行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

捷運接駁公車之 APTS 營運生產力影響評估暨最適經濟運程推估(第 2 年)
研究成果報告(完整版)

計 畫 類 別 ：個別型
計 畫 編 號 ：NSC 95-2416-H-032-012-MY2
執 行 期 間 ：96 年 08 月 01 日至 97 年 07 月 31 日
執 行 單 位 ：淡江大學運輸管理學系

計 畫 主 持 人 ：陳敦基

計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：張宏明
碩士級-專任助理人員：呂怡蓉

處 理 方 式 ：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 97 年 10 月 14 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

捷運接駁公車之 APTS 營運生產力影響評估暨最適經濟運程推估(兩年期)

第一年報告:智慧型運輸技術對台北市捷運接駁公車成本與生產力之影響(P1~P97)
第二年報告:臺北市捷運接駁公車路線營運里程最小有效規模之研究(P98~P119)

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：NSC 95-2416-H-032-012-MY2
執行期間：2006/08/01 ~ 2008/07/31

計畫主持人：陳敦基
計畫參與人員：張宏銘、呂怡蓉

處理方式：二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學運輸管理學系

中 華 民 國 97 年 10 月 6 日

第一年報告:智慧型運輸技術對台北市捷運接駁公車成本與生產力之影響

提要內容：

捷運接駁公車基本上可提高捷運系統與公車間轉乘便利性與可及性，形成完整的大眾運輸網路，擴大大眾運輸的服務範圍；目前捷運接駁公車路線性質屬於服務型路線，其營運狀況未能及一般聯營公車路線外，近年台北市政府在捷運接駁公車方面積極推動先進大眾運輸系統，以期提升其服務品質，降低公車營運成本。因此捷運接駁公車之營運效率如何，未來先進大眾運輸系統之永續發展關鍵在於是否能降低公車業者營運成本，提高營運效率為吾人所關切。

本研究將蒐集 91~94 年台北市九家公車業者之捷運接駁公車營運成本及相關營運資料，從成本面角度出發，並採用隨機邊界成本函數中固定效果模型探討各家業者之營運績效與成本效率，包括經濟效率、要素價格、產出間的相互影響效果、規模經濟及總要素生產力。實證研究發現，(1)研究期間內各捷運接駁公司的經濟效率排名以台北客運為最有效率之業者，其次依序為欣欣、光華、大南、中興、大有、三重、大都會與首都；(2)捷運接駁公車之生產技術非呈中立性；(3)研究期間內捷運接駁公車路線呈現規模報酬遞增；(4)研究期間內總要素生產力為 0.0433 呈正成長，主要以技術變動效果影響較大。

此外，本研究以業者營運的角度，探討未來引進車隊管理系統與公車優先號誌系統等智慧型運輸技術所需之成本與可能產生之效益對各路線營運成本之影響，並引用國內外相關智慧型運輸技術研究之結果為計算依據，進而對各公車業者投入要素價格的改變，估算對其生產力的變化做一情境分析。研究結果顯示不管是引進任何系統等技術對捷運接駁公車路線營運成本無明顯增減。整體捷運接駁公車路線而言，不同情境下 APTS 系統引進均可產生正向生產力成長率，其中以車隊管理系統與公車優先號誌系統技術組合對生產力影響最大為 0.0259，其次以引進車隊管理系統為 0.0158，最差為公車優先號誌系統 0.0086，。

關鍵詞：捷運接駁公車、智慧型運輸技術、隨機邊界成本函數、總要素生產力

Title: A Study on the Impacts of Intelligent Transportation Technologies on Cost and Productivity of Feeder Bus Transit in Taipei City

Keywords *：Feeder Bus Transit,*
Intelligent Transportation Technologies,
Stochastic Frontier Cost Function,
Total Factor Productivity

Abstract：

Basically, the feeder bus transit will improve transit convenience and accessibility within the MRT and Bus to form a integral public transportation network and extend the service area of public transportation system. The feeder bus transit gives service to people so far, it cannot be as usual joint operation bus lines. Hence, we would like to know that what the operation efficiency of feeder bus transit is. Also according to the sustainable development whether the ITS will be the key to lower the operation cost and improve the operation efficiency.

The information which we collected included the costs and operating data of bus routes from nine bus operators of Taipei City. Regarding to the cost based, we made use of the fixed effects from the Stochastic Frontier Cost Function discussed each bus operator's operation and cost efficiency covered by the economic efficiency, factor prices, economies of scale , and total factor productivity.

The results indicate that first, Taipei bus is the most efficiency bus operator. Secondly, technological progress of the feeder bus transit isn't neutral. Thirdly, the result of Feeder Bus Transit is increasing returns to scale during the research. Fourthly, the total factor productivity is 0.0433 which shows that it is a positive growth of the productivity, and the main influence is technological progress.

Moreover, we discussed how much the cost and benefit will happen after introduced ITS. Based on the factor prices and other APTS references, we did the scenario analysis for the production of the bus operators. It shows that the total factor productivity of the feeder bus transit will be about 0.0623 which is a positive growth if the bus operators introduced the fleet management systems. If they use the bus priority signal system, it will be 0.1281, also if they use both systems, the production will rise to 0.1301.

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近年來隨著台北都會區繁榮發展，使得人口及車輛快速的成長，小客車持有比例增加，造成台北市交通擁擠，產生諸多交通問題，自台北捷運系統興建與營運，路網的逐線營運後，對長期台北市都會區交通的確有改善的趨勢。然而公車運輸在傳統的大眾運輸扮演的角色，隨著捷運的開通造成旅運型態的改變，已逐漸產生了變化，將逐漸朝向短乘、高乘載率及行駛次要走廊，並對捷運系統提供接駁服務，從與捷運系統的競爭而至互補。因此透過捷運接駁公車提供接駁服務為提高乘客搭乘捷運系統的方便性與可急性，為政府積極發展的方向。

自 1999 年台北市政府交通局規劃闢駛捷運接駁公車以來，捷運接駁公車在接駁服務乘客使用捷運系統上的確有其意助，然而捷運接駁公車路線性質接近服務性路線，營運狀況未能及一般公車路線，然業者為多爭取客源往往延長行駛路線或彎繞的情形甚至減少班次以降低營運成本。故政府單位為使其能夠繼續營運下去除給予相關補貼並要求公車業者減短捷運接駁公車路線且維持一定班次數之服務水準。然而礙於台北市政府經費的有限，往往無法對捷運接駁公車路線進行完全虧損補貼，造成公車業者在經營捷運接駁公車路線上的困難。

這幾年來台灣在發展智慧型運輸系統上，希望透過 ITS 相關技術解決台灣的交通問題，在公路運輸系統方面積極推動先進大眾運輸系統，希望透過全球衛星定位及無線通訊系統之運用，結合新的通訊技術並將資訊與其他大眾運具結合，改善公路運輸經營環境，降低公車業者之營運成本，提升經營效率、提高大眾運輸服務水準及提高民眾搭乘大眾運輸系統之目標。故近三、四年來積極推動先進大眾運輸系統之相關示範計畫，其實行效果顯著的確有幫助。如捷運與公車系統之電子票證整合，減少了公車運行時間、公車業者燃料成本、現金處理成本、購車成本等等有效改善公車運輸業者經營環境。

為了使公車系統達到公車智慧化，政府部門現階段積極推動具系統規模之捷運接駁公車動態資訊系統，並採分階段、漸進式及系統堆疊方式逐步擴充其他系統。希望結合車輛定位裝置、無線通訊裝置、地理資訊系統、運輸管理資料庫、多媒體資訊顯示裝置等系統，其能精確而有效率地掌握車輛運行資訊，並提供管理者調度排班決策系統以減少作業時間，縮短異常狀況處理時間與提升車輛調度機動；另一方面讓乘客透過網際網路、多媒體站牌與語音查詢等，隨時掌握公車到離站、轉乘資訊，藉由公車之可靠度、安全性與便利性之提昇，提高整體服務品質與形象，未來更希望透過公車優先號誌系統，減少公車旅行時間，提燒公車運輸營運效率。

因此，針對公車系統積極推動先進大眾運輸系統(APTS)以期提升其營運績效與服務品質，進而達到提升大眾運輸服務的政策目標。然而先進大眾運輸系統之永續發展關鍵在於是否能降低公車業者營運效率是否能提昇。因此 APTS 引進對於公車業者之營運成本是否有影響?影響的程度有多少?實為政府部門、公車業者、推動智慧型運輸系統相關單位(ITS)者所關心。

1.2 研究目的與重要性

基於前述之背景與動機，本研究擬針對現行捷運接駁公車營運績效與生產效率，以及在引進先進大眾運輸系統(APTS)不同子系統技術後所需之投入成本與系統產生之效益作一情境分析，估算對公車業者營運成本之影響，進而透過各項生產要素價格分析各路線捷運接駁公車之生產成本結構，分析其生產力變化情形，以為政府及業者推動 APTS 發展之參考。

具體言之，本研究目的如下：

1. 以民國91~94年之各捷運接駁公車路線成本資料分析現階段各台北市捷運接駁公車業者經營概況
2. 運用成本函數分析台北市捷運接駁公車之生產結構，包括各公車路線成本無效率、各投入要素價格間之影響效果、彈性分析、規模經濟及總要素生產力成長等分析。
3. 參考國內外相關先進大眾運輸系統(APTS)效益評估之研究，針對台北市捷運接駁公車業者引進系統所需投入之成本與可產生之效益進行情境估算
4. 探討台北市捷運接駁公車業者引進APTS後所需之投入成本與產生之效益，對公車業者營運成本及總要素生產力之影響，以為營運者、政府、推動ITS相關單位之參考。

1.3 研究內容與範圍

本研究係以台北市接駁公車路線成本函數與生產力為探討對象，以台北市 2002 年至 2005 年間 9 家公車業者所經營之 40 條路線為研究對象，主要研究內容為：

1. 成本函數、生產力分析相關文獻回顧及相關營運績效之文獻回顧

回顧國內外對於利用成本函數與生產力分析相關運輸產業等研究，並回顧相關探討運輸產業營運績效之研究。

2. 國內外先進大眾運輸系統效益評估之文獻回顧

針對國內發展之先進大眾運輸系統，本研究主要針對公車動態資訊系統、大眾運輸車隊管理系統引進後對公車業者之影響為研究範圍。如下圖1.1所示。

3. 台北市捷運接駁公車路線成本函數之構建與校估

構建台北市捷運接駁公車業者成本函數並以實際之營運成本資料帶入校估參數，以為經濟效果及總要素生產力變化分析之基礎。

4. 台北市捷運接駁公車業者要素使用情況及產出成本彈性分析

藉由要素價格彈性之求算，以了解各項生產要素間關係，並比較各公車業者間要素使用情形；藉由產出成本彈性之估計，量測投入要素價格對營運成本之敏感程度。

5. 台北市捷運接駁公車業者總要素生產力變化情形

利用生產力估計理論中之「成本函數法」探討捷運接駁公車各單位路線之生產力變化情形；透過總要素生產力成長之分解以分析整個捷運接駁公車系統生產力變化之趨勢。

6. 台北市捷運接駁公車引進先進大眾運輸系統(APTS)對營運成本影響之分析

本研究中，主要針對大眾運輸車隊管理系統、公車動態資訊系統與公車優先號誌系統引進對公車業者所衍生之成本與效益。利用實際系統引進之投入成本數據，計算各家公車業者之營運成本的變化；效益方面，由於實際資料無法取得，故以參考國內針對先進大眾運輸系統之效益評估研究數值為依據，計算出引進先進大眾運輸系統對業者之效益

後，對營運成本之影響及各項投入要素(勞務、資本、中間要素)、產出之變化再帶入成本模式分析其平均成本變化，進而推估系統引進後之各公車業者總要素生產力變化。

7. 提出結論與建議

綜合上述之研究結果，提供相關單位參考與經營策略，以為業者應否引進APTS系統之決策參考。

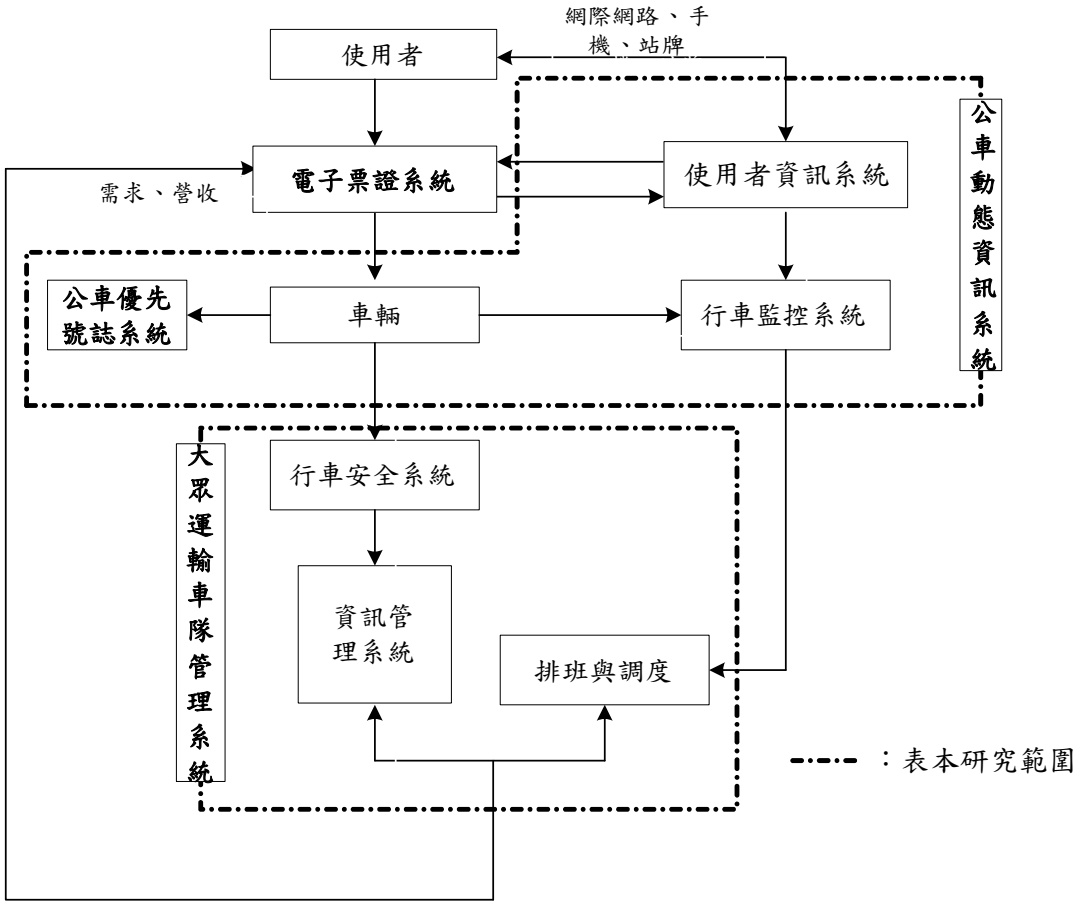


圖 1-1 先進大眾運輸系統架構圖

1.4 研究流程

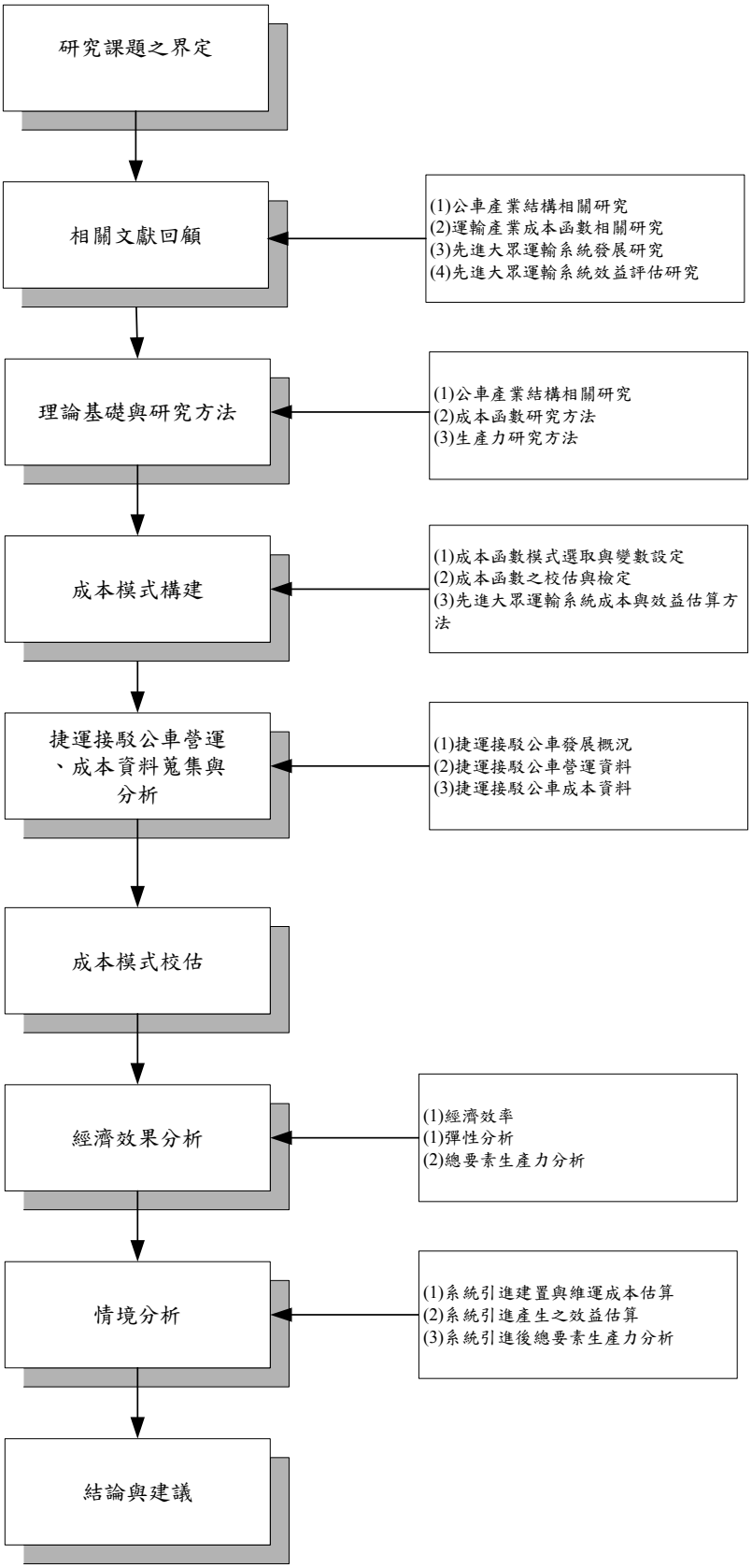

研究課題之界定
相關文獻回顧
(1)公車產業結構相關研究
(2)運輸產業成本函數相關研究
(3)先進大眾運輸系統發展研究
(4)先進大眾運輸系統效益評估研究
理論基礎與研究方法
(1)公車產業結構相關研究
(2)成本函數研究方法
(3)生產力研究方法
成本模式構建
(1)成本函數模式選取與變數設定
(2)成本函數之校估與檢定
(3)先進大眾運輸系統成本與效益估算方法
捷運接駁公車營運、成本資料蒐集與分析
(1)捷運接駁公車發展概況
(2)捷運接駁公車營運資料
(3)捷運接駁公車成本資料
成本模式校估
經濟效果分析
(1)經濟效率
(1)彈性分析
(2)總要素生產力分析
情境分析
(1)系統引進建置與維運成本估算
(2)系統引進產生之效益估算
(3)系統引進後總要素生產力分析
結論與建議

圖 1-2 研究流程架構圖

第二章 文獻回顧

本章主要進行相關文獻回顧分為四個段落，1.效率之基本理論 2.國內外成本函數相關研究 3.先進大眾運輸系統發展與效益評估之相關文獻。

2.1 效率之基本理論

在衡量經營效率方面一般而言可分為兩類，第一類是利用財務管理理論所發展出的財務比率分析以分析不同事業體間的經營績效。第二類是利用經濟學理所發展出的效率衡量分析，以探討不同廠商之間的經濟效率。本文主要以經濟學理方面作為研究方法。

在經濟學領域中所講的經濟效率可以兩方面來看，從生產面來看技術效率乃指廠商在既定的投入量下，提高其產品的產量；以經濟效率角度看，效率乃在既定的生產水準下，以極小的成本來生產。一般多以邊界模型來衡量不同廠商的效率。

Farrell(1957)提出以邊界函數(Frontier Function)來衡量效率，其特性為在不考慮測量誤差和噪音(noise)可能的影響下，他將經濟效率(Economics Efficiency)區分成技術效率(Technical Efficiency：TE)及配置效率(Allocative Efficiency：AE)，技術效率乃給定投入要素量之下，有效運用投入所產生的最大產出或給 定產出量之下，有效運用投入所需的最小投入量；配置效率乃在既定生產技術水準、生產要素價格及產出下，最適的投入要素比。如圖 3-1 所示，假設有兩種投入要素(X,Y) ，生產單一產品，價格為 P，並假設廠商生產技術特性為固定規模報酬， $AA^{`}$ 為等成本曲線，$UU^{`}$ 為等產量曲線，落在此線上的點代表在技術不變之下，生產一單位產出，要素投入(X,Y)極小的集合，廠商行為代表完全技術效率，但若偏離此生產邊界的點不具技術效率。在相同產出水準下，K 點比 Q 點投入更多要素，因此 Farrell 定義 K 的技術效率為 ：OQ/OK 。$AA^{`}$ 為等成本曲線，唯有在等產量曲線與等成本曲線相交 J 點處，要素投入才會處於最低成本的情況，在圖中 J 點、R 點的成本相同故以 OR/OQ 代表要素使用量恰當與否的價格效率，即稱為配置效率(Allocative Efficiency)，而總效率即為兩效率的乘積，$OR/OK=(OR/OQ)\times(OQ/OK)$ 。

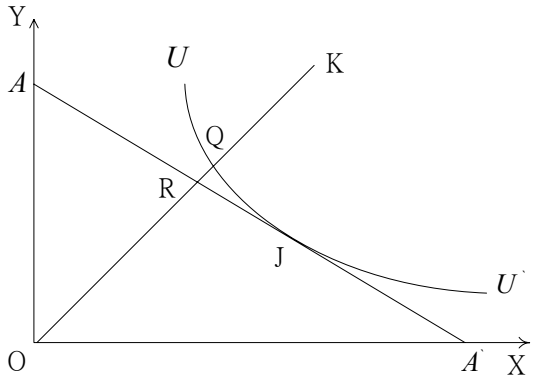


圖 2-1 成本曲線圖

2.1.1 效率衡量理論與方法

自 Ferrell(1957)所提出考慮使用所有投入要素以衡量相對效率，以單位等產量取線來探討技術效率與配置效率，並以線性規劃法估計其生產邊界，在 Ferrel 提出效率觀念之後，後來的學者對生產力、邊界函數的估計與效率的衡量提出了許多不同的的見解，並應用 Ferrel 的觀念，發展出許多績效衡量、生產力等方法論，大體而言，可以分為兩種方法：第一種方法為非參數邊界分析法；第二種為參數邊界分析法，其中參數邊界分析法則可分為確定性邊界估計法與隨機性邊界估計法；而非參數邊界分析法可利用資料包落分析法(DEA)、指數法分析。

2.2.2 參數邊界分析法

一、邊界分析法(Frontier Approach)

本文根據 B.De Borger(2002)的文章，可將邊界分析法分為三大類(1)確定性無參數邊界模型(Deterministic non-parametric frontier model) (2)確定性參數邊界模型(Deterministic parametric frontier model) (3)隨機性參數邊界模型(Stochastic parametric frontier moedl)。

(一)確定性無參數邊界模型：

Farrell(1957)邊界模型以等量曲線概念，衡量技術效率、配置效率，在假設生產邊界已確定存在下，利用線性規劃法(Linear programming)衡量個別廠商的生產邊界，並藉由觀察到所有廠商的要素投入及產出之比例，建立一個數學估計方程式，並以此計算出個別廠商的生產效率指標。Charnes、Cooper 以及 Rhodes(1978) 運用 Farrell 的概念，發展出一套衡量固定規模報酬之「多投入多產出」一般線性規劃模式，稱為「資料包絡分析法」(DEA)。此類模型估計中不含參數，因此模型被稱為「確定性無參數邊界」模型。

(二)確定性參數邊界模型：

Aigner and Chu(1968)不僅預先設定生產函數的型態，並且進一步假設生產的差異完全來自於技術無效率。Aigner and Chu（1968）假設廠商生產函數為具有齊次性的 Cobb-Douglas 型式，

$\ln(y_i) = x_i\beta - u_i$, i=1,2,3,….

$\ln(y_i)$：第 i 家廠商產出量的 log 值。

x_i：第 i 家廠商投入要素量的 log 值。

β：待估的未知參數。

u_i：為廠商技術無效率的非負隨機變數。$u_i \geq 0$

$$TE = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i)\text{，}0 < TE_i < 1 \tag{2.1}$$

其中 y_i 為觀察到的實際值，$\exp(x_i\beta)$ 為推估出的最適邊界產出， β 是透過線性規劃 $Min\sum_{i=1}^{n} u_i$ ；s.t $u_i \geq 0$ 求出的估計值。此方法對極端值(Outlier)極為敏感，且當其估計的參數信度不清楚時，統計推論的工作也無從下手。

(三)隨機性邊界模型：

上述探討的確定性邊界模型，基本上皆假設廠商面對的技術訊息是相同的，廠商在相同的技術水準下，有共同的生產邊界，任何產出的差異皆因為個別廠商生產技術相較於生產邊界是否有效率而已，亦即認為誤差純粹是人為錯誤，如廠商的調整成本、技術水準不足、訊息不足及管理失當等。Aiger，Lovell and Schmidt(1977)、Meeusen and Vandan Breeck(1977)都曾對確定性邊界模型基本假設提出質疑，他們認為在生產過程中難免會遭遇一些非人為所能控制的因素，如天災(地震、洪水、颱風)，機器運作的良窳等，但這些非人為所能控制的因素往往會直接或間接影響廠商的產出，因此衡量生產差異不單只來自於技術無效率 u_i ，尚應該再多加一個隨機誤差項 v_i，v_i 可正可負，故不同的隨機誤差項下，廠商擁有的生產邊界就不同，具有隨機性質。隨機邊界模型可用來分析(1)給定投入水準下，極大化產出量。(2)給定投入價格及產出價格，極大化預期利潤。(3)若管理者做決策時要求極小化成本，可將生產邊界模型轉換為成本邊界模型，一般來說，較常使用極小化成本做為目標函數，據此估算隨機邊界成本函數及其對應的成本效率，若想設立隨機成本函數，只要將($v_i - u_i$)替換成($v_i + u_i$)即可。亦即

隨機性生產函數模型： $\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i,\ i = 1,2,3,....,N$

隨機性成本函數模型： $\ln(C_i) = C(Y_i;\ W_i;\ \beta) + v_i + u_i,\ i = 1,2,3,....,N$)

$\ln(y_i)$：第i家廠商產出量的log值。

$\ln(C_i)$：第i家廠商成本的log值，合適的函數型式(如Cobb-Douglas

或超越對數函數)。

x_i：第i 家廠商投入要素量的函數。

β：待估的未知參數。

u_i：廠商無效率的非負隨機變數。

機率分配一般假設為指數分配(exponent distribution）或半常態分配(half-normal distribution)。$v_i \sim iid\ \ N(0,\sigma_v^2)$，包含天災 (地震、洪水、颱風) 機器運作的良窳、員工罷工。u_i與v_i相互獨立。

此外，Schmidt and Sickles(1984)指出利用橫斷面資料(cross-section data)來估計隨機邊界模型有三個缺點：

- 廠商的技術效率估計值不具備統計上的一致性。
- 必須假設技術無效率服從某種分配。
- 假設技術無效率和解釋變數之間是獨立的，並不合理，因為實際狀況中無效率的部分和解釋變數通常具有相關性。

因此他們指出利用橫斷面和時間序列混合資料(panel data)就可以避免掉這三個缺點。模型如下：

$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + v_{it} - u_i$ ，$i = 1,2,...,N$；$t = 1,2,...,T$

其中，y_{it}：第i 家廠商第t 期的產出；

X_{it}：第I 家廠商第t 期的要素投入；

β：待估的未知參數；

$v_{it} \sim iid\ \ N(0,\sigma_v^2)$，為隨機誤差項，且與解釋變數$X_{it}$ 無關；

u_i：非負的隨機變數，代表廠商技術無效率的部分，v_i 與u_i互相獨立。

Panel data 模型又可以區分為固定效果模型(fixed effect model)與隨機效果模型(random effect model)兩種：

1.隨機效果(Random Effect Model)

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + v_{it} - u_i \text{ ，} i = 1,2,...,N\text{；} t = 1,2,...,T \tag{2.2}$$

所謂隨機效果模型，就是經經緯資料模型基本式中的廠商個別效果(u_i)視為變數，並假定和X_{it}無關。一般而言，若現有樣本資料為自母體抽出之隨機變數資料，則廠商效果u_i具有隨機變數的性質，因此利用隨機效果模型校估出之參數，具有統計推論的性質。易言之，若樣本夠大，且在 N 大 T 小及u_i與v_i無關之情況下，則可求得參數的一致性校估值。若將u_i經轉換為u_i^*使其均數為零且假設服從常戴分配，則上式可改寫為$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + v_{it} - u_i^*$，此即所謂的隨機效果模型。因為$u_i^*$與$v_{it}$的平均數皆為 0，所以大部分的經緯資料模型文獻之結果，可直接引用。實際進行校估時可以把(v_{it}-u_i^*)視為干擾項直接校估，一般均採用 GLS 法進行校估工作。

2.固定效果模型(Fixed Effect Model)

固定效果模型是假設每家廠商的無效率部分(u_i)為不同的固定常數，令$\alpha_i = \alpha - u_i$，則固定效果模型為：

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + v_{it} \tag{2.3}$$

當 N 家廠商估計出來的截距項分別為$\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, ..., \hat{\alpha}_N$，則以下列方法計算各廠商的技術無效率值($\hat{u}_i$)：令$\hat{\alpha} = min(\hat{\alpha}_i)$，$\hat{u}_i = \hat{\alpha}_i - \hat{\alpha}$，$i = 1,2,...,N$

固定效果與隨機效果模型各有優缺點，固定效果模型的優點為不需要假設技術無效率項(u_i)與解釋變數(X_{it})不相關，即可得到一致性的估計量，惟當廠商數目多時，採隨機效果模型較為妥當。因採最小平方虛擬變數法(LSDV)校估，由於其虛擬變數太多，自由度大幅減少，則不易求得一致性的估計量。一般而言，當 N 大 T 小時，使用隨機效果模型遠比固定效果模型有效，唯需假設技術無效率(u_i)與解釋變數(X_{it})不相關。若 N 不是很大，固定效果模型是較好的選擇，此時只要 N×T 的樣本數夠大，即可得到一致性估計量。

2.2 國內外成本函數、生產力相關研究

2.2.1 公路客運方面

由於成本函數可找出原來之產業結構，且成本函數可利用聯立校估方式增加效率，以及在研究運輸產業結構時解析變數與誤差項獨立，復加資料蒐集方便等因素，故晚近之學者多利用成本函數進行相關產業之分析。早期之成本函數多具有函數形式簡單、估計參數容易之優點，如 Cobb-Douglas 函數，將函數取對數後參數估計非常便利。但其卻對技術結構特性隱含許多嚴格之假設，如要素替代彈性為一、投入產出分離性等，而非預設限制之彈性（flexible）成本函數即可克

服早期所用函數之缺點。彈性成本函數，如超越對數函數（translog）、二次函數（Quadratic）、一般化 Cobb-Douglas 函數、一般化 Leontief 函數等。

生產力係指產出與生產投入的一種比率，若投入指單一要素投入，此種比率稱為偏要素生產力(Partial factor productivity)，若考慮所有要素投入，則此種比率稱為總要素生產力(Total factor productivity，TFP)。當存在多元產出及投入要素時，須以權重加權求得單一統計產出指數以及總計投入要素指數，而權重則有不同之方法加以衡量。生產力可用於比較廠商間或同一廠商不同時間之生產表現，衡量生產力之目標之一為了解公司經營之效率；影響生產力改變的因素除了要素投入增加的直接貢獻外尚包括：知識進步(包含技術與管理層面)、規模經濟、市場結構改變、外部經濟、投入品質或組成改變等。在過去研究中多著重於技術效率之衡量，因就長期而言技術效率之改變常導致整體生產效率之改變，其次在建立理論性之衡量效率多假設廠商為最佳生產行為，且投入要素價格資訊之不易取得使配置效率無法衡量。因此本研究將針對蒐集之相關運輸產業與其他產業構建成本函數、生產力分析之文獻做一回顧與探討。

張俊明(1996)以 Translog 成本函數研究台北市十家聯營公車，探討公車業者之成本函數、生產要素彈性與生產力變化情形。並透過最小有效規模(MES)之研究，提出業者增減規模之建議。結果顯示公車業者生產力呈現下降之趨勢，主要因生產技術衰退，規模經濟效果不明顯。

李明彥(2000)以 Translog 函數構建台北市聯營公車近三年之受補貼路線成本函數，並以總要素生產力研究方法，剖析補貼對業者生產力變化之影響效果。實證研究結果發現，補貼實施之前三期均使得公車處營運成本小幅下降，近三期則造成其營運成本增加；在聯營公車部份，則呈現近三期之補貼有使營運成本下降之趨勢，且變動效果較公車處為顯著。生產力變化分析結果顯示，公車處之受補貼路線，在分析期間內技術變動效果造成總要素生產力略為下降，且補貼對生產力之影響有每下愈況之趨勢。在聯營公車方面，較重要之發現為受補貼較多之單位，生產力下降幅度也相對較大，而公車處因補貼所致之生產力負向變動大於民營單位。亦發現在當前之補貼分配方式下，確實存在補貼資源分配不當之情況。而在現今的補貼水準下，補貼之邊際報酬仍處於遞增階段，顯示若政府能適度增加補貼預算，並透過適當分配，可增加補貼路線之社會福利。

許凱翔(2000)以 Translog 函數型態建立汽車貨運業與汽車路線貨運業之成本函數，求得密度經濟、成本產出彈性、要素價格成本彈性、邊際成本與平均成本等經濟指標，以探討政府之相關管制政策是否合適。

Link(2006)以 Translog 函數型態構建德國高速公路道路重建成本函數，以重建成本與車流量資料進行分析研究其規模經濟，以了解車流量對重建成本之影響，並透過最佳通行費估計邊際建置成本。其成本函數投入要素包含勞動價格、材料資本，另外並納入使用各類型重建材料作為虛擬變數。研究發現高速公路重建作業具有規模經濟。

Carlo et al. (2006)以隨機邊界 Translog 函數分析探討重新調整義大利中型與大型公司，大眾運輸系統之最適網路形態，其中設定網路變數為路線長度，並探

討其服務地區的營運特性(例如市區/郊區)，且分析在廠商固定效果下之技術無效率，最後探討其規模經濟與密度經濟特性(包含市區、郊區及綜合地區)。結果顯示，其所提供的服務，應包含市區及郊區為其最適之營運規模；反之小型公司應該減少營運，有別於市區幹道之次要路線。

