

台灣地區行車路線導引系統之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十年十二月

交通部運輸研究所出版品摘要表

<p>出版品名稱</p> <p>中 文：台灣地區行車路線導引系統之研究</p> <p>外 文：The Study of Vehicle Route Guidance System in Taiwan Area.</p>			
國際標準書號(或叢刊號)		行政機關出版品統一編號 09104800140	運輸研究所出版品編號 80-45-359
<p>研究方式</p> <p><input type="checkbox"/> 自行辦理－主辦單位：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 合作辦理－合作研究單位：國立成功大學交通管理科學研究所</p> <p><input type="checkbox"/> 委託辦理－委託研究單位：</p>			<p>研究期間</p> <p>自79年10月 至80年9月</p>
<p>本所計劃：林大煜</p> <p>主持人</p> <p>研究人員：曹瑞和</p>	<p>合作研究單位：何志宏</p> <p>計劃主持人</p> <p>研究人員：李治綱、陳惠國、傅介棠 鄭堅中、范佐培、廖晉德、王雅南等</p> <p>地址：台南市大學路一號</p> <p>聯絡電話：(06)2361111轉614</p>		<p>委託研究單位：</p> <p>計劃主持人：</p> <p>研究人員：</p> <p>地址：</p> <p>聯絡電話：</p>
<p>關鍵詞：IVHS，智慧型道路運輸資訊系統，行車路線導引系統，模擬模式，交通改善。</p>			
<p>摘要：本研究主要對目前先進國家在智慧型車路系統（IVHS）技術與示範計畫的發展進行相關資料蒐集與分析，並檢討國內相關系統的發展現況，研提未來台灣地區發展的構想與建議；同時本研究並針對行車路線導引系統進行模擬分析以探討其對路網運輸改善績效與相關運作環境之影響。</p>			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
80年12月	288	140	凡屬機密性出版品均不對外公開。凡屬一般性出版品，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。
<p>管制等級</p> <p><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）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 一般</p>			
<p>備 註：</p> <p>本報告書內容不代表交通部意見。</p>			

謝 誌

本計畫承蒙 交通部運輸研究所提供研究經費得以順利完成，謹此特申謝忱。又於研究期間內亦蒙國內外多位學者、專家與各交通機構之主管多方提供寶貴之文獻資料、研究經驗與具體建議，在此亦致最高敬意。其中尤以：美國Boyce, D.E. 教授（美國伊利諾大學都市運輸中心主任）曾提供芝加哥示範實測系統之計畫書及TRB年會之相關論文與文獻；Chen, K 教授（美國密西根大學IVHS研究與教育計畫負責人）曾提供其訪問各先進國家發展之見聞及其對新興工業國家發展IVHS之寶貴建議；Dr. Chang, G.L.（美國馬利蘭大學土木工程系副教授）曾提供美國IVHS計畫之發展資料與學術研究課題；Dr. Lin, F.B.（美國Clarkson大學土木工程系教授）曾提供美國FHWA主導之IVHS研發計畫資料；Dr. Lin, J.（美國佛州運輸部官員，TravTek推動委員會委員）曾提供美國正在進行之IVHS計畫與TravTek之發展資料；日本Mr. Shibata, M.（日本建設省公共建設研究所道路部主任）曾提供日本RACS系統之各種相關文獻；Dr. Okamoto, H.（日本JSK）曾提供日本AMTICS系統之各種相關文獻；歐洲Dr. Ir. André Vits（歐洲共同體組織資深研究員）曾提供DRIVE計畫之發展概況資料；德國陶冶中先生（德國柏林大學博士學位候選人）曾提供ALI-SCOUT/LISB系統及其測試之相關資料；以及國內賈玉輝博士（交通部數據通信所所長）曾提供之多篇研究論文；楊松隆博士（交通部國道新建工程局設施組組長）曾提供之北二高交控系統之發展計畫資料，與台南市警察局曾提供交通流暢中心與警車無線電通訊系統資料等；均於此併致特別感謝之意。

目 錄

表目錄

圖目錄

第一章 緒論

1-1 研究背景	1
1-2 研究目的	3
1-3 研究內容與流程	4
1-4 研究報告之組織	8

第二章 先進國家道路運輸資訊系統技術之發展

2-1 緒論	9
2-2 智慧型車路系統	9
2-2-1 先進的交通管理系統	13
2-2-2 旅行者資訊系統	16
2-2-3 自動行車控制系統	21
2-2-4 商車營運系統	23
2-2-5 IVHS之利益	26
2-3 道路運輸資訊技術	27
2-3-1 PROMETHEUS	28
2-3-2 DRIVE	31
2-3-3 RDS	35
2-4 先進國家之示範實測系統	38
2-4-1 美國之系統發展	39

2-4-1-1 加州PATHFINDER系統	39
2-4-1-2 佛羅里達州TravTek 系統	44
2-4-1-3 伊利諾州之Advance 系統	49
2-4-1-4 示範測試之公車系統	58
2-4-2 歐洲之系統發展	62
2-4-2-1 英國AUTOGUIDE 系統	63
2-4-2-2 德國ALI-SCOUT/LISB系統	69
2-4-3 日本系統之發展	76
2-4-3-1 CACS系統	77
2-4-3-2 RACS系統	76
2-4-3-3 AMTICS系統	89
2-4-3-4 未來發展趨勢 - VICS	98
2-5 系統分類	99

第三章 國內道路運輸資訊系統技術之發展現況

3-1 台灣北部區域第二高速公路交通控制系統	112
3-2 都市地區電腦化交通號誌系統發展現況	117
3-3 台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立與高速公路 台北都會區交通壅塞改善	119
3-3-1 台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立	120
3-3-2 高速公路台北都會區交通壅塞改善	121
3-4 通訊系統之研究與應用	121
3-4-1 類比傳輸與數位傳輸	122

3-4-2 收發訊設備	125
3-5 國內地理資訊系統之發展現況	129
3-6 交通流暢中心與路況資訊諮詢服務	131
3-6-1 交通流暢中心	131
3-6-2 路況資訊諮詢服務	137
3-7 定位系統之發展與應用	138
3-7-1 無線電定位法	138
3-7-2 航位推估法	140
3-7-3 路邊設施定位法	141
3-7-4 衛星定位法	143
3-7-5 各種定位方法應用於行車路線導引系統之評估	153
3-7-6 GPS 之應用	154
3-8 其他擬議中的相關計畫	156
3-9 綜合評估	158

第四章 台灣地區發展「智慧型道路運輸資訊系統」之構想芻議

4-1 前言	164
4-2 台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之基本構想	165
4-3 先進國家發展「道路運輸資訊系統」之經驗評析	172
4-3-1 系統技術性因素比較	173
4-3-2 非系統技術性因素比較	178
4-3-3 智慧型車路系統之研究時程	188

臺東縣公路系統特性表（鄉道部份）

名稱	路段名稱	起迄點	沿線經過主要地點	路面鋪設	長度(公里)	現況寬度(公尺)	行駛速率(Km/Hr)
卑南鄉	東 37	嘉豐至太平	嘉豐、三塊厝、太平	高級	17.839	3~27	40
	東 37-1	明峰至試驗場	明峰村、試驗場	高級	2.028	9	40
	東 38	稻葉至試驗場	稻葉、和平、試驗場	高級	12.19	3.5~6	40
	東 46	濠粉至岩灣	濠粉、頂岩灣、卑南	高級	9.969	4~10	40
	東 47	煙草間至東成	煙草間、美濃村、東成	高級	3.092	4~10	40
	東 47-1	班鳩至舊班鳩	班鳩	高級	1.61	3~4	40
	東 55	太平至份子寮	太平營房、泰安、份子寮	高級	3.193	5~14.3	40
太麻里鄉	東 60	三和至微坡站	三和、微坡站	高級	8.812	4	40
	東 61	北太麻里至森川	北太麻里、森川	高級	8.547	3.5~8	40
	東 62	大溪至華源	大溪、華源、大坑	高級	2.173	3.5~5.5	40
	東 63	太麻里至新興	太麻里、新興	高級	2.14	4~6	40
大武鄉	東 67	大溪至大竹高山	大溪、雙園埔、大竹高山	高級	2.26	4~5	40
	東 69	大武溪至大武	大武溪、古庄、大武	石子路	6.129	2.7~8.5	30
金峰鄉	東 66	厝坵至金崙	厝坵、溫泉、寶茂、金崙	高級	4.739	4~7	40
	東 64	金峰至太麻里	金峰、嘉蘭村、麻利羅、正興、太麻里(太麻里鄉)	高級	6.33	5~6	40
達仁鄉	東 68	大溪至土坡	大溪(大武鄉)、土坡	高級	7	4~6	40
	東 68-1	檢查站至台坡	台坡	高級	2.265	2.5~4	40
	東 70	新化至大武	新化村、大武村(大武鄉)	石子路	11.455	3~5	30
	東 72	達仁至安塑	達仁、安塑	高級	2.575	3~5	40

資料來源：臺東縣政府建設局

表 目 錄

表 2- 1	IVHS計畫美國聯邦預算表	14
表 2- 2	德國ARI使用之通訊方法	38
表 2- 3	AMTICS提供的資訊內容	96
表 2- 4	不同層級之行車路徑導引系統比較表 (0-4 級)	107
表 3- 1	國內之相關研究文獻	111
表 3- 2	定位方法應用於行車路線導引系統之評估表	155
表 3- 3	國內道路運輸資訊系統技術發展一覽表	159
表 3- 4	國內道路運輸資訊系統之研究項目一覽表	152
表 4- 1	資訊蒐集方法之比較	174
表 4- 2	道路－車輛通訊技術	179
表 4- 3	各國系統發展時程表	181
表 4- 4	IVHS-America組織功能表	184
表 4- 5	車輛營運系統研究發展時間表	189
表 4- 6	先進的交通管理系統研究發展時間表	190
表 4- 7	行車資訊系統研究發展時間表	191
表 4- 8	自動行車系統研究發展時間表	192
表 4- 9	IVHS系統1996年前之發展課題	193
表 4-10	IVHS系統2001年前之發展課題	193
表 4-11	建立智慧型道路運輸資訊系統之重要研發計畫表	208
表 5- 1	車輛屬性資料	221
表 5- 2	路口推進模式之參數表	223

表 5- 3 道路幾何資料 -----	228
表 5- 4 測試路網之平均服務水準 -----	229
表 5- 5 路網號誌時制計畫表 -----	230
表 5- 6 實驗因子水準 -----	231
表 5- 7 最佳系統設計之參數值 -----	238
表 5- 8 無行車路線導引系統之模擬結果 -----	239
表 5- 9 三因子實驗之模擬結果 -----	241
表 5-10 變異數分析表 -----	241
表 5-11 受導引車輛密度變化之實驗結果（最短路徑法） -----	245

圖 目 錄

圖 1- 1 運輸系統內資訊與供需因素之密切關聯性	2
圖 1- 2 研究流程圖	7
圖 2- 1 ERGS系統基本概念圖	11
圖 2- 2 PROMETHEUS之研發組織結構圖	32
圖 2- 3 RDS信號的光譜	36
圖 2- 4 RDS符號結構圖	36
圖 2- 5 法國 CARMINT與德國之 ARI的交通訊息格式之比較	37
圖 2- 6 Pathfinder系統架構	40
圖 2- 7 Pathfinder車上設備螢幕顯示資訊	42
圖 2- 8 Pathfinder系統資訊傳輸架構圖	43
圖 2- 9 TravTek系統架構圖	46
圖 2-10 系統之資訊傳送	48
圖 2-11 伊利諾州系統架構圖	51
圖 2-12 伊州系統交通資訊中心架構圖	53
圖 2-13 車上導航系統	55
圖 2-14 伊州預定實測區域圖	56
圖 2-15 伊州系統預定實測分期表	58
圖 2-16 公車運輸雙向通訊系統架構圖	60
圖 2-17 行動無線電系統架構圖	61
圖 2-18 AUTOGUIDE系統架構圖	64
圖 2-19 AUTOGUIDE系統架構圖	65

圖 2-20	ALI-SCOUT系統車輛與路邊設備之交互關係	73
圖 2-21	車上設備之顯示型態	74
圖 2-22	CACS系統架構圖	79
圖 2-23	RACS系統架構圖	85
圖 2-24	RACS之系統組成示意	86
圖 2-25	導引系統之組成概念	88
圖 2-26	AMTICS系統架構圖	91
圖 2-27	AMTICS系統架構圖	92
圖 2-28	AMTICS車上裝置實例	94
圖 2-29	AMTICS地圖對映法	95
圖 2-30	資訊服務範圍圖	97
圖 2-31	VRGS之目標與效益	100
圖 2-32	ROUTE-TEL 系統所顯示之路線計劃	107
圖 3- 1	北二高規劃範圍	113
圖 3- 2	北區控制中心系統資訊流程圖	114
圖 3- 3	隧道區控制中心系統資訊流程圖	115
圖 3- 4	交通控制系統屬級圖	118
圖 3- 5	交通通訊系統架構	122
圖 3- 6	傳真機的基本原理	125
圖 3- 7	「台北市政府交通流暢行動中心」組織及任務	133
圖 3- 8	「台北市政府交通流暢行動中心」作業流程表	134
圖 3- 9	台南市交通流暢行動中心指揮系統圖	135
圖 3-10	交通報導流程示意圖	136

圖 3-11 圓形三邊定點法	139
圖 3-12 雙曲線三邊定點法	140
圖 3-13 確時推估法例示	141
圖 3-14 逆鄰近系統示意圖	142
圖 3-15 路標傳送器被覆區域網	143
圖 3-16 18顆導航星及3顆備用導航星配置圖	146
圖 3-17 衛星軌道圖	147
圖 3-18 GPS衛星訊號示意圖	148
圖 3-19 控制部份	149
圖 3-20 使用者部份基本架構示意圖	151
圖 3-21 ADVANCE-F 作業流程	157
圖 4- 1 智慧型道路運輸資訊系統中之母體資料庫資料項目清單	167
圖 4- 2 智慧型道路運輸資訊系統之隸屬關係圖	169
圖 4- 3 私人小汽車使用「智慧型道路運輸資訊系統（網路）」 各子系統流程圖	170
圖 4- 4 系統功能配備架構圖	175
圖 4- 5 個別網路到整體服務數位網路 (ISDN)間的傳輸過程	180
圖 4- 6 IVHS-America組織架構	184
圖 4- 7 歐洲國家組織 (EC)之結構圖	186
圖 5- 1 行車路線導引系統邏輯架構流程	211
圖 5- 2 ΔS 、 Δt 、 ΔT 時間剖面圖	214
圖 5- 3 模擬模式之系統架構	218
圖 5- 4 旅次出發時間處理程序	220

圖 5- 5 車輛之時間屬性示意圖	221
圖 5- 6 模擬路網示意圖	227
圖 5- 7 尖峰小時流量變化情形	227
圖 5- 8 多條最短路徑之路徑數 (K)之敏感度分析	232
圖 5- 9 求解最短路徑之時間間隔 (ΔT)之敏感度分析	232
圖 5-10 路邊導引設備密度示意圖	233
圖 5-11 系統設計之模擬結果分析之一 (K 值)	235
圖 5-12 系統設計之模擬結果分析之二 (ΔT 值)	236
圖 5-13 系統設計之模擬結果分析之三 (設備密度)	237
圖 5-14 有無行車路線導引系統之比較	240
圖 5-15 受導引車輛密度變化之結果分析	243
圖 5-16 不同受導引車輛比率之績效分析 (最短路徑法, 15分鐘)	246
圖 5-17 不同受導引車輛比率之績效分析 (最短路徑法, 5分鐘)	246
圖 5-18 最短路徑法與多條最短路徑法之比較	247
圖 5-19 道路擁擠路段之影響	249

第一章 緒 論

1-1 研究背景

基於下列四點基本認知，本研究在交通部運輸研究所之全力支持與推動下得以順利展開：

1. 交通問題之紓解

交通擁擠及其伴隨之空氣污染、噪音、交通安全及能源消耗等問題普遍地困擾著世界各國之政府與人民；台灣地區近年來由於民衆移居都市、經濟活動成長快速、汽車持有與使用率不斷增加等因素，上述問題尤爲嚴重。在各國競相從事交通改善之努力過程中，爲了彌補現行各種改善策略之不足，復基於如圖 1-1 所示運輸系統中資訊與運輸供需因素之密切關係，乃有利用國防與工業界已發展之電腦與資訊傳輸技巧，建立道路使用者、車輛、道路與交通管理單位之間的溝通管道，以裨益於公路運輸效率與效果提昇之構想產生，且已引起運輸科技與學術界人士之廣泛重視。因之，先進國家之政府與民間機構乃積極地投入研究與發展，並視該系統爲二十一世紀道路交通之必然型態。

2. 交通控制系統之延伸

爲求紓解國內之交通壅塞問題，在政府之積極推動與學術界之努力研究下，台灣地區各大都會區已陸續完成初步之電腦化交通號誌控制系統；因學術界（如成功大學交通管理研究所最近完成之全動態交通號誌適應控制系統）與有關之地方交通主管單位及廠商（如台北市政府與國內號誌廠商合力發展更新之大規模電

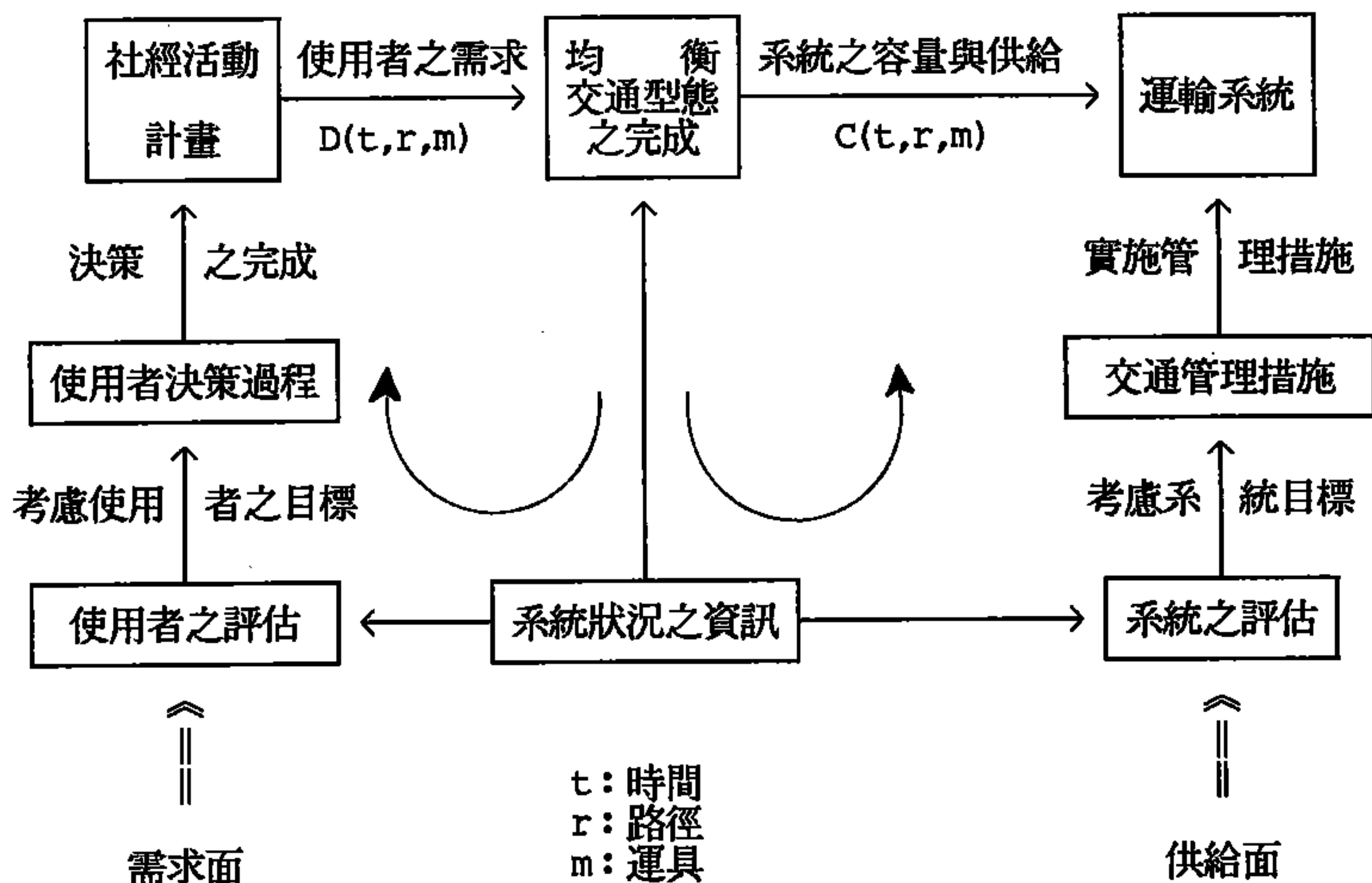


圖 1-1 運輸系統內資訊與供需因素之密切關聯性

腦化交通號誌系統）在在累積了許多軟、硬體之技術與經驗；在此基礎上，以系統觀點，利用資訊技術從事與研發之運輸分析方法，使得運輸系統之供需因素更加緊密地配合，而成為國內提昇運輸科技之理論與應用的新目標。由先進國家初步研發成果的成功，更激發國內朝此方向努力之決心與動力（如交通部運輸研究所與國科會已相繼開始支持並推動此方向之研究計畫）。

3. 應用科技之升級

國內資訊、通信與電子等工業之發展一直列為政府鼓勵之重點科技工業，近年來電腦與資訊工業的蓬勃發展已贏得國際間之

肯定。「智慧性車路系統」(Intelligent Vehicle / Highway Systems - IVHS)之硬體設施正是上述重點科技工業將其技術轉移應用於交通問題改善之絕佳機會。雖然智慧性車路系統(IVHS)之開發成形尚待進一步之研究發展，但其開發成功後所帶給資訊、通信與汽車工業之市場擴增潛力將不容置疑，是故先進國家之相關民間工業亦已不斷地投入此方面之研發工作。國內面對此世界性之發展趨勢，當充分瞭解此系統之功能、價值及其組成架構，以辨識利基之所在並予以充分之發展，俾能擴大高科技之應用領域並提升我國之工業技術層次。

4. 國民生活水準之維持與提昇

交通運輸與民衆日常生活密切相關；爲了追求高品質之社會與經濟活動，政府必須設法維持與提昇民衆之移動性(Mobility)。在達成此目的之過程中，改善公路系統之運輸效率與效果乃是必要之一環。各先進國家傾全力發展與推動之「智慧性車路系統」(IVHS)與「行車路線導引系統」(Vehicle Route Guidance Systems, VRGS)的目標亦即在此。故在我國積極從事基礎工程建設，以期邁入已開發國家之際，對於與國民生活關係密切之公路交通運輸效率必須予以重視。

1-2 研究目的

本研究之主要目的爲：

1. 有計畫有系統地與先進國家發展道路運輸資訊系統(RTI)與智慧型車路系統(IVHS)之相關機構聯繫接觸，以廣泛蒐集並累積其發

展迄今之資料、技術及經驗。

2. 針對我國目前在道路運輸資訊系統領域之工業技術水準，研究環境與相關專案發展計畫深入探討，俾能審慎評估台灣地區發展智慧型道路運輸資訊系統 (INFORTIS) 之主客觀條件與應用潛力。
3. 探討行車路線導引系統 (VRGS) 中之內涵與各種交通科技；並建立台灣地區行車路線導引系統之模擬模式，以分析在求解最短路徑之不同時間間隔與各種多條最短路徑之數量下最佳系統設計參數值，同時探討不同交通擁擠程度與不同路邊導引設備普及率下行車路線導引系統 (VRGS) 之運輸效果。
4. 經由國內外文獻、本研究模擬結果與專家意見之綜合彙整，界定「智慧型道路運輸資訊系統」在國內交通環境下之基本架構與其未來發展策略。

1-3 研究內容與流程

本研究之主要內容包括以下數項：

1. 完整且深入地蒐集國內外研究文獻

道路運輸資訊系統 (RTI) 與智慧型車路系統 (IVHS) 係國際上正在發展且進步十分快速的新穎交通科技領域，爲了充分吸取各先進國家衆多研究單位的現有研究經驗，本研究將完整而深入的蒐集其研究報告與技術文獻，同時訂閱相關之專業期刊與雜誌，以補充國內資訊與研究經驗之不足。如此不獨可裨益本研究工作，更足以作爲政府有關部門未來發展此項系統在方向上的重要參考。

2.文獻整理與回顧

本研究進行中，將首先彙整現有各種研究文獻，並參考先進國家之研究經驗與國內已有之發展基礎，以確定我國未來之長期研究方向、應用方法與技術、以及研究進行之方式等課題。

3.探討先進國家道路運輸資訊系統技術之發展概況

鑒於歐、美、日各先進國家之發展經驗，頗多可供我國借鏡之處，故本研究乃針對美國的智慧型車路系統（IVHS）、歐洲之 PROMETHEUS、DRIVE、RDS等計畫，以及日本之 CACS、RACS 與 AMTICS等進行中之研發系統，加以深入探討與分析。

4.評估國內道路運輸資訊系統技術之發展現況

我國目前雖供一項整體及全面性的同型計畫正在實施，然而卻有許多類似性質之獨立系統或計畫，正由相關的交通單位在推動中，此皆係我國發展道路運輸資訊系統之重要基礎，因此本研究乃擇其中綦綦大者，一一加以報導與評析。

5.行車路線導引系統（VRGS）運輸效果之模擬

由於目前仍無適當之數學分析模式可直接用於分析具有或不具有行車路線導引系統（VRGS）下之複雜交通狀況；同時在未經初步探討確認前，國內尚不宜立即投入大筆資金採購相關硬體設備，以進行實地測試研究（Demonstration Project）；因此本研究將採系統模擬（System Simulation）方法，並考慮本國之交通條件，來建立行車路線導引系統（VRGS）之模擬模式。

其次，利用前述模擬模式進行行車路線導引系統（VRGS）之運輸效果分析，在分析過程中將探討下列各種不同因素下之結果與

影響：

(1) 網路分析方法

(a) 經驗法則法（即無行車路線導引系統之狀況）。

(b) 單一最短路徑法（先進國家之現行方式）。

(c) 多條最短路徑法。

(2) 多條最短路徑之路徑數

考慮僅有一條、三條或多達五條最短路徑時之不同效果。

(3) 路邊導引設備百分比

考慮少部分、部分、或全部路段均裝設路邊導引設備時之不同交通效果。

(4) 交通擁擠狀況

考慮十分擁擠、擁擠、與不擁擠等三種不同交通狀況。

(5) 車上導引設備百分比

考慮少部分、部分、或全部道路上行駛之車輛均裝設並使用車上導引設備時之不同交通效果。

經過上述各種分析，應可界定在各種不同狀況下之適宜行車路線導引系統（VRGS）架構。

6. 國內智慧型道路運輸資訊系統與行車路線導引系統（VRGS）之基本發展構想與策略研擬

本研究經彙總國外之發展經驗、國內發展之基礎狀況與本計畫之研究心得，且在與相關學者專家及諮詢顧問之充分研討下，擬定出國內建立智慧性道路運輸資訊系統與行車路線導引系統（VRGS）之基本構想、發展策略與研究課題，並提出未來宜努力之

方向，俾供政府決策主管當局制定政策之參考。

至於本計畫之研究流程則如圖 1-2 所示。

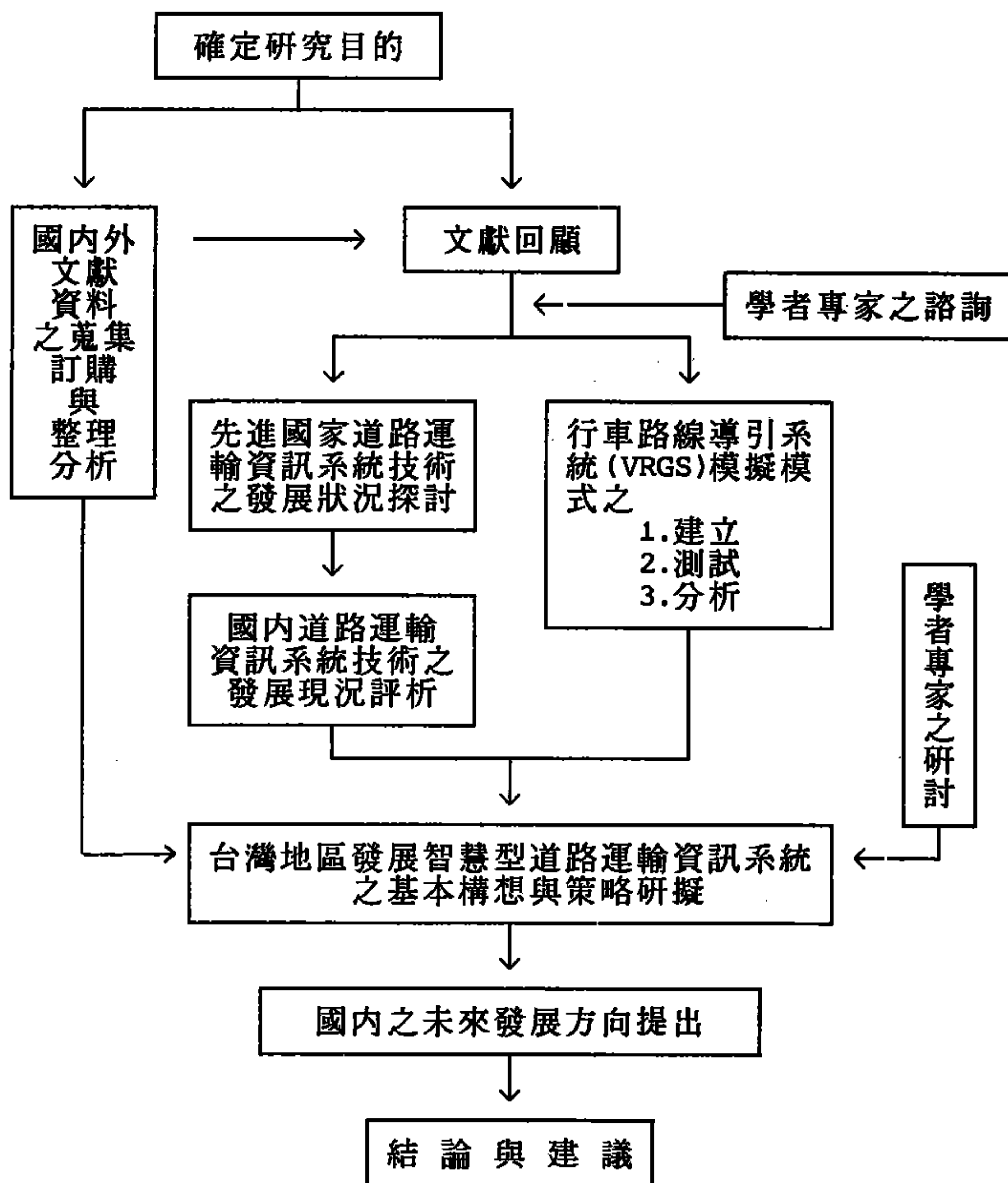


圖 1-2 研究流程圖

1-4 研究報告之組織

本研究報告書中之第一章為緒論，其中將針對研究背景、目的、內容與流程加以詳細說明。第二章為先進國家道路運輸資訊系統技術之深入探討，其中分別就美國的智慧型車路系統（IVHS）、歐洲的PROMETHEUS與DRIVE計畫，以及美國、歐洲與日本各國示範實測系統加以介紹與分析。

第三章係就國內運輸資訊系統技術之發展現況事報導與說明，本研究將就所蒐集到的國內有關RTI與IVHS之各項相關研發計畫資料予以整理，並歸納為七大主題領域，一一予以介紹，最後再綜合評析之。第四章主要針對台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」提出基本構想，並對其主要發展策略與重要研究課題提供建議。

第五章中將發表本研究所擬議之行車路線導引系統的一項個案研究，其中除提出一套基本系統架構外，並將就其在各種網路分析方法、多條最短路徑數、不同路邊與車上導引設備之百分比、以及各種交通擁擠程度下之運輸效果加以模擬，以決定其最佳系統設計參數值。第六章則係針對前述各章之研究加以總結，並提出本研究之綜合建議。

第二章 先進國家道路運輸資訊系統 技術之發展

2-1 緒論

道路運輸資訊(Road Transport Informatics, RTI)技術或智慧型車路系統(Intelligent Vehicle/Highway Systems, IVHS)已成為先進國家與一些新興工業國家達成下列目標之重要發展方向：改善交通擁擠及其伴隨之能源消耗、環境保護、運輸安全等問題，增進旅客與貨物之流暢及經濟生產力，保持與提高人民生活素質等。美國與歐洲共同體(EC)均已分別朝此發展方向設定其長期研究、開發、與應用計畫，本章之 2-2節與 2-3節將分別描述美國 IVHS計畫之主要內容，與歐洲 PROMETHEUS、DRIVE、及 RDS 等計畫之研發項目。對於道路資訊技術中已接近成熟的行車路線導引系統 (Vehicle Route Guidance Systems, VRGS)或駕駛人行車資訊系統 (Advanced Driver Information Systems, ADIS)，美國、歐洲與日本均已在進行各種系統方案之路上示範測試，2-4節將介紹國際上主要的幾項測試系統。綜合各國之發展經驗，2-5節將對各國系統之發展予以分類，並將於 4-2節中就技術性與非技術性之觀點從事比較性之討論，其中技術已近成熟之行車路線導引系統為本研究之主要分析對象。

2-2 智慧型車路系統(IVHS)

一、計劃背景

根據專家之分析與預測，美國公路交通量將由1988年之一兆九千

億延車英哩 (Vehicle Miles of Travel, VMT) 倍增為 2020 年之三兆八千億延車英哩 (VMT)；故在此期間，公路運輸系統若未從事重大改善，交通量繼續不斷成長之後果將導致：(1) 嚴重之交通擁擠與民衆移動性 (Mobility) 之大幅降低；(2) 交通事故增加，根據預測西元 2000 年後每年所發生之嚴重事故將達八萬次之多；(3) 美國各城市之空氣污染等問題將更趨嚴重；(4) 公路系統之交通延滯與事故將造成國家經濟上的重大損失。為了避免上述結果之發生，綜合研判各種可能之道路建設與改善措施後，專家們相信智慧型車路系統 (IVHS) 具有紓解這些問題之潛力；故美國聯邦運輸部於 1989 年 6 月向國會提出報告，決定致力於智慧型車路系統之發展。

美國早在 1960 年代即由聯邦政府提出電子路線導引系統 (Electronic Route Guidance Systems, ERGS) 之五階段研究與發展計畫；其基本系統概念，如圖 2-1 所示，該系統係利用無線電通訊 (Radio) 藉路邊設備給予車輛行駛路線之導引；唯上述構想僅止於 1971 年完成了初步規劃。在 1970 與 1980 年代，美國民間亦從事了某些項目之系統發展，如 1976 年美國通用汽車公司 (General Motors Corporation) 之駕駛資訊系統 (Driver Aid Information and Routing System, DAIR)、與 1985 年 Etak 定位與方向指引器 (Etak Navigator)。其中 Etak 定位與方向指引器，係利用「位置推估法」(Dead Reckoning) 由車輛之行進過程去推算車輛之位置，並配合所儲存之電子地圖，利用「地圖對位法」(Map Matching) 將地圖與當時之車輛位置顯示於車內螢幕上。此外，自 1970 年代起由美國軍方所發展並已提供民間使用之「全球定位系統」(Global Positioning System, GPS) 亦為現今一些行車路

線導引系統所欲使用之技術；GPS係藉24顆衛星分佈於6個運行軌道上，使得任一地點在任一時間均可從事定位。車輛利用GPS接收機收到數顆衛星之電碼及電碼之時間偏移(Time Shift)等因素後，即可從事地面車輛之定位工作。雖然，美國早有此方向之發展概念與相關之科技，但由於1970年與1980年代美國政府未積極而明確地推動，以致於在此方面之發展上落後於政府與民間均積極參與推動之日本與歐洲國家之後。

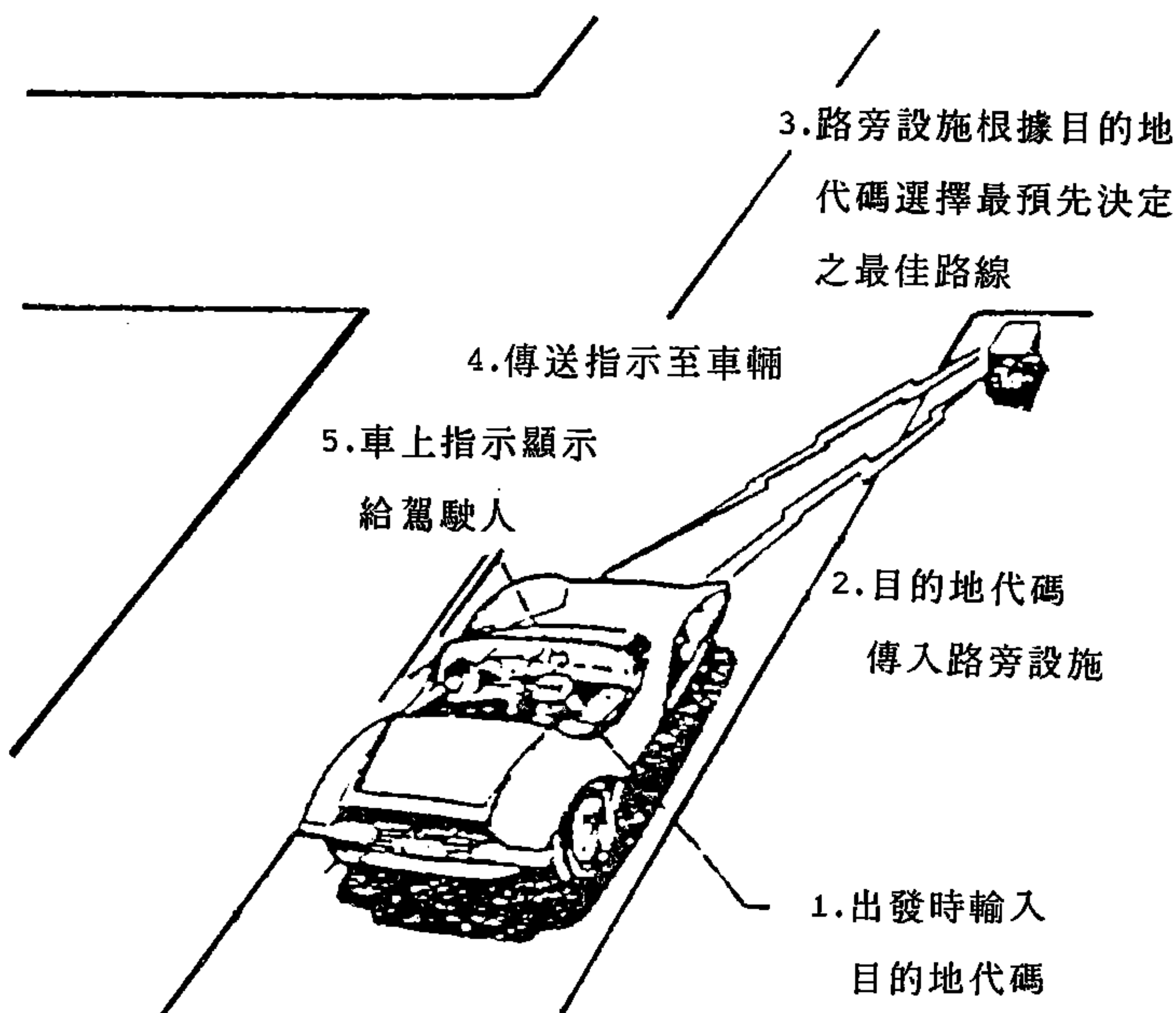


圖 2-1 ERGS系統基本概念圖

二、計劃目標

美國智慧型車路系統 (IVHS) 之研究發展目標計有下列六項：

- (1) 使用進步的資訊技術與即時性交控策略之交通管理系統，以提高市區街道與公路交通之運輸效率。
- (2) 藉車內行車資訊系統，提供駕駛者行車路線之選擇、目前交通狀況與所需之各種相關資訊。
- (3) 藉車內之安全警告系統，提高駕駛者行車時之注意力與反應，以增進道路駕駛之安全性。
- (4) 利用安全警告系統，及駕駛人輔助控制、通訊、與車輛辨識 (Vehicle Identification) 等系統，以提高卡車、公路等車隊營運之效率、安全、與可靠性。
- (5) 針對高運量之都市走廊，藉著自動行車系統 (Automated Vehicle Control Systems, AVCS)，以擴充公路容量、提昇公路績效、與旅次之可預期性。
- (6) 藉由部份自動或全部自動之行車控制技術，提高城際間或鄉村公路之行車速率與安全等服務水準。

三、計畫之組織與預算

欲達成上述目標必須有計畫、有系統地進行研究與發展；因此，美國聯邦公路總署 (Federal Highway Administration, FHWA) 乃於 1989 年提出了以 2020 年為目標年之「智慧型車路系統」(IVHS) 的分年分階段發展計畫。該計畫係將智慧型車路系統 (IVHS) 劃分為四個子系統：(1) 先進的交通管理系統 (Advanced Traffic Management

Systems, ATMS)、(2) 先進的旅行者資訊系統 (Advanced Traveler Information Systems, ATIS)、(3) 商用車輛營運系統 (Heavy Vehicle and Commercial Operations Systems, HVCO), 與(4) 自動行車系統 (Automated Vehicle Control Systems, AVCS)。美國聯邦政府將有計畫地結合學界、政界與產業界, 並給予 (1)學術、教育與技術支援, 以培育及訓練人才, 同時發展保養與維修技術手冊; (2) 科技移轉上之支援, 藉研討會、研究報告, 與訓練課程等方式以加速研發經驗之累積與推廣; 及 (3)人力與研發計畫之間相互支援與協調。除此之外, 另有二大民間組織: Mobility 2000 與 Intelligent Vehicle Highway Society-America, 均積極地參與IVHS計劃之推動與諮詢。美國聯邦政府初步估計之分年發展經費如表2-1 所示, 表中並不包括地方政府與民間之投資。以下將分別針對上述四個子系統之內容加以說明。

2-2-1 先進的交通管理系統(ATMS)

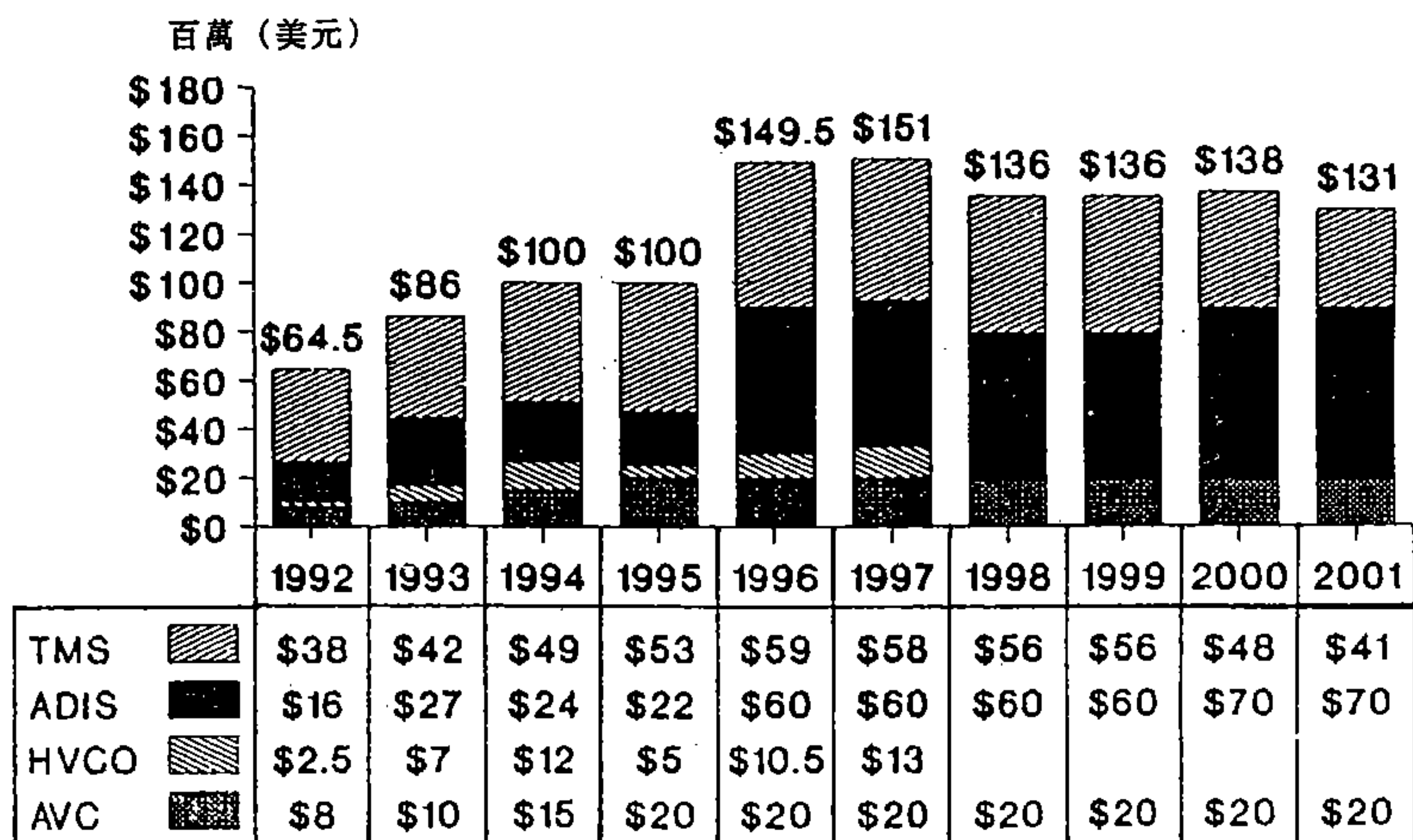
1.發展目的

在現有的市區街道及公路基礎上, 發展並實施即時的交通管理系統及控制策略, 使之能達到最大的交通流動效率; 從而提供美國各大都會地區均能使用最先進科技之交通管理系統。

2.系統描述

ATMS是一個能追蹤、控制並管理交通, 且由軟、硬體組合而成的系統, 它能使運輸系統更有效率、更安全、更經濟。在IVHS系統中, 觀察目前路網的交通狀況、管理整個交通作業、評估實

表 2-1 IVHS計畫美國聯邦預算表



計畫總預算表

預算年度

施及控制替代方案等均是ATMS的功能。R. Case 認為ATMS和傳統之交通管理系統不同的地方計有：

- (1) ATMS具即時處理功能。
- (2) ATMS可動態地反映交通車流之變化，並可根據所收集到之O-D資訊，提早預測何處會發生擁塞。
- (3) ATMS包含了廣大區域之監視與偵測系統。
- (4) ATMS整合多樣管理功能，包括交通資訊、需求管理、高速公路匝道儀控及幹道號誌控制等。

(5) ATMS需賴各個交通管理機構之共同合作，包括行政管轄權在內。

ATMS主要可分成兩部份：一是高速公路管理，另一則是街道系統之交通號誌控制。前者使用偵測器及微處理機找出使高速公路車流發生擾亂的地點，配合包括匝道儀控、車道關閉、變速控制、高速車道及調撥車道等執行管理作業。目前美國計有29個相關系統正在發展或已實際實施。而有關交通號誌控制部份，又可分為下列四部份：(1) 獨立路口控制、(2) 定時控制與連鎖控制、(3) 電腦化交通號誌控制、及(4) 交通感應式號誌控制等。在美國現有的204,000 個市區交叉路口的交通號誌中約有80%係採用上述前兩種控制方式之一，只有 20% 係採用電腦化的交通號誌控制方式。電腦化的控制系統在高速公路或主要幹道發生事故時，可以集中控制和調整號誌時序，以改善交通擁擠情形；此系統包括了能執行預先設定好的交通號誌時序改變方式，並具反映實際交通型態的能力。交通感應式號誌控制則是較新的控制方式；該系統係整合交通管理系統及交通號誌控制系統，而成為一個應用電腦技術的整合性交通管理系統，亦即可連結即時交通監視 (Real-time Traffic Monitoring)、短期間旅次預測 (Short-term Travel Forecasting)及電子路線導引系統，同時配合ATMS提供都市公路網電子路線導引的最佳號誌控制時制。

3.研究發展 (R & D)

為能成功地執行ATMS發展計畫，計有三項工作尚待繼續努力：

- (1) 建立ATMS技術和策略的研究發展計畫 (R & D)，其主要之研究課題有：
 - (a) 偵測器：目的在蒐集可靠的即時交通資料；
 - (b) 通訊：包括車間通訊、個別車輛的旅行時間及速度等資訊，以及傳輸給車輛的相關設備；
 - (c) 適應性號誌控制系統：顯示實際交通狀況並據以調整號誌時制的交控系統；
 - (d) 整合的控制策略：指主要幹道與高速公路等地面道路控制系統之整合；
 - (e) 即時性指派：發展並測試最佳路線選擇及轉向的演算法及模式；
 - (f) 預測用的專家系統及人工智慧：以供預測未來可能發生之交通擁擠情況。
- (2) 在全國幾個地區建立示範與測試基地 (Test-beds)，期能對於研究發展的結果進行實地測試及評估。
- (3) 建立聯合基金以支援應用先進科技於交通管理系統中：加強現有的ATMS科技在所有的主要都市地區進行運作；相關子系統技術繼續予以開發，使整體系統更加的靈活、精確、可靠及經濟。這些副系統包括偵測器、監視設備、通訊裝置及作業軟體（含人工智慧及專家系統）。

2-2-2 旅行者資訊系統(ATIS)

1.發展目的：

藉由先進資訊技術，提供旅行者必要之交通資訊，以避免旅行者陷入交通混亂且能順利而安全地完成預定之旅次。

2.系統描述

以針對道路駕駛人資訊需求而發展之ADIS(Advanced Driver

Information Systems)爲例：ADIS提供駕駛者擁擠資訊、定位及方向導引、地區交通狀況、替代路線等資訊。其資訊內容可包括：意外車禍、影響交通的工事、天候狀況、延滯、替代路線建議、建議車速、車道限制、旅次規劃等等。這些資訊的適當運用，將使駕駛員在公路網上透過較佳之路線選擇以提高行車效率。此外，系統提供駕駛者有關安全性的忠告和警告訊息，使其在行車中能獲得實質上的安全效益。

某些技術的應用能提供駕駛者更好的資訊，這些資訊目前趨向於在車內顯示，其型式包括：(1) 改良的地圖及標誌，(2) 行前 (Pre-trip) 旅次規劃，(3) 交通資訊無線電廣播系統，(4) 安全警告系統，(5) 車輛定位與方向導引系統，(6) 電子式路線導引系統，(7) 自動車輛辨識系統，及(8) 自動車輛監視系統等。

使用改良的電子地圖及正確的標誌能減少行車之旅行時間及距離，並且增加駕駛員對此系統所提供資訊之信心。許多國家包括法國、德國、英國、比利時、加拿大、瑞士及澳洲等都正在開發行前旅次規劃系統，此係以電腦爲基礎，以計算出所規劃路線的最短旅行時間、距離或成本。交通資訊廣播系統可更新路網交通狀況，使駕駛者能夠重新規劃他們的前進路線；此系統能提供駕駛者對擁擠問題的警告，如由交通事故所造成的交通阻塞、因建築工事或修路等所造成的交通不便；在某些系統中無線電的接收，係經由車上的駕駛員將收音機打開調整至某一特定的頻道以接收訊息，而有些則須裝設解碼器於車內，如美國的HAR (High-

way Advisory Radio) 及歐洲的ARI (Autofahrer Rundfunk Information)。車內定位與方向導引系統則是提供資訊給駕駛者的先進系統，它的資訊提供方式係以螢幕顯示或以車內的儀表板訊號顯示，它被使用於路線規劃及行進中之方向導引，螢幕顯示方式能夠顯示公路網及交通問題點的位置，使駕駛員能夠改變路線，以避開問題區，此系統之運用能幫助駕駛者作成快速而正確的決策。爲了減少碰撞危險，防撞的安全系統亦是有必要的，它能及早將潛在的危險及車輛狀況告知駕駛者；此系統包括：(1) 接近警告(Proximity Warning)，可避免因盲點而發生側向撞擊或倒車意外事故；(2) 翻滾警告，可警告車子的重心過高有翻車之虞；(3) 駕駛員疏忽警告；及(4) 碰撞警告，可警告因車速過高可能發生追撞或煞車不及等。

ATIS的一個重要副系統，是當行人或駕駛人在家中或工作場所而非在車上時，亦能接受系統的服務。此副系統包括有可變標誌、無線電收音機、電視及有線電視以及因爲ADIS而發明出來的各項技術設備。舉例來說，駕駛人或旅客可在他們的工作地點藉由電腦終端機瞭解到目前道路上之事故情況及對他們的往返可能造成的影響程度，同時也提供每個駕駛人的個別替代路線，另一個應用例子則是可藉終端機瞭解到駕駛人有興趣的汽車旅館目前狀況，並且指示前往的路線。對於大眾運具的旅客而言，可提供下一站或下一班車的到達時間等資訊。

3. 研究發展

ADIS計畫的研究方向主要有以下五點：

- (1) 路線選擇及交通狀況等駕駛者資訊系統的開發及實測評估，包括導引能力、車內資訊儲存及與交通資訊來源的通訊連結等。
- (2) ADIS安全警告系統的開發及實地測試。
- (3) 基於安全及效率上的考慮，訂定國家標準及說明書，以期使全國各系統均能相容，並易與IVHS其它系統相互溝通。
- (4) 著手推廣國家標準的ADIS系統。
- (5) 藉雙向式溝通，提供個別駕駛員的路線導引。

ADIS計畫的研究項目計有下列六點：

- (1) 駕駛者資訊需求：開發符合駕駛需要的資訊類別及其格式，例如如何顯示道路擁擠情況，或是如何回應駕駛者的服務要求。
- (2) 駕駛者行為反應：計算駕駛者對於多重資訊來源的接受能力及其反應的極限值，包括大量同一格式的資訊或不同格式但量少的資訊。
- (3) 駕駛輔助系統：借助專家系統及人工智慧，瞭解駕駛所需之即時資訊，並支援其作成決策。
- (4) 通訊技術：設計與評估可行之通訊型式。
- (5) 系統架構：解決車內系統、路旁設備和無線傳播間的連結問題。
- (6) 交通管理：將先進的ADIS系統與交通管理系統整合在一起。

4. 示範實測

完整而成熟的ADIS研究計畫，預計在西元2003前年完成，它的展示計畫共分成三個階段：

(1) 第一代的ADIS：

包括現在已完成的系統，如 Los Angeles 的 Pathfinder、Orlando 的 TravTek，其展示的重點在經由車內的電子地圖及不斷更新的交通狀況，來達到導引的目的，其車內之各項設備期能降至美金 \$200 到 \$400 元之間，此代計畫預計在 1996 年結束。

(2) 第二代的ADIS：

此部份計畫將始於 1996 年，所展示內容包括安全警告系統、人車與交控中心的雙向溝通、旅遊導引及說明、交通狀況之忠實報告、迴避主要事故或施工地區的方向導引、駕駛者警覺性及車速過高的警告及監視等，其車內系統所需費用將比第一代為低，所展示的車輛也較多（每次展示均包括 10,000 輛車以上）。

(3) 第三代的ADIS：

第三代系統之展示始於西元 2000 年，此時將展示完整而成熟的ADIS系統如：最佳路線選擇、駕駛者警覺性監視以及互動式交通控制等等，其車內設備仍在 \$200～\$400 美元之間或更低。

2-2-3 自動行車控制系統(AVCS)

1.發展目的：

經由自動車輛控制科技的發展、測試與實証可用來改進高需求之都市交通走廊的運作效率，增加未來城際旅行的服務水準，以及增進駕駛人的安全與方便。

2.系統描述：

IVHS之幾個子系統中，ATMS、ATIS、HVCO三者主要是藉著提供更即時、更正確之交通資訊使旅行更有效率，而AVCS是藉著提供車輛周遭環境變化之資訊及從事部份或完全之行車控制，來提高旅行安全性並增加公路之容量。完全的AVCS系統能保持車速、車間距 (Headway)和側向位置，允許較高的車速、更近的車間距和更安全的運作。完全的自動化運作可能僅能在裝有設備的車輛和公路下使用，但有些車輛控制功能，如自動車間距控制，亦可在混合了裝有和未裝有設備的車隊上實施。使用AVCS系統的主要好處包括增加道路容量、促進行車安全、降低廢氣排放和增加旅次可靠性的潛力。

根據自動控制之型態與使用之技術可有許多可能之 AVCS 系統架構；有些架構需要使用高科技之偵測與控制設備於車輛上，而並不需要道路設施之改變。有些架構則將大部分控制設備裝置於公路上，形成「導軌性系統」(Guideway Systems)；因僅有少部分設備仍須裝於車上，使車輛將維持在一種「雙功能」(Dual Mode) 狀態，亦即在特殊導軌性路線上能自動行車，但在傳統性道路上也能以人工來操作。在完全自動化控制下，會因速度較高

，車間距減少而增加公路的實質容量。這些特殊設施在鄉村地區和擁擠的都市高速公路上一樣地適用。導軌性系統的一個重要型式乃是應用電力為車輛動力的潛力，爲了自動化控制而在馬路上安裝設備必須和電動車所須者能夠相容。

在AVCS能廣泛實施完全自動化之前，許多實質上的研究必須先進行；如「駕駛人輔助行車系統」(Driver Aided System for Highway, DASH)，此系統能監測車輛之控制功能如速度、間距、道路的側向位置、潛在不安全狀況是否存在等。當有潛在危險狀況被自動感應到或察知危險存在時，DASH會警告駕駛人，如車距太短、盲點有車輛存在、曲線上行駛過快、侵佔他人車道、離開車道、疲勞、視線不佳時可輔助駕駛人便於控制車輛。

3. 研究發展

AVCS之主要研究方向計有下列四點：

- (1) 發展部份與完全自動控制行車所需之子系統。
- (2) 從事全面之工程測試以解決工程方面之問題，並充分評估系統預期之運輸績效。此工程測試包括都市與郊區之架構。
- (3) 進行有選擇性之小規模實地測試，從而獲得實質之運作評價，以提昇系統設計，並讓大眾了解此系統之利益。
- (4) 評估有潛力之區域，及未來可能之起始地點，包括基礎工程之評估，以估計成本及了解相關之佈署問題。

4. 示範實測計畫

駕駛人輔助行車系統(DASH)因不需複雜的車輛控制科技，僅需具備感應器和顯示螢幕，所以能比AVCS更早展開真實的運作。

前述構想將在真實公路環境下加以測試，例如實際觀測收音機頻率干擾、惡劣天候、不良路面、車況不佳等因素；若技術性測試成功，此項計畫可望在1997年開始進行佈置。不過，全自動化車輛控制系統的實地測試則仍需較長的研究發展時間方足以在真實之公路環境下予以測試，且自動控制行車所引起之問題若無法釐清，亦難以實際應用與推廣。

2-2-4 商車營運系統(HVCO)

1.發展目的

將前述ATMS、ATIS與AVCS系統中之先進科技應用於商業營運車輛，以增加公路的運輸效率和安全，同時藉著運具生產力與公路環境的改善提昇商業效率。

2.系統描述

一般對 "商用" 車輛的含義，不僅指大型與重型車輛，也指每日運作的商用小型車輛如計程車。

在發展資料庫和科技時，必須按優先順序來考慮重型車輛的特殊需要。三種不同科技的發展方向包括：(1) 公路系統上重要車輛及其駕駛人的安全。(2) 有關重型車輛管理控制上效率和效果的改進。(3) 重型車輛運作時商業生產力的改進。

所發展的主要科技計有：(1) 行進測重 (Weigh-in-Motion, WIM)，(2) 自動車輛分類 (Automatic Vehicle Classification, AVC)，(3) 自動車輛辨識 (Automatic Vehicle Identification, AVI)，(4) 自動車輛定位 (Automatic Vehicle Location, AVL)

- ，(5) 自動貨物辨識 (Automatic Cargo Identification, ACI)
- ，(6) 自動駕駛人辨識 (Automatic Driver Identification, ADI)。

10年內，先進的HVCO科技將會帶來重要的利益。事實上，目前已有些運輸工具開始使用技術而且已獲致利益，如RDSS系統；未來，合併使用AVL和其他成功的科技，如ADIS動態路線導引，必然對於都市化區域之運作和控制會帶來重大的利益。此外，更應重視在HVCO科技上獨一無二的應用，包括：安全（駕駛者的注意力和疲勞）、管制(Regulation)與生產力，其中有很多可實施的項目和科技研發業已完成。

3.研究發展

HVCO之主要研究方向計有下列四點：

- (1) 評估IVHS技術帶給營業者與管理者之生產力增加與成本降低等利益，並評估類似HELP計畫的實測計畫。
- (2) 建立自動車輛辨識系統技術之國家標準，技術標準化對卡車業與車隊管理者來說相當重要，因車輛常常跨越好幾個州，若每個州標準均不相同，則需有不同之設備，所花成本將會相當高。
- (3) 發展車輛防撞警告系統與駕駛人狀況偵測系統等技術，此項技術應可同時適用於小客車與卡車。
- (4) 發展商業車輛之即時路線導引系統，此類系統將會在ATMS與ADIS技術下發展。

而HVCO之研究發展主題計有下列三點：

- (1) 針對重型車輛管理者所需之特殊資訊與控制工作上之人性因素予以研究探討。
- (2) 發展與測試在卡車盲點之其他車輛位置感應及防止碰撞警告系統。
- (3) 發展與測試駕駛人狀況偵測與警告系統。

4. 示範實測計畫

HELP (Heavy vehicle Electronic License Plate) 計畫，包括了 FHWA 以及十四個州、一個港口；HELP 的一個專案計畫 Crescent，自1990年起，選擇某些州，對嶄新的WIM、AVC與AVI科技運作狀況從事整合的工作。目前此專案計畫係沿著10號和20號州際公路從東德州的西部穿越德州、新墨西哥州、亞利桑納州、加州、直到洛杉磯；然後再從洛杉磯沿I-5 經加州、奧勒岡州和華盛頓州到美加國界，再繼續進入英屬哥倫比亞，使用橫過加拿大和阿拉斯加的公路，在35個地區蒐集資料。目前實測中的科技主要是針對AVL 的商業車輛應用的可行性。

爲了更進一步地提升HVCO科技，另有兩個實測的專案計畫。第二個專案計畫(Crescent-2) 將由明尼蘇達州之明尼阿波利斯／聖保羅市，一直延伸到紐約都會區，共有八個州橫越1260英哩，其目標和上述專案計畫相同，僅參與的州較前述專案爲少，此系統之處理較多管理上經常性的改變，但亦提供 AVL的實測機會；此專案將從1993年開始推動，成本約爲九百萬美元。

第三個專案計畫(Crescent-3) 將從緬因州之波特蘭市穿越11個州和哥倫比亞特區直到維吉尼亞州東部，橫越達 750英哩，而有更多管理上經常性的改變。此專案將提供動態路線 (Dynamic Route)，除此之外，還包含 ACI、ADI 的實測工作。Crescent-3 專案計畫之實施期間將從1996～1997年，估計經費約為一千一百萬美元。

以上三個實測專案完成後，自1999年起將展開完整的 WIM-AVC-AVI-AVL 整合工作，當然也將包含ADI、ACI之實地評估和改良。

以上專案計畫主要著重於 HVCO 系統的營運與作業，因此尚需針對個別重型車輛之運作加以實測，此 Truck Demo 係從事車輛定位、防止碰撞和狀況監視等方面的研究，強調個別安全和警告系統之發展。預計從1994年到1998年，將有 4000 輛的車隊，會配備以下的項目：(1) 橋樑高度淨空感應器，(2) 輪胎濺水防止 (Suppression Tire Spray)系統，(3) 即時剎車狀況監視設備，(4) 即時狀態電子顯示系統。

2-2-5 IVHS之利益

根據研究報告指出，應用IVHS技術可有下列幾項利益：

1. 完全結合ATMS/ATIS技術，可減少都市區域之擁塞達25%～40%。這是根據洛杉磯 (Los Angeles) 地區之 "Smart Corridor" 計畫之初步模擬與分析結果而得。
2. 據估計，1990年美國延滯成本約 1000 億美元，若應用IVHS技術，則相對可節省之時間價值至少 250億美元，而且會持續地增加

至50%之多。

- 3.交通壅塞是造成空氣品質降低及燃料浪費之主要原因，應用IVHS可減少交通壅塞，可改善地區環境與能源消耗。
- 4.考慮安全技術、市場潛力及估計減少各種意外事故之效率等，在2012年前，每年大約可減少11,500人之生命損失及220億美元之事故成本。
- 5.在2020年前，當AVCS佔有一定市場時，每年大約可減少33,500人之生命損失及650億美元之事故成本。
- 6.在郊區因車速較高，有57%之撞碰事故發生於郊區，應用IVHS技術可減少郊區事故之發生，而提高安全性。
- 7.年老及身體障礙不利駕駛者，可藉一些特殊設備來輔助駕駛，這些設備包括紅外線影像系統、障礙物偵測及警告系統、雷達剎車系統、車上地圖顯示與號誌等。
- 8.藉由自動收費系統、即時路線導引資訊、似電話簿中黃頁資訊之提供、及車上電腦提供車輛績效資訊等，可增加汽車之生產力及減少能源消耗。

2-3 道路運輸資訊技術(RTI)

歐州國家致力於道路運輸資訊技術(RTI)之發展已有相當歷史，其基本發展之觀點與美國智慧性車路系統(IVHS)相似；發展之重點，根據有限之文獻顯示，似乎著重於技術成熟與接近成熟之ATMS與ATIS部份，已發展了許多具潛力之系統進行路上測試，如自動執行系統(Automatic Enforcement Systems)、自動收費系統(Automatic Toll

Collection)、電子道路定價系統(Electronic Road Pricing System)、行車路線導引系統(VRGS)等。歐州發展之另一大特色乃是集各國之力來合作且從事長期性之發展；此處針對其長期發展計畫中之PROMETHEUS、DRIVE 與RDS 三大計畫加以介紹，其中PROMETHEUS主要為相關車輛應用技術之發展，DRIVE 為相關道路應用技術之發展，而RDS 則以無線電通訊技術之應用為主。

2-3-1 PROMETHEUS (Programme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety)

1. 研究背景

歐洲各國為了提昇歐洲本身的工業競爭力，乃由19個國家的政府和工業界集資50億美元組成歐洲的IVHS/RTI計畫，此計畫取名EUREKA。而實際上此計畫係由PROMETHEUS、EUROPOLIS、CARMINAT、ATIS、ERTIS 等五個計畫所組成；分別說明於下：

- (1) EUROPOLIS 係一個一億五千萬美元的計畫，預計花上七年從事自動駕駛系統方面的研究。
- (2) CARMINAT係一個四年的研究計畫，以發展車內電子導引及通訊系統設備。
- (3) ATIS係一個八百五十萬美元持續進行五年的計畫，以研究發展行前(Pre-trip)資訊系統。
- (4) ERTIS 係一個二百七十萬美元的三年計畫，以發展適用於整個歐洲各國間貨運車輛之道路資訊和通訊系統。
- (5) PROMETHEUS係EUREKA中最大且最重要的計畫，所以EUREKA中將大

部份的經費（八億）皆投注於此計畫中，希望能整合上述各項計畫，而發展出全歐洲統一的RTI 技術與規格。簡言之，EUREKA計畫即以發展PROMETHEUS為主。

PROMETHEUS專案乃於1986年由EUREKA計畫所贊助，係參考美國與日本的系統，運用先進的技術來發展全歐洲通用的系統。此專案係由18家領先的歐洲汽車公司所推動，近40個研究協會及政府機構參與基本研究。

2.發展目的

PROMETHEUS計畫希望能設計出智慧性的車輛，並發展出電子車流狀況感應器，而可用來與車輛傳遞資料，而避免發生碰撞，其目的包括：（1）縮短行車時間；（2）增進行車效率，降低行車成本；（3）減少行車所造成的負面環境影響，如空氣污染等；（4）改進行車安全；（5）藉此計畫提昇歐洲在自動化電子工業方面的競爭力；本計畫預計在下個世紀來臨時，將可達成上述各項發展目的。

3.系統架構

由於必須廣泛地應用於整個歐洲多個不同國家，故此計畫共分為七部份，其中三項為資訊傳輸架構，分別交給三個不同的工業研究組織去發展：

- （1）PRO-CAR：所需要的交通資訊已完全裝置於車內，故不需外界的資訊輸入即可直接輔助駕駛人行車。
- （2）PRO-NET：指車與車之間的聯繫。
- （3）PRO-ROAD：藉著車與路旁的信號柱從事雙向通訊，因此車內系統架構可分成三種不同等級，而車外系統架構就必須融合三種等級

爲一體。

與此三項研究相關的專案與公司如下：

(1) PRO-CAR

a.感應器和信號處理	Saab/Porsche
b.觸動器和車輛操作	FIAT
c.一般構造	Peugeot
d.人機介面	Saab
e.車輛安全性及可靠性	BMW

(2) PRO-NET

f.PRO-NET系統工程	VW
g.通訊	Renault
h.緊急警告	Saab/VW/Daimler-Benz

(3) PRO-ROAD

i.資訊處理和資料獲得	Volvo
j.基本設施系統	Daimler-Benz
k.車上單元	Renault

除了前三項屬於工業領域之研究外，同時再將此計畫之基礎研究領域獨立出來，研究駕駛資訊的改善、主動的駕駛支援、連鎖性的駕駛、交通／車隊管理，又分成四個部份交給學術研究機構予以開發；分別是：

- (1) PRO-ART：研究如何將人工智慧應用於車內的人機介面上。
- (2) PRO-CHID：研究如何使用微電子元件來適應不同之副系統。
- (3) PRO-COM：研究車與人、車與車及車與路間之通訊。

(4) PRO-GEN : 對此系統之評估。

4. 研究組織

PROMETHEUS之研究與推廣組織結構如圖 2-2 所示。

5. 發展現況

PROMETHEUS計畫將近完成，現已陸續發展出為數達數百項的系統功能，至於硬體部份也已經由自動化工業界和電子業界完成，剩下來的則是有關研究領域的部份 (Research Phase)，全部計畫預計將在1994年時完成最後成果。

2-3-2 DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)

1. 發展背景

(1) 社會背景

A. 根據 EC (European Commission) 組織統計每年歐洲約有 55,000 人死於車禍，並有 1,700,000 人在車禍中受傷，而其中有 150,000 人變成殘廢。

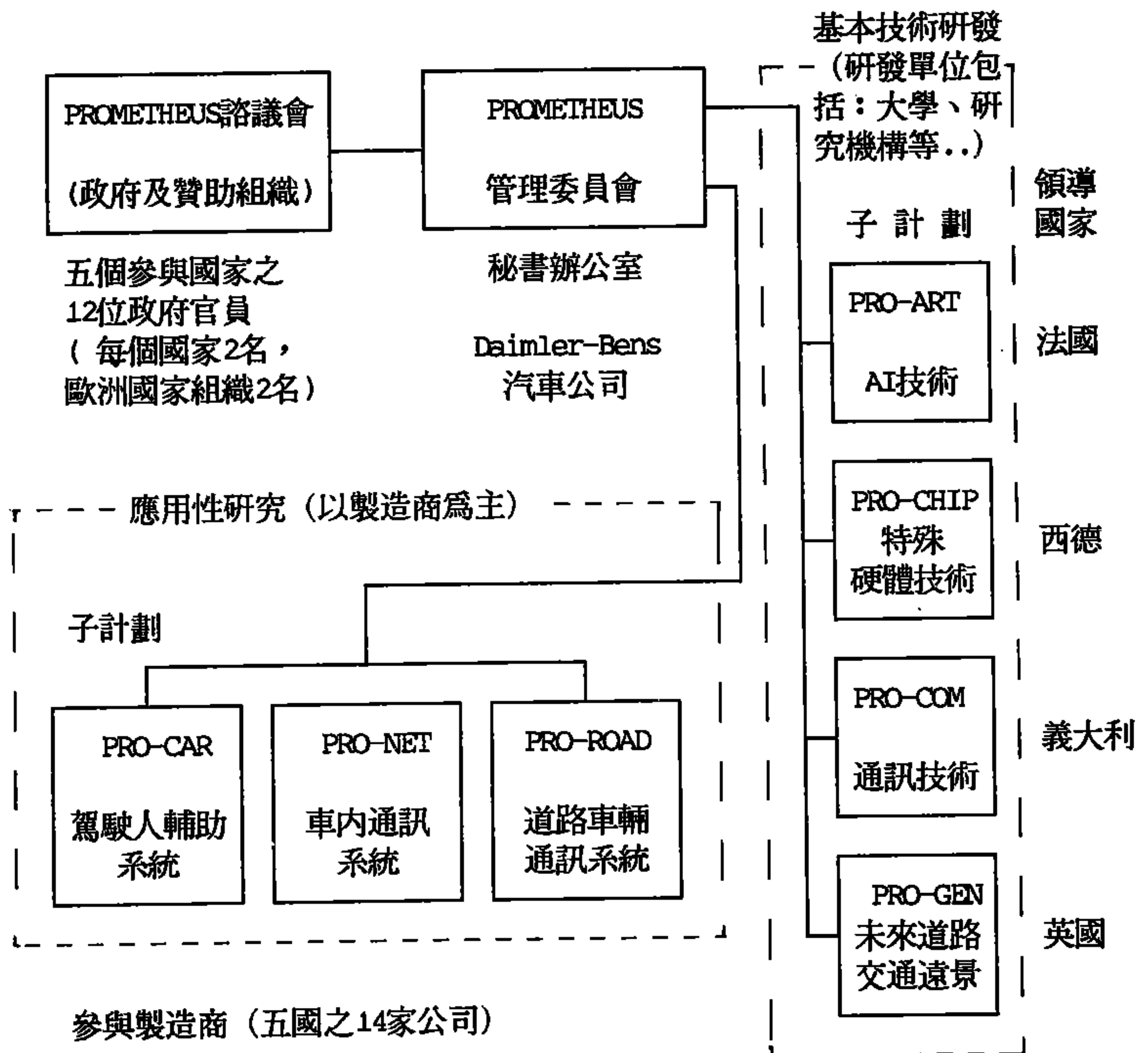
B. 統計車輛在道路上操作所花的時間成本約 500 億歐洲貨幣單位 ECU (1 ECU = \$1)，而使用此導引系統約可省下 10% 的經費。

C. 統計車輛所排放的廢氣所造成的環境影響成本，估計每年約有 10 億 ECU。

(2) 技術背景

A. 捷運系統已應用很好的電子及電腦技術

B. EVA、ARI、ALI-SCOUT、RDS等系統已有令人滿意的發展，更有柏林及倫敦的實地測試經驗。



西 德：Daimler-Benz, BMW, Porsche,
Volkswagen, Audi

法 國：Matra, Peugeot, Renault

瑞 典：Saabscania, Volvo

義大利：Alpha-Romeo, Fiat

英 國：Rolls-Royce, BL

圖 2-2 PROMETHEUS之研發組織結構圖

(3) 發展者背景

1985年 EC就開始實驗評估 RTI 在歐洲的影響，調查結果向歐洲共同體提案後得到通過，乃於1988年起草工作表，預計1991年完成。

2.發展目的

根據 EC的標準並應用 RTI 的技術希望能達到：

- (1) 將歐洲變成整合性的道路運輸環境；
- (2) 增進交通效率和安全；
- (3) 降低車輛之環境衝擊；
- (4) 選擇出符合經濟／技術條件的最好系統；
- (5) 訂定系統功能及適當的標準化，使工業界能發展出所需的設備及系統；
- (6) 與類似計畫間之間的交流，如 EUREKA中的 PROMETHEUS之間相重覆之部份可相互交流。

3.經費

計畫的總經費為 120億 ECU，其中有一半用於 EC組織，另一半用於參與的公司及學術單位。

4.相關領域

目前與 DRIVE 相關之領域有：

- (1)道路管理、車輛工業和使用需求分析；
- (2)交通事故資料分析；
- (3)傳輸通訊技術（微波、紅外線、無線電波等）；
- (4)車輛、天氣、空氣污染等之感測器；

- (5)雷達系統；
- (6)路徑導引、與行前旅次規劃系統；
- (7)指示標誌與號誌控制；
- (8)交通模式、控制之軟體及決策；
- (9)評估 RTI系統的技術及經濟效果之模式工具；
- (10)人體工學；
- (11)通訊和 RTI副系統之標準化介面；

5.目前之工作計畫與專案

總共約有 200個應用計畫及 120個專案，主要分成六大部份：

- (1)評估的模式化：將 RTI系統之實施效果模式化，以進一步評估新系統；
- (2)行為因素與交通安全：從事故資料分析到避免碰撞系統之發展；
- (3)交通控制：號誌控制、停車管理、事故偵測、隧道控制系統等；
- (4)路徑導引、車輛定位及車內資訊系統：包括數位化圖形及道路資料庫、衛星定位系統、無線電通訊系統和駕駛人資訊系統；
- (5)大眾運輸及貨車管理，以及整合二系統所需之設備；
- (6)遠程通訊：研究能被 RTI 利用的通訊科技之可行性；

6.未來發展

DRIVE 將在1991年結束，屆時將界定較可行之技術與系統；未來且準備推動 DRIVE II ，此階段將注重現場試驗或研究專案，以證明這些科技之效果。

2-3-3 RDS (Radio Data Systems)

