

台灣地區公共運輸技術現況及 引進先進技術之可行性研究



交通部運輸研究所

中華民國八十二年十月

交通部運輸研究所
合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱 中 文：台灣地區公共運輸技術現況及引進先進技術之可行性研究 外 文：State-Of-The-Practice of Public Transportation Technologies and Feasibility Study on Applications of Advanced Technology to Public Transportation Systems in Taiwan Area			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 957-00-2934-X(平裝)	政府出版品統一編號 009104820492	運輸研究所出版品編號 82 - 60 - 620	
本所主辦單位：綜合技術組 主 管：楊淑貞 計畫主持人：楊淑貞 研究人員：張芳旭	合作研究單位：中華民國運輸學會 計畫主持人：張學孔、許添本 蘇雄義 研究人員：陳信雄、涂保民 許哲瑋、朱珮芸、張慧 地址：台北市南京東路五段102號 10樓 聯絡電話：02-7197696	研 究 期 間 自 8 1 年 8 月 至 8 2 年 6 月	
關鍵詞：公共運輸、先進技術、可行性研究			
摘 要：本研究主要是在系統分析層次，評估台灣地區公共運輸應用先進技術提昇系統服務績效之現況，並分析智慧型公共運輸系統的技術及潛在效益，以釐定台灣地區公共運輸系統智慧化的推動策略。研究的範圍係以公車為對象，研究成果可以作為應用先進軟硬體技術，以提昇公車服務品質與效率的依據。本研究針對先進公共運輸系統之功能，將其區分為使用者資訊、行車監控、行車安全、車隊營運、排班調度、以及票證等六大子系統，以分析先進技術在公共運輸系統之使用情形及其技術種類，並說明各項子系統特性，以確立可應用於台灣地區公共運輸系統之重要技術。其次，利用台灣地區公共運輸系統之技術現況及引進先進技術意願調查，分析先進技術使用現況與公共運輸環境之限制。本研究並建立評估方法分析各項子系統之發展優先次序，該方法係以分析層級程序法(Analytic Hierarchy Process, AHP)為基礎，考慮各項子系統之效益與限制，並引進子系統間之關聯性與應用時程，進行綜合評估分析。本研究最後進行發展策略分析，除研擬相關原則與步驟，並提出短、中、長期之發展策略與配合措施。在發展策略中亦設計一示範性系統，期望後續研究能經由實際示範之過程，了解各種潛在問題與使用者特性，以調整各項配合措施，落實先進公共運輸系統之推行。			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
82年10月	305	107元	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密 (<input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密) <input type="checkbox"/> 限閱 (<input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解限) <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備 註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

目錄

內 容	頁次
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究範圍與目的	2
1.3 研究方法內容	2
1.4 工作項目與流程	3
1.5 報告內容	5
第二章 台灣地區發展先進公共運輸服務藍圖	7
2.1 前言	7
2.2 台灣地區公共運輸系統結構分析	9
2.2.1 台灣地區之客運運輸現況分析	9
2.2.2 客運運輸模式分析	12
2.2.3 旅次特性分析	18
2.2.4 台灣地區公共運輸系統架構	18
2.3 台灣地區公共運輸系統功能分析	21
2.3.1 公共運輸之服務目標	21
2.3.2 台灣地區公共運輸系統服務性功能	23
第三章 先進公共運輸系統與相關技術特性分析	39
3.1 先進公共運輸系統整體架構介紹	39
3.2 系統與相關技術種類	46
3.3 系統特性矩陣	59
3.3.1 旅次前資訊系統	59
3.3.2 車站內資訊系統	60
3.3.3 車內資訊系統	60
3.3.4 行車監控系統	61
3.3.5 行車安全系統	61

3.3.6 車隊營運系統	61
3.3.7 排班調度系統	62
3.3.8 電子票証系統	62
3.4 重要先進技術特性矩陣	71
3.4.1 自動車輛定位技術特性矩陣	71
3.4.2 自動車輛辨識技術特性矩陣	72
3.4.3 自動車輛偵測及通訊技術特性矩陣	72
3.4.4 電子顯示螢幕技術特性矩陣	73
3.4.5 自動調度技術特性矩陣	73
3.4.6 運輸營運軟體特性矩陣	74
3.4.7 智慧卡特性矩陣	75
第四章 先進公共運輸系統之成本效益分析	83
4.1 系統基本功能與設備	83
4.2 系統安裝時間	87
4.3 先進公車系統之成本分析	87
4.3.1 期初設置成本	89
4.3.2 補助	96
4.3.3 每年成本支出	96
4.4 效益分析	96
第五章 台灣地區公共運輸應用先進技術之現況分析	102
5.1 問卷設計與調查	103
5.1.1 問卷設計	103
5.1.2 問卷調查	104
5.2 問卷結果分析	104
5.2.1 基本資料	104
5.2.2 現況分析	107
5.2.3 引進先進技術意願調查	117

5.2.4 參考資料及意見	118
5.3 業者引進先進技術意願之交叉分析	123
5.4 各國應用概況比較及台灣地區個案分析	126
5.5 綜合評述	131
第六章 先進公共運輸系統之適用性分析	137
6.1 先進公共運輸系統技術評估內容	137
6.2 評估分析方法之回顧	138
6.3 先進公共運輸系統技術評估步驟	144
6.3.1 決策層級之正面影響層級	145
6.3.2 決策層級之執行限制層級	149
6.4 先進公共運輸系統評估結果	151
6.4.1 先進公共運輸系統功能正面影響層級	151
6.4.2 先進公共運輸系統功能執行限制層級	159
6.4.3 系統功能效益與執行限制綜合分析	159
6.5 系統相關性與最終評估結果	163
6.6 評述	172
第七章 施行策略分析	173
7.1 發展原則與發展時程	173
7.2 系統發展策略	180
7.2.1 電子票證子系統	180
7.2.2 行車監控子系統	181
7.2.3 行車安全子系統	183
7.2.4 使用者資訊系統	184
7.2.5 車隊營運子系統	186
7.2.6 排班調度子系統	187
7.3 發展限制及配合條件	188
7.4 執行組織	191

7.5 相關研究課題	192
7.5.1 使用者資訊系統	194
7.5.2 行車監控子系統	195
7.5.3 行車安全子系統	197
7.5.4 車隊營運子系統	197
7.5.5 排班調度子系統	198
7.5.6 電子票證子系統	198
7.5.7 其他	199
7.6 個案說明-台灣地區先進公車監控與使用者資訊系統之建立	199
7.6.1 台灣地區公車經營環境現況	200
7.6.2 系統目標	200
7.6.3 先進公車監控及使用者資訊系統架構	203
7.6.3.1 車輛電子套件	205
7.6.3.2 通訊系統	210
7.6.3.3 控制中心	210
7.6.3.4 使用者資訊網路	212
7.6.4 先進公車監控與使用者資訊系統架構	213
7.6.5 系統與技術發展現況	213
7.6.6 相關研究課題	214
7.6.7 發展時程	215
7.6.8 預期成本及效益	219
7.6.8.1 行車定位系統	219
7.6.8.2 自動車輛辨識系統	219
7.6.8.3 自動車輛監控及通訊系統	220
7.6.8.4 使用者資訊系統	220
7.7 評述	221
第八章 結論與建議	223

8.1結論	223
8.2建議	225
參考文獻	228
附錄	233
附錄一 個案分析	233
附錄二 問卷內容	244
附錄二A 台灣地區應用先進技術現況之業者調查問卷	244
附錄二B 分析層級程序法專家調查問卷	258
附錄三 文獻彙總	290
附錄四 名詞彙總	300

表目錄

內 容	頁次
表2.1 客運運輸模式分類表	17
表2.2 系統外之服務功能表（使用者觀點）	26
表2.3 系統中之服務功能表（使用者觀點）	27
表2.4 系統外之服務功能表（經營者角度）	28
表2.5 系統中之服務功能表（經營者角度）	29
表2.6 車隊管理之服務功能表（經營者角度）	30
表3.1 各國先進運輸系統之發展	44
表3.2 使用者資訊系統特性矩陣－旅次前資訊系統	63
表3.3 使用者資訊系統特性矩陣－車站內資訊系統	64
表3.4 使用者資訊系統特性矩陣－車內資訊系統	65
表3.5 車隊管理系統特性矩陣－行車監控系統	66
表3.6 車隊管理系統特性矩陣－行車安全系統	67
表3.7 車隊管理系統特性矩陣－車隊營運系統	68
表3.8 車隊管理系統特性矩陣－排班調度系統	69
表3.9 車隊管理系統特性矩陣－電子票證系統	70
表3.10 自動車輛定位技術特性矩陣	76
表3.11 自動車輛辨識技術特性矩陣	77
表3.12 自動車輛偵測和通訊技術特性矩陣	78
表3.13 電子顯示螢幕技術特性矩陣	79
表3.14 自動調度技術特性矩陣	80
表3.15 運輸營運軟體特性矩陣	81
表3.16 智慧卡特性矩陣	82
表4.1 受訪城市規模分類	84

表4.2 系統安裝時間	88
表4.3 單一系統之設備成本	93
表4.4 補助情形統計表	97
表5.1 台灣地區公民營客運公司與問卷調查對象	105
表4.2 基本資料平均數目表	106
表5.3 乘客查詢服務技術現況統計表	108
表5.4 訂位及車上通訊服務技術現況統計表	108
表5.5 售票服務技術現況統計表	109
表5.6 車上資訊顯示系統技術現況統計表	111
表5.7 行車安全技術現況統計表	111
表5.8 車隊管理技術現況統計表	112
表5.9 業務企畫與票務處理技術現況統計表現況統計表	112
表5.10 乘客查詢服務先進技術引用意願統計表	114
表5.11 訂位及車上通訊服務先進技術引用意願統計表	116
表5.12 售票服務先進技術引進意願統計表	116
表5.13 車上資訊顯示系統先進技術引用意願統計表	117
表5.14 行車安全設備先進技術引用意願統計表	117
表5.15 車隊管理先進技術引用意願統計表	119
表5.16 業務企畫與票務處理先進技術引用意願統計表	120
表5.17 參考資料及意見欄彙總統計表	122
表5.18 各因素分類下受影響的題目與傾向	127
表5.19 各國應用先進技術子系統概況	130
表5.20 各主要國家之國民平均所得與公車系統先進程度彙總表	132
表5.21 國外公共運輸技術相關調查之結果表	134
表6.1 填寫AHP問卷人數分配	152

圖目錄

內 容	頁次
圖 1 研究流程	6
圖 2.1 台灣地區客運交通業務量統計圖	10
圖 2.2 鐵公路客運每日平均運量趨勢圖	11
圖 2.3 航空及港埠每日客運量趨勢圖	13
圖 2.4 台灣地區汽機車成長趨勢圖	14
圖 2.5 大小客車成長趨勢圖	15
圖 2.6 乘客旅次完成過程圖	19
圖 2.7 乘客旅次完成過程圖(以公車為主)	20
圖 2.8 公車系統架構圖	22
圖 2.9 公車運輸之功能性組織圖	24
圖 2.10 旅客查詢子目錄	31
圖 2.11 訂票劃位子系統	32
圖 2.12 車上票証子系統	33
圖 2.13 轉乘子系統	35
圖 2.14 車隊排班調度子系統	36
圖 2.15 行車監控子系統	37
圖 2.16 行車安全子系統	38
圖 3.1 IVHS技術在先進公共運輸系統之應用	42
圖 3.2 先進公共運輸系統架構圖	43
圖 3.3 使用者資訊系統架構圖	47
圖 3.4 車隊管理系統架構圖	48
圖 3.5 旅次前資訊子系統架構圖	50
圖 3.6 車站內資訊子系統架構圖	51

表6.2 正面影響層級表之分析結果	153
表6.3 執行限制層級表之分析結果	160
表6.4 效益限制比之分析結果	161
表6.5 各系統之相對重要性	164
表6.6 各子系統相關表	168
表6.7 各子系統發展時程表	168
表6.8 AHP法與修正過後之相對重要性比較	171
表7.1 重要共同使用技術	177
附表1 營運績效比較表	243

圖 3.7	車輛內資訊子系統架構圖	52
圖 3.8	行車監控子系統架構圖	54
圖 3.9	行車安全子系統架構圖	55
圖 3.10	車隊營運子系統架構圖	56
圖 3.11	排班調度子系統架構圖	57
圖 3.12	電子票證子系統架構圖	58
圖 4.1	投資金額與設施量關係圖	90
圖 4.2	每車平均成本與車輛數關係圖	92
圖 4.3	自動監控系統中投資於車輛之金額	94
圖 4.4	車輛投資比重與績效關係圖	95
圖 4.5	自動監控系統每年營運成本使用情形	98
圖 4.6	自動監控系統每年營運成本	98
圖 4.7	功能強度與期望效益關係圖	100
圖 4.8	行車監控系統效益比較圖	101
圖 5.1	各國年平均所得與其公車系統使用先進技術程度之關係圖	133
圖 6.1	先進公共運輸系統之適用性分析流程	139
圖 6.2	計劃評估方法	141
圖 6.3	正面影響層級表	146
圖 6.4	執行限制層級表	147
圖 6.5	各系統之效益及限制權重（學者）	154
圖 6.6	各系統之效益及限制權重（官員代表）	155
圖 6.7	各系統之效益及限制權重（業者代表）	155
圖 6.8	各系統之效益及限制權重（技術研發單位）	156
圖 6.9	各系統之效益及限制權重（乘客）	156
圖 6.10	各系統之效益及限制權重（本研究單位）	157

圖 6.11 各系統之效益及限制權重（整體）	157
圖 6.12 各系統之效益及限制權重（整體，但不含本研究單位）	158
圖 6.13 不同背景、不同系統的效益限制比	162
圖 6.14 各子系統資料傳輸圖	165
圖 6.15 各子系統相關圖	165
圖 6.16 各子系統在不同時期之效益圖	170
圖 7.1 發展程序	174
圖 7.2 先進公共運輸系統推行組織架構	193
圖 7.3 先進公車監控與使用者資訊系統執行時程	204
圖 7.4 示範系統發展程序圖	218

第一章 緒論

1.1 研究動機

台灣地區地少人稠，都市化現象又極為顯著，都會區以及城際運輸問題日趨嚴重，鼓勵使用公共運輸系統(Public Transportation Systems) 是解決都市與城際運輸問題必需的政策。然而，政策的落實必須要有完整之規劃及良好之執行方案與之配合，鼓勵公共運輸系統的政策更需有能夠提昇公共運輸服務品質的方法配合，才能達到政策目標。基於此一理念，交通主管當局除在供給面審慎規劃公共運輸系統網路、有效整合捷運系統與公車接運系統、以及規劃高速鐵路與其集散系統之外，更應積極瞭解公共運輸系統功能特性與潛在使用者之特性，以分析評估應用先進技術(Advanced Technologies)，來提昇現有及未來公共運輸系統服務水準的潛力與施行策略。

「先進」一詞是一相對性名詞，必須考量國內公共運輸技術使用之現況，若某技術在功能上優於國內現行使用之技術，則此項技術相較於國內技術可稱為先進技術。近年來討論先進技術之應用，一般則以「智慧型車輛及公路系統」之相關技術(IVHS 技術)概括；此智慧型車輛及公路系統相關技術的具體涵意，即是結合先進的電腦資訊、控制、以及通訊等技術，來提昇道路交通效率與行車安全。國內相關研究已明確闡釋其內容與潛在效益[何志宏等人，民國80年；張學孔，民國80年；張金琳、張學孔，民國81年；許添本，民國81年]；但是，對於先進技術應用在公共運輸系統僅止於個別系統或技術的探討[例如張金琳等人，民國81年；許添本，民國81年]，並未有完整的系統化評估研究。而在考量應用智慧型車輛及公路系統相關技術來提昇公共運輸品質之同時，應省思、比較台灣地區公共運輸系統之未來理想以及現有技術狀況，並應依主客觀的環境評估先進技術之適用性，以建立可以落實之智慧型公共運輸系統發展策略。

因此，對於「資訊整合」、「電子通訊」、以及「動態控制方法」等先進智慧型車輛及公路系統相關技術進行評估分析，並由台灣地區公共運輸系統現況及發展條件，來確認各相關技術的可行性、潛在效益、配合施行條件，以釐定各項相關施

行策略，來提昇公共運輸系統的服務可靠度與營運效率，實為現階段落實「鼓勵使用大眾運輸系統」政策的重要工作之一，亦為眾多智慧型運輸系統研發課題中，台灣地區應優先考量的重要課題。

1.2 研究範圍與目的

本研究主要是在系統分析層次，評估台灣地區公共運輸應用先進技術以提昇系統服務績效之現況，並分析智慧型公共運輸系統的技術及其潛在效益，以期釐定台灣地區公共運輸系統智慧化的推動策略。囿於研究時間與人力資源，本研究的範圍係以公車為對象，而許多相關技術之檢討分析亦適用於其他公共運輸，如計程車及撥召公車等具使用潛力之副大眾運輸系統 (Paratransit)；本研究所謂「效益」是以質的提昇為主，而「可行性」之分析主要在於技術可行性層面。本研究結果可以作為應用先進之軟硬體技術，提昇整體公共運輸服務品質與效率的依據。

本研究主要課題包括現況與先進技術之應用評估兩部份，具體研究目的包括：

1. 探討台灣地區公共運輸現有角色、系統技術現況、及基礎研究課題，以建立公共運輸服務藍圖與期望功能。
2. 確認提昇公共運輸系統服務品質的先進技術種類及系統成熟度與國內技術使用現況。
3. 評估應用資訊、通訊與控制等相關技術之效益與限制，確立各子系統相對重要性。
4. 釐定推動技術應用策略。

1.3 研究方法內容

本研究係採系統分析方法，先瞭解台灣地區之公共運輸結構、客運運輸現況、運輸模式、旅次特性，據以建立台灣地區公共運輸系統整體性架構，並進一步透過

台灣地區公共運輸系統之服務性功能分析，建立台灣地區先進公共運輸發展藍圖。

台灣地區先進公共運輸系統依功能可以區分為下列六大子系統：

- 1.使用者資訊子系統 又可分為旅次前、車上與車站三個使用者資訊系統。
- 2.行車監控子系統
- 3.行車安全子系統
- 4.車隊營運子系統
- 5.排班調度子系統
- 6.票證子系統

在確認發展藍圖及系統範圍後，接著分析先進技術在先進公共運輸系統之使用情形，分析應用於先進公共運輸之技術種類及成熟度，並說明各項子系統特性，以確立可應用於台灣地區先進公共運輸系統之重要技術種類，而且分析與整理國外相關系統之設置成本與效益。並利用台灣地區公共運輸系統之技術現況及引進先進技術意願調查，分析先進技術使用現況與公共運輸環境之限制情形。此外，為分析各項子系統之發展優先次序，本研究使用分析層級程序法(ANALYTIC HIERARCHY PROCESS，簡稱AHP)考慮各項子系統之效益與限制之強度，並引進子系統間之關聯性與應用時程，進行綜合評估分析。最後進行發展策略分析，研擬發展原則與步驟，說明發展限制與各單位之配合措施；並擬定一示範性系統，以期落實先進公共運輸系統之推行。

1.4 工作項目與流程

本研究基於上述研究目的及內容，進行下列工作：

1. 文獻蒐集與評述

廣泛蒐集歐洲共同體、日本與美國在智慧型運輸系統研發計劃中相關的公共運輸系統計劃，並實地考察美洲及歐洲相關技術研究發展現況與實施之成本效益，以作為系統技術規劃評估的基礎。

2. 台灣地區公共運輸系統技術現況分析

利用問卷調查，探討國內公共運輸系統技術應用之現況，並剖析現有公共運輸系統的功能特性與潛在問題，以釐訂未來公共運輸服務應扮演之角色與功能。

3. 確認可應用之先進技術

可以應用之技術項目繁多，從「旅次前資訊系統」(Pre-Trip Information System) 以至「電子票證系統」(Electric Ticket System) 皆是智慧型公共運輸系統技術應用範疇。本研究經由對台灣地區公共運輸角色的確認，探討相關資訊整合、控制方法、以及通訊等技術，並評析應用在公共運輸系統進行整合服務的可能類型、技術種類、短、中、長、遠程效益、技術之適用性、以及基礎研究等課題。

4. 研擬評估方法

該項工作係依現況資料及系統技術屬性，研擬智慧化潛力及可行性評估方法。

5. 相對重要性評估

評估分析各先進公共運輸系統在營運者、使用者以及社會層面的相對效益以及相對限制強度，以分析各子系統之施行先後次序。並考慮子系統間之結構關聯性及相互影響，調整前項分析結果。

6. 釐定施行策略

依公共運輸服務品質需求、技術成熟度、適用性、以及相對效益等因

素，釐定短、中、長、遠程發展策略、配合措施、及研究發展課題，並提出一示範性系統，以期逐步落實研究結果。

上述分析內容及過程請參考研究流程圖 1.1，而在此必須要強調：本研究主要分析在於功能設計與系統評估部份，對於研究成果的落實與執行，需要進一步對系統進行細部設計，此部份不在本研究之範圍。

1.5 報告內容

本報告共分為八章，除本章緒論外，第二章說明台灣地區之公共運輸結構、運輸模式、旅次特性，據以建立台灣地區公共運輸系統的整體性架構，瞭解公共運輸各系統與公車系統之相互配合關係，並進一步透過台灣地區公共運輸系統之服務性功能分析，建立台灣地區先進公共運輸發展藍圖。第三章則經由對於多數國家先進公共運輸系統研究之瞭解，確立分析應用於先進公共運輸之技術種類及成熟度，並說明各項子系統與技術之功能、特性與優缺點，最後確立可應用於台灣地區先進公共運輸系統之重要技術種類。第四章則利用國外對於先進系統實施之成本效益調查結果，說明先進系統之設置成本、補貼情況、營運成本、與實施效益。

第五章部分透過對於台灣地區公共運輸業者之間卷訪問，瞭解先進技術在台灣地區之使用情形，並分析業者引進先進技術之意願與限制情形。第六章則根據第二章所訂定之台灣地區先進公共運輸系統藍圖，建立效益評估準則；而經由現況問卷調查結果及公共運輸營運環境之分析，確立先進技術引進之限制項目。最後利用AHP專家決策系統分析各子系統之相對重要程度，並經子系統間之相關性分析與不同時程的效益考量，進行綜合評估分析。第七章利用上述各章之分析結果，擬定短、中、長期之發展策略與配合措施，並設計一示範性系統，期望後續研究能經由實際示範之過程瞭解各種潛在問題，以調整各項配合措施，落實先進公共運輸系統之推行工作。第八章則提出具體的結論與建議。

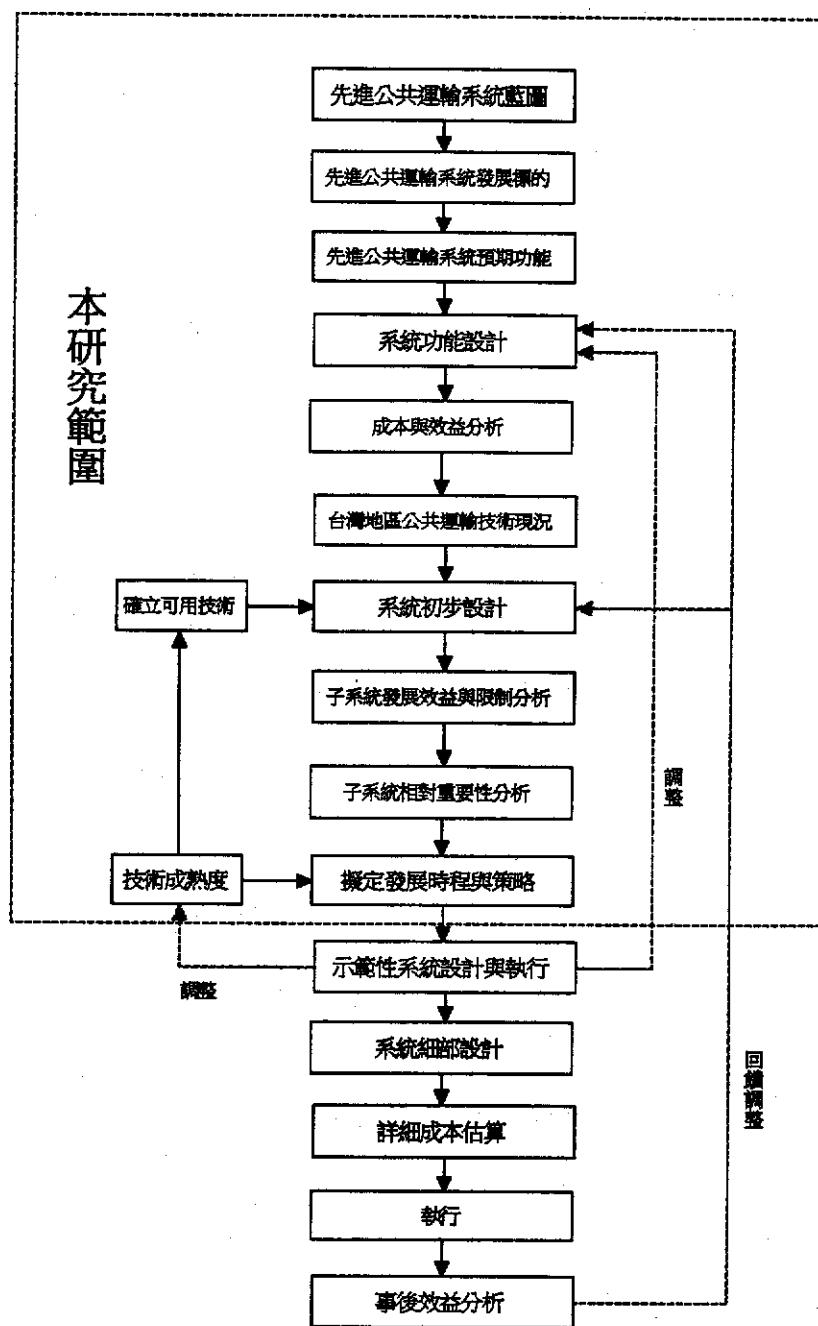


圖1.1 研究流程

第二章 台灣地區發展先進公共運輸服務藍圖

本章主要進行國內公共運輸之系統分析，此部分可區分為兩項課題。在第一項課題中分析台灣地區之公共運輸系統結構；第二項課題中則探討台灣地區之公共運輸系統功能，文中首先分析台灣地區之公共道路運輸系統功能要求，並進行公共運輸系統之功能分析，建立適合台灣地區發展之先進公共運輸服務系統藍圖。

2.1 前言

台灣地區地少人稠，都市化現象極為顯著，都會區以及城際間之運輸問題日趨嚴重，鼓勵使用公共運輸系統是解決都市與城際運輸問題必須的政策。因此除了在供給面考量公共運輸系統網路規劃，有效整合捷運系統與公車接運系統，以及規劃高速鐵路與集散系統之外，更應積極瞭解公共運輸系統特性功能與潛在使用者的特性，以分析評估應用先進技術來提昇現有及規劃未來公共運輸系統服務水準之潛力及施行策略。

近年來討論先進技術之應用，一般常見者以「智慧型車輛及公路系統」（簡稱IVHS技術）之相關技術項目為主，這類技術之具體含義乃在於結合動態網路分析、電腦資訊、最佳化控制理論、駕駛行為研究、人體工學、資訊管理與通訊等技術，所建立的最新車輛控制技術與公路系統規劃技術，以期提昇道路交通效率與行車安全。國內相關研究已闡明這方面技術之內容與潛在效益[何志宏，80年；張學孔，80年；張金琳、張學孔，81年；許添本，81年]；但是，對於先進技術應用在公共運輸系統之探討僅在於個別系統或技術之探討，並未有完整的系統化研究。在考量應用先進技術來提昇公共運輸品質之前，應先就台灣地區之整體運輸系統做系統化的分析，並進一步分析台灣地區之公共運輸系統特性，省思、比較台灣地區公共運輸

系統之未來理想之系統與技術狀況，如此方能客觀的評估先進技術在我國環境之適用性，以建立可以落實之智慧型公共運輸系統發展策略。

因此，對於「資訊整合」、「電子通訊」以及「動態控制方法」等先進技術進行評估分析，並由台灣地區公共運輸系統現況及發展條件，來確認各相關技術之可行性、潛在效益、配合施行條件，以釐定各相關施行策略，提昇公共運輸服務的可靠度與營運效率，實為現階段引進先進技術之重要工作之一。基於此一觀點，對於台灣地區運輸系統以及台灣地區之公共運輸系統之分析，實有助於建立確實適合台灣地區之先進公共運輸系統，並提供未來在引進相關先進技術時，作為應用先進軟體技術，提昇整體公共運輸服務品質與效率之依據。

本研究主要是在系統分析層次，探討應用先進技術以提昇台灣地區公共運輸服務績效之潛力，並分析先進公共運輸系統的技術及潛在效益。如同緒論所言，研究中之公共運輸係以公車為主，目前暫不考慮具有使用潛力之副大眾運輸系統(Paratransit)，如計程車、撥召公車及共乘車輛等，這些系統將在後續研究中再加入此方面之分析。

本章之主要內容可區分為兩項研究課題。在第一項研究中分析台灣地區之公共運輸系統結構，由旅次過程與相關行為之探討擴及運輸模式分析，進而探討台灣地區之整體運輸系統結構；第二項研究中我們將進行台灣地區之公共運輸系統功能探討，首先將分析台灣地區之公共道路運輸系統功能要求，並進行公共運輸系統之功能分析，以期能建立適合台灣地區之公共運輸系統功能性架構，在將來引進先進技術時能作為一有利之參考，利於在未來建立一套適合台灣地區運輸系統特性之先進公共運輸系統，在現階段能建立適合台灣地區發展之先進公共運輸服務系統藍圖；未來在進行台灣地區公共運輸系統之現況調查時也將以此功能分類方式，進行問卷設計工作，以瞭解目前之公共運輸技術現況以及業者對引進先進技術之接受程度。

本章以下分為二部份：第二節分析台灣地區公共運輸系統之整體結構；第三節就公共運輸之理想服務目標，建立適合台灣地區之公共運輸功能。

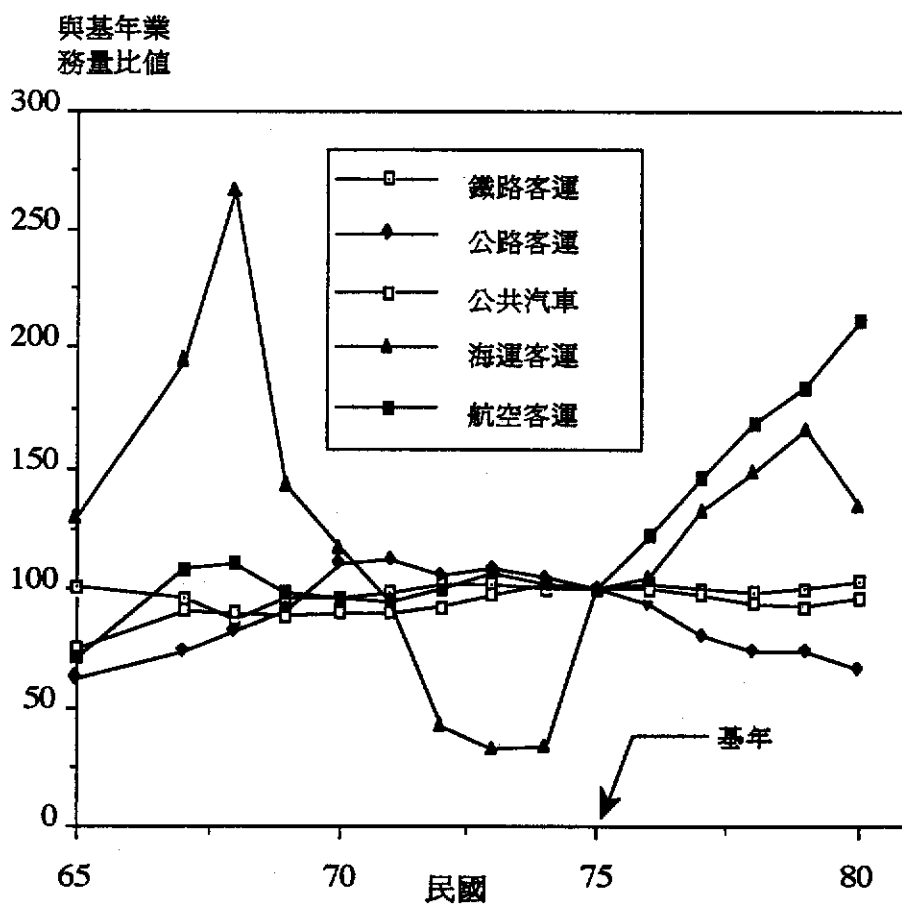
2.2 台灣地區公共運輸系統結構分析

本文所指之台灣地區運輸系統乃是指客運運輸系統方面，客運運輸系統包含鐵路、公共汽車、公路、捷運、航空與海運等項目，在這一節中首先分析台灣地區客運運輸系統之供需問題，並由歷史資料之變動趨勢來瞭解客運運輸之供需狀況。在第二部分將說明客運運輸模式之分類與定義，第三部分中將進行人之旅次特性分析，由此探討運輸模式間之系統整合性關係，本節之最後部分我們則探討台灣地區之整體運輸系統分析。

2.2.1 台灣地區之客運運輸現況分析

台灣地區由於人口密度高，而且高度集中於都會區之內，都會區內之交通需求高，而都會區間的往來亦相當頻繁，因此不論都市或都會區間之交通需求強度均相當高，由歷年各客運運輸業之業務成長量可說明客運之運輸供給變動情形。圖 2.1 為台灣地區歷年來之交通客運業務量統計圖，由圖 2.1 中可大略知道鐵路客運、公共汽車客運及公路客運之業務量均維持在一固定水準，但近年來有稍微下降之趨勢；而海運之變動較大，空運之業務成長量近年來不斷地急速成長。此一現象可能導源於鐵公路之業務量已達到飽和，加上國民所得大幅上揚、小汽車以及機車之使用率增加之故，因此業務量呈現飽和之現象。而航空客運之成長乃是由於國際觀光及大陸探親之開放，以及台灣地區國際化程度提高，國際經貿往來頻繁所造成之現象，而航空運輸之機場容量尚能應付現有之需求，且逐年擴充之中，因此業務量尚有增加之餘地。海運部分由於對本研究的關係程度不高，因此暫時不予討論。

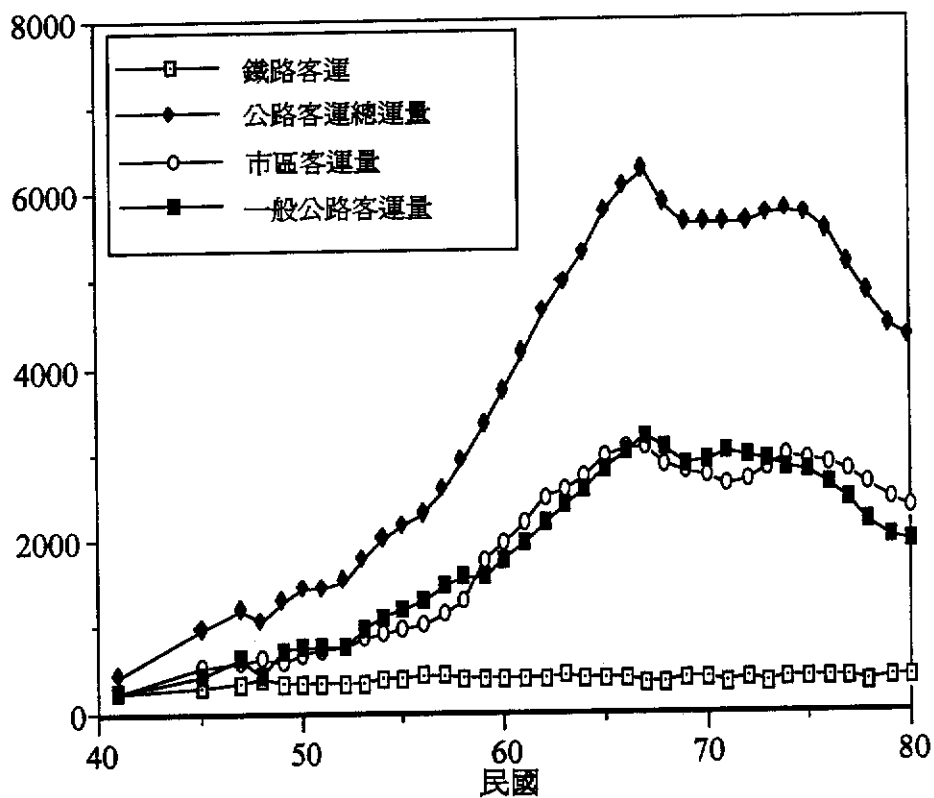
其次由每日平均運量之變動趨勢來分析台灣地區公共運輸之需求變動情況，圖 2.2 為鐵公路客運每日平均運量趨勢圖，圖 2.2 顯示鐵路之運量歷年來均維持在一穩定之運量水準；市區客運量在民國六十五年以前成長快速，近年來則開始下降，顯示公車之需求量正下降之中；圖中一般公路客運部分自民國六十五年以後也呈現下降



資料來源：中華民國交通統計月報，民國八十一年六月

圖 2.1 台灣地區客運交通業務量統計圖

運量
(千人)



資料來源：中華民國交通統計月報，民國八十一年六月

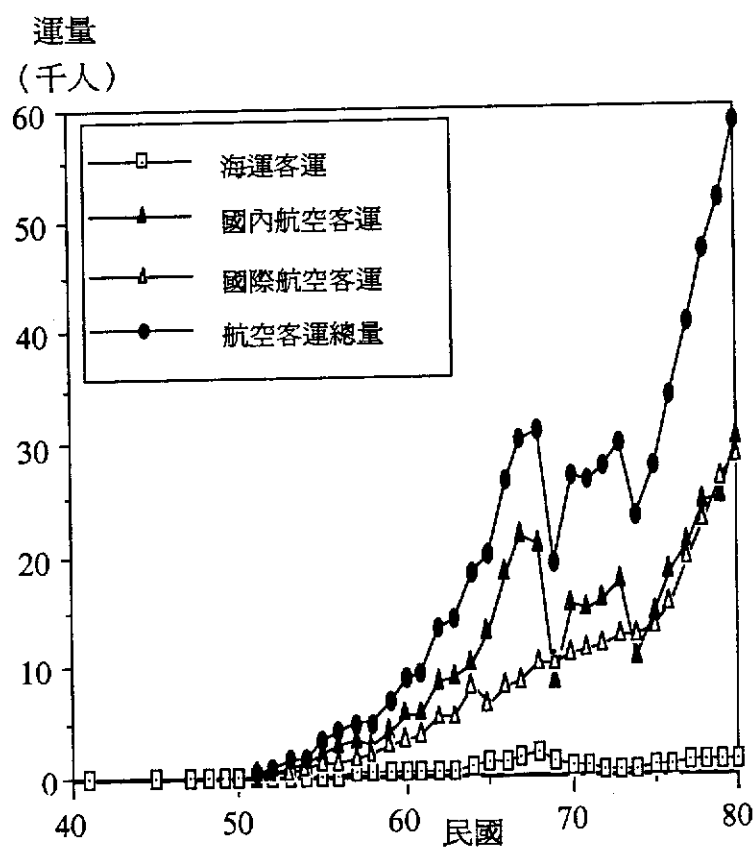
圖 2.2 鐵公路客運每日平均運量趨勢圖

趨勢，近年來下降快速；綜合公共汽車客運量與一般公路客運量，及所謂公路客運總量，由圖 2.2 中也可看出近年來之下降嚴重，其主要原因可能是所得成長、小汽車使用增加以及高速公路及省道擁塞嚴重之故。圖 2.3 為航空及海運每日客運量之趨勢圖，資料顯示海運客運量相當少，而變動量小（變動率大），由此可見海運客運在台灣地區客運運輸體系中扮演之角色較為次要。航空客運每日客運量趨勢顯示，國際航空客運量之成長穩定且快速，此現象支持上一段之分析結果；在國內航空客運方面，趨勢顯示民國七十四年以前之變動幅度較大，近年來則呈現穩定成長趨勢，國內航空客運成長現象之可能原因乃國民之商務往來頻繁，加上鐵公路之擁擠增加，因此亟需快捷準時之航空客運運輸。

最後說明台灣地區道路擁擠之情況，圖 2.4 與圖 2.5 為台灣地區自用小汽車、機車、自用大客車、營業大客車與營業小客車之車輛成長趨勢圖，由圖中我們可以明瞭自用小客車與機車之成長急速上升，此乃造成公共運輸量逐漸減少之主要原因；營業大客車之成長微幅上揚，但不及小汽車之增加趨勢，自用大客車一般均用做共乘交通車之用，亦呈小幅成長，因此由資料可大略瞭解公共客運及公路客運業之供給量增加幅度有限，服務水準（班次）之提昇有限；營業小客車之增加快速也顯示所謂「副大眾運輸」（計程車等）之成長高，此與國民之所得與旅行特性等因素有關。

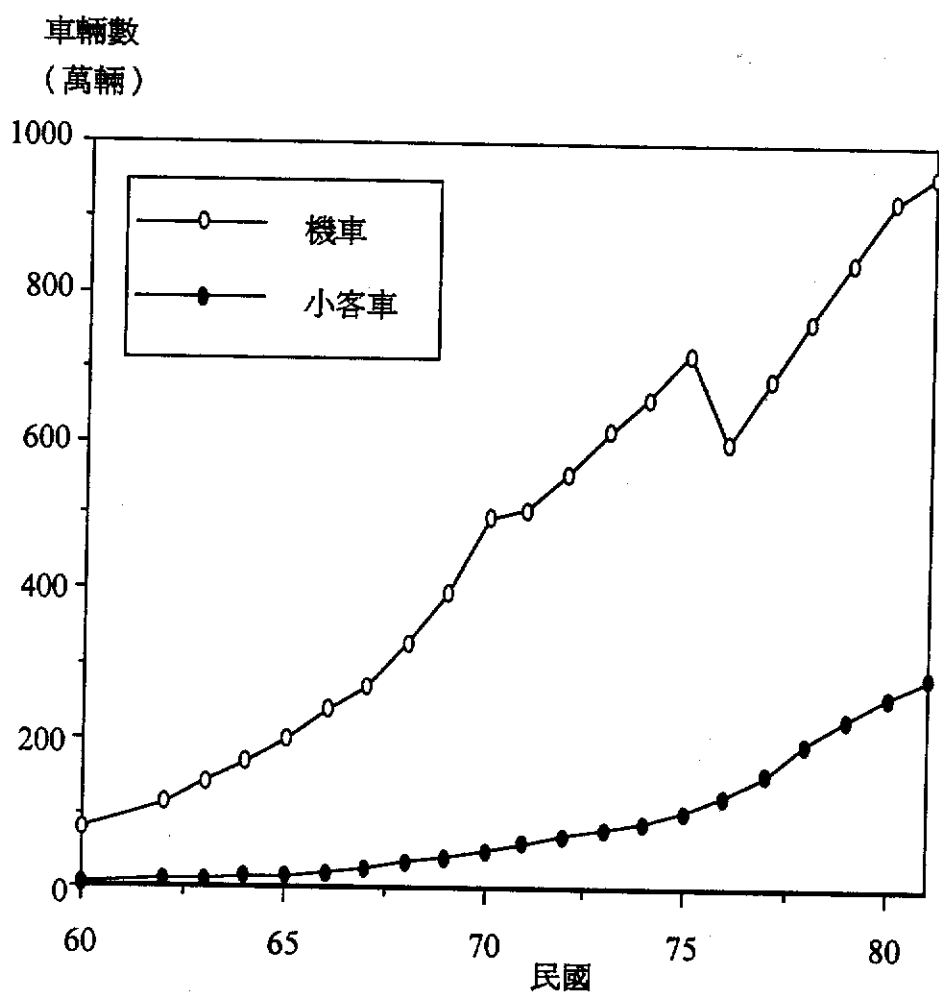
綜合而言，台灣地區之客運需求強度相當高，而供給之增加有限，加上小汽車與機車之使用量增加，因公共運輸之使用率下降，加以道路擁塞，路線固定之公共客運與公路客運業之服務水準大幅下降，此乃台灣地區目前之交通供需狀況之初步分析。因此，公共運輸服務品質之提昇，實為改善道路交通問題之有效方法。由資料中可知航空客運之成長快速，因此，發展有效之接駁性公共運輸系統，也是當務之急。台灣目前正規劃興建捷運系統與高速鐵路系統，建立一套有效之接運系統也是發揮系統功能之要素。

2.2.2 客運運輸模式分析



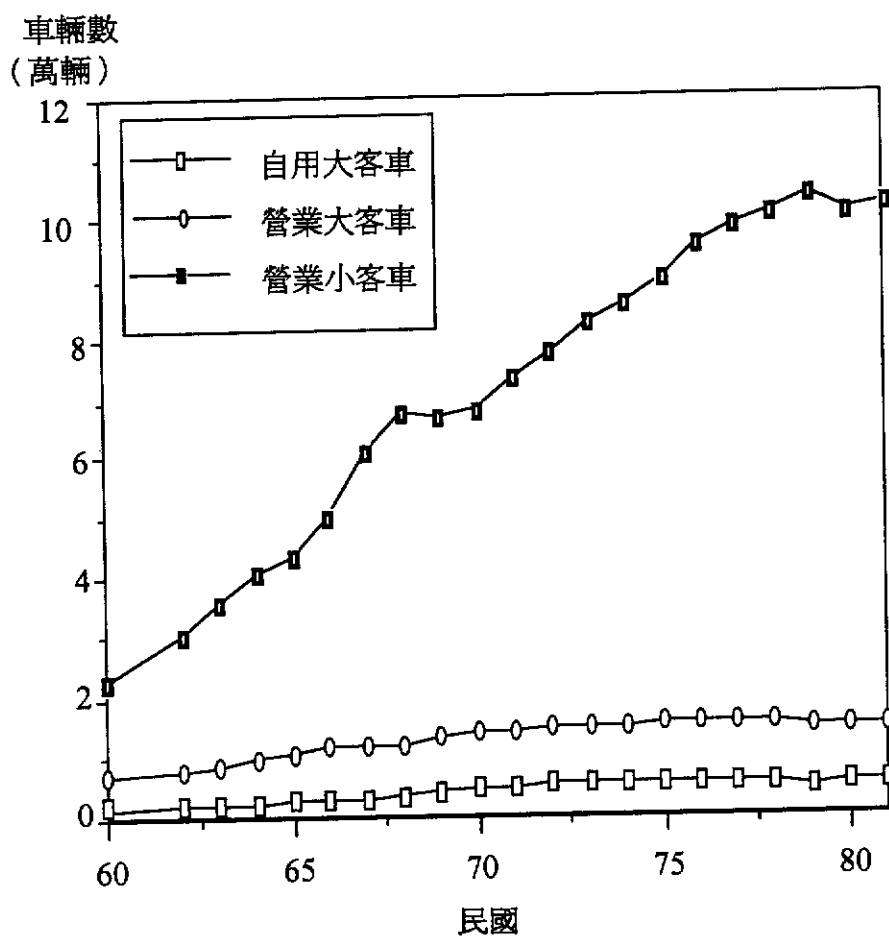
資料來源：中華民國交通統計月報，民國八十一年六月

圖 2.3 航空及港埠每日客運量趨勢圖



資料來源：中華民國交通統計月報，民國八十一年六月

圖 2.4 台灣地區汽機車成長趨勢圖



資料來源：中華民國交通統計月報，民國八十一年六月

圖 2.5 大小客車成長趨勢圖

客運運輸模式 (mode) 一般可分為下列三種：

1. 私有運具 (Private) ，
2. 出租運具 (For-hire) ，
3. 公共運送運具 (Public Carrier) 。

基本之分類方法如表 2.1 所述，表 2.1 由服務可及性、服務提供者、路線選擇、時間選擇、成本價格、運送模式以及最適用狀況等方來區分各種運輸模式。由表 2.1 之分類，可以了解公共運輸模式之內容，本研究所謂之公共運輸系統泛指：

1. 小汽車共乘
2. 箱型車共乘
3. 計程車
4. 撥召公車
5. 租賃汽車
6. 隨停公車
7. 半捷運公車
8. 捷運
9. 地面公車

本研究目前先著眼於地面公車之探討，其他運輸模式只探討它們與公車系統之連結部分。由於都市及城際間之交通擁塞，公共運輸系統之提昇實有助於吸引更多旅客轉移其運輸需求，減少私人運具之使用，如此可改善交通擁擠問題。

台灣地區之運輸系統可歸納為下列七項：

1. 航空客運：含國際航空客運、國內航空客運。
2. 海運客運：含國際海運客運、國內海運客運。
3. 捷運
4. 鐵路客運：含一般鐵路客運、高速鐵路。
5. 私人運具運輸：含自用小客車、機車、腳踏車、步行。

表2.1 客運運輸模式分類表

分類 \ 使用型態	私 有		租 賃	公共運送者
一般稱呼	私人運輸 (Private Transpn)		副大眾運輸 (Paratransit)	大眾運輸 (Transit)
服務可及性	持有人		公眾	公眾
服務提供人	使用者		運送者	運送者
路徑選擇	使用者		使用者	運送者
時刻表決定	使用者		使用者	運送者
成本—價格	使用者自行吸收		固定費率	固定費率
運送者型式	個 人		個 人	團 體
模 式	汽車 機車 腳踏車 步行	小汽車共乘 箱型車共乘	計程車 撥召公車 租賃汽車 隨停公車	地面公車 半捷運公車 捷運 其他特殊模式
適合採用之地區	低—中	起點：低 迄點：高	低密度	高—中
地區人口密度				
路線安排				
行駛時間				
旅次目的	分散 離峰 休閒 購物 商務	輻射狀 尖峰 工作	分散式 全部時間 商務	密集式 尖峰 工作、上學、商務

〔註〕：含大眾及副大眾運輸

6. 副大眾運輸系統：含計程車、撥召公車、共乘車輛及隨停公車等。

各運輸模式之成長狀況在上一節中已經分析，除航空運輸呈現大幅度之成長外，其他模式之成長已趨緩，甚至下降，亟待進一步之改善其服務水準以增加需求量。下一節中將探討旅客之旅次特性，並分析以公車系統為主要運具之旅次過程，以確認公車系統中技術應用與功能的特性。

2.2.3 旅次特性分析

旅次組成要素包含人、道路與運具，也就是人由起點出發，利用某一運具，經由某一路徑抵達迄點之過程稱之為旅次。乘客之旅次完成過程可以利用圖2.6來說明旅客由起點出發而步行至轉運點，利用公共汽車、公路客運、小汽車、鐵路、捷運、航空與海運、機車及副大眾運輸等運輸工具在轉運至主線之運輸工具中，經由轉乘或直接抵達轉運點，再經由步行或其他運輸工具而抵達迄點。在此定義「轉乘」為不改變運輸工具狀況下轉搭其他同運輸工具車輛之情形，而「轉運」則為更換運輸工具之情形。

若以本研究主要之公車為主線之交通運輸工具時，圖2.6可變更為圖2.7，也就是以公共汽車或公路客運為主線之運輸模式，其他部分則不予變動，圖2.6與圖2.7中並不考慮其他運具間轉乘或轉運問題，而只考慮與公車運輸相關之部分。

下一節中我們將分析以公車系統為主之公共運輸系統架構，以明瞭各運輸模式與公車運輸系統間之整合性關係。

2.2.4 台灣地區公共運輸系統架構

如前一節所述，本研究我們將運輸工具概分為四類，即公車運輸系統、私人運具運輸、副大眾運輸系統與其它公共運輸（航空、海運、捷運和鐵路），各運輸工具之間具有轉運及轉乘之關係，上述關係可以利用圖2.8加以說明。

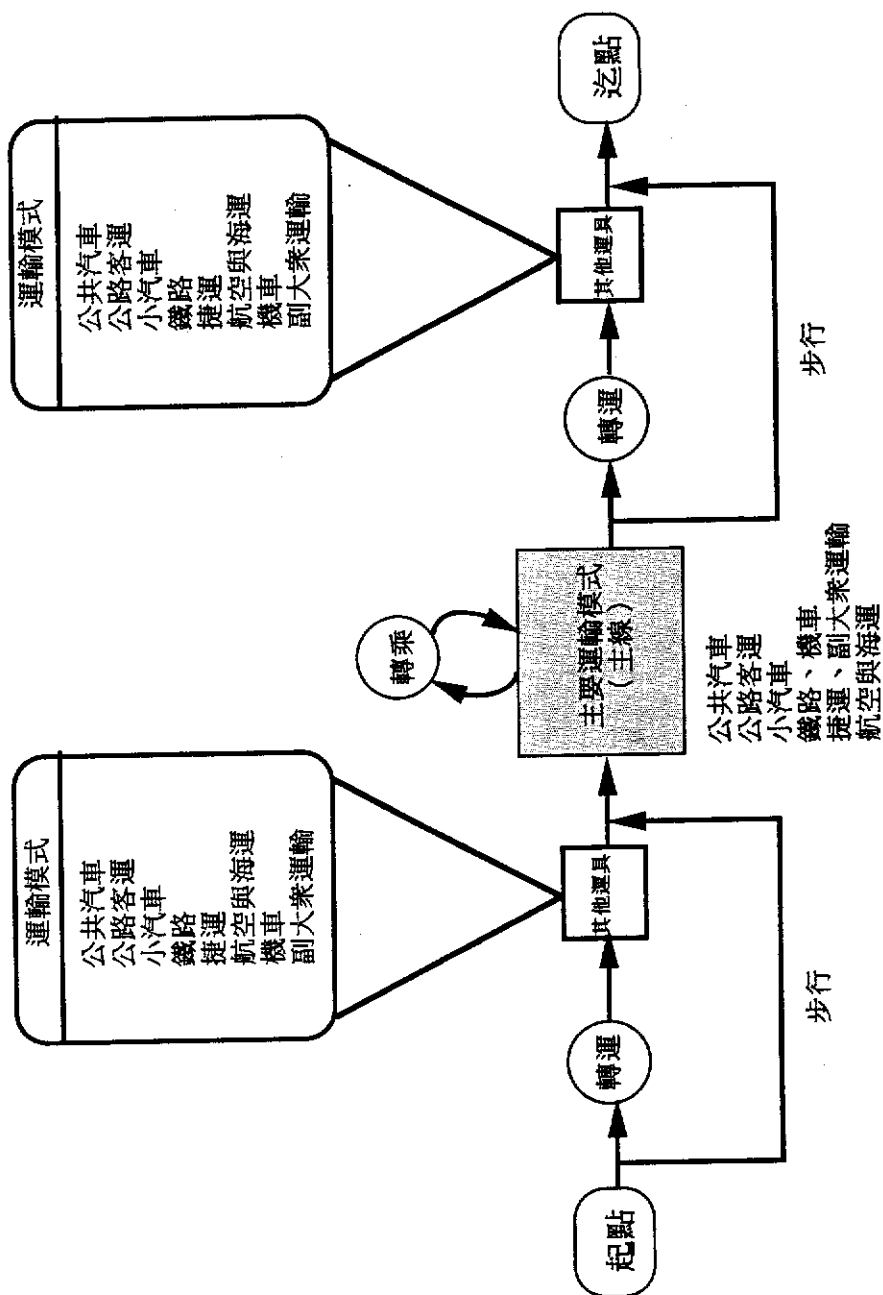


圖 2.6 乘客旅次完成過程圖

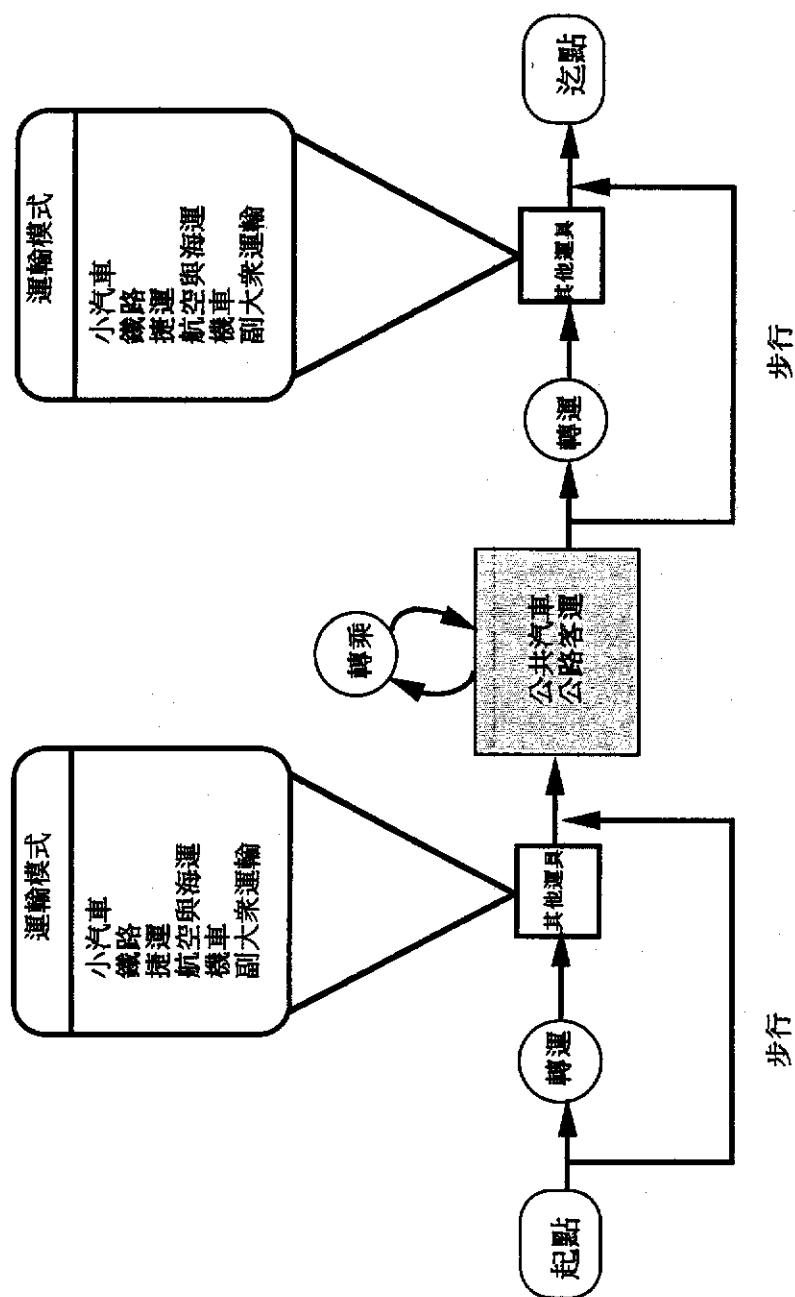


圖 2.7 乘客旅次完成過程圖（以公車為主）

圖2.8為公共運輸系統之架構圖，圖中乃是以公車運輸系統為系統核心，公車系統又可區分為市區公車系統、郊區公車系統與城際巴士系統，各公車子系統內有轉乘之關係，而公車子系統間有轉運之關係。公車運輸系統與私人運具間有轉運之關係，也就是旅客以私人運具至車站後，停車改搭公車系統。

副大眾運輸系統與公車系統之轉運關係乃是接駁之概念，及利用副大眾運輸工具接運旅客至公車系統。而公車系統與其他運輸模式之扮演角色乃是集散之功能，也就是擔任其他運輸工具之接運者 (feeder) 角色。

由圖2.8中可以清楚明瞭公共運輸系統之整合系統概念，未來在進行先進公共運輸技術引進時，應重視此一整合性觀念，考慮運輸模式轉運或轉乘介面之特性，以使規劃之結果更能充分考慮使用者需求，發揮其功效，真正能提昇公共運輸服務品質。

2.3 台灣地區公共運輸系統功能分析

本節介紹公共運輸之理想服務目標，並依據上一節所分析之台灣地區公共運輸整體架構，建立適合台灣地區之公共運輸功能，最後將利用流程圖說明這些子系統之運作流程，作為未來引進適用之先技術時之參考。

2.3.1 公共運輸之服務目標

典型之公共運輸目標 (Goal) 可分為下列五點：

1. 建立與維持一高品質之公共運輸路網以服務居民及旅行者。
2. 提供適合居住、工作、就學、商務、購物及休閒等需求之合適運輸型態。
3. 減少汽車之使用，將小汽車使用者吸引至公車系統來，如此也可減少擁擠、空氣污染與能源消耗等問題。

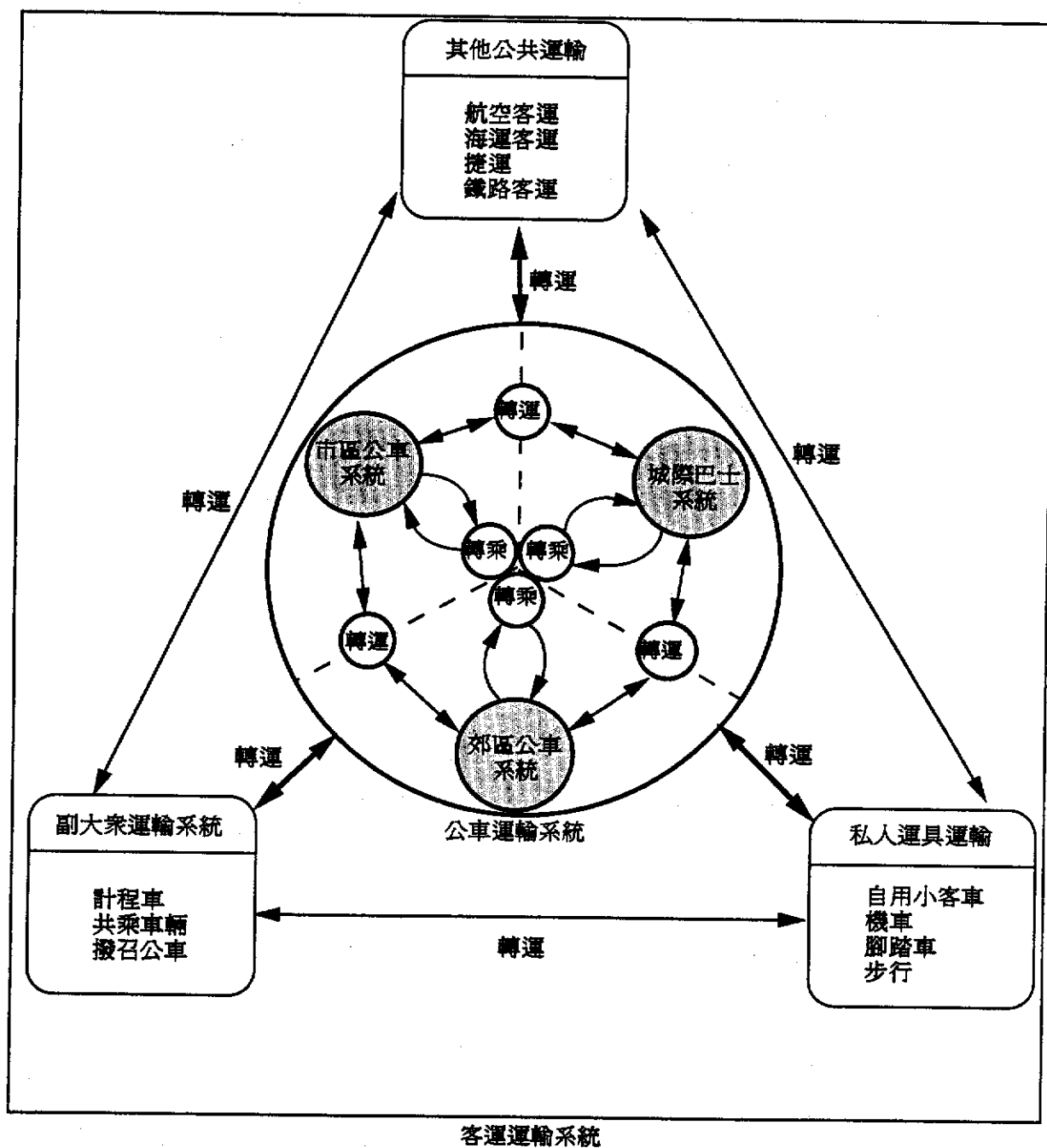


圖 2.8 公車系統架構圖

4. 提供老人、殘障者、幼年及低收入者適當的服務。
5. 保持公車之操作在一安全、清潔及舒適之狀況。

由上面之分析可知，公車應在合理之經濟條件或限制下，提供最佳之服務予最大多數的使用者；而良好之公車服務應包含：

1. 路線系統應考慮目前之需求，而且不會令使用者感到迷惑。
2. 方便之時刻表安排。
3. 可靠之服務。
4. 考慮轉乘 (Transfer)。
5. 與捷運及其它運輸系統作有效之整合。
6. 公車招呼站之舒適性。
7. 合理之費率。
8. 考慮停車轉乘 (Park-and -Ride)。

為達成上述服務功能之要求，先進技術在公車系統之應用已成為歐美 IVHS 發展之主要課題之一，希望藉由服務功能之提高，增加公共運輸系統之需求，減少小汽車之使用，以免因改善道路交通系統後吸引更多之小汽車使用者，此課題在以公車為主之台灣地區更形重要。