2.2.2 鐵路客運方面

吳雅音(1993)以台鐵民國 59 年至 79 年之時間序列資料建立短期成本函數，其考慮台鐵多元產出的特性，並以二次式(Quadratic)函數型態建立台鐵短期成本多元產出函數，並使用技術因子變數包括反應支線的網路變數、客運站數及貨運站。該研究結果指出，台鐵並不具備完全的自然獨佔，且呈現投資不足的現象，此乃因受到政府管制，以致無法任意擴充資本，進行車輛及動力設備的汰舊換新。另以時間變數成本彈性估計結果顯示：台鐵成本每年隨時間上漲，換言之，其生產力呈衰退現象。但近幾年之衰退則有逐漸緩和的趨勢。

鍾佩真(1994)以民國 76 年 1 月至民國 81 年 12 月之月資料來構建台鐵短期變動成本模式，同時將台鐵營運特性變數考慮於成本函數中。其分別以兩種方式分析台鐵生產力變化：一為直接由成本函數對時間偏微分，藉由各變數與時間交叉相乘來呈現隱含在此變數中的技術變動，在此生產力係分解為投入要素效果、產出效果及營運特性效果等(幹線容量使用率、客座利用率等)予以分析； 二為由成本函數所校估的各參數值，配合 Törnqvist 指數之應用，求算總要素生產力之成長率，總要素生產力則分解為規模經濟、技術進步、網路及幹線容量使用率等效果予以分析。

Wilson(1997)以美國鐵路業為研究對象，探討解除管制對鐵路生產力之影響，建構一 translog 短期變動成本函數，並於成本模式中加入一解除管制虛擬變數以代表解除管制對成本之影響。研究發現解除管制對規模報酬之影響有限，而對成本降低有相當顯著，生產力亦明顯成長。

鄭雪萍(2002) 以民國 80 年 1 月至 89 年 12 月之月資料來構建台鐵之短期變動成本函數，並將退卹金視為短期不易變動調整之準固定成本，同時，進一步將台鐵客貨運之營運特性變數(平均旅次長度、客座利用率及貨運平均運距)考慮於成本函數中，以充分反映台鐵營運之特性。並分別以指數法及成本函數法分析台鐵近年之生產力變化，以指數法衡量偏要素生產力及總要素生產力，偏要素生產力之衡量結果顯示正向成長以勞動生產力為最，負成長則以維修生產力為最，而總要素生產力顯示近年以 87、88 年為正向成長，其餘則為負成長。成本函數法則將生產力成長率之分析分解為技術變動效果、投入要素效果、產出效果與營運特性效果等予以分析；而總要素生產力之成長率則分解為規模經濟、技術進步、網路及幹線容量使用率等效果予以分析。主要實證分析結果顯示台鐵之生產技術非呈中立性；規模有關之經濟分析指出台鐵同時具有規模經濟及密度經濟；以模擬方式所得各車種之邊際成本，以自強號為最高 0.49(元/延人公里)；近年來之生產力皆呈正成長，然成長率呈逐年下降趨勢，其中以技術進步效果對生產力提升之貢獻最大；而 TFP 成長率之分析則顯示，近年除民國 87 年外皆為正成長，並以民國 86 年之成長幅度最大，達 1.07%，其中以技術變動效果及規模經濟效果

影響較大。

2.2.3 航空客運方面

吳貞瑩(2002)將成本結構由直接營運變動成本（包括直接營運人事費用、燃油費用、維修費用與機場使用費用）、直接營運固定成本（包括飛機保險費用、飛航設備租賃費用與折舊費用）、間接營運成本（包括場站與運務費用、旅客服務費用、廣告與銷售費用與管理費用）等成本項目所組成。研究結果顯示出，國籍航空公司成本結構的分佈，以直接營運變動成本所佔比例最大。

王裕文(2002)以產業經濟學領域中對於產業結構（Structure）透過市場行為（Conduct）影響市場績效（Performance）的 S-C-P 理論為背景，建構以市場獲利、價格水準與經營績效三者之聯立迴歸方程組，以釐清其相互影響之關係，並進而探討影響航空公司獲利相關因素。研究結果發現，市場集中度對航空公司獲利無顯著影響，而實售價格水準越高，容量使用率越無效率，則對獲利有顯著正面的影響。

Wenbin Wei and Mark Hansen(2003)利用 Translog 成本函數研究探討美國航空公司未來在運量成長後再經營策策略上的考量藉由探討飛機的成本與飛機大小間的關係結果得知應該關鍵在於購買更多的飛機而非更大的飛機。

Vicente I., Belen R.(2004)利用 Translog 成本函數與生產函數探討分析 20 個國際機場之經濟效率與技術效率比較，研究發現亞洲地區之國際機場經濟效率與技術效率相較於其他地區國際機場為高，主要在於亞洲地區勞動市場比其他地區有較高的彈性所致。

2.2.4 海運方面

王丘明(1994)利用 Translog 函數型式，且為增加自由度及強化估計之統計效率，採用 Zellner 方法聯立校估成本函數及設備、勞力、能源成本份額方程式，及計算此港口之總要素生產力變化情形。自 62 至 81 年度之基隆港貨櫃場資料來校估短期成本函數，其中勞力及設備所占比例較高，表示貨櫃裝卸為一勞力及設備密集工業，而設備、勞力投入要素之需求較無彈性，即此二投入要素並不會由於價格之增加而有明顯之需求降低，此特性說明貨櫃場為一公營機構，且設備與維修替代性甚高，表示現有機具如維修費增加，可考慮引進新設備以避免維修費持續增加。經本論文分析得知，輪型機之邊際成本及成本彈性均較橋式機為高，其原因為基隆港進場貨櫃偏低，造成輪型機使用率過低。船邊提貨偏高之作業在拖車數不夠及陸運尖峰時刻均會造成碼頭區不必要之擁擠；由分析亦發現基隆港貨櫃場具規模經濟及範圍經濟，此顯示貨櫃場呈規模報酬遞增，而基隆港在單一組織下從事碼頭邊及場內貨櫃裝卸較個別組織分開運作較能節省成本，表示基隆港如出租貨櫃場給航商，橋式機及輪型機同時出租較個別出租為宜。總要素生產力分析結果得知，基隆港三個貨櫃場在 62 至 81 年度之總要素生產力平均成長率在百分之八至百分之二十四，三個貨櫃場生產力之改變係由不同效果所影響，第一貨櫃場生產力成長主要原因係受非邊際成本定價，規模經濟及固定投入要素效果影響所致，第二貨櫃場生產力成長係由於規模經濟效果影響所致，第三貨櫃

場生產力成長主要受規模經濟及固定投入要素效果影響所致。

黃玉梅(2001) 以民國七十二年至民國八十八年國內五大商港之產出及成本資料建構單一產出的超越對數成本模式。經檢定後發現較具彈性的超越對數函數型態較適合本研究之估計。之後利用 Breusch and Pagan Lagrange Multiplier 檢定法來檢定不同港埠間的個別效果，檢定發現國內五大商港之成本效率有個別效果存在，因此捨棄傳統的 OLS 估計法，而以隨機邊界分析法進行分析，最後再以 Hausman 檢定決定以 LSDV 估計法或 FGLS 估計方法做最後模式的估計。經過模式的估計及檢定，研究發現各港經濟效率高低與各港港埠規模之大小有極大相關性，即港埠規模愈大之港口其經濟效率愈低。經分析與各港埠單位用人費用與單位折舊費用之高低有關。港埠規模較大的港口單位產出之用人費用較高，此一現象與國內各港仍屬公營港埠之經營形態有關。分析結果亦可為港埠經營者提供一個方向，面對用人成本效率之低落，應儘速採取相關措施，有效提高員工之生產力，進而提升用人的成本效率。港埠規模較大的港口其單位產出之折舊費用亦有偏高情形，此亦為港埠規模較大之港口經濟效率較低的原因，由於港埠規模較大的港口所投入之裝卸機具設施數量亦較為龐大，每年必須提列大筆折舊及維修保養費用，導致其單位產出之折舊費用之高漲。在投入要素的價格需求彈性方面，資本投入的使用量受價格高低的影響較大，而勞動投入及其他投入之使用量對於價格之波動較不敏感。勞動投入之價格彈性較小的原因，應與目前各港務局仍為公營事業單位，其所屬員工具有公務人員身份，在員工的任用及資遣方面較不具彈性。國內五大商港自民國七十二年至民國八十八年之生產技術具有規模經濟，整體港埠產業之成本利用具經濟性，各港口均可再擴大其營運量，經濟效益將比現在更高，而非再增加其他地區的港埠。

2.3 先進大眾運輸系統發展與效益評估之相關文獻

2.3.1 先進大眾運輸系統發展

參考 2000 年 12 月在美國所發表之「先進大眾運輸系統技術效益評估報告」中，主要將 APTS 系統分為五大子系統：

1. 車隊管理系統(Fleet Management System, FMS）：透過車隊基礎通訊、自動乘客計數器、車輛監控/定位及車輛控制技術的整合，主要提昇大眾運輸系統整體規劃、排班及營運作業效率。
2. 營運軟體與電腦輔助派遣系統(Operational Software and Computer Aided Dispatching Systems, OS/CAD）：導入自動化系統，用以改善運輸排班、調度相關營運作業，特別是透過與車輛監控/定位系統的結合，系統能快速提供車隊即時調度，以提昇大眾運輸之排班與調度效率。
3. 先進旅行者資訊系統(Advanced Traveler Information Systems, ATIS)：透

過資訊等相關技術，提供大眾運輸使用者之行前資訊與即時資訊，作為其運具選擇、路線規劃與旅行時間預估依據。一般ATIS 可藉由有線電視(Cable TV)、互動式電視(Interactive TV)與網際網路建置車上通告與顯示系統(In-vehicle Annunciators and Displays)、場站/路側資訊中心(Terminal or Wayside Based Information Centers)及電話諮詢系統(Telephone Information Systems)，提供大眾運輸使用者充分資訊。

4. 電子票證系統(EFP)：使用先進票證收費技術。對乘客，不僅能增加購票及付費的便利，還能減少現金使用而增進安全性；對運輸提供者，不僅能導入更創新及公平的票價結構，還能減少票價收益的計算、及管理成本。
5. 智慧型車輛(IVI)：利用先進車輛技術，如：車輛衝突警告(Vehicle Collision Warning)與駕駛者資訊系統(Driver Information Systems)，來幫助駕駛者處理資訊、決策、及操作車輛來改善運輸服務的安全性，預估可減少大眾運輸車輛車禍，減少因車禍所造成的損失。

2.3.2 先進大眾運輸系統效益評估之文獻

美國運輸部門 FTA(1996)提供 APTS 評估指導方針，提出四個階段的評估程序，分別如下：1、參考的評估架構：包括運作測試、APTS 計畫目標、地方性目標、課題及地點之特性與潛在的外部影響。2、評估規劃：包括措施、資料蒐集的來源與要求，以及為能適當評估，而用來執行的設備或服務之成本、功能特性、效率、效能、與其它的影響。3、評估執行：包含記錄專案的執行及運作歷史，蒐集及分析與專案目標有關的資料，與記錄可能會影響運作測試發現及結果的外部因子。4、評估產物：最後的評估報告將會廣泛的發行，讓其它有興趣的機構可以分享這些研究發現，並幫助地方決策者決策哪些 APTS 技術應該要納入地方的運輸改善計畫。

並且藉由測量來評估 APTS 達成初步目標的程度，估計方法分成五項：1、財務影響：財務估計與 APTS 設備的執行及運作成本有關，內容包括硬體及軟體還有其它設備的固定成本，以及變動成本，如行銷、管理、營運、保養與供給成本。2、功能特性：功能特性估計為用來評估設備的績效，評估的主要方向環繞在準確度、可靠度、可保養性、規格的一致性、及其它設備方面。3、使用者接受度：用來評估服務顧客的目標是否達成。4、大眾運輸系統之效率與效能：效率是藉由車輛、人員、燃料、及財務資源的運用來產出運輸服務，衡量的方式

包含服務提供的成本，員工生產力，及車輛利用率。效能的衡量則包含成本及營收的效能，及非財務方面，如服務利用率、服務的可靠度及品質、創造營收及安全。5、其它影響：如大眾運輸機關的人員或組織上的問題、交通擁塞疏解、新技術發展等。

在衡量方式確定後，必須定出適當的資料蒐集方法、推導技術、蒐集的頻率，及資料彙整的時期。而其中兩個主要的比較方式是事前與事後(before vs. after)及實驗組與對照組(test vs. control)。每一個比較方式都有其限制，因此，比較好的方式是在可行的情況下，同時做事前與事後比較，以及實驗與對照比較。

美國運輸部(2000)發表的『先進大眾運輸系統技術效益評估』報告中，對先進大眾運輸系統的效益作推估，由於部分效益難予以實際量化，故此研究並沒有對所有的 APTS 效益項目作推估，僅對其中子系統的幾項作估計，分別為：1、車隊管理系統：僅估算大眾運輸車隊營運成本的減少。2、營運軟體與電腦支援派遣系統：僅估算大眾運輸車隊營運成本的減少。3、電子票證系統：僅估算大眾運輸處理運費的節省。4、先進旅行者資訊系統：僅估算大眾運輸運費的收入。5、大眾運輸車輛智慧化初步規劃：僅估算降低事故率、死亡率、受傷率、車輛碰撞率與財產損失。如表(2-1)所示：

美國運輸部(2003)共同計畫辦公室(JPO)建立一套 ITS 計畫的目標領域。底下茲將 JPO 評估 ITS 在各個目標領域下的績效衡量方式，包括六大領域，說明如下：1、安全性(Safety)：這個目標範疇著重於減少車禍的次數、減低死亡車禍發生的可能；而績效的量化方式包含總事故發生率、死亡車禍發生率、及受傷車禍發生率。2、機動性(Mobility)：績效的衡量方式有延誤數量或旅行時間變化性；而延誤可以用幾種方式來衡量，如系統的延誤特別以每車延誤之秒或分。3、容量/通過率(Capacity/Throughput)：有效容量是指「在代表性的道路情況組成下，人及車輛通過一路段、節點、或是網路的潛在最大流率」，而情況包含了”天氣、事故及交通需求的變異”。而通過率定義為「單位時間內通過一路段或網路的人、貨物、或車輛之數量」。4、生產力（Productivity）：效能的衡量方式為執行 ITS 後成本的節省；另一方式為量化執行傳統方法或 ITS 方法來解決運輸問題後成本節省的幅度差異。5 、能源與環境（ Energy and Environment）：效能的衡量方式主要以排放標準及能源消耗的降低為方法，其中排放標準有燃油(公升或加侖)、燃油經濟性(公里/公升或英哩/加侖)等。6、顧客滿意度（Customer Satisfaction）：衡量的方式包括各種運具的旅行次數、運具選擇、服務品質及服務提供者接到的客戶投訴及支持量。

王穆衡(2002)，在『大眾運輸車隊管理系統核心模組』中提出的績效評估方式為進行電腦化系統與傳統人工作業之差異比較，只需將相關資料蒐集完成後即可進行離線測試，資料運作來源為營運後相關資料之紀錄，因此在系統測試時無需至站上進行線上測試。其相關測試步驟如下:1.測試資料蒐集：主要係由研究人員至受測業者公司蒐集相關輸入項目及營運材料表單以便系統操作，其蒐集之資料需涵蓋一定期間，以利測試系統計算是否正確。2.系統操作：研究人員將前述所蒐集之資料內容依序在系統中進行操作，並記錄其處理時間與執行結果。3.績效評估：完成前述兩步驟後即可進行系統績效評估，主要是比較系統作業時間及目前業者作業時間上之差異。其系統節省時間可以用下列兩項計算公式進行計

算與表示：(1)節省作業時間(分鐘或秒/月)=（每次人工作業時間－每次系統作業時間）x 次數(次/日)x 30 天。(2)節省作業時間百分比(%)=(節省作業時間/人工作業時間)x100%。

蘇昭銘(2002)，在『公車動態資訊系統前端與後端系統整合』計劃中，探討公車動態資訊系統與大眾運輸車隊管理系統模組之前後端系統整合所需之功能需求規範，並進行系統之建置與測試。針對台北市公共汽車管理處、高雄公共車船管理處、仁友汽車客運公司等參與之公車業者進行系統測試與效益評估。效益評估方面建立三類量化指標，1.基本指標：包括前端、後端資料庫正確度、站牌動態資訊正確度、車上動態資訊正確度。2.效率指標：包括每日作業時間、每日作業時間改善率。3.效益成本比等。

蘇志強(2003)，在『台北市公車優先號誌之研發與示範(一)(二)』計劃中，測試公車優先號誌系統設置，對路口之公車、其他車輛運行影響做一事前事後比較分析，將路口依照競爭方式、路口大小、公車路權、設站方式等原則分類，且經過分析發現路口公車流量高低可作為設置公車優先通行之需求程度。並以 285 公車做為測試之路線並選取較具代表性之路口進行實際測試。最後利用相關車輛停等延滯、車輛停等百分比、乘客停等延滯等指標作績效評估。並依照天母西路 62 巷口一維路口與忠誠路、德行東二維路口 285 路線公車個別運行情形及時制的變換求得平均公車可獲益之時間分別為 3.39 秒/車與 9.85 秒/車。結果發現實施公車優先通行將可提高公車服務水準，對推動大眾運輸具有鼓勵之作用。

針對國內外先進大眾運輸效益評估之研究，本研究將系統可產生之效益作一整理如表(2-1)所示：

表 2-1 先進大眾運輸效益指標

APTS 子系統	目標	標的	業者效益評估指標
車隊管理系統	效率	1.排班、調度效率化	減少員工作業成本
		2.班表效率化，減少車隊規模	減少車輛購置成本
	安全	監控車輛行車狀況，減少交通事故發生	1.減少肇事成本 2.減少行車超速人力之查核作業成本
乘客資訊系統 (公車動態資訊系統)	可靠	提供車輛即時充足與正確資訊	提高使用者滿意度，增加載客量與營收
交控整合系統(公車優先號誌系統)	效率	減少行車停等、延滯時間	1.減少行車人員成本 2.減少燃油成本 3.減少購車成本
	安全	減少交通事故發生	減少肇事成本
電子票證系統	效率	1.減少公車行駛時間	1減少行車人員成本 2.減少燃油成本 3.減少購車成本.

		2.電腦化處理現金票款	1.節省現金處理成本 2.減少司機吃票損失

第三章 研究方法與模式構建

本研究主要從成本面角度探討台北市各業者在捷運接駁公車闢駛後在經營上的成效如何，藉由構建成本效率模型，了解各公車業者在成本效率、生產要素彈性、總要素生產力方面的變化情形。將採用隨機邊界成本函數，並利用 translog 函數型態，求得公車業者在各時期的相對無效率水準，並觀察各公車業者在各時期的效率、相關經濟指標變化及改善情形。最後利用情境分析台北市公車業者未來引進 APTS 等技術後所需投入之建置、維運成本，透過技術的引進減少其公司營運成本，進而對勞務、資本、中間要素的改變，估算其對總要素生產力的影響程度做一探討。

本章針對本研究之研究方法與模式建構加以闡述，內容係分為五部份：1. 成本函數研究方法 2.隨機邊界函數研究方法 3.經濟特性分析方法 4.建構成本函數模式 5.估算各公車業者引進 APTS 系統之營運成本。

3.1 成本函數

3.1.1 成本函數的重要性

「成本」在產業中扮演著極為重要的角色，成本資料之建立、分析與研究關係著企業經營之成敗與榮枯。在民營企業中，成本亦是定價、效率控制之工具；就運輸業而言，成本更有其獨特的意義與重要性：由於運輸業乃是屬於受管制的產業，其定價、報酬率等皆在管制之中，而這些又皆與成本有著密不可分之關係，因此，「成本」實為運輸業定價(Pricing)、管制(Regulation)及補貼(Subsidies)等之基礎且透過適當的計量方法進行成本函數的參數估計，所得到之經濟指標，如產業的平均成本、邊際成本、市場型態測試、密度經濟、規模經濟、投入要素之成本彈性、投入要素間之替代彈性以及經濟效率等，對於政府管制單位與各業者均為重要參考資料。

3.1.2 成本函數的型式

一般在成本函數型態有 Cobb-Douglas 成本函數、CES 成本函數、Translog 成本函數、Generalized Quadratic 函數、Generalized Leontief 函數等等，其中以 Cobb-Douglas 成本函數與 Translog 成本函數之應用最為廣泛且研究結果亦顯示：模式愈具彈性，其所隱含的限制愈少，但校估時之複雜性卻愈高，且相對違反的正規條件也愈多。而 Cobb-Douglas 成本函數在使用上有較嚴格的假設，不若 Translog 成本函數具有較大的彈性。

3.1.3 Translog 成本函數

成本函數之推導乃是假設廠商在生產行為過程中是以追求成本之最小化為目標，在所有生產要素皆為可變動時，成本最小化問題可以數學式表示如下：

$$\boldsymbol{C} = \boldsymbol{C}(\boldsymbol{Y},\boldsymbol{W}) \quad \text{（式 3.1）}$$

其中　C：總成本
　　Y：產出向量
　　W：投入要素價格向量

單一產出 Translog 成本函數基本模型在有 n 種投入要素可表示如下：

$$ln C = \alpha_0 + \alpha_Y \cdot ln Y + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot ln w_i + \frac{1}{2}\alpha_{YY} \cdot (ln Y)^2 + \frac{1}{2}\sum_i \sum_j \alpha_{ij} \cdot ln w_i \cdot ln w_j + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{iY} \cdot ln w_i \cdot ln Y$$

(3.2)

而在成本函數校估時，係加入成本份額(Cost Share)方程式，組成一系統方程組聯立校估。利用 Shephard's Lemma 可得生產要素 i 之成本份額方程式如下：

$$S_i = \frac{\partial ln C}{\partial ln w_i} = \frac{w_i}{C} \cdot \frac{\partial C}{\partial w_i} = \frac{w_i x_i}{C} \qquad (3.3)$$

x_i: 各要素需求量

而由 Translog 成本函數求算之生產要素 i 的成本份額方程式則為：

$$S_i = \frac{\partial ln C}{\partial ln w_i} = \alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \cdot ln w_j + \alpha_{iY} \cdot ln Y \qquad (3.4)$$

此外根據 Varian(1984)之定義，合理之成本函數必須滿足以下四個特性：

1. 成本函數是要素價格的非遞減函數：(non-decreasing in input price w)

$$\frac{\partial C(W_i, Y)}{\partial W_i} = X_i \geq 0$$ ，(其中 X_i 為要素需求量)

2. 成本函數是要素價格的一階齊次式，其充分及必要條件如下：(homogeneous of degree one in input price w)

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i = 1$$
$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_{ij} = 0 \qquad (3.5)$$
$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_{iY} = 0$$
$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$$

3. 成本函數是要素價格的凹函數：(concave in input price w)成本函數對要素價格的二次微分矩陣屬於對稱的非正定矩(Symmetric Negative Semidefinite Matrix)。其代表意義如下：

i. 本身的價格效果不為正

$$\frac{\partial X_i(W_i,Y)}{\partial W_i} = \frac{\partial^2 C(W_i,Y)}{\partial W_i} \geq 0 \qquad (3.6)$$

ii. 交叉價格效果是對稱

$$\frac{\partial X_i(W_i,Y)}{\partial W_j} = \frac{\partial^2 C(W_i,Y)}{\partial W_i \partial W_j} \leq 0 \qquad (3.7)$$

4. 成本函數是生產要素價格的連續二次可微分函數：(continuous in input price w)

3.2 隨機邊界函數

3.2.1 經濟效率值衡量模型

以隨機邊界法之結構來衡量效率最初是由 Aigner(1977)與 Meeusen 所提出。而 Green(1980)以隨機邊界 translog 成本函數估計技術無效率(Technical Inefficiency)與配置無效率(Allocative Inefficiency)，定義出配置效率為實際成本與最佳化成本之間的差距。

通常在特定的技術及投入要素價格之下所導出之基本型式表示如下：

$$C_{it} = C(Y_{it},W_{it})exp(\varepsilon_{it}) \quad \varepsilon_{it} = u_i + v_{it} \qquad (3.8)$$

其中 C_{it}: 第i家公司在第t年的總成本

Y_{it} : 第i家公司在第t年的產出向量

W_{it} : 第i家公司在第t年的投入要素價格向量

$C(Y,W,t)$: 最小成本

ε_{it}: 第i家公司在第t年的誤差項

v_{it}: 隨機性誤差項

u_i: 第i家公司的成本無效率

假設隨機邊界成本函數的一般型式表示如下：

$$C_{it} = \alpha + Y_{it}\beta + W_{it}\gamma + v_{it} + u_i \qquad (3.9)$$

其中：i 代表第 i 家公司；t 為時間；C_{it} 為公司 i 在第 t 期之成本；Y_{it} 代表第 i 家公司在第 t 期產出；W_{it} 為公司 i 在第 t 期之投入要素價格向量；v_{it} 為統計干擾項，與產出及投入要素價格不相關，且v_{it} 符合常態分配與u_i 獨立，u_i 代表第 i 家公司在第 t 期的成本無效率部分。

令式 3.9 中，$\alpha_i = \alpha + u_i$，則式 3.9 是可寫成：

$$C_{it} = \alpha_{it} + Y'_{it}\beta + W'_{it}\gamma + v_{it} \qquad (3.10)$$

而個別公司之成本無效率值為：

$\hat{\alpha}_{,min} = min(\hat{\alpha}_i)$，$\hat{u}_i = \hat{\alpha}_i - \hat{\alpha}_{,min}$

而各公司之經濟效率值可定義為

$$ln\,EE_{it} = C^*_{it} - C_{it} = -u_{it} \Rightarrow \hat{EE}_{it} = exp(-\hat{u}_{it}) \qquad (3.11)$$

C^*_{it}為成本之配適值，C_{it}為各公司各年期之成本

3.2.2 模式校估方法理論

一般而言，校估邊界函數之方法最常用包括最小平方法(OLS)、虛擬變數法(LSDV)、一般化最小平方法(GLS)，各種方法之使用情形，可以下列情況而定：

●模式估計是否有個別效果(廠商效果)存在。

●個別效果α_{it}為一固定值或是一隨機變數。

●是否假設無效率項u_{it}與誤差項v_{it}之分配型態。

●無效率項是否與自變數相關。

1. 最小平方法(OLS)：此為一最基本的校估方法，其模式中將視為干擾項，可求得一致性估計值，此方法無法將v_{it}與u_i分解，固無法求得廠商的經濟效率差異。亦即模式之間並無個別效果(廠商效果)之存在，且u_i與自變數之間無相關。
2. 虛擬變數法(LSDV)：其方法是用來求解固定效果模型，主要將個別效果(廠商效果)u_i視為一未知且待校估參數，以虛擬變數型態表現，且不需假設無效率項與自變數之間無關，也不需考慮無效率項的分配問題。
3. 一般化最小平分法(GLS)：其方法是用來求解隨機效果模型，主要將個別效果 視為隨機變數，不需考慮無效率項的分配問題，但需假設無效率項與自變數之間無相關，利用 GLS 估計出之參數才符合一致性。

3.3 經濟特性分析

模式校估後，即可進行各項產業經濟特性分析。藉由生產要素、產出等彈性分析可了解各項要素之使用情形及各項要素間之替代關係。

3.3.1 技術進步檢定

以時間趨勢為技術變動指標來衡量生產力之變動，至於所依據的概念如下：

1. 當技術變動呈中立時，即接受$H_0 : C(Y,w,t) = A(t) \times g(Y,w)$之虛無假設，隱含著時間 t 與其他變數相互獨立，亦即其相乘項之參數為零。
2. 而在非技術變動中立時，則有如下幾種情況

   i. $C(Y,w,t) = g\left[A(t) \times Y, w\right]$為產出規模增大效果

ii. $C(Y,w,t)=g\left[Y,w\times A(t)\right]$ 為投入要素增大效果

iii. $C(Y,w,t)=g\left[A(t)\times Y,A(t)\times w\right]$ 為含蓋以上兩種效果

而在實證模式將採第三種技術變動情況之設立，經校估後，直接由成本函數對時間全微分，則可分解出影響生產力變動之各種可能效果，並可以確定實際上的技術變動情形屬於那一類技術進步。

3.3.2 生產要素需求價格彈性

透過要素需求價格彈性之求算可了解要素價格之變動如何影響要素需求量。可分為要素自身價格彈性(ε_{ii})與交叉價格彈性(ε_{ij})，在 Translog 成本函數之下，其計算式如下：

$$\boldsymbol{\varepsilon_{ii}}=\frac{\partial \boldsymbol{ln\, x_i}}{\partial \boldsymbol{ln\, w_i}}=\frac{\boldsymbol{\alpha_{ii}}+\boldsymbol{S_i}\cdot\left(\boldsymbol{S_i}-1\right)}{\boldsymbol{S_i}} \qquad (3.14)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}=\frac{\partial \boldsymbol{ln\, x_i}}{\partial \boldsymbol{ln\, w_j}}=\frac{\boldsymbol{\alpha_{ij}}+\boldsymbol{S_i}\cdot\boldsymbol{S_j}}{\boldsymbol{S_{ij}}} \quad \forall_{\boldsymbol{i\neq j}} \qquad (3.15)$$

若 $\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}>0$ 則表示兩投入要素具替代性

若 $\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}<0$ 則表示兩投入要素具互補性

其中 x_i 為要素需求量，可由下列算式求得：

$$S_i=\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i}=\frac{w_i}{C}\cdot\frac{\partial C}{\partial w_i}=\frac{w_i\cdot x_i}{C} \qquad (3.16)$$

故可得 $\boldsymbol{x_i}=\dfrac{\boldsymbol{C}\cdot\boldsymbol{S_i}}{\boldsymbol{w_i}}$

3.3.3 生產要素偏替代彈性

生產要素間之替代關係亦是營運者所關心的，生產要素間之 Allen 偏替代彈性(σ_{ij})如下：

$$\sigma_{ij} = C \cdot \left(\frac{\partial^2 C}{\partial w_i w_j} \right) / \left(\frac{\partial C}{\partial w_i} \cdot \frac{\partial C}{\partial w_j} \right) = \frac{\alpha_{ij} + S_i \cdot S_j}{S_i \cdot S_j} \quad \forall_{i \neq j} \tag{3.17}$$

$$\sigma_{ii} = C \cdot \left(\frac{C}{w_i^{\,2}} \left(\alpha_{ij} + S_i^{\,2} - S_i \right) \right) / \left(\frac{S_i \cdot C}{w_j} \right)^2 = \frac{\alpha_{ii} + S_i^{\,2} - S_i}{S_i^{\,2}} \tag{3.18}$$

又經整理可得下列關係：

$$\sigma_{ii} = \frac{\varepsilon_{ii}}{S_i} \tag{3.19}$$

$$\sigma_{ij} = \frac{\varepsilon_{ij}}{S_i \cdot S_j} \quad \forall_{i \neq j}, \sigma_{ij} = \sigma_{ji} \tag{3.20}$$

若 $\sigma_{ij} > 0$ 則表示兩投入要素具替代性

若 $\sigma_{ij} < 0$ 則表示兩投入要素具互補性

3.3.4 其他彈性分析與規模經濟

1. 產出成本彈性：藉由「產出成本彈性」可衡量產出之增減對總成本的影響。產出成本彈性(E_{CY})之定義為：

$$E_{CY} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} = \frac{MC}{AC} \tag{3.21}$$

其中 MC 為產出之邊際成本
AC 為產出之平均成本

2. 規模經濟：傳統上在規模經濟之計算上，係根據 Christensen and Greene (1976)之定義：

$$\boldsymbol{SE} = 1 - \frac{\partial \boldsymbol{lnC}}{\partial \boldsymbol{lnY}} = 1 - \boldsymbol{E_{CY}} \tag{3.22}$$

若 $SE > 0$ 則為遞增規模報酬

若 $SE = 0$ 則為固定規模報酬

若 $SE < 0$ 則為遞減規模報酬

然而對於具有網路特性之產業如：公路、鐵路、航空、電信、郵政事業等，因為每單位成本可能因業者服務網路特性的不同而有所差異。基於此，Caves Christensen Tretheway 和 Windle (1984)定義了密度報酬(Return to Density, RTD)指標來區分網路特性對成本結構的影響，並另將規模報酬定義為，在生產要素價格固定下，所有投入增加，對產出和網路的影響，亦即：

$$SE = \frac{1}{\dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} + \dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln N}} \tag{3.23}$$

若 $SE > 1$ 則為規模經濟

若 $SE = 1$ 則為固定規模報酬

若 $SE < 1$ 則為規模不經濟

其中 $E_{CY} = \dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}$ 為產出彈性，$E_{CN} = \dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln N}$ 為網路彈性

3.3.5 總要素生產力

一般來說總要素生產力的衡量可以指數法或成本函數法來估計，傳統的指數法即是將總要素生產力分為總投入指數與總產出指數，而總產出只是不是以未經加權方式來衡量同質產品，就是已經加權方式處理的異質產品。總投入指數則包含廠商所使用之要素，其加權的方式是透過各要素之費用佔總生產成本的比例作為加權的權數，TFP 之概念說明如下：

$$\boldsymbol{TFP} = \frac{\boldsymbol{Y}}{\boldsymbol{X}} \tag{3.24}$$

其中：Y 為總產出指數

X 為總投入指數

總要素生產力之成長率為：

$$\dot{TFP} = \dot{Y} - \dot{X} \qquad (3.25)$$

其中：$TFP = \frac{d(TFP)}{dt} \cdot \frac{1}{TFP}$

$\dot{Y} = \frac{dY}{dt} \cdot \frac{1}{Y} \qquad \dot{X} = \frac{dX}{dt} \cdot \frac{1}{X}$

$\dot{Y}$：總產出成長率　　$\dot{X}$：總投入成長率

隨著時間的變動，總要素生產力的成長定義為總產出成長率減去總投入要素的成長率，但由於計算基期或計算期的選擇不同，會使總要素生產力跟著有所差異，較為人所批評的地方。

然而成本函數法透過成本函數的設定，可進一步將生產力變動之效果予以分解，有助於各項效果影響生產力之原因進一步的分析。可將總要素生產力方法探討技術變動、規模經濟、網路效果等因素對捷運接駁公車業者生產力成長之變化，方法說明如下：

假設單一產出廠商有有 n 種投入要素，則其成本函數之一般式可表示為：

$$C = g(Y, w_1, w_2, ..., w_n, t) \qquad (3.26)$$

其中　Y: 產出

w_i: 要素 i 之價格

t : 時間變數

將上式對 t 全微分

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\partial g}{\partial Y} \cdot \frac{\partial Y}{\partial t} + \sum_{n=1}^{i} \frac{\partial g}{\partial w_i} \cdot \frac{\partial w_i}{\partial t} + \frac{\partial g}{\partial t} \qquad (3.27)$$

利用 Shephard's Lemma 並將等式兩邊同除以 C，可得成本變動 $\dot{C}$ 為：

$$\dot{C} = \frac{dC}{dt} \cdot \frac{1}{C} = \frac{\partial g}{\partial Y} \cdot \frac{\partial Y}{\partial t} \cdot \dot{Y} + \sum_{n=1}^{i} \frac{\partial g}{\partial w_i} \cdot \frac{\partial w_i}{\partial t} \cdot \dot{w} + \frac{1}{C} \cdot \frac{\partial g}{\partial t} \qquad (3.28)$$