1.發展背景

RDS 係藉由無線電廣播來傳送交通資訊的系統；自1974年時提出，並於1980年在瑞士等山區進行五種方法的實地測驗。至1985年已有德國及瑞典開發此類系統，其中以TMC(Traffic Message Channel)最被看好，因其可提供低成本且數位碼化的交通資訊給用路人。所以目前Philips 和Bosch 等公司均參與開發 RDS，以參酌EBU (European Broadcasting Union)的規格，致力於 TMC的標準化，期能發展出進步的RDS-ALERT，俾於1989年在德國、荷蘭及法國等國內實地測試，建立一致性之歐洲廣播系統。

2.系統目的

RDS 發展之目的計有：

- (1) 輔助無線電接收站的選擇，
- (2) 在未來能提供價位合理又有多種功能的系統，及
- (3) 以TMC 方式來傳輸交通資訊並建立一致性之歐洲系統。

3.系統架構

RDS 之系統架構為：

- (1) RDS 的信號是將多種資訊以FM 57K HZ 的副載波來傳送，而資料的傳輸速率是1187.5 bps，如圖2-3 所示。
- (2) RDS 的資料是以104 位元為單位，每單位再分成四區，故每區有26位元，其中有16個資料和一個錯誤修正之位元。如圖2-4 所示。
- (3) 以車內現在的FM接收器接收，以文字或相關性符號或聲音告知路況。

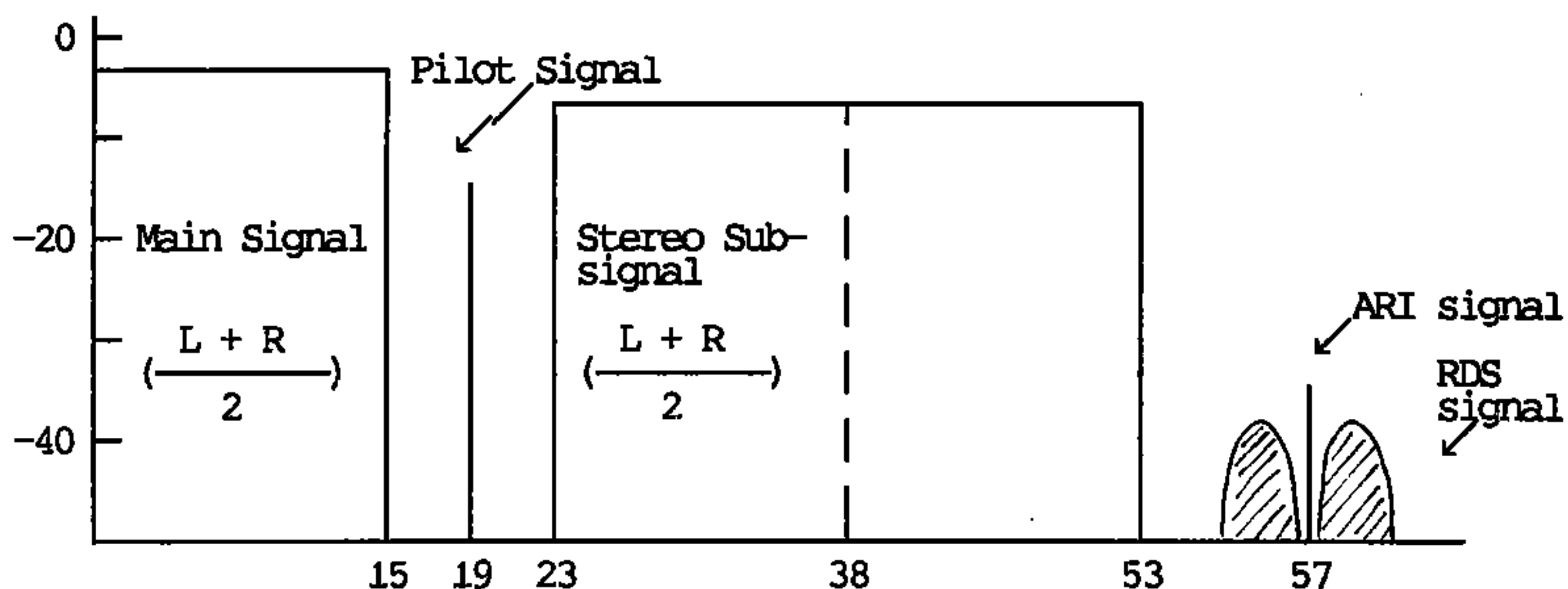


圖 2-3 RDS信號的光譜

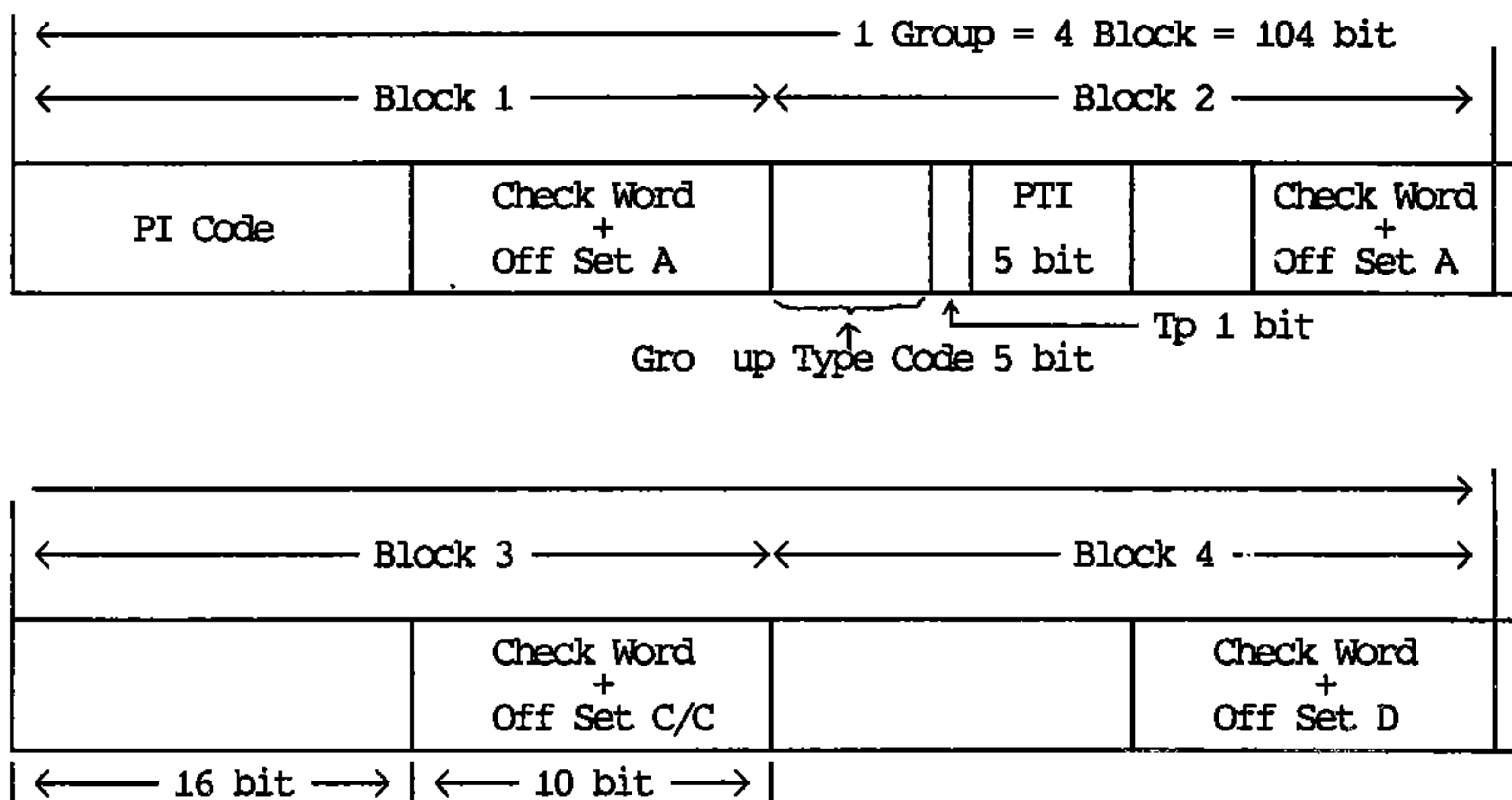
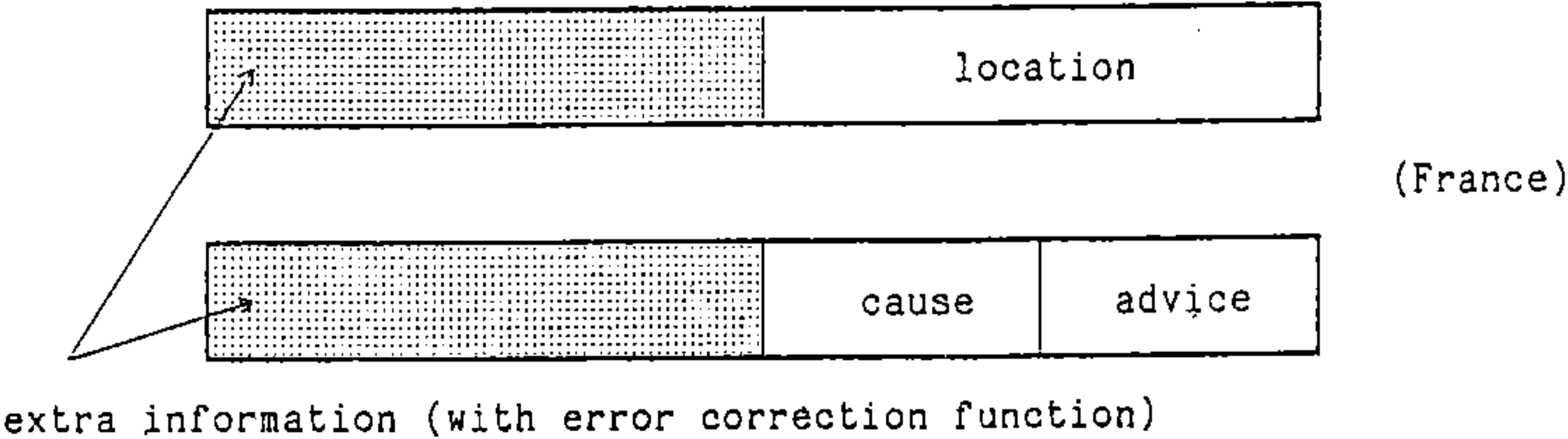


圖 2-4 RDS符號結構圖

4.系統功能

- (1) 提供多種功能俾供選擇。
- (2) 自動辨識並選擇同一區中最適宜的廣播站。
- (3) 自動接收這些站的交通訊息並辨識屬何種訊息，如一般交通訊息或緊急交通訊息。
- (4) 提供危險、轉向、一般速度、重量限制或寬度限制等。圖 2-5 顯示法國 CARMINT 與德國之 ARI 的交通訊息格式之差別，表 2-2 為德國 ARI 所使用之通訊方法。

a . CARMINT



b . Blaupunkt (the informations below are repeated)

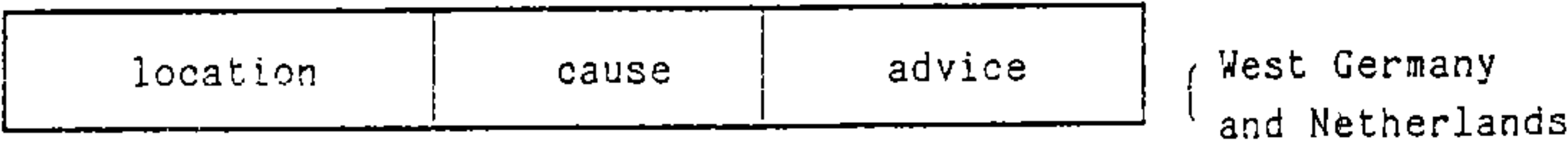


圖 2-5 法國 CARMINT與德國之 ARI 的交通訊息格式之比較

表 2-2 德國ARI使用之通訊方法

項 目	規 格
資料速度	1187.5 bps
符號型式	(26, 16) Shortened symbol
基帶信號型式	2 phase modulation (DPSK)
副載波頻率	57 kHz
副載波調頻方法	Double side-band amplitude modulation Double side-band amplitude modulation

2-4 先進國家之示範實測系統

由於道路運輸資訊系統技術之軟、硬體可行方案為數甚多，經過初步之規劃分析與實驗室中之測試後，可篩選出若干較具潛力之方案；從事路上之示範實測。美國、歐洲與日本等先進國家近年來均積極致力於成熟技術之規劃分析與測試，以進行應用前之評估與設計。本節將分別敘述上述三個地區之重要系統發展。

2-4-1 美國之系統發展

近年來，美國在聯邦與地方政府單位之鼓勵下，產業界與學術界均積極參與IVHS計畫之研究與發展活動。其中學術界之研究，如德州大學專注於ATMS之研究；密西根大學專注於ADIS之研究，其中又以與車輛關係密切之技術為主；加州大學則在大型 PATH 計畫下，專注於AVCS之發展。至於產業界，除了GM等汽車公司外，電子產業與國家科技產業，如Motorola等公司均積極參與基礎研究、產品開發與示範實測之專案計畫。本節中因限於篇幅，僅介紹三個重要之示範實測行車路線導引系統與自動化公車系統。

2-4-1-1 加州PATHFINDER系統

1.發展目的

評估車內導航系統與駕駛人資訊系統相結合之可行性與效用性，以協助遇到交通阻塞之駕駛人，並協助交通工程師對交通系統加以管理及獲知駕駛人之反應。

2.發展組織

PATHFINDER為美國聯邦公路總署(Federal Highway Administration, FHWA)、加州運輸部(California Department of Transportation, Caltrans)及美國通用汽車公司(General Motors Corporation, GM)等三個單位所合作進行之計畫，開始於1988年10月。

3.系統目標

- (1) 評估即時性交通資訊是否能增加導引系統之效率。
- (2) 評估結合車內導引系統與交通資訊系統之可行性。

(3) 評估使用車內導引設備作為提供交控中心交通資料的工具之可行性。

4.系統架構

此系統之組成計分三部份；(1) 車上系統 (Vehicle System)：指車上硬體設備，負責提供資訊給駕駛人；(2) 中心系統 (Central System)：指中心電腦設備，負責蒐集與處理資訊。(3) 通訊系統 (Communication System)：傳送資訊給車輛或將資訊從車輛傳回中心。整個系統架構如圖 2-6 所示。茲將其各子系統分述如下：

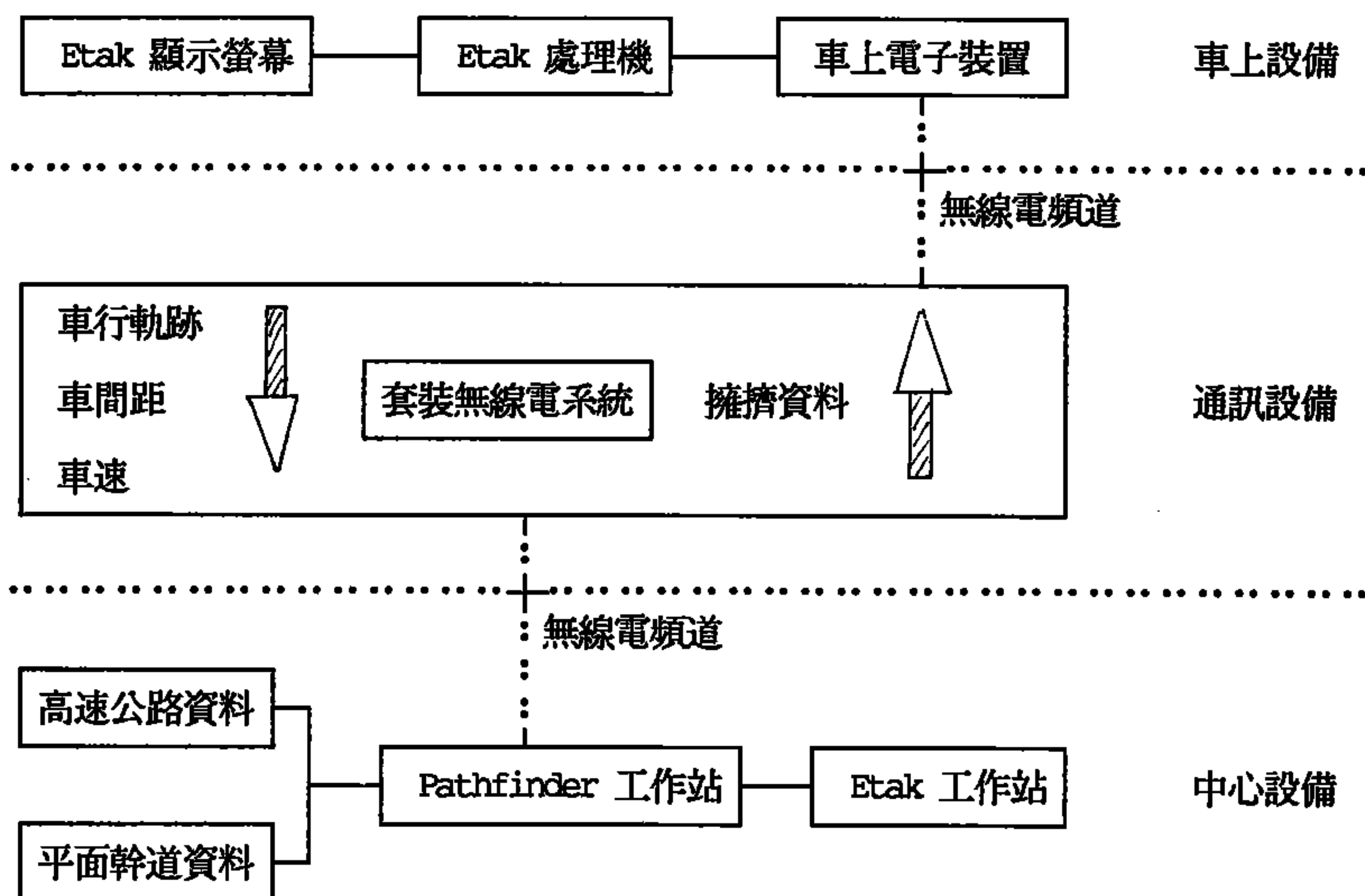


圖 2-6 Pathfinder系統架構

(1) 車上系統

車上硬體是一種名爲 Etak Travel Pilot 之定位及方向導引裝置，它可將數位化之道路地圖顯示在儀表板之電視螢幕上，當車輛前進時，車輛當時所在的位置可持續地顯示在螢幕上，而地圖則跟著移動；駕駛人可將想找的地區在螢幕上放大或縮小顯示，亦可輸入目的地而後將之顯示在地圖上，而道路地圖資料則儲存在設於行李箱中之電腦硬碟上。另外，有單獨之處理器收集與處理道路擁擠資訊。此種資訊可以下列三種型式傳達給駕駛人：

- (a) 在地圖螢幕上顯示擁擠訊號 (//) 及非常擁擠訊號 (#)；
- (b) 以文字顯示前方區域有擁擠狀況發生；
- (c) 以聲音告知駕駛人有擁擠狀況，而駕駛人不必盯著螢幕看。

圖 2-7 爲螢幕顯示之一例。圖之中央靠底邊之箭頭代表車輛之現在位置。

(2) 中心系統

中心電腦除了處理從幹道、高速公路及參與車輛所得來之擁擠資訊外，也收集諸如意外事故及正在進行之建造與維修工程等資訊。這些資訊經過電腦處理，可列出其區位及擁擠程度，然後再傳達給系統中之車輛。

(3) 通訊系統

中心子系統每分鐘將擁擠情況與區位等資訊傳給區內裝有設備之車輛，同時每分鐘亦將每部車之位置，車間距、速度等資訊傳回給中心子系統。故可稱爲雙向通訊系統。圖 2-8 爲中心與通訊傳輸系統之架構圖。

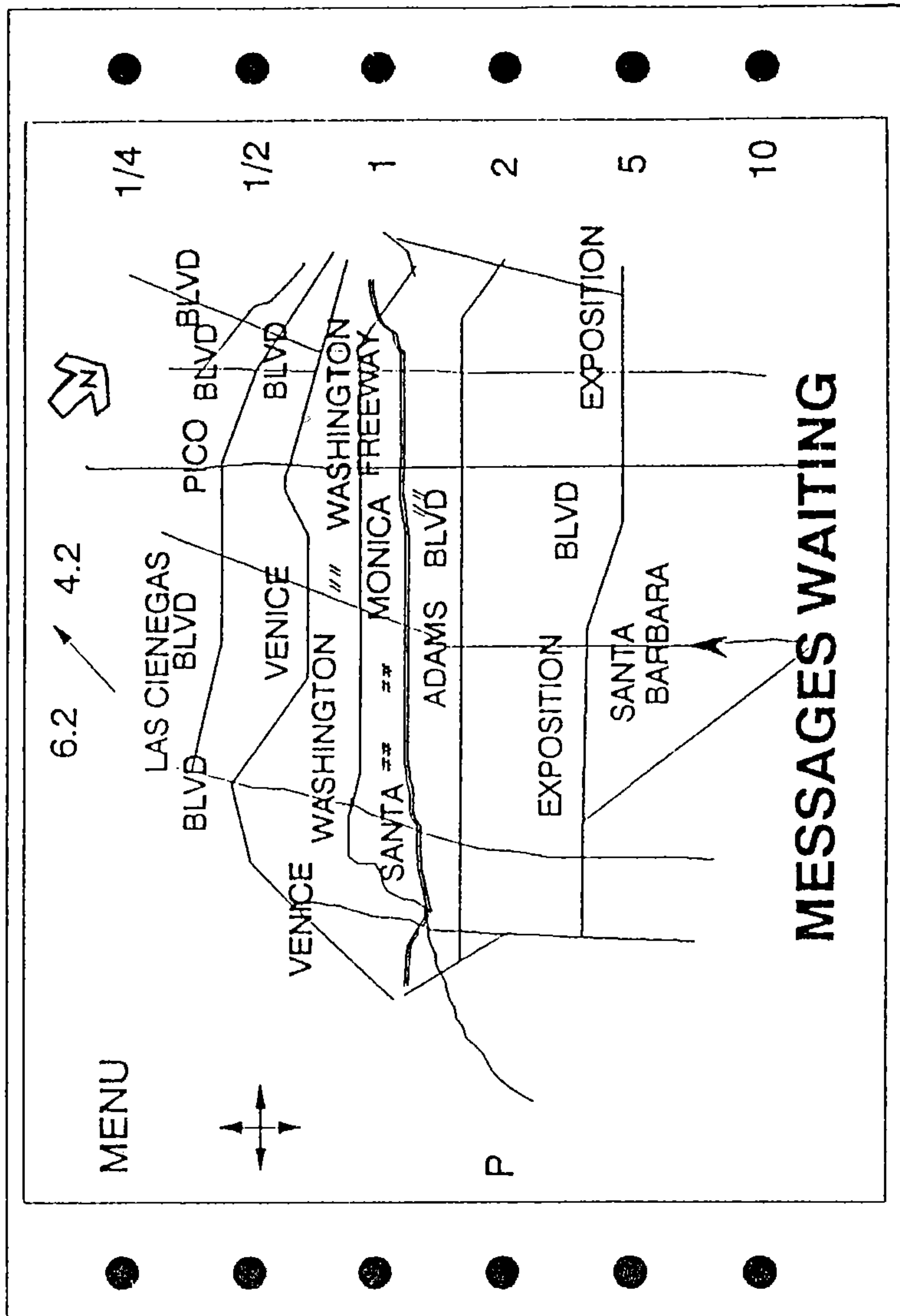


圖 2-7 Pathfinder系統車上設備螢幕顯示資訊

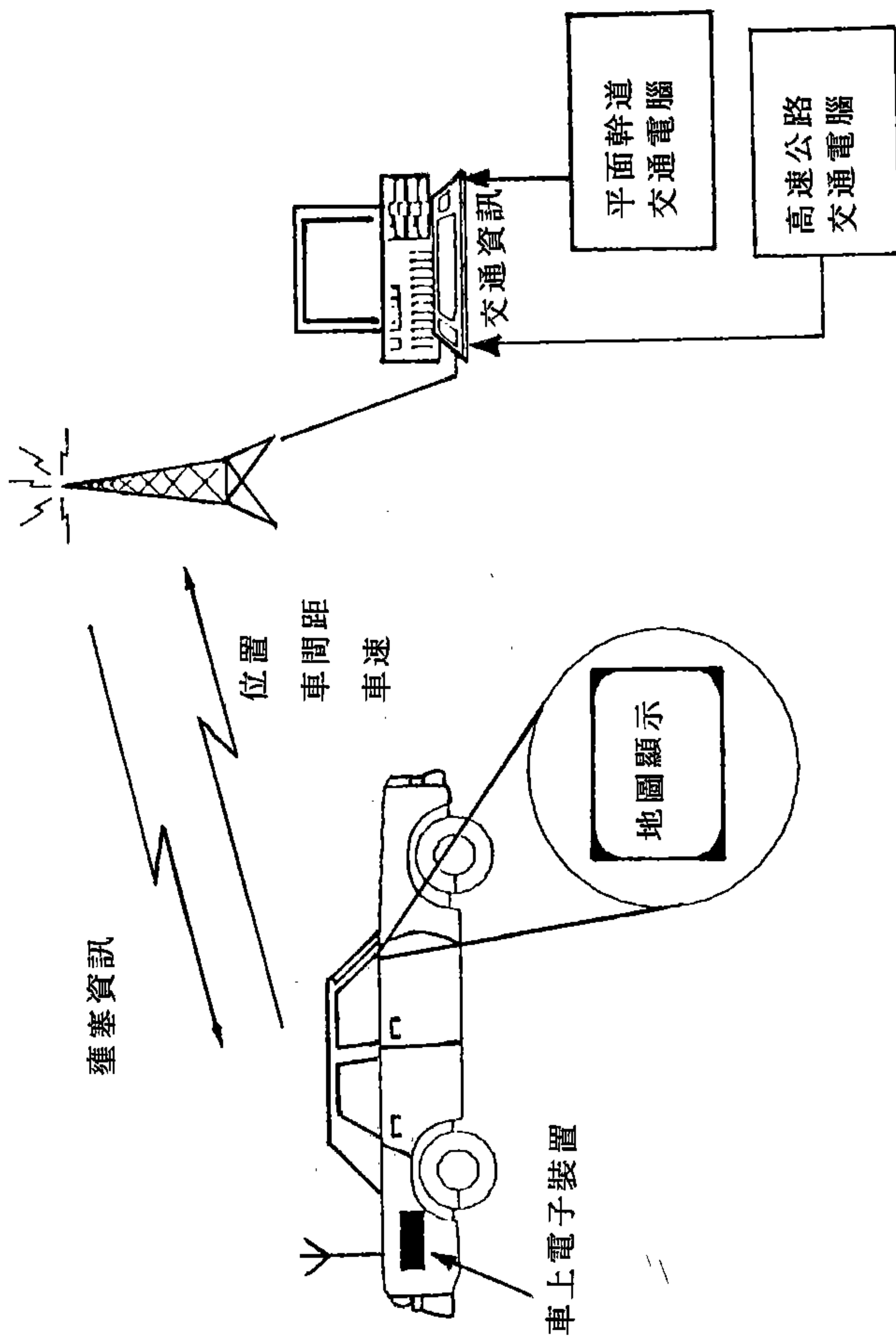


圖 2-8 Pathfinder 系統資訊傳輸架構圖

5.經費預算

此系統之測試為期三年，發展經費約為170萬美元。

6.發展狀況

Pathfinder計畫已於1990年 7月開始進行測試。測試地點是在所謂的「先進性走廊」(Smart Corridor)，亦即加州 Santa Monica Freeway上於Santa Monica與Los Angeles 之間約13公里長之路段，及五條主要的平行幹道。實測計畫共分為以下三階段：

- (1) 最初 6個月為第一階段，州政府官員在尖峰時段以測試車行駛該段高速公路通勤路線，以評估此系統能避開擁擠之有效性。
- (2) 第二階段，僱用不同性別與年齡之駕駛人在不同之起訖點間行駛，藉此提供旅行時間等資料。
- (3) 將測試車借與商人使用於商業性旅次，藉此收集此系統之有效性及其被駕駛人接受之程度等資料。

加州運輸部(Caltrans)將在1991年 6月完成有關Pathfinder之最後報告，報告中將評估此套系統對駕駛人所產生之利益。

2-4-1-2 佛羅里達州TravTek 系統

1.發展目的

發展車內導引系統，配合即時交通資訊，給予駕駛人路線導引，以減少擁擠、提高安全、節省燃油、改進空氣品質，並使開車旅遊更為愉快。

2.發展組織

此計畫將在佛羅里達州之 Orlando市執行，參與的單位包括

美國聯邦公路總署 (FHWA)、美國汽車協會 (America Automobile Association, AAA)、通用汽車公司 (GM)、佛州運輸部及 Orlando 市等。而其各自負責的任務為：

- (1) AAA：提供地圖及其他資訊之電腦資料。
- (2) GM：提供百輛車，並負責系統之工程與維修。
- (3) FHWA：協助交通管理中心 (TMC) 之規劃與發展。
- (4) Orlando 市：設立並組織 TMC。
- (5) Florida DOT：提供 4 號州際公路之電腦化電視監控。

3. 系統架構

此系統將使用百輛由 GM 提供設有裝備之車輛，其中 75 輛為一般性之出租汽車，另 25 輛則為使用頻繁之車輛。整個 TravTek 系統架構如圖 2-9 所示。

(1) 車上設備

TravTek 之車上裝置包括電視螢幕、微電腦與資料通訊所須之無線電設備等。其中電視螢幕之功能為：

- (a) 可將交通狀況、事故及服務等資訊顯示於 Orlando 地區之電子地圖中。
- (b) 可顯示有關事故及有價值之服務資訊。
- (c) 以箭頭或方向指示來從事路線導引。

TravTek 系統能顯示即時性之交通資訊給駕駛人，也能提供駕駛人所選定目的地之路線導引，告知路線上之障礙，並提供替選路線。當駕駛人確定其目的地後，TravTek 可依旅行時間來選取最佳路線，同時亦有聲音來告之這些資訊。另外，駕駛人也可

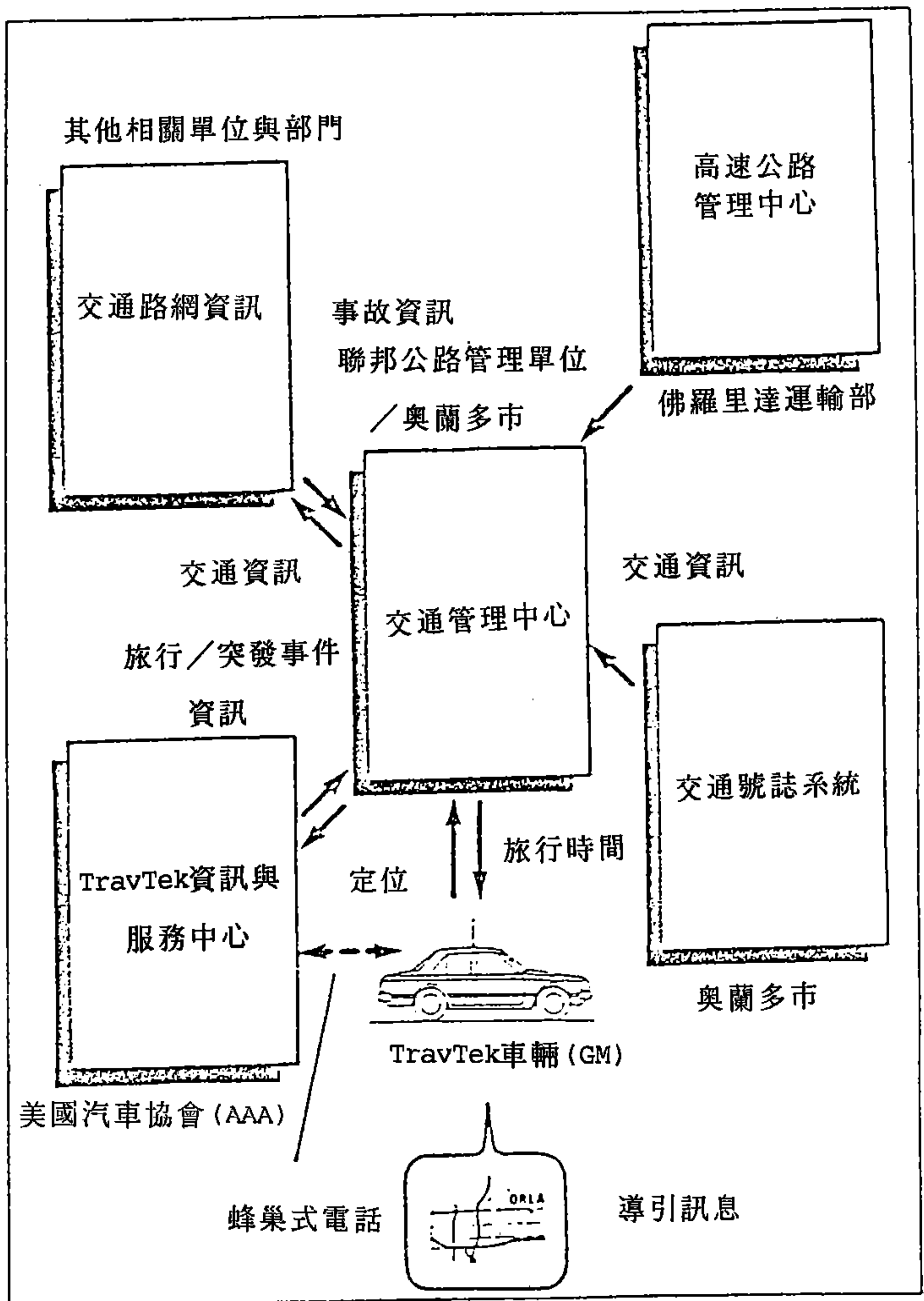


圖 2-9 TravTek系統架構圖

選擇該地區之相關服務設施資訊，如汽車旅館（Motels）、一般旅館（Hotels）、餐廳、服務站、觀光區等，這些資訊均可在地圖上標示或以文字顯示出來。

（2）系統管理中心

TravTek 系統中設有一交通管理中心（Traffic Management Center），將Orlando 地區與交通相關之資料予以綜合排序，將之建成交通資訊網路（Traffic Information Network, TIN）。

TIN 包括市中心之交通號誌系統、佛州運輸部之高速公路管理系統、美國汽車協會之TravTek 資訊及服務中心、該地區各警察單位、維修與工務部門，以及裝有TravTek 之車輛本身等。

從 TIN綜合資料中，有關事故之資訊，包括受影響路線之旅行時間將會被計算出來，並傳送給車輛。若所選擇之路線受到影響，則車內TravTek 處理器便會計算並選擇新的路線，同時告知駕駛人前方有事故發生，並提供可用之替選路線；上述各單元間之資訊傳送內容與方式，可由圖2-10顯示出來。

4. 經費預算

此系統之測試計畫為期三年，其費用估計為八百萬美元。

5. 系統發展與測試

TravTek 之電腦設備與系統軟體正在發展中，其終端設備及交通管理中心可望在1991年底完成，而測試工作將在1992年初舉行，屆時將評估此系統之可行性、使用者接受程度及可減少之旅行時間，且將持續評估一年。

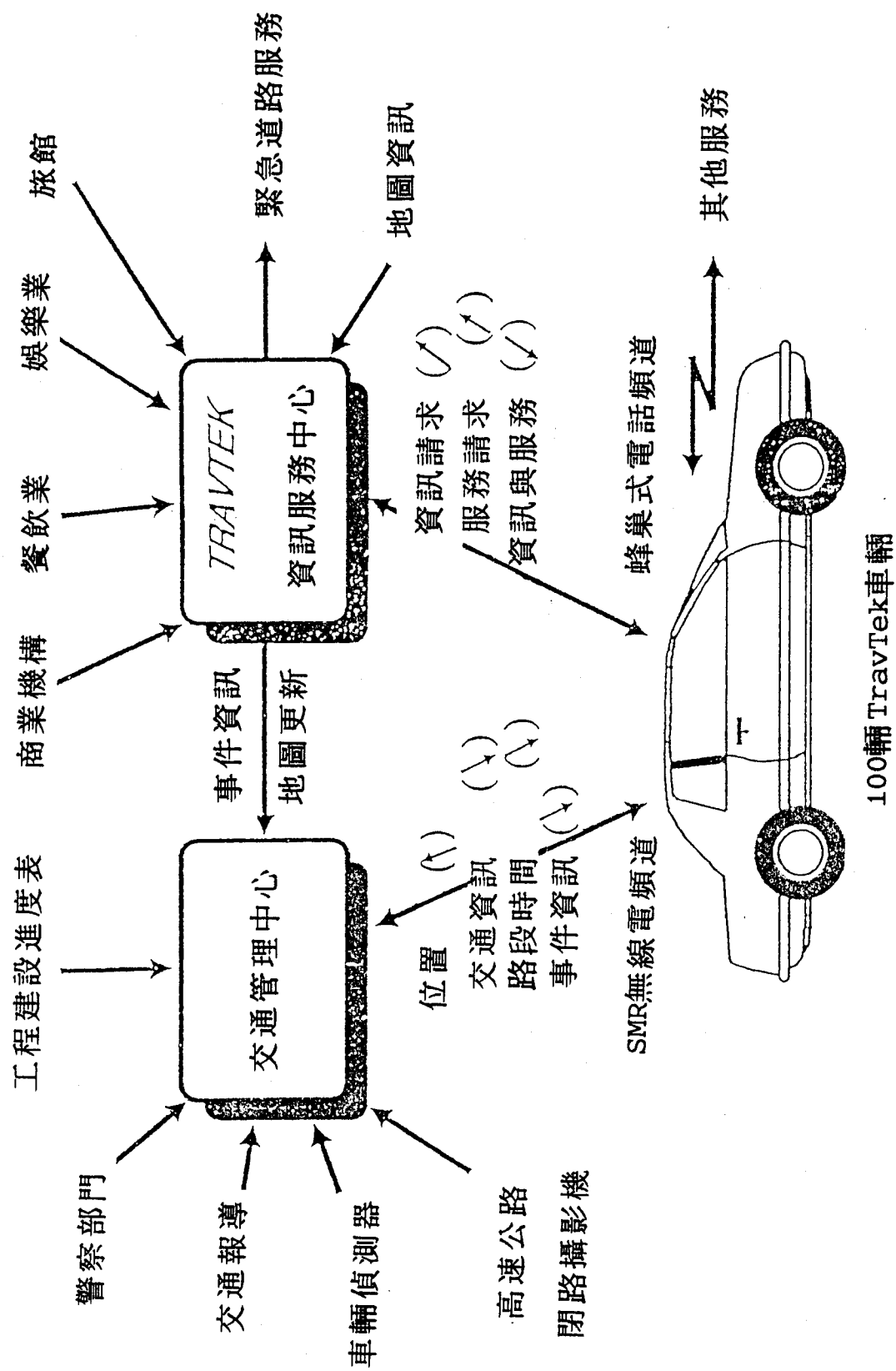


圖 2-10 系統之資訊傳送

2-4-1-3 伊利諾州之Advance 系統

1.發展目的

提供動態路線導引系統(Dynamic Route Guidance Systems)所需之資訊，使公路網之運作績效提高，並提供資訊給駕駛人，協助其作路徑選擇，以達減少旅行時間、減少延滯、提高安全性、減少不確定性及減少壅塞等目的。

2.發展組織

本系統係由美國聯邦政府運輸部、伊利諾州運輸部(Illinois Department of Transportation)及Motorola公司等單位所合作進行之計畫，而由伊利諾州大學運輸研究協會(Illinois Universities Transportation Research Consortium)參與研究並從事可行性分析與評估。

3.系統目標

- (1) 為伊州應用行車路線導引系統於交通管理之有效性建立評估基礎。
- (2) 評估與測試各種不同系統之設計與架構。
- (3) 改進測試區域中公路網之運作績效。

4.系統架構設計(System Design)

(1) 系統架構與運作概念

此系統之基本概念係藉路網車隊中之車輛收集即時性交通資訊，並將資訊傳送給系統中之其它車輛。裝有設備的車輛除用於收集上述資訊外，且當駕駛者輸入目的地後，會依動態方式給予路線導引指示。因即時性路網旅行時間之主要來源即系統中之車

輛本身，這些車輛扮演著量測旅行時間之角色。亦即車上感應器 (Onboard Sensors) 及電子定位與導航系統 (Electronic Navigation System) 在短距離內監視車輛之位置，再配合車上之電子地圖，將點至點之旅行時間計算出來並回報給控制中心，又為簡少資料量起見，車輛只記錄特別路段與特別時段之車輛旅行時間，且僅在超過正常旅行時間某個百分比以上時才將旅行時間回報給中心。

至於其他路網資料則將從埋設於重要路口與高速公路上之迴圈偵測器、影視系統及其他交通監視系統等設備而得到；而短期之突發事件（如車禍、車輛拋錨等）與長期性事件（如整修而封閉道路）等資訊，則將從有關機關發佈之緊急或行政訊息而得到。上述整個系統之架構如圖 2-11 所示。

(2) 道路績效資料 (Roadway Performance Data)

計畫中之實證工作將測試多項交通資訊取得方法及取得設備，以找出最有效之方法與裝備組合來獲得最正確的資訊。傳統性方法如：利用路面感應迴圈，與新式技術如：先進視覺及影像分析系統 (Advanced Vision and Image Analysis Systems) 均將在實證中加以測試。而這些系統有些已可具備下述功能，如：

(a) 可在高速下辨認車牌之系統，以兩組此種攝影偵測器裝置在路段上便可計算出路段之平均旅行時間； (b) 可同時追蹤八部車並計算其行駛數百呎距離之平均速度的系統； (c) 可偵測出並監視等候車隊之影視系統。這些系統將永久性的設置於路網之指定地點上，他們監視所有通過的車輛，而非僅針對裝置導引設備的

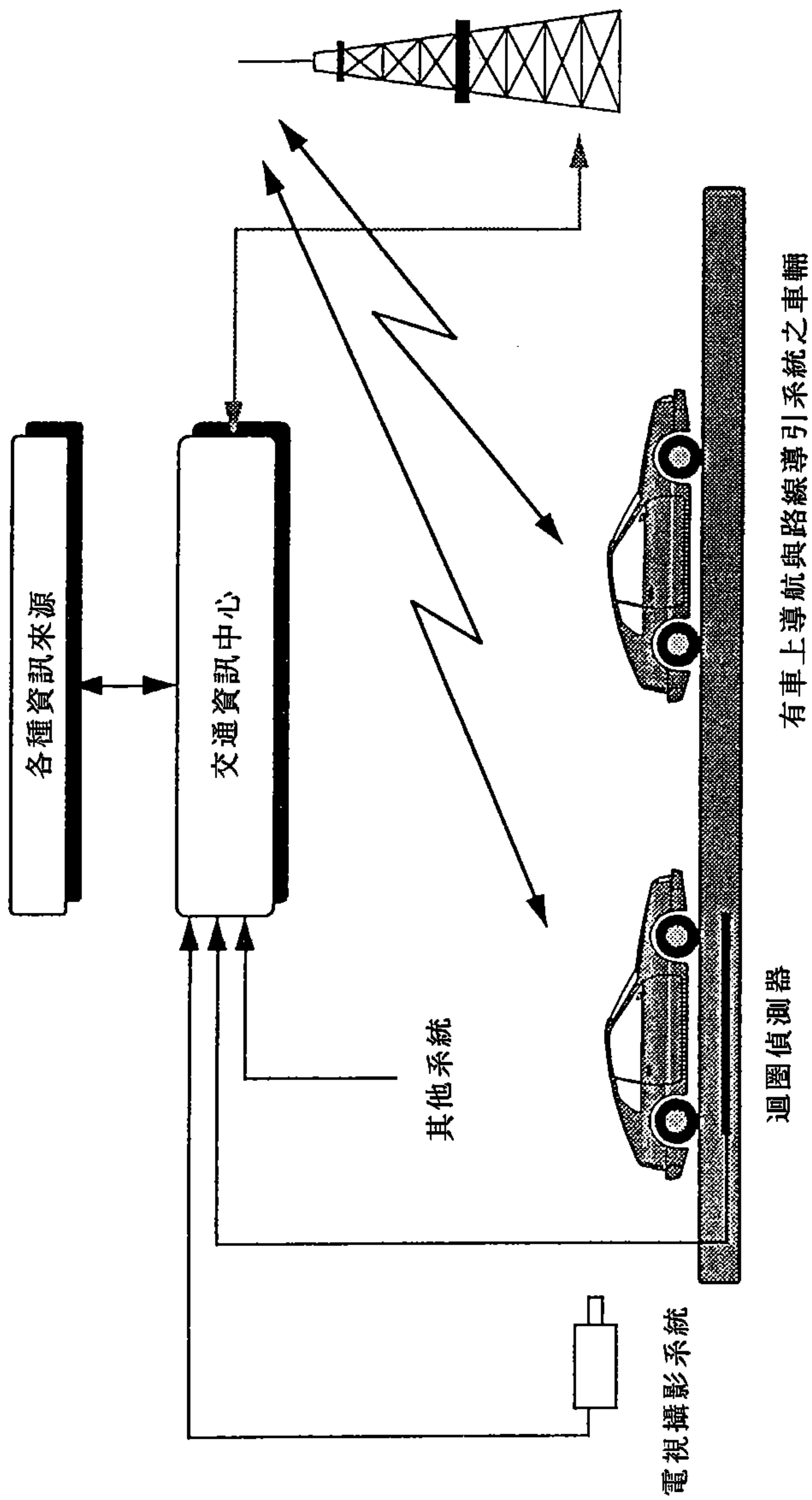


圖 2-11 伊利諾州系統架構圖

車輛而已；從行駛中的車輛獲取旅行時間資料可進行點至點間之測試，這比從固定式偵測器得到現點速度，更足以代表道路的真正績效。

(3) 通訊架構 (Communications Infrastructure)

計畫中之實証將使用無線電周波通訊系統，其方法係接收從測試車所傳回之路段動態旅行時間資料，同時亦將資訊傳給測試車輛之雙向式通訊；由任一車輛傳送資訊至交通資訊中心，倘遇頻道已遭占用時，則將會稍待再傳出訊息管理協定 (A Contention Management Protocol)，由交通資訊中心傳送資訊至車輛則採連續方式；此系統所提供交通資訊中心與車輛間之雙向資訊通訊，其傳輸速率為 4800 bps。

(4) 交通資訊中心 (Traffic Information Center)

該中心包含一位以上的諮詢員、多部彩色監視裝置及兩部電腦。其架構如圖 2-12 所示。中心電腦係藉電話線與通訊設備相連繫，所偵測之資訊將予以自動收集與整合；同時此資訊中心亦與遙遠之伊州運輸部系統相連接，其資訊也將與機場、租車中心等地相連，以提供交通管理與旅次規劃等服務。此外，該中心亦計畫從事交通預測與各種導引資訊之發展。

(5) 車內導引資訊

當車輛在路網中行駛時，車上系統將自動監視車輛在各路段上之旅行時間，倘超過正常時間某個百分比以上時，將自動把資訊傳至交通資訊中心；此時該部車便扮演著交通偵測車之角色，以提供路網目前旅行時間之即時資訊；其路線選擇則是根據駕駛

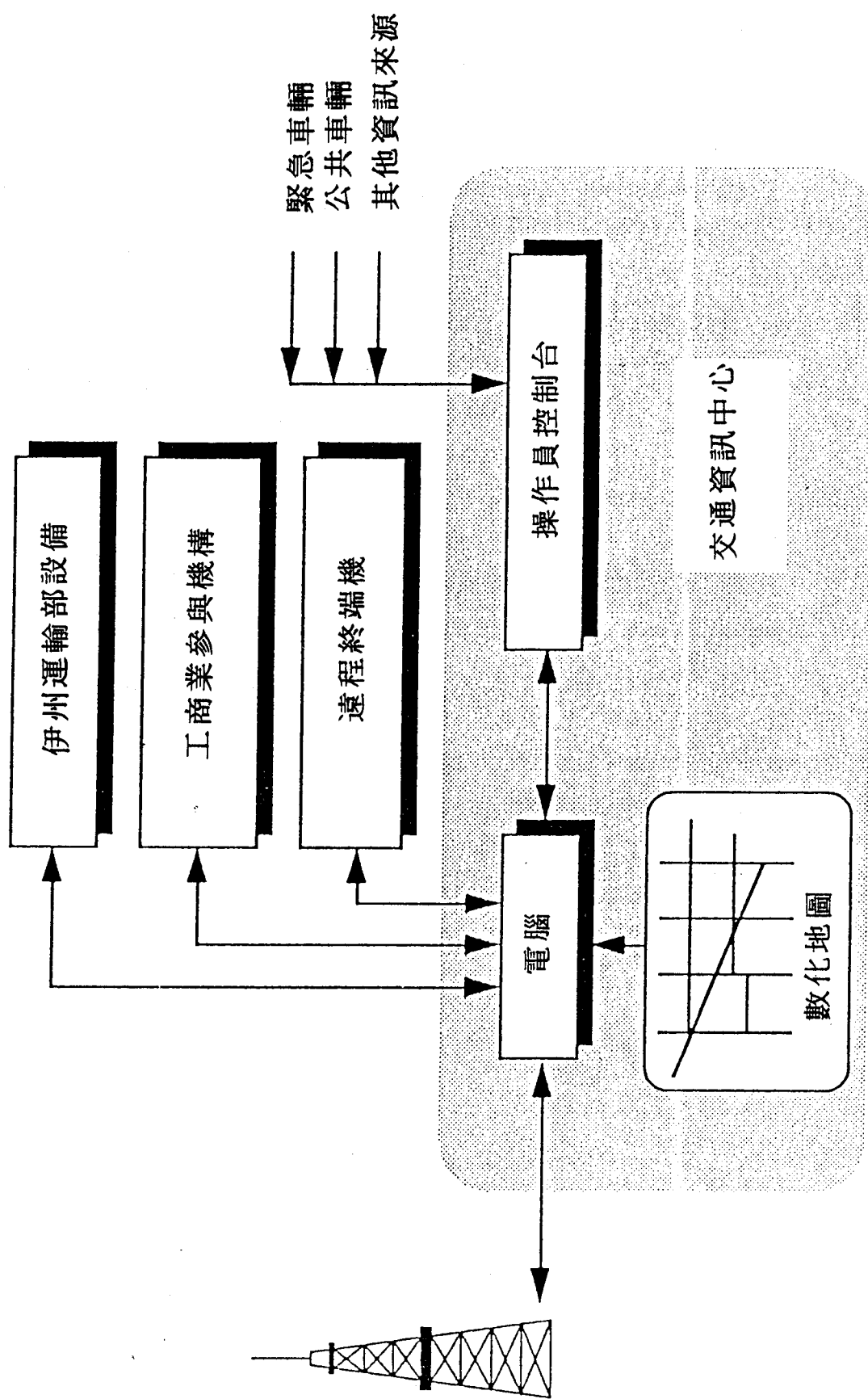


圖 2-12 伊州系統交通資訊中心架構圖

人本身的喜好，如最短時間、最短距離、不走快速道路等，一旦路線決定後，系統將在適當時機提供駕駛人方向指示。

車內系統若已知車輛出發時的位置，便可藉航位推測法 (Dead Reckoning) 計算其新位置；不過此種推測法易受地形及車輛本身因素的影響而產生很大之誤差，因此可能無法僅靠它即可得到正確的位置。另外一種方法則是利用全球定位衛星 (Global Positioning Satellite, GPS) 接收器配合裝在車內系統 CD-ROM 上之數位地圖來提供位置資訊。GPS 接收器每秒均提供有關經緯度、高度等資訊。由於測試地區選在郊區，較少高大建築物，故車輛只有在進入車庫、森林區或兩旁有高大樹木遮蓋之道路等處所才會失去 GPS 信號；而一旦失去 GPS 信號，則將使用航位推測法來定出車輛當時之位置。CD-ROM 中通常包含數位地圖及其他有關測試地區之資訊，如觀光、商業等資訊，而數位地圖中則包含路線導引所需之詳細資訊，如交通號誌、轉向限制、單行道限制及測試車輛所在位置所需之地理資料等，而彩色顯示器係用以顯示路線導引指示給駕駛人；另外，尚有聲音輸出器可發出聲音指示；當從中心所收到之交通資訊顯示出可能影響路線選擇時，此兩項裝置足以提醒駕駛人是否應該選擇新的路線，上述車上系統設備見圖 2-13 所示。

5. 實測設計 (Design of the Demonstration)

計畫中之實測地區有二：方案一及方案二，如圖 2-14 所示，二方案之區域均包括相當多之街道與快速道路。而所需參與之測試車輛估計在方案一中需 3,600 輛，而方案二中需 4,600 輛。需

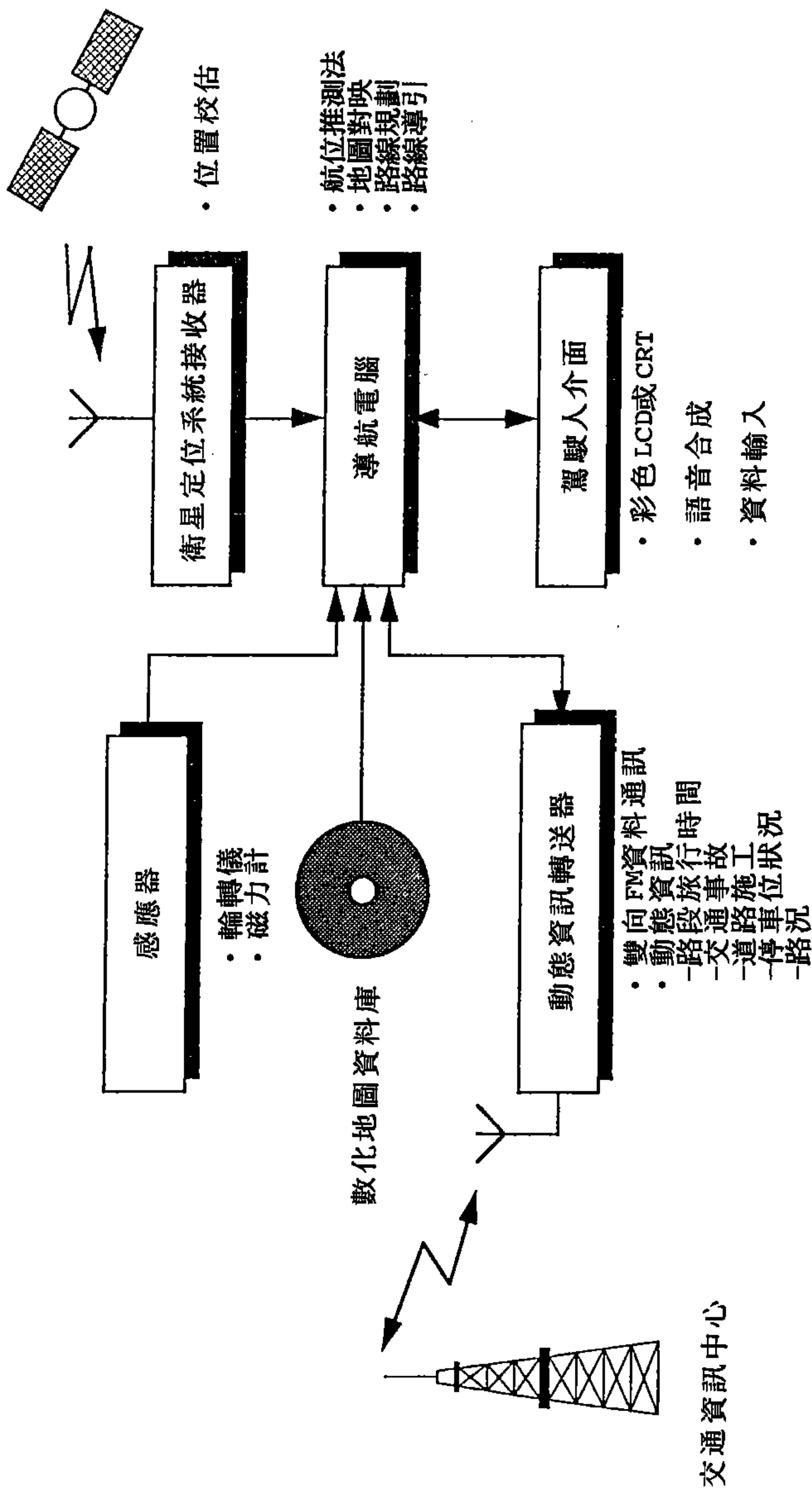


圖 2-13 車上導航系統

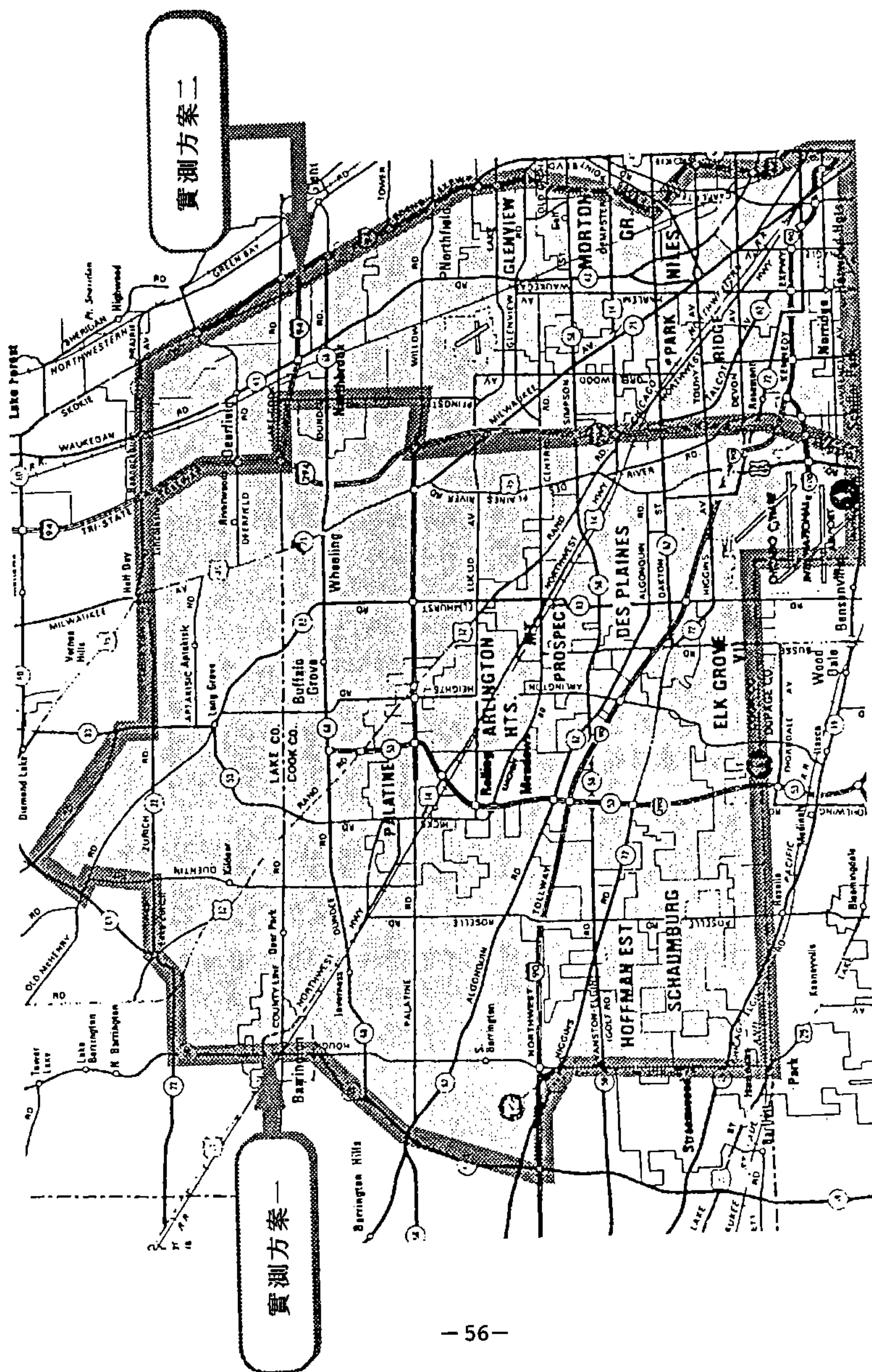


圖 2-14 伊州預定實測區域圖

要數千輛車之理由，一是因只有大量車輛才足以監視路網中之旅行時間；二是因只有數千輛車才足夠觀察、分析與評估駕駛人之行為。而駕駛人對Advance系統之反應將決定此系統對未來交通擁擠管理之貢獻大小。

除了裝置設備於私人通勤車輛外，約20%應配置於快遞服務車及計程車上，因為這些車輛比私人通勤車輛每天行駛更長之時間及更遠之里程，他們對路網之監視遠比私人車輛更有效率。

至於道路事故之偵測，主要方法係利用已設於路面上之感應迴圈。目前在方案一區域中有10個系統而在方案二區域中有3個系統；此種系統在方案一中控制著48個路口，而在方案二中控制著67個路口，亦即每方案區域中大約有12%的號誌路口納入其控制下。伊州運輸部(IDOT)亦同時擴充交通感應號誌，這些號誌和資訊中心係以電話線相連結，以便能持續監視及偵測異常之等候車隊或高度佔有率等情況，此類情況表示可能已有事故發生。另外，亦將自動電視攝影機裝於方案一之48個路口及方案二之67個路口上，以便能更清楚地看到事故之發生狀況，整個計畫之實測分期時間表如圖2-15所示。

6. 實施時之課題與預算估計 (Implementation Issues and Estimated Costs)

此項實測計畫目前係美國類似性質之最大計畫，同時也是全世界迄今使用最多測試車輛之計畫。實測所須之技術現正由Motorola公司發展中，而實測工作之執行將需Motorola、Illinois州實測地區之地方政府及其他私人參與部門之通盤合作，其中包

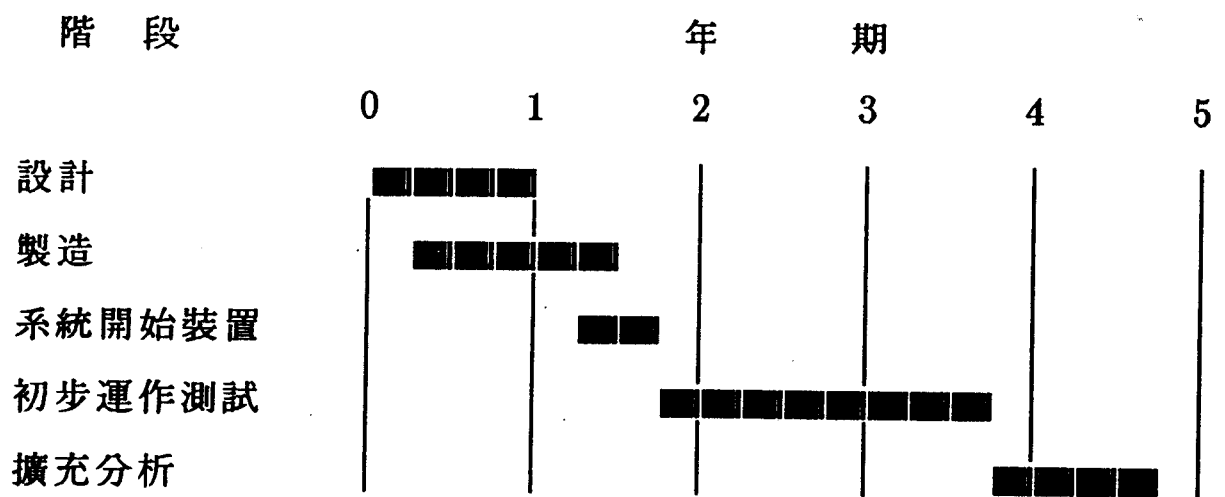


圖 2-15 伊州系統預定實測分期表

括提供設備者、提供服務者以及提供車輛參與實測工作者等。

測試方案一及測試方案二之預算估計約為三千五百萬至四千二百萬美金；期間涵蓋五年，包括一年開始期、三年測試與評估所設計之系統、一年測試與評估修正後之系統 (Modified System)。而年維修成本則定為投資成本之 10%。測試方案一及二之所需成本可分成四大類：(1) 計畫管理，約 5 %；(2) 車上硬體，約 50 %；(3) 其他硬體與軟體之發展，約 36 %；及 (4) 研究計畫，約 10 %。

2-4-1-4 示範測試之公車系統

由於大眾運輸系統中之大眾捷運系統 (Mass Rapid Transit System) 通常擁有專用之運輸路權而自成一封閉式系統，故應用自動控制與資訊技術於其運輸作業的歷史時間與程度上，均較公車系統為久。而本研究旨在探討公路自動化課題，故本節中僅對美國 1970 與

1980年代應用於公路上之公車系統自動化與行車導引系統加以介紹。

爲能提高公車突發事故之處理與班車調度之效率，並增進營運績效起見，許多先進國家均已大力推動自動化科技在公車系統上之應用，並已有相當可觀之成果。美國自1965年起即在UMTA之支助下，開發並應用通訊與資訊科技於公車系統之運輸作業，此種系統在1970年代成長十分快速，至1986年止在美國已有超過60個系統；而營運中之城市自150,000人之小城市至7,300,000人之大都會均有，其系統規模有少於99部公車之小系統至超過1,000部公車之大系統；最重要的是，上述系統均在美國政府之鼓勵與支持下，經UMTA Section 3, 5, or 9 之贈款支助而產生。

一般公車運輸之通訊與資訊系統可包括下列三項單元(如圖2-16)：

1.行動無線電單元(Mobile Radio Units)

此單元設備常安裝於每部公車、維修車輛(Maintenance Vehicles)、與管理人員車輛內。此單元之一般內容如圖2-17所示，包括天線、無線電接收器、無線電發射器、麥克風，與控制部份等基本元件。其中控制部份之功能可輔助顯示各種資訊、警示、或從事自動監控(Automatic Vehicle Monitoring)。

2.控制中心(Control Center)

控制中心爲車輛調度人員與公車駕駛之間，及維修調度人員與維修車輛之間的中介，使得各種資訊得以蒐集與傳送。大型系統之控制中心中均設有電腦以計算排班、配合地圖顯示公車位置、與傳送新班次等資訊。此外，整個運輸作業之過程可供未來由錄音機等設備按日期—時間分類加以記錄，此記錄可作運輸作業

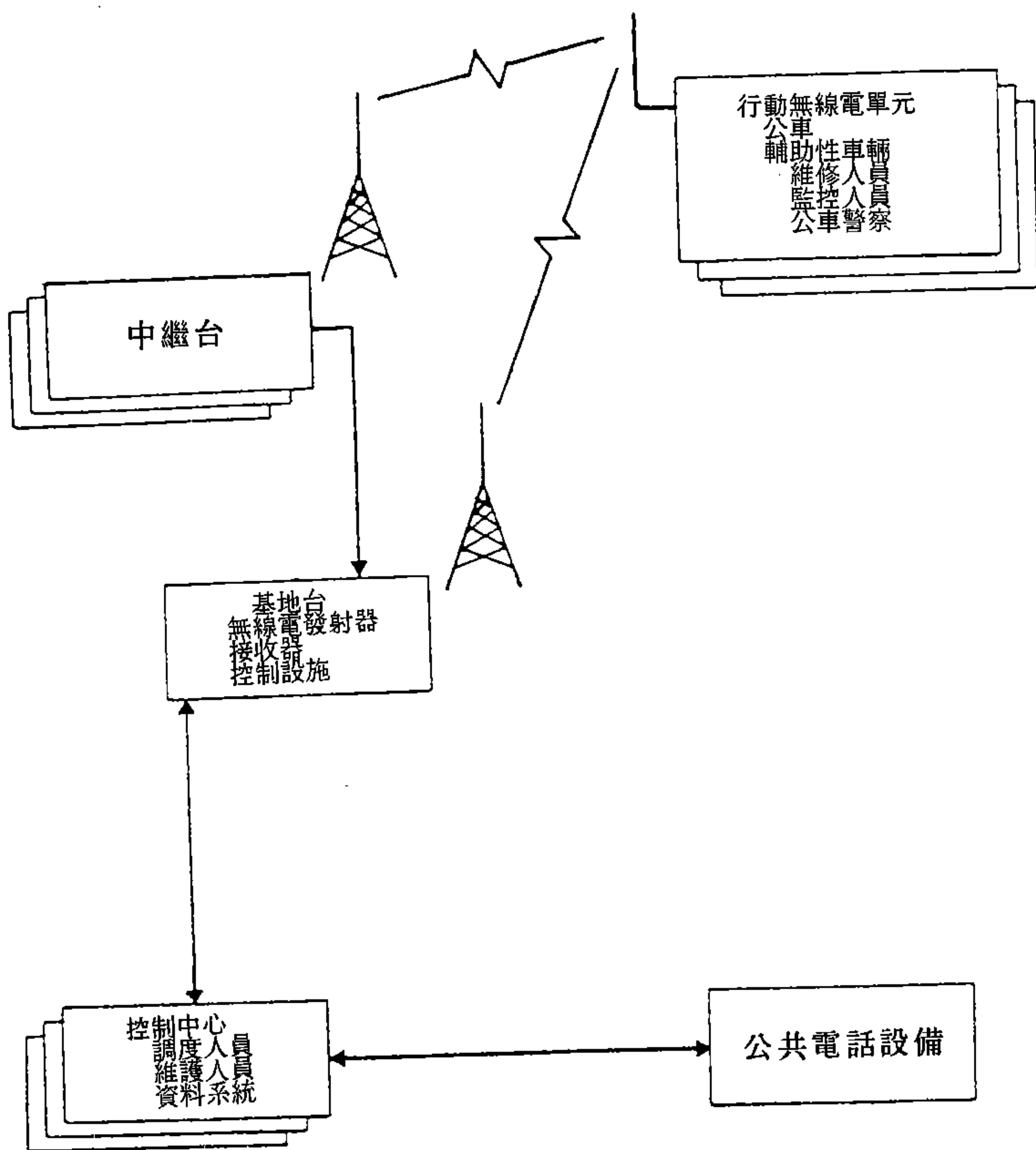


圖 2-16 公車運輸雙向通訊系統架構圖

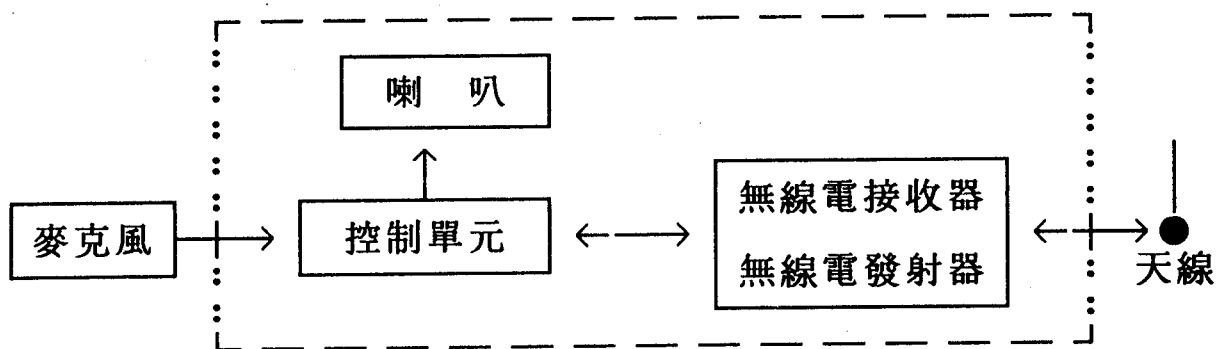


圖 2-17 行動無線電系統架構圖

過程之分析與檢討，如公車發生車禍之緊急處理；大型系統之控制中心常不止一個，如車輛調度與維修調度可分別設置控制中心。

3. 無線電台 (Base and Relay Stations)

無線電台設備包括電力擴大機 (Power Amplifiers)、無線電發射器 (Transmitters)、接收器 (Receivers)、與控制設施等。通常基地台 (Base Station) 均設於控制中心處，但亦可分開設立而以無線電或電話線加以連接。基地台之主要功能在於發射訊號，而中繼台 (Relay Station) 之功能則在於傳送基地台之訊號給接收範圍內之行動單元同時將來自行動單元較弱之訊號放大後再傳送予基地台。

上述單元間之通訊可藉不同頻率之無線電予以達成，有少數公車系統採用 30-50 MHz 之無線電通訊；較老的系統則多用 150-170 MHz 之無線電通訊；而多數新的系統係採用 450-470 MHz 或 470-512 MHz 之 UHF 無線電通訊；最近某些廠商則有發展 806-821 及 851-866 MHz

之800MHz頻帶無線電通訊之趨勢。一般言之，UHF 比800 MHz 較不擁擠且較不易受障礙物（如建築物）之影響，但因800 MHz 之設備功能有所改善，故對UHF之偏好已有下降之趨勢。

上述基本通訊單元亦須配合許多車上與控制中心之相關設備，形成公車監控系統(Automatic Vehicle Monitoring; AVM) 以提昇營運調度之績效。如公車之安全警告系統係傳送引擎過熱等車輛狀況資料，另車輛、駕駛人及路線辨識資料，及自動車輛定位(Automatic Vehicle Location, AVL) 資料，則係以供調度員比較公車之預定與現行位置，而自動乘客計數裝置或電子收費系統則可傳送公車乘載狀況之資料，控制中心之報告與分析系統則將所收到之資料產生所需之資訊；上述設備中係以AVL 系統較為昂貴，AVL 之技術方式可採LORAN-C 之無線電定位或GPS 之衛星定位，其中又以前者較為經濟。

2-4-2 歐洲之系統發展

歐洲進行之路上示範實測系統與專案甚多，參與之單位包括政府、產業、與學術界三部門。其中較重要的系統有：

- 1.荷蘭Philips 公司發展之CARIN 系統，
- 2.荷蘭之電子道路定價計畫Rekening Rijden 專案，
- 3.荷蘭試行類似德國ALI-SCOUT 系統之Wegwijs 專案，
- 4.法國利用RDS 技術之INF-FLUX專案，
- 5.法國採行類似德國ALI-SCOUT 系統之ULIISSE 專案，
- 6.法國發展之ATLAS 系統，
- 7.瑞典發展之CAROSI系統，
- 8.英國之AUTOGUIDE 系統，

9.英國已商業化之Traffic Master系統，

10.德國發展之ALI-SCOUT 系統，

11.德國發展之SOCRATES系統等，

因相關文獻限制，本節僅將介紹英國之AUTOGUIDE系統與德國之ALI-SCOUT 系統。

2-4-2-1 英國AUTOGUIDE 系統

1.發展目的

由於英國運輸及道路研究實驗室（TRRL）於1975年之初步研究顯示：利用新進科技所發展之行車路線導引系統，將對道路交通之管理與控制甚有助益；故由12家英國公司共同參與開發AUTOGUIDE 系統，並在倫敦地區進行測試。此系統之發展重點係在目前的交通狀況下提供駕駛人最佳行駛路線之建議，期藉此達到減少用路人旅行時間、距離、交通事故與空氣污染等各種負面交通效果，並建立未來從事交通規劃所須之資料庫。

2.發展之組織

前述之12家英國公司包括：(1)Automobile Association(AA)；(2)Royal Automobile Club (RAC)；(3)GEC Traffic Automation, Ltd.；(4) Plessey Controls, Ltd.；(5)Austin Rover Group；(6) London Buses, Ltd.；(7)Heathrow Airport, Ltd.；(8) W.S.Atkinsand Partners；(9) Wooton Jeffreys and Partners；(10)SIA, Ltd.；(11)West Minster City Council；(12) Texas Instruments Ltd.。

3.系統架構

AUTOGUIDE 系統之架構如圖 2-18與圖 2-19所示，其基本組成單元包括：(1)車內單元 (In-Vehicle Unit)、(2)路邊單元 (Roadside Unit)、(3)中心電腦 (Central Computer)及 (4)路邊單元與交控中心間之電話通訊線 (Telephone Line)。茲將上述各單元之功能分述如下：

(1) 車內單元

包括微電腦、類似計算器的鍵盤、螢幕顯示器、收／發訊器等設備，而提供導引訊息的方式乃為圖形視覺顯示和電子合成語音。前述車內單元經細部設計後可能會有所改變，但仍須維持與路旁單元能從事雙向通訊之傳輸介面。據估計全部車內單元之花費約為 150英磅。