2.3.2 台灣地區公共運輸系統服務性功能

圖2.9是一般公車公司之功能性組織圖，此系統中之行銷與操作項目與使用者之關係密切，因此若針對此一部分之功能分類，可將公車系統之服務功能區分為使用者與經營者兩大項，在使用者方面之服務功能為：

1. 查詢服務。
2. 票證服務。
3. 轉乘服務。
4. 乘客用通訊服務。

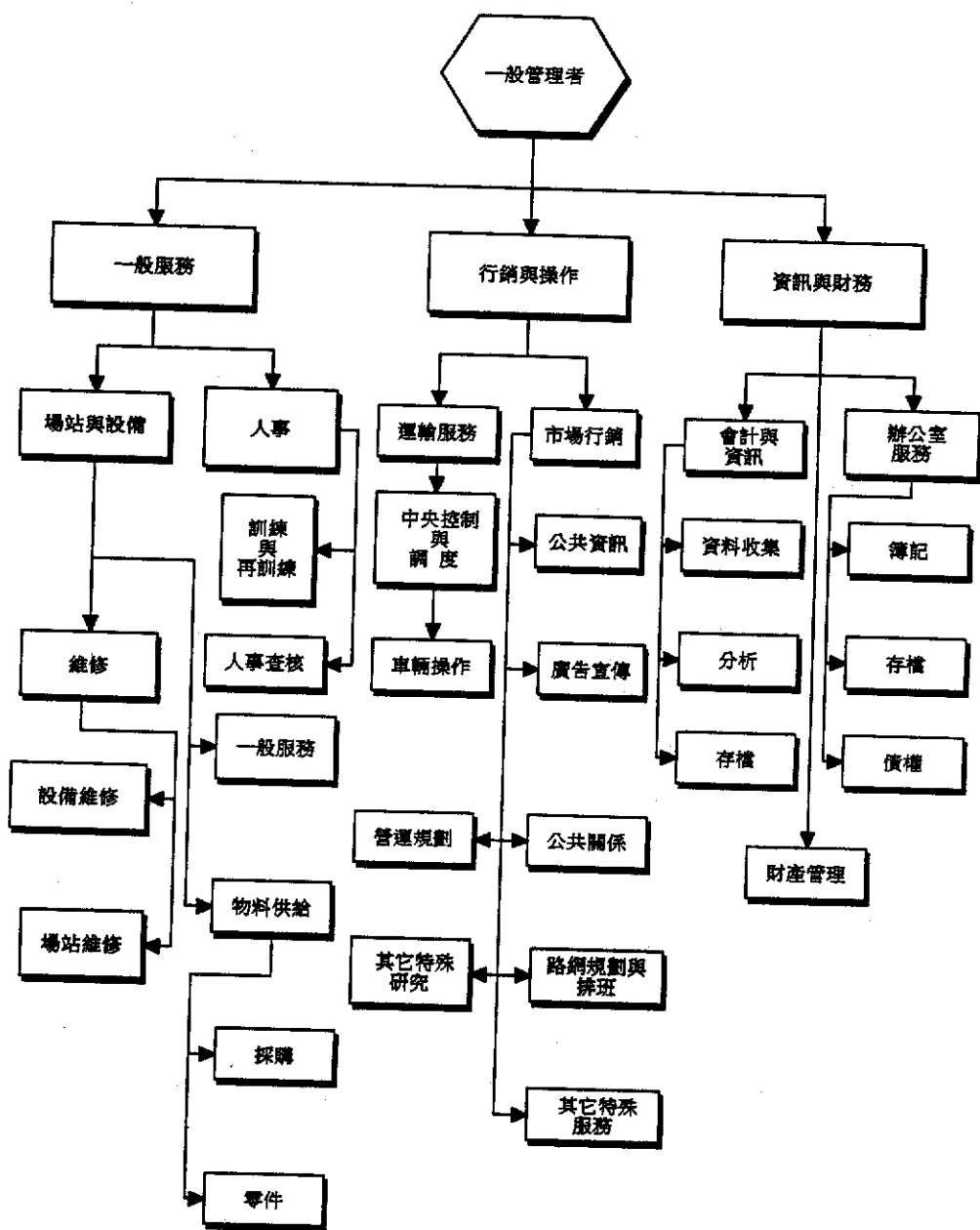


圖2.9 公車運輸之功能性組織圖

對於乘客之服務功能方面，可區分為系統外與系統中兩種場合來考慮。所謂系統外，即乘客正在家中或公共場所而想要使用公車系統；系統中即乘客已進入場站或車上，正使用公車系統。系統中與系統外之使用者對於服務功能之要求並不相同，因此需分開考慮；此外，由於使用者與經營者對服務功能之提供觀念不盡相同，所以也應分開考慮。表2.2及表2.3為使用者觀點中系統外與系統中之服務功能表；表2.4與表2.5則為由經營者角度，所應提供使用者之服務功能。

由圖2.9中也可以了解，服務品質之提昇與上述許多服務功能之提供，有賴於車隊之管理與路線之規劃。車隊管理之功能，如表2.6所示，車隊管理之主要項目區分為：

1. 車輛排班。
2. 人員排班。
3. 路網規劃。
4. 行車監控。
5. 行車安全。
6. 車輛維修、汰換、採購。
7. 營運、廣告、票證。

良好之車隊管理才能提供使用者詳實之系統資訊，也才能提高系統之服務水準，許多先進技術均可引進而加以適當的整合。

本研究根據以上之功能特性表以及 IVHS 之相關技術繪出相關功能之系統圖，這些系統流程圖屬於系統分析階段，未來之使用，仍將依環境改變不斷加以修正，以期符合台灣地區之運輸系統特性。

圖2.10為旅客查詢子系統之流程圖，旅客可透過此系統查詢路線、時刻、費率等資訊，以減少不必要的等車浪費，及方便乘客安排他們的旅程，且車輛定位系統等先進技術的應用，可使此旅客查詢子系統藉由電話、傳真機、電傳視訊及電腦將最新的時刻表提供給乘客。圖2.11為旅客之訂票劃位子系統流程圖，主要是提供乘客於旅次前的購票及劃位功能，由於電腦及通訊技術的進步，除了車站外，乘客在非

表 2.2 系統外之服務功能表（使用者觀點）

服務功能	車上	場站	其他地點
查詢服務			
單一路線查詢			I,R,U
固定時刻表查詢			I,R,U
費率查詢			I,R,U
實際抵達時刻查詢			I,R,U
行車時間查詢			I,R,U
其他運具資訊			I,R,U
列印			I,R,U
票證服務			
起迄點輸入			I,R,U
身份輸入			I,R,U
費率顯示			I,R,U
收費			I,R,U
給票			I,R,U
驗票			
票務資料登錄			
訂位			I
退票			I
特殊票種發售			
轉乘服務			
旅程規劃			I,R,U
一般查詢			I,R,U
列印			I,R,U
標誌及指標			I,R,U
乘客用通信服務			I,R

〔註〕：I: 城際客運 (Intercity) R: 郊區客運 (Rural) U: 都市客運 (Urban)

表 2.3 系統中之服務功能表（使用者觀點）

服務功能	車上	場站	其他地點
查詢服務			
單一路線查詢	I,R,U	I,R,U	
固定時刻表查詢	I,R,U	I,R,U	
費率查詢	I,R,U	I,R,U	
實際抵達時刻查詢	I,R,U	I,R,U	
行車時間查詢	I,R,U	I,R,U	
其他運具資訊	I,R,U	I,R,U	
列印	I,R,U	I,R,U	
票證服務			
起迄點輸入	I,R,U	I,R,U	
身份輸入	I,R,U	I,R,U	
費率顯示	I,R,U	I,R,U	
收費	I,R,U	I,R,U	
給票	I,R,U	I,R,U	
驗票	I,R,U		
票務資料登錄	I,R,U	I,R,U	
訂位		I	
退票		I	
其他票種發售		I,R,U	
轉乘服務			
旅程規劃	I,R,U	I,R,U	
一般查詢	I,R,U	I,R,U	
列印	I,R,U	I,R,U	
標誌及指標		I,R,U	
乘客用通信服務	I,R	I,R	

〔註〕：I: 城際客運 (Intercity) R: 郊區客運 (Rural) U: 都市客運 (Urban)

表 2.4 系統外之服務功能表（經營者角度）

服務功能	車上	場站	其他地點
查詢			
單一路線查詢			I,R,U
固定時刻表查詢			I,R,U
費率查詢			I,R,U
實際抵達時刻查詢			I,R,U
行車時間查詢			I,R,U
列印			I,R,U
票證			
起迄點輸入			I,R,U
身份輸入			I,R,U
費率顯示			I,R,U
收費			I,R,U
給票			I,R,U
驗票			
票務資料登錄			
訂位			I
退票			
其他票種發售			
轉乘系統			
旅程規劃			I,R,U
停車資訊			I,R
一般查詢			I,R,U
列印			I,R,U
標誌及指標			I,R,U
乘客用通信系統			

〔註〕：I: 城際客運 (Intercity) R: 郊區客運 (Rural) U: 都市客運 (Urban)

表 2.5 系統中之服務功能表（經營者角度）

服務功能	車上	場站	其他地點
查詢			
單一路線查詢	I,R,U	I,R,U	
固定時刻表查詢	I,R,U	I,R,U	
費率查詢	I,R,U	I,R,U	
實際抵達時刻查詢	I,R,U	I,R,U	
行車時間查詢	I,R,U	I,R,U	
其他運具資訊			
列印	I,R,U	I,R,U	
票證			
起迄點輸入	I,R,U	I,R,U	
身份輸入	I,R,U	I,R,U	
費率顯示	I,R,U	I,R,U	
收費	I,R,U	I,R,U	
給票	I,R,U	I,R,U	
驗票	I,R,U	I,R,U	
票務資料登錄	I,R,U	I,R,U	
訂位		I	
退票		I	
其他票種發售		I,R,U	
轉乘系統			
旅程規劃	I,R,U	I,R,U	
一般查詢	I,R,U	I,R,U	
列印	I,R,U	I,R,U	
標誌及指標		I,R,U	
乘客用通信系統	I,R,U	I,R,U	

〔註〕：I: 城際客運 (Inter-city) R: 郊區客運 (Rural) U: 都市客運 (Urban)

表 2.6 車隊管理之服務功能表（經營者角度）

服務功能	車上	管理部門	檢修場
車輛排班		I,R,U	
人員排班		I,R,U	
路網規劃		I,R,U	
路線調整及規劃		I,R,U	
行車監控			
車輛位置顯示	I,R,U	I,R,U	I,R,U
故障顯示	I,R,U	I,R,U	I,R,U
到站時間預估	I,R,U	I,R,U	
車況顯示	I,R,U	I,R,U	I,R,U
行車紀錄	I,R,U	I,R,U	
行車指示	I,R,U	I,R,U	
行車安全			
車況顯示	I,R,U	I,R,U	
緊急事故通報	I,R,U	I,R,U	I,R,U
故障顯示	I,R,U	I,R,U	I,R,U
行車導引	I,R,U	I,R,U	
駕駛行為記錄	I,R,U	I,R,U	
危險駕駛警告	I,R,U	I,R,U	
車輛維修		I,R,U	I,R,U
車輛汰換		I,R,U	I,R,U
物料採購與管理		I,R,U	I,R,U
營運			
公共資訊提供			
查詢	I,R,U	I,R,U	
廣告	I,R,U	I,R,U	
票證			
訂位與退票		I	
售票	I,R,U	I,R,U	
查核	I,R,U	I,R,U	
統計		I,R,U	

〔註〕：I: 城際客運 (Intercity) R: 郊區客運 (Rural) U: 都市客運 (Urban)

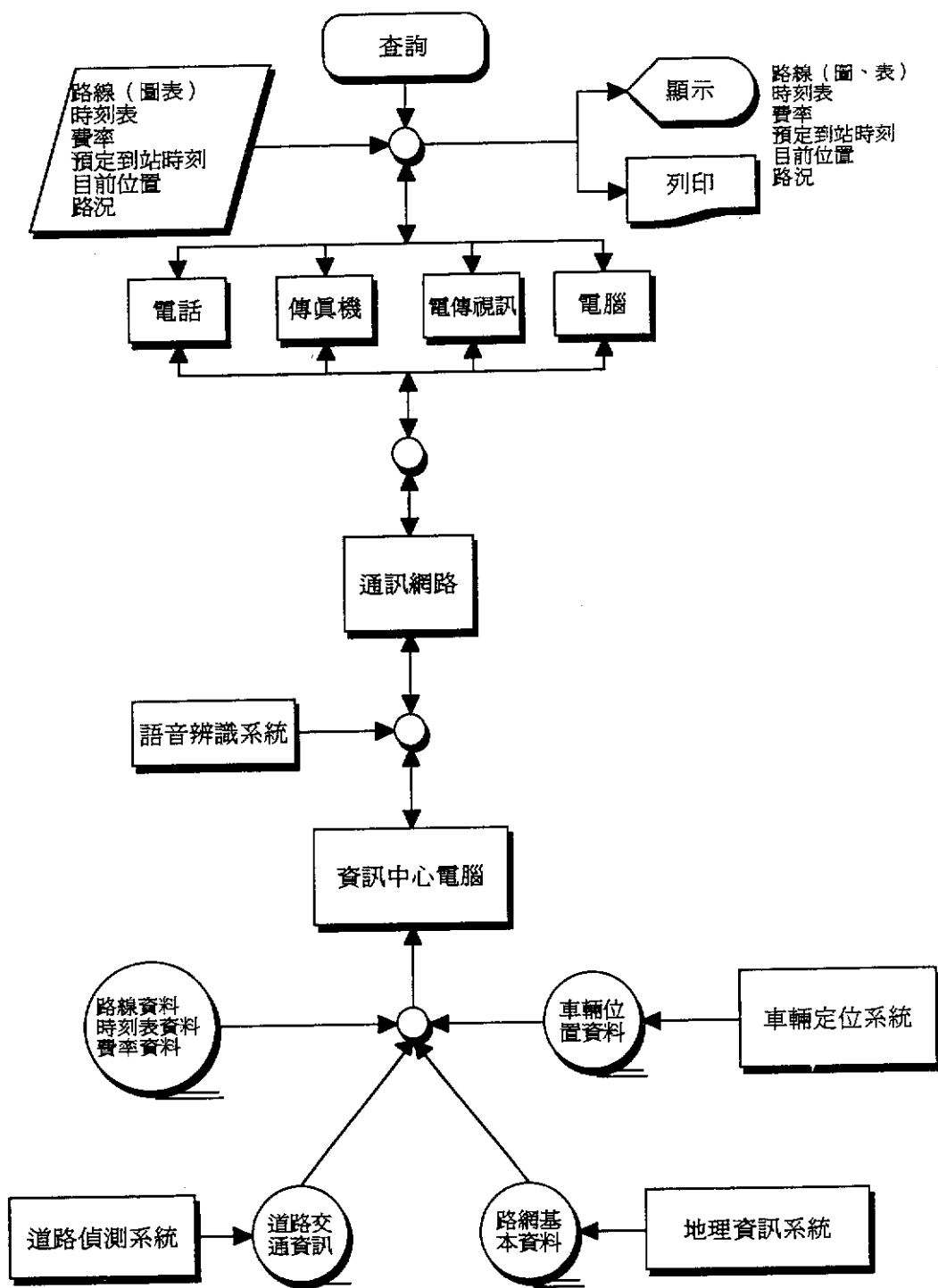


圖 2.10 旅客查詢子系統

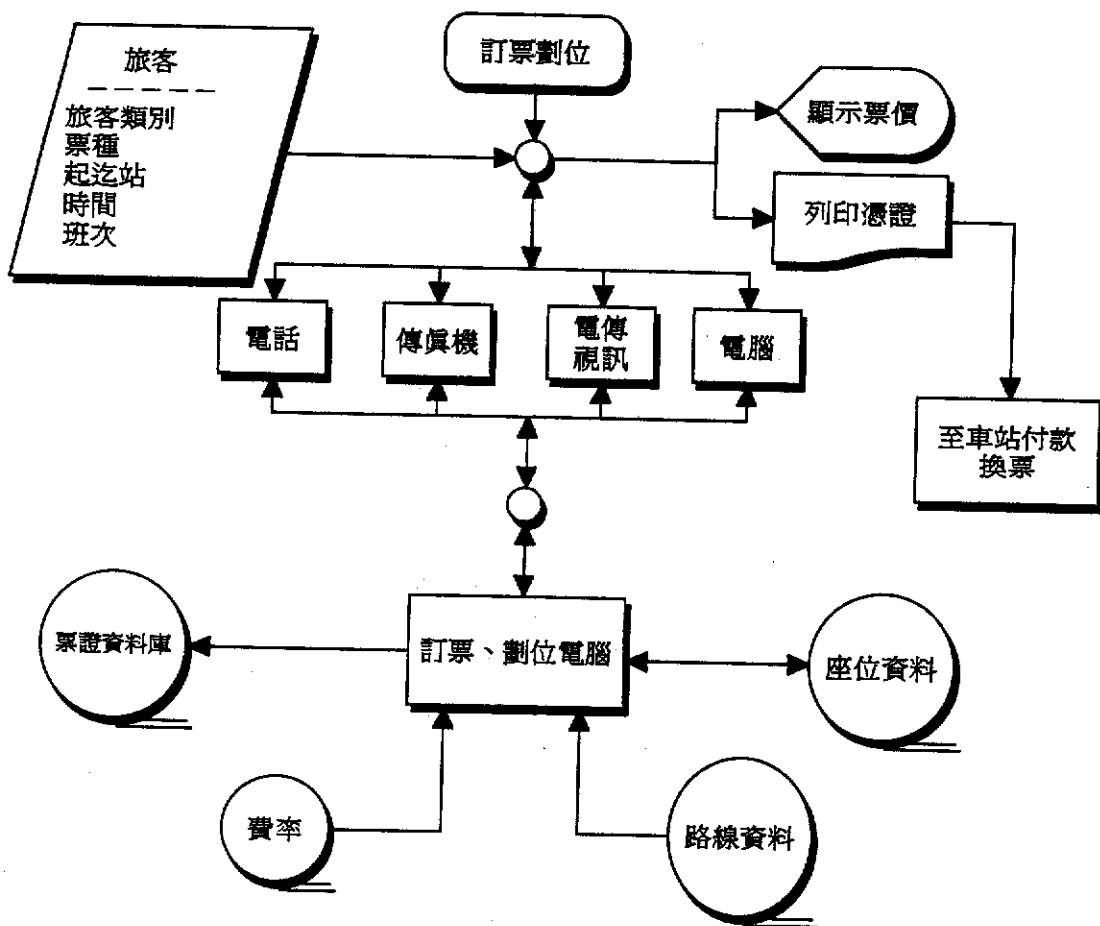


圖 2.11 訂票劃位子系統

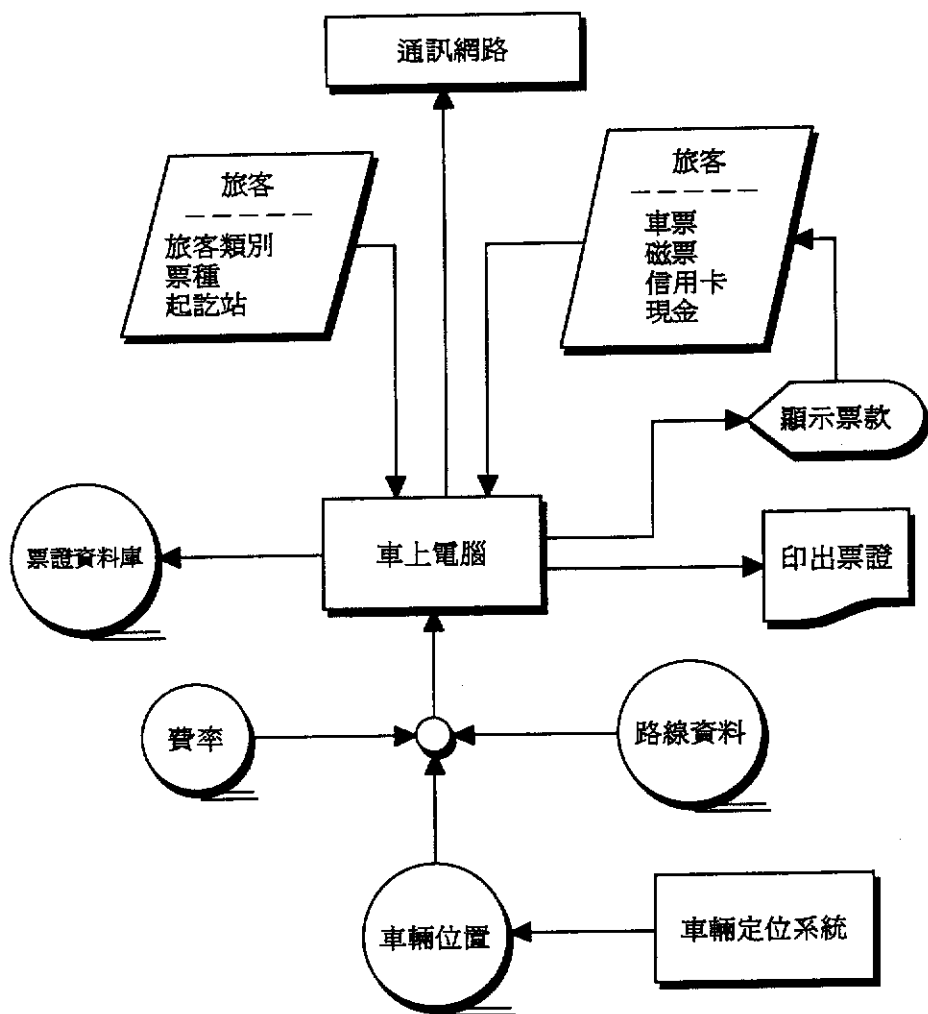


圖 2.12 車上票證子系統

場站以外的地點，亦可以電話訂位，並可配合旅次前乘客資訊系統做旅次規劃及訂位服務。

圖2.12是車上之票證系統，乘客上車購票、驗票均可透過此電腦劃位系統，節省人力、時間，而且可掌握許多旅次及票證資料；此外，乘客可利用信用卡付款。

圖2.13是轉乘之規劃系統，此系統可為旅客規劃其行程，方便又快速，且可加強同一運輸模式內運具的整合性，其提供的健全路網轉乘資訊，對乘客於時間上的節省助益頗大，但此系統須有車輛定位、道路偵測、地理資訊系統等先進技術的配合。

圖2.14是車隊之排班調度系統，主要功能為利用電腦程式自動進行車隊與駕駛員的調度與排班，提供公共運輸業者一個正確且簡便的作業方式，減少傳統人工排班調度的誤差及節省人力、降低成本，此系統通常由自動車輛定位、營運軟體、自動車輛監控等技術所組合而成，可達成路網規劃、路線選擇、班次決定及人員排班的功能。

圖2.15是行車監控系統流程圖，控制中心可透過此系統監控所有之班車，也可提供使用者若干系統資訊（班車位置、到站時刻等）；此系統主要是提供行車管理人員確實監控車隊運作，取得車輛是否脫班、延誤、拋錨等資訊，可提供調度人員或交通管理人員進行應變措施，並可利用此系統所得之即時資訊提供給乘客，節省乘客等車時間。通常由自動車輛定位、自動車輛監控、自動車輛辨識、車上電腦等技術組合而成，可以達成車輛位置顯示、車況顯示、車輛優先處理等車輛管理功能，並可記錄行車駕駛情形，業者亦可利用此子系統之資訊提供乘車資訊給乘客。

圖2.16為行車安全系統圖，主要提供車輛駕駛員與乘客在車輛故障或緊急事故發生前有預警功能，提供緊急應變措施建議或直接進行應變處理，減少事故發生與人員傷亡。此系統主要由自動車輛監控與車上電腦等技術所組成，可以達成車況顯示、緊急事故顯示、行車駕駛記錄等功能。

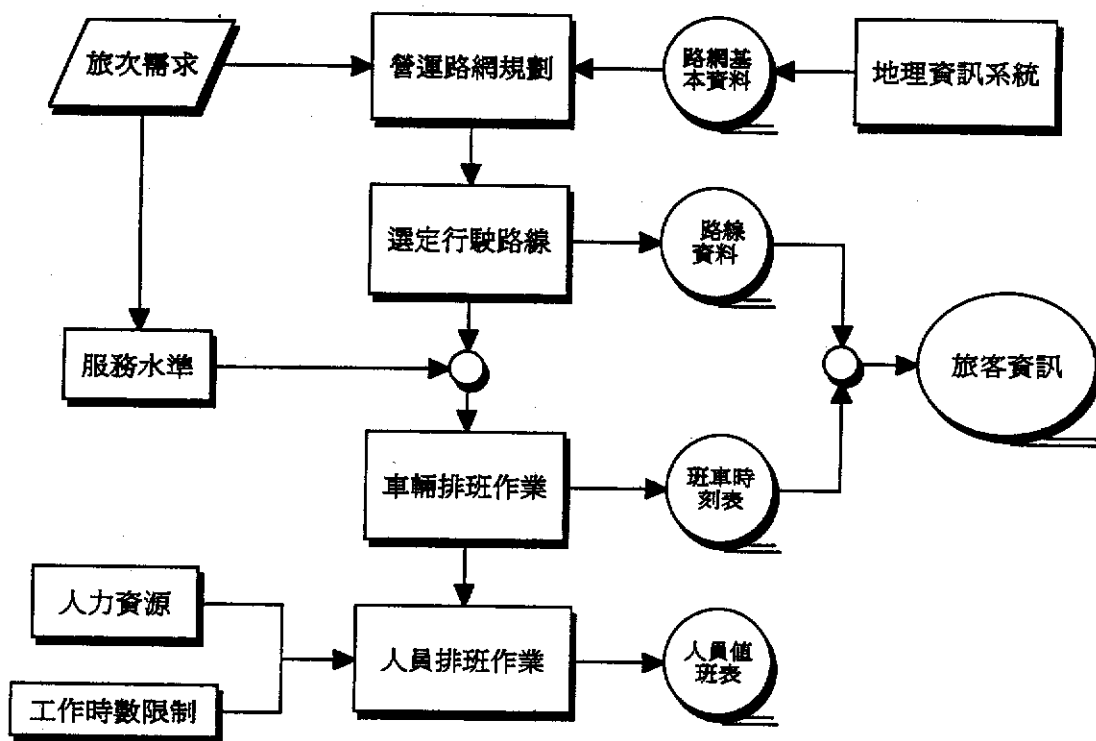


圖 2.14 車隊排班調度子系統

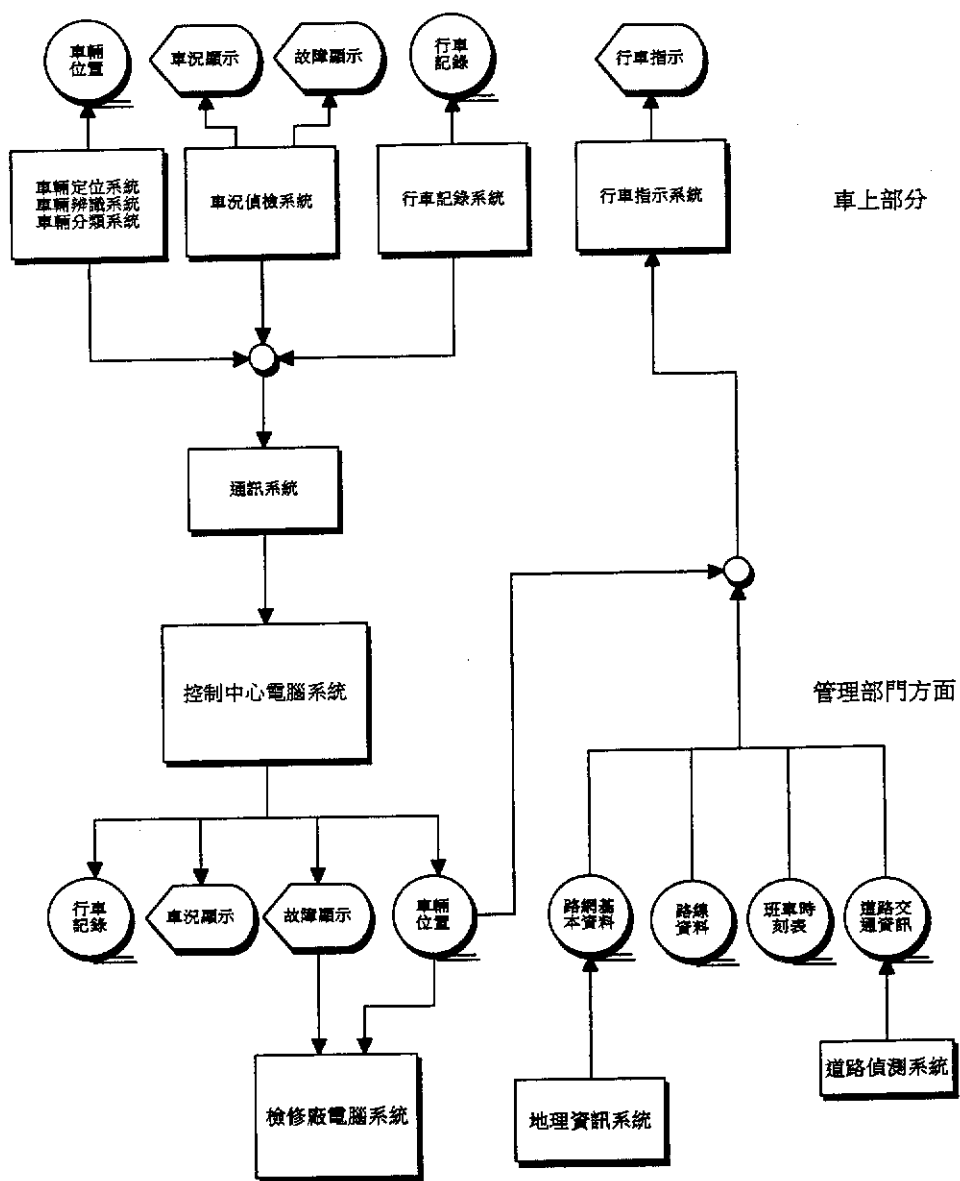


圖 2.15 行車監控子系統

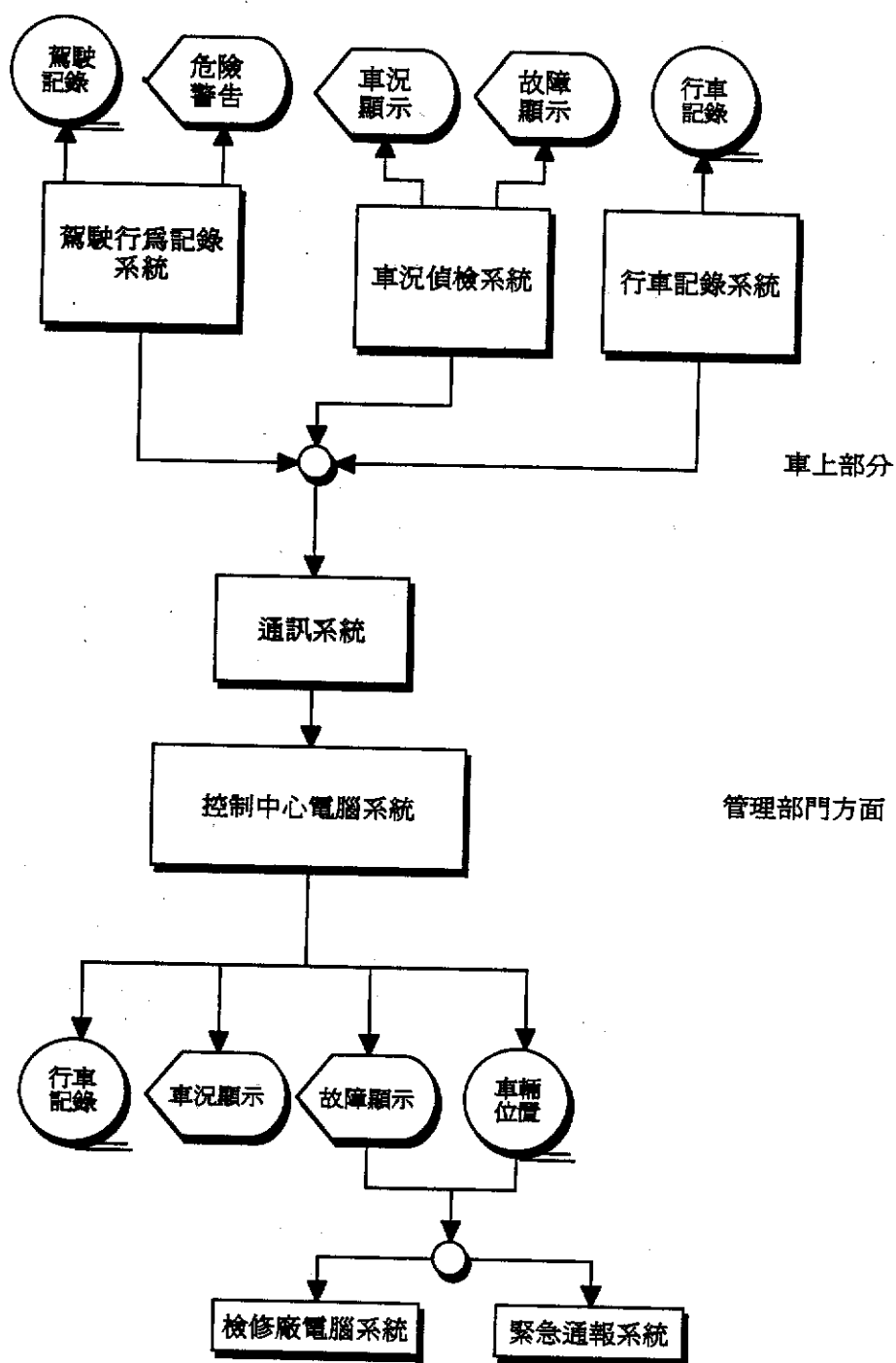


圖 2.16 行車安全子系統

第三章 先進公共運輸系統與 相關技術特性分析

本章節首先介紹先進公共運輸系統的整體架構，以及 IVHS 技術目前在先進公共運輸系統中之應用情形；再則探討其子系統與相關技術之種類；最後一部份則建立系統與技術之特性矩陣，期使政府主管機關與業者作適宜之決策。

3.1 先進公共運輸系統整體架構介紹

公共運輸系統之發展可降低交通擁擠與促進現有設施有效利用，由於科技之快速發展，特別是通信與資訊技術之高度成長，使得大眾運輸之使用與經營更方便而且成本更低，因此可鼓勵更多民衆使用公共運輸系統。

所謂先進公共運輸系統，乃是利用先進技術於高承載率及共乘車輛之經營與管理。應用於先進公共運輸系統的先進技術一般可分為資訊(Information)、導航(Navigation)及通訊(Communication)三大類。應用這些先進技術將有助於提昇大眾運輸的服務水準，並提供使用者充份之系統資訊，如時刻表、最佳路線及成本等，使其快速且方便地完成旅次目的；而先進公共運輸系統在費用之收取及處理方面更可達到自動化、迅速及確實之目標。先進公共運輸系統之發展均朝向「即時」(Real-time)處理之目標邁進，提供使用者即時的系統資訊，也就是當系統內發生任何變化時，系統均會進行調整，提供使用者最新的資訊及行程規劃。在系統之經營及管理方面，先進公共運輸系統之先進技術將提供營運車隊(Fleet)安全及有效率的營運，並輔助規劃最佳之營運策略，滿足消費者之需求並提供更有彈性、有效率(Cost-Effective)及更具親和力(User-Friendly)之公共運輸服務。

應用先進之交通監控、使用者資訊及交通管理技術於先進公共運輸系統，乃希

望使公共運輸系統之運作更有效率，也就是希望藉此增加公共運輸系統之使用率，以減少交通擁擠問題。先進公共運輸系統之系統特性及功能可歸納為下列十二點：

1. 提供公共運輸系統直接、正確、即時、容易處理、方便及易懂之資訊，並滿足使用者之需要。
2. 消除使用現金零錢之不便，以及消除複雜之訂位與付費方式。
3. 提供高乘載率車輛 (High Occupancy Vehicles) 之優先處理，如號誌化路口優先通行及專用道之設置等，以降低擁擠地區公共運輸車輛之延誤。
4. 提供方便之收費方式，提昇乘客上下車之速度，並提供自動化之票務資料管理，方便分段收費、行銷及規劃方面之分析。
5. 在專用道之管理方面提供自動監控及執法之功能。
6. 由於可用資訊之大量增加，可促進車隊營運策略規劃的正確性。
7. 利用即時監控系統，使車隊之營運達到最佳化。
8. 車隊控制(Fleet Control) 技術可更有彈性，以滿足使用者之需要。
9. 整合電腦輔助調度(Dispatching)、乘客資訊及有關行車安全訊息，以取得車隊監控(Fleet Monitoring) 資訊。
10. 提供大眾運輸車輛之電子資料通訊，取代傳統之聲音通訊，輔助駕駛員行車並提高行車安全。
11. 自動化車輛控制(Automated Vehicle Control)，達成全自動操作。
12. 可使用車輛收集道路交通資訊，如旅行時間、延滯等 作為整體交控系統輸入與操作的一種。

應用先進技術於公共運輸系統，其主要可預期效益為下列七點：

- (1) 更可靠之經營，降低營運成本，增加收益，

- (2) 較佳之系統資訊，
- (3) 提供即時資訊，
- (4) 更方便之收費方式，
- (5) 降低擁擠，
- (6) 促進使用者安全，
- (7) 促進環保，減少空氣污染，降低能源使用。

如前所述，先進公共運輸系統乃整合通信與資訊技術，將其應用於公共運輸系統之營運及管理，以達成上述七大效益目標。美國於近年來推動之智慧型車輛及公路系統 (IVHS) 其中先進公共運輸系統之推展乃將IVHS系統中之先進交通管理系統 (Advanced Traffic Management System; 簡稱ATMS)、先進旅行者資訊系統 (Advanced Traveler Information System; 簡稱ATIS)、商用車營運系統 (Commercial Vehicle Operation; 簡稱 CVO)和先進車輛控制系統 (Advanced Vehicle Control System; 簡稱 AVCS)等相關技術應用於公共運輸系統 [A.J.Santiago &H.Chen, 1991](如圖 3.1)，其中 ATIS提供旅行者班車時刻表以及成本等資訊，ATMS提供即時之交通資訊以及公車之優先處理，電子票證系統提供快速且非現金之交易方式並記錄旅次資訊，AVCS增進駕駛之控制能力以及促進行車安全，CVO 的自動車輛定位系統 (Automated Vehicle Location System; 簡稱AVL)，自動車輛辨識系統 (Automated Vehicle Identification; 簡稱 AVI)、全球定位系統 (Global Positioning System; 簡稱GPS)提供車輛即時位置，方便營運調度與提供使用者系統資訊。至於圖 3.2，則是綜合各子系統與相關資訊，說明先進公共運輸系統之整體架構圖。表 3.1，說明各國先進運輸系統之發展，包括發展國家、系統名稱、系統之特性、與其系統所發展之時程。

有關先進技術與系統在先進公共運輸系統之應用，本研究綜合整理各系統與重

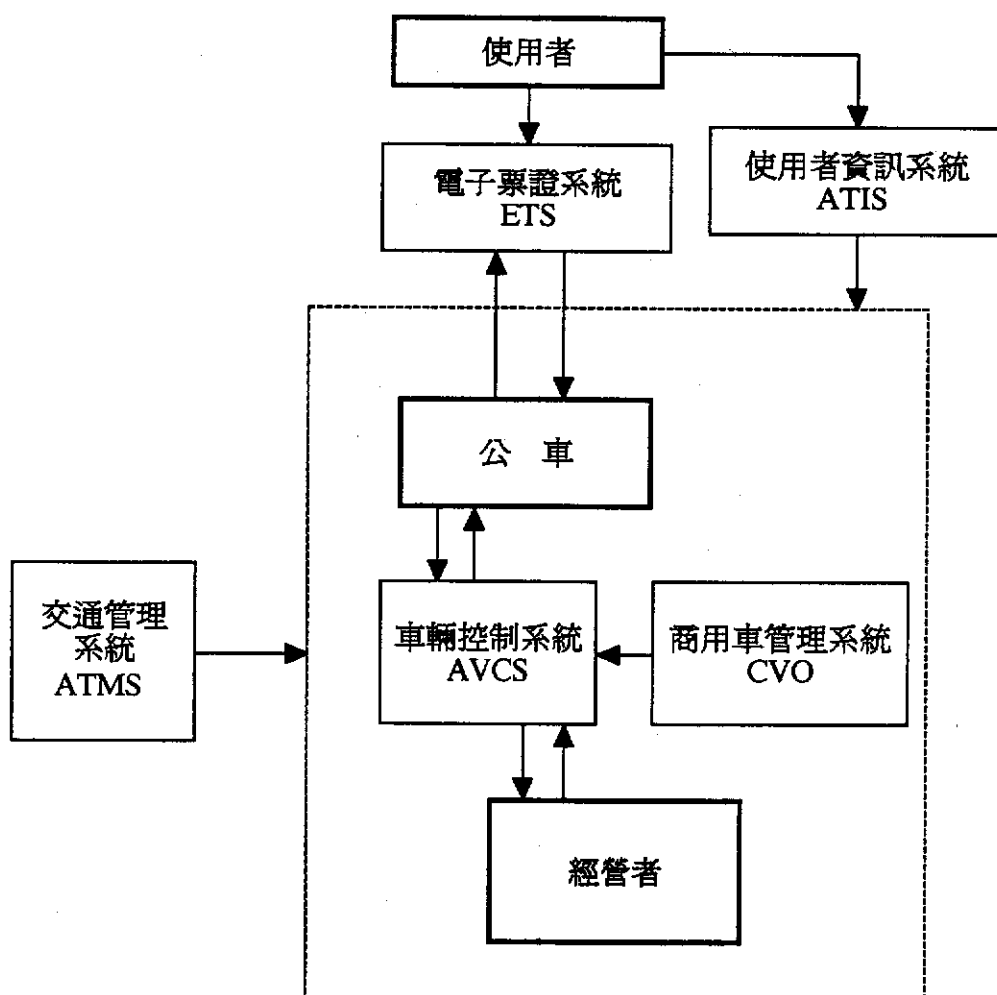


圖3.1 IVHS 技術在先進公共運輸系統之應用

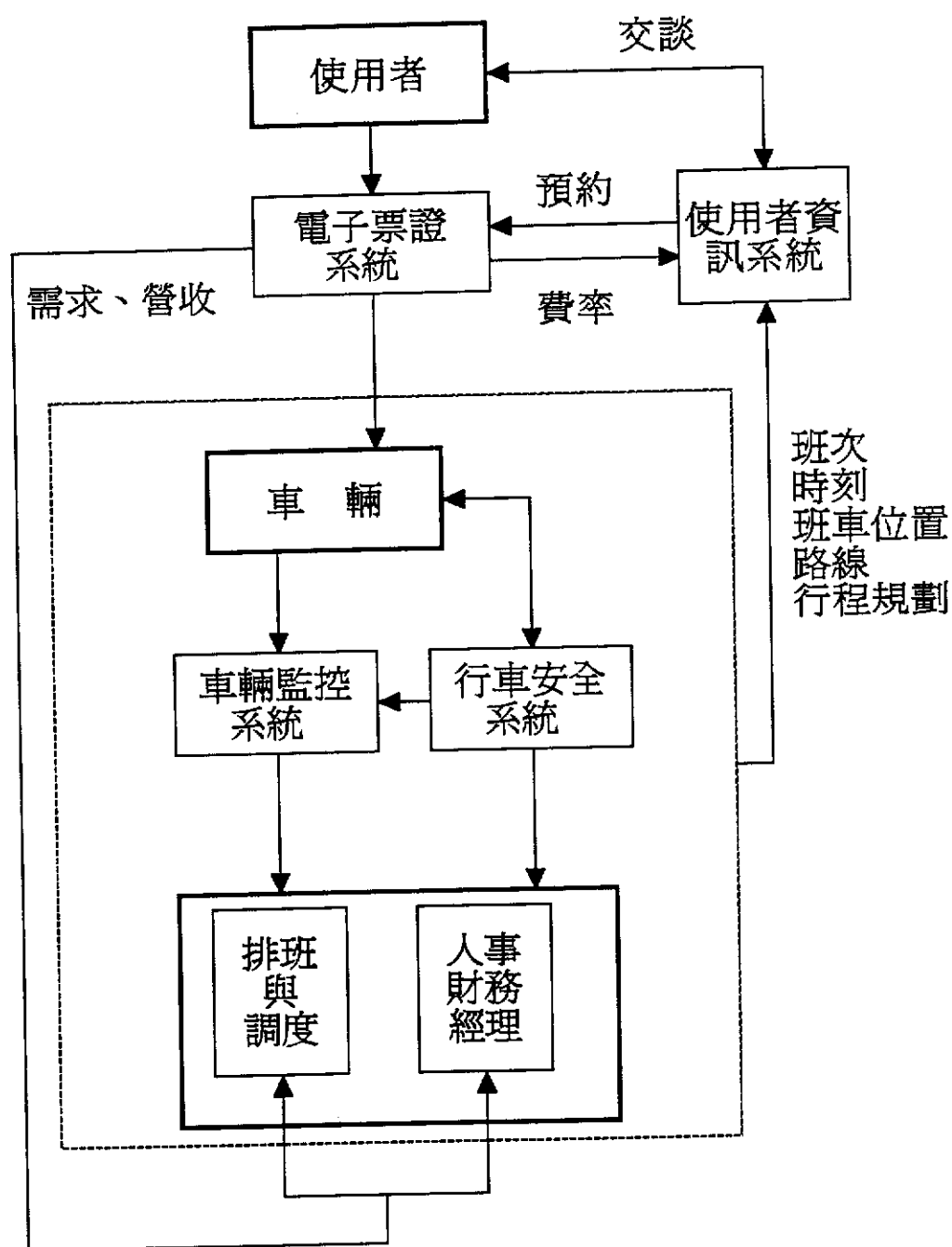


圖3.2 先進公共運輸系統架構圖

表3.1 各國先進運輸系統之發展

地區	系統簡稱	全名	系統特性	時間
歐洲 19國	PROME THEUS	Program for Euro- pean Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety	<ul style="list-style-type: none"> 由五個國家之汽車製造商所管理，附屬於泛歐組織EUREKA 結合汽車與電子工業 四大功能系統 <ol style="list-style-type: none"> (1)安全資訊系統 (2)行動支援系統 (3)輔助駕駛系統 (4)交通及車隊管理系統 	1986---1994
歐洲	DRIVE I DRIVE II	The European De- dicated Road In- frastructure for Vehicle Safety Program	<ul style="list-style-type: none"> 強調車上系統 目的在於建立歐洲之IVHS功能架構及標準，稱之為Road Transport Environment 四大研究群： <ol style="list-style-type: none"> (1)General Approach and Modeling----建立IVHS之影響評估方法 (2)Behavioral Aspects and Traffic Safety----駕駛行為與安全之研究 (3)Traffic Control----交通控制 (4)Services----通訊技術、數位地圖與貨運管理策略 	1988---1992 1992 ~
德國	LISB	Liet-und Inform- ations System Berlin	<ul style="list-style-type: none"> 結合駕駛者資訊與交通管理系統 	1991
英國 倫敦	Autoguide	Autoguide	<ul style="list-style-type: none"> 結合駕駛者資訊與交通管理系統 	1991
日本	RACS	Road / Automobile Communication System	<ul style="list-style-type: none"> 結合日本政府與產業界 著重車上導航設備、路旁資料發射站及控制中心之發展 強調車輛導航與交通管理之同步處理 	1984

表3.1 各國先進運輸系統之發展 (續)

地區	系統簡稱	全名	系統特性	時間
日本	AMTICS	Advanced Mobile Traffic Information and Communication System	<ul style="list-style-type: none"> · 三大功能：導航、資訊與服務 · 結合日本政府與產業界 · 使用導航級數位無線電通訊技術 · 僅作單向通訊 	1987開始 1988測試 1990完成
美國	IVHS	Intelligent Vehicle/ Highway system	<ul style="list-style-type: none"> · 由美國聯邦政府推動 · 結合通訊與電子先進技術 · 五大子系統 <ul style="list-style-type: none"> (1)先進交通管理系統 (ATMS) (2)先進旅行者資訊系統 (ATIS) (3)商用車資訊系統 (CVO) (4)先進車輛控制系統 (AVCS) (5)先進公共運輸系統 (APTS) 	1980s--2000
美國 加州	PATH	Program on Advanced Technology for the Highway	<ul style="list-style-type: none"> · 道路電子化 · 車輛自動化 · 交通管理 	1986
美國 弗羅里達	TRAVTEK	TRAVTEK	<ul style="list-style-type: none"> · 旅行者資訊系統 · 已測試完 	1990
美國 明尼蘇達	GUIDESTAR	GUIDESTAR	<ul style="list-style-type: none"> · 先進交通管理技術 · 測試中 	1990
美國 紐約	INFORM	INFORM	<ul style="list-style-type: none"> · 整合高速公路匝道號誌控制之先進交通管理系統 · 測試中 	1990
美國	Mobility 2000	Mobility 2000	<ul style="list-style-type: none"> · 政府、學界、業界共同推動 · 與IVHS類似，強調車輛配備 · 四大子系統：ATIS、ATMS、FMCS、AVCS 	1980s--2000

資料來源：TRB Special Report 232

要技術之特性矩陣，期使政府主管機關或業者作適宜的決策。本研究並以特性矩陣表為基礎，再以個案分析的方式，深入瞭解其系統或技術在各地區實際發展之情形；有關個案分析部分，請參閱附錄一。

3.2 系統與相關技術種類

使用者資訊系統係指對欲利用大眾運輸系統或共乘系統的旅客們，提供即時 (Real-Time) 且正確的訊息，以輔助旅客選擇最適當的時間、運具及路線，達到最有效率、安全、舒適且經濟的運輸目的。在經由這些資訊的提供後，也期望能吸引更多定期或不定期的旅客搭乘大眾運輸系統或共乘系統，以便增加營運者的收入，並對整體公路運輸網亦有實際疏解擁擠的效果。

各國已有許多可提高服務水準或降低營運成本的先進技術或系統，在政府或有關單位鼓勵研究改進下，有些已實驗成功並在若干地區實際營運中，某些則正測試、或繼續研究開發中。

關於使用者資訊系統之整體架構圖如圖 3.3 所示，圖中說明構成旅行者資訊系統是由三個子系統所組成：旅次前在非車站地區之旅次前資訊系統、車站內及車上資訊系統。經由旅客在各地點利用相關技術所整合的系統、或是經由營運者主動提供相關資訊後，旅客在行前可方便地規劃旅次、選擇運具、訂票、付款．．．等等；在各系統之間資訊傳遞是同步進行，即便在家中也可同時獲得車站及車內的相關訊息。

傳統的公共運輸旅客大多依先前印製好的時刻表或是依個人有限的經驗與知識來規劃自己的旅程，如此一則無法考慮到最近調整的時刻表和實際發車時間，二來所能選擇的運具與時間均非常有限。即使能經由電話查詢方式獲得較多資訊，但是系統仍無法對於旅客個別需求提供詳細的資訊及服務。因此先進系統之

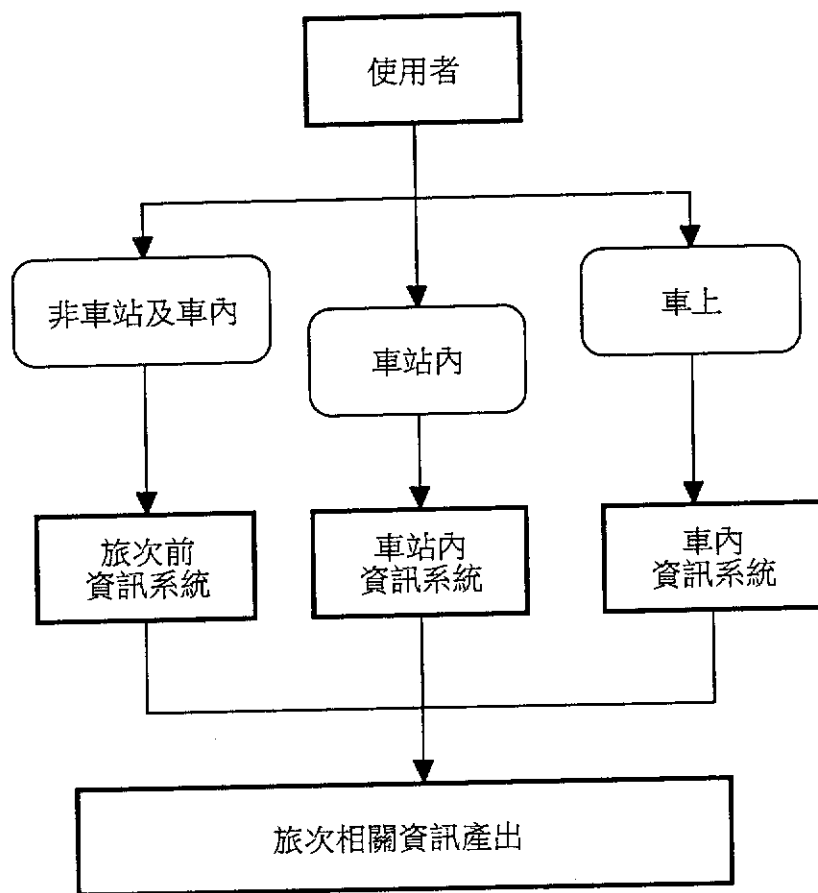


圖3.3 使用者資訊系統架構圖

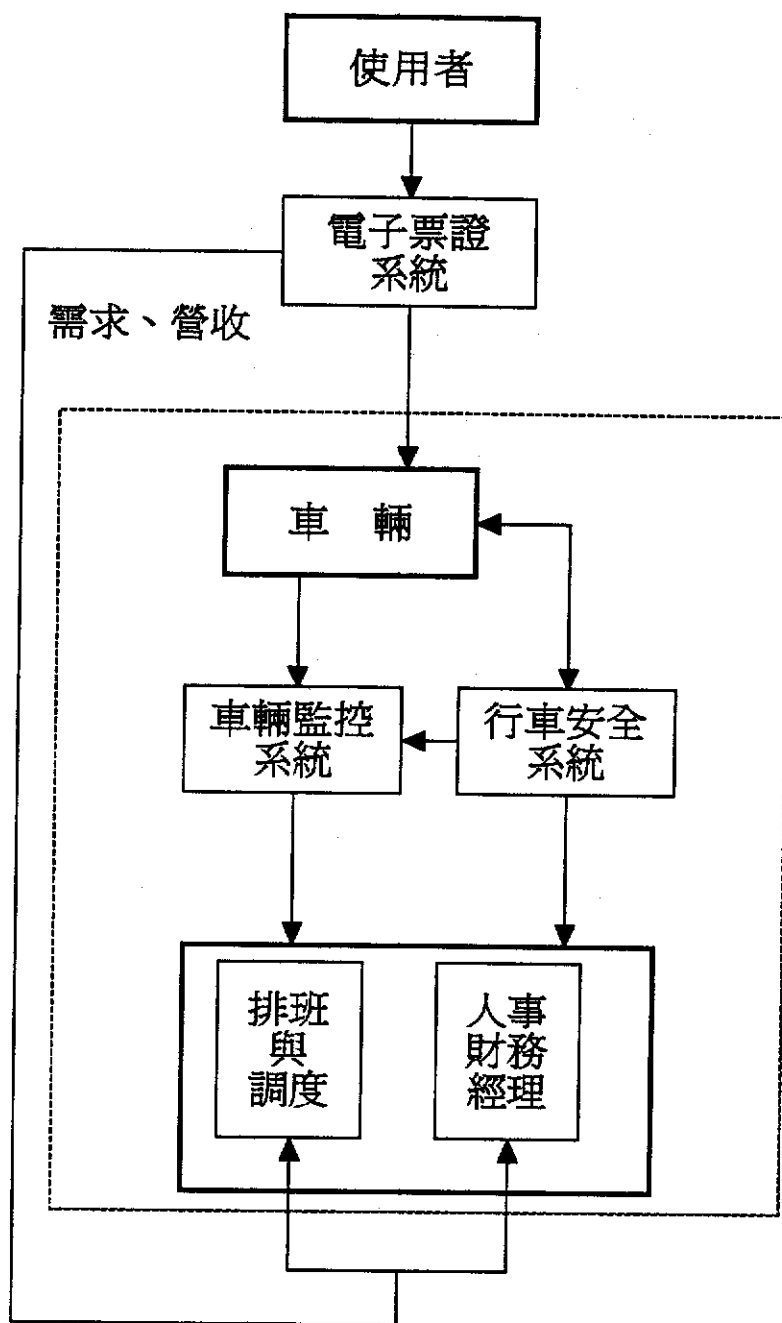


圖3.4 車隊管理系統架構圖

設計仍希望旅客在家中即可獲得有關班次、路線、甚至訂票方面之資訊，以幫助其在旅次前對自己的旅程作一整體規劃。

至於預約車票與付款方面，目前大部份仍採車上付現或事先購買多種用途的車票 (Multi-Use Tickets)；其他如有軌運輸的旅次通常在出發前即先登記購票。近幾年來，國內外利用電腦技術來輔助人工售票或全自動售票機器均有實施，但最終希望是在非車站或車內的地方即可提供各種運輸系統的預購車票及收費等服務。

由圖3.5至圖3.7可觀察到車站內資訊系統之提供與旅次前資訊系統有許多相似之處。其車站內所提供路網佈設及確實發車時刻表等等，皆可為旅客作適切的服務。固定的時刻表與黑板式資料供給在現有技術下應可在近期中全部更新，轉變為電子式翻板或自動控制的看板以提高其服務水準，但有效資訊的提供為另一待克服的問題。另外，營運者也不應忽略須提供殘障人士或外籍人士（語言不通者）相關資訊系統，這些均是先進技術在未來應扮演的重要角色。

車內資訊系統則可安排共乘旅客之路線指引，並在一般大眾運輸內提供商業資訊。其到達下一站之位置可由電子地圖看板中標示出來。此可消除車上旅客的不安與緊張，間接也增加了舒適與安全感，其他一些合宜的資訊，也可幫助旅客在車上隨時安排其他計劃。

車隊管理系統結合偵測 (Detection)、通訊 (Communication) 與控制技術，使公共運輸系統達到高品質、高效率之服務，並降低經營成本，也就是促進車隊營運之可靠性 (Reliability) 與效率 (Efficiency)。其系統架構圖見圖 3.4。具體來說，車隊管理系統乃整合先進技術用以支援營運、維修及一般之系統管理，包含車輛偵檢 (Diagnostic)、排班 (Scheduling)、收費 (Payment) 以及車輛辨識與車輛定位技術。

車隊管理系統依其使用技術以及目的之不同可以分為以下五個子系統：

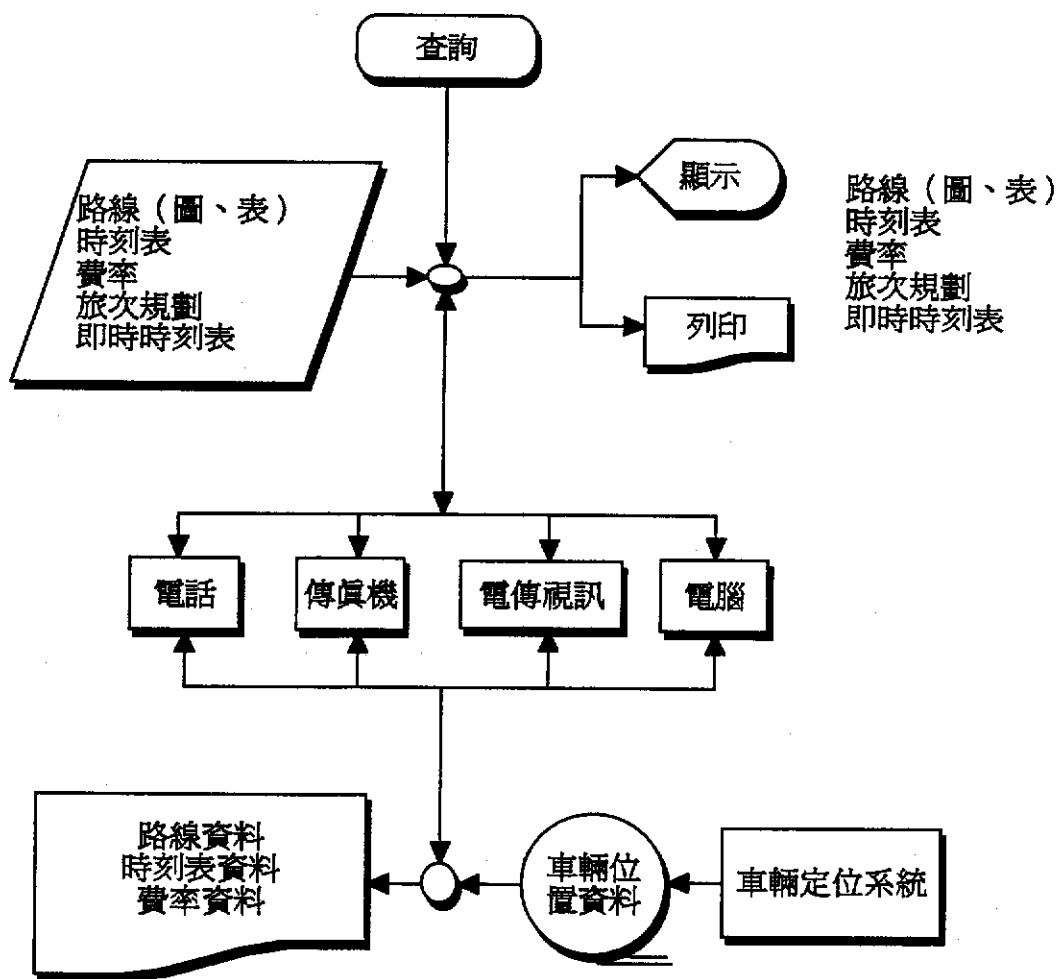


圖3.5 旅次前資訊子系統架構圖

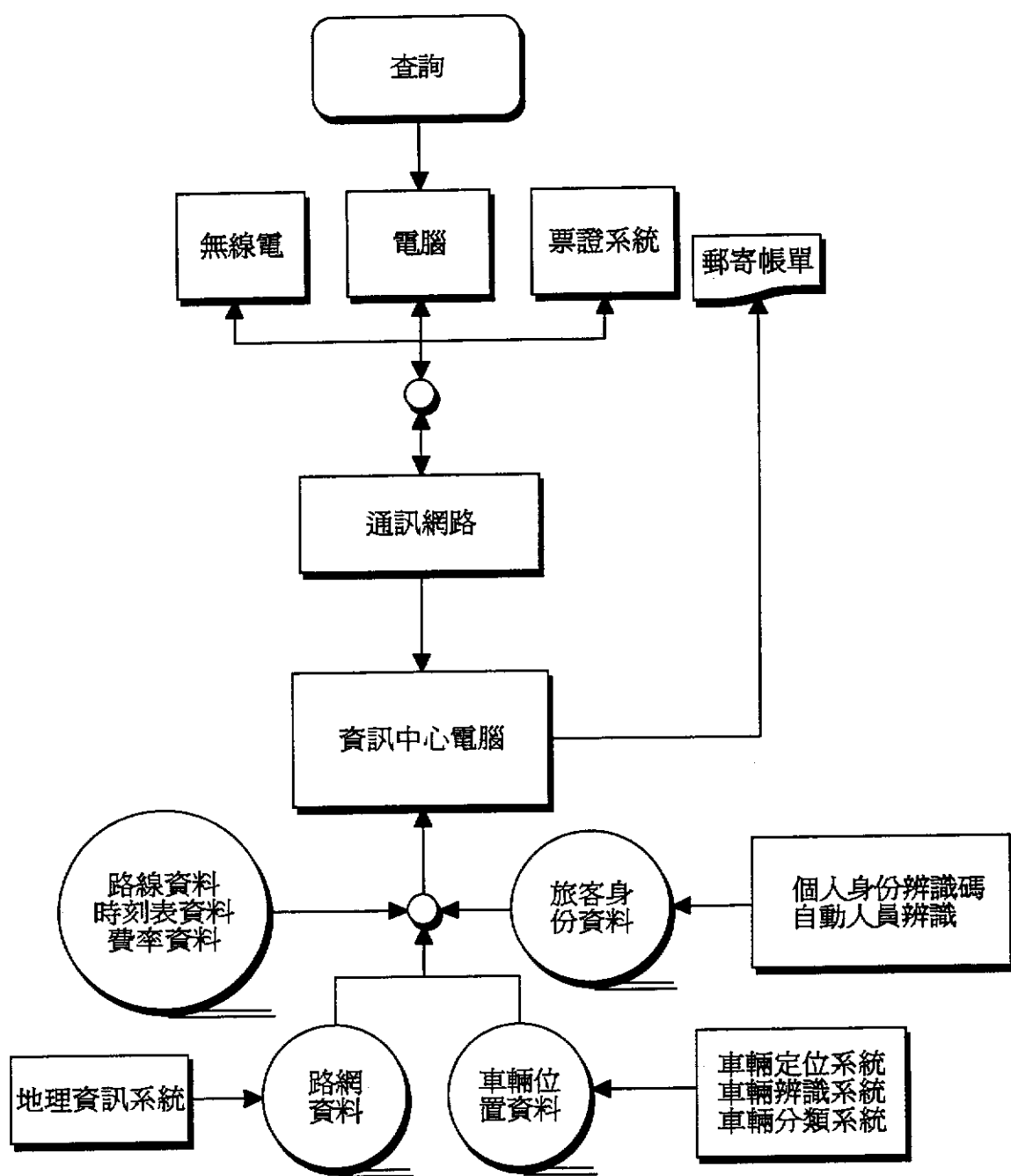


圖3.6 車站內資訊子系統架構圖

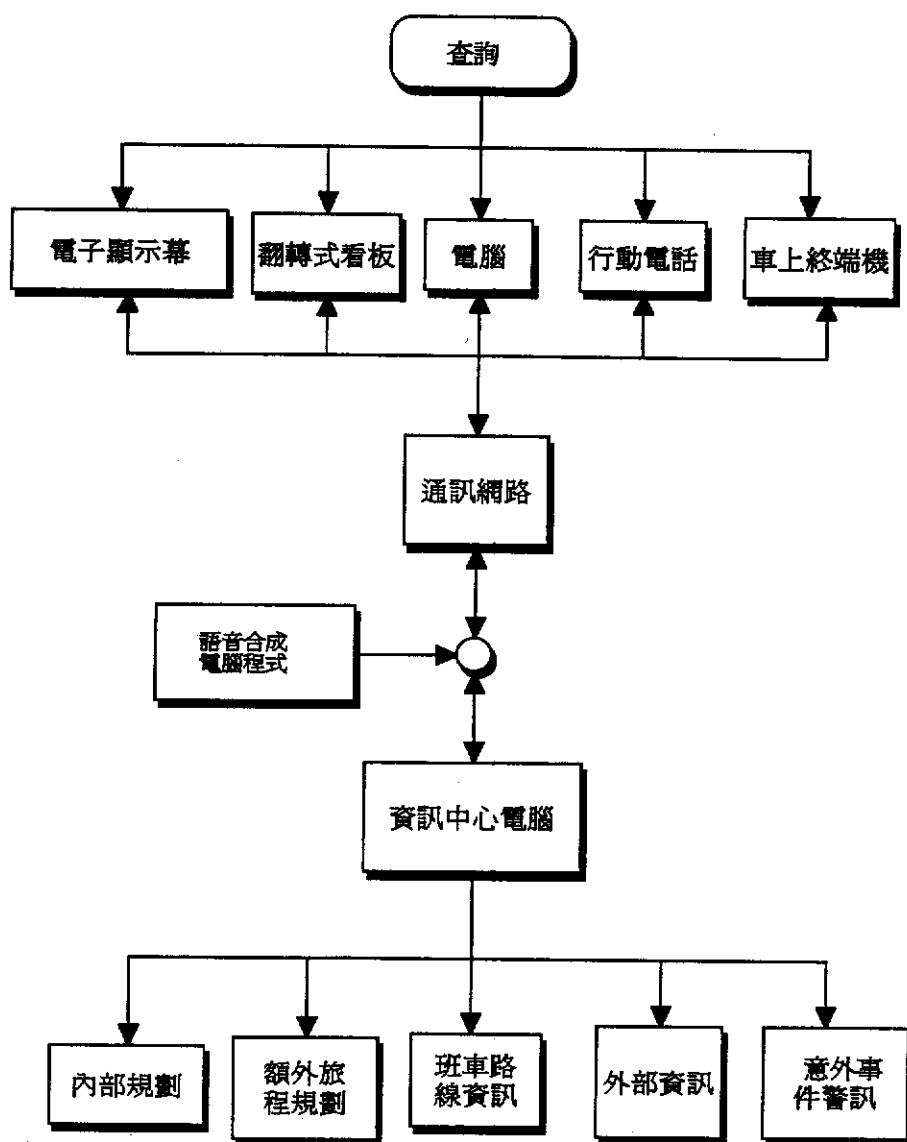


圖3.7 車內資訊子系統架構圖

1. 行車監控子系統：整合車輛位置及車輛辨識資料，配合其他與車輛有關的 (Vehicle-Specific) 資訊，構建一個完整的車輛監控系統。
2. 行車安全子系統：利用各種車上偵測裝置，配合通訊及定位技術，監視車輛行車以及環境狀況，將資料傳回控制中心，作為即時監控之用；此系統並可偵測危險狀況，即時回應以確保行車安全。
3. 車隊營運子系統：為提供最佳之服務水準，並且使經營達到最有效率之營運，必須審慎考量各項影響因素，如車輛與人員排班 (Scheduling)、路線規劃 (Route Planning)、車輛維修、報表製作以及行銷 (Marketing) 等。因此先進電腦軟體 (Software) 及求解方法論 (Algorithm) 之使用相當重要。
4. 排班及調度子系統：由於排班及調度乃車隊管理系統中影響營運成本之重要因素，因此本研究特別將其獨立而成為一項子系統。排班及調度必須考慮旅客需求以及人員和車輛的限制，產生最佳之時刻表及營運路線。本系統必須使用電腦軟體，而未來整合車輛監控技術，可達成即時排班及調度之目標。
5. 電子票證子系統：結合自動人物識別 (Automated Passenger Identification) 及付款系統，其主要功能包括自動收費、自動訂位 (Reservation)、自動乘客數計算及乘客起迄點資料蒐集等。智慧卡 (Smart card) 技術為電子票證系統之主要技術項目，未來將朝建立非支付現金之公共運輸票證系統前進。