又因為要素需求量 $x_i = \dfrac{\partial g}{\partial w_i}$

產出成本彈性 $E_{CY} = \dfrac{\partial g}{\partial Y} \cdot \dfrac{Y}{C}$

成本份額 $S_i = \dfrac{w_i x_i}{C}$

技術變動 $\dot{t} = \dfrac{\partial g / \partial t}{C}$ (即成本函數對時間之移動)

故 $\dot{C}$ 可寫成：

$$\dot{C} = \sum_i S_i \cdot \dot{w}_i + E_{CY} \cdot \dot{Y} + \dot{t} \tag{3.29}$$

而

$$\sum_i \frac{w_i x_i}{C} \cdot \dot{w}_i = \sum_i S_i \cdot \dot{w}_i = \dot{C} - \sum_i \frac{w_i x_i}{C} \cdot \dot{x}_i \tag{3.30}$$

將式 3.29 代入式 3.30 可得

$$\dot{t} = \sum_{i=1}^{n} S_i \cdot \dot{x}_i - E_{CY} \cdot \dot{Y} = \dot{X} - E_{CY} \cdot \dot{Y} \tag{3.31}$$

又根據定義總要素生產力成長率 $(\dot{TFP})$ 為總產出成長率與總投入成長率之差，亦即 $(\dot{TFP} = \dot{Y} - \dot{X})$；將式 3.31 代入並重新整理可得成本函數之移動與總要素生產力成長之關係式：

$$\dot{TFP} = \left[-\dot{t}\right] + \left[(1 - E_{CY}) \cdot \dot{Y}\right] + \left[-E_{CN} \cdot \dot{N}\right] \tag{3.32}$$

至此，由式 3.32 可將總要素生產力之成長分解為三種效果，即「技術變動效果」、「規模經濟效果」與「網路效果」。

3.4 建構成本函數

本研究將採用 Frasi and Filippini (2006)設定之隨機邊界成本函數來估計，其變數設定如下：

3.4.1 成本函數之變數設定

1.產出項目(Y)設定：

在產出設定之考量上，根據 Fielding，Baitsky & Brenner(1985)，欲評估客運業之績效，應同時考慮「效率(Efficiency)」與「效果(Effectiveness)」。其中，「效率」係衡量要素投入(如勞務、物料、資本等)對服務產出(如延車公里)之關係；而「效果」指的則是服務產出被利用的程度(如延人公里)。

本研究希望能夠衡量公車業者之成本效率、服務效果對生產力之影響，惟無法取得延人公里等資料，故使用延車公里作為產出單位。

2.投入要素項目(w_i)之設定：

本研究投入要素量方面主要將公車之十七項成本，分為勞務、資本及中間投入要素三項。其中，勞務成本包含各類員工薪資；資本成本以營運車輛之投入為主要考量，而中間要素成本則涵蓋各項維修成本及雜項支出。如表 3-1 所示：

表 3-2 成本函數設定之成本項目

成本項目		單　位	對應之公車單位 17 項成本項目
營運總成本	勞務成本	每人日得	行車員工薪津、修車員工薪津、業務員工薪津、管理員工薪津
	資本成本	每車輛	車輛折舊費用、各項設備折舊費用
	中間要素成本	每車公里	燃料費用、附屬油料費用、輪胎費用、修車材料費用、行車附支費用、修車附支費用、業務費用、管理費用、稅捐費用、場站租金(財務費用)、電腦票證費用、強制汽車責任險保費

i. 勞務要素價格：將各公司之行車員工、修車員工、業務員工、管理員工薪資總合除以路線員工數而得，計算式如下：

$$w_1 = \text{勞務價格} = \frac{\text{勞務總成本}}{\text{總員工數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$$

ii. 資本要素價格：以配置車輛數作為投入單位，將車輛與各項設備費用成本總合除以配置車輛數。計算式如下：

$$w_2 = \text{資本價格} = \frac{\text{折舊總成本}}{\text{配車數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$$

iii. 中間投入要素價格：將總成本減去勞務成本與資本成本而得，以產出里程數為要素投入之單位。

$$w_3 = \text{中間要素價格} = \frac{\text{中間投入總成本}}{\text{營運里程數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$$

為衡量各公司之經濟效率值，將採用虛擬變數法，針對不同路線公車所屬經營之公司做一設定，依序為三重、大有、大南、大都會、中興、台北、光華、欣欣(以首都為衡量基礎)。

本研究並嘗試納入其他相關變數如網路長度變數，惟模式校估檢定無法滿足前述之四個條件，故不將網路長度變數納入模式中。本研究之變數名稱及相關說明如表 3-2 所示。

表 3-3 本研究成本函數相關變數說明

變數名稱	單位	算式
總成本(***C***)	元/日	$C = \frac{\text{營運總成本}}{\text{營運日數}}$
載客數(***Y***)	人次/日	$Y = \frac{\text{總載客數}}{\text{營運日數}}$

勞務價格(w_1)	元/日	$w_1 = \frac{\text{勞務總成本}}{\text{總員工數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$
資本價格(w_2)	元/日	$w_2 = \frac{\text{路線折舊總成本}}{\text{路線配車數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$
中間投入價格(w_3)	元/日	$w_3 = \frac{\text{中間要素總成本}}{\text{營運里程數}} \times \frac{1}{\text{營運日數}}$
勞務份額(S_1)	-	$S_1 = \frac{\text{勞務總成本}}{\text{營運總成本}}$
資本份額(S_2)	-	$S_2 = \frac{\text{折舊總成本}}{\text{營運總成本}}$
中間投入份額(S_3)	-	$S_3 = \frac{\text{中間要素總成本}}{\text{營運總成本}}$
時間變數(t)		t=1~4 年

3.4.2 成本模式之設定

本研究之成本函數模型一般式如下：

$$C = g(w_1, w_2, w_3, Y, t) \tag{3.33}$$

其中 C：總成本

w_1: 勞務要素價格

w_2: 資本要素價格

w_3: 中間投入要素價格

Y ：產出

t ：時間變數

1. 成本函數：採用彈性化 Translog 函數型態，其 Full Model 為：

$$\begin{aligned} lnC = {} & A_0 + A_1 \cdot lnY + B_1 \cdot lnw_1 + B_2 \cdot lnw_2 + B_3 \cdot lnw_3 + T_1 \cdot t + \sum_{j=1}^{8} F_i \cdot Firm_i \\ & + \frac{1}{2}\left[A_{11} \cdot (lnY)^2 + B_{11} \cdot (lnw_1)^2 + B_{22} \cdot (lnw_2)^2 + B_{12} \cdot lnw_1 \cdot lnw_2 + TT \cdot t^2\right] \\ & + AB_1 \cdot lnY \cdot lnw_1 + AB_2 \cdot lnY \cdot lnw_2 + AB_3 \cdot lnY \cdot lnw_3 + AT \cdot lnY \cdot t + u_i + v_{ij} \end{aligned} \tag{3.34}$$

其中：

C：總成本

t：時間變數$(1\sim 4)$

$Firm1\sim Firm8$: 八家公車業者虛擬變數

Y：載客數

w_1: 勞務要素價格

w_2: 資本要素價格

w_3: 中間投入要素價格

u_i: 無效率項

v_{it}: 隨機誤差項，$v_{it}\overset{iid}{\sim}N(0,\sigma_v^2)$

2. 成本份額方程式

根據對偶理論，成本份額(cost-share)方程式($\boldsymbol{S_i}$)直接與 Translog 成本函數有關。在一般型式的成本函數中，利用 Shephard's Lemma 可由成本函數推導出要素需求($\boldsymbol{x_i}$)；而就 Translog 型式而言，成本函數直接對要素價格偏微分導出即可得到成本份額方程式。利用 Shephard's Lemma 可由式 3.34 推導出 $\boldsymbol{S_i}$：

$$S_i=\frac{w_i x_i}{C}=\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i}=B_i+\sum_j B_{ij}\cdot \ln w_j+AB_i\cdot \ln Y+TB_1\cdot t \qquad (3.35)$$

3. 一次齊次及對稱條件：

$$\sum_i B_i=1$$

$$\sum_i B_{ij}=0$$

$$B_{ij}=B_{ji}$$

$$\sum_i AB_i=0$$

$$\sum_i TB_i=0 \qquad (3.36)$$

根據上式，將式 3.34、式 3.35 與式 3.36，共 1 個成本函數、2 個成本份額方程式及其他 6 個限制式組成一系統方程組聯立估計，並利用 Zellner (1962)所提出之「近似無相關迴歸法」(Seeming Unrelated Regression Method；SUR)聯立校估系統方程組之參數，在校估中 SUR 乃假設待校估的三方程式間，其同期的干擾項呈相關，而不同期的干擾項呈獨立，運用反覆校估的方法聯合校估三個方程式

則可得到同時滿足不偏性及有效性之估計值，並任取三個成本份額方程式其中兩個校估即可

第四章 台北市捷運接駁公車營運概況分析

4.1 捷運接駁公車概況

自 1996 年捷運木柵線通車後，台北市政府交通局即開始設置捷運接駁公車並營運，而 1996 年~1999 年間，由於捷運系統尚未形成路網，因此使用率偏低。至 1999 年底，捷運十字型路網正式形成後，台北市政府交通局將捷運接駁公車路線重新分配與宣傳，由捷運公司與公車業者簽訂契約，以租車方式營運接駁公車，隨後並每半年逐線檢討並刪除績效不彰路線，增闢新路線營運。而後捷運公司有感於財務負擔過重，因此自 2002 年 1 月開始，改由台北市政府交通局接手維運，逐漸轉為公車業者營運，並以服務型路線營運虧損補貼方式各路線業者，繼續支持接駁公車的營運，而捷運公司負責轉乘優惠金額支出。

4.1.1 捷運接駁公車之定位與設置目標

自捷運系統形成後，大眾運輸系統的功能以捷運系統為幹線式運輸，而公車系統除在維持與捷運能服務之運輸走廊以外，亦同時對於捷運走廊提供接駁服務，與捷運系統之間角色由競爭轉為互補。為提高捷運與公車系統間轉乘的方便性與可及性，捷運接駁公車用以彌補現行聯營公車接駁服務不足之地區之需求，提供完整的轉乘運輸，以達到捷運與公車整合，提供整體大眾運輸路網之完整性。

為延伸捷運走廊不同大眾運輸系統分工與整合理念，其設置目標如下：

1. 擴大捷運系統服務範圍：

接駁公車具有集散旅次功能，因此可視為捷運系統延伸，具擴大捷運系統服務範圍可提高系統載客率，發揮捷運系統運能，使整體大眾運輸系統運作更有效率。

2. 提升大眾運輸服務品質：

捷運接駁公車提供了乘客更方便、更經濟、更可靠轉乘服務，提供乘客連貫性大眾運輸服務，增加捷運可及性、服務面積及整體大眾運輸系統的易行性且減少乘客旅行時間，促進都市捷運系統與其他運輸系統之配合，提高整體運輸系統之服務水準。

3. 減少社會資源浪費及改善生活環境：

減少私人運具的使用，進而轉為使用大眾運輸系統，紓解都市交通壅擠，降低道路運輸產生之外部成本及運輸資源的浪費，並減少對現有道路系統之衝擊，增進道路效率。

4.1.2 捷運接駁公車之營運與發展

由於智慧型運輸系統的發展日益受到重視，台北市政府積極推動相關先進技

術以改善公車經營環境，自民國 85 年正式開始採用接觸式儲值卡，推動票證自動化，但由於公車與捷運乃使用不同票證，十分不便。為整合大眾運輸票證系統，並縮短驗票時間，自民國 91 年 6 月開始使用非接觸式智慧卡，實施後對公車業者產營運方面產生許多正面之助益。為使公車達到智慧化，台北市政府積極規劃全面建置公車動態資訊系統，期望補助公車業者在所有聯營公車與捷運接駁公車及站牌上裝置公車動態資訊系統，現階段主要建置於捷運接駁公車路線上。

4.2 台北市捷運接駁公車經營概況

1.營運路線數

本研究將 91~94 年各公車業者經營之捷運接駁路線數之資料統計如表 4-1。以欣欣客運經營捷運接駁公車路線佔最多數；首都客運則至 94 年經營路線以達 9 條，而公車處自 92 年民營化後，僅保留紅 5 與藍 5 路線其餘路線分別由東南客運及首都客運經營。而東南客運也自 92 年起開始加入營運捷運接駁公車。

表 4-1 各公車業者經營路線統計表

年度	91	92	93	94
公司	路線數	路線數	路線數	路線數
三重	4	4	4	4
大有	4	4	4	4
大南	2	2	2	3
大都會	7	2	2	2
中興	3	3	4	4
台北	2	2	2	2
光華	6	6	6	6
欣欣	10	10	10	10
首都	5	7	8	9
東南	---	4	4	4
總合	43	44	46	48

註 1：台北市公車處自民國 93 年後民營為大都會，本研究整理

2.整體營運資料

針對捷運接駁公車 90 年至 94 年的總班次數、行駛里程、載客人數、客運收入資料分析，如下表 4-2、4-3 可知班次數、行駛里程、載客人數、客運收入每年呈逐年增加之現象，原因為 91~94 年增加 4 條路線營運，相對班次數、行駛里程、載客人數、客運收入都會有所增加，惟載客人數出現成長率減緩的趨勢；由每班次載客、每公里營收資料發現，整體產出效果來看，班次載客在 93 年間明顯下降，94 年有回穩現象；而公里營收 91~93 年呈逐漸減少之現象，94 年有大幅提高現象，起因於 94 年客運收入成長幅度高於行駛里程成長幅度，然而班次載客數與車公里營收年平均成長率僅為 0.45%、0.82%增加幅度有限。

表 4-2 台北市捷運接駁公車 91~94 年營運資料統計(1)

年度	班次數	成長率	行駛里程	成長率	載客人數	成長率
90	1512971	----	15341421.5	----	25331388	----
91	1900155	25.59%	19997275.6	30.35%	32378216	27.82%
92	2069048	8.89%	22357322.8	11.80%	36244831	11.94%
93	2511740	21.40%	26506355.8	18.56%	41762256	15.22%
94	2586365	2.97%	27637261.5	4.27%	43990659	5.34%
	年平均成長率 14.71%		年平均成長率 16.24%		年平均成長率 15.08%	

表 4-3 台北市捷運接駁公車 91~94 年營運資料統計(2)

年度	客運收入	成長率	每班次載客	成長率	車公里營收	成長率
90	350505956.5	----	16.74281	----	22.84703	----
91	452016218.3	28.96%	17.03978	1.77%	22.60389	-1.06%
92	502844584.9	11.24%	17.51764	2.80%	22.49127	-0.50%
93	577667364.8	14.88%	16.62682	-5.09%	21.79354	-3.10%
94	650140906.4	12.55%	17.00868	2.30%	23.52407	7.94%
	年平均成長率 16.91%		年平均成長率 0.45%		年平均成長率 0.82%	

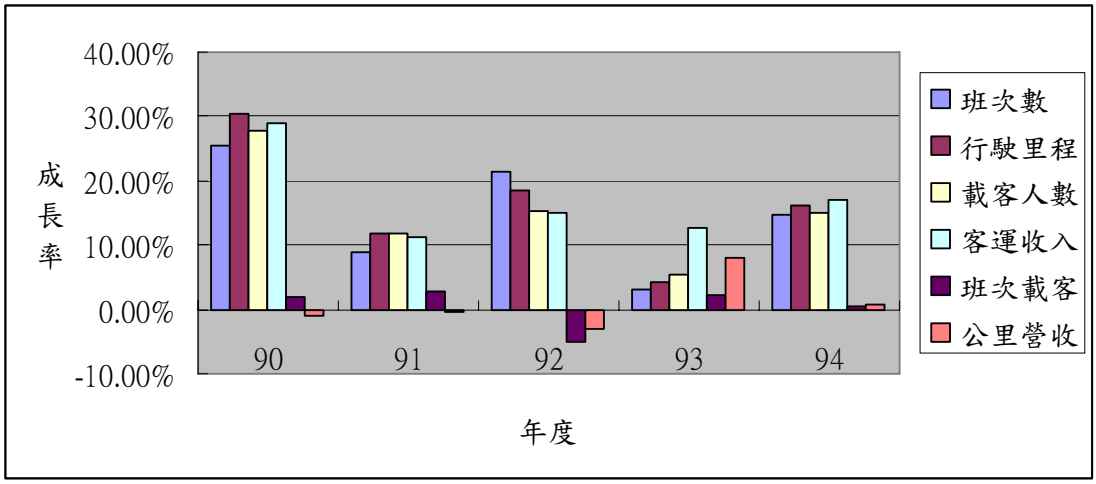


圖 4-1 台北市捷運接駁公車營運資料成長率分析

4.3 捷運接駁公車成本探討

針對台北市捷運接駁公車成本提列主要乃根據交通部「汽車運輸業客貨運運價準則」第五條之規定，以「每車公里」為運價計算之基礎單位，而每車公里合理成本則包括燃料、附屬油料、輪胎、車輛折舊、行車人員薪資、行車附支、修車員工薪資、修車材料、修車附支、業務員工薪資、業務費用、各項設備折舊、

管理員工薪資、管理費用、稅捐費用、場站租金及財務費用等十七項其相關細項如表 4-4 所示。

表 4-4 台北市捷運接駁公車 17 項車公里成本項目

十七項成本	標的成本/資料	十七項成本	標的成本/資料
燃料	耗油量	各項設備折舊	保修設備折舊
附屬油料	附屬油料		業務設備折舊
輪胎	輪胎費用		管理設備折舊
車輛折舊	車輛折舊	管理員工薪資	管理用人費用
行車人員薪資	行車員工用人費用	管理費用	管理費用
行車附支	客車用品費	稅捐費用	行車稅捐/規費
	行車保險/其他費用		保修稅捐/規費
	行車差旅費		業務稅捐/規費
	車輛租金		管理稅捐/規費
	肇事費	站場租金	保修租金
修車材料	修車配件/委託修理費		業務租金
	其他修車材料	財務費用	利息費用
修車員工薪資	修車員工用人費用		車輛利息
修車附支	修車附支		維修場利息
業務員工薪資	業務員工用人費用		車站利息
業務費用	票證費		總公司利息
	售票佣金		
	其他業務費用		

資料來源：汽車客運業路線別成本計算制度(1999)

由圖 4-2 可知 91 至 94 年捷運接駁公車成本結構變動趨勢，以行車員工薪資成本佔最多數；其次依序為燃料成本、車輛折舊成本、業務員工薪資成本、修車員工薪資成本與管理員工薪資成本。

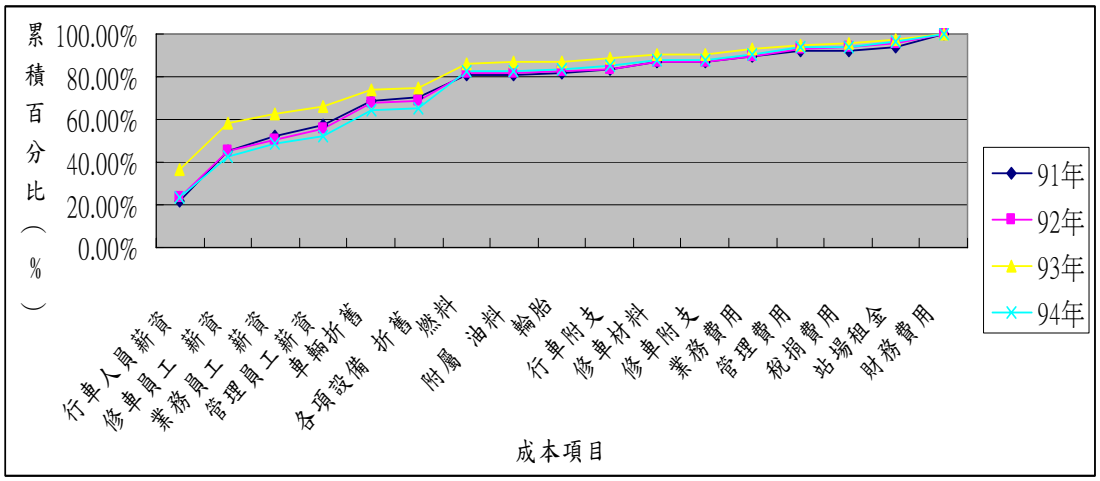


圖 4-2 捷運接駁公車 91~94 年度成本結構

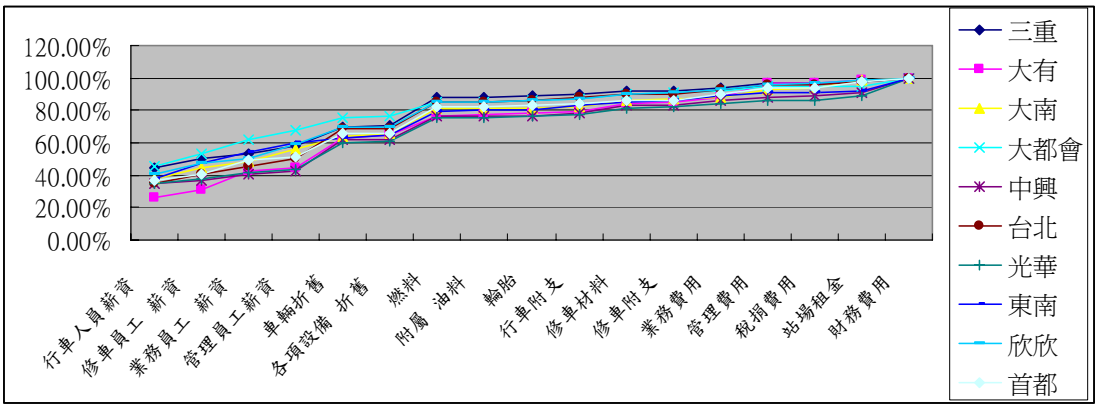


圖 4-3 各捷運接駁公車業者成本結構

第五章 實證分析

本研究係以第三章所述之隨機邊界成本函數理論為基礎，並選擇 translog 成本函數之型式，構建台北市捷運接駁公車成本函數，以了解各公車路線在研究年間的成本效率變化，並估算未來 APTS 引進後之成本與效益，對各捷運接駁公車路線之投入要素價格、產出之改變，.產生之總要素生產力之變化，並與 APTS 引進前之總要素生產力做一比較分析。

5.1 資料來源與說明

本研究所構建之路線成本函數係以台北市捷運接駁公車路線為對象，不包括台北市一般路線。本研究實證分析分為兩個部分，第一部分為使用各捷運接駁公車路線之十七項成本資料，由於資料來源的限制，本研究之樣本期間為民國 91 年至 94 年，分別選取 91 年 38 條、92 年 39 條、93 年 40 條、94 年 40 條為樣本，共 157 筆等資料包括九家業者。本研究參考之數據資料來源如表 5-1 所示。

表 5-1 本研究相關數據資料來源

項次	引用數據資料來源	資料出處
1	台北市交通統計年報	台北市交通局
2	捷運接駁公車路線 18 項成本	台北市交通局
3	捷運接駁公車路線補貼資料	台北市交通局
4	台北市公車動態資訊系統建置報告書	台北市交通局
5	大眾運輸車隊管理系統核心模組之規劃與建置	交通部運輸研究所
6	大眾運輸車隊管理系統核心模組推廣應用之技術支援與後續功能擴充之研究	交通部運輸研究所
7	先進大眾運輸系統(APTS)之效益評估分析暨車隊管理核心模組功能擴充之研究	交通部運輸研究所
8	台北市公車優先號誌系統之研發與示範	交通部運輸研究所

5.2 資料處理結果

本研究成本函數之各項變數基本統計值之分析如下表 5-2；函數構建之各樣本輸入資料則整理如附錄中。

表 5-2 捷運接駁公車路線成本函數各項變數資料處理結果分析

	單位	平均值	標準差	最小值	最大值
總成本(TC)	元/日	63214.49	39315.85	2536.77	198619.72
勞務價格 (w_1)	元/日	2160.05	787.64	279.87	5185.58
資本價格 (w_2)	元/日	992.26	410.89	89.64	2072.66
中間投入價格(w_3)	元/日	14.57	3.95	6.06	35.87
營運里程(Y)	車公里	1456.93	950.15	57.41	5102.22
勞務份額(S_1)	-	0.53	0.09	0.37	0.75
資本份額(S_2)	-	0.14	0.05	0.04	0.27
中間投入份額(S_3)	-	0.33	0.06	0.14	0.45
時間變數(t)	-	2.5307	1.118	1.0	4.0

5.3 成本函數校估結果檢定

由於假設公車業者為追求成本最小之事業單位，因此其成本函數必須滿足 Varian(1984)所提的四個成本特性，即四個正規條件之檢定；就 Translog

成本函數而言，各項正規條件之檢定說明如下：

1. 一次齊次性及對稱性條件之檢定(homogeneous of degree one in input prices and symmetry constraints)：由於 Translog 成本函數之聯立體系是直接限制校估參數符合一階齊次及對稱性條件之估計方式，故本模式滿足此正規條件。
2. 非負條件之檢定(nondecreasing in input prices)：意指成本函數為要素價格之非遞減函數，當要素價格上漲，則成本亦隨之上漲，因此當估計的要素成本份額為正時，則滿足該檢定條件。就如下表所示，各項要素成本份額數值皆為正，故滿足該條件。
3. 單調性條件之檢定(monotonicity condition)：Translog 成本函數單調性條件是檢定產出成本彈性是否為正，即要求產出邊際成本大於零，由下表所示產出邊際成本估計皆大於零，符合該檢定條件。
4. 凹性條件之檢定(concave in input prices)：本文對於凹性條件之檢定，是採 Hessian 矩陣是否為負半定的條件，而滿足 Hessian 矩陣為負半定之充要條件是其特徵值為負。以四項生產要素為例，Hessian 矩陣之數學式如下：

$$\boldsymbol{H}=\begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_1 \partial \boldsymbol{W}_1} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_1 \partial \boldsymbol{W}_2} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_1 \partial \boldsymbol{W}_3} \\ \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_2 \partial \boldsymbol{W}_1} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_2 \partial \boldsymbol{W}_2} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_2 \partial \boldsymbol{W}_3} \\ \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_3 \partial \boldsymbol{W}_1} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_3 \partial \boldsymbol{W}_2} & \frac{\partial^2 \boldsymbol{C}}{\partial \boldsymbol{W}_3 \partial \boldsymbol{W}_3} \end{bmatrix} \tag{5.1}$$

若以成本函數為本研究所構建之三項投入要素 Tranlog 成本函數型態，則 Hessian Matrix 應轉換為：

$$\boldsymbol{H}=\begin{bmatrix} \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_1^{\,2}}\left(\boldsymbol{S}_1^{\,2}+\boldsymbol{B}_{11}-\boldsymbol{S}_1\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_1\boldsymbol{W}_2}\left(\boldsymbol{S}_1\boldsymbol{S}_2+\boldsymbol{B}_{12}\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_1\boldsymbol{W}_3}\left(\boldsymbol{S}_1\boldsymbol{S}_3+\boldsymbol{B}_{13}\right) \\ \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_1\boldsymbol{W}_2}\left(\boldsymbol{S}_1\boldsymbol{S}_2+\boldsymbol{B}_{12}\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_2^{\,2}}\left(\boldsymbol{S}_2^{\,2}+\boldsymbol{B}_{22}-\boldsymbol{S}_2\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_2\boldsymbol{W}_3}\left(\boldsymbol{S}_2\boldsymbol{S}_3+\boldsymbol{B}_{23}\right) \\ \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_1\boldsymbol{W}_3}\left(\boldsymbol{S}_1\boldsymbol{S}_3+\boldsymbol{B}_{13}\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_2\boldsymbol{W}_3}\left(\boldsymbol{S}_2\boldsymbol{S}_3+\boldsymbol{B}_{23}\right) & \frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{W}_3^{\,2}}\left(\boldsymbol{S}_3^{\,2}+\boldsymbol{B}_{33}-\boldsymbol{S}_3\right) \end{bmatrix} \tag{5.2}$$

本研究求算結果發現有部分樣本無法滿足凹性條件檢定，而以樣本平均數計算出其特徵值分別為(-0.0094774)、(-0.094204)、(-0.50062)皆為負值的條件，滿足成本函數為凹函數之正規條件。由上述四個檢查得知，本模式所校估出之成本函數符合成本函數之正規條件。

5.4 成本函數參數校估結果

本研究之捷運接駁公車業者成本函數校估結果各項變數之參數校估值、t 值統計量及 R^2 統計量等相關統計量如表 5-3 至表 5-4 所示。由於本研究之校估過程是採各變數取其對數平均數離差(Mean Deviation)的形式，因此，經校估所得之各項數值即可視為既定樣本平均下的彈性值。就校估結果分析如下：在 29 個參數中有 23 個參數之 t 值顯著，在產出項變數，其 t 值統計量顯著且估計值為正與預期符合；勞務價格、資本價格與中間要素價格方面其參數校估值為正，顯示投入要素價格愈高則成本愈高均合理；在時間變數 T，其 t 值統計量顯著(t= -2.13857)且其參數值為負，顯示隨時間經過總成本會減少，表示存在技術進步現象。

在解釋能力方面，由複判定係數 R^2 值來看，成本函數之 R^2 值為：0.95，表示迴歸式之解釋能力均甚佳。此外，成本份額方程式 S_1(勞務)及 S_2(資本)之 R^2 值分別為 0.6958 及 0.8722 均在可接受範圍內。

D-W (Durbin-Watson)統計量，係用以檢定時間序列資料是否有一階自身迴歸誤差(AR1)之問題，經檢定結果顯示捷運接駁公車路線成本函數之 D-W 值為 1.9965；拒絕虛無假設，亦即顯示無一階自身迴歸誤差。

表 5-3 成本函數參數校估結果

參數	變數	校估值	標準差	t 統計量
A0	-	-0.2484	0.5942	-0.4181 *
A1	$\ln Y$	1.1327	0.1796	6.3080
B1	$\ln w_1$	0.2635	0.0730	3.6108
B2	$\ln w_2$	0.0859	0.0364	2.3591
B3	$\ln w_3$	0.6506	0.0758	8.5790
T1	t	-0.5372	0.1252	-4.2891
F1	三重	-0.0639	0.0385	-1.6588
F2	大有	-0.1035	0.0526	-1.9687
F3	大南	-0.1225	0.0522	-2.3461
F4	大都會	-0.0250	0.0511	-0.4892 *
F5	中興	-0.1113	0.0523	-2.1280
F6	台北	-0.2188	0.0466	-4.6952
F7	光華	-0.1230	0.0387	-3.1768
F8	欣欣	-0.1425	0.0387	-3.6829
A11	$\ln Y \times \ln Y$	-0.0281	0.0250	-1.1210 *
B11	$\ln w_1 \times \ln w_1$	0.2288	0.0112	20.4268
B22	$\ln w_2 \times \ln w_2$	0.1188	0.0054	21.9335
B33	$ln\, w_3 \times ln\, w_3$	0.2870	0.1483	1.9355
B12	$\ln w_1 \times \ln w_2$	-0.0923	0.0172	1.2908
B13	$\ln w_1 \times \ln w_3$	-0.2154	0.0057	-16.2093
B23	$\ln w_2 \times \ln w_3$	0.0092	0.0187	-11.5244
TT	$t \times t$	0.0222	0.0095	0.9675 *
AB1	$\ln Y \times \ln w_1$	-0.0361	0.0059	-6.1372
AB2	$\ln Y \times \ln w_2$	-0.0117	0.0030	-3.8274
AB3	$\ln Y \times \ln w_3$	0.0418	0.0530	0.7887 *
AT	$\ln Y \times t$	0.0438	0.0109	4.0002
TB1	$\ln w_1 \times t$	-0.0121	0.0038	-3.1845
TB2	$\ln w_2 \times t$	0.0024	0.0019	1.2548 *
TB3	$\ln w_3 \times t$	0.0796	0.0373	2.1340

註：*表示在 10%下不顯著水準

表 5-4 成本函數校估結果各項統計量

估計	成本函數	勞務份額方程式	資本份額方程式
自變數平均值 Mean of dependent variable	10.8246	0.5307	0.1425
自變數標準差 Std. dev. of dependent var.	0.7374	0.0866	0.0476
殘差平方和 Sum of squared residuals	4.2024	0.3837	0.0487
殘差變異數 Variance of residuals	0.0268	0.0024	0.0003
迴歸標準誤 Std. error of regression	0.1636	0.0494	0.0176
R^2 統計量 R-squared	0.9527	0.6958	0.8722
LM 統計量 LM heteroskedasticity test	9.1433	2.6174	0.2222
D-W 統計量 Durbin-Watson statistic	1.9965	1.3200	1.0414

5.5 經濟效率分析

本研究將採用隨機邊界成本函數，以 panel data 中的固定效果模型來衡量各路線的無效率指標，但由於本研究所蒐集之樣本數有限，若針對各路線設定一固定效果虛擬變數方式難以校估出一致性估計值。故假設不同公司所經營之路線對各路線均產生一成本無效率固定效果$(\hat{u}_i)$：

而個別公司之成本無效率值為：

$\hat{\alpha}_{,min} = min(\hat{\alpha}_{it})$，$\hat{u}_i = \hat{\alpha}_i - \hat{\alpha}_{,min}$

而各公司之經濟效率值可定義為

$$ln\,EE_{it} = C^*_{it} - C_{it} = -u_{it} \Rightarrow \hat{EE}_{it} = exp(-\hat{u}_{it}) \tag{5.3}$$

C^*_{it}為成本之配適值，C_{it}為各公司各年期之成本

為了分析上的便利，將$\hat{u}_i$取指數，使$\exp(\hat{u}_i)$介於 0 與 1 之間，則此時最有效率商的$\exp(\hat{u}_i)=1$，越無效率的廠商其$\exp(\hat{u}_i)$越小。研究期間內各捷運接駁公司的效率排名之估計結果由表 5-5 可知各捷運接駁公車路線整體而言，成本效率以台北客運為最有效率之業者，其次依序為欣欣、光華、大南、中興、大有、三重、大都會與首都。

表 5-5 各捷運接駁公車路線經濟效率排名

路線	估計值	經濟效率值	經濟效率排名
三重	-0.0639	0.8565	7
大有	-0.1035	0.8911	6
大南	-0.1225	0.9082	4
大都會	-0.0250	0.8239	8
中興	-0.1113	0.8981	5
台北	-0.2188	1.0000	1
光華	-0.1230	0.9086	3
欣欣	-0.1425	0.9265	2
首都	0.0000	0.8035	9

5.6 技術進步檢定

當技術進步呈中立情況時，則代表時間與其它變數無交互影響關係，彼此獨立,亦即接受 H_0：$AT = TB_1 = TB_2 = TB_3 = 0$ 之虛無假設，故本研究將針對 Constrained Model($AT = TB_1 = TB_2 = TB_3 = 0$)與 Unconstrained Model 另行校估，校估結果見於附錄，根據 William H. Greene 可以以下列 F 統計量檢定之：

$$F[J, n-K] = \frac{(e_*' e_* - e' e)/J}{e' e/(n-K)} = \frac{(R^2 - R_*^2)/J}{(1-R^2)/(n-K)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.4)$$

其中 J 為限制式個數

n 為樣本數

K 為參數個數

$e' e$ 為 Unconstrained Model 之殘差平方和

$e_*' e_*$ 為 Constrained Model 之殘差平方和

R^2 為 Unconstrained Model 之 R^2 值

R_*^2 為 Constrained Model 之 R^2 值

經計算得 F 統計量為 3.4609> $F_{(4,131)}$=2.4472，表示捷運接駁公車業者在分析期間內，呈現非技術進步中立，亦即此段時期內成本函數之變動包含產出或投入要素擴大(augument)等效果。

