



RRPG89020099(>7>.P)

90-27-5209

MOTC-IOT-I-B-89-001

# 智慧型運輸系統 (ITS) 通訊協定之研究 —通訊網路評選模式之建立



交通部運輸研究所

國立交通大學

合作辦理

中華民國九十年五月

90-27-5209

MOTC-IOT-I-B-89-001

# 智慧型運輸系統 (ITS) 通訊協定之研究 —通訊網路評選模式之建立

著者：鍾世忠、王晉元、卓訓榮、唐震寰、彭松村、連紀舜

吳玉珍、王穆衡、趙志民

交通部運輸研究所

國立交通大學

合作辦理

中華民國九十年五月

智慧型運輸系統 (ITS) 通訊協定之研究  
— 通訊網路評選模式之建立

著者：鍾世忠、王晉元、卓訓榮、唐震寰、彭松村、連紀舜  
吳玉珍、王穆衡、趙志民

出版機關：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路 240 號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國九十年五月

印刷者：義文堂有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 190 冊

工本費：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496882

三民書局：台北市重慶南路一段 61 號 2 樓・電話：(02)23617511

五南文化廣場：台中市中山路 2 號地下 1 樓・電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市光復路 177 號・電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號・電話：(07)3324910

GPN：1009002099

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱： 智慧型運輸系統 (ITS) 通訊協定之研究—通訊網路評選模式之建立			
國際標準書號 (或叢刊號)	政府出版品統一編號 1009002099	運輸研究所出版品編號 90-27-5209	
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：吳玉珍 組長 計畫主持人：吳玉珍 組長 研究人員：王穆衡、趙志民 聯絡電話：02-23496884 傳真號碼：02-25450426	合作研究單位：交通大學電信系 計畫主持人：鍾世忠 研究人員：王晉元、卓訓榮、唐震寰、 彭松村、連紀舜等人 地址：新竹市大學路 1001 號 聯絡電話：03-5731933	研究期間 自 89 年 1 月 至 89 年 11 月	
關鍵詞：智慧型運輸系統、通訊網路、決策支援系統			
<p>摘要：</p> <p>目前國內正積極推動智慧型運輸系統的規劃與建設，其目標在利用先進的通訊網路及其他尖端科技改善交通狀況，達到更安全、便利的目的，同時減少交通擁塞、空氣污染及對生活環境的影響。然智慧型運輸系統的涵蓋範圍廣泛，根據不同的應用課題與其通訊需求，其所適用的通訊網路及其通訊標準亦將不同。</p> <p>本研究之成果除產生智慧型運輸系統各應用課題之通訊需求計算模式及建立國內各種通訊網路的資料庫外，同時據此發展出一套『決策支援系統』(DSS, Decision Supporting System) 電腦軟體，以做為研擬各項ITS應用課題所需通訊網路的決策依據。在評估各通訊網路時，主要以技術考量為主，並著重其通訊容量是否滿足ITS通訊需求。主要的考量條件有四，即單/雙向傳輸功能、資料傳輸速率 (data rate)、基地台半徑及每個基地台內之頻道數。此軟體對各適用的通訊網路，將列出其應用於各ITS課題所需的最少頻道數及最大基地台半徑。</p> <p>最後本研究以『都市公車動態資訊系統』為例，分析驗證此決策軟體功能，同時藉此軟體評估通訊網路在我國智慧型運輸系統上各應用課題的效能或可應用性。</p>			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
90 年 5 月	280	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，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。
機密等級：			
<input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密)			
<input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS  
INSTITUTE OF TRANSPORTATION  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

<b>TITLE:</b> <p style="text-align: center;">Communication Protocols for Intelligent Transportation Systems – Development of Evaluation Model for Communication Networks</p>			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER <p style="text-align: center;">1009002099</p>	IOT SERIAL NUMBER <p style="text-align: center;">90-27-5209</p>	
DIVISION: Transportation Information System Division DIVISION CHIEF: Jennifer Yuh-Jen Wu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jennifer Yuh-Jen Wu PROJECT STAFF: Mu-Han Wang, Chih-Min Chao PHONE: 886-2-23496884 FAX: 886-2-25450426			PROJECT PERIOD FROM Jan. 2000 TO Nov. 2000
RESEARCH AGENCY: Department of Communication Engineering, National Chiao Tung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shyh-Jong Chung PROJECT STAFF: Jinyuan Wang, Hsun-Jung Cho, Jenn-Hwan Tarng, and Song-Tsuen Peng ADDRESS: 1001 Ta-Hsueh Rd., Hsinchu, Taiwan, ROC PHONE: 886-3-5731933			
<b>KEY WORDS:</b> Intelligent Transportation Systems, Communication Networks, Decision Support System			
<b>ABSTRACT:</b> <p>Intelligent transportation systems (ITS) comprise a wide range of novel tools for managing transport networks as well as services for travelers. ITS tools are based on three core features: information, communications, and integration. Most of the ITS applications have some components involving the flow of data or voice messaging between vehicles, remote sites, and coordinated control centers. Thus, communications, especially wireless communications, are essential for these applications. The ultimate selection of particular communications systems will greatly affect the viability of any ITS network, so this decision must be based on a clear understanding of the performance parameters of the various technologies available.</p> <p>It is the purpose of this project to review and evaluate suitable communication networks for ITS applications, based on a thorough study of ITS communication needs. Various models for calculating the communication needs are first proposed, and then a computer database containing the parameters of the communication networks is established. Finally, a computer software of a decision supporting system for evaluating the communication networks suitable to ITS applications is developed based on the calculation models and the database.</p>			
DATE OF PUBLICATION <p style="text-align: center;">May 2001</p>	NUMBER OF PAGES <p style="text-align: center;">280</p>	PRICE <p style="text-align: center;">200</p>	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目次

第一章 緒論	
1.1 研究背景.....	1-1
1.2 研究範圍.....	1-1
1.3 研究內容及成果.....	1-2
第二章 智慧型運輸系統回顧與簡介	
2.1 甚麼是 ITS.....	2-1
2.1.1 基本系統單元.....	2-1
2.1.2 應用領域.....	2-1
2.1.3 系統發展平台 (platform) .....	2-1
2.2 推動 ITS 之目標與標的.....	2-2
2.2.1 國內主要交通問題.....	2-2
2.2.2 發展 ITS 之目標與標的.....	2-3
第三章 通訊系統分析	
3.1 纜線傳輸 (Cable Modem) .....	3-1
3.1.1 系統標準.....	3-1
3.1.2 雙向 Cable Modem 服務特色.....	3-3
3.1.3 結論.....	3-3
3.1.4 Cable modem 系統規格及相關標準 .....	3-4
3.2 ADSL 簡介 .....	3-4
3.2.1 前言.....	3-4
3.2.2 ADSL 技術介紹 .....	3-5
3.2.3 ADSL 調變方式.....	3-8
3.3 光纖通訊.....	3-10
3.3.1 前言.....	3-10
3.3.2 光纖通訊展望.....	3-10
3.3.3 結論.....	3-11
3.4 大哥大行動通訊.....	3-12
3.4.1 GSM 數據服務：SMS、HSCSD 與 GPRS.....	3-12
3.4.1.1 短訊服務 (SMS).....	3-13
3.4.1.2 電路交換數據服務.....	3-13
3.4.1.3 高速電路交換數據服務 (HSCSD).....	3-14
3.4.1.4 一般分封無線服務 (GPRS).....	3-14
3.4.1.5 結語.....	3-15
3.4.2 GSM 的分封數據服務—GPRS.....	3-15
3.4.2.1 前言.....	3-15
3.4.2.2 GSM 的基本概念.....	3-16
3.4.2.3 GPRS 系統架構 .....	3-19
3.4.2.4 GPRS 規約的架構 .....	3-21

3.4.2.5 GPRS 空中介面規約 .....	3-23
3.4.2.6 結語.....	3-26
3.4.2.7 GSM(GPRS)系統規格及相關標準 .....	3-27
3.4.3 第三代行動通訊標準制訂現況.....	3-28
3.4.3.1 無線傳輸技術.....	3-28
3.4.3.2 核心網路技術.....	3-30
3.4.3.3 標準制訂的相關活動.....	3-31
3.4.3.4 從第二代到第三代.....	3-32
3.4.3.5 GSM 系統業者的升級方案.....	3-32
3.4.3.6 美國的升級策略.....	3-33
3.4.3.7 結語.....	3-33
3.5 行動數據發展現況.....	3-33
3.5.1 何謂行動數據.....	3-34
3.5.2 行動數據的應用.....	3-34
3.5.3 國內行動數據發展現況.....	3-34
3.5.4 CDPD 系統.....	3-35
3.5.4.1 CDPD 網路系統功能.....	3-37
3.5.4.2 系統特性.....	3-39
3.5.4.3 國內近況.....	3-40
3.5.4.4 CDPD 系統規格及相關標準 .....	3-41
3.5.5 DataTAC 系統 .....	3-42
3.5.5.1 網路架構.....	3-42
3.5.5.2 系統特性.....	3-43
3.5.5.3 國內近況.....	3-43
3.5.5.4 DataTAC 系統規格及相關標準 .....	3-45
3.5.6 Mobitex 系統.....	3-45
3.5.6.1 網路架構.....	3-46
3.5.6.2 系統特性.....	3-46
3.5.6.3 國內近況.....	3-47
3.5.6.4 Mobitex 系統規格及相關標準 .....	3-48
3.6 無線電叫人系統.....	3-49
3.6.1 背景分析.....	3-50
3.6.2 POCSAG.....	3-51
3.6.3 FLEX.....	3-52
3.6.3.1 特性.....	3-52
3.6.3.2 FLEX 的 SDS .....	3-53
3.6.3.3 ReFLEX 及 InFLEXion.....	3-54
3.6.4 國內近況探討.....	3-55
3.7 中繼式無線電話(Trunking Radio).....	3-57

3.7.1 背景分析.....	3-57
3.7.2 系統介紹.....	3-58
3.7.3 國內外現況.....	3-60
3.7.4 規格及其他通信設備之比較表.....	3-61
3.8 專用短距離通訊 (DSRC) 之發展現況.....	3-62
3.8.1 前言.....	3-62
3.8.2 專用短距離通訊的發展演進.....	3-65
3.8.3 幾種類型之 DSRC 系統介紹.....	3-66
3.8.3.1 光學信號柱 (Optical Beacon) .....	3-67
3.8.3.2 展頻無線電 (Spread Spectrum Radio) .....	3-68
3.8.3.3 紅外線信號柱 (IR Beacon) .....	3-68
3.8.3.4 安全警告系統.....	3-69
3.8.3.5 微波信號柱 (Microwave Beacon) .....	3-69
3.8.4 專用短距離通訊系統之應用.....	3-73
3.8.4.1 車內標誌 (In-vehicle signing) .....	3-73
3.8.4.2 商業車輛營運 (CVO) .....	3-75
3.8.4.3 電子車牌執照 (Electronic license plate, ELP) .....	3-76
3.8.4.4 緊急車輛優先權.....	3-76
3.8.4.5 運輸車輛資料傳遞.....	3-77
3.8.4.6 自動公路系統 (AHS) .....	3-77
3.8.4.7 電子收費 (ETC) .....	3-77
3.8.4.8 開車經過收費 (Drive-thru payment) .....	3-78
3.8.4.9 停車場收費 (Parking payment) .....	3-78
3.8.5 微波 DSRC 系統.....	3-79
3.8.6 結論.....	3-84
3.9 衛星行動通信系統.....	3-84
3.9.1 背景分析.....	3-84
3.9.2 同步軌道的衛星行動通信系統動態發展.....	3-86
3.9.2.1 國際性組織.....	3-87
3.9.2.2 亞洲區域性衛星行動通信系統.....	3-89
3.9.3 中/低軌道衛星行動通信系統技術之比較分析.....	3-90
3.10 RDS 副載波廣播系統.....	3-95
3.10.1 副載波廣播簡介.....	3-95
3.10.2 RDS 副載波.....	3-97
3.10.3 RBDS 副載波.....	3-99
3.10.4 RDS 信號傳送之規格.....	3-100
3.10.5 DARC 信號傳送之規格.....	3-101
3.11 數位廣播(DAB, Digital Audio Broadcasting) .....	3-103
3.11.1 簡介.....	3-103



3.11.2 DAB 多媒體廣播 .....	3-103
3.11.3 技術演進.....	3-104
3.11.4 產業發展.....	3-105
3.11.4.1 國外.....	3-105
3.11.4.2 國內.....	3-109
3.11.5 DAB 系統規格及相關標準 .....	3-110
3.12 數位電視簡介.....	3-110
3.12.1 數位電視的優點.....	3-111
3.12.2 美國 FCC 對數位電視之相關規定.....	3-111
3.12.3 數位電視從事數據傳輸介紹.....	3-112
3.12.4 國內數位電視發展現況.....	3-113
3.12.4.1 數位電視從事數據傳輸介紹.....	3-113
3.12.4.2 發展現況.....	3-114
3.12.4.3 頻道指配.....	3-115
3.13 無線通訊系統之比較.....	3-115
第四章 ITS 子系統通訊需求分析	
4.1 先進公共運輸系統(APTS).....	4-3
4.1.1 車輛到控制中心.....	4-4
4.1.2 車輛到信號柱.....	4-6
4.1.3 信號柱到控制中心.....	4-8
4.1.4 控制中心到站牌.....	4-10
4.1.5 控制中心到信號柱.....	4-12
4.1.6 信號柱到站牌.....	4-14
4.1.7 範例演算.....	4-16
4.2 先進用路人資訊系統(ATIS).....	4-19
4.2.1 路口偵測器到信號柱.....	4-20
4.2.2 信號柱到控制中心.....	4-22
4.2.3 探針車輛到控制中心.....	4-24
4.2.4 控制中心到加值業者.....	4-26
4.2.5 加值業者到使用者.....	4-28
4.2.6 範例演算.....	4-30
4.3 先進交通管理系統 (ATMS) .....	4-32
4.3.1 路口偵測器到信號柱或控制中心.....	4-33
4.3.2 信號柱到控制中心.....	4-34
4.3.3 控制中心到信號柱或路口號誌.....	4-35
4.3.4 信號柱到路口號誌.....	4-36
4.3.5 範例演算.....	4-37
4.4 商用車輛營運系統 (CVO) .....	4-40
4.4.1 車輛到控制中心.....	4-40

4.4.2 地磅到控制中心.....	4-42
4.4.3 地磅到控制中心.....	4-43
4.4.4 範例演算.....	4-44
4.5 電子收費系統 (ETC & EPS) .....	4-46
4.5.1 車輛到收費站.....	4-47
4.5.2 收費站到控制中心.....	4-49
第五章 DSS 決策支援系統	
5.1 系統架構.....	5-1
5.2 系統資料庫之設計與開發.....	5-2
5.3 系統模式庫與使用者介面.....	5-4
5.3.1 前言.....	5-4
5.3.2 模式庫與使用者介面的結合.....	5-4
5.3.3 模式的運算流程與邏輯.....	5-9
第六章 都市公車動態資訊系統驗證	
6.1 操作說明.....	6-1
6.2 操作結果.....	6-3
第七章 各通訊系統對 ITS 之效能評估	
7.1 APTS 之效能評估.....	7-2
7.1.1 車輛到控制中心.....	7-2
7.1.2 信號柱到控制中心.....	7-3
7.1.3 控制中心到站牌.....	7-4
7.1.4 控制中心到信號柱.....	7-5
7.2 ATIS 之效能評估.....	7-6
7.2.1 路口偵測器到控制中心.....	7-6
7.2.2 探針車輛到控制中心.....	7-7
7.3 ATMS 之效能評估.....	7-8
7.3.1 路口偵測器到控制中心.....	7-8
7.3.2 控制中心到路口偵測器.....	7-9
7.4 CVO 之效能評估.....	7-10
7.4.1 車輛到控制中心.....	7-10
7.4.2 地磅到控制中心.....	7-11
7.5 ETC 之效能評估.....	7-12
7.5.1 車輛到收費站.....	7-12
7.5.2 收費站到控制中心.....	7-12
第八章 結論與建議	
8.1 結論.....	8-1
8.2 建議.....	8-1
參考文獻.....	9-1
附錄 A 期中會議記錄.....	A-1

附錄 B 期末會議記錄.....	B-1
附錄 C 期末簡報資料.....	C-1
附錄 D DSS 操作手冊.....	D-1
附錄 E 索引.....	E-1

## 圖次

圖 2-1 ITS 整體架構.....	2-2
圖 2-2 ITS 各項系統與技術之應用.....	2-6
圖 3-1 雙向系統架構圖.....	3-3
圖 3-2 ADSL 示意圖.....	3-6
圖 3-3 GSM 系統架構圖.....	3-17
圖 3-4 GSM 的碼框結構.....	3-18
圖 3-5 GPRS 的系統架構圖.....	3-20
圖 3-6 二個手機通訊中路由建立的過程.....	3-20
圖 3-7 GPRS 傳輸規約的架構.....	3-23
圖 3-8 上行數據通道取得的流程.....	3-25
圖 3-9 下行數據通道建立的流程.....	3-25
圖 3-10 CDPD 網路架構.....	3-38
圖 3-11 DataTAC 網路架構.....	3-43
圖 3-12 Mobitex 網路架構.....	3-47
圖 3-13 無線電叫人系統基本架構.....	3-50
圖 3-14 POCSAG 編碼格式.....	3-52
圖 3-15 中繼式無線電系統接取方式圖.....	3-58
圖 3-16 中繼式無線電通訊系統圖.....	3-59
圖 3-17 傳統無線電系統圖.....	3-59
圖 3-18 DSRC 信號傳送示意圖.....	3-64
圖 3-19 DSRC 系統架構圖.....	3-67
圖 3-20 Microwave Beacon 技術之路側天線 (reader).....	3-70
圖 3-21 Microwave Beacon 技術之車上裝置 (tag).....	3-70
圖 3-22 車輛答詢器 (tag) 內所插之 Smart Card.....	3-71
圖 3-23 ITS 之應用.....	3-74
圖 3-24 CVO 應用中使用多個答詢器 (tag) 之例子.....	3-76
圖 3-25 電子收費站系統 (ETC).....	3-78
圖 3-26-1 Active System of DSRC.....	3-80
圖 3-26-2 Backscatter System of DSRC.....	3-80
圖 3-27 Active 與 Backscatter 系統其 tag 傳送回覆信號之差異.....	3-81
圖 3-28 日本 Active 與歐洲 Backscatter 系統信號強度水平圖.....	3-81
圖 3-29 衛星通訊系統.....	3-85
圖 3-30 RDS 副載波播放架構圖.....	3-98
圖 3-31 副載波系統頻譜示意圖.....	3-100
圖 3-32 RDS 基頻編碼之結構.....	3-101
圖 3-33 位準偏移 (Level Shifting) 之特性.....	3-101
圖 3-34 DARC 之基頻編碼架構.....	3-102
圖 3-35 DARC 掌上型接收機.....	3-102

圖 3-36 地面電視廣播與數據廣播及其他網路結合之架構圖 .....	3-114
圖 4-1 APTS(先進公共運輸系統架構圖).....	4-3
圖 4-2 車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-5
圖 4-3 車輛到信號柱傳輸資料需求量計算流程 .....	4-7
圖 4-4 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程(數據專線).....	4-9
圖 4-5 控制中心到站牌傳輸資料需求量計算流程 .....	4-11
圖 4-6 控制中心到信號柱傳輸資料需求量計算流程 .....	4-13
圖 4-7 信號柱到站牌傳輸資料需求量計算流程 .....	4-15
圖 4-8 ATIS (先進旅行者資訊系統先進旅行者資訊系統系統架構圖).....	4-19
圖 4-9 路口偵測器到信號柱傳輸資料需求量計算流程 .....	4-21
圖 4-10 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程 (數據專線) .....	4-23
圖 4-11 探針車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-25
圖 4-12 控制中心到加值業者傳輸資料需求量計算流程 .....	4-27
圖 4-13 加值業者到使用者傳輸資料需求量計算流程(車輛).....	4-29
圖 4-14 先進交通管理系統架構圖 .....	4-32
圖 4-15 路口偵測器到信號柱或控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-34
圖 4-16 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-35
圖 4-17 控制中心到信號柱或路口號誌傳輸資料需求量計算流程 .....	4-36
圖 4-18 信號柱到路口號誌傳輸資料需求量計算流程 .....	4-37
圖 4-19 商用車輛營運系統架構圖 .....	4-40
圖 4-20 車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-42
圖 4-21 地磅到控制中心 .....	4-43
圖 4-22 控制中心到監理單位 .....	4-43
圖 4-23 電子收付費系統系統架構圖 .....	4-46
圖 4-24 車輛到收費站傳輸資料需求量計算流程 .....	4-48
圖 4-25 收費站到控制中心傳輸資料需求量計算流程 .....	4-50
圖 5-1 DSS 決策支援系統架構圖 .....	5-2
圖 5-2 資料庫修改新增功能 .....	5-3
圖 5-3 各 ITS 子系統資料以 APTS 為例 .....	5-3
圖 5-4 人員管理 .....	5-4
圖 5-5 使用者初始畫面 .....	5-5
圖 5-6 輸入畫面 .....	5-6
圖 5-7 模式計算畫面 .....	5-7
圖 5-8 結果顯示 .....	5-8
圖 5-9 運算流程與邏輯 1 .....	5-11
圖 5-10 運算流程與邏輯 2 .....	5-12
圖 5-11 運算流程與邏輯 3 .....	5-13
圖 5-12 運算流程與邏輯 4 .....	5-14
圖 5-13 運算流程與邏輯 5 .....	5-15

圖 6-1 輸入畫面圖 .....	6-1
圖 6-2 模式計算畫面 .....	6-3

## 表次

表 3-1 雙向系統架構圖 .....	3-4
表 3-2 各種不同 xDSL 之技術比較.....	3-6
表 3-3 ADSL 傳輸速率、銅線線徑、傳輸距離之關係.....	3-8
表 3-4 ADSL 之 DMT 與 CAP 技術比較.....	3-9
表 3-5 GSM 的信號通道.....	3-19
表 3-6 GSM 的信號通道.....	3-21
表 3-7 GPRS 通道編碼的方式.....	3-26
表 3-8 GSM(GPRS)特性歸納.....	3-27
表 3-9 國內行動數據發展現況.....	3-35
表 3-10 CDPD 特性歸納.....	3-41
表 3-11 DataTAC 特性歸納.....	3-45
表 3-12 Mobitex 特性歸納.....	3-48
表 3-13 費率比較表.....	3-55
表 3-14 Paging Systems Protocol Comparison Matrix.....	3-56
表 3-15 中繼式無線電規格.....	3-61
表 3-16 中繼式無線電與蜂巢式行動電話之比較表.....	3-62
表 3-17 美國三種專用短距通訊技術之比較.....	3-63
表 3-18 DSRC 系統標準化趨勢.....	3-66
表 3-19 DSRC 五種系統之特性.....	3-72
表 3-20 Active 與 Backscatter 系統之比較.....	3-82
表 3-21 DSRC 之系統規格整理.....	3-83
表 3-22 衛星系統比較表.....	3-87
表 3-23 INMARSAT 系統比較表.....	3-88
表 3-24 ACeS 摘要.....	3-90
表 3-25 系統架構比較.....	3-93
表 3-26 手機設計比較.....	3-94
表 3-27 衛星設計比較.....	3-95
表 3-28 副載波技術之系統參數.....	3-96
表 3-29 副載波數據服務之系統規格.....	3-97
表 3-30 RDS 與 DARC 之各項參數.....	3-103
表 3-31 DAB 系統規格及相關標準.....	3-110
表 3-32 ATSC DTV 系統參數.....	3-111
表 3-33 傳輸速率之比較.....	3-115
表 3-34 通訊容量之比較.....	3-115
表 3-35 整合比較.....	3-116
表 4-1 ITS 各子系統之應用課題以及所需之通訊需求對應可應用通訊方式	4-1
表 4-2 APTS 整理資料表.....	4-17

表 4-3 APTS 傳送資料量.....	4-18
表 4-4 ATIS 整理資料表.....	4-31
表 4-5 ATIS 傳送資料量.....	4-31
表 4-6 ATMS 整理資料表.....	4-39
表 6-1 輸入路線資料表.....	6-2
表 6-2 車輛到控制中心.....	6-3
表 6-3 車輛到信號柱.....	6-4
表 6-4 控制中心到站牌.....	6-4
表 6-5 信號柱到控制中心.....	6-4
表 6-6 控制中心到信號柱.....	6-5
表 6-7 信號柱到站牌.....	6-5
表 7-1 各通訊系統整合比較.....	7-1
表 7-2 APTS-車輛到控制中心.....	7-2
表 7-3 APTS-信號柱到控制中心.....	7-3
表 7-4 APTS-控制中心到站牌.....	7-4
表 7-5 APTS-控制中心到信號柱.....	7-5
表 7-6 ATIS-路口偵測器到控制中心.....	7-6
表 7-7 ATIS-探針車輛到控制中心.....	7-7
表 7-8 ATMS-路口偵測器到控制中心.....	7-8
表 7-9 ATMS-控制中心到路口控制器.....	7-9
表 7-10 CVO-車輛到控制中心.....	7-10
表 7-11 CVO-地磅到控制中心.....	7-11
表 7-12 ETC-收費站到控制中心.....	7-12



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System, ITS) 係由電子、通訊、導航、資訊、電腦、以及控制等技術加以整合而成，為一種可以提昇運輸機動性、能源效率以及環保，進而改善交通問題的系統，同時亦是讓有限的運輸資源發揮最大效用與效率的方法之一。美、日、歐等先進國家為推動智慧型運輸系統的建設，且避免各子系統之間整合，及各區域系統間整合產生的困擾，首先建立了全國發展 ITS 的系統架構，讓各項使用者服務單元間，互動關係與資料交換更快速且有效率。ITS 系統架構之內容可以歸納為：使用者需求 (User Service)、功能 (邏輯) 架構 (Logical Architecture)、實體架構 (Physical Architecture)、通訊架構 (Communication Architecture)、標準化需求 (Standard Requirement) 等項目。實體架構中之各子系統為所要建置之系統，但由邏輯架構描述實體架構中各子系統之資訊、功能之內容及相互關係。實體架構之主要功能係確認 ITS 系統中實體的次系統與次系統間的架構流 (architecture flows)，以順利執行 ITS 系統邏輯架構中的功能需求規格與資料流項目，同時更進一步確認系統架構流中之系統終端輸出與輸入的內容。實體架構係由三個層面所組合而成，運輸層面表示運輸的功能，如交通管理以及旅行者資訊的提供，通訊層面則用以表示支援運輸功能間之界面所採用的技術，而在評估選用所需的通訊方法時，將依運輸功能中每一項資料流向的內容而定。

在運輸功能中每一項資料傳輸都需要依賴通訊系統相連。然智慧型運輸系統的涵蓋範圍廣泛，根據不同的應用課題與其通訊需求，其所適用的通訊網路及其通訊標準亦將不同。為使將來國內政府單位或廠商，在規劃、投資、及參與 ITS 相關建設時有所依循，亟需評估國內各項智慧型運輸系統所需之通訊網路及建立選擇最佳通訊網路之模式，使得相同 ITS 課題之通訊方式均能一致，以利於將來在系統整合或發展均能達到事半功倍之效，並為我國智慧型運輸系統之發展奠定良好的之基石。

## 1.2 研究範圍

國內目前正積極推動智慧型運輸系統的規劃和建設，利用先進的通訊網路並整合其他科技改善交通狀況。本研究之研究範圍將就智慧型運輸系統之應用分為先進旅行者資訊系統 (ATIS)、先進交通管理系統 (ATMS)、商用車輛營運 (CVO)、大眾運輸系統 (APTS) 以及電子收費系統 (ETC) 等各子系統，評估我國發展智慧型運輸系統所需之通訊網路及相關通訊標準。通訊網路包含有線網路與無線網路兩大部份。其中有線網路主要做為骨幹網路 (backbone network)，包含光纖、纜線、ADSL 等，其頻寬皆相當寬，傳輸速率相對也較

大，因此不易造成通訊延滯。而無線網路由於使用公眾頻譜 (public spectra)，每一系統業者所分配的頻寬有限，其資料傳輸速率較易受限，因此容易成為整個通訊的瓶頸。同時，無線網路的技術種類及經營業者也較有線網路為多，不同網路技術間的特性差異較大，如何針對不同 ITS 應用以選擇適當網路，乃格外重要。因此本計畫的通訊網路評估對象是以無線網路為主，包含行動電話、行動數據、無線電叫人、中繼式無線電話、專用短距通訊、副載波廣播、數位廣播、數位電視等。依據各 ITS 子系統中的不同通訊區段，分析其通訊需求，從而評估適用的通訊網路。另外，由於各無線通訊網路的建置成本主要由經營業者承擔，其使用費率可依使用量的多寡，而有不同的空間。因此在評估時並不將系統成本及費率問題納入考慮，而單純以各通訊網路的技術面考量為主。

### 1.3 研究內容及成果

本研究首先根據 ATIS、ATMS、CVO、APTS 及 ETC 等智慧型運輸系統應用課題，分析其適用之通訊架構，並進而求出其通訊需求，同時參考先進國家所使用之相關通訊網路，分析國內現有和即將使用之通訊網路特性及標準，將之建立成資料庫，以做為評估我國發展智慧型運輸系統所需通訊網路之基礎。

本研究之成果除產生智慧型運輸系統各應用課題之通訊需求計算模式及建立國內各種通訊網路的資料庫外，同時據此發展出一套『決策支援系統』(DSS, Decision Supporting System) 電腦軟體，以做為研擬各項 ITS 應用課題所需通訊網路的決策依據。使用者依據不同應用課題，輸入適當參數 (如車輛數、公車路線數等) 後，此軟體即依據內建之計算模式求出其通訊需求，並依據資料庫內所儲存的通訊網路特性，尋找適用的通訊網路，同時求出其滿足 ITS 通訊需求所需之建構條件。在評估各通訊網路時，主要以技術考量為主，並著重其通訊容量是否滿足 ITS 通訊需求。主要的考量條件有四，即單/雙向傳輸功能、資料傳輸速率 (data rate)、基地台半徑及每個基地台內之頻道數。此軟體對各適用的通訊網路，將列出其應用於各 ITS 課題所需的最少頻道數及最大基地台半徑。

最後本研究以『都市公車動態資訊系統』為例，分析驗證此決策軟體功能，同時藉此軟體評估通訊網路在我國智慧型運輸系統上各應用課題的效能或可應用性。

## 第二章 智慧型運輸系統回顧與簡介

### 2.1 甚麼是 ITS

智慧型運輸系統 (ITS) 係利用先進的資訊、通信、控制、車輛及機械等技術於各種運輸系統，以改善交通運輸問題，使有限的運輸資源發揮最大的效用與效率。

智慧型運輸系統簡單來說就是「資訊化、通信化的車、路系統」。換言之，它是一種針對不同的「車、路、使用人」特性，分別採用最適當的資訊、通信、偵測與自動控制等科技，以強化及改善原有運輸功能的整合型運輸系統。ITS 的概念也可以進一步從「基本系統單元」、「應用領域」及「系統發展平台」三個層次來說明 (參見圖 2-1)：

#### 2.1.1 基本系統單元

智慧化運輸系統基本上包括以下三部份：1. 路的智慧化，如自動化交通偵測、控制與管理；自動化交通事故管理；自動電子收費；先進的公路自動導航等系統。2. 車的智慧化，如車輛定位；行車導引；車輛防撞；車禍安全預防等系統。3. 系統的智慧化，如運輸系統需求管理；用路人行前旅行資訊和行進中路線指引；緊急救援管理等系統。

#### 2.1.2 應用領域

任何 ITS 都是由上述的基本系統單元所組成。ITS 最初的發展是以都會區街道及城際公路上的私人運輸系統為主，後來才將涵蓋範圍擴及大眾運輸系統與商用運輸系統。不論城際、都會、大眾與商用運輸等四大應用領域，都有各自的車、路與系統三方面所需的智慧化單元，不過這些單元在所引用的技術上，亦有很高的重疊性。

#### 2.1.3 系統發展平台 (platform)

ITS 既是利用資訊、通信技術來強化運輸功能的一種系統，所以它的發展必須利用先進、健全的電信網路基本建設 (infrastructure) 作為基礎。其次，由於 ITS 的各種應用系統都是由許多不同的技術單元所組成，為了確保各單元與各子系統能夠順利的相互交換資料 (data interchangeable)、運作時的相互銜接連網 (interoperable)，因此資料交換與通訊介面須訂定一套開放性的規格與標準，以便不同的單位在發展個別的 ITS 時，有一共同遵循的依據，同時也方便未來系統的整合。其三，除了上述兩項技術面的發展平台之外，ITS 還須搭配

許多產生、交換與供應資訊的網路，才能順利運作。這種網路能把散佈在不同技術單元與應用系統中的即時交通資訊，互相匯流交換，並將它們加值轉換成對系統使用人有用的資訊傳播出去。這種網路所涉及的也是一種社會制度(social institution)的建立。

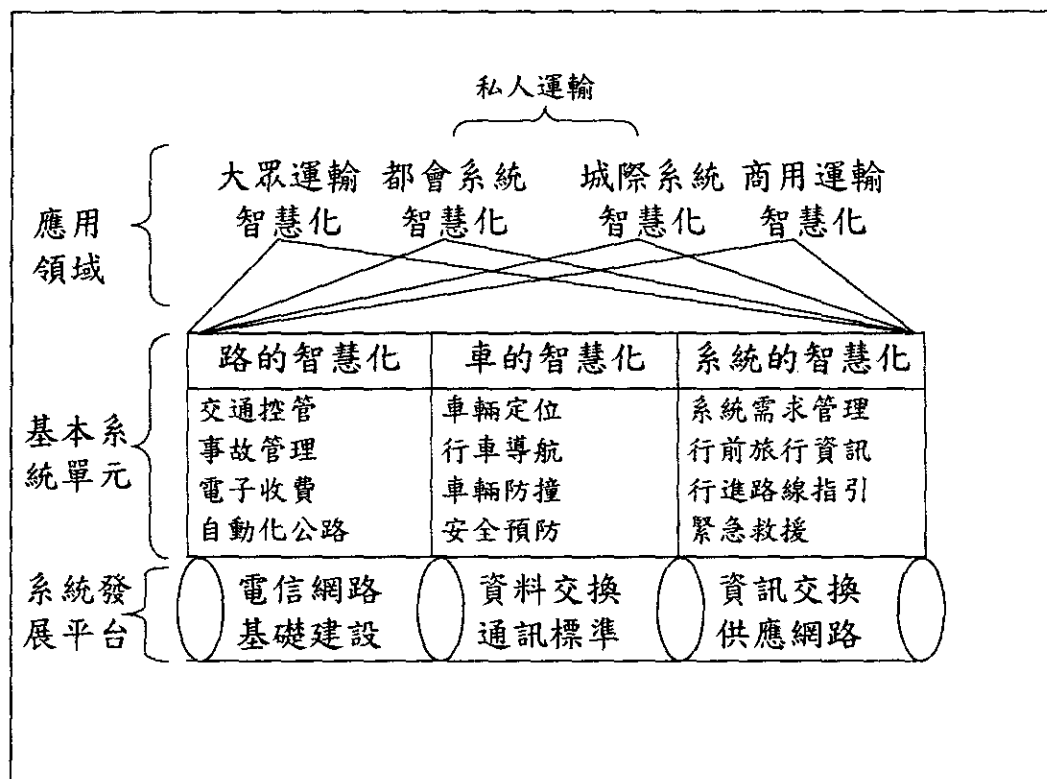


圖 2-1 ITS 整體架構

## 2.2 推動 ITS 之目標與標的

在邁入二十一世紀先進科技的時代，為何要發展 ITS？主要著眼於日益嚴重的運輸系統本身的問題，以及其對環境所造成的衝擊等問題。整體而言，發展 ITS 旨在運用先進科技於運輸系統，使有限的運輸資源作最有效的利用，以增進「行」的便利，並提昇人民生活品質，其中，「增進交通安全」及「降低環境衝擊」為首要目標。此外，發展 ITS 對改善交通擁擠及帶動相關產業的發展，亦有助益。