有關各子系統之說明圖請見圖3.8至圖3.12。

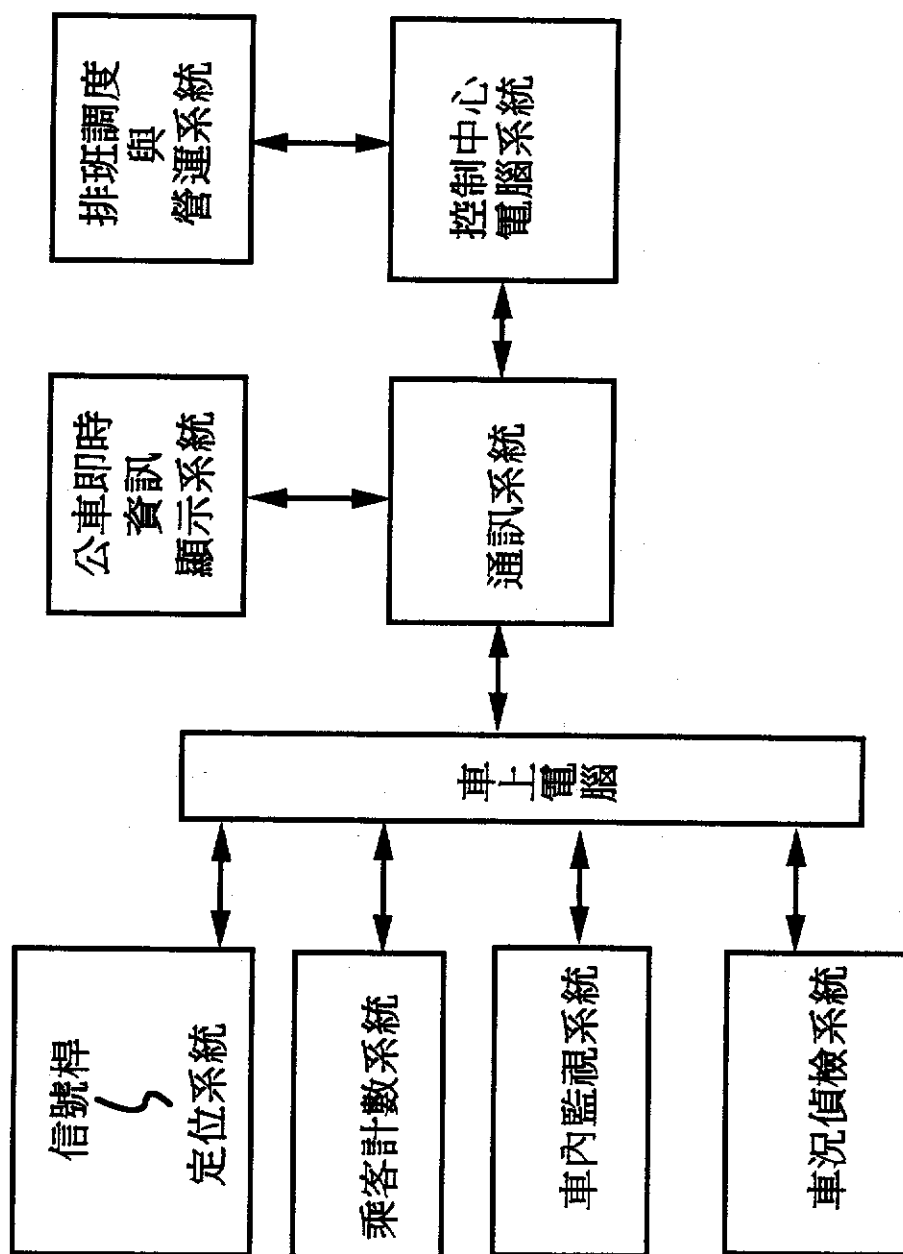


圖3.8 行車監控子系統架構圖

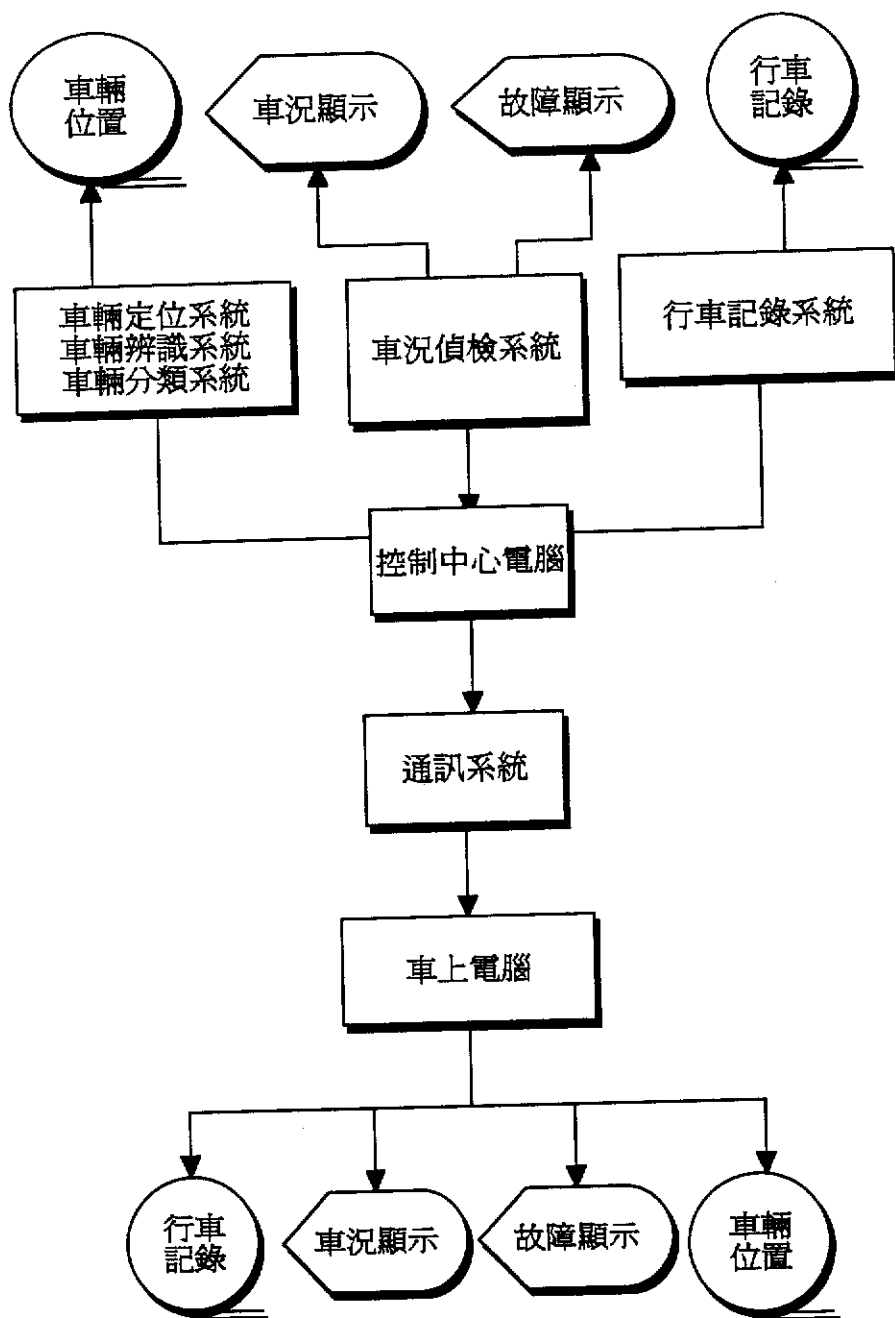


圖3.9 行車安全子系統架構圖

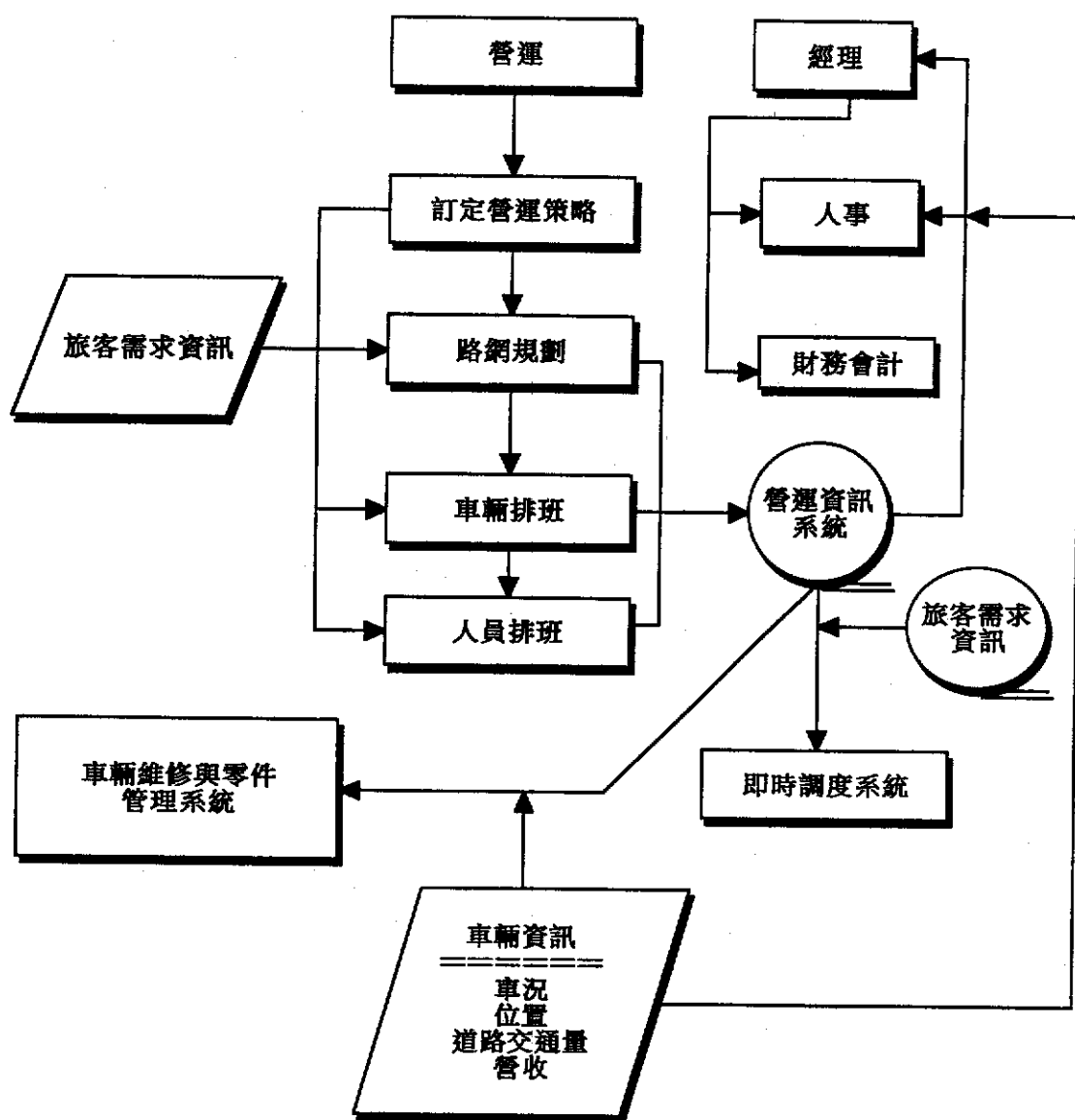


圖3.10 車隊營運子系統架構圖

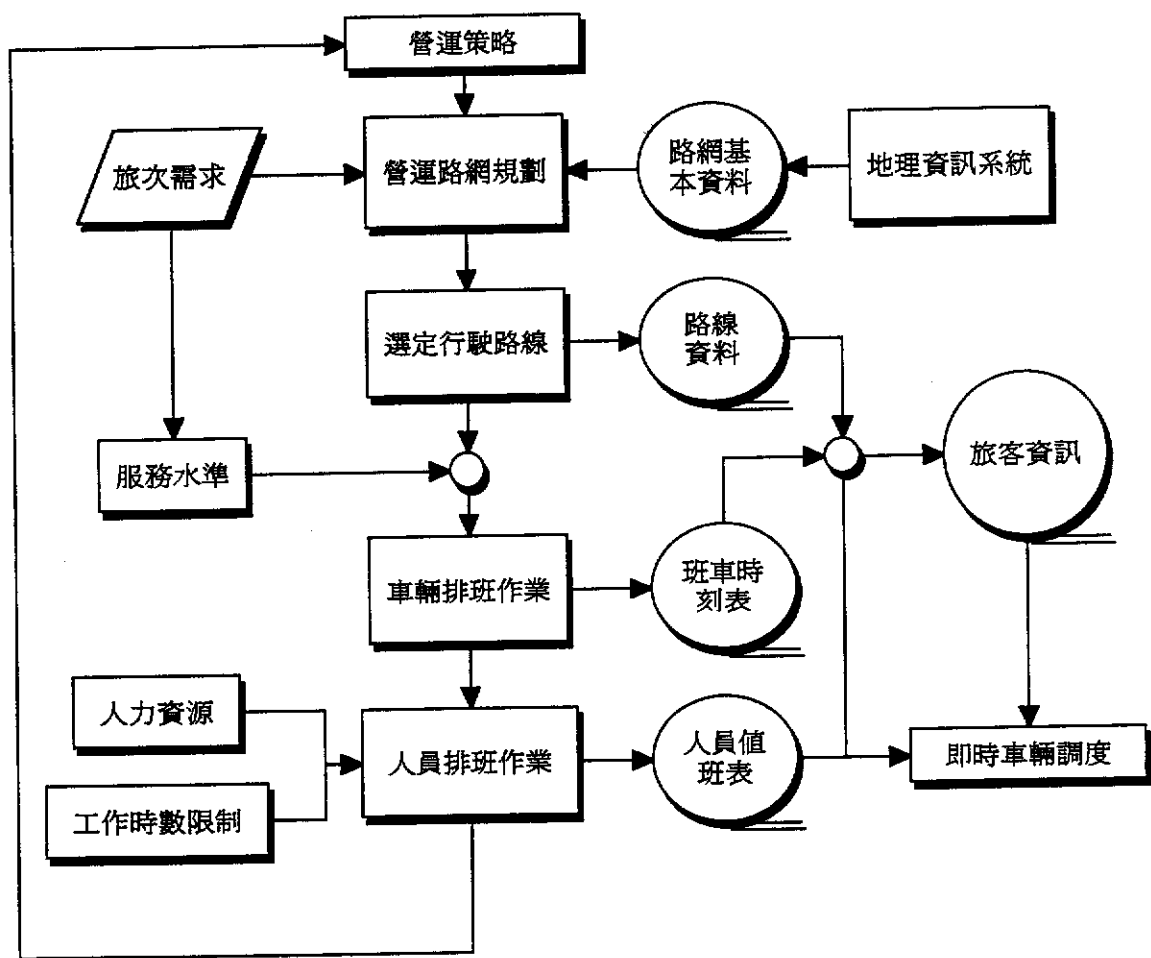
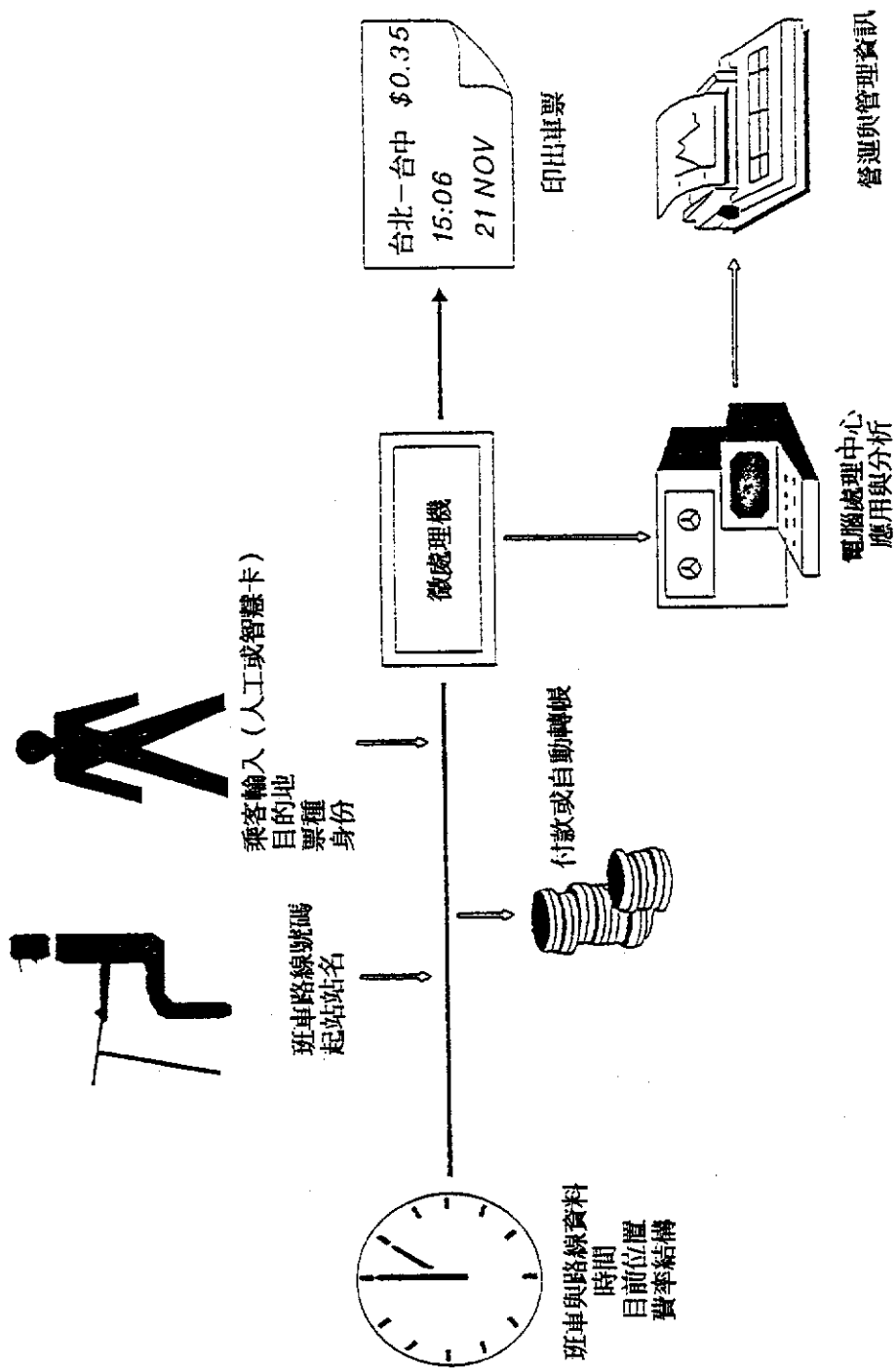


圖3.11 排班調度子系統架構圖



資料來源 [8]

圖3.12 電子票證子系統架構圖

3.3 系統特性矩陣

依據前文所述，先進公共運輸系統主要分為「使用者資訊系統」與「車隊管理系統」。並可分為旅次前資訊系統、車站內資訊系統、車內資訊系統、行車監控子系統、行車安全子系統、車隊營運子系統、排班及調度子系統及電子票證子系統等八項子系統。其各子系統之特性包括

- (1)功能：此系統在先進公共運輸系統中，所具有的功用及其扮演的角色。
- (2)產出：此系統配合各類技術時，可提供使用者或營運者一些實際可用之資訊，如時刻表、路線圖、排班調度表等等。
- (3)效益：經由此系統之輔助後，帶給個人或團體有形或無形之利益；如節省旅行時間、增加舒適度等等。
- (4)限制：主要指環境與執行上不易配合之處；如技術成熟度、政策配合、業者意願等等。
- (5)需配合之主要技術：此指若要此系統達到完整之功能，則需配合使用之技術。
- (6)發展地區現況：此指此系統在各國發展之情形，包括實驗成功與失敗。

本研究依上述特性將各先進公共運輸系統予以列表，詳細內容請見表3.2至表3.9，並依序說明如后。

3.3.1 旅次前資訊系統

此系統主要的功能，在提供旅客於旅次前完整即時之資訊，以助乘客選擇最適當之時間、運具及路線。其主要效益對旅客而言，可減少等車時間及延滯；對營運者而言，由於可吸引更多定期或不定期的旅客，所以將增加營運者的收入。但發展

此系統，由於乘客需於家中有電腦、電傳視訊終端機、自動語音／撥號電話等硬體設備，才能與業者連線，故乘客本身硬體設備問題為發展此系統的一項重大障礙，而國內業者之配合意願亦不高。雖然如此，國外仍有相當相當多地區陸續試用及營運，其發展過程，值得國內引為參考。

3.3.2 車站內資訊系統

車站內資訊系統之主要功能，在提供旅客到站後之旅次前規劃的資訊及服務，也提供一些在聽力或視力上有障礙之相關資訊服務；其另一項功能為利用信用卡或智慧卡處理訂票及付款。其主要效益對旅客而言，因訂票及付款之自動化，提供旅客方便性，並節省旅客時間；對整體而言，可增加流量，減少擁塞。但因其須利用自動人物辨識 (Automatic Person Identification, API) 及自動車輛定位 (Automatic Vehicle Location, AVL) 技術，才能達成以上之功能。由於國內此方面之技術尚不足，所以發展車站內資訊系統須對技術方面有所突破，另外若考慮由國外引進技術，所需資金可能相當龐大，業者資金籌措能力亦是另一項限制因素。有關國外相關系統的發展經驗中，巴黎運輸局鑑於公路容量已趨飽合，而發展了SAEIV系統，以操作輔助及乘客資訊系統，對巴黎網路的營運問題，已獲得良好的改善。〔請參考附錄一〕

3.3.3 車內資訊系統

此系統主要於車內提供旅客最新資訊，並輔助乘客查詢其目的地之各種相關訊息，且可提供司機適當資訊，以避免發生意外事件。車內資訊系統帶給乘客莫大之效益，除可消除車上乘客的不安與緊張焦慮外，尚可幫助其在車上隨時安排其他計劃；另外，由於此系統將吸引商務性乘客，故對業者之收益亦有幫助。但此系統在

發展上亦有若干限制存在，如其須與AVL技術配合、業者資金籌措能力不足等，另外由於發展此系統之投資效益甚低，於國內若干公車業者營運已虧損的情況下，其配合意願自然不高。

3.3.4 行車監控系統

該系統主要在於整合車輛位置及車輛辨識資料，配合其他與車輛有關的資訊，構建一個完整的車輛監控系統，並得由車輛狀況偵檢技術取得車輛狀況資訊及危急狀況警告。此系統主要效益為可作即時車輛調度，並可透過此系統而進行緊急事故之救援；而其發展上，由於行車監控系統須與AVL及AVI技術配合才能產生功效，故為其執行限制之一；另外此系統若執行，將需大量的人力操作，故對於人才的培訓與應用，亦是一大挑戰。此外，該系統之施行亦牽涉隱私權之法律問題以上種種限制，都是發展此系統須突破之障礙。

3.3.5 行車安全系統

行車安全系統之主要功能，在於利用各種車上偵測裝置，配合通訊及定位技術，監視車輛行車及環境狀況，即時回應以確保行車安全。主要效益有二，其一為輔助駕駛者，使其達到經濟且安全之操作，促進行車安全；其二為降低營運成本。而發展此系統之限制相當多，比較重大的有設備安置之土地問題、法律配合問題、政府補貼程度有限、技術複雜度高以及須培訓人力等限制。

3.3.6 車隊營運系統

此系統之主要功能為提供決策及營運支援，達到提昇效率之營運目標；詳言之

，對行銷策略、車輛與人員排班、路線規劃等有相當之助益。車隊營運系統對業者可產生甚大之功效，主要效益在於使用最佳化方案，縮短了規劃時間，並有效地使用人力資源，如此自然而然降低車輛之營運成本及減少人為的疏失，並可提升服務品質，有助於業者形象之提昇。但在發展限制上，由於此系統之執行，將會對公司本身的結構造成影響，故其組織之適應性為此系統發展之一大障礙，另外國內營運環境未成熟、技術環境不足等問題，都是發展此系統需要克服的。

3.3.7 排班調度系統

排班調度系統之主要功能為：在考慮旅客需求及人員和車輛的限制下，產生最佳時刻表及營運路線，若與地理資訊系統(GIS)結合，則其功能將更完備。此系統之主要效益在於有效使用人力資源，及滿足乘客旅運需求，提高服務水準。但是，由於發展此系統，軟體發展成本所佔比例甚大，在目前國內公車業者普遍營運虧損之情況下，除非政府給予設備或資本之補貼，否則甚難實行。此外國內技術環境不足，土地問題等，也都是需克服之項目。

3.3.8 電子票證系統

電子票證系統之功能包括自動收費、自動訂位、自動乘客數計數及乘客起迄點需求資料之蒐集，此外，經營者可運用該系統，針對各種乘客類別採取合適的行銷策略。主要之配合技術有智慧卡、AVL、收費機、乘客交談介面等等。此系統對營運者可產生甚大之效益，包括促進行銷、促進收益之安全與可靠、加快操作速度、建立可靠之財務制度及乘客資訊之蒐集等。而其主要的限制在於收費機器設備等放置之土地問題，以及國內對於智慧卡、讀卡機等之技術不足的限制。南澳Adelaide實

表3.2 使用者資訊系統特性矩陣

子系統名稱	功能	產出	效益	限制	系統的主要技術	發展地區及現況
旅次前 資訊 系統	<ul style="list-style-type: none"> 提供旅行者及時且正確的資訊 輔助旅客選擇最適當時間、運具及路線 	<ul style="list-style-type: none"> 路線及時刻表 旅次規劃 共乘資訊 共乘路線規劃 及時時刻表 實際發車時間 帳單寄發 	<ul style="list-style-type: none"> 有助旅客在旅次前作一整體規劃 吸引更多定期或不定期的旅客 增加營運者收入 減少旅客路上延滯與等車時間 	<ul style="list-style-type: none"> 乘客本身硬體設備問題 業者資金籌措不易 投資效益小 各業者配合意願不高 政府補貼限制大 國內技術環境不足且技術複雜度高 營運環境之限制 法律配合問題 	<ul style="list-style-type: none"> 自動語音／撥號電話 電話語音識別 電腦及數據機 電傳視訊 傳真機 電傳視訊終端機 電話及電腦人工操作 電腦與軟體 	<ul style="list-style-type: none"> 華盛頓都市運輸局 AIDS, 試用 (1984,3) 漢堡, 德國 AFI, 試用 長島鐵路, 紐約 TeleRide system, 營運 Halifax, Nova Scotia, PA 1980s, Go Time System 法國 French TeletelVideoteSystem 試用 (1989) IBM & Sears 公司 Prodigy, 試用 (1989) New York, Philadelphia, U.S. Telephone based system 營運 (1992)

表3.3 使用者資訊系統特性矩陣

子系統名稱	功 能	產 出	效 益	限 制	系統的主要技術	發展地區及現況
車站內 資訊 系統	<ul style="list-style-type: none"> · 提供旅客到站後之旅次前規劃的資訊及服務 · 提供一些在聽力或視力上有障礙之相關資訊服務設施 · 利用信用卡或智慧卡處理訂票及付款 	<ul style="list-style-type: none"> · 時刻表 · 路線 · 自動旅程規劃 · 適當資訊 · 出發車輛位置 · 路線服務資訊 · 動態共乘資訊 	<ul style="list-style-type: none"> · 訂票及付款之自動化，提供旅客方便性 · 增加流量、減少擁塞 · 節省旅客時間 	<ul style="list-style-type: none"> · 須利用API及AVI技術 · 在自動及顯示技術下，須配合車輛辨識與軌跡之控制系統 · 投資效益低 · 資金籌措能力不足 · 各業者配合意願不足 	<ul style="list-style-type: none"> · 電子顯示目 · 翻轉顯示板 · 螢幕顯示 · 交談式螢幕 · 交談式無線電 · 智慧卡 · 動態共乘路線規劃車站 · 語音合成 	<ul style="list-style-type: none"> · 華盛頓都市運輸局 AIDS system, 試用 (1984,3) · 漢堡, 德國 AFT, 試用 · 長島鐵路, 紐約 Telerider system, 營運 · 鹽湖城, 美國 A Real Time Automated Telephone Transit Schedule System 試用 (1983) · 法國, 巴黎運輸局 SAEIV, 營運 (1991)

表3.4 使用者資訊系統特性矩陣

子系統名稱	功能	產出	效益	限制	系統的主要技術	發展地區及現況
車內 資訊 系統	<ul style="list-style-type: none"> 提供旅行者在路網上詳細且較新的路況 輔助查詢旅行者想要到達目的地之各種相關資訊 提供適當資訊以避免發生事件 	<ul style="list-style-type: none"> 座位規劃 排班計劃 下次停站預告 意外事件資訊 共乘路線指引 一般資訊及廣告 對外通訊 額外旅程規劃 路線資訊 連線服務資訊 	<ul style="list-style-type: none"> 減少擁擠 吸引更多乘客 吸引商務性乘客 消除車上乘客的不安與緊張 增加舒適與安全感 幫助乘客在車上隨時安排其他計劃 	<ul style="list-style-type: none"> 須與AVI技術配合 資金籌措能力不足 投資效益甚低 各業者配合意願不足 營運環境未成熟 	<ul style="list-style-type: none"> 電子顯示器 翻轉式看板 路線導引系統 語音合成 行動電話 車上終端機 	<ul style="list-style-type: none"> 美國 On-board Navigation System 試用 瑞典, Sweden's Lund Institute of Technology Panasonic's Bus Operation Improvement System, 在部分地區已施行 西德, Saxony Stripe Card System, 試用 (1990) 英國, Milton Keynes City Bus Smart Card, 試用 (1990)

表3.5 車隊管理系統特性矩陣

子系統名稱	功能	產出	效益	限制	系統的主要技術	發展地區及現況
行車 監控 系統	<ul style="list-style-type: none"> 整合車輛位置及車輛辨識資料，配合其他與車輛有關的資訊，構建一個完整的車輛監控系統 	<ul style="list-style-type: none"> 由乘客計數技術或電子票証取得乘客人數、費率及資訊 由車輛狀況偵檢技術取得車輛狀況資訊及危急狀況警告 	<ul style="list-style-type: none"> 可透過此系統而進行緊急事故之救援 可作及時車輛調度 	<ul style="list-style-type: none"> 政府補貼程度有限 國內技術環境不足 須培訓人力 本身組織障礙 法律配合問題 	<ul style="list-style-type: none"> 自動車輛定位 自動車輛辨識 乘客計數技術 車況偵檢及危急通報技術 通訊技術 	<ul style="list-style-type: none"> 日本 RACS, 營運 (1989) 美國 VIA, 營運 (1989) 加拿大 CIS, 營運 (1981) 英國 BESI, 營運 (1959) 美國 Radio-Data-Locator, 營運 (1981) 歐洲地區 TRANSMATION 營運 (1988) 莫斯科 "AUS-Rejs" AVCS, 營運 (1991)

表3.6 車隊管理系統特性矩陣

子系統名稱	功能	產出	效益	限制	系統的主要技術	發展地區及現況
行車安全系統	<ul style="list-style-type: none"> 利用各種車上偵測裝置，配合通訊及定位技術，監視車輛行車及環境狀況，即時回應以確保行車安全 	<ul style="list-style-type: none"> 個別車輛或旅行的車速，閒置時間 車輛操控情形，監督駕駛員行為 了解各零件使用壽命及耗損狀況，作為定期更換之用 	<ul style="list-style-type: none"> 可輔助駕駛者，使其達到經濟且安全之操，促進行車安全 全 降低營運成本 	<ul style="list-style-type: none"> 土地問題 法律配合問題 政府補貼程度有限 國內技術環境不足 技術複雜度高 須培訓人力 本身組織障礙 業者配合意願不高 	<ul style="list-style-type: none"> 反鎖死煞車 四輪驅動 主動式懸吊 各種輔助駕駛技術 車況偵檢系統 抬頭顯示幕 駛離道路顯示裝置 先進車頂照明設備 視覺盲點監視 自動煞車 障礙物偵測及閃避 紅外線影像 交叉路口危險警告 駕駛員狀態偵測 適應性巡航控制 車道自動保持 	<ul style="list-style-type: none"> U.K. Reading, Optimeixer, 營運 歐洲地區 TRANSMATION, 營運 (1988) MISSION, 可用 美國，Queens Village Radio-Data-Locator, 營運 (1988) 德國，奧登堡 FAHRSMART, 試用 (1991) 美國，芝加哥 PCIS, 試用

表3.7 車隊管理系統特性矩陣

子系統名稱	功能	產出	效益	限制	系統的主要技術	發展地區及現況
車隊 營運 系統	<ul style="list-style-type: none"> 提供決策及營支援，經營有效率之營運 	<ul style="list-style-type: none"> 車輛與人員排班 路線規劃 車輛維修報表製作 行銷策略 	<ul style="list-style-type: none"> 提高服務品質 降低車輛營運成本 減少人為疏失 使用最佳化方法，縮短規劃時間，並有效使用人力資源 	<ul style="list-style-type: none"> 土地問題 法律配合同題 政府補貼程度有限 國內技術環境不足 技術複雜度高 須培訓人力 本身組織障礙 營運環境未成熟 	<ul style="list-style-type: none"> 電子票證 乘客計數 地理資訊系統 自動車輛辨識 車況偵測技術 	<ul style="list-style-type: none"> 新加坡等，VIPS，已用 北美地區，已用 RUCUS SAGE HASTUS RUCUS - II 美國，MINI-SCHEDULER 德國，BISON，已用 加拿大，TSM，已用 歐洲，MISSION，已用(1988) 法國，巴黎運輸局 SAEIV，營運(1991)

表3.8 車隊管理系統特性矩陣

子系統名稱	功 能	產 出	效 益	限 制	系統的主要技術	發展地區及現況
排 班 調 度 系 統	<ul style="list-style-type: none"> 在考慮旅客需求及人員和車輛的限制下，產生最佳時刻表及營運路線 	<ul style="list-style-type: none"> 路網基本資料 班車時刻表 人員值班表 	<ul style="list-style-type: none"> 滿足乘客旅運需求，提高服務水準 有效使用人力資源 	<ul style="list-style-type: none"> 政府補貼程度有限 國內技術環境不足 土地問題 	<ul style="list-style-type: none"> 地理資訊系統 電子票證 車輛監控技術 	<ul style="list-style-type: none"> 加拿大，ALIAGES，已用 義大利，BDS，已用 德國 HOT MICROBUS INTERPLAN DIANA FABIN BISON 挪威，OPTIBUS 法國，CHICGRAPH U.K., BUSMAN

表3.9 車隊管理系統特性矩陣

子系統名稱	功 能	產 出	效 益	限 制	系統的主要技術	發展地區及現況
電子票系統	<ul style="list-style-type: none"> 包括自動收費、自動訂位、自動乘客數計算及乘客起訖點需求資料搜集 經營者可針對各種乘客類別採取合適行銷策略 	<ul style="list-style-type: none"> 各路線及各票種之收益資料 各路線、票種及時間之乘客資料 各路段乘客上下車資訊 乘客之起訖點資訊 	<ul style="list-style-type: none"> 乘客資訊收集 促進行銷 建立可靠之財務制度，便於向政府申請補貼 促進收益之安全與可靠 操作速度加快 簡化操作程序 	<ul style="list-style-type: none"> 政府補貼程度有限 國內技術環境不足 土地問題 	<ul style="list-style-type: none"> 智慧卡 自動車輛定位 乘客交談介面 收費機器 	<ul style="list-style-type: none"> 德國，奧登堡 FAHRSMART, 試用(1991) 美國，芝加哥 PCIS, 試用 歐洲 GUIDE, 試用 南澳 Adelaide (1987), 營運

行此系統的結果，將效益轉為1989年幣值之淨現值達25.4百萬澳幣。〔參考附錄一〕

3.4 重要先進技術特性矩陣

本研究綜合上述系統所應用之技術，可以歸納其中七項技術，包括AVL、AVI、AVC/M、電子顯示螢幕、自動調度系統、運輸營運軟體及智慧卡。本研究依其特性主要的優缺點、須配合之主要技術與發展現況予以歸納比較，於表3.10至表3.16。其中AVL與AVI是各國目前研究發展的重要技術，亦是整合其他技術或系統之主角。

3.4.1 自動車輛定位技術特性矩陣

自動車輛定位技術(Automated Vehicle Location, 簡稱AVL)著重在某一時刻取得車輛位置資料；目前已發展之技術可分為四類：航位推估法、路邊設施定位法、無線電定位法及衛星定位法等。使用衛星通訊之定位技術，一般使用三點定位法，目前大部份衛星三點定位系統均以美國的Navy's Transit System 為基礎，稱為全球定位系統。至於各技術之主要優缺點，列於表3.10。就路邊設施定位法而言，其主要優點包括適用於固定路線、精確度高，而且成本合理，極適合都市地區定位；其主要缺點則是此為一間歇性之定位系統，並且隨網路加大，精確度要求增高，其成本即隨之提高。由於AVL是整合各子系統之主角，因此AVL技術可應用至八個先進公共運輸系統中；在目前各國應用之情形，其中EBSI與 Monition均使用Ground-based AVL，為早期AVL系統；英國倫敦之BUSCO，乃使用感應線圈及里程計算位置；英國之 Data Trak 使用三點定位法，主要使用於求援車輛導航，目前這些均已試驗完成，並繼續改良中。

3.4.2 自動車輛辨識技術特性矩陣

自動車輛辨識技術 (Automated Vehicle Identification, 簡稱AVI), 乃利用車上發信機 (Transponder) 與路旁之讀取機 (Reader) 所構成。其技術可分為四類：光學系統、感應系統、無線電波系統以及超音波系統。AVI 早期用於救援車輛與公車在號誌化路口之號誌優先處理 (Preemption), 如1976年英國TRRL之研究, 發展特殊車輛的號誌優先處理系統, 此系統後來裝置於英國Swansea 地區; 而歐洲的Delft Holland 地區於1971年最早將此技術應用於公車之號誌優先處理, 稱為VIPS (Vehicle Identification and Priority System) [Labell, Schweiger, and Kihl, 1992]。

AVI 系統之技術, 能提供完全自動且確實無誤地識別車輛, 在公車管理、交通運作、運輸規劃、收費及法律執行等領域中, 深具無限潛能。英國公路運輸研究所曾對道路訂價之應用進行評估, 法國里昂市曾利用 AVI 系統進行公車場站營運之管理, 荷蘭則應用 AVI 系統以改善公車車隊之營運 (鄧振源, 民國79年)。AVI 技術, 亦可應用至八個先進公共運輸系統中。有關AVI技術其他特性請參考表3.11。

3.4.3 自動車輛偵測和通訊技術特性矩陣

車輛狀況資料的取得, 一般可利用車上電腦蒐集各部份偵測器的偵檢結果, 透過通訊設備傳送到控制中心, 控制中心可即時地確認問題, 儘快加以適當地處理。由此可知, 快速、正確的通訊技術是先進公共運輸系統發展的重要關鍵。由自動車輛偵測和通訊技術之各項優點可看出, 此技術之最大特色不僅為使公車車隊有效率的管理, 並且可提供乘客及全體員工更安全的服務; 但因目前技術發展之限制, 因此當無線電頻道受干擾及通訊死角, 都會影響整個系統之操作, 故此二項為此技術在操作上之主要缺點。此技術可應用至行車監控、行車安全、車隊營運及排班調度

等子系統中，彼此亦有相互關聯性。

在實際應用上，如在加拿大多倫多南部，即利用AVM/C System，發展出通訊和資訊系統(Communications and Information System)，由多倫多運輸委員會(Toronto Transit Commission)所控制執行。在每一分區中，均有一中心主控台與每輛公車上之電腦連線，以及和三個調度員之控制台聯線。每個調度員均可利用聲音和文字之分類按鍵傳送資訊。駕駛員之界面儀器稱為 TRUMP(Transit Universal Micro Processor)，可與調度員主控台通訊；其他相關特性分析請參閱表3.12及附錄一之中個案分析的說明[Labell et al., 1992]。

3.4.4 電子顯示螢幕技術特性矩陣

電子顯示螢幕技術可提供旅行者在車站內或車上正確且最新的訊息，除了可以有文字顯示外，亦可配合GIS與AVL技術顯示網路圖，以利旅行者選擇搭乘或轉運之方式及地點。其技術之發展現況，如在Denver, Colorado之市鎮中二個車站內裝置電子顯示螢幕，可顯示下三個離開班次之時間；但若是每隔一段時間才更新資料(非即時性)。Denver和其他城市正規劃利用新的GPS自動車輛定位方式，以取得即時資訊，以提高服務水準。但由於Denver所使用Prime電腦與其他AVL系統相容性不高，故測試不成功；如此相似情形亦發生於Honston，它希望能將車站內顯示幕與新的City-wide GIS系統相連，但也遇到電腦不相容問題[Labell, Schweige, and Kihl, 1992]，因此這是我們必須研究以突破之處。其他相關特性分析請參閱表3.13。

3.4.5 自動調度技術特性矩陣

目前在世界各國所發展的自動調度技術大部份包括一套排班系統，此系統可調

整先前已訂位之旅次(Advanced Reservation Trips)、持續的訂單(Standing Orders)及即時的需求(Real-time Requests)，而設計出適當的排班調度系統。由排班與調度功能獲得之資訊，可整合成一套管理系統，提供營運者付款(Billing)及記帳(Accounting)功能。

透過電腦與通訊技術之配合，排班調度技術已逐漸發展應用，但大部份希望能配合地理資訊系統(GIS)、智慧卡(Smart Card)、電腦輔助調度(CAD)及自動車輛定位(AVL)等技術。因此在先進公共運輸系統之領域中，自動調度技術由於需配合多種技術而顯得日形複雜。尤其電腦輔助調度，是整合此技術的重要部份。經由上述可知，自動調度技術可應用至先進公共運輸各個子系統中，其他相關特性分析請參閱表3.14。

3.4.6 運輸營運軟體特性矩陣

在表3.15中，可瞭解運輸營運軟體之四個優點：

- 1.網路與營運規劃
- 2.車輛與人員排班調度(一般稱電腦輔助調度)
- 3.行銷
- 4.管理經營

此亦為運輸營運軟體可以執行與整合之功能。各個獨立功能，均需設計適用之程式，如Run Cutting and Scheduling System, 簡稱RUCUS和HASTUS。然而，另一點須突破之處，乃為如何將各獨立功能的軟體，整合成一套具即時功能、適用APTS之運輸營運軟體。在1991年之美國聯邦運輸部(FTA)所提APTS之報告中顯示，目前在北美地區尚未使用即時營運軟體系統，但在歐洲某些地區正在測試中。[Labell,

Schweiger and Kihl, 1992]

3.4.7 智慧卡特性矩陣

智慧卡的主要效益，包括下列幾點：

- (1) 不使用現金，減少現金處理以及偷竊之危險。
- (2) 可蒐集乘客詳細的旅次資料。
- (3) 促進公車系統使用之方便性，增加乘客使用量。
- (4) 方便實施各種費率制度。

在歐洲、澳洲、亞洲與北美地區，許多鐵路系統均已配合使用智慧卡 [Fisher and Ricketson, 1992]；在三種製作智慧卡的技術中，尤以磁條式智慧卡發展最是成熟。但由於磁條較易受損，故希望發展電腦晶片之新智慧卡，以提高使用期限及隱私性；另外無線電式智慧卡更可利用自動人物辨識 (API) 之感應技術，以節省乘客上下車時間之功能，目前各國仍在繼續研究測試中。其他相關特性分析請參閱表3.16。

表3.10 自動車輛定位技術特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
1. 航位推估法	連續定位，自給自足	須多種方法配合使用	CD-ROM 驅動裝置及	A..H	1. Leden Transport
2. 路邊設施定位法	用於固定路線	間歇性定位	電子地圖		EBSI System, 1959
3. 無線電定位法	精度高，成本合理	成本敏感性大	GPS 天線及接收器		2. 美國，Monition for the Chicago Bus Fleet, 1973
4. 衛星定位法	簡單，經濟	易受建築物遮蔽而阻擋信號傳遞	道路偵測系統		3. 美國，費城，UMTA (U.S. DOT), 1975
	提供多使用者定位	都市應用會產生多路徑狀況	無線電信號柱		4. 英國，倫敦，BUSCO, 1983
	範圍大，精確度高		距離，方向感應器		5. 加拿大，Qttwa, Octranspq, 1990
	即時定位，不受天候影響		微處理器		6. 德國，Honnover & Wiesbaden, 電腦雜誌, 1987
					7. U.K.M, Data trak, 1989

註：A 旅次前資訊系統 B 車站內資訊系統 C 車內資訊系統

D 行車監控系統 E 行車安全系統 F 車隊營運系統 G 排班調度系統 H 電子票證系統

表3.11 自動車輛辨識技術特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
自動車輛辨識技術	1.光學系統	<ul style="list-style-type: none"> 成本較低廉 	<ul style="list-style-type: none"> 收發信號 安裝在車輛上之辨識牌 處理及儲存資料之電腦系統 路邊判讀儀器附屬天線 	A..H	<ul style="list-style-type: none"> 倫敦 VETAG 布魯賽爾 VETAG 紐約，華盛頓 公車專用道 U.K. TRRL (1976) 香港 LRV 荷蘭 VIPS(1971)
	2.感應系統	半自動式 <ul style="list-style-type: none"> 較耗能源 易維修，環境干擾少 	<ul style="list-style-type: none"> 須控制照明，提高能見度 光線不足，雨、雪、霧、塵等環境因素，可能嚴重影響其功能及效果 判讀儀不易照準辨識牌 對焦問題 映像景深限制 		
	3.無線電波系統	半主動辨識牌 <ul style="list-style-type: none"> 相容性、穩定性高 較不易遭受干擾 	<ul style="list-style-type: none"> 對環境狀況具敏感性 		
	4.超音波系統	<ul style="list-style-type: none"> 具完全有效及高度可靠之獨特優點 	<ul style="list-style-type: none"> 成本較昂貴 		

註：A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

表3.12 自動車輛偵測和通訊技術特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
自動車輛偵測和通訊系統	<ul style="list-style-type: none"> 減少乘客之等待時間及降低緊急事件之反應時間 可節省燃油 減少環境污染 降低延滯 提升服務品質 方便資料的收集 增加車輛及人員的生產力 緊急訊息的傳遞及警告司機各種狀況 	<ul style="list-style-type: none"> 無線電頻道使用之限制 通訊的死角 	<ul style="list-style-type: none"> 車上電腦 通訊 無線電傳送系統 傳統類比無線電通訊 蜂巢式無線電系統 AVL,AVI 	<ul style="list-style-type: none"> D E F G 	<ul style="list-style-type: none"> 美國 Seattle 美國 Cincinnati 愛爾蘭 Dublin 加拿大，Toronto,ontario, Communications and Information System, (CIS), (Toronto transit Commission),1981

註：A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

表3.13 電子顯示螢幕技術特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
電子顯示螢幕	<ul style="list-style-type: none"> 當車子誤點、取消或路線重新安排時，提供最新的旅行者資訊系統 可顯示某區域內之網路圖，以利旅行者選擇搭乘或轉運點 	<ul style="list-style-type: none"> 需配合完整之AVL設置，使能發揮功效 電腦相容性問題 	<ul style="list-style-type: none"> AVL GIS 	<ul style="list-style-type: none"> B C 	<ul style="list-style-type: none"> 美國，Anaheim, California, 發展中 美國，Baltimore 美國，Denver, Colorado.

註：A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

表3.14 自動調度技術特性矩陣

先進技術	主 要 優 點	主 要 缺 點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
自動調度系統	<ul style="list-style-type: none"> 根據先前訂位之旅次、訂單及旅客即時之需求，設計排班調度系統。 整合排班調度技術可設計出收費與記帳功能。 	<ul style="list-style-type: none"> CAD (電腦輔助調度軟體) 為整合之重點，若CAD 尚未發展成熟，則無法達到其功能。 	<ul style="list-style-type: none"> 電腦 先進通訊技術 GIS Smart Card CAD AVL 	A..F	<ul style="list-style-type: none"> 美國，Automated Dispatch Services, Inc. EMTRACK System, 1991 美國，Gandalf Mobile System, Inc. (GMSI)

註：A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

表3.15 運輸營運軟體特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
運輸營運軟體	<ul style="list-style-type: none"> • 輔助營運者實行網路和營運規劃 • 可輔助營運者作車輛與人員之排班調度 (一般稱為電腦輔助調度, CAD) • 利於行銷 • 易於管理及經營 	<ul style="list-style-type: none"> • 軟體之設計須配合多種技術, 始可達到即時整合複雜的運輸營運自動化系統 	<ul style="list-style-type: none"> • AVM/C (Advanced Vehicle Monitoring and Communications) • AVL • Automatic Passenger counting • Load Monitoring 	A .. F	<ul style="list-style-type: none"> • 美國, Boston, Massachusetts, MBTA試用中 • 加拿大, Toronto, Ontario, 1992

註: A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

表3.16 智慧卡特性矩陣

先進技術	主要優點	主要缺點	須配合之主要技術	可用之系統	發展現況
智 1 磁條	<ul style="list-style-type: none"> 此技術已發展成熟，應用至多個國家，效果良好，未來將朝向簽帳付費方式發展。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁條容易損毀 若再回收使用效果不好易造成成本浪費 	<ul style="list-style-type: none"> 讀卡機 訂票、劃位電腦 自動個人身份識別 (API) 	A B C H	<ul style="list-style-type: none"> 德國 Lower Saxony 奧登堡，FAHR-SMART 試用 美國，試用 PHOENIX，Arizona, City of Phoenix Transit System, Chicago, Illinois RTA, Payment Control Information System (PCIS) HHS, ANN ARBON, TWIN CITIES, 歐洲地區，GUIDE, 試用
慧 2 電腦晶片	<ul style="list-style-type: none"> 擁有自己的記憶體可設密碼，以防竊取盜用 	<ul style="list-style-type: none"> 乘客需負擔較高之成本 	<ul style="list-style-type: none"> 電腦資料庫 車上電腦 		
卡 3 無線電	<ul style="list-style-type: none"> 使用者不需刷卡，由車上接收器直接讀取，增加乘客上下車速度。 	<ul style="list-style-type: none"> 尚未發展成熟 需與API配合 			

註：A 旅次前資訊系統 B車站內資訊系統 C車內資訊系統

D行車監控系統 E行車安全系統 F車隊營運系統 G排班調度系統 H電子票證系統

第四章 先進公共運輸系統之成本 效益分析

本研究第三章已充分說明目前世界上正發展中或以開始營運之先進公共運輸系統與技術，但缺乏成本與效益之確實估計值。在本章中，係根據國際公共運輸聯盟(International Union of Public Transport；簡稱UITP)於1991年針對19個國家的44個先進車輛監控及管理系統所進行之訪問調查結果[Khorovitch et al., 1991]，說明推動先進公共運輸系統所需投資規模與未來可能獲致之效益大小，並說明國外推動相關系統之決策與運作過程，以提供決策之參考。由於資料之限制，本章之分析重點主要在於行車監控系統與使用者資訊系統，至於其他系統之成本與效益可參考附錄一之個案分析結果。

國際公共運輸聯盟的調查報告採用問卷方式，對於 70個UITP會員國進行訪問，受訪而有回覆的有澳洲、奧地利、比利時、加拿大、丹麥、芬蘭、法國、德國、英國、匈牙利、愛爾蘭、義大利、紐西蘭、西班牙、瑞典、瑞士、突尼西亞、美國與前蘇聯等十九個國家的四十四個地區，若都會區大小依人口數來表示，分類情形如表4.1所示。

問卷回收率為 62.8%，回收之44份問卷中有 11個地區(約25%)尚未有自動車輛控制系統(Automatic Vehicle Control System)，其中有7個地區短期內將引進此系統，僅有4個地區(約9.1%)沒有引進之意願；回收之問卷中約有23份為完整有效。

問卷主要針對各地區之行車監控系統進行訪問，問卷內容包含系統特性、功能、決策過程、資金來源、成本、效益與未來發展意願；關於效益部份之訪問，包含該機構之預期效益與實際效益達成度。

4.1 系統基本功能與設備

此處所提之系統基本功能乃根據問卷歸納而來，較本研究所規劃設計之系統功

表4.1 受訪城市規模分類

人口數	都市數目
少於 250,000	8
250,000 ~ 500,000	8
500,000 ~ 750,000	6
750,000 ~ 1,000,000	2
1,000,000 ~ 1,500,000	5
1,500,000 ~ 2,000,000	8
2,000,000 ~ 5,000,000	4
超過 5,000,000	3

資料來源：Khorovitch et al., 1991

能簡單。行車監控系統之主要功能概述如下：

1. 車輛定位 大部分系統採用里程計定位法，利用停靠站或路旁訊號桿進行誤差校正工作，其中33%採停靠站開關車門方式校正誤差，21%採用路旁無線電桿進行校正工作，有51%採用路旁訊號桿配合停靠站牌進行誤差校正。
2. 乘客計數 有61%的受訪者要求系統中應具備此功能，其中二分之一使用自動計數裝置，另一半則使用人工輸入方式。
3. 控制中心與車輛間資訊傳輸 傳輸車輛相關資料、控制中心指令等訊息。
4. 安全防護 比較理論控制狀況與實際控制狀況，防止危險之產生。有61%的系統有此項功能，其他系統仍屬於發展初期階段。
5. 乘客資訊 於車站提供發車時間、顯示目的地、提供轉車資訊、故障顯示、及其他資訊；於車上提供站名、路線、目的地、轉車資訊、與故障訊息等資訊。統計結果顯示各地區提供乘客資訊的方法如下：

(1)車上

- | | |
|------------|-----|
| · 下站站名語音播報 | 54% |
| · 下站站名顯示 | 39% |
| · 自動顯示目的地 | 39% |

(2)站牌

- | | |
|---------------|-----|
| · 估計下班車到站時間 | 46% |
| · 顯示車輛位置 | 6% |
| · 顯示延滯時間與故障資訊 | 36% |

6. 號誌控制 有15%到25%的車輛延滯是來至於號誌影響，可透過公車號誌優先通行策略加以改善，統計結果顯示有67%的受訪者要求行車監控系統須具備此項功能。
7. 其他外部設備或設施之控制 公車相關資料也可以提供其他外部設施使用，如自動車輛辨識、號誌優先通行等。

上述所提多為系統功能，歸納相關硬體設備如下：

1. 控制中心 包含無線電通訊設施、主電腦、端末設備、及調度員工作站等，簡單歸納各受訪者所使用之無線電通訊技術如下：

(1)資料傳輸率(Bauds)

1200	47.8%
2400	52.2%

(2)頻率範圍(MHz)

140 ~ 250	52.2%
250 ~ 350	4.1%
350 ~ 450	12.5%
450 ~ 550	29.5%

(3)週期時間(秒)

<10	21.7%
10 ~ 15	21.7%
15 ~ 30	30.4%
30 ~ 60	26.2%

無線電塔臺高度視都市大小而定，約 70至100公尺高。而在大型都會區，公車數目龐大，大多在1000部至2000部之間或超過此規模，因此適當之頻率安排相當重要。約有61%的系統擁有備用電腦系統，以防止系統當機。調度員工作站利用三個終端機構成一組監控單元，三部終端機分別顯示相關之資料、圖形、時刻表等即時資訊，詳細說明於後續示範系統中再予以說明。統計結果說明，透過此套電腦監控系統，一個調度員所能控制之車輛數可以提升至150到200輛公車。

- 2.車輛配備 車輛配備之核心為車上電腦(On-Board Computer)，整合車上各項設備。駕駛員可以透過終端機與控制中心進行雙向通訊，終端機上可以具備各項特殊按鍵，提供固定與緊急通訊的使用。定位系統也是車上重要配備之一，約有30%之系統使用電子式定位系統（如無線電定位系統）、15%使用磁場系統（如推測航法）、有 15%使用光學系統（如紅外線車輛辨識系統）。關於乘客計數設備方面，超過一半的系統使用自動乘客計數設備，其中 24%使用重量偵測裝置，9%使用使用光電效應屏柵 (Dual Photoelectric Barriers) 及特殊階梯踏板。公車與控制中心

之通訊，多數先進系統使用短波或紅外線傳輸設備，而紅外線為近年來最被廣泛使用之技術。

3. 路線上設施 行駛路線沿線需設立許多訊號桿 (Beacon)，用以傳送與接收資料，為了減少系統重新安裝 (Installation) 之次數，訊號桿多使用獨立之電力來源，如壽命達一至五年的鋰電池，少數系統則使用太陽能電池。
4. 招呼站設施 主要車站利用無線電與控制中心進行雙向通訊，乘客可以取得必需之即時資訊，資訊顯示方式則有點陣式顯示器、螢幕、光學二極體資訊顯示板等。

以上所介紹之系統功能與設備之規劃，應朝模組化 (Modularization) 設計方向進行，以使各階段所建立之模組可以獨立運作，並方便未來系統之逐漸擴充。

4.2 系統安裝時間

系統安裝所需之時將往往相當長，而且可能超出預計之工作時間，但是也有若干地區之系統可以在二至三年內裝置完成。不同因素皆可能影響系統安裝時間，如：決策、外部決策者影響（如經營者、政治人物）、財務狀況等。新技術之發展與技術問題皆可能拉長系統安裝時間。根據 UITP 之統計結果顯示系統安裝時間平均約為四至五年，最長為十年，統計結果如表 4.2。

4.3 先進公車系統之成本分析

經由 4.1 節之說明，可概略了解各受訪地區公車系統之特性，本節及下一節主要利用 UITP 之調查結果，分別說明先進公車系統之成本與效益，由此可概估先進公車系統之成本及效益，提供決策者作為參考。一般而言，效益包含了眾多不可量化之因子，僅少數可量化，並以財務項目來衡量；而成本之計算則較為容易，本節先分

表4.2 系統安裝時間

期望與實際安裝時間	期望安裝時間 (月)			實際安裝時間 (月)		
	最小值	平均	最大值	最小值	平均	最大值
決策	3	10	24	3	16	48
選定技術與功能	4	10	12	8	14	24
建造\安裝\測試	6	14	24	12	20	36
系統試驗	6	9	12	9	12	18
總和(由規劃到營運)	15	40	60	24	62	120

資料來源：Khorovitch et al., 1991

析系統成本部份，將依次說明期初設置成本、成本補助、以及每年營運成本等相關問題；下一節則分析效益部份。

4.3.1 期初設置成本

系統成本主要包含監控中心設施、車輛設備、與路線設施，而系統發展投資與未來每年成本二者也必須加以區分，一般安裝系統之投入金額將以折舊及利息等方式攤提至每年成本項目下。影響投資金額的因素相當多，可以歸納為數量(Quantity)與品質(Quality)兩種因素，分別介紹如下：