表 5-6 成本函數對生產力有影響之參數估計值

參數	變數	校估值	標準差	t 統計量
AT	$\ln Y \times t$	0.0438	0.0109	4.0002
TB1	$\ln w_1 \times t$	-0.0121	0.0038	-3.1845
TB2	$\ln w_2 \times t$	0.0024	0.0019	1.2548 *
TB3	$\ln w_3 \times t$	0.0796	0.0373	2.1340

5.7 投入要素價格分析

投入要素價格的變動將導致成本曲線隨之改變，其影響程度可藉由「要素價格成本彈性」觀之，在 Translog 函數型式中「要素價格成本彈性」即為「要素成本份額」。由表 5-7,5-8,5-9 所示，整體而言勞務價格彈性為 0.5233，資本價格彈性為 0.1406，中間要素價格彈性為 0.3268，顯示捷運接駁公車之勞務價格變動對成本的影響最大，其中又以行車員工成本為主要，其次為中間投入要素，主要以燃料成本為主，而折舊價格對成本的影響最小；以各公司來看乃以大南與欣欣客運之勞務價格較高於其它公司；至於中間要素方面乃以大有與台北客運較高於其他公司。

表 5-7 各捷運接駁公車業者各年度勞務價格彈性估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	0.5437	欣欣	棕 02	0.5669
	紅 31	0.5817		棕 03	0.5752
	藍 01	0.5844		棕 06	0.5957
	藍 26	0.5509		棕 11	0.5852
	平均	0.5652		棕 12	0.6099
大有	藍 10	0.3974		棕 15	0.5568
	藍 12	0.4003		綠 02 右	0.5451
	藍 21	0.4142		綠 02 左	0.5428
	藍 25	0.4720		藍 28	0.6316
	平均	0.4210		藍 29	0.6062
大南	紅 35	0.7319		平均	0.5815
	藍 27	0.5385	首都	紅 32	0.4942
	平均	0.6352		紅 33	0.5770
大都會	紅 05	0.5778		棕 01	0.5208
	藍 05	0.5602		棕 09	0.4688
	平均	0.5690		藍 02	0.3871
中興	紅 12	0.4229		藍 36	0.4922
	紅 15	0.4489		平均	0.4922
	紅 15 副	0.4724	總平均[1]		0.5233 (0.0833)
	紅 30	0.4242			
	平均	0.4378			
台北	棕 07	0.5598			
	綠 01	0.5318			
	平均	0.5458			
光華	紅 02	0.4399			
	紅 03	0.5091			
	紅 10	0.4770			
	紅 19	0.4696			
	藍 07	0.4895			
	藍 20	0.5329			
	平均	0.4863			

註[1]：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

表 5-8 各捷運接駁公車業者各年度資本價格彈性估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	0.1128	欣欣	棕 02	0.1275
	紅 31	0.1141		棕 03	0.1104
	藍 01	0.1488		棕 06	0.1071
	藍 26	0.1328		棕 11	0.1476
	平均	0.1271		棕 12	0.1140
大有	藍 10	0.2076		棕 15	0.1466
	藍 12	0.2048		綠 02 右	0.1254
	藍 21	0.1867		綠 02 左	0.1176
	藍 25	0.1556		藍 28	0.0767
	平均	0.1887		藍 29	0.0999
大南	紅 35	0.0583		平均	0.1173
	藍 27	0.0918	首都	紅 32	0.1243
	平均	0.0751		紅 33	0.1383
大都會	紅 05	0.0932		棕 01	0.1224
	藍 05	0.1321		棕 09	0.1568
	平均	0.1127		藍 02	0.1179
中興	紅 12	0.1955		藍 36	0.1311
	紅 15	0.1823		平均	0.1318
	紅 15 副	0.1911	總平均[1]		0.1406 (0.0567)
	紅 30	0.1587			
	平均	0.2107			
台北	棕 07	0.1821			
	綠 01	0.1719			
	平均	0.1770			
光華	紅 02	0.1441			
	紅 03	0.1163			
	紅 10	0.1282			
	紅 19	0.1687			
	藍 07	0.1567			
	藍 20	0.1424			
	平均	0.1427			

註[1]：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

表 5-9 各捷運接駁公車業者各年度中間要素價格彈性估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	0.3375	欣欣	棕 02	0.2986
	紅 31	0.2475		棕 03	0.2971
	藍 01	0.2685		棕 06	0.2959
	藍 26	0.3069		棕 11	0.2610
	平均	0.2901		棕 12	0.2990
大有	藍 10	0.3687		棕 15	0.2635
	藍 12	0.3585		綠 02 右	0.3133
	藍 21	0.3617		綠 02 左	0.3246
	藍 25	0.3546		藍 28	0.2597
	平均	0.3609		藍 29	0.2693
大南	紅 35	0.2518		平均	0.2882
	藍 27	0.3506	首都	紅 32	0.3170
	平均	0.3012		紅 33	0.2572
大都會	紅 05	0.3195		棕 01	0.3512
	藍 05	0.2301		棕 09	0.3665
	平均	0.2748		藍 02	0.3416
中興	紅 12	0.3718		藍 36	0.3324
	紅 15	0.3849		平均	0.3324
	紅 15 副	0.3601	總平均[1]		0.3268 (0.0584)
	紅 30	0.3907			
	平均	0.3793			
台北	棕 07	0.2863			
	綠 01	0.3331			
	平均	0.3097			
光華	紅 02	0.3974			
	紅 03	0.3745			
	紅 10	0.3919			
	紅 19	0.3898			
	藍 07	0.3856			
	藍 20	0.3931			
	平均	0.3887			

註[1]：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

5.8 要素使用情形

各項投入要素之 Allen 偏替代彈性及交叉需求彈性可用以瞭解各要素於整個生產過程中之使用情形，分別說明如下：

1.自身價格與交叉價格彈性：

一般而言，自身彈性需滿足需求法則，當投入要素上漲時，其需求量將隨之降低，由表 5-10 可知勞務價格為負值，滿足需求法則惟亦發現其他兩項要素(資本、中間要素)之價格彈性估計值均有正值出現，此乃因為公車單位在車輛折舊成本之提列或燃料及其他必要的定期維修投入，都必須因為隨著營運里程而增加，所以即使這些要素價格上漲，要素的需求量(投入量)亦不可減少。

由自身價格彈性絕對值判斷可知其資本>中間要素>勞務，表示資本價格的變動較勞務價格與中間要素價格敏感，勞務價格相對其他而言其成本較具僵固性，另勞務價格與其他要素價格間的交叉彈性亦較小，表示此兩項投入要素價格的起伏對勞動投入之影響微小，再度凸顯人力資源使用之僵固性。

此外可由兩兩要素間的交叉彈性判斷替代及互補關係，當交叉彈性為正值時，代表兩種要素呈現替代效果，反之若為負時，則為互補效果。由下表可知(1)勞務要素與資本要素具互補關係，表示當各路線資本價格增加時，勞務需求量也將跟著增加。(2)勞務要素與中間要素具互補關係，表示當中間要素的價格增加，勞務需求量也將增加。(3)資本要素與中間要素具替代關係，表示當資本價格增加時，中間要素需求量將會減少。

表 5-10 各項生產要素之自身價格與交叉價格彈性估計值

投入要素	勞務	資本	中間要素
勞 務	-0.0278 (0.0188)	-0.0431 (0.0366)	-0.0958 (0.0561)
資 本	-0.3722 (1.2200)	0.2898 (1.5809)	0.4160 (0.1322)
中間要素	-0.1609 (0.1168)	0.1673 (0.0452)	0.2385 (0.1455)

註：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

2.Allen 偏替代彈性

Allen 偏替代彈性具有對稱性，亦即以勞務替代中間要素或以中間要素替代勞務具相同意義。表 5-11 所示其值分別為樣本平均數上所求得之彈性值，而在替代與互補關係中，各要素之間均為替代關係，勞務與資本與間(-0.6319)、勞務與中間要素(-0.3139)，以勞務與資本間互補程度較高，表示若各路線增加車輛設備的投入增加，也將增加勞動力的投入以減少車輛的閒置；資本與中間要素(1.2905)，表示中間要素投入的變動對資本投入有很大的影響。其他要素偏替代間之關係大致與交叉彈性相呼應。

表 5-11 各項生產要素之 Allen 偏替代彈性價格彈性估計值

投入要素	勞務	資本	中間要素
勞 務	-0.0565 (0.0379)	-0.6319 (1.7394)	-0.3139 (0.2147
資 本	----	1.4145 (3.9205)	1.2905 (0.4072)
中間要素	----	----	0.8573 (0.9200)

註：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

5.9 產出成本彈性與短期邊際成本

藉由產出成本彈性可衡量產出之變動對總成本之影響。成本彈性與邊際成本計算公式如式 5.2 所示

$$E_{CY}=\frac{\partial lnC}{\partial lnY}=\frac{MC}{AC}=A_1+A_{11}\cdot lnY+AB_1\cdot ln\,w_1+AB_2\cdot ln\,w_2+AB_3\cdot ln\,w_3+AT\cdot t$$

$$AC=\frac{TC}{Y}$$

$$MC=E_{CY}\cdot\frac{TC}{Y}\quad\cdots\cdots(5.5)$$

其中 MC 為產出之邊際成本

AC 為產出之平均成本

由表 5-12~14 所示可知，產出成本彈性方面以台北、光華與大都會客運為較低，而以中興、大南與大有為較高。各路線平均成本方面，在研究期間內各路線每車公里平均成本為 44.1034，各公車業者經營之路線每車公里平均成本以大有、大都會、欣欣所經營路線之每車公里平均成本高於平均值。仔細觀察發現本研究之平均成本估計值與實際成本資料差異不大，此亦表示成本函數之校估結果良好。

由表 5-15 所示可知，以整體產業來看每車公里平均成本 91-92 年呈現增加現象，92~94 年呈現逐年減少的情形，由每車公里成本顯示捷運接駁路線公車經營狀況並不理想。

表 5-12 各捷運接駁公車路線產出成本彈性估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	0.7901	欣欣	棕 02	0.7751
	紅 31	0.8043		棕 03	0.7872
	藍 01	0.7954		棕 06	0.7802

	藍 26	0.7920		棕 11	0.8015
	平均	0.7954		棕 12	0.7959
大有	藍 10	0.8056		棕 15	0.8408
	藍 12	0.8090		綠 02 右	0.7614
	藍 21	0.8207		綠 02 左	0.7639
	藍 25	0.8256		藍 28	0.8226
	平均	0.8152		藍 29	0.8212
大南	紅 35	0.8704		平均	0.7950
	藍 27	0.7820	首都	紅 32	0.7926
	平均	0.8262		紅 33	0.8396
大都會	紅 05	0.7611		棕 01	0.8115
	藍 05	0.8122		棕 09	0.7485
	平均	0.7866		藍 02	0.7992
中興	紅 12	0.8097		藍 36	0.8396
	紅 15	0.8245		平均	0.8037
	紅 15 副	0.9088	總平均[1]		0.8018 (0.0551)
	紅 30	0.8393			
	平均	0.8365			
台北	棕 07	0.7779			
	綠 01	0.7819			
	平均	0.7799			
光華	紅 02	0.7680			
	紅 03	0.8179			
	紅 10	0.7966			
	紅 19	0.7950			
	藍 07	0.7817			
	藍 20	0.7845			
	平均	0.7906			

註：樣本平均數上所求得之數值。

表 5-13 各捷運接駁公車路線平均成本估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	34.3094	欣欣	棕 02	52.7286
	紅 31	23.6862		棕 03	49.5897

	藍 01	44.0811		棕 06	53.3711
	藍 26	32.1985		棕 11	52.9964
	平均	33.5688		棕 12	61.4324
大有	藍 10	52.9781		棕 15	50.1912
	藍 12	48.3840		綠 02 右	49.2557
	藍 21	46.4700		綠 02 左	49.2275
	藍 25	47.4258		藍 28	50.2470
	平均	48.8145		藍 29	51.2902
大南	紅 35	46.4763		平均	52.0330
	藍 27	35.5894	首都	紅 32	31.3205
	平均	41.0329		紅 33	39.1461
大都會	紅 05	56.0921		棕 01	29.1513
	藍 05	59.2051		棕 09	44.3156
	平均	57.6486		藍 02	30.2542
中興	紅 12	47.2517		藍 36	25.0035
	紅 15	47.2490		平均	33.5548
	紅 15 副	43.9470	總平均[1]		44.1034 (10.6190)
	紅 30	46.5070			
	平均	42.3757			
台北	棕 07	38.3023			
	綠 01	39.3046			
	平均	38.8035			
光華	紅 02	32.6979			
	紅 03	44.4528			
	紅 10	38.8641			
	紅 19	43.8965			
	藍 07	45.0384			
	藍 20	48.5713			
	平均	42.2535			

表 5-14 各捷運接駁公車路線邊際成本估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年
三重	紅 09	27.1374	欣欣	棕 02	40.8425

	紅 31	18.9485		棕 03	38.9354
	藍 01	34.8148		棕 06	41.7072
	藍 26	25.3864		棕 11	42.0319
	平均	26.5718		棕 12	48.4466
大有	藍 10	42.8889		棕 15	41.7220
	藍 12	39.1673		綠 02 右	37.5364
	藍 21	38.1904		綠 02 左	37.6257
	藍 25	39.3847		藍 28	41.3440
	平均	39.9078		藍 29	41.8704
大南	紅 35	40.2427		平均	41.2062
	藍 27	27.8119	首都	紅 32	24.8422
	平均	34.0273		紅 33	32.8065
大都會	紅 05	41.9920		棕 01	23.5812
	藍 05	47.8763		棕 09	32.9415
	平均	44.9342		藍 02	24.1423
中興	紅 12	38.0683		藍 36	20.9086
	紅 15	38.8765		平均	26.7818
	紅 15 副	39.9767	總平均[1]		35.2421 (8.2840)
	紅 30	36.2748			
	平均	38.0594			
台北	棕 07	29.8343			
	綠 01	30.6858			
	平均	30.2600			
光華	紅 02	25.0004			
	紅 03	36.2660			
	紅 10	30.6793			
	紅 19	34.7169			
	藍 07	35.0542			
	藍 20	37.9088			
	平均	33.2709			

表 5-15 平均成本、邊際成本及產出成本彈性估計值

年度	91	92	93	94	平均數

產出成本彈性	0.7416 (0.0410)	0.7795 (0.0262)	0.8195 (0.0240)	0.8631 (0.0269)	0.8018 (0.0551)
平均成本(元/公里)	44.4613 (14.5639)	45.8301 (11.5354)	43.2238 (9.5606)	41.8145 (8.2229)	43.8117 (11.1673)
邊際成本	33.6321 (8.8616)	35.6447 (8.9479)	35.2699 (8.0943)	36.3512 (7.2471)	35.2421 (8.2840)

註：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

5.10 規模經濟分析

由於本研究原納入網路長度變數，發現成本函數無法通過檢定，故本研究在規模經濟之計算主要將根據 Christensen and Greene (1976)之定義：

$$\boldsymbol{SE} = 1 - \frac{\partial \boldsymbol{lnC}}{\partial \boldsymbol{lnY}} = 1 - \boldsymbol{E_{CY}} \qquad (5.6)$$

若 $SE > 0$ 則為規模報酬遞增

若 $SE = 0$ 則為規模報酬固定

若 $SE < 0$ 則為規模報酬遞減

由表 5-16 可知，各捷運接駁路線公車在研究期間內均呈現規模報酬遞增之營運情況，以東南、大有、光華客運三家之規模經濟估計值較高，顯示各路線捷運接駁公車應可增加營運投入擴大營運規模，以降低平均營運成本。各年度之規模經濟估計值均呈現規模經濟狀態，有逐年減緩之趨勢。

表 5-16 各捷運接駁公車路線規模經濟估計值

公司	路線	91-94 年	公司	路線	91-94 年

三重	紅 09	0.2099	東南	紅 29	0.2249
	紅 31	0.1957		棕 05	0.2128
	藍 01	0.2046		棕 10	0.2198
	藍 26	0.2080		綠 11	0.1985
	平均	0.2046		**平均**	0.2041
大有	藍 10	0.1944	欣欣	棕 02	0.1592
	藍 12	0.1910		棕 03	0.2386
	藍 21	0.1793		棕 06	0.2361
	藍 25	0.1744		棕 11	0.1774
	平均	0.1848		棕 12	0.1788
大南	紅 35	0.1296		棕 15	0.2050
	藍 27	0.2180		綠 02 右	0.2074
	平均	0.1738		綠 02 左	0.1604
大都會	紅 05	0.2389		藍 28	0.1885
	藍 05	0.1878		藍 29	0.2515
	平均	0.2134		**平均**	0.2008
中興	紅 12	0.1903	首都	紅 07	0.1604
	紅 15	0.1755		紅 32	0.1963
	紅 15 副	0.0912		紅 33	0.2249
	紅 30	0.1607		紅 34	0.2128
	平均	0.1544		棕 01	0.2198
台北	棕 07	0.2221		棕 09	0.1985
	綠 01	0.2181		藍 02	0.2041
	平均	0.2201		藍 36	0.1592
光華	紅 02	0.2320		**平均**	0.2386
	紅 03	0.1821			
	紅 10	0.2034			
	紅 19	0.2050			
	藍 07	0.2183			
	藍 20	0.2155			
	平均	0.2094			

註：以上爲樣本平均數所求得之數值。

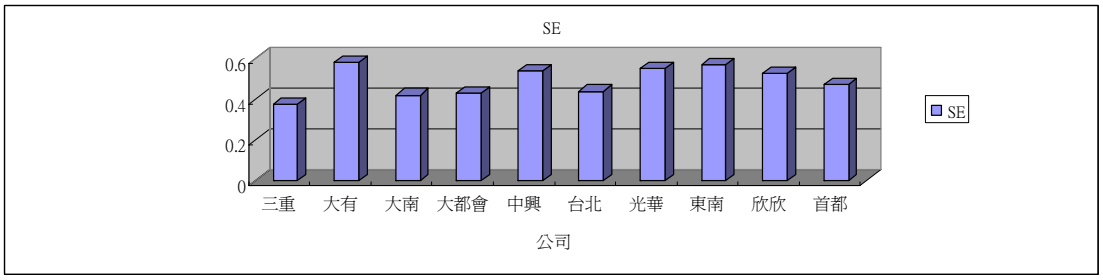


圖 5-1 各公車業者之規模經濟比較圖

表 5-17 捷運接駁公車各年度規模經濟估計值

年度	91	92	93	94	平均
規模經濟	0.2584 (0.0410)	0.2205 (0.0294)	0.1805 (0.0269)	0.1369 (0.0278)	0.1982 (0.0551)

註：樣本平均數上所求得之數值，括弧內數值為標準差。

5.11 總要素生產力分析

根據第三章總要素生產力理論，配合本研究成本函數校估所得各參數，即可計算 TFP 成長率，如式 5.7

$$\dot{TFP} = \left[-\dot{t}\right] + \left[(1-\dot{E}_{CY})\cdot\dot{Y}\right] \qquad (5.7)$$

其中$\left[-\dot{t}\right]$表示進技術進步效果，$\left[(1-\dot{E}_{CY})\cdot\dot{Y}\right]$表示規模經濟效果。各項效果之來源及與成本曲線之關係如下：

1. 技術進步效果：

可用以測度技術變動對公車單位生產力成長之影響，此效果將反應在平均成本曲線整條「線」的移動上。

而根據前 5.6 節之檢定結果顯示：在本研究分析期間內，技術進步呈技術進步中立狀態；亦即，其技術變動效果並不顯著。因此，在總要素生產力成長之探討中，將直接摒除「技術變動效果」一項。

2. 規模經濟效果：

式(5.4)等號右邊第二項為「規模經濟效果」，為產出成本彈性($E_{CY} \equiv \dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}$)與產出成長($\dot{Y} \equiv \dfrac{d\ln Y}{dt}$)之乘積。規模經濟效果對生產力的影響則可由平均成本曲線上「點」的移動看出。

由於捷運接駁公車成本函數為呈現技術進步，故捷運接駁公車總要素生產力之成長率變化主要為技術進步效果與規模經濟效果，由表 5-18 及圖 可知 91~93 年生產力之成長率為正成長 93-94 年卻產生下降的現象；以公車業者單位做比較東南客運、光華客運與中興客運為負成長，以東南客運負成長最為嚴重。91~94 年度整體路線總要素生產力之變動，主要為技術變動效果的影響，93-94 年分析期間捷運接駁公車路線員工生產力不足，造成生產力下降，未來應提高員工生產力以提高路線生產力。

表 5-18 各年度路線之生產力成長率變化分析

類別	技術變動效果		規模經濟效果		TFP 效果
91-92 年	0.0351	(67.37%)	0.0170	(32.63%)	0.0521
92-93 年	0.0383	(74.99%)	0.0128	(25.01%)	0.0511
93-94 年	0.0179	(65.09%)	0.0096	(34.91%)	0.0274
平均	0.0303	(69.88%)	0.0131	(30.12%)	0.0433

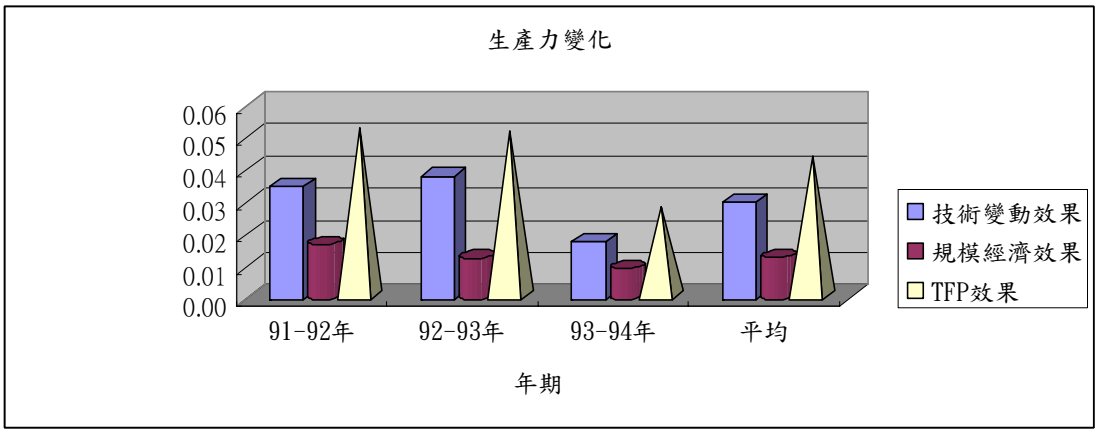


圖 5-2 各年度路線之生產力變化分析

表 5-19 各公車業者路線之生產力成長率變化分析

公司	技術變動效果		規模經濟效果		TFP 效果
三重	0.0575	(58.49%)	0.0408	(41.51%)	0.0984
大有	-0.0089	(44.78%)	-0.0109	(55.22%)	-0.0198

大南	0.0654	(79.46%)	0.0169	(20.54%)	0.0823
大都會	-0.0387	(76.53%)	0.0119	(23.47%)	-0.0268
中興	0.0227	(95.12%)	0.0012	(4.88%)	0.0239
台北	0.0762	(85.37%)	0.0131	(14.63%)	0.0893
光華	0.0166	(78.58%)	-0.0045	(21.42%)	0.0121
欣欣	0.0485	(93.52%)	0.0034	(6.48%)	0.0518
首都	0.0277	(37.14%)	0.0469	(62.86%)	0.0745

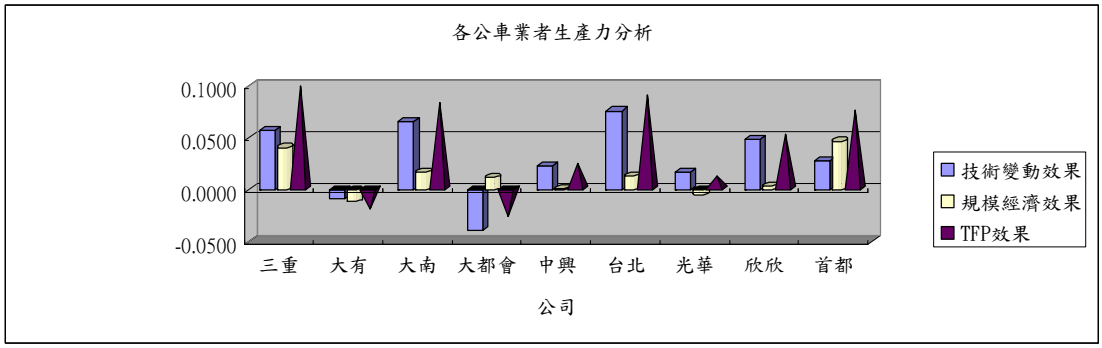


圖 5-3 各公車業者路線之生產力成長率分析

5.12 成本模式驗證

由於本研究利用 91~94 年資料構建捷運接駁公車產業成本模型，並以 94 年營運成本資料做為基礎進而估算系統引進後投入要素之變化，為瞭解本研究以 94 年成本資料做為基礎估算之合理性，本研究將針對模式進行驗證以瞭解本研究所構建成本模型之有效性，透過校估出之成本函數推導估算出各路線之營運里程數，推導公式如下所示，本研究驗證流程如圖 5-4 所示：

$$
\begin{aligned}
lnC = {} & 0.5 \cdot A_{11} \cdot ln(y)^2 + (A_1 + AB_1 \cdot ln(w_1) + AB_2 \cdot ln(w_2) \\
& + AB_3 \cdot ln(w_3) + AT \cdot t) \cdot ln(y) + (A_0 + B_1 \cdot ln(w_1) + B_2 \cdot ln(w_2) \\
& + B_3 \cdot ln(w_3) + \sum_{i=1}^{10} F_i \cdot firm_i + 0.5(B_{11} \cdot ln(w_1)^2 + B_{22} \cdot ln(w_2)^2 \\
& + B_{33} \cdot ln(w_3) + B_{12} \cdot ln(w_1) \cdot ln(w_2) + B_{13} \cdot ln(w_1) \cdot ln(w_3) \\
& + B_{23} \cdot ln(w_2) ln(w_3) + TT \cdot t^2) + TB_1 \cdot ln(w_1) + TB \cdot ln(w_2) + TB \cdot ln(w_3))
\end{aligned}
\tag{5.8}
$$

令

$$\alpha = 0.5 \cdot A_{11}$$
$$\beta = A_1 + AB_1 \cdot ln(w_1) + AB_2 \cdot ln(w_2) + AB_3 \cdot ln(w_3) + AT \cdot t$$
$$\gamma = lnC\text{-}(A_0 + B_1 \cdot ln(w_1) + B_2 \cdot ln(w_2) + B_3 \cdot ln(w_3) + \sum_{i=1}^{10} F_i \cdot firm_i$$
$$+ 0.5(B_{11} \cdot ln(w_1)^2 + B_{22} \cdot ln(w_2)^2 + B_{33} \cdot ln(w_3) + B_{12} \cdot ln(w_1) \cdot ln(w_2)$$
$$+ B_{13} \cdot ln(w_1) \cdot ln(w_3) + B_{23} \cdot ln(w_2) ln(w_3) + TT \cdot t^2) + TB_1 \cdot ln(w_1)$$
$$+ TB \cdot ln(w_2) + TB \cdot ln(w_3))$$

(5.9)

可得

$$\alpha \cdot ln(y)^2 + \beta \cdot ln(y)\text{-}\gamma = 0 \qquad (5.10)$$

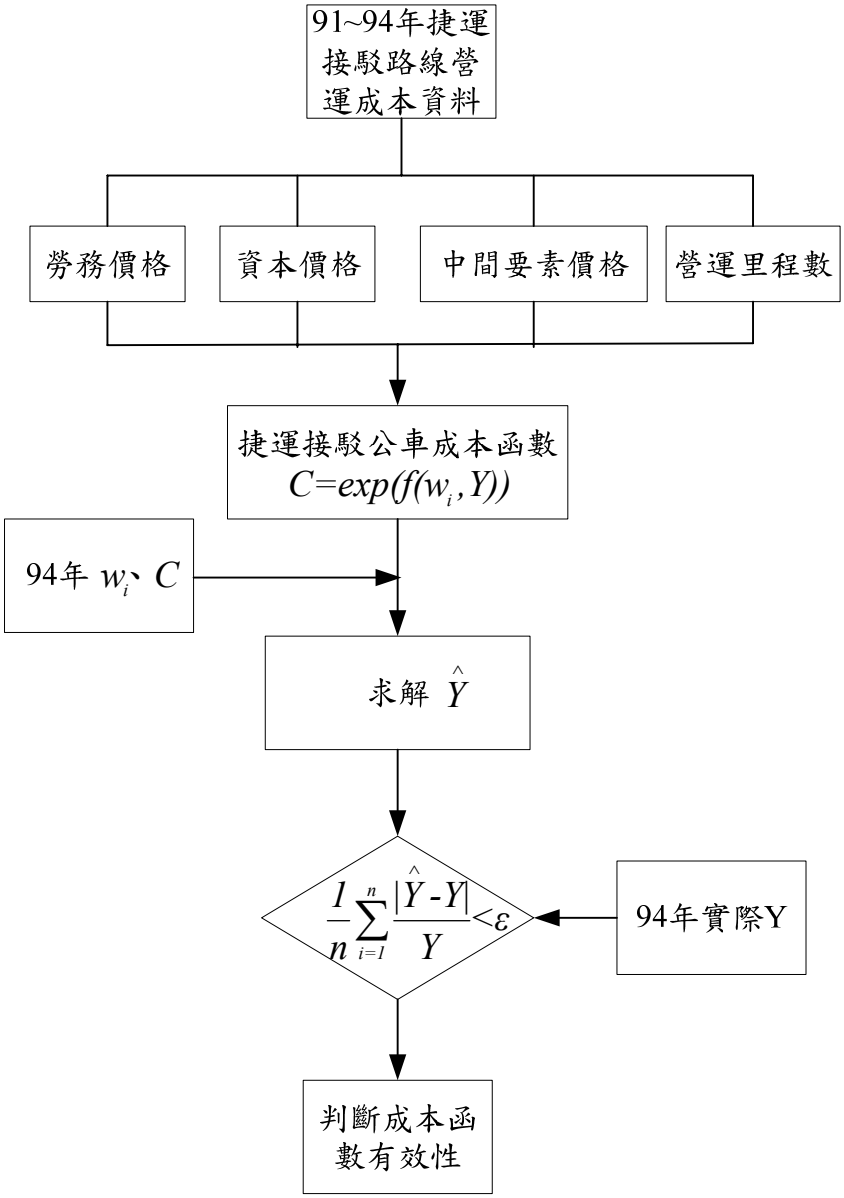


圖 5-4 模式驗證分析圖

依據上式求解可得 94 年模式預估之營運里程數，經成對樣本平均數差異檢定$t=-1.62>2.015$部拒絕H_0，表示預估與實際營運里程數在統計上無明顯之差異。顯示以 94 年資料做為基礎估算系統引進情境分析之合理性。

表 5-20 各捷運接駁公車路線營運里程差異分析

公司	路線	預估載客量	實際載客量	MAPE	公司	路線	預估載客量	實際載客量	MAPE
三重	紅 09	2031	1780	14.09%	欣欣	棕 02	1630	1611	1.17%
	紅 31	1999	1911	4.61%		棕 03	1764	1615	9.23%
	藍 01	1082	859	26.00%		棕 06	2328	1897	22.70%
	藍 26	1610	1410	14.14%		棕 11	744	742	0.35%
大有	藍 10	1433	1027	39.48%		棕 12	1270	900	41.10%
	藍 12	1461	1085	34.55%		棕 15	794	607	30.83%
	藍 21	1083	886	22.26%		綠 02 右	2883	2587	11.44%
	藍 25	907	732	23.95%		綠 02 左	3351	2587	29.56%
大南	紅 35	159	145	9.59%		藍 28	890	729	22.01%
	藍 27	2228	2131	4.57%		藍 29	530	509	3.99%
大都會	紅 5	4036	3103	30.09%	首都	紅 32	3234	3197	1.18%
	藍 5	975	943	3.40%		紅 33	393	357	10.10%
中興	紅 12	1284	1076	19.34%		棕 01	2273	1518	49.72%
	紅 15	897	792	13.23%		棕 09	5599	5102	9.73%
	紅 15 副	383	264	45.22%		藍 02	2696	2487	8.39%
	紅 30	895	770	16.26%		藍 36	4607	3669	25.58%
台北	棕 07	1934	1639	17.97%	平均值	--			20.33%
	綠 01	2660	1862	42.80%					
光華	紅 02	6567	4848	35.45%					
	紅 03	1126	918	22.64%					
	紅 10	2170	1881	15.38%					
	紅 19	1854	1505	23.25%					
	藍 07	2194	1554	41.21%					
	藍 20	1567	1342	16.74%					

第六章 引進APTS系統之情境分析

本研究為了解未來引進各系統後對公車業成本與生產力的影響，利用歷史營運成本資料，構建出捷運接駁公車成本結構模型，藉由 APTS 系統的引進對產業投入的變化影響，以衡量 APTS 系統對公車業生產力的影響，如圖 6-1 所示。惟現階段無法取得實際系統引進後之相關公車成本資料，本研究擬參考相關國內外文獻之數據，透過合理估算不同情境下系統引進對投入要素之改變，以評估其生產力。

本研究將界定出不同 APTS 系統組合情境下所需投入之成本，如表 6-1 所示，情境一為車隊管理系統；情境二為公車優先號誌系統；情境三為此二種系統之組合，計算各情境下系統之引進對各捷運接駁公車路線所能帶來之系統效益進行估算；其次計算各種情境下系統之引進對各路線投入要素價格的改變，產生對各路線生產力變化情形作一探討。

