客流预警状态界定：充分考虑出入口客流分布的不均衡性，制定出入口的单点客流预警

启动机制。根据各出入口广场最大客流滞留量占广场容纳能力比例（以下简称客流滞留比例）测算，对出入口实施Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ三级（对应黄色、橙色、红色）预警。Ⅲ级黄色预警状态对应客流滞留比例达30%的情况，Ⅱ级橙色预警状态对应客流滞留比例达50%的情况，Ⅰ级红色预警状态对应客流滞留比例达70%的情况。单点客流预警机制重点针对上南路、西藏南路、马当路等供需压力较大的出入口，可独立于入场总客流预警实施。

离场客流预警状态界定：主要针对离场高峰及有突发事件发生制订应急预案，预警状态根据需要集散的客流规模制定，实施Ⅱ、Ⅰ两级（对应橙色、红色）预警。Ⅱ级橙色预警状态对应超过12万人次/h左右的夜间闭园离场高峰客流组织。I级红色预警状态对应突发事件或紧急情况下的疏散交通组织。

表2　预警状态界定指标

预警状态		Ⅲ（黄）	Ⅱ（橙）	Ⅰ（红）
入场预警	入场客流规模（万人）	>40	>50	>60
	出入口客流滞留比例	>30%	>50%	>70%
疏散预警	离场客流规模（万人）	—	夜场离场 高峰>12万人/h	特殊气候和突发 事件的应急疏散

2.2 大客流应对策略

（1）灵活启动和解除应急预案

大客流的发生和应对是一个突发事件，必须充分依据实际客观情况，由指挥中心实施动态指挥，灵活启动和解除应急预案。总体可遵循日常预案和常态模式相结合的原则实施。第一，日常预案模式。以应对意想不到的大客流状态为目的，无论入场或疏散均根据实际情况，适时启动分层多级预警预案。第二，常态模式。以应对可预见出现大客流状态的日期为目的。入场高峰时，总体运力直接实施50万橙色Ⅱ级客流预警模式操作；马当路、上南路、西藏南路、半淞园路等主要出入口直接启动70%红色Ⅰ级客流滞留比例预警模式；夜间离场高峰直接启动橙色Ⅱ级预警模式，特殊气候和突发事件的应急疏散直接启动红色Ⅰ级预警状态。

（2）差别化管理

出入口管理的差别化：13个出入口根据供需特征，大致划分为两类，白莲泾、高科西路、长清路、后滩、鲁班路、3个团客水门客流与设施能力基本匹配，按照入场总客流Ⅲ级预警进行客流组织。上南路、西藏南路、半淞园路、马当路、东昌路水门客流与设施能力供需矛盾比较突出，依据入场单点客流Ⅲ级预警设定的机制，启动对应的Ⅲ级预警机制。

客流组织的差别化：大客流的应急管理以控制本地化出行为主，优先保证境外及外省市团体客的参观需求。

（3）内外衔接，远端控制

除最大限度发掘出入口安检能力外，考虑在游客出发的源头上对游客出行进行安检和分流，以缓解出入口交通压力。一是对部分直达线路、团体车在发车点设置安检设施，以减缓园区出入口的安检压力。二是实时发布出入口拥堵信息，引导游客错峰出行，并做好各发车点滞留游客的分流引导工作。

（4）交通运力动态调整

轨道交通。一是引导分流，均衡各出入口流量：通过广播、树立信息牌和人工导引等措施，告知乘客园区出入口处于部分拥挤状态，建议乘客通过换乘到达压力相对较小的出入口，以达到分流乘客的目的。二是列车载客通过（即放站）：通过人工干预，对运营载客的电客列车进行计划调整，使其

在规定停站的车站改为通过，以达到对运营调整及限流的目的。（此项操作乘客必须有预先的知情权，车站及相关列车必须提前2站以上告知乘客）三是关闭车站部分出入口：为确保轨道交通内的运营安全，在必须采取限流措施时，在轨交枢纽车站及重点车站关闭部分出入口或在换乘车站采取关闭换乘通道（或改为单向换乘）的手段，以达到一定的限制截流的效果。四是车站实施封闭：当轨道交通现场的客流拥堵状态可能失控，直接影响到运营及世博交通客流的安全时，采取常规的限流措施已经无法达到预期的效果时，关闭相关车站是较为最直接最有效的措施。

世博专线。一是现场信息公告：通过电子显示屏发布客流预警信息，提示乘客可能出现的排队情况。二是延长发车间隔：通过拉大行车间隔，减少运力投入，达到限流的目的。延长发车间隔措施应在接到统一指令后下一班车辆开始实施。三是单向停运：当园区客流达到相应规模，影响园区运营和游客安全时，相关世博专线单向停运，达到截流的目的。停运措施应在接到统一指令后下一班车辆开始实施，并做好解释工作。

出租汽车。一是电调中心流量控制：通过控制和限制电话预约，达到截流、限流的目的。二是车载系统提示：通过向驾驶员发布提示消息，达到限制乘客前往园区的目的。三是划定电子围栏：通过禁止出租车辆驶入园区附近管制区域，达到禁止乘客前往园区的目的。

公路客运。一是现场信息公告：通过客运站电子信息屏的信息提示，提醒乘客暂缓前往世博园区。二是延长公交接驳线发车间隔：延长接驳专线的行车间隔，限制乘客前往世博园区参观。三是放缓班线行车速度：通过调度中心统一指挥，通知班线司机放缓行驶速度、延长进站时间达到限流的目的。

水上交通。一是现场信息公告：通过电子信息屏、看板、广播等形式进行信息提示，提醒乘客园区拥挤，暂缓前往。二是延长发船间隔，放缓行船速度：接受指令后，延长发船间隔，对已发船只提出放缓行船速度的指令，缓解园区出入口压力。三是停开部分航班：对于以散客为主的东昌路码头实施停航，其他船只放缓行船速度。

为最快地疏散游客，根据不同的预警状态制定离场运力配置计划。Ⅲ级预警对应常态离场交通组织，依据客流情况实施常态调度。Ⅱ级预警对应夜间离园高峰交通组织，预计客流高峰12万人次/h，离场运力按照入场高峰的1/2配置，除利用轨道交通、地面公交外，提高出租车疏散游客的分担率。Ⅰ级预警对应突发事件的离园交通组织，离场运力按照入场高峰运力配置，打开园区所有应急出入口，并考虑调度全市交通资源向外疏散客流。

3 入场大客流应对方案

（1）根据不同预警状态制定联动预案措施。Ⅲ级黄色状态，园区局部拥挤，以信息告知和状态监控为主，出租汽车不发放入园业务，其他交通仍按计划运营。Ⅱ级橙色状态，园区出现大面积拥堵征兆，园外交通系统以限流为目的，轨道交通越站运营、封闭车站部分出入口；世博专线、园区周边短驳线延长发车间隔，远郊接驳线停运；市域旅游集散中心发往世博园区的线路延长发车间隔；水上交通延长后续船只的发船间隔。Ⅰ级红色状态，园区即将超出计划接待能力，对客流安全直接构成威胁，园外交通系统以截流为目的。轨道交通封闭相关车站；世博专线及市域旅游集散中心发往世博园区的线路停运；途径世博园区的常规公交线路延长发车间隔；出租汽车禁止车辆进入电子围栏区域；水上交通对东昌路码头实施停航。

（2）公交专线始末站、轨道交通相关车站及旅游集散中心所在行政区要落实相关措施，包安全、包秩序、包滞留人群的生活保障。在Ⅱ级橙色阶段，所在区公安、志愿者等相关人员应立即到岗，做好相关准备工作，在Ⅰ级红色状态下执行相关预案措施。

（3）对于5—9月除指定日外的42个休息日，10月份除指定日外的17天（13个工作日、4个休息日），中秋节及端午节假日等可预见出现大客流状态的日期，建议各种交通方式在上午9:30至下午

16:00直接按橙色预警模式编制运营计划。

（4）考虑对乘坐直达专线的游客实行远程安检，减少出入口安检压力。

（5）当出现出入口不均衡时，通过远端控制和信息引导均衡客流，当出现出入口客流排队时间过长、客流溢出等状态时，采取交通管制和人员管制措施。

（6）落实园外远端控制的基本交通设施。作为远端控制的基本设施，轨道交通站厅总面积12770m²，设施容量10637人；世博专线站点设施总面积18450m²，设施容量19378人；长途客运设施总面积26400m²，设施容量21997人；旅游集散中心设施总面积13470m²，设施容量11226人，合计设施总面积71090m²，设施容量63238人。在橙色预警状态下基本设施可以满足客流集聚需求。

4　离场及大客流疏散应对方案

4.1 夜间离场应对方案

（1）轨道交通：全网线路运营时间延长至22:30，5条直达线路运营时间延长至24:00以后。为确保各出入口均衡疏散客流，考虑对4、7、8、13浦西方向的相关站点进行越站组织，并重点做好耀华路站、西藏南路站、世博大道站、卢浦大桥站的人流秩序管控。

（2）地面公交：世博专线的运营时间不早于次日0:10，常规地面公交根据客流情况，适时调整延长运营时间，其他接驳轨道交通的线路应视轨道交通的末班时间确定线路的收班时间。离场高峰运力约450班次，提供3万～4万人次的高峰运能，浦西区域重点加强半淞园路公交组织，浦东重点加强后滩、白莲泾、长清路出入口的公交组织。公交车辆应就近选择园区周边停车场蓄车，必要时利用周边道路安排蓄车，增加客流疏散速度。

（3）出租车：22:00以后，管控区对非专属出租车开放，并可利用出租车卫星定位系统及时调配出租车运能。为确保交通秩序，重点做好发车位和蓄车位的设置工作。按出租车承担15%计算，预测离场高峰小时，出租车客运需求约1.8万人次，共需7200个车次，蓄车规模按满足15分钟客流集散要求，约需1800个车位，将主要利用园区周边道路泊车。

（4）水上交通：水门游客主要依靠地面公交与出租车集散，散场时水门周边的公交线路运营时间根据最后一班船舶到达水门的时间制定并适当延长。其昌栈水门以浦东为主疏散方向，安排3条常规线路，十六铺水门以黄浦、卢湾、静安、杨浦为主疏散方向，安排7条常规线路，秦皇岛水门以杨浦、虹口为主疏散方向，安排4条常规线路。

4.2 突发事件紧急疏散应对方案

根据离场一级预警机制，离场运力按照入场高峰运力配置，并打开园区所有应急出入口，在园区周边落实应急疏散空间，并考虑调度全市交通资源向外疏散客流。具体方案需要与安保、治安、相关区县等部门综合制定。

5　指挥与操作流程

世博园区外大客流状态下，交通系统指挥主要分发布、响应、执行和反馈四个阶段。

首先由世博指挥中心下达指令到世博交通运输保障指挥中心，交通运输保障指挥中心对指令进行响应，并分配任务给交通运营企业以及各相关区县。交通运营企业和各区县是执行任务的主体，它们根据执行的实际情况把结果反馈给世博交通运输保障指挥中心，世博交通运输保障指挥中心再反馈给世博指挥中心。指令的撤销遵循同样的操作流程，如图1。

6　实施过程中应注意的问题

（1）应通过提前预警、多途径的舆论宣传、错时轮休等手段，从源头上控流，尤其是本地客流，将交通分流、限流和截流手段作为后续手段考虑；

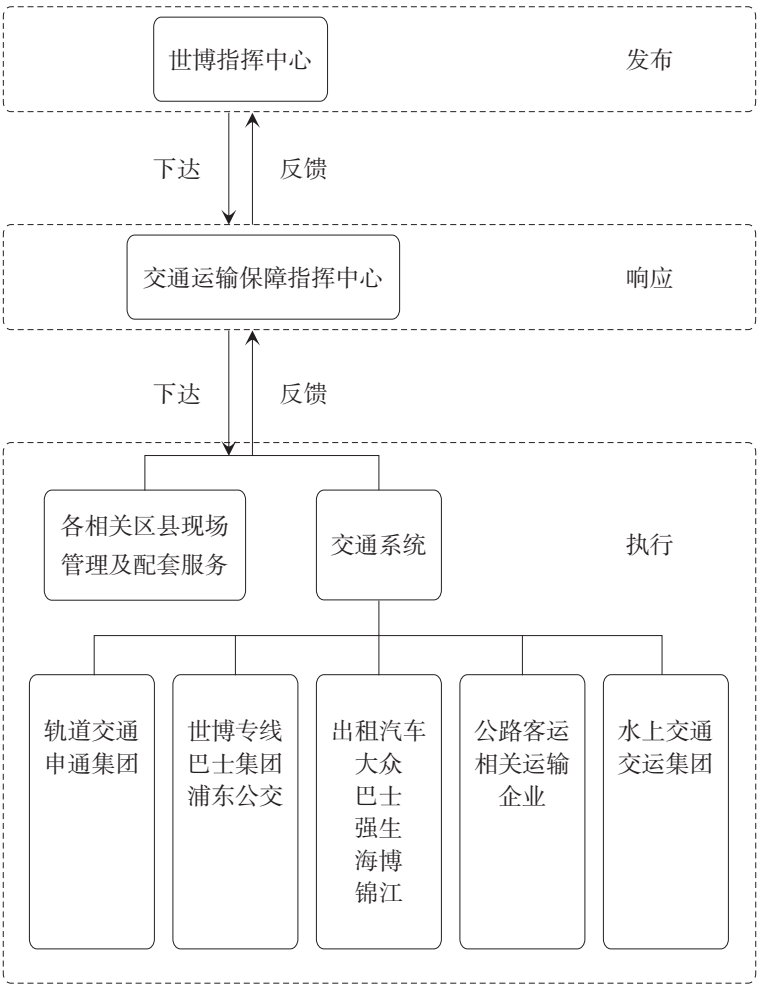


图1 大客流状态下园外交通系统指挥及操作流程图

（2）明确客流预警发布和解除机制，完善沟通渠道，确保信息传递通畅，园区内客流预警的发布要考虑交通系统的滞后效应而适当提前；

（3）建立完善的信息共享机制，园区运营方应及时与交通部门交换出票信息和客流预测数据，以便在其他游客出行前进行预告性提示；

（4）各交通方式的具体运营企业要根据“春运”和“F1赛事”等大型公共活动的经验，制定更加详细的应急预案，并落实具体责任人；

（5）采取截流限制措施时，应注意保障机场、火车站等对外交通枢纽的运力，重点保证境外和外省市游客的参观需要；

（6）充分调动各区县的主观能动性，发挥区县的资源优势，加强公交、地铁站点的现场管理和服务。

7 结 语

世博会期间，确保园区运行安全是世博会运营准备的核心，游客总量控制和各预警状态下的应对是工作的重要内容。本文从“条线”角度，交通系统的截流方案遵循“预判—预警—应对”的思路展开；从“板块”角度，截流方案涵盖轨道交通、世博专线、出租汽车、公路运输、水上交通五大系统。为应对园区大客流状态下的特殊情况，结合园外交通系统的特点，编制园外交通系统的截流方案十分必要。

参考文献

［1］阿尔诺·勃兰特. 汉诺威世博会对区域经济的影响［M］. 上海：上海科技文献出版社，2003.

［2］晏克非，方韧，吴琼华. 1970年大阪世博会园区客流交通组织与运行［J］. 交通与运输，2006（1）：12–15.

［3］吴琼华，晏克非. 1970年大阪世博会客运交通回望［J］. 交通与运输，2005（4）：4–6.

2010台北国际花卉博览会交通计划

罗孝贤[1] 林丽玉[1] 林俊源[1] 胡以琴[2]
（1. 台北市交通局，台湾；2. 鼎汉国际工程顾问股份有限公司，台湾）

摘 要：2010台北国际花卉博览会（以下简称花博会）预估总参观人次超过800万人次，本次展览会场位于台北市中心，且紧邻河岸，开园时间（9:00—22:00）横跨交通尖峰时段，会场周边交通设施条件不足，花博会交通计划目标除需管理游客衍生之交通需求，尚需兼顾市民平日生活旅次。因此，花博会交通计划系以大众运输优先为规划目标，并以空间分散、运具分散及时间分散等3种策略进行规划，辅以多路免费接驳公交车及大众运输优惠方案，串起大众运输路网，提升大众运输使用率。另因应花博会期间衍生交通影响，已设定情境研拟开幕、平日、节庆/周末假日及紧急突发状况交通维持计划，以降低游客衍生交通冲击。

关键词：博览会；运输规划；交通管理

1 引 言

本次花博会场位于台北市中心，包含四大展区圆山公园展区、美术公园展区、新生公园及大佳河滨公园展区，总面积达91.8hm^2，预估将吸引世界各地参观893万人次，是台湾2010—2011年重大盛事。

花博会是全世界第一次在市中心区及河滨举办之国际博览会，因会场周边交通设施不足，交通计划成为花博会整体计划之重要一环。借鉴世界各地博览会及大型活动经验，如：日本爱知博览会、日本长野冬季奥运、台北跨年晚会及彰化花卉博览会成功大型活动之交通计划，系利用大众运输系统及接驳计划输运大量人潮、禁止私人运具进入会场周边及专车接驳等配套措施，以维持会场周边之交通顺畅；另透过智能型运输系统（ITS）技术，提供游客实时导引信息，节省行车时间及避开交通壅塞路段，有效分散大量人潮及车潮。

2 交通现况

花博会周边道路系统、停车系统、大众运输系统、行人系统及自行车系统进行现况分析如下：

2.1 道路系统

花博会场周边道路如中山北路、承德路、民族东西路、新生北路及建国北路等，均为台北市交通繁忙之主要干道，故需辅以交通管理措施，满足花博会衍生之车潮及维持既有通勤车流顺畅。

2.2 停车系统

会场周边路外停车场包含公有及民营停车场，停车位供需已趋于饱和，且无空间可新辟停车设施，故需通过停车管理措施维持既有设施服务水平。

2.3 大众运输系统

花博会主要大众运输系统包含城际大众运输系统及台北都会区大众运输系统，城际大众运输系统包含航空、铁路及“国道”客运等，台北都会区运输系统则有大众捷运系统及市区公交车系统，会场周边已有便利之大众运输系统。

2.4 行人系统

展场周边部分路段人行道、骑楼未禁止机车停放，或部分路段人行道种植路树或堆放障碍物影响

行人设施容量，故需进行人行系统改善及整顿，维持基本服务设施容量。

3　运量分析与交通管制策略

交通计划系以交通设施现况之运量分析及展期间交通影响推估各交通设施之需求，进一步研拟交通管理及各运输系统输运计划，并进行交通设施之配置及规划，以舒缓博览会所带来之交通冲击。

3.1 运量分析

花博会运输系统运量系以主办单位预估之893万总参观人次推估，非假日单日游客数约为21504人次、周末假日单日游客数约为105952人次、法定假日单日游客数人次最高，约为152375人次。花博会假日游客量为非假日6倍以上，若未加以管制，会场周边道路及停车场均无法容纳游客衍生交通需求，交通将随之恶化，降低游客参访意愿。

花博会场开放时间为每日9:00开园至22:00闭园，经预测进场人数以11:00—12:00比例最高，离场人数则约为17:00—18:00比例最高；场内驻留人数则以14:00—15:00比例最高，该时段又以“法定假日”场内驻留人数最高，预测约高达8万人次。

3.2 交通冲击影响

依节日游客数及分时预估，推估各运具衍生交通量，非假日期间游客衍生交通需求可由现况交通系统之剩余容量吸收，但于周末假日与“法定假日”，游客数量高达非假日游客6倍以上，未管制状态下，将冲击展场周边交通，或扩及至市区其他主要道路。

另会场周边停车供需分析显示，现况停车剩余供给尚可容纳非假日尖峰停车需求，假日期间停车供给明显不足，故假日期间应采取交通管理策略，降低游客私人运具使用，鼓励大众运输优先，以维持会场周边交通顺畅，提升道路服务水平与游客参访质量。

3.3 交通管理疏导策略

制定花博会交通管理疏导措施，降低展览期间交通冲击。交通管制与疏导策略架构如表1。疏导原则是：提供游客便捷运输服务与绿色运输体验；降低参观人潮所带来之交通冲击，维持交通顺畅；减轻居民日常生活及平日通勤之影响。

表1　整体交通管理疏导策略之目标与方式

目　标	方　式
空间分散	场外分散：大众运输系统接近展区出入口；另结合旅游景点、文化活动之游程分散游客，促进观光产业发展 场内分散：运用区内游程、活动展演与人潮监控分散游客，提升游客参观质量
时间分散	票价优惠（如下午票、星光票等）分散参访时间 县市活动周与校外教学预约，研拟妥适交通管理措施
运具分散	无缝大众运输整合与优惠，促进大众运输使用 道路交通弹性管理，落实大众运输优先 展场周边停车管理，外围停车优惠及转乘接驳服务

4　会场外部交通管理计划

依据整体交通管理疏导策略，包含游客分散、大众运输促进、道路交通管理、停车管理、行人系统改善及ITS监控导引等六大策略。

4.1 游客分散策略

游客分散策略包含场外分散与场内分散。场外分散系以大众运输接近会场为规划原则，圆山公园

展区为捷运游客主要出入口，大佳河滨公园展区为游览车团客主要出入口，并于展区周边设置2处“国道”客运转运站及3处出租车排班区，各出入口之规划，如图3所示。

另结合台北都会区旅游景点、文化活动之游程（如阳明山花季、温泉季等）举办系列活动，游客可利用大众运输系统往来花博与旅游景点，同时避免游客集中于会场。

4.2 大众运输促进策略

4.2.1 城际大众运输系统

航空为外地游客与花博会之主要联结，外地游客至机场可选择机场客运于车上取得花博会相关信息直抵会场，或至旅馆后选择套装行程参访花博会。

外县市游客搭乘轨道运输抵达台北车站后，转乘捷运或公交车抵达展场，或搭乘公路客运直抵会场周边转运站（新生公园转运站及圆山交通广场）步行至会场。

4.2.2 都会区大众运输系统

花博会会场位于市中心，周边已有完善之大众运输路网，会场西侧紧邻捷运淡水线，南侧邻捷运新芦线（尚未通车），东侧邻捷运文湖线。另周边已有多路市区公交车行经会场，且规划完善之接驳公交车，构成绵密公共运输路网。

因花博会会场紧邻捷运圆山站，为因应花博会周末/节庆假日车站人潮管制，规划捷运剑潭站至捷运民权西路站免费接驳公交车（南北向），提供游客转乘至会场，兼顾捷运圆山站人潮管制输运功能。另规划松山机场至捷运圆山站免费接驳路线（东西向）往返，串连捷运文湖线与花博会会场。

此外，因应花博会小客车停车场规划，提供往返展场及停车场间免费接驳公交车，展场南侧之主要干道民族东西路北侧路段（西起玉门街，东至松江路）于花博期间之周末及节庆假日布设双向BRT车道，以专用路权方式，提高整体运作效率。

4.3 道路交通管理策略

为降低花博会衍生交通量对周边道路冲击，实施道路交通管理及疏导措施。

4.3.1 通过性交通之大区域疏导

花博会展场正位于台北市市中心区与北区联络的重要节点位置，平日通勤与假日休闲等之旅次需求甚高。非参访花博会之通过性车流，规划完善替代动线及设置大区域改道牌面，导引用路人至指定替代路线，避开展场周边交通繁忙路段。参访花博会小客车则依“国道”高速公路停车场导引牌面，至花博小客车停车场，凭花博会门票享有停车优惠及提供免费接驳公交车服务。

4.3.2 展场周边交通管理

为降低花博会展场周边交通冲击，除进行大区域疏导作业及鼓励大众运输使用外，展场周边区域因应假日及大型活动需求实施管理措施，降低展场周边居民商家及平常日通勤民众的干扰。

会场周边划定交通管理区域管制一般车辆进入，公共运输车辆、出租车、当地居民及备有通行证之运补车辆不受管制影响。另展场南侧民族东西路假日BRT车道，提升大众运输运行效率，同时避免私人运具于展场违规临时停车。

4.4 停车管理策略

4.4.1 展场周边区域停车管理

展览期间于周边划定停车管理范围，提高路外停车场机汽车临停费率，当地居民月票停车则维持原费率；路边停车于假日实施限时停车管制，抑制游客机汽车进入会场周边。

4.4.2 展场外围停车转乘接驳

花博小客车停车场主要规划邻近交流道处大型空间或既有停车场，包含士林、大直、内湖等地区（图8）约4000席，游客凭花博会门票享停车优惠及提供游客转乘免费接驳公交车服务。

4.4.3 身障停车规划

为服务弱势参访民众，于展场周边规划身障停车空间（含复康巴士），身障游客以最短步行距离

进入展区，展现花博会贴心人性化之服务。

4.4.4 游览车、出租车规划特定之停车区域

大佳展区规划为游览车团客主要出入口，设置游览车接送区（25席）及停车场（267席）。游览车依指定路线及“国道”高速公路导引牌面进入展区，减少大型车辆于展场周边绕行所致交通影响，另规划备用停车区约225席，因应连续假日停车需求。

出租车为辅助运具，为提供参访游客多元运具选择，于展区出入口规划3处出租车排班区及上下客区。

游览车及出租车相关规划，透过公会协助倡导并请业者遵守相关规定，另将请警力及义交协助秩序管理。

4.5 绿色交通人本思维——自行车与行人

为落实人本交通，提供游客友善行的空间，经检讨会场周边人行道设施宽度，已新设、拓宽或整平人行通道，并于会场周边主要行人动线实施机车退出骑楼措施，提升行人信道容量。

因会场紧邻河岸，结合本市完善之河滨自行车道系统，倡导花博会绿色及节能减碳理念，于展场出入口周边设置自行车停车空间，游客可骑乘自行车接近展场，不规划进入会场，以维护游客安全。

4.6 ITS监控导引策略

交通监测与弹性管制目的为维持展场周边道路交通秩序，并提前侦知交通状况采取反应措施，利用ITS管理与信息系统，规划监测项目包含：累积游客人数、各出入口分布人数；道路路段绩效、CCTV车流影像；停车场剩余车位；大众运输承载率。

信息处理与交通监测以花博会信息中心为核心，透过数据交换接口与交通局交通信息中心，搜集各场外控制中心及场内设施之信息后，分析道路容量及停车场与展场使用状况后，再透过数据交换接口委由交通局交通信息中心发送花博会相关信息；另花博会信息中心透过场内信息发布系统提供花博会相关信息。

5　展场内交通系统

5.1 区内新绿色接驳运具规划

为满足花博会场内游客往来各展区之交通需求，并借由花博之盛会传达民众低碳、节能、环保、新绿色主义概念，会场内北侧将利用既成之堤外脚踏车专用道及园内道路布建公交车捷运系统（BRT）专用路廊。

该路线可接驳往来圆山展区、美术公园展区、新生公园展区及大佳河滨公园展区，并以油电混合动力Hybrid低底盘公交车提供接驳服务，游客体验绿色运输系统与自在畅游花博会园区，花博会结束后油电混合公交车将供市区公交车路线使用。

5.2 蓝色公路游憩规划

展场紧临基隆河水岸，将花博会展场扩大至水岸空间营造亲水环境，并利用观光船串联河岸景点。路线规划为大佳码头—美堤码头、大佳码头—锡口码头等2条航线，除可推广蓝色公路，同时分散花博会场游客，发展具交通功能之观光船，将成为花博会特色运具之一。

6　交通维持及交通倡导计划

因应花博会期间参观人潮，已依人次及事件设定情境研拟开幕、平日、周末/节庆假日及突发状况之交通维持计划，整合本市资源及交通设施配置，降低会场周边影响。另针对花博期间交通事件研拟倡导计划，除利用互动及亲近民众地区性活动倡导，将透过媒体及文宣等倡导措施加强民众对花博会交通计划之了解，发挥交通管理之功能。

7 结论与建议

花博会为台北都会区重要世界性展览，本次展览系以彩花、流水、新视界为主轴，展览会之宗旨为呈现园艺、科技与环保技术之美，期盼参观者在生活中实践绿色生态理念，传达爱护地球、保育人类美好家园的终极目标。参照花卉博览会之旅客分布与旅次特性，研拟整体运输计划与规划相关接驳转乘系统，并因应展场周边交通冲击，研订交通改善及交通维持计划。同时，规划应用创新运具系统与低污染运输工具，以配合推广花卉博览会之自然与环境永续目标。

花卉博览会为营造台湾形象及推广城市的最佳时机，因此为使研拟之花博会交通措施发挥最大效用，以期减少对展场周边交通之影响，将配合以多元化的方式倡导相关讯息，并借由引入绿色运输发扬花博会。

台北市清明扫墓期间免费接驳公交车疏运计划

杨金树[1]　郑佳良[2]　梁郭国[2]　李建文[3]
（1. 台北市交通局，台湾；2. 台北市公共运输处，台湾；3. 首都客运股份有限公司，北京）

摘　要：每逢清明扫墓期间，台北市各墓区皆涌入大量吊唁民众，使原已狭小之山区道路更显拥挤，“台北市政府”为避免扫墓期间重点墓区交通壅塞，历年于富德公墓及阳明山第一公墓等墓区周边及主要入口实施交通管制措施，同时配合辟驶5线免费扫墓公交车，供扫墓民众搭乘接驳运输。希冀提供免费接驳公交车的方式，减少私人运具的使用，更盼望针对许久未搭乘公交车的市民，博得其对于大众运输系统的青睐与信心，以提升整体大众运输工具使用率。

关键词：扫墓公交车；接驳车；交通管制；公墓

1　引　言

中国人自古以来就有慎终追远、缅怀祖先的良好传统习俗，每逢清明扫墓期间，台北市各墓区皆涌入大量吊唁民众，为避免扫墓期间重点墓区交通阻塞瘫痪，“台北市政府”将墓区范围以交通管制措施划分为区内及区外运输系统，其中交通管制范围内之墓区道路，属扫墓交通活动集中且频繁地区，需提供快速、便捷、密集及高效率等类似捷运系统的公路运输，另交通管制范围外为联结区内之联络道路，属接驳性之交通活动区域，需提供便利、无缝及低成本的转乘设施等概念进行规划，期望能纾解墓区道路壅塞情况，其分区概念如图1所示。

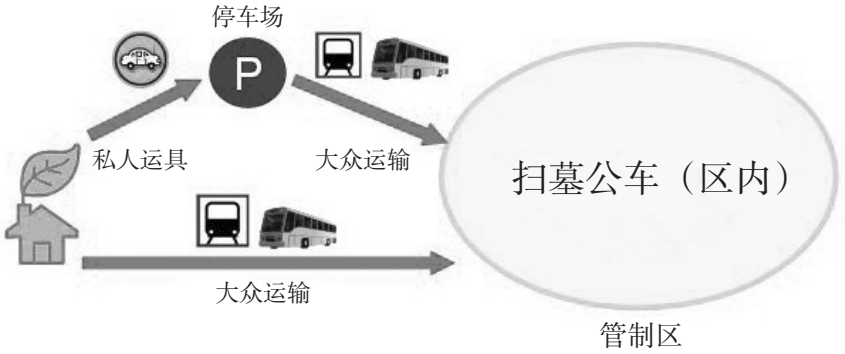


图1　台北市免费扫墓公交车接驳方式示意

2　交通管制措施

清明扫墓活动产生的运输需求，依往年经验皆集中于非上班日上下午，越接近清明节当日越显活络，因山区道路狭窄且行车视距不良，来往车辆会车不易，“台北市政府”特律定清明节前后周休假期为扫墓活动重点日，借由实施山区交通管制措施，管制私人车辆进入山区造成道路拥塞，以维持山区交通顺畅。

2.1 管制时间

日期：清明节当天与溯及前两周周休假日，2010年为3月20日、21日、27日、28日及4月3日、4日、5日。

时间：5:30—17:00。

2.2 管制范围及方式

台北市富德公墓墓区：配合实施汽、机车管制措施，管制点如图2所示。

（1）禁止汽、机车进入：崇德街与富阳街口、研究院路4段与木栅路4段159巷口、西寒寺前三岔路口。

（2）禁止汽车进入：木栅路万福桥头、南港研究院路三段“中华技术学院”旁（往军人公墓T字路口）。



图2　台北市富德公墓墓区交通管制示意

台北市阳明山第一公墓墓区：墓区周边加强交通疏导、取缔违规摊贩及拖吊违规停车，惇叙工商往阳明山第一公墓路口（行义路与泉源路口），禁止汽车进入，管制点如图3所示。

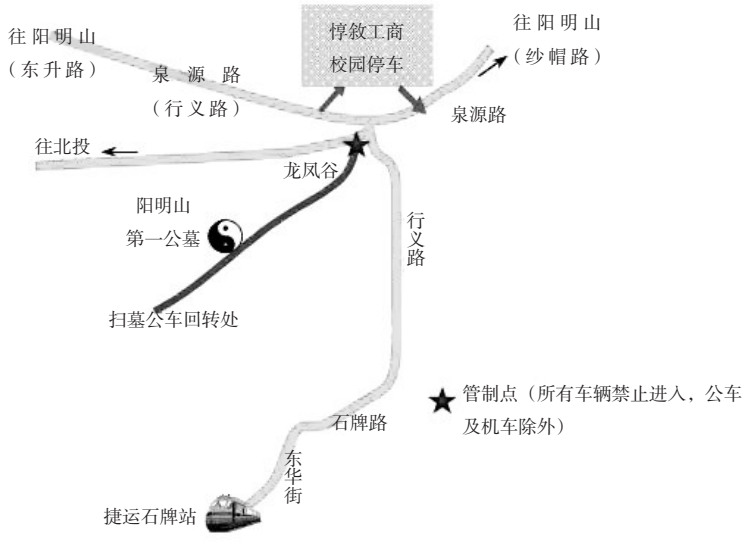


图3　台北市阳明山第一公墓墓区交通管制示意

3　区内免费公交车疏运措施

因应墓区实施交通管制措施，为疏运往返山区人潮而配合规划疏运接驳车行驶于管制区域内，另为提升公交车运转率、减少上下车时间、执行者统筹管理及加强疏运成效。

3.1 规划原则

免费公交车可减少刷卡投币时间，加速运转调度作业，并可以提高民众配合使用大众运输之意愿，规划以“台北市政府”编列预算采租车方式提供免费接驳服务。

依据经验法则，单一客运业者经营不论在调度、应变反映、资源整合及横向联系等表现上皆优于多家客运业者合营。

配合广大墓区入口，采随招随停（上车）以满足民众实际需要，特殊需求者，则规划复康巴士接驳。

3.2 公交车路线

针对富德公墓及阳明山第一公墓墓区，合计规划5线，汇整如表1。

表1　台北市富德公墓墓区免费接驳公交车汇整

路　线	起 止 点	行　驶　动　线	行经捷运站	配车
木栅线	木栅动物园 富德灵骨楼	台北市新光路—万福桥—木栅路四段—木栅路四段21巷—木栅路四段159巷	捷运 动物园站	Hybrid（15辆） 低底盘公交车
南港线	南港军人公墓 富德灵骨楼	台北市研究院路3段—研究院路4段—崇德街—木栅路四段159巷	无	大型巴士
崇德线	捷运麟光站 富德公墓	台北市和平东路三段—富阳街—崇德街—木栅路四段159巷	捷运 麟光站	中型巴士
军人公墓线	南港军人公墓 忠灵堂	台北市研究院路三段161巷	无	中型巴士
阳明山线	惇叙高工 阳明山灵骨塔	台北市行义路—泉源路	无	大型巴士

3.3 营运调度

考虑山区道路狭窄，不同山路有其特性，单一种调度方式恐无法适应各路线道路状况，另扫墓民众包含老弱妇孺及身障朋友，规划以3种调度方式并搭配不同车型以符各种路况及使用需求，以提供便捷服务。

（1）摩天轮式派车：由于清明扫墓旅次具强烈方向性，上午为上山往墓区方向，下午为下山往市区方向，以类似摩天轮运转的方式，自头班车发车起，全部车队不停往返墓区及市区，让民众到站就有车可搭，减少乘客排队等候时间。此调度方式主要应用在扫墓免费公交车木栅线及南港线，该2线路幅宽度充裕且近捷运站，适合配置为重点疏运路线，并配合低底盘公交车及大型巴士等车种以强化疏运功能，疏运大量扫墓人潮。

（2）捷运列车式派车：因阳明山墓区及崇德线路幅宽度较狭窄，为提高路线容量，机动视到客人数编制似捷运列车式发车编制（2辆以上为1组），以减少于狭窄路段会车所需等待时间。

（3）闭塞区间单行管制：配合捷运列车式派车实施，崇德街全线长达4km，平均路宽仅4~5m，仅能容纳1辆中型巴士通过，为提高路线容量及型车运转效率，而将崇德街划分9个区段管制，平均1个区段为450m，车辆进出每个区段皆由路旁工作人员以指挥，工作人员配置无线电对讲机并全天候轮执，确保区段内为同方向车辆，避免不同向车辆相会，可同时达成增加路线容量、提高行车安全并减少会车等候时间等多目标。

3.4 相关配套

导引指示：借由将整个公墓范围划分成30个不等的小墓区并加以编号，于墓区入口前20m道路上喷绘出编号字样，方便驾驶员以广播器沿途播报墓区位置，辅以随招随停措施，避免乘客错过目的

地。另亦于墓区沿路上悬挂大红布条，告知民众扫墓公交车信息。

架设无线电通讯基地台：因山区使用行动电话时有讯号不清或断讯情形，为确保各发车及管制点人员通信顺畅，于各路线布设无线电基地台转接电波。

教育训练：驾驶行前训练，提前至山区道路熟悉路况，提高驾驶熟练度与紧急事变处理能力，另训练服务人员维持接驳车停靠站候车秩序。

成立车辆指挥中心：由指挥中心（借用富德办公室）全程监控车辆运行状况，并于富德灵骨楼、富德公墓办公室与阳明山灵骨楼设置转运中心，方便民众于木栅线、南港线、崇德线之间相互转乘。

复康巴士：除军人公墓线无复康巴士外，其余路线均有复康巴士提供身心障碍者、孕妇及年满70岁以上者搭乘，其陪伴者以1人为原则。

3.5 创意服务

考虑扫墓民众特殊使用需求，规划相关创意服务，说明如下：

设置旅客服务中心：于墓区各乘车点设置旅客服务中心，提供民众广播、咨询、寻人、幼儿照顾、寄放物品及协助乘客提物上车等基本服务。

免费借用扫墓用具及爱心雨具：扫墓期间正值梅雨季节，山区时常下雨，免费借用雨具及扫墓用具的服务自提供以来获得民众热烈回响。

奉茶及奉咖啡：原计划将扫墓人潮作时间及空间的分散，而于扫墓公交车木栅线与南港线实施前几日提供免费奉茶及奉咖啡服务，唯推出以来广受民众赞许，所以延长本项服务至清明节当日止。

所有座位都是博爱座：由于扫墓民众多为携家带眷前往，乘客中亦有老弱妇孺，因此特别强调所有的座位都是博爱座，驾驶员于乘客上车时会反复播送，将座位让给需要的乘客。

乘客保险：对所属车辆均投保强制险150万元新台币，给予每位乘客最基本的安全保障，另为所有扫墓公交车乘客再加保乘客险，每人300万元新台币。

4 区外接驳转乘措施

为提供完善之接驳与转乘规划，交通管制周边结合大众捷运系统及停车场设施，以方便民众转乘及扩大可及范围，提升接驳车整体使用率。

4.1 大众捷运系统

由文山木栅地区前往富德公墓或富德灵骨楼扫墓之民众，可至捷运文湖线动物园站2号出口搭乘扫墓公交车木栅线。

由大安信义地区前往富德公墓或富德灵骨楼扫墓之民众，可至捷运文湖线麟光站搭乘扫墓公交车崇德线。

由士林北投地区前往阳明山第一公墓之民众，于捷运石牌站搭乘508（含区间车）、535及536路公交车或捷运北投站搭乘小9路公交车至惇叙工商转乘扫墓公交车阳明山线。

4.2 市区公交车

内湖南港汐止地区民众欲前往富德墓区，可搭乘205、620、蓝25、小1、小12（含区间）等市区公交车前往军人公墓再搭乘扫墓公交车南港线前往富德灵骨楼。

欲前往阳明山第一公墓区，可搭乘230、508（含区间车、黄线）、535、536、612、小7、小8、小9、小25、花季专车128等市区公交车前往惇叙工商转乘扫墓公交车。

配合转乘需要，亦规划加密各行经转乘捷运站、停车场之公交车班次。

4.3 停车转乘

动物园周边共2处停车场，合计1726个汽车停车位，停车后可直接搭乘扫墓公交车木栅线前往富德灵骨楼。

阳明山第一公墓周边共6处停车场，合计2402个汽车停车位，停车后可搭乘230、508（含区间

车、黄线）、535、536、612、小9、小25、花季专车128等市区公交车前往惇叙工商转乘扫墓公交车。

5　其他措施

5.1 设施改善

沿线检讨交通管制标志、标线及号志的适宜性。

规划停车场进出动线，设置停车引导标志，提升停车位运转率。

相关道路整平限期完工。

5.2 交通管制

加强路况查报工作，并联系警广及相关广播电台，插播相关交通管制事宜及最新路况倡导。

落实交通管制措施，加强执法，近3a取缔违规案件如表2。

表2　清明扫墓期间交通执法成效比较分析

年份	2008	2009	2010	2010与2008—2009平均件数比较
举发交通违规件数	92	132	127	+15 （+13%）
违规车辆拖吊件数	176	126	251	+100 （+66%）

5.3 加强倡导

交通管制、疏导相关讯息、措施提前于实施前登载于网站，倡导民众周知。

透过广播、媒体、可变讯息号志提供用路人实时路况及停车信息。

6　实施成效

因交通管制及疏运相关规划得宜，2010年总计共疏运60万人次，管制区内仅有当地住户车辆及接驳公交车行驶，沿途交通顺畅，另因接驳公交车营运服务水平提升，相对提升民众对大众运输工具的支持与肯定，以下就免费接驳公交车及周边停车场使用成效说明。

6.1 免费接驳公交车

扫墓公交车行驶多年，民众多以养成搭公交车扫墓的习惯，配合富德墓区交通管制措施，沿途车行顺畅。

高效率车辆调度作业，平均2~4min即开出一班车，运输能量大且市民无须久候，7d（2010年度）内共疏运60万人次。

客运业者累积多年承办经验，除提供运输服务外，尚提供扫墓民众广播、咨询、寻人、幼儿照顾、奉茶、寄放物品、免费借用扫墓用具及提供爱心雨具等贴心服务并协助乘客提物上车，民众反应热烈。

近年接驳车运量持续成长，显见民众对大众运输之支持与肯定，统计如表3。

表3　台北市清明节扫墓公交车运量统计

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010
运量/人	445739	461703	472136	497991	549474	605268

6.2 周边停车场使用情形

因墓区落实交通管制，自用车无法进入管制区内，周边停车场尖峰时段皆呈饱和，2010年墓区周边公有停车场平均使用率达60%，显见转乘概念落实。

停车场满场机制透过广播及可变号志告知用路人勿再进入山区道路，同时扩大车辆管制范围。

7 结论与建议

整体规划目的系为抑制民众使用私人运具前往墓区扫墓，根据事后调查，民众对于交通管制及疏运整体规划内容，诸如管制信息、管制措施、服务满意度、候车时间及运行时间等项目，满意度高达95.39%，显示成效相当良好，另从发展大众运输的观点来看，2010年共疏运60万人次，平均每日疏运85000人，尖峰日高更达14万人次，足显示民众对于搭乘高服务水平的免费扫墓接驳车非常有信心。

2010年度扫墓公交车于山区道路整体运行顺畅且具有高效率，平均每2~4min即有一班车可搭乘，主要关键在采取免收费机制使民众上下车所需时间大幅减少，且因应各道路几何条件不同采取相对应的调度方式；另经营业者单一化使权责专一，相对提高其调度效能。

整体规划事涉诸多单位权管事务，任何一项工作细节都将影响整体的成效，事前各单位协调分工是成败的关键。另山区道路狭窄，交通管制执法是否落实，将直接影响接驳公交车行车效率及安全性，务必追求严格执行。

交通安全、应急、节能、环保、生态和文化

公路网发展中要重视风景道建设

余　青[1、2]　莫雯静[1]

（1. 北京交通大学风景道与旅游规划研究所，北京 100044；
2. 北京师范大学社会发展与公共政策学院，北京 100875）

摘　要：我国公路网发展已进入发展转型期，随着城市化和经济全球化进程加快，把道路的单一交通功能与景观、环境、游憩和保护等多功能有机结合，已经成为共同趋势。风景道所具有的交通、景观、游憩、文化和生态等多重功能，顺应了这一时代发展的迫切需要。美国是风景道的发源地、主要实践地和研发基地，在国家风景道计划的指导下，美国已建成世界上最完善的国家风景道体系。本文论述了在中国发展风景道的必要性和迫切性，并进一步探讨基于法案的美国国家风景道体系，研究美国国家风景道计划的内容变迁及计划的重点内容，希望借鉴美国国家风景道体系建成的经验，对中国公路网中的风景道理论与实践工作有所启示和推进。

关键词：公路网；风景道；美国国家风景道计划

公路网的合理发展对经济、社会和环境是极其重要的。目前我国公路网发展已进入发展转型期，一方面是公路网建设取得巨大成就，规模总量都已进入世界前列，另一方面也还存在着运输网能力不足、整体技术装备水平不高、管理体制和法制建设不完善，以及公路发展与土地、资源、环境矛盾十分突出等问题。此外，在公路网规划和建设中，如何协调道路与自然人文资源、土地利用、城市建设、景观规划、旅游游憩以及生态环境的关系，把道路的单一交通功能与景观、环境、游憩和保护等多功能有机结合，尚未得到必要和慎重的考虑和重视。从国际上看，促进道路的交通、景观、游憩和保护等多重功能的有机结合，从多式联运、综合性和一体化角度，更综合地考虑公路网对整个社会、经济、环境、游憩和能源等的影响，更多地顾及可持续性、人性化与人本关怀，社会公平，使公路网向着联运及包括土地、环境、景观、游憩、能源等更加综合、更加协调和可持续的方向发展已经成为共同趋势。

为此，我们需要在“科学发展观”指导下，对公路网规划与建设从理论和方法论上进行重新思考，积极吸收和引进国际先进理念、理论和经验，并将它们运用到公路网的规划设计、开发建设和管理中来，从而促进公路网建设更加科学、理性和可持续的发展。而风景道所具有的交通、景观、游憩、文化和生态等多重功能，正是顺应了这一时代发展的迫切需要。

1　风景道在国外的发展

风景道（Scenic Byways）是一种路旁或视域之内，拥有审美风景的、自然的、文化的、历史的、考古的和增进游憩价值的景观道路。风景道实现了道路从单一的交通功能向交通、生态、游憩和保护等复合功能的转变，在促进道路、城市与景观建设，增加自然人文资源吸引力满足审美游憩需求，保护生态环境和文化遗产，以及拉动地区经济增长等多方面具有十分重要的作用和意义。

风景道在国外如北美、西欧有着一定的发展历史，已形成了一个独立的、蓬勃发展的研究领域，并取得了丰富的研究成果。同时风景道还因得到了政府和开发商的积极参与和大力支持，在实践工作中取得迅速发展。国外风景道的蓬勃发展受益于两个方面：从供给角度看，汽车文明的繁荣；保护沿途景观资源、自然和遗产文化资源，致力于取得道路建设、经济发展和资源保护的平衡。从需求角度

看，人们将公路走廊作为一个更广阔的人的价值的混合体；近年来自驾车旅游的快速发展，强化旅游者旅行途中的景观观赏功能，将旅行成本转变为旅行收益成本，风景道成为一类特色旅游吸引物。

美国是风景道的发源地、主要实践地和研发基地。依据1995年颁布的“国家风景道计划”（National Scenic Byway Program）的规定和标准，美国分别于1996年、1998年、2000年、2002年、2005年和2009年分6批共计评选出了31条泛美风景道（All American Road）和120条国家风景道（National Scenic Byway），建立了由国家级风景道（泛美风景道和国家风景道共同组成国家级风景道）、州级风景道和地方级风景道构成的美国国家风景道体系（American National Scenic Byways）。

国家风景道计划是保护和促进美国风景道发展的官方推广计划，其制定的出发点是为了“致力于取得经济发展和资源保护的平衡”，以及“在联邦政府投资下，国家风景道计划帮助美国公路景色、历史、文化、休闲娱乐和自然资源的确认和保护，并促进这些道路与众不同”。美国国家风景道体系的建立体现了国家或联邦对风景道开发和管理的重视，体现了风景道自身的存在价值和发展潜力，同时也标志着风景道在道路规划、景观设计、城市建设、生态环境、文化保护和带动地方经济发展等方面正在发挥着越来越重要的作用。

目前欧美等国家已经涌现了一大批优秀并且闻名于世的风景道，如作为泛美风景道之一的美国蓝岭风景道（Blue Ridge Parkway）、欧洲德国的浪漫之路和城堡之路等。美国蓝岭风景道位于美国东部，它是道路设计、景观规划、环境与文化遗产保护、旅游游憩等有机结合的卓越典范。500英里（约合805km）的道路是连续不断的优美宜人的风景，每年有超过2000万名的游客来此游览，是世界上最为独特和最受欢迎的风景道之一。蓝岭风景道带给我们宝贵的经验启示是：一是重视道路与游憩、景观、环境之间的协调发展，从而使该风景道成为美国著名的景观道路；二是高度重视各利益主体、社区之间的沟通、协调和合作，促进沿线社区因风景道建设而获得持续繁荣；三是遵循“人本关怀”和“可持续”发展理念，为旅行者提供教育、生态、文化、户外运动和游憩等多种体验，从而使交通、游憩、教育和遗产保护等多功能完美地融为一体。

2 中国发展风景道的必要性和迫切性

随着城市化和经济全球化进程加快，我国公路网发展与资源环境约束愈发收紧的关系，加强生态环境保护以及构建和谐社会和科学发展观的需要，对我国公路网建设提出了更高的要求。要求公路网建设从单纯重视增加运输能力，到更注重整个网络的综合效率和环境友好，通过系统内部途径和外部途径耦合，实现以最低资源环境成本最高效率地满足社会、经济、环境发展的需求。要求道路建设在技术层面上改变不重视与景观、城市、旅游、文化和生态环境等相关规划的协调和兼顾，从综合性、一体化的全新角度更加关注公路网系统与各种外部环境之间的协调。而风景道所具有的交通、景观、游憩、生态和保护等复合功能，所遵循的生态原则、人本主义原则、景观原则和可持续发展原则，对于指导发展转型期的我国公路网的规划与建设，以及促进道路、城市、旅游、生态、文化等多项事业的有机整合，健康、持续发展具有十分重大的理论价值和现实意义。

我国幅员辽阔、山川壮美、历史文化悠久、民俗风情浓郁，各地自然人文资源极为丰富且差异大，为开发建设不同类型的风景道，展示我国富有特色和魅力的自然与人文景观，提供了比其他国家更为优越的条件。但目前在公路网建设中尚未把我国这些十分珍贵的自然人文资源的巨大潜力加以释放，并使它们造福于社会和民众。

我国公路网发展中未能对风景道建设予以重视，原因主要有二：一是过去对公路网的认识，主要集中在工具、技术与基础设施层面上，较少考虑景观、旅游、文化、生态等角度提出的功能与服务，对公路网系统与外部景观、环境、文化的相互关系更缺乏足够认识。对于什么是风景道、为什么需要

风景道、需要什么样的风景道以及如何推动风景道在我国发展等问题上，目前政府部门、民众和学界思想认识上存在着严重不足。而风景道在我国的顺利实现，有赖于有深度的理性认识和广泛的社会共识。二是目前管理体制上的条块分割，以及缺少统筹管理国土、交通、景观、旅游和建设的综合性管理部门所导致。目前的公路网管理体制已不能适应交通、景观、旅游、文化、环境综合协调发展的要求，在现行体制下风景道规划建设很难迈出实质性步伐。

社会经济在公路网发展中耗费的资源数量是极其巨大的，公路网结构反过来又对整个社会的能源消耗结构、地区经济分工、国际化水平、城市功能区的布局以及城市群的形成产生长远的决定性影响。很多公路网建设具有明显的路径依赖特性，一旦决策其影响和过程就是不可逆的，而且如果形成了一种不好的结构体系，那么后期调整或修改体系的高昂代价往往令社会难以承受，公路业很难健康、持续发展。风景道建设是我国公路网发展的必然客观要求，必须充分认识这一发展的必要性和紧迫性，尽快深入地开展相关研究，提出并具体推进的发展思路和实施方案，这是非常必要和迫切的。

3　基于法案的美国国家风景道体系

美国是世界上最早开始建设并已建立了最完善的国家风景道体系的国家，据余青、胡晓冉等的研究，美国国家风景道体系是随着风景道实践工作的蓬勃发展而逐渐形成和建立起来的。1991年多式联运和地面运输效率法案下国家风景道计划的出台标志着美国风景道实践工作走上了规范化发展之路，逐步形成了由国家级风景道（泛美风景道和国家风景道共同组成国家级风景道）、州级风景道和地方级风景道构成的美国国家风景道体系（American National Scenic Byways）[1-3]。

可见，美国国家风景道体系自20世纪初酝酿以来，得到了国家层面的高度重视以及联邦机构、州与地方政府的普遍重视。从法律的高度解决了美国风景道发展过程中的提名、资助等重要问题，使其在发展完善过程中得到了政策支持、资金支持等重要保障。因此，探讨基于法案的美国国家风景道体系，对我国风景道体系的建立及日后完善有一定的借鉴意义。

美国交通法案经过近两百年的发展，逐渐形成了多式联运的综合交通体系，其标志是1991年通过的多式联运和地面运输效率法（以下简称冰茶法案）[4]。在冰茶法案下专门设立了国家风景道计划。随后1998年出台21世纪运输权益法（以下简称续茶法案）与2005年通过的安全、信赖、灵活和高效的运输权益法（以下简称SAFETEA-LU法案）是综合交通体系的组成部分，并保持了国家风景道计划设立的连续性。这三个法案同属于“运输授权法”（Transportation Authorization Act）系列，在新法案颁布的同时原法案终止。该系列法案根据原法案的执行情况，对执行中发现的问题以及形式的变化进行修正。

在1991年颁布的冰茶法案[5]中，主要内容包括地表运输法、公路安全法、1991年联邦公共交通修正案、1991年货运业者法案、多式联运、研究发展、航空、财务八个部分。

续茶法案[6]是继冰茶法案之后联邦政府颁布的第二个地面运输权益法案，其内容在冰茶法案的基础上作了较大程度的变更调整，保留了公路安全以及研究发展两个部分内容，删除了地表运输法、1991年联邦公共交通修正案、1991年货运业者法案、多式联运、航空、财务六个部分内容，增加了联邦公路救援、联邦交通管理计划、车辆运输安全、臭氧和颗粒物质标准、其他规定、运输经费保障和预算补偿、1986年国内税收法修正案七个部分。

到了SAFETEA-LU法案[7]，已经从最初的八个部分扩展为11个部分（图1），内容更加全面，并在很大程度上保持了与续茶法案的一致性，在续茶法案的基础上保留了联邦公路救援、公路安全、车辆运输安全、运输研究、运输经费保障、其他规定这六个部分，删除了臭氧和颗粒物质标准、联邦交通管理计划、1986年国内税收法修正案这三部分，并增加了公路管理授权与收费、公共交通运输、交通规划与项目交付、危险品运输、铁路运输这五个部分。

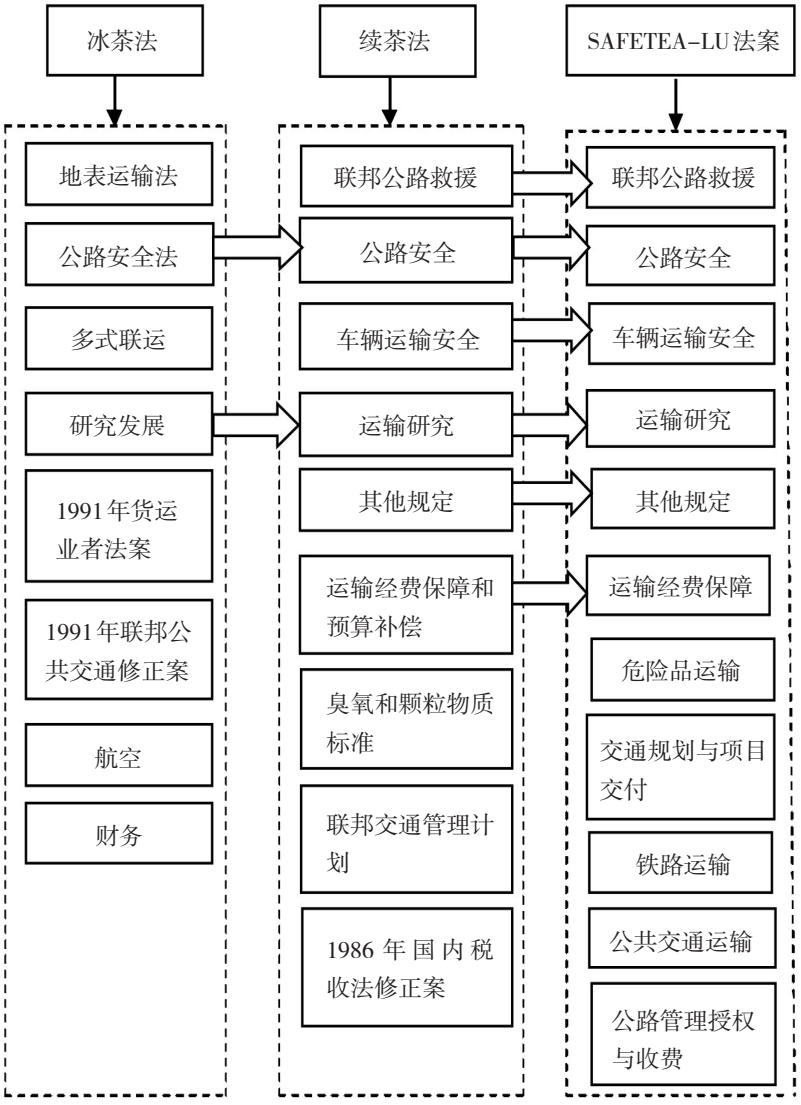


图1 综合交通法案的内容变迁

同时，依托在法案下的国家风景道计划自1991年正式出台后，计划的构成和内容同样随着风景道的发展需要而变化，进行了不断地修改与完善，主要涉及风景道的评估、设计、资助、管理等方面。

在1991年正式颁布的国家风景道计划中，基本构成包括国家风景道咨询委员会、技术和财政支持、联邦参股、资金、订约授权、暂定风景道计划、限制和俄勒冈州风景道八个部分。

在随后的发展中对国家风景道计划进行了较大程度的修订完善，通过对1998年、2005年这几次较大修订后的计划比较研究，可以发现计划已由1991年的八大部分修订为2005年计划的4大部分，更为系统规范。

从图2可见，相比最初的冰茶法案下的国家风景道计划，续茶法案下的国家风景道计划在冰茶法案的基础上保留了限制和联邦参股两部分内容，删除了其余六个部分的内容，并增加了道路设计、资助和技术支持、符合条件的项目、保留条款这四部分内容；SAFETEA-LU法案中的国家风景道计划在续茶法案的基础上删除了联邦参与和保留条款两部分内容，保留并细化完善了道路设计、资助和技术支持、符合条件的项目、限制这四部分内容。

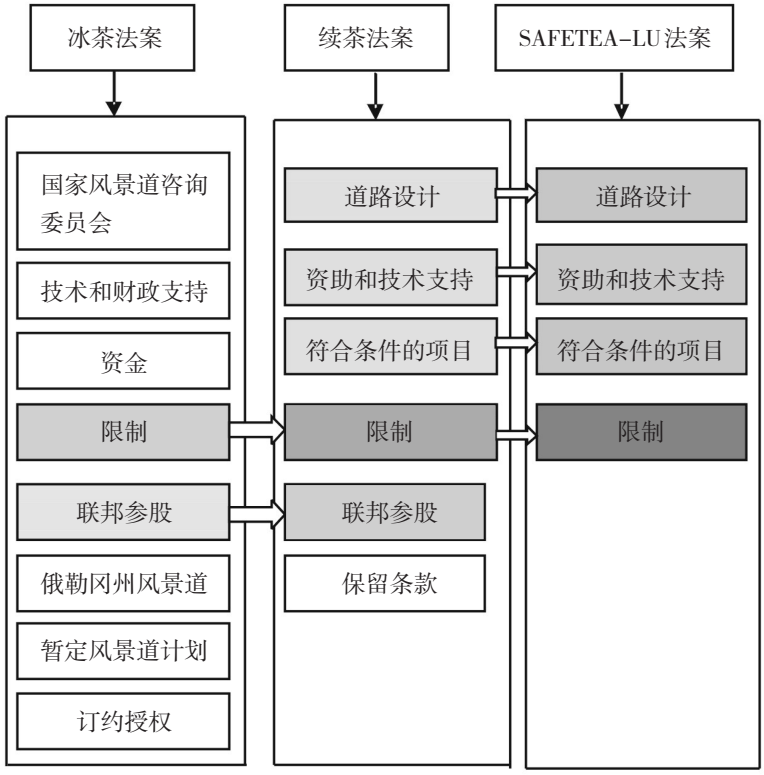


图2　法案下的国家风景道计划内容变迁

2005年SAFETEA-LU法案下的国家风景道计划与续茶法案一致，依托在联邦公路救援下，修改后的国家风景道计划包括道路设计、资助和资金支持、符合条件的项目、限制这四部分内容，并进一步增加了美国小道以及印第安部落风景道这些内容，四大部分的内容主要为（图3）：

（1）道路设计：秘书处将至少有一个风景、历史、文化、自然、休闲和考古特质的道路指定为国家风景道、泛美风景道和美国小道；指定风景道的标准一致；任命条件，特别是印第安部落任命道路的权限、任命道路的安全及相应通知情况。

（2）资助和资金支持：秘书处将对被指定的道路项目（国家风景道、泛美风景道、美国小道、州际风景道、印第安部落风景道）和具有优先权的道路（国家风景道、泛美风景道、美国小道、沿着州级或者印第安部落的风景道）提供资助和技术支持。

（3）符合条件的项目：与州际或者印第安部落的风景道计划的综合发展有关的活动，保护风景道本身的特质及其周围资源，改进道路安全，增加风景道设施，提高畅通性，风景道旅游信息的供应，发展和执行风景道市场营销项目。

（4）限制：秘书处不会以为风景道提供资金和技术支持作理由，来扣留任何资金或给州政府、印第安部落强加要求。

此外，值得注意的是法案中对国家风景道的资助方式与资助额度。冰茶法案将各年资助额度包含在国家风景道计划内容中，续茶法案在冰茶法案的基础上将各年资助额度作为联邦公路救援中一个独立的计划进行规定，SAFETEA-LU法案延续了续茶法案资金授权的方式。

三个法案对国家风景道计划的资助额度分配逐年递增，且增长额度相当大。冰茶法案规定1992年至1997年6年间共投入5000万美元，续茶法案规定在1998年至2003年6年间投入增至14800万美元，而SAFETEA-LU法案规定在2005年至2009年的5年间投入额即达到了17500万美元。可以看出，美国

对风景道计划投入的资金越来越大，这说明美国对风景道的重视程度逐年增加，并且风景道在美国交通中的地位不断提升。

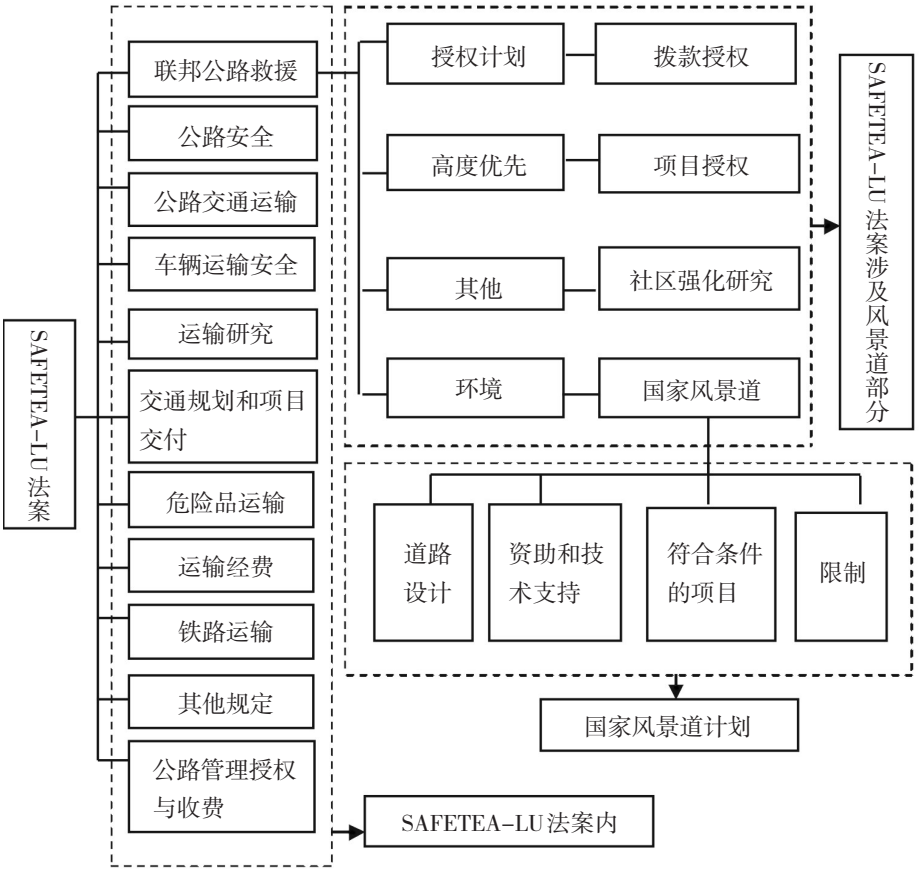


图3　SAFETEA–LU 法案的国家风景道计划

4　思考与建议

思想与战略层面，高度重视风景道发展。从公路交通发展的历史来看，早期的公路仅仅是解决两地之间的连接性问题，仅仅只有交通功能。随着时代发展和人们对交通需要的日趋多样化和高要求，致使公路除了交通功能以外，还需要有越来越多的功能附加上去，如景观、游憩、文化、保护等，而风景道所具有的交通、景观、游憩、文化和保护等多种复合功能正是顺应了这一时代发展的需要。中国公路交通发展已经到了从顶层设计和战略高度重视风景道发展的阶段了，风景道建设是我国未来公路网发展的必然客观要求，它将成为中国综合交通系统中不可或缺的组成部分。而且我们还拥有比其他国家更为优越的资源条件，发展风景道将使我国美丽多姿的自然和人文景观得以充分展现，并在交通发展的同时造福于人类。

体制与机制层面，成立国家风景道管理机构。风景道发展中一定要改变传统的单方式运输管理体制，建立统筹国土、建设、旅游、景观、能源、环境等多部门的综合管理部门，并实施综合性的政策、法规与规划。建议由交通部牵头，联合建设部、国家旅游局、环保总局、文物局等成立国家风景道管理协调机构，对风景道的规划、建设以及运营等进行统一管理和协调。

技术与学术层面，积极开展风景道科学研究和实践工作。我国幅员辽阔，人文和自然环境差异较大，与国外相比，风景道无论在理论体系构建和实践工作中都会有许多差异。为此，高等教育机构、

科研机构和政府主管部门应当加强风景道理论和实证研究工作，在对国外风景道理论与实践进行深入和系统研究并总结经验教训的基础上，构建具有中国特色的风景道理论，同时，把理论研究成果进行转化，以推进风景道在中国的伟大实践。

实践与操作层面，建立国家风景道体系。我国幅员辽阔，自然人文资源丰富多彩，绚丽多姿，为建设不同类型的风景道提供了极好的资源条件。不同类型的风景道如森林、草原、滨水、滨海、遗产等肯定存在着显著不同。为此，应该逐步开展不同类型的风景道实证研究工作，进行认真的、适度超前的研究和总结，并通过研究制定风景道国家标准，对全国境内拟建风景道进行评估和资格认证，最终构建国家风景道体系。在此基础上，逐步开展省级风景道体系的研究和认证工作。

参考文献

[1] 余青，胡晓冉，宋悦. 美国国家风景道体系与计划［J］. 中国园林，2007（11）：73-77.

[2] 余青，吴必虎，刘志敏，等. 风景道研究与规划实践综述［J］. 地理研究，2007（6）：1274-1284.

[3] 余青，胡晓冉，刘志敏等. 风景道的规划设计：以鄂尔多斯风景道为例［J］. 旅游学刊，2007（10）：61-66.

[4] 程楠，荣朝和. 从相关法律看美国政府的运输业促进政策［J］. 铁道经济研究，2008（5）：18-22.

[5] U.S. Department of Transportation. Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991（ISTEA）：U.S.［S］. 1991.

[6] U.S. Department of Transportation. Transportation Equity Act for the 21st Century Act of 1998（TEA-21）：U.S.［S］. 1998.

[7] U.S. Department of Transportation. Safe，Accountable，Flexible，Efficient Transportation Equity Act：A Legacy for Uses Act of 2005（SAFETEA-LU）：U.S.［S］. 2005.

道路基础设施生态建设的思考

金建平[1]　郝学华[1]　李振川[2]　李国民[3]　邹南昌[3]

（1. 天津市道路桥梁管理处，天津　300171；2. 天津市市政工程建设公司，天津　300100；3. 天津市市政公路管理局，天津　300050）

摘　要：城乡一体化，交通先行。道路设施是道路交通的基础，但由于道路设施建设是把双刃剑，它为社会经济发展、人民生活服务的同时，又会对自然环境造成影响、破坏。当前，我们面临存在生态安全风险的严重形势。其根源是长期以来，人们在所从事的实践活动中，违背了自然规律，破坏了人与自然的辩证关系。本文结合道路设施生态建设的实际，从保护环境、维护生态安全、促进人与自然和谐相处发展问题，进行分析与思考，并提出措施与建议。

关键词：道路交通；道路设施；生态安全；环境保护

生态安全对于一个社会来说，既是发展的保障，更是生存的基础。当生态日益恶化的现实迫使我们重新审视自己所走过的历程，探讨生态与社会和谐发展的途径时，既会使我们加深“发展不能以牺牲生态安全和人类的健康和幸福为代价”的认识和理解，同时，还使我们从所置身的行业对生态环境建设、保护环境、维护生态安全、促进人与自然和谐发展等问题进行深入的分析与思考。

在此，提出道路基础设施（注：含城市道路、公路）建设与管理应如何走生态建设之路?

社会经济发展，交通先行。但由于道路设施建设是把双刃剑，它既为社会经济发展、人们生活服务，又会对自然环境造成影响、破坏。为兴利除弊，道路设施的生态建设应遵循以可持续发展为目标，以生态学为基础，以人和自然和谐为核心，以现代技术和生态技术为手段，最高效、最少量地使用资源和能源，最大可能地减少对环境的冲击，以营造和谐、健康、舒适的人居环境状态。

1　切实做好道路设施建设项目的前期可行性研究、论证，完善公众参与、专家论证、政府决策相结合的决策机制

改革开放以来，特别是近十多年来，全国各地每年新建、改建道路设施项目成百上千，虽然成效很大，但花巨额投资，问题不少，效益不尽如人意，对自然环境造成影响的项目在现实生活中并不少见。究其原因，除了可能与遇到未曾预见的风险因素有关外，也可能与决策在先，而把可行性研究、专家论证作为项目可行的陪衬、走过场不无关系。要从根本上改变这种状况，解决好项目决策中存在的问题，首先应从思想上重视项目的前期工作，认真、实事求是地进行可行性研究，并把项目对环境的影响评价作为其重要内容。要通过执行环评机制，促进道路设施建设对生态环境的保护。

2　以优化路网规划，高效、合理利用土地为重点，节约保护土地资源

土地是人类赖以生存和进行生产活动的物质基础，是人类最基本的财富。人以食为天。我国土地十分短缺，人均只有1.3亩，不到世界人均耕地面积的40%。公认的18亿亩耕地面积是中央政府确定的农业生产警戒线。而道路设施建设需要占用最多的资源就是土地。因此，编制的路网规划，不能单纯从强调发展经济、满足交通的需求出发，还必须把土地资源占用量作为影响经济发展的关键因素考虑其中。要科学论证路网规模，合理选择建设标准，充分论证土地资源对规划路网的供给承载能力，

以求得两者之间的最佳平衡结合点。

城乡路网规划除力求高效、节约、合理用地外，还要努力做到珍惜每一寸耕地，珍惜与保护森林、湿地、湖泊。此外，好的路网规划对于控制、管理、减少交通污染物的排放，也会产生很好的效果。“规划的本质在于前瞻，发展源自解决问题。”科学的路网规划是保证道路设施生态建设和环境保护的基础和先导性工作。

3　采用透水性路面结构，以留住雨水为重点，改善道路生态环境

水是生命之源。生物维持生命活动所需要的水，来自生态系统中的水循环。生态系统中的水循环是全球性水循环的一部分。

然而，在城市道路建设中，由于路面铺装采用传统的沥青、混凝土、砖石材质，再加上城市大量建筑物的建设封闭了地面，水分难以下渗，降水很快便成为地表径流排走，形成生态学上的“人造沙漠”；不透水的路面缺乏对城市地表温度、湿度的调节能力，地面易干燥，扬尘污染重，且雨后水分快速蒸发，空气湿度大，夏天使人闷热难受，形成气象学上的“热岛效应”。

如果道路路面铺装改为透水性路面结构，由于它的透水性强，能改善道路土壤的水环境，促进水循环进而可缓解城市的“热岛效应”。我们应该抓紧进行透水性路面结构研究，并尽快在取得一定经验的基础上，继续努力开拓与创新，以使透水性路面结构的成果尽快应用于实际，从而达到改善城市生态环境的目的。

4　以道路植树绿化为重点，改善大气环境质量，并降低交通噪声污染

随着城市化进程加快，机动化迅速发展，道路交通所造成的大气污染、扬尘污染和噪声污染日益严重。

汽车尾气含有上千种物质，可分为气体和颗粒两类。其气体污染物主要为一氧化碳（CO）、碳氢化合物、铅化合物等，颗粒污染物主要为炭黑、焦油和重金属等。由于汽车污染物的排放位置主要在距地面0.3～2.0m之间，正好是人体的呼吸范围，对人体健康造成很大危害。因而，被市民评为“最不能忍受的污染物”。

汽车运输建筑垃圾会因遮盖不严而导致撒、漏在道路沿线，大风特别是沙尘暴会席卷大量沙尘降落在路面，路面尘土经由汽车行驶被卷起而造成道路交通扬尘污染。扬尘污染导致灰尘在道路空间飞扬，沿街楼层居民都不敢打开窗户，否则，室内桌面、床铺、地面会蒙上厚厚一层尘土。

交通噪声是各类噪声污染中最严重的一种噪声源，据调查测定，交通噪声所造成的噪声污染，占城市噪声污染源的70%，交通噪声同样严重影响人体健康及正常工作与学习环境。

道路植树绿化可以为城市提供净化空气，调节温度、湿度，改善生态环境。树木等绿色植物不仅是二氧化碳的利用者、氧气的主要制造者，而且有些植物还可以分泌出强大的杀菌素。

道路绿化对于吸滞烟尘和粉尘作用也十分明显，据测定，草坪绿地上空的含尘量比裸露地面减少60%～80%，由于草坪植物的叶面积相当于草坪占地面积的25～30倍，其吸附的灰烟和尘土量更多。同时，树木的枝、叶、基、干表面还具有滞留吸收二氧化硫等毒气的能力。

绿色植物具有降低噪声的作用。通过对绿化减噪的应用研究，建设降噪绿化带是一种有效的降噪方法。道路绿化带降噪效果因绿化带宽度、种植结构、林带的组成等不同而相差很大。一般降噪绿化带由常绿灌木和常绿乔木组成，且保持合理的种植密度和一定的宽度而形成一道“绿墙”。据测定，如绿化带宽度达到10m，可降低噪声3～5dB（A）。

搞好道路植树绿化还可以提高城乡的景观环境，道路景观环境是广大城乡生态、景观系统建设的一个重要组成部分。城市道路景观则更直接反映出城市文化底蕴和文明程度。

由此可见，为了治理大气污染、净化大气环境，我们应该在道路设施建设时，同时做好道路植树

绿化与后续对绿化的管理。要在考虑道路绿化景观效果的同时，更应注重道路设施植物群落的生态效益。理想的行道树选择标准，应该是适应性强、成活率高、病虫害少、造价低、好管理。在城市环岛绿化、广场绿化、人行道和建筑物之间道侧绿地等，需强化生态配置的原则，要提高绿化的科技含量以及树立道路绿化节约建设的理念。要把道路植树绿化有机地融入创建“园林城市”、“生态城市”的目标中。

5 采用新型节能光源，推进道路照明的节能减排

为实现绿色照明，推进道路照明的节能减排工作，住房和城乡建设部在《“十一五”城市绿色建筑照明工程规划纲要》中明确提出：“十一五”期间，各地城市照明年节电目标应达到5%；效率在80%以上的高效节能灯具应用率达85%以上；高光效、长寿命光源的应用率达85%以上。在此目标要求下，近两年来，全国各地道路照明节能改造工作开展得如火如荼。

获悉，《武汉市道路绿色照明专项规划》近日已出台。这是全国首个道路绿色照明规划。该规划的“绿色”追求为——安全、节能、环保、人文。按照规划要求，道路绿色照明分三阶段实施。武汉市还将太阳能与风能互补灯具用于桥梁及滨水道路，在历史文化街采用LED光源作为新型光源示范区。

近年来，由于白光LED发光效率的提高、价格的降低以及驱动电路的成熟，LED光源在我国多座城市道路照明中的应用也已被提上了日程。又随着“十城万盏”试点工程的推广，LED在道路照明领域的应用被普遍看好。

6 以利用再生资源为重点，发展循环经济

在道路设施建设与管理中大力发展循环经济是充分发挥建设资源节约型社会的方向，属于建设生态体系的重要内容、模式。

6.1 以旧路面废旧沥青再生利用为重点，发展循环经济

道路运营期间，在包括荷载应力、路面温度、沥青老化、排水状况等综合效应的作用下，路面的使用状况将不可避免地变化与恶化。按照沥青路面15～20年的使用寿命要求，我国每年有约10%的沥青路面需要进行翻修，旧沥青废弃量达200多万吨。常用的处置废弃沥青的方法多为集中堆放。其后果是污染环境、污染土壤、污染水资源、占用大量土地等。

废旧沥青混合料的再生利用，主要是通过对废旧沥青添加合适的再生剂，对废旧沥青的重要成分进行分散、胶溶，从而达到改善胶体结构、恢复旧沥青使用性能的目的。沥青路面再生利用方法分别有厂拌热再生、厂拌冷再生、就地冷再生、路面表层热再生/热修复、温拌和半温拌就地再生、就地热再生等。

发达国家的路面再生技术在20世纪80年代后得到真正发展。该技术在我国一直推广不理想的关键，一是我国废旧沥青再生技术及设备刚刚起步，很多方面尚不成熟，沥青再生工程只能依靠进口沥青再生设备当主力。由于设备昂贵，常使道路养护部门望而却步。二是废旧沥青再生技术在国内仍是一个较新的理念，大多数用户对沥青再生技术的应用仍处于观望阶段。

民营企业“兰亭高科”研究开发的“废旧沥青再循环利用成套关键技术”，已荣获国务院“国家技术发明奖”。兰亭高科的连续式双滚筒成套设备和间歇式双烘干筒再生成套设备是两类典型的厂拌热再生设备，是在国外先进技术基础上经过再创新的科研成果，其废旧料掺配比例高、产品品质好，用于生产全新热拌沥青混合料，级配准确，搅拌均匀，将为推动国内废旧沥青混合料的再生利用创造良好的物质条件。

6.2 做好建筑垃圾资源化的综合利用，发展循环经济

此处所指建筑垃圾，仅为道路建设与改建过程中，拆除旧有建筑和建设新建筑物施工过程中产生

的固体废弃物。建筑垃圾不同于生活垃圾和工业垃圾，它原本就是建筑材料，毒性轻微或无毒，不须经过复杂的处理过程就可以作为资源化利用。但至目前，我国绝大部分的建筑垃圾未经处理便运往郊区或乡村，采用露天堆放的方式进行处理，其危害性包括占用大量土地、影响空气质量、污染水域、恶化环境卫生、破坏土壤质量等，真是后患无穷。

综合利用建筑垃圾是节约资源、保护环境的有效途径。国外的经验和做法值得借鉴，如：美国1976年就颁布实施了《资源保护回收法》，并提出“没有垃圾，只有放错地方的资源”的理念。美国现有的大、中城市均建有建筑垃圾处理厂。发达国家建筑垃圾再生利用的主要做法是综合利用和分级处理。美国建筑垃圾再生利用率已达100%，新加坡为50%～60%，日本东京都早在1988年对建筑垃圾的回收利用率就已达到56%。

7　强化生态环保意识，努力推动道路设施生态化建设

道路基础设施生态建设是化解我国面临生态风险措施的一个有效方面。它能否成功实施，首先应在认识上重视面临生态风险的严重性，梳理现代生态文明理念，强化生态环保意识，在全社会、全行业营造生态建设的良好氛围。尤其是各级政府和相关行业的领导，更应结合学习科学发展观的实际，对生态建设的历史必然及深远意义，给予深刻的认识与论证，不搞急功近利的短期行为以及有违生态道德的不良行径。为了使道路设施生态建设落在实处，保护资源与环境，维护生态平衡，特建议提出以下“行动保障”措施：

加强组织领导，创新工作机制；

加强政策研究，落实资金保障；

加强科技支撑，提升生态建设和管理水平；

加强能力建设，加大环境监管力度。

环境的污染、生态的破坏，已使我们的生存环境日趋恶化。面对我国用世界7%的土地和6%的水资源支撑全球21%人口的基本要求和形势，我们必须积极思考和应对生态安全问题，坚持合理开发和利用资源。坚持科学发展观，要勇于创新，开拓奋进，努力实现社会经济活动对环境的负荷最小化，并将这种负荷和影响控制在资源供给能力和环境自净容量之内，形成良性循环。

生态文明，人人共享；生态保护，人人有责。让我们置身在行业的岗位上认清自己的使命，各尽其责，各尽所能，共创、共建道路设施生态之路！

实施驾驶员培训标准化减少道路运输交通事故的探讨

朱荣涛 程晓鹰
（辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘 要：道路交通运输是交通运输体系的重要组成部分，为促进交通运输业的日益繁荣，保障人民生命和财产安全，通过对近几年来辽宁省道路运输重特大交通事故成因进行定性分析，找出导致道路交通运输重特大事故发生的最主要因素，即人——驾驶员的因素。围绕提高道路运输经营性驾驶员安全驾驶执业技能为目标，从实施驾驶员培训标准化的相关制度和技术措施入手，以经营性驾驶员市场准入、执业培训、安全技能考核、后期监管为突破点，提出了从根本上遏制道路运输重特大交通事故发生的措施。

关键词：道路运输；安全；培训标准化；执业技能

1 前 言

近几年来，辽宁省道路运输行业发生的重特大交通事故有逐年上升的趋势，尽管行业管理部门不断加大管理力度，不断完善管理方式和方法，但重特大事故的发生并没有得到明显遏制。本文通过对导致道路运输重特大交通事故的成因深入分析，发现其中因驾驶员操作不当、忽视瞭望等人为因素占主导地位。事实表明，即使车辆技术性能再好、管理制度再完善、道路路况再好，如果驾驶员缺乏足够的安全意识也会导致事故发生。影响道路交通运输安全最主要的因素是驾驶员，实现驾驶员培训标准化，提高驾驶员执业安全技能，对消除道路交通事故隐患具有重要意义。本文依据交通安全心理学原理，从建立经营性驾驶员适宜性甄别检测制度，研究制定交互式多媒体教学、基于互联网的专业理论知识网络考试系统、基于B/S结构的网络远程教学服务系统、建立经营性驾驶员执业安全技能再教育制度、经营性驾驶员培训综合信息管理系统，特别是从驾驶员道路运输市场准入、经营过程、后期监管、岗位培训等各个环节制定相关制度和技术措施上进行了探讨，从而从源头上防止不适合从事营运车辆驾驶的人员进入道路运输市场，从根本上消除道路交通事故发生。

2 辽宁省道路运输交通安全现状分析

辽宁省道路交通运输业随着振兴东北老工业基地步伐的加快，特别是沈阳经济区的建设将会得到极大发展，随之而来道路运输车辆也将步入快速增长期，如不采取有效的相应的安全管理措施，道路交通运输重特大事故上升趋势的局面将难以得到扭转。

2.1 营运车辆及驾驶员年度变化分析

2005年，辽宁省营运车辆保有量为714611辆，经营性驾驶员100万人。截至2009年年底，营运车辆保有量为566700辆，经营性客货运输驾驶员882417人，具体情况见表1。

表1 2005—2009年辽宁省营运车辆年度变化情况

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
载客车辆（辆）	98449	98449	102905	104772	106193
载货车辆（辆）	308081	332010	343352	389726	460507
驾驶员（人）	713426	741816	826767	805355	882417

2.2 经营性运输驾驶员成分分析

截至2009年年底，辽宁省经营性客货运输驾驶员90万人左右，其中总数的97%为男性，年龄主要集中在40~50岁之间。驾驶员学历层次悬殊，其中大部分中年驾驶员学历集中在初中左右，而青年驾驶员主要集中在初中和高中左右，而且大专学历的驾驶员数量每年也有上升的趋势。经营性客货运输驾驶员入职前职业比较复杂，大部分来自下岗工人和转业军人以及来城市打工的农民，其中还有部分是大专院校毕业生，具体情况见图1。

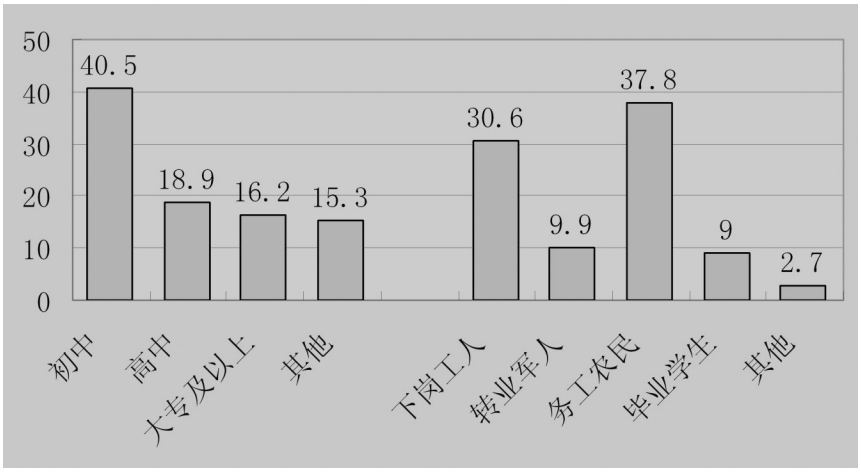


图1　辽宁省经营性驾驶员成分情况（单位：万人）

2.3 道路运输事故特点分析

2.3.1 地域分布特点

从近年来辽宁省道路运输重特大交通事故的地域分析上看，丹东市、本溪市、沈阳市是事故多发地，其死亡和受伤人数分别占总数的42.5%和29.1%，具体见表2。其道路交通环境恶劣是导致事故频繁发生的主要原因之一。

表2　辽宁省重特大道路交通事故发生地情况

市　别	沈阳	大连	鞍山	抚顺	本溪	丹东	锦州
事故宗数（起）	6	2	3	6	5	7	5
死亡人数（人）	13	2	5	7	20	13	8
受伤人数（人）	18	41	22	53	82	76	67
市　别	营口	阜新	辽阳	铁岭	朝阳	盘锦	葫芦岛
事故宗数（起）	2	6	2	2	5	2	2
死亡人数（人）	4	6	3	3	12	7	3
受伤人数（人）	10	13	12	1	28	15	2

2.3.2 事故发生地地貌特征

辽宁省道路运输重特大交通事故主要发生在通过乡镇街道的公路上（见表3），其中除驾驶员车速过快、忽视瞭望外，事故发生地道路交通环境恶劣、交通基础设施薄弱也是造成事故发生的主要因素。发生在城市道路上交通事故数量虽然次之，但造成的人员伤亡不是很多，其主要原因是混合交通，路况复杂，客车行驶速度较慢，多为与行人、骑自行车人、骑摩托车人刮撞酿成的。

表3 辽宁省重特大道路交通事故发生地地域情况

发生地	事故宗数		死亡人数		受伤人数	
	2006—2009年	比率	2006—2009年	比率	2006—2009年	比率
合 计	36		79		170	
山区弯路	4	11.1%	8	10.1%	47	27.6%
乡镇道路	14	38.9%	30	38%	75	44.1%
城市公路	10	27.8%	23	29.1%	28	16.5%
高速公路	8	22.2%	18	2.8%	20	11.8%

3 新形势下道路交通事故因素分析

只有通过对已发生的道路交通事故原因进行深入分析，才能发现发生事故的真正原因，进而提出减少道路运输重特大交通事故发生的对策。道路交通事故影响因素基本上归结为人的因素、车辆因素、道路因素、环境因素，以下从上述几个方面通过对已发生道路运输交通事故进行深入分析，找出发生道路运输交通事故的主要原因。

3.1 人的因素

人是道路交通安全的主体，包括所有使用道路者，如机动车驾驶员、乘车人、骑自行车人、行人等。道路交通事故的发生，其中有的是因机动车驾驶员的疏忽大意、违章行驶、操作失误；有的是因行人、非机动车驾驶员不遵守交通法规所致。随着人类社会的发展、交通活动的频繁，人与车、车与车之间的交通冲突机会大大增加，另外，由于人们受生活环境、作业环境、社会环境以及人的心理素质、生理条件的制约，人的自由度很大，交通事故发生基率自然增加。同时，人们的传统交通观念、出行习惯的沉积虽有所改变，但在短期内难以有较大的转变，人们群体文化素质不高与快速发展的交通事业之间不协调，交通意识转变速度与道路交通的发展、机动化水平的提高以及交通管理的要求不协调，与交通管理的新技术、新手段不协调，这些也成为困扰交通安全的主要因素。

3.1.1 驾驶员方面

通过对近年来辽宁省道路运输重特大交通事故驾驶员责任分析（见表4）得悉，驾驶员负主要及全部责任事故的占总数的78.4%，死伤人数占总数的69.5%和74.2%。因此道路运输交通安全的重点工作主要是抓好驾驶员安全工作。

表4 辽宁省重特大道路交通事故责任情况

责任情况	事故宗数		死亡人数		受伤人数	
	2006—2009年	比率	2006—2009年	比率	2006—2009年	比率
合 计	51		105		439	
全部责任	18	35.3%	32	30.5%	123	28.0%
主要责任	22	43.1%	41	39%	203	46.2%
次要责任	8	15.7%	24	22.9%	71	16.2%
无责任	3	5.9%	8	7.6%	42	9.6%

通过对肇事驾驶员事故过程中的活动研究，我们发现驾驶员在观察、判断和操作三个环节上所出现的失误是造成事故的主要原因。例如：对外界信息感知错误、对情况判断不准、反应不恰当等。

3.1.2 从行人与骑自行车人分析

我国目前正处于城市化快速发展进程中，大、中城市已开始进入机动化交通社会（轿车普及阶

段），但一些小城市或边远农村仍处于以非机动车为主的非机动化交通社会（即慢速交通社会），公众社会交通安全意识不是很高，特别是一些行人、非机动车以及摩托车驾驶人安全意识还比较薄弱。通过对已发生的道路运输交通事故分析，因行人和骑车人不走非机动车道，抢占机动车道、在公路路口抢行猛拐、自行车制动系统失灵或根本就没有以及骑车技术不熟练和骑车追逐嬉戏造成的事故占有较大比率。随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，农村剩余劳动力不断涌入发达地区和城市，如不加强社会交通安全教育，增强群众交通安全意识，道路运输交通安全将仍无可靠保障。

3.2 营运车辆的因素

道路运输车辆是道路交通运输中的主要元素，以下重点研究道路运输车辆的主要影响因素。

3.2.1 载客车辆

目前，各级道路运输管理机构依据《营运客车类型划分及等级评定》（交通行业标准JT/T 325—2002）对进入道路运输市场的营运客车从严进行技术认定和审核，车辆的动力性和安全性、舒适性等有了很大提高，因车辆机械原因诱发导致的交通事故已不多见。但是，因东北天气冬夏季节温差大，行驶路况恶劣，对营运车辆造成的损伤较大，个别车辆仍存在带病出车现象所构成的行车安全隐患是不应忽视的。

3.2.2 载货车辆

辽宁省目前载货汽车保有量增加速度已大大超过了道路的增长速度，这使得本来不宽裕的路面更加拥堵，导致交通混乱，这也是造成交通事故绝对数和交通事故伤亡人数较快上升的一个重要影响因素。道路运输车辆猛增的势头使得道路交通安全形势变得复杂，特别是现有道路上仍在行驶的不符合标准、安全技术检测状况差以及报废车辆极易引发交通事故发生。同时，对危险货物运输车辆交通安全我们也应予以高度重视。近几年来，辽宁省多次发生危险货物运输车辆交通事故，虽未造成重大人员伤亡，但其交通事故导致发生的罐体漏油和漏气事故产生的社会影响很严重，辽宁省是我国化工产业大省，生产的化学危险品种类繁多，从事危险品运输的车辆数量较大，为确保危险品道路运输交通安全，从事危险品道路运输的驾驶人员驾驶技能和安全意识急待提高。

3.3 道路运输路况情况

近年来，辽宁省道路交通基础设置建设投入巨大，道路路况质量和通行状况得到了明显改善和提高，特别是大部分道路运输车辆运行在国道和高等级公路上，由于道路交通安全行车状况得到了极大改善，因此，本文不再对影响交通事故发生的重要因素之一的路况因素进行系统分析。

4　降低道路交通事故的对策

4.1 辽宁省道路交通运输事故主要原因

人、车、路、环境是引发交通事故的四大因素，通过对辽宁省近年来道路交通运输事故（见表5）影响因素的分析，可以发现驾驶人因素造成的死亡和受伤人数高达总数的72.9%和74.7%。

表5　2006—2009年辽宁省道路交通运输事故原因情况

事故结果	合计	人的因素				车的因素		环境因素	
		操作不当	忽视瞭望	车速过快	违章	爆胎	自燃	雪天	雨
事故（起）	27	10	10	6	1	1	3	1	1
死亡（人）	43	17	16	10	1	8	3	2	3
受伤（人）	168	102	43	13	10	18	13	8	18

4.1.1 驾驶员操作性差

辽宁省道路运输交通安全最危险情况应主要归咎于驾驶员的操作不当（见表5）。主要表现为驾驶

员处理紧急情况时反应速度慢，心理素质不过硬，大脑不镇静，手忙脚乱。有的在紧急情况下，把加速踏板误当做制动踏板；有的行驶途中因牲畜突然出现或孩童突然跑出惊慌失措，致使事故发生。

4.1.2 驾驶适宜性差

道路经营性运输车辆驾驶员的职业是一个特殊职业，它不仅要求驾驶员要有健康的体魄，而且还要有良好、稳定的心理素质，以及在交通事故即将发生的瞬息万变之间迅速、准确的反应、判断能力。由于人与人之间存在着个体差异，这就引申出一个驾驶适宜性的问题；有的人适宜驾驶职业，有的人基本适宜驾驶职业，有的人则不适宜驾驶职业。

4.1.3 驾驶学习不足

新驾驶员在最初接受驾驶技术培训时，往往对车辆驾驶工作的特殊危险性认识不足，浮躁多于理性，故驾龄三年以下的新驾驶员，由于驾驶技术不娴熟、经验不足、违章率高，发生道路交通肇事的概率较大。

4.1.4 驾驶员安全意识淡薄

有些老驾驶员自恃经验丰富、技术熟练，往往因疲劳驾驶、酒后驾驶、无证驾驶、违章占道行驶等发生特大交通事故。

4.1.5 驾驶员缺乏职业道德意识

少数道路运输驾驶员不注重自身道德修养，有的不按规定超车、让车，有的夜间会车时不变光、违章占道行驶等，这些现象的出现往往和忽视对驾驶员道德品质的培养有关。

4.2 基于培训标准化的提高驾驶员执业素质的措施

人是诱发道路运输交通事故的最主要因素，提高经营性驾驶员的安全行车意识是遏制道路交通运输安全隐患的最有效、最直接的办法，为此，各级交通运输管理部门有效地控制道路交通运输事故的发生，必须要从事前、事中、事后控制着手，所谓事前控制是指严格驾驶员从事道路运输市场准入，对其进行适宜性检测和评价，加大对驾驶员的从业资格培训力度，保证其执业素质。所谓事中控制是指对取得营运资格的驾驶员在日常经营活动中落实动态监管、建立完善的管理信息数据库。所谓事后控制是指对已经发生事故的经营性驾驶员能够及时进行安全驾驶技能评估，并有针对性地对其进行再驾驶技术再教育和再培训。

4.2.1 培训标准化的定义

培训标准化是指对进入道路运输市场的驾驶员进行从业资格教育、经营行为监管和继续教育，并建立健全完整的一系列规范和制度，是以全面提升经营性驾驶员执业安全素质为目标，围绕经营性驾驶员市场准入、从业资格培训、继续教育和考核，积极落实驾驶员职业适宜性检测、驾驶员执业安全技能及从业资格评价，通过组织开展交互式多媒体教学、互联网远程教学、专业理论知识网络考试，完善经营性驾驶员培训综合信息管理。

4.2.2 经营性驾驶员市场准入环节

（1）建立经营性驾驶员适宜性检测制度

以交通安全心理学、社会心理学理论为依据，通过抽取一定量驾驶员样本进行检测和模拟，通过调查统计其驾驶行为和交通事故特征，研究影响道路运输行车安全的个人情况、个人特征、生理特征及驾驶习惯等主要因素（见表6）。通过建立营运驾驶员适宜性甄别模型，并确定经营性驾驶员适宜性检测指标的权重和阈值，优化经营性驾驶员适宜性表征参数，确定经营性驾驶员适宜性参数检测方法，建立健全经营性驾驶员适宜性参数数据库，通过确定经营性驾驶员适宜性甄别监测的评价指标体系，并结合对驾驶人动体视力、夜间视力、深度知觉、暗适应能力、速度估计能力、选择反映能力等检测，研究开发包括周围风险感知能力、紧急和连续紧急反应能力等生理和心理指标在内的针对驾驶员进行适宜性检测识别样机，通过对营运驾驶员进行进入市场准入前适宜性检测，提高道路运输服务质量，有效地减少交通事故发生。例如，2009年4月13日，南京中北公司五队驾驶员王建强为发泄对

单位的不满，故意撞向行人，造成一死两伤的惨剧。近几年此类事故有明显上升的趋势，对此，开展有针对性地对驾驶员进行适宜性甄别应成为预防道路交通事故的重要办法之一。

表6　驾驶员道路交通运输安全因素分析表

一般因素	年龄、性别、婚姻状况、文化程度、经济水平、吸烟史、病例史等
个人情况	驾龄、交通事故史、每日驾驶时间、睡眠情况、酒后驾车史、情绪发怒水平
个性特征	轻率型、机敏型、慎重型、迟钝型
生理特征	动视力、暗适应、动态立体视觉、动态视野、色觉
驾驶习惯	打手机、听音乐、聊天、看风景、有意追尾、频繁变换车道、超车、吼叫等

（2）建立从业资格专业理论知识考试系统

严把道路运输市场准入关是有效减少道路运输交通事故发生，确保道路运输交通安全的重要手段之一。为把握好道路运输驾驶员关，必须要建立一套系统的、方面灵活的从业资格专业理论知识考试系统。这一系统应具备以下几个特征：一是方便灵活，覆盖面广，可以使用B/S框架机构的计算机操作系统，一方面有利于道路运输人员使用和操作，另一方面有利于系统维护和升级，大量存储信息。二是对外开放，实时在线。随着未来经济发展趋势来看，互联网必定走入千家万户，走入老百姓生活的方方面面。过去集中式的、大堂式的微机考试，仅是简单地实现了脱离手工的笔答方式，没有从根本上解决方便老百姓的作用。三是考试与学习同时进行。现有的无纸化考试系统，采取的是从业人员一次考不过再补考，再考不过继续补考的方式，没有达到通过考试提高从业人员专业理论知识的目的。采用基于互联网的网络在线从业资格考试系统，在大大方便从业人员考试的同时，能将考试与学习有机结合，从业人员哪块薄弱学哪块，哪块考试通不过，侧重学习哪块，采用一边学习一边考试的方式。

4.2.3 经营性驾驶员从业资格培训环节

（1）建立交互式多媒体教学系统

提高教学内容的趣味性，充实教学内容，不断提高从业人员教学质量，采用多媒体教学系统。多媒体教学内容要具有全面性、实用性、针对性等。教学内容全面性是指根据国家的相关规定的教学大纲和教学内容，结合实际，增加符合现代运输生产形势要求的教学内容，比如安全反恐救助、救援逃生、消防、节能减排等教学内容。教学内容的实用性的提出，是由于道路运输从业人员教学是职业培训而非学历教育，职业培训更要侧重应用性和可操作性。教学内容采用三维动漫的形式，通过对典型案例分析，研究事故发生的问题点，找出降低道路交通运输事故的方法。多媒体教学内容具有针对性是指进入道路运输市场的从业人员已经具备驾驶资格。甚至通过大量调研发现，进入道路运输市场的从业人员有相当一部人，取得机动车驾驶资格很多年，驾驶技能比较熟练，然而，通过前文的事故分析可以看出，机动车驾驶经历丰富、驾驶熟练的经营性驾驶员发生道路交通运输事故的概率高。究其原因，机动车驾驶技能与道路运输执业技能不完全相同，可以说，道路运输从业技能高于机动车驾驶技能。鉴于此种情况，建立多媒体教学系统，要将机动车驾驶技能与道路运输从业技能加以区分，侧重教学，保证从业人员具备驾驶技能的基础上有针对性地掌握从业技能知识。

（2）建立基于互联网的驾驶员远程教学系统

随着互联网的普及应用及经营性驾驶员数量的不断壮大及提高驾驶员执业素质的迫切要求，建立基于互联网的驾驶员远程教学系统势在必行。互联网教学系统一方面大大方便驾驶员学习，另一方面也能扩大教学内容，提升教学质量，减少教学成本。基于互联网的远程教学系统可以采用B/S结构，即浏览器与服务器结构，能实现不同的道路运输驾驶员及其他道路运输从业人员在不同的地点、不同的时间，以不同的接入服务器的方式访问和操作共同的教学数据库。驾驶员远程教学系统要具有开放

性、灵活性、交互性、分散性和实时性等特点。

4.2.4 经营性驾驶员后期监管环节

（1）建立经营性驾驶员执业安全技能再教育制度

经营性驾驶员执业安全技能再教育可以分为三部分：一是自行教育；二是企业教育；三是经营性诚信考核专项教育。所谓自行教育是指经营性驾驶员本身根据运输生产要求，自发性的学习。每个驾驶员每年应进行不少于24个学时的自行教育。所谓企业教育是指企业定期组织的相关人员对安全生产进行教育，提高运输企业从业人员安全意识。所谓经营性诚信考核专项教育是指根据《经营性客货运输驾驶员诚信考核办法》对参与道路运输的经营客货运输驾驶员在运输生产活动中进行诚信考核，对考核结果不达到要求的，要对其进行强制性的继续教育。

（2）建立经营性驾驶员安全驾驶技能专项考培体系

经营性驾驶员安全驾驶技能专项考培体系主要针对的是存在安全隐患或者已经发生道路交通事故的驾驶员，行业管理部门要重点对其进行安全驾驶技能专项考评。专项考评系统要根据驾驶员的行为特性等因素，重新对其驾驶适宜性检测。

4.2.5 建立经营性驾驶员数据库及信息化管理系统

建立经营性驾驶员安全驾驶技能培训考核信息化管理系统，并制定便携式的终端信息管理设备。信息化管理系统数据库的体系结构与数据项定义，应包括经营性驾驶员、机动车驾驶培训教练员、考核员、道路运输从业人员培训机构、交通安全管理部门及运输企业安全管理的综合信息数据库；实现对培训学时记录、考核记录的实时管理，并能够与现有的道路运输管理平台实现数据共享。对经营性驾驶员参加培训和继续教育情况、违法行为记录等信息进行查询，动态更新和综合运用，并能够实现异地稽查信息实时共享。

关于道路运输行业节能减排工作的思考

郭　松　李晓峰
（辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘　要：节能减排是当前社会的热点问题，也是经济社会发展的重大问题。为全面深入做好道路运输行业节能减排工作，推进节能减排政策的全面落实，文章从加强节能减排工作的组织领导和资金投入、节能减排宣传教育和示范项目总结推广、车辆技术节能管理、驾驶技术节能管理以及运输组织节能管理等五个方面深入浅出地论述了道路运输节能减排工作的具体措施。

关键词：道路运输；节能减排；思考

1　前　言

当今世界正面临着石油资源紧张和气候环境恶化的重大挑战，节能减排已成为当今时代的主题和全社会的共同责任。国家高度重视节能减排工作，把建设资源节约型、环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置，将应对气候变化作为经济社会发展的重大战略目标，要求大力发展绿色经济、低碳经济和循环经济，提高发展的质量和效能。交通运输部对节能减排工作也非常重视，李盛霖部长在全国交通运输工作会议讲话中也强调推进资源节约型环境友好型行业建设，加快建立以低碳为特征的交通运输体系，是转变发展方式、加快发展现代交通运输业的重要内容。而道路运输业是用能大户，也是交通运输系统中节能减排的重点领域。据统计，交通运输的石油消耗量约占全社会石油消耗总量的30%，其中道路运输占交通运输石油消耗总量的50%以上。特别是我国正处于全面建设小康社会的历史时期，经济社会快速发展，客货运输需求旺盛，交通运输能源需求快速增长，道路运输燃料消耗量的比重还在逐年增加。但另一方面，我国道路运输车辆能源利用效率与世界先进水平相比明显偏低。因此，全面深入做好道路运输行业节能减排工作对于推进节能减排政策的全面落实具有重要意义。下面结合多年来道路运输行业管理工作实践谈几点想法。

2　加强节能减排工作的组织领导和资金投入

一是各级道路运输管理机构和运输企业必须高度重视节能减排工作，充分认识到做好节能减排工作是减少石油资源消耗、保护人类生存环境应当履行的社会责任，也是降低运输企业经营成本、提高行业竞争力的必由之路。二是各相关单位和部门必须加强组织领导，将节能减排工作纳入到重要议事日程，主要领导应当亲自抓，明确相关部门的职责，确保责任到位、措施到位、投入到位。三是各相关单位和部门必须落实资金扶持政策，在财政预算内合理安排节能减排专项资金，积极争取政府资金，支持节能减排重点项目、高效节能产品和节能新技术推广及节能管理能力建设。应当探讨建立对使用驾驶培训模拟器教学的驾培机构和应用节能技术新产品的道路运输经营者给予政策上的倾斜与支持，落实必要的补助资金。

3　加强节能减排宣传教育和示范项目总结推广

各相关部门应当按照职责分工，督促各级道路运输管理机构充分利用有关媒体，采取多种方式，宣传国家和本地区能源形势和节能的重要意义，宣传国家节能方针、政策、法律、法规及地方节能法

规、政策，提高全行业节能意识和资源忧患意识。应当充分发挥中介组织作为政府与企业之间桥梁纽带的作用，组织开展节能经验交流、培训、技术服务等工作，为节能工作主体提供完善的信息服务。应当根据交通运输部连续发布的交通行业节能减排示范项目，紧密结合本企业实际情况，认真加以学习、总结和推广相关经验做法，广泛调动道路运输企业开展节能减排工作的积极性，充分发挥企业在节能减排工作中的主体作用，实现以示范项目带动全行业节能减排工作的持续深入开展。

4 加强车辆技术节能管理，解决“物的不节约”状态

各相关部门应当按照职责分工，督促各级道路运输管理机构严格执行营运车辆准入、运行监管和退出制度，加强各项节能指标考核和管理，禁止节能指标不合格车辆从事道路运输经营活动。一是认真贯彻交通运输部即将颁布实施的《道路运输车辆燃料消耗量检测和监督管理办法》，严格执行《营运客车燃料消耗量限值及测量方法》《营运货车燃料消耗量限值及测量方法》两个标准和《营运客车类型划分及等级评定》《货运汽车及汽车列车推荐车型》两项制度及《辽宁省道路运输车辆年度审验办法》，坚决不允许未经检测燃料消耗量达标的车辆进入道路运输市场。从事高速公路客运、旅游客运和营运线路长度在800km以上的客运车辆，其车辆类型等级应当达到行业标准规定的中级以上。二是强化车辆综合性能检测和技术等级评定，禁止技术等级不达标车辆从事超等级标准的经营活动。坚决不得准许技术等级达不到一级标准的客车从事高速公路和营运线路长度在800km以上的客运经营，不得准许技术等级达不到一级标准的车辆从事危险品运输经营活动，不得准许技术等级达不到二级标准的客车从事400km以上线路客运经营，不得准许技术等级达不到三级标准的车辆从事短途客运和货运经营。三是认真组织落实《汽车维护、检测、诊断技术规范》，全力做好道路运输车辆二级维护保养。应当从严审查从事二级维护作业修理企业的经营资质条件、维修人员资格条件，落实二级维护入厂检验、过程检验和竣工出厂检验三项制度，监督二维企业按照维护规范作业，做到维护不减（漏）项，确保维护质量和车辆技术状况。应当及时依法从严查处不按规定入厂进行二级维护作业的道路运输车辆。四是应当采用政策引导、法规强制、经济鼓励综合手段，积极引导道路运输经营者选用低油耗的车辆投入运营。从外形看，应考虑外形流线型好的车辆；从使用燃料看，应尽可能选用柴油发动机；从车辆运行道路环境看，应选用整车动力和传动系统匹配最佳的车辆分别适用于高速公路、普通公路路况的经济车速运行；从运输线路和客流看，短途运输和客流小的线路应选用小型车辆，长途干线运输和客流大的线路应选用大型车辆。同时，应当通过对相同车型座位、不同品牌车辆的理论油耗和实际运行油耗对比分析，进行最终选型。应当落实提前淘汰老旧车辆更换新车的经济补偿政策，促进车辆更新改造。五是应当督促道路运输经营者建立实施科学的车辆维护制度，确保车辆技术状况良好。道路运输经营者应当严格车辆选购、日常使用和维护管理，并针对不同车辆的技术状况和使用年限及运行线路路况等因素，将运输车辆进行分类细化，实施完善的汽车技术状况检查方法，强化“出车前、运行中、收车后”三检查和“日常维护、一级维护、二级维护”三维护，保持汽车正常的节能技术状况。

5 加强驾驶技术节能管理，解决“人的不节约”行为

各相关部门应当按照职责分工，督促各级道路运输管理机构将驾驶节能内容纳入到目前的普通驾驶员培训和经营性道路运输驾驶员从业资格培训课程中，健全驾驶员驾驶节能技术培训制度；道路运输经营者应当加强聘用驾驶员节能驾驶技术知识培训，提高节能驾驶意识和能力。一是在普通机动车驾驶员培训中，应将节能驾驶的相关知识引入现行的机动车驾驶培训中进行强制培训，并在考试题库增加相关内容。二是在职业驾驶员培训中，应将节能培训作为驾驶节能模式推广的先行者、主力军。针对当前交通运输部并未将节能驾驶有关知识纳入驾驶员从业资格考试大纲的前提下，应当加大对道路运输经营者的引导力度，督促其开展所聘驾驶员的驾驶节能培训。三是应当积极组织开展驾驶节能

知识讲座，举办驾驶节能技术大赛，总结和推广节油驾驶经验，提升驾驶员节能意识和水平。四是应当通过有效途径，督促驾驶员重点掌握节能驾驶要点，主要包括杜绝发动机预热和怠速运转时间过长，杜绝长时间低挡行驶，杜绝离合器经常处于半联运转状态，杜绝加速踏板、方向控制不稳，杜绝频繁变道超车、经常急刹车，杜绝脱挡滑行，尽量避免打开车窗高速行驶，保持轮胎胎压正常，减轻车辆不必要的负载和增强预见性驾驶等。五是应当引导道路运输经营者制定油耗定额标准，建立油耗统计制度，完善考核奖惩制度，加强驾驶节能的监督、考核，对成绩优异的节能驾驶员给予奖励、表彰，对驾驶节能技术落实不到位者进行通报批评、处罚。

6　加强运输组织节能管理，解决“运输效率低下”问题

一是深化企业组织结构调整。引导运输企业以资产为纽带，通过并购、联合、参股等多种方式，实现规模化、集约化经营。扶持集约化程度高、网络覆盖面大、组织方式优的道路运输企业发展。鼓励道路运输企业通过机制创新，创立品牌，提高竞争力。二是深化企业经营结构调整。充分利用高速公路网等基础设施，以大容量、高中档客车为依托，大力发展城际间直达班车客运，推进线路公司集约化经营。大力发展第三方物流，引导货物运输向扩展仓储、配送等运输功能和服务范围。规范货运代理企业经营行为，鼓励诚信经营的网络化货运代理优先发展。适时建立以货运站场为节点的公路货运信息服务系统，实现公路货运信息共享。三是优化客运组织和线路布局。以提高车辆实载率和里程利用率为目标，强化运力调控，严格客运市场准入，合理控制运力增长，坚持实载率低于70%的客运线路原则不再新增运力政策。应当通过行驶记录仪和GPS等科技手段的应用，强化车辆经济速度运行，提高运输组织调度，结合接驳运输，提高车辆实载率。应当大力推进出租汽车电话调度叫车业务和出租停靠（乘降）站点建设，减少车辆空驶。

道路运输行业推广节能减排有效途径之研究

赵锦鹏
（辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘 要：文章结合对辽宁省道路运输行业组织开展节能减排工作情况的深入研究，剖析了目前道路运输行业开展节能减排工作面临的主要问题，提出了创新道路运输发展模式、优化调整运输组织结构、加强从业人员岗位培训的若干建议；并对加快推广道路运输节能新技术，进一步落实节能减排要求提出了新举措。

关键词：道路运输；节能减排；工作措施

1 前 言

近年来，我国国民经济持续快速发展，交通运输作为国民经济发展的先行官起到了重要保障作用；但是，随着社会经济的快速发展，我国能源紧张和短缺以及环境污染问题日趋严重，已严重制约和影响了社会经济可持续发展。目前，节能减排工作已引起了全社会高度重视，我国已将节能减排工作列入了考核各级政府业绩指标，交通运输行业作为能源消耗和环境污染的重点领域，其节能减排工作进展和落实情况引起了全社会广泛关注和重视。道路运输作为交通运输行业的重要组成部分，与人民群众生产和生活密切相关，其节能减排具有明显的社会示范作用。据有关部门提供的统计数据，目前，我国道路运输单位能源消耗量分别是铁路运输能耗的10.6～15.1倍、沿海运输能耗的11.2～15.9倍，内河运输的13.5～19.1倍、管道运输能耗的4.8～6.9倍，仅比民航运输能耗略低，道路运输节能减排大有潜力可挖。道路运输能源消耗主要产生于完成运输活动的各种运输工具或设施以及运输组织或管理部门服务于运输生产活动过程中的能源消耗，因此在道路运输活动中完全可以通过制度创新、技术创新和管理创新实现节能减排。

2 道路运输节能减排工作现状及存在问题

辽宁省道路运输行业近年来节能减排工作主要围绕加强行业节能减排基础工作和优化调整道路运输组织结构两个方面进行，其主要工作如下：

2.1 加强道路运输行业节能减排基础工作

围绕加强道路运输行业节能减排基础工作，辽宁省交通厅运输管理局作为全省道路运输主管部门，近年来主要工作措施一是制定了《辽宁省道路运输节能减排工作方案》，重点从加强驾驶员培训入手，解决人的不节约状态；从加强车辆装备技术管理入手，解决物的不节约状态；从加强运输组织入手，解决运输效率低下的问题。二是制定了道路运输节能减排相关项目规划，实行节能减排指标化管理。《辽宁省道路运输“十一五”发展规划》制定了包括将班车客运和旅游包车客运运力结构调整、清理小车大罐危货车辆、高速公路客运集约化和普通客运集约化经营、车辆安装GPS和行车记录仪、道路运输基础站场建设等指令性指标，以及出租汽车客运运力结构调整、品牌出租汽车创建、厢式货车、多轴重载车辆、集装箱运输企业集约化、危货运输企业集约化等指导性指标。与此同时，把节能减排工作纳入到全省公路文明市县评比考核体系中，签订责任状，落实责任和任务，实行全面的指标化管理。三是充分发挥行业协会的桥梁纽带作用。通过引导企业建立适合本企业实际的节能管理制度，完善对车辆能耗的考核措施，引导企业加强公司化经营改造力度，推行集约化经营，提高车辆

统一管理、统一调度水平，减少空驶浪费。

2.2 优化调整道路运输组织结构

围绕优化调整道路运输组织结构，辽宁省各级道路运输管理机构近年来主要做了几下几方面工作：一是制定实施了《全省营运客车和集装箱货运车辆高速公路通行费优惠政策》等相关经济引导政策意见，有效地促进了客运车辆集约化经营、公司化经营和GPS安装使用以及集装箱车辆、厢式货运车辆的快速发展。二是制定下发了《关于推进道路客运线路集约化工作的指导意见》，促进了客运集约化经营的快速发展，确定了全省道路运输行业推进集约化工作的指导思想、经营模式、线路公司的认定标准、重点发展线路类型和相关要求。据统计，截至2009年底全省完成集约化线路473条、车辆5032台，其中高速公路线路138条、车辆718台，集约化经营的线路和车辆分别占总数的6.7%和30%。通过集约化经营，减少车辆近600台，车辆实载率明显提高。三是制定下发了《关于开展道路客运接驳运输试点工作的通知》，促进了长途客运接驳运输的发展，确定了试点范围为沈阳市内始发的客运线路在市内其他站点的接驳运输，大连市始发的客运线路在大连市辖区内其他站点的接驳运输，各市进京、入关高速公路线路和其他必要线路，规定了参与接驳运输车辆应当具备GPS调度监控等技术条件、运营要求和站点设置等事宜。据统计，截至2009年底全省已有10条主要班线、20余台车辆实行了接驳运输，有效地提高了客运组织化水平，提高了车辆实载率。四是制定了推进GPS和行车记录仪安装使用的规定文件，积极推进GPS全球定位系统和行车记录仪应用，严格车辆运行管理，有效地减少了车辆能源消耗。辽宁省交通厅运输管理局、辽宁省公安厅交通安全管理局通过联合制定下发《关于印发辽宁省道路运输车辆安装使用行驶记录仪和全球卫星定位系统管理规定（试行）的通知》，推进了此项工作有序开展。据统计，截至2009年底全省安装GPS、行车记录仪的客运车辆分别达到7747台、6630台，安装GPS、行车记录仪的货运车辆分别达到14935台、6693台，其中危险货物运输车辆安装GPS比例达到了79%。五是加大了节能减排宣传教育力度。通过组织定购《汽车节能驾驶手册》1600册，免费发放给全省道路运输企业，增强了驾驶员节能驾驶意识；举办驾驶员节能驾驶技能比赛活动，普及节能驾驶知识，提高驾驶员节能驾驶技术本领；通过积极组织各级道路运输管理机构和运输企业，开展节能宣传周活动，增强了全社会和广大从业人员的节能意识。

2.3 开展节能减排工作面临的主要问题

一是节能管理基础工作比较滞后。主要表现在行业能耗统计、监测和评价工作上，基础统计指标尚不尽科学，与国际相对接的行业能效评价和考核体系有待建立。二是节能法制体系不够完善。《节能法》颁布实施后，行业和地方配套的法规建设相对滞后，单纯依靠行业管理或市场调控手段都难以形成“依法用能，依法管能”的局面。三是行业节能标准有待完善。道路运输业能源消耗涉及运距、承载和驾驶员操作水平等多项因素，情况复杂。由于目前百公里能耗没有具体的行业标准，节能监督检查工作困难。四是节能意识还不到位。按照现行车辆管理模式和能源使用办法，企业效益与单车节能没有直接联系，能源消耗成本与单车经营成本不成正比，运输企业和经营业户节能意识还不强。五是基础研究和科技投入有待加强。全省在行业节能领域的研发和技术推广应用方面的资金投入有限，研发能力薄弱，还没有开展较为系统的交通能效研究工作。

3　开展节能减排工作措施建议

3.1 创新道路运输发展的模式，实现资源综合可持续利用

道路运输行业要在充分考虑能源供给状况下适度发展，并采取有力措施落实节能减排任务，要坚决抛弃“高投入、高能耗、高排放、低效率”的发展模式，创建以能源供给为导向的运输发展模式，采取新技术、新手段来提高资源利用效率。从以物质资源消耗驱动的粗放型交通增长方式向集约型转变；从以经济发展为导向的拉动式交通发展模式向以资源节约为导向的推动式交通发展模式转变；从

粗放型的交通消费模式向资源节约型的消费模式转变。

3.2 进一步优化调整运输组织机构，提高运输经营效益

加快推进道路运输企业结构调整，转变道路运输经济增长方式。各级交通运输管理部门要制定政策法规，引导、鼓励企业通过兼并、重组等方式组建技术先进、实力雄厚、管理科学、运营规范的新型运输集团，促进运输生产方式由小单元、分散经营逐步向大规模、集中调度转变，改变运输市场主体结构多、小、散、乱、弱的局面。要以市场为导向，通过综合运用行政、经济管理手段，提高运输组织化程度。通过实施集约化经营、网络化运输，合理配置资源，有效地提高车辆实载率和里程利用率，发挥出道路运输的规模效益，降低物流成本，实现旅客和货物流通的高效、顺畅进行。要合理配置运力，减少资源浪费，通过引导经营者选择最合理、最节油、最安全的车辆承担运输任务，鼓励经营者更新使用大型高级客车，发展集装箱运输、甩挂运输和汽车列车，改善运力结构提高能源利用效率。要积极投入节能、环保、标准化的车辆，严格控制高耗油、高污染机动车，鼓励发展和使用低油耗、小排量的环保型汽车。

3.3 加强节能减排宣传教育，提高道路运输从业人员素质

要提高从业人员的节能减排意识，通过加强道路运输从业人员的培训工作，特别是通过对驾驶员进行节能驾驶培训，督促其养成良好的驾驶习惯，由被动节能转变为主动节能。同时，通过组织开展“节能宣传周”、“节能驾驶技术比赛”等活动，在全社会营造出道路运输行业良好的节能减排宣传氛围。

3.4 大力推进交通节能技术进步，努力降低道路运输能源消耗

加快推进道路运输技术创新步伐，必须大力推进交通节能技术进步，积极组织推广应用先进的节能运输工具，鼓励发展节能环保型汽车，强制淘汰高耗低效的运输工具。同时，也要从改善组织管理和制度厉行节约和挖潜，例如通过做好车辆检测与维护保养，保持车辆技术状况良好，就可以实现燃料消耗的大幅度降低。2003年，道路运输车辆燃油费约占运输总成本的22%，由于近年来国际燃油价格大幅提升，目前，这一比例接近40%。据测算，汽油、柴油价格每吨增加1000元时，客运车辆每人公里的运输成本将增加1分，货运车辆每吨公里的运输成本将增加1.5分，因此，道路运输行业节能减排意义重大。

4 结 论

引导道路运输行业发展一定要处理好道路运输与资源环境之间的互动关系，各级政府交通运输管理部门和道路运输企业，一定要转变传统的管理观念，创新节能理念，通过制定相应政策法规以及标准规范，以适应新形势下节能减排工作发展的要求，确保道路运输与社会资源和环境之间的良性互动，促进道路运输行业又好又快发展。

加大城市道路交通基础设施建设力度的几点思考

季剑阁　卜　刚　贺秋林
（铁岭市交警支队交通警令处，辽宁 铁岭 112000）

摘　要：一个城市道路交通管理能力和水平是反映、评价这个城市社会文明秩序、安全环境以及综合管理水平的窗口。而加大道路交通基础建设，有利于交通管理工作的长远发展，将使交通管理工作更加规范化、科学化。

关键词：城市交通；基础设施；建设探讨

交通管理事业的发展离不开道路交通指挥系统的控制，道路交通基础设施作为交通指挥系统的子系统工程（包括交通信号灯的安装、交通标志的设置以及交通标线的施划等内容），在整个交通管理中正发挥着越来越重要的作用，此项工作已引起了各级交警部门的高度重视，新形势下探索交通基础设施建设工作新机制已成为当今各级交警部门研究的重要课题。

1　现状分析

一个城市道路交通管理能力和水平是反映、评价这个城市社会文明秩序、安全环境以及综合管理水平的窗口，而城市道路交通配套设施建设是城市规划和建设发展的一个重要有机组成部分，必须与之整体谋划、同步协调发展。而目前，我市交通基础设施建设中的信号灯安装、设置交通标志牌、施划标线等工作均由支队雇用临时工人开展，且工作量大、点多、面广，交通信号灯设置、标志设立、标线施划等工作在具体操作实践中由于临时工人缺乏专业知识，加上人力、精力有限，在交通基础设施建设过程中往往不能做到统筹兼顾。工人频繁采取高空作业方式进行信号灯维修、安装或配时，高空作业十分危险，同时在施划交通标线和其他方面施工过程中，临时工人需要在道路中央施工作业，与过往车辆极易发生刮擦碰撞事故，存在严重施工安全隐患。同时交警部门承担过重负担，与法律赋予交警部门的职责不相符合。目前的工作模式在交通基础设施建设方面缺乏调研、论证、需求评价等工作机制，交通基础设施建设工作实际上应该是一项非常慎重而且在整个交通管理工作中摆在相当重要位置的系统工程，对于每一处路段、路口交通标志的设置、交通标线的施划以及交通信号灯的安装都要在前期调研、充分论证、形成调研报告、报领导审批等一系列严谨的工作程序后开展实施，只有这样交通基础设施建设工作才会更加规范、交通管理决策才会更加科学，而目前工作模式缺乏上述环节，单纯依靠基层大队提意见、领导指派任务、出漏洞堵漏洞的方式已远远跟不上交通管理快速发展的步伐。对于新建道路，目前缺乏与财政、建委、供电等相关部门的协调沟通工作机制，在道路施工过程中，不能将道路交通设施与道路同期完工，而是在建委修道结束后，交警负责配套设施安装，而且往往由于财政拨款不到位，出现滞后安装情况，整个道路建设缺乏部门沟通性与整体规划性，目前的交通基础设施建设工作模式往往使交警部门陷入被动局面。

2　实践探索交通基础设施建设的新机制

通过对我市目前交通基础设施建设工作现状的分析，同时借鉴外部城市（如沈阳、鞍山、大连、合肥、抚顺）以及我市各县区交警部门在交通基础设施建设工作方面的先进管理经验，结合我市交通管理工作实际情况，我市在创建交通基础设施建设新机制方面做了如下的实践探索：

2.1 建立与财政、建委、供电等部门的协调沟通工作新机制

在交通设施建设方面建立工作新机制的关键在于与财政、建委、供电等部门的协调沟通，各部门之间需要相互协作、相互配合，形成沟通协作长效工作机制。道路交通管理工作是一项全社会共同参与、各部门分工协作的系统工程，缺乏部门间沟通必将制约交通管理的发展，支队将采取走出去、主动联系、主动沟通的方式，争取其他部门的理解与支持，必要时可上升到政府以文件的形式规范、约束各部门行政的高度（如以道交委名义发文的形式）。

2.2 建立交通基础设施建设工作程序新机制

支队将建立调研小组，调研小组由长期从事道路交通管理工作、有丰富工作经验和具备专业交通管理理论基础知识人员4~5人组成，由专人负责与其他部门进行沟通协调，由4~5人负责对交通基础设施建设的监督和日常维护、管理工作。在工作中对交通基础设施建设逐步形成前期调研→充分论证→形成调研报告→将报告呈报支队领导审批→领导审批通过后调研小组形成设施建设预算→秩序处将预算呈报支队领导审批→履行报财政后续手续→按方案施工→验收合格投入使用→日常管理维护的工作程序，建立严格遵守程序进行道路交通基础设施建设的长效工作机制。

2.3 建立对新建道路交通基础设施建设社会化运作的工作新机制

新建道路时建委通知交警部门，由交警部门对信号灯安装、交通标志牌设置以及标线施划工作做出渠化方案，在建委建道过程中预留过街管线，由交警部门与厂家签订合同，对于新建道路交通设施安装工作，厂家负责交通标志牌的设置和地上交通信号灯的安装，交警部门负责联系专业施工单位完成地下基础部分建设；在整个施工过程中，交警部门负责对厂家设施建设进行全程监督，竣工后由交警部门对设施建设情况进行验收。此社会化运作模式能有效提高工作效率，提升工作质量。