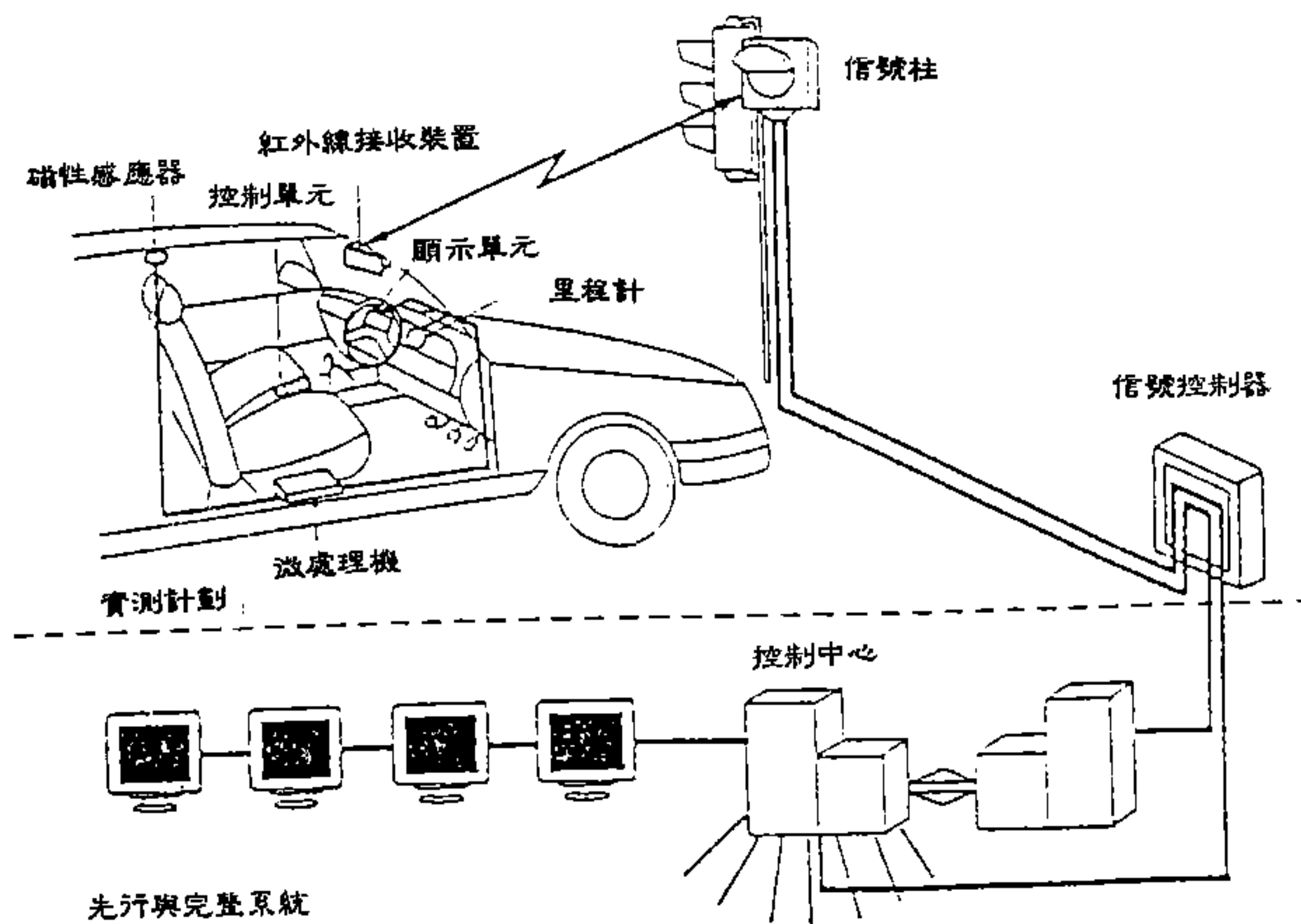


圖 2-18 AUTOGUIDE系統架構圖

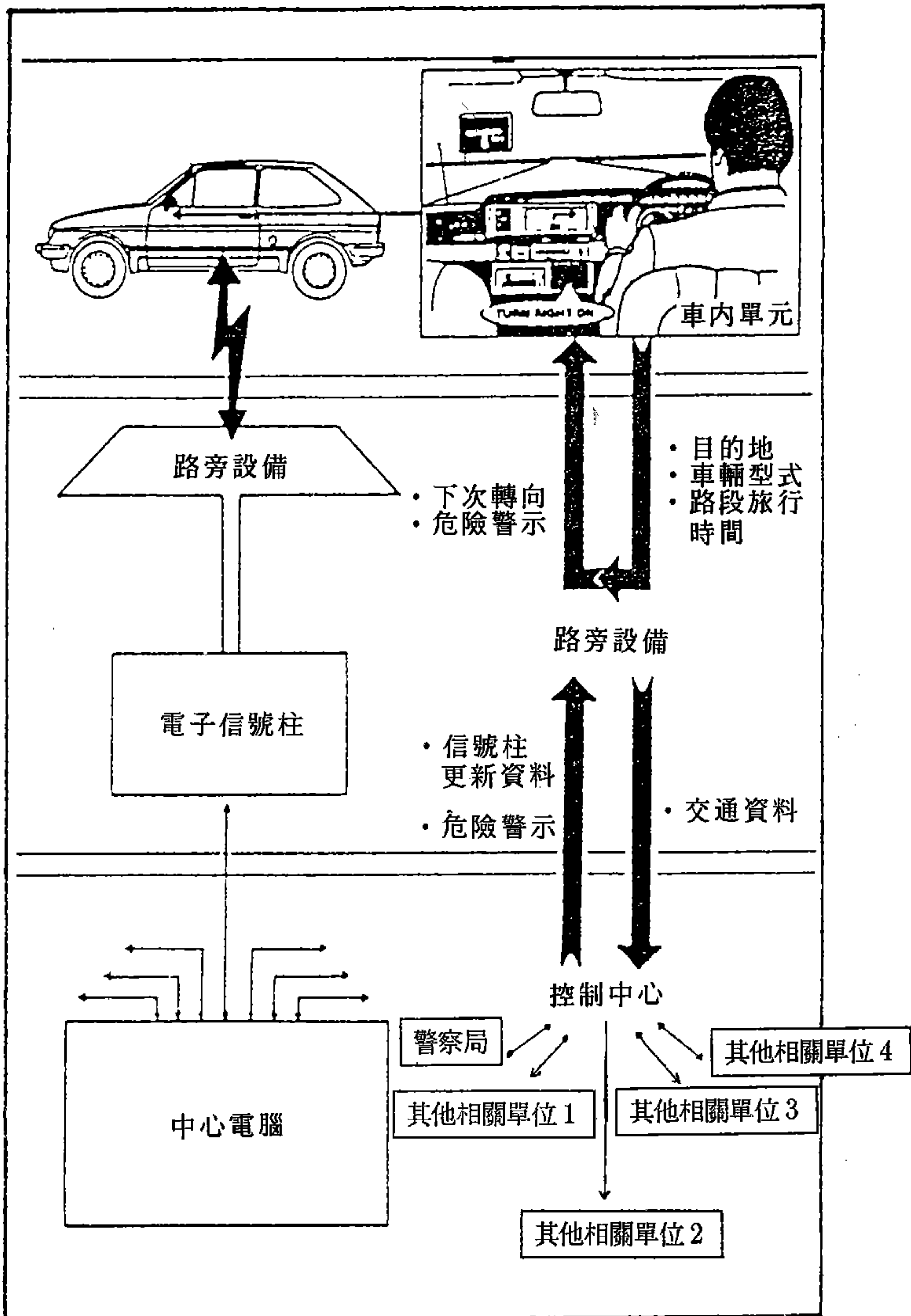


圖 2-19 AUTOGUIDE系統架構圖

(2) 路旁單元

包括收發訊機、微電腦、資料儲存單元與電子路標 (Electronic Signpost)。每組路旁單元儲存不只一套路標之資料以應付各種不同車型及分辨貨車路線。路邊單元，將所存之路標資訊與各個目的地相互配適（針對不同車型），以找出最佳之導引資訊，再傳回車內單元，但其亦可選取不同評估準則下所產生之最佳路線。

車內單元與路旁單元的通訊方式係藉 125 Kbps 紅外線收發裝置。而路旁單元經由電話線與中心電腦相連繫，而控制電腦則可連續更新設有路旁單元之路口的交通流量資料，以用於估算相鄰二路旁單元間的旅行時間，並產生方向導引資料。

(3) 交控中心

包括一部主控電腦及其周邊設備，並可連接另一部備用電腦。所有路邊單元均以電話線與中心電腦相連，因中心可以連續不斷地從路邊單元獲得最新交通資料。中心根據最短路徑法由目前之交通狀況資料產生最佳路線，再傳至路邊單元供駕駛人使用；這些資訊係以每隔15分鐘之固定時距更新，若中心電腦發生故障或變為離線，則路邊單元將以最後產生之資訊，繼續傳給駕駛人，直到中心電腦重新連線，產生新資訊為止。假如路邊單元發生故障，則駕駛人只有自行繼續前進，直到經過正常運作中之路旁單元。

4. 系統功能

AUTOGUIDE 系統之主要功能如下：

- (1) 路徑導引：由中心電腦根據即時狀況所提供的最佳路徑從事導引。
- (2) 安全性警告：如車速太快或太慢、油箱不足等。
- (3) 外在狀況告知：如天候狀況、塞車、車禍、施工等。
- (4) 地圖資料：將象徵之地圖傳入車內。
- (5) 提供二種服務系統：一種用於商業導引，車要傳給路邊設備ID碼，另一種為一般使用，不需ID碼。
- (6) 旅行時間資訊。

AUTOGUIDE 系統之交通資訊可間接地由車內單元來獲得，車內單元儲存上個路旁單元的參考號碼，並於上個路口啟動計時器，當車輛經過下個路旁單元時，該路旁單元將讀取上個路旁單元之代號，然後重新設定車內單元中的數值；再依相同的方式讀取計時器中的時間，之後再歸零，即可算出相鄰兩路口間的旅行時間；這些資料形成AUTOGUIDE 的基本交通資訊，各地區之交通資訊（來自各路旁單元）均每隔固定時間予以收集，並傳回中心電腦中。中心電腦則用以更新交通資料庫中的資訊，當旅行時間不在所設定之正常範圍內時，即認定有事故發生。交通資料庫通常用來預測未來一小段時間內的路線旅行時間，而中心電腦亦可分析及儲存歷史資料，以提供更新更有價值的資訊。

5.發展狀況

上述系統已在倫敦地區進行示範性測試，其目的有二：

- (1) 測試由不同計畫與單位共組之系統的運作狀況，並與西德紅外線通訊系統加以連接測試，以捨棄原有的感應線圈通訊方

AUTOGUIDE 系統的受益者，主要有系統使用者本身、其他駕駛人、警察人員、交通研究人員和整個國家。

(1) 對 AUTOGUIDE 的使用者而言

平均約可節省 6% 的旅行距離與 10% 的旅行時間，此數字意謂駕駛人不僅節省了花費在道路上的十分之一時間，同時也減少了車輛燃油、車體耗損以及其它的運轉成本。

(2) 對其他駕駛人而言

由於 AUTOGUIDE 系統使用者已被引導行駛於較不擁擠的地區或是繞過瓶頸路段，無形中可以減少其他車輛的車隊等候和延滯；雖然如此亦可能會增加原較低擁擠地區的交通流量而降低服務品質，但整體而言，仍是利大於弊。

(3) 其他利益

包括提供駕駛人道路施工、意外事故、天候報導（如濃霧）以及障礙警告等訊息，增加駕駛人的舒適與安全性。同時降低車輛空氣與噪音污染、能源耗用和道路擁擠等社會成本。此外 AUTOGUIDE 本身就是一個有效率的意外事故偵測系統，並可用以蒐集交通流量資料，對於交通警察和運輸研究人員，亦提供了極大的助益。

上述這些利益經 TRRL 予以量化後，估計每年約為一億至一億五千萬英鎊的總收益，且此項數字將遠大於其投資成本。

2-4-2-2 德國 ALI-SCOUT/LISB 系統

1. 發展背景

式。

(2) 收集商業服務導引系統所需的知識。

AUTOGUIDE 系統之進展如下：

- (1) 路旁設備：已有 300個信號柱裝設在倫敦及 M25外環道路。
- (2) 使用者設備：有1000輛車裝設此設備，其中 600輛為地方政府或運輸人員所使用。
- (3) 通訊技術：以 125 Kbps 的紅外線替代 10 Kbps之感應線圈通訊。

預計至1992年時將選設 800個信號柱於商業服務系統，且範圍將擴大至倫敦市2500平方公里之範圍。

6.系統成本

根據 TRRL 的估算，每套車上設備約須花費 150英磅，惟當系統推廣使用後將可望成為車輛標準配備的一部份，且大量生產後應可將成本降至 100英磅上下；如以37萬輛車子（大約倫敦市車輛總數的三分之一）來計算，約需要五千五百萬元英磅的投資成本；至於路邊的信號機組件和控制中心的設備，TRRL估計以倫敦M252道路為界的測試區域，共包括 750個路口，每個路口的設備費用為14,000英磅，亦即全部約需 1,000萬英磅的路邊硬體成本和500 至1,000 萬英磅的控制中心設備成本，總計約需7,000 至7,500 萬英磅的硬體設備投資成本。此外，AUTOGUIDE 系統的營運成本和維修成本估計每年約需200至300萬英磅左右。

7.系統效益

整個系統架構，可分為車內設備及車外系統設備等兩大部分，其中車內設備包括：

- (1) 行車方向顯示器
- (2) 距離資料儲存系統
- (3) 車輛位置偵測器，可分路外磁場與環路線圈等兩種及裝於輪胎上的感應器
- (4) 紅外線訊號收發器

而車外系統設備則包括：

- (1) 路口號誌控制器
- (2) 路口號誌燈
- (3) 連接電纜線
- (4) 紅外線訊號收發器
- (5) 電話通訊機
- (6) 中心電腦設備

藉由這些設備，可報告駕駛人之O-D資料；此資訊經由車上紅外線傳送至路邊設備，再根據路邊設備中電腦記憶體的指示，對於某一特定的目的地，自動推薦一對應的方向指示，而此指示仍舊由相同的路邊設備以 125 Kbps 之資訊量傳回，且其亦可偵測出其他經過車輛的速度和車種。

在路邊設備裡，交叉路口的資訊每五分鐘會經由電話通訊線經壓縮後傳至控制中心，各路口的特定資料均存於電腦中，然後將建議路線轉換成適宜之方向指引。如果需要其他的資料如建議

速度或交通壅塞、霧、雨、冰雹等資料，則所推薦的方向指示會連同所要求的資訊一起由控制中心傳回到相關的路邊設備，再由路邊設備把所需資料以紅外線傳送給車輛。圖 2-20顯示此系統車與設備間的交互關係。

4.系統功能：

此系統所傳輸的資料包括靜態的路網資料與動態的交通資訊，茲將系統所提供的功能歸納如下：

(1) 路線導引

先由鍵盤輸入目的地位置，由中心電腦根據即時的交通狀況計算出最短路徑，再傳至車上予以顯示。

(2) 緊急危險呼救

如駕駛人中途發生意外車禍、拋錨、疾病或遭天災、道路被落石、落樹所阻絕，可以以緊急危險呼救方式迅速得到救援。

(3) 外在告知

可告知前面路段有無積雪或告知將下雨、濃霧、下冰雹等天候預報資料及塞車、車禍等。

(4) 安全性警告

可發出速度太快或太慢之警告，或油箱、水箱存量不足等訊息，以防止發生車禍。爲了避免駕駛員因操作此套系統而分心，反易造成危險，因此目前此套系統係以語音及易於識別之圖形輸出給使用者，至於輸入則仍採鍵盤輸入方式，但卻加上人工智慧的判斷，以減少使用者之操作時間。

(5) 地圖資料

可由信號柱將象徵性的地圖資料傳給用路人（如圖 2-21）。

P : 具磁場感應器 (MS) 及
車輪轉動計 (WP) 之定位裝置

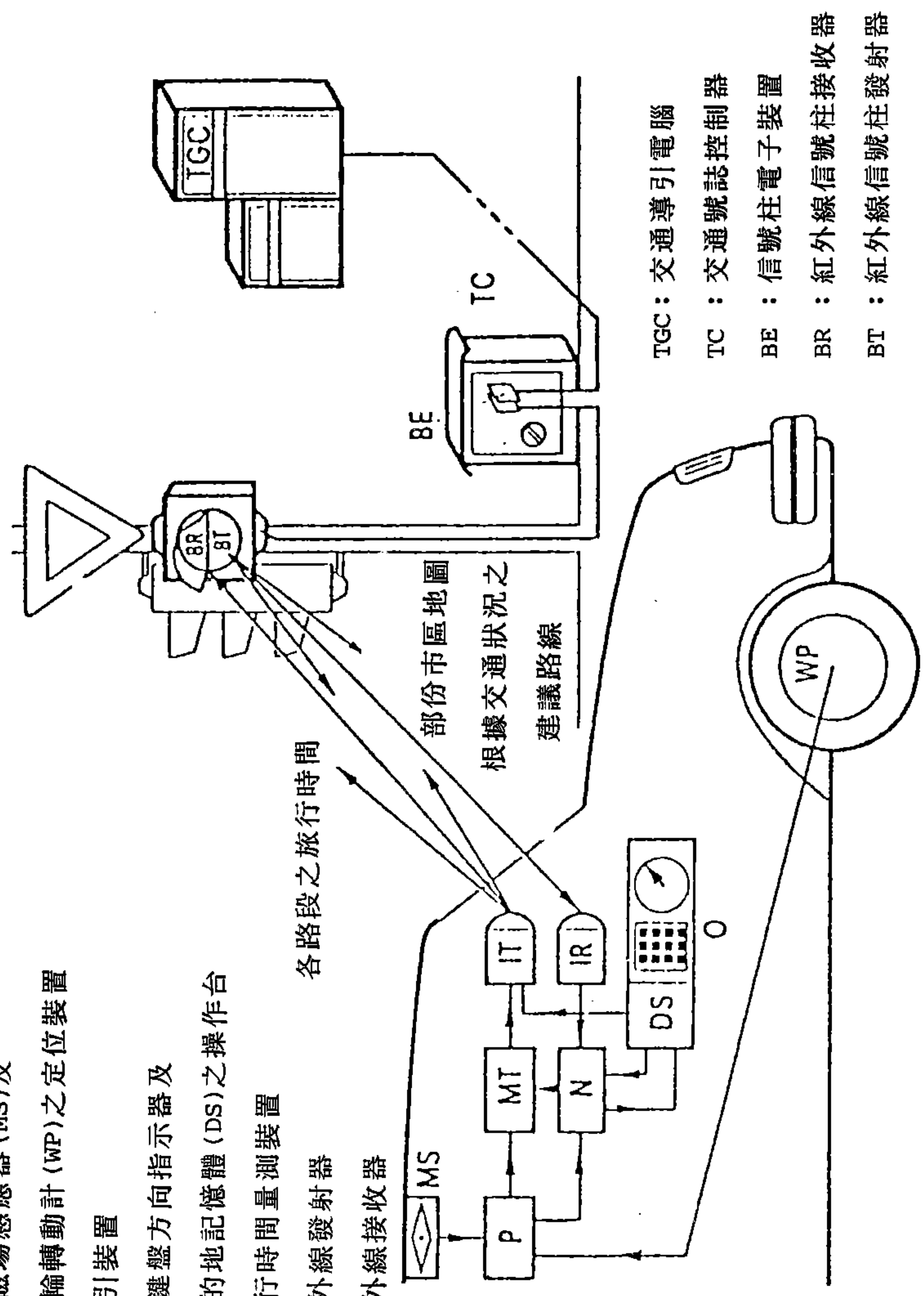
N : 導引裝置

O : 具鍵盤方向指示器及
目的地記憶體 (DS) 之操作台

MT : 旅行時間量測裝置

IT : 紅外線發射器

IR : 紅外線接收器



TGC : 交通導引電腦

TC : 交通號誌控制器

BE : 信號柱電子裝置

BR : 紅外線信號柱接收器

BT : 紅外線信號柱發射器

圖 2-20 ALI-SCOUT系統車輛與路邊設備之交互關係

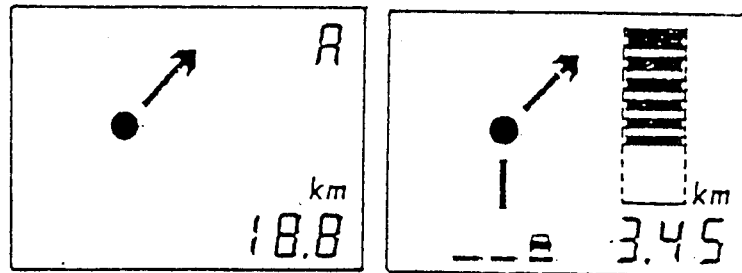


圖 2-21 車上設備之顯示型態

(6) 提供二種操作模式

一種可不需靠外界信號柱提供資訊，但其顯示之訊息較為有限（如圖 2-21 左邊），另一種模式則是與信號柱雙向溝通，故提供的訊息較多，（如圖 2-21 右邊）。

(7) 動態式偵測器

每一輛車之本身設備亦可收集交通狀況資料，如旅行時間、等待時間等。

5. 發展狀況

(1) 路旁設備

在柏林市，已有將近 250 個信號柱及 1300 個交通號誌納入連鎖，且非常成功的將此系統整合在路旁交通號誌燈的硬體設施中，並有 10 條高速公路已裝有紅外線號誌。

(2) 中心設備

現有系統的中心導引電腦及其軟體，已進步到在三分鐘內處理一百萬個路徑最佳化的路線決策。

(3) 通訊設備

由紅外線所傳遞之錯誤而無法解析的資料，現已降至每天少於 2 % 的範圍。

(4) 實測使用設備

從 3000 多輛一般車輛中選取 700 輛裝置車上設備單元進行測試。

6. 經費及效益評估

(1) 經費

約集資二千一百萬馬克的經費，其中 50% 提供給工業界，25% 提供做研究及技術開發，剩下之 25% 給柏林市做實地測試。

(2) 評估作法

最初三個月在無路徑導引系統狀況下收集交通資料再與提供最佳化路徑之導引狀況下所收集之交通資料，兩者從事事前與事後的比較分析，以評估其績效；所評估項目計有：

- A. 駕駛人之接受程度：以車內設備來收集使用狀況，並以問卷來收集駕駛人的意願。
- B. 肇事率：以減少之肇事率來評斷安全性。
- C. 成本效益：以有導引與無導引間之旅行時間比較來從事判斷。

7. 未來展望

(1) 在功能方面

- A. 希望能對動態停車管理系統提供支援。
- B. 希望能發展出智慧性操作模式，足以分析與交通狀況有關之控制作業，使使用者便於輸入，且避免分散其注意力。

(2) 在系統方面

A. 應投入更多研究心力，以分析不同策略對交通號誌控制之效果，並對各種效果以相對程序加以評估，如事前與事後分析法。

B. 應以更先進的科技來改善紅外線傳輸，使達其最佳性能。

(3) 政策考量方面

A. 對於不同且對立之政策須取得平衡點，如政策上欲發展公共運輸，故私人小汽車與大眾運輸間應如何達到平衡發展。

B. 應推廣至每個城市，使使用者不必侷限在某一城市方能使用。

C. 應採行使用者付費之原則。

2-4-3 日本系統之發展

日本近年來致力於將高科技知識應用於交通控制系統研究中；1973年至1980年首先由CACS計畫發展出路旁設施與車內設備之雙向通訊系統，即由駕駛人輸入目的地代碼，當車輛行經路旁設施時，由路旁設施選擇最佳路徑再傳回車輛，車內顯示器即以箭號指示直行、向左或右轉。此套導引系統之功能相當完備，但由於資料處理皆經由路旁設施與中央電腦來完成，同時亦需藉大量車內裝置來收集路況資訊，使得此系統在研究之初，即需籌措巨額資金來裝置這些設備，因而成為此系統發展的最大阻力。

其後又有本田公司之GYRO-CATOR, Mitsubishi, Nissan, Sumitomo Electric等企業嘗試以GPS或其它方法來發展車輛定位與顯示系統。其實，在汽車儀表板之導航繪圖系統方面，日本並非為先驅者，但至目前為止，卻已發展成這門技術上最有成就，同時也最為成功的

改革者與商業開發者。如今這些技術仍在發展階段，距實際應用仍有一段距離，因此日本政府乃有計劃地推動RACS、AMTICS與VICS等後續計畫，以下分別予以說明。

2-4-3-1 CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control System)系統

1.發展背景

由於小汽車交通量之快速成長，帶來一連串的問題，如：交通事故、交通壅塞、環境污染等。為解決這些問題，必須發展具改革性之控制系統，以提高交通網路之效率。基於此項原因，日本通產省(Ministry of International Trade and Industry)決定應用現代電子技術發展成一綜合性汽車控制系統來改進交通狀況。此系統可藉由汽車與路旁單元之雙向通訊收集交通控制所需之資訊，而後在交控中心處理資訊，再直接將駕駛人所需資訊傳送並顯示於車內；此系統即為CACS系統。

2.發展目的

- (1) 解決小汽車之交通壅塞問題。
- (2) 減少因交通擁擠所造成之廢氣污染。
- (3) 預防交通意外之發生。
- (4) 提昇人民生活素質。

3.發展組織

本計畫係由日本通產省(Ministry of International Trade and Industry, MITI)所贊助，通產省所屬之工業科技廳(Agency

of Industry Science and Technology)負責推動，並為日本政府所支助之研究與發展 (Research and Development) 計畫之一。

4.計畫目標

本計畫之重點在於研究與發展 "動態路線導引系統" (Dynamic Route Guidance System, D.R.G.S.)。其主要目標乃是在於驗證D.R.G.S.在交通管理上之功能與價值。期能發展出一個綜合性的系統，以控制車輛行駛及道路交通流量。此計畫採用兩種研究方式：(1)電腦模擬，(2)實際路網上之旅行時間調查；並對兩者結果加以比較。

5.系統架構

關於車內路線導引之系統設備 (In-Vehicle Route Guidance System)，簡單而言，係由三部份所構成 (如圖2-22)：

- (1) 中央控制電腦。
- (2) 路旁設備：包含處理單元 (Processing Unit)，通訊單元 (Communication Unit)與天線 (Antenna)。
- (3) 車內設備：顯示板 (Display Pannel)，目的地編碼器 (Destination Encoder) 及處理單元 (Processing Unit)、通訊單元 (Communication Unit) 及天線 (Antenna)。

6.系統功能

CACS的組成可區分為以下五個子系統：

- (1) 路線導引子系統 (Route Guidance Subsystem)

目的在於減少旅行時間與能源消耗，並在車內螢幕上顯示最佳路徑以導引車輛，同時達到使車流平穩的目的。在技術上，此系統之車輛與路旁設備間之通訊為雙向。

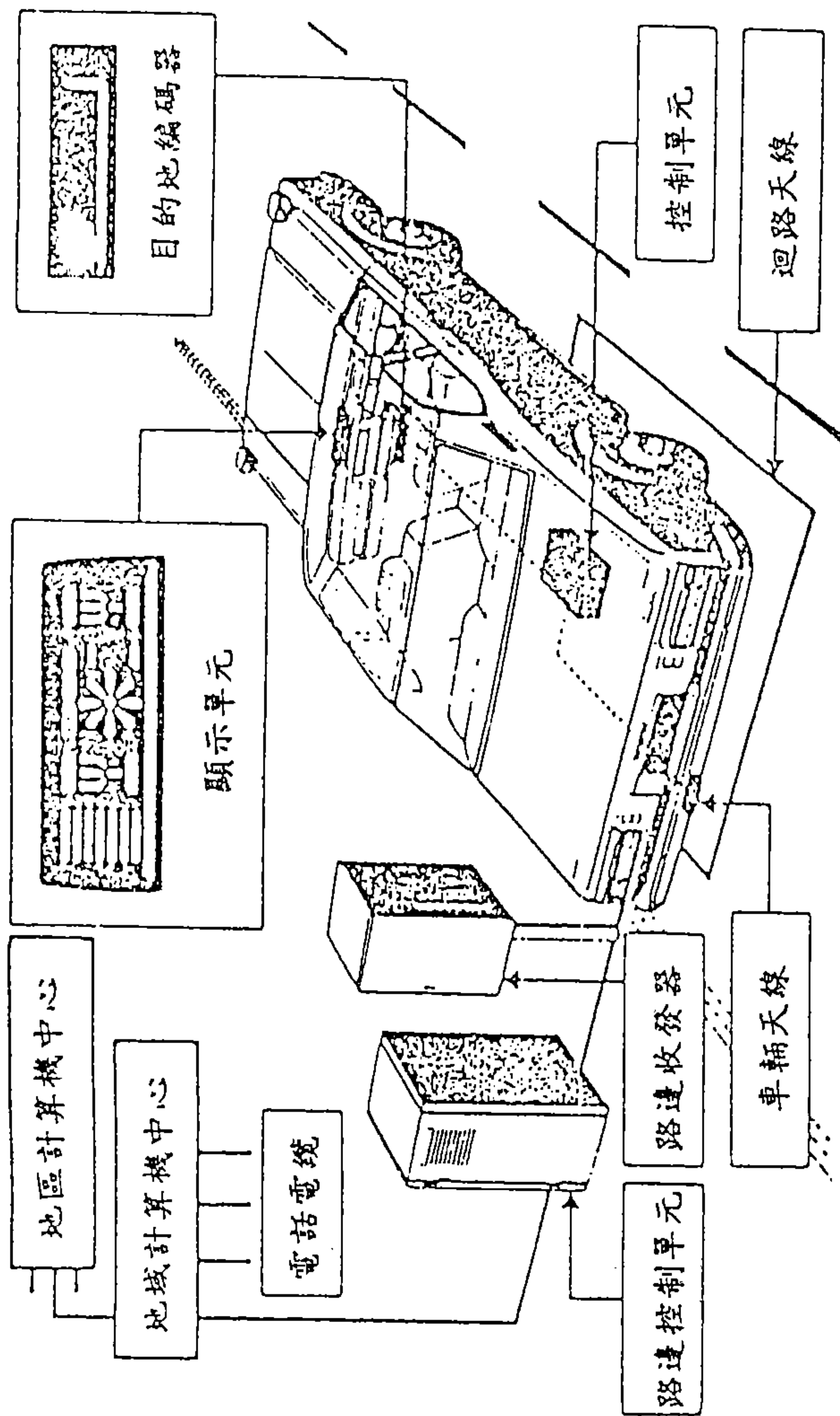


圖 2-22 CACS系統架構圖

(2) 駕駛資訊子系統 (Driving Information Subsystem)

交通限制與警告等資訊係透過車內顯示單元傳送給駕駛人，以提高駕駛安全性。

(3) 公共服務車輛優先通行子系統 (Public Service Vehicle Priority Subsystem)

對於道路上行進中之車輛，經由定點數位通訊系統 (Spot Digital Communication) 予以辨識，然後藉由交通號誌控制系統給予警車、救護車、公車等公共服務車輛優先通行。

(4) 交通事故資訊子系統 (Traffic Incident Information Subsystem)

藉由沿路裝置之廣播設施，使駕駛人由收音機接收緊急交通資訊。

(5) 路旁路徑顯示子系統 (Roadside Route Display Subsystem)

裝設在路旁之顯示板可顯示有關交通事故、交通擁擠狀況及建議路線等資訊給所有駕駛人，包括沒有裝置車內單元之車輛在內。

此子系統之操作方式為：駕駛人將目的地化成代碼輸入，當車輛通過路旁設備時，即將代碼經由車上設備傳至路旁設備，此時路旁設備立即回覆駕駛人通過交叉路口後所應行駛之方向，並顯現於車上資訊顯示系統。中央電腦每隔15分鐘再依照各路段之旅行時間，將不同起訖點間的最短旅行時間計算出來，其旅行時間係由同一車輛通過不同位置的路旁設備收集而來。

7. 經費預算

從 1973 至 1979 年，每年約七十三億日圓。

8. 系統發展狀況與遭遇課題

1973 年：CACS 計畫開始

1979 年：CACS 計畫結束

1979 年 9 月：JSK 成立，繼續 CACS 後續計畫。

9. 系統發展之經驗

對於前述二種研究方法所得之結果加以討論：

(1) 電腦模擬：

在討論 D.R.G.S. 的實際使用之前，必須先確定車輛在系統控制之下時的系統運作成效；不過由於無法立即在實際路網中加以驗證，故乃採用電腦模擬方式；在模擬最短路徑導引策略 (Shortest-time Path Guidance) 之後發現，此種導引方式在受導引車輛超過 50% 時，可能導致最佳路徑不穩定之現象，因此乃改採另一種路徑分配導引策略 (Route Distributing Guidance)。首先必須建立以下兩種模式：

(a) 靜態模式：在路網上建立 O-D 旅次矩陣與 1500 個結點之路網。

(b) 動態模擬 (SKYAT)：包含 100 個結點之路網與 20,000 部汽車。

至於分析之步驟如下：

(a) 研究旅次需求及主要道路之交通情形。

(b) 模擬此交通狀況與旅次需求，並將時間延滯與駕駛人偏好列入考慮。

(c) 使用 SKYAT研究各種導引方式之績效。

此方法在東京與其他數個主要城市實施，結果顯示約可減少5%的總旅行時間。

(2) 實際路網之研究 (1976 --1978)：

由於在實際路網中受系統控制之車輛所佔總車輛數的比率相當低，因此即使採用最短路徑法則也能具有相當的效果。CACS計畫之目的在於觀察 D.R.G.S. 的效果；此實驗著重於針對數組 O-D 旅次去，觀察受導引車輛與未受導引車輛間的旅行時間比較。此實驗之內容包括：(a) 實驗區域：位於東京西南方約30平方公里；(b) 配備完整之車輛：300輛；(c) 僅附有位置調整設備之車輛：1000輛；(d) 具有道路導引功能的交叉路口：103處；實驗結果顯示，經由最短時間路線導引方式，可節省約11%的旅行時間。

10.CACS之後續計畫

(1) 發展源起：

1979年後，CACS之研究成果被移交給數個交通管理單位，並由JSK(Association of Electronic Technology for Automobile Traffic and Driving)開始進行CACS之後續計畫。JSK 係由MITI協助成立於1979年 9月。

(2) 系統目標

此CACS後續計畫之目標為：(a) 增進社會大眾對此系統的瞭解與(b) 技術的發展與改進。JSK 主要工作之一為修改車輛與道路間之通訊規範，使其能順應現代化之科技趨勢。其結果包括：(a) 天線系統改進，(b)資料傳輸能量增加，(3)採用可變之資

料格式 (Variable Data Frame) 。JSK 為應用層面之考慮制定以下規則：由路旁裝置至車輛：提供絕對座標與道路之切線方向；由車輛至路旁裝置：提供旅行時間（由車上設備自動加以測出）。此一新通訊規範曾於1985年日本筑波世界博覽會中加以測試，並證實其可行性。

2-4-3-2 RACS (Road/Automobile Communication System) 系統

1. 發展背景

為增加道路交通之舒適性，必須對道路網路作更進一步之建設，然而這必須花費不少時間與成本，於是就短期而言，要達成這個目的就必須充分利用現有相關之車輛控制設備。而近年來電子通訊與資訊處理技術之進步，使得各種資訊與通訊媒體紛紛出籠。為考慮擴大未來道路所需之資訊與通訊服務，希望能發展一個系統而能提供多樣化的道路交通資訊，並應用先進科技以滿足新的資訊與通訊需求。基於以上原因，日本相關單位乃開始RACS系統之推動工作。

2. 發展目的

為滿足駕駛人對個別道路交通資訊逐漸增加之需求，乃應用先進之資訊收集與傳送資訊來提供即時而個別性的道路交通資訊，以增加駕駛人的心理安定，並使道路交通更為安全、更加平穩。

3. 發展組織

此系統係由日本建設省 (Ministry of Construcation) 與道

路工業發展組織(Highway Industry Development Organization)於1984年開始推動，參與發展者計有汽車製造商、電子儀器製造商、研究單位及相關領域人士。

4.系統目標

RACS系統之發展目標如下：

- (1) 透過信號柱與車內設備的雙向通訊，以完成資料之收集與提供。
- (2) 提供駕駛人路況與導引資訊，並可與路外人士通訊。
- (3) 道路管理單位得以監督道路狀況。
- (4) 將此系統分爲數個子系統分別發展，俾避免一次投入大量資金。

5.系統架構

RACS的系統架構如圖 2-23與圖 2-24所示，由信號柱、車內設備與控制中心所組成；其中個別通訊信號柱提供車輛與中心的雙向通訊；而資訊信號柱則以單向通訊方式提供即時之動態資訊給車輛，而車輛則利用位置信號柱所傳出的訊號來修正其在地圖中之位址。

6.系統功能

基本上RACS可提供下列三項功能，即：車輛導引，一般資訊提供，與個別駕駛間之資訊雙向溝通；而爲達成上述三項功能，RACS分爲下列數個子系統，分別從事發展：

- (1) 聲音與影像子系統：由一部 CRT、資料處理單元所組成。可顯示由其它子系統所傳來的資訊。

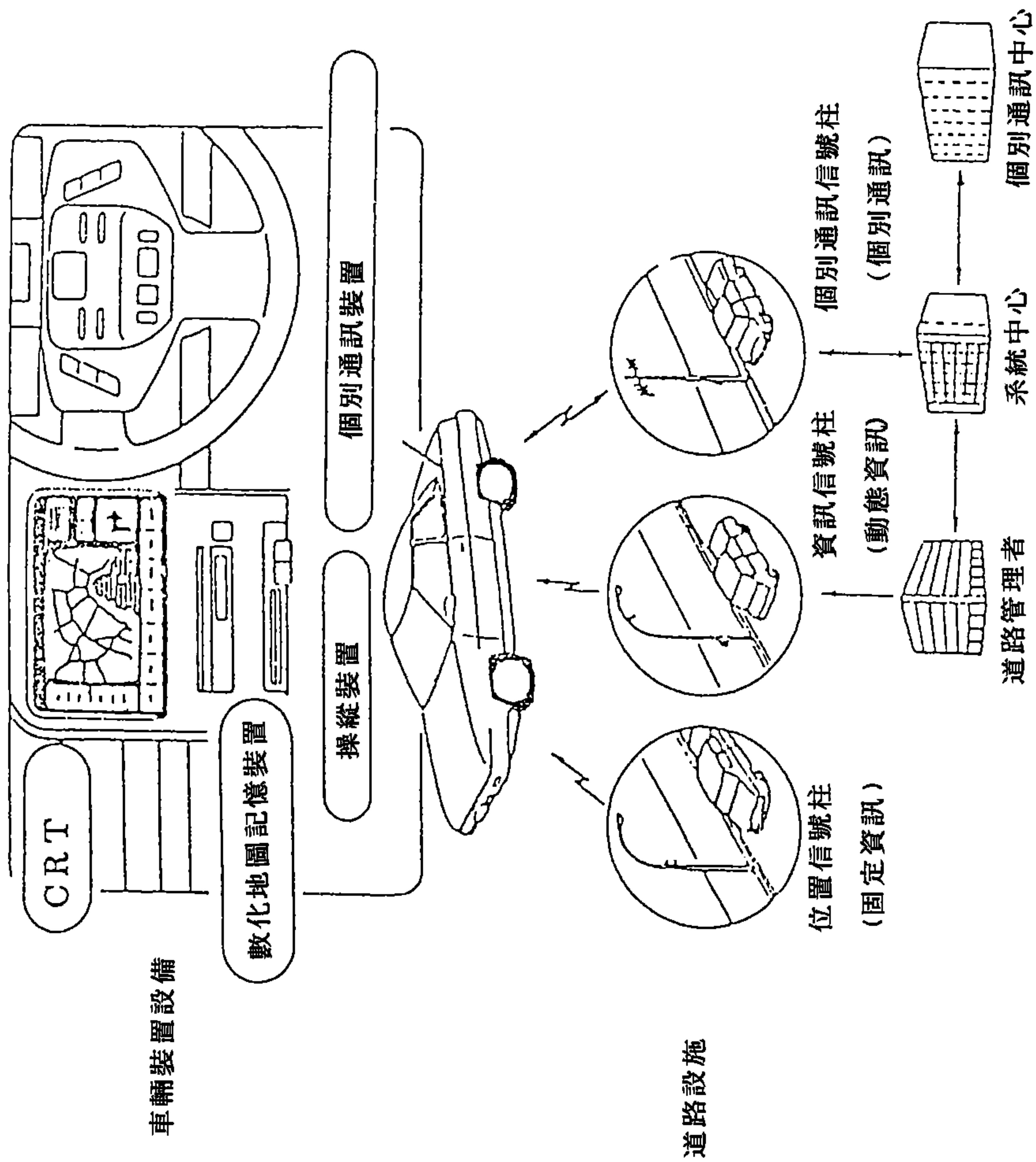


圖 2-23 RACS系統架構圖

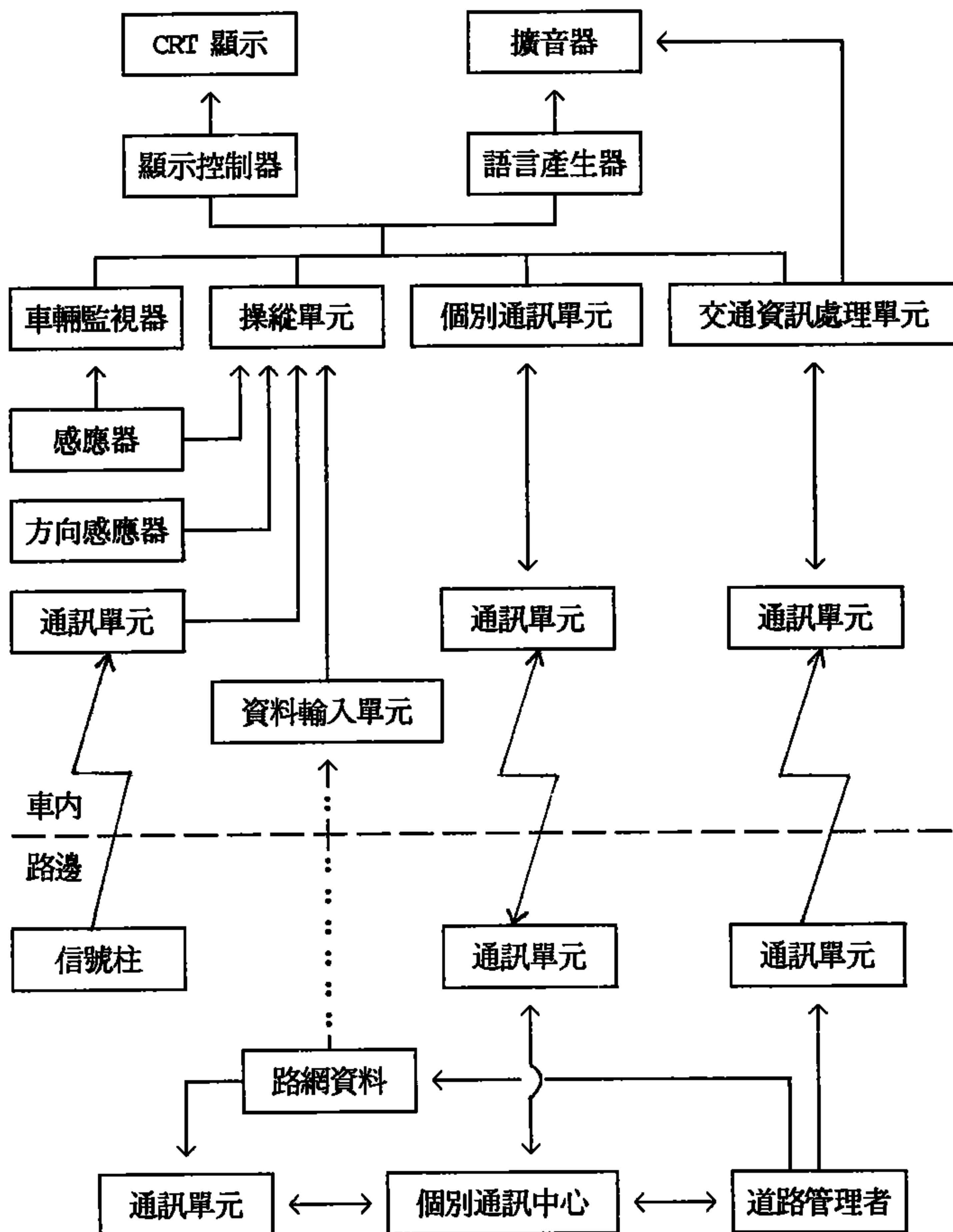


圖 2-24 RACS之系統組成示意

- (2) 汽車儀表板：由轉速計、溫度計及車內所有開關所組成；它雖與道路交通資料之處理無關，但卻為汽車不可或缺的部份。
- (3) 動態資訊子系統：由控制中心接收道路交通狀況資訊，並隨時以單向方式傳輸給車輛駕駛人；其路旁設備可為 Beacons (Sign Posts)或利用修正後的公路廣播系統，其資料性質係針對一般駕駛人。
- (4) 個人通訊系統：提供車輛與道路設備間之雙向數位通訊，與 CACS非常類似，當車輛送出其辨識碼給路旁指標時，可由控制中心立即定出該車輛之位置，而控制中心又能根據車輛在前一站通過路旁天線的時間算出其旅行時間。
- (5) 導引子系統：使用磁感應探測器、Dometers及信號柱顯示車輛位置，並可藉個人通訊子系統，提供旅行時間之即時資訊，再由車內電腦選擇最佳路徑。首先發展之導引子系統（包括 In-car Navigation Devices, Roadside Beacons），其基本概念如圖 2-25所示。

又其操作步驟如下所述：

- (1) 駕駛人將數位地圖插入車內裝置。
- (2) 輸入目的地。
- (3) 當車通過信號柱時定出車輛起始位址。
- (4) 顯示道路圖及車輛位址。
- (5) 行進中利用羅盤與輪轉計計算並顯示車輛之位址。
- (6) 車輛通過信號柱即時修正其位址。

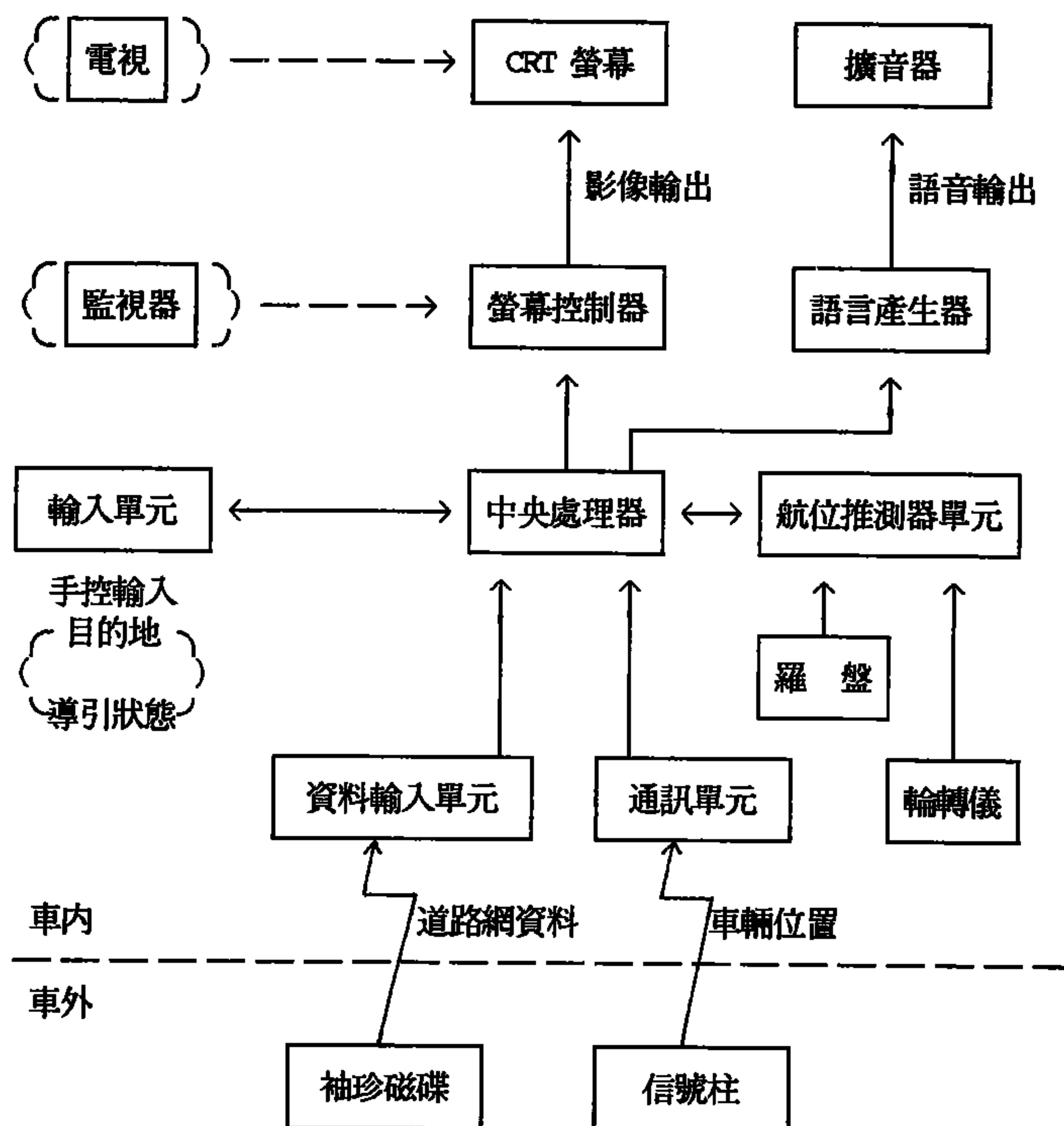


圖 2-25 導引系統之組成概念

(7) 在交叉路口提供左或右轉之指引。

(8) 顯示通往目的地之路徑。

7. 系統發展狀況

日本建設省與23家私人企業於1986年展開一項為期三年的研

究計畫，包含道路測試工作，估計所投入之金額將高達廿億日元。1987年 3月舉行第一次道路測試，實驗區域包括東京西南與橫濱北部約 350平方公里，共設置74支位置信號柱、數位地圖、九部裝有導引設備的汽車，此次試驗確定位置信號柱之功能。1988年 3月第二次道路測試，位置信號柱增設為91支，另增設 2支資訊信號柱，使用改進後之數位地圖，測試地圖對映法、路線選擇指引及動態路線導引之效益。1989年 7月第三次道路測試，係測試整個RACS，並提出書面報告。

2-4-3-3 AMTICS(Advanced Mobile Traffic Information & Communication System)系統

1.發展背景

由於日本都會地區的繁榮帶來交通壅塞之惡化，因此提供足夠的交通資訊給行駛中的小汽車及其它車輛乃逐漸成為重要的發展方向。有鑒於此，1987年元月，日本交通管理科技學會(Japan Traffic Technology Association)乃根據國家警察署(National Police Agency)的建議，在郵電省(Ministry of Posts and Telecommunication)與59家私人企業的合作下，組成一個研究團體，進行先進汽車交通資訊與通訊系統AMTICS的研究計畫。

2.發展目的

本系統發展目的乃藉由傳送正確之交通資訊給在複雜交通狀況下行駛之小汽車，使車流得以順暢並提高其安全性。

3.發展組織

此系統乃由日本交通管理科技學會 (Japan Traffic Technology Association) 根據國家警察署 (National Police Agency) 的建議，結合郵電省 (Ministry of Posts and Telecommunication) 及 59 家私人企業體共同合作推動。

4. 系統目標

係在定位系統中增加駕駛者最渴望的交通壅塞資訊，並將其顯示於車內的顯示器上。並由警局交通控制中心（目前設於全國 74 個城市中）提供交通壅塞與事故等類型之交通資訊，再利用郵電省所提供的長途通信終端機作為通信媒介，將資訊傳送至每一輛車，此系統也同時考慮應用於商業車輛的管理工作上。

5. 系統架構

AMTICS 系統之基本架構如圖 2-26 與圖 2-27 所示，其中各單元之功能如下：

(1) 警局交通控制中心：

透過設於道路上之車輛偵測器，蒐集交通流量與速度等資料，計算出等候車隊之長度與壅塞的等級，並對交通號誌從事線上控制，同時利用可變資訊標誌與路旁設備使系統維持在最佳狀態，再將所蒐集的交通壅塞資訊顯示於控制中心的地圖板上。

(2) AMTICS 交通資訊處理中心：

將警局交通控制中心所傳來的資料重新加以整理，並加上需要的資訊，顯示於道路圖上；同時亦將資料轉換成符合長途通信終端機 (Teleterminal) 的傳送格式，再傳送至長途通信終端機之共同操作中心 (Teleterminal Cooperation Center)。

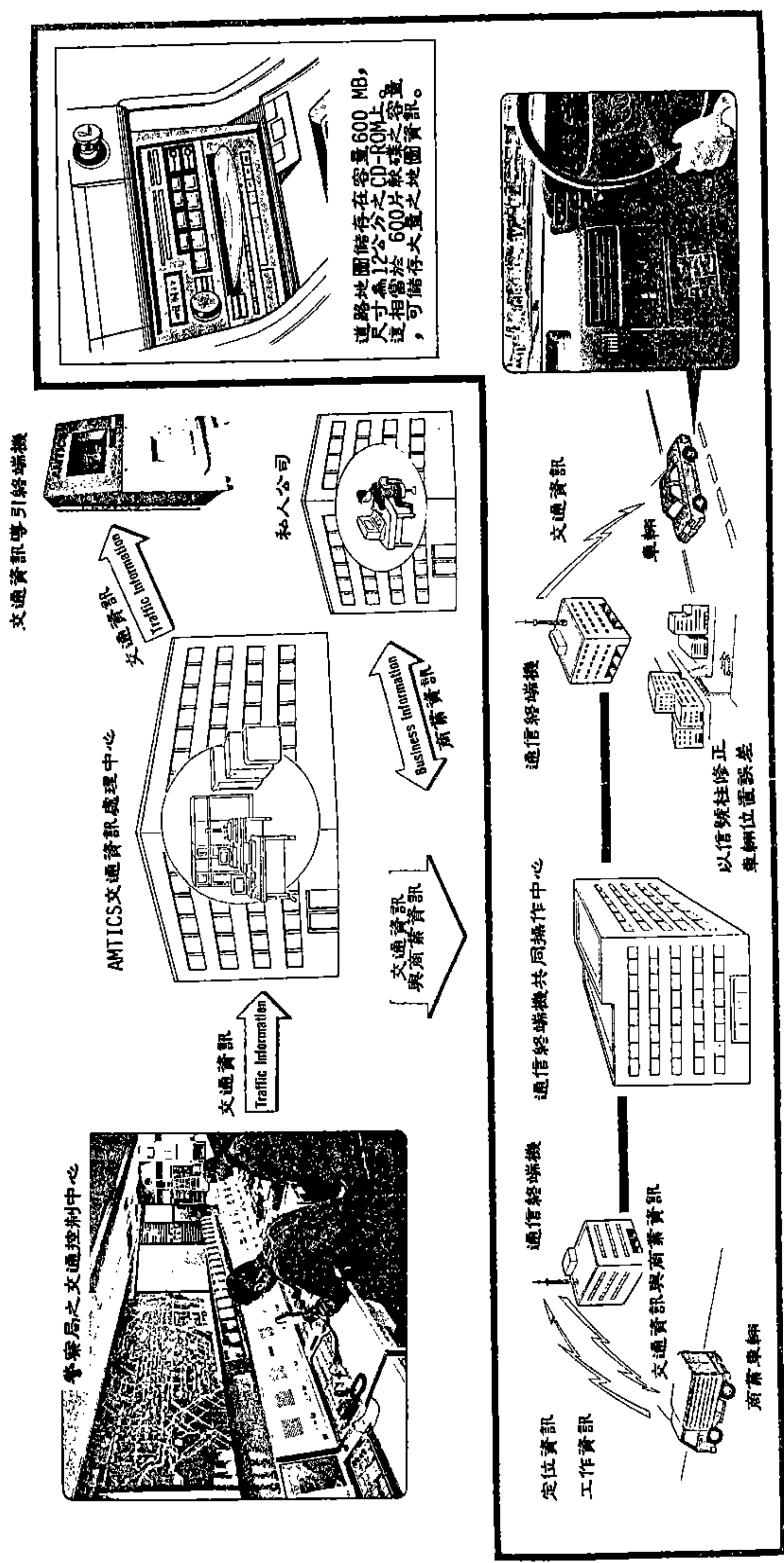


圖 2-27 AMTICS系統架構圖

(3) 長途通信終端機共同操作中心：

此系統係由郵電省之無線電系統研發中心所發展，為車輛與使用者間或車輛與車輛間的資料通訊系統。共同操作中心更進一步以通信線路與每一路外使用者相連接；而車輛則以無線電與每一長途通信終端機（服務範圍約在半徑3 km之內）相連繫。

(4) 車上設備：

圖2-28為車上裝置之設備構造圖，此定位系統使用地圖對映法 (Map Matching Method)。以距離偵測器與方向偵測器測量車輛位置，顯示在道路圖上，並利用信號柱所傳出的訊號來修正其位址，如圖2-29所示。

(5) 地圖儲存：

使用CD-ROM儲存道路圖及各類靜態資訊，其主要規格如下：

- (a) Capacity: 540 MB
- (b) Transfer Speed: 150 KB/sec
- (c) Access Method : 隨機存取

(6) 信號標柱 (Signpost)：

用以修正因距離偵測器與方向偵測器誤差所造成的車輛位址偏差。

(7) 交通資訊導引終端機：

透過電話線直接與處理中心相連接，並且接收整個東京都會區與鄰近地區的交通資訊，其資訊內容與車內單元所接受者相同；亦可設於加油站，旅館走道與超級市場內，如有需要，可以彩色印出終端機螢幕上之資訊。

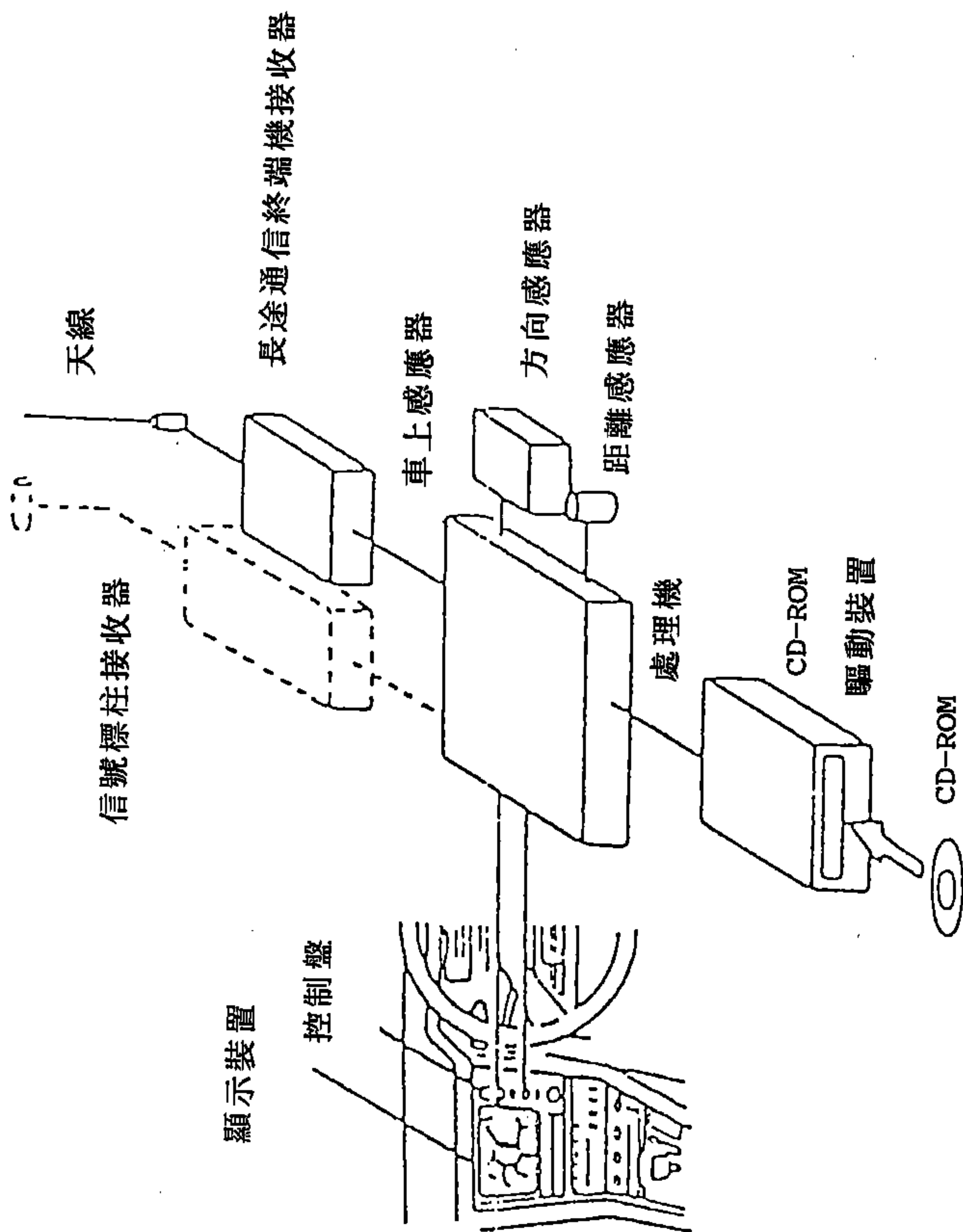


圖 2-28 AMTICS 車上裝置實例

地圖對映誤差

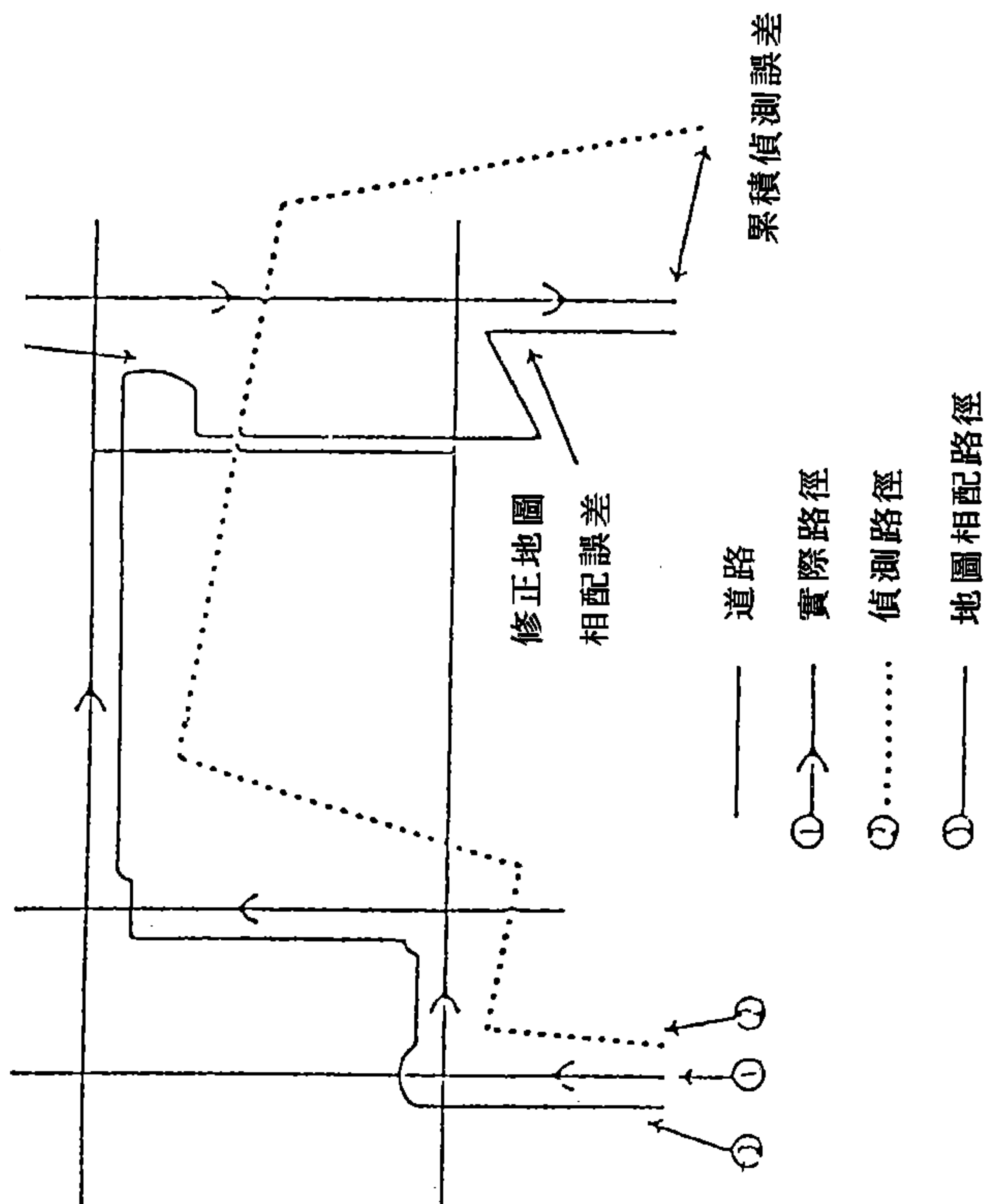


圖2-29 AMTICS地圖對映法

6.系統功能：

AMTICS之主要功能如下：

- (1) 車輛定位：顯示道路圖與車輛位址。
- (2) 交通資訊：提供交通壅塞、交通管制與天候等資訊。
- (3) 相關資訊：提供諸如停車場位置與使用情形、旅遊點位置與娛樂設施等資訊。
- (4) 商業通信應用：可同時具有車輛定位與商業資訊提供之功能。

若由資訊提供之方式來區分，基本上，AMTICS可分為靜態資訊與動態資訊，靜態資訊係儲存於車內的 CD-ROM 內，而動態資訊則由長途通信終端機與路旁廣播設備即時性提供。表 2-3 顯示

表 2-3 AMTICS提供的資訊內容

動態資料	<ul style="list-style-type: none">• 交通壅塞資料。• 現行交通規章資訊（施工、肇事事事件、山區結冰狀況等）；緊急資訊，如預防性警告。• 天候資訊。• 可用停車位資訊。• 其它（道路導引資訊等）。
靜態資料	<ul style="list-style-type: none">• 道路網資料。• 一般交通規則（單行道、禁止右轉等）。• 停車場位置。• 背景資料（鐵路、河流、海岸、行政界線等）。• 主要設施位置（學校、醫院等）。• 加油站與服務設施位置。• 旅遊資訊。• 住宅區地圖。• 其它。

AMTICS所提供之資訊類型及其內容。而其服務範圍與內容亦可再細分為本地區(Local Area)與大範圍地區(Wide Area)，前者為局部與稠密資訊，後者則為重要的一般資訊。

圖2-30顯示一個長途通信終端機的服務地區與資訊服務涵蓋範圍的關係。

7.發展狀況：

AMTICS的基本架構業已完成設計，並於1987年10月開始製造基礎組件；1988年4月曾於東京測試，由12家負責製造這些組件的公司共同參與，使用11輛小客車與1部巴士，於1988年6月結束。此係用於測試基本功能之規格，於此實驗期間所獲得之基本資料將用於發展後續計劃。

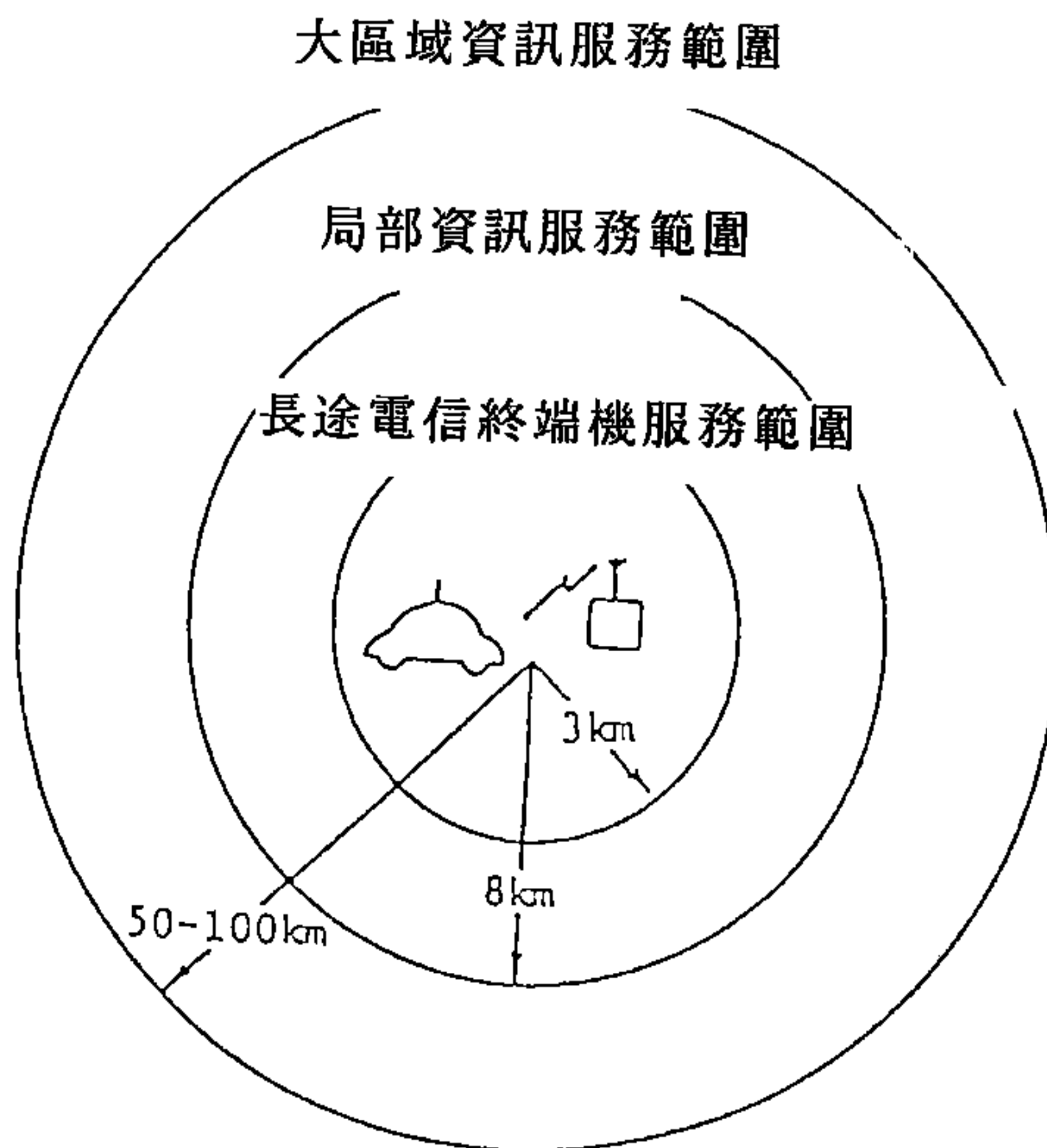


圖2-30 資訊服務範圍圖

本研究計劃在1989年年終時，長途通訊終端機的服務範圍已能涵蓋東京23個區；而下一個實驗地點計劃為大阪，預計將在大阪博覽會中展示該項實驗成果。AMTICS系統之初步評估結果顯示，不論是一般民衆或是使用此系統之駕駛人大都對此方向之發展表示興趣與期望，使用此系統之85.5%民衆認為此系統確實可減少其旅行時間。

2-4-3-4 未來發展趨勢—VICS

當RACS在東京地區完成最後階段的測試，而AMTICS亦正準備在大阪地區進行實地測試時，日本郵電省(MPT)正式要求此兩計劃予以合併。於是建設省與國家警察署兩單位乃在1990年3月召開會議，並決定於1990年底前找出適當的解決方法。

由於AMTICS的長途通訊終端機服務範圍有限且設置成本高，汽車業者乃建議國家警察署發展廣區域的通訊網路；而RACS也面臨個別通訊信號柱雙向通訊的限制，由於郵電省決定不准使用雙向微波信號柱，RACS將因此無法獲得系統之旅行時間；為解決這些問題，郵電省、警察署與建設省三方面將努力協調，未來日本導引系統勢必將合而為一，此一系統名稱將暫定為VICS (Vehicle Information Communication System)。

而經過一年的協調及規劃，有關VICS之討論會已於今年三月初在Tokyo與Osaka舉行，會中對於道路交通之管轄權責加以劃分，由建設省負責道路設施之安裝與維護，並負責一般性之交通控制與管理；而公路單位則在建設省之監督下，負責城市間與都市內收費道路之營運

及其交通控制。市區道路網之交通控制與管理則由警察署負責，至於郵電省則負責提供將交通資訊傳輸至車內系統之通訊服務的頻道分配與授權工作。

當 AMTICS 與 RACS 相繼完成後，日本下一個研發課題將是根據過去十年所發展之技術來設計一交談式之路線導引系統 (Interactive Route Guidance System)，此系統之設計觀念將和 ALI-SCOUT、AUTOGUIDE，甚至 CACS 等系統均不相同。此系統將由車上電腦來計算並決定導引路線，而不是由中心電腦。為取得諸如車輛旅行時間等線上 (On-line) 交通資料，雙向通訊乃是不可避免的，惟此類系統現仍處於觀念性階段，其可行性仍在探討中。

2-5 系統分類

正如前述各先進國在道路運輸資訊科技發展上之介紹，各國發展之目標其實十分相似；以行車路線導引系統為例，其運輸目標與系統關聯性如圖 2-31 所示。但由於各國系統發展之環境背景並非類似，各國系統發展中所使用之技術與方法乃各有不同，且發展之重點亦不盡相同，本節將針對前述系統之加以分類。

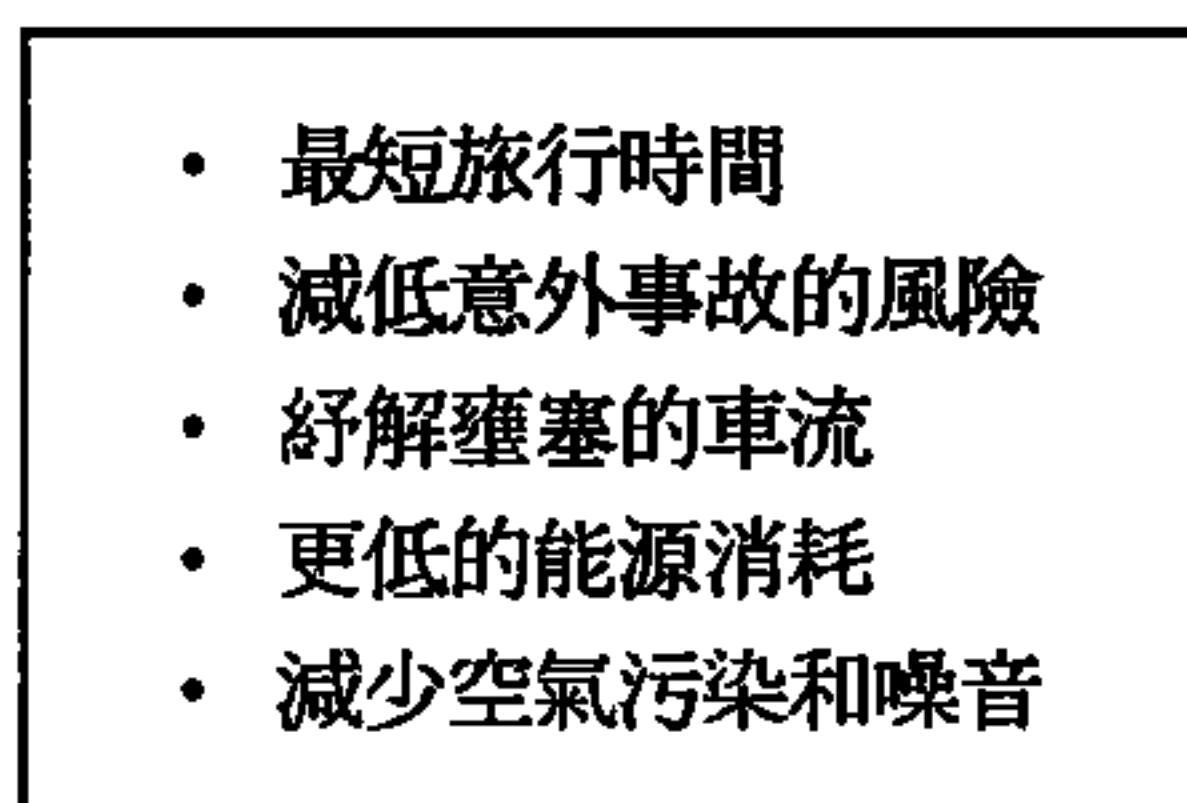
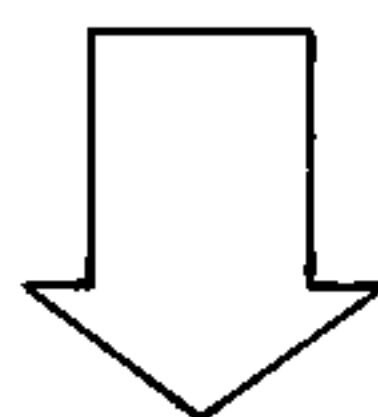
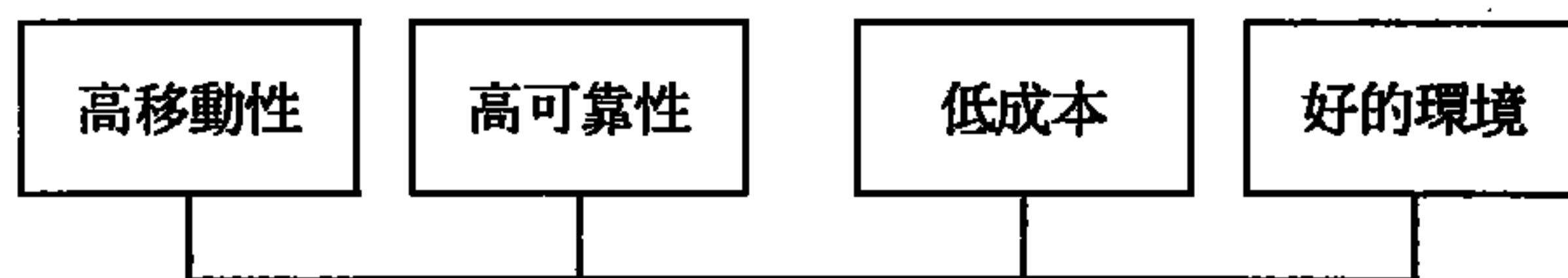
行車路線導引策略 (VRGS) 之意義旨在引導駕駛人選擇較佳之行車路線，藉以達成公路運輸效率與效果之提昇。如圖 2-31 即顯示行車路線導引系統 (VRGS) 所欲達成之運輸目標，並估計可能之效益。

1. 依自動化程度分類

(1) 車輛定位與方向導引 (Route Navigation)

提供車輛現在之位置，配合電子地圖指引行駛方向。例如美國行車資訊系統 (ADIS) 發展之第一階段即以此為目標，目前

(目標)