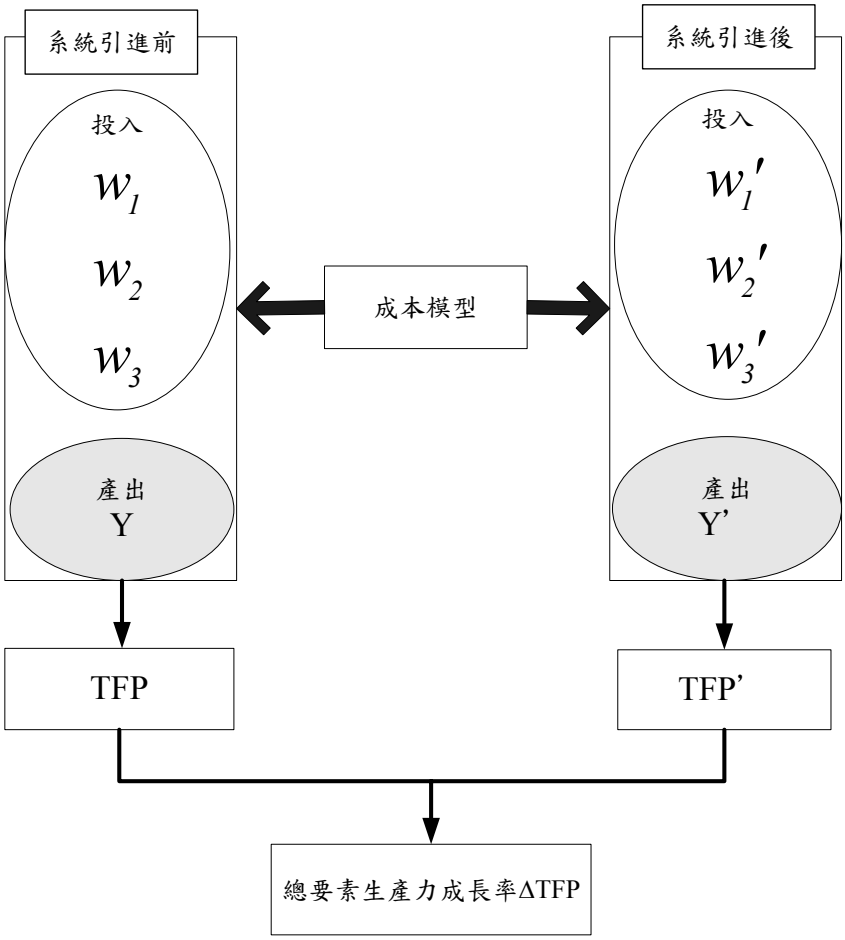


圖 6-1 APTS 系統引進前後生產力分析圖

表 6-1 系統引進之情境組合

系統情境組合	情境一	情境二	情境三
車隊管理系統	○		○
公車優先號誌系統		○	○

6.1 投入之成本、系統之效益說明

參考孫以睿(2002)所提出的台灣地區 APTS 發展之目標、標的及量化分析指標架構後，根據此架構所提出的四大目標：可靠、效率、安全、永續，本研究將以效率的觀點定義 APTS 系統對公車業之效益影響。

故本研究主要以公車業者角度引進先進大眾運輸系統所衍生之建置、維運成本與減少營運成本相關之效益進行情境分析，未探討從乘客面所帶來之效益，如使用者滿意度與準點率等，因此這些內容將不在本研究之探討範圍內。針對系統引進對投入與產出的影響關係，如圖 6-2 所示，經研究考慮將針對系統引進對投入改變做探討，將不考慮產出對生產力之影響。

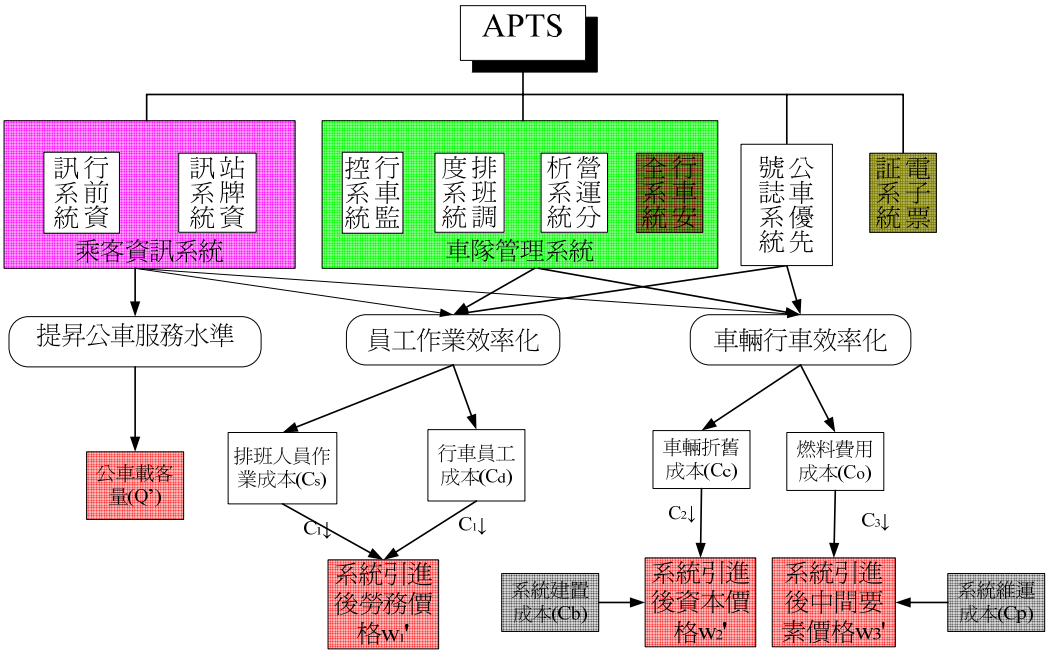


圖 6-2 APTS 系統引進對於投入要素影響之關係圖

6.2 系統引進之建置成本與維運成本

本研究針對各路線引進 APTS 系統情境分為三種，並將計算各種情境之建置成本與維運成本，由於在成本估算上有共同成本之部分。並依照合理計算將投入之成本分攤至各路線公車。

一般來說大眾運輸車隊管理系統乃指營運機構為提供公車營運服務所需具備之作業系統，可區分為車隊管理系統與管理資訊系統，其設備建置成本主要為應用軟體程式開發費用與中心電腦設備；乘客資訊系統方面設備建置成本則可分為 GPS 車機、車上顯示器、站牌顯示器、電話語音查詢軟體設備、調度站電腦

設備、GIS 開發工具等費用；公車優先號誌系統方面主要以裝設於車輛上優先號誌傳送器費用為主。詳細建置成本與維運成本項目如下表(6-2)(6-3)所示

表 6-2 系統建置成本費用項目

區分	項目	單價(千元)
車上單元	GPS 車機	14
	優先號誌傳送器	50
	優先號誌接收器車	50
中心端系統	大眾運輸車隊管理應用軟體程式開發	3346.4
	中心電腦設備	1744
	GIS 開發工具	300
調度站系統	調度站電腦設備	48

資料來源：立皓科技公司提供、參考【39】、【40】

表 6-3 系統維運成本費用項目

區分	項目	單價(千元/年)
車上單元	GPS 車機維護費用	6
	GPS 車機通訊費用	3.6
	優先號誌傳送器維護費用	3
	優先號誌接收器維護費用	3
中心端系統	人事維運費	960
	電腦通訊費	99.6
調度站系統	電腦設備維護費	4
	電腦設備通訊費	14.4

資料來源：立皓科技公司提供、參考【39】、【40】

6.2.1 建置成本

本研究主要以路線為分析對象，故針對在各種情境不同系統之組合下之建置成本計算說明如下。由於這些運輸設備並不因使用而發生顯著之變化或損耗，其都有一定之耐用年限，在會計作法上，必須將其成本分攤於各使用期間作為費用，按有系統而合理之方法，將設備資產的成本分攤於耐用年限的會計程序，稱為折舊，故本研究將以 10 年耐用年限，計算系統引進每年所需增加之建置成本。各情境下設備建置成本如式 6.1 主要可分為要可分為車上單元、路側單元、營運中心單元及調度站單元四部份設備成本，依照不同 APTS 系統引進，考慮不同系統架構下所需投入不同之建置成本。

$$\Delta C_b = \Delta C_{car} + \Delta C_{server} + \Delta C_{road} + \Delta C_d$$

其中 ΔC_b 為建置成本

ΔC_{car} 為車上單元 (6.1)

ΔC_{server} 為營運中心單元

ΔC_{road} 為路側單元

ΔC_d 為調度站單元

1.情境一分析：車隊管理系統

車上單元成本 ΔC_{car} ：GPS 車機費用*各路線配置車輛數(n_1)。

中心單元成本 ΔC_{server} ：(車隊管理系統程式開發+電話語音查詢軟體開發+中心電腦設備+GIS 開發工具)/各家業者所佔全部經營路線之權重。

本研究在設定上乃將中心單元建置成本由各公車業者共同負擔，故將其成本透過各家業者經營的路線佔全部經營路線之比重，予以分攤至各路線上。

調度站單元成本 ΔC_d ：調度站電腦建置費用*各業者調度站數(n_2)/各業者經營路線數。

情境一下詳細系統設備架構如圖 6-3 所示。

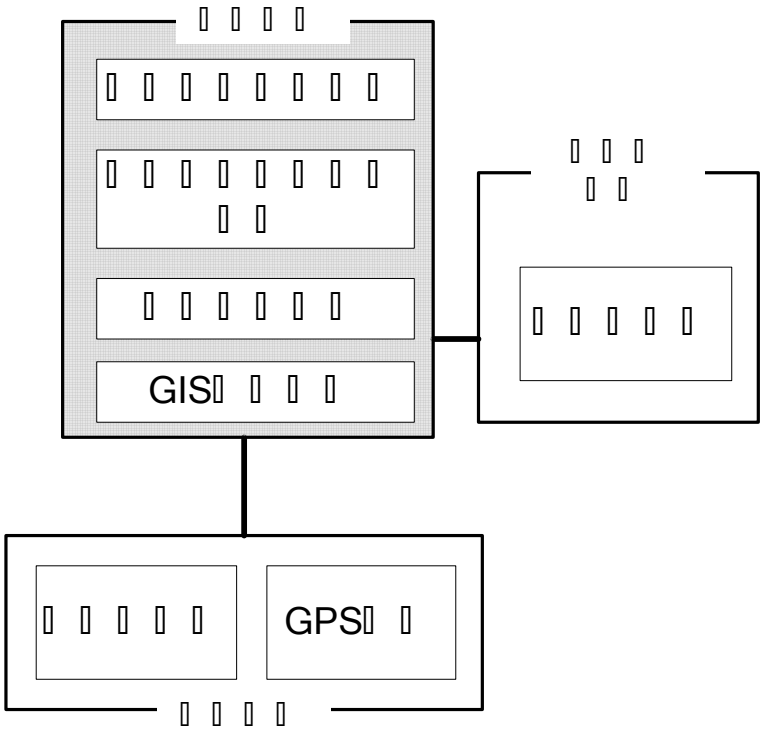


圖 6-3 情境一系統架構圖

2.情境二分析：公車優先號誌系統

車上單元成本(ΔC_{car})：GPS 車機費用+優先號誌傳送器費用)*各路線配置車輛數(n_1)。

中心單元成本(ΔC_{server})：(中心電腦設備+GIS 開發工具)/各家業者所佔全部經營路線之權重。

路側單元成本(ΔC_{road})：優先號誌接收器費用*裝設之路口數(n_3)。

由於各路線公車所經過之路口數繁多，若設定全部路口設置接收器並不合理，故本研究乃以各路線公車停靠站牌數四分之一做為裝設之路口數為依據。

情境二下詳細系統設備架構如圖 6-4 所示。

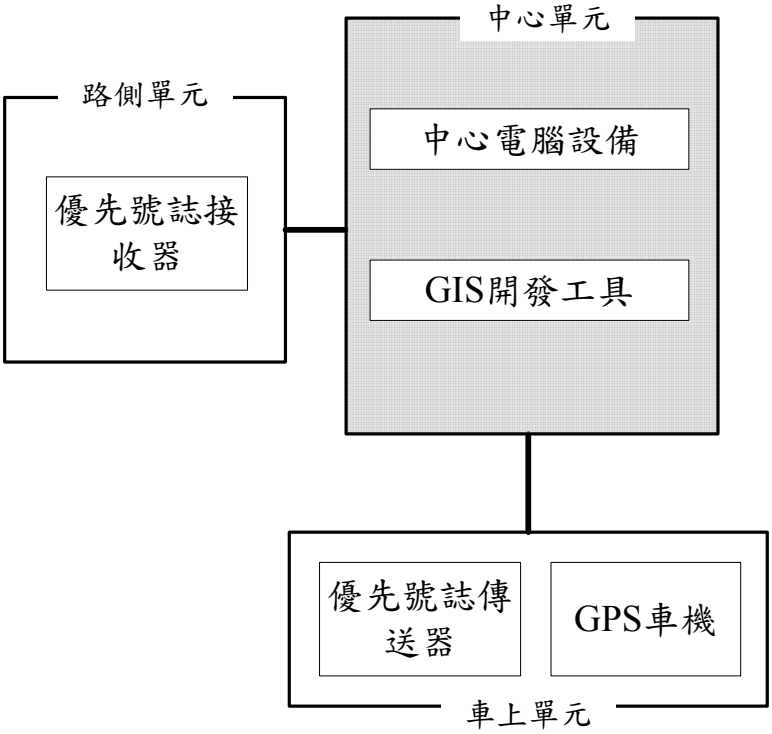


圖 6-4 情境二系統架構圖

3.情境三分析：車隊管理系統+公車優先號誌系統

車上單元成本(ΔC_{car})：(GPS 車機費用+車上顯示器+優先號誌傳送器費用)*各路線配置車輛數(n_1)。

中心單元成本(ΔC_{server})：(車隊管理系統程式開發+電話語音查詢軟體開發+中心電腦設備+GIS 開發工具)/各家業者所佔全部經營路線之權重。

路側單元成本(ΔC_{road})：優先號誌接收器費用*裝設之路口數(n_3)。

調度站單元成本(ΔC_d)：調度站電腦建置費用*各業者調度站數(n_2)/各業者經營路線數。

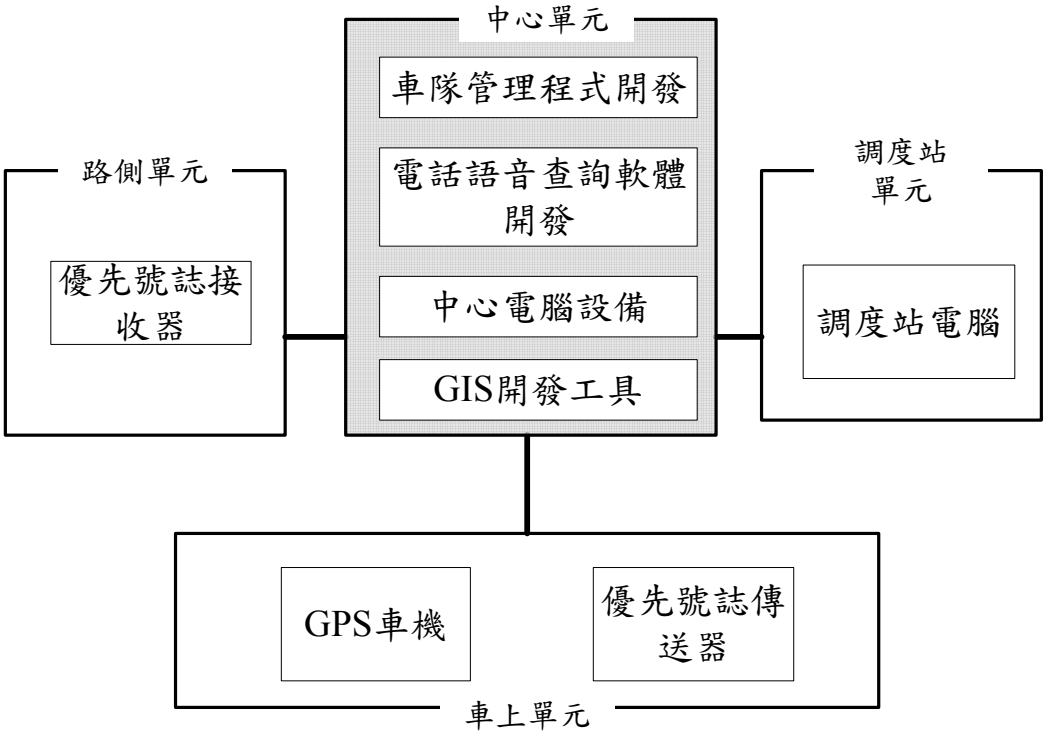


圖 6-5 情境三系統架構圖

6.2.2 維運成本

各路線在各種情境下不同系統的維運成本主要為設備維護成本與通訊成本，將依照建置成本計算方式，估算各路線引進系統所需投入之維運成本。各情境下設備維運成本(C_p)主要可分為要可分為車上單元(C_e)、路側單元(C_f)、營運中心單元(C_g)及調度站單元(C_h)四部份維運成本，依照不同 APTS 系統引進，考慮不同系統架構下所需投入不同之維運成本。

$$\Delta C_p = \Delta C_e + \Delta C_f + \Delta C_g + \Delta C_h$$

其中 ΔC_p為維運成本

ΔC_e為車上單元 (6.2)

ΔC_f為營運中心單元

ΔC_g為路側單元

ΔC_h為調度站單元

1.情境一分析：車隊管理系統+乘客資訊系統

車上單元成本(ΔC_e)：

(GPS 車機維護費用+ GPS 車機通訊費用+車上顯示器維護費用+車上顯示器通訊費用)*各路線配置車輛數(n_1)。

路側單元成本(ΔC_f)：

(站牌維護費用+站牌通訊費用)*各路線站牌數(n_3)/4(包含單、雙邊設站)。

中心單元成本(ΔC_g)：

(人事維護費用+電腦通訊費用)/ 各家業者所佔全部經營路線之權重。

調度站單元成本(ΔC_k)：

(電腦設備維護費用+電腦設備通訊費)*各公司調度站數(n_2)/各業者經營路線數。

2.情境二分析：公車優先號誌系統

車上單元成本(ΔC_e)：

(GPS 車機維護費用+ GPS 車機通訊費用+優先號誌傳送器維護費用)*各路線配置車輛數(n_1)。

路側單元成本(ΔC_f)：

號誌接收器維護費用*裝設之路口數(n_4)。

中心單元成本(ΔC_g)：

(人事維護費用+電腦通訊費用)/ 各家業者所佔全部經營路線之權重。

3.情境三分析：車隊管理系統+乘客資訊系統+公車優先號誌系統

車上單元成本(ΔC_e)：

(GPS 車機維護費用+ GPS 車機通訊費用+優先號誌傳送器維護費用+車上顯示器維護費用+車上顯示器通訊費用)*各路線配置車輛數(n_1)。

路側單元成本(ΔC_f)：

(站牌維護費用+站牌通訊費用)*各路線站牌數(n_3)/4(包含單、雙邊設站)+號誌接收器維護費用*裝設之路口數(n_4)。

中心單元成本(ΔC_g)：

(人事維護費用+電腦通訊費用)/各家業者所佔全部經營路線之權重。

調度站單元成本(ΔC_k)：

(電腦設備維護費用+電腦設備通訊費)*各公司調度站數(n_2)/各業者經營路線數。詳細各情境下所需之建置成本與維運成本整理分析如表

表 6-5 各情境下系統建置成本整理

投入成本	分類	成本項目	計算方式	情境一	情境二	情境三
建置成本 ΔC_b	車上單元 ΔC_{car}	GPS 車機設備費用	各設備費用單價*路線 i 配車數(n_1)	○	○	○
		優先號誌傳送器設備費用			○	○
	路側單元 ΔC_{road}	優先號誌接收器設備費用	各設備費用單價*各路線裝設路口數(n_2)		○	○
	中心單元 ΔC_{server}	車隊管理程式開發費用	各設備費用單價*i 公司經營路線數/46 條路線	○		○
		電話語音查詢軟體開發費用		○		○
		中心電腦設備費用		○	○	○
		GIS 開發工具費用		○	○	○
	調度站單元 ΔC_d	調度站電腦設備費用	各設備費用單價*各公司調度站數(n_3)/各公司經營路線數	○		○

表 6-6 各情境下系統維運成本整理

投入成本	分類	成本項目	計算方式	情境一	情境二	情境三
維運成本 ΔC_b	車上單元 (ΔC_e)	GPS 車機通訊與維護費用	各設備費用單價*路線 i 配車數(n_1)	○	○	○
		優先號誌傳送器維護費用			○	○
	路側單元 (ΔC_f)	優先號誌接收器維護費用	各設備費用單價*各路線裝設路口數(n_2)		○	○
	中心單元 (ΔC_g)	伺服器通訊與人事維護費用	各設備費用單價*i 公司經營路線數/46 條路線	○	○	○
	調度站單元 ΔC_k	電腦通訊與維護費用	各設備費用單價*各公司調度站數(n_3)/各公司經營路線數	○		○

6.3 系統引進之效益

本節將針對車隊管理系統與乘客資訊系統、公車優先號誌系統對業者可產生之效益做一定義，並說明其計算方式。

6.3.1 基本條件與假設

除了引用相關數據資料外，在部分數據設定上，因研究之限制無法取得實際資料且無法實際調查情況下，故本研究引用國內外針對 APTS 系統研究結果之數據，以期合理反映。

1 基本條件

(1)以民國 94 年各家業者 40 條公車路線 18 項成本資料為計算標準。

(2)各路線之配車數、班次數、站牌數將以 94 年實際資料為依據。

(3)各公車業者調度站數將以 94 年實際資料為主。詳細資料如表所示

表 6-7 各情境下系統維運成本整理

業者	路線	班次數	配置車輛數	站牌數	調度站數	業者	路線	班次數	配置車輛數	站牌數	調度站數
三重	紅 09	108906	9	26	3	欣欣	棕 02	57664	8	31	5
	紅 31	46806	11	40			棕 03	56994	9	40	
	藍 01	34650	5	20			棕 06	56562	7	53	
	藍 26	45148	8	38			棕 11	23202	6	42	
大有	藍 10	35708	7	29	3		棕 12	26292	5	40	
	藍 12	62888	8	19			棕 15	16824	7	23	
	藍 21	44278	8	24			綠 02 右	55212	12	62	
	藍 25	50404	6	18			綠 02 左	55212	12	62	
大南	紅 35	14274	1	9	2		藍 28	27162	5	31	
	藍 27	54050	13	38			藍 29	29502	4	31	
大都會	紅 05	87112	10	36	3	首都	紅 32	79640	17	39	8
	藍 05	55989	6	25			紅 33	17118	3	28	
中興	紅 12	51662	8	32			棕 01	35752	11	40	
	紅 15	17832	6	23			棕 09	134950	25	34	
	紅 15 副	40704	2	21			藍 02	65786	15	42	
	紅 30	38774	5	21			藍 36	142454	25	34	
台北	棕 07	73842	8	50	1						
	綠 01	78602	10	56							
光華	紅 02	113080	33	44	6						
	紅 03	30332	8	39							
	紅 10	78016	15	31							
	紅 19	67386	10	23							
	藍 07	44046	11	32							
	藍 20	39194	7	31							

2.假設條件

系統引進不影響各公車路線之總營運里程數

由於各路線營運里程數之增減，對各路線營運成本之改變影響甚高，且對於各項成本項目變動情形難以釐清，故假設系統引進後不影響各公車路線之營運里程數。

6.3.2 各項參數設定

除了引用各路線實際營運及成本之數據資料外，並參考國內外相關研究之數據。茲將情境分析之相關參數設定值及引用來源彙整如表 6-4

表 6-8 本研究各項參數設定彙整表

參數	參數定義	設定值	單位	備註
n_1	各路線配置車輛數	--	輛	實際數據資料
n_2	各公車業者調度站數	--	站	實際數據資料
n_3	各路線站牌數	--	站	實際數據資料
n_4	實施號誌控制路口數	--	站	本研究假設
T	員工工作時間	8	小時	本研究假設
T_1	各路線公車營運時間	--	小時/日	實際數據資料
t_s	排班作業時間	55	秒/班次	王穆衡(2002)
t_d	班次查核輸入作業時間	40	秒/班次	王穆衡(2002)
$\square t_m$	車隊管理系統可減少之作業時間程度	81	%	王穆衡(2002)
$\square t_p$	實施優先號誌公車通過路口可節省之時間	6.62	秒/班次	蘇志強(2003)
$\square K$	可減少之車隊規模	1.5	%	美國運輸部(2000)
N_k	各路線每日班次數		班/日	實際數據資料

6.3.3 系統效益計算方式

1.排班人員作業成本(ΔB_s)

$$\Delta B_S = \frac{B_S}{T} \cdot (t_s + t_d) \cdot N_k \cdot \Delta t_m \tag{6.3}$$

ΔB_S: 可減少之排班人員作業成本

B_S: 各路線公車業務員工薪資成本(元/人)

T: 每日員工工作時間(小時)

t_s: 排班每班次需作業之時間(小時)

t_d: 查核、輸入每營運班次狀況所需時間(小時)

N_k: 各路線每日發車班次數

Δt_m: 系統引進可減少作業時間程度(%)

各路線公車業務員工薪資成本可利用 94 年業務員工薪資成本除以各路線業務員工數求得

2.車輛折舊成本(ΔB_c)

透過電腦自動化班表排班作業與即時公車定位資訊,可提高公車準點性及場站的調度效率的提升，可減少各公車路線的預備車輛數，有效提高車輛的使用率，故可減少車隊規模，減少車輛折舊成本。

$$\Delta B_C = B_C \cdot \Delta K \tag{6.4}$$

ΔB_C: 可減少之車輛折舊成本

B_C: 車輛折舊成本

ΔK: 可減少之車隊規模程度

3.行車員工成本(ΔB_d)

透過公車優先號誌控制的實行,減少公車行經路口時所需花費之號誌延滯與停等之時間，除可減少公車的旅行時間，並可減少公車行車員工時間，對公車業者而言在不增加行車員工之行駛班次情況下，可減少其行車員工薪資成本。

$$\square B_d = \frac{B_d}{T} \cdot (n_3 \cdot \square t_p \cdot N_k) \tag{6.5}$$

$\square B_d$: 可減少之行車人員成本

B_d: 各路線行車員工薪資成本(元/人)

T: 每日員工工作時間(小時)

n_3: 各路線公車通過之路口數

$\square t_p$: 實施公車優先號誌於車道路口可產生公車之節省時間(小時/車)

N_k: 各路線公車每日發車班次數

4.燃料成本($\square B_d$)

透過公車優先號誌控制的實行，減少公車行經路口時所需花費之號誌延滯與停等之時間，縮短公車行駛時間並且可節省燃料之消耗。

$$\square B_{oil} = \frac{B_{oil}}{T} \cdot (n \cdot \square t_p \cdot N_k) \tag{6.6}$$

$\square B_{oil}$: 可減少之燃料成本

B_{oil}: 各路線公車燃料成本(元)

T: 每日公車營運時間

n: 各路線公車通過之路口數

$\square t_p$: 實施公車優先號誌於車道路口可產生公車之節省時間(小時/車)

N_k: 各路線公車每日發車班次數

6.4 系統引進之公車生產力變化

利用 6.1 節 6.2 節計算方式，以 94 年為基礎計算，可求得引進 APTS 系統在三種情境下建置成本、維運成本與系統之效益產生營運成本減少，進一步可求取系統引進後之各投入要素價格，再帶入第 5 章所校估之參數，可得系統引進後各捷運接駁公車路線之總要素生產力成長率。相關公式如下所示：

1.勞務價格

$$w_1' = \frac{C_{w1} - \square B_S - \square B_d}{n_p} \tag{6.7}$$

w_1': 系統引進後之勞務價格

C_{w1}: 系統引進前之勞務成本

$\square B_S$: 排班人員作業成本

$\square B_d$: 車輛折舊成本

n_p: 系統引進後路線i總員工人數

$$n_p = (t_s + t_d) \cdot N_k \cdot t_m / T \tag{6.8}$$

2.資本價格

$$w_2' = \frac{C_{w2} + \Delta C_b - \Delta B_c}{n_c}$$

w_2': 系統引進後資本價格

C_{w2}: 系統引進前之資本成本 (6.9)

ΔC_b: 系統建置成本

ΔB_c: 車輛折舊成本

n_c: 系統引進後配置車輛數

$$n_c = n_2 \cdot K \tag{6.10}$$

n_2: 系統引進前配置車輛數

3.中間要素價格：

$$w_3' = \frac{C_3 + C_b - B_c}{n_m} \tag{6.11}$$

w_3': 系統引進後之中間要素價格

C_3: 系統引進前之中間要素成本

C_p: 系統維運成本

B_c: 燃料成本

n_m: 路線i營運里程數

4.系統引進前後總要素生產力變化

由於本研究主要分析系統引進前後對投入要素改變，對產出方面無考慮的情況下，總要素生產力成長率變化主要為技術效果變動，其計算公式如下：

$$\begin{aligned} TFP' &= -t + (1-E'_{CY}) \cdot ln\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \\ &= E'_{CY} \cdot ln\frac{Y'}{Y} - (S'_i \cdot ln\frac{x_i'}{x_i}) + (1-E'_{CY}) \cdot ln\frac{Y'}{Y} \\ &= -(S'_i \cdot ln\frac{x_i'}{x_i}) \end{aligned} \tag{6.12}$$

$$E'_{CY}=A_1+A_{11}\cdot ln\cdot Y+\sum_{i=1}^{3}AB_i\cdot ln\,w_i+AT\cdot t \tag{6.13}$$

$$S'_i=B_i+\sum_j B_{ij}\cdot ln\,w_j+AB_i\cdot ln\,Y+TB_i\cdot t$$

$$x'_i=\frac{\hat{TC}\cdot S'_i}{w'_i}$$

其中

w_i: 要素價格

Y'_i: 載客數

S'_i: 系統引進後要素份額

x'_i: 系統引進後之需求量

6.5 情境分析結果

根據 6.2、6.3 節計算公式，本研究將各項參數整理如下，並表列出不同情境下各項成本結果。

6.5.1 建置與維運成本計算結果

根據 6.2 節不同情境下 APTS 系統之建置成本、維運成本、系統效益、系統引進後營運成本計算結果如表 6-9，6-10 及 6-11 所示：

表 6-9 車隊管理系統引進路線成本變化表(a)

公車單位	路線	建置成本 (1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本 (4)	94年營運成本 (5)	系統引進後營運成本 (6)=(5)+(1)+(2)-(3)-(4)
三重	紅09	170.7481	526.9565	814.80	105.81	68535.22	68312.31
三重	紅31	178.4193	579.5593	327.68	111.54	58076.05	58394.81
三重	藍01	155.4056	421.751	284.26	61.99	35409.76	35640.67
三重	藍26	166.9124	500.6552	338.36	73.96	47602.69	47857.94
大有	藍10	163.0768	474.3538	552.95	139.67	50199.32	50144.13
大有	藍12	166.9124	500.6552	902.92	161.80	50237.93	49840.78
大有	藍21	166.9124	500.6552	573.64	107.00	41570.37	41557.3
大有	藍25	159.2412	448.0524	672.12	94.73	36180.3	36020.75
大南	紅35	78.45622	202.9303	178.23	1.61	5072.633	5174.179
大南	藍27	124.4836	518.5468	824.78	145.99	81786.98	81459.24
大都會	紅05	118.1823	464.8481	2718.40	172.04	102357.1	100049.6
大都會	藍05	102.8398	359.6426	1420.60	112.55	47396.38	46325.73
中興	紅12	166.9124	500.6552	640.61	116.38	46295.12	46205.69
中興	紅15	159.2412	448.0524	213.63	72.51	33313.86	33635.01
中興	紅15副	143.8987	342.8469	495.56	24.73	11186.37	11152.82
中興	紅30	155.4056	421.751	549.52	73.75	31557.88	31511.76
台北	棕07	100.1001	361.8344	2550.89	204.89	63416.14	61122.29
台北	綠01	107.7713	414.4372	2401.43	222.17	72343.22	70241.83
光華	紅02	329.6152	1297.01	1921.54	449.22	182366.7	181622.6
光華	紅03	233.7248	639.4759	570.92	72.50	41265.15	41494.93

表 6-9 車隊管理系統引進路線成本變化表(b)

公車單位	路線	建置成本 (1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本 (4)	94 年營運成本 (5)	系統引進後營運成本 (6)=(5)+(1)+(2)-(3)-(4)
光華	紅 10	260.5742	823.5855	1361.12	120.19	71637.58	71240.43
光華	紅 19	241.3961	692.0786	1447.22	100.78	56313.21	55698.69
光華	藍 07	245.2317	718.38	925.27	149.86	64007.24	63895.72
光華	藍 20	229.8892	613.1745	1015.08	67.70	47819.44	47579.73
欣欣	棕 02	356.9387	866.7064	1679.14	157.54	82359.35	81746.31
欣欣	棕 03	360.7743	893.0077	1577.19	105.29	80059.11	79630.41
欣欣	棕 06	353.103	840.405	2384.93	122.82	95943.89	94629.65
欣欣	棕 11	349.2674	814.1036	415.02	77.28	37420.25	38091.31
欣欣	棕 12	345.4318	787.8023	759.79	70.66	44858.14	45160.93
欣欣	棕 15	353.103	840.405	220.91	72.97	31370.77	32270.4
欣欣	綠 02 右	372.2811	971.9119	1672.81	221.79	131960.5	131410.1
欣欣	綠 02 左	372.2811	971.9119	1683.74	197.20	130421.8	129885
欣欣	藍 28	345.4318	787.8023	685.76	26.78	38271.07	38691.77
欣欣	藍 29	341.5962	761.5009	651.06	29.98	27233.05	27655.1
首都	紅 32	332.455	1002.406	1297.30	231.64	111149.7	110955.6
首都	紅 33	278.7564	634.187	183.37	36.70	15405.93	16098.81
首都	棕 01	309.4413	844.598	342.27	82.86	46315.26	47044.18
首都	棕 09	363.14	1212.817	1636.49	386.26	169960.5	169513.7
首都	藍 02	324.7838	949.8035	669.70	145.92	77768.26	78227.23
首都	藍 36	363.14	1212.817	1637.02	298.14	133373.4	133014.2

表 6-10 公車優先號誌系統引進路線成本變化表(a)

公車單位	路線	建置成本 (1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本 (4)	94 年營運成本 (5)	系統引進後營運成本 (6)=(5)+(1)+(2)-(3)-(4)
三重	紅 09	264.04	544.63	1318.78	297.54	68535.22	67727.56
三重	紅 31	345.68	609.56	621.28	115.81	58076.05	58294.21
三重	藍 01	191.16	414.76	337.89	60.98	35409.76	35616.81
三重	藍 26	301.30	512.16	594.45	164.48	47602.69	47657.22
大有	藍 10	252.26	479.70	378.76	79.33	50199.32	50473.18
大有	藍 12	223.22	512.16	396.06	75.19	50237.93	50502.06
大有	藍 21	243.76	512.16	307.28	50.32	41570.37	41968.69
大有	藍 25	195.00	447.23	336.00	61.62	36180.30	36424.91
大南	紅 35	73.39	158.68	34.27	6.32	5072.63	5264.11
大南	藍 27	337.22	548.27	566.40	160.71	81786.98	81945.36
大都會	紅 05	292.84	450.88	1490.43	560.75	102357.07	101049.60
大都會	藍 05	199.42	321.01	542.95	126.83	47396.38	47247.03
中興	紅 12	276.64	512.16	551.71	99.67	46295.12	46432.54
中興	紅 15	215.54	447.23	131.70	24.27	33313.86	33820.66
中興	紅 15 副	159.11	317.37	274.76	50.55	11186.37	11337.53
中興	紅 30	195.27	414.76	290.43	56.23	31557.88	31821.26
台北	棕 07	326.27	385.94	1235.93	314.19	63416.14	62578.22
台北	綠 01	375.03	450.88	1273.64	378.05	72343.22	71517.44
光華	紅 02	651.67	1450.02	1437.47	319.61	182366.71	182711.32
光華	紅 03	329.76	638.38	373.86	59.37	41265.15	41800.06

表 6-10 公車優先號誌系統引進路線成本變化表(b)

