

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統之實現—子計畫三

自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統實現之效益評估

BENEFIT ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF LONGITUDINAL CONTROL FOR ADVANCE-F SYSTEM

計畫編號：87-2218-E-032-003-（羅孝賢）

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：羅孝賢副教授 淡江大學交通管理學系暨運輸科學研究所

一、中文摘要

「自動導航公路 ADVANCE-F 系統」為我國智慧運輸系統發展計畫之一，屬於高科技應用之先進車輛控制及安全系統，目前國內外類似系統多屬於研發階段，在實際選擇資料付之闕如情況下，本研究採用敘述性偏好法設計問卷進行市場需求預測。然彙整過去相關研究發現利用敘述性偏好法有明顯高估的傾向，為提高預測精確度本研究加入德爾菲專家預測法輔助判斷，並引進產品行銷中創新產品擴散的觀念，以求得較接近實際市場需求之估計值。此外，本研究發現，影響系統市場佔有率的重要因素依序為車輛系統的安全性、系統售價、路網普及性、系統使用費和管理辦法與責任歸屬之相關法律訂定。

本研究之重點為市場需求分析與預測，至於系統實現之各相關成本項和效益值估算主要利用成本節約法、國內現有模擬研究結果和國外相關研究報告成果，以獲得所需之數據。

二、英文摘要

The Advanced Drive Vehicle/

Automatic Navigation & Control
Enroute System-Formosa
(ADVANCE-F) is an application of the hi-technology on the transportation field. In order to obtain more precise prediction, this study adopts the stated preference method and the Delphi method to predict the market share. In addition, this study also adopts the concept of diffusion of innovation in marketing field to obtain more actual estimate closing to market demand. In addition, the factors that will affect the market share of the system are system safety, price, network completion, usage fee, management, and legislation issues.

The main focus of this study is to analyse the market potential of the system, the positive analysis of the benefit/cost of the implementation of this system will also be conducted.

三、市場需求分析與需求預測結果
市場需求分析與需求預測的結果

為效益評估分析重要的基礎，本研究主要利用敘述性偏好法（SP）設計相關問項，並結合達爾菲法提高預測的可信度。在市場需求分析方面，主要針對由現有小汽車駕駛者可能轉移至自動導航公路系統部份進行調查，調查內容包括下列四大部分：(1)駕駛行為特性、(2)對自動導航公路系統之態度、(3)對自動導航公路系統之接受度、(4)社經特性等。經以大台北都會區為調查範圍，並考量抽樣的便利性、有效性、和安全性，選擇各大停車場和路邊停車格位為實施地點。本研究擬獲取 260 份有效樣本，設計樣本數為 300 份，回收 300 份，有效樣本數為 286 份，回收有效率為 95.3%。

1. 調查結果

性別和教育程度並不影響受訪者對系統選擇偏好，但女性受訪者選擇系統的比例高於男性，此一現象與研究預期和國外研究結果相同。此外，有高達六成八的受訪者表示願意購置自動導航公路系統，然以本研究所訂定之系統售價以目前物價水準須 20 萬元，佔一般車價（約 50 萬元）的 1/3~1/4，因此，本研究推測造成上述高比例的可能原因有：(1)消費者受到社會規範和期望影響政策的緣故；(2)僅能代表願意購買之比例，與能夠購買（須考量所得水準）和實際購買的比例有差異；(3)民眾較情緒化易受主觀影響。此外，各項新運輸技術包括「定速巡航系統」、「智慧巡航系統」、「危險警告系統」與「自動駕駛系統」皆和方案選擇有關，自動導航公路系統是以上述四種新技術為基礎之整合，未來自動導航公路系統之市場佔有率可先藉由上述各系統之銷售情況加以預估。在影響使用者效用大小部分最重要的因素為「系統價格佔購車總車價比例」。此外，不可量化的因素如系統的效益性、安全性和對新運輸技術的需求程度皆對選擇有顯著影響。

2. 模式校估

本研究主要構建二元普羅比模式進行預測，模式預測之概似比指標為 0.22，依所得分割市場後各子模式之概似比指標分別為 0.34、0.21 和 0.54，修正後概似比指標 0.29、0.17 和 0.38，皆達可接受標準，顯示模式之解釋力頗佳。利用概似比檢定法檢定各模式之結果顯示，以所得水準區隔市場後所構建之模式的確優於以總體樣本所構建之模式，因此，系統之市場佔有率採市場區隔後之預測值 64.22%。