### 2.2.1 國內主要交通問題

#### 1. 交通事故—車禍死傷嚴重，造成龐大的社會成本與負擔

根據內政部警政署統計，歷年來台灣地區每年因交通事故而死亡的人數皆維持在三千人左右，而受傷人數亦在三千人左右，以民國八十六年為例，台灣

地區因交通事故的死、傷人數各為 2,722 及 2,413 人。分析其肇事原因，百分之九十七以上是駕駛不當所致。這些交通事故不僅造成個人及家庭的負擔，更是社會有限醫療資源及國家生產力的重大損失。

## 2. 環境污染—大量的汽、機車排放廢氣，威脅大自然與環境的永續發展

根據台北市環保局民國七十六年之研究報告，台北市空氣污染物中約 99.5% 的一氧化碳 (CO)、99% 的碳氫化合物 (HC)，以及 98% 的氮氧化合物 (NO<sub>x</sub>) 來自機動車輛。此外，分析台灣地區歷年來運輸部門溫室氣體排放量的情形，以民國八十五年為例，其中公路部門為最高，佔 84.04%，其次為航空部門，佔 13.16%；另以民國六十九年至民國八十五年溫室氣體排放量的成長率而言，公路部門亦成長 3.4 倍，大量使用公路系統的機動車輛，造成日益嚴重的空氣污染問題，更直接威脅大自然與環境的永續發展。

## 3. 交通擁擠—公路建設緩不濟急，造成運輸機動性與經濟生產力的降低

根據交通部統計，台灣地區機動車輛歷年來皆以倍數成長，以民國七十年為例，台灣地區機動車輛登記數在 540 萬輛左右，至民國八十年則達到 1,061 萬輛，成長將近一倍，至民國八十六年則有 1,531 萬輛機動車輛，其中約有一千萬輛以上為機車。如此快速成長的機動車輛數，造成都會區常態性的交通擁擠。而反觀國內新建道路的成長幅度，以民國七十年為例，台灣地區公路總長度為 17,522 公里（不含市區街道），至民國八十年則為 19,872 公里，僅成長二千餘公里，至民國八十六年也僅有 20,185 公里的長度；在道路面積成長方面，民國八十年台灣地區道路面積為 251,649 千平方公尺，民國八十六年增至 335,506 千平方公尺，六年間僅成長 33%，與機動車輛動輒倍數的成長相比較，顯然新建道路的速度永遠趕不上機動車輛的成長與需求，因此以增加道路供給來改善交通擁擠問題的方式，日益不可行。

## 4. 能源消耗—公路運輸過度消耗能源，造成國家整體資源分配的不均衡

根據經濟部能源委員會統計，台灣地區歷年來公路運輸能源消耗佔總運輸部門一直居於首位，從民國六十年的 87.15%，至民國七十年的 87.78%，隨後十年變化幅度不大，民國八十年亦佔總運輸部門能源消耗的 87.0%。從民國八十年後在運輸部門所佔能源消耗比例已有下降的趨勢，例如民國八十五年佔 83.22%，不過能源消耗總量仍繼續成長。

### 2.2.2 發展 ITS 之目標與標的

ITS 的內容涵蓋技術面與行政法令面等兩方面的相關課題，發展 ITS 的目的即在於整合兩大方面的相關資源，有效地改善交通運輸問題。歸納發展 ITS 的目標可以分為安全、環保、效率，以及經濟等四大目標，各項目標之內涵與

相對應的標的項目為

### 1.目標一：增進交通安全

標的： 減少交通事故，提昇行車安全。

發展 ITS 的首要目標即是利用資訊及控制等科技，輔助駕駛人行車，以增進交通安全，這方面的系統有碰撞預防系統 (pre-crash restraint deployment) 及自動公路系統 (Automatic Highway Systems, AHS)。此外，藉由先進交通控制系統的佈設，可以有效減少延滯及旅行時間，提昇道路服務品質，對降低交通事故率及增進交通安全亦有顯著的貢獻。

參考美國聯邦運輸部的估計[5]，實施 ITS 的相關措施，例如匝道儀控(ramp metering)、超速照相(speed enforcement camera)，以及碰撞預警系統(collision warning systems)，可以減少交通事故比率，分別為 24~50%、20~80%、33~40%。推動 ITS 相關工作，對改善交通安全與減少交通事故均有顯著的效益。

### 2.目標二：降低環境污染

標的： 減少空氣、噪音污染，提高能源使用效率。

ITS 可以提供用路人行車資訊，避免交通擁擠；藉由大眾運輸系統的改善以及便利的轉乘資訊的提供，亦可以轉移部份私人運具旅次至大眾運輸工具，以減少私人運具的使用，並降低空氣污染及噪音等對環境所造成的衝擊。

提昇公路運輸的能源使用效率，對國家能源的整體規劃有實質的幫助。利用 ITS 的各項技術，可以降低交通擁擠並轉移部份私人運具旅次到大眾運輸工具，以提昇運輸系統的能源使用效率，進一步降低運輸系統對環境所造成的衝擊程度。

為配合經濟部能源會於民國八十七年五月召開的「全國能源會議」所規劃的各部門能源節約量與二氧化碳排放減量，經初步估算，應用 ITS 的各項系統與技術，在目標年 2,010 與 2,020 年，分別可以節省 9.0 與 14.0 萬公秉油當量的消耗，以及減少 21.0 與 31.0 萬公噸的二氧化碳排放量，顯然 ITS 對能源消耗的節省與環境污染的改善具有舉足輕重的角色。

### 3.目標三：改善運輸效率

標的： 減少交通擁擠，提高運輸機動性。

應用 ITS 的各項系統與技術，可以有效改善交通擁擠，例如：1.藉由即時路況資訊的提供，用路人可以避開擁擠路段，選擇替代道路或運具，甚至延遲

出發時間，以避免尖峰時刻的交通擁擠；2.迅速偵測並排除道路事故，以減緩因事故所造成的交通擁擠，甚至避免連續事故的發生，造成更嚴重的交通壅塞；3.良好的大眾運輸系統可以吸引部份私人運具旅次，減緩交通擁擠問題；4.即時而動態的交控系統可以隨時偵測交通狀況，自動調整交控策略，減少延滯及旅行時間，對改善交通擁擠亦有助益；5.藉由電子式自動收費系統的佈設，可以改善收費站區附近的交通擁擠，並且可以作為道路擁擠定價（congestion pricing）策略的基礎；6.提供共乘的資訊和機會，可以減少私人運具的旅次；7.ITS 可以提供用路人停車場位置及路線導引等資訊，避免因盲目尋找停車空間而造成的交通擁擠。

參考美國聯邦運輸部的估計，實施 ITS 的相關措施，可以有效改善交通擁擠，並節省用路人的旅行時間，這些措施與時間效益包括：

(1)事件管理系統(incident management systems)：10~45%

(2)匝道儀控(ramp metering)：13~48%

(3)交通號誌系統(traffic signal systems)：8~25%

(4)優先號誌系統(signal priority systems)：5~8%

(5)車內導航系統(in-vehicle navigation systems)：4~20%

同時，藉由交通擁擠的改善與服務水準之提昇，可以增加運輸機動性，以單位時間的人、車及物流移動數的增加估算，運用的措施與預期效益包括：

(1)電子收費(electronic toll collection)：200~300%

(2)碰撞預防系統(collision avoidance systems)：30~60%

#### 4.目標四：提昇經濟生產力

標的： 促進相關產業發展，增加就業機會。

ITS 包括資訊與通信等先進的相關產業之應用，發展 ITS 除了可以改善交通擁擠及增進交通安全之外，藉由 ITS 各項技術的研發，可以帶動相關產業的發展，並落實關鍵技術在國內生根的目標。例如透過電子式自動收費系統的研發與應用，可以促使國內電子、資訊、通信及自動控制等技術及產業蓬勃發展，對促進產業升級與增加就業機會皆有幫助。

參考美國聯邦運輸部的估計，實施 ITS 的相關措施，可以減少作業成本，提昇運輸系統的經濟生產力，這些措施與預期效益包括：

(1)電子收費(electronic toll collection)：34~91%

(2)自動車輛定位(automatic vehicle locator)及電腦輔助派車系統(computer-aided dispatching systems)：4~9%

(3)車隊管理系統(fleet management systems)：5~25%

圖 2-2 說明 ITS 各項系統與技術之應用，以及其預期目標與標的關係圖。

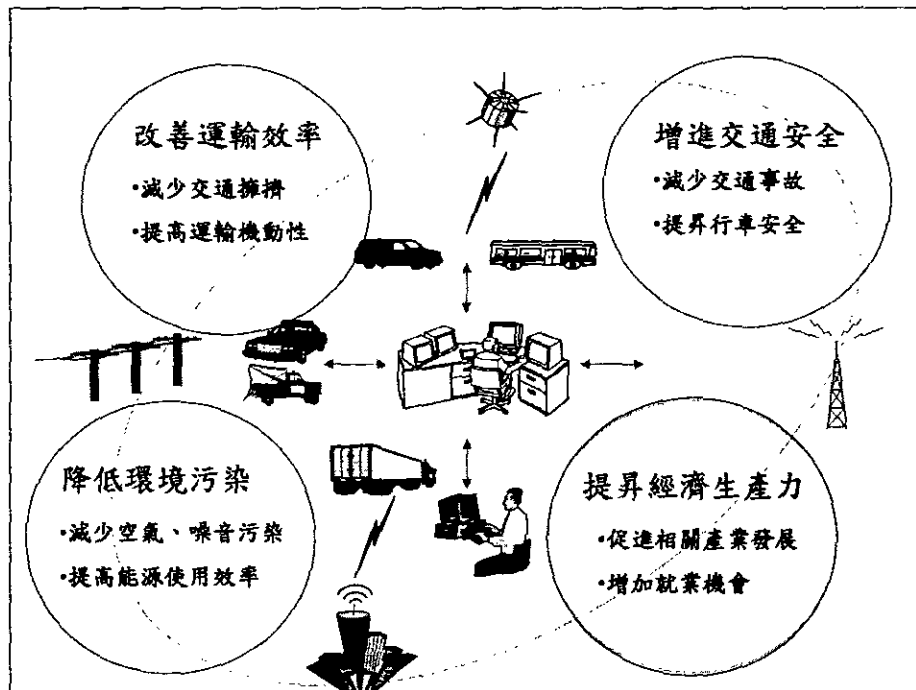


圖 2-2 ITS 各項系統與技術之應用



## 第三章 通訊系統分析

本章將就現有的有線、無線通訊系統做分析。有線網路部份包含纜線傳輸、光纖、及 ADSL；無線傳輸網路包含行動電話、行動數據、無線電叫人、中繼式無線電話、專用短距通訊、衛星、副載波廣播、數位廣播、數位電視等。

### 3.1 纜線傳輸 (Cable Modem)

纜線數據機 (Cable Modem) 是利用一般家庭既有的有線電視纜線，透過分線器將線路上傳送之訊息區分為有線電視的訊號及數據傳輸的資料，每一個頻道可提供的最大傳輸速率將達到 30Mbps。先前由於法令的限制，有線電視公司只能提供的單向的傳輸。隨著法令的鬆綁，目前已逐漸由雙向傳輸取代原先的單向傳輸。

雙向纜線數據機指的是不論上傳或是下傳，都是使用有線電視的纜線，不過雖然都是經過同一條線，但是和 ADSL 一樣上傳和下傳的速度是不一樣的，上傳的速度會比下傳的速度來的慢，儘管如此，使用 Cable Modem 的上傳速度，仍然比平價的 ADSL 快多了，根據有線電視業者估計，保守而言也能有 256Kbps。雙向纜線數據機的好處是可以永不斷線，就像是專線一樣，不需要再透過撥接，可以 24 小時使用網路，而在收費上屬於包月制，只要每月付固定的錢就可以了。

單向纜線數據機是法令未明時的過渡型產品，所謂單向，指的是下傳時透過纜線，而上傳時則透過一般數據機，亦即只有最快 56Kbps 的速度，然而由於收費合理，而且下傳時透過纜線數據機傳輸速度很快，因此之前已有許多使用者使用這項技術。使用單向 Cable Modem 最不方便的地方，就是需要另外再接一台數據機，但已有業者推出內含數據機功能的 Cable Modem，可以直接使用，但是只用數據機撥接上網，又得電話費支出，因此鮮少有人使用單向 Cable Modem 來做 24 小時連線的，大都是以撥接時間來計費。

#### 3.1.1 系統標準

纜線數據機的下載數位調變係根據 ITU-T J.83 的標準規定，有附件 A、B、C、D 四種標準，其中歐洲使用附件 A 標準，北美使用附件 B 標準，日本則使用 C 標準，D 標準尚無任何國家採用。美國的 Cable Labs 正在推動開放纜線 (OpenCable) 數位平台架構，OpenCable 的視訊標準採 MPEG-2，音訊採杜比 AC-3，所有影音播放方式為 64QAM 及 256QAM 兩種；其中 64QAM 的 6MHz 類比影視頻道，承載數據容量 27Mbps；256QAM 的 6MHz 類比影視頻道可承載數據容量 40Mbps。

由 CableLabs 負責的 MCNS(Multimedia Cable Network Systems)纜線數據機介面規格(Data Cable Service Interface Spec, 簡稱 DOCSIS), 透過 DOCSIS 可同時傳送資料、語音及視訊; 在 Internet 領域, 只要透過 SNMP 管理即可, 這是以經濟成本達成寬頻服務的目標。CableLabs 採用 DOCSIS 介面標準, 獲得 Rockwell、Cisco、Intel 等代表性公司的支持。

纜線數據機傳輸速度較 ADSL 快些, 下載資料傳輸速率最高可達 30Mbps(實際 1.5-30Mbps), 上傳資料傳輸速率達 300kbps-10Mbps。且只在用戶端裝設即可使用。根據預估, 公元 2002 年時市場需量達 220 萬台。

纜線數據機的標準是這項科技的重要指標, 不論是有線電視系統業者或是用戶, 都會對專屬(Proprietary)的封閉系統產品有所顧忌。使用符合標準規範之產品是確保網路通信順暢的重要前提, 並且才能夠保護系統業者的投資。此外, DOCSIS 的標準規範是業界參與 CableLabs 所共同制定的標準協定, 它可以提供有線電視系統業者在互連性上的最佳保障, 同時對功能面的要求也盡到了把關的責任。這項標準又被稱之為 MCNS(Multimedia Cable Network System), 在互連性的要求之外, 它也對存取控制、網路管理、安全控管、服務等級、多頻道頻寬應用等方面有所著墨。對於未來的寬頻網路的多媒體應用, 也考慮了資料傳輸服務品質(QoS-Quality of Service)的控制能力。高品質、高速的網路應用都可以經由這個使用平台來加以實現。

MCNS 並不是只針對雙向纜線數據機而制定的標準, 對單向纜線數據機也有著一套標準規範。但是, MCNS 的互連性要求對於只生產頭端(CMTS)或是只生產用戶端的廠商, 或許就需要更長的測試與整合期了。

針對目前市場上可見的單向及雙向二種不同的纜線數據機系統, 因為多數既有 CATV 線路多半僅有單向傳輸放大信號的功能, 原始的設計只保證影像訊號可以送達收視戶即可, 若要將整個有線電視網路升級到符合雙向訊號傳輸的光纖同軸線纜混成(HFC-Hybrid Fiber Coaxial)寬頻網路與雙向信號放大的環境, 需要投資很多的時間與經費。特別是在既有的傳統線路普遍與幅員遼闊的國家或地區, 這項因素會是有線電視系統業者必須正視的最大瓶頸。

再者, 絕大部份的家庭電腦網路用戶, 資料傳輸的特性會倚賴外界所給予的資料下載, 上行的資訊往往只有控制命令等少量訊息。單向系統所使用的上行撥接方式及傳輸速度, 已經足以因應這樣的需求; 這就是非對稱傳輸架構的高速存取模式。

下圖為纜線數據機網路的系統架構圖。

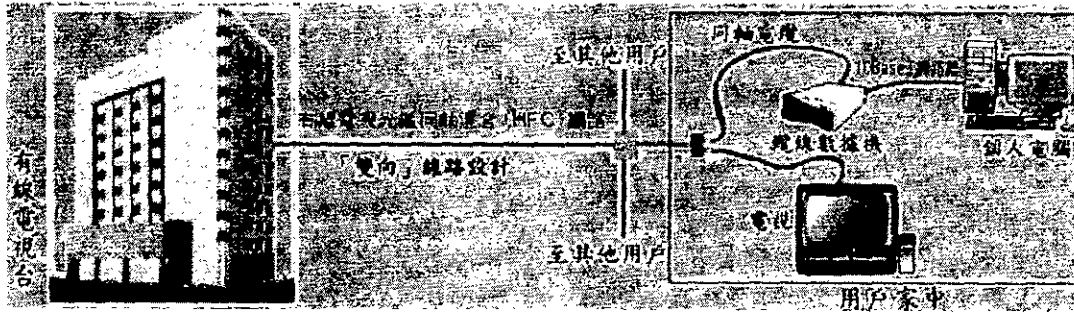


圖 3-1 雙向系統架構圖

當然，如果是新佈建的有線電視 HFC 網路並且已經作好雙向放大器的配置，也調校了雜訊干擾的因素，雙向線纜數據機在這樣環境中的運用便可以提供更大的上行頻寬，也可以不藉由傳統的撥接數據機作上行連線了。同時，一些需要雙向頻寬保證的應用服務，像是視訊會議、SOHO 族的資料服務，就能夠推行的更方便。在這樣的前提之下，很多的有線電視系統業者在現階段便選擇了單向(Telco-Return)的系統服務，等到 HFC 及反向放大都完成了或者是在新佈建的社區有線電視網路中再作雙向的服務。因此，單向與雙向系統的升級途徑也是有線電視系統選取線纜數據機品牌的主要因素之一。

### 3.1.2 雙向纜線數據機服務特色

#### 1. 速度快

最高可至數 10Mbps，遠優於電話撥接

#### 2. 節省電話費

利用雙向有線電視網路傳送，上網不必再付電話費

#### 3. 免撥接

虛擬固接連線，上網免撥接

#### 4. 頻寬共享

多人共享頻寬，可善用多工效益，增進傳輸速度

### 3.1.3 結論

雖然有線電視是未來通往網際網路的高速公路之一，它也能夠提供下一世紀資訊、通訊及娛樂的整合性服務，而且以技術和市場接受度來看，它都是極具實用性的產品。但是生活在台灣的我們似乎還有一段很長的時間要等待，第一是法規的修改，目前有線電視法仍未完全開放有線電視經營雙向傳輸的業務，這也就為何部分地區用戶還需要透過撥接的方式將上行訊號傳送回有線電視頭端。第二是費用，在用戶的花費上來說他必須要花費兩項費用，一是電話費用，另外則是有線電視網路連線費用，國內部份業者在收費上並未與國外一樣採用固定費率，而是以連線時間計費，如此一來，對用戶的吸引力將大打折扣。第三是網路建設投資龐大而且建設時間耗時，除非有線電視系統具備相當的財力及經營人力，有線電視想要跨入 3C 的市場還是有相當大的障礙。所以預期短

時間內國內不可能會大量的普及。

### 3.1.4 纜線數據機系統規格及相關標準

表 3-1 纜線數據機系統規格及相關標準

	上傳	下載
操作頻率 (MHz)	0~42	50~750
通道頻寬	200, 400, 800, 1600, 3200	6000
通道存取	CSMA	Broadcast
調變方式	QPSK, QAM16	QAM64
傳輸速率	320Kbps~10Mbps (取決於調變方式及使用人數多寡)	30Mbps

## 3.2 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 簡介

### 3.2.1 前言

近年來由於 Internet 的快速發展，尤其是 World Wide Web(WWW)，除了提供傳統的電子郵件傳送服務外，還結合了語音、圖片以及動態影像等各式各樣的多媒體服務。然而，伴隨著這些服務而來的，是非常龐大的資料量，於是為了獲得更高速的資料存取能力，ISP 業者紛紛提出各種提高傳輸速率的方案。

當 Internet 上的多媒體愈來愈流行時，28.8、33.6 或是 56kbps 的 Modem 對於傳統撥接式電話網路的使用者來說是越來越無法滿足（目前的狀況是，連區域網路上的用戶及 ISDN 用戶，也無法滿足目前網路提供的速率）。目前的解決方案之一 --- DSL (Digital Subscriber Line) 數位用戶迴路 --- 漸漸的受到大家的矚目。DSL 顧名思義是一種數位式的用戶線路，和目前我們所用的類比用戶線 --- POTS ( Plain Old Telephone service )不同，DSL 並不是新的名詞，ISDN 也是一種 DSL，而 DSL 系統有許多種，一般通常被稱為 xDSL，介紹如下：

#### 1. HDSL (High Data Rate Digital Subscriber Line )

歐規高速數位用戶迴路系統(HDSL)是以先進之 2B1Q 及迴音消除技術設計，可將系統於短時間內架設於現有傳統 E1 二對迴路銅線，而不需中繼器即可延長距離且保持接近光纖之高品質傳輸。藉由 HDSL 裝置，透過兩對傳統電話線路，可以使其有 T1 (1.544Mbps ) 或 E1 (2.048Mbps) 的速率。HDSL 利用兩條絞線進行數位資料的傳輸，不過上下傳速度對稱 symmetrical)，也就是等速，這是其與 ADSL 最大的不同點，在單一條雙絞線的狀況下，速度可達 784 Kbps 至 1040 Kbps，如果以兩條雙絞線，則可將速度提高到 T1 (1.544Mbps) 或是 E1 (2.048Mbps) 的傳輸水準，日後將會影響到 T1 與 E1 線路的租用市場。它是目前 xDSL 系統中最成熟的技術，在台灣已經漸漸有人使用它。

## 2. SDSL (Single-Line Digital Subscriber Line)

它和 HDSL 的功能相同，不同處在於它只利用一對雙絞線，他的特性也是雙向對稱傳輸，這項技術仍在發展之中。

## 3. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

ADSL 是本段所要介紹的主題。它是最受注目的 xDSL 技術，因為它可以利用現有 POTS 線路來傳送高傳輸率的訊息，而不需要再增加現有基礎架構設備的技術，其相關的標準也已經被制定出來，將來勢必會給我們帶來相當的益處。ADSL 直接翻譯字義即是「非對稱的數位用戶線路」，簡單的說就是利用現有的電話線路，如同目前一般撥接用戶一樣，再加上 ADSL 專用 Modem，將數位資料的傳輸速度提升到下傳速度為 1.5Mbps 到 9Mbps，上傳速度達 64Kbps 到 640Kbps 的境界，其間的差異牽涉到所採用的 Modem、傳輸方式與和傳輸距離（最主要因素）而定，此種上下傳不對稱的速度（相差近十倍），即是被稱為 Asymmetrical 的原因。

## 4. VDSL (Very High Data Rate Digital Subscriber Line)

它是速度最快的 xDSL 技術，僅利用一條雙絞線，即可達到速度 12.9 到 52.8Mbps 間，甚至 60Mbps，速度的變化主要依據線路長短不同而定，而且是雙向等速的對稱傳輸。但它尚在定義的階段，離標準化仍有段距離。

### 3.2.2 ADSL 技術介紹

雖然 DSL 系列的技術可以運用既有的電話線路，大幅提高 Internet 資料下載速度，然而普及之前，仍有下列的問題尚待解決：

1. 傳輸速度受線路長度影響，因此要提供此項服務的 ISP 必須盡力廣建機房。
2. CAP(Carrierless Amplitude/Phase Modulation)與 DMT(Discrete Multi-Tone)間的收發技術標準之爭，前者為 AT&T 公司所發展，出現較早，對 ADSL 整合性較佳，後者則是 Amati Communications 公司發展出的，對網路的偵測性能較佳，傳輸速度也較高，相爭不下將減緩週邊廠商的跟進意願。
3. 週邊設備價格高，ADSL 專用的 Modem 目前至少要一千美元。

ADSL 或其它 xDSL 系統所使用的傳輸媒介，為目前電話網路所用的雙絞線。這對於網路發展是極為重要的，因為我們可以不必更改既有的傳送線路，就可以達到高速網路傳輸的能力。目前 ADSL 在技術上尚在測試階段，但根據資策會 MIC 的報告，目前已有多家美國公司積極建設，預計 98 年起 ADSL 市場將開始快速成長，到了公元 2000 年全球預計有 355 萬條線，實為業者不可輕忽的一項網路新趨勢。

表 3-2 各種不同 xDSL 之技術比較

技術	下傳速率	上傳速率	傳送距離 (英尺) (24-gauge 線)
IDSL (ISDN DSL)	128 Kbps	128 Kbps	18,000
HDSL (High-bit-rate DSL)	768 Kbps	768 Kbps	12,000
ADSL (Asymmetric DSL)	1.5 ~ 6 Mbps	640 ~ 1000 Kbps	12,000 ~ 18,000
SDSL (Symmetric DSL)	1.5 ~ 2 Mbps	1.5 ~ 2 Mbps	10,000
RADSL (Rate-Adaptive DSL)	7 Mbps	1 Mbps	12,000
VDSL (Very-high-rate DSL)	13 ~ 52 Mbps	1.5 ~ 2.3 Mbps	1,000 ~ 4,500

### Asynchronous Digital Subscriber Line

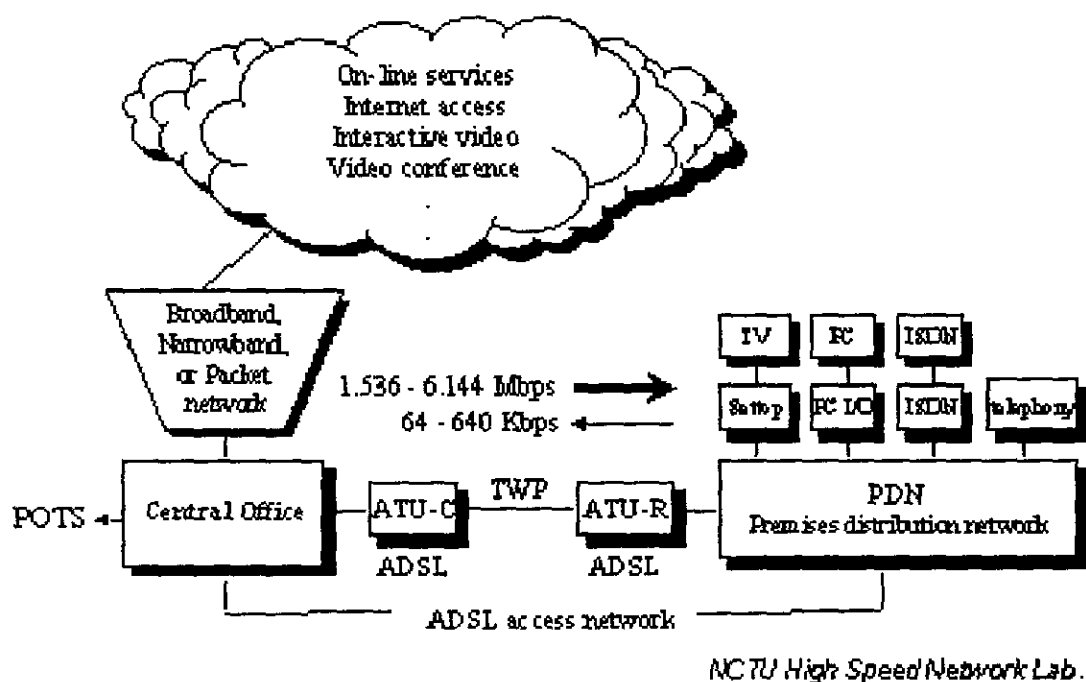


圖 3-2 ADSL 示意圖

1989 年 AT&T 的子公司 Bellcore 希望發展出一個能夠利用傳統電話線來傳輸影像、動畫、圖片，並且以每秒 Mbps 傳輸資料的技術，因此發展出了 ADSL。ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, 非對稱數位用戶線路) 是一項新的 Modem 技術，架構在現有的兩芯銅線電話網路系統上，將現有的電話線路轉換成高速的數位線路，既可以高速下傳、中速雙向傳輸，同時又可維持原有的電話通話線路。不像 ISDN，ADSL 不需要更換電話交換機房內的設備，僅需要在機房內安裝一台 ADSL Modem，在用戶端也安裝一台 ADSL Modem，就完成了 ADSL 的架構。ADSL 在其頻寬範圍內將線路分成三個頻道(channel)：

- 一、downstream(接收頻道；download)：為單向高速率通道，由電信公司傳輸至客戶端的方向，其速率為 1.536 Mbps 至 6.144 Mbps。
- 二、upstream(傳送頻道；upload)：為雙向全雙工通道，亦有產品設計成單向，由客戶端傳輸至電信公司，其速率為 16 Kbps 至 640 Kbps。
- 三、POTS 頻道：利用基本的 4 KHz 頻寬，提供 POTS 服務 (Plain Old Telephone Service) 也就是目前講電話用的頻道。

ADSL 數據機藉著使用比語音更大的頻寬來傳送資料，所以速度可以提高。同時其採用的先進運算法，可讓一條線分成三個頻道：較高速的下傳(接收)頻道、較低速的上傳(傳送)頻道，以及一般的語音(POTS)頻道。和 ISDN 不同的是，ADSL 不會干擾到語音頻道，在使用 ADSL 資料頻道時，還是可以在同一條線上打電話。

至於 ADSL 的用戶線路，其下傳(Downstream)速率為 1.5Mbps 到 6.1Mbps，而上傳 (upstream) 的速率從 16 至 640Kbps。為何下傳與上傳會有差別，主要的原因有二：

- 一、ADSL 為一種用戶線路裝置，大部分的網路應用，用戶端角色絕大部分的時間是去讀取資料。最明顯的例子是 Web。通常用戶只需從 Browser 點一下網路位址，將需求送出，就會收到由 Web Server 傳回的許多資料。所以由網路端下傳的資料流量遠比由用戶端上傳的資料流多。
- 二、另一個原因是屬於技術層面的問題。所有用戶端雙絞線，最後都會組成一條條包含許多雙絞線的電纜，接至局用設備(相當於電信局的機房)上去，若其訊號強度的不同，會有所謂的"串音"(cross-talk)問題出現。對下傳而言，資料流都是由同一個地方的設備傳送到不同的用戶(由電信局機房送到每個用戶家中)，送出的訊號強度一樣，較不會有"串音"的現象，因此速率可以較高；而由用戶端上傳的訊號，因為訊號是由不同的用戶端設備所產生，若某個用戶端設備所發出的訊號較強，而另外一個用戶所發出的訊號較弱，就會有串音的現象。這種串音的現象愈高頻就愈嚴重，所以使得上傳的速率會有所限制。因此，ADSL 中"A" (Asymmetric:非對稱)的由來，就是其下傳與上傳的速率不同之故。此外，ADSL 會有不同的傳輸速率的變化，是因為傳輸銅線線徑與長度的不同。可參考下表 3-3：

表 3-3 ADSL 傳輸速率、銅線線徑、傳輸距離之關係

傳輸速率	銅線線徑	傳輸距離
1.5Mbps 或 2.0Mbps	24AVG(0.5mm)	18,000 呎 (5.5km)
	26AVG(0.4mm)	15,000 呎 (4.6km)
6Mbps	24AVG(0.5mm)	12,000 呎 (3.7km)
	26AVG(0.4mm)	9,000 呎 (2.7km)

隨著與電話機房的加長，訊號的強度相對減弱，導致了原本接收資料的誤碼率提高，以致降低了接收的資料量(傳輸率下降)，同時因為相鄰的線路間的串音、介於電話機房與使用者間線路的銜接、阻礙高於 4KHz 訊號的負載線圈、隨機產生的線路雜音以及為連接至電話插座而導致的回路中斷等因素都會使得傳輸率下降。

### ADSL 之限制

ADSL 最大的限制，就在於如果你希望速度愈快，那麼您就必須愈靠近交換機房，也就是距離愈短，ADSL 的速度就愈快；如果你希望達到 9Mbps 的下傳速度，必須距離機房 2.7 公里內；如果您僅要求 2Mbps 的速度，那麼可以距離機房 4.6 公里遠。

### 3.2.3 ADSL 調變方式

ADSL 的訊號調變方式，已成為 ADSL 硬體研發人員爭論的主要部分。一般分成 CAP(Carrierless Amplitude/Phase Modulation；無載波調幅與相位調變)與 DMT (Discrete Multitone；離散多重音調)兩種。

#### 1. CAP 調變技術

CAP 是第一種應用在 ADSL 的方法。1990 年美國 AT&T Bell Labs 的工程師運用了一種稱為 CAP (Carrierless Amplitude / Phase) 的調制解調的技術在電話網路上，而後在 1991 年由 AT&T Paradyne 開發出原型，產品可提供下行(Down stream)1.5Mbps、上行(Up stream) 64kbps 的資料傳輸速率。此技術就是利用 QAM 的方式，將數位的資料調變於單一載波信號上，利用一對雙絞銅線來傳輸，且當沒有數位的資料可供調變傳輸時，則自動關閉載波信號不送出，故稱為 Carrierless。CAP 結合了上傳及下傳資料的訊號，在接收端的數據機中利用回音消除的方式將上傳與下傳資料分離開來，這種方式已成功的應用在目前 V.32 及 V.34 數據機中，CAP 是 ADSL 研發人員最初使用的方法，因為與現有的數據機使用的方式類似，因此整合性較佳(前面曾提到過)。現在大部分的 ADSL 設備都是使用 CAP 的方式。

#### 2. DMT 調變技術

由 Amati Communications 公司發展出的。所謂的 DMT 調變技術乃是將頻



段分割成 256 個各具有不同載波信號的子頻道，再將數位的資料利用 QAM 調變方式，分配調變於 256 個載波信號的子頻道上，每個頻道傳輸的資料量可以依傳輸線路的干擾與串音的情況來調整。DMT(Discrete Multi-Tone)，將 100 KHz 到 1.1MHz 之間的頻寬切割成 256 個獨立的子通道 (Sub channel)，每個子通道所佔用的頻寬為 4KHz，然後依據每一子通道品質的不同，調整每一個子通道的位元數：這樣子做，可以使 ADSL 線路不致於有太多的雜訊及衰減，以確保 ADSL 有可靠的通信品質，這也就是為何 ADSL 可以在雙絞線對上支援如此高的傳輸速率。此外，從剛剛所提供的數據中我們可以得到 ADSL 最高傳輸速率有多少：

$(256 \text{ 個通道}) \times (\text{每個子通道 } 4\text{KHz 的頻率}) \times (\text{線路品質最佳的條件下以 } 6 \text{ 個位元編碼})$   
 $256 \times 4\text{K} \times 6 = 6\text{Mbps}$ ，所以 ADSL 的傳輸速率，也就是其所提供的頻寬為 6Mbps。

由於 DMT 技術會去檢查每一個子通道的訊號品質，以便去決定可傳送的位元數，所以線路的品質是很重要的。傳統線路的線徑愈粗，其線路的阻抗愈小，線路的品質也愈好，所以不同線徑會有不同的速率。

### 3. DMT 與 CAP 之比較

DMT 相較於 CAP 的調變技術，優點有：

1. 有效利用頻寬：DMT 將頻道分割成 256 個子頻道，並監測每一子頻道的信號雜訊比，來調整每一子頻道傳輸的資料量，所以能有效利用頻寬。
2. 位元傳輸速率的彈性：因為 DMT 將頻段分割成 256 個獨立的子頻道來傳輸資料，故位元傳輸速率極具彈性，可搭配不同速率的設備。
3. 脈衝雜訊抵抗力強：由於 DMT 隨時監測每一子頻道的傳輸狀態，當某一子頻道受到脈衝雜訊干擾而影響傳輸時，則關閉該子頻道。
4. ATM 的傳輸配合：由於 DMT 位元速率的彈性，可有效的搭配 ATM 的傳輸方式。
5. ANSI 的採用：DMT 目前已被 ANSI(ANSI T 1.413)採用，當作是調變 ADSL 的標準方法，同時這種數也可以提供其他 xDSL 採用。

表 3-4 ADSL 之 DMT 與 CAP 技術比較

ADSL 技術	離散多重音調 ( DMT )	無載波調幅與相位調變(CAP)
使用之技術	將頻譜分為許多 4KHz 頻帶，分析每一頻帶的訊號雜音比並依每一頻帶的狀況改變其傳送的位元率(bit rate)。	使用回授等化器。這是一個將雜訊最小化的方式，並且可以最有效地利用低於 1KHz 的頻帶。
標準	ANSI 及 ETSI(歐洲)ADSL 的標準，另一項 RADSL 的標準在今年(1997年)秋季經過 ANSI 核准，DMT for ADSL 即將成	ANSI 工作群組持續討論以 RADSL 為基礎的標準，而其成為 ITU 標準的機會渺茫。