1.數量因素

- (1)路線數
- (2)車輛數
- (3)站牌數
- (4)路線長度
- (5)交叉路口數

2.品質因素

- (1)系統功能
- (2)安全標準
- (3)所需求之資訊
- (4)乘客
- (5)服務
- (6)系統產出

以圖4.1說明控制中心、路線、與車輛投資金額與數量因素之關係，圖 4.1顯示控制中心的投資成本為階段性成長，即控制中心增加一單位後成本也迅速上升，呈階

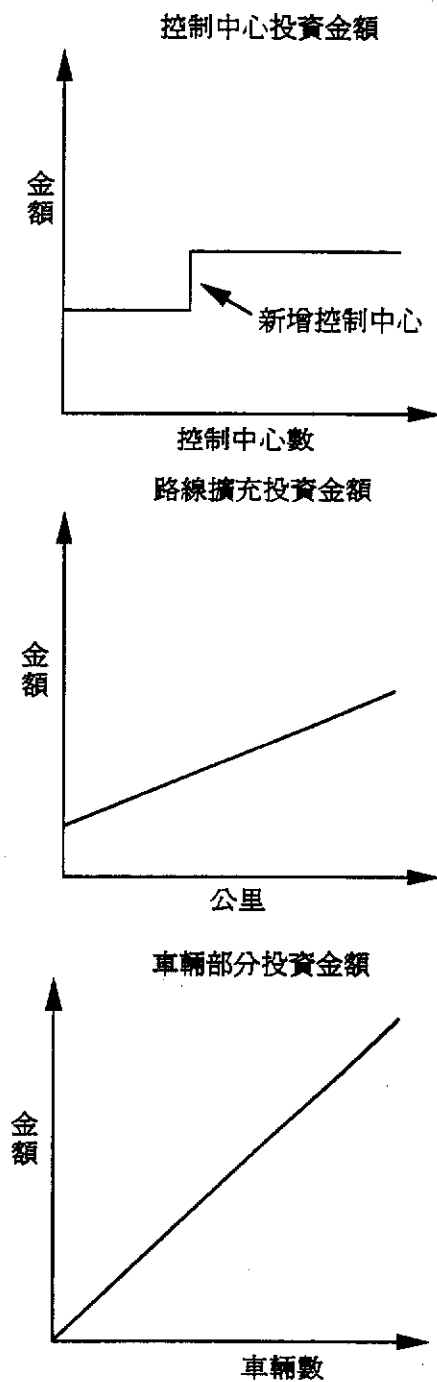


圖4.1 投資金額與設施量關係圖

梯狀。有關路線之期初投入成本為固定常數，往後隨路線長度之擴充呈正比增加。而在車輛的投資金額方面，車輛數越多，則投資金額越高，二者呈正比關係。

而依據 UITP 問卷訪問結果顯示，車輛數越多則平均每輛車之投資金額越少，原因在於許多基本設施（如控制中心、通訊設施）並不需增加，因此平均每部車之平均投資額隨之降低。圖 4.2 為由訪問樣本中選取 12 個系統，說明平均每輛車投資金額與車輛數之關聯性，由圖中可知：車輛數越多則平均每輛車之投資金額越低，顯示具有規模經濟現象。

由 23 個樣本中，歸納各樣本系統之設備成本的下限與上限，詳細數據如表 4.3 所示，由表 4.3 中可知各項設備之成本上下限差異甚大，因此僅能供作概略的參考。影響投資金額之另一因素為車輛，必須擁有能與先進系統相配合之車輛設備，影響車輛投資之主要因素有二：一為系統之複雜性，如純公車系統之每輛車投資較公車與地下鐵混合經營者少，可能是純公車系統設備單純且具規模經濟之緣故；二為系統經營之歷史長短，如新設立（二年內）的系統所需之車輛投資大於已設立四年以上的系統；圖 4.3 說明了上述現象，因此純公車系統在車輛的投資方面的成本明顯較混合經營的系統低。

一般而言，投資金額與所要求之功能呈正比，UITP 之分析結果顯示相關係數為 0.5。該問卷中詳列了 74 個與績效有關的因子，調查顯示：每家公司之績效達成度約在 32% 至 61% 之間，所謂績效達成度即該系統之實際績效與預期績效之比值。下列以新設立系統（設立不足二年）為例，說明車輛投資比重與績效達成度之關係，圖 4.4 是 21 個系統的績效達成度與車輛投資比重關係圖，由圖中顯示車輛部份投資比重愈高者，則績效達成度愈高，但變動程度相當大，顯示其中仍存有相當多之影響因素。因此可知：車輛之功能愈高則績效達成度愈高，但其他相關設施功能也須相互配合，如控制中心決策功能、號誌配合、通訊系統配合等。

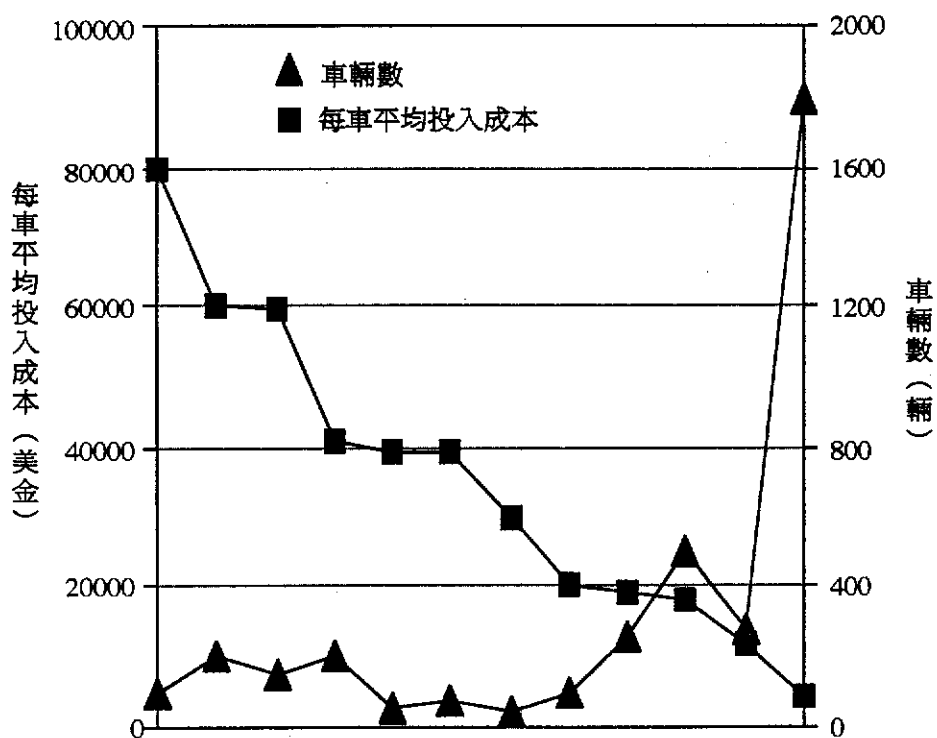


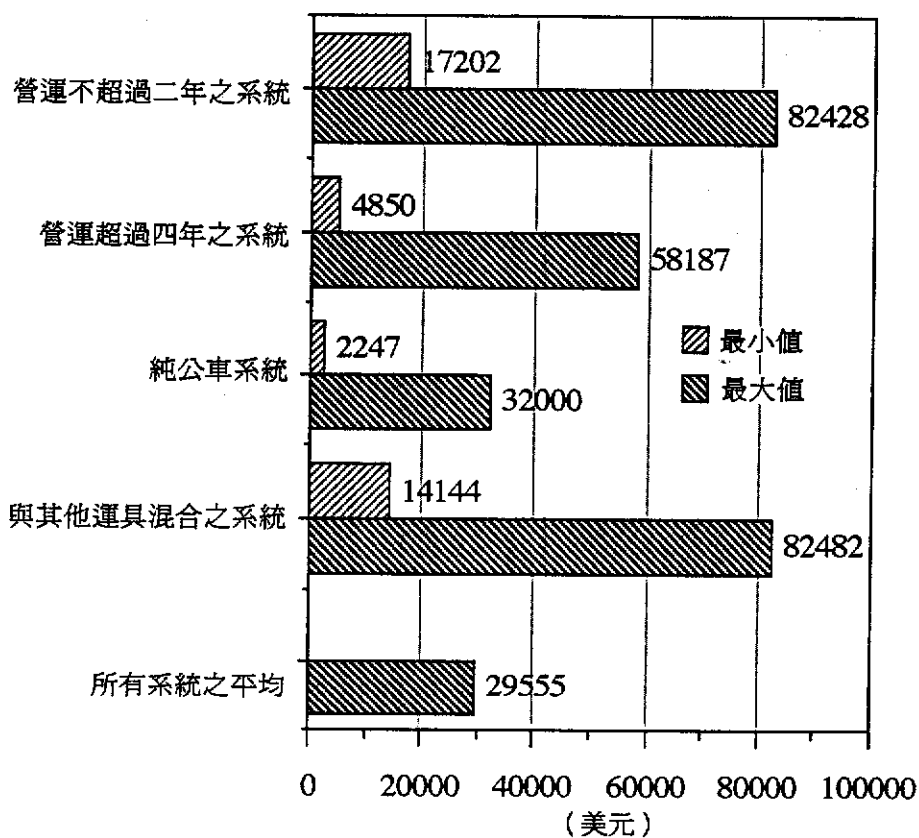
圖4.2 每車平均成本與車輛數關係圖

資料來源：Khorovitch et al., 1991

表4.3 單一系統之設備成本

每控制中心設備之期初投資	最低金額 (美元)	最高金額 (美元)
電腦設備	60,000	10,000,000
周遭附屬配備	10,000	1,000,000
軟體	240,000	5,178,000
調度員工作站	1,000	196,700
車輛配備	900	20,000
路線相關設備	1,000	25,000
無線電通訊設備	5,000	280,000
安裝費	6,700	483,000
訓練費	3,000	285,000

資料來源：Khorovitch et al., 1991



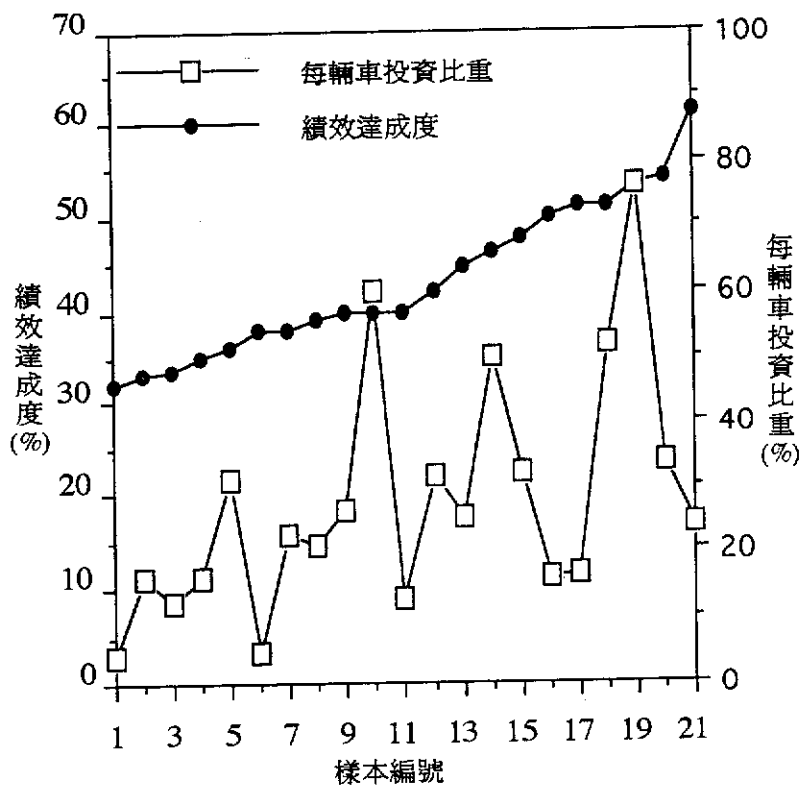


圖4.4 車輛投資比重與績效關係圖

資料來源：Khorovitch et al., 1991

4.3.2 補助

由於先進系統的投資金額龐大，大部分系統均接受政府的補助，調查顯示在提供此一資訊21份有效問卷中有43%的系統接受補助，有近20%的系統接受100%的完全補助，補助金額大小顯然沒有限額。其中補助的來源平均約有46%來自於中央政府，33%來自地方交通主管單位，9%則來自於市政當局。以德國為例，政府補助的程度與該系統之急迫性、價值、及是否滿足基本要求有關，表4.4是21個系統的補助情形。

4.3.3 每年成本支出

如前面所述，系統期初投入資本將以折舊與利息等形式反應在每年成本上，並包括營運與操作成本。圖4.5為各個系統之平均每年成本，包含利息支出、人事費與其他非人事費用；圖4.6則是21個樣本之每年成本支出統計，為避免高低差距過大，因此分為三個群組，由圖中可知各系統每年成本之規模大小差異甚大，最高的差異將近十倍，而對於為接受補助之系統而言，每年之折舊與利息支出相當龐大，約佔每年支出的52%至89%。

如果考慮自動監控系統成本相對於整個系統成本之比重，根據調查約在0.4%至1.4%之間。而每部車平均每年負擔之成本約為5,900美元至13,200美元，如果接受補助，則每部車平均每年負擔之成本降為650美元至6,000美元。據估計，每年純公車系統之每車平均操作成本為190,000美元，因此可約略估計自動行車監控系統之每年成本負擔僅是平均每年車輛成本之0.2%到2.4%。

4.4 效益分析

效益之受益對象有三：乘客、公車經營者、及員工，而進行效益評估之前，有

表4.4 補助情形統計表

補助比重(%)	系統數	百分比
100	6	20
75~90	4	13.3
50~60	8	26.7
20~40	3	10
0	9	30
合計	21	100

資料來源：Khorovitch et al., 1991

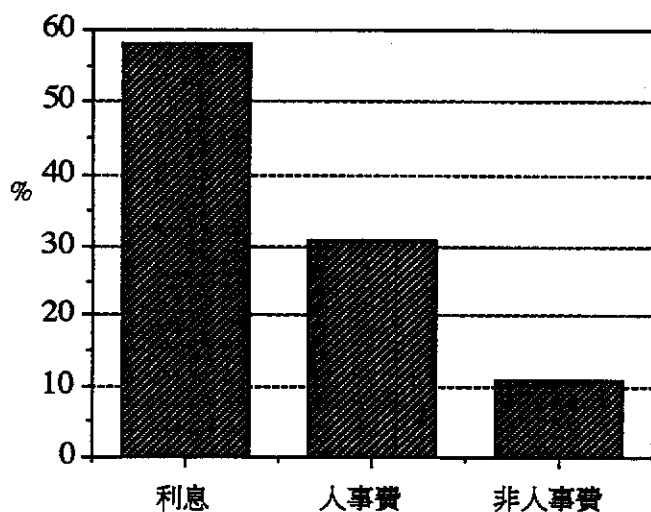


圖4.5 自動監控系統每年營運成本使用情形

資料來源：Khorovitch et al., 1991

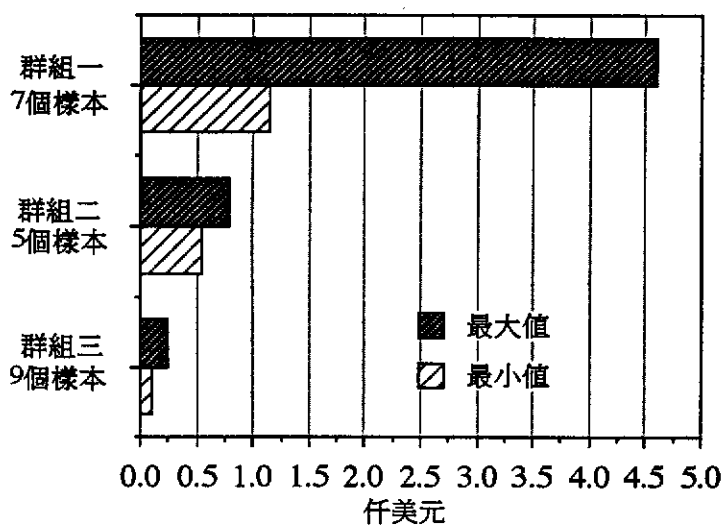


圖4.6 自動監控系統每年營運成本

資料來源：Khorovitch et al., 1991

三項重要之考慮因素：

- 1.多數系統之影響效果為「質」之改善，難以數量化，例如時間及個人之價值觀。
- 2.有些系統正屬於決策階段，尚未裝設完成，因此效益大小僅能由以往之經驗來預估。
- 3.有一些系統功能之效益並非直接產生，而必須與其他策略相配合才能顯現出來，此為系統整合問題，無法有效區分該系統功能之確定效益多寡。

UITP之調查結果顯示系統功能強度與期望效益高低有正向之關係，亦即若希望系統達成之效益程度越高，則必須賦予系統更強之功能，圖4.7顯示23個系統之期望效益與系統功能強度之關係，其中期望效益百分比乃整合問卷中各項效益項目之預期達成度所得之數字，功能強度部份也是由預期之各種系統功能佔完美系統之功能的百分比所彙總而得。

若考慮各主要項目之效益達成度，調查結果顯示平均效益達成度約50%，統計結果如圖4.8所示，其中期望效益百分比乃是指各受訪系統之期望效益規模占完美系統期望效益之百分比，而實際效益百分比乃是指該系統實際達成效益占該系統預期效益之百分比；上述各項效益項相當難以量化，而整體效益達成度也難以量化，因此無法進行成本效益之詳細分析。調查結果顯示，有將近70%的單位在系統完成後並未核對當初預期之成本效益與現在之成本效益間之差異。

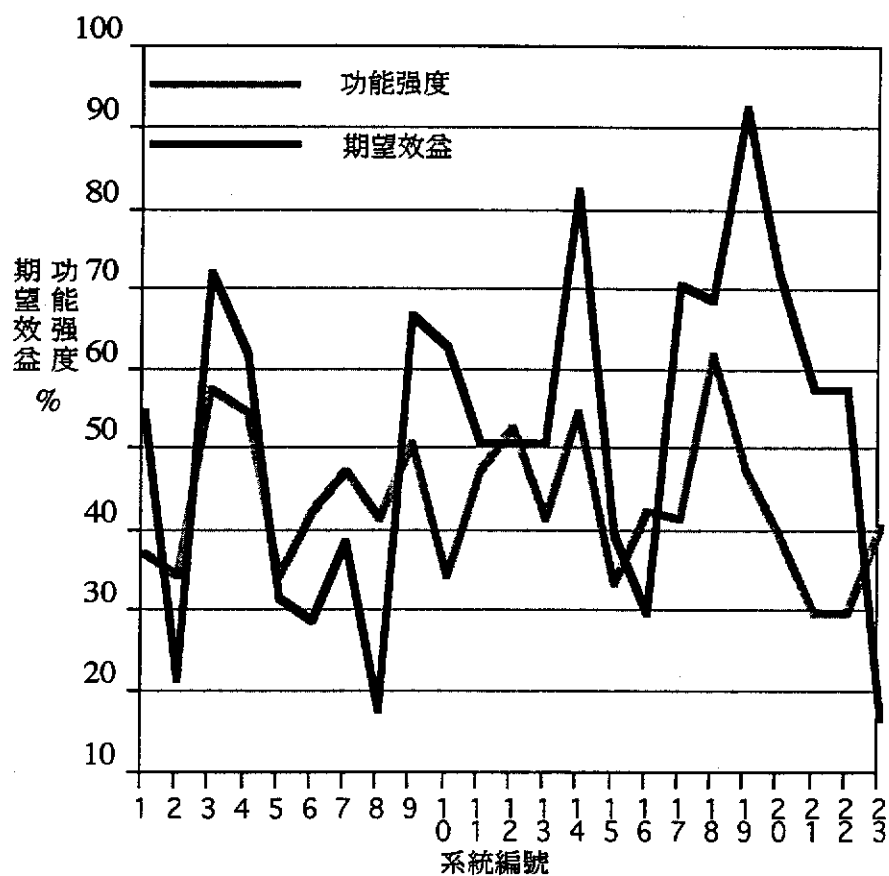


圖4.7 功能強度與期望效益關係圖

資料來源：Khorovitch et al., 1991

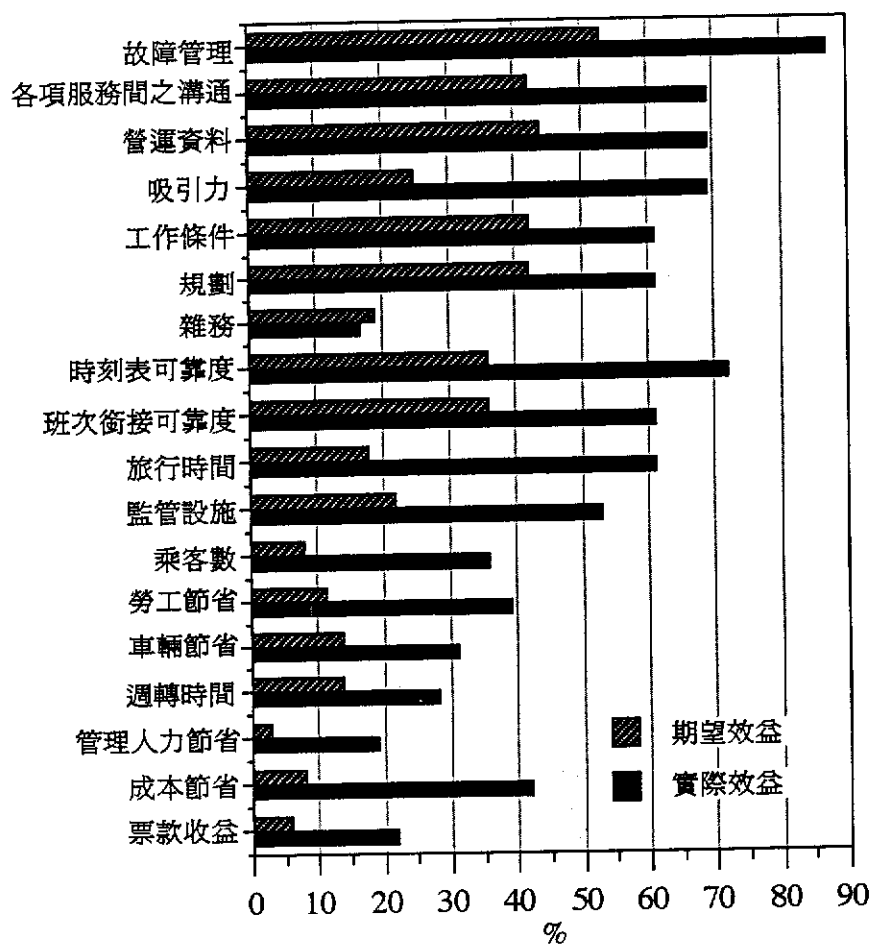


圖4.8 行車監控系統效益比較圖

資料來源：Khorovitch et al., 1991

第五章 台灣地區公共運輸應用先進技術之現況分析

在目前台灣地區不良的交通情況下，公車的服務品質也由於營運環境的惡化而日趨低落，諸如過站不停、久候無車等現象，常使得公車乘客失去信心，轉而改乘屬副大眾運輸系統的計程車，或甚至自行購車代步；此種情況不但直接使公車業者損失部分收益，更間接因車隊無法有效排班、調度，造成投資浪費。因此，如何經由有效掌握車隊運作以及提供使用者相關資訊服務，以提昇服務品質為公共運輸業者目前的重要工作之一。

為瞭解目前台灣地區公路客運業者在「服務旅客」及「車隊營運管理」兩項工作上所使用的技術現況，並探求業者對未來先進技術引進的意願，本研究利用問卷調查方式，對台灣地區 42 家客運業者進行訪問調查，然後以統計方法分析整理回收之問卷。本研究針對調查結果進行統計分析，由其問卷結果可以瞭解目前業者在服務旅客及車隊營運管理方面的技術現況，以及業者在未來引進先進技術的意願情形，並針對引進先進技術的意願與經營型態、經營規模等業者特性因素，進行關聯性分析，最後則針對國內業者引進先進技術的困難，與其他有關本研究的意見進行整理與分析。

本章係將業者服務及營運技術現況與意願調查之回收問卷資料作分析整理，以下分為五部分加以說明：5.1 節旨在說明問卷設計的依據及目的，並有調查計劃、過程及回收狀況等說明；5.2 節則依問卷內容所分之四大部分將調查結果進行統計，並加以分析說明，其中 5.2.1 說明國內業者基本資料；5.2.2 進行運輸服務及營運技術現況調查結果統計，5.2.3 則針對未來引用新技術的意願情形加以分析說明；5.2.4 為詢問業者的技術部門參考資料與相關意見之結果說明；5.3 節針對幾項可能影響業者意願的因素，如經營型態、公司規模、服務地區等，進行關聯性之交叉分析；5.4 節為台灣地區技術概況與其它地區國家的比較分析，5.5 節為本章分析之綜合評述。

5.1 問卷設計與調查

5.1.1 問卷設計

先進技術目前應用在大眾運輸系統上大致可分兩方面，一是使用者資訊系統，另一是車隊管理系統，在探討台灣地區引進先進技術來輔助公共運輸系統營運之可行性時，最重要的是瞭解目前台灣地區業者在這兩方面所使用的技術，以及對未來引進先進技術的意願；因此，本研究利用問卷對目前公路客運業者在旅客資訊服務與車隊管理的技術現況，以及未來引進相關先進技術的意願進行調查。問卷詳細內容請參閱附錄二A。

根據本研究所希望獲得的資訊，此次問卷內容共分為四大部分：

- 1.基本資料。
- 2.現況分析。
- 3.未來引用新技術的意願。
- 4.參考資料及意見。

基本資料包含行駛路線、里程、車輛數、調度人員數、場站、平均座位數等，因為有些客運公司經營型態有兩種以上，因此特將填答項目區分為市區公車、一般公路客運、高速公路客運三類填寫，以分辨該公司的經營型態，在車輛部分則區分為20座位／車以上者為大車，反之為小車。

現況分析共有10類問題，均採勾選式答案，其中的技術項目囊括了常見的技術及較先進的新技術，讓業者依其現況填答，其問題涵蓋了旅客查詢、訂位、車上通訊、資訊顯示等使用者資訊系統，以及車輛安全設施、車隊監控、企劃管理、票務處理等車隊營運管理系統。

未來引進先進技術意願部分，則針對現況分析之各項系統可以使用的新技術，進行業者意願調查。在引進時程上，依企業經營理念分別將「短」、「中」、及「長」期定為「3年內」、「3～10年」、及「10年以上」，另外為了考慮可能有部分業者已引進新技術，因故未繼續使用，在填答項中列入「曾有」項，並詢問該技

術停用原因。

「參考資料及意見」欄係為瞭解各公司希望在何種投資條件下、何種方式下進行引用新技術，也對各公司電腦化情形進行瞭解，最後則有意見欄供業者提供與本研究相關的意見。

為顧全資料整理難易性與完整性，在現況調查與意願調查兩類，問卷題目為封閉式答案，填答者只須勾選已給定答案，基本資料及其他意見欄則採用開放式答案，讓填答者依各公司本身狀況填答。

5.1.2 問卷調查

台灣地區共有 42 家公民營客運公司（不包括離島），如表 5.1 所示。本研究計劃對這 42 家公司作全面性的調查，其中選定各地區較具代表性的公司及台北市十家聯營業者共 21 家，擬派員訪問調查，另外 21 家則利用郵送調查方式進行，因考慮意願調查屬決策問題，在寄送問卷或聯絡訪談時，均以各公司之高層主管（總經理、處長）或其所指派之主管人員為對象。

由於進行調查時間接近年底，假日運輸業務繁忙，加上一般客運業者於民國 82 年 1 月 1 日起調整票價，各公司業務部門忙著處理相關業務，郵送部分問卷回收情形初期較差，訪談部分調查則受限於時間、人力不足，僅進行 10 家，其他則改以郵送方式調查，至 82 年元月底止，共有 34 份問卷回收，回收率近 81 %，表 5.1 中劃底線業者為參與此次調查公司。

5.2 問卷結果分析

5.2.1 基本資料

在回收到的 34 份問卷的基本資料部分整理統計後，對台灣地區之公車客運業者整體的基本資料及公司特性可以有所了解。

表5.1 台灣地區公民營客運公司

北區 21 家	<u>大有巴士</u> 、 <u>欣欣客運</u> 、 <u>台北客運</u> 、 <u>三重客運</u> 、 <u>首都客運</u> 、 <u>中興巴士</u> 、 <u>基隆客運</u> 、 <u>福和客運</u> 、 <u>淡水客運</u> 、 <u>欣和客運</u> 、 <u>台汽客運</u> 、 <u>統聯客運</u> 、 <u>桃園客運</u> 、 <u>中壢客運</u> 、 <u>新竹客運</u> 、 <u>基隆市公車管理處</u> 、 <u>台北市公車管理處</u> 、指南客運、 <u>光華巴士</u> 、大南客運、新店客運
東區 3 家	<u>北宜客運</u> 、 <u>花蓮客運</u> 、 <u>鼎東客運</u>
中區 9 家	<u>豐原客運</u> 、 <u>台中客運</u> 、 <u>仁友客運</u> 、 <u>南投客運</u> 、 <u>彰化客運</u> 、 <u>員林客運</u> 、 <u>台西客運</u> 、 <u>苗栗客運</u> 、 <u>巨業客運</u>
南區 9 家	<u>嘉義客運</u> 、 <u>新營客運</u> 、 <u>協成客運</u> 、 <u>興南客運</u> 、 <u>台南客運</u> 、 <u>高雄客運</u> 、 <u>屏東客運</u> 、 <u>嘉義縣公車管理處</u> 、 <u>高雄市車船管理處</u>
合計42家	問卷回收合計34家、回收率80.95%

註：1.不含離島。

2.劃底線者為參加此次問卷調查或訪談之客運業者。

在路權方面，有21家業者擁有市區公車路權，而有27家業者有一般公路客運路權，高速公路客運僅台灣客運、統聯客運等兩家業者經營，其中約53%業者係兩種路權混合經營。

台灣地區公車業者的車輛數目方面，200輛以下的業者有17家，200~400輛業者有9家，400輛以上的業者有8家。

在調度或維修場站數的比較上，一般公路客運的場站數均多於市區公車，原因係一般公路客運的運輸里程較長，場站分布較廣，所需場站也較多，然而在兩種路權均有經營的業者之中，多數未區分調度場、維修場，也未特定為某種路權專用。

招呼站數目平均而言，市區公車雖然單一路線長度比一般公路客運短，但招呼站數目並未比一般公路客運來得少，主要是因為市區公車站距較短之故。

行駛市區公車或一般公路客運的車輛座位數而言，市區公車平均座位數比一般公路客運平均座位數來得少，因為市區公車乘坐距離較短，為了在尖峰時間可以輸運較多乘客，因此減少座位，提供站立空間，但一般公路客運與市區公車合營型態的業者通常提供同一車型車輛。

相關數據如表5.2所示。

表5.2 基本資料平均數目表

項目 經營型態	調度站數	維修站數	車站數	招呼站數	座位數
市區公車	6	3	3	396	31
一般公路客運	9	6	10	266	40
高速公路客運	30	26	28	—	38

註：表中為各項目之平均數。

資料來源：本計畫問卷資料整理

5.2.2 現況分析

在旅客服務、車隊營運管理兩方面的技術項目繁多，茲將之分為七大類進行現況統計及分析，各項服務技術現況說明如下：

1.旅客查詢服務技術方面：

目前僅以書面資料、服務台查詢及電話查詢人工回答三種服務為主，較為自動化的電話語音查詢、電傳視訊、電腦連線皆無公司使用，而班車位置、其他公司或鐵路之乘車資訊各有 32%、44%的業者未提供，如此容易加深旅客對搭乘公車或轉乘其他運具之不確定性的恐懼。其他查詢項目提供服務台查詢、電話查詢人工回答的公司超過 50%以上，印證了目前台灣公路客運業係勞力密集產業的說法，因此自動化是否可以降低人事成本，牽涉到使用率、設備投資成本、人工成本等，也是值得檢討的地方。詳細數據如表5.3所示。

2.訂位服務及車上通訊服務：

在訂位服務方面由於長途客車才需訂位，故有 62%業者並未提供，提供訂位服務則有26%為現場訂位，12%為電話聯絡人工訂位。車上提供旅客通訊服務僅台灣客運有行動電話提供，詳細數據如表5.4所示。

3.售票服務方面：

業者使用之票種型式以投現與單張票居多，均超過70%的業者提供這兩種型式售票方式。車上售票則以投現佔74 %為最多，使用電腦輔助人工售票也有 50 %，車站使用電腦輔助人工售票及自動售票機各有 44%、38%，在售票亭的售票服務多數為完全人工售票，也有35%的業者沒有售票亭服務，從這些資料可知有許多業者提供兩種以上票種型式，詳細數據如表5.5所示。

4.車上資訊顯示方面：

除了有53%利用書面圖文列示路線外，多數並沒有這方面的相關資訊提供。在車廂外部路線號碼或行駛起迄點顯示板有 88%為人工抽換方式，30%為手搖布幕方式。這方面的技術與車輛本身設備有相關性，由於國內車輛多為老舊車輛，

表5.3 乘客查詢服務技術現況統計表

單位：%

提供方式 查詢項目	書面資料	服務台查詢	電話查詢 人工回答	電話語音 查詢	電傳視訊	電腦連線	未提供 或其他
單一路線	29 (10)	44 (15)	91 (31)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
時刻表	35 (12)	50 (17)	82 (28)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
票價	32 (11)	50 (50)	82 (28)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
搭乘路線	29 (10)	53 (18)	82 (28)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
班車位置	0 (0)	32 (11)	62 (21)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	32 (11)
其他公司或鐵 路之乘車資訊	0 (0)	26 (9)	41 (14)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	44 (15)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括弧內為家數

表5.4 訂位及車上通訊服務技術現況統計表

單位：%

	未提供	現場訂位	電話聯絡 人工訂位	電話傳真 訂位	電話語音 訂位	電腦連線 訂位	電傳視訊 訂位
訂位服務	62 (21)	26 (9)	12 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	未提供	行動電話	無線電系統				
車上通訊	97 (33)	3 (1)	0 (0)				

資料來源：本計畫問卷資料整理，括弧內為家數

表5.5 售票服務技術現況統計表

單位：%

	投現	單張票	卡票	乘車證	磁票刷卡
票種型式	76 (26)	74 (25)	47 (16)	29 (10)	0 (0)
	完全人工 售票	投現	電腦輔助 人工售票	刷卡	無
車上售票	29 (10)	74 (25)	50 (17)	0 (0)	3 (1)
	完全人工 售票	電腦輔助 人工售票	自動 售票機	刷卡	無
車站售票	32 (11)	44 (15)	38 (13)	0 (0)	21 (7)
售票亭 或招呼站	53 (18)	18 (6)	0 (0)	0 (0)	35 (12)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括弧內為家數。

多數業者沒有自動化的設備，詳細情形如表5.6所示。

5.行車安全設施部分：

多數業者均交由駕駛者自行判斷及檢查，有 12%的公司車輛有設備故障自動警示系統，18 %的公司車輛有駕駛不當自動警示系統，但是根據訪談時了解，這兩部分係車輛本身附屬設備，且均為小部分檢測，而且僅利用警示燈警告，並未指出事故影響程度或自動採取應變措施。行車出發之前，有 97 %的公司駕駛員會進行車輛檢查，也有29%的公司派有技師檢查，自動化設備則尚未有業者使用，有關數據如表5.7所示。

6.車隊管理技術方面：

在排度、調度業務上，純粹以人工作業的業者佔79 %，以電腦輔助的佔 21 %；在行車紀錄上以機械式記錄器最多，有73 %的公司使用，利用人工稽查的則有29 %，車輛位置監控上有 41%以人工作業，其餘 59%則未進行此項工作，詳細數據如表5.8所示。

7.業務企劃與票務處理技術方面：

這部分工作屬於公司本身營運管理的業務，目前多數公司仍以人工作業為主，在路線及路網規劃兩項工作上，人工作業均佔 97%，僅有3 %，也就是1家公司（首都客運），以電腦軟體輔助規劃。票務處理業務上，有 59%的公司以人工作業方式執行，有41 %的公司以電腦軟體輔助人工執行，目前國內業者在這方面尚無電腦自動處理的能力，詳細數據如表5.9所示。

整體而言，在回收到的34份問卷中分析得知，純粹單一經營型態的公司為45%，除了統聯客運為專營高速公路客運業者，6家專營市區公車、8家專營一般公路客運，其餘 55%為混合經營兩種型態者。因此未來若能建立使用者資訊系統，在提供轉車資訊方面應較為完整，而車隊營運管理系統也能掌握較具規模的車隊，靈活調度，使車隊運作更經濟有效。目前所使用的技術現況上，市區客運業者與一般公路客運業者間並無太多不同的地方。較大的不同點在於售票服務上

表5.6 車上資訊顯示系統技術現況統計表

單位：%

	書面資料	固定資訊 指示燈	可變式 電子看板	電腦自動 顯示系統	無或其他
路線顯示	53 (18)	3 (1)	0 (0)	0 (0)	44 (14)
	書面資料	可變式 電子看板	電腦自動 顯示系統	站名 播報器	無或其他
預計抵達 站位顯示	0 (0)	9 (3)	0 (0)	6 (2)	85 (29)
班車位置 顯示	0 (0)	0 (0)	0 (0)	—	100 (34)
	手搖布幕	人工抽換	可變式 電子看板	無或其他	
車廂外 資訊顯示	29 (10)	88 (30)	0 (0)	0 (0)	

資料來源：本計畫問卷資料整理，括弧中為家數。

表5.7 行車安全技術現況統計表

單位：%

	由駕駛者 自行判斷	設備故障自動 警示系統	駕駛不當自動 警示系統	其他
行車安全	79 (27)	12 (4)	18 (6)	3 (1)
	司機檢查	技師檢查	車輛自動 檢測系統	無或其他
行車前檢查	97 (33)	29 (10)	6 (2)	0 (0)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括弧中為家數。

表5.8 車隊管理技術現況統計表

單位：%

	人工作業	電腦軟體輔助 人工排班調度	電腦自動 排班調度	其他	
車隊排班	79 (27)	21 (7)	0 (0)	0 (0)	
車隊調度	79 (27)	21 (7)	0 (0)	0 (0)	
	人工稽查	機械式 記錄器	電腦自動行車 記錄系統	行車中心即時 監控系統	無或其他
行車記錄	29 (10)	79 (27)	6 (2)	0 (0)	0 (0)
	人工作業	無線電系統	車輛自動 定位系統	行車中心即時 監控系統	無或其他
車輛位置 監控	41 (14)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	59 (20)

資料來源：本計劃問卷資料整理，括弧內為家數。

表5.9 業務企畫與票務處理技術現況統計表

單位：%

	人工作業	電腦軟體輔助 人工規劃處理	電腦自動 規劃處理	其他
路線規劃	97 (33)	3 (1)	0 (0)	0 (0)
整體公車 路網規劃	97 (33)	3 (3)	0 (0)	0 (0)
票務處理	59 (20)	41 (14)	0 (0)	0 (0)

資料來源：本計劃問卷資料整理，括弧內為家數。

，市區公車多以車上投現方式，而未在車站或售票亭售票，一般公路客運在車站則常用自動售票機售票，車上則利用電腦輔助人工售票為主。

從現況分析部分所統計出的結果顯示，無論在旅客服務或車隊營運管理方面，國內業者多數仍停留在人工作業的階段，因而國內公共汽車客運業的人事費用往往佔公司支出的大部分，使得運輸業成為勞力密集產業，而投資自動化的設備所需資金數量不明，所能節省人事費用是否足以抵銷投資成本等，均是令業者裹足不前的可能原因。根據訪談過程中與業者接觸的了解，多數業者抱著安於現狀，甚至只擔心公司營運及財務狀況每況愈下的情形之下，如果要推動先進技術應用於大眾運輸業上，恐怕需要政府成立工作推行小組，並建立系統發展條件，例如協助建立通訊系統、給予公車號誌優先通行權、設立公車系統行車控制中心等等，才能使公車業者有信心對於較先進的運輸服務技術加以採用。

5.2.3 引進先進技術意願調查

意願調查往往受問卷中所定之假設情境所左右，以本次調查為例，「社會環境的改變」、「政府是否補助及如何補助」、「設備採購成本及適用程度」皆影響意願表達，故以下的分析結果僅為評估引進先進技術時的一項參考。在本次調查問卷中，依企業經營的理念訂定引進新技術的時程，3年內屬短期，3～10年屬中期、10年以上屬長期，並讓業者依其公司經營理念選擇。

在查詢服務所列示三種技術：「電話語音」、「電腦連線」、「電傳視訊」，各有25%～45%的業者表示無意願使用，列為短期引進對象的業者幾乎都不超過10%，將電話語音列為中期引進的業者有40～50%左右，其餘兩項技術列為中期或長期引進的業者各佔30%左右，可見業者較能接受電話語音技術；值得注意的是對班車位置查詢與其他乘車資訊提供這兩項，業者多列為中、長期計劃，而超過40%的業者無意願提供服務，可見候車資訊與轉車資訊較不受業者重視，詳細數據如表5.10所示。

表5.10 乘客查詢服務先進技術引用意願統計表

單位：%

引用意願 系統功能		曾 有 已 停用	已 有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
單一 線查詢	電話語音	0 (0)	0 (0)	9 (3)	50 (17)	18 (6)	23 (8)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	32 (11)	36 (12)	32 (11)
	電腦連線	3 (1)	0 (0)	0 (0)	32 (11)	29 (10)	36 (12)
時刻表 查 詢	電話語音	0 (0)	0 (0)	9 (3)	47 (16)	15 (5)	29 (10)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	32 (11)	27 (9)	41 (14)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29 (10)	27 (9)	44 (15)
票 價 查 詢	電話語音	0 (0)	0 (0)	9 (3)	44 (15)	18 (6)	29 (10)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	32 (11)	27 (9)	41 (14)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29 (10)	29 (10)	42 (14)
搭乘路 線查詢	電話語音	0 (0)	0 (0)	12 (4)	41 (14)	21 (7)	26 (9)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	27 (9)	35 (12)	38 (13)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	3 (1)	18 (6)	38 (13)	41 (14)
班車位 置查詢	電話語音	0 (0)	0 (0)	6 (2)	32 (11)	27 (9)	35 (12)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (7)	35 (12)	44 (15)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (7)	35 (12)	44 (15)
其他公 司或鐵 路之乘 車資訊	電話語音	0 (0)	0 (0)	3 (1)	24 (8)	32 (11)	41 (14)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (8)	32 (11)	44 (15)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (8)	29 (10)	47 (16)

資料來源：本計畫問卷整理，括號中為家數。

訂位服務方面因為需要訂位服務的業者不多，故各項技術均有70 %左右的業者表示無意願，其餘業者也多將這些新技術列為中、長期引進的對象，目前台北市公車處有電話傳真訂租車服務，嘉義客運曾提供語音訂位，是兩個較特殊的例子；車上通訊系統方面，只有台汽公司在長途班車中提供行動電話，而行動電話與無線電兩項技術都有55%的業者表示無意願，詳細數據如表5.11所示。

售票服務新技術方面，電腦輔助人工售票已普遍有業者使用，在車上使用的業者有47%，車站使用的業者有38%，但仍有近三分之一的業者表示無引進意願；在車站已設自動售票機的業者有32%，最近幾年討論已久的磁卡刷卡方式列為中程引進對象或無意願引進的業者各佔40%，福和客運曾在車上試用刷卡收費，卻因反應不佳及票源不足等原因而未正式使用。在售票亭或招呼站售票服務中，可能因多數業者本來就未在這些地點售票，因此有56 %以上的業者無意願引進任何新技術，詳細數據如表5.12所示。

在車上資訊顯示部分，可變式電子看板較為業者接受，近10 %業者列為短期計畫，40%左右的業者表示無意願，另外50 %的業者則中、長期計畫各佔一半；電腦自動顯示技術與電腦查詢系統則有50 %左右的業者表示無意願，有30 %業者列為長期計畫，其餘業者列為中期計畫，短期內將引進的業者幾乎沒有，詳細數據如表5.13所示。

在行車安全設備部分，設備故障自動警示系統及駕駛不當自動警示系統普遍較為業者接受，列為中、長期計畫各約佔30%，僅20 %左右業者無意願，其他業者已經使用此類技術或近期內將引進；自動導引系統及自動駕駛系統由於技術成熟度較低，加上國內複雜的交通情況，業者引進的意願較低，超過50%的業者無引進意願，30%左右列為長期計畫，10 %左右列為中期計畫，詳細數據如表5.14所示。

車隊營運管理作業上，多數業者對以電腦輔助排班、調度較有興趣，各約有60%的業者將之列為短、中期計畫或已使用，惟無意願者亦有28%，行車記錄技術則以機械式記錄器已有79%的業者使用，但也有2家業者因容易損壞而停用，電

表5.11 訂位及車上通訊服務先進技術引進意願統計表

單位：%

系統功能 引用意願		曾 有 已停用	已 有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
訂 位 服 務	電話傳真	0 (0)	3 (1)	6 (2)	6 (2)	15 (5)	70 (24)
	電話語音	3 (1)	0 (0)	3 (1)	12 (4)	15 (5)	67 (23)
	電傳視訊	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (3)	17 (6)	74 (25)
	電腦連線	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (3)	17 (6)	74 (25)
車 上 通 訊 服 務	行動電話	0 (0)	3 (1)	3 (1)	24 (8)	15 (5)	55 (19)
	無線電	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (7)	24 (8)	55 (19)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

表5.12 售票服務先進技術引進意願統計表

單位：%

系統功能 引用意願		曾 有 已停用	已 有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
車 上 售 票	電腦輔助	6 (2)	47 (16)	0 (0)	12 (4)	6 (2)	29 (10)
	刷 卡	3 (1)	0 (0)	15 (5)	38 (13)	6 (2)	38 (13)
車 站 售 票	電腦輔助	12 (4)	38 (13)	0 (0)	15 (5)	9 (3)	26 (9)
	自動售票機	12 (4)	32 (11)	6 (2)	15 (5)	9 (3)	26 (9)
	刷 卡	0 (0)	0 (0)	9 (3)	38 (13)	9 (3)	44 (15)
售票亭 或 招呼站 售 票	電腦輔助	0 (0)	9 (3)	3 (1)	17 (6)	15 (5)	56 (19)
	自動售票機	3 (1)	0 (0)	3 (1)	26 (9)	12 (4)	56 (19)
	刷 卡	0 (0)	0 (0)	9 (3)	24 (8)	12 (4)	55 (19)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

表5.13 車上資訊顯示系統先進技術引用意願統計表

單位：％

系統功能		引用意願	曾有 已停用	已有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
行駛 路線 顯示	可變電子看板		0 (0)	0 (0)	12 (4)	26 (9)	24 (8)	38 (13)
	電腦自動顯示		0 (0)	0 (0)	3 (1)	18 (6)	35 (12)	44 (15)
	電腦查詢系統		0 (0)	0 (0)	3 (1)	18 (6)	23 (8)	56 (19)
預計抵 達站位 顯示	可變電子看板		0 (0)	9 (3)	9 (3)	26 (9)	12 (4)	44 (15)
	電腦自動顯示		0 (0)	0 (0)	0 (0)	26 (9)	24 (8)	50 (17)
	電腦查詢系統		0 (0)	0 (0)	0 (0)	23 (8)	18 (6)	59 (20)
班車 位置 顯示	可變電子看板		0 (0)	0 (0)	3 (1)	24 (8)	29 (10)	44 (15)
	電腦自動顯示		0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (8)	26 (9)	50 (17)
	電腦查詢系統		0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (7)	26 (9)	53 (18)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

表5.14 行車安全設備先進技術引用意願統計表

單位：％

系統功能	引用意願	曾有 已停用	已有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
設備故障自動警示系統		0 (0)	12 (4)	6 (2)	29 (10)	29 (10)	24 (8)
駕駛不當自動警示系統		0 (0)	17 (6)	6 (2)	35 (12)	21 (7)	21 (7)
自動導航系統		0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (3)	29 (10)	62 (21)
自動駕駛系統		0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (4)	21 (7)	67 (23)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

腦自動記錄技術有 38% 的業者列為中期考慮，32% 業者表示無意願。關於車輛位置技術方面對無線電系統，列為中、長期及無意願的業者各佔三分之一，對自動車輛定位與行車中心監控表示無意願的業者各有 41%，中、長期各有 32%、35% 左右，首都客運曾經測試過無線電系統及自動車輛定位兩種技術，但僅屬測試性質，並未正式引進使用，詳細數據如表 5.15 所示。

針對業務企劃與票務處理作業，多數業者將電腦輔助人工作業列為短、中期計畫，佔 50% 左右，無意願的業者佔 32%，其他業者列為長期引進計畫；電動自動作業方式列為中、長期及無意願的業者各佔 29%、29% 及 42%，其中票務處理方面較受業者重視，多考慮以電腦輔助人工作業，詳細數據如表 5.16 所示。

綜合以上說明，國內公車業者對引進先進技術多列為中、長期計畫，而且平均有 30%~40% 的業者對引進先進技術缺乏意願，可見國內業者多安於現狀，沒有研發的企圖心，僅有少數幾家公司如福和客運、首都客運、中興巴士等，對部分先進技術進行測試，因此如果要推動使用先進技術，除了開發成熟技術外，提供業者有關先進技術的使用情形的資訊也相當重要。

5.2.4 參考資料及意見

為了瞭解台灣地區公車業者是否有專責部門執行技術開發或引進，以及何種投資方式較能讓業者配合技術引進，本研究在問卷最後加入一些題目進行意見調查，同時了解各公司電腦化的情形，並讓業者針對本研究的課題自由地表達意見。

在專門技術部門方面，有 55% 的公司設有電腦中心，15% 的業者有行車控制中心；引進新技術權責方面，僅有 15% 的業者有專責部門，而且人數都不多；引進新技術的困難上有 55% 的公司表示有困難，主要陳述原因是財務狀況不佳、人員訓練不足，高雄客運則向訪談人員表示相關先進技術的資訊來源不足，這點倒是值得注意。投資環境的選擇上，選擇自行投資的只有一家，賦稅減免獎勵投資下意願引進的業者有 16 家（約 47%），政府直接補助情形下意願引進的業者有 26 家

表5.15 車隊管理先進技術引用意願統計表

單位：%

引用意願 系統功能		曾 有 已停用	已 有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
排 班 作 業	電腦輔助作業	0 (0)	21 (7)	23 (7)	18 (6)	9 (3)	29 (10)
	電腦自動作業	0 (0)	0 (0)	15 (5)	32 (11)	15 (5)	38 (13)
調 度 作 業	電腦輔助作業	0 (0)	15 (5)	18 (6)	23 (7)	15 (5)	29 (10)
	電腦自動作業	0 (0)	0 (0)	15 (5)	32 (11)	12 (4)	41 (14)
行 車 記 錄	機械式記錄器	6 (2)	79 (27)	3 (1)	3 (1)	0 (0)	9 (3)
	電腦自動記錄	3 (1)	6 (2)	12 (4)	38 (13)	9 (3)	32 (11)
	行車中心監控	0 (0)	0 (0)	0 (0)	35 (12)	24 (8)	41 (14)
車 輛 位 置 監 控	無線電系統	3 (1)	0 (0)	0 (0)	30 (10)	32 (11)	35 (12)
	自動車輛定位	3 (1)	0 (0)	0 (0)	24 (8)	32 (11)	41 (14)
	行車中心監控	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (8)	35 (12)	41 (14)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

表5.16 業務企畫與票務處理先進技術引用意願統計表

單位：%

系統功能 \ 引用意願		曾 有 已停用	已 有	3 年內	3 ~10年	10年以上	無意願
路 線	電腦輔助作業	0 (0)	3 (1)	12 (4)	35 (12)	18 (6)	32 (11)
	電腦自動作業	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29 (10)	29 (10)	42 (14)
規 劃	電腦輔助作業	0 (0)	0 (0)	12 (4)	38 (13)	18 (6)	32 (11)
	電腦自動作業	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29 (10)	29 (10)	42 (14)
票 務	電腦輔助作業	0 (0)	15 (5)	9 (3)	35 (12)	17 (6)	24 (8)
	電腦自動作業	0 (0)	0 (0)	6 (2)	32 (11)	30 (10)	32 (11)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號中為家數。

(約76%)，由政府購買設備租給業者的情形下意願引進的業者有5家(約15%)，因此政府直接或間接補助係多數業者引進先進技術的誘因。

在業務電腦化方面，有19家(約58%)業者已使用個人電腦或電腦系統處理事務性作業、營運統計及人事、物料管理等，以精簡人力，台北市公車處則正與電腦公司合作開發調度軟體。

其他意見部分，許多業者傾向於先改善公司營運狀況，將收支情形轉虧為盈，再討論技術提昇為佳；亦有業者建議由業者組成推動小組，統籌先進技術的引進問題。參考資料及意見的統計結果如表5.17所示。

整理各公車業者所提的意見，可以發現對於先進技術引進的條件，多數業者希望政府直接或間接補助。在34家受訪業者中，僅有5家為公營業者，而民營公司對決策考量通常較偏重實質利益，努力改善營運狀況似乎比引進先進技術來得重要，造成調查結果顯示業者對引進先進技術的意願並不高。

對於改善業者營運狀況的方案，業者並不完全同意調高票價的方式，因為調高票價常造成乘客流失，損失的票款收入無法藉著票價調高彌補，部分業者希望能在稅賦方面減免，以降低營運成本方式改善營運狀況。

要推動引進先進技術應用於公車系統中，政府必須先設法改善公車業者的營運狀況，使業者轉虧為盈，才能提高業者投資意願，並以直接或間接補助方式協助業者引進先進技術，建立完善的公車運輸系統，提昇大眾運輸服務品質，吸引更多潛在乘客，以達到鼓勵使用大眾運輸系統之目的。

表5.17 參考資料及意見欄彙總統計表

單位：%

客運公司設立專門技術部門情形

電腦中心	行車控制中心	無
53% (18)	15% (5)	32% (10)

公司有無專責引進技術之部門

有	無
18% (6)	82% (28)

公司引進新的技術有無困難

有	無
79% (27)	21% (7)

投資條件的選擇

自行投資	賦稅減免 獎勵投資	政府直接 補助	政府購買設備 租給公司使用	其他
3% (1)	47% (16)	76% (26)	15% (5)	3% (1)

資料來源：本計畫問卷資料整理，括號內為家數。

5.3 業者引進先進技術意願之交叉分析

在引進先進服務旅客及車隊管理技術的過程中，除了尋求良好而且適用的系統，評估系統之成本效益外，在進行擬定引進策略之前，業者的意願也是一個參考的重點。由於此次調查乃一全面性之調查，各公路客運業者之間的特性有差異存在，如公司規模不同等，而這些不同的特性可能在業者表達引進先進旅客服務及車隊管理技術的意願時有所影響。這些影響可以提供擬定引進策略時，是否針對不同公司採取不同策略的參考。

在分析調查所回收的 34 份問卷後，依據三種業者特性為影響因素，進行交叉分析，即經營型態、公司規模、服務地區，希望了解依據這三個因素分類後的業者群組之間，對於問卷中有關未來引進先進技術的題目所填的答案是否有所不同，這三個因素所分的業者群組說明如下：

1.經營型態：

分為專營市區公車業者、專營一般公路客運業者及兩種型態混合經營者（含市區公車與一般公路客運、一般公路客運與高速公路客運混合）等三類。34家業者中專營市區公車業者有6家，專營一般公路客運業者有10家，混合經營業者有18家。

2.公司規模：

本研究以車隊大小代表公司規模，分為 200 輛以下業者為小型公司，200～400 輛業者為中型公司，400 輛以上為大型公司。回收的 34 家業者中，小型公司 17 家，中型公司 9 家，大型公司 8 家。

3.服務地區：

因為台北市的產業動向往往影響台灣地區同一產業的業者，當然公車業者也不例外，因此本研究將回收之 34 家業者分為北市聯營 7 家與非北市聯營 27 家。

為了進行交叉分析，將問卷中第三部分有關未來的每一項題目當成一個變數，依前述三種因素區分的群組，進行變數與群組間的相關分析，然後將相關程度相當

高的變數取出，再針對該變數進行各群組間的變異數分析，並列出該題目與群組分類標準的交叉次數表，檢視各群組的差異與傾向，各分類群組填答傾向如表5.18，並說明如下：

1.以經營型態分群組：

三種經營型態同時分析時，對於時刻表及票價兩種查詢服務使用電話語音服務，市區公車業者有二分之一選擇無意願，其他列為中、長期計劃；一般公路客運業者列為中、長期計劃或無意願則各佔三分之一；混合經營業者有60%以上列為中期計劃；這個傾向可能由於混合經營業者的時刻表與票價種類較複雜，而查詢服務的需求較大所致。

僅分析市區公車與一般公路客運的兩個群組之影響，發現車上售票服務與車站售票服務使用電腦輔助人工售票的方式已有一般公路客運業者在使用，市區公車則多無意願，可能由於市區公車多是車上投現的關係。

針對一般公路客運與混合經營業者的傾向分析發現單一路線查詢、時刻表、票價、旅程規劃等四項查詢服務，一般公路客運業者列為中期、長期或無意願者各佔三分之一，而混合經營者則有60%的業者列為中期計劃，顯示混合經營者因業務較複雜，查詢服務的需求較大，在票證處理使用電腦輔助人工處理方面，混合經營業者有30%已在使用，30%列為中期計劃，一般公路客運業者的意願則是列為中期、長期或無意願者各佔三分之一，似乎顯示混合經營的業者對使用電腦輔助人工處理票證（收支、會計）的意願與需求較高。

就市區公車與混合經營兩個群組而言，在時刻表查詢使用電話語音服務上，市區公車多無意願，混合經營則以中期計劃為主；關於車上售票服務使用電腦輔助人工售票及車站售票服務使用自動售票機兩項服務，混合經營業者已有使用或列為短、中期計劃，市區公車業者則多傾向無意願，可能因為市區公車多為車上投現較方便，而混合經營業者則需自動化機器取代部份售票人力。

2.以車隊規模分群組：

分析結果顯示不同公司規模在填答時並無太多差異存在，只有行車記錄使

用機械式記錄法一個題目三類業者填答有所差異，小型公司與中型公司均有 80% 以上已有機械式記錄器，大型公司卻有將近 40% 的業者表示無意願。整體而言，在全部表示無意願的 4 家公司中，大公司佔了三家，可見機械式記錄器的使用可能有一些問題存在。

3. 以服務地區分群組：

結果有六個題目的填答因服務地區不同而有所差異，分別敘述如下：

- (1) 關於單一路線查詢使用電腦連線服務上，北市聯營的業者都表示有意願，非北市聯營業者卻有 45% 左右表示無意願，顯示北市聯營業者比較願意用電腦連線提供查詢服務。
- (2) 對車上售票使用刷卡而言，北市聯營業者列為短中期計劃的比例很高，計達 85%（6 家），非北市聯營業者則有 45% 表示無意願，這個現象應該與近兩年台北市聯營公車正推動票証電腦化有絕對的關係。
- (3) 車站售票使用電腦輔助人工售票對北市聯營業者而言並無需要，因為北市聯營業者沒有大型固定式車站，而且全採車上投現，並無車站售票服務，其他非北市聯營業者則有 50%（13 家）左右已有相關設備與服務，這應是其間差異的來源。
- (4) 對班車位置顯示使用可變式電子看板的意願，北市聯營業者只有三分之一列為長期計劃，其他均表示無意願，非北市聯營業者則各有三分之一分別列為中期或長期計劃，顯示北市聯營業者可能認為班車位置顯示使用可變式電子看板不適用於市區公車使用（甚至根本不需要）。
- (5) 使用電腦輔助人工調度方面，北市聯營業者有 4 家已經使用，佔 60% 左右；非北市業者則有三分之一的業者表示無意願，短、中、長期則各佔 20% 左右，僅一家已使用，可見此技術在北市使用較為成熟，可能也因為台北市使用電腦較普及的結果。
- (6) 對於使用電腦自動進行排班或調度，北市聯營業者多表示高度意願，列為短期計劃者將近 60%（4 家），僅一家表示無意願，非北市聯營業者則有多

數表示無意願，計有50%（13家）左右，顯示北市聯營業者想更上一層樓，使用電腦自動排班或調度，也應該是由於台北市的硬體環境（電腦使用率）較完備所致。

由上述結果顯示，不同的經營型態分組下，業者對有關查詢（特別是時刻表與票價）服務方面及車站、車上售票的技術意願可能有所差異，顯示在這兩方面市區公車與一般公路客運的需求與特性不同，一般公路客運的發車必須按照時刻表，市區公車則以車輛到達間距為準，由於市區交通狀況的不穩定，欲達到一定服務水準，除了車隊不能太少外，必須有效率的營運，因此售票與收費都盡量簡便；車隊規模的分組下，不同規模的業者對引進先進技術的意願則無重大差異；台北市聯營業者型態較接近專營市區公車，因此與其他地區的業者分組統計下，售票技術的意願與非北市聯營業者便有所差異，另外由於與高科技的接觸頻繁，對於使用電腦協助營運的意願也較高。

5.4 各國應用概況比較及台灣地區個案分析

世界各主要國家應用先進科技提昇公共運輸的服務品質已愈益普遍，依據本研究區分之先進技術子系統，可以整理各主要國家應用各子系統之概況，如表5.19所示。由表 5.19 可知電子票證系統已為各國廣泛使用，主要原因係考慮票款收入的真確性，使用者的便利性及定價與收費的彈性；也由於票證子系統可以獨立發展，並不需要有其他子系統的密切配合。其次為車隊管理系統的基礎—行車監控子系統，如車隊營運子系統、排班調度子系統、使用者資訊系統等，都需要行車監控子系統的資訊才能夠有效運作，因此行車監控子系統有其先行建立的必要。使用者資訊系統則為美、加、英、法等國家廣泛使用，可見提供使用者充分的資訊是歐美國家的公共運輸服務的理念。

表5.18 各因素分類下受影響的題目與傾向

	受影響之題目	分類依據	意願傾向
經營型態	時刻表查詢使用電話語音	市區 一般 混合	無意願 中、長期或無意願 中期
	票價查詢使用電話查詢	市區 一般 混合	無意願 中、長期或無意願 中期
經營型態 (市區、一般)	車上售票服務使用電腦輔助人工售票	市區 一般	無意願 已有、短期
	車站售票服務使用電腦輔助人工售票	市區 一般	無意願 已有、短期
經營型態 (一般、混合)	單一路線、時刻表、票價、旅程規劃 查詢等使用電話語音服務	一般 混合	中、長期或無意願 中期
	票證處理使用電腦輔助人工處理	一般 混合	中、長期或無意願 已使用或中期
經營型態 (市區、混合)	時刻表查詢使用電話語音服務	市區 混合	無意願 中期
	車上售票使用電腦輔助人工售票	市區 混合	無意願 已使用或短、中期
	車站售票使用自動售票機	市區 混合	無意願 已使用或短、中期

資料來源：本計畫問卷資料整理

表5.18 (續) 各因素分類下受影響的題目與傾向

服務地區	單一路線查詢使用電腦連線	北市聯營	中、長期
		非北市聯營	無意願
	車上售票使用刷卡	北市聯營	短、中期
		非北市聯營	無意願
	車站售票使用電腦輔助人工售票	北市聯營	無意願
		非北市聯營	已有或短、中期
	班車位置顯示使用可變式電子看板	北市聯營	無意願
		非北市聯營	中、長期或無意願
	排班使用電腦自動排班	北市聯營	短、中期
		非北市聯營	無意願
	調度使用電腦輔助人工調度	北市聯營	已有或短期
		非北市聯營	中、長期或無意願
	調度使用電腦自動調度	北市聯營	短、中期
		非北市聯營	無意願
車隊規模	行車記錄使用機械式記錄法	200輛以下	已有
		200 - 400輛	已有
		400輛以上	已有或無意願

資料來源：本計畫問卷資料整理

東亞地區的日本、新加坡、香港等地區開始引進公共運輸的先進技術，但多是單一系統之建立，再逐漸組合成一個完整的系統，台灣地區則是近幾年才開始倡議電子票證系統，並有福和客運在民國 81年5月測試使用，但因某些因素而停止測試，不過近期內將由台北市聯營公車開始正式引進使用。

台灣地區在公共運輸上使用先進技術有兩個例子，說明如下：

1. 福和客運在民國 81年5月到81 年8月底，曾在 40部車上裝設了磁票讀票機，共花費了約400萬元，但僅執行三個月即告終止。其最直接的原因是磁票供應商車票供應不及，而導致計畫停擺，另有以下幾個原因：

- (1)車票品質不良，大量車票因此作廢；
- (2)讀票機處理車票時間每張約3秒，太耗時，司機與乘客均覺不便；
- (3)供應商維修能力太差；
- (4)未慎選供應商，造成預期太過樂觀。
- (5)司機與乘客適應不良。

由於上述這些原因，致使業者喪失信心，未能繼續使用。

2. 台北市公車處裝設站名播報器，前後裝過兩種不同方法的機型，一是以車門開啓為判斷到達站名準則，一是以里程計算為判斷準則。前者由於常有民衆趕公車或啓動時又有乘客欲下車，造成一站車門開關多次，而無法準確的播報站名；另則由於以里程推估車輛位置，其準確性較高，台北市公車處將裝設500輛左右的車輛，全面提供乘客此項服務。

前述世界各主要國家多為已開發國家，為了瞭解其國家之經濟力量與其公共運輸服務使用先進技術的程度是否有關，依據表 4.19 所示之各主要國家使用先進技術的概況，以第六章表6.2各子系統相對重要性作為使用該子系統的權重百分比，並對照各國平均國民所得，可以整理出各國年平均國民所得與其公共運輸系統使用先進技術程度的關係，其中之相對重要性為使用者資訊系統（含旅次前乘客資訊、車輛內資訊、場站資訊三項）相對重要性為0.37，行車監控系統相對重要性為 0.125，行車安全系統相對重要性為0.124，車隊營運系統相對重要性為 0.162，排班調度系統相對重要性為0.140，電子票證系統相對重要性為 0.079，將相對重要性換算為其使

表5.19 各國應用先進技術子系統概況

國家	系統 使用者 資訊系統	行車監控 系統	行車安全 系統	車隊營運 系統	排班調度 系統	電子票證 系統
美國	✓	✓	✓	✓	✓	✓
加拿大	✓	✓		✓	✓	✓
英國	✓		✓			✓
瑞典	✓					✓
德國	✓	✓		✓	✓	✓
西班牙						✓
義大利		✓			✓	✓
挪威					✓	✓
荷蘭		✓				✓
法國	✓	✓			✓	✓
紐西蘭		✓				
比利時	✓	✓		✓		✓
日本	✓	✓			✓	✓
新加坡				✓		✓
香港		✓				✓
台灣						✓

註：本表以本研究收集之文獻及出國訪查的結果為資料來源，並以該國家或地區中有一個城市以上使用該系統協助整體公車營運為是否應用之指標，而不以單一公司使用為應用指標。

用系統之權重並予以加總，可得表5.20與圖 5.2所示之結果。圖中共有 16個國家或地區中，在 1991年時除了台灣平均國民所得為 9332美元外，其餘均超過 10,000美元，而先進程度的情形則有13 個國家超過20%，在所得超過 15,000美元的 11個國家中，有美國、加拿大、德國、英國、法國、比利時、日本等 7個國家使用先進技術的程度超過 50%，這些國家多是實施社會福利政策的國家，台灣地區目前年平均國民所得已超過 10,000美元，而且逐年持續成長，加上正規劃實施的全民健康保險制度來觀察，台灣也正努力走向福利國家之列，因此，公共運輸使用先進技術的程度也應隨著國民所得的成長及福利政策的推行，繼續地加以提升，才不致給人「空有經濟力量，國民生活品質卻依然低落」的印象。

國際公共運輸聯盟曾對其會員業者進行調查，結果顯示國外業者對於旅客的資訊服務及營運資訊的電腦化、即時化意願多為 40%以上，此與國內業者意願相較之下，可以看出國外業者對於服務旅客較為重視，相關結果如表5.21 所示，其調查過程、回收情形請參閱第四章。

5.5 綜合評述

本次問卷調查所回收的 34份問卷經統計整理，在基本資料方面，34 家業者中僅 5家為公營，其他 29家均為民營業者，200輛車以下的業者有 17 家，而且多數少於 100 家，可見台灣地區公車業者有不少是小規模經營的，一般公路客運、高速公路客運的場站數（維修站、調度站、車站）、座位數均比市區公車多，而市區公車的招呼站則比其他兩種經營形態多，這些項目均與業者經營型態特性（如站距、服務里程）有關。

服務技術現況部分，分析結果顯示目前國內公車業者在「服務旅客」及「車隊營運管理」兩項工作上使用的技術多數利用人工操作為主，例如在查詢服務提供電話查詢人工回答的方式，車輛監控則利用稽查機動監督的方式等。比較不同的地方是各公司為精簡人事以及確實掌握票款收入，在售票服務方面使用電腦輔助人工售票或自動售票機等較自動化設備進行售票的情形也相當普遍。而近年來電腦設備的

表5.20 各主要國家之國民平均所得與公車系統先進程度彙總表

國家	1991年國民 平均所得(美元)	已應用先進技術之子系統	公共運輸系統 先進程度
美國	19474	A,B,C,D,E,F	100%
加拿大	19598	A,B,D,E,F	88%
英國	14933	A,C,F	57%
瑞典	27788	A,F	45%
德國	19966	A,B,D,E,F	88%
西班牙	13438	F	8%
義大利	20005	B,E,F	34%
挪威	25060	E,F	22%
荷蘭	18920	B,F	20%
法國	21442	A,B,E,F	72%
紐西蘭	10892	B	13%
比利時	19549	A,B,D,F	74%
日本	27427	A,B,E,F	71%
新加坡	13236	D,F	24%
香港	13700	B,F	20%
台灣	9332	F	8%

註：(1)各系統代號如下：

A：使用者資訊系統 B：行車監控系統 C：行車安全系統
D：車隊營運系統 E：排班調度系統 F：電子票證系統

(2)本表以本研究收集之文獻及出國訪查的結果為資料來源，若有疏失應以現況核算權重。

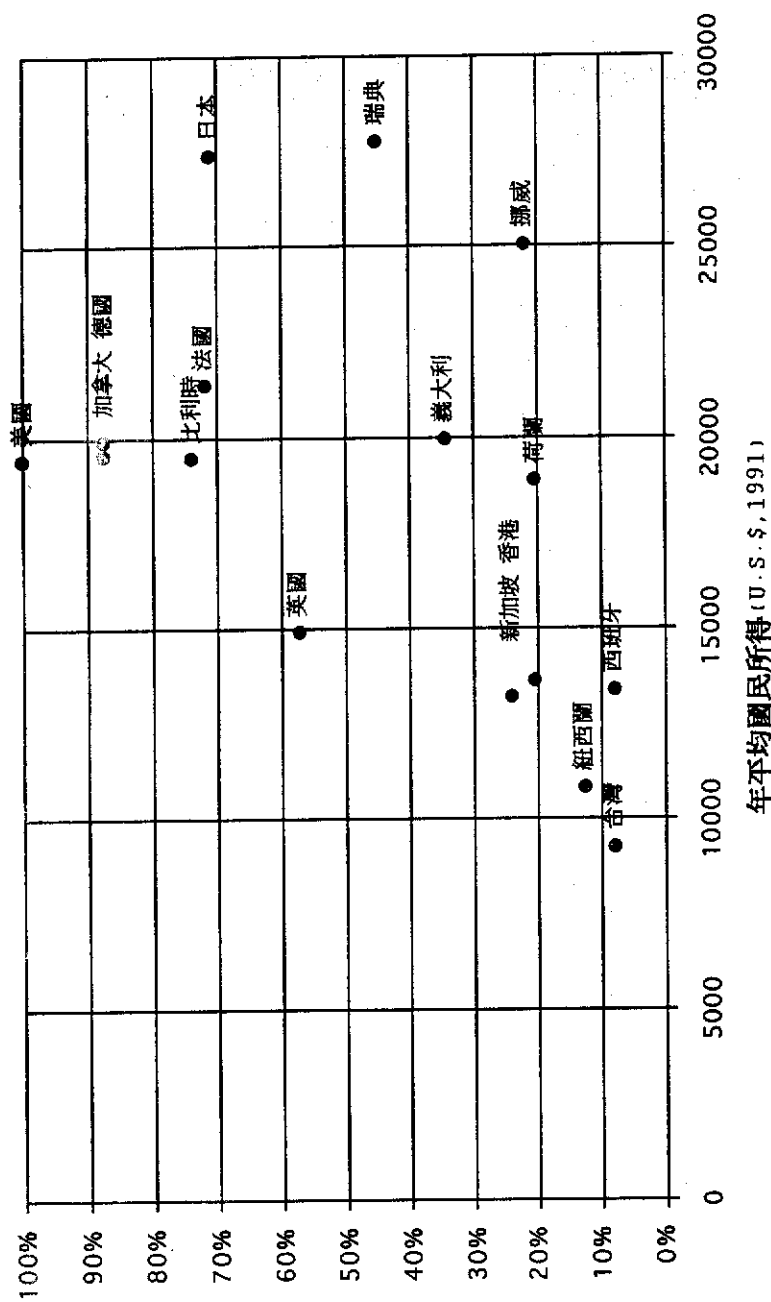


圖5.1 各國年平均所得與其公車系統使用先進技術程度之關係圖

表5.21 國外公共運輸技術相關調查之結果表

題目	回答「是」 的比例 (%)	問卷數	總計 是 / 否 / 不確定
旅客資訊			
動態需求預估	65	40	26 / 2 / 2
圖形介面導引	35	40	14 / 11 / 2
時間表的建議	35	40	14 / 2 / 9
即時選擇	37.5	40	15 / 7 / 5
動態時刻表	45	40	18 / 4 / 9
動態分隔	17.5	40	17 / 6 / 11
不同預估方式	65	40	26 / 2 / 1
使用者不滿意的主要原因			
人員不足	37.5	40	15 / - / -
服務未達預期標準	47.5	40	19 / - / -
對路線資料提供太少	15	40	6 / - / -
無即時資訊	50	40	20 / - / -
在候車處等車時間的顯示			
不重要	5	40	15 / - / -
符合使用者的需要	67.5	40	27 / - / -
乘客支出	42.5	40	17 / - / -
資料來源			
自行估計	47.5	40	19 / - / -
問卷	7.5	40	3 / - / -
經驗	50	40	20 / - / -
候車站所需要的資訊種類			
等待時間	87.5	40	35 / - / -
停等數	72.5	40	29 / - / -
旅行時間	40	40	16 / - / -
路線選擇	30	40	12 / - / -
停站數選擇	12.5	40	5 / - / -
交通擁擠程度	42.5	40	17 / - / -
車禍	35	40	14 / - / -
服務中斷	72.5	40	29 / - / -
預期的需求			
需求減少	5	40	2 / - / -
需求增加	40	40	16 / - / -
家裡提供資訊	65	40	26 / 6 / -
整合			
與鄉鎮地區整合	45	40	18 / - / -
收費方式	20	40	8 / - / -
車輛識別	27.5	40	11 / - / -
車上導引電腦	20	40	8 / - / -
專家系統的使用			
現在	12.5	40	5 / 23 / -
未來	17.5	40	5 / 17 / -
系統混合	45	40	18 / 12 / -

資料來源：Khorovitch, B.G. et al, Technical and Economic Aspects of Operational Control Systems.