模式預測結果和汽車相關配備實際銷售情況與德爾菲專家預測之結果相較下，相差約三倍~四倍。回顧新運具需求預測相關文獻可知，利用敘述性偏好法進行需求預測之高估比例可達二倍至三十倍不等；為提高預測準確度，本研究探討相關高科技汽車配備，如衛星定位導航系統（GPS）和防鎖死煞車系統（ABS）之銷售情況得知，設備推出初期售價約佔當時車價的 1/3~1/4 時，選配比例平均約二成，至系統售價佔車價的 1/10 左右，系統多列為標準配備，選購比例則高達七成以上。因此，就系統成熟初期之市場佔有率而言，建議宜採保守的估計值，即以專家預估值為主（14.88%），系統成熟後期可採較樂觀的估計，即以模式預測值（64.22%）為主。以民國 86（1997）年自用小客車數量 4,295,332 輛計算，未來裝設自動導航公路系統的車輛數可達 2,758,462 輛。

四、系統成本估算

系統成本包括車上設備成本、道路系統建造成本和維修成本、系統營運成本等。

1. 車上設備成本估算

在技術成熟和產品生產達規模經濟的情況下，預估自動導航公路系統車上設備約需 20 萬元(1998 年幣值)，假設系統可使用年限為 10 年，年利率為 8%。則每年分擔之車上設備成本約

為 29,800 元/車。

2. 道路系統建造成本估算

包括道路上導航設施成本（導標、標線、電纜等）、路邊設備成本（控制器、接收器、電纜等）、控制中心成本（機房、電力系統、電腦、傳輸設備等）和其他成本（稅捐、管理費、人事費用等）。根據國外經驗，推估每公里約需 2 億 9 千萬元台幣【1】，若以中山高速公路南北長約 360 公里計算，總工程費約需新台幣 1,044 億元，假設設施使用年限為 10 年，年利率為 8%。則每年分擔之道路導航設施成本為新台幣 155 億元。

3. 營運成本

系統運作後衍生之成本，包括維修和管理費用，參考中山高速公路交通控制營運和維修費用佔道路建造成本的比例，並考量自動導航公路系統的高精密性與高科技性，以道路系統建造成本的 4% 計算【2】，即新台幣 41 億 7 千 6 百萬元，估計每公里每年須支付 1 千 1 百萬元營運成本。

五、系統效益分析

自動導航公路 ADVANCE-F 系統係利用自動控制技術操控車輛行進，提高行車安全，並使車輛間間距最小化，更有效地利用道路空間，即在不興建新道路系統的情況下，增加現有道路容量，提高車輛行駛速率，使運輸更有效率；同時由於車輛更有效率地運作故可以減少燃料的消耗和減少對空氣的污染。在效益預估上，由於本研究所研發之自動導航公路系統目前尚未進入實地試車階段，因此，主要利用：(1) 成本節約分析法：以因基礎設施改善而獲致之成本節約(Cost Saving)來代表。在無該計畫之情形下使用者可能發生之成本應計畫實施得以節省之部份；(2) 國外實驗結果，以美國聖地牙哥 NAHSC's Demo '97 實驗結果為主。

1. 安全效益

美國國家高速公路交通安全協會(NHTSA)研究顯示，車輛加裝防碰撞警告系統，每年可以減少 3/4 的肇事率【1】。國內交通部統計資料則顯示近三年每年平均近 6 千人因意外事故受傷或死亡，財產損失估計為新台幣 100 億元以上，單以高速公路而論，1997 年間因意外事故受傷或死亡的人數合計 491 人，肇事件數為 226 件，肇事率為 0.015 件/百萬車公里，肇事最主要的原因為駕駛不當(36.4%)和未保持安全行車距離(26.3%)，然藉由自動導航公路系統中危險警告系統裝設肇事率可降至 0.0038 件/百萬車公里，再加上自動駕駛控制系統則意外事故發生率可望降至更低。