	為 ITU 的標準，但互通性的功能往後延期。	
其他的考量	DMT 將被用於另一種輕型版本的 ADSL 上，這種版本的 ADSL 用於較低速的數據機。	無
目前可用的晶片組與技術	ADI/Aware, Alcatel, Amati, Orckit	Globespan
正在發展的晶片組與技術	Motorola, PairGain, Texas Instruments	無
已安裝的數量	10,000 個數據機	250,000 個數據機，包含所有的 DSL 技術

### 3.3 光纖通訊

#### 3.3.1 前言

光纖在過去 20 年內由實驗室試驗階段成為長途通訊主力，使通訊產業也由可預期穩定成長市場，轉變為混亂不可預期但成長快速。此全拜光纖由試驗性產品轉變成為成熟產品所賜。光纖是利用光由高折射率 (index of refraction) 介質進入較低折射率介質會產生全反射的原理，使光在此介質中維持原波形特性傳輸，使訊號藉此得以傳播。光纖一般分為單模態 (singlemode) 及多模態 (multimode) 光纖兩大類：其中多模態光纖依材質可分為石英玻璃及塑膠光纖兩類。

單模光纖因心徑 (core diameter) 較小，訊號損失遠低於多模態，主要用於長途通訊上，如跨國海底光纜、通訊主幹線等等。多模態光纖心徑較大，單位長度內訊號損失較單模態高但末端價格較低，常用於短程通訊，如建築物或校園網路。塑膠光纖較具可繞性，最常用於裝飾照明，也用於短程通訊及高級音響等用途。光纖分類較多樣可以架設方式分為架空 (Aerial)、管道 (Duct)、直接埋地 (Direct Buried) 及海底 (Sub ocean) 等。依光纖心線排列包裝方式可分為束管型 (Loose Tube 或 Loosely Buffered Type)、溝槽型 (Slotted Type) 及 Tightly Buffered 等。依心數可分為 2、4、6、8...、48、96、... 等

#### 3.3.2 光纖通訊展望

目前光纖通訊市場在電信網路、有線電信與區域網路 (LAN)，其中以電信網路佔有最大市場比例，有線電視與區域網路的成長速度相當快，而且比重日漸增加。隨著網際網路的普及，多媒體的成長，頻寬的需求越來越高，光纖已經漸漸地朝向用戶端發展。根據日本光纖產業振興協會 (OITDA) 發表的光纖通信未來技術藍圖，整理出未來光通訊的趨勢下：在全球性的跨國網路或海底光纖網路發展下，應朝向長距離、低損失的傳輸目標。

在骨幹網路未來的技術趨勢應該朝向極高的傳輸容量為目標，其中 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexed) 是一代表技術，DWDM 將會從目前最普及的 16 channel 到未來甚至超過 100 channel。所謂高密度光纖放大器的頻寬從目前的 20 nm，預計未來發展至 100 nm。通訊用 LD，將從可調波長式 LD，進展到多波長式 LD，然後波導式積體光學式多波長 LD。在網路節點上，未來是以高度的穩定性與彈性的通訊網路為目標。光交換機 (Optical Switch-SW) 將取代傳統的電子交換機。在光纖用戶迴路的趨勢是以高速、低價格的傳輸技術為發展目標。網路架構從目前混合式光纖同軸電纜線 (HFC-Hybrid Fiber Coaxial)，2000 年過渡到非同步傳輸模式的被動雙星 ATM (Asynchronous Transfer Module) -PDS (Passive Double Star) 網路架構，2005 年為 Gbps-PDS，預計未來將發展成光纖到府 (FTTH-Fiber to The Home)，使得至用戶端的頻寬可增加至 100Mbps 在區域網路的主幹線上傳輸速度，目前為 1 Gbps，預計未來將達到 100Gbps 以上，期間有 100 倍的成長空間。在 1996 年使用的光發射元件為 1310 nm FP (Fabry Perot) LD，現在則使用分佈回饋 (DFB-Distribution Feedback) 雷射或是 DBR (Distribution Bragg Reflector) 雷射。

未來光纖放大器會用到區域網路的主幹線上，同時 LD 也朝向光波導方式，2010 年事 WDM 雷射陣列的使用。在區域網路所將發展的技術，以降低價格的技術為最重要的發展方向，當終端設備的價格下降到一定程度時，用戶的使用量將大增。這些技術包含混成組裝 (Hybrid Assembling)、波長濾波器 (有 50nm 可調整， $\Delta\lambda=0.5\text{nm}$ )、波長控制器、波長管理等等都將在 2010 年完成。

由於全球光通訊產業主要的發展趨勢已經由跨洲越洋的主幹線網路逐漸往用戶端靠近，產品發展的方向也產生了本質上的改變，在光主動元件方面，由以往講究高功率、傳輸距離長的 DFB 雷射往 LED、VCSEL、低價光收發模組移動。光纖放大器是以增易平坦技術與加寬放大的波段，為發展目標，已配合波長多功器的使用。光纖通訊用雷射二極體過去一直以 InGaAsP 為主要材料，其元件的光電特性雖然良好但抗溫性差，往往需要熱電冷卻器來降低操作溫度，導致成本偏高，於是近年來含鋁之四元化合物 (AlGaInAs) 元件誕生，它不需冷卻器卻可具有優異的光電特性。

### 3.3.3 結論

我國光纖通訊在發展上由於切入的時間較晚，在技術與經驗的累積上比起一些光纖通訊大廠較為缺乏，並且在產業政策上也較為保守，以致於通訊技術的能力落後先進國家一段距離，加上光通訊設備目前仍屬於通訊網路的基礎建設，無論是市場或規格都是由國外大廠決定，所以國內廠商在這個產業的發展並不是十分順利，產值也一直無法擴大。隨著網際網路的興起，頻寬不足是發展的一個瓶頸，相對地，能夠解決頻寬問題的產品與技術就與擁有無限的商機，

光通訊產業之發展雖與各地區之電信政策有關，但目前全球各地區之發展趨勢是一致的。亦即由跨國電信海纜光纖化、主幹線光纖化、居間中繼光纖化等，逐漸朝向用戶端迴路光纖化進行。此外，另一方面有線電視、企業、校園或工廠數據網路也大幅成長。當然其中各項建設進度及用戶端普及率會因地區而異，但是其方向是一致的，整個光通訊產業的成長是可預期的。

### 3.4 行動電話

GSM (Global System for Mobile Communication)為泛歐式數位行動電話系統。GSM 最初是北歐郵政及電信組織(Nordic Post, Telephone and Telegraph)於1982 年向 CEPT 所提出之一歐洲通訊系統，而由歐洲電信標準所(European Telecommunication Standards Institute, ETSI)負責制定 GSM 的使用標準及規格，包括了採用數位式系統及分時多工(TDMA)等技術。直至 1991 年，GSM 系統才正式在市場上推出。由於 GSM 系統擁有許多技術上的優點，因此在推出後，很快的被世界上許多國家所採用，截至目前為主，GSM 已被一百多個國家和地區，總共超過兩百多個以上的行動電話業者所採用，並持續增加中。原先的 GSM 標準只包括 900 MHz (即 GSM900)，而後基於系統容量上的需求，又增加了對 1800 MHz(即 GSM1800 或 DCS1800)及 1900 MHz(即 GSM1900)兩個頻段的使用規範。

GSM 採用數位式(digital)系統，在訊號傳送過程中並加置了加密 (ciphering)的步驟，而在 GSM 系統中亦有安全設備，如認證中心(Authentication Center, AUC)及裝置識別資料庫(Equipment Identification Register, EIR)等，以確保 GSM 系統的安全性及保密性。在每次通話前，認證中心都會對手機所使用的用戶識別卡(Subscriber Identification Module, 簡稱 SIM 卡)與系統中所存資料進行身份確認的工作，以防盜用情事發生，在 SIM 卡身份通過確認後，系統才會將通話建立，而在傳送過程中，所有的訊息都會被加密，以避免被竊聽，因此 GSM 系統的安全性相當高。

以下將分為三部分詳細介紹 GSM 系統現有的數據傳輸、GPRS、及未來的規格方向。

#### 3.4.1 GSM 數據服務：SMS、HSCSD 與 GPRS

隨著 GSM 系統的普及以及網際網路的快速發展，以低廉的價格透過 GSM 網路來傳送數據將是指日可待的。從小女孩留言給忙碌的父親的手機業者廣告到現在電信業者所提供股市相關金融訊息、傳真等服務，甚至未來所預定提供的 GPRS 服務等相關廣告，不難發現無論手機業者或者是電信業者都積極推出更多樣性的功能、服務選擇，以吸引更多的顧客。行動電話傳統上主要提供的是語音通話的功能，除此之外，其實它也具備數據通訊的能力。以目前現

有的 GSM 系統而言，GSM 系統可以提供的數據服務有短訊服務 (Short Message Service, SMS)，以及類似透過 ISDN 撥接上網的電路交換數據服務 (Circuit-Switched Data Service) 兩種。目前最新的 GSM 標準 (GSM Phase 2+) 中，更定義了一些高階的數據服務如高速電路交換數據服務 (High-Speed Circuit-Switched Data Service, HSCSD)，以及採用比較適合數據傳輸特性同時也比較經濟的一般分封無線服務 (General Packet Radio Service, GPRS) 等。本節將針對以上所提到的幾種數據服務模式，就技術面及應用面的觀點，做一簡單的介紹及比較：

### 3.4.1.1 短訊服務 (SMS)

短訊服務是 GSM 系統建構之初就具備的數據傳送服務，它的特點是每次傳送的數據量很小 (160 個數字或英文字母，或者是小於 80 個中文字)。依據服務的對象不同，短訊服務大致上可分成短訊廣播服務 (Cell Broadcast SMS) 以及一般的點對點短訊服務 (Point-to-Point SMS) 兩大類，前者是以廣播的方式將數位資訊重複的送給位於某個區域的所有用戶，對於選用這類服務的用戶而言，除了進行雙向通訊 (例如開始通話) 之外的時間，都可以定期的收到這些廣播的訊息。一般來說，電信業者所提供的股票行情、氣象預報、路況報導等資料，因為收訊對象沒有特殊的限制，所以都是經由短訊廣播服務來達成的。點對點短訊服務則是讓用戶可以將少量的數位資訊透過 GSM 網路送給某個指定的用戶，類似目前市場上所常見的中、英文傳呼 (Pager) 功能。如果所指定的收訊用戶目前並未開機，網路端也會將這個訊息儲存起來，伺機重送。一般來說，個別用戶的短電子郵件必須傳送給特定的收信者，所以是透過一般點對點的短訊服務來達成的。

就技術面而言，短訊服務是透過 GSM 的信號通道 (Signaling Channel) 來傳送的。一般的短訊服務其傳送方式有兩類，主要是根據用戶目前是否連線而定，如果在通話的過程中間傳送短訊，一般是經由慢關連控制通道 (Slow-Associated Control Channel, SACCH) 來傳送；如果要傳送短訊時並不是在通話狀態下，短訊的傳送則是利用獨立專屬控制通道 (Standalone Dedicated Control Channel, SDCCCH) 來達成。短訊服務的傳送一般是透過短訊服務中心 (Short Message Service Center, SM-SC) 的設備來處理，一個短訊服務中心可以同時連接數個 GSM 網路。目前一般業者所提供的短訊服務多半是以使用的次數來計費。

### 3.4.1.2 電路交換數據服務

電路交換數據服務其實與利用 ISDN 撥接上網的概念是相同的，只不過是 GSM 的電路交換數據服務所提供的數據傳輸率遠低於 ISDN 的 64 kbps。在 GSM 系統中，每個用戶在通話過程中使用一個時槽 (time slot) 來傳送語音經數位編碼後所得到的訊息，而電路交換數據服務只是將原本傳送語音的時槽拿來傳送數位資訊，所以這種服務的計費方式與一般通話的收費相同，是依據使用

時間的長短不同來收費的。因為只能使用一個時槽，所以電路交換數據服務的傳輸頻寬嚴重的受到限制，它最高只能以 9.6 kbps 的傳輸率來傳送資料，如果加上資料壓縮 (Data Compression) 的功能，最高也只能達到 14.4 kbps。由於這種服務的頻寬及價格因素，一般使用的電路交換數據服務人並不多。

### 3.4.1.3 高速電路交換數據服務 (HSCSD)

14.4 kbps 其實是早期透過家中電話撥接上網所用的調變解調器 (Modem) 的速率，這樣的速率對目前已經習慣使用 56 kbps 的用戶來說算是很慢的。因此，在最新的 GSM 標準 (GSM Phase 2+) 中，定義了可以同時使用數個時槽的高速電路交換數據服務 (High-Speed Circuit-Switched Data Service)，如果同時使用四個時槽，則其傳輸率最高可達 57.6 kbps (註：14.4 kbps x 4)。要使用這種服務，用戶的手機必須要能夠支援能夠在數個時槽同時收發的功能。目前新加坡已經有 HSCSD 的試用服務，但是因為使用的是電路交換的方式，所以用戶付費方式與前述的電路交換數據相似，是依據所使用時槽的數目與使用時間的長短來決定，所以仍屬於貴族式的服務，一般來說，這項服務的前景並不太看好。

### 3.4.1.4 一般分封無線服務 (GPRS)

所謂的"電路交換"，其實就與打電話一樣，不管用戶是否正在講話，在通話的這段期間，系統總是在上、下行頻段 (從手機到基地台通訊稱為的上行，從基地台到手機的通訊則稱下行)，各保留一個時槽給用戶使用，所以採用電路交換方式的數據服務，其計價方式與使用電話完全相同。對於大部分的用戶來說，用這樣的高費率來上網實在是不符合經濟效率，何況以上網的特性而言，大部分的時間其實都是閒置的，所以目前電路交換的服務僅限於少數有實際使用需要的用戶，並不普遍。而"分封交換" (Packet-Switched) 的概念，則是將數據分裝成許多小單元，再將這些小單元獨立傳送，如同寄信一般。採用分封交換技術，只有在有資料要送的時候才會佔用網路的資源，適合 Internet 這類的數據傳輸應用。

為了更切合數據傳輸特性，GSM 的新標準中也制訂透過分封交換的方式傳送數據的新標準：一般分封無線服務 (General Packet Radio Service, GPRS)，採用分封交換技術的優點是可以以量計價，用多少算多少，對上網用戶而言，是比較經濟的選擇。根據最新的標準，GPRS 可以提供不同的編碼模式，提供不同的錯誤保護 (Error Protection) 能力，它提供的四種編碼方式，每個時槽可提供的數據傳輸率分別是：CS-1 (9.05 kbps)、CS-2 (13.4 kbps)、CS-3 (15.6 kbps)、CS-4 (21.4 kbps)，其中 CS-1 的保護最嚴密，CS-4 則完全未加任何保護。根據規格，對每個用戶而言，瞬間最大可使用八個時槽，所以 GPRS 的傳輸率號稱可高達 171.2 kbps (21.4 kbps x 8)。

與使用 HSCSD 服務相同，要使用多時槽的 GPRS 服務，用戶的手機必須

要能夠支援能夠在數個時槽同時收發的功能，除此之外，手機內部軟體，也必須要能夠支援 GPRS 的規約，所以現有的手機並無法直接使用到 GPRS 的服務。對電信業者而言，基地台的部分功能必須加以更新，此外，在交換設備方面也必須提供 SGSN 與 GGSN 這類的新設施，以提供分封數據交換的功能。

### 3.4.1.5 結語

隨著標準的制訂，各式的數據服務即將陸續出爐，但是以廣大的用戶來說，何時能以經濟的價格達到行動上網的目標與許多因素有關，例如電信業者是否願意投資在 SGSN、GGSN 這類些新的設備上，價錢如何訂定等。就經營者的立場，投資的成本效益是考慮的主要因素，所以有的業者可能會根據目前低量的數據用戶，而錯估了提供新服務的成本。從用戶的角度，只要行動上網費用合理，自然會吸引不少新客戶；但從業者的角度，也許要等到客戶數量足夠了才開始投資、提供新的服務。雖然這看來像是個無解的問題，但在這個資訊日益發達，服務日趨多樣性的高度競爭市場，市場佔有率較低的業者勢必以更多元的服務來吸收客源，而數據市場無疑是兵家必爭之地。

## 3.4.2 GSM 的分封數據服務 — GPRS

隨著 GSM 以及 Internet 的普及，在行動通訊網路上提供高速的分封數據服務將是未來的趨勢，本節將介紹利用現有 GSM 網路架構來提供高速的分封數據服務的新標準：一般封包式無線服務 (general packet radio service, GPRS) 的概念及規約架構。

### 3.4.2.1 前言

全球行動通訊系統 (Global System for Mobile Communications, GSM) 是歐洲電信標準協會 (European Telecommunications Standard Institute) 所制訂的數位蜂巢行動網路的標準。它是目前世界上最受歡迎的第二代蜂巢式行動通訊系統，據 GSM MoU 聯盟的統計，到 1997 年底為止，全世界已經有多達 237 個網路供應商提供 GSM 服務，其客戶的數目也已經高達 6 千 6 百萬，約佔全世界無線服務市場的 31%，可以算是目前世界上居於領導地位的行動通訊系統。除了在 900 MHz 的頻段提供服務之外，由於各國對於無線電頻譜的分配策略不同，GSM 技術也可在 1800 MHz 及 1900 MHz 等頻段使用 (分別稱為 GSM 1800 及 GSM 1900)，目前在台灣提供 GSM 服務的系統就是 GSM 900 以及 GSM 1800 兩種，而 GSM 1900 則主要是在美國所使用的。從技術標準的建立來看，GSM 技術的標準化過程大概可分為幾個階段：第一階段的技術標準主要的目標是引進 GSM 服務並使其成功的商用化，這部分的工作主要包括基本的電話服務及短訊 (short message) 服務的制訂及引進，此階段約完成於 1992 年；到了 1996 年，第二階段已經完成了原先 GSM 所預期需要達成的目標，並且建立了增進現有 GSM 技術的架構。就目前來說，GSM 的標準化過程已經進入 2+ 的階

段，此階段的任務包括了完成提升語音編碼技術、提供更進步的數據通訊服務等大量的計畫。兩項主要的數據服務則涵蓋了高速電路交換數據服務 (high-speed circuit-switched data service, HSCSD) 以及本節所要介紹的一般封包式無線服務 (general packet radio service, GPRS)。

GPRS 的制訂工作始於 1994 年，原先預定在 1997 年年底能完成所有的規格制訂，但以現在的情況看來，整體標準制訂的時程表可能還需要延後半年到一年左右。目前 ETSI 已經提出一系列有關 GPRS 規格的初稿，本節將以 ETSI 負責制訂無線通訊標準的組織 SMG (Special Mobile Group) 在 1998 年所提出最新的 GPRS 相關規約為主，大略的介紹 GPRS 規約的概念。

就如同其他分封數據服務一樣，GPRS 的目的是要能夠有效的容納具叢集 (bursty) 特性的數據服務。GPRS 技術的主要目的是讓 GSM 用戶能夠以動態且具彈性的方式，使其分封數據服務能與其他的 GSM 服務一同分享有限的頻寬。也就是說，GPRS 要能夠與現有的電話服務及線路交換數據服務共用 GSM 的頻段，並且希望能夠利用現有 GSM 系統的實體層特性，最重要的當然是分時多工 (time-division multiple access, TDMA) 的碼框架構、調變技術，以及 GSM 時槽的架構，來提供高速的數據服務。

因為 GPRS 是以現有的 GSM 網路架構為主，再添加上針對分封數據特性所特別量身定作的相關設備及概念而制訂出來的，所以本節將先從 GSM 網路的基本概念開始，讓人對於 GSM 網路先有一個簡單的概念，然後再對於 GPRS 的精神以及實施方式作一介紹。

#### 3.4.2.2 GSM 的基本概念

GSM 系統各部分功能是以行動手機 (mobile station, MS)、基地台子系統 (base station subsystem, BSS) 以及行動交換中心 (mobile switching center, MSC) 以及與用戶相關的資料庫所組成的(如圖 3-3 所示)。基地台主要包含二種元件：基地台接收站 (base transceiver station, BTS) 以及基地台控制器 (base station controller, BSC)。基地台接收站是負責與手機溝通時所需要的主要空中介面，它的功用是在手機與基地台之間提供一個可靠的無線通道；至於基地台控制器則是負責分配無線電資源的使用，以及控制手機更換服務基地台 (handover) 相關程序的主要核心，一般而言，一個基地台控制器可以管理數個基地台接收站。行動交換中心則是 GSM 網路中主要的交換中心所在，大部分的通訊連結都是透過行動交換中心的交換來達成的，此外，行動交換中心也是連接無線網路與有線網路的主要節點，GSM 系統可以透過行動交換中心與公眾電話交換網路 (public switched telephone network, PSTN)、整體服務數位網路 (integrated service digital network, ISDN)、線路交換公眾數據網路 (circuit-switched public data network, CSPDN)，或者是分封交換公眾數據網路 (packet-switched public data



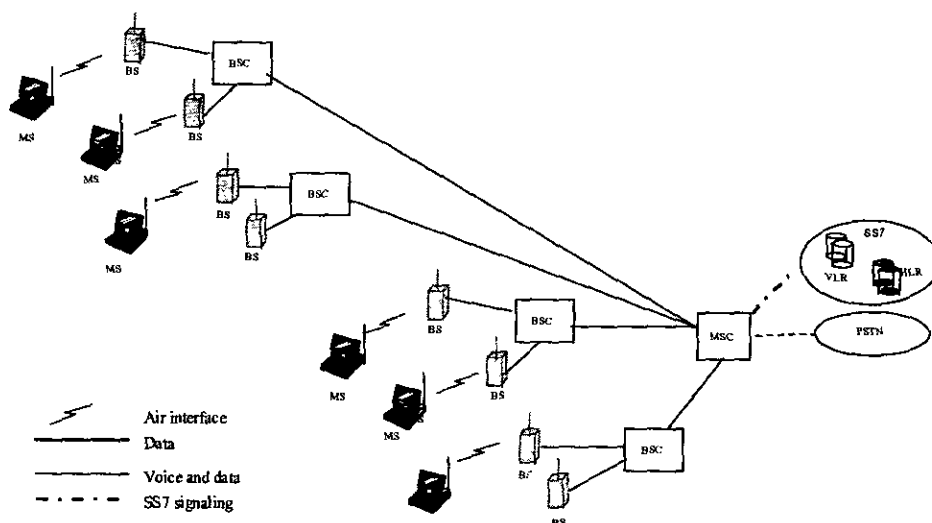


圖 3-3 GSM 系統架構圖

network, PSPDN) 相連接。除此之外，GSM 還定義了三種資料庫：主位置暫存器 (home location register, HLR)、客位置暫存器 (visitor location register, VLR) 以及授權中心 (authentication center, AuC)。

GSM 屬於分頻/分時 (FDMA/TDMA) 的混合系統，在規格訂定之初，GSM 所分配使用的頻率範圍在 900 MHz 附近，就以這個 GSM900 的系統為例，它所使用的頻率分成兩部分，分別是：從基地台送給用戶手機的下行頻段(downlink) 890-915 MHz，以及從用戶手機送回給基地台的上行頻段(uplink)935-960 MHz。其中每個頻段先利用分頻多工(FDMA)的方式，切割成許多的載波(carrier frequency)，相鄰的兩載波頻率之間的時間為 200kHz。對於每個不同的載波頻率，又再透過分時多工(TDMA)的方式，將時間切割成 8 個時槽(time slot, TS)，其中每個時槽可以用來傳送一個用戶的語音訊號。由於在網路中，除了傳送語音或數據資料之外，還必須要有相關的網路信號(signaling)訊息，為了區分上的方便，GSM 系統特別定義了所謂的邏輯通道 (logical channel)，其中每個邏輯通道都可相對應於位於某個特定載波頻率的某個特定時槽，無線傳輸的過程就是透過這些邏輯通道來完成的。在 GSM 系統中，每個時槽的時間長度是 577us。為了區分方便，每 8 個時槽定義為一個 TDMA 的碼框，而每個碼框的時間長度 (frame duration) 則是 4.615 ms，詳細的碼框結構可以參見圖 3-4。圖 3-4 中，TS 0 到 TS 7 所代表的就是 8 個不同的時槽。

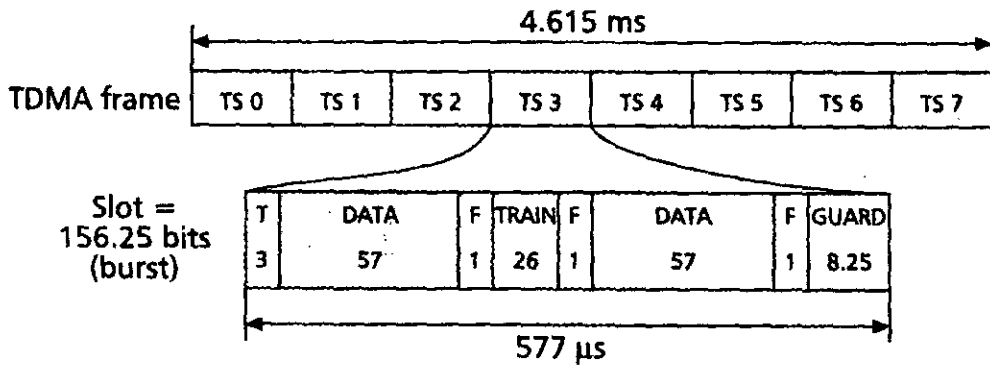


圖 3-4 GSM 的碼框結構

大體而言，GSM 系統的邏輯通道可區分成兩大類：訊務通道 (traffic channel) 以及信號通道 (signaling channel)。其中信號通道又可再細分成廣播通道 (broadcast channel)、共用控制通道 (common control channel) 以及專屬控制通道 (dedicated control channel) 等三部分，這些通道名稱、傳送的方向以及其所具有的功能可參見表 3-5 簡單的說，訊務通道主要是用來傳送用戶的語音或數據資料的，相對的，信號通道則主要是用來載送網路與手機之間所需要的控制信號相關訊息。在一個蜂巢細胞中，基地台是透過使用廣播通道傳送相同的訊息給在此細胞涵蓋範圍中的所有手機(包括待機的手機以及正在進行通話的特定的手機)，目前在 GSM 標準中定義了三種廣播通道：廣播控制通道 (broadcast control channel, BCCH)、頻率校正通道 (frequency correction channel, FCCH) 及同步通道 (synchronization channel, SCH)，它們分別是用來傳送網路一般訊息、校正載波頻率以及調整碼框同步之用。共用控制通道主要是用來與正在進行通話的特定手機間傳遞訊息之用，目前共有三種共用控制通道，分別是呼叫通道 (paging channel, PCH)、存取允許通道 (access grant channel, AGCH) 以及隨機存取通道 (random access channel, RACH)。在 GSM 網路中，每個用戶在進行通話之前必須先向網路取得一個空的時槽才能開始進行通訊，隨機存取通道就是讓手機送出通道使用申請給基地台所必須使用的，至於手機所提出申請是否成功，則是由基地台在正確的接收到手機送出通道使用申請之後，透過存取允許通道來將通道使用權的確認回應送回給手機的。至於呼叫通道則主要是讓當有外來電話要打給某個手機之前，讓基地台用來呼叫手機的。專屬控制通道是在基地台與特定手機之間傳送控制訊息之用，專屬控制通道也分成三類：獨立專屬控制通道 (standalone dedicated control channel, SDCCH) 是在通話尚未進行之前，讓手機與基地台之間，傳送建立通訊鏈結所需要的相關信號；慢關連控制通道 (slow-associated control channel, SACCH) 與快關連控制通道 (fast-associated control channel, FACCH) 則是在通話進行中，在手機與基地台之間傳送控制訊息的通道，這兩種通道的區別是：SACCH 是在通話過程中，持續提供手機與基地台之間所必須的信號訊息，而 FACCH 則是在緊急的時候(例如手機需要更換服務基地台的時候)，及時的提供手機與基地台之間所必須的信號訊息。

表 3-5GSM 的信號通道

分類	通道名稱	功能	傳送方向
Broadcast channel	BCCH	廣播控制	下行 (BSS to MS)
	FCCH	頻率校正	下行 (BSS to MS)
	SCH	同步	下行 (BSS to MS)
Common control channel	PCH	呼叫	下行 (BSS to MS)
	AGCH	存取允許	下行 (BSS to MS)
	RACH	隨機存取	上行 (MS to BSS)
Dedicated control channel	SDCCH	獨立專屬控制	下行 (BSS to MS)
	SACCH	慢關連控制	下行 (BSS to MS)
	FACCH	快關連控制	下行 (BSS to MS)

### 3.4.2.3 GPRS 系統架構

圖 3-5 是 GPRS 的系統架構圖，與 GSM 相較，因為 GPRS 要在既有的 GSM 網路上提供點對點的封包傳送模式，所以必須多引進一些設備來輔助完成數據傳輸相關的功能。此外，為了提供 GPRS 服務，現有 GSM 網路中的 HLR 還必須增加有關 GPRS 用戶數據及路由所需的資訊。GPRS 提供兩種服務：點對點 (point-to-point, PTP) 服務 及單點對多點 (point-to-multipoint, PTM) 服務。

圖 3-5 中定義了一個新的邏輯網路節點稱為 GPRS 支援節點 (GPRS support node, GSN)，它包含了 GPRS 支援節點通訊閘 (gateway GPRS support node, GGSN) 以及 GPRS 服務支援節點 (serving GPRS support node, SGSN) 兩種 GPRS 支援節點。透過這些 GPRS 支援節點的協助，業者就可以在其現有的 GSM 公眾陸地行動網路 (public land mobile network, PLMN) 中，提供獨立的封包路由及傳送功能。對外界的分封數據網路而言，GPRS 支援節點通訊閘就如同一個邏輯介面，提供 GSM 網路與其它數據網路的規約轉換及路由尋找的功用，它的作用就如同 GSM 網路中主要負責交換功能的 MSC 相當。GPRS 服務支援節點主要負責將手機所送出的數據資料正確的送到相對應的 GPRS 支援節點通訊閘，以期正確的傳送到接收端終端機上，同樣的，它也負責將 GPRS 支援節點通訊閘所送來的封包正確無誤的送達它服務範圍內的各個手機。在 GPRS 網路之內，規約數據單元 (protocol data unit, PDU) 是在發送端的 GSN 中先做包裝 (encapsulate) 的工作，而在接收端的 GSN 中做解包裝 (decapsulate) 的工作。在傳送與接收端之間的 GSN 是用 IP 作為傳送 PDU 的骨幹。這整個傳送的程序在 GPRS 中是定義成"隧道"(tunneling)。在 GGSN 中同時還會保存路由相關資訊，以便將 PDU 送到目前正在服務手機的 SGSN 中。SGSN 中與決定路由方式以及數據傳輸功能相關的所有 GPRS 用戶資訊，將會存放於 HLR 這個資料庫之中。

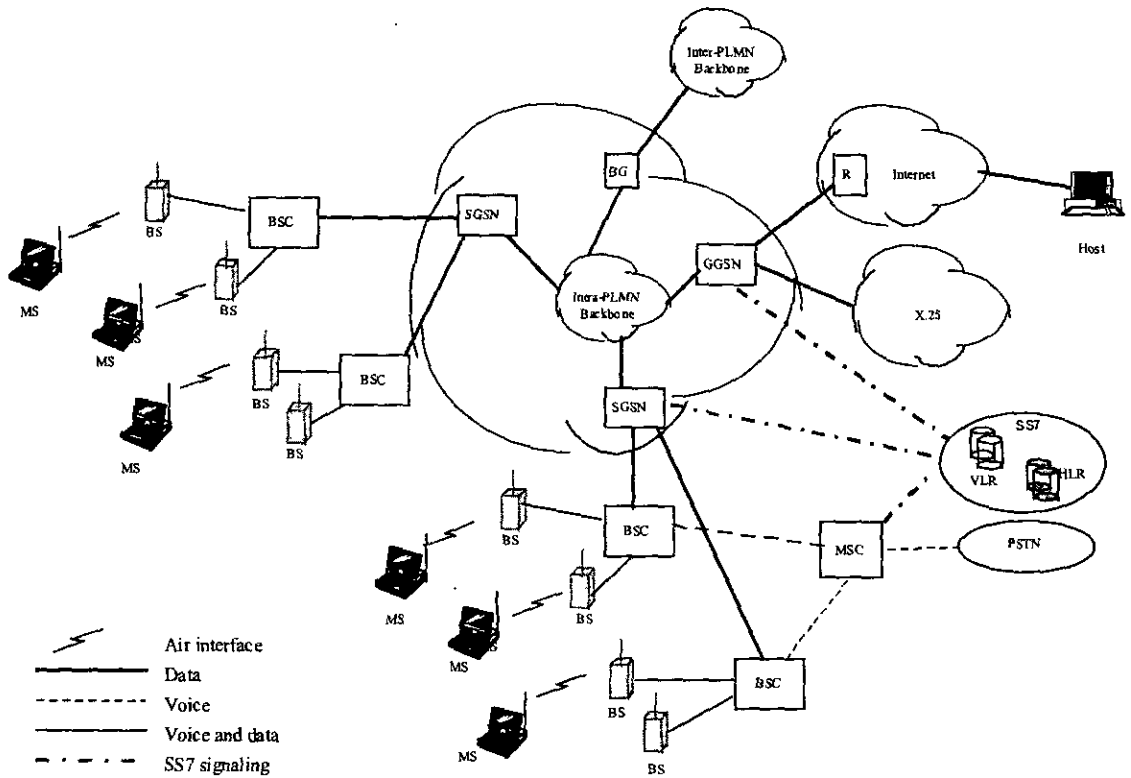


圖 3-5 GPRS 的系統架構圖

圖 3-6 是描述二個手機通訊中路由建立的過程，首先在服務發送端手機 (Source MS) 的 SGSN (以 SGSN-S 表示) 會先將手機所要傳送的資料封包先加

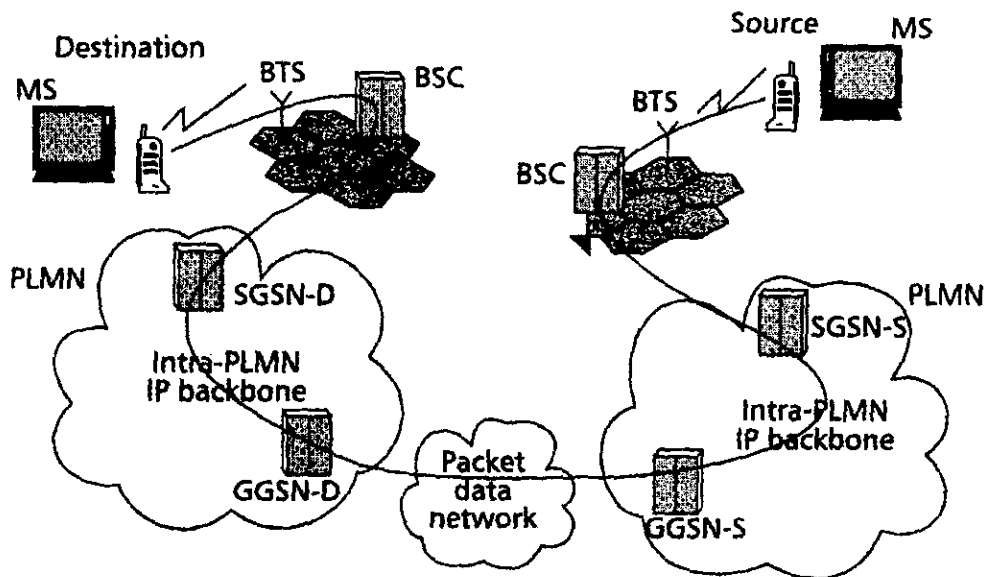


圖 3-6 二個手機通訊中路由建立的過程

以包裝，再經由選擇的路由將它們經由目前現有的行動網路 (public land mobile

network, PLMN) 送到適當的 GGSN (GGSN-S) 中，在 GGSN-S 內可以根據目的位置的辨認結果，透過目前既有的分封數據網路 (packet data network) 來找到連接接收端手機 (Destination MS) 的另一個 GGSN (GGSN-D) 的一條適當路由，將這些封包送到 GGSN-D，此時 GGSN-D 可以根據本身資料庫中的資訊，找到服務目的端手機的 SGSN (SGSN-D) 的位置，並找出一條適當的路由。如此一來，所有的封包就可以從發送端手機順利的送到 SGSN-D，最後到達服務目的端手機而完成整個傳遞的過程。這個例子中，資料的傳送已經跨越兩個不同的 GSM 網路，而這兩個 GSM (Intra-PLMN network) 網路之間可以是透過現有的分封數據網路或者是網際網路 (Internet) 來連接起來的。在每個 GSM 網路中，資料的路由方式是以網路內部各個 GPRS 支援節點的 IP 位址來決定的，也就是說，用來傳送資料的 GSM 網路本身已經構成了一個以 IP 為基礎的廣域網路，這樣的網路架構將可以利用現有價廉的網際網路相關設備如路由器 (router) 等所組合而成，所不同的是必須提供上層 GPRS 所特有的規約。正因為這種建構網路的方式能利用現有的技術為基礎，只需稍加修改就能提供高速的分封數據服務，對於現有 GSM 業者而言，他們僅需添購部分設備就能夠提供增值服務，所以許多的業者對於此技術都非常有興趣。