公車單位	路線	建置成本 (1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本 (4)	94 年營運成本 (5)	系統引進後營運成本 (6)=(5)+(1)+(2)-(3)-(4)
光華	紅 10	381.26	865.64	663.32	132.60	71637.58	72088.57
光華	紅 19	288.11	703.31	491.26	101.96	56313.21	56711.42
光華	藍 07	337.15	735.78	437.55	87.05	64007.24	64555.56
光華	藍 20	284.82	605.91	491.51	102.27	47819.44	48116.41
欣欣	棕 02	345.57	890.82	863.56	208.95	82359.35	82523.23
欣欣	棕 03	394.62	923.28	1032.44	230.09	80059.11	80114.48
欣欣	棕 06	423.93	858.35	2090.38	496.13	95943.89	94639.66
欣欣	棕 11	366.67	825.88	270.28	55.61	37420.25	38286.92
欣欣	棕 12	346.40	793.42	421.50	108.71	44858.14	45467.74
欣欣	棕 15	300.64	858.35	82.92	15.84	31370.77	32431.00
欣欣	綠 02 右	521.19	1020.68	1667.32	449.28	131960.50	131385.77
欣欣	綠 02 左	521.19	1020.68	1684.61	445.05	130421.75	129833.96
欣欣	藍 28	309.41	793.42	351.73	62.25	38271.07	38959.91
欣欣	藍 29	297.36	760.95	305.12	66.00	27233.05	27920.24
首都	紅 32	462.60	1056.79	860.32	234.02	111149.71	111574.75
首都	紅 33	248.62	602.27	136.03	15.02	15405.93	16105.77
首都	棕 01	394.38	862.00	251.75	78.24	46315.26	47241.64
首都	棕 09	538.49	1316.52	1415.15	388.54	169960.47	170011.78
首都	藍 02	450.82	991.86	621.71	193.48	77768.26	78395.74
首都	藍 36	538.49	1316.52	1185.35	305.25	133373.41	133737.81

表 6-11 車隊管理系統+公車優先號誌系統引進路線成本變化表(a)

公車單位	路線	建置成本(1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本(4)	可減少之行車人員成本(5)	可減少之燃料成本(6)	94年營運成本(7)	系統引進後營運成本(8)=(7)+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)-(6)
三重	紅09	351.57	582.44	814.80	105.81	1318.78	297.54	68535.22	66932.29
三重	紅31	433.21	647.37	327.68	111.54	621.28	115.81	58076.05	57980.33
三重	藍01	278.69	452.57	284.26	61.99	337.89	60.98	35409.76	35395.90
三重	藍26	388.83	549.97	338.36	73.96	594.45	164.48	47602.69	47370.23
大有	藍10	339.79	517.50	552.95	139.67	378.76	79.33	50199.32	49905.90
大有	藍12	310.75	549.97	902.92	161.80	396.06	75.19	50237.93	49562.68
大有	藍21	331.30	549.97	573.64	107.00	307.28	50.32	41570.37	41413.39
大有	藍25	282.53	485.04	672.12	94.73	336.00	61.62	36180.30	35783.41
大南	紅35	123.66	209.09	178.23	1.61	34.27	6.32	5072.63	5184.96
大南	藍27	387.50	598.68	824.78	145.99	566.40	160.71	81786.98	81075.27
大都會	紅05	348.32	526.49	2718.40	172.04	1490.43	560.75	102357.07	98290.25
大都會	藍05	254.89	396.63	1420.60	112.55	542.95	126.83	47396.38	45844.98
中興	紅12	364.17	549.97	640.61	116.38	551.71	99.67	46295.12	45800.89
中興	紅15	303.08	485.04	213.63	72.51	131.70	24.27	33313.86	33659.86
中興	紅15副	246.64	355.18	495.56	24.73	274.76	50.55	11186.37	10942.58
中興	紅30	282.80	452.57	549.52	73.75	290.43	56.23	31557.88	31323.32
台北	棕07	371.33	411.15	2550.89	204.89	1235.93	314.19	63416.14	59892.72
台北	綠01	420.10	476.08	2401.43	222.17	1273.64	378.05	72343.22	68964.12
光華	紅02	781.67	1500.43	1921.54	449.22	1437.47	319.61	182366.71	180520.96
光華	紅03	459.75	688.79	570.92	72.50	373.86	59.37	41265.15	41337.05

表 6-11 車隊管理系統+公車優先號誌系統引進路線成本變化表(b)

公車單位	路線	建置成本(1)	維運成本(2)	可減少之排班作業成本(3)	可減少之車輛折舊成本(4)	可減少之行車人員成本(5)	可減少之燃料成本(6)	94年營運成本(7)	系統引進後營運成本(8)=(7)+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)-(6)
光華	紅10	511.26	916.05	1361.12	120.19	663.32	132.60	71637.58	70787.67
光華	紅19	418.11	753.72	1447.22	100.78	491.26	101.96	56313.21	55343.83
光華	藍07	467.15	786.19	925.27	149.86	437.55	87.05	64007.24	63660.84
光華	藍20	414.82	656.33	1015.08	67.70	491.51	102.27	47819.44	47214.03
欣欣	棕02	550.09	916.02	1679.14	157.54	863.56	208.95	82359.35	80916.27
欣欣	棕03	599.13	948.49	1577.19	105.29	1032.44	230.09	80059.11	78661.72
欣欣	棕06	628.45	883.56	2384.93	122.82	2090.38	496.13	95943.89	92361.63
欣欣	棕11	571.19	851.09	415.02	77.28	270.28	55.61	37420.25	38024.33
欣欣	棕12	550.91	818.62	759.79	70.66	421.50	108.71	44858.14	44867.02
欣欣	棕15	505.16	883.56	220.91	72.97	82.92	15.84	31370.77	32366.84
欣欣	綠02右	725.71	1045.88	1672.81	221.79	1667.32	449.28	131960.50	129720.90
欣欣	綠02左	725.71	1045.88	1683.74	197.20	1684.61	445.05	130421.75	128182.74
欣欣	藍28	513.92	818.62	685.76	26.78	351.73	62.25	38271.07	38477.10
欣欣	藍29	501.87	786.16	651.06	29.98	305.12	66.00	27233.05	27468.91
首都	紅32	632.46	1107.20	1297.30	231.64	860.32	234.02	111149.71	110266.08
首都	紅33	418.48	652.68	183.37	36.70	136.03	15.02	15405.93	16105.97
首都	棕01	564.24	912.41	342.27	82.86	251.75	78.24	46315.26	47036.79
首都	棕09	708.35	1366.93	1636.49	386.26	1415.15	388.54	169960.47	168209.29
首都	藍02	620.67	1042.27	669.70	145.92	621.71	193.48	77768.26	77800.39
首都	藍36	708.35	1366.93	1637.02	298.14	1185.35	305.25	133373.41	132022.93

如表 6-12(a)、(b)可知整體而言只引進車隊管理系統後對整體營運總成本並無明顯增減之影響，而引進公車優先號誌系統會增加 0.01%總營運成本，而引進此兩種技術之系統則可減少 0.01%總營運成本。而由圖 6-6 可知不同情境下系統技術引進對總營運成本之影響以大南、台北與大都會影響最大可減少營運成本。

表 6-12 不同情境下系統引進後之總營運成本變化(a)

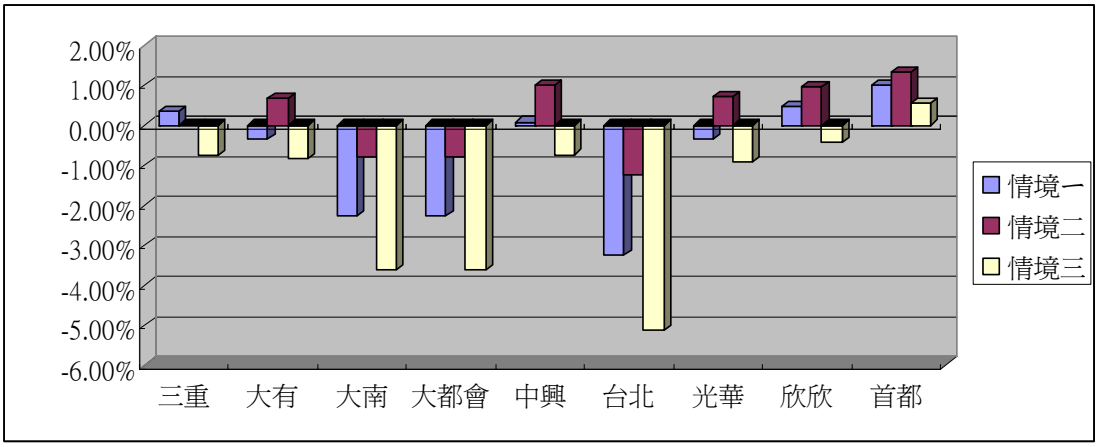
公司	路線	94 年之成本	情境一之成本	變化情形	情境二之成本	變化情形	情境三之成本	變化情形
三重	紅 09	68535.22	68312.31	-0.33%	67727.56	-1.18%	66932.29	-2.34%
	紅 31	58076.05	58394.81	0.55%	58294.21	0.38%	57980.33	-0.16%
	藍 01	35409.76	35640.67	0.65%	35616.81	0.58%	35395.90	-0.04%
	藍 26	47602.69	47857.94	0.54%	47657.22	0.11%	47370.23	-0.49%
	平均	----------	----------	0.35%	----------	-0.03%	----------	-0.76%
大有	藍 10	50199.32	50144.13	-0.11%	50473.18	0.55%	49905.90	-0.58%
	藍 12	50237.93	49840.78	-0.79%	50502.06	0.53%	49562.68	-1.34%
	藍 21	41570.37	41557.30	-0.03%	41968.69	0.96%	41413.39	-0.38%
	藍 25	36180.30	36020.75	-0.44%	36424.91	0.68%	35783.41	-1.10%
	平均	----------	----------	-0.34%	----------	0.68%	----------	-0.85%
大南	紅 35	5072.63	5174.18	2.00%	5264.11	3.77%	5184.96	2.21%
	藍 27	81786.98	81459.24	-0.40%	81945.36	0.19%	81075.27	-0.87%
	平均	----------	----------	0.80%	----------	1.98%	----------	0.67%
大都會	紅 05	102357.07	100049.65	-2.25%	101049.60	-1.28%	98290.25	-3.97%
	藍 05	47396.38	46325.73	-2.26%	47247.03	-0.32%	45844.98	-3.27%
	平均	----------	----------	-2.26%	----------	-0.80%	----------	-3.62%
中興	紅 12	46295.12	46205.69	-0.19%	46432.54	0.30%	45800.89	-1.07%
	紅 15	33313.86	33635.01	0.96%	33820.66	1.52%	33659.86	1.04%
	紅 15 副	11186.37	11152.82	-0.30%	11337.53	1.35%	10942.58	-2.18%
	紅 30	31557.88	31511.76	-0.15%	31821.26	0.83%	31323.32	-0.74%
	平均	----------	----------	0.08%	----------	1.00%	----------	-0.74%
台北	棕 07	63416.14	61122.29	-3.62%	62578.22	-1.32%	59892.72	-5.56%
	綠 01	72343.22	70241.83	-2.90%	71517.44	-1.14%	68964.12	-4.67%
	平均	----------	----------	-3.26%	----------	-1.23%	----------	-5.11%

註：情境一：車隊管理系統
情境二：公車優先號誌系統
情境三：車隊管理系統+公車優先號誌系統

表 6-12 不同情境下系統引進之總營運成本(b)

公司	路線	94 年之成本	情境一之成本	變化情形	情境二之成本	變化情形	情境三之成本	變化情形
光華	紅 02	182366.71	181622.57	-0.41%	182711.32	0.19%	180520.96	-1.01%
	紅 03	41265.15	41494.93	0.56%	41800.06	1.30%	41337.05	0.17%
	紅 10	71637.58	71240.43	-0.55%	72088.57	0.63%	70787.67	-1.19%
	紅 19	56313.21	55698.69	-1.09%	56711.42	0.71%	55343.83	-1.72%
	藍 07	64007.24	63895.72	-0.17%	64555.56	0.86%	63660.84	-0.54%
	藍 20	47819.44	47579.73	-0.50%	48116.41	0.62%	47214.03	-1.27%
	平均	----------	----------	-0.36%	----------	0.72%	----------	-0.93%
欣欣	棕 02	82359.35	81746.31	-0.74%	82523.23	0.20%	80916.27	-1.75%
	棕 03	80059.11	79630.41	-0.54%	80114.48	0.07%	78661.72	-1.75%
	棕 06	95943.89	94629.65	-1.37%	94639.66	-1.36%	92361.63	-3.73%
	棕 11	37420.25	38091.31	1.79%	38286.92	2.32%	38024.33	1.61%
	棕 12	44858.14	45160.93	0.67%	45467.74	1.36%	44867.02	0.02%
	棕 15	31370.77	32270.40	2.87%	32431.00	3.38%	32366.84	3.18%
	綠 02 右	131960.50	131410.10	-0.42%	131385.77	-0.44%	129720.90	-1.70%
	綠 02 左	130421.75	129885.00	-0.41%	129833.96	-0.45%	128182.74	-1.72%
	藍 28	38271.07	38691.77	1.10%	38959.91	1.80%	38477.10	0.54%
	藍 29	27233.05	27655.10	1.55%	27920.24	2.52%	27468.91	0.87%
	平均	----------	----------	0.45%	----------	0.94%	----------	-0.44%
首都	紅 32	111149.71	110955.63	-0.17%	111574.75	0.38%	110266.08	-0.79%
	紅 33	15405.93	16098.81	4.50%	16105.77	4.54%	16105.97	4.54%
	棕 01	46315.26	47044.18	1.57%	47241.64	2.00%	47036.79	1.56%
	棕 09	169960.47	169513.67	-0.26%	170011.78	0.03%	168209.29	-1.03%
	藍 02	77768.26	78227.23	0.59%	78395.74	0.81%	77800.39	0.04%
	藍 36	133373.41	133014.21	-0.27%	133737.81	0.27%	132022.93	-1.01%
	平均	----------	----------	0.99%	----------	1.34%	----------	0.55%
平均		----------	----------	0.00	----------	0.01	----------	-0.01
標準差		----------	----------	1.45%	----------	1.26%	----------	1.93%

註：情境一：車隊管理系統
情境二：公車優先號誌系統
情境三：車隊管理系統+公車優先號誌系統



註：情境一：車隊管理系統
情境二：公車優先號誌系統
情境三：車隊管理系統+公車優先號誌系統

圖 6-6 不同情境下系統引進後之總營運成本變化

6.5.2 系統引進後要素價格結果

依據 6.4 節計算系統引進後要素價格，由表 6-13(a)、(b)，6-14(a)、(b)及 6-15(a)、(b)可知各種系統引進對勞務價格、資本價格及中間要素價格變化情形。

表 6-13 車隊管理系統引進後要素價格比較表(a)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
三重	紅 09	2338.45	2401.22	2.68%	852.01	872.31	2.38%	11.14	11.44	2.66%
三重	紅 31	1625.81	1636.71	0.67%	732.44	749.77	2.37%	7.93	8.23	3.83%
三重	藍 01	2276.03	2306.96	1.36%	890.92	923.45	3.65%	10.20	10.69	4.81%
三重	藍 26	1734.00	1749.41	0.89%	678.02	700.15	3.26%	10.73	11.08	3.31%
大有	藍 10	2120.42	2120.64	0.01%	1469.16	1494.93	1.75%	20.51	20.97	2.25%
大有	藍 12	1894.60	1891.52	-0.16%	1414.30	1436.49	1.57%	18.13	18.59	2.54%
大有	藍 21	1666.85	1663.51	-0.20%	942.90	964.87	2.33%	19.30	19.87	2.93%
大有	藍 25	2023.70	2034.09	0.51%	1105.24	1132.99	2.51%	19.30	19.92	3.17%
大南	紅 35	1801.35	1807.50	0.34%	216.53	297.85	37.56%	11.59	12.99	12.04%
大南	藍 27	1840.09	1835.82	-0.23%	865.73	877.24	1.33%	13.34	13.59	1.82%
大都會	紅 05	2989.78	2940.58	-1.65%	1200.31	1213.12	1.07%	12.64	12.79	1.18%
大都會	藍 05	2482.67	2441.85	-1.64%	1308.61	1326.90	1.40%	14.92	15.30	2.56%
中興	紅 12	1974.00	1984.08	0.51%	1003.48	1025.17	2.16%	15.46	15.93	3.01%
中興	紅 15	1898.87	1903.13	0.22%	839.90	867.36	3.27%	16.00	16.56	3.54%
中興	紅 15 副	1904.14	1933.79	1.56%	859.09	932.66	8.56%	16.11	17.41	8.07%
中興	紅 30	2128.63	2137.05	0.40%	1023.59	1055.76	3.14%	15.40	15.95	3.56%
台北	棕 07	2447.40	2348.63	-4.04%	1710.17	1722.92	0.75%	10.99	11.21	2.01%
台北	綠 01	2159.19	2085.09	-3.43%	1483.77	1494.75	0.74%	12.10	12.32	1.84%
光華	紅 02	1863.64	1854.38	-0.50%	949.70	960.48	1.14%	15.17	15.43	1.76%
光華	紅 03	2021.53	2009.20	-0.61%	651.00	681.38	4.67%	17.08	17.77	4.08%

表 6-13 車隊管理系統引進後要素價格比較表(b)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
光華	紅 10	1782.99	1764.35	-1.05%	577.84	596.15	3.17%	15.56	16.00	2.81%
光華	紅 19	2084.37	2049.84	-1.66%	724.83	750.15	3.49%	15.15	15.61	3.04%
光華	藍 07	2035.03	2015.20	-0.97%	960.21	983.64	2.44%	16.24	16.70	2.85%
光華	藍 20	2631.99	2601.62	-1.15%	706.21	740.49	4.85%	14.65	15.11	3.12%
欣欣	棕 02	3052.48	3025.71	-0.88%	1352.17	1398.06	3.39%	16.06	16.60	3.35%
欣欣	棕 03	2855.67	2832.24	-0.82%	816.03	857.27	5.05%	15.26	15.82	3.62%
欣欣	棕 06	4352.77	4306.95	-1.05%	1223.42	1275.45	4.25%	16.02	16.47	2.76%
欣欣	棕 11	1910.64	1902.48	-0.43%	886.87	946.40	6.71%	14.37	15.47	7.64%
欣欣	棕 12	2724.93	2699.29	-0.94%	982.06	1052.81	7.20%	16.07	16.95	5.44%
欣欣	棕 15	1363.96	1359.89	-0.30%	712.89	764.37	7.22%	14.05	15.43	9.86%
欣欣	綠 02 右	3256.33	3240.21	-0.50%	1279.06	1311.27	2.52%	16.83	17.21	2.23%
欣欣	綠 02 左	3273.14	3256.82	-0.50%	1141.46	1173.66	2.82%	16.73	17.11	2.25%
欣欣	藍 28	2576.67	2557.78	-0.73%	388.47	459.09	18.18%	16.78	17.86	6.44%
欣欣	藍 29	2228.99	2205.70	-1.04%	530.27	617.44	16.44%	16.57	18.07	9.02%
首都	紅 32	1811.83	1803.97	-0.43%	942.86	963.24	2.16%	12.12	12.44	2.59%
首都	紅 33	1718.22	1724.21	0.35%	836.76	931.41	11.31%	9.70	11.47	18.32%
首都	棕 01	1164.54	1162.67	-0.16%	521.52	550.38	5.53%	11.29	11.84	4.93%
首都	棕 09	1871.17	1875.95	0.26%	1060.56	1075.77	1.43%	11.34	11.57	2.10%
首都	藍 02	1443.07	1444.03	0.07%	674.63	697.01	3.32%	11.27	11.65	3.39%
首都	藍 36	1489.37	1487.53	-0.12%	818.06	833.16	1.85%	12.21	12.54	2.71%

表 6-14 公車優先號誌系統引進後要素價格比較表(a)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
三重	紅 09	2338.45	2385.79	2.02%	852.01	892.71	4.78%	11.14	11.30	1.44%
三重	紅 31	1625.81	1629.97	0.26%	732.44	773.28	5.58%	7.93	8.20	3.51%
三重	藍 01	2276.03	2297.69	0.95%	890.92	948.49	6.46%	10.20	10.66	4.47%
三重	藍 26	1734.00	1741.19	0.41%	678.02	728.31	7.42%	10.73	11.00	2.55%
大有	藍 10	2120.42	2116.62	-0.18%	1469.16	1520.56	3.50%	20.51	20.93	2.08%
大有	藍 12	1894.60	1887.18	-0.39%	1414.30	1454.74	2.86%	18.13	18.56	2.41%
大有	藍 21	1666.85	1660.43	-0.39%	942.90	985.73	4.54%	19.30	19.86	2.92%
大有	藍 25	2023.70	2027.57	0.19%	1105.24	1153.85	4.40%	19.30	19.88	3.00%
大南	紅 35	1801.35	1808.83	0.42%	216.53	343.74	58.75%	11.59	12.99	12.03%
大南	藍 27	1840.09	1836.97	-0.17%	865.73	897.78	3.70%	13.34	13.55	1.54%
大都會	紅 05	2989.78	2937.89	-1.74%	1200.31	1236.48	3.01%	12.64	12.63	-0.09%
大都會	藍 05	2482.67	2441.18	-1.67%	1308.61	1352.62	3.36%	14.92	15.20	1.92%
中興	紅 12	1974.00	1980.51	0.33%	1003.48	1050.21	4.66%	15.46	15.88	2.71%
中興	紅 15	1898.87	1901.99	0.16%	839.90	891.70	6.17%	16.00	16.58	3.64%
中興	紅 15 副	1904.14	1927.16	1.21%	859.09	984.81	14.63%	16.11	17.27	7.17%
中興	紅 30	2128.63	2134.36	0.27%	1023.59	1081.62	5.67%	15.40	15.92	3.34%
台北	棕 07	2447.40	2359.21	-3.60%	1710.17	1757.34	2.76%	10.99	11.05	0.54%
台北	綠 01	2159.19	2096.27	-2.91%	1483.77	1526.46	2.88%	12.10	12.15	0.44%
光華	紅 02	1863.64	1854.65	-0.48%	949.70	974.39	2.60%	15.17	15.41	1.61%
光華	紅 03	2021.53	2009.11	-0.61%	651.00	710.06	9.07%	17.08	17.76	4.01%

表 6-14 公車優先號誌系統引進後要素價格比較表(b)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
光華	紅 10	1782.99	1764.71	-1.03%	577.84	613.11	6.10%	15.56	15.98	2.68%
光華	紅 19	2084.37	2050.47	-1.63%	724.83	768.09	5.97%	15.15	15.59	2.86%
光華	藍 07	2035.03	2015.82	-0.94%	960.21	1004.12	4.57%	16.24	16.69	2.77%
光華	藍 20	2631.99	2602.18	-1.13%	706.21	767.31	8.65%	14.65	15.06	2.82%
欣欣	棕 02	3052.48	3024.68	-0.91%	1352.17	1422.57	5.21%	16.06	16.50	2.73%
欣欣	棕 03	2855.67	2831.06	-0.86%	816.03	884.16	8.35%	15.26	15.71	2.91%
欣欣	棕 06	4352.77	4301.72	-1.17%	1223.42	1315.38	7.52%	16.02	16.23	1.27%
欣欣	棕 11	1910.64	1904.38	-0.33%	886.87	983.95	10.95%	14.37	15.44	7.46%
欣欣	棕 12	2724.93	2701.97	-0.84%	982.06	1094.53	11.45%	16.07	16.86	4.91%
欣欣	棕 15	1363.96	1359.87	-0.30%	712.89	786.43	10.32%	14.05	15.48	10.18%
欣欣	綠 02 右	3256.33	3243.64	-0.39%	1279.06	1341.17	4.86%	16.83	17.06	1.37%
欣欣	綠 02 左	3273.14	3259.86	-0.41%	1141.46	1203.56	5.44%	16.73	16.96	1.39%
欣欣	藍 28	2576.67	2556.26	-0.79%	388.47	493.30	26.98%	16.78	17.82	6.18%
欣欣	藍 29	2228.99	2207.31	-0.97%	530.27	658.11	24.11%	16.57	17.99	8.53%
首都	紅 32	1811.83	1804.61	-0.40%	942.86	981.16	4.06%	12.12	12.40	2.25%
首都	紅 33	1718.22	1723.02	0.28%	836.76	978.70	16.96%	9.70	11.48	18.42%
首都	棕 01	1164.54	1163.14	-0.12%	521.52	573.89	10.04%	11.29	11.84	4.87%
首都	棕 09	1871.17	1874.50	0.18%	1060.56	1089.79	2.76%	11.34	11.53	1.69%
首都	藍 02	1443.07	1444.20	0.08%	674.63	717.03	6.29%	11.27	11.61	3.03%
首都	藍 36	1489.37	1486.29	-0.21%	818.06	847.17	3.56%	12.21	12.50	2.37%

表 6-15 車隊管理系統+公車優先號誌系統引進後要素價格比較表(a)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
三重	紅 09	2338.45	2385.79	2.02%	852.01	892.71	4.78%	11.14	11.30	1.44%
三重	紅 31	1625.81	1629.97	0.26%	732.44	773.28	5.58%	7.93	8.20	3.51%
三重	藍 01	2276.03	2297.69	0.95%	890.92	948.49	6.46%	10.20	10.66	4.47%
三重	藍 26	1734.00	1741.19	0.41%	678.02	728.31	7.42%	10.73	11.00	2.55%
大有	藍 10	2120.42	2116.62	-0.18%	1469.16	1520.56	3.50%	20.51	20.93	2.08%
大有	藍 12	1894.60	1887.18	-0.39%	1414.30	1454.74	2.86%	18.13	18.56	2.41%
大有	藍 21	1666.85	1660.43	-0.39%	942.90	985.73	4.54%	19.30	19.86	2.92%
大有	藍 25	2023.70	2027.57	0.19%	1105.24	1153.85	4.40%	19.30	19.88	3.00%
大南	紅 35	1801.35	1808.83	0.42%	216.53	343.74	58.75%	11.59	12.99	12.03%
大南	藍 27	1840.09	1836.97	-0.17%	865.73	897.78	3.70%	13.34	13.55	1.54%
大都會	紅 05	2989.78	2937.89	-1.74%	1200.31	1236.48	3.01%	12.64	12.63	-0.09%
大都會	藍 05	2482.67	2441.18	-1.67%	1308.61	1352.62	3.36%	14.92	15.20	1.92%
中興	紅 12	1974.00	1980.51	0.33%	1003.48	1050.21	4.66%	15.46	15.88	2.71%
中興	紅 15	1898.87	1901.99	0.16%	839.90	891.70	6.17%	16.00	16.58	3.64%
中興	紅 15 副	1904.14	1927.16	1.21%	859.09	984.81	14.63%	16.11	17.27	7.17%
中興	紅 30	2128.63	2134.36	0.27%	1023.59	1081.62	5.67%	15.40	15.92	3.34%
台北	棕 07	2447.40	2359.21	-3.60%	1710.17	1757.34	2.76%	10.99	11.05	0.54%
台北	綠 01	2159.19	2096.27	-2.91%	1483.77	1526.46	2.88%	12.10	12.15	0.44%
光華	紅 02	1863.64	1854.65	-0.48%	949.70	974.39	2.60%	15.17	15.41	1.61%
光華	紅 03	2021.53	2009.11	-0.61%	651.00	710.06	9.07%	17.08	17.76	4.01%

表 6-15 車隊管理系統+公車優先號誌系統引進後要素價格比較表(b)

公司	路線	勞務價格			資本價格			中間要素價格		
		原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度	原始	情境一	變化幅度
光華	紅 10	1782.99	1764.71	-1.03%	577.84	613.11	6.10%	15.56	15.98	2.68%
光華	紅 19	2084.37	2050.47	-1.63%	724.83	768.09	5.97%	15.15	15.59	2.86%
光華	藍 07	2035.03	2015.82	-0.94%	960.21	1004.12	4.57%	16.24	16.69	2.77%
光華	藍 20	2631.99	2602.18	-1.13%	706.21	767.31	8.65%	14.65	15.06	2.82%
欣欣	棕 02	3052.48	3024.68	-0.91%	1352.17	1422.57	5.21%	16.06	16.50	2.73%
欣欣	棕 03	2855.67	2831.06	-0.86%	816.03	884.16	8.35%	15.26	15.71	2.91%
欣欣	棕 06	4352.77	4301.72	-1.17%	1223.42	1315.38	7.52%	16.02	16.23	1.27%
欣欣	棕 11	1910.64	1904.38	-0.33%	886.87	983.95	10.95%	14.37	15.44	7.46%
欣欣	棕 12	2724.93	2701.97	-0.84%	982.06	1094.53	11.45%	16.07	16.86	4.91%
欣欣	棕 15	1363.96	1359.87	-0.30%	712.89	786.43	10.32%	14.05	15.48	10.18%
欣欣	綠 02 右	3256.33	3243.64	-0.39%	1279.06	1341.17	4.86%	16.83	17.06	1.37%
欣欣	綠 02 左	3273.14	3259.86	-0.41%	1141.46	1203.56	5.44%	16.73	16.96	1.39%
欣欣	藍 28	2576.67	2556.26	-0.79%	388.47	493.30	26.98%	16.78	17.82	6.18%
欣欣	藍 29	2228.99	2207.31	-0.97%	530.27	658.11	24.11%	16.57	17.99	8.53%
首都	紅 32	1811.83	1804.61	-0.40%	942.86	981.16	4.06%	12.12	12.40	2.25%
首都	紅 33	1718.22	1723.02	0.28%	836.76	978.70	16.96%	9.70	11.48	18.42%
首都	棕 01	1164.54	1163.14	-0.12%	521.52	573.89	10.04%	11.29	11.84	4.87%
首都	棕 09	1871.17	1874.50	0.18%	1060.56	1089.79	2.76%	11.34	11.53	1.69%
首都	藍 02	1443.07	1444.20	0.08%	674.63	717.03	6.29%	11.27	11.61	3.03%
首都	藍 36	1489.37	1486.29	-0.21%	818.06	847.17	3.56%	12.21	12.50	2.37%

6.5.3 系統引進之捷運接駁公車路線生產力變化

本研究在設定時，並無考慮系統引進後對營運里程數的影響，由於營運里程的改變主要依據各路線載客數的情況進而調整，故總要素生產力主要以技術變動效果為主。由下表 6-12 圖 6-6 可知針對 94 年後引進不同情境下 APTS 系統引進後生產力的表現可以發現：

(1)整體捷運接駁公車路線而言，不同情境下 APTS 系統引進均可產生正向生產力成長率，其中以車隊管理系統與公車優先號誌系統技術組合對生產力影響最大為 0.0259，其次以引進車隊管理系統為 0.0158，最差為公車優先號誌系統 0.0086，如表 6-18 所示。

(2)由圖 6-7 可知針對不同公車業者所經營之路線，在不同智慧型運輸技術引進對各公車業者之生產力影響，以大都會、中興與大有為表現為佳，而對首都、欣欣表現較差。

表 6-16 不同系統組合之總要素生產力成長率

公司	路線	情境一	情境二	情境三	公司	路線	情境一	情境二	情境三
三重	紅 09	0.0328	0.0187	0.0482	欣欣	棕 02	0.0228	0.0155	0.0331
	紅 31	-0.0185	-0.0220	-0.0105		棕 03	-0.0071	-0.0103	0.0054
	藍 01	0.0218	0.0105	0.0287		棕 06	0.0815	0.0818	0.1034
	藍 26	0.0039	-0.0001	0.0136		棕 11	-0.0542	-0.0567	-0.0466
	平均	0.0100	0.0018	0.0200		棕 12	0.0203	0.0169	0.0301
大有	藍 10	0.0690	0.0612	0.0759		棕 15	-0.1157	-0.1202	-0.1131
	藍 12	0.0436	0.0296	0.0505		綠 02 右	0.0070	0.0086	0.0202
	藍 21	0.0044	-0.0045	0.0108		綠 02 左	0.0062	0.0079	0.0196
	藍 25	0.0437	0.0280	0.0515		藍 28	-0.0172	-0.0221	-0.0086
	平均	0.0402	0.0286	0.0472		藍 29	-0.0307	-0.0368	-0.0195
大南	紅 35	0.0696	0.0387	0.0762		平均	-0.0087	-0.0115	0.0024
	藍 27	-0.0313	-0.0346	-0.0242	首都	紅 32	0.0110	0.0072	0.0188
	平均	0.0191	0.0020	0.0260		紅 33	0.0026	-0.0052	0.0105
大都會	紅 05	0.1544	0.1453	0.1694		棕 01	-0.0240	-0.0266	-0.0185
	藍 05	0.0509	0.0378	0.0624		棕 09	-0.0005	-0.0057	0.0074
	平均	0.1027	0.0915	0.1159		藍 02	-0.0055	-0.0083	0.0024
中興	紅 12	0.0178	0.0101	0.0287		藍 36	-0.0464	-0.0513	-0.0382
	紅 15	0.0207	0.0145	0.0243		平均	-0.0105	-0.0150	-0.0029
	紅 15 副	0.1079	0.0766	0.1297	平均值		0.0158	0.0086	0.0259
	紅 30	0.0706	0.0570	0.0792	標準差		0.0498	0.0466	0.0520
	平均	0.0543	0.0396	0.0655					
台北	棕 07	0.0221	0.0208	0.0441					
	綠 01	-0.0076	-0.0061	0.0126					
	平均	0.0073	0.0073	0.0283					
光華	紅 02	-0.0490	-0.0516	-0.0413					
	紅 03	-0.0017	-0.0052	0.0071					
	紅 10	-0.0181	-0.0241	-0.0090					
	紅 19	0.0428	0.0314	0.0517					
	藍 07	0.0178	0.0121	0.0247					
	藍 20	0.1142	0.1059	0.1249					
	平均	0.0177	0.0114	0.0263					

註：情境一：車隊管理系統
情境二：公車優先號誌系統
情境三：車隊管理系統公車優先號誌系統

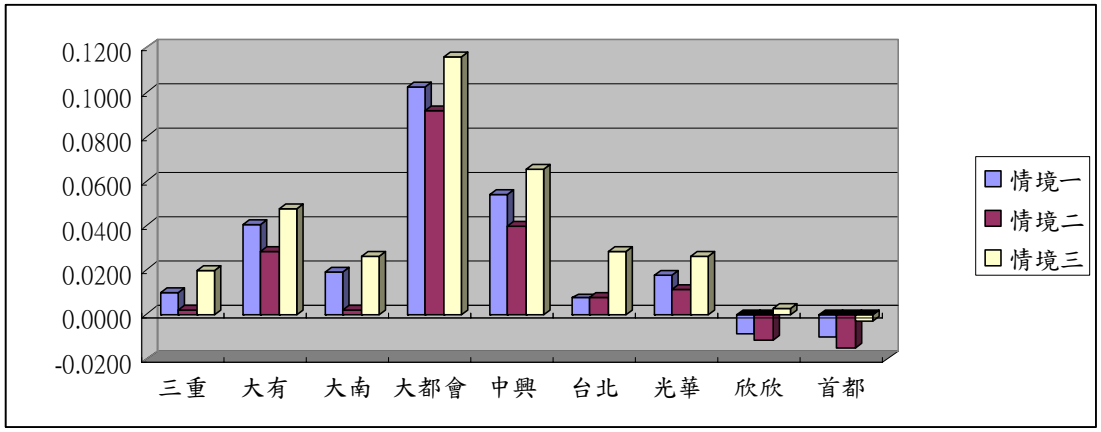


圖 6-7 不同情境下各公車業者生產力分析

第七章 結論與建議

7.1 結論

1.在路線效率衡量方面，本研究以經濟觀點，在公車業者追求最大利潤下或最小成本之原則下，研究各捷運接駁公車路線經營上是否能達到技術效率及配置效率，亦即能否達到經濟效率。