2. 道路容量

藉由自動駕駛控制系統的運作，車輛得以最小安全間距行進，可有效縮減所需道路車道寬。美國 NAHSC's Demo '97 實驗結果顯示【3】，車道寬僅需 2.3 公尺~2.4 公尺，較現有車道寬(3.4 公尺~3.7 公尺)縮減 1.1 公尺~1.3 公尺，可有效提高土地的利用率。由車流模擬分析得知當道路全為導航車專用時，車道容量可由 2,400pcphpl 增加至 7,200pcphpl 以上，亦即設置自動導航公路系統可增加 3~4 倍的容量，相當於多增加 3~4 車道或增建一條高速公路，此一節省費用即為系統效益。

3. 旅行時間

國外研究顯示，行駛於 32 公里長的自動高速公路，平均時速可達 112 公里，相較於目前平均時速 56 公里，使用自動高速公路系統之駕駛者可節省一半的旅行時間【3】。若採保守估計，將行駛中山高速公路的延滯時間 44 分鐘視為自動導航公路系統實現節省的旅行時間，同時以「北部第二高速公路之可行性研究」中時間價值標準，小型車 6.09 元/輛分，可算出系統使用者每年平均節省的時間價值可達

232 億元。

4. 車行成本

車行成本主要為燃油、保養等費用，研究顯示【3】，系統實施後能源節約可達 47%，節省成本可觀。

六、結論

1. 在需求預測調查方面：

- a) 問卷結果發現僅一成不到 (6.2%) 的消費者聽過類似系統或計畫，政府與民眾的支持是系統成功的主要因素，因此未來應加強相關資訊的傳遞與宣導，以利計畫發展與實施。
- b) 經過訪問員介紹自動導航公路系統後，近七成 (68.1%) 的受訪者認同自動導航公路系統的概念，與美國所做關於自動高速公路的調查結果相近，該研究亦指出有七成的受訪者支持自動高速公路的概念，即利用高科技提高行車安全與效率是世界趨勢，也是民眾普遍的期望。
- c) 從相關的行車配備的銷售狀況來分析民眾的需求狀況，衛星導航定位系統目前售價約佔一般車價 (新台幣 50 萬元) 的 1/5，然受限於外在環境無法配合，設備實質功能大受影響，銷售情況不佳，未來自動導航公路系統可能亦會面臨相同課題，車輛系統和道路系統如何同步發展，以相互配合發揮最大效用實為重要課題。
- d) 影響系統市場佔有率的因素可以分為車輛系統、道路系統、政府態度和其他外在條件等，在車輛系統方面，「系統安全性」(即指系統的穩定性和是否值得信賴)為專家一致認同是影響使用者決策最重要的因素，「系統售價」則為影響消費者選購系統最直接且重要的考慮因素，此外，「系統路網的普及程度」和「系統使用者是否需支付額外的使用費與使用費的高

低」亦為重要的影響因素。

2. 研究顯示，自動導航公路系統實現初期預估約有一成五的駕駛者會購置此系統，系統達成熟期預估可達七成甚至更多的駕駛者加入。
3. 以高速公路而言，近十年其使用率每年皆以 10%~15% 的速度成長，由於高速公路容量已達飽和，為確保運輸效率，勢須拓寬或新建道路，然相較於興建第二高速公路平均每公里的建設費用約為 16 億元，利用現有道路系統提升為自動導航公路系統每公里平均僅需 3 億元，且可有效降低 1/6 以上的肇事率，顯見自動導航公路系統長期效益與優勢。

六、參考文獻

1. "Moving ahead with safety-Discussing the Intelligent Vehicle Initiative", Traffic Technology International, June/July, 1998.
2. 交通部運輸研所，自動導航公路 ADVANCE-F 實施可行性研究，淡江大學交通管理學系辦理，民國 81 年 11 月。
3. Steven E. Shladover, "Why We Should Develop a Truly Automated Highway System", Transportation Research Board 77th Annual Meeting.
4. NAHSC, "Automated Highway System-Solving Transportation Problems", San Diego, California, August 7-10, 1997.
5. 交通部運輸研究所，自動導航公路 ADVANCE-F 之行車控制研究及其實驗室，淡江大學交通管理學系辦理，民國 82 年 8 月。
6. 賴以軒，自動導航公路系統 ADVANCE-F 之行車間距政策及容量評估，淡江大學土木工程學研究所碩士論文，民國 83 年 1 月。