對於 GPRS 而言，它所需要的分封數據邏輯通道 (packet data logic channel) 基本上與 GSM 目前所定義的邏輯通道相去無幾，它同樣可區分成分封廣播控制通道 (packet broadcast control channel, PBCCH)、分封共用控制通道 (packet common control channel, PCCCH) 以及分封訊務通道 (packet traffic channel, PDTCH) 等三部分，這些通道名稱、傳送的方向以及其所具有的功能可參見表 3-6。總括而言，他們所希望提供的功能其實與現有的 GSM 網路所提供的是一樣的，只是為了要區別分封數據服務與現有的 GSM 線路交換服務 (circuit-switched service)，所以特別用不同的邏輯通道來定義其功能。

表 3-6 GSM 的信號通道

分類	通道名稱	功能	傳送方向
PBCCH	PBCCH	分封廣播控制	下行 (BSS to MS)
PCCCH	PPCH	分封呼叫	下行 (BSS to MS)
	PNCH	分封公告	下行 (BSS to MS)
	PAGCH	分封存取允許	下行 (BSS to MS)
	PRACH	分封隨機存取	上行 (MS to BSS)
PTCH	PDTCH	分封數據訊務	下行 (BSS to MS)
	PACCH	分封關連控制	下行 (BSS to MS)

#### 3.4.2.4 GPRS 規約的架構

圖 3-7 是根據國際標準組織/開放系統互連 (International Organization for Standardization/open systems interconnection, ISO/OSI) 參考架構所建議的傳輸規

約的架構。在網路層之上可以根據應用所需採用許多不同的規約，對此 GPRS 並不加以限制。

在二個 GSN 之間，GPRS 隧道規約 (GPRS Tunnel Protocol, GTP) 的主要功用就是透過附加路由資訊的方式，將用戶所傳送的數據資料 (也就是上層的 X.25 或 IP 應用程式的 PDU) 經由 GPRS 骨幹網路來傳送，除此之外，在 GPRS 中所提供的點對點 (point-to-point, PTP)、點對多點 (point-to-multipoint, PTM) 的兩種傳輸模式，以及不同服務品質 (quality of service, QoS) 的區分等工作也是由 GTP 負責完成。在 GTP 之下的則是採用目前廣為使用的 TCP/UDP (Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol) 及 IP (Internet Protocol) 來作為傳輸的骨幹，簡單來說，就是利用目前常用 IP 路由的方式，讓數據的傳送更為方便。在這裡大家可能對於 GGSN 之中具有上下兩個 IP 層感到困惑，實際上，這兩層 IP 分別代表的是不同的意義：就如目前常見的 IP 應用一般，上層的 IP 對應的是手機以及終端機(Host)各自的 IP Address；至於下層的 IP 則只是供 GPRS 網路內部路由辨認時所需要的 IP Address，是在每個 GSN 中用來決定 PDU 流向的主要依據。在 IP 層以下 (logic link control layer, LLC 部分)，則可依據網路業者本身既有的數據網路架構，可以使用 Ethernet、ISDN 或是 ATM 等不同的規約。

在 SGSN 及基地台之間，上層的主要溝通是透過 SNDCP (subnetwork-dependent convergence protocol) 來完成，它可將網路層的 PDU，根據下層網路的不同需求，切割成一到多個 LLC 碼框來達成規約轉換的工作；除此之外，SNDCP 還負責用戶資料的多工及壓縮、TCP/IP 標頭 (header) 的轉換，以及根據用戶的 QoS 來決定傳送的方式等工作。在 SNDCP 規約之下，則是採用類似於目前 GSM 所使用的 LAPDm (link access procedure on the Dm-channel, 參見 GSM 04.06) 規約，增加了 PTM 傳輸功能所形成的 LAPG (link access procedure on the G-channel) 規約。在 LAPG 之下則是加入了 GPRS 所特有的基地台 GPRS 規約 (BSS GPRS protocol, BSSGP)，它主要是負責在 GGSN 與基地台之間與決定路由及 QoS 有關的工作。在 SGSN 及基地台之間的傳輸部分則是透過現有分封交換網路的 Frame Relay 來達成。

至於 RLC/MAC 層的功用則是讓上層的服務能夠順利的經由 GPRS 空中介面的實體層來傳送。它定義了讓數個手機能夠同時共同分享相同傳輸介質的傳送方式。其中 RLC 層主要負責將資料透過空中介面 (air interface) 傳送的過程以及錯誤更正的程序，這裡的錯誤更正所採取的方式主要是選擇性重送 (selective ARQ)。在手機及基地台之間的 MAC 層主要是採用時槽阿羅哈式預留規約 (slotted ALOHA based reservation protocol) 的方式讓眾多的用戶來共享頻道。它主要負責管理由眾多手機所嘗試去存取的無線資源，並且在網路端決定無線資源分配的方式。在眾多手機所送出的無線通道存取要求時，因為資源有限所以會發生碰撞，MAC 的主要工作之一就是要解決碰撞後重送的問題，

此外，MAC 也負責在眾多手機所提出的服務要求中，決定所服務的用戶並根據用戶的需求提供適當的服務。

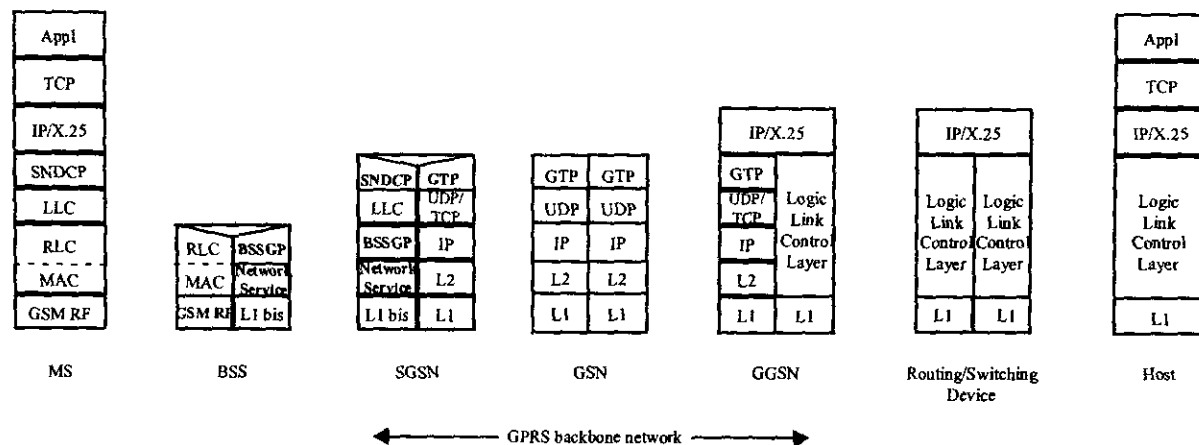


圖 3-7 GPRS 傳輸規約的架構

至於實體層 (physical layer) 的部分則是分成 PLL (physical link sublayer) 以及 RFL (physical RF sublayer) 兩個部分。PLL 負責的是錯誤控制 (forward error control, FEC) 編碼、偵測實體鏈結擁塞狀況等工作，而 RFL 則是負責調變/解調的工作，大致上仍然是依據 GSM 05 系列建議書的規範。

### 3.4.2.5 GPRS 空中介面規約

當想要在現有的 GSM 網路上提供 GPRS 服務時，首先需要修改的部分就是連接用戶的手機與基地台之間的所謂空中介面標準 (air interface)。GPRS 空中介面規約主要是規定在手機與基地台之間，在實體層、MAC 層以及 RLC 層彼此之間的在相互通訊時所必須遵守的協定。在 GPRS 規約中，傳送資料的通道稱為 PDCH (packet data channel)，RLC/MAC 層的功能就是讓數個用戶可以有效的共用一到數個 PDCH，透過空中介面的實體層來傳送資料，此外，它們還提供選擇性重傳 (selective ARQ) 規約讓資料傳送發生問題時能夠得到補救。

在 GPRS 的概念中，每個用戶可根據自己實際上的需要，要求系統分配到數個 PDCH 來傳送資料，只是對於網路而言，它必須考量自己本身目前現有的資源以及用戶的個數，根據適當的分配法則來決定分給用戶所能使用的頻寬大小。資源分配的方式主要根據兩個概念：主從概念 (master-slave concept) 以及根據實際需求來分配的概念 (capacity on demand concept)。所謂的主從概念是指 PDCH 的分配而言的，對於每個用戶，網路都將分配一個主要的 PDCH 通道 (master PDCH) 給他，這個通道主要負責傳送分封數據建立過程所必需的控制訊息以及用戶的數據資料，此外，系統還會根據用戶的需求，分配零到數個輔助 PDCH 通道 (slave PDCH) 給他，這些輔助 PDCH 通道負責的是用戶的數據資料以及用戶專屬控制訊息的傳送。此外，因為數據傳輸的特性，網路並不需要特

別提供一個專屬的通道給每一個用戶，而是根據其傳輸頻寬需求的多寡，動態性的分配適當數目的通道給用戶，此時通道的分配可以是以專屬的方式（但是僅限於某段短暫的時間內），也可以是以共享的方式來分配給數個用戶。

就如在傳統區域網路傳送數據的程序一般，用戶在使用 GPRS 服務之初，必須要先送出數據通道請求(packet channel request)來取得通道的使用權，用戶可透過 PRACH 來將預期傳送數據量的大小、所需要的頻寬等資訊提供給基地台。由於 PRACH 是所有用戶所共用的，每個用戶都能透過隨機存取(random access)的程序自由地傳送各自的數據通道請求，這部分的工作就是在 GPRS 規約中的 RLC/MAC 層所負責的。就如前面所提到的，GPRS MAC 是採用時槽阿羅哈式預留規約來降低用戶取得通道所需要存取延遲(access delay)並且提升 PRACH 的使用效率。對於分封數據服務而言，它最大的特色就是單向、短暫的傳輸，在 GPRS 內數據傳輸的基本單位稱為區塊(block)，所以對於網路而言，在通訊過程中所有的數據以及控制訊息就是藉由所謂的臨時區塊流(temporary block flow)來傳送的。MAC 層可以在用戶手機與基地台之間提供單向傳送臨時區塊流的功能，正如其名所顯示的，臨時區塊流的生命週期僅存在於數據傳送的那段時間內，待數據傳送完畢後即釋出。在網路與用戶間所使用的臨時區塊流是用長度為 7 位元的臨時區塊流識別碼(temporary flow identity, TFI)來加以區別，為了有效的使用通道，實際上在當通訊建立之後，空中介面上傳送的每個數據封包中並不會用完整的用戶識別碼(如 32 位元長 temporary logical link identity, TLLI)來區分發送/接收用戶，而是用這臨時區塊流識別碼來決定數據的送、收。在同一個時間、同一個蜂巢細胞內，臨時區塊流識別碼的分配是唯一的，它的作用就有如 ATM 中的虛擬通道識別碼(virtual channel identifier, VCI)，可以讓數個用戶共用一個數據通道。此外，值得注意的是，上、下行通道(uplink and downlink)基本上是獨立運作的，GPRS 並不像語音服務一樣必須提供上、下行對稱的傳輸通道，而是可以依據用戶實際的需求，動態的加以調整，並提供非對稱性(asymmetric) 的數據傳輸服務。

當一個用戶準備上傳數據到網路之前，他通常首先必須先取得上行數據通道，其步驟就如圖 3-8 所示，在此圖中，讀者同時也可以對照傳送這些控制訊息時所使用的邏輯通道。一般而言，網路端在收到用戶送來的數據通道請求之後，會衡量用戶的需求以及網路目前的狀況，將分配的數據通道以及其相對應的臨時區塊流識別碼透過數據即刻分配(packet immediate assignment)的訊息來通知用戶，此時用戶就可開始傳送其數據了。為了增加數據通道請求成功傳送的機會，GPRS 只用 11 位元或者是 8 位元來傳送數據通道請求，所以能夠提供的訊息不多。對於需要較高速數據服務的用戶的而言，其用戶相關資訊就必須透過數據資源請求(packet resource request)來告知網路，這時數據即刻分配的作用就是先預留一個 PACCH 通道給這個用戶，使他不需要再透過隨機存取的競爭過程就直接的可以將他的數據資源請求送給網路。



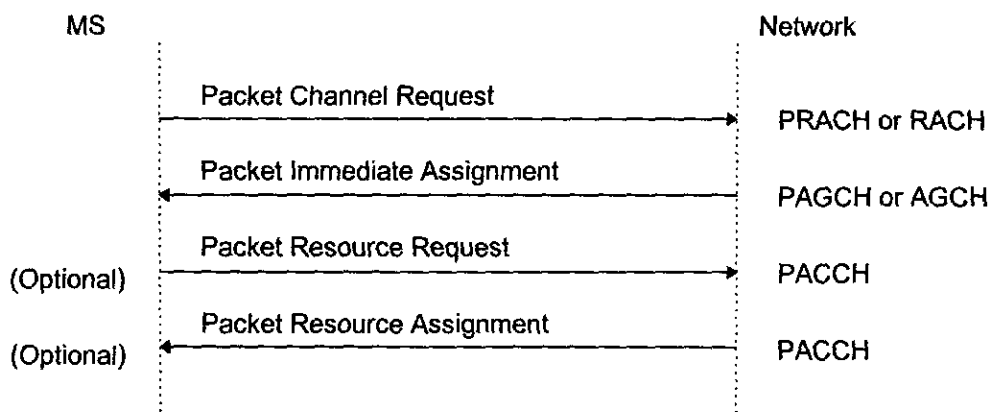


圖 3-8 上行數據通道取得的流程

至於網路端如果有數據要傳送給用戶的時候，其通道建立的方式也是類似的，如圖 3-9 所示。與圖 3-8 不同的是，網路端首先必須透過呼叫(paging)的程序來確定用戶所在的位置。當用戶收到從網路端送來的數據呼叫申請(packet paging request)後，再以取得上行通道的程序回覆網路，此時網路將透過數據即刻分配訊息保留一個 PACCH 通道讓用戶可以將其數據呼叫回應(packet paging response)送回來，最後，當網路端確認無誤之後，就可以開始傳送數據給用戶了。

在通道編碼(channel coding)部分，為了達到不同的傳輸速率，GPRS 目前定義了 CS-1、CS-2、CS-3 以及 CS-4 等四種編碼方式，使數據傳輸的速率可從 9.05 kbps 提昇到 21.4 kbps。其中 CS-1、CS-2 以及 CS-3 都提供了前傳錯誤更正(forward error correction, FEC)的能力，可以使部分錯誤的數據能在接收端加以更正，其中又以 CS-1 的錯誤更正能力最強，CS-2 次之。至於 CS-4 這種編碼方式則完全不提供錯誤更正的能力。實際應用上到底要選用哪一種編碼的方式，就要根據用戶誤碼率的容忍程度以及用戶所希望達到的數據傳送速率而定。

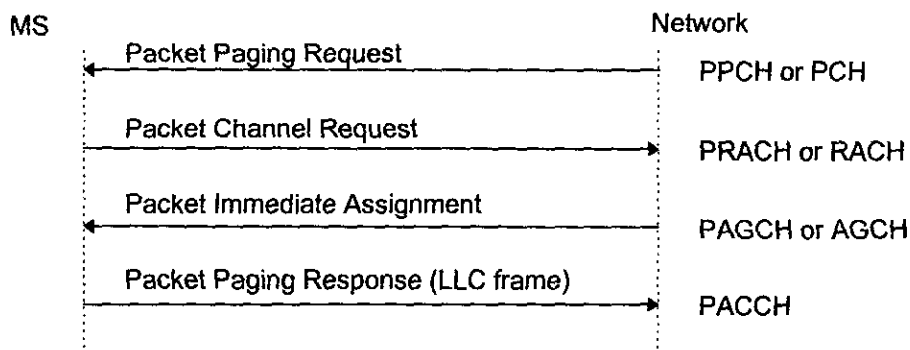


圖 3-9 下行數據通道建立的流程

表 3-7GPRS 通道編碼的方式

Scheme	Code rate	USF	Pre-coded USF	Radio Block excl. USF and BCS	BCS	Tail	Code d bits	Punctur ed bits	Data rate kb/s
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9.05
CS-2	≈2/3	3	6	268	16	4	588	132	13.4
CS-3	≈3/4	3	6	312	16	4	676	220	15.6
CS-4	1	3	12	428	16	-	456	-	21.4

### 3.4.2.6 結語

目前世界電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)正著手制訂第三代行動通訊系統 IMT-2000 的規格，其主要訴求之一，就是要是提供高速率的數據服務。GSM，這個目前在世界上擁有最大客戶群的第二代行動通訊系統，它在從第二代系統跨入第三代的這段過渡時期，同樣針對未來用戶的高速數據服務需求，根據目前既有的 GSM 網路架構，分別提出 HSCSD 以及 GPRS 這兩項因應的解決方案，而其中又以 GPRS 採用的分封交換技術較能符合數據傳輸的叢集特性，特別被看好。對現有的行動通訊業者而言，未來只要更改基地台中部分的軟體及硬體，在現有資料庫如 HLR、VLR 部分稍做更動，再添購功能與路由器相似的 GPRS 支援節點，就可以提供較具經濟效益的分封數據服務，以增加營運的利潤。對於手機製造商而言，也只需在現有的 GSM 規約中加入 GPRS 相關的規約，就能再度推出新的產品，未來如果再結合 PDA 等個人通訊產品，其市場將大有可為。

本節從技術的角度介紹 GPRS 相關的資訊，其中特別針對 GSM 與 GPRS 的區別點著手，再進一步的描述 GPRS 目前所定義的傳輸規約架構，其中，本節特別對與用戶端息息相關的 RLC/MAC 層做一詳盡的介紹，期使能夠深入的瞭解 GPRS 的基本精神。雖然 GPRS 的標準目前仍在修訂中，但目前已經接近完成階段，Nokia、Erisson 等手機製造大廠都預定將在今年底推出其產品。目前工研院電通所前瞻技術中心正與 Bellcore 共同合作進行 GPRS 相關研究，現今階段正在製作簡化的模型驗證平台，並驗證其規約，歡迎有興趣的產業界共襄盛舉，提升我產業技術層次。

### 3.4.2.7 GSM(GPRS)系統規格及相關標準

表 3-8GSM(GPRS)特性歸納

操作頻率 (Operate Frequency)(MHz)	Tx:890-915 Rx:935-930	Tx:1710-1785 Rx:1805-1880
傳輸速率/時槽 (Data Rate/Slot)(Kbps)	9.05(CS-1) , 13.4(CS-2) , 15.6(CS-2)21.4(CS-4)	
最大傳輸速率 (Max Data Rate)(Kbps)	171.2	
時槽數/載波 (Slots/Carrier)	8	
GPRS 可使用時槽數 (Slots for GPRS)	1-4	
通道頻寬 (Channel Spacing)(KHz)	200	
總通道數 (Total Channels)	124	374
基地台涵蓋半徑 (Base Station Radius)(km)	1-27	
調變方式 (Modulation Type)	GMSK(BT=0.5)	
最大用戶數/時槽 (Max users/Slot)	7	
載波數/基地台 (Carriers/Base Station)	3-5	
最大容量/細胞 (Max capacity/cell)(Kbps)	428	
行動性 (Mobility)	Support high mobility (~200km/hr)	
安全性 (security)	A5 Ciphing algorithm	

### 3.4.3 第三代行動通訊標準制訂現況

從十多年前無線行動通信系統開始提供服務以來，行動電話無遠弗屆的便利性已經漸漸的改變了人們的生活方式，為了爭奪市場，各電信營運商莫不絞盡腦汁提供客戶更好、更方便的服務，於是除了基本的語音通信服務之外，利用行動電話已經可以接收短訊、即時性金融訊息等。如今，行動通訊即將邁入新的紀元，以提供高品質的語音通訊、高速率的數據傳輸、動態影像以及多媒體服務為其目標，而第三代行動電話相關技術正逐漸帶領我們達成這個目標。從所採用技術角度來說，我們可以簡單的把行動通訊電話簡單的分類，採用類比傳輸(analog transmission)技術如 AMPS 這類的行動電話可歸類於第一代行動電話，目前使用甚廣、逐漸取代類比傳輸技術的如 GSM、IS-95 等採用數位傳輸(digital transmission) 技術的系統稱為第二代行動電話，它只提供語音或低速的數據傳輸能力。與類比式的第一代行動電話相較，第二代行動電話的特點是提供比較高的容量，另一個的特點是電池的待機時間也明顯的增加許多。換句話說，就是在同樣的頻寬需求條件下，第二代行動電話可以讓比較多的用戶同時使用，同時也減少手機的耗電量。對用戶來說，第二代行動電話至少可提供與第一代行動電話完全一樣的語音服務，所以用戶可以根據不同電信營運商所提出的促銷方案自由的選擇，因而增加了電信營運商彼此間的競爭，加速市場的開放。

第二代行動電話系統因為傳輸速率的限制，仍然無法提供目前在 Internet 上普遍使用的電子郵件、網頁搜尋、視訊會議，甚至電影觀賞等多媒體娛樂等服務。要想在目前的行動通訊系統上提供這類服務，首先必須提高無線存取網路(Radio Access Network,也就是手機與基地台之間)的傳輸速率。為了要達成這個目標，於是國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)提出了第三代行動通訊的概念，根據這個概念所制訂的相關的標準稱為 IMT-2000，其中 IMT(International Mobile Telecommunications)是國際行動通訊的縮寫，而 2000 代表的是公元 2000 年，2000 所隱含的另一個意義則是目前保留給第三代行動通訊系統的頻譜範圍是落在 2000MHz 附近。

#### 3.4.3.1 無線傳輸技術

IMT-2000 針對未來服務的特性，對於第三代所使用的無線傳輸技術 (radio transmission technology, RTT) 訂出幾個基本條件，包含：

- 1.提供如公眾交換電話網路(Public Switched Telephone Network, PSTN)般的語音通訊品質。
- 2.對於移動性強的行動用戶，至少提供 144 kbps 的傳輸率。
- 3.對於移動性較低的步行用戶，至少提供 384 kbps 的傳輸率。
- 4.對於辦公室、家庭這類的室內用戶，至少必須提供 2 Mbps 的傳輸率。

- 5.支援線路交換(circuit-switched)或分封交換(packet-switched)的數據服務。
- 6.提供上、下行不同傳輸速率的非對稱性傳輸能力。
- 7.更有效的使用無線頻譜。
- 8.支援多樣性的手機。
- 9.以更方便的方式提供國際漫遊。
- 10.更有彈性的引進新服務及新技術。

理想上,第三代行動通訊的目的是讓用戶達到隨時(anytime)、隨處(anywhere)的個人通訊(personal communication service, PCS)終極目標。從行動通訊的發展腳步來看,第二代是為了解決第一代系統所產生問題(例如保密性不佳、頻譜使用效率低、各地標準不一無法達成國際漫遊等.....)才應運而生的,從第二代演進到第三代則是為了提供更多樣性服務。價格因素是造成演進速度快慢的主要因素,而每代系統的營運策略也會有所區別。

為達成個人通訊目標,IMT-2000 的規格其實涵蓋了衛星(satellite)及陸用(terrestrial)通訊兩大部分,只是以使用的廣泛程度以及技術的成熟性而言,目前IMT-2000 標準制訂的主要焦點還是放在陸用通訊的部分,所以本文主要就以第三代行動通訊技術在陸用通訊方面的進展作一介紹。在1998年6月,ITU共收到十個符合以上基本條件的陸用無線傳輸技術提案,簡單介紹如下:

- 1.CDMA2000: 由美國所提出,採用分碼多重擷取(code division multiple-access, CDMA)技術,主要支持的機構為電信產業聯合會(Telecommunication Industry Association, TIA)的寬頻展頻數位技術委員會(TIA Wideband Spread-spectrum Digital Technology Committee, TR-45.5)。
- 2.Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT): 由歐洲所提出,採用分時多重擷取(time division multiple-access, TDMA)技術,主要支持的機構為歐洲電信標準協會(European Telecommunication Standard Institute, ETSI)。
- 3.Global multiband synchronous direct-sequence CDMA (CDMA-I): 由韓國所提出,採用分碼多重擷取技術。
- 4.Global asynchronous direct-sequence CDMA (CDMA-II): 由韓國所提出,採用分碼多重擷取技術。
- 5.Time-Division Synchronous CDMA (TD-SCDMA): 由中國大陸所提出,採用分碼多重擷取與分時多重擷取技術,主要支持的機構為中國電信技術研究院(China Academy of Telecommunication Technology, CATT)。
- 6.UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) Terrestrial Radio Access (UTRA): 由歐洲所提出,採用分碼多重擷取技術,主要支持的機構為歐洲電信標準協會之特別行動群(ETSI Special Mobile Group, ETSI SMG)。
- 7.Universal Wireless Communications 136 (UWC-136) 由美國所提出,採用分時多重擷取技術,主要支持的機構為 TIA 數位行動電話委員會(TIA Digital Cellular Committee, TR-45.3)。

8. Wideband CDMA/NA (W-CDMA/NA): 由美國所提出，採用分碼多重擷取技術，主要支持的機構為電信產業聯盟(Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS) 的 T1P1 委員會(T1P1 Committee)。
9. Wideband CDMA (W-CDMA): 由日本所提出，採用分碼多重擷取技術，主要支持的機構為無線工商聯合會(Association Radio Industries and Business)。
10. Wireless Intergated-services digital-network Multimedia Services W-CDMA (WIMS W-CDMA): 由美國所提出，採用分碼多重擷取技術，主要支持的機構為 TIA 行動個人通訊 1800 委員會(TIA Mobile Personal Communications 1800 Committee, TR-46)。

綜合以上，除了 DECT 與 UWC-136 採用純粹的 TDMA 技術之外，其他的提案都採用 CDMA 的技術。雖然這些技術各有不同，但是基本上它們主要是為了支援目前第二代的三個主要標準 TIA/EIA-136、GSM 以及 IS-95 之一所提出的升級方案，其中 TIA/EIA-136 與 GSM 是使用 TDMA 技術，而 IS-95 則採用 CDMA 技術。

### 3.4.3.2 核心網路技術

在第三代行動通訊系統的標準制訂過程中，除了與無線傳輸技術息息相關的無線存取網路(radio access network, RAN)之外，核心網路(core network, CN)部分是業者要提供國際漫遊(international roaming)功能所必須考慮的。目前行動網路的核心網路部分使用較廣的兩大標準是 TIA/EIA-41 與 GSM，其中 TIA/EIA-136 與 IS-95 的漫遊都採用 TIA/EIA-41 所定義的參考模型，而 GSM 使用的則是與 TIA/EIA-41 的參考模型類似的另一個模型。雖然 GSM 與 TIA/EIA-41 網路的架構非常相似，但是仍有以下幾個值得注意的差異點：首先，在 GSM 的參考模型中，行動台(mobile station, MS)部分分為兩個實體部分，但是 TIA/EIA-41 標準所使用的參考模型則將這兩個實體視為單一的部分。對 TIA/EIA-41 來說，用戶的行動識別碼(Mobile Identification Number, MIN)則存放於行動台終端設備內。GSM 的模型中，將用戶識別碼與用戶相關的資料如簡撥號碼等與行動終端設備分離，對 GSM 來說，這些資料是存放在稱為資料用戶識別模組(Subscriber Identification Module, SIM)的小塑膠卡片內，而負責實際傳送、接收等功能硬體設備則稱為行動設備(Mobile Equipment, ME)。對 GSM 模型而言，SIM 卡加上 ME 就相當於 TIA/EIA-41 所定義的行動台。GSM 模型將用戶資訊與手機視為兩個分離的實體對於核心網路部分有很大的影響，特別是與網路資料庫相關的部分。舉例來說，GSM 的認證法則(authentication algorithm)就存放在 SIM 中，所以只需要將 SIM 卡插入不同的行動設備中，就可以讓用戶達成漫遊的目的，而不受手機本身使用頻段的限制。這種設計的概念使 GSM 手機的銷售量遠超過使用 TIA/EIA-41 網路架構概念的手機，因為對前者而言，一個門號可以搭配超過一隻以上的手機，所以用戶隨時可根據自己的喜好汰舊換新。第二個明顯的不同點是 GSM 網路架構中，將連接基地收發台(base transceiver station,

BTS)與基地台控制器(base station controller, BSC)之間的 Abis 介面訂為開放性標準，所以電信營運業者可以根據自己的需求自由的選擇，相同的概念正在 TIA/EIA-41 標準成形中。第三個差異點是認證的過程，TIA/EIA-41 採用的是它專屬的行動認證與語音加密(cellular authentication and voice encryption, CAVE)，GSM 則是利用存放在 SIM 卡內的 A3/A8 兩種法則分別來做認證與加密的工作，因此電信營運業者可以加入他們自己以 SIM 卡為基礎的認證方式。最後一個不同點是網路設備與資料庫之間溝通所使用的通訊協定，TIA/EIA-41 允許使用 X.25 或 SS7 兩種通訊協定，但大部分是採用 SS7。GSM 網路則只用 SS7 通訊協定。除此之外，這兩個網路標準還各自定義了一些控制訊息來處理用戶在各個基地台之間移動所需的行動管理(mobility management)功能，這些控制訊息通稱為行動應用部分(mobile application part, MAP)訊息。就如前面所提到的，由於 GSM 網路將用戶資料與行動設備分開，造成這兩種網路所使用的資料庫不同，相對的也讓這兩個網路中所使用的 MAP 也並不相同，因此也造成在這兩種網路間漫遊的障礙。為了克服這個障礙，業界目前正積極訂定能讓 GSM 與 TIA/EIA-41 這兩個網路互通的網際互連功能(interworking and interoperability function)，這部分預計將是第三代行動通訊系統在核心網路相關規格制訂的主要工作之一。

### 3.4.3.3 標準制訂的相關活動

ETSI 在 1998 年年初提出了一項名為 3rd Generation Partnership Project (3GPP)計畫的構想，這個計畫的幾個主要參與組織除了 ETSI 之外，還包括美國的 T1、日本的 ARIB、韓國的 TTA、日本的 TTC(Telecommunication Technology Committee)、以及中國的 CWTS 等幾個標準制訂組織。這些組織已經同意要以升級的 GSM 核心網路，以及 UTRA 無線存取技術(包含 FDD 與 TDD 兩種模式)為基礎，來制訂第三代行動通訊相關技術規格(Technical Specification, TS)。在另一方面，美國的美洲國際標準協會(American National Standards Institute, ANSI)也同樣針對升級的 TIA/EIA-41 核心網路以及相關的無線存取技術(例如 cdma2000、CDMA-I、CDMA-II 等)為基礎，希望提供類似的升級方案。由於 ANSI 的會員認為 ETSI 的提案過於限制於以 GSM 為基礎的升級方案，所以建立 3G 的特別委員會(ad hoc committee)來考慮如何讓所有的標準制訂組織(standard development organizations, SDOs)都能參與 3G 標準的制訂，但是在幾次會議之後，ETSI 表明並無意願在他們提案加入非 GSM 技術，於是 ANSI 的特別委員會建議自行成立一個類似的計畫，稱為 3rd Generation Partnership Project number 2 (3GPP 2)，目前幾個主要參與 3GPP 2 的標準制訂組織除了美國的 TIA 之外，還包括日本的 ARIB、韓國的 TTA 以及日本的 TTC。因此，目前世界上負責第三代相關標準制訂的各國組織，大致上分屬了兩個計畫：

1.3GPP: 負責制訂支援 GSM/MAP 網路升級到第三代網路以及 UTRA 無線傳輸技術的相關世界性標準。

2.3GPP 2: 負責制訂支援 TIA/EIA-41 網路升級到第三代網路以及採用 TIA/EIA-41 網路架構的所有無線傳輸技術相關的世界性標準。

值得注意的是，其實 3GPP 與 3GPP 2 都只負責制訂標準的相關作業，標準制訂完成後再由各標準制訂組織或 ITU 各會員國將標準草案提到 ITU 大會接受表決。當然，每個參加計畫的標準制訂組織也可根據這些共同制訂的標準，修改而成為自己國家的標準。至於與這兩個計畫之間相關的議題，還包括：

1. 協調與整合相似的 CDMA 無線介面成單一標準之相關事宜將由 ITU Rdaiocommunication (ITU-R) Study Group (SG) 8 Task Group (TG) 8/1 負責；
2. 網路與網路互連的介面標準，目前兩個計畫都考慮並支持提供 GSM 與 TIA/EIA-41 網路互連相關議題，但預期實際上標準的制訂還是需要由 ITU-T SG 11 來負責。

所以就目前各標準制訂狀況而言，與無線傳輸技術相關的規格預計將會在今年底完成初稿，第一版的規格書預計將在明年六月間完成。至於核心網路的規格，預計完成規格制訂的時程也約在今年底到明年年初，只是 GSM 與 TIA/EIA-41 兩個網路互連的部分，預計還需要一段時間。目前就 ETSI 的規劃，歐洲將於 1999 年年底完成 UMTS 第一階段的相關規格制訂，預計還需要一、二年的時間來發展系統並做網路規劃相關工作，正式的商用系統則預定在 2002 年開始營運。

#### 3.4.3.4 從第二代到第三代

由於考慮到電信營運業者在第二代行動通訊系統所投注的大筆資金以及擁有的廣大客戶，這些都不是在一夕之間就可以全部以第三代系統取代的，所以基本上，第三代無線通訊系統的建設是採取階段式的方式，讓現有的第二代無線通訊系統上進行逐步的升級，再逐漸演進成為第三代系統。目前世界上所使用的第二代系統中，除了日本國內採取他們自己專用的個人數位行動系統 (Personal Digital Cellular, PDC) 之外，世界各國目前大部分都是採用 GSM 系統，在美國，則是由 AMPS 升級的 TIA/EIA-136 (ANSI-136) 與使用展頻技術的 IS-95 佔據大部分的市場。因為日本的第二代系統屬於封閉系統，所以日本將直接採用 WCDMA 技術來提供第三代無線通訊服務。

#### 3.4.3.5 GSM 系統業者的升級方案

目前採用 GSM 系統的國家如歐聯各國，則採取齊頭並進的方式，首先是在現有的 GSM 系統上稍做更動，以提供數據服務，例如 GSM phase 2+ 的發展中加入了高速電路交換數據服務 (high-speed circuit switched data service, HSCSD) 和一般分封無線服務 (general packet radio service, GPRS) 等兩種服務，其中前者是允許用戶同時使用數個通道來達到高速數據傳送的功能，只是它仍然使用現



有的線路交換技術；後者則是以符合無線多媒體服務數據傳輸特性的分封交換技術來傳輸資料 GPRS，一般預期，GPRS 將是在行動通訊系統上提供寬頻無線多媒體服務的先鋒部隊，而這些服務的發展經驗將提供未來第三代系統服務規劃之參考。GSM 系統的發展極至就是 GSM 升級之增強數據傳輸率(enhanced data rate for GSM evolution, EDGE)，EDGE 透過調變技術的改變，可以將 GPRS 所提供的最高到 171.2 kbps 的傳輸速率更進一步的提升為 384 kbps。以 GSM 為主的電信業者，當第三代技術及服務成熟後，將可以另外採用新的無線傳輸技術 UTRA 來提供更高速的服務，至於核心網路技術部分將可沿用 GPRS 的架構。