(效益)

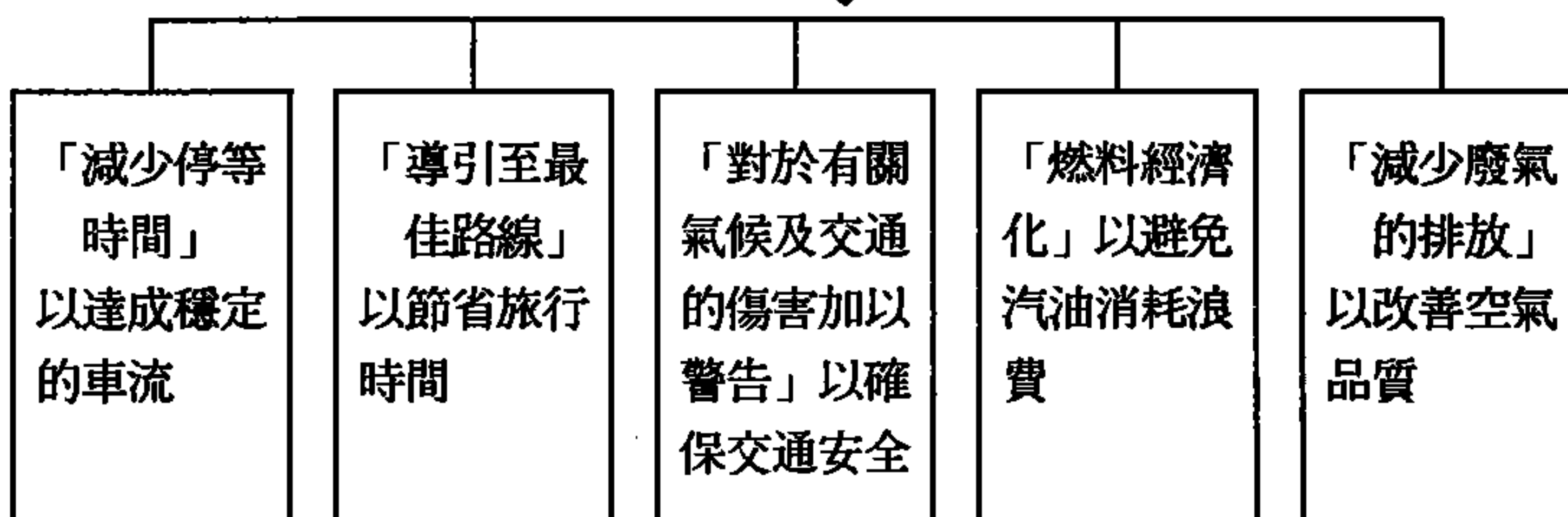
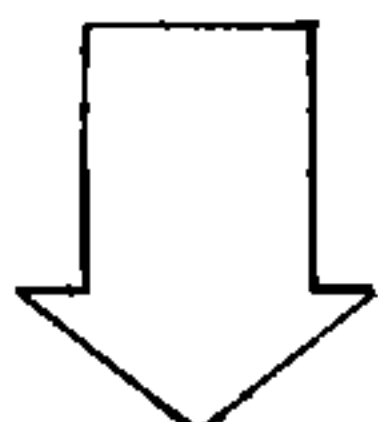


圖 2-31 VRGS之目標與效益

在洛杉磯地區所測試之 Pathfinder 系統即以此功能為主；若以其所使用之通訊技術而言，達到此功能僅須單方向之通訊即可。

(2) 行車路線導引 (Route Guidance)

除了定位功能外，並提供較佳之行駛路線建議，例如英國之 AUTOGUIDE、德國之 ALI-SCOUT/LISB、日本的 CACS 系統均提供此項功能，且其建議路線之產生方法均由交控中心以目前路況下之最短路徑方法進行演算。

(3) 行車路線控制 (Route Control)

此為高度自動化之車輛行車控制，例如在美國聯邦政府與加州州政府之支助下，加州大學（柏克萊分校）自 1986 年開始從事 PATH (Program on Advanced Technology for the Highway) 研究計畫即以此為其主要研究方向，將來可能應用於高需求都市運輸走廊之快速道路上。

2. 依資訊之顯示方式分類

(1) 外顯式路線導引 (Explicit Route Guidance)

所謂外顯式乃係指資訊之獲得係在車外完成者謂之。例如交通控制系統中所應用之號誌、可變標誌等設施，可引導駕駛人使用替代道路或警告前方之通行障礙。此種資訊顯示方式已存在於國內之高速公路上，台北市政府交通局亦計劃設置具有此種功能之看板於台北市區之重要路段上。成大交研所何志宏教授目前亦正研究利用外顯式可變標誌針對中山高速

公路與北二高所構成之路網從事路線導引，以疏導交通擁擠之可行策略。又如，法國巴黎市所推動之SIRIUS(System Integrede Regulation et d'Informationdes USagers)系統，將於該市配合發展之系統中設置 260個資訊可變標誌板(VariableMessage Panels, VMP)。

(2) 內顯式路線導引(Implicit Route Guidance)

相對於外顯式導引，內顯式路線導引乃謂資訊之取得係在車內完成者屬之。此類之導引系統，常利用車上的儀表板、顯示螢幕、甚至聲音的方式以提醒駕駛人前方道路之擁擠或障礙，或／且指示其可供選擇之替代道路，此種方式不僅可供自用車使用，亦可應用於公共服務車輛，如警車、救護車等；目前各種行車路線系統(VRGS)多採用內顯式資訊傳送方式。

3.依資訊之內容分類

(1) 策略性資訊

應用於旅次計劃，如道路和天候狀況、路線計劃和假期間之出發時刻和可利用之停車處等；策略性資訊可以是歷史資訊，亦可具有預測性質。此類資訊之發展已有相當歷史，且其型式也有變化。例如國內市政與交通專業電台之廣播、交通流暢中心之諮詢服務等；英國運輸與道路研究實驗室(TRRL)所發展之ROUTE-TEL系統，可由終端機上查詢資訊，以從事旅次規劃；美國加州於周日之上午 6:00至下午 7:00間在州政府運輸部之運輸中心(Caltrans' Traffic Operations Center)產生每 3分鐘更新之交通資訊，再傳送至電視台播

放予一般民衆。

(2) 導引資訊

目的在於從事車輛定位和路線導引，路線導引資訊可以是歷史的或是動態的，如交通感應方式(Traffic-responsive)。例如加拿大之 Q-Route系統，目前仍採用歷史資料進行分析，以產生建議路徑；前述之英國、德國與日本之系統則多採用動態的資訊以從事路徑導引；而美國行車資訊系統(ADIS)之終極目標乃在於使用動態與短期交通預測之資料，來產生建議之導引路線。而上述導引資訊應經由何種分析程序產生，至今仍有待深入予以研究。

(3) 警示資訊

傳輸有關道路狀況、交通型態、交通法規和車輛操作等資訊，如不定期的道路施工、意外事故、天候不良等。此類之警示內容一般包含有障礙描述、發生地點、引發的交通影響和管制措施如速率限制等；此種警示資訊多屬於動態性，但亦可為預測性的。關於交通事故(Traffic Incidents)，英國研究結果可分為三類：(a) 90%之事故對交通流之影響輕微；(b) 9%之事故對交通流雖有影響，然不需要大量疏導；(c) 僅 1%之事故需要從事交通流之大量疏導與轉移。又在倫敦地區之事故中，不可預期者（如號誌故障與交通事故）是可預期者（如道路施工）之一倍；交控中心收到不可預期事故之資訊至路況廣播出去之平均時間約為11分鐘（其全距為 1分鐘至28分鐘）。

(4) 緊急呼叫與需求服務

提供駕駛人緊急援助或需求服務如修理廠、加油站、餐館等。上述為依駕駛人之需要所做之分類，又站在交通管理單位的立場則希望能提供交通管理資訊如交通流量、速度、車輛組成、車種和其在路網中的散佈情形，以作為目前管理成效評估或未來交控策略擬定的依據。例如台北市交通流暢中心之服務即接受 110報案中心等之緊急呼叫，再傳送資訊予處理組加以處理。又依據美國 Temple, Baker & Sloan 管理顧問公司之研究顯示，若卡車公司運用先進通訊與資訊科技使調度中心配合顧客需求，即時掌握車輛之動態加以調度，除可提高服務品質外，並可節省大量之空車里程與調度等費用。

4. 歐洲經濟合作與發展組織 (OECD) 依通訊方式之分類

(1) 第 0 級的自主行車輔助器 (Autonomous Navigation Aids)

此層級之系統即是前面提過的車本位電子行車輔助，系統中並沒有與外界連繫的通訊線路，僅為一獨立的車上系統 (Self-contained In-vehicle Systems)。主要用以輔助駕駛人確認車子在路網中的所在位置，並導引方向，但所使用的資訊僅屬於歷史資料，不具時效性。

(2) 第 1 級的區域性廣播系統 (Area Broadcasting Systems)

此層級之系統特徵在於應用廣播無線電傳遞交通資訊，所提供的是一種單向的通訊。一般都有特定的區域範圍、頻道限制，最普遍使用的是歐洲廣播協會 (European Broadcasting

Union) 的無線電資料系統 (Radio Data System, RDS)。系統並配備有第 0 級的地圖顯示器和導引次系統，主要功能是提供大區域的即時性障礙警示和路網資訊更新報導（如新道路之修築）。

(3) 第 2 級的地方性路邊發報系統 (Local Roadside Transmitter Systems)

第 2 級系統也是應用廣播無線電傳遞交通資訊，但其範圍較小，乃是一更高密度的發報系統，主要可作三種用途：

(a) 單純的障礙警示發報機

如 HAR 系統即屬之，在美國有兩個頻率 (530 Hz 和 1610 Hz) 是專供其傳遞意外事故訊息以警告駕駛人。

(b) 當作簡單的車輛定位信號機。

(c) 發展為多功能的通訊信號機（電子路標）

可應用在第 0 級系統的地圖顯示或路線導引輔助器，以傳輸動態的資訊如障礙警示、路網更新、道路壅塞和路線導引建議等，如西德西門子 (Siemens) 公司早期所發展的 AUTO-SCOUT 系統 (ALI-SCOUT 的前身) 即屬之。

(4) 第 3 級的汽車無線電系統 (Mobile Radio Systems)

此系統提供大範圍區域車輛與控制中心間的雙向無線電通訊，傳輸的是一般性的資訊。這項路車通訊線路包含了所有第 1 級和第 2 級系統的功能，並增加了車輛對道路（或控制中心）的通訊，使得車輛資訊可以有效地掌握，因此屬於一動態的封閉迴路系統。

(5) 第 4 級的地方性路邊無線電收發系統 (Local Roadside Transceiver Systems) 也是提供駕駛人和控制中心間的雙向通訊，但是資訊的傳送係在靠近道路交叉口的臨近路段 (Approaches) 上進行，所傳輸的資料則是較精細的局部區域交通資訊。較著名的系統有應用感應線圈 (Inductive Loops) 技術的 ERGS (美國) 、 CACS (日本) 、 ALI (德國) 、 早期之 AUTOGUIDE (英國) ；和應用紅外線通訊線路的 ALISCOUT (德國與後期之 AUTOGUIDE) ， 而日本 RACS 系統的研究則是朝向微波發展。

(6) 第 5 級的車對車通訊系統 (Vehicle-to-Vehicle Communication Systems)

提供道路上行駛車輛間的直接通訊，系統駕駛人可以掌握路網中每一部車輛的資訊，乃屬於全智慧型的車輛通訊系統，由於仍屬研究階段，目前尚未有系統完成。

上述各級系統之比較分析如表 2-4 所示。

5. 依導引策略之產生方式分類

(1) 固定路線制 (Fixed Route Planning)

所提供的建議路線係收集歷史流量和時間的相對關係，利用數學規劃或其它靜態指派的方法，預先設計好再儲存備用。例如前述英國之 ROUTE-TEL 系統係利用該國 RHTM (the Regional Highway Traffic Model) 系統內之歷史交通資訊，提供路線建議 (如圖 2-32) ，故某二人在一段短期間內經由該系統查詢相同之旅次路徑問題將得到相同之建議。

表 2-4 不同層級之行車路徑導引系統比較表 (0-4 級)

系統層級	第 0 級	第 1 級	第 2 級	第 3 級	第 4 級
控制策略型態	靜 態	動 態	動 態	動 態	動 態
迴路型態	自 主 式	單向開放	單向開放	雙向封閉	雙向封閉
策略資訊	歷史資訊	歷史預測	歷史資訊	歷史預測	歷史資訊
導航資訊	歷史資訊	歷史動態	歷史動態	歷史動態	歷史動態
警示資訊	無	有	有	有	有
緊急通訊服務	無	無	無	有	有
交通資訊蒐集	無	無	無	有	有

ROUTE-TEL	QUICKEST ROUTE
FROM : BRIGHTON	
TO : GUILDFORD	
GO NORTH ON THE A23	
LEFT ONTO THE B2155	AT 15.0 MILES
LEFT ONTO THE A279	AT 17.8 MILES
RIGHT ONTO THE A281	AT 19.0 MILES
STRAIGHT ONTO THE A248	AT 40.3 MILES
STRAIGHT ONTO THE A281	AT 40.4 MILES
END AT TURNOFF FOR A3	
ESTIMATED JOURNEY DIST.	42.1 MILES
ESTIMATED JOURNEY TIME	68 MINUTES

圖 2-32 ROUTE-TEL 系統所顯示之路線計劃

(2) 交通感應選擇制 (Traffic-Responsive Selection)

透過偵測器所收集的流量資料，規劃出可使用的路線，但因不具有回饋功能，係屬於一開放性迴路的控制系統，故無法針對意外之干擾對已提供之路線進行修正，所以其選擇的路線不一定是最佳的。

(3) 交通感應產生制 (Traffic-Responsive Generation)

亦是透過偵測器來收集路網流量資料，但可掌握路網之即時交通狀況和車輛位置，故為一封閉性迴路系統，所求得之建議應為較佳之行駛路線。

第三章 國內道路運輸資訊系統技術 之發展現況

交通擁擠及其伴隨而來的環境污染、能源消耗及交通安全等問題普遍存在於世界各大都市中，台灣地區地狹人稠，再加上近年來機動車輛成長快速，使得上述問題更形嚴重。政府當前所採行的交通改善策略大致可歸納為以下四類：（1）區域均衡發展策略；（2）車輛成長抑制策略；（3）新闢或拓寬道路策略；（4）運輸系統管理策略。唯目前所產生之效果係以第（4）類較為顯著；一般常見的運輸系統管理策略包括號誌時制改善、汽車通行證照管制、發展大眾運輸系統等。此類交通管理策略雖然多經證明效益十分顯著，但在車輛數量持續增加、地面道路面積相對減少、駕駛道德日益敗壞的今天，已經呈現窘態而達到所謂功能飽和的瓶頸了。

顯然的，交通問題的改善單靠運輸系統管理策略早已不足恃。一套新的、突破性、整合性的交通改善系統就不可避免的成為未來運輸界的發展主流了。綜合先進國家的研究，這套嶄新的系統應該結合傳統的交通改善策略與現代最新的通訊、電腦、電子等應用科技，以達到以下四點為目標：（1）交通流量在時間上的均勻分佈；（2）交通流量在空間上的均勻分佈；（3）車間距（側向與縱向）的縮短；（4）交通安全性的提高。在上述研究目標之下，目前各先進國家正卯足全力進行研究，日本與歐洲在這方面似乎取得暫時領先的地位，美國目前雖然落後，但以其厚實的國力及堅強的科技基礎，在民族自尊心的激勵下，要想迎頭趕上亦非難事。國內自前年起亦開始進行初步學術研

究，相關之活動亦日益頻繁，茲概述如下：

1. 文獻發表 9 篇，如表 3-1 所示，其中「台灣地區行車路線導引系統」專題研究為國內第一個由政府主管機關正式委託的研究計畫
2. 邀請演講三次，（1）1989 年 7 月美國伊利諾大學教授 D. E. Boyce 於成功大學；（2）1990 年 12 月美國馬利蘭大學教授張金琳於台灣大學；（3）1991 年 5 月美國密西根大學教授陳幹於中央大學。其中陳幹教授並以新加坡成功的發展電子收費系統為例，說明亞洲新興工業化國家 (Newly Industrialized Countries, NICs) 在某些特有的條件下，比歐美先進國家更利於智慧型車路子系統的發展。

一般而言，智慧型車路系統共包括四個子系統，即（1）先進的交通管理系統；（2）行車資訊系統；（3）商用車輛運行系統；（4）自動行車系統。國內到目前為止，並無一項正式的交通計畫具有上述四項子系統的功能，即使先進國家所進行的 IVHS 相關專案計畫也不盡完全符合這項要求。因此，國內 IVHS 的發展策略應該先衡量目前我國研究環境、工業技術水準及獨特的政治環境，提出一項或數項重點專案研究計畫全力進行，才能在國際間佔有一席之地。

爲了瞭解我國的發展條件與基礎，以下將針對國內七大相關系統技術領域分別加以探討：（1）北二高交控系統，（2）都市地區電腦化交通號誌系統，（3）西部公路網交通資訊系統，（4）通訊系統研究與應用，（5）地理資訊系統，（6）交通流暢中心與路況資訊報導，（7）定位系統之發展與應用。

表 3-1 國內之相關研究文獻

標 題	刊 物	作 者	日 期
行車路線導引系統 與路網均衡模型	運 輸	陳惠國 李治綱	79.6
行車路線導引系統 模擬模式之研究	成 大 碩 士 論 文	方仁鳳	79.6
建立車流模擬模式 以發展行車路線 導引系統之研究	成 大 碩 士 論 文	張舜清	79.6
適應性號誌決策理 論及其應用性之研 究	中華民國 運輸學會 第五屆研 討會	何志宏 李月仙	79.7
電腦平行處理技術 在運輸規劃上的應 用	運輸計劃 季刊	陳惠國	79.6
電腦視覺在交通控 制參數分析系統上 應用之研究	中華民國 運輸學會 第五屆論 文研討會	龍天立 范俊海 黃壬信	79.6
AVM/AVL 技術與應 用	都市交通	鄧振源 周永暉	79.6
台灣地區行車路線 導引系統專題研究 (期中報告)	交通部委 託專題研 究	何志宏 李治綱 陳惠國等	80.3
最新全動態交通號 誌控制技術開發計 畫 (期末報告)	住都局委 託專題研 究	何志宏等	79.6

3-1 台灣北部區域第二高速公路交通控制系統

北部區域第二高速公路係自中山高速公路在汐止交會處分出，直至新竹交會處接回原中山高速公路，全長約89公里；其間尚包括第二內環線，由北二高第二系統交流道至中山高速公路機場交流道，全長約12公里；以及台北連絡線，由木柵交流道至台北市辛亥路與基隆路交叉路口，全長約5公里（詳見圖3-1），全部預算約新台幣2,820,054,000元。

北二高之交通控制系統包括泰山北區控制中心（詳見圖3-2），負責北部區域高速公路整體路網之交通控制與路況監視，以及木柵隧道區域控制中心（詳見圖3-3），負責隧道區段整體交控設施與公共設施之控制與監視。其系統架構可概分為（1）資料收集終端設備，（2）控制中心設備，（3）資訊顯示終端設備，（4）傳輸系統設備，（5）通信系統設備，分述如下：

1. 資料收集終端設備

北二高沿線據點設置偵測設備，包括車輛偵測器、濃霧偵測器、坍方偵測器、風力偵測器、閉路電視攝影機、路邊緊急電話機等，將所蒐集的資料經傳輸設備送回控制中心。

2. 控制中心設備

含電腦主機、軟體程式、週邊設備、重點式圖誌顯示板、彩色圖形顯示工作站、各次系統中央控制器及控制台等。

該系統為半自動控制系統，能自動處理所蒐集到的資料，但路邊資訊顯示內容則需由工作人員研判後決定。

3. 資訊顯示終端設備

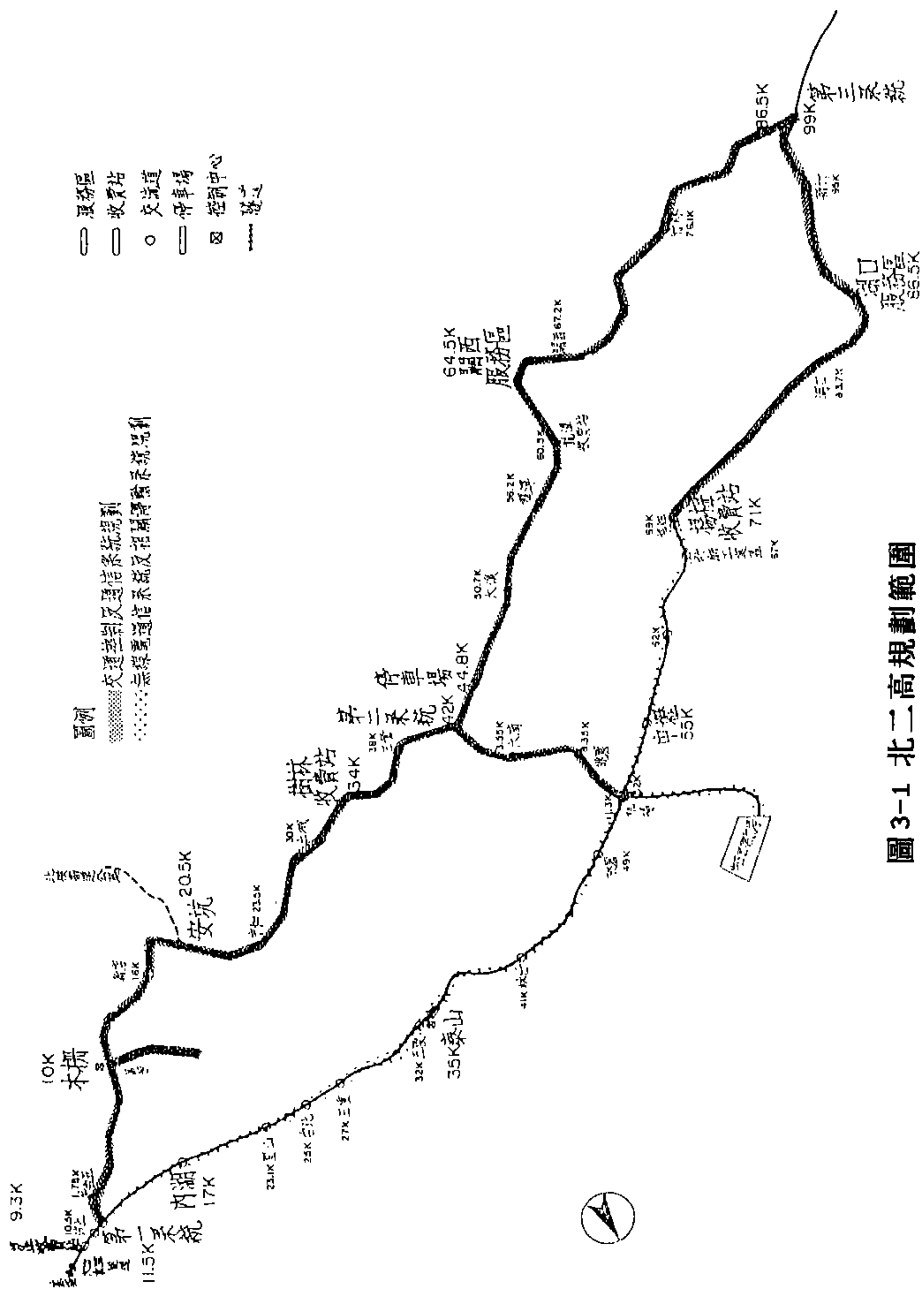


圖 3-1 北二高規劃範圍

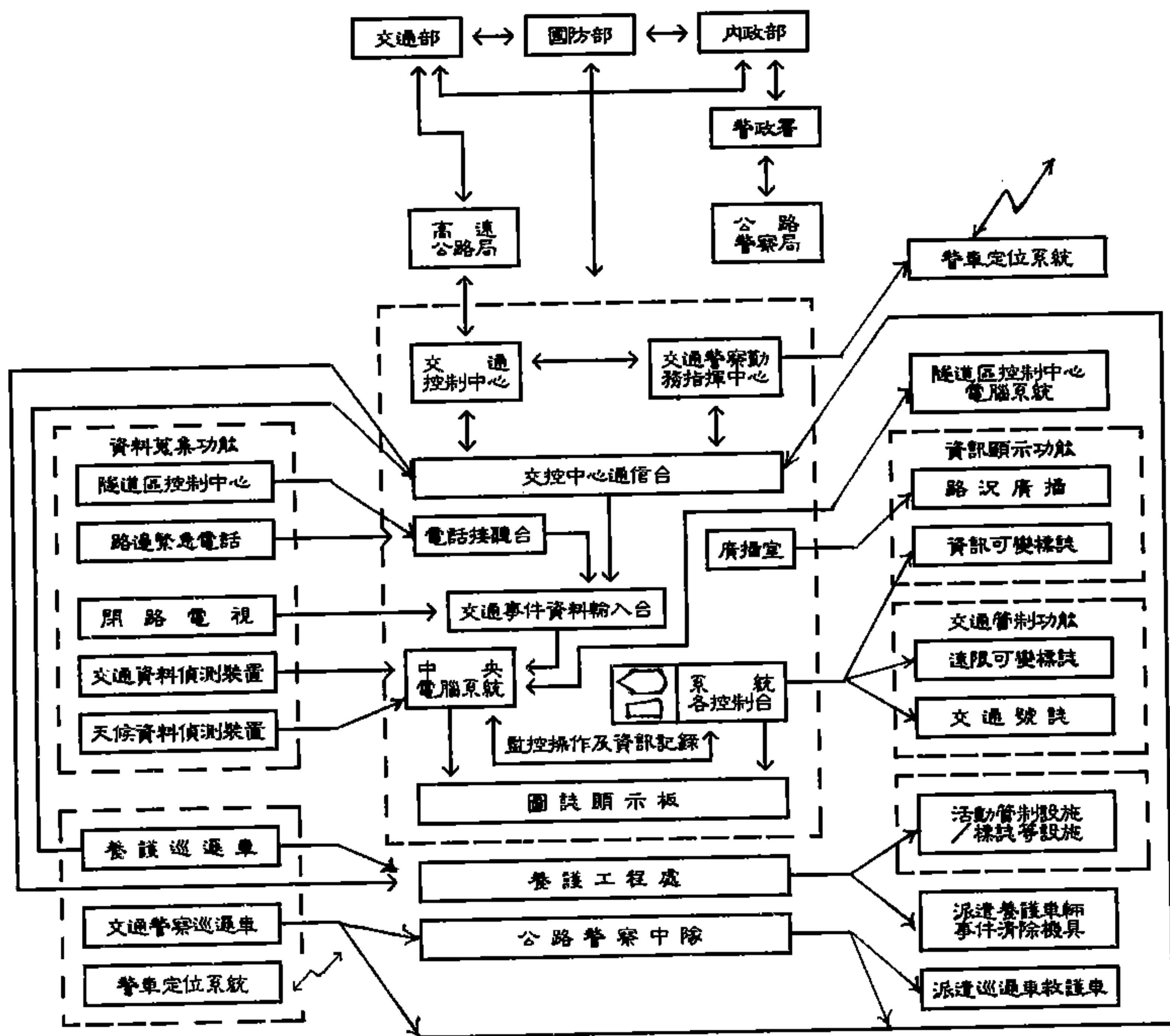


圖 3-2 北區控制中心系統資訊流程圖

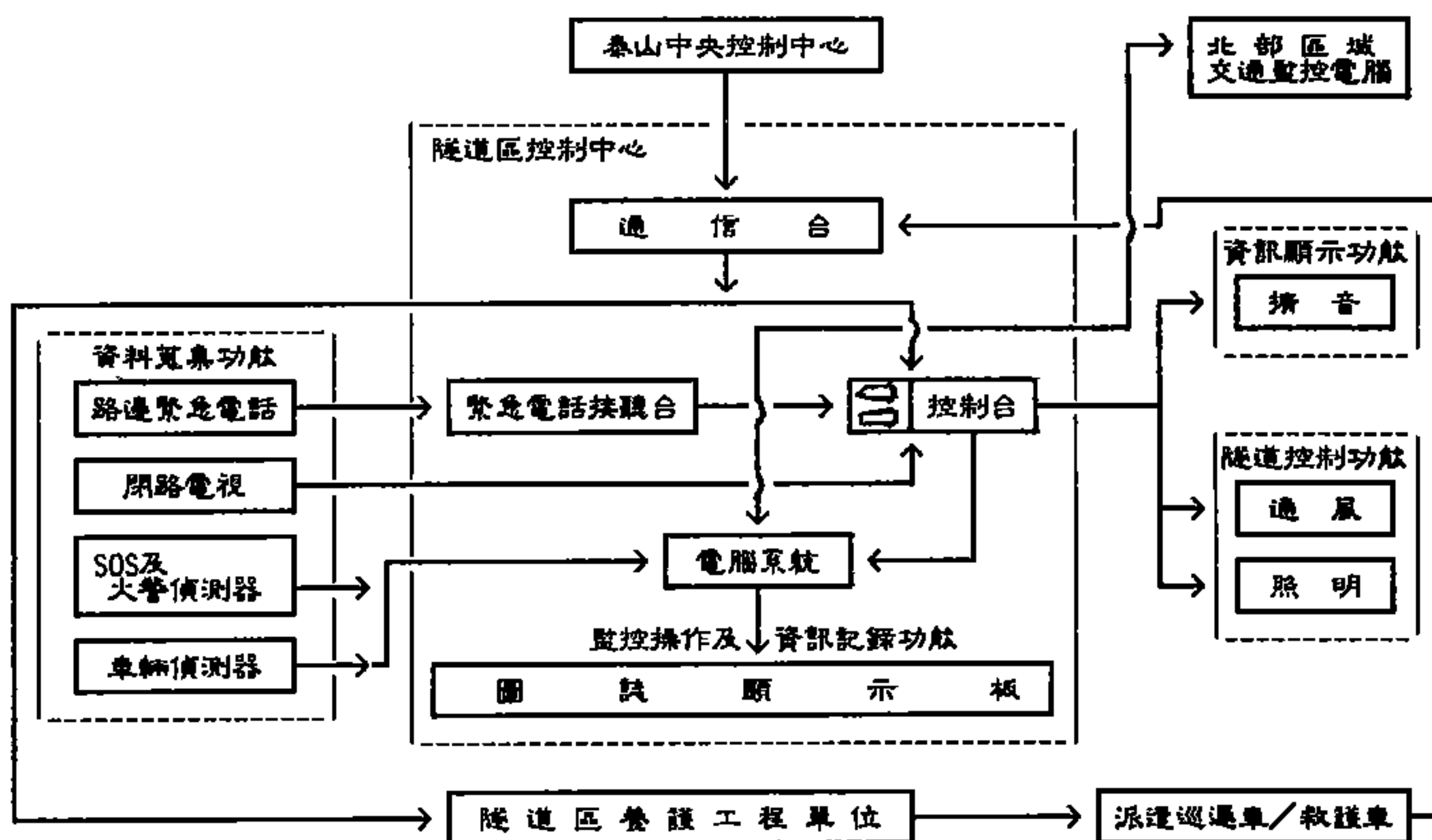


圖 3-3 隧道區控制中心系統資訊流程圖

北二高沿線據點預定設置資訊可變標誌板、可變圖誌顯示板、速限可變標誌板、交通號誌及車道管制可變標誌等，接收並顯示控制中心所傳來之資訊，以提供用路人最新的路況消息。

4. 傳輸系統設備

傳輸系統設備包含裝於各設備內的傳輸介面、資訊調變解調器、載波設備及傳輸纜線等，負責各設備間之訊號傳遞。

5. 通信系統設備

由有線電與無線電兩通信系統組合而成，有線電通信系統設備包含緊急電話、專用電話以及熱線電話等設備。無線電通信則採用超高頻行動無線電話系統，包括控制終端設備、發射台設備以及行動電話設備等。

在上述交控系統架構下，北二高交控系統應可進一步擴充下列三項功能：

1. 高速公路網路徑導引功能

北二高與中山高速公路共有四處交會點，即第一系統交流道（汐止），第二系統交流道（鶯歌），第三系統交流道（新竹），以及機場交流道（桃園）等。此四處交會點提供較長距離駕駛人選擇行駛路徑之機會，若能經由資訊可變標誌及可變圖誌顯示板，提供路況資訊或路徑導引，將可有效的調節兩條高速公路網之交通量，使系統趨近於均衡狀態。

2. 電子式收費系統

電子式收費系統係指以自動偵測、判斷及記錄，以達到收費的目的。基本上，電子式收費系統之主要原理是由使用者預先購買已設定號碼的電子卡置放於車窗前，當車輛通過收費站時，藉由天線所發射出的電磁波，讀取電子卡內的號碼，再傳至電腦內，將其內儲金額消去一個基數，或者利用電磁波直接將電子卡內之金額消去一個基數。此外尚有輔助防弊用之照相系統及殘額值警告系統，均藉這些自動控制之輔助系統，以防止車輛之逃漏現象。

爲了評估國內實施電子式收費系統之可行性，交通部科技顧問室於民國78年8月召集各有關單位成立「高速公路電子式收費系統可行性研究專案小組」，並分成行政措施及技術層面進行可行性評估與分析，並收集了美國 Amtech、3M、CGA、GRS、法國

CSEE及加拿大IRD 等六套系統資料進行探討。

經由徵求廠商參加測試後，證實可行性極高，初步決定在中山高速公路及北二高裝設此項系統。

3.車牌自動識別系統

工業技術研究院機械工業研究所於民國79年發展出「車牌自動辨識系統」。此系統是一種以個人電腦為架構，架設於高速公路，能自動取像、快速辨識車牌號碼的方法與裝置。它結合了光學、自動控制、與影像處理等三項技術，其中包括系統架設技術、高速取像控制技術、光學照明影像前處理技術、車牌辨識技術等。該系統現已裝置於中山高速公路某收費站進行贓車的查緝工作，效果十分良好，車牌辨識率達 95.4 %，車牌號碼辨識率達 99.3%，而平均辨識時間僅需 0.8秒／車，此項系統未來亦可裝置於北二高路網上。

3-2 都市地區電腦化交通號誌系統發展現況

電腦化交通號誌系統乃是先進交通管理系統(ATMS)中非常重要的研究子題，根據美國聯邦政府的報告，在1992年前應發展適應性交通號誌控制策略，即發展可因應瞬間交通流量變化的即時性交通號誌與匝道控制策略；在1992年以後則應探究人工智慧與專家系統在最佳化交通控制策略上的應用；前者屬於第三級交控系統，後者則屬於第四級交控系統，各級交控系統間之關係如圖3-4 所示，至於詳細內容可參見。

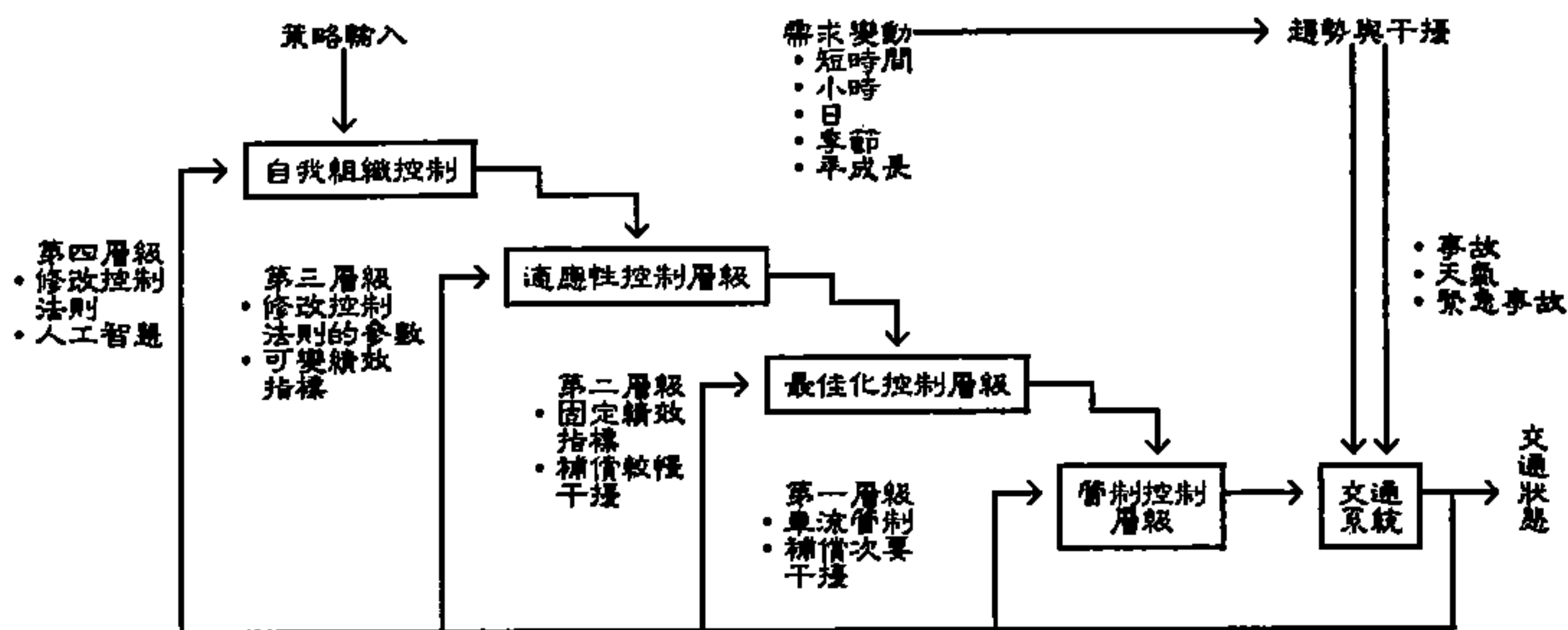


圖 3-4 交通控制系統屬級圖

國內早期所使用的電腦化交通號誌系統，皆係自國外引進，近數年來國內開始自力研究與開發微電腦式交通號誌控制系統；就系統類型而言，可分成COMDYCS 與TRUSTS兩大系統，並實際應用於台南市、台北縣、桃園市、基隆市、與台中市等地。惟此類型交通號誌系統，仍均屬圖 3-4 中所示之第二級交控系統；至於第三級的全動態交控系統，則剛剛研究開發完成，目前以COMDYCS-Ⅲ 適應性號誌控制系統架構最為成熟進步，已列入台南市第四期電腦化交通號誌控制系統計畫中，預料在民國 80 年 10 月前即可建設完成。

一個交控系統若能提供即時路況資訊給駕駛人，則已具備了「先進用路人資訊系統」(ATIS)的部份功能，台北市已完成中心區及連外交通號誌中央控制系統規劃報告，在該報告中，除了維持以電台廣播提供駕駛人必要的交通資訊外，更在電腦系統之架構上預留發展空間，以供將來將處理「車上交通資訊系統」的大型電腦納入，且能即時獲取監控系統上之交通狀態及交通資訊。詳言之，在該期電腦系統之

架構上係採用開放式網路架構，並在網路上採用電腦界的標準網路通訊協定TCP/IP及NFS，如此將來新設之大型電腦之納入與交通監控系統及資料之交換即可順利進行。在該報告中，亦提及利用無線電資料通訊及衛星微波通訊的可行性，惟認定該等通訊方式之成本過高，不易採行；有關無線電與衛星通訊方式，以及車上終端機的發展現況，可參見3-4與3-7節。

3-3 台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立與 高速公路台北都會區交通壅塞改善

本計畫有二個主要目標，其一為建立台灣地區西部公路網資訊系統，設立交通控制處理中心，研擬高速公路替代路網，以交通管理方式，收集、處理並通告各路段各種相關交通資訊，使用路人能善加利用交通資訊系統所提供之服務功能，以充分掌握完整路網資訊供從事最佳路線選擇；同時有效運用台灣地區西部走廊之交通網路，來紓解中山高速公路之壅塞，並平衡各公路系統之負荷，發揮現有各公路系統更大之運輸功能，又提昇各公路系統之服務品質；整個系統架構且須配合未來中、長期之最終發展目標。其二為探討高速公路台北都會區段汐止、內湖、圓山、台北、三重及五股等六處交流道間之交通壅塞問題，並研提有效之短期改善策略，並評估實施匝道控制之可行性與設置方式。

以下將本計畫之內容分成二部份摘要說明如下：

3-3-1 台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立

台灣地區西部公路網交通資訊系統的規劃範圍涵蓋台灣西部北起基隆南至屏東間之各主要公路系統，以中山高速公路為主，包括各主要之平行公路，如台 1線、台 3線、台 5線、台 13線、台 17線、台 19線等公路及其橫向連絡道路，未來長程計畫則將涵蓋第二高速公路系統，包括其主線、支線及環線等。

台灣地區西部公路網交通資訊系統之工程預算約為新台幣1,527,968,400元，其系統架構之規劃包括：資訊蒐集系統、通訊傳輸系統、資訊處理及通報顯示系統等四個主要子系統，分述如下：

1. 資訊蒐集系統

資訊蒐集之主要設備為車輛偵測器，其次輔以相關單位已建立之行動電話、公路警察無線電話、工務車無線電話、高速公路北部區域之路邊緊急電話及正在興建中之高速公路中、南部路邊緊急電話、各都會區交控系統等一切可資作為資訊蒐集之管道。

2. 通訊傳輸系統

通訊傳輸系統分為各通訊站間之幹線傳輸及各終端設備至通訊站間之區域傳輸，其中幹線傳輸係以高速公路已設立或即將設立之通訊傳輸系統為之，而區域傳輸則以多模光纜進入載波機房（通訊站）或銅線電纜傳送方式為之。

3. 資訊處理

在高速公路上規劃設置北、中、南三區控制中心負責其資訊處理。

4. 資訊通報顯示系統

以資訊可變標誌為重點式通報之主要終端設備。

該系統最主要的功能係將有效之交通資訊顯示給用路人，故可適當的導引用路人在高速公路路段與替代道路之間選擇較佳之路徑，以有效調節各公路之交通量。此外，爲了建立意外事件自動偵測系統，擬以加州第 8 號演算法 (California Algorithm 8)，做爲偵測及反應高速公路意外事件發生之方法。

3-3-2 高速公路台北都會區交通壅塞改善

高速公路台北都會區交通壅塞改善計畫的規劃範圍爲中山高速公路北起汐止交流道，南迄五股交流道間之區域及其緊臨之平面道路與連絡道路。本計畫之規劃內容包括：(1)提高高速公路供給容量，

(2)實施匝道控制，以抑制短途旅次之需求，(3)規劃替代平面路網，並改善其交通瓶頸，全部工程預算約爲新台幣 419,841,000 元。

本計畫完成後之結果預期可藉匝道控制措施，來改善目前該區段之交通壅塞問題。

3-4 通訊系統之研究與應用

一般而言，通訊系統包括通訊方式與收發訊機器設備等兩部份，其主要功能爲收集、處理及傳輸有用的交通資訊，其在智慧型車路系統裡面扮演著關鍵性的角色。一般說來，通訊方式可以細分爲類比傳輸 (Analog Transmission) 以及數位傳輸 (Digital Transmission) 等兩種方式；而收發訊設備也可分爲傳真機 (Facsimile)、電傳視訊 (Videotex)、蜂巢式汽車無線電 (Cellular Mobile Radio) / 無線電話 (Cellular Mobile RadioPhone) 等數種設備。一個簡單的交通通訊系統可以圖 3-5 加以表示。

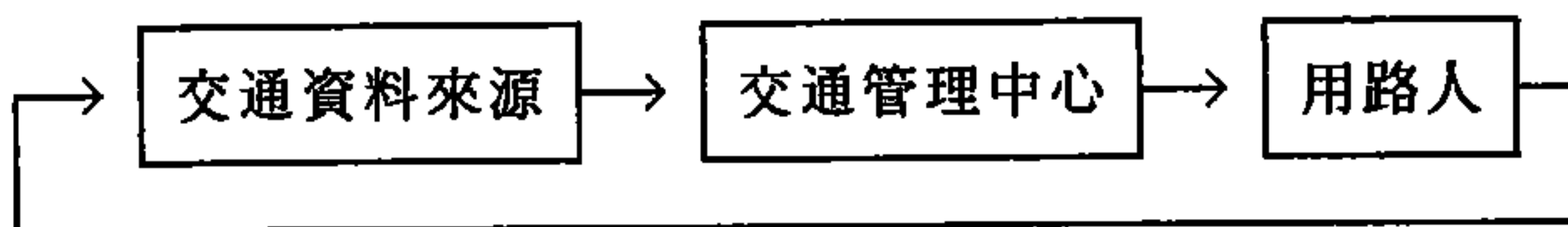


圖 3-5 交通通訊系統架構

3-4-1 類比傳輸與數位傳輸

1. 類比傳輸

類比傳輸為一種傳輸方式，它將訊息載波（如電子脈波、恆定電壓或無線電信號）加以調變，來代表或成為傳輸訊息（如聲波）的類比(Analog)。例如：脈波的高度（或波幅）隨著聲波的高度變化而調變，此種調變脈波，即成為聲波的類比。

類比傳輸技術，又可分為連續性類比與取樣訊號之類比傳輸。

(1) 連續性類比傳輸

語言訊號經過轉換成為類比式電氣訊號後，可以經由電話系統傳送出去，其原理為由公司供應恆定電壓給電話線（從電話公司到當地用戶的電話線路稱“市話迴路”），聲波會對話筒產生壓力而將此一恆定電壓加以調變為聲波的類比。被調變訊號的電壓準位隨著聲波的電位變化而變化，其頻率也將隨聲波的頻率變化而變化；又類比式電氣訊號會順著另一個市話迴路直達接收器或話筒，該電氣訊號在此會被還原成聲音而讓受話者聽到發話者的說話內容，此即連續性類比傳輸，此乃是類比最簡單的形式。

除了連續形式的類比傳輸外，另一種形式是以“取樣”(Sa-

ampling) 技術來形成。此種取樣技術乃是先找出聲波在每個等距取樣間隔之中點，然後再由此定點之準位來決定波形，若取樣間隔愈小，則描點所成圖形與原來之波形會愈接近。

(2) 取樣類比傳輸

類比傳輸技術是藉電壓（或電流）之變化來傳輸，此變化可能是某種度量（如波幅、波寬、頻率或相位），因而它即是原始波形的類比，其常用方式計有脈幅調變法與脈寬調變法兩種。

2. 數位傳輸

數位傳輸是一種將資訊轉換或編碼成爲一長串 0 和 1 的組合之一種通訊技術，利用數位傳輸技術，可將語言、數據和影像資訊，在同一電話線上傳輸。

脈波編碼調變 (Pulse Coded Modulation, PCM)，簡稱“編碼調變”的數位傳輸技巧，對波形的取樣方式與類比技巧相同，不過，PCM 並非將脈波的某個度量加以調變來代表聲波在每個取樣點的準位，而是以加碼 (Encoding) 來代表每個取樣點的準位。當取樣點準位被添加整數碼後，該碼即被轉換成二進位數，即一組 0 - 1 組合，此二進位碼即以一串等寬的脈波來傳輸；在線路的另一端，這些脈波準位（或電壓）即被譯成原來的 0 和 1，然後再還原成該波形。

要利用電氣方式來傳輸二進位系統是很容易的，因爲數字 0 可用 0 伏特電壓代表，而數字 1 可用 1 伏特或 10 伏特電壓代表。若以 0 伏和 10 伏電壓來表示 0 和 1，則接收裝置只要能判定該脈波是接近 0 伏或 10 伏即可，若脈波 9 伏，則足以被詮釋爲 10 伏或

數字 1。

3. 類比傳輸與 PCM 數位傳輸的比較

我們從電氣脈波在電話線傳輸時所遭遇的情況便可明瞭，當脈波沿著電話線進行時，會碰到電話線本身的阻抗，在對付這類阻抗時，脈波會減弱強度。脈波也會受到外力干擾而改變此脈波形狀、波寬及其電壓準位。脈波傳波送的距離愈遠，則脈波衰減（電壓降低）愈厲害，直到最後，脈波會消失或變得無法被另一端偵測出來。

為克服此種現象，電話系統在電話線每隔一段固定長度即利用放大器，將此脈波放大或增強。因為脈波已失真，當時其電壓準位、寬度和形狀已與原來的脈波有出入，若屬類比脈波，則要使原來的脈波完美地再生幾乎是不可能的。如果放大器看到進來的脈波為 3.5 伏特，並且知道此脈波已衰減，但是它並不知道出去的脈波應該是 4 伏特、4.05 伏特或 4.10 伏特；在類比系統之中，脈波沒有一定的準位、寬度，同時，系統所引入的衰減則依情況（如溫度）而有所不同。放大器顯然在嘗試要使原脈波重現時會引進某些失真，因為放大器無法決定衰減的程度。

然而，在數位系統中，脈波往往都是相同的寬度、形狀，還有代表 0 和 1 的兩個精確準位也相同。因此，在一個以 0 伏特來代表 0，以 10 伏特代表 1 的系統中，如果中繼器 (Repeater) 或再生器 (Regenerator)（在數位系統中多以此設備來代替放大器）看到脈波被嚴重變形到 5 伏、6 伏、7 伏或 8 伏的脈波時，它就知道要產生一個形狀完善的 10 伏脈波，因而，足以精確地再生原始的

脈波，而不致引進誤差。

由於數位系統幾近於零誤差，因而具有完美的訊號再生能力，使得它在長途通訊和其他多種情況下優於類比系統。

3-4-2 收發訊設備

以下探討三種較常見的收發訊設備：

1. 傳真機

傳真 (Facsimile) 是最普遍的電子郵件系統 (Electronic Mail System, EMS)，因為所傳送的資訊乃是原始文書的複製，故正確性甚高。在資訊傳輸網路裡，傳真機是有一種有效的接收，與傳送資訊之工具，而傳真機的製造技術與影像處理設備頗為接近，但後者較專注於影像的處理，並不具有傳訊與輸出的裝置；傳真機的基本工作原理如圖 3-6 所示。

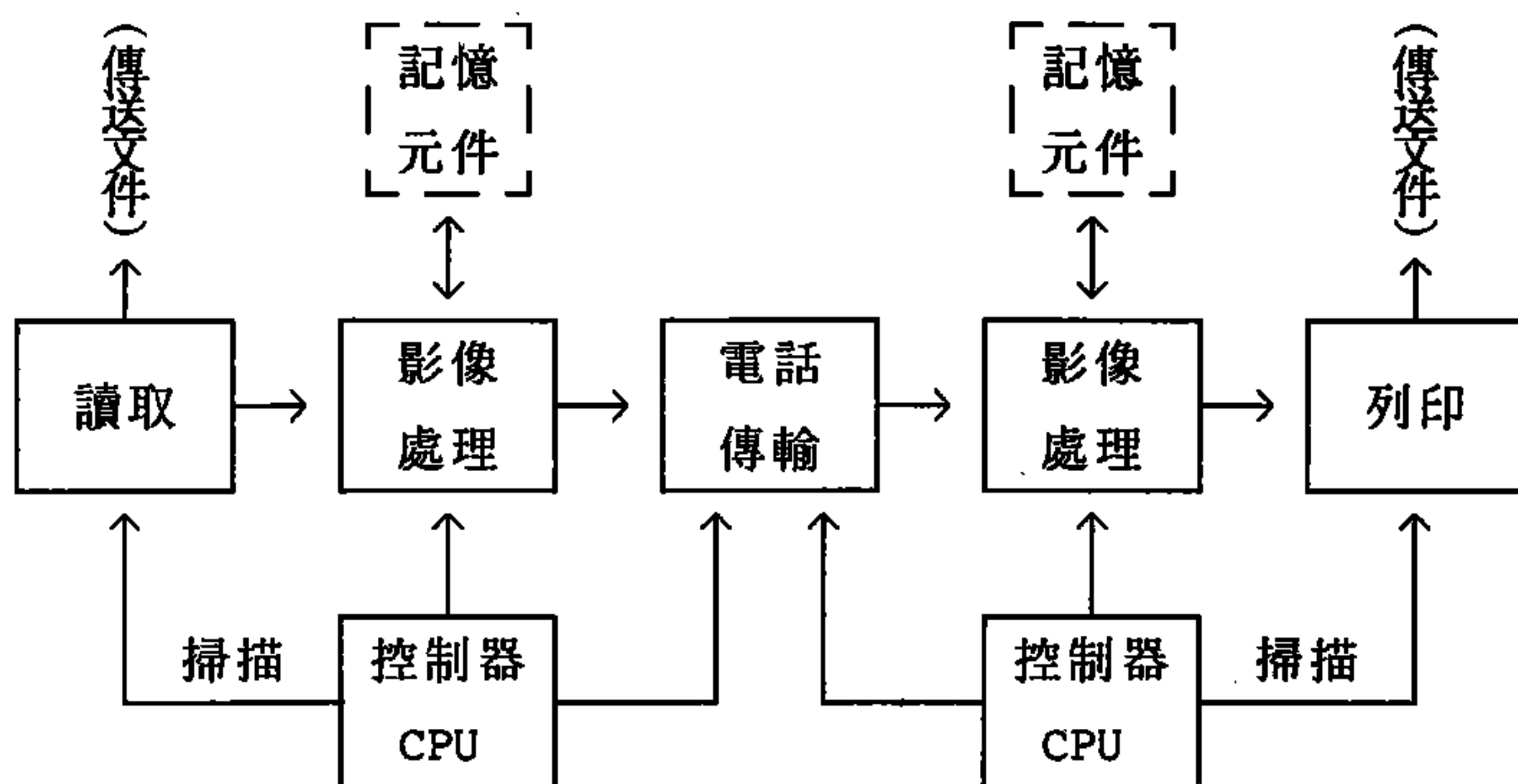


圖 3-6 傳真機的基本原理

傳真機內之影像處理機的主要工作有二大部份，一為將資料之光線轉換成相對應之低電位；另一部份則將高低電位之信號，處理成為有意義的數位信號。

傳真機依應用層次之不同，應包括：

- (1) 傳真機與傳真機間之通訊：這是目前應用最廣的方式，可輸入、出文字、影像等資訊。
- (2) 傳真機與電腦間之連接：即將傳真機當作電腦週邊裝置之一，專司輸入、輸出各種文件。

2. 電傳視訊

電傳視訊 (Videotex) 是一種嶄新的大眾傳播媒體，它結合了電腦、電信與電視三大科技。具體的說，電傳視訊乃是利用電信網路，將電傳視訊系統之使用者和電傳視訊中心或外界電腦所提供的資料庫相連接，而可將文字（中、英）或圖形畫面，顯示於使用者之電視機或個人電腦顯示器上。

英國是電傳視訊的先驅，在70年代初期英國即開始從事這項研究，在1979年，英國郵電局（現為英國電信公司）開放了 Prestel 電傳視訊的服務；在 Prestel 之後，其他各國的電傳視訊系統也陸續發展出來。

除了文字以外，在電傳視訊系統中，圖形資訊亦有三種表達方式，即嵌圖式 (Mosaic)、幾何式 (Geometric)，以及攝影法 (Photographic) 等。

電傳視訊可提供的服務功能計有四種：

- (1) 資訊檢索：用戶可尋覓和擷取資訊，以顯示在他們的終端機上。
- (2) 訊息服務：用戶可傳遞某些特定之資訊給其他之用戶。
- (3) 交易計算：與數據處理有關。
- (4) 軟體分配“電傳軟體”：用戶可指定他們希望獲得的一些軟體種類。

國內電傳視訊於民國74年 8月 1日開始試用，採用北美之 NAPLPS標準，用戶可利用個人電腦，經由電話網路撥接式數據通信，進入設於數據所之電傳視訊中心，進行各種電傳視訊的相關作業，包括：資訊存取、群內通信、電子交易、外界資料庫、信息交換、電傳軟體等六項。在國內的電傳視訊系統，具有下列諸項特色：

- (1) 交談式檢索
- (2) 採用 NAPLPS標準
- (3) 具中、英圖形等資料表現能力
- (4) 終端機採個人電腦、電視機型之終端機亦將問世。
- (5) 可利用電話網路
- (6) 世界各地均可接受

3. 蜂巢式汽車無線電／無線電話

汽車無線電或無線電話因可提供雙向通訊功能，故用途極廣。

(1) 蜂巢式汽車無線電

以蜂巢式無線電技術而言，汽車無線電係仰賴一種微弱的射頻訊號來傳輸，而此汽車無線電是位於一個六角形類似蜂巢的地

理細胞格內；當無線電由一個地理細胞進入到相鄰的地理細胞時（例如汽車行駛了一段路程），無線電通話即自動切換到另一頻率不同之相鄰地理細胞發訊器。汽車無線電與蜂巢式基地電台是透過分開的監督通道來自動切換，而使通話不致中斷。

(2) 蜂巢式汽車無線電話

蜂巢式汽車無線電話具備了下列幾項特性：

- (a) 服務區域劃分成六邊形之蜂巢狀或細胞狀
- (b) 每一細胞與其他相鄰之細胞各使用不同之頻帶，故頻帶可被重複使用
- (c) 每一細胞內可指定若干個使用頻道 (Channel)
- (d) 每一細胞內具有一無線電基地台 (Radio Base Station)
- (e) 集合若干基地台，設置一汽車電話交換機中心
(Mobile Telephone Switching Office / MTSO)
- (f) MTSO與有線電話交換系統相連接
- (g) 移動式無線電話

汽車無線電話是一個機動的電話用戶，可能是車裝式、攜帶式或輕巧的手握式電話單元；它是一個無線電收發訊號機，及能與基地台構成訊號聯絡之控制單元，外加聽筒、按鍵、麥克風..等。當一個機動用戶從一個細胞通話，轉到另一鄰近的細胞內通話，此時通話就會自動切換到新的細胞，此項動作叫做“換手”(Hand-off)，假如用戶越過汽車電話交換機中心所轄區域的邊界，至另一個汽車電話交換機中心之區域時，則內部會發生換手。

依發話與收話對象之不同，中繼方式可分為：

- a.有線電話呼叫無線電話
- b.汽車無線電話呼叫有線電話
- c.汽車無線電話呼叫汽車無線電話

以上三種中繼方式主要是透過汽車電話交換機中心(MSTO)來完成任務。

我國汽車無線電係採用北美使用之AMPS系統，自民國78年7月起，共開放四萬門號，約有75座基地台，未來將增加至3200座。我國籌建之陸地行動電話與汽車無線電話，共分為三區，即北、中、南，分設三個汽車電話交換機中心，與電信局現有之公眾交換電話網路連接，此三個MTSO分別設於板橋、台中、高雄。

3-5 國內地理資訊系統之發展現況

地理資訊系統為一整合性的自動化系統，其功能包括地理資料的產生、儲存、擷取、管理、排置、分析與顯示。詳言之，地理資訊系統係將各種空間及屬性資料，透過標準的座標系統，整合成一個十分完整而能充分記錄該地理區域各種自然與人文特性的地理資料庫。經由各種模式工具，使用者可快速地查詢、更新、分析，進而模擬各種假想的狀況，並透過資料的分析得到一組替選方案，以提供給規劃者參考。

地理資訊系統在智慧性車路系統中的應用上具有相當大的潛力。一個設計完整的交通地理資訊系統(TIS)可以提供旅行者相當豐富的旅次資訊，例如超級市場、旅館或停車場之位置，起訖點間之實質距離等。這種地理資訊系統可以載入軟碟提供個別駕駛人於車上使用，

屬於先進駕駛人資訊系統的部份功能。

台灣地區目前尚未有將地理資訊系統應用在智慧性車路系統的實例，但卻有多項研究探討地理資訊系統在運輸領域上的應用，這些研究成果或可成為將來進一步發展的基礎。

目前地理資訊系統在運輸領域上的應用，計有下列幾項：

1. 第二高速公路可行性研究計劃

該計畫建立包括基本環境資料及土地利用分類資料在內的地理環境資料庫，進行土地適宜性分析、環境敏感度分析、而選出在各類環境限制下的不同選線方案。換言之，此項應用地理資訊的規劃方法，係結合區域發展、運輸需求、環境衝擊、工程限制等因素，研擬第二高速公路路線選擇方案的優先順序，以供決策者參考。此項選線過程可以降低工程建造及維護成本，並維持較高的環境品質。

2. 運輸空間決策支援系統 — 以高速公路交流道區位選擇為例

該計畫係結合地理資訊系統和電腦模型成為一個運輸空間決策支援系統，以協助決策者處理運輸規劃與管理之空間選擇問題、在該計畫所發展之區位—分派模型 (Location-Allocation Model) 中，共包括三大子系統，即網路資料庫、交談式電腦繪圖系統，以及最佳化數學模型與模擬模型。

3. 捷運路線選線及輔助設計地理資訊系統

該研究利用 ARC/INFO 軟體程式在 UNIX 作業系統的工作站上開發「台北都會區大眾捷運系統沿線資料庫系統」以及其他支援路線選線設計之子系統，並將之應用於捷運路線的選線工作上。

4. 南宜快速公路蘇澳延伸段運輸規劃地理資訊系統之研究與建立

該研究利用ARC/INFO軟體程式建立地理資料庫，開發具有親和力之查詢系統，以供規劃人員查詢及展示使用，並實際應用於路線走廊規劃工作上。該項系統亦可做為規劃單位說服不同意見之民衆的重要工具。

5. 捷運系統地下物數值模型之建立

成功大學測量系接受台北市捷運局委託，進行研究「捷運系統地下物數值模型之建立」，屬於一種「大比例尺」應用的地理資訊系統，該研究計畫內容包括系統功能需求訪談、資料庫設計與建立、捷運沿線土地資訊系統建立、圖庫設計與管理，並整合各子系統成爲一個多目標之離型應用系統「台北都會區大眾捷運系統沿線資料庫應用系統」。

3-6 交通流暢中心與路況資訊諮詢服務

3-6-1 交通流暢中心

各地之「交通流暢中心」係依據行政院頒佈之「改善交通全盤計劃」中之「都市交通改善計劃」分項計畫而設置。交通流暢中心，結合了警察局交通警察大隊、警廣交通電台、其他電台，以建立整體通訊網路，統籌路況報導、肇事處理、拖吊、號誌維修、障礙排除及交通疏導等事宜。而其道路路況資訊的取得，主要有下列之方式：

(1) 交通警察勤務人員的通報

(2) 無線電計程車提供路況資訊至計程車無線電台，再由計程車無線電台通報中心

- (3) 110 報案中心提供
- (4) 一般民衆利用專線電話提供
- (5) 其他

流暢中心在蒐集路況資訊後，再經由電台廣播或計程車無線電台傳達路況資訊。由此可知，「交通資訊中心」已具備了交通管理中心的部分功能，但距智慧型車路系統中之交通管理中心(Traffic Management Center)的完整功能仍有相當大的一般距離。

以下將介紹台北市及台南市之交通流暢中心之組織、任務、作業流程及路況報導的流程。

1. 台北市：

「台北市政府交通流暢行動中心」結合交通局、警察局交通警察大隊、警廣交通專業電台、市政電台，建立整體通訊網路，提供確實之路況資訊，迅速有效排除道路障礙，維持道路交通順暢。

台北市交通流暢中心的組織分為四組，服務組、處理組、修護組與報導組，各組之主要任務可見圖 3-7。

對於道路狀況資訊的取得，主要有幾個方式：交通警察巡邏小組，無線電計程車，110 報案中心、電台與市民等；在取得有關道路交通現況訊息後，除透過報導組來報導道路交通現況外，並依狀況研判通報各責任組加以處理，各組在處理完畢後，應立即向服務組回報。

台北市交通流暢中心之作業流程如下：（見圖 3-8）

- (1) 巡邏小組、無線電計程車、110報案中心、電台及市民等利

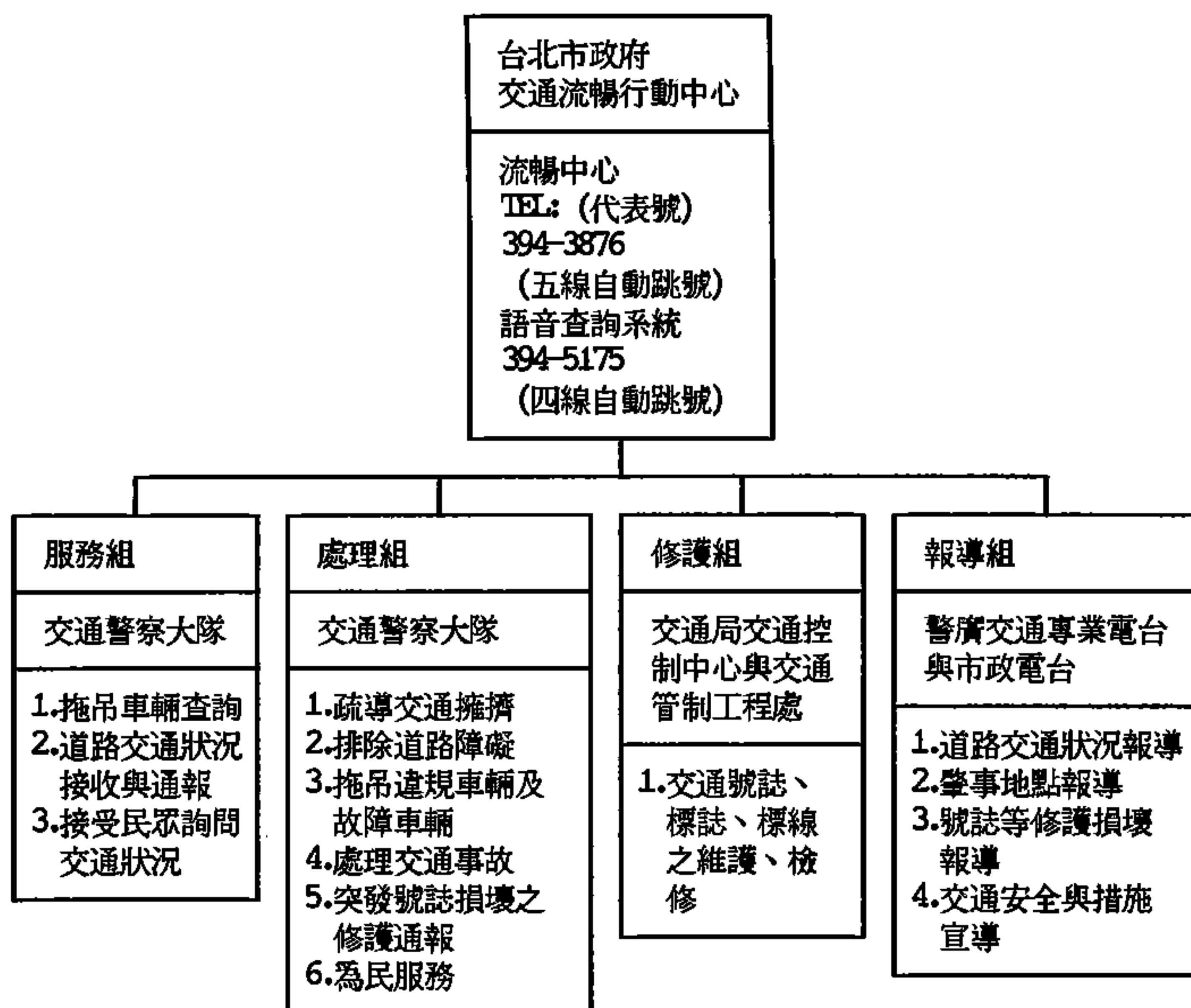


圖 3-7 「台北市政府交通流暢行動中心」組織及任務

用無線電或服務專線將阻礙道路交通流暢之訊息通知務組後，通報各責任組處理完畢後回報。

(2) 處理組在接獲道路交通擁擠或道路障礙之通報後，立即派遣交通警察與交通助理人員前往疏導、排除；又如接獲交通事故之報案，則立即派出拖吊車及測繪人員到場登錄，並迅速處理；對於違規停放之車輛及故障車輛，則於接獲通報後立即派遣拖調車

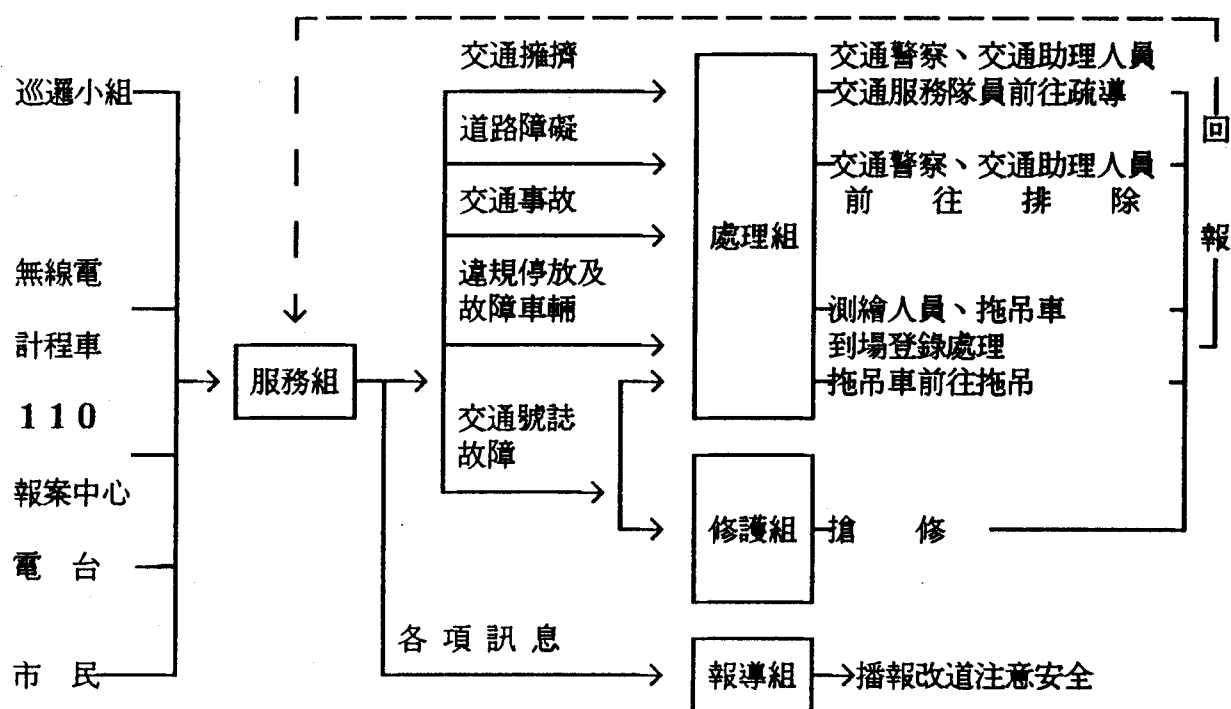


圖 3-8 「台北市政府交通流暢行動中心」作業流程表

前往拖吊，以維持道路交通順之暢。

(3) 服務組向處理組與修護組通報交通號誌故障時，處理組立即前往疏導交通，維修組則迅速前往修護故障號誌，若修護期間須較長時，則運用臨時交通管制措施或由處理組進行交通疏導工作

(4) 報導組接受服務組各項通報，隨時作路況報導，以供民衆參考配合。

2. 台南市：

台南市設立「交通流暢中心」於警察局交通大隊，其組織及任務如圖 3-9 所示。「交通流暢中心」係結合勝利電台、警廣高雄台、中廣台南台，廣播道路交通現況，並成立肇事排除專線，

一旦接獲報案後立即派出拖吊車及測繪人員到場登錄，俾迅速恢復交通流暢。道路路況資訊（諸如車禍，影響交通順暢之違規停車、交通阻塞與施工等）之來源有四：

- (1) 各警察勤務人員利用無線電直接通報路況。
- (2) 第一、成功無線電計程車駕駛人提供路況資訊給計程車無線電台，再由電台利用專線電話通知中心。
- (3) 一般民衆利用專線電話提供路況資訊給中心。
- (4) 工務局道路施工資訊的提供，中心在收到路況資訊後，即利用廣播通知駕駛人。

目前三電台所負責播報之內容分述如下：

- (1) 勝利電台爲中心使用最頻繁之電台，有關台南市路況主要由此電台負責，中心和勝利電台間裝設插播系統，可立即通知電台節目主持人。

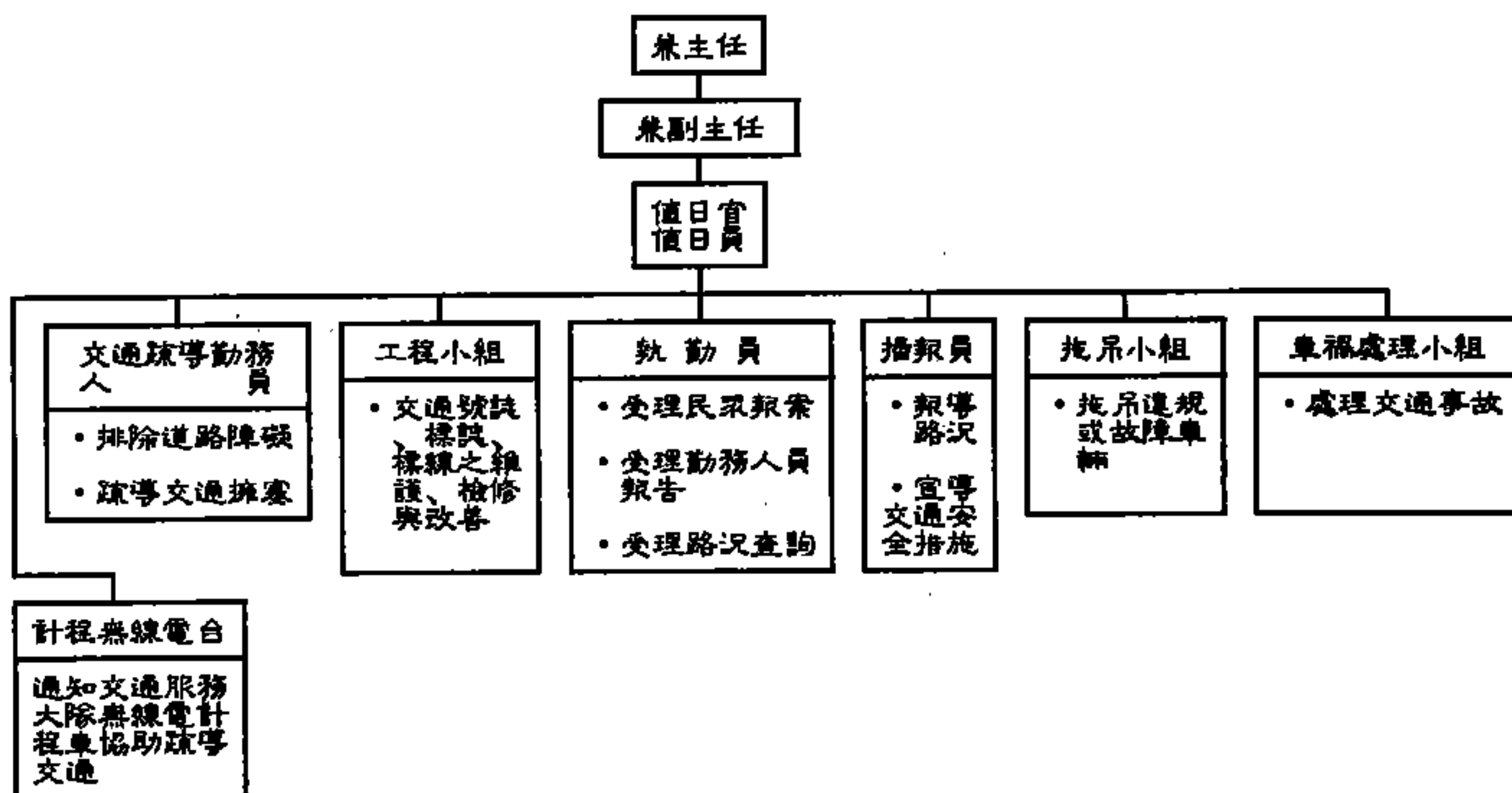


圖 3-9 台南市交通流暢行動中心指揮系統圖

(2) 警察高雄台配合部份，有關台南市之重要路況及通往高速公路之聯外道路路況，係利用FAX 轉請高雄市交通流暢中心代為播報。

(3) 中廣台南台部份，中心受理路況查詢後，請中廣台南台運用適當時段播報。

其資訊流程圖見圖3-10。

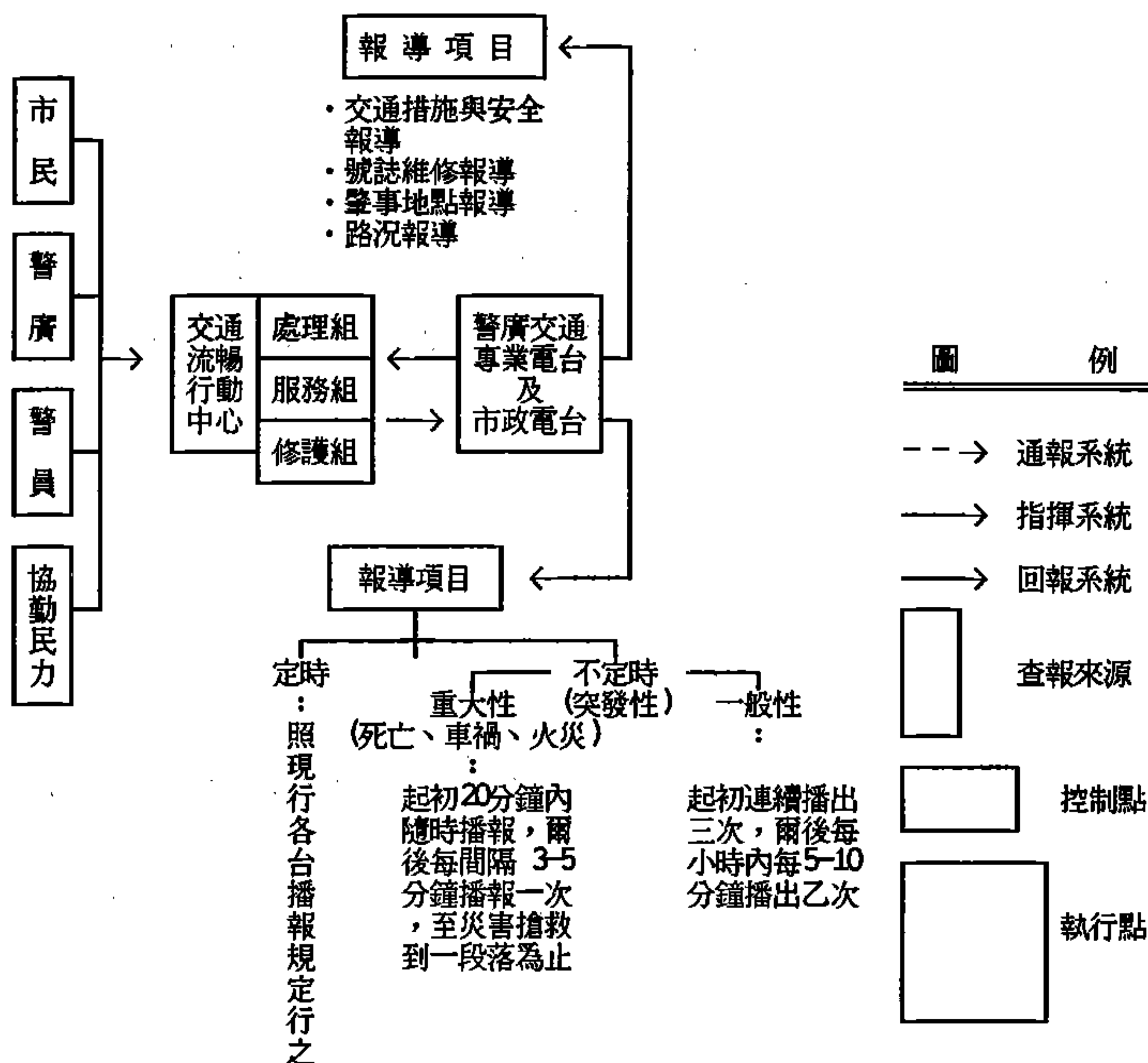


圖 3-10 交通報導流程示意圖

由各地「交通流暢中心」所負責的任務來看，事實上，交通流暢中心，同時具有先進交通管理系統(ATMS)與駕駛人資訊系統的部份功能。

3-6-2 路況資訊諮詢服務

目前駕駛者取得資訊之管道主要為廣播電台、無線電台、高速公路 168專線以及電視。其中電視新聞有關交通資訊之報導受到播出時段限制，不能提供全天候的服務，效果不彰，暫不予討論。