2.4 建立对既有道路交通基础设施的安装与日常维护进行调研工作新机制

支队日常对全市道路交通基础设施进行调研工作，根据调研情况，确定来年新增交通信号灯、新设置标志牌、重新施划标线以及设施维护等项目需要费用，年初做好预算后报财政，为来年开展工作做好准备。在工作开展过程中，依然采取社会化模式，交警部门与厂家签订合同，厂家负责交通标志牌设置和地上信号灯安装，交警部门继续负责联系专业施工部门完成地下基础部分建设，交警部门对工作进行监督和验收。

2.5 建立对交通设施工作人员、物品规范化管理工作新机制

目前，支队在交通基础设施建设方面雇用临时工多达15人，多数临时工人毫无交通设施建设工作经验，且不具备专业知识，在高空作业安装信号灯与施划交通标线过程中，存在极大人身安全隐患。采取社会化运作模式后，可有效消除隐患，只保留有施工经验、具有专业知识的临时工人4人即可，在相关负责人的带领下，负责对全市交通基础设施的管理和维护工作；对于支队用于存放交通基础设施的仓库，建立仓库保管员制度，建立交通基础设施入库、出库登记台账制度，逐一对交通基础设施存放及取出情况进行登记，从而进一步加强对人员和物品的规范化管理。

2.6 建立交通基础设施信息档案制度

支队将对全市道路交通基础设施建立信息档案，对全市交通基础设施进行一次彻底排查调研，对街、路的名称、长度、宽度、走向、道路上目前拥有的停车泊位的具体位置、数量等内容形成信息档案；在交通标志方面，将交通标志牌设置的具体位置、图片、设置数量等形成信息档案；在交通标线方面，将标线施划面积、每次施划时间、施划费用支出等内容形成信息档案；在交通信号灯方面，将已投入使用的交通信号灯数量、生产安装厂家、信号灯型号、安装投入使用日期、规定使用寿命年限等内容进行分类梳理形成信息档案进行存档备案。通过调研，支队将逐步实现“路有档案、灯有档案、线有档案、牌有档案”的工作目标，通过建立交通设施信息档案，支队将全面掌握交通基础设施第一手信息资料，为日后交通基础设施日常维护、管理工作打下基础。

2.7 建立对施工车辆等设备使用管理工作新机制

目前，支队拥有3辆画线车、1辆升降车，采取社会化工作模式后，支队计划将节省警力结合有关人员组成调研小组，对全市目前停车泊位设置情况进行一次全面基础调研，对全市停车泊位重新进行统一规划，而目前拥有的画线车辆正符合了开展此项工作的需要。同时，今后对于有需求施划停车泊位的单位、新建住宅、商场、街区，支队将按单派出画线车辆进行作业施工，可按施工量、车辆磨损及燃油损耗收取一定费用。而升降车辆将用于对交通信号灯的日常维护和调试上，这样可避免设备闲置，实现资源最大化的合理利用。

3　交通基础设施建设新机制带来的新启示

3.1 设施建设将更加规范、科学

目前，支队雇用的临时工人缺乏交通设施建设方面专业知识，并且人海战术已经不能适应当前交通管理发展的需要。设施建设走社会化运作模式，交警部门对信号灯安装、交通标志设置、交通标线施划等工作均委托有资质的专业施工单位进行，施工单位有专业的设备、专业的团队、专门的人才，将使设施建设工作更加规范、科学，更符合交通管理发展的需要。

3.2 变被动工作为主动工作

一个城市随着经济社会的发展、人口总量的不断增加、机动车保有量的不断增长，城市道路交通控制系统特别是交通基础设施建设需要随着车流量的变化而做出相应调整，这符合城市发展的需要。而目前，在交通设施建设方面单纯依靠基层大队提意见、领导指派任务、路口调配时、出漏洞堵漏洞的方式，使交通管理在交通基础设施建设方面处于十分被动局面。同时，缺乏对安装基础设施进行调研论证环节，交通控制系统尤其是交通基础设施建设没有发挥出其前瞻性与导向性作用。采用社会化运作模式，可将工作重心向交通基础设施调研方向转移，将节省出的警力和人员用于日常基础设施管理、调研上，及时发现交通设施中存在的问题和隐患，及时进行排查治理，使设施建设变被动为主动，使交通管理决策更加科学。

3.3 使交警部门与隐患责任相分离

目前，设施安装过程中，支队雇用工人频繁采取高空作业方式进行信号灯维修、安装或配时，高空作业十分危险，同时在施划交通标线过程中，临时工人需要在道路中央施工作业，与过往车辆发生刮擦碰撞几率加大，存在严重安全隐患，一旦发生安全事故，交警部门将承担不可推卸的责任，实际上，支队已发生过此类施工安全事故。走社会化运作模式，将消除此类安全隐患，将交警部门与隐患责任相分离开来。

3.4 节省大量开支

采用社会化运作模式，支队将不必支付临时工人开资、画线耗油费、伙食费以及施工过程中产生的其他费用，预计每年可节省近20万元。

综合来看，道路交通基础设施建设形成新机制后，交警部门将省心、省钱、省力，并且将大幅度提高工作效率和工作质量，符合当下交通管理发展的需要，有利于交通管理工作的长远发展，将使交通管理工作更加规范化、科学化。

高架轨道交通振动的传播及环境影响研究

王 鹏 黄卫东
（同济大学交通运输学院，上海 201804）

摘 要：随着我国经济持续高速发展，城市规模日益扩大，振动与噪声对大都市生活环境和工作环境的影响引起了人们的普遍关注。国际上已把振动列为七大环境公害之一，并开始着手研究振动噪声的污染规律、产生原因、传播途径、控制方法及对人体的危害等。对于高架列车所引起的振动问题，目前还没有形成一套统一、有效的研究方法或建议，因而无法很好地为实际工程提供指导。为进一步认识高架列车引起的振动在周围地表和周围建筑内的传播规律以及对人体舒适度的影响，下面根据有限元分析原理，运用ANSYS工程分析软件，建立了高架轨道交通振动理论分析模型，对高架交通振动在地基中的传播进行了模拟和分析，找出其传播的规律，详细总结了其传播特性；同时分析得出高架轨道交通引起的环境振动对周边建筑的影响。最终结果表明高架振动对人体舒适度确有影响，但对于精密仪器的使用以及古建筑保护影响更大。

关键词：高架桥；轨道交通；建筑；传播规律；环境振动

1 前 言

随着城市化的加速，很多城市把发展轨道交通作为缓解交通压力的重要手段之一。这些轨道多穿越住宅密集区、工业、商业区，上面车辆运行时产生的振动和噪声，通过土体传播到邻近建筑物，使建筑物的墙体和楼板振动，并产生二次噪声。近年来，由于新的结构材料、结构体系、施工方法和新的结构分析方法的采用，现代工程结构变得更轻、更柔、跨度更大，这些结构在轨道车辆振动作用下，很容易产生较为显著的动力响应。这些动力响应虽然不足以使结构出现安全性问题，但是其带来的结构振动常常会给其中的居住者带来不适感，导致了居住者出现紧张甚至恐慌心理，降低了工作环境质量，影响了工作效率。由于城市轨道交通系统投资巨大，一旦建成则很难改线和迁移，而建筑物正常情况下也具有较长的使用年限，轨道交通的振动污染一旦形成将长期存在。今后，随着载重的不断增加、车速的不断提高以及运营线路的不断增加，轨道交通引起的振动会越来越大；此外，随着人们对生活质量要求的不断提高以及精密仪器的广泛使用，对于振动的影响已经受到普遍关注。国际上已经把振动列为七大公害之一，并开始着手研究振动污染以及振动产生的原因、传播路径与控制方法以及对人体的危害等[1]。据有关国家统计，除工厂、企业和建筑施工之外，轨道交通系统引起的环境振动（主要是建筑物振动）是公众反应中最强烈的。由高架系统引起的振动，由于其影响人群数量大、持续时间长、振动水平高等特点，已经引起了公众的强烈反应。

日本是环境振动污染最严重的国家之一，在其《公害对策基本法》中明确振动为七个。

典型公害的同时，规定必须采取有效的措施限制振动。在“限制振动法”中特别对交通振动规定了措施要求，以保全生活环境和保护人民的健康。为此，青木一郎等分别就交通车辆引起的结构振动发生机理、振动波在地下和地面的传播规律及其对周围居民的影响进行了研究，提出了对周围环境振动水平的预测方法[2]。日本铁道技术研究所还就新丁线高速列车对环境振动的影响进行了现场测试，分析了车辆、轨道、桥梁、地面等不同部位的振动特点，并研究了不同类型的隔振屏障的隔振效果。在捷克，针对在交通线附近的古建筑因车辆通过引起的振动而产生裂缝甚至古建筑倒塌等严重问题，进行了现场测试和调查。通过对实测数据的统计分析，主要从降低行车速度、减轻荷载重量、提高路

面平整度等方面提出了减小振害的措施[3]。面对公众的强烈反应，英国铁路管理局组织其研究发展部技术中心对铁路车辆引起的地面振动进行了测试。主要就行车速度、激振频率和轨道结构参数的相关关系以及共振现象等进行了试验研究。

在美国，切比等则研究了地铁列车的振动波在不同地层中的传播路径、衰减特性以及邻近建筑物的二次振动和噪声问题[4]，并针对铁路车辆引起的噪声和振动提出了通过改善道床结构形式采用浮板式道床和改革铁路车辆转向架构造以减小轮轨接触力，从而降低地铁车辆引起的结构噪声和振动的建议[5]。还有Genady Shagal，Doug G.MacMynowski，Konstantinos Vogiatzis[6]等美国学者通过建立基于ANSYS代码的FE模型，分析了在不同土质地基的情况下，由于气流运动带来的望远镜振动，他们采用的非反射边界分析以及3D线弹性谐波分析都对我们的研究有很大启发。

在国内，虽然大城市发展得较晚，但随着现代化的进程，交通系统大规模发展的趋势是极为迅速的。由于城市轨道交通系统包括地下铁道和城市高架轻轨具有运量大、速度快、安全可靠、对环境污染小、不占用一般道路等优点，成为解决城市交通拥挤和减少污染的一种有效手段。在我国，目前已经拥有或正在建设地下铁路系统的城市越来越多，而且不少城市已经建成或正在筹建高架轻轨交通系统。近年来已经出现了有关城市交通系统建设中“车辆—结构振动”可能影响周围环境和周边建筑物内居民生活和工作的公众反映的预测。以兰州铁道学院和北京地铁科研所为主进行了几次地铁区间隧道列车振动测试与分析；1985年，潘昌实和刘维宁在西安—延安线东坡隧道进行了列车振动测试和有限元分析[7]；1988年潘昌实和谢正光在北京地铁崇文门—前门区间进行了列车振动测试和动态响应分析；1990年，潘昌实和李德武等又在北京地铁木樨地—军事博物馆区间进行了列车振动试验。1998年以来，在北京交通大学土木建筑工程学院夏禾教授的主持下，在北京和沈阳郊区的铁路线上进行了数次列车振动对环境影响的试验。北京市地铁总公司、北京市城建设计院、北京市环境保护局、铁道部科学研究院等单位也已经开始结合我国的北京、上海、沈阳、青岛等一些大城市修建地铁、轻轨交通系统时车辆引起的环境振动的工程实际进行研究，发表了有关地铁轻轨车辆作用下隧道及高架桥梁的振动、振动波的传播及其对周围环境和建筑物影响的初步研究成果。

2　高架轨道交通引起场地和建筑物振动的数值模拟

2.1 模型建立的理论基础

根据对轨道交通引起环境振动的研究方法的分析，可以采用数值分析的方法对这类问题进行研究和求解。高架轨道交通引起的环境振动问题是一个十分复杂的问题，它涉及车辆、高架、地基及建筑物的诸多因素，目前通常采用轨道–高架桥梁–地基–建筑物的模态处理方法，本文在建立模型时，忽略了轨道的作用，将振源位置直接设定在高架桥梁表面，这在许多分析中被验证是可行的。

本文利用有限元法对这一问题求解，有限元法是一种利用电子计算机分析结构的方法，它与运用数学解析方法分析结构的微分方程方法不同。用有限元法进行结构分析时，通常采用位移法，即把各单位体各节点的位移作为基本未知量求解。

目前，可进行有限元分析的软件发展成熟的有好几种，本文采用在土木工程中常用的大型通用有限元软件ANSYS来计算分析。

2.2 计算模型简介

本文将根据有限元分析基本步骤，利用ANSYS建立有限元模型，通过施加合理的边界条件，求解相应微分方程得到所需的结果。其中的有限元分析模型是根据实际情况做了一系列简化得来的。

建筑物结构模型采用的是简单的两幢连体式的公寓结构，为18层的钢筋混凝土框架结构，主要模型参数见表1。建筑结构的主要材料参数为：楼板采用C30混凝土，弹性模量为$E=3.0\times10^4$MPa，其他构件采用C40混凝土，弹性模量取$E=3.25\times10^4$MPa，密度统一取2700kg/m^3；建筑物基础采用与框架柱对应的桩基础，材料参数与框架柱相同。建筑的框架柱模型由16根柱构成（建成后最大线单元编号为

288），外环梁有18根（建成后最大线单元编号为432），内框架梁有6根（建成后最大线单元编号为540）；建筑的次梁模型每层内框架有9根（建成后最大线单元编号为702），楼层板共631块，外墙共527块。建筑结构平面图见图1。

表1　框架结构主要模型参数

构件	框架柱	外框架梁	内框架梁	次梁	筒体墙	楼面板
参数（mm）	1000 × 1000	400 × 600	500 × 800	300 × 500	300	200

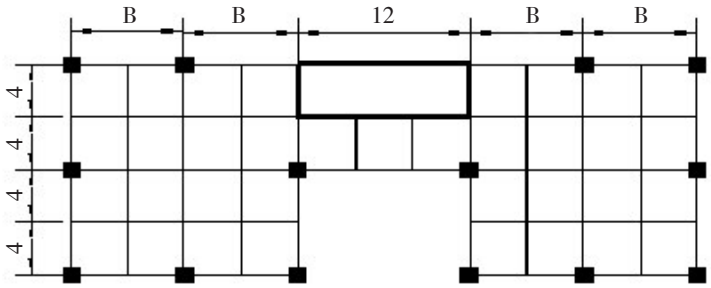


图1　建筑结构平面图

地基模型的建立更多考虑的是土自身的各种性质，如弹性模量、阻尼系数和泊松比，这些是影响振动波传递的主要因素。此外，为了计算不失真和有效减少计算量，模型需要引入人工边界，

本文主要参照上海地铁线周边地质进行建模，数值模拟采用的材料都假设为弹性材料。边界条件采用黏弹性人工边界，其瑞利阻尼系数取α=0.02，β=0.005。根据实际，考虑现有水平，将输入的载荷简化为正弦波，频率为40Hz，振幅大小为70kN，作用位置在高架中心位置。（本文中X方向为建筑物平行高架方向、Y方向为建筑物垂直高架方向、Z方向为建筑物垂直地面方向）

最后，把建好的地基模型进行网格化，在之上建立简单的高架模型，并确定地基土与高架和建筑物间的相互作用关系，即完成了整个模型的建立，见图2。

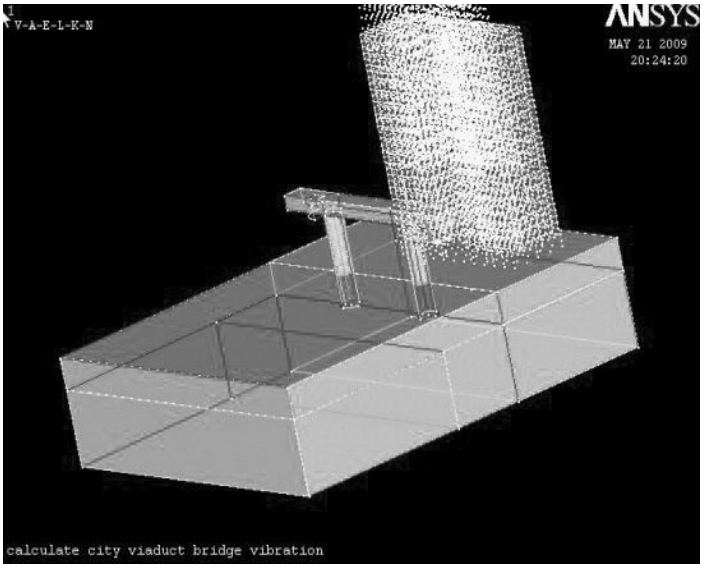
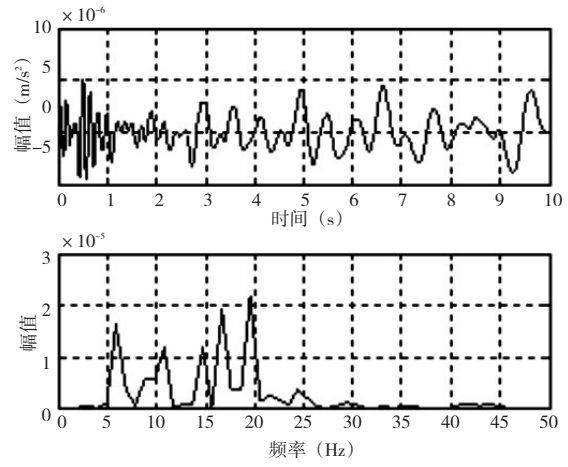


图2　分析结构模型

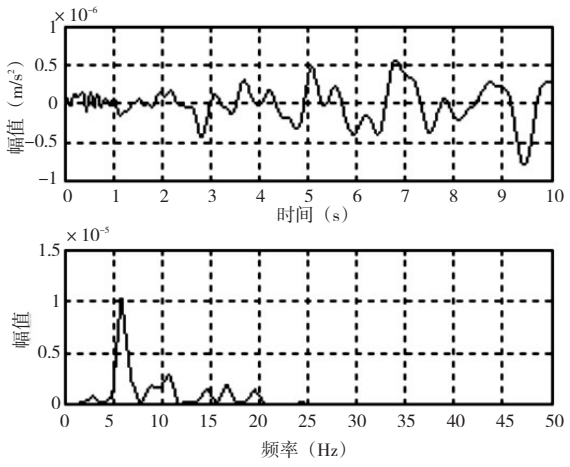
2.3　振动在地面的传播规律分析

2.3.1　加速度和速度的时程谱及功率谱分析

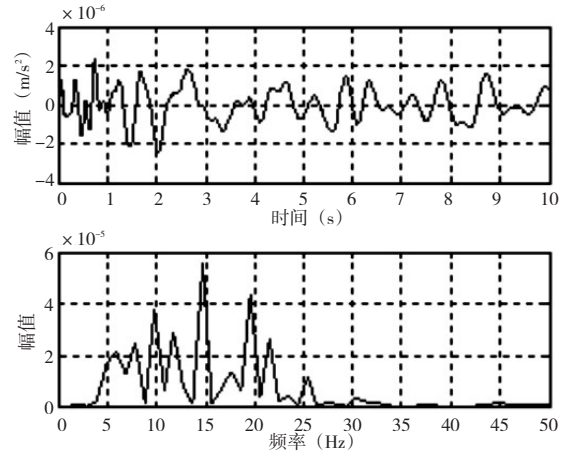
图3、图4分别为距高架轨道中心线2m、15m处地面点各方向的加速度和速度的时程谱。



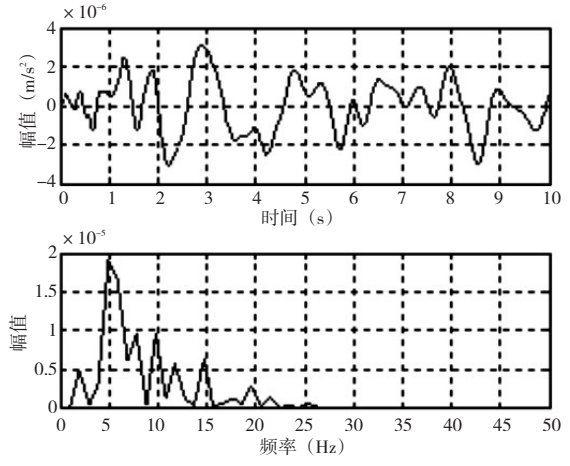
X方向加速度



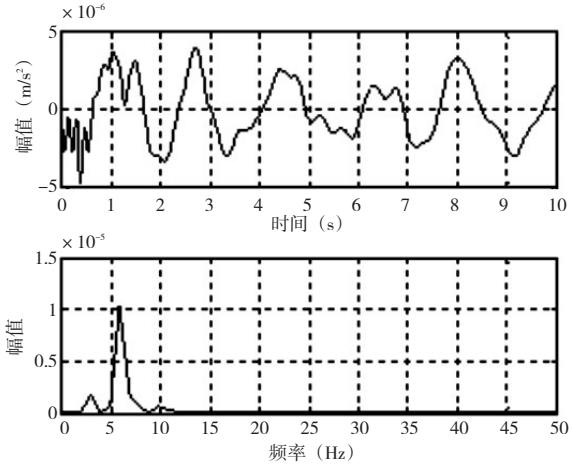
X方向速度



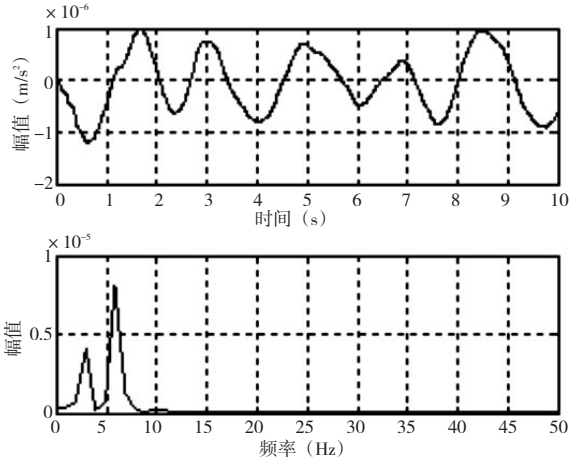
Y方向加速度



Y方向速度

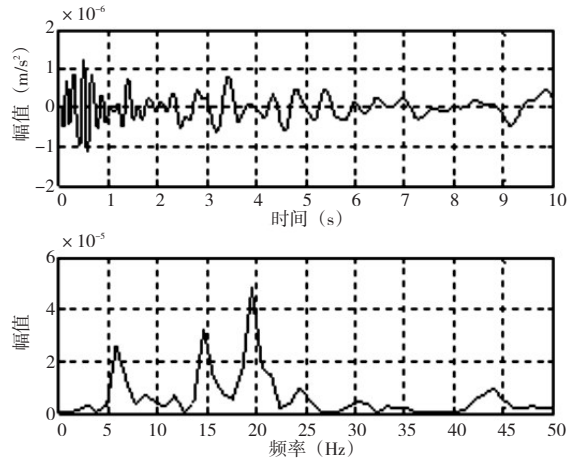


Z方向加速度

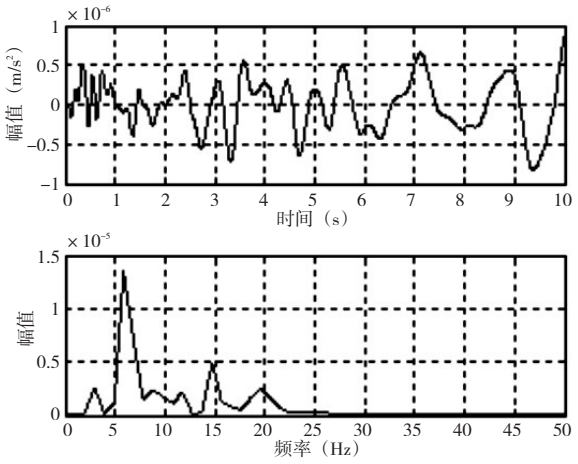


Z方向速度

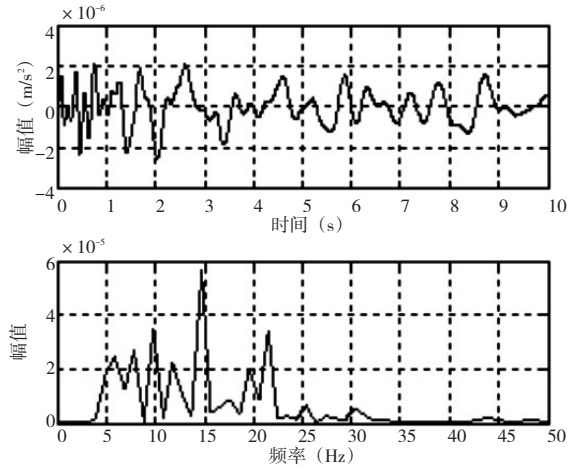
图3　距高架轨道中心线2m处地面点各方向的加速度和速度的时程谱



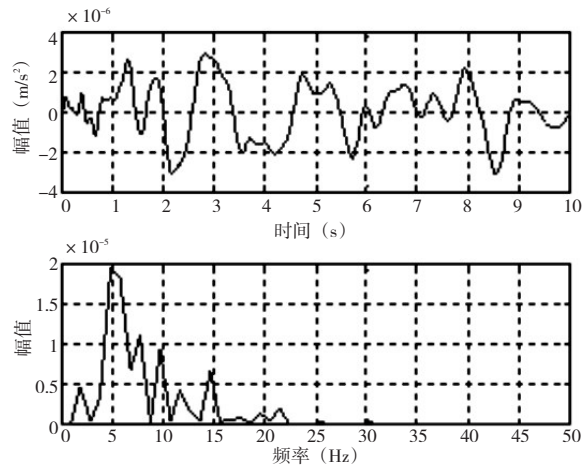
X方向加速度



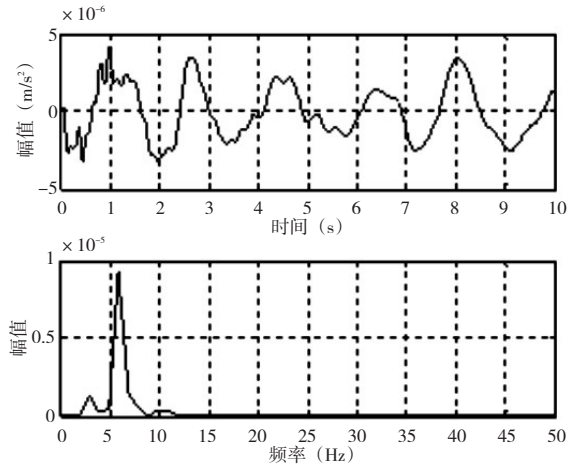
X方向速度



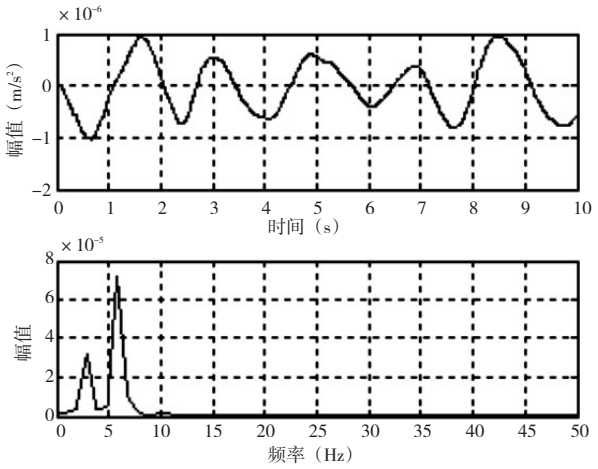
Y方向加速度



Y方向速度



Z方向加速度



Z方向速度

图4　距高架轨道中心线15m处地面点各方向的加速度和速度的时程谱

从上面两组图中可以看到：高架轨道列车在地面产生的振动具有明显的方向性，产生的水平方向振动加速度（X、Y方向）主要以 4～25Hz的低频率为主；而产生的竖直方向振动加速度（Z方向）主要以0～10Hz的低频率为主。在量值上，竖直方向的加速度和速度大小明显大于水平方向的加速度和速度大小。这说明，高架轨道列车在地面上产生的振动主要以竖直方向为主，在进行粗略分析时可以仅考虑竖直方向的振动影响。另外，还发现在水平方向的振动加速度和速度也有明显的方向性，垂直高架方向的振动加速度和速度大小明显大于沿着高架方向的振动加速度和速度大小。

2.3.2 高架轨道列车振动在地面传播规律分析

表2和图5给出了距离高架线路不同距离的加速度振级（X、Y、Z三个方向）变化情况：

表2　距离高架线路不同距离的加速度振级

单位：dB

距离高架线路距离（m）	0	7.5	11.5	15	23.5	32	40.5	49	57.5	66	74.5	83	91.5	100
X方向	53.2	52.4	50.1	48.7	50.9	50.9	48.7	48.1	46.8	45.2	43.9	44.3	45.8	43.9
Y方向	64.2	73.9	72.6	71.8	70.5	68.6	67.8	66.9	66.5	65.7	66.9	66.3	64.2	63.1
Z方向	85.3	81.5	81.6	82.2	80.4	79.1	76.2	74.8	73.5	71.8	70.5	69.9	68.8	67.2

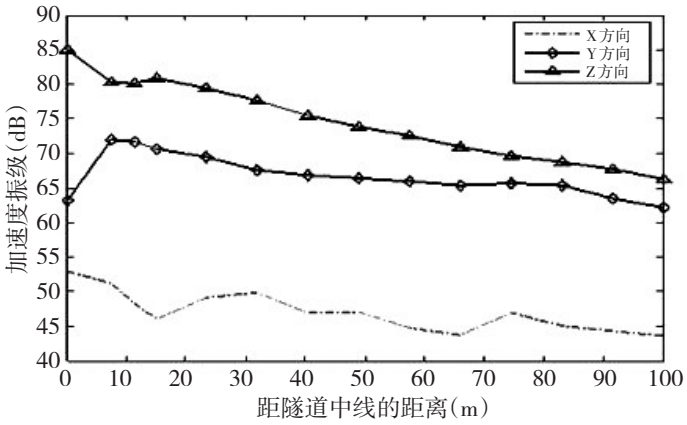


图5　距离高架线路不同距离的加速度振级变化情况

可以看到：总体来说，高架轨道列车分别在X、Y、Z三个方向上在地面产生的振动振级随距高架中心线距离的增大而减小，这个规律与波在半无限体表面的传播规律是非常吻合的。但还可以看到，虽然在沿着高架中心线方向（X方向）的水平加速度振级随距高架中心线的距离总体来说是呈减小的趋势，但曲线出现很大的波动现象，可以发现，在距离高架中心线十几米的地方，高架轨道列车产生的垂直高架中心线（Y方向）的水平加速度振级曲线产生一个明显的拐点，即振级先随距离增大而增大，达到峰值后才减小，这与以前人们所做研究结果较为契合。分析其原因，可能是由于高架结构本身的影响，即高架轨道列车产生的振动波首先要经高架结构传播至周围土体，而高架结构是一个有形状有边界的媒介，振动波在其中传播必然受其影响。

从上面的计算结果来看，高架轨道列车在地表面上产生的振动主要以竖直方向的振动为主，水平方向的振动振级量值相对较小，且衰减较快，很快降到70dB甚至67dB以下，根据现行的《城市区域环境振动标准》，在没有特殊要求的情况下，在分析高架轨道列车在地表面上产生的振动影响时，仅考虑竖直方向的振动是可以的。

2.4 振动对建筑物的影响分析

交通振动对于建筑物结构的安全破坏作用很小，甚至可以忽略不计；它主要影响建筑内人们居住

的舒适度、精密仪器的使用以及可能对建筑外观造成影响。在振动下引起的建筑物的损伤，不仅取决于振源引起的建筑物振动的剧烈程度，而且受到建筑物本身的结构强度、建材特性以及动力特征等的影响。结构响应不仅取决于激励的大小，而且受频率的影响，结构损伤往往跟地面的振动的幅值及其占优频率有关[8]。表3列出了建筑物模型的前十阶自振频率。

表3 建筑的前十阶自振频率

阶数	1阶	2阶	3阶	4阶	5阶	6阶	7阶	8阶	9阶	10阶
数值（Hz）	1.5881	2.5657	3.1313	5.4242	6.4603	6.5797	6.8005	6.8321	7.0473	7.0536

为表示方便，对框架结构楼层各测点进行编号，编号方式见图6。本文中，建筑平行高架是指建筑长轴（1点与8点连线方向）与高架中心线平行的位置，建筑垂直高架是指建筑短轴（1点与25点连线方向）与高架中心线垂直的位置。除特殊说明外，本文的建筑与高架的位置是相互平行的。

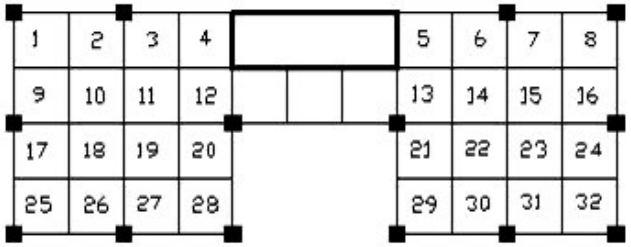


图6 框架结构楼层测点编号示意图

选取第一层、第四层、第九层及第十八层4点（上图对应位置点）对应楼板中心点作为代表，分别求出高架轨道列车引起建筑物对应位置处X、Y、Z三个方向上的加速度和速度的时程及其功率谱（出于方便，时程及功率谱的图不再列出）。从加速度功率谱中可以看到，高架轨道列车在建筑物地板上产生的振动也具有明显的方向性，产生的水平X方向振动加速度主要以10～20Hz的低频为主；水平Y方向振动加速度主要以0～10Hz的低频为主；而产生的竖直方向振动加速度（Z方向）主要以0～10Hz的低频为主。除第一层的楼板由于直接和地面接触外，其他楼层的加速度和速度频率成分基本一致。

表4~表7分别列出了高架轨道列车在建筑内引起的加速度振级、加速度最大值、速度最大值和位移最大值随楼层变化情况（以建筑最近侧离高架中心10m的情况为例）。

表4 加速度振级随楼层变化（建筑最近距离高架中心10m）

单位：dB

楼层	X	Y	Z	楼层	X	Y	Z
第一层	49.9517	64.6387	70.3343	第十层	39.3388	69.102	70.3791
第二层	47.2314	65.0884	70.3381	第十一层	40.9413	69.7993	70.3814
第三层	45.7196	65.2769	70.3433	第十二层	42.8690	70.4936	70.3899
第四层	44.4289	65.5045	70.3484	第十三层	44.7760	71.1792	70.3967
第五层	43.0937	65.9149	70.3513	第十四层	46.4964	71.8504	70.4033
第六层	41.6873	66.4523	70.3587	第十五层	48.0407	72.5020	70.4092
第七层	40.2919	67.0671	70.3632	第十六层	49.3755	73.1291	70.4103
第八层	39.1148	67.7255	70.3693	第十七层	50.5686	73.7282	70.4185
第九层	38.6582	68.4081	70.3738	第十八层	50.9087	74.2964	70.4236

表5　各层加速度最大值

单位：m/s^2

楼层	X	Y	Z	楼层	X	Y	Z
第一层	0.0026	0.0095	0.0063	第十层	0.00036	0.0069	0.0063
第二层	0.0017	0.0081	0.0063	第十一层	0.00049	0.0068	0.0063
第三层	0.0013	0.0084	0.0062	第十二层	0.00075	0.0065	0.0063
第四层	0.0011	0.0081	0.0063	第十三层	0.0011	0.0061	0.0063
第五层	0.00084	0.0079	0.0063	第十四层	0.0014	0.0059	0.0063
第六层	0.00069	0.0077	0.0063	第十五层	0.0018	0.0066	0.0064
第七层	0.00048	0.0075	0.0063	第十六层	0.0019	0.0080	0.0064
第八层	0.00036	0.0071	0.0063	第十七层	0.0024	0.0094	0.0064
第九层	0.00035	0.0070	0.0063	第十八层	0.0027	0.0113	0.0064

表6　各层速度最大值

单位：m/s

楼层	X	Y	Z	楼层	X	Y	Z
第一层	1.02E−04	8.39E−04	0.0019	第十层	3.19E−05	0.0032	0.0021
第二层	4.97E−05	0.0011	0.0021	第十一层	3.47E−05	0.0033	0.0021
第三层	4.14E−05	0.0013	0.0021	第十二层	3.78E−05	0.0037	0.0021
第四层	3.18E−05	0.0014	0.0021	第十三层	4.10E−05	0.0039	0.0021
第五层	2.43E−05	0.0017	0.0021	第十四层	4.12E−05	0.0043	0.0021
第六层	2.31E−05	0.002	0.0021	第十五层	4.77E−05	0.0047	0.0021
第七层	2.51E−05	0.0023	0.0021	第十六层	5.11E−05	0.0049	0.0021
第八层	2.69E−05	0.0025	0.0021	第十七层	5.48E−05	0.0051	0.0021
第九层	2.95E−05	0.0028	0.0021	第十八层	5.79E−05	0.0054	0.0022

表7　各层位移最大值

单位：m

楼层	X	Y	Z	楼层	X	Y	Z
第一层	4.58E−05	3.05E−04	2.84E−04	第十层	3.79E−06	3.00E−04	3.39E−04
第二层	6.41E−06	4.82E−04	3.36E−04	第十一层	4.36E−06	3.20E−04	3.39E−04
第三层	4.66E−06	1.10E−04	3.36E−04	第十二层	4.92E−06	3.50E−04	3.40E−04
第四层	4.06E−06	1.40E−04	3.37E−04	第十三层	5.50E−06	3.80E−04	3.40E−04
第五层	3.43E−06	1.70E−04	3.37E−04	第十四层	6.10E−06	4.00E−04	3.40E−04
第六层	2.80E−06	1.90E−04	3.38E−04	第十五层	6.72E−06	4.30E−04	3.40E−04
第七层	2.23E−06	2.20E−04	3.38E−04	第十六层	7.36E−06	4.50E−04	3.40E−04
第八层	2.72E−06	2.40E−04	3.39E−04	第十七层	8.07E−06	4.80E−04	3.40E−04
第九层	3.24E−06	2.70E−04	3.39E−04	第十八层	8.82E−06	5.10E−04	3.40E−04

从表4加速度振级随楼层变化情况中可以看到，X、Y和Z三个方向的加速度振级随楼层的变化趋势是不同的：X方向加速度振级随楼层先减小后增大，基本上是从中间层，即第九或第十层开始转折的；Y方向加速度振级则是随楼层逐渐增大的，最后甚至超过竖直方向的加速度振级；Z方向加速度振级随楼层基本没有变化，总体趋势是小幅增加。以往的研究认为，随距离增大而振动强度减弱的规律也适用于沿线建筑物，即由于列车运行所引起的地面水平振动，因为在传播过程中的衰减要快于垂直方向，因而沿线建筑物内垂直方向的振动将大于水平方向的振动。但从数值模拟分析得到的实际结果来看，这与之前的认识还是有着一定的出入。而目前，在这方面的研究还很少，有待进一步的工作进行验证。

加速度、速度和位移最大值在三个方向上的变化情况同加速度振级基本一致，并且可以发现，最大值都是出现在水平Y方向的。

3 结 论

本文针对我国城市高架轨道交通运行期间诱发周围环境振动的实际问题，采用数值模拟的方法，较为系统地研究了城市高架轨道交通车辆运行诱发的振动在周边环境、高层建筑中的传播规律及其影响情况。主要得到以下几方面的结论：

（1）建立了高架交通有限元模型，并考虑振动波传播时的阻尼及边界问题，分析高架振动对地面环境的影响情况。列车在地面产生的振动频率具有明显的方向性，产生的水平方向振动加速度（X、Y方向）主要以 4～25Hz的低频率为主；而产生的竖直方向振动加速度（Z方向）主要以0～10Hz的低频率为主。列车在地表面上产生的振动量值上也具有明显的方向性，并且主要以竖直方向的振动为主，水平方向的振动振级量值相对较小，且衰减较快，在没有特殊要求的情况下，分析列车在地表面上产生的振动影响时，仅考虑竖直方向的振动是可以的；通过与已有的实测结果及研究成果的对比，本文的研究结果基本与其一致，尤其是在一般规律上，这说明本文采用分析模型及分析方法是符合要求的。

（2）高架轨道列车在建筑内各层引起的振动的变化规律为：建筑内X方向加速度振级都是随楼层先减小后增大，转折点基本上都是从中间层，建筑内Y方向加速度振级都是随楼层增加而增大，建筑内Z方向加速度振级基本不随楼层变化。列车在建筑内引起的振动随建筑距高架中心线的距离的增大呈减小的趋势。由于建筑内Y方向加速度振级随楼层增加而增大，安置仪器设备应选择底层，并注意振动的方向性，避免仪器的振动敏感方向与高架引起振动较大的方向一致。

（3）由列车振动引起的沿线地面建筑物的振动，其振级的大小与高架轨道列车的运行速度、建筑物与高架轨道线的距离以及建筑物的结构形式、结构刚度和基础类型等有关。车辆速度越大、建筑距离线路越近振动强度越大。通过调整房屋结构体系的刚度，改变结构自振频率，减少主振源与房屋结构之间由于低频耦合作用可能产生的共振现象，也可以有效地降低振动的强度。另外，地基弹性很大程度上影响着建筑物对振动的感应程度，地基的刚性越强，建筑物内振动响应越低。

（4）在本文主要关注的距离对振动影响的问题上，可以看到“随着距离线路距离的增大振动逐渐减小”这一规律，但是在距离达到某一值时，会出现振动反弹然后再减小的现象，这个距离的具体值受诸多因素影响。所以，我们在做好距离控制的同时，应避免出现线路与建筑物之间距离恰好处在那个特定位置的情况。

限于作者水平与实验条件，在高架振动问题上还有许多方面有待进一步的解决，主要包括：

（1）本文为了简化计算量及计算时间，主要材料参数都是假设为弹性材料来考虑的。但实测和研究表明高架轨道的长时间运营将可能引起地表沉陷、砂土液化等现象。这些现象进一步会影响地表建筑结构的安全问题，产生不均匀沉降、开裂甚至倒塌等严重后果。而如何更好更加准确地揭示这些现象发生的机理，不可避免地需要采用更加合理的结构模型及材料模型。

（2）本文进行计算和分析主要采用的是垂向振动荷载，而实际上车辆在运行过程中轮轨之间还产生横向振动荷载。有时水平振动所产生的影响甚至大于垂直方向，但是目前还未见到相关方面的研究公开发表。

（3）本文虽然探讨了振动信号的处理方法，但是由于个人能力及时间等原因，在数值模拟时只是将振动信号简化为正弦波，施加在高架中心位置（有放大作用），而没有作深入分析，使得本文结论只能做到定性而非定量。

（4）交通车辆引起结构振动通过地层传播，引起地下结构和邻近建筑的二次振动和噪声问题，本文没有探讨，而且目前也缺少在此领域内的研究。

参考文献

[1] 夏禾，吴萱，于大明. 城市轨道交通系统引起的环境振动问题［J］. 北京交通大学学报，1999（4）：23-26.

[2] Fujikake T. A prediction method for the propagation of ground vibration from railway trains［J］. J of Sound and Vibration，2006（2）：111-118.

[3] Beta M. Effects on buildings of vibrations caused by traffic［J］. Building science，1971（2）：21-24.

[4] Kurzwell L. Ground-borne noise and vibration［J］. J of Sound and Vibration，1982（2）：86-89.

[5] Wilson G P. Control of ground-borne noise and vibration［J］. J of Sound and Vibration，2005（3）：87-93.

[6] GenadyShaga，DougG，MacMynowski，KonstantinosVogiatzis. Finite Element Analysis of TMT Vibrations Transmitted through Telescope-Enclosure-Soil Interaction，Department of Control and Dynamical Systems［M］. California Institute of Technology，2008.

[7] 潘昌实. 地铁区间隧道列车振动测试与分析［J］. 土木工程学报，1990，23（2）：21-28.

[8] Dowding C H. Construction vibration［M］. Prentice Hall，1996.

交通噪声污染及其防治措施

柳君鑫
（沈阳建筑大学市政与环境学院，沈阳 110168）

摘 要：目的：为了给人们创造安静、舒适的生活环境提供可靠的依据；方法：通过数据分析目前交通噪声存在增加的趋势~以及噪声对人的危害，并通过理论和实际分析；结果：阐述了交通噪声治理上存在的相关问题，同时提出了切实可行的交通噪声的防治对策；通过对噪声问题的分析和研究，对交通噪声的防治具有指导借鉴作用。

关键字：数据分析；理论和实际分析；交通噪声；防治对策

随着城市化进程的发展和居民生活方式的改变，居住区环境的噪声污染日益严重，这已成为影响人们身心健康和生活质量的严重环境问题，其中交通噪声便是城市环境噪声的主要来源，已占到城市环境噪声的30%~50%，在大多数城市中，有关噪声的投诉事件占总环境投诉事件的40%~50%，居于环境投诉事件的首位，因此减少交通噪声，改善城市的声环境，提高人们的生活质量势在必行。

1 噪声的危害

世界卫生组织（the World Health Organization）已指出，噪声不仅影响人的精神状态，同时也能对人的生活质量产生严重的影响。噪声对人的影响体现在对人的生理方面和心理方面的影响。

1.1 噪声对人生理方面的影响

噪声对人生理方面的影响主要体现在听力方面，其影响程度取决于噪声的强度和人处于噪声环境中的时间长短，当噪声超过85～90dB（A）时，将严重影响人的听觉，会使人出现耳鸣、听力水平下降等状况。国外的研究显示，长时间处于噪声环境中会导致人体的血压升高、心跳加速，同时伴随血液中的胆固醇和葡萄糖含量的提高，影响血液黏稠度，进而扰乱人体正常的新陈代谢机能[1]。

1.2 噪声对人心理方面的影响

噪声对人心理的影响主要体现在扰乱人的正常睡眠休息（当噪声级超过45dB（A）时），缩短人的睡眠时间，影响人的睡眠深度，如果长时间如此，就会影响人的性情和行为，极易引起情绪的波动，进而引发情绪上的易怒、烦躁等症状。图1为噪声对人睡眠的影响图，可以看出其噪声级水平（声压级）与其对人睡眠的影响程度基本上是成正比例的关系。

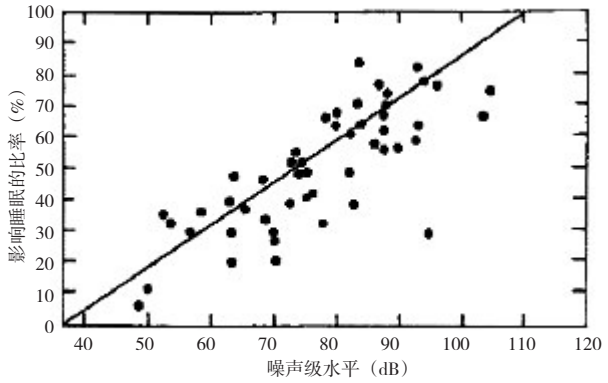


图1 噪声对人睡眠的影响图

图2为噪声水平（声压级）对人的影响图，可以看出随着噪声水平（声压级）的提高，其对人的影响越来越显著。

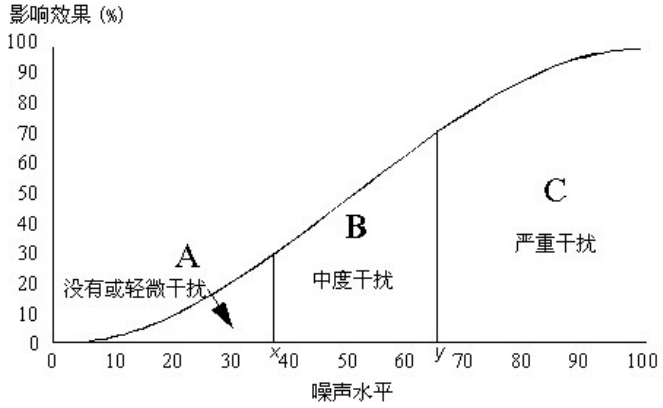


图2　噪声水平对人的影响图

正是以上所述和其他噪声污染存在对人身心健康和生活质量的影响，在以人为本、和谐社会的大的背景环境下，对噪声污染的研究和治理噪声的对策备受关注，其中就包括重要的污染源——交通噪声。世界各国都对此进行深入的研究和规定标准规范。我国在2008年批准《社会生活环境噪声排放标准》（GB 22337—2008）和《声环境质量标准》（GB 3096—2008）为国家环境质量标准，用以保护环境，保障人体健康，防治环境噪声污染，作为噪声评价和噪声治理的依据。

2　交通噪声污染趋势

随着城市车辆的递增以及其他诸多因素，交通压力逐年增加，交通噪声污染也呈现出递增的趋势。表1为2007年与2008年和2008年与2009年我国前三季度各功能区监测点位达标率对比。

表1　各功能区监测点位达标率对比

年度	功能区类别	0类（疗养区）		1类（居住区）		2类（混合区）		3类（工业区）		4类（交通干线两侧沿线）	
		昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
2007	达标率	52.2	31.9	76.3	56	82.2	64	95.1	75.2	76.9	44.9
2008	达标率	47.4	48.7	82.5	69.4	86.1	76.5	91.9	82.1	83.2	55.4
	达标率变化	–4.8	16.8	6.2	13.4	3.9	12.5	–3.2	6.9	6.3	10.5
2008	达标率	47.4	48.7	82.5	69.4	86.1	76.5	91.9	82.1	83.2	55.4
2009	达标率	56	52	84.3	74.5	86.2	80.6	94.6	87.4	82.5	32.7
	达标率变化	8.6	3.3	1.8	5.1	0.1	4.1	2.7	5.3	–0.7	–22.7

从表1对比得知：经过噪声的防治，前四类功能区的噪声污染状况在不同程度上都得到了改善，但交通干线两侧沿线的第4类功能区的噪声污染在明显加剧，也印证了交通噪声污染问题日益严重的这一现实情况。最新报告显示，预计2020年全国的公路交通总里程将达到300万公里以上（不含村道），如此大规模的公路建设，必将给沿线区域带来一系列的噪声污染问题，所以，第4类功能区的交通噪声污染问题亟待解决。

3　降噪措施的分析和说明

本文就目前交通噪声存在的一些问题以及住宅建筑（特别是临街住宅）对交通噪声所应采取的降

噪措施进行分析和说明。

3.1 交通噪声存在的问题

（1）近年来车辆的数量急剧递增，但道路建设在短期内不能与其同步增长，这样就导致交通出现拥挤、堵塞，同时还带来汽车紧急刹车和连续鸣笛的状况，加之大型、重型车辆的行驶噪声，使得交通噪声一直处于较高水平。

（2）根据《民用建筑隔声设计规范》（GBJ 118—1988）规定，住宅室内允许噪声标准为40~45 dB（A），而最新推行的《声环境质量标准》（GB 3096—2008）中规定，交通干线两侧的允许噪声标准为60～70 dB（A），那么，就临街住宅建筑而言，即使区域环境噪声达标，但住宅室内还是不能达到国家允许标准，超标10 dB（A）左右。所以，临街住宅建筑的声环境问题成为了不可忽视的重要问题。

（3）现行的噪声测量和评价限制标准都是以连续A声级为依据，其对低频噪声有大幅的衰减，因此出现了对于严重烦扰居住建筑的污染源现场勘测时，噪声污染源并未超标的现象。而且交通噪声作为城市中最大和最广泛的噪声源，其本身就具有低频特性，表现为其声压峰值出现在低频段50Hz左右的中心频率点[2]。另外，基于低频噪声的特殊属性和对人体的危害（特别是老年人群），应当引起对低频噪声的足够重视。

（4）在当前形势下为了缓解交通拥挤、堵塞的压力，各地纷纷发展地铁、城铁、高架道路等，但鉴于先有周边建筑，后修建立体交通，这样就造成了道路和立交桥周边的住宅（特别是高层住宅建筑）对交通噪声反映强烈，也成了城市环境污染中备受关注的重点。

（5）随着高层建筑的增多和住宅区域的密集，使得交通噪声在住宅建筑之间多次反射和叠加，造成声场上扬、噪声污染不断加强。

3.2 交通噪声防治措施

（1）在交通管理上应加大力度，完善交通法规，加强环保监督力度。

（2）加强噪声预测和分析

下面以大连市2004—2008年环境状况公告中的声环境质量均值数据为例。针对五年不同年份市区噪声声级值的状况（见表2），按照Daniel趋势性检验法[3]分析大连市市区噪声的年际变化趋势。Daniel趋势检验使用了Spearman秩的相关系数r_s，用其绝对值与临界值W_p作比较，若$r_s>0$表明有上升趋势，若$r_s<0$表明有下降趋势；若r_s的绝对值大于临界值，则表明变化趋势有显著性，若r_s的绝对值小于临界值，则表明变化趋势不显著。秩的相关系数r_s的计算公式为：

$$r_s = 1 - 6\sum_{i=1}^{n} d_i^2 / \left(n^3 - n\right)$$

$$d_i = x_i - y_i$$

式中：n为时间周期（比较五年数据时，n=5）；x_i为周期i从1到n按数据变化从小到大排列的序号；y_i为按时间顺序排列的序号。

当n=5时，Spearman秩的相关系数临界值W_p经查表为0.9。r_s计算结果如表3所示。

表2 2004—2008年噪声声级值

单位：dB

年份	市功能区环境噪声均值		道路交通噪声均值
	昼间	夜间	市区
2008	52.6	43.9	67.3
2007	56.3	46.6	68.5
2006	55.8	46.8	69.9
2005	55.9	47.6	69.8
2004	56.8	47.8	69.8

表3　2004—2008年交通噪声年际变化趋势计算结果

年份	y_i	x_i	d_i	d_i^2	r_s
2004	1	3	2	4	
2005	2	3	1	1	
2006	3	4	1	1	–0.3
2007	4	2	–2	4	
2008	5	1	–4	16	

从表中可以看出，r_i<0说明交通噪声声压级在这五年内有下降的趋势，这与近年大连市加快城市道路建设，逐步改善路面质量等诸多因素有关，但$|r_i|$<0.9，说明下降的趋势并不显著，这与车流量的逐年增加、道路改造历时较短等因素有关。

（3）机动车的数量和流量是产生交通噪声的主要原因，理论上，车速增加一倍，噪声增加9dB（A）；车流量增加一倍，噪声增加3dB（A）。所以严格并且合理控制机动车的数量和流量、积极推进城市公交事业的发展是降低城市交通噪声的重要途径[4]。

（4）加强城市的道路建设，修建多孔隙沥青路面，其测量的噪声结果与传统路面相比，可降噪3～6 dB（A）；在雨天多孔隙路面可降噪8 dB（A），而且可以使深入路面的雨水迅速排出，提高路面的抗滑能力。

（5）声屏障是一种有效降低交通噪声的方式，但其降噪能力往往被夸大。声屏障实际的有效插入损失在5～10 dB（A）之间，对于临街或是道路沿线的住宅建筑来说，应用声屏障无疑是噪声传播途径中最佳的降噪措施，但对于高层建筑，基本没有作用，甚至会导致声场上扬和加强。

（6）绿化降噪：绿化降噪主要是利用植物对声波的吸收和反射达到一定的降噪效果。其应选用矮的常绿灌木和常绿乔木植物以实现立体式绿化。从图3可以看出，绿化降噪的效果并不明显，并且通过绿化降噪在用地紧张的我国是难以实现的。但广泛地应用绿化及绿化隔离带，其主要作用在于给人以心理上降噪，美化环境，增加视觉和美学效果。

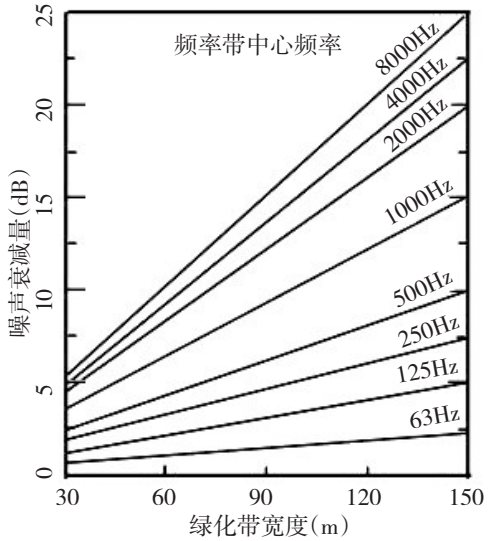


图3　不同频段的绿化衰减图

（7）住宅室内降噪

①对于室内声环境，需完善和健全标准规范，特别是对于低频噪声，例如瑞典国家卫生局针对低频噪声推荐的标准，其标准频率范围是31.5～200Hz，如果在任意的一个1／3倍频程噪声级超过推荐

的标准，那么就认定该噪声可能对健康造成损害[5]。

表4 瑞典低频噪声标准

1/3倍频程	标准（dB）	ISO226阈值（dB）
31.5	56	56.3
40	49	48.4
50	43	41.7
63	41.5	35.5
80	40	29.8
120	38	25.1
125	36	20.7
160	34	16.8
200	32	13.8

②住宅（特别是临街住宅）主要防噪措施是提高门和窗的隔声性能，尽量减少缝隙面积，并采用柔性连接。就窗而言，采用双层窗的准则是：双层窗之间的间距应足够大（≥100mm），玻璃厚度保持不同，以避免高频段的吻合效应和低频段的共振。高层建筑也可利用阳台防噪，在阳台内表面铺设吸声材料来提高室内的声环境质量。对于不封闭的阳台，可在上层阳台的地面铺设或涂抹吸声材料，以降低反射噪声。

综上所述，本文对交通噪声污染影响存在的一些问题进行了分析和说明，并提出了一些可行性的防噪和降噪措施。那么，随着人们对于环保和健康越来越多的关注，噪声污染也会得到更多的重视，噪声的治理也会得到显著的提升，城市环境也会得到明显的改善，人们的生活环境将更加舒适、安静、幽雅。

参考文献

[1] 李珂. 优化居住区声环境的探讨［D］. 天津：天津大学，1996.

[2] 闫靓. 低频噪声主观反应客观评价［D］. 西安：西北工业大学，2006.

[3] 孙翠玲，杨乃曾. Foxbase在污染变化趋势定量分析中的应用［J］.干旱环境监测，1997，11（3）：186-188.

[4] 佟敬军. 抚顺市环境噪声达标技术对策研究［D］. 长春：吉林大学硕士论文，2004.

[5] 施丽莉. 低频噪声烦恼度实验室研究［D］. 杭州：浙江大学，2004.

改善中小城市道路交通环境的思考

刘　蕊
（朝阳凯迅公路勘察设计有限公司，辽宁 朝阳 122000）

摘　要：当前，伴随着经济的快速发展，全国各地中小城市车辆保有量持续攀升，交通流量大增。与此同时，中小城市交通环境逐渐显露出一系列突出问题：道路狭窄、路况欠佳，管理不善，通行能力差，交通基础设施落后，道路绿化、亮化程度较低等。要缓解日益紧张的中小城市交通问题，就必须在充分考虑城市人文地理、道路现状和经济能力等因素的情况下，合理规划与管理、优化通行方式、提升科技管理水平、改变陈旧的行政管理观念。

关键词：中小城市；交通环境；改善；管理

1　前　言

长期以来，中小城市因其规模较小、对外交往较少，其交通环境问题未能得到足够重视。然而伴随着快速发展的经济脚步和机动化程度的不断提高，中小城市交通环境日显紧张，不但满足不了日益增长的通行需求，同时也影响了城市的整体形象。本文从中小城市道路现状与存在问题入手，对其提出进行改善的几点建议。

2　存在问题

2.1 缺乏远景规划考虑，道路狭窄，改建、维修力度不够

目前，我国中小城市特别是某些偏远、经济欠发达省份的中小城市，市内道路普遍修建时间较早且基础较差，伴随着社会经济脚步的快速前进，持续增长的交通流量与落后的城市道路环境之间矛盾突显。面对这种情况，各地政府部门也是积极维修、力求改善。然而由于财力不足等客观因素的存在，对于原有城市道路改造的力度难免顾此失彼，效果不佳。如笔者所居的朝阳市，是辽宁省西部地区的一座中等城市，其城市交通环境基础薄弱，狭窄的路幅加之被多年碾压的路面，不但满足不了日益增长的交通量，而且行车不适。市政部门对城市道路的维修，普遍是采取在原路面上“打补丁”或是在原路面上罩面的措施，这两种方法虽然暂时解决了路面行车问题，可是路幅不加宽，维持原有的交通通行量不变，依然不能从根本上缓解交通压力，这也直接导致了城市道路常修常堵的现状，特别是在原路面上“打补丁”的方法，不仅严重影响城市整体形象，若施工不当，还会造成行车不舒适、易被二次破坏等问题。以上所述的两种路面维修方式，因其经济、简便而被中小城市特别是小城市市政部门广泛应用，短期效应好但长期效应差。总体来说，就是缺乏科学的判断及对未来交通量的远景考虑。

2.2 车载超重，排水不畅，路况欠佳

随着地方经济的快速发展，全国各地之间物流往来日益频繁，交通流量大增，加之车辆超载现象严重，使得中小城市原有道路荷载远远无法满足承载力要求，更加重了对路面的破坏程度。根据专家分析，车辆超限重量的增加和其对路面的损害是呈几何倍数增长的，超限10%的货车对道路的毁坏程度相当于9600辆1.8吨重的小汽车对道路的破坏。司机和车主超限运输每赢利1元钱，就会造成道路损坏100元钱的代价。超载车辆对道路损坏修复载重量增大后，路面就会发生结构性的破坏，造成路面网裂、变形、松散和坑槽等病状，缩短道路使用寿命。此外，中小城市多存在道路排水系统不畅问

题，地下排水通道狭窄及对道路排水系统养护疏通工作的不及时，都加重了雨季特别是雨量偏大时道路排水的负担，路面积水状况的长期存在，不但严重影响行人、车辆的出行质量，而且沥青面层老化、裂缝后，基层局部受水侵蚀破坏强度可造成网裂病害，而局部网裂或松散修补不及时又会发展成坑槽病害，这些病害的产生对行车平稳性、舒适性都会产生严重影响。由此可见，中小城市道路排水系统的畅通对路况有着直接的影响，其设置、养护、维修工作的重要性不容忽视。

2.3 管理不善，道路资源被侵占现象严重

马路市场、马路商店是中小城市特殊的历史遗留产物，在经济欠发达时期，车流量较少，车速较慢，对道路的要求不高，那时的马路市场和马路商店还曾经为居民生活提供过方便。随着经济的发展，车流量逐渐增多，车辆提速，对道路的要求也大大提高，而习惯于占道经营的马路市场就成为道路畅通的最大阻碍。此外，中小城市大都路幅偏狭窄，交通干道经常要穿越繁华的商业区，因为缺乏合理的规划与管理，市场、商场没有专门的车辆和人流疏散场地，结果进出市场、商场的人、车均拥挤在道路上，很大程度上降低了机动车的通行率，造成交通堵塞。与大城市相比，中小城市停车设施建设普遍滞后，公共停车设施不足，使得路边停车现象普遍，机动车停车占用车行道、人行道，非机动车停车占用人行道，造成道路有效使用路面减少，不但影响道路通行能力，而且容易带来交通事故隐患。

2.4 道路绿化、亮化程度较低，交通标志牌等附属设施不足

正如林奇在《城市的印象》一书中所说：“一个可识别的城市就是它的区域、道路、标志易于识别并且组成整体图形的城市”，“道路……是大多数人印象中占控制地位的因素，……其他环境要素沿着它布置并与它相联系。”一个城市初次给人留下的印象，直接体现在它的交通状况以及绿化、亮化程度上。近年来，伴随着国家开放的脚步，全国各地对城市形象也愈加重视，其中围绕城市道路进行的绿化、亮化工程就构成了展示城市形象的主导线。然而中小城市道路交通从整体状况上看绿化、亮化程度依然偏低。首先从道路绿化方面看，中小城市行道树多为小型树种，而且同一条街道两旁栽种的行道树品种过杂，使得道路绿化效果既不大气又颇显杂乱；从道路亮化方面看，在能源问题日渐紧张的今天，一座城市所拥有路灯的数量已无法完全代表它的亮化程度，节能与环保才是城市亮化工程的主题，而中小城市对高科技节能环保路灯的认识和使用才刚刚步入初级阶段。此外，大多数中小城市中道路交通标志牌设置的种类有限，千街一面，缺乏特色，好识别性差，部分街道甚至本地人都不知其名，更何况是远道而来的外地客人，这种状况不但会给道路交通的使用者造成极大的不便，而且还会在无形当中影响城市的对外形象。

3 改善措施

3.1 科学判断，长远考虑，维修、改建“因路而异”

中小城市原有城市旧路中大部分都存在车辆通行能力不足问题，并且伴有不同程度的病害，最为常见的病害是网裂、龟裂、坑槽、啃边，偶有推移、壅包、沉陷病害发生。对于病害路段的维修，市政部门大都采用给路面“打补丁”的方法，个别路段也会采用给路面“罩面”的方法。实践证明，采用“打补丁”的方法维修路面，仅适用于原路局部出现轻微病害的情况，维修时应严格施工，保证修缮后的路面与原路面衔接紧密、平整舒适。当原路大面积出现病害时，就应视其具体路况及交通量状况做灵活处理。对于现时交通量较小且交通量增长率不大的路段采用“罩面法”比较合理，对于现时交通量较大且交通增长率有持续攀升趋势的路段，应尽量以“一步到位”为原则，进行彻底扩建或改建，避免因多次重复返修而造成资金浪费。

城市道路属于长期为人民提供服务的公共设施，无论是新建还是改建、维修，都需要相关政府部门之间在决策前有细致的沟通、详尽的调查，对道路周围现有的商业及居住情况了解充分，对未来可能进行的规划有所掌握，经综合考虑、科学分析后，对交通量发展趋势作出合理判断，进而做出最终

的决策，力争将工程做成经得起行车考验的精品。在“以人为本”理念盛行的今天，“因路而异”选择合理的维修、改建方案，无形中也体现了对道路使用者的一种人文关怀。

3.2 继续加大车辆超载治理力度，提高城市道路养护水平

目前，各级政府对治理车辆超载（以下简称治超）工作都非常重视，不但陆续完善了治超工作的相关法律、法规及政策、措施，而且相关行业部门还层层设有专门负责治超的工作人员。但是，在巨大的经济利益面前，依然有车主顶风而上，车辆超载现象依然屡禁不止，究其原因，笔者认为还是治理力度欠“狠”。我们需要的不仅是政策、措施上的“狠”，更需要在执法过程中将相应的政策、法规落到实处，这首先要求一线执法人员具备强烈的责任感和过硬的个人素质，包括对相关法律、法规及政策、措施的熟练掌握；对执法过程中突发情况的应变能力；面对金钱诱惑、人情关系等外因影响时的抵御能力等。所以，对治超工作人员的选拔，应该是从政治思想素质、身体、心理等多方面综合考虑，慎重选择。此外，有关治超工作管理层掌握原则的水平和力度，也是一线执法人员能否严格执法的前提保障。所以从某种程度上讲，治超工作更是在金钱诱惑和人情关系网面前，对所有相关部门和执法人员展开的一场严峻考验。

保证城市道路排水系统畅通无阻，其实是一项并不复杂的工作，然而问题就在于简单的事情却往往最容易被忽视。道路排水不畅绝大部分都是由于排水管道狭窄及日常对排水管道清理疏通不到位造成的，时间久了就很容易造成大面积的道路排水系统出现问题。中小城市道路排水系统长期存在问题，恰恰反映了相关政府部门的观念问题，即对细节问题的忽视而造成的行政不作为。城市道路频繁的维修、改建会给人力、物力、财力等各方面带来极大浪费，平时看似简单的维护却能把这种投入降低到最少，延长道路使用寿命，这种事半功倍的办事理念应该得到政府相关部门的重视和推广。

3.3 合理规划，明确道路功能，增强基础设施建设

中小城市道路功能混杂多半是由历史原因造成的，但有关部门在规划上的欠合理，在管理上的不规范，也是其中不可忽视的因素。笔者现在居住的朝阳市龙山步行街就是一个典型例子。首先，商业性街道与大片居民区相邻必然会对周围居民的生活造成不良影响；其次在规划之初为商业性步行街道，现在却发展成早市、夜市的集散地，整条街的商业网点也被歌厅占据，上、下班的交通高峰期，相邻两条街道商贩林立，自行车、机动车交织而行，堵车现象是每日的“例行功课”，这又暴露出政府对道路建设后期的管理不善。这个典型的例子，在很多中小城市都有存在，充分说明了合理规划、规范管理的重要性。现代城市道路要求交通性、生活性分工明确，主次干道分级明确，由历史原因造成的中小城市道路规划不合理、功能不明确问题，可以由后期管理来改善。如：彻底清除生活性道路两侧的马路市场，在居民区附近建立果菜经营店为其提供方便；将早市、夜市、大型商场等规划建设在不影响居民正常生活并远离交通干道的专门区域；对既是商业性又是生活性的道路，可以采取设置“单行线”措施，并在其附近适合的地点兴建停车场，强化机动车管理制度，还路于交通。此外，对于临街开发的新楼盘，在规划之初就应该充分考虑到未来道路的改扩建问题，为其预留出足够的空间。总而言之，无论城市的规模大小，其道路规划管理都应该与时俱进、以人为本。

3.4 倡导艺术性绿化、科技型亮化工程，增加人性化交通标志牌

现代城市道路的绿化、亮化水平，已经不能仅用数量的多少做简单评价，应该在扩大绿化面积和保证路灯安装量的基础上，更多地考虑将艺术性和科技性融入道路绿化、亮化工程，使其更具时代气息。

3.4.1 绿化方面

中小城市道路绿化工程无论在树种选择还是种植形式等方面都需要寻求一些新的尝试，如：可以根据街道在道路宽度、道路功能、人文环境等方面的不同情况，有针对性地选择行道树品种，使每条街道都充满独特的“个性美”，当然，这种迥然不同的特色必须与街道本身的环境氛围相协调。依然以笔者所居的朝阳市为例，城市行道树品种中，传统的看桃树花期早，每到春季繁花似锦的盛景，为

街道平添了无限风采，是行道树的理想选择；笔者通过观察了解发现，在朝阳市少有分布的国槐和芙蓉树，其实也是适合本市栽植的行道树品种。国槐树冠宽广，枝繁叶茂，寿命长而耐城市环境，耐烟毒能力强；芙蓉树叶纤细似羽，绿荫如伞，红花成簇，秀美别致，对氯化氢、二氧化氮抗性强，对二氧化硫及氯气也有一定抗性，广泛栽植有助于城市空气质量的提高。此外，在朝阳市至今没有栽植经历的梧桐树身姿优雅挺拔，也被称为“凤凰树”，诗经中有诗写道：“凤凰鸣矣，于彼高岗，梧桐生矣，于彼朝阳。”朝阳自古就与“凤凰”有着不解之缘，如果引进栽植梧桐树种作为行道树，更可与这座古老的“凤凰之城”相得益彰。以上三种树木，是笔者根据朝阳市的人文环境、气候条件等推选出来的行道树种，在其他一些气候适宜的中小城市也同样具有极佳的推广栽种价值。然而，每一座城市的历史文化、自然环境及风土人情都不尽相同，只有选择适合自身特点的城市行道树种，才能使城市既“美”出不拘一格的特色，又能够达到人文和自然环境的和谐。

在种植形式上，可以突破传统种植方式，借鉴现代园艺方法，选择生命力强、观赏性强的灌木、花草，与行道树结合进行多色彩、少占地的立体种植。

3.4.2 亮化方面

随着城市道路交通的快速发展，城市道路照明用电始终保持不断增长的态势，照明用电在电力消耗中的地位日益凸现，同时所带来的巨大资源与能源消耗及环境污染不容忽视。如今国际领先的绿色环保照明理念早已被我国许多大城市接受并启用，而中小城市道路亮化工程起步较晚，道路照明系统现代化水平较低，应该进一步加大资金投入，向亮化工程科技化方向发展。

目前，国内大力推广的绿色环保道路照明路灯基本上有两种，即LED节能路灯和太阳能路灯，以下将分别介绍它们的优点。

（1）LED节能路灯

LED节能路灯与传统的高压钠灯相比，具有环保、节能、显色性高、寿命长、电缆使用成本低、节能、能兼容太阳能发电等明显的优势。去年国庆前夕，笔者所居的朝阳市龙山街南段安装了54基杆LED节能路灯，这也是朝阳市区内安装的首批节能路灯。据工作人员反映，已投入使用的LED路灯好处不少，比如灯头无不良眩光、无闪频，消除了普通路灯不良眩光所引起的刺眼、视觉疲劳与视线干扰，提高驾驶的安全性；启动无延时，通电即达正常亮度，无须等待，消除了传统路灯长时间的启动过程；绿色环保无污染，不含铅、汞等污染元素，对环境没有任何污染等。

（2）太阳能路灯

有研究表明，到2030年，世界电力生产将主要依靠太阳能。太阳能路灯与电能路灯相比较，具有以下优势：首先，太阳能路灯简便，无须铺设复杂的线路；其次，太阳能路灯是一次性投入，无任何维护成本，可长期受益；再次，太阳能路灯是超低压产品，运行安全可靠，无安全隐患。随着地球资源的日益贫乏，基础能源投资成本的日益攀高，太阳能凭借其“取之不尽，用之不竭”的安全、环保优势，将成为21世纪人类所向往、追求的新能源。

3.4.3 交通标志

正如前面所提到的，交通标志是识别一座城市的首要交通辅助设施。中小城市大多在各交通道口、医院、学校等地带设置有单悬式交通标志，其种类大致分为以下三种：传递道路方向、地点、距离的指路标志；禁止或限制车辆行人交通行为的标志；警告车辆、行人注意特殊或危险地点的警告标志。随着立交桥、地下商业通道等新型通行方式陆续现身中小城市，相应的道路交通标志也应配置齐全，如立交桥通道处应该增设限高标志，避免超高车辆通行时产生危险；地下商业通道各方向主干道两侧，也应该增设地下通道标志。此外，由于近年来中小城市建筑开发速度较快，城市规划格局不断发生变化，城市道路四通八达、相互交错，对于熟悉本区域交通状况的行人和车辆来说，出行不是问题，但是却给不了解某些区域交通状况的行人和车辆带来很大的不变，为此，应该在一些路况较为复杂的地段增设绕行、此路不通等交通标志，为出行者及出行车辆提供更为人性化的服务。

目前中小城市所采用的交通标志，其版面都是按照国家统一标准而设计，这固然有其简捷大方、可辨认性强等优点，然而当代道路设计领域积极提倡的是“做具有创造性的人性化设计”新理念，它更注重于细节方面的处理，倡导从设计的细微处“小中见大”地体现人文关怀。有资料表明，国外在交通标志版面设计上常常会根据道路周围环境景观的变化，采用图形、图案甚至是漫画的方式来灵活表达，这样趣味十足的交通标志不仅给出行者带来精神上的愉悦，更渗透出设计者对出行者贴心的人性关怀。目前这样充满创意的交通标志牌在我国一些大中城市也开始被使用（如图1所示）。其实中小城市也可以在不违背标志牌版面设计基本原则的基础上，将富有地方特色的风土人情以精炼的图饰语言表达于标志牌版面之上，使其在发挥道路指示功能的基础上，无形中化作城市对外交流的一张名片。例如，对于历史悠久且文化底蕴深厚的城市，在标志牌版面底色、字体及颜色等方面可做适当改变，选择中国红、中国蓝等传统颜色，文字可选择既简洁易辨认又富有古韵的隶书字体。此外，还可在版面四周描绘地方色彩浓厚的图案（如剪纸花边等），但构图要力求简洁；对于旅游资源丰富的城市，在设计道路交通标志版面时，可以将景区最具代表性的特色融入其中，这样即便是不了解当地历史背景的外地游客也能从中感受到由交通标志传递而来的第一信息。



图1　创意交通标志牌

总之，笔者认为，今天道路交通标志设计与道路绿化、亮化工程一样，应该完美地与城市环境融为一体，以其独具匠心的表达方式，成为展示城市人文风貌的第一平台。

4　结　语

以上所述，是笔者对当前中小城市道路交通环境存在问题所产生的思考和浅见。随着城市的不断发展进步，政府部门管理观念和水平的不断更新，相信中小城市道路交通环境一定会愈加趋于完善，当然，新问题的出现不可避免，重要的是我们应该以敏锐的眼光发现它，更应该采取敏捷的速度解决它。

参考文献

[1] 凯文，林奇. 城市的印象［M］. 项秉仁，译. 北京：中国建筑工业出版社，1990.

[2] 交通部公路司. 新理念公路设计指南［M］. 北京：人民交通出版社，2005.

[3] 王甲卓. 朝阳龙山街南段新上节能路54基杆［N］. 燕都晨报，2009-09-30（4）.

[4] 王甲卓. 城市道路加紧建设11条新建道路已完工［N］. 燕都晨报，2009-10-28（6）.

沈阳青年大街交通噪声预测研究

刘伟东 胡琪锐 刘阳
（沈阳建筑大学交通与机械工程学院，沈阳 110168）

摘 要：运用FHWA修正模型对交通噪声进行了预测，预测结果与实测值对比验证后发现二者误差较大。在分析影响道路交通噪声各因素基础上，结合沈阳市青年大街实测数据，应用统计学原理对交通噪声与车辆平均速度的关系进行回归分析，发现它们之间存在显著的线性回归关系，建立了符合当地道路交通特征的噪声预测模型。

关键词：交通噪声；等效车速；统计模型

1 前 言

城市规模的不断扩张和汽车保有量急剧上升使城市声环境污染问题也日趋严重，各国相继开发了基于当地实际情况的道路交通噪声预测模型，其中以美国联邦公路管理局FHWA模型和英国CRTN88模型应用最为广泛[1]。但现有的通用预测模型都有各自的适用范围和缺陷，预测模型中参数的选取往往与实际交通状况存在较大的差异，有必要结合本地区特定道路交通状况综合地考虑各影响因素，建立新的交通噪声预测模型。

城市交通噪声对环境的干扰具有强度高、作用时间长、影响因素复杂等特点，其危害程度主要取决于车流量、行驶车速、各类车种的比例、路面材料特征、路段性质（直路或十字路口）、道路结构（包括地面道路、高架等道路）、道路坡度以及鸣号次数等多种要素。其中交通量和车速是影响交通噪声的重要因素。随着流量和车速的增加，声源增多、发动机振动增大，导致噪声等效声级的升高。

2 交通噪声实测与预测结果对比

监测点选择沈阳青年大街主干路的正常路段，分别统计每5min统计间隔内流量均匀、车速正常路段的各车道大、中、小型车的流量、车速以及相应的噪声值。

统计车流量和平均车速时，为计算方便，将双向四车道的总车流量简化为单向车流考虑。其测量统计结果见表1和表2。

表1 5min间隔的小时车流量和平均噪声值

时间（min）	小型车流量（辆/h）	中型车流量（辆/h）	大型车流量（辆/h）	小型车平均噪声值dB（A）	中型车平均噪声值dB（A）	大型车平均噪声值dB（A）
1～5	2520	276	84	68.350	68.792	67.323
6～10	2424	264	72	68.123	68.453	67.242
11～15	2544	288	96	68.567	68.742	67.988
16～20	2640	252	72	68.679	68.325	67.145
21～25	2664	264	84	68.710	68.403	67.432
26～30	2772	276	96	68.799	68.812	67.965
31～35	2796	288	72	68.812	68.763	67.175
36～40	2700	276	84	68.746	68.796	67.482

续表

时间（min）	小型车流量（辆/h）	中型车流量（辆/h）	大型车流量（辆/h）	小型车平均噪声值dB（A）	中型车平均噪声值dB（A）	大型车平均噪声值dB（A）
41～45	2628	252	96	68.653	68.341	68.102
46～50	2592	264	60	68.455	68.831	67.105
51～55	2688	276	72	68.731	68.766	67.201
56～60	2604	288	84	68.503	68.787	67.503

表2　各型车的平均车速

时间（min）	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
小型车车速（km/h）	67.584	68.006	67.481	67.205	66.985	66.560
中型车车速（km/h）	79.416	80.035	78.828	80.688	80.035	79.416
大型车车速（km/h）	63.533	64.028	63.062	64.550	64.028	63.533
时间（min）	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60
小型车车速（km/h）	66.468	66.841	67.131	67.280	66.889	67.230
中型车车速（km/h）	78.828	79.416	80.688	80.035	79.416	78.828
大型车车速（km/h）	63.062	63.533	64.550	64.028	63.533	63.062

可根据公式（1）分别计算各型车辆的小时噪声值。

$$L_{eq}=L_0+10\lg\frac{N_i}{V_iT}+10\lg\frac{D_0}{D}-\Delta_L-16.3 \tag{1}$$

式中　L_{eq}——小时等效连续声级，dB（A）；

L_0——参考能量平均辐射声级，dB（A）；

N_i——对应观察时段T内在观察点处车辆通过的数量，辆/h；

D_0——参考噪声测量距离，美国为15m，中国为7.5m；

V_i——车辆平均行驶速度，km/h；

T——计算等效声级的持续时间，为1h；

D——行车道中心线至预测点的距离，m。$D=\sqrt{D_ND_F}$，D_N与D_F分别为受声点距离车道中心线的最近和最远距离，单位是m，D_N=2m，D_F=14m，则D=5.29m；

Δ_L——距离衰减量。

公式（1）是根据美国FHWA高速公路交通噪声预测模型结合中国道路的实际情况修改得来的。经过模型的参数修正，也可以应用在城市主干路上。因模型建立时所依据的车型和路况及环境标准与我国的实际情况有很大差异，且该模型由于假设条件过于理想化，所以应用在我国城市道路交通噪声预测中也难以保证其预期的精确度。计算出的各类车的小时等效连续声级如表3所示。

表3　各型车的小时等效连续声级

时间（min）	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
小型车连续声级dB（A）	72.371	72.276	72.398	72.514	72.517	72.620
中型车连续声级dB（A）	72.507	72.468	73.526	72.440	72.468	72.497
大型车连续声级dB（A）	68.791	68.183	69.324	68.232	68.855	69.377

续表

时间（min）	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60
小型车连续声级dB(A)	72.641	72.550	72.481	72.445	72.401	72.458
中型车连续声级dB(A)	73.526	72.497	72.440	72.468	72.497	73.526
大型车连续声级dB(A)	68.075	68.797	69.482	67.394	68.127	68.744

从表3中可以明显看出，计算出的各型车辆的等效连续声级与实际道路交通噪声测量值相比较，存在很大的误差。原因就是FHWA修正模型是应用在高等级公路上，车辆行驶速度快，交通噪声主要来自于汽车轮胎与路面的摩擦声。所以本文需要利用统计软件进行数据分析，对各型车辆的等效连续声级和车速之间的关系进行拟合。

3 基于等效车速的交通噪声预测模型

3.1 SPSS软件回归分析

把所统计的小型车的平均车速与噪声的数据输入SPSS软件进行线性回归分析，得出以下的结果，见表4~表6。

表4 模型摘要

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.931	0.867	0.853	0.07881

模型摘要显示，相关系数（R）=0.931，判定系数（R^2）=0.867，调整判定系数（Adjusted R Square）=0.853，估计值的标准误差（Std. Error of the Estimate）=0.07881。

表5 方差分析

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0.403	1	0.403	64.916	0.000
	Residual	0.062	10	0.006		
	Total	0.465	11			

方差分析结果显示，回归的均方（Regression-Mean Square）=0.403，剩余的均方差（Residual Mean Square）=0.006，F=64.916，P=0.000。

表6 回归分析

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1（Constant）	98.298	3.687		26.662	0.000
小型车平均车速（km/h）	-0.442	.055	-0.931	-8.057	0.000

回归分析中的系数结果为：常数项（Constant）=98.298，回归系数（B）=-0.442，回归系数的标准误差（Std. Error）=0.055，标准化回归系数（Beta）=-0.931，回归系数t检验的t=-8.057，P=0.000（与方差分析一致），可认为回归系数有显著意义。因此可得到小型车测得噪声值与平均车速两者之间的线性回归方程：$y=98.298-0.442x$。

式中 y——因变量，代表小型车的平均噪声值，dB（A）；

x——自变量，代表小型车的平均车速，km/h。

即所需的预测模型：

$$小型车：L_{0,S}=98.298-0.442v_S \tag{2}$$

用相同的的方法可得出中型车和大型车的平均车速与平均噪声的关系式，分别为：

$$中型车：L_{0,M}=87.934-0.242v_M \tag{3}$$

$$大型车：L_{0,L}=70.036-0.04v_L \tag{4}$$

式中　$L_{0,S}$、$L_{0,M}$、$L_{0,L}$——小、中、大型车平均辐射声级，dB（A）；

v_S、v_M、v_L——小、中、大型车平均行驶速度，km/h。

使用建立的新模型，各型车辆的预测等效声级如表7所示。

表7　沈阳市青年大街路段噪声修正后等效声级计算结果

时间（min）	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
小型车噪声 $L_{0,S}$（dB（A））	68.426	68.239	68.471	68.593	68.691	68.878
中型车噪声 $L_{0,M}$（dB（A））	68.715	68.566	68.858	68.408	68.566	68.715
大型车噪声 $L_{0,L}$（dB（A））	67.495	67.475	67.514	67.454	67.475	67.495
时间（min）	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60
小型车噪声 $L_{0,S}$（dB（A））	68.919	68.754	68.626	68.560	68.733	68.582
中型车噪声 $L_{0,M}$（dB（A））	68.858	68.715	68.408	68.566	68.715	68.858
大型车噪声 $L_{0,L}$（dB（A））	67.514	67.495	67.454	67.475	67.495	67.514

对比上表和表1可以发现，新模型计算的交通噪声值与实测值相对误差很小。

3.2 混合车流产生的交通噪声模型

城市道路交通流包含各种车辆，为计算方便，将混合车流分成大型、中型、小型3类车，然后再求混合车流总的等效噪声值。根据参考文献［2］引入等效车速概念，该方法根据3类车的参考噪声级，按照噪声的能量叠加原理，将大型车和中型车的流量换算为相应的小型车流量，即：

$$N=b_1\times N_L+b_2\times N_M+N_S \tag{5}$$

式中　N——总等效车流量；

N_L、N_M、N_S——大、中、小型车的实际车流量；

b_1——1辆大型车产生的噪声相当于b_1辆小型车产生的噪声（$b_1=10^{0.1\times(81.2-71.6)}=9.12$）；

b_2——1辆中型车产生的噪声相当于b_2辆小型车产生的噪声（$b_2=10^{0.1\times(76.6-71.6)}=3.16$）。

则等效车速公式为：

$$v=\frac{9.12\times N_L\times v_L+3.16\times N_M\times v_M+N_S\times v_S}{N} \tag{6}$$

将使用公式（6）计算的等效车速和各型车辆噪声算术平均值列于表8。

表8 等效车速和平均噪声值

时间（min）	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
平均车速（km/h）	69.319	69.902	68.973	69.402	69.007	68.261
平均噪声L_0（dB（A））	68.155	67.939	68.432	68.050	68.182	68.525
时间（min）	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60
平均车速（km/h）	68.534	68.790	69.116	69.510	68.957	68.950
平均噪声L_0（dB（A））	68.250	68.341	68.365	68.130	68.233	68.264

运用SPSS软件对表8中数据进行回归分析，得出混合模式下噪声与车速的关系式如下：

$$L_0 = 83.961 - 0.228v \tag{7}$$

式中 L_0——预测点机动车噪声值，dB（A）；

v——等效平均车速，km/h。

对车辆的等效平均速度和交通噪声进行曲线估计，结果如图1所示。

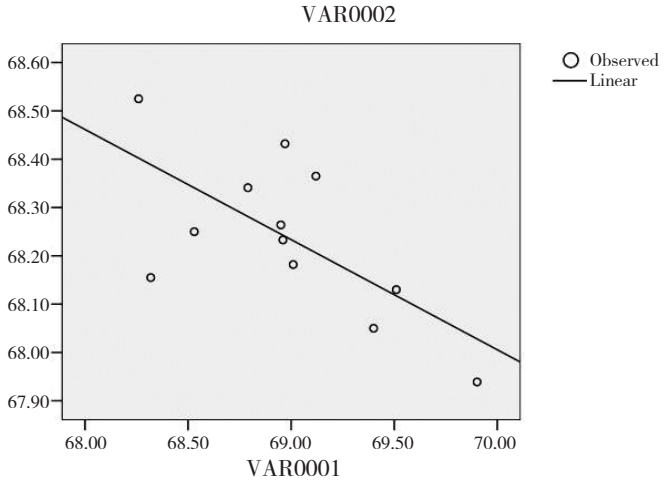


图1 等效平均速度与交通噪声的曲线拟合

图1中横坐标为车辆平均速度，纵坐标为交通噪声，此图形象地表达了两者间的线性关系。

青年大街是城市的主要干路，也是众多公交车行驶的路线。公交车运行时的违章鸣笛、语音提示噪声、制动噪音等都会对声环境造成污染，还有路面平整度、绿化带、道路坡度、路面类型、障碍物、主干路背景噪声等参数也会对预测结果产生误差[3]，而本文并未考虑上述影响因素，为了得到更科学、合理的预测模型，还应提出更为合理的修正参数，对模型不断研究和改进。

4 结 论

（1）用修正的FHWA模型预测结果与实测结果作了比较，发现修正的FHWA模型误差较大，通用预测模型有其各自的适用范围和缺陷。

（2）通过对道路交通噪声数据的分析，建立了不同车种的平均车速与交通噪声等效声级的一元线性相关预测模型。

（3）引入等效车速概念，得出了平均车速与交通噪声关系模型，其模型可用于道路交通噪声预测，为交通管理部门限速和噪声防治提供参考。

参考文献

［1］王弘. 高速公路交通噪声预测模式在典型路段上的应用效果与修正［D］. 广州：暨南大学. 2006.

［2］李本纲，陶澍，曹军，等. 城市道路交通噪声预测理论—统计模型［J］. 环境科学，2000.21（6）：1–5.

［3］朱荣涛. 交通噪声预测模型在城市主干路上的应用研究［D］. 长春：吉林大学. 2008.

［4］中华人民共和国交通部. 公路建设项目环境影响评价规范［S］. JTG B03–2006：21，39–45.

［5］刘小明，李超，荣建. 道路交通噪声预测模型研究［J］. 北京工业大学学报，2009.35（7）：953–956.

出租车候客站点规划选址研究
——以上海市徐汇区出租车候客站点规划为例

朱伟涛[1] 王显璞[2]
（1. 上海海事大学交通运输学院，上海 200135；2. 上海璞辉交通咨询有限公司，上海 200092）

摘 要：目前我国出租车运营大多采用扬招+路抛的模式，出租车空驶率高，占用道路资源、影响交通安全、污染环境。本文介绍出租车的各种服务方式，以上海市徐汇区出租车候客站点规划为例，分析总结徐汇区出租车候客站点在规划、建设和运营过程中的成功经验，提出出租车站点规划选址的思路及其他应注意的问题，为我国各城市将来建设全新的出租车交通服务系统提供借鉴。

关键词：扬招点；出租车候客站点；服务模式；规划选址

1 引 言

出租车是城市公共交通的重要组成部分，能够为乘客提供高效、舒适、便捷的公共交通服务。目前，国外发达国家大多采用候客站点和电话调度的方式，组织出租车服务。而我国包括上海在内的各个城市，大多采用扬招+路抛的模式。这种模式出租车的空驶率高，而且污染环境，出租车随意的路边停靠和乘客上下车，很大程度上也恶化了城市道路交通，对城市形象造成影响。

上海市徐汇区通过改革创新，进行规划设计，率先在区内建成了12个出租车候客站点，并投入运营，取得了很好的成效。对于徐汇区取得的成果，我们有必要进行深入的研究和探讨，总结其成功经验并完善，为今后出租车的发展规划提供借鉴。

2 出租车服务方式及特点

目前，出租车的服务方式有三种：扬招+路抛、候客站点、电话叫车。这几种模式有各自的优点和缺点，适用于不同的范围，具体如表1。

表1 出租车服务方式及特征表

模 式	组织方式		优 点	缺 点	适用区域
扬招+路抛	路边停车 随意上下车		方便乘客 出租车利用率高	空驶率高 占用道路资源 污染环境	道路资源丰富、出租车供应较小地区
候客站点	候客站	站点候客 乘客候车 站点上下客	交通秩序好 出租运营效率高 减少道路占用	站点设施要求较高 车辆调度难度较大	市区车流较大、出租车需求量大的区域
	停靠站	乘客候车 站点上下客	交通秩序好	乘客等车时间较长	道路拥堵、出租车需求较大区域
电话叫车	电话订车		方便乘客叫车 实现车辆最优调度	叫车收费 调派成功率不高	郊区、旅游区、市中心等

3　徐汇区出租车站点规划

3.1 徐家汇现状候客站点概况

3.1.1 现状站点区位

当前上海市徐汇区12个候客点均位于徐家汇商圈内部，即沿虹桥路—肇家浜路和漕溪北路—华山路的两侧区域，西至文定路，东至天平路，南至南丹路，北至广元路。具体布局详见图1。



图1　现状徐家汇商圈出租车候客站点布局

3.1.2 现状站点布置形式

当前，徐家汇地区已形成规模运营的出租车候客点共有12个，均位于徐家汇商圈内部，布置形式有建筑体内、地块内部、路内三种。具体如表2。

表2　现状徐家汇商圈出租车候客站点布置形式

编号	站点位置	候客车位（个）	布置形式	乘客候客空间
T1	港汇中心（虹桥路）	4	建筑体内	建筑内
T2	港汇中心（华山路）	4	建筑体内	建筑内
T3	妇幼保健院（华山路）	3	路内	独立站台 $18 \times 1m^2$
T4	太平洋百货（衡山路）	4	路内	广场
T5	妇幼保健院（衡山路）	3	路内	人行道
T6	汇金百货（衡山路）	3	路内	人行道
T7	第六百货（肇家浜路）	4	路内	独立站台 $18 \times 1m^2$
T8	美罗城	3	地块内部	人行道
T9	太平洋数码广场（漕溪北路）	3	地块内部	人行道
T10	上实大厦（漕溪北路）	3	路内	人行道
T11	东方商厦（虹桥路）	3	路内	人行道
T12	汇嘉大厦（漕溪北路）	3	路内	人行道

3.2 徐家汇候客站点运营现状

3.2.1 候客站点服务水平

（1）站点乘客使用量

早高峰时段（8:00—9:00）各站点乘客出行性质以通勤为主，站点到达下客数大于上客离开人数。具体见图2。

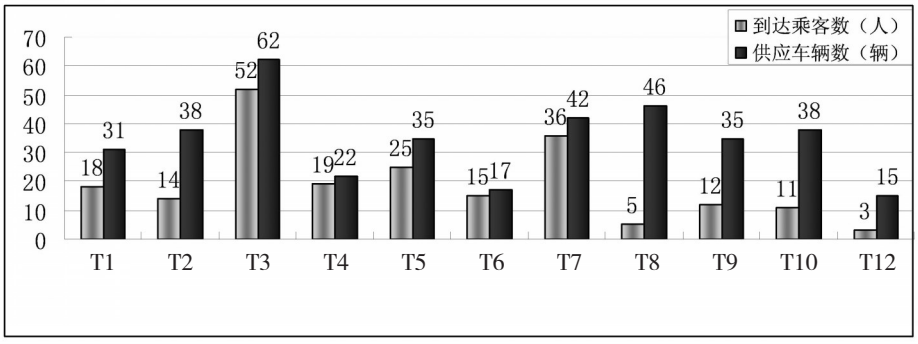


图2 工作日早高峰8:00—9:00各站点运营情况

出租车使用高峰一般在下午以后，此时站点乘客出行以购物、回家为主，乘客需求远大于可提供的车辆供应数，出现明显排队现象。具体见图3。

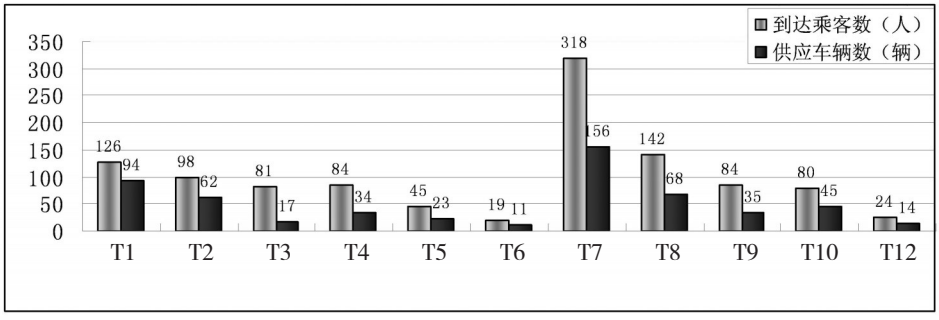


图3 工作日晚高峰17:00—18:00各站点运营情况

（2）乘客平均步行到站时间

徐汇区现状站点设置紧凑，多数乘客步行距离较短，约有80%的乘客到达站点的步行时间在10分钟以内。具体见图4。

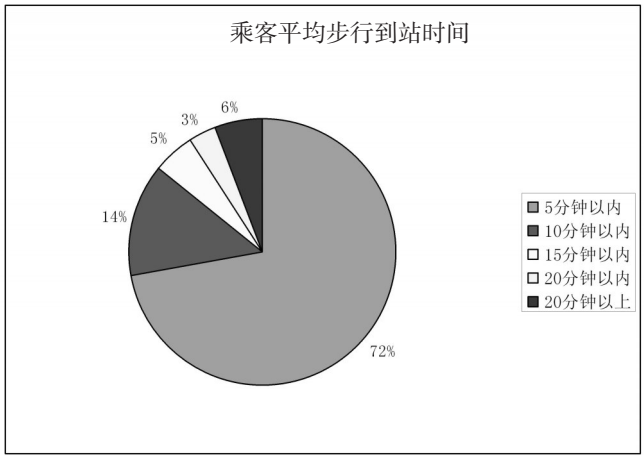


图4 乘客平均步行到站时间统计图

（3）乘客在站点平均等车时间

早高峰期乘客一般不需要等待就能打到车，下午到达站点的出租车数量也有所增加，但增加幅度小于到站乘客的增加幅度，乘客等车时间开始增加，见图5。

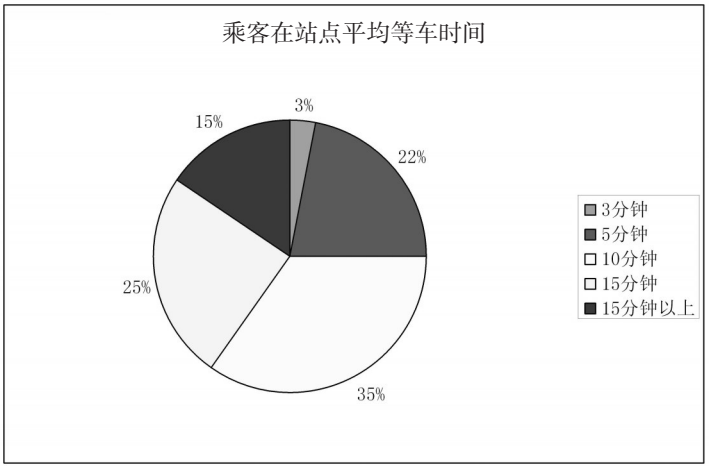


图5　下午时段乘客平均等待时间分布图

无论是工作日还是周末，下午平均到达的车辆数与乘客数的比值在1.5以上，呈明显的供不应求的状态。当平均到达的车辆数与乘客数的比值大于2时，乘客平均等车时间将达到10分钟以上，部分乘客在20分钟以上。

3.2.2 乘客使用特征

（1）乘客可接受步行距离调查

经过调查了解乘客可接受步行距离，结果显示50%的乘客可接受的步行到站距离在5分钟之内，即要求步行到候客站点的距离应为300米左右，见图6。

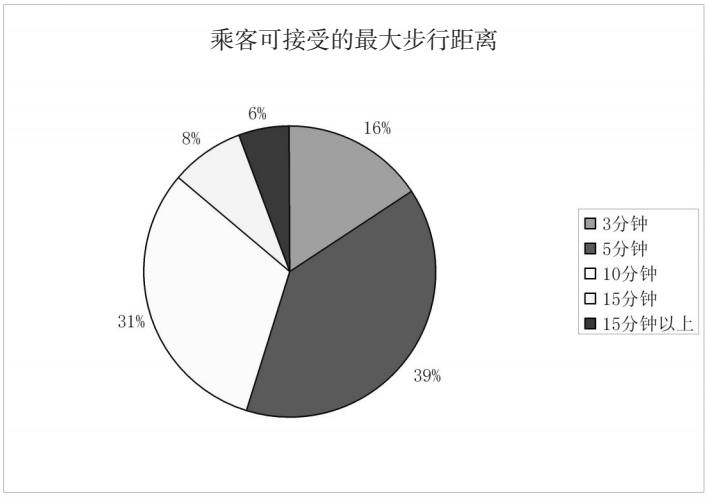


图6　乘客可接受的最大步行距离分布图

（2）乘客等车时间

大多乘客认为设置出租车站点可以方便乘车，乘客在站点的一般等车时间和可接受的最大等车时间具体见图7。

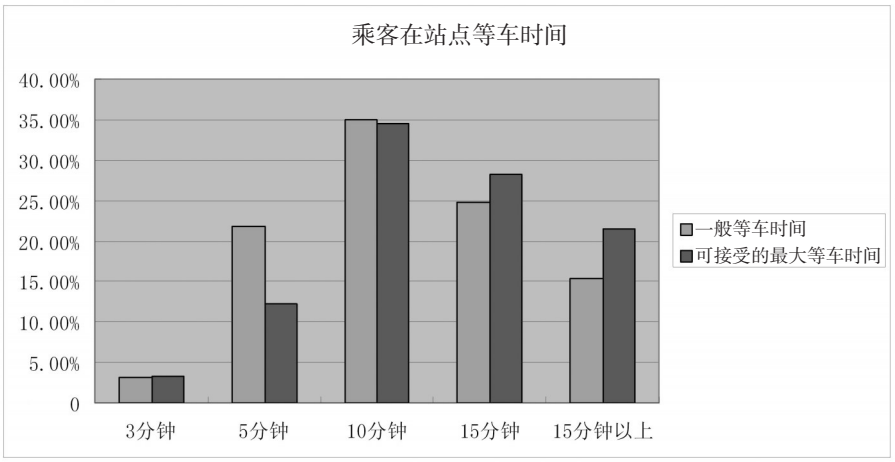


图7 乘客一般等车时间和可接受等车时间对比图

（3）乘客对站点的评价与关注点

调查显示有59.7%的乘客认为设置出租车站点后，可以方便等车，有利于改善排队秩序；另有40.3%的乘客认为现状站点在等车时间、步行距离、防护设施等方面不够方便，希望得到改进。具体见图8。

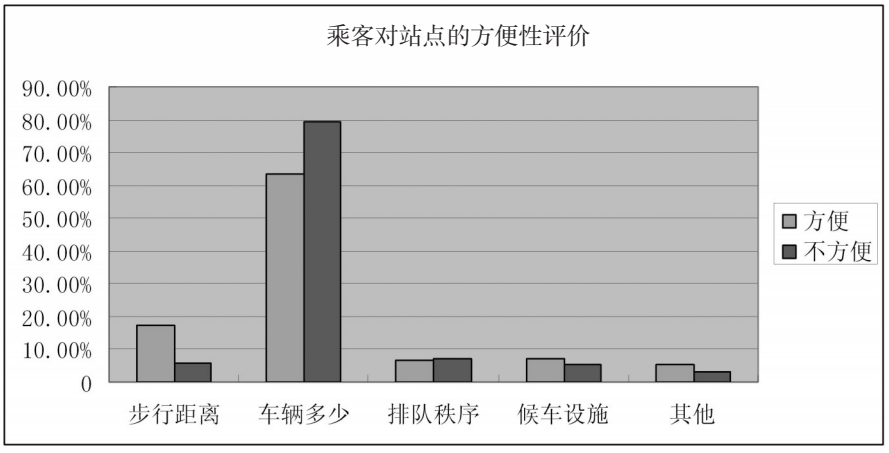


图8 乘客对站点评价关注因素调查

3.3 徐汇区候客站点经验总结

（1）候客站点主要成效：规范了出租车在CBD地区的服务行为，减少了由于出租车乱停靠引发的交通混乱和安全隐患。候客站的运营为将来推广“电调+站点”取代目前“扬招+路抛”出租车运营模式起到了很好的探索意义，对降低出租车空驶率、构建绿色交通服务有积极的推动作用。

（2）布局高强需求区域是候客站发挥效益的核心：在小范围使用出租车的出行需求不大，就很难将乘客集中于一个固定的候客站内，只有在需求较大的区域内设置候客站点将乘客集中，统一调度出租车，才能满足出租车及乘客的需求，形成良性循环。

（3）协调各方管理部门：交通服务作为社会公共资源在运行中涉及多个方面，出租车交通服务作为公共交通服务方式的一种，更是涉及多个部门，如政府规建部门、交通执法部门、街道管理部门、地块企业业主、出租车运营企业等，出租车候客站点的成功运营需求相关部门的管理创新与多方的通力协助。

（4）专业人员管理：在大型候客站点，引入专业人员进行管理，杜绝出租车随意停靠现象，杜绝乘客乱上下车、抢车现象，维护候客站停车、候车秩序，确保站点使用效率。

4　出租车候客站点建设规划思路

4.1 候客站点选址

（1）出租车站点必须选择在客流集中、需求量大的主要通道上。如商场、办公楼、居民区、大型公共设施、休闲娱乐设施、医院、客运场站、交通枢纽等其他客流集散地的主要出口。

（2）站点的选址要方便站内车流组织，且不对周围道路交通造成太大影响。可以根据乘车需求量的大小，确定站点规模，适当分级，在乘车需求量较小的地点，应该设置简易扬招点。

（3）占用道路空间设置的站点应确保道路有足够的宽度，降低因道路占用对周围交通的影响；在地块及建筑内设置的站点应有足够的空间，确保车辆停放，方便乘客候车。

（4）设置站点的位置视野要开阔，方便识认，在不影响交通的情况下，尽可能靠近道路和出租车出行的起讫点，提高站点使用方便性。

4.2 布局设计合理，完善相关配套设施

（1）路外站点应有顺畅的进出通道，方便车辆进出；路内站点应尽量设置成港湾站形式，减少出租车辆停靠对道路交通造成的影响。

（2）设置防护隔离设施，确保乘客候车安全和引导乘客排队候车。在流量较大的站点，设置休息及防雨防风设施，方便乘客候车，有助于建立和谐交通。

（3）设置辅助设施协助乘客叫车。加强信息系统建设，合理调度车辆，及时满足乘客乘车需求。

（4）在条件合适的站点，可以通过加强绿化、提供实时交通及生活服务信息等人性化措施等，提升站点服务水平，建立和谐交通设施。

4.3 设计完善的站点引导标志系统

（1）在区域周边及内部要设立站点标识、标志，如区域站点分布图、站点指示标识、管理制度宣示等。

（2）在站点附近的道路以及人流汇集的地点设置指引标志，引导乘客到达附近站点。

（3）在客流集散地、商场等建筑物内设置指引标识、标志或设施，提前引导乘客前往站点乘车。

（4）在出租站点规划区域内，通过各种传媒方式宣传站点的设置及相关管理措施，提高市民意识，引导乘客使用站点乘车。

5　结　语

目前我国出租车运营大多采用扬招+路抛的模式，这种模式出租车空驶率高，占用道路资源、影响交通安全、污染环境，出租车随意的路边停靠和乘客上下车，很大程度上还恶化了城市道路交通，对城市形象也造成影响。国外发达国家出租车服务大多采用候客站点和电话调度的方式组织出租车服务，他们的经验值得我们进行研究，并合理借鉴。徐汇区出租车站点规划的成功经验，说明了候客站点的模式能在很大程度上改善扬招+路抛模式存在的各种缺点，因此可以成为我们今后出租车发展规划的重要方向。

参考文献

［1］凌学岭. 油价上涨和高空驶率对上海出租车行业的影响及对策［J］. 上海企业，2008（9）：28–30.

［2］陆建，王玮. 城市出租车拥有量确定方法［J］. 交通运输工程学报，2003.

［3］周家高. 英国出租车的经营和管理［J］. 国外一瞥，2002（5）：41–42.

［4］肖挺. 浅谈城市出租车调度管理［J］. 城市交通，2003（2）：44–46.

基于低碳车辆技术的低碳交通研究

饶培俊 陈艳琴 王 正
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘 要：持续增长的碳排放已经对全球的生态环境造成了巨大的威胁，降低二氧化碳的排放是世界各国关心的一个焦点问题。而交通工具碳排放量占总碳排放量的比重越来越大。基于低碳排放的发展观，作者介绍了几种低碳车辆技术，并对其车辆环境进行分析，最后提出了电动汽车的发展环境。

关键词：低碳交通；低碳车辆技术；电动汽车

1 低碳城市与低碳交通

低碳城市是一种全新的城市发展理念，也是当代城市的发展方向，就是通过在城市发展低碳经济，创新低碳技术，改变生活方式，最大限度减少城市的温室气体排放，彻底摆脱以往大量生产、大量消费和大量废弃的社会经济运行模式形成结构优化、循环利用、节能高效的经济体系，形成健康、节约、低碳的生活方式和消费模式，最终实现城市的清洁发展、高效发展、低碳发展和可持续发展。

而城市交通是城市重要的基础设施，是城市社会经济正常运行的必要基础，有序运行并能满足城市社会经济发展需求的城市交通也是城市社会经济现代化的重要标志。因此，低碳交通也是发展符合我国国情的低碳城市不可或缺的重要组成部分。[1]

2 发展低碳交通的必要性

2.1 交通工具尾气的危害

交通系统产生的环境污染主要包括尾气排放、车辆噪声以及震动、电磁波干扰等。其中，一氧化碳、二氧化碳、氮氧化合物等汽车尾气的排放，是造成气候变暖、酸雨等生态环境污染的主要原因。这些有害气体已成为市民担心的污染源，如图1。以北京市为例，城区大气环境中的一氧化碳和氮氧化物含量常年超过国家标准，其中，一半的氮氧化物和80%的一氧化碳来自汽车尾气排放。

2.2 发展低碳交通的紧迫性

2009年年初，奥斯陆气候和环境国际研究中心发表的一份研究报告称，汽车、轮船、飞机和火车等交通工具所使用燃料释放的气体是目前造成全球变暖的主要原因之一。报告指出，过去10年全球二氧化碳排放总量增加了13%，而源自交通工具的碳排放增长率却达25%。欧盟大部分工业领域都做到了成功减排，但交通工具碳排放却在过去10年增长了21%。

对于中国来说，这一问题也堪称严峻。受购置税减免以及汽车摩托车下乡、汽车以旧换新等政策影响，全国汽车销量再创新高。据不完全统计，截至8月底，全国私人机动车保有量为1.38亿辆，与上月相比增长1.43%，与去年同期相比增长9.28%。其中，私人轿车保有量为2377万辆，占轿车总量的81.89%，与去年同期相比增长31.46%。最近8个月私人轿车保有量保持较快增长速度，私人轿车月增量占私人机动车月增量的45.42%。私人汽车拥有量的持续快速增长破坏了城市交通与环境之间的协调关系，加之长期以来对环境污染的控制、治理工作不到位，缺乏必要关注和有效手段，使得城市交

通环境的不可持续性愈发严重。在人口高度密集的特大城市，如北京、上海、广州等地，城区汽车行驶速度通常低于每小时20km，并经常处于怠速、低速、加速、减速等恶性排放状态，城区空气污染状况严重，环境对于城市交通发展的承载力越来越弱。

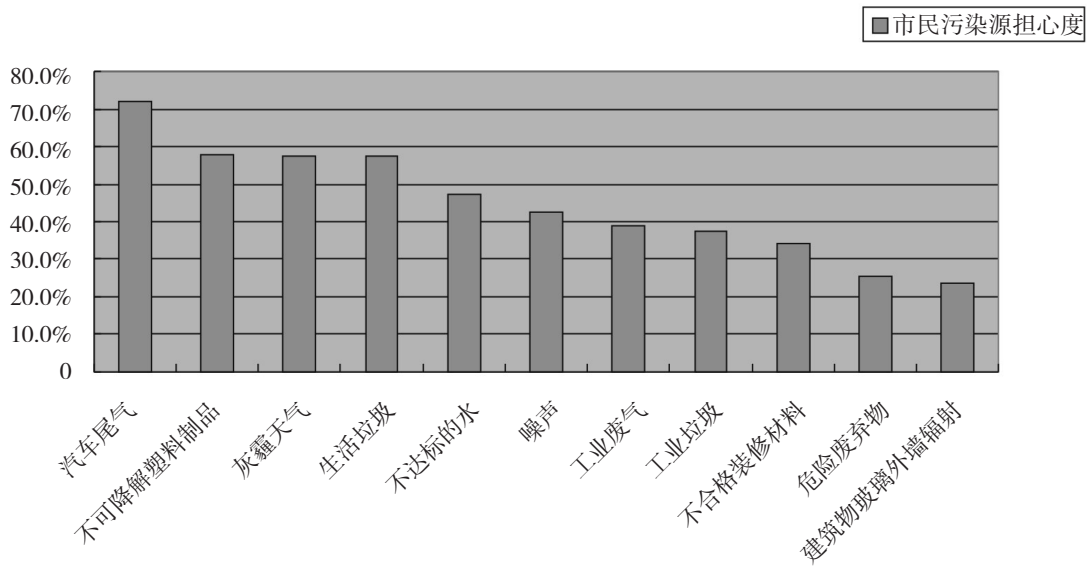


图1　市民担心的污染源排行

在未来的25年内，全球交通源二氧化碳排放将增加57%，而由于发展中国家的汽车行业发展迅速，其排放增长将占到80%。所以控制交通量，减少汽车尾气排放，发展低碳交通是城市实现可持续发展的必然途径。[2]

3　低碳车辆技术

3.1 低碳交通的两个变量

按照$I=PT$的公式，这里的I表示城市交通的碳排放，P表示私人交通出行的数量，T表示私人交通的单位碳排放（等于单位能源消耗乘以单位能源的碳强度）。因此，要控制碳的排放，需要关注两个因素：一个是私人交通出行的数量，如果这个数量是下降的，那么在单位排放为一定的情况下，城市交通的碳排放就降低；另一个是降低单位私人交通工具的碳排放，如果私人交通出行的数量是一定的，那么只要持续降低单位汽车的碳强度，就可以降低整个城市交通的碳排放。这就是生态创新所说的两种路径，即系统改进的路径和系统变革的路径。[3]

3.2 低碳车辆技术的新发展

低碳车辆技术具有潜在的和广阔的发展空间。首先，内燃机技术有一系列新的发展。这些新发展包括提高现有的汽油和柴油利用率的技术和使用替代燃料问题，比如使用液化石油气（LPG）、可再生燃料——生物甲醇或其他可替代石油产品的新能源。在英国，一般来说，汽油车和柴油车的内燃机必须支持生物燃料混合率高于5%的燃料，这将作为承担可再生运输燃料义务的一部分。

其次，电动汽车的优势越来越突出。电动汽车有一种更有效的驱动系统，这种驱动系统特别能够适应城市交叉路口的短暂停留；在低速行驶时，其高效性也十分明显。即使在车辆静止时，它的引擎也不需要完全关闭。此外，电动汽车还有再生制动系统，可以通过车轮的转动产生能源，然后再把能源传输到蓄电池。

电动汽车获取能源的方式不同，最简单地说有两种方式，一种是电动汽车的电池可通过接入外部电源来完成充电，这种外部电源可以是各种系统合并的配电网，也可以是当地的太阳能或风能的发电

网。这种充电式电动汽车可以实现零排放量。另一种电动汽车的动力来源是车载燃料电池，氢燃料电池的排出物全是水，也可以实现零污染。

最后，应用广泛的是混合动力汽车。混合动力汽车使用汽油驱动和电力驱动两种驱动方式，优点在于车辆启动停止时，只靠发电机带动，不达到一定速度，发动机就不工作，因此，便能使发动机一直保持在最佳工作状态，动力性好、排放量很低，而且电能的来源都是发动机，只需加油即可。丰田普瑞斯是世界上最成功的混合动力轿车，自1997年诞生以来已经在全世界销售了100多万辆。2008年在美国底特律举行的车展上，丰田汽车公司推出了最新的第三代普瑞斯混合动力轿车，这款新车已经开始在美国和欧洲销售。目前，第二代车型已在中国生产和销售，但它在中国市场销售一直很平淡，因此新车型引进中国生产销售的前景不容乐观。[4]

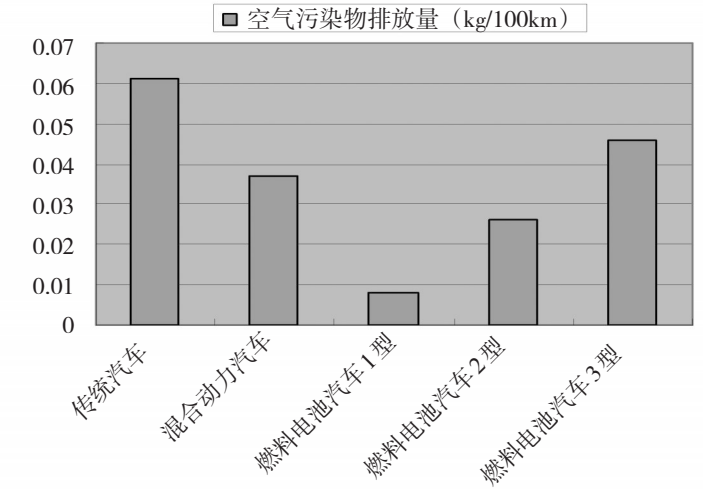
4 车辆环境比较

液化天然气汽车、混合动力汽车和电池电动汽车等这些低碳车辆的二氧化碳排放量都小于100g/km，并且电池电动汽车没有废气，氢燃料电池电动汽车只产生水。因此，这些车辆将在减少噪音和空气污染等方面有明显的益处。但这些低碳汽车要想有一个更良好的发展空间，就必须考虑车辆的生命周期（主要是电池寿命）和获取能源的便利性。

燃料电池电动汽车有以下三种简单的发电方式。第一，燃料全部使用可再生能源和核能，这种发电方式可以实现低碳排放，但不是零碳排放量。第二，燃料的50%来自可再生能源和核能，50%来自天然气。第三，燃料全部都用天然气。这几种发电方式都在很大程度上影响了电动汽车的环保性能。常规汽车、混合动力汽车和使用不发电方式的燃料电动汽车所产生的温室气体和其他有害气体排放量都不同。

各种不同的车辆对环境影响分析的结果如图2所示。很明显，电动汽车的环保性最好。目前英国的电动汽车大部分采用的是第二种和第三种发电方式。在温室气体和其他有害气体排放量方面，这样的电动汽车都比混合动力汽车少；随着对环境问题的愈加重视和科学发展观的提出，根据国家政策的执行情况和市场状况，汽车降低碳排放量将是一种必然趋势。事实上，在低碳的电池电动汽车推动下，低碳发电方式将变得更加重要。

这里不同车辆对环境的影响分析仅考虑了三种车辆类型，它并有考虑到在这三种车辆类型的基础上进行以替代技术为基础的任何潜在的改进。但是，从环境保护的角度来讲，电动汽车是一种最好的可行选择。但必须承认，电动汽车至少目前不会对消费者产生较大的吸引力。因为它们的性能、行驶距离、购买价格和其他车辆相比不具有竞争性，最重要的是在获取电源的便利性方面，没有加油方便。



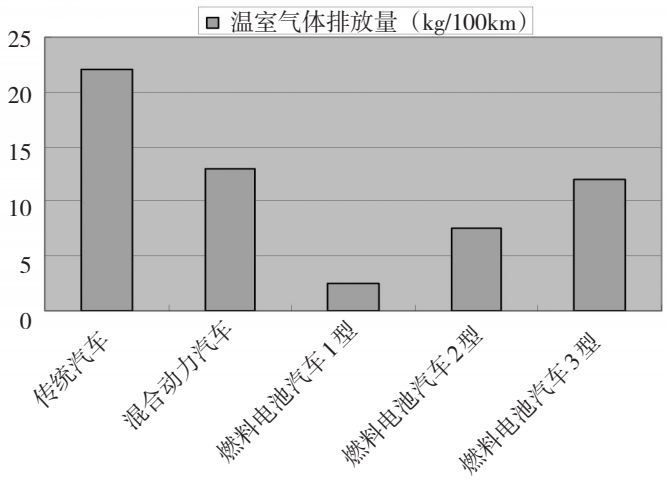


图2　丰田花冠（常规）、丰田普瑞斯（混合动力）和不同发电方式下丰田RAV4E（电动）的温室气体和有害气体排放量比较

电动汽车和传统燃油汽车在使用过程中，除了两者对环境造成的不同影响之外，其区别主要在于二者的综合使用成本。电动汽车的年使用成本由三部分组成。第一，车辆年折旧费，主要是将购买电动汽车整车的成本折合为寿命期限内每年所需成本。第二，燃料成本，对电动车辆而言，燃料成本包括充电费用和电池成本。设单位充电电价为A（元/度），车辆每年总充电电量为N（万度），电池每年所需成本为B（万元），则车辆使用成本可表示为$C=A\times N+B$。第三，维护成本，指车辆每年使用中周期性支付的费用，包括保养费、修理和电池更换费用等。[5]

对电动汽车年总成本影响最大的因素是电池年成本，其次为单位充电电价和年总充电电量。其中，每年所需的电池成本占整车成本的10%左右，它在总成本中占最大比重；年总充电电量主要取决于车辆的能耗水平和总行驶里程，单位充电电价等同于单位燃料成本，通过总使用里程共同决定了车辆使用中的直接燃料费用。

5　电动汽车发展环境

5.1 电动汽车充电站

为适应电动汽车的广泛使用，政府相关部门与企业应根据电动汽车的流量与续驶里程，在交通线路上设置具有适当间距、数量足够的电动汽车充电站。所建设的充电站至少应具备补充能源（主要为电能）和提供维修服务两大基本功能，并配备相应的专业技术人员来完成这两项工作。

在充电站的基础设施方面，需配备电力输入设备（接口与缆线）、快速充电器（机）、电能输出设备线路（接口与缆线）、动力源性能检测与诊断仪器、专用灭火器材以及电动汽车零配件等。此外，还应与电动汽车动力源供应商通力合作，为有更换需要的电动汽车提供备用动力源。

充电站必须正确选择供电系统中导线、开关电器及变压器等设施，以保证供电系统的安全运行。需要准确分析电动汽车的电能需求，这对未来不同区域的电力配送、负荷预测具有重要意义。因此，在设计充电器（机）时，应以电动汽车动力源充电功率需求为基础。同时，充电站建设必须考虑每台充电机所需的功率，按照电动汽车充电运行机制及每台车功率需求变化曲线进行分析，最终根据市场上电动汽车的类别与运行规律安排充电站建设和对应的充电模式。此外，借助先进的计算机与网络技术，进行充电站通信网络的设计与建设，实现充电站运行与管理的智能化，也是一项有意义的工作。[6]

目前，比亚迪电动汽车项目部已在上海建成并正式开始运行其首个电动汽车充电站，该电动汽车充电站内设有4台充电柜，采用数字显示和触摸屏智能控制充电，同时充电柜拥有充电刷卡、收费打

印等功能。另外，在北京、上海、武汉、株洲等城市开通的公共电动汽车示范线路，其充电设施还局限于指定的电动公交汽车的停靠与保养点。不过目前国内还没有建成真正的面向普通用户的充电站设施。

我国电动汽车领域专家陈清泉院士曾建议："电网企业将来可以将电动汽车充电站设在加油站里，国外某些城市已有先例。届时，电网还可借助大量的汽车蓄电池，实现有效调峰。"他还希望国家电力相关公司与企业做好迎接电动汽车时代的准备。显然，国家电网公司发展电动汽车，尤其是大力开展电动汽车充电站相关技术与设施的研发工作，是落实科学发展观，实施国家能源发展战略，参与建设资源节约型、环境友好型社会，履行社会责任的重大战略举措，具有显著的社会效益和经济效益。

此外，国家应制定有利于促进电动汽车充电站等基础设施发展的政策、法规，特别是在电动汽车发展初期，应制定使用电动汽车的优惠政策，如在电价方面的优惠政策，以促进电动汽车的发展与普及，减少车辆对环境的污染，实现低碳交通。[7]

5.2 电动汽车充电价格

电动汽车充电电价可根据充电站的性质制定。在现有电价种类范围内，常规充电站可执行商业电价标准，根据不同的充电时间再执行分时电价。对应急充电站则均执行商业电价的高峰时段电价。对公交车专用停车场的常规充电站可实行总表分时计量的方式，供电企业按月抄表收费；对公共停车场的常规充电站和应急充电站全部实行充值卡充电。计量装置设计时要考虑时段、电价设置等因素。此外，还可另行制定电动汽车充电电价。如果建设充电站的资金全部由供电企业承担，则供电企业还须在制定充电电价时考虑充电站建设成本的回收问题，测算出综合电价，报请物价部门批准。[8]

6 结 论

低碳交通是未来交通系统的发展趋势，而要实现低碳交通就必须从控制交通规模和控制交通工具碳排放量两方面入手。本文分析了几种新的车辆技术，并对其车辆环境进行比较，得出电动汽车的排放量最低，是实现低碳交通的重要手段，也是未来汽车的发展趋势。同时，随着国内电动汽车生产技术的日益成熟，电动汽车充电设施的相关标准与规范将更加完善。

参考文献

[1] 潘海啸，吴锦瑜，卢源，等. 中国"低碳城市"的空间规划策略［J］. 城市规划学刊，2008（6）.

[2] 任绍敏. 探寻低碳交通之道［N］. 第一财经日报，2009-10-23.

[3] 诸大建. 低碳型城市交通的两种战略［OL］. www.cityup.org，2007-09.

[4] 陈宗璋，吴振军. 电动汽车充电站建设［J］. 大众用电，2008（6）.

[5] Rita Shaw. The true costs of low carbon transport［J］. IET Power Engineer，2006（7）.

[6] 刘强，王春莉. 市场环境下电动汽车的电力服务［J］. 电力需求侧管理，2007（1）.

[7] 陈光祖.低碳经济——汽车产业可持续发展必由之路［J］. 中国绿色画报，2008（11）.

[8] 滕耘，胡天军，卫振林. 电动汽车充电电价定价分析［J］. 交通运输系统工程与信息，2008（6）.