#### 3.4.3.6 美國的升級策略

美國目前的第二代系統是以 cdmaOne 和 TIA/EIA-136 為基礎，其中 cdmaOne 系統在使用頻寬不變的情況下，可先用新標準 IS-95b 將傳輸速率提高到 64kbps，最終目標是達到 144kbps，這部分的演進過程與 GSM 的 GPRS 與 EDGE 觀念相近，都是利用現有的無線傳輸技術，在使用頻寬不變的前提下慢慢增加傳輸率。當第三代相關技術及服務逐漸成熟之際，再提高使用頻寬來提供更高的傳輸率。至於在美國擁有廣大客戶群的 IS-136 系統，目前則是預定和 GSM 採用類似的升級方案，首先提高傳輸率，最後則以 EDGE 技術作為第三代的方案。

#### 3.4.3.7 結語

第三代行動通訊系統未來將是多種無線傳輸技術並存的局面，核心網路部分則以 GSM/MAP、TIA/EIA-41 以及 IP 網路為發展趨勢，服務以網際網路的多媒體服務為主。目前各國對於第三代的發展都投注相當大心力，政府相關部門宜及早開始制訂我國第三代行動通訊相關標準並規劃頻譜開放事宜，以提供相關產業測試的環境，讓用戶能及早享受到更多樣性、更方便的服務。產學研各界也應該密切注意目前各組織相關標準制訂的發展狀況，以決定相關產品的發展方向並取得市場先機。

### 3.5 行動數據發展現況

行動數據係指用戶在移動的情況下，可利用無線電通訊頻道傳送數據資料，進行雙向數據訊息的接收與發射。隨著經濟型態的改變，企業中逐漸增多需經常在外活動的員工及常在外移動的人，對於資訊的接收及收發電子郵件，或與公司聯繫的需求都非常高。此外，如物流業、運輸業必須了解貨運之運送過程及車輛的調度派遣，因此對於訊息的掌握非常重要。行動數據服務正可滿足隨時隨地，傳遞雙向訊息的需求。行動數據通訊定位為專業的數據傳輸行業，可針對不同之行業需求或消費者需要，來設計不同的服務類型。

由於未來商業化社會中，訊務量必會多於話務量，因真正需要交流的以文

字居多，故行動數據業務存在有其必要性。且不僅包括股票族，流通業，甚至一般消費者也可獲得即時資訊及交通，新聞等需求，因此行動數據涵蓋的使用族群很廣泛。

### 3.5.1 何謂行動數據

所謂”行動數據通信”服務是指行動數據通信網路經營者利用無線通訊頻道，使在移動狀況下之使用者終端設備(又稱行動台或手機)能夠發射或接收“數據”資料之服務。這類服務最大的貢獻在於能夠滿足”資訊行動化”的需求，使個人使用或商業用戶皆能具有行動中溝通交流資訊能力，以利用提高其生活品質或其業務績效。

在此要說明的是國內開放的”行動數據業務”是指開放無線電波 500MHz 及 800MHz 頻段供服務業者提供雙向無線數據通訊服務，不提供語音通訊服務。國外通常稱為專用行動數據網路(Dedicated Mobile Data Network)，此類網路通常採用封包交換(Packet Switch)方式。

在 1980 年代發展出行動數據專用網路，如 IBM 及 Motorola 所建立的 DataTAC，該網路最初為 IBM 私人網路(Private Network)，提供 IBM 到府人員(Field Service)用來擷取公司資料庫，傳輸檔案等。DataTAC 於 1990 年開放為公眾服務網路後，已成為美國最大的公眾專用行動數據網路。

### 3.5.2 行動數據的應用

行動數據的應用廣泛，一般可分為垂直市場(Vertical Market)及水平市場(Horizontal Market)兩大類。垂直市場指的是該應用市場主要是針對企業用戶，例如貨運公司、警察局及銀行等公司團體或機關。水平市場則是直接面對面對個別客戶，例如金融股票機或雙向訊息機等應用。

不過現階段行動數據的應用及市場仍以垂直市場為主，其主要的應用如下

- 1.車輛相關應用:車輛定位、派遣。
- 2.金融交易應用:無線自動提款機及刷卡機。
- 3.其他如遠端資料存取、遠程監控、遙測等。

### 3.5.3 國內行動數據發展現況

國內之行動通信在民營行動電話及無線電叫人業務紛紛投入市場後，可謂百家爭鳴，群雄並起。對於消費者而言，不但選擇性增加許多，其所得到的服務，相較於以往中華電信一家獨營的時代亦得到了相當的改善。

然而除了行動電話及呼叫業務之外，尚有一項嶄新的行動通信服務-行動數據。所謂”行動數據”乃指提供使用者於移動時或在非固定點的情況下仍能達到

數據資料交換的目的，達到“資訊及通訊行動化”。使許多個人與企業用戶皆能具備行動中隨時隨地交換資訊的能力，藉而提高生活水準與生活產能。

交通部開放的行動數據業務中，一共發出了八張行動數據執照，結果如下

表 3-9 國內行動數據發展現況

釋出頻段	區域	得標廠商	主要股東	採用系統	基地台數
800MHz 812.0~813.5 857.0~858.5 12.5K/channel or 25K/Channel	全區	大通	智捷科技、和裕投資、國齊實業、光華投資、杜俊元、瑛宏商業、金世添、王傳芳	智捷 CDPD	63
	北區	義新	義美食品、新光保全、中國信託、互助營造、老爺酒店、怡昌投資、誠意投資、台揚科技、台灣聯合物流、吳統雄	Motorola DataTAC	40
	中區	巨達	統聯客運、巨業交通、李正舜、許雲霞、馮文龍、李財發	Motorola DataTAC	12
	南區	隨通	中華開發、光寶電子、耐斯企業、麟瑞實業、圖訊系統、合盟物流、鉅眾實業、盤長電腦、龔新通、黃榮正	Motorola DataTAC	20
500MHz 510.4875~ 512.9750 526.9875~ 529.4750 12.5K/Channel or 25K/Channel	全區	速必威	聯欣科技、鄭富升、鄭志宏、大格電子、黃哲三、蔡敏文、吳禎祥、吳建國、陳文武、陳光復	紐西蘭 TIAT	23
	北區	普華	台一國際、聯強國際、台元紡織、尚程企業、聯成創投、信興實業、信祥實業、鄭永金	Nokia Actionet	10
	中區	唐盟	唐崧企業、玉盟科技、國衛傳播、台明汽車、雷神資訊、長久企業、徐子勛、王敏馨	玉盟 XTAR-2.0D	28
	南區	匯達	致福企業、邦毅科技、國際創投、長興化學、崧智科技、鼎盛商業、名洋實業、李亮箴	Nokia Actionet	10

資料來源：行動數據通訊之發展趨勢研究，孫善政，1999

接下來將分別就 CDPD，DataTAC，Mobitex 等行動數據系統作一說明，並介紹國內相關行動數據業者所提供的服務。

### 3.5.4 CDPD 系統

CDPD (Cellular Digital Packet Data) 為近年來發展快速的行動數據之一，是一個快速、有效率的數位資料傳輸系統，同時是架構於既存的類比蜂巢式網路上的系統。此系統為 IP-Based 的系統，每個頻道的資料速率為 19.2 Kbps，

[cm912\_781]並且可以 ISO 8473(CLNP)或網際網路通訊協定與其他數據網路連線。除了少數情況須拉專線外，CDPD 主要是用蜂巢式網路語音電話間的閒置時間來傳送資料。

基於下述理由，有些人覺得 CDPD 較其他行動數據更值得投資：CDPD 具有較大的安全性與可靠性；CDPD 使用語音閒置時的頻道，不須佔用額外的頻率；CDPD 利用現有語音蜂巢式網路的基礎架構，因此可快速與低成本的建構；CDPD 開放式的網路設計適於技術及服務範圍的擴展。基於這些理由，美國 ITS 聯合構建團（Joint Architecture Team for National ITS）已選定 CDPD 為提供交通及路徑導引資訊的優先考慮網路。

CDPD 技術始於 1990 年，由 IBM 工程師提出利用 AMPS 系統來傳送分封數據資料，稱為 CELLPLAN-II 系統。經過全美各地蜂巢式行動電話經營業者測試與研究，並將此行動數據網路正式命名為 CDPD(Cellular Digital Packet Data)。

CDPD 的運作方式是與 AMPS 系統共用無線電頻道，在 AMPS 通話頻道閒置時段(Frequency Idle Period)傳輸分封數據。為解決資料量較大的應用，CDPD 亦可單獨運作於一個通話頻道而不與 AMPS 系統共用頻道。

自 1993 年起 CDPD 開始進入商業使用期，目前美國主要之 CDPD 網路經營者包括 AT&T、GTE Mobilnet、BAM(Bell Atlantic Mobile)等，能夠提供全國性的漫遊連網服務。

為推廣 CDPD 應用，行動電話業者聯合通訊製造廠商成立 CDPD 論壇(CDPD Forum)，以期訂定一個全美共通的行動數據開放規約。該論壇成員包括行動電話系統提供者、網路產品製造商、電信與數據通訊公司、通訊設備製造商、網路軟體開發公司、系統整合與增值網路業者等。

CDPD 論壇於 1997 年 11 月擴大組織成為 Wireless Data Forum，欲以 CDPD 技術為基礎推廣至其他的無線網路。特別是微軟也加入此論壇，希望利用 CDPD 與 Internet 共同採用 TCP/IP 的基礎，建立 Windows CE device 之無線通訊能力。此舉將使無線網際網路(Wireless Internet)與行動運算(Mobile Computing)的時代提早來臨。

雖然 CDPD 與現有的 AMPS 共用頻道，但 AMPS 的語音服務享有較高的優先權，亦即當 CDPD 佔用頻道時，如有 AMPS 使用者要求頻道的通知，CDPD 使用者必須釋放出頻道使用權而跳頻到其它頻道，此種技術稱為「RF Sniffing」。CDPD 必須自動偵測並使用 AMPS 系統未佔用的頻道，若偵測出 AMPS 需要使用該頻道，便立即釋放出該頻道而跳頻，待鎖定適當頻道後再恢復進行數據服務。在實際使用上，為能服務大量無線數據通訊用戶，CDPD 系統大多獨立運

作於專用通訊頻道。

在美國 CDPD 是架構於 AMPS 蜂巢式網路上，而全美有一萬六千個 AMPS 基地台。因此只要 CDPD 的附加設備能普及，其在美國的潛在用戶範圍將遠大於其他競爭的行動數據。雖然自 1993 年才開始進行商業使用，目前全美已有超過 8,000 座基地台，由 AT&T Wireless、GTE Wireless、Bell Atlantic NYNEX Mobile、Ameritech Mobile Communications、Alltel Mobile Communications、Comcast Cellular、Cellular One、SNET Cellular 及 360 Communications(前身為 Sprint Cellular)等九家網路業者經營。服務範圍涵蓋全美 90%的人口及商業活動地點，在其他國家如加拿大、紐西蘭、瑞典、台灣、和中國大陸等國均採用此系統。雖然如此，但 CDPD 仍有以下缺點：為了一邊傳送語音一邊傳送資料，必須有額外花費建構一些基本設施；CDPD 資料傳送的優先順序低於語音傳送，容易造成資料傳送的延誤；由於語音閒置時間中，頻道被用於傳送資料，因此會干擾到正常語音的傳送。基於此，因此在美國 CDPD 系統並未廣泛建構，其建構範圍遠低於 ARDIS 系統。

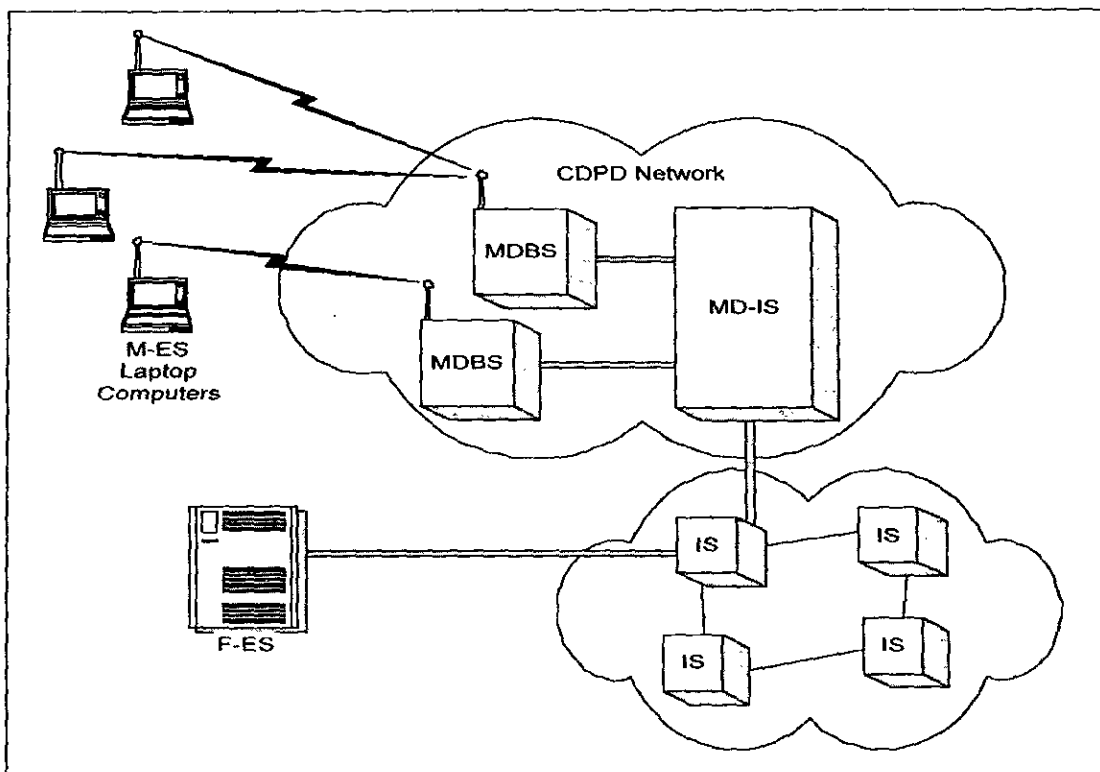
台灣開放行動數據業務於專用頻道，因此為配合所開放的 800MHz 頻帶，以及其頻寬須由 30MHz 降低為 25MHz，業者所引進之 CDPD 系統均為改良式之獨立系統，目前已有大通無線通訊利用專屬式的 CDPD 系統，提供行動數據的服務。

#### 3.5.4.1 CDPD 網路系統功能

CDPD 之網路設計以模組化與可靠性為原則，在同一蜂巢內可採用一至數個無線電頻道進行通訊；CDPD 亦可使用指向性天線蜂巢分割效果，以及重覆使用頻率(reuse)以提昇網路之容量。圖 3-10 為 CDPD 網路系統架構。以下將分別介紹 CDPD 網路中各通訊單元與介面之功能。

##### 1. 固定終端系統

固定終端系統(Fixed-End System, F-ES)是終端設備不會移動，僅透過地面傳輸媒介和 CDPD 網路服務業者連接。對 CDPD 網路而言，F-ES 可能存在於



資料來源：AT&T 『White Paper - CDPD, Digital Cellular and PCS Networks』, 1997

圖 3-10 CDPD 網路架構

CDPD 網路外部或內部，航空公司定位系統即可視為外部定點端系統的一個例子。在大部份的情況下，外部固定端系統是由組織而非個人 CDPD 用戶所管理，而名錄資料服務(domain name service)則是內部固定端系統的一種應用。

## 2. 行動終端系統

行動終端系統(Mobile-End System, M-ES)使用戶之系統具有行動能力。M-ES 可以提供起始射頻頻道的取得、網路註冊、頻道轉移及其他無線電資源管理等任務。M-ES 可與 PDA、HPC(或 Window CE device)結合使用，或為獨立之掌上型電腦，或是以無線數據機之形式與筆記型電腦結合使用。M-ES 的設計以輕薄短小取向，適合行動或戶外不易架設有線網路之應用，其功能包括：

- (1) 傳輸與接收行動數據基地台(MDBS)送來之資料。
- (2) 確保資料不受其它 M-ES 或非 CDPD 網應用之干擾。
- (3) 利用開放式架構有效利用 CDPD 網的頻道資源。
- (4) 建立頻道連結傳輸數據資料。
- (5) 提供多項應用(資料傳輸、電子郵件)。
- (6) 保密功能。

### 3.行動數據基地台

行動數據基地台(Mobile Data Base Station, MDBS)構成了基頻及射頻環境間的實際介面，在每一個提供 CDPD 服務的細胞站裡都會有 MDBS，其功能是每一個細胞的 CDPD 無線電頻道控制器，同時負責蜂巢式系統射頻資源的管理，包括行動終端傳輸功率的調整、建議行動終端轉換到不同射頻頻道、及監視射頻頻道受到其他非 CDPD 服務競爭的情形等。

### 4.行動數據中繼系統

行動數據中繼系統(Mobile Data Intermediate System, MD-IS)是行動網與固定網環境間的邏輯介面。MD-IS 是 CDPD 網路中儲存 M-ES 相關資訊的路由器或網路設備，其功能有如 CDPD 網路的心臟，具有 MHF(Mobile Home Function)及 MSF(Mobile Serving Function)兩種功能。執行如認證、連接管理及對遠端行動使用者的追蹤等任務。

每一個 M-ES 在邏輯上都有一個 MD-IS 作為此行動系統的「家」，稱之為 Home MD-IS，而正在提供服務給行動終端的 MD-IS 則稱為 Serving MD-IS。在行動終端的 Home MD-IS 中，MHF 會存有此行動終端目前 Serving MD-IS 之相關資料。當使用 IP/CLNP(Internet Protocol / Connectionless Network Protocol)協定的數據封包要由 F-ES 傳輸給 M-ES 時，此封包會先被傳到 M-ES 的 Home MD-IS，再透過 CDPD 網路傳給行動終端的 Serving MD-IS，最後才透過 MDBS 傳給 M-ES。而由 M-ES 傳向 F-ES 的資料則不需要再透過 Home MD-IS。

### 5.中繼系統

中繼系統(IS)為 CDPD 網路系統的骨幹，IS 主要的功能是扮演路由器的角色，即將一個網路的資料正確地傳遞到另一個網路。除此之外，IS 也負責處理遞送位址的計算和資料的分封及組裝，而且當系統負載過大時，也可以處理資料流量的控制。

在兩個 MD-IS 之間，IS 是根據 CLNP 來傳遞資料，而在 MD-IS 與 F-ES 之間，IS 是以 IP 的方式來處理資料的傳遞。IS 可以支援 IP/CLNP 網路協定，而為了要使用戶端的系統也可以在多重通訊協定環境裡運作，中繼系統也支援 X.25、訊框傳送(Frame Relay)等通訊協定的運作。

#### 3.5.4.2 系統特性

CDPD 運用於無線資料傳輸時，具有以下特性：

##### 1.可靠度(Reliability)

CDPD 利用數位調變技術、Reed-Solomon 錯誤更正碼、及可靠的通訊規約，使無線通訊與有線通訊一樣精確可靠且更有效率。

## 2.與 TCP/IP 通訊規約相容(Native TCP/IP environment)

CDPD 支援所有符合 TCP/IP 通訊規約的應用軟體，故可作為封包訊息傳輸與 Internet 存取，因此其網路系統服務性廣且應用容易。

## 3.內建空中通訊保密功能(Airlink Security Built-in)

CDPD 具備內建空中介面保密措施，該保密方法為 Technical Steering Committee 所制定，其保密性高。保密方式利用 Key-passing 技術，使得 CDPD 空中介面保密經國際認定為最安全。另外，在通訊連結時的認證亦在 CDPD 規格中規定，使用者可確認資料能做到端點至端點保密傳輸(End-to-end Data Security)。目前已被應用於無線信用卡交易確認及無線提款機(Wireless ATM)。

## 4.多種服務平台(Multiple Services Platform)

CDPD 針對資料傳輸，可在不同的應用平台上開發多種服務。

## 5.可適用於不同服務區域(Choice of Carrier in Service Area)

使用者手機可與不同基地台登錄並認證「訪客」資料，以獲得各種無線數據服務，使用者可利用這種特性使數據服務漫遊於不同系統中。

### 3.5.4.3 國內近況

大通無線電訊與園區智捷科技合作，推出可雙向傳輸的掌上型金融機及無線數據卡。大通無線電訊推出的金融機—CINDY 將定位為個人的第二台電腦而非第二個呼叫器，只要擁有金融機，不僅可以隨時收發電子郵件，也能與具有網路下單功能的券商連線，直接在網路上瀏覽股市訊息，並且即時下單。

大通積極地開拓與其他業者合作的機會，包括資訊服務業者、證券業者、衛星定位、汽車派遣、物流、保全以及刷卡業者等，以期提供更具競爭力、專業性、多元化的數據服務。

未來透過大通的行動數據網路將可以獲得多種服務，包括個人的雙向訊息傳遞，提供真正雙向且即時的圖文訊息傳遞服務；收發網際網路電子郵件、發送傳真、傳訊至呼叫器、大哥大短訊；亦可提供股市、金融、新聞、路況、氣象、藝文活動等資訊；即時看盤後可立即無線下單買賣，並可隨時查詢資訊；此外亦可透過大通的行動數據網路連結網際網路；透過與各專業廠商合作，可



利用大通行動數據網路提供車輛保全與防盜、車輛定位、派遣及導航、行動刷卡等服務。

### 3.5.4.4 CDPD 系統規格及相關標準

表 3-10 CDPD 特性歸納

通訊協定(Protocol)	MDLP,RRMP,X.25,TCP/IP
傳輸速率 (Data Rate)(kbps)	19.2
通道頻寬 (Channel Spacing)(KHz)	25
頻譜效能 (Spectrum Efficiency) (b/Hz)	0.768
隨機錯誤策略 (Random Error Strategy)	Cover with burst protect
接收器靈敏度 (Receiver Sensitivity) 5%BLER	-101 to -103dBm
叢集錯誤策略 (Burst Error Strategy)	RS 63,47(6 bits per symbol)
操作頻率 (MHz) (Operate Frequency)	806-825(up link) 851-870(down link)
基地台涵蓋半徑 (Base Satation Ratus)	10
調變方式 (Modulation Type)	GMSK
總通道數 (Total Channels)	20 (dedicate to Mobile data expandable by request)
通道數/細胞 (Channels/Cell)	1-6
訊息數/秒/細胞 Messages/Sec/Cell	9.5 (base on every message is 128 bytes including of independent IP address)
最大容量/細胞(Kbps) (Max capacity/Cell)	115.2
最大封包(bytes) (Max packet)	2.25K
輸出功率(W) (TX Power)	0.6,1,3
衰減效能 (Fading Efficiency)	Withstands 2.2ms fade
通道存取 (Channel Access)	DSMA/CD

資料來源:本研究整理 2000

### 3.5.5 DataTAC 系統

DataTAC 網路系統最早開始使用於 IBM 的專用行動數據網路，主要供其維修人員(Field Service)連接公司內部資料庫、查詢客戶、產品資料等用途。1990 年初由 Motorola 與 IBM 共同成立 ARDIS 公司，並開始對外經營行動數據網路服務。1994 年 IBM 將其持有股份讓給 Motorola，Motorola 近年來為 DataTAC 積極開發亞太市場，馬來西亞、新加坡、台灣、香港、菲律賓、韓國都已架設 DataTAC 行動數據網。

DataTAC 與 Mobitex 一樣都是屬於分封交換網路，其系統可追蹤每個行動終端的位置，並指定最近的基地台負責與此終端通訊，其餘基地台則用相同頻率與其它行動終端通訊，如此頻率可重複使用，可增加其服務用戶數。對於經營頻道取得不易的地區，可高效率經營其頻道，提高用戶數。

#### 3.5.5.1 網路架構

DataTAC 網路是屬於重疊細胞的蜂巢式網路架構。每個基地台所涵蓋的區域半徑從 20 公里到 30 公里。利用細胞重疊，適當的發射功率，及具錯誤校定的編碼功能等設計，DataTAC 網路可以支援在建築內和街道上的行動通訊裝置。每個封包細胞內包含一到三個雙工的傳輸頻道。DataTAC 系統的速度最早為 4.8Kbps，現在已提升到 19.2Kbps。以 ARDIS 而言，在美國的主要都市都已開始提供 19.2Kbps 的通訊速度。其終端設備具備掃瞄不同頻率後自行調整接收頻率以達成漫游功能，目前可使用頻段包括 420~450MHz 及 800MHz。圖 3-11 為 DataTAC 之網路架構。

DataTAC 為了讓網路經營更有彈性，網路架構採用分層式和開放式的系統架構，因此能和其它公眾數據網路和加值型網路相連。網路架構的組成包括網路管理中心(Message Switch)、區域控制站(Radio Network Controller)和基地台(Base Station)。

##### 1. 網路管理中心

以主從架構為設計的基礎，提供網路系統整體的營運、管理和維修(OA&M)等功能，為整個網路系統首腦。

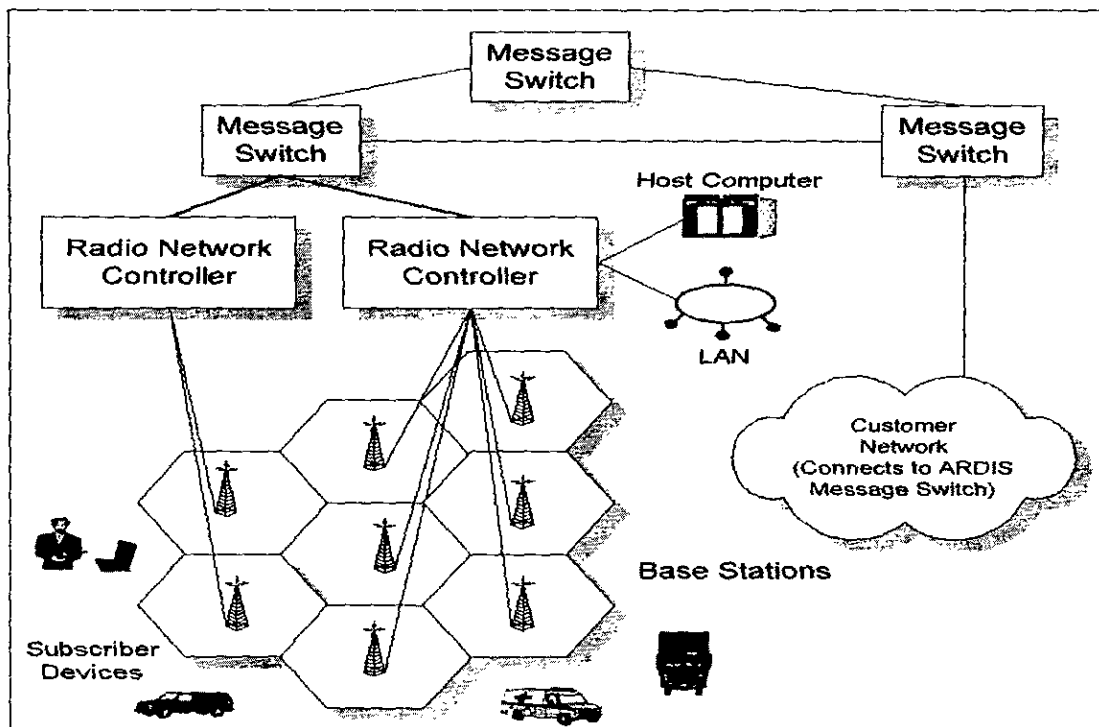
##### 2. 區域控制站(RNC)

由無線電的開通道、無線網路控制站和通訊的集線器所組成。RNC 主要是負責處理所有訊息的交換、選擇訊息傳送的路徑和主電腦與基地台之間的通訊連接。其它如蒐集、記載系統資源使用情形、用戶端設備的確認、漫游的控制和與各基地台間的聯絡，都由 ACC 來負責管理。

##### 3. 基地台

以有線電路和 RNC 相連，協助 RNC 對行動台漫游的控制和管理。並採用 RD-LAP 無線電頻道的通訊規約與行動台連絡。

每個 DataTAC 行動終端除了收到離其最近基地台所傳送之信號外，為了確保室內通訊品質，也接收其它附近基地台所傳來的信號，使信號能保持強度，不受建築物遮蔽影響，達到較佳的室內滲透率。



資料來源：Motorola，1998

圖 3-11 DataTAC 網路架構

### 3.5.5.2 系統特性

DataTAC 在最初的設計是要讓 IBM 公司的外務人員使用，因此它提供的是點對點，分封交換的無線電數據傳輸服務。一般封包約為 128bytes，約略為一個簡短的文字型商務電子郵件的大小。它具有建築物穿透力強，保密性高，傳送成功的優點，但是由於它最初的設計是為了傳送間歇性的少量資料，因此對於傳輸大量資料如影像或是大型檔案則相對地困難，容易造成延遲，及資料遺失。不過由於 DataTAC 起初設計時是供 IBM 內部員工所使用，並無考慮到和其他數據通訊系統間的相容性，因此對實際應用的擴展有相當的阻礙。

### 3.5.5.3 國內近況

目前國內有三家行動數據業者使用 DataTAC 系統，分別是北區的義新電

信，中區的巨達通信，南區的隨通電信。義新通信結合中區巨達電訊、南區隨通電訊合組 EGA 行動數據聯盟，建立一個可涵蓋台灣全島的 EGAnet 空中資訊網，讓消費用戶的數據資料不論在任何時間、任何地點，都能透過 EGAnet 的雙向傳輸到達目的地。

義新數據提供個人通信、行動刷卡、國際漫遊、勤務派遣、運輸系統、無線遙測六項行動數據服務項目。由義美食品投資的義新數據公司，初期瞄準企業客戶市場，例如義美食品在全省都有門市與車隊，在車隊上架設行動數據的終端器後，可達到隨時雙向通訊調派的目的。另一方面，義新電信除了與花旗銀行合作無線刷卡機外，也與無敵電子辭典共同推出搭售方案，內含無線數據卡、電子辭典、保證金、設定費等組合，利用無線數據卡，透過 EGAnet，可在無敵 CD-67 電子字典上進行收發電子郵件、無線傳真、傳送短訊到呼叫器或行動電話上，獲得股價、匯市行情、新聞等即時資訊。在筆記型電腦的無線數據卡方面，義新也與大眾及中華電信合作，推出網路傳呼及網路簡訊的服務。

巨達電信的股東組成主要以運輸業為主，包括國內最大的民營客運公司統聯客運，其經營策略積極針對客運業、貨運業、快遞業與物流業等大眾運輸業市場，提供車隊與貨物管理服務。目前已有具體成果，未來除鎖定交通運輸業市場，並將擴及其他的行業。

隨通電訊初期將提供無線個人雙向行動數據訊息傳遞、計程車刷卡派遣、汽車及貨運車派遣調度、無線保全、行動股市訊息傳送等服務項目。在計程車派遣部分，隨通電訊目前已與萬事達卡(master card)國際組織、中國國際商銀和高雄亞太計程車合作社等單位合作，完成國內第一筆信用卡無線交易。在計程車提供無線刷卡付費服務後，隨通電訊未來將進一步擴展服務範圍至披薩外送、汽車拖吊、直銷、快遞等行業。

### 3.5.5.4 DataTAC 系統規格及相關標準

表 3-11 DataTAC 特性歸納

通訊協定(Protocol)	MDC	RD-LAP
傳輸速率(Data Rate)(Kbps)	2.4-4.8	9.6-19.2
通道頻寬(KHz) (Channel Spacing)	25	25
頻譜效能(Spectrum Efficiency) (b/Hz)	0.19	0.77
隨機錯誤策略 (Random Error Stragtery)	Convolutional 1/2,k=7	Trellis coded Modulation 3/4
接收器靈敏度 (Reciever Sensitivity) 5%BLER	-110dBm	
叢集錯誤策略 (Burst Error Stragtery)	Interleave 16 bits	Interleave 32 bits
操作頻率 (Operate Frequency)(MHz)	Tx:806-825 Rx:851-870	Tx:806-821 Or Rx:851-866
基地台涵蓋半徑 (Base Station Radius)	2~30	
調變方式(Modulation Type)	FSK	QFSK
總通道數(Total Channels)	760 or 600	
通道數/細胞 (Channels/Cell )	1	
訊息數/秒/細胞 (Messages /Sec/Cell)	6.7 (base on uplink message is 50 bytes,downlink message is 100 bytes,and 50% messages are uplink ,the other 50% messages are downlink)	
最大容量/細胞 (Max capcity/Cell) (Kbps)	19.2	
最大封包 (Max packet)(bytes)	512	
輸出功率 (TX Power)(W)	1 or 3	
衰減效能 (Fading Efficiency)	Withstands 3.3ms fade	Withstands 1.7ms fade
通道存取 (Channel Access)	CSMA nonpersistent	Slot CSMA
儲存傳送方式	標準型	
定址方式	個呼,群呼,全呼	
網路傳輸交換方式	分封交換	

### 3.5.6 Mobitex 系統

Mobitex 是由 Ericsson 與瑞典電信在 1985 年發展出來，美國在 1991 年由 RAM Mobile Data 公司引進 Mobitex 提供行動數據服務，目前在美國境內的基地台數約一千個，系統涵蓋二百一十六個都會區，服務全美 90% 的商業活動地

點。除了美國及加拿大外，在世界各地尚有超過十七個國家使用 Mobitex 系統，其中大多數為歐洲國家，包括比利時、瑞典、芬蘭、德國、法國、荷蘭等。Ericsson 也正積極開發亞太等新興市場，如澳洲、南韓、新加坡皆已引進 Mobitex 系統。

### 3.5.6.1 網路架構

在每一個服務區域內，Mobitex 網路系統有 10 到 30 個頻寬為 12.5KHz 的雙工無線頻道。Mobitex 的階級組織使其可利用快的速率和更高的可靠性，經由最短可用路徑來傳遞訊息。資料傳輸速率在半雙工模式下為 8Kbps，最大檔案容量為 20K，使用者的資料頻率是 4Kbps。最大封包容量為 512bytes(不包含 24-bits 的位址區塊)。

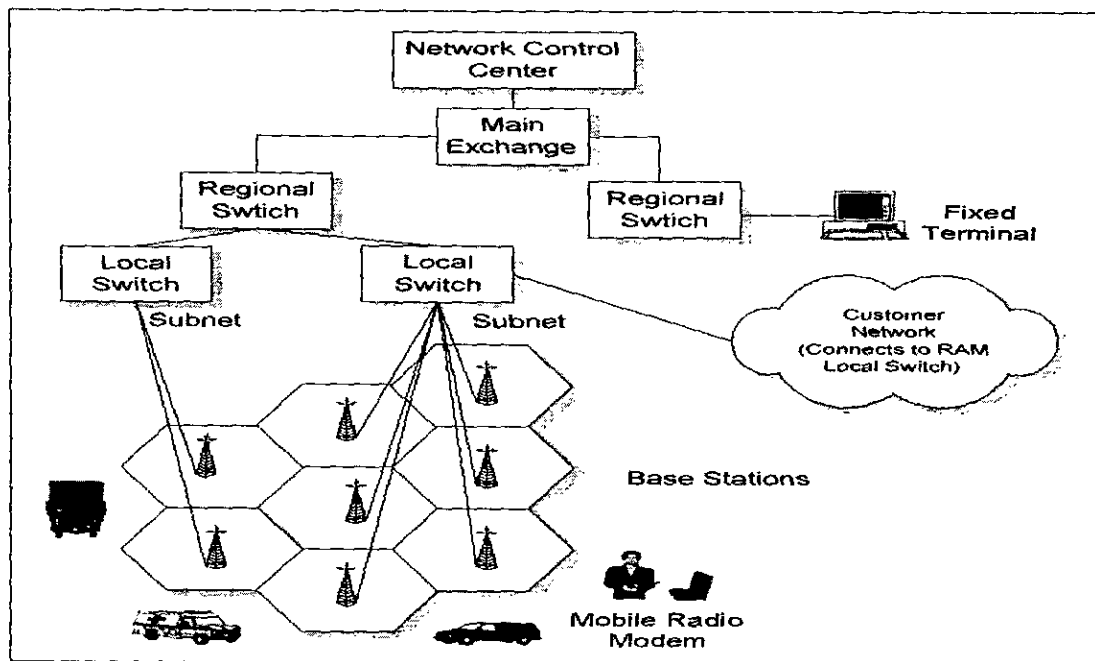
Mobitex 網路架構可分為三個階層：基地台(Base Station)、區域交換和主交換站(Regional switch and Main exchanges)以及最高層的網路控制中心(Network Control Center)。其整個網路架構類似蜂巢網路，可有效重複使用頻率。