1. 廣播電台與 168專線

西部各縣、市公路之重大事故資訊經由各轄屬警政系統以電話專線、傳真、交換系統轉報至設於高速公路局交控中心之協調中心，經統合整理後報送電信局"168"語音播放系統，或以話語直接切入高速公路交通專業電台及各地區警察電台予以插播。

2. 無線電電台

無線電電台專供無線電計程車使用，不提供資訊予一般民衆。無線電計程車除能充當路況資訊之提供外，亦能藉無線電取得道路交通資訊，並從事雙向通訊。目前台北市運用義交及巨億無線電台與交通警察大隊勤務中心連線後，約有 800輛無線電計程車投入加強路況播報、機動疏導交通的行列。台南市目前亦有第一與成功二家無線電台對台南市交通流暢中心提供路況資訊，目前約有 620輛無線電計程車。

目前駕駛者取得資訊之管道並不多，且均屬於一般性資訊，並非針對個別駕駛者之需要，若欲提供特定的交通資訊，數位化之廣播技術與車內顯示螢幕，似將為未來的重要發展方向。

3-7 定位系統之發展與應用

定位方法及據其所發展的各種定位系統，最早係應用於航海界、航空界以應船舶、飛機之定位導航需要。而目前用於陸上運具的定位方法，則多係轉移自航海、航空界所使用的方法並加以適當的修正。現今較為廣泛應用的定位方法主要有無線電定位法 (Radio Location Method)、航位推估法 (Dead Reckoning Method)、路邊設施定位法 (Roadside Positioning Method)、衛星定位法 (Satellite Positioning Method) 等四種。本節擬對各種定位方法予以介紹，並評估各種定位方法在「行車路線導引系統」中的應用與發展潛力，並提出建議。

3-7-1 無線電定位法

無線電定位法主要是在車輛與許多固定的無線電標柱 (Fixed Radio Beacons) 之間，直接利用無線電信號來獲得方位之定位法，其係利用三邊定點法 (Trilateration Method) 來確定車輛的位置。三邊定點法又可以分為兩種，即圓形三邊定點法與雙曲線三邊定點法。

1. 圓形三邊定點法

此為最簡單三邊定點法，即至少找出三個無線電信號柱所發射之無線電信號，再依傳回信號柱 (Beacons) 所需的時間來推求車輛的位置 (如圖 3-11)。這種方法至少要有二條無線電頻道，或是車輛裝有傳送反應器 (Transponder)，俾將無線電信號再發送出去，故此種方法並不經濟，而此缺點可用雙曲線三邊定點法加以克服。

2. 雙曲線三邊定點法

所謂雙曲線三邊定點法乃是由於其用於定位之位置線係使用雙曲

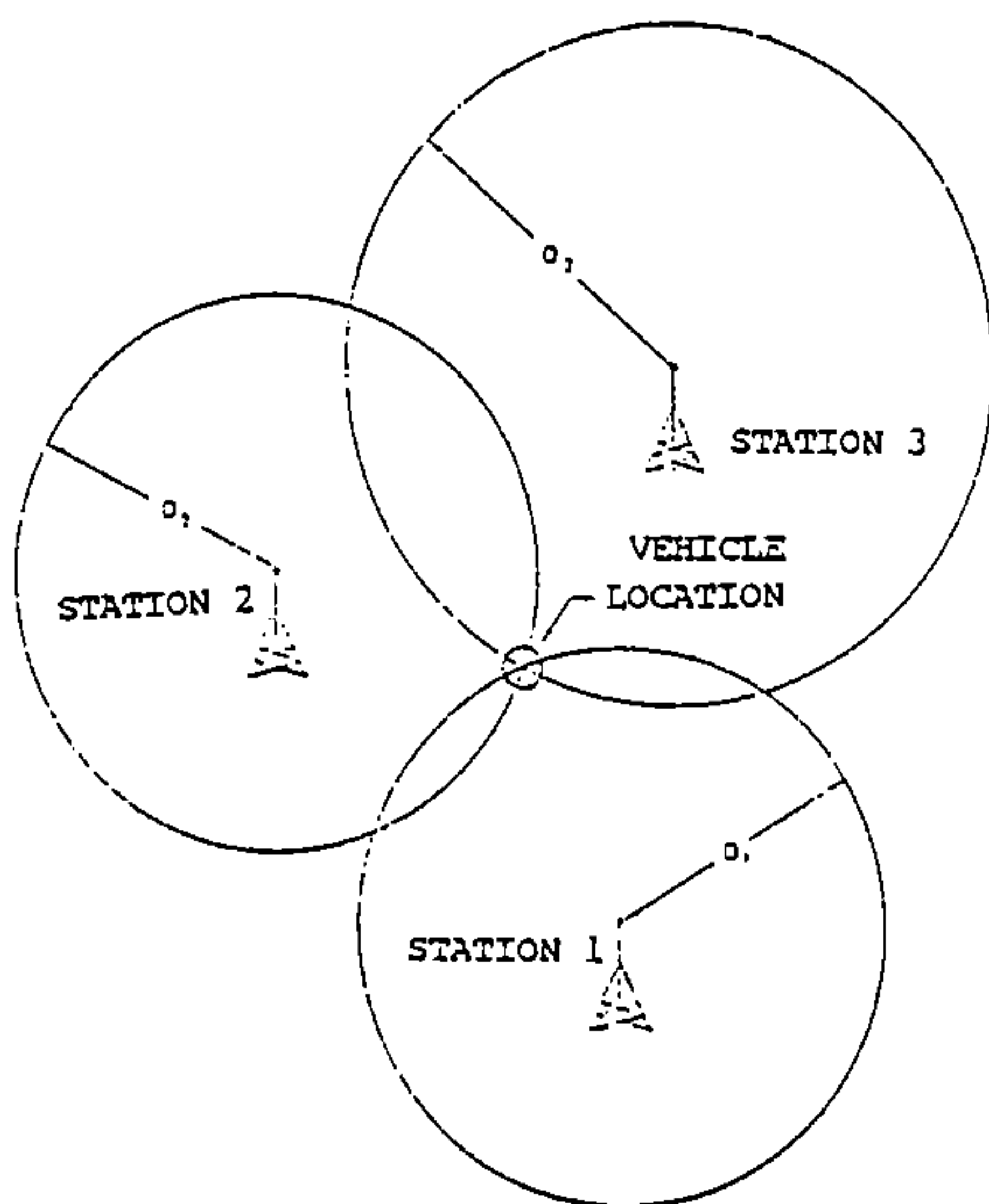


圖 3-11 圓形三邊定點法

線的形式而得名。主要是衡量無線電信號到受測車輛的時間差 (Time Difference)，來推求車輛位置，而時間差的定義為雙曲線，雙曲線的焦點則為各個無線電信號柱，不同雙曲線的交點即為車輛的位置所在（如圖 3-12）。雙曲線三邊定位法中，如果無線電標柱的數目愈多，則對車輛位置偵測推估的誤差將愈低。雙曲線三邊定位法已為航海界所廣泛採用，例如羅遠—A (Loran-A)、羅遠—C (Loran-C)、達卡 (DECCA)、亞米茄 (OMEGA) 等船舶導航系統中均已應用雙曲線三邊定位法的原理。

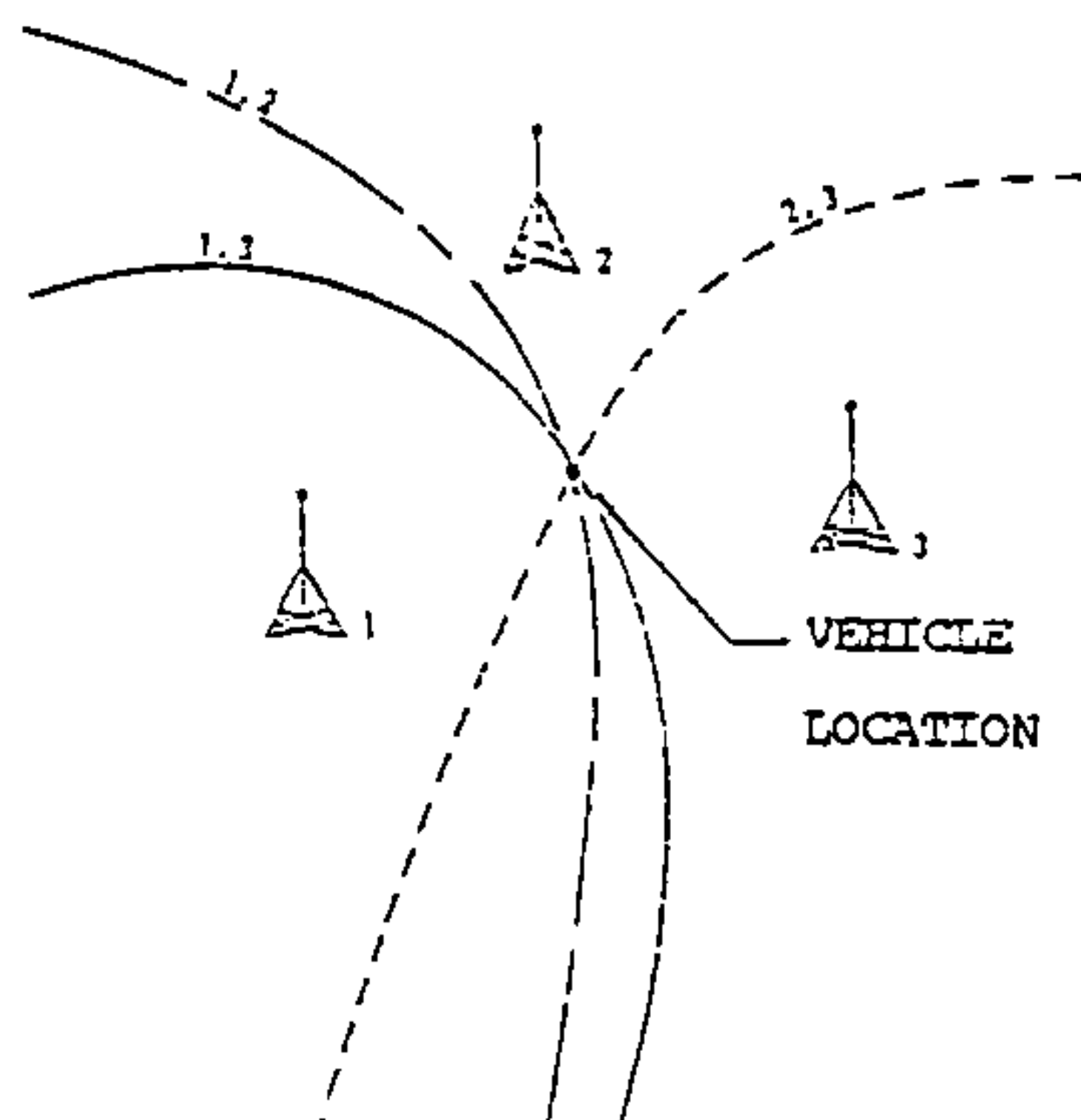


圖 3-12 雙曲線三邊定點法

前述各種無線電定位法係以固定的無線電信號柱為基礎，來找出車輛的位置，此信號乃由車輛傳送；此外也可以車輛為基礎來找尋車輛的位置，此時信號係由固定的信號柱來傳送。

3-7-2 航位推估法

航位推估法是利用高度精確的里程表及羅盤，求取已知固定點到目前位置的旅行距離及方向，從而找出車輛之位置（如圖 3-13 所示），再利用無線電傳輸方式，將所得到的資訊送回基地站 (Base Station)。此種方法的缺點，在於其量測的精度會受到道路狀況、風速及輪胎壓力等因素的影響。為了改善此一缺點，系統必須以一定的基礎 (Regular Basis) 加以更正，此可以鄰近設施或是比較車輛已知或可能的

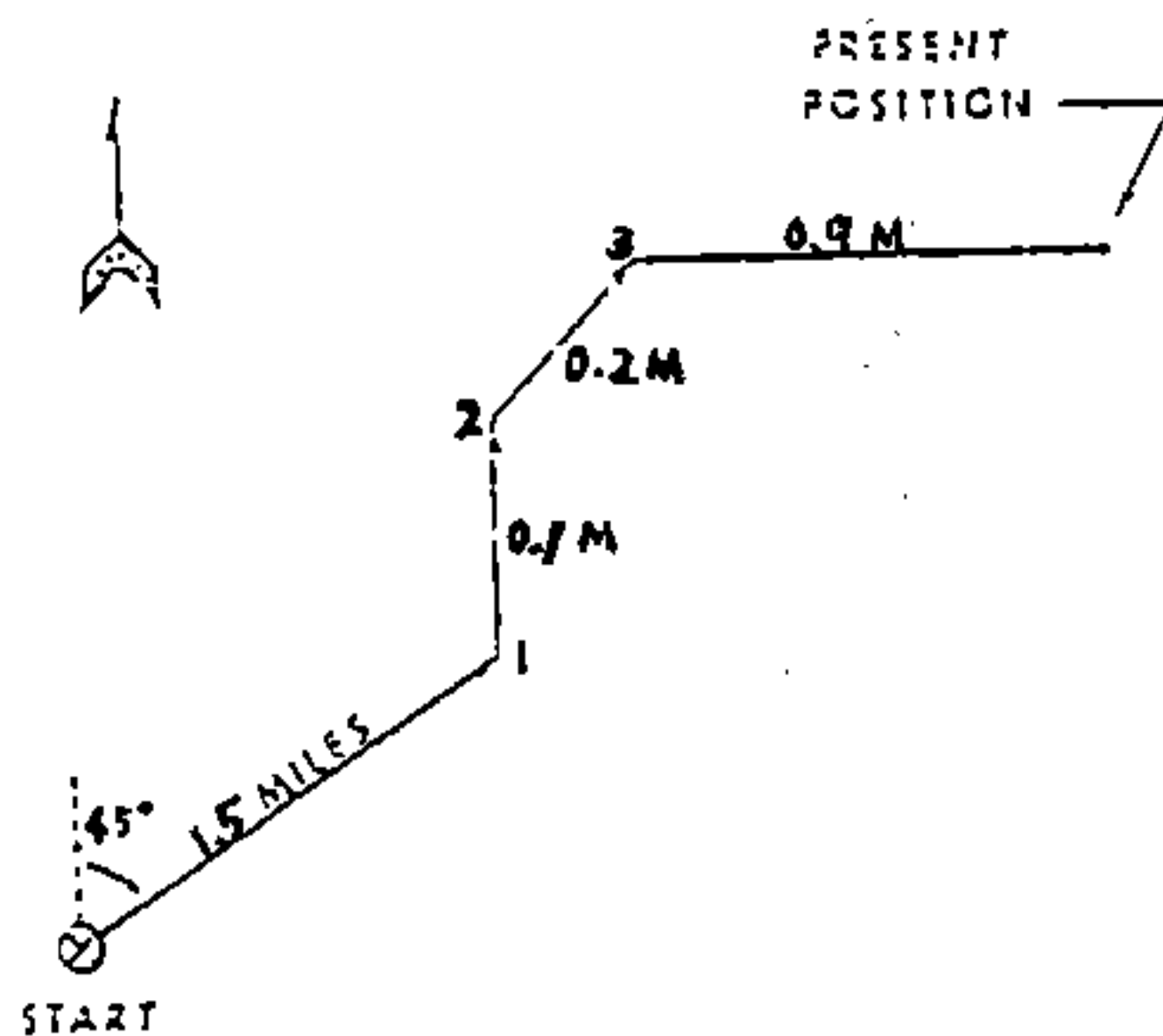


圖 3-13 確時推估法例示

路線來加以達成。對於具有固定路線的車輛（如公車）而言，此種更新方法並不困難，因其路線均為已知；至於對無固定路線的車輛而言，則必須利用較複雜的方法以改正偏誤，也就是將都市的地圖儲存在電腦中，再連續調整車輛的位置，使其接近實際的位置。

3-7-3 路邊設施定位法

路邊設施定位法是在都市內普遍而均勻的設置固定設施（即信號柱，Signpost），再依車輛與路邊設施的關係，以推求車輛的位置。當車輛通過最接近的路邊設施時，路邊設施會將車輛的位置利用無線傳輸的方式送回基地站，而基地站也可利用無線電信號將駕駛人所需要的資訊透過路邊設施傳給駕駛人。路邊設施定位法包含多種不同方法，其中一種為逆鄰近系統 (Inverse Proximity System)。在逆鄰近系統中，車輛能夠連續發射出某些較低水準的信號，並由某一個信號

柱接收器 (Signpost Receiver) 所接受，然後將其轉送至基地站。但如接收器附近有許多車輛時，則最強的信號將會阻礙其他較弱的信號，此為一大缺點；有關逆鄰近系統之示意圖參見圖 3-14。另外一種不同的方式是使用信號柱作為傳送器 (Transmitter)，在每輛車上裝置接收器，車輛有規則地將資訊傳送至基地站，以求取最接近的信號柱，有關信號柱傳送器的被覆區域網如圖 3-15 所示。最後一種方法稱為鄰近系統，乃是由電子圍牆 (Electronic Fence) 所構建；在鄰近系統中，當車輛離開某一區域時，必須穿越電子圍牆，而此一資訊則經由信號柱傳送至基地站，以更新車輛之所在位置。

由以上對路邊設施定位法的描述中可以發現，若要提高車輛偵測的精確度必須增加信號柱的數目，如此將無可避免地會提高其系統營運與維修成本。

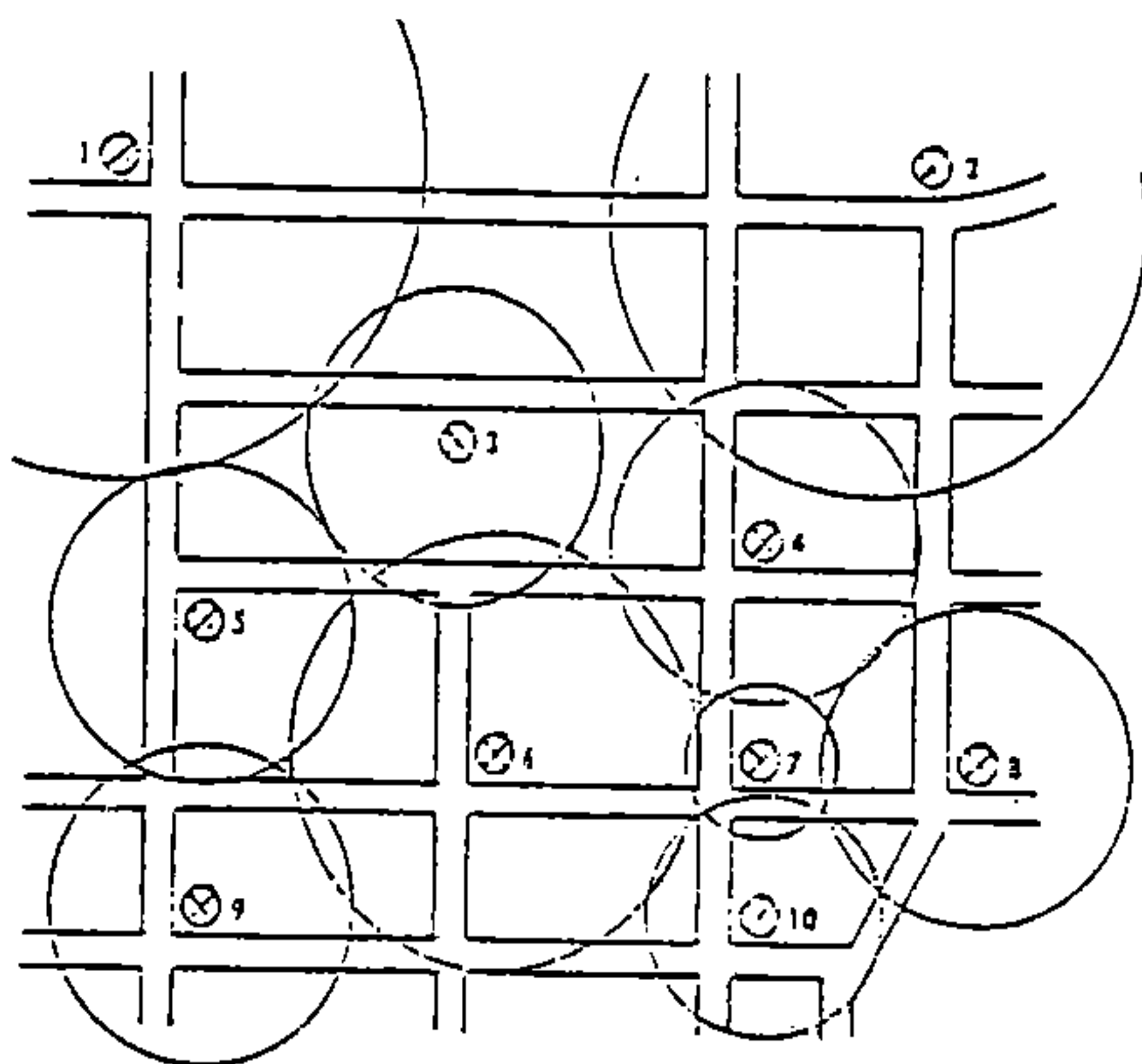


圖 3-14 逆鄰近系統示意圖

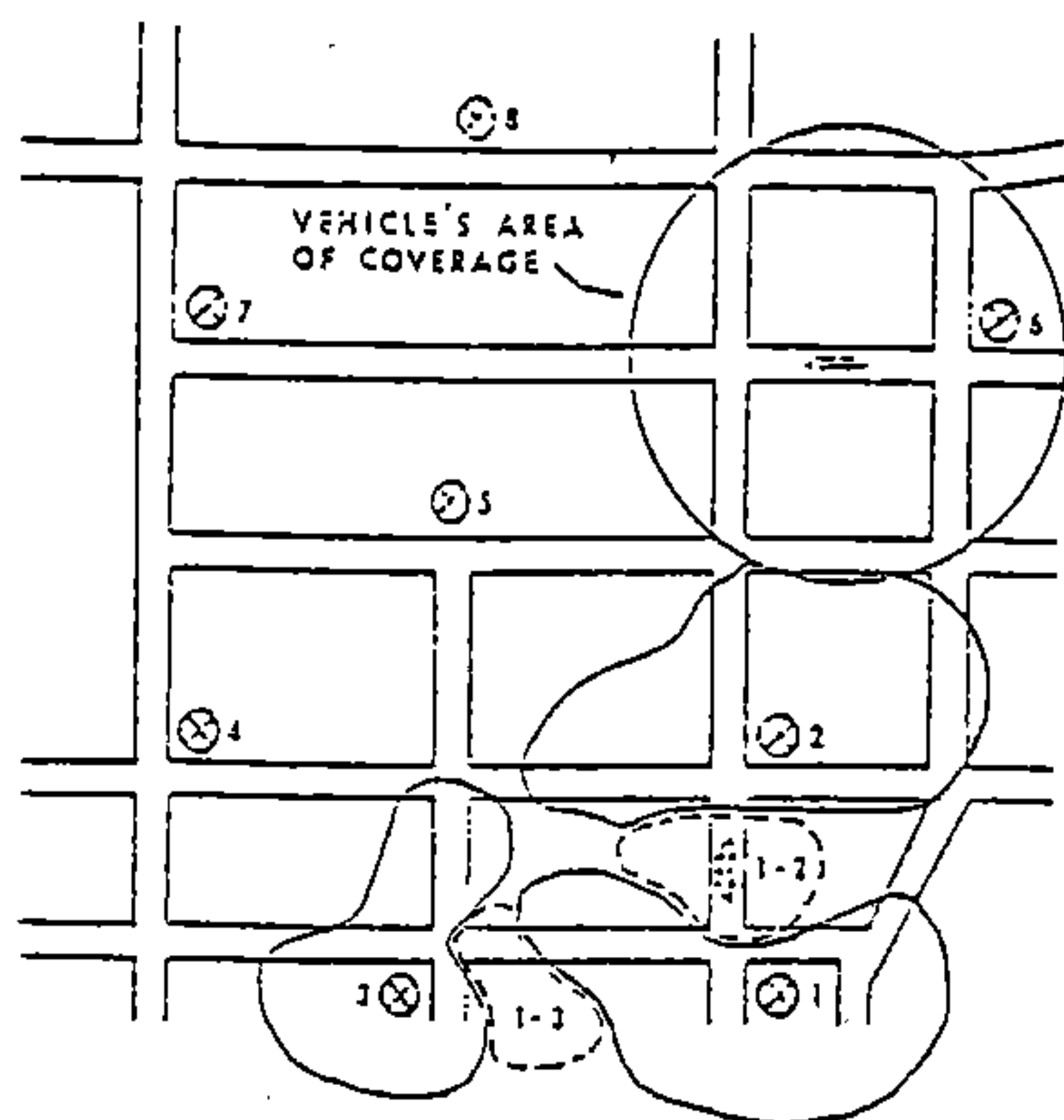


圖 3-15 路標傳送器被覆區域網

3-7-4 衛星定位法

衛星定位法被公認為現今世界上最為進步的定位方法，而目前利用衛星來從事定位的主要有天經衛星系統 (Transit Satellite System) 與全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 等兩種，分述如下：

1. 天經衛星系統

天經衛星系統係於1960年由美國海軍發展成功，首先應用於軍事艦艇的定位導航，至1967年7月起始開放供全球民間商用船舶使用，而逐漸推廣至航空及測量上加以應用。

天經衛星系統之組成主要包括人造衛星、地面控制台，以及衛星

航儀等三大部份。

天經人造衛星係繞地球兩極之大圓軌道運行，每運行一週，需時約 170分，衛星高於地球表面約 600哩。目前空中可供定位之衛星約有 5至 6顆，若按經常保持 6顆衛星運行情況而計算，地球上任何地點，每日各衛星約繞過兩次。平均定位間隔，隨緯度而變，在南緯或北緯 45度處，約每 60分鐘可獲定位一次，定位頻率最低者係在赤道附近，平均間隔約 100分鐘（以赤道上某一特定點計算）。

定位之基本原理，係由杜卜勒頻移而從事距離量測。衛星在空中軌道運行時連續廣播訊文，此訊文內容有隨時間改變之衛星運行位置，由航權接收機接收衛星接近、經過、及遠離之訊號所獲得之杜卜勒頻移量測，由此可得船舶與衛星間之距離差，再由航權計算機作疊代計算，比較由實際量測杜卜勒頻率所得距離差與由輸入衛星航儀所推算之位置及航速來計算距離差，而可得準確可靠之衛星定位位置。

天經衛星系統，在先天性上，乃一中等準確度之定位系統。自開放供全球各國自由使用以來，由於受到軌道上運行衛星數量太少之限制，僅供艦船作間歇性定位使用，航空飛機並未加以使用。美國為其軍事上之需要，加上現有之電子航行系統又多重複，難達理想要求，因之繼天經衛星航行系統發展成功後，又積極發展全球定位系統，以取代天經衛星系統。和天經衛星系統同屬衛星定位系統之「全球定位系統」，由於其功能、地位日益重要，將於下節中詳細說明。

2. 全球定位系統

在求迅速、準確及便捷的時代需求下，由於現有各種電子定位系統皆有其限制，以往的電子航儀如：LORAN-C、DECCA、OMEGA 及天

經衛星系統 (TRANSIT) 等，在實際應用上皆有其不可克服之缺點存在，因此將漸由 GPS 所取代，以下將就 GPS 之發展、系統架構及其在導航定位方面之應用詳加說明。

(1) 全球定位系統發展沿革

1970 年代美國空軍計畫朝三向度精確定位方面研究發展，而有所謂 NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging) 之誕生。原計畫於 1987 年底系統完成後，全球共有 24 顆衛星均勻分佈於三個軌道面上。屆時全球各地在任何時間均可同時觀測位於不同軌道之衛星，以供快速導航定位之用。

1973 年起由美國國防部接管，並聯合海軍之「TIMATION」計畫，擴大成為亦能應用於民間定位測量之「全球定位系統」(Global Positioning System)。整個計畫計分為三個階段進行。

現階段之系統為試驗性質之 PHASE II 階段。目前天空中共有 7 顆可用之衛星〔屬雛型 (Prototype) 衛星〕分佈於傾角 63 度之二個軌道面上，以供測試之用。

由於第二階段起，因國防預算被裁減，計畫須重新修改，乃決定將衛星由原定 24 顆減為 18 顆。預計整個系統完成後將有 18 顆操作衛星 (Operational Satellites) 均勻分佈於 6 個軌道面上，軌道之傾角為 55 度，每個軌道面上之衛星相距 120 度，而某一軌道面上之衛星與其西側另一軌道面上之衛星相差 40 度，軌道高度約為 20183 公里，繞行一週約須 12 小時 (恆星時)。除了上述 18 顆衛星外，另又發射三顆主動式預備衛星 (Active Spares)，組成 21 顆衛星系統，其分佈如圖 3-16；此三顆備用衛星之功能在於做為主衛星失效之備用品及加強衛星之

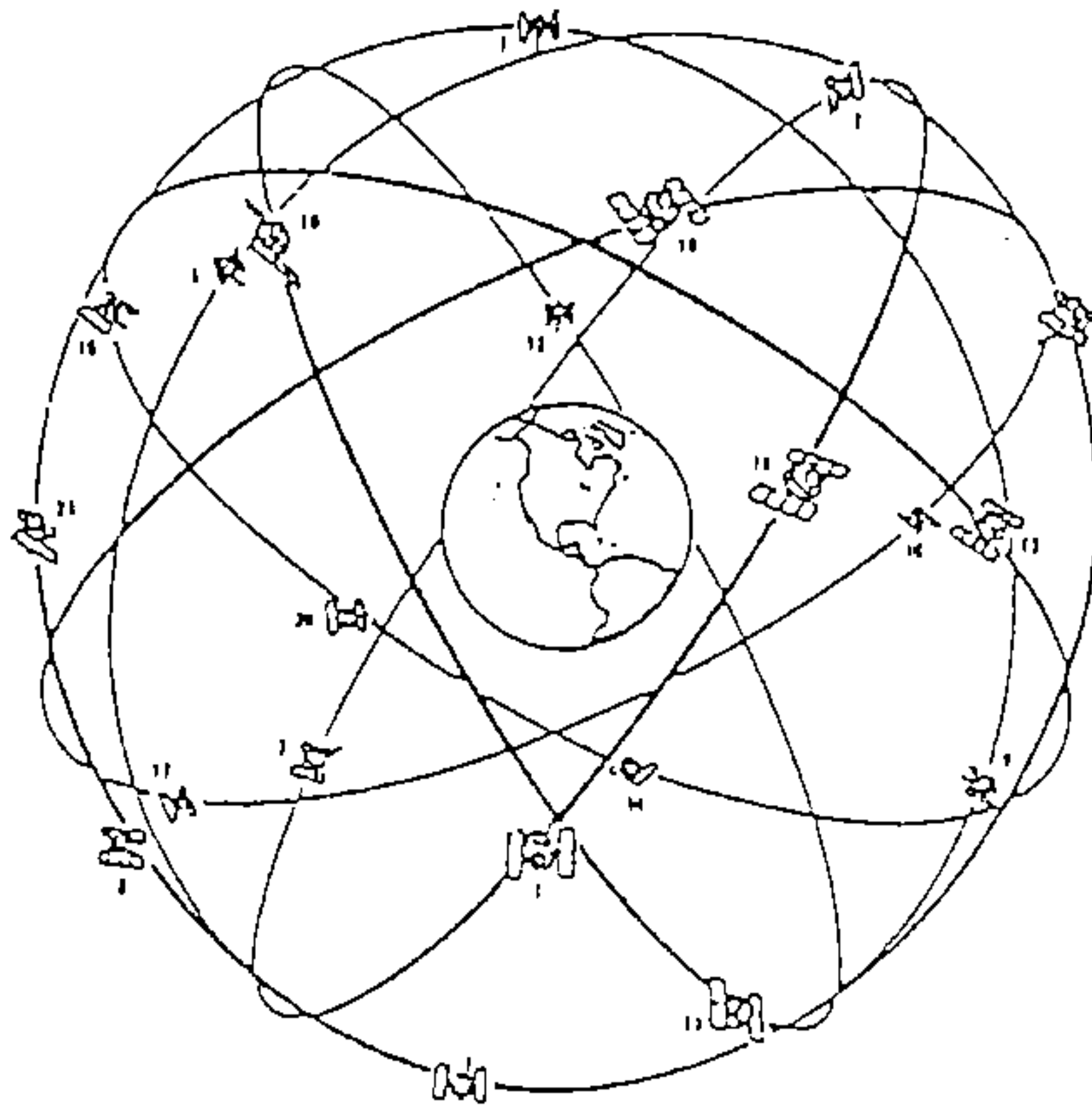


圖 3-16 18顆導航星及 3顆備用導航星配置圖

幾何分佈。如此，將可在全球各地在任何時刻皆可同時觀測到至少四顆以上之衛星，而可做三向度之定位測量。不過此 21 顆衛星之分佈並不如想像中之完善，在某時間段內，某些特定地區之衛星分佈幾何強度較差，以至有所謂 "觀測不佳" (Outages) 之情形發生；所以，最近又宣佈要改回 24 顆衛星之架構。

整個系統之操作衛星原預定於 1989 年底全部由太空梭發射完畢，但因受 1986 年挑戰者號太空梭爆炸事件之影響，使得太空梭發射計畫被迫延遲，目前整個系統已接近完成階段。

(2) 全球定位系統之架構

全球定位系統之架構可分為太空部份、控制部份及使用者部份，茲分述如下：

a. 太空部份 (Space Segment)

當整個系統完成至可操作時候，共有24個衛星，平均分佈在距地面高度約20,200公里的三個橢圓形軌道上，它們都與赤道平面成55度的傾斜，三個軌道互隔 120度，每個衛星在軌道上的運行週期為12小時，如圖3-17所示。

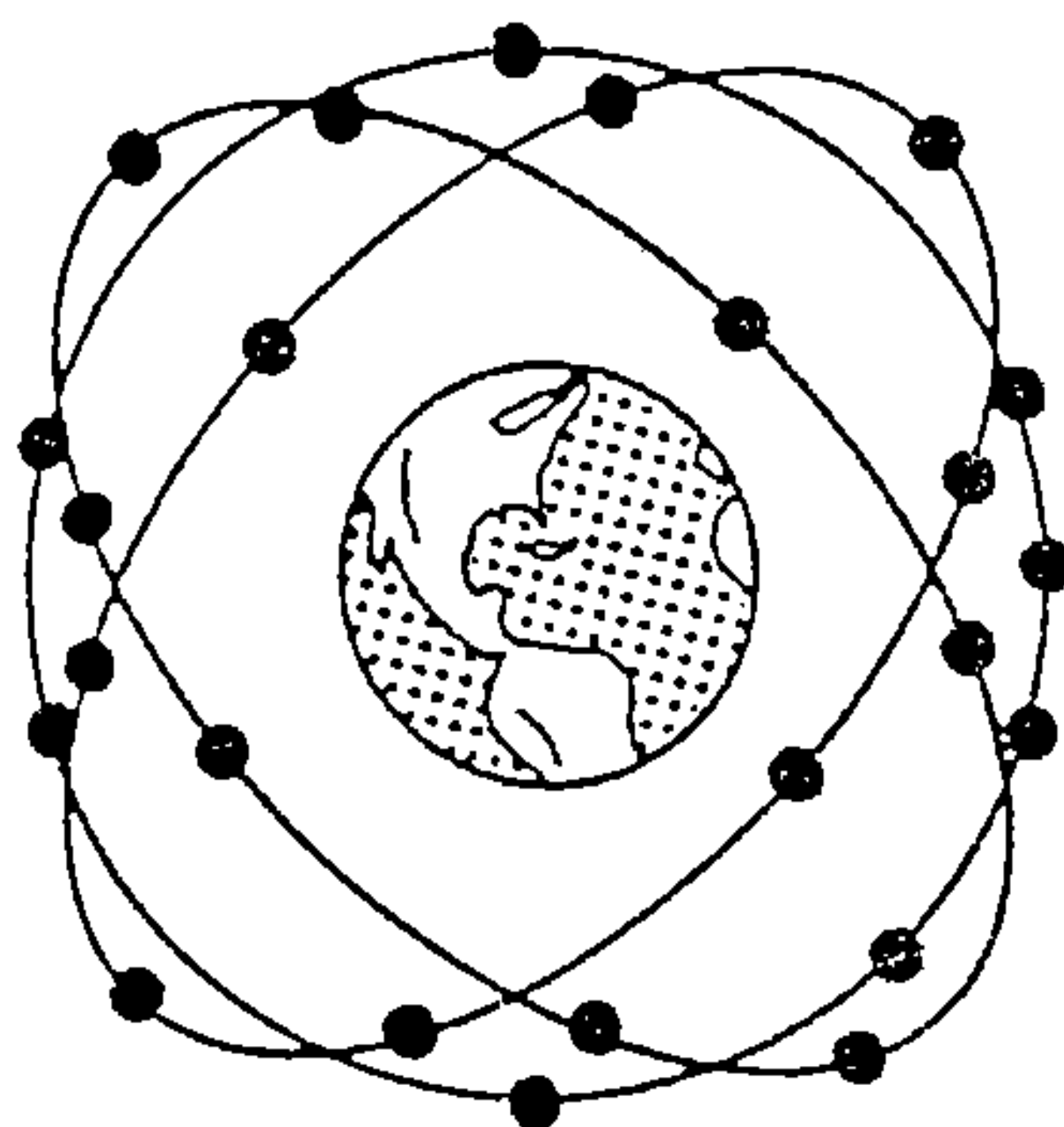


圖 3-17 衛星軌道圖

以上衛星個數、軌道和運行週期的設計，可使地球上任何地點、任何時間最少都能夠同時收到四個衛星的直射信號；有時候可能會同時有 6至 9個或更多的衛星運行於觀測者的地平線上，供使用者選擇其中之四顆衛星，並接收它們發出的導航信號，以獲得最精確的航行資料。

衛星內最重要之設備為重約 4.5公斤，頻率為10.23 MHz 的精密原子鐘，以確保頻率產生器穩定產生基本頻率訊號，此原子

鐘提供了觀測者所需的時間同步，其時間可由地面的主控站隨時予以校準，並將時鐘偏移量於訊號中廣播給使用者，以便於計算及改正。GPS 的衛星訊號是採用兩種 L 頻帶 (Band) 的無線電載波，一種稱 L1，頻率為 1575.42 MHz，波長為 19 公分；另一種為 L2，頻率 1227.60 MHz，波長為 24 公分。當接收機同時接受這兩種頻率時，可用以消除電離層折射之影響。而 GPS 衛星所發送的訊號屬於一種合成的雙電碼信號 (Dual Code Singal)，稱為 C/A 電碼訊號與 P 電碼訊號。接收機擷取 C/A 電碼訊號可以獲得概略性的航行資料，誤差約在數百公尺；而接收機擷取 P 電碼訊號，可提供精確的航行資料，誤差至多數十公尺（見圖 3-18）。

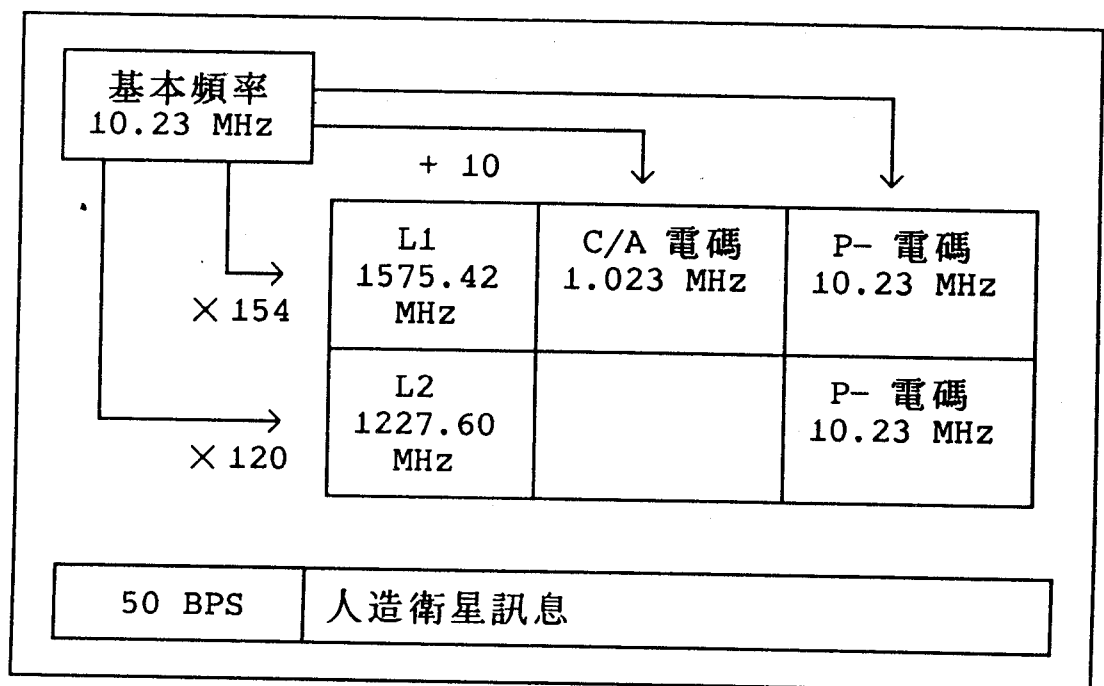


圖 3-18 GPS 衛星訊號示意圖

GPS 衛星的基本功能大致可分為：

- 接收並儲存由地面控制中心傳送來的訊息。
- 經由自身的微處理機從事資料處理。
- 由衛星內部的數個振盪發生器維持一精確時間。
- 利用各種不同之訊號傳送訊息給使用者。

b. 控制部份

按工作性質來區分，控制部份包括以下三種工作站，如圖 3-19 所示。

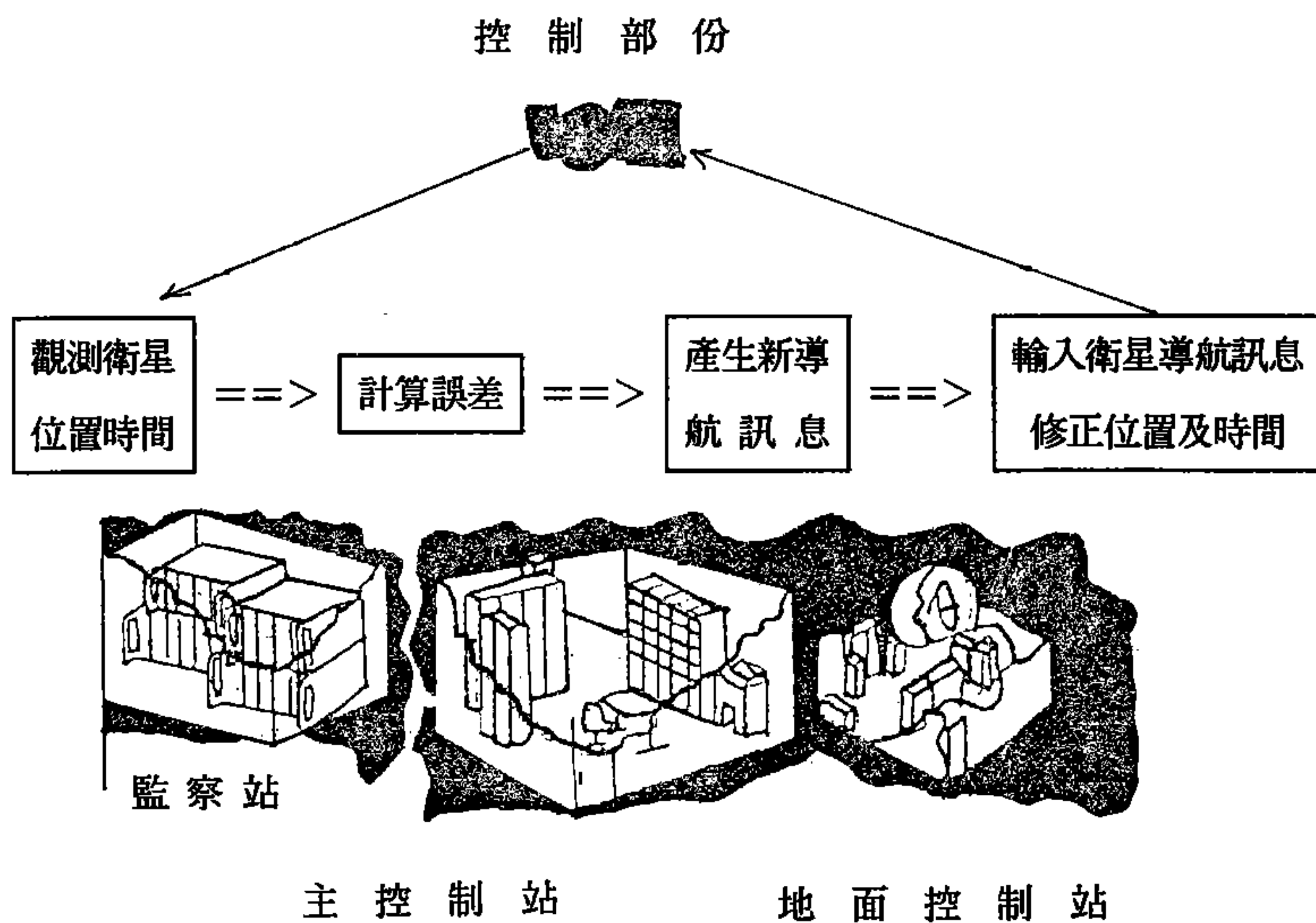


圖 3-19 控制部份

- 監察站 (Monitor Station)

目前來說，計有設立在阿拉斯加、關島、夏威夷及加州范登堡 (Vandenberg, Cal.) 等四個監察站；而當整個系統完成時，所需監察站的數量尚未決定。它們的任務是當有衛星進入其測量範圍時，各站將會觀測該衛星的運行位置及時間，並進行追跡，直到它走出視線之外為止。

- 主控制站 (Master Control Station)

此工作站係設在美國加州的范登堡空軍基地，其功用是將各監察站測得各衛星（與各站）的距離資料，蒐集並轉換成新的導航訊息 (Navigation Message)，再送至地面控制站。

- 地面控制站 (Ground Control Station)

此控制站，目前是附設於主控制站內，它將來自主控制站的導航訊息，以每日為基準，向太空發射，使之輸入每個衛星的記憶單元。這些導航訊息的主要目的是使各衛星「運行位置之推算」及「計時之誤差」保持在精確度限制之內，然而即使沒有此項資料向上傳送，操作系統仍能維持數日的正常操作。

- c. 使用者部份

典型的 GPS 使用者裝備主要由四個部份所組成：即天線、接收機、計算器（處理器）、輸出和輸入裝備。而標準的接收機應具有下列功能：

- 五種不同的同步接收頻道
- 雙頻操作（即 L1 與 L2）
- 雙電碼信號操作（C/A 和 P）

- 慣性輔助輸入

然而由於應用場所的不同，對於接收機性能的需求會有很大的差異。例如：有些需要高準確性、低運動性的要求（如陸上的車輛）；有些對準確度要求較寬，但卻有很大的運動性（如飛機）；有些則對準確性、運動性的要求均較寬（如航海）。GPS 使用者部份之基本架構示意圖見圖 3-20。

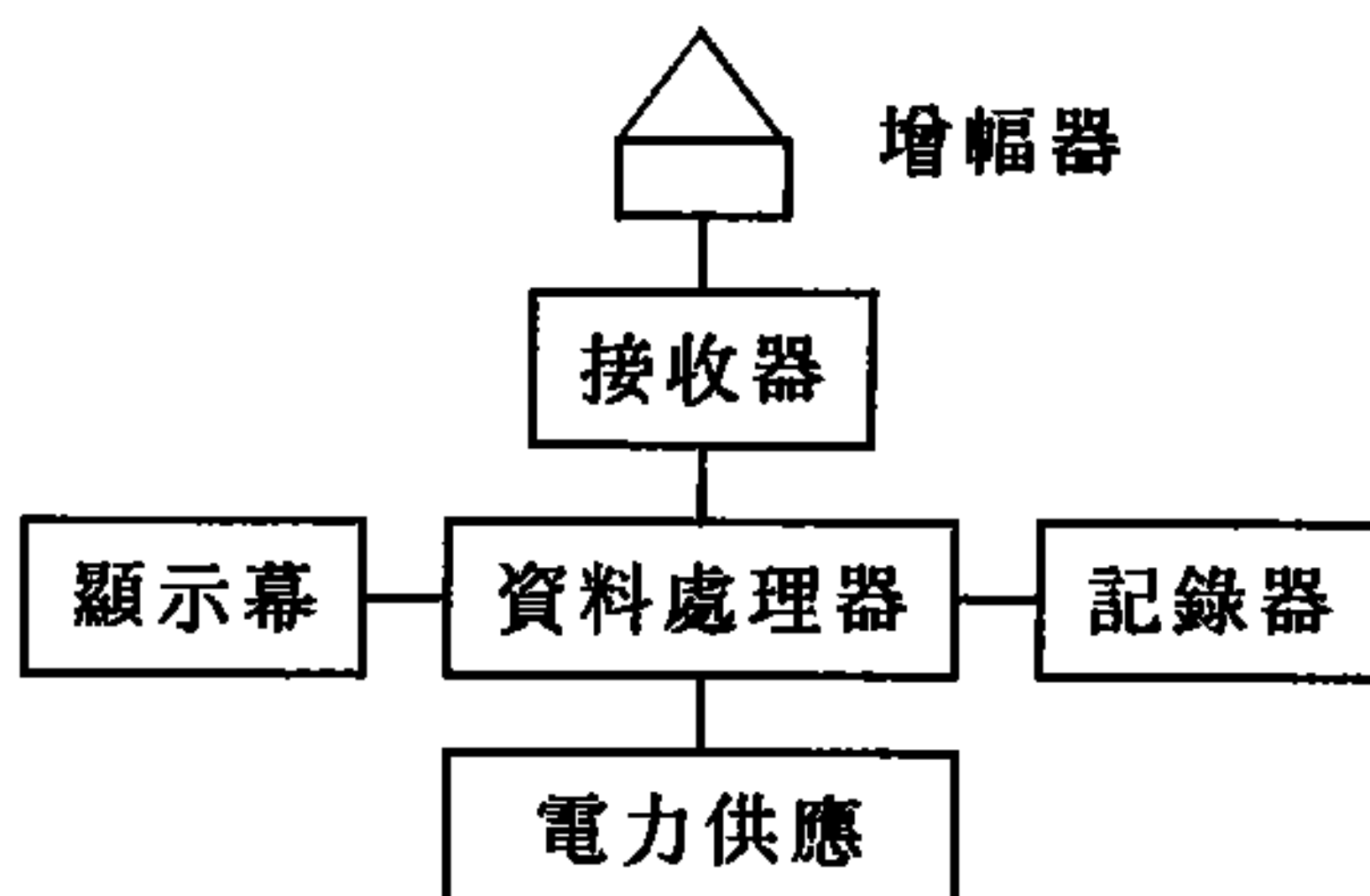


圖 3-20 使用者部份基本架構示意圖

(3) 全球定位系統於導航定位上的應用

GPS 系統自從開發之後，除了首先用於軍事船艦的定位導航外，隨著系統的日漸完整與不斷的改良，現已可用於飛機、地面車輛，乃至於飛彈的定位導航，在最近的美伊戰爭中，GPS 即發揮了相當卓越的功能。

GPS 在導航上的實際用途可分為以下三項：

- 運具之獨立導航：以運具獨立接收衛星訊號，不聯合主站之修正量，可用做離主站過遠之導航。

- 運具之相對導航：以一固定站爲主站，隨時發送移動運具所需的修正量，使運具從事較精密的相對導航。
- 運具（車隊）間相對導航：以車隊或船隊的領導中心爲主，隊中其他運具皆以其爲原點，從事平面相對位置之控制。

此外，GPS 的成果爲三度空間 X 、 Y 、 Z 的數值資料，在人類的感官上，對於數值資料的聯想僅是大小的差異，而無法將其完整聯綴成空間的相互關係，在運用上不若類比圖方便，目前各國均致力於國土資訊系統的建立，而此乃是屬於相當昂貴的系統，尤其在資料的更新上須有巨大的經費，目前習用的方式是直接利用衛星影像資料，但其缺點是比例尺太小，無法滿足精度、運動性均高的要求；若可利用 GPS 高精度的定點測量方法，應用於地理資訊系統 (GIS)，則有利於 GIS 的建立。

導航中所應用的數值地圖，可利用製作光碟 (CD) 的方式，分區將欲駛行地區之地圖數值化，並藉助地理資訊系統 ARC/INFO，分幅存於圖形庫中，而後配合需要，逐幅取用而顯示於螢幕上。若將運具瞬間之位置由 GPS 接收機接收，並進行相對導航，計算所得座標，事先做好螢幕上顯示位置調整，則使用者可在螢幕上同時看到數值化地圖上運具之瞬間位置，若繼續留下先前所在之位置，則可一併掌握運具航行之軌跡。

3-7-5 各種定位方法應用於行車路線導引系統之評估

應用於行車路線導引系統中的定位方法，必須要能夠具備動態性、準確性、即時性等特徵，以下則就各種定位方法應用於行車路線導引系統之實例與潛力進行評估。

1. 航位推估法

此法為最傳統之定位方法，在實際使用時受到道路情況、風速及輪胎壓力等因素之影響，使得距離與方位之衡量易發生誤差；故於應用時必須以一定的基礎來更新位置，配合路邊設施來達成定位。例如，日本之RACS系統即利用此二種方法之配合來達到定位的目的。

2. 路邊設施定位法

此法係利用路邊設施來建立信號柱系統，此系統對於固定路線之營運極具潛力，因成本合理且可增加精度。但只在車輛通過路邊設施時定位，其餘無路邊設施者，便無法定位。當路網擴大時或要求高精度時，即須增加路邊設施的數目，使成本提高。

3. 無線電定位法

此種定位方法種類繁多，應用廣泛，早期係用於船舶的導航定位，在陸地運輸方面係於1971至1972年間在美國費城進行Loran-C在都市運具定位之研究，結果並不理想。此外於洛杉磯，也曾進行Loran-C應用於都市內運具定位的研究，結果發現：在涵蓋面積為1000km，定位精度為200~500 m之間，精度上亦不甚理想。因此若單獨利用Loran-C來對都市中的運具進行定位，其效果甚至不如初級的路邊設施定位法。而至於其他應用於船舶航行的電儀航法（如OMEGA、DECCA等），則未有應用於陸上運具定位作業的文獻記載。

4. 衛星定位法

由於衛星定位法可以提供快速、準確的定位作業，加上衛星定位法不受天候影響，而且使用者的數目不受限制，可對無數個目標同時進行立即的定位，因此勢必將成為定位方法的主流。而天經衛星系統已逐漸被全球定位系統所取代，全球定位系統在定位方法中的重要性正與日俱增。但是 GPS接收機的價格十分昂貴，並非一般使用者所能負擔，因此如何降低其價格，以合乎一般使用者的經濟效益，乃為未來的努力方向。此外在都市中，由於高樓林立，GPS 信號受到高樓阻隔將產生多路徑 (Multipath) 的現象，使得效果受到影響。因此未來可能改善的方法為利用 GPS與其他定位方法（如航位推估法、路邊設施定位法等）的整合，使得成本、精度均能在一合理、可接受的範圍內。

茲將上述四種定位方法的評估結果列示於表 3-2 中。

3-7-6 GPS 之應用

成大航測所過去曾為了精確測量核能電廠之原子爐基礎有無下陷，而由國科會支助引進 GPS系統，目前已發展有快速測量法及公分級精度的技術（5 cm以下稱為公分級）。由於要達到公分級精確定位，GPS 需要有地面已知位置做為發射站，目前成大航測所預備和電信研究所合作，除了電信所原在北部設有一發射站外，在台南另設一定位發射站。目前一般都市中大廈林立，衛星的電波常會被遮斷，而不能達到隨時有四顆衛星訊號的接收，所以車內將採用陀螺儀 (Gyroscope) 做為定位的輔助工具，由車輪傳動至陀螺儀而明確行進方向與位置，

表 3-2 定位方法應用於行車路線導引系統之評估表

定 位 法	優 點	缺 點
航位推估法 (Dead Reckoning)	<ul style="list-style-type: none"> • 連續定位 • 自給自足 	<ul style="list-style-type: none"> • 精度受道路情況影響，多輔以其他方法配合使用
路邊設施定位法 (Roadside Positioning)	<ul style="list-style-type: none"> • 用於固定路線、精度高 • 成本合理 • 適合都市地區定位 	<ul style="list-style-type: none"> • 間歇性定位 • 隨路網加大，或精確度要求增高，成本隨之提高
無線電定位法 (Radio Positioning)	<ul style="list-style-type: none"> • 簡單 • 經濟 • 提供多使用者定位 	<ul style="list-style-type: none"> • 於都市定位中，受建築物遮蔽影響，產生多路徑情況，信號傳遞不易 • 受頻道限制，使用者有限
衛星定位法 (GPS)	<ul style="list-style-type: none"> • 涵蓋範圍大 • 精確度高 • 即時定位 • 無使用者數目限制 • 不受天候影響 	<ul style="list-style-type: none"> • 都市應用會產生多路徑狀況 • 成本高

再配合車輛行進至空曠路口時，從事定位校正。

陀螺儀雖然比一般的磁性羅盤擁有非常多的優點及可靠度，但是它仍然需要詳細的重力資料相配合，而且成本上比磁性羅盤昂貴。

衛星定位接收器裝備的價格則視精度與準確度不同，而有極大的差異，又有單頻與雙頻、C/A 電碼與 P 電碼之分；應用在精密的測量上，精度高但價格也非常昂貴，大約 US \$45,000 元以上；而應用於一般性用途的測量約須 US \$20,000~30,000 元；至於最陽春型的測量定位，只需 US\$2,000~3,000 元即可，而車上定位顯示系統使用此類型應已足應付。預估車上整套定位設備約合台幣十萬元，目前使用衛星接收器不需負擔額外的通訊費用，因為已包含在購買費用中。

3-8 其他擬議中的相關計畫

國內目前從事有關 IVHS 的研究，除了上述各節所討論較為具體的規劃案或執行案之外，尚有許多構想中的研究案，例如：

1. 車內定位顯示系統

成大航空測量研究所，計畫整合「台電核能發電廠廠房沉陷測量計畫」之 GPS 技術，與「台北市重要據點及地下管線之精確位置」之 GIS 技術，開發出車內定位顯示系統，即利用 GPS 定位與陀螺儀定位校正功能，配合車上之 GIS 系統數位地圖，而將車輛目前所在位置與目的地顯示出來。這種車內定位顯示系統預計採用單向傳輸資訊，故將不會具備路徑導引 (Route Guidance) 的功能。由於本身不是採用路邊設備，而是應用衛星之無線電而定位，故屬於 OECD 分類系統中的第一級系統。此項第一級的車內定位顯示系統所需之各項配合技術均已到達成熟階段，其開發成功的機會極大。

2. 自動導航公路系統

自導航公路系統正由淡江大學進行研究，並命名為 ADVANCE-F (Advanced Drive Vehicle/Automatic Navigation Control Enroute System - Freeway)，簡稱 A F。A F 的基本構想係以電腦來控制高速公路的行車運作，經由車道導向標鈕及訊號發射器傳送無線電波操縱車輛的行進、剎車、速率及方向，使具有自動駕駛的功能。即在公路上劃設導航專用車道，並分成註冊階段、預備導航點、導航起點、預備解除導航點及導航終點五段。其系統架構如圖 3-21 所示。

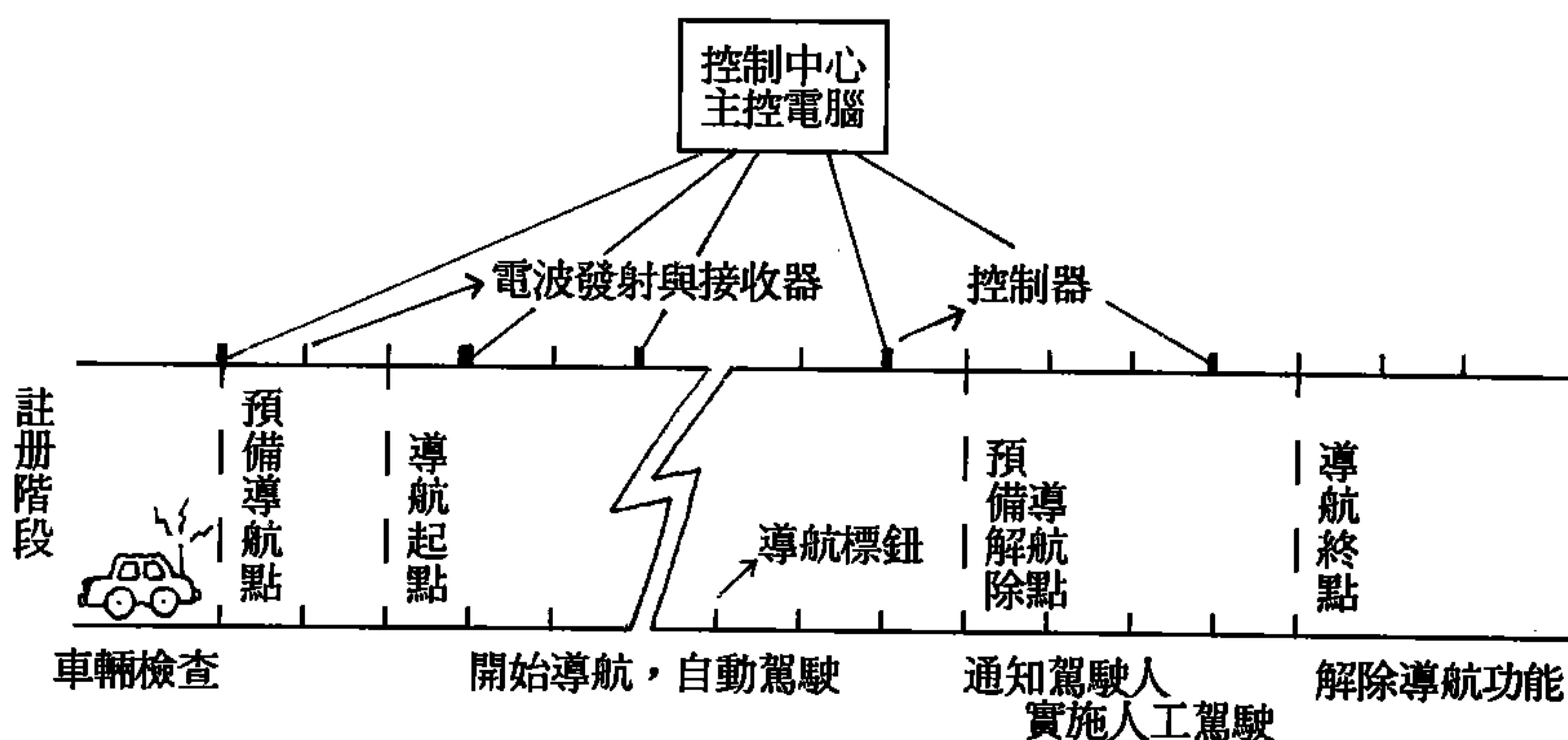


圖 3-21 ADVANCE-F 作業流程

A F 系統可歸類為 IVHS 中的第四個子系統，即自動化公路車輛系統 (Automated Highway/Vehicle Control Systems, AHVCS)。AHVCS 的主要功能係利用自動偵測 (Automatic Sensing) 與自動控制 (Automatic Control) 技術，來控制車輛的行車速度、班距、側距，以有效的提高道路容量並確保行車安全；但由於此類系統所需之相關技術均未臻成熟，因此美國聯邦公路總署預計要花費 20 年 (1991~2010)，並投資美金 15 億 1 千萬的經費來發展此類系統。我國無論在財力上或技術上均與美國相去甚遠，在發展類似系統時，宜強調 "半自動" 的階段性目標，否則有可能與美國加州所發展的 PATH 計畫一樣，無法達到預定的目標。

3.智慧型隧道監控系統

國立中央大學正在研擬計畫，進行智慧型隧道監控系統之研究，該研究計分爲四大子題，及

- (1) 交通監控系統：包括行車事故監測、分析與處理措施之研擬。
- (2) 隧道環境監控系統：包括通風、照明環境監測及其模糊控制法則之建立。
- (3) 工程維修系統：包括鋪面管理系統之建立以及隧道結構體維修、檢測法則之建立。
- (4) 可靠度評估系統：包括地震災害分析、隧道邊坡穩定分析、洪氾分析、以及隧道全線的可靠度分析模式之研究。

該計畫中有關交通監控系統之研究，著重事件偵測與模糊控制與對策兩大部份，唯該計畫尚在起步階段，實際研究內容尚需若干時日才得以明朗。

3-9 綜合評估

由於國內道路運輸資訊系統技術之現況水準爲未來更進一步發展的基礎，因此，以下乃將上述各節所探討之具體規劃案或執行案，依其所具備之功能整理如表 3-3，並供下章擬定我國發展策略之重要依據。

表 3-3 國內道路運輸資訊系統技術發展一覽表

系統分類	功能項目		A	B	C	D	E	F	G
先進交通管理系統 (ATMS)	路況偵測設備	偵測器	✓	✓	✓			✓	
		閉路電視	✓		✓	✓		✓	
		信號柱							
	事件偵測理論與軟體	事件偵測演算法			✓				
	交通控制系統	第三代文控系統		✓					
		第四代文控系統							
	通訊方式	紅外線							
		(衛星) 微波		✓					
		電話線	✓	✓	✓	✓		✓	
		無線電波	✓	✓	✓	✓		✓	
先進駕駛人資訊系統 (ATIS)	交通資訊與諮詢	可變標誌板	✓	✓	✓			✓	
		電台廣播或電話專線	✓	✓				✓	
		電視	✓	✓				✓	
	定位方式	信號柱							
		航位推估法							✓
		路邊設施定位法							
		無線電定位法							
		衛星定位法 GPS							✓
	路徑導引顯示	語音告知							
		數位地圖與 GIS					✓		
		方向指標							
	車隊管理								
商業營運系統 (HVC0)	行進測重 (WIN)								
	自動車種識別 (AVC)								
	自動車輛識別 (AVI)								
	自動車輛定位 (AVL)		✓						
	自動商業識別 (ACI)								
	自動駕駛人識別 (ADI)								
	電子收費系統 (ETS)		✓						
自動化車路控制系統 (AHVCS)	自動偵測	車速							
		班距							
		側距							
	自動控制	車速							
		班距							
		側距							

註：A. 台灣北部區域第二高速公路交通控制系統

B. 都市地區電腦化交通號誌控制系統

C. 台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立與高速公路台北都會區交通壅塞改善

D. 通訊系統研究與應用

E. 國內地理資訊系統之發展現況與應用

F. 交通流暢中心與路況資訊報導

G. 定位系統之發展與應用

從表 3-3 中，可以很明顯的看出國內道路運輸資訊系統技術的發展基礎，仍只限於先進交通管理系統與先進駕駛人資訊系統的研究範疇，而且多半屬於硬體設備。有關軟體研究或整合系統的開發與應用，仍顯得十分不足。茲分述如下：

1. 先進交通管理系統

國內現有的路況偵測設備包括各種偵測器、閉路電視，偶爾也使用直昇機執行任務。這些偵測設備在數量上並不充足，同時由於施工時間不同，造成前後期系統不一，進而影響到交通號誌系統的相容性。此外，透過偵測設備所收集的交通資料，僅用於一般性的路況報導，並沒有更一步之整理分析，使之成為更為有用的路徑導引資訊或成為適應性號誌系統的輸入資料。

此外，我國目前仍無法根據所收集的路況資料，推測事件發生的種類、嚴重性，從而 "自動的" 提出因應對策。

就先進交通管理系統的發展而言，我們除應加強硬體設備的統一規劃、設計與管理之外，更應加強第三級適應性交通控制系統與第四級全自動交通控制系統（人工智慧、專家系統、模糊控制的應用）方面的研究。對於事件偵測演算法，例如卡門濾波法 (Kalman Filtering)、圖形識別法 (Pattern Recognition)、ARIMA 演算法、加州第八號演算法等仍應加強研究，對於高速公路匝道控制的應用性亦開始評估。

2. 先進駕駛人資訊系統

國內駕駛人資訊取得的方式仍僅限於可變標誌板、電台廣播、電話專線或電視等方式。這些傳播方式仍屬於一般性媒體，受播出時段的限制，並不能充分發揮路徑導引的效果。換言之，最具導引效果的特定駕駛人資訊，目前仍未發展成形。由於產生這種特定駕駛人資訊

，需要整合航位推估法、衛星定位法、數位地圖與地理資訊系統等多項技術在內，而根據表 3-3 可知，我國已有初步的研究與技術水準，因此，整合系統雛型的發展，在國內的現有環境下，應有相當大的發展潛力。

3. 商車營運系統

我國目前已有的設備與正在研究中的技術包括自動車輛識別 (AVI) 與電子收費系統 (ETS)，唯前者的技術僅能於車輛停止時才可發揮效果，目前僅用於查緝贓車的工作，但對於全速行駛中的違規車輛，仍無法達到車輛識別的效果。後者，如單採用 AVI 系統，從精確性、快捷性、方便性、違規取締等層面來看，預付及遞消式兩種收費方式均可採用；唯如果再從保障隱私權、駕駛人接受性及電子識別卡 (Tag) 發行之簡易性來看，則遞消式及儲值卡應較適合我國高速公路收費系統採用。

根據國內道路運輸資訊技術之發展條件與基礎，我們又可依其性質之相近歸納為四大研究發展主題，即 (1) 公路交通控制資訊系統；(2) 用路人路徑管理資訊系統；(3) 路況報導資訊系統；(4) 自動化車輛辨識與定位資訊系統。每個主題所涵括的相關技術領域，詳如表 3-4。這些發展主題與其相關技術領域，可依目前國內的研究環境、工業技術水準、政府單位的執行能力、民間配合意願、需求程度等指標，按照其難易程度及階段成果之相容性，訂定分期發展計畫，逐步擴充其功能，才能發揮最大的效益。

表 3-4 國內道路運輸資訊系統之研究項目一覽表

道路運輸資訊系統開發專題	相 關 技 術 領 域
公路交通控制資訊系統	<ul style="list-style-type: none"> • 高速公路交通控制系統 • 西部公路網交通資訊系統 • 都市地區電腦化交通號誌控制系統
用路人路徑管理資訊系統	<ul style="list-style-type: none"> • 行車路徑導引系統 • 行前路徑規劃系統
路況報導資訊系統	<ul style="list-style-type: none"> • 交通流暢中心與交通專業電台廣播服務 • 無線電輔助計程車營運系統 • 車上行動電話系統 • 警車無線電通訊系統
自動化車輛辨識與定位資訊系統	<ul style="list-style-type: none"> • 自動化車牌辨識系統 • 道路電子收費系統 • 地理資訊系統 • 車輛定位系統 • 公車營運輔助系統

4. 自動化車路控制系統

國內目前並無類似之系統與技術。

我國目前正在全力發展六年國家建設計劃，總預算金額高達新台幣八兆二仟億元的計劃中有34%的預算（即新台幣二兆八仟億元）係

屬於交通建設計劃部份，倘能將智慧型車路系統的觀念與相關硬體設施納入重大交通建設項目中，不但足以提昇我國之國際地位，且有助於交通問題的徹底改善。

此外，就智慧型車路系統的軟硬體技術而言，我國國內的研究開發能力仍不及歐美日等先進國家，但在成品量產的製造成本上則較佔優勢。從經濟上比較利益的觀點而言，建立我國與先進國家之間的策略聯盟(Strategic Alliance)實為我們日後應加強努力的方向。就實際作法而言，我們可以採取 (1)資助國外研究機構，並派員共同參與；或 (2)由外國研究機構負責研發，然後技術移轉我國生產製造。

最後，對於教育推廣方面，我們建議：

- (1) 於大學研究所籌設相關課程，或舉辦短期研習班課程。
- (2) 成立中華民國 IVHS分會，提供政府施政的諮詢，並舉辦學術研討會。

第四章 台灣地區發展「智慧型道路運輸資訊系統」之構想芻議

4-1 前言

在前述兩章分別針對先進國家發展「道路運輸資訊系統」之經驗與國內之發展基礎加以闡述評析後，一方面已經瞭解到歐、美、日各先進國家是如何集中力量在道路運輸資訊系統之領域積極從事研究發展，另方面亦已認知到國內在此領域並非全無建樹，相反地，在若干次級子系統方面的確已有不錯的基礎。因之，適值台灣地區地狹人稠、車輛成長快速、加上道路建設又十分遲緩所造成之交通壅塞問題急劇惡化的今日，從速取法先進國家之發展經驗與教訓，針對我國的國情，從國內既有的發展基礎上，建立符合本地道路交通環境之「道路運輸資訊系統」，實為舉國上下必須戮力以赴的當務之急。

論及系統之建設與發展，在全力推動以前，必先加以正名，並賦予明確之定義及劃定涵蓋範圍，俾為日後組織發展與系統架構建立有所依循；本研究工作群在經過多次的審慎考慮後，決定建議將未來建立之系統命名為『智慧型道路運輸資訊系統』（Intelligent Road Transportation Information System），簡稱為 INROTIS，其意義為：「利用各種資訊蒐集媒體或裝置，將道路（含各等級公路、街道及其相關場站與停車設施）及其上運行的交通狀況，妥善而完整地加以收集、傳送、整理、分類、分析與運算，使之成為有用的資訊，一方面加以儲存，另方面則透過傳輸設備立即傳送至有此需要的用路者、營運者、管理者甚至決策者，以供其辨識所在位置、瞭解路況、認

知目的地之方向或經行路徑，俾從事交通管制、輔助營運調度，以及制定決策之用」。

以下將先就台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之基本構想加以闡述，再對先進國家已有之發展經驗加以評析，繼而談到我國的發展策略與課題，再提出國內系統的執行計畫；最後，再作一綜合性之結語。

4-2 台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之基本構想

本研究將國內所擬建立之系統命名為「智慧型道路運輸資訊系統」，(INROTIS)主要是基於下述兩方面因素之考量，一方面無論各先進國家所發展或測試中之系統名稱為何，其實均不外乎將道路交通資訊作某種智慧性方式之處理，再傳送給用路者，俾能有助於改進用路者整個旅程之效率；因之，以此名之應屬兼容並包且恰如其份之稱謂；另一方面，不容諱言的，國內少部份行政主管單位，常有可能因對某項新事物之不瞭解而存有些許拒斥之心理，而電腦與資訊工業，經過多年來政府與民間的不斷推動與培植，目前已達開花結果之階段，而使我國享有微電腦王國的美譽，是故將此系統定名於某種特殊領域之資訊系統，將易於獲得政府與民間之廣泛認同，從而化解許多心理層面的阻力，所以如此命名不僅是名實相符，亦是煞費苦心的安排。

從名稱上來觀察，國內所擬建立之「智慧型道路運輸資訊系統」，應能涵蓋美國智慧型道路系統 (IVHS) 與歐洲道路運輸資訊系統 (RTI) 中之各子系統，而從資訊系統之角度，各子系統均不過是自廣大的道路交通資料庫中，擷取一部分特定之資料，以之提供給特定的用