2.本研究利用 91~94 年 46 條捷運接駁路線公車營運成本資料、其他相關營運資料進行成本效率的衡量，探討各公車業者在經營捷運接駁公車路線上之經營績效，並藉由各項經濟分析及政策意義探討之基礎，並採總要素生產力(TFP)研究方法，剖析各生產要素對業者生產力之影響效果。

3.實證研究結果顯示在研究期間以相對效率來看藍 27、棕 1、棕 11、棕 15、紅 2、紅 34、綠 1 等路線經濟效率表現最差，即顯示此等路線仍有成本節省之空間，以藍 25、紅 35、紅 7、藍 5、紅 15 副表現較佳。

4.由整體投入要素成本彈性來看，以勞務價格變動影響成本最大，其次為中間要素價格，顯示公車運輸業屬於勞力密集之產業。其中以東南客運勞務價格變動影響成本為最大。

5.在平均成本及密度經濟分析方面，各路線平均成本方面大多路線均偏高以棕 05、棕 10、棕 15 與綠 11、藍 28、紅 34 明顯偏高許多，其中棕 15 與紅 34 線為自 93 年始行駛屬於新路線且屬於偏遠之路線，而紅 2、紅 32、藍 36、棕 09 線其平均成本最所有路線平均成本最低，顯示此 4 條路線營收狀況較佳；整體規模經濟則為 0.5030 顯示研究期間內公車處於規模報酬遞增，各捷運接駁路線公車在研究期間內均呈現規模報酬遞增之營運情況，以東南、大有、光華客運三家之規模經濟估計值較高，顯示各路線捷運接駁公車應可增加營運投入擴大營運規模，以降低平均營運成本。在總要素生產力方面，在研究期間內為非技術進步中立，92 年與 93 年均生產力成長率皆為正成長，惟 94 年成長率為負成長，其中生產力之變動主要以技術變動效果對生產力貢獻度最大。以公車業者為單位可發現在研究期間內生產力除東南、中興與光華外均為正成長，顯示研究期間內東南、中興與光華客運總要素生產力成長率是呈現負成長。

6.為瞭解本研究構建之成本函數之有效性，本研究利用 91~94 年捷運接駁公車營運成本資料構建之模式推估 94 年營運里程估計值，並與實際值作一比較，整體平均絕對誤差為 20.33%，進一步利用 t 檢定判定估計值與實際值無明顯之差異。

7..針對引進先進大眾運輸系統所需投入之成本估算結果發現，引進系統所需之維運成本.約為建置成本的 1.5~2.5 倍，其中以通訊費用為主，未來若能降低通訊成本費率將可減少公車業者引進先進大眾運輸系統之風險。

8..在無實際資料的情況下，本研究嘗試參考國內、外研究之結果為依據，並透過情境分析方式，合理反映未來公車業者引進先進大眾運輸系統下，考慮所需

投入之建置成本與維運成本，並因系統引進產生之效益對營運成本的減少情況下，對公車業者在經營上之變化。情境分析方面發現，引進 APTS 系統三種情境下所需投入之建置成本、維運成本與系統之效益，進而對勞務價格、資本價格、中間要素價格改變下，生產力成長率估算結果發現：(1)不同情境下 APTS 系統引進下，考量所需之建置、營運成本與系統引進可減少之營運成本，雖對各整體路線營運成本並無明顯之增減。(2) 整體捷運接駁公車路線而言，不同情境下 APTS 系統引進均可產生正向生產力成長率，其中以車隊管理系統與公車優先號誌系統技術組合對生產力影響最大為 0.0259，其次以引進車隊管理系統為 0.0158，最差為公車優先號誌系統 0.0086。(3) 針對不同公車業者所經營之路線，在不同智慧型運輸技術引進對各公車業者之生產力影響，以大都會、中興與大有為表現為佳，而對首都、欣欣表現較差。

7.2 建議

1.本研究透過理論模式之構建以評估台北市捷運接駁公車經營績效，其結果可提供相關機關單位決策改善建議。然而，由於台北市捷運接駁公車自 1999 闢駛至今僅 5 年，無法得到更多之數據，故在模式參數效估上可能產生較大之誤差。本研究囿於資料不全情形下，無法充分瞭解台北市捷運接駁公車業者歷年成本效率之演進，以致並不能提供相當明確的資訊與管制單位和公車業者，未來針對公車客運資料相關政府單位應能夠完整收集，以利相關單位做進一步的深入研究分析。

2.由於本研究針對先進大眾運輸系統之效益計算，乃採用相關文獻之數據，並非使用真實之營運資料，且部分系統之效益難以貨幣量化，故在估算上將產生低估之可能性，而無法真實反應先進大眾運輸系統真實之效益。待未來台北市公車在先進大眾運輸系統完整發展建置完成後，便可利用實際之營運成本資料進行事前、事後評估，以評估系統對公車產業之影響。

3.由於資料來源有限，本研究之模式設定乃使用較簡單變數設定，未來後續之研究應納入其他相關營運等變數，真實反應產業之經濟特性，並進行完整之分析。

參考文獻

一、中文文獻

1. 吳雅音，「臺鐵成本結構之研究」，國立成功大學交通管理學系碩士論文，民國82年6月。
2. 鍾佩真，「鐵生產力變化之研究:自民國七十六年一月至民國八十一年十二月」，國立成功大學交通管理學系碩士論文，民國83年6月。
3. 張俊明，「台北市公車業規模經濟與生產力之研究」，淡江大學土木工程學系碩士論文，民國85年6月。
4. 張有恆、游俊雄，「都市運輸系統整合方式之探討」，第二屆海峽兩岸都市交通學術研討會。
5. 張學孔、劉育儒、陳信雄，「市區公車定位與通訊系統技術評估之研究」，中華民國運輸年會第20屆論文研討會，民國87年12月。
6. 陳敦基、陳正元，「由智慧卡發展看台北市大眾運輸系統票證整合之未來」，第一屆智慧型運輸系統國際研討暨展覽會，民國88年5月。
7. 李克聰、陳昱豪、黎秋蓮、吳宜璟，「台北都會區先進大眾運輸接駁系統之規劃設計」，第一屆智慧型運輸系統國際研討暨展覽會，D1-26~40，民國88年5月。
8. 尚錦堂，「台北市聯營公車路線合理經營年線之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國88年6月。
9. 鄭秀玲、牛慧雯、王小娥，「台電公司之長短期規模經濟與密度經濟研究」，人文及社會科學季刊，125-159頁，民國85年。
10. 台北捷運公司，「台北大眾捷運股份有限公司勞務合約」，合約編號PD89BR03，民國88年10月。
11. 陳佳慧，「捷運接駁公車營運績效評估－以淡水線為例」，台灣大學土木工程

學系碩士論文，民國89年6月

12. 李明彥，「營運虧損補貼對台北市聯營公車成本與生產利影響之研究」，淡江大學運輸管理學系碩士論文，民國89年6月。

13. 張學孔，「先進公車系統自動車輛定位與通訊技術之評估研究」，運輸計畫季刊，第30卷第1期， 203-236頁，民國89年。

14. 吳貞瑩，「國籍航空公司成本結構之研究」，交通大學交通運輸學系碩士論文，民國91年6月。

15. 鄭雪萍，「台鐵成本結構及生產力變化之研究」，成功大學交通管理學系碩士論文，民國91年6月。

16. 王裕文，「國籍航空公司經營效率與獲利相關因素之探討」，高雄第一科技大學運輸倉儲營運所碩士論文，民國91年6月。

17. 許易民，「台灣地區本國銀行多角化與成本效率關係之分析，東吳大學經濟學系碩士在職專班碩士論文，民國91年6月。

18. 謝欣君，「成立金融控股公司對成本、效率及市場競爭影響之模擬分析」，東吳大學經濟學系碩士論文，民國92年6月。

19. 陳家良，「Generalized Translog 函數之使用－金融控股公司成立後銀行業與票券業績效之評估」，東吳大學經濟學系碩士論文，民國93年6 月。

20. 徐錦揚，「非接觸式智慧卡對公車業者之效益分析」，台灣大學土木工程學系碩士論文，93年6月。

21. 王晉元等，「大眾運輸車隊管理系統核心模組推廣應用之技術支援與後續功能擴充之研究」，交通部運輸研究所委託專題研究報告，民國92年06月。

22. 吳玉珍等，「以整合租用方式建置都市公車動態資訊系統之規劃與推動」，交通部運輸研究所，民國90年07月。

23. 李紫琳，「捷運接駁公車系統營運績效評估架構之建立」，台灣大學土木工程

研究所碩士論文，民國93年6月。

24. 蘇志強，「路口公車優先通行控制系統實測之研究」，第一屆台灣智慧型運輸系統國際研討展覽會，D1-41頁，民國88年5月

25. 蘇志強，「臺北市公車優先號誌之研發與示範(二)」，交通部運輸研究所委託專題研究報告，民國92年2月。

26. 蘇昭銘，「公車動態資訊系統前端與後端系統整合觀摩計畫」，交通部運輸研究所委託專題研究報告，民國91年04月。

27. 鍾慧諭等，「公車捷運化設計手冊之研究」，2005年3月。

二、英文文獻

1. Bates , E . G . , “A Study of Passenger Transfer Facilities” ,TRR.662,1987

2. Hensher, D. A and Daniels, R., “Productivity Measurement in the Urban Bus Sector,” Transport Policy, Vol. 2, No. 3, pp. 179-194, 1995

3. Wilson, W. W. , “Cost Savings and Productivity in the Railroad Industry, ” *Journal of Regulatory Economics* 11, pp.21-40,1997

4. K.Obeng, R. Sakano, “Total Factor Productivity Decomposition ,Input Price Inefficiencies,and Public Transit Systems,” *Transportation Research Part E* (38)19-36, 2002

5. Mancuso, P. and Reverberi, P.,“Operating Costs and Market Organization in Railway Services,” *Transportation Research Part B*(37)43-61, 2003

6. Wei,W. and Hansen, M.,“Cost Economics of Aircraft Size, ” *Journal of Transportation Economics and policy*,Volume 37,Part 2,pp.279-296, 2003

7. Inglada, V., and Rey, B.,“Liberalisation and Efficiency in International Air Transport,” *Transportation Research Part A* (40)95-105, 2004

8. Heike, L.,“An econometric analysis of motorway renewal costs in

Germany,” *Transportation Research Part A*. 2006

9. U.S department of Transportation Benefit Assessment of Advanced Public Transportation Systems Technologies,2000.
10. U.S department of Transportation Advanced Public Transportation Systems：The State of the art,2000.
11. Intelligent Transportation Systems Benefits and Costs,2003
12. Cervero, R.,“Cost and Performance Impacts of Transit Subsidy Programs,” *Transportation Research A*, Vol. 18A, No. 5, pp. 407-413, 1984.
13. Fazioli, R., Filippini, M. and Kuenzle, M.,“Cost Efficiency in Regional Bus Companies An Application of Alternative Stochastic Frontier Models,” Journal of Transport Economics and Policy, Volume 40, Part 1, January 2006, pp. 95－118
14. Zellner, A., “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias,” *Journal of the American Statistical Association*, pp.348-368, 1962.
15. William H. G., Econometric Analysis, 3rd ed., New York：New York University, 1997.

第二年報告:
臺北市捷運接駁公車路線營運里程最小有效規模之研究
A Study on Minimum Efficient Scale of Route Kilometers for MRT Feeder Bus in Taipei City

摘要

台北市政府為配合捷運系統行駛目前開闢有 45 條捷運接駁公車路線，有關其路線營運里程(即路線長度)之規定係以起訖點 8~10 公里為原則，此一規定係來自經驗判定並無理論依據。然而公車業者為提高營收或載客數，常設法延長其路線營運里程，此已失去捷運接駁之原始立意。因此，建立合理的捷運接駁公車路線長度設置原則，實為政府部門與公車業者所應共同重視之課題。本研究主要考量政府管制之立場，探討各路線捷運接駁公車之成本效率，首先透過 2002~2004 年台北市捷運接駁公車之 129 筆路線樣本資料，構建捷運接駁公車路線 Translog 總成本函數。在成本模式構建中，以路線長度與班次數乘積設定產出，其中班次數即為一可反映出需求因素的替代性變數。此外，模式中亦加入路線營運屬性變數(即營運路線長度)與相關虛擬變數(如公民營業者、市郊區、公車專用道、停靠站數等)，藉以探討各變數與成本變動之關係。最後，透過最小有效規模(Minimum Efficient Scale, MES)之經濟概念，推估台北市各捷運接駁公車路線之理想營運路線長度。

實證結果顯示，在路線營運特性方面，發現行駛於公車專用道因素對於業者成本有正向的影響，而停靠站過多確實將造成路線營運成本的增加；在規模經濟方面，部分捷運接駁路線處於規模報酬遞增或遞減階段，顯示其可透過路線長度或班次數之調整以達最適經濟規模；在 MES 分析方面，顯示在台北市捷運接駁公車路線之平均營運條件下，經由 MES 估計所得之各捷運路線接駁公車之理想路線長度約介於 16~19 公里之間；而本研究利用平均絕對偏差百分比(MAPB)值衡量原路線長度與理想路線長度(即 MES 之估計值)間之差異程度，計算結果整體捷運接駁路線之平均 MAPB 值為 21.98%，並發現各捷運接駁路線之平均路線長度大致尚有 2.16~3.97 公里之調整空間。上述所有結果除可供公車業者規劃與調整路線長度之參考外，亦可做為市政府管制及審議其路線營運里程之依據。

關鍵詞：台北市捷運接駁公車、路線營運里程、成本函數、最小有效規模、規模經濟、

Abstract

There are 45 routes of feeder bus, which have been designed by the government of Taipei city, to operate cooperatively with the MRT system. Regarding the rule of the operated kilometers of route (i.e. the length of route), 8-10 kilometers of O-D terminal is set as the principle for feeder bus. But this rule was based on the experience, and has no theoretic base. However, the bus transit operators always try to extend the length of route or to reduce the number of bus stop, in order to reduce the cost. This already loses the original meaning of providing feeder bus. Therefore, it is an important topic to build the principle of the reasonable length of route for the government and the bus transit operator. At the viewpoint of regulation of government, the Translog cost function is employed by using the 129 samples of route during the period of 2002-2004 years to explore the cost efficiency of feeder bus. In the building of cost function, the items of output is set by the multiplier of the route length and frequency, where the frequency can be treated as a proxy variable reflecting the level of demand. Moreover, in the cost model of route of bus, the attribute variable related to the characteristic of operation of route (i.e. length of route), and the related dummy variable (such as public or private operator, CBD or suburb, the bus exclusive lane, and the number of bus stop) are utilized to explore the relationships among these variables with the cost. Finally, the economic concept of Minimum Efficient Scale (MES) is applied to estimate the ideal operation length of each route of MRT feeder bus in Taipei city.

The empirical result shows as follows. In the analysis of the characteristics of operation of feeder bus, the bus exclusive lane has positive influence in the operator's cost, and the more number of stop will indeed increase the operation cost of route. In the

analysis of economy of scale, some of routes of feeder bus posse the increasing or the decreasing return to scale, this means that some of them can be modified to the optimal economies of scale by adjusting the length of route or the frequency. In the analysis of MES, under the average conditions of operation of MRT feeder bus of Taipei city the ideal lengths of route of feeder bus should be in the range of 16-19 kilometers for each MRT line via the estimation of MES. Beside, this study adopts the Mean Absolute Percentage of Bias (MAPB) to measure the degree of difference between the original length of route and the ideal one (i.e. the estimated value of MES). The consequence of calculation indicates the average MAPB is about 21.98% in the total routes of feeder bus, and find that the average values of 2.16-3.97 kilometers of route lengths should be adjusted for the feeder bus among each MRT lines. All of the above results can be referred as adjusting and regulating on length of route of MRT feeder bus for the bus transit operator and the government of Taipei city.

Keywords: Feeder Bus, Route kilometers, Cost function, Minimum efficient scale (MES), Economies of Scale

一、前言

捷運接駁公車 (Feeder bus)) 設置目的希望提高捷運與公車系統間轉乘的方便性與可及性、擴大服務範圍、提高大眾運輸效率與服務水準，達到捷運、公車整合，構成點線面全方位之大眾服務層面。台北市自捷運系統開始營運後，公車系統仍是大眾運輸系統之主要一環，並同時扮演捷運走廊提供接駁服務之互補角色。目前由台北市政府為配合捷運系統行駛，所規劃的捷運接駁公車包含 45 條營運路線；故本研究針對上述 45 條捷運接駁路線，探討由 2002 至 2004 的資料共 129 筆樣本。其規劃原則中有關路線營運里程(即路線長度)之規定，係以起訖點 8~10 公里為原則。此一規定主要以經驗判定，並無相關理論依據。事實上，目前台北市捷運接駁公車營運路線長度卻多未符合此一設置原則。於實際營運上，公車業者為提高營收或載客數，在捷運接駁公車路線規劃上，常設法延長其路線營運里程或減少班次數，另一方面因路線延駛多會影響其他業者既有路線之經營，在路線審議過程常引發業者間搶佔市場之爭議。無論如何，捷運接駁公車路線營運上的路線的延長或彎繞情形，均與原始目的相違背。因此，建立合理的捷運接駁公車路線長度設置原則，並考量業者營運成本效率(Cost efficiency)，以使政府在路線里程管理上賦予一合理設置範圍，實為政府部門與公車業者所應共同重視之課題。

綜合上述背景與動機，為更進一步了解捷運接駁公車路線長度之有關營運面課題，本研究主要的研究內容，首先從業者的角度考慮成本最小化，並符合政府管制的觀點，透過成本函數之構建推求台北市捷運接駁公車符合最小有效規模(MES)之路線長度(營運里程)，並探討各捷運接駁路線之相關路線營運特性(如彎繞程度、停靠站數、行駛公車專用道等)以及規模經濟特性；進而依據現況原始各路線的路線特性與營運狀況(包含需求水準)，並利用 MES 概念求算理想路線長度，建議目前各捷運路線之接駁公車路線長度及對應各路線營運產出(班次數)之調整幅度。上述研究結果除可供公車業者規劃與調整路線營運里程之參考外，亦可做為市政府審議並管制其路線長度之依據。

二、文獻回顧

1.公車路線長度設置之相關研究

由於提供捷運接駁公車主要係為能在捷運車站服務範圍內，提供適當的大眾運輸接駁系統，因此有關捷運接駁公車路線營運路線的規劃，除涉及服務範圍的需求密度及分佈外，接駁公車系統本身的營運成本、設置站數、服務班次數等因素，亦可能影響最適路線營運里程的規劃。事實上，在相關文獻中不乏利用準則性規範或多目標線性規劃方法探討公車路線長度的設定，惟其研究內容多在探討公車路線設置或路線長度之規劃，而就既有公車路線的營運長度檢視其營運績效，或進行合理性評估之相關研究，除 Chang and Chu(2005)從外部效果觀點進行評估外，相關文獻則鮮少見及。因此，本研究對於上述相關重點研究均予以回顧，以補其不足。

在捷運接駁公車的路線設置原則與規劃方面，亞聯顧問公司(民 81)提出於捷運系統興建初期，針對公車與捷運系統路網整合問題認為公車轉乘的界定，應考慮捷運車站所在地區位置、道路系統條件、地區發展特性等條件，並避免重要轉乘站若服務範圍重複；避免競爭型路線。Verma and Dhingra(1994)在其整合大眾捷運路網的接駁公車路線產生模式中提到最佳化的接駁公車的路線產生可分為兩個階段進行，第一階段在最大與最小的路線長度準則下產生一組最短路徑(視為潛在接駁路線)，第二階段從其運輸走廊中每一車站至端點的潛在接駁路線中，產生第 K 短路徑，並運用基因演算法(Genetic algorithm)從中篩選出一條組合性路線。Howard(1995)在其公車路線評估標準中提及決定公車路線的 15 項準則，主要包括人口密度、就業密度、與其他主要路線及運輸走廊的間隔、路網的連接性、服務公平性、路線直達性、公車站間隔與位置、減少路線重疊、考慮轉乘時間的系統設計等，提供路線設置的具體評估因素。其次，鼎華科技公司(民 88)認為接駁公車路線之服務市場應界定在「收集重要活動點至主要轉運站之旅客」，以及「服務路幅條件不適宜大型公車行駛之地區」，可知捷運接駁公車路線營運上應該使以互補性方式經營，以增加捷運系統之可及性及其服務範圍。

在公車路線長度的設置績效研究方面，Spasovic and Schonfeld(1993)為探討市中心區至郊區的公車路線長度，在多對一的旅運型態與均一需求密度下，考慮公車營運成本使用者成本，並透過最大利潤與社會福利的目標函數求取最佳化的公車服務範圍，其主要考慮的服務變數包括有路線長度、路線間隔(spacing)、班距及票價等因素。Chang and Chu(2005)在同時考慮營運成本、使用者成本及外部成本下，重新評估大眾運輸路線的班次數與路線長度，其利用數值分析發現考慮外部成本後的最佳化的班距與路線長度，均較傳統模式中未考慮外部成本者有增長的現象，顯示大眾運輸服務的路線長度設置未達合理水準。

2.成本函數與規模經濟之相關研究

由於本研究將運用成本函數與規模經濟之方法探討捷運接駁公車的合理路線長度，因此亦回顧其在運輸領域應用的相關文獻。

(1)國內研究

在規模經濟分析方面，國內較早相關的研究中，如林新華（民 75）對台北市公車業、王弓（民 76）及藍武王等（民 78）對台灣汽車客運、王小娥等（民 83）對台灣鐵路業，分別使用 translog 成本函數進行運輸產業之模經濟分析。榮朝和(民 88)於探討運輸業規模經濟分析中指出：(a)從運輸網路之規模經濟，可了解運輸企業的營運績效與運輸的路線，是否因為運輸路線越長或是網路越大，產生單位營運成本越低的效果；(b)從運輸經濟距離角度，可了解單位運輸成本是否會隨運輸距離的延長而隨之下降的效果。上述所提及網路因素、路線長度、運輸距離等觀點與本研究探討之主題相當密切。

在成本函數應用方面，在鍾佩真(民 83)與鄭雪萍(民 91)皆探討台鐵成本結構及生產力變化之研究中，構建多產出 Translog 成本函數，並加入網路變數(停靠站數等)與營運特性屬性變數(服務水準、平均旅次長度等屬性)，並指出台鐵同時具有規模經濟與密度經濟。王彥超(民 89)有關天空開放後國內航空公司之成本、效率及密度經濟之研究中，透過非最小化成本函數來檢視國內航空公司民國 78-86 年期間之分配扭曲對密度報酬、投入要素需求量及成本的影響，主要研究結果顯示航空公司提供的服務品質，如班次數、延滯數、服務機場數、飛安與經營離島航線等均會影響公司之市場價格。在最小有效規模方面，利用構建 Trnaslog 成本函數進行及最適營運規模之研究，尚包括有楊瑞益(民 83)以台灣地區公路汽車客運業利用 MES 求算出其大、小規模廠商最適營運車輛數，以及張俊明(民 85)針對台北市公車業成本彈性的曲線與數學式求得的 MES 包含公車處員工為 549 人、車輛數 224 輛。陳敦基等(民 92)於探討營運虧損補貼對台北市聯營公車成本與生產力影響之研究中，構建受補貼路線之成本函數，透過利用最小有效規模(MES)之概念求算最適產出，以界定個別路線補貼之上限。

(2)國外研究方面

國內外探討有關運輸業相關文獻，其中包含航空、鐵路、公車等相關文獻中利用成本函數探討其營運規模，其中航空方面有 Wei and Hansen(2003)於探討有關飛機最適規模大小，於成本函數中便加入跑道長度並且探討飛機最適營運大小。公車業方面近年來有多篇文獻藉由 Translog 成本函數探討最適營運規模；其中 Anna(1998)等人探討有關西班牙市區公車公司技術特性與效率，成本函數中包含各家公司之營運路線長度並且加入公司特定變數與時間變數，並利用彈性探討路線長度與成本間的關係；結果為路線長度越長、夜間營運班次越多、車輛數越多等則成本越高，另外於探討規模經濟時，研究結果發現部分公司當營運規模愈大時，會容易有規模不經濟的情形。Massimo and Paola (2001)利用成本函數來探討瑞士 34 家公車業者，由 1991-1995 年的資料來探討有效率的規模；包括路網的規模、停靠站數及服務地區之地形等，主要目的為提供瑞士地區於路網設計之參考之用，並計算出不同地區與不同公司規模下的營運公里數。此外，Matthew and Patrick (2001)等人探討 1986 至 1994 年的 Panel data 迴歸分析方法，並構建 translog 成本函數，來探討運輸系統範圍(System size)，其中加網路大小為網路變數，並依照公司規模大小將 256 個樣本數分為五個大小規模探討其系統規模大

小；結果顯示當網路大小增加 1%時，成本將會降低 25%。另外可以發現在增加網路大小時，對於規模較大公司之變動影響較大。Carlo(2006)等人利用 Translog 成本函數，探討重新調整義大利中型與大型公司，大眾運輸系統之最適網路形態，其中設定網路變數為路線長度，並探討其服務地區的營運特性(例如市區/郊區)，最後探討其規模經濟與密度經濟特性(包含市區、郊區及綜合地區)。結果顯示，其所提供的服務，應包含市區及郊區為其最適之營運規模；反之小型公司應該減少營運，有別於市區幹道之次要路線。

參、現況問題分析

3.1 台北市捷運接駁公車路線設置原則與現況

依據台北市交通局於捷運接駁公車規劃時所規範闢駛與路線營運有關之主要原則列述如下：(1)營運里程起訖點以 8-10 公里為原則；(2)服務水準面則需配合捷運系統營運時間，實施以尖鋒 10 分鐘、離峰 20 分鐘班距為原則；營運後在依其實際需求進行調整至提升服務水準；頭、末班車到達時間需與捷運車頭、末班車連結；(3)與捷運車站重疊以不超過三站為原則。由上述原則可知，針對營運路線長度方面，特別針對營運路線長度限制以 8-10 公里為原則，其主要目的，係為避免因為路線彎繞或延長，造成整體捷運系統服務水準降低。

事實上，根據本研究蒐集台北市捷運接駁公車路線長度資料，統計結果發現目前各路線長度多分布於15-20公里，佔有1/3，而營運路線長度於規劃原則之10公里以下範圍卻只約占1/6，詳如表1。就路線長度的分佈上，明顯高於台北市交通局針對路線長度之規劃原則，此一現象意味8-10 公里的營運路線長度，無法配合市場營運條件及實際需求現況，以致各路線多以超過上述原則規定之長度，來達到其較有效率之經營規模。此外，所有台北市捷運接駁公車路線之平均營運里程，則達24公里。由上述分析可知，目前台北市捷運接駁公車之營運路線長度卻多未符合規劃中8-10公里原則，此一規定顯然與台北市捷運接駁公車之實際經營狀況不符，實有檢討之必要性。

表1 台北市捷運接駁公車路線長度分佈表

路線里程數	路線數	百分比
8km 以下	2	4.44%
8km~10km	1	2.22%
10km~15km	6	13.34%
15km-20km	15	33.33%
20km-25km	9	20.00%
25km 以上	12	26.67%
合計	45	100%

3.2 台北市捷運接駁公車路線長度設置問題分析

綜合台北市四條捷運接駁公車產出與路線長度的變化量可知，在路線變動上可能因為受到管制的原因，故無明顯改變。唯有幾條路線可能因研究期間，恰為其營運初期故路線，以致營運產出(車公里數)有較大的變動；基本上，營運產出除受到路線長度之直接影響外，總班次數亦是造成產出變動的主要因素，可知產出、路線長度與總班次數間，對路線營運成本效率具有明顯影響關係。依據台北市公民營公車聯管中心所提供之 91 年全年總營運里程數為 226,104,008.3 公里，總行駛班次數為 24,677,135 班，平均總行駛里程數為 9.162 公里,此值顯示目前捷運接駁公車業者路線營運,尚未能縮短既有不合理路線以強化其轉運功能；此處實際路線營運概況與本研究之動機與背景相謀合。

此外，由於捷運接駁公車路線在「台北市聯營公車服務路線營運虧損補貼審議規定」中將其視為服務路線，其營運狀況未及一般公車路線故政府給予每年近三億元的補貼，因而業者於營運時，為增加補助款、為爭取更多客源或為降低平均營運成本，常設法增加路線彎繞、延長路線或是減少班次等。於實際營運上，公車業者為爭取補貼與提高營收，在捷運接駁公車路線規劃上或關駛後，多會設法延長其路線營運里程；然而此一作法多會影響其他業者既有路線之經營，在路線審議過程中常引發業者間搶佔市場之爭議。

無論如何，業者此一為爭取補貼及提高乘載率之作為，進而設法爭取捷運接駁公車路線營運路線的延長或彎繞，實已與捷運接駁設置之原始立意相違背。其實就經濟觀點，業者亦應在成本最小化下考量達其最適經濟運程，以符合其成本效率原則，路線延駛未必是最佳選擇。另一方面，就管制者的觀點，目前有關捷運接駁公車營運路線長度之規定原則已不符實際經營情況，實有針對各捷運路線之營運狀況與市場條件加以修正調整之必要性。

四、研究方法

本研究分析營運路線里程設置合理性之基本原理，主要源自 Fielding (1985) 之績效評估架構中所提及「成本效率性」(Cost efficiency)概念，而所謂「成本效率性」係指業者所投入與產出間的效率關係。本研究在路線營運的成本效率分析中，將利用每日總班次數做為反映各路線旅運市場需求之替代性變數；藉此使本研究所構建之成本函數亦可包括具探討「成本效果性」(Cost effect)的內涵。本研究有關路線營運里程合理性評估之主要流程，如圖 1 所示，主要為先構建包含網路變數之成本函數，並加入反應路線營運特性之虛擬變數後，以獲得接駁公車之路線成本函數；進而利用由產出變數(車公里)中路線長度與班次數之關係，考慮可反應旅運需求之總班次數，以探討於班次數固定(亦即在需求水準既定)下路線長度調整變動與平均絕對百分比偏差(MAPB)前後產出之變動。

圖1路線營運績效評估架構圖

4.1 成本函數之界定

早期便有學者採用直線函數研究公車業的統計成本，多數研究視平均成本與產出為一直線關係，而使用多元迴歸進行研究，但 Diewert(1974)提出對偶理論後，在實證研究上便藉由更具伸縮性(flexible)的型態來分析公車業的生產特徵，除視車公里為產出外，嘗試以人公里、載客數等不同產出進行探討，研究結果大多顯示公車業具有規模經濟。超越對數(Translog)成本函數、二次函數(Quadratic)函數以及一般化 Cobb-Douglas 函數等，都以設定任一特定函數，在特定點上做泰勒級數的展開，即利用「近似函數」來逼近「真實函數」。

由規模經濟觀點比較可知，Cobb-Douglas 成本函數、CES 成本函數皆可由其生產函數導出，但 Translog 成本函數卻無法由 Translog 生產函數導出。因此在估計規模經濟時 Cobb-Douglas 與 CES 成本函數，皆求算出一固定常數，其缺點為無法完全反映出產量變化時規模經濟值的改變，以及其成本函數無法展現伸縮(Flexibility)的特性。Braunstein and Pulley(1991)指出模式愈具彈性，其所隱含限制將越少，但在校估時的複雜性相對愈高且違反的正規條件愈多；而使用 Translog 成本函數時其背後所隱含的生產函數限制較少，故可將 Translog 成本函數視為理想的函數形式。本研究考量在資料蒐集與產業特性及分析規模經濟之需要，乃選取具有足夠伸縮性的 Translog 成本函數，來構建捷運接駁公車之成本函

數。

1. Tanslog 成本函數

成本函數模式一般表示形式如下：

$$C = C(Y, W, t) \tag{1}$$

其中：總成本為C；Y為產出向量；W投入要素向量；t 為技術條件向量

在假設單一產出下有 n 種投入要素的 Translog 成本函數之基本模式可表示如下：

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_Y \cdot \ln Y + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot \ln W_i + \frac{1}{2}\alpha_{YY} \cdot (\ln Y)^2$$
$$+ \frac{1}{2}\sum_i \sum_j \alpha_{ij} \cdot \ln W_i \cdot \ln W_j + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{Yi} \cdot \ln W_i \cdot \ln Y \tag{2}$$

在校估 Translog 成本份額(Cost Share)方程式，組成一系統方程式組合並滿足，要素價格之一階齊次條件，來校故 Translog 成本函數的參數。

(1)在依 *Shephard's Lemma* ，可得要要素成本份額(S_i) ：

$$S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{W_i}{C} \cdot \frac{\partial C}{\partial W_i} = \frac{W_i X_i}{C} \tag{3}$$

並由(1)Translog 成本函數求算出生產要素 的成本份額方程式為：

$$S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \cdot \ln W_j + \alpha_{iY} \cdot \ln Y \tag{4}$$

(2)滿足要素價格一階齊次條件的限制條件如下：

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1 \quad , \sum_{i=1}^{n} \alpha_{ij} = 0, \ \sum_{i=1}^{n} \alpha_{iY} = 0 \tag{5}$$

(3)對稱性條件:

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \tag{6}$$

4.2 成本函數之經濟涵義

由於探討成本函數的主要目的，是要藉由成本函數透過對偶定理，探討其特性。一般研究多藉由規模經濟、規模報酬、密度報酬，以及各生產要素間之替代彈性、交叉彈性與生產要素價格之價格需求彈性等經濟涵義，了解成本與各要素之間的關係及其相互影響程度。

4.2.1.規模經濟之界定

本研究將從相關研究中歸納規模經濟與規模報酬之相關定義。

1.規模經濟基本定義

規模經濟(Economies of scale)係指當生產要素價格固定時，生產者增加生產，會使得平均成本下降，邊際生產報酬增加。此處之平均成本是指長期平均成本而言，而所謂生產量增加亦指長期之生產規模擴充使得產量增加，當長期平均

成本隨產量的增加而遞減，表示該廠商的生產具有規模經濟，此時即伴隨著規模報酬(Return to scale)遞增。然而規模經濟並非隨產量之增加而持續存在，當規模不斷擴大後，由於管理效率問題，使長期平均成本曲線開始往上升，出現規模不經濟之現象，其規模報酬則呈現遞減。運輸活動有關的規模經濟可以劃分成很多不同種類型，包括運輸企業規模經濟、線路透過密度規模經濟、運具承載能力規模經濟及運輸距離經濟等。傳統上以規模經濟衡量產業的經營狀況，而規模經濟的計算與成本函數密切相關，主要利用成本函數的「產出成本彈性」(又稱成本函數係數)之進行轉換計算，其公式如下：

$$E_Y = \frac{d \ln C}{d \ln Y} \tag{7}$$

其中 C 為總成本；Y 為總產出

根據Christensen and Greene(1976)定義規模經濟（SCE）為SCE = 1-EY，當$ES > 0$，表示具規模經濟；$SCE < 0$表示不具規模經濟。另外，亦有取其倒數而定義者，即界定 SCE=1/EY 為「規模經濟係數」，當 SCE >1 為規模經濟；SCE <1 為規模不經濟；SCE =1 為固定規模經濟。

2.本研究採用定義

規模經濟基本上可從不同層面進行衡量，以凸顯運輸業的產業特性。由於本研究目的係在探討台北市捷運接駁公車最適經濟運程，亦即探討在規模經濟下，台北市捷運接駁公車各營運路線長度，並探討營運路線長度與成本間之關係。因此，本研究對於規模經濟(SCE)之定義為，假設生產要素價格與其他營運因素(如網路結構或路線長度)不變下，產出規模對應成本的變化，並可對應規模報酬(RTS)之變化。為便於估計與理解，其估計公式則採用產出成本彈性之倒數。

$$SCE = \frac{1}{\dfrac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}} \tag{8}$$

$SCE > 1$，規模經濟；即遞增規模報酬

$SCE = 1$，固定規模經濟；即固定規模報酬

$SCE < 1$，規模不經濟；即遞減規模報酬

4.2.2 最小有效規模之界定.