Mobitex 網路架構如圖 3-12 所示。

- 網路控制中心：提供網路和用戶管理、監測、維修、營運以及用戶各項資訊記載與更新等功能。
- 區域交換和主交換站：為分封交換的節點，用有線電路與各基地台相連，可連接固定終端機和 Gateway，同時也具有確認用戶的能力，以達成漫遊的功能。未能傳送的封包訊息可儲存在交換站的伺服器內，待用戶接收，還能監測網路軟、硬體狀態，隨時回報給網路的控制中心。
- 基地台：網路的終端節點，控制無線電波傳播與接收，若行動台要發射與接收訊息時，會由最近的基地台與行動台進行通訊，並自動調整傳送資訊數量，基地台與行動台間的無線傳輸速率為 8Kbps。

### 3.5.6.2 系統特性

Mobitex 系統最高的傳輸效率為 8Kbps，主要是為了傳輸閒歇而簡短的資料，並不適合用來傳輸大量資料。此架構使用類似蜂巢式行動電話中頻率重複使用的概念，使得網路容量得以倍增。Mobitex 的優點在於保密性高，擴充容易，及提供先儲存後傳送功能等。不過由於 Mobitex 所使用的通訊協定與其它大部分的數據通訊協定不相容，對於新用戶而言必須重新安裝所有相關軟體，非常不方便。這種違反現代化開放式系統(Open System)概念的做法，的確是一項重大缺失。



資料來源：Ericsson，1998

圖 3-12 Mobitex 網路架構

### 3.5.6.3 國內近況

目前國內的行動數據業者，由於使用頻段不同，因此並無任何業者採用 Mobitex 系統。

### 3.5.6.4 Mobitex 系統規格及相關標準

表 3-12 Mobitex 特性歸納

調變方式 (Data Rate) (Kbps)	4 - 8
操作頻率 (Operating Frequency) (MHz)	935~941(downlink) 896~902(uplink)
總通道數 (Total Channels)	480
通道數/ 細胞 (Channels/Cell)	10~30
通道頻寬 (Channel Spacing) (kHz)	12.5
頻譜效能 (Spectrum Efficiency) (b/Hz)	0.64
傳送功率 (Tx Power)(w)	1~3
調變方式 Modulation Type	GMSK (BT=0.3)
接收器靈敏度 (Receiver Sensitivity) ( at 1% BER)	-113 dBm ~ -117 dBm
最大容量/細胞 (Max Capacity/Cell)(Kbps)	240
通道存取 (Channel Access)	Slotted CSMA
介面協定 (Interface Protocol)	MASC
錯誤偵測 (Error Detection)	16 bits CRC
錯誤更正 (Error Correction)	12,8 Hamming Code (FEC)
叢集錯誤策略 (Burst Error Strategy)	Interleave 21 bits
衰減效能 (Fading Performance)	Withstands 2.6ms fade
儲存傳送方式	標準型
定址方式	個呼,群呼,全呼
網路傳輸交換方式	分封交換

資料來源:本研究整理 2000



### 3.6 無線電叫人系統(Paging system)

無線電叫人系統是最簡單的無線通訊系統，其基本系統架構如圖 3-13 所示，圖中 PSTN (public switched telephone network) 代表公共交換電話網路，BS(base station)代表基地台。系統中包含了輸入資料來源、既存的有線電話網路 (PSTN)、無線電叫人系統的編碼設備 (編碼器)、由傳送端的控制設備所控制的基地台 (BS)、及遠端的呼叫器。要傳輸的訊息可經由電話、附有數據機的電腦、桌上型呼叫裝置、或是接線生直接輸入訊息等方法輸入。輸入之訊息經由 PSTN 傳至編碼器後，由編碼器確定呼叫號碼是否正確，並從用戶的基本資料中查詢呼叫器的位址，然後把位址及訊息轉換成呼叫訊號協定(某一特殊碼)的形式。這個編好碼的呼叫信號經由控制系統傳至各個發射器所在的基地台，基地台再將信號載到特定的頻率上，並廣播到它所包含的區域，使呼叫器發出“嗶”的聲音，以通知使用者。

無線電叫人系統發展之初是屬於單向通訊系統 (從基地台到固定不動的或行動中的接收機)，且藉由嗶的單調聲音、含音樂的聲響、數字型態、或是字母與數字混合的型態等方法來顯示訊息。目前技術已經發展到雙向呼叫，這個發展使得呼叫技術更引人將此系統發展成為大眾傳播工具。

無線電叫人系統受限於兩個主要的缺點，第一，雖然有些呼叫網路比蜂巢式系統更能深入郊區，但基本上它還是一個屬於城市特有的服務；第二，也是最關鍵的一點，就是無線電叫人系統傳統上是一個單向系統，雖然使用者可以接收簡短訊息，但是卻無法回應 (除非他們有手機或者附近有有線電話)。

在市場上有很多無線電叫人系統公司以及可利用的呼叫設備。例如，Teletrac 公司提供一項在 900MHz 頻帶上有雙向呼叫及可測得所在位置的呼叫服務；SkyTel 的雙向呼叫服務允許使用者在接收到訊息後，經由一個按鈕可以馬上做回應；Socket Wireless Messaging Service (簡稱 SWiMS) 可提供管理服務，並設計將字母與數字的呼叫轉成無線訊息，連接到使用者所希望的設備上，如：電話、語音信箱、傳真、電子郵件、數據機、呼叫系統等。

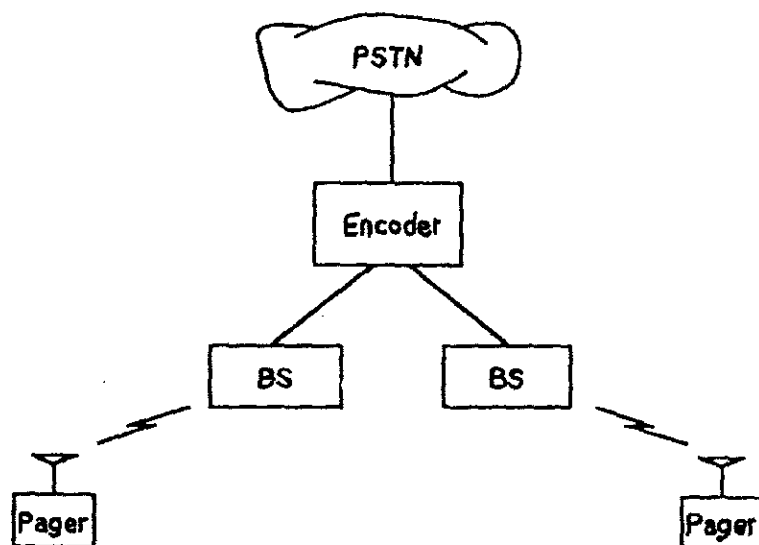


圖 3-13 無線電叫人系統基本架構

### 3.6.1 背景分析

自從 1993 年 Motorola 發表高速傳呼系統新標準 FLEX，至今 FLEX 似乎已成為世界性的傳呼系統標準，發展 FLEX 目的是為下一代增值傳呼服務奠定一個發展基礎，FLEX 已制定可全面同步的高速訊號代碼，可發揮高速的傳輸速率及傳輸量，並且提供了錯誤校正功能，整個 FLEX 協定標準是由 Motorola 主導發展，Philips、TI、及我國工研院則負責製作 FLEX 的解碼器部分。Motorola 負責制定的 FLEX 協定包括了：單向訊息的 FLEX 協定、雙向訊息的 ReFLEX 及語言傳送與儲存的 InFLEXion 協定。從目前全球無法滿足於低速的 POCSAG，進而欲提昇至高速傳呼系統的使用需求，並從單一功能的 Tone-Only 到雙向兼具語言的功能，可以看出 FLEX 的傳呼技術已漸漸能夠滿足市場上的傳呼需求，成為主流產品。

目前全球傳呼系統包括，傳輸速率為 2.4kbps 的 POSAG、6.25kbps 的 ERMES 及目前最新的 FLEX，速率最高可為 6.4kbps 等，FLEX 在系統容量、電池壽命、速率及與現有系統相容性均有突出的表現。

從 FLEX 發表後，已在全球傳呼市場掀起一場高速傳呼系統革命，目前已有北美、亞太、中東及東歐等地區傳呼系統業者採用，在全球高速傳呼市場佔有率已達 70%。美國幾乎所有的傳呼公司皆採用 FLEX 技術及協定，加上中國大陸亦採用 FLEX 為傳呼的國家標準、以及全球已有 24 個不同國家廠商相繼取得許可證，包括：日本、台灣、新加坡、印尼等，這使得 FLEX 佔據了美國地區及亞太區市場，就以台灣的 Service Provider 為例，已有八家廠商提供 FLEX 的服務，而僅中華電信一家維持 POCSAG 的系統。

在 1996 年 9 月，Philips 的加入更使得 FLEX 逐漸成為成熟的國際傳呼標準。同時在另一方面，Motorola 又訂定 ReFLEX 及 InFLEXion 的協定，且已製造出 Pager 的產品，其中 Tango Pager 是屬於 ReFLEX 技術，可互傳雙向訊息；而 Tenor 則屬於 InFLEXion 技術，可提供語音服務的功能，就如同無線的語音答錄機。

對 FLEX Pager 而言，它不僅是一個 beeper，也並非只能看到短短的訊息，它還提供 FAX、E-mail、甚至語音的服務，儼然已是一個行動的語言答錄機，我們可以稱這是一個較窄頻道的 PCS(Personal Communication Service)服務。

以下就 POCSAG 與 FLEX 兩種 protocol 來介紹：

### 3.6.2 POCSAG

POCSAG 是針對單一頻率，單一服務公司所設計的傳呼網路無線電介面，所以 POCSAG 無法使用於跨網路(multi-network)的傳呼系統。POCSAG 的編碼格式設計可容納二百萬個用戶(呼叫器持有者)。最初的編碼格式係制定於 512 bps 的傳送速度。根據營運經驗，在不改變編碼格式的狀況下，POCSAG 可以傳送 1200bps 的資訊，某些應用的傳送速度更可高達 2400bps。POCSAG 的編碼格式如圖 3-14。此格式包括 576 位元的前置訊號(preamble)，以及一或數個 544 位元的數據束(batch)。前置訊號是一串由"1"及"0"交叉出現所組成的字串(即"1010...")，用以偵測 POCSAG 訊號。呼叫器的解碼器可利用此前置訊號，來找出後續的數據串。

每個數據束包含一個 32 位元的碼框(frame)同步編碼字元(codeword)，以及八個 64 位元的碼框。碼框同步編碼字元是一個獨特的字串，可供呼叫器用來偵測數據束的起始。每一個碼框包括兩個 32 位元的編碼字元。每一個編碼字元可能存放呼叫器位址(address)，或傳呼訊息，或者是不具任何意義的空閒字組(idle codeword)。每一個位址編碼字元(address codeword)包含五個欄位。第一個欄位是一個"0"位元(用來表示該編碼字元為呼叫器位址)。第二個欄位是一個 18 位元的位址。第三個欄位是 2 位元的來源識別碼(source identifier)，用來識別四個不同的呼叫來源(paging sources)。第四欄位是 10 位元的錯誤偵測及更正碼，可用來更正一個位元的錯誤及偵測多個位元的錯誤。最後一個欄位是偶同位檢查位元(even parity bit)。傳呼訊息編碼字元的格式與位址編碼位組類似。不同之處在於其第一個位元值固定為"1"，而第 2 至 21 位元則用來儲存傳呼文字。空閒字元是一個具獨特(unique)樣式的字元。基地台每傳送完一個位址編碼字元後，接著可能會再傳送零或數個傳呼訊息編碼字元。如果傳送碼框只用到一個編碼字元時，則第二個編碼字元必須以空閒字元填補，使得每個碼框都用滿 64 位元。

每個呼叫器只會往八個碼框的其中一個碼框接收傳呼訊息(呼叫器內儲存有 3 位元的碼框編號，以決定呼叫器在那個碼框接收訊號)。因此呼叫器的接收電

路模組可在其他七個碼框時間暫時關閉以便節省電源耗損。POCSAG 對於大量

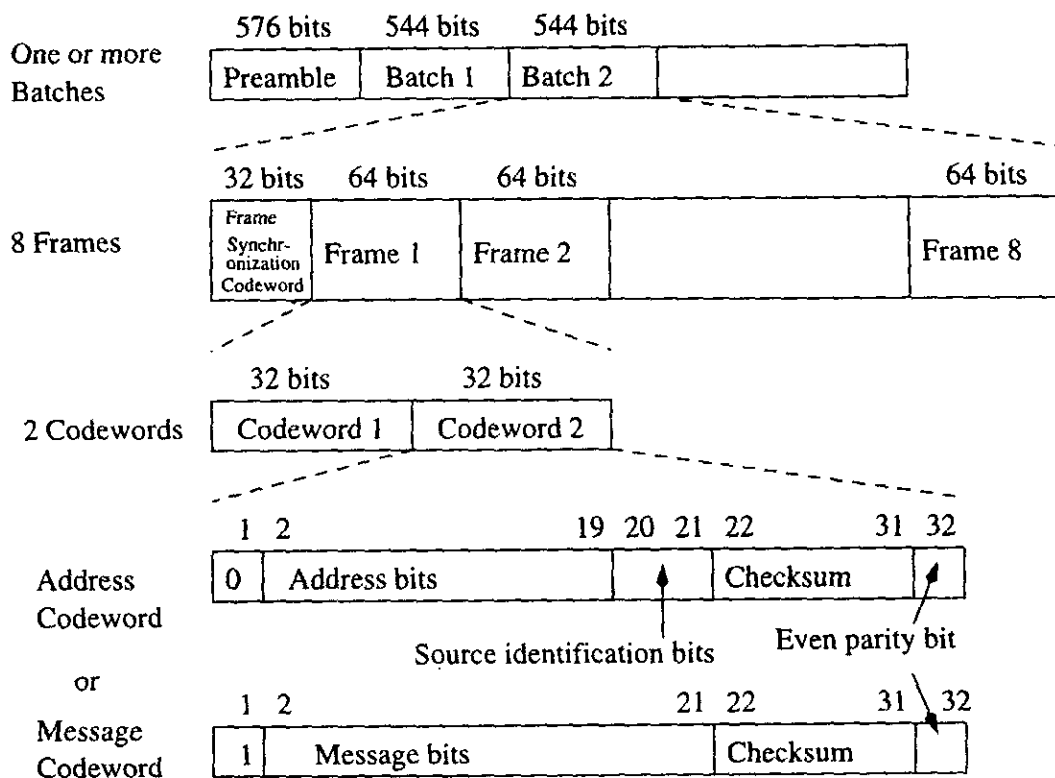


圖 3-14 POCSAG 編碼格式

資料的傳送比較有效率。若數據傳輸量少，則 POCSAG 之效率較差(因必須在許多碼框中填補空閒字組)。

### 3.6.3 FLEX

#### 3.6.3.1 特性

在 1993 年 6 月發表的 FLEX 單向訊息協定與 POCSGA 相較，有以下幾項特點：

##### 1. 容量及速度

FLEX 可操作在 1600、3200、6400bps 下，而 POCSAG 在超速情況下最多僅可達 2400bps，但大部分系統業者皆維持在 1200bps 運作下；另外，FLEX 系統可以支援超過 50 億個個人獨立位址，在每個頻道下也能支援 60 萬個 Pager。

##### 2. 資料處理能力

FLEX 可以處理 Tone 警示、ASCII、HEX 數字、字型及沒有固定格式化的二進位，若遇到較長的訊息，它會把訊息變成每一 Packet(封包)是 220 位元。

### 3. 延長電池壽命

使用同步時間槽協定，可以使 Pager 自我偵測在特別時間內的訊息，因此可以延長電池的壽命。而 POCSAG 則使用非同步的協定，兩者電池使用壽命的比率大約為 1:17 左右，大大的改進電池的續用能力。

### 4. 彈性

FLEX 系統可以和 POCSAG、Golay 及 ERMES 系統共存。如在 POCSAG 1200bps 的系統加上更新的軟體，至目前的傳呼終端即可和 FLEX 1600bps 共用。

### 5. 資料整體性

FLEX 採用 BCH(Bose-Chadhuri-Hocquenghem)、CRC、Checksum、檢查總和及 Interleaving 等多種編碼方式，使得 Message 可以承受更長的 Fading 所產生 Burst 形式的錯誤，而不會使得訊息有一絲絲的偏差。

#### 3.6.3.2 FLEX 的 SDS

在大部分 6400bps 高速的傳輸速率中，需克服的是要如何處理同時傳送的延遲時間(Simulcast Delay Spread, SDS)，使錯誤率降至最低，是一個相當重要的問題；SDS 又可以稱為 Simulcast Error、Simulcast Misalignment、或是 Delay Spread。發生 SDS 有幾個因素：

1. 訊息信號在「不同時間」由發射器發射，會導致 bit jitter 的發生，但在良好的實務設計上，bit jitter 可以被減至最少。
2. 訊息信號經由「不同距離」傳送到 Pager 上。

在第一種因素可以利用全球衛星定位系統(Global Positioning System；GPS) 來做同步動作，使得傳輸延遲可以被等化。而第二種因素，必須做好整個的系統設計及傳輸分析，方可被最佳化。

從 Time Domain(時間區域)來看 SDS，可以看出 SDS 影響訊號的解調大約有 150~180 微秒。基本上，SDS 可以允許是 1/4 寬的 Symbol 寬度，而不影響訊號的解調。由不同傳呼格式每個 Symbol 的寬度可知，3,200 4-Level FLEX 有將近 30% 大於 POCSAG 2,400 容忍 SDS。

若從空間區域(Spatial Domain)來看 SDS，就必須將每 1/4 Symbol 寬度干擾乘上  $3 \times 10^8$  m/s 光速，即可得知其距離：

$$\text{POCSAG 2,400} : 104 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 31.2 \text{Km}$$

$$\text{3,200 4-Level FLEX} : 156 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 46.8 \text{Km}$$

3,200 2-Level 及 6,400 FLEX :  $78 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 23.4 \text{Km}$

從距離來看，3,200 4-Level 的 FLEX 比 POCSAG 更能容忍 SDS 約  $(46.8 - 31.2 = 15.6 \text{Km})$ ，由這值便可得知在不同傳呼模式下每個發射站之間重疊的距離。而為了要維持較好的 3,200 2-Level 及 6,400 FLEX 傳輸特性，則必須額外加上 3dB 的 S/N 值，而多的 3dB S/N 值可以從天線的增益或形式、天線傳送的角度、發射機輸出功率及發射台的位置選擇來得到補償。

### 3.6.3.3 ReFLEX 及 InFLEXion

Motorola 的窄頻道 PCS 協定 ReFLEX 是利用 FLEX 高速傳呼的協定。在 InFLEXion 方面，它在每 50KHz 頻道能提供 112bps，而且 InFLEXion 語言是屬於一種數位語音的服務，且具有認可的功能。底下是 ReFLEX 及 InFLEXion 的一些重要特性：

#### 1. 基礎設施的需求

ReFLEX 及 InFLEXion 因具有 Acknowledgement 的功能，所以在每一個發射器範圍內會有 2~3 個接收器，其每一接收器可以傳送 800bps，所以大約 16 個接收器方能達到每一個發射器操作在 9600bps。

#### 2. 具有儲存訊息功能

如果 Pager 被關掉或超過使用範圍，ReFLEX 及 InFLEXion 系統可以儲存現有的資料經過一段時間再發送。

#### 3. 錯誤偵測

ReFLEX 及 InFLEXion 可以在經過 Acknowledge 之後，若有任何的錯誤訊息可以再重新傳送訊息。

#### 4. 打呼叫器者可以得到訊息確認與否

用戶端可以透過訊息參考 ID 來確認自己傳送的資料是否被對方接收。

#### 5. 數位語言傳呼

InFLEXion 語音使用數位語音壓縮技術，加上再使用頻率的技術，可以用很經濟的方式提供語音傳呼服務，而且其聲音品質高於一般類比語音 Pager，這些長達 4 分鐘的語音資料也可以重新播放。

#### 6. 頻率可以重覆使用等。

FLEX 由於是北美、中國大陸及亞太區承認的傳呼標準，其市場的經濟規模遠大於歐洲，再加上 Motorola 善於運用市場策略、降低使用執照的權利金，如此，使 FLEX 在 Motorola 的技術支援及市場策略的相互運作下，已佔盡上風。

表 3-13 是目前國內 paging system 的費率；表 3-14 為兩個系統規格之比較：

表 3-13 費率比較表

自備	型式	種類	保證金	月租費	設定費	停機手續費
自備 收 信 器	POCSAG 系統 (060 0950、 0957、0959)	第 1.2.3 系統 單 區	400	100	100	200
		第 1.2.3 系統 全 區	1,100	200		
	FLEX 系統 (0942)	單 區	400	150		
		全 區	1,100	300		

### 3.6.4 國內近況探討

自從國內電信自由化之後，呼叫器是最快竄起的通訊產品之一，然而隨著各項增值服務與傳呼技術發展，傳呼產品不再只侷限於『call 機』，例如國內傳呼業者宏遠電訊的任我行巡呼網(南台灣則為南方電訊)，就是採用 FLEX 系統，不僅提供客戶更快速的傳呼通訊服務，更提供多項增值服務，例如語音信箱、網路傳呼、雙向通話、群體呼叫、生活休閒財經資訊等。而另一個國內傳呼業者一大眾電信則是針對企業之『24 小時電話代接』秘書，可以利用傳呼系統來做個人化的設定，並可過濾來電、方便公司管理門號、企業內部毋須背誦門號、點選姓名傳呼等功能。

聯華電信 (AlphaCall) 亦是採用比 POCSAG 系統快五倍的 FLEX 高速傳呼系統提供了多樣化的服務，平均 10 秒內可呼達或收到傳呼，其增值服務包括線上雙向熱線、中文通 (語音寫信)、隨身新聞、萬用碼 (來電轉接)、股票價量警示等。其他業者包括了飛碟電訊 (採用聯華電信門號) 提供傳呼器接收電子郵件與即時新聞等；中華國際通訊網路提供多功能語音傳呼服務及免轉接隨身碼服務；東方傳呼 (晟信科技) 提供無線電叫人服務、預約傳呼及線上通話服務；南屏網路科技則發展 Flex 技術於 PDA 應用上，提供股市理財之傳訊業務，可以直接利用 PDA 下單完成交易手續，其亦推出了一碼通隨身碼的服務。

表 3-14 Paging Systems Protocol Comparison Matrix

Protocol	POCSAG	FLEX™	ReFLEX™25	ReFLEX™50	InFLEXion™
Description	Low-speed, one-way worldwide previous technology	High-speed, one-way worldwide de facto standard	Two-way messaging and data protocol (Can also put three channels in 50 kHz)	Two-way messaging and data protocol	Advanced voice messaging protocol (supports 7 subchannels with 3 carrier channels)
Applications	One-way numeric & alpha (4/7-bit)	One-way numeric & alpha (4/7-bit, binary, symbolic char)	Two-way short messages (4/7-bit, binary)	Two-way short messages (4/7-bit, binary)	Voice paging (with ack-back)
Operating Frequency	Any available paging frequency	Any available paging frequency	Out: 929-932, 940-941 MHz In: 896-902 MHz	Out: 930-931, 940-941 MHz In: 901-902 MHz	Out: 930-931, 940-941 MHz In: 896-902 MHz
Infrastructure Requirements	Existing infrastructure	Modest upgrade (typically)	Modest Tx upgrade or new Tx plus new Rx infrastructure	Major Tx upgrade or new Tx plus new Rx infrastructure	Major upgrade to new ReFLEX infrastructure
Roaming Capability	Not supported	Supported	Yes	Yes	Yes
Outbound Channel	25 kHz	25 kHz	25 kHz or 50 kHz	50 kHz	50 kHz
Outbound Signaling Speed	512, 1200 or 2400 bps	6250 bps	1.6, 3.2 or 6.4 kbps in 25 kHz 3 carriers in 50 kHz channel	up to 25.6 Kbps	Digitally processed compression
Inbound Channel	Not Appl.	Not Appl.	12.5 kHz in 896-902 MHz	12.5 kHz in 901-902 MHz	12.5 kHz in 896-902 MHz
Inbound Channel Signaling Speed	Not Appl.	Not Appl.	800, 1600, 6400 or 9600 bps	9600 bps	800, 1600, 6400 or 9600 bps



## 3.7 中繼式無線電話(Trunking Radio)

早期的「中繼式無線電話系統」是屬於專用的調度系統，也就是一個單位為因應本身業務執行的需求，申請幾對無線電頻率，利用相關有線及無線網路。一般基地台的天線架設高，發射功率強，覆蓋半徑約 20~30 公里。因為調度系統傳送的指令很精簡，通話時間不長，一對頻率（即一個頻道）大約可容納 200 多個移動台，但忙時一個頻道又會擁擠不堪，所以擁有 200 個移動台的單位，就需要申請 6~8 個頻道，但在平時話務量不高，利用率反而不好，為解決這個問題，提出將多個專用系統結合在一起，統一管理，共同使用頻道，共同覆蓋區域負擔費用，且朝公共方向發展，形成高級調度系統。

現代的「中繼式無線電話系統」除了作為通話外，還有命令傳輸、遙測、遙控等功能，可用於車隊人員調度、任務編組、派遣、消防、救災，出租汽車的指揮、控制與通信。總而言之「中繼式無線電話系統」有下列幾點特性：

1. 多用戶共享頻道
2. 使用網路採排隊制
3. 每通電話具有限時功能
4. 能和公共電信電話網互聯

### 3.7.1 背景分析

為提供工商業界及個人便捷之通信，除了一般的公眾通信網路，例如公眾電話網路(PSTN)、公眾行動電話網路(PLMN)、公眾數據網路(PSDN)等之外，各國政府亦開放一些特殊行動無線電(Specialized Mobile Radio ; SMR)系統，提供工商業界或私人之無線電通信服務。中繼式無線電系統(Trunked radio system ; TRS)屬於特殊行動無線電(SMR)及專用行動無線電(Private Mobile Radio ; PRM)所使用的一種系統。在歐洲，系統除經營者本身使用外亦提供公眾服務時，便稱其為公眾接取行動無線電(Public Access Mobile Radio ; PAMR)系統。

中繼式無線電系統可分為兩種型式：傳統型及多頻道中繼型。傳統型大多為單頻類比系統，僅提供語音通信功能；多頻道中繼型則利用多頻道提供語音及非語音等通信服務，且功能日益多元化，目前工商業界使用的中繼式無線電系統大部份便為多頻道中繼型。多頻道中繼型無線電系統的控制器可將數個頻道形成一群可自動在群內搜索空閒頻道給使用者的頻道，而傳統型只在其指配的專屬頻道上等待其空閒後才可使用，故多頻道中繼型無線電系統平均每頻道可提供的用戶數較傳統型為多且效率也較高。

此外，中繼式無線電系統分為兩種通信模式：派遣(Dispatch)模式及公眾電話網路互接(Interconnected)模式，目前產品皆可提供上述兩種通信模式之用。

### 1. 派遣模式

係兩使用者互相撥叫通信或一個使用者對一群使用者間撥叫相互通信之方式，該模式的一般信息皆很短且小於一分鐘，例如警網與各巡邏車間；消防車隊間及卡車隊間之派遣通信等。

### 2. 公眾電話網路的互接模式

係將中繼式無線電系統與公眾電話網路介接，以提供行動臺使用者與公眾電話用戶間互相通信的功能，若中繼式無線電系統基地台的建設數量及其無線電波能涵蓋整個區域，則此項功能猶如行動電話通信，惟考慮指配頻道數量不多(甚至少於行動電話系統頻道)及提高頻道可提供之用戶量，系統皆可調整設定一至數分鐘之通信時限，在通信時限到達時系統即終止其通信，如此便可給予佇列者或各使用者更多的撥叫機會，頻道可提供的用戶量也將增加。

中繼式無線電系統接取方式，是由系統獲得指配頻道群組(包含數個頻道)給某一群用戶共同任意使用，而當用戶提出通話要求時，系統便指配群組內一個空閒頻道予其使用，通話完成後該頻道仍歸回群組給等待用戶使用，此種動態頻道選擇方式可增加全部頻道的使用率。而系統內各使用者間相互通信或執行派遣(Dispatch)訊息時，可直接由某一無線電頻道送出，不須連接上公眾電話網路，除非發/受話用戶為一般市話用戶時，系統才連上公眾電話網路以傳遞訊息。見圖 3-15 中繼式無線電系統接取方式圖。中繼式無線電系統的使用群呈樹狀分類，數個個人使用者組成一小組(亦稱為 Subfleet)，數個小組組成一隊(亦稱為 Fleet)，一個中繼式無線電系統可提供數十個隊之服務。

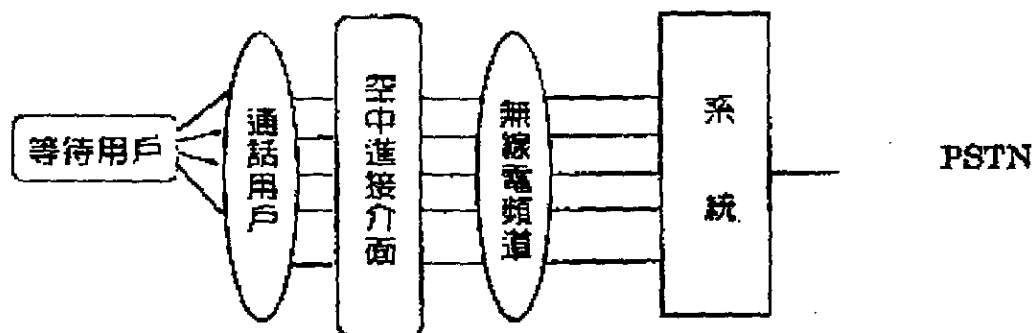


圖 3-15 中繼式無線電系統接取方式圖

## 3.7.2 系統介紹

中繼的有效性，必須基於系統使用者對於幹道需求的兩個基本特性：

- 1.任何一個使用者佔有幹道的時間百分比很小。
- 2.許多使用者同時需要幹道的機率極小。

傳統無線電系統（Conventional Radio）就如同以前採用「合用線」（Party Line）的電話系統，使用者必須分享相同的無線電頻道，此二者的特徵是：（請參考圖 3-16、中繼式無線電通訊系統圖以及圖 3-17、傳統無線電系統圖）

- 1.需要久候以等待空閒的頻道（線路）。
- 2.缺乏隱密性。

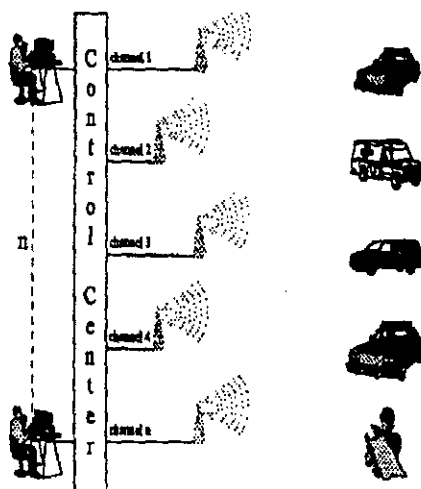


圖 3-16 中繼式無線電通訊系統圖

而派遣式（Dispatch）的無線電通訊具有上述有線通訊的相同基本特性，所以中繼技術可以成功的應用於派遣式的無線電通訊。

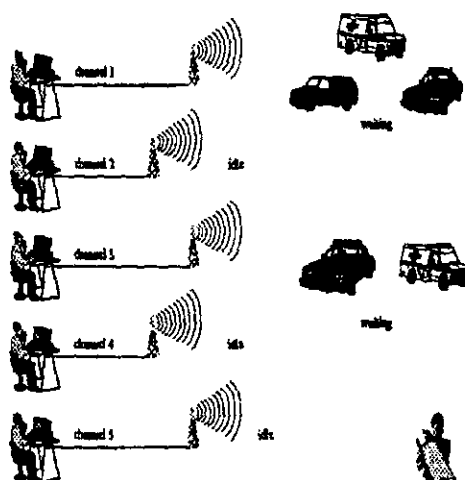


圖 3-17 傳統無線電系統圖

想像一個傳統的具有 20 個 RF 中繼器 (Repeater) 的無線電系統，在某一特定時刻，系統的一半非常的忙碌，使得使用者等待上數分鐘的情形變得平常，而因為其他的原因，使得系統的另一半幾乎處於閒置的狀態。如果利用中繼技術將這 20 個系統合成一個中繼系統，使得每一個使用者均能自動的利用到全部的 20 個頻道，如此可將系統負載平均的分佈於全部的頻道。

綜而言之，「中繼」就是自動的分享一群通訊路徑，而它最有利之處乃在於：和今日的傳統無線電系統比起來，中繼無線電系統能相當有效的降低等待的時間。

### 3.7.3 國內外現況

世界各國提供給中繼式無線電系統使用之頻段有 VHF、380MHz、UHF、800MHz、900MHz、1.5GHz 等。另外，系統依使用頻寬可分為寬頻帶及窄頻帶兩種系統，寬頻帶系統的頻寬為 25KHz 及 30KHz，其標準訊息速率為 9.6Kbps；窄頻帶系統為 12.5KHz，其標準訊息速率為 4.8Kbps。

中繼式無線電系統屬於私用行動通訊系統 (Private Mobile Radio System ; PMRS)，是運用交換機大量轉接進出信息之理念，在傳統無線電自動撥號系統之基礎上發展出來的新一代行動通訊系統。早在七十年代國外就有一些國家進行研究，其中美國、日本更開放了 200MHz 為其使用。就目前而言，國外主要區分為兩大類，即美國使用之 800MHz 和歐洲使用之 450MHz 中繼式無線電系統。美國使用之標準為美國通訊安全協會所制定之 APCO-16(類比式)及 APCO-25(數位式)；而歐洲國家使用之系統主要有三種制式，即英國的 MPT-1327、瑞典的 Mobitex 與法國的 Radiocom 2000 以及正在研擬中的 TETRA 制式 (數位式)，其中 MPT-1327 為開放制式，歐洲製造商及用戶可免費應用，是目前歐洲最廣泛使用之標準。

### 3.7.4 規格及其他通信設備之比較表

表 3-15 中繼式無線電規格

Trunking Radio		
Channel No./Cell	Control channels	1
	Traffic Channels	4
Total Channels		10
Packages/User	Control channels	1
	Traffic Channels	5
Bytes/Package	Control channels	23~28
	Traffic Channels	1023
Data Rate (bps)		4.8K - 9.6K
Base Station		20 ~ 50
Radius(km)		
Operating Frequency (MHz)		500 or 800
Tx Power (W)		5 ~ 20
Connection time (sec)		1 ~ 2
基本月租費		650~750 元/月(含 300 分鐘)
通話費用(超次費)		4 元/分

表 3-16 中繼式無線電與蜂巢式行動電話之比較表

	蜂巢式行動電話 (Cellular)	中繼式無線電話 (Trunked)
俗稱	大哥大	特哥大
類型	公眾行動通訊系統 (Public Land Mobile Network)	私用行動通訊系統 (Private Mobile Radio System: PMRS)
站台數量	很多小涵蓋圍之站台	少數大涵蓋範圍之站台
功率	小功率站台	大功率站台
話務量平均佔用時間	1~2 分鐘	15 秒鐘
通信模式	必須經由公眾電話網路 (Interconnected)	公眾電話網路互接 (Interconnected), 以及不需與公眾網路互接的派遣 模式(Dispatch)
漫遊	有	有
站台規畫	站台規畫由系統決定	站台規畫由無線電使用群決定
使用型態	主要是無線電與一般電話間通訊	主要是無線電到無線電之通訊 (也有提供無線電到一般電話之功能)
用戶	主要是個人對個人之通訊	主要是派遣調度與群族通訊 (也可進行個人對個人通訊)
調變方式	變頻全雙功無線電	雙頻半雙功無線電 (也有產品提供全雙功無線電)
經營規模	大量使用者較合乎經濟原則	基本上少量使用者較經濟 (相對於大哥大之使用數而言)