購置成本逐年降低，加上個人電腦使用相當普及，部分公司利用小型電腦或個人電腦處理一般事務或內部管理（如人事、薪資）事務資料處理的工作，這表示國內業者普遍感受到人事費用的壓力，並尋求精簡人事的方法。

對於引進先進技術的意願，調查結果顯示國內業者對多數新的技術列為中期（3～10年）或長期（10年以上）的計畫約各佔33家業者的三分之一，另有三分之一的業者表示無引進的意願，僅有部分項目的技術有業者將之列為短期計畫，如查詢方面的電話語音查詢、資訊顯示方面的可變式電子看板、排班調度的電腦輔助人工作業、業務規劃的電腦輔助作業等。由此結果可發現國內公車業者對使用情況較不明確的先進技術多抱持觀望態度。

有關引進先進技術的意願部分，總體而言，各項題目選擇中期計劃的業者平均有25.97%，列為長期計劃者平均有21.84%，而表示無意願的業者則41.87%，這三個項目已佔89.68%，顯示國內公車業者欲引進技術時，對於使用較不明確的先進技術多抱持觀望態度。

進一步針對引進意願進行交叉分析，結果顯示，在不同的經營型態分組下，以查詢服務、售票服務技術引進意願有所差異；車隊規模的分組下，不同分組的業者之間並無顯著差異；台北市聯營業者在售票服務技術上較接受使用先進技術，多有計畫在短期內使用磁卡售票，這與非北市業者有所差異，而且北市業者對於電腦輔助人工作業或使用電腦的興趣較高。

對於引進先進技術的模式、困難及其他有關意見，本研究亦加以徵詢；如投資條件的選擇多數主張由政府直接補助或賦稅減免獎勵投資；引進之困難方面，則主要以人員缺乏、資金不足、營運情形不佳、相關資訊不足為主要困難原因，公車業者也多希望政府儘速調整公車費率、解決市區交通惡化的狀況，並對虧損路線補貼或減免稅賦。

事實上，台灣地區公車業者並非全然不願引進新技術以提昇公車服務水準，例如福和客運試圖引進電子票證系統，台北市公車處也進行站名播報器的引進等。在本研究進行此次訪談過程中，公車業者對於先進技術的引進意願考量，由於大多是私人企業，填答時常以公司財務情形為重心；部分業者表示公司虧損嚴重，對於引

用新技術提昇服務水準，實在是「心有餘而力不足」，也有業者表示有關技術的資料及技術人員不足，大部分的業者希望由政府直接或間接補助，這些結果在推動先進技術應用時值得參酌考量。

第六章 先進公共運輸系統之適用性分析

本章主要目的在評估先進公共運輸系統的適用性，以作為引進先進技術的參考依據。由於各種子系統間存在著某種關聯性，且成本效益資料常隨系統大小、車隊規模而有所差異，因此如何選擇適當的評估方法，採取合適的步驟來進行評估，並將發展時程與系統相關性納入評估，則是本章的討論重點。

由前述分析可知，先進公共運輸系統 (APTS) 主要目的乃在應用電子、通訊及電腦科技等先進科技，與大眾運輸工具結合，以提昇共乘 (Ride Sharing) 及大眾運輸 (Public Transit) 之利用率，以期能減少都市嚴重之交通擁塞與空氣污染問題。

本研究蒐集之相關資料顯示，與先進公共運輸系統相關的技術及正研發中之技術十分的多，有系統探討這些技術在台灣實施之適用性，可幫助決策者了解先進公共運輸系統對台灣公共運輸可能之貢獻。

關於應用在先進公共運輸系統上之各項先進技術及系統，其效益及成本究竟如何？而在執行時又可能遭受那些限制？在本章中針對先進公共運輸系統的八大系統（旅次前乘客資訊系統、場站資訊系統、車輛內資訊系統、排班調度系統、行車監控系統、行車安全系統、車隊營運系統、及票證系統）進行適用性評估，以作為研擬引進及推動先進公共運輸系統政策的參考依據。

6.1 先進公共運輸系統技術評估內容

先進公共運輸系統技術評估，主要係針對台灣環境，考量先進公共運輸系統功能之相對重要性。在本研究第三章中曾針對各系統所採用之技術、效益、及限制做一探討，但大部分均為定性的描述、或針對某種系統之成本及效益資料進行整理，但如何配合先進公共運輸系統的發展時程，引進合適的先進技術，則是本章所探討的重點。具體而言，本項分析工作的目的，乃在瞭解先進公共運輸系統功能對台灣

所造成之正面影響及執行時可能遭受的阻力。此項評估須考量許多量化和不可量化之因素及其間互動之關係，因此如何選擇及設計有效之評估分析方法以從事有意義的分析，乃成爲一項關鍵性的決定。圖 6.1 爲本章之研究流程。

6.2 評估分析方法之回顧

本研究第三章中已確認先進公共運輸系統之主要功能，這些功能是否適用於台灣地區現有之交通環境，乃爲交通決策者所關切的課題。先進公共運輸系統功能適用性分析，主要乃在探討先進公共運輸系統技術之採用，其功能對大眾運輸可能產生的正面影響及執行時可能遭受的阻力。

就正面影響而言，先進公共運輸系統技術之功能將可帶來社會福祉之增加（例如擁塞減少，污染降低）、服務品質之提升（例如旅行時間減少，可及性提高）、營運者收益增加（例如搭乘者增加和營運成本減少）、及許多產業利益（例如商機增加，研發機會增多等）。

就執行時可能遭受的阻力來看，先進公共運輸系統技術之推行所需求的資金可能極爲龐大，因此財務可行性就成爲執行時的主要限制因素；除此之外，尚包括技術的可行性（例如技術過於複雜及國內技術環境的不足）、管理可行性（例如人力之培訓與應用，本身的組織障礙）、及營運環境的可行性（例如土地問題）。

先進公共運輸系統功能適用性分析，須考慮系統採用後對台灣的交通環境所造成的影響。各項考慮中，除了量化因素外亦涉及許多不可量化之因素，例如擁塞之減少，即無法予以量化推估。如何以較客觀之方式來衡量這些因素之效果，以及不同因素間之相對比重，乃爲十分重要之事項。本研究回顧適用性分析之相關方法，得到下列五大類別 (Booker, 1985)：

1. 決策層級 (Decision Analytic Approaches)
2. 作業研究 (Operations Research Methods)
3. 統計 (Statistics)

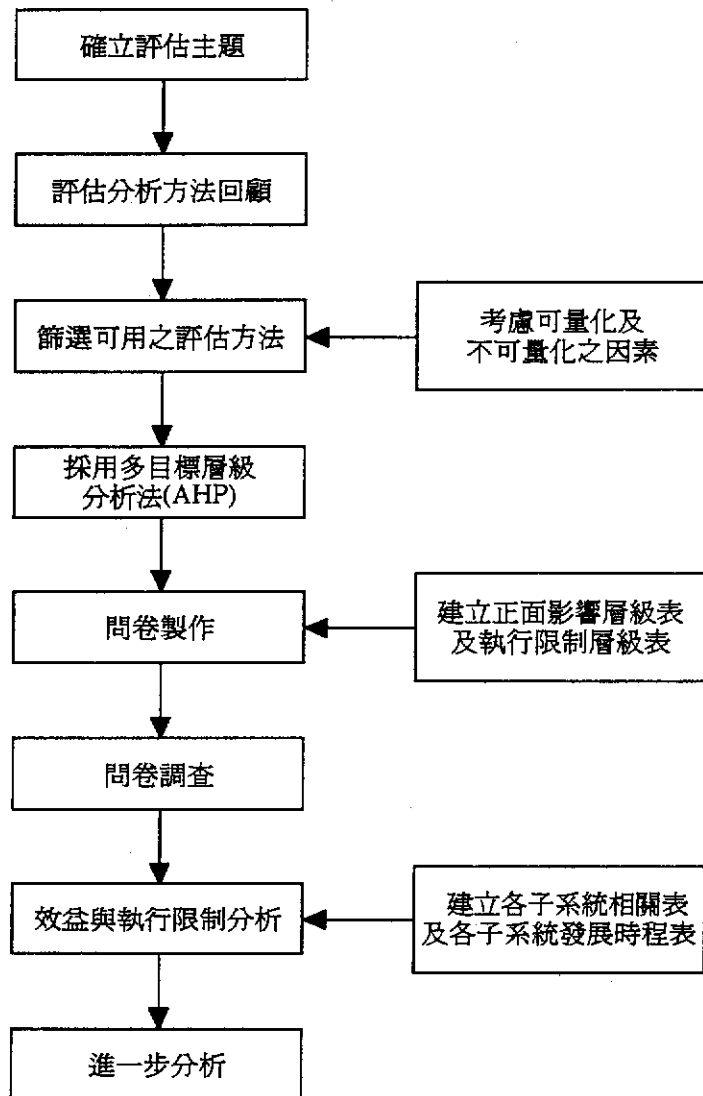


圖6.1 先進公共運輸系統之適用性分析流程

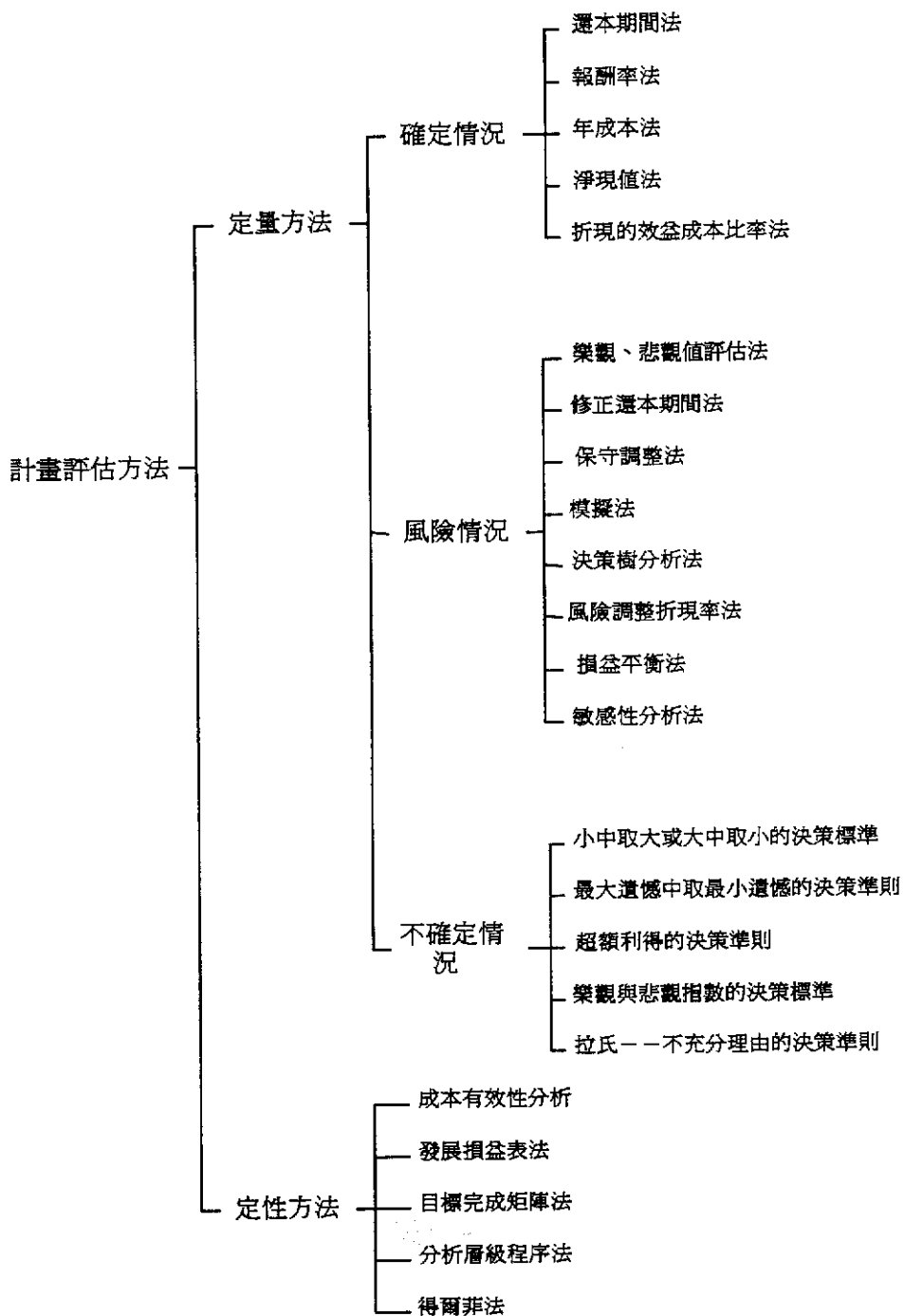
4. 人 因 (Human Factor Considerations)

5. 其 他 (Miscellaneous)

上述各類別，皆包含許多特有之分析方法；而一個計劃的評估，必須藉著客觀的評估方法，考慮各種可貨幣化及不可貨幣化因素，以期在各種方案間做理性的選擇。一般而言，評估方法可分成定量及定性兩大類，如可貨幣化、不可貨幣化、有形及無形等因素；而定量方面又可分為確定情況下及不確定與風險情況下之評估方法（唐富藏，78 年），其系統如圖 6.2 所示。經考量本項適用性分析涉及不可量化的因素甚多，且評估準則項目衆多，在無法以單一的評估準則進行分析（如使用社會總成本最小來分析）與資訊不完全的情形下，篩選得下列較合適之分析方法：（一）分析層級程序法 (Analytic Hierarchy Process)、（二）得爾菲法 (Delphi Method)、（三）多屬性效用理論 (Multiattribute Utility Theory)，其三種方法之簡要敘述如下：

（一）分析層級程序法

分析層級程序法 (Analytic Hierarchy Process，簡稱 AHP)，是由美國匹茨堡大學沙提教授 (T. L. Saaty) 在 1971 年所提出來的（原在賓州大學）。AHP 法最大的特色，在於能把任何複雜 (Complex)、多變化 (Multichange)、多人員 (Multiperson)、多期間 (Multiperiod) 及多因素 (Multicriterion) 的決策問題，透過對此問題學有專精或豐富經驗的人員，予以層級化、結構化、量化。其精神所在，係匯集有關的學者專家共聚一堂，進行面對面溝通的討論方式 (Group Discussion)，以產生共識 (Consensus) 後所作出的一種群體決策，嗣後並衍生出各種可替代的方案，便於決策階層進行整體性之分析，從而獲致合理正確的決策（唐富藏，78 年）。



資料來源：唐富藏 (78 年)

圖6.2 計劃評估方法

在進行分析之前，首先針對問題本身擬定出欲達成的整體目標，然後漸次提列子目標，最後並列舉明確可執行之替選方案。在構成層級之後，每一層級的元素均以其上一層的元素為目標來兩相比較，觀察該層之任意二個元素對上層某一目標之相對貢獻、重要性或影響的比例，經由相對重要程度的圈選，可以獲知多目標層級下，各替選方案的優劣順序。其步驟包括下列七項：

- 第一：問題陳述 (Problem Statement)
- 第二：確認影響問題的所有因素 (Elements Searching)
- 第三：建立層級 (Hierarchy)
- 第四：建立對偶比較矩陣 (Pairwise Comparison Matrix)
- 第五：求得優先向量 (Priority Vector) 及最大特徵值 (Maximized Eigenvalue)
- 第六：求得一致性指標 (Consistency Index；簡稱 C. I.) 及一致性比率 (Consistency Ratio；簡稱 C. R.)
- 第七：找出最佳決策

通常 AHP 法可應用在下列幾種型態的問題，可獲得很好的評估效果，使管理者能在複雜的變數中，作出最佳的決策。

1. 優先順序之決定 (Prioritization)
2. 規劃 (Planning)
3. 最佳方案之決定
4. 資源分配 (Resources Allocation)
5. 預測 (Prediction)
6. 績效評估
7. 衝突解決
8. 行銷組合、公司組合、證券市場投資組合

(二) 德爾菲法

如 AHP 法一般，德爾菲法也利用一群專家進行分析，但並非以舉行會議的方式進行，除了這群專家以外，另有一個或多個決策者負責作最後的預測，且有一人負責問卷的準備與結果的分析。

得爾菲法首先使用問卷表，並送至專家手中，然後根據問卷結果進行分析。再根據第一份問卷結果製作第二份問卷，其中並包含第一份問卷的綜合結果，然後再送至相同的專家手中。第二份問卷由相同的專家填好後再收回並作分析。根據這二份問卷的結果，決策者根據他們自己的經驗作出最後的預測。得爾菲法的關鍵乃在於第一份問卷的結果對參與專家的影響。因此，每一位參與成員都可得到他先前可能忽略的資訊，故每一位成員在填第二份問卷時都有相同的情報。除此之外，參與填問卷的專家只知道第一次問卷的結果，但並不知道還有那些專家參與，以免被其他專家的權威性影響到本身的客觀性。

當然，得爾菲法的成功全視問卷設計的品質而定。有時候若認為有必要的話，則需反覆使用二次以上。此情形的發生，乃是因為前二次問卷表的差距過大，希望藉由第二回所得之結論以導出第三回更一致的結果（方世榮，80 年）。

(三) 多屬性效用理論

多屬性效用理論 (Multiattribute Utility Theory, 簡稱 MAUT) 是以「多屬性」之觀點來正確的表達決策者的偏好及效用函數。MAUT 源自「單一維度」之效用理論，後者之主要概念係：對每一可能結果指派一適當效用，然後計算每一方案之期望效用，最後再選擇最高期望效用之方案。

MAUT 並非在於替代單一維度之效用函數，而是將評估一多屬性效用函數之複雜問題減化為評估一系列單一屬性之效用函數。然後再將個別成分之函數結合成一總效用函數，而各成分函數間呈價值互換 (Value Trade-off) 之關係。決定價值互換為

決策者之主觀判斷，即願意放棄多少某一目標價值，以換取另一目標之某些價值，回答此一問題也就是 MAUT 的主要步驟。

多屬性效用理論的主要特性是將多屬性效用函數分解成一系列單一屬性之效用衡量，詳細之分析方法請見其他相關文獻（例如：卓武雄，81 年）。本方法在處理不同效用分解形式之目的，在於以 n 個單一屬性之效用函數來替代 n 屬性之效用函數的評量。一般而言，評量之過程可被減化成五個基本步驟：

1. 對決策者介紹執行（有意義）評量訪問之名詞、概念及技巧。
2. 檢定相關獨立性條件以認定適當的效用分解型態。在實務上，此步驟難以執行，許多分析者單純的假設在某情況下某一特定效用分解是正確的。
3. 利用機率性詢問法，評估個別屬性之效用函數。
4. 決定參數、權數及單元常數（Scaling Constant），以便合併各效用成一數值。
5. 檢定合併後之效用函數與決策者真正之等第與偏好是否一致。

多屬性效用理論來自完全理性、效用或利潤最大化，其綜合了現象「可測性」之古典概念。MAUT 為一「規定式」（Prescriptive）之研究，其依據主觀預測效用最大化原理，考慮方案之選擇。往昔其屬統計決策理論、計量經濟及數理經濟學之論題，目前則為決策分析之一部分。由於 MAUT 在效用函數的分解上常是基於許多假設的結果，且效用也須藉著問卷調查求得（鄧振源，80 年）。

經本研究小組進一步討論，考慮計劃時程、預算及分析人員之訓練等因素，決定採用分析層級程序法（AHP）來進行先進技術的適用性分析。

6.3 先進公共運輸系統技術評估步驟

先進公共運輸系統技術評估將採分析層級程序法（AHP）進行，對於詳細的作業方法請見相關文獻（唐富藏，78 年；陳文賢，80 年；鄧振源等，78 年），此處不擬

多作介紹，而作業流程將依照下列三項程序進行：

(1) 建立系統功能之「正面影響層級表」及「執行限制層級表」

先進公共運輸系統所提供之功能在第三章已對歐、美、日等國目前所發展的現況作一詳細的整理；因此先進公共運輸系統所帶來的正面效益是值得肯定的，然而這種結合電腦、電子及通訊的高科技產物並非隨便就能取得，其技術的成熟度、資金的來源及採用後人員的訓練，都是限制先進公共運輸系統無法立即施行的原因。所以在先進公共運輸系統的適用性分析中，將對於其正面的影響及執行時的限制各建立一份層級表。

(2) 進行層級要素成對比較

設計「成對比較」(Pairwise Comparison)問卷，給予國內大眾運輸及先進科技相關領域的專家填寫，以收集分析模式的輸入資料。

(3) 求得先進公共運輸系統各功能執行的優先順序

使用分析模式估算各層級要素之相對比重(Relative Weights)，以決定先進公共運輸系統各功能執行之優先順序。此分析步驟係採用軟體工具 Expert Choice (Expert Choice, 1986) 來輔助進行分析。

6.3.1 決策層級之正面影響層級

本研究考量先進公共運輸系統功能之正面衝擊與相關限制，分別由不同角度研提正面影響層級表（如圖 6.3）及執行限制層級表（如圖 6.4），以確認決策層級。根據正面影響層級表及執行限制層級表所設計之問卷詳見附錄二 B 所示，以下說明其內容，而問卷之分析結果將在下一節中詳細討論。

正面影響層級表乃根據先進公共運輸系統各項功能所產生之正面影響因素及其關聯性予以產製。在本研究之先進公共運輸系統適用性評估過程中，以「引進先進

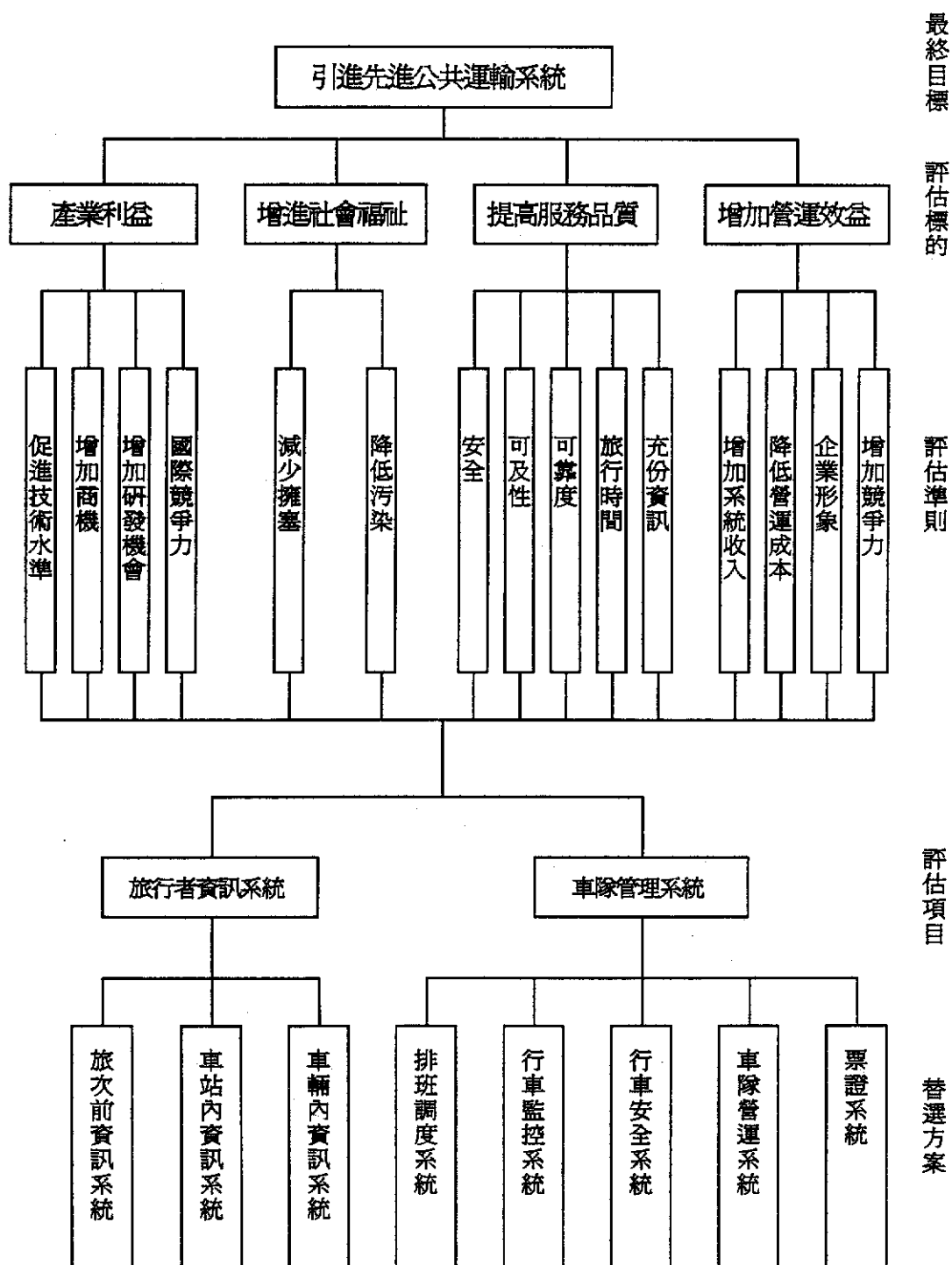


圖6.3 正面影響層級

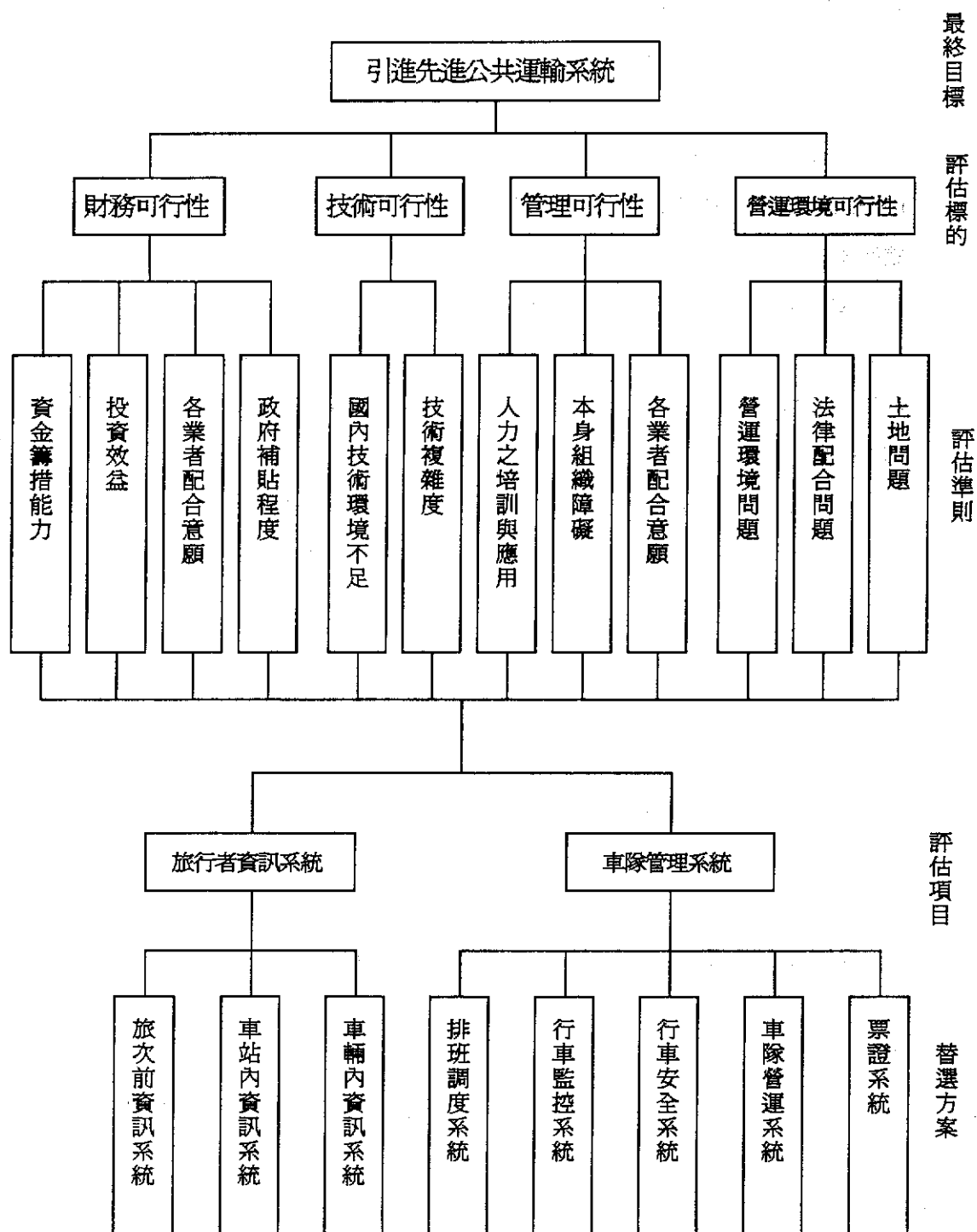


圖6.4 執行限制層級

公共運輸系統」為其主要目標 (Goal)，而預計實行先進公共運輸系統之後，將可能對四種不同領域的大眾帶來效益，其效益分別是：「產業利益」（針對引進與先進公共運輸系統相關技術的顧問公司、研究單位及學校）、「增進社會福祉」（指不使用先進公共運輸系統的社會大眾）、「提高服務品質」（指搭乘先進公共運輸系統的民衆）、及「增加營運效益」（指採用先進公共運輸系統的大眾運輸業者），而這四項效益就構成正面影響層級表的四個標的 (Object)。

就「產業利益」來說，因其主要受惠者為引進與先進公共運輸系統相關技術的顧問公司、研究單位及學校，因此先進公共運輸系統技術的引進或研發，將會對這些單位造成的正面影響有：(1)「促進技術水準」：可藉由高科技的引進，學習其他國家的先進技術；(2)「增加商機」：經由先進公共運輸系統技術的引進、生產、銷售及管理所帶來的商業利益；(3)「增加研發機會」：可促使政府或有關部門提供經費給相關研究機構及學校，提供研究發展的機會；(4)「國際競爭力」：當國內的技術水準到達一定程度之後，便可以提高先進公共運輸系統相關產品在國際間的競爭能力。

就「增進社會福祉」來說，主要是對於不使用先進公共運輸系統的民衆所帶來的效益，可分成兩方面說明：(1)「減少擁塞」：希望藉由先進公共運輸系統的執行，提高社會大眾多使用大眾運輸工具，減少使用私人運輸工具，以降低因私人運輸工具過多所造成的擁擠問題；(2)「降低污染」：若私人運輸工具能因實行先進公共運輸系統而減少使用，則因私人運輸工具造成的空氣污染也可望降低。

就「提高服務品質」來說，主要是針對搭乘先進公共運輸系統的民衆來考慮，可分成五個方面來說明：(1)「安全」：對於意外事故的事前預防（如行車安全系統）與事後偵測（如行車監控系統）均可提供乘客較佳的安全保障；(2)「可及性」：由於先進公共運輸系統提供完整的路線資料及時刻表給乘客，因此在選擇交通工具的方便性也相對提高，乘客也許不必走太多的路就可到達目的地；(3)「可靠度」：可利用自動車輛定位 (Automatic Vehicle Location，簡稱 AVL) 系統偵測車輛位置，並且利用較佳的預測方法與控制技術，以減少脫班、或同時來數班公車的情形；(4)「

旅行時間」：先進公共運輸系統能偵測道路擁擠狀況，以提供較佳的路線供乘客選擇，減少其旅行時間；(5)「充分資訊」：對於較先進的系統，除了固定時刻表、費率及路線外，尚可結合自動車輛定位系統，提供即時時刻表(Real Time Schedule)給乘客，讓乘客知道最新的班車資訊。

在「增加營運效益」方面，主要是針對公車業者來考慮，其正面影響有下列四項：(1)「增加系統收入」：由於採用先進公共運輸系統之後，服務品質提高，可吸引更多民衆來搭乘該公車系統，使得收入增加；(2)「降低營運成本」：可藉由如排班調度系統、車隊營運系統等工具來減少人事費用的開支，降低其營運成本；(3)「企業形象」：可藉由高品質的服務、優良的科技使社會大眾對於該企業有不同的評價；(4)「增加競爭力」：對於擁有相同路權的公車業者，採用先進公共運輸系統的業者可提供較佳的服務、且有較少的營運成本，因此也有較好的市場競爭能力。

對於先進公共運輸系統適用性評估的方案中，可以分成「旅行者資訊系統」及「車隊管理系統」兩類，主要是依據乘客及營運者來分類，在「旅行者資訊系統」中又可分成「旅次前資訊系統」、「車站內資訊系統」及「車輛內資訊系統」，而「車隊管理系統」也可分為「排班調度系統」、「行車監控系統」、「行車安全系統」、「車隊營運系統」、及「票證系統」，此分類係根據第三章而得。至於這些系統的功能介紹及實行狀況，亦請參考第三章之敘述。

6.3.2 決策層級之執行限制層級

由於先進公共運輸系統在執行時，不管在財務、技術等方面都有很高的條件限制，因此對於任何一投資計劃都須審慎評估其可行性。一般投資的可行性研究中可分成市場、技術與生產、經濟、財務、政治、環境、及管理的可行性來進行分析（唐富藏，78年；張有恆，81年）。而在本研究中，則以「財務可行性」、「技術可行性」、「管理可行性」、及「營運環境可行性」來作為執行限制層級表的四個主要限制因素。

以「財務可行性」來說，可分成四個考慮項目：(1)「資金籌措能力」：由於先進公共運輸系統所需資金可能相當龐大，因此各營運業者的資金籌措能力將是財務方面的考慮重點之一；(2)「投資效益」：這是業者最關心的項目之一，因為站在在商言商的立場，有投資就要有回收；(3)「各業者配合意願」：因為票證系統的實行，將使各業者的車票收入透過一個聯合單位以分配其利潤，如此財務狀況就不將再是各公司的祕密，這將會影響到各業者配合的意願；(4)「政府補貼程度」：在進行公車業者現況調查的過程中，很多業者並非對先進公共運輸系統完全毫無意願，而是不知道錢從哪裡來，若政府要對本計劃完全補助，當然業者都完全贊成，因此政府的補貼程度也列為財務可行性的主要考慮項目之一。

就「技術可行性」而言，由於先進公共運輸系統的技術層次較高，且涵蓋範圍甚廣，故在此處也考慮兩個因素：(1)「國內技術環境不足」：有些技術如自動車輛定位系統等，國內的技術可能尚有不足，因此技術引進的可行性是主要的考慮項目；(2)「技術複雜度」：若一項系統的技術過於複雜，則將來採用後其維修及保養都是一大問題。

以「管理可行性」而言，也可分為三方面來說明：(1)「人力之培訓與應用」：基於新系統的實行，將會需要一群對於該系統熟悉且熟練的工作人員，因此人才的培訓與應用將是推行該系統後所會引發的問題；(2)「本身組織障礙」：由於採用先進公共運輸系統後將會對本身的公司結構造成影響，如某些部門的裁撤或縮減，因此可能會引起公司內部的反彈；(3)「各業者配合意願」：因為實行先進公共運輸系統後各業者可能要面臨組織整和的壓力，各業者可能不願配合而影響推行的成效。

至於營運環境可行性方面，主要是以營運時所遭遇到的問題來考量，可分成下列三方面：(1)「營運環境問題」：採用先進公共運輸系統必須在某些條件的配合下，才能使先進公共運輸系統發揮最大的成效，如在公車專用道施行；(2)「法律配合問題」：由於先進公共運輸系統採用大量的通訊、人員及車輛的辨識，對於隱私權有相當的妨礙，因此在法律方面也要配合修正；(3)「土地問題」：實行先進公共運輸系統之後，各種設備及裝置都需要空間來安置，因此將土地問題也列為考慮項目。

之一。

6.4 先進公共運輸系統評估結果

為瞭解引進先進公共運輸系統的可行性，並求得各系統引進之優先順序，本研究採用 AHP 法，針對各種不同背景身份的學者與專家，進行問卷調查，其人數統計見表 6.1。

根據各份問卷的分析結果，得到各子系統之效益、限制、及效益限制比之相關資料，為瞭解不同背景的學者或專家，對於引進先進公共運輸系統的看法是否一致，故將其統計結果按照其背景來區分，得到圖 6.5 至圖 6.10 所示之結果。最後並將各組之結果合併計算，為避免本研究小組影響整體分析結果，特將最後結果分成考慮本研究小組及不考慮本研究小組兩部份，以圖 6.11 及圖 6.12 表示，以下將依序討論之。

6.4.1 先進公共運輸系統功能正面影響層級

就正面影響層級表的分析而言，其所得之權重及排名如表 6.2 所示。在「旅行者資訊系統」方面，學者(1)（括弧中數字為表 6.2 之相對重要性排名）及業者(2)樣本認為旅次前資訊子系統可帶給公共運輸最大效益，乘客(3)所給之權重亦相當高；官員(2)及乘客(2)較重視場站內資訊系統；除乘客(4)外，學者(8)、官員(7)、業者(8)、技術研發人員(7)、及本研究小組(8)均認為車輛內資訊系統帶來之效益相當小，這可能和國人乘車時無對外通訊或得知外界消息的習慣有關，同時近年來無線電話大量普及也有重要影響。

就「車隊管理系統」而言，除了學者(1)、乘客(1)、及本研究小組(1)意見一致，均認為行車安全系統之效益最大；官員(1)則給予排班調度系統最高的權重；技術研發人員則以行車監控(1)及行車安全(2)兩子系統為重；業者(2)則將車隊營運系統列

表6.1 填寫 AHP 問卷人數分配

背景區分	人數
學者	6
官員代表	3
業者代表	4
技術研發人員	2
乘客	3
本研究小組	3

表6.2 正面影響層級表之分析結果

子系統 \ 背景區分	學者	官員	業者	技術人員	乘客	本研究小組
旅次前乘客資訊系統	0.15 (2)	0.13 (4)	0.20 (1)	0.092 (5)	0.15 (3)	0.13 (3)
場站資訊系統	0.13 (4)	0.17 (2)	0.14 (3)	0.091 (6)	0.19 (2)	0.10 (5)
車輛內資訊系統	0.05 (8)	0.09 (6)	0.06 (8)	0.05 (7)	0.11 (4)	0.06 (8)
排班調度系統	0.12 (5)	0.21 (1)	0.12 (5)	0.17 (3)	0.05 (8)	0.08 (6)
行車監控系統	0.08 (6)	0.16 (3)	0.11 (6)	0.22 (1)	0.10 (5)	0.12 (4)
行車安全系統	0.25 (1)	0.03 (8)	0.07 (7)	0.21 (2)	0.27 (1)	0.30 (1)
車隊營運系統	0.15 (3)	0.12 (5)	0.17 (2)	0.13 (4)	0.07 (6)	0.14 (2)
票證系統	0.07 (7)	0.09 (7)	0.13 (4)	0.04 (8)	0.06 (7)	0.07 (7)

註：括弧中數字為相對重要性排名

表6.2 正面影響層級表之分析結果（續）

子系統 \ 背景區分	整體結果	整體結果（不含本研究小組）
旅次前乘客資訊系統	0.156 (2)	0.160 (1)
場站資訊系統	0.145 (3)	0.153 (2)
車輛內資訊系統	0.069 (8)	0.070 (8)
排班調度系統	0.125 (5)	0.132 (5)
行車監控系統	0.124 (6)	0.122 (6)
行車安全系統	0.162 (1)	0.145 (3)
車隊營運系統	0.140 (4)	0.138 (4)
票證系統	0.079 (7)	0.080 (7)

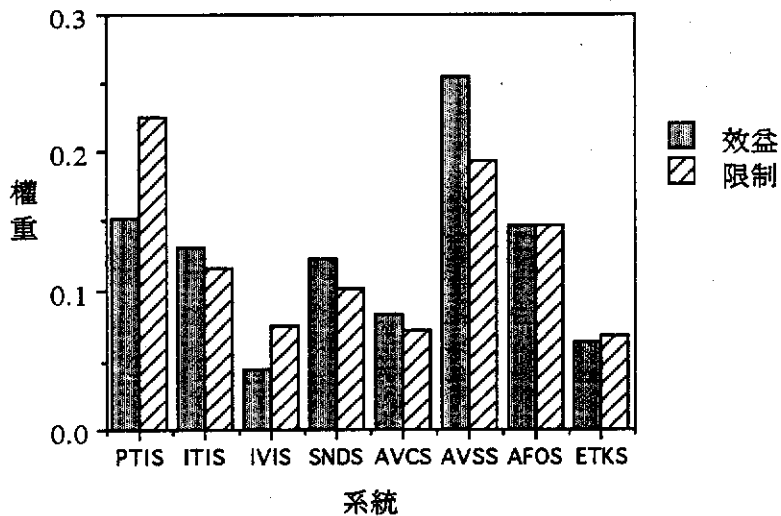


圖6.5 各系統之效益及限制權重（學者）

註：符號說明

PTIS：旅次前乘客資訊系統 (Pre-Trip Passenger Information System)

ITIS：場站資訊系統 (In-Terminal Information System)

IVIS：車輛內資訊系統 (In-Vehicle Information System)

SNDS：排班調度系統 (Scheduling and Dispatching System)

AVCS：行車監控系統 (Advanced Vehicle Control System)

AVSS：行車安全系統 (Advanced Vehicle Safety System)

AFOS：車隊營運系統 (Advanced Fleet Operating System)

ETKS：票證系統 (Electronic Ticketing System)

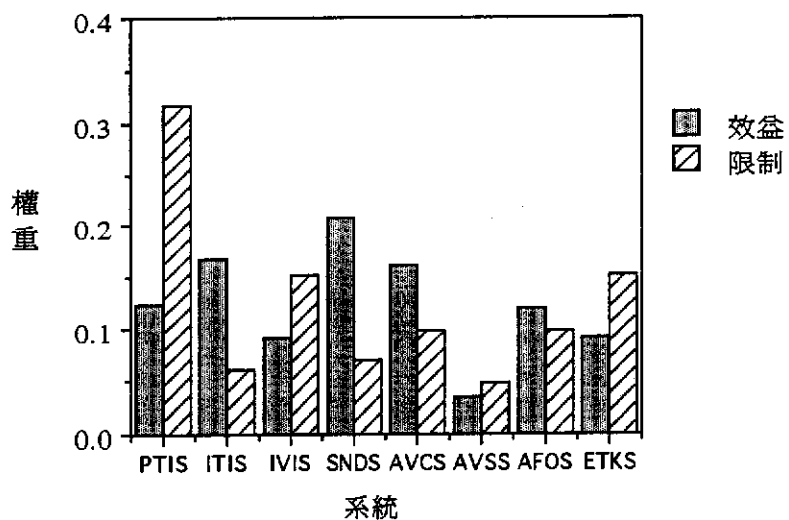


圖6.6 各系統之效益及限制權重（官員代表）

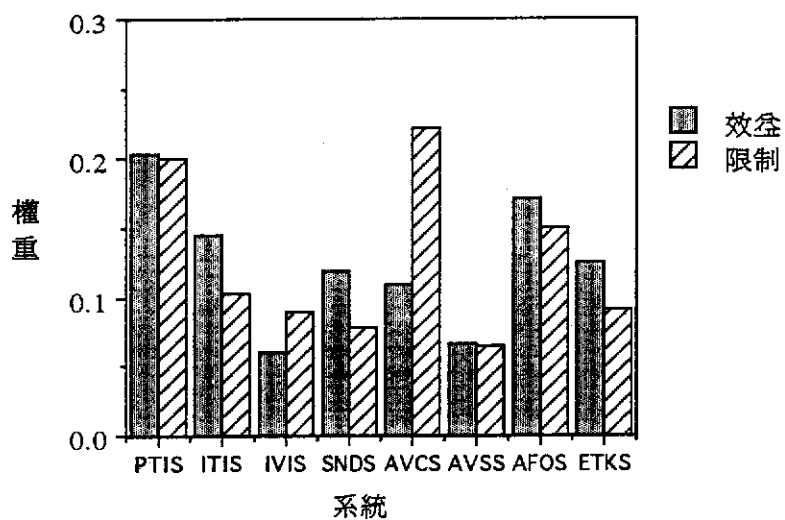


圖6.7 各系統之效益及限制權重（業者代表）

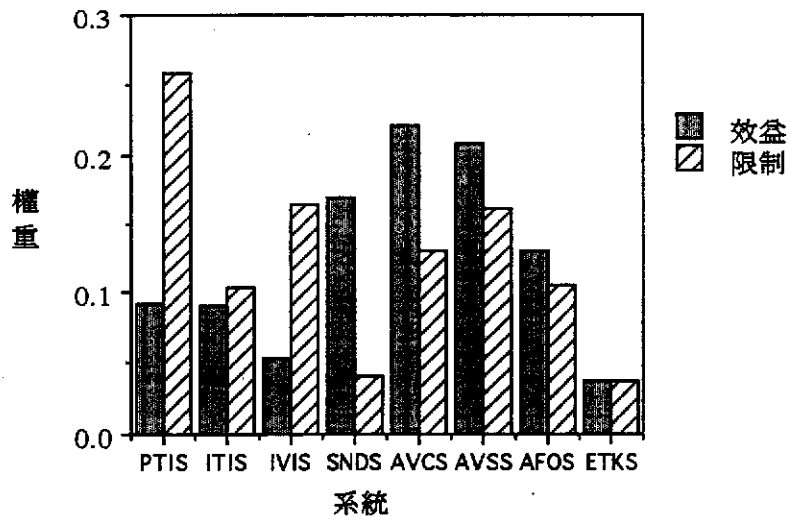


圖6.8 各系統之效益及限制權重（技術研發單位）

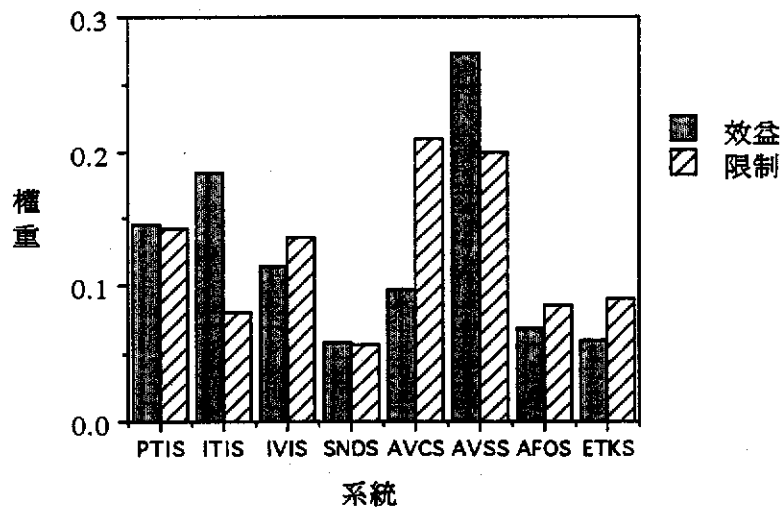


圖6.9 各系統之效益及限制權重（乘客）

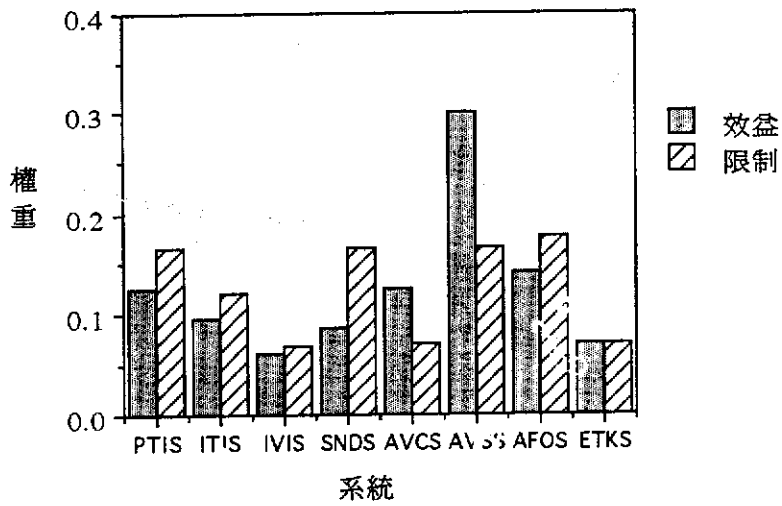


圖6.10 各系統之效益及限制權重 (本研究單位)

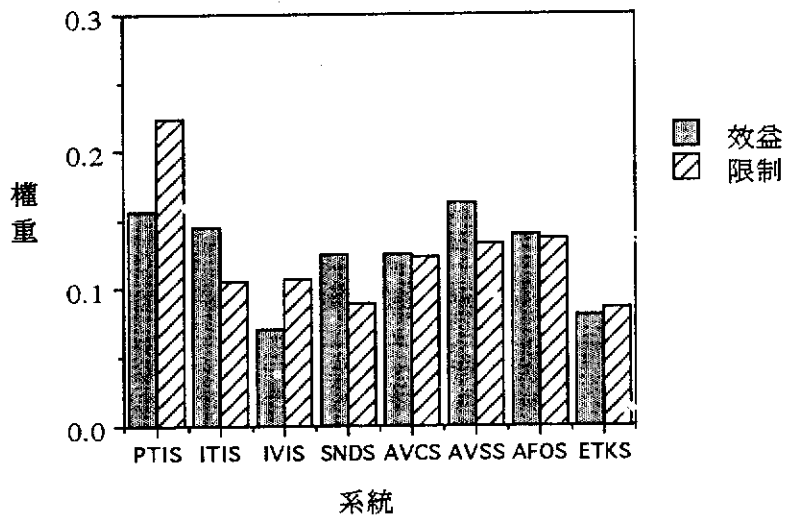


圖6.11 各系統之效益及限制權重 (整體)

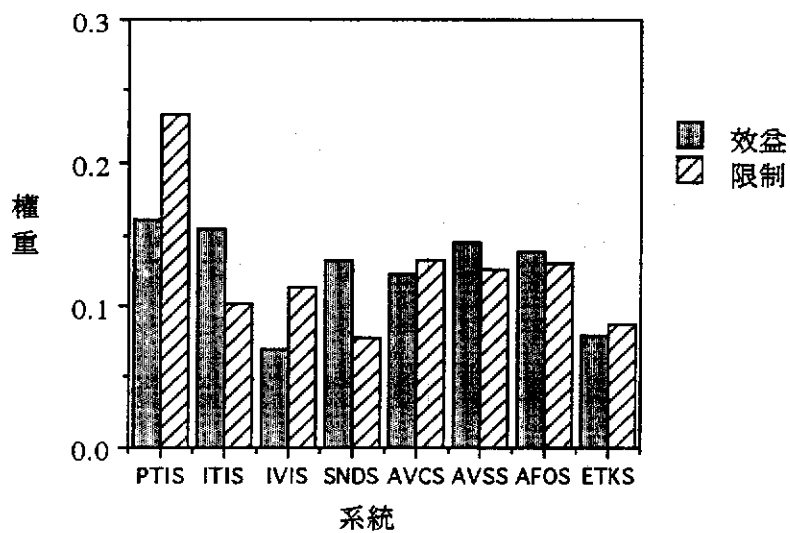


圖6.12 各系統之效益及限制權重（整體，但不含本研究單位）

為最重要考慮。至於效益小的系統除業者(4)外，學者(7)、官員(6)、技術人員(8)、乘客、及本研究小組(7)均選擇電子票證系統。

由以上分析結果顯示各單位對於各子系統的期望也有所不同，如學者、乘客、及本研究單位均認為行車安全為車隊管理系統之首要工作；官員基於服務品質的提升，認為排班調度的改善為其主要工作；而業者基於營運績效的考量，認為車隊營運所帶來之效益最高；但技術單位本於技術方面的考慮，認為行車監控系統效益最高。

整體考量之結果，先進公共運輸系統中的旅次前乘客資訊系統及行車安全系統可產生較多效益；電子票證系統及車輛內資訊系統可產生之效益較少。

6.4.2 先進公共運輸系統功能執行限制層級

就執行限制層級表的分析而言，其所得之權重及排名如表 6.3 所示。學者(1)、官員(1)、及技術人員(1)皆認為旅次前資訊系統執行限制最大；業者(1)及乘客(1)則具同一觀點，選擇行車監控系統之限制最大；僅本研究小組考慮車隊營運系統為執行之最大限制。而限制最小之系統，問卷結果均顯示為電子票證系統及排班調度系統。

整體來看，先進公共運輸系統中的旅次前乘客資訊系統及車隊營運系統被認為是限制較大的子系統；而電子票證系統及排班調度系統為限制較小的子系統。

6.4.3 系統功能效益與執行限制綜合分析

若將正面影響層級表中所求得之各功能權重除以執行限制層級表相對之功能權重，可得到效益限制比例(Benefit-Constraint Ratio)（見圖 6.13 及表 6.4），此比例類似益本比分析中的益本比比例。效益限制比例顯示效益與限制同時考慮時之相對重要性，效益限制比例愈大表示該功能之相對重要性愈大，亦即愈值得考慮引進。以

表6.3 執行限制層級表之分析結果

背景區分 子系統	學者	官員	業者	技術人員	乘客	本研究小組
旅次前乘客資訊系統	0.12 (1)	0.32 (1)	0.20 (2)	0.26 (1)	0.14 (3)	0.16 (4)
場站資訊系統	0.11 (4)	0.06 (7)	0.10 (4)	0.10 (6)	0.08 (7)	0.12 (5)
車輛內資訊系統	0.08 (6)	0.152 (3)	0.089 (6)	0.164 (2)	0.13 (4)	0.06 (8)
排班調度系統	0.10 (5)	0.07 (6)	0.08 (7)	0.04 (7)	0.06 (8)	0.165 (3)
行車監控系統	0.072 (7)	0.099 (4)	0.22 (1)	0.13 (4)	0.21 (1)	0.068 (7)
行車安全系統	0.19 (2)	0.05 (8)	0.07 (8)	0.160 (3)	0.20 (2)	0.166 (2)
車隊營運系統	0.14 (3)	0.098 (5)	0.15 (3)	0.11 (5)	0.086 (6)	0.18 (1)
票證系統	0.069 (8)	0.153 (2)	0.092 (5)	0.038 (8)	0.09 (5)	0.07 (6)

註：括弧中數字為相對重要性排名

表6.3 執行限制層級表之分析結果（續）

背景區分 子系統	整體結果	整體結果（不含本研究小組）
旅次前乘客資訊系統	0.223 (1)	0.233 (1)
場站資訊系統	0.105 (6)	0.101 (6)
車輛內資訊系統	0.107 (5)	0.113 (5)
排班調度系統	0.088 (7)	0.078 (8)
行車監控系統	0.123 (4)	0.132 (2)
行車安全系統	0.132 (3)	0.126 (4)
車隊營運系統	0.137 (2)	0.130 (3)
票證系統	0.085 (8)	0.087 (7)

表6.4 效益限制比之分析結果

背景區分 子系統	學者	官員	業者	技術人員	乘客	本研究小組
旅次前乘客資訊系統	0.68 (7)	0.39 (8)	1.40 (3)	0.36 (7)	1.01 (4)	0.76 (7)
場站資訊系統	1.12 (4)	2.71 (2)	1.42 (2)	0.88 (6)	2.31 (1)	0.79 (6)
車輛內資訊系統	0.59 (8)	0.603 (6)	0.66 (7)	0.33 (8)	0.84 (5)	0.88 (4)
排班調度系統	1.21 (2)	3.02 (1)	1.51 (1)	4.23 (1)	1.02 (3)	0.52 (8)
行車監控系統	1.16 (3)	1.62 (3)	0.49 (8)	1.69 (2)	0.46 (8)	1.76 (2)
行車安全系統	1.31 (1)	0.73 (5)	1.03 (6)	1.29 (3)	1.38 (2)	1.81 (1)
車隊營運系統	1.01 (5)	1.21 (4)	1.14 (5)	1.23 (4)	0.79 (6)	0.80 (5)
票證系統	0.92 (6)	0.599 (7)	1.36 (4)	1.00 (5)	0.67 (7)	0.99 (3)

註：括弧中數字為相對重要性排名

表6.4 效益限制比之分析結果（續）

背景區分 子系統	整體結果	整體結果（不含本研究小組）
旅次前乘客資訊系統	0.696 (7)	0.686 (7)
場站資訊系統	1.381 (2)	1.528 (2)
車輛內資訊系統	0.645 (8)	0.615 (8)
排班調度系統	1.420 (1)	1.684 (1)
行車監控系統	1.008 (5)	0.923 (5)
行車安全系統	1.235 (3)	1.152 (3)
車隊營運系統	1.022 (4)	1.067 (4)
票證系統	0.929 (6)	0.912 (6)