路者(Road Users)加以運用罷了；是故，各子系統之資料庫常會出現許多相同之資料項目(Data Items)，如仍依各子系統之需要，各自獨立籌設，則不僅相互間之重疊性甚高，造成重複投資的浪費，且將曠日費時，拖延整體系統最有利的建設時機；尤其彼此間互不相通，必然會造成整體效率不彰之弊病。因此，最重要的乃是由系統全局的觀點，來建立一個道路交通之母體資料庫，將各子系統所須之資料完全納入其中，以達彼此分享與共用之目的；前述整個「智慧型道路運輸資訊系統」(INROTIS)即是建立於此道路交通母體資料庫(Road and Transportation Master Databank)之基礎上，而視各子系統之需求各自加以處理、分析，再提供給需要的用路者享用。此母體資料庫之內容應包括：原始資料項目、資料蒐集設備、傳輸設備、中心處理方式、資訊提供項目等，如圖4-1所示。

然而，此一道路交通母體資料庫之構想，不應被誤解為放棄現有許多已建立或正在籌建中之各子系統之獨立資料庫，而投以巨資去重新構建；而是改由系統整體之觀點，將現有各子系統之交通資料庫利用國內所發展之電腦網路系統加以連接整合，而構成一個虛擬之母體資料庫(Pseudo Master Databank)以達到互補所需之境界。其中每一子系統均能在此分散式之母體資料庫有所付出，亦有所收穫，亦即提供本身所擁有，而為其他子系統所需之資訊，同時也自母體資料庫取得本身所缺少之資訊，如此互通有無，從而大幅降低建立此一龐大之道路交通母體資料庫所須之經費。

上述研議中之「智慧型道路運輸資訊系統」既屬於特定功能與用途之資訊系統，故不應自外於其他相關之行政資訊體系。

由於政府爲求提高行政運作之效率，正在積極籌設全國性之「行政資訊系統」，其中包含許多與 INROTIS 類似規模之資訊系統，亦正分別由相關部會之權責單位負責發展，如：國土資訊系統，即屬其中綦綦大者，現正由內政部積極推動建立中，又在全國行政資訊系統以下，應轄有一「全國交通行政資訊系統」，以統籌管理交通部所主管之全體運輸與通訊部門之資訊系統；而「智慧型道路運輸資訊系統」，即爲此「全國交通行政資訊系統」下之重要一環（如圖 4-2 所示），而與鐵路運輸資訊系統、國內機場港口運輸資訊系統、觀光旅遊資訊系統、郵政資訊系統、電信資訊系統以及氣象資訊系統等處於平行發展之地位。

以上係由道路交通行政隸屬之觀點來探討「智慧型道路運輸資訊系統」之組成體系；然而上述各資訊次系統之間，絕非僅有縱向的隸屬關係（如：父子），而無橫向之連繫支援關係（如：兄弟）；相反地，倘由橫向角度來觀察，其關係應較上下層之隸屬關係更爲密切才對，以圖 4-3 爲例，倘有某一公務人員某日上午九時欲駕其自用小汽車由位於台北市敦化北路之交通部運輸研究所中辦公室出發，前往位於台南市大學路之國立成功大學交通管理研究所出席會議，又若此時台灣地區之「智慧型道路運輸資訊系統」已經建立完成，而欲使該公務員全程均可享受此系統之資訊服務，則應如圖 4-3 所示，將前述各個不同交通行政主管機關所建立之次系統全部串連起來，而可由用路者依其當時所在之位置自由選擇並切換使用，方具有實際意義。此時，其旅次全程可能用到的資訊次系統計包括以下十九種，而此等系統均應包含於前述「智慧型道路運輸資訊系統」中才對。

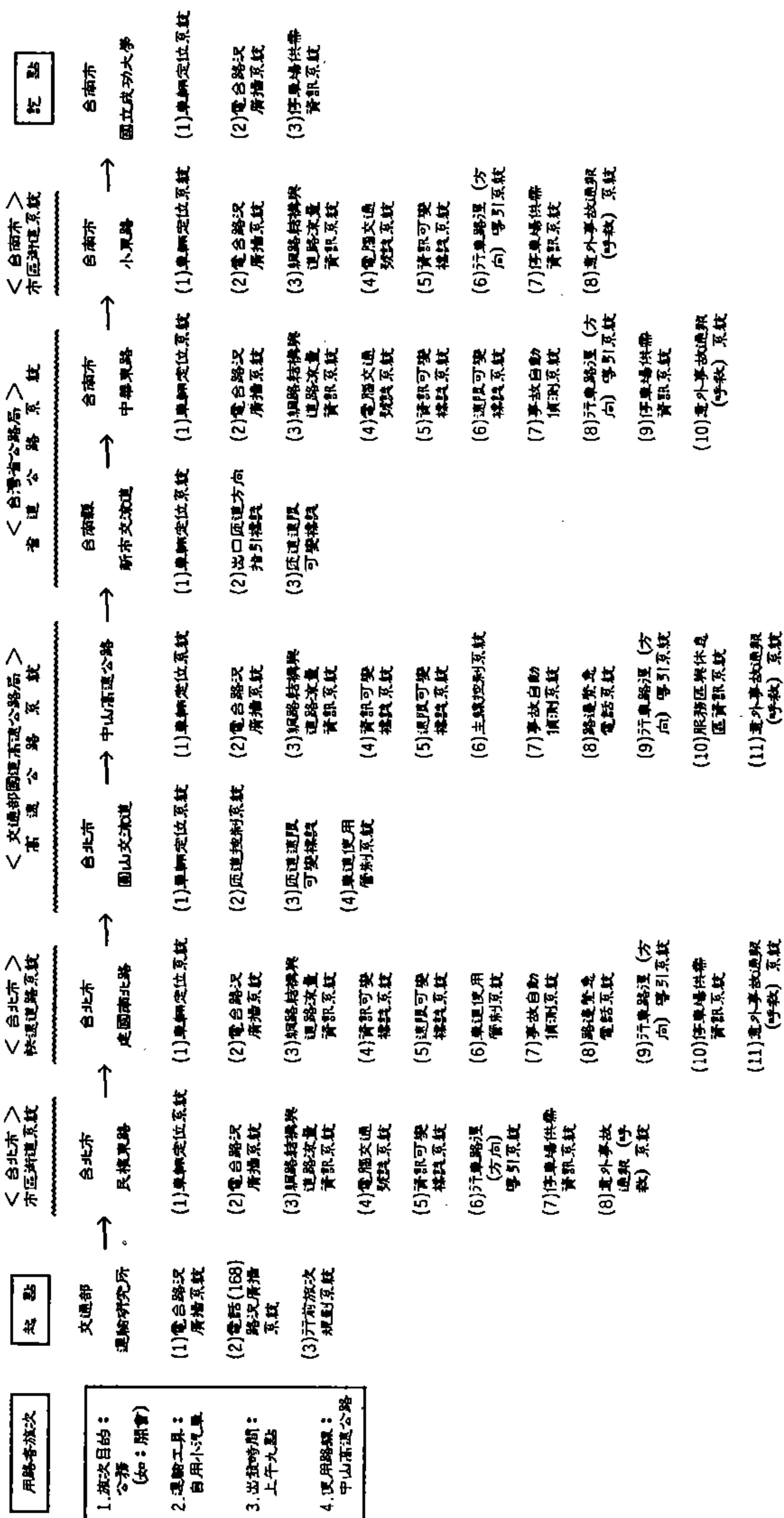


圖 4-3 私人小汽車使用「智慧型道路運輸資訊系統（網路）」各子系統流程圖

- (1) 電台路況廣播系統
- (2) 電話(168)路況廣播系統
- (3) 行前旅次規劃系統
- (4) 車輛定位系統
- (5) 網路結構與道路流量資訊系統
- (6) 電腦交通號誌系統
- (7) 資訊可變標誌系統
- (8) 速限可變標誌系統
- (9) 車道使用管制系統
- (10) 行車路徑(方向)導引系統
- (11) 主線控制系統
- (12) 事故自動偵測系統
- (13) 路邊緊急電話系統
- (14) 服務區與休息區資訊系統
- (15) 匝道控制系統
- (16) 匝道速限可變標誌
- (17) 出口匝道方向指引標誌
- (18) 停車場供需資訊系統
- (19) 意外事故通報(呼救)系統

至於在「智慧型道路運輸資訊系統(網路)」(INROTIS)以下，則可依目前道路行政管理體系之權責來劃分，而分為「國道高速公路網運輸資訊系統」(宜由交通部負責督導)與「一般公路網運輸資訊系統」(宜由省政府及兩個院轄市政府負責督導)等兩大資訊系統；

而前者又可依各條國道之闢建完成與否，分別建立「中山高速公路運輸資訊與交控次系統」（由國道高速公路局負責發展），以及「新建高速公路運輸資訊與交控次系統」（由國道新建工程局負責發展）。至於後者又可依地方政府之管轄範圍分別建立「台灣省道路網運輸資訊次系統」（由台灣省交通處負責督導）以及兩個院轄市之「道路網運輸資訊與交控次系統」（分別由台北與高雄兩市之交通局負責發展），其中由台灣省交通處負責督導者，又可視各該省、縣、鄉等道路是否位于都市計畫區內，而分為「省屬公路運輸資訊次系統」（宜由公路局負責發展）與「市區道路運輸資訊次系統」（宜由住宅及都市發展局負責發展），以下是否需要再細分為若干個「市鎮道路運輸資訊次系統」（如圖4-3所示），則可視實際需要來決定，本研究建議目前宜保留選擇與否之彈性。

有鑒於建立前述「智慧型道路運輸資訊系統」所涉及之層面及其其中內涵極為廣泛，且目前尚未經各級交通行政主管機關加以核定；是故，本研究此處僅將INROTIS系統架構之基本構想呈現出來，而不再進行深入之分析，俾待交通主管機關進一步研商後再行定案。

4-3 先進國家發展「道路運輸資訊系統」之經驗評析

本節中首先以資訊系統之觀點來探討各先進國家所發展之系統在技術性因素方面之比較，其次則是非技術性因素之比較，接下來針對美國發展智慧型車路系統之階段時程予以說明，最後則歸納各國之發展策略，以供我國有所參考借鏡。

4-3-1 系統技術性因素比較

以下將就 (1)交通資訊蒐集方法、(2)資訊處理方式、(3)資訊顯示與提供方式、(4)駕駛人目的地資料輸入方式、與(5)車與路間之通訊方式，等五項技術性因素來比較各先進國在道路運輸資訊系統(或行車路線導引系統)上之異同。

1. 交通資訊蒐集方式

行車路線導引系統中之交通狀況資訊來源有三：(1)電腦化交通控制系統之偵測器及相關設施，(2)具導引設備之車輛(Car Probes)，與(3)交控系統中之歷史性交通統計資料。其中日本系統係以第(1)種方式為主，美國伊利諾州系統以第(2)種方式為主；加拿大之Q-ROUTE系統屬於第(3)種方式，而英國AUTO-GUIDE、美國PATHFINDER、德國ALI-SCOUT/LISB則兼具上述各種方式，如表4-1所示。

一般都市交控系統之交通資料常可由超音波、感應線圈、或影像性之偵測器、行車監視電視(Vehicle-Monitoring TV)、巡邏車、及緊急電話等管道取得，但都市郊區常由於上述設備甚少而難以取得必要之交通資訊；倘藉具導引設備之車輛來取得資訊，則其資訊之即時性常較差，而且，若此種車輛之數目不多時，資料之涵蓋性亦有所不足。因之，歷史性交通統計資料、車輛行車資料與偵測器之資料均極具價值，而某種型式之整合利用可能是未來必然途徑。

2. 交通資訊處理方式

交通資訊之處理方式與行車路線導引系統之架構息息相關，

表 4-1 資訊蒐集方法之比較

比較項目		日本		歐洲		美國	
		RACS	ATMICS	ALI-SCOUT	AUTOGUIDE	PATHFINDER	ILLINOIS
資訊取得方式	行車路線導引系統本身	不可	不可	可	可	可	可
	外部來源	藉道路交通控制系統之偵測器、閉錄電視、巡邏車等		IDSIV 交控系統之偵測器	倫敦市中心交控系統之偵測器，市郊則甚少設置	ASTAC 交控系統之偵測器	交控系統設於重要路口之偵測器
資料內容與性質		資料經道路交通管理系統整理後提供給具有設備之車輛		傳送之行車資料包括行駛距離、車速、每小時車速 20 公里以下之行駛時間、停車時間等	綜合車輛行駛資料、偵測器資料、與統計資料	傳送之行車資料包括位置、車間距、車速等	傳送之行車資料包括點至點間之旅行時間等

一般言之，如圖 4-4 所示，可分為三大類型：（1）以交控中心為資訊處理之主要核心，如英國之 AUTOGUIDE、德國之 ALI-SCOUT 與日本之 CACS 等；（2）以車內導引設備單元（IVU）為資訊處理之主要核心，如美國各示範實測系統、日本之 RACS 與 ATMICS；及（3）無行車路線導引資訊處理設備之無線電資訊系統（RDS）。上述第一種系統係由交控中心負責處理交通資料，分析建議路徑，並傳

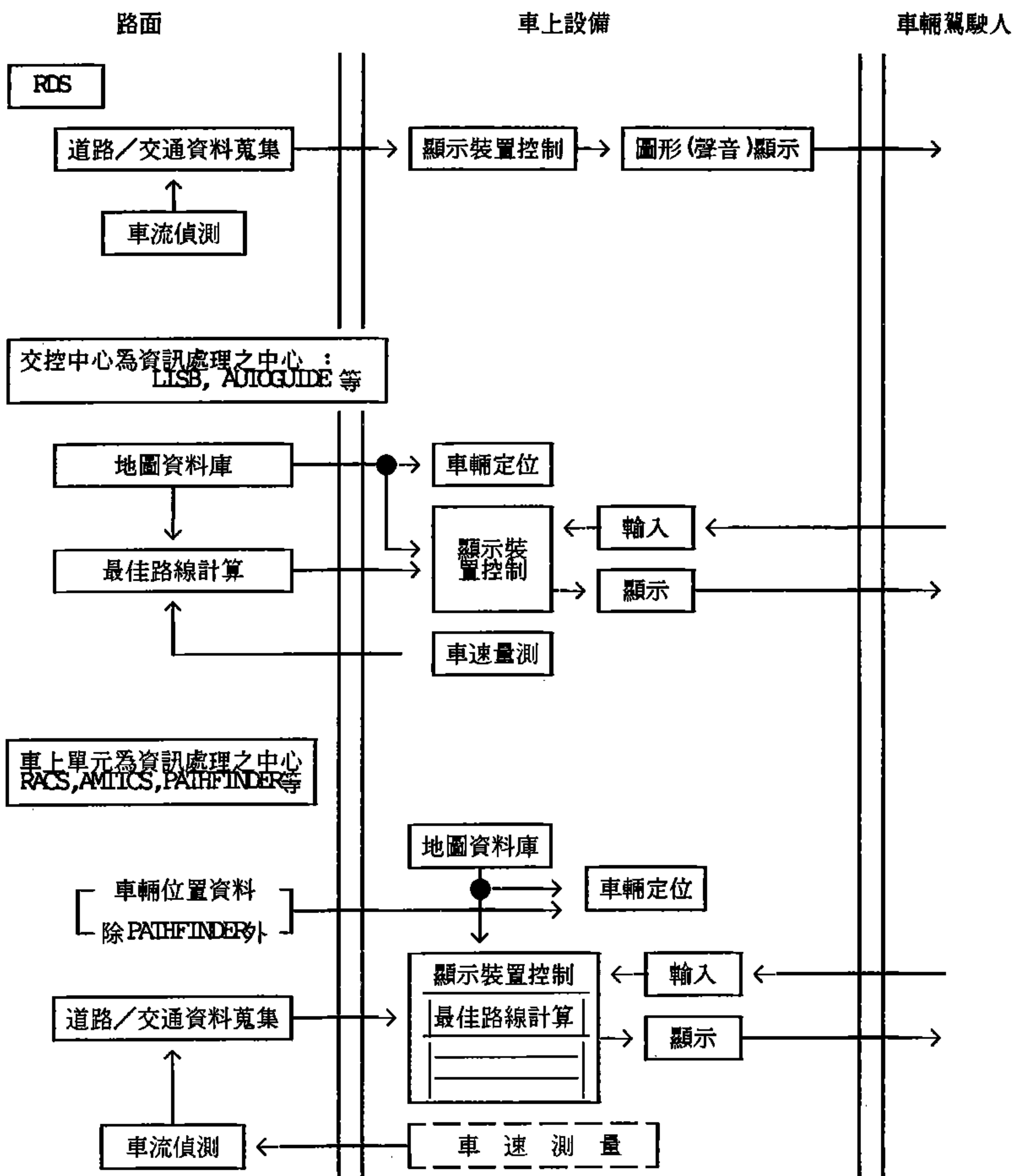


圖 4-4 系統功能配備架構圖

亦使導引功能之可能變化亦大為降低；第二種系統係由車內設備負責處理交通資料，及求解建議路徑；其處理過程可設定多種選擇，以反映駕駛人之偏好，因此其功能項目可包括多種設計方案；此種方式，其交控中心之設備雖少，但車內設備之價格必然相對提高不少。

3. 資訊顯示與提供方式

各先進國家測試中之系統所提供予駕駛人之資訊並不盡相同。其中德國與英國之示範測試系統可提供：（1）至下一交叉路口之距離，（2）路口之方向指引，（3）至目的地之方向與距離，與（4）車道選擇之導引，上述資訊均顯示於車內設備之螢幕上；英德系統不顯示地圖之原因，乃是經研究後爲了人性化因素(Human Factors)之考量；但日本之 CACS 系統，最初僅提供方向顯示，其後駕駛人卻普遍反映期望提供路網等資訊，而在後期之 RACS與 ATMICS兩系統則採用電子地圖。美國 ETAK之定位與方向導航設備亦採地圖顯示，而美國 Motorola公司之初步設計雖具地圖顯示功能，但在車輛行進中則採簡單之方向指示。

此外，顯示於車外之資訊提供亦有多種類型，例如德國系統之一項特色在對於快速道路發生擁擠時之警告(Queue Alarm)，亦即當車輛行近擁擠路段約 500公尺處，車道上之資訊顯示幕會出現 100 KM/HR → 80 KM/HR → 60 KM/HR 之字樣，以促進行車之平順，並減少可能之追撞事件。法國除了其 ATLAS 系統從事車內之資訊傳達外，亦相當重視爲了避免不必要之擁擠，而藉電話線與長途通訊終端機提供交通資訊之顯示。荷蘭 CARIN 系統可

經小型顯示台 (Flat Panel) 與語音之傳輸，來提供交通資訊。日本之 AMTICS 系統曾發現旅行者不僅需要行車資訊，也需要諸如停車位置與停車導引等相關資訊；且因東京測試地區之大部份路段經常發生擁擠，故認定提供定位與方向導航 (Navigation)、交通擁擠及相關資訊之重要性可能大於路徑導引 (Route Guidance) 資訊。

綜合言之，提供何種資訊予用路者？何時提供？資訊之顯示方式為何？等課題不僅與系統技術有關，更與用路者之需要及其運輸特性與駕駛行為有關。今日各先進國家之學者亦多藉著問卷調查分析、駕駛模擬器之模擬分析等方法對上述課題進行探討。當然，能夠有效率地提供用路人所需資訊之技術與方法亦正同步地進行研究與開發。

4. 目的地資料之輸入

駕駛人或旅行者與資訊系統間之介面是一項技術與行為因素之重要課題。歸納歐、美、日之示範測試系統，計有三種駕駛人輸入目的地資料之方式：(1) 輸入數字代碼，(2) 輸入 X-Y 座標，(3) 利用螢幕指標交談式輸入。其中日本之 CACS 系統以地圖手冊所附各地點之 7 位號碼，4 位區段碼與 3 位路段碼，藉號碼鍵輸入車內設備；而德國與英國之示範系統則以地圖手冊中目的地之 X-Y 座標，為其輸入地址之方式，唯其車內設備之 ROM 可存 250 個預先設定之目的地，使用者亦可依需要增加 100 個目的地代碼於車內設備之記憶體內，故對已設定之目的地僅以簡單之代碼方式輸入；日本 RACS 與 AMTICS 系統與美國 ETAK 系統配合地圖顯

碼方式輸入；日本 RACS 與 AMTICS 系統與美國 ETAK 系統配合地圖顯示，利用螢幕之指標輸入目的地之地址。此外，道路資訊傳入車內時亦需配合地址，以便於顯示，日本之 RACS 系統係利用 X-Y 座標，而 AMTICS 系統則利用路段代碼之方式。

5. 車與路之通訊方式

車上設備與路上設備之通訊方式如表 4-2 所示，可有許多種形式：(1) 感應式無線電 (Inductive Radio)、(2) 微波 (Microwave)、(3) 長途通訊終端機、(4) 紅外線 (Infrared Ray)、(5) FM 多工廣播 (RDS)、(6) 超高頻無線電 (UHF) 等。其功率、傳送頻率與傳送距離等，如表 4-2 所示各有不同，歐洲之 PROMETHEUS 與 DRIVE 專案中均計畫對上述方式加以比較並予以標準化；部份研究指出紅外線可能較適合都市內，而 RDS 方式較適合城際間使用。又若以通訊設施之建設成本而言，則 RDS 方式可能較易於建立。此外，通訊技術之採用與國家通訊事業之發展息息相關，各先進國家通訊網路之發展如圖 4-5 所示，其商業性之發展計畫，則如表 4-3 所示。

4-3-2 非系統技術性因素比較

各國在道路運輸資訊系統發展重點與技術選擇上之差異，除了受其專長領域等技術因素影響外，亦受其交通環境等非技術性因素之影響，這些發展背景因素對其發展策略之研擬有重大之影響，但卻不易由文獻中探知；故本節僅綜合各種相關文獻做報導性之比較說明。

表 4-2 道路－車輛通訊技術

系統 項目		日 本		歐 洲		美 國
		RACS	AMEICS	Beacon	R D S	PATHFINDER
傳輸界面 (頻率範圍)		感應式無線電 247.2KHz 微波 2.5GHz	長途通訊 終端機 800MHz	紅外線 10~14 Hz (100THz)	調頻 (FM) 廣播網	VHF
傳輸密度 (lps)		感應式無線電 9,600 微波 512K	9,600	125 K	1,187.5 (TMC約採100)	尚未決定
傳輸距離		感應式無線電 數十公尺 微波 60~100公尺	3公里 (半徑)	50~100公尺	數十公里 (半徑)	尚未決定
傳輸資料	道路 ↓ 車輛	定位資料 交通擁擠資料 訊息	交通擁擠資料 停車場資料	位置資料 路徑資料	交通擁擠資料 氣候資料	交通擁擠資料
	車輛 ↓ 道路	訊息	——	旅行時間資料 (車輛編號)	——	車輛位置 車輛速率

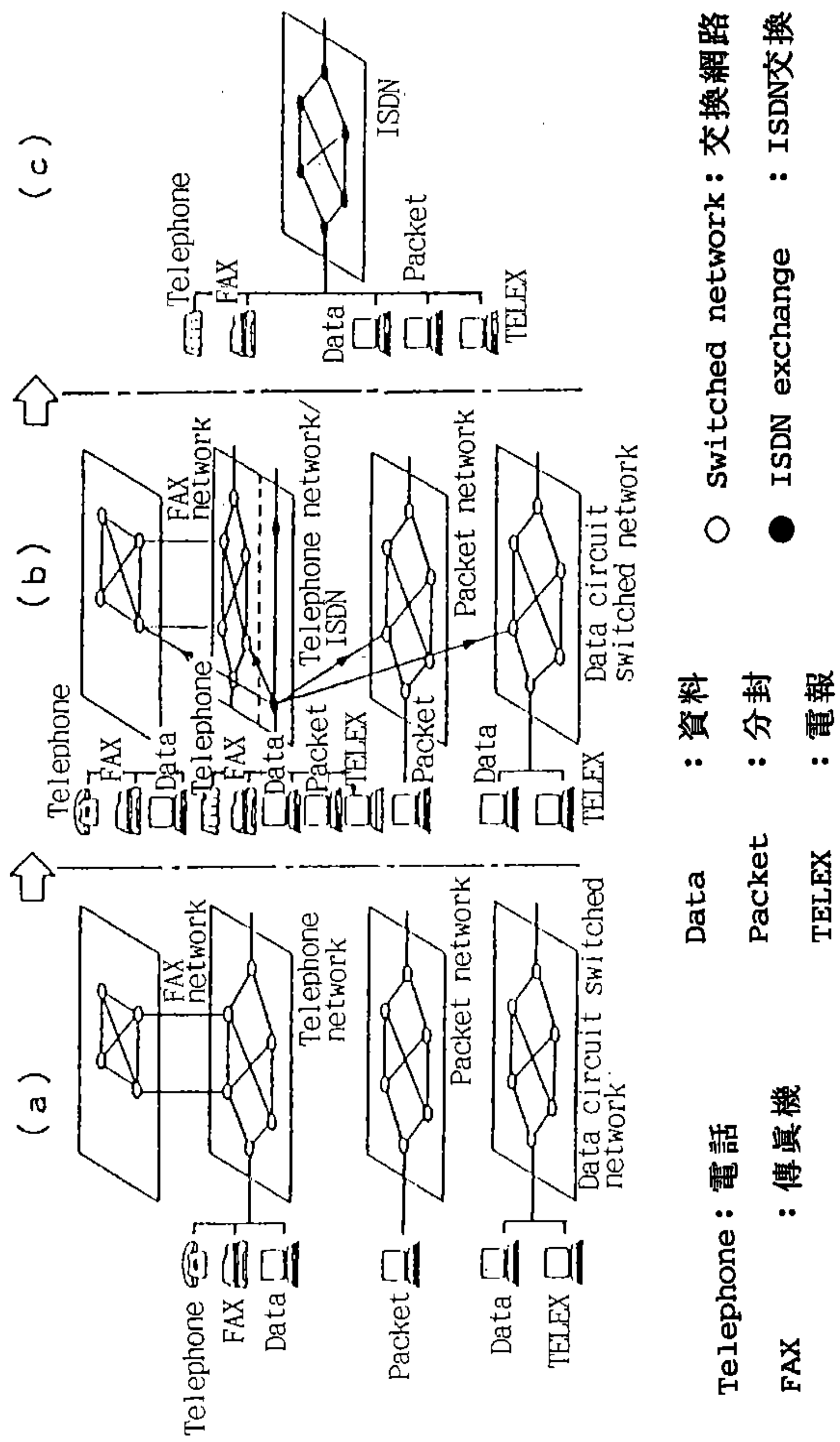


圖 4-5 個別網路到整體服務數位網路 (ISDN) 間的傳輸過程

表 4-3 各國系統發展時程表

各國發展狀況		年度					備註	
		1985	1986	1987	1988	1989		
日本	INS 模式系統測試 廣域測試 INS Net 64 INS Net 1500 商業化	*****	*****	*****	*****	*****	64K+16K+8K 2B+D 23B+D, 分封	
美國	ISDN測試 商業化		*****	*****	*****	*****		
英國	服務試驗 測試 商業化	*****	*****	*****	*****	*****	64K+8K+8K	
西德	試驗 商業化				*****	*****		
法國	商業化				*****	*****		

1. 交通環境

各先進國家發展道路運輸資訊系統技術之首要目標之一即在於謀求交通問題之改善，但各國之交通環境各有不同，故其發展之重點方向、使用之技術種類與應用之區域型態亦均有所差異。例如：荷蘭地勢平坦，RDS 之發展與使用十分方便；又其經濟發展重點在鹿特丹港 (Rotterdam)，故進出該港市之卡車為優先考慮之交通改善對象；此外，荷蘭自行車數量甚多，故除了運輸設施之硬體設備必須配合多車種狀況，自幼教開始之交通教育更是維護交通安全與效率之重要手段。又瑞典位於中歐以外，且人口不多，其交通改善之目標首重安全與環境因素；如瑞典 VTI 以 10 年時間完成之駕駛模擬器 (Driving Simulator) 即為從事安全與駕駛人行為因素研究之重要工具；又如其測試中之 CAROSI 系統，首次在車內顯示並提醒駕駛人路邊標誌與穿越之行人等道路安全之交通資訊；此外，瑞典有 70% 之道路屬於私有，在財務補貼等措施上，該國係平等對待公有與私有之道路。另外，香港與新加坡均為地小人稠、交通擁擠之海島；其中，新加坡已實施道路定價系統 (Road Pricing System) 多年，雖利用人工收費但功效良好；而香港曾試圖實施電子自動計費之道路定價系統，但因其 1980 年代抑制小汽車之方案十分成功，而電子收費之政治與社會因素又難以排除，故至今尚未採行。今年新加坡已開始推動道路定價系統之自動化；此外，英國、荷蘭、挪威等歐洲國家亦正在研擬與測試以道路定價系統紓解交通擁擠之可行性。由上述之例證中不難發現各國交通問題之類型與特色，乃係各國考慮技術發

展與應用之重要因素。

2. 組織

各先進國家參與發展道路運輸資訊系統技術之組織及其所扮演之角色各有不同，例如：自由化與民營化為英國促進其經濟發展之重要策略，是故雖然英國政府部門鼓勵並參與道路運輸資訊科技之研究，但仍期望由私人部門參與交通控制之實務領域，及推動交通科技之應用。例如英國 AUTOGUIDE 之研究主力雖出自於 TRRL，但測試與推廣則多賴私人部門參與。又如英國已由私人公司開發並銷售 Traffic Master 系統，該系統將路上偵測器所蒐得之交通資料傳與車內單元並顯示予駕駛人。德國與英國卻有所不同，雖然有許多德國汽車、電子廠商與學校參與道路運輸資訊系統技術之發展，但德國運輸部 (Ministry of Transportation) 在研究發展與應用上均居領導之地位。至於日本系統參與發展之公營單位亦多，其通產省、建設省、警察署與郵電省均曾主導其部分發展，現亦仍積極參與；但至今尚無一確定之主導政府部門，因此可能造成領導分散而缺乏整體性之發展，例如日本尚無類似美國 IVHS 或歐洲 PROMETHEUS 之大型長期性計畫之一項原因即為其組織體系之問題。美國近年來由聯邦與地方政府，配合學術界與工業界有計畫且積極地推動各項智慧型車路系統 (IVHS) 之研究與發展；並積極成立發展策略之諮詢團體，如 Mobility 2000 及 IVHS-America 等，IVHS-America 之組織功能與架構如表 4-4 與圖 4-6 所示；故此應屬美國獨特而有利之研究發展特色。

表 4-4 IVHS-America組織功能表

1. 向美國運輸部提供建議
2. 發展目標及擬定計畫
3. 鼓勵研究發展
4. 協助工作配置決策
5. 提出法令及制度上之問題
6. 協調國際間之合作
7. 發展並確立標準
8. 提供資訊
9. 緩和行政管轄權間的衝突
10. 決定系統架構

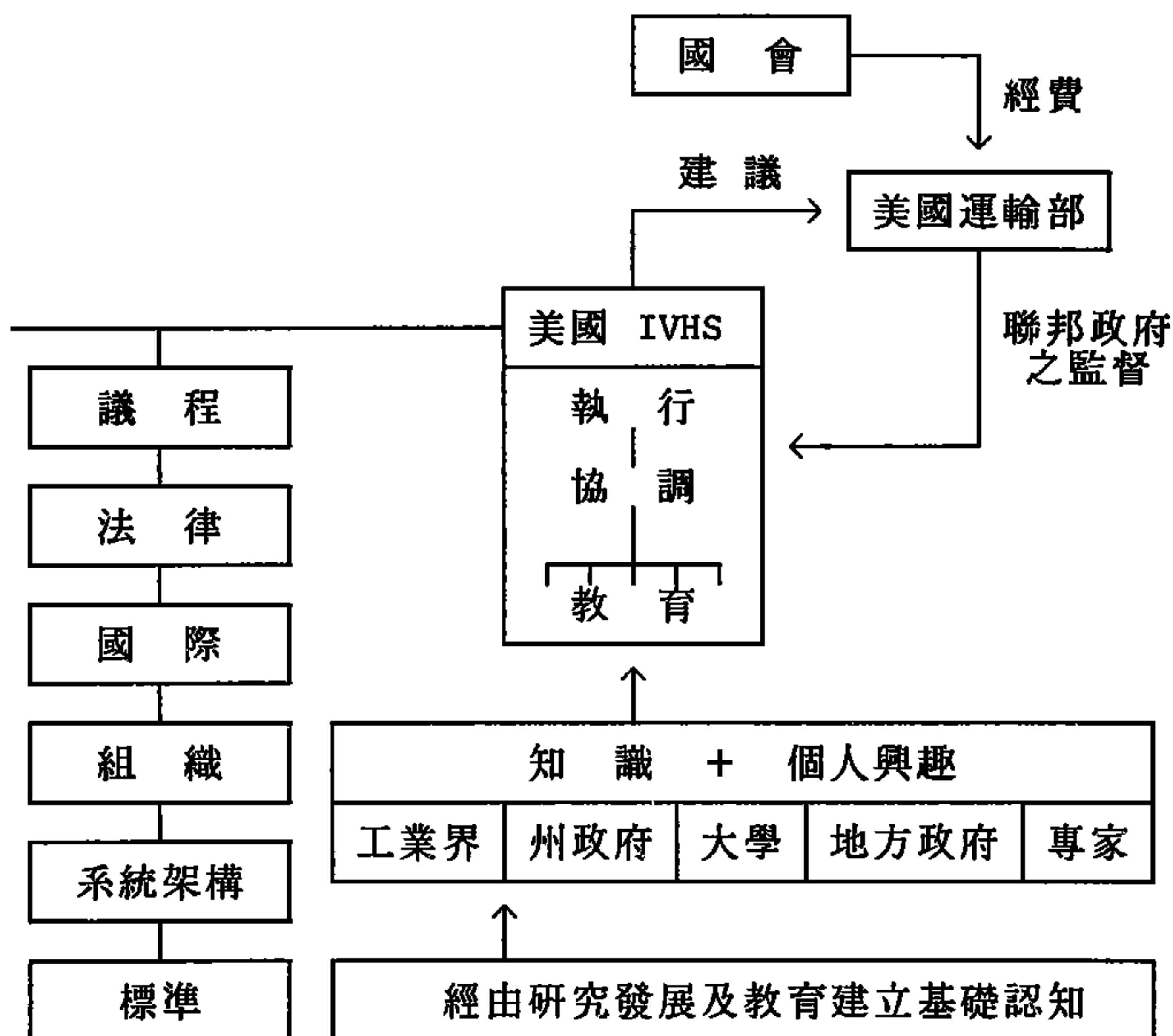


圖 4-6 IVHS-America組織架構

上述參與研究發展之組織體系的不同，直接與研究發展資金之預算有關。例如：德國柏林市測試之ALI-SCOUT/LISB系統，21百萬馬克預算中之25%由運輸部負擔，25%由地方政府負擔，其餘之50%由諸多之參與廠商負擔；美國之PATHFINDER系統，初期2百萬美元預算中，1.65百萬美元由聯邦公路總署與加州運輸部負擔，參與廠商只負擔少部分經費；英國AUTOGUIDE系統之發展，政府雖大力支持，但倫敦測試則期由私人企業負擔大部分，亦因此造成了測試與推廣上之一些困難。又領導與組織體系之不同亦會直接影響發展之策略與重點。例如前述之瑞典、荷蘭等國家之政府單位重視其交通環境所需之發展重點。

3.國際合作

雖然道路運輸資訊技術之成功發展會帶給汽車、電子、通訊等產業許多未來的市場利益，故各先進國家之廠商理應努力自行開發；但由於道路運輸資訊技術在科技整合上之必要性，未來應用時標準化之需要，與其涵蓋內容十分廣泛等因素；故除了各國國內之各種組織之合作關係外，更已朝向區域性與國際性之合作關係；例如：歐洲國家組織(EC)之結構如圖4-7所示，該組織亦從事整合並推動PROMETHEUS與DRIVE等大型道路運輸資訊系統技術，前者重視與車輛有關之技術，而後者則重視與道路設施有關之技術；又歐洲RDS計畫亦在國際合作之方式下，由歐洲廣播聯盟(EBU)負責推動。在北美洲，則有民間性之國際組織Mobility 2000，其成員為美國與加拿大之各種團體與個人；近期又有IVHS-America之成立；此二組織均致力於推動智慧型車路系統(IVHS)

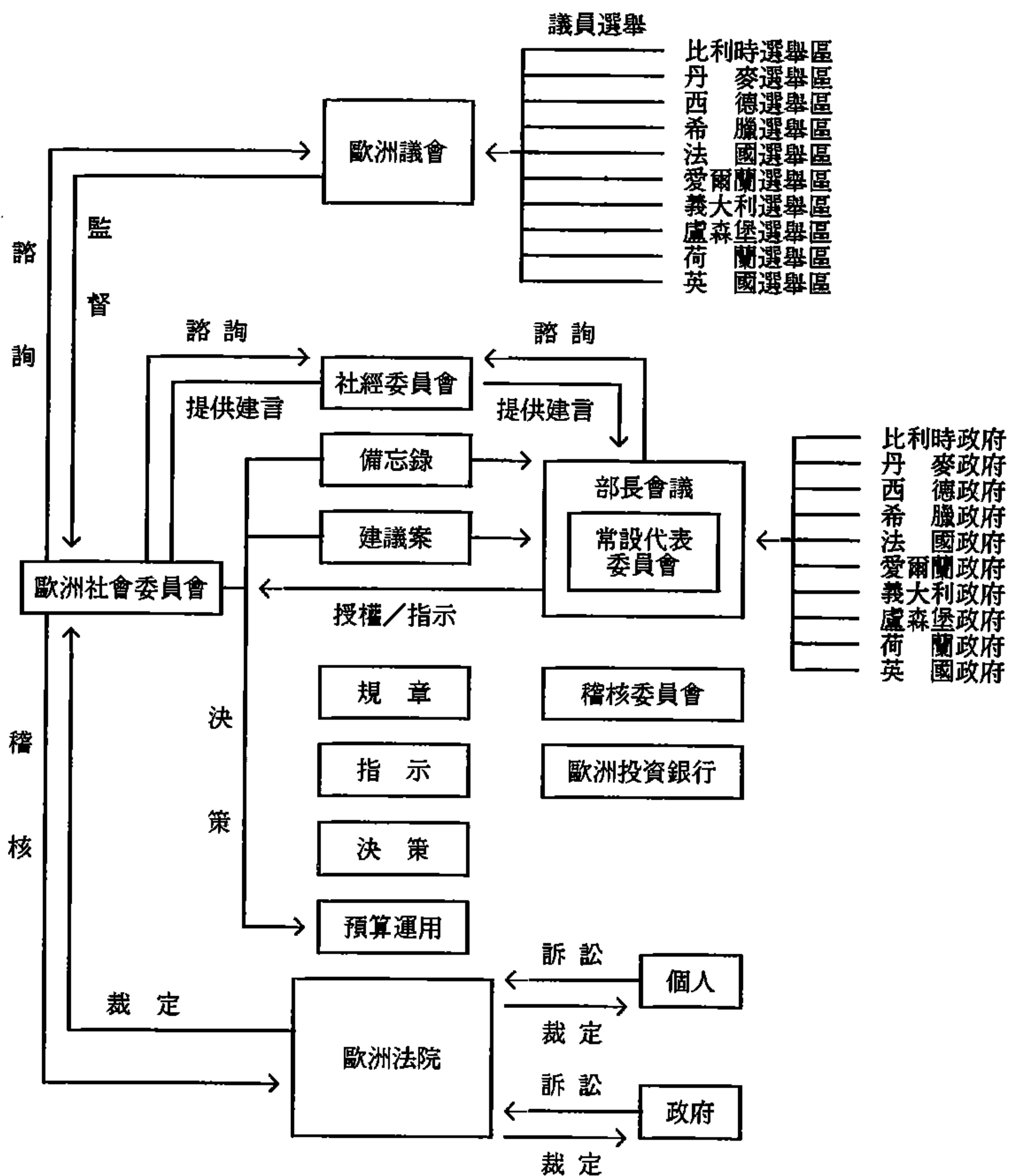


圖 4-7 歐洲國家組織 (EC) 之結構圖

之發展。至於亞洲之日本，則除了其國內之合作外，更致力於國際合作之推動，並積極參與國際合作之研究，例如IVHS-America之每一個委員會中都有日本之代表參與；故日本對此領域之整體發展方向與各種技術性之開發與應用均十分關心。上述之“合作與競爭”（Cooperation with Confrontation）並存之現象，不僅存在於各經濟大國與歐洲小國之間；近日一些工業新興國家亦開始朝向道路運輸資訊系統技術之領域從事努力，參與國際合作可能是其快速進入此領域之重要步驟，例如韓國即屬之。

4. 法規與制度

許多新的道路運輸資訊系統技術之應用均與現行之法規或管制措施發生關聯；其中部分係國際性的問題，如Radio Wave Act；部份則係國內法規問題，如車內導引設備單元（IVU）與車內設備之規定。此外前述新科技之引入，可能造成肇事責任歸屬之改變，此類問題又以ACVS系統最為敏感，故在未來系統技術之選擇與推廣時，必須解決上述法律問題。由前述各國之經驗中，不難發現政府部門在整體道路運輸資訊系統技術之發展與應用過程中，在規劃（亦即研究發展與應用之推動）、管制（亦即准許或不准許技術設備之使用與使用範圍）與協調（亦即促使各相關單位與系統從事相互配合之整體性發展）方面均須扮演重要角色。其中，即使其交通部未能在規劃上積極推動，其民間企業（如汽車業、電子業與貨運業等）與地區性交通管理單位亦會引入相關之技術，故其交通部在管制上與協調上仍不得不進行必要之參與與決策。因此，雖然本研究尚未獲得足夠之資訊，對此領域之相關

法規與體制加以探討，但此仍係必須強調且應及早籌劃之一環。

5. 溝通與共識

在部分日本之文獻中可發現，日本學者實地瞭解各國之狀況後，認為歐美先進國家使用公路系統與技術之歷史十分悠久，對交通運輸在整個國家的經濟與物流系統中所扮演角色之重要性早有體認，故在大型交通建設有所困難之際，對達成以科技方法來改善交通之共識，顯得十分容易而快速。雖然，日本自1970年代起即有CACS系統等一連串之研究發展之測試與應用，但至今尚無長遠性之計畫，故日本JSK之研究報告中即指明建立此種長期發展之共識為其推動未來計畫之三大主要目標之一。此外，對於缺乏汽車工業之歐洲小國（如荷蘭、挪威等）、澳洲、新加坡等國家亦積極推動道路運輸資訊系統技術，本研究對其社會環境與研究發展等背景因素，因資料蒐集十分不易，目前尚難進行具體而深入之評析。

4-3-3 智慧型車路系統之研究時程

具體可行的道路運輸資訊系統技術必須依賴有系統、有計畫之研究與發展，美國聯邦運輸部對智慧性車路系統(IVHS)所初擬之分階段研究課題如表4-5至表4-8所示；而Mobility 2000計畫對公元2000年之前應從事之研究發展及預擬之進度如表4-9至表4-10所示；至於歐洲OECD組織所擬定之研究時程已在PROMETHEUS、DRIVE、RDS等三計畫加以說明，故此不予贅述。

表 4-5 車輛營運系統研究發展時間表

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
研究及發展：									
車輛定位／防止碰撞／ 有條件的監視研究 ACI & ADI 所需經費：一千萬美元									
車輛營運系統									
貨車安全 所需經費：二千萬美元									
擴充計畫 I									
促進公共及私人對重型 車輛資料使用的需求 其他來源贊助經費									
擴充計畫 II									
新增的州／更多管理上的 改變 所需經費：九百萬美元									
擴充計畫 III									
動態路徑之實証 所需經費：一千一百萬 美元									

表 4-6 先進的交通管理系統研究發展時間表

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
開發先進的偵測方法、適應性交通控制策略及轉向預測模式等 所需經費：五千萬美元												
開發阻遏擁擠策略、即時交通指派演算法及即時交通模擬方法等												
評估採用最佳路徑策略或交通忠告策略，開發互動式控制策略，及評估採用個別駕駛人或整個系統的最佳化												
展 示												
將研究發展的結果於大都市內進行實証及評估 所需經費：一億五千萬美元												
規劃及設計												
所需經費：三億美元												

表 4-7 行車資訊系統研究發展時間表

1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003													
研究及發展													
1.資訊需求 2.系統架構及通訊 3.共同合作的實証評估 4.安全警示系統 5.車內標誌顯示 6.人為因素 7.所需經費:747百萬美元													
第一代ADIS													
1. Pathfinder 2. Travlek 3. 所需經費:三代合計共三億九千四百萬美元													
第二代ADIS													
1.安全警示系統 2.旅遊導引與註解說明 3.忠告狀況與報告													
第三代ADIS													
1.最佳路線選擇 2.駕駛人警覺性監視 3.未來互動式交通控制													

表 4-8 自動行車系統研究發展時間表

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2005	2010	2015	2020
替選方案評估														
駕駛人輔助行車系統(DASH)														
研發：超速警告、雷達偵測剎車、側向導引和防止碰撞。研發所需經費就駕駛人輔助行車系統和自動化車輛控制系统合計為一億二千一百萬美元														
駕駛人輔助行車系統(DASH)														
實証：除了上述所列的實証外，保持車間距計畫亦須測試。實証所需經費就駕駛人輔助行車系統和自動化車輛控制系统合計為五千萬美元														
自動化車輛控制系统														
研究與發展：速度控制和路旁與車輛間之通訊														
自動化車輛控制系统														
實証：障礙物之偵測														

表 4-9 IVHS系統 1996年前之發展課題

發展 課題	年限	1 9 9 6 年
1		先進的交通管理系統 (1) 主要實証測試工作之推動 (2) 將即時、適應性之號誌控制資訊傳送給配備ADIS車輛
2		行車資訊系統 (1) 車內即時交通資訊及路徑選擇系統的測試 (2) 開發車輛與道路的通訊系統 (3) 安全忠告及警示系統的開發及測試
3		車輛營運系統 (1) 各種技術（如WIM, AVI等）的實証完成 (2) 在2至3條州際公路上運作 (3) 商業車輛駕駛人安全忠告及警示系統之主要研究完成
4		自動行車系統 (1) 自動化輔助控制系統的發展和實証 (2) 完成車輛控制的研究發展並進行測試

表 4-10 IVHS系統 2001年前之發展課題

發展 課題	年限	2 0 0 1 年
1		先進的交通管理系統 (1) 主要都市地區完成裝設 (2) 多個城市即時通訊連結
2		行車資訊系統 (1) ADIS系統使用於主要擁擠地區 (2) 開發安全忠告及警示系統
3		車輛營運系統 (1) 各種系統在多條州際公路上運作實測 (2) AVI 系統在大部份收費設施上運作 (3) 商業車輛駕駛人安全輔助系統可供使用
4		自動行車系統 (1) 部份商業化輔助控制系統可供使用 (2) 選擇一些高承載車輛從事自動化控制系統之運作

4-3-4 先進國家發展經驗綜合評析

綜上所述，可知世界上各主要先進國家目前均正致力於發展與「智慧型車路系統」相類似之系統，其目的皆在於利用現代化之電子、通訊、電腦、自動控制與車輛等高科技，謀求一方面改善道路的交通擁擠情形，另一方面則提高道路的服務流量，同時亦足以提昇道路對用路人的服務品質與水準；雖然各國因不同的國情與科技水準而賦與此類系統不同的使命，但另一方面，各先進國家之系統卻均能不約而同的具備以下各項特色：(1) 有組織、有計畫、有系統的推動研發工作；(2) 有短、中、長程各階段之發展目標與使命；(3) 充分符合各國居民與用路人之需要；(4) 配合各國工業技術實力與學術研究水準；(5) 負有帶動科技工業升級，創造就業機會之使命；從而結合各項已趨成熟之單一技術，整合成為具有高度商業化利益與附加價值之整體性運輸資訊系統。

由於我國目前仍非工業化大國，各項自然資源亦遠不及先進國家豐沛，因此雖有必要集中政府與民間各部門之力量來投入發展，仍必須講求輕、重、緩、急與優先順序，亦即在“資金投入方面”，應以初期資金成本低者為優先，高者則較後發展；又在“技術開發方面”，應以技術層次較低者為優先，高者則較緩，如此方能期待有所具體性之發展，進而與先進國家在此領域一較長短。

4-4 智慧型道路運輸資訊系統之發展策略與課題

根據前述章節中對國外先進國家發展經驗之回顧與剖析，輔以針對我國相關系統發展現況之檢討與評估，茲將本研究審慎研擬之我國發展「智慧型道路運輸資訊系統」(INROTIS)的基本策略歸納以下：

1. 必須設立（或指定）專責組織，集合政府與民間之力量來共同推動

在推動組織方面，「產、官、學、研」四方面必須齊頭並進，首先在政府方面，必須立即在交通部以下成立推動發展之專責機構（如：智慧型道路運輸資訊發展委員會）或指定直接主管單位（如：運輸研究所）；其次，產、學、研等三方面可聯合籌組一民間性質之運輸資訊系統發展協會（或策進會），集合群體之智慧與力量來配合政府的主導，作整體性與全面性的開發與建設。

2. 必須符合國情並充分配合本地獨特的道路交通特性

由於我國地狹人稠，自用車輛之成長率又高，道路建設速度一直力有未逮，致使各大都會區之道路網及南北高速公路網經年處於容量不足且交通擁擠現象十分普遍的狀態；因此，當務之急乃是推動那些足以提高道路路網容量，但又不致於犧牲交通安全之系統建設；另一方面，我國目前各級道路網中所運行之車種原已十分複雜，尤其機車數量十分衆多，已成為用路者主要代步工具之一；因此，任何系統發展方案均必須將機車納入系統中，同時亦須將我國獨特之混合車流特性溶入系統運作架構中，以提高其在本地之適用性。

3. 必須有系統有計畫有步驟地推動具體建設

我國以往推動一項重大工程建設或開發計畫，常因事先規劃工作未盡完善，以致往往於執行時陷於多頭馬車、政出多門或本位主義色彩過重的現象，因而造成互相牽制、力量抵消的弊病，

而「智慧型道路運輸資訊系統」之建立，涉及諸多交通主管機構之權責，尤忌重蹈覆轍；因此，政府各階層主管機構實有必要審慎將事，一方面必須明確界定各層級系統之主管機關與執行單位間的關係，使各單位皆能各有所司、分工合作，另方面則必須擬定短、中、長期之發展目標與發展計畫，按步就班地加以推動實施，如此具體果效方可預見。

4. 必須基於國內之工業技術實力與學術研究水準

我國目前雖享有“亞洲四小龍”之一與新興工業化國家之美譽，但不容諱言的，國內之工業技術能力在若干精密工業領域，仍與先進工業國家有一段明顯的差距，同時，我國相關領域之學者專家在數量仍顯不足，亦不易從事整體與全面性之研究分析；因此，在發展策略上，一方面要知己所長，即針對國內工業技術較為成熟而有把握的若干領域重點出擊，傾全力予以開發利用，期能以硬體之技術實力來配合軟體工業上之發展，而得以完成整套的系統配備。

另一方面，則應將學術研究人員編組成若干個不同專長之研究群，實施團隊合作，並將整個研究發展工作予以適當之分工，期能賴高效率的人力編組，將研究菁英之實力充分發揮出來，以期顯著強化國內相關領域之學術研究水準。

5. 必須足以帶動國內相關工業升級，並創造就業機會

我國過去數十年來之經濟發展，有賴農業改革與輕工業之發展成功，得以快速成長，締造了舉世矚目的經濟奇蹟；然而近數年來由於世界性之經濟不景氣，加上部份國人好逸惡勞，熱衷於

金錢遊戲，不事生產，使得我國工業界之廠商投資意願低落，以致造成國內工業技術水準停滯不前與失業率步步高昇的嚴重困境，本研究有鑒於「智慧型道路運輸資訊系統」之建立，除了須有軟體資訊工業之投入外，高水準硬體設備之配合，亦為不可或缺之一環；因此對於 INROTIS 之投資，尚必須肩負起帶動國內相關產業（如：電腦工業、電機工業、通信工業、車輛工業、精密電子工業等）之發展與升級，同時有助於創造高級技術人力嶄新就業機會的重要使命，如此方對我國現階段疲弱不振的經濟情勢，產生正面而積極的影響。

6. 必須加強對先進國家之瞭解與認知，並應及早建立國際交流與合作之正常管道

由於我國在 INROTIS 上之發展，目前已落於先進國家之後，是故迎頭趕上之道，除賴政府與民間之通力合作外，更重要的應是努力加強對歐、美、日各先進國家各項系統技術與研發計畫之瞭解與認知，不僅要知其然，更應知其所以然；同時更應設法建立雙邊正常連繫管道，加強知識經驗與人員方面之交流，並進一步促成長期性之國際合作關係。

除此之外，本研究亦發現國內在發展「智慧型道路運輸資訊系統」（INROTIS）時尚有若干課題，必須嚴肅地加以面對，為此，本研究亦研擬出因應之對策來加以克服，茲將各項發展上之課題與其對策列舉於下：

課題 1：現階段無論是政府單位或是社會大眾均對「智慧型道路運輸資訊系統」之認知均有所不足。

對策：

邀請學術單位或從事此領域研究之國內外學者專家經常舉辦專業性之研討會、說明會、座談會、專題演講或多多利用知名報章雜誌，撰文加以介紹與推廣。

課題 2：目前國內雖有若干相關系統規劃或研發計畫正在醞釀或已進行中，然因各權責單位通常僅就其業務管轄範圍內從事規劃或發展，而缺乏對「智慧型道路運輸資訊系統」之全盤瞭解，以致無法自整體層面來衡量其轄屬子系統之發展。

對策：

一方面應在教育與宣傳上加強各方對於「智慧型道路運輸資訊系統」整體性觀念之瞭解，另方面更應在中央主管部會（即交通部）內設置（或指定）一個督導與協調全局之專責機構，俾能發揮統合與掌握各子系統發展方向之功能，並加強各權責單位間之橫向聯繫和溝通。

課題 3：國內交通界對於台灣地區道路運輸需求特性與用路人旅行（或駕駛）行為之瞭解尚嫌不足。

對策：

應鼓勵國內運輸學術界多方從事台灣地區各地運輸需求特性之調查與分析，同時加強各級公路系統之道路交通與駕駛行為特性方面之研究。

課題 4：建立「智慧型道路運輸資訊系統」所須之相關電腦、電子、通訊、車輛與自動控制等精密工業尚未能加以適當地加以整合發展。

對策：

在交通部內成立發展 INROTIS 之專責機構後，應立即就 INROTIS 所涵蓋之各項硬體設備指定權責部門，並從速推動各相關精密工業間之協調與聯繫，並賦予其各自應有之發展方向，俾能分工合作，朝向整體系統性之架構來進行研發工作。

課題 5：以往運輸系統之發展與運輸工程之建設多屬問題導向式，較少自目標導向的觀點來從事前瞻性之規劃。

對策：

爲了避免在面對今後可能層出不窮之道路運輸問題時，仍然只能頭痛醫頭、腳痛醫腳，雖疲於奔命，但仍僅能治標不能治本起見，交通主管單位應改以較爲前瞻性、長遠性及系統性之眼光（即以五年、十年、二十年、甚至四十年爲期，而非僅以六年計畫爲滿足），來從事交通建設之規劃，如 INROTIS 即屬道路運輸發展上之百年大計，尤須兼顧問題導向與目標導向兩方面之考量，穩健而持續性地從事發展。

課題 6：由於經濟不景氣，使得政府財政收入短拙，惟恐「智慧型道路運輸資訊系統」之建設必須耗費巨額預算，因而裹足不前。

對策：

INROTIS 之發展，雖屬百年大計，但其主體所須投資金額，以先進國家為例，僅達單一捷運系統建設（數千億元）之百分之一，或僅約高速公路拓寬改善工程（數百億元）之十分之一，實在不足以稱為巨額投資；尤其建設完成後之運輸效益（如：公路容量增加、旅行時間縮短、交通擁擠減輕、能源耗用降低、交通安全性昇高等）與非運輸效益（資訊工業發展快速、生活水準提高、相關產業昇級等）均極為可觀；故應屬“自償性”極高之建設。此外，尚可引進民間遊資投入發展，相對可使政府部門之投資比重，更趨降低。因此之故，實在沒有必要去擔心會造成過重之財務負擔；相反地，反應將此一“自償性”極高之投資，在運輸部門建設中之優先順序，予以適度提高，並向民間加強宣導，俾能多方引進企業資金投入開發建設。

4-5 智慧型道路運輸資訊系統之實施計畫

所謂「智慧型道路運輸資訊系統」（INROTIS）實際上係由若干不同層級與功能之資訊子系統所構成，根據本研究第三章中對目前國內各級政府之交通主管機關正在擬議或進行中之相關計畫與系統之分析，實均屬於 INROTIS 的子系統，因此該等計畫與系統之推展，實即 INROTIS 之具體實踐，惟 INROTIS 所涵蓋之範圍應不只於此，根據本

研究之基本構想，未來的INROTIS 至少應包括下述十四項子系統：

- (1) 高速公路交通控制系統（包括中山高速公路北部交控系統〔已完成〕、中南部交控系統〔擬議中〕、北二高交控系統〔施工中〕、北宜快速公路交控系統〔擬議中〕、中南二高交控系統〔擬議中〕等）
- (2) 西部公路網交通資訊系統（包括台一號省道、西部濱海與東西向十二條快速公路等交通資訊系統）
- (3) 都市地區電腦化交通號誌控制系統（包括台南市、台北市、台北縣、台中市、新竹市、基隆市等地之電腦化交通號誌系統）
- (4) 行車路徑導引系統（涵蓋高速公路、快速公路、市區幹道與街道所構成之跨越行政區域路網）
- (5) 行前旅次規劃系統
- (6) 交通流暢中心與交通專業電台廣播服務
- (7) 無線電輔助計程車營運系統
- (8) 車上行動電話系統
- (9) 警車無線電通訊系統
- (10) 自動化車牌辨識系統
- (11) 道路電子收費系統
- (12) 地理資訊系統
- (13) 車輛定位系統
- (14) 公車營運輔助系統

又如依各項子系統之功能與性質的相近程度予以歸類，則上述十四項子系統又可合併為四大資訊系統如下所述：

1.公路交通控制資訊系統

係結合：

- (1) 高速公路交通控制系統
- (2) 西部公路網交通資訊系統
- (3) 都市地區電腦化交通號誌控制系統

2.用路人路徑管理資訊系統

係結合：

- (1) 行車路徑導引系統
- (2) 行前旅次規劃系統

3.路況報導資訊系統

係結合：

- (1) 交通流暢中心與交通專業電台廣播服務
- (2) 無線電輔助計程車營運系統
- (3) 車上行動電話系統
- (4) 警車無線電通訊系統

4.自動化車輛辨識與定位資訊系統

係結合：

- (1) 自動化車牌辨識系統
- (2) 道路電子收費系統
- (3) 地理資訊系統
- (4) 車輛定位系統
- (5) 公車營運輔助系統

以上十四項子系統之發展，依前述發展策略一節中所言，在實施上應有輕重緩急之順序，俾能配合政府與民間在人力、物力與財力上之諸多限制，而得以有計畫得逐步推動，然而在衡量這十四項子系統發展之優先順序上，仍必須樹立若干客觀之評估標準，方足以盡釋群疑；有鑒於此，本研究所用以評比優先順序之客觀性指標計包括以下十二項：

- (1) 改善道路之交通擁擠程度
- (2) 提供用路人交通效益之高低
- (3) 國內系統技術之成熟度
- (4) 研究開發期間之長短
- (5) 政府投資成本之高低
- (6) 成本／效益比之高低
- (7) 社會經濟與環境之衝擊影響程度
- (8) 適用範圍之大小
- (9) 是否已定案及已編列預算
- (10) 用路人之接受性與配合意願
- (11) 現行管理組織、制度與法令之適用性
- (12) 拓展國際市場之潛力

由於對前述十四項子系統缺乏完整詳盡之細部規劃資料，再加上研究時間與經費之限制，本研究只得就對運輸學術界與實務界之若干學者專家與本研究之工作同仁為對象從事訪問調查，其結果加以整理統計後，可將各子系統發展之優先順序劃分為三級，分述如下：

1.最高優先（適宜開始發展之時間爲一至二年內）：

- (1) 交通流暢中心與交通專業電台廣播服務
- (2) 無線電輔助計程車營運系統
- (3) 車上行動電話系統
- (4) 警車無線電通訊系統
- (5) 都市地區電腦化交通號誌控制系統
- (6) 自動化車牌辨識系統
- (7) 高速公路交通控制系統

2.第二優先（建議適宜開始發展之時間爲二至四年內）

- (1) 西部公路網交通資訊系統
- (2) 行車路徑導引系統
- (3) 自動化車牌辨識系統
- (4) 車輛定位系統
- (5) 地理資訊系統

3.第三優先（建議適宜開始發展之時間爲四至六年內）

- (1) 公車營運輔助系統
- (2) 行前旅次規劃系統

除此之外，在建立 INROTIS 之前（或同時），亦有許多系統規劃與研發計畫，有待積極開發，本研究經審慎研討後，將此等研發計畫之主題，列舉於下：

- 1.台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之發展需求調查
- 2.台灣地區「道路交通整合分析模式及套裝程式集」之開發與建立

(1) 道路車流分析模式及套裝程式集之開發與建立

- A. 都市路網巨觀性車流分析模式及套裝程式集
- B. 都市路網微觀性車流分析模式及套裝程式集
- C. 郊區公路網巨觀性車流分析模式及套裝程式集
- D. 高速公路巨觀性車流分析模式及套裝程式集
- E. 高速公路微觀性車流分析模式及套裝程式集
- F. 都會區走廊巨觀性車流分析模式及套裝程式集

(2) 駕駛人路徑規劃模式

- A. 駕駛人路徑選擇模式及套裝程式
- B. 靜態交通量指派模式及套裝程式
- C. 動態交通量指派模式及套裝程式

(3) 交通控制最佳化模式及套裝程式

- A. 獨立路口交通控制最佳化模式及套裝程式
- B. 幹道交通控制最佳化模式及套裝程式
- C. 都市路網交通控制最佳化模式及套裝程式
- D. 適應性號誌控制最佳化模式及套裝程式
- E. 高速公路交通控制最佳化模式及套裝程式
- F. 都會區走廊交通控制最佳化模式及套裝程式

(4) 都會區走廊道路交通整合性分析模式及套裝程式集

3. 「智慧型道路運輸資訊系統」之硬體技術與設備規劃

(1) 系統架構規劃

(2) 道路資訊蒐集設備

(3) 資訊傳輸系統

- (4) 資訊系統資料庫之規劃與設計
- (5) 路上資訊輸出、入設備
- (6) 車上資訊輸出、入設備
- 4.台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之可行性分析
 - (1) 運輸效果分析
 - (2) 系統技術分析
 - (3) 用路者接受行為分析
 - (4) 社會經濟衝擊影響分析
 - (5) 環境影響分析與評估
 - (6) 成本／效益分析
 - (7) 綜合分析與評估
- 5.台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之實測發展計畫
 - (1) 都會區路網實測分析計畫
 - (2) 高速公路（快速公路）網實測分析計畫
 - (3) 都會區走廊路網實測分析計畫
- 6.「智慧型道路運輸資訊系統」與其他相關系統之整合計畫
 - (1) 整合鐵路、航空、海運等其他運輸資訊系統
 - (2) 整合觀光旅遊、電話、電報、傳真、電傳視訊、氣象等其他通訊系統
 - (3) 整合警政、公路監理、地理資訊、戶政、財經、國防等其他行政資訊系統
 - (4) 整合國際性運輸資訊系統

7. 建立台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之自主性工業技術與產業發展計畫

- (1) 電腦工業部門
- (2) 電子工業部門
- (3) 資訊軟體部門
- (4) 通信工業部門
- (5) 車輛工業部門
- (6) 自動控制工業部門

8. 建立台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之長期發展計畫

上述各項系統規劃與研發計畫多數應可交由學術機構依學術性之角度客觀地從事分析，惟此等研究工作絕非一蹴可幾，而有必要依其重要性與內容緩急性，分別納入短（約三至四年）、中（約七至八年）與長期（約十一至十二年）研發計畫中，茲將本研究經集思廣義審慎研訂出來之各期系統規劃與研發計畫列示於表4-11中。

4-6 結語

基於先進國家之經驗，利用現代化之電腦、通訊與電子等科技，針對道路交通從事科學性合理化的管理與控制，可謂紓解因公路容量不足而導致交通擁擠問題之有效利器。台灣地區由於地狹人稠，因此建立類似歐洲「道路運輸資訊系統」與美國「智慧型車路系統」之「智慧型道路運輸資訊系統」(INROTIS)，以改善現行道路交通之壅塞情況，亦為不容置疑之必然途徑；惟此項資訊系統之發展所涉及層面之廣，可謂千頭萬緒、莫衷一是；然則此系統倘能順利完成，又非賴政府與民間之通力合作不為功；因此本章中雖已提出有關建立 INROTIS 之基本構想、發展策略、課題與執行計畫，然此僅為參與本計畫之研究群同工，經過九個月審慎研究後的一得之愚，實際上之整體發展計畫，尚有待政府主管機關集合產、官、學、研的群體力量共同研議，方能盡善盡美。

總之，對於台灣地區 INROTIS 之建立，此時此地開始投入研發工作，為時絕非太遲；相反地，應有極佳的機會迎頭趕上歐、美、日各國，從而帶動我國進入道路運輸先進國家之林，國內交通運輸界之從業人員，應有志於期待此日之及早到來。

第五章 行車路線導引系統分析與設計 之個案研究

5-1 研議之行車路線導引系統

先進國家示範測試中之行車路線導引系統甚多，其系統架構與應用之技術各有不同；考慮國外之發展現況與國內之相關系統之基礎，本研究以下列標的系統為個案研究之對象。

1. 以交控中心為基地

行車路線導引系統可概分為：(1)以單方向交通資訊提供之系統，如歐洲之RDS；(2)以交控中心為基地，蒐集交通資料，計算建議路徑，再藉路邊設備單元，傳送交通資訊予駕駛人，如德國之ALI-SCC、英國之AUTOGUIDE、與日本之CACS；(3)以車輛為基地，蒐集資訊中心傳來之交通資料，計算建議路徑，如美國之伊利諾系統。上述三種系統各有其優劣點，本研究暫定研究對象為第(2)種以交控中心為基地，需要相當數量之路邊設備單元之系統架構。

2. 以個人或小型電腦網路構成交控中心單元

有關本研究所發展之行車路徑導引系統，其運作之邏輯架構係如圖5-1所示。整個系統之運作邏輯可依照三個時間層面 ΔS 、 Δt 、與 ΔT 來說明：（其中， $\Delta S \leq \Delta t < \Delta T$ ）

(1) ΔS 時間層面：

此時間層面之運作如圖5-1中所示，行車路線導引系統每隔 ΔS 時間，便經由傳輸設備將路邊車輛偵測器所蒐集到的流量資訊傳送至控制中心。

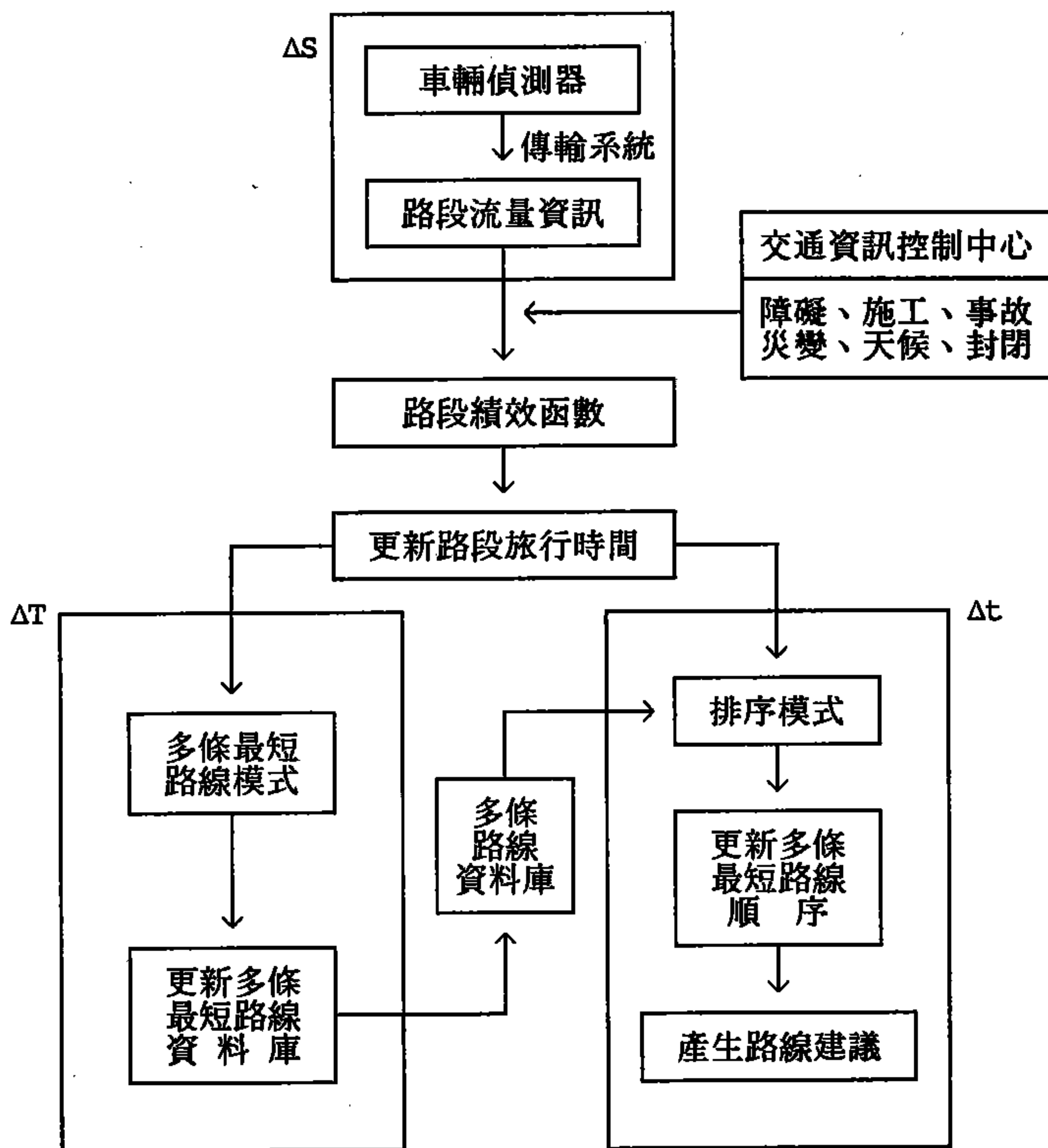


圖 5-1 行車路線導引系統邏輯架構流程 ($\Delta S \leq \Delta t < \Delta T$)

(2) Δt 時間層面：

在此時間層面中，控制中心將所得到之各路段流量資訊，每隔 Δt 時間透過路段績效函數求得之流量－旅行時間函數，更新資

料庫中路段的旅行時間值。然後再參考由交通資訊控制中心所傳來之路網最新路況資訊，例如障礙、施工、意外事故、災變、道路封閉等無法經由車輛偵測器所獲知之訊息，透過一排序模式，將交控中心資料庫中所儲存之路網多條最短路線資料重新排序，產生最佳的路線建議，再由傳輸系統透過路邊終端設備提供給車輛駕駛人參考。

(3) ΔT 時間層面：

在此時間層面中，控制中心將所得到之各路段流量資訊，每隔 ΔT 時間即透過路段績效函數，更新資料庫中路段的旅行時間值。然後再經由多條最短路線模式進行交通量指派求算最短路線，以更新控制中心所儲存之路網多條最短路線資料庫。

上述行車路線導引系統邏輯架構流程中之 ΔS 、 Δt 、 ΔT 三時間層面，其大小關係為 $\Delta S \leq \Delta t < \Delta T$ 。 ΔS 時間層面為路網交通資訊收集及更新時間，反應最新之即時交通狀況，其時間長短受車輛偵測器及通訊傳輸設備限制，取值愈短愈能反應交通現況。但避免因週期性（如號誌）干擾使流量資訊起伏振盪過巨，在更新路段旅行時間時，可以數個 ΔS 時間層面之資料來計算。 Δt 時間層面為路線排序更新最佳建議路徑時間，其時間長短為一或數個 ΔS 時間，利用即時之交通資訊，重新計算路線庫中多條路線之績效值，並加以排序，決定此時段中路網之最佳路線。 ΔT 時間層面為多條路線產生時間，利用多條最短路徑演算法，以即時之交通資訊，計算出多條路線，更新路網之多條路線資料庫。其時間長短受路網大小、演算法效率及電腦計算能力之影響，一般而言，遠大於排序之 Δt 時間。在圖5-1之結構中，可以第一部電腦

職司路況資料之蒐集、更新與計算路段旅行時間；第二部電腦職司多條最短路徑之計算，其輸入來自第一部電腦，第三部電腦做多條最條路徑依即時路況之排序，其輸入為第一部電腦最新之路況與第二部電腦之多條最短路徑。

3. 以多條最短路徑法與排序方法改進最短路徑之即時效果

德國ALI-SCOUT/LISB、英國AUTOGUIDE與日本之CACCS等系統在建議路徑產生方法上均採最短路徑方法，每15分鐘按最新之交通狀況計算一次，15分鐘內之建議路徑不變。此種建議路徑產生策略之即時效果並不十分理想，而理想具預測能力之方法則猶待理論上之突破；本研究係利用K條最短路徑之方法與電腦網路之概念，期能改善應用最短路徑方法於建議路徑產生之即時效果。

茲以圖5-2之時間剖面圖為例，說明 ΔS 、 Δt 及 ΔT 之關係。假設 ΔS 為1分鐘， Δt 為1分鐘， ΔT 為10分鐘，且路段績效函數使用前二個 ΔS 時段（2分鐘）資料。則圖中S15時間之路線建議，係由S14時之排序模式利用S12至S14之路段資料排序而得之最佳路線；而其據以排序之多條路線資料庫，係由S0時之多條最短路徑模式利用S-2至S0之路段資料求得。若國外現行之測試系統之建議路徑更新時段為10分鐘，則在S10至S20之間均採用依S-2至S0間交通狀況所計算之最短路徑，故本研究方法之即時效果較為理想。

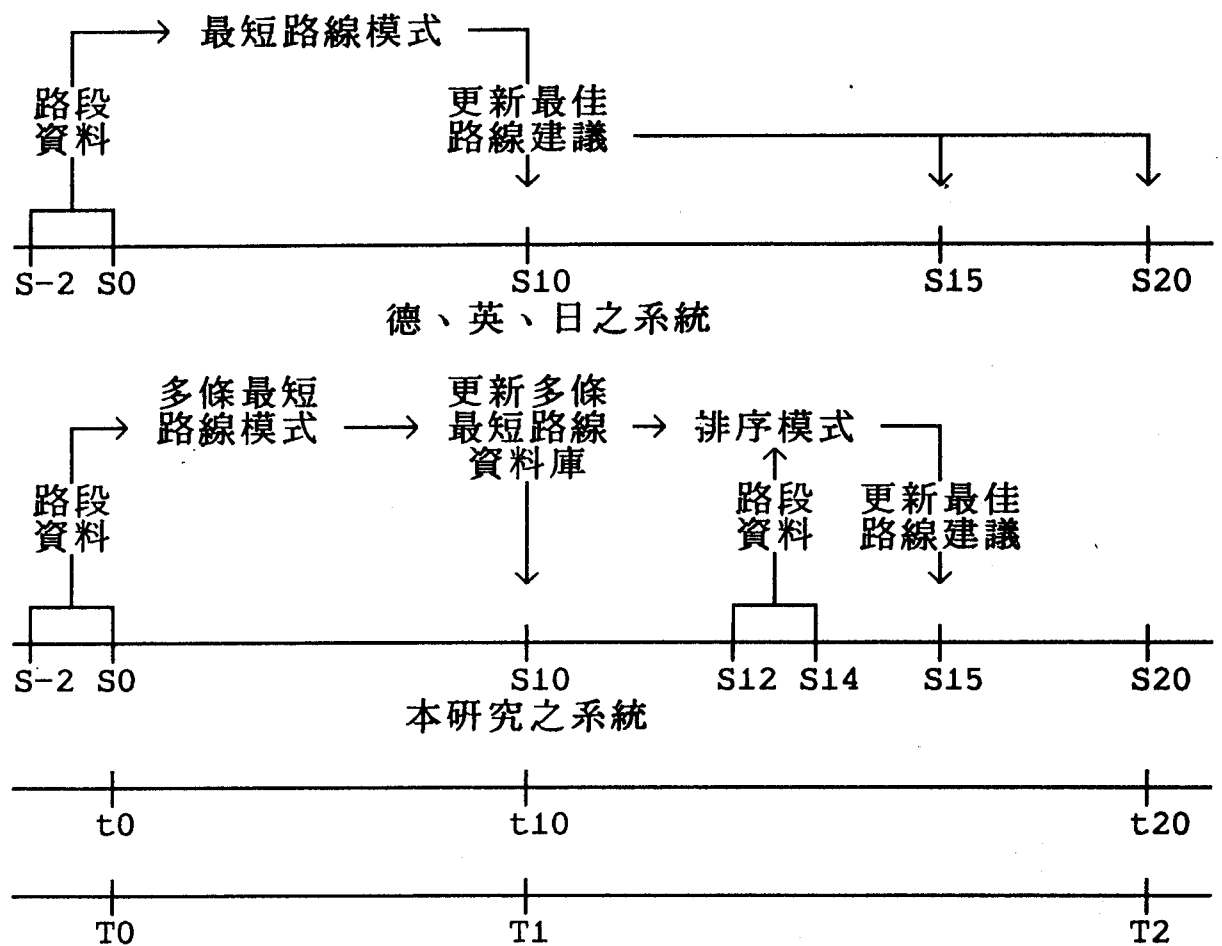


圖 5-2 ΔS 、 Δt 、 ΔT 時間剖面圖

5-2 文獻回顧

行車路線導引系統方興未艾，在國外學術界已興起研究討論的風潮。於本節中，擬就所收集之國外有關行車路線導引系統之評估文獻，作一摘要性評析。其中，1989年 IEEE在加拿大 Toronto 市舉行之 Vehicle Navigation and Information Systems Conference (VNIS' 89) 研討會及1991年在美國首都華盛頓特區舉行之 TRB (Transportation Research Board) 第70屆年會中，皆出現多篇利用模擬或指派