桃园县道路交通安全分析

蔡中志
（“中央警察大学”交通学系暨交通管理研究所，台湾）

摘　要：通过文献回顾及对先进国家城市交通安全政策进行搜集探讨，并经由桃园县警察局肇事资料的分析，建立符合桃园县易肇事地点严重性指标，用以筛选评定易肇事路段、路口等需要改善地点，提出交通安全改善规划设计与改善成本效益分析，拟订适合桃园县之《交通安全策略方案》。

关键词：交通安全分析；交通安全策略；交通工程；交通教育；交通执法

1　引　言

桃园县30多年来工商业蓬勃发展，目前工业产值排名第一，人口持续增加，2009年底人口数1978782人。由于交通建设及警力的不足，用路人的守法性尚差，1987—2006年桃园县县民因道路交通事故平均每年死亡466.75人，使桃园县成为北台湾各县市车祸死亡率（每10万人口死亡人数）的第一名，甚至比台北县高2倍，比台北市高3倍。

桃园县于2001年成立交通局，专责管理交通运输，统合道安业务，强化道路交通安全工作，更在2006年进行全面性道路交通安全分析与改善，本计划系以桃园县之易肇事路段、路口的交通改善规划与拟定交通安全策略为主题。首先透过文献回顾及对先进国家和地区城市交通安全政策进行搜集探讨，并经由桃园县警察局肇事资料的分析，建立符合桃园县易肇事地点严重性指标，用以筛选评定易肇事路段、路口等需要改善地点，提出交通安全改善规划设计与改善成本效益分析；另于研究期间进行A1事故（A1事故表示在车祸发生24h内有人死亡的案件）实时调查分析，并辅以桃园县整体交通事故案件之统计分析，绘制桃园县交通事故斑点图，以期发现交通事故发生之个案潜在原因与整体事故原因及形态。透过文献回顾与选择3个先进国家和地区城市之交通安全政策或计划方案，进行探讨，明了其有效的交通安全改进方案、策略，再配合桃园县交通事故潜在原因与整体肇事形态，针对交通事故特性，由研究小组提出交通安全改善题目后，邀请相关领域之学者专家举办座谈研讨会，研讨与综合相关意见，拟订适合桃园县之《交通安全策略方案》，提供相关单位施政之参考。

2　研究方法及进行步骤

研究方法及进行步骤，以图1表示。

3　先进国家（地区）交通安全改善计划

先进国家与城市向来致力于交通安全的改善，兹以欧盟、日本、中国香港等国家和地区为例，说明其道路交通安全改善历程与计划方案。

3.1 欧盟

3.1.1 欧洲联合共同体《道路交通安全白皮书》

欧盟每年发生130万有人员受伤的事故案件，每年逾4万人死于交通事故。交通事故每年约耗费1600亿欧元，欧洲联合共同体《道路交通安全白皮书》要求各会员国加入并签署《道路交通安全的欧洲

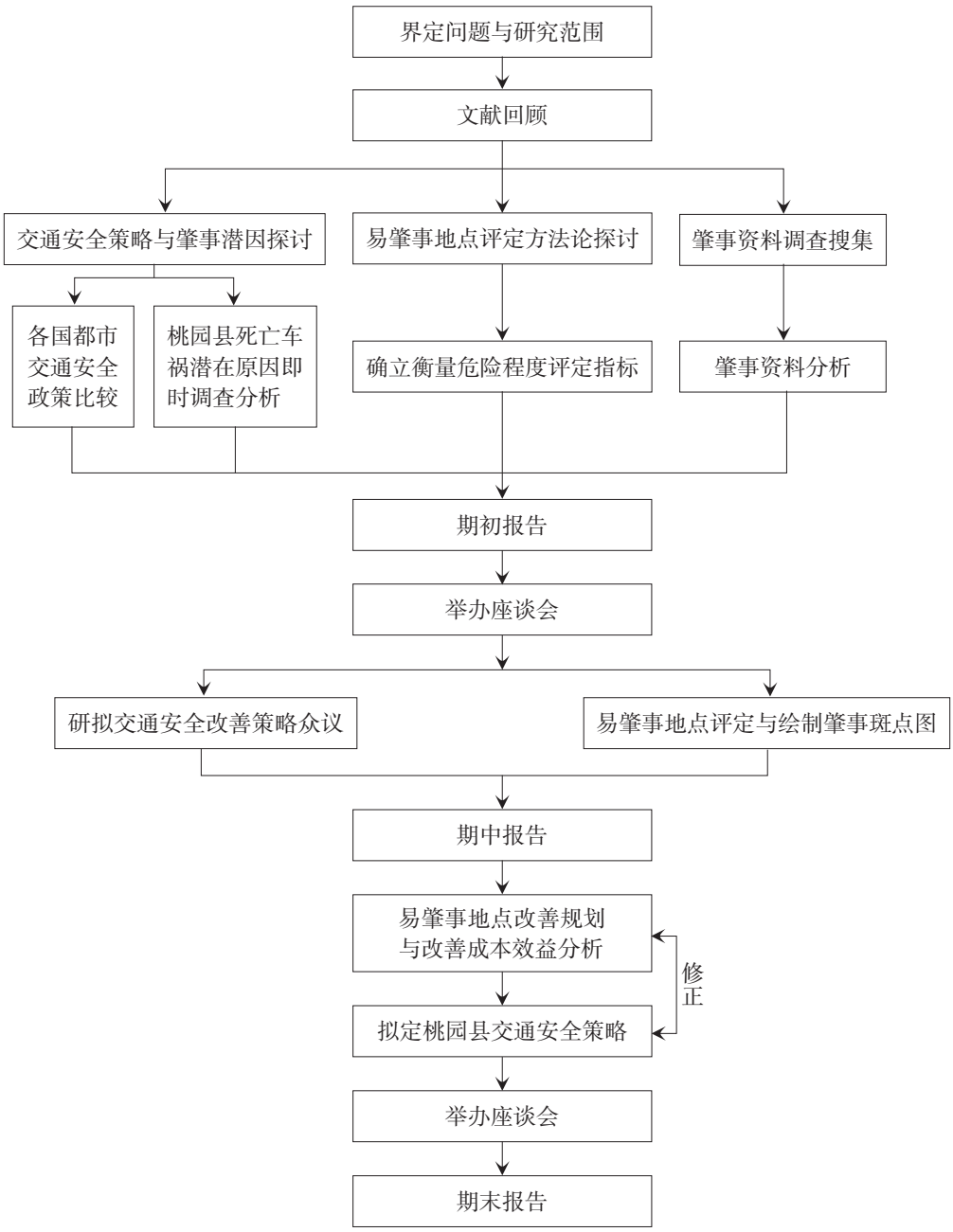


图1 研究方法及进行步骤流程

大宪章》，各会员国须就各地交通特性拟定交通安全改善策略，目标自2003年起至2010年，将交通事故死亡率减半。采取的具体措施：导引用路人理性的行动；利用进步之科技；道路交通基本结构的改善；保障营业货运与客运之安全；交通事故伤亡者的拯救与照顾；交通事故资料的搜集、分析与传递。[1]

3.1.2 维也纳市交通安全计划

维也纳面积415km^2，人口约160万。在年龄结构中，30岁以下的年轻人口占35%，60岁以上的老年人口占20%。

维也纳有2/3因交通事故而死亡者为行人或脚踏车骑士。这是一个相当高的比例。2003年所优先考虑序列的交通主要计划为：行人、公众的交通、脚踏车骑士、机动的个人交通等4项。优先考虑序列是将来维也纳道路交通政策的方向。最后当然希望在道路交通范围内能达到零事故零死亡的目标。

中期计划目标致力于2002—2020年降低一半的事故受伤者。

2000—2004年在维也纳道路上共发生26148件的交通事故，有33164人受伤，这当中209人因而造成死亡的结果。死亡人数虽比其他联邦区少，但是仍有改善之空间。交通事故其对社会以及国民经济所造成之损害相当严重，应着力降低其损害到最小，维也纳市已朝此目标进行计划。

虽然交通流量每年增加，但自从1961年以来透过不同的交通安全措施，交通事故的死亡人数已逐年递减。而最近15a以来严重受伤者减少一半。维也纳市交通安全计划属于欧洲联合共同体之道路交通安全以及奥地利交通安全计划的一环。交通安全是一个高度复杂的主题，维也纳市交通计划局在交通安全管理委员会支持下，拟定24个主题（例如速限、酒精、毒品、交通教育、安全座椅与系安全带、确保上学途径的安全、老年人、残障人士、行人、脚踏车、大小型机车等），作为道路交通安全改善之目标，每个主题包括：理想的目标设定，维也纳市所采取的措施、要求等。[2]

3.2 日本

3.2.1 日本国家交通安全计划

据日本警察厅交通局统计，其车祸死亡从1970年的16765人下降到2005年6871人（此为24h内死亡统计），降了将近60%。日本神奈川县，则从1970年的803人下降到2005年的252人。

日本在1970年制定《交通安全对策基本法》，并从1971年起，根据基本法由中央到地方各级政府，每五年制定一次《交通安全基本计划》，长期推动交通安全工作，至今其死亡人数已下降超过一半。目前正推动2006—2010年《第八次交通安全基本计划》，目标至2010年将事故死亡人数降低至5500人以下，2012年降至5000人以下，达成世界第一安全的道路交通；并以零交通事故之社会为终极目标。其具体交通安全对策为：道路交通环境之整备；交通安全思想之彻底普及；安全驾驶之确保；车辆安全性之确保；道路交通秩序之维持；救援及急救活动之充实；交通事故被害人之支持；研究开发及调查研究之充实。[3]

3.2.2 日本神奈川县交通安全计划

第八次神奈川县交通安全计划（2006—2010年）由神奈川县交通安全对策会议制作。

神奈川县县内交通事故的发生件数，自2000年起即连续下降，死亡人数在2005年时，下降到252人，这个数字是从1954有统计数字以来最少的一次，也是1970年第一次交通战争巅峰期死者人数803人的1/3弱，然而这段期间取得驾驶执照的人数及道路的总延长线，却是持续地增加，考虑这些因素后，我们认为这段期间所实施的交通事故对策，的确有一定的效果。虽然如此，但是至今，每年仍有大约6万件的交通事故、超过250个死亡的人数以及庞大的社会性与经济性损失。交通事故的消除，乃是确保县民生活安全与安心的重要课题。

本计划所属一系列的交通安全对策，乃根据1970年制定的《交通安全对策基本法》所延伸制定的子计划，自1971年以来，已完成7次的神奈川县交通安全计划。在各次子计划中，皆设定了死者人数的目标值及重点的对策项目，同时为了达成目标，各相关机关都曾经奋发努力往前迈进。

这一次，神奈川县交通安全会议又根据交通安全对策基本法第25条第1项的规定，完成了2006—2010年，有关县内陆上交通安全的综合性与长期性的施政大纲，亦即《第八次神奈川县交通安全计划》。本计划乃以台湾制订的《第八次交通安全计划》为基础，并将神奈川县道路交通环境与交通事故的特征纳入考虑，更以对策为内容，所制作的计划，相信应该成为今后该县交通安全对策的基本方针。

神奈川县交通安全会议也基于本次计划，制作出各年度的实施计划，俾能依据计划的进行状况及政策效果，适合及有效地在县民能够理解及协助的气氛下推动本计划。乡镇市等地区，则应依本计划，并配合各地交通状况及小区实况，制作乡镇市交通安全计划。[4]

3.3 中国香港

香港在1982—2005年的道路交通事故，从死亡453人下降到151人。最近几年并且拟定了以提倡顾及他人与培养有责任感的驾驶文化为首的策略，分为下列五大项目：驾驶行为的改善、道路交通的

立法与执法、交通工程与管理、车辆管制（监理）、护栏设计等，实施交通安全改善。[5]

4 桃园县道路交通环境与交通安全分析

由台湾地区1987—2006年车祸死亡人数20a的趋势分析，前10a死亡人数皆维持在7000多人，从1997年开始明显下降，到2002年的4322人为最低点，约下降40%。再从台北县与桃园县这20a车祸死亡的趋势观察，台北县从最高点812人下降到最低点359人，下降约54%，剩下不到一半的死亡人数，而桃园县从最高点574人下降到最低点347人，下降约40%，与台湾地区的趋势类似。[6]

最近几年台北县的人口数约为桃园县的2倍，但车祸死亡人数郤差不多，可见桃园县每10万人口死亡率比台北县高2倍。由桃园县与台北县交通现况分析比较则可知桃园县道路交通更为危险，原因为桃园县道路密度大于台北县，即路多；桃园县每1000人持有车辆数高于台北县，即车多；桃园县人口密度低于台北县，即移动快；桃园县老年人口比例较高，平均年龄则较低；桃园县大众运输使用率远低于台北县（9%：29%）；桃园县执法强度大于台北县，但超速与行人违规取缔比例较少；桃园县执法仪器数量远低于台北县（超速取缔仪器设备77杆+7：209杆+42）。[7]

而桃园县2006年的A1交通事故死者数共计264人，其交通方式，以骑乘机车者最多（占57.20%），其次为自小客车（占17.05%），行人（占15.91%），脚踏车（占4.55%），自小货车（占3.79%），详如表1。调查发现虽然骑乘机车者大多数已戴安全帽，但由于不合格安全帽或未正确戴妥安全帽，肇事时也失去保护作用。此外，A1中有学生18人死亡，占百分比约6.82%；而在416位驾驶人中，有56人无照，占百分比约13.46%。

表1 桃园县2006年A1事故死者的交通方式

交通方式	死亡人数（人）	百分比
曳引车	1	0.38
拼装车	2	0.76
自小货	10	3.79
自小客	45	17.05
机车	151	57.20
脚踏车	12	4.55
行人	42	15.91
其他	1	0.38
合计	264	100

由表2“桃园县2006年A1车祸各年龄层死亡率”可见，每10万人口平均死亡率13.81%，以65岁以上老人的死亡率32.02%最高，其次20~24岁者27.01%，第三为15~19岁者18.80%。

表2 桃园县2006年A1车祸各年龄层死亡率

年龄	人口数	死亡人数（人）	死亡率（%）
0~14	401456	5	1.25
15~19	143596	27	18.80
20~24	148093	40	27.01
25~64	1068118	144	13.48
65以上	149898	48	32.02
合计	1911161	264	13.81

一件车祸的发生，有时涉及多项肇因，若以现场履勘2006年10月至2007年3月之A1事故104件资料分析，前五名肇事因素依序为：酒后驾车有55件涉及、车速过快有40件涉及、未注意车前状况37件、未依规定让车有17件、违反号志管制9件。至于道路或交通工程问题（肇事潜因），归类为9大型态，其中以视线与视距受影响34件最多，交通标线及车道设置不善20件次之，弯道设计与管制措施不妥与行人（慢车）保护措施不足各16件，其他尚有分隔岛设施、警示反光、交通号志、干支道交管措施、路面异常等问题。[7]

5　桃园县道路交通安全策略理念与方案

交通安全策略理念采取问题导向的策略，以交通三E政策为改善方案主轴，再分短、中、长期计划，综合而成三维的思考对策。经研究影响桃园县交通安全问题有：维护交通安全的机制；酒后驾车、超速、安全帽、安全带；行人保护、老人交通安全；交通工程缺失等。三E改善方案：交通教育倡导、交通执法加强、交通工程改善及其他方案。计划期程与目标：短期为1a，中期为5a，长期为20a，分别预计减少死亡1/10、1/3、2/3。

提高交通行政功能，为推展交通安全工作之基础。法制化的运作机制才能长久。所以，立法以健全交通安全的机制以及组织的强化，至为重要，也是改革与推动交通安全工作的前提。此外，由酒后驾车、超速、安全帽、安全带、行人保护、交通工程缺失等问题，研拟各项对策。详细如表3。

表3　桃园县交通安全策略方案

问题面向	具体方案	短期	中期	长期
一、建立交通安全机制	1. 建立法制化的交通安全机制，制定《桃园县交通安全自治条例》：交通安全政策、交通安全组织、政策运作机制、财政、交通义工、导护志工、县民的权利义务、奖惩等规范		V	
	2. 成立易肇事地点改善与预防事故小组：聘请专家学者参与，推动易肇事地点之会勘与改善，综合分析肇事原因及提供改进建议	V		
二、提升交通安全组织效能	1. 强化交通局组织，增加正式员额编制；培养各乡镇市公所交通安全专业人员，长期任用		V	
	2. 推动警察局及各分局交通警察工作专业化，人员专业任用，减少调动		V	
	3. 重新整合组织交通义工：仿效消防义工（义消、妇宣队）组织制度，长期经营，定期专业训练、考核，协助交通指挥、导护与交通安全倡导工作		V	
三、彻底普及全民交通安全意识	1. 民意代表、交通警察与交通志工经常性的倡导。（村里小区倡导好，交通安全事故少。民意代表来引导，交通安全没烦恼。）		V	
	2. 结合社团活动倡导（结合扶轮社、狮子会、青商会、同乡会、体育会、小区发展协会等各种社会团体举办活动时倡导。）		V	
	3. 争取财团、社团法人与公司企业经费支持交通安全教育倡导，或成立类似“董氏基金会”团体专职交通安全倡导		V	
	4. 协调相关业者（汽机车业、保险业等）共同参与交通安全改善工作		V	
	5. 透过教育体系实施交通安全教育，将交通法规与交通安全知识纳入各级学校课程		V	

续表

问题面向	具体方案	短期	中期	长期
三、彻底普及全民交通安全意识	6. 针对驾驶人道安讲习：初次取得驾照的讲习、换照前讲习、违规或肇事者的讲习	V		
	7. 针对老人交通安全参与式活动倡导		V	
四、酒后驾车防制	1. 路上设置倡导标语关怀驾驶人疲劳要休息、酒后勿开车	V		
	2. 规范餐饮业、便利商店等提供酒类场所，应悬挂酒后不开车等交通安全倡导标语		V	
	3. 透过社会公益团体之活动，倡导勿疲劳驾驶及酒后不开车，在各种宴会场合，由各级民代与官员致词时带头倡导指定驾驶、酒后不开车		V	
	4. 维持对酒后驾车之取缔强度，办理绩效评比奖励	V		
	5. 维护酒精浓度检测仪器堪用与汰旧换新		V	
	6. 规范餐饮业者对会喝酒的驾驶人，有义务劝导其酒后不开车，代客叫出租车或代客开车回家之服务机制			V
	7. 针对酒驾前科犯列册辅导监管，协助其改正酒瘾，并彻底执行吊扣吊销驾照使其不能开车		V	
	8. 将酒精与毒品危害并列正式教育内容			V
五、安全帽	1. 倡导使用合格标准的安全帽并正确佩戴安全帽	V		
	2. 结合机车相关公会与机车业者，针对机车驾驶人正确使用安全帽的倡导		V	
	3. 加强取缔未戴、未正确佩戴或戴不合格的安全帽	V		
六、安全带	1. 倡导汽车上路前，前后座之乘客均应系妥安全带	V		
	2. 结合汽车业界，针对汽车驾驶人的倡导		V	
	3. 加强取缔未依法令规定系安全带者	V		
七、行人保护	1. 倡导行人（尤其是老人、小孩）正确安全行走方法；夜间行走时应佩戴反光配件		V	
	2. 建立行人穿越道的优先路权，倡导汽车礼让行人		V	
	3. 畅通骑楼行走空间，消除人行道、慢车道广告招牌与障碍物。联结各级学校通学路线，建立行人安全走廊网络		V	
	4. 改进交叉路口照明设施		V	
	5. 检讨交叉路口行人穿越道绘设位置与行人安全动线		V	
	6. 改进大型路口或行人流量较大之路口的行人穿越号志时相（例如行人时相早关汽车号志迟闭）	V		
	7. 订计划加强行人违规取缔（本县以往很少取缔行人违规）	V		

续表

问题面向	具体方案	短期	中期	长期
八、超速防制	1. 教育倡导在应减速慢行之地点（尤其通过路口时），确实减速慢行，确保行车安全		V	
	2. 规划添购固定杆闯红灯测速照相仪器设备或移动式超速照相仪器，加强执法成效		V	
	3. 检讨速限合理化与易肇事路段速限标志设置	V		
	4. 在全县易超速路段增设“本路段常有测速照相”警告标志	V		
	5. 订计划加强对超速违规之取缔，尤其应针对夜间超速重点取缔	V		
	6. 推动（试办）路口路段以监视设备进行交通执法工作			V
九、弯道改善	1. 检讨易肇事弯道之路型、路宽、安全视距、超高；弯道起、终点或顶点处；交通管制规划情形		V	
	2. 检讨分向限制线与边线之明视度，反光警示设施是否有效	V		
	3. 检讨山区或上、下坡弯道处路段，标志、标线设施情形，是否能有效防制车辆违规超车、超越行为	V		
	4. 于弯道前路段，规划取缔超速违规，并增设测速照相杆或隐秘性勤务加强执法		V	
十、中央分向岛缺口改善	1. 建立中央分向岛开设缺口之基本条件及交通管制设施标准		V	
	2. 全面检讨中央分向岛开缺口是否太密集，并封闭影响交通安全之缺口，易肇事之中央分向岛缺口，必要时应规划适当之号志管制			V
	3. 改善中央分向岛缺口处照明及车流转向或停等空间等设施情形		V	
十一、交叉路口交织面积过大情形改善	1. 检讨干道路口交织面积是否过大，停止线等标线设施之位置是否恰当，必要时应缩小路口		V	
	2. 检讨易肇事路口车流转向运行车道配置空间之几何设施		V	
	3. 利用槽化线、转弯线、指向线等标线，合理规范路口行车动线	V		
十二、闪光号志路口安全问题改善	1. 检讨干道流量大、车速快之路口，设置感应式号志或采取全天候三色号志运作，而三色号志不要任意变换为闪光号志运作，应依据路口特性，以安全性为最重要考虑	V		
	2. 全面检讨路口之视线状况，消除视觉死角	V		
	3. 强化路口照明与警告标志设施		V	
	4. 于路口之前路段规划减速标线，降低车速		V	
十三、快速道路与平面道路交接处安全问题改善	1. 检讨交织处之号志运作与交通管制设施情形	V		
	2. 检讨交织处照明设施不足影响视线与视距情形		V	
	3. 检讨交织处之桥墩分隔、导引与防护设施有无欠缺		V	

续表

问题面向	具体方案	短期	中期	长期
十三、快速道路与平面道路交接处安全问题改善	4. 检讨平面道路机慢车行驶交织处及桥墩分隔处，设置相关指示标志		V	
	5. 检讨交织处路旁支道车辆行车视距不良情形	V		
	6. 强力执法与装设测速仪器取缔，以降低车速		V	

6 结 语

欧洲联合共同体（2005年以前为25个会员国）的道路交通事故规模约为桃园县的100倍，其计算因车祸造成每年的经济损失为1600亿欧元，依此估计，桃园县的道路交通事故造成每年的经济损失为16亿欧元，但桃园县的民众所得仅约其半数，所以按比例减低为8亿欧元，约新台币330亿元。所以，相较于其他意外灾害防治，交通安全制度的建立与事故的调查及预防工作，更应值得重视。而健全交通安全组织，推动全民交通安全运动，比交通硬件建设的花费，简直小巫见大巫，但依先进国家和地区经验，长期努力的结果，有非常大的机会，可以降低交通事故的发生超过一半，投资报酬率极高。

1987—2006年，桃园县县民因道路交通事故平均每年死亡466.75人，自1997年以后，有开始下降的趋势，最近3a更为明显，而2008年已下降至269人；新任县长于2010年初宣示将在3a内更进一步降低30%，值得期待。

参考文献

[1] 欧洲能源与交通委员会. 欧洲联合共同体道路交通安全白皮书［M］.［出版地不详］:［ 出版者不详］, 2003.

[2] 维也纳市交通计划局. 维也纳市交通安全计划［R］. 2003.

[3] 第八次交通安全基本计划［C］//日本中央交通安全对策会议. 2006.

[4] 第八次神奈川县交通安全计划［C］//日本中央交通安全对策会议. 2006.

[5] 屯门公路交通事故独立专家小组.改善公路安全研究报告［R］. 2003.

[6] “行政院卫生署”. 台湾生命统计［R］. 2008.

[7] 蔡中志，陈高村. 桃园县易肇事地点改善规划［R］. 2007.

商圈道路安全规划与设计理念之探讨——以逢甲商圈为例

徐耀赐　黄继贤　庄昆财
（逢甲大学运输科技与管理学系，台湾）

摘　要：探讨位于逢甲大学旁之逢甲商圈，欲了解演变过程及现行商圈道路规划方向与建议。在商圈发展过程中，促使商圈交通繁杂之主因，即为交通所引发之，然抑制交通繁乱之目的，则是建置行人专用号志及行人道之使用，故有效规划停车及行人专用区，才得以使商圈道路人、车、路达到使用者均衡之概念，以对未来两岸各都市商圈发展引以为鉴。

关键词：商圈；使用者均衡；交通安全；行人专用区

近年来，都市发展极为迅速以及交通建设之发展，导致交通移转现象发生，人口特性亦会跟随转变，伴随着迁移状况，将促使周遭交通环境与交通可及性之结合，进而吸引邻近地区甚至外地观光消费人口至此，改变土地使用特性，使该地区衍生出商圈。然商圈发展阶段，若未事先作好都市计划，未来年中，将面临人口移动及车辆数急速增加，而商圈四周道路规划不妥，攸关着停车、通行、绕路问题，造成容量饱和之压力，举而言之，台湾地区台中市都市结构为放射状路网，由都市发展之观点，原始交通是以台中市火车站为发射点，经历时空转换，至1980年台湾中山高速公路之扩建，商业区扩展渐向郊区发展，而商业区之移转，已渐渐朝向外围开发。

1　都市交通与商圈发展

在都市发展过程中，都市运输影响着土地使用及都市开发规划，有良好之大众运输系统，该地区之发展，亦会蓬勃而生，而都市随着交通设施之改变，商业区结构可能造成转移。在探讨商圈道路规划中，应知周遭交通特性。本研究首先剖析台中市发展之历史以及都市引领着商圈开发之过程，可得知道路规划导致车流随时改变，都市商圈之转移，使都市活动特性改变，而后商圈发展以寻求道路规划改善。

1.1 台中市都市交通与逢甲商圈之发展影响

回顾台中市之发展，过去分为四个区块，分别为西、北、南三屯区以及旧有之5个区域，旧有之中心商业区发展，乃在于台中车站之建立，促使中心商业区以车站为中心，辐射至各商圈开发。直至台湾地区中山高速公路之兴建，公路系统渐取代轨道系统，而台中市台中交流道往台中方向，已取代旧市区之站前商圈成为交通枢纽，近年来，台中市都市重划之七期重划区新市政中心，使西屯区逐渐取代旧市区之繁荣。因逢甲商圈临近交通枢纽，且知名海外之逢甲大学及中部科学园区工业区邻近于此区，更让逢甲商圈加速成型。

在台湾地区生活水平提升下，使逢甲商圈消费行为维持着多元形态，因台中市都市七期重划区之房价节节飙升，但逢甲商圈主要邻近学生市场之因素，使得逢甲商圈之消费水平相较于上海市或台北市而言，并未随着周遭商业之发展，多数物美价廉。

探讨台湾地区之商圈结构，明显的现象是商圈与消费行为紧密联结，密集分布于居家周围之零售业，更使得其商业活动沿着街道发展，商圈结构大多是自然形成的，并未经过整体性规划配置，其街道式之店面所汇集而成的商业经营模式，消费者有互动消费场所，影响着消费者行为。

台中市社会经济特性中，消费能力并非为自我都市内之市民，主要靠着外来消费力引领带动城市

之发展，其公路交通运输路网为外环快速道路，中山高速公路及福尔摩沙高速公路环绕城市外围，搭着交通之便，吸引周遭彰化县、南投县、台中县等消费者，进入台中市消费市场。犹以台中市中港路为例，中港路平日车辆数极大，尖峰时期车道常达过饱和状态，而进入市中心之商业区，成为交通拥塞之问题。经过时空转换，现在台中市之商业动向，渐转往西进之现象，台中市之商业区发展，已由铁路运输转往公路运输之交汇点，而本研究即探讨台湾地区最大购物商圈，以名闻海峡两岸之逢甲夜市作为改善商圈道路安全之主轴。

依台中市经济处产业更新科之研究，逢甲商圈之范围由逢甲大学校门口为主轴点，以台中市文华路为主干，向外延伸至逢甲路、福星路、西屯路、河南路一带，其商圈主轴在于逢甲大学侧门，主要是外地旅客消费购物之商圈。逢甲商圈在周末及非假日之傍晚，停车供给严重不足、机动车辆数量庞大，造成邻近地区交通混乱、车辆任意行走及恣意乱停之乱象，故交通问题有待解决。

1.2 商圈定义

在都市与交通结合理念中，商圈道路之改善，应先定义商圈，台湾地区“经济部”商业司曾于商圈再造计划中定义商圈，其意旨集合单一或多元商业功能，在同一地区各自经营称之为商圈，形成商圈主要条件为具备多家之商店，且商圈可能附着于百货业、计算机街、邻近学校等。不论有形或无形商业皆可以成为商圈，本研究搜集6个相关研究人员对商圈之看法，综合起来，商圈有广义之区域与市场之分，而本研究定义商圈为都市之商业区内，系由单一大型零售业或由多家零售业所组合而成，供民众消费、购物等，且于一个地理区中，具有经济活动之单一个体。

2 逢甲商圈交通问题

逢甲商圈最显著之目标即是逢甲大学，经由逢甲大学由头至脚发展，状似于人字形。在周末及傍晚时，人潮及车潮涌入商圈道路，使得人、车争路之现象屡见不鲜，常令人倍感险象环生，主要原因在于人字形所穿越道路停车问题严重。对于台湾机车成长数目日益庞大，于尖峰时期（晚间6—10时）大众运输公交车及私人运具，双双开进路幅宽度约15m之道路，道路混杂着大众运输、副大众运输、等候线车辆（进停车场）、购物之机车、私人汽车等，导致交通服务水平颇低，造成逢甲商圈活动有一特别之形式，分为宁静与嘈杂混合一体之区域特性，宁静区包含逢甲大学、邻近住宅区，商圈混杂区则含有住商混合之性质，其构成逢甲商圈，并于未来水涌经贸园区将开发落于此区，若现今之商圈道路未加改善，必导致未来年交通问题更加严重，故须先探讨商圈内之道路安全问题，以供两岸都市商圈发展之规划设计。

2.1 道路使用者与通过性旅次

在逢甲商圈之消费者运具选择中，分别有一般私人运具驾驶之民众及搭乘大众运输之民众，一般私人运具旅客，包含着机动车辆（汽、机车）与搭乘大众运输之旅客。逢甲商圈因邻近朝马转运站，使外地观光客格外方便至接驳商圈内。而商圈道路于尖峰时刻常供不应求，反映出道路供给之不足，主要原因为前述所提，诸如停车问题严重、机动车辆过多、观光旅客数量庞大，夹杂着大众运输、私人运具（汽、机车）与行人，更使得民众人不让车、车不让人，且私人停车场招呼人员亦扮演道路阻碍者之角色，多元障碍阻挠下，让逢甲商圈道路有安全之顾虑、风险之存在、道路运输供给不足之特性。

逢甲大学统计系曾针对逢甲商圈作出调查，其研究共回收有效问卷1239份，其购物旅次居住在台中县市者居多（约占70%），非来自中彰投地区（外地游客）占有约21%；而至逢甲商圈之交通时间以30分钟以内居多（约66%），主要交通工具则为机车与汽车（分别约33%与30%），其研究可知逢甲商圈之大众运输接驳人口仅约30%。

为了了解出入逢甲商圈两只手臂，其福星路之车辆通过旅次状况，经本研究调查分析逢甲商圈现有大众运输，以公交车系统共12条，而副大众运输之出租车于逢甲商圈有一招呼站，位于逢甲路与福

星路交叉路口，且假日观光旅客搭乘游览车亦可能通过于此区，在大众运输、私人运具及行人三者互相干扰下，应先了解周遭之停车、交通量状况、尖峰小时交通量有调查研究目标（本研究调查最大尖峰量四个汇流至福星路），如表1和表 2所示。明显的，机车停车量竟高达750个（周围福星路有画格），若在包括街边驻停或其他巷口停车场驻停，通过此区之机车数量相当庞大，如何有效抑制机车数量，应提出解决之方案。

表1　逢甲商圈现有交通状况分析（福星路附近）

项　目	数　目
停车场之数量（私+公）	8个
机车停车位停车数量	约750个

表2　逢甲商圈尖峰小时交通量（最大概估量，实际调查估计）

车辆形式	交通量（veh/h）
公交车	10
出租车	70
私人运具 （小客车+大客车）	487
机车	1018

2.2 人车冲突

在逢甲商圈道路内，人车冲突特别严重，并且行人与车流量占道路饱和之状态，行人未能礼让，停等之等候未有耐心，而驾驶者亦是如此，车辆交织运行于车群中，导致行人与机动车，常会互别仇视。人车混合严重虽因教育与执法不彰，但对于道路安全规划者，必须重视此项问题，有好的道路安全规划，分离人车冲突问题，才得以解决逢甲商圈道路之安全。

2.3 停车问题

行人特性中，停车规划设计应考虑到民众步行之距离，购物客为了达到方便之目的，常会路边驻停，或是街外驻停于最靠近商圈之路外停车场。逢甲商圈存在着停车场数量及动线规划不足，常有私人业者停车场兴起，使得私人业者，为了招呼揽客，往往霸占道路，当起交通管理者，便成为交通阻塞因素之一，为了了解逢甲商圈内之公有停车场及私有停车场之数量。在现有道路交通问题中，每逢周末假期，福星路段消费购物民众常发生与车争道情形，目前做法乃利用交通锥分隔临时行人徒步区，让人、车分道，但对于现行推动状况，效果不彰，为舒缓逢甲商圈交通问题，迫在眉睫，安全与道路规划者及改善工程人员，应了解需求与供给之特性。

3　逢甲商圈道路改善理念

在逢甲商圈道路交通安全问题之困扰中，近十年之间，其最早改善计划为1993与1995年《大学小区环境改善计划》，并于1999年度城乡风貌之台中市逢甲商圈小区风貌营造工程进行改善，配合着逢甲大学小区已完工之城乡风貌改善工程进行整体小区环境改善工程，但商圈道路环境面对着车辆成长之迅速，道路交通规划设计人员及“政府”部门，应该有效提出对应策略。综合前述所提，逢甲商圈之道路改善冲突可分为人车冲突、汽机车通过旅次、停车问题等，在多种乱象改善理念下，应考虑到人车均衡之发展，共同维护道路安全，就此以人行维护道之布置、行人专用号志与全红号志之配合、时间与空间之管制、机车抑制使用之方式进行探讨，以建立商圈道路行人专用区之设立。

3.1 减少人车冲突

为了减少人车冲突，在未来研究中，对于商圈道路规划者，应先提出减少人车冲突之风险方案，

在许添本君之研究中曾考虑人车冲突风险指标，其考虑的为地区性道路之交通安全状况，使行人暴露在危险环境及伤亡，并将人车冲突风险指标分为曝光量与严重性两部分。研究使用地区性道路，借此建立指标，其曝光量指标系指以行人步行于地区性道路之中，可能面临人车冲突之次数；而严重性指标之建立，则是行人遭遇车辆碰撞时，车辆传递给行人之动能大小，此点判别行人事故之伤害程度；最后将两项相乘而得到人车冲突风险指标。从曝光量指标分为并行曝光量指标与穿越曝光量指标，两者具有不同特性，遂再分为并行人车冲突风险指标与穿越人车冲突风险指标。

透过减少冲突模式可计算出人车冲突分析，其研究中主要目的仍是须先评估人车冲突量，才可考虑布设人行步道之宽度与距离。而人车冲突在商圈道路中，亦扮演着重要之角色，若能将现有商圈之冲突量计算得知，能得到判断冲突量之大小，已建立人行专区之可能与目的。

3.2 机车抑制与自行车之使用

经过前述调查，机车进入商圈道路之数量为最大宗，而空间需求甚为迫切，虽停车位数量须有供给，才能满足需求。但严重交通阻塞且机车机动力特佳，可任意行走于道路之中，影响到道路行人及一般私人运具之驾驶者，但经由本研究调查发现，骑乘机车进入逢甲商圈要道之使用者，主要为学生或台中市之居民，与纪美智所作研究雷同，为了减少机车之使用，应以强令之办法，开辟机车停车区近于商圈之邻近停车场，有效规划停车场（非在主要商圈道路内），设置地须具有良好规划车流动线，约距商圈15~20min路程，禁止于尖峰时期穿越商圈道路及街边驻车于商圈中，并使逢甲商圈改善成为专为行人行走之行人徒步区设立及专供特有车辆通行之路网设计。

前面所述之人车冲突，应限制逢甲商圈行人徒步区之通过车辆，预防人车共混所产生之人车冲突问题，在尖峰与假日时，禁止车辆通行，仅开放特殊车辆通过，供救难与救灾之车辆驶进。另外一种想法，配合绿色环保之理念，以点对点之服务性质，如图1所示从转运站或公车站牌，由“政府”主导自行车租用制度，从转运站起点至商圈，可借由自行车之绿色运输工具，转接驳至此区成为接驳运具，而逢甲商圈亦有租车还车之服务存在，已构成点对点及节能减碳之概念，并抑制租用小汽车或机车，及减少机车数量之政策计划。

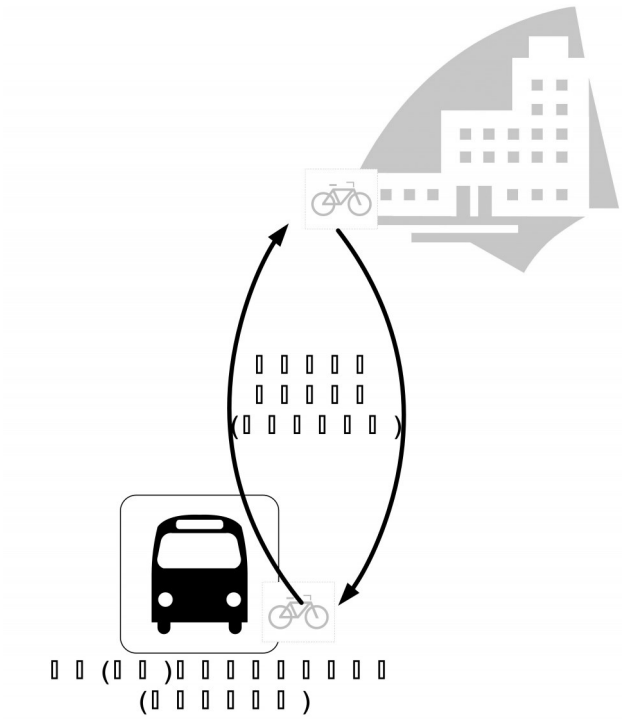


图1 绿色运输工具无缝接驳之理念——自行车接驳

此项理念将运输需求与管理面与运输系统与管理应有效整合，将商圈道路减少汽机车停车格数量，管制假日尖峰之通行车辆，如此一来，停车空间减少后，使用大众运输之旅次将增加。

3.3 时间与空间之管制——大众运输与停车设施之配合

鉴于尖峰时刻人车交替混杂之情形严重，为了疏通甲商圈之车流，考虑尖离峰之特性，应采单一车道引导式疏通道路，在假日尖峰时期管制机车与私人运具通行福星路，应使公交车进入逢甲商圈之穿越，建立公交车专用道，并配合安全锥配置人行道防护，建立特殊时段之行人徒步区。

在停车设施中，须对于时间控管路边停车，亦应禁止路边停车于尖峰时期，加强取缔违法之业者及提高周边驻车之收费，甚至废除停车格之制度，前述几项措施，外围之停车场数量亦须配合，以满足大量之观光客，便于旅客停车、购物、路线引导之顺利。

3.4 车道建置人行道防护之布置

商圈中，步行空间为商圈重要发展之元素，若商圈规划者能提供一个安全之车道及完善之休闲徒步环境，将有助于提高消费者至此商圈购物与消费之意愿，维护行人之安全。而前述之人车冲突及减少车辆之使用，更可使旅客之步行行为与结合内部商圈之特性，避免人为因素受到干扰。

在目前逢甲商圈道路安全计划实施上，已落实安全锥之维护，作为临时人行道之布置，但在此项布设上，仅就单一车道之距离布设为考虑拟定符合行人需求之空间计划时，应将地区大众运输特性纳入考虑，以了解行人普遍之特性，及因地而异之特性。并须考虑行人之安全维护，不能仅单设于人行防护锥，未考虑到管制之特性。人行道步行安全达成方式基本上可透过人车分离（平面分离、垂直分离、时间分离）、安全设计等方式达成。

在逢甲商圈之行人专用徒步区（临时人行道），应保障路口之安全视距及避免死角空间之形成，提供行人步行空间及行车安全。人行道应以提供舒适之外部环境、考虑行人之安全，并以无障碍环境设计为原则，故商圈内临时之人行道建置，须朝向人车分离、舒适及无障碍等三方向进行。

3.5 行人专用号志与全红号志之配合

为了提供较佳之人行空间，逢甲商圈最忙乱之两个交叉路口，逢甲路与福星路及逢甲路与文华路为行人区与车流交集汇聚地，双边通过之行人量相当庞大，而行人步行时间往往不足，且人车抢路之现象常频繁出现，特别是在平日与假日傍晚至晚11点之时间。若行人号志采用触动式号志系统，则会有多项问题产生，使用效果常有不彰、触动号志损坏、行人任意行走等，故在此不建议于使用之。

在台中市交通处方面，采取全红号志时间加长，并且增设行人穿越线，利用全红号志配合行人穿越线，此行人对角线行人穿越道线，乃是依据台湾地区道路标线标志设计规则，其设置条件为设于有行人专用时相之号志路口；其线型为于路口对角线位置画设X字形平行白色实线，线宽15cm，平行宽度以3~5m为度。前项标线分全日性及时段性，并应配合号志时制设置之，时段性应将可通行时段标绘于各平行实线起点处。而搭配着行人专用号志系配合行车管制号志使用，管制行人穿越街道，设于交叉路口或道路中段。而符合行人专用之道路设计，应达到人、车、路之均衡，此一均衡下，须配合道路指挥人员（警察）之用，以供特殊全红时制经由行人穿越，使等候车辆待行人通过，才予以通行。

4 商圈均衡之发展

在商圈规划及发展，应依循前述交通动线规划理念，并依据交通量及道路通过地区两旁土地使用现况或规划使用目的，同时预测未来年之交通量，考虑行人使用需求规划人行道及停车空间。

4.1 商圈道路规划与需求之均衡

对于商圈规划之前，必须先配合土地使用计划及都市空间活动系统，而运输系统应全盘掌握交通路网脉动，搭配合适之路线规划及供需分析，在商圈道路发展之理念中，须将均衡发展键入于此，如图2所示。

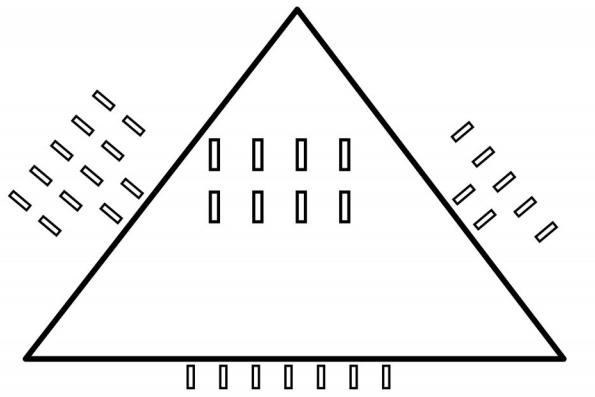


图2 商圈发展均衡理念图

在商圈发展过程，应满足土地与社经发展、生活质量及运输设施之充足，才可找出最适合之道路安全规划，并解决未来之需求。混合土地使用之特性，须有三种动线考虑，其有汽机车之动线选择、人行动线选择与大众运输动线选择，将三者融合其中，才得以作有效均衡之使用，兹分别说明如下：

（1）行车动线：车辆动线在整体土地使用规划中应显示出土地使用特性与街廓整体开发之需要，将道路路网妥善规划，考虑人行空间之布设，以便于接驳，避免车行阻碍至交通，唯此点先须评估路网饱和及延滞量，才得以将行车动线，远离商圈之主要徒步道路，在现有道路路幅不足下，可采以管制车辆进出，将行车动线，转为引入其他路网，。

（2）人行动线：行人动线应须将人车分离，使车行路线与人行道路冲突，并应考虑行动不便者之便利性与舒适性之需求，免于行人受机动车辆之干扰。

（3）大众运输之专用动线：大众运输路线的规划应有专用路线之产生，与公交车停靠站及邻近车站产生密切的联系关系，唯须配合良好之大众运输转运地点，加之三者弹性之设计，再辅以完善之行人动线系统，可以有效减少非必要之自用车辆旅次。

4.2 使用者均衡之概念——路网基本模式

使用者均衡之概念曾有不少学者提出解决之办法，其模式得到一个存在与唯一之数学特性，如Wardrop所提出之使用者均衡的条件，其观念为没有驾驶者能借由路网改变旅行成本，须有效并系统性指派至各路网，其使用者均衡指派数学模式，以系统最佳化数学模式。

交通路网分配对应着路网调节之交通系统，而道路路网应考虑人、车、路之协调。在商圈道路设计中，行人为最重要之考虑目标，使用者均衡不应仅考虑最短距离、时间及成本之路网或系统最佳化之均衡模式等效用模式。

除了上述之使用者均衡概念，为了达到系统最佳化及使用者之均衡，未来商圈道路安全规划，须考虑人本之特性。若道路安全问题而产生延滞，将导致路网发生拥挤之特性，造成浪费社会资源之情形，应有效达成路网使用者均衡之概念，达到商圈道路之安全。

5 结论与建议

在目前海峡两岸商圈发展过程，须考虑到两岸交通使用者之特性及社会经济特性，以便作出适合两岸道路规划之方向与目标，而符合安全之商圈道路规划与设计，应不断改良与改进，并非一朝一夕即可完成，经由本研究之探讨可供几点结论与建议，给予海峡两岸之公路设计、交通界领域人士。

（1）对于此地区之计划应有完善之社会经济分析，并且改善道路规划中，亦须取得公众与“政府”间之配合，才可达到相辅相成之发展，另外订定明确之目标与强力之政策，对于现行道路规划与未来该地区之都市计划发展相关，以避免酝酿车流与人潮过饱和之状况。

（2）本研究之商圈，其商业机能与大学城之学术机能相庭抗衡，多元土地混合使用，造成交通之

问题，在现有之推动计划与实施之改善中，更成为两岸地区未来发展商圈之典范。未来两岸之商圈有人潮众多造成过于拥挤，应考虑路网之延滞及饱和状态，并发展较良好之大众运输系统。在面对缺少绿地活动空间及人行徒步空间之商圈道路，可如逢甲商圈发展形势雷同，与大学相结合之商圈活动，并有行人专用徒步区之设计及防护，以提供更多人行空间之权利。

（3）本文提供商圈道路规划与设计之借镜模板，未来应可朝向最佳化路网分析、号志软件，了解该区之行车延滞量及改善效益分析之研究，减少道路延滞之分析。本文可供交通规划、研究人员了解商圈之性质，使商圈道路更趋完善安全。

（4）行人专用与使用者均衡互相搭配，才能缔造最佳之商圈环境，并且教育民众及倡导极为重要，若无事先告知及警力配合，可能使此区道路规划方案失败，在本研究调查之同时，虽逢甲商圈已设计行人全红号志之规划，此项计划虽在起步，唯具吓阻性及指导性之管制行人及车流，仍无有事先专员指引。鉴于本文之结果及目标，主要使逢甲商圈道路安全无虑，更希望提供给未来海峡两岸地区之商圈，使其能有更美好行人徒步消费商圈之生活。

参考文献

[1] 营建署. 市区道路人行道设计手册［R］. 1991.

[2] 蔡洪维. 以空间型构法则分析商圈分布情况［R］. 朝阳科技大学建都所，2009.

[3] 伍南彰. 从商圈消费者需求及店家经营模式建立台中市市商圈最适辅导管理计划之研究［R］. 2008.

[4] 台湾地区“经济部”商业司. 商圈更新再造人才培育计划［R］. 2000.

[5] 周泰华，杜富燕. 零售管理［R］.［出版地不详］：华泰文化事业公司，2000.

高速公路高乘载车辆专用车道设置之原则

蔡肇鹏[1] 张亚琴[2]
（1. 台湾“交通部”“国道”新建工程局，台湾；2. 台北市交通局交工处，台湾）

摘 要：着重于高速公路设置专用车道——高乘载车辆专用车道提供高乘载车辆快速行驶，达到舒缓严重壅塞之高速公路车流。其研讨重点系设置高乘载车辆专用车道之基本原则与相关配合条件加以探讨，从文献回顾中了解先进交通国家对于高乘载车辆专用车道执行后之经验，研究归纳后，综合提出可行且可执行之规划、设计原则与准则等，作为日后高速公路管理单位从事设置高乘载车辆专用车道之参考与依据。

关键词：高速公路；专用车道

1 引 言

高乘载车辆专用车道简称HOV车道，又可称为共乘车道在国际上已有40年之推动历程，普遍见于美国与加拿大都会区高速公路系统，发展初期以大客车专用车道以改善尖峰时段通勤交通，后转变为乘载二或三人以上车辆专用车道。释出原仅供大客车行驶之高乘载车道剩余容量，使得高乘载车辆专用车道可服务既有与诱发之高乘载车辆，包括高乘载之小型车、共乘车与出租车等使用，充分达到高乘载专用车道之使用率，并获得普遍欢迎[1]。

回顾美国高乘载车辆专用车道40a发展历程，系以鼓励大众运输为初衷，之后开放属于副大众运输的高乘载小汽车通行，以充分使用车道剩余容量。环保与交通部门对高乘载车辆专用车道的共识具体呈现于清洁空气法及三大交通法案，空气质量不良的都会区多有相当规模的高乘载车辆专用车道网[2]。

高乘载车辆专用车道除为运输需求管理措施外，更被赋予改善空气污染的目标；美国洛杉矶即因兼具交通极度拥挤及空气质量严重不良，而成为全球高乘载车辆专用车道路网最具规模的都会区[2]。本文回顾美国、加拿大、英国等高乘载车辆专用车道的发展经验，探讨台湾地区高速公路设置高乘载车辆专用车道面临的关键课题，并提供中国大陆地区高速公路交通管理上之参考。

2 文献回顾

2.1 高乘载车辆专用车道之沿革

高乘载车辆专用设施之发展缘起，系缘自公交车优先权构思之实现。所谓公交车优先权即道路应让予公交车优先行驶，使达到运送更多之人而非车辆。最早援引此观念且具体实施约于欧洲之英国或比利时，而后美国亦有若干都市如纽约市之曼哈顿区于1982年已设有11条不同形式之公交车专用道。由于于市区实施成效良好，于20世纪60年代末期美国将其推广于高速公路上，最著名之例证即于1969年启用之弗吉尼亚州华盛顿特区之雪莉高速公路之高乘载车辆专用车道[2]，开启高乘载车辆专用车道于高速公路上设置之契机与实施风潮。

于1989年美国与加拿大地区即陆续约有40个以上不同形式之高速公路高乘载车辆专用车道加入都会运输之行列。此外，欧洲之德国、英国、比利时、法国，中亚之土耳其，南美之巴西，亚洲之日本、韩国、泰国以及大洋洲等国家地区亦有将近20个不同形式之高乘载车辆专用车道之设置与应用，

显然此类之高乘载车辆专用车道主要功能系以运送人而非车辆之都会公路运输观念已普遍为全球各地运输管理单位所接受并充分应用之管理策略与方式。

2.2 台湾地区实施之过程

台湾地区之高速公路高乘载车辆专用车道至今尚未实质加以设置，唯于交通管理上之需求，亦比照美国实施高乘载车辆管制方式于1994年起，于春节、清明节假期等重要假期，为使高速公路交通免于过度拥塞，而实施2人（含驾驶人）以上之高乘载车辆进入高速公路行驶管制，即在一特定时段内，高速公路只限大客车和载满限制人数以上的小客车行驶，其他车辆则禁止进入高速公路。由于实施效果甚佳而持续实施至今。

现今为配合全球性之节能减碳政策，及达到绿色节能之运输功能，特于中山高速公路五股杨梅段高架拓宽工程，于三车道路段中辟设一高乘载车辆专用车道。其设置条件包括通过人数必须大于一般车道或大于1800人/尖峰小时，旅行时间则较一般车道节省1h/km，其间之服务水平（容量比V/C）必须小于或等于一般车道之0.8，而车辆驾驶人之接受度为新建 大于移置，通行车辆之资格为大众运输车辆优于共乘汽车（3人、2人）及低污染之车辆，而其设置方式包括设置于高架内侧（较多）或外侧等。

现已进入实质建置阶段，将于不久之未来，台湾地区之高速公路将出现第一条高乘载车辆专用车道，充分达到以运送人而非车辆之公路运输目标。

3　高乘载车辆专用车道之定义与特性

3.1 高乘载车辆专用车道之定义

高乘载管制是以车辆乘载之人数作为管制道路使用之一种措施，其目的在提高人员的输送量[2]。依据美国州际公路与运输官员协会 1983编定之《高乘载车辆及大众转乘设施设计指南》 中对于高乘载车辆与高乘载车道之定义如下[2-3]。

3.1.1 高乘载车辆之定义

所谓高乘载车辆系指车辆除了乘载驾驶人之外，尚载运更多之人，此车辆称为共乘使用之大客车、小客车或中型巴士，或特定地区任何车辆符合最低乘载率之要求，一般为2人、3人或4人以上者均可视为高乘载率车辆。

3.1.2 高乘载车辆专用车道之定义

所谓高乘载车辆专用车道又称为高乘载率车辆专用车道，一般通称为巴士与共乘车道 、优先车道等，系指一种优先权之设置，将一般道路与高速道路上之车道区隔开来，保留专供高乘载率车辆行驶之用。

3.2 高乘载车辆专用车道之特性

由于高乘载车辆专用车道之建置，可分为既有高速公路核拨一车道加以建置，或于一新建高速公路即增设一高乘载车辆专用车道以供高乘载车辆行驶。因此，不同建置方式之高乘载车辆专用车道之特性亦有所不同，将分别陈述如后。唯以美国为例，对高乘载车辆专用车道之一般特性系具有以下数点[2-3]：

提升道路系统运输人的能力；设置所需时间短、成本低；追求道路使用权的真正公平性； 具有阶段性设置与运作；鼓励大众运输使用；投资风险少、成本效益高；可有多单位之补助款；使用团体多；旅行速率、行车时间准确性等相对提高；具有开发弹性；环境影响低，符合能源节省、污染降低之环保趋势。

4　高乘载车辆专用车道设置方式

高乘载车辆专用车道设置方式可区分为新/拓建及于原有车道中拨出一车道等方式建置而成。

4.1 于原高速公路现有车道中核拨一车道建置

于此情况下，系原高速公路即有车道达三车道或以上时，则可核拨一车道供作高乘载车辆行驶之专用车道，又可分为以下两种情况加以探讨，一为路权用地充分可供作增设高乘载车辆专用车道相关配套设施使用，另一则无足够之路权用地作为增设高乘载车辆专用车道相关配套设施使用。

4.1.1 路权用地充分可供作增设高乘载车辆专用车道相关配套设施使用

此一做法，实际与新建方式一般，可有足够之车道宽及内、外路肩宽，并可以实体分隔分式与一般车道加以区隔；另相关配合之设施包括警用停车湾、故障车辆待援区等亦均可适地加以设置。其详细之建置如新建方式之说明。唯一不同之处，为高乘载车辆专用车道之进出口处理较新建者困难，较无法做到独立式进出口之设置，及联络道之选择亦较缺乏弹性。

4.1.2 无足够之路权用地作为增设高乘载车辆车道相关配套设施使用

路权及构造方式的限制，高乘载车辆专用车道乃考虑利用原有三车道之内侧车道作为设置，且内侧路肩及剩余二车道宽度均仍维持原有之标准，分别为1.0m及3.65m。因此于高乘载车辆专用车道与一般车道间，亦无空间可供设置缓冲区，仅能考虑以标线作为适当分隔之处理方式加以建置。

4.2 新建高速公路核设高乘载车辆专用车道之建置

新建高速公路高乘载车辆专用车道之设置方式可分为路权用地足够及受限两种加以探讨，包括专用车道、路肩、分隔设施、及警用与待援车辆专用停车湾等配套设施。

4.2.1 路权足够

新建高速公路路权用地足够，则高乘载车辆专用车道可考虑利用独立并以护栏实体分隔或以标线绘制缓冲区并加设反光标志柱分隔方式作为设置。其专用车道宽度维持为3.65m，且内、外侧路肩均可设为3.0m，以利警车执勤及故障车辆待援时应用。其进出口设施之设置，则可依采用平面交织进出匝道、地区道路联络匝道及兴建直接式高架匝道等3种基本形式，配实质交通需求及公路几何条件加以选择设置。

4.2.2 路权受限

此种情况如前原有高速公路拨建一车道设置高乘载车辆专用车道之情况相同，唯一不同之处系新建之高速公路辟建一高乘载车辆专用车道及相关配套设施时，可作整体规划与配设，如分隔方式、进出口设置、交织长度、警用与待援车辆专用停车湾、及路段中开口等，期使得高乘载车辆专用车道之使用能充分发挥。

5 高乘载车道之设置原则与准则及条件

5.1 设置原则

须获地方“政府”、民意机关支持；高速公路须有重现性拥塞现象；尖峰时段快速道路上每车道交通量逼近容量限制；须具有成本效益性；现况道路拥挤或未来十年内即使增加容量亦将拥挤；高乘载管制系统之执法可采用传统之人工执法方式，或先进之监测技术等；旅行时间至少较一般车道为短；高乘载管制是以车辆乘载之人数作为管制道路使用之一种措施，其目的在提高人员的输送量，使道路之使用效率达到最高；高乘载管制系统可搭配共乘制、停车转乘制以优惠的条件实施，亦可配合电子收费系统，提供另一种机会给非高乘载之道路使用者，以支付费用的方式使用高乘载车辆专用车道。

5.2 设置准则

高乘载车辆专用车道之设置准则，经参阅文献资料［2–6］及研究心得汇整如下：

尖峰小时内主线速率超过8km之路段平均速率小于50km/h；高乘载车辆专用车道尖峰小时交通量至少有1000小客车当量；大众运输交通量至少45辆以上；高乘载车辆专用车道流量对容量比值至少须在0.2以上；路段单向车道数不少于三车道，高乘载专用车道之容量不低于其他车道容量；整体之服务水平已达到D级或更差；若整体之服务水平已达到E级或F级，则应采分隔设施；高乘载管制之

实施有其主、客观条件，就高速道路而言，主要考虑因素包括道路几何特性、交通特性、行驶速率、旅运特性以及乘载率等；高乘载车辆专用车道可由隔离方式、运行方向、实施时段、实施时间、车种界定以及乘载人数等方面加以分类；高乘载车辆专用车道其几何布设可分为主线路段与交流道两部分，其中主线路段之布设又可分为可变换方向运行、双向运行及逆向运行3种，而交流道之布设则可分为平面交织进出匝道、地区道路联络匝道以及直接式高架匝道3种基本形式。

5.3 主客观条件

5.3.1 主观条件

主要系依据交通政策与专用车道功能定位两方面进行适于高乘载车辆专用车道之设置条件作为探讨。

（1）鼓励使用大众运输为主之策略

包括“交通部”发布之运输政策白皮书，明订大众运输优先之政策，优先发展都市大众运输系统政策之相关策略与政策，强化都市运输之管理等。

（2）专用车道之功能定位

首先应探讨专用车道措施是要解决何种交通问题，例如服务短程或长程，通勤或地区性旅次，高乘载车辆定位为何、服务特性、对象与实施顺序，上述须由调查资料得知，例如各车种占高速公路车流量比率与人旅次量比率，以决定各车种乘载率及实施之顺序等。

5.3.2 客观条件

系依高速公路实质交通运作需求及旅运需求特性、实质设施之条件、服务水平、运转绩效等，作为进行适于高乘载车辆专用车道之设置条件探讨。

（1）旅运需求特性

高速公路各路段现况之服务水平为D级以下，平均旅行时间得以节省，高乘载车辆专用车道之使用率可达到预期等[3]。

（2）实质设施之条件

路段几何条件（主线车道数）应大于3车道[3]。

（3）服务水平

高乘载车辆专用车道之流量，应达到高速公路路段之现况交通量于尖峰时段大于1500 辆/车道小时，旅行时间能予节省，一般车道与高乘载车辆专用车道之流量与容量比应明显差异，高速公路路段车流现况行驶速率于尖峰时段低于40km/h等[3]。

（4）运转绩效

总旅客人数、总旅行时间、时间差异变化均应符合预期效果。

（5）其他

应设置于明显交通拥挤运输走廊，路廊具有共乘潜力，不过度影响其他车道车流为原则，预期高乘载管制措施实行后要有足够的使用量：专用车道的平均使用量于尖峰期间至少必须维持在每车道每小时 100~150 辆大客车（大客车专用道）或每小时400~600 辆高乘载车辆（不分大小型车辆之混合车道）等[3]。

5.4 其他注意事项

5.4.1 高乘载车辆专用车道之出入口设置

其进出口设置之方式，包含平面交织进出匝道、地区道路联络匝道及兴建直接式高架匝道等3种基本形式。其中平面交织进出口匝道，乃紧邻快速道路主线车道设置，以标志、标线标示其进出口位置；地区道路联络匝道，则系自地区道路或大众运输转乘设施以跨越或穿越快速道路主线车道之方式直接进入高乘载专用道，惟其设计速率较低，设计容量亦以低于500辆/h为原则；直接式高架匝道则采用较高设计速率、设计容量高于500辆/h之匝道设施直接进出高乘载专用道，多利用于一般交流道

与系统交流道。

5.4.2 故障车辆路肩临停车流行为之处理

高乘载车辆专用车道系设置于原高速公路之内（左）侧时，当车辆发生故障或事故，则将造成该故障车辆排除移至外（右）路肩时，必须穿越一般车道进入路肩，因而严重影响一般车道之行车。若该专用车道系设置于原高速公路之外（右）侧时，则当一般车道中之车辆发生故障或事故，则将造成该故障车辆排除移至外（右）路肩时，必须穿越专用车道进入路肩，因而严重影响专用车道之行车。故而，如何妥善处理此一交通管理问题亦为筹建高乘载车辆专用车道时，必须特别注意之处。

6 高乘载车道之布设形态

高乘载车辆专用车道之布设形态，端视交通量与车流状况，以及参考“国道”新建工程局之高乘载专用道设置规范[4-5]，可以从实质隔离、标线隔离等形态方面加以分类。

6.1 隔离方式

高乘载车辆专用车道布设之隔离方式，可区分为实质之区隔与应用划设标线设置缓冲区等方式加以区隔。

6.1.1 独立路权专用车道

系实体隔离并同向运作，即于现有高速公路路权外，另外增建专用车道，专供高乘载车辆使用。

6.1.2 护栏隔离

系实体隔离不限运作方向，即于高速公路路权内，以护栏将部分车道隔离，供高乘载车辆使用。

6.1.3 标线缓冲区隔离

系以标线或/及软性反光柱隔离并同向运作，即于高速道路路权内，以标线绘制缓冲区带或/及软性反光柱方式将车道隔离，供高乘载车辆使用。

6.1.4 无护栏及缓冲区隔离

系紧以绘设标线区隔并同向运作，即于高速道路路权内，仅以单一标线方式将部分车道隔离，供高乘载车辆使用。

6.2 布设方式

高乘载车辆专用车道布设方式，可分为布设于内侧、外侧及利用路肩等方式设置高乘载车辆专用车道之布设。

6.2.1 最外（右）侧车道布设方式

高乘载车辆专用车道布设在高速公路最外（右）侧车道，且专用车道车流行进方向与一般车道车流一致，此种布设方式便利于短途之高乘载车辆进出高速公路，而对于一般主线交通进出高速公路较不方便，适用于郊区到郊区县分散性旅次。

6.2.2 最内（左）侧车道布设方式

高乘载车辆专用车道布设在高速公路最内（左）侧车道，此种布设方式适用于市中心至郊区等起讫点较为集中性之旅次，且有足够之高乘载车辆使用量之路廊，较适于服务中长程之高乘载车辆。隔离形式是以高乘载车流运行方向加以区别；若采顺向运行，则专用车道与一般混合车道以缓冲区、标线或软性反光柱等加以区隔；若采逆向运行，在尖峰时段借用相反方向之内（左）侧车道（通常该方向为离峰），专用车道与逆向一般混合车道必须以可移动式护栏或软性反光柱等实体分隔设施加以区隔。

6.2.3 中央分隔带范围布设高乘载车辆专用车道

此种布设观念为在高速公路路权范围内完全监控的高乘载车辆专用设施，因此可以减低营运管理需求要件。若设置中央双向式护栏分隔高乘载车辆专用车道，双向高乘载专用车道最好以护栏加以实体区隔，倘若受限于道路面积，亦可以缓冲区加以区隔；若设置中央式调拨式护栏分隔高乘载车辆专

用车道，则以缓冲区加以区隔。此种布设形式之设置方式、适用条件、优缺点，类似于最内侧车道布设方式。

6.2.4 外侧路肩布设方式

高乘载专用车道布设在快速道路外侧路肩，此种布设方式适用于郊区到郊区县分散性的旅次，大部分是将快速道路最外（右）侧车道改设置为路肩，外侧路肩设置专用车道，专用车道与一般车道间以路肩加以区隔，且高乘载车辆与一般车辆共享此路肩，专用车道车流行进方向与一般车道一致。然而台湾地区所有高速公路交流道之进出口匝道都设于最右侧，高乘载车辆与非高乘载车辆上、下匝道将发生严重并入与分出之交织现象，因此必须有免候车道供高乘载车辆与非高乘载车辆使用，且必须于适当位置设置相关之指示标志与禁制标志。

7　相关法令之配合修正

由于高速公路实施高乘载车辆专用车道于台湾仍属首创，因此其建设、使用、与管理必须有所依据，现行即有之法规均不符使用必须加以配合修正增删，对于优先权一词必先有所阐释，以利高乘载车辆专用车道之推动与执行，建议所修正之法规原则如下[2, 6-8]：“《公路法》”——此外法中对专用公路一词应予重新定义，并对高乘载车辆、高乘载车辆专用车道等名词以予定义；《专用公路管理规则》——此规则应相对应于公路法对专用公路一词重新解释，部分条文亦应配合修正以利高乘载车辆专用车道之设置与运作；《道路交通标语标线号志设置规则》——此规则中宜将高乘载车辆专用车道之标志、标线等如何设置纳入规范；《高速公路及快速公路交通管制规则》——此规则中宜增列高乘载车辆专用车道名词之释义及相关规定；《道路交通管理处罚条例》——此条例中应纳入对闯入及违规使用高乘载车辆专用车道之车辆驾驶人予以处罚；《违反道路交通管理事件统一裁罚标准及处理细则》——此细则中有关径行举发及统一裁罚标准表之项目应考虑纳入高乘载车辆专用车道有关之规定。

7.1 道路交通标志标线号志设置规则

鉴于现行《道路交通标志标线号志设置规则》并无高乘载车辆或高乘载专用车道相关规定，故有必要酌予修正本规则相关条文，以供道路主管机关执行兴建及养护管理依据。

7.1.1 增修第六十九条：车道专行标志

为明示高乘载车辆专用车道之专用性及建立权威性，并利于执法，增订遵29车道专行高乘载车辆标志及相关条文之增修如下。

遵29车道专行高乘载车辆标志，本标志为蓝底白字白色箭头及白色边线。

增修条文为：高乘载车辆指营业用客车、通勤交通车或乘载一定人数以上共乘汽车等高乘载率之车辆；其适用之车辆种类、最低乘载人数、行车方向与速限，应依设置之交通标志、标线或号志规定。以上条文之规定中，有关车辆种类、最低乘载人数、行车方向与速限等未明确加以规定，系保留道路主管机关得视交通需求及车道资源之有效利用，适当指定高乘载车辆之弹性。

7.1.2 新增102条之2：高乘载车辆专用车道起点及终点预告标志

为明示高乘载车辆专用车道之起点及终点，提供足够之操作长度使高乘载车辆及一般车辆行驶其规定之车道，增订高乘载车辆专用车道起点及终点预告标志，用以指示前方车道一定距离处为高乘载车辆专用车道之起点或终点。本标志为蓝底白字白色箭头及白色边线。

指33-2.1、指33-2.2、指33-2.3、指33-3.1、指33-3.2、指33-3.3标志等高乘载专用车道起点及终点预告标志。

增订条文为：指33-2.1标志设于高乘载车辆专用车道起点前方2km适当处，指33-2.2设于高乘载车辆专用车道起点前方1km适当处，指33-2.3标志设于高乘载车辆专用车道起点前方500m适当处，指33-3.1标志设于高乘载车辆专用车道终点前方2km适当处，指33-3.2设于高乘载车辆专用车道终点前方1km适当处，指33-3.3标志设于高乘载车辆专用车道终点前适当处。

7.1.3 增修第一百七十四条：车种专用车道标线

配合高乘载车辆专用车道之实施，增订高乘载车辆专用车道标线图例及标绘说明。高乘载车辆专用车道线如使用于高（快）速公路，菱形符号、专用路面标字及其间距得酌予适当放大。于进入高乘载车辆专用车道处开始标绘，起点处连续标绘三组，间距70~100m；路段中连续每隔1~2km标绘一组。每于高乘载车辆专用车道入口处均应如前示原则标绘之。其增订条文为：高乘载车辆专用车道线设置图例如上，如使用于高（快）速公路，菱形符号、专用路面标字及其间距得酌予适当放大。于进入高乘载车辆专用车道处开始标绘，起点处连续标绘3组，间距70~100m；路段中连续每隔1~2km标绘一组。每于高乘载车辆专用车道入口处均应如前示原则标绘之。

7.1.4 增修第一百七十五条：车种专用车道标字

配合高乘载车辆专用车道之实施，增订“高乘载专用”车道标字。其增订条文为图1所示。

行车专用道之车辆名称	使用之标字
（一）公共汽车	公交车专用
（二）大客车	大客车专用
（三）大货车	大货车专用
（四）汽缸总排气量未满五百五十立方厘米之机器脚踏车	机车专用
（五）自行车	自行车专用
（六）高乘载车辆	高乘载专用

图1 增订条文

7.2 高速公路及快速公路交通管制规则

鉴于台湾地区现行《高速公路及快速公路交通管制规则》并无高乘载车辆或高乘载车辆专用车道相关规定，故有必要酌予修正本规则相关条文，以供高速公路及快速公路主管机关执行兴建及养护管理依据。

（1）为明示高乘载车辆专用车道之专用性及建立权威性，并利于执法，增订高乘载车辆专用车道名词定义。增修条文第2条之十七、高乘载车辆专用车道：指专供营业用客车、通勤交通车或乘载一定人数以上共乘汽车等高乘载率车辆通行之车道。行驶本车道之高乘载率车辆种类、最低乘载人数、行车方向与速限，应依设置之交通标志、标线或号志规定。

（2）考虑加速车道宜依交通需求及配合道路断面设置之，为保留设置弹性以因应各种可能情形，删除右侧加速车道之单一规定。修正条文第7条之汽车自交流道、服务区或休息站进入主线车道时，应遵守交通标志、标线、号志指示行驶，并先利用右侧加速车道逐渐增加车速，判明交通情况确达安全距离，方得驶入主线车道。中有关右侧二字删除，仅留加速车道逐渐增加车速。

（3）为保留汽车驶离高速公路及快速公路主线车道之设置弹性以因应各种可能情形，删除应先驶入外侧车道之单一规定，修正以应遵守交通标志、标线、号志之指示行驶适当车道之弹性规定。修正条文第18条之汽车驶离高速公路及快速公路主线车道拟进入交流道、服务区、休息站时，应先驶入外侧车道，再循减速车道逐渐降低速率行驶之。中有关应先驶入外侧车道等文字删除，修正为应遵守交通标志、标线、号志之指示行驶适当车道。

8 结 论

由于社会经济之快速成长，进而带动机动车辆亦随之急剧成长，导致道路面积之拓宽与新建早已

不敷日常交通所需，造成于平常日早晚尖峰时段之交通已拥塞不堪。因此，于新建公路建设不易之情况下，如何就现有道路设施加以改善，以达到运送更多人之目标实其必要性，而历经美、加地区将近40余年实施与验证之结果，于建设时间与经费上相对较省且能获得较大之成效者，莫过于高乘载率车辆优先权之实施，及其配套之高乘载车辆专用车道设置与推广应用。

唯于即有高速公路拨设或新建高速公路新设之高乘载车辆专用车道时，除应格遵早期实施之宝贵经验与其设置原则外，应特别注意配合本地区之交通特性与车流行为，尤其当大众运输车辆所占比例较高时，应优先考虑设置高乘载车辆专用车道，同时配合周延之倡导，以获得广大民众与车辆驾驶人之认同，期使高乘载车辆专用车道之实施与推广中所受阻力最小，所获得之效益最大。

参考文献

[1] 钟智林. 台湾高乘载车辆专用车道推动之关键课题初探［R］. 2006.

[2] 台湾“交通部”运输研究所. 台北桃园间中山高速公路高乘载率车辆专用设施（HOV）可行性之研究［R］. 1993.

[3] 台湾“交通部”运输研究所. 快速道路智能化—先进交通管理及信息系统规划、设计与设置准则及手册之研订［R］. 2001.

[4]“交通部”台湾区“国道”新建工程局. “国道”路网设置大众运输与高乘载车辆专用车道及设施之研究［R］. 1997.

[5] 台湾“交通部”台湾区“国道”新建工程局.交通服务功能检核与交流道形式分析报告［R］. 2009.

[6] 苏志强，李政聪，娄自强. 高速公路高乘载车道交通执法策略研究［R］//“八十七年”道路交通安全与执法研讨会. 1998.

[7] 道路交通标语标线号志设置规则［R］.［出版时间不详］.

[8] 高速公路及快速公路交通管制规则［R］.［出版时间不详］.

雪山隧道行车特性分析

吴健生 高瑛穗
（“中央大学”土木工程学系，台湾）

摘 要：采用隧道内闭路电视摄影机所摄取之影像数据，以微观观测方式全程逐一追踪每辆车之运行，并找寻出整体车流之行车特性。研究结果发现，整体行车速率沿隧道全线呈现缓和V字形的变化，亦即在隧道中段6~8km处平均速率降至最低，而后再缓慢回升，至出口处时再回复到与入口处相当之速率。进一步筛选不受前车干扰之自由车流为对象进行分析，则发现内、外车道之平均速率具有显著的差异，且以最小车头距4s作为不受前车干扰之判定依据时，隧道全线之行车速率变化呈现中间最低、前后两端对称同高之现象。

关键词：整体行车速率；自由车流；最小车头距；单调环境影响

1 前 言

雪山隧道位于“国道”5号南港—头城段，全长达12.9km，为双孔双向运转隧道，每一隧道孔具有2条车道，属山区及市郊型隧道。通车至今，为提高行车效率与隧道运输功能，曾提高最高速限并开放大客车通行。然而，公路长隧道由于受到光线变化、密闭空间以及视距缩短等环境因素限制，相较于一般开放性道路其行车风险较高，故其管理仍首重行车安全，必须对车流进行适当的控管。在实施管制之前，则须对隧道内车辆之驾驶行为有深入的了解。

以往公路长隧道之研究多偏安全设施之布设[1]、安全管制措施[2]以及行车安全与风险之评估[3-4]等，至于隧道内驾驶行为之分析，尤其是个别车辆行为之分析，则受限于环境及资料搜集设备之不足，少有相关详尽之研究或报告。简俊能等[5]针对北二高汐止系统交流道至土城交流道路段，研究隧道路段行车之安全。结果发现，隧道内行驶速率明显较隧道外为低，且受道路封闭特性、光线变化及执法困难之影响，产生驾驶行为的改变。

林丰博等[6]则借助雪山隧道内所安装之车辆侦测器，搜集并分析隧道路段之车流特性资料。结果发现，车流进入塞车状况前其平均速率随位置而变化，并于进入隧道口后缓慢降低，至21K附近达到最低。同时，速限提高到80km/h后将有助于改善运输功能，然而目前最小跟车距离之规定将造成跟车距离过长，严重压迫运输功能。

林丰博等虽已针对雪山隧道进行相关车流行为之分析，然其数据来自于车辆侦测器定点、定时所搜集之巨观资料，并无针对个别车辆逐一追踪观察与分析，因此无法了解车辆于隧道全线之驾驶行为。有鉴于目前雪山隧道已于全线每隔175m装设一组闭路电视摄影机，可透过影像针对个别车辆进行全程观察，因此特采用此一设备所搜集之数据进行隧道全线行车特性之微观观测与分析，冀能使其结果提供雪山隧道未来控管之参考。

2 资料搜集与分析

本研究选取雪山隧道南下路段作为调查分析之对象，该路段起止位置分别为15K+190之入口处及28K+150之出口处。调查时间为2009年2月3日10—13时，共选定6处观测点撷取影像数据，进行个别车辆行为之观测，各观测点位置及其距离如图1所示。由于影像数据系透过隧道内闭路电视系统所取得，不但数据量庞大，而且取得相当耗时，分析时更为不易，因此采取分段平均而非全程连续之方

式进行个别车辆驾驶行为之观测。分析时，系透过影像数据辨识并记录每一车辆行经各观测点之时间与顺序，以此转换计算其车头距及各路段之空间平均速率。

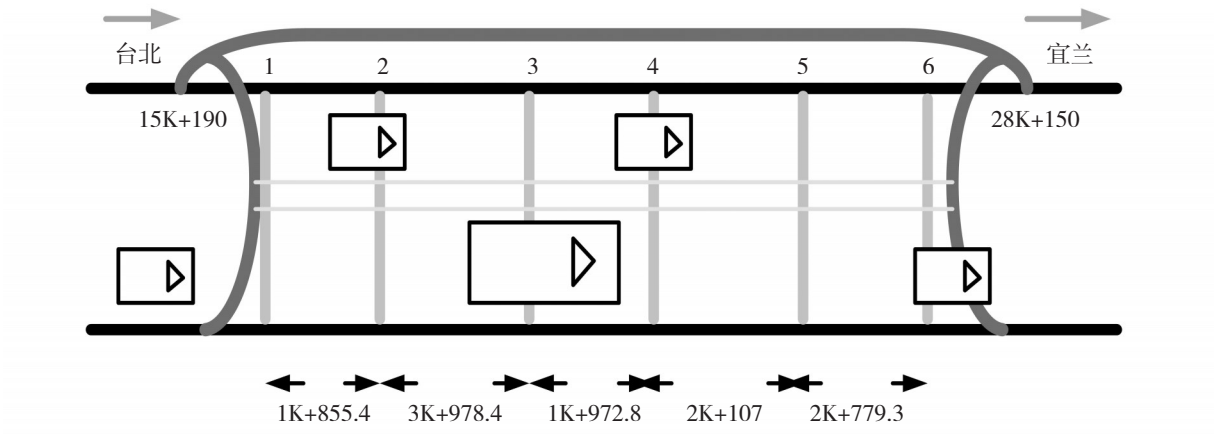


图1　行车影像观测位置及相关数据

采用摄影方式观测道路交通特性，不仅可获得车辆微观行为之数据，同时亦可用于分析整体车流之行为。由于观测点平均散布于长达12.9km之隧道内，车行影像数据将会产生空间上的差距，导致起始观测点（观测点1）观测所得部分车辆无法于结束观测点（观测点6）处被观测到，因此取样时必须将此类不完整观测数据予以剔除。

限于行车隐私之保护，观测时无法直接由影像数据清晰辨识车辆牌照号码，因此本研究改采分群识别方式进行个别车辆之观测。观测时，将影像数据每5min划分成一观测时区，并以观测点1作为参考点，观测前先行标记每一观测时区通过之首辆车与末辆车之车型、通过之时间以及各车辆之特征（如红色小客车、橘色大客车等）及其相对位置，以作为后续观测点判读相对应观测时区开始与结束之基准。由于雪山隧道内禁止车辆变换车道，假使每一车辆皆遵守规则行驶，则不同观测点但相同观测时区内之车辆顺序将会一致。因此，只要在每一观测点处锁定住每一观测时区之首辆车与末辆车，即可进行其间各车到达行为之比对分析，其概念犹如车辆自动定位，先透过首、尾车辆之定位锁定住观测时区内之车群，而后再依序一一处理群内各车辆。

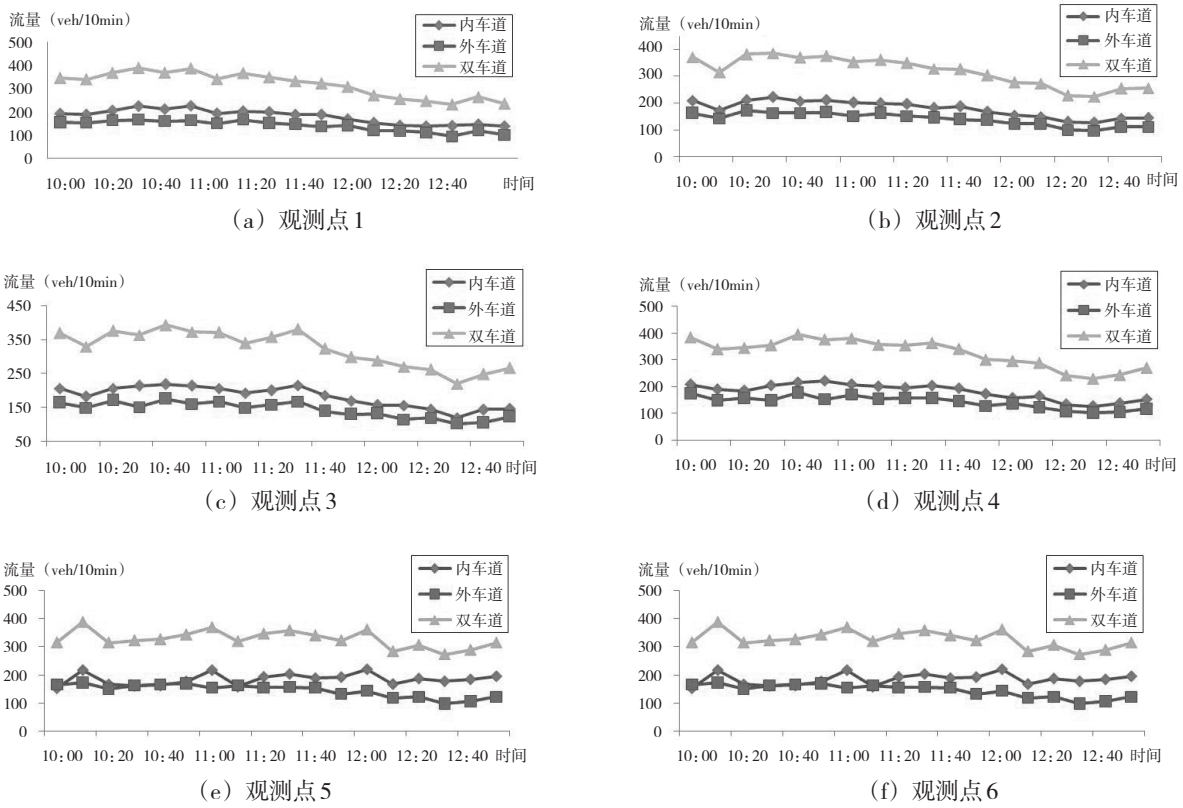
观测时区内之车群锁定之后，接着调查群内各车之车头距，并将其依序加总至首车到达观测点之时间，即可获得各车之到达时间。将车辆到达每一观测点之时间相减，即得该车行经各路段之时间。将其除各路段之距离，即为该车行经各路段之速率。

经由实际观测结果发现，雪山隧道内虽禁止车辆变换车道，但违规变换车道之情形却偶有发生，导致资料搜集发生困难。经统计发现，违规变换车道总计发生13件，分别出现在观测点1、2及3等处，其中出现频率最高者在观测点1（隧道入口处），其次为观测点3（隧道中点），最小者则为观测点2。为简化数据的处理，本研究将违规车辆视为特例不予处理，并将同一观测时区内之全体车群样本予以剔除；同时，若发生同观测时区不同观测点之流量不符时，亦将样本整笔剔除。

3　车流特性分析

3.1 流量变化分析

为了解雪山隧道流量在时间与空间上之变化，特针对6个观测点，每隔10min进行流量统计分析，得如图2之结果。整体而言，各观测点间之流量差异不大，均介于300~400veh/10min间变化，且内侧车道之流量均大于外侧车道，主要系因隧道内禁止变换车道，且规定大客车行驶外侧车道所致。经进一步分析得知，观测时间内各观测点之内车道流量较外车道流量每小时多230辆左右。



（a）观测点1　（b）观测点2

（c）观测点3　（d）观测点4

（e）观测点5　（f）观测点6

图2　各观测点流量变化图

3.2 速率变化分析

依据所设6个观测点可将隧道分成5条路段，将车辆到达每一观测点之时间两两相减，即得该车行经各路段之时间。将其去除各路段之距离，即得该车行经各路段之速率。将行经路段之所有车速平均，即得该路段之平均速度，结果如图3所示。由图可知，平均速率沿隧道全线呈V字形变化，于入、出口处达到最大，而至距入口处6~8km处之中间路段（路段3）则降至最低，约65km/h。

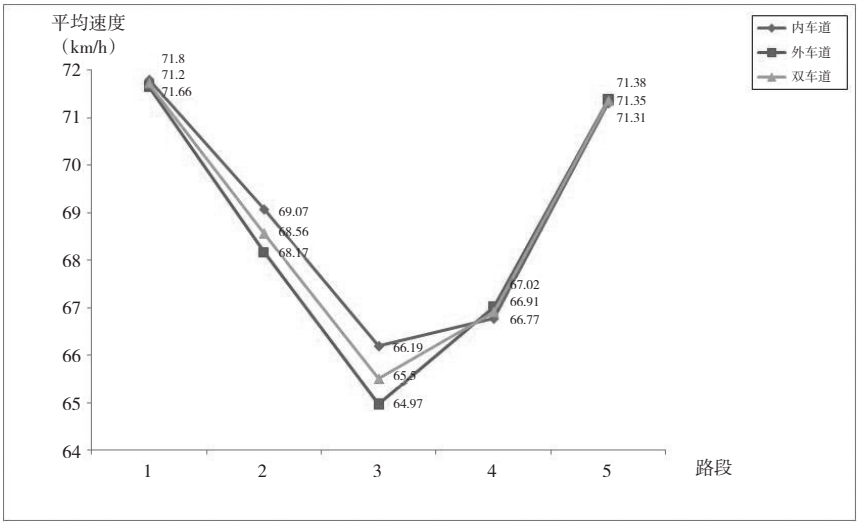


图4　各观测点平均速度变化

4　自由车流特性分析

车辆行驶途中，会因受到诸如天候、道路交通环境以及管制措施等外在因素的影响，而改变其驾驶行为。本研究以雪山隧道为对象，在隧道封闭空间内，行车虽不受天候的影响，但因沿途缺乏视觉变化，加上禁止变换车道及最高速限之管制，使得驾驶行为主要受限于前车及隧道之单调环境。若能将两种影响因素区隔，即能得知个别因素影响之强度。

自由车流于此系指不受前车影响之车流，亦即前方无车或前车距离仍远，不足以产生干扰，车辆可随驾驶人之期望速度行驶。就雪山隧道之行车环境而言，去除前车干扰后，在不考虑个别特殊稀有行为之条件下，唯一可能影响驾驶行为者即为其单调之环境。因此，针对自由车流进行分析，即可窥知隧道单调环境对驾驶行为的影响。

至于何种状况下车辆处于自由行驶状态，一般多依据车头距加以决定。McCoy等分别界定自由行驶之车头距为4s、6s与9s三种，本研究决定采用4s作为判定的标准。依此，速限70km/h下，4s车头距之空间距离将达到78m，超过现行50m之跟车距离建议。

4.1 自由车流比例

自由车流比例系指自由行驶车辆数占全体车辆数之比例，通常流量愈高，所占比例即愈低。然而，雪山隧道内禁止变换车道无法超车，因此同一流量下，自由车流比例将较开放路段为低。图4为3h取样范围内，各观测点通过之总车辆数与自由车流比例变化图。由于调查时间内车流量由隧道入口至出口呈现微幅的增加，因此自由车流比例由隧道入口至出口反呈微幅递减的趋势。内车道因流量较高，故其比例介于26%~28%之间，而外车道比例则较高，介于33%~41%之间。

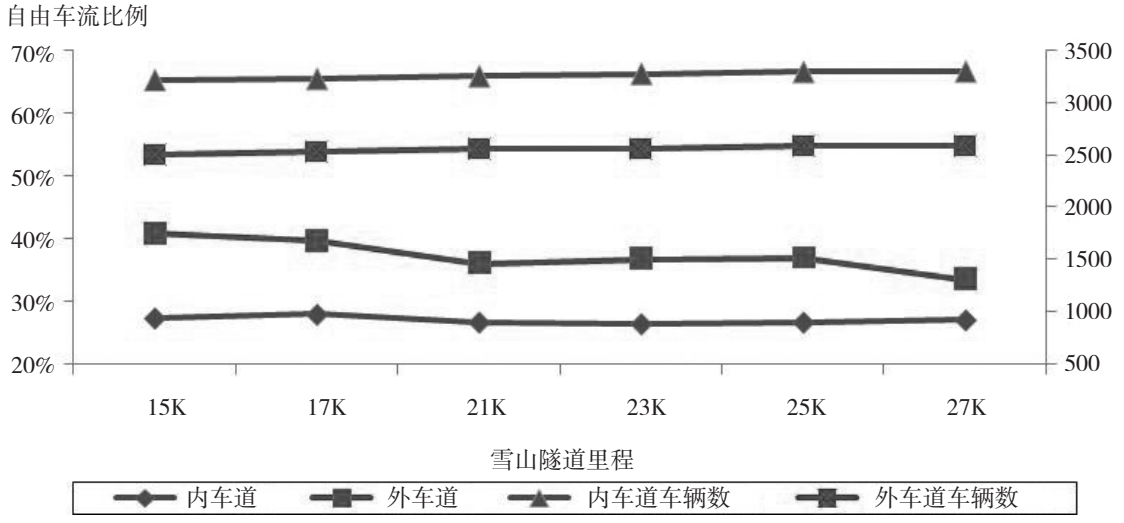


图4　各路段总车辆数与自由车流比例变化

4.2 速率变化分析

驾驶人自一般开放路段进入长隧道路段时，需先适应封闭空间、照明度改变及视距缩短等环境因素变化。经一段时间适应后，可能会改变驾驶行为，造成行车速率的变化。此外，隧道内禁止变换车道，长时间在隧道内单调环境下驾驶，易造成疲劳与焦虑，对行车速率亦会产生影响。透过微观方式全程观测自由行驶车辆于隧道全线速率之变化，可了解隧道特殊环境对驾驶行为的影响。

图5为个别自由行驶车辆于隧道全线之速度变化图。由图可知，绝大多数之车辆以高速进入隧道，而后缓慢降低速度至中间路段时达到最低，随后再逐渐加速，至出口时再度达到最高。进一步取其平均值分析，则与整体车流平均速度之变化类似，呈V字形变化，如图6所示。

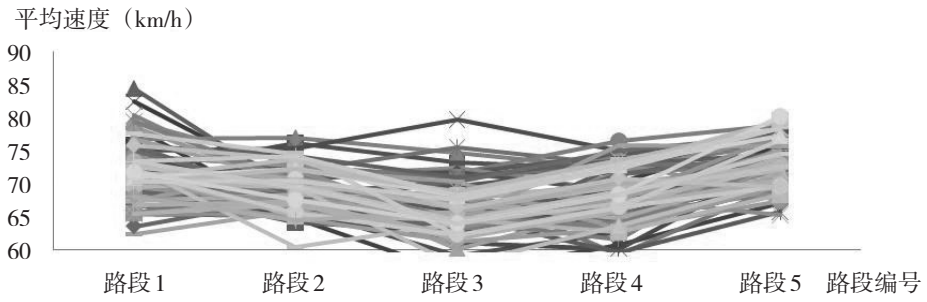


图5 各路段自由行驶车辆速度变化图

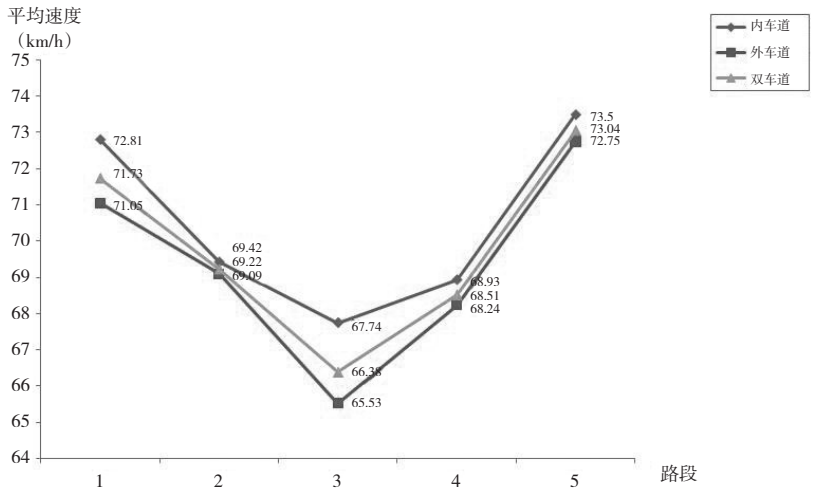


图6 各路段自由车流平均速度变化

5 行车干扰分析

车辆行驶过程中，存在诸多外在因素如天候、道路交通环境以及管制措施等，皆会对驾驶人的行为产生影响。本研究以雪山隧道为对象，在隧道体的庇护之下，行车自不受天候的影响；但相对地，隧道内环境不如一般开放性路段有较多的视觉变化，加上禁止变换车道及最高速限之规定，使得车辆驾驶行为主要受到交通状况及隧道内特殊环境的影响。由于隧道内禁止变换车道，故本节所述行车干扰主要系指行车时受到之前车干扰。以下依据上述自由车流之定义，以车头距4s作为标准，将车头距小于4s之车辆视为受到干扰之车辆，分析其行车之特性。

首先进行不同观测点车头距之分析，结果显示，1s、2s及3s三种车头距之中，无论何处观测，皆以2s车头距所占之比例最高，介于45%~48%之间，其次依序为3s及1s车头距。相较而言，入口处1s车头距所占之比例偏高，内、外车道分别达29.3%与24.6%，表示车辆刚驶入隧道时，可能系由于前车车速骤减，而后车一时无法反应所致，故其行车风险相对较高。而2s车头距之比例，就各观测点来看，并无太大的变化。至于3s车头距，于观测点3及4处所占比例偏高，无论内、外车道均达1/3以上。而此二观测点位于隧道中段6~8km处，表示驾驶人经一段路程跟车后，注意力略为松散，使得跟车距离与前车拉开。

除各观测点之车头距外，本研究另针对各路段之行车速度进行分析，以探索各车辆于受前车干扰之情况下，全线速度变化之情形。由图7可知，无论内、外车道或双车道，在行车受干扰状况下，全线速度变化呈两端高而中间低之现象。换言之，刚驶入隧道时车辆仍保持一定的速度行驶，但随之缓

慢降低速度，至隧道中段6~8km处时达到最低，平均约65km/h，之后再缓慢回升，至隧道出口时回复至与隧道入口处相同之速度，均为71km/h。

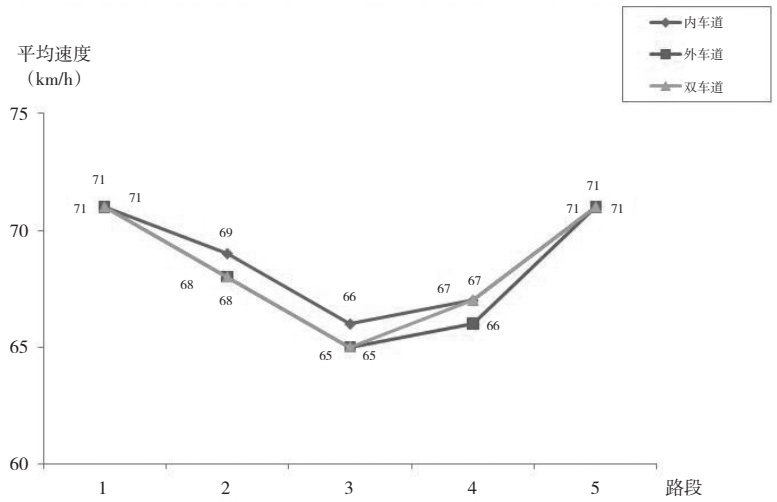


图7　行车干扰下路段平均速度

与车头距分析结果相对照可以证之，车辆行驶至隧道中段处时，纵使仍处于跟车之状态，亦因特殊之环境使驾驶人的注意力略为松散，无意间放缓车速，使车头距拉大。之后察觉此一情形，逐步加快速度，直至出口处再回复到原来驶入时之速度。

6　环境冲击分析

本节进一步针对自由流之行车速率变化进行分析，以了解雪山隧道单调环境对车辆驾驶行为的影响。如上节所述，车辆于雪山隧道内行驶，主要受到交通状况及隧道内特殊环境的影响。若能排除前车干扰因素，仅针对自由行驶车辆进行分析，即可得知隧道单调环境对驾驶行为的影响。

6.1 冲击分析方法

行车环境冲击分析系依据统计分析方法，检定各路段之自由行驶速率是否存在显著的差异，以了解隧道环境对驾驶行为的影响。由于总路段数超过2条，因此首先以变异数分析检定全体路段间之行车速率是否一致，其统计假设为

H_0：1，2，3，4，5

H_1：至少两$_i$不相等，i=1，2，…，5。

其中$_i$为路段i之平均速率。若检定结果接受H_0，表示各路段之平均速率皆一致，并无显著的差异；反之，则表示路段间之平均速率确实存在显著的差异，必须进一步两两比对，以决定各路段平均速率之大小顺序。由于本研究系针对相同样本逐一进行不同路段之行车速率变化分析，因此采用成对母体平均数差异检定方式进行两两组合之比对，以下为其检定之方法。

假设v_{ik}与v_{jk}分别为第k车于路段i与路段j之行车速率。令

$d_k = v_{ik} - v_{jk}$，$k = 1$，2，3，…，n

则d_k之平均数为

$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=1}^{n} d_k}{n}$$

标准差为

$$s_d=\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}(d_k-\bar{d})^2}{n-1}}$$

其中，n为样本数，即观测车辆数。检定时，先确认两路段之平均速率是否相同，其统计假设如下

H_0：d=0或i=j

H_1：d=0或i=j

其中d，i及j分别为变量d及路段i与j之母体平均数。检定时所采用之统计量如下

$$t=\frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

在显著水平为之下，若$|t|\leqslant t_{\alpha/2,n-1}$，其中$n$–1为自由度，则接受$H_0$，否则进一步检定何者平均速率较高。

检定所采用之统计量同样为上式之t值。若t>0，表示1可能大于2，故其对立假设为

H_1：d>0或i>j

若$t>t_{\alpha,n-1}$，则拒绝H_0，表示d明显大于0，或i明显大于j。反之，若t<0，表示i可能小于j，故其对立假设为

H_1：d<0或i<j

若$t<-t_{\alpha,n-1}$，则拒绝H_0，表示d明显小于0，或i明显小于j。

6.2 自由车流环境冲击分析

此处仍以4s车头距作为区分车辆是否处于自由行驶状态之标准，亦即不受前车干扰之标准。首先采用变异数分析，检定自由行驶车辆于各路段之速率是否存在差异，表1即为检定之结果。由检定结果得知，无论内、外车道或双车道合计均具有显著的差异。换言之，无论内、外车道或双车道，至少有两条路段其自由行驶速率存在显著的差异。因此必须继续进行成对母体平均数差异检定，以决定各路段行驶速率的大小。

表1 各路段自由行驶速率变异数分析

车 道	样本数	F值	临界值	P值	结 论
内车道	31	10.32	2.432	2.06E–07	有显著差异
外车道	49	30.91	2.419	9.29E–21	有显著差异
双车道	80	37.11	2.395	2.38E–26	有显著差异

表2为检定及排序之结果。整体而言，各路段之自由行驶速率呈现V字形变化，由进入隧道开始，先逐步下降至路段3，即中间路段处达到最低点后，再逐步回升直至隧道出口处达到最高点。就内侧车道而言，路段平均速率不仅呈现V字形变化，且隧道入、出口路段（路段1与5）之速率无显著的差异。至于外侧车道，则与双车道合计结果一致，平均速率以隧道出口路段为最大，其次为入口路段，最低者仍为中间路段，而路段2与4则无显著的差异。由此可知，车辆于自由行驶状态下，以高速进入隧道，而后因受到单调环境的影响逐步降低速度，至中间路段6~8km处时达到最低；随后再以相同速度变化逐步回升速度，至隧道出口处前因已预见即将驶离隧道解除速限，故加速至最高。

表2 路段自由行驶速率排序

车 道	路段平均速率排序
内车道	1~5>2>4>3
外车道	5>1>2~4>3
双车道	5>1>2~4>3

7　结论与建议

7.1 结论

研究结果发现，影像观测比对方式虽然耗费大量人力，但确实能够获取详尽的个别车辆行为数据。就雪山隧道内之行车特性而言，整体行车速率沿隧道全线呈现缓和V字形的变化，亦即在隧道中段6~8km处平均速率降至最低，而后再缓慢回升，至出口处时再回复到与入口处相当之速率。进一步筛选不受前车干扰之自由车流为对象进行分析，则发现内、外车道之平均速率具有显著的差异，且以最小车头距4s作为不受前车干扰之判定依据时，隧道全线之行车速率变化呈现中间最低、前后两端对称同高之现象。由此可以推知，车辆驾驶人在仅受到隧道单调环境影响及封闭空间心理压力下，行驶至6~8km处会不自觉地降低速率。若能加强此路段隧道壁面之视觉变化，或能改善其驾驶行为，有助于提升行车的安全。

7.2 建议

本研究属先导型研究，限于有限之时间与人力，初期仅选择6个观测点及3h影像数据进行分析，未来则可增加观测点密度，并延长观测时间，使其能对车辆驾驶行为更进一步地掌控。另外由于雪山隧道交控系统建置时非以搜集长期影像为设计，致使数据录制、撷取与转档必须耗费大量的人力与时间，因此建议针对此点进行改善，期能方便释出更多的数据供相关研究与评估使用。

此外，现今科技发达，已有相当成熟之车牌自动辨识系统可供使用。若能配合并强化隧道内闭路电视摄影机之功能，在不妨碍隐私之前提下，将可大幅降低数据分析之人力与时间，将有助于研究分析质量的提升。

最后，经多方研究证实，车辆驾驶人在雪山隧道单调环境影响下，行驶至中间路段时会不自觉地降低速率。因此建议针对此一路段之驾驶行为作进一步的研究，并研拟可能之改善措施，以提升行车的安全。

参考文献

[1] 吴健生，周健捷. 公路隧道安全设施准则研订［R］. “交通部”“国道”新建工程局，1987.

[2] 吴健生，郭富森. 公路隧道通风与交通控制整合研究［C］. 电子计算机于土木水利工程应用研讨会，1991.

[3] 吴健生，俞裕中. 建立公路隧道安全评估方法［J］. 台湾公路工程，2007，32（13）：33–52.

[4] 吴健生，俞裕中. 雪山隧道行车安全评估［C］. 第十六届海峡两岸都市交通学术研讨会，2008.

[5] 简俊能，王铭亨，兵界力. 高速公路群（区）车流及行车事故特性分析［C］. 道路交通安全与执法研讨会，2000：307–321.

[6] 林丰博，苏振维. “国道”五号雪山隧道行车特性分析之研究［J］. 运输计划季刊，2010，38（1）：85–120.

建立台湾地区“国道”交通事故延滞时间推估模式之研究

叶名山[1] 陈玉菁[1] 刘欣宪[2]
（1. 逢甲大学运输科技与管理学系，台湾；2. 逢甲大学土木及水利工程研究所，台湾）

摘 要：以基因规划法建立高速公路因事故所产生之延滞时间的推估模式，以利预测“国道”事故发生后延滞时间并作为应变策略之依据。研究资料采用2008年发生于台湾地区高工局中控中心之“国道”1号、3号、4号以及6号计有1340笔事故，并进行“国道”多事故路段之分析；在事故延滞时间预测模式的影响变量挑选33个变量，另从车辆侦测器与事故数据库中挑选50件事故用以基因规划法进行模式建立，在事故处理时间训练模式中的判定系数则有0.5079，此外恢复正常车流之训练模式中之判定系数则有0.4752，其验证之相关判中率相对较低，尚有待进一步改善。

关键词：延滞时间；车辆侦测器；基因规划法

1 引 言

“国道”高速公路与一般道路之特性差异相当大，其不同点在于事故严重性高、影响范围较大、处理时间较长、交通疏导与改道较难、事故发生后较易产生多车追撞等，因此所造成之车辆回堵延滞与时间成本相对增加。“国道”高速公路交控中心的应变措施与救护拖吊制度则必然为重要的课题，本研究探讨高速公路的事故发生后，对车流所产生的行车延滞时间加以估计，以提供“国道”高速公路工程局在执行应变策略上能有参考依据。

目前台湾地区于高速公路延滞时间的计算方式大多采用事故通报时间与警察处理完成时间为基础，但是却未考虑到车流在发生碰撞时影响是逐步递延的状况，且影响车辆数与时间是累积增加，加上事故排除后车辆也是需要一段时间方可以恢复正常行驶速度，因此均需要详加考虑。本研究所建构模式是透过车辆侦测器所搜集之现场数据以及应用车流理论相关模式进行分析，采用相关变量如车辆数、速率、事故种类、不同区段等状况来估算整体车辆所受到的延滞时间与车速变化之状况。而研究范围以2008年全年度台湾地区中部交控中心所辖之路线之相关事故为主要对象，包含“国道”1号从新竹至大林，“国道”3号从香山至古坑，“国道”4号与“国道”6号全线，共计有1393件交通事故资料。该区段之车辆侦测器共埋设计有196个，目前具有联机功能的有106个，本研究撷取其中50件案例来进行延滞时间模式之建构。

2 现况分析与文献回顾

2.1 台湾“国道”现况与事故处理

目前台湾地区中区的“国道”现况，辖区总长合计364.36km。其收费站共有6座，分别为“国道”1号、“国道”3号各3座。服务区共5个，“国道”1号2个，“国道”3号3个，其详细内容则整理如下：

“国道”1号（中山高速公路）：100k+800~251k+100（即新竹系统南端—大林交流道南端）长150.3km，其三义交流道所辖之警力为公警二队，三义交流道至西螺交流道为公警三队所管辖，西螺交流道以南则为公警四队所管辖。

“国道”3号（第2高速公路）：110k+703~270k+000（香山交流道南端—古坑系统南端）长

159.3km，车道数均为双向六线道。其所属警力为香山至通宵交流道为公警二队，通宵交流道以南至斗六交流道为公警七队所辖，斗六交流道至古坑交流道警力则为公警八队。

“国道”4号（台中环线）：0k+000~17k+160（清水端起点—丰原端终点）长17.16km，其警力为公警三队所辖。

“国道”6号：0k+000~37k+600（国3雾峰系统—埔里端终点）合计长37.6km，为公警七队之管辖。

图1为“国道”中部区域路网及设施位置示意图。



图1　“国道”中部区域路网及设施位置意示

2.2 “国道”肇事相关文献

Wirasinghe分析了意外事件所造成的车流影响，并由冲击波的时空图计算了车流的总延滞时间。Chang等运用时间数列模式，分析高速公路肇事，以介入分析研究速限之政策对于高速公路肇事之影响。研究结果发现，虽提高速限对肇事发生有明显之影响，但仅限于初期提高速限有效，唯经1年学习过程后，此一影响逐渐降低。Kraus等以肇事率模式之构建，进行高速公路重大伤亡肇事之分析。以美国加州涵盖3个城市之高速公路系统为研究范围，搜集1986—1987年之肇事、公路特性及交通量资料，并整理成为69个路段数据，作为分析及模式校估之基础。至于模式方面，假设肇事之发生符合卜瓦松分布，选择log-linear之函数形态；以肇事率为因变量，公路特性（车道数、护栏形式、左右路肩、右侧横断面坡度、线形、交流道数）、时间（早、晚）、交通量为自变量，且同时考虑其主效果及交叉效果；分别构建车道上、路外（左、右侧路肩）之肇事率模式。结果发现左侧路肩之缺乏对于肇事有极大影响、中央护栏有助于减少左侧路外车祸之发生、公路右侧几何特性影响右侧路外车祸之发生、夜间或周末日较易发生车祸、交通量对肇事发生之影响视肇事于路外或车道上发生而不同。最后则建议可再考虑驾驶行为之影响。Jens利用系统仿真的方法，仿真号志管制下的等候过程，应用冲击波的理论及Greenshieids与Greenberg流量-密度曲线，求取号志影响下大的等候长度，由此决定最佳的

车道长度。Messer等利用冲击波的方法及Greenshields流量–密度配适曲线，求取高速公路部分车道封闭车辆的旅行时间，并通过可变信号系统显示给驾驶人知道，使驾驶人利用此相关信息作决策，使得高速公路的封闭路段流量得以改善。此外，徐道国在高速公路意外事故车辆延滞时间之研究以交通冲击波的理论，分析案例结果，流量的减少对车流的延滞时间并不敏感，但对于事故处理的时间，其对车流的延滞时间极度敏感，稍微缩短事故处理时间，即可降低许多的车流延滞，在处理事故的同时，亦需实施各种管制策略，才不会因此付出更多的社会成本。都市地区因为平面交叉路口车流受路口信号管制，对意外事故或拥挤的认定，以车辆侦测器处理较为困难，利用空中监测可飞越车流障碍，对事件侦测与及时疏导车流较有帮助。

3 基因规划法

基因规划法是由美国斯坦福大学教授Koza于1992年提出，可以用于相当广泛的领域，应用弹性很大，在不易从数学上获得完美公式的规划设计领域尤其适合。Koza所提出的基因规划法跳脱传统基因算法的限制，改以大小、形状与结构都具有高度变化弹性的树状结构，用以表示规划。基因规划法完全以自动化的方式生产解答，不需要针对解决问题编码再译码。规划的树状结构是由针对个别问题领域而定义出的函数节点及终端节点组合而成，称为算式树或称剖析树。基因规划法程序运算中，每一个母代中的个体均代表一组数学运算函数，此函数如同基因一般会经由演化过程产生出最佳后代。每一个母代都结合了适合度以量测每个问题执行之成效，适合度大多采案例表现的总和或是平均作为量测，除非问题很简单，否则起始母代通常不会有好的结果产生。在GP运算的过程中，初始群体（第0代）中的个体是随机生成，由给定的函数和结束字符构成的程序组合，繁衍过程中可以限定树状结构节点的深度，当所有子节点为结束字符时生长停止。GP程序设计的基本操作包括复制、交配、突变等。其中，复制操作即基于适应度随机地选择1个个体，将其拷贝到下一代群体中，个体的适应度越大，它被选中的概率越大。而交配则是从2个随机选取的父代个体中产生2个子代个体，2个交叉点分别在父代个体中随机选取。突变操作是随机选中父代个体上的突变点，该结点处的结构树就被删除，而后应用类似于生成初始个体的生长方法生成新的子树。经过群体进化，最终确定一个个体程序作为GP的运行结果。

然而在自行学习解决问题的GP演化过程中，由世代演化作为核心，运作概念是由每一世代个体相互竞争，以较适合生存环境形成更为适合的适应值，但为避免遗漏些有用数据，落入局部最佳解限制中，因此由突变作为处理，产生有效用之数据。进一步由其定义出来之函数节点及终端节点相互组合，称剖析数加以运算，其中加号（+）与乘号（×）为函数节点（Functions），其余皆为终端节点。函数节点可使用之操作数有算术操作数（＋、－、×、÷…）、布尔操作数（AND、OR、NOT…）、比较操作数（＞、＜、＝…）、逻辑操作数（If–Then–Else…）、循环操作元（Do–Until…）。

应用基因规划法来加以估算“国道”延滞时间之相关步骤如下：

步骤1：定义终端节点集合和函数集合。

终端节点集合须依问题特性定义，所包含的元素可为变数或特定常数；而函数节点集合也必须根据问题领域需要定义。

步骤2：定义适应函数。

适合度测试是在评估解决问题的优劣程度，并随着问题特性、各种方式衡量，如误差、距离或时间等，适应值越大越不容易被淘汰，也有较多的机会在下一代继续演化，反之则越容易被淘汰。

步骤3：设定演化之相关参数。

遗传规划法须以事先定义的系统参数来控制运作，如族群大小、演化代数、树的高度上限、选择方式、交配方式与交配率、突变方式与突变率、精英保留率等。

步骤4：决定指定最佳解的方式及遗传程序规划运作之停止条件。

配合决定适度停止演化的条件让程序不会永无止境地找寻最佳解，通常以演化代数、运算时间、适应函数值的收敛程度作考量，以决定何时停止。

步骤5：产生初始族群。

演化初期采用随机方次来在函数集合中挑选初始族群，以决定每个中堆节点的元素。

步骤6：演算。

包含了选择、复制、交配及突变等演化方式，其机制均是为了让基因中的染色体可以交互演化下去，并可以透过不同演化方式跳脱原有的解集合，避免其快速落入区域最佳解。

步骤7：适应度评估。

所有世代产生的新个体须进行适应性评估，以作为该个体可存活的几率，以确保每个个体在问题中优劣程度。

步骤8：判断是否符合遗传规划停止条件。

判断结果是否符合最佳适应值的个体为最终解。反之，则再次进行世代演化。

4 基本资料与易肇事路段分析

本研究透过“国道”高速公路中区交控中心搜集事故数据，其均需要加以建档管理；而本研究针对事故数据库进行统计分析；最后透过移动平均法将目前“国道”易肇事路段筛选出来，以供决策者参考改善之用。

4.1 数据库建置

因“国道”高速公路局所使用记录文件为简讯文本文件，无法进行数据分析使用。而本研究采取汇整变量、编码、建立输入接口等动作，方得以将数据转换完成，其中变量选取部分则是由文献回顾所汇整而得，而输入字段记有事故原始编号、地点、路况类别、行进方向、肇事原因、车种、所占用车道状况、发生日与解除日等，建文件界面。总计有1340笔数据进行整理建文件。

4.2 事故资料统计

针对前述之1340笔资料进行统计分析，依据各变量属性进行讨论分析。

肇事原因以追撞比例最高，占34.0%；其次为其他原因，占28.6%，其他原因即为原始数据建文件时发生未建档肇事原因，在此用其他表示；而撞护栏与翻覆各有16.2%与14.6%的比例，列为车辆失控造成的事故，其失控原因可能如车轮破胎加上车速过快等导致事故发生。

“国道”事故发生在单一车道，如内车道、中间车道与外车道，有超过50%件数在30min内完成事故排除。尤其在内车道发生的事故，有近60%能在30min内尽速排除均属轻微事故。在占有双车道之事故者如内车道与中间车道、中间车道与外车道者有46%能在30min中完成事故排除，其原因可能是事故波及范围较大，造成较大的损伤，故需较多的事故处理时间。

发生“国道”A1事故时，在处理上约需费时1h以上者即严重事故事件者在A1事件中占28.6%，在需费时2h以上来完成事故排除有47.6%；发生A2轻微事故者有40.7%在30min内完成事故排除，有37.3%中等事故在31~60min内完成；而A3事故多属轻微事故，有54.4%的比例能在30min内完成事故排除。

由历时累计百分比与事件次数分布了解事故，有50%事故均能在历时30min内完成事故排除，其约有10%事件需费时超过70min以上。

4.3 易肇事路段分析

本研究将更进一步评选高速公路之易肇事路段，采用固定区间的方式与递移区间方式进行分析，固定区间方式为以每4km为一单位计算事故发生次数百分比；而递移区间方式则是从起点开始以每4km递移方式计算事故发生比率。表1则列出占事故率5%以上之路段，该数值高出5%则认定为多事故路段。

表1 固定区间与递移平均法之结果分析

区间	固定区间法	递移平均法
“国道”1号北上	174.2k大雅交流道	205k~211k 埔盐—员林交流道
	207.7k埔盐交流道	174~179k大雅—台中交流道
	198.4k彰化交流道	195~199k彰化交流道
“国道”1号南下	178.6k台中交流道	174~181k大雅—台中—南屯交流道
	165.5k台中系统交流道	164~168k台中—丰原交流道
	—	195~199k彰化系统—彰化交流道
“国道”3号北上	202.1k快官交流道	202.1k~207k快官—乌日交流道
	182.8k龙井交流道	182.8k龙井交流道
	—	176.1k沙鹿交流道
	—	169.0k中港系统交流道
“国道”3号南下	172.4k清水服务区	166~172k中港系统—清水服务区

5 模式建立与验证

5.1 数据来源与变量说明

所采用之资料来源为“国道”中区工程处之车辆侦测器收集之事故资料。其所辖之范围为“国道”1号新竹至大林、“国道”3号香山至古坑、“国道”4号、“国道”6号等路段，辅以上述路段埋设之VD侦测器共计有196个，总通报为1340件肇事数据中筛选50笔数据进行模式建构。辖区总长合计364.36km。其收费站共有6座，分别为“国道”1号、“国道”3号各3座。休息站共5个：“国道”1号2个，“国道”3号3个。

变量依据表2可以发现分别为“国道”别、路况类别、行车方向、肇事原因、涉入车种种类、伤亡状况、肇事类别、所占车道、事故发生时间是否尖离峰、处理单位地址、事故通报时间区间VD车速与小车当量、事故通报时间之上一区间VD车速与小车当量、事故位置至上游侦测器的距离、事故位置至下游侦测器的距离、事故发生至排除之时间、事故排除时间上一区间上下游VD数据影响、事故排除时间上下游VD影响、事故发生前之上游VD平均速率、车道数以及假日或非假日共计有33项变量，将进行建立预测处理时间与事故真实发生时间点模式建立之用。

然本研究预测的结果变量也就是事故处理时间，由图3可以发现主要分成三部分：第一部分是从发生时间到通报时间的事故侦测时间，此段时间必须要加以估算方可得知；另外则是从通报时间开始至排除时间的事故处理时间；第三部分是比较难掌控的排除时间至车流恢复时间。而本研究将采前述33项变量加以预测3个结果变量。

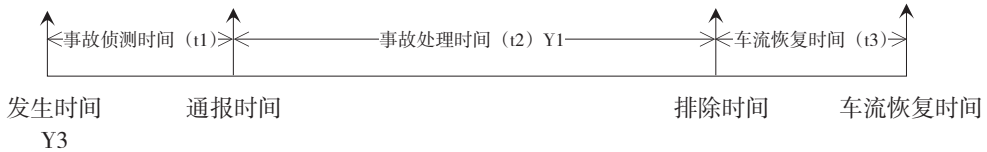


图3 “国道”肇事处理时间程序

表2 “国道”交通事故数据输入变量与内容

项目	变量名称	数据类型	变量项目
X1	“国道”别	类别	“国道”6号、“国道”4号、“国道”3号、“国道”1号
X2	路况类别	类别	其他、灾变、交通阻塞、道路施工、散落物、故障车、车辆火灾、交通事故
X3	行车方向	类别	东向、西向、北上、南下
X4	肇事原因	类别	其他、车速过快/慢、自然因素、被撞、掉落物、起火、翻覆、撞护栏、擦撞、追撞
X5	涉入车种种类	类别	小客车、大客车、小货车、大货车、联结车
X6	伤亡状况	类别	受伤人数、死亡人数
X7	肇事类别	类别	A3、A2、A1
X8	所占车道	类别	路肩、外车道、外车道+路肩、中车道、内车道、中车道+外车道、内车道+中车道、内车道+中车道+外车道、内车道+中车道+外车道+路肩、其他（包括对向）
X9	事故发生时间是否尖离峰	类别	否、是
X10	处理单位地址	连续	事故地点与处理单位之距离
X11至X14	事故通报时间区间VD车速与小车当量	连续	X11：事故通报时间区间的上游VD之平均车速 X12：事故通报时间区间的上游VD之小车当量 X13：事故通报时间区间的下游VD之平均车速 X14：事故通报时间区间的下游VD之小车当量
X15至X18	事故通报时间之上一区间VD车速与小车当量	连续	X15：事故通报时间之上一区间的上游VD平均速率 X16：事故通报时间之上一区间的上游VD小车当量 X17：事故通报时间之上一区间的下游VD平均速率 X18：事故通报时间之上一区间的下游VD小车当量
X19	事故位置至上游侦测器的距离	连续	事故发生位置与相距最近的一个上游车辆侦测器之距离
X20	事故位置至下游侦测器的距离	连续	事故发生位置与相距最近的一个下游车辆侦测器之距离
X21	事故发生至排除之时间	连续	事故产生的事故历时
X22至X25	事故排除时间上一区间上下游VD数据影响	连续	X22：事故排除时间上一区间之上游VD之平均速率 X23：事故排除时间上一区间之上游VD之小车当量 X24：事故排除时间上一区间之下游VD之平均速率 X25：事故排除时间上一区间之下游VD之小车当量
X26至X29	事故排除时间上下游VD影响	连续	X26：事故排除时间上二区间之上游VD之平均速率 X27：事故排除时间上二区间之上游VD之小车当量 X28：事故排除时间上二区间之下游VD之平均速率 X29：事故排除时间上二区间之下游VD之小车当量
X30	是否于尖峰时间	类别	否、是

续表

项目	变量名称	数据类型	变量项目
X31	事故发生前之上游VD平均速率	连续	事故发生（t发生）上一个区间内之上游VD之平均速率
X32	车道数	连续	事故发生该地段有多少车道数
X33	假日或非假日	类别	否、是

根据目前台湾地区“国道”中区工程处之交通肇事资料，在2008年时肇事总件数计有1340笔，然而车辆侦测器数据则高达100万余笔资料。本研究采用先导基础计划先取约50笔事故数据并将其从上述车辆侦测器中的百万笔数据内搜寻相对应的变量，因车辆侦测器的数据笔数着实庞大，相当难搜寻与其相对应的相关变量，其耗费人力与物力相当可观，碍于相关条件受限下则仅挑选上述之50笔资料，供本研究于后续基因规划模式建立训练与验证，数据中的80%（40笔）进行训练以及其余20%（10笔）则进行验证。

5.2 基因规划模式建立

基因规划法之模式建立首先需要设定相关参数，而参数有亲代个数、交配率、突变率、精英保留率、使用函数操作数、仿真次数、演化代数等，每种模式共计仿真有75种情境，遗传规划法机制将母代与子代进行世代演化，采用较优秀的个体复制至下一代，之后将以误差值为判断依据，订定最佳GP模式。相关设定参数如下：

亲代个数：100个。

交配率：分别设定为0.1，0.3，0.5，0.7，0.9。

突变率：分别设定为0.1，0.3，0.5，0.7，0.9。

精英保留率：使用。

运算函数操作数：＋、－、×、÷、log及exp。

模拟次数：3次。

繁衍代数：1500代。

本研究之事故件数预测共有Y1事故处理所需时间，Y2车流恢复时间，每种模式又仿真计有75种情境，因此共训练出150种函数式进行，分别算出R-square，MAE，MSE，RMSE值。

5.3 模式验证

透过上述各参数设定后，处理时间模式与车流恢复时间模式则分别需仿真出75种情境，本研究分别以R-square，MAE依序排序后，皆加以采正规化处理分别将最佳解函数式带入数字算出结果，并再算出R-square，MAE，MSE，RMSE值，其模式最佳判别结果如表3与表4所示。根据表3之Y1结果，事故处理时间的训练绩效之R-square值为0.51，MAPE值为1.13，其误差是相当之大，验证之样本组的R-square值更几乎趋近于0。因此模式的使用效度亦相当之不理想。此外，依据表4之Y2结果，R-square值为0.48，MAPE值为0.87，也是相当不理想，验证方面则R-square值亦趋近于0，MAPE值更超过于1，也是无法有效预测相关事故处理时间。

然而在投入变量中，Y1的重要变量则有事故类别、行车方向、事故地点与处理单位之距离、路况类别、涉入其他车种数量、所占车道、受伤人数、肇事原因等计有8项变数；然而在Y2所投入的重要变量则是有事故排除时间上一区间之上游VD之小车当量、是否于尖峰时间、事故排除时间上二区间之上游VD之平均速率、事故排除时间上二区间之下游VD之平均速率、车道数、事故排除时间上一区间之上游VD之平均速率、事故排除时间上一区间之下游VD之小车当量等计有8项变数。

表3　Y1验证结果最适函数之汇整

项目	繁衍比率	突变比率	训练样本组			验证样本组		
			R^2	MAE值	MAPE值	R^2	MAE值	MAPE值
Y1	0.5	0.7	0.5079	9.6078	1.1286	0.0003	9.0361	0.6526
最佳函数组合模式	事故处理时间=(((4.825+((肇事类别)/(行车方向))×(事故地点与处理单位之距离)))+((((肇事类别)/路况类别))×((涉入其他车种数量)+(所占车道)))×(((受伤人数)/肇事类别))+((肇事原因)×(肇事类别)))))+(路况类别))							

表4　Y2验证结果最适函数之汇整

项目	繁衍比率	突变比率	训练样本组			验证样本组		
			R^2	MAE值	MAPE值	R^2	MAE值	MAPE值
Y2	0.5	0.7	0.4752	3.5023	0.8719	0.0078	4.2543	1.0979
最佳函数组合模式	车流恢复时段=((2.738+(((事故排除时间上一区间之上游VD之小车当量)/(是否于尖峰时间))/((事故排除时间上二区间之上游VD之平均速率)+(是否于尖峰时间))))-(((事故排除时间上二区间之下游VD之平均速率)+(((事故排除时间上二区间之上游VD之平均速率)-(是否于尖峰时间))/(车道数)))/(((车道数)/(是否于尖峰时间))/((2.738/(事故排除时间上一区间之上游VD之平均速率))/((事故排除时间上一区间之下游VD之小车当量)-(事故排除时间上一区间之上游VD之平均速率))))))							

5.4 结果分析讨论

本研究依据上述结果进行研究分析讨论，主要分成有三部分进行：一是针对解释变数进行合理性讨论；二是针对车辆侦测器数据了解数据变化；三则是判中率偏低而不具代表性之现象。两个模式验证结果说明以Y1之自变量出现次数是以肇事类别4次最多，而路况类别2次为次之，其产生此结果表示肇事类别与发生路况对事故处理时间上有一定影响；Y2自变量出现次数是事故发生是否为尖峰4次最多，而事故排除时间上一区间之上游车辆侦测器之平均速率与事故排除时间上二区间之上游车辆侦测器之平均速率次为次之，产生此结果事故排除前之平均车速之高低对于恢复正常车流时段的长短有一定关系。

车辆侦测器之稳定度较为不高，因本研究采用人工检视事故资料与车辆侦测器的数据，而许多车辆侦测器的数据无法看出是否有事故产生，或者是数据无法相对应且吻合之现象，本研究一概予以删除。而前述车辆侦测器数据无法判读是否有事故知情况则是因车流顺畅，即便事故发生车辆亦可实时变换车道继续正常行驶，又或者是尖峰时段车辆移动较慢，即便事故车流受影响程度也没有顺畅车流明显等状况，均会造成无法判断之现象。

判中率偏低之状况，认为主要是因车辆侦测器的误差过大，可信度较为不准确；再者，本研究所选取的分析训练与验证案件数量过少，致使无法有效充分地学习与分析；此外，由于软件限制，模式所设定的亲代个数以及繁衍代数过少，导致纳入初始母代变化性不高而无法充分针对基因交配进行演化，而有更好的绩效解出现。

6　结论与建议

6.1 结论

本研究以“国道”中区工程处所提供之简讯数据进行分析，数据期间从2008年1月至2008年12月，而其中搜集数据无详细记载油灌车之交通事故，事故发生于对向车道之数据无完整数据，所搜集数据共计有1340笔资料。

建立Access事故文件接口，建立了2008年1340笔事故数据进行研究分析。

“国道”事故发生在单一车道，如内车道、中间车道与外车道，有超过50%以上件数在30min内完成事故排除。尤其在内车道发生的事故，有近60%者能在30min内排除。在占有双车道之事故者如内车道与中间车道、中间车道与外车道者有46%能在30min中完成事故排除，其原因可能是事故波及范围较大，造成较大的损伤，故需较多的事故处理时间。

发生“国道”A1事故时，在处理时间上约费时1h以上者占28.6%，在需费时2h以上来完成事故排除有47.6%；发生A2有40.7%在30min内完成事故排除，有37.3%中等事故在31~60min内完成。而A3事故多属轻微事故，有54.4%的比例能在30min内完成事故排除。发生A2事故为一般轻重伤，处理速度上比A1事件处理时间快上许多。

由历时累计百分比与事件次数分布了解事故，有50%事故均能在历时30min内完成事故排除，其约有10%事件需费时超过70min以上。

利用遗传规划法模式结果，以事故处理时间之训练组模式中R-square为0.5079；在恢复正常车流时段之训练组模式中R-square为0.4752，是以车流恢复时段最高为0.0078。较他人使用类神经预测肇事处理时间模式R-square为0.6偏低。

2008年车辆侦测器数据达百万余笔，本研究在进行模式之建构与验证前，先将随机筛选50笔总数据分为模式训练组与模式验证组。故在总资料中将先前所抽取约80%（即约40笔）训练组作为训练遗传规划法之资料笔数，再将剩余20%（即约10笔）作为模式验证组，依据路况类别、肇事车辆之行进方向、肇事车种、事故发生所占车道、事故发生日期时间及警力地址进行分类。由全部数据分门别类归纳出33种数据变量进行模式验证以建立其预测模式。

推估事故产生之延滞时间（包含事故处理时间+恢复正常车流时段）为本研究之贡献。

6.2 建议

预测事故处理时间与车流恢复时间，公路管理者可由可变信息系统，提供事故信息或建议改道信息给用路人参考。

建议“高工局”使用数据库输入接口，提高数据完整性有利分析研究。

后续研究者增加样本数及变量之检定，提高模式预测之判中率。

提高车辆侦测器之故障率之改善，能收集较多车流资料进行分析研究。

参考文献

[1] 徐道国. 高速公路意外事故车辆延滞时间之研究［D］. 台湾“国立交通大学”交通运输研究所，1996.

[2] 邱裕钧，艾嘉铭，陈宜萍，等. 高速公路各路段交通事故成因分析［D］. 道路交通安全与执法研讨会，2007：125-136.