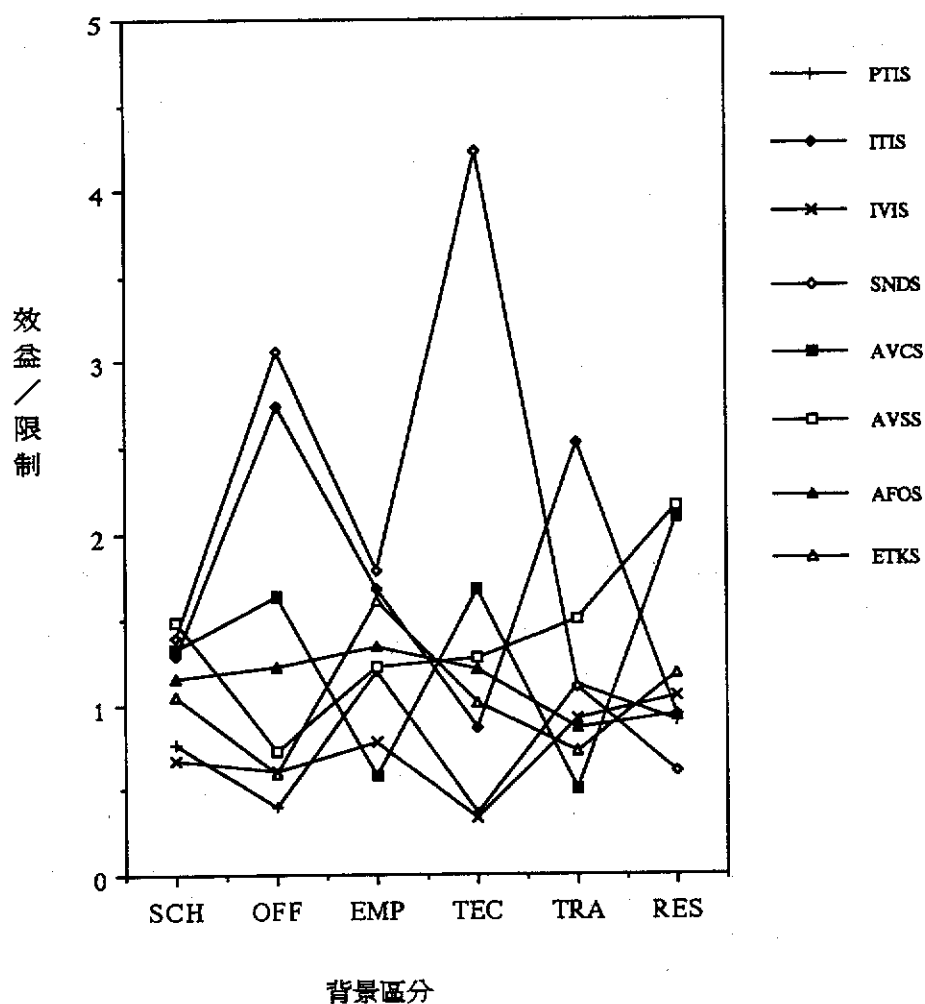


圖6.13 不同背景、不同系統的效益限制比

註：符號說明

SCH : 學者	TEC : 技術研發單位
OFF : 官員代表	TRA : 乘客
EMP : 業者代表	RES : 本研究單位

排班調度系統為例，雖然其效益被專家認為是最小的，然而卻因執行之限制最小，而有最高之效益限制比，換言之，即其執行之邊際效益最大。分析結果顯示，不論是否包含本研究單位之權重，其相對重要性依序為排班調度系統、場站資訊系統、行車安全系統、車隊營運系統、行車監控系統、票證系統、旅次前乘客資訊系統、及車輛內資訊系統（見表 6.5）。

6.5 系統相關性與最終評估結果

在上一節中乃利用 AHP 法來求得各子系統間之相對重要程度，其中包括效益、限制、及效益限制比例，雖然此種分析方法已在許多領域被廣泛使用，但就「引進先進公共運輸系統」這個目標來說，前述分析結果在應用上必須再考量下列兩項課題。

第一，AHP 法的各替選方案必須是獨立的，但由第三章中的整理可知各子系統間並非完全獨立，如行車監控的自動車輛定位 (Automatic Vehicle Location) 技術可使旅次前資訊系統達到提供即時時刻表的功能，因此必須對各子系統的相關程度加以考慮。其次，AHP 法所得到的效益權重應是專家學者們認為先進公共運輸系統發展成熟後，各子系統的相對效益，而限制權重應是先進公共運輸系統剛發展時所面臨的相對限制，但隨著技術的發展及時間的演進，各子系統的效益應會愈來愈大，而限制部分也會慢慢克服，因此各子系統的發展時程也必須考慮其中，以彌補其中不足之處。

為了完整考量上述各系統間的功能與關聯性，首先必須針對各子系統間的相關程度建立各子系統相關表，本研究針對所收集到的先進公共運輸系統相關發展文獻，整理而得如表 6.6、圖 6.14 及圖 6.15 所示。以旅次前乘客資訊系統為例，影響該系統的其他系統有旅次前資訊系統、排班調度系統、行車監控系統、及票証系統。其中旅次前乘客資訊系統對其有 100% ($A_{ij}=1$) 的影響力，而排班調度系統對其有 80% ($A_{ij}=0.8$) 的影響力，以此類推，而 A_{ij} 為系統影響因子。對於行車監控系統或票

表6.5 各系統之相對重要性

系統名稱	相對重要性
排班調度系統	1
場站資訊系統	2
行車安全系統	3
車隊營運系統	4
行車監控系統	5
票證系統	6
旅次前乘客資訊系統	7
車輛內資訊系統	8

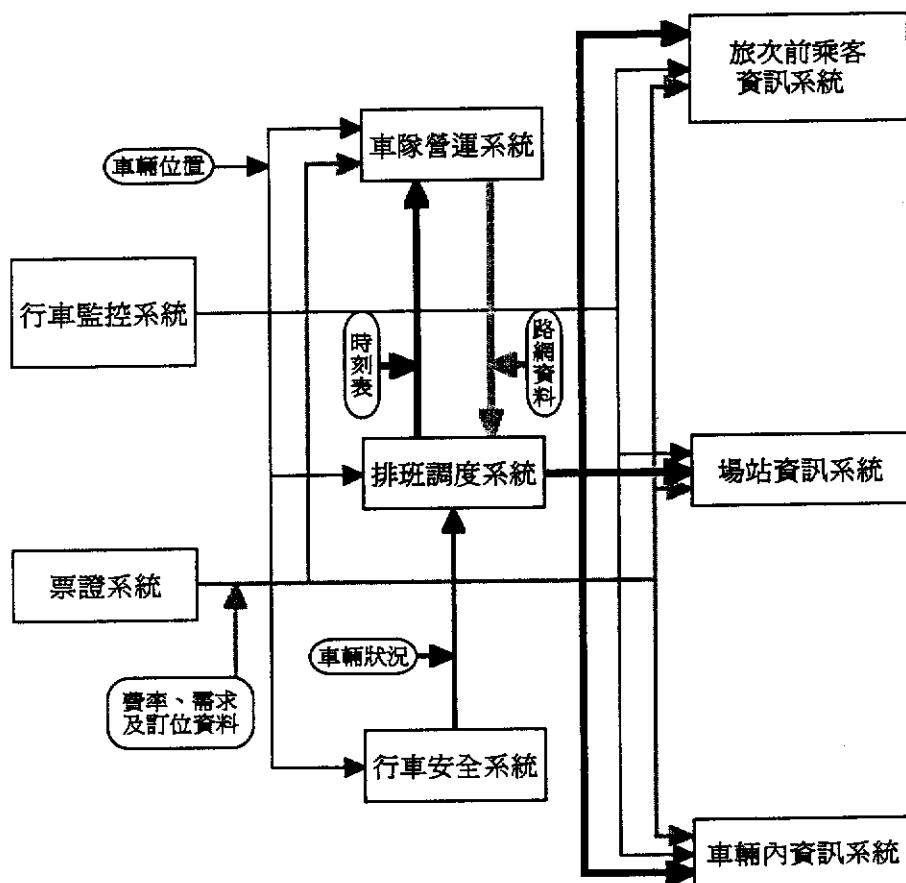


圖6.14 各子系統資料傳輸圖

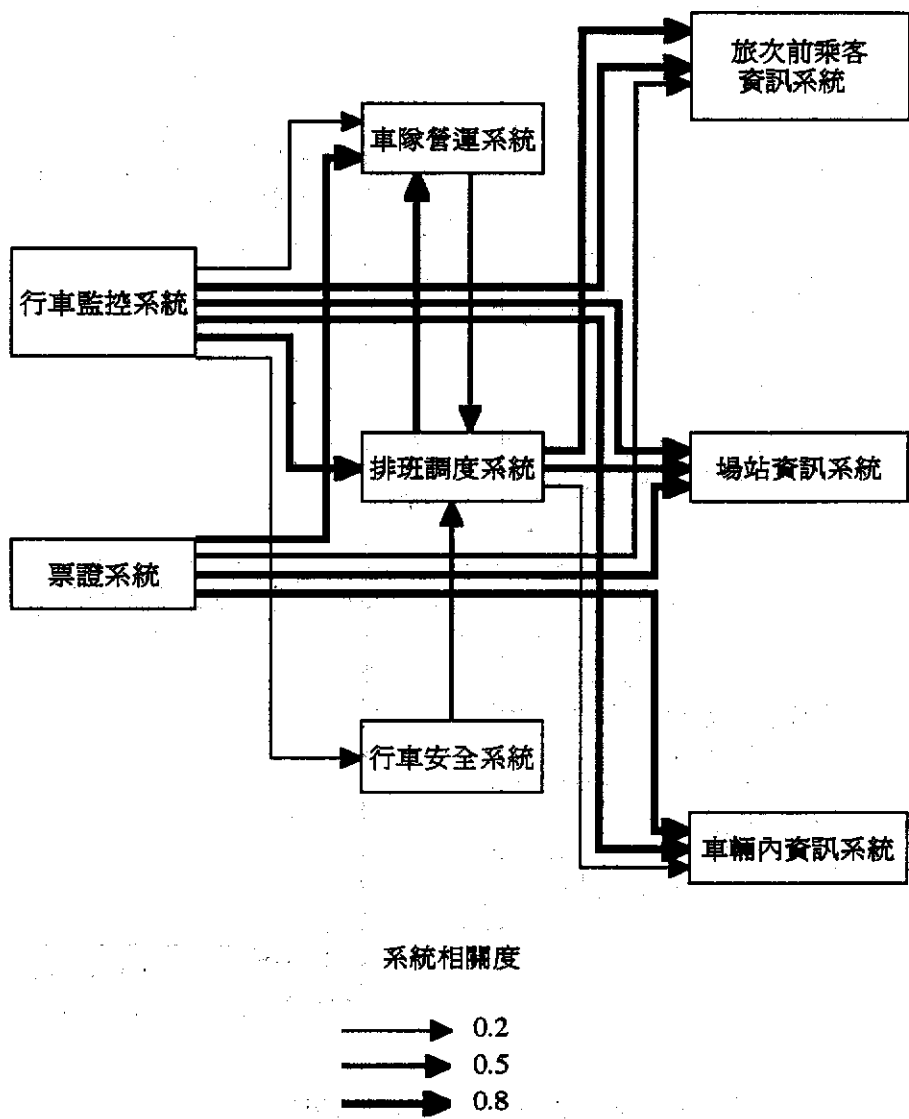


圖6.15 各子系統相關圖

証系統而言，它們可獨立發展，而不受其他系統影響。由圖 6.15 可看出，行車監控系統與票證系統為其他系統發展的基礎；車隊營運系統、排班調度系統、及行車安全系統同時接受與提供資料給其他系統；而旅次前乘客資訊系統、場站資訊系統、與車輛內資訊系統必須以其他的系統為發展基礎。

其次再針對各系統之發展時程建立各子系統發展程度表，以三年內為近程，三至十年為中長程，十年至十五年為遠程，由相關文獻整理而得如表 6.7 所示。以旅次前乘客資訊系統為例，它在近程內可發揮 1/6 的效益，在長程內可發揮 3/6 的效益，而在遠程則可將其效益完全發展出來，因此在表 6.7 中即假設各個子系統在遠程中都能發揮其效益，而 T_{jk} 為時程因子。

表 6.6 及表 6.7 之數據，主要是本研究小組針對所收集到的文獻加以整理而得到的結果。基於研究時程的限制，無法再進行更進一步分析，因此若能結合 AHP 法，利用專家訪談所得之權重來決定表及表內之數據，則會更加客觀。

為了使 AHP 所做出來的結果更與事實相符，並且提供先進公共運輸系統系統研發或引進的參考，故將 AHP 所得到的效益權重，乘上該系統在某一時程的時程因子 T_{jk} 及折減因子 E_{jk} ，可表為：

$$B_{jk} = B_j T_{jk} E_{jk} \quad (1)$$

其中， B_{jk} 為 j 系統在第 k 時程的效益權重

B_j 為 j 系統在 AHP 中所求得之效益權重

T_{jk} 為 j 系統在第 k 時程的時程因子

E_{jk} 為 j 系統在第 k 時程的折減因子

而 E_{jk} 為系統影響因子與時程因子的函數，可表為：

表6.6 各子系統相關表

被影響系統 (i) A_{ij} 影響系統 (j)	旅次前 乘客資 訊系統	場站 資訊 系統	車輛內 資訊 系統	排班 調度 系統	行車 監控 系統	行車 安全 系統	車隊 營運 系統	票證 系統
旅次前乘客資訊系統	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
場站資訊系統	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
車輛內資訊系統	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
排班調度系統	0.8	0.8	0.2	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0
行車監控系統	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.2	0.2	0.0
行車安全系統	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0
車隊營運系統	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0
票證系統	0.5	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0

表6.7 各子系統發展時程表

發展時程 (k) T_{ik} (或 T_{jk}) 被影響系統 (i (或 j))	近程	中長程	遠程
旅次前乘客資訊系統	1/6	3/6	6/6
場站資訊系統	3/6	5/6	6/6
車輛內資訊系統	2/6	4/6	6/6
排班調度系統	2/6	5/6	6/6
行車監控系統	1/6	4/6	6/6
行車安全系統	2/6	4/6	6/6
車隊營運系統	3/6	5/6	6/6
票證系統	4/6	5/6	6/6

$$E_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^8 A_{ij} C_i T_{ik}}{\sum_{i=1}^8 A_{ij} C_i} \quad (2)$$

其中， A_{ij} 為 i 系統對 j 系統的系統影響因子

C_i 為系統在 AHP 中所求得之限制權重

T_{ik} 為 i 系統在第 k 時程的時程因子

針對以上 AHP 的結果修正，可將其修正的步驟表為以下四部份：

第一：利用 AHP 法得到效益及限制權重

第二：建立各子系統相關表及發展時程表

第三：計算 j 系統在第 k 時程的折減因子 E_{jk}

第四：計算 j 系統在不同時程的效益權重

現將 AHP 之分析結果帶入 (1) 與 (2) 之公式中，並以票証系統之最終效益為基準（因為票証系統可獨立發展，且是目前發展最完善，資料最完整之系統），求得各子系統在不同時程之相對效益，可得圖 6.16。

由圖 6.16 可看出，在近程（三年內）較適合發展票証系統、車隊營運系統、及場站資訊系統，其次是其他五大系統；在中長程（十年內）則適合發展場站資訊系統、車隊營運系統、行車安全系統、及排班調度系統，其次是其他四大系統；而遠程則較適合發展行車安全系統、旅次前乘客資訊系統、場站資訊系統、車隊營運系統、排班調度系統、及行車監控系統。這與直接由 AHP 所得的結果略有出入，主要是因為進一步考慮到系統的相關性與發展時程。表 6.8 為 AHP 法與修正過後之結果比較，而這也是在本研究中所必須強調的重點。

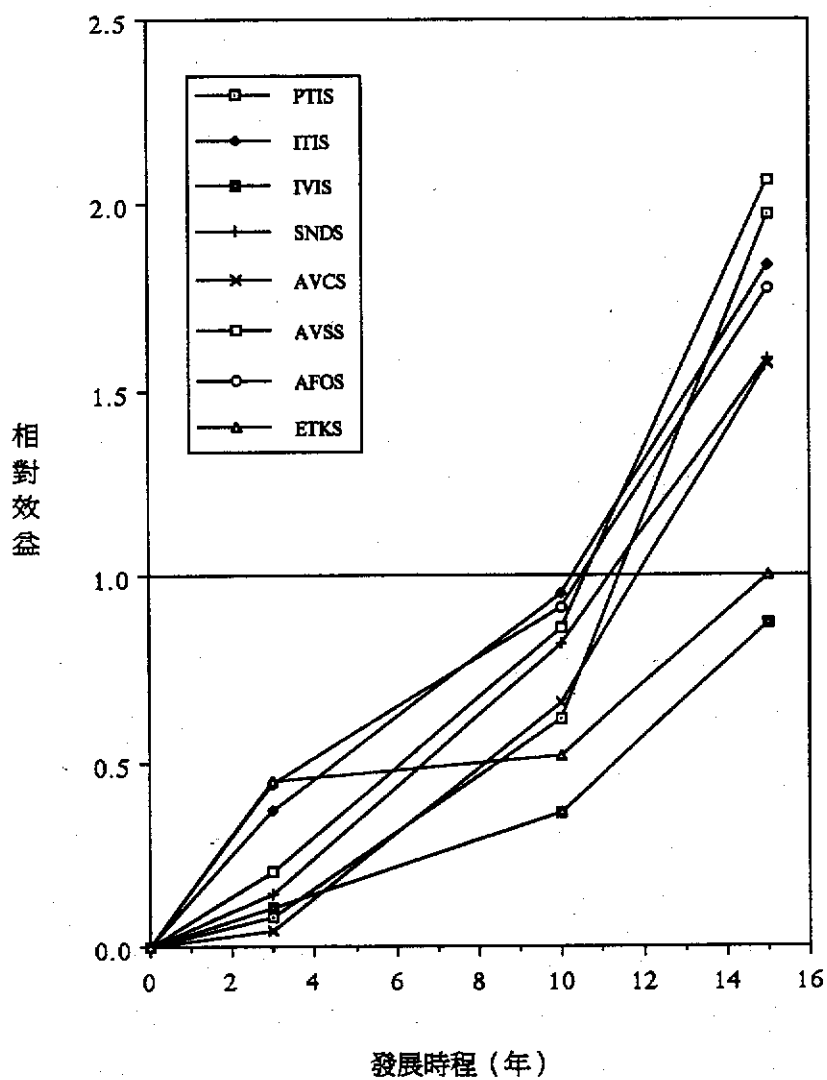


圖6.16 各子系統在不同時程之效益圖

表6.8 AHP法與修正過後之相對重要性比較

子系統 \ 相對重要性	AHP 法	短程	中長程	遠程
旅次前乘客資訊系統	7	7	6	2
場站資訊系統	2	3	1	3
車輛內資訊系統	8	6	8	8
排班調度系統	1	5	4	5
行車監控系統	5	8	5	6
行車安全系統	3	4	3	1
車隊營運系統	4	2	2	4
票證系統	6	1	7	7

註：數字表示相對重要性排名

6.6 評述

針對先進公共運輸系統技術之適用性及使用 AHP 分析方法，可得以下的看法：

1. 本研究結果顯示，在近程（三年內）較適合發展票証系統、車隊營運系統、及場站資訊系統；在中長程（十年內）則適合發展場站資訊系統、車隊營運系統、及行車安全系統；而遠程則較適合發展行車安全系統、旅次前乘客資訊系統、及場站資訊系統。
2. AHP 雖在許多方面已被廣泛使用，但在處理許多有相關性的替選方案時仍須謹慎，以免造成偏誤。
3. 本研究利用 AHP 進行分析，雖然在分析之初即已按照不同背景的專家與學者將問卷結果作一區分，以顯示不同背景之下對先進公共運輸系統的相對性看法，但因 AHP 法所得為相對性之權重，故無法像一般統計方法使用標準差或變異數來表現各個成員間之差異性。

此外對於評估方法之使用及評估結果亦有如下的建議：

1. 此處評估的結果可作為決策者引進或發展先進公共運輸系統的參考依據，但至於如何落實到實際的應用上，還需要經過仔細的規劃。
2. 此處的評估過程是基於各種子系統的成熟度不一，且成本效益資料未盡完全的情形下所求得，引此若要發展個別的子系統時，還需針對財務可行性及經濟可行性等各方面來仔細評估。
3. 在面對無法掌握的先進科技發展情況，應有必要發展出一套評估方法以解決此種情形，使得決策者或企業界在引進先進技術時能有一評估準則。

第七章 施行策略分析

先進公共運輸系統之引進需經由整體之考量，首先透過未來系統藍圖之建立、現況之調查，可瞭解現實環境之限制，並經由技術成熟度及功能特性分析，則有助於選擇適用之先進技術；其次確定各項子系統之效益限制情形，確立各項子系統之發展優先順序；最後則訂定未來推動先進公共運輸系統之施行策略。經由前面各章之分析，可以清楚明瞭台灣地區先進公共運輸系統的預期功能、技術使用現況、先進技術成熟度、以及各項子系統之相對重要性。本章之主要內容為運用前面各章之分析結果，擬定未來先進公共運輸系統之發展原則與步驟、發展之限制與配合措施以及相關研究課題，最後使用一個案來說明推動先進公共運輸系統之步驟，而此一個案可以作為推動先進公車示範系統(Demonstration)之基礎。

先進公共運輸系統之發展，必須透過整體之分析過程，方能使各個子系統達成最佳之組合，達到各系統之預期功能，並降低整體系統以及各子系統之發展成本。施行策略可依據公共運輸服務品質需求、技術成熟度、適用性、技術結構性相關程度、以及效益等因素，擬定短中長期的發展策略、各時期的配合措施、和研究發展課題，以落實先進公共運輸系統之建設，並確保預定目標之達成。

7.1 發展原則與發展時程

台灣地區先進公共運輸之發展，可透過圖 7.1 之工作流程來進行，此一工作流程實質上亦為本研究前述的大部分工作內容。其重要課題即先瞭解台灣地區之公共運輸結構、客運運輸現況、運輸模式、旅次特性，據以建立台灣地區公共運輸系統整體性架構，並進一步透過台灣地區公共運輸系統之服務

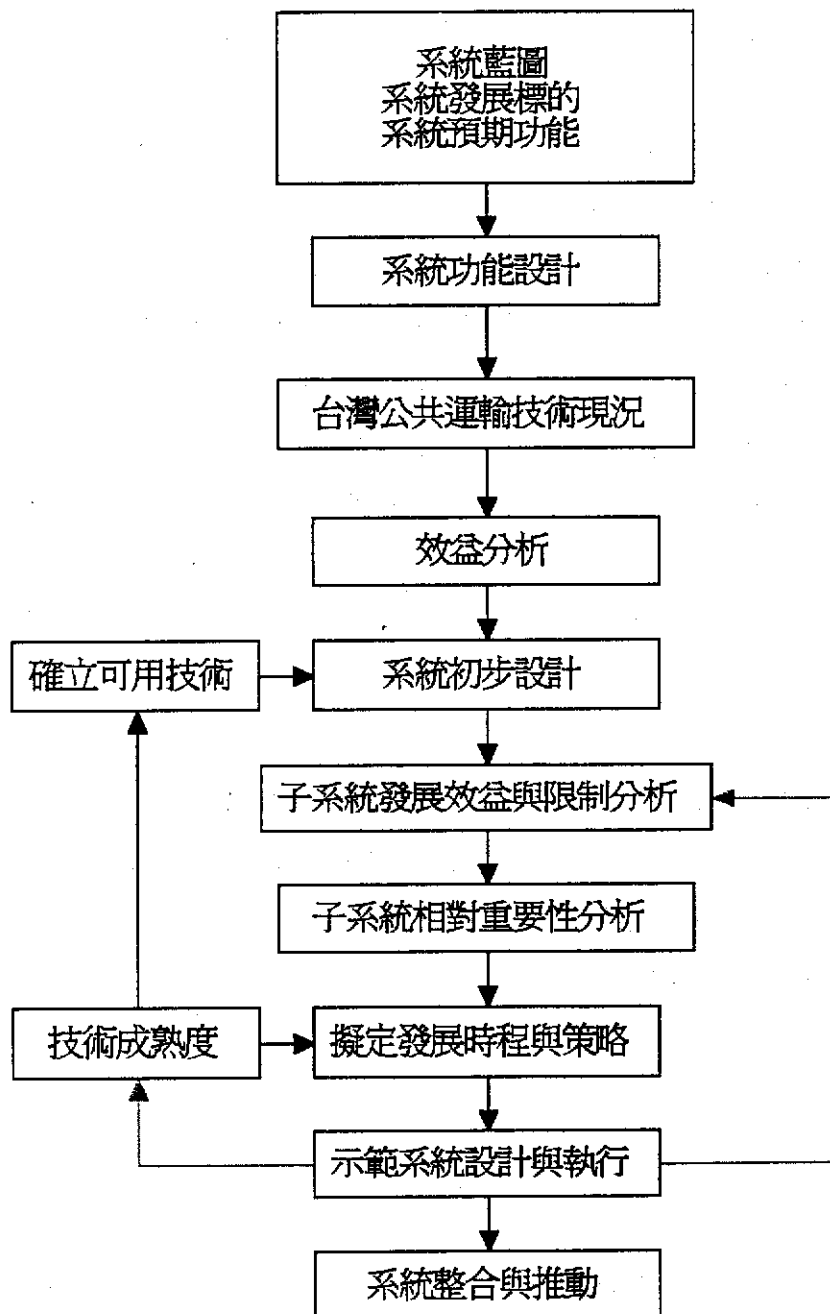


圖7.1 發展程序

性功能分析，建立台灣地區先進公共運輸發展藍圖。同時分析先進技術在先進公共運輸系統之使用情形；進一步探討應用於先進公共運輸之技術種類及成熟度，並說明各項子系統與技術之功能、特性、與優缺點，最後確立可應用於台灣地區先進公共運輸系統之重要技術種類。為瞭解台灣地區公共運輸系統之技術現況及未來業者引進先進公共運輸技術之意願，接著進行台灣地區公共運輸系統之技術現況及引進先進技術意願之調查，並分析公共運輸環境之限制情形。最後則考慮各項子系統之效益與限制之強度，分析各項子系統之發展優先次序，以進行發展策略分析，研擬發展原則與步驟，並說明發展限制與各單位之配和措施。本研究前面各章以針對上述各個項目進行詳細之分析。

歸納上述之說明，可以明瞭發展原則之主要考量基礎為以下五點：

1.公共運輸服務藍圖與功能分析

經由第二章之分析可以瞭解公共運輸各系統與公車系統之相互配合關係，確立未來之公車系統服務藍圖（請參考圖 2.8）。由使用者觀點出發，可以認知未來公車系統之服務功能應加強查詢服務、票證服務、轉乘服務與乘客用通訊服務；若由經營者觀點而言，可以認知未來公車系統之服務功能應加強車輛排班、人員排班、路網規劃、行車監控、行車安全、車輛維修、車隊營運以及票證等功能。經由前述之分析，本研究確定未來台灣地區先進公共運輸系統可以區分為六個子系統，也就是使用者資訊子系統、行車監控子系統、行車安全子系統、車隊營運子系統、排班調度子系統與票證子系統；各個子系統之預期架構與功能請參閱第二章之說明。

2.技術成熟度與國內技術使用現況

經由對於多數國家先進公共運輸系統研究之瞭解，可以確知大部份

子系統均已完成研究，部份系統仍正測試中或已正式開始營運。因此可知大部份系統均已達成熟應用階段，各子系統與技術之特性與發展狀況請參考本研究第三章之詳細說明；而有關國外各項系統之發展成本與執行效益，以於第四章與附錄一中加以分析說明。未來先進公共運輸系統建立之考量，主要在於所使用技術之先進程度與其成熟度。對於各種先進技術是否應由國外引進或由國內自行發展，應分析國內科技發展政策、技術水準與生產成本結構，作進一步詳細分析。

「先進」一詞誠如本研究第一章所述，是一「相對性」名詞，必須考量國內公共運輸技術使用之現況。本研究之調查分析顯示國內公共運輸業之營運仍處於勞力密集階段，大部份均仰賴人工之處理。隨著人力資源之成本上升，如不考慮其他限制，先進技術之引進應具有龐大之潛力；而各項現況之限制也可以最為未來發展先進公共運輸系統時擬定配合條件之參考。詳細的調查分析請參考本研究第五章。

3.各子系統之結構性相關

子系統間之相關性可以由各子系統的結構圖加以歸納，確定各個子系統使用之技術的共同性，也就是確定子系統間共同使用之技術項目與獨自使用之技術項目。經由本研究所構建之各子系統結構圖，歸納各系統需投入(Input)與產出(Output)之資料項目可以構建各子系統間之關係。在前章之圖 6.14已說明各子系統間之投入產出相關性與技術關聯情形，而各子系統間之關聯程度如圖6.15所述。

經由上述分析，歸納共同使用技術、獨自使用技術與相關系統如表 7.1所示。由表7.1可知，自動車輛定位系統、車上電腦、無線電通訊系統、自動車輛辨識系統、控制中心電腦系統、智慧卡、地理資訊系統等等，均為重要共同使用技術，其他技術則為少數技術共同使用或獨

表7.1 重要共同使用技術

技術 \ 子系統	A	B	C	D	E	F
自動車輛定位	○	●	○	○	○	△
自動車輛辨識			●	△	△	△
車上電腦	○	●	○	○	○	○
無線電通訊	○	●	○	○	○	○
智慧卡	△	○		○		●
一般電腦系統	●	●	●	●	●	●
行車控制中心電腦系統	○	●	●	●	●	△
資訊顯示器	●	○		△	△	○
車輛狀況偵檢	△	○	●	○	○	
乘客計數		●	△	○	○	△
排班調度	○	○		○	●	△
地理資訊系統技術	○	●	○	○	○	

註：A=使用者資訊子系統

C=行車安全子系統

E=排班調度子系統

○ 高度相關

△ 輕度相關

B=行車監控子系統

D=車隊營運子系統

F=票證子系統

● 此技術隸屬於該系統

自使用技術。此項分析結果將是未來先進公共運輸系統整體性發展之重要參考依據。

4.子系統相對重要性

依據AHP專家訪談之分析結果顯示，若不考慮子系統間之關聯性，其評價結果係為各子系統均已發展成熟後的相對效益；然而，專家認知之限制則多指系統開始發展或發展過程中之限制情形。綜合所有訪談群體之分析結果顯示以行車安全系統之效益最高，其次依序為旅次前乘客資訊系統、場站內資訊系統、車隊營運系統、排班調度系統、行車監控系統、票證系統與車輛內資訊系統。限制部份依序為排班調度系統、場站資訊系統、行車安全系統、車隊營運系統、行車監空系統、票證系統、旅次前乘客資訊系統與車輛內資訊系統。相對重要性分析結果顯示，排班調度系統最為重要，其次依序為場站資訊系統、行車安全系統、車隊營運系統、行車監控系統、票證系統、旅次前乘客資訊系統與車輛內資訊系統。詳細分析請參考第六章之說明

若考慮各子系統間之關聯性，即考慮系統本身之發展時程、相互限制與相互助益，則近程內優先發展之子系統為電子票證子系統、車站內資訊子系統與車隊營運子系統；中長程則適合發展車站內資訊子系統、車隊營運子系統、排班調度子系統與行車安全子系統；遠程則發展排班調度子系統車隊營運子系統、旅次前乘客資訊系統、行車監控系統與行車安全子系統。

5.示範系統之規劃與執行

先進公共運輸系統之技術相關性甚高，彼此間具互補性或替代性，加上就某一功能而言，可用技術種類繁多，因此技術之評估、選擇與

系統之設計複雜性均相當高。前面各章之研究對先進公共運輸系統之功能描述詳盡，但如何將功能性設計落實，實為推行先進公共運輸系統之要務。

示範性測試系統之建立實有助於解決上述之複雜問題，透過一簡單之示範系統可以瞭解各項技術之適用性，並實地分析使用者之真實感受，而且也可以瞭解各項環境限制問題與解決方法。

綜合以上五點之分析，可以歸納先進公共運輸系統之基本發展原則為：

- (1) 相對重要性最高之子系統先行發展，但該子系統如亟需其他子系統之某些技術的支援，則共同使用之技術部份先行發展。
- (2) 各子系統間完全獨立之技術項目依子系統之相對重要性高低，依序發展。
- (3) 在本適用性分析後應進行系統初步設計，然考慮先進系統之複雜性，宜以特定示範系統先進行測試，以期累積經驗、合理評估效益，作為整體推動的基礎。

依據上述之基本發展原則，以下將針對短程（三年內）、中長程（三～十年）與遠程（十～十五年）說明各子系統適合發展之項目和限制，以及在財務、技術、管理、與營運環境等方面的配合措施，並以先進公車監控與使用者資訊系統為例，提出個案分析架構，以作為示範系統設計的依據。

7.2 系統發展策略

7.2.1 電子票證子系統

1. 近程

概況：電子票證子系統為近程最優先發展之項目，由於票證系統與其他子系統之關聯性不大，近程將以硬體設備之裝置為主。近程之工作項目為發展公車專用的票證系統，以磁票為主，票證資料處理即分析軟體之引進或開發也應同時進行。

功能：自動化收費、售票、票務分析與統計。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 讀票機之開發或引進、車票之種類、電腦系統之功能設計。
- (3)管理 人員培訓、人力結構調整。
- (4)營運環境 公車經營環境之改善、獎勵大眾運輸發展法令之修定、票證系統統一規格之制定。

2. 中長程

概況：中長程時，本系統將發展整合性多功能票證系統，與其他運具票證系統整合，並可應用於停車收費、通行費等多用途之使用。票證技術將朝向智慧卡方向發展，使其具有儲存大量資料的功能，並開發不須接觸之感應式票證系統。而自動記帳與轉帳系統之引進也將於此時併入發展。自動定位系統之使用可以促進以里程作為費率基礎之收費方式，使電子票證系統之使用更具彈性。

功能：增加儲存容量、多功能使用、運具間票證之整合。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 銀行自動轉帳系統之配合發展、其他收費系統之整合。
- (3)管理 新進人員素質之提升。
- (4)營運環境 與其他票證系統之整合規範與規格之制定、金融相關法規之修定。

3.遠程

概況：遠程將開發具有運算功能之微晶片卡 (Chip Card)，此卡片可與信用卡與金融卡合併，配合未來國民身份證與相關證件之智慧卡化，合併發展。

功能：具有運算功能之智慧卡，可以與其他各種信用卡、金融卡、駕照、電話卡與身份證件整合。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 智慧卡之開發。
- (3)管理 技術人員之訓練、電腦設計保全管理。
- (4)營運環境 金融、戶政、監理與警政相關法規之修定，落實單一個人信用卡制度之推動；與其他證照系統之整合規範與規格之制定。

7.2.2 行車監控子系統

1.近程

概況：近程之發展將以行車控制中心之設立為主，配合車上電腦、無線電通訊系統、中央控制電腦系統與自動車輛控制系統之發展，使行控中心可以提供其他子系統重要之系統資訊，如準點性、車

輛位置、行車狀況等。初期之發展以成熟度較高之技術為主，並考慮未來之技術發展趨勢與整合需要。

功能：準點性監控、車輛位置監控、緊急狀況通報、雙向無線電通訊、車上電腦分析與運算功能。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資，由民間投資興建；或由政府設立一地區性之行車控制中心，由民間來經營。
- (2)技術 地理資訊系統、自動車輛定位技術、通訊技術、車上電腦、監控電腦系統之引進與開發。
- (3)管理 控制人員、操作人員培訓。
- (4)營運環境 通訊法規之修定、系統之整合規範與規格之制定。

2.中長程

概況：中長程之發展以提高行車安全與經營效率相關之功能為主，如車況偵檢系統、行車寂靜警告 (Silent Alarm)、行車指示系統等。號誌優先通行系統之設置也是此階段中工作重心，可促進公車之運轉速度與運轉效率。

功能：車況顯示、延誤程度分析與改善策略擬定、駕駛員駕駛狀況偵測、到站時間預測、號誌優先通行、乘客計數裝置。

配合措施：

- (1)財務 政府之投資、補貼與融資。
- (2)技術 自動車輛辨識系統、電腦號誌系統、公車優先通行控制系統、車況偵測系統、到站時間預測技術、乘客計數裝置之開發或引進。
- (3)管理 控制人員、操作人員培訓。
- (4)營運環境 公車專用道路網之建立、公車專用號誌之法令修定、

電腦號誌系統之配合。

3. 遠程

概況：發展需求反應式(Demand Responded)服務方式、即時性監控與導引系統。

功能：即時性路線規劃、自動行車導引。

配合措施：

- (1)財務 政府之投資、補貼與融資。
- (2)技術 即時性路線安排技術、導引技術、自動駕駛技術之發展與配合。
- (3)管理 控制人員、操作人員培訓。
- (4)營運環境 自動駕駛相關法令修定。

7.2.3 行車安全子系統

1. 近程

概況：配合車上電腦之發展，提供車況偵檢功能，但舊型車輛須等待車輛更新後方能進行。初期加裝各種緊急通訊系統，以提供緊急狀況通報救援之用。

功能：車上電腦之緊急通訊按鈕、防止駕駛員分心之寂靜警告裝置。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資，車輛更新之資本籌措。
- (2)技術 車上電腦資訊模組化功能鍵之設計、寂靜警告裝置技術之引進。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境 獎勵大眾運輸發展法令之修定、與救援機構之連線作業。

2. 中長程

概況：即時偵測車況資料，提供駕駛與控制中心車況資訊。

功能：即時性提供車況偵檢功能。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 模組化車況偵測系統之開發或引進、行車監控系統之配合。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境 車輛檢查相關監理法令之修正。

3. 遠程

概況：全自動駕駛、導引、外在環境偵測與故障偵測之功能，排除人為疏忽。

功能：全自動駕駛、環境偵測與故障偵測等功能。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 自動導引技術之引進或開發。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境 自動駕駛相關法令修定。

7.2.4 使用者資訊系統

1. 近程

概況：近程之發展以車站內資訊系統之發展為主，配合行車監控系統提供車輛之位置、路線；透過電子票證子系統提供費率資料；並提供使用者班次、時刻表資訊。初期以提供固定資訊為主，經由

各項系統之即時化可提供即時資訊；旅程規劃功能可以開始逐步推動。

功能：班次、費率等固定資訊以及車輛位置、到站時刻之即時性資料顯示，簡單之旅程規劃功能。並提供車上簡單之資訊顯示，如站名顯示等；並整合其他運具之系統資訊。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 顯示技術、查詢系統之開發，自動車輛定位系統之配合，公車到站時刻之預估技術。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境 獎勵大眾運輸發展法令之修定，改善大眾運輸營運環境。

2.中長程

概況：中長程以旅次前資訊系統之發展為主，提供各種查詢功能，以及訂票劃位功能；而資料之即時性與其他子系統之發展時程有關；提供更精緻之旅程規劃功能。

功能：提供系統外之使用者系統資訊，資訊內容與近程相似，惟其他子系統之即時化促使系統資訊相對即時化。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 旅程規劃軟體之開發。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境 公用資訊網路之建立。。

3.遠程

概況：加強車上使用者資訊系統功能，其功能與旅次前使用者資訊系

統相似。

功能：提供車上旅客系統資訊、轉乘服務。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術
- (3)管理 操作及維修人員培訓。
- (4)營運環境

7.2.5 車隊營運子系統

1. 近程

概況：近程之發展以靜態規劃為主，也就是利用系統營運資料加以分析，擬定與修正營運路網、路線，訂定服務水準，以及其他經營管理之輔助功能。

功能：靜態路網規劃、路線規劃、服務水準設定、輔助營運管理。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 路網規劃方法、最佳服務水準擬定方法、輔助經營軟體等開發或引進。
- (3)管理 業者組織之調整。
- (4)營運環境 獎勵大眾運輸發展法令之修定，改善大眾運輸營運環境。

2. 中長程

概況：中長程 以即時化管理為發展目標，使經營者可以針對需求之變化立即改變經營策略。。

功能：即時化輔助經營，可提供需求反應式服務，如撥召公車等。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 即時規劃軟體之引進，即時車輛監控系統與使用者資訊系統之配合。
- (3)管理 操作及維修人員培訓。

3.遠程

概況：自動化經營輔助系統之建立，可自動蒐集可用資訊加以分析，減少人為判斷之誤差，形成一自動化專家系統。

功能：全自動營運規劃與分析。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 專家系統之開發。
- (3)管理 經營組織之調整。

7.2.6 排班調度子系統

1.近程

概況：近程之發展以靜態排班調度為主，也就是利用需求密度、系統營運，服務水準等資料加以分析，排定車輛出發時刻表、人員值班表與班車時刻表等。。

功能：靜態車輛調度、車輛排班與人員排班等功能。

配合措施：

- (1)財務 政府補貼與融資。
- (2)技術 靜態排班、調度分析軟體之開發或引進。

(3)管理 業者組織之調整。

(4)營運環境 獎勵大眾運輸發展法令之修定，改善大眾運輸營運環境。

2.中長程

概況：中長程 以即時化排班調度為發展目標，使經營者可以針對需求之變化與班次表執行時遭遇之特殊狀況，立即反應。

功能：即時化排班調度，可應用於撥召公車等，對於如人員缺席、重大需求變化等均能適時解決。

配合措施：

(1)財務 政府補貼與融資。

(2)技術 即時排班調度軟體之引進，即時車輛監控系統與使用者資訊系統之配合。

(3)管理 操作及維修人員培訓。

3.遠程

概況：配合自動化經營輔助系統之建立，進行自動化排班調度工作。

功能：全自動排班調度。

配合措施：

(1)財務 政府補貼與融資。

(2)技術 專家系統之開發。

(3)管理 經營組織之調整。

7.3 發展限制及配合條件

根據系統與技術特性矩陣表可以了解各項技術與系統之缺點與限制，與本系統相關之各項技術之限制請參考第三章的說明；而經由對客運業調查分

析顯示未來在推行先進公車系統時將遭遇若干問題，以下將針對政府單位、業者、研發單位、顧問公司及學術界分類說明所遭遇之限制及困難，這些課題亦可作為示範系統設計的重要參考：

- 1.政府單位：包含中央交通主管部門及工業生產推動等部門，以及相關地方政府機關，如交通部、經濟部、省交通處、縣市交通局等。
 - (1)未來發展先進公車系統所需資金龐大，因此業者並無法完全負擔，而目前有關大眾運輸補貼之法令不足。
 - (2)通訊管制目前仍相當嚴格，因此必須協調相關單位，進行規劃。
 - (3)目前未有明確之公共運輸發展策略及相關交通政策，造成相關科技產業不敢投入技術研發，而公車業者也無法擬定服務策略。
 - (4)公共運輸之整體系統整合性不足，如公車與捷運之營運在費率、票證、使用者資訊等方面缺乏良好整合。
 - (5)對於公車客運業之營運、財務、成本、服務水準無法有效之監督與管理，使補貼政策與費率調整無法有效執行。
 - (6)法令未充分配，如車輛檢驗項目中未包含車上偵測設備與車上電腦等附屬設備之檢驗項目；道路交通標誌標線號誌設置規則中未規定公車專用號誌之設置規則。
 - (7)資訊網路尚未周全，電信網路品質未臻完善。
 - (8)電子地圖資料缺乏。
 - (9)公車營運環境不佳。
- 2.客運業者：包含公民營之公路客運業者。
 - (1)本身經營效率不佳，虧損過多。
 - (2)規模過小，缺乏規模經濟。
 - (3)資金不足。
 - (4)人員素質過低，培訓困難。
 - (5)缺乏企業管理及經營觀念。

(6)缺乏先進技術新知的來源。

3.研發單位：即運輸相關技術之研究發展單位，如車輛製造、通訊、電子、資訊系統、營運管理系統等研發產業。

(1)缺乏公共運輸技術觀念，無法針對系統所需進行研發。

(2)缺乏政府之政策支持，不敢貿然投資。

4.顧問公司：含一般運輸工程顧問公司與運輸科技顧問公司等相關公司業別。

(1)缺乏研究設計之觀念，無法整合理論與實務。

(2)規模過小，研發經費不足。

(3)缺乏政府之政策支持，不敢貿然投資。

(4)缺乏科際整合觀念。

5.學術界：如學校、研究所、財團法人設立之研究中心等。

(1)研究無法持續有系統的進行，成果無法累積。

(2)研究經費不足。

(3)缺乏政府之政策支持。

(4)研究無法落實，為研究成果未作進一步系統設計與執行計畫，使實務單位無法引用。

根據上述之限制影響程度，對於示範系統之發展應配合下列課題進行規劃：

1.政府部門

(1)短期：規劃公車專用道、協助業者及相關產業融資、交通政策明確化、開放通訊頻道、輔導公車業者改善經營困境、利用非金錢補貼來改善業者經營環境。

(2)中期：成立「公共運輸委員會」，擬定獎勵大眾運輸發展法案並儘速通過實施、進行整體性公共運輸系統分析及整合、加強

資訊網路佈設。

(3)長期：發展先進道路管理及監控系統，強化本系統功能。

2.業者

(1)短期：改善經營困境、降低虧損、加強人員在職訓練、改善車輛與車站設備、設立控制中心。

(2)中期：擬定服務策略、引進電腦系統輔助經營。

(3)長期：引進新型車輛、提高員工素質。

3.研發單位

(1)短期：強化交通運輸系統觀念、整合理論與實際、預測未來發展趨勢、開發系統雛形。

(2)中期：加強與學術單位之合作、訓練設計人才、系統更新。

(3)長期：研發先進技術，超越先進國家水準，進軍國際市場。

4.顧問公司

(1)短期：增加研發經費及人員、加強人員訓練、尋找科技合作單位。

(2)中期：加強與學術界之聯繫、加強與國外顧問公司之合作。

(3)長期：增加公司專業能力、朝專業顧問公司方向發展。

5.學術單位

(1)短期：落實研究成果、增加研究經費、加強學生專業訓練。

(2)中期：累積研究成果、持續進行相關研究。

(3)長期：成立「公共運輸研究中心」。

7.4 執行組織

公共運輸系統之推動宜透過一專責單位，整合各相關政府單位、學術界、顧問公司與產業界，建議成立與「道安會報」類似之專責單位，如「公

共運輸委員會」。公共運輸委員會統籌公共運輸政策之研擬、公共運輸經營環境之改善、公共運輸系統整合、先進公共運輸技術之引進、與公共運輸業之經營輔導等工作事項。

未來先進公共運輸系統之推動可透過公共運輸委員會，整合相關政府單位、學術界、顧問公司、運輸產業、資訊系統產業、電子產業、車輛設計製造業、結構及硬體製造業等，共同成立一先進公共運輸系統推行組織。組織架構如圖 7.2 所示，依其功能分類可以區分為五大部門，各部門之執掌如下：

1. 旅行者資訊系統執行部門 負責旅行者資訊系統相關之系統設計與執行，統籌相關之研究與設計事務。
2. 車隊管理系統執行部門 負責車隊管理系統之設計與執行，統籌相關之研究與設計事務，輔導公共運輸業者調整產業結構，配合系統之測試與營運。
3. 系統整合部門 進行技術與系統間之整合，確保系統功能之完整發揮。
4. 技術標準研擬部門 研擬各項先進技術之技術標準與規格。
5. 政策研擬部門 研擬推動先進公共運輸系統之相關配合策略。

由於組織之設立尚需一段時間，在公共運輸委員會尚未成立之前，先進公共運輸系統之推行建議由相關單位統籌辦理。

7.5 相關研究課題

依據本研究之分析過程，發現若干有關技術、政策、經營等相關問題亟待研究解決，以下將依據六大子系統之分類，分別詳細說明各研究相關課題。

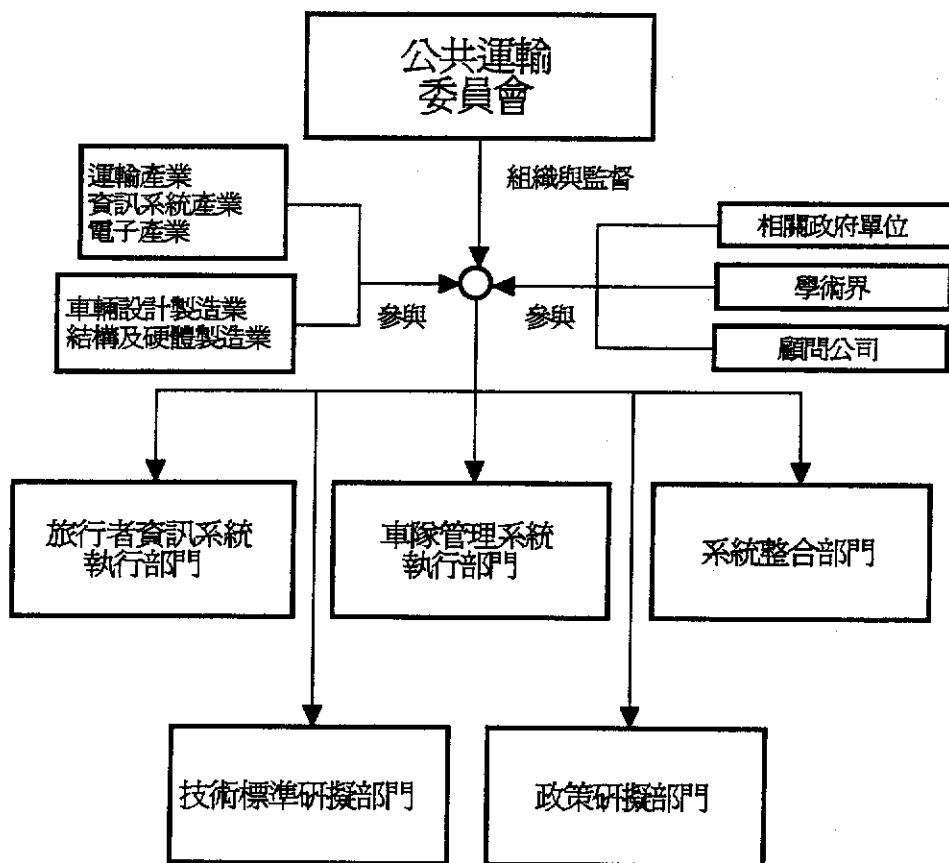


圖7.2 先進公共運輸系統推行組織架構

7.5.1 使用者資訊系統

1. 旅程規劃系統

旅程規劃系統可供使用者輸入起迄點、出發及抵達時間、預算限制等，由電腦程式依據方法論計算最佳路線與班次之組合。此項技術涉及網路相關問題，如最短路徑搜尋、排班、成本最小化等問題，模式之求解方法與運算速度也是一項重要考量。

2. 語音識別及電腦語音系統

可解讀旅客之詢問事項，並以電腦語音回答，因此可節省工作人力，並提供全天候之服務。

3. 即時車站到站時間預測

利用定位資料以及道路狀況資料，預測公車到站時間。良好之預測方法可以減少公車訊號傳輸頻率，節省系統設置成本。

4. 使用者資訊查詢系統

此項系統之設計必須考慮良好知人機介面，大部分的使用者查詢系統多採觸摸式螢幕、圓球或轉輪方式接受查詢；此套系統也可以透過網路與提供外界查詢。未來本系統可朝即時化方向進行。

5. 預購票系統

此項系統提供使用者利用使用者資訊系統訂購票，列印取票憑證，並自動將票款利用轉帳方式扣繳，或以郵寄帳單方式收取票款。

6. 站名顯示系統

此系統需結合自動定位系統，提供車上使用者即將抵達之車站名稱，由於公車之行駛路線有若干變異，如轉彎半徑、變換車道、靠站情形等均會影響位置估計之準確性，希望透過此項研究能增加其精確度。

7.5.2 行車監控子系統

1.自動定位系統之誤差校正

自動車輛定位系統所使用之技術項目繁多，而位置資料之精確度影響該系統之實用性，而正確性越高之系統，其設置價格亦越高昂，因此如能研究誤差校正之技術，可大幅節省設備成本。以下針對不同技術整類，提出相關研究課題：

(1)里程計定位系統

研究具有學習功能之里程計定位系統，並配合車輛辨識系統作為行使中誤差校正之用。里程計定位系統為目前固定路線之公車系統最常使用之定位技術，如能開發快速且準確之誤差校正方法，其實用性大幅提高。

(2)衛星全球定位系統

全球定位系統之衛星訊號常受地形、建築物、隧道等影響，訊號常發生折射或消失之情形，因此可針對隧道地區與訊號受到折射影響部份需提出解決之道。精密之位性定位系統造價高昂，希望能透過誤差校估之方式減少系統成本。

(3)無線電定位系統 無線電定位系統所遭遇之限制與衛星定位系統相似，而且更形嚴重，所需投入之研究人力也越多。

2.車上電腦之功能設計

車上電腦需處理公車上大量的資訊，因此在運算速度與儲存量方面必須滿足系統需求，而在與其他車上設施與通訊設施之界面設計方面也需詳加分析。此外顯示幕與鍵盤之設計也需符合人體工學。

3.自動車輛辨識與號誌優先通行

自動車輛辨識之技術之成熟度較高，目前以應用於收費站自動收費與號誌優先通行等方面，但國內相關之研究尚少。此項研究所牽涉之內容有以下三點：

- (1)公車號誌優先通行號誌策略下之號誌時制最佳化理論。
- (2)各種公車延誤程度與緊急程度下之優先通行策略。
- (3)影像處理在自動車輛辨識系統之應用。

4.無線電資料傳輸及控制技術

良好之無線電分時控制系統可以增加資料傳輸次數，並且減少所需要的頻道數量，在無線電頻道日益缺少的現代，所能增加之效益相當龐大。而資料傳輸速率之提升有賴數位化無線電通訊技術之發展，防止干擾與截收技術也有待加強。

5.自動車輛狀況偵測技術之研究

開發車輛機具自動偵測裝置，並與車上電腦整合，偵測車輛各部份之運轉情形，顯示在操作螢幕上，提供駕駛者參考，並可以避免危險之發生。

6.自動乘客計數技術

此項技術主要在於計算上下車之乘客數，可應用踏板式與紅外線光學感應式等技術，未來也可以使用影像處理技術，以增加精確度。

7.行車控制中心之系統整合

行車控制中心整合各項設施之資料，因此資料之傳輸需要透過一共通之介面及資料之匯流排(Bus)。此外控制中心之監控能力也將影響監控中心之設置數量，因此需要進行深入評估，而各行車控制中心間之資料傳輸，也需詳細規劃，發揮系統整體的功能。

8.集中式與分散式行車監控系統之適用性分析

集中式行車監控系統也就是將大部份車上資料傳回控制中心處理，處

理完之資訊再傳回車上電腦，車上電腦僅負責部份資料處理功能。而分散式系統則將大部分資料分析與處理功能設定由車上電腦來執行，再將分析後的簡要資料傳送至控制中心電腦統籌運用。集中式電腦於系統中車輛數目龐大時，中心電腦之運算負擔沈重，而分散式系統所需要之車上電腦成本高昂，而且維修成本較高，二者之取捨權衡值得進一步分析。

7.5.3 行車安全子系統

1. 車況偵測器之研發

提供車輛運轉狀況資訊，並與車上電腦連線，將資料顯示於監視幕中，或加以儲存；未來之發展可朝模組化方式研發。

7.5.4 車隊營運子系統

1. 營運路網規劃方法之研究

建立公車路網設計模式，即最佳站位與路線之設計，並尋找正確且快速之求解方法。路網設計模式應考慮起迄點需求密度、道路交通量、街道幾何限制等因素。

2. 旅客運輸需求與營運策略分析

依據營運資料，及旅客需求與營運成本，進行最佳之營運策略分析，並訂定公司之服務水準與要素投入量。

3. 混合車型之營運策略分析

一般公車業者都擁有不同容量的車種，而對於大、中、小型公車各有其適用的營運環境；如何以公車營運或乘客效益的角度，針對會合車型的車隊經營進行分析，為一重要課題。

7.5.5 排班調度子系統

1.車輛排班問題

依據服務策略，進行最佳之車輛排班作業，建立最佳化排班模式，並尋找最有效率之解法。並且可考慮動態車輛排班模式，依需求之變動與其他突發狀況隨時調整班次。

2.人員排班問題

在最大工作時數限制下，排定工作人員之工作時間表，建立最佳化排班模式，並尋找最有效率之解法。

3.即時車輛調度問題

利用自動車輛定位系統，根據需求之反應與其他特殊事件，隨時進行車輛之調度，可應用於需求反應(Demand Respond)之撥招公車 (Dial-A-Ride)系統。

4.公車專用道之路網規劃

公車專用道路網之建立可以大幅改善公車運行效率，增加每部公車之運轉次數，減少車輛之需求。公車專用道路網之設計需考慮之因素衆多，應深入分析，建立其規劃模式。

7.5.6 電子票證子系統

1.智慧卡之研究

分析智慧卡之功能，及製造方法，並考慮與其他系統整合，如停車場、收費站、電信等系統相互配合，具備多種多功能。未來之智慧卡具有微晶片，可以儲存大量資料，並具備簡單運算功能。

2.票證系統附屬功能之研究

分析票證系統應具備之統計分析功能，如營收分析與需求分析等。

7.5.7 其他

1.公車專用道管理策略

採用自動化方式取締違規使用之車輛，可以配合自動車輛辨識系統，維護公車專用道之暢通。

2.先進技術之績效評估方法研究

提出先進技術之績效評估準則，以及量度指標。

3.公共運輸系統整合問題。

4.先進道路系統與公車系統之整合。

5.公共運輸最佳補貼之研究。

7.6 個案說明—台灣地區先進公車監控 與使用者資訊系統之建立

本個案分析將依據一個先進公車的發展程序進行說明，旨在完整說明先進系統適用性分析程序，因此若干分析過程與本文前述章相同，此一發展程序如圖 7.1 所述，其中重點係以系統功能設計為主，並探討相關配合條件及限制，以此建立先進公車系統之發展目標，並考慮各種發展限制及配合條件，建立先進公車系統之短、中、長期發展策略、時程以及預期效益，而分析之範圍將以「使用者資訊系統」以及「行車監控系統」為主，以期作為示範系統設計執行的基礎。

7.6.1 台灣地區公車經營環境現況

根據本研究對台灣地區客運業者進行之現況及未來意願調查分析顯示，台灣地區公車之經營形態仍屬人力密集之階段，絕大部分仍以人工方式進行車輛調度、排班、售票、查核、使用者查詢、路線規劃、和營收分析等經營管理業務。而由於經營環境不佳加上管理及規劃效率低落，大部分公司之財務呈現困難情形，因此目前大部分公司傾向於先改善自身之財務狀況，再引進先進技術、提升服務品質，而且大部份公司均希望政府能加以補貼或融資。調查結果也顯示，大部分業者對於先進系統之功能或技術種類並不知道，因此多數抱持觀望態度。

7.6.2 系統目標

目前公車業者之營運績效普遍低落，因此有必要透過管理策略以及營運輔助技術來提升其經營效率，並進而提高服務品質，以期使民衆捨棄私人運具改搭乘公車。欲提升營運績效以及服務品質，除了經營管理策略之調整外，提供使用者充分服務資訊以及輔助業者經營技術之引進均是重要的配合因素，因此本研究分析之先進公車系統之建立相當重要。

台灣地區先進公車系統之先進技術將有助於提昇大眾運輸的服務水準，並提供使用者充份之系統資訊（如時刻表、最佳路線及成本等），使其快速且方便地完成旅次目的，因此將增加許多潛在使用者之使用，提高營運收益。而在費用之收取及處理方面更可達到自動化、迅速及確實之目標。先進公車系統未來的發展朝向「即時」處理之目標邁進，提供使用者即時的系統資訊，也就是當系統內發生任何變化時，系統均會進行調整，提供使用者最新的資訊。在系統之經營及管理方面，先進公車系統之先進技術將提供營運車隊安全及有效率的營運，並輔助規劃最佳之營運策略，滿足消費者之需求，提供更有彈性、有效率及更具親和力

之公共運輸服務。

先進公車系統之發展目標主要在於提高服務品質，增加經營績效，並間接促進產業利益，增進社會福祉。全程之發展目標如下：

1.提高服務品質

- (1)安全之提昇
- (2)可靠度之提昇
- (3)可及性之提升
- (4)旅行時間之減少
- (5)充分資訊之提供

2.增加營運效益

- (1)增加營運收入
- (2)降低營運成本
- (3)提升企業形象
- (4)增加競爭能力

3.促進產業利益

- (1)提升技術水準
- (2)增加商機
- (3)增加研發機會
- (4)增加國際競爭力

4.增進社會福祉

- (1)減少擁擠
- (2)降低污染

先進公車系統應用先進之交通監控、使用者資訊及交通管理技術，乃希望使公共運輸系統之運作更有效率，並藉此增加公共運輸系統之使用率，以紓緩交通

擁擠問題。

先進公車系統之系統特性及功能可歸納為下列十二點：

1. 提供公共運輸系統直接、正確、即時、容易處理、方便及易懂之資訊，並滿足使用者之需要。
2. 消除使用現金零錢之不便，以及消除複雜之訂位與付費方式。
3. 提供高乘載率車輛 (High Occupancy Vehicles) 之優先處理，如號誌化路口優先通行及專用道之設置等，以降低擁擠地區公車之延誤。
4. 提供方便之收費方式，提昇乘客上下車之速度，並提供自動化之票務資料管理，方便分段收費、行銷及規劃方面之分析。
5. 在專用道之管理方面提供自動監控及執法之功能。
6. 由於可用資訊之大量增加，可促進車隊營運策略規劃的正確性。
7. 利用即時監控系統，使車隊之營運達到最佳化。
8. 車隊控制 (Fleet Control) 技術可更有彈性，以滿足使用者之需要。
9. 整合電腦輔助調度 (Dispatching)、乘客資訊及有關行車安全訊息，以取得車隊監控 (Fleet Monitoring) 資訊。
10. 提供大眾運輸車輛之電子資料通訊，取代傳統之聲音通訊，輔助駕駛員行車，並提高行車安全。
11. 自動化車輛控制 (Automated Vehicle controls)，達成全自動操作。
12. 可使用車輛收集道路交通資訊，如旅行時間、延滯等，作為整體交控系統輸入與操作的一種。

先進公車系統可概分為六大子系統，分別為使用者資訊系統、行車監控子系統、行車安全子系統、車隊營運子系統、排班與調度子系統以及電子票證子系統，本個案研究之範圍主要在於「使用者資訊系統」以及「行車監控系統」之建立。使用者資訊子系統主要功能在於提供使用者以及潛在使用者系統資訊，如時

刻表、費率、到站時刻、站名播報、旅程規劃等，而提供資訊之地點可分為車上、站牌以及住家、公共場所等其他地方；至於行車監控系統之主要功能在於監控車輛之位置，提高班車準點性、瞭解載客情形、處理緊急事故、提高公車在道路系統之運轉效率等。

7.6.3 先進公車監控及使用者資訊系統架構

台灣地區 先進公車系統之運作功能將以滿足廿一世紀之需求為目標，運用先進科技，提供操作者及乘客即時資訊，改善經營績效並提升服務水準，並期望透過高水準之大眾運輸系統，降低小汽車之使用，改善都市道路擁擠，改善環境品質。以下所分析之系統將以先進公車系統之基礎系統——公車監控及使用者資訊系統為主。系統設計、軟硬體發展以及科技之整合將以近程計劃、中長程計劃、遠程計劃研訂發展內容，此外，考量示範系統的規模與研究經費，可以將中長程計劃與近程計劃的內容合併進行設計。圖7.3 顯示此示範系統內容，亦顯示其中相關資訊之互動關係。

正確且即時之資訊架構是增進大眾運輸系統使用率之關鍵，此項即時資訊之主要資訊為與車輛位置及交通狀況有關之即時資訊。每一部車輛位置之取得乃使用「自動車輛定位系統」(Automatic Vehicle Location System)，利用通訊系統傳送至營運控制中心，配合其他相關之大量資訊，提供管理者有效的管理車隊運作，並提供使用者即時資訊。營運控制中心之控制系統整合了電腦輔助調度、自動車輛定位及若干營運軟體，連續地接收由車輛傳回之位置資訊及路線狀況資訊，監控人員由電腦螢幕上可以了解每一路線之每一部公車的狀況，班次延誤及其他事件均可顯示在螢幕上，顯示之方式有文字、圖形視窗及統計表等方式，監控者可以運用上述資訊進行車輛之靈活指揮調度。當車輛發生緊急事件時，監控人員可以掌握車輛位置，並透過通訊系統了解狀況。