模式進行對行車路線導引系統之運輸效果評估。

Kobayashi, F. 在1979年 TRR發表之文章中，曾提到於日本東京之CACS計劃中，利用模擬模式分析在有行車路線導引系統下，受導引及不受導引車輛之總旅行時間，結論為受導引車輛之總旅行時間可減少 6%，耗油可節省 5%。

Tsuji, H. 等人，在1985年 Transportation Science 發表之文章中，以日本東京之CACS計畫為例，利用隨機性數學模式評估路線導引系統之績效及參數。該研究中，假設受導引車輛不影響其他車流，只有二條替選路線，旅行時間及預測旅行時間為獨立之常態分配，所有使用者皆遵循路線建議。結果顯示，受導引車輛有85%提早到達，旅行時間減少11%。

Al-Deck, H.等人，在VNIS'89發表之文獻中，以美國Los Angeles的Pathfinder計劃為例。利用以 FREQ8PC與TRANSYT-7F整合之模擬模式— PATHNET，評估早上 6點到10點，四個起點三個訖點之高速公路與平行幹道路網，擁擠狀況下之導引效果。假設高速公路上之意外事件，因轉出(Divert)之比例甚小，故不會影響平行幹道上之旅行時間。結果顯示非肇事的擁擠狀況下，20~25分鐘之旅次，節省 3分鐘以內；而因肇事引起之擁擠狀況，則績效較為顯著，20~25分鐘之旅次，可節省 3分鐘以上時間。

Mahmassani, M.S.等人於1989年前後之數篇文獻中，以模擬模式測試小型路網。結果發現，系統績效因路線改變而改善15%~30%，因出發時間改變而改善10%~22%。

Van Vuren 等人於1991年 TRB年會中發表，以多重使用者等級交

通量指派模式 (A Multi-User Class Traffic Assignment Model) 研究路線導引，假設無資訊使用者 (Non-informed Users) 為確定性使用者均衡 (Deterministic User Equilibrium)，而有資訊使用者 (Informed Users) 為系統最佳化 (System Optimum)，結果發現改善 1% ~ 5%。

Smith, J.C. 等人於 VNIS'89 中，以英國倫敦 Autoguide 為例，利用指派模式研究。假設非導引車輛以每天平均旅次需求決定路線，而受導引車輛以實際狀況決定路線。結果發現整體路網績效在旅行時間、旅行距離及平均旅行速度皆改善約 1% ~ 6%，且隨受導引車輛比例增加而使改善幅度增加。

Koutsopoulos, H. 等人在 VNIS'89 中，以隨機交通量指派模式研究：資訊水準及資訊量、受導引使用者比例及擁擠程度之關係。結果顯示，在小型副都會區 (Suburban) 路網中，可改善 5%。

Rakha, H. 等人在 VNIS'89 中，以 Van Aerde/S, Yager 所建立的高速公路與號誌化平行幹道之交通流模擬模式—INTEGRATION，探討路線導引及交通控制策略之整合，結果發現總旅行時間減少超過 20%。

綜合言之，系統模擬與交通量指派為二種用以分析行車路徑導引系統效果之工具；其中靜態之隨機或多重使用者交通量指派方法較無法進行精確之分析且不適於反映許多系統設計上之細節變動，故本研究乃採系統模擬方法進行研究。由於交通流模擬研究之文獻，國內已十分普遍，故本研究不予贅述。

5-3 模擬模式

依據行車路線導引系統之邏輯架構，能整合路線最佳化選擇模式之路網車流模擬模式，必須具備以下特性：

1.車輛必須是以旅次起訖點型態產生

即模擬路網中運行之每一部車輛皆具有個別之旅次起訖點屬性，並且模式是依照所輸入之旅次起訖點資料，來控制車輛的產生、進入及離開系統。

2.車輛之轉向須能個別考慮

由於模式中之車輛皆具有旅次起訖點屬性，所以路口轉向不能夠以巨觀性之機率分配方式來決定。亦即車輛於交叉路口之轉向，必須依照路線最佳化選擇模式所決定之行駛路線，從事路口的轉向行為，故車輛之轉向必須能個別考慮。

3.必須是動態流量的模擬

即車輛的產生與行駛，均係依照旅次起訖點屬性所決定，且車輛於路網中之轉向非為固定之機率值。因此，路段及路口之交通量並非起始設定之靜態流量值，而會因車輛旅次起訖點之屬性及其導引系統之建議路徑，而使路段上的流量隨時間產生動態的變化。

其次，微觀車流模擬模式需要大量之記憶體空間來詳細描述車輛及路網現況，且需要較長時間用於計算每部車每時段之推進，因此考慮電腦之容量及執行時間，本研究之模擬模式擬以巨觀之車流推進來指派車輛於路網上移動。總而言之，本研究所欲建立的車流模擬模式為個別車輛處理、巨觀車輛推進且整合行車路線導引系統及路線最佳

化產生模式之路網車流模擬模式。

本研究之模擬模式其主要目的在於模擬路網上各交通分區車旅次之產生、行車路線導引系統建議路線之產生、及駕駛人之行駛過程，其關係如圖 5-3 所示。至於系統模擬之方式，本研究係採用定時掃描法，依使用者所需之模擬週期，程式每隔一固定時間即對系統狀況掃描模擬一次，將系統內路網與交通流加以處理並更新屬性。此過程反覆執行，直到所有尖峰時段之車輛皆到達目的地為止。

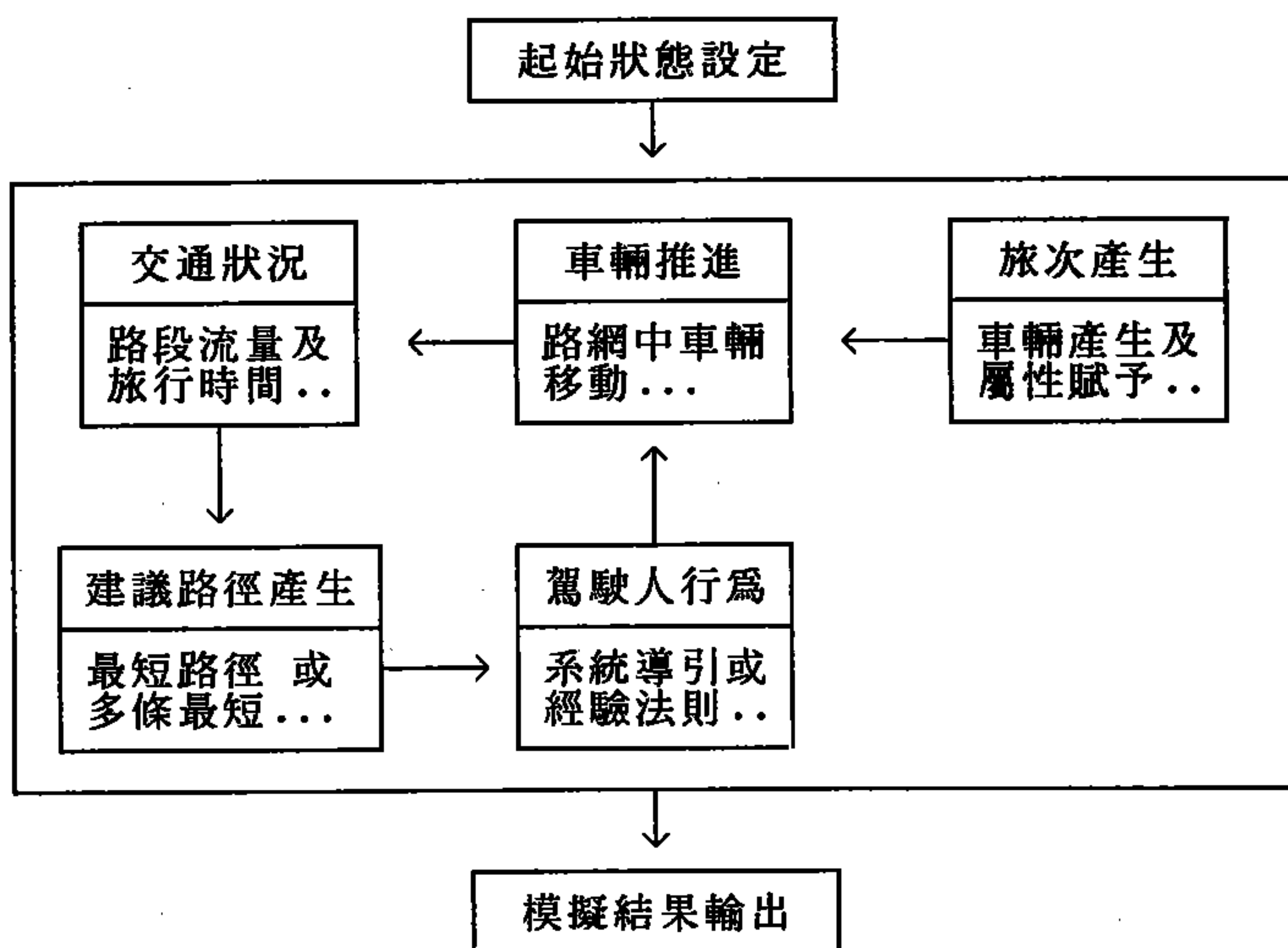


圖 5-3 模擬模式之系統架構

1. 旅次產生

車旅次之產生在於模擬路網上各交通分區在每一個模擬時階內所產生之車輛數、各車之旅次目的地、與各車出發時初定之行駛路線。由於缺乏以分鐘作計算單位之旅次起訖表，本研究首先依照小時旅次需求表，將模擬期間之需求型態分隔為多段式以分鐘為單位之旅次起訖表，依車輛到達型態之機率分配，均勻地將車輛推入系統。本研究對於系統中之車輛到達產生分為尖峰小時與離峰小時兩種型態：

(1) 尖峰小時車輛產生：

由於尖峰小時中都市道路為車流擁擠狀態，車流受干擾影響較大，故本研究於此時段之車輛產生，採用二項分配(Binomial Distribution)之固定間隔計數法，產生每一時階旅次起訖表。

(2) 離峰小時車輛產生

由於離峰小時，車輛於都市道路路網行駛較不受其他車流影響，其車流為不受干擾狀態下隨機到達，故本研究於此時段之車輛產生，採用卜瓦松分配(Poisson Distribution)之固定間隔計數法，產生每一時階之旅次起訖表。

車輛出發時間之處理程序如圖 5-4 所示。當時階內旅次起訖點決定之後，尚須核驗出發時間間距是否適當，本研究暫定車輛出發之間距為 2 秒，即前後車出發時間之時間間隔必須大於 2 秒。車輛產生時，個別車輛之屬性賦予分為固定值與變動值二項，如表 5-1，其中固定之車輛屬性有系統編號：即車輛產生時賦予之系統流水編號；起、訖點編號：因本研究之車輛產生依據旅次起訖需求表(O-D Table)而定，故每部車具有其起訖點屬性及是否接受導引（記錄該車輛是否為

受導引車) 以決定其行駛路線及轉向處理。至於時間屬性則有四項，其中隨車輛於路網中推進而變動有三項，即 (a) 進入路段時間：表示離開路口，進入另一路段之時間；(b) 離開路段時間：表示走完該路段，到達路口停止線之時間；(c) 離開系統時間：表車輛到達訖點，完成旅次而離開系統之時間。有關時間屬性之關係，如圖 5-5 所示。

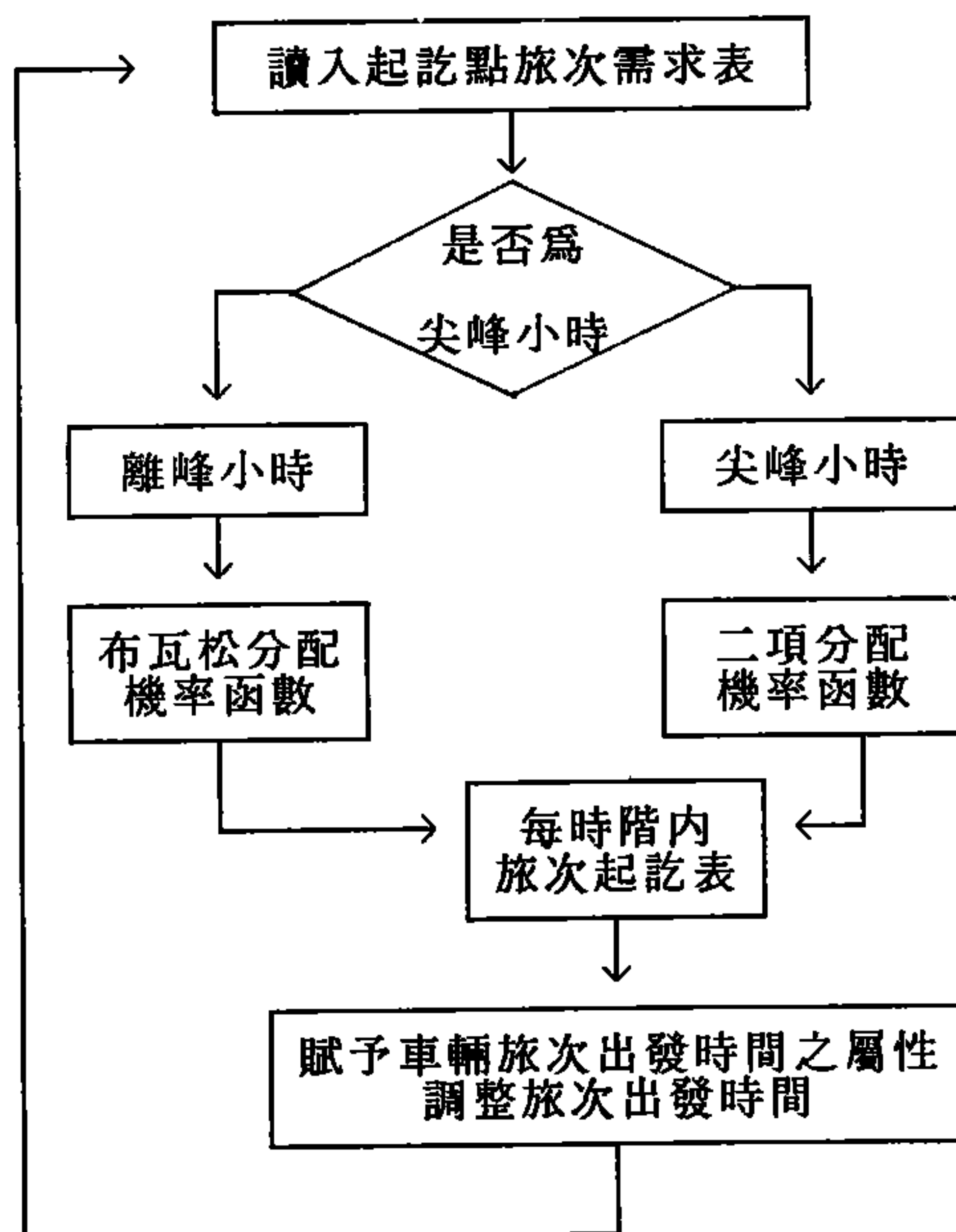


圖 5-4 旅次出發時間處理程序

表 5-1 車輛屬性資料

固定之車輛屬性	變動之車輛屬性
系統編號	進入路段時間
起點編號	離開路段時間
訖點編號	離開系統時間
是否接受導引	
進入系統時間	

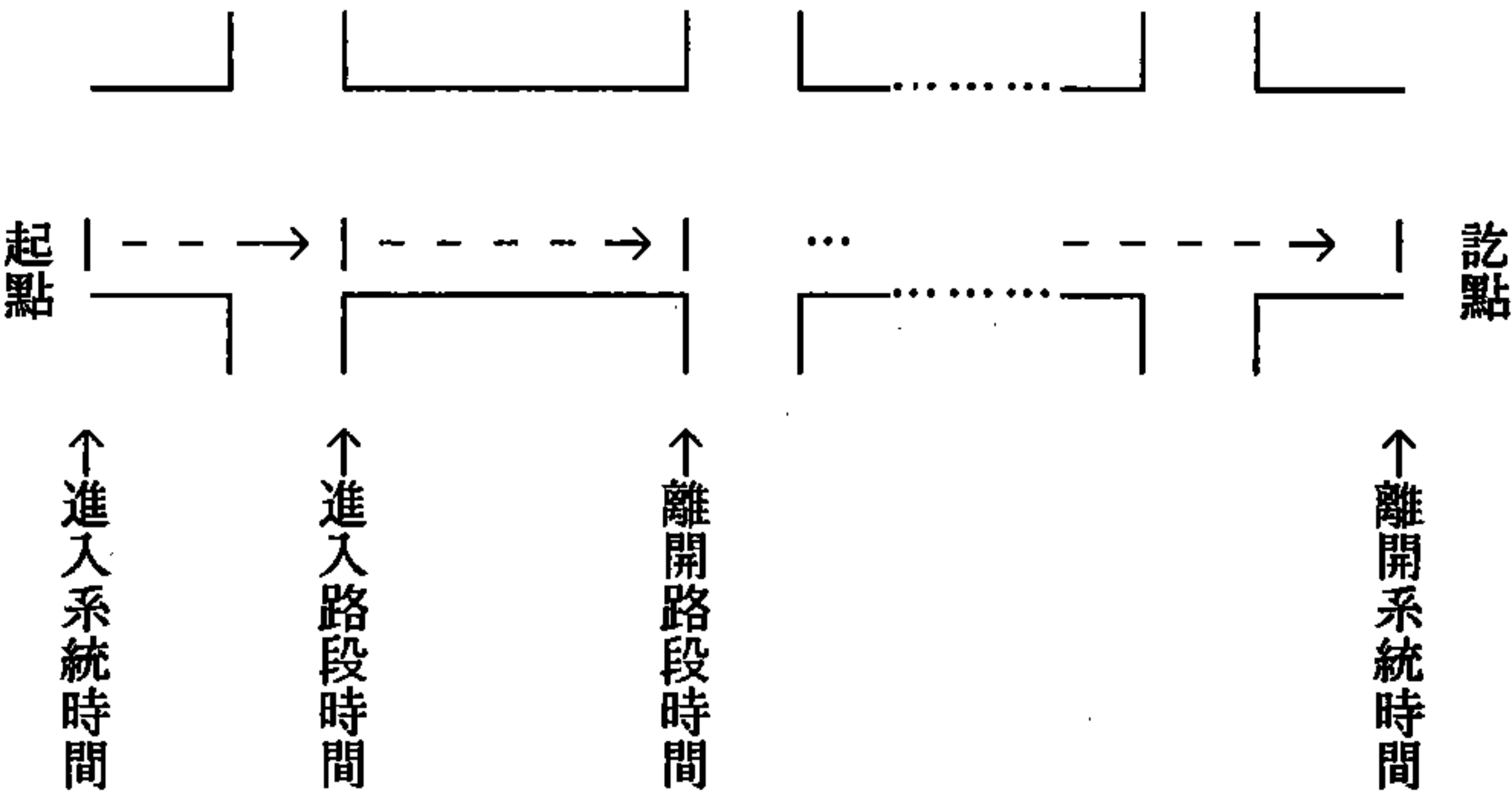


圖 5-5 車輛之時間屬性示意圖

2.車輛推進

車輛行駛過程處理之功能在於模擬駕駛人對於建議路線之反應與其在路網中之行駛過程，亦即在各模擬時階將各部車輛搬移至適當之路口或路段。當模擬車輛於交叉路口遭遇交通號誌時之停等或通行時，本研究係假設交通號誌與行車路線導引系統間並無任何連鎖，即於模擬時間中交通號誌為定時且維持固定不變。本研究對於各路段車流之行駛狀況以路段旅行時間績效函數來代表，又依據流量－密度－速率關係推求出來；若為路口之車流，則需考慮交通號誌時制之影響，以推求其旅行時間。

為了描述車輛於路網中之行駛過程，模擬模式每隔一固定時階即處理各車輛之位置與屬性。其處理過程依路口與路段之順序分述如下：

(1) 路口車輛之處理

本研究之路口車流模擬模式係依車輛轉向來處理其路口旅行時間，而模擬過程中主要受車輛路線導引資訊及車流速率之影響。路段上車輛，當臨近路口時，會由路旁終端設備所提供之建議路線，決定車輛於路口之轉向行為。在處理號誌與下游車流擁擠之影響方面，路口平均延滯時間係根據GreenShields等人之研究，在雙向四車道無慢車道存在之號誌化交叉路口，其直行車的平均延滯為 2.1秒，而對向車流之左轉車比直行車多 1.3秒，約為 3.4秒。又 A.J.Bone對於交叉路口之右轉車所作之研究，一般右轉車之延滯約為直行車之 1.4倍，即為 2.9秒（見表5-2）。故車輛於路口之旅行時間等於其轉向所決定之路口軌跡長度除以路口行進速率，再加上平均延滯時間。

表 5-2 路口推進模式之參數表

	車 輛 轉 向		
	左轉	直行	右轉
路口行進速率 (m/sec)	5.89	6.86	5.62
路口平均延滯 (sec)	3.40	2.10	2.90

(2) 路段車輛之處理

本研究之路段模式係依車輛之路段旅行時間來處理其到達路段下游之時間，並模擬至進入路口後才停止。路段車流量係影響路段旅行時間之重要因素，而在路段上考慮其車輛移出與移入兩種組成；路段車流之計算式為：

$$N(i, t+1) = N(i, t) + Me(i, t+1) - Mo(i, t+1)$$

其中，

$N(i, t+1)$ ：表路段 i 在 $t+1$ 時間之車流量

$Me(i, t+1)$ ：路段 i 在 $t+1$ 時間移入路段之車流量

$Mo(i, t+1)$ ：路段 i 在 $t+1$ 時間移出路段之車流量

由此在每一個模擬路段結束時，分別更新各個路段車流量，且模擬中隨時可得知路段車流密度，以作為路線導引之依據。路

段旅行時間則以路段長度除以車輛速度來估算，至於車輛速度之推求，係以基本車流模式之速度與密度的關係表示。本研究沿用「一般公路交通特性分析與基本容量訂定」中對於四車道之車流特性分析所得之方程式，而假設自由車流速度 $U=67.52 \text{ km/hr}$ 。又假設小型車之平均車長為六公尺，假設擁擠密度 $K=166.67 \text{ pcu/km}$ 。

3. 建議路徑產生

路線產生之功能在於模擬行車路線導引系統中建議路線之產生過程；本研究假設行車路線系統每隔 Δt 時間變動一次路況資料與建議路線，而每 ΔT 時間更新一次建議路線資料庫。基於 K 條最短路線經過一段時間後即可能不符合當時之交通狀況，因此將每隔 ΔT 時間所產生之 K 條最短路線儲存於暫存區內，再將 ΔT 時間分隔為相等而短暫的時階，此項研究所需係自行設定，通常以不超過 5 分鐘為限。模擬程式每隔一個時階對系統中各偵測器掃描一次，將各路段交通狀況之資料記錄下來，推算各路段旅行時間及各路口轉向之旅行時間，將二者結合為停止線到停止線間之旅行時間。故可重新計算各起訖點間前 K 條最短路線之排列順序，以作為下一時階中，路網中車輛所需之導引路線及轉向之參考。

在求解最短路徑時，必須先將實際路網之結構轉換為抽象之網路結構，以便於應用 Double Sweep 法求解最短路徑並反映路段、路口之旅行成本及號誌影響。又因本模式中無動態指派及預測之運作，故車輛於號誌化路口遭遇紅燈停等之延滯無法明確求出，故本研究乃應

用WEBSTER 公式，求算定時號誌所引起之平均延滯。

$$d = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda X)} + \frac{X^2}{2q(1-X)} - 0.65 \left(\frac{c}{q} \right)^{1/3} X^{(2+5\lambda)}$$

式中， d ：平均延滯（秒／輛）

$\lambda = g/c$ ：有效綠燈時間與週期時間之比

$X = q/\lambda s$ ：飽和度，在已知號誌時制下，流量與最大可能流量之比

q ：車流率（輛／秒）

$$s = \text{飽和流率} = \frac{1}{\text{飽和間距}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{（輛／秒）}$$

4. 駕駛人行爲

本研究假設路網中裝有導引設備之車輛，皆完全遵循系統之導引；當受導引車輛經過裝有導引設備之路口時，則系統以此路口爲起點，車輛之目的地爲訖點，將導引系統之建議路徑傳給駕駛人。若模擬路網之設備密度非爲 100%時，則導引系統會將目前資料庫所存之整條最佳建議路線皆傳予車上設備，並儲存於車中，俟至下一路口（決策點）時，若爲無導引設備路口，則將由車上設備之記憶體中叫出原導引之路線；若爲有導引設備路口，則即更新其車上儲存之路徑資料庫。又本研究假設無導引設備車輛之駕駛人僅依距離採行最短路徑，且無應變路徑選擇(Adaptive Route Choice)行爲。

5-4 模擬分析

1. 模擬實驗設計

(1) 測試路網

本研究所假設之主題路網為棋盤式格子狀(Grid)，路網大小為 5×5 ，其中包含25個路口及12個交通分區，交通分區中心同時為旅行產生端及吸引端，無內部分區。其道路型態假設為雙向四車道，路段長度為500至700公尺之隨機產生值，路寬20公尺，車道寬3.75公尺。測試路網之示意圖如圖5-6，其道路幾何資料如表5-3。

(2) O/D旅次資料

決定測試路網後，尚需決定旅次起訖點資料。本研究係以亂數產生尖峰小時之旅次起訖點需求表，於模擬過程中，假設此亂數產生之旅次起訖型態不變，其交通量隨時間而起伏以反映尖峰小時之交通狀況。本研究所欲探討之時段，為早上尖峰小時之旅次，假設尖峰開始於7點30分，而於8點到達最大尖峰，之後流量又下降。7點至7點30分為過渡時段，假設其流量固定不變。每一旅次產生點之流量型態，隨時間之變化情形如圖5-7所示。

(3) 路網之擁擠狀況

若以靜態網路均衡模式求解，則測試路網之服務水準如表5-4所示。

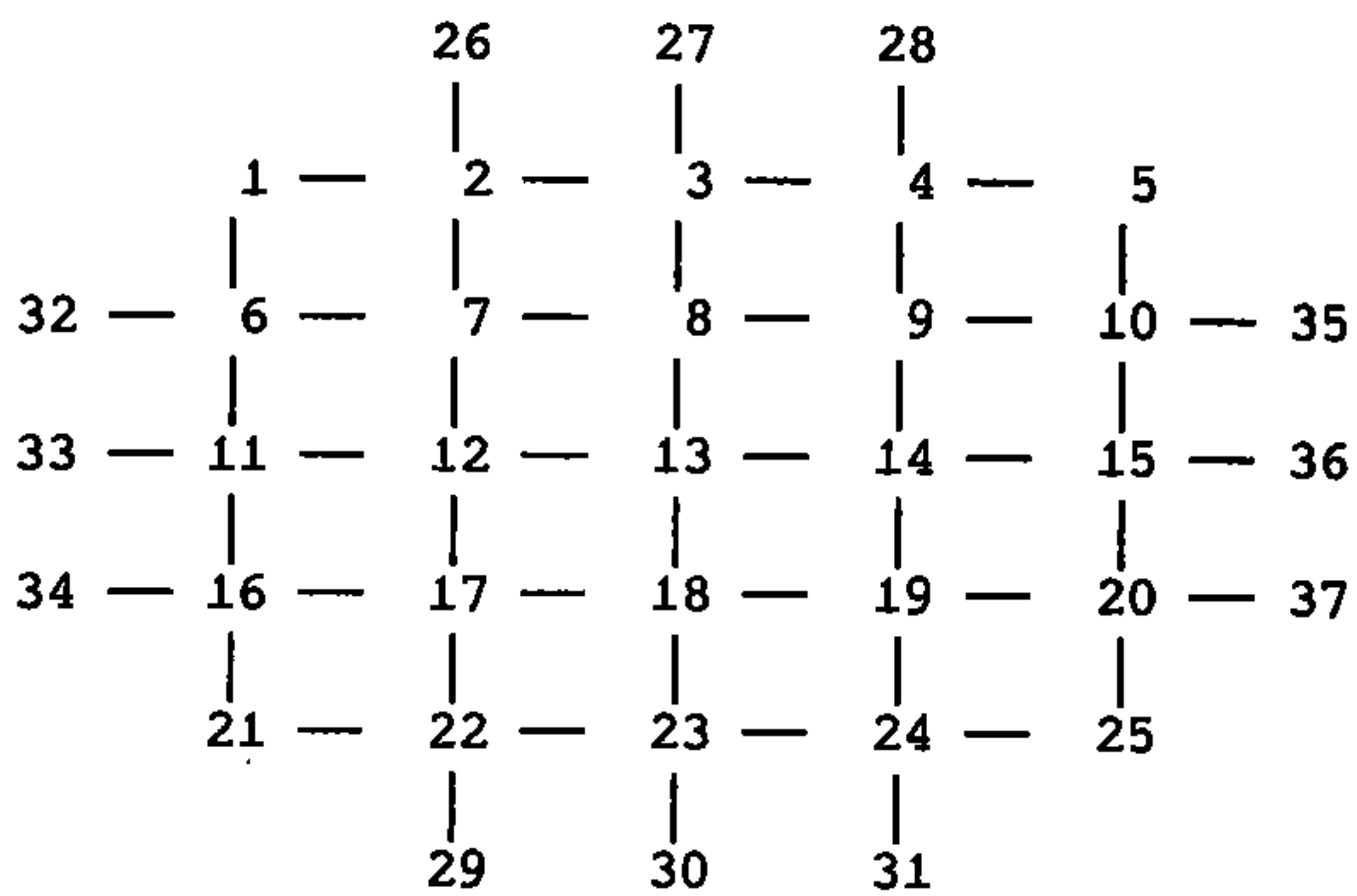


圖 5-6 模擬路網示意圖

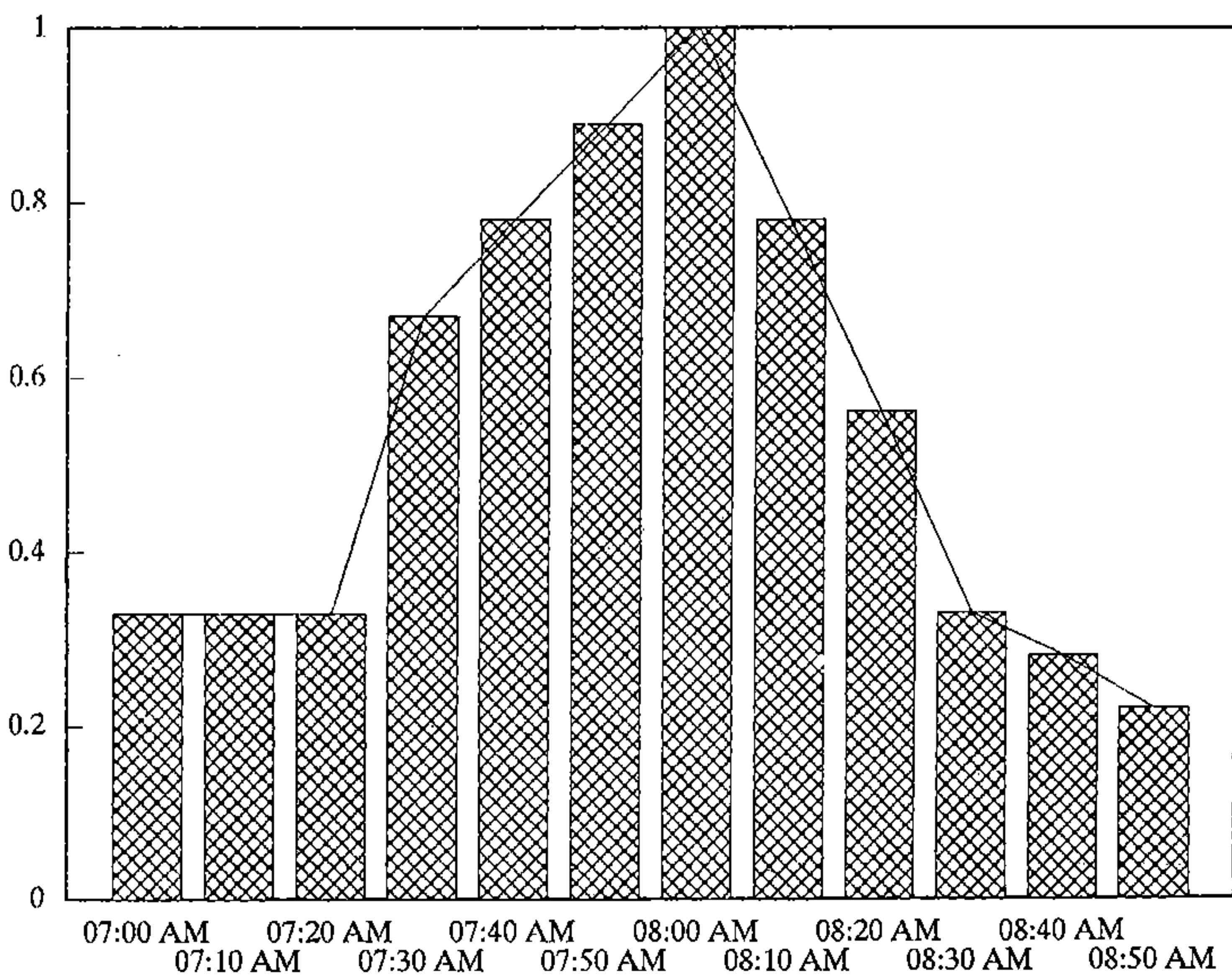


圖 5-7 尖峰小時流量變化情形

表 5-3 道路幾何資料

路口編號	臨 近 路 段 方 向							
	西		南		東		北	
	銜路口	路段長度	銜路口	路段長度	銜路口	路段長度	銜路口	路段長度
1	X	X	6	539	2	506	X	X
2	1	506	7	640	3	571	26	502
3	2	571	8	689	4	543	27	500
4	3	543	9	554	5	607	28	567
5	4	607	10	588	X	X	X	X
6	32	639	11	652	7	612	1	539
7	6	612	12	665	8	508	2	640
8	7	508	13	691	9	533	3	689
9	8	533	14	543	10	663	4	554
10	9	663	15	585	35	637	5	588
11	33	667	16	619	12	684	6	652
12	11	684	17	609	13	662	7	665
13	12	662	18	664	14	590	8	691
14	13	590	19	522	15	620	9	543
15	14	620	20	581	36	632	10	585
16	34	634	21	552	17	594	11	619
17	16	594	22	535	18	598	12	609
18	17	598	23	584	19	612	13	644
19	18	612	24	638	20	568	14	522
20	19	568	25	532	37	673	15	581
21	X	X	X	X	22	607	16	552
22	21	607	29	657	23	629	17	535
23	22	629	30	553	24	624	18	584
24	23	624	31	592	25	500	19	638
25	24	500	X	X	X	X	20	532
26	X	X	2	502	X	X	X	X
27	X	X	3	500	X	X	X	X
28	X	X	4	567	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X	X	22	657
30	X	X	X	X	X	X	23	553
31	X	X	X	X	X	X	24	592
32	X	X	X	X	6	639	X	X
33	X	X	X	X	11	667	X	X
34	X	X	X	X	16	634	X	X
35	10	637	X	X	X	X	X	X
36	15	632	X	X	X	X	X	X
37	20	673	X	X	X	X	X	X

表 5-4 測試路網之平均服務水準

服務水準	速率	V/C	路段數
A	≥ 80	≤ 0.25	1 5
B	≥ 65	≤ 0.50	2 9
C	≥ 50	≤ 0.70	2 4
D	≥ 35	≤ 0.85	2 3
E	≥ 25	≤ 1.00	1 3
F	< 25	無意義	0

(4) 路口號誌時制

路段流量決定後，再利用路網幾何資料及路段流量資料，以號誌軟體求算最佳化號誌控制時制，並假設於模擬期間為定時號誌，號誌時制不變。號誌最佳化之軟體，於獨立路口可使用 SOAP、幹道可使用 PASSER II、網路可使用 TRANSYT-7F，視路網型態及交通量而定，惟應用 TRANSYT-7F 時，尚須推算其轉向比。本研究假設之路段街廓頗長，欲考慮續進號誌控制不易，為簡化起見，以 SOAP 軟體求算各路口之號誌時制，如表 5-5 所示。

(5) 模擬起始狀態

本研究視模擬開始之前半小時為起始狀況 (Initial Starting Condition) 之過渡期間，此時段之樣本不收集，以使空路網轉為穩定狀態 (Steady State)，此時段之旅次產生率設為固定。

表 5-5 路網號誌時制計畫表

路口 編號	週 期	東西向 綠燈長度	南北向 綠燈長度	時 差
1	30	17	13	0
2	81	40	41	0
3	120	59	61	0
4	120	58	62	0
5	30	15	15	0
6	120	50	70	0
7	38	16	22	0
8	30	9	21	0
9	120	64	56	0
10	120	60	60	0
11	120	49	71	0
12	30	18	12	0
13	30	17	13	0
14	31	19	12	0
15	73	35	37	0
16	120	44	76	0
17	30	15	15	0
18	30	13	17	0
19	37	21	16	0
20	69	32	37	0
21	30	16	14	0
22	80	53	26	0
23	120	71	49	0
24	120	71	49	0
25	30	13	17	0

(6) 系統設計因子

系統設計之實驗因子分三：求解最短路徑之時間間隔(ΔT)、多條最短路徑之路徑數(K)，與路邊導引設備之密度，其因子水準如表 5-6，其他之因素如 O/D 需求量、具導引設備之車輛數、網路結構等，均視為系統環境因子。

表 5-6 實驗因子水準

實 驗 因 子		水 準		
		1	2	3
A	求解最短路徑之時間間隔	5	10	15
B	多條最短路徑之路徑數	1	3	5
C	路邊導引設備之密度	0.48	0.80	1.00

系統設計因子水準之決定係參考初步模擬各因子敏感性分析之結果，如圖 5-8 與圖 5-9，K 值及 ΔT 值對系統績效（平均旅行時間）均存在非線性之關係，故至少應考慮三種水準。至於路邊導引設備之比率則係考慮模擬路網之結構，如圖 5-10，路網外圍結點之車輛旅次產生後，進入網路所必經之處，於這些路口（12 個路口）設置導引行車之路邊設備可使其避開路網之擁擠路段。其次，在假設之格子狀測試路網，交通最為擁擠者常為路網中心。因此，吾人建議向內再增加 8 個路口裝設路邊導引設備；最後，則將全部路口皆裝設導引設備。

(7) 實驗樣本數

一系統設計方案在一種系統環境下重複模擬實驗之次數，依自動停止法則 (Automatic Stopping Rule)，在顯著水準 5 % 及信賴區間 $\sigma / 2$ 下選定為 16 個樣本，亦即每一種因子組合水準須重複模擬 16 次。

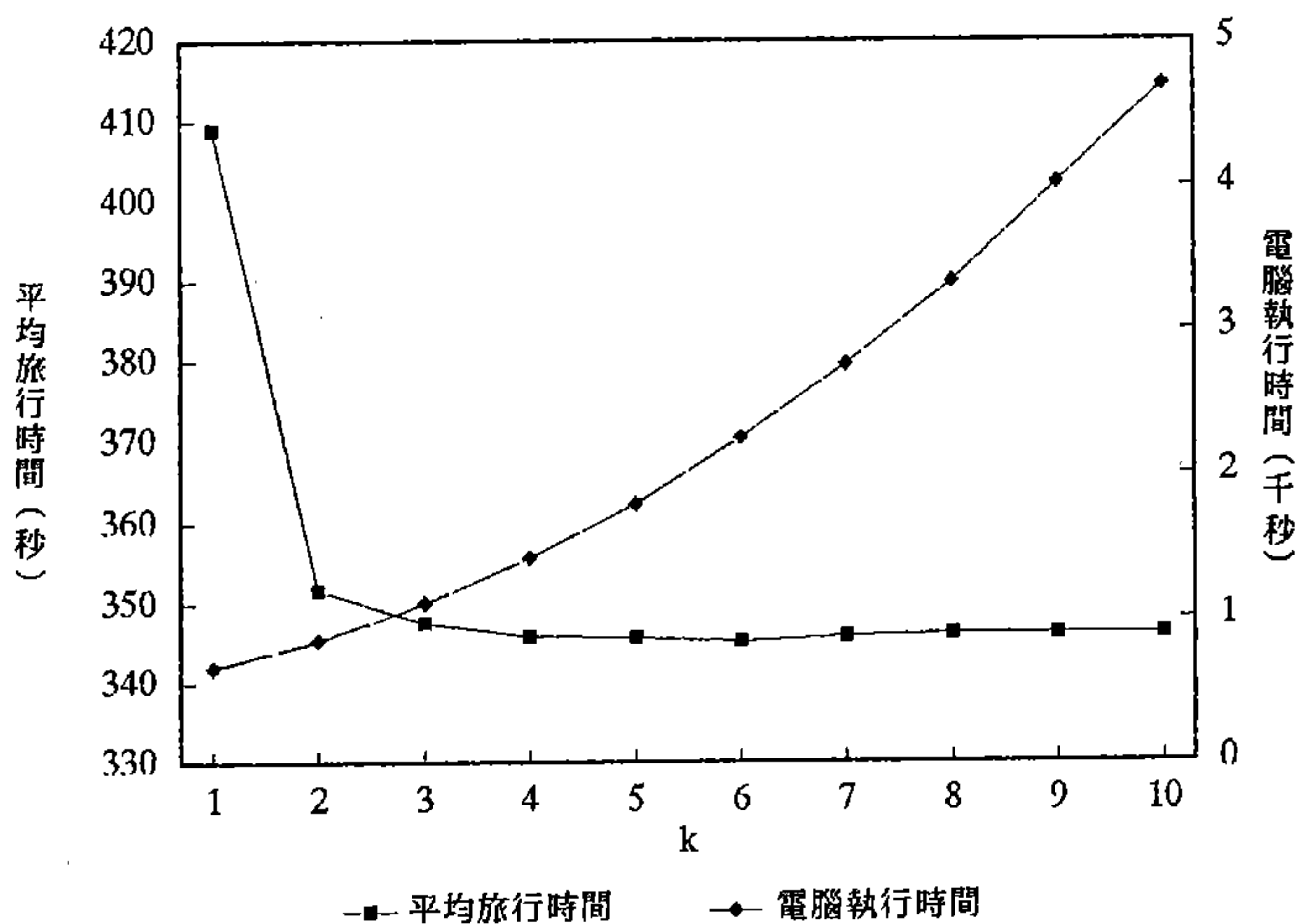


圖 5-8 多條最短路徑之路徑數 (K) 之敏感度分析

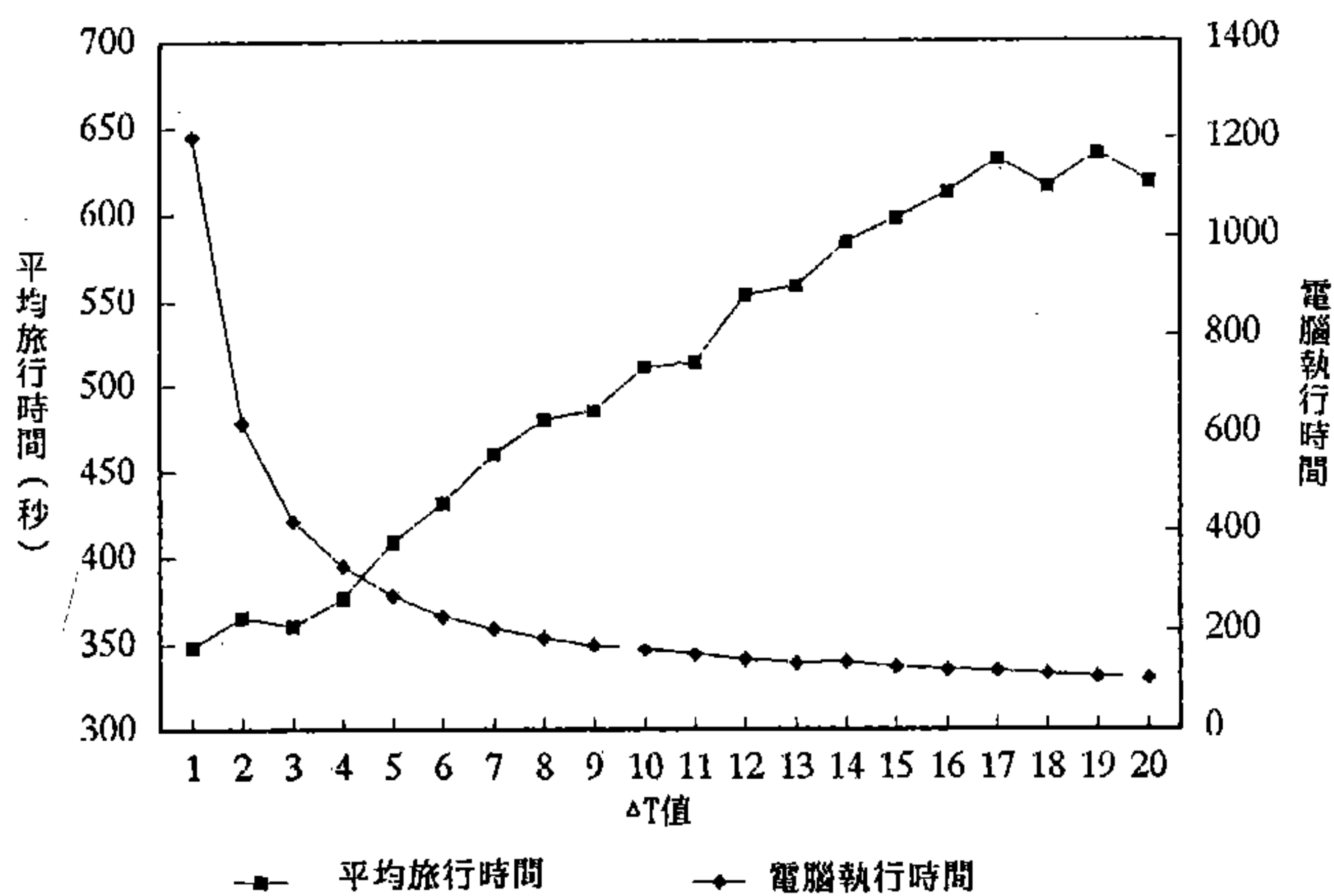
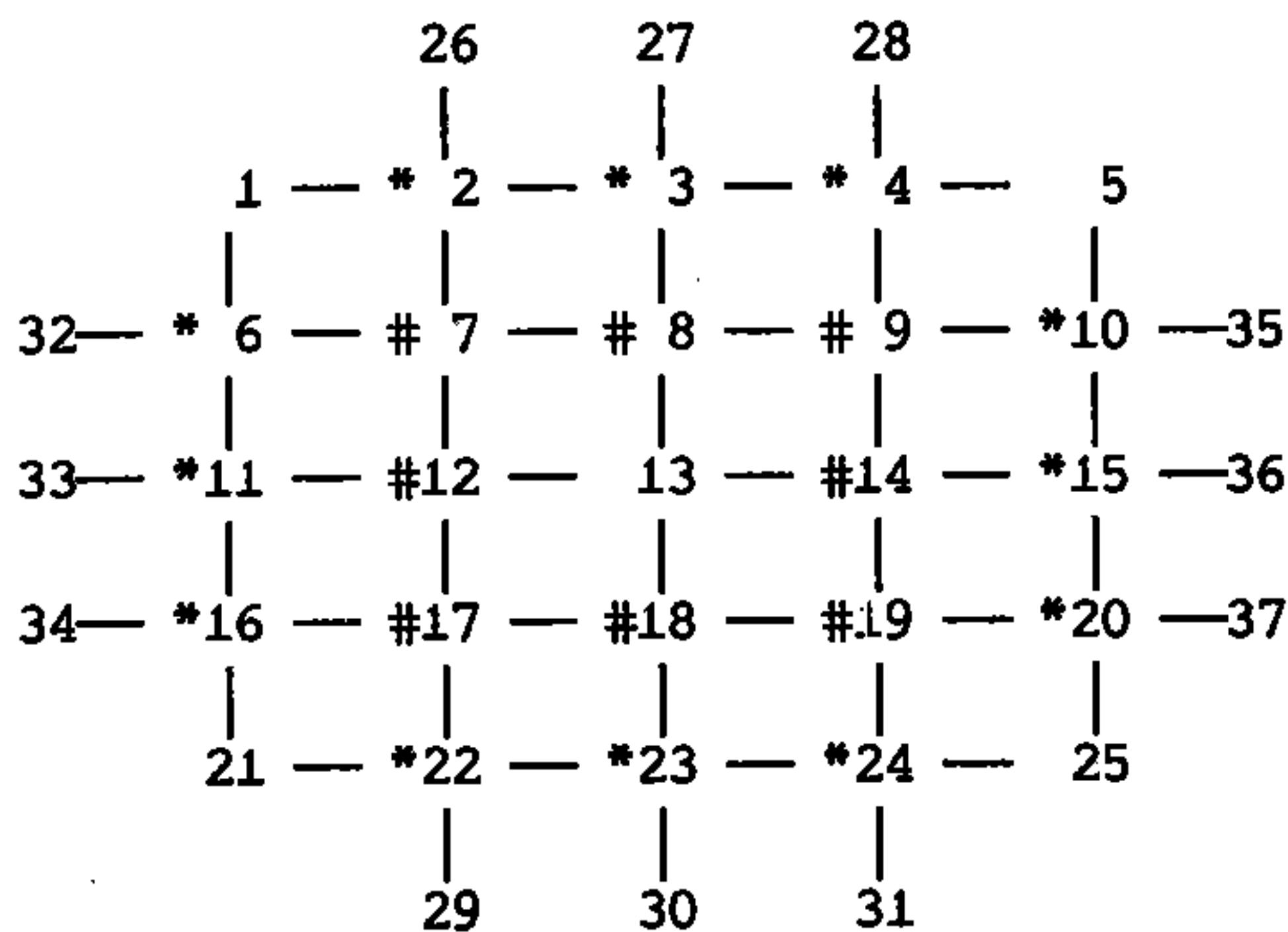


圖 5-9 求解最短路徑之時間間隔 (ΔT) 之敏感度分析



路口數	密度	裝設導引設備之路口
12	48%	標有 * 記號者
20	80%	標有 * 或 # 記號者
25	100%	所有路口

圖 5-10 路邊導引設備密度示意圖

(8) 抽樣方法

爲了減少固定樣本下之變異，或固定變異下減少樣本數，抽樣方法係重要之考慮。由於本研究之實驗目的甚多，難以依目的分別應用特殊之抽樣方法，故僅以共同亂數法 (Common Random Numbers/Correlated Sampling) 進行實驗，此法可降低方案比較時之變異數。

2. 模擬分析結果

(1) 系統設計因子之效果

從圖 5-11 至 5-12 可看出此三系統設計因子在導引車輛達 100 % 之系統環境下，對旅行時間績效值之影響：

A. 多條最短路徑之路徑數

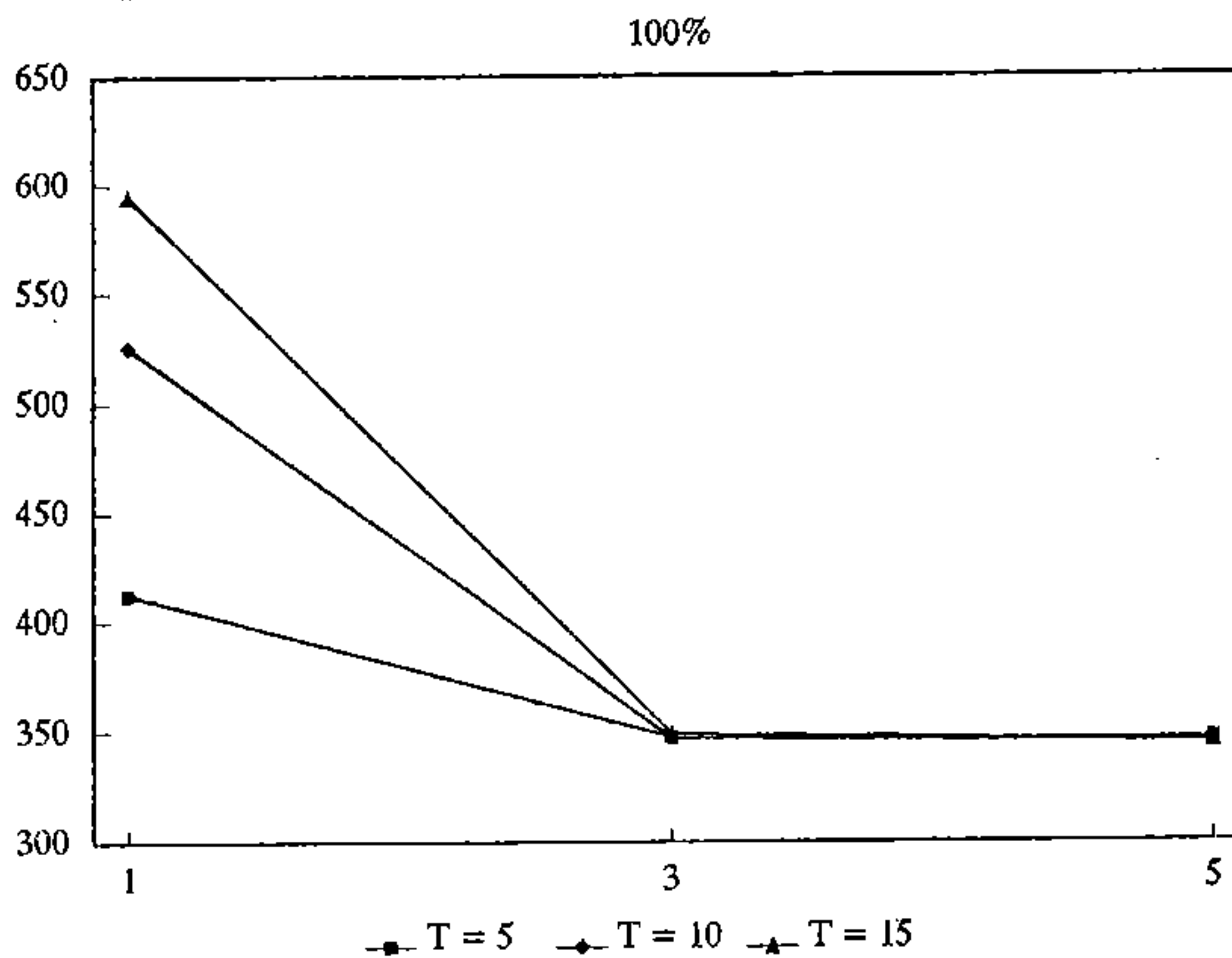
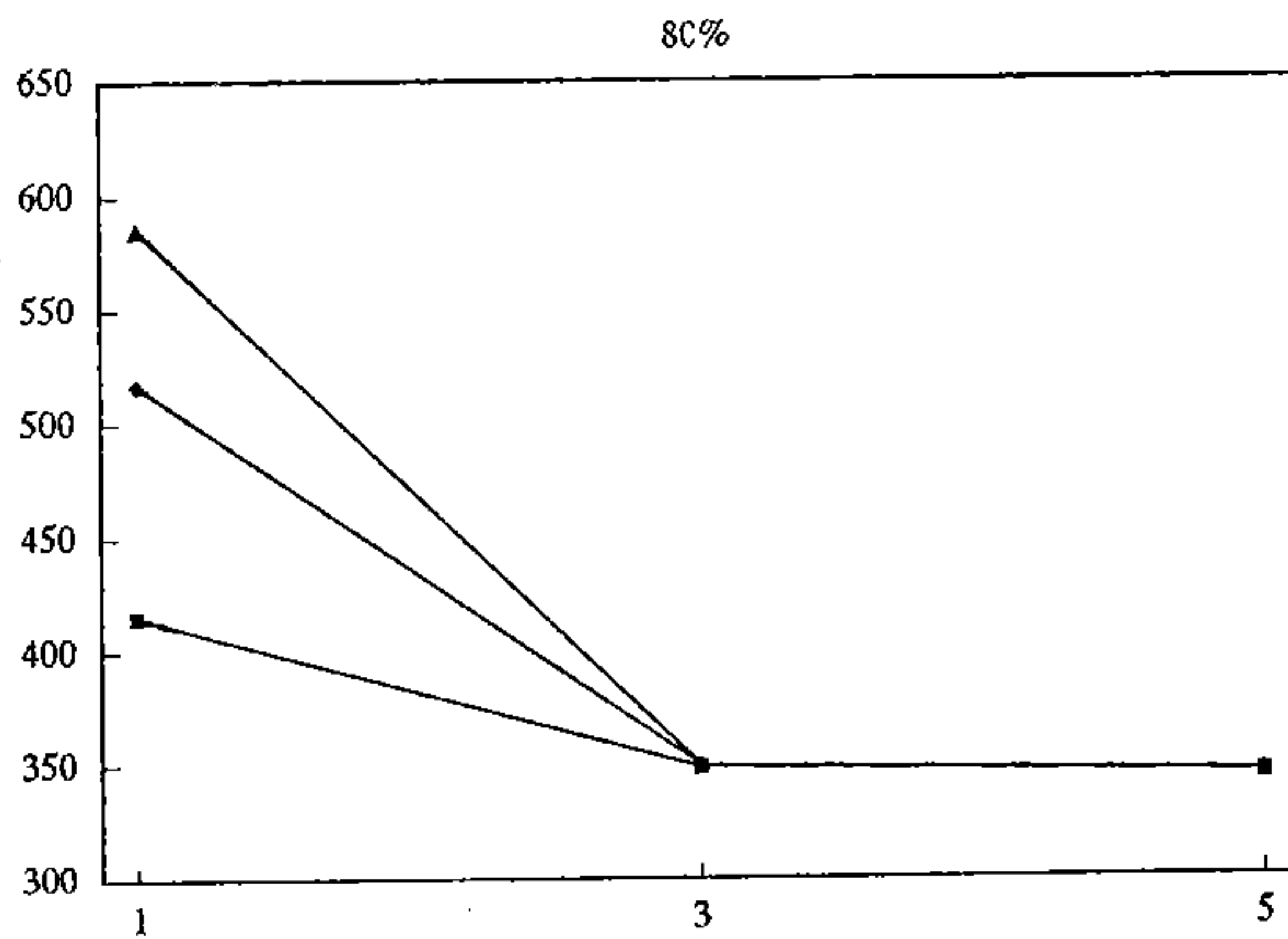
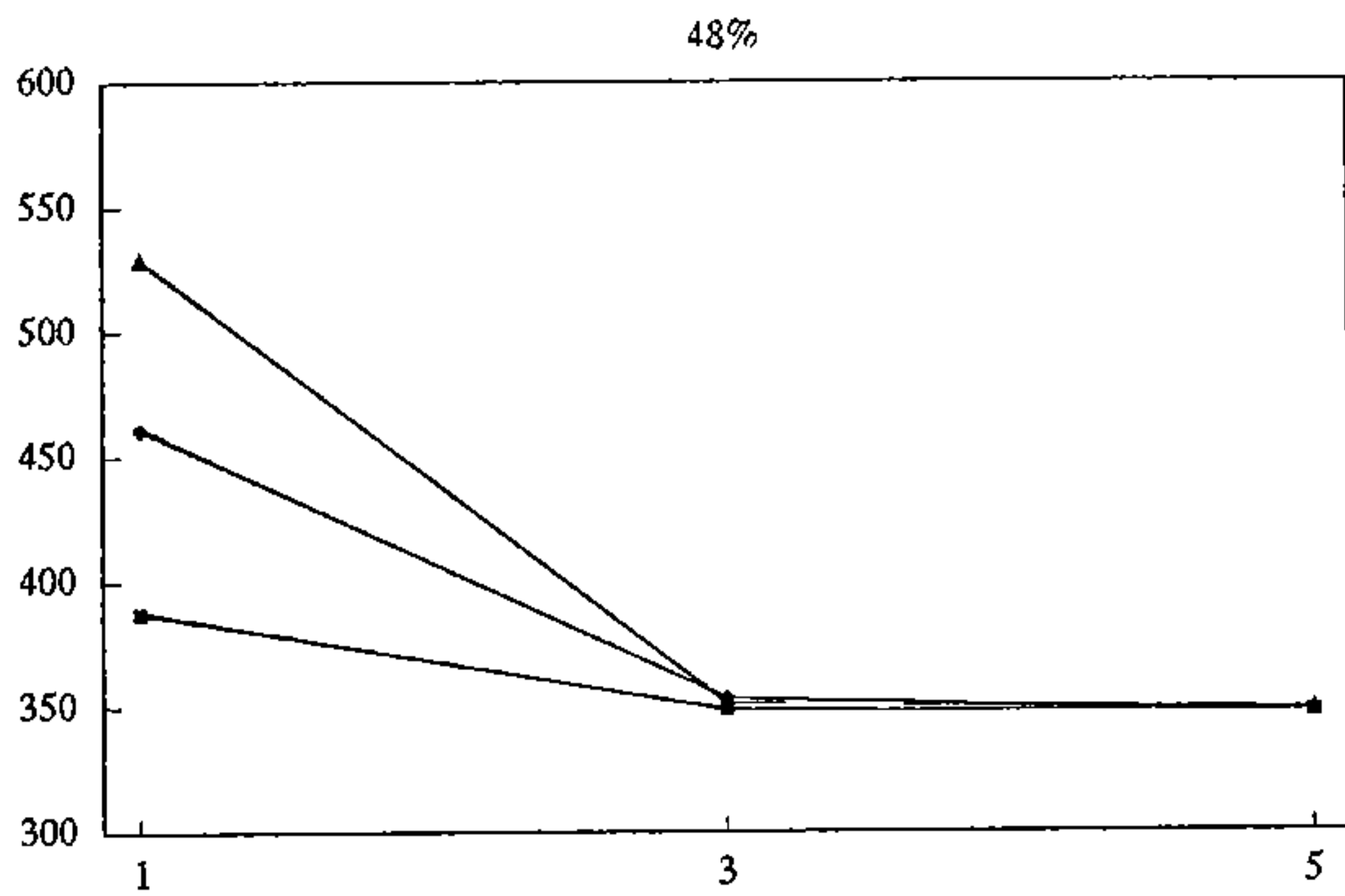
如圖 5-11 所示，多條最短路徑之路徑數 (K) 愈多時，路網之平均旅行時間將有下降之趨勢；但 K 等於 3 與 5 時其變化變得平緩，可能因路網不大，看不出 K 大於 3 的貢獻。

B. 最短路徑更新之時間間隔

如圖 5-12 所示，最短路徑更新之時間間隔 (ΔT)，當 K 等於 1 時，隨 ΔT 值之增加，路網平均旅行時間亦增加，表示只取一條最短路線時；更新建議路徑之時間間隔愈長，導引效果愈差。且可看出當 K 等於 1 時，路網設備較少 (48%) 的導引效果較導引設備為 100% 為差。至於 K 等於 3 與 5 時，其導引效果搖擺不定，但可看出路邊設備密度愈高時，導引效果愈好。一般而言， ΔT 值愈小時，多條最短路徑資料庫所存之路徑愈能反映即時之路網交通狀況，其導引系統之效果愈佳。

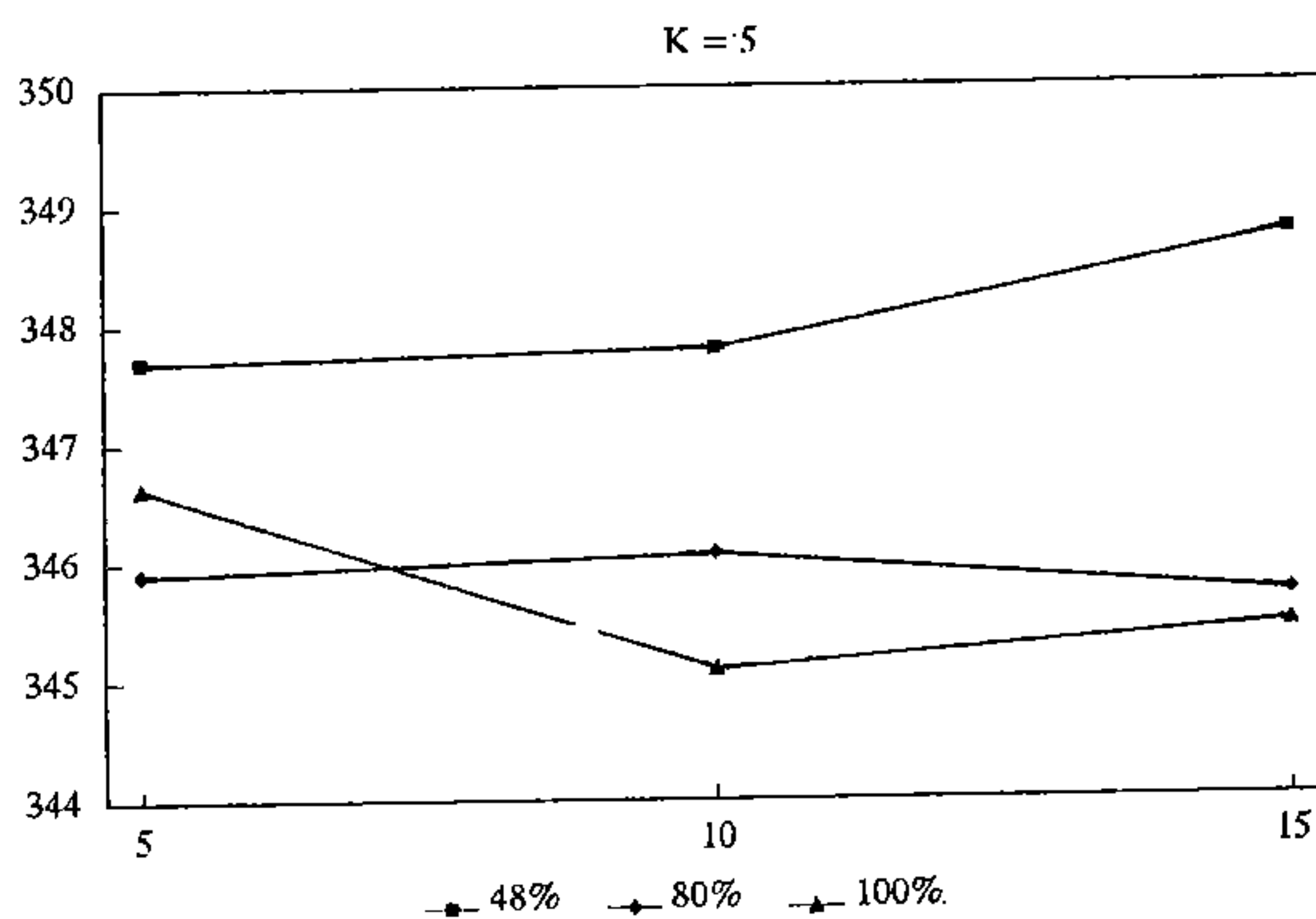
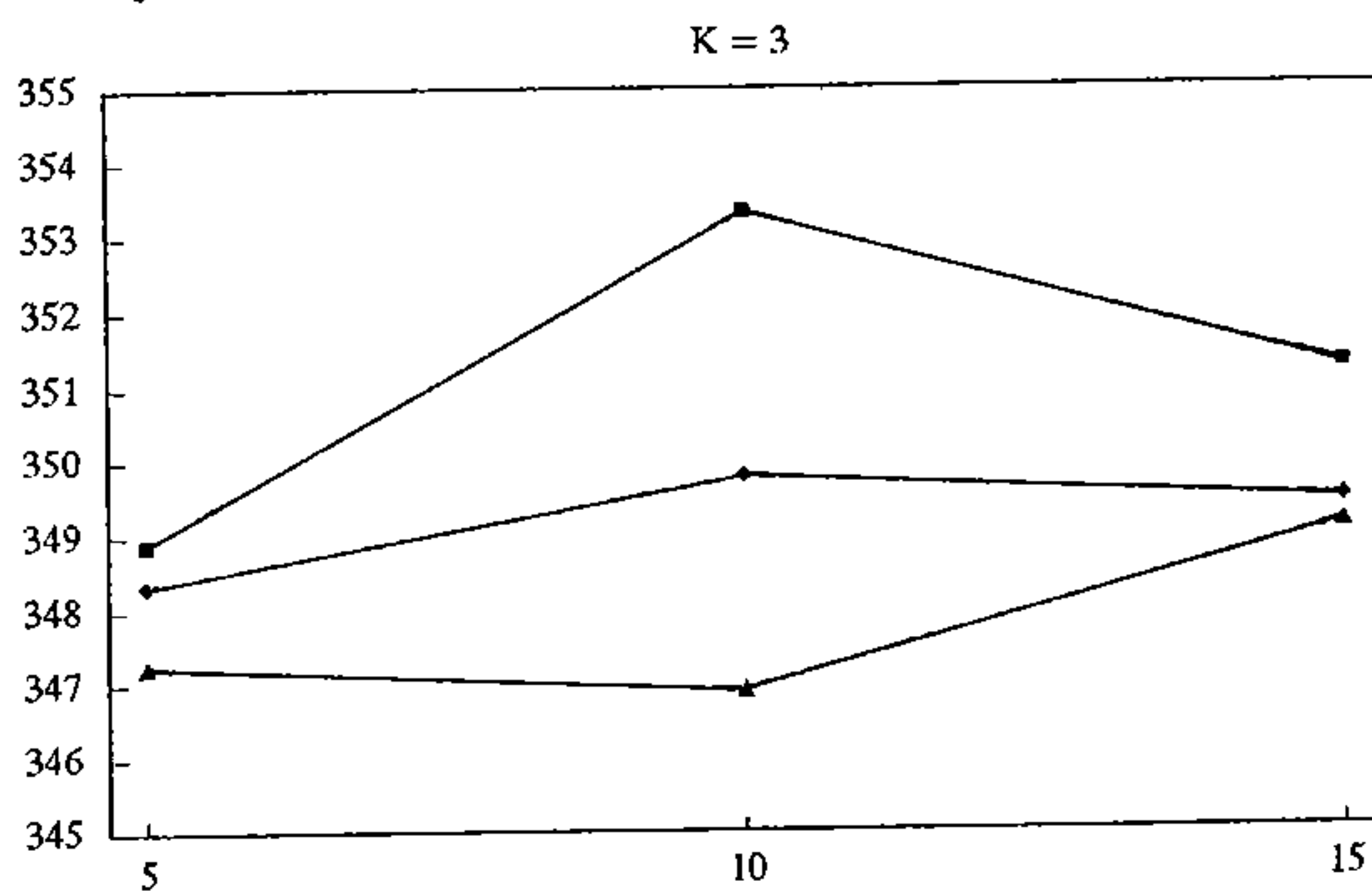
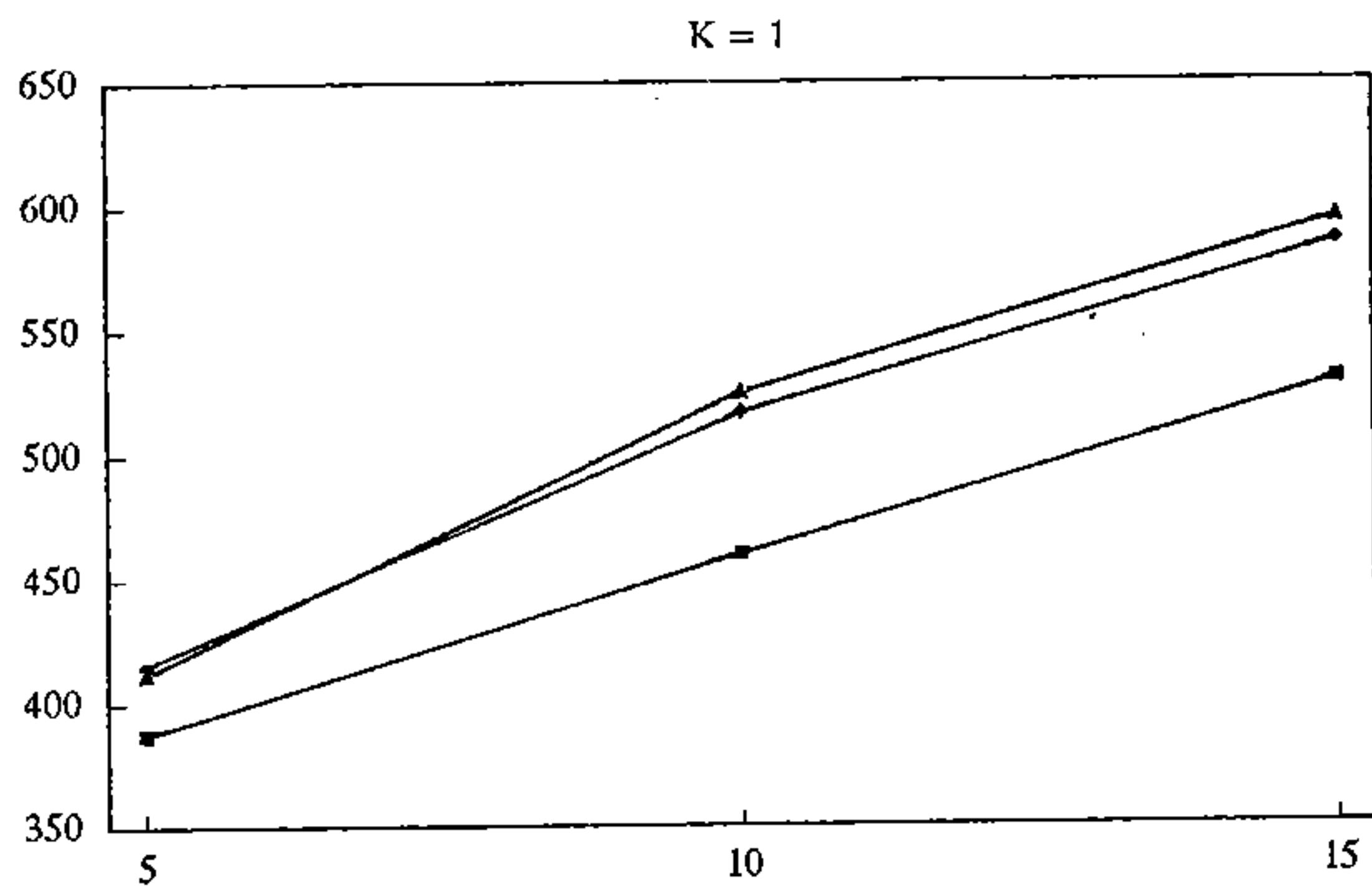
C. 路邊導引設備之比率

如圖 5-13 所示，當路邊導引設備比率增加時，路網之平均旅行時間減少，路網績效提高。但是當 K 等於 1 時，卻以 48% 路邊設備比率之系統績效為較佳，表示僅取一條最短路徑，路網所有車輛皆接受導引時，路邊導引設備並不能提昇導引系統之運作效率。



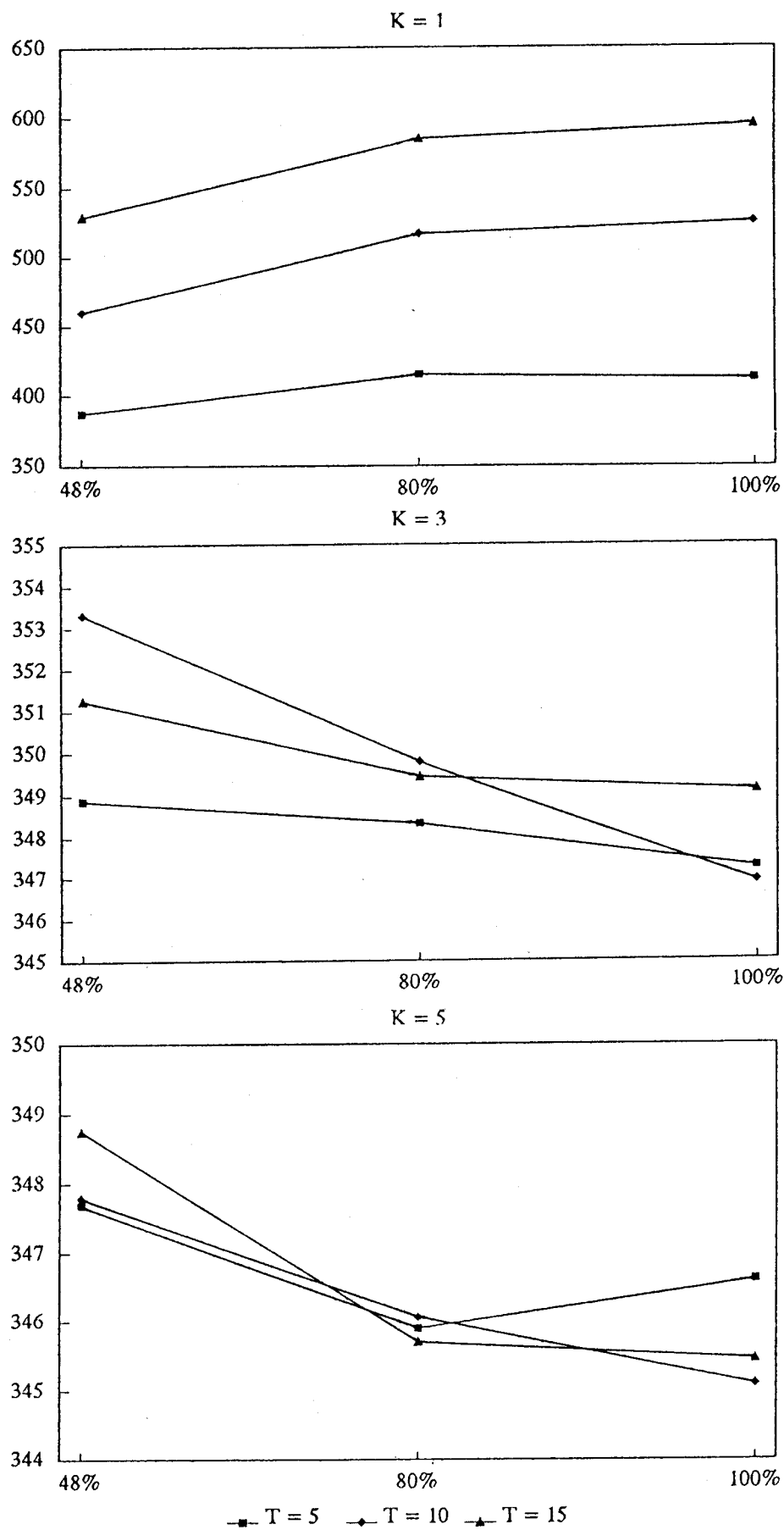
(縱軸座標為平均旅行時間)