应用遗传规划法建构两车事故责任鉴定模式

叶名山[1]　刘欣宪[2]　李旻锜[1]
（1. 逢甲大学运输科技与管理学系，台湾；2. 逢甲大学土木及水利研究所规划组，台湾）

摘　要：透过遗传规划法进行两车碰撞事故责任鉴定之分析，以期提升鉴定质量。研究资料采复议会鉴定案件且将其分为汽车碰汽车、汽车碰机车以及机车碰机车等三种类型，并以80%数据作训练与20%为验证之用，辅以遗传规划法进行分析与判别。其分析验证结果发现，机车碰撞机车之判中率最高有55.06%，不如预期理想，而模式所挑选出的显著变数则有路权、违规行驶、动作、干支道以及两车关系等变量。

关键词：肇事责任；肇事鉴定；遗传规划法

1　引　言

近年台湾地区肇事事故数量逐年增加，且台湾民众日益重视自身权益保障，因此提出申请事故鉴定数量逐年增加；事故鉴定对于双方当事人受到身心影响与后续理赔及保险之相关议题甚巨，不容轻忽；目前申请件数上升而鉴定人力不足，加上因鉴定委员之任期仅维持2a，导致经验传承不足；再者，因鉴定委员之专业背景不同，因此引用路权法规之条文亦不同状况下，容易产生相似案件不同鉴定结果之相关窘境，造成鉴定质量有待加强之议。因此如能透过严谨的分析过程，与模拟专家鉴定之行为达成开发专业的鉴定判别系统，将会对于鉴定相关业务实有莫大之帮助。

本研究主要针对世界上相关文献内容进行回顾与评析，了解事故处理所需要进行的相关变量与数据，另外搜集台湾省车辆行车事故复议委员会（简称复议会）之资料加以建文件，其中研究内容以两车碰撞事故为主，主要数据区分为汽车碰撞汽车、机车碰撞机车及汽车碰撞机车等三大类，共计有13952笔资料；针对其车辆行车事故鉴定责任采用遗传规划法进行模式建立与验证，已达仿专家鉴定责任之功能，其主要研究成果以机车碰撞机车的两组织鉴定责任相同之数据分析判中率最高，有55.06%。

2　肇事事故相关研究

目前世界上从事研究肇事分析之文献相当普遍，但研究目的均多以预测肇事率或是肇事频率分析为主，而非以肇事责任分析判定，像Kraus等学者经由以美国加州涵盖3个城市之高速公路系统为主进行高速公路肇事率模式之构建，得以进一步分析高速公路之重大伤亡肇事分析；而Fridstrom等学者为了分析各国交通肇事因素与不同的曝光量、气候条件其中的关系，因此利用了卜瓦松回归分析之研究方法，针对丹麦、芬兰、挪威与瑞典等4个国家建立以曝光量、交通特性、气候光线因素、事故变化趋势、地区特性与不同种类事故之模式，然该研究所采用之资料为该4个国家发生在1970—1987年的每月交通事故加以分析；Poch and Mannering则是研究在华盛顿州的主要道路之肇事频率并且采用负二项回归建立肇事预测模式，其数据是辅以1987—1993年之间工程改善之63个路口之1385笔肇事案件，分别建立不区分肇事形态之年肇事率预测模式及追撞、角撞与转弯撞之年肇事率模式；Ivan等学者为了了解单车碰撞与多车碰撞其发生原因之差异，搜集同样发生在两车道的事故案件来分析，该研究另外加以考虑道路的服务水平高低以及光线条件的充足与否，该研究以发生在康涅狄格州1990年10月—1996年9月共6a的事故数据为研究对象，其研究方法以卜瓦松回归模式来分析；Al-Ghamdi以

罗吉斯特回归研究利雅德之肇事因素的显著性质，将560件事故案例分死亡与受伤两大类型，并将其肇事形态分成车与车、车与固定物、翻车以及车与行人之4种事故，检定各变数后缩减成一最佳模型；Dissanayake等学者搜集1994—1996年间65岁以上年长者驾驶车辆碰撞障碍物的单车意外事故，且发生在佛罗里达州之相关数据，利用程序性罗吉斯特回归模式进行其事故严重程度预测模式之建立，最后用1993年之数据来验证该模式；Al-Ghamdi又再次探讨利雅德于1996—1998年间事故位置与影响因子特性间关系，该研究采用之研究方法为叙述统计学、成对样本比较、卡方独立性检定，其因素特性包括事故形态、碰撞形态、发生原因与发生时间；Amoros等学者为探讨各地区交通安全标准订定时所需考虑的因素以避免交通意外发生，以法国东南方隆尔阿尔卑斯地区8个郡的交通路网与肇事数据为研究对象，并辅以负二项回归与罗吉斯特回归来分析；Greibe则是分析丹麦地区每日平均交通量与意外事故因素关联性，且利用线性回归技术将肇事次数假定为卜瓦松分配，建立一个简单易操作的路口与路段事故预测模式。由上述综整可知，其除了大多以肇事率或伤亡严重性分析外，多以负二项回归、罗吉斯特回归等处理方式，较少采用罗吉特研究方法。而该研究方法则是以Shankar等学者以华盛顿州1988—1993年郊区高速公路肇事数据透过巢式的罗吉特模式探讨严重事故特性，其定出5种事故严重程度为仅财产受损、轻微受伤、重伤、伤残或死亡，并分析道路几何因子、肇事原因、结果、发生时间、位置、事故形态、驾驶者特性与气候变量，并最后以仅财产受损与轻微受伤两类同巢，但伤残或死亡各自独立的两层最佳巢式的罗吉特模式；另外该学者亦在同年采用多元罗吉特分析机车的单一事故严重性，也是将意外事故分成财损、受伤、明显受伤、残废及死亡等5种等级作为结果变量。

而台湾早期之肇事鉴定研究中，多以吴宗修图解法、陈高村系统化整理、周文生决策树及陈高村因果分析树形图或者是张汉威因素分析图形之图像化概念进行肇事责任研究；近年方有学者如杨宗璟利用统计之罗吉斯特回归分析分别针对不同事故类型进行肇责分析以及由人工智能方法建置道路事故鉴定之模式，如邱裕钧与叶名山等人之类神经网络、邱裕钧之群落分析，以至于叶名山利用数据探勘之分类树模式进行肇事责任预测。

3 遗传规划法

遗传规划法是由美国斯坦福大学教授Koza于1992年提出，针对计算机系统上的一项重点问题——如何使计算机能在不提供它详尽程序指令下，自发学习解决问题而创造了遗传规划法。遗传规划法是根据遗传算法而发展出的一种自动化、领域独立的算法，GP可于所定义问题领域中自动产生最适解的规划，可以用于相当广泛的领域，应用弹性很大，在不易从数学上获得完美公式的规划设计领域尤其适合。在过去相当多的研究方法中，均设有相当多的假设条件以符合一般化之应用，但是相对的缺点则是对于结果判断预测能力不佳之现象产生，因此GP是为了合乎数学逻辑与因果关系之种种假设，采用以不同的函数元素，进行元素间的母代、交配、繁衍、突变等机制运作，来应付目前实务问题往往受制于线性假设的状态模式中。

GP的想法与概念就是应用计算机程序与模式架构的推导来减少许多问题所假设的条件，其演算方法以世代演化为核心，每一世代的每一个体相互竞争，采具有高适应值的染色体加以繁衍或复制到下一代，意即适者生存之理念，再从中选择来交配下一代，期望产生更多的下一代；且繁衍机制中不可避免有落入区域最佳之现象产生，则以突变来产生有用的染色体，通常突变概率是相当低的，如此反复繁衍交互产生适应值较高的染色体，而此条染色体则也是后续的适合解。

在原创者所进行的研究中，其主要元素（意即操作数）则有可能为算数操作数（+，−，×，/）、布尔操作数（AND，OR，NOT）、比较操作数（<，>，≥，≤）、逻辑操作数（If-Then-Else）、循环操作元（Do-Until）等，每一个母代均拥有许多终端节点与运算节点，其意即代表着一组数学运算函数式，该式将会透过一般演化的过程交互演化，而获得最佳解。其演算相关过程如下：

步骤一：定义终端节点集合及函数集合。

首先需将终端节点集合依据问题特性加以定义，并且依据适应函数来加以计算染色体之好坏程度，再给定问题求解之相关成效之最终收敛依据，如误差、距离、时间等。但在进行初始节点之决定时，则需先设定部分参数，如族群大小、演化代数、树高度上限、选择方式、交配率、突变率、精英保留率等信息的设定；再进一步指定最佳解的条件与遗传规划法停止运作的条件。

步骤二：产生初始族群。

完全以随机的方式产生第零代的族群，多由现有资料内的相关参数与节点作为起始的条件筛选，并透过终端节点与函数集合组成数个树状结构，再随机从中挑选要进入分析的相关染色体。

步骤三：选择、复制。

选择的机制主要是建构在适者生存的准则下，模拟物竞天择的现象，被赋予较高存活率的个体其基因也较优秀，经过世代繁衍将较差的基因淘汰，即为基因演化的机制。复制最基本的子代形成方法，直接将最优秀的个体进行复制。

步骤四：交配。

交配的方式有两种，一种是不同的母代进行交配，另一种是相同父代进行交配。交配的主要作用是以选择存活下来的个体为基础，相互交换部分的子结构，然后产生新的个体。遗传规划法赋予个体在结构上任意变化的弹性，所以两个相同的个体交配会产生不同的两个个体。而交配的步骤属于有性生殖。

步骤五：突变。

突变于遗传规划法中是属次级的运算，突变的目的是为了防止染色体掉入局部最佳解，或避免染色体层数无限制的膨胀。然而突变的方式有两种，分别为函数节点内的函数或者是终端节点内的元素被直接取代和一个完整的子树被一随机产生的子树所取代。

步骤六：适应度评估。

在所有世代产生的新个体，皆须进行适应度评估，以确定个体在问题中的优劣程度，因为许多子代基因会在复制、交配、突变的世代进行后取得旧母代基因，进行适应度评估作为该个体在选择时存活率计算的依据。

4　数据描述与说明

本章中将说明数据来源与相关变量定义，并详述其各数据库之数量以及卡方检定之结果。

4.1 资料内容来源与数量

本研究所采用之肇事案件数据库，为1997—2007年间复议会之鉴定资料内容，经建文件整理后所得到之相关变量数据库，数据内容大部分数据则以汽车对机车资料笔数最多，计有7658笔资料，然汽车对汽车有4532笔，机车对机车则有1782笔，依不同车种之碰撞形态以及不同的鉴定单位之总数据笔数计有13952笔资料。本研究所采用之地鉴会、复议会与两组织鉴定一致的各种碰撞类型如表1所述。然汽车包含有小客车、小货车、小客货、营小客车、大客车、大货车与联结车等7种车型，而机车部分包含了轻型机车、重型机车与大型重型机车等3种车型。

表1　依车种与鉴定组织分类之数据笔数

鉴定单位	汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车	总数
地鉴会	4532	7658	1782	13952
复议会	3228	4522	918	8668
两组织鉴定一致	2658	3786	790	7234

4.2 数据变量筛选与检定

本研究肇事建文件之变量总计有40项变量输入，其变量状况分成共同状况、当事者状况以及道路基础设施状况等三大类。而进一步透过因果筛选共得到有24项变量进行分析，其变量挑选过程在共同状况下，则采用肇事区别、肇事时段、事故位置形态、天候、光线、道路类别、号志种类以及号志动作共8项变量；而当事者状况，则是采用13项变数，分别为性别、年龄、动作、车种、两车关系、车辆是否过路口中心、是否变换车道、违规行驶、驾驶资格情况、驾驶人饮酒情况、车辆碰撞部位、肇事逃逸以及是否超速驾驶进行分析及应用；道路基础设施状况则筛选出3项变数，分别为道路视距、干道或支道以及闪光号志进行分析。

本研究针对下列24项变数进行卡方检定，其中数据库之显著最多的为地鉴会之汽车碰撞机车之显著变数最多，共计有22项；另外，变量显著次数于每个数据库中均为显著的有事故位置形态、号志种类、年龄、动作、是否过路口中心、闪光号志、是否变换车道、违规行驶、干道或支道、两车关系、车辆碰撞部位、超速行驶等计有12项变量，然有经验法则推断，大多地鉴会与复议会于肇事鉴定过程中，几乎考虑项目亦为如此，因此相当符合现况（表2）。

表2 各碰撞事故形态卡方检定变量筛选

代号	变量名称	地鉴会			复议会			两车责同		
		汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车	汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车	汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车
X1	肇事区别	●	●	●	×	×	×	×	●	●
X2	肇事时段	×	●	●	×	●	×	×	●	●
X3	事故位置形态	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X4	天候	●	×	×	×	×	×	×	×	×
X5	光线	×	×	×	×	×	×	×	×	×
X6	道路类别	●	●	×	●	●	×	●	●	×
X7	道路视距	●	●	×	●	×	×	●	×	●
X8	号志种类	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X9	号志动作	●	●	×	●	●	×	●	●	×
X10	年龄	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X11	车种	●	●	—	●	●	—	●	●	—
X12	动作	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X13	是否过路口中心	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X14	闪光号志	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X15	是否变换车道	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X16	违规行驶	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X17	干道或支道	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X18	两车关系	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X19	驾驶资格情况	×	●	×	×	●	×	×	●	×
X20	驾驶人饮酒情况	●	●	×	●	●	●	●	●	×
X21	肇事逃逸	×	●	×	×	×	×	×	×	×

续表

代号	变量名称	地鉴会			复议会			两车责同		
		汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车	汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车	汽车对汽车	汽车对机车	机车对机车
X22	车辆碰撞部位	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X23	超速行驶	●	●	●	●	●	●	●	●	●
X24	性别	●	●	●	●	●	×	●	●	×
判定显著变数个数（个）		20	22	15	18	19	13	18	20	15

经数据整理与重要变量检定其显著影响关系后，将再透过遗传规划法建立事故责任判定之模式，而模式需由数据训练与验证。

5　模式建立与验证

5.1 模式建立与验证

本研究采用遗传规划法建构道路事故鉴定决策支持模式，本研究数据输入训练笔数为九种不同之数据库的80%作为模式训练，而验证部分则是采用未选取之20%的数据进行验证，数据选取抽样则采随机方式进行，并且将相关数据笔数由研究方法之训练与验证将其模式建立完成，并将于后续内文中加以分析讨论。本研究所采用之数据数量则详列于表3之数据分析输入之训练及验证笔数内容中。

表3　数据分析输入之训练及验证笔数

鉴定单位	汽车碰撞汽车			汽车碰撞机车			机车碰撞机车		
	总笔数	训练	验证	总笔数	训练	验证	总笔数	训练	验证
地鉴会	4532	3626	906	7638	6110	1528	1782	1426	356
复议会	3228	2582	646	4522	3618	904	918	734	184
两会责同	2658	2126	532	3786	3029	757	790	632	158

遗传规划法模式训练的时间会受到亲代个数与繁衍代数两个参数的限制，此两参数设定越大，演算所耗费的时间就越多，但在可行解空间中搜寻的比例也越大，越有可能找到问题的最佳解。本研究所提出之基因规划法之模式，其参数设定以繁衍率及突变率为0.1，0.3，0.5，0.7以及0.9等不同排列组合进行分析。然而母代群体之大小设为500代，另外设定让其繁衍500代后结束其运作，此外其运算节点则设定以加（+）、减（—）、乘（×）、除（÷）、指数（exp）以及对数（log）等6种操作数函数。该操作数与相关设定值交互运算，最后所得结果为表4之肇事责任判中率，其中以两组织判定责任相同的机车碰撞机车的验证判中率为最高，有55.06%的验证判中结果，再者为地鉴会之机车碰撞机车为次之，判中率为50.84%。

表4　遗传规划模式各类型最佳判中率

单位：%

项目	地鉴会		复议会		两组织责任相同	
	训练	验证	训练	验证	训练	验证
汽车碰撞汽车	46.55	44.90	45.89	28.31	50.37	20.48
汽车碰撞机车	44.10	34.40	42.75	32.19	34.33	34.42
机车碰撞机车	48.31	50.84	40.73	21.19	51.42	55.06

由表5可以清楚发现路权在9种不同类型的状况下出现有8次之多，而干道或支道则计有7次为次之，第一当事者违规行驶以及两车关系分别出现4次，其他变量如道路视距、号志种类、第一当事者动作、第二当事者性别、第一当事者是否变换车道等变量，则出现次数较无上述变量多。

表5 遗传规划法所建立之模式结构

鉴定单位	碰撞类型	所建构完成之模式
地鉴会	汽车碰撞汽车	(干道或支道1×道路视距×违规行驶1)+(路权1× 违规行驶1)
	汽车碰撞机车	exp(两车关系1)−(干道或支道1×(路权1+路权1−号志种类1))
	机车碰撞机车	exp(路权1)−(违规行驶2+路权1×路权1×路权1×违规行驶1)
复议会	汽车碰撞汽车	路权1/(exp((干道或支道2×干道或支道2×干道或支道2)+(路权1/exp(违规行驶1))))
	汽车碰撞机车	路权1/((干道或支道2×违规行驶2)+(是否变换车道2+路权1+干道或支道2))
	机车碰撞机车	路权1/exp(两车关系2+(exp(路权1)+exp(路权1))−(log(exp(路权1)+路权1)))
两会鉴定相同	汽车碰撞汽车	(((干道或支道1+性别2)×两车关系1)×是否变换车道1)+(((动作1+性别2)×性别2)−(性别2 ×干道或支道1))
	汽车碰撞机车	路权1/((exp(违规行驶1)×是否变换车道1)−((两车关系2×log（路权1))+干道或支道2))
	机车碰撞机车	((路权1×(违规行驶1/exp(动作1))×(道路视距−干道或支道2+路权1))+(((动作1+是否变换车道1)×动作1×路权1)+(道路视距×违规行驶1×干道或支道1))

注：变量后面的数字代表着第几当事人，如动作1则意即第一当事者的动作。

5.2 分析结果讨论

本研究针对上述研究之检定、预测与输出结果加以深入讨论，主要厘清判中率偏低之问题、模式所挑选变量以及后续应如何使本研究提高判中率或是可以更完善之处理步骤及讨论。

在整体模式的判中率偏低状况，研究发现因警察于事故现场登录调查表时可能有所缺漏或是填写与真实情况不符，或者是事故现场图与调查表资料无法对应，因此在第一阶段的处理数据时已有错误的状况；此外，地鉴会与复议会对于有争议之案件通常于肇事事实的认知上，会有部分误差而造成肇事责任不同之状况，所以在第二阶段事故责任判定时则亦有出现认知上的误差；然而在本研究所搜集资料后并加以进行建档时，可能因建档人员认知判定状况亦有所误差，或是资料误填情况，虽然本研究于建档时加入防输错检核机制，但仍会有错误之情况，因此于第三阶段时则会有建文件人员建立数据时所产生的误差。承上所述，3种阶段所造成的数据误差进一步致使数据后续进行模式建立时，产生较难有训练出合理之模式的状况产生，是本研究推断此为判中率偏低的主要原因。

依据经验法则，路权为目前判定肇事责任中最重要的参考依据，因为其所代表着事故车辆是否具有优先通行权，因此具有路权者通常责任判定上具有较轻之责任，相对无路权者则需负担较重之责任，故其9个模式选取该变量有8个，意味该变量对于责任判定相当重要，而实务亦是如此；在干道或支道该变量作为采纳之变量，由于支道车必须停让干道车，因此奇变量亦是具有优先级的想法存在，因此于经验判断上亦是相当合乎逻辑的想法；而在第一当事者违规部分，因在责任鉴定过程中通常会将具有路权者挑选完后再依据其是否具有违规行为而直接影响事故发生作为加重或减轻之依据，因此在模式演化过程中挑选此项变量实属合理，然又本研究所预测之结果变量为第一当事者之肇事责任，因此在责任判定上会参考此项变量为依据；此外在两车关系变量上，其两车关系会有主次肇因判断的依据，一般而言同向前车较比同向后车具有优先路权、横向左方车应礼让横向右方车等关系存在，因此将两车关系纳入模式中考虑则亦属合理之状况。

本研究认为遗传规划法并非不适用于本研究上，仍认为其具有判定效益，因此本研究建议后续应

将繁衍代数与初始母代不可仅设为500代，此项数值略显偏低，应提高染色体在繁衍过程中的代数，将资料做到确实收敛与考虑不同变量的影响。此外，本研究亦建议可采用两阶段的遗传演算，针对各数据库所较常采纳之变数，再一次以选取部分显著变数的状况下进行繁衍第二次之模式训练与建立，排除其他影响较小之变量，希望可以达到收敛之效果。

本研究建议未来警察填表时应注意表1与表2应确实填写之事项，或者是本身应注意的状况，如当事者行动状态、肇因分析、车辆撞击部位、部分笔录字迹潦草等，均为特别需要注意与认定之填写项目，以避免后续鉴定所产生之相关问题。

6　结论与建议

6.1 结论

针对24项变量进行检定，其中于每个数据库中均为显著的变量有事故位置形态、号志种类、年龄、动作、是否过路口中心、闪光号志、是否变换车道、违规行驶、干道或支道、两车关系、车辆碰撞部位、超速行驶等计有12项变数；依据先验知识推论，大多地鉴会与复议会于肇事鉴定过程中，几乎考虑项目亦为如此，因此相当符合现况。

遗传规划法之模式，所得之训练与验证最佳判中率最高为两会责任相同之机车碰撞机车验证判中率，为55.06%，再者为地鉴会之机车碰撞机车50.84%，本研究推断训练即判中状况较为不佳之原因可能为母代个数以及繁衍个数数量不够多之影响。

其结果模式指出，该函数式组成以两车关系、干道或支道、违规行驶、路权4项变量为主，路权为最重要一项变量，出现的次数极高，占有相当大权重。

6.2 建议

肇事事故数据库建文件部分，建议未来可再扩增数据库数量以提供作为分析研究之依据，而且资料越多则可使机制可以获得一致性之共识。

以更多的繁衍代数进行遗传规划法模式建立，使其趋于收敛与稳定，并配合不同的繁殖比例及突变比例，来获得整体数据库之较优解。

本研究建议经多次训练后，撷取各项结果中所占比例较重之变量再另外进行训练，以提升其训练及验证之判中率。

参考文献

[1] 吴宗修. 非号志化交叉路口事故责任鉴定原则之探讨［C］. 台湾1998年道路交通安全与执法研讨会，1998：279–287.

[2] 陈高村. 不同碰撞形态与行为肇事原因分析与责任鉴定［C］. 台湾1998年道路交通安全与执法研讨会，1998：267–278.

[3] 周文生，陈蔚文. 道路交通事故肇事原因分析程序之研究［C］. 台湾1999年道路交通安全与执法研讨会，1999.

[4] 杨宗璟，陈婉郁. 路口横向碰撞事故责任鉴定之统计分析及模式构建［C］. 台湾运输学会第十八届论文研讨会，2003.

[5] 杨宗璟，侯至隆，叶筱雯. 直行车与同向右转车发生碰撞时致使一方无肇事责任之鉴定资料分析［C］. 台湾运输学会第十九届论文研讨会，2004.

台北市动态号志控制试办成果

郭宗生　谢铭鸿　林育生
（台北市交通管制工程处，台湾）

摘　要：分别利用动态号志策略中之适应性号志策略及支道触动号志策略，利用车辆侦测器侦测车流实时计算并调整号志时制计划，并进行软硬件整合、试办、模拟绩效分析及试办绩效分析。结果无论微观仿真平台或调查绩效均显示二动态控制策略执行具备一定之成效，针对路口延滞时间与路段旅行速率两指标皆有效改善。

关键词：动态号志；适应性号志；半触动号志

号志时制控制策略多采定时时制，较进步做法则依交通依时变化之历史数据，设定10~12套不同时制，并透过预设之周内日与日内时排程，让路口于不同时段实施不同时制计划，唯因部分地区或路口交通需求依时变化之程度甚高，且依历史数据预设之时制未必可完全符合实时交通需求，故须透过动态号志控制，以提升号志时制运作效率，满足实时交通需求；另近年来日新月异的电子通讯及信息科技，亦让动态号志执行成本下降，因此，台北市于1999年择定4处路口试办动态号志控制，以期透过动态号志控制策略，更有效提升号志化路口之效率。

1　试办范围交通现况及时制分析

台北市动态号志控制以中正承德路口、重庆北路4段49巷、通河西街、葫东街口等4路口作为实施范围，其中，中正承德路口采适应性控制策略，重庆北路4段3路口采半触动控制策略。

1.1 路口时制计划说明

（1）重庆北路4段—重庆北路4段49巷：二时相，第一时相为重庆北路南向右转与直行及北向直行时相；第二时相为49巷往东左转及右转时相。

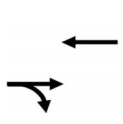
（2）重庆北路4段—重庆北路4段76巷（通河西街）：二时相，第一时相为重庆北路南向直行及北向直行与右转时相；第二时相为76巷往西左转及右转时相。

（3）重庆北路4段—葫东街：三时相，第一时相为重庆北路南向右转与直行及北向直行时相；第二时相为重庆北路北向的迟闭时相；第三时相为葫东街往东左转及右转时相。

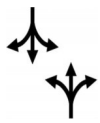
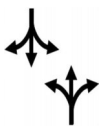
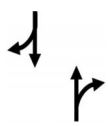
（4）承德路4段—中正路：三时相，第一时相为中正路西向之早开时相；第二时相为中正路东向直行与右转以及中正路西向之直行时相；而第三时相为承德路南北双向直行与右转时相。

表1为动态号志路口时制计划。

表1　动态号志路口时制计划

路　口	时　段	周　期	时相一	时相二	时相三
承德路—中正路	—	—			
	平日上午尖峰	200	70	70	60
	平日上午离峰	200	75	70	55

续表

路　口	时　段	周　期	时相一	时相二	时相三
承德路 — 中正路	平日下午离峰	200	75	70	55
	平日下午尖峰	200	60	85	55
	假日尖峰	200	75	75	50
	假日离峰	200	65	70	65
重庆北路 — 49巷	—	—			—
	平日上午尖峰	200	145	55	—
	平日上午离峰	200	140	60	—
	平日下午离峰	200	140	60	—
	平日下午尖峰	200	145	55	—
	假日尖峰	200	145	55	—
	假日离峰	200	140	60	—
重庆北路 — 通河西街	—	—			—
	平日上午尖峰	200	145	55	—
	平日上午离峰	200	140	60	—
	平日下午离峰	200	140	60	—
	平日下午尖峰	200	145	55	—
	假日尖峰	200	145	55	—
	假日离峰	200	140	60	—
重庆北路 — 葫东街	—	—			
	平日上午尖峰	200	120	30	50
	平日上午离峰	200	120	30	50
	平日下午离峰	200	120	30	50
	平日下午尖峰	200	115	35	50
	假日尖峰	200	120	30	50
	假日离峰	200	120	30	50

1.2 路口几何特性

中正承德路口4个方向皆规划右转槽化形态，因此临路口停止线皆无右转车流，东向为7车道（左转专用3车道），西向、南向及北向皆为5车道，现况照片详见图1所示。重庆北路4段49巷路口、通河西街巷口及葫东街口皆为T字形路口，重庆北路4段南北向为5车道设计，49巷路口为东向单行管制，通河西街、葫东街则为双向二车道设计，现况照片详见图2所示。

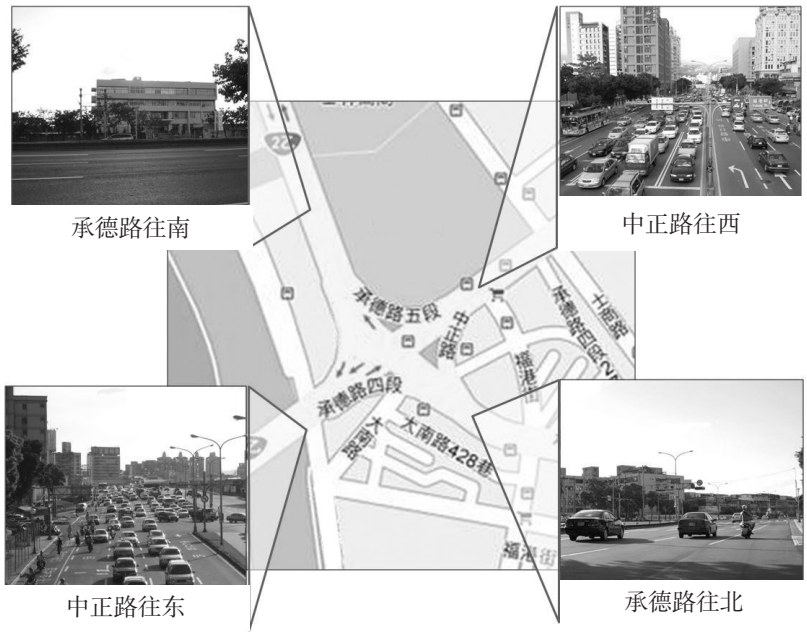


图1　中正路—承德路路口现况

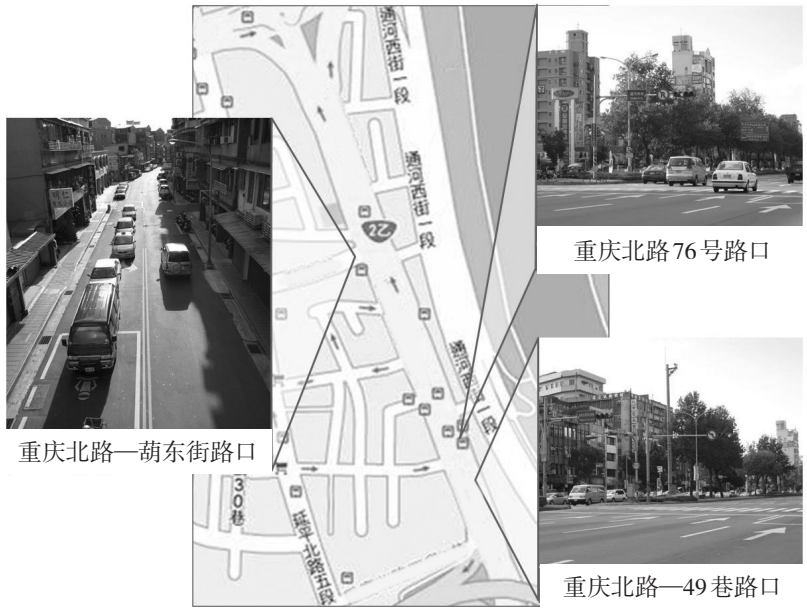


图2　重庆北路4段现况

1.3　路口服务水平分析

各路口平日之服务水平整理如图3所示；重庆北路—49巷与重庆北路—通河西街平日晨昏峰服务水平A级，重庆北路—葫东街B级，中正路—承德路服务水平较差，为F级。



图3　动态号志路口现况尖峰服务水平

1.4 行人流量分析

针对试办范围内重庆北路49巷与重庆北路—通河西街调查时间为平日晨、昏峰小时行人流量（晨峰7:30至8:30；昏峰17:15至18:15）。由调查结果得知49巷和通河西街通过重庆北路流量3~4人/周期，此路段行人流量较低，可知有设置行人触动号志之条件。

1.5 停等车辆分析

调查重庆北路49巷、重庆北路—通河西街与重庆北路—葫东街路口之停等车辆数，调查时间为平日晨、昏峰小时（晨峰7:30至8:30；昏峰17:15至18:15）。由调查结果得知49巷等候车辆2~3辆；通河西街10~12辆；葫东街5~6辆。支道道路流量较低，有设置行车触动号志之必要性。

2　交控策略规划

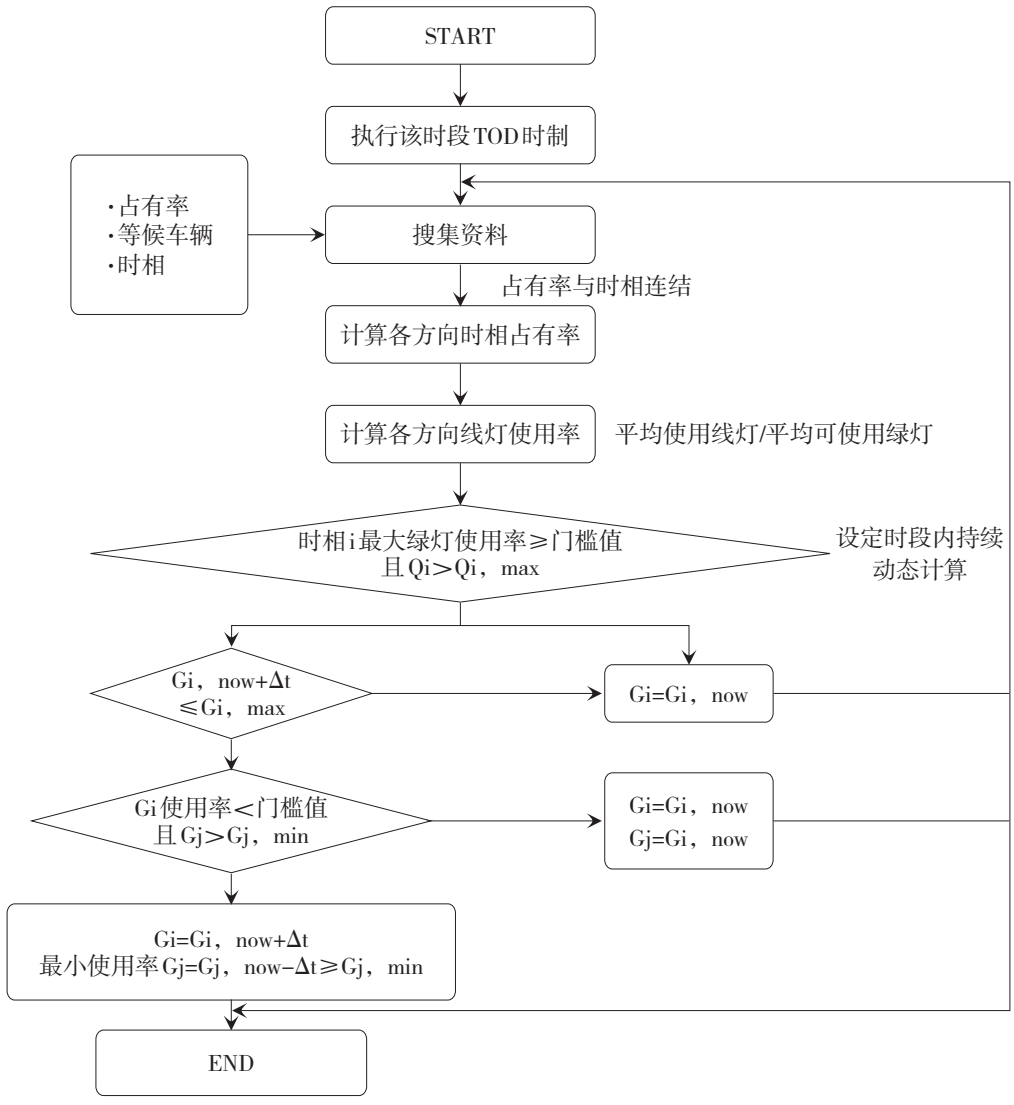
本节针对中正承德路口之适应性号志与重庆北路4段49巷路口、76号路口及葫东街口之半触动号志，依据各策略控制范围、相关设备布设位置、智能化控制逻辑及策略设定进行详细说明。

2.1 适应性号志——中正—承德路路口

（1）路口控制范围：中正承德路口为群组主控路口且距离中正福港街、中正士商路口、承德福港街口等三号志化路口甚近，仅115~180m。考虑干道连锁，三邻近路口之群组划设及时段切分，皆一并配合中正承德路口之时制计划连动。

（2）设备布设位置：中正承德路口原已设置三组路段车辆侦测器，分别可搜集南向、北向与西向路段车流信息，本次再于路口处近端设置影像式车辆侦测器6组以进行各流向车道停等线后之实时信息搜集，并视需求增设上游停等长度侦测器以供适应性号志使用。

（3）适应性号志控制逻辑：为确保干道续进之交控设计，本次试办拟定以各时相绿灯使用率为比较基准，在周期不变前提下搭配启动门槛值进行分相绿灯时间竞逐之适应性号志模式，并进行相关参数值校正，以建构更适宜现况环境之适应性号志策略如图4所示。



Gi：第i时相绿灯长度；Gi，max：第i时相最大绿灯长度；Gi，now：本周期第i时相绿灯长度；Δt：单位绿灯延长秒数；Qi：第i时相疏解方向等候长度；Qi，max：第i时相疏解方向等候长度门槛值；Gj，min：第j时相最小绿灯长度

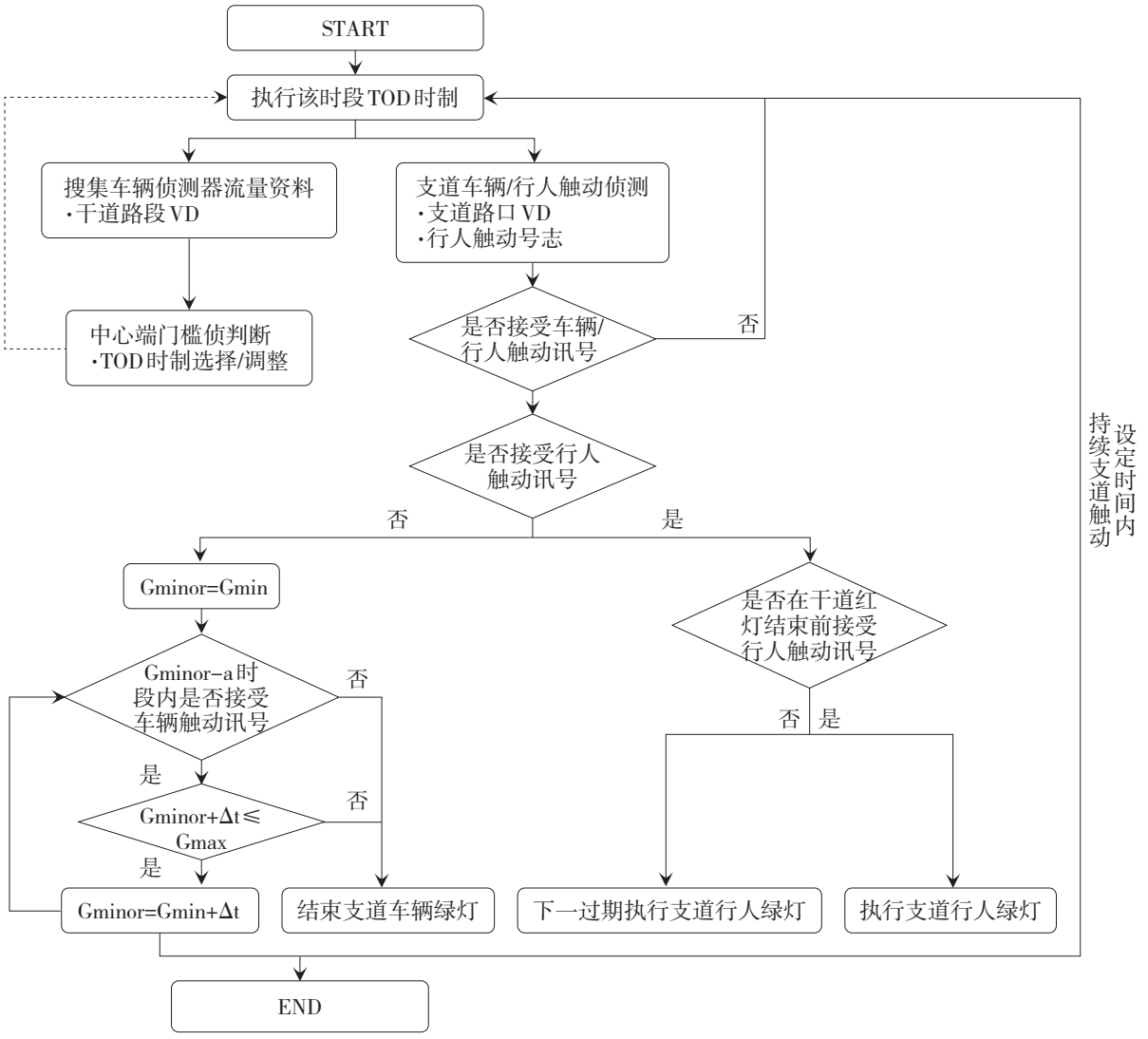
图4 承德中正路口适应性号志控制逻辑

2.2 半触动号志——重庆北路4段

（1）路口控制范围：实施半触动路口原为重庆北路4段49巷与76号路口，因北侧葫东街口与通河西街路口距离仅约200m，须视为同一群组，故一并纳入进行动态号志设计。

（2）设备布设位置：现况重庆北路4段沿线已设二组车辆侦测器，分别可搜集南向、北向路段车流资料，本次再增设三组支道微波车辆侦测器于葫东街、重庆北路4段49巷与通河西街，合计共5组车辆侦测器可供半触动号志使用。

（3）半触动号志控制逻辑：透过车辆侦测器测得流量进行动态周期调整，实时更新该群组周期长度给予主干道较高时比，而沿线路口支道虽交通量较低，但行人需提供其最小绿灯通过需求，故配合支道行人与车辆双重触动方式，在不改变干道同周期连锁前提下，将支道设定为最小可提供支道停等车辆疏解之绿灯时间，如经侦测车辆无法完全疏解，则延长绿灯，或行人按钮提出穿越干道需求，则提供支道最小绿灯通过需求；主要控制逻辑整理如图5所示。



Gminor：支道绿灯长度；Gmin：支道最小绿灯长度；Gmax：支道最大绿灯长度；Δt：单位绿灯延长秒数

图5　重庆北路4段半触动控制逻辑

3　绩效调查与评估

本节针对适应性号志与半触动号志路口微调后进行绩效评估，适应性号志路口主要评估指标为各方向及路口延滞；半触动号志路口主要评估指标为干道旅行速率与支道停等长度，以下分别说明调查结果与绩效评估。

3.1 适应性号志——中正路—承德路路口

适应性号志路口主要评估指标为实行前后各方向与路口延滞之比较，比较时间为平日晨昏峰与离峰时段，比较结果可知，除中正路往东外，其余方向延滞均有降低，整体路口总延滞来看3个时段均为降低，改善程度在10%~15%之间。再从路段旅行速率来看，中正路由士商路至葫东街在实行半触动号志与适应性号志的情形下对中正路旅行速率整体而言得到提升，另由中正路往东方向延滞提升而整体总延滞下降之结果观之，可知适应性号志控制策略有效将原先往东时比可能过长之无效率现象改善。

3.2 半触动号志——重庆北路4段

半触动号志路口绩效评估指标包含支道停等车辆与干道旅行速率，比较时段为平日离峰，比较结果如表5和表6所示。由支道停等车辆调查得知实行后支道绿灯时间在40s、45s、50s下，每周期受阻车辆均为0，由此可知支道触动在不同流量下均能发挥效益，能有效将支道多余的绿灯转为干道使用。再从干道旅行速率来看，实行半触动后整体路段旅行速率有明显的提升。综合干道与支道绩效评估结果，在不影响支道车辆停等与提升干道续进下半触动号志可获得良好的服务绩效。

综上所述，无论适应性号志或半触动号志，初步试办成果均具备一定之成效，路口延滞时间与路段旅行速率两项指标皆有效改善，唯此两种策略未来仍须进行长时间的观察与参数微调，另因动态号志策略将造成号志运作与民众期待不符，且实时而弹性之调整亦可能造成民众困惑，故将持续针对民众进行有效之倡导，以利民众熟悉动态号志运作与一般定时号志运作之不同，以确保行人穿越之安全及提升民众之接受度。

参考文献

［1］台北市交通管制工程处. 1998年度台北市智能化号志时制设计及控制管理计划［R］. 2010.

桃园县道路交通安全绩效研析

陈武正[1]　郭振寰[2]
（1. 开南大学运输科技与管理学系，台湾；2. 桃园县交通处，台湾）

摘　要：从桃园县道路交通肇事原因探讨分析“桃园县政府”与道路交通安全相关单位如交通处、警察局、环保局、工务处、教育处、观光营销处、监理站等，在交通工程、交通教育、交通执法等的责任，找出改善桃园县道路改善路径图，供桃园县施政参考。

关键词：道路；交通安全；研究；桃园县

1　引　言

桃园县位于台湾北部，北接台北县，南临新竹县，东靠花莲县，西滨台湾海峡，面积有1220.96 km^2，人口在2009年有1978756人，离院辖市人口门槛尚差21244人，桃园县管理机构很努力，希望在2010年即可跨过200万人门槛正式加入院辖市俱乐部，即代表可获大县编制及增加统筹分配款或“中央”辅助款，预算增加，就可增加建设，提升交通等基础，迈向现代化城市发展，在一现代化城市重要指标之一即是生活安全，在生活安全中最重要因素即是交通安全，各级管理部门均极重视交通安全课题，也是本文各项讨论之重点。

2　桃园县道路交通环境

桃园县有四市九乡镇。2009年桃园13乡镇市中人口数、汽车数与机车数均以桃园市为最多，而以复兴乡人口数、汽车数及机车数为最少。再从每1000人机车持有数与汽车持有数来分析，以八德市（627.5辆）为最高，其次为复兴乡（589.6辆），最低者为芦竹乡（439.4辆）。而每1000人汽车数，以新屋乡（358.4辆）为最高，其次为大园乡（350.3辆），最低为复兴乡（265.9辆），全县每1000人机车数平均值为547.7辆，其中八德市、中坜市、复兴乡和龟山乡四乡市超过全县平均数。全县每1000人汽车数平均数为314.4辆，其中平镇市、杨梅镇、大园乡、观音乡、龙潭乡、芦竹乡、新屋乡等七乡镇市超过全县平均值。整体而言，桃园县人口密度高于各市乡镇都市计划区，街道狭窄交通环境不是很理想，主要原因系未考虑小汽车及机车时代来临以及国际机场、高速铁路、高速公路等主要建设发展，早期都市计划未能配合，也即是先天不良所致。

3　桃园县道路交通安全改善措施

桃园县颁《道路交通秩序与交通安全方案》，动员全县府各相关单位，从行政督导、交通工程、交通执法、交通教育等方面积极改善与作为。

3.1 道路交通安全行政机制

桃园县每个月举行桃园县道路交通安全联席会报，除有吴县长亲自主持，郭蔡副县长，各相关局处均派员参加外，并聘请大学教授担任顾问，与会参与讨论，理论与实务兼顾。对各种道路交通安全问题提供实时有效解决方案，效果不错。

3.2 道路交通工程改善措施

桃园县交通处办理交通工程改善措施计有：人手孔配合道路整平，有助于道路交通安全，在2009年完成588处，执行道路坑洞养护面积达70580m^2，又路平专案零星修补坑洞处达12482处；其修补面

积为65098 m²，完成标志牌面1623面；标线共18176 m²，在南崁、内坜、杨梅三交流道设置TSS牌面6组，为驾驶人有效提供实时路况信息；设置护栏导引板262片，这些交通工程改善措施均以改善道路交通秩序与交通安全为目的。

3.3 道路交通安全管理与执法改善措施

桃园环保局为维护环境景观，避免影响行车、行人之交通视线及交通安全，取缔违规广告物，可是违规广告物还是持续在增加。

桃园县警察局配合“内政部警政署”推动执行加强取缔恶性交通违规道安执法项目，除加强酒后驾车、闯红灯、严重超速、逆向行驶、转弯未依规定、机车行驶禁行机车道及机车未依规定二段式左转等多项重点交通违规取缔外，亦持续对无照驾驶之违规行为之加强取缔。

桃园县警察局在交通执法上之力道每年均有增加，也证明驾驶人违规行为还是有增加趋势，守法精神不足。

3.4 道路交通安全教育与倡导改善措施

桃园县警察局，交通处、教育处及新闻处等单位于每学期派员前往各级学校进行交通安全倡导，透过传播媒体持续宣传，灌输社会大众遵守交通法规，骑乘机车应配戴安全帽，酒后不开车，养成良好交通习惯。

4 桃园县道路交通安全分析

衡量桃园县道路交通安全的重要指标为每年因道路交通安全事故死亡人数，桃园县从2002年至2006年，全县因道路交通安全事故死亡之人数均超过200人，但2007年开始，全县因道路交通事故死亡人数降到200人以下，且有逐年下降趋势。

从每1000辆车当数之道路交通事故死亡后人数从2002年0.253人降至2008年的0.155人，是有下降趋势。

学生交通事故也是大家所关心的，从统计数据显示，2009年高中生交通事故死亡人数比2008年减少25%，同年初中生交通事故死亡人数比前年减少54.5%，同年小学生交通事故死亡人数比前年增加33.3%（但仅增加1人），同年桃园县全部交通死亡事故较前年减少30.0%。

5 结 语

（1）桃园县各相关单位及道路交通安全联席会积极作为，采取相关交通工程、交通管理、交通执法及交通教育等措施，绩效良好，使道路交通安全事故死亡之人数下降。

（2）桃园县交通违规案例仍然不断增加，可知民众守法精神仍然不足，未养成良好交通习惯，显然交通教育及交通安全倡导效果不彰，未深入民心。

小客车学员选择驾驶训练班之研究

陈君杰　胡嘉玲
（岭东科技大学营销与流通管理系，台湾）

摘　要：回顾驾驶训练班相关文献，并应用分析层级程序法建立小客车学员选择驾驶训练班之目标阶层体系，定义层面及准则，设计问卷进行调查后，进行权重分析，确定学员选择最适驾训班之准则权重，并进一步以集群分析方法分析准则权重，以了解学员对于各项准则重视之类型。结果发现小客车学员以学费低、交通成本低、教练专业能力佳、师生比高、评鉴结果佳与外界风评最受重视，且学员对于各项层面与准则之权重均具有共识。集群分析结果显示学员可区分为重视成本群与综合评价群二集群，除了师生比高准则没有显著差异外，重视成本群对于学费低与交通成本低较为重视；综合评价群在其余准则较高于重视成本群。针对重视成本群，建议驾训班未来应考虑采取提供接送服务等降低学员学习成本策略。针对综合评价群，应强化教练在职训练提升专业能力，并维持适当师生比，使学员得以获得良好的教学。同时应设法提高考照通过率，做好监理单位评鉴准备工作，并广为宣传，吸引学员注意到驾训班的良好绩效。

关键词：小客车；驾驶训练班；研究

1　引　言

车祸近年来一直为台湾十大死因之一，塑造安全的交通环境相当重要，而安全交通环境应从教育、工程与执法等“3E”着手。严格交通执法或可暂时吓阻违规，良好道路交通工程或可提供安全硬件，若驾驶人未能真正认识交通安全重要性，肇事依旧层出不穷，故应以教育民众为首要目标。

驾驶训练班是学习汽车驾驶技能、培养驾驶道德及守法性的训练机构。驾训班提供良好训练除能使学员增进驾驶技术与保养车辆能力，透过驾驶执照考试教材，使学员了解交通法令，培养守法精神，从而使其素质得以提升，达到促进道路交通安全。

截至2010年5月，台湾地区各种大小型车种之驾训班共有222家，市场竞争相当激烈。然而根据现有法规，驾训班的招生计划需公路监理机关核定，包括训练车种类别、招生人数、课程内容、开训日期、上课时间、时数、训练期限、入学资格、收费标准及退费规定等均被限制。了解学员如何选择驾训班，从而增加竞争力，吸引学员前来学习成为重要之课题。

过去有关驾训班之研究甚少，加上交通违规及事故增多，交通安全愈见重要，因此引发本研究之动机，希望借由针对台中县市驾训班小客车学员之问卷调查研究，了解小客车学员选择驾训班的影响因素，并分析小客车学员选择类型，提供驾训班作为改进参考。一方面改善驾训班经营，一方面借由驾训班提供良好驾驶训练，降低肇事率，保障出行的安全。

2　文献回顾

2.1 驾驶人考照与驾训班管理法规回顾

小客车学员选择驾训班的影响因素与驾训班所提供之服务有关，由于“政府”订有严格法规规范驾训班之设置与营运，从而影响驾训班所提供之服务，故本研究首先回顾驾驶人考照与驾训班管理法规，以为参考。

与驾驶人考照有关之法规有二，道路交通管理处罚条例第92条第1项赋予订定道路交通安全规则之法源；安全规则第50条规定民众取得汽车驾驶执照后方能上路驾驶。而民众取得汽车驾驶执照有两种管道，其一为根据安全规则第57条取得学习驾照证，再依安全规则第60条经过3个月以上学习驾驶经历，通过笔试与路考及格方可取得驾照；另一种方式为根据安全规则第60条参加公民营驾驶训练机构，经过1个月密集驾驶训练（内含学科、术科、道路驾驶），再参加监理机构之考试通过即可取得驾照。

与驾训班管理有关之法规包括“《公路法》”与《民营汽车驾驶人训练机构管理办法》。“《公路法》”第62条赋予“交通部”会同“教育部”订定《民营汽车驾驶人训练机构管理办法》之法源。

有关申设与招生方面，管理办法第4条规定驾训班须由负责人拟出设班计划书，向当地公路监理机关申请核准后才可筹设；而经核准筹设后，应于1a内筹设完成，并拟聘教职员履历册、班舍及教练场地使用权利证明文件等申请立案（第7条）；经核准立案取得立案证书后，始得对外招生（第9条）；驾训班招生应具备简章供民众索取，其内容应载明驾训班全名、地址、核准立案之机构及文号、训练车种类别、招生人数、课程内容、开训日期、上课时间、时数、训练期限、入学资格、收费标准及退费规定（第10条）；同时驾训班应将年度训练计划、教师及学员名册，每期办理情形及结业学员名册等，报请当地公路监理机关。招生人数应按配置之教练车数计算，每车10~14人，由该公路主管机关制定标准，其属“直辖市”公路主管机关制定标准者，并应报请“交通部”备查（第12条）。

在设备标准方面，第14条针对教练场地面积及班舍建筑物、停车场楼地板面积占教练场面积等有所规定；第15条规范训练场内所应备有之各种仿真道路实体科目、交通管制设备及电动扣分设备等；第16条规范学科与术科教室之各项设置标准；第17条则规范了教练车之设置标准、数量及种类。有关驾训班师资及招训学员方面，第18至22条针对驾训班之组织、师资及资格取得等均有所规定；第23条规定每14名学员，至少聘用1名教练；第25条规定小型车普通驾驶人训练期间不得少于5星期，每期招生梯次不得超过3梯次；第26、27条对于道路驾驶课程与学员资格有所规范。

在驾训班收费及奖惩方面，第28条规范训练费用收取范围；第29条针对受训学员退训及驾训班未能开班之退费有所规范。此外，第30至33条针对学员与驾训班订有奖惩规定，包括学员不得结业条件（第30条）；考核成绩优良者予以奖励、办理不善者应予以议处（第31条）；补助成绩优良驾训班办理教学观摩经费（第33条）。

由上述回顾可以发现，现行驾训班之申设、招生、设备标准、收费、奖惩均有详细规范，而且设备标准与教练学员人数之比值（师生比）设有严格下限，招生人数与收费标准设有严格上限。市场竞争激烈，对消费者而言虽有较多驾训资源可供选择，但驾训班经营者必须投入大量资本、人力、场地、设备机具，加上近来油价高涨，油费占经营成本比例提高，经营甚为不易。因此，业者一般仅能遵循管理办法规定，在狭小范围内改进，鲜少从事价格竞争，并仅能借由顾客口碑相传与获得监理机关良好考核成绩，作为吸引学员之主要依据。

2.2 选择驾训班相关文献回顾

经由搜寻相关文献数据库，发现并无与本研究直接相关之文献，但驾训班性质与学校、补习班类似，所以本研究乃从此方面搜寻相关文献，以资参考。

2.2.1 选择学校之文献

曹春隆发现专科学生选择校系的主要考虑因素有教学设备充实、毕业后就业情况良好、学费低、师资强和课程安排良好；陈吉聪研究影响学生选择就读综合高中或职校之因素，发现影响选择就读普通高中学生之因素依序为未来毕业出路、离家远近、学生素质。许多学者发现环境及建筑物、排名、小班制、小学校、学校类型或好学校、地点、便利被证明在选择学校上很重要。离家近及有朋友就读于同一所学校也很重要。除了学费外，地点是强而有力的决定因素。

Kohn等人发现学费和奖学金在选择学校中是有意义的。Witte发现88.6%家长认为教育质量在选

择学校、教学方法或风格方面非常重要。Solmon发现父母选择特许学校最常见原因为有好老师（44.8%）、不满意教学课程或之前学校教法（40.0%）和有人告知这是间好学校（34.6%）。方昆合把学校服务质量归纳为课程教学、学校活动、空间环境、设施、福利、学生与职员互动、师生互动、价值与知识能力。

2.2.2 选择补习班之文献

庄文萍发现补习班学生选择补习班最重视准则为师资、教学方式、教材、学习环境、上课时间安排及服务态度等。张福寿发现家长重视师资、教学方式、教材交通方便，较不重视学费多寡、“政府”立案、教室装潢。邱永富发现家长重视旁人口碑、过去经验、亲友关系、比较试读及是否立案。张春桂发现教学、设备、师资、接送与否、价格和外来信息为影响选择补习班之因素。姜信安发现初中生参加课外辅导准则之重要程度，依序为老师专业能力、老师表达能力、上课时间能否配合、老师出勤状况及教材内容深浅度。报名资料来源为同学和学长姐的推荐、家人亲友的推荐及受补习班业者推销。王筱霞发现家长选择美语补习班的动机，为课业因素、环境因素及推荐因素。

陈明坤认为泳训学员家长对专业形象因素较为重视，而对环境设备较为不重视。洪郁年发现小学生家长选择补习班考虑因素，依序为收费高低、教师学经历、学童上课时间之配合、亲戚朋友推荐、教师教学内容。李秉颖发现价格、时间、旁人、环境、师资、设备、教学、服务八项因素均对选择补习班有显著影响。施丰坤针对补习班的服务质量与顾客满意度进行问卷调查，结果发现学生对人员、硬件环境设备、保证及关怀方面满意度高。许国光发现初中学生选择补习班原因，以同学介绍（39%）和亲友告知（28%）占大多数比例。陈婉婷针对驾训班学员进行问卷调查，将教学态度、表达能力、课程内容、教师是否满意、上课时间安排、设备、教学方式、服仪整洁、教学是否满意、教练车、服务态度、接送车、环境卫生及驾训班整体服务等列为考虑项目。谢文德发现小学生家长选择补习班的准则依序为师资与教学、行政与服务、环境与设备、行销与信息，最后是补习班的价格与品牌。林孟红针对文理补习班的服务质量与顾客满意关联进行问卷调查，问卷中纳入教学态度、课程内容、上课时间安排、设备、教学方式、服仪整洁、服务态度、接送车、环境卫生、地点便利、环境安全、补习费可分期或刷卡、教师学经历良好、有促销活动、学费优待及奖励、补习班引导标示明确、学生可获考前题型分析之准确性等变项。

2.2.3 选择学校或补习班影响因素之归纳

上述文献中影响学生或家长选择学校或补习班之因素众多，本研究为使上述相关文献之影响因素能作为研拟学员选择驾训班之参考，将上述准则分类归纳为13个层面，包括学习成本低、师资佳、课程规划佳、学习资源佳、评价佳、人际关系佳、媒体营销佳、家庭影响高、社会地位高、促销活动佳、行政服务佳、付款方式多及其他等。

3　问卷设计与调查

为了解小客车学员选择驾驶训练班影响因素与其类型，本研究首先应用Saaty所提出之分析层级程序法建立小客车学员选择驾驶训练班之目标阶层体系，其后依据目标阶层体系设计问卷，针对驾训班小客车学员进行问卷调查，分析学员对各层面与准则之权重，其次以集群分析方法将样本分群，了解学员选择之类型。

3.1 小客车学员选择驾驶训练班之目标阶层体系

2.2节回顾许多相关文献所使用的准则，并归纳为13个层面。但由于大多是探讨学校、补习班或安亲班等补习教育，其准则未必适用驾训班。因此本研究初步筛选出影响学员选择驾训班之层面与准则，进一步与驾训班业者及熟悉驾训班生态之学者讨论确认，删除部分层面之准则，包括鉴于学员通常每次只在驾训班学习1h，且每期仅学习5周，人际关系与行政服务并非重点，故删除人际关系佳与人际关系佳层面；基于业界实际生态，删除媒体营销佳与促销活动佳层面；基于驾驶技能系普遍取

得，无涉地位之高低，故删除社会地位高层面；由于业界已提供多种付款方式，故删除付款方式多层面；其他层面多为学员因素，与驾训班无关，亦予删除。最后保留学习成本低、师资佳、课程规划佳、学习资源佳、评价佳等五个层面，并建立小客车学员选择驾训班之目标阶层体系如图1（图中数字为权重/变异系数）。

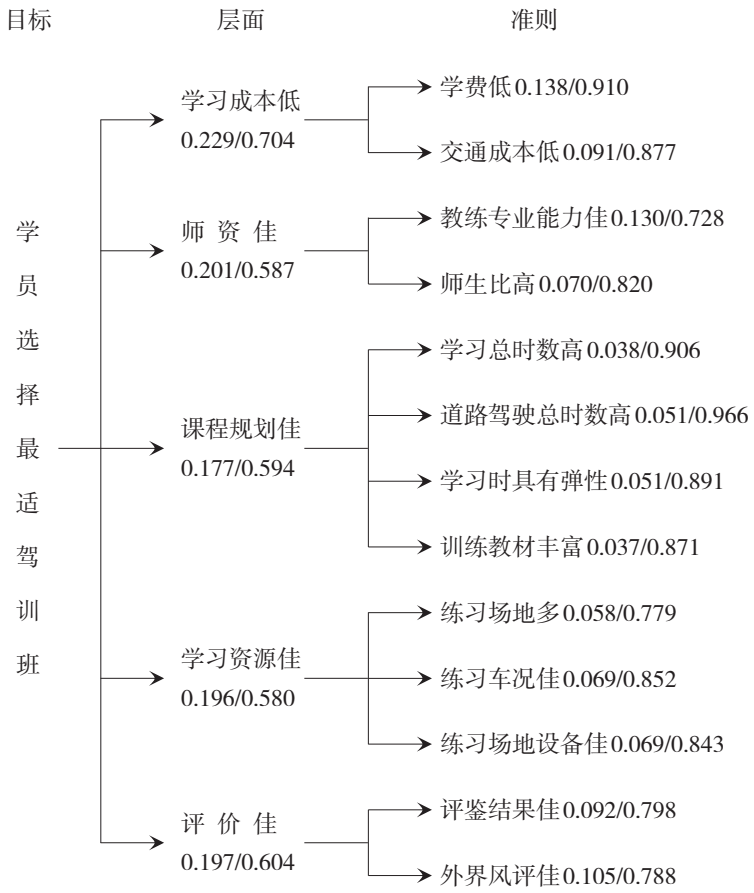


图1 学员选择最适驾训班之目标阶层体系

3.2 小客车学员选择驾驶训练班问卷调查

为了解小客车学员选择驾驶训练班影响因素与其类型，本研究以前述目标阶层体系设计成对比较问卷，针对台中县市32家驾训班中抽取12家驾训班已报名且正在学开车之小客车学员进行调查。问卷分为5部分，首先简介AHP法；第二部分为AHP问卷填写说明；第三部分示范问卷回答划记方式；第四部分说明层面及准则定义后进行成对比较；最后为受访者基本数据。调查共发出563份问卷，共回收562份。为求问卷结果的有效性，对每一份问卷进行C.R.值一致性检定，结果符合一致性水平的有效问卷共534份，有效问卷率为95%。

4 小客车学员选择驾训班之权重与类型分析

本研究先以问卷调查之所得数据分析各层面与准则之权重，以了解学员对于各层面与准则之重视度；其次以集群分析方法将样本分群；最后针对分类后之各类型学员进行特性描述。由于AHP法的准则权重总和为1，权重之间存在相依性，必须选择适当准则纳入集群分析，以避免相依性之影响。因此在集群分析之前，本研究先针对13个准则进行因素分析，由因素分析结果选择独立的12个准则纳入集群分析。

4.1 小客车学员选择驾驶训练班权重分析

全体学员之层面及准则权重分析结果如图1所示，层面及准则权重之变异系数均小于1，显示学员对5个层面权重及各准则权重之共识性颇高。权重较高的前6个准则属于学习成本低、师资佳与评价佳3个层面。除了学费低、交通成本低与学习成本有关外，教练专业能力佳、师生比高这两项准则与学员是否可取得教练更多之关注与较佳的技术指导有关。外界风评佳与评鉴结果佳这两项准则，则与驾训班整体绩效有关，也涵盖过去学员考照情形，这显示全体学员比较重视能否顺利取得驾照及过去之口碑。

权重较低的后7个准则属于课程规划佳和学习资源佳两个层面，这应与驾训班需符合民营汽车驾驶人训练机构管理办法有关学、术科授课及各项硬件条件规定有关。由于驾训班目前都已能符合规定，使得学员不太重视。

4.2 小客车学员选择驾训班类型

由于AHP法准则权重之和等于1，自由度应为准则权重之个数减1，因此本研究进行因素分析中，就将因素个数设定为12，用最大变异法进行转轴，而非一般取特征值大于1之因素进行因素分析。准则权重转轴后之成分矩阵结果显示除了学费低这个准则之外，其余12个准则都明显归属于某一个特定因素，而且学费低这个准则与其他因素均呈低度相关，因此集群分析过程将不纳入学费低准则，但分群后之分析仍予纳入。

集群分析时，第一阶段先以华德法将534个样本的12项准则权重（不含学费低）进行集群分析，由534群合并成为1群，由重心距离的递增量，发现学员类型分为2群最为合适。确定分为2群后，再重新执行一次华德法集群分析，求算各群重心（即各变量平均数）。第二阶段以K平均数法将534个样本的12项准则权重进行分析，结果将集群分为2群，其中集群1有92个样本，集群2有442个样本。

K平均数法集群分析后两集群平均权重如表1。t检定结果显示两类型学员除了在师生比高准则外，各层面及准则权重上具有显著差异。集群1在学费低与交通成本低准则权重平均数显著高于集群2，显示特别重视学习成本，故命名为重视成本群。集群2在其余准则权重平均数显著高于集群1（除了师生比高不显著外），故命名为综合评价群。

表1　K平均数法集群分析后两集群之平均权重

	项　目	集群1	集群2
层面	学习成本低	0.424	0.189
	师资佳	0.158	0.210
	课程规划佳	0.117	0.190
	学习资源佳	0.154	0.204
	评价佳	0.146	0.208
准则	学费低	0.194	0.127
	交通成本低	0.231	0.062
	教练专业能力佳	0.091	0.138
	师生比高	0.066	0.071
	学习总时数高	0.029	0.040
	道路驾驶总时数高	0.035	0.054
	学习时间具有弹性	0.031	0.055
	训练教材丰富	0.023	0.040
	练习场地多	0.048	0.061

续表

	项　目	集群1	集群2
准则	练习车况佳	0.056	0.071
	练习场地设备佳	0.050	0.073
	评鉴结果佳	0.066	0.097
	外界风评佳	0.080	0.111
	人数	92	442
	百分比	17%	83%
	集群命名	重视成本群	综合评价群

值得注意的是，集群1不仅重视学费低，更重视交通成本低。业者应可由其学员前往驾训班学习情形（例如是否为由他人接送前往学习），考虑发展接送服务等足以使集群1学员降低交通成本之策略，以吸引集群1之学员前往学习。集群1也对外界风评佳、教练专业能力佳、师生比高与评鉴结果佳等准则有较多重视，显示驾训班即使采取降低学员学习成本之策略，仍不可忽略与上述准则有关之各种服务或实绩。

集群2最重视教练专业能力佳、学费低、外界风评佳、评鉴结果佳、练习场地设备佳、练习车况佳等准则。虽然集群2在学费低、交通成本低两项准则权重显著低于集群1，但是学费低在13项准则权重中依然居第2，显示集群2依旧重视学费是否够低；而交通成本低在13项准则权重中只居第8，显示集群2较不重视交通成本低。上述显示，驾训班业者应针对集群2采取加强倡导教练辅导考照成效、分享学员平常学习考照心得、感谢驾训班与教练的谢词，同时宣扬驾训班在监理机关评鉴的优异成绩、场地与教练车的优越等策略。

此外，学费低仍是两个集群均甚为重视的准则。访谈中业者都反应学员重视学费，且业者尽可能降低价格，但是学员来源并不稳定。因此建议驾训班业者应可采特约方式，与大型公司行号、机关学校签约（尤其是年年都有新生的大专院校），提供适当价格折扣，以较低价格吸引大量且稳定的学员前往学习。

4.3 不同类型学员特性分析

为了解不同类型学员之个人特性，本研究将集群分析所获得之两群样本之基本数据进行交叉分析。全体受访者中男性248人，占46%；女性286人，占54%。年龄以18至30岁为主，占91%，平均约24岁。驾训班收费以8000到8999元居多，平均费用约8620元。学员平均学习时数约32h。职业以学生居多（54%），其次依序为专业人员（9%）、服务工作人员及售货员（8%）等。行业以学生居多（51%），其次依序为制造业（10%）、其他服务业（6%）等。卡方分析结果显示重视成本群与综合评价群之基本资料均未呈现显著差异，尤其是学费与学习时数也无显著差异，这应该是受到目前驾训班的学费与学习时数均受到管制，导致学费与学习时数均类似的关系。

5　结论与建议

本研究经由回顾文献建立一个包含5个层面13个准则的小客车学员选择驾训班目标阶层体系，其后设计成对比较问卷，针对台中县市12家驾训班小客车学员进行调查，成功获得534份问卷。全体学员之层面及准则权重之变异系数均小于1，显示学员对5个层面权重及各准则权重之共识性颇高。权重较高的前6个准则属于学习成本低、师资佳与评价佳3个层面，权重较低的后7个准则属于课程规划佳和学习资源佳2个层面。

以两阶段集群分析法分析学员选择类型，发现学员可分为重视成本群与综合评价群两种类型。t检定结果显示两类型学员除了在师生比高准则外，各层面及准则权重上具有显著差异。业者应考虑发

展接送服务等足以使重视成本群学员降低交通成本之策略，以吸引集群1之学员前往学习，但仍不可忽略与其他准则有关之各种服务或实绩。针对综合评价群，业者应采取加强倡导教练辅导考照成效、分享学员平常学习考照心得、感谢驾训班与教练的谢词，同时宣扬驾训班在监理机关评鉴的优异成绩、场地与教练车的优越等策略，吸引学员注意到驾训班的良好绩效。

参考文献

[1] 曹春隆. 专科学生升学与选择校系态度之研究［D］. 台湾大叶大学工业关系学系，2001.

[2] 陈吉聪. 高雄市“国中生”选填志愿影响因素之研究［D］. 台湾中山大学人力资源管理研究所，2002.

[3] 方昆合.“国民”中学学校服务质量学生觉知之研究［D］. 台湾嘉义大学教育行政与政策发展研究所，2002.

[4] 庄文萍. 大专生参加升研究所补习班之决策行为研究［D］. 台湾东吴大学管理科学研究所，1994.

[5] 张福寿. 儿童参加珠心算补习班家长决策行为之研究——以屏东县为例［D］. 台湾东吴大学管理科学研究所，1995.

台北市无障碍运输服务现况探讨

郑佳良 尚锦堂 吴瑞丰
（台北市公共运输处，台湾）

摘 要：探讨了台北市目前各项无障碍运输服务，并对该服务的推动过程及营运现况提出建议，作为今后都会区推动相关政策之参考。

关键词：无障碍运输；复康巴士；低底盘公交车；敬老爱心出租车

1 引 言

随着社会福利制度日趋健全，老人及身心障碍者的交通问题亦受到重视，提供其同等便利及友善的运输服务，不仅是人本交通的重要作为，同时也是展现社会进步的重要指标。然而为维持无障碍运输服务的营运及对使用者的补贴，“政府”每年均须投入庞大的预算来支应，因此如何将“政府”有限的资源分配至适当的交通运输服务政策，并且有效地整合民间可利用的资源，是一门相当重要的课题。

“台北市政府”为提供老人及身心障碍者更多元的运输服务选择，已陆续推动复康巴士、低底盘公交车及敬老爱心出租车政策，规划目的在于对不适合搭乘大众运输工具的重度身心障碍者，可预约使用复康巴士，而中、轻度身心障碍者与老人可搭乘低底盘公交车及敬老爱心出租车外出就医、就学及进行其他社交活动（表1）。本文将分别叙述台北市复康巴士、低底盘公交车及敬老爱心出租车之运输服务，并对规划的远景作一简要的说明及讨论。

表1 无障碍运输服务之适用对象

用路人类别	适合的运输服务
重度身心障碍者	小复康巴士
中、轻度身心障碍者及老年人	敬老爱心出租车 低底盘公交车
使用娃娃车之民众	低底盘公交车

2 复康巴士

2.1 成立背景

复康巴士是指载送身心障碍者的公共汽车（巴士），与一般巴士不同的是，复康巴士多加装了方便身心障碍者上下车的辅助器材，例如轮椅升降机等。复康巴士分为大型复康巴士及小型复康巴士，大型复康巴士最多可提供10部轮椅的运输服务，其性质类似游览车，由身心障碍朋友提出申请租用核准后，乘客于指定地点集合，由大型复康巴士载送乘客至目的地，大多为身心障碍团体、学校或公益团体所租用；小型复康巴士是由9人座小巴改装，最多可提供2部轮椅的运输服务，其最大特色为及门服务，身心障碍朋友无须至指定地点搭乘，只要小型复康巴士可行驶之巷道，可直接将乘客由家门口载送至目的地。

台北市复康巴士是由台北市社会局于1990年首创之社会服务，初办时购置3辆大型复康巴士及5辆小型复康巴士委托伊甸基金会以预约方式实施项目计划，唯伊甸基金会囿于营运亏损且社会局基于经营管理车辆之需求，之后委托台北市公共汽车管理处（公车处）代为经营，另因配合身心障碍

者保护法公布实施，于1995年将复康巴士业务移拨至公车处，相关营运成本补贴改由交通局编列。而公车处民营化后，此项业务虽由交通局接办，但因市府已无车辆营运机关，即以公开招标程序委外办理。

2.2 营运方式

2.2.1 服务范围

台北市联营公交车服务区域（台北市及台北县可达之淡水、八里、芦洲、三重、五股、新庄、板桥、永和、中和、土城、新店、汐止、树林、莺歌、三峡、泰山、深坑、石碇等），起点或迄点必须位于台北市内，惟每日上午11时以前服务班次起点须位于台北市境内。

2.2.2 服务费用

一般费率：比照台北市之出租车费率之1/3计算。

共乘费率：为鼓励乘客共乘，每车内装设有2部计程表，其作业方式如下：（1）有共乘者皆尽量以顺路共乘；（2）对于共乘双方而言，该共乘趟次全程皆属共乘优惠里程，依上述一般费率再以2/32优惠计之；（3）过路费由乘客自付，乘客可于下车时向驾驶员索取收据。

2.2.3 服务时间

一般服务时段：每日上午6时起发头班车（抵达乘客预定地点）至晚上11时为末班车（抵达乘客预定地点）。

延长服务时段：晚上11时至翌日6时增辟2辆车（乘车费用采一般费率计）。

服务班次起点位于台北市境外之服务时间为每日上午11时以后。

2.2.4 服务对象

（1）领有台北市身心障碍手册且设籍于台北市并实际居住台北市者，或居住于台北市领有“台北市政府”发放荣誉市民证明之外籍身心障碍者。

（2）经相关团体邀请至台北市进行公益性参访活动确有需要，且报经台北市公共运输处核准之外籍及外县市身心障碍者。

2.2.5 预约方式

（1）为以公平、公正及公开原则接受民众预约申请用车，属于户到户及门运输，并将服务对象依障别等级区分为特A等级、A等级及B等级障别，服务对象等级如表2。

表2　小复康巴士障别等级

障别等级	身心障碍类别	开放预约时间
特A等级	植物人 重度以上，下肢体障碍，须撑双拐或乘坐轮椅者	5d前可预约
A等级	重度以上障碍者	4d前可预约
B等级	中、轻度障碍者	3d前可预约

（2）预约订车时间：上午时段为08:30起至12:30止（但特A等级于前5d预约者上午时段为9时起至12:30止）；下午时段为13:30起至17:00止。

（3）临时叫车：于搭车前1日17时至22时及搭车当日上午8时起，均可拨临时叫车电话专线，向服务中心洽订临时车次。

2.3 营运现况

目前小复康巴士车队规模计145辆（含民间捐赠、市府自行购买50辆及租用95辆），虽然“市政府”已投入大量资源以维持车队营运，但由于使用人数众多，仍然是供不应求（表3为2009年6月至2010年3月小复康巴士订不到车统计表），社会局推估在既有需求下（依现行费率、车辆数及使用人

数的情况），若要满足台北市重度以上身心障碍者之搭乘需求，约需150辆小型复康巴士，中度以上约需195辆，满足所有身心障碍搭乘需求总计约250辆。

自2009年8月台北市敬老爱心出租车开始试办营运后，小复康巴士订不到车的人数已有逐渐改善之趋势（表3），显示整合出租车之运输资源，对小复康巴士供不应求之情形确实有很大的帮助，惟因为小复康巴士费率为台北市出租车费率之33%，敬老爱心出租车单次车资100元以下补助16元，超过100元补助32元，补贴后费率为出租车费率之70%~90%，部分中、轻度身心障碍者基于经济上之考虑，仍以选择搭乘小复康巴士为主，因此为使小复康巴士回归服务使用轮椅之身心障碍者，并参考先进国家（加拿大、日本及澳大利亚等）之相关社会福利政策规划，其补助款费用为车资之40%~75%，故建议对小复康巴士各类别身心障碍者之搭乘费率作一总体检讨，或适当提高身心障碍者搭乘敬老爱心出租车之补助款，以有效转移中、轻度身心障碍者使用敬老爱心出租车。

小复康巴士是依身心障碍手册之障别等级来区分开放预约的时间，但由于障别等级较难分出使用小复康巴士的需求程度，例如部分器障人士虽为重度身心障碍者，不过在使用一般大众运输系统上与其他人并无不同；而视障人士虽然非归类为特A等级，但在大众运输的搭乘或转乘上却大大不便，因此“台北市政府”还是建议民众依自身需求来决定是否使用小复康巴士，也鼓励非特A等级之身心障碍者使用小复康巴士上一般座位之共乘服务，或多加利用敬老爱心出租车外出，将有限资源留给真正需要的民众。

除此之外，由于小复康巴士采每日预约制且常常供不应求，部分固定需要外出的身心障碍者（如就学、就业及就医等）皆须每日拨打预约电话，造成固定使用者在经济与预约作业上的负担，因此未来可考虑开放部分车趟给每日皆须外出的身心障碍者轮流申请使用，并给愿意共乘的民众优先申请，借以减轻使用者的负担且提高小复康巴士的共乘率。

表3 2009年6月至2010年3月小复康巴士订不到车统计

时 间	5天前	4天前	3天前	总计
2009年6月	202	1203	712	2117
2009年7月	124	947	611	1682
2009年8月	145	803	547	1495
2009年9月	206	1037	588	1831
2009年10月	233	828	267	1328
2009年11月	143	623	292	1058
2009年12月	77	500	242	819
2010年1月	39	294	123	456
2010年2月	41	250	75	366
2010年3月	70	454	197	721

3 低底盘公交车

3.1 成立背景

为了面对高龄化社会到来，并更完善地照顾身心障碍者的权益，“台北市政府”于2001年购置30辆匈牙利低底盘公交车，并自2007年起推动市区传统公交车汰换为低底盘公交车，希望透过设备、设施的改善，真正服务到弱势与需要帮助的民众，并借由下列两项推动方式，陆续增加低底盘公交车之规模。

（1）核定路线营运权。公告干线公交车，开放业者自购低底盘公交车营运，单一路线自备20辆低

底盘公车队营运，“台北市政府”未予以补贴。

（2）乘客票价补贴。由于低底盘公交车购入成本较高，原应将成本反映于票价中，但为避免民众财务负担而影响搭乘意愿，在不调涨票价情况下，以乘客减少之票价支出成本，折算为公交车业者之购车补贴款，每部车辆予以补贴实际购车款之3成，并以180万元新台币为上限。

低底盘公交车之底盘距离地面仅35cm，另外内部还有轮椅空间，附设专用安全带，可让轮椅族搭车时能固定位置，不会随车晃动，提供民众更具人性化、安全及舒适之无障碍运输环境。

3.2 营运方式

3.2.1 车辆规格

依据台北市推动低底盘公交车补贴作业要点所称低底盘公交车应具备下列条件：

（1）车厢内前门至后门间地板皆为无阶梯设计。车厢内后门至后车轮轴间之走道皆为无阶梯设计，座位下之阶梯与走道地板不超过25cm。

（2）无阶梯之车内地板距地面于空车情况下不超过35cm。

（3）车门设有斜坡板，并设有1~2个无障碍轮椅座位。

（4）应配备公交车动态信息系统车机设备。

3.2.2 行驶路线

目前已核准通车路线共计19条。

2010年预计通车路线见表4。

表4　2010年预计通车路线

序号	营运路线	车辆数
1	266	35
2	1	18
3	630	20
4	645	15
5	红7	9
6	620	20
7	红2	18
总计		135

3.3 营运现况

台北市低底盘公交车目前已有19条核定路线通车，车辆数共389辆，至2010年底预计将再增加7条路线，车辆数135辆，共524辆低底盘公交车上路营运。自2008年3月起至2010年3月止，低底盘公交车总载客数达45276304人次，平均每月搭乘人数3800727人次，轮椅载客总计9466人次，每月搭乘人次为394人，提升了行动不便者使用大众运输之机会。

依据2009年度台北市联营公交车服务质量调查中显示，有89%的民众均晓得低底盘公交车，且高达83.3%的民众认同及肯定低底盘公交车的设置，显示低底盘公交车确实有助于提升老弱妇孺及身心障碍者搭乘公交车的便利性。因此台北市后续将持续规划采乘客补贴方式推动，短期以500辆低底盘公交车营运车辆数为目标，长期希望能将行经台北市区公交车路线皆汰换为低底盘公交车。

4　敬老爱心出租车

4.1 成立背景

为提供老人及身心障碍者更多元的运输服务选择，并考虑其不易至路边招揽公交车或出租车等运

输工具之特性，“台北市政府”于2009年结合出租车无线电台及卫星派遣车队之运输资源，有效满足老人及身心障碍者乘车需求，使用者可在家中直接拨打叫车专线，由派车中心派遣出租车至家门口，提供搀扶上下车、提重物之服务，并享有每月定额之乘车补助，使搭乘出租车成为便利老人或身心障碍者外出之运输选择。

台北市约30万名老人及11万名身心障碍者，可以使用敬老悠游卡及爱心悠游卡享有“台北市政府”优惠补贴搭乘大众运输工具，对不适合搭乘大众运输工具的身心障碍者则有复康巴士可以预约使用。为建构完整的福利网，提供老人与身心障碍者更方便的交通优惠措施，台北市公共运输处已评选审查服务优良的出租车车队，并对驾驶人进行教育训练，提供老人及身心障碍者适当的服务，借以弥补大众运输工具（公交车、捷运）及复康巴士的不足，达到照顾老人及身心障碍者等目标。

4.2 营运方式

4.2.1 服务范围

乘客电话订车派遣服务范围包含台北都会区（含台北市、台北县及基隆市）等区域，提供服务的出租车业者为公司登记于台北市且具派遣功能者，包含无线电派遣及卫星派遣出租车队等。

4.2.2 服务对象及费用

服务对象及费用见表6。

表6 敬老爱心出租车车资补助

对 象	车资补助
持有台北市核发有效敬老（一）悠游卡之老人及爱心（一）悠游卡之身心障碍者（受限于出租车内无法使用轮椅，重度身心障碍者仍以搭乘小型复康巴士较适宜）	依车资分2级补助，车资100元以下补助16元，超过100元补助32元
持有一般悠游卡之民众	无

4.2.3 搭乘方式及流程

（1）拨打台北市智能型叫车转接系统专线（0800—055850），按0选择转接至各参与车队派遣中心，或直接拨打各参与车队派遣中心订车电话。

（2）向派遣中心说明是否持有敬老（一）悠游卡或爱心（一）悠游卡及乘车所需之特殊服务（例如协助上下车、提重物等特殊服务，或是需车辆载送拐杖、轮椅等器具）。

（3）约定上车地点、时间，并于该地点、时间乘车。

4.2.4 敬老爱心车队驾驶之专业训练

（1）针对敬老爱心车队驾驶人之服务对象——老人与身心障碍者，将安排认识老人与身心障碍者之特性课程，使欲加入服务之出租车队与司机，透过职前训练培养应具备之服务对象认识及正确的服务态度。

（2）为使敬老爱心车队提供友善的交通服务，协助老人或身心障碍者上下车、提重物，让家属免于频繁告假陪伴外出或担心长者及身心障碍者无法独力完成旅次等，将安排有关安全搬运与护送课程。

（3）为使驾驶人于老人或身心障碍者搭乘敬老爱心车队中发生紧急事故时，能在现场为患者施作紧急处理及救护，将安排心肺复苏术（CPR）、休克及普通急症等急救课程。

（4）为使驾驶人提供优质服务，将赋予驾驶人有关开拓敬老爱心车队事业之愿景、自我经营与学习、善用社会资源等永续经营敬老爱心车队之认知课程。

4.3 营运现况

台北市敬老爱心出租车现处于试办阶段，已评选出服务优良的出租车车队（共计11家），并由车

队提报所属驾驶中表现较杰出者，经过前述的专业训练课程后，作为敬老爱心出租车，以服务大台北地区的老人及中、轻度身心障碍者。试办阶段车辆总数近3500辆，截至2010年4月底止已服务老人共计77902人次，身心障碍者共计41526人次。

因出租车派遣服务具有规模效应，依试办阶段敬老爱心出租车总数约3500辆，仅占台北市出租车总数30990辆之11%，虽然出租车电话叫车已比小复康巴士之预约制度较为实时，但因车队规模不大，仍有乘客临时叫不到车辆或等候时间比呼叫一般出租车长之情形，建议未来应依试办期间之实施情形，除逐步扩大车队规模外，陆续整合公交车、捷运及出租车之优惠功能，提供身心障碍人士搭乘出租车优惠，鼓励轻度障碍者搭乘出租车，弥补小复康巴士运能之不足，并借由出租车驾驶人为年老者及身障者提供上下车扶持、提重物等服务，使乘客感受安全、温馨之搭乘服务，建立老人及身心障碍者与出租车业者之互利机制。

5　结论与建议

随着社会福利制度日趋健全，老人及身心障碍者的交通问题亦受到重视，提供其同等便利及友善的运输服务，不仅是人本交通的重要作为，同时也是展现社会进步的重要指标。管理部门为维持无障碍运输服务之营运，每年均须投入庞大预算支应，实有必要将各项无障碍运输服务作一整体规划以达资源之有效利用。

小复康巴士之设计配备，是以装置轮椅升降设备为主，故世界上多以乘坐轮椅者为服务对象，台北市开办初期参据台北市无障碍环境推动委员会决议，使用者包括全体身心障碍者，因此运输需求较大以至于常有民众订不到车辆，产生供不应求之情形，倘大幅扩编车队规模，除需投入大量经费外，也容易造成离峰时段闲置情形，故建议未来若规划类似之社会福利政策，应视使用需求人数及各类使用者之费率合理性审慎评估，避免失去“政府”提供无障碍运输服务之美意。

自2009年8月台北市敬老爱心出租车开始试办营运后，小复康巴士订不到车的人数已有逐渐改善之趋势，显示整合出租车之运输资源，对小复康巴士供不应求之情形确实有很大的帮助，惟因为小复康巴士费率与敬老爱心出租车费率之差异，容易使部分中、轻度身心障碍者基于经济上之考虑，仍以选择搭乘小复康巴士为主，因此建议对小复康巴士各类别身心障碍者之搭乘费率作一总体调整，或适当提高身心障碍者搭乘敬老爱心出租车之补助款，以有效转移中、轻度身心障碍者使用敬老爱心出租车。

此外，台北市小复康巴士目前由两家厂商承揽，倘使用者于其中一家订不到车辆时，须再拨打另一家厂商订车，若再订不到车辆则须另外拨打敬老爱心出租车专线叫车，故于早上使用需求尖峰时，乘客常需重复拨打不同电话叫车，增加其经济及心理负担。为有效整合不同之无障碍运输服务，短期应由小复康巴士承揽厂商于受理身心障碍者预约或临时订车时，若因无适合车趟致乘客无法成功订车，协助告知敬老爱心出租车及其他小复康巴士委办厂商联络方式及所需费用，同时说明两者之费率差异，长期应成立一无障碍运输服务叫车平台，使乘客能一通电话即享有其适当之运输服务，供民众选择多元化之运具，以有限的资源创造都会区无障碍运输服务。

参考文献

[1] 蓝武王. 残障者之交通问题与规划［J］. 运输计划季刊，1988，17（4）：453–476.

[2] 陆进胜. 台北市身心障碍者运输推动状况［J］. 都市交通季刊，2002，17（3）.

[3] 施惠真. 台北市老人运输优惠之研究［D］. 台湾大学土木工程学研究所，2003.

[4] 张凯胜. 台北市复康巴士与捷运整合服务之研究［D］. 台湾大学土木工程学研究所，2003.

[5] 台北市交通局. 台北市敬老爱心车队试办计划规划报告［R］. 2008.

[6] 台北市交通局. 台北市敬老爱心示范车队计划报告［R］. 2009.

台湾地区“军人”酒驾成因探讨与改进措施之研究

方彦吉
（“中华大学”科技管理研究所，台湾）

摘　要：以理论探讨及问卷调查统计分析方式，来了解个人、人际及组织方面等相关变量，分别对台湾地区“军人”酒后驾车行为倾向的影响程度，俾建立预防管理观念，以降低都市交通事故肇案率。从研究发现：有喝酒习惯者、酒量自我控制低者，其酒驾行为倾向愈高。人际心理层面及与官长、同侪相处满意程度与酒驾倾向有关；家人与长官熟悉程度及“军方”提供专业辅导人与酒驾倾向相关。

关键词：酒驾；喝酒习惯；自我控制；机会成本

两岸都市交通建设交流策略探讨

张　思[1]　李书孝[2]　张宽勇[3]　尤官明[4]
（1. 台北“科技大学”工学院，台湾；2. 环宇法律事务所，台湾；3. 台北“科技大学”土木系，台湾；4.“交通部”高速铁路工程局，台湾）

摘　要：以高雄都会区临港线轻轨系统案为案例探讨，初步针对两岸在目前台湾部分之可能问题进行研析，其中涵盖大陆来台限制、参与台湾交通建设方式、可能面临之法律课题、相关退场机制场等相关议题做以探讨，希冀能对两岸都市交通之交流与未来发展有所帮助。

关键词：都市交通；规定；轻轨

人本友善的低底盘公交车

罗孝贤[1]　郑佳良[2]　刘建邦[2]　任礼恩[2]
（1. 台北市交通局，台湾；2. 台北市公共运输处，台湾）

摘　要：截至2010年4月，台北市已至少有15条公交车路全线配置低底盘公交车，共计384辆上路营运，营运路线已涵盖本市各行政区域。2009年度台北市联营公交车服务质量调查中显示，高达八成以上民众认同及肯定低底盘公交车之设置，且确实有助于提升老弱妇孺及身心障碍者搭乘公交车之便利性。配合2010台北国际花卉博览会，引进60辆油电混合车低底盘公交车，提供花博展区内、外免费接驳服务。另配合跨年专车、年货专车、清明扫墓专车、大稻埕烟火专车、猫熊专车及木栅线免费公交车等接驳公交车，亦提供部分班次行驶低底盘公交车。未来“台北市政府”持续致力将低底盘公交车成为通用性之车辆规范，联营公交车路线可行驶低底盘公交车者将逐步汰换为低底盘公交车。动力系统部分，鉴于油电混合动力车辆营运绩效优良，未来将持续争取预算扩大引进。另服务质量方面，持续建立各项标准作业程序规范，要求驾驶紧临路缘停靠及积极协助身障者搭乘，并提升信息取得之便利性。

关键词：低底盘公交车；无障碍；人本交通

1　引　言

1.1 计划背景

运输是为了达到某种需求而衍生之行为，因此运输为每日生活所必须。随时代进步，私人运具不断增加，逐渐产生交通拥挤、空气污染、噪音污染等问题。对环境生态造成严重的冲击，已成为全球急需解决之问题。而完善的大众运输是城市永续发展的基本要素。有鉴于此，“政府”极力推广与重视大众运输系统并以人本、绿色运具为未来发展方向。依经建会2008年9月所发布之《台湾2008年至2056年人口推计报告》中指出，台湾地区人口结构日趋高龄化，65岁以上之高龄人口占总人口比率将由2008年的10.4%，于2025年增至20.1%。为因应高龄人口增加所产生行动不便等高龄化问题、增加身心障碍者旅行距离、方便女性及幼童普遍利用大众运输工具，无障碍、低污染的低底盘公交车为世界各地广泛采用的大众运输工具。台湾最早的低底盘公交车为前台北市公共汽车管理处（简称公车处）于2001年12月引进30辆匈牙利伊卡洛斯（IKARUS）低底盘公交车。公车处自2004年裁撤及民营化后，车辆由“台北市政府”及交通局接管，并租予大都会汽车客运股份有限公司，分别配置于13条路线。因受限于车辆数不足，目前仅提供部分班次之服务。

低底盘公交车与传统公交车最大的不同在其设计皆围绕着以人为主体的人本精神，借以提供方便性吸引老弱妇孺、身心障碍人士与民众搭乘。车厢内采用无阶梯设计，地板距地面仅35cm，使民众减少搭公交车时上下车的负担。车身可侧倾7cm，降低车辆高度，并有斜坡辅助板，对于老弱妇孺、身障人士、携带大型行李、推婴儿车和菜篮车或是需要斜坡才能移动的人，搭乘更加便利，加强无障碍空间的落实。车内设有1~2个无障碍轮椅座位，并有轮椅专用安全带等设计，以保障身心障碍者旅运安全。另外，低底盘公交车高马力、低转速等特性，可达到节能省碳效果，并通过欧洲四期环保规范，有效减少汽车污染排放（悬浮微粒减少30%、黑烟减少28.5%）。2010年陆续推广低底盘公车站名播报器及显示设施与加装车外自动语音播报系统，协助视、听障者辨识公交车行驶与到离站信息，提供更完善、通用化无障碍大众运输服务。

另配合2010台北国际花卉博览会，于2009年3月制订《推动油电混合动力低底盘公交车补贴作业要点》，引进60辆油电混合动力低底盘公交车，提供花博展区内外免费接驳服务，首辆样车于2009年9月14日在自由广场前办理展示发表会，并于2010年2月26日办理15辆启用典礼，5月再增加5辆上路营运。2010年7月前另有40辆油电混合车上路营运。花博期间行驶路线有园区内接驳线（大佳河滨公园—圆山公园）、捷运淡水线接驳线（士林停车场—捷运剑潭站—捷运民权西路站）及松山机场接驳线（松山机场—捷运圆山站）等3条免费接驳路线。油电混合低底盘公交车除了具有低底盘公交车车体结构的特性外，在车辆启动及低速行驶时以马达及电池驱动，高速行驶时以传统引擎为主、电池为辅，且电池会自动维持电量不需外部充电，刹车时回收能量较传统柴油公交车省油约30%，减少污染排放，更具绿色环保特性，让民众享有更优质的运输环境。

1.2 计划目的

永续发展、绿色交通、发展大众运输已成为全球都市发展之趋势。低底盘公交车强调人性化无障碍运输环境，除了可满足老弱妇孺、身心障碍者与民众生活机动性与可及性之外，更提供环境保护与优质生活之双向需要，亦即以绿色交通的建设思维，达到以人为本的交通环境。计划主要目的为：（1）建构无障碍运输环境，提供身心障碍者与民众更加友善大众运输工具；（2）落实绿色交通，推广低污染运具；（3）持续汰换低底盘公交车，使其成为通用性之车辆；（4）导入公交车动态信息使运具更加人性化，提供最佳服务质量。

2 推行方式

2.1 流程整合

2.1.1 台北市推动低底盘公交车实施计划

面对高龄化社会到来，运输工具应更适切年长者需求并兼顾女性、幼童等民众搭乘，2007年5月31日市长核定《台北市推动低底盘公交车实施计划》，订定计划目标、推动策略与计划效益。

2.1.2 台北市推动低底盘公交车补贴作业要点

2007年6月11日颁布《台北市推动低底盘公交车补贴作业要点》，核定补贴低底盘公交车应具备的条件、票价、路线、补贴金额、补贴程序、业者应检附文件等。

2.1.3 2010台北国际花卉博览会推动油电混合动力低底盘公交车补贴作业要点

2010年11月至2011年4月“台北市政府”将举办2010台北国际花卉博览会，预计将吸引国内外约900万人次之参观人数，为输运花博展览期间参观人潮，台北市公共运输处引进低底盘、低污染之油电混合动力公交车，并于2009年3月13日颁布《2010台北国际花卉博览会推动油电混合动力低底盘公交车补贴作业要点》，并函告业者提报申请。

2.1.4 《货物税条例》第十二条之二修正草案

提供货物税减半征收之租税诱因降低业者购车成本，鼓励公路及市区汽车客运业者购置低底盘公交车。积极争取降低无障碍公交车之关税及货物税。“行政院”院会于3月26日通过《货物税条例》第十二条之二修正草案，自条文生效日起5a内，凡购买低底盘及天然气公交车并完成登记者，货物税将由15%调降至7.5%，以提供汽车客运业者购置低底盘或天然气公交车诱因。“立法院”于2009年5月15日三读通过《货物税条例部分条文修正草案》。

2.1.5 修订道路交通安全规则，设置活动式座椅

一些国家（例如日本）无障碍公交车设置折叠式一般座位，如有轮椅乘客，可将座椅折叠，成为轮椅放置区。为使车厢内座位数能弹性增加，并于必要时刻提供身心障碍者更多乘车空间。于2007年积极争取修订《道路交通安全规则》中不得设置活动式座椅之规定，目前法规已允许设置折叠座椅。

2.1.6 车辆取得大客车五大标章认证

通行之低底盘公交车采取与欧盟相同的标准，皆通过ARTC专业认证，且获得“交通部”核发车

身结构、倾斜测试、动态刹车、座椅强度及火灾防止5项大客车安全标章，也代表车辆质量越有保障，更加确保乘客搭乘安全及公交车服务质量，民众亦可透过驾驶座右前方挡风玻璃内侧位置所张贴的五大标章，了解低底盘公交车之特性。

2.1.7 办理会勘，改善无障碍环境

低底盘公交车沿线站牌位置均设置无障碍设施，除首批通车营运之忠孝新干线由身心障碍者保护委员会议函请各相关局处改善外，后续低底盘公交车上路营运前，皆邀集交通警察大队、停车管理处、工务局新建工程处、公园及路灯管理处、交通管制工程处及各区公所等相关单位办理会勘，针对路线沿线公交车停靠区严格执行违规停车取缔、公交车停靠区之人行道设施影响轮椅乘客上下车及影响公交车转向、停靠之停车格或相关标志标线应配合涂消或迁移等事宜协助改善，提供舒适及安全的无障碍空间，使低底盘公交车发挥最大效益。

2.2 创新服务

低底盘公交车主要将服务对象由一般民众普及至高龄者与身心障碍者，以无障碍运输为目标。除了不断改进公交车车体设计，因应时代变化，使其更符合使用者之外，服务上制订身心障碍人士搭乘之标准作业程序，以建立公交车业者驾驶员服务态度与教育训练。信息上提供公交车动态信息及专属网页，可实时查询低底盘公交车相关信息与实时到站信息。硬件上2010年预定上路车辆将增设车外自动语音播报系统，协助盲胞辨识到站公交车。后续亦将持续汇整民众意见，提供更好的服务。

2.2.1 加强服务训练，提供最佳服务

制定低底盘公交车服务身心障碍者无障碍标准作业程序，于靠站时应确实紧邻人行道并提供侧倾功能，此外公交车业者所属驾驶员会协助身障者亲自到后车门放下斜坡板、推轮椅进出、代刷悠游卡、询问何处下车，提供上下车等更有效率及贴心的服务方式，建立服务观念与教育训练。

2.2.2 特殊假日提供班次，纾解交通

每年在集中假日或特殊节日亦配合跨年专车、年货专车、清明扫墓专车、大稻埕烟火专车、猫熊专车及木栅线免费公交车等接驳公交车，提供班次行驶低底盘公交车，纾解大量人产生的交通问题，以减轻对环境的负荷并使民众体会低底盘公交车之便利性，增加民众旅游质量。

2.2.3 持续汰换低底盘公交车，扩张服务路网

截至2010年4月，共计有18条路线、384辆低底盘公交车上路营运。2010年将持续汰换140辆低底盘公交车，并争取“政府”补助款补贴跨县市路线汰换低底盘公交车，加速低底盘公交车服务路网扩张。

2.2.4 市长信箱及1999市民热线，汇集民众意见

借由市长信箱及1999市民热线，汇整民众对于低底盘公交车各项软硬件、驾驶员态度之建议并转知公交车业者参酌评估，作为尔后增购车辆之参考及后续相关设施建置与检讨改进之依据，提供更适切的服务方式，满足民众旅运服务需求。

2.2.5 公交车动态，提供实时到站信息

“台北市政府”自2004年开始建置公交车动态信息系统，联营公交车结合卫星定位系统及无线通讯技术。民众可透过网页（我爱巴士http：//5284.taipei.gov.tw/）、电话语音查询或手机查询获得低底盘公交车目前所在位置及到站时间，以节省民众的候车时间及消除焦虑感。

2.2.6 专属网页，提供服务信息与营运路线

建置低底盘公交车专属网页，提供民众查询低底盘公交车基本信息，包含行驶路线、车辆数、所属业者、通车日期、路线图及行经主要捷运站、景点。

2.2.7 车外自动语音播报系统及显示广告牌，协助视、听障胞辨识到站信息

为协助视、听障者及不熟悉公交车路线环境之外地观光客辨识公交车行驶与到离站信息，全面设置站名播报器、显示广告牌，并于2010年预定上路车辆鼓励业者增设车外自动语音播报系统，目前首都客运518路及台北客运205路低底盘公交车试办车外自动语音播报，提供盲胞辨识到站公交车。

3 现况分析

低底盘公交车推动计划自2007年开始规划，并于2008年陆续上路营运。截至2010年4月共计有18条路线、384辆低底盘公交车上路。2010年将陆续汰换140辆低底盘公交车，上半年亦将有45辆油电混合动力低底盘公交车出厂，“台北市政府”并向“交通部”争取补助跨县市路线汰换低底盘公交车，使其成为通用性车辆。表1为目前已通车路线、车辆数及通车日期，表2为2010年即将通车的路线及车辆数。

表1 目前已通车路线、车辆数及通车日期

顺序	路 线	车辆数	通车日期
1	忠孝新干线	20	20080305
2	信义新干线	22	20080611
3	棕9南京新干线	25	20080611
4	518民生新干线	33	20081212
5	72松江新干线	20	20090413
6	220中山新干线	30	20090413
7	902敦化新干线	30	20090413
8	205八德新干线	20	20090525
9	红32民权新干线	21	20090715
10	282南京光复干线	30	20090824
11	280松江新生干线	21	20090831
12	21内湖路干线	35	20090904
13	206延平北路干线	20	20091119
14	204	33	20091228
15	信义新干线（油电混合车）	5	20100226
16	62（油电混合车）	5	20100226
17	235（油电混合车）	5	20100226
18	280直达车 松江干线	9	20100312
总计		384	

表2 2010年即将通车路线及车辆数

顺序	路 线	车辆数
1	266	35
2	1	18
3	630	20
4	645	15
5	红7	9
6	620	20
7	红30	5
8	红2	18
总计		140

4　绩效指标

4.1 服务绩效与成果

自2008年3月至2010年3月，低底盘公交车总载客数达4527.6万人次，平均每月搭乘人数380.7万人次。其中2008年度总载客数为501.6万人次，2009年度总载客数为28855105人次，2009年较2008年增加23839275人次，平均成长率为4.75%。轮椅载客总计9466人次，平均每月轮椅搭乘人次为394人，其中2008年度总载客数为1810人次，2009年度总载客数为5854人次，2009年较2008年增加4044人次，平均成长率为2.23%。

2009年度台北市联营公交车服务质量调查中显示，有89%的民众均晓得低底盘公交车，且高达83.3%的民众认同及肯定低底盘公交车的设置，显示低底盘公交车确实有助于提升老弱妇孺及身心障碍者搭乘公交车的便利性。与传统性公交车相比较，有75.4%民众表示较愿意选择低底盘公交车，亦显示低底盘公交车确实比传统公交车更加便利。民众认为低底盘公交车比传统公交车的优势部分为“无阶梯设计，上下车方便”“方便老弱妇孺及身心障碍民众使用”“车内空间大”“乘坐舒适度高”。

4.2 提升市府形象

低底盘公交车皆于营运前后办理通车（启用）典礼，透过低底盘公交车新车展示、特色说明及无障碍倡导示范。市政建设相关议题之民意调查报告中显示，有七成民众满意，且2009年度台北市联营公交车服务质量调查中显示，有89%的民众均晓得低底盘公交车政策且高达83.3%的民众认同及肯定低底盘公交车的设置，达到市政倡导效果，让更多老弱妇孺及身心障碍人士充分了解与感受低底盘公交车提供的方便性与“政府”的用心。

4.3 实施计划与实际成果

实施计划与实际成果见表3。

表3　实施计划与实际成果

计划内容	推动成果
2007—2009年汰换预计300辆低底盘公交车	2010年4月止共汰换总计384辆低底盘公交车（含油电混合车），年预计再增加140辆低底盘公交车上路营运
配置于15条主要干线	忠孝东西路、信义路、南京东西路、民生东西路、中山北路、敦化南北路、松江路、八德路、民权东西路、内湖路、新生南北路、延平北路、光复南北路、中华路、承德路
行经医院路线	台大医院、国防医院中心、财团法人中心诊所医院、马偕医院、福全医院、长庚医院、台安医院、和平医院、博仁医院、荣总、联合忠孝院区、仁爱医院、联合医院林森院区
捷运接驳公交车路线	捷运内湖站、文德站、港墘站、西湖站、圆山站、葫州站、东湖站、昆阳站、后山埤站、永春站、市府站、“国父”纪念馆站、忠孝敦化站、忠孝复兴站、忠孝新生站、善导寺站、大安站、台大医院站、剑潭站、士林站、麟光站、六张犁站、西门站、公馆站、芝山站
观光路线	绕河夜市、士林夜市、临江街夜市、辽宁街夜市、宁夏夜市、忠烈祠、“国父”纪念馆、“中正”纪念堂、西门町、光华商场、五分埔、101、世贸中心、动物园、大安森林公园、小巨蛋、美丽华

续表

计划内容	推动成果
降低与减免无障碍公交车货物税及关税	“立法院”于2009年5月15日三读通过《货物税条例部分条文修正草案》，并于2009年6月3日公布实施低底盘、环保动能公交车及复康巴士等无障碍公交车货物税降为零。关税由原15%减半至7.5%
鼓励业者增购低底盘公交车并加入服务评鉴加分权重	2009年7月8日《2009年第1期台北市联营公交车营运服务指标评鉴报告（初稿）》审查纳入评鉴及加分项目

5 结论与未来展望

低底盘公交车主要因应高龄化社会到来及提供老弱妇孺更舒适的乘车环境。初期核定实施计划、颁布补贴作业要点并整合各项流程与积极争取修订法规，鼓励公路及市区汽车客运业者购置低底盘公交车并有所依据。推动期间不断增加服务内容并纳入各项信息，让使用者享有优质且舒适的运输方式。

（1）推广低底盘公交车成为通用性车辆规范，本市联营公交车路线可行驶低底盘公交车陆续汰换为低底盘公交车。

（2）动力系统部分，鉴于油电混合动力车辆营运绩效优良，未来将持续争取扩大引进。

（3）服务质量持续由标准作业程序着手，并持续汇整民众意见，以提供最佳服务。

城市交通的新技术应用

组合模型在交通事故预测中的应用

吕悦晶[1]　刘　明[2]　何　芳[3]
（武汉科技大学汽车与交通工程学院，武汉 430081）

摘　要：交通事故预测对于提高交通安全管理水平具有重要意义，如何有效、可靠预测交通事故一直是各界研究的热点。对传统交通事故预测方法对比分析，提出道路交通事故组合预测模型；并以我国1990年至2008年交通事故分段数据，对组合预测模型进行分段验证，最后将其与指数平滑模型、天真模型、GM（1，1）模型的单一预测结果进行方差检验，实证组合预测模型可有效提高预测精度，为交通管理部门评价并改善交通安全状况提供合理建议。

关键词：交通事故预测；组合预测；组合权重

前　言

交通安全问题既是一个社会普遍关注的问题，更是一个技术问题。交通事故预测结果及其可靠性，对提高交通安全管理水平、交通基础设施建设决策水平均具有重要意义。

交通事故预测，常用方法有回归分析法、时间序列法、灰色预测和神经网络法等。从事故预测的角度来讲，近些年来有些学者通过研究发现，在有些情况下负二项分布、泊松分布等广义线性回归模型更符合实际情况[1-5]。但每种预测方法的适用条件不尽相同，所以会产生不同的预测效果，其预测精度往往也不同，但这些单项预测法在数据处理及不同准则方面均有其独到之处，能从不同角度来推导和演绎数据之间的复杂关系。由于预测系统的复杂性，在许多情况下单纯利用一种特定的预测方法进行预测往往具有片面性、局限性，预测效果也不甚理想。本文提出一种基于指数平滑模型、天真模型和GM（1，1）模型的组合预测方法。

1　组合预测

1969 年J.M.Bates和C.W.J.Granger首次提出了组合预测的理论和方法，即将多种预测方法加以组合形成一种新的预测方法。组合预测的本质就是将各种单项预测模型看做代表不同信息的片段，通过信息的集成，分散单个预测特有的不确定性和减少总体的不确定性，从而提高预测精度。

组合预测分为线性组合预测和非线性组合预测。常用的组合预测为线性组合预测，线性组合预测模型表示为：

$$\hat{y}_t=\sum_{i=1}^{m}w_i f_{ti}=w_1 f_{t1}+w_2 f_{t2}+\cdots+w_m f_{tm}(i=1,2,\cdots,m) \tag{1}$$

式中　$\hat{y}_t$——t年的预测值；

f_{ti}——第i种单项预测方法对第t年的预测值（i=1，2，…，m）；

w_i——第i种单项预测方法的权重。

2　交通事故组合预测模型

组合预测模型构建的关键要素是组合元素（即模型指标）的选取和组合权重的确定。

2.1 交通事故组合预测模型选取

本文针对交通事故数据的随机性、数据关联性、模糊性等特性对组合元素进行甄选，拟以主要满足上述特征的三大模型，即指数平滑模型、天真模型（NAIVE）和GM（1，1）模型为组合元素的组合预测模型的基本组合元素，构建交通事故组合预测模型。关键指标性能优越型主要表现为：

（1）指数平滑模型，能够消除随机因素的影响。

（2）天真模型，充分利用了数据间的关联性。

（3）GM（1，1）模型，契合道路交通系统的模糊性质。

2.1.1 指数平滑模型

指数平滑法本质上就是对历史数据进行平滑，消除随机因素的影响。一次指数平滑的交通事故模型为：

$$S_{t+1}=\alpha X_t+(1-\alpha)S_t=S_t+\alpha(X_t-S_t)\quad(0<\alpha<1)\tag{2}$$

式中　S_{t+1}——$t+1$年的交通事故预测值；

X_t——t年的交通事故实际值；

S_t——t年的交通事故预测值；

α——变量。

2.1.2 天真模型

第$t+1$年的交通事故预测值等于第t年的交通事故实际值乘以第t年与第$t-1$年的比值，即：

$$f_{t+1}=y_t\left(1+\frac{y_t-y_{t-1}}{y_{t-1}}\right)\tag{3}$$

式中　f_{t+1}——$t+1$年的交通事故预测值；

y_t——t年的交通事故实际值；

y_{t-1}——$t-1$年的交通事故实际值。

2.1.3 GM（1，1）模型[6]

灰色系统的建模思想是直接将时间序列转化为微分方程，从而建立抽象系统的发展变化动态模型。本文选用一元一阶方程，即GM（1，1）模型。主要建模过程为：

（1）建立交通事故原始数据序列 $X^{(0)}(k)$，

$$X^{(0)}(k)=\left\{X^{(0)}(1),\ X^{(0)}(2),\ X^{(0)}(3),\ \cdots,\ X^{(0)}(n)\right\}\tag{4}$$

式中　$X^{(0)}(n)$——第n年的交通事故次数实际值。

（2）原始数据一次累加生成运算，得一次累加道路交通事故数据序列，

$$X^{(1)}(k)=X^{(1)}(k-1)+X^{(0)}(k)\qquad(k=1,\ 2,\ \cdots,\ n)\tag{5}$$

其中：$X^{(1)}(1)=X^{(0)}(1)$

（3）一阶微分方程拟合，

$$\frac{\mathrm{d}x^{(1)}(k)}{\mathrm{d}t}+ax^{(1)}(k)=u\tag{6}$$

利用数据，以最小二乘法求出上式中参数a、u，即：

$$\hat{a}=[a,\ u]^{\mathrm{T}}=(B^{\mathrm{T}}B)^{-1}B^{\mathrm{T}}y_n\tag{7}$$

构造所需数据矩阵B、y_n：

$$B=\begin{bmatrix}-\frac{1}{2}\left(x^{(1)}(1)+x^{(1)}(2)\right) & 1\\ -\frac{1}{2}\left(x^{(1)}(2)+x^{(1)}(3)\right) & 1\\ M & M\\ -\frac{1}{2}\left(x^{(1)}(n-1)+x^{(1)}(n)\right) & 1\end{bmatrix}\tag{9}$$

（4）离散时间响应函数，即事故预测模型构造：

将参数向量代入微分方程求解时间响应函数

$$\hat{x}^{(1)}=(k+1)=(x^{(0)}(1)-\frac{1}{a}u)\,e^{-ak}+\frac{u}{a} \tag{10}$$

（5）还原模型建立，即对生成数列逆运算，得预测模型：

$$\hat{x}^{(0)}=(k+1)=\hat{x}^{(1)}(k+1)-\hat{x}^{(1)}(k) \tag{11}$$

2.2 组合权重确定

线性组合预测的关键及难点在于各单项预测权系数的求解，目前常用的求解方法有简单平均法、方差倒数法、均方倒数加权法、最优组合预测法和变权组合预测法等。

由于本文的预测对象为所发生的交通事故次数，数据较为庞大。为了在数据处理时剔除数据微细变化带来的不利影响，尽可能保持原始事故数据变化的大致规律，从而均衡地综合各个组合预测元素的特有优势。故在此以各预测模型的相对误差为基数，利用方差倒数法，确定组合预测模型的相对权重。

3　实例分析

本文以1990至2008年我国境内发生的交通事故总数统计数据（见表1），对组合模型加以验证。

表1　1990至2008年我国境内发生的交通事故情况统计表

年份	事故次数	年份	事故次数	年份	事故次数	年份	事故次数
1990	250297	1995	271843	2000	616974	2005	420254
1991	264817	1996	287685	2001	754919	2006	378781
1992	228278	1997	304217	2002	773137	2007	327209
1993	242343	1998	346129	2003	667507	2008	265204
1994	253537	1999	412860	2004	517889		

分析上述数据列特征，将其分为两段处理，一段是1990—2001年单调上升，一段是2002—2008年单调下降。

3.1 交通事故数据单调上升段预测模型

以1990—2001年交通事故数据，分别采用指数平滑、天真、GM（1，1）单项预测模型进行预测。根据其相对误差，利用方差倒数法求出其组合权重，所得组合预测模型为：

$$f=0.2641f_1+0.2238f_2+0.5121f_3 \tag{12}$$

预测模型结果分析见表2。

表2　1990—2001年交通事故的预测模型结果分析表

	相对误差的平均值	相对误差的均方差
指数平滑模型	0.117764	0.00705
天真模型	0.100815	0.0083
GM（1，1）模型	0.136895	0.0036
组合预测模型	0.070189	0.003124

3.2 交通事故数据单调下降段预测模型

以2002—2008年交通事故数据，分别采用指数平滑、天真、GM（1，1）单项预测模型进行预测。根据其相对误差，利用方差倒数法求其组合权重，所得组合预测模型为：

$$f=0.05772f_1+0.26081f_2+0.68147f_3 \tag{13}$$

预测模型结果分析见表3。

表3　2002—2008年交通事故的预测模型结果分析表

	相对误差的平均值	相对误差的均方差
指数平滑模型	0.19863	0.00366
天真模型	0.07312	0.00081
GM（1，1）模型	0.03782	0.00031
组合预测模型	0.02622472	0.00017

4　模型分析比较及应用

从表2、表3可以明显看出，组合预测模型模拟精度较高，预测误差均小于三种单一的预测模型，表明本文的组合预测模型具有一定的优越性及有效性，可对未来年份进行事故预测。

5　结　论

建立一个精确较高且方法简便道路交通事故预测模型是一项非常困难的工作。本文仅从事故统计数据的角度出发，以最合理有效地利用已经获得的事后数据对交通安全的合理评价提供科学支撑为目的，探讨出组合预测模型具有如下优点：

（1）数据的预测结果均表明，组合预测确实优于组合中的任一单项预测。

（2）组合预测模型具有一定的扩张性，根据所选组合元素的差异，可以集成各种预测方法的优势，预测结果也会不同。

（3）模型具有广泛的适用性。无论是呈上升趋势数据段，还是呈下降趋势的数据段，组合预测模型的预测结果精度都远远高于其他单一模型。因此，组合预测可以运用于任何呈单一趋势变化的数据序列。

对于交通事故事后数据的有效利用问题，组合预测模型具有一定的通用性及实用意义。为提高模型可靠性，还有很多需要进一步研究的工作。模型采用非线性、适当提高模型的维数、模型的权重确定方法等这些都有助于为建立一个高质量的模型提供很好的基础。

参考文献

[1] Milton J，Mannering F. The relationship among highway geometrics，traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies [J]. Transportation，1998 (25)：395-413.

[2] Abdel-Aty M A，Radwan A E. Modeling traffic accident occurrence and involvement [J]. Accid Anal Prev，2000，32 (5)：633-642.

[3] Ivan J N，Wang C，Bernardo N R. Explaining two-lane highway crash rates using land-use and hourly exposure [J]. Accid Anal Prev，2000 (32)：787-795.

[4] Wood G R. Generalized linear accident models and goodness of fit testing [J]. Accid Anal Prev，2002 (34)：417-427.

[5] Lindam.，B. F.，D. J. Accident prediction models for roads with minor junctions [J]. Accid Anal Prev，1996 (28)：695-707.

[6] 李相勇，张南，蒋葛夫. 道路交通事故灰色马尔可夫预测模型 [J]. 公路交通科技，2003，20 (4)：98-100.

一种改进的航路容量模型

赵　丹
（中国民航大学空中交通管理学院，北京　100000）

摘　要：该文在分析原有航路容量模型的基础之上，将航路容量划分为航路起始点的过点容量和航路本身的固定容量两部分，建立新的最大容量模型，使航路长度成为容量的影响因素之一。同时，进一步考虑位置误差以及不同机型引起的容量变化，使距离间隔更加精确，从而得出新的航路容量模型。

关键词：航路容量；距离间隔；位置误差

1　引　言

近年来，随着我国航空需求的持续显著增长，拥塞已经成为未来航空发展的主要障碍之一。只要交通流量超过空域容量，就会产生拥塞。在空管设施等因素没有发生变化的情况下，空中交通流量管理是降低拥塞造成的损失、保证空中交通安全、减少延误的最有效方案。ATM能够按照一定的规则合理地分派空中交通需求，使之不超出空域的容量。因此，对空域容量的准确估计是实施流量管理的基础和前提。

航路，作为目前国内空域结构的基本组成单元，其容量评估的准确性将直接影响到流量管理实施的效果。航路容量可分为最大容量和动态容量。最大容量是一种理想容量，是指在一定的系统结构（空域结构、飞行程序等）、管制规则和安全等级下，且在给定的时间段里，根据可以接受的最大延误和持续服务请求，最多可以服务的航空器架次。其中，持续服务请求是指任何时间总有航空器等待服务。动态容量是指在最大容量的基础上，考虑可变因素（飞机流配置、军事活动、气象因素等）的影响，在给定时间段内能实际服务的航空架次。

2　航路容量影响因素

（1）航路的可用高度层影响因素：
航路下方的地形地貌；
高度层的垂直间隔；
航路飞行规则；
使用航路的航空器类型。
（2）航路上航空器的纵向间隔影响因素：
导航、通讯、监视设备的覆盖情况；
管制员能力；
航路交叉点的数量、位置，考虑交叉点所属航路的流量。
（3）其他因素：
使用航路的航空器的混杂比；
备用高度层的数量；
主用高度层和备用高度层的航空器比例。

3　航路容量模型

根据航路容量定义，其基本公式为：

$$C=\frac{N}{T} \tag{1}$$

式中　C——航路最大容量；

N——服务的航空器总架次；

T ——服务的总时间。

根据实际应用情况，可对式（1）做如下推导：

对于一定数量的航空器 N，按机型分为 A、B、C、D、E五个类型，每个类型的航空器都有一个主用高度层和若干个备用高度层。设各种机型的比例依次为 P_a、P_b、P_c、P_d、P_e，则存在约束：

$$P_a+P_b+P_c+P_d+P_e=1,\ (0\leqslant P_a,P_b,P_c,P_d,P_e\leqslant 1) \tag{2}$$

由于航路具有高度层划分，且大部分航空器都在其主用高度层上飞行，为表示各种飞机类型对于主用高度层和备用高度层占用的不同情况，设r_i（$0\leqslant r_i\leqslant 1$，$i\in${A、B、C、D、E}）为$i$类航空器在其主用高度层上飞行的占用率。同时，设$i$类航空器主用高度层上飞行的航空器平均速度为$v_i$，航空器之间的标准管制间隔为$S$，管制员考虑导航设备的定位精度、通信延迟以及管制员能力等因素所增加的管制间隔裕度为ΔS，各个主用高度层飞完所有航空器所需要的时间为T_i，航路最大容量为C。

$$T_i=\frac{S+\Delta S}{v_i}(NP_ir_i-1) \tag{3}$$

结合式（3）和航路容量定义式（1）有：

$$C_i=\frac{N_i}{T_i}=\frac{NP_ir_iv_i}{(S+\Delta S)(NP_ir_i-1)}\approx\frac{v_i}{(S+\Delta S)} \tag{4}$$

取c=max C_i，即得单位时间内的航路最大容量。

4　航路最大容量计算模型的改进

4.1 考虑航路长度的容量

从式4的航路最大容量计算模型中可以看出，该模型考虑了航路高度层配置对航路容量的影响，体现了主用高度层和备用高度层的差异性，同时还考虑了航空器流的混杂比例、管制安全间隔和系统能力及设备精度等诸多因素的影响，具有一定的合理性和实用性。但是，通过进一步分析发现该模型没有考虑航路长度对容量的影响。也就是说，同样的机型配置在同等条件下飞越一条长度为200 km的航路R1和一条长度为2000km的航路R2时，其容量计算结果为C_{R1}=C_{R2}，航路容量与航路长度无关，这显然与实际情况和惯常思维不一致。所以，该模型在实际应用中需要改进。

在计算某段w航路AB的容量时，原有模型仅考虑的是从t时刻开始的一段时间T内以安全管制间隔进入航路AB的飞机流，而忽略了在t时刻航路本身所能够容纳的飞机架次。由此，定义在T时间段内保持最低安全间隔要求从A点进入航路AB的飞机架次为航路起始点A的过点容量C_T；定义航路AB在自身长度L范围内能够容纳的、满足最低安全间隔的飞机架次为航路AB的固定容量C_l。根据式（4）可得C_T的求解公式如下：

$$C_T=\frac{Tv_i}{(S+\Delta S)} \tag{5}$$

根据C_l的定义可得：

$$C_l=\frac{l}{(S+\Delta S)} \tag{6}$$

同时可以得出式（5）和式（6）分别具有以下性质。

性质1　当其他限制条件一定时，航路起始点的过点容量随时间变化且与时间成正比。

性质2　航路的固定容量保持不变，只与航路自身长度有关。

于是，一段时间内航路的最大容量由两部分之和构成：在该段时间内航路起始点的过点容量和航路上本身的固定容量，其基本公式如下：

$$C_O = C_T + C_l \tag{7}$$

结合式（5）~式（7）得到改进后的航路最大容量模型：

$$C_t = \frac{Tv_i + L}{(S + \Delta S)} \tag{8}$$

改进后的航路最大容量模型体现了航路长度与容量大小的关系，避免了原有模型可能出现不同长度的航路容量相同的情况，使模型更趋合理性，更具有实用价值。在此基础上建立的交叉航路容量模型和空域容量评估模型也将更准确、更合理。

4.2 考虑前后机速度的间隔

由于上述公式中管制间隔裕度是由管制员根据经验给定的。下面我们先不考虑该间隔裕度，只按照最小间隔来计算两机间应保持的间隔，然后再进一步讨论加入间隔裕度的方法。

（1）基于平均飞行速度的间隔

假设航路中，v_i为飞机的平均速度，则该航路放行飞机的距离间隔取决于放行飞机所需要的纵向间隔S_{ij}和飞机速度。设$D\left[d_{ij}\right]_{n\times m}$为实际运行中前机为$i$型后机为$j$型时两机的距离间隔。显然，当纵向间隔等于最小飞行间隔即$d_{ij}=S_{ij}$时，航路容量最大。

（2）后机速度小于前机速度的间隔

假设前机速度为v_i，后机的速度为v_j，则后机在0时刻进入航路入口时，两机的间隔为S_{ij}。由于后机的速度小于前机的速度，所以航路的入口处就是最小间隔处，因此只要按照最小放行间隔S_{ij}放行就可以得到最大容量。

因此，在平均速度飞行和后机速度小于前机速度时，都可以得到

$$D_{ij} = S_{ij} \tag{9}$$

（3）后机速度大于前机速度的间隔

后机速度大时，假设前机在0时刻进入航段，则t时间段后两架飞机的间隔为：$d=d_{ij}+v_it-v_jt$。由于后机速度大于前机的速度，也就是说后机在进入航路后始终追赶前机，因此处理此时的放行间隔要分开讨论。

①不允许超越情况下的模型

不允许超越时，为保证在整个航路上的安全间隔，可以在入口处拉大飞机间隔，使之满足飞机到达出口时满足最小间隔S_{ij}。设前机速度为v_i，后机速度为v_j，后机到达入口的时间为0，前机到达出口的时间为t，则有：

$$\begin{cases} v_i t = L - d_{ij} \\ v_j t = L - S_{ij} \end{cases}$$

解得：$d_{ij} = L - \left(L - S_{ij}\right)v_i / v_j$ （10）

所以只要在入口处保证如上所示的间隔，就可以保证航路最大的容量。

②允许超越的模型

航路上允许超越时可以使用高度层间隔，所以只需要考虑航路的入口点处满足最小间隔就可以了，即$D_{ij}=S_{ij}$。

4.3 考虑位置误差的间隔裕度确定方法

上述方程式代表没有误差的完善体系的情况，如要考虑误差，则应在最小间隔距离上加上一个缓冲值。缓冲值的大小视可以接受的违反间隔规定的概率而定，如图1所示。在此情况下，只有当飞机

超前于规定的距离甚多，以致侵入正态分布曲线的那个较小的阴影部分时，才会违反间隔规定。在实际工作中，管制员用缓冲值来安排飞机的到达时间而使违反最小间隔规则的概率处在可以接受的水平。在间隔减小的情况下，缓冲值是一个常数值。但在间隔拉大的情况下，缓冲值不需要是一个常数值，一般要比间隔减小情况下的缓冲值低。有了缓冲值的形式，就可制定出由速度等级i的飞机，后面跟随速度等级j的飞机的缓冲距离值所组成的矩阵，将这个矩阵加到不计误差的矩阵上去，以确定实际的到达飞机之间的距离矩阵，由这个矩阵可以得出容量。

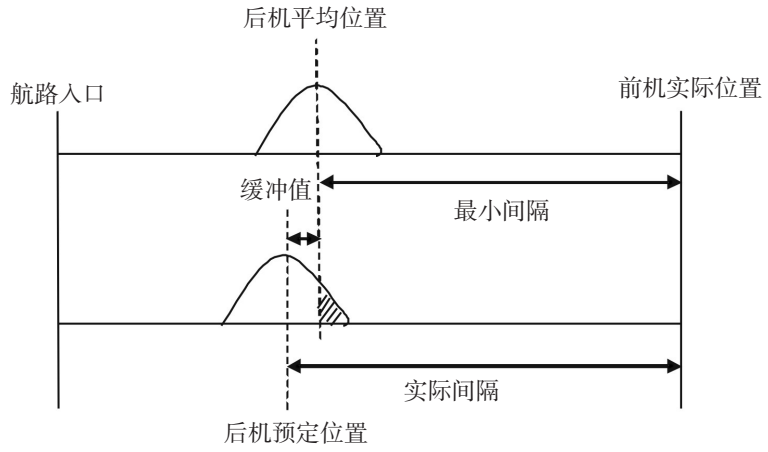


图1

设前机为i，后机为j，两机间的实际间隔为D_{ij}，没有误差的两机的间隔为S_{ij}，规定的最小距离间隔也为S_{ij}，则两机的间隔矩阵为〔S_{ij}〕，缓冲距离矩阵为〔k_{ij}〕，将这个矩阵加到不计误差的矩阵上去，以确定实际的到达飞机之间的距离矩阵，从这个矩阵可以得到容量。则：

（1）基于平均飞行速度的间隔

以〔D_{ij}〕代表等级i与等级j的飞机之间的实际最小距离间隔矩阵，以E〔D_{ij}〕表示〔D_{ij}〕的期望，以e_0代表期望值为0的一般分布的任意误差，其标准偏差为σ_0，则对每一对到达飞机有：

$$D_{ij}=E\left[D_{ij}\right]+e_0$$

但是为了不违反最小间隔规则的规定，E〔D_{ij}〕值须增加一个缓冲值k_{ij}，因此得到

$$\begin{aligned}E\left[D_{ij}\right]&=S_{ij}+k_{ij}\\D_{ij}&=S_{ij}+k_{ij}+e_0\end{aligned}\tag{11}$$

对于两架飞机间隔在不满足规定的概率不超过P_v的情况下，可求得其正态分布值，从而得到缓冲时间矩阵。由式（9）知道，其中在航路上要求的最小距离间隔为S_{ij}，实际的间隔D_{ij}=S_{ij}+k_{ij}+e_0。不超过S_{ij}的概率为P_v，其目的是求得对一个规定的违反规则的概率P_v所需的缓冲值，这样：

$$\begin{aligned}P_v&=P\left(D_{ij}<S_{ij}\right)\\P_v&=P\left(S_{ij}+k_{ij}+e_0<S_{ij}\right)\\P_v&=P\left(k_{ij}<-e_0\right)\end{aligned}\tag{12}$$

采用以标准偏差σ_0分布误差的假设，则可以导出缓冲值

$$k_{ij}=\sigma_0 q_v,\tag{13}$$

其中q_v为累计标准一般分布值为（1–P_v）时的值。

（2）后机速度小于前机速度的间隔

考虑前机以大于后机的速度在航路上飞行，两机之间的间隔从进入航路以后逐渐增加。违反间隔规定的概率是后机在前机进入航路入口之内达到规定距离之前就到达了进入口的概率，即两机间的间隔在航路入口处小于最小纵向间隔S_{ij}的概率，与基于平均速度飞行的情况相同。

（3）后机速度大于前机速度的间隔

考虑后机以大于前机的速度进入航路，两架飞机之间的间隔从进入口起逐渐减小。为了不违反间隔规定，我们仍按照上述不考虑位置误差情况下进行分类，分为不允许超越和允许超越两种情况。对于后者，由于只需要保持入口处最小间隔，其余的可以利用高度层间隔进行调度，所以与基于平飞的情况类似，这里就不再讨论。下面研究不允许超越的情况，用数学式表达如下：

$$\begin{aligned} P_v &= P\left(L - v_j t < S_{ij}\right) \\ P_v &= P\left(L - v_j \frac{L - d_{ij}}{v_i} < S_{ij}\right) \\ P_v &= P\left(d_{ij} < L - v_i \frac{L - S_{ij}}{v_j}\right) \end{aligned} \tag{14}$$

根据公式（10）和式（12）的推导，我们知道加入位置偏差缓冲矩阵后，计算在到达跑道入口时的实际间距，并简化为下式：

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v - S_{ij}(1 - \frac{v_j}{v_i}) \tag{15}$$

5　改进模型后某层航路容量的计算

（1）基于平均速度飞行的飞机

$$C_t = \frac{Tv_i + L}{S_{ij} + B_{ij}} = \frac{Tv_i + L}{S_{ij} + \sigma_0 q_v} \tag{16}$$

（2）后机速度小于前机速度的容量

$$C_t = \frac{T\sum_{r=i,j} p_r v_r + L}{S_{ij} + B_{ij}} = \frac{T\sum_{r=i,j} p_r v_r + L}{S_{ij} + \sigma_0 q_v} \tag{17}$$

（3）后机速度大于前机速度的容量

$$C_t = \frac{T\sum_{r=i,j} p_r v_r + L}{S_{ij} + B_{ij}} = \frac{T\sum_{r=i,j} p_r v_r + L}{S_{ij} + \sigma_0 q_v - S_{ij}(1 - \frac{v_j}{v_i})} \tag{18}$$

所以总的航路容量为：

$$C_{总} = \sum_{t=1}^{m} C_t,\ m\text{为总的航路层数}$$

6　结束语

本文考虑了航路上不同类型的飞机飞行过程中所要保持的不同飞行间隔，从跑道长度以及间隔裕度对原模型进行了改进。现在大多数模型是从时间间隔的角度对航路上的飞机进行时间间隔管制，本文利用距离间隔的方法，较全面地建立了航路上的间隔及容量模型。

参考文献

［1］戴福青，陈华. 机场跑道容量若干问题的研究［J］. 中国民航学院学报，2006，6.