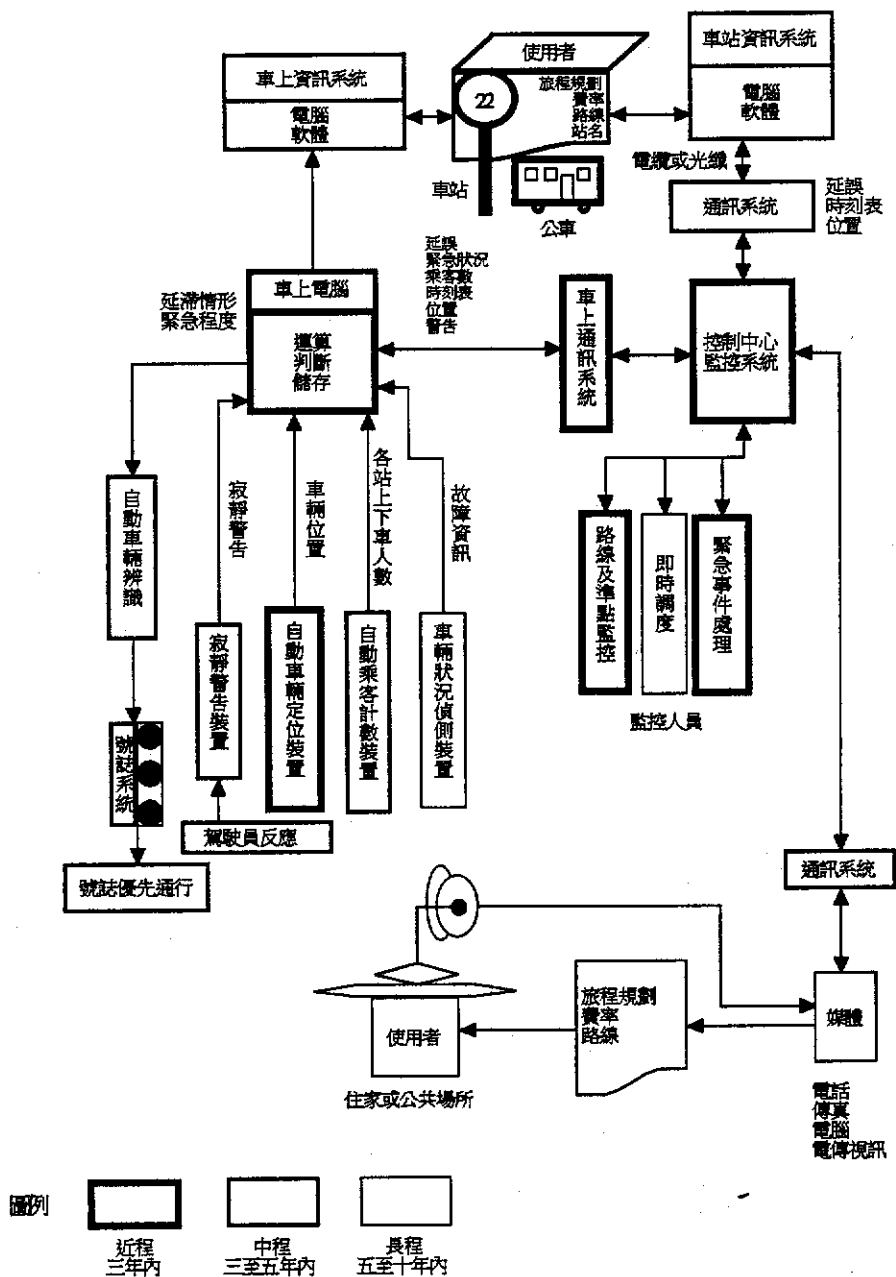


圖7.3 先進公車監控與使用者資訊系統執行時程

提供調度員良好之系統資訊不僅可以提升系統運轉效率，而另外一項更大之效益乃是經由提供使用者正確之系統資訊，提升系統可靠度及減少乘客等車時間，因而可提升公車系統之乘客量。透過通訊網路之佈設，乘客可以了解整個公車系統之即時狀態及預計搭乘的公車之抵達時刻，而在公車站牌提供此項服務則可以減少乘客預留之等車時間，其中資訊溝通方式有電話查詢系統、有線電視、個人電腦及智慧型公車站牌等。

整個公車監控系統可以區分為下列四個功能性的子系統：

- 1.車輛電子套件
- 2.通訊系統
- 3.公車監控中心
- 4.使用者資訊網路

技術之發展日新月異，個案分析及示範系統可就成熟度高之技術予以引進，茲分別說明如后。

7.6.3.1 車輛電子套件

車輛電子套件包括車上電腦、定位系統、通訊系統、機械偵測裝置及其他設備，以下將分別說明其功能。

1.車上電腦

車上電腦可以整合車輛所有資訊，經由中央處理機分析運算後，將資訊透過通訊系統傳送至控制中心，此項系統架構有兩種設計方式：

- (1)中央處理方式 即所有資料均由控制中心主電腦系統加以處理、分析，

在將分析結果傳送至各個單位。

- (2)分散處理方式 大部分之資訊均利用車上電腦進行分析、處理，再將處理結果傳回控制中心。

在分散式系統中，所有公車時刻表及路線資料均輸入車上電腦，由車上電腦根據定位資料，分析班車之準點性及車輛狀況，定時將資料傳回控制中心。中央處理式需要較龐大之資料傳輸時間，而且中央電腦系統之負擔沈重。而分散式系統需要在每一部車輛上裝置電腦處理系統，所需成本較高，而且也需要透過通訊系統方能進行系統最佳之控制；但分散式系統之運算時間較低，利用通訊系統傳輸之資料量較為簡短，中央系統之負擔較輕。至於採用何種系統，應針對運算限制、系統車輛數目、未來擴充需求、通訊頻道限制等因素進行詳細評估。本研究建議在系統車輛數量龐大，而且技術成熟度高、未來技術更新容易之情況下採用分散式系統。

2.車上通訊系統

車上套件之通訊界面可以提供駕駛員與控制中心進行資料傳送及接收，接收之資訊可以顯示在監視螢幕之上，而車上電腦也具有若干特殊按鍵，可以傳送特定訊息至控制中心，如緊急事故、故障、要求救護等資訊。

3.自動車輛辨識及號誌優先通行裝置

車上之自動車輛辨識裝置於車輛即將通過號誌化路口前將發射訊號至路口感應裝置，路口感應裝置將訊息傳至號誌時制運算單元，快速計算公車優先通行時制，於公車抵達路口前加以執行。自動車輛辨識之常用技術如下：

- (1)光學系統 使用紅外線接收器接收由車上發射之紅外線訊號，據以判別車輛屬性及其編號。目前影像處理技術可透過影像之解讀辨別，達到車輛辨識之目標。
- (2)感應系統 利用埋設於道路鋪面下之感應迴圈，感應車上之發出之特殊訊號。
- (3)無線電波系統 由車上發射無線電訊號，利用置於路旁的接收器接收並加以判讀。
- (4)超音波系統 使用超音波訊號，其訊號如前面所述之無線電系統。

號誌優先通行之等級可以區分為若干等級，如「危急」、「嚴重延誤」、「延誤」及「正常」等，而執行方式可以獨立路口或幹道群組方式進行。經由第三章之分析，本研究建議採用紅外線光學系統，因技術成熟度供且限制較少。

4.寂靜警告裝置

而車上套件中也應具有寂靜警告 (Silent Alarm) 之裝置，即駕駛員應定時操作某項設備，如按鈕或踏板，以告知控制中心駕駛狀況正常，否則即發出警告訊號，如此可以有效掌握緊急事故之發生，亦可定時傳輸相關資訊。

5.自動車輛定位裝置

經由自動車輛定位裝置可以隨時取得車輛車輛之確實位置，自動車輛定位系統之主要種類有以下三種：

- (1) 里程計(Odometer) 定位裝置 以里程計作為車輛位置推估之依據，配合路上若干校正點，如信號桿、站牌等進行誤差校正工作，而此項裝置也

可以賦予學習功能，即經由多次往返行駛漸漸提高其精確度。由於路況（改道）、駕駛行為（轉彎半徑、進出招呼站方式）等之差異，此方法之誤差較高，需經常加以校正。

(2) 地面無線電 (Land-Base Radio) 定位裝置 經由地面若干無線電站之訊號強弱及波長之差異，推估車輛位置。而無線電訊號在都市中易受建築物或地形之干擾，因此必須加以調整，訊號接收不良處，必須改採用其他定位方式。

(3) 全球定位系統 (Global Positioning System) 車上之衛星訊號接收器，接收數顆同步衛星之定位訊號，計算得到車輛之位置座標。衛星訊號易受建築物阻擋及折射、大氣折射、地形地物之阻擋等，因此必須透過校正機制加以調整，在訊號無法接收之地點也必須以其他定位方式來加以克服。

如欲降低系統設置成本，則里程計方法較為適合，但公車路線必須固定，且無法追蹤脫離行使路線之公車，如考慮未來之科技發展，則以全球定位系統較佳，全球定位系統初期設置成本高，但不受路線限制，而且是未來之發展主流。

6. 自動乘客計數裝置

自動乘客計數裝置可以計算各佔上下車之乘客數，配合車輛定位裝置之位置資料，儲存在車上電腦之記憶體中，或定時傳回控制中心。乘客計數技術常採用之技術種類如下：

(1) 踏板 利用置放於車門台階處之踏板，計算經過踏板之乘客數，透過適當之判斷技術可以分辨上下乘客，計算上下車之乘客數。

(2) 氣壓彈簧 (Air Spring) 利用裝置於車輛避震系統之氣壓彈簧測量車輛載

重，估計車輛載運之乘客數。

- (3) 紅外線(Infra Red) 偵測設施 利用裝設於車門上方之紅外線發射器發射紅外線訊號，以接收器接收反射之訊號加以分析，判斷通過之乘客數。較精確之偵測系統可以使用多個紅外線收發器，減少誤差，並可判斷上下車之乘客，計算上下車乘客數。

建議採用紅外線裝置，因其精確度較高，而且技術成熟。

7.車輛狀況偵測系統

此系統可以自動偵測車輛特定部位之運轉狀況，顯示在駕駛者監視幕上，或傳回控制中心，詳細說明請參閱第三章之說明。舊型車輛較不易裝置此項系統，可於訂購新車時考慮要求裝置此項系統。

8.站名顯示器

利用自動定位系統之資料，站名顯示器可顯示即將抵達站位之站名，也可配合語音播報方式，方便視障民衆使用。顯示器種類又下列三種：

- (1)液晶顯示器
- (2)陰極射線管螢幕
- (3)發光二極體

而語音播報技術有下列二種：

- (1)錄音播放系統
- (2)語音合成系統

7.6.3.2 通訊系統

通訊系統乃作為車輛與控制中心或車輛之間雙向通訊之使用，可作為資料之傳輸、辨識或定位訊號之收發及一般語音通訊等用途。

由於通訊頻道之限制，無法使每一部車輛固定使用特定專屬之無線電頻道，因此一般使用所謂「同步報告技術」(Synchronous Reporting Technique)，即每一週期(1~2分鐘)每一部車被指定一可用之時間段(Slot)，通常每一部車每1~2分鐘可以進行一次資料通訊。以西屋公司所開發之通訊系統為例，每個頻道每秒鐘可以容許有六部車進行通訊 [Proceedings of IVHS AMERICA, 1992 Annual Meeting]。由於有通訊頻道之限制，因此通訊頻道數目與系統中之車輛數目有密切相關性。一般利用此項通訊系統傳送之資料有位置、目前最新之時刻表及路線資料、機器狀況及其他有關資料等。而緊急時之語音通訊可以利用另一個專用頻道來進行，控制權由控制中心掌握。

無線電通訊所使用之無線電訊號可以透過無線電發射站、路旁信號桿或衛星轉播站進行傳送，訊號種類有類比式與數位式兩種，近年多使用數位無線電系統，而電波長則有調幅(MW)、調頻(FM)、超高頻(UHF)與極高頻(VHF)等多種，因此採用何種系統需視法令限制、地形、地物、建物高度、可用頻道數等狀況詳加評估。一般而言，較佳之通訊系統應能完全涵蓋系統服務地區，並有效利用有限之通訊頻道，而且考慮未來系統擴充之需要。

7.6.3.3 控制中心

整個先進公車系統之重心在於控制中心，因此控制中心之功能往往也是其他系統能否發揮其預定功能之要因。控制中心所使用各種輔助營運之軟體間應加以整合，使之能由共同之資料庫中存取資料，而毋需進行資料之轉換，如此可使系統之

運作快速有效率。透過此項整合式系統，監控人員不再需要花費大量時間進行資料蒐集工作，而可以更專注於車輛調度及事件處理方面的問題，如此可提高系統運作效率。

控制中心之營運輔助功能可以持續地監視車輛在路線上行駛情形，也就是車輛實際運行狀況與時刻表及路線之差異情形、緊急事故警報及其他情況等。以德國阿亨市所採用之系統為例（西門子系統），在控制中心中每一座控制檯共有三部監視器，一部顯示幕顯示某選定路線車輛之行駛路線，及該路線上所有班車之位置與準點情形，其中以不同顏色顯現之：綠色＝準時、黃色＝延誤、藍色＝提早、灰白色＝偏離路線、紅色＝緊急事故。而更先進之控制系統可以利用定位系統，持續追蹤偏離路線之車輛，並畫出其行駛軌跡。

另一部監視器顯示各車輛之運行資料，包括位置、延誤情形、預計到站時刻、乘客數等；而第三部監視幕顯示其他相關資訊，如事故監控、駕駛員資料、車輛資料等。監控人員可以從監視幕上了解班車之運作情形，並進行指揮調度，即建議公車駕駛應加速或減速，而發現緊急警告時，也可以透過監視幕了解事故種類、狀況，並利用特殊功能鍵進一步與駕駛員通訊，了解狀況並進行處理（如通知救援、拖救、接駁乘客）等。

利用此項監控系統，將可增加車輛調度效率、提高班車準點性、促進事故處理績效，而此套系統更可與即時調度、排班系統相結合，進行高效率之即時排班或撥招公車系統之建立。

控制中心除了上述之主要功能外，也可附加若干附屬之服務功能，如提供使用者資訊系統及時之公車運行資訊、提供車上乘客呼叫計程車、轉乘安排、呼叫車上乘客等功能，增加之附屬服務功能有提高公司形象、增加乘客、提升服務品質等作用，而相對增加之成本並不顯著。

資料庫之管理也是控制中心功能之一，即管理該系統所搜集之所有資料，此項資料庫系統也可以進行若干營運狀況分析，產生如班車確實時刻表、駕駛準點性、

每站營收等相關分析報表，以提升管理績效。

7.6.3.4 使用者資訊網路

使用者資訊網路之資料來源為控制中心之資料庫系統，資料種類有靜態資料與動態資料兩種，靜態資料如固定之時刻表、路線、費率、車站位置、旅館與餐廳位置和其他有關資料等，而動態資料則有實際行駛路線、實際到站時刻、預計到站時刻等。

使用者資訊網路之提供地點及其相對功能有下列三項：

1. 車上 車上使用者資訊系統乃車上電子套件之一，可以提供到站站名顯示、路線及時刻查詢、乘客旅程規劃（根據起訖點規劃乘車時刻、班次、花費等）、轉車資訊、其他一般附屬資訊查詢（如旅館、餐廳等）。此類資料來源大部分可由車上電腦提供，減少通訊需求。
2. 車站 利用車站或招呼站設立之資訊顯示站，可顯示車輛到站時刻，並提供與上述功能相仿之查詢或規劃功能和定位或售票功能，在需求反應式 (Demand Respond) 之派車服務系統中，使用者可以在資訊站中按鈕通知控制中心派車服務，控制中心隨即進行動態行駛路線規劃及排班，並於螢幕中顯示預計到站時刻。資料之傳送可以利用無線電或電纜線來傳送，而以後者最為常用。
3. 其他公共場所或住家 在公共場所中建立資訊站提供和車站資訊站相仿之服務功能。而對於私人住家或公司行號，可以使用電話、傳真、電腦、有線電視等媒體提供與車站相似之服務功能，資料傳輸方式可透過電腦網路、電信網路、有線電視網路等傳輸資料。

此項使用者資訊網路也可以與其他運具如捷運、鐵路、航空等之使用者資訊系

統進行結合，提供運具間轉運資訊、旅程規劃、班次及時刻查詢、定位、售票等服務功能，使運具間更緊密地聯結在一起，構成完善之大眾運輸網路；此系統也可以與停車資訊系統結合，提供停車轉乘相關資訊。

7.6.4 先進公車監控與使用者資訊系統架構

經由上述概念性之功能分析，可描繪出此一系統之結構，已如圖7.3 標示之先進公車監控與使用者資訊系統之結構與資料關聯情形。透過圖7.3 之說明，可以清楚了解系統中之主要技術項目及發展先後，可作為系統分期發展之參考。圖7.3 顯示車上電腦、自動車輛定位與通訊是此一先進系統之關鍵性技術，因此未來在建立相關系統時，應列為先期執行之參考。

7.6.5 系統與技術發展現況

由本研究整理之系統與特性矩陣可以了解各項系統之功能、產出、效益、限制、主要技術項目、發展地區及現況。使用者資訊系統之系統特性矩陣部份，請參酌第三章之說明，使用者資訊系統又可以分為旅次前、車上和車站三種資訊系統，由系統特性矩陣可知此類系統已可實際營運，少數系統仍在繼續試用改良中。由第三章之行車監控系統特性矩陣可知，目前已有許多國家已建立此項系統，並實際營運中。

本研究之分析結果也顯示，本系統之重要技術如下：

- 1.車輛電子套件 車上電腦、車上通訊系統、自動車輛辨識及號制優先通行裝置、寂靜警告裝置、自動車輛定位裝置、車況偵測設備、乘客計數設備、站名顯示器等。
- 2.通訊系統 同步分時裝置。

3.公車監控中心 資料庫管理、監控系統、地理資訊系統。

4.使用者資訊網路 通訊網路、查詢系統程式、旅程規劃程式、資訊站。

上面所述之各項技術之特性，可參考第三章之技術特性矩陣表，本文所提及之相關技術均已達實用階段，唯技術引進成本尚需根據市場價格進一步分析，而上述技術若由國內自行開發，則產生之成本效益也需進一步評估。

有關執行限制與各部門配合問題已於 7.4 節中詳細介紹，在此不再贅述，以下提出與本系統相關之研究主題，希望藉此促進先進公共運輸技術之發展，提升我國技術水準。

7.6.6 相關研究課題

欲建立先進公車監控系統即使用者資訊系統除了硬體技術與環境問題外，仍有若干研究課題需先行探討，如此各部份技術方能發揮其最大的作用，並提高系統績效。

相關研究包含技術性、理論性與二者之整合性三類，概述如下：

- (1)自動車輛定位系統之研究 研究高精確度之定位技術，並結合不同方法克服地區性限制。
- (2)公車到站時間預測技術 利用定位資料以及道路狀況資料，預測公車到站時間。
- (3)車上電腦之功能設計 設計精巧、快速、容量大之車用電腦，並考慮與各系統之整合問題，以改車輛內部環境之相容性問題。
- (4)自動車輛辨識與號誌優先通行 研究精確之自動車輛辨識技術，並與電腦號誌系統加以整合。
- (5)公車專用道之路網設計以及管理策略。

- (6)無線電資料傳輸及控制技術 希望能增加資料傳輸之精確性、減少頻道需求、增加頻道使用效率。
- (7)旅程規劃系統之建立 研擬旅程規劃方法論、建立電腦系統。
- (8)先進技術之績效評估方法研究 提出績效評估準則，以及量度指標。
- (9)公共運輸系統整合問題。
- (10)先進道路系統與公車系統之整合。
- (11)自動車輛狀況偵測技術之研究 開發車輛機具自動偵測裝置，並與車上電腦整合。
- (12)即時調度 提出即時調度之方法論，並建立電腦系統。
- (13)語音技術 開發語音辨識和語音合成技術。
- (14)路線及準點監控系統之研究。
- (15)公共運輸績效評估與最佳補貼之研究。
- (16)車輛排班與路線規劃技術之研究。

7.6.7 發展時程

發展時程可分為短、中長與遠三個時程，依據前章適用性分析結果發現，若不考慮系統間之相互配合及時程，由專家訪談之分析結果顯示，在各子系統自行獨立發展情況下，由效益限制比發現車站內之資訊系統應先行發展，其次為行車監控系統、旅次前乘客資訊系統與車內資訊系統。如果考慮其系統間之關聯性（請參考第六章的分析方法），則近程（三年內）內以發展車站內資訊系統與行車監控系統之相對效益最高，中長程（三至十年）可以再加入旅次前與車內資訊系統；而透過系統分析發現，行車監控系統中的行控中心為整個大系統之核心，透過行車控制中心之自動化資訊蒐集功能可以強化其他三個子系統之功能。因此，實際發展時程之訂定必須考慮整個系統整合發展的結構，共通性的設備可以整合發展，而獨立的部份

則按相對效益訂定發展先後次序，如此不但可避免各子系統獨立發展而浪費資金，也可節省未來系統整合之龐大成本。

經由上述之分析，可以擬定台灣地區行車監控暨使用者資訊系統之短中長期發展時程，其中短中時程欲達到的目標與工作項目，可以先透過一個示範系統進行測試，以作為全面推動執行的基礎。示範系統之規模較小，因此建議縮短發展時程，分為三個階段：

1.第一階段（一年）－基本設施 建立行車控制中心，工作項目如下：

- (1)控制中心監控基本系統 具備路線及準點監控、緊急事件處理功能。
- (2)車上通訊系統 傳輸延誤、緊急狀況、時刻表、位置、警告等訊號。
- (3)車上電腦 具備運算、判斷、儲存功能。
- (4)自動車輛定位系統 偵測車輛位置座標。
- (5)車站設備改善 裝置資訊顯示系統。

2.第二階段（一年） 建立車站資訊系統、車上資訊系統、車上電子套件、建立使用者資訊系統之通訊系統，工作項目如下：

- (1)使用者資訊之通訊系統 聯結控制中心與車站、控制中心與公用網路。
- (2)車站資訊系統 顯示費率、路線、站名，並提供旅客之旅程規劃服務。
- (3)自動車輛辨識 使號誌系統能辨識車輛之到達，依公車延滯情形和緊急程度執行號誌優先通行功能。
- (4)寂靜警告裝置。
- (5)自動乘客計數裝置。
- (6)車上資訊系統 由車上電腦直接提供車上資訊系統必要之資訊，如到站站名、路線顯示、時間顯示等。

3.第三階段（一年） 增加車輛狀況偵檢裝置、建立旅次前資訊系統，工作項目如下：

- (1)建立車輛狀況偵測設備 將車輛狀況傳至車上電腦，加以分析及處理。

- (2) 建立使用者資訊系統 設立全自動通訊系統，接受旅客要求，並將結果傳送至旅客所在場所。

而系統之功能發展程序可以使用圖 7.4加以說明，系統功能可以區分為：基本功能、擴充功能、與選擇性功能。所謂「基本功能」也就是欲達到車輛監控、資訊提供、增進運轉效率所需之基本系統功能；「擴充功能」則主要包含技術之更新、資訊之即時化與自動化；至於「選擇性功能」為非必需性之系統功能。

示範系統之實施型態可以分為兩種類型：都會區公車系統與城際巴士運輸系統兩種：

1. 都會區公車系統 初期以單一路線作為試驗，可先裝置於少數公車上試驗系統是否能正常運作，再擴充至該路線所有車輛。例如先選擇台北市信義幹線公車作為試驗路線，並考慮在其與木柵線捷運系統接駁的公車與捷運車輛進行資訊系統整合。
2. 城際巴士運輸系統 初期也是挑選一條路線作為試驗，再推廣至所有路線。

為了解示範系統之推行績效及後續之成本效益等分析，需進行之相關分析如下：

1. 事前公車系統之營運績效。
2. 事前使用者特性。
3. 示範系統各執行階段中之時間、成本、人力、決策等之記錄與統計。
4. 示範系統營運後之營運績效。
5. 示範系統營運後使用者反應。
6. 示範系統執行績效分析。
7. 系統功能之調整。
8. 外在配合條件之調整。

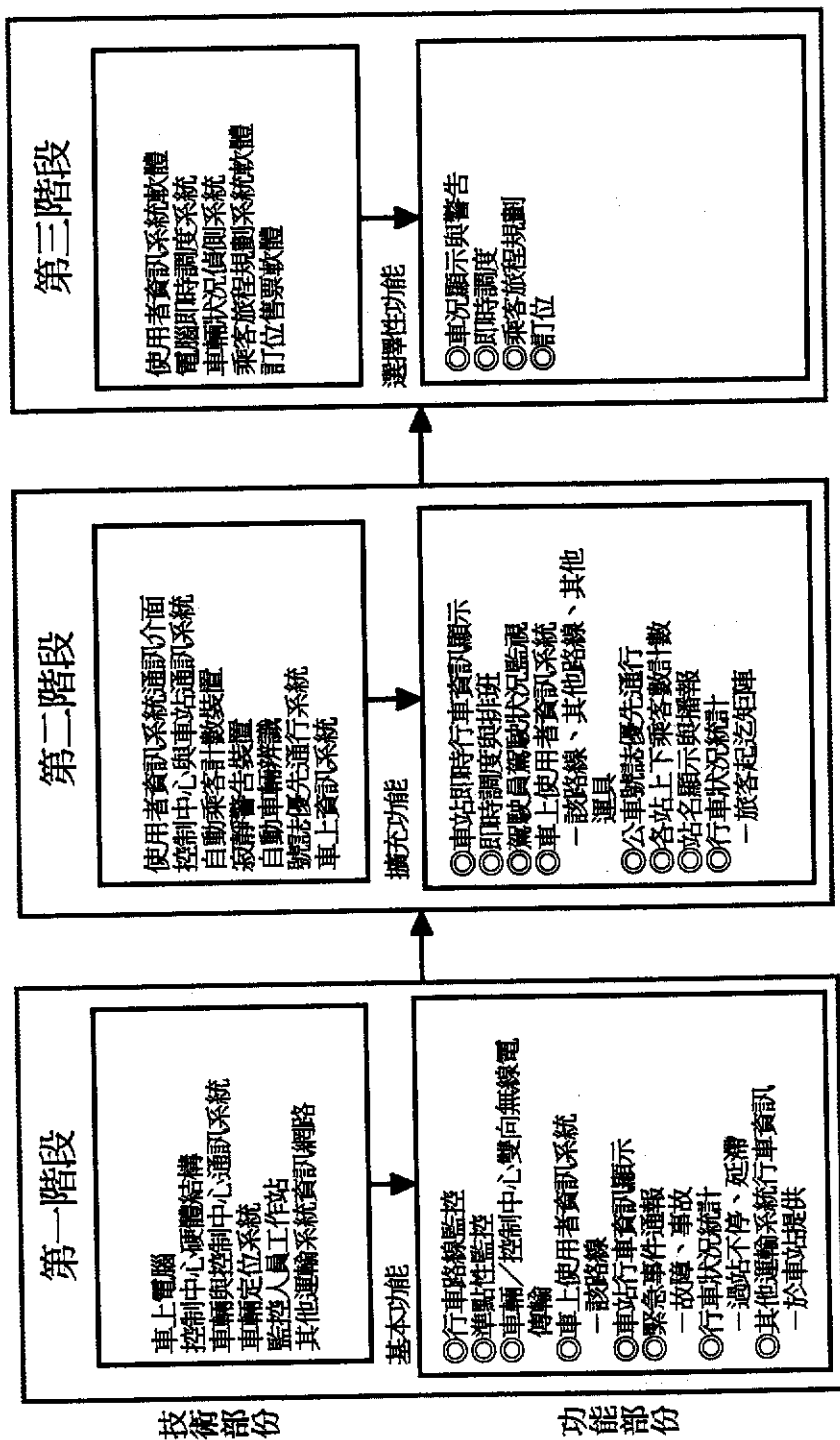


圖7.4 示範系統發展程序圖

7.6.8 預期成本及效益

以下針對系統中個別技術，依據國外之實施個案，概估各項技術之成本及效益。成本與效益和技術種類有相當大之關聯性，因此所概算之數據僅供參考之用，其確切數值尚需依規模、技術成熟度、營運環境配合、技術環境配合等多項因素加以調整。各國相關系統之成本與效益彙整結果請參考第四章及附錄一。

7.6.8.1 行車定位系統

使用行車定位系統可以增加車輛及人員的生產力，提供可靠的排班資料和改善服務的可靠度等[Castle Rock Consultants, 1991]，其班次的可靠度可增加 20 % [Kihl, 1992]。

實施 AVL 之價格與車輛數及使用之技術種類有關，例如於 London BUSCO AVL 計劃中，有 52 輛公車，實施 AVL 之成本為 3 百萬美金[Castle Rock Consultants, 1991]，以此推算每部公車所需成本約 57000 美金。由於台灣地區公車數量龐大，生產規模較大，根據本研究第四章所顯現之規模經濟現象，此項成本應可大幅縮減，若改用成本較低之里程計定位系統則成本更為低廉。未來全球定位系統之技術成熟度高時，由於該系統之維修成本低，因量產而使售價大幅下降，而設置成本也會相對降低。

7.6.8.2 自動車輛辨識系統

自動車輛辨識系統可與即時監控、即時旅行者資訊系統、號誌優先等技術整合，主要效益在於使大眾運輸車輛之運轉效率增加，提高準點性，防止不必要的延滯。另外，也可以節省燃油消耗、減少廢氣排放、監控車輛所在位置、增加車隊管

理效率、提供排班的資訊及增加可靠度。實施 AVI 之價格一般約在數十萬美金左右，相較於定位系統成本較低，但功能也較弱。

7.6.8.3 自動車輛監控及通訊系統

依據附錄一之分析，路線配備此自動車輛監控及通訊系統可明顯減少車輛及所需司機數量，其潛在的利益係應用此系統，以取得交通及營運的資料，每年只需 \$250,000 美金，而若無此系統，則每年需 \$2,000,000 美金，其間差距的 \$1,750,000 美金即為其潛在的利益。一項於美國西雅圖市實施相關系統之分析結果，顯示遇緊急情況可減少 30 % 的反應時間。美國辛辛那提實施結果，可減少 7 % 延車公里。此外，愛爾蘭都柏林亦實施此系統，其效益顯示公車誤點超過 15 分鐘的情形降低了 60 %，另亦使得因極度交通擁塞產生之脫班數降低 30 % [UMTA, 1991]。

在上述美國西雅圖個案中，每輛公車之設置成本為 \$8,000 美金。一般而言，設置此系統平均每輛公車平均之資本投資為 \$3,000 - \$16,000 美金。另外，尚包括訓練人員使用此系統的成本、維修及操作成本 [UMTA, 1991]。此系統之操作成本每年約需 \$2,000,000 美金，綜合操作及安裝此系統之成本，每年約需 \$5,000,000 美金。而 1992 年，加拿大之 TTC 計劃，安裝於 2,000 輛公車上，其總成本超過 3 千萬美元 [Castle Rock Consultants, 1991]。

7.6.8.4 使用者資訊系統

就整個旅行者資訊系統來說，效益甚高，但整個系統的成本依其提供資訊及規模大小而有所不同。以法國的道路運輸資訊系統 (Road Transport Informatics System，簡稱 RTI System) 為例 [DRIVE PROGRAMME, 1990]，使用此系統，在公車業者方面可增加 1.5 % 的運量，在平均 25 % 的內生報酬率及增加 0.65 % (km /

Employee) 的生產力之下，可獲得 350 million ECUS 的財政節省。此外由於營運效率的改善，歐洲共同體 (European Communities, EC) 每年可節省 1600 輛公車及 9,000 名人員的雇用。於使用者方面，可使總旅次時間降低 0.95 %。於供給者方面，創造了一個 2100 million ECUS 的歐洲共同體行銷市場，其中 1,700 million ECUS 為硬體供給者，400 million ECUS 為軟體公司。

RTI System 提供的即時控制 (Real-Time Control) 及排班 (Scheduling) 兩項功能對大眾運輸產生許多效益。前者於法國 Strasbourg 系統，其擁有 235 輛公車的分公司，實施效果為降低了總營運時間 7.5 %；而在 Nancy 擁有 135 輛公車的系統，實施效果為降低總營運時間 5.8 %。而排班可產生的效益在使用 Strasbourg 公司排班與即時控制相互配合下，旅行時間降低 5.5 %；而 Wooton-Jeffreys 公司實施的結果為降低 5 % 的營運成本。

至於對使用者之影想，經分析使用此系統使用者負擔之費率至少增加 1.25% [DRIVE PROGRAMME, 1990]，其他相關分析請參考第四章與附錄一之分析說明。

7.7 評述

經由本章之說明可以清楚了解先進公共運輸發展策略之制定過程，整個過程如圖 7.1 所述，釐定施行策略時應先了解公共運輸系統預期之服務功能、公共運輸服務技術現況、可用技術種類等因素，建立功能性系統架構，並參考子系統間之相互關聯性、社會環境整體限制、技術成熟度等，設定發展之先後次序。為使系統順利建立，發揮預定之功能，各相關單位應相互配合，改善各項限制。本個案說明也提出若干重要之研究子題，希望能有助於系統之建立。最後本研究參考若干地區之實施經驗，說明預期之成本與效益規模。期望透過此項詳細之說明，提供未來建立先進公共運輸系統時之執行參考。

本研究並建議由先進公車監控與使用者資訊系統的示範計劃出發，將前述研擬

的短中期計劃在一個特定地點，結合政府、研發單位、業界、顧問公司共同進行實地設計與施行，以期從示範計劃中確認個子系統與先進技術的預期效益，並獲得系統績效實地測試結果。對於示範系統執行的地點，可以先選擇一條路線進行試驗，並擴充至整個都會地區。

第八章 結論與建議

本研究針對台灣地區公車系統引進先進技術進行探討，經由台灣地區公共運輸服務藍圖之建立、公車應用先進技術現況調查分析、先進技術與相關子系統功能與特性分析、以及對各子系統的效益與執行限制所作的適用性分析，可以研擬出台灣地區推動公車系統智慧化的短（三年內）、中（三～五年）、長（五～十年）、遠（十～十五年）程策略，茲將相關結論與建議歸納如后。

8.1 結論

1. 台灣地區先進公車系統可以歸納為「使用者資訊系統」與「車隊管理系統」，二大系統又可細分為八個子系統：
 - (1) 旅次前資訊子系統，
 - (2) 車站內資訊子系統，
 - (3) 車輛內資訊子系統，
 - (4) 行車監控子系統，
 - (5) 行車安全子系統，
 - (6) 車隊營運子系統，
 - (7) 排班調度子系統，
 - (8) 電子票證子系統。
2. 台灣地區公共運輸應用先進技術現況調查與分析結果顯示目前國內公車業者在「服務旅客」及「車隊營運管理」兩項工作上使用的技術多數利用人工操作為主。在售票服務方面使用電腦輔助人工售票或自動售票機等較自動化設備進行售票的情形相當普遍。而近年來電腦設備的購置成本逐年降低，加上個人電腦使用相當普及，部分公司利用小型電腦或個人電腦處理一般事務或內部管理（如人事、薪資）等資料處理的工作。

3.經由各國相關系統執行結果之統計分析顯示：

- (1)系統安裝時間平均約為四至五年，最長為十年，不同因素皆可能影響系統安裝時間，系統安裝所需之時將往往相當長，而且可能超出預計之工作時間，但是也有若干地區之系統可以在二至三年內裝置完成。
- (2)影響投資金額的因素相當多，可以歸納為數量(Quantitative)與品質(Qualitative)兩種因素，分析結果顯示：各系統之成本差異相當大，與功能、規模等因素有關，而車輛數越多則平均每輛車之投資金額越低，顯示具有規模經濟現象。
- (3)大部分系統均接受政府的補助，調查顯示有 43%的系統接受補助，有近20%的系統接受100%的完全補助，補助金額大小沒有限額。
- (4)調查結果顯示系統功能強度與期望效益高低有正向之關係，平均效益達程度約 50%。

4.有關引進先進技術的意願部分，總體而言，各項題目選擇中長程（三～十年）計劃的業者平均有25.97%，列為遠程（十年以上）計劃者平均有 21.84%，而表示無意願的業者則41.87%，這三個項目已佔 89.68%，顯示國內公車業者欲引進技術時，對於使用較不明確的先進技術多抱持觀望態度。

5.對於引進先進技術的模式，如投資條件的選擇，多數主張由政府直接補助或賦稅減免獎勵投資；引進之困難方面，則主要以人員缺乏、資金不足、營運情形不佳、相關資訊不足為主要原因，公車業者也多希望政府儘速調整公車費率、解決市區交通惡化的狀況，並對虧損路線補貼或減免稅賦。

6.先進公共運輸系統技術之適用性分析結果顯示，在近程（三年內）較適合發展票証子系統、車隊營運子系統、及場站資訊子系統；在中長程（三～十年內）則適合發展場站資訊子系統、車隊營運子系統、及行車安全子系統；而遠程（十～十五年）則較適合發展行車安全子系統、旅次前乘客資訊子系統、及場站資訊子系統。

7.若考慮各子系統間之關聯性，即考慮系統本身之發展時程、相互限制與助益，則近程內優先發展之子系統為電子票證子系統、場站資訊子系統與車隊營運子系

統；中長程則以發展場站資訊子系統、車隊營運子系統、排班調度子系統與行車安全子系統；遠程則發展排班調度子系統車隊營運子系統、旅次前乘客資訊子系統、行車監控子系統與行車安全子系統。

8.本研究分析結果顯示各系統共同使用技術中，自動車輛定位系統、車上電腦、無線電通訊系統、自動車輛辨識系統、控制中心電腦系統、智慧卡、地理資訊系統等等，均為重要共同使用技術，可優先發展。

9.歸納先進公共運輸系統之基本發展原則為：

(1)相對重要性最高之子系統先行發展，但該子系統如亟需其他子系統之某些技術的支援，則共同使用之技術部份先行發展。

(2)各子系統間完全獨立之技術項目依子系統之相對重要性高低，依序發展。

(3)在本適用性分析後應進行系統細部設計，然考慮先進系統之複雜性，宜以特定示範系統先進行測試，以期累積經驗、合理評估效益，作為整體推動的基礎。

10.本研究針對先進公共運輸系統推動之若干困難，提出政府、業者、學術界、研發單位、與顧問公司應配合改善之處。

11.本研究重點在於系統功能分析與設計，若考量計劃進一步落實與執行，後續研究應有一系統設計階段的工作。本研究依據發展原則，以先進公車監控與使用者資訊系統為例，提出個案分析架構，以作為示範系統設計的依據。

8.2 建議

1.本研究調查分析結果顯示，目前公共運輸經營環境不佳，道路擁塞、私人運具過度使用、運具間整合性不佳等，均是造成業者營運狀況不佳之原因。因此，欲推動先進公共運輸系統之發展，政府機關應先著手改善公共運輸業者之經營環境，建議以非金錢補貼之方法來達成上述目標，例如公車專用道之佈設、投資系統電腦化設備、捷運與公車路網之整合、興建行車監控中心與定期人員訓練等。

2.未來政府或業者在車輛更新時，應考慮未來引進先進技術時之配合因素，如低底

盤、電子通訊設備裝置空間等因素。

3. 國內對於引進先進技術之評估仍未有一套完整之作業方式，例如成本估算、效益預估、限制分析等，本研究雖就各子系統整體效益與施行效益提供一技術功能方面之分析方法，未來相關研究仍應繼續努力尋找更完整客觀的評估方法。
4. 關於先進技術之引進或自行開發之評估，應考慮國內之相關產業技術水準、生產規模、需求量、與未來發展等因素，作深入探討分析。
5. 政府應可經由「公共運輸委員會」的設置，以目前「道安委員會」運作方式來制定一整體性公共運輸發展政策、優先推動大眾相關運輸建設、並鼓勵大眾運輸事業之投資與經營。明確之政策宣示可以減少投資風險，並誘導相關科技產業投入先進公共運輸技術之開發；而有關大眾運輸獎勵投資法令規章之制定也應加速進行。
6. AHP 雖在許多方面已被廣泛使用，但在處理許多有相關性的替選方案時仍須謹慎，以使評估結果較為周全。本研究對於評估方法之使用及評估結果有如下的建議：
 - (1) 此處評估的結果可作為決策者引進或發展先進公共運輸系統的參考依據，但至於如何落實到實際的應用上，還需要經過子系統細部的規劃設計。
 - (2) 此處的評估過程是基於各種子系統的成熟度不一，且成本效益資料未盡完全的情形下所求得，因此若要發展個別的子系統時，還需針對財務可行性及經濟可行性等各方面來仔細評估。
 - (3) 在面對無法掌握的先進科技發展情況，應有必要發展出一套評估方法以解決此種情形，使得決策者或企業界在引進先進技術時能有一評估準則。
7. 釐定施行策略時應先了解公共運輸系統預期之服務功能、公共運輸服務技術現況、可用技術種類等因素，建立功能性系統架構，並參考子系統間之相互關聯性、社會環境整體限制、技術成熟度等，設定發展之先後次序。
8. 本研究提出一示範性行車監控與使用者資訊系統之功能設計，希望能透過此一示範性實際作業，提供國內未來推展先進公共運輸之示範。建議選擇適當地區，推

動小型示範性實際作業，透過此項設計與執行工作，也可以附帶進行多項重要試驗，如營運績效、成本估算、使用者反應、環境限制等重要資訊都可以獲得。這些由示範系統所獲得的經驗，可以作為全面推動的基礎。

9. 由本研究進行的過程中發現，國內缺乏交通專業科技產業，對未來推動先進公共運輸系統而言將形成甚大之阻礙。因此，顧問公司與科技產業有必要進行科際整合工作，提升我國公共運輸科技水準。
10. 本研究提出交通主管部門於先進公共運輸系統時所應扮演之角色，建議主管單位中各部門之權責劃分應明確，而且應加以統籌與整合。此外學術團體之研發成果應能累積，並與政府、顧問公司、科技產業相互合作，以落實研究成果。

參考文獻

中華民國交通統計月報，交通部，民國八十一年六月。

中華顧問工程司，中山高速公路匝道收費系統規劃研究報告，交通部台灣區國道高速公路局，民國八十一年六月。

方世榮譯，作業研究導論，台北：曉園出版社，民國八十年，三月。

何志宏等人，台灣地區行車路線導引系統之研究，交通部運輸研究所委託專題研究，八十年十二月。

卓武雄譯，多重準繩決策，台北：曉園出版社，民國八十一年，四月。

英國倫敦運輸國際服務公司，台北都會區公車改善研究，交通部運輸計劃委員會委託，民國七十二年十一月。

唐富藏，投資計劃評估，台北：華泰書局，民國七十八年，八月。

許添本，「智慧型道路運輸系統的發展現況與未來展望—兼談我國之發展概況」，運輸季刊，第15期，33-63頁，民國八十一年。

陳文賢，管理科學，台北：自行出版，民國八十年，八月。

張學孔等人，台灣地區發展智慧型道路運輸系統之初步探討，交通部運輸研究所，民國八十年十二月。

張金琳、張學孔，「智慧型道路運輸系統之基本研究與發展」，運輸季刊，第15期，3-31頁，民國八十一年。

張有恆，運輸經濟學——理論與實務，台北：華泰書局，民國八十一年，七月。

鄧振源、曾國雄，「多屬性效用之回顧及其在運輸投資規劃之應用」，交通運輸，第十三期，民國八十年，六月。

鄧振源、曾國雄，「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)」，中國統計學報，27卷6期，5-22頁，民國七十八年，六月。

鄧振源、曾國雄，「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)」，中國統計學報，27卷7期，1-19頁，民國七十八年，七月。

賴士葆，工程經濟——資金分配理論，台北：華泰書局，民國七十八年，八月。

Advanced Public Transportation System, Office of Technical Assistance and Safety, January 1993.

A Program for the Advancement of Intelligent Vehicle/Highway System, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, April, 1989.

ATMS: Seven Steps to Deployment, IVHS America ATMS Technical Committee, May 17-20, 1992.

Behnke, R.W., California Smart Traveler System, U.S. DOT/FTA , DOT-T-92-16, February 1992.

Booker, J.M. and Bryson, M.C., Decision Analysis with Application to Project Management: State-of-Art Survey and Bibliography, American Journal of Mathematical and Management Science, Vol. 5, No. 1, 2, pp.001-062, 1985.

Buchanan, C., Bus Priorities in London, Final Report, September, 1986.

Bullock, D. and Hendrickson, C., Software for Advanced Traffic Controllers, TRB, January 10-14, 1993.

Cahn, R.P., et al., Feasibility Study for an Innovative Ridesharing System, The Transportation Research Board and the Federal Transit Administration, August 16-19, 1992.

Castle Rock Consultants , Assessment of Advanced Technologies for Transit and Rideshare Applications, NCTRP Project 3-38(1), Final Report, April 1991.

CETE Mediterranee (ed.), "Macro-Economic Assessment of RTI Impact on Public Transport," DRIVE PROGRAMME, March, 1990.

Chang, G.L. and Chin, C.S., Evaluation and Selection of Pc-Based Expert System Shells for Signal Design , May, 1991.

- Clymer, B.W., Transit Initiative in IVHS, Federal Transit Administrator, January, 1992.
- Collura, J., Electronic Toll Collection and Traffic Management in Italy, the 72nd Annual Meeting of TRB, January 10-14, 1993.
- Costas, N.G., et al., Communications in Intelligent Vehicle-Highway Systems, Part 1, Texas Transportation Institute, Research Report 1245-2, November, 1991.
- Costas, N.G., et al., Communications in Intelligent Vehicle-Highway Systems, Part 2, Texas Transportation Institute, Research Report 1245-3, November, 1991.
- Directory of User Information Systems in Public Transit, The Direction des Communications of the Ministere des Transports du Quebec, October, 1991.
- DRIVE PROGRAMME, Bus-Guide an Interactive Passenger Information Terminal Prototype Definition and Demonstration Scenario, Cassiope Project, February, 1991.
- DRIVE PROGRAMME, Implementation of an Interactive Terminal Demonstration of the Cassiope Data Model Expanded for Passenger Information, Cassiope Project, March, 1992.
- DRIVE PROGRAMME, English-French-German Glossary on Advanced Technology in Public Transport, Cassiope Project, January, 1990.
- Ferguson, E., et al., PC Software for Urban Transportation Planning, APA Journal 238, Spring, 1992.
- Fisher, R.J. and Ricketson, S., Opportunities for Smart Cards in American Public Transit, February, 1992.
- Fisher, R.J., IVHS-a Paradigm Shift, IVHS Annual Meeting Newport Beach, Federal Transit Administration, May 19, 1992.
- Graham, D.S., Implementation of a Statewide Program of Computer Assisted School Bus Routing and Scheduling, January 10-14, 1993.

- Gloden, B.L., Wasil, E.A. and Levy, D.E., Application of the Analytic Hierarchy Process: A Categorized, Annotated Bibliography, 1988.
- Hendrickson, C. and Sinha, K., First International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering, San Diego, California, February 5-8, 1989.
- IVHS America, Guidelines for A.T.M.S., IVHS-AMER-ATMS-92-2, May, 1992.
- IVHS America, Strategic Plan for Intelligent Vehicle Highway Systems in the United States, Draft B, January 1, 1992.
- Kalaputapuan, R., et al, Intellegent Decision Support Systems for Operational Planning and Management of Bus Transit Services, Presented at the Advanced Public Transportation System Conference, San Francisco, August 17-19, 1992.
- Kenneth, H.B. and Truman M., Safety and Human Factors Considerations, IVHS-AMER-ATMS-92-1, May, 1992.
- Khorovitch, B.G., et al., Technical and Economic Aspects of Operational Control Systems, Public Transport, UITP 6, Organization and Data Processing, International Union of Public Transport 49th International Congress, Stockholm, 1991.
- Kihl, M.R., "SMART TRANSIT" The State of the Art Revisited, Design Research Institute, Iowa State University, January 4, 1992.
- Kihl, M.R., "The Appeal of the Smart Traveler," Design Research Institute, Iowa State University, August, 1992.
- Labell, L.N., Schweiger, C.P. and Kihl, M., Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art Update '92, U.S. DOT, DOT-VNTSC-FTA-92-3, 1992.
- Lerner-Lam, E., Wikins, J. and Yermack, L., Transit and IVHS in the New Jersey / New York Region, August, 1992.
- Lennart, E.L. and Bill, J.K., "Development Standard for Smart Transit Vehicle System," U.S. DOT, 1991.

Marina, D. and Jerome, T.M., "A Bibliography with Abstracts, 1985 - 1991,"

U.S.DOT/FTA, April, 1992.

Morlok, E.K. and Hallowell, S.F., "Reported Benefits of Advanced Vehicle Tracking and Communications Systems," Mobile Satellite Project WP89-8-1, September, 1989.

Pratt, R.H., Collection and Application of Ridership Data on Rapid Transit Systems, Transportation Research Board, September, 1991.

Public Transit: Management, Operations, and Planning and Development, TRB 1349, 1992.

Scope Feasibility and Cost of a Dynamic Route Guidance System Demonstration Final Report, Illinois Universities Transportation Research Consortium, August, 1990.

Shiftan, Y. and Wilson, N., A Strategic Transit Workforce Planning Model: Incorporating Overtime, Absence and Reliability Relationships, Presented at the Annual Meeting of TRB, January 10-14, 1993.

Teal Halda, Roger F., Re-Engineering Demand Responsive Transit Using Recent Technological Developments, presented at the Advanced Public Transportation System Conference, San Francisco, August 17-19, 1992.

Yee, R.J.F., "Computer Assisted Optimization of Train Crew Size for On-Board Fare Collection," Presented at the Annual Meeting of TRB, January 10-14, 1993.

附 錄

附錄一：個案分析

個案一：旅次前資訊系統

計劃名稱：Teletrip

地點：紐約，長島鐵路

設計者：Next Generation, Inc.

時間：1990年2月

效益：原來舊的鐵路系統僅可同時處理 16 通電話，而新的 Tele-trip 則可同時處理 72 通電話。也就是說，從 1989 ~ 1990 年，在相同的人員水準下，此系統增加了 32% 的電話數目。

系統特色：由電腦語音系統可告知使用按鍵式電話的人，有關費率及時刻表資訊。並計劃繼續設計第二種語音當作介面語音系統。[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案二：車站內資訊系統及車隊營運系統

計劃名稱：SAEIV (Operational aid and passenger information system)

執行單位：巴黎運輸局

Alexis, the SAEIV (操作輔助及乘客資訊系統) of the RATP, 巴黎運輸局，是使用於法國及其它國家路網工具中的一種。其中，有幾項特徵值得注意：

1. 特定技術的選擇：由於公路的飽和，為了使巴黎路網的營運問題能獲改善，RATP 決定發展有關的軟體。而此項技術乃著重於即時管制的研究，其可計算半小時前公車已經行駛之時間。每 20 秒其原資料即會更新，並可預測公車在某特定點的到達時間。
2. 可靠的乘客資訊：可提供乘客等候下二班公車的等待時間；另外，一些主要候

車站提供有關區間車的資訊。

- 3.司機、操作者：另一評估行駛時間的方式是自動顯示路線上某一車輛在偵測點的時間，亦可顯示前後兩輛車之間距。根據路線的營運方法，及雇用受過訓練之司機，車輛的準點性及高頻率路線上車輛間之間距都可被監控。
- 4.較佳資訊通訊的控制器：使用道路傳感器可測得乘客數目，並可知路線上車輛之乘載率。乘載率與班距二項資訊可供做一良好的營運決策，使管理者在可獲得資源與服務水準間做一良好之權衡。
- 5.更可靠的生產表：SAEIV以電腦化方式處理資訊，而其資訊如被轉移至CHIC tools的CAO中，則可分析精密計時的研究，並與目前使用之時刻表相比較。[Khorovitch, 1991]

個案三：車站內資訊系統

計劃名稱：Digiplan

地 點：德州，休士頓 (Houston, Texas)

休士頓已配置了Digiplan 車站在市中心區的3個重要據點。這城市給予觀光客一份 "cartoon style" 地圖，並重疊了一份公車系統資料在上面。使用者在螢幕上觸碰他們想去的地方，則螢幕即會顯示可走之路線，並且當按一個鈕後即可得到一份列印之資料。這機器也可與辦公室中的數據機相通，但是較難處理有關增添新資料或與其他Houston Smart Commuter Project 整合，因為地理的資料建立不易。Digiplan 是特別的機器，因為顯示螢幕不能與全市的 GIS 系統配合。其車站成本約\$ 100,000。[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案四：車內資訊系統個案分析

計劃名稱：VCN (Visual Communication Network)

Telcote 公司將此網路設計配合公車自動信號系統，以提供自動排班資訊以及其他訊息給旅客。車上提供之資訊包括最新的新聞、天氣、運動、文化、及其他有趣的教育項目，其目標是希望減少旅客對長旅次所造成之等待或焦慮情形，亦希望增加大眾運輸吸引力，以吸引旅客搭乘。當在Montreal測試時，有 88%之旅客認為 VCN 的存在加強了他們搭乘意願；登廣告者亦非常滿意其，因此產品之知名度大為提高，並且一些較年長者、重聽或視力有障礙者都感到有幫助。[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案五：行車監控系統

計劃名稱：自動車輛監控(Automatic Vehicle Monitoring；簡稱AVM)系統

執行單位：Public Transport Corporation

地點：澳洲，墨爾本 (Melbourne)

一、操作：自動車輛監控(Automatic Vehicle Monitoring；簡稱AVM)系統使用複雜的電腦及無線通訊技術，能有效率地管理經營電車及公車系統，並提供乘客及全體員工更安全的服務。AVM系統可正確和即時的指示電車及公車的位置。

此系統於車隊操作中心 (Fleet Operation Center, FOC)包含一個中央電腦，可處理各車輛內部之資料，其裝設有時刻時間的位置標示，將一些位置資訊，提供給大眾運輸車輛，此資訊經由車內的AVM設備的處理後，傳送回 FOC，然後中央電腦即可確定此車輛是否準時，再度將資訊傳回車上顯示讓司機得知。

評定車輛位置及情況後，控制中心操作者(Control Center Operator；

簡稱CCO)可決定控制之方法，使問題減至最小甚至避免。AVM系統的一項重要特徵為其有效的緊急事件警報系統，當司機觸動此系統，則在10秒內訊息將傳至FOC，而CCO便可經由電話連線通知警察或緊急事件服務單位。AVM具有處理資料的能力，使準點的服務更為確定。

二、系統範圍及擴充能力：

以現階段技術而言，AVM系統之最適範圍為1200輛電車或300輛公車容量(對於2000部車輛而言)，並可同時監控十部車及十個通話頻道。

三、主要利益：

管理資訊可應用於排班及路線選擇、服務計劃等，且此系統可經由它的警報系統而促進乘客和全體員工的安全。乘客服務及營運效率都可獲得改善。

四、技術項目：

- 1)車輛設備：包括25 Watt、25 Channel、FM無線電收發兩用機、界面及控制的項目(擴音機、里程表、車內感應器...等等)。
- 2)無線電資訊通訊：Modulation Technique 1200 H2/1800H2 Single Cycle Frequency Shiftkeyed 72 Bit Telegram Structure.
- 3)中央電腦系統。
- 4)中央無線電通訊系統。[Khorovitch, 1991]

個案六：行車監控系統

計劃名稱："ASU-Rejs"AVC (Automated Service Control) system

地點：莫斯科，地區性大眾運輸系統

Moscow (莫斯科)有九百萬的人口，106,000公頃的面積，服務此地區之車隊包含8000輛公車，2000輛無軌電車，1220輛電車，為一世界上最大之都市運輸系統。改善莫斯科大眾運輸最重要的方法之一則為組成有規則之運輸系統，使

之更具效率。

每天一般的公車、無軌電車、電車等共計產生200,000 旅次，爲了能予以控制並作定性的分析，因而發展大眾運輸服務的自動控制技術，此技術根據一項操作控制系統— "ASU-Rejs" AVC (Automated Service Control) system。

無線電通訊以330MHz頻率波段，1200Bauds 傳送率下進行傳遞，由此可確定車輛的位置。在經由重量偵測機的輔助後，可自動偵測車內之乘客數。

"ASU-Rejs" 記錄訊息及指示，傳送於車內及控制中心之間。例如：司機可打緊急電話給警察、消防隊及醫院以求援助，其控制中心亦可傳送加減速，時刻表的訊息給司機。"ASU-Rejs" 於第一階段已先取 500輛公車測試。而經過一年的使用，帶來準時及有規則的服務。根據一特定研究顯示，每站之準點性增加了 50%。

AVC系統在場站有一調派員控制，並與司機連繫，使用此系統偵測中斷的時間則由原來30-45 分鐘降至數分鐘，其乘客於車站之等待時間平均降低了12%。

在往後五年，此計劃欲擴展 "ASU-Rejs" AVC 系統到整個大眾運輸網路上，包括公車、無軌電車及電車。[Khorovitch , 1991]

個案七：車隊營運系統

名稱：先進車輛監測與通訊系統 Advanced Vehicle Monitoring and Communications

(簡稱AVM/C)

這系統通常包括了一套自動車輛定位子系統，及收發兩用雙向通訊系統（駕駛者與調度員可相互通訊），另外其資料處理與計算子系統、自動旅客計數及乘載監測系統亦可輔助調度員作適時調度。經由此系統管理，即可直接監測及控制營運，AVM/C 系統在大部份營運上並無使用即時營運控制軟體。說的更恰當的

是，調度員和其他相關人員雖可使用 AVM/C 提供的即時資訊以從事營運上的修正（通常指CAD），但是 目前這套即時營運控制軟體仍尚未完整發展出來。
[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案八：電子票證系統

--Adelaide大眾運輸網路的電子票證系統的引進

地點：Adelaide(the Capital City of the State of South Australia)

時間：1983年七月開始要求改善

1985年二月與廠商簽約

1987年九月完成整個系統

系統總成本：\$Aust 10.7 Million (1988年的幣值)

裝設設備包括3000多項的售票機、讀票機（磁票）、控制單元、電力單元裝設在853 部車輛上，其中包括了公車、電車及火車系統等。

效益：

- 設立費率的較大彈性。
- 更有效的利潤會計系統。
- 更完整的營運資料（旅客型態、路線、尖離峰）。
- 對票款的掌握較安全。
- 以新票種降低逃票。
- 將效益換為淨現值達25.4 Million (1989幣值) 。[Beasley, Grinsey, 1991]

個案九：電子票證系統

計劃名稱：TransLink Program

地點：加州，奧克蘭 (Oakland, California)

時間：1992年3月開始測試，1992年4月完成測試

在測試中，將收費器 (Fare Boxes) 裝置在某一路線之公車上，其乘客可自願去使用 TransLink 專用磁卡，以測試其機器是否可整合公車和鐵路費率。經過測試後，則會調整其機器。其機器在1992年9月至12月間正式營運。

全部計劃的預算為 \$ 5.8 Million，其中 \$ 4.3 Million 來自聯邦基金，另外 \$ 1.5 Million 則來自加州奧克蘭之都市運輸委員會 (Metropolitan Transportation Commission, 簡稱MTC) 的基金。

TransLink 是研究改造 BART 的可儲值之磁卡。在進入車門時，即記錄一號碼在磁卡上，等到下車後，出了車門，收費器則會依原號碼計算其費率，並且自磁卡中刪除。TransLink 即欲複製以上過程至公車上。其磁卡中有二種不同語言 (logo)：一為記錄公車之費率，一為記錄鐵路費率。

在1992年秋天，110 個 Central Contra Costa Transit Authority Buses 及約45個 BART—Contracted Express Buses，將裝置可接受 TransLink 票種之機器。現今，約10%之 BART gates 不能接受 TransLink 的車票。這些 Gates 會重新設計適合新的票證。未來 TransLink 將會使用於停車收費或其他運具中。[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案十：自動車輛定位系統

地點：Norfolk, Virginia

其 Tidewater Transportation District Commission (簡稱 TTDC) 在當地裝置一套自 F&M Global 所獲之 AVL 系統。此系統之基礎為訓號桿／里程錶 (Signpost / Odometer)，其公車擁有自己的定位裝置，每 40秒即記錄一次。此系統包括三

個“警報器”：

- Low Air Pressure (剎車)
- Engine Temperature (引擎溫度)
- Oil Pressure (油壓)

駕駛員若發現危險時，可自行操作另一種緊急警報器。此系統已營運約一年半，並解除了一些問題，TTDC最近發展一些模擬改善軟體，調度員可擁有一個顯示螢幕，以便於操作。

VIA 都會運輸亦有一套相類似的系統，自 General Railway Signal 購買，每1分鐘做一次定位記錄，並且擁有機械故障警報器與安全警報器。

TTDC系統已施行了許多年。在德州A&M University System 之運輸研究所正在研究此系統與其他 AVL系統之評估。VIA 亦正在研究希望以GPS-Base 定位系統取代 Signpost。VIA 的論點是 GPS 可消除 Signpost 維修之需要以及可有更高的正確度及彈性。[Labell, Schweiger, and Kigl, 1992]

個案十一：德國的智慧型公車 (Smart Bus)

一、源起：隨著郊區的旅次需求增多，傳統的大眾運輸已不敷所需，基於消費者及納稅人在可接受成本之範圍內，於是希望能增加郊區對高承載車輛的使用。美國的技術協助部門 — Tri-Met 遂對德國的 "Smart Bus" (智慧型公車) 進行研究，以應用於美國的環境。

二、RUFBUS之發展情況

- 地點：Friedrichshafen, Lake Constance County, West Germany
- 時間：西元1977年

- 系統名稱：Rufbus (或 Call-Bus系統)
- 營運操作：其為一旅次一反應系統，在固定的站間營運，取代了傳統之固定路線系統。Rufbus系統的中心有一 VAX 電腦，可追蹤車輛位置，並作排班服務，類似計程車之DRT (Dial-A-Ride Transit)。

· 應用：1981年，Friedrichshafen

其服務的特性有

- 服務面積：75平方公里
- 人口：36,000人
- 車輛數：24輛
- 乘客：44,300人／日
- 公車站：90站
- 叫車場站：16處
- 乘客最長步行距離：300公尺
- 平均等車時間：7-15分鐘
- 迴繞係數：1.8
- 試行結果：
 - 1.週末以外的平常工作日增加了25%的乘載率，週末則增加了一倍的乘載率
 - 2.業者的收入並不與乘客成等比例的增加
 - 3.以彈性營運指標及控制系統(Flexible Operation Command and Control System ,FOCCS)取代了原先之DRT。

三、FOCCS 之營運情況

- 地點：Friedrichshafen, Lake Constance County
- 時間：西元1983年
- 系統名稱：FOCCS
- 操作：高技術之調派設備，控制下列三種營運方式
 - 1.固定路線之公車及火車

2.撥召式公車 (Call Bus)

3. 走廊服務

• 關於IBIS (Integrated On-Board Information System) 標準化的項目：

1.顯示板及鍵盤的大小、位置、形狀

2.數字資料的轉換

3.固定路線及需求

4.反應軟體

5.交通號誌之優先行駛

6.終點顯示的變化

7.車票及現金的收取

• 營運範圍：

1.服務面積：300 平方公里

2.人 口：100,000 人

3.車 輛 數：40輛

4.車 站：180 站

5.乘客至車站最長距離：350公尺

6.叫 車 站：13處

7.提供容量：5,000 人／日

四、比較從西德發展Smart Bus 的演進過程：從固定路線到DRT，再演進至FOCCS

，我們則以固定路線之營運方式為比較之基礎，如附表1。

附表 1. 營運績效比較表

	延車 公里	乘客數	營運 成本
固定路線	100%	100%	100%
DRT	283%	136%	241%
FOCCS	161%	116%	137%

資料來源：IVHS America, Volume1, 1992

交通部運輸研究所

公車服務及車輛管理技術問卷調查

敬啟者：

您好！交通部運輸研究所為瞭解台灣地區目前公車業者在服務旅客與車輛營運管理現況以及未來引進電腦新技術的意願，特舉辦此一調查，希望能據以釐定如補助或稅賦減免等具體方案來協助公車業者降低營運成本、改善服務品質，以提昇台灣地區整體的公共運輸服務水準。敬請 貴公司惠予合作，並指派專人填寫，以提供正確資料及寶貴意見，使我們能研訂最適合公車業者及民眾要求的方案。謝謝！