圖 5-11 系統設計之模擬結果分析之一 (K 值)



(縱軸座標為平均旅行時間)

圖 5-12 系統設計之模擬結果分析之二 (ΔT 值)



(縱軸座標為平均旅行時間)

圖 5-13 系統設計之模擬結果分析之三 (設備密度)

D.系統設計因子之綜合討論

由上述討論得知， k 等於1 時效果不佳； k 等於3 或 5時，效果差異不大，平均旅行時間約減少10%。 ΔT 值與路邊導引設備比率有變化時，系統績效變化之幅度並不大，但大致而言， ΔT 愈小或路邊導引設備密度愈大時，系統績效愈佳。在此假設之系統環境中，經由上述分析可得最佳系統設計之參數組合為表5-7。

表5-7 最佳系統設計之參數值

系 統 設 計 因 子		系統參數值
求解最短路徑之時間間隔		10 分鐘
多條最短路徑之路徑數		5 條
路邊導引設備之密度		100 %
績 效 值	路網平均旅行時間	345.1 秒
	旅行時間平均節省	11.32 %

E.有或無行車路徑導引系統

本研究假設無導引設備車輛之駕駛人，係依最短距離來選擇行車路徑，且無應變路徑選擇行為。此處假設路網中無導引設備，所有駕駛人皆依上述行為選擇路線，經過重覆模擬實驗16次所得結果如表5-8。

表 5-8 無行車路線導引系統之模擬結果

樣 本 數		1 6
路網 旅行 時間	平均數	388.42秒
	標準差	5.361秒

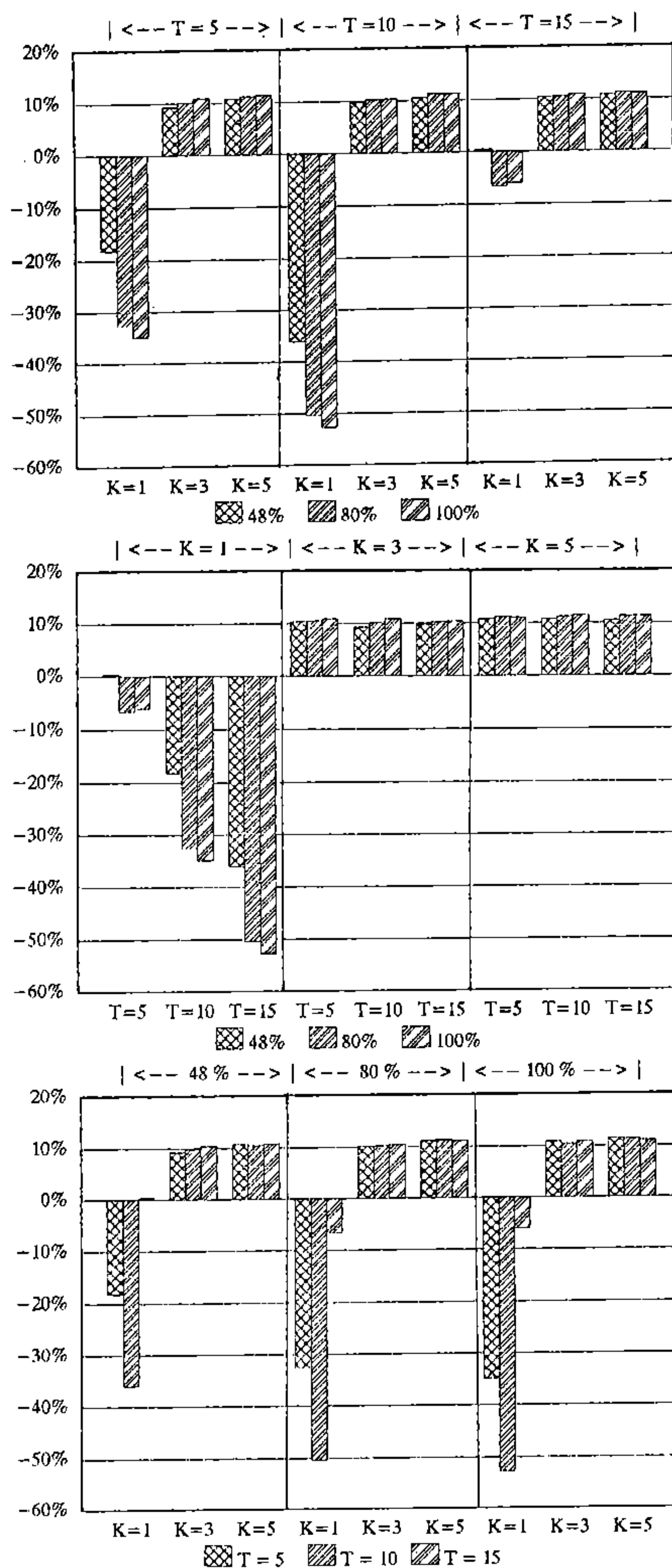
若系統環境中受導引之車輛密度為 100%，在前述三系統之設計因子各分為三種水準下（ $K = 1, 3, 5$ ； $\Delta T = 5, 10, 15$ ；路邊導引設備密度為 48%，80%，100%），27種系統設計方案之績效如圖 5-14 所示。當多條最短路徑之路徑數為 1 時，不適合系統環境中 100% 受導引之車輛密度，而產生較無導引時更差之效果；其餘設計方案均較無導引狀況為好。

F. 變異數與迴歸分析

模擬實驗之結果如表 5-9，其變異數分析結果如表 5-10；結果顯示系統績效除受最短路徑更新時間(a)、多條最短路徑之路徑數(b)、與路邊導引設備密度(c)之影響外；亦受設計因子交叉作用之影響，如 $A \times B$ 與 $B \times C$ 。故於系統設計時須作綜合性之考量。

此外，利用上述實驗結果與非線性迴歸（Nonlinear Regression）所得出之最佳迴歸式為：

$$y = 350.68 + 17.94A - 79.11B + 112.04C \\ - 4.13AB - 27.06BC + 17.45B^2$$



(縱軸爲有導引系統時所節省旅行時間百分比)

圖 5-14 有無行車路線導引系統之比較

表 5-9 三因子實驗之模擬結果

(樣本數：16)

		B 1 (1)	B 2 (3)	B 3 (5)
A 1 (5)	C 1 (0.48)	387.346	348.874	347.691
	C 2 (0.80)	414.649	348.322	345.904
	C 3 (1.00)	412.204	347.244	346.627
A 2 (10)	C 1 (0.48)	460.309	353.328	347.796
	C 2 (0.80)	516.564	349.787	346.066
	C 3 (1.00)	525.194	346.898	345.097
A 3 (15)	C 1 (0.48)	529.429	351.254	348.754
	C 2 (0.80)	585.251	349.433	345.713
	C 3 (1.00)	594.657	349.096	345.467

表 5-10 變異數分析表

變因	自由度	平方和	均方	F 值	Pr > F
A	2	224492.65	112246.33	223.87	0.0001
B	2	1984855.33	992427.66	1979.33	0.0001
C	2	20849.93	10424.96	20.79	0.0001
AB	4	435160.16	108790.04	216.97	0.0001
AC	4	2442.27	610.57	1.22	0.3026*
BC	4	57260.78	14315.19	28.55	0.0001
ABC	8	6852.58	856.57	1.71	0.0946*
誤差	405	203065.61	501.40		
總計	431	2934979.30			

其中， y 表平均旅行時間；由迴歸式中之各項係數，可以說明各因子單獨或交互影響對於系統績效之重要性或影響力。其中，僅最短路徑之路徑數(B)有二次效果，此點與圖 5-8 多條最短路徑之路徑數敏感度分析有相同結論，而 A, B, C 之交互作用影響，

亦與變異數分析之結論一致。唯此迴歸式對各設計因子之影響力藉其迴歸係數可明顯地加以說明，且可據以從事設計工作。

(二)系統環境因子之效果

1. $K = 5$ ， $\Delta T = 10$ ，路邊導引設備密度 = 100%

當系統環境中受導引車輛密度由0%改變為100%時，若以多條最短路徑之路徑數 $K = 5$ 、最短路徑更新時間 $\Delta T = 10$ ，與路邊導引設備密度 = 100%時，進行模擬測試，其實驗結果如圖5-15所示，主要的發現包括：

- (1) 受導引車輛之平均旅行時間，無論受導引車輛之密度如何，其值變化不大。但仍可看出其先降後升的趨勢，於50%時績效最佳；超過50%時效果較差。
- (2) 整個路網之平均旅行時間，在受導引車輛密度小於50%時，隨受導引車輛數之增加而明顯下降。顯示導引系統不僅使受導引車輛受惠，也間接提昇整體路網的效率。可是，當受導引車輛密度大於50%時，整體路網之平均旅行時間僅微微上升，且幅度不大。
- (3) 原本擁擠路段，因受導引車之避開，而得以改善。所以不受導引之車輛一直維持固定路線，而當受導引車輛數增加時，因原有路段車輛被紓解，而使不受導引車輛之旅行時間反而降低。甚至當受導引車輛之密度超過50%時，不受導引車輛的旅行時間反優於受導引車輛之旅行時間。

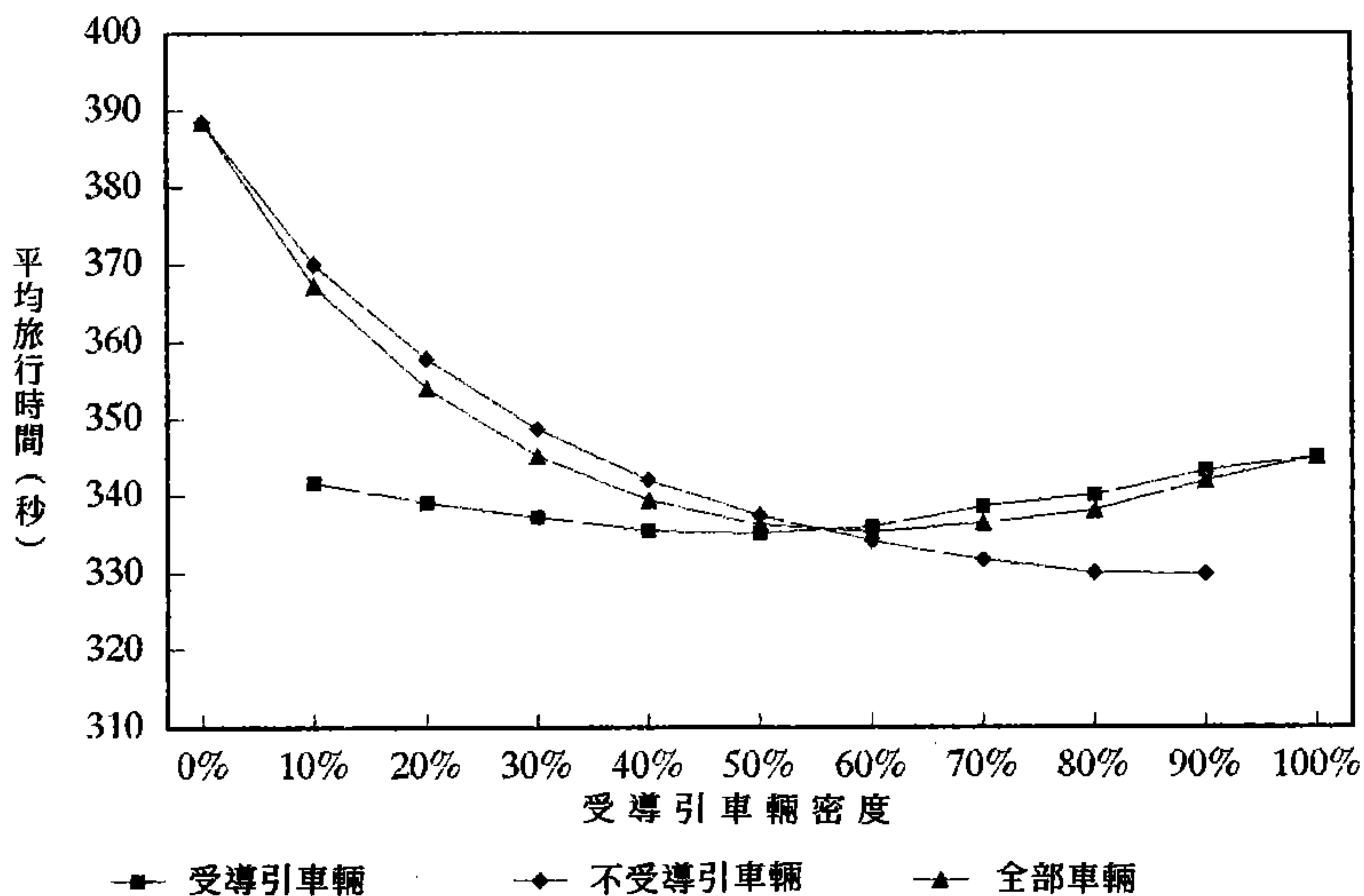


圖 5-15 受導引車輛密度變化之結果分析

- (4) 探究受導引車輛超過50%時，導引效果惡化之原因，可能與建議路徑之產生方法有關。同時對同一組OD間之所有車輛皆導引到同一路徑，使受導引車輛太過集中，因受導引而移轉(Divert)原行駛路徑，而造成最短路徑之效果減弱。
- (5) 一般言之，有導引系統下之路網績效皆優於無導引系統，且改善幅度在10%左右。

2. $K = 1$ ， $\Delta T=15$ 或5，路邊導引設備密度 = 100%

德國ALI-SCOUT/LISB、英國AUTOGUIDE 與日本之CACCS等系統在建議路徑產生方法上均採最短路徑方法，每15分鐘按最新之交通狀況計算一次，15分鐘內之建議路徑保持不變。因此，本研究針對建議路線產生方法進行模擬分析，藉以比較最短路徑與多條最短路徑兩種方法之導引效果。

假設某系統採行最短路徑方法，更新建議路徑的時間間隔為15分鐘或5分鐘、路邊導引設備之密度為100%，受導引車輛之比率由0%、10%、…到100%。其模擬結果如表5-11及圖5-16、5-17所示。

分析結果之主要發現包括下列幾點：

- (1) 若每15分鐘重新計算最短路徑，則在受導引車輛比率為50%時，路網平均旅行時間最低，較無導引系統時節省12.2%；但當受導引車輛比率達70%時，導引效果急遽惡化，較無導引系統時為差。
- (2) 若每5分鐘重新計算最短路徑，亦可得類似上述之結論，在受導引車輛比率為50%時，路網之平均旅行時間為最低，較無導引時改善13%；而在受導引車輛比率達100%時，其導引效果劣於無導引系統。
- (3) 由此可知受導引車輛比率過多時，最短路徑之導引策略會使得最佳建議路徑因大量車輛轉入而失去最短路徑之導引效果。但若更新最佳路徑之時間間隔愈短，則愈能反映即時性交通現況，而提高路徑導引的效果。

表 5-11 受導引車輛密度變化之實驗結果 (最短路徑法)

更新建議路徑的時間間隔為 15 分鐘						
受導引 車 輛 密 度	受 導 引 車 輛		不 受 導 引 車 輛		全 部 車 輛	
	車輛數(輛)	旅行時間(秒)	車輛數(輛)	旅行時間(秒)	車輛數(輛)	旅行時間(秒)
0%	0.00	0.000	15368.19	388.420	15368.19	388.420
10%	1527.13	342.425	13841.06	370.095	15368.19	367.353
20%	3081.88	339.495	12286.31	356.513	15368.19	353.103
30%	4621.38	339.230	10746.81	348.684	15368.19	345.840
40%	6150.81	341.502	9217.38	344.868	15368.19	343.523
50%	7691.38	344.490	7676.81	338.897	15368.19	341.699
60%	9222.31	354.429	6145.88	338.152	15368.19	347.925
70%	10758.13	387.296	4610.06	340.625	15368.19	373.304
80%	12282.13	405.734	3086.06	349.477	15368.19	394.439
90%	13824.13	464.999	1544.06	366.284	15368.19	455.101
100%	15368.19	594.657	0.00	0.000	15368.19	594.657

更新建議路徑的時間間隔為 5 分鐘						
受導引 車 輛 密 度	受 導 引 車 輛		不 受 導 引 車 輛		全 部 車 輛	
	車輛數(輛)	旅行時間(秒)	車輛數(輛)	旅行時間(秒)	車輛數(輛)	旅行時間(秒)
0%	0.00	0.000	15368.19	388.420	15368.19	388.420
10%	1527.13	341.566	13841.06	370.048	15368.19	367.223
20%	3081.88	338.669	12286.31	357.372	15368.19	353.624
30%	4621.38	337.433	10746.81	348.421	15368.19	345.117
40%	6150.81	337.188	9217.38	342.001	15368.19	340.076
50%	7691.38	338.887	7676.81	338.279	15368.19	338.584
60%	9222.31	342.743	6145.88	335.539	15368.19	339.863
70%	10758.13	348.846	4610.06	334.043	15368.19	344.407
80%	12282.13	359.299	3086.06	335.357	15368.19	354.499
90%	13824.13	374.947	1544.06	340.236	15368.19	371.464
100%	15368.19	412.204	0.00	0.000	15368.19	412.204

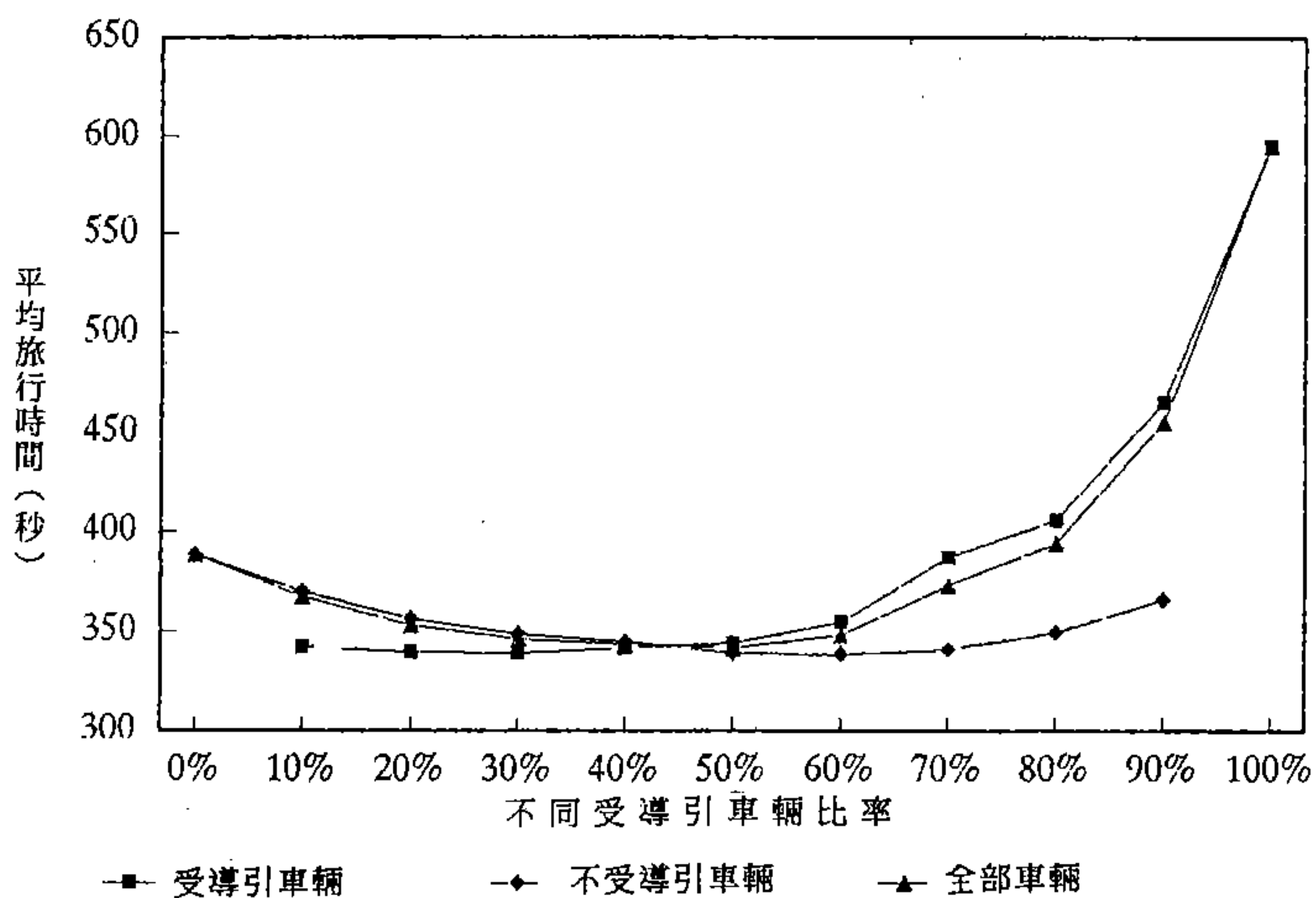


圖 5-16 不同受導引車輛比率之績效分析（最短路徑法，15分鐘）

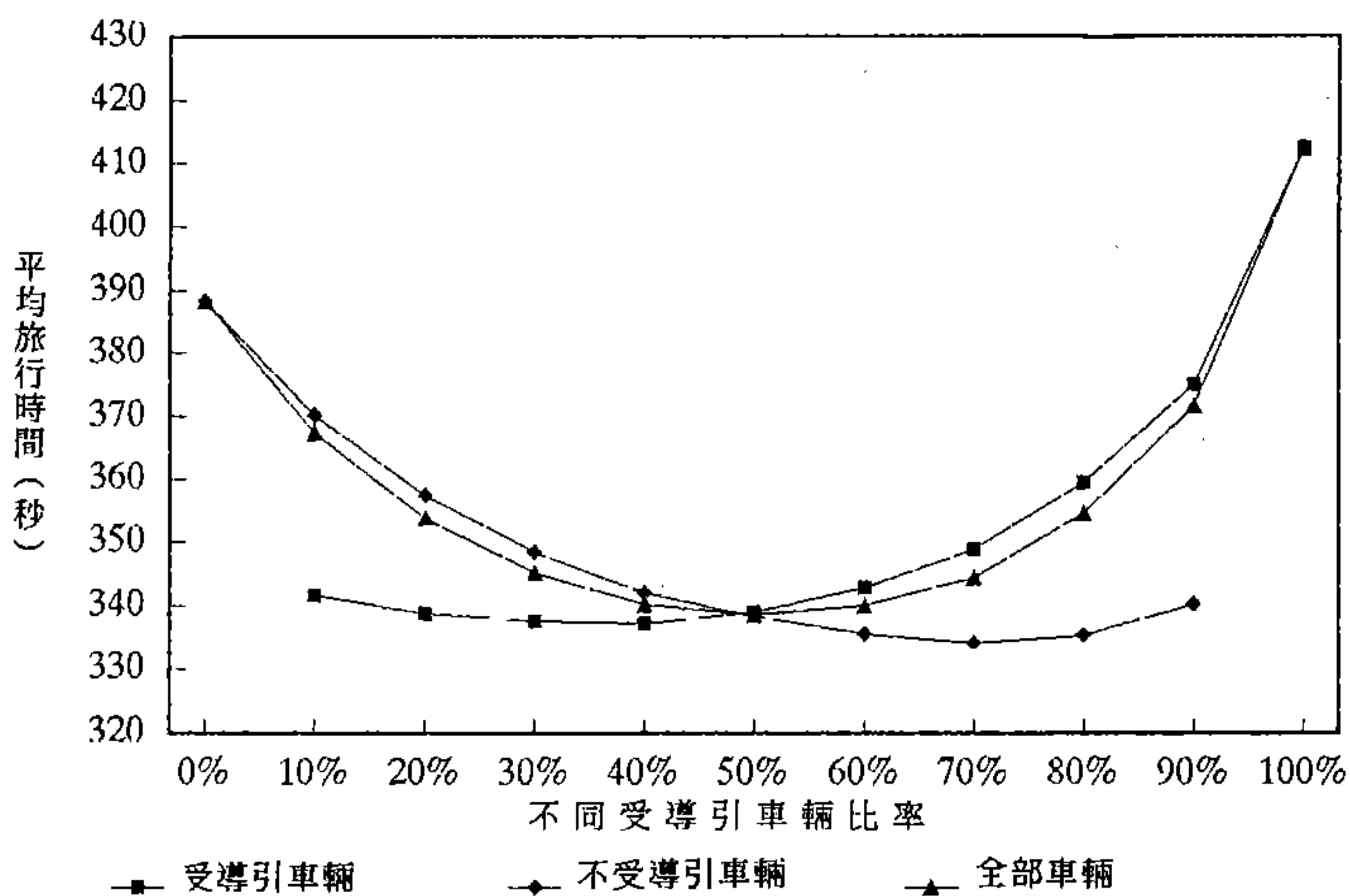


圖 5-17 不同受導引車輛比率之績效分析（最短路徑法，5分鐘）

3. 一條最短路徑法與多條最短路徑法之比較

不同系統環境下，系統設計必須有所改變。例如分別以 $K=1$ 與 $K=5$ 模擬，當 $\Delta T=15$ 、且路邊導引設備密度為 100% 時，在不同受導引車輛密度下之運輸效果，經模擬可得圖 5-18。

由圖中可知，若將受導引車輛比率加以考慮，在受導引車輛比率較小（小於 30%）時，多條最短路徑方法與單一最短路徑方法之導引效果幾乎相同；而在受導引車輛比率較大（大於 30%）時，多條最短路徑方法則明顯優於單一最短路徑方法。

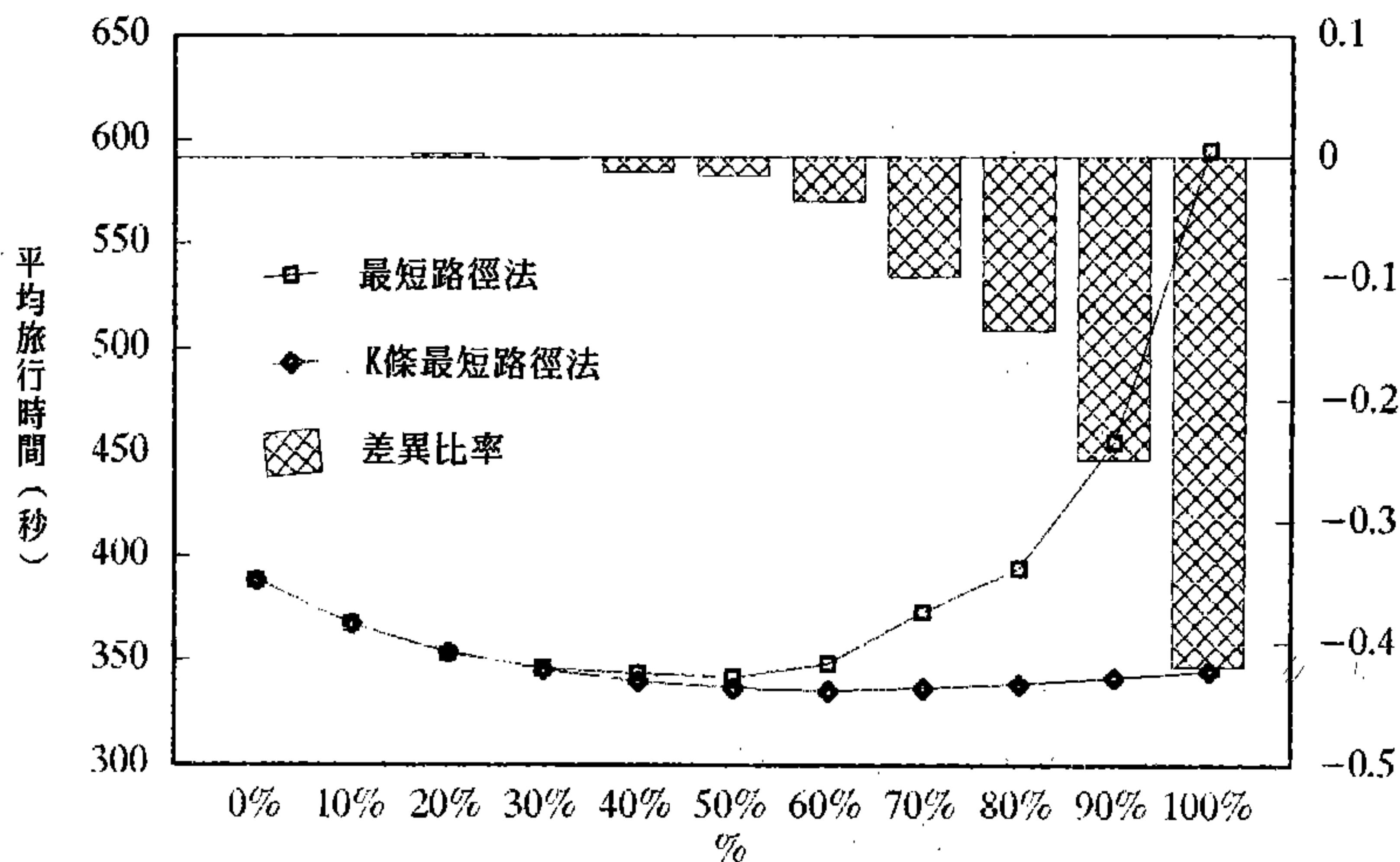


圖 5-18 最短路徑法與多條最短路徑法之比較

4. 路網擁擠程度之影響

爲測知路網擁擠程度不同時，行車路線導引策略之效果，本研究乃將前述之O/D矩陣分別乘以0.5至1.5之間的倍數，再進行前述最佳系統設計組合（ $K=5$ ， $\Delta T=10$ ，路邊設備爲100%）、一條最短路徑法（ $K=1$ ， $\Delta T=10$ ，路邊設備爲100%）、與無行車路線導引三種狀況下之系統模擬。其結果如圖5-19所示，當路網非常不擁擠時， K 條最短路徑法之導引與一條最短路徑法之導引效果十分類似；又當路網部分擁擠與非常擁擠時， K 條最短路徑法則優於單一最短路徑法。

5. 綜合討論

由上述各項模擬結果中，吾人可發現系統環境對最佳系統設計因子水準之選擇與行車路線導引策略之選擇均有相當影響。例如當受導引車輛比例變動時可發現 $K=1$ ， $\Delta T=15$ ，路邊導引設備爲100%時，平均旅行時間以受導引車輛爲0%爲最佳，但 $K=5$ ， $\Delta T=10$ ，路邊設備爲100%時受導引車輛爲55%爲最佳；故各系統設計組合應各自對應某一較合適之系統環境，或每一種系統環境應各自對應某一較合適之系統設計組合。又如在受導引車輛比率較低或路網擁擠程度較低時，最短路徑法與多條最短路徑法之效果十分相近，而前者之設施成本較低；路網較爲擁擠時與受導引車輛比率較高時，多條最短路徑法較佳；故各種行車路線導引策略均有其適用之系統環境，同時每一種系統環境均應對應於某一較合適之行車路線導引策略。

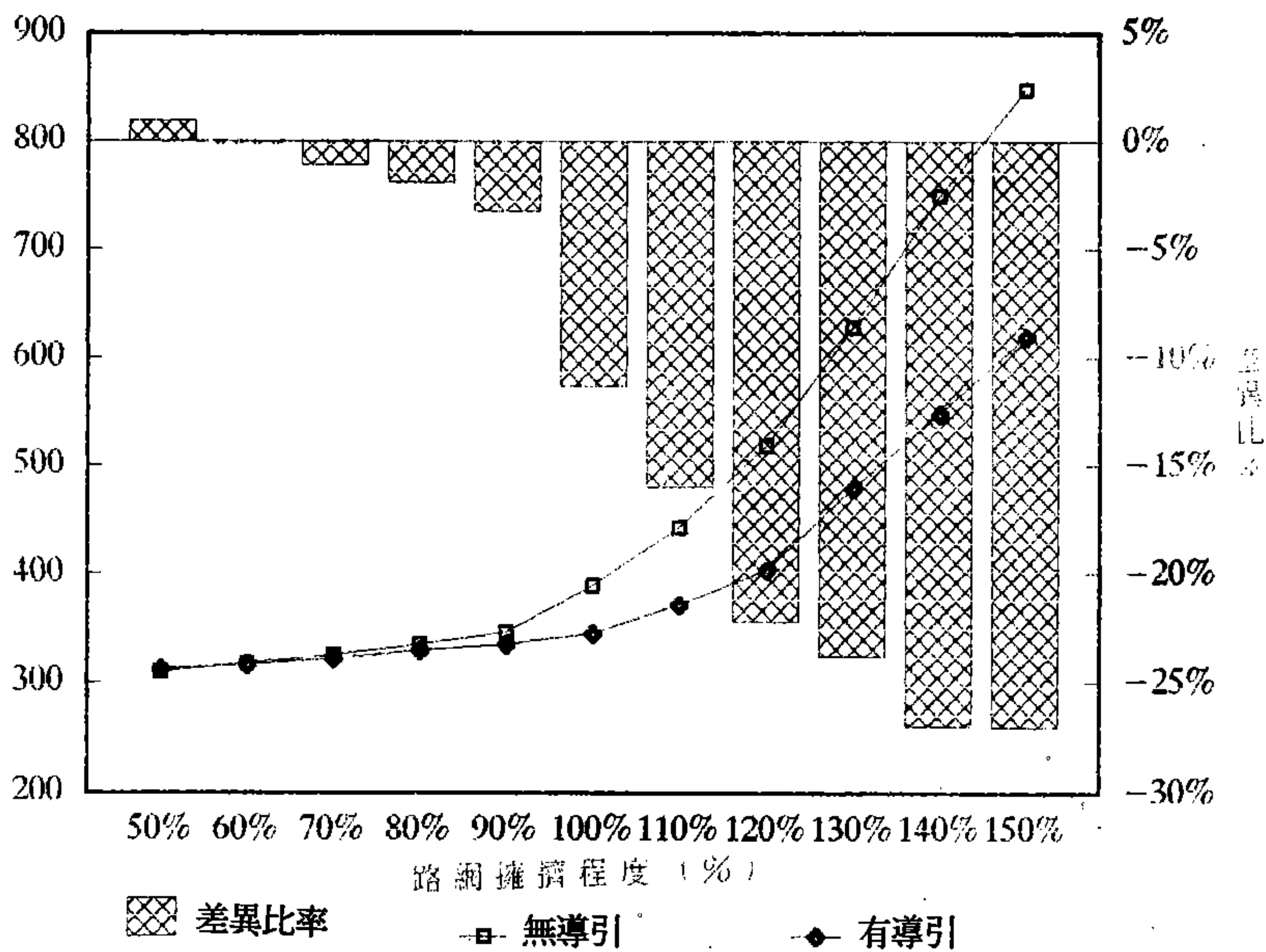


圖 5-19 道路擁擠路段之影響

第六章 結論與建議

本計畫經過九個月來的審慎研究與分析，已獲得若干主要之結論與建議，茲分述於以下兩節。

6-1 結論

本研究之綜合性結論包括以下九點：

1. 歐、美、日等先進國家目前均致力於發展道路運輸資訊系統之相關技術與研發計畫，來改善各國之道路交通問題，雖然各國發展中之系統架構並不盡相同，但皆具有以下數項特色：
 - (1) 有組織、有計畫、有系統的推動研發工作。
 - (2) 有短、中、長程各階段之發展目標與使命。
 - (3) 充分符合各國居民與用路人之需要。
 - (4) 配合各國工業技術實力與學術研究水準。
 - (5) 負有帶動科技工業升級，創造就業機會之使命。
2. 根據歐、美、日各國截至目前為止之相關模擬研究，問卷調查與實測計畫，在在均顯示出發展道路運輸資訊系統為一極具成本效益之投資；換言之，建立此類系統除了具有高度“自償性”外，其對道路網使用效率與用路者整個旅程的服務水準之提昇，亦均具有不可忽視之貢獻與價值。
3. 國內在道路運輸資訊系統之相關技術與研發計畫方面，可謂已有相當紮實之基礎，且有若干子系統計畫正在推動實施中；加上台灣地區西部走廊地狹人稠、自用車之成長快速而集中，早已形成

極為嚴重之交通問題，故在發展環境上之需要，已然十分迫切；而在主觀上，利用現代化的高科技，來對道路交通從事科學化與合理化的管理與控制，不僅有助於改善交通擁擠現象，更足以帶動相關工業之發展；因此，推動此項建設之意義與價值，應屬不言可論。

4. 本研究將我國研議中之系統命名為「智慧型道路運輸資訊系統」
(Intelligent Road Transportation Information System)
INROTIS，寓意取其清晰、明確、易懂而貼切，又能突顯我國十數年來一直強調的策略性資訊工業之特色。
5. 我國目前仍非工業化大國，各項資源亦遠不及先進國家豐沛，因此欲發展 INROTIS，除有必要集中政府與民間之整體資源外，更必須採取正確的發展策略，經本研究研議所得之策略包括：
 - (1) 必須設立（或指定）專責組織，集合政府與民間之力量來共同推動。
 - (2) 必須符合國情並充分配合本地獨特的道路交通特性。
 - (3) 必須有系統有計畫有步驟地推動具體建設。
 - (4) 必須基於國內之工業技術實力與學術研究水準。
 - (5) 必須足以帶動國內相關工業升級，並創造就業機會。
 - (6) 必須加強對先進國家之瞭解與認知，並應及早建立國際交流與合作之正常管道。
6. 不容諱言地，國內在發展 INROTIS 方面，仍必須嚴肅地面對以下若干課題，茲將其條列於下：
 - (1) 現階段無論是政府單位或是社會大眾均對「智慧型道路運輸

資訊系統」之認知均有所不足。

- (2) 目前國內雖有若干相關系統規劃或研發計劃正在醞釀或已在進行中，然因各權責單位通常僅就其業務管轄範圍內從事規劃或發展，而缺乏對「智慧型道路運輸資訊系統」之全盤瞭解，以致無法自整體層面來衡量其轄屬子系統之發展。
 - (3) 國內交通界對於台灣地區道路運輸需求特性與用路人旅行（或駕駛）行為之瞭解尚嫌不足。
 - (4) 建立「智慧型道路運輸資訊系統」所須之相關電腦、電子、通訊、車輛與自動控制等精密工業尚未能加以適當地加以整合發展。
 - (5) 以往運輸系統之發展與運輸工程之建設多屬「問題導向式」，較少自「目標導向」的觀點來從事前瞻性之規劃。
 - (6) 由於經濟不景氣，政府之財政收入短拙，惟恐「智慧型道路運輸資訊系統」之建設必須耗費巨額預算，因而裹足不前。
- 針對上述各項課題，本研究已研擬出具體因應對策，可供政府主管單位參酌採用。

7. 根據本研究之基本構想，未來我國所建立之「智慧型道路運輸資訊系統」（INROTIS）至少應包括以下十四項子系統：

- (1) 高速公路交通控制系統
- (2) 西部公路網交通資訊系統
- (3) 都市地區電腦化交通號誌控制系統
- (4) 行車路徑導引系統
- (5) 行前旅次規劃系統

- (6) 交通流暢中心與交通專業電台廣播服務
- (7) 無線電輔助計程車營運系統
- (8) 車上行動電話系統
- (9) 警車無線電通訊系統
- (10) 自動化車牌辨識系統
- (11) 道路電子收費系統
- (12) 地理資訊系統
- (13) 車輛定位系統
- (14) 公車營運輔助系統

8.經過本研究之審慎研討，國內在籌劃建立「智慧型道路運輸資訊系統」(INROTIS)之同時，亦有多項系統規劃與研發計畫有待積極展開，茲將其主題條列於下：

- (1) 台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之發展需求調查
- (2) 台灣地區「道路交通整合分析模式及套裝程式集」之開發與建立
- (3) 「智慧型道路運輸資訊系統」之硬體技術與設備規劃
- (4) 台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之可行性分析
- (5) 台灣地區建立「智慧型道路運輸資訊系統」之實測發展計畫
- (6) 「智慧型道路運輸資訊系統」與其他相關系統之整合計畫
- (7) 建立台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之自主性工業技術與產業發展計畫
- (8) 建立台灣地區「智慧型道路運輸資訊系統」之長期發展計畫

9.為求確認本研究主旨中之行車路線導引系統的運輸效果起見，本

計畫之工作小組曾以所研議之標的系統從事模擬研究與分析，其結果發現使用行車路線導引系統，確能顯著發揮改善路網運輸效率之功效；且各種系統設計組合均應有其最適宜之系統運作環境；如當道路網較為擁擠且受導引車輛之比率較高時，本研究所研議之多條最短路徑法導引系統確較歐、日各國之單一最短路徑法導引系統為優。

6-2 建議

本研究之綜合性建議包括以下八點：

1. 政府交通主管部門應充分體認發展「智慧型道路運輸資訊系統」(INROTIS)，對於改善台灣地區整體道路網之交通擁擠現象的重要性，從而將其補充列入國家建設六年發展計畫中，俾能統合政府與民間之力量與資源，進行長期而持續性之系統發展。
2. 為求順利推動 INROTIS 之建設，在政府方面應在交通部以下立即成立主導發展之專責機構或指定直接主管單位；其次，在民間方面則應聯合各界之力量籌組一發展協會，以配合政府之主導，而從事整體性與全面性之開發與建設。
3. 應鼓勵學術界針對 INROTIS 之發展需求，組成多個科際整合之共同研究群，集合各學門之學者專家，就 INROTIS 所面臨之各方面課題，進行深入而嚴謹之分析與探討。
4. 應加強產（業界）、官（方單位）、學（術界）、研（究機構）等四方面在 INROTIS 系統與技術研發上之聯繫與合作；尤其在強化民衆對於 INROTIS 之瞭解與認知上，更應集合群體之力量加強

宣導與溝通，俾能形成衆議咸同，推動 INROTIS 之共識與良好發展環境。

- 5.對於建立 INROTIS 所須之相關科技工業，如：電腦、電子、通信、車輛、自動控制，以至於軟體資訊工業等，均應爭取列入經濟部工業局所擬定之高科技策略性工業發展計畫中，一方面鼓勵各公（如：工業技術研究院）、民營研究機構從事技術研發，成功後並從事技術移轉，或自國外引進已發展成熟之相關科技；另方面則給予製造廠商在貸款與租稅方面之優待與獎勵，俾能吸引民間資源踴躍投入從事開發，而能順利負起帶動精密工業升級之使命。
- 6.本研究對於行車路線導引系統之運輸效果研究，已發現具有初步成效，未來值得進一步擴大研究，俾能完全肯定其對改善道路交通擁擠問題之意義與貢獻，而為未來之繼續推動發展而鋪路。
- 7.另在研究課題方面，未來政府機構應加強建立 INROTIS 所涉及之組織、制度與法令方面問題之探討，俾能為其建立良好之發展環境；而學術機構則應加強 INROTIS 在用路者行為層面反應之研究，俾使所規劃之 INROTIS 能充分適應各類型用路人之需要。
- 8.根據本研究之分析，各先進國家在推動道路運輸資訊系統之發展工作上，均係採行既合作又競爭之策略；因此我國在建立 INROTIS 之過程中亦不可故步自封及閉門造車，而應積極地極加強與各先進國家之間的瞭解與聯繫，並在資訊、技術、人員與機構方面建立良好的溝通與交流之管道，進而發展出長期性之國際合作關係，方能確保我國 INROTIS 之發展能夠跟得上國際性之腳步與水準。

參 考 文 獻

一、綜合性論述

1. Bender, J.G., "An Overview of Systems Studies of Automated Highway Systems", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.82-99, 1991.
2. Boyce, D.E., "Contributions of Transportation Network Modelling to the Development of a Real-Time Route Guidance System", First International Conference on 「Transportation for the Future」 presented paper, May 24 and 25, 1988.
3. Boyce, D.E., "Route Guidance System for Improving Urban Travel and Location Choices", Trans. Res., Part A, Vol.22A, No.4, pp.275-281, 1988.
4. Boyce, D.E., "Combining Communication and Transportation Technology to Improve Urban Travel: A New Look at the Urban Transportation and Urbanization Problem", Trans. Res., Part A.
5. Bridges, G.S., "Advanced Highway/Vehicle Programs: A Texas View", IEEE VNIS'89, pp.A.28-A.30, 1989.
6. Catling, I., "System Convergence - The Potential for An Integrated Road Transport Environment", Transportation, Vol 17, pp.285-299, 1990.
7. Catling, I. and McQueen B., "Road Transport Informatics in Europe - Major Programs and Demonstrations", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.132-140, 1991.
8. Chang, E., "Assessment on the Information System Design of Intelligent Vehicle/Highway System", Transportation Planning Journal, Vol.19, No.4, Dec. 1990.

9. Chen, K. and Galler, B.A., "An Overview of Intelligent Vehicle-Highway System (IVHS) Activities in North America".
10. Chen, K., "Intelligent Vehicle-Highway Systems (IVHS) for Newly Industrialized Countries (NIC)", Working paper, University of Michigan, 1991.
11. Chen, K. and Ervin, R.D., "Thrusts of the Michigan Program in Intelligent Vehicle-Highway systems", IEEE VNIS'89, pp.267-269, 1989.
12. Chepesiuk, R., "Highways Get Smart", SKY, pp.25-30, 1991.
13. Eng, J. Y., "Electronic Highway Transportation Technologies", Transportation, No. 6, December 1989, R. O. C..
14. Euler, G.W., "Intelligent Vehicle/Highway System - Definitions and Applications", ITE Journal, pp.17-22, 1990.
15. French, Bob, "The Intelligent Highway", RTI/IVHS News, published every month starting from April, 1990.
16. French, R.L., "Intelligent Vehicle/Highway Systems in Action", ITE Journal, pp.23-31, 1990.
17. Frank, D.L., "Information Systems: "An Integral Part of Future Vehicles", IEEE VNIS'89, pp.85-88, 1989.
18. Gillan, W.J., "Prometheus and Drive: Their Implications for Traffic Managers", IEEE VNIS'89, pp.237-243, 1989.
19. Gwynne, S.C., "It's Around Here Somewhere", Time, September 10, 1990.
20. Johnston, R.A., DeLuchi, M.A., Sperling, D., and Craig, P.P., "Automating Urban Freeways: Policy Research Agenda", Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No.4, July/August 1990.

21. Jurgen, R.K., "Smart Cars and Highways Go Global", IEEE SPECTRUM, pp.26-36, 1991.
22. Kananfani, A., "Program on Advanced Technology for the Highway: Vehicle/Highway Navigation Research and Development", IEEE VNIS'89, pp.270-272, 1989.
23. Norman, M.R., "Intelligent Vehicle/Highway Systems in the United States", ITE Journal, pp.34-38, 1990.
24. Larson, T.D., "Transportation Innovation and Technology—Moving America into the 21th Century", ITE Journal, June 1990.
25. Lawley Publications, "The Urban Transportation Monitor", published biweekly starting from 1987.
26. O'Neill, R., "The Role of Public Authorities", Transportation, Vol 17, pp.313-328, 1990.
27. Parsons, R.E., Vostrez, J. and Ross, H.R., "California Program on Advanced Technology for the Highway (PATH)", January 1989.
28. Sobey, A.J., "Business View of Smart Vehicle — Highway Control Systems", Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No.4, July/August 1990.
29. Sviden, O., "A Scenario on the Envolving Road Service Informatics in Europe", Transportation, Vol.17, pp.231-237, 1990.
30. Takasaki G.M. and Wasielewski, P.F., "Research in Vehicle Information Systems at General Motors", IEEE VNIS'89, pp.250-254, 1989.
31. U.S. Department of Transportation, Discussion Paper on Intelligent Vehicle-Highway Systems, May 1989.

32. Wilshive, R.I., "Intelligent Vehicle/Highway Systems - A Feeling of Deja Vu", ITE Journal, pp.39-41.
33. Wright, D.S., "Transportation - Current On-Board Vehicle Systems", Transportation, Vol 17, pp.239-250, 1990.
34. 丘立誠, 「日本高等汽車導航資訊與通訊系統」, 都市交通, 民國79年。
35. 張金琳, "A Program for the Advancement of Intelligent Vehicle/Highway System (IVHS)", IVHS研習會講義, 1990年12月。

二、先進的交通管理系統 (ATMS)

1. Ayland, N., "The Development of An Automatic Monitoring and Enforcement System", Traffic Engineering and Control, pp.347-350, 1990.
2. Blum, Y. and Aerde, M.V., "A Comprehensive Approach to In-Vehicle Route Guidance Using Q-Route", 68th Annual TRB Meeting presented paper, January 1989.
3. Cleghorn, D., Hall, F.L. and Grabuio, D., "Improved Data Screening Techniques for Freeway Traffic Management Systems", TRB, 70th Annual, 1991.
4. Cypers, L. et al., "CATS - the Image Processing-Based Traffic Sensor", Traffic Engineering and Control, pp.371-378, 1990.
5. Dowling, R., Feltham, D. and Wycko, W., "Factors Affecting TDM Program Effectiveness at Six San Francisco Institutions", TRB, 70th Annual, 1991.
6. Hover, D.A. and Tarnoff P.J., "Future Directions for Traffic Management Systems", IEEE Vehicular Technology,

Vol 40, pp.4-10, 1991.

7. Mauro, V., "Evaluation of Dynamic Network Control - Simulation Results using NeMIS Urban Microsimulator", TRB, 70th Annual, 1991.
8. Michalopoulos, P.G., "Vehicle Detection Video Through Image Processing: The Autoscope System", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.21-29, 1991.
9. Ritchie, S.G. and Porsser, N.A., "A Real-Time Expert System Approach to Freeway Incident Management", TRB, 70th Annual, 1991.
10. Robertson D.I. and Bretherton R.D., "Optimizing Networks of Traffic Signals in Real Time- The SCOOT Method", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.11-15, 1991.
11. Roper, D.H. and Endo, G., "Advanced Traffic Management in California", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.152-158, 1991.
12. Rowe, E., "The Los Angeles Automated Traffic Surveillance and Control (ATSAC) System", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.16-20, 1991.
13. Saito, M., Parker, N.A., Patel, R.K. and Friedman, J., "A Conceptual Maser Plan for High-Tech Traffic Management for Twenty-First Century New York City", TRB, 70th Annual, 1991.
14. Yoshizumi, S.A., "A Traffic Management Plan Study for State Route 91 During Construction of HOV Lanes", TRB, 70th Annual, 1991.
15. 蔡輝昇, 「日本應用高科技於交通控制」, 都市交通, 民國79年。
16. 蔡輝昇, 「德國交通控制系統」, 都市交通, 民國79年。

三、旅行者資訊系統(ATIS)

1. Albert, S. et al., "Proposed Real-Time Motorist Information System for a Major Activity Center in Houston, Texas", IEEE VNIS'89, pp.424-426, 1989.
2. Alegiani, J.B. et al., "An In-Vehicle Navigation and Information System Utilizing Defined Software Services", IEEE VNIS'89, pp.A.3-A.8, 1989.
3. Ayland, N. et al., "Road Transport Informatics for Demand Management", IEEE VNIS'89, pp.A.49-A.53, 1989.
4. Boyce, D.E. et al., "In-Vehicle Navigation Requirements for Monitoring Link Travel Time in a Dynamic Route Guidance System", TRB, 70th Annual, 1991.
5. Buxton, J.L. et al., "The Travel pilot: A Second-Generation Automotive Navigation System", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.41-44, 1991.
6. Case, E.R., "An Advanced Driver Information System Concept for North America: A Mobility 2000 Report", IEEE VNIS'89, pp.489-493, 1989.
7. Catling L. et al., "Autoguide-Route Guidance in the United Kingdom", IEEE VNIS'89, pp.467-473, 1989.
8. Chandan, A. et al., "Multimodal Navigation Technology Assessment", IEEE VNIS'89, pp.29-32, 1989.
9. Claussen, H. et al., "GDF, A Proposed Standard for Digital Road Maps to be Used in Car Navigation Systems", IEEE VNIS'89, pp.324-330, 1989.
10. Davis, J.R. and Schmandt, C.M., "The Back Seat Driver: Real Time Spoken Driving Instructions", IEEE VNIS'89, pp.146-150, 1989.

11. Davies, P., "Automatic Vehicle Identification to Support Driver Information Systems", IEEE VNIS'89, pp.A.31-A.35, 1989.
12. Davies, P., "The Radio System - Traffic Channel", IEEE VNIS'89, pp.A.44-A.48, 1989.
13. Davies, P., Klein, G. and Consultants, C.R., "Field Trials and Evaluations of the Radio Data System Traffic Message Channel", TRB, 70th Annual, 1991.
14. Foster, M.R., "Vehicle Location for Route Guidance", IEEE VNIS'89, pp.11-16, 1989.
15. Fontaine, H. et al., "Evaluation of the Potential Efficiency of Driving Aids", IEEE VNIS'89, pp.454-459, 1989.
16. French, R. L., "The Evolving Roles of Vehicular Navigation", Navigation, Journal of the Institute of Navigation, Vol.34, No.3, pp. 212-228, 1987.
17. Fujii, H., "The CACS Project and Now", paper presented at the 65th Annual Meetings of the Transportation Research Board, Washington, D. C., January 1986.
18. Gordon, R.L., "Architectures for In-Vehicle Navigation Systems Displaying Real Time Traffic Condition Information", IEEE VNIS'89, pp.119-124, 1989.
19. Guzolek, J. and Koch, E., "Real-Time Route Planning in Road Networks", IEEE VNIS'89, pp.165-169, 1989.
20. Hakala, H., "Evaluation of System Components for Mobile Navigation Applications", IEEE VNIS'89, pp.17-21, 1989.
21. Hall, R. W., "Traveler Performance and Information Availability: An Experiment in Route Choice", Transportation Planning and Technology, VOL. 8, pp.177-189, 1983.

22. Hamerslag, R. et al., "Effectiveness of Information Systems in Networks With and Without Congestion", TRB, 70th Annual, 1991.
23. Harris, C.B. and Krakiwsky, E.J., "Avln2000 Automatic Vehicle Location and Navigation System", IEEE VNIS'89, pp.126-130, 1989.
24. Henniken, N. H., "The Etak Navigator as a Driver Guidance Concept ", paper presented at the Engineering Foundation Conference on Traffic Management and Control System, June 14-19, 1987.
25. Hilton, L.C., "The Removal of Parking Search Traffic from the Town Center", IEEE VNIS'89, pp.427-431, 1989.
26. Hobeika, A.G., "A Route Guidance system under Modified Network Conditions", IEEE VNIS'89, pp.170-175, 1989.
27. Illinois Department of Transportation, "Scope, Feasibility and Cost of a Dynamic Route Guidance System Demonstration", August, 1990.
28. Jeffery, D., "Route Guidance and In-Vehicle Information Systems", Information Technology Applications in Transport, pp. 319-351, 1986.
29. Jeffery, D.J. and Russam, K., "Information System for Drivers", Transportation Planning and Technology, 1984, Vol. 9, pp 185-198.
30. Jeffery, D.J., Russam, K., and Robertson, D.I., "Electronic Route Guidance by Autoguide: The Research Background", Traffic Engineering and Control, October 1987.
31. Kamijo, S. et al., "Digital Road Map Data Base for Vehicle Navigation and Road Information Systems", IEEE VNIS'89, pp.319-323, 1989.

32. Kawashima, H., "Japaness Perspective of Driver Information Systems", Transportation, Vol 17, pp.263-284, 1990.
33. Kawashima, H., "Two Major Programs and Demonstration in Japan", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.141-146, 1991.
34. Lee, N.S.T. et al., "Road Information Systems: Impact of Geographic Information Systems Technology to Automatic Vehicle Navigation and Guidance", IEEE VNIS'89, pp.347-352, 1989.
35. Lwaki, F. et al., "Recognition of Vehicle's Location for Navigation", IEEE VNIS'89, pp.131-138, 1989.
36. Mack, D.M., "A Conceptual Model for Vehicle Navigation Systems", IEEE VNIS'89, pp.448-453, 1989.
37. Marsh, D.C., "Database Design, Development, and Access: Considerations for Automotive Navigation", IEEE VNIS'89, pp.337-340, 1989.
38. Masters P.H. and Blamey C., "An Approach to Provision of Real-Time Driver Information Through Changeable Message Signs", IEEE VNIS'89, pp.413-423, 1989.
39. Morisue F. and Ikeda K., "Evaluation of Map - Matching Techniques", IEEE, 1989.
40. Morisue, F., "Evaluation of Map-Matching Techniques", IEEE VNIS'89, pp.23-28, 1989.
41. Noy, Y.L., "Intelligent Route Guidance: Will the New Horse be as Good as the Old?" IEEE VNIS'89, pp.49-55, 1989.
42. Parviainen, J.A. et al., "Future Mobile Information Systems: Potenciations and Systems Features", IEEE VNIS'89, pp.A.36-A.43, 1989.

43. Petchenik, B.B., "The Nature of Navigation: Some Difficult Cognitive Issues in Automatic Vehicle Navigation", IEEE VNIS'89, pp.43-48, 1989.
44. Polak, T.W. et al., "Parking Guidance and Information Systems - Performance and Capability", Traffic Engineering and Control, pp.519-524, 1990.
45. Rees, N., "Autoguide: Policy and Practice in Great Britain", IEEE VNIS'89, pp.244-249, 1989.
46. Rillings J.H. and Betsold R.J., "Advanced Driver Information Systems", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.31-40, 1991.
47. Road Transport Research, Route Guidance and In-Car Communication Systems, OECD, 1988.
48. Saito, T. et al., "Automobile Navigation System Using Beacon Information", IEEE VNIS'89, pp.139-145, 1989.
49. Shibata, M., " Development of a Road/Automobile Communication System ", Transportation Research, Part A, Vol.23A, No. 1, 1989.
50. Smith, A.B., "Prototyping a Navigation Database of Road Network Attributes (PANDORA)", IEEE VNIS'89, pp.331-336, 1989.
51. Sparmann, J.M., "LISB route Guidance and Information System: First Results of the Field Trial", IEEE VNIS'89, pp.463-466, 1989.
52. Summer, R., "PATHFINDER System Design", IEEE VNIS'89, pp.484-488, 1989.
53. Takada, K., and Wada, T., " Progress of Road—Automobile Communication System ", Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No.4, July/August 1990.

54. Takada, K. et al., "Road/Automobile Communication System (RACS) and its Economic Effect", IEEE VNIS'89, pp.A.15-A.21, 1989.
55. Takada, K. and Tanaka, Y., "A Pilot Test Plan of Road/Automobile Communication System",
56. Takaba, S. et al., "Experimental Study on Road/Automobile Communication system in Japan", 18th ISATA, 1988.
57. Tao, C. C., " A Critical Comparison on the Performance of Some In-Vehicle Route Guidance Systems ", Transportation Planning Journal, Vol.18, No. 1, March 1989, R. O. C..
58. Tomkewitsch, R.V., "ALI-SCOUT (LISB) — a Beacon Based System for RTI and Dynamic Traffic Management ", Workshop on Navigation and Planning for PROMETHEUS and DRIVE presented Paper, September 12-13, 1990.
59. Tomkewitsch, R.von, "Dynamic Route and Interactive Transport Management with ALI-SCOUT", IEEE Vehicular Technology Vol 40, pp.45-50, 1991.
60. Tsuzawa M. and Okamoto, H., "Advanced Mobile Traffic Information and Communication system-AMTICS", IEEE VNIS'89, pp.475-483, 1989.
61. Verwey, W.B., "Simple In-Car Route Guidance Information from Another Perspective: Modality versus Coding", IEEE VNIS'89, pp.56-60, 1989.
62. Wootton J., "The Experience of Developing and Providing Driver Route Information Systems", IEEE VNIS'89, pp.71-75, 1989.
63. Woods, Jim., "SDI-Strategic Data Initiative for Vehicle Navigative for Vehicle Navigation and Digital Mapping Systems", IEEE VNIS'89, pp.255-259, 1989.

64. 日本建設省, "Road/Automobile Communication System (RACS)",

四、商車營運系統 (HVCO)

1. Batz, T.M., "The Utilization of Real-Time Traffic Information by the Trucking Industry", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.64-67, 1991.
2. Catling, I. et al., "Electronic Road Pricing in Hong Kong II", Traffic Engineering and Control, Vol 26, pp.608-615, 1985.
3. Dawson, J.A.L. et al., "Electronic Road Pricing in Hong Kong I", Traffic Engineering and Control, Vol 26, pp.522-525, 1985.
4. Harrison, B., "Electronic Road Pricing in Hong Kong III", Traffic Engineering and Control, Vol 27, pp.13-18, 1986.
5. Hensher, D.A., "Electronic Toll Collection", Transportation Research Part A, Vol 25, N.1, pp.9-16, 1990.
6. Leong R., "An Unconventional Approach to Automatic Vehicle Location and Control for Urban Transit", IEEE VNIS'89, pp.219-223, 1989.
7. Linders, P.J., "The Use of Structured Digital Road Network Data Bases for Dispatching and Routing of Emergency Service", IEEE VNIS'89, pp.A.54-A.59, 1989.
8. Perlstein, D., "Automatic Vehicle Location Systems: A Tool for Computer Aided Dispatch Systems of the Future", IEEE VNIS'89, pp.186-193, 1989.
9. Saldin, N.P. and Skoblicki, E.C., "Magnavox Automatic Vehicle Location Point System for the Torontp Department of Ambulance Services", IEEE VNIS'89, pp.194-201, 1989.

10. Tompson, T., "Road User Charging - the Current State of Technology", Traffic Engineering and Control, pp.526-532, 1990.
11. Ucno, H., "Development of a Mobile Mapping System for Use in Emergency Gas Line Maintenance Vehicles", IEEE VNIS'89, pp.177-184, 1989.
12. Walton, C.M., "The Heavy Vehicle Electronic License Plate Program and Crescent Demonstration Project", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.147-151, 1991.
13. Zavoli, W.B., "Navigation and Digital Maps Interface for Fleet Management and Driver Information systems", IEEE VNIS'89, pp.A.9-A.14, 1989.

五、自動行車控制系統 (AVCS)

1. Fenton, R.E., "Automated Highway Studies at The Ohio State University - An Overview", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.100-113, 1991.
2. Schmitt, L.A., "Advanced Vehicle Command and Control System (AVCCS) ", Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No. 4, July/August 1990.
3. Shladover, S.E., "Roadway Automation Technology-Research Needs", Transportation Research Board 68th Annual Meeting presented Paper, January 22-26, 1989.
4. Shladover, S.E., "Roadway Electrification and Automation Technologies", Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No.4, July/August 1990.
5. Shladover, S.E. et al., "Automated Vehicle Control Developments in the PATH Program", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.114-130, 1991.

臺東縣公路系統特性表（鄉道部份）

名稱	路段名稱	起迄點	沿線經過主要地點	路面鋪設	長度(公里)	現況寬度(公尺)	行駛速率(Km/Hr)
卑南鄉	東 37	嘉豐至太平	嘉豐、三塊厝、太平	高級	17.839	3~27	40
	東 37-1	明峰至試驗場	明峰村、試驗場	高級	2.028	9	40
	東 38	稻葉至試驗場	稻葉、和平、試驗場	高級	12.19	3.5~6	40
	東 46	澗粉至岩灣	澗粉、頂岩灣、卑南	高級	9.969	4~10	40
	東 47	煙草間至東成	煙草間、美濃村、東成	高級	3.092	4~10	40
	東 47-1	班鳩至舊班鳩	班鳩	高級	1.61	3~4	40
	東 55	太平至份子寮	太平營房、泰安、份子寮	高級	3.193	5~14.3	40
太麻里鄉	東 60	三和至微坡站	三和、微坡站	高級	8.812	4	40
	東 61	北太麻里至森川	北太麻里、森川	高級	8.547	3.5~8	40
	東 62	大溪至華源	大溪、華源、大坑	高級	2.173	3.5~5.5	40
	東 63	太麻里至新興	太麻里、新興	高級	2.14	4~6	40
大武鄉	東 67	大溪至大竹高山	大溪、雙園埔、大竹高山	高級	2.26	4~5	40
	東 69	大武溪至大武	大武溪、古庄、大武	石子路	6.129	2.7~8.5	30
金峰鄉	東 66	歷坵至金崙	歷坵、溫泉、寶茂、金崙	高級	4.739	4~7	40
	東 64	金峰至太麻里	金峰、嘉蘭村、麻利羅、正興、太麻里(太麻里鄉)	高級	6.33	5~6	40
達仁鄉	東 68	大溪至土坡	大溪(大武鄉)、土坡	高級	7	4~6	40
	東 68-1	檢查站至台坡	台坡	高級	2.265	2.5~4	40
	東 70	新化至大武	新化村、大武村(大武鄉)	石子路	11.455	3~5	30
	東 72	達仁至安塑	達仁、安塑	高級	2.575	3~5	40

資料來源：臺東縣政府建設局

6. 張堂賢，「自動導航公路系統ADVANCE-F之R&D與施行的相關問題」

六、行爲因素與人體工學

1. Allen, R.W. et al., "Laboratory Assessment of Driver Route Diversion in Response to In-Vehicle Navigation and Motorist Information Systems", TRB, 70th Annual, 1991.
2. Allen, R. W., Ziedman, D. and Torres, J.F., "Laboratory Assessment of Driver Route Diversion in Response to In-Vehicle Navigation and Motorist Information Systems", TRB, 70th Annual, 1991.
3. Axhausen, K.W., "The Role of Computer-Generated Role Playing in Travel Behaviour Analysis", TRB, 70th Annual, 1991.
4. Ayland, N., Bright, B. and Consultants, C.R., "Real-time Responses to In-Vehicle IVHS Technologies - A European Evaluation", TRB, 70th Annual, 1991.
5. Barfield, W., "Classification of Commuters to Achieve Motorist Response to Real-Time Motorist Information", IEEE VNIS'89, pp.101-104, 1989.
6. Barfield, W. et al., "Integrating Commuter Information Needs in the Design of a Motorist Information System", Transportation Research Part A, Vol 25, N.2/3, pp.71-78, 1991.
7. Freundsuh, S.M., "Does 'Anybody' Really Want (or Need) Vehicle Navigation Aids?", IEEE VNIS'89, pp.439-442, 1989.
8. Gould, M.D., "Considering Individual Cognitive Ability in the Provision of Usable Navigation Assistance", IEEE VNIS'89, pp.443-447, 1989.

19. Ygnace, J-L. et al., "An Example of Consumer Acceptance for Route Guidance Technologies", TRB, 70th Annual, 1991.

七、運輸安全

1. Hitchcock, A., "Intelligent Vehicle/Highway System Safety - Approaches for Driver Warning and Copilot Devices", TRB, 70th Annual, 1991.
2. Hitchcock, A., "Intelligent Vehicle/Highway System Safety - Problems of Requirement Specification and Hazard Analysis", TRB, 70th Annual, 1991.
3. Jovanis, P.P., "User Perceptions and Safety Implications of In-Vehicle Navigation Systems", IEEE VNIS'89, pp.113-116, 1989.
4. Kitamura, R. and Jovanis, P., "Driver Decision-Making with Route Guidance Information", Working paper of PATH project.
5. Zhang, W-B, "Engineering Design Concept for IVHS Safety", TRB, 70th Annual, 1991.

八、通訊技術

1. Bell, J.C., "Vehicular C3N-A Global Satellite Soution", IEEE VNIS'89, pp.403-408, 1989.
2. Feeney, J.W., "Two-Way Mobile Communications via Meteor", IEEE VNIS'89, pp.392-397, 1989.
3. Fukui, R., "Individual Communication Function of RACS: Road Automobile Comminication Systems", IEEE VNIS'89, pp.206-213, 1989.

4. Heddebaut, M., Degauque, P., Duhot, D., and Mainardi., J., "I. A. G. O. : Command Control Link Using Coded Waveguide",

Journal of Transportation Engineering, Vol.116, No. 4,
July/August 1990.

5. Huiberts, S.J.C, "How Important is Mobile Communication for a Truck Company", IEEE VNIS'89, pp.361-364, 1989.
6. Jacobs, I.M. et al., "The Application of a Novel Two-Way Mobile Satellite Communications and Vehicle Tracking System to the Transportation Industry", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.57-63, 1991.
7. Kirson, A.M., "RF Data Communications Considerations in Advanced Driver Information Systems", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.51-56, 1991.
8. Morlok, E.K., "Vehicle Monitoring and Telecommunication Systems for Enhancement of Trucking Operations", IEEE VNIS'89, pp.356-360, 1989.
9. Pedersen, A., "User Application of Mobile Satellite Services", IEEE VNIS'89, pp.398-402, 1989.
10. Ristenbatt, M.R., "Communication Architectures for IVHS", TRB, 70th Annual, 1991.
11. Shibano, Y. et al., "Development of Mobile Communication System for RACS", IEEE VNIS'89, pp.376-383, 1989.
12. Shladover, S.E., "Issues in communication Standardization for Automatic Vehicle Control Systems (AVCS)", TRB, 70th Annual, 1991.
13. Thomas, M., "Telecommunications: the Backbone of DRIVE", Traffic Engineering and Control, April 1990.
14. Weld, R.B., "Communications Flow Considerations in Vehicle Navigation and Information Systems", IEEE VNIS'89, pp.373-375, 1989.

15. Williams, R.E., "Packet Access Radio: A Fast, Shared Data Service for Mobile Applications", IEEE VNIS'89, pp.389-391, 1989.
16. Zenko, W., "Breakthrough in Radio Technology Offers New Application Options", IEEE VNIS'89, pp.384-388, 1989.

九、運輸分析方法

1. Al-Deck, H. et al., "Potential Benefits of In-Vehicle Information Systems in a Real Life Freeway Corridor under Recurring and Incident-induced Congestion", IEEE VNIS'89, pp.288-295, 1989.
2. Chang, C.P., "Computer Modelling for Urban Traffic Analysis State-of-Art Review", International Conference on 「Computer Simulation Techniques for Highway Engineering」 presented paper, March 1989.
3. Grol, H.J.M. and Bakker, A.F. "A Special Purpose Parallel Computer for Traffic Simulation", TRB, 70th Annual, 1991.
4. Ho, J.K., "Solving the Dynamic Traffic Assignment Problem on a Hypercube Multicomputer", Transportation Research, Vol 24B, No.6, pp.443-452, 1990.
5. Koutsopoulos, H.N. and Lotan, T., "Effectiveness of Motorist Information Systems in Reducing Traffic Congestion", IEEE VNIS'89, pp.275-281, 1989.
6. Papageorgiou, M., "Dynamic Modeling, Assignment, and Route Guidance in Traffic Networks", Transportation Research, Vol.24B, No.6, pp.471-, 1990.
7. Powell, W.B., "Optimization Models and Algorithms: An Emerging Technology for the Motor Carrier Industry", IEEE Vehicular Technology, Vol 40, pp.68-80, 1991.

8. Rakha, H. and Aerde, M.V., "Evaluating the Benefits and Interactions of Route Guidance and Traffic Control strategies Using Simulation", IEEE VNIS'89, pp.296-309, 1989.
9. Smith, J.C. and Russam, K., "Some Possible Effects of AutoGuide on Traffic in London", IEEE VNIS'89, pp.282-287, 1989.
10. Smith, M.J. and Ghali, M., "The Dynamics of Traffic Assignment and Traffic Control: A Theoretical Study", Transportation Research, Vol 24B, No.6, pp.409-422, 1990.
11. Smith, M.J. et al., "A New Dynamic Model for Evaluating the Performance of Urban Traffic Control Systems and Route Guidance Strategies", TRB, 70th Annual, 1991.
12. Vythoulkas, P.C., "A Dynamic Stochastic Assignment Model for the Analysis of General Networks", Transportation Research, Vol 24B, No.6, pp.453-470, 1990.
13. Wie, B-W, "Dynamic System Optimization Traffic Assignment on Congested Multidestination Network", paper presented at the 5th world Conference of Transportation, 1989.
14. 陳惠國、李治綱，「行車路線導引系統與路網均衡模型」，運輸，民國79年6月。
15. 方仁鳳，「行車路線導引系統模擬模式之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國79年6月。
16. 張舜清，「建立車流模擬模式以發展行車路線導引系統之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國79年6月。
17. 何志宏、李月仙，「適應性號誌決策理論及其應用性之研究」，中華民國運輸學會第五屆研討會，，民國79年7月。
18. 陳惠國，「電腦平行處理技術在運輸規劃上的應用」，運輸計劃季刊，民國79年6月。

19. 龍天立、范俊海、黃壬信，「電腦視覺在交通控制參數分析系統上應用之研究」，中華民國運輸學會第五屆研討會，民國79年7月。

十、國內相關研究計劃

1. 中華工程顧問司，「台灣北部區域第二高速公路交通控制系統工程規劃設計報告」，交通部國道高速公路局委託，民國76年7月。
2. 中華顧問工程司，「台北市中心區及連外幹道交通號誌中央控制系統規劃報告」，台北市政府交通管制工程處，民國79年5月。
3. 中華顧問工程司，「台灣地區西部公路網交通資訊系統之建立與高速公路台北都會區交通壅塞改善」，交通部運輸研究所委託，民國80年1月。
4. 石宏揚，「衛星定位設計之研究」，海洋大學航運技術研究所碩士論文，民國79年6月。
5. 台北市交通管制工程處，「台北市電腦號誌系統工程建設計畫」，民國79年6月。
6. 台南市警察局，「台南市成立交通流暢中心計畫說明」。
7. 交通部科技顧問室，「高速公路電子式收費系統之可行性研究」，民國79年。
8. 李添貴，「車牌自動識別系統」，機械工業雜誌，，民國79年5月。
9. 何國榮，「台北市政府交通流暢行動中心辦理情形檢討」，都市交通，第55期，民國79年12月。
10. 林朝源譯，「數據通訊技術」，儒林圖書公司發行，民國75年10月。
11. 林朝源編譯，「通訊網路」，儒林圖書公司，民國77年5月。
12. 林建元，「運輸空間決策支援系統－以高速公路交流道區位規劃為例」，第二屆地理資訊系統研討會論文集，民國79年12月。

13. 邱穀，陳繼鳴、陳子淳，「第二高速公路可行性研究計畫—路線規劃之研究」，邱穀科技有限公司，民國77年12月。
14. 國立成功大學交通管理科學研究所，「最新全動態交通號誌控制技術開發計畫（期末報告）」，台灣省住都局委託，民國80年2月。
15. 國立中央大學土木系，「智慧型隧道管理、控制與維修研究計畫書」，民國80年2月。
16. 郭福村，「全球定位系統(GPS)在航海上之應用的研究」，
17. 曾清涼，「全球定位系統衛星導航及定位測量」，遙感探測，第12期，民國79年6月。
18. 張堂賢，「自動導航公路系統ADVANCE-F之R&D與施行的相關問題」，淡江大學研究報告，民國80年5月。
19. 資訊工業策進會，「天涯若比鄰—談資訊與通信」，資訊與電腦雜誌社，民國75年12月。
20. 賈玉輝，「電傳視訊的發展」，無線電雜誌社，26卷2期，民國76年6月。
21. 鄭坤霖編著，「蜂巢式汽車行動電話系統」，金華科技圖書股份有限公司，民國78年9月。
22. 蔡展榮、曾清涼，「捷運路線選線及輔助設計地理資訊系統」，第二屆地理資訊系統研討會論文集，民國79年12月。
23. 鄭鑑揮，「蜂巢式電話系統與市場介紹」，無線電雜誌社，28卷1期，民國72年3月。
24. 潘秀實、孫志鴻、林峰田，「南宜快速公路蘇澳延伸段運輸規劃地理資訊系統之研究與建立」，第二屆地理資訊系統研討會論文集，民國79年12月。
25. 鄧振源、周永暉，「車輛位置自動顯示系統之技術與應用」，都市交通，第49期，民國79年6月。

26. 鄧振源、周永暉，「車輛位置自動顯示系統 (AVM/AVL) 之技術與應用」，都市交通，民國79年6月。
27. 熊雲嵐，「電子航海」，國立編譯館，民國76年 1月。
28. 羅正方，「GPS 衛星動態定位測量」，國立成功大學航空測量研究所碩士論文，民國78年6月。
29. Lai, P.C., "Geographic Information System (GIS)", 工程規劃與資源管理之地理資訊系統研習會論文集，中國土木水利工程學會與國立成功大學主辦，民國79年 8月。

台灣地區行車路線導引系統之研究

出版者：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路240號

電話：7123121

印刷者：萬達打字印刷有限公司

地址：台北市新生南路三段八十四號二樓

電話：3639367

中華民國八十年十二月初版

本書印製150冊・每冊工本費140元