### 3.8 專用短距離通訊 (DSRC) 之發展現況

#### 3.8.1 前言

專用短距通訊是一種可提供車輛與路邊站台通訊的方式。信號塔 (Beacon) 可提供短距離的通訊，並且可利用有限的頻寬以高速傳輸資料。依設計的不同，信號塔可以用來做單方向週期性的廣播、雙向的廣播與接收、以及雙向點對點的通訊。除了可作為車輛的定位與導航外，專用短距通訊還可以有很多方面的應用，如電子 (自動) 收費、自動車輛辨識、商業車輛操作 (CVO)、交通管理、和車輛間的通訊等。

不論是微波或是紅外線的信號塔都有人在用，在歐洲和日本，微波短訊信號塔工作在 2.5 GHz 及 5.8 GHz 的頻帶，而紅外線信號塔則以波長 850 nm 和 950 nm 的載波運作。CEPT 已在 63 GHz 的頻帶上預留頻道作為車輛與車輛間的通訊使用。在美國，雖然 915 MHz 這頻帶已作為專用短距通訊，但 FHWA 正準備向 FCC 申請，希望分配 5.8 GHz 的頻帶給 ITS 應用。表 3-17 提供了美國三種專用短距通訊技術的比較。

表 3-17 美國三種專用短距通訊技術的比較

<i>Manufacturer</i>	<i>System</i>	<i>Range</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Transmit Block Size</i>
Hughes	Active RF	61m (200 ft)	550 Kbps	512 bits
Amtech	Passive RF	23-30m (75-100 ft)	300 or 600 Kbps	128 bits
Siemens	Infrared	60-80m (197-262 ft)	125 Kbps	256 bytes (downlink) 128 bytes (uplink)

車輛到路邊的信號塔有三種應用：(1) 定位信號塔，(2) 訊息信號塔，和 (3) 個人通訊信號塔。定位信號塔主要在送出包含信號塔所在位置、地圖座標、路名、及信號塔號碼的訊號；訊息信號塔主要送出位置訊號以及轉送由有線網路所取得的道路與交通訊息；個人通訊信號塔被用在車輛間的雙向通訊上。這些信號塔都可以用來收集交通資料與引導車輛。

當車輛經過一個信號塔時，可以將其旅行時間與等待交通號誌的時間，經由信號塔傳給中央主機。同時，可以從信號塔接收到有關的位置與路徑導引資料。舉例來講（見圖 3-18），在 EURO-SCOUT 系統中，每個紅外線信號塔都由一個信號塔控制器與最多 16 個的信號塔頭端裝置 (beacon heads) 組成，這些頭端裝置可以安置在道路兩旁，如交通指示牌、紅綠燈、與電線竿等。根據不同的應用，信號塔控制器和頭端裝置可安置在每個交叉路口，或每數個交通號誌按裝一組。

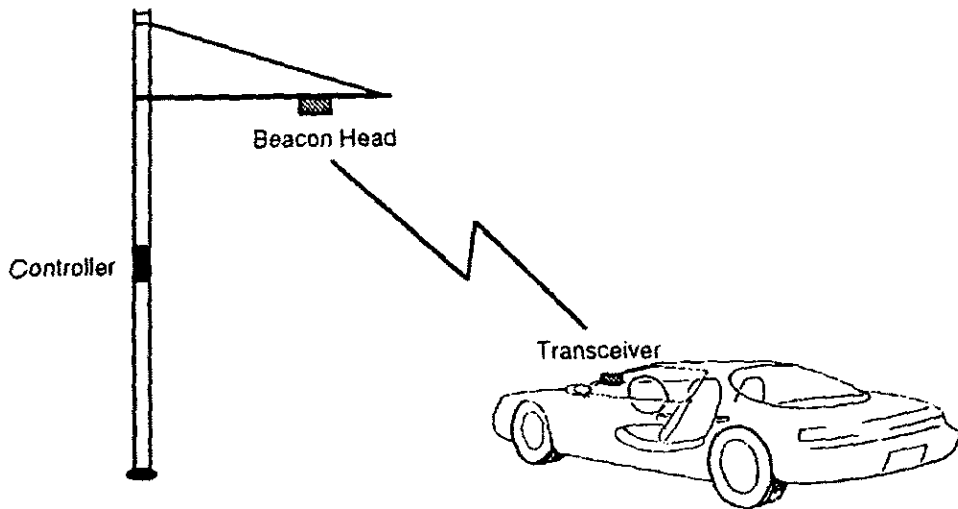


圖 3-18 DSRC 信號傳送示意圖

專用短距信號塔系統主要使用 DSRC 通訊協定 (Dedicated Short-Range Communicatoin potocols)，而致力於 DSRC 標準制訂的組織有歐洲標準化委員會 (European Committee for Standardizatoin, CEN) 及 ISO 與 ASTM (American Society for Testing and Materials)，目前還沒有一套 DSRC 標準獲得全世界的認可。雖然國際間信號塔系統的相容性仍然有限，但大多數人都同意新的標準必須能支援多重應用、能便於未來發展、能確保隱密與安全性、且能同時適用多種通訊媒介(如微波與紅外線)。

在此以一個在歐洲提出的非同步協定以及一個在北美使用的同步協定當作例子，非同步的協定是建立在半雙工的 TDMA 方法上，每個信號塔週期性地在上行與下行的時段廣播一個可變換順序的訊息。其中，下行部分包含了信號塔服務表 (BST, Beacon Service Table) 和其他資料，而上行部分則包含了公用與私人的時間視窗。在非同步的協定下，當車輛經過一個信號塔的涵蓋區時，他可以接收到 BST 得知該信號塔提供的服務，同時可接收一些系統操作參數，車輛利用存取跟在 BST 後面的公用時間視窗來與信號塔通訊。一旦車輛的辨識碼透過公用視窗送到信號塔，一部份私人視窗就會被保留給車輛做後續的資料交換。若是信號塔或是車輛傳送上發生問題，信號塔就會再一次將可用的私人視窗告知車輛。若是在上面的過程中車輛沒有傳輸的動作，則信號塔會假設這個車輛面臨了傳輸的問題或是已經離開其涵蓋區。那麼信號塔接著就會回復他的初始狀態，準備再一次送 BST。

同步協定 (Hughes 所發展) 是一個固定框的結構，建構在 TDMA 的基礎上。它是由一個控制訊號 (相當於 BST 訊息)、主動時間框 (相當於公用視窗)、與資料訊息框 (相當於私人視窗) 所組成。詳細的資料可在 ASTM 所發展的標準草稿中找到。



與蜂巢系統和 RDS/RBDS 比較，短訊信號塔能提供高傳輸速率、有效定位校正、區域性交通訊息、及在特定道路或車道上精確偵測車流參數。而其相對缺點則是通訊範圍相當有限、通訊無法連續、及系統建構與維護的花費龐大等。

### 3.8.2 專用短距離通訊的發展演進

近年來，世界各國相繼推動智慧型運輸系統 (ITS) 之建設，其目的為節省能源使用、改善交通擁塞問題、加強運輸的效率、增進經濟生產力、減少交通事故，並且以改善交通運輸的安全性和效率為其首要目標。而專用短距離通訊 (Dedicated Short Range Communication, 以下簡稱 DSRC) 是其中相當重要的一環，舉凡路側系統 (Roadside Unit, RSU) 與車上裝置 (On-board Equipment, OBE) 間的通訊均可透過它來完成。然而，由於許多彼此間不相容的系統並存，使得 DSRC 系統很難有一個國際共用的標準。目前世界各國政府及廠商投入大量人力、物力於 DSRC 系統的相關應用之上，其中最具代表性的莫過於電子收費系統 (Electronic Toll Collection, 簡稱 ETC)。根據 Transport Technology Publishing LLC 於 1999 年提出之「Electronic Toll Collection Market Analysis and Technology Update」研究報告中指出：全世界投入 ETC 之花費已達 39 億美元，並且估計於公元 2009 年將達 110 億美元。報告中亦指出：全世界有 95 家公司提供 ETC 系統及相關部份產品，其中僅有五家公司其市場佔有率超過 5%；由此可見，全世界已架設了許多 ITS 相關系統與設備，然而，這些系統與設備所使用之 DSRC 協定卻無一致的標準。曾有一些車輛製造商代表說過：「在 DSRC 的通訊界面未標準化之前，製造商生產的車輛會裝上車上裝置 (OBE) 的機會很小。」因此，在未達成標準化的工作之前，DSRC 市場的發展和成長將是相當地緩慢。

最近幾年，世界上許多先進國家之相關組織已投入許多專家於制定 DSRC 協定的工作上，也有許多區域性的標準出爐，例如歐陸標準組織 CEN 所提出的「TC278 DSRC」標準、日本 ARIB 組織所提出之「DSRC for TICS」標準、ISO (International Organization for Standardization) 組織所提出的「TC204」標準、以及 IEEE 也提出「Message Sets for Vehicle/Roadside Communications」之標準等，唯尚未制定出國際一致之標準。然而在已知的 ITS 應用當中，DSRC 標準之制定方向以 5.8GHz (TDMA/FDMA) 微波技術及 850nm 紅外線 (TDMA) 技術為主。而實際上，有些其他方面之技術亦應用 RSU 與 OBE 間之通訊上。例如，在台北市，即利用展頻中之 CDMA 技術運用於公車動態資訊系統之上；或者是國外利用光學信號柱 (Optical Beacon) 作為讓有優先權車輛先行的處理系統。

以下將敘述 DSRC 系統國際間標準化的趨勢，標準化的工作首先是由歐洲的 CEN 開始，之後日本和北美陸續跟進。歐洲於 1991 年便由 CEN/TC278，開始有了標準化的行動；在 1992 年專注於 DSRC 系統之 WG9 會議，已在探索標準化；到了 1997 年 9 月，歐洲的預先標準 (pre-standard) 便決定使用 5.8GHz

頻帶。在亞洲，日本的交通部和 ISO/TC204/WG15 同時進行標準化的工作。在 1995 年建立了 WG15 的研究計畫，接下來於 1997 年 4 月創建了草案，9 月份修訂了相關法令，並且在 11 月正式公佈國內的標準（見表 4 中日本之系統）。至於在北美部份，1996 年美國 ITS 協會開始在 900MHz 頻帶的 DSRC 系統進行標準化工作；然而到了 1997 年 2 月，此協會暫時擱下 900MHz 的標準化，並且確定將來努力的方向將移至 5.8GHz 頻帶。另外在 ISO 組織中，1992 年 9 月其都市和地方交通標準委員會（urban and regional traffic standardization committees）的 TC204 會議，正式同意 DSRC 在 ISO 內標準化的趨勢。但為了避免 ISO 與 CEN 的努力重疊，在 1991 年的維也納會議中，已選出並確認 CEN 來領導 DSRC 標準化工作的運行，ISO 和 CEN 各自建立的草案也將相互流通。其開始標準化的工作在 1996 年 10 月被認可為新工作項目（New Work Item）。目前，WG15 會議正在審議三部分領域的提案，其中包含了歐洲、日本和北美的草案。到了 1998 年 4 月，多倫多會議決定 L7 和 L2 的上子層（upper sublayer），即 LLC sublayer 為 ISO 標準化的目標。

表 3-18 DSRC 系統標準化趨勢

年份	ISO TC204	歐洲 (CEN278)	北美	日本
1992		開始進行 DSRC 系統的標準化工作之研究		
1995				開始 DSRC 系統的標準化工作
1996	10 月份 5.8GHz 的 DSRC 系統被 ISO 認可		開始標準化的工作於 900MHz 頻帶的 DSRC 系統	
1997		9 月份 5.8GHz 的 DSRC 系統被歐洲預先標準認可	2 月份確認將來 DSRC 標準化努力的方向將移至 5.8GHz 頻帶	4 月份草案建議系統為 5.8GHz 9 月份交通部修正相關法令
1998	4 月決定 ISO 標準化的目標為 L7 和 L2 的上子層 (LLC sublayer)			

### 3.8.3 幾種類型之 DSRC 系統介紹

DSRC 系統是由一些短距離通訊的裝置所組成，是指車輛與路側系統之間的無線通訊，它可提供很高的資料傳輸率及很高的可靠性。一般而言，通訊的車輛可以是在移動中的或靜止的，而路側系統則在正常的情況下是靜態的，其

被固定在路邊的建築物或者是頭頂上。以下幾種方法是目前使用在達成 DSRC 通訊上的一些系統，包括了光學信號柱 (Optical Beacon)、展頻無線電 (Spread Spectrum Radio)、紅外線信號柱 (Infrared Beacon)、以及微波信號柱 (Microwave Beacon)。下圖 3-19 為 DSRC 系統架構示意圖，而之後的段落將分別敘述這幾種系統的技術以及其目前的一些應用。

### System Structure

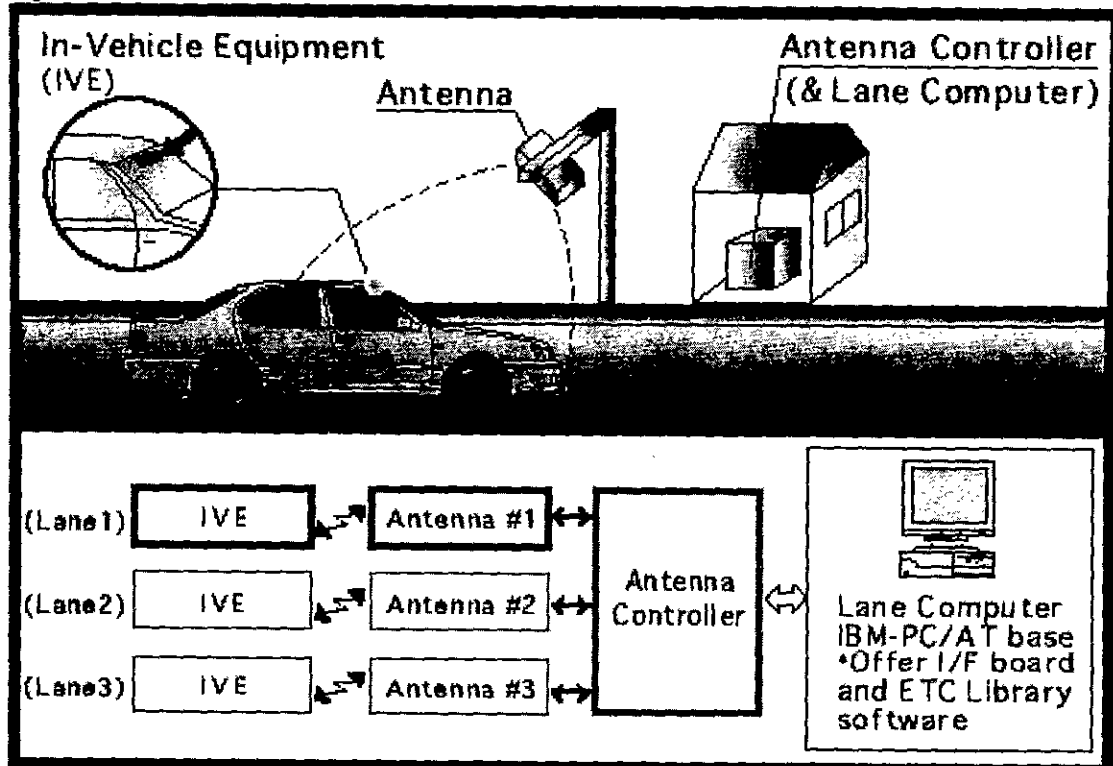


圖 3-19 DSRC 系統架構圖

#### 3.8.3.1 光學信號柱 (Optical Beacon)

光學信號柱 (Optical Beacon) 的技術，目前僅被應用在控制交通號誌，而使得有優先權的車輛可以先行通過。組成此項技術基本的三個元件分別為：光學發射器 (optical emitter)、光學檢波器 (optical detector)、相位選擇器 (phase selector)，而相位選擇器通常是被連接在交通號誌的控制器上面。至於光學發射器則被裝置在緊急車輛上面，它產生一個編碼過的高強度光學脈衝。而光學檢波器接收到此脈衝，接著它會送出對應的電子信號到相位選擇器。最後一步，相位選擇器會區別出信號光源和其他的光源，然後送出電子信號給交通號誌控制器，並使得緊急車輛能夠獲得綠燈的燈號而通行無阻。光學信號柱也可以傳達一些資訊：包括緊急車輛的出現、種類、要控制號誌的範圍、以及三位的數位 ID 號碼。

光學信號柱目前的應用是作緊急車輛的優先通過控制，而考量其使用的環境，則是以大霧和大雨很少發生的地方，亦即視線良好但必須考慮其微波執照問題的地區為主。除此之外，對這個目前的應用而言，其為單向的傳輸，且不需要很高的資料傳輸速度。在此列出幾項此光學信號柱應用的範圍條件：

- 應用於車輛反應緊急的情況，或者用於大眾運輸系統。
- 這些車輛之數目很少。
- 這些車輛不能離開此區域，也不能使用其他的 DSRC 系統。
- 並須在有利的天氣和環境下運作。

### 3.8.3.2 展頻無線電 (Spread Spectrum Radio)

展頻無線電的技術，目前在應用方面和光學信號柱相同，是用於讓有優先權的車輛先行通過。組成此技術的元件可以分為兩部份：(1)發射器(transmitter)、羅盤(compass)、車上天線(vehicle antenna)；以及(2)檢波天線(detector antenna)、接收模組(receiver module)。其中發送器和羅盤是被固定在緊急車輛的上面；而羅盤所提供的方位資訊被傳送到交通控制器。至於車上天線則是被固定在緊急車輛之車頂；而接收天線則是被固定在交通號誌的設備上，它接收微波之信號，並且把信號傳送給連接在交通號誌控制器的接收單位；然後接收模組將所收到的信號解碼，並且替緊急車輛將燈號控制成綠燈，以讓其優先通行。此項技術在 902~928MHz 的頻帶，可以達到相當於 256Kbps 的資料傳輸速率 (data rate)，並且其傳輸範圍一般而言可以達到 3000 英尺以上。

展頻無線電用於處理優先權車輛方面，不需要有很高的資料傳輸速率，但一般希望其能夠有 3000 英尺以上的傳輸範圍。雖然此系統在 902~928 頻帶可以提供 256Kbps 的傳輸速率，並且可在較高的頻率達到更高的傳輸速率，但是這樣一來在上載和下載的雙邊傳輸，就需要較貴的無線電收發機(transceiver)。

### 3.8.3.3 紅外線信號柱 (IR Beacon)

典型的紅外線信號柱 (Infrared Beacon) 技術是由三個基本的元件所構成：一個紅外線收發機 (infrared transceiver)、信號柱頭端 (beacon head)、以及一個信號柱控制器 (beacon controller)。在 EURO-SCOUT 之系統中，每一個紅外線通訊站都由一個信號柱控制器與最多 16 個信號柱頭端裝置組成。紅外線收發機是車上裝置的其中一部份，它負責接收由信號柱頭端所發送的下載的資料信號，並且回應上載一個本身的紅外線編碼信號；它通常是被裝置在車子裡、擋風玻璃的後面。而信號柱頭端則通常被裝置在道路兩旁，如交通指示牌、紅綠燈、或電線竿上面；它的功能是發送編碼的紅外線信號給車上裝置，並且接收車上裝置上載的信號。至於信號柱控制器則是由電線連接到信號柱頭端，它負責建立資料輸出的時間和協定安排，並且也時常被連結到電腦上，用為傳送資料、收集車上裝置上載的資訊。此系統的資料傳輸速率為上載：500Kbps、下

載：125Kbps，而其傳輸的範圍為 197~262 英尺（60~80 公尺）。

紅外線信號柱已經被歐洲、日本、美國等各國所使用，其功能為電子收費站、提供交通資訊、路徑指引、且可用於運輸車輛的資料上載。然而，在美國此系統目前並未被廣泛的配置，這是由於其全國通用性較差，在某些緯度較高之地區冬天常下雪，會影響紅外線系統之操作，其適用於的範圍為一些特定區域，所以它無法完全替代 DSRC 系統中的微波系統。雖然它也可以用於運輸車輛資料上載等應用，但是車輛類型必須經過特別地設計而只為了此項應用，故這些車輛的數目相較上很小，並且這些車輛不被預期離開此區域而使用其他的 DSRC 系統。

#### 3.8.3.4 安全警告系統 (Safety Warning System™ and the Safety Alert™ Traffic Warning System)

安全警告系統將是被發展為用於提供路上危險的預警。此系統是由二個元件所組成：即小型雷達頻率發射器、及雷達偵測器，其中此雷達偵測器和大家熟知的警用雷達有些類似。雷達頻率發送器是被置於危險信號或其他設備上面，並且廣播一個中心頻率 24GHz 的編碼信號；而雷達偵測器接收到此信號，然後解碼並顯示其訊息。在價格方面，雷達發送器較微波信號柱 (Microwave beacon) 來得便宜；然而，雷達偵測器卻較微波答詢器 (Microwave tag) 來得貴。

此系統為一個單向通訊的裝置，其發送警告信號到車上的雷達偵測器，例如預警：鐵路平交道、學校區域、大霧等危險事件，它也提供了危險資訊的相關位置；但是其並不能提供需要雙向通訊的應用。此外，在美國某些州，雷達偵測器是法律不允許使用的，以致於無法全國性的來配置，這也是其目前未能被廣泛接受的限制之一。

#### 3.8.3.5 微波信號柱 (Microwave Beacon)

微波信號柱之技術包含三個基本的元件：微波答詢器 (transponder, or tag)、微波收發器 (transceiver, or reader)、收發天線 (transceiver antenna)。但是有時候其外在架構為收發器和收發天線合併而構成一個信號柱 (beacon)。而收發器通常是被裝置於路邊的箱櫃中而其天線則是被固定在建築物之上俯瞰馬路，收發器之功用為發射訊號和處理資料。另外有些收發器則為可攜式，用於可移動的交通標誌，或者被設計成為攔檢車輛人員用的手提式收發器。

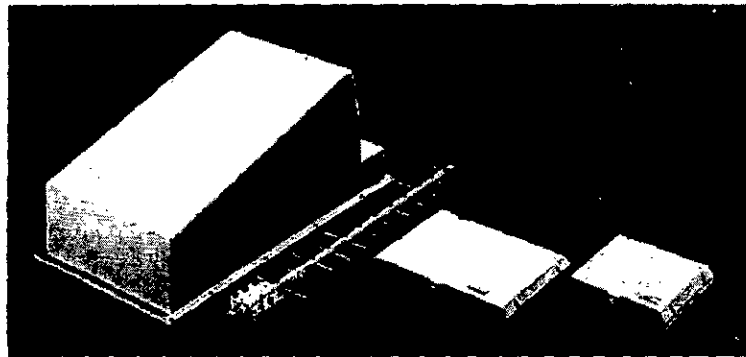


圖 3-20 Microwave Beacon 技術之路側天線 (reader)

至於此項技術的答詢器，通常是被置於車內的擋風玻璃後方，其功能為回應收發器所發送的訊號。它主要可以分成三種類型：(1)主動式 (active)，以日本系統為代表、(2)半主動式 (semi-active)，以北美系統為代表、(3)被動式 (passive)，以歐洲系統為代表；而半主動式和被動式的答詢器是利用散射回波 (backscatter) 傳送訊號，其和主動式系統有所不同。主動式答詢器內含振盪電路本身會發送一個回應信號；而半主動式及被動式答詢器則是反射及調變收發器發射的信號，其成本較便宜。半主動式答詢器內裝有電池或是接上車用電源，用來提供其記憶、處理、調變電路的操作所需之能量；然而其並沒有用到能量來發送微波信號，它只反射收發器所發射的信號。至於被動式答詢器，它所需的能量完全由收發器所發射的信號提供。

如下圖 3-21 所示微波短距離通訊技術之答詢器，通常可插入一張電子資料卡，稱之為“Smart Card” (見圖 3-22)，其作用為讓裝上此設備之車輛可支援電子付費的功能 (Electronic Payment)。例如：電子收費站 (ETC)、停車場收費 (Parking payment)、開車經過收費 (Drive-thru payment)、租車付費 (Rental car payment) 等應用，而駕駛人將不需攜帶現金，也不需停車繳費，其費用將由 Smart Card 中自動扣除，利用電子付費之方式既安全又省時。

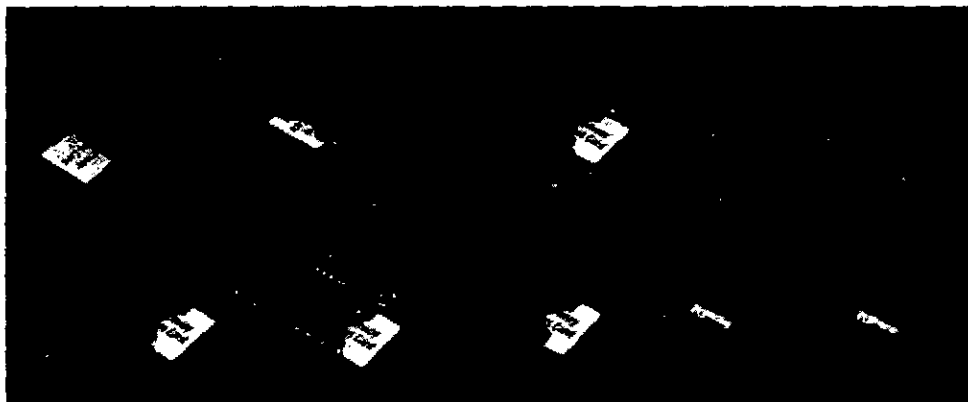


圖 3-21 Microwave Beacon 技術之車上裝置 (tag)



圖 3-22 車輛查詢器 (tag) 內所插之 Smart Card

微波通訊站 (Microwave beacon) 的系統具有以下幾點的優點：(1)它提供了雙向的傳輸、(2)提供很高的資料傳輸速率(data rate)－這點使它可以被利用於各種 ITS 之應用、(3)可以專注在一個非常小的通訊區域、(4)在任何的天氣狀況下其皆能操作、(5)有效率地使用頻率資源、(6)車上裝置 (OBE) 的價格並不貴。由於這些優點，再加上歐洲、日本、北美的系統，也都已經使用微波信號柱於 5.8GHz ISM band 在 ITS 之各種應用上面，在 3.8.4 節將仔細說明 DSRC 系統的各種應用領域。另外，由於微波之 DSRC 系統擁有的共用性及其種種之優點，在 3.8.5 節則將以 5.8GHz 之微波 DSRC 系統為主題來加以深入說明。

表 3-19 為上述五種系統之參數及特性整理：

表 3-19 DSRC 五種系統之特性

項目 系統	應用層面	組成元件	需求與參數	優缺點
光學信號柱	交通號誌優先權的控制 (讓有優先權車輛先行 通過)	(i)光學發射器 (ii)光學檢波器 (iii)相位選擇器	(1)不需要很高之資料傳輸率 (2)需要一段較長之通訊距 離，其通常可達 2500 英尺 以上	(1)環境：霧和大雨不常出現，即視 線良好但需考慮微波執照之地區 (2)只能提供單向傳輸 (3)此系統之車輛數目很少
展頻無線電	同上	(i)發射器、羅盤 車上天線 (ii)檢波天線、接 收機組	(1)250Kbps 資料傳輸率可在 902~928MHz 之頻帶達成 (2)在此應用方面不需很高的 資料傳輸率 (3)需要一段較長之通訊距 離，通常其可達 3000 呎以 上	(1)環境：所有天氣下皆可操作，即 視線可能不良但不需考慮微波執照 問題之地區 (2)若需有較高的資料傳輸率，則 則上下載的查詢器價格會很貴 (3)此系統使用在其他的應用上，花 費較多
紅外線信號柱	(1)電子收費 (ETC) (2)提供交通資訊與路徑 指引	(i)紅外線收發器 (ii)信號柱頭端 (iii)信號柱控制器	(1)Data rate: 下載 500Kbps 上載 125Kbps (2)通訊範圍：(60~80 m) (3)可用於運輸車輛資料上載	(1)由於其全國共用性較差，故在美 國並未能普及 (2)使用此系統的車輛必須經過特別 的設計，故此種車輛數目較少
安全警告系統	被發展為提供路面上危 險之預警	(i)小型雷達頻率 發射器 (ii)雷達檢波器	(1)載波頻率：24GHz (2)其只能提供單向的通訊	(1)價錢：雷達發射器 < 微波信號柱 但是雷達偵測器 > 微波查詢器 (2)它不可提供用於雙向傳輸的應用 (3)限制：雷達偵測器在美國某些州 為法律禁用
微波信號柱	此技術的應用我們將於 5.3 節說明，實際上其 可以使用於所有 ITS 應 用上。	(i)微波查詢器 (tag) (ii)微波收發器 (reader) (iii)發射天線 (有時將 (ii)和(iii)合併而統稱為 信號柱 beacon)	(整理於 5.4 節表 5-16)	(1)提供雙向的傳輸 (2)提供很高的資料傳輸率，足以使 用於所有 ITS 之應用上 (3)可集中於一個很小的通訊範圍內 (4)可操作於任何的天氣情況 (5)其 OBE 價格並不貴

表 5-15 DSRC 五種系統之特性



### 3.8.4 專用短距離通訊系統之應用

目前世界各國投入大量人力、物力於專用短距離通訊系統之應用上，部份應用如下頁圖 3-23 所示，而下列的 ITS 應用有部份已經藉由配置專用短距離通訊系統而完成，其餘則正被考慮配置使用：

- 車內標誌 (In-vehicle signing)
- 商業車輛營運 (Commercial vehicle operation, **CVO**)
- 電子車牌執照 (Electronic License Plate, **ELP**)
- 緊急車輛優先權 (Emergency vehicle signal preemption)
- 交通網路性能監控 (Traffic network performance monitoring)
- 運輸車輛資料傳遞 (Transit vehicle data transfer)
- 自動公路系統 (Automatic highway system, **AHS**)
- 電子收費站 (Electronic toll collection, **ETC**)
- 開車經過收費 (Drive-thru payment)
- 停車場收費 (Parking payment)

其中商業車輛營運 (CVO) 可細分成好幾個項目，包括有：(1)電子通關 (Electronic clearance)、(2)國界通關 (international border clearance)、(3)安全路檢 (Safety inspection)、(4)車隊管理 (Fleet management)、(5)設備自動鑑別及貨物管理 (Automatic equipment identification (AEI) and freight management)。

在美國，這些應用之配置與發起，主要是經由政府機構以及私人企業，其中政府機構主要是考慮到公眾安全方面之 ITS 應用，而私人企業發起的應用則是以商業利益為其考量。至目前為止，已經有不少應用已經被完成，例如：電子通關、綜合運輸貨物管理、電子收費、交通網路性能監控、停車場收費等應用。另外，其餘的 ITS 應用，目前正在研究其履行之特性。在此進行過程中，如果每一種應用之 DSRC 規格皆不同，將需要配置非常多的路側系統 (RSU) 和車上裝置 (OBE)，如此將不符合經濟效益。因此，現階段一個非常重要之工作，即將許多 DSRC 系統之規格整合成為一可共同的系統。

#### 3.8.4.1 車內標誌 (In-vehicle signing)

車內標誌，指將可獲得的路邊標誌上之資訊顯示通告於車內，而通常這些資訊包括了建議、控管、和警告標誌。當駕駛員在天候不良或其他駕駛困難之地帶時，它能夠以更有效率的方法提供他標誌上之資訊。遇到大霧、暴風雨、下雪等視線不良的情況，路邊標誌將十分地矇矓不清，此時若是使用 DSRC 設備之路邊標誌，則路邊標誌上的資訊將會顯示在車子內，而駕駛員可以很輕鬆

地看見此訊息。除此之外，車內標誌之設備其顯示資訊的時間，較一般路邊的標誌長，使駕駛員更能夠獲取完整資訊。

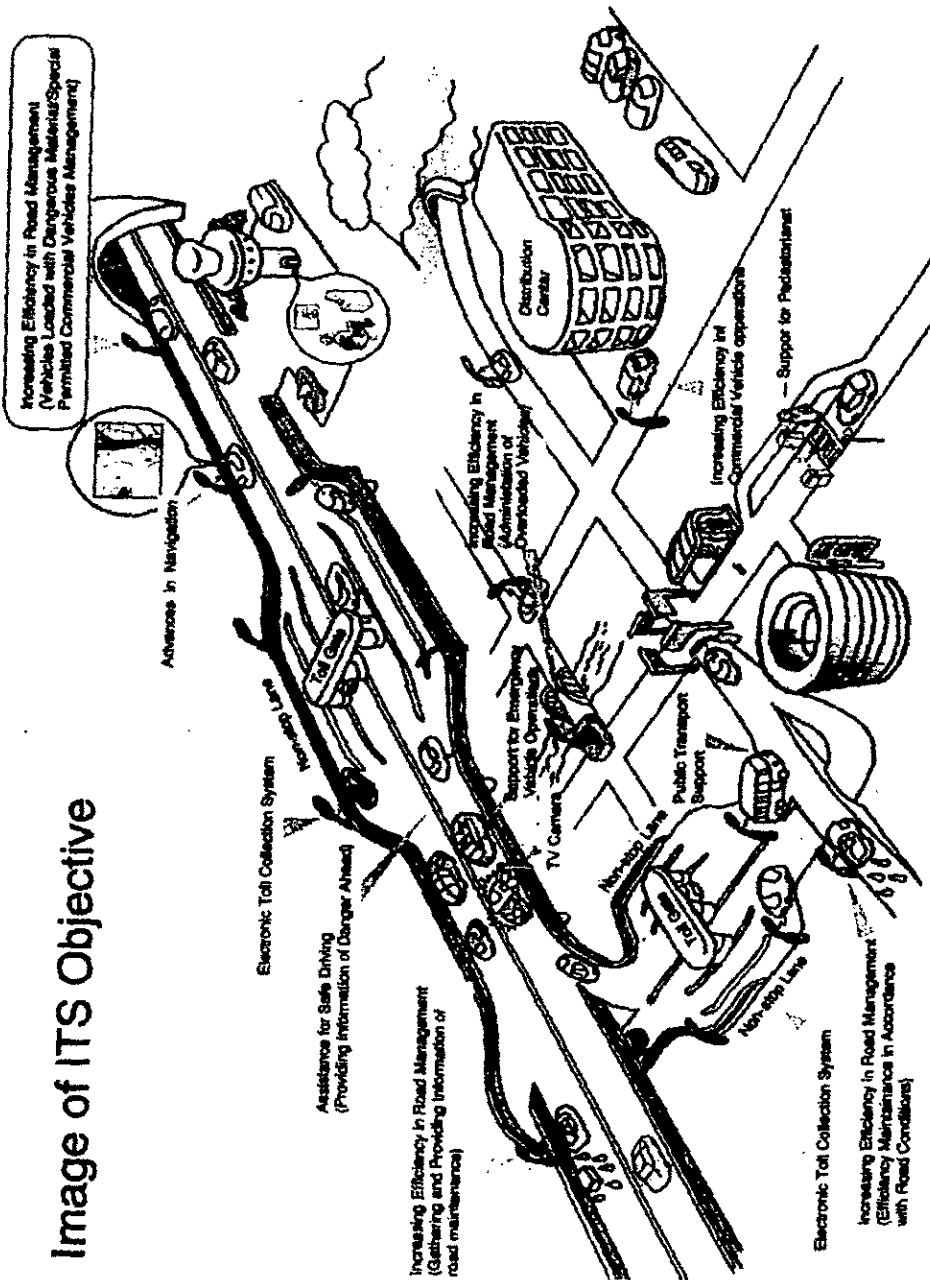


圖 3-23 一些 ITS 之應用

目前在車內標誌之通訊被建議使用微波信號柱技術 (Microwave beacon technology)，其特別適用於控管及警告標誌上。微波信號柱技術唯有在路面之特定地點有重要、緊急、危險的情況，才會通知駕駛員注意。某些資訊是此技術最主要提供的，例如路面有障礙物，或者因道路架構而改變行車速限等等。