［2］蒋兵. 空域评估模型与方法研究［D］. 南京：南京航空航天大学，2002.

［3］彭莉娟，余静. 机场跑道最大容量评估模型的研究［J］.四川大学学报：自然科学版，2006.

［4］周天琦，邱震宇. 基于概率统计的空域容量评估模型研究［J］. 计算机应用 2007，12.

提高对交通工程渠化工作的重视程度

刘少堂　程　铎
（天津市公安交通管理局科研所，天津 300040）

摘　要：本文认为交通工程渠化能改善交通环境，提高交通安全性，具有显著的社会效益和经济效益，在具体实施中应灵活应用各种交通工程渠化方法，并且把握渠化基本思路，这对于提高道路交叉路口的通行能力、缓解交通阻塞、降低交通事故等具有很大的现实意义。

关键词：交通工程；渠化；交通环境

在借鉴国外先进交通管理经验的时候，我们过多地强调设备和技术的引进，而往往忽视了这些技术设备有效发挥功能的问题，所以，在国外能够发挥强大功能的技术设备一旦引入国内，应用于我们的交通管理工作当中，则并未起到预想的作用，达到预期的建设目的。这其中根本的原因是忽视了相关的交通环境的适应性问题，没有无条件的适应性技术设备，任何技术设备都有其发挥作用的环境，都需要其发挥作用的基础条件，脱离这个基础环境，再先进的技术设备也无法实现其原有的设计目标。

在交通控制领域，国内许多大中城市都引进了先进的交通信号控制系统，比如北京、天津、上海、广州、沈阳、郑州、深圳、宁波、石家庄等，相继引入了世界上先进的适时自适应交通信号控制系统SCATS、SCOOT、ITACA等，这些系统在改善城市交通环境、提高交通管理水平上发挥了重要的作用。但是，由于种种原因，这些系统都未能发挥其应有的最大效率，这其中一个重要原因就是我们注重了系统的建设，而忽视了交通工程渠化在系统发挥效益上的作用。

调查天津市的路口渠化状况可以发现，多数路口的渠化设计基本一样，几乎成为一种套用的标准模式，而从流量分布上考虑，每个路口都有其特殊的交通需求，都有别于其他路口，因此千篇一律的标准化渠化设计则用普遍性代替和掩盖了特殊性。这在一定程度上说明了我们对基础工作的忽视。

由于不注重路口的特殊性交通需求，在对待复杂形状的路口时难免会以简单的方法对待。南京新华路路口（图1）的渠化设计经过了多次的改造，路口中心的环岛曾经被拆除，而后由于通行效果无法达到预期的效果而被迫恢复重建中心环岛。目前该路口依然没有安装信号灯进行控制，而是采用单日勤岗位和早晚高峰时段增加警力的办法进行疏导，这是城市中心区采用警力人为控制的为数不多的路口之一。由于路口比较复杂，加上南京路的拓宽改造，使得这个位于内环线上的关键路口交通拥堵经常发生，演变成为内环线上的一个阻塞节点，日常耗费在这个点位的警力也增加到3~5人。交通科技发展到今天，任何路口都可以采用交通信号给予控制，交通信号的控制方式也完全可以满足复杂路口的交通需求，这一点应该是肯定的。问题在于我们如何对复杂的路口进行有效合理的交通渠化，将路口内的交通流进行科学的引导，对各种交通流进行时空分离。

英国的世界银行交通专家斯蒂兰先生来津对南京新华路路口进行了考察，并对该路口进行了渠化设计，图2为斯蒂兰先生的渠化设计图。

对比这两个渠化设计图，我们不难看出，斯蒂兰先生的设计结果无疑是细致全面的，设计方案中也体现了西方交通专家在路口交通渠化方面的一些理念。该设计方案全面考虑了机动车、非机动车、行人的安全通行需求，以简单的三相位设计在时空上将强弱交通进行了有效分离，同时给予了同等的通行权；对路口内的空间进行了最大限度的利用，通过隔离设施、交通标线将路口内的空间进行功能

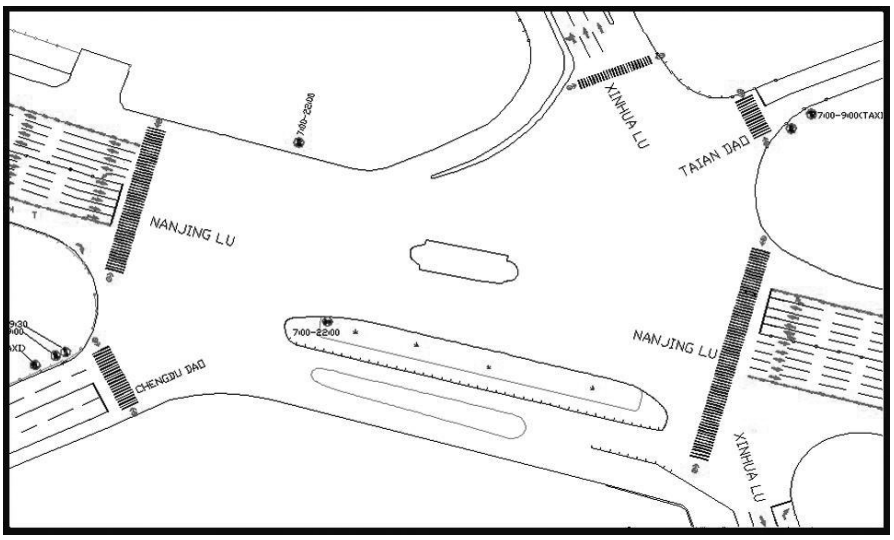


图1　南京新华路路口现状图

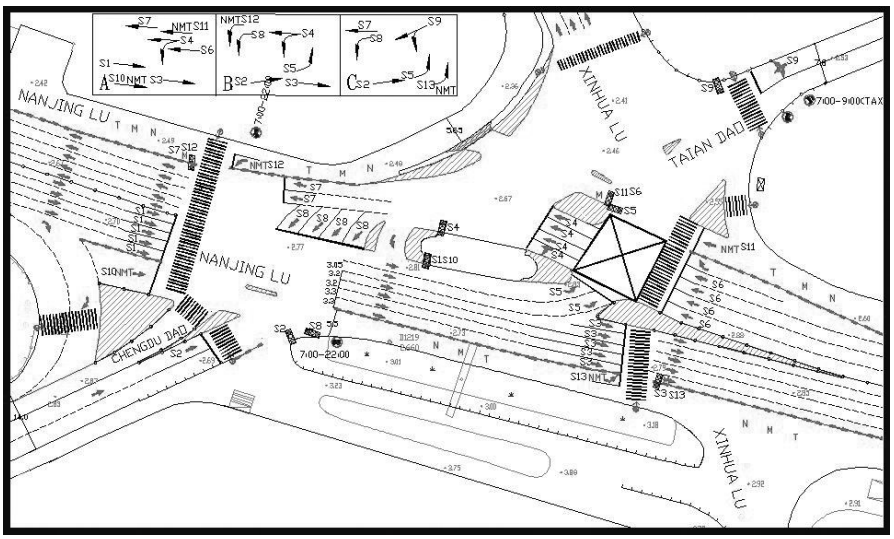


图2　南京新华路口渠化设计图

分区，充分利用路口内的全部可用空间，保证慢速交通安全驻留需求、快速交通分批迅速通行需求；充分发挥交通信号控制的功能，辅助绿灯早关断、绿灯晚启动、相位混合等相位控制技术，以达到充分利用周期绿灯时间、最大限度提高通行效率的目的。斯蒂兰先生的设计方案无论从安全、秩序、高效还是在衔接、充分、全面、细致、人性化等诸多方面都给予了充分的考虑，并将这些考虑有机地统一起来应用到一个具体路口的渠化设计方案中，其细微程度、综合程度、理性程度可见一斑。

西方发达国家对交通工程设计都有着相当高的重视程度，无论路口、路段的空间大小，他们都会进行有效、细致的交通工程渠化。这些工作与高科技控制技术相结合，无疑在提高路口、路段的通行能力、形成有序交通等方面起到了很大的作用。图3是一组欧洲城市道路交通工程渠化中的标线施划图片，这些图片让我们了解了发达国家在城市交通渠化方面所付出的努力以及他们对交通工程渠化工作的重视程度。














图3　欧洲城市道路交通工程渠化中的标线施画

发达国家的城市经过了数百年的发展，其基本形态已经固定，可以说，现今的发展是稳定的改变，是一种成品完成后的精雕细琢。再有雄厚的经济基础作为支撑，它们可以悠闲地选择更科学更合理的方式来完善城市作品。在上面的事例上，我们也可以看出他们在一个个具体的道路渠化方面所用的心思。

目前，我们在道路交通渠化的设计理念及设计深度方面存在相当大的误区。在我国城市的市政建设和改造中，我们不断地拓宽道路、扩大路口，不断地建设立交桥，但是却很少在道路交通渠化方面给予足够的关注。由于缺乏细致、深入的渠化设计，使得道路通行能力降低、交通秩序混乱、交通事故频发，同时也造成引进的管控设备无法发挥其应有的功能。所以我们应该从经济理性出发正视我们在道路交通渠化方面的设计理念及设计方案，杜绝或减少类似现象发生。

从宏观到具体的比较，我们不难发现，虽然东西方的文化理念存在差异，但是，在追求城市道路交通畅通、提高城市交通载体功能上的目标是一致的，在应用高新技术设备并努力使之功能效益发挥最大化上的考虑也是一致的。

为了提高本地区渠化交叉水平，通过借鉴国内先进交通工程渠化交叉设计方法与经验，并将这些方法与经验“排列、组合”应用于具体工程的实施中，是行之有效的手段。当然借鉴并不等于照搬，而应该是与本地区实际情况相结合，改进渠化设计的思路，变“粗犷型”为“精细型”，多在细微之处下工夫。精细也并不是将简单的渠化方式复杂化，因为过于复杂的设计反而容易造成车辆误行。精细是全面考虑交通各要素，通过合理渠化，达到最佳效果。在交通渠化中，综合考虑各种出行方式所占比例。近几年来，随着公共交通与私家车的发展，部分改变了人们的出行方式，但我国是自行车大国，交通方式中步行与自行车所占比例仍然很大，非机动车交通在我国的城市交通中占有独特的地位，是我国居民出行的主要方式。在进行交通渠化中就要全面考虑非机动车的独特地位，在当前电动车日趋普及的情况下，这种速度在城区不亚于机动车的非机动车必须在渠化设计中予以考虑。这些方面虽然不能完全决定路口渠化的方式，但在某种程度上大大增加了交通组成的复杂度，所以在交叉路口渠化设计中要综合考虑，全面衡量。

实践表明，交通工程渠化能改善交通环境，提高交通安全性，具有显著的社会效益和经济效益，正如世界银行交通专家斯蒂兰先生来津考察时建议的：“道路渠化的花费并不高，但它所起的作用却不可小视。”通过合理设计的渠化交叉路口比较同样面积的非渠化交叉路口在通行能力上会有明显改善。在具体实施中应灵活应用各种交通工程渠化方法，并且把握渠化基本思路，这对于提高道路交叉路口的通行能力、缓解交通阻塞、降低交通事故等具有很大的现实意义。

天津市快速路智能交通管理系统建设探讨

穆　刚　程　铎
（天津市公安交通管理局科研所，天津 300040）

摘　要：本文认为ITMS系统建设的意义在于利用统一的平台，将前端信息传回中心，实现对各种交通信息的综合应用和管理，实现对道路交通状况的实时监测，中心集成平台通过传输平台将外场设备、中心环境、各子系统有机地整合为一体。

关键词：ITMS；智能交通建设；系统集成

所谓智能交通管理系统ITMS（Intelligent Traffic Management System）是指具有智能化信息系统基础的、各类系统集成的，具备系统化、标准化、规范化、人性化等综合特征，安全、可靠、高效、经济、实用的交通管理系统。智能交通管理系统是基于信息化的发展和ITMS的要求而形成的，是现代化城市交通管理系统建设的必然要求和发展趋势。

智能交通管理系统的建设涉及交通设施、交通工程等一系列基础设施及其相关的设备，良好的硬件基础设施是智能交通管理系统的重要保证，与此同时，充分利用现代科技手段提高交通管理的综合管理水平更是系统建设中重点研究和考虑的问题。智能化交通管理系统是交通设施、交通工程、电子信息技术等高度集成的综合性系统。本文主要就天津市快速路智能交通管理系统建设的相关问题进行探讨。

1　前期做好系统规划与论证

系统规划与论证是面向未来、全局性和关键性的问题，规划是确定目标与设计达到目标的策略和行动的过程。系统规划与论证的目的是设计一个智能交通管理系统，以便为将来的各种用地模式服务，在整个系统建设中具有重要意义，它是建立完善的应用体系的重要手段，解决系统应用问题的根本措施以及获得高效整合、拓展的有效方法。天津市快速路智能交通管理系统将路网建设、智能交通管理、快速公交和生态环境作为四个密不可分的重要组成部分，予以同步规划、设计和建设。天津市快速路智能交通管理系统的建设将成为智能交通系统建设的核心，将进一步加快和促进我市ITMS的发展，同时对城市规划、建设和管理理念产生巨大的影响，将进一步提高基础设施建设在拉动经济增长方面产生的重要作用。

天津市快速路交通管控范围主要依据“中心城区快速路规划方案及相关标准”确定，具体范围（见图1）是：

快速路系统由一条快速环路、四条快速通道（两横两纵）和三条快速联络线组成，全长约145km（包括外环线的长度为216km）。

快速环路全长约49km，位于外环线与中环线之间，距中环线平均2km，距外环线平均3km，其组成路段主要有（按顺时针方向）：昆仑北路、昆仑路、昆仑南路、武陵路、黑牛城道、凌西道、简阳路、密云路、天平南路、天平北路、南仓道、淮东路、均富路、泰兴路等。

北横通道利用西青道、志成道，全长13.1km。

南横通道利用复康路、吴家窑大街、琼州道、大直沽三号路，全长13.2km。

西纵通道利用京津路、河北大街、南门外大街、卫津路、卫津南路，全长24.3km。

东纵通道利用铁东路、京山铁路三线两侧、张贵庄路，全长24.2km。

卫国道快速联络线：快速环路和CBD地区与机场之间的快速联络线，由外环东路至东纵通道，全长7.9km。

大沽南路快速联络线：为海河右岸与下游地区连通的快速联络线，由外环南路至黑牛城道，全长5km。

解放南路快速联络线：外环南路至奉化道，全长8.4km。



图1　快速路路网交通管控范围图

2　优化系统总体结构

天津市快速路智能交通管理系统由快速路控制中心、信息通信传输平台、电视监控子系统、交通信息采集子系统、交通信号控制子系统、交通诱导子系统六个部分组成（见图2），其中快速路控制中心是快速路智能交通管理系统的中枢，是各个子系统的高度集成，通过控制中心可以实现全系统信息的高度集中控制和共享，实现智能决策。为达到这个具有前瞻性的建设目标，控制中心将建设一个具有强大的信息处理能力、信息加工和分析能力、充足的信息存储能力和高速网络交换的计算机平台，以满足智能交通管理系统运行和今后不断发展、扩充的需要。

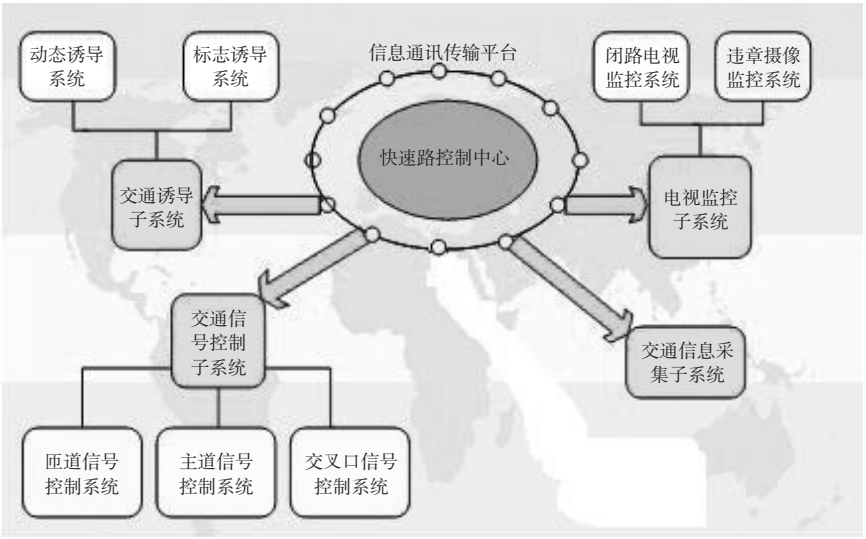


图2　天津市快速路智能交通管理系统总体结构图

3　以构建ITMS控制中心平台为核心

快速路控制中心由“计算机平台（包括硬件平台和软件平台2个部分）”、“机房附属设备”、“交通通信指挥调度系统”三个部分构成。结构图如图3所示：

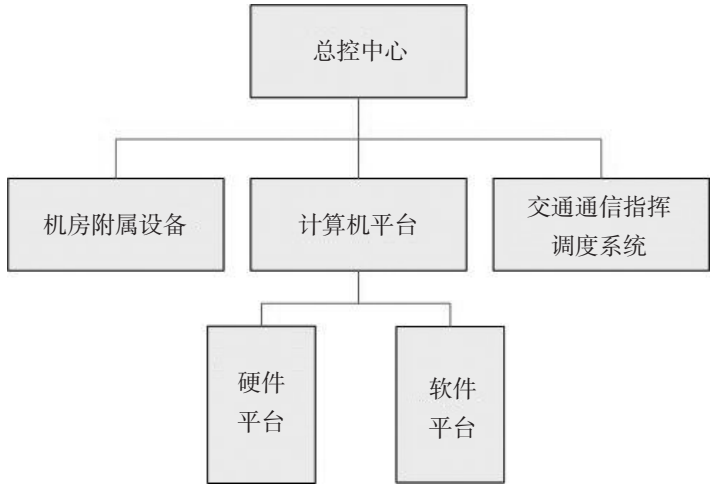


图3　快速路控制中心结构图

3.1 计算机平台构成

计算机平台是一套建立在中心硬件环境之上的控制软件。计算机硬件平台采用集中管理分级控制的方式实现各子系统的集成化操作。硬件设备包括中心服务器、网络设备、操作终端、输出设备以及其他配套的设备和管理系统。软件平台将建立以GIS地理信息为综合集成的可视化支持平台，完成对各个子系统大量交通信息的整理与集成，使分散的数据系统化，杂乱的数据标准化，单要素的资料变成综合资料，为各子系统提供标准化的信息交换界面，并实现信息的空间分析功能。各子系统功能明确、互相协调，共同构成一个有机整体，实现整个交通系统的实时动态运行。计算机平台由硬件和软件组成。

硬件设备包括中心小型机、磁盘阵列、各业务系统的应用服务器、各业务系统管理终端、网络设备、各种计算机管理终端、其他配套设备和辅助材料。其中计算机平台的数据中心的核心设备由小型

机SAN架构系统组成，包括小型机、光纤通道磁盘阵列、光纤通道交换机、磁带库、备份软件以及机柜等配套设备。

软件包括中心平台管理软件、GIS开发软件、电子地图软件、GIS开发工具、数据库和数据仓库、网络安全系统、内容管理软件（交通视频管理系统）以及编程工具软件等。

快速路控制中心网络拓扑结构如图4所示。

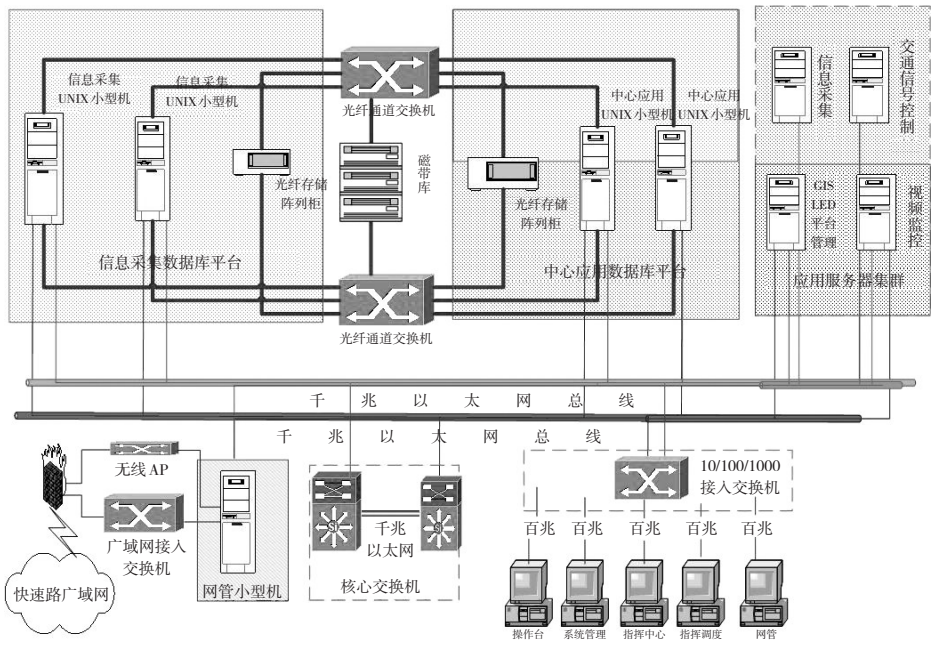


图4　快速路控制中心网络拓扑结构

3.2 机房附属设备构成

快速路机房附属设备位于快速路控制中心内，为快速路智能交通管理系统快速路控制中心计算机平台的功能实现和实施提供一套完整的机房附属设备。快速路控制中心机房附属设备由外围设备和中心机房两部分构成。外围设备包括供电电源系统、机房精密空调和各种操作控制台。中心机房包括机房升级、机房监控安防系统、综合布线设备、供配电设备、机房装饰装修、照明、机房接地防雷设备和消防灭火设备。

3.3 交通通信指挥调度系统构成

交通通信指挥调度系统是交通管理的重要组成部分，承担着新的快速路控制中心有、无线指挥调度的工作，系统由二级调度设备（中心调度、二级调度）构成，能够与计算机平台配合，共同完成快速路交通事件指挥调度任务。快速路控制中心将现有GPS系统的车辆定位信息通过广播方式发送给智能调度指挥子系统，在各受理坐席的GIS工作台上显示车辆位置、速度、方向、状态等信息。

智能调度指挥子系统将受理的交通事故报警信息发送给快速路控制中心，在中心DLP显示屏上显示报警事故处周边的视频监视图像及周边交通信号。实现快速路控制中心和各分中心的两级指挥调度，中心调度系统设在快速路控制中心，二级调度系统设在各分中心。实现交通指挥调度的快速反应、快速应变功能。接警、处警、调度三位一体，同台操作。提高处警决策的层次和水平。

4　完善网络环境、外场设备、子系统的应用功能

4.1 信息通讯传输平台构成与主要功能

4.1.1 系统构成原则

天津市快速路智能交通管理系统信息通讯传输平台是以大容量光传输系统为平台，以数字视频传

输网络、数据传输网络为基础，以快速路控制中心为核心，实现监控图像信息实时、无损的传输，交通指挥信息、环境监测信息、违章监测信息和前端设备控制信号的传输。由快速路沿线至快速路控制中心的传输网络为独立的、与其他非交通管理网络物理隔离的专网（与其他网络不共用光纤，不共用传输设备）。在全长145km的快速路附近平均每5～6km设置一个数据节点（共24～29个数据节点），放置传输设备和转换设备，所有的前端信号在数据节点经过集中后，通过传输网络传输到快速路控制中心进行集中分析、处理，有选择地将部分信息由快速路控制中心传送到各交管支队、大队。在快速路控制中心通过大屏幕监控、数据分析等各种手段，可以实时掌握和控制快速交通道路上的情况。快速路控制中心和数据节点之间的骨干网络传输带宽不小于2.5G，并必须具备双路由自愈能力，快速路控制中心需考虑将来的扩展能力。根据系统建设及管理体制要求，信息通讯传输平台可分为前端接入、快速路网、二级节点、分控节点（支大队）、中心平台等几部分。

4.1.2 系统组成

（1）组网结构

整个数据传输平台为环行结构，利用SDH的链路保护机制实现50ms内的链路自愈，骨干网络带宽2.5GB，并且能够保证系统的无缝平滑升级，具有网络管理能力，支持SNMP简单网络管理协议，并且是一个除公专网以外的物理隔离网络，可以实现将快速路控制中心的视频和数据信息传输至各分中心。

在数字传输网络中使用路由器、数据集中节点以太网交换机、分支节点以太网交换机、以太网光电转换器、工业级可编程多串口网络控制器，RS232光电转换器等实现对前端监控系统的回传以及各类检测器的信息回传发布等。

（2）基本结构

依据快速路的建设计划，设计了除快速路控制中心外的若干数据集中节点，分布在整个快速路周围，可根据实际实施的情况进行增加或减少。

整个网络以快速路控制中心为核心机房，将整个传输网络划分成若干个子环，分别从两个方向接入核心机房，若干个子环分别就近覆盖各区内快速路系统中的各个前端节点，将各个节点采集的信息传回快速路控制中心并且为快速公交、公安治安管理、交通物流等ITMS应用提供了通道、接口和基础。

快速路控制中心使用10G SDH平台，配置双方向的2.5GB STM-16接口板卡构成整个网络的骨干。配置的8端口以太接口，与本地的路由器、交换机相连，提供本地的接入，并提供3层的路由功能，以及为将来的不同种类的业务提供实施基础，例如MPLS-VPN等，快速路控制中心接入点较多，并且和汇聚点的信息均需要回传至快速路控制中心，因此在核心前端配置高端路由器，总线带宽达到2GB，并能提供6个通用的I/O槽位可以根据需要进行设备的扩展升级。数据节点配置路由器，并与下连的交换机配和扩展接入端口。各节点可以根据实际情况配置交换机的端口数量。

4.2 自动监控系统构成与主要功能

交通闭路电视监控系统以其直观、方便、信息内容翔实被广泛应用于生产管理、保安等场合，成为交通、金融、商业、电力、公安、海关、国防，乃至住宅社区等领域安全防范监控的重要手段。视频监控系统的一般过程是：在一些重要的场所安放一个或若干个摄像机拍摄监控现场，然后将视频信号通过一定的传输网络（线缆、无线、光纤或以太网），传到指定的监控中心，再通过存储设备，将媒体存储到存储介质上，同时还可以根据不同需要和途径在现场安装其他的探测装置作为监控系统的辅助设备。

自动监控系统是天津市城市快速路交通管理系统的重要组成部分。系统可实现全路段车辆信息实时、无缝隙、全天候监控，突出重要路段、互通立交、快速路出入口、流量密集处、事故多发地段等重点地段，对监控区域实现从宏观到细节的动态监视，及时发现监控区域的道路交通违法、事故、事

件自动检测、确认地点、性质、时间，为快速调动警力、及时处理现场、疏导交通创造条件。监控图像可提供给交通事件检测系统，加强交通动态管理，充分提高道路通行能力。系统可检测违法车辆，并通过协调指挥调度，及时处理现场的交通突发事件，并对各种交通违法行为、肇事车辆进行监视录像或抓拍取证，也可为其他相关部门提供有关图像信息。系统由快速路控制中心直接控制，采集的视频信号、交通数据信息通过快速路控制中心的大屏幕显示设备进行综合显示，同时相关的图像也可输出给视频交通事件检测系统，形成一个查询准确、显示全面、操作简便、管理高效、美观实用的智能交通管理平台。自动监控系统主要由交通闭路电视监控系统、交通违法行为移动检测系统、中心大屏幕显示系统3个部分组成。快速路交通闭路电视监控系统应根据具体情况采用固定监控与移动监控相结合、主动监控与被动监控相结合、既定事件监控策略与突发事件监控策略相结合等灵活的方式，以满足各方面的应用。

4.3 交通信息采集系统构成与主要功能

交通信息采集系统通过分布于快速路网上的交通流检测器，以一定的时间间隔将检测数据回传至中心的信息处理/分析系统，并将处理后的交通状态数据实时提供给交通管理者，满足交通管理者对快速路交通进行管理和控制的需求，同时为道路交通规划、交通经济分析等宏观决策分析提供准确、翔实的交通数据。系统还可通过数据交换平台与其他系统如交通诱导系统、自动监控系统、交通信号控制系统实现信息共享，为其他系统的控制运行提供决策依据和触发条件。快速路交通信息采集系统是实时动态交通流信息采集、处理与分析、发布的基础，要求采集、处理、贮存和检索快速路各路段上的交通流参数，在快速路地理信息系统GIS上实时显示快速路交通流状态，此外还可以监测交通事件信息，如交通事故、堵塞等。

4.4 交通信号控制系统构成与主要功能

快速路交通信号控制系统由快速路主车道交通信号控制、快速路入口匝道交通信号控制、快速路出口匝道交通信号控制、与快速路相关的平面交叉口交通信号控制四部分组成，四部分是统一的整体，能够有效地协调控制。通过对快速路及其相关辅路行驶的机动车流量、速度的控制，均衡快速路及其辅路的交通流量，达到快速路系统交通安全、畅通、有序、快速的目的。

快速路主路车道信号控制主要实现对快速路主路车道的通行与关闭，并实现对车辆的速度诱导，当快速路主路出现因交通事故、故障车辆或其他紧急突发事件造成部分车道被占用时，引导车辆安全变更车道，并随时提示主路不同车道的驾驶员按照该车道限制车速安全驾驶。该系统设置在快速路路段的主车道上方，设置点位一般距离快速路入口150~250m，设置间距一般在1200m以上。

快速路入口匝道信号控制可以实现快速路入口匝道的关闭、稍候、通行等信息的发布，控制进入快速路主路交通流量，有效均衡快速路主路交通流，保证快速路主路的安全、畅通，提高快速路主路的运行效率和效果。该系统设置在快速路入口匝道附近，一般入口匝道都需设置。

快速路出口匝道信号控制可以对快速路出口交通流和辅路交通流的进行有效控制，有效均衡快速路出口处辅路的交通流，提高辅路的通行能力，保证快速路出口的安全、畅通，进而提高快速路主路的运行效率和效果。该系统设置在快速路出口匝道及其相邻辅路的路段及平面交叉口。快速路出口距离下游辅路平面交叉口距离小于400m时，需要在快速路出口匝道及其相邻辅路的路段设置快速路出口控制信号灯。

4.5 交通诱导系统构成与主要功能

通过LED信息发布子系统可将交通诱导信息、交通管理信息、道路施工信息等各种信息在中心根据智能辅助决策系统或编制的信息向指定的或全部路段的LED发送并播放。信息可以以文本形式、图片形式、动画形式进行播放。对本系统相关设备进行统一管理、设置、控制，可实现定时或人工安全开关前端相关设备，实时监测相关前端设备的工作状态且可实时回放前端播放的信息以供监控。本系统对信息安全要求较高，需要防止非法信息的侵入或播放，并可对非法信息的侵入或播放进行自动保

护或给出相应告警。本系统能够对信息进行管理，即可以编辑、导入、导出、筛选、保存、更改、删除信息并进行信息列表管理。

交通诱导系统由标志诱导系统和动态诱导系统两部分组成，其中标志诱导系统主要由交通指示标志、道路指示标线等构成，是诱导系统的基础和关键。动态诱导系统主要由室外交通可变信息情报板（交通诱导屏）构成，通过将交通实时信息通过通信网络发布到交通诱导屏等处，向广大公众提供包括路况信息、停车信息、交通预告等全方位、动态的交通信息服务，从而达到疏导交通、缓解拥堵、充分发挥道路和设施系统的功能。诱导信息的发布是为出行者和在途车辆服务，具有直接的效果。动态诱导系统是智能交通功能体现的关键性系统。包含了诱导信息的生成和诱导信息的发布两大方面，诱导信息的生成涵盖了信息采集、诱导算法等内容，诱导信息的发布涵盖了发布策略、时效等内容。

5　系统集成是提高ITMS综合智能化水平和整体功能的有效途径

整体大于部分之和（“2>1+1”），这是系统集成的根本性指导思想。天津市快速路智能交通管理系统是在大范围内全方位发挥作用的实时、准确、高效、安全的综合交通管理系统。系统建设的关键在于对交通信息进行采集、传输、处理并建立形成共享的集成信息平台，为交通控制和组织管理提供服务。ITMS系统集成就是通过智能化的梳成交通信息平台ITMS各个子系统有机整合，使系统的各个组成部分、各子系统以信息共享为基础，整体发挥良好的功效。

快速路控制中心是整个系统的核心，它是整个系统功能的集中体现，它通过集成平台和相关的通信链路，将各个子系统进行融合，成为一个有机的整体。为快速、有效地解决交通事件提供必要的工具，切实减轻快速路的拥堵发生的概率。系统总体上是一个多层结构的应用架构，从逻辑上主要分为三层（见图5）：

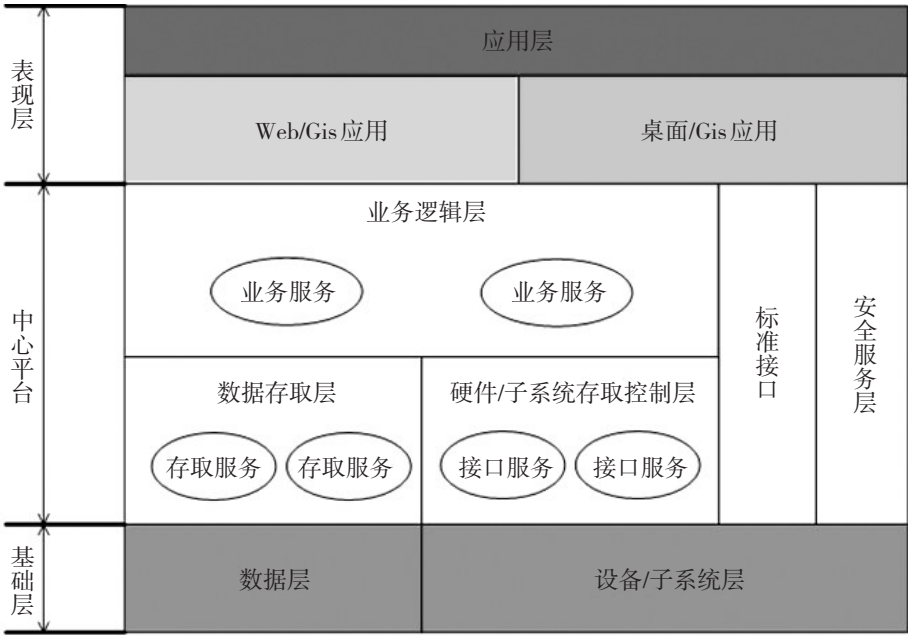


图5　ITMS的多层结构

（1）基础层。这是系统的基础，没有好的基础，整个系统将成为空中楼阁。基础层通常包括数据存取层、设备/子系统层。这些可以保证数据存储和交换中心，主要通过Oracle数据库，保存系统中采集到的原始数据和经加工过的应用数据。系统通过子系统获取设备的信息，并对设备进行控制。考虑到以后可能安装一些这四个子系统不相容的设备，系统为直接控制设备留有接口。

（2）中心平台。整个系统大量的后台工作在中心平台完成实现。主要有五部分组成：数据存取层、硬件/子系统存取控制层、业务逻辑层、标准接口层、安全服务层。这些可为数据存取提供统一的方法和接口，实现应用层和数据实际存储的隔离，实现对子系统和硬件的信息交换和控制，实现对各子系统数据的融合，实现整个系统的业务逻辑，实现对交通控制相关功能的逻辑控制。便于以后新的子系统的接入、便于本和别的系统的接口，为其他系统（如交通台、公交系统等）提供服务。为系统用户提供权限控制，为接入的子系统提供授权信息。

（3）表现层。通过该层展现系统功能。

在ITMS的建设中，高新技术多、专业设备繁杂、发展变化快是重要的特点。系统建设中各子系统之间的接口和界面、各工程、各专业之间的协调和配合非常复杂。若没有系统集成，由于系统本身多技术的特点，参与的备方缺乏总体的技术协调，将可能在系统功能界定、资源共享、系统管理等方面造成隐患，会导致系统的总体质量下降，稳定性、可靠性不高。

系统集成并不是简单的设备堆积，最好的设备不一定是最适用的设备，最新最好的设备规程在一起并非就是一个最好的系统。ITMS系统集成，旨在解决ITMS各子系统间的互联性和互动性，协调各类设备和子系统之间众多的界面和接口，使各子系统有机地整合为一体，实现交通管理系统的智能化与整体化。

参考文献

［1］杨钧，李江平，王京，等. 道路交通科学管理概论［M］. 北京：中国人民公安大学出版社，2008.

［2］ESRI中国（北京）有限公司. 2009第八届ESRI中国用户大会论文集［M］. 北京：测绘出版社，2009.

［3］裴玉龙. 道路交通安全［M］. 北京：人民交通出版社，2004.

同频同播技术在天津公安交管无线通信网中的应用

邹金钢
（天津市公安交通管理局科研所，天津　300040）

摘　要：文章首先介绍了目前公安常规无线通信的体制和现状，着重介绍了常规无线通信存在的同频干扰问题。详细阐述了同频同播技术的内涵和技术要点，从实际出发提出了后期使用和建设的要点。

关键词：公安通信；同频同播；应用

随着科学技术的进步和现代化文明程度的不断提高，人们对信息化的要求也在不断加深。而城市交通的日益现代化，也使人们对车辆的需求在逐年增加，车辆已经成为人们的主要交通工具，成为城市现代化水平的重要标志。而道路信息现代化建设又是城市交通管理的发展方向，如何提高道路的通行能力和处置突发事件的快速反应能力，也使道路信息现代化建设成为我们工作的重中之重。

在目前的公安交通管理工作中，公安无线通信正发挥着日益重要的作用，成为道路交通管理工作中不可或缺的通信手段，而常规无线通信自从公安无线通信诞生之日起，就发挥着主力军的作用，成为主要的无线通信工具。虽然无线集群通信正以它自身的优势在公安通信中发挥着重要的作用，但常规无线通信自身的特点决定了它和无线集群通信是不可分割、互为补充的，在公安通信中根据本身的特点具有不可替代的地位。

1　移动通信的体制和现状

1.1 根据移动通信的体制

我们通常分为大区制和小区制，由VHF和UHF的电波传输特性可知，一个基地台仅能在其覆盖区内为移动用户提供服务，这样的覆盖区称为无线区。一个大的服务区可以分成若干个无线区。就多个无线区组成的通信网来看，根据用户的区域分布，可分为有线状网、带状网和蜂窝状网。

1.2 公安常规无线通信网的现状

所谓大区制一般是指一个基地台来覆盖整个服务区。由于现在城市中的建筑物越来越高，对无线通信的传输距离造成了很大影响。所以在实际工作中为了增大基地台的覆盖，基地台天线会架得很高，发射机输出功率较大，但是因手持移动终端的电池容量所限，移动台的发射功率较小，故移动台距基地台较远时，移动台可以收到基地台发射的信号，但基地台却收不到移动台的信号，为解决两个方向通信不一致的问题，可以在适当地点设立若干分散设备，就可以保证在服务区内的双向通信。所以，为了保证覆盖所有区域的正常通信，就必须架设多个基站来保证通话，这样就使得同一频率的基站之间产生同频干扰，在同频交叉干扰区内通信质量很差，影响了正常的通信，多年来成为困扰公安通信工作的顽疾，极大地阻碍了公安常规通信的发展步伐。在公安交管无线通信中这个问题显得尤为突出，由于交通管理工作的性质，本身就具有线长、面广的特点，解决这个问题更加便于工作的进行。以天津为例，由于近年来天津经济的快速发展和国家对加快滨海新区开发开放的政策支持，天津的高速路网建设和城市建设都处于高速发展态势，解决上述问题对于天津公安交通管理工作具有划时代的意义。

2　产生同频干扰的原因

同频干扰即指两台或多台同频工作（见图1），具有同一音频源的发射机在交叉覆盖区（见图2）对正常接收音频信号造成的破坏。按照产生干扰的来源可分为载波频率和调制特性两大类。

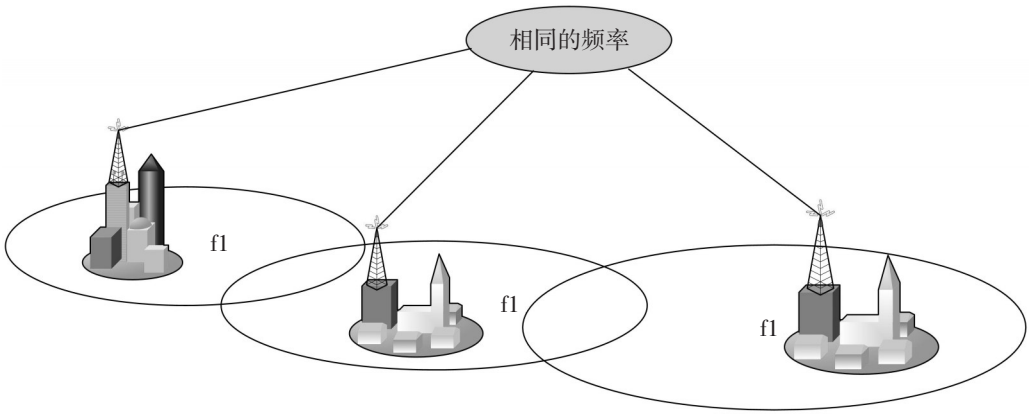


图1　同频覆盖示意图

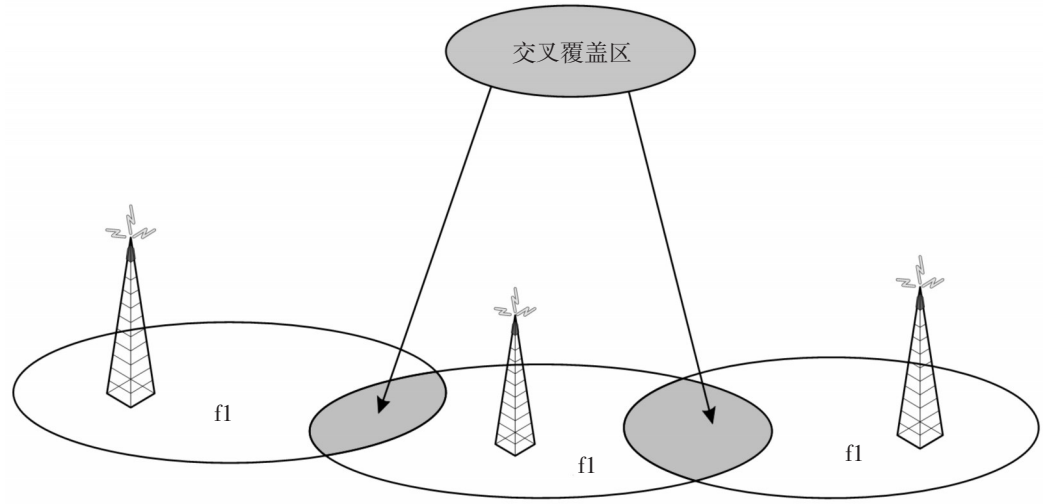


图2　交叉覆盖区示意图

众所周知，调频信号的接收具有“捕获效益”特点，即当接收机位于两个同样频率的信号覆盖范围时，强信号将抑制弱信号，通常将交叉覆盖区定义为两信号强度差小于6dB的区域（有时也称6dB保护率），大于6dB的区域一般不称之为交叉覆盖区。

在交叉覆盖区，当两个载波的相位同相时，两强相加，形成峰点；反之，相位相反时，两强抵消，形成谷点。理论上，当两载波幅度完全相反时，会形成两强为零的死点——接收机根本收不到信号，当两台发射机的频率精确一致，其间存在固定的相位关系时，上述峰、谷点将是固定的，即可能在交叉覆盖区内存在许多死点。若两台发射机间载频偏移一个固定量（较小值），那么，它们的相对相位将以固定速度变化导致零点移动，零点将随发射时间相位关系数变化扫过交叉覆盖区，这样，在任一个给定点接收信号强度将发生变化，并导致在与信号强度零点处产生“爆裂噪声”（burst of noise）。

另一方面，由于在交叉覆盖区接收机接收的信号是每台发射机在该点信号之和，而调频信号频谱的多边带特性则又决定了这种信号求和的难度。当两台或多台发射机调制特性完全一致时，交叉覆盖区接收到无失真的信号。当两台发射机调制特性不一致时，交叉覆盖区将收到完全失真的信号。

由此可见，同频干扰是载波频率和调制特性差异造成的。

3　同播技术概念

交叉覆盖区内，两台或多台发射机的音频特性相同，两台发射机的频差应小于10Hz。对音频特性而言，必须匹配三个音频参数。

3.1 幅度响应

经验表明，应使加于发射机调制端的音频信号幅度特性差在1dB以内，音频幅度决定了发射机的调制频偏。

3.2 绝对延时

从音频源到交叉覆盖区某点间的信号绝对延时差应匹配在10μs内。该参数由信号传输的路径决定，在大区覆盖系统中，绝对延迟值可忽略不计。

3.3 群延迟

音频传输路径的群延迟差值必须匹配在10μs内。该参数决定音频信号的相位关系。

应当指出，在上述引起同频干扰的两大因素中，重点是载波频率误差。有资料表明："在未实现同频（频差$\Delta f \neq 0$）时，保护率仅为15dB，实现了同频保护率上升到6（FM）/8（AM）dB，相应干扰区范围近似由两台音距的37%下降到17%。

4　同播技术分析

4.1 GPS时钟同步锁定

利用GPS技术为每一个同播信道机提供了一个高稳定度的压控稳补主振源，频率稳定度在1ppm，这样保证同播信道机的基准频率基本一致。使用卫星控制技术和绝对时间技术，利用GPS原子钟提供的精确时钟，将载波频率精确锁定，保证各同播基站信道机的发射载波频差小于10Hz。

4.2 采用性能优异、稳定、一致性好的专业无线信道机

保证音频延迟在10μs内，且加于发射机调制端的音频信号幅度特性差在1dB以内。音频无线链路传输部分采用性能优异的软件无线电台，群延时非常小，一致性好，保证系统的群延时匹配在10μs内，以此来保证相位的相对一致。

4.3 延时值计算精确

由于传输路径、传输距离、传输方式的不同，信号源通过不同的发射机传到交叉覆盖区的信号会产生延迟，通过利用GPS技术精确地计算出不同基站之间的准确距离；同时，在有线链路通道中，我们采用全数字方式进行传送处理（不采用模拟方式如E/M方式），以准确掌握通道的绝对延时值，系统根据路径及通道的相关参数，以GPS的时基为基准确定每一个基站信道机的发射时间，以此来控制信号到达交叉覆盖区的绝对延时，保证交叉区的音频信号差值匹配在10μs以内。

在无线链路传输信号的前端和后端加入特殊的数字信令，不符合传输格式的信号将不被传送，解决了链路干扰问题。

5　针对同频同播系统应用中的实际问题，我们提出以下几点建议

5.1 提供准确可靠的判选系统

在系统中必须解决移动台的上行信号判选问题。我们知道，移动台在交叉区发出的上行信号可能会同时启动多个不同的同播基站信道机，不同信道机发出的信号会在同播中心处汇集，由于信号路径、信号强度的不同，到达中心的信号会不一致，如果将所有的信号均进行处理后转发到各个同播基站，则系统的工作将会出现不同程度的相互干扰。因此，必须对移动台的上行信号进行判选，选择一个最有用的信号来进行处理，以此来保证系统的音频信号源的唯一性，确保系统的正常工作，提高通

话效果。采用并行、时差的方式对基站进行访问，通过中心判选系统选择一个最适宜的音频信号作为系统的主信号，以此锁定相应的工作主基站，完成系统的判选工作。移动台的每一次通话均是系统的一次判选过程。

5.2 采用数字通道减少系统的话音延时，保证语音质量

同频同播系统还有一个不能回避的问题，那就是系统的话音延时问题。由于传输路径、通道的问题，同频同播系统的话音延时始终存在，解决系统话音延时的关键是如何使系统的延时值控制在最小的范围，以达到最佳的通话效果。为此，除了采用高性能的专业信道机（发射启动时间小于8ms，而一般信道机发射启动时间大于40ms）来缩短系统的延时值外，还应采用全数字的传输通道（E1接口信号通过V.35数据通道进行传输）及GPS时基来准确控制通道的延时值（E/M模拟接口不能有效控制通道的延时值），确保系统的延时值控制在最小范围，同时提高系统的语音质量。

5.3 亚音频的精确锁定

在我们的实际工作中，为了防止外来信号对话音的干扰，通常采用在无线电台的收、发两端加设亚音频编、解码来有效地解决。但由于GPS不能对电台本身产生的亚音频进行精确锁频，造成了在交叉区内信号到达不一致，同播的目的依旧没有达到。因此，必须在系统提供的控制器中加装亚音频板，从外部为电台提供一个经过频率锁定的亚音频信号，从而使整体信号的频率、时间、相位达到一致，消除同频干扰。

5.4 合理设置信号的接入场强

我们知道，在信号交叉区或比较高的建筑物上，一台发射机可以打开多个基站，使得本应在本覆盖区基站内的通话有时会在其他的覆盖区内通话。所以合理设置信号的接入场强，使通话信道的利用更加合理，保证话音的更加清晰、有效。

6　实际应用

（1）天津市内管辖的高速公路有十多条，辖区内最长的距离有近200km，在这种情况下，要实现对所有高速公路的管理，保障无线通讯信号的畅通，就要彻底改变原有的无线通信状况。鉴于此，2004年我们对高速支队常规无线通信二级网应用无线同频同播技术进行了改造，由于当时的条件所限，只建设了无线链路的350兆同播网。该网建成以后，极大地改善了原有的通信状况，使原来个别区域只能用手机联络的通信方式彻底改变，真正实现了专网无缝覆盖。

（2）2005年，基于高速同播网改造的成功经验，我们对公安交管无线指挥一级网进行了无线同频同播技术改造，同时对原有的技术要点进行了有针对性的改进，如界面操作更加灵活友好、基站接入场强的设置、延时的长短配置、设备的工作稳定性等方面都融入了公安交管工作特有的元素。

（3）以上两级网分别于2008年和2010年初进行了有线链路的改造工作，解决了无线链路的信号干扰问题，建成了以有线链路为主，有线链路和无线链路互备使用的无线通信网络。以上两级网的建成对2005年女足世锦赛天津赛区、亚欧财长会议、2008年北京奥运会天津赛区和达沃斯论坛等重大交通警卫任务的顺利完成起到了至关重要的作用。

从常规无线同频同播技术在公安无线通信中的应用中我们不难看到，这种可以解决公安无线通信中所遇实际问题的技术正发挥着其重大作用，它的应用使公安常规无线通信技术迈向了一个新的台阶。

参考文献

[1] 郭梯云. 移动通信［M］. 西安：西安电子科技大学出版社，1995.

[2] 尤克. 现代数字移动通信实用技术［M］. 北京：北京航空航天大学出版社，2001.

利用新一代道路信息采集系统提高交通管控能力的分析研究

张玉鹏
（天津市公安交通管理局科研所，天津 300000）

摘　要：通过对智能交通领域中新一代的交通信息采集发布系统——浮动车信息系统的介绍，为天津ITS设计规划中道路交通信息采集系统的建设工作提出一种思路和设想。即利用装有GPS车载装置车辆的行驶参数（如时间、速度、坐标、方向等），通过有线、无线网络传送到浮动车交通信息采集系统信息中心，经过汇总、处理后生成实时的路况交通信息，为道路交通决策者和参与者提供准确、可靠的信息依据。

关键词：交通信息；浮动车

1　引　言

近年来，随着天津市经济的快速发展和信息化建设的不断深入，智能交通系统（Intelligent Transportation System，简写为ITS）开始在交通领域深入而广泛的应用，已经逐步成为解决交通管理工作领域的有效手段。实施ITS的主要目标就是实现整个城市交通运输系统现代化，而城市交通运输现代化关键环节就是提供实时动态交通信息服务以缓解交通拥堵，满足公众越来越迫切的交通信息需求，道路的实时交通信息已经成为ITS大规模应用发展的重要基础。道路实时交通信息处理系统是通过将采集到的交通信息源进行分析处理，最后以通过互联网发布平台、公共移动网或交通广播等媒体向公众提供道路路况信息、旅行时间信息和最优行车路线等出行帮助信息。同时，还可为我市交通管理部门提供高效、可靠的决策依据。

2　浮动车概述

目前天津市现有的交通信息采集系统主要包括以下两种：环形线圈检测系统和微波检测系统。这些都是固定点交通流检测系统，能够检测道路断面交通流量、速度等交通参数，但覆盖范围有限。系统基本覆盖面只有内环以内的主干路，对次干路和支路没有覆盖。而且固定点检测系统检测到的交通流信息都是断面信息，不能完整反映区段交通运行情况，如只能获取断面速度，而不能获取路段平均旅行速度。

浮动车交通信息采集系统是伴随着ITS新技术应用而在近几年发展起来的动态实时交通流信息采集技术，是目前国际上ITS领域中一种先进的道路交通信息采集技术。一般使用大量的出租车或公交车作为浮动车，通过已安装的GPS 车载装置和无线通信设备，将车辆信息（如时间、速度、坐标、方向等参数）实时地传送到浮动车信息中心，经过汇总、处理后生成反映实时道路路况的交通信息，并通过互联网和公众移动网络对外发布，为公众出行提供帮助，同时也为交通管理部门和在交通控制、诱导方面提供决策支持。

浮动车交通信息采集系统具体优势如下：

（1）数据范围遍布整个地区、全天候24小时、无线实时传输、中心式处理等大大提高信息采集效率；

（2）所测量的数据准确反映交通流变化，可得车辆瞬时状态（速度、位置、方向）；

（3）利用现有GPS和通信网络资源，采集设备维护和安装成本低。

3　应用前景

浮动车信息系统对于我市交通管理工作具有广泛的应用前景：

（1）实时路网运行状态显示与分析，以5分钟间隔更新路网运行速度信息，反映实时路网运行状态变化，为交通管理、交通信息服务提供数据。

（2）交通决策支持分析，利用浮动车历史数据，进行路网运行速度变化趋势分析、拥堵点段识别与分析、出租运营情况分析、居民出行效率分析等。

（3）疏堵方案制定，根据浮动车数据结果，对区域拥堵现象和症结进行分析，为疏堵方案制定提供依据。

（4）交通拥堵评价，应用浮动车系统成果，进行分区域、分时段的交通运行状况变化趋势研究，用于长期监控城市交通拥堵变化趋势。

（5）交通政策/措施影响分析，通过政策/措施实施前后交通运行情况前后对比，分析政策/措施实施效果，如大型活动交通保障措施实施效果、公交优先政策实施效果、单双号限行措施实施效果等。

（6） 路网可靠性分析，利用浮动车采集的大量具有行程特征的数据，分析天津市路网行程时间的波动性，结合反映路网运行效率的运行速度，从另一个角度反映路网运行状态质量的高低。

4　浮动车信息系统的架构

浮动车信息系统由浮动车数据采集、浮动车信息处理和动态交通信息发布三部分组成。其中浮动车数据采集系统负责接收、管理实时车载数据；浮动车信息处理系统将浮动车数据进行地图匹配、行车路线推测以及道路交通路况计算等处理，以生成反映实时路况的交通信息；动态交通信息发布系统通过互联网、GPRS 或CDMA网络、有线无线广播电视等方式向公众提供当前的实时路况信息。浮动车信息系统的结构框架图如图1所示。

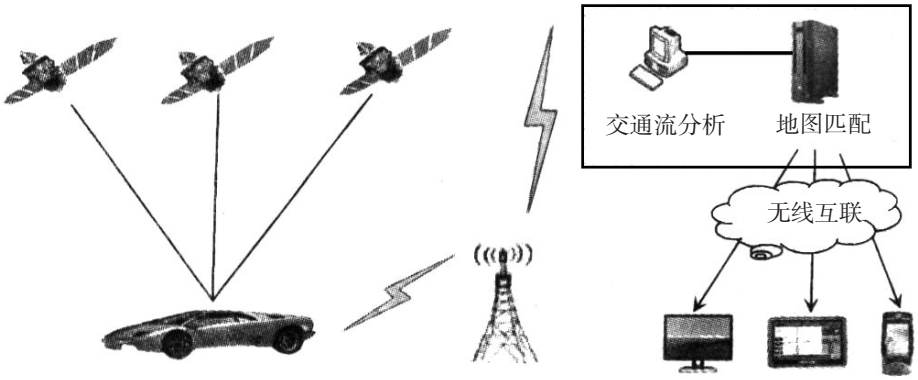


图1　浮动车信息处理系统结构框架

浮动车信息处理系统主要由地图匹配、行车路线推测和道路交通路况计算三个模块组成。

5　浮动车信息处理技术的应用研究

（1）地图匹配

地图匹配是指根据数字地图的道路信息调整车辆坐标数据，使其尽可能落到正确的行驶道路上。目前，车辆定位导航采用的算法有GPS航迹匹配法、模糊逻辑法、A-GPS法、双向搜索法等。这些方法在GPS定位和导航中都有非常广泛应用。但由于浮动车数量大、匹配速度要求高，采用上述单一的

传统算法都难以满足浮动车地图匹配要求。为此，本文提出分类模型算法的思想。它建立在一个道路网络拓扑结构之上，如图2所示。并且针对道路的实际情况设计了不同的道路匹配算法。

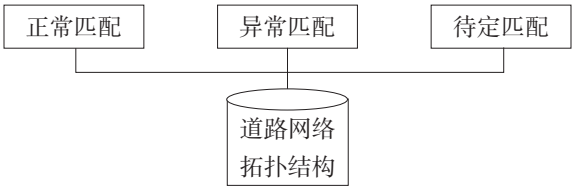


图2　浮动车数据地图匹配分类模型图

正常匹配模型是整个地图匹配模型的入口，实现正常情况下待匹配道路的匹配，并对其进行排序，检查是否有道路符合道路匹配的条件，如果有，则匹配成功；否则进入下一个匹配模型。

但由于各种误差，如双向车道的反方向车辆，若采用上述道路匹配模型得到的道路可能包含反方向的道路，这样会给后续的延时匹配造成干扰。异常匹配道路模型就是解决以上问题的匹配模型。

对于我市复杂道路，如主辅路、立交桥等，道路与道路之间的距离近，角度差小，有时投影到平面上几乎是重合的。在这样的路网环境下，通过单一GPS数据往往无法确定车辆的确切位置，这时就需要通过相同车辆的多个GPS数据来联合判断车辆的行驶轨迹，待定模型就是解决这类问题的一个迭代模型。在设计以上模型基础上可以采用最小距离算法实现地图匹配。原理是通过计算GPS点到各个候选路段的距离，选择距离最小的那条路段作为匹配路段，GPS点到该路段的投影即为匹配点。

（2）行车路线推测

经过地图匹配后的车辆点可能有多个候选行驶道路，因此还需要行车路线推测来计算出它的正确行驶道路。行车路线推测是指通过分析每辆浮动车在一个时间周期内的所有车辆点数据及其投影点数据，根据时间和空间上的连续性来确定该车在该段时间内的行车路线。

行车路线推测算法的主要步骤如下：

首先将该浮动车上一周期最后一个车辆点的投影点作为当前点（由于已经完成行车路线推测，该点只有唯一投影点）。

①将当前点与该车本周期车辆点集合（按时间顺序排列）中的下一个车辆点进行比较。

②若下一个车辆点只有一个投影点，则记录该点和所在道路信息，并将其设置为当前点，跳到步骤①；若下一个车辆点有多个投影点，跳到步骤③；若无车辆点，则说明本次行车路线推测处理完成，跳到步骤⑦。

③分别将当前点与下一车辆点的各个投影点进行比较，判断两点所在道路相关系数值（在同一道路上相关系数值为1，在相邻道路上值为2，所在道路无连接值为3）。若相关系数值等于1，跳到步骤④；等于2，跳到步骤⑤；等于3，跳到步骤⑥。

④相关系数值等于1 时，则该投影点为其车辆点的唯一投影点，记录该点和所在道路信息，并将其设置为当前点，跳到步骤①。

⑤相关系数值等于2时，将当前点与下一车辆点的其他投影点按上述步骤进行比较，若最终只有系数值为2的投影点，则该点为其车辆点的唯一投影点，记录该点和所在道路信息，并将其设置为当前点，跳到步骤①；若有多个系数值为2的投影点，则继续将这些投影点与再下一个车辆点的所有投影点进行两两比较，并根据排列组合获得若干条行车路线，依次类推，当找到可以确定唯一投影点的车辆点时，根据最优路径算法并结合行车规律确定其中一条为最终路线，记录路线的各条道路和对应的投影点信息，并将该投影点设置为当前点，跳到步骤①。

⑥相关系数值等于3时，根据两点所在道路的空间拓扑关系推出连接两条道路的合理路线，并补充上车辆点数据（一般在道路的起止点和交叉点），将最后一个车辆点的投影点定为当前点，跳到步

骤①。

⑦结束。

完成上述一次处理，即可推出一辆浮动车在一个周期内连续的行车路线，依次对所有浮动车按上述步骤进行循环处理，最终可以获得所有浮动车的行车路线信息。

（3）道路交通路况计算

道路交通路况计算通过对所有浮动车的行车路线、投影点信息进行融合分析，以计算出这些浮动车在该周期内所覆盖的道路网的交通路况信息。它分为两步完成，分别是路段路况计算和道路路况计算。

①路段路况计算

首先将浮动车行驶道路分为若干条连续的路段，每条路段都是以该车时间上相邻的两个车辆投影点为起止点，路段路况计算就是要计算这些路段的拥堵情况。计算所需的参数包括各个车辆投影点的坐标、所在道路编号和到道路终点的距离。设浮动车在一个周期内的车辆投影点参数分别为坐标 P_i（x，y），x 表示经度，y 表示纬度；点到道路终点的距离 s_i；道路号 n；时刻 t_i；其中 i=1，2，…，n，n 为一个周期内车辆点的数量。

根据这些参数计算浮动车所覆盖的道路的各个路段平均时间车速、旅行时间、路段长度以及路段起点到所在道路终点的距离。设各个路段的长度为 L_i；旅行时间为 T_i；平均行车速度为 v_i。计算公式如下：则 $L_i=s_i-s_{i-1}$；$T_i=t_i-t_{i-1}$；$v_i=L_i / T_i$

②道路路况计算

在一个周期内，同一条道路上可能有多辆浮动车行驶过，而它们所反映的道路路况可能并不完全一致，因此就需要对它们的路况路段进行融合分析，重新划分道路的路况路段。

从道路终点开始，在道路上每隔一个固定长度设置一个节点，道路起点作为最后一个节点，当这个固定长度值较小时，可以认为节点处的平均行车速度与它前一路段的平均行车速度相同；从道路终点到起点，依次计算这些路段的平均行车速度，首先从第一个节点开始，推算处跨越该点的浮动车行驶路段（指完成行车路线推测后生成的路段）个数。若个数为0，则其平均行车速度为不明；若为1，则平均行车速度等于路段的平均速度；若大于1，则取时间最新且速度最大的那条路段的速度。这样依次计算完所有节点的平均行车速度，也就得到了该道路上所有路段的平均行车速度。然后根据这些路段的平均行车速度计算出它们的拥堵程度系数，并将拥堵程度系数相同且相邻的路段合并为新的路段，这样就完成了道路的路况路段的重新划分和各个路段拥堵程度系数的计算。

按上述步骤，将浮动车所覆盖的道路网中的每条道路依次进行处理，就可以获得整个城市道路网络的实时交通路况信息。

6　可行性依据

（1）符合我国国情的技术研发

针对我国大城市复杂路网特性，已经开发了基于改进的最优路径选择的浮动车数据实时地图匹配算法，尤其解决了主辅路并行、立交匝道等复杂区域的地图匹配难题，既满足了浮动车交通信息采集系统实时计算的速度性能要求，也达到了95%的匹配准确率。建立了适合不同数据采集间隔的路段速度估算算法，通过对快速路的实际验证，算法精度达到90%以上。

（2）成功案例

①2006年11月1日至6日，在北京召开了举世瞩目的中非合作论坛北京峰会暨第三届部长级会议。为保障峰会的顺利进行，北京市实施了一系列交通保障措施。其中北京交警利用浮动车数据，对中非论坛前与论坛期间路网运行状态进行了对比，从路网运行角度，对交通保障措施实施效果进行了分析。同时，也为奥运期间制订合理有效的交通保障措施提供依据。

②2007年7月，杭州交警利用市区的4500辆装有GPS（全球定位系统）的机动车，组成浮动车信息系统为交通指挥中心提供数据，从而实现了对杭州交通状况的全面掌控。该项目作为“杭州市道路和交通管理应用浮动车技术示范工程”，通过了专家组验收。

7 结束语

本文通过对浮动车信息系统的技术分析和可行性研究分析，对天津市如何利用浮动车技术进行道路交通数据采集、处理、发布等，提出了一套完整的处理算法模型，主要包括地图匹配、行车路线推测和道路路况计算。目前国际上关于浮动车领域相关技术的研究应用正处于快速发展阶段，一些发达国家如美国、日本、德国已经开始大规模试验和推广，我国部分省市也已经开始了对浮动车技术的研究和应用。为提高我市道路交通管理水平，使我市交通管理工作走在全国前列，如何充分利用浮动车技术这一新一代道路信息采集技术，应该成为我市ITS建设工作的一个方向。

参考文献

[1] Ichiro Masaki. A Brief History of ITS [R]. USA: Massachusetts Institute of Technology, 1999.

[2] 陈光华，王迪彪.智能交通系统及相关技术 [J]. 交通科技，2003（4）.

[3] T.Fushiki, et al, “Arrival Time Prediction System Based on Floating Car Data in the Fleet Management ASP,” 9th World Congress on Intelligent Transport Systems, Chicago, United States, 2002.

[4] 张东，王志良，孟谦. 基于北斗卫星技术的交通服务系统 [J]. 微计算机信息，2005（2）.

[5] Stephen J.Bahler. Field Test of non-intrusive traffic Detection technologies. Proceedings of the5th World Congress on Intelligent Transportation Systems. Seoul, Korea, 1998.

[6] 马骥，裴玉龙. 智能交通系统（ITS）信息采集技术评述 [J]. 哈尔滨工业大学学报，2003（35），1.

[7] 杨兆升. 城市交通流诱导系统理论模型和实施技术的研究 [J]. 道路交通与安全，2003（5）.

[8] Chul Gyu Park, et al, “Determination of Optimal Number of Probe Vehicles for Real-time Traffic Flow Information,” 5th World Congress on Intelligent Transport Systems, Seoul, Korea, 1998.

[9] T.Fushiki, et al: “Traffic Condition Prediction by Use of Floating Cars,” IPSJ Journal, 2002, 43 (12): 3801-3808.

[10] 陆小锋，陆亨立，张芳琴. GPRS与GPS在汽车信息服务系统中的设计应用 [J]. 微计算机信息，2005（3）.

浅析远程教育在机动车驾驶培训上的应用

周英南
（辽宁省交通厅运输管理局，沈阳 110003）

摘　要：本文从机动车驾驶理论知识培训教学模式及远程教育的特点，并从实施远程教育的优缺点以及实施远程教育在机动车驾驶理论知识培训的可行性研究进行了论述。

关键词：远程教育；驾驶培训；应用

1　认识现代远程教育

远程教育英文为distance education，是学生与教师、学生与教育组织之间主要采取多种媒体方式进行系统教学和通信联系的教育形式，是将课程传送给校园外的一处或多处学生的教育。现代远程教育则是指通过音频、视频（直播或录像）以及包括实时和非实时在内的计算机技术把课程传送到校园外的教育。现代远程教育是随着现代信息技术的发展而产生的一种新型教育方式。计算机技术、多媒体技术、通信技术的发展，特别是因特网（internet）的迅猛发展，使远程教育的手段有了质的飞跃，成为高新技术条件下的远程教育。现代远程教育是以现代远程教育手段为主，兼容面授、函授和自学等传统教学形式，多种媒体优化组合的教育方式。

现代远程教育可以有效地发挥远程教育的特点，是一种相对于面授教育、师生分离、非面对面组织的教学活动，它是一种跨学校、跨地区的教育体制和教学模式，它的特点是：学生与教师分离；采用特定的传输系统和传播媒体进行教学；信息的传输方式多种多样；学习的场所和形式灵活多变。与面授教育相比，远距离教育的优势在于它可以突破时空的限制，提供更多的学习机会，扩大教学规模，提高教学质量，降低教学的成本。基于远程教育的特点和优势，许多有识之士已经认识到发展远程教育的重要意义和广阔前景。

2　远程教育在机动车驾驶员培训上的应用探讨

随着科学技术的发展，远程教育已在教育领域广泛应用。机动车驾驶员培训理论知识远程教育，也称机动车驾驶员培训理论知识网络教育（主要为理论知识培训的远程教育），是指参加机动车驾驶员培训的学员利用网络学习机动车驾驶培训教学大纲中规定的理论知识。简单来说是学员在家或其他场所登录专门网站接受理论知识培训。开展驾培理论知识远程教育是我国机动车驾驶员培训史上的重大改革，代表机动车驾驶培训发展方向，是在驾驶培训管理中坚持科学发展观，实施管理理念创新、培训机构创新、科技手段创新的重要举措，是推行绿色驾培、科技驾培和人文驾培的重要保证。

2.1 驾驶培训理论知识远程教育的理论支持

2.1.1 满足交通运输部《机动车驾驶员培训管理规定》（2006年2号部令）文件要求

《机动车驾驶员培训管理规定》第三十五条规定，机动车驾驶员培训机构应当建立学时预约制度。按照这条规定学员根据自己的实际情况向驾校预约培训学时，由于学员的个性需求及个体特征，势必出现学员教学进度的差异。驾驶操作是一对一的教学，可以按学员进度进行，而理论知识教学是按教学阶段和先后顺序进行，教练员面对一些教学进度和培训时间不一致的学员，就无法按教学大纲规定的顺序和内容教学。推广驾驶培训理论知识远程教育可以有效地解决这一矛盾。驾驶培训理论知

识远程教育可以让无数学员在同一时间里，根据教学顺序和进度选学内容。另外，驾驶培训理论远程教育机构和驾校形成相互制约，完全可以保证教学顺序和教学质量。

2.1.2 满足行业节能减排需求

《公路、水路交通实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》第十三条规定，各级人民政府交通运输主管部门应当鼓励、支持开发先进节能技术。会同有关部门确定公路、水路交通开发先进节能技术的重点和方向，建立和完善交通节能技术服务体系。驾驶培训理论知识远程教育是驾驶培训节能减排的一项重要措施和手段，管理部门应该给予鼓励和支持。2007年6月7日至8日，中国首届道路运输节能研讨会在北京召开，会议纪要指出："驾驶培训机构要研究开发利用网络技术降低驾培能耗、提高质量的技术和政策。"国家已经高度关注网络技术在驾驶培训中的应用，驾驶培训理论知识远程教育符合行业发展方向，必然成为行业发展的产物。

2.2 驾驶培训理论知识远程教育的重要意义

2.2.1 "以人为本"，服务学员

"以人为本"是驾驶培训理论知识远程教育的核心。网络培训缓解了学员的"工学矛盾" 以及请假难、乘车难和就餐难的问题，给学员带来诸多的方便，减轻了经济负担，学员是最大受益者。

（1）灵活安排，随时参加培训

据统计，有工作的学员占全部学员的80%左右，这些人都面临"工学矛盾"。网络教育的最大特点是不受时间和空间的限制，学员可根据情况选择培训时间和进度，避免请假过多或缺课，做到工作培训两不误。实行理论知识远程教育后，学员有1/3的时间不用到驾校参加培训。

（2）节省费用，降低培训成本

小型汽车理论知识培训28学时（交通部规定31学时），按规定每天培训不得超过6学时，需要5天时间。到驾校参加理论知识培训需要支出额外的交通费、住宿费（偏远地区）、午餐费、饮料费和误工费等学车间接费用，增加了学车成本，合计金额为无工作和有工作请假不扣工资的平均为100元，扣发工资和奖金的平均为400元。参加网上培训，扣除网上培训费后还能节省30%～80%。

（3）节省培训途中时间，缓解交通拥堵

在驾驶培训中，理论知识培训时间占近1/3，参加远程教育后可以节省30%在途时间。学员往返驾校大多集中在早晚通行高峰期，减少出行又能缓解道路交通拥堵，预防交通事故。另外，还能使学员避免候车和乘车拥挤的麻烦。

2.2.2 节能降耗，利国利民

节约资源是我国的基本国策。驾驶培训理论知识远程教育是驾驶培训节能的一项重要措施。

（1）节省训练用油

掌握驾驶操作知识，并用于指导驾驶操作训练，可以明显降低能耗。驾培理论知识远程教育通过多媒体课件、教练员集中辅导和互动教学，全面向学员传授驾驶操作知识，规范操作的要领以及科学的学习方法，能有效地减少练习时间和次数，避免痼癖动作，防止错误动作，每个学员可节油10L。全市一年培训80000名学员，节油624t，折合人民币324万元。

（2）节省途中用油

减少出行是最大的节油。学员在驾校参加全部理论知识培训至少往返驾校10次，每次单程平均按10km计算，一个学员少出行100km，8万学员全年少出行800×10^4km，相当于绕地球200周，1km平均耗油0.025L，仅此一项就节油150多吨。这是理论计算值，实际节油要比这多得多。

2.2.3 规范教学，保证质量

在网上进行驾驶培训理论知识教育，通过充分利用网络技术和先进的管理手段能很好地规范教学程序、内容、方法，提高培训质量。

（1）教学程序规范

不按教学顺序培训是应试教育的主要表现。计算机系统按着教学大纲编排的顺序设计教学模块，并进行自动控制，只有完成前一阶段教学，才能进行下一阶段教学，保证培训的连续性和有机衔接。

（2）教学内容规范

多媒体课件是由驾培专家、学者根据教学大纲内容，集结文字、动漫、音视频和图像等多种载体精心开发的，采用这样课件教学可以克服教练员在教学中的随意性，防止删减培训内容。

（3）教学方法规范

先进教学方法对提高培训质量能达到事半功倍的效果。教学课件充分发挥教学设计、教学分析和教学评估的作用，在理论知识教学中运用集中学习—重点复习—模拟考试的教学方法；在驾驶操作常识教学中本着先理解后操作，先车下后车上，先口述后练习的原则，推广仔细听—认真看—反复练—勤总结的学习方法。

3 驾驶培训理论知识远程教育的推广模式

现行远程教育模式主要有以下几种模式：一是个体化学习模式，以家庭为基地学生自主学习为主、助学为辅；二是开放灵活学习模式，网络大学、虚拟大学、全球虚拟大学；三是集体学习模式，以工作单位或社区学习中心为基地的集体学习模式；四是相对封闭固定学习模式，例如现有电视大学。四种教学模式的分类主要突出强调了教学讲授、协作、探索、个别辅导、讨论等环节。 在远程教育中，尽管强调以学生自学为主，但并不意味着没有教师的参与，只是教师的角色发生了变化，从讲坛上的“讲者”变成了材料的设计与组织者、学习辅导者和学习过程的评估者，其过程仍然是一个教学过程。

驾驶培训理论知识远程教育，根据其自身的特点、培训内容，考虑到交通安全的问题以及培训学时制的管理体制，从便民惠民和节能减排的角度出发，应采取个体化学习模式和相对封闭固定学习模式相结合的模式。

由第三方（专业公司、中介机构）或驾校本身搭建网络平台，提供理论教学、培训管理、服务咨询、网上报名、教学课堂、在线咨询、答疑解难、考试预约、网络辅导、驾校简介等服务功能，学员根据需求支付培训费用，以确保基本的网络运营成本。

3.1 基本推广模式研究

开展驾驶培训理论知识远程教育有两种组织形式，一种是由各个驾校分别进行，另一种是由第三方集中进行。建立一个功能齐全的驾驶培训的专用网站，需要教学课件设计与开发，且网站建设周期长，投资大，维护难。驾校单独投资建网站，利用率低，资源浪费。所以，应建一个以市或者省为单位的网络平台。

基于以上原因，应采取以第三方集中开发运营的推广模式。其主要优势在于：

3.1.1 整合教学资源，实现教学资源共享

网络培训可以集中人才、技术、设备等优势资源，打破了资源的地域和属性特征的限制，把最优秀的教练员、最先进的教学方法、最好的教学成果通过网络进行传播，以满足学员的需要，使其接受高水平的培训，实现各种教育资源的优化和共享，提高教育资源使用效率，降低培训成本，保证培训质量。

3.1.2 驾驶培训理论知识远程教育是管理部门有效管理的载体

网络教育系统应具有理论培训管理功能，管理部门可有效地监管培训质量，保证培训学时，节省大量人力和物力。

3.1.3 驾驶培训理论知识远程教育为驾校提供公平竞争的平台

管理部门通过网站加强行业宣传，公布驾校信誉考核排行和教练员信誉考核，把行业管理部门的监督延伸到学员和社会监督，并能引导学员向服务好、信誉高、质量高的驾校倾斜和集中，达到加强

驾校诚信优质服务、文明执教、廉洁教学、公平竞争等方面的软环境建设。

3.2 驾驶培训理论知识远程教育网站设置研究

驾驶培训理论知识远程教育网站应满足如下要求：

（1）配备满足教学大纲要求的培训课件，集视频、二维和三维动画于一体，并能根据管理部门的要求随时增添教学内容；

（2）具有填写和打印理论知识教学记录的功能，以供管理部门审核；

（3）能实现教学各阶段和主要章节的测试以及公安部门的理论知识模拟考试；

（4）24小时开通在线服务，解答学员提出问题；

（5）根据学员共性要求适时举办网络辅导（每周至少一次），指导学员培训，组织学习讨论研究；

（6）及时将学员意见和建议反馈有关驾校和管理部门。

基于系统优化方法的交叉口规划方案研究

杨熙宇[1]　谢　军[2]

（1. 同济大学交通运输工程学院，上海 201804；2. 温州市城市规划设计研究院，浙江 温州 325027）

摘　要：为有效提高城市道路网络中交叉口的运输能力，本文提出了一种交叉口方案研究的模式，建立了一套以系统网络效率最大化为目标、以土地利用和道路交通设施为研究依据的技术路径。案例应用结果表明该方法有利于集约化配置道路资源。

关键词：交叉口；土地利用；道路交通设施

1　引　言

在城市道路中，交叉口是道路网络的节点所在，相交道路的各种车辆和行人都要在交叉口处汇集和通过，形成了各类的冲突点。为了使交叉口交通运行顺畅有序，从整体上达到效率的最优化，目前，对于交叉口的管理主要有信号控制、渠化交通以及立交设计等措施，这些措施的目的都是为了减少冲突点，使各个方向的车流各行其道，将相互之间的干扰减到最小[1]。如果能在道路系统规划阶段从优化道路系统的角度出发设计交叉口方案，将土地利用和交通需求等因素纳入到交叉口的设计中来，将会把不合理的交叉节点减少到最小。采取合理有效的交叉口规划方案，能够更有效地利用道路空间，提高城市道路系统的运行效率和服务水平，改善市民的出行环境，从而达到实现城市可持续发展的目标要求。

2　技术路线

从整个道路系统的角度出发，根据现状与规划道路交通系统以及实际工程建设的条件，密切结合交通需求分析，提出交叉口各种可行的建设方案，建立评价体系对各方案进行综合比较，得出相关结论与建议。主要技术路线如图1所示。

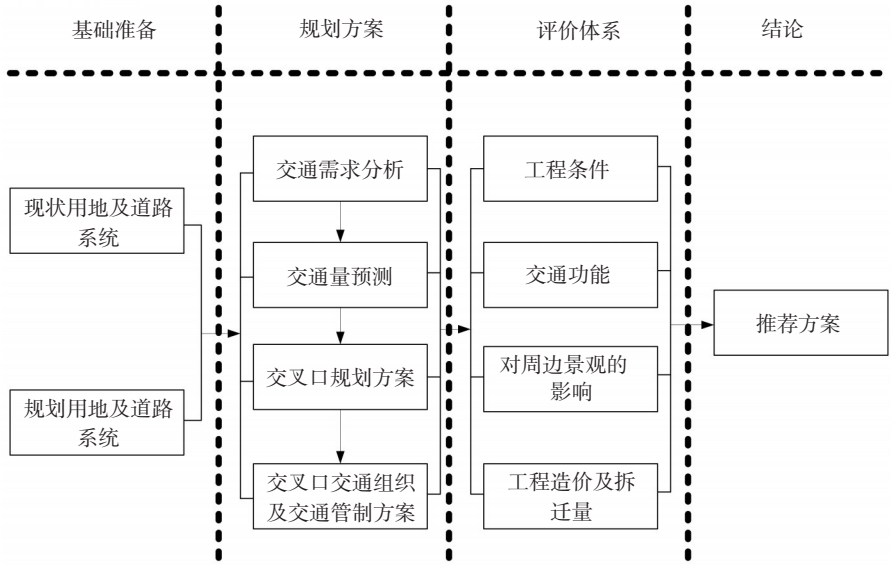


图1　技术路线图

3　实例分析

3.1 基本情况

现状用地及道路系统：

研究范围内桥头江（河名）以北现状土地利用以居住用地为主，多为大龄民房，沿街小巷兼有部分商业和工业用地（小规模的作坊）等，如图2所示。桥头江以南为少量建筑（包含一座庙宇）和山体。



图2　交叉口周边现状用地情况图

桥头江以北的四一省道段为双向6车道，一块板形式，中间采用隔离墩分隔开，桥头江以南的进城交叉口路段正在改造中，施工中供通行的道路为双向4车道，中央用铁栅栏分隔对向的车流。交叉口附近除了四一省道外，其他道路均为村屋之间的小路，其中与四一省道近似平行的桥翔路宽7m，平直畅通。在交叉口处有东西向宽约20m的桥头江，在桥头村办公楼以南有两座小桥跨桥头江而过，相距仅约25m。现状道路的具体情况如图3所示。

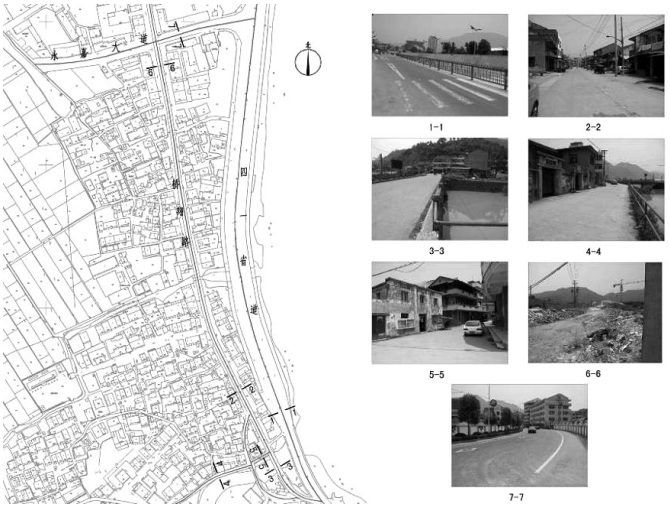


图3　交叉口周边现状道路示意图

规划用地及道路系统：

交叉口研究范围内的规划土地利用以居住用地为主，并分布少量的行政办公用地和商业金融用地，如图4所示。规划道路情况见表1。

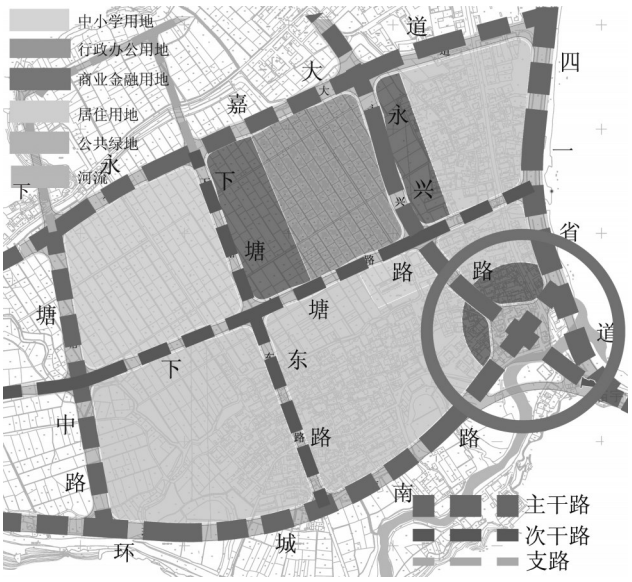


图4　交叉口研究范围规划用地图

表1　研究范围内规划道路情况

道路名称	规划道路类型	规划道路宽度	规划道路断面	通行能力（双向）
四一省道	主干道	42m	机动车双向6车道（一块板）	5850pcu/h
永兴路	主干道	32m	机动车双向4车道（一块板）	3150pcu/h
环城南路	主干道	36m	机动车双向4车道（三块板）	3350pcu/h
下塘大道	次干道	24m	机动车双向4车道（一块板）	2350pcu/h
下塘东路	次干道	24m	机动车双向4车道（一块板）	2350pcu/h
永嘉大道	主干道	32m	机动车双向6车道（一块板）	4850pcu/h

3.2 交通需求分析与预测

由于居住用地和商业用地是交通出行产生的主要来源。根据规划年（2020年）永嘉县城土地总体用地布局与南进城口相关道路的关系，将研究范围内地块依次划分交通小区。利用预测软件建立交通模型得到预测结果：交叉口周边路网的整体服务水平令人满意，规划年（2020年）四一省道高峰小时交通量为5150pcu/h（该流量为交叉口进口段双向流量之和），饱和度为0.86，交通压力稍大，环城南路高峰小时交通量为2500pcu/h（该流量为交叉口进口段双向流量之和），饱和度为0.63，永兴路高峰小时交通量为1650pcu/h（该流量为交叉口进口段双向流量之和），饱和度为0.55，如图5所示。



图5　交通流量预测示意图

3.3 交叉口规划方案

从规划年路网上来看，与四一省道形成南进城口交叉口的主要道路有两条，分别为环城南路和永兴路。其中环城南路的交通量较大，其次为永兴路的交通量。因此，南进城口交叉口交通主流向依次为：四一省道上的过境交通流、环城南路上的过渡交通流、永兴路上的进出永嘉县城的交通流。因此，如何解决过境交通流和环城南路上的过渡交通流成为本次交叉口规划设计所需要解决的核心问题。

通过上述分析，本次交叉口规划设计方案需要考虑以下两个主要问题：（1）交叉口自身的条件：错位相交的畸形交叉口；（2）交叉口上的2个主流向冲突：a. 交叉口东南侧四一省道在交叉口上左转汇入环城南路的交通流（700pcu/h）；b. 交叉口东北侧四一省道在交叉口上左转汇入东南侧四一省道的过境交通流（1200pcu/h ）。

方案一：

方案一为地面环形灯控形式，如图6、图7所示。

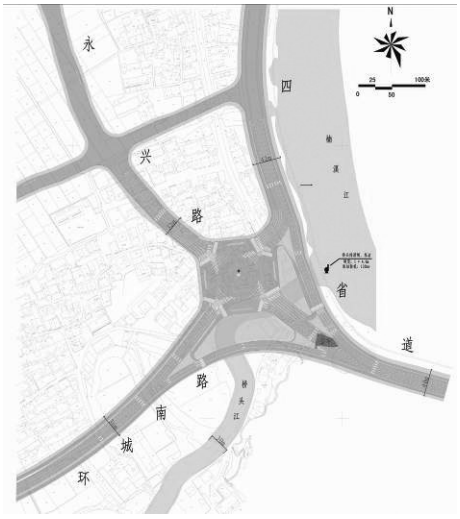


图6　方案一

Lane Group	SEL	SET	SER	NWL	NWT	NWR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR
Lane Configurations												
Volume (vph)	50	800	100	700	600	900	50	400	950	1200	300	50
Turn Type	Perm		Perm	Perm		Perm	Perm		Perm	Perm		Perm
Protected Phases		6			2			4			8	
Permitted Phases	6		6	2		2	4		4	8		8
Detector Phases	6	6	6	2	2	2	4	4	4	8	8	8
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Total Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Total Split (%)	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Recall Mode	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
Act Effct Green (s)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Actuated g/C Ratio	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
v/c Ratio	0.40	0.76	0.28	2.62	0.46	0.76	0.26	0.31	0.87	1.03	0.23	0.15
Control Delay	20.1	16.6	4.5	752.6	10.1	10.4	12.1	8.9	21.3	49.8	8.5	4.2
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	20.1	16.6	4.5	752.6	10.1	10.4	12.1	8.9	21.3	49.8	8.5	4.2
LOS	C	B	A	F	B	B	B	A	C	D	A	A
Approach Delay		15.5			246.5			17.4			40.3	
Approach LOS		B			F			B			D	

Intersection Summary	
Cycle Length: 40	
Actuated Cycle Length: 40	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NWTL and 6:SETL, Start of Green	
Natural Cycle: 50	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 2.62	
Intersection Signal Delay: 105.6	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 91.9%	ICU Level of Service F
Analysis Period (min) 15	

Splits and Phases:　2: Int

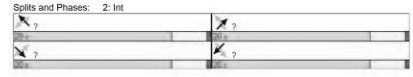


图7　方案一信号配时方案及交叉口服务水平

方案一中环形灯控路口主要存在以下缺点：（1）交叉口为错位畸形交叉口，交通组织流线上不顺畅；（2）环行交叉口交织段通行能力有限，规划年预测交叉口各交织段流量分别为2700pcu/h、2900 pcu/h、3150pcu/h、3450pcu/h，均超过交织段所能达到的通行能力2500pcu/h。此方案中整个交叉口基本上跨桥头江而过，在施工方面增加了难度和造价，并对桥头江造成一定的影响。

方案二：

四一省道在交叉口附近改变原有的线形与永兴路、环城南路形成十字交叉口。原有的畸形错位交叉口被合理地整合为一个规则的十字交叉口，利用四一省道（交叉口段）现有道路，将其设置为右转专用车道，见图8。

方案二存在的不足在于：交叉口在空间资源和时间资源分布上存在不平衡的矛盾，存在同一相位不同方向上的流量相差较大。但这样的时间和空间资源分布不均衡可以通过信号配时来弥补方案自身的不足[2]。主要解决的途径通过信号配时在同一相位流量较大的方向采用早放晚断的控制方式，具体配时见图9中的方案。

调整研究范围内的路网，将南进城口的畸形交叉口分解为距离约200m的两个T形交叉口（四一省道×环城南路、永兴路×环城南路），见图10。

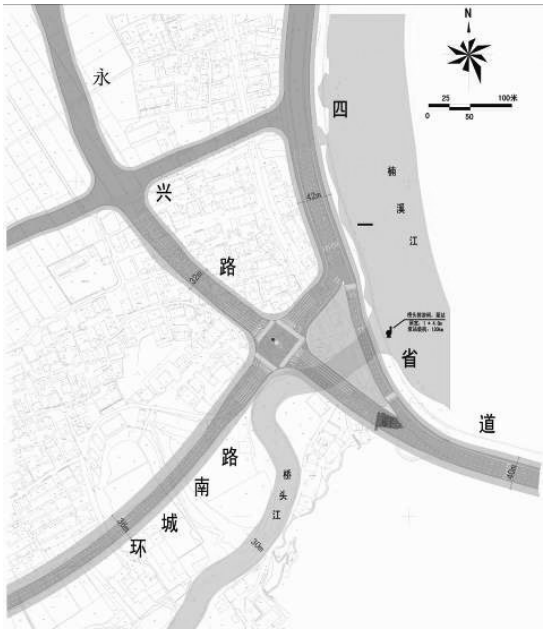


图8　方案二

Lane Group	WBL	WBR	WBR2	SEL2	SEL	SER	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR
Lane Configurations												
Volume (vph)	700	600	900	50	800	100	50	400	950	900	300	50
Turn Type	custom		custom	Perm		Perm	Perm		Perm	Perm		Perm
Protected Phases					4!			4!			6	
Permitted Phases	8!	8!	8	4!		4	4!		4	6		6
Detector Phases	8	8	8	4	4	4	4	4	4	6	6	6
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Total Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Total Split (%)	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Recall Mode	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
Act Effct Green (s)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Actuated g/C Ratio	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
v/c Ratio	0.68	0.65	0.61	0.44	0.70	0.28	0.26	0.31	0.89	1.48	0.23	0.15
Control Delay	13.8	13.4	2.8	24.4	13.7	4.6	12.1	8.9	23.2	243.9	8.5	4.2
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	13.8	13.4	2.8	24.4	13.7	4.6	12.1	8.9	23.2	243.9	8.5	4.2
LOS	B	B	A	C	B	A	B	A	C	F	A	A
Approach Delay	9.2				13.3			18.8			177.8	
Approach LOS	A				B			B			F	

Intersection Summary	
Cycle Length: 40	
Actuated Cycle Length: 40	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2: and 6:SWTL, Start of Green	
Natural Cycle: 40	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 1.48	
Intersection Signal Delay: 48.5	Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization Err%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
! Phase conflict between lane groups.	

Splits and Phases: 2: Int

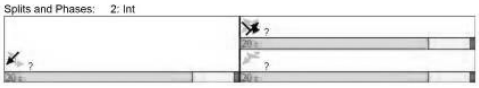


图9　方案二信号配时方案及交叉口服务水平

方案三：



图10　方案三

四一省道线维持原规划不变，环城南路以北的横断面宽42m，环城南路以南的横断面宽40m。环城南路的线位有所改变，在中心线坐标为（67741，13710）处作原规划线位的切线，将弯曲的环城南路改为直线。交叉口采用信号灯控制，各个方向进口均采取路内渠化拓宽。调整永兴路（下塘路—环城南路之间的路段）线位，使永兴路与环城南路形成标准的T形交叉口。此交叉口采用信号灯控制，并进行路内渠化拓宽。

进出城的交叉口（四一省道×环城南路）在原始规划方案的基础上南移，从山体的开挖情况来看，此方案的开挖量和其他方案基本相同，并没有因为交叉口的南移而造成开挖量的增加，原因是此方案的T形交叉口形式简单，占地较小。

此方案的优点：改善后的路网不仅交通组织和流线明晰顺畅，并节约了大量用地。不足之处：主

车流需经过两个左转方能进出县城，造成永兴路和四一省道间的环城南路段与下塘路和环城南路间的永兴路段的交通压力大，车辆延误时间较长。进城的交叉口造型上略显简洁。优化措施：针对两个交叉口主车流转向的特征，进行合理的相位设计和信号配时，四一省道×环城南路交叉口处通过景观设计及其他方法提升进城口的形象和品质。

四一省道东侧的楠溪江作为自然的美景，只需在四一省道人行道外侧设置防护设施，确保行人和车辆的安全。由桥头江与道路围合的面积约2850m²的区域可作为绿化景观用地，选用合理的植物，配以照明规划建设为进城口的第一道风景。

3.4 方案评价

（1）工程拆迁量及占地面积

拆迁量：方案一拆迁量最大，方案三的拆迁量最小，约为方案一的29%，见表2。

表2　工程拆迁量表格

单位：m²

	砖、混	简、棚	木	合计
方案一	17897	750	2878	21525
方案二	15897	510	1845	18252
方案三	5372	311	327	6010

工程占地面积：方案一最大，方案三最小，见表3。

表3　工程占地面积表格

单位：m²

方案一	方案二	方案三
38944	27682	16571

（2）景观条件

方案一：交叉口为平面环行交叉口，占地面积大，半径30m的环岛作为绿化用地，景观条件好。

方案二：交叉口为平面交叉口，四一省道、永兴路和环城南路交叉处形成一个面积约3400m²的三角形绿化带，其景观条件仅次于方案一。

方案三：四一省道与环城南路交叉口为简洁的T形交叉口，占地小，绿化面积也小，景观条件较差。

（3）交通功能

根据《道路通行能力手册HCM2000》，对方案分别进行通行能力和延误的计算，具体计算结果见表4。

表4　交叉口通行能力及服务水平表

方案编号	通行能力	平均延误（LOS）	平均服务水平
方案一	4980	105.6	F
方案二	5450	48.5	D
方案三	5450	58.5	D

由于方案三将原来的交叉口设计成了2个交叉口，把单个节点的问题化解成多节点的系统问题。

（4）综合评价（表5）

表5　综合评价一览表

方案编号	工程条件	工程拆迁量	工程占地面积	交叉口服务水平	景观条件	交通功能及交通组织	综合指数
方案一	√	—	—	—	√√√	—	√√√√
方案二	√	√	√	√√	√√	—	√√√√√√√
方案三	√	√√	√√	√	√	√	√√√√√√√√

注：√表示评价指数，√越多表示方案越好。

综上所述：综合指数的排序为方案三>方案二>方案一。

4　结　语

研究交叉口方案是交通系统规划中不可缺少的一部分，然而交叉口方案的最终确定还涉及有关城市规划部门、城市建设部门、交通管理部门、环保景观部门等多方面的利益权衡，也需要跟踪交叉口方案实施后的交通运行状况和群众反馈意见，及时作出优化调整。本文提出的温州市永嘉县南进城口交叉口规划方案，在今后的实践中还有待进一步优化和完善。

参考文献

[1] 江雪峰，陈富昱. 交叉口治理问题的思考——时间与空间的转换［J］. 城市交通，2006，1.

[2] 翟忠民. 道路交通组织优化［M］. 北京：人民交通出版社，2004.

重庆主干路T形交叉口治理方案设计

陈明磊　赵光惠
（重庆交通大学土木建筑学院，重庆 400074）

摘　要：以重庆六公里交叉口为例，通过现场调查，针对重庆主干路T形交叉口独特的道路条件及交通特点，考虑车辆畅通、行人安全的要求，对其进行了合理的渠化改造设计，并在此基础上重新进行了信号配时设计，最后使用VISSIM仿真软件对其服务水平进行了评价。结果显示，交叉口延误降低了1s/pcu。

关键词：主干路；T形交叉口；渠化；信号配时；服务水平

城市主干路是连接城市主要分区的道路，以交通功能为主[1]。重庆六公里交叉口位于重庆市南岸区学府大道，为T形交叉口，是重庆典型的主干路T形交叉口。该交叉口南北主路为南岸区主干路学府大道，中央分隔带宽2m，直行和左转调头交通量大，左转进入支路的车辆极少；主路北进出口道两侧布置有港湾式公交车站，行人过街需求量大；西侧支路交通量很小，采用禁止左转管理。其现状平面布置如图1所示，信号配时如图2所示。

目前该交叉口存在的最大问题在于南北主路的行人过街需求量大，行人过街绿灯时间与主路调头及支路右转时间重合，冲突十分严重（图3），不利于行人过街安全；21s的时间不能满足穿越38m宽主干路的最小绿灯时间要求。由于仅为标线导流岛渠化，支路车辆违章左转较多，更加剧了过街行人的冲突。

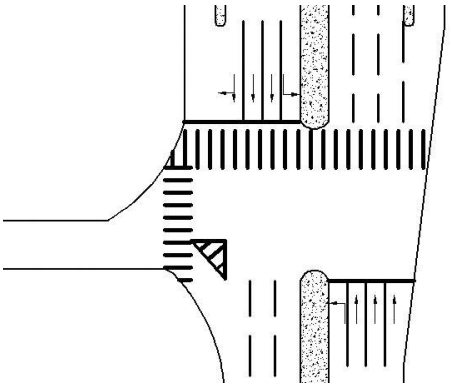


图1　六公里交叉口现状平面布置图

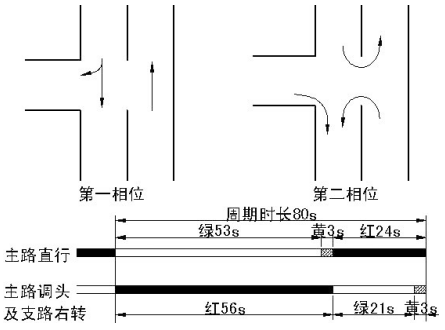


图2　现状信号配时图



图3　主路车辆左转调头与行人过街冲突状况

通过实地调查[2]，由早高峰小时中最高15min流率换算的各进口道不同流向设计交通量q_d如表1。

表1　设计交通量表

北进口（pcu/h）			南进口（pcu/h）		西进口（pcu/h）	行人（pcu/h）
左转	直行	右转	左转	直行	右转	
276	2232	62	166	2058	96	1484

1　渠化改造

公交站的位置和尺寸不可改变。南北主路全线实行“禁止左转、右行调头”的管理方式，原交通组织方式基本保持不变。由于南北主路中分带上设置有高架轻轨的桥墩，中分带不可改变几何形式及尺寸，而且交叉口周围用地紧张，渠化方案也基本保持不变。

由于主路左转调头车辆与过街行人冲突，而据调查调头车辆转弯所需宽度为5m，因此考虑将人行横道线向交叉口中心平行移动5m。由于主路南进口左转转入支路的交通量极少，可采取主路南进口左转远引措施[3]，即只准调头，这样导流岛的形状和尺寸就可以为方便行人过街而改变而不影响车辆交通。南北主路宽38m，行人一次过街时间难以满足，在交叉口中间可设置安全岛，方便行人二次过街。此外南进口道的直行车道停止线距离人行横道较远，完全没有必要。综上所述，渠化改造后平面布置如图4所示。同时为了保障行人安全，可在导流岛、安全岛的边缘线设置弹性橡胶柱。

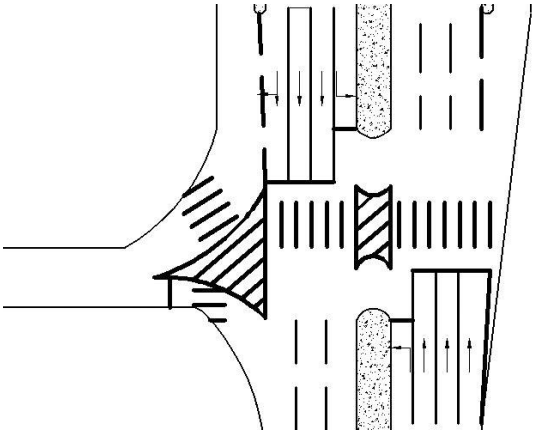


图4　改造后平面布置图

2　信号配时

因为交通组织方式基本未发生变化，所以信号相位方案保持不变。

2.1 配时参数计算

根据文献［4］给出的方法进行计算：

（1）饱和流量

经计算，各进口道饱和流量S_d如表2。

表2　各进口道饱和流量表

北进口（pcu/h）			南进口（pcu/h）		西进口（pcu/h）
左转	直行	右转	左转	直行	右转
1400	1600	1560	1400	1600	1500

（2）信号总损失时间

$$L=\sum_{2}(L_s+I-A)=2\times(3+3-3)=6\text{s}$$

（3）流量比总和

$$Y=\sum_{j=1}^{2}\max[(q_d/S_d)_j,(q_d/S_d)'_j,...]=0.4577+0.1971=0.6548<0.9$$

（4）周期时长

为了整个主干路的周期一致性，周期时长不变，仍取$C=80\text{s}$。

（5）总有效绿灯时间

$$G_e=C-L=80-6=74\text{s}$$

（6）各相位绿灯时间

$$g_{e1}=G_e\max[(q_d/S_d)_1,(q_d/S_d)'_1,...]/Y=74\times0.4577/0.6548=52\text{s}$$

$$g_{e2}=G_e\max[(q_d/S_d)_2,(q_d/S_d)'_2,...]/Y=74\times0.1971/0.6548=22\text{s}$$

（7）各相位绿信比

$$\lambda_1=g_{e1}/C_1=52/80=0.65$$

$$\lambda_2=g_{e2}/C_1=22/80=0.28$$

（8）各相位显示绿灯时间

$$g_1=g_{e1}-A+L_s=52-3+3=52\text{s}$$

$$g_2=g_{e2}-A+L_s=22-3+3=22\text{s}$$

（9）最短绿灯时间

$$g_{\min}=7+L_p/v_p-I=7+18/1.2-3=19\text{s}$$

满足最小绿灯时间要求。

综上所述，绘制信号配时图如图5所示。可以看出，原先的配时基本是没问题的。

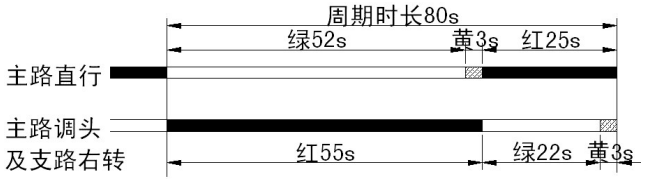


图5　改造后信号配时图

2.2 服务水平评价

通过VISSIM仿真软件模拟分析，可得各车道延误数据如表3。计算可得，交叉口改造前延误为$d=10\text{s/pcu}$，改造后延误为$d=9\text{s/pcu}$，降低了1s/pcu。显然，服务水平得到了很大提高。

表3　各车道延误表

进口车道	北进口			南进口		西进口
	左转	直行	直右	左转	直行	右转
流量q_i	276	2232	62	166	2058	96
改造前各车道延误d_i	33	9.64	7.85	1.14	7.85	18
改造后各车道延误d_i	19.2	9.49	7.71	0.9	7.35	16.6

3　结　语

本文以六公里交叉口为例，通过现场调查，针对重庆主干路T形交叉口独特的道路条件及交通特

点，考虑车辆畅通、人行安全的要求，进行了合理的渠化改造设计，并在此基础上重新进行了信号配时设计，最后使用VISSIM仿真软件对其服务水平进行了评价。评价结果显示，交叉口延误降低了1s/pcu。

参考文献

[1] 李杰. 城市道路设计［M］. 北京：高等教育出版社，2007.

[2] 王建军，严宝杰. 交通调查与分析［M］. 北京：人民交通出版社，2004.

[3] 李峻利. 交通工程设施设计［M］. 北京：人民交通出版社，2001.

[4] 杨佩昆，吴兵. 交通管理与控制［M］. 2版. 北京：人民交通出版社，2005.

基于一定相位饱和度水平的信号配时方法设计

马　亮　颜桃为
（南京林业大学，南京 210037）

摘　要：基于Webster法在低饱和度交叉口信号配时方面的局限性，提出基于一定相位饱和度水平的信号配时方法。该方法以控制信号交叉口的相位饱和度在0.8~0.9为目标，以使交叉口获得最佳的交通运行条件。

关键字：饱和度；相位损失时间；信号周期

城市道路平面交叉口是城市路网的节点，不同交通流在此汇集，车辆要进行反复的分流、合流、交叉，造成平面交叉口内存在大量的交通冲突点，给交通安全带来了隐患。交叉口的信号配时是从时间上将相互冲突的交通流予以分离，使相互冲突的交通流在不同的时间段通过交叉口，从而确保各向混合交通流的顺畅和安全。实践表明，交通信号对于组织、指挥和控制混合交通流的流向、流量、速度以及保证交通秩序均有十分重要的作用。

1　国内外信号配时方法评述

国外的信号配时方法研究已经较为成熟，较为著名的有英国的Webster法、澳大利亚的ARRR法、美国的HCM法。我国在交叉口配时上也做了大量的研究，同济大学的杨佩昆教授以左转车与对向直行车的冲突点作为核算车辆通过量的基准断面，提出了“冲突点法”；杨锦东与杨东媛教授以延误时间最小、排队车辆数最少为目标函数提出了城市信号控制交叉口信号周期时长优化模型；顾怀中、王炜教授提出了交叉口交通信号配时的模拟退火全局优化算法。

国内学者提出的信号配时方法与国外的方法相比，普遍存在以下几点问题：

（1）适用范围的局限性。例如冲突点法考虑的左转与直行的冲突点作为核算断面，多相位时，随着冲突点的消失，方法不大适用。

（2）算法比较复杂。这是国内配时方法普遍存在的问题，这就导致算法推广比较困难，不便于工程应用。

（3）信号配时效果不显著。城市信号控制交叉口信号周期时长优化模型与F-B法、ARRB法在车均延误与每周期停车率两个指标上做了比较，结果表明三者的综合指标相近[1]。交叉口交通信号配时的模拟退火全局优化算法与Webster法在车辆平均延误与平均停车次数两个指标上作了比较，结果表明退火算法在延误上有所增加，但是在停车次数指标上优于Webster算法，可见二者综合表现相近[2]。

最早的信号算法是由F. V. Webster：和B.M.Cobbe在20世纪50年代提出来的Webster法，也是目前应用最为广泛的算法。ARRB法引入“停车补偿系数”，将停车次数与车辆延误时间合在一起，建立了评价信号配时方案优化程度的综合指标；HCM法实质是最短周期公式，但改进了参数的定义，交通量取设计小时流量，算得的周期时长与Webster法的最佳周期公式算得的时长相近。可以说，ARRB法与HCM法都是对Webster法的成功修正与延伸。正是由于Webster公式的形式简单，模型参数少，精度较高，从而得到了广泛的应用。

2　信号配时中存在的两点问题

2.1 低饱和度水平下交叉口的信号配时问题

Webster最小周期公式的前提是车辆到达服从均匀分布且按照饱和流率离开交叉口，此时信号周

期时长恰好满足交通需求。但是在实际应用中，由于车辆到达的随机性，最小周期公式显然不能适应实际交通情况，所以经常使用的是Webster最佳周期公式。

在实际应用过程中，在交叉口不发生拥堵、秩序较好的情况下，当交叉口交通量较大时，Webster公式具有较好的适用性，车均延误较小；当交叉口交通量较小、饱和度较低时，Webster公式得到的周期明显偏大，此时信号交叉口的相位饱和度偏小，车辆不能获得最佳的交通运行条件，车均延误也在增加。

2.1.1 饱和度相关定义

一个相位的实际到达流量即交通量q与该相位饱和流率S的比值称为流量比y；将交通量q与通行能力c之比称为该相位的饱和度x。如式（2-1）、式（2-2）。

$$y=\frac{q}{S} \tag{2-1}$$

式中 q——某一相位实际到达交通量；

S——某一相位饱和流率。

$$x=\frac{q}{C} \tag{2-2}$$

式中 C——某一相位通行能力。

某一相位的通行能力为该相位的车道饱和流率与绿信比的乘积，如式（2-3）。

$$C=S\cdot\frac{g}{c} \tag{2-3}$$

式中 g——某一相位有效绿灯时间；

c——信号周期时长。

将式（2-1）、式（2-3）代入式（2-2），得到新的饱和度公式，如式（2-4）。

$$x=\frac{q\cdot c}{S\cdot g}=\frac{y}{u} \tag{2-4}$$

式中 u——某一相位绿信比。

由式（2-4）可以看出交叉口某一相位的饱和度是该相位的流量比与绿信比的比值。则一个信号交叉口的饱和度为各个相位的流量比之和与绿信比之和的比值，式（2-5）为一个拥有n个相位的信号交叉口饱和度。

$$X=\frac{\sum_{i=1}^{n}y_i}{\sum_{i=1}^{n}u_i}=\frac{Y}{(c-L)/c} \tag{2-5}$$

式中 X——拥有n个相位的信号交叉口饱和度；

y_i——第i相位的流量比；

u_i——第i相位的绿信比；

L——信号总损失时间；

Y——各个相位最大流量比之和。

2.1.2 Webster公式评价

（1）Webster最短信号周期公式如下所示：

$$C_m=\frac{L}{1-\sum_{i=1}^{n}y_i}=\frac{L}{1-Y} \tag{2-6}$$

式中 y_i——第i相位最大流量比；

Y——所有关键相位的最大流量比之和。

周期时长以等饱和度原则分配给各信号相位，得到各相位的有效绿灯时间为：

$$g_i = \frac{y_i}{Y}(C_m - L) \tag{2-7}$$

将式（2-6）代入式（2-7），得

$$g_i = y_i \cdot C_m \tag{2-8}$$

$$x_i = \frac{y_i}{u_i} = \frac{y_i}{g_i/C_m} = 1.0 \tag{2-9}$$

将式（2-6）、式（2-7）代入式（2-5），得

$$X = \frac{Y}{(C_m - L)/C_m} = \frac{Y}{1 - L/C_m} = 1.0 \tag{2-10}$$

所以根据Webster最短信号周期公式得到的配时结果，各个相位的最大饱和度均为1.0，整个交叉口的饱和度也为1.0。这是不利于交叉口交通运行的，得到的周期偏小。

（2）Webster最佳信号周期公式如下：

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \tag{2-11}$$

式中　C_0——最佳周期时长，s；

L——信号周期的总损失时间，s；

Y——所有关键相位关键车道的流量比之和。

将式（2-7）、式（2-11）代入式（2-4），得到相位i的饱和度：

$$x_i = \frac{Y \cdot (1.5L + 5)}{(Y + 0.5) \cdot L + 5} \tag{2-12}$$

将式（2-7）、式（2-11）代入式（2-5），得到整个交叉口的相位饱和度：

$$X = \frac{Y}{(C_0 - L)/C_0} = \frac{Y \cdot (1.5L + 5)}{(Y + 0.5) \cdot L + 5} \tag{2-13}$$

由式（2-12）、式（2-13）知，Webster法采用了等饱和度配时原则，各个相位饱和度与整个交叉口饱和度是相等的。

根据式（2-13），可以得到不同流量比、延误水平下的信号交叉口饱和度，如表1所示。

表1　不同流量比、延误水平下的信号交叉口饱和度

损失时间	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
3	59.38%	64.11%	68.67%	73.08%	77.33%	81.43%	85.39%	89.23%	92.93%	96.52%
4	61.11%	65.76%	70.21%	74.48%	78.57%	82.50%	86.27%	89.90%	93.40%	96.76%
5	62.50%	67.07%	71.43%	75.58%	79.55%	83.33%	86.96%	90.43%	93.75%	96.94%
6	63.64%	68.14%	72.41%	76.47%	80.33%	84.00%	87.50%	90.84%	94.03%	97.08%
7	64.58%	69.03%	73.23%	77.20%	80.97%	84.55%	87.94%	91.18%	94.26%	97.19%
8	65.38%	69.78%	73.91%	77.82%	81.51%	85.00%	88.31%	91.46%	94.44%	97.29%
9	66.07%	70.42%	74.50%	78.34%	81.96%	85.38%	88.62%	91.69%	94.60%	97.37%
10	66.67%	70.97%	75.00%	78.79%	82.35%	85.71%	88.89%	91.89%	94.74%	97.44%
11	67.19%	71.45%	75.44%	79.18%	82.69%	86.00%	89.12%	92.07%	94.85%	97.49%
12	67.65%	71.88%	75.82%	79.52%	82.99%	86.25%	89.32%	92.22%	94.95%	97.54%

实践证明，饱和度实用限值定在0.8～0.9之间，交叉口就可以获得较好的运行条件。在某种特定的条件下，例如交通量很大，而交叉口周围的环境条件又较差，为减少交叉口建设投资，可以采用更高的限值——饱和度实用极限值0.95。

由表1可以看出相位流量比总和大于0.90时，最佳周期公式配时得到的交叉口饱和度开始大于0.95，交叉口的交通运行情况就会恶化，失去了分离冲突、提高交通运行效率的意义，这时需要重新调整相位相序，将流量比降到0.9以下。当相位流量比之和介于0.75~0.9之间时，交叉口饱和度介于0.8~0.95之间，此时交通获得良好的运行条件。当流量比之和小于等于0.7时，交叉口的饱和度较低。在流量比介于0.50~0.55之间时，交叉口的饱和度仅为60%左右，这意味着大量的时间没有得到有效利用，车辆因为红灯等待造成的延误在增加。所以，Webster最佳周期公式在交通量较少、流量比总和较低的交叉口有着一定的局限性。

2.2 相位损失时间的讨论

图1为相位由红灯转换为绿灯时，车队通过交叉口的运动图示。

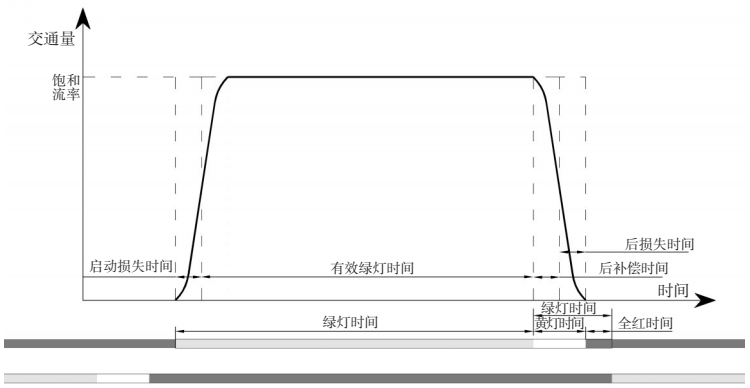


图1　绿灯期间车辆通过交叉口运动图

图示表明，在绿灯启亮时，车辆从原来静止状态加速，逐步变为正常行驶状态，速度由零变为正常行驶速度。在此期间，车辆通过交叉口（停车线）的车流量要比饱和流率低些。在绿灯结束后的黄灯时间或者在绿灯开始闪烁后，由于部分车辆采取制动措施已停止前进，部分车辆虽未停止但也已经开始减速，因此通过交叉口（停车线）的流量由原来保持的饱和流率水平逐渐地降下来。

图中虚线与横坐标轴包围的面积与实曲线包围的面积相等，矩形的高代表饱和流率S的值，矩形的宽则代表有效绿灯时间g。相位的损失时间L包括车队的启动损失时间L_s、后损失时间a、全红时间R三部分，如下式：

$$L=L_s+a+R=L_s+I-b \tag{2-14}$$

式中　L_s——启动损失时间时间，s，应实测，无实测数据时取3s；

I——绿灯间隔时间；

a——后损失时间；

b——后补偿时间，应实测，无实测数据时取黄灯时间一半；

R——全红时间。

在没有实测数据的情况下，启动损失时间可以取3s；后补偿时间可以取黄灯时间的一半，如果黄灯时间为3s，取后补偿时间为1.5s。

规范中相位损失时间的计算如式（2-15），

$$L=L_s+I-A \tag{2-15}$$

式中　L_s——启动损失时间，应实测，无实测数据时可取3s；

A——黄灯时长，可定为3s；

I——绿灯间隔时间。

对比式（2–14）、式（2–15），后者得到的相位损失时间偏小，因为式（2–15）没有包括相位的后损失时间，从图1可以看出式（2–14）更加合理。

3　基于一定相位饱和度水平的信号配时方法设计

基于一定相位饱和度的信号配时方法的目标是使各个相位交通流按照实际情况，达到最佳的交通运行条件，使各个相位的饱和度、交叉口交通的整体饱和度保持在既定的水平下，实现时间资源的优化。基于一定相位饱和度的信号配时方法分为以下几个步骤：

（1）确定相位相序。

（2）确定各个相位的设计绿信比。根据交叉口各流向的交通现状，确定各个流向的设计饱和度x_d，根据式（3–1）得到相应流向的设计流量比。比较某个相位中不同流向设计流量比的大小，取最大的作为该相位的设计绿信比，如式（3–2）。

$$y_d^{'}=\frac{y_d}{x_d} \tag{3–1}$$

式中　$y_d^{'}$——流向d的设计流量比；

y_d——流向d的实际流量比；

x_d——流向d的设计饱和度。

$$u_i=\max\left(y_d^{'}\right)_i \tag{3–2}$$

式中　$y_d^{'}$——流向d的设计流量比。

（3）确定相位总损失时间。由式（2–15）得

$$L=\sum_{i=1}^{n}\left(L_s+I_i-b_i\right) \tag{3–3}$$

式中　L_s——启动损失时间时间，s，应实测，无实测数据时取3s；

I_i——绿灯间隔时间；

b_i——后补偿时间，应实测，无实测数据时取黄灯时间一半。

（4）确定周期时长。

$$C=\frac{L}{1-\sum_{i=1}^{n}u_i}=\frac{L}{1-U} \tag{3–4}$$

式中　U——绿信比总和；

L——相位总损失时间。

（5）确定有效绿灯时间。

$$g_{ei}=u_i\cdot(C-L) \tag{3–5}$$

式中　g_{ei}——相位i的有效绿灯时间。

（6）确定各个相位实际显示的绿灯时间。

$$g_i=g_{ei}+L_s-b_i \tag{3–6}$$

式中　g_i——相位i的实际显示绿灯时间。

（7）各个相位饱和度与交叉口饱和度校核。

理论得到的绿灯时间要化为整数，便于在实际工作中使用，但是实际绿信比与事先设计的可能会有出入，从而使得各个相位的实际饱和度在设计饱和度附近浮动，通过饱和度校核，可以发现各个相位饱和度的浮动范围，同时确保计算过程的准确。式（3–6）用于相位饱和度的校核，式（3–7）用于整个交叉口相位饱和度的校核。

$$x_i' = \frac{y_i}{u_i'} \tag{3-7}$$

式中　x_i'——相位i的实际相位饱和度；

u_i'——相位i的实际绿信比。

$$X' = \frac{Y}{\sum_i u_i'} \tag{3-8}$$

式中　X'——整个交叉口的信号相位饱和度。

4　实例分析

星湖街—现代大道交叉口位于苏州工业园区，由于周边土地还未完全开发，目前路网交通量较少。

4.1 现状分析

图2、图3为交叉口的渠化示意图。



图2　星湖街—现代大道交叉口

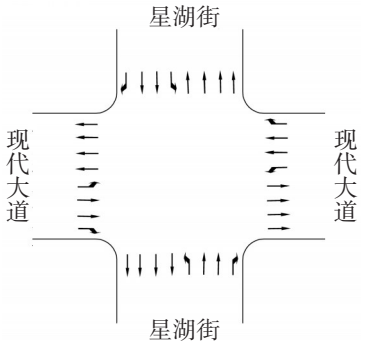


图3　渠化示意图

表2为晚高峰17:00—18:00调查得到的交通量数据。图3为交叉口目前正在使用的信号配时图。

表2　交通量数据

进口道方向	转向	车道数	交通量（pcu/h）
东	左	1	18
	直	2	482
	右	1	100
南	左	1	168
	直	2	552
	右	1	135
西	左	1	76
	直	2	618
	右	1	300
北	左	1	100
	直	2	400
	右	1	29

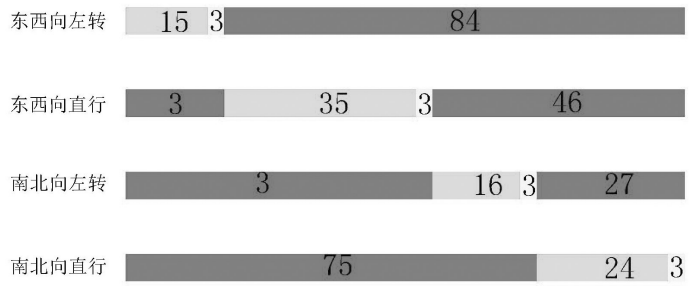


图3　信号相位图

表3　各流向交通量流量比

进口	转向	车道数	饱和流率（pcu/h）	交通量（pcu/h）	y_i
东进口	左	1	1240	18	0.0142
	直	2	2640	482	0.1827
	右	1	1240	100	0.0806
南进口	左	1	1240	168	0.1355
	直	2	2640	552	0.2091
	右	1	1240	135	0.1091
西进口	左	1	1240	76	0.0617
	直	2	2640	618	0.2341
	右	1	1240	300	0.2419
北进口	左	1	1240	100	0.0806
	直	2	2640	400	0.1515
	右	1	1240	29	0.0237

4.2 Webster法信号配时

星湖街—现代大道交叉口信号配时将主要分离左转、直行车流的冲突，右转车辆可以在与其他流向交通没有冲突时，实行绿灯放行，或者对于右转相位不实施控制。

表4是根据规范得到的配时结果。根据2.4中对于相位损失时间的讨论，用式（2–14）计算相位的损失时间更为合理。由式（2–14）得相位总损失时间为：

$$L=n\cdot\left(L_s+I-b\right)=4\times(3+3-1.5)=18\text{s} \tag{4–1}$$

表3　Webster最佳周期信号配时

相位	max（y_i）	Y	L（总损失时间/s）	周期（s）	有效绿灯时间（s）	绿信比	相位饱和度	实际显示绿灯时间（s）	黄灯时间（s）
东西直行	0.2341	0.64	12	64	19	0.297	0.79	19	3
东西左转	0.0617				5	0.078	0.79	5	3
南北直行	0.2091				17	0.265	0.79	17	3
南北左转	0.1355				11	0.172	0.79	11	3

规范中的相位损失时间少了黄灯后损失时间。据此对上述配时进行评价，如表5。

表5　考虑黄灯后损失时间的配时评价

相位	max（y_i）	Y	L（总损失时间/s）	周期（s）	有效绿灯时间（s）	绿信比	相位饱和度	实际显示绿灯时间（s）	黄灯时间（s）
东西直行	0.2341	0.64	18	64	17.5	0.274	0.86	19	3
东西左转	0.0617				3.5	0.055	1.13	5	3
南北直行	0.2091				15.5	0.242	0.86	17	3
南北左转	0.1355				9.5	0.148	0.91	11	3

从表4可以看出，各相位饱和度为0.79，相对偏小，理想的相位饱和度为0.8～0.9，此时交叉口可以获得较好的交通运行条件。当考虑了黄灯后损失时间后，各个相位的饱和度发生了很大的变化，东西左转相位的饱和度超过了1.0，南北左转相位的饱和度达到了0.91，配时结果不符合交通运行的理想条件。

4.3 基于一定相位饱和度的信号配时

4.3.1 等饱和度信号配时

现代大道—星湖街交叉口采用四相位配时，各相位的饱和度确定为0.85，采用等饱和度信号配时。根据式（3-1），确定各相位的绿信比，如表6。

表6　交叉口各流向的设计流量比

进口	转向	流量比y_i	设计饱和度	设计流量比y'_i
东进口	左	0.0142	0.85	0.0167
	直	0.1827	0.85	0.2150
南进口	左	0.1355	0.85	0.1594
	直	0.2091	0.85	0.2460
西进口	左	0.0617	0.85	0.0726
	直	0.2341	0.85	0.2754
北进口	左	0.0806	0.85	0.0949
	直	0.1515	0.85	0.1783
	右	0.0237	0.85	0.0279

相位总损失时间为：

$$L=n\cdot\left(L_s+I-b\right)=4\times(3+3-1.5)=18\text{s} \tag{4-2}$$

由表6得到各相位的最大流量比，如表7。

表7　各相位最大流量比

相位	max（y'_i）	Y
东西直行	0.2754	0.7533
东西左转	0.0726	
南北直行	0.2460	
南北左转	0.1594	

相位饱和度为0.85时的信号周期为：

$$C=\frac{L}{1-U}=\frac{18}{1-0.7533}=73\ \mathrm{s} \tag{4-3}$$

根据式（3-5）、式（3-6），得到各个相位的有效绿灯时间、实际显示绿灯时间，见表8。实际显示绿灯时间保留为整数，便于实际应用。

表8　配时参数

相位	有效绿灯时间（s）	绿信比	相位饱和度	实际显示绿灯时间（s）	黄灯时间（s）
东西直行	20.1	0.2754	0.85	22	3
东西左转	5.3	0.0726	0.85	7	3
南北直行	18.0	0.2460	0.85	19	3
南北左转	11.6	0.1594	0.85	13	3

在配时结束后，需要根据实际采用的配时参数进行校核。根据实际显示的绿灯时间计算出相应的有效绿灯时间，得到各个相位的绿信比。然后根据式（3-7）、式（3-8）进行各个相位的校核与整个交叉口的校核，见表9。

表9　配时校核

相位	实际显示绿灯时间（s）	有效绿灯时间（s）	绿信比	流量比	各个相位饱和度	整个交叉口相位饱和度
东西直行	22	20.5	0.2808	0.2341	0.83	0.85
东西左转	7	5.5	0.0753	0.0617	0.82	
南北直行	19	17.5	0.2397	0.2091	0.87	
南北左转	13	11.5	0.1575	0.1355	0.86	

由表9可以看出，各个相位的最终配时饱和度介于0.8～0.9之间，整个交叉口的相位饱和度为0.85，实现了设计饱和度为0.85的目标。

4.3.2 不等饱和度信号配时

现代大道—星湖街交叉口东西左转、南北直行这四个流向的相位饱和度确定为0.80，东西直行、南北左转流向的相位饱和度配时目标确定为0.85，整个交叉口采用不等饱和度信号配时。表10～表13为配时的具体流程。

表10　交叉口各流向的设计流量比

进口	转向	流量比y_i	设计饱和度	设计流量比y'_i
东进口	左	0.0142	0.8	0.0178
	直	0.1827	0.85	0.2150
南进口	左	0.1355	0.85	0.1594
	直	0.2091	0.8	0.2614
西进口	左	0.0617	0.8	0.0771
	直	0.2341	0.85	0.2754
北进口	左	0.0806	0.85	0.0949
	直	0.1515	0.8	0.1894

表11　各相位最大流量比

相位	max（y_i'）	Y
东西直行	0.2754	0.7733
东西左转	0.0771	
南北直行	0.2614	
南北左转	0.1594	

表12　配时参数

相位	周期时长（s）	有效绿灯时间（s）	绿信比	相位饱和度	实际显示绿灯时间（s）	黄灯时间（s）
东西直行	79	21.9	0.2754	0.85	23	3
东西左转		6.1	0.0771	0.85	8	3
南北直行		20.8	0.2614	0.85	22	3
南北左转		12.7	0.1594	0.85	14	3

表13　配时校核

相位	实际显示绿灯时间（s）	有效绿灯时间（s）	绿信比	流量比	各个相位饱和度	整个交叉口相位饱和度
东西直行	23	21.5	0.2722	0.2341	0.86	0.83
东西左转	8	6.5	0.0823	0.0617	0.75	
南北直行	22	20.5	0.2595	0.2091	0.81	
南北左转	14	12.5	0.1582	0.1355	0.86	

从表13看出，整个交叉口的相位饱和度介于0.8～0.9之间，但是东西左转相位的饱和度为0.75，有点偏低。此时，可以调整东西左转相位的设计饱和度，重新进行配时，直到各个相位的饱和度满足目标为止。

5　小　结

通过以上分析，与Webster法相比，基于一定相位饱和度的信号配时方法在交通量较低的交叉口更加灵活，有着更好的适应性。它可以根据不同的交通运行现状采取不等饱和度的配时原则，而Webster公式采用的是等饱和度配时原则，这也是二者最大的不同。

参考文献

[1] 杨锦冬，杨东援. 城市信号交叉口信号周期时长优化模型［J］. 同济大学学报，2001.