計畫主持人

台灣大學副教授 張學孔 敬上

81.12.1

若填寫問卷過程有問題，請聯絡下列人員之一：

陳信雄 TEL:(02)3625920 分機 112

許哲璋 TEL:(02)3625920 分機 403

交通部運輸研究所、中華民國運輸學會合作辦理

受 訪 公 司：

填 答 人：_____

填答人連絡電話：_____

一、基本資料：（請將市區公車、一般公路客運、高速公路客運三種營業型態資料分開填寫）

1.營業路線數：

市區公車部分：_____，一般公路客運部分：_____，

高速公路客運部分：_____

2.車輛數（坐位數20個/每車以上為大車）：

市區公車部分：大車_____輛、小車_____輛，

一般公路客運部分：大車_____輛、小車_____輛，

高速公路客運部分：大車_____輛、小車_____輛

3.營業總長度：

市區公車部分：_____，一般公路客運部分：_____，

高速公路客運部分：_____

4.總公司調度人員人數：

市區公車部分：_____，一般公路客運部分：_____，

高速公路客運部分：_____

5.各外站調度人員數：

市區公車部分：_____，一般公路客運部分：_____，

高速公路客運部分：_____

6.調度站數：

市區公車部分：（有停車場）_____處，（無停車場）_____處

一般公路客運部分：（有停車場）_____處，（無停車場）_____處

高速公路客運部分：（有停車場）_____處，（無停車場）_____處

7.維修場數：

市區公車部分：_____處，一般公路客運部分：_____處

高速公路客運部分：_____處

8.車站（有站房）數：

市區公車部分：_____處，一般公路客運部分：_____處

高速公路客運部分：_____處

9.招呼站數：

市區公車部分：_____個，一般公路客運部分：_____個

高速公路客運部分（下車站牌）：_____個

10.車輛平均座位數：（單位：座位/每車）

市區公車部分：大車_____、小車_____，

一般公路客運部分：大車_____、小車_____，

高速公路客運部分：大車_____、小車_____。

二、現況分析：

下列各項問題請依 貴公司使用現況勾選答案，若對名詞有疑義，請參閱附冊之說明或詢問訪問人。

1. 提供旅客查詢服務方式：

a. 路線查詢（查詢某一路線公車所經地點）：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

b. 時刻表查詢：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

c. 票價查詢：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

d. 搭乘路線查詢（查詢自起點到終點所應搭之公車路線）：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

e. 班車位置查詢（查詢班車在路線中何處？何時進站？）：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

f. 其他公司或鐵路之乘車資訊查詢：

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 未提供 | <input type="checkbox"/> 書面資料 | <input type="checkbox"/> 服務台查詢 | <input type="checkbox"/> 電話查詢人工回答 |
| <input type="checkbox"/> 電話語音查詢 | | <input type="checkbox"/> 電傳視訊 | <input type="checkbox"/> 電腦連線 |
| <input type="checkbox"/> 其他（請說明）_____ | | | |

2. 票証制度

a. 票種型式

☐ 投現 ☐ 單張票 ☐ 卡票 ☐ 乘車證 ☐ 磁票刷卡

b. 售票服務方式：

在車上：

☐ 無 ☐ 人工剪售票 ☐ 投現 ☐ 電腦印票
☐ 刷卡 (磁票或信用卡) ☐ 其他 (請說明) _____

在車站：

☐ 無 ☐ 完全人工售票 ☐ 電腦輔助人工售票 ☐ 自動售票機
☐ 刷卡 (磁票或信用卡) ☐ 其他 (請說明) _____

在招呼站或售票亭：

☐ 無 ☐ 完全人工售票 ☐ 電腦輔助人工售票 ☐ 自動售票機
☐ 刷卡 (磁票或信用卡) ☐ 其他 (請說明) _____

3. 訂位服務方式：

☐ 未提供 ☐ 現場訂位 ☐ 電話人工訂位 ☐ 電話傳真訂位
☐ 電話語音訂位 ☐ 電腦連線訂位 ☐ 電傳視訊訂位
☐ 其他 (請說明) _____

4. 車上資訊顯示方式：

a. 路線顯示：

☐ 無 ☐ 書面圖文 ☐ 固定資訊指示燈 ☐ 可變式電子看板
☐ 電腦自動顯示系統 ☐ 其他 (請說明) _____

b. 預計抵達站位顯示：

☐ 無 ☐ 書面圖文 ☐ 可變式電子看板 ☐ 站名播報器
☐ 電腦自動顯示系統 ☐ 其他 (請說明) _____

c. 班車位置顯示：

☐ 無 ☐ 書面圖文 ☐ 可變式電子看板 ☐ 電腦自動顯示系統
☐ 其他 (請說明) _____

d. 車外資訊顯示(路線號碼等)：

☐ 手搖布幕 ☐ 人工抽換 ☐ 可變式電子看板
☐ 其他 (請說明) _____

5. 提供車上旅客通訊服務方式：

☐ 未提供 ☐ 行動電話 ☐ 無線電通訊系統
☐ 其他 (請說明) _____

6. 行車安全設施：

☐ 由駕駛者自行判斷

☐ 設備故障自動警示系統

☐ 駕駛不當（超速等）自動警示系統

☐ 其他（請說明）_____

7. 車輛營運管理各項工作進行方式：

a. 排班

☐ 人工作業

☐ 電腦軟體輔助人工排班

☐ 電腦自動排班

☐ 其他（請說明）_____

b. 調度

☐ 人工作業

☐ 電腦軟體輔助人工調度

☐ 電腦自動調度

☐ 其他（請說明）_____

c. 行車記錄

☐ 無

☐ 人工稽查

☐ 機械式記錄器

☐ 電腦自動行車記錄系統

☐ 行車中心即時監控系統 ☐ 其他（請說明）_____

d. 車輛位置監控

☐ 無

☐ 人工作業

☐ 無線電系統

☐ 自動車輛定位系統

☐ 行車中心即時監控系統 ☐ 其他（請說明）_____

8. 業務企劃：

a. 路線規劃

☐ 人工作業

☐ 電腦軟體輔助人工規劃

☐ 電腦自動規劃

☐ 其他（請說明）_____

b. 整體公車系統路網規劃

☐ 人工作業

☐ 電腦軟體輔助人工規劃

☐ 電腦自動規劃

☐ 其他（請說明）_____

9. 票證處理：

☐ 完全人工處理

☐ 電腦輔助人工處理

☐ 完全電腦處理

10. 行車前檢查：

☐ 無

☐ 司機檢查

☐ 技師檢查

☐ 自動車輛檢測系統

三、未來引用新技術之意願：

下列各項問題請依 貴公司未來引用先進技術之意願及引用之時程
(3年內為短期，3-10年為中期，10年以上為長期)勾選答案：

1.提供旅客查詢服務方式：

a.單一路線查詢(查詢某一路線公車所經地點)：

電話語音查詢

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電傳視訊

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦連線

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

b.時刻表查詢：

電話語音查詢

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電傳視訊

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦連線

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

c.票價查詢：

電話語音查詢

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電傳視訊

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦連線

☐曾有，已停用(停用原因：_____) ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

d. 旅程規劃查詢 (查詢某起點到某迄點所應搭之公車路線) :

電話語音查詢

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電傳視訊

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電腦連線

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

e. 班車位置查詢 (查詢班車在路線中何處? 何時進站?) :

電話語音查詢

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電傳視訊

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電腦連線

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

f. 其他 (請說明) 公車公司或鐵路之乘車資訊查詢:

電話語音查詢

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電傳視訊

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

電腦連線

☐ 曾有, 已停用 (停用原因: _____) ☐ 已有

☐ 3年內 ☐ 3-10年 ☐ 10年以上 ☐ 無意願

2.售票服務方式：

a.車上：

電腦輔助人工售票

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

刷卡（磁票或信用卡）

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

b.車站：

電腦輔助人工售票

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

自動售票機

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

刷卡（磁票或信用卡）

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

c.招呼站或售票亭：

電腦輔助人工售票

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

自動售票機

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

刷卡（磁票或信用卡）

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

3.訂位服務方式：

電話傳真訂位

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電話語音訂位

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電傳視訊訂位

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦連線訂位

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

4.車上資訊顯示方式：

a.路線顯示：

可變式電子看板

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動顯示系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦查詢

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

b.預計抵達站位顯示：

可變式電子看板

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動顯示系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦查詢

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

c.班車位置顯示：

可變式電子看板

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動顯示系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦查詢

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

5.提供車上旅客通訊服務方式：

行動電話

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

無線電通訊系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

6.行車安全設施：

設備故障自動警示系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

駕駛不當自動警示系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

自動導航系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

自動駕駛系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

7.車隊管理各項工作進行方式：

a.排班

電腦輔助人工排班

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動排班

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

b.調度

電腦輔助人工調度

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動調度

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

c.行車記錄

機械式記錄器

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動行車記錄系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

行車中心即時監控系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

d.車輛位置監控

無線電系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

自動車輛定位系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

行車中心即時監控系統

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

8.業務企劃：

a.路線規劃

電腦輔助人工規劃

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動規劃

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

b.整體公車系統路網規劃

電腦輔助人工規劃

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動規劃

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

9.票證處理：

電腦輔助人工處理

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

電腦自動處理

☐曾有，已停用（停用原因：_____） ☐已有

☐3年內 ☐3-10年 ☐10年以上 ☐無意願

參考資料及意見：

1. 貴公司是否有下列專門技術部門？

☐ 電腦中心 ☐ 行車控制中心 ☐ 其他（請說明）_____

2. 貴公司是否有專責引進新技術部門？

☐ 是（請說明人數與名稱）_____ ☐ 否

3. 貴公司引進新技術有無困難？

☐ 是（請說明）_____

☐ 無

4. 貴公司較願意在哪種情形下引進新的服務及車輛管理技術，以降低營運成本、提昇服務水準？

☐ 自行投資 ☐ 賦稅減免獎勵投資 ☐ 政府直接補助

☐ 政府購買設備租給公司使用 ☐ 其他（請說明）_____

5. 貴公司目前使用之電腦設備機型與數量：

機 型	數 量	使用目的

6. 貴公司是否使用電腦套裝軟體協助營運？

☐ 是 ☐ 否

7. 如果使用套裝軟體輔助營運，軟體名稱及功用為何？

軟 體 名 稱	功 用

8.對推動引用新技術提昇公車營運技術及服務水準的其他意見：

9.其他本問卷未涵蓋之意見？

附錄二B 分析層級程序法專家調查問卷

台灣地區引進先進公共運輸系統之可行性研究

多目標層級分析法 方案評估問卷(A) 正面影響層級

敬啟者：

您好！這份問卷是針對「台灣地區引進先進公共運輸系統之可行性研究」所設計，內容共可分成下列三部份：

- 一、問卷說明：介紹本問卷欲進行評估的架構及內容。
- 二、問卷填寫方法：舉例說明問卷的填寫方式。
- 三、問卷內容：根據評估內容，分層級進行評估。

您是我們認為最具代表性的專家學者，敬請您在詳閱問卷說明及填寫方法之後，針對評估架構分別圈選各層級中各因素間兩兩相比較在您心目中的相對重要程度。您的意見將提供研究單位分析與評估的重要依據，藉以找出台灣地區較合適引進的先進公共運輸系統。

由於研究時程的限制，敬請您於民國 82 年 4 月 22 日前將完成的問卷連同收據一併寄回。若有任何疑問或指教，請電洽 (02)362-5920 轉 402 分機（聯絡人：涂保民）。非常感謝您的支持。

委託單位：交通部運輸研究所

主辦單位：中華民國運輸學會

承辦單位：台灣大學土木工程研究所交通組

一、問卷說明

本問卷欲進行評估之架構共分成兩部分，主要係針對台灣地區引進先進公共運輸系統之後，對於可能帶來的正面效益及執行時可能遭受的限制，採用多目標層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, 簡稱 AHP) 來進行評估，而以「引進先進公共運輸系統」為主要目標。這份問卷主要針對引進先進公共運輸系統之後所帶來的正面影響部分來進行評估，其架構如圖一所示。

各層級（即最終目標、評估標的、評估準則、評估項目、及替選方案）內之各要素定義如下：

1. 第一層級（最終目標）

本研究之目標為評選「引進先進公共運輸系統」中，引進先進公共運輸系統之優先順序。

2. 第二層級（評估標的）

2.1 產業利益：主要係針對引進與先進公共運輸系統相關技術的顧問公司、研究單位及學校等方面來考慮。

2.2 增進社會福祉：針對不使用公共運輸系統的社會大眾來考慮。

2.3 提高服務品質：針對搭乘公共運輸系統的民衆來考慮。

2.4 增加營運效益：針對採用先進公共運輸系統的大眾運輸業者來考慮。

3. 第三層級（評估準則）

3.1 促進技術水準：可藉由高科技的引進，學習其他國家的先進技術。

3.2 增加商機：經由先進公共運輸系統的技術引進、生產、銷售及管理所帶來的商業利益。

3.3 增加研發機會：可促使政府或有關部門提供經費給相關研究機構及學校，增加研究發展的機會。

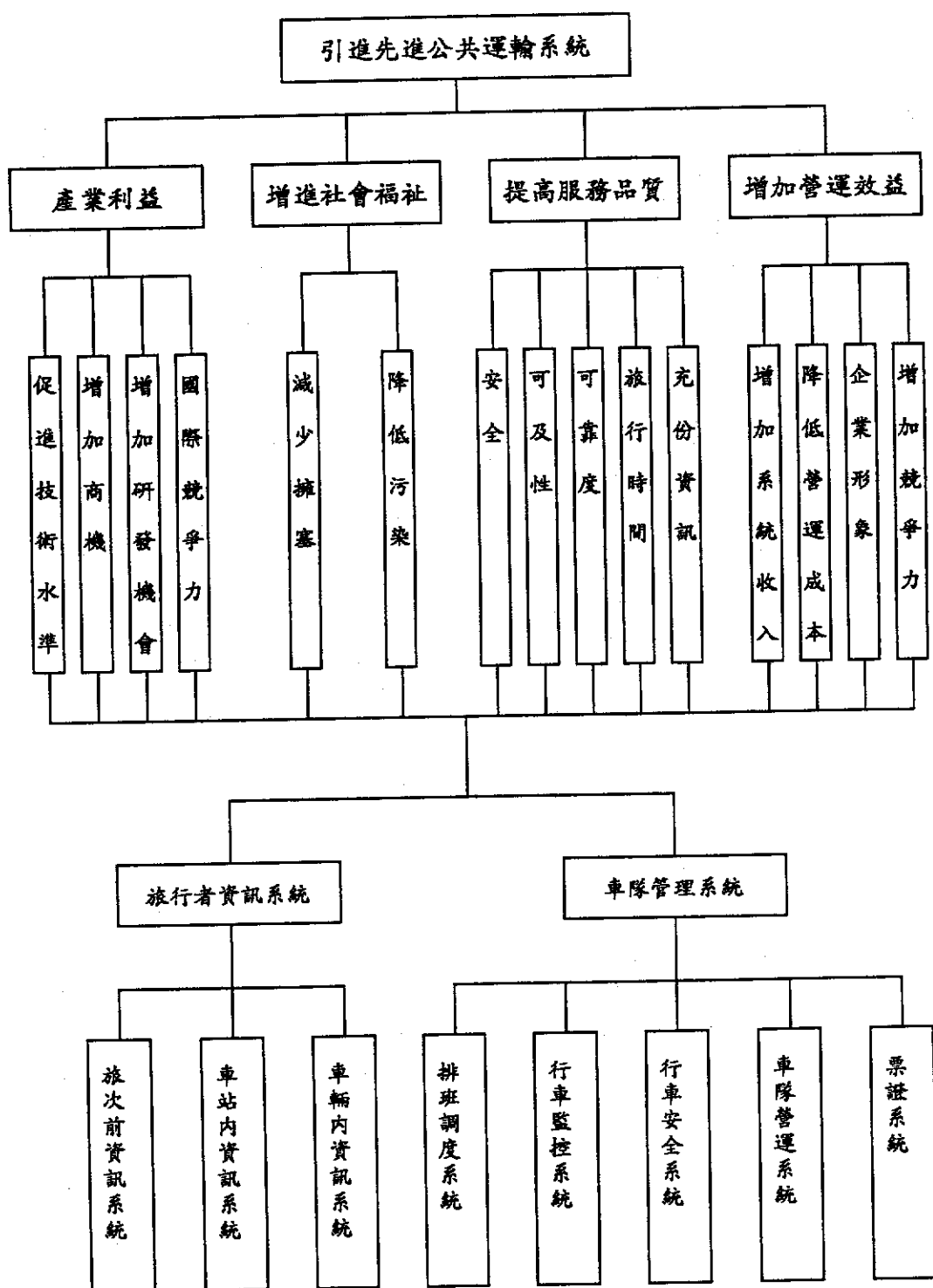
3.4 國際競爭力：當國內的技術水準到達一定程度之後，便可以提高先進公共運輸系統的相關產品在國際間的競爭能力。

3.5 減少擁塞：希望藉由先進公共運輸系統的執行，提高社會大眾多使用大眾運輸工具，減少使用私人運輸工具，以降低因私人運輸工具過多所造成的擁擠問題。

3.6 降低污染：若私人運輸工具能因實行先進公共運輸系統而減少使用，則因私人運輸工具造成的空氣污染也可望降低。

3.7 安全：對於意外事故的事前預防（如行車安全系統）與事後偵測（如行車監控系統）均可提供乘客較佳的安全保障。

3.8 可及性：由於先進公共運輸系統提供完整的路線資料及時刻表給乘客，因此在



圖一 正面影響層級表

選擇交通工具的方便性也相對提高，乘客也許不必走太多的路就可到達目的地。

- 3.9 可靠度：可利用自動車輛定位 (Automatic Vehicle Location，簡稱 AVL) 系統偵測車輛位置，並且利用較佳的預測方法與控制技術，以減少脫班、或同時來數班公車的情形。
 - 3.10 旅行時間：先進公共運輸系統能偵測道路擁擠狀況，以提供較佳的路線供乘客選擇，減少其旅行時間。
 - 3.11 充分資訊：對於較先進的系統，除了固定時刻表、費率及路線外，尚可結合自動車輛定位系統，提供即時時刻表 (Real Time Schedule) 給乘客，讓乘客知道最新的班車資訊。
 - 3.12 增加系統收入：由於採用先進公共運輸系統之後，服務品質提高，可吸引更多民衆來搭乘該公車系統，使得收入增加。
 - 3.13 降低營運成本：可藉由如排班調度系統、車隊營運系統等工具來減少人事費用的開支，降低其營運成本。
 - 3.14 企業形象：可藉由高品質的服務、優良的科技使社會大眾對於該企業有不同的評價。
 - 3.15 增加競爭力：對於擁有相同路權的公車業者，採用先進公共運輸系統的業者可提供較佳的服務、且有較少的營運成本，因此也有較好的市場競爭能力。
4. 第四層級 (評估項目)
- 4.1 旅行者資訊系統：對欲利用大眾運輸系統的旅客們，提供即時且正確的訊息，以輔助旅客選擇最適當的時間、運具及路線，達到最有效率、安全、舒適且經濟的目的。
 - 4.2 車隊管理系統：是一種結合偵測、通訊與控制技術，使公共運輸系統達到高品質、高效率之服務，並降低營運成本，也就是促進車隊營運之可靠性與效率。
5. 第五層級 (替選方案)
- 5.1 旅次前資訊系統：指在車站以外的地區 (如家中或辦公室) 提供旅客旅次規劃之資訊及相關服務。其相關資訊包括路線安排、時刻表、訂票等功能。
 - 5.2 車站內資訊系統：功能與旅次前資訊系統相似，但是資訊是在車站內提供，除了以上功能外，尚包括付款、即時時刻表等功能。
 - 5.3 車輛內資訊系統：此系統指在大眾運輸系統之運具內所能獲得的資訊服務，包括交通資訊的提供及與外界的通訊服務。

- 5.4 排班調度系統：此系統必須考慮旅客需求以及人員和車輛的限制，產生最佳之時刻表及營運路線。若能整合車輛監控技術，可達成即時排班即調度之目標。
- 5.5 行車監控系統：整合車輛位置及車輛辨識資料，配合其他與車輛有關的資訊，構成完整的監控系統。
- 5.6 行車安全系統：利用各種車上偵測裝置，配合通訊及定位技術，監視車輛行車以及環境狀況，將資料傳回控制中心，作為即時監控之用；此系統並可偵測危險狀況，即時回應以確保安全。
- 5.7 車隊營運系統：為提供最佳服務水準，並且使經營達到最有效率之營運，必須審慎考量各種影響因素，如車輛與人員排班、路線規劃、車輛維修、報表製作以及行銷等。因此先進電腦軟體及相關演算法則之使用相當重要。
- 5.8 票證系統：結合自動乘客識別及付款系統，其主要功能包括自動收費、自動訂位、自動乘客數計算及乘客起訖點資料搜集等。

二、問卷填寫方法

本問卷之評估方式，係基於最終目標下評估四大標的之相對重要程度，再基於某標的下評估兩兩準則下之相對重要程度，最後再針對每個評估項目，比較兩兩方案之相對優劣程度；而在兩兩比較之過程中，則是以順序尺度來表示兩個互相比較元素間的相對重要程度，其順序尺度依其相對重要程度分為 9:1 至 1:9 等九個等級；以下舉例說明問卷之填寫方法。

範例：

最終目標——引進先進公共運輸系統

請圈選出您所認為各標的之相對重要程度

標 的	順 序 尺 度	標 的
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增進社會福祉

假如您認為在引進先進公共運輸系統之目標下，產業利益比起增進社會福祉之重要性為 5:1，則其圈選方法只需在順序尺度下 5:1 的地方劃圈即可，其劃記方式如下：

標 的	順 序 尺 度	標 的
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增進社會福祉

假如您認為在引進先進公共運輸系統之目標下，產業利益比起增進社會福祉之重要性為 1:3，則其圈選方法只需在順序尺度下 1:3 的地方劃圈即可，其劃記方式如下：

標 的	順 序 尺 度	標 的
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增進社會福祉

三、問卷內容

A. 第一層級

A-1

最終目標——引進先進公共運輸系統

請圈選出您所認為各標的之相對重要程度

標 的	順 序 尺 度	標 的
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增進社會福祉
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	提高服務品質
產業利益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加營運效益
增進社會福祉	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	提高服務品質
增進社會福祉	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加營運效益
提高服務品質	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加營運效益

B. 第二層級

B-1

評估標的——產業利益

請圈選出您所認為各準則之相對重要程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
促進技術水準	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加商機
促進技術水準	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加研發機會
促進技術水準	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	國際競爭力
增加商機	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加研發機會
增加商機	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	國際競爭力
增加研發機會	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	國際競爭力

B-2

評估標的——增進社會福祉

請圈選出您所認為各準則之相對重要程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
減少擁塞	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	降低污染

B-3

評估標的——提高服務品質

請圈選出您所認為各準則之相對重要程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
安 全	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	可 及 性
安 全	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	可 靠 度
安 全	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	旅行時間
安 全	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	充分資訊
可 及 性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	可 靠 度
可 及 性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	旅行時間
可 及 性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	充分資訊
可 靠 度	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	旅行時間
可 靠 度	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	充分資訊
旅行時間	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	充分資訊

問卷A

B-4

評估標的——增加營運效益

請圈選出您所認為各準則之相對重要程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
增加系統收入	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	降低營運成本
增加系統收入	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	企業形象
增加系統收入	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加競爭力
降低營運成本	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	企業形象
降低營運成本	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加競爭力
企業形象	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	增加競爭力

C. 第三層級

C-1

評估準則——促進技術水準

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-2

評估準則——增加商機

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-3

評估準則——增加研發機會

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-4

評估準則——國際競爭力

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-5

評估準則——減少擁塞

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-6

評估準則——降低污染

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-7

評估準則——安全

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-8

評估準則——可及性

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-9

評估準則——可靠度

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-10

評估準則——旅行時間

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-11

評估準則——充分資訊

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-12

評估準則——增加系統收入

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-13

評估準則——降低營運成本

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-14

評估準則——企業形象

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-15

評估準則——增加競爭力

請圈選出您所認為各項目之相對重要程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

D. 第四層級

D-1

評估項目——旅行者資訊系統

請圈選出您所認為各方案之相對重要程度

方 案	順 序 尺 度	方 案
旅次前資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車站內資訊系統
旅次前資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車輛內資訊系統
車站內資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車輛內資訊系統

D-2

評估項目——車隊管理系統

請圈選出您所認為各方案之相對重要程度

方 案	順 序 尺 度	方 案
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車監控系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車安全系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車安全系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
行車安全系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
行車安全系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
車隊營運系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統

問卷A

編號：

台灣地區引進先進公共運輸系統之可行性研究

多目標層級分析法 方案評估問卷(B) 執行限制層級

敬啓者：

您好！這份問卷是針對「台灣地區引進先進公共運輸系統之可行性研究」所設計，內容共可分成下列三部份：

- 一、問卷說明：介紹本問卷欲進行評估的架構及內容。
- 二、問卷填寫方法：舉例說明問卷的填寫方式。
- 三、問卷內容：根據評估內容，分層級進行評估。

您是我們認為最具代表性的專家學者，敬請您在詳閱問卷說明及填寫方法之後，針對評估架構分別圈選各層級中各因素間兩兩相比較在您心目中的相對限制程度。您的意見將提供研究單位分析與評估的重要依據，藉以找出台灣地區較合適引進的先進公共運輸系統。

由於研究時程的限制，敬請您於民國 82 年 4 月 22 日前將完成的問卷連同收據一併寄回。若有任何疑問或指教，請電洽 (02)362-5920 轉 402 分機（聯絡人：涂保民）。非常感謝您的支持。

委託單位：交通部運輸研究所

主辦單位：中華民國運輸學會

承辦單位：台灣大學土木工程研究所交通組

一、問卷說明

本問卷欲進行評估之架構共分成兩部分，主要係針對台灣地區引進先進公共運輸系統之後，對於可能帶來的正面效益及執行時可能遭受的限制，採用多目標層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, 簡稱 AHP) 來進行評估，而以「引進先進公共運輸系統」為主要目標。這份問卷主要針對引進先進公共運輸系統之後所帶來的正面影響部分來進行評估，其架構如圖二所示。

各層級（即最終目標、評估標的、評估準則、評估項目、及替選方案）內之各要素定義如下：

1. 第一層級（最終目標）

本研究之目標為評選「引進先進公共運輸系統」中，引進先進公共運輸系統之優先順序。

2. 第二層級（評估標的）

2.1 財務可行性：考慮引進先進公共運輸系統時，各業者所需負擔的財務及成本效益等因素。

2.2 技術可行性：考慮國內工業界的技術成熟程度。

2.3 管理可行性：考慮因引進先進公共運輸系統之後，各業者所會面臨的公司結構變化。

2.4 營運環境可行性：考慮須在某種環境配合之下，才能使先進公共運輸系統達到最大的營運績效。

3. 第三層級（評估準則）

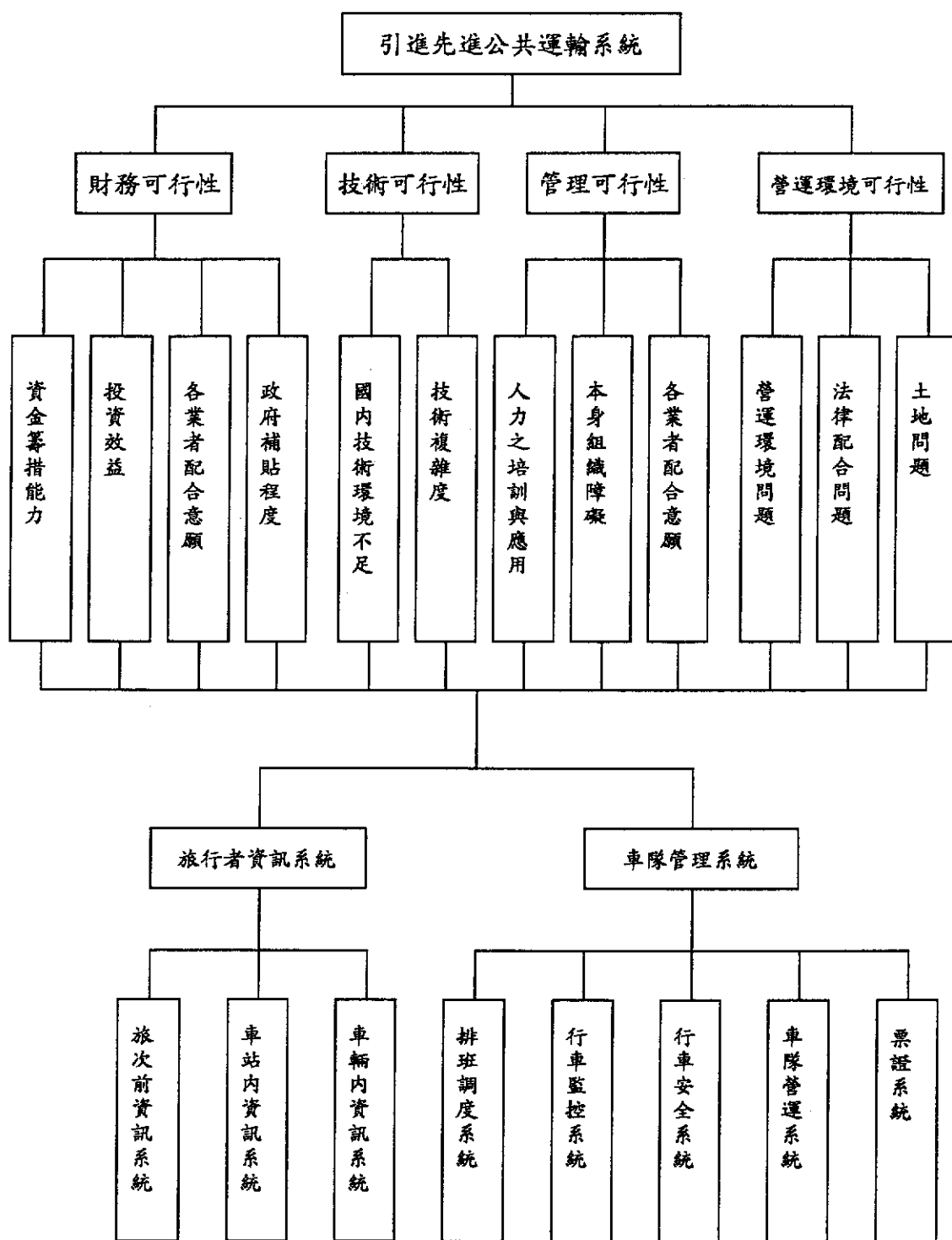
3.1 資金籌措能力：由於引進先進公共運輸系統所需資金可能相當龐大，因此各營運業者的資金籌措能力將是財務方面的考慮重點之一。

3.2 投資效益：這是業者最關心的項目之一，因為站在在商言商的立場，有投資就要有回收。

3.3 各業者配合意願：因為票證系統的實行，將使各業者的車票收入透過一個聯合單位以分配其利潤，如此財務狀況就不將再是各公司的祕密，這將會影響到各業者配合的意願。

3.4 政府補貼程度：在進行公車業者現況調查的過程中，很多業者並非對先進公共運輸系統完全毫無意願，而是不知道錢從哪裡來，若政府要對本計劃完全補助，當然業者都完全贊成，因此政府的補貼程度也列為財務可行性的主要考慮項目之一。

3.5 國內技術環境不足：有些技術如自動車輛定位系統等，國內的技術可能尚有不足，因此技術引進的可行性是主要的考慮項目。



圖二 執行限制層級表

- 3.6 技術複雜度：若一項系統的技術過於複雜，則將來採用後其維修及保養都是一大問題。
- 3.7 人力之培訓與應用：基於新系統的實行，將會需要一群對於該系統熟悉且熟練的工作人員，因此人才的培訓與應用將是推行該系統後所會引發的問題。
- 3.8 本身組織障礙：由於採用先進公共運輸系統後將會對本身的公司結構造成影響，如某些部門的裁撤或縮減，因此可能會引起公司內部的反彈。
- 3.9 各業者配合意願：因為實行先進公共運輸系統後，各業者可能要面臨組織整和的壓力，各業者可能不願配合而影響推行的成效。
- 3.10 營運環境問題：採用先進公共運輸系統必須在某些條件的配合下，才能使該系統發揮最大的成效，如在公車專用道施行。
- 3.11 法律配合問題：由於先進公共運輸系統採用大量的通訊、人員及車輛的辨識，對於隱私權有相當的妨礙，因此在法律方面也要配合修正。
- 3.12 土地問題：實行先進公共運輸系統之後，各種設備及裝置都需要空間來安置，因此將土地問題也列為考慮項目之一。
4. 第四層級（評估項目）
- 4.1 旅行者資訊系統：對欲利用大眾運輸系統的旅客們，提供即時且正確的訊息，以輔助旅客選擇最適當的時間、運具及路線，達到最有效率、安全、舒適且經濟的目的。
- 4.2 車隊管理系統：是一種結合偵測、通訊與控制技術，使公共運輸系統達到高品質、高效率之服務，並降低營運成本，也就是促進車隊營運之可靠性與效率。
5. 第五層級（營運方案）
- 5.1 旅次前資訊系統：指在車站以外的地區（如家中或辦公室）提供旅客旅次規劃之資訊及相關服務。其相關資訊包括路線安排、時刻表、訂票等功能。
- 5.2 車站內資訊系統：功能與旅次前資訊系統相似，但是資訊是在車站內提供，除了以上功能外，尚包括付款、即時時刻表等功能。
- 5.3 車輛內資訊系統：此系統指在大眾運輸系統之運具內所能獲得的資訊服務，包括交通資訊的提供及與外界的通訊服務。
- 5.4 排班調度系統：此系統必須考慮旅客需求以及人員和車輛的限制，產生最佳之時刻表及營運路線。若能整合車輛監控技術，可達成即時排班即調度之目標。
- 5.5 行車監控系統：整合車輛位置及車輛辨識資料，配合其他與車輛有關的資訊，構成完整的監控系統。

- 5.6 行車安全系統：利用各種車上偵測裝置，配合通訊及定位技術，監視車輛行車以及環境狀況，將資料傳回控制中心，作為即時監控之用；此系統並可偵測危險狀況，即時回應以確保安全。
- 5.7 車隊營運系統：為提供最佳服務水準，並且使經營達到最有效率之營運，必須審慎考量各種影響因素，如車輛與人員排班、路線規劃、車輛維修、報表製作以及行銷等。因此先進電腦軟體及相關演算法則之使用相當重要。
- 5.8 票證系統：結合自動乘客識別及付款系統，其主要功能包括自動收費、自動訂位、自動乘客數計算及乘客起訖點資料搜集等。

二、問卷填寫方法

本問卷之評估方式，係基於最終目標下評估四大標的之相對限制程度，再基於某標的下評估兩兩準則下之相對限制程度，最後再針對每個評估項目，比較兩兩方案之相對限制程度；而在兩兩比較之過程中，則是以順序尺度來表示兩個互相比較元素間的相對限制程度，其順序尺度依其限制程度之不同分為 9:1 至 1:9 等九個等級；以下舉例說明問卷之填寫方法。

範例：

最終目標——引進先進公共運輸系統

您認為引進先進公共運輸系統時，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各標的之相對限制程度

標 的	順 序 尺 度	標 的
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	技術可行性

假如您認為在引進先進公共運輸系統之目標下，財務可行性比起技術可行性之限制程度比為 5:1，則其圈選方法只需在順序尺度下 5:1 的地方劃圈即可，其劃記方式如下：

標 的	順 序 尺 度	標 的
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	技術可行性

假如您認為在引進先進公共運輸系統之目標下，財務可行性比起技術可行性之限制程度比為 1:3，則其圈選方法只需在順序尺度下 1:3 的地方劃圈即可，其劃記方式如下：

標 的	順 序 尺 度	標 的
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	技術可行性

三、問卷內容

A. 第一層級

A-1

最終目標——引進先進公共運輸系統

您認為引進先進公共運輸系統時，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各標的之相對限制程度

標 的	順 序 尺 度	標 的
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	技術可行性
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	管理可行性
財務可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	營運環境可行性
技術可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	管理可行性
技術可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	營運環境可行性
管理可行性	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	營運環境可行性

B. 第二層級

B-1

評估標的——財務可行性

您認為在財務可行性的限制下，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各準則之相對限制程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
資金籌措能力	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	投資效益
資金籌措能力	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	各業者 配合意願
資金籌措能力	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	政府補貼程度
投資效益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	各業者 配合意願
投資效益	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	政府補貼程度
各業者 配合意願	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	政府補貼程度

B-2

評估標的——技術可行性

您認為在技術可行性的限制下，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各準則之相對限制程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
國內技術 環境不足	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	技術複雜度

B-3

評估標的——管理可行性

您認為在管理可行性的限制下，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各準則之相對限制程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
人力之 培訓與應用	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	本身組織障礙
人力之 培訓與應用	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	各業者 配合意願
本身組織障礙	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	各業者 配合意願

B-4

評估標的——營運環境可行性

您認為在營運環境可行性的限制下，受下列那一項因素影響較大，請圈選出各準則之相對限制程度

準 則	順 序 尺 度	準 則
營運環境問題	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	法律配合問題
營運環境問題	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	土地問題
法律配合問題	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	土地問題

C. 第三層級

C-1

評估準則——資金籌措能力

您認為在資金籌措能力的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-2

評估準則——投資效益

您認為在投資效益的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-3

評估準則——各業者配合意願

您認為在各業者配合意願的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-4

評估準則——政府補貼程度

您認為在政府補貼程度的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-5

評估準則——國內技術環境不足

您認為在國內技術環境不足的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-6

評估準則——技術複雜度

您認為在技術複雜度的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-7

評估準則——人力之培訓與應用

您認為在人力之培訓與應用的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-8

評估準則——本身組織障礙

您認為在本身組織障礙的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-9

評估準則——各業者配合意願

您認為在各業者配合意願的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-10

評估準則——營運環境問題

您認為在營運環境問題的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-11

評估準則——法律配合問題

您認為在法律配合問題的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

C-12

評估準則——土地問題

您認為在土地問題的條件下，那種系統有較大的限制，請圈選出各項目之相對限制程度

項 目	順 序 尺 度	項 目
旅行者資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊管理系統

D. 第四層級

D-1

評估項目——旅行者資訊系統

您認為在旅行者資訊系統的條件下，那種系統受到較多的限制，請圈選出各方案之相對限制程度

方 案	順 序 尺 度	方 案
旅次前資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車站內資訊系統
旅次前資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車輛內資訊系統
車站內資訊系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車輛內資訊系統

D-2

評估項目——車隊管理系統

您認為在車隊管理系統的條件下，下列那一種系統受到較多的限制，請圈選出各方案之相對限制程度

方 案	順 序 尺 度	方 案
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車監控系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車安全系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
排班調度系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	行車安全系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
行車監控系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
行車安全系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	車隊營運系統
行車安全系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統
車隊營運系統	9:1 7:1 5:1 3:1 1:1 1:3 1:5 1:7 1:9	票證系統

附錄三： 文獻彙總

中華民國交通統計月報，民國八十一年六月。

交通部運輸研究所，台灣地區運輸政策之研究，中華民國七十九年，六月。

張芳旭，「德國發展智慧型公車系統的經驗」，運輸科技發展報導，第2卷第1期，
1-3頁，民國八十二年。

中華顧問工程司，中山高速公路匝道收費系統規劃研究報告，交通部台灣區國道高速公路局，民國八十一年六月。

方世榮譯，作業研究導論，台北：曉園出版社，民國八十年，三月。

何志宏等人，台灣地區行車路線導引系統之研究，交通部運輸研究所委託專題研究，
八十年十二月。

卓武雄譯，多重準繩決策，台北：曉園出版社，民國八十一年，四月。

英國倫敦運輸國際服務公司，台北都會區公車改善研究，交通部運輸計劃委員會委託，民國七十二年十一月。

唐富藏，投資計劃評估，台北：華泰書局，民國七十八年，八月。

許添本，「智慧型道路運輸系統的發展現況與未來展望—兼談我國之發展概況」，運輸季刊，第15期，33-63頁，民國八十一年。

陳文賢，管理科學，台北：自行出版，民國八十年，八月。

張學孔等人，台灣地區發展智慧型道路運輸系統之初步探討，交通部運輸研究所委託
專題研究，八十年十二月。

張金琳、張學孔，「智慧型道路運輸系統之基本研究與發展」，運輸季刊，第15期，
3-31頁，民國八十一年。

張有恆，運輸經濟學——理論與實務，台北，華泰書局，民國八十一年，七月。

鄧振源、曾國雄，「多屬性效用之回顧及其在運輸投資規劃之應用」，交通運輸第十
三期，民國八十年，六月。

鄧振源、曾國雄，「層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（上）」，中國統計學報
27卷6期，5-22頁，民國七十八年，六月。

- 鄧振源、曾國雄，「層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用 (下)」，中國統計學報 27 卷 7 期，1-19 頁，民國七十八年，七月。
- 賴士葆，工程經濟——資金分配理論，台北，華泰書局，民國七十八年，八月。
- ATMS Technical Committee, ATMS: Seven Steps to Deployment, IVHS America 2nd Annual Meeting, May. 17-20, 1992.
- Abkowitz, Mark and Driscoll, Mary K., "Automatic Fare Collection in Transit: a Synthesis of Current Practice," Transport Reviews, 7(1), pp.53-63, 1987.
- A Program for the Advancement of Intelligent Vehicle/Highway System, U.S. DOT /FTA, Apr., 1989.
- Ballman, Karla V., et al., "Cost-Effectiveness of "Smart" Traffic Signals," U.S.DOT, Aug. 24, 1992.
- Behnke, Robert W., California Smart Traveler System, U.S.DOT /FTA, DOT-T-92-16, Feb., 1992.
- Bessette, Robert and Cartier, Denis, "Directort of User Information Systems in Public Transit," Transports Quebec, Oct., 1991.
- Black, William R., "Assessing Intercity Bus Transit Needs in Indiana Using a Geographic Information System.," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan.10-14, 1993.
- Black, William R., "An Ideal Model for the Identification of Rural Public Transit Needs," the 72nd Annual Meeting of the TRB, Jan.10-14, 1993.
- Behnke, Rebert W., et al., "The Need for IVHS Technologies in U.S. Public Transportation Systems," Aegis Transportation Information System, Inc., 1992.
- Booker, J. M. and Bryson, M. C., "Decision Analysis with Application to Project Management: State-of-Art Survey and Bibliography," American Journal of Mathematical and Management Science, Vol. 5, No. 1, 2, pp.001-062, 1985.
- Bonsall, Peter and Bell, Michael (ed.), Information Technology Applications in Transport, VNU SCIENCE PRESS, Utrecht, The Netherlands, 1990.

- Bruce, L. Gloden, Edward, A.W., and Doug, Levy, E., Application of the Analytic Hierarchy Process: A Categorized, Annotated Bibliography, 1988.
- Bruce, N Janson, "A Convergent Algorithm for Dynamic Traffic Assignment," Sept. 10, 1990.
- Buchanan, C., Bus Priorities in London, Final Report, Sept., 1986.
- Bullock, D. and Hendrickson, C., "Software for Advanced Traffic Controllers," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Cahn, Robert P., et al., "Feasibility Study for an Innovative Ridesharing System," National Conference on Advanced Technologies in Public Transportation, Aug. 16-19, 1992.
- Cahn, R.P., et al., Feasibility Study for an Innovative Ridesharing System, The Transportation Research Board and the Federal Transit Administration, Aug. 16-19, 1992.
- Capelle, Donald G. (ed.), Network, Volume VI, Number 2, Fall, 1992.
- Castle Rock Consultants, Assessment of Advanced Technologies for Transit and Rideshare Applications, NCTRP Project 3-38(1), Final Report, Apr., 1991.
- Clymer, Brian W., Transit Initiative in IVHS, U.S.DOT/FTA, Jan., 1992.
- CETE Mediterranee (ed.), Macro-Economic Assessment of RTI Impact on Public Transport DRIVE PROGRAMME, Mar., 1990.
- Chang G.L., Haghani, Ali E., Carter, Everret C., and Schonfeld, Paul, "An IVHS Research and Demonstration Project Involving "CHART" Proposal to the Maryland State Highway Administration," Department of Civil Engineering University of Maryland College Park, Apr., 1991.
- Chang Gang L. and Chin Ching-Sung, "Evaluation and Selection of Pc-Based Expert System Shells for Signal Design," Department of Civil Engineering University of Maryland College Park, May, 1991.

Cheslow, Melvyn D. and Hatcher, S. Gregory, "A Comparative Evaluation of Alternative ATMS/ATIS Architectures for Intelligent Vehicle-Highway Systems," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Chris Hendrickson and Kumares Sinha, First International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering, San Diego, California, Feb. 5-8, 1989.

Chu, Xuehao, Dynamic User and System Equilibria on an Idealized Traffic Arterial: A Comparison of the BottleNeck Model and the Henderson Model, Department of Economics University of California Irvine, Ca. 92717, Jul., 1991.

Colin Buchanan, et al., "Bus Priorities in London Final Report ", London Regional Transport, Sept., 1986.

Costas N.G., et al., Communications in Intelligent Vehicle-Highway Systems, Part1, Texas Transportation Institute, Research Report 1245-2, Nov., 1991.

Costas N.G., et al., Communications in Intelligent Vehicle-Highway Systems, Part2, Texas Transportation Institute, Research Report 1245-3, Nov., 1991.

Darcy Bullock and Chris Hendrickson, "Software for Advanced Traffic Controllers," the 72th Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Derek S. Graham, et al., "Implementation of a Statewide Program of Computer-Assisted School Bus Routing and Scheduling.," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Directory of User Information Systems in Public Transit, The Direction des Communications of the Ministere des Transports du Quebec, Oct., 1991.

Donald Loseff, "Dynamic Ridematching System Design and Implementation Plan Using Voice Processing Technology ," 5302 Ravenna Ave NE Seattle, 1991.

DRIVE PROGRAMME, Cassiope Project, English-French-German Glossary on Advanced Technology in Public Transport, Jan., 1990.

DRIVE PROGRAMME, Cassiope Project, Bus-Guide an Interactive Passenger Information Terminal Prototype Definition and Demonstration Scenario, Feb., 1991.

DRIVE PROGRAMME, Cassiope Project, Implementation of an Interactive Terminal Demonstration of the Cassiope Data Model Expanded for Passenger Information, Mar., 1992.

DRIVE PROGRAMME, Cassiope Project, Macro-Economic Assessment of RTI Impact on Public Transport, Mar., 1992.

Daum, Reiner and Zohar, Ron, " Intelligent Passenger-Counting for Trains ," Railway Technology International, 1993.

Edward, K. Morlok, et al., " Advanced Vehicle Monitoring and Communication System for Bus Transit: Benefits and Economic Feasibility," U.S. DOT/UMTA-PA-11-0035-91-1, Sept., 1991.

Edward, W. Walbridge, " Energy Conservation via New Telecommunications Technologies ," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Edward, K. Morlok and Susan, F. Hallowell, "Reported Benefits of Advanced Vehicle Tracking and Communications Systems," Mobile Satellite Project WP89-8-1, Sept., 1989.

Elefteriadou, Lilly and Vecellio, Robert L., " Development and Application of a Methodology Employing Simulation to Evalrate Congestion at School Location," 72nd Annual Meeting of TRB, Jan.10-14, 1993.

Eva, Lerner-Lam(M), et al., Transit and IVHS in the New Jersey / New Youk Region, Aug., 1992.

Ferguson, E., et al., "PC Software for Urban Transportation Planning," APA Journal 238, Spr., 1992.

Fisher, Ronald J. and Ricketson, Sean, Opportunities for Smart Cards in American Public Transit, Feb., 1992.

- Fisher, Ronald J., IVHS-a Paradigm Shift, IVHS Annual Meeting Newport Beach
 ,U.S.DOT/FT A, May 19, 1992.
- Fisher, Ronald J. and Ricketson, Sean, " Smart Cards in American Public Transit ," Smart Card Monthly , pp.1-9, Oct., 1992.
- Frederick J. Wegmann, et al., " Suburban Mobility: Facilitating Economic Opportunities with Public Transportation ," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Gardes, Yonnel, et.al., " Application of the Intergration Model to Pemonstrate the Simulation of Advanced Traveler Information Systems," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan.10-14, 1993.
- Gillespie, Thomas D., " Great Lakes Center for Truck Transportation Research," UMTRI Research Review, Vol.20, No.6, May-Jun., 1990.
- Gibson, Ken, " The Public Transport Smart Card," Smart Card Monthly, pp.29-32, Oct. 1992.
- Gotz, Rainer E., " The SmartBus Concept a German Approach to Systems Integration ," National Conference on Advanced Technologies in Public Transportation of TRB, Aug. 16-19, 1992.
- Graham, D.S., "Implementation of a Statewide Program of Computer Assisted School Bus Routing and Scheduling," the 72nd of Aunnal Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Harker, Patrick T., "The ART and Science of Decision Making: The Aanlytic Hierarchy Process," University of Pennsylvania, 1988.
- Halda, Roger F. Teal, Re-Engineering Demand Responsive Transit Using Recent Technological Developments, Aug. 17-19, 1992.
- Honey, Stanely K., et al., " Useful Software Interfaces for In-Vehicle Navigation and Information Systems," International Congress and Exposition of the Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space, Feb. 27- Mar. 3, 1993.

Ingalls, Larry, et al., " Alternatives for Providing Priority to High Occupancy Vehicle in the Suburban Arterial Environment ," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Ingalls, L., et al., Alternatives for Providing Priority to High Occupancy Vehicles in the Suburban Arterial Environment, the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

Intelligent Vehicle Highway Systems (IVHS) Communications Standards, Transportation Research Circular, Number 383, Dec., 1991.

IVHS America, Guidelines for A.T.M.S., IVHS-AMER-ATMS-92-2, May, 1992.

John Collura, " Evaluating the Use of smart Card Systems in the Provision of Rural and Small Urban Transit Service," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

John Collura, Electronic Toll Collection and Traffic Management in Italy, the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

John S. C.(ed.), Network, Volume VI, Number 3, Winter 1992.

Kenneth H.B., Truman M., Safety and Human Factors Considerations, IVHS-AMER-ATMS-92-1, May, 1992.

Khorovitch, B.G., et al., Technical and Economic Aspects of Operational Control Systems, Public Transport, UITPG, Organization and Data Processing, International Union of Public Transport 49th International Congress, Stockholm, 1991.

Kihl, Mary R., "Advanced Public Transportation: Achieving its Potential," Iowa State University, Jan.7, 1992.

Kihl, Mary R., "SMART TRANSIT" The State of the Art Revisited, Design Research Institute, Iowa State University, Jan. 4, 1992.

Kihl, Mary R., " The Appeal of the Smart Traveler," the Summer Meeting of the TRB on Advanced Public Transportation, Aug., 1992.

Kuah, G.K., " Teleconferencing/Intercity Business Travel Substitution: Some Problems," Transportation Research Forum 24(1), 1983.

- Kyte, Michael, et al., "Using Machine Vision (Video Imaging) Technology to Collect Transportation Data," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Kalaputapu, Ravi and Demetsky, Michael J., Intellegent Decision Support Systems for Operational Planning and Management of Bus Transit Services, Aug., 1992.
- Laconte, Pierre, Automatic Fare Collection in Public Transport, International Union of Public Transport (UITP 8), 1991.
- Label, Lawrence N., Schweiger, Carol P., and Mary Kihl, Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art Update '92, Dot-VNTSC-FTA-92-3, 1992.
- Lennart, E.L. and Bill, J.K., "Development Standard for Smart Transit Vehicle System," IVHS America, 1991.
- Loseff, D., "Dynamic Ridematching: System Design and Implementation Plan Using Voice Processing Technology," 1991.
- Marina, D. and Jerome, T.M., "A Bibliography with Abstracts, 1985 - 1991," U.S.DOT, Apr., 1992.
- Margaret, C. Robb, "Route ingornation systems for motorists," Transport Review, Vol.7, No.3, pp.259-275, 1987.
- McLean, VA, Decision Support Software, Inc., Expert Choice, 1986.
- Moreyne, M., et al., The Visual Communication Network an Integrated Communication, Information and Security System inside Transit Vehicles, TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Office of Technical Assistance and Safety, Advanced Public Transportation System, U.S. DOT, Jan., 1993.
- Office of Technical Assistance and Safety, "Advanced Public Transportation Systems Project Summaries," U.S. DOT, Apr., 1992.
- Peel, Robert, "AVL Technology in the U.K.," Smart Card Monthly, pp.46-49, Oct., 1992.
- Poybal, Paul, "HOV/TSM Evaluation Study Final Report," 70th Annual Meeting of TRB, Jan.13-17, 1991.

- Pratt, Richard H., Collection and Application of Ridership Data on Rapid Transit Systems, Transportation Research Board, Sept., 1991.
- Pratt, Richard H, et al., " Collection and Application of Ridership Data on Rapid Transit Systems," National Cooperative Transit Research & Development Program, TRB, Sept., 1991.
- Perry, James L., "Organizational Form and Performance in Urban Mass Transit," Transport Reviews, Vol.8, No.2, pp.125-143, 1988.
- Public Transit: Management, Operations, and Planning and Development, TRB 1349, 1992.
- Santiago, A.J. and Chen, H., Traffic Modeling Software for IVHS Applications.
- Satty, Thomas L., Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process.
- Saaty, Thomas L. and Vargas, Luis G., The logic of Priorities: Applications in Business, Energy, Health, and Transportation, Ch 4, Boston, Ma: Kluwer-Nijhoff, 1982.
- Schulman, Lawrence L., " Innovative Transit Projects in the United States ," ITE Journal, pp.47-51, Dec., 1992,.
- Scope Feasibility and Cost of a Dynamic Route Guidance System Demonstration Final Report, Illinois Universities Transportation Research Consortium, Aug., 1990.
- Shiftan, Y. and Wilson, N., A Strategic Transit Workforce Planning Model: Incorporating Overtime, Absence and Reliability Relationships, the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- SNV Studiengesellschaft Nahverkehr mbH, et al., " FAHRSMART NEW Ways of Payment in Public Transit - System Description," 1992.
- Stone, John R., et al., " Computer Dispatch and Scheduling in the Taxi and Paratransit Industries: An Application of Advanced Public Transportation Systems.," the 72th Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Strategic Plan for Intelligent Vehicle Highway Systems in the United States, Draft B, IVHS AMERICA, Jan. 1, 1992.

- Surface Transportation and the Information Age, Volume 2, IVHS America 1992 Annual Meeting, May 17-20, 1992.
- Summary Papers Edited By Chris Hendrickson and Kumares Sinha, First International Conference on Applications of Advanced Technologies of Advanced Technologies in Transportation Engineering, San Diego, California, Feb. 5-8, 1989.
- Tambi, J.E., et al., Alternative Analysis of an Automated Guideway Transit (AGT) System Alignment in an Airport Central Terminal Area, the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Texas Department of Transportation, An IVHS Operational Tests Project in the Houston Priority Corridor, Oct., 1992.
- The Public Transportation Committees, "A Research Agenda for Public Transportation," Transportation Research Circular, Sept., 1991.
- Turnbull, Katherine F., et al., "Current Practices in Evaluating Freeway High-Occupancy Vehicle Facilities," the 70th Annual Meeting of TRB, Jan., 1991.
- Umtri Research Review, The University of Michigan Transportation Research Institute, Vol. 20, No. 6, May-June, 1990.
- Ward, D. E. and Kendall, Donald C., "Providing Increased Transit Capacity During Peak Periods Examination of Two Techniques," U.S. DOT-TSC-OST-75-7, Feb., 1975.
- Wegmann, F.J., "Suburban Mobility: Facilitating Economic Opportunities with Public Transportation," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Wilson, Nigel H.M., et al., "Improving Operations on the MBTA Green Line with an AVI System," the National Conference on Advanced Technologies in Public Transportation of TRB, San Francisco, Aug., 1992.
- Yee, R.J.F., "Computer Assisted Optimization of Train Crew Size for On-Board Fare Collection," the 72nd Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.
- Yu, T., et al., "Dynamic Modeling of Network Traffic Flow," the 72th Annual Meeting of TRB, Jan. 10-14, 1993.

附錄四： 名詞彙總

本附錄中將APTS中重要英文縮寫及名詞作一扼要說明，以利讀者對照查閱。

ACC	Adaptive Cruise Control, 適應性巡航控制；與前車保持安全距離之控制系統。
ACS	Automated Clearance Sensing, 自動淨空偵測；此項技術用來輔助車輛與有淨空限制之物體如橋樑涵洞，偵測淨空是否足夠。
ADIS	Advanced Driver Information Systems, 先進駕駛者資訊系統；能協助駕駛規劃、分析、決策的系統。
AFOS	Advanced Fleet Operating System, 先進車隊營運系統。
AHP	Analytic Hierarchy Process, 分析階層程序法。
AI	Artificial Intelligence, 人工智慧。
APC	Automated Passenger Counting, 自動乘客計數；用來計算上下車的乘客數。
API	Automated Passenger Identification, 自動乘客身份辨識。
APTS	Advanced Public Transportation Systems, 先進公共運輸系統。
ATC	Automated (Electronic) Toll Collection, 自動電子收費。
ATIS	Advanced Traveler Information Systems, 先進旅行者資訊系統。
ATMS	Advanced Traffic Management Systems, 先進交通管理系統。
AVC	Automated Vehicle Classification, 自動車輛分類；主要在區分車種。
AVCS	Advanced Vehicle Control Systems, 行車監控系統。
AVMS	Advanced Vehicle Monitoring Systems, 先進車輛監控系統。
AVSS	Advanced Vehicle Safety Systems, 行車安全系統。
AVI	Automated Vehicle Identification, 自動車輛辨識；利用車上的無線

電收發器，以及路旁的接收器，用以辨識車輛，其用途如電子收費或失竊車輛的尋找。

AVL	Automated Vehicle Location, 自動車輛定位。此種電腦系統可用來追蹤車輛目前位置，協助車輛調度及車隊管理。
CAD	Computer-Aided Dispatching, 電腦輔助調度。
CCD	Charge-Coupled Device, 電荷藕合元件，是一種光電感測器；為一種半導體，其優點有：低的功率消耗、高的包裝密度、速度很快；CCD 記憶體的操作上限在5-7MHZ。其應用則有影像感知和訊號處理方面，亦可用在高密度半導體元件上。
CD-ROM	Compact Disc-Read Only Memory, 光碟唯讀記憶體；使用激光（雷射）光碟作為資料貯存之媒體。
CMS	Changeable Message Sign, 可變訊息標誌；標誌所顯示之訊息可隨時改變。
Corridor	走廊；平行之通路或運輸設施，通常服務主要之都會區。
CVO	Commercial Vehicle Operation, 商車營運系統。
Dead-Reckoning	推測航法；為計算目前車輛位置之方法之一。
Differential correction	誤差校正法；為克服GPS 誤差的一項技術，利用裝置於某一知位置之GPS 接收站作為控制站，計算GPS 測得方位與實標方位之差，作為其他GPS 系統校正之用。
DIME Files	Dual Incidence Matrix Encoded files, 雙溝通矩陣譯碼檔；1980年美國人口普查局(Census Bureau) 所有的電腦地圖資料檔，相似之系統如1990年的TIGER 資料檔。
ETKS	Electronic Ticketing System, 票證系統。
ETTM	Electronic Toll and Traffic Management, 電子收費與交通管理；使用AVI 技術作為電子收費技術，使車輛通過收費站時毋須停車即可支付費用。費用之支付多次記帳與轉帳方式進行。
GDF	Geographic Data Format, 地理資料格式；DRIVE 的DEMETER 計

劃之參與公司Bosch 與Philips 所開發的數位道路與地形圖轉換檔。

GIS	Geographic Information System, 地理資訊系統；一套電腦化資料管理系統，用來抓取、貯存、分析與報告地理與人口統計資訊。
GPS	Global Positioning System, 全球定位系統；使用美國政府所擁有24顆軌道衛星傳送資料給予地面接收站，GPS 提供相當正確的平面與高度位置資料，座標系統採用WGS-84座標系統。
HOV	High Occupancy Vehicle, 高乘載車輛；多人共同使用之車輛，如公車、廂型車等，一般之HOV 車道乃保留專用路權給予上述高乘載車輛。
HUD	Head-up Display, 抬頭顯示器；一種資訊顯示方式，資訊顯示在駕駛者或使用者之前方。
IR	Infrared, 紅外線。
ITIS	In-Terminal Information System, 場站內資訊系統。
IVIS	In-Vehicle Information System, 車內資訊系統。
IVHS	Intelligent Vehicle and Highway System, 智慧型車輛及公路系統。
LCD	Liquid Crystal Display, 液晶顯示幕。
LED	Light Emitting Diode, 發光二極體。
LEO	Low-Earth Orbit Satellite System, 低軌道衛星系統；此乃使用定位在較低空軌道之衛星以提供廉價低頻率及低功率訊號定位的雙向通訊服務。
MMI	Man-Machine Interface (or Interaction), 人機介面；介面是引導個人使用此系統之說明與介紹。一般而言，介面可包括觸碰式（如按鍵、觸碰螢幕）、觀看式（如燈光、顯示螢幕），和聽聲式（如鐘聲、警笛、語音合成、和聲音辨識等）。
MAUT	Multiattribute Utility Theory, 多屬性效用理論。

PATH Program	Partners for Advanced Transit and Highway Program.
PAMELA	汽車的電子監控和收費；為一DRIVE 計劃，在研究調查車輛與路邊設施的雙向微波通訊情形，其目的在於促使車輛通行費之收費方式自動化，車輛無需停靠，即可完成收費。
PCIS	Payment and Control Information System, 付費控制資訊系統。
Platooning	為跟隨一輛領導車輛而聯結成一小車隊的電子化技術。通常指在自動車輛控制系統控制下高速、高密度公路的行車狀況。
Proximity Beacon	為一短距離的無線電通訊或微波或紅外線位置編碼的發送器。其可作為交通資訊、道路號誌資訊及地區資訊的通訊線路。
PTIS	Pre-Trip Passenger Information System, 旅次前乘客資訊系統。
Reader	讀取機或讀卡機。
RTI	Road Transport Informatics, 道路交通資訊。
Route Guidance	路線導引，由電腦處理產生任二位置間之高品質行駛路線之詳細資訊，包括道路幾何狀況，街道名稱、位址、速限，迴轉及單向限制，道路等級和兩端連繫狀況。
Roadside Beacon	同Proximity Beacon。
SAGACE	為一車內資訊系統，由SAGEM的系統發展為CARMINAT計劃，能提供有關交通之資訊（如獲得停車位之資訊，資訊是經由無線電資料系統(RDS) 轉播至車內）。
Smart Card	智慧卡；為一種載有電子式資訊系統的塑膠卡片，其大小如同一般信用卡，內藏有可儲存及處理資訊的積體電路。
SMART Corridor	為一合辦的示範計劃，位於Los Angeles 12.3英里的Santa Monica高速公路走廊上。其目標在於降低擁塞程度，減少肇事，降低燃油消耗及改善空氣品質。以上這些目標將可經由先進技術（使用通訊系統，如HAR、CMS、Kiosks、Tele-Tex）的使用來達成，這些先進技術可提供旅行者現況及替選路線。
SNDS	Scheduling and Dispatching System, 排班調度系統。

TARDIS	Traffic And Road-Drive Integrated System, 交通和道路駕駛整合系統，為DRIVE的分項計畫之一；該計劃不僅只對車輛的需要建立最基本的功能，同時也提供車輛和外界通訊的能力。它的功能包括路線導引及自動收取通行費，該系統同時計劃提供整合道路運輸環境(IRTE)所需的功能，以提供技術發展所而需要的架構。
TELEATLAS	荷蘭和比利時共同發展的EUREKA計劃，其內容為地理、經濟和交通資料所整合的電子數位地圖資料庫。
Teletrace	這是在拉斯維加斯大眾捷運局 (Los Angeles Rapid Transit)所測試的AVL 系統，它提供救援車輛，公司車輛及失竊車輛的定位搜尋之用。而它的通訊功能則限制在定位及車輛狀態資訊的顯示。
TIGER files	Topologically Integrated Geographic Encoding & Referencing files, 地形及地理整合之譯碼及參考檔案；該電腦圖檔於1990年之戶口普查時由戶口普查局所建立，它同時包含了DIME檔案的資料，但對於一些新市鎮及小城市（到1987年）的資料卻沒包含在DIME檔案中。
TMC	1.交通管理中心 (Traffic Management Center)。2.交通訊息頻道 (Traffic Message Channel)，見RDS-TMC。
Trafficmaster	Trafficmaster 對駕駛人來說是一套的 PLC後勤資訊系統。英國在1989年的道路交通法案准予設立，並於1990年9月正式開始營運，目前該系統裝置在英國的M25 倫敦環狀高速公路及在倫敦半徑35哩內的聯結性高速公路。
Transponder	發信機。
Trav Tek	一個由Orlando, 佛羅里達的DOT, FHWA, GM 汽車公司，和美國汽車協會共同發展出的旅行資訊技術。Trav Tek提供交通狀況、駕駛員、旅行者及路線導引資訊給車上裝了Trav Tek車內系統的駕駛人知道即時的交通狀況，以獲取路線導引訊息。而交通管理中心從不同的來源得知交通狀況資料後，將其整合，並藉由數位化資訊傳播將資料傳送至裝有Trav Tek的車輛上。
TWC	Two-Way Communication, 雙向即時通訊，TWC 被用來作為控制

中心與車輛間雙方傳送大眾運輸資訊及導引之用。目前已有數種方法在測試中，包括RDS-TMC，紅外線信號 (ALI-SCOUT)及 GSM蜂巢式細胞電話系統 (SOCRATES)。

ULIISE	法國版的EURO-SCOUT。
VCN	Visual Communication Network, 由Telcite 公司所發展，其可幫助在公車內相關系統提供旅客自動排班與其他資訊。
VIPS	Vehicle Identification and Priority System, 車輛辨識及號誌優先處理系統。
VORAD	Vehical On Board Radar, 車上雷達。使用低功率雷達單元的車輛偵測及駕駛人警報系統，目前這套系統安裝在2400輛的灰狗巴士上，而由美國運輸部來評估這套系統的功能及效率。
VRC	Vehicle / Roadside Communication, 車輛及路邊的通訊。
WAVM	Wide Area Vehicle Monitoring, 大區域的車輛監測。
WIM	Weight in Motion, 動態地磅；一種能偵測行進中的車輛重量，而無需停下來量測的技術。WIM 使用AVI 辨識車輛種類，應用技術偵測行進中車輛的動態輪胎力量，並根據輪胎的荷重來推估靜態時的車重。