規模經濟一直是產業經濟研究的重要課題，當以長期平均成本曲線討論規模經濟時，指長期平均成本曲線隨產量增加而降低的現象；也就是LAC呈在L型或U型時，存在規模經濟，而其有效率的規模究竟如何界定? 以生產函數討論時，假設所有要素同比例增加1%時；產量增加的幅度大於1%，則稱規模報酬遞增；當要素增加的幅度等於產出增加的幅度，則稱固定規模報酬；當要素增加的幅度大於產出增加的幅度，則稱規模報酬遞減。本研究主要是運用成本函數進行規模報酬分析，因此，對於「最小有效規模」（Minimum efficient scale , MES）的定義即指長期平均成本曲線下降為水平線時對應的規模。因此，當SCE=1時，即

$\partial \ln C / \partial \ln Y$=1表示固定規模報酬；表示MES 位於成本隨產量降低的關係變得不明顯的那一點，換言之當$\partial \ln C / \partial \ln Y$=1第一次出現下的產出即是MES，可得結論為MES 發生在$\partial \ln C / \partial \ln Y$=1，亦即在固定規模報酬下所推求之產出，將具有「最小有效規模」之概念。

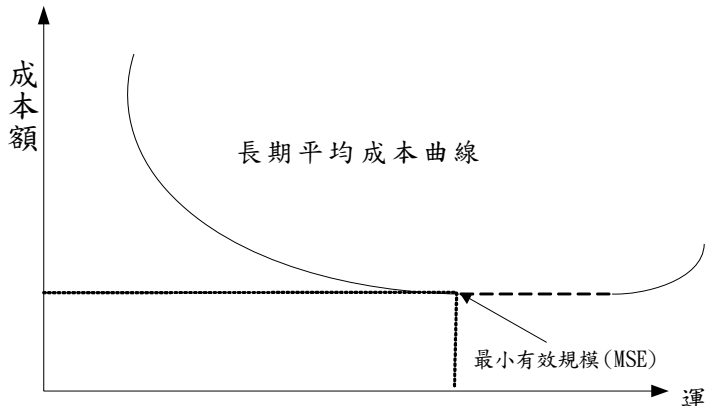


圖 2 與營運里程有關的最小有效規模示意圖

五、模式構建

本節研究主要內容為研究範圍界定、資料選取與整理、構建接駁路線成本函數模型、成本函數模式校估與檢定結果分析等。

5.1 研究範圍與資料

1.研究範圍

本研究主要目的為，針對目前台北市捷運接駁公車，路線長度過於冗長而造成整體大眾運輸服務水準降的問題，希望以業者的立場構建路線成本函數，以作為日後政府機關在審核接駁路線長度的理論依據。主要的研究對象為台北市捷運接駁公車所營運的 45 條捷運接駁路線，分析的期間為民國 91 年至 93 年共三個年度的資料。經營台北市捷運接駁公車的十家業者包括首都客運、欣欣客運、光華巴士、大都會客運、三重客運、東南客運、大有巴士、中興客運、大南汽車、台北客運為丶代表。

2.資料來源

資料選取方面，由於本研究主要是針對各營運接駁路線，故資料取得方面，主要是由台北市交通局所提供的補貼路線相關資料，其成本資料亦是以路線為主要的區分，故無資料劃分上的問題。另外選取的期間為民國 91 年至 93 年路線補

貼資料，故在 91 年時公車處仍為公營單位；91 年以則改為民營單位-大都會，在路線經營上有些許變動。路線選取方面，則根據台北市交通局所規劃的捷運接駁公車路線，配合目前現有捷運路線分為紅線、棕線、綠線、藍線等四條接駁路線。在資料取得方面部，分路線資料並不完整，故由民國 91 年度至 93 年度接駁公車路線資料樣本數為 129 筆。

5.2 投入及產出項的設定

針對構建成本函數所需的投入項與產出項進行歸納釐清，由於本研究主要是探討最適營運里程，因此將「運程」納入成本函數中考量，並且構建「路線別」成本函數，故探討的重點為產出及各項投入要素間的設定，以下將分別針對成本函數中的產出、各項投入及其他相關的變數設定逐一說明。

1.產出項目(Y)的設定

本研究的主要目的為求得台北捷運接駁公車的最適運程，並分析其成本效率。因此，以「效率」與「效果」的觀點來考慮產出項的設定，「效率」在經濟學領域中所涵蓋的範圍廣泛。就投入與產出要素的關係而言，效率可視為將一組投入因素轉換成產出過程的績效，即是衡量其在要素投入包括勞務、資本等對服務產出的關係；而「效果」則是衡量服務被利用的程度。成本函數將以各路線接駁公車之「延車公里」為產出項目之設定，。

2.投入要素價格(Wi)的設定

參考交通部「汽車運輸業客貨運運價準則」中所提及的公車合理成本，並為避免成本函數中投入要素過於繁瑣，根據陳敦基等(民 91)中把投入要素價格分類為包括「勞務」(W_1)、「資本」(W_2)、「中間投入要素」(W_3)等三項。其中勞務價格為路線總勞務成本除以路線總員工數；資本價格為路線車輛數及各項設備折舊成本之和除以路線配車數。而中間投入要素價格為以每車公里成本扣除上述兩項來表示。

3.營運成本及營運屬性變數之設定

接駁公車之營運成本項目即依其路線各年度之營運總成本(TC)計算，而營運路線里程屬性變數(l)則依各年度資料各捷運接駁公車營運路線長度設定，其單位即為公里。

4.時間變數(t)設定：

考慮成本函數中隨時間改變之「技術變動效果」對整個成本變動的影響程度，並將本研究所構建之成本函數加入時間變數 。並根據各期營運里程來設定，第一期 t 代入 1 其他每期依序加上 1。配合本研究的資料期間由 91 至 93 年的成本資料，故設定 91 年的時間變數為 1；92 年為時間變數為 2；93 年時間變數為 3。

5.虛擬變數之設定：

本研究將設定公民營虛擬變數，期藉此表現出於研究期間公、民公車對於路線營運上成本之差異。另外為更進一步了解台北市捷運接駁公車，於路線營運上的特定，故設定路線營運特性虛擬變數；包括市郊區捷運接駁公車、行經公車專用道與停靠站多寡等，以藉此了解其與成本間之變動關係，以作為日後路線調整

上之參考依據。

表3成本函數中有關虛擬變數定義及設定方式

虛擬變數	說明	設定方式
公、民營虛擬變數 (PUB)	91 年公車處為公營單位	公車處=0；其他=1
市、郊區虛擬變數 (SUB)	依照接駁公車行駛路線分為市區、郊區、跨市/郊區(亦屬郊區)	郊區=1；其他=0
有無行經公車專用道(KP)	行經公車專用道達連續 3(含)站以上之捷運接駁公車	有行經公車專用道=1；無行經公車專用道=0
停靠站數虛擬變數 ($STOP$)	以總平均停靠站數為基準	大於總平均停靠站=1 其他=0

5.3 成本函數模型

1.成本函數

為便於計量推估，本文使用具有投入-產出不可分割（Input-Output Nonseparability）與 Hicks 非中性型技術（Hicks-Non-Neutrality）等具伸縮性（Flexibility）之 Translog 成本函數。由以上相關變數考量，以及 Translog 成本函數之一般式之產出與投入項設定，則本研究構建之台北市捷運接駁公車，路線成本函數一般式設定如下：

$$\begin{aligned}\ln TC &= A_0 + A1\cdot\ln Y + \sum_{i=1}^{3} B_i\cdot\ln w_i + L1\cdot\ln l + T1\cdot t \\ &+ \mathrm{P1}\cdot\mathrm{PUB} + \mathrm{U1}\cdot SUB + \mathrm{K1}\cdot\mathrm{KP} + \mathrm{S1}\cdot\mathrm{STOP} \\ &+ \frac{1}{2}AA\cdot[\ln(Y)^2] + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{i=1}^{3} B_{ij}\cdot\ln w_i\cdot\ln w_j + \frac{1}{2}LL\cdot[\ln(l)^2] + \frac{1}{2}TT\cdot(t)^2 \\ &+ \sum_{i=1}^{3} AB_i\ln(Y)\cdot\ln(w_i) + \sum_{i=1}^{3} LB_i\ln(l)\cdot\ln(w_i) + \sum_{i=1}^{3} TB_i(t)\cdot\ln(w_i) \\ &+ AL\cdot\ln(Y)\cdot\ln(l) + AT\ \ln(Y)\cdot t + LT\ \ln(l).t\end{aligned} \tag{9}$$

2.成本份額方程式

就 Translog 成本函數型態而言，根據對偶理論成本份額(cost-share)方程式直接與 Translog 成本函數有相關。故利用 Shephard s Lemma 對 Translog 成本函數方程式，對要素價格偏微分，即可導出各要素成本份額，如下列方程式所示(S_i)：

$$S_i = \frac{w_i x_i}{C} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln w_i} = B_i + \sum_j B_{ij}\cdot\ln w_j + AB_i\ln(Y) + LB_i\ln(l) + TB_i\cdot t \tag{10}$$

5.4 成本函數校估與檢定

在成本函數的校估上所使用的方法，本研究係利用TSP(Time Series Processor)

軟體撰寫校估程式。由於各項投入成本份額之總額等於總成本，此種情況將使誤差項變異數矩陣出現奇異性（singularity），造成變異數矩陣的反矩陣不存在，將無法求解，為解決此一問題，只能使用三條成本份額方程式中的兩條方程式，故本文將捨棄勞務成本分額方程式，共三條方程式構成一聯立成本方程式，以反覆近似無相關迴歸分析法（iterative seemingly unrelated regression method；ISUR）進行參數之推估，本研究所進行校估與檢定，有關台北市捷運接駁公車路線營運成本函數，得出來的各項參數估計值與t檢定統計量、標準差等相關統計量如表3所示。

由校估結果之參數估計值 t 統計量可知，台北市捷運接駁公車路線成本函數33 個參數中有 9 個參數不顯著(其中包括 A0、B2、T1、M1、U1、BL1、BL2、TB1、TB3 等)，參數顯著數已達 2/3 以上，實証經驗上表示其已具良好解釋能力。有關本研究主要探討的路線長度屬性變數，其檢定結果為顯著外，其他例如產出、要素價格(除資本要素價格外)等變數校估值的結果皆為顯著的。有關整體模式解釋能力方面，由負判定係數值可知整體成本函數之 R^2 為 0.974 可知迴歸式之解釋能力佳。另外，在檢定序列資料是否具有一階自身迴歸誤差(AR1)之問題。利用 D-W(Durbin-Waston)統計量之結果可知 D-W 值為 1.98；拒絕虛無假設落入無自身相關，表示無一階自身迴歸誤差。有關成本函數校估結果，如表 4 所示。

表4 台北市捷運接駁公車路線成本函數參數校估結果

參數	估計值	T 統計量	顯著性	參數	估計值	T 統計量	顯著性
A0	0.36	0.64		B13	-0.02	-3.05	***
A1	0.57	3.82	***	B23	-0.05	-13.75	***
B1	0.73	8.59	***	LL	0.11	1.42	*
B2	-0.02	-0.30		TT	-0.04	-1.38	*
B3	0.29	5.71	***	AB1	-0.04	-2.41	***
L1	0.47	1.94	*	AB2	-0.02	-1.58	*
T1	0.00	-0.01		AB3	0.06	5.47	***
P1	-0.16	-4.05	***	LB1	0.03	1.19	
U1	-0.01	-0.59		LB2	0.00	-0.19	
K1	0.03	1.29	*	LB3	-0.03	-1.75	**
S1	0.02	1.38	*	TB1	-0.01	-1.02	
A11	0.13	3.13	***	TB2	0.01	1.34	*
B11	-0.05	-7.82	***	TB3	0.00	0.34	
B22	-0.02	-4.09	***	AL	-0.11	-2.58	***
B33	0.06	12.77	***	AT	0.04	1.99	**
B12	0.07	31.29	***	LT	-0.06	-2.03	**

註: [1] *為 10%的顯著水準下顯著，**表示在 5%的顯著水準下顯著，***表示

在 1%的顯著水準下顯著

[2]資本份額方程式：R^2 值為 0.53；D-W 值 1.45。

[3]中間投入份額方程式：R^2 值為 0.53；D-W 值 1.91。

本研究設定之成本函數主要為，假設各捷運接駁路線於營運為追求成本最小。因此台北市捷運接駁公車路線成本函數滿足 Varain 所提出的四項成本特性，分別如下一次齊次性及對稱條件檢定(homogenous of degree one in input prices and symmetry constraints)、非負條件檢定(non-decreasing in input prices)、單調性條件檢定 (monotonicity condition)、凹性條件檢定 (concave in input prices)，經檢定後四項條件所有樣本數均通過檢定。

六、經濟特性與路線長度調整分析

6.1 成本函數經濟特性分析

本節將針對成本函數之經濟意義與實際營運狀況進行比較討論並探討其實質上的涵義。最後將針對現行 45 條捷運接駁公車營運路線進行調整分析。相關主要分析如下

1.各投入要素價格之彈性分析

Translog 成本函數中「要素價格成本彈性」即為「要素成本份額」。於研究期間分析顯示，台北市捷運接駁公車各期之各項要素成本份額，針對研究期間各路線之成本函數中之三項投入要素價格成本彈性，分別為勞務＞中間要素＞資本。顯示勞動價格的變動對於台北市捷運接駁公車各營運路線之成本影響最大；其次為中間要素，對成本變動影響最小的則為資本要素。

2. 要素使用情況分析

在探討成本函數相關特性時，一般除藉由規模經濟、規模報酬、密度報酬等分析外，並會就各生產要素自身價格彈性、各生產要素間之交叉替代彈性，及 Allen 偏替代彈性等進行分析，以了解成本與各要素之間的關係及其相互影響程度。

(1) 要素自身價格彈性: $\varepsilon_{mm} = \dfrac{\partial \ln Y_m}{\partial \ln \omega_m}$ (11)

(2)要素交叉價格彈性: $\varepsilon_{mn} = \dfrac{\partial \ln Y_m}{\partial \ln \omega_n}$ (12)

(3)Allen偏替代彈性:(Brown and Christensen(1981)對translog 函數型態所界定自身價格彈性與交叉價格彈性分別如下:

$$\delta_{mm} = \frac{(\beta_{w_m w_m} + S_m^2 - S_m)}{S_m S_m} \tag{13}$$

$$\delta_{mn} = \frac{(\beta_{w_m w_n} + S_m S_n)}{S_m S_n} \tag{14}$$

式中，β 表要素價格項對應之係數，S 表要素項對應之份額方程式

(1)自身價格：勞務、資本與中間要素之彈性分別為-0.53、-1.08 與-0.46；其中中間投入要素的自身價格彈性偏小則表示相對而言其成本較具有僵固性，而資本要素兩者的彈性較高顯示業者在營運時其效率相對較佳。此外勞務、資本及中間投入要素之自身價格彈性為負值，其主要原因為當投入要素上漲時，其需求量便隨之降低故其自身價格彈性為負值。以三個要素自身彈性之絕對值相比較，可得中間要素＞勞務要素＞資本素，此一結果意味著資本要素投入量對價格為最不敏感，反之中間要素投入量，可能因為受到車輛燃料費用、輪胎費用等，造成其受到價格之影響最大。

(2)交叉價格彈性：觀察交叉價格彈性部份可知：勞務要素與資本要素具有替代關係；勞務要素與中間要素則亦存在替代關係；資本要素與中間要素具有替代關係。其中勞務與資本呈現替代關係表示勞動多使用時，則資本要素價格相對增加，主要原因可能為勞動價格中包含行車人員、修車人員等，故直覺上可知在增加勞動人員後其資本要素(車輛折舊費用等)亦隨之增加。而勞動與中間要素間之交叉彈性關係為替代關係但其值相當小顯示其替代程度並不高。

(3) Allen 偏替代彈性：Allen 偏替代彈性的結果係由各樣本平均數所求得之彈性值，其自我偏替代彈性均為負值，則符合需求法則。此外，資本偏替代彈性絕對值最大亦與上述之自身彈性結果相符。例如勞務要素與資本要素具有替代關係；勞務要素與中間要素則亦存在替代關係；資本要素與中間要素具有替代關係等。

3. 產出成本彈性與邊際成本分析

利用產出成本彈性可以了解產出的增減對於總成本的影響程度。由觀察可知由 91 至 93 年台北市捷運接駁公車之產出彈性值逐年增加，意味著產出的增減對於成本之敏感度逐年增加。而研究期間平均產出成本彈性平均值為 0.78。另外，觀察總成本、平均成本與車公里邊際成本之估計值並將其與實際資料相比較，兩者間差異不大。由此可知，此成本函數之校估結果良好。

4. 相關變數之成本效應

營運路線長度(L_1)，本研究設定台北市捷運接駁公車營運路線長度為營運特性屬性變數，即是在探討路線長度變動對總成本的影響，其係數估計值為 0.47。即單就路線長度與成本間的關係而言，增加捷運接駁公車營運路線長度意味著有可能因此而增加成本。

5. 營運特性虛擬變數

設定此項虛擬變數主要目的，係希望藉由虛擬變數，來說明有關影響路線營運相關虛擬變數，其中校估值檢定結果較為顯著的分別為公車專用道虛擬變數與停靠站數虛擬變數。

6.2 規模經濟特性分析

在固定規模經濟下所推求之產出隱含有「最小有效規模(MES)」之概念。由於本研究主要目的為探討捷運接駁公車最適營運路線長度，在模式構建中亦將路線長度示為營運特性屬性變數因此將利用規模經濟之判別是在同時考慮產出下求算出最小有效規模下之營運路線長度、產出。表 5 為所有捷運接駁公車營運路線之「規模經濟」總平均推估值。

表5 台北市捷運接駁公車路線規模經濟特性分析

捷運路線別	規模經濟($[\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}]^{-1}$)
紅線捷運接駁公車	0.88
棕線捷運接駁公車	0.87
綠線捷運接駁公車	0.96
藍線捷運接駁公車	0.87
平均值(標準差)	0.89(0.003)

(1)就各路線營運的經濟特性分析，目前捷運接駁公車各路線除不處於最佳的營運規模外，且呈規模不經濟情形。此意味業者應該更加密集使用現有之網路可以藉此降低每車公里成本，其主要原因可能是因為部分路線長度過度延長或彎繞造成無法密集使用現有網路。

(2)比較各年度路線之規模經濟情形可知，大部分的捷運接駁路線皆為規模不經濟的狀態(即規模報酬遞減)；惟台北市捷運接駁公車在路線經營上有逐年趨近於固定規模報酬的情形。

(3)針對部分路線可能因為在路線長度分佈上，尚無滿足規模經濟。因此藉由路線長度調整，或許可以藉此讓各路線捷運接駁車營運之規模經濟更符合最適營運規模。惟實証分析亦發現，事實上尚有部份路線呈現固定規模報酬情形，如 91 年紅 7、棕 12；92 年紅 15、藍 10、藍 12；93 年紅 33、綠 1、藍 10 等，顯示其處於固定規模報酬階段，其路線長度則無需調整。

6.3 最小有效規模下之產出、路線長度與總班次數推導

觀察研究期間各接駁路線之營運路線長度，可知目前各路線長度多分布於 15-20 公里，而營運路線長度於規劃原則之 8-10 公里範圍內(含 8 公里以下)的卻只約占 1/6。就路線長度的分布上，明顯高於台北市交通局針對路線長度之規劃原則，此一現象是否意味者對業者而言，8-10 公里的營運路線長度，無法達到其最小有效規模之狀態，因此需要藉由路線延長來達到其規模經濟；亦或 8-10 公里之營運路線長度即是符合業者成本效益之營運路線長度。本研究將於求算其滿

足最適經濟規模之路線長度後與原營運路線相比較後再進行討論。

1.求算最小有效規模下之營運路線長度

本研究利用上述所介紹有關路線型規模經濟(即密度經濟)的概念，推導出於 SCE 下之最適營運路線長度；因為當 SCE＝1 時可視為符合最小有效規模下之路線長度，有關路線長度可由下式推導之：

(1)符合 SCE＝1 時，即最小有效規模下之營運路線長度 L^*：

由於產出項(Y)係為路線長度(l)與班次數(H)之乘績

則 $Y = l \times H$ ，即 $\ln(Y) = \ln(l) + \ln(H)$

$$\left[A1 + A11 \cdot \ln(l) + A11 \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} AB_i \cdot \ln(w_i) + AL \cdot \ln(l) + AT \cdot (t)\right] + \left[L1 + AL \cdot \ln(l) + AL \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} LB_i \cdot \ln(w_i) + LL \cdot \ln(l) + LT \cdot (t)\right] = 1 \quad (14)$$

$$\ln(l) = \frac{1 - \left[A1 + +A11 \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} AB_i \cdot \ln(w_i) + AT \cdot (t)\right] - \left[L1 + AL \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} LB_i \cdot \ln(w_i) + LT \cdot (t)\right]}{(A11 + 2AL + LL)} \quad (15)$$

$$L^* = e^{\left\{\frac{1 - \left[A1 + + A11 \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} AB_i \cdot \ln(w_i) + AT \cdot (t)\right] - \left[L1 + AL \cdot \ln(H) + \sum_{i=1}^{3} LB_i \cdot \ln(w_i) + LT \cdot (t)\right]}{(A11 + 2AL + LL)}\right\}} \quad (16)$$

其中，L^* 表最小有效規模下之營運路線長度，Y 表原路線長度下之產出，L 表原營運路線長度，$H*$ 表反應需求替代變數-班次數

2.反應需求之替代變數(班次數)分析

本研究考慮將需求納入，求算符合最小有效規模下之營運路線長度中，由於營運里程 為營運路線長度與班次數相乘所得；又因為公車業者於規劃班次數時亦先行針對該營運路線之需求進行了解。故本研究設定利用班次數做為反映旅運需求的替代變數，並利用可以反映路線需求之迴歸式求取新的班次，其迴歸值約為 92%表示整個迴歸式之解釋能力佳，相關迴歸式如下:

$$H^* = 15.382 + 0.5419X \quad (17)$$

其中，X:營運路線公里載客數，H^*：反映需求下之班次數

3. 接駁公車路線長度之調整變動分析

本研究將利用平均絕對偏差百分比」(Mean Absolute Percentage biass, MAPB)以衡量目前營運路線長度與符合最小有效規模之理想營運路線長度間之差距幅度。其計算公式與結果表示如下:

$$MAPB = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{e_t}{l_t} \times 100\% \quad (18)$$

其中 n : 樣本數

e_t : $\left|\text{實際路線長度}\ (l_t) - \text{理想路線長度}\ (\hat{l}_t)\right|$

l_t : 理想路線長度

綜合比較各線捷運接駁公車營運路線長度變動及 MABE 值，如表 6 與圖 3 所示，可知 91-93 紅線各年度變動的幅度較小；藍線則在 92 年與 93 年間變動漸趨平穩；而棕線變動大約為 19.99%左右，綠線就比率上而言 91 年調整變動比率較大。如將紅線、棕線、綠線、藍線相互比較可知，整體路線調整上變動較大的為綠線與藍線；分別為 25.17%與 25.05%。探究其原因，係因其目前營運長度相對較長所致，例如藍 27 線 91 與 92 年之路線長度，皆大於 40 公里並且包含彎繞路線等；於考量成本最小下其路線調整變動自然較大。就捷運接駁公車之現況路線長度而言，其與理想性(及符合最小有效規模下)之營運路線長度相比較，整體偏差程度為 21.58%，顯示現況捷運接駁路線長度尚有改善的空間。

表 6 各捷運路線之接駁公車路線長度 MAPB 值

捷運別接駁路線	各捷運路線平均 MAPB 值			MAPB 總平均值
	91	92	93	
紅線	18.90%	21.97%	19.18%	20.05%
棕線	20.60%	18.71%	20.72%	19.99%
綠線	26.94%	24.57%	24.01%	25.17%
藍線	26.55%	24.35%	24.14%	25.05%
總計	22.36%	22.04%	21.51%	21.98%

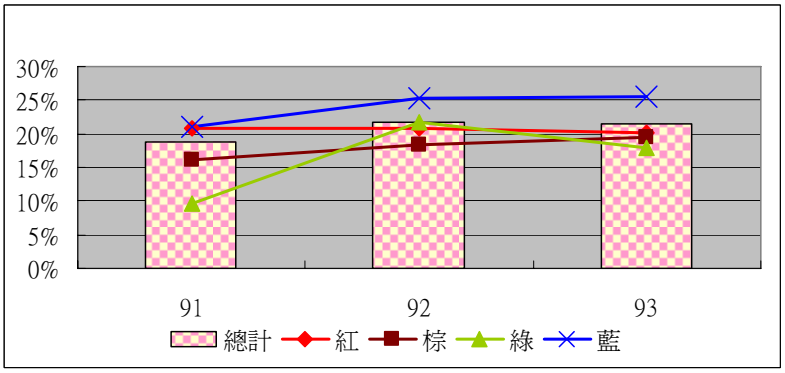


圖 3 各年度各捷運路線之接駁公車長度 MAPB 變動比較圖

4.各線捷運接駁公車路線調整之建議

在台北市捷運接駁公車路線之平均營運條件下，經由 MES 估計所得之各捷運路線接駁公車之理想路線長度則介於 15.68~18.99 公里之間。各路線捷運接駁公車調整前後之平均營運路線長度，歸納如表 7 所示，可知各捷運接駁路線之平均路線長度大致尚有 2.16~3.97 公里之調整空間，而各路線整體平均則有 3.6 公

里之調整幅度。上述所有結果除可供公車業者調整路線營運里程之參考外，亦可做為市政府審議並管制其路線長度之依據。

表 7 各捷運路線接駁公車之理想路線長度及其調整值

捷運路線別	調整後之路線長度	調整前之路線長度	變動率
紅線總平均	16.60	18.75	2.16
棕線總平均	18.99	21.38	2.39
綠線總平均	15.22	16.17	0.95
藍線總平均	15.68	19.65	3.97
所有路線平均	16.72 (1.68)	20.32 (2.17)	3.60

*()為標準差

七、結論與建議

7.1 結論

1. 由最小有效規模所推估最適之產出(總營運班次里程)，由於總營運班次里程為路線長度與總班次數乘積，可推導出於最小有效規模之路線長度及其總班次數；而從規模經濟觀點，路線長度可視為衡量網路效果的一種變數，而路線長度之伸縮可能影響整體路網之使用密集性。
2. 本研究所構建 Translog 成本函數設定有路線營運特性變數與虛擬變數，主要為探討路線營運對成本的影響因素及其與成本間的關係，由相關變數之校估結果可知: (1)路線長度與成本會呈現正向的變動，路線長度增長意味著成本會隨之增加；(2)公車專用道虛擬變數與成本呈正向變動，顯示未經公車專用道之路線將相對增加營運成本，此研究結果與各文獻所提及相吻合；(3)停靠站數虛擬變數與成本呈現正向變動，表示在行車過程中停靠站數越多可能導致佔據過短造成油料、輪胎等成本的增加而使成本提高。
3. 分析各營運接駁路線之規模經濟及密度經濟可發現，目前台北市捷運接駁公車於路線營運上有每年進漸趨調整至更加符合規模經濟之趨勢。探討各路線之規模經濟特性時發現，紅線、棕線、綠線及藍線皆有部分路線之營運處於規模經濟之狀態，如 91 年紅 7、棕 12；92 年紅 15、藍 10、藍 12；93 年紅 33、綠 1、藍 10 等，顯示其處於固定規模報酬階段，路線長度無需調整。當接駁路線營運路線長度如有縮減，則班次數必需隨之增加方可維持原產出，而班次數增加可使乘客旅行時間隨縮短，將會提高服務水準。
4. 就捷運接駁公車之現況路線長度而言，其與理想性(及符合最小有效規模下)之營運路線長度相比較，整體偏差程度為 21.98%，顯示現況捷運接駁路線長度尚有改善的空間。由各路線調整前後之比較，發現各捷運接駁路線之平均

路線長度大致尚有 2.16~3.97 公里之調整空間;

5.在台北市捷運接駁公車路線之平均營運條件下，經由 MES 估計所得之各捷運路線接駁公車之最適路線長度則介於 15.68~18.99 公里之間。上述所有結果除可供公車業者調整路線營運里程之參考外，亦可做為市政府審議並管制其路線長度之依據。

7.2 建議

1.本研究曾嘗試於模式構建中加入探討與網路變數相關之需求變數，但其校估結果不如預期，故研究中乃以班次數為反映需求水準之替代性變數。建議未來研究於構建成本函數時，對產出變數之設定可直接反映需求因素的乘客數或人公里數，將可使研究結果更便於應用。

2.本研究求算出符合最小有效規模概念下之產出及接駁路線營運里程，係針對目前現有相關接駁公車路線營運狀況所推估而得，惟實際審議並管制其路線長度時，應斟酌未來其市場實際營運條件以及各捷運路線需求狀況，配合因應調整之。

3.有關服務型路線；例如山區、郊區等營運路線可能不適用本研究之最適營運路線長度，可為後續值得進一步研究之課題。

參考文獻

台北市政府交通局(民 86)，捷運接駁公車路線規劃方案。

台北市政府交通局(民 93)，台北市聯營公車服務路線營運補貼審議作業規定。

台北市政府交通局，2001~2003 年台北市交通統計年報。

台北市公共汽車管理處，1999 年 7 月~2003 年 12 月台北市公共汽車統計月報。

亞聯工程顧問公司(民 81)，公車與捷運系統之整合研究，台北市政府交通局、捷運局委託亞聯工程顧問公司辦理專案計畫。

鼎華科技股份有限公司(民 88)，中小型公車路線規劃與環境污染減量之研究規劃。

林華新(民 75)，公車運輸業成本函數及規模經濟之研究，成功大學碩士論文。

王弓(民 76)，運輸管制之研究，交通部運輸研究所。

藍武王、許書耕(民 79)，「台灣地區民營公路客運業成本函數與經濟特性分析」，運輸計劃季刊，第十八卷第三期，頁 303-324。

鍾佩真(民 82)，台鐵生產力變化之研究，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。

王小娥、吳雅音(民 83)，「台鐵多元產出成本結構之分析」，運輸計劃季刊，第 22 卷第三期，頁 259-290。

楊益瑞(民 83)，台灣地區公路客運業最小有效規模之研究，私立淡江大學土木工程研究所碩士論文。

張俊明(民 85)，台北市公車業規模經濟與生產力之研究，私立淡江大學土木工程

研究所碩士論文。
榮朝和、高宏偉(民 88),「運輸業規模經濟計量方法的探討」,北方交通大學學報,3,頁 259-290。
王彥超(民 89),天空開放後國內航空公司之成本、效率及密度經濟之研究,國立成功大學,交通管理研究所碩士論文。
陳嘉惠(民 89),捷運接駁公車營運績效評估－以淡水為例,國立台灣大學,土木工程研究所碩士論文。
鄭雪萍(民 90),台鐵成本結構及生產力變化之研究,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
洪福星(民 90),共用氣體燃料事業最適規模與合併效率性之估計,國立中央大學,產業經濟研究所碩士論文。
吳秀玲(民 90),台北市信義計畫區大眾運輸路線規劃之研究,國立交通大學,交通運輸研究所碩士論。
陳世承(民 91),臺灣地區本國銀行成本效率與併購效益之研究,國立台北大學,合作經濟學系研究所碩士論文。
陳敦基、李明彥(民 92),「台北市公車受補貼路線 1996-1999 年度生產力變動之研究」,運輸計劃季刊,第三十二卷第一期,頁 1-30。
Benjamin, J. and Giuliano, G.(1984), "Analysis of the Cost Structure of an Urban Bus Transit Property" ,Transportation Research B, Vol. 18B, No. 4, pp.273-287.
Benn, Howard P.(1995) ,Bus Route Evaluation Standards, Synthesis of Transit Practice 10, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C..
Benston, G. J., Hanweck, G. A. and Humphrey, D. B.(1982), "scale economies in banking : A restructuring and reassessment," Journal of Money Credit and banking ,Vol.14, No.4, pp.435-456.
Carlo, C. et al.(2006) "Restructuring Public Transit Systems: Evidence on Cost Properties and Optimal Network Configuration from Medium and Large-Sized Companies," 4th Annual International Industrial Organization Conference Northeastern University, Boston, April 7-9.
Cambini, C. and Filippini, M. (2003), "Competitive Tendering and Optimal Size in the Regional Bus Transportation Industry: An Example from Italy," Annals of Public and Cooperative Economics, 74(1), pp.163-182.
Caves, D. W., Christensen, L. R. and Tretheway, M. W. (1984), "Economies of Density Versus Economies of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ",Rand Journal of Economics, 15, pp.471-489.
Caves, D. W., L. R. Christensen, M. W. Tretheway, and R. J. Windle(1985) , "Network Effects and the Measurement of Returns to Scale and Density for U.S. Railroads.", In Analytical Studies in Transport Economics, Edited by Daughety, A. F.,

Cambridge University Press, pp. 97-120.
Chang, S.K. and Chu, T.S. (2005), “Optimal Headway and Route Length for a Public Transit System under the Consideration of Externality,” Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, pp. 4001 – 4016.
Diewert, W.E.(1974)., “Applications of Duality Theory,” in Frontiers of Quantitative Economics, pp.106-171.
Fazioli, R., Filippini, M. and Prioni, P.(1993), “Cost Structure and Efficiency of Local Public Transport: The Case of Emilia Romagna Bus Companies,” International Journal of Transport Economics, pp.305-324.
Fielding, G.J., Brenner, M.E. and Faust, K.(1985), “Performance Evaluation for Bus Transit,” Transportation Research-A, Vol.19A, No.1, pp.73-82.
Matthew, G.K. and Patrick, M. (2001),“Cost Structures of Public Transit System: a panel data analysis, ” Transportation Research E,38, pp.1-18.
Pattnaik, S.B.,Mohan,S. and Tom,V.M.(1998),“Urban Bus Transit Route Network Design Using Genetic Algorithm,” Journal of Transportation Engineering Vol. 124 No. 4 pp. 368-375.
Spasovic, L N and Schonfeld, P M (1993), “Method for Optimizing Transit Service Coverage,” Transportation Research Record No.1402, Public Transit: Current Research in Planning, Marketing, Operations, and Technology. pp. 28-39
Verma, A. and Dhingra, S L (2005),“Feeder Bus Routes Generation within Integrated Mass Transit Planning Framework,” Journal of Transportation Engineering Vol. 131 No. 11, pp 822-834.
Wenbin, W. and Mark, H. (2003),“Cost Economics of Aircraft Size,” Journal of Transport Economics and Policy, Volume 37, Part 2, pp.279–296.