[2] 顾怀中，王炜. 交叉口交通信号配时模拟退火全局优化算法［J］. 东南大学学报：自然科学版，1998，3.

[3] 李克平. 德国交通信号控制指南［M］. 北京：中国建筑工业出版社，2006.

城市支路路段公交停靠站的适应性分析

孙宝芸　董　雷　于保阳
（沈阳建筑大学，沈阳 110168）

摘　要：根据城市支路的横断面布置形式，对支路路段公交停靠站的布置形式和适应性进行了具体的分析，在公交优先和以人为本的理念下，对一种新型的适合城市支路路段设置的突出式公交停靠站的适应性进行了探讨。

关键词：城市支路路段；突出式；公交停靠站；适应性

1　引　言

目前，我国城市已经整体迈入了汽车时代，特别在一些发达的大城市，小汽车已经呈现了爆发性的增长态势[1]。针对我国的实际情况，对小汽车的发展采用自由发展的政策是不现实的。为了减少小汽车交通对城市交通、环境的影响，基于可持续发展的理念，优先发展公共交通系统已经成为世界各国都在采取的一项共同的政策。只有建立发达的公共交通网络，布设合理的公交停靠站点，实现公交与其他交通方式的换乘，才能有效地提高公交自身的竞争能力。

2　城市支路设置公交停靠站的必要性分析

根据规范要求，在城市中心区规划的公共交通线网的密度应达到3～4km/km^2，在城市边缘地区应达到2～2.5km/km^2，这一数值随着城市规模和公交比例的增大还会增大。而《城市道路交通规划设计规范》建议的最大干路（主干路和次干路）网密度为2.6km/km^2，难以满足公交线路布置要求，所以将有大量支路需要承担布置公交线网的作用，满足公交线路行驶的要求。

公交停靠站是公共汽车运营路线在路边设立的候车设施，是公交设施中最基础的组成部分，也是公交线路与乘客联系的纽带，几乎分布在任何运行公交车辆的道路上。支路具有联系次干路和街坊路的功能，主要承担着服务的功能。在支路上设置公交停靠站，极大地方便了一个地区（比如居住区）乘客的出行，更好地体现了以人为本和公交优先的理念。

3　城市支路公交停靠站的布置方式

公交停靠站的布置方式与道路横断面的形式有关，根据《城市道路交通规划设计规范》的一般规定，城市支路多为两车道的一块板道路，或者机非混行，或者行人与非机动车混行，如图1和图2所示。人口大于200万的大城市支路可为3～4条机动车道，或者机非混行，或者行人与非机动车混行。

公交停靠站的位置和形式将直接影响乘客的候车安全、换乘方便，影响公交车辆运行的效率和道路的通行能力。基于此，本文对城市支路的公交停靠站的布置形式及其适应性进行了分析，并探讨了一种新型的突出的公交停靠站点的布置形式和对支路路段的适应性。

3.1 常用的公交停靠站点布置方法

目前，常用的公交车站的布置形式主要有两种：直线式停靠站和港湾式停靠站。

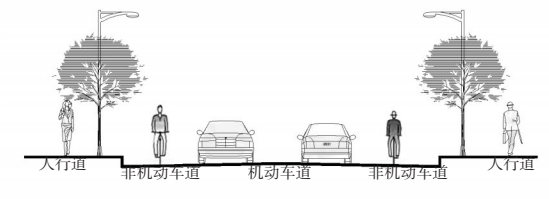


图1　机非混行支路断面

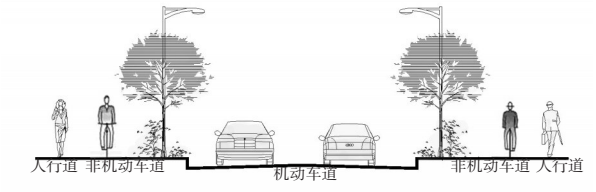


图2　行人与非机动车混行支路断面

3.1.1 直线式停靠站

直线式停靠站是城市支路中布置的最常用的公交停靠站形式，针对城市支路的横断面形式，直线式停靠站分为沿人行道边设置和沿分隔带设置两种。

（1）沿人行道边设置

沿人行道边设置的站台，采用比较普遍，构造也简单。它只要在人行道上辟出一定的用地作为站台，供乘客候车和上下即可[2]，如图3所示。这种布置形式的公交停靠站，设置在机动车与非机动车混行的一块板道路上，公交车辆在进出站台时与非机动车流有严重的交叉冲突。另外，如果由于非机动车交通量较大，公交车辆停靠在机动车道上，将对后续行驶的机动车流产生严重影响。因此，此种直线式公交停靠站适用于非机动车和机动车流量不大的城市支路路段，并在公交停靠站前将非机动车引导至人行道上行驶。

（2）沿分隔带设置

沿着非机动车和行人混行的城市支路断面形式的分隔带设置的公交停靠站，对非机动车影响很小，但是公交车辆停靠站台时，占据了一条车行道，对道路的通行能力影响较大，同时，上下车的乘客对非机动车的通行造成了干扰，布置形式如图4所示。对于具有3～4条机动车道的城市支路，如果路边有大量的路内停车，这种布置形式的公交停靠站将由于视距等原因无法保证乘客的安全性。因此，这种停靠站适用于实行单向交通的城市支路，或者机动车流量不大的双向路段。

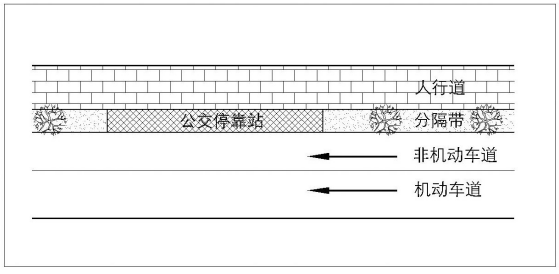


图3　沿人行道边设置的直线式停靠站

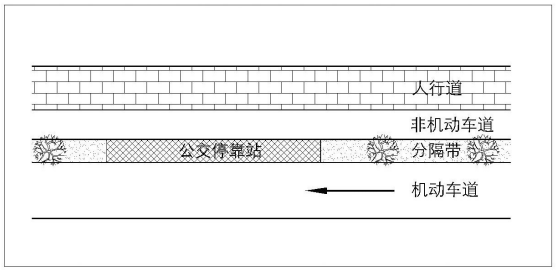


图4　沿分隔带设置的直线式停靠站

3.1.2 港湾式停靠站

港湾式停靠站是指在公交停靠站处将道路适当拓宽，将公交车辆的停靠位置设置在正常行驶的车道之外，以减少公交车辆停靠时形成的交通瓶颈对其他车辆的影响，保证路段车辆的正常运行[3]。根据城市支路的不同横断面形式，可以将公交港湾式停靠站设置成以下两种形式。

（1）压缩人行道设置

这种港湾式停靠站通常的做法是通过压缩人行道宽度对公交停靠站点部分进行外侧拓宽，为公交车辆停靠提供一条不占用机动车道的停靠地点，如图5所示。这种布置形式的公交停靠站，公交车辆停靠时与机动车道上通行的其他车辆交叉影响较小，提高了道路的通行能力。但是这种公交停靠站会对非机动车辆的行驶产生交叉干扰，因此，这种港湾式停靠站适用于机动车流量较大、非机动车流量不大的城市支路，并且要在公交停靠站前引导非机动车辆至人行道上行驶。

（2）压缩分隔带设置

对于非机动车和行人混行的城市支路，为了减少公交车辆和其他车辆之间的干扰，压缩分隔带为公交车辆停靠提供一条不占用机动车道的停靠地点，布置形式如图6所示。这种布置形式的公交停靠站，对其他交通流影响很小，但是对绿带宽度的要求很高。

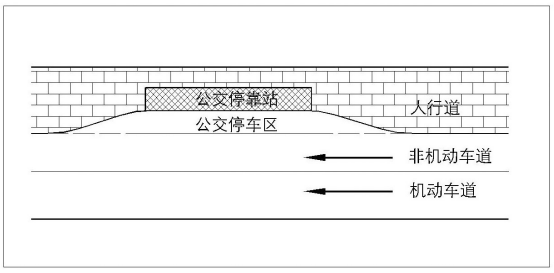


图5　沿人行道边设置的港湾式停靠站

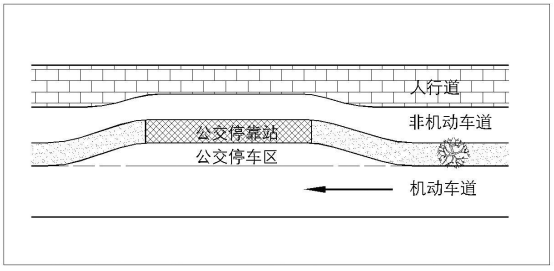


图6　沿分隔带设置的港湾式停靠站

3.2 一种新型的公交停靠站点形式的探讨

通过对以上公交停靠站点的布置形式和适应性分析来看，港湾式停靠站是目前为止较为理想的一种公交停靠站的布置形式，因为这种港湾式停靠站有利于公交车辆进出站点，减少了与其他机动车辆的冲突干扰，同时也增加了乘客上下车的安全性。这种公交停靠站在交通秩序良好、无违规停车时，能够发挥较好的作用。但是这种公交停靠站需要在较短的距离内完成加速减速的操作，很多公共汽车驾驶员并不按照要求完成整个停靠过程。而且在客流量较大的站点，大量乘客不遵守秩序，站到了停车道上候车。在这种情况下，港湾式停靠站的有效性难以得到保证。

对于具有3～4条机动车道的大城市支路，或者机非混行的两车道城市支路，往往由于停车设施的严重紧缺，这些道路兼具有停车的功能，使得候车的乘客无法保证候车的通视区域，而站到机动车道上来候车，在这种情况下，上述常用的公交停靠站的布置形式的绩效并不显著，而且也无法保障乘客候车的安全性和舒适性。

在国外先进理念[4]的引导下，本文探讨了一种新型的突出的公交停靠站以适应当前我国部分城市大量路边停车的情况，更好地体现了以人为本和公共交通优先的理念。突出的公交停靠站的设置方法是将站台向车道内延伸，占用一条机动车道或者占用非机动车道，缩小道路的有效宽度。如果占用了非机动车道，需要在停靠站之前将非机动车引导至人行道上行驶，这种设置方法适用于两条车道以上或者实行单向交通的旧城区城市支路。

设置这种公交停靠站的前提条件是存在大量路内停车，公交车辆无法正常进出站点，并且公交车停靠上下客时不会对其他车辆行驶产生大的干扰，可与公交专用道结合使用，如图7所示。

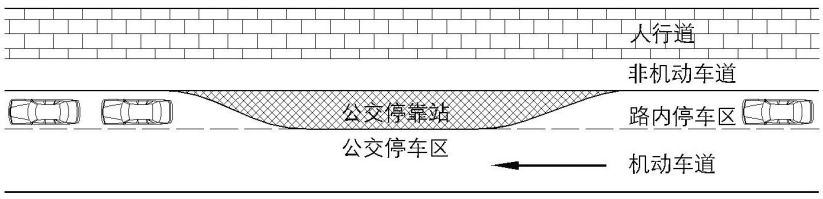


图7　突出式的公交停靠站

这种设置方法可以改善公交乘客的通视区域，更好地保障了乘客的安全和公交运营的效率，同时，也可以减少在雨天积水时乘客趟过积水才能上车的情况，提高了公交的服务水平。

4　结　语

针对城市交通问题和基于可持续发展的理念，除了合理地规划城市公共交通网络系统，提高公交

线网密度，加强管理，还要针对不同的情况，对公交基础设施进行合理的设计和布置。近年来，违规停车无法杜绝，使得公交车辆无法进出停靠站，公交站内事故不断增多，公交运行效率低下，无法真正实现以人为本和公交优先的理念。针对以上情况，本文对城市支路公交站点的布置方法和适应性进行了分析，通过科学地选择公交停靠站的布置形式以提高公交的运营效率，提高公交的服务水平，吸引更多的人乘坐公共交通工具。

参考文献

[1] 徐循初. 城市道路与交通规划［M］. 北京：中国建筑工业出版社，2007：249–253.

[2] 裴玉龙. 道路规划设计：城市道路与立体交叉［M］. 哈尔滨：黑龙江科学技术出版社，1997：133.

[3] 葛宏伟，王炜. 城市公交停靠站规划设置方法综述［J］. 现代城市研究，2004（11）：53.

[4] 张志荣. 都市捷运：发展与应用［M］. 天津：天津大学出版社，2002：41–42.

[5] CJJ 37—1990 城市道路设计规范［S］. 北京：中国建筑工业出版社，1991.

[6] GB 50220—1995 城市道路交通规划设计规范［S］. 北京：中国计划出版社，1995.

道路施工路段限速方案设计与仿真分析

刘伟东[1]　艾曦锋[2]　胡琪锐[1]
（1. 沈阳建筑大学，沈阳 110168；2. 东北林业大学，哈尔滨 150040）

摘　要：通过研究道路施工路段各区段的划分和长度设置，分析驾驶员在施工路段驾驶行为特性，提出了限速方案设计思路。采用微观交通流仿真技术对限速方案实例进行仿真分析，综合考虑车辆的制动减速度、行车延误等指标，探讨了道路限速值的合理性。

关键词：施工路段；限速；交通安全；VISSIM

在道路上进行道路养护、修补作业通常要封闭一部分车道，在这种情况下改变了原有的行车环境，易导致交通拥堵，引发安全事故，同时影响工程施工质量，给过往行人、车辆、施工人员带来安全隐患。为了确保作业区路段的交通安全，交通管理部门通常在作业区前方进行限速管理。如何选择限速值，确保行车安全，提高道路运行效率，是道路施工区交通安全研究的核心问题之一。限速过高，必将导致在作业区段车辆之间的速度差异过大，加上因施工作业而引起车道被封闭等危险因素，导致事故率的大大上升；过低的限速又会影响运输效率，降低经济效益。

1　车速与安全的关系

研究表明[1, 2]，速度梯度和运行车速是影响交通事故率和事故严重程度的两个主要因素，而且这两者的数值越大，发生严重事故的可能性也越大。速度梯度是路段中某辆车的运行车速与所有车辆平均车速之差，其数值的大小反映了该车行驶状态与一般车辆行驶状态差异性的大小。若某些车辆的运行车速过快或过慢，便会引起速度梯度的突变，从而导致交通事故的发生。大多数驾驶员为了赶时间、争速度、节约运输成本，通常会选择以较高的车速行驶，相较于以低于平均车速的速度运行，超速现象则更普遍一些。

限速标准的制定在切实反映道路交通运行状况的同时，还应该从交通安全的角度来考虑，必须能够有效地降低车辆运行速度的离散性，从而降低交通事故发生率和交通事故的严重程度。当限速标准越接近车辆运行的85%位车速时，其有效性和遵守率越高。

英国学者A.Buruya研究了事故率与速度和速度的变化之间的关系，开发了适用于欧洲的速度与事故模型——EURO模型[3]。EURO模型如下：

$$\Delta \ln(I) = \frac{1.536\Delta v}{\bar{v}}$$

式中　I——年平均事故率，每10^6veh.km.y；

Δv——速度梯度，km/h；

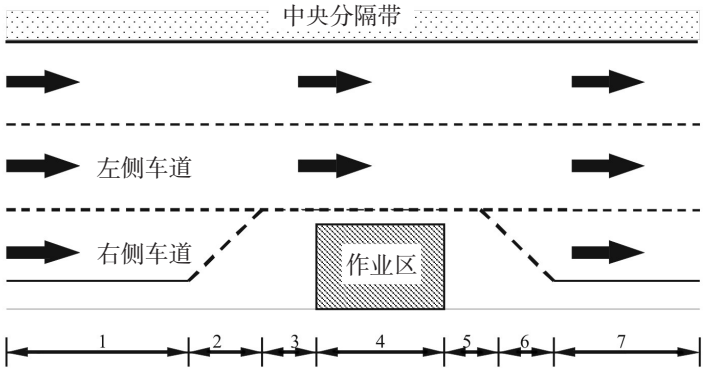
$\bar{v}$——平均运行车速，km/h。

因此，要客观地反映交通事故率与车速之间的关系，就必须同时考虑速度梯度与运行速度两项指标，从理论上分析行驶对交通安全的影响，掌握其影响机理，不仅可为事故成因分析提供参考，而且还可以为限速方案设计提供理论依据。

2　施工路段车辆运行特性分析

2.1 施工路段限速区路段的划分

道路施工作业路段一般可以分为7个区段，如图1所示。



1. 施工预告段；2. 上游过渡段；3. 上游缓冲段；4. 施工作业段；5. 下游缓冲段；6. 下游过渡段；7. 施工终止段

图1　道路施工路段各区段示意图

（1）施工预告段提示前方道路施工，应减速慢行，在此段开始位置设置交通标志，使驾驶员注意交通变化情况，以便及时采取措施。根据经验值，一般该段长度取1550m。

（2）上游过渡段起导流作用，引导车辆改变行驶方向，外侧车道行驶的车辆将变换车道汇合于内侧车道。

施工过渡段包括上游过渡段和下游过渡段，其长度可根据《道路交通标志标线（GB 5768—1999）》中规定计算。上游过渡段的长度可以用下列公式计算：

$$D=\frac{v^2W}{155}\quad(v\leqslant 60\text{km/h})$$

$$D=\frac{vW}{1.6}\quad(v>60\text{km/h})$$

式中　D——上游过渡段的长度，m；

W——上游过渡段缩减之路宽，m；

v——施工路段的限速值，或为施工路段的85%位车速，km/h。

一般施工中所采用的上游过渡段的长度要略大于用以上公式计算所得的长度值。而施工中所采用的下游过渡段的长度一般至少为30m。

（3）上游缓冲段为行车者和施工人员提供缓冲保护，缓冲路段内禁止工作人员停留，以避免因车道上的车辆失控引发事故。

根据已有资料[4]，上游缓冲段长度可按表1给出的数据查出。下游缓冲段一般不小于30m。

表1　上游缓冲路段长度与限速之间的关系

速度v（km/h）	50	60	70	80	90	100	110	120
长度D（m）	60	70	80	100	120	150	180	220

（4）施工作业段是养护施工人员活动和工作的区域，车道与作业路段之间应设置安全隔离装置。作业段长度与施工规模有关。

（5）下游缓冲段为行车者和施工人员提供缓冲保护的区段。

（6）下游过渡段是经过压缩断面后恢复正常行驶的过渡路段，起导流作用，引导车辆改变行驶方

向，变换车道，进入正常的行驶车道。

（7）施工终止段是解除施工限速的路段，位于施工路段的末端。此路段内交通环境恢复至正常情况。

2.2 限速标志下的驾驶行为分析

当驾驶员进入限速区感受到限速标志视觉信息后，有了减速行驶的驾驶意识，但是，驾驶人并不急于立刻减速，随着车辆距离施工作业段越来越近以及警告标志、限速标志的频繁出现，车辆的减速幅度也越来越大。车辆到达临近过渡段时，为保持车辆能顺利通过施工路段，右侧车道上的车辆被迫开始向左侧车道转移，越接近作业路段，完成合流动作的车辆越多，车辆在寻求换车道间隙的过程中对行车的速度影响较大，车辆总体速度处于下降的趋势，在施工段降低至最小速度。由于右侧车道车辆的合流，左侧车道上交通密度明显增大，并且因车辆不断调整加速度大小，车头间距以及车速处于不断变动的状态，车流出现紊乱现象[5]。

在合流换车道过程中，左侧车道必须出现足够大的间隙，右侧车道上的车辆才有可能完成合流动作，如果间隙小于临界合流间隙，车辆必须减速甚至停车等待机会。此时如果左侧车道交通量大，便造成右侧车道在施工作业段前排队现象，同时影响左侧车道行车速度。此外，从交通流理论中速度和流量的关系可知，在接近道路的通行能力附近，速度的提高将会引起通过的车流量的下降。因此，若车辆以过高的速度通过施工路段这段“瓶颈”区域，交通流集结速度大于消散速度，从而形成拥堵，且所形成的反向集结波将会传递至施工作业段的上游，造成交通混乱。通过施工路段后，因交通条件恢复，行车道通行能力提高，车辆逐渐加速至正常车速。

3　限速方案的应用及仿真分析

3.1 限速方案制定思路

在分析道路施工路段交通特性的基础上，参考现有一般道路限速标准，可整理出如图2所示的限速方案制定流程。限速值的初步确定可参考车速调查的速度均值或85%位车速。限速值的调整可在方案实施后的交通流进行车辆运行速度观测，用以评价限速方案的优劣。本文采用交通仿真方式对限速方案的运行效果进行检验和安全性校核，并对运行中效果较差的限速值重新调整。

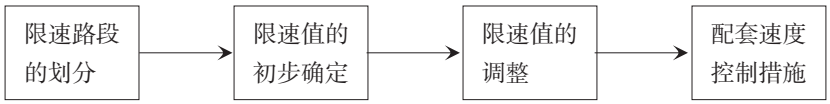


图2　限速流程图

3.2 限速方案仿真及其分析

3.2.1 VISSIM简介

微观交通仿真软件可以模拟各种道路的交通运行状况以及各种交通管制方案的可能效果。利用微观交通仿真软件可对各种设计方案下的交通流运行状况进行模拟，获得各项交通参数数据，如流量、速度、行程时间、延误时间等，并可以对不同限速值设计方案进行效果评价。

本文采用德国PTV公司开发的VISSIM 4.10版微观交通仿真系统为模拟工具。它是一个离散的、随机的、以1/10s为时间步长的微观仿真模型。车辆的纵向运动采用了心理-生理跟车模型（Psycho-physical Car-following Model），横向运动（车道变换）采用了基于规则（Rule-based）的算法。不同驾驶员行为模拟分为保守型和冒险型，车辆沿用用户定义的或从VISSIM输入的数据进行移动。VISSIM提供了图形化的界面，用2D或3D动画向用户直观显示车辆运动。

3.2.2 无速度限制情况下仿真结果

以沈阳市青年大街进行道路施工为例模拟仿真，测得原始数据如下：该路段平均单方向每小时内

通过的车辆总数为2944辆，其中小汽车2897辆，公交车40辆，货车7辆，将这些数据按照百分比输入软件中。青年大街平均车速达到40km/h以上，取40~45km/h，也输入软件中。

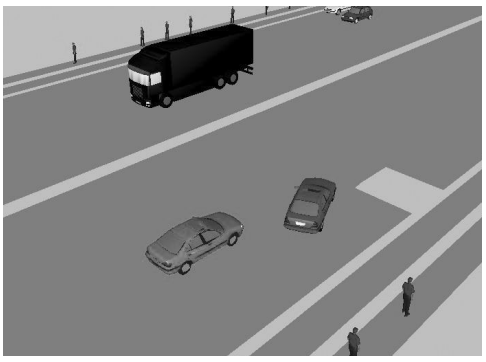


图3　道路施工路段动态仿真效果

使用VISSIM仿真的工具观察仿真3D效果动画，如图3所示。观察发现，仿真进行过程中，一辆轿车从左侧车道变换至右侧车道，进行合流动作，后面的车辆为避免追尾进行了紧急制动，这就说明该路段路面的施工区对行驶在左侧车道的车辆造成干扰。

如何用科学合理的数据来评价此时道路的危险性是首先需要解决的问题。一般的做法是测量该处的平均车速和交通流上游的平均车速，如果两个平均车速的差过大，就说明此路段是危险的；如果速度差不大，就认为是安全的。但由于车辆的分布是离散的，可能某时刻只有一辆车通过该处，车辆并没有因为特殊的路况进行减速，也有可能某时刻同时通过此处的车辆过多，造成了暂时的堵塞，车辆速度也会因此变慢，这样测量出来的平均车速并不能代表可能造成交通事故时的特殊情况，更不能用来判断该路段的安全性。

参考使用跟驰距离法来评价城市道路施工交通安全程度[6]。等效跟驰距离（following distance of equivalent，FDE）是假定前后两辆车在道路上处于跟驰行驶状态，当前车遇到紧急状况制动时，跟在后面的车辆发现前车制动时也立即制动的情况下，描述前后车辆事故风险程度的模型。

使用VISSIM软件中的数据采集器功能对通过该道路施工区的车辆进行数据采集，测量该路段内产生的最大减速度。如果车辆行驶至此处发生了紧急制动，也就是产生了过大的减速度，就说明此时该点有危险情况发生。

仿真结果显示，在施工路段设置的19个观测点中，最大的减速度达到了8.0m/s^2，而理想的制动减速度应该为2.8m/s^2（本文设置的期望减速度）。显然此时的道路安全性非常低，车辆行驶到此处产生紧急制动。

按照最初的设想，要对该路段进行限速控制，使通过该点的车辆的速度减慢，这样在车辆从外侧车道突然变换至内侧车道时，不至于使后方行驶的车辆因为速度过快而刹车不及。设置完成减速区后的道路模型如图4所示。

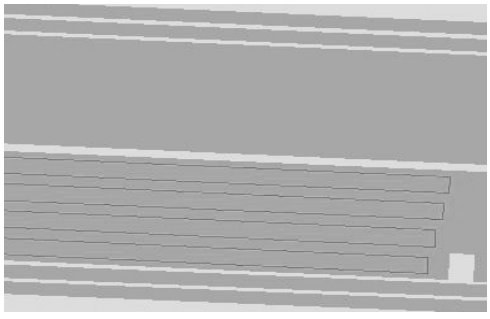


图4　减速区域设置

3.2.3 交通仿真结果及限速方案选择

合理的限速方案应该不仅仅提高道路安全性，还应该尽可能提高道路通行能力。要对道路通行能力进行测量，可以通过设置行程时间检测对来往车辆的路段行程时间、路段平均行程车速、路段总延误、平均延误、平均停车次数、平均停车延误等数据进行测量。不同限速控制方案状态下的交通仿真状况及采集到的测量参数值如表2所示。

表2　不同限速方案下的仿真结果对比

	最大减速度	行程时间	延误时间	停车延误	停车次数
无限速	7.4m/s^2	20.6s	2.4s	0.4s	0.25次
限速40km/h	7.2m/s^2	20.7s	2.5s	0.5s	0.27次
限速35km/h	5.5m/s^2	21.8s	2.6s	0.6s	0.31次
限速30km/h	5.0m/s^2	24.3s	3.7s	1.0s	0.53次
限速25km/h	4.4m/s^2	27.6s	4.9s	1.8s	0.8次
限速20km/h	4.2m/s^2	31.9s	6.2s	2.6s	1.05次

从表2中的数据不难看出，当限速35km/h时，最大减速度与限速40km/h时相比有了很大的改善，同时行程时间并没有明显增加，延误时间、停车延误、停车次数也都没有大的变化。当限速30km/h时，最大减速度只减小了0.5m/s^2，而行程时间等参数却变差了很多。因此可以判断，此时对该路段设置限速35km/h较为合理，在实际交通控制中可以采用分段限速手段，且限速值速差不宜过大[7]，所以，预告段开始和结束位置分别采用40km/h和30km/h为该施工路段的建议限速值。

4　结　论

综上所述，得出以下结论：

（1）道路车辆运行速度与交通事故率和交通事故严重程度有着密不可分的关系，车辆运行速度的离散性越高则交通事故率也将越高，运行速度越高则交通事故的严重程度也将越高。

（2）对道路施工路段交通组织方案的设计进行详细的论述，给出了各个路段长度的参考值。

（3）使用VISSIM软件对沈阳市青年大街施工路段进行微观仿真，通过对比分析不同限速值的仿真结果输出的参数值，得出该路段建议限速值为35km/h。

参考文献

[1] 唐敏文. 高速公路速度限制标准与方法研究［D］. 长沙：湖南大学，2008：19–23.

[2] 占辉，曾盛，易巍. 基于安全性评价的道路限速［J］. 公路，2009（12）：87.

[3] 许金良. 道路横断面因素对自由流车辆行驶速度及交通安全影响研究［D］，西安：长安大学，2006：13–15.

[4] 李永义. 高速公路施工路段交通组织方案设计与评价研究［D］. 南京：东南大学，2006：15–17.

[5] 司银霞. 限速标志对驾驶行为影响研究［D］. 长春：吉林大学，2005：26–36.

[6] 戴忧华，郭忠印，孔令旗，等. 城市道路施工交通安全评价研究［J］. 交通信息与安全，2009，27（150）：92–95.

[7] 王晓楠. 山区高速公路合理限速分段方法研究［D］. 西安：长安大学，2009：35.

[8] 钟连德，李秀文，侯德藻，等. 公路施工区限速措施效果评价研究［J］. 公路，2010，（3）：176–179.

[9] 高海龙，刘兴旺. 公路限速值设计方法［J］. 研究公路交通科技，2009，26（8）：145–148.

[10] WEGMAN F，GOLDENBELD H.Speed Management：Enforcement and New Technologies［J］. Traffic Technology，2002，1（5）：16–27.

机动化和城市化快速发展时期的上海交通出行需求模型改进研究

董志国　何炳坤
（上海市城市综合交通规划研究所，上海 200040）

摘　要：上海正处于交通机动化和郊区城市化快速发展时期，比如小汽车数量迅猛增长、轨道交通网络初步形成、郊区新城建设加快进行等。外部环境变化造成交通需求特征的重大改变，给上海交通出行需求模型带来巨大挑战，需要进行针对性的改进。本次改进将市域城镇交通出行分布、交通方式选择、轨道出行方式链、综合交通成本等作为改进重点，对人群分组、出行目的分类、交通方式分层、交通小区等基本框架进行较大范围的调整，重新确定流程结构。改进后的上海交通出行需求模型能够更好地适应未来上海社会、经济和交通发展趋势，为城市交通综合类项目研究提供更加有效可靠的交通需求信息。

关键词：出行分布；方式选择；轨道方式链；交通成本

上海交通出行需求模型是上海综合交通模型体系的核心模型，主要研究交通出行行为特征，如出行端点、出行方向、交通方式等。它主要用于交通战略、规划、政策以及重大交通工程建设等宏中观层面交通项目研究。自20世纪80年代创建以来，上海交通出行需求模型一直保持动态更新，至20世纪末已经进行了三次重要改进。但是，随着近年来上海经济、城市和交通的持续快速发展，城市交通需求特征发生了巨大变化，同时交通项目研究也对模型功能提出了新的要求，从而给模型带来重大挑战。因此，只有对模型的功能、结构和技术进行第四次全面改进，才能更好地反映城市交通需求实际发展情况，才能为交通项目提供更加有效的技术服务。

1　上海交通需求发展的重要外部影响因素

现阶段上海交通需求发展主要受三方面外部因素的影响：交通机动化、郊区城市化和交通政策。

1.1 交通机动化对交通需求的重要影响

本世纪以来，交通机动化呈现多模式、快速化的重要特征，表现在两个方面：一是小汽车数量的迅猛增长，本市注册小汽车数量从2000年的29万辆增加到2008年的99万辆，有车家庭比重从5%提高到14%，预计2020年小汽车数量将增加到400万辆；二是轨道交通网络加快形成，全市轨道交通线路总长从2000年的63km增加到2008年的251km，线路数从2000年的2条增加到2008年的9条，按照建设计划，2012年线路总长将达到500km，线路数达到15条。

多模式、快速化的交通机动化将导致上海交通需求特征的重大变化。首先，有车家庭的不断增加将带来全市交通需求整体结构的重大变化，因为有车家庭的交通出行行为与无车家庭相比会有很大不同。一般情况下，有车家庭在选择交通方式时会优先考虑小汽车方式，即使是其他交通方式也十分容易到达目的地，而无车家庭只能选择公共交通等其他方式。并且，有车家庭成员会选择更多的共同出行，比如丈夫开车先送妻子上班，自己再到工作单位，这与无车家庭成员分别前往工作单位的出行路径有很大不同。此外，根据交通调查，有车族平均每天的出行次数明显多于无车者。

其次，快速、大容量的轨道交通将成为上海城市交通的主导模式，从而深刻影响着人们的社会活动和交通行为。人们会选择搬到离市中心更远，但是有轨道站点服务的地区居住，出行空间范围大大

扩大。在午休时间或下班后，人们会通过轨道交通快速到达较远的地方进行活动，比如会见朋友、购物等，人们的出行次数会有所增加。同时，尽管轨道交通在城市交通中具有不可替代性优势，但是由于线路较少，因此它需要与其他交通方式互补来扩大轨道交通的服务覆盖范围。比如距离轨道站点较远地区的人们可以通过地面公交、小汽车、自行车等方式来换乘轨道交通，因此，以轨道交通为主体、多种其他交通方式辅助的出行方式链将成为一种重要的城市交通模式，这与传统的交通模式具有很大不同，不仅表现在交通方式上，还表现在出行路径等诸多方面。

1.2 郊区城市化对交通需求的重要影响

郊区是今后上海城市建设的重点。根据规划，上海市域将形成“1966”城镇体系，“1”代表中心城，“9”代表郊区新城，松江、嘉定、临港等主要新城的人口将接近百万规模，同时，郊区还将现有比较分散的乡镇、村落整合为新市镇和中心村。预计郊区人口还将增长1/3～1/2，其中新城人口将增长1.5倍。同时，中心城区将进一步向郊区扩展，外环线附近的大部分区域将与外环线内连为一体，预计未来中心城区的土地面积将扩大1倍。

郊区城市化将带来全市交通需求特征的重大变化。首先，郊区用地布局从分散向集中转变，人口和岗位集中后，人们出行的交通方式和目的地与当前相比将有极大不同；其次，交通需求的空间分布结构将由中心城区为主的单一层次向区域多层化转变，不仅有中心城与新城、新市镇之间的向心交通出行，还有新城、新市镇之间的郊区城镇内部出行；第三，随着轨道交通网络向郊区延伸，更多的人将选择居住在郊区、工作在中心城区的生活模式，郊区的轨道交通沿线将形成交通走廊，中心城的通勤交通范围扩展到整个市域，其中外环线之外的近郊区将成为通勤人口的主要居住区，进出中心城区的交通流量与现状相比将有大幅度增加。

1.3 交通政策对交通需求的重要影响

随着上海城市交通基础设施逐渐完善，交通建设的重点将逐渐从设施建设转向运行管理，通过管理来合理地分配交通资源，调控交通需求，使城市交通有序运行。其中，调控交通需求将是交通运行管理的核心内容。通过公交优惠票价、道路拥挤收费、停车收费等交通政策来实施。

交通政策对交通需求特征有着直接影响。以道路拥挤收费政策为例，在道路交通拥堵的市中心地区征收小汽车通行费用，提高小汽车使用成本，将迫使一部分原先使用小汽车的人改用公共交通方式出行，从而减少道路的小汽车流量，缓解道路交通压力，这将使交通需求的方式结构发生改变；但是，同时也会迫使一部分人改变目的地，比如减少到市中心购物、休憩的次数，而驾驶小汽车前往其他地区，甚至从长远来看，会导致一些企业由于商务成本提高而搬离市中心地区，从而对城市交通需求的空间结构产生重要影响。

2 上海交通出行需求模型的功能技术改进重点

为更好地反映交通需求发展趋势，满足交通政策等项目研究的新要求，将重点改进市域交通出行分布、交通方式选择、轨道出行方式链、交通出行成本等上海交通出行需求模型功能技术。

2.1 市域交通出行分布功能技术

小汽车逐步普及和轨道交通成网，使人们从出发地到目的地不再是单一的交通方式，而是可以选择多种交通方式，因此市域交通出行分布重力模型的改进重点之一是交通阻抗，它不再是过去单一的交通方式阻抗，而是多种交通方式综合阻抗的加权平均值，包括轨道交通、地面公交、出租车、小汽车、自行车和助动车等。这些交通方式的权重通过交通方式比重来确定，各种交通方式阻抗的计算方法参见2.4节。

另一个改进重点是如何有效反映市域交通出行空间结构特性。市域交通出行的空间结构包括两个层次：第一层为中心城、新城、新市镇相互之间的城际交通出行，第二层为中心城、新城、新市镇各自内部的市区交通出行。既有模型偏重于中心城区交通出行分布研究，本次改进将通过在重力模型中

设立k系数，来专门反映市域交通出行分布的双层结构特性。

市域交通出行分布重力模型公式如下：

$$T_{ij}=P_i\cdot\frac{F(imp)_{ij}\cdot A_j}{\sum_j F(imp)_{ij}\cdot A_j}\cdot k_{ij}$$

式中　T_{ij}——i小区到j小区的出行量；

P_i——i小区的出行产生量；

A_j——j小区的出行吸引量；

imp——小区之间的综合交通阻抗$=\sum_i p_i(a_1\cdot IVT+a_2\cdot OVT+a_3\cdot\cos t)$，$i$为交通方式、$p_i$为该方式的权重、$IVT$为车内时间、$OVT$为车外时间、$\cos t$为费用；

k_{ij}——交通地带不均衡系数；

$F(imp)_{ij}$——i小区到j小区的摩阻系数$=a\cdot imp^b\cdot e^{c\cdot imp}$。

2.2 交通方式选择分析功能技术

目前上海城市交通进入多种交通方式并存时期，既有步行、自行车等慢行交通方式，也有出租车、公交车、摩托车等常规机动化方式，还有轨道交通、磁悬浮等先进公交方式。这些交通方式适应了不同人群、不同目的的出行需要，在交通方式结构中都占有一定比重。例如，2007年上海市出行方式比重为轨道交通3.6%、地面公交13.4%、出租车6.2%、客车15.6%、摩托车4.5%、自行车及助动车27.8%、步行28.9%。各种交通方式之间既具有一定竞争性，同时也存在一定互补性。既有模型的交通方式研究功能基于20世纪八九十年代城市交通特征，小汽车数量很少，人们出行主要依靠公交车和自行车，交通方式选择分析功能技术相对简单。因此，本次模型改进的重点之一，就是要能够综合考虑轨道交通、地面公交、出租车、小汽车、摩托车、非机动车（助动车和自行车）等交通方式之间的相互关系，要能够分析出行者的社会经济背景、出行目的与交通方式选择的内在联系，要能够反映出行时间、交通费用等交通出行成本对交通方式选择的敏感性。

本次改进将采用nested模型技术，通过对各类交通方式的系统网络结构、运营状况、交通需求等特征进行比较，将交通方式分为四层，见图1。第一层是步行方式层，本层将步行方式与其他方式分离，主要考虑步行方式与其他交通方式之间的竞争关系较弱。步行方式一般属于短距离出行，它的比重高低与用地有密切关系，用地强度越高、居住工作混合度越高的地方，步行比重也越高；第二层是主方式层，本层将步行方式分离后的其他交通方式，按照公交、个体机动、出租车和非机动车划分为四种主要交通方式。其中公交主方式包括轨道交通和公交车，个体机动方式包括客车和摩托车。这四种主方式既存在较大差异，又有较强竞争性；第三层是子方式层，本层是将公交主方式再划分为轨道交通和公交车两种子方式，将个体机动主方式划分为客车和摩托车两种子方式。其中公交主方式划分是十分重要的，因此轨道交通与公交车在网络结构、运营组织上存在很大不同，将轨道交通与公交车进行划分将能够提高模型在公共交通客流预测方面的可靠性；第四层是轨道接驳方式层。

除上层步行方式外，其他三层采用nested-logit模型技术。logit技术依据个人选择行为理论，考虑交通方式的效用对选择概率的影响，效用越高，则该方式选择概率越大。交通方式的效用用于反映该交通系统的服务水平，比如出行时耗、费用等，也包括人们的喜好。不同人群、不同出行目的的交通方式效用是不同的，比如对于通勤出行，人们会更多地关注交通方式的准时性和快速性，因此轨道交通等交通方式会比较高；而对于休闲娱乐出行，人们会更多考虑交通方式的舒适性，此时小汽车方式的效用会比较高。

交通方式分层具有十分重要的作用，能够有效反映上海当前交通方式的复杂情况，较为准确地把握各类交通方式之间的竞争关系，包括人们社会经济特性、交通系统网络和运营组织、出行

费用和时间等各种因素对人们选择交通方式的影响。而这些因素在流量分配环节上是难以全面考虑的。

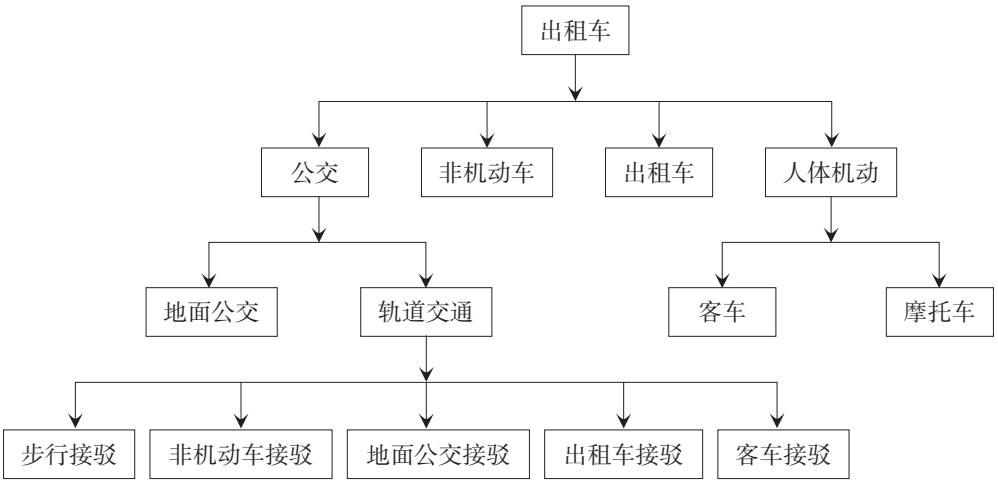


图1　交通方式分层结构图

2.3 轨道出行方式链分析功能技术

轨道出行方式链分析功能技术是交通方式选择结构的第四层。其他三层注重考虑各种交通方式之间的竞争关系，而该层着重考虑地面公交、小汽车、自行车等其他方式如何与轨道交通配合，形成以轨道交通为主、多种交通方式辅助的轨道出行方式链。随着上海轨道交通基本网络的加快形成，轨道出行方式链将逐渐成为城市交通的主导模式。因此，该项功能技术是本次模型的重点攻关内容。

轨道出行方式链分析功能的主要研究内容包括出行者采用何种其他交通方式、选择哪一个轨道站点进入轨道交通系统，然后又是选择哪一个轨道站点离开，又换乘何种其他方式到达最终目的地。该项功能技术可深入研究轨道交通客流特性，提高轨道客流预测的可靠性，并可用于停车换乘、轨道接驳公交线路设置等项目研究。

轨道交通的辅助交通方式分为两部分：一部分是从出发地到轨道站点上客之间的交通方式；另一部分是从轨道站点下客到目的地之间的交通方式。接驳方式主要包括步行、非机动车、出租车、公交车和小汽车。

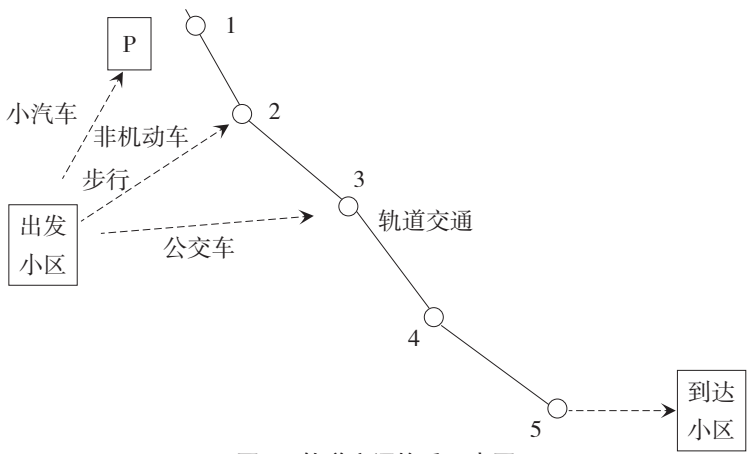


图2　轨道交通换乘示意图

如图2所示，出行者要从出发小区到到达小区。该出行者有若干个轨道站点可供选择，其中站点2距离出发小区最近，站点1有停车场，站点3有公交线路经过。如果采用步行或非机动车方式，则到

达轨道站点2的路程最短；如果采用公交车，则到达站点3乘坐轨道交通；如果采用“P＋R”方式，则到达站点1乘坐轨道交通。

轨道出行方式链分析功能也采用logit模型技术。效用函数由接驳方式效用和轨道方式效用两部分构成。

2.4 交通出行成本分析功能

交通出行成本分析功能是出行分布、交通方式选择等其他功能技术中交通阻抗、效用的研究基础。交通成本包括出行时间和交通费用等。交通成本对出行者的出行目的地、交通方式有着重要影响，并且也是反映城市用地交通可达性的重要指标之一。

本次改进重点是对既有模型的交通成本构成进行细化研究。在出行时间方面，既有模型主要考虑车内时间，本次改进增加了步行时间、等待时间和两端停放车时间等车外时间。在交通费用方面，既有模型主要考虑公交票价和道路通行费，本次改进增加了汽油费、小汽车维护费（折旧费、税费和保险费等）、停车费等。此外，针对不同交通方式的特征，轨道交通、地面公交的交通成本还增加了换乘次数。交通成本计算公式如下：

$$GC=a\cdot IVT+b\cdot OVT+c\cdot CST$$

式中　GC——某种交通方式的广义成本；

IVT——某种交通方式的车内时间；

OVT——某种交通方式的车外时间；

CST——某种交通方式的运行费用；

a、b、c——标定系数。

3　上海交通出行需求模型的框架结构改进

3.1 建模方法

目前交通模型基本理论主要有两种：trip_base和activity_base。trip_base理论当前技术最成熟、应用最广泛。该理论来源于微观经济学，将一个人一次出行作为决策单元，决策规则是个人出行利益最大化。activity_base理论来源于社会行为学，将一个人一段时间内的社会活动作为研究对象，不同社会经济背景的人的活动特性会有很大不同。

两种理论在技术方法上的不同之处在于，如果一个人一天有多次出行，trip-base将这些出行分别进行研究，而并不考虑多次出行之间是否有联系；activity_base则将这些出行统一进行研究，多次出行之间在出行目的、交通方式等特征上存在必然联系。

尽管activity_base在建模思想上比trip_base更符合真实世界状况，但是，目前它还处于前期研发阶段，国际上得到应用的城市案例还很少，在技术方法、专业软件等方面还不成熟。上海交通模型属于应用型模型，主要目的是解决实际问题，需要具有较高的可靠性。因此，本次改进仍然采用trip_base。今后会考虑在适当时机开展基于activity_base的模型技术研究。

3.2 人群分组

社会经济发展使人们的社会经济特性差异不断增大，带来交通行为的差异性。因此，本次模型框架改进首先需要考虑人群分组类别。人群分组一般有两种方法，一是按照收入分组。因为收入高人群在选择交通方式时倾向于考虑便捷性、舒适性，而收入低人群倾向于考虑交通费用。但是，目前上海包括国内许多城市都难以得到确切的个人实际收入资料，因此尽管收入分组在理论上是比较好的方法，但是目前实际当中难以实行。

二是按照小汽车拥有分组。即使是收入相同的人，是否拥有小汽车也会对他们的交通行为有很大影响，有车家庭会优先考虑小汽车方式，会有更多的出行次数，出行距离也会比无车家庭更长。而且使用小汽车分组，还能够更有效预测未来小汽车数量进一步增长后对交通需求的影响。因此，本次人群分组主要采用小汽车。需要注意的是拥有小汽车不是指个人，而是指整个家庭。这是因为整个家庭

成员的交通行为都会与小汽车有较大关系。比如，父亲开车送小孩到学校，然后再开车去上班，尽管小孩没有开车，但也使用了小汽车。

此外，还采用年龄结构对人群进行分组，划分为20岁以下、20~60岁、60岁以上三类。主要考虑不同年龄段的人们出行具有较大差异。比如，20岁以下的人们绝大部分属于学生，日常出行主要与上学相关。20~60岁的人大部分都有工作，社会活动较多，是影响城市交通的主要人群。60岁以上的人们绝大部分已经退休，日常出行多以休闲娱乐为主。

3.3 出行目的分类

出行目的类别仍然保持既有模型的7种分类，包括基于家上班、基于家上学、基于家业务、基于家购物、基于家其他、非基于家业务、非基于家其他等。前5种是基于家出行，即出行的一个端点是家；后2种为非基于家出行，即出行任何一个端点都与家无关。

基于家上班出行，是指出行的一个端点是家，另一个端点是工作场所，包括从家到工作场所的上班出行和从工作场所返回家的下班出行。基于家上班出行在整个交通需求中占的比重最大，并且集中在早晚高峰时段，对城市交通的影响也最大。因此该目的出行是模型研究最为重要的目的。

基于家上学出行，是指出行的一个端点是家，另一个端点是学校，包括从家到学校的上学出行和从学校返回家的放学出行。该目的出行的人群一般是学生。学校教职员工另外属于基于家上班出行。

基于家业务、基于家购物、基于家其他等三种目的出行，是指出行一个端点是家，另一个端点分别是业务联系场所（非本人工作场所）、购物场所（商场等）、其他场所等。

非基于家业务出行是指从事业务往来，任何一个端点均与家无关的出行。基于家其他出行是指非业务目的、非基于家的出行。

3.4 出行时段划分

既有模型偏重于中长期交通需求预测研究，因此出行时段以全天和白天为主。本次模型改进考虑近期交通设施建设和现状交通管理的研究要求，将着重开发早晚高峰两个时段的交通需求特征，建立时段划分函数，从而能够更深入地反映交通需求在空间、方向和时间上的不均衡性。全天将划分为四个时段：早高峰（6:00—8:59）、平峰（9:00—15:59）、晚高峰（16:00—18:59）和夜间（19:00—5:59）。

3.5 交通小区划分

目前全市交通小区为1059个，其中一般小区997个，特殊点小区62个（市境公路道口、对外交通枢纽等）。中心城约660个交通小区，平均每个小区土地面积约1km^2。郊区约340个小区，平均每个小区土地面积17km^2。

按照宏中观层面交通决策技术支持的深度要求，目前外环内交通小区数量基本能够满足研究需要，但是在中外环之间的部分地区的交通小区还需进一步细分，外环内交通小区数量应达到800个左右。目前外环外交通小区范围显然过大，难以适应郊区城市化发展趋势，需要进行细化。根据郊区“1966”城镇体系规划的城市化范围，并考虑市域轨道沿线站点周边区域的高强度开发可能性，外环外交通小区数量应在2000个左右比较合适。此外，公路市境道口、交通枢纽、货运码头和轨道站点等将作为特殊点小区。全市交通小区总数大约为4000个。

3.6 公共交通网络分层

既有模型的交通网络包括公共交通网络和道路交通网络两大类。公共交通网络为单层网络，包括轨道交通、地面公交等两种子方式，道路交通网络分为七层网络，分别为小客车、大客车、出租车、摩托车、小货车、大货车和自行车等七种车辆子系统网络。

本次模型改进按照交通方式选择、轨道出行方式链分析功能的要求，将对公共交通网络进行分层，首先将轨道交通和地面公交分为两层，其次再将轨道交通网络按照接驳子方式分为步行＋轨道、自行车＋轨道、地面公交＋轨道、机动车（出租车、客车、摩托车）＋轨道等四个子层，从而能够系统深入地研究不同接驳方式的轨道客流出行特征。

3.7 模型流程结构

模型流程结构仍然采用“四阶段”流程结构，并按照功能框架要求增加了一些子模块，主要模块包括出行生成、步行预划分、出行分布、方式划分、轨道换乘、流量分配模型等。如图3所示。

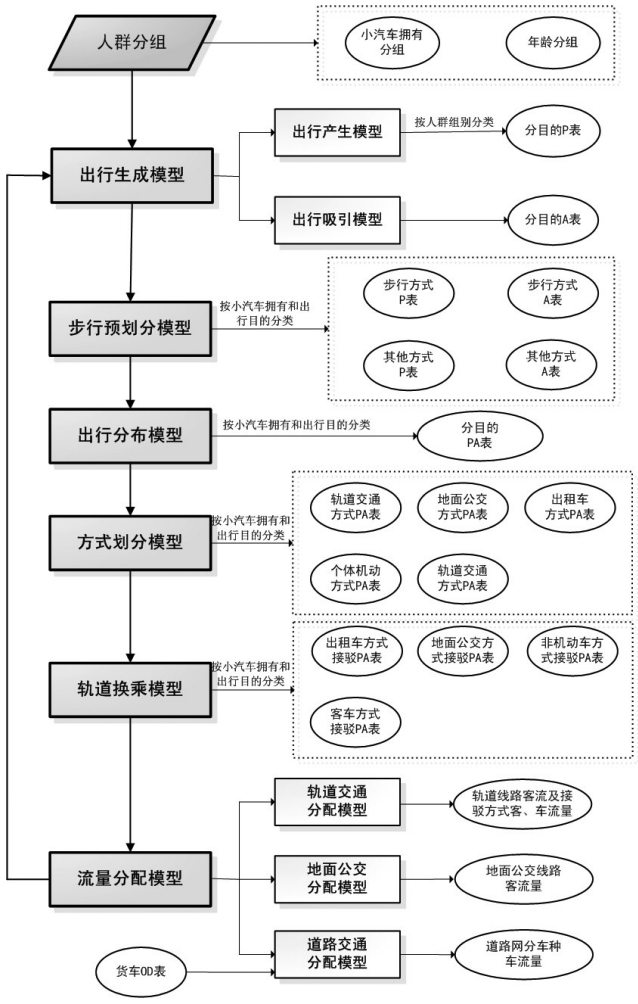


图3　交通出行需求模型流程结构图

人群分组模块是模型的输入模块，将人群按照小汽车拥有情况和年龄结构进行分组。小汽车拥有情况包括有车和无车两种类型，如果一个家庭拥有一部以上小汽车，则认为该家庭所有成员都属于有车类型。年龄结构包括6～19岁、20～60岁和60岁以上三种。

出行生成模型主要研究出行产生、吸引两个端点的出行量。包括出行产生和出行吸引两个模型。出行产生模型采用交叉分类法，研究各组人群不同出行目的的出行产生率。出行目的包括基于家上班、基于家上学、基于家业务、基于家购物、基于家其他、非基于家工作和非基于家其他等7类。出行吸引模型采用回归分析法，研究不同出行目的的出行吸引量。

步行预划分模型主要研究不同出行目的的两个端点的步行方式比重。既有模型一般采用趋势外推及经验判断等方法，本次采用logitstic方法，能够有效考虑某一用地的居住与工作混合程度对步行方式的影响，一般来说，居住与工作的混合程度越高，步行方式比重就越高。

出行分布模型输入扣除步行方式的其他方式出行产生和吸引端点，建立两个端点之间的空间关系，得到不同小汽车拥有情况、出行目的的出行分布特征。本次仍然采用重力模型技术。但是重点采用交通成本分析技术对综合交通阻抗进行了改进。

方式选择模型用于实现交通方式选择分析功能。它输入扣除步行方式的其他方式合计出行分布表，并运用nested-logit技术，计算不同小汽车拥有情况、不同出行目的、每一次出行的交通方式结构，包括轨道交通、地面公交、出租车、个体机动、非机动车等，从而得到各种方式的出行分布表。

轨道换乘模型用于实现轨道出行方式链分析功能。它输入轨道主方式出行分布表，计算步行、地面公交、出租车、社会客车和非机动车等轨道上客、下客辅助方式比重和相应出行分布表，并得到轨道站间出行分布表。

流量分配模型用于实现轨道交通线网、地面公交线网和道路网的流量分配。轨道交通采用多层分配，将拆分为各种辅助方式的轨道出行分布表依次在轨道线网上进行分配，并将客流进行叠加。道路交通采用multi-class assignment技术，将小客车、大客车、出租车、摩托车、小货车、大货车的出行分布表在道路网上同时进行分配。

4 结 语

上海交通出行需求模型本次改进，在基础资料方面进行了充分准备。不仅拥有上海第四次综合交通调查常规资料，还积极利用道路线圈、交通卡、轨道闸机、高速公路收费站、GPS等动态基础数据。上海交通出行需求模型作为上海综合交通模型体系的核心模型，改进后不仅能够更好地反映上海交通需求发展趋势，满足交通决策技术支持的新要求，还能够引领其他交通模型的共同提高，全面提升上海综合交通模型体系的技术水平。

参考文献

[1] 陆锡明，李敏，陈声洪. 上海交通规划模型及其应用［R］. 上海：上海市城市综合交通规划研究所，1996.

[2] 陈声洪. 上海城市交通分析和预测［M］. 上海：上海科学技术出版社，1998.

[3] U.S.Department of Transportation. Guidelines for Network Representation of Transit Access［R］. U.S.：Travel Model Imprvement Program，1998.

[4] Juan de Dios Ortuzar，Luis G..willumsen. Modelling Transport［M］. U.S.：JOHN WILEY&SONS LTD，2002.

[5] Frank S. Koppelman and Chandra Bhat.A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling：Multinomial and Nested Logit Models［M］. U.S.：Derpartment of Transportation、Federal Transit Administration，2006.

[6] 陆锡明，陈必壮，董志国. 上海综合交通模型体系研究［J］. 城市交通，2008（1）.

[7] 上海市城市综合交通规划研究所. 城市交通模型技术与应用［M］. 上海：同济大学出版社，2008.

宁波港北仑片区道路交通量需求预测

宋征宇
（上海海事大学交通运输学院，上海 201306）

摘　要：针对集装箱港区吞吐量增长给港区公路集疏运系统所带来的压力，研究公路交通量与集装箱公路集疏运量的关系。通过建立集装箱港区公路交通量的计算模式，并借助交通工程学的有关理论分析港口道路集疏运系统的适应性。

关键词：集疏运道路；交通量需求；适应性分析

1　引　言

近年来，我国大陆集装箱码头发展迅速，集装箱港口不断朝着现代化、专业化、大型化、集约化的方向发展，集装箱港区吞吐量增长给港区公路集疏运系统带来很大压力[1]。

集疏运网络及其配套设施滞后，制约我国港口及临港工业的发展。一是现有的疏港通道技术等级低，交通不堪重负。由于疏港公路技术等级低，机动车车道数明显不足，已成为集疏运的瓶颈。二是疏港高速公路的规划方案和建设速度令人担忧。疏港高速公路能让尽可能多的集装箱汽车快速安全地行驶，通常，一条四车道的高速公路的日通行能力是一级公路的一倍以上，是二级公路的4～5倍。三是集疏运配套设施及服务薄弱，已引发社会问题。

在集装箱港区道路建设过程中，由于车流的自身特点，使其交通量需求预测方法也有一定的规律可循。当前对港区道路交通量需求预测普遍采用常规的四阶段法，但该方法在实际操作过程中显得较为繁琐，且费时费力。如何合理地对集装箱港区产生的陆路交通量进行预测并指导港口道路集疏运系统的规划设计，很大程度上决定了集装箱港口能否顺畅运作、高效经营。文章通过建立集装箱港区交通量与港口道路集疏运系统的适应性进行分析，结合宁波港北仑片区集装箱疏港道路工程的实际，研究一种将港区交通量按性质分类，采用不同交通量需求预测方法的综合预测方法[2-6]。

2　交通量需求预测方法[2-6]

交通量需求预测是指根据国民经济发展状况，对区域内及各交通分区的交通需求总量进行预测，通常采用专家法和模型法。

2.1 专家法

专家法是以专家系统的经验为依据，对预测指标及其预测结果进行判断，并根据专家意见进行修正，直至基本满意为止。该方法存在专家过多的主观因素，缺乏理论基础，难以实现规范化和系统化。但应该肯定的是专家经验在交通量预测方面的作用不应忽视，只是必须与科学方法相结合才能更好地发挥作用。

2.2 模型法

模型法是根据历史资料建立数学模型进行预测的方法。交通量需求预测模型众多，常用的方法有总量控制法、时间序列法、增长率法、回归分析法、类别生成率法等。

由于集装箱港区路网区域较小，交通流成因比较简单，可以考虑总量控制法、增长率法、类别生成率法等较为简单易行的方法。

3　集装箱港区交通量预测

3.1 集装箱港区交通的特点及集装箱港区公路交通量组成分析

3.1.1 集装箱运输货物流程[1]

集装箱货物集散方式有两种：整箱货（FCL）和拼箱货（LCL）。

国际集装箱运输出口货运程序包括订舱、确认、发放空箱、拼箱货装运交接、整箱货装运交接、集装箱交接签证、换取（签发）提单、装船等环节。

在出口货运程序中，与公路交通有关系的主要为发放空箱、整箱收货及件杂货至港区货运站的集散等过程，主要为整箱货由发货人或拖车公司至港区提取空箱，装箱后整箱运至港区交接；拼箱货由发货人或拖车公司运送件杂货至港区货运站，空车回程。

国际集装箱运输进口货运程序包括传输及分送货运单证、发送到货通知、换取和签发提货单并制作交货记录、办理一关三检手续、输提货手续、整箱交货、拼箱货交货等环节。

在进口货运程序中，与公路交通有关系的主要为提取重箱及空箱回送、拆箱货的提取等，主要为整箱货由收货人或拖车公司进港提取重箱离港，拆箱后空箱回送；拼箱货由收货人或拖车公司空车进港区货运站，提取件杂货后离港。

3.1.2 集装箱港区交通的特点

集装箱港区内的交通包括集疏运交通（集装箱车辆）和非集疏运交通（其他社会车辆）两大类[2-6]。集疏运交通主要包括港口与外围地区之间的交通、后方陆域用地与外围地区之间的交通以及港口和后方陆域之间的交通。非集疏运交通主要指港区常规的客货运交通，如客运交通按照出行目的主要分为上班、公务、生活以及其他目的等[7-8]。因此，在进行交通量需求预测时可采取对两类交通分别进行预测的办法，最终港区内道路网的总交通量等于两种交通分配结果的叠加[2-6]。

因此，在交通量预测过程中，采用分别预测集疏运交通与非集疏运交通两类交通量，其后可将预测需求交通量在未来规划路网上进行流量分配预测。此外，集疏运交通和非集疏运交通都可以在上述基础上再划分为对外交通和港区内部交通两种。对于非集疏运交通，港区内部交通所占比例一般很少，预测可以忽略港区内部非集疏运交通；对于集疏运交通，港区内部交通所占比例较大，且港区内部的交通联系具有多样化和复杂化的特点。集疏运交通的港区内部交通也可以称为区港联动交通，其在港口交通中占有十分重要的地位，故区港联动交通必须重点考虑，它也是集装箱港区交通量需求预测的关键[2-6]。

3.1.3 港内道路交通特点

港内道路交通以货运为主，主要功能是承担集疏港运输。港区内机动车的组成结构与城市道路的机动车组成结构相比，货车所占比例较高。交通构成主要为大型货车、集装箱车、通勤客车、出租车等。同时，港区内的道路交通还包括以下几个明显有别于其他环境的交通特点：一是港口道路交通始终与港口内作业的船舶的到达和离开密切相关；二是港口内大型车辆车身长、动力性能差，对通行能力的影响较大；三是车辆在港口内需要停放待检，车辆停放问题突出。

根据港内车辆调查情况，港内车辆可以划分为如下几类：

客车：包括小型客车、大型客车等所有客运车辆，平均长度约为4.5m。

短集装箱车：能装载一个20ft（约6.1m）标准箱的集装箱车，长度约为10m。

加长集装箱车：通常三轴，可装载两个20ft（约6.1m）标准箱或一个40ft（约12.2m）大箱，载重约为16t，车长约为18m。

货车：装载散杂货，或一个标准箱，车长约为10m。

加长货车：两侧有挡板，车长约为16m。

油罐车：载货部位的结构为封闭罐体的载货汽车，车长约为15m。

其他车辆：未归入以上车辆类型中的其他车辆[9-11]。

道路集疏运车辆一般指集装箱卡车，由于其主要从事大件货物的“门到门”的运输，因此结构特点、道路行驶条件与一般车辆有较大的区别。道路集疏运交通有如下基本特征：

（1）港口道路集疏运是一种高效率、高效益、高运输质量的运输方式。

（2）港口道路集疏运车辆较大，运行情况不同于城市其他车辆。

（3）港口道路集疏运车辆相对小汽车来讲，运行车速较低，车头时距大，在混合车流中容易形成“移动瓶颈”。

（4）集装箱卡车行驶速度较一般货车快，对其他车辆有较大的影响。

（5）在一般货运道路交通事故中，集装箱卡车所造成的交通事故较为严重[12]。

3.1.4 集装箱港区公路交通量组成分析

进行集装箱港区公路运输产生的交通量分析时，可以分为货运及客运两大类。根据前面的分析，货运又分整箱货（FCL）运输和拼箱货（LCL）运输两种方式，这里论述的拼箱货是指在港区货运站进行拼箱的件杂货物，而在港口腹地内的货运站进行拼箱的货物对港区道路运输而言均视为整箱运输；整拼箱货的比例也因各港而异[1]。港区交通量构成如图1所示。

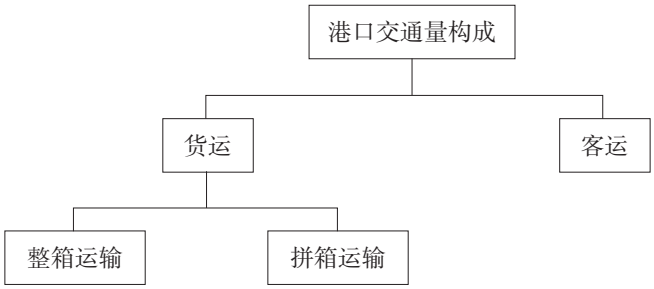


图1　港口交通量构成示意图[1]

港内道路交通车辆构成复杂，包括客车、集装箱卡车、中型货车、大型货车、油罐车等。其中集装箱卡车包括装1个标准箱和2个标准箱2类；中型货车主要用于运输散杂货；油罐车是指载货部位的结构为封闭罐体的载货汽车。

港口各主要路段客车比例较城市道路和普通公路小，大多在10%～30%之间；集装箱车比例较大，短集装箱车和加长集装箱车比例在30%～50%之间，这和主要路段所在港区大多为集装箱为主的码头布置有关。总体上，货车占60%～90%，比例较大，是港内道路车辆构成的主要特征。结合这一特征，对港内道路规划、设计和交通组织管理宜采用具有针对性的措施和方案[13-15]。

3.2 常用交通量需求预测模型比较及集装箱港区公路交通量计算模式的确定和预测基本思路

3.2.1 常用交通量需求预测模型比较

表1　常用交通量需求预测模型比较[2-6]

模型	优点	缺点	适用范围
总量控制法	计算简单，预测过程浅显易懂	对复杂路网预测误差较大	城市道路 区域公路
增长率法	计算简单，预测结果粗略，较适用于近期预测	当多个因素影响交通生成量时，预测值误差较大	城市道路 区域公路
回归分析法	可以解决多个影响交通生成因素的问题	无法考虑非定量指标因素对于交通生成的影响	城市道路 区域公路
类别生成率法	能考虑多个交通生成影响因素	影响因素过多或变化较大时，该模型不适用	城市道路
时间序列法	省略变量筛选、自变量预测、参数检验，显得较为简单、直观	要求数学知识深奥，计算复杂，需要借助计算机	区域公路

3.2.2 交通量需求预测[2-6]

3.2.2.1 集疏运交通需求预测

（1）对外集疏运交通需求预测

集疏运交通即是港口的对外交通。下面介绍两种对外交通需求预测方法：生成率法和总量控制法。

①生成率法

根据港区地理位置的特殊性，对所有进出港区路口的集装箱交通流量进行现状调查，分析单位吞吐量（总吞吐量减中转吞吐量）产生的对外交通道路集装箱交通流量，然后根据未来吞吐量（总吞吐量减中转吞吐量）的预测值，确定未来港区对外道路交通量。具体计算公式如下：

集装箱车辆增长率＝（未来年港区总吞吐量－中转量）／（现状港区总吞吐量－中转量）

②总量控制法

主要指通过分析港区内的交通产生的各个过程，以进出口集装箱吞吐量为总量控制来预测未来一段时间内的交通需求量。

进出口货物每集装箱使用道路4次。因此，根据一段时间（如一年或者某月等）内集装箱吞吐量可以计算出该段时间内港区对外的交通量，再根据高峰小时系数则可以计算出港区对外交通量。

（2）区港联动集疏运交通需求预测

对区港联动交通需求进行预测主要采用生成率与定性分析相结合的方法。根据港口吞吐量、中转比例、进出口比例、查验比例以及查验模式等，采用定性分析与定量计算相结合的方法进行预测。

3.2.2.2 非集疏运交通需求预测

非集疏运交通是除集装箱运输外的其他客货运交通。由于非集疏运交通表现的类型更为复杂，对其一一进行预测相对困难。对于布局用地变化不大的港区可以采用与城市居民出行预测相同的方法进行交通需求预测，如可先抽样调查基础OD以进行非集疏运交通需求预测。然而这种调查复杂、难度大，还不易实施。此外，现在很多港区都面临着功能整合，现状和未来用地布局变化比较大，故更不适合采用普通的交通需求预测方法。

因此，非集疏运对外交通需求可根据现状调查资料采用增长率法进行预测。

客车增长率＝（居住人口增长率＋就业岗位增长率）／2

其他货车增长率＝（集装箱车辆增长率＋客车增长率）／2

3.2.3 集装箱港区公路交通量计算模式的确定[1]

公路交通量计算模式分货运及客运进行确定，其中货运又分为整箱运输和拼箱运输两类。

（1）货运产生的交通量计算模式

①集装箱整箱公路运输的高峰小时交通量基本计算模式如下：

$$q_{整}=\frac{Q_{公}\times P_{整}\times C_{拖-PCU}\times PHF}{T_{载}\times d}$$

式中　$q_{整}$——整箱货运流量，PCU／h；

$Q_{公}$——集装箱公路集疏运总量（TEU）；

$P_{整}$——整箱运输率；

$T_{载}$——集装箱拖车平均载箱量；

d——港口年作业天数；

$C_{拖-PCU}$——集装箱拖车转换成PCU的系数；

PHF——高峰小时系数。

②集装箱拼箱运输产生的高峰小时交通量按以下模式计算：

$$q_{拼}=\frac{Q_{公}\times P_{拼}\times C_{箱-货}\times C_{货-PCU}\times PHF}{d\times（1-N_{普货}）}$$

式中　$q_{拼}$——拼箱货运流量，PCU／h；

$P_{拼}$——拼箱率；

$C_{箱-货}$——集装箱TEU转换成普通货车系数；

$C_{货-PCU}$——普通货车转换成PCU系数；

$N_{普货}$——普通货车空载率。

（2）客运产生的交通量计算模式

根据集装箱港区规划规模，测算港口的劳动就业人数，通过城市客运交通需求发展预测的基本理论——出行生成预测法进行测算。居民出行生成预测分居民出行发生预测和居民出行吸引预测两部分，所谓出行生成，就是城市土地利用对城市居民出行意愿的作用结果。

4　集装箱港区公路运输交通量的实例计算[1]

为简化起见，文章以宁波港北仑片区规划为例，对港口货运、客运产生的交通量进行分析计算。

4.1 基本资料及计算参数的选取

（1）港区集装箱公路集疏运总量到2020年预计将达到1200×10^4TEU／a，港区作业天数取360d／a；

（2）整箱率通过调查约为0.85，即拼箱率为0.15；

（3）根据港区及相类似港口的拖车载箱情况调查，集装箱拖车平均载箱量取0.95TEU；

（4）集装箱拖车转换成PCU的系数取2.8，集装箱TEU转换成普通货车的系数取3.5，普通货车转换成PCU的系数取1.75，普通货车空载率取0.3；

（5）高峰小时系数[16]：根据交通工程学的有关理论，高峰小时系数一般取“交通量频率曲线第30位小时交通量”作为设计小时交通量。第30位小时交通量一般为日均交通量的11.91～13.66，考虑港区交通与市政交通的区别，本文货运高峰小时系数PHF取0.15，客运高峰小时系数PHF取0.17；

（6）集装箱港区劳动就业人数根据该港区规划的要求，确定为40000人。

4.2 港区货运产生的交通量计算

4.2.1 整箱运输产生的交通量计算

根据以上参数，计算得集装箱整箱公路运输的高峰小时交通量为12526PCU／h，它表示集装箱港区公路双方向的高峰小时交通量。

根据交通工程学的理论[16]，一条道路往返两个方向的交通量，在较长的时间内应该是平衡的，但是在某段时间内，两个方向的交通量会有很明显的差别，因此提出重方向系数的概念。反映在集装箱港区，当集装箱班轮到港前，到港拖车明显比出港拖车增多；反之，可能存在出港拖车比进港拖车多的现象。根据经验，重方向系数一般取0.55，因此，计算得集装箱公路整箱运输高峰小时的重方向交通需求量为6889PCU／h。

4.2.2 拼箱运输产生的交通量计算

根据以上参数，计算得集装箱拼箱公路运输的高峰小时交通量为6563PCU／h，同理可计算重方向交通需求量为3610PCU／h。

4.3 港区客运产生的交通量计算

集装箱港区定员为40000人，考虑到港区工作性质，日人均对外客运出行次数定位为1.5，利用总量预测法，日对外交通出行总量为60000次。

假定出行次数转换成PCU，交通流量系数为0.3，则日客运交通需求为18000PCU。

考虑到港口工作时间特征，高峰小时系数PHF取0.17，则港口产生的高峰小时客运需求为3060PCU／h，同理可计算重方向需求量为1683PCU／h。

4.4 集装箱港区交通量需求综合分析

根据以上分析，港区交通量将由集装箱货运（包括整箱、拼箱运输）及客运产生，以上交通量汇

总如表2所示。

表2　港区对外道路交通总需求（PCU／h）

产生交通需求类别	交通需求	备注
港口货运	12526	集装箱整箱运输
	6563	集装箱拼箱运输
港口客运	3060	
总交通需求	22149	
重方向系数	0.55	
重方向交通需求	12182	

由表2得知港区高峰小时交通量为22149PCU／h，重方向交通量为12182PCU／h，交通需求较大。

4.5 港口道路系统的适应性分析

宁波港北仑片区现有3条双向2车道、2条双向4车道的对外联系的道路，则重方向单车道交通量将达到1740PCU／h，按照交通工程学的基本理论，其服务水平为C级，服务水平基本能够满足港区的实际需求。

5　结　语

随着我国集装箱码头的发展和吞吐量的迅速增长，给港口后方道路系统带来巨大的压力，也给港口规划设计部门带来新的课题[1]。未来集装箱吞吐量的剧增将会对集装箱港区的道路交通运输能力提出更高的要求，大量港区路网的改造将不可避免。在集装箱港区道路建设过程中，由于车流的自身特点，使其交通量需求预测方法也有一定的规律可循[2-6]。港区道路交通特点和城市道路、公路具有显著不同，在未来港内道路交通规划建设、管理运营需要采取特殊的手段和措施来保障港内道路交通通过能力的最大化[13]。

文章研究的方法是一种快速、简单、分交通类型的预测方法，通过建立集装箱港区交通量的计算模式，并借助交通工程学的有关理论分析港口道路集疏运系统的适应性。需要特别指出的是，因各港口的管理营运模式的差异，产生交通量也各不相同，因此计算模式中的各种参数，必须是建立在各港口调查统计的基础上。而每个集装箱港区都有其特定的社会地理等环境，因此在港区交通系统规划中更应注重港区特点，寻求适合自身环境的交通系统规划方案。

参考文献

[1] 麦宇雄，覃杰，肖玉芳. 集装箱港区交通量计算模式探讨及道路系统的适应性分析［J］. 中国港湾建设，2007（1）：30–31，41.

[2] 杨君，蒋科，张杰. 集装箱港区道路交通量需求预测方法探讨［J］. 公路交通技术，2007（5）：109–112.

[3] 李庆瑞，万发祥，卢毅. 公路交通量预测理论与方法综述［J］. 中外公路，2005（6）：151–155.

[4] 杨震宇. 城市道路交通量预测的一些思路和方法［J］. 中国工程咨询，2006（6）：39–41.

[5] 张建旭，朱顺应，刘伟，等. 城市道路交通量总量控制预测法探讨［J］. 重庆交通学院学报，2004（6）：86–89.

[6] 潘艳荣，翟长旭，朱顺应. 总量控制与系统平衡相结合的交通量预测方法［J］. 公路交通技术，2005（1）：102–105.

[7] 翟长旭，邓卫，潘艳荣. 集装箱港区交通系统规划研究［J］. 武汉理工大学学报，2009（1）：188–191.

[8] 苗明，张涛，宋科. 集装箱港口交通规划研究［J］. 物流技术，2005（12）：8–10.

[9] 曹凌峰，赵凛，龚凤刚，等. 港口道路通行能力分析与研究——以天津港为例［J］. 城市，2008（12）：69–71.

［10］张亚平. 公路通行能力研究现状与发展方向［J］. 国外公路，2000（5）.
［11］朱泽，周强. 集装箱港区物流及周边道路交通系统规划研究［J］. 物流技术，2008（7）.
［12］韩皓，王岑屹，杨振泽. 港口集疏运道路通行能力分析及仿真研究［J］. 公路建设与科技创新，2006：423–425.
［13］王寅弘，陈朝霞，徐建平. 天津港港内道路交通现状分析［J］. 天津建设科技，2008（5）：47–49.
［14］耿博. 深圳市道路集装箱运输管理建议［J］. 集装箱化，2008（6）：22–24.
［15］刘洋. 天津港陆路集疏运通道发展建议［J］. 综合运输，2007（8）：43–46.
［16］任福田，刘小明，荣建，等. 交通工程学［M］. 北京：人民交通出版社，2003.

略谈构造双向绿波道

吕立生
（上海上大预测咨询研究所，上海 200072）

摘　要：所谓双向绿波道，是指在该条道路上，车辆按大致统一的车速，比如设计车速行驶的话，至多在刚驶上该条道路时，可能会遇上一次直行红灯，时段长约50s，其后就基本上是绿灯迎送它们直行通过路口，直到驶离该条道路止。

关键词：绿波；最优；时长；周期；配时；干道网

1　概　述

大城市的交通每到高峰期总是阻塞，使无奈的开车人和发出怨声的乘车人在心情平静后，往往会产生梦幻式的奇想——要是车辆快到路口时，红灯会及时地转换成绿灯迎送车辆通过的话该有多好啊！也正基于这样一种既原始又朴素的愿望，交通工程的行家们，早在20世纪后半叶就提出了构造绿波道的设想。

构造单向绿波道很容易，至于双向绿波道，由于道路上车道数有多有少，行驶的车辆流向有直行，也有左转和右转的，路口的间距有长有短，长的超过1km，短的不到50m；又加上非机动车和行人的加入，使得构造双向绿波道的工作，至今未见到成功的一套办法，还是北京的专家们曾做过3～4个路口的双向绿波道试验，还得到了“可以提高通过量10%～20%”[1]的结果。

我们多年来也经常在思考这问题，直到2004年第四季度，好像有点双向绿波道的模糊印象在脑海中晃动，抓住这瞬间的信息，开始做试验，反复探究，就开始试探性的构造双向绿波道了。由于后面的工作越做越深入，而且还顺当，就决定在上海地区选一条交通阻塞最严重、行驶车辆种类齐全而大型车辆所占比例最高、色灯相位使用最多的道路作为典型来构造双向绿波道。

构造双向绿波道的目的，是消除绿波道上交叉路口的交通阻塞。出现阻塞的根源，行家们早就指出：地面车道交通阻塞，其现象在路段，问题出在交叉路口，根子在色灯的控制上，而且是引起地面车道阻塞起主导作用的关键因素。因此，我们消堵的着眼点应针对路口进行寻优，并对路口色灯的使用进行整条线的全局优化研究。

经验告诉我们：交叉路口使用色灯的相位数越多，路口的通行能力就越低。现在的大城市主干道上，路口使用色灯的相位数一般都是3～4个相位，路口的通行能力相对于汇向路口的路段通行能力来说，只能发挥出三分之一的水准，举例验证如下。

北京市具有代表性的宣武门交叉路口，进口道的车道分配见表1。

表1　车道分配表

单位：条

东			西			南			北		
右转	直行	左转	右转	直行	左转	右转	直行	左转	右转	直行	左转
1	3	1	1.5	3.5	1	1	3	2	1	3	2

注：表内的小数表示共用车道之意。

路口绿色信号时段长见表2。

表2　绿色灯时段长表

单位：s

东（西）		南（北）		相位过渡	色灯周期长
直行	左转	直行	左转	6	200
76	29	44	27		

注：①南向西左转车提前15s，填补北向南无车行驶的空白，计算时仍按北向南有车在行驶；

②凡是右转按60%时间行驶计。

路口的通行能力与汇向路口的路段通行能力之比为：

$[(3\times76+1\times29)+(3.5\times76+1\times29)+(3\times44+2\times27)+(3\times44+2\times27)+(1+1.5+1+1)200\times0.6]$：

$[(1+3+1)+(1.5+3.5+1)+(1+3+2)+(1+3+2)]200=0.318260869$

这就是说，路口的通行能力只是汇向路口的路段通行能力的32%，又比如天津市的卫津路南京路口、上海市的天目路恒丰路口、大世界路口也基本如此。因此，对路口进行寻优的着力点，也就在于减少路口的色灯相位数，同时要保持车辆能井然有序地通过路口，这样一来就要分散掉路口已集中起来了的机动车流的冲突点，才能达到完成局部点的优化。

车流的冲突点是直行车流和左转车流以及各自交叉通过路口形成的，这就必须要转移掉某些支走向的车流，才能达到减少冲突点的目的。一般来讲，移走流量偏少的车流较易办成。当然，顺着构造绿波道的路上，必定是移走左转车流。在横向道路上，就可根据具体情况实施之。以下就移走左转车流提出些具体办法，要是移走直行车流，可类似处理之。

（1）左转弯车辆直行过路口，利用便道转过三个右转弯后，再直行过路口，达到要左转弯的车流实现左转弯的目的，简称“用三个右转弯代替完成一个左转弯”，只是希望行驶三个右转弯后，回到路口要直行过路口前，所用去的绕道耗时，与在路口遇红灯等绿灯的耗时相当；

（2）绿波道上要左转弯的车辆可直行过路口，在适当的地方，利用前方路口横向道亮绿灯的通行时间掉头转向后，驶回路口再右转弯。这就是所谓远引交通，或简称为直行—掉头—右转法；

（3）横向道的左转弯车流可按上法处理，也可在路口右转弯进入掉头车道，利用前方路口横向道亮绿灯的通行时间掉头转向后，驶回路口直行向前。这法简称为右转—掉头—直行法。

以上数法，可根据具体情况，灵活运用。当然，使用这组方法，还得具备如下一些条件：

①掉头转向的环形弧道，连跨6条车道，环形内径不得短于10m（若该环形可看成是圆心在道路中心线上，半径相同的两圆弧与车道线所围的区域，环形内径长就是两圆的圆心距）；

②两相邻路口之间的两个掉头转向区域，其间距l应满足下式：

$$1>\max\left\{\begin{matrix}7\times\max_{i}(a_{ki}),\ 7\times\max_{j}(a_{k+1,j})\end{matrix}\right\} \tag{1}$$

其中a_{ki}, $a_{k+1,j}$为相邻路口每周期内左转弯车辆数，每辆车的停车位按10m计。（1）式的物理意义是要有足够的停车位。

③若t_k , t_{k+1}为相邻的k号与k+1号路口横向道绿色灯在一个小时内的总时长，则应满足：

$$\begin{cases}\sum a_{k+1,\ j}\leqslant t_k/2.3\\ j\\ \sum a_{k+1,\ j}\leqslant t_k/2.3\\ i\end{cases} \tag{2}$$

其中掉头车辆以2.3m/s的速率越过停车线。当上述三个条件不具备时，要想办法创造条件去运用。

在路口的左转车流移走后，冲突点的个数就只剩下直行车流构成的4个冲突点了，采用2个相位

的色灯处理就足够了，这样一来路口的通行能力一般会提高50%左右。

2　案例：构造同济路双向绿波道

2.1 路况

同济路是连接吴淞大桥和宝钢的南北向高架下的地面道路，长约5km。沿途与泰和路、同济支路、水产路、双城路、海江路、宝杨路、友谊路、盘古路、漠河路、富锦路相交。

路中央是立墩区域，宽7m。两边机动车道2~3条，在水产路和宝杨路的南面，各有一对东下西上的匝道，两边的非机动车道3～4m宽，由1m宽的绿化带与机动车道相隔开，两旁的人行道3m。

在行人稍多的泰和路口、水产路口、宝杨路口、友谊路口，都建有人行过街天桥。

道路西边的泰和路、水产路、宝杨路、友谊路都是规范的道路，机动车道宽有不少于6条车道的路面。其余的横向道路就在来回两条或4条机动车道的水准。

各路段上沿车道的停车线之间的长度见表3。

表3　停车线间沿车道的长度（耗时）表

单位：m（s）

路　口	北向南		南向北	
漠河路	333	（29.97）	300	（27）
盘古路	319	（28.71）	350	（31.5）
友谊路	730.5	（65.754）	715.7	（64.413）
宝杨路	526.7	（47.403）	515	（46.35）
海江路	690	（62.1）	701.5	（63.135）
双城路	527	（47.43）	528.5	（47.565）
水产路	531	（47.79）	506	（45.54）
同济支路 泰和路	549	（49.41）	602	（54.18）
合　计	4206.2	（378.567）	4218.7	（379.683）

路口的色灯是单点定时控制，在水产路口、宝杨路口是5个相位运行，高峰期在大路口加手控。

每当高峰期内，盘古路口、友谊路口、宝杨路口、水产路口、泰和路口都会出现交通堵塞，前面三个路口更为严重，往往除路口外，车辆首尾相接，堵塞得没空车位。

2.2 疏散路口的车流冲突点

各路口移走左转车流的方式不尽相同，见表4。

表4　左转车流运行方式表

交叉路口	进口道	直转—掉头—右转法	右转—掉头—直行法	左　转
泰和路	东	√		东　向　南
	西			西　向　北
	南			
	北			禁　左
同济支路	东			东　向　南
	北			禁　左

续表

交叉路口	进口道	直转—掉头—右转法	右转—掉头—直行法	左　转
水产路	东	√		
	西		√	
	南	√		
	北	√		
双城路	东			东　向　南
	北	√		
海江路	东			东　向　南
	北	√		
宝杨路	东	√		
	西		√	
	南	√		
	北	√		
友谊路	东	√		
	西		√	
	南	√		
	北	√		
盘古路	东			直行左转混行
	西			直行左转混行
	南	√		
	北	√		
漠河路	东			直行左转混行
	西			直行左转混行
	南			南向西
	北			北向东

对于非机动车在交叉路口可以随机动车右边前行，但在掉头区域禁止随同前行。

2.3 选定色灯的周期

根据“信号交叉口的通行能力与信号灯周期长度有关，周期越长，通行能力就越大，但随着信号周期长度的增大，延误增加。因此，信号周期长度需有一个限制值，超过该极限值后，再增长周期对提高通行能力效果不大，而延误会迅速增加。一般该限制值被定义为120s，信号交叉口的极限通行能力被认为是在该信号周期下能通过交叉口的最大流量”[2]。因此，双向绿波道色灯控制的周期，尽可能靠近该值。

2.3.1 选定车速

规范的道路都有设计车速，车辆按此种速度行驶是最安全的，这也就成为了选定它为绿波道车速的标准，因此，同济路双向绿波道统一车速大致定为40km/h。

车速确定后，各段道路上的耗时a，由表1测得的路段长度l，经下式

$$a=l\div(40000\div3600) \tag{3}$$

计算得到表4（与表3共一张表）。

2.3.2 选定色灯的配时

各个路口交通色灯的配时，经过一系列的推导、运算，得到交通色灯的最优运行周期为116s，最

优绿波段时长［所谓绿波段时长，是指车辆大致以统一的车速行驶，由绿波道路的一个端点行驶到另一个端点时，每到路口总是绿灯迎送它们通过，而这时所有路口该相位最短的绿色信号时段长，就是绿波段时长；使所有路口都是无堵塞的（包括横向道路口）绿波段时长，为可行绿波段时长；最长的可行绿波段时长，为最优的绿波段时长］为47s。

若色灯启运行时刻为t_0，则各个路口的色灯配时如表5所示。

表5　40km/h色灯配时表

单位：s

时段	南　北　向			东　西　向	
路口	起始时刻	绿色时长	相位过渡	绿色时长	相位过渡
漠河路	t_0+48	47（南向北）　3 12（北向东）　5 47（北向南）　5 12（南向西）　3		44	5
盘古路	t_0+97	80	5	26	5
友谊路	t_0+105	64	5	42	5
宝杨路	t_0+39	80	5	26	5
海江路	t_0+108	58	5	48	5
双城路	t_0+46	66	5	40	5
水产路	t_0+114	53	5	53	5
同济支路	t_0+48	62	5	44	5
泰和路	t_0+48	47（南向北）　7 47（南向北）　7		22（西向北）　7 26　7 22（东向南）　7	

夜间或流量稀疏时，与适应冰雪、大雾天气车速慢行的绿波道方案；以及双向绿波道的可行性与绿波道的效益分析等，因篇幅关系，略！

当然，以上方案是在试用过程中，根据具体情况应作适当修正。值得注意的是：构造双向绿波道时，必须要强调移走左转车流的重要性，它不仅提高了路口的通行能力，还为绿波道采用最佳色灯周期或接近最佳色灯周期运行提供了必要条件；反过来，双向绿波道的实现，又为左转车流掉头转向后继续向前行驶，提供了撤空的或超前撤空的车道。所以说双向绿波道的实现，为移走路口的左转车流提供了充分条件。

一般来说，对任意有n个路口的道路，在移走了左转车流后，若来、回车辆大致以车速u（比如设计车速）行驶，在相邻路口停车线间的耗时：

一个方向为$\{a_{i,\ i+1};\ i=1,\ 2,\ \cdots,\ n-1\}$，反方向为$\{b_{j,\ j-1};\ j=n,\ n-1,\ \cdots,\ 2\}$，则在数学上可以证明，并能求出色灯周期：

在高峰期100～120s的整数集；在深夜流量稀疏期60～70s的整数集。

再根据车流量，可找到能消除该条绿波道上交通阻塞的可行周期集$\{T\}$，而且能从中挑出最长的绿波时段和最优的色灯周期，进而可得到各路口的色灯配时表，指导色灯运行。

在市内有多条道路构成了双向绿波道，这些绿波道相交的话，就自然成了网状。不论是绿波道还是绿波道路网，都要符合三个条件：一是所有的色灯周期都要相同；二是车辆在绿波时段内，从绿波道的一个端点路口直行驶到另一个端点路口时，所有经过的路口都是亮绿灯迎送它通过；三是构成双向绿波道（网）的工作，由过去的实践，上升到了理论（有了一套办法），还有个回到实践中去接受检验、修改方案的阶段，甚望与交通部门的领导、专家合作，共同来完成。

参考文献

[1] 郑祖武. 城市道路交通［M］. 北京：人民交通出版社，1988：102.

[2] 王炜，徐吉谦. 城市交通规划理论与方法［M］. 北京：人民交通出版社，1992：83.

预制小半径平曲线节段梁拼装施工技术

蒋海峰　蒋海里
（上海市政第一工程公司，上海 200083）

摘　要：本文以印度新德里轨道交通高架工程BC-7标项目中的小半径平曲线节段梁的施工为例，系统介绍了该类结构的节段预制、拼装中的施工测量控制方法及架桥机的相关构造。

关键词：预制节段；小半径；曲线；拼装施工

1　项目概况

印度新德里轨道交通BC-7标项目，是该市轨道交通二期工程中INDERLOK-MUNDKA线的东段部分，也是解决西北部老城区东西向交通的重要线路。该工程由上海城建集团第一市政与某印度本地企业采用施工设计总承包的形式共同承建，全长约5.2km，均为高架结构。其中包括五个车站及四个区间。

该项目的区间上部结构采用预制箱梁节段逐跨拼装的方法施工。节段在预制场地内逐块匹配浇筑后，运至现场采用架桥机拼装成桥。最大标准跨径为37m，由13个节段组成。其中两个端节段的长度为1.975m，中间11个节段均为3m。如图1所示。

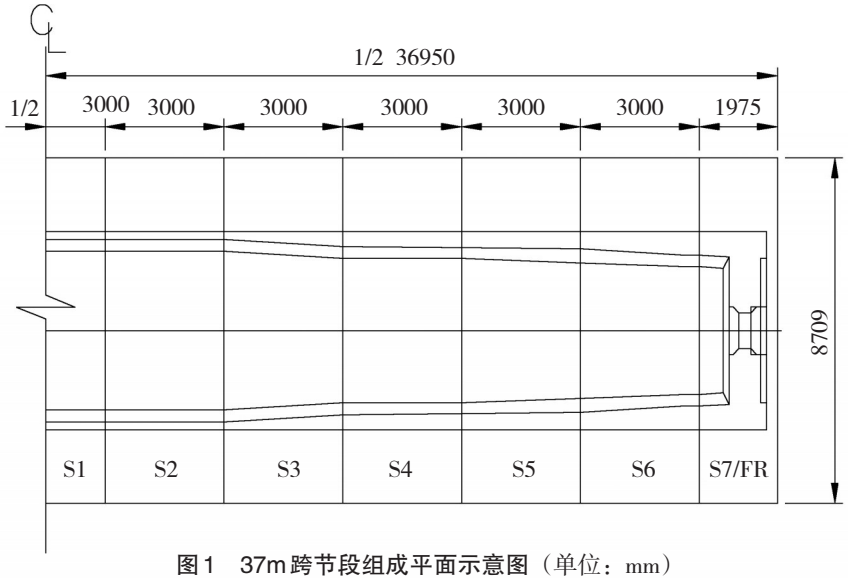


图1　37m跨节段组成平面示意图（单位：mm）

2　曲线跨参数规格

在第一区间中，线路从INDERLOK车站至印度北部铁路范围内，有10跨总计约324m的长度，具有302.05m的平曲线半径，桥跨跨径从28m至37m不等。本文以平曲线半径为302.05m的37m桥跨为例介绍预制小半径平曲线节段梁拼装的施工工艺。如图2所示。

根据模板设计方案及线形需要，一跨曲线梁由每个呈等腰梯形状的节段梁拼接拟合而成。预应力孔道的平面线形也依照节段的线形而弯曲。

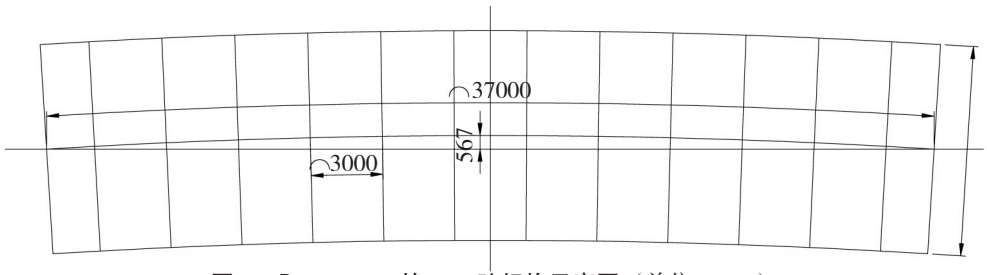


图2　*R*=302.05m的37m跨规格示意图（单位：mm）

根据计算可知，该型梁的跨中最大平面偏移量约为567mm。梁长则按照梁体中心线的弧长计算。

3　曲线跨节段梁的预制

3.1 模板

曲线跨的节段模板基本构造与直线跨的基本组成相似，主要差别在于底模的构造。依照节段外部轮廓尺寸制造的侧模，可在地面铺设的轨道上纵向移动。如图3所示。

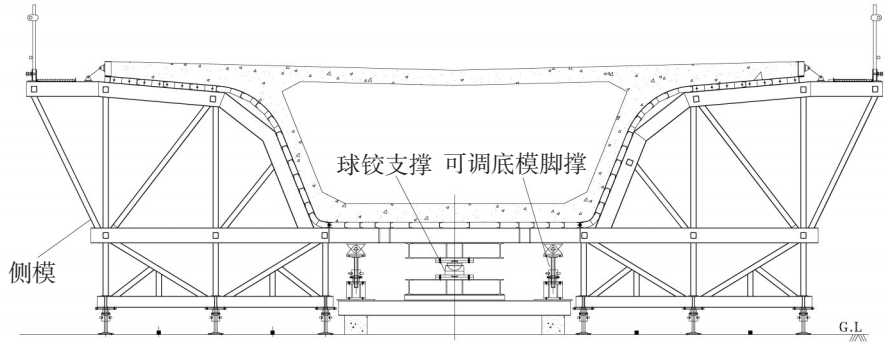


图3　曲线跨模板构造图

当侧模在轨道上纵向移动到所需的浇筑位置后，用若干螺丝式脚撑支撑于地面。为了适应曲线梁的横桥向偏移，侧模可在横向偏移出滑移轨道。

底模中心为球铰式支撑结构，并在其四周布置可调式脚撑。底模安放在事先浇筑的混凝土条形基础上。

底模与侧模、侧模与端模、端模与插入其中的内模间，均用橡胶条或止水密封带密封连接，防止漏浆。

3.2 测量定位

曲线梁节段的预制精度取决于模板的定位，而整个模板系统的精度又取决于底模的定位。在预制台座两端的测量塔上，准确安置全站仪及棱镜，从而定出控制纵轴线。在底模上的两端顶面，分别刻出每块底模的端部中点。如图4所示。

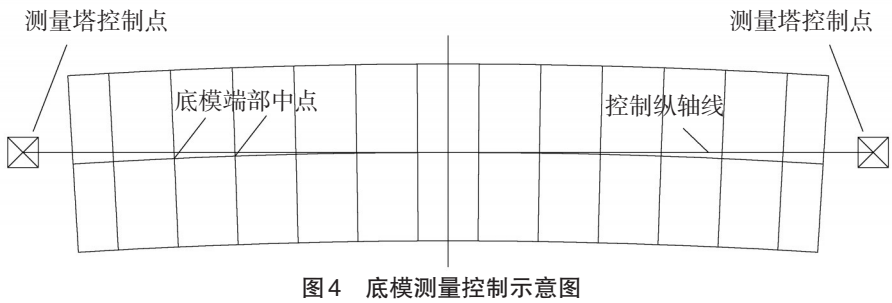


图4　底模测量控制示意图

通过预先计算的底模端部中点与控制轴线间的偏角、相对坐标值等参数，将底模放样调整到所需位置，并用撑脚固定。

3.3 节段浇筑

从两个端节段开始，逐个浇筑节段。当节段顶板浇筑完成后，在节段顶面混凝土内放置一铝片，并将控制纵轴线定点在铝片上。这些铝片上的控制点将作为现场拼装时控制轴线而用。

4　架桥机设备准备

用于拼装预制节段的架桥机，其主要结构部件如图5所示。

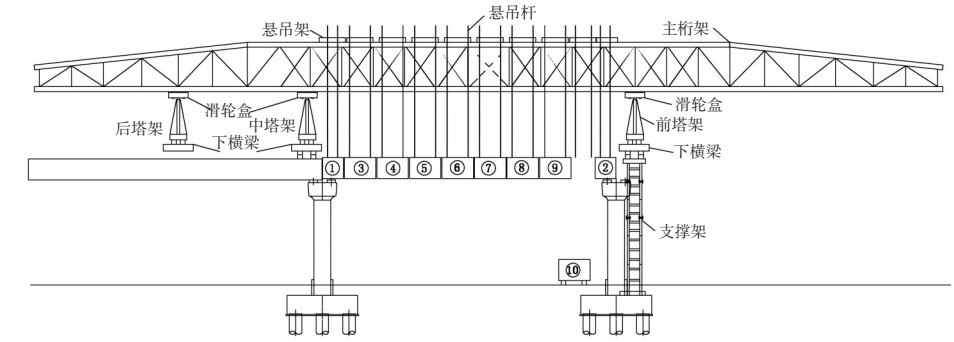


图5　架桥机主要构造示意图

考虑到拼装曲线跨的需要，架桥机需要在下列部位处设置相关的功能：

4.1 下横梁

下横梁是承载塔架以及实现塔架在其上横移的关键部件。下横梁主梁长8m，可根据横移所需加接延伸梁。架桥机在任一工况下，下横梁需通过张拉棒与节段顶面或前支撑架锚接，以确保下横梁不发生任何因移动而产生的架桥机失稳。各塔架在下横梁上的横移是通过穿心千斤顶配合全螺纹张拉棒传力装置、特氟龙/不锈钢滑板装置以及导向夹板和滑轮来完成的。按照特定的操作程序来分次推动穿心千斤顶，最终带动各塔架在下横梁上横移。

4.2 滑轮盒

塔架顶部的滑轮盒直接承载着主桁架的荷载。由于前后塔架间的横向位置差异，滑轮盒与塔架间设置了转轴，可以容许滑轮盒小角度的偏移。

4.3 悬吊架

悬吊架位于主桁架的上弦梁之上，共13个，其主要功能是用来悬挂和排列节段。通过悬吊杆和穿心千斤顶等装置可以实现节段梁在悬吊架与卷扬小车间的荷载转换。通过安装在桁架两端的卷扬机系统可以实现悬挂梁的空载或带载纵向移动。对于架桥机曲线跨架设而言，用轻型横向千斤顶来调节悬吊架在上弦梁顶面上的横向平移是实现曲线跨吊梁、拼梁的关键。实际架设中，必须根据该曲线跨的曲率半径及架桥机的实际平面位置计算出每个悬挂梁的实际偏移量，并确保每根悬吊杆的垂直状态。悬吊杆的偏斜会使已拼好的梁端受到水平分力，从而产生轴线偏差。

4.4 支撑架

架桥机的前支撑架通常支撑并锚固在承台上。对于曲线跨的施工，为了减小架桥机的横桥向偏移量，拼装施工前，应将架桥机的主桁架中线定位在曲线梁横向偏移量一半的位置处，使得悬吊架基本能左右平衡。

故支撑架在承台上也需要安置在偏心的位置。根据前支撑架所在的平面位置，开挖承台基础外侧宽1m、深1.8m至承台底面的基坑（底面必须为原状土），一次性浇筑C40以上混凝土至承台表面，按规定养护至达到混凝土强度。对于曲线偏心较大的桥跨，应在此工序后做地基承载力试验，以验证承

载力数值。在支撑架所在区域均匀铺设1cm厚细沙，面积为2m×3.5m。然后用吊车将2个预制钢筋混凝土块（3.5m×3.5m×0.5m）吊放到位并调平。最后设置至少2个沉降观测点以便于过程中检查。

5　曲线梁拼接施工

架桥机根据上述计算的结果定位并锚固后，将根据如下工序拼接预制节段：

5.1 节段的起吊和悬挂

利用架桥机自带的卷扬机小车，将预制节段逐个吊起，并用悬吊杆将其悬挂在主桁架顶上的悬吊架上。

5.2 节段的拼接

根据梁的线形及纵坡定位第一个墩顶节段，并用木方及拉杆固定墩顶块，然后用卷扬小车吊入下一节段进行干拼，检查拼缝正确无误后方可进行下道工序。按环氧配比搅拌配制环氧，均匀涂抹于节段的顶板、腹板和底板，注意不得将环氧落入预应力孔道。在孔道口粘上密封圈后将下一节段与其拼接合拢，并在顶板与底板同时施以临时预应力，随后将节段的荷载转移到事先横移调整到位的悬吊架上。以同样的方法将节段逐块拼接。

拼接前，在待拼跨两个立柱的顶面中心处设立纵轴控制点。根据曲线跨的整梁偏移量，分别计算出每个节段顶面铝片处控制点相对于现场立柱控制轴线的偏移量。每拼好一个节段都需检查相对于控制纵轴线的偏移量以及节段的纵坡，如有变化需查明原因并通过悬吊架的横向移动分批作微量的调整。

通常拼接完成若干节段后，出现的整体偏移都是由于墩顶节段的固定措施松动引起的。如果拼接成形的部分节段偏移偏大时，应及时采取纠偏措施，并在随后的两三块节段内调整。单个节段的调整幅度过大宜导致该节段接缝处的局部应力积聚。

拼接完成后，即可进行张拉、穿索、压浆、落梁等常规操作的施工。

5.3 架桥机的过孔

小半径平曲线梁的横向弯曲度较大，要求架桥机前移过孔时，主桁架的移动要分多次进行。

首先，将前塔架在下横梁上向曲线内侧横移1.2m，并将中塔架在下横梁上向曲线外侧横移1.2m，从而将架桥机的机头朝向下一待拼跨的前立柱。随后将主桁架前移半跨的长度，使其前鼻端能够搭到待拼跨前已经安装到位的支撑架处。通过支腿的转换，将前支腿移动并固定在前支撑架上。如图6所示。



图6　中塔架在下横梁上向曲线内侧横移

其次，将主桁架再次前移约半跨的距离，使得主桁架在纵向就位。随后将前塔架、中塔架再次横移至下一跨待架设的位置，并与架桥机下部结构锚固，从而完成一次架桥机的过孔。

6 结 论

根据该项目的施工经验，得出以下经验：

（1）小半径平曲线梁的精度控制主要取决于预制阶段的模板定位；

（2）现场拼接时，架桥机等拼装设备的横向位移调整，主要是为了确保架桥机在偏心承载曲线梁的各个工况下的横向稳定安全性；

（3）需要在预制和拼装前，根据不同的曲线参数，分别计算出大量的施工控制数据，用于指导施工。

曲线施工时特别需要注意的是架桥机在横移过程中的横桥向稳定性，且事先需要让结构设计单位验算架桥机的横向偏心荷载。

上海长江大桥主桥钻孔灌注桩施工技术

刘明选
（上海市政第一工程公司，上海 200083）

摘　要：上海长江大桥主桥基础采用大直径超长变截面钻孔灌注桩，本文介绍了其钻孔桩的施工工艺、质量控制要点，并对钢护筒定位、设备选型、泥浆制备、大方量水下混凝土浇注等关键技术作了介绍。

关键词：钻孔灌注桩；钢护筒定位架；气举反循环钻机

1　概　况

1.1 工程概况

上海长江大桥位于长江口长兴岛与崇明岛之间，是为完善沿海交通大通道、改善上海市交通系统结构和布局、综合开发崇明岛资源、促进苏北经济发展、进一步增强和发展浦东经济而兴建的一条快速过江通道。

上海长江大桥全长16.55km，其中B5标段为主通航孔桥部分（以下简称主桥）。主桥采用漂浮体系的双塔双索面钢箱梁斜拉桥结构形式，跨径为92+258+730+258+92=1430m。主桥结构布置见图1所示。

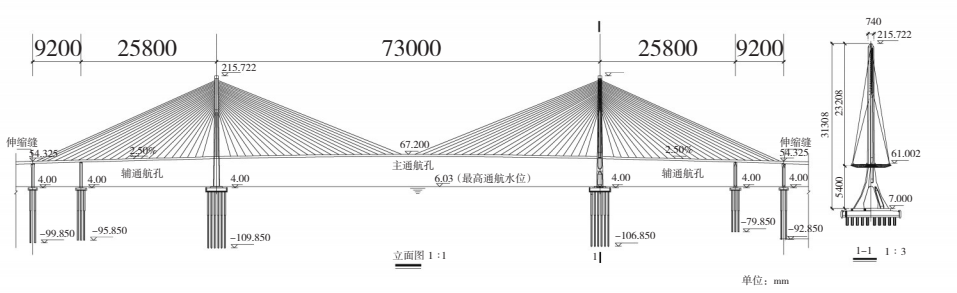


图1　主桥布置示意图（单位：cm）

PM61#、PM62#墩为南北主墩，每个主墩基础设有60根直径ϕ2.5~3.0m变截面钻孔灌注桩。PM61#墩桩长108.0m，单桩钢筋笼重60t，混凝土675m^3。PM62#墩桩长105.0m，单桩钢筋笼重60t，混凝土660m^3。主桥墩基础布置图见图2所示。

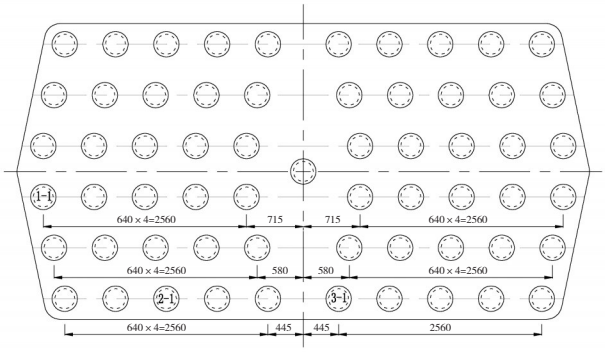


图2　主桥墩基础布置图

1.2 水文地质状况

上海长江大桥场区位于长江入海口，河床宽而浅，暗砂众多，砂体呈流动状，河势多变，水域和航道不稳定。工程区域水流的运动形式为往复流，且落潮历时长于涨潮历时，落潮流流速大于涨潮流流速。主墩墩位处水下泥面较平坦，水深基本相似，泥面标高–10.1～–12.7m。

桩基区地层按照其岩性、成分和物理力学性能指标的差异自上而下分布叙述如下：

①淤泥，层面标高–12.7~–10.1m，含有机质，夹粉细砂及黏性土团块，主要分布在主通航区两侧，厚度0.6～2.9m，中间段受水流冲刷作用而变薄；

②灰黄~灰色砂质粉土，层面标高–13.9～–10.1m，稍密状，含少量氧化铁条纹及少量粉砂薄层黏性土，主要分布于中间段浅部，厚度变化较大（最厚约6.8m），在两侧深槽区受切割变薄或缺失，该层在一定水动力作用下易产生流沙和管涌现象；

③灰色淤泥质黏土，沿线遍布，层面标高–18.6～–11.4m，流塑状，高压缩性，易触变和流变，厚度为4.7～18.5m，夹少量薄层粉砂及少量贝壳碎屑；

④灰色黏土，层面标高–32.2～–21.3m，厚度3.7～12.4m，夹少量薄层粉砂，含少量全腐蚀的植物残余，局部段含沼气，软塑状；

⑤灰色粉质黏土夹粉土，软塑状，层面标高–33.7～–29.0m，厚度20.6m，含少量钙质结核及贝壳碎屑，底部砂性较重；

⑥灰色粉质粉土，中密状，含少量云母及贝壳碎屑，夹少量粉砂及薄层黏性土，该层在横向和纵向上相变亦较大，层面标高–44.4～–30.7m，厚度14.0m；

⑦灰色砂质粉土，中密~密实状，层面标高–52.8～–41.1m，厚度13.3～27.3m，含云母，夹少量细砂、薄层黏性土，其中局部段夹厚3.0～20.8m的可塑~软塑状的透镜体灰色粉质黏土夹粉土；

⑧灰色粉砂，密实状，层面标高–68.6～–61.2m，夹少量薄层黏性土，含少量腐殖质云母屑；

⑨灰黄~灰色含砾粉细砂，沿线均有分布，密实状，层面标高–75.8～–66.6m，厚度变化较大；

⑩灰褐~蓝灰色粉质黏土，可塑状，层面标高–98.2~–82.0m，具有层理结构，结构含云母屑，夹薄层粉砂；

灰色含砾粉砂，密实状，层面标高–99.7～–88.5m，层厚36.1～44.6m，具有层理结构，含云母屑。夹薄层黏性土，含少量中粗砂及砾，局部夹有厚0.8~4.9m可塑状的透镜体状灰褐色粉质黏土。

2　钻孔灌注桩施工工艺流程

根据设计以及水文地质状况，制定的水上钻孔桩施工工艺流程见图3所示。

3　成孔施工

3.1 钢护筒振放

本工程中所使用的钢护筒，其内径3.15m，壁厚18mm，底标高–48.0m，长度54m。护筒上下口增加加强箍，并在内侧增加部分横撑，确保钢护筒的刚度要求，在起吊、振放中不会因为材质原因发生变形。

钢护筒在基础施工中的作用有：护壁；承载、储存泥浆。综合各种条件，确定PM61#墩护筒顶标高为+6.2m、PM62#墩护筒顶标高为+5.8m，钢护筒入泥深度约35m。

钢护筒振放的定位和垂直度控制好坏，对于钻孔桩孔位、孔径、倾斜度有较大的影响，必须严加控制。在搭设好的起始平台，用测量仪器把钢护筒定位架精确定位并固定在起始平台上，在定位架下口处精确定位钢护筒的平面位置。当钢护筒吊起放入定位架后，测量人员使用测量仪器从两个垂直角度观察钢护筒的垂直度，施工人员可以利用定位架上口的顶推设备对钢护筒进行调直。作为定位架平台的护筒或钢管桩，至少需要与相邻的两个护筒或钢护筒用钢管联结成整体，以增强平台的稳定性，

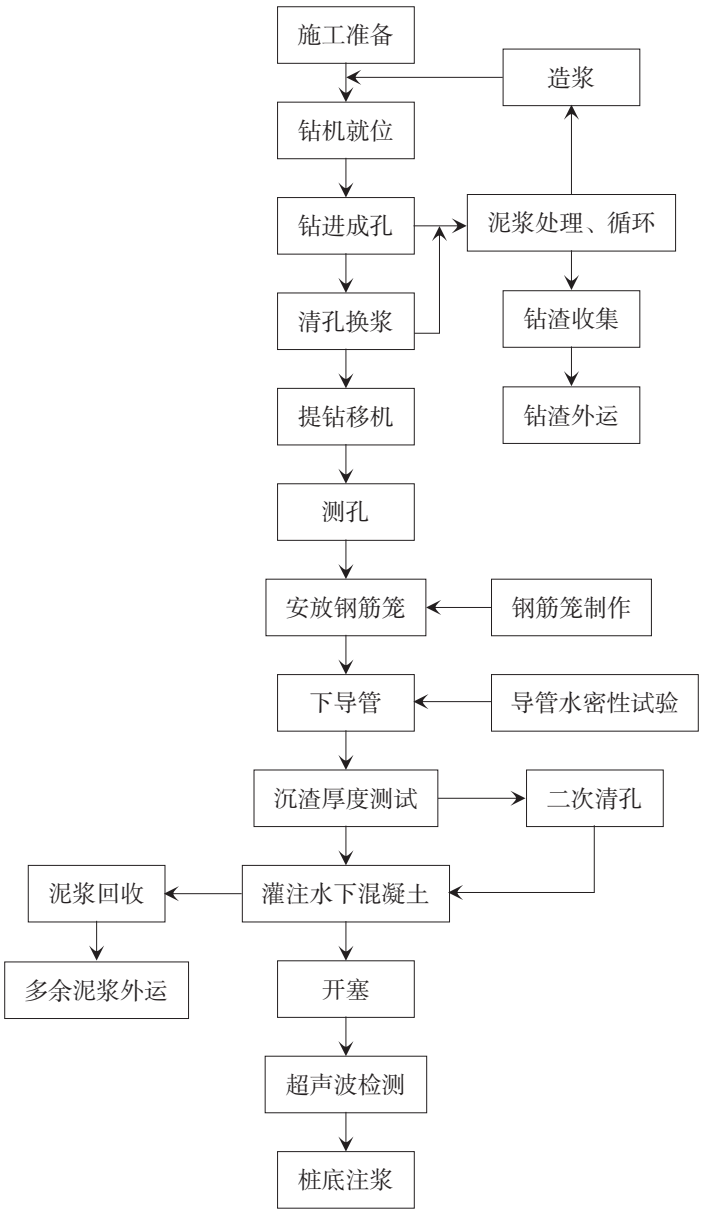


图3　水上钻孔灌注桩施工工艺流程

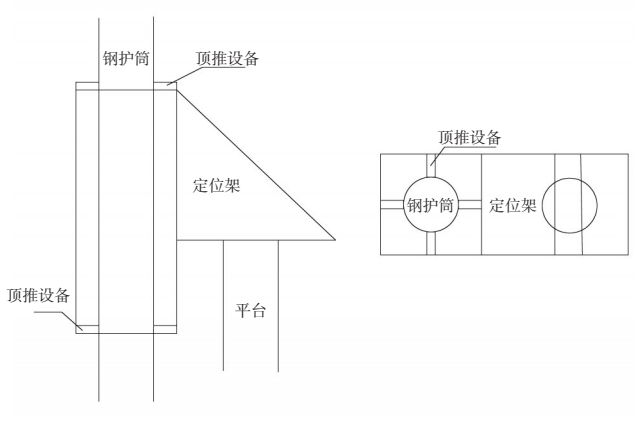


图4　钢护筒定位架示意图

保证定位架定位精确。钢护筒定位架示意图见图4所示。

3.2 钻机选型

主墩桩基从平台顶到桩底的深度最深达116m，属于大直径超长变截面钻孔桩，钻孔施工对钻机的钻杆质量、扭矩要求较高。结合实际的地质状况，选用技术先进、扭矩较大、提升能力较大的大型全液压钻机进行主墩钻孔桩施工。钻机设备性能见表1所示。

表1　钻机主要性能参数表

钻机型号	ZSD300、KP3500、KPG3000
最大钻孔直径（m）	≥3.0
最大钻孔深度（m）	140
输出扭矩（kN·m）	≥200
最大提升能力（kN）	1500
最大钻速（r/min）	15
钻杆内径（mm）	≥273
配重（kN）	≥300
循环方式	气举反循环

3.3 钻头选择

由于采用了变截面钻孔桩，故在钻进过程中需要两种规格钻头，为此采用简单装卸变径的钻头。在3.0m直径段钻进中，由锥形钻头钻进，改造后的刀具进行护筒区扫孔。在直径2.5m段钻进前提钻，把钻头上3.0m的刀具拆除，然后重新下钻。钻头示意见图5所示。

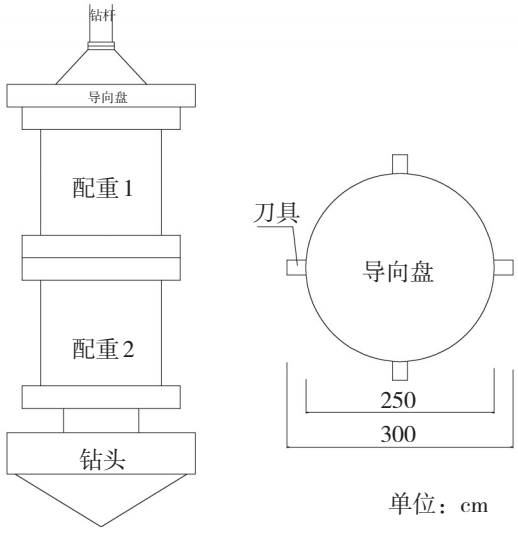


图5　钻头示意图

3.4 泥浆制备

3.4.1 泥浆的制配和循环

通过对桥位区涨潮和落潮两个阶段分别提取江水进行检测，检测结果表明，各项指标均满足要求，所以钻孔护壁泥浆直接采用江水进行调制。

护壁泥浆在钻孔中非常重要，尤其是对本工程大直径深孔，泥浆控制显得更为重要。本工程钻孔灌注桩施工采用不分散、低固相、高黏度的PHP泥浆，PHP泥浆的主要成分为膨润土、碳酸钠、聚丙

烯酰胺的水解物，泥浆配合比为水：膨润土：碱：PHP=1000：100：3.5：0.005%。

为提高工作效率和确保泥浆质量，造浆钢护筒与钻孔钢护筒分别采用不同的钢护筒，而且新制的泥浆必须经过24h膨化后方可使用。根据试桩工艺性试验得到的参数、泥浆配合比试验及施工规范，确定工程桩在各阶段的泥浆指标。钻进过程中泥浆指标见表2。

表2　钻进过程中泥浆性能指标

施工工况	相对密度	黏度（Pa·s）	含砂率（%）	胶体率（%）	失水率（ml/30min）	泥皮厚度（mm/30min）	酸碱度pH
钻进	1.06～1.10	18～28	≤4	≥95	≤20	≤3	8~10
清孔	1.03～1.10	18～20	≤2	≥95	≤20	≤3	8~10

根据不同的地层和不同的施工工况，对泥浆指标的控制进一步优化：

（1）护筒区钻进：护筒内的钻进有钢护筒做护壁，故对泥浆的要求不高。对于护筒区内土层不用泥浆采用清水钻进，对于砂层需要采用泥浆把砂携带排除。现场使用上一钻孔桩终孔后回收的泥浆。

（2）护筒外钻进：当钻头出护筒后，需要使用优质泥浆护壁，及时进行调浆，使泥浆的指标达到上表的要求。

（3）清孔：当钻孔达到设计深度后，泥浆的含砂率偏高，为了更好地降低泥浆的含砂率，采取停钻2h等待砂的沉淀，然后再开动钻机把底部的沉渣搅动，直接把底部的泥浆抽出。这时再进行调浆，效果比较好，含砂率可以控制在1%以内。

3.4.2 泥浆性能的检测和调整

为了保证施工各阶段的泥浆性能指标，在钻孔施工过程中对泥浆性能定期进行检测。开钻施工期间每1h检测一次，等泥浆性能稳定后每2h检测一次，并根据钻进过程中地层变化情况增加检测频率。

对回收利用的泥浆要进行及时的调整，对性能指标不能满足要求的添加新拌制的泥浆、增黏剂、分散剂等材料，使其能够达到性能指标。在钻进过程中则需要根据进尺及泥浆水头高度情况向孔内加入水、膨润土、纯碱、PHP等调整泥浆的技术指标。

3.5 钻机的安装、调试和移位

钻机安装前，先进行已沉钢护筒的位置测量，得出钢护筒的偏位情况、倾斜度以及倾斜方向，汇总成表，并为后面的钻孔施工提供依据资料。

钻机及其部件在码头拼装成整体装船运送到钻孔施工平台，利用浮吊整体吊装就位。然后倾斜钻架或移动上层底盘将钻头、风包钻杆及配重的组合件吊入孔内，并临时固定在护筒顶口，钻机利用自身的卷扬系统（或液压旋转系统）安装钻杆。钻机初次就位后，利用平台上的控制点和全站仪放出桩位中心，根据测量得出偏差结果进行钻机的中心位置的调整，同时调整钻机的底座的平整度，测量再次进行校核，直到钻机的垂直度≤1/200、平面位置偏差≤2cm为止。为了保证钻机在钻进过程中不产生位移，钻机就位好之后将钻机与平台之间进行焊接固定。

钻机的钻杆、配重钻杆、钻头安装之前进行编号以及实际长度的测量和记录，绘总制成表，并将编号和长度标记在钻杆上。

钻机安装就位后进行调试，若一切正常，即可开始钻进。

钻机的移位是在成孔钻头、钻杆撤除之后，利用浮吊直接整体吊起钻机进行移位。

3.6 钻进成孔

钻孔桩钻进成孔分三个阶段进行：护筒内的钻进阶段、护筒外的钻进阶段、成孔后的清孔验收阶段。

3.7 钻渣分离

钻渣的分离分为三个环节：筛分、旋分、沉淀。筛分是泥浆通过振动筛将大块的钻渣分离出来，

然后经旋流器利用离心力的原理将直径0.074mm以下的颗粒旋分出来，再流入护筒内沉淀。沉淀后的泥浆经连通管流入钻孔内循环使用，因此分离土渣应采取重力沉降和机械处理两种方法组合使用。泥浆循环见图6所示。

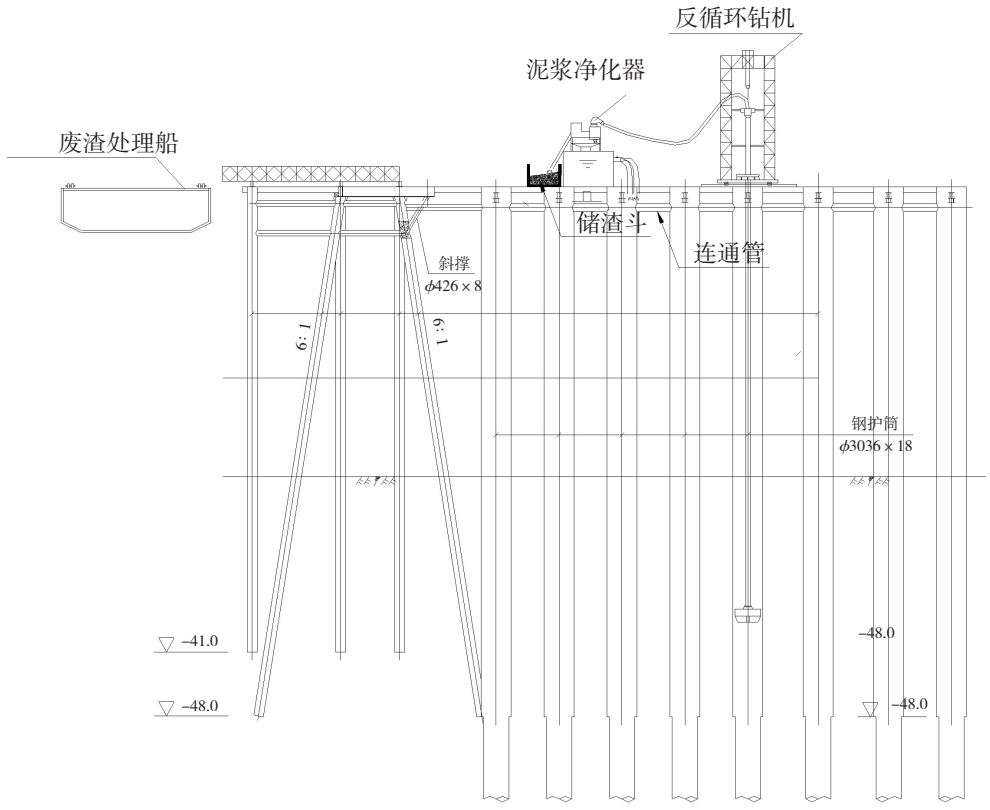


图6　泥浆循环示意图

4　清　孔

采用两次清孔来达到规定的混凝土灌注前的泥浆比重。

第一次清孔是钻进至设计深度后直接利用钻具进行的换浆清孔工作。第一次清孔是能否达到技术要求的根本基础，不能因为有第二次清孔而忽视第一次清孔的重要性，因为第一次清孔的冲力（吸力）大，清孔能力强，可以把绝大部分沉渣，包括较大的泥块都返出孔外，而第二次清孔是利用截面粗的导管进行，冲力（吸力）要小得多，不能承担主要的清孔责任，因而第一次清孔一定应达到返出的泥浆中不含有泥块为止。

第二次清孔是在下完钢筋笼和导管以后利用导管进行的清孔，目的是清除这段时间里从泥浆中沉淀到孔底或是被钢筋笼撞下去的泥块沉渣。

在清孔过程中必须注意保持孔内水头，防止坍孔。清孔完毕后，应从孔底取出泥浆样品，进行性能指标试验。

5　钢筋笼制安

一个主墩共计60根桩，单桩钢筋笼重约60t，钢筋笼最长约111m。钢筋笼上面12m段的主筋采取三根并排布置，中间部分采取双根并排布置，下面部分采用单根间隔布置，内部每2m设置一道直径32mm加劲箍，螺旋筋为ϕ12钢筋，主筋接头采取滚轧直螺纹形式。

钢筋笼采取在后场分节同槽预制加工，用平板车运至码头，经过运输船运送至施工现场，在钻孔完成并验收合格后，用浮吊分节吊入桩孔进行接长和下放。

6　水下混凝土灌注

混凝土采用大型搅拌船生产后泵送至集料斗，通过溜槽、浇注料斗、导管进行水下混凝土的浇注。水下混凝土浇注是钻孔灌注桩施工的主要工序之一，是影响成桩质量的关键工序。

6.1 准备工作

6.1.1 导管水密性试验

本工程水下混凝土浇注导管选用壁厚δ=9mm、$\phi_{外}$=273mm的无缝钢管，为快速螺纹连接，导管须经水密试验不漏水。

水密性试验方法是把拼装好的导管先灌满水，两端封闭，一端焊接出水管接头，另一端焊接进水管接头，并与压水泵出水管相接。启动压水泵给导管注入压力水，当压水泵的压力表压力达到导管须承受的计算压力时，稳压10min后接头及接缝处不渗漏即为合格。

6.1.2 首批混凝土数量

按《公路桥涵施工技术规范》规定，首盘混凝土的方量应满足导管首次埋置深度（≥1.0m）和填充导管底部的需要，按其公式可算得本工程首批混凝土数量为10.6m^3。

现加工一个容量为15m^{3}的大料斗，另加工一个1.0m^{3}的小漏斗，则完全能够满足要求。另加工两只带橡胶皮的盖板（一只备用）以及其他相关设备、工具。

6.2 混凝土浇注施工

单根钻孔桩的混凝土灌注方量最大为675m^3，混凝土采用一艘“航工1601” 或“月亮湾号”水上搅拌船拌制，分别通过2台TB60型拖泵泵送至平台上容积为15m^{3}的大集料，然后经溜槽进入小料斗和导管进行灌注。

6.2.1 首灌阶段

正式浇注混凝土前，搅拌站上先进行泵水，润湿泵管，然后搅拌1m^{3}砂浆打出，最后再按配合比搅拌混凝土。此时，试验室人员要打开搅拌机的探视孔观察混凝土的表观现状，当确定混凝土能够满足施工要求后，方可将混凝土下放至拖泵斗内，取样做坍落度、扩展度，满足要求后，方可泵送开始浇注。

施工时，在漏斗的底部、导管的顶口安装泡沫隔水栓，再用盖板（盖板下面用螺栓固定一块隔水胶皮）封住导管口。当集料斗内混凝土方量达到12m^{3}后，开启集料斗的放料口通过溜槽给漏斗供料，当漏斗内灌满混凝土后立即吊出盖板（此时应保证搅拌站能够连续供料），使混凝土沿导管下落，同时保持集料斗内的混凝土不间断地通过溜槽、漏斗和导管灌注至水下，此过程中，要始终保持小料斗内的混凝土处于半满状态，而且要有专人测量孔内混凝土面的上升情况，当导管埋深超过1m后，完成首批混凝土的灌注。见图7。

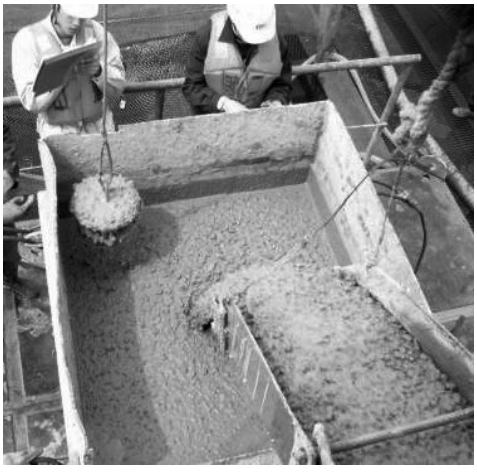


图7　首灌施工

6.2.2 正常浇注阶段

首批混凝土灌注成功后，随即转入正常灌注阶段。混凝土经泵送，不断地通过集料斗、浇筑料斗及导管灌注至水下，直至完成整根桩的浇筑。正常灌注阶段，导管埋深控制在3～6m，每次拆除导管后，导管底口的埋置深度不应小于2.0m。在混凝土灌注的过程中应经常测量混凝土面标高，以确定导管埋深、拆除导管的时机。

在混凝土灌注过程中应始终保持护筒内泥浆水头高度在1.5m左右，由混凝土置换出来的孔内泥浆经连通管引流至其他待钻护筒内回收利用，对于混凝土浇注至桩顶部分含水泥浆的废浆用泥浆泵泵至排渣驳上，运送至指定的位置进行处理。

6.3 质量控制要点

水下混凝土灌注前应检查桩底的沉淀层厚度与泥浆指标，不符合要求则应再次清孔，需特别注意不得用加深钻孔深度的方式来替代清孔。

控制初凝时间，一般要求所提供配比的初凝时间是实际浇灌时间的2倍，否则容易在浇灌过程中出现导管凝死等事故。

控制混凝土的流动性在18～22cm之间，当坍落度小时，易堵塞导管；坍落度大时易产生离析现象。

导管的埋深太大或太小都是不利的，埋深太大容易发生混凝土凝住导管的断桩事故；埋深太浅容易冲翻孔内混凝土顶面而将沉渣泥浆卷入，造成夹泥至断桩，也容易发生将导管拔出混凝土的事故。因此，应做到勤提勤拆，不能出现一次拆十几米的情况。

7　结　语

上海长江大桥主桥基础采用大直径超长变截面钻孔灌注桩，施工难度高，施工环境恶劣，通过对钢护筒施工工艺的优化、钻孔设备的正确选择、钻孔工艺的合理安排、泥浆指标的严格控制、混凝土的规范浇筑和压浆措施的实施，保证了工程的质量与安全，并使进度提前，为下一步的施工以及全桥的提前完成打下了坚实的基础。

随着我国综合国力的提高，跨越大江大河的技术复杂性大桥将会越来越多，本工程所采用的施工技术可为从事类似工程的专业技术人员提供一定的参考。

CCMG桩地基处理在上海长江大桥工程中的应用

张良文
（上海市政第一工程公司，上海 200083）

摘　要：桥头地基工后沉降较大，而桥台支撑在基桩上，沉降较小或者不沉降，处理段的工后沉降较小而非处理段沉降较大，这样就形成了桥台处理段和非处理段的差异沉降，这是造成桥头跳车的主要原因，因此应减小桥头地基的沉降并且使桥头处理段沉降逐渐过渡到和非处理段一致。本文主要介绍采用CCMG桩进行软基处理的施工工艺、施工特点、优越性，以及CCMG桩在上海长江大桥桥头处理中应用的初期成效，为桥头地基处理提供新的方法与途径。

关键词：CCMG地基处理；上海长江大桥

CCMG（Controllable Cement Mortar Grouting）挤压注浆，早在20世纪50年代的美国开始应用并不断发展，初期只应用于软土地区居住地的地基强化，随后应用领域得以推广到各种地质环境。20世纪90年代初期，挤压注浆在欧洲获得长足发展，主要用于地基加固、房屋或结构物顶升和纠偏、道路塌陷维修等领域。

1　CCMG桩地基加固原理

CCMG挤压注浆兼顾了目前常规处理中“置换处理”和“固结处理”两者的特点。它通过专用压力设备将混合砂浆压注到地基某一深度的土层内，压注料经高压压出后很快泌水，从喷嘴喷出后浆体流动性变差。由于连续不断的压力，浆体对周围土体产生推挤形成空间，此空间被压力砂浆填充固化后形成密实的“球串状”柱体，类似“糖葫芦串”。桩体周围的土体因压力砂浆的推挤，使土中空隙水压力提高，空隙水消散后使其固结，从而达到挤密桩间土的效果。它以局部连贯砂浆柱体，带动了被挤密的桩间土体的整体加固效应，起到了置换与固结的双重作用，使地基承载力和土体强度显著提高。

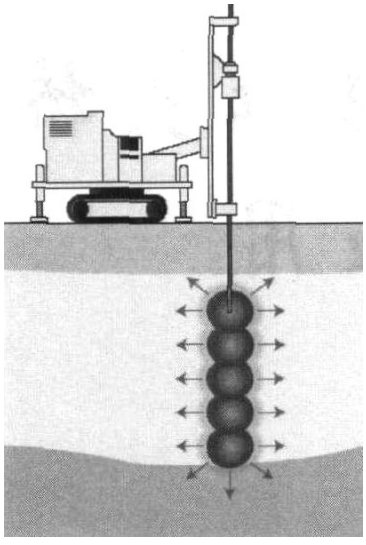


图1　CCMG加固示意图

砂浆柱体的形成需要推挤原状土体。在桩体周围的原状土由于推挤作用由弹性向塑性转化，从而形成以砂浆柱体为核心附加直径更大的塑性区（见图1）。由于土体结构的调整，使其空隙率减小，结构变密实，土体的强度和抗变形能力得到了提升。在砂浆桩核心区和土体的塑性挤压区共同作用下，充分发挥桩体与土体的复合效应。

2　CCMG桩施工工艺

2.1 钻机就位

将钻机安置在设计桩位上，使钻头对准桩位中心，同时作水平校正，使其钻杆轴线垂直对准钻孔中心，利用钻机造浆护壁钻孔至设计深度。

2.2 插管

插管可分为静止与旋转两种情况。静止：钻孔静止埋入管，分层提升注浆、拔管。旋转：工程钻机利用钻杆充当压浆管钻进到标高，边旋转边压浆。

2.3 分层注浆

采用从下而上分层拔管注浆，分层厚度采用500mm。分层注浆主要控制注浆方量，同时记录压力、流量。注浆方量、压力、流量三者密切相关。

2.4 冲洗

压浆结束后及时清理注浆管道，防止压浆管道被堵塞。按照先两边后中间的施工原则，以提高桩间土体的挤密效果，其工艺流程见图2。

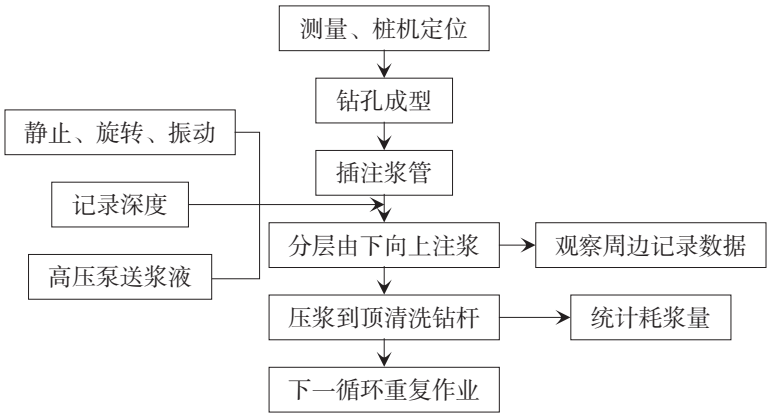


图2　CCMG工艺流程

3　CCMG成桩特点及优越性

3.1 CCMG桩自身特点

（1）CCMG兼顾了目前常规处理（置换处理、固结处理）的双重特点。CCMG通过加压挤密使土体腾空成桩，具有置换处理的特点；同时由于注浆对周围土体的挤压，使其空隙水消散而固结，它又具有固结处理的特点。

（2）CCMG桩径具有可变性。当原状土为上下不均匀构造，由于分层土体的土性指标差异，土体承受挤压的能力也不相同，软土承受的挤压能力相对较差，变形亦大，土体腾出的空间就大，那么在该层土中筑成的桩径会相应增大，反之亦然。这样一来更有利于发挥桩和土体的整体承载能力。

（3）CCMG成桩深度大，成桩深度调节方便，施工深度可达到30m以上。

（4）桩体结构均匀性好，成桩质量与桩位强度容易控制，材料浪费少、利用率高。

（5）压注材料范围广，可设计多种材料组成混合浆体进行压注。

3.2 相比以往地基处理方法的优越性

（1）与堆载预压（排水固结法）相比：采用堆载预压软基处理方法，软土固结系数小，排水固结时间较长，施工工期较长。采用CCMG桩处理软土地基，可快速达到预期的地基承载力，满足荷载及沉降要求，加快了施工速度，确保了施工进度。

（2）与搅拌桩（置换加固法）相比：CCMG桩处理环境污染小，无噪音，没有污水及废渣排出，比搅拌桩处理方法更环保。另外，CCMG桩结构均匀，桩间土挤密效果好，单桩试验极限承载力比搅拌桩提高80%以上，桩土复合承载能力也比搅拌桩提高了很多。

4　CCMG的工程应用效果

本次在上海长江大桥B0标长江大桥北港引桥桥头接坡处（路堤填土高度3.7m）对地基实施CCMG挤压注浆处理见图3，本工程设计采用长、短桩（长桩：21.5m，短桩12.5m）梅花形布置，桩距3.0m，桩径60~80cm，沿路基基底全宽布置，纵向长度50m。施工水泥砂浆配合比为水泥：海沙：粉煤灰：水：外加剂=1：4：0.6：1.0：0.02。水泥采用32.5级普通硅酸盐水泥。该桥头段采用CCMG桩软基处理后，直接回填桥头段路基，填筑到路基设计标高后，不进行超载预压，采用路基本体自然沉降达到稳定。目前该段现已全部完成路面结构层施工。

成桩后通过了钻芯取样检验、竖向静载荷试验、标贯及静力触探试验，并建立了沉降观测。其中竖向静载荷试验及静力触探试验部分数据见表1、图4。



图3　CCMG桩施工现场

通过相关检测和试验初步认为：

（1）桩身强度均匀。CCMG压注的是已搅拌均匀的混合浆体，桩身强度均匀稳定。桩体强度可通过调配浆液进行控制，一般强度均能达到3MPa以上，满足设计要求。

（2）桩间土由于受到成桩挤密作用，经检测与原状土PS值比较提高了1.5倍左右，抗压模量增加，说明其承载能力和抗压缩变形能力均有较大提高。

（3）单桩试验极限承载能力相比搅拌桩提高80%~100%，桩土复合承载能力较原状土提高230%~260%。

表1　竖向静载荷试验结果

序号	桩号	最大载荷（kN）	极限承载力（kN）	桩顶最大沉降（mm）	极限承载力沉降量（mm）
1	天然地基	330	300	118.28	50.60
2	桩间土	400	360	105.36	50.73
3	单桩	550	500	105.95	55.02
4	桩土复合地基	780	720	72.88	115.25

从CCMG桩地基处理的初期效果来看，CCMG对提高地基承载能力和提高抗压缩变形效果十分明显，为解决软土地区桥头跳车问题提供了新的途径。其最终成效有待于后期试验及沉降观测的进一步论证。

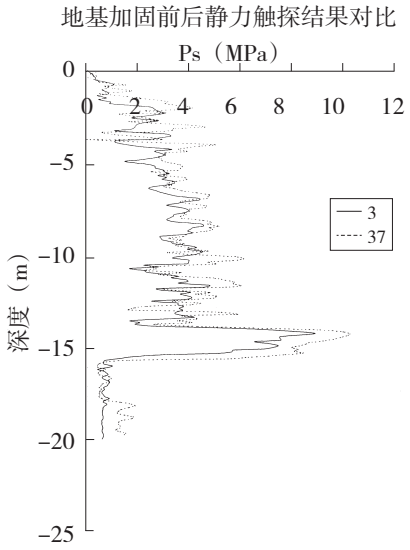


图4　静力触探试验报告

经分析比较CCMG造价相对低廉，介于搅拌桩与堆载预压两者之间，若能有效解决桥头跳车，可为行车的舒适性和安全性提供重要保障，在今后使用过程中可减少工程返修和改造费用。其经济效益和社会效益是非常显著的。随着今后在工程实践中的不断应用及改进，CCMG桩地基处理方法将得到推广，在我国基础工程建设中，成为软土地基处理的有效方法。

预制箱梁后浇段吊模施工技术

张　跃
（上海市政第一工程公司，上海 200083）

摘　要：本文以上海轨道交通11号线北段工程预制箱梁后浇段施工为例，详细介绍了吊模施工技术在桥梁上部后浇段结构施工中的应用，通过与传统施工技术的比较，可见其独特的优势，为类似工程的方案比选提供参考。

关键词：吊模；施工技术；预制箱梁；后浇段

1　引　言

伴随着我国经济建设快速发展，大量交通工程建设的开展，在工程建设改善城市交通的同时，也要考虑施工方法的创新。传统的高架桥上部结构后浇段施工，通常采用满堂支架或门式支架支撑，然而城市中道路密集，桥梁跨越路口施工必会影响交通，施工方法的创新可以降低其对交通的影响。本文以轨道交通11号线北段一期工程中的预制箱梁后浇段吊模施工为例，探讨吊模施工的技术细节及应用效果。

2　工程概况

轨道交通11.2标位于上海嘉定区马陆镇附近，该项目包括两个线路区间和一个车站（嘉定新城站）。其中主线区间高架从嘉定新城站开始，沿胜辛路中央分隔带向南，在跨越宝安公路后，转向东拐入规划育才路至马陆站，全长2.974km，途中跨越多条道路和河浜；支线分为上行线和下行线，从嘉定新城站北沿主线两侧延伸，长度分别为0.919km和0.999km，在石岗塘北侧上下行线汇合后以400m半径向西偏转，接上A5嘉金公路东侧已建洞口；嘉定新城站为独柱三层结构。

本工程主线区间上部结构有预制小箱梁、现浇箱梁和钢—混凝土叠合梁三种形式，其中现浇箱梁25跨、钢—混凝土叠合梁5跨，其余65跨均为预制简支蝶形小箱梁，桥面板宽度从9.1～10.1m不等。预制小箱梁和钢梁架设完成以后需要在其上进行后浇段施工，主线预制箱梁后浇段主要包括两榀箱梁的连接板、翼板及10cm厚桥面板。结合结构的自身特点，研究决定采用吊模施工技术进行后浇段的施工，主线预制简支蝶形箱梁构造见图1。

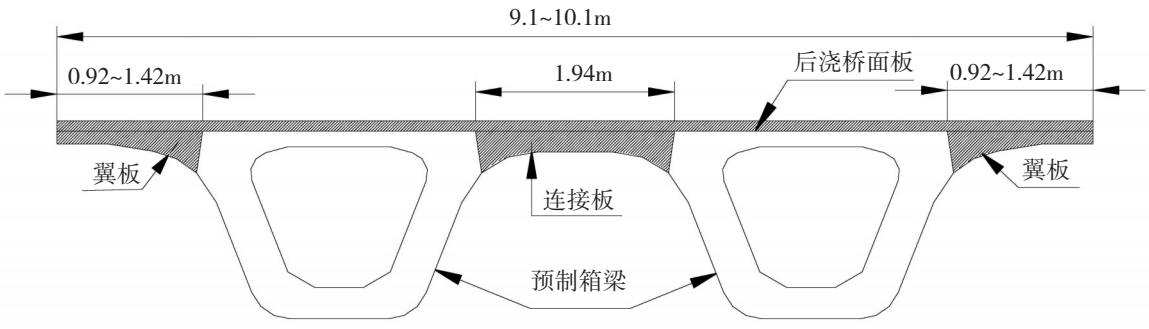


图1　主线预制简支蝶形箱梁构造图

钢—混凝土叠合梁后浇段为两侧翼板和30cm厚桥面板。支线预制箱梁采用的是单根小箱梁，故后浇结构为两个翼板和10cm桥面板，其施工方法均与主线的相类似。

下面以主线预制箱梁后浇段吊模施工为例，详细介绍吊模系统的组成、结构受力验算，并与传统施工方法作对比。

3　吊模系统的组成

吊模系统的工作原理：利用现有预制箱梁的承载力，通过支撑系统将后浇段自重及施工荷载由预制箱梁承担，告别传统的依靠落地支架、地基承载方式，简化施工步骤，提高工效。

吊模系统根据功能划分为支撑系统、模板和附属构件三部分，根据上部结构的分布特点，每跨预制箱梁均为简支状态，因此吊模系统每跨为一个单元，这样的结构受力明确，利于计算，现以一跨径为30m的标准跨为例说明吊模系统的组成情况。吊模系统布置见图2，标注见表1。

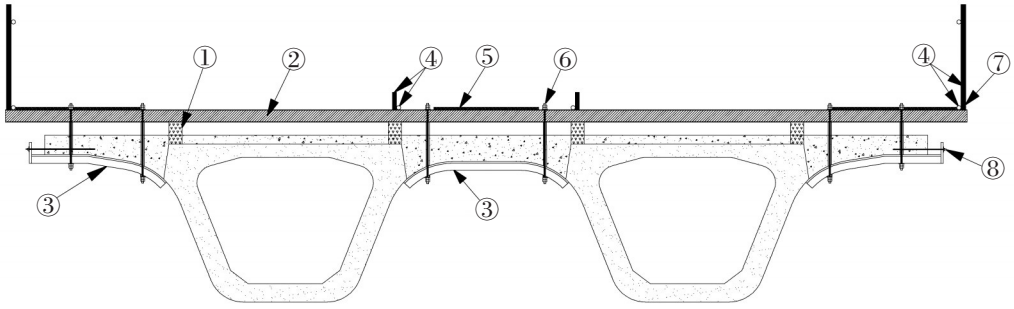


图2　吊模系统布置图

表1　图2中标注

编号	名 称	附 注	编号	名 称	附 注
①	混凝土垫块	15cm × 15cm × 25cm	⑤	木板	厚3cm长3m
②	主梁	14#双拼槽钢	⑥	螺杆	直径20mm
③	定型组合钢模	纵向长度2m	⑦	密目网	
④	钢管	直径48mm	⑧	横向拉杆	纵向间距150cm

3.1 支撑系统

支撑系统主要包括混凝土垫块、主梁（14#双拼槽钢）、螺杆。

（1）混凝土垫块作为主梁的受力支点，主梁通过它将荷载传递到预制箱梁，混凝土垫块分布在每榀箱梁的外边线位置，纵向间距1m布置，每个混凝土垫块采用与梁体相同强度等级的混凝土现场浇筑成形，规格为15cm × 15cm × 25cm（长 × 宽 × 高）；

（2）主梁采用14#双拼槽钢，长11m，同时两端焊接30cm长ϕ38mm钢管，作为临边围护钢管固定点；

（3）每根主梁上布置6根ϕ20mm螺杆，根据所用位置的不同，分为三种长度：105cm、100cm、90cm，每种各两根，每根螺杆两端各装两个螺母。

3.2 模板

后浇段模板全部采用定型钢模，它由三部分组成：两榀箱梁中间的底模（简称“中底模”）和两边翼板底模（简称 “边底模”），作为吊模施工荷载的直接受力构件，要求其有一定的强度和刚度，以将作用于它的各种荷载通过螺杆传递给支撑系统，4mm钢板底部采用纵向间距1m的分配梁（8#双拼槽钢）。

每跨有中底模共15块，每块的规格为2.0m×1.92m×0.15m，模板由一块平板和两块弧长650mm的圆弧板组成。每跨有边底模共计30块，每侧各15块，规格为2.0m×1.5m×0.15m，模板由一块弧长650mm的圆弧板和两块平板组成。

模板在新老混凝土搭接部位处向外多加工10cm，增强此位置的连接，保证模板与预制梁结合处的密贴。水平段模板统一向外加宽50cm，满足不同桥面宽度的施工需要。

3.3 附属设施

附属设施包括专用起吊机械（电动葫芦）、各种连接螺栓、主梁纵向连接板和连接钢管，连接螺栓主要起到模板的拼接和限位的作用。主梁纵向连接板为厚3cm、 长3m的木板，在其下部设置定位木条后满铺于主梁之上，作为桥面板后继工序施工的平台和人行通道，同时起到限制主梁纵向移动的作用，连接钢管把主梁相连形成一个整体，增强了吊模系统的稳定性。

4　结构受力验算

根据规范要求，需对结构最不利部位的挠度和稳定性进行验算，保证其满足规范要求。主梁的悬臂段为结构中最不利部位，即吊模系统中“边底模”一侧，取桥面最宽处进行验算，其结构受力模式见图3所示。

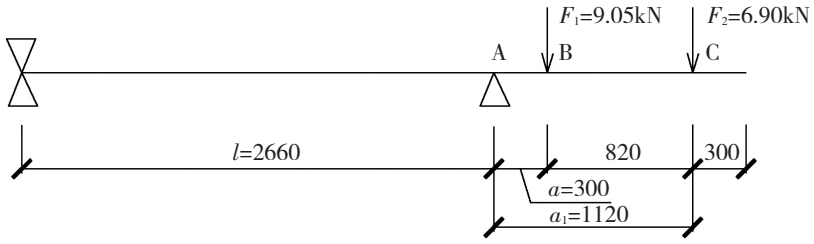


图3　主梁悬臂段荷载图（单位：mm）

4.1 基本参数

取外侧纵向1m最宽处计算荷载组合：

模板自重：0.75kN/m^2；

翼板钢筋混凝土自重：0.398×25×1=9.95kN（0.398为此处截面面积，单位为m^2）；

施工人员及材料荷载：1.5kN/m^2；

振捣混凝土产生荷载：2.0kN/m^2；

总荷载：F_1+F_2=9.95＋1.42×1×（0.75＋1.5＋2.0）=15.99kN；

即F_1=9.05kN，F_2=6.90kN。

4.2 螺杆拉力验算

$\sigma=F_1/S$=9.05 /（3.14×20^2/4）=28.8MPa（螺杆受力符合要求）。

4.3 主梁应力和挠度验算

$M_{max}=F_1\times a+F_2\times a_1$=9.05×0.3＋6.9×1.12=10.44kN·m；

对于双拼14#槽钢：I=2×5637000mm^4，W=2×80500mm^3；

A. 截面最大应力

$\sigma_w=M/W$=10.44×10^6/（2×80500）=64.6MPa。

B. 挠度验算

$\omega_B=F_1\times a^2（l+a）/3EI$=0.36mm；

$\omega_{Bmax}=0.36\times1120/300=1.33mm$；

$\omega_C=F_2\times a_1^2（l+a_1）/3EI=4.84mm$；

$\omega_{max}=\omega_{Bmax}+\omega_C=1.33+4.84=6.17mm<l/400=6.65mm$；

应力和挠度均满足要求。

5　关键施工工艺

5.1 支点布置

预制箱梁架设完成，进行了桥面标高复测后，即可进行支点混凝土垫块的制作。支点混凝土垫块采用与桥面板等强度的C30混凝土，在制作前清理梁体表面垃圾，保证梁面清洁，按照纵向间距1m的要求制作规格为15cm×15cm×25cm（长×宽×高）的混凝土垫块。混凝土垫块拆模后及时对其四周进行拉毛处理，保证其与后浇混凝土的连接。

5.2 主梁安装

（1）主梁上设置两个吊点，采用ϕ12mm钢筋加工吊环对称焊在距梁中心2m的位置；

（2）主梁吊装采用15t汽车吊，根据放样位置，将主梁准确安置到位；

（3）为控制主梁的移动，在主梁与混凝土垫块支点接触位置四周焊了限位块，纵向用直径为48mm的钢管连接，保证主梁的稳定性。

5.3 模板安装

针对吊模系统的结构特点，模板安装按照“先中间、后两边”的顺序进行，具体施工流程如下：

（1）模板根据搭接方向依次安装；

（2）螺杆在起吊前穿入模板，并拧好螺母；

（3）安装前在模板与梁体接触部位贴上双面胶带，预防漏浆；

（4）模板的安装采用电动起重设备提升，在提升过程中使用缆风绳控制方向；

（5）卸下螺杆上部螺母，安装PVC套管，人工导向将螺杆穿过主梁的预留孔洞，安装螺母，调整好模板位置后，拧紧螺母，确保模板两边紧贴梁体；

（6）控制“边底模”横向位移的拉杆，在钢筋施工完成以后与梁体钢筋焊接。

5.4 钢筋、混凝土施工

桥面钢筋绑扎按照常规施工工艺实施，在此不作详述。

混凝土施工必须注意：

（1）采用商品混凝土，必须用泵车泵送到桥面；

（2）混凝土的浇筑顺序是：先中间模板，其次是预制箱梁的顶板，再次是两侧的翼板。

（3）泵送混凝土不得直接浇在模板上，可将混凝土浇在预制箱梁梁体上，人工用铁锹翻送到模板上，降低混凝土下落对模板的冲击。

5.5 拆模施工

当混凝土达到规范要求的强度后（以试验报告为准）方可拆模，但应注意：

（1）拆除顺序由安装时的最后一块开始，逆向完成；

（2）拆模是利用模板自重脱落下放，模板下放则采用两台电动葫芦缓慢下放，地面由专人负责用小车运离现场。

6　与传统施工方法的对比

在同等条件下，以一跨30m主线后浇段施工为例，分析满堂支架浇筑施工与吊模施工的主要差异。两种支架施工现场布置见图4、图5。



图4　满堂门式支架施工现场



图5　吊模施工现场

6.1 跨越道路桥梁施工

跨越道路的满堂门式支架施工，需要长时间占用地面道路，增加附近道路的交通压力。

吊模施工只在主梁和模板起吊过程中短时占用下部很小空间，对地面交通影响甚微。

6.2 两种施工技术的对比

与满堂支架施工技术比较，见表2。

表2　满堂支架与吊模方式比较

项　目	满堂支架	吊　模
地基处理	10cm厚C20混凝土基础20m^2	混凝土垫块支点0.7m^2
材料用量	ϕ48×5钢管及扣件约53t	双拼14#槽钢16.4t ϕ48×5钢管1.06t，螺杆0.5t
外观质量	支架变形或地基沉降会对平整度造成影响	线形平整流畅，局部修饰即可
施工周期	15天	12天
跨河或障碍物施工	需特殊处理，搭设门架或悬挑支架，增加施工用钢量	无特殊措施，正常施工

吊模施工具有以下优势：

（1）吊模系统结构简单，外观轻盈，不会造成视觉污染和视线障碍；

（2）采用定型组合钢模，加工精度高、拼缝严密、变形小，保证了结构线形流畅；

（3）无须地基加固，特别是跨越河流及不良地基区间，节约施工成本；

（4）用于跨越道路的桥梁施工，对交通的影响甚小，有利于施工期间的交通组织；

（5）当梁体净空较高时，可显著节约支撑成本；

（6）城市高架道路施工中，如是跨线桥采用吊模施工，容易满足较高的净空要求；

（7）吊模系统安装简单，显著缩短施工周期；

（8）减少高空作业量，降低施工风险。

7　结　语

预制箱梁后浇段吊模施工技术在上海轨道交通11号线北段一期工程11.2标的应用，成功解决了跨越宝安公路（交通量较大）、沈徐公路及多条河流的桥面后浇段施工难题。缩短了施工周期，降低了施工风险，减少了施工成本，减小了对周边的影响，同时也为吊模或无支架施工技术在桥梁建设中的进一步应用和推广积累了宝贵的经验。

基于虚拟视频技术的机动车视频测速仪溯源方法的研究

刘连军[1]　高奎贺[1]　石姗姗[2]　赵桂梅[1]
（1. 辽宁省计量科学研究院，沈阳 110004；2. 东北育才学校，沈阳 11008）

摘　要：本文研究了视频测速技术的原理，提出了基于虚拟视频技术的测速方法，并进行测速场景的实体建模，透视投影算法设计，参数设置和标准测速视频生成，最后开发了机动车视频测速仪的溯源系统，为机动车视频测速仪的实验室溯源提供了技术手段。

关键词：视频测速；透视投影；溯源

1　引　言

机动车视频测速仪属于机动车超速自动监测系统的一种，用于公路测速的检测工作，目前没有较好的溯源方法，已有的是参照JJG 527—2007《机动车超速自动监测系统》中对测速仪现场检测的方法：即在巡航定速车上安装非接触式测速仪，对机动车视频测速仪进行实车检测，该检测手段不能完全满足溯源的要求，体现在：A. 标准速度车的检测范围在20～120km/h，而一般的机动车视频测速仪的量程是20～180km/h，所以量程不能满足溯源要求。B. 受标准速度车和道路条件的影响，对同一点不能重复测量，比如对100km/h，标准速度车每次测量可能是98km/h、103km/h或者101km/h，每次都一样，保证不了重复性。C. 现场检测受环境影响因素较大，比如安全因素、雨雪雾等环境因素，也不能完全检测出机动车视频测速仪的计量性能。D. 缺乏必要的实验室检测手段，雷达原理和地感线圈原理的测速仪实验室均有了检测手段。

种种原因限制了机动车视频测速仪的溯源，因此溯源问题亟待解决。

2　机动车视频测速仪原理

通过多路采集卡将测速及车牌摄像机的图像信号实时传送到计算机中，由计算进进行实时分析计算。依据背景差分中基于混合高斯分布模型的自适应背景消除算法对图像进行目标检测，当判别出真正的目标后进行目标锁定并对锁定的目标依据区域匹配跟踪理论进行实时跟踪，同时计算出车辆的精确位置并得出目标运动的矢量轨迹曲线图。图像中车辆的位置都是可以准确确定的，而每幅图像的采集时间40ms（以每秒25帧计算PAL制标准）不变，所以，可得出非常精确的位移差和时间差。

$$v=\Delta s/\Delta t \tag{1}$$

式中　v——汽车运动速度；

Δs——汽车移动的精确距离；

Δt——汽车移动的时间。

3　虚拟视频的数学算法

虚拟视频测速的基本思想是把速度标准车在一秒内的移动按照时间的先后分解为24幅画面，然后把24幅画面，连接成一段录像。按照机动车视频测速仪的测速原理，在3D环境下，模拟现实世界中的速度标准车和道路，给机动车视频测速仪标准的速度录像，按照分辨率1024×768，播放速度24帧每秒，生成基于AVI格式的视频录像。

核心技术部分包括：测速场景的实体建模、透视投影算法、参数设置和标准测速视频生成。

A. 实体建模

测速场景的实体建模技术，利用3Dmax，按照标准速度车和道路的要求建立了实体模型，比例尺按照1m：1屏幕坐标，路宽按照高速公路标准的3.75m设计，如图1所示。

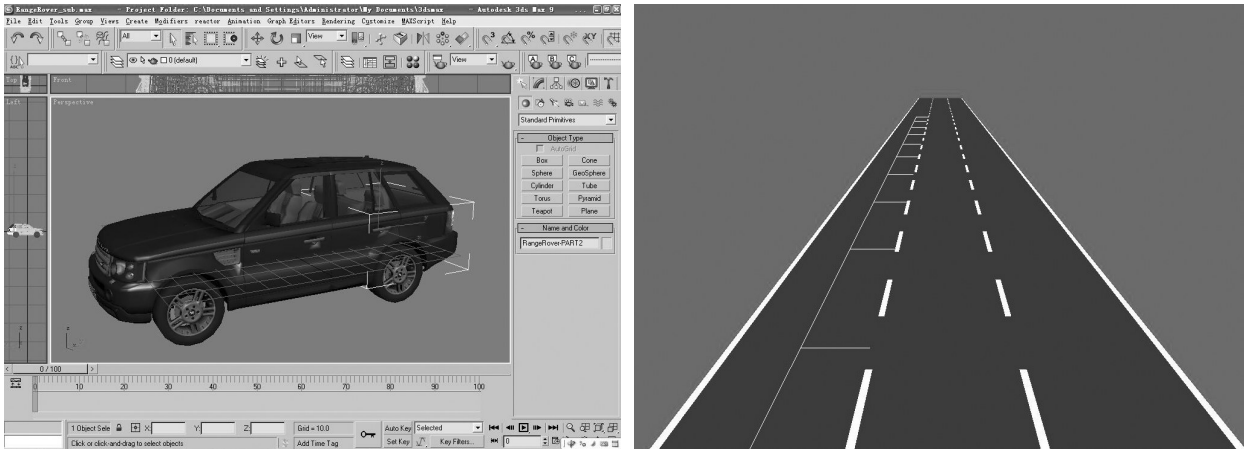


图1　速度标准车和标准路面的建模

建立模型之后，对模型进行加载，由于不能把实体模型放在程序中加载运行，而是将实体模型转化为可读的3D模型的文件格式。把这个模型转化为一个可读的矩阵形式，包括模型的几何尺寸、顶点位置、光照、渲染等参数。

B. 透视投影的数学模型

有了实体模型还不能进行模拟测速，须在计算机里面建立一个引擎，也就是机里显示3D图形，在平面里显示三维图形。将摄像机空间中的点从视锥体（frustum）变换到规则观察体（Canonical View Volume）中，如图2、图3所示，待裁剪完毕后进行透视除法的行为。在算法中它是通过透视矩阵乘法和透视除法两步完成的。

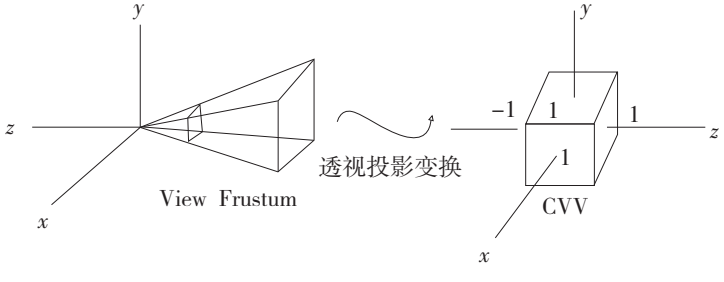


图2　透视投影变换模型

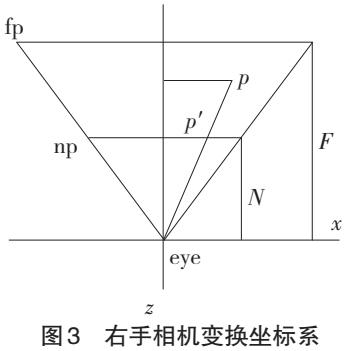


图3　右手相机变换坐标系

经过相机矩阵的变换，顶点被变换到了相机空间。裁剪被安排到规则观察体（Canonical View Volume，CVV）中进行，CVV是一个正方体，x，y，z的范围都是［−1，1］，多边形裁剪就是用这个规则体完成的。所以，透视投影变换由两步组成：（1）用透视变换矩阵把顶点从视锥体中变换到裁剪空间的CVV中。（2）CVV裁剪完成后进行透视除法。

图3是右手坐标系中顶点在相机空间中的情形。设p（x，z）是经过相机变换之后的点，视锥体由eye：眼睛位置，np：近裁剪平面，fp：远裁剪平面组成。N是眼睛到近裁剪平面的距离，F是眼睛到远裁剪平面的距离。选择近裁剪平面作为投影平面。

在该3D绘图中，我们定义4×4矩阵来说明该坐标系，设V为初始向量，M为转换矩阵，经过向量和矩阵相乘，最终得到视野转换矩阵。

$$VM = T \tag{2}$$

然后经过正交投影和透视投影形成视野转换矩阵如（3）所示：

$$M = \begin{bmatrix} x_{\text{scale}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_{\text{scale}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dfrac{z_{\text{near}}}{z_{\text{near}} - z_{\text{far}}} & -1 \\ 0 & 0 & \dfrac{z_{\text{near}} z_{\text{far}}}{z_{\text{near}} - z_{\text{far}}} & 0 \end{bmatrix} \tag{3}$$

M就是最终的透视变换矩阵。z_{near}代表镜头的能见到的最近距离，z_{far}代表镜头看到的最远距离，x_{scale}代表屏幕的高度，y_{scale}代表屏幕长度。

C. 参数的设置及标准视频生成

可以对速度、角度、焦距、录制的时长、摄像机高度进行设置。在生成每一帧图像的时候，将生成的连续图像合成一个标准视频，按照MGPEG的格式。这里面调用的是windows的VFW类。视频捕获是指由专用的视频采集卡捕获声频和视频信息，然后将其进行数据化处理，再经过软件的压缩进行处理，这时就可对这些数据进行保存、回放、传输等各种操作。Windows专门提供了Video for Windows来对视频处理进行支持，提供的接口可以被大多数的视频采集卡支持，并有多种视频压缩驱动供选择（当然视频压缩可以自己开发），采集卡支持摄像头，TV等多种输入。

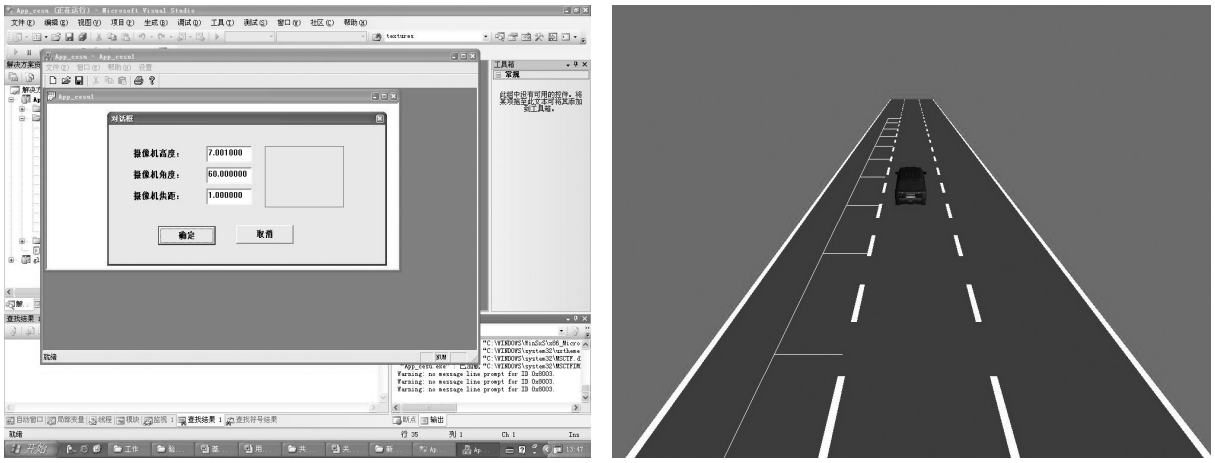


图4　系统界面和虚拟视频的实现

D. 雨雪雾天气状况的模拟

测速仪由于受天气情况的影响，却经常要求在有雨雪雾的天气情况下工作，并且不影响其计量性能。

模拟雨雪雾的生成函数：

$$fog = \mathrm{e}^{-density \cdot z} \tag{4}$$

式中，$density$代表雾的浓度，z代表该点到镜头的距离，试验效果略。

4　总　结

利用C++结合D3D技术，实现了基于虚拟视频技术的机动车视频测速仪溯源。表1和表2分别是非接触式测速仪和虚拟视频两种测速仪的检测数值。首先用JJG 527—2007《机动车超速自动监测系统》中规定的现场检测的方法对视频测速仪进行检测，然后用虚拟视频测试系统设定同一测量值（序号1～5组）进行验证，序号6~8组是非接触式测速仪不能测量的数据。

表1　用非接触式测速仪检测的实验数据

序号	虚拟视频（km/h）	机动车视频测速仪（km/h）
1	56.3	54
2	80.2	76
3	97.3	94
4	71.6	69
5	45.8	43
6	120.0	118
7	150.0	146
8	180.0	175

表2　用虚拟视频检测的实验数据

序号	非接触式测速仪（km/h）	机动车视频测速仪（km/h）
1	56.3	53
2	80.2	76
3	97.3	95
4	71.6	70
5	45.8	44

验证数据结果表明，由非接触式测速仪和由虚拟视频检测的实验数据最大相差1km/h，达到最初设计的效果，测量范围覆盖20～180km/h，满足实验室检测视频测速仪的要求。

天津市智能交通建设现状及未来发展之研究

韩轶秋
（天津市公安交通管理局科研所，天津 300040）

摘　要：随着国内经济和汽车产业的迅速发展，中国已经逐渐步入汽车社会。机动车保有量的迅速增长，使道路交通面临的压力越来越大，利用先进的信息化手段提高城市道路交通服务水平显得十分重要。作者通过分析美、欧、日等国家在智能交通系统发展方面的经验，并以此为鉴，来探讨目前中国普及智能交通系统所应该遵循的途径，重点是考察天津市智能交通建设在当前所面临的严峻形势和任务及其存在的突出问题。最后，在此基础上对今后天津市应该加快建设智能交通系统的方法和途径提出有见地的意见和建议。

关键词：智能交通；天津市；现状；未来发展

随着国内经济和汽车产业的迅速发展，中国已经逐渐步入汽车社会。从2001年国家正式实施小汽车进入家庭政策以来，截至2007年6月，汽车保有量就迅速增至3300万辆左右，其中私人汽车3200多万辆，私人轿车1300多万辆。随着天津现代化大都市新形象的确立，在诸多备受人民群众关注的热点和难点问题中，天津市智能交通建设已经成为影响和制约交通管理工作的“瓶颈”问题之一。正视天津市智能交通建设面临的紧迫形势及存在的突出问题，借鉴国外智能交通系统发展的经验，加快天津市的智能交通建设势在必行。

1　国外智能交通系统发展的经验

智能交通形成一个系统概念起始于20世纪80年代，其中最具代表性的是美国智能车辆道路系统（IVHS，1992年）、欧洲高效安全欧洲交通计划（PROMETHEUS，1986年）、欧洲车辆安全道路结构计划（DRIVE，1989年）和日本的道路交通信息通信系统（VICS，1995年）。它们共同的特点是：将先进的信息技术、计算机技术、数据通信技术、传感器技术、电子控制技术、自动控制理论、运筹学、人工智能等有效地综合运用于整个交通服务、管理与控制，从而建立一种大范围、全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合管理系统，以解决日趋恶化的道路交通拥挤、交通事故和环境污染。

1.1 注重前期制定规划和目标

美国集中国内各种力量，在政府和国会参与下成立了智能交通系统领导和协调机构，于1991年制定了《综合陆上运输效率化法》，并拟定了20年发展计划；日本早在1973年就开始了对智能交通系统的研究。日本组成由四省一厅参加的全国统一智能交通系统开发组织（VERTIS）；欧洲在智能交通系统应用方面的进展介于日本和美国之间。1985年成立了欧洲道路运输信息技术实施组织（TRICO），实施智能道路和车载设备研发计划。

1.2 智能交通系统研发和工程投资力度大

美国政府1991年至1997年各年度智能交通系统项目资助金7年内总投资达到13亿美元，20年发展规划投资预算约400亿美元；日本智能交通系统投资来源主要为与汽车相关税收，四省一厅1995年至1999年共投入3683.66亿日元，用于智能交通系统的研发、实施。日本政府1996—1997年用于智能交通系统研究开发的预算为161亿日元，用于智能交通系统实用化和基础设施建设的预算为1285亿日元。1996年“推进智能交通系统总体构想”推出了一个投资预算7.8兆日元的20年规划。

1.3 智能交通系统投资采取政府为主、企业参与方式

在投资方式上，美国政府要求将智能交通系统发展与建设纳入各级政府基本投资计划程序中，并注重创建新的投资机制，以便部署、支持、开发和建设智能交通系统。大部分资金一般通过传统方式，如公路信用基金等，由联邦、州和各级地方政府提供，同时注重调动私营企业发挥应有的作用。日本也采取了政府与民间企业相互合作，如车辆信息通信系统（VICS）的运作方式就加速了日本智能交通系统的研发、建设和应用。

2　中国目前普及智能交通系统的路径

建立智能交通系统是一项非常庞大复杂的系统工程，涉及到社会方方面面的各个领域和部门，需要有一个认识、发展、协调、完善的过程。就我国目前交通管理的需要而言，主要应从以下几个方面进行研究和普及。

2.1 交通违章自动监控系统

现代化的智能交通监控系统一般分为路面监控和城市路口监控两部分，它能实现为查处违章及交通肇事车辆提供依据，追踪被盗和肇事逃逸车辆以及监测重要路口车速、车流量。随着电子警察这一监控设备的推广使用，大大提高了交通管理的准确性。但是现有的电子监控设备远远不能满足实际需求，举一个常见的例子：取证是执法工作的中心环节，行政诉讼中，执法机关承担举证责任，无法提供证据就必须面临败诉的结果。但目前行政执法取证手段原始，交通管理主要还是搞“人海战术”，先进的科技装备少，很难适应行政复议和诉讼的需要，也与现代化的管理要求相差甚远。因此必须对现有交通违章自动监控系统进行技术升级和规模扩展，在主要干道和路口全天候记录各种违章行为，为交通执法提供准确依据。同时完善系统数据和视频图像的自动回传功能，建立自动监测数据库，为查处违章提供技术支持。

2.2 交通管理综合集成系统

智能交通管理综合集成系统是对实时交通信息进行采集、分拆、融合、储存、传输以及提供交通信息和交通指挥决策的统一信息平台，是智能交通管理的重要基础。现代化的智能交通管理综合集成系统必须具备“110”接报警、GPS警车卫星定位分析、交通实时监控、交通流检测分析等综合功能，它可将路况信息用于对路面的全方位控制，对巡逻民警进行指挥调度，实现交通管理的采集、处理、应用同步；另一方面，它可为广大驾驶员提供交通信息，这些信息包括各条路线的拥堵情况、交通管制状况、可利用的停车设施等，使驾驶员在驾车时选择最佳的行车路线，以最短的时间到达目的地，达到优化交通秩序、改善交通状况的目的。

2.3 数字化无线通信执法系统

宽带网络、移动通信设备的普及为数字化无线通信执法系统的开发奠定了良好的基础。随着GSM、CDMA等通信网络的架设，大大增加了网络容量，传送速率也随之提高。通过对上述集群通信网和移动通信设备的改造，使一线民警的通信手段与中心信息管理系统相连，实现数据和图像的无线传输，便能够进一步大幅度提高一线民警的执法能力。在2002年底，800兆无线数据终端系统（俗称“移动警务通”）已经在上海问世，使全市范围内的一线执勤民警均可利用手持终端设备在第一时间进行包括常住人口、机动车、驾驶员、在逃人员信息等的实时查询工作，从而大大简化了操作步骤，提高了工作效率。

2.4 车辆行驶监控系统

车辆行驶监控装置是对车辆行驶速度、时间、里程以及有关车辆运行的其他状态信息进行记录的装置，它能够真实地记录车辆运行和司机驾驶活动的有关信息，因此在遏制疲劳驾驶、车辆超速等交通违章、约束驾驶人员的不良驾驶行为，预防道路交通事故、为事故分析鉴定提供原始数据、保障车辆行驶安全等诸多方面发挥重要作用。可以毫不夸张地说，它就是汽车上的“黑匣子”。在国外，这

一先进的设备已经开始广泛运用在各类车辆上，并显现出卓越的成效。因此，应加快推广这一系统在国内应用的步伐，一方面要研究相关的法律法规加以保障，另一方面要制定统一的记录标准和技术规范。

3　天津市智能交通建设面临的形势以及任务

解决交通拥挤、交通事故，出行质量、方便交通等一系列问题，是21世纪现代化交通运输体系的模式和发展方向，是交通运输进入信息时代的重要标志。

2001年以来，城市道路交通管理始终坚持“为改革开放服务、为经济建设服务、为企业生产服务、为群众生活服务”的方针，紧紧围绕“三五八十”奋斗目标和新时期“三步走”战略，以“降事故、保安全、保畅通”为中心，实施畅通工程，创建平安大道，加大科技投入，深入实施全国智能交通示范城市工程，全面提高道路交通管理工作水平，基本适应了城市总体发展要求。

“十一五”期间，天津市加快实施“三步走”战略，经济体制改革进入攻坚阶段，产业结构升级加快，滨海新区纳入全国重点发展战略，海河两岸综合开发改造，商业经济圈向市郊扩展，区域组团逐步形成。依托海、空两港，建设复合交通走廊、交通新城，完善沟通华北、华东、东北、西北地区的综合交通枢纽，形成各种交通方式紧密衔接、快速转换、通达腹地的网络，成为城市发展要求。在经济社会大发展的形势下，以信息技术为代表的智能交通系统的广泛应用，为道路交通管理带来了新的机遇和挑战。

3.1 机动车保有量高速增长，道路交通压力加剧

目前，天津市机动车保有量已达136万多辆，其中，私有小客车65万余辆，同时以年均8%至12%的速度递增；从空间分布上看，私有小客车增长主要集中在中心城区，其私有小客车总量已经占全市私有小客车总量的55%以上，增长速度超过20%。据推测，这种情况将持续10到20年。届时，天津市的交通状况将面临越来越严峻的考验。当然，这是世界上所有大城市的交通发展规律。随着经济社会持续快速发展，人民生活水平的日益提高，汽车支柱产业的大力发展，“十一五”期间天津市机动车仍将保持较高的增长率，特别是私家车将呈加速增长趋势。机动车的快速增长，使得原本饱和的中心城区道路、接近饱和的主干公路交通压力越来越大。

3.2 路网格局发生重大变化，交通组织需要重新调整

目前，中心城区道路交通主要依赖于“三环十四射”路网骨架，公路交通主要依赖于8条高速公路、10条国道。随着快速路、地铁系统和高速公路网的加快建设，中心城区将形成快速路与环线、放射线构成的新骨架路网，高速公路网将承担公路主要交通流量，轨道交通系统也将发挥重要交通功能。新的路网格局，必将打破原有交通组织体系，重新组织道路交通势在必行。

3.3 环渤海地区经济中心和现代化国际港口大都市的城市定位，对道路交通提出了更高的要求和标准

目前，混行交通是城市交通的主要特征，不同交通方式混合行驶，影响了道路通行效率；出行结构中以自行车出行为主体，客运效率较低；交通安全设施科技含量低，交通诱导和服务水平不高。“十一五”期间是环渤海地区经济崛起时期，环渤海地区经济中心和现代化国际港口大都市的城市地位，要求构建与其相匹配的道路交通环境。

3.4 道路交通运输日趋繁忙，交通安全形势十分严峻

2001至2004年，天津市年均因交通事故死亡1114人。随着道路交通运输日益繁忙，交通流量增长迅速，由于混合交通的格局不会改变，交通安全设施和预警系统滞后，交通管理手段单一，交通管控面低，交通参与者安全意识淡薄等因素，道路交通安全形势仍较为严峻。

当前，国内一些大城市均采用修路与智能交通建设相结合的方式解决交通问题。以北京为例，在强大的资金支持下，几年来兴建了一大批高技术含量的科技应用系统，形成了智能交通的初步框架，进一步均衡了交通流量，提高了道路利用率。天津市在十七大以后，滨海新区开发开放被纳入国家发

展整体布局，必将给天津市带来前所未有的发展机遇。解决交通问题，加快智能交通管理系统建设，提高交通管理水平，破解堵、乱、慢问题，在国内外进一步树立现代化交通管理的新形象已迫在眉睫。

4　天津市智能交通建设存在的突出问题

智能交通建设是一个综合运用现代科技的过程，必须和道路管理融为一体，目前遇到的突出问题是发展思路急需理清，“硬件”建设规模急需扩张，人才队伍急需加强。

4.1 智能化管理水平低，各系统、各区域“单打独斗”，还没有形成“气候”

当前公安警务指挥调度向着扁平化方向发展，信息资源高度共享势必成为发展潮流，建设集各种交通信息资源于一体的综合平台成为当务之急。通过调研，天津市的问题主要有以下两个方面：一是高度集成各种交通信息的平台还未形成，建设步伐缓慢。多年以来，一直投入资金强调基础应用系统建设，没有在信息资源集成方面下工夫，投入建成的高科技手段呈现分隔独立状态，没有形成路面采集信息共享、深度使用的局面，其各自的作用也就必然打了折扣；二是市区和滨海新区一体化建设工作还需加强，特别是随着滨海地区重要性的日益突出，市区和塘沽之间的交通管理逐步成为一体。加强区域之间、联络线之间的控制是今后秩序管理的重点，这方面的建设仍存在差距。

4.2 交通流量控制水平低，交通信号协调控制系统建设远远滞后于道路改造

近几年，随着城市交通环境整治，天津市投入巨资不断加快路网建设，相继拓宽了部分道路，短期内缓解了交通压力。但是现代化的管理手段没有跟上道路建设速度，智能化协调控制相对道路建设匮乏，以至于管理效果打了折扣。目前，天津市共有灯控路口1519处，其中只有内环区域约70处主要路口具备自适应协调控制功能，而且由于检测器维护问题，整体已经“降级”使用；另外虽还有500处自主开发的远程拨号绿波带交通信号协调控制系统，实现近百条道路信号绿波控制，但是总体控制水平不协调，达到的效果难以满足需求。而在这方面，北京市区灯控路口2000个，其中1160个路口实现区域自适应协调控制，系统共铺设检测器10000多个；上海市自适应控制系统已覆盖3000多个路口中人流、车流量较大的1300多个路口，远远走在天津的前面。从国内、国外成功经验可以肯定，先进的管理手段和道路建设相协调、相呼应才是充分发挥道路功能的保证。

4.3 缺乏先进的交通服务系统，与人民群众的需求有差距

随着城市现代化水平、生活品位、文明程度的不断提高，群众出行已经不仅仅停留在安全、畅通的朴素需求上，而更多地将视角转向满足交通出行的服务上。如果我们在现有交通广播电台发布信息的同时，配之以足够的交通诱导信息系统，很多易堵地区的交通压力是可以得到一定缓解的。目前，天津市投入路面使用的室外诱导信息显示屏仅有36块，而且其中快速路20余块交通诱导信息屏供电问题没有得到有效解决，处于半工作状态。即便全部投入使用，诱导信息覆盖的道路总里程也仅有约70公里，占天津市区道路总里程的6.8%左右，还处于刚刚起步阶段。以卫津路为例，由于承担着交通走廊的作用，每天大批车辆排队等候，拥塞现象非常明显。如果天津市拥有先进的交通诱导信息系统，可以提前为人民群众指明交通压力之所在，合理疏导交通流量，提高我们的服务等级。

4.4 路面管理手段不足，还不能形成全方位立体化管理

目前天津市还只限于民警路面值勤和设置流动录像车纠正违法行为，但都以人工操作为主，大量耗费警力和车辆，管控范围和力度有限，科技手段诸如闭路电视监视系统、违法自动检测手段还比较少。天津市闭路电视监视系统市区实际可用点位127处（包含快速路17处），环城各区也相继投入资金自建交通闭路电视监视系统，建成视频监控78处，全市加起来总共可用点位不过200余处。而北京已经达到近600处，而且还在不断扩建。况且天津与北京相比较，差距还在不断加大。自动违法检测系统（电子警察）建设市区基本为零，滨海地区也仅有46套设备，所建数量、管控面积和实际需求相比远远不够，这也是造成治理交通秩序效果不佳的原因之一。

4.5 科技人才队伍建设没有跟上发展需求，整体技术能力相对较弱

跟上社会发展的要求，加快人才战略是智能交通发展的基础。目前天津在这方面的缺陷比较严重，一是技术人才数量少，二是科技资金投入小，三是科技水平还不高。以天津目前建设智能交通主力军科研所为例，现仅有31人。另外，在智能交通建设领域人才培养上也缺乏行之有效的措施，为了天津市的长期发展多培养几个科技领军人物也是当务之急的一件大事。

5　天津市未来加快智能交通建设的路径与办法

全面贯彻落实科学发展观，紧紧抓住经济社会快速发展的机遇，适应城市发展、布局调整和道路建设的要求，以完善交通管理设施为基础，以提高科技含量为动力，全面推进道路交通管理的信息化、科学化、现代化，实现低科技型管理向高智能型管理转变，建立通达、有序、安全、低能耗、低污染，适应人居环境的道路交通环境。

交通管控网络覆盖全市，交通指挥调度快速高效；交通管理综合信息平台网络化、立体化，交通信息诱导服务水平大幅提高；交通监控和交通信号协调控制全面建成，城市智能交通得到较大发展，保障道路交通与天津市经济城市建设协调发展。

5.1 下大力气做好智能交通管理综合信息平台建设工作

建设交通管理信息中心，建设完善交通管理地理信息系统、实时路况系统、秩序管理系统、违法信息管理系统、存车管理信息系统、交通事故管理系统、车管业务管理系统、交通设施管理系统、公路交通智能管理系统。首先要牢固树立以智能交通保畅通的理念，积极做好发展规划和系统整合的各项准备。智能交通系统建设最终达到的目标是各种应用数据在管理平台上实现高度共享，技术资源实现最大限度的融通。国内其他先进城市也尚在摸索之中，天津市应采取“走出去、请进来”的办法，聘请国内知名专家、学者修改完善天津市智能交通管理系统建设规划，务必做到规划具有前瞻性，方案具有实用性。其次，组织力量立即着手进行塘沽智能交通管理系统、天津大道智能交通管理系统建设，参考国内外成功经验，高度集成各种信息资源，形成区域管控中心，提高滨海地区交通管理水平。另外，要加强交通管理信息化、标准化建设，对各种系统接口、数据资源等方面进行统一规划，为全面完成我局数据资源整合打好基础。

5.2 加快交通信号协调控制系统建设，解决天津市宏观战略控制能力上的不足

全面推进交通信号灯建设，中心城区、区县建成区路口交通信号灯控制率分别达到95%和90%以上。建设中心城区主要道路交通信号实时控制主导系统和有缆线控辅助系统，形成交通信号控制网络。整合和扩建区县建成区交通信号灯。对区域组团进行交通信号灯协调控制。建设混行交叉路口交通信号优化系统、快速路与常规路网交通信号协调控制系统、公路交叉路口交通信号实时控制系统。重点在外环线以内区域建设300个交通信号协调控制点位，恢复内环区域70个路口协调控制功能，进一步挖掘路网通行潜力，提高通行效率，解决重点道路交通信号集中控制、协调联动问题，达到控制区域内主干道路通行能力提高10%，平均车速提高10%，停车延时减少10%的目标，缓解交通拥堵，使整个控制区域控制能力得到有效提高。

5.3 稳步推进交通信息采集发布系统建设，提高交通服务水平

建设交通信息采集监测系统，可变信息板、人工声讯服务、手机短信提示、车载导航终端、互联网、交通数字电视、交通广播电台等交通信息发布系统。开发路网交通诱导系统、智能停车诱导系统，为市民出行提供全方位的道路交通信息服务。为此，必须在近期解决以下具体问题：一是利用市财政资金，尽快完成卫津路交通诱导信息系统建设任务，解决八里台周边地区交通流量诱导问题，为交通参与者提供及时、准确的交通信息服务，进一步方便群众；二是加快天津大道交通诱导信息系统建设工作，力争在市区、塘沽区入口以及可分流点位设置9块信息屏，提高道路服务等级；三是积极与市城投集团、滨海市政建设发展有限公司和市电力部门进行协调，寻求彻底解决快速路交通诱导信

息系统供电难的办法，改变时亮时灭的现状，确保已经投入使用的诱导屏能够发挥应有的作用；四是做好明年在交通流量较大、易堵路口路段建设9处交通诱导信息系统点位的建设安排和实施计划，争取将项目列入市政府20件民心工程，组织技术人员提前做好调研，力争早动手。

5.4 加强闭路电视监视系统和违法自动检测系统（电子警察）建设，进一步丰富路面管控手段

在中心城区、区县建成区主要道路建设交通视频监视系统，在主要公路、高速公路建设电子卡口监控系统。全面推进电子警察建设，实现路面智能管理。建设各区县二级交通视频监视副控，分级实施路面交通管控。积极向市财政申请资金，继续加强闭路电视监视系统建设，按照既定发展规划中的意见，以每年至少递增30处闭路电视系统点位的速度完成建设任务，不断扩展系统的应用规模。加快市区违法自动检测系统的建设工作，提前介入，搞好技术调研，选好点位，积极申请资金，力争每年建设30处，填补市区道路管理中的空白，解决路面执法警力不足的问题。

5.5 加强人才队伍建设，解决当前能力不足的问题

坚持业务、人才两手抓、两手都要硬的思路，重视天津市交管局科技队伍发展问题，采取多种形式，不断加强技术交流和学术研讨，主动为技术人员创造再深造、再学习、再培训的机会，普遍提高技术人员的能力和水平，向技术要战斗力。在目前科技人员队伍中，选拔经验丰富、出类拔萃的中青年技术骨干，为其提供承担科研课题、领导建设项目的机会，主动压担子、创造机会，促其尽快积累经验，帮助其成长，为交通智能化建设积累人才储备。另外，择机为天津市交管局科研所等技术人员短缺单位进行补充，壮大现有规模，改善年龄梯次结构，从人才队伍建设方面确保我局智能交通建设可持续发展。

参考文献

[1] 杨立波，刘小明. 中外智能交通系统发展模式比较［J］. 综合运输，2005（8）.

[2] 陈旭梅，于雷. 美、欧、日智能交通系统（ITS）发展分析及启示［J］. 城市交通，2004（7）.

[3] 杨佩琨. 智能交通运输系统体系结构［M］. 上海：同济大学出版社，2001.

[4] 王笑京. 中国智能交通系统发展方向的探讨［J］. 中国交通信息产业，2000（4）.

[5] 武长顺，罗泽涛. 中国城市交通问题研究［M］. 北京：中国科学技术出版社，2000.

公交车捷运系统车队管理雏型系统

唐文斌[1]　王穆衡[2]　曾幸敏[2]　周宏儒[1]　陈伟业[1]
（1. 鼎汉国际工程顾问股份有限公司，台湾；2.“交通部”运输研究所运输经营管理组，台湾）

摘　要：针对公交车捷运系统特性研提车队管理智能化功能，开发公交车捷运车队管理雏型系统，以辅助公交车捷运业者完成车队管理与车辆派遣之工作，充分发挥公交车捷运系统之营运效率，作为各县市“政府”及相关业者未来推动公交车捷运系统之参考依据。
关键词：公交车专用道；公交车捷运系统；车队管理系统

近年来台北市捷运系统与公交车专用道之推动执行，深具成效，“交通部”于2004及2005年完成公交车捷运化设计手册之研究，已研拟一套公交车捷运系统设计准则，提供各县市“政府”作为推动公交车捷运系统（BRT）之参考依循，然由于该设计手册并未深入探讨公交车捷运系统之车队营运与管理方式，使得业者在面对公交车捷运系统之营运与管理时，大都仍抱持着既有经营市区公交车或公路客运的态度与方式，其与公交车捷运系统之精神（以市区公交车营运，但营运理念上则偏向捷运系统）尚存相当程度之差异。有鉴于此，本研究参酌公交车捷运系统之精神与设置准则，研拟、开发公交车捷运车队管理智能化雏型系统，并协助辅导业者开发先进的车队管理与排班调度模块，让公交车捷运系统之营运业者能够充分利用实时车辆定位等智能化信息，辅助其进行车队管理与车辆派遣之工作，以充分发挥公交车捷运系统之营运效率，并希望由规划与实际开发公交车捷运车队管理雏型系统，让业者可以直接或经由少许修改即可加值应用。

1　世界各地相关案例回顾与分析

针对美国、加拿大、巴西、哥伦比亚、法国、韩国与中国等公交车捷运系统建置案例进行汇整，依据国家、路权形式、车队安全、排班调度、车队监控、号志优先、收费方式、公交车动态信息系统以及其他智能型运输系统等项目进行整理，如表1所示。大多实行智能型运输科技强化公交车捷运系统的国家为北美、亚洲与欧洲等地区；最早实行公交车捷运系统的南美洲较为注重公交车捷运系统之硬设备建置，其中韩国首尔更是结合南美洲对于公交车捷运系统硬设备建置之规划，北美洲为强化公交车捷运系统所整合的智能型运输系统。

表1　世界各地公交车捷运系统建置经验之比较

国家	地区	路权形式	车队安全	排班调度	车队监控	号志优先	收费方式	动态信息	其他科技
美国	奥兰多	全线专用道路	×	收集乘载率、行驶时间、每日车旅次与尖离峰时段等资料进行每星期与每月的统计分析	车辆装置自动定位系统，获知车辆位置，可进行车辆位置监控	路口设有特殊公交车号志，公交车接近路口侦测器触发路口号志使公交车可以顺利通行	免费	于车站提供实时公交车信息	×

续表

国家	地区	路权形式	车队安全	排班调度	车队监控	号志优先	收费方式	动态信息	其他科技
美国	洛杉矶	近乎专用道路	设置车内影像监控进行车队安全管理	设置计算机辅助派遣系统，进行车辆与驾驶员之辅助派遣	车辆装置自动定位系统，可进行车辆位置监控	×	车外收费	于车站提供实时公交车信息	站名播报器、乘客计数
	堪萨斯	尖峰时段才有专用路权	×	×	车辆装置自动定位系统，可进行车辆位置监控	车辆配备号志控制设备提供车辆于路口顺利通行，车辆落后时刻表时间才启动	车上收费	于车站提供实时公交车信息	站名播报器
	拉斯韦加斯	83公里专用道路	采用光导轨提供车行方向，辅助驾驶	透过乘客计数与自动车辆定位等数据辅助车辆派遣	车辆装置自动定位系统，可进行车辆位置监控	车辆装置号志控制设备，进行路口号志优先，以维持时刻表运行	车外收费	×	精确靠站、车辆导引、乘客计数
	波士顿	公交车专用车道	自动车辆监控进行车辆安全检测，可远程进行车辆与引擎状态监控与记录	计算机辅助派遣系统包含路径管理，每季Hastus排程软件会将更新的时刻表信息提供给计算机辅助派遣系统	自动车辆定位定时传送位置与车辆，行车动态监控可于路线图上实时显示车辆位置，提供中心进行车队监控	车辆落后时刻表时，才启动号志优先，传送号志优先需求信息给交控中心	场站及车辆皆可收费	于车站提供实时公交车信息	×
加拿大	温哥华	公交车专用道路、等候线超车道与公交车专用车道	车上设紧急事故讯息，可按钮传送讯息至管理中心进行事故通报	系统采用西门子的Transit Master系统，并结合时刻表监控进行98B Line运行效率的最佳化	透过自动车辆定位系统与地图显示系统进行车辆行车动态监控	运输管理中心传送讯息至车辆，车辆传送至路侧接收器，再由路侧接收器传送至路口号志提供车辆优先通行	自动售票机	于车站提供实时公交车信息	建置管理中心、站名播报器
巴西	库里提巴	公交车专用道	×	×	×	主干线，驾驶可操作号志进行车辆号志优先	车外站台收费	×	×
哥伦比亚	波哥大	公交车专用道	×	结合定位系统与信息管理系统（进出站乘客计数），可进一步做到实时车辆调度	车辆装置自动定位系统，并在电子地图上显示，进行车辆监控	仅提及可配合号志优先	车外站台收费	×	建置营运控制中心、乘客计数
法国	鲁尼	公交车专用道	采光导轨系统提供车行方向辅助驾驶	×	车辆装置自动定位系统，提供车辆位置与预估到站时间	车辆配置可自动控制号志设施，驾驶员亦可手动控制	车上、车外收费均可	于车站提供实时公交车信息	精确靠站、车辆导引

续表

国家	地区	路权形式	车队安全	排班调度	车队监控	号志优先	收费方式	动态信息	其他科技
韩国	首尔	公交车专用道	透过GIS动态监控，紧急事故处理	管理中心建置车辆及人员排班管理系统，并透过路线车辆拥挤程度显示，进行车辆调度	GIS地图动态监控各路线车辆位置、驾驶员名称、车辆	×	车上收费	于车站及网页、电话提供公交车动态信息	管理中心、乘客计数
中国	北京	公交车专用道	×	×	提供车辆行车动态监控	路口号志设计提供公交车优先通行	车外收费	于车站提供实时公交车信息	站名播报、公车站台的实时监控

2　公交车捷运车队管理系统需求探讨

除讨论公交车捷运系统特性（包含准点、快速、效率、行驶路线单纯、注重行车安全与车路管辖分离等）外，并针对台湾对于公交车捷运系统及轨道运输之排班调度系统有深入研究之学者专家进行实地访谈，以了解车队管理系统之功能需求。主要将公交车捷运之车队管理系统区分为基本项目与广义项目。基本项目包含紧急事故处理、动态监控、车辆安全检测等系统。紧急事故处理主要为事故发生时，可进行事故处理/车辆调派，使系统恢复正常运作。动态监控则可监控车辆运作情形，规范驾驶员行为。车辆安全检测则为进行车辆零件、性能的检测，类似行车安全系统。广义项目除基本项目功能外，增加公交车优先号志、排班调度系统等2项系统。

2.1 公交车号志优先

（1）有被动式优先及积极式优先2种方式，建议采积极式优先为佳。

（2）号志优先方式采用中心端或是路侧端应取决于公交车捷运系统规模(车队的车辆数、干道路线长度);规模大者应采用中心端较为节省成本且有效率。若以整体路网概念来看建议采中心端控制较为适宜。

2.2 排班调度系统

（1）排班模式建议采用轨道运输排班模式。

（2）建议采专用车辆、专职驾驶，不与现有公交车进行混合调度。

（3）建议考虑单场站单路线与单场站多路线2种情境。

（4）公交车捷运系统之排班模式不同于目前公交车型态，应强调准点而非快速。

（5）设定排班的目标限制式，例如最小车辆、符合各站班表时间。

汇整本计划车队管理系统主要区分为行车安全、行车监控、公交车优先号志及排班调度等四大项，各项于不同使用者之需求分析汇整如表2所示。

表2　不同使用者之需求分析

单位	公交车捷运业者	监理警察单位	交通管理单位
行车安全	1. 车辆行驶状况与肇事责任稽核 2. 自动车况侦测 3. 行车记录检视与分析	车辆行驶状况与肇事责任稽核	车辆行驶状况与肇事责任稽核
行车监控	1. 车辆准点控制 2. 车辆实时位置 3. 车辆历史运行轨迹 4. 紧急事故回报与处理 5. 邻近救援单位显示	1. 车辆实时位置 2. 车辆历史运行轨迹 3. 紧急事故回报与处理 4. 邻近救援单位显示与派遣	1. 车辆实时位置 2. 车辆历史运行轨迹 3. 紧急事故回报与处理 4. 相关交通管制措施实施

续表

单位	公交车捷运业者	监理警察单位	交通管理单位
优先号志	落后时请求启动公交车优先号志	无需求	落后时协助启动公交车优先号志
排班调度	1. 时刻表制定与管理 2. 驾驶员排班管理 3. 车辆排班管理 4. 紧急调度管理	无需求	无需求

3　公交车捷运车队管理雏型系统

3.1 雏型系统整体架构

研拟公交车捷运车队管理雏型系统整体系统架构如图1所示，包含6项单元。

（1）管理中心端（运输业者）。主要包括车队管理数据库、电子地图数据库、监控系统、排班调度系统功能等。透过接收车辆回传之定位信息，可让公交车捷运业者进行车辆实时监控、管理及排班调度使用，以维持车辆准点性及紧急时的处置；另由行车数据库产生相关营运报表，以作为业者营运管理作业利用。

（2）车辆端。车上装设内含定位模块及无线通讯模块之车上单元。由定位模块取得车辆定位数据，并透过无线通讯模块（如GPRS模块），将定位信息实时传回中心服务器，再根据系统功能需求进行各种运算及应用。另可于车辆安装数字式行车记录器或车上录像系统（DVR）等设施用以记录车辆行驶速率、里程、时间以及车内外影像录像作为公交车事故以及车辆发生纷争时之事后责任厘清的参考依据。

（3）排班调度系统端。将包括时刻表设定管理、车辆排班管理、驾驶员排班管理及紧急调度管理等项目，将参酌现有轨道运输系统及公交车系统大众运输车队管理系统核心模块之排班调度精神，协助业者开发客制化之排班调度系统。

（4）交通管理单位端。当BRT管理中心监测到车辆误点已超过预设之门槛值（如落后班距1/2以上），则透过系统自动通知交通管理单位之交控中心车辆所在位置、速率、到达路口时间等信息，交通管理单位则视其当时状况，协助启动公交车优先号志机制，以维持车辆之到站准点性。另可利用行车数据库产生之相关营运报表，进行车辆行车状况（如班次、班表等）之稽核与管理。

（5）公交车优先号志端。运用车上端安装之定位及无线通讯，与时刻表比对判断是否误点，若误点大超过预设之门槛值（如班距1/2），则将相关信息（如车辆位置、速率、到达路口时间）传送交通管理单位请求实施公交车优先号志。

（6）监理警察单位端。依据车辆行驶记录，监理警察单位可获知车辆是否常有超速、行车状况异常等行为发生，以作为后续进行大众运输业者绩效评核之参考依据。另外当车辆发生紧急事故时，透过紧急事故回报系统实时将相关讯息传送至监理警察单位，让监理警察单位实时得知事故发生地点及其严重性，以便迅速派出救援单位进行必要救援。

3.2 公交车捷运车队管理雏型系统

所规划公交车捷运之车队管理系统可分为基本数据设定、联结管理、排班调度管理、行车监控管理、行车安全管理以及历史数据查询等六项子系统，系统功能模块与功能细项如表3所示；以下分别说明所开发系统功能。

（1）基本数据设定系统。主要为设定BRT车队管理系统基本数据。

（2）联结管理系统。主要为提供公交车捷运车队管理系统与业者后端管理信息系统、交通单位交通控制中心之控制系统等相关系统进行联结。包含优先号志联结、可用车辆管理、驾驶员勤务管理与

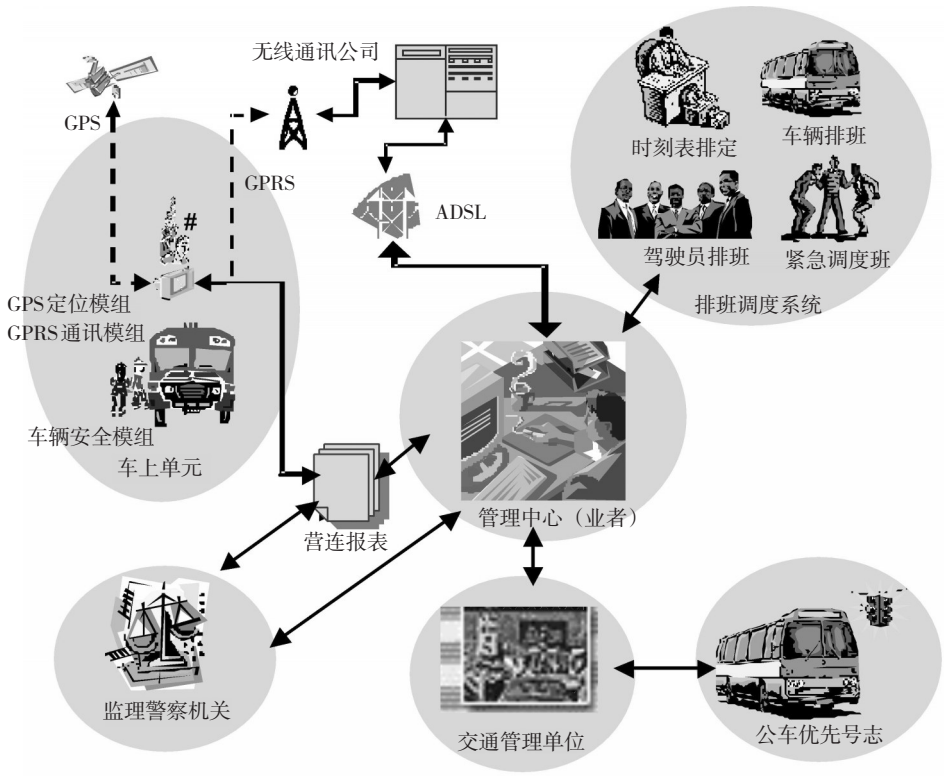


图1　公交车捷运之车队管理系统架构

汇出等四项功能模块。将BRT车辆信息传递至BRT系统中心；再由BRT系统中心将优先通行信息传递至交控中心。

（3）行车监控系统。主要分为行车前检核及行车中监控两大部分，行车中监控部分包含车辆监控、车辆行驶状况诊断、车辆准点管理、站位停靠控制、紧急事故回报与处理等五项功能模块。

表3　公交车捷运系统功能模块与功能细项

子系统	主要功能模块	功能细项内容
基本数据设定	调度场站管理	1. 车站设定；2. 路线设定；3. 车站路线设定
	车籍管理	车籍基本数据设定
	驾驶员管理	驾驶员基本数据设定
	系统权限管理	1. 模块管理；2. 群组管理；3. 员工管理；4. 账号管理
	车机设定	车机数据设定
	勤务设定	1. 勤务设定；2. 预备人车设定
	场站路线设定	1. 单场站单路线；2. 单场站多路线
	警示单元设定	警示单元设定
联结管理系统	优先号志联结	联结交通管理单位之交控中心
	可用车辆管理	联结管理信息系统
	驾驶员勤务管理	联结管理信息系统

续表

子系统	主要功能模块	功能细项内容
行车监控系统	出车前检核	驾驶与车辆出车前检核设定
	车辆监控	定位模块及无线通讯模块+简图
	车辆行驶状态诊断	接收车机回传车辆状态信息
	车辆准点管理	1. 车机接口装置提醒；2. 站位灯号指示；3. 公交车优先号志
	紧急事故回报与处理	1. 车机自动回传；2. 救援单位建置；3. 事故信息透通
排班调度系统	时刻表管理	时刻表建置软件
	车辆排班管理	车辆排班软件
	驾驶员排班管理	驾驶员排班软件
	紧急调度管理	1. 系统自动调度；2. 人工调度
行车安全系统	行车报表统计	1. 相关资料汇整；2. 人工输入
	行车记录检视	1. 数字式行车纪录器；2. 车用DVR系统
历史数据查询	超速记录统计	1. 行车监控；2. 数字式行车纪录器
	各站准点统计	行车监控资料
	事故记录统计	行车监控资料
	通报讯息统计	行车监控资料
	驾驶员排班统计	排班调度资料
	车辆排班统计	排班调度资料

（4）排班调度系统。本排班调度系统初步开发包含时刻表管理、车辆排班管理、驾驶员排班管理与紧急调度管理等四项功能模块。

（5）行车安全系统：行车安全系统主要分为行车记录检视与行车报表统计两个功能模块，行车记录检视功能模块主要为了解驾驶员及车辆在行驶过程中所发生状况，行车报表统计部分主要为提供班次准点、事故事件、超速记录与车况诊断等相关报表之查询、打印。

4 后续建议

（1）公交车捷运系统之内容明确定义。公交车捷运化系指将一般公交车系统提升至公交车捷运系统之进程，随着各地区公交车捷运系统不断推陈出新，其最新发展亦有所精进，使得众人对何谓公交车捷运系统仍无法凝聚共同之想法，将导致对其车队管理系统所应提供之功能、内容亦有相当之差异。为求建立一适合台湾环境之公交车捷运系统，建议交通主管机关应针对公交车捷运系统之内容予以明确之定义，让各县市能依据此明确之定义规划适合该地区之公交车捷运系统，及其车队管理系统。

（2）公交车优先号志之设置方式。由于快速、准点为公交车捷运系统需具备基本功能，设置优先号志除提升公交车捷运系统行车速率外，更能利用优先号志系统控制营运路线上各班车到达每个站位之准点率，以提高公交车捷运系统之可靠度。而优先号志控制策略主要可区分为被动式优先与积极式优先两种；经比较分析知，积极式优先策略具有所受之限制条件较少、调整弹性较大、可根据系统实际需求设计合适之车辆优先通行策略、实际实行案例较多、较不易受外在因素影响而产生误差或系统失效等特色，本系统建议采此策略实施之。

（3）排班调度系统初步开发。排班调度模式为车队管理系统的关键系统之一，由于公交车捷运系

统之精神为以市区公交车营运，但营运理念上则偏向捷运系统，故本计划参酌轨道运输精神，以半自动建立排班调度方式，让使用者可先设定使用车站、行进路线、使用排班时间模块、车辆行驶开始时间、车辆行驶结束时间及班距间隔等基本设定。其中时刻表管理模块，则分成半自动建立和系统定时更新两种方式，以协助业者达成最适时刻表之制定。

参考文献

［1］台湾“交通部”. 公交车捷运化设计手册之研究［R］. 2005.

［2］台湾“交通部”运输研究所. 台北市公交车优先号志之研发与示范［R］. 2002–2003.

［3］台湾“交通部”运输研究所. 大众运输车队管理系统核心模块之规划与建置［R］. 2001.

先进大众运输系统信息于主管机关端之管理应用

苏昭铭[1]　王穆衡[2]　蔡钦同[2]　周宏儒[3]　陈伟业[3]

（1.“中华大学”运输科技与物流管理学系，台湾；2.“交通部”运输研究所运输经营管理组，台湾；3. 鼎汉国际工程顾问股份有限公司，台湾）

摘　要：针对先进大众运输系统信息应用于主管机关端监督管理需求分析及先进大众运输系统相关设备技术之探讨，进行先进大众运输系统主管机关端管理应用系统之规划、设计与开发，辅助主管机关进行监督管理工作，充分发挥先进大众运输系统信息之应用。

关键词：先进大众运输系统；服务水平评鉴；补贴；监督管理

目前各主管机关办理公交车业者评鉴作业评鉴项目检查以及补贴作业违反补贴计划相关情事之稽核，大多实行人工方式办理，需要耗费大量人力资源，且无法确认全面查验，此为现行作业不足之处。近年来“政府”已推动先进大众运输系统之建设，若透过先进大众运输系统相关设备掌握信息，在办理评鉴作业、补贴作业中，即可针对路线车辆行驶状况进行稽核，以及实时路况分析等，使主管机关对于客运业者路线营运状况有更深入之了解。并可针对系统发现有问题之处，请业者提供相关证明文件进行说明，以厘清问题所在，不需派员进行全面查验，节省现行作业方式需耗费之人力资源。然目前岛内多数主管机关未配合建置监控中心接收及分析先进大众运输系统相关信息之功能，或是未充分应用相关信息，因此已呈现出之效益有限。有鉴于此，规划先进大众运输系统主管机关端监控中心之建置架构包括需求探讨、功能开发、软硬件设备规划、设置与维运经费估算等工作，作为相关主管机关未来建置之参据或依循，开发出一套具备主管机关端监控中心基本功能的核心模块，让相关公路主管机关均可采用该核心模块，再依其个别需求功能稍加组装修改成为客制化系统。

1　台湾地区主管机关APTS信息之应用

目前各县市主管机关主要应用APTS系统信息协助主管机关进行路线车辆行驶状况、评鉴作业、补贴作业、民众申诉处理等应用，汇整于表1。部分县市已用于协助评鉴作业部分评鉴指针之衡量、协助补贴作业补贴金额班次数之计算，以及协助处理民众申诉问题等。目前台北县已使用部分数据作为评鉴，包含发车准点性、不遵循核定路线等评鉴项目；台中市已应用APTS信息计算补贴作业补贴金额班次数之计算。

表1　各县市建置APTS系统协助监督管理之应用

功能与信息应用		基隆市	台北市	台北县	桃园县	台中市	嘉义市	台南市	高雄市
路线车辆行驶状况	行车监控	利用APTS信息，显示于电子地图上进行监控	利用APTS系统收集车机设备回传的坐标信息、时间信息，判断车辆是否依据核定路线坐标行驶，并将其显示于电子地图	利用APTS信息，显示于电子地图上进行监控		利用APTS系统收集车机设备回传的坐标信息、时间信息，判断车辆是否依据核定路线坐标行驶，并将其显示于电子地图		利用APTS信息，显示于电子地图上进行监控	

续表

功能与信息应用	基隆市	台北市	台北县	桃园县	台中市	嘉义市	台南市	高雄市
路线车辆行驶状况　路线车辆监督	提供准点准点率交叉分析、异常事件等统计	提供偏移路线、发车准点状况、车辆超速，以及路线行班次数、路线行驶里程数等统计	提供偏移路线、车辆超速、异常状况停留、紧急事故等统计；并依据到站时间记录，判断路线发车准点状况	提供异常状况记录、公交车服务质量查询（班次准点性、发车状况），以及车辆行驶里程统计	提供超速、偏移路线、异常停留、过站不停、怠速空转、车门开启、行车班次、发车状况、班次准点性等统计	提供超速、篇宜路线、异常停留、紧急事故发车准点状况以及路线行班次数、路线行驶里程数等统计	提供车辆轨迹、已排未发、未排已发、超速等查询与统计	提供超速、紧急事故、车辆抛锚、行车班次、发车状况、行驶里程等统计
评鉴作业	无	无	应用APTS数据进行发车准点性、未遵循路线判断	无	无	无	无	无
补贴作业	无	违反补贴计划事项扣款金额计算	无	无	应用APTS统计班次数作为补贴金额班次数计算	无	无	无
民众申诉处理	应用APTS信息进行车辆发车未准点、未依照核定路线行驶等民众申诉问题之检核，依据相关记录请客运业者提出回复及说明，以确认客运业者是否有相关违规行为							

2　主管机关管理应用系统应用APTS信息之需求探讨

针对台湾地区相关规定、主管机关需求访谈、客运业者意见，及主管机关端对于客运业者监督管理之需求，主管机关应用APTS信息包含补贴作业、评鉴作业、运价管理、事件管理、路线管理、安全管理等监督管理作业需求。

2.1 补贴作业

由于各主管机关订定补贴审议规定不尽相同，但主要内容包含前一年度补贴成果、当年度补贴款运用计划、申请路线营运亏损补贴金额概算表、前一年度补贴款运用情形应附之会计凭证等。而主管机关端办理补贴作业主要需求包含办理补贴计划书审议、确认客运业者营收状况、路线车辆行驶状况。

（1）办理补贴计划审议。依据客运业者提出的补贴计划书，办理各业者提报资料审议，拟具补贴总计划陈报“交通部”核定。主管机关希望可透过相关系统设备辅助确认客运业者提送补贴计划书之正确性。

（2）客运业者营运状况。客运业者提出路线搭乘人数、每车公里票款收入、特殊票使用比例、每车公里搭乘人数等路线营收状况报表，并以会计凭证作为营收状况之证明。然主管机关除透过会计凭证作为路线营收可信之依据外，希望能有相关设备可辅助确认、或计算客运业者营收，例如透过乘客

计数器、电子票证系统等。

（3）路线车辆行驶状况。客运业者目前主要依据行驶班表、驶车凭单等进行路线车辆行驶记录，主管机关则依据客运业者提送之营运报表，派员至现场进行确认，以进行路线车辆行驶状况之稽核，确认业者是否依据营运计划书与相关规定进行营运。然透过建置自动车辆定位系统（或车辆动态信息系统）可检核业者是否有车辆偏移路线、未依规定站位停车、未依核定路线或区域行驶、车辆超速、路线未依规定发车班次等违反规定之情形。

2.2 评鉴作业

为促使业者全面加强营运管理，提供舒适、便捷、安全之公交车服务，并确保民众搭车之权利，主管机关定期办理评鉴作业，透过确认客运业者路线车辆行驶状况、违反相关法规、民众申诉处理以及驾驶员管理情形等，进行路线服务质量之改善，提供民众更佳之服务。

2.3 运价审议作业

依据台湾地区公路有关规定，公路主管机关负有审议、核定其管辖范围内路线行驶运价之责。需要路线营运成本、营运收入等数据，并考虑每车公里合理成本、合理报酬率、路线行驶里程数、区间载客数等项目，办理路线运价审议，以进行路线运价制定，负担运价管理之责。

2.4 事件管理

为降低事件发生情形，主管机关需监督业者是否有进行驾驶员行前酒精侦测、是否超速行驶等行为，进行事件管理，降低事件发生及厘清事件责任。

2.5 路线管理

依据汽车运输业管理规则第36条规定，申请营运路线、变更，由该管公路主管机关核定。因此主管机关需要针对各客运业者申请新辟路线、变更行驶路线、停靠站位之变更等需求进行审核，以进行路线管理。

2.6 安全管理

为监督管理业者安全管理需求，主管机关可透过检视驾驶员值勤状态、车辆保养维修等记录，要求客运业者确实针对驾驶员、车辆等进行监督管理，包含检核车辆超速、驾驶员工时统计、驾驶员违规值勤次数、驾驶员行前酒精侦测、车辆未保养累计里程、车辆故障记录、车辆违规记录等，并透过车辆影像记录进行查询，确认驾驶员是否有违规行为。

3　先进大众运输系统相关设备应用技术探讨

先进大众运输系统相关设备应用技术、系统包含甚广，依据使用者角度大致可分为客运业者端、民众端、主管机关端等三方面，针对主管机关端在监督管理客运业者之管理应用，先进大众运输系统在主管机关相关设备系统技术所能提供之功能与数据以及可协助主管机关之应用，汇整如表2所示。

表2　主管机关端先进大众运输系统相关技术、系统功能

相关设备系统技术	相关设备系统技术可提供功能、数据	相关设备系统技术数据完整性	协助主管机关之应用
自动乘客计数器APC	区间乘载人数	因系统技术限制，无法取得完整数据	协助主管机关计算每车公里搭乘人数之参考 协助主管机关计算区间载客数之参考
	车站上下车人数		提供主管机关计算路线搭乘人数之参考，并协助判断客运业者提报资料是否误差过大 协助主管机关计算每车公里搭乘人数之参考 协助主管机关计算区间载客数之参考

续表

相关设备系统技术	相关设备系统技术可提供功能、数据	相关设备系统技术数据完整性	协助主管机关之应用
电子收费系统EPS	车站上下车人数	因系统技术限制及民众使用状况，无法取得完整数据	提供主管机关计算路线搭乘人数之参考，并协助判断客运业者提报资料是否误差过大 协助主管机关计算每车公里搭乘人数之参考 协助主管机关计算区间载客数之参考
	乘客搭乘区间		协助主管机关计算每车公里搭乘人数之参考 配合乘客票种，可协助主管机关计算车公里票款收入 协助主管机关计算区间乘客数
	各票种之票箱收入		协助主管机关统计特殊票使用比例 配合乘客票种，可协助主管机关计算车公里票款收入
自动车辆定位AVL	车辆实时位置	因为使用未安装车机车辆、车机故障、通讯不佳、路线数据不一致等问题，使得自动车辆定位尚无法取得完整数据	利用车辆实时位置信息，判断车辆是否未依规定站位停车，以协助主管机关进行监督管理 利用车辆实时位置信息，判断车辆是否未依核定路线或区域行驶，以协助主管机关进行监督管理 协助主管机关回复民众申诉处理案件
	车辆行驶速度		协助主管机关查询是否有车辆超速情形，并可回复民众申诉处理案件
	车辆发车情形		利用车辆发车情形信息协助主管机关进行路线未依规定发车班次、路线行驶班次数、路线发车准点率、路线营运车辆平均车龄、路线行驶里程数等查询、统计，并可作为回复民众申诉处理案件之数据
二代公路监理系统	车籍资料	介接二代公路监理系统数据应可取得完整数据	结合车辆发车情形，协助主管机关计算路线营运车辆平均车龄之参考
	驾籍资料		协助主管机关查询驾驶员资格，检视是否有不合格驾驶员行驶情形
	违规资料		协助主管机关查询违反相关法规记录，进行评鉴作业、事件管理等监督管理工作
驾驶员监管系统DMS	驾驶员值勤状态与记录	需全面建置并采用，始能取得完整数据	协助主管机关进行驾驶员工时统计，以避免驾驶员超时工作，亦可协助驾驶员违规值勤次数之统计 协助主管机关回复民众申诉处理案件
	驾驶员酒精侦测		协助主管机关确认客运业者是否进行驾驶员行前酒精侦测，以避免驾驶员违规工作，亦可协助驾驶员违规值勤次数之统计 协助主管机关回复民众申诉处理案件
	驾驶员精神状态监测		协助主管机关确认客运业者是否有驾驶员违规值勤记录，并进行驾驶员违规值勤次数之统计 协助主管机关回复民众申诉处理案件
车辆录像系统VRS	车内影像数据	需全面建置并于相关位置皆安装摄影机，以避免遗漏，取得完整数据	若有相关事件发生，可协助主管机关进行车内影像记录查询 可协助主管机关应用车内影像数据回复民众申诉处理案件
	车外影像数据		若有相关事件发生，可协助主管机关进行车外影像记录查询 可协助主管机关应用车外影像数据回复民众申诉处理案件

续表

相关设备系统技术	相关设备系统技术可提供功能、数据	相关设备系统技术数据完整性	协助主管机关之应用
车队管理系统FMS	排班调度	因为使用未安装车机车辆、车机故障、通讯不佳、路线数据不一致等问题，使得自动车辆定位尚无法取得完整数据	利用车辆发车情形信息协助主管机关进行路线未依规定发车班次、路线行驶班次数、路线行驶里程数等查询，协助主管机关进行监督管理
	实时监控		利用车辆实时位置信息及车辆发车信息，判断车辆是否未依核定路线或区域行驶，并统计路线未依规定发车班次，以协助主管机关进行监督管理
	异常警示		利用车辆实时位置信息及车辆发车情形信息协助主管机关进行未依规定站位停车、路线未依规定发车班次等查询 协助主管机关查询是否有车辆超速情形
	车辆保养维修记录		协助主管机关进行车辆未保养累计里程、车辆故障记录等查询
数字行车记录器DRS	车辆行驶记录	依据所需信息类型进行传感器连接，因此所需信息愈多，进行连接愈多，信息愈完整	主管机关依据车辆行驶纪录，检视是否有车辆超速、车辆违规纪录等情形，并统计路线行驶里程数、驾驶员工时统计、驾驶员违规值勤次数 协助主管机关回复民众申诉处理案件

4　主管机关管理应用系统规划

4.1 相关设备系统技术对应主管机关监督管理所需信息项目

先进大众运输系统相关设备或系统可提供功能（与主管机关监督管理有关者）对应主管机关监督管理所需信息项目进行说明，以协助主管机关监督管理客运业者。APTS相关设备或系统可提供功能对应主管机关监督管理所需信息项目之关系如图1所示。

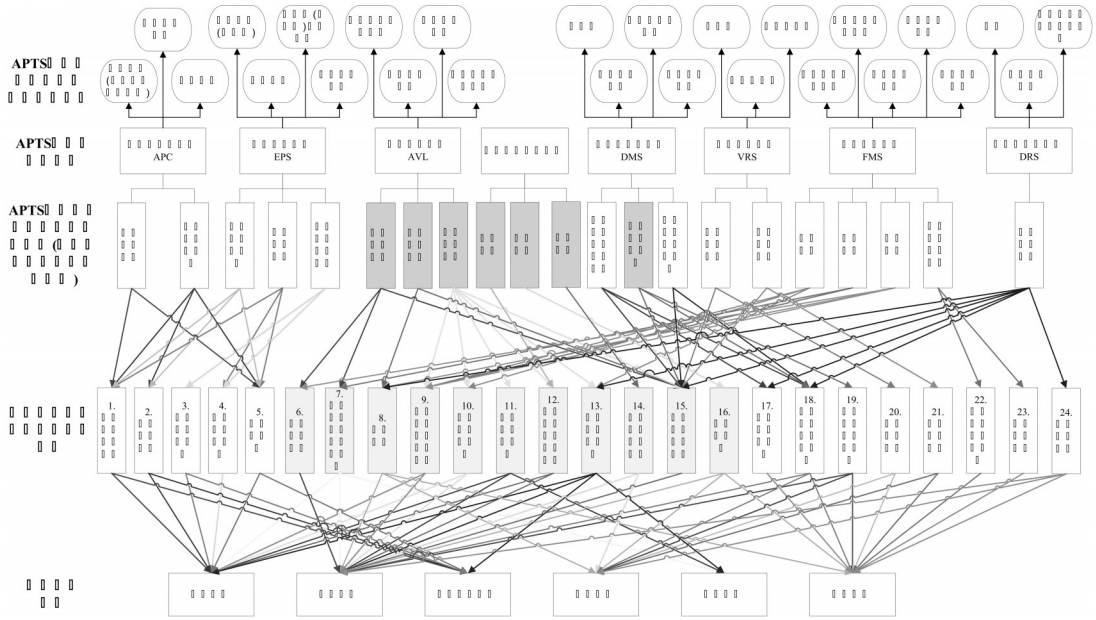


图1　APTS相关设备或系统可提供功能对应主管机关监督管理所需信息项目之关系

4.2 主管机关管理应用系统与相关先进大众运输系统关系

先进大众运输系统包含车上设备系统、排班调度系统与排班调度管理系统、基本数据管理系统、动态信息处理系统、实时监控系统、便民系统、电子收费系统、车辆录像系统、自动乘客计数系统、数字行车记录系统、报修管理系统、业者提报数据系统及二代公路监理系统等，其与主管机关管理应用系统之关系汇整如图2所示。主管机关管理应用系统主要透过数据交换机制与其他先进大众运输系统联结，取相关信息进行业者监督管理之应用。

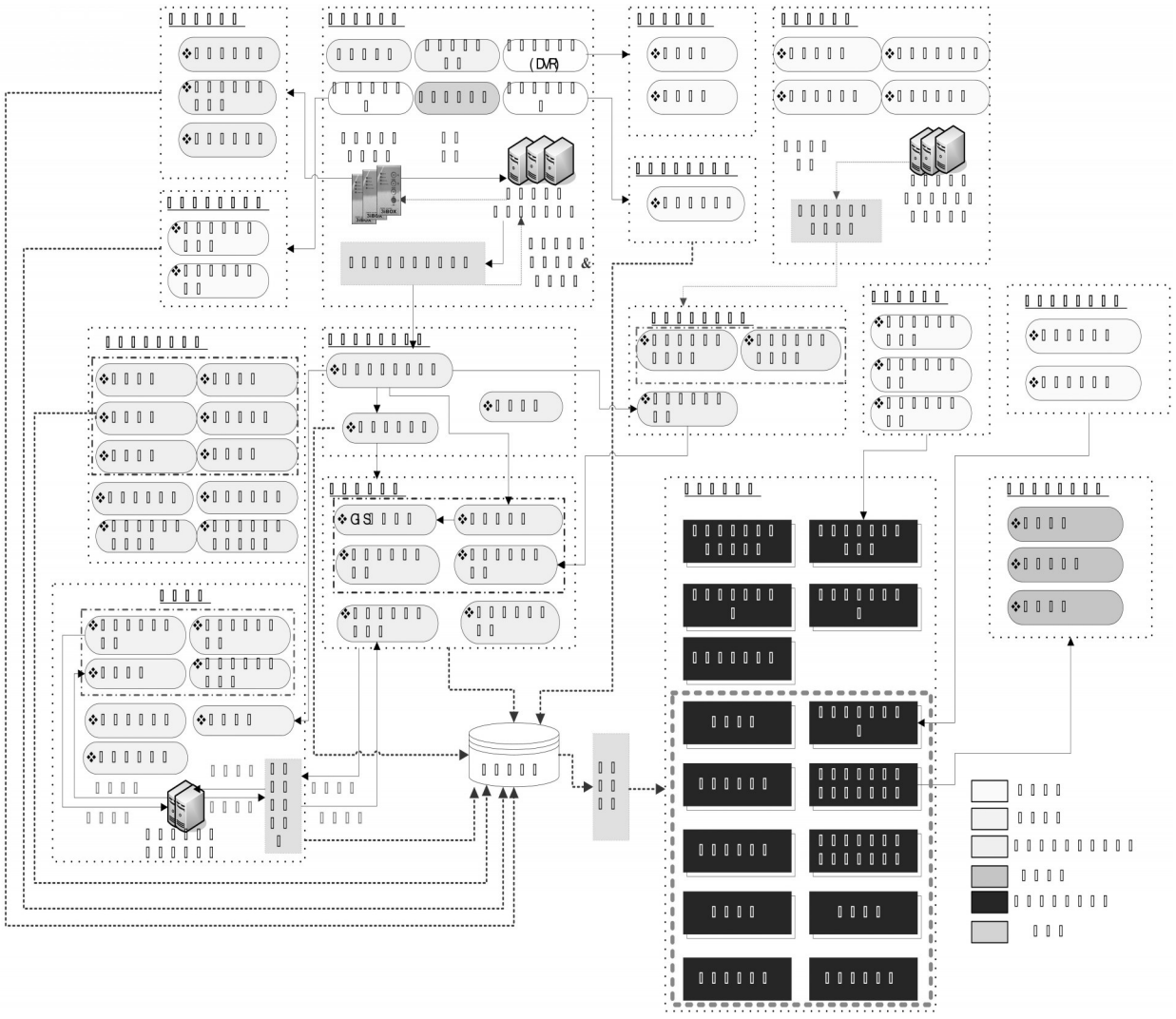


图2　管理应用系统与相关先进大众运输系统之关系

4.3 主管机关管理应用系统功能初步规划

依据先前主管机关监督管理需求，以及相关设备系统技术所提供之协助，拟定管理应用系统架构，进行先进大众运输系统主管机关端管理应用系统功能初步规划，拟定各子系统主要功能模块、所应用技术内容、对应主管机关监督管理所需信息项目，汇整如表3。

主管机关管理应用系统以相关APTS系统设备技术可提供之协助进行规划，因此需要前端已配合建置相关APTS系统设备或可介接既有系统取得所需数据，才能使主管机关管理应用系统正常应用，协助主管机关进行业者监督管理之应用。

表3 主管机关管理应用系统功能初步规划

子系统	功能模块	技术内容	对应主管机关监督管理所需信息项目
基本数据管理	系统权限管理	系统数据设定	无
参数设定	参数设定项目	系统参数设定	无
公交车动态信息系统基本数据查询	公交车动态信息系统基本数据	连结公交车动态信息系统介接基本数据储存至数据库，提供使用者查询	无
自动乘客计数数据查询	区间乘载人数资料	连结自动乘客计数系统汇入数据	协助主管机关计算每车公里搭乘人数、区间载客数之参考
	车站上下车人数		提供主管机关计算每车公里搭乘人数之参考
自动乘客计数数据查询	车站上下车人数	连结自动乘客计数系统汇入数据	提供主管机关计算路线搭乘人数、区间载客数之参考
电子收费数据查询	车站上下车人数	连结电子收费系统汇入数据	提供主管机关计算每车公里搭乘人数、路线搭乘人数、区间载客数之参考
	乘客乘载区间		协助主管机关计算每车公里搭乘人数、车公里票款收入、区间载客数
	各票种之票箱收入		协助主管机关统计特殊票使用比例、车公里票款收入
驾驶员监管	驾驶员值勤状态与记录	连结驾驶员监管系统汇入数据	协助主管机关回复民众申诉处理案件及计算驾驶员工时统计及驾驶员违规值勤次数
	驾驶员酒精侦测		协助主管机关确认是否进行驾驶员行前酒精侦测、驾驶员违规值勤次数之统计，及回复民众申诉处理案件
	驾驶员精神状态监测		协助主管机关回复民众申诉处理案件及统计驾驶员违规值勤次数
车辆录像系统查询	车内影像数据	连结车辆录像系统查询影像	若有相关事件发生，可协助主管机关进行车内影像记录查询及回复民众申诉处理案件
	车外影像数据	连结车辆录像系统查询影像	若有相关事件发生，可协助主管机关进行车外影像记录查询及回复民众申诉处理案件
数字行车记录查询	车辆行驶记录	连结业者管理系统汇入数据	协助主管机关依据车辆违规纪录办理补贴作业、评鉴作业驾驶行为稽核，及回复民众申诉处理案件
二代公路监理系统基本数据查询	车籍资料	透过公路总局提供二代公路监理系统相关数据光盘，将数据储存至系统数据库	协助主管机关办理评鉴作业路线营运车辆平均车龄之稽核
	驾驶员资料		协助主管机关办理评鉴作业驾驶员资格之稽核
	违规资料		协助主管机关办理评鉴作业之违反相关法规稽核
业者提送报表数据	定期提送资料	业者登入管理应用系统上传数据	协助主管机关取得相关营运、收入等数据，协助补贴作业、评鉴作业之应用（主要为书面报表之提报）
			协助主管机关进行补贴作业提报之营运收入状况确认之参考

续表

子系统	功能模块	技术内容	对应主管机关监督管理所需信息项目
禁行区域设定	禁行区域设定	系统数据设定	无
行车监控	车辆监控	汇入车机信息结合GIS电子地图	协助主管机关办理评鉴作业之稽核，主要监控营业大客车是否有未依核定路线或区域行驶
数据查询	个别（特定）数据查询	系统数据库相关数据纪录查询	提供主管机关查询业者提报相关营运、收入等数据之书面报表档案，并可下载
			协助主管机关办理评鉴作业之稽核，主要检视未依核定路线或区域行驶、路线未依规定发车班次、路线行驶班次数、路线发车准点率、车辆是否过站不停、未依规定站位停车、车辆超速、行进中异常停留等及回复民众申诉处理案件
		系统数据库路线各站时刻表产生	协助主管机关检视路线到站时刻表，亦可提供业者参考进行路线发车之调整
监理管理统计	一般监督管理项目统计	系统数据库相关数据纪录统计	协助主管机关可确认业者车辆使用率
			协助主管机关办理评鉴作业之稽核 路线发车准点率统计以及进行实际发车时间与班表差异分析 行驶过程异常状况（各路线行进中异常停留、车门开启、过站不停、怠速空转、急加减速等）次数统计 路线未依规定发车班次统计，并可区分误点、脱班统计 路线行驶班次数统计，并计算不足班次数、及超过核定班次数，以协助评鉴作业班次不足之统计 未依核定路线或区域行驶统计，协助主管机关办理评鉴作业之稽核 路线行驶里程数统计，以应用于评鉴作业之查核 机动发车路线路线发车准点率统计 车辆超速次数统计，可协助主管机关办理评鉴作业之稽核
监理管理统计	补贴项目统计（针对补贴路线进行统计）	系统数据库相关数据纪录统计	协助主管机关办理补贴作业 路线发车准点率统计，并可统计误点、托班、误点、早发，以协助主管机关稽核违反补贴情况 未依核定路线或区域行驶统计，协助主管机关办理补贴作业稽核未依核定路线行驶之统计 路线行驶里程数统计
辅助管理查询	公交车路线班次查询	系统数据库路线班次数据查询	提供特定路廊所有行经路线、班次数之查询，可协助主管机关判断业者提报新辟路线、动线调整之参考

5　后续建议

（1）对于已建置公交车动态信息系统之县市主管机关，本文已就其管理应用现况进行检讨，可供后续进行系统功能扩充时之参据。

（2）对于尚未建置先进大众运输系统之县市主管机关，本文已提出未来建置公交车动态信息系统时在主管机关端管理应用之基本功能架构供参，并可采用研发之核心模块，依其个别需求功能稍加组装修改成为客制化系统，将有助其节省系统开发之时间及成本。

（3）本文规划之主管机关管理应用系统主要透过介接相关APTS系统设备技术信息，协助主管机关进行监督管理应用，为使各主管机关数据域位与格式一致，以顺利取得相关数据进行监督管理之应用，建议数据域位与格式遵循“交通部”公告之公交车动态信息系统数据交换格式。

（4）由于本文规划之主管机关管理应用系统为介接相关APTS系统设备技术信息，协助主管机关进行监督管理应用，为使管理应用系统可正常运作，需要业者、主管机关、前端公交车动态信息系统建置厂商等相关单位共同配合，依照一定作业流程运作，使信息稳定与信息正常传输，以提供系统进行应用。

（5）为验证本计划相关规划及研发成果之妥适性及成效，建议后续应办理示范计划并进行相关绩效评估，作为未来推广应用之参据。

参考文献

[1] 台湾“交通部”. “公路法”[R]. 2008.

[2] 台湾“交通部”. 大众运输车队管理系统核心模块之规划与建置[R]. 2001.

[3] 台湾“交通部”. 大众运输营运与服务评鉴办法[R]. 2004.

[4] 台湾“交通部”. 大众运输事业补贴办法[R]. 2006.

[5] 台湾“交通部”. 公路汽车客运业营运与服务评鉴执行要点[R]. 2007.

[6] 台湾“交通部”. 公路汽车客运业偏远服务路线营运亏损补贴审议及执行管理要点[R]. 2008.

[7] 台湾“交通部”. 汽车运输业管理规则[R]. 2008.

新产品规划法应用于公交车系统之服务质量改善

黄承传　刘佳峯
（台湾“交通大学”交通运输研究所，台湾）

摘　要：尝试以台南市公交车系统为个案，应用新产品规划的系统化流程与方法探讨影响该市民众选择公交车的关键因素以及对于公交车服务属性的偏好、重视程度、优先级等，据以研拟符合民众需求之改善方案，以提供市府主管单位及公交车业者实务应用参考。

关键词：公交车系统；服务质量；新产品规划方法

1　引　言

公交车系统为世界上许多中小型都市的主要大众运输工具，如何持续不断地提升其服务质量，以吸引更多的民众搭乘，期以减少私人运具的使用，已成为现代化都市改善其交通拥挤与环境质量的重要策略之一，并且符合当前节能减碳的国际主流思维。有关公交车系统服务质量的改善虽然已累积了大量的相关文献，唯交通问题的本质通常具有地区的差异性，最适宜的改善策略不易由别处全盘移植，而需要依据个别地区的环境特性与相关条件审慎规划评估，研拟因地制宜的做法。因此，良好的规划方法和改善计划的实施成效甚巨。

新产品规划方法是一套兼具定性与定量分析，且具有系统化程序特性的规划工具，其目的在于协助使用者规划出一个能够满足消费者潜在需求的商品或服务计划方案。此一方法虽然在制造业与若干服务业均不乏成功应用的实际案例，但在公交车服务业尚未见采用。因此本文以台南市公交车系统为研究对象，应用此一方法尝试规划出符合当地民众需求的服务质量改善方案，以供参考。

本文之整体研究项目与流程如图1所示。限于篇幅，本文内容主要将聚焦于新产品规划方法及其应用过程与结果的说明，文献回顾部分予以省略。新产品规划方法的流程主要包括第一阶段的访谈调查、问卷设计与调查、因素分析以及第二阶段的创意发想、创意选择、联合分析等步骤。研究结果除了提出全体受访市民所期望的公交车服务组合方案之外，并分析比较不同属性（性别、职业等）市民的偏好差异，以供改善规划的参考。

2　研究方法

2.1 新产品规划法

新产品规划法是由日本学者神田范明为协助企业于进行产品开发时能够有效发掘顾各潜在需求及其所需要之产品组合，所研提的一套系统化科学工具。兹将其完整程序所包括的7项步骤与方法概述如下。

（1）访谈调查：首先以面对面的访谈方式，收集顾客信息，听取顾客意见，主要目的在于找出顾客心中的期待，掌握顾客需求，最终导出顾客潜在需求的假设。因此访谈调查的输入为顾客的意识，输出为顾客需求的假设。

（2）意见调查：此一步骤是为了检验顾客需求，其目的在于取得顾客对于所建立假设之各个项目的评价，以检验各项假设，其输入为意见调查项目，输出即为顾客的评价数据。

（3）定位分析：定位分析是为了从顾客需求的分布找出企划的方向，其输入为评价数据，输出则为企划的方向。

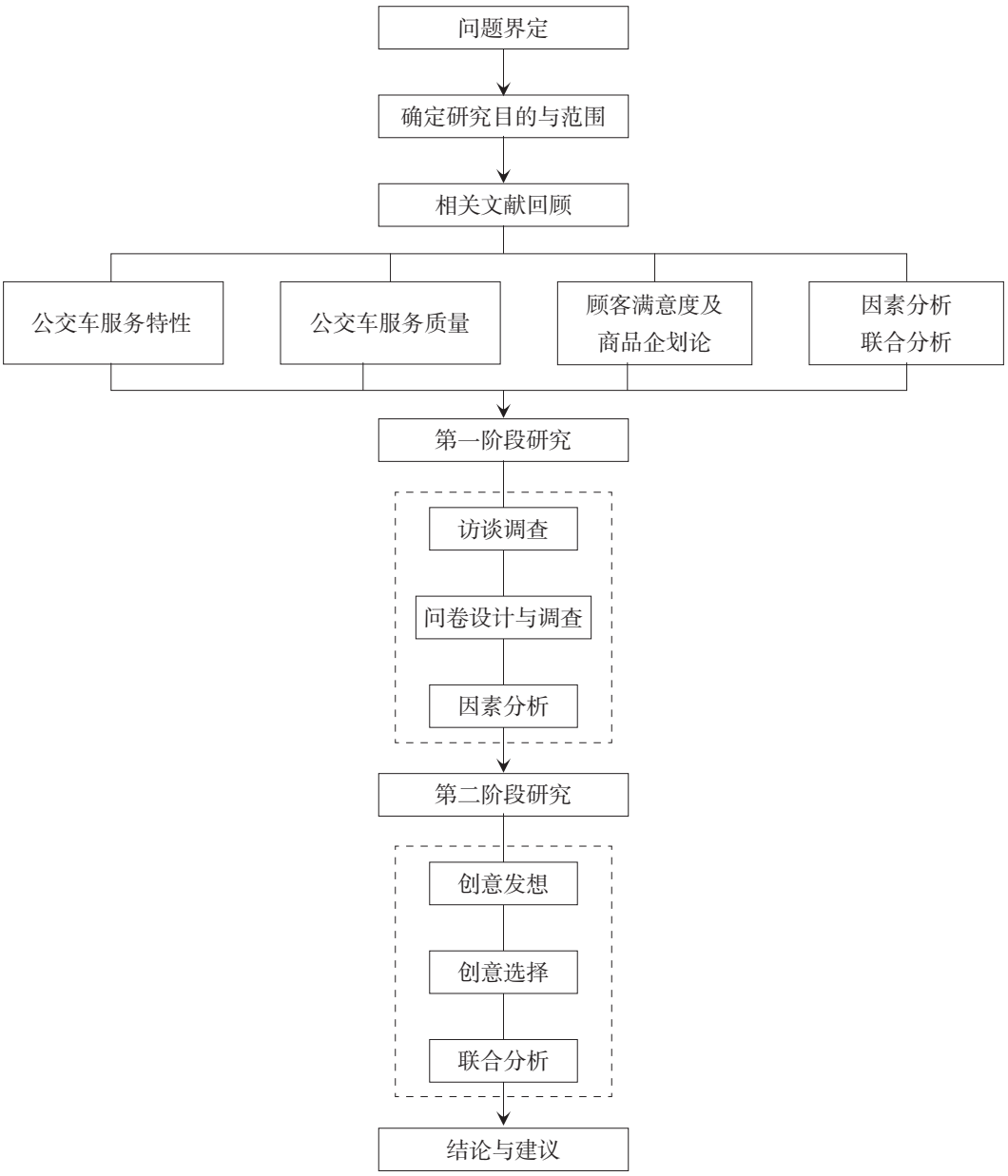


图1　研究流程

（4）创意发想：将企划的方向当做输入，使用类推发想法、焦点发想法、确认表发想法等，对企划商品提出创意构想。故创意发想的输出为创意，然而这些创意的发想必须要以上阶段所得到的企划方向作为基准。

（5）创意选择：就创意发想阶段得到的许多创意，进一步选择重要创意，并筛选出适合顾客需求的最好创意。通常选择的方法使用比重评价法或是成对比较评价法。因此创意选择的输出即为重要创意。

（6）联合分析：此方法以有系统之方法组合数个重要创意的各项因子，例如价格、材质、颜色等因子，再从顾客的评价获得各个创意的效用值（对购买意愿的影响度），以决定最适构想。联合分析的输出为最适构想。

（7）品质表：此方法是将最适构想与设计相联结，将顾客希望实现的要求加以统整，再将与这些要求相关的技术特性列出，做成要求与技术的矩阵表称为质量表，而从质量表可以掌握商品开发的重要特性和瓶颈。

这7个步骤法为一套互相关联的系统，并非是各自独立的单一工具，在每个子系统中都具有输入、处理机制、输出等功能，也就是在数据输入处理机构后，经过处理即会产生输出结果。另外，在整个流程中也有回馈功能来调整误差的产生，整个系统的关系如表1所示。

表1　新产品规划子系统关联

输入（I）	处理机制（P）	输出（O）
顾客的意识	访谈调查	顾客需求的假设
意见调查项目	意见调查	顾客的评价数据
评价数据	定位分析	企划的最适方向
企划的方向	创意发想	有希望的创意
创意	创意选择	重要创意
重要创意	联合分析	最适构想
最适构想	品质表	特性、设计值

上述的7个步骤为一完整的流程架构，但是为了因应问题的不同也可以弹性地视需要而加以调整简化。

2.2 本研究架构

本研究参考神田范明所发展上之上述流程，配合所探讨问题的本质与需要，酌加调整修改而实行的研究架构与内容如图2所示。该一架构主要分为2个阶段进行：第一阶段之主要内容包括访谈调查、乘客问卷调查以及因素分析3部分；第二阶段则包括创意发想、创意选择与联合分析三大项目。

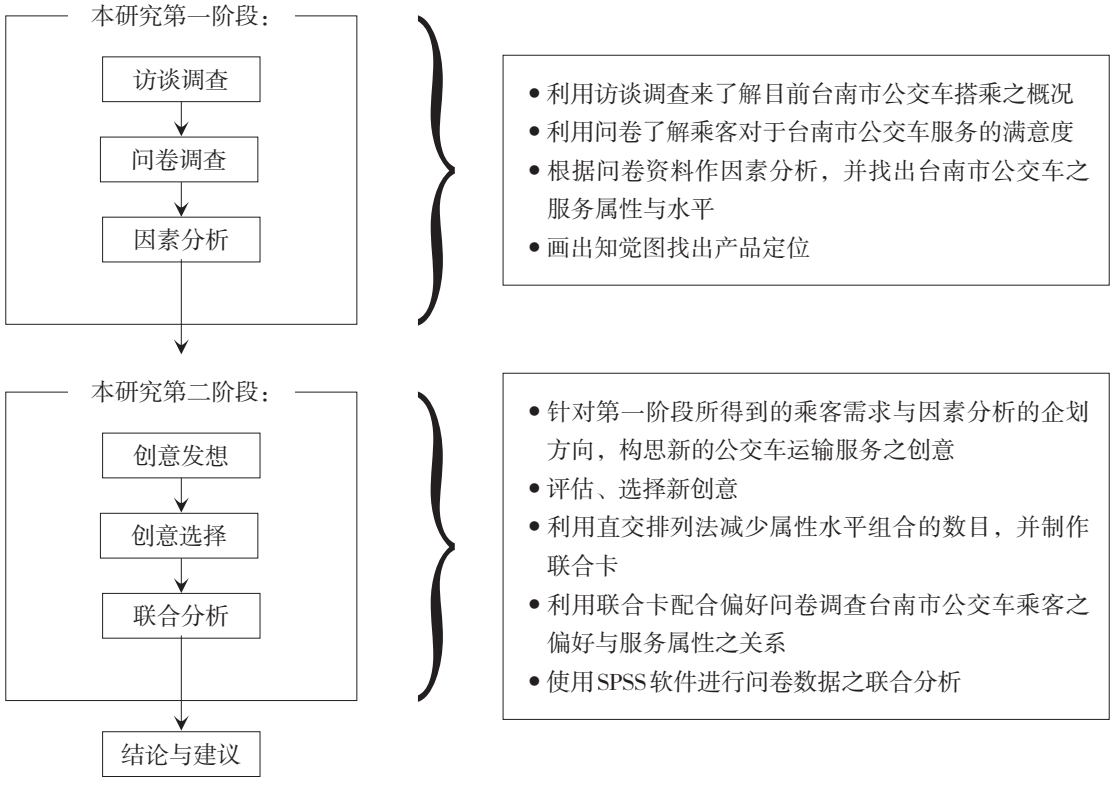


图2　研究架构

3　第一阶段研究过程与结果

3.1 访谈调查

本研究选择五位熟悉台南市公交车系统服务现况的受访者进行小组座谈，包括2位承办台南市公

交车业务的“政府”人员、3位不同职业背景（上班族、学生、其他）的公交车乘客，座谈内容聚焦于3个问题：（1）搭乘公交车原因；（2）对公交车服务现况不满意之处；（3）理想的公交车服务应具备的条件。访谈结果归纳整理后，得出31项乘客所重视的服务属性，并归纳为服务规划、车辆及场站、经营业者与驾驶员四大构面，如表2所示，并据以设计第一阶段的问卷。

3.2 问卷调查

本阶段所设计的问卷分为两大部分：第一部分询问乘客对于上述31项服务水平属性的重视程度，以李克特五等级尺度衡量，5分代表非常重要，1分代表非常不重要；第二部分则为受访者的基本数据。第一部分之调查资料经过因子分析之后可据以作为产品定位之用。

本项调查采用便利性抽样方法，于台南火车站前之公交车站发放问卷，共收回200份问卷。第一部分之资料则经过天井效果与地板效果分析，分别以平均值+标准差>5以及平均值+标准差<1作为删除的门槛值，其结果显示问项3与问项4宜予以删除，不纳入后续的因子分析。

表2　第一阶段问卷设计

项目	题号	评　价　项　目
服务规划构面	1	公交车路线多且完整，会提高我的搭乘意愿
	2	转乘方便，会提高我的搭乘意愿
	3	等车时间缩短，会提高我的搭乘意愿
	4	降低票价，会提高我的搭乘意愿
	5	公交车路线直接不绕弯，会提高我的搭乘意愿
	6	公交车站牌分布适当，方便搭车，会提高我的搭乘意愿
车辆及车站构面	7	车上提供站名播报及显示，会提高我的搭乘意愿
	8	车内提供报纸及杂志，会提高我的搭乘意愿
	9	车内提供个人化娱乐音乐影视的服务，会提高我的搭乘意愿
	10	车上空调舒适，会提高我的搭乘意愿
	11	车辆及车站提供方便的无障碍空间，会提高我的搭乘意愿
	12	候车亭、站牌及车内提供充足的乘车信息，会提高我的搭乘意愿
	13	增加车上座位数，会提高我的搭乘意愿
	14	候车站提供遮阳挡雨设备，会提高我的搭乘意愿
	15	车辆内部座椅宽敞舒适，会提高我的搭乘意愿
	16	车辆内、外及车站设施整齐清洁，会提高我的搭乘意愿
	17	车上及车站提供放置脚踏车地点，会提高我的搭乘意愿
经营业者构面	18	以新车提供服务，会提高我的搭乘意愿
	19	车辆确实定期检查，会提高我的搭乘意愿
	20	储值卡使用及储值方便，会提高我的搭乘意愿
	21	储值卡储值提供折扣，会提高我的搭乘意愿
	22	客服专线人员亲切，会提高我的搭乘意愿
	23	乘客投诉迅速改善，会提高我的搭乘意愿
	24	对行动不便者提供上、下车服务，会提高我的搭乘意愿
	25	提供准确的公交车动态信息，会提高我的搭乘意愿

续表

项目	题号	评　价　项　目
驾驶员构面	26	驾驶员服务态度良好，会提高我的搭乘意愿
	27	驾驶员注意乘客上、下车安全，会提高我的搭乘意愿
	28	驾驶员遵守交通规则，会提高我的搭乘意愿
	29	驾驶员对于乘客咨询能提供正确信息，会提高我的搭乘意愿
	30	驾驶员安排乘客礼让博爱座，会提高我的搭乘意愿
	31	驾驶员开车时无不良嗜好（如吃槟榔、讲电话等），会提高我的搭乘意愿

3.3 因素分析

在因素分析之前本研究采用KMO与Barlett球形检定进行其适合性检定，并采用主轴因子法进行因子萃取。经过4次的因素分析之后，共萃取9个项目，并加以重新命名如下：

（1）因子一。包含在此因子的公交车服务评价项目有：24. 对行动不便者提供上、下车服务，11. 车辆及车站提供方便的无障碍空间，23. 乘客投诉迅速改善，30. 驾驶员安排乘客礼让博爱座等。这些评价项目与公交车的乘车环境有关，故将因子一命名为无障碍乘车环境。其内部一致性之Cronbach α值为0.828。

（2）因子二。包含在此因子的公交车服务评价项目有：15. 车辆内部座椅宽敞舒适，14. 候车站提供遮阳挡雨设备，16. 车辆内、外及车站设施整齐清洁等。这些评价项目与公交车的设施及车辆设备有关，故将因子二命名为公交车营运设施。其α值为0.812。

（3）因子三。包含在此因子的公交车服务评价项目有：21. 储值卡储值提供折扣，20. 储值卡使用及储值方便等。这些评价项目与公交车的付费系统有关，故将因子三命名为付费系统构面。其α值为0.802。

4　第二阶段研究过程与结果

4.1 创意发想与选择

创意发想之目的在于找出能够真正符合顾客需求的创意，据以开发新的商品或服务，但凭空想象未必能发想出有价值的创意而须借助适当的方法来激发创意。神田范明提出3个不同类型与4种不同的创意发想，本研究采用其中的类推发想法。首先研拟出10个创意构想，接着再以因素分析的3个因子为评估准则，应用比重评价法针对10个构想予以排序，从中选择评分高于3分（满分为5分）之5个构想方案。

4.2 联合分析之问卷设计

联合分析的目的是将所选择的重要创意有系统地加以组合成若干方案，让乘客进行评价，从而选出最适方案。其问卷设计过程如下：

4.2.1 决定属性与准则

针对5项创意构想，分别选定适当的服务属性，并设定每一项服务属性的两个水平值。

4.2.2 制作联合分析卡

5项服务属性及其两个水平值可以组成32个方案，为减少组合方案，以利受访者有效评估，本研究应用直交排列法缩减为10个组合方案。

4.2.3 问卷设计与调查

本项问卷设计亦分为2部分：第一部分请受访乘客就上述10个组合方案依其个人的偏好给予1～10的序号，序号越低表示偏好度越高；第二部分则为受访乘客之基本社经资料。本项问卷调查同样采用便利抽样法，于台南市火车站前之公交车站发放问卷，共回收109份有效问卷。

4.3 联合分析结果

联合分析是一种多变量的解析方法，依据受访者的评分结果，可以分析出整体受访者以及不同社经特性群体对于各项属性的重要性权重、成分效用值以及最适的属性组合方案。属性权重值代表受访者对于该属性的重视与偏好程度，成分效用值代表受访者对于属性水平值的偏好程度。

本研究应用SPSS之conjoint模块对109份有效问卷分析的主要结果汇整为整体与不同社经特性分群之属性权重值和不同群体所偏好之最适属性组合方案。本研究主要以性别与职业作为分群的依据，在109位受访者中，男性有50人，女性有59人。职业则为学生（69人）、上班族（29人）以及非学生与上班族（11人）3类。

5　结论与建议

5.1 结论

5.1.1 台南市公交车系统服务需求与方向

本研究经访谈、问卷调查与因素分析结果萃取出较为关键的3项因子：无障碍乘车环境、公交车营运设施与付费系统构面。

其中无障碍乘车环境包含对行动不便者提供上下车服务、车辆及车站提供方便的无障碍空间、乘客投诉迅速改善、驾驶员安排乘客礼让博爱座；公交车营运设施包含车辆内部座椅宽敞舒适、候车站提供遮阳挡雨设备、车辆内外及车站设施整齐清洁；付费系统构面则包含储值卡提供折扣、储值卡方便使用及储值。

5.1.2 台南市公交车服务的5项重要创意

以因素分析所定位之3个重要方向为基础，透过创意发想与创意选择，找出关键的5项创意为：使用新型之车辆营运采用舒适座椅、提供低底盘公交车以利轮椅使用者进出、增加博爱座并用明显的颜色与一般座位区隔、悠闲舒适的候车空间、候车站建立乘车查询系统。

5.1.3 联合分析

根据这5项创意，发展出5项属性，每项属性各设定2个水平，经由联合分析结果，获得了整体受测者的属性偏好排序为设计通用性（23.5%）、博爱座改善（23.4%）、等候环境改善（18.8%）、信息查询便利（18.1%）、车辆更新（16.2%）。整体受访者所选择的最适组合为提供低底盘公交车、侧门装设电动升降平台；增加前排博爱座并用颜色与一般座位区隔；候车站提供零售及餐饮服务；候车站设置专属设备供查询乘车信息；定期更换新车营运。

5.1.4 不同性别之联合分析差异

（1）车辆更新。本研究显示男性比女性更重视车辆更新，另外在水平的选择上，男性及女性同样较偏好定期更换新车营运，而非只更新车上设备。

（2）设计通用性。在此属性之重要度上，男性与女性无显著差异，而在水平的选择上，也同样偏好侧门升降之低底盘公交车。

（3）博爱座改善。在此属性之重要度上，女性较男性为高，而在水平的选择上，男性及女性同样偏好增加前排博爱座，并用颜色与一般座位区隔。

（4）等候环境改善。等候环境改善的属性重要度，男性与女性并无显著差异，但在水平的选择上，男性较偏好候车站能提供零售及餐饮服务，而女性则较偏好提供宽广舒适之空间。

（5）信息查询便利。女性比男性更重视信息查询便利的属性，唯在水平的选择上，男性及女性同样偏好设置专属设备以供查询乘车信息，主要因为乘客可以直接查询所需要的信息，不需浏览所有乘车信息。

5.1.5 不同职业别之联合分析差异

（1）车辆更新。非学生及上班族乘客对于此属性的重视度高于学生及上班族乘客，但三种职业都

偏好定期更换新车营运。

（2）设计通用性。三种职业之重要度并无显著差异，且三种职业都同样偏好侧门升降之低底盘公交车。

（3）博爱座改善。上班族乘客对于此一属性的重视度高于学生乘客，学生乘客又高于非学生及上班族乘客，但在水平的偏好上，均同样偏好增加前排博爱座并用颜色与一般座位区隔。

（4）等候环境改善。非学生及上班族乘客对于此属性的重视度高于学生乘客，学生乘客又高于上班族乘客，且在水平的偏好上存在差异。非学生及上班族乘客较偏好提供宽广舒适之空间，而学生及上班族乘客则偏好候车站提供零售及餐饮服务。

（5）信息查询便利。上班族乘客对于此一属性的重视度高于学生乘客，学生乘客又高于非学生及上班族乘客，但在水平的偏好上均同样偏好设置专属的乘车信息查询设备。

5.2 建议

5.2.1 提供低底盘公交车，侧门电动升降平台

低底盘公交车为未来公交车营运的趋势，它可以减少公交车与月台间的高度差，方便一般乘客及行动不便乘客上、下车。另外，于公交车侧门装设电动升降平台，对于轮椅使用者上、下公交车最为方便。

5.2.2 增加前排博爱座并用颜色与一般座位区隔

一般而言，年长者或行动不便者搭乘公交车宜选择前排位置，但台南市公交车上之博爱座数量比例相当少，又没有明显的颜色与一般座位区隔，因此常常会遭一般乘客占用。因此，建议增加前排的博爱座数量，并且用明显的颜色与一般座位区隔，以减少博爱座遭一般乘客占用之情况。

5.2.3 候车站提供零售及餐饮服务

乘客在公交车站候车时，常会有购买书报或餐饮之需求（如学生上学时购买早餐、上班族购买报纸、天气热时购买饮料等）。因此，建议可进一步调查乘客的购物需求状况，以决定零售的产品项目，满足乘客需求。

5.2.4 候车站设置查询乘车信息之设备

许多人不知道如何搭乘公交车，往往是因为不知道公交车的相关搭乘信息，尤其是对于台南市不熟悉的乘客。另外，公交车班次或路线若有调整，也需要实时更新。因此，建议能在公交车候车站增设专属设备，让乘客可以直接查询所需要的正确信息。

5.2.5 定期更换新车营运

台南市公交车之车辆老旧常遭人诟病。因此，建议主管机关能规定及督促业者建立一个合理的定期车辆汰旧换新机制，并定期检视维修车辆，以确保营运车辆的质量与安全。

参考文献

[1] 周骏呈. 台北市联营公交车服务质量与乘客满意度之研究［D］. 淡江大学交通管理学系，1997.

[2] 胡凯杰. 应用服务质量量表与知觉价值模式探讨旅客再消费意愿之影响因素——以汽车客运业为例［D］. 台湾“交通大学”运输科技与管理学系，2003.

[3] 任维廉，胡凯杰.大众运输服务质量量表之发展与评估——以台北市公交车系统为例［J］. 运输计划季刊，2001，30（2）：371–408.

[4] 邱皓政. 量化研究与统计分析：SPSS中文窗口版数据分析范例解析［M］.［出版地不详］：五南图书，2003.

五股地区引进捷运系统之可行性探讨

林重昌[1]　金肇安[1]　张琬瑜[1]　黄洪才[2]　吴世贤[2]
（1. 台北县交通局，台湾；2. 台湾世曦工程顾问公司运输土木部，台湾）

摘　要：由都市发展、交通运输、工程技术、用地取得、环境影响、经济效益、财务等层面，探讨本地区设置捷运系统之可行性，并进行最适系统形式研选。采用多准则评估模式进行方案评估，结合AHP与TOPSIS模式为各路线方案排序，期望选择一最适方案满足计划范围之交通需求，落实绿色运输政策，提高大众运输使用率，并提升居住环境质量。

关键词：分析阶层程序法；多准则评估；轻轨运输；公交车捷运

五股乡、泰山乡为台北县重要工商据点，加上台北县政府积极推动台北港特定区计划以及周边地区都市计划，未来该地区将朝向多元化发展，亦可能配合发展观光游憩，与周边紧邻的八里乡和泰山乡相辅相成，将吸引众多人潮前往工作、洽公或游憩。目前五股乡、泰山乡内部与联外主要道路容量已显不足，且为五股交流道主要集散区，大量车流衍生许多交通问题，现阶段该地区之交通供给已无法满足需求，综合考虑未来的发展，实有必要探讨提出新的交通因应对策。

爰此，台北县政府希冀透过大众捷运系统之兴建，除解决现况交通问题外，并能因应该地区未来发展所衍生之交通量，促进地方繁荣。

1　研究目标年及范围

本研究以2041年为研究目标年，2031年及2021年为中间年，2009年为基年。

研究范围为台北都会区，计划范围则涵盖台北县的五股乡及泰山乡等地区。

2　运输需求分析与预测

运量预测系沿用台北市政府捷运工程局所建立之台北都会区运量模式（TRTS）之架构与方法及相关参数进行预测分析。主要架构与方法上采用传统程序性总体运输需求模式，包括旅次发生、旅次分布、运具分配与路网指派等步骤。

2.1 旅次发生

旅次发生吸引乃是依据各交通分区之社会、经济、土地使用等相关数据与变量，推估进出交通分区的总旅次数，一般系以现况旅次发生行为与人口、家户、所得、及业、就学及车辆持有、土地使用等社经变量之关系建立模式。旅次产生模块分别以类目分析法与回归分析法，推导出界内各交通分区旅次产生、吸引量，类目分析法以所得与车辆持有为类目分类，以预测之交通分区人口数、家户数、家户平均所得、交通分区学生人口数、与对应之旅次目的别之旅次产生率，推估交通分区旅次产生数。旅次吸引以不同分类土地使用之旅次吸引率，以预测之交通分区各级及业与及学人口推估交通分区旅次吸引数。界外旅次系利用车辆持有成长、人口或就业人口成长倍数与基年旅次产生数进行推估。

2.2 旅次分布

旅次分布系分析旅次之空间分布形态，以路网成本选择旅次吸引之区位分布，因此，旅次分布之决定性因素不仅在于空间距离之长短，且涵盖运输系统的绩效。本计划界内旅次分布模块系应用重力模式，以旅行成本为指标，将交通分区所产生之旅次数分配至各目的地交通分区。界外旅次则利用

Furness法进行分布预测。

2.3 运具分配

运具分配模块系基于旅客在选择其运具时，系依使用各运具所需付出之成本或产生效用来决定，故可利用个体选择罗吉特模式仿真旅客对运具之选择。本计划运具分配模块首先利用初步运具分配模块，将旅次性质特殊、不易以运具分配模式分析之旅次先行以比例法处理（如无机车之机车旅次、无汽车之汽车旅次、特殊大型车），而主要运具分配模式，系采用个体选择罗吉特模式，利用路网指派之旅行成本，计算各交通分区间私人运具及大众运具使用之比例与旅次数。

2.4 路网指派

路网指派包含大众运输路网指派与私人运具路网指派，大众运输指派复杂，实务上多以全有或全无指派法将大众运输旅次指派至各路线上，为改善全有或全无指派法所造成之缺憾，可利用公路均衡指派后路段之旅行速率调整公交车速度，并进而利用反复运算程序，重新指派以达均衡收敛。私人运具公路路网指派，系将运具分配模式产生之私人运具旅次，以容量限制均衡指派法将各交通分区之车旅次指派于路网上，并以More算法求取最短路径，指派前并将道路系统上各路线之公交车旅次加入公路路段上，以反映其对道路行驶速率之影响，并依指派后各路段的流量重新计算路网成本，再回馈至旅次分布与运具选择等阶段，重复此过程直至收敛为止。

运输需求模式分析时段包括全日24h、上午尖峰时段（2h）与尖峰小时、下午尖峰时段与尖峰小时等5时段；分析之旅次目的有：家—工作旅次、家—学校旅次、家—其他旅次、非家旅次等4种，预测结果包括公路路网交通量、大众运输路网之运量、行驶速率、旅行时间、成本等。

3 新运输系统引进之必要性

在进行未来引入新运输系统选择分析前，宜先说明引进新运输系统之必要性及理由。

3.1 联外道路服务质量不佳

检视计划范围之五股乡、泰山乡中心区，机关、人口、聚落沿主要道路（县道106线、107线、108线）发展，故主要道路除为地区连通道路外，亦须负担通过性之车流，由于道路路幅狭小，道路两旁又发展密集拓宽不易，无法负荷现有之交通量，造成目前联外道路平均行驶速率仅15~26km/h。由于道路行驶速率低，造成公交车运转效率不彰进而降低其乘载率，在恶性循环下选择机动性较高之私人运具的情况居高不下，而难以改善目前之道路交通拥塞。

3.2 平面大众运输服务效率差

（1）路线长营运成本高、班次服务无法满足需求。台北都会区公交车乘客的平均旅次长度约7km，而现况行经计划范围公交车路线长度大多超过20km，显示公交车路线有偏长的情形。路线过长的结果常导致班距过长，无法满足需求。

（2）候车与旅行时间长又不可靠。与捷运相较，公交车班距长且可靠度低，由于公交车行驶于一般道路会有塞车、路口停等及与其他运具交织等情形，导致尖峰时段行驶速率常低于15km以下，对于公交车乘客几乎是种惩罚，以致民众普遍认为搭乘公交车的整体旅行时间较长又不易掌握。

3.3 道路系统无法满足交通需求

依据目标年相关道路改善建设计划，进行研究范围目标年道路服务水平预测（表1），显示由于计划范围南北向道路有限，主要道路新五路与成泰路车流量大，且成泰路两旁为既有发展区，道路拓宽不易，须引进高效率之新运具改善交通。

3.4 纾解相关计划开发衍生交通量

由于计划范围内有洲子洋重划区、五股新市镇重划区，邻近地区有新庄副都心、头前市地重划及新泰塭仔圳市地重划等陆续开发与成长中，故应兴建专用路权之大众运输系统，以提升大众运输之竞争力，进而减少私人运具之成长，使都市发展、运输系统与环境永续间能取得平衡之发展。

表1　目标年（2041年）道路交通量及服务水平分析

道路编号	起止点	方向	速率（km/h）	交通量（pcu/h）	服务水平
县106	枫江路—泰林路	往东	20.4	1 193	E
		往西	21.4	1 127	E
县107	中兴路—“国”1	往北	15.3	1 920	F
		往南	17.4	1 785	F
县107甲	中兴路—“国”1	往北	13.6	3 087	F
		往南	13.0	3 134	F
县108	更洲路—新五路	往东	15.3	2 942	E
		往西	15.2	2 952	E

4　路线方案及系统形式

4.1 路线方案研拟

本研究依据社经资料分析及运输需求预测结果，考虑都市计划发展、相关重要设施、地形地物特性、环境影响、施工期间之交通冲击及民众意见等因素，研提可行之路线方案。路线选线与方案研拟所秉持之原则如下：

（1）契合都市计划拟定之都市发展原则；

（2）符合运量预测之最大运输需求；

（3）减少用地征收及建筑物拆迁之范围；

（4）降低环境影响及施工冲击；

（5）最具施工及营运之便利性；

（6）符合民众需求。

考虑系统技术形式、道路宽度、都市计划发展及路线之连续性，本路线方案定位为：

（1）连接捷运芦洲线与机场捷运线，提供外围环线机能；

（2）服务五股及泰山主要发展区域，便利民众往返台北市中心区及桃园国际机场。

在路线连续性之基准下，路线方案研拟以北起捷运芦洲线之终点站（芦洲站），南迄机场捷运线之A5a站为标的，共研拟四种路线方案。

4.2 系统形式评估

系统投资庞大，而系统技术形式之选择更直接影响建造成本及后续营运成本高低。因此，新运输系统之评选除须考虑都市人口及运量外，尚须兼顾经济、系统技术与环境等层面。

本研究比较轻轨捷运、自动导轨、单轨捷运、轻轨运输系统、公交车捷运与缆车之有关运量需求、路线线形限制、安全性、环境冲击影响、可扩充性、供应市场成熟度及成本效益等因素。

由于计划路线全线站间最大运量将达每小时4200人次，采中运量自动导轨可能不具经济性，而若采单轨捷运，则工程技术较为困难、系统技术较不普及，且建造成本较高，经综合分析建议本计划路线以轻轨运输系统较为适合。

5　经济与财务评估

本计划轻轨运输系统方案，主要设施包括高架段、平面段、地下段、高架车站、地下车站、平面车站、高架或平面路段机厂进出线、轻轨维修机厂等主要不同建造形式及设施，各方案设施内容及工程建造费有详细表格。

经济效益评估系以维持现况为零方案，据以估计本计划各路线方案所衍生之各项成本与效益，并

以益本比、净现值与内在报酬率三项成本效益评估指标，分析其经济效益可行性。本研究可量化之效益项包括旅行时间节省、公交车营运成本节省、肇事成本节省、减少空气及噪音污染及土地增值之负项成本，据以评估完工后营运30年各方案之经济效益分析。

财务评估系以政府自办自营之角度，以各种财务评估方式试算各方案之财务效益。依现金流量分析结果，可得出本计划政府自办之财务效益汇总表，显示本计划4个方案之净现值全为负数，故无法比较何者为最佳方案。但本财务试算主要以政府自办自营的角度进行方案之评选，因自偿率为政府是否投资或对民间参与业者补助之考虑指标，应以未来可回收较高之自偿率指标来探讨何者为最适方案。由表7可知四个方案之自偿率皆为正值，以方案一自偿率最高，且营运评估期间除2041年、2051年因重置成本较高致收支比低于1，其余营运票箱收支比皆大于1，可知营运期之营运票箱收入足以支付营运成本，为财务可行性较高之方案。

6　路线方案评析

方案评估的方法很多，考虑公共部门之建设工程往往有很多不能量化之效益与成本，无法以货币价值估计，因此，方案评估应采取可同时处理多向度、多准则等因子之评估方法。为兼顾评选之客观性、周延性，本研究采多准则评估方法，进行方案评选。整体作业可区分成三阶段进行，分别为决策问题构建、目标分析及方案评选3个阶段。

6.1 决策问题构建

目标阶层体系应涵盖决策问题特性，评估准则间应避免重复，绩效指标意义要明确清晰，并具操作上之意义及考虑资料搜集之限制。

依计划目标深入分析研究后，订定各层级（目标、层面、准则）之项目及其关系如图1所示。

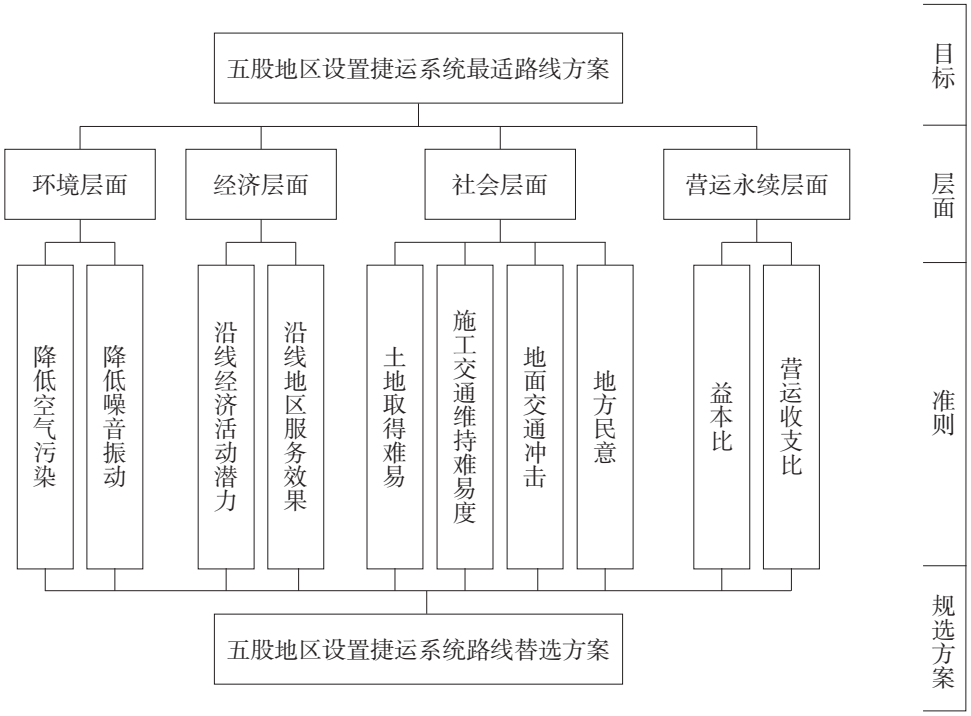


图1　路线方案评估阶层

最适路线方案筛选，需透过评估层面之确立，再借由各项准则衡量良窳之程度，最后评估各路线方案在不同准则下之优劣。本研究衡量各路线方案之特性，设定评估层面、准则及评估参数如表2所示。

表2　路线方案评估之层面、准则及评估参数

层　面	准　则	衡量方式
环境	降低空气污染	路线方案营运目标年降低空气污染效益值（百万元）
	降低噪音振动	路线方案营运目标年降低噪音振动效益值（百万元）
经济	沿线经济活动潜力	平均每一车站500m范围内之就业人口数（人/车站）
	沿线地区服务效果	路线方案之服务人数/路线长度（人/km）
社会	土地取得难易	路线方案所需之私人土地面积（m^2）
	施工交通维持难易度	路线方案施工占用现有道路长度（m），并以道路宽度加权
	地面交通冲击	平面号志路口数（处）
	地方民意	地方民众偏好比较，分别以极差、差、无影响、佳、极佳表示
营运永续	益本比	总效益与总成本之比值
	营运收支比	营运总收入与营运总支出之比值

6.2 目标分析

主要工作分成两部分：一为评估准则权重分析，透过分析阶层程序法评估准则权重；另一为计算各改善方案于各评估准则中之衡量值，并进行正规化，以消除不同指针间计算单位之差异，并达成量化数值方向之一致性。

6.2.1 评估准则权重

为使评估结果更为完备、客观，本计划采群体决策方式，延请相关领域不同背景之部门、专家学者及实务界工程顾问等进行问卷之填答，计发问卷14份。

将AHP问卷调查结果整理、建立成对比较矩阵，输入AHP法执行程序，依序进行特征向量、特征值之计算，并以一致性指标（CR≤0.1）检定各调查问卷填答结果之合理性，进而计算各标的及各准则项目之权重值。

6.2.2 评估准则评点

依据各路线方案布设区位及交通量指派结果，将各路线方案之量化及质化评估因子数量化及尺度化，分别归类计算。

6.3 方案评选

加权计算各路线方案于评估准则中之正规化衡量值及评估准则权重，以产生方案之评点，并依据评点高低，以TOPSIS模式为各路线方案排序。

经由TOPSIS综合评析，各路线方案距理想解之相对接近度如表3所示，显示方案一为最佳方案，其次为方案二，再次为方案三、方案四。

表3　各路线方案相对接近度与排序

路线方案	接近度	排序
方案一	0.7757	1
方案二	0.7173	2
方案三	0.2874	3
方案四	0.2262	4

7　结论与建议

7.1 结论

（1）全日站间最大运量，各方案大致皆以W2站至W1站间北行路段为最大，且各方案中以方案一

为最大。

（2）路线全线站间最大运量将达每小时4200人次，以轻轨系统或公交车捷运系统较为适合。考虑轻轨运输系统较能满足都市发展高效率、高服务水平及高环保要求之技术发展特性，且轻轨系统较公交车行驶路径固定，准点性与舒适性较高，为提升五股泰山地区联外运输之服务等级，与降低公交车废气排放对空气污染之影响，因此，本计划建议以轻轨系统为本计划优先考虑方案。

（3）采多准则评估模式进行方案评估，评估准则计有空气污染、噪音振动、沿线经济活动之潜力、沿线地区服务效果、土地取得难易、施工交通维持难易度、对地面交通冲击、地方民意、益本比、营运收支比等十项，透过分析阶层程序法（AHP）评估准则权重，并以TOPSIS模式为各路线方案排序，评估结果以方案一为最佳方案，为本计划建议之最适路线方案。

（4）建议方案益本比为1.42，经济净现值为67亿元新台币，经济内生报酬率为9.62%，皆达到经济评估指标之判定值。

（5）以政府自办自营的角度，计划自偿率为20.88%，营运评估期间之营运票箱收支比大于1，本计划营运期之营运票箱收入足以支付营运成本。

7.2 建议

（1）计划路线行经新五路西侧、中港南路及贵子坑大排南侧路段及机厂设置均须征收用地，建议将预定设置于新订五股都市计划区之轻轨机厂设施用地，纳入其都市计划通盘考虑，先行开辟或拓宽道路提供轨道路线布设空间，并保留车站设施之用地需求。

（2）经评估民间参与投资可行性不高，为加快兴建时程，建议本计划由政府新建完成后，由政府营运为可行之方式，建议未来工程建设及营运主管机关，由同为路线所在地之地方主管机关台北县政府担任为宜。

公路边坡生态工法之分析与应用

吴水威　谢至成
（台湾“交通大学”运输科技与管理学系，台湾）

摘　要：搜集现有的相关法规、研究、实例进行分析，汇整公路边坡整治生态工法之类型与应用特性，借以探讨并比较各种工法的适用性、生态效益与相关问题。归纳出公路坡地生态工法之优缺点比较、适用时机与研议公路边坡生态工法之选取流程架构。

关键词：公路边坡；生态工法；选取流程架构

1　引　言

山崩与土石流在台湾是常见的现象，尤其在历经“9·21”大地震后，各种山坡地灾害更常发生。近年来边坡稳定技术采用生态工法的理念，虽已逐渐成为公路坡地整治方法之趋势，然而公路坡地稳定措施之选用，由于牵涉到地形与坡度、地质与土壤特性、环境条件、施工难易度、生态复育、景观、成本、工期以及后续维护等诸多变因与不确定因素，若非有一系统性且全面性的认知，实不易有效且妥善地选用因地制宜的方案。然在以往的生态工法研究上，大致采用层级分析法（AHP）去做选用研究分析，但运用AHP仅适用于案例当地，并无一个较全面性的适用分析。有鉴于此，本研究尝试搜集现有的相关法规、研究、实例进行分析，汇整公路边坡整治生态工法之类型与应用特性，借以探讨并比较各种工法的适用性、生态效益与相关问题等。归纳出公路坡地生态工法之优缺点比较、适用时机与研议公路边坡生态工法之选取流程架构，期望能提供对公路边坡工程选用生态工法之参考，系为本研究的动机与目的。

2　研究内容范围与方法

本研究是针对公路边坡所采用生态工法之工程方法进行分类、比较与研析，期能归纳出一个选用的方法。并以台北县三峡镇110线32k+700纳莉台风灾害边坡保护工程为分析案例。至于本研究方法方面，计有：（1）问题研究法。借由台湾生态工法的资料搜集中，所发现的公路边坡问题作为研究对象。（2）归纳法。借由搜集近几年来台湾生态工程案例、设计规范、相关论文研究等，透过比较研析后，归纳公路边坡生态工法之类别。（3）比较分析法。搜集公路边坡相关各种生态工程案例，利用比较分析法，能够探讨出其优缺点、适用时机。（4）因果分析法。因果分析法也可算是一种历史研究法。目前生态工法的演变、所面临的问题，都能从其历史得知一二。（5）事后回溯研究法。是指事实发生过后从事探讨与此一事实有关的先在因素的一种研究。回溯研究又可被称原因—比较研究。而回溯以往公路边坡生态工法应用之有关因素，可供研议应用之参考。

3　文献回顾 [1–5]

台湾早在1989年即引入生态工法并应用于环境政策之分析上，然迄2000年左右才陆续应用于各河道之治理以及“9·21”重建区大规模的崩塌地整治上。起步虽较晚，但近年来在台湾大力推动以及民间环保意识高涨的推波助澜下，已为台湾的环境保护与生态保育重新燃起一道永续发展的契机。由于世界各地对生态工法之诠释、应用以及发展背景皆有所不同，台湾遂于2002年组成生态工法咨询小

组，由不同领域之专家学者共同研议并定义如下：生态工法（Ecotechnology）系指人类基于对生态系统的深切认知，为落实生物多样性保育及永续发展，采取以生态为基础、安全为导向，减少对生态系统造成伤害的永续系统工程皆称之，应可视为台湾工程建设与环境保护并重的最高指导原则。近年来，生态工法的推动，虽已累积相当的经验与成果，然本土化生态工法的基础性研究与技术数据的建立仍须继续努力。此外，由于生态工法一词，以往常遭人误以为仅系一种施工技术或方法而衍生争议，台湾则与国际专业用语Eco-engineering接轨，遂自2006年起，正式将生态工法更名为生态工程。今若进一步引用欧美对生态工程的认知，一般而言，生态工程的应用涵盖：生态工法、生态技术、人工生态系、生态环境工程等领域；换言之，生态工法应为生态工程的一环与组成要素之一。事实上，边坡稳定生态工法大都由传统的坡地稳定技术衍生而来或与之息息相关，并非全是新的施工方式或技术，任何一种传统工法均可借由构造物表面的粗糙化、孔隙化、透水化、自然化，同时利用植生或景观处理等手法，达到回复生态及降低环境冲击的目的。换言之，只要工程人员秉持前揭生态工法的精神、考虑原则、成功要素以及规划设计理念，同时整合低环境生态冲击与破坏、低资源使用与损耗、废弃资源再生利用、工程生命周期的延寿等绿营建概念，即可创造一良好的边坡稳定生态工程。

4　现行公路边坡生态工法之分析

经由数据收集、分类、研析与归纳，对于可应用于现行边坡生态工法特性予归纳分类。

4.1 挡土墙

公路河岸边坡过陡、过高或邻近有屋舍等构造物，有安全性顾虑时，应设置挡土墙，以拦阻天然或填筑之土石，以维持两侧的安定，并防止填土或开挖坡面之崩塌。 挡土墙因适用范围之不同有多种形式（表1）。

表1　挡土墙之形式

三明治式挡土墙		混凝土砌块石，背填混凝土及卵石
重力式挡土墙	卵石混凝土	以卵石混凝土灌成
	混凝土	以混凝土灌成
半重力式挡土墙		以钢筋加强之重力式挡土墙
悬臂式挡土墙		以钢筋混凝土灌成
扶壁式挡土墙		以扶壁支撑挡土墙，分成前撑与后撑两种形式
迭式挡土墙	石笼	铅丝编成石笼，填以卵块石迭筑而成
	箱形网笼	铅丝编成箱形网笼，填以块石迭筑而成
	格笼	预铸钢筋混凝土桁条组合成，框箱内迭砌卵块石
	加劲材	于土壤中铺放加劲材料以形成高强度之结构物
板桩式挡土墙	悬臂板桩	以木质、钢质或混凝土等材料板桩打入地下而成
	锚系板桩	板桩上缘以系条联结锚座而成
锚定挡土墙		以地锚固定墙板

4.2 植生混合工护坡[1-13]

计有格框喷植法、土钉混合喷植法、自由梁护坡、钢筋混凝土格梁、喷稳定土、钢网格框植生、蜂巢式格框植生、植桩护坡等。

4.3 植生护坡[1-13]

计有挂网喷植、挖穴铺网植生、植生草带护坡、打桩编栅、袋苗穴植法、喷植法（薄层喷植法、中层喷植法、厚层喷植法）等。

5　公路边坡生态工法之分析与架构

5.1 公路边坡生态工法应考虑之原则

公路边坡生态工法在进行规划施作时应遵循下列原则[2-3]：

（1）安全考量之原则；

（2）经济考量之原则；

（3）环境考量之原则；

（4）管理考量之原则。

5.2 公路边坡选用生态工法之分析与架构

公路边坡生态工法应当如何选用，应考虑下列主要项目并分析之，而公路边坡生态工法之选取流程架构如图1[2, 3, 11-13]。

（1）确定选用用途为何；

（2）根据边坡坡度土地质与环境条件等，选择适用之工程方向；

（3）根据工程对于边坡之适用条件，选择合适之工程；

（4）临场听取专家建议作修改。

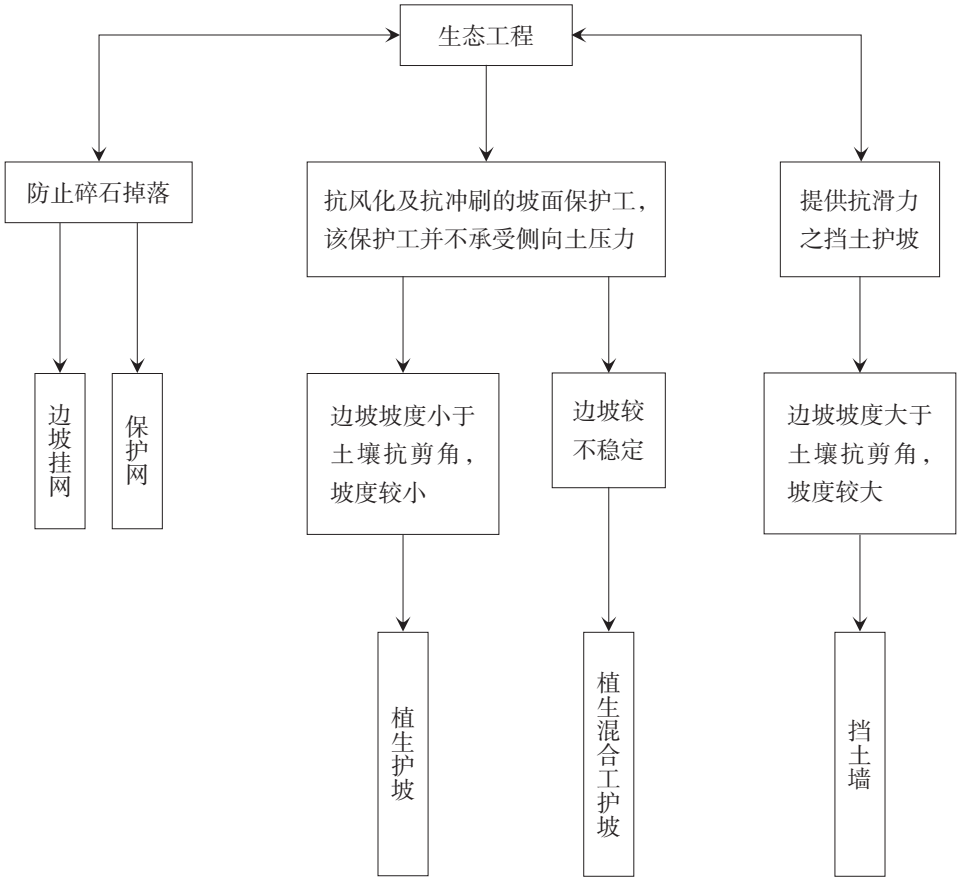


图1　公路边坡生态工法之选取流程架构

5.3 挡土墙选取流程架构[2, 3, 10, 12, 14]

当道路（河岸）边坡坡度大于土壤抗剪角（安息角）时，边坡土壤无法自稳而须借助挡土措施才不崩塌，如此为拦阻天然或填筑之土石、沙砾及类似之粒状物质免于崩塌而所做之保护措施称为挡土墙，而挡土墙选取流程架构如图2。

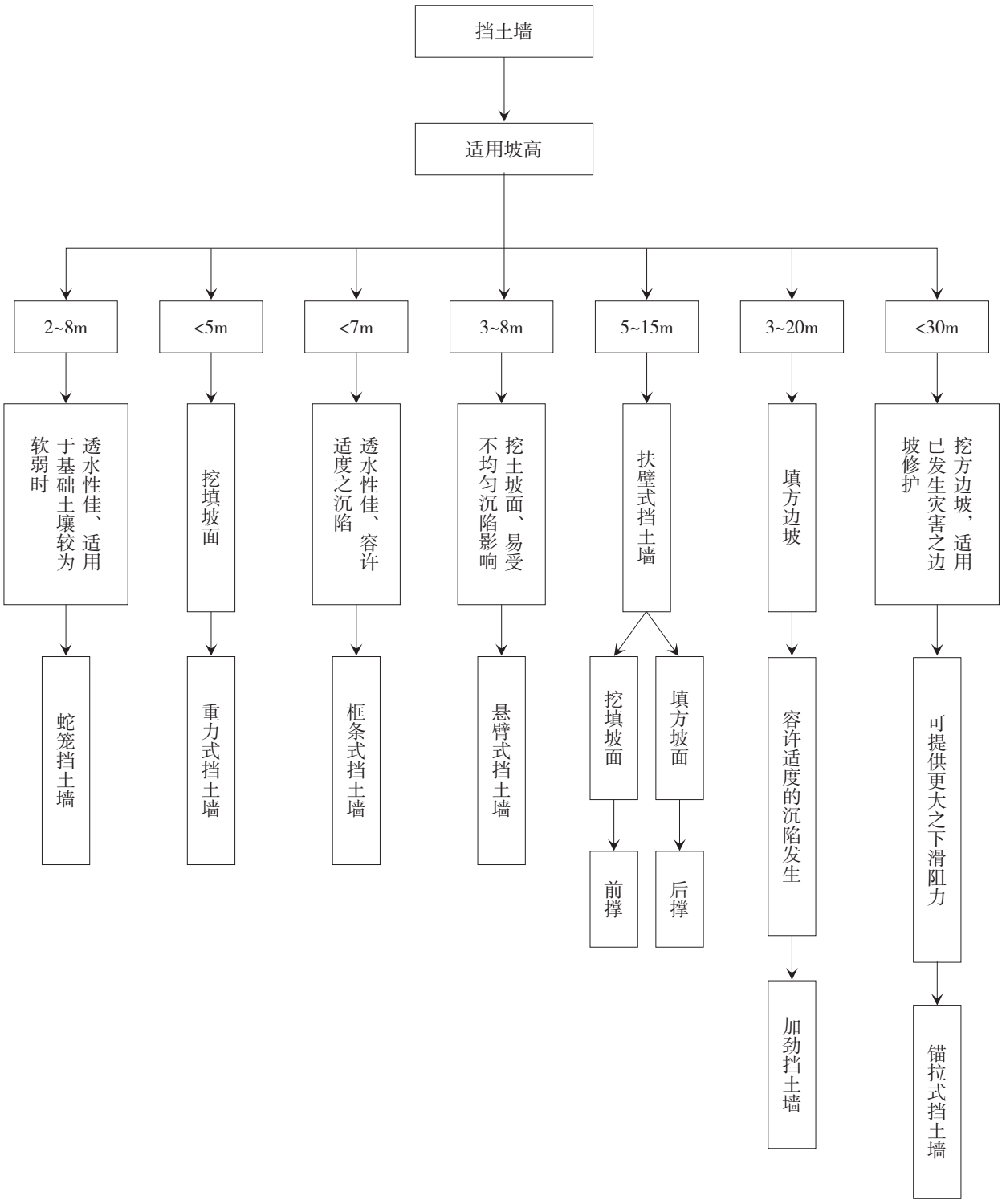


图2　挡土墙选取流程架构

5.4　植生混合工护坡选取流程架构 [2–3, 10–14]

植生混合工护坡系考虑生态与安全，将生物与力学结合为一体，发挥植物覆被与结构保持之功效，以达到工程、生态及美观之目的，而植生混合工护坡选取流程架构如图3。

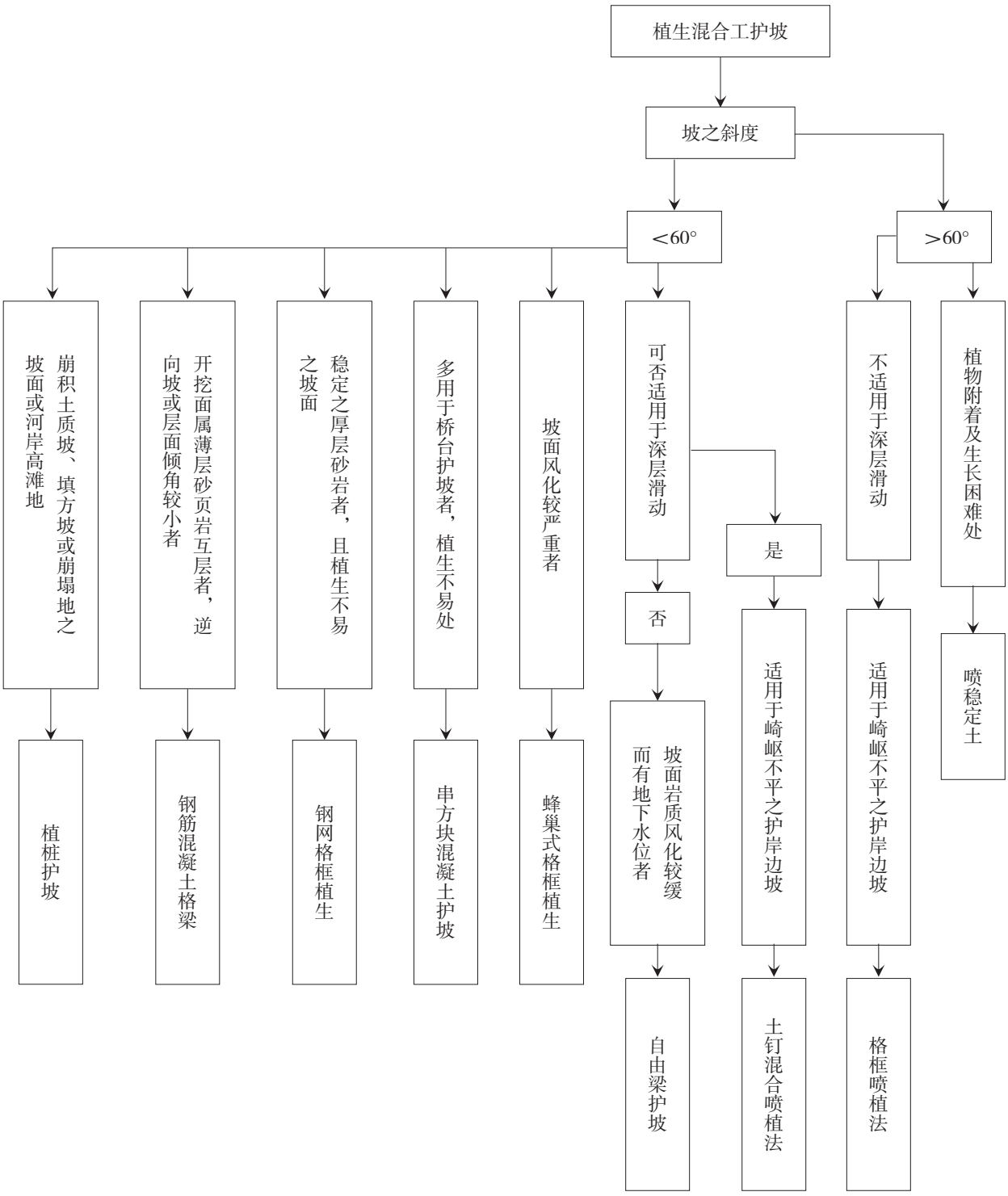


图3　植生混合工护坡选取流程架构

5.5 植生护坡选取流程架构[2-3，10-14]

植生护坡系指于土壤边坡播撒植物种子或种植树苗，俟其长大后借由其根系固结土壤保护边坡之工法，而植生护坡选取流程架构如图4。

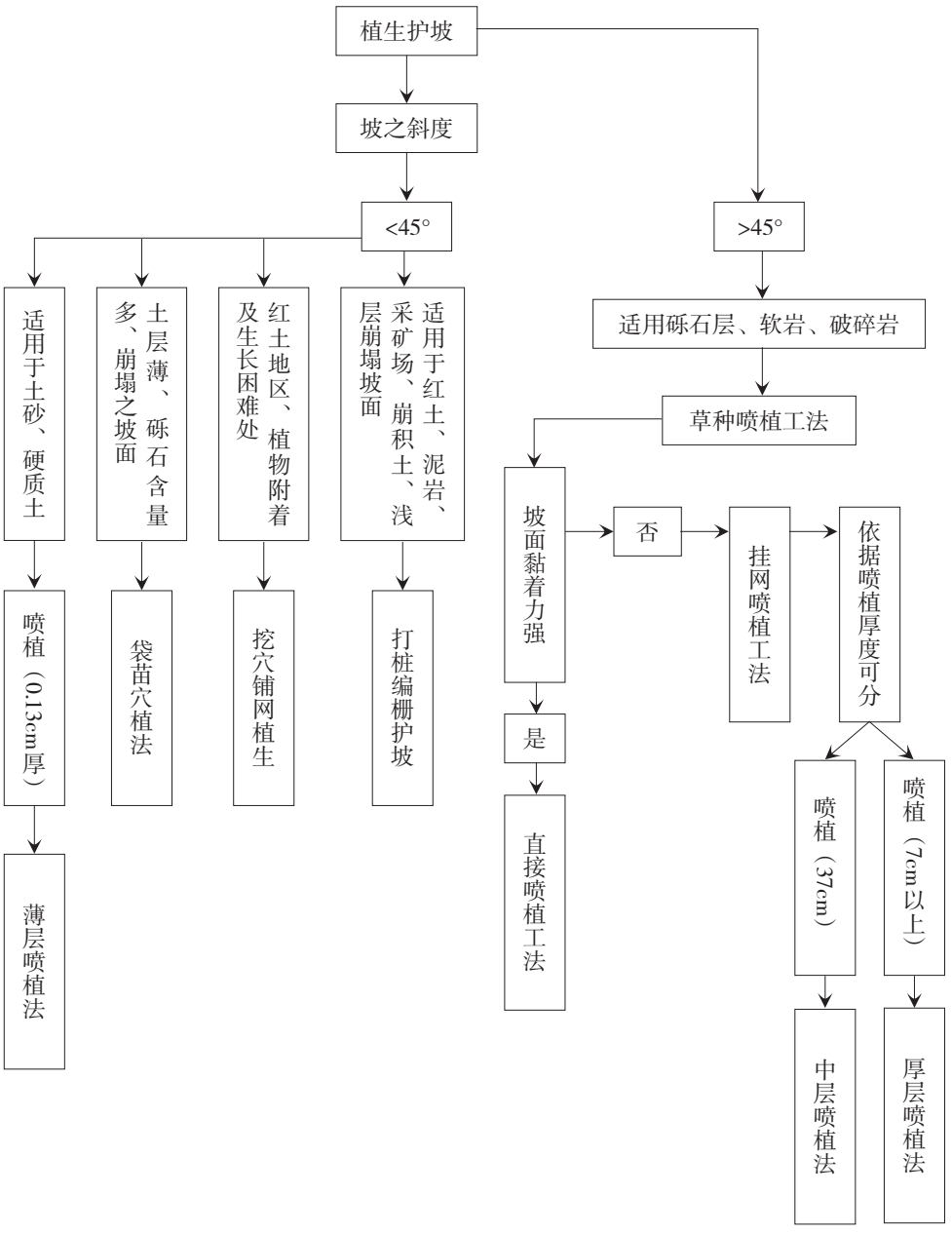


图4　植生护坡选取流程架构

6　案例分析

公路边坡生态工法之案例分析方面，则以台北县三峡镇110线32k+700纳莉台风灾害边坡保护工程为例[4]分析。

6.1 案例简介

本工程位于台北县三峡镇110线32k+700，原路段边坡种植槟榔，2000年10月象神台风侵袭，导致山坡地滑动坍塌，经施作重力式挡土墙并加设钢轨防落石栅栏修复，于2001年3月完工。2001年9月再遭纳莉台风侵袭，坡面再度坍塌，挡土墙毁损。为有效整治坍塌边坡，遂采用景观加劲喷植植生挡土墙及复合式加劲格网毯边坡植生之生态工法进行修复，完工后植生成长良好，边坡显示稳定。

6.2 案例分析与探讨

根据重力式挡土墙与加劲挡土墙之比较（表2）可知，加劲挡土墙在忍受沉陷的能力、植生绿化、施工简易快速、可延长使用及服务年限等优点方面皆优于重力式挡土墙。另外由于此工程边坡属崩积层与软页层岩盘，因此对于忍受沉陷的能力会更加重视。所以选用加劲挡土墙确实较重力式挡土墙为优。

表2　重力式挡土墙与加劲挡土墙之比较

护坡种类	较佳使用坡高	优点	缺点	建议使用时机
重力式挡土墙	5m以下	施工方便简单	体积庞大，需较多材料；耐震能力较差	适合较低矮之边坡；缺乏技术工时
加劲挡土墙	3~20m	施工快速，可忍受较大不均匀沉陷；坡面可植生绿化	变形偏大，须注意坡面失火或撞击之破坏	适合高填方边坡

7　结　语

本研究是针对公路边坡所采用生态工法之工程方法进行分类、比较与研析，期能归纳出一个选用的方法。并以台北县三峡镇110线32k+700纳莉台风灾害边坡保护工程为分析案例。至于公路边坡生态工法应当如何选用，本研究研析应考虑：（1）确定选用用途为何；（2）根据边坡坡度土地质与环境条件等，选择适用之工程方向；（3）根据工程对于边坡之适用条件；（4）临场听取专家建议做修改选择合适之工程等项目，并分析之。

参考文献

［1］水环境研究中心. 生态工程工法篇［R］.2001.

［2］“农业委员会水土保持局”. 水土保持规范［S］.［出版日期不详］.

［3］“公共工程委员会”. 护坡工程设计规范［S］.［出版日期不详］.

［4］“公路总局”第二区养护工程处. 生态工程之路提与挖方边坡生态工程简介［R］.2007.

［5］洪明瑞，拱祥生，利瓦伊峰，等. 边坡稳定生态工法（上）［R］. 2008.

［6］洪嘉均. 道路边坡生态工程评估模式之研究［D］. 逢甲大学水利工程学系，2005.

［7］王韵瑾. 110线32k+700纳莉台风灾害崩坍修复工程生态工法简介［R］.2002.

［8］施国钦. 大地工程学（一）［M］. 台北：文笙出版社，1997.

［9］施国钦. 大地工程学（二）［M］. 台北：文笙出版社，1997.

［10］陈荣河，洪勇善，沈哲纬，等.应用生态工法于坡地小区之适用性与设计准则研究［R］.［出版日期不详］.

［11］邱创益. 陡峭岩壁与砾石层之生态绿化技术［C］. 泥岩自然生态工法研讨会，2003.

［12］信辉. 崩塌地坡面保育处理工法［R］.［出版日期不详］.

［13］陈俊雄. 浅层破坏边坡速复育植生毯工法初步研发［D］. 高雄第一科技大学营建工程系，2009.

［14］胡春福. 河川护岸之近自然工法探讨与成效评核［D］. 成功大学水利暨海洋工程研究所，2005.

数据包络分析法之整合式规模报酬关系研究

李　纲[1]　游明敏[2]　王隆昌[1]
（1. 台北科技大学土木与防灾研究所，台湾；2. 台湾海洋大学运输科学系，台湾）

摘　要：为评估各基层道路养护单位之执行绩效，进而针对养护单位的规模报酬特性比较分析，并引为组织再造检讨、预算资源分配等公路养护政策之参考。本研究发展出整合式规模报酬关系（Integrated Relationship of Returns to Scale）；借以比较传统一阶段与多阶段数据包络分析（Data Envelopment Analysis；DEA）评估方法在判断各受评估决策分析单位（Decision Making Units；DMUs）规模报酬特性以及效率分数的差异。依据两阶段不同之规模报酬关系，发展出不同之两阶段整合式规模报酬关系，并归纳出3种形式规模报酬组合。依据本研究所发展之整合式规模报酬关系，以台湾的31个公路总局养护工务段为实证对象，结果显示传统一阶段之DEA分析方法，在养护工务段规模报酬特性的判断上与多阶段DEA的结果有所差异，归类为技术效果具递增规模报酬的有14个单位，具递减规模报酬的有4个单位，固定规模报酬的没有，无法判定的有13个单位。

关键词：整合式规模报酬关系；　数据包络分析法；　差额测度

台湾地区先进交通管理系统（ATMS）文献知识之聚类分析

陶治中[1]　简睿志[2]　康宇宣[2]　郭思汉[2]
（1. 淡江大学运输管理学系暨运输科学研究所，台湾；2. 淡江大学运输科学研究所，台湾）

摘　要：尝试以台湾地区先进交通管理系统（ATMS）领域之文献知识为研究对象，借助文献计量分析法来绘制聚类分析结果之二维知识图形，以了解近年来台湾地区ATMS研究领域之发展历程。利用关键词分析与聚类分析等方法，追踪热门研究议题，得出2004—2009年ATMS之八大核心研究领域，然后以SPSS统计软件进行相关系数、多元尺度与聚类分析之研究，最后结果显示ATMS领域之研究议题可区分为四大分群。未来ATMS整体研究产出建议应针对相关软硬件之建置以及最佳配置理论为导向，较能符合现况所需。

关键词：先进交通管理系统；词频分析；文献计量学；多维尺度分析；聚类分析

1　引　言

智能型运输系统（Intelligent Transportation Systems，简称ITS）系结合信息、通讯、电子、控制及管理等技术运用于各种运输软硬件建设，以使整体交通运输之营运管理自动化或提升运输服务质量之系统。相较于先进地区，目前台湾ITS的发展尚未臻成熟阶段，但未来产官学研各界仍将高度关注ITS之发展潜力，针对基础研究、技术开发与实际应用等课题，持续进行多项相关计划之研究。

台湾“交通部”从1997年开始即进行一系列的ITS整体性研发与示范性计划，并分别于2001年1月与2004年10月颁布完成台湾地区智能型运输系统纲要计划及台湾地区智能型运输系统纲要计划（2004年版）以作为台湾ITS政策推动的基准。其中，先进交通管理系统（Advanced Traffic Management Systems，ATMS）为ITS的核心与基础，ATMS系利用侦测、通讯及控制等技术，将交通监控系统侦测所得的交通状况，经由通讯网路传输到交通控制中心，中心再结合其他方面所获得之信息，制定及评估交通控制策略，执行整体性的交通管理，并将相关信息传送给用路人，以达到运输效率最大化及运输安全等目的。

近年来台湾地区ATMS相关技术发展日趋成熟，研究单位与学术界亦产生为数不少的论文与研究报告。由于台湾地区在运输学领域尚未建立一套有系统的知识分类准则与图谱，因此本研究拟以ITS系统之核心ATMS领域之文献知识为研究对象，范围涵盖公部门与学术研究单位的具体知识产出成果，先以书目计量方法为基础，探索台湾地区ATMS领域文献知识之分布结构，再借由聚类分析了解ATMS文献的关键主题、文章间的集群性以及研究的主题方向，最后则反映目前ATMS领域知识之分群结构。

2　研究目的

本研究旨在利用网络电子数据库，针对台湾地区运输学科中ATMS相关文献资料，进行书目计量学中有关知识成长与分布特性之研究。

（1）经由数据探勘方式，探讨网络环境下台湾地区ATMS文献数据之特性：本研究分析之文献特性包括文献成长趋势、关键词分布、分群等，借以了解台湾地区近年来在ATMS研究领域之发展变化，除追踪该领域专注之热门议题与研究领域之外，尚利用书目计量方法建构该学科之体系结构，协助ATMS领域研究者进行知识管理的相关分类准则。

（2）以聚类分析之多维尺度法进行数据分群分类供后续分析：词频分析方法属于内容分析方法的一种，其原理主要是对一组字或词两两统计它们在同一篇文献的某栏位中出现的次数，然后对这些字或词进行集群分析，进而分析这些字或词所代表的学科和主题的结构变化。

若将台湾地区ATMS学术领域研究发展趋势结果，进一步转化成可视化（Visualization）图形的绘制，则可目测台湾地区在ATMS学科领域的知识产出分布情形，对研读运输领域之相关人士可提供一资源分布地图。例如，研究生欲了解个人未来若投入ATMS产业该向何处师资获得最适的资源，或汇整近年ATMS热门议题之知识图谱使台湾师资规划未来自我学术方向之定位等。再者，本研究结果亦有助于政府、运输领域研究人员与营运业者预测此领域之未来发展，可谓具有相当的研究价值。

3　研究架构与流程

本研究系针对近5a来台湾地区ATMS研究领域与相关议题进行搜寻、汇整与分析，主要是以台湾硕博士论文与“交通部”运输研究所为资料库来源，检索2004—2009年间之相关研究产出，并以此一主题领域中的核心议题、关键词为研究参数，进行文献之书目计量分析，透过SPSS软件进行多维尺度法之聚类分析，本研究之设计与实施流程如图1所示，主要分成七大步骤进行，说明如下。

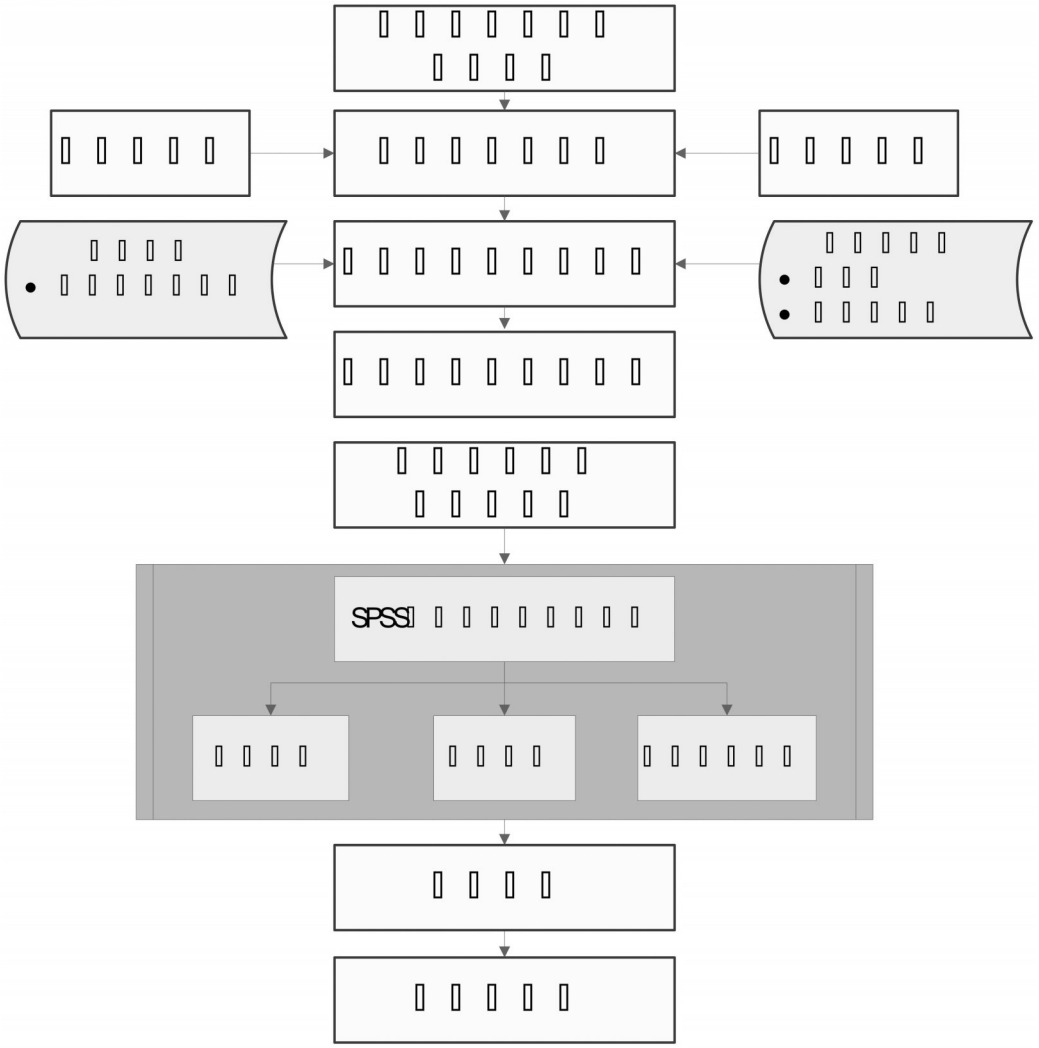


图1　研究设计流程

本研究搜集自2004—2009年ATMS之相关研究，其篇数与研究趋势，如图2所示。

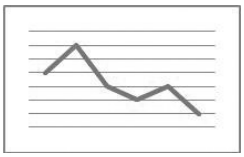
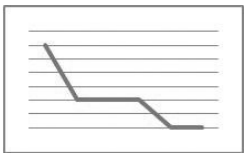
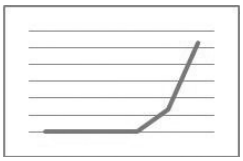
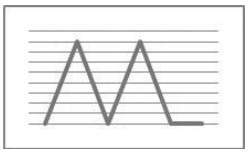
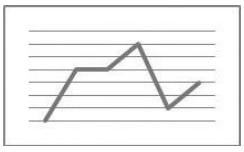
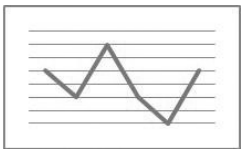
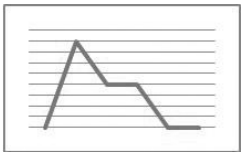
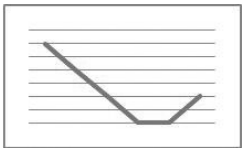
分　群	研究趋势	分　群	研究趋势
路口控制		信息收集/传输	
匝道控制		信息发布/显示	
侦测器		通讯协议	
路侧设施		行为研究	

图2　2004—2009年台湾地区ATMS相关研究之趋势

由相关研究之趋势可知，路口控制、信息收集与传输、信息发布与显示以及路侧设施等类别趋势下滑；而匝道控制、侦测器、通讯协议与行为研究等类别则有上升之趋势。

为能更清楚识别ATMS系统间的关联强度，本研究根据资料库检索结果从中挑选自2004年至2009年间与ATMS相关之期刊文献、硕博士论文与政府计划案共72篇，并将其大致分为八大类别：路口控制、匝道控制、侦测器、路侧设施、信息收集与传输、信息发布与显示、通讯协议以及行为研究（表1），然后计算此八种类别配对后的关键词出现次数，并根据各类别之间关键词出现次数的多寡，绘制成关键词词频关联图（图3）。

表1　ATMS相关研究之八大类别

A01	路口控制
A02	匝道控制
A03	侦测器
A04	路侧设施
A05	信息收集/传输
A06	信息发布/显示
A07	通讯协议
A08	行为研究

如图3所示，将ATMS系统细分为八大类别，由单独文献篇数最多的路口控制（A01）为起始点，各方格代表8种不同的类别代号。而方格之间的连接线段，亦代表不同的意义：4条线段代表其关键词出现次数在21次以上；三条线表示 11~20次；两条线则是4~10次；一条则为2~3次。至于2个方格

之间没有线段相连者，表示关键词出现次数在1次以下。

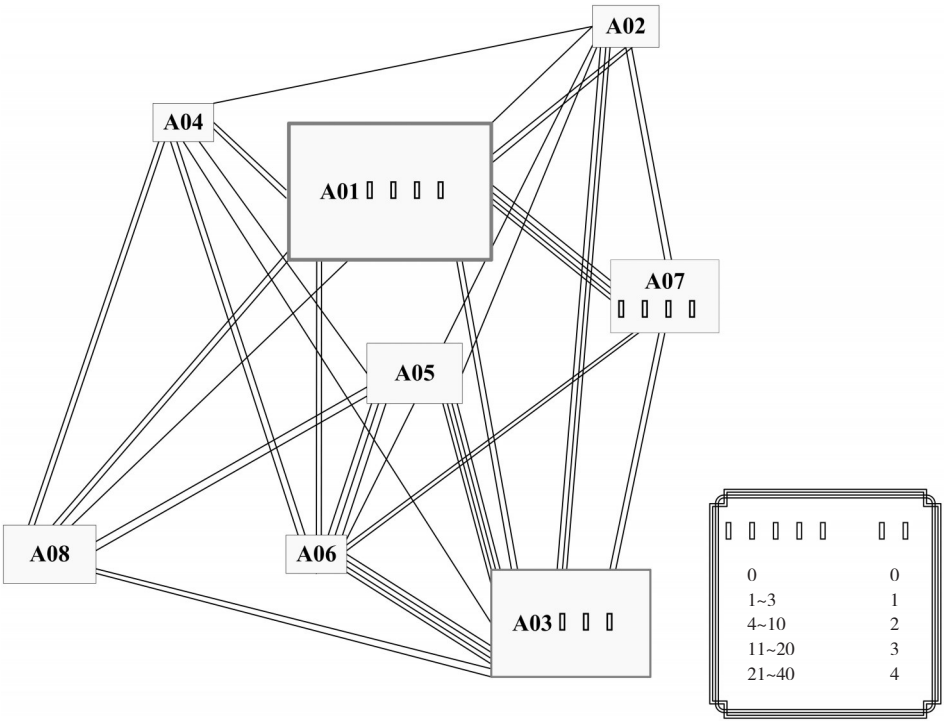


图3　关键词词频关联图

4　研究方法

本研究课题系属知识计量问题，研究方法为书目计量学，来呈现运输ATMS领域相关研究文献彼此间的关系。资料搜集来源为台湾运输领域出版品，包括“交通部”与运输研究所，学术研究单位则包括各大专院校运输领域学系产出之学术论文，借由量化分析与探讨，呈现该领域文献与文献间主题变化的情况，借以了解与掌握运输ATMS领域文献所涵盖之主题意涵。

针对上述电子数据库来源搜集2004—2009年相关数据后，进行ATMS领域之关键词频分析（如表2与表3）以及技术盘点工作（图4），目的在于协助本研究将台湾实施智慧交控之核心技术，以应用SPSS统计软件之聚类分析及多维尺度法绘制出关键词频网络二维图，并归纳出近年台湾ATMS产业之核心研究议题。相关资料统计检测与分析方法叙述如下：

（1）相关系数分析：分别将文章间关键词频率次数矩阵利用SPSS统计软转件换成相关系数，并进行相关矩阵的分析，以了解配对关键研究议题与配对研究产出之相关性。

（2）聚类分析：聚类分析是对具有多项指针的资料进行分类的一种多元统计方法。用相似性尺度来衡量事物之间的亲疏程度，并以此来实现分类。根据层级聚类的原则，即相似性从大到小，依次将所有的研究对象进行聚类，使文献（期刊）间的亲疏关系得以明晰化。聚类（Clustering）的方法是对真实数据的特性，把所有的值依其分配状况切割成数个聚群。假设给定一个有限的数据集X，此数据集X的数值皆具有真实数据的特性。聚类的方法是在此数据集X中找到数个聚群中心（Cluster centers），而这些聚群中心能适当地代表数据集X中数据的特性。本研究透过将转换成相关系数之数据资料，利用SPSS统计软件中的集群程Cluster，将其转换成聚类分析，以此作为分组之依据，进而了解ATMS领域文献的研究主题分布情况。

（3）多维尺度法分析：多维尺度法（MDS）技术包含一组用来发现被调查对象实证关系的方法，这些方法把对象可视化并放在一个低维显示空间描绘它们的图形，透过对相关对象进行多元探索和可

视化数据分析，来揭示和阐述一系列相关方法的隐藏模式。此种数据可视化的图形比传统的数据分析方法更加直观。为了利用多维尺度法进行二维图的绘制，本研究先以EXCEL做统计数量的搜集，找出文献之间的关键词频率次数，并参考聚类分析的结果，使用SPSS 统计软件中的多维尺度程序将每篇文献在二维图的位置，以点的分布方式描绘出来，以制成文章间之多维图，进一步显示该领域研究议题之间的相似关联程度。表2为台湾研究单位ATMS领域关键词词频表。表3为台湾学术研究单位ATMS领域关键词词频表。

表2　台湾研究单位ATMS领域关键词词频表

所属领域	关 键 词
A01.路口控制（1）	公交车优先号志、交通控制系统、号志控制器 适应性号志
A02.匝道控制（0）	匝道仪控
A03.侦测器（7）	车辆侦测、侦测器、事件侦测、影像辨识 交通控制系统
A04.路侧设施（1）	先进交通管理系统、ITS
A05.信息收集/传输（3）	交通信息、旅行时间、可变标志系统、车辆侦测
A06.信息发布/显示（1）	探针车、侦测器、信息平台
A07.通讯协议（6）	交通控制系统、通讯协议、号志控制器 协调控制
A08.行为研究（1）	车辆侦测、交通信息

表3　台湾学术研究单位ATMS领域关键词词频表

所属领域	关 键 词
A01.路口控制（18）	交通号志最佳化、号志倒数定时器 号志化路口、号志时制计划
A02.匝道控制（5）	匝道仪控、容量分析、交通控制系统、车流模式
A03.侦测器（11）	旅行时间推估、侦测器、探针车、旅次起讫 车流量、事件侦测、交通信息
A04.路侧设施（3）	可变标志系统、路侧组件
A05.信息收集/传输（3）	交通信息、数据融合、公路数据库、侦测器 探针车
A06.信息发布/显示（3）	交通信息、可变标志系统、交通控制系统 路径选择
A07.通讯协议（3）	通讯协议、通讯网路、设备
A08.行为研究（6）	跟车行为、驾驶行为、违规

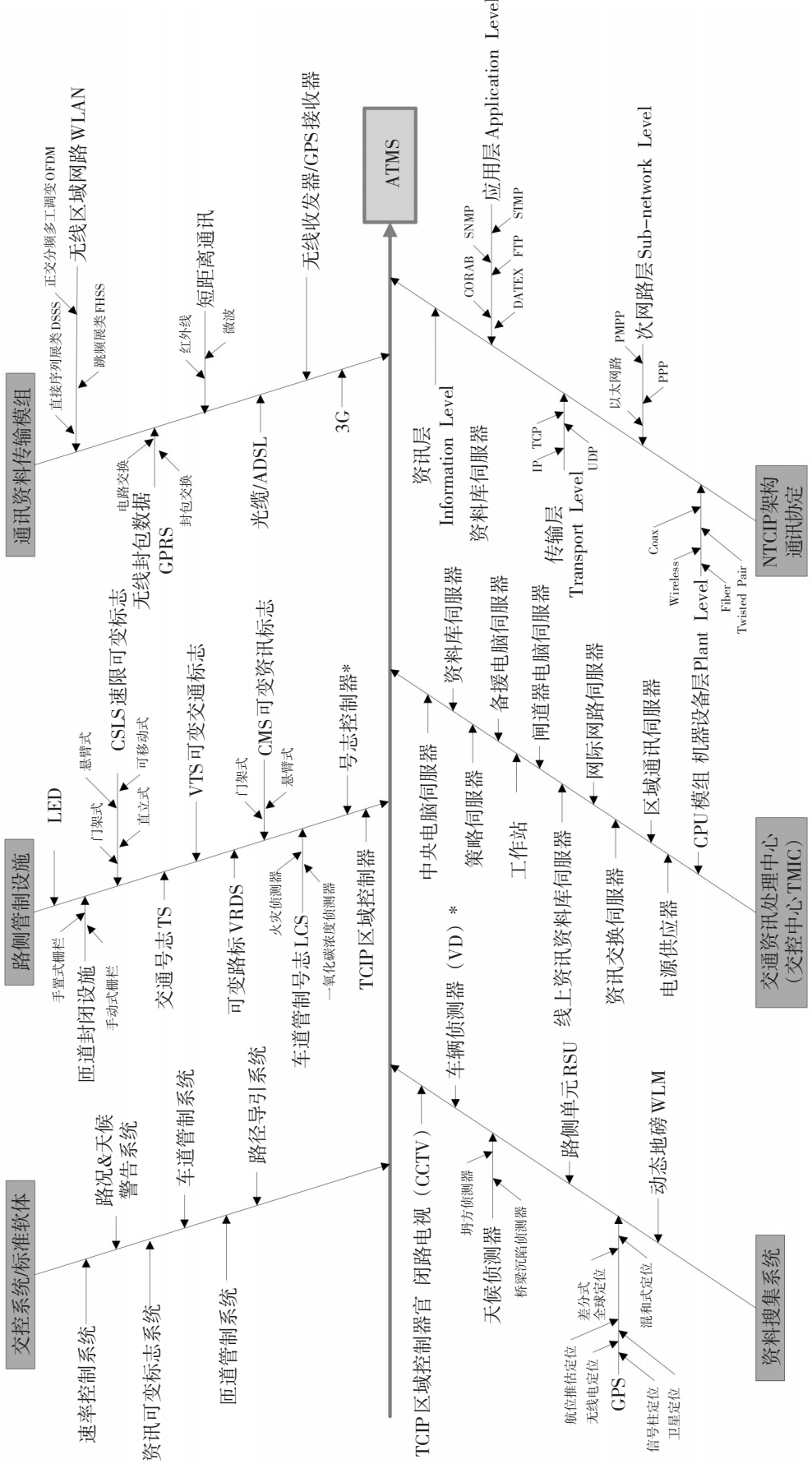


图4　台湾ATMS核心技术鱼骨图

5　研究分析与成果

本研究就先前ATMS领域2004年至2009年所发表之文献产出，进一步归纳整理而得出该领域核心高频率研究议题，进行关键词词频次数分析、相关系数分析、聚类分析以及多元尺度分析等。

5.1 数量统计

将搜集2004—2009年的ATMS领域相关文献，经过EXCEL次数统计后，共计72篇文献，并得出以下ATMS历年文献数量统计与类别分类图，如图5与图6所示。

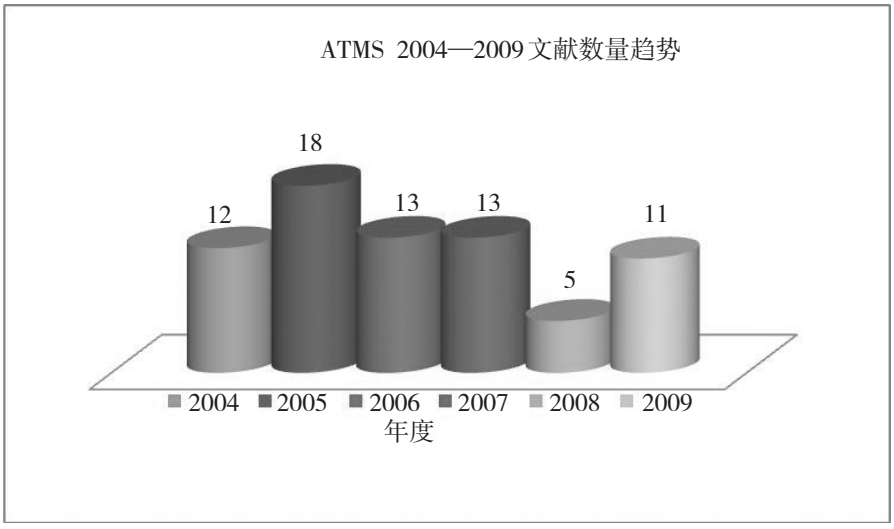


图5　ATMS近10a文献数量趋势

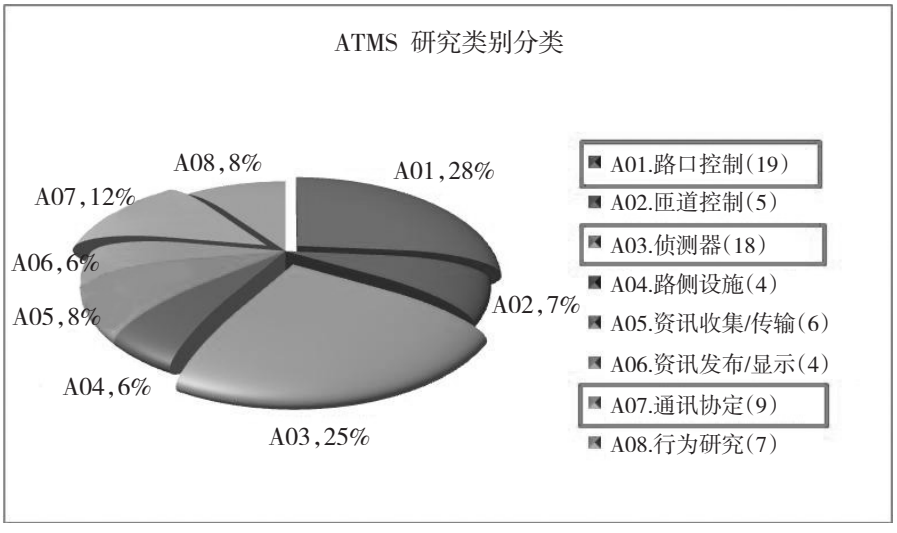


图6　ATMS研究类别之分类

根据数量统计结果，可发现近年来台湾地区ATMS领域之研究起伏趋势并不显著，政府单位及学术研究单位历年皆有一定数量的产出报告，且研究议题类别以路口控制、侦测器与通讯协议为主要项目。

5.2 词频关联分析结果

依照表2与表3中ATMS领域关键词所属领域分类，将文献之间的词频次数以矩阵方式呈现，可绘制成图7，以利进行接续相关分析之作业。

	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08
A01		6	9	4	0	4	33	6
A02	6		0	2	1	3	8	2
A03	9	12		3	34	24	8	8
A04	4	2	3		3	6	2	4
A05	0	1	34	3		11	0	5
A06	4	3	24	6	11		7	2
A07	33	8	8	2	0	7		1
A08	6	2	8	4	5	2	1	

图7　词频关联分析矩阵

5.3 相关分析结果

将关键词词频分析矩阵以SPSS 分析软件进行分析，并转换成相关分析矩阵，结果如表4与表5所示。

表4　相关系数

		匝道控制	侦测器	路侧设施	信息收集与传输	信息发布与显示	通讯协定	行为研究
匝道控制	Pearson 相关	1	–0.424	–0.432	0.639	0.677	0.389	0.377
	显著性（双尾）		0.403	0.392	0.172	0.139	0.446	0.461
	个数	7	6	6	6	6	6	6
侦测器	Pearson 相关	–0.424	1	0.414	0.797	0.803	–0.224	0.246
	显著性（双尾）	0.403		0.415	0.057	0.055	0.670	0.638
	个数	6	7	6	6	6	6	6
路侧设施	Pearson 相关	–0.432	0.414	1	0.115	–0.108	0.109	0.048
	显著性（双尾）	0.392	0.415		0.828	0.838	0.837	0.928
	个数	6	6	7	6	6	6	6
信息收集与传输	Pearson 相关	0.639	0.797	0.115	1	0.948**	–0.216	0.665
	显著性（双尾）	0.172	0.057	0.828		0.004	0.681	0.150
	个数	6	6	6	7	6	6	6
信息发布与显示	Pearson 相关	0.677	0.803	–0.108	0.948**	1	–0.138	0.693
	显著性（双尾）	0.139	0.055	0.838	0.004		0.794	0.127
	个数	6	6	6	6	7	6	6
通讯协议	Pearson 相关	0.389	–0.224	0.109	–0.216	–0.138	1	0.279
	显著性（双尾）	0.446	0.670	0.837	0.681	0.794		0.592
	个数	6	6	6	6	6	7	6
行为研究	Pearson 相关	0.377	0.246	0.048	0.665	0.693	0.279	1
	显著性（双尾）	0.461	0.638	0.928	0.150	0.127	0.592	
	个数	6	6	6	6	6	6	7

**. 在显著水平为0.01时（双尾），相关显著。

表5　相关系数矩阵表

	匝道控制	侦测器	路侧设施	信息收集与传输	信息发布与显示	通讯协定	行为研究
匝道控制	1	–0.424	–0.432	0.639	0.677	0.389	0.377
侦测器	–0.424	1	0.414	0.797	0.803	–0.224	0.246
路侧设施	–0.432	0.414	1	0.115	–0.108	0.109	0.048
信息收集与传输	0.639	0.797	0.115	1	0.948	–0.216	0.665
信息发布与显示	0.677	0.803	–0.108	0.948	1	–0.138	0.693
通讯协议	0.389	–0.224	0.109	–0.216	–0.138	1	0.279
行为研究	0.377	0.246	0.048	0.665	0.693	0.279	1

相关分析的主要目的在于各变量之间关系的密切程度，而反应变量间的关系紧密程度的指标主要为相关系数r，一般而言，相关系数的值介于–1与+1之间，倘若数值越接近–1或+1时，代表关系密切，可能为绝对负相关或绝对正相关，相关系数的绝对值表示系数大小或强弱（magnitude），相关系数的绝对值越大，表示二变项间的关联性越强；反之，则表示其关联性越弱。若趋近于0时，则代表关系越疏离，故利用搜集样本文献之关键词词频相关分析可推论整体ATMS领域研究议题的相关情况。

5.4 聚类分析结果

针对前述文献结果，经由SPSS之聚类分析，可整理成图8。

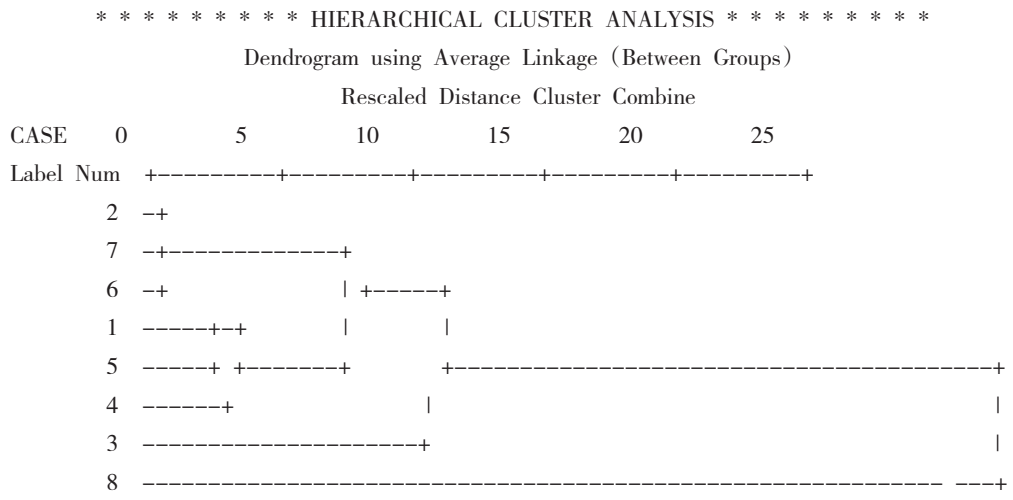


图8　聚类分析结果

5.5 多维尺度分析结果

经由聚类分析绘制出二维图，如图9所示，图中呈现四组分群，其中A群文献共计三种议题类别，分别为信息发布与显示、匝道控制与通讯协议，此分群位于二维图中心点位置，代表ATMS研究领域之核心议题，以A分群而言，台湾地区目前匝道控制研究议题通常涵盖信息可变标志系统，故管制作业之运行在数据发布前需有数据规格一致性的通讯协议之制定，以完成系统后端信息的显示作业，近期亦有部分文献着重软件之更新的研究议题；B群文献分群共计3种议题类别，分别为路侧设备、路口控制与资料搜集，此分群主要针对一般路口之号志控制、交通参数数据之搜集与传输以及路侧设备建置的部分，此分群着重都会区一般道路之路口，包括路侧设备数据搜集、路口号志控制与排程最佳化之研究议题；C分群以侦测器设施为主，包括环路线圈、影像性侦测器、微波式侦测器与事件侦测器之布设与建置以及布设位置之研究为主要研究议题内容；D分群则以少部分用路人行为研究为主，意指ATMS管理服务之提供影响用路人驾驶行为之研究议题。

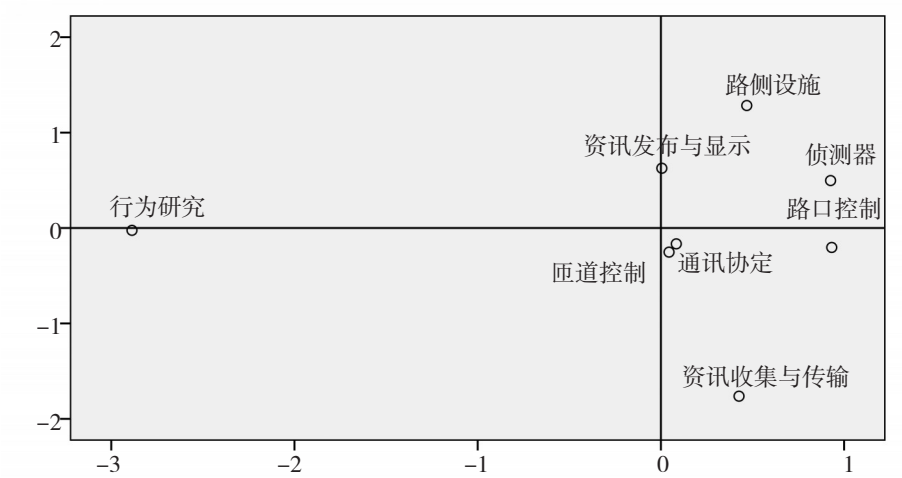


图9　台湾地区2004—2009年ATMS文献分群之二维图

由图9分群状况可知，A、B、C三组分群所处位置相当接近，代表文献彼此间之研究领域有迭合的情形，可视为一跨领域的研究主体，由于ATMS是一透过多种技术整合而成的服务，故研究领域的合作关系呈现显著的群聚现象，研究彼此存在互相参照、引用的关系，研究方向以技术及管理层面为主轴。D分群相较于前三个分群而言较为独立，因行为意向之研究主要探讨用路人之反应与决策层面，内容较锁定心理学之范畴，故与其他三个分群关联性较低。

6　结论与建议

物以类聚、人以群分是社会网络中的一个基本特征，而在学科研究中各研究议题亦有类似的群聚趋势。本研究系针对台湾地区ATMS领域自2004—2009年之研究产出，进行关键词词频分析，并以聚类分析及多维尺度分析法绘制出该领域中相似性较高之研究议题，结果显示台湾地区近年来ATMS领域之研究议题可分为四大分群，主要以交通控制、交通监控与数据传输通讯协议为主要研究范畴。最后透过文献二维图解释分析目前该研究领域发展之现况，以展示目前台湾ATMS学术领域研究之发展趋势、重点研究方向与对应之资源投入，后续建议期望能与世界发展进行比较，并检视台湾地区在ATMS领域之研究方向与内容是否能追上世界其他地区在ITS领域的新兴研究与技术，以发挥知识图谱之最大效用。

为使ATMS相关软硬件设施之建置作业更趋完备，台湾“交通部”近年来已进行多项研发计划，以推动各地ATMS设施之普及化与系统功能整合。建议未来ATMS整体研究产出应针对相关软硬件之建置以及最佳配置理论为导向，较能符合现况所需，现阶段亦应针对该领域之人才进行招募与培训，若能针对此部分投入相对应的资金与人力资源，对台湾未来整体ATMS产业之发展将具有重要意义。

参考文献

[1] 何光国. 文献计量学导论［M］.［出版地不详］：三民书局，1994.

[2] 蔡明月. 信息计量学与文献特性［M］.［出版地不详］：编译馆，2003.

[3]“行政院”国科会科资中心. 台湾学术研究能量之总体表现（1995—2001）［M］.［出版地不详］：编译馆，2003.

[4] 侯海燕. 科学计量学知识图谱［M］. 大连：大连理工大学出版社，2008.

[5] 尹丽春. 科学知识图谱［M］. 大连：大连理工大学出版社，2008.

[6] 陈悦. 管理学知识图谱［M］. 大连：大连理工大学出版社，2008.

[7] 孙建军，李江. 网络信息计量——理论、工具与应用［M］. 北京：科学出版社，2009.

[8] 张洋. 网络信息计量学——理论与实证研究［M］. 北京：科学出版社，2009.

[9] 齐敏，李大健，郝重阳，等. 模式识别导论［M］. 北京：清华大学出版社，2009.

以科技接受模式探讨高雄市公交车动态信息系统之使用者行为

陶治中　刘姿君　郑昱晴
（淡江大学运输管理学系，台湾）

摘　要：运用消费者行为相关理论，从使用者的角度检验高雄市公事动态信息系统之满意度，并借由科技接受模式，实际了解高雄市公交车乘客对于公交车动态信息系统之行为变量，期能有效改善当前问题与提升该系统之使用率。

关键词：公交车动态信息系统；科技接受模式；使用者行为

1　引　言

近年来随着电子、信息及通讯等先进科技的快速发展，世界各地纷纷提倡利用智能型运输系统（Intelligent Transportation Systems，ITS）解决交通问题，其中先进大众运输系统（Advanced Public Transit Systems，APTS）更是强化传统大众运输系统之营运效率，提供更好的服务质量。台湾“交通部”目前亦积极发展先进旅行者信息系统（Advanced Traveler Information Systems，ATIS）技术应用于公交车系统上，发展出公交车动态信息系统，以减少旅客等候时间并降低等候时之焦虑感与不确定性。

本研究之主要目的为希望运用消费者行为相关理论，从使用者的角度检验高雄市公车动态信息系统之满意度，并借由科技接受模式，实际了解高雄市公交车乘客对于公交车动态信息系统之行为变量，期能有效改善当前问题与提升该系统之使用率。

2　文献回顾

2.1 世界公交车动态信息系统之发展

美国大众运输业者于1969年起陆续装置车辆自动定位系统（Automated Vehicle Location， AVL）以强化车队管理。提升服务质量后，各地亦开始持续发展公车动态信息系统，例如洛杉矶市自动车辆监控与通讯系统（AVM/C）、加拿大多伦多通讯与信息系统（CIS）、北美道路大众运输信息系统（ER-TIS）、旧金山公车动态信息系统（Nextbus Information System）、德国智能型公车系统（Smart Bus）、英国南安普敦ROMANSE-STOPWATCH计划、法国里昂地区动态乘客信息系统（SIDV）、日本横滨市BOIS 系统、韩国公车信息服务系统（BIS）、韩国果川实验计划等。

2.2 台湾地区之公交车动态信息系统

因应先进国家发展ITS的潮流与趋势，台湾亦以先进发展经验为借镜，推动本地化之ITS。“交通部”运输研究所曾于1999年完成台湾地区智能型运输系统发展纲要计划——ITS发展领域与使用者服务之供需调查分析，针对台湾地区推动ITS发展相关单位及个人进行问卷调查，借以搜集各界之现况资料，进而建立未来发展ITS之蓝图与指导原则。其中订出服务项目分为九大项目，分别为先进交通管理系统（ATMS）、先进用路人信息系统（ATIS）、先进大众运输系统（APTS）、先进车辆控制及安全系统（AVCSS）、商用车辆营运系统（CVO）、电子收付费系统（EPS/ETC）、紧急事故处理系统（EMS）、弱势族群保护系统（VIPS）、信息管理系统（IMS）等九大子系统。对于先进大众运输系统（APTS）则归类为两项，分别为大众运输营运管理与行程中大众运输信息，其定义依照国际标准组织（ISO）。

（1）大众运输营运管理。系利用ITS的相关技术于大众运输的营运、规划与管理。包括的服务

项目有提供车辆位置的实时信息、班车到离站时间之确认、动态调整班表、车况监视、排班与营运规划。

（2）行程中大众运输信息。系指用路人在开始其旅次行为之初即提供相关大众运输服务。实际案例包括公车站牌之信息终端机、公交车与铁路车站及停车场之信息终端机、主要公共场所之信息终端机、转乘点之信息终端机、车内信息显示、可携式/个人终端机；提供信息内容包括上车地点信息、费率信息、转乘可能性、路线选择、下班车到站信息、下车地点信息。

公交车动态信息系统主要透过先进车辆定位、信息与通信科技之整合应用，借以掌握公交车之行车营运状况并提供民众实时、稳定的公车行车等相关信息，其目的主要在于提升整体公车运输系统之服务质量与改善业者经营管理绩效。

近年来台湾地区在APTS之发展与应用已由实验阶段逐渐走向实作推广之阶段，目前公车动态信息系统的发展大多集中在台北市、台北县、桃园县、台中市、高雄市等几个都市，主要采GPS卫星定位与GPRS无线数据传输之技术。随着今日网际网路技术的进步，公交车动态信息系统对使用者提供实时信息之接口，则从过去仅透过智能型站牌及车上显示器之方式，演进至今日民众亦可从个人计算机连接网站或者经由手机、PDA及设于车站之触控式屏幕等科技产品获得所需信息。世界主要城市公交车动态信息系统所提供之信息内容可统整成表1。

表1　公交车动态信息系统提供之信息内容

信息内容	网站信息	车站信息	车上信息
公交车班次时刻表	*	*	
公交车行经路线		*	
公交车票价	*	*	
公交车转乘信息	*	*	*
公交车实时所在位置	*	*	
公交车预计到达时间	*		
目前公交车有无空位	*	*	
特殊状况信息	*	*	*
实时转乘信息	*	*	
沿线景点以及商业信息	*		*
预定到达各站时间			*
下一个停靠站之信息			*

2.3 科技接受模式

科技接受模式（Technology Acceptance Model，TAM）是由Davis以理性行为理论（Theory of Reasoned Action，TRA）为基础发展出来，此模式希望能普遍地用于解释或预测信息科技使用的影响因子，其模式架构如图1所示。

理性行为理论模式常用于探讨人类行为的意图（behavior intention）。此理论指出人类行为的表现决定于个人的行为意图，而行为的意图受个人对此行为的态度（Attitude toward behavior）与主观的标准所影响。TAM提供一个理论基础用以了解外部因子对使用者内部的信念（Beliefs）、态度（Attitude）与意图（Intention）的影响，进而影响科技使用的情形。其假定两个明显的个人认知因素，亦即认知上的有用性（Perceived Usefulness，PU）及认知上的易用性（Perceived Ease of Use，PEU）与科技接受行为最有关系。

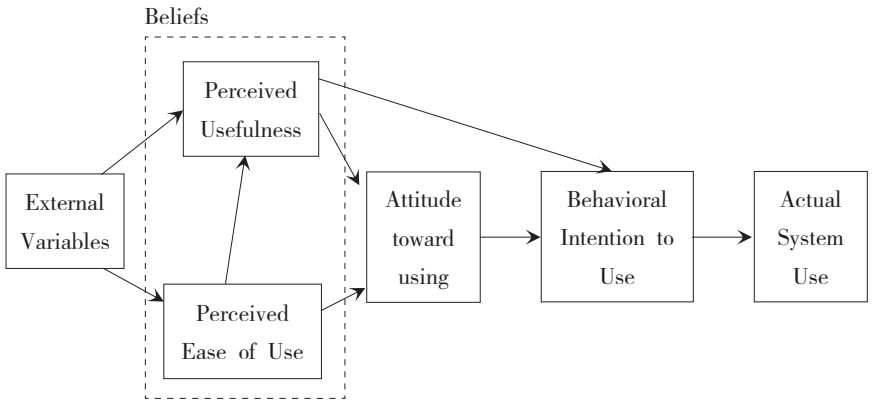


图1　科技接受模式示意（TAM）

3　研究方法

3.1 研究架构

本研究采用Davis之原始架构定义，根据相关文献搜集之结果推导出外部变量三大构面，提出如图2之研究模式。第一构面为使用者个人使用差异对认知有用、易用的影响，第二构面为系统信息配适度对认知有用、易用的影响，第三构面则为系统可靠性与互动性对认知有用、易用的影响，若将此三构面应用于公交车动态信息系统之使用态度、意愿，则可绘制成图2之研究架构。

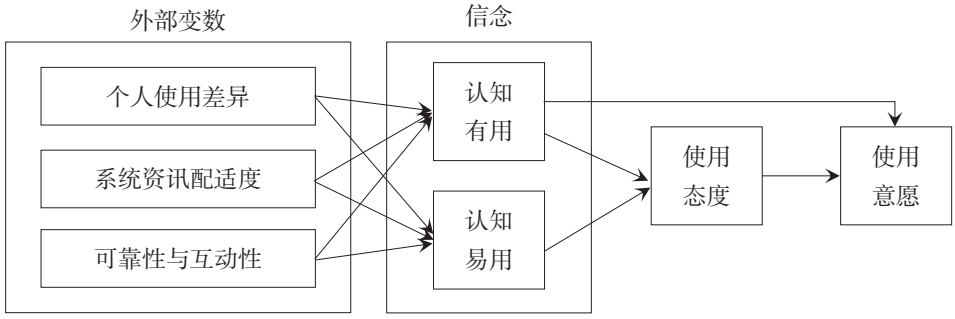


图2　研究架构图

3.2 研究假说

依据本研究目的及研究问题，从文献的探讨初步得出外部影响因素，以科技接受模式（TAM）为基础提出研究假说如图3所示。

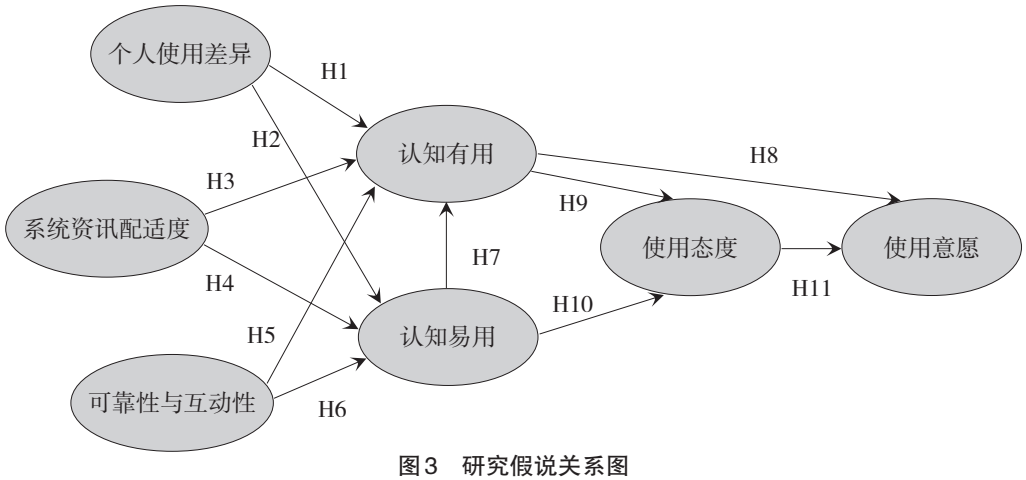


图3　研究假说关系图

图中代码说明如下：

H1：个人使用差异会影响公交车动态信息系统之有用认知。

H2：个人使用差异会影响公交车动态信息系统之易用认知。

H3：系统资讯配适度会影响公交车动态信息系统之有用认知。

H4：系统资讯配适度会影响公交车动态信息系统之易用认知。

H5：系统可靠性与互动性会影响公交车动态信息系统之有用认知。

H6：系统可靠性与互动性会影响公交车动态信息系统之易用认知。

H7：认知易用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之认知有用。

H8：认知有用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用意愿。

H9：认知有用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用态度。

H10：认知易用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用态度。

H11：使用者使用公交车动态信息系统的使用态度会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用意愿。

3.3 研究方法

为检定上述各假说，本研究将针对外在环境变量使用交叉分析的卡方独立性检定；对于内在主观之变量，则是先采用因素分析将变量缩减，检定高雄市对于公交车动态使用显著性影响因子。

3.3.1 因素分析

因素分析与主成分分析都是用于缩减数据构面的方法，两者虽类似却有本质上的不同。因素分析假设所看到的数据有一内在结构，是由少数共同因素加上各自的误差项所构成的。其主要目的如下：

（1）找出导致一组指针变量间具有关联的潜在共同因子，并加以适当的诠释。

（2）经由因子转轴、估计确认各指针之结构负荷、形态负荷、共通性及独特性等。

（3）估算各观测值针对各共同因子的因子分数，以利后续分析。

3.3.2 信度分析

信度（Reliability）是指测量结果是否具有一致性或是稳定性，亦可视为对同一或相似的母体重复测量所得的结果的一致性。一般最常用Cronbach α系数值来衡量相同因素构面项目的内部一致性，而其计算是以标准化的量表题目间的共变量平均值为基础来计算。通常是以Cronbach α系数来进行信度的检定，Cronbach α系数值越高表示信度越佳，通常被要求在0.6以上，不宜低于0.35。

3.3.3 交叉分析

交叉分析为探讨多个变量间之关联性分析方法。由次数分布状况可知某变量在其他变量内的分配状况，亦因之可知这些变量间的关系。其主要目的如下：

（1）用以探讨多个变量的关联分布并以表格的形式显示，但各个变量的值的数目必须是有限的。

（2）表格内的主要数据有各小格的次数、期望次数、总百分比、列与行的百分比等。

（3）卡方检定以检定变量间的独立性。

3.3.4 回归分析

第三部分问卷设计是对研究主题的路径分析。以所获得的因素建构出研究主题的路径关系图（Causal Links），在不考虑控制变量的影响下，以线性回归（Linear Regression）的方式计算出每条路径的标准化回归系数（β）及显著性（P），目的在预测影响使用者使用公交车动态信息系统的因素。

3.4 问卷设计

根据相关文献之研究，本研究假设民众对公车动态信息系统之使用意愿乃受到个人对此行为之态度所影响，而影响态度之主要因素则为有用认知和易用认知。此外，影响有用认知和易用认知之外部变数（External Variables）主要有个人使用差异、系统信息配适度、可靠性与互动性等构面之因素。因此，本研究之问卷内容除受访者基本资料与第二部分问项外，主要即包含此第三部分之七种构面问

项，每一问项则依Likert五点式量表方式设计，借以获得受访者对于各问项的心理态度。为方便资料收集与整理以进行模式参数之校估，各构面之问题内容及变数命名如表2所示。

表2　问卷之问项与变数之命名

题项	变 数 问 项	构面
1	我可以利用动态信息系统找到公交车信息，即使没有人在身边指导	个人使用差异
2	我可以利用动态信息系统找到公交车信息，即使我只看过别人使用	
3	我可以利用动态信息系统找到公交车信息，即使只有在线辅助说明	
4	动态信息系统能清楚明确提供我查询公交车信息的功能	系统信息配适度
5	动态信息系统可以让我容易找到与公交车相关的信息	
6	动态信息系统所提供的资料呈现的格式符合我查询公交车信息的需求	
7	我认为使用动态信息系统时，它不会有当机或一些意外状况	可靠性与互动性
8	使用动态信息系统时，它总是能快速响应我的查询	
9	在使用公交车动态信息系统时，我觉得相关的技术支持是良好的	
10	我认为动态信息系统所提供的信息，与实际到达时间是相符合的	
11	我认为使用公交车动态信息系统能改善我搭乘公交车时的等候情形	有用性认知
12	我认为使用公交车动态信息系统可以使我更容易找到实时信息	
13	整体而言，我觉得公交车动态信息系统对于我搭乘公交车是有用的	
14	我认为操作使用公交车动态信息系统是容易的	
15	与公交车动态信息系统的互动与指示是清楚以及容易了解的	易用性认知
16	对我而言，我能轻易地使用动态信息系统的各种功能	
17	整体而言，我觉得使用动态信息系统是容易的	
18	我认为使用公交车动态信息系统来获得公交车信息是值得的	使用态度
19	我认为使用动态信息系统来查询公交车信息是非常好及愉悦的	
20	我认为使用动态信息系统来查询公交车动态不会令人烦躁，也很方便	
21	我愿意使用固定位置计算机查询公交车动态信息系统(免付费)	使用意愿
22	我愿意使用PDA查询公交车动态信息系统(得付费，费用较低)	
23	我愿意使用3G手机查询公交车动态信息系统(得付费，费用相对较高)	
24	未来若有需要，我想继续使用公交车动态信息系统作为查询的工具	
25	整体而言，我有相当高的意愿使用公交车动态信息系统查询公交车信息	

4　资料分析

规划问卷调查工作依以下程序进行：首先界定研究地区、调查方式及地点选择；其次进行地点选择；进而实际执行调查计划。本问卷以实际发放为调查的方式，实际发放地点为高雄市火车站、中央公园站。主要以利用乘客等候公交车时之空闲时间，询问对方是否有意愿填写问卷，若对方有意愿，则请受访者填写，但时有公交车于填写一半时到达，导致问卷填答不完整而形成无效问卷的情况。问卷发放总数为150份，其回收样本数为138份，回收率为92%，其中去除回答不完整者，有效样本127份，有效问卷为92%。

4.1　交叉分析

4.1.1　公交车搭乘频率概况

由图4与图5可知，民众曾听闻与知道此公交车动态信息系统之比例达60%，而在知道此系统的

60%民众当中，又有38%的使用者曾实际使用过公交车动态信息系统。

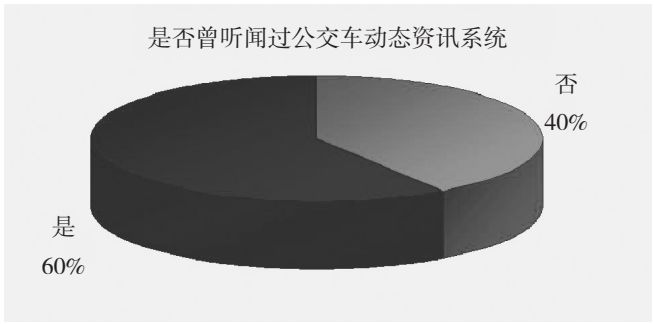


图4　曾听闻公交车动态系统之比例

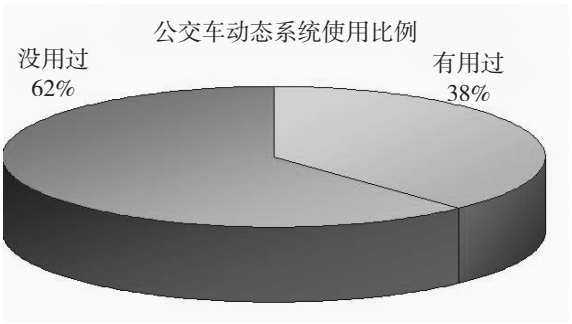


图5　公交车动态系统使用比例

为了检定外在环境客观变量，本研究采用卡方独立性检定，检定各外在环境变量与居住地之显著关系，检定结果如表3所示。（P=0.013＜0.05），经卡方检定为显著，表示居住地与公交车搭乘频率具有显著关系，高雄地区是以每周搭乘数次的频率为最高。

表3　居住地与公交车搭乘频率之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
公交车搭乘频率	每天	42.5	54
	每周数次	51.1	65
	每月数次	0.6	8

4.1.2 一般民众与实际使用者之查询动机比较

由图8及图9可看出，民众会产生使用需求之最主要动机均为非日常固定旅次并事前规划之行程（如休闲旅游），而实际使用者又比一般民众之比例更加显著，且得知平常固定旅次之行程（如上、下学班），并非使用此动态系统之最大宗。

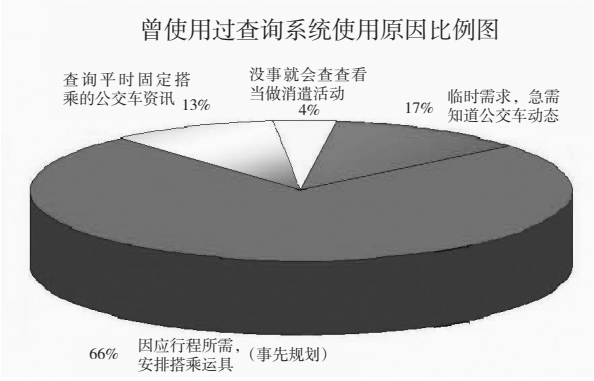


图8　一般民众最佳查询平台图示

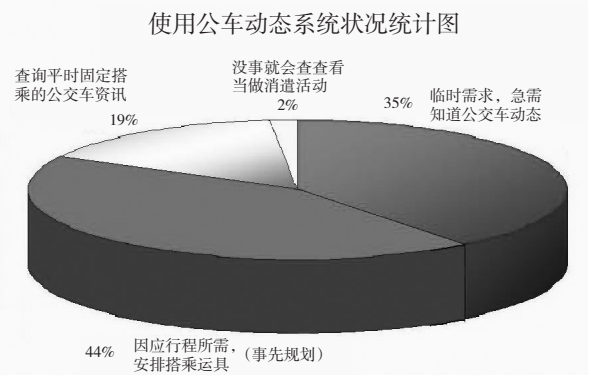


图9　实际使用者之最佳查询平台认知

P=0.032<0.05，经卡方检定为显著，表示居住地与信息系统的使用状况有相关性，高雄地区明显的都是因为临时需求而需要使用公交车动态信息系统，如表4所示。可能是高雄市公交车路网较稀疏且班次较不密集，民众若欲临时起意搭乘公交车，则急需使用公交车动态信息系统。

表4　居住地与公交车动态信息系统使用状况无显著差异之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
APTS使用状况	因应行程所需安排搭乘（事先规划）	35.4	45
	临时需求，急需知道公交车动态	48.0	61
	查询平时固定搭乘班次	15.0	19
	没事就会查询当做消遣活动	0.2	2

4.1.3 一般民众与实际使用者对于最佳查询平台认知比较

由图6与图7比较可知，民众普遍认为网络即动态信息系统之最佳查询平台，而对曾实际使用过之使用者而言，使用网络查询信息之比例更高达83%。

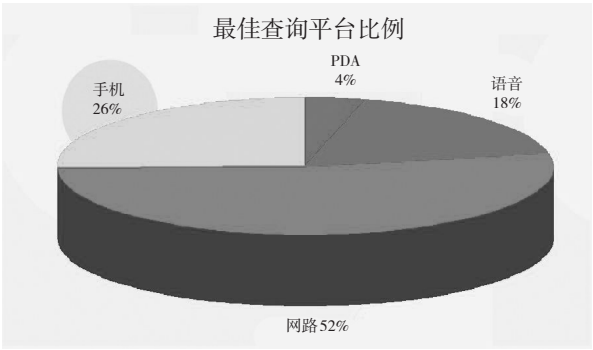


图6　一般民众最佳查询平台图示

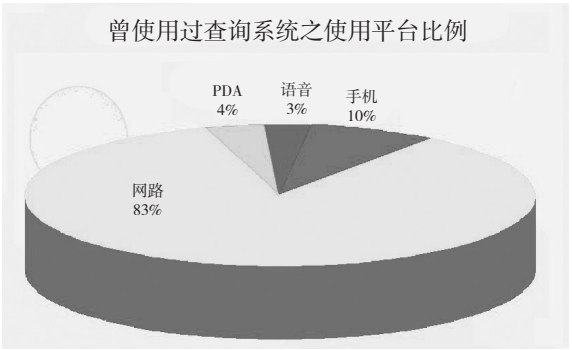


图7　实际使用者之最佳查询平台认知

P=0.029＜0.05，经卡方检定为显著，表示对内容充实度的感受与居住地有相关性。高雄市对内容的感受度差异不大，如表5所示。可能是因为系统的内容足以提供乘客足够的信息。

表5　居住地与内容充实度无显著性差异之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
内容不够充足	非常不同意	11.8	15
	不同意	18.9	24
	还好	37.0	47
	同意	21.3	27
	非常同意	11.0	14

P=0.231>0.05，经卡方检定为不显著，表示居住地与预估时间准确性没有太大关联性，我们可以看出高雄市使用者对时间准确性的认同度所占的比例差不多，如表6所示。

表6　居住地与预估时间准确性并无显著性差异之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
预估时间不准确	非常不同意	22.0	28
	不同意	40.9	52
	还好	22.0	28
	同意	0.8	10
	非常同意	0.7	9

4.1.4 民众对于公交车停等时间与动态系统之使用频率关联分析

由图10所示，可发现民众等待公交车时间越长，其欲使用公交车动态信息系统之频率越高，表示公交车停等时间与系统使用频率成正相关。

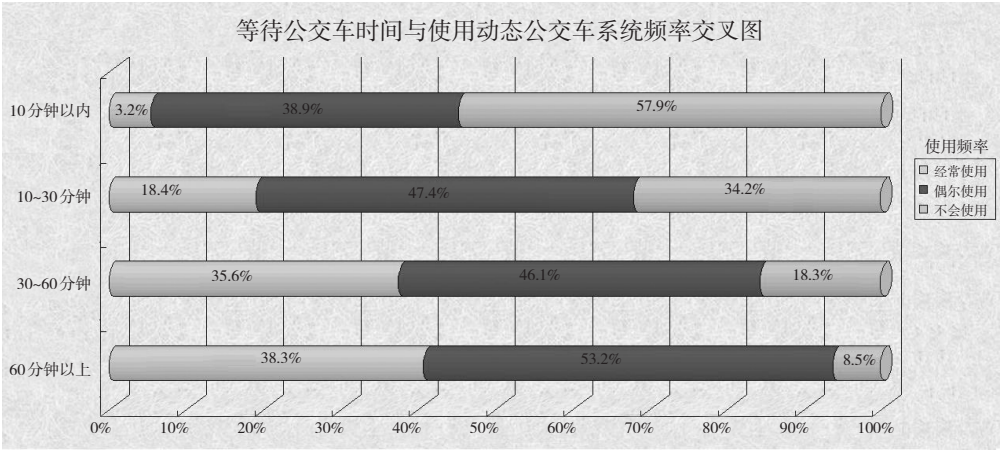


图10　公交车停等时间与系统使用频率交叉图

P=0.013＜0.05，经卡方检定为显著，表示居住地对公交车的班次密集性有显著相关。高雄地区大多数认为公交车不易等候，如表7所示。

表7　居住地与公交车班次密集性无显著性差异之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
公交车易于等候	非常不同意	15.7	20
	不同意	44.1	56
	还好	15.0	19
	同意	18.1	23
	非常同意	0.7	9

4.1.5 一般民众与实际使用者对影响其使用动态系统之原因比较

由图11及图12可发现，影响一般民众使用此系统之原因前3名分别为：预估时间不准确；缺乏广告倡导；公交车很好等，不需要。而曾实际使用过之使用者则认为，系统所提供之平台浏览速度太慢为最主要之影响因素。

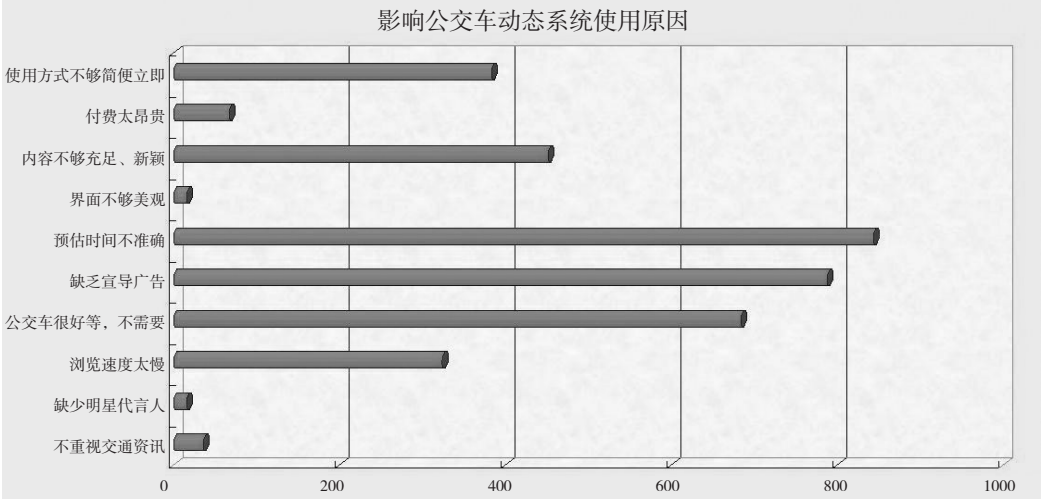


图11　一般民众对系统影响之使用原因

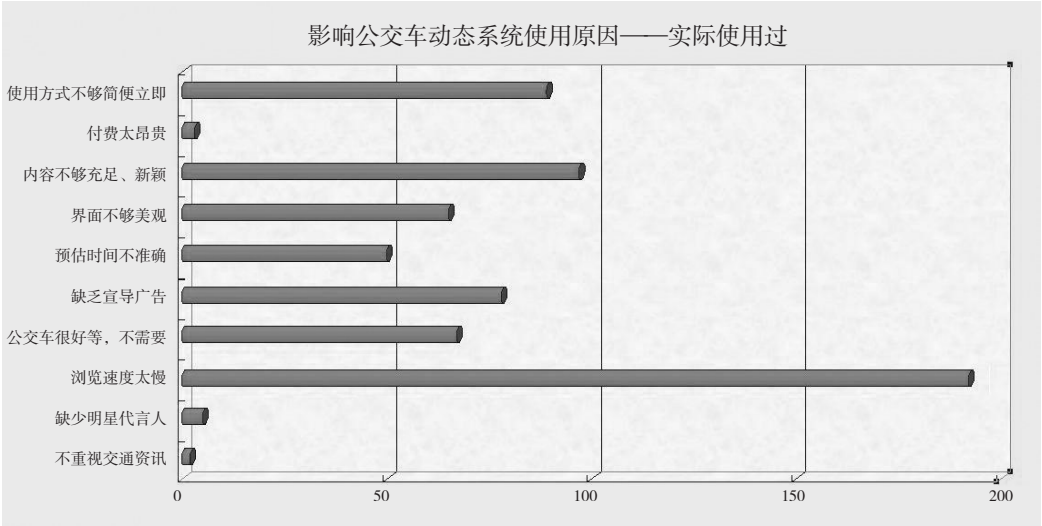


图12　实际使用者对系统影响之使用原因

P=0.021＜0.05，经卡方检定为显著，高雄市使用者对交通信息要求较不敏感，如表8所示。

表8　居住地与交通信息重视度无显著差异之检定结果

项　目		居住地（%）	总和
本身不重视交通信息	非常不同意	17.3	22
	不同意	21.3	27
	还好	33.1	42
	同意	15.7	20
	非常同意	12.6	16

由卡方检定可知，高雄市对于公交车搭乘频率、系统使用状况、内容充实度、公交车班次密集性、交通信息重视度等因子具有显著性差异。以下将针对内在主观变量对于公交车动态信息的行为，进行显著性检定。

4.2 信度与效度

本研究以网络问卷的形式进行调查，为了评估量表的整体可靠性与内部一致性程度。本研究透过SPSS统计软件进行量表信度分析，求得Cronbach's α系数，以了解完整量表与每一构面的题项内部一致性程度，并根据结果作为删题的依据。

由于本研究量表以整合型科技接受模式为发展基础，共可分7个构面，各构面与整体Cronbach's α系数值如表9所示。

表9　各构面信度系数

因素构面	问项（变数）	α被删除	信度系数α
个人使用差异	1	0.753648	0.691256
	2	0.651679	
	3	0.524923	
系统信息配适度	4	0.746670	0.799581
	5	0.739231	
	6	0.813608	
互动性与可靠性	7	0.778614	0.854196
	8	0.751192	
	9	0.760376	

续表

因素构面	问项（变数）	α被删除	信度系数α
认知有用性	10	0.733621	0.768309
	11	0.893958	
	12	0.964372	
	13	0.760997	
认知易用性	14	0.952241	0.764923
	15	0.684926	
	16	0.790688	
	17	0.590713	
使用态度（认知愉悦）	18	0.912348	0.882648
	19	0.692377	
	20	0.761851	
使用意愿	21	0.599325	0.816736
	24	0.864831	
	25	0.859391	
整体信度		0.891	

4.3 因素分析

因素分析是将复杂的共变结构予以简化，使得许多有相似概念的变项，透过数学关系转换，简化成几个特定之同性质类别，目的在于求得量表之建构效度。因此，本研究透过SPSS以主成分分析法进行因素分析，找出量表中具有概念化意义的因素，并检验这些因素是否符合理论所提出的构面。

在样本适合度检验方面，KMO（Kaiaer–Meter–Olkin）值达0.831，为良好程度的相关情形。且Bartlett球形检定达显著水平（自由度210，$P<0.001$），表示母群体相关矩阵间有共同因素存在，适合进行因素分析。经由分析后萃取出六个因素成分矩阵，详见表10与表11。

表10　转轴后成分矩阵

	成分		
	1	2	3
14. 我认为操作使用公交车动态信息系统是容易的	0.860	0.159	0.290
16. 对我而言，我能轻易地使用动态信息系统的各种功能	0.855	0.173	0.285
15. 与公交车动态信息系统的互动与指示是清楚以及容易了解的	0.768	0.214	0.232
17. 整体而言，我觉得使用动态信息系统是容易的	0.753	0.191	0.179
20. 我认为使用动态信息系统来查询公交车动态不会令人烦躁，也很方便	0.255	0.815	0.094
19. 我认为使用动态信息系统来查询公交车信息是非常好及愉悦的	0.248	0.727	0.158
18. 我认为使用公交车动态信息系统来获得公交车信息是值得的	0.241	0.695	0.303
11. 我认为使用公交车动态信息系统能改善我搭乘公交车时的等候情形	0.153	0.211	0.893
13. 整体而言，我觉得公交车动态信息系统对于我搭乘公交车是有用的	0.179	0.249	0.858
12. 我认为使用公交车动态信息系统可以使我更容易找到实时信息	0.294	0.207	0.815
10. 我认为动态信息系统所提供的信息，与实际到达时间是相符合的	0.308	0.161	0.754

旋转方法：含Kaiser常态化的Varimax法。

表11　选取因素之解说变异量

因素名称	特征值	变异数百分比（%）	累积解释变异数百分比（%）
认知易用性	6.994	40.207	40.207
使用态度（愉悦）	3.400	21.349	61.556
认知有用性	1.954	10.020	71.576

4.4 回归分析

为实际了解变项之间的关系，本研究乃采用多元回归分析，进一步检视自变项与因变项之间的关系与方向性。

4.4.1 采用因素与使用意向的回归分析

本研究采用线性回归分析，针对各构面问项进行径路分析，以了解各构面之间影响之关系，其假设结果是否有正向支持。图13为径路分析之结果。

依据回归分析与均数检定的结果，进行本研究假设的检定，并回答本研究所提出的研究问题。检定结果如表12所示。

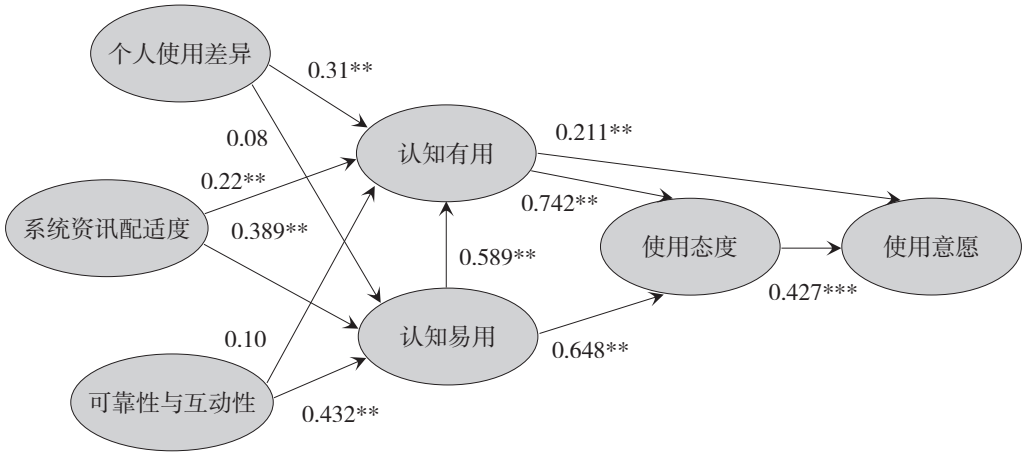


图13　研究架构之线性回归分析结果图

表12　假设检定结果

假　设	β值	检定结果
H1：个人使用差异会影响公交车动态信息系统之有用认知	0.310	显著
H2：个人使用差异会影响公交车动态信息系统之易用认知	0.08	不显著
H3：系统资讯配适度会影响公交车动态信息系统之有用认知	0.220	显著
H4：系统资讯配适度会影响公交车动态信息系统之易用认知	0.389	显著
H5：系统可靠性与互动性会影响公交车动态信息系统之有用认知	0.100	不显著
H6：系统可靠性与互动性会影响公交车动态信息系统之易用认知	0.432	显著
H7：认知易用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之认知有用	0.569	显著
H8：认知有用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用意愿	0.211	显著
H9：认知有用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用态度	0.742	显著
H10：认知易用会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用态度	0.648	显著
H11：使用者使用公交车动态信息系统的使用态度会正向影响使用者使用公交车动态信息系统之使用意愿	0.427	显著

本研究发现民众对系统信息配适度与该系统有用认知与易用认知之态度均有显著之正向关系；民众之个人使用差异对该系统之有用认知无显著之正向关系，但却对易用认知之影响有显著；而对系统可靠性与互动性之认知却对该系统之有用认知有显著之正向关系，相反对易用认知之影响较不显著；民众对系统之使用态度与其使用意愿亦有显著的正向关系。

4.4.2 实质性关系检定

结构方程式模式即为因果关系模式（Causal Relationship Model），目的在于检验实证资料是否支持假设的因果关系。结构模式适合度的评估主要是要检查估计系数的统计显著性。只要设定合适的显著水平（α=0.05），就可检定每一个估计系数的统计显著性，以判定是存在假设的因果关系。如同复回归，也可利用整体的判定系数（R^2）来评估各个结构方程式的相对适合度。对于每一个MODEL，必须考量其整体适合度、预测能力与每条因径的显著性。R^2是用来评估结果变数构面的可解释变异量。MODEL的解释能力（R^2）如表13所示，模式构面组成因素的判定系数都有0.3以上解释能力，显示TAM模式适用于解释一般民众对于公交车动态信息系统之接受度。

表13　模式解释能力

R^2_{PU}（认知有用）	0.32
R^2_{EOU}（认知易用）	0.42
R^2_{ATT}（使用态度）	0.68
R^2_{WILL}（使用意愿）	0.47

5　结　论

本研究以科技接受模式验证高雄市公交车动态信息系统之使用者行为，结果发现使用态度与使用意愿皆有显著影响，此意涵高雄市公交车动态信息系统之服务质量还算受到一般使用者的欢迎。在认知易用与认知有用方面仍有改善空间，除了积极倡导推广公交车动态信息系统之外，亦应针对系统之信息内容不足、使用接口扩充与预估到站时间准确性等缺失持续改善，以提升高雄市公交车乘载率而有效移转部分私人运具比例。

参考文献

[1] 冯世男，蔡孟纹，陈怡霖，等. 探讨如何使用手机与其他驾驶行为之相互关系［C］//逢甲大学交通工程与管理学系现代交通论文集（第31期），2004：39-56.

[2] 邱皓政. 量化研究与统计分析：SPSS中文窗口版数据分析范例解析［M］.［出版地不详］：五南出版社，［出版时间不详］.

[3] 冯炫竣. 消费者使用电子银行之行为研究——以ATM、电话银行及网络银行为例［R］.［出版时间不详］.

[4] 许庆祥. 以科技接受模式探讨与发展公路客运动态信息技术之研究［D］.“国立成功大学”交通管理学系.［出版时间不详］.

[5] 王伟臣. 行动加值服务采用意愿之研究［D］. 台湾“中山大学”传播管理研究所.［出版时间不详］.