而此信號柱技術一般而言傳遞資料所花費的時間是在幾個 milliseconds，其最大的優點為：在任何的光線或天氣的天候條件下，都可以傳輸資料。

車內標誌的功能可以與防鎖死煞車系統 (anti-lock brakes) 相提並論。防鎖死煞車系統改善了路面濕滑時車子煞車的性能；而車內標誌改善了行車在斜坡、下雪、起霧、大雨、塵埃、及夜間缺乏照明等等能見度不好時，路邊標誌所發揮的性能。另外，有一個可以替代車內標誌系統的方法，為車內導航系統 (navigation system)：它可由寬域通訊之設備，提供已更新的資訊，可適當地支援提供一般靜態路邊標誌所顯示之資訊。

### 3.8.4.2 商業車輛營運 (CVO)

在此將商業車輛營運 (CVO) 細分為五個部份加以說明：

#### (1) 電子通關 (Electronic clearance)

目前，許多商業車輛需要在特定的檢查點停車，接受例行檢查。在美國等較大的國家，一趟較長的車程可能就需要許多次的停車及受類似之檢查，相當浪費時間。因此對商業車輛希望其有較高的優先權，使其在國家高速公路上行車可以免去那些停車受檢的動作，而使用電子通關程序可以讓商用車輛不需停車就可傳送資料到路邊的檢查點。當車輛傳送一個進站的訊息時，系統將自動判斷它是否只須被稱重就允許通過，或是要求停車作安全檢查。

#### (2) 國界通關 (international border clearance)

當車輛行經國界時，以往它們都必須停車接受檢查通行證，但對於商業車輛，這些檢查需要花費許多的時間，增加了運輸的成本。而國界通關，和電子通關相當類似，即使用電子信號來傳送車輛資料到檢查點，可以使得商業車輛可以快速地通關，如此將大大地改善車輛的通行效率。

上述電子通關和國界通關，皆可用微波信號柱技術來達成，它允許管理單位簡單且快速地，收集並分析特定車輛的資料，而這些車輛行經檢查點的通訊區域，是以平常適當的速度通過。此外，也可利用車內標誌的功能，指示駕駛員是否可通過或者是停車受檢。

#### (3) 安全路檢 (Safety inspection)

安全路檢是由一個固定或可移動的檢查站，對高速公路的商業車輛作安全性的檢查。而檢查機構希望可以作一個徹底且快速的檢查，如此可以儘可能地的檢查愈多的車輛；然而，若要快速地檢查則有失其安全性。倘若使用微波信號柱技術則可以加速檢查的過程，因為其可以高速傳送車輛註冊資料、先前檢查的資料、車上感應器的資料等，而不需直接連結到車上做檢查。車輛受檢完

畢後將檢查資料將會被下載到車上裝置。

#### (4)車隊管理 (Fleet management)

DSRC 的車隊管理之應用，為允許車隊或個別操作員去取出商業車輛上載的資料，以支援車隊管理的功能。而微波通訊系統之收發器 (reader)，可被置於許多地點，包括終點、倉庫、加油站、貨車停車站等等。

#### (5)設備自動鑑別及貨物管理 (AEI and freight management)

當貨物由一種運輸工具換成另一種運輸工具時，AEI 系統使得綜合運輸貨物管理能夠追蹤其貨物的去向。所有的追蹤是利用 AEI 之微波信號柱技術來達成。它將使用一些不同型式的答詢器 (tags)，即一輛商業用車可能使用了一個以上的答詢器來達成 ITS 之應用。例如圖 3-24 中的貨櫃車，車頭的部份是使用一個可讀寫答詢器，以支援許多 ITS 之應用 (ETC、AEI、In-vehicle signing, etc.)；然而在其每個貨櫃的部份是裝置了唯讀答詢器，這是為了支援特定情況之車隊與貨物管理，如設備自動鑑別 (AEI) 及貨物追蹤。

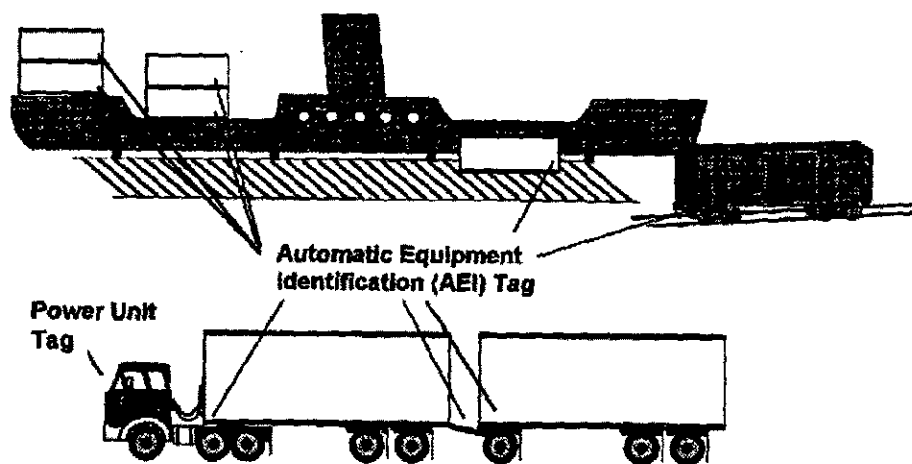


圖 3-24 CVO 應用中使用多個答詢器 (tag) 之例子

#### 3.8.4.3 電子車牌執照 (Electronic license plate, ELP)

電子車牌執照之應用可以讓取締機構，檢查儲存在答詢器記憶體內之車牌執照的號碼。這項應用可減少停車盤檢的時間，並可篩檢贓車或無照車輛；此外，其也能夠篩檢出可能有犯罪行為的可疑車輛；而此應用將採用可移動、靜止、及可攜式的無線電收發器 (reader)。然而，配置 ELP 最大的衝擊在於國內所有的車輛都必須裝有相同的微波界面裝置，而其他的應用如停車場收費和開車經過收費等也將依賴此裝置。

#### 3.8.4.4 緊急車輛優先權 (Emergency vehicle signal preemption)

緊急車輛優先權應用微波信號柱技術，控制交通號誌使得緊急車輛可以獲得綠燈而繼續通過十字路口，以減少其延遲之時間。此項應用也可減少緊急車輛發生交通事故的機率，並且降低影響交通的部份，因為在緊急車輛行駛路徑上的駕駛們可預先獲知此情況。

#### 3.8.4.5 運輸車輛資料傳遞 (Transit vehicle data transfer)

運輸車輛資料傳遞也是利用微波信號柱技術，將各別的運輸車輛或一個車隊之車輛的操作資料上載到路側系統 (RSU)，或由 RSU 下載訊息到車輛。其中信號柱可置於路旁的車輛站牌，而由車上的 tag 裝置於站牌啟始整個通訊之過程。此項應用可允許乘客有處理車費交易之運輸權利，並且微波 beacon 之通訊結構成本比可能使用的廣域無線通訊來得少。另外，此運輸權利，還可以正確監控車輛的載客情形，追蹤車輛位置、車輛準時的狀態，提供路徑和運作指示給駕駛員，並且精準地佈告車輛將到達之時間。

#### 3.8.4.6 自動公路系統 (AHS)

自動公路系統其運作方式為，將有安裝此設備之車輛置於設計好的 AHS 車道，並藉由傳送完整的控制信號來達成自動駕駛。駕駛人若想利用此系統，首先其必須先駛近 AHS 車道的入口處，接著此 DSRC 系統將會確認車輛上的 AHS 設備 (若車輛無此設備，其將被安排至非 AHS 之車道)，然後駕駛人可以藉由語音或按鍵的方式告知系統其目的地，而 AHS 系統則會取得車輛之控制權。一旦車輛到了 AHS 車道，系統將會管理車輛的各別部份 (例如車燈、油門、煞車、方向盤)，直到車輛已經抵達目的地出口為止，最後系統才會將車子之控制權轉交給駕駛人。

當駛進 AHS 車道的入口時，車上裝置是以 DSRC 連結傳送一個預備的信號給路側系統，並且在高速公路時可經由路側系統獲取路況資訊。另外，AHS 系統也採用了縱向防撞和橫向防撞的保護措施，使車道上的車輛不致於會相撞。

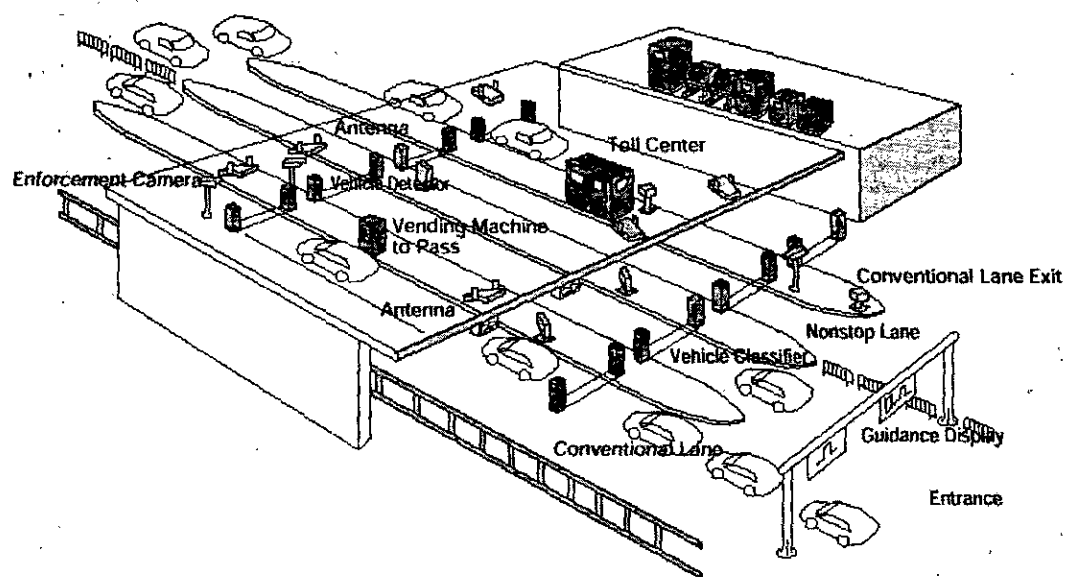
#### 3.8.4.7 電子收費 (ETC)

當車輛經過電子收費站時，路側系統將會傳送收費資料給車上裝置，而所收取的費用將自動地由車輛上的 Smart Card 扣除。電子收費站可採用微波信號柱技術，在車輛進入收費車道或是正在作收費交易時，它可以確實地認出車輛所在的小範圍，交易完成後系統也將傳送已收費確認的信號給車上裝置，如此可以保證駕駛人的帳單是對的。此外，這項應用可以幫助收費機構節省收費站許多開支，且使得駕駛人在通過收費站時不需停車，而以正常的速度通過。

ETC 系統是目前被世界各國最廣泛配置的一種 DSRC 應用，在美國它已被證實可以比人工收費站增加了 250% 之處理能力，且減少 83% 的廢氣排放。在

俄克拉荷馬州之收費公路上，電子收費的每個車道運作一年花費約 US\$15,800，然而傳統人工收費的每個車道一年卻花費了 US\$176,000，因此 ETC 系統確實可以省下許多收費站的管理費用。另外，美國為了推廣 ETC 系統，對於車上裝置有答詢器可使用 ETC 系統之車輛，在收費時給予 25% 的折扣，而購買一台答詢器的僅花費 US\$15，故在某些州其 ETC 的普及率高達五成左右。因而美國的交通部（Department of Transportation, DOT）也預估在未來的十年以內，全美的收費站系統將完全由電子收費（ETC）取代人工收費。

### ETC System



(Based on images created by Japan Highway Public Corporation.)

圖 3-25 電子收費站系統 (ETC)

#### 3.8.4.8 開車經過收費 (Drive-thru payment)

此應用主要是利用 DSRC 系統使得買東西時付費更方便，當車輛經過一個提供“開車至窗口取貨服務”的地點時（例如：麥當勞的得來速），價格的資料將會傳送到車輛上的 tag，接著付費的資料將由答詢器傳送到信號柱，然後費用將自動地由 tag 中的 Smart Card 自動扣除。使用此系統，將使得付錢的時間縮短，且對顧客而言不用帶現金出門相當方便，而對商家而言則可以在相同的時間內，服務更多的顧客。

#### 3.8.4.9 停車場收費 (Parking payment)

利用 DSRC 之停車場收費系統，當車輛進入或開出停車場時，其停車費將會被自動地從 tag 中的 Smart Card 中扣除。此系統可利用微波信號柱之 DSRC

技術，當車輛正進入停車場或是正在做付費的交易處理時，停車管理處能夠利用此技術準確地定位出通訊車輛所在的狹小範圍，並且保障駕駛人之帳單能夠正確。此應用讓停車管理處可由車中的 Smart Card 扣除費用，也使得駕駛人開車進出停車場的時間縮短許多。此外，利用微波信號柱技術還可傳送資料給車輛，指示其繼續行車或者是禁止進入某些私人地方，像是船舶放置場、倉庫、飛機場等進入受限之區域；而此指示的訊息，將由車內標誌系統 (In-vehicle signing) 顯示於車內。

上述最後三種應用，皆採用電子付費之方式，而其可讓旅客以電子智慧卡 (Smart Card)，對於運輸服務快速地付費。而 Smart Card 中儲存了數值，包括帳目或信用卡資料，其內有智慧型晶片可儲存和巧妙地處理資料；而通常其應用於電子收費站、停車場收費、開車經過收費、租車收費等等。電子收費之服務已被證實了其效率性和市場性，尤其是駕駛人對於電子收費站之需求不斷地增加，故 ETC 於各國無庸置疑地將被廣泛之配置。

### 3.8.5 微波 DSRC 系統

微波 DSRC 系統具有較高的可靠度、正確性、通訊效率，較快的資料傳輸速度，成本較低，及不受天候影響，並且可以準確地定位於很小的區域等優點。此外，加上其可以配置於所有之 ITS 應用上，故現今世界上有許多地區例如歐洲、日本、北美等國都花費了不少成本於微波 DSRC 系統之研究、配置、及整合上面。而至目前為止，微波的系統也就分成三派，即先前提到：(1)主動式系統、(2)半主動式系統、(3)被動式系統，而後兩者結構類似，有時合併稱為散射回波系統 (Backscatter)。

至於這三種系統的載波頻率，皆為 5.8GHz 左右。其中美國剛開始配置 DSRC 系統曾經使用 902~928MHz 的載波頻率，然而發現到 900MHz 系統有不少缺點，包括：(i)此頻帶 (902~928MHz) 之分配太窄太小，以致於無法支援許多 DSRC 應用，同時其全國共用性較差，無法廣泛地配置、(ii)此頻帶無法提供足夠的頻譜頻寬支援即將普及的 ITS 建設、(iii)有些 ITS 服務中，個人和公眾安全很重要，所以系統之防干擾必須有較高之要求，而此頻帶無法達成。另外，5.8GHz 頻帶擁有了許多優點，包括：(i)在空氣介質中，對於操作於惡劣天候 (如大雨、下雪、冰雹) 下，5.8GHz 系統能夠達到最小衰減的情況、(ii)在 5.8GHz 頻帶其頻譜夠寬，可以支援所有之 ITS 應用、(iii)在製造和配置 DSRC 系統之花費成本，市場已驗證於 5.8GHz 頻帶將能最符合經濟效益。因此，目前各國之 DSRC 系統也都以 5.8GHz 頻帶為主，儘管歐洲、亞洲、和北美系統彼此不相同，但它們載波的頻率，卻都是在 5.8GHz 附近，此頻帶將來也必定為系統之標準。

現在，將此三種系統分為兩大類—(1)Active 系統、(2)Backscatter 系統，下面就分別介紹此兩種系統之架構、差異、及其優缺點。先前已說明它們最明顯的

特徵即為 Active 系統其車上答詢器裡有振盪器，而其答詢器會傳送一個回覆的信號；至於 Backscatter 系統其車上答詢器則只有將路側系統發送之信號調變和反射而已，其答詢器之電路結構較簡單。接下來分別以方塊圖 (Block diagram) 來說明此兩種系統：

(1)Active 系統：在圖 3-26-1 中，Active 系統之答詢器 (tag) 於左上方之天線接收由路側系統 (RSU) 傳送之微波信號。而此接收的信號經過各功能的方塊，並且經由微處理單元 (MPU) 處理成為接收資料 (reception data)。至於 tag 傳送回 reader 的電磁波信號，則是將傳送資料 (transmission data) 調變並且以振盪器 (OSC) 產生一頻率為 5.8GHz 之載波；此回覆波則是由左下方之天線發送出去。

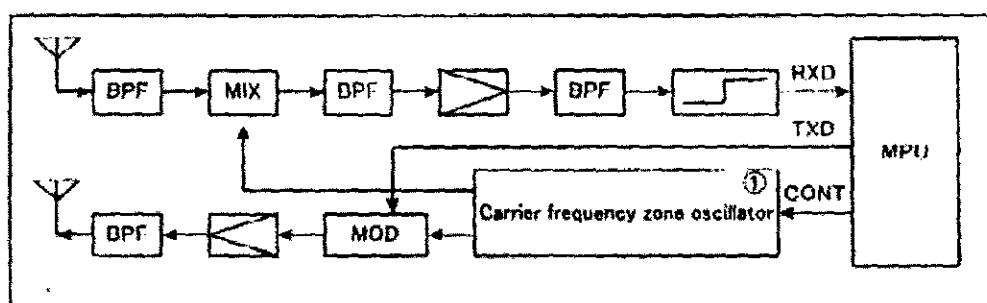


圖 3-26-1 Active System of DSRC

(2)Backscatter 系統：在圖 3-26-2 中，Backscatter 系統其下載 (downlink) 部份和 Active 系統相同，而接收到之信號同樣地經過各功能方塊，並也經由 MPU 處理成為接收資料。其與 Active 系統不同之處是在於 tag 傳送的回覆信號，Backscatter 系統之 tag 內並沒有微波振盪器可產生載波。而事實上，當車上 tag 傳送信號的同時，路側 reader 必須連續地發射一未調變之載波，經過路徑 2 後輸入至 tag 的傳送電路，成為 tag 發送信號之載波。至於 MPU 將所收到之資料處理後成為傳送資料，再將其調變，並經由次載波 (sub-carrier) 輸出；通常此次載波頻率在 1~3MHz 之間。最後，將此次載波信號與之前路徑 2 之微波載波作混頻 (得到：載波頻率  $\pm$  次載波頻率)，再由圖中左下方之天線傳送出去。

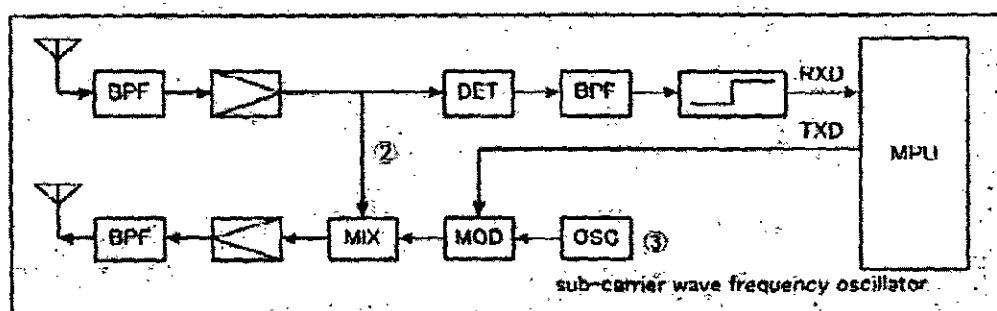


圖 3-26-2 Backscatter System of DSRC



接下來將要探討 Active 和 Backscatter 系統之優缺點。Active 之優點為其有較長之通訊距離、抗干擾能力較佳，即可靠度較好、其 reader 可發送功率較低之信號、且 reader 接收信號之靈敏度不需太好、頻率重複使用距離 (reuse distance) 較短、其使用全雙功 (Full-duplex) 運作較簡單。至於 Backscatter 優點為其 tag 使用之 power 較少、tag 電路較簡單不需微波振盪器，故價格便宜、其可反射不同頻率之信號，故其可以一個較低之成本達到較佳之共同性 (interoperability)、另外，其也較容易將通訊區限制在一個小範圍內，支援某些應用之需求。

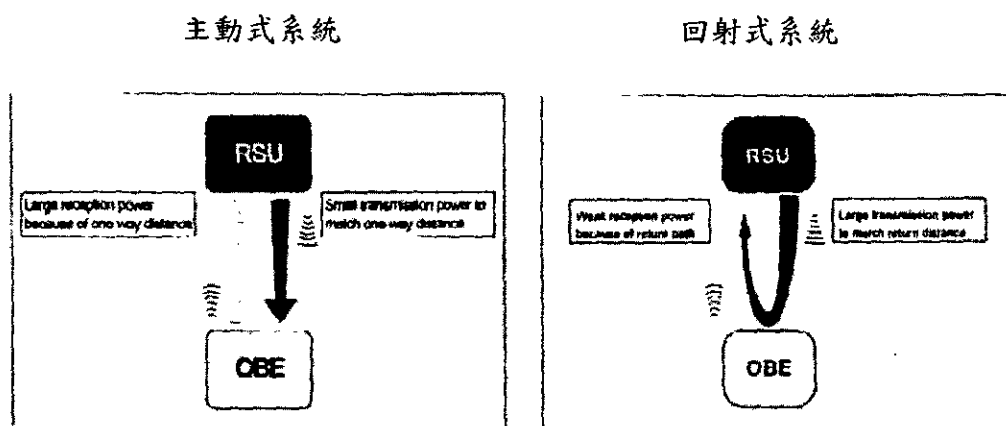


圖 3-27 Active 與 Backscatter 系統其 tag 傳送回覆信號之差異

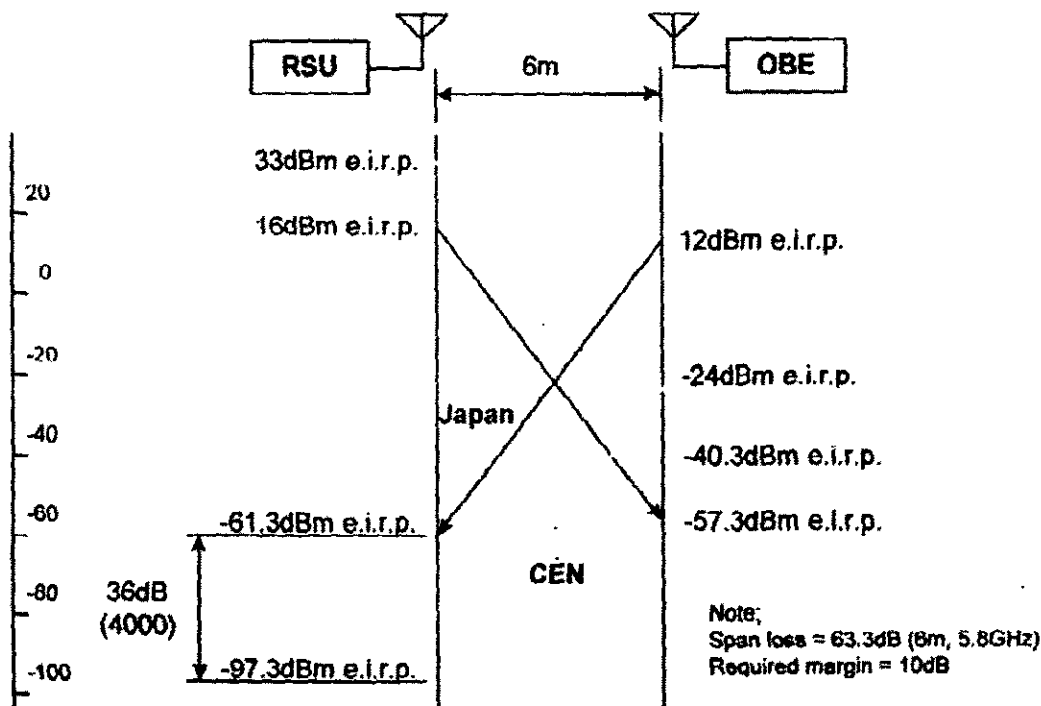


圖 3-28 日本 Active 與歐洲 Backscatter 系統信號強度水平圖

由圖 3-28 可知，Backscatter 系統其路側統發射功率必須較大，才能提供車上裝置返回信號之能量，而其路側系統之靈敏度也必須較高，才能順利地接收由 tag 反射回來較弱之信號。在此，將 Active 系統與 Backscatter 系統之表較分析整理於表 3-20：

表 3-20 Active 與 Backscatter 系統之比較

比較項目	Active 系統 (以下簡稱 A)	Backscatter 系統 (以下簡稱 B)	備註
路側系統之接收信號	接收信號之能量較系統 B 高 (能量衰減正比於距離之平方)	接收信號之能量較系統 A 低 (能量衰減正比於距離之平方)	系統 B 之路側系統需有較高之靈敏度
路側系統接收能量之變動	與系統 B 比較只有一半之變動，因為單向路徑 (10dB)	較多之能量變動，因為來回路徑 (20dB)	見圖 3-28
頻率重複使用之距離	路側系統輸出能量較低，故其在相同頻率下，重複使用距離較短	路側系統輸出能量較高，故其在相同頻率下，重複使用距離較長	系統 A 較佳
車上裝置之成本	其內電路中有微波振盪器，故其所需之成本較高	其沒有振盪器，而電路較簡單，所需成本也較低，適合於廣泛地配置	系統 A 較大缺點 (由於車輛數目眾多，任何會增加車上裝置成本之元件需詳加評估。)
路側系統之成本	電路較簡單，成本較便宜	因需有較高之靈敏度故其電路較複雜，所需之成本較高	路側系統之數目遠較車輛少，故其影響較小
通訊區域限制	視天線特性而定，或許利用可調主束天線加以控制協定	天線特性：對準目標較系統 A 簡單	系統 B 較佳 (因為其可掌控車道)
車道操作	可藉由控制協定，而適用於處理多車道 (適合於較大之通訊範圍)	也可處理多車道 (適合於較小之通訊範圍)	
可共用性	單一 tag 其可共用性較差	單一 tag 其可以較低之成本達成可共用性	系統 B 之 tag 可反射不同之頻率
抗干擾能力	其可承受之干擾較大，可靠度較高	抗干擾較差	系統 A 較佳
車上裝置電池壽命	較短 (因為有主動元作)	較長	系統 B 約五年，假設車輛每天 2 次 transaction

DSRC 在歐洲、亞洲和北美洲所制定之標準有所不同，在歐洲為被動式、在日本為主動式、而在美國為半主動式，現將世界目前三套系統之特性與參數

整理於下頁表 3-21：

表 3-21 DSRC 之系統規格整理

Parameters (特性參數)	Europe (CEN) (歐洲)	North American (北美地區)	Japan (日本)
Communication System (通訊系統)	Backscatter (Passive)	Active only, Backscatter only, or Both	Active
Carrier Frequency (載波頻率)	5.8 GHz or Infrared at 850nm	5.8 GHz	5.8 GHz
Channel Spacing (通道頻率間隔)			10 MHz
Channel BW (通道頻寬)	5 MHz	6 MHz	less than 8 MHz
Communication Zones (通訊區域)		approaching 100 ft	3~30m
Duplex (雙工)	Half Duplex	Half Duplex /(Full Duplex)	Half/Full Duplex
Downlink Data Rate (下載資料速率)	<b>500kbps</b> (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 1000 kbps)	<b>600kbps</b> (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 1000 kbps)	<b>1,024kbps</b>
Uplink Data Rate (上載資料速率)	<b>250kbps</b> (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 750 kbps)	<b>600kbps</b> (optional: 31.25, 62.5, 125, 250, and 750 kbps)	<b>1,024kbps</b>
Encoding Rule (編碼規則)	Downlink: FM0 (optional: NRZI) Uplink: NRZI	<b>[Active]</b> Manchester <b>[Semi-active]</b> Downlink: Manchester Uplink: NRZI	Manchester
Modulation (調變方式)	Downlink: 2-level AM Uplink: M-PSK (M=2 is default)	<b>[Active]</b> ASK <b>[Semi-active]</b> Downlink: 2-level AM Uplink: M-PSK (M=2 is default)	ASK
Access System (存取方式)	Slotted ALOHA	Slotted ALOHA	Slotted ALOHA
Frame length (框架長度)	Variable length	Variable length	Variable length
Data frame length (Slot length) (資料框長度)	Variable length (max. 512bits)	Variable length (max. 512bits)	Fixed length (800bits)
Tx Power (傳輸功率)	+33dBm EIRP	+33dBm EIRP	+16dBm EIRP
BER(錯碼率)	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$
Error detection (錯碼更正)	CCITT's CRC-16		
Protocol(通訊協定)	HDLC		
Polarization (天線極化)	LHCP		

### 3.8.6 結論

專用短距離通訊 (DSRC)，其擁有之許多優點是其他系統較欠缺的，例如：非常高之資料傳輸率、很好之可靠度、可定位於很小之通訊範圍、在特定之車道上精準偵測車流參數等等。然而在尚未達成標準化之前，其設備之製造成本、及系統建構成本會過高，以致於在全國普及化有相當的困難。一旦標準化之工作完成，在顧客利用方面、系統管理方面、及廠商製造方面將能夠更加符合經濟效益。而標準化努力之步驟，首先需從不同廠商之 tag 可支援相同之應用開始，再來則是將所有之應用整合為用一個相同之答詢器 (tag) 便可支援。此外，由於 DSRC 之高資料傳輸率使其能夠支援現階段所有 ITS 之應用，故其有相當之遠景值得詳加評估。

## 3.9 衛星行動通信系統

自 1976 年第一顆 MARISAT 衛星發射至位於太平洋上空之同步軌道 (Geostationary Orbit) 以後，便開始了衛星行動通訊的紀元，當時，其主要的功用是提供船隻和海岸之間的通訊聯繫。1979 年由 INMARSAT 組織及其會員國使用 L-Band，為海洋行動通信用戶提供即時性商業用衛星行動通信服務 (MSS, Mobile Satellite Service)。

截至目前為止，使用中的衛星行動通信系統都是傳統之同步軌道系統，因其衛星軌道位置距離地球較遠 (約為 36,000 公里)，傳播路徑損失與時延均大，使得用戶終端機的大小也相對地增大，所以，較不太適合手持式 (Hand-Held) 全球行動通信系統。1991 年以後陸續有數家衛星公司向美國 FCC 提出申請，準備使用數十顆非同步軌道衛星群同時環繞地球，提供全球性手持式衛星行動通信服務。國際電聯會 (ITU, International Telecommunication Union) 於 1992 年之世界無線電行政會議 (WARC, World Administration Radio Conference) 中已經決定開放 L 和 S 頻段的頻率，用以提供全球星基 (Satellite-Based) 式行動電話。並於 1996 年 10 月 21-23 日在瑞士日內瓦召開世界電信政策論壇會議 (WTPF, World Telecom. Policy Forum)，討論全球衛星個人行動通信系統 (GMPCS, Globalstar Mobile Personal Communication By Satellite) 服務策略和共同管理規則等一般性協議。其中，GMPCS 網路擁有與操控者和業務提供者須與各國政府授權單位取得共識與協議，以便在 GMPCS 開始提供服務之時，用戶終端設備能在各國自由流通。而在眾多提出申請的系統中，知名度較高的系統計有：Iridium, Globalstar, (以上系統屬於低軌道衛星系統：LEO, Low Earth Orbit), Odyssey 和 Inmarsat-P (以上兩系統屬於中軌道衛星系統：MEO, Medium Earth Orbit) 等 4 個衛星行動通信系統。

### 3.9.1 背景分析

衛星通訊系統包含太空和地面兩部份，太空部份是由衛星和監控衛星運作的控制站所組成，而地面部份則是由所有的地球站所組成。如圖 3-29 所示，這些地球站可以傳送或是接收資料。

衛星可以歸納成二個型態：同步(GEO, geosynchronous)衛星和低軌道(LEO, low-Earth-orbit)衛星。同步衛星以大約高於赤道 41,326 公里的軌道運轉。由於是與地球的運轉同步，這些衛星幾乎在地表上是維持在相同的位置。因為它們距離地球相當遠，因此需用很大的天線傳輸訊號。以往的衛星科技主要著重在同步衛星的發展，近來低軌道衛星則已漸漸流行起來（雖然大部份的系統仍在發展當中）。低軌道衛星運行的軌道很低，大約是在地表上 500 至 1,500 公里。同時與同步衛星不同的是，低軌道衛星並不一定是在赤道面上運行。有一些是屬於圓狀的運行軌道，而有一些則屬於橢圓形運行軌道。小型的低軌道衛星工作在 VHF 頻段(30-300 MHz)，並且只做數據通訊，而大型的低軌道衛星則工作在高於 1 GHz 的頻率，並且可同時傳送數據和聲音訊號。每一種衛星各有其優缺點。

估且不論這些差異，所有的衛星都有一些相同的特徵，亦即所有的通訊衛星都有詢答裝置。詢答裝置面向地球，可接收從地球站所發出的訊號，並傳送這些訊號到遠端的地面接收站。前一種傳輸形式稱為上行傳輸 (uplink)，後一種稱為下行傳輸 (downlink)。一些早期的衛星只有一個詢答裝置，但現代的衛星上則可同時帶有幾十個詢答裝置。

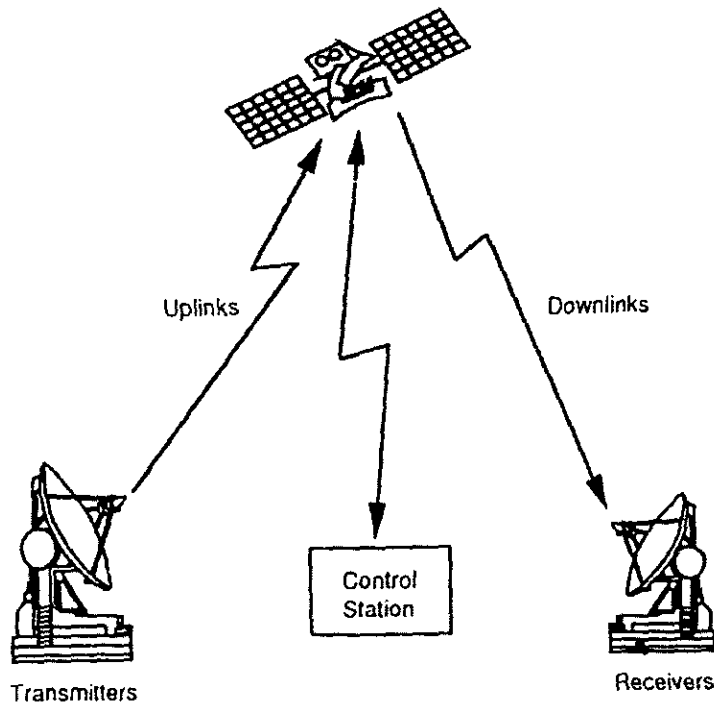


圖 3-29 衛星通訊系統

當衛星收到從地面天線傳來的無線訊號時，它們不能直接將這些訊號轉給指向地面接收站的詢答裝置。否則，衛星上接收訊號的詢答裝置與發射訊號的詢答裝置將使用相同的載波頻率，而使 uplink 與 downlink 之間互相干擾。因此為避免干擾的問題，衛星傳送訊號的頻率必須要與接收到的頻率不同。同時必須將 uplink 所接收到的微弱訊號放大後方能傳送。雖然這個技術減少了 uplink 與 downlink 間的干擾，但必須要給定額外的頻率。

現今科技已經發展到可以控制衛星在地表上涵蓋範圍的大小和形狀。這些可以接收到衛星訊號的地面範圍稱為 footprint，其形狀可以是圓形或其他形狀。然而為避免干擾某些區域或國家的訊號，先進國家已經發展了更小、更易於控制、且更聚焦的 footprint 科技。這些科技發展使得衛星系統也能像蜂巢式網路一樣重複使用有限的衛星頻率。

為了避免互相干擾，衛星站是以沿著赤道軌道面每二度為單位來設置，因此最多只能有 180 個衛星同時在同步軌道面上。目前 180 個衛星位置並沒有全部佔滿。當軌道上的衛星漸漸增加，相對的詢答裝置也漸漸增加時，我們就必須設定更多的頻率以供使用。衛星傳輸最主要的頻段為 VHF、L-band (1-GHz band)、C-band (3-, 4-, 5-, 6-GHz) 和 Ku-band (11-, 12-, 14-GHz band)。表 3-22 列出幾個現存的衛星系統，這些系統可提供聲音、數據或定位的服務。配合行動通訊成長的需要，新的衛星系統將會繼續部署。最近有三個大的和三個小的低軌道衛星系統最近已被美國的 FCC 所認可。另外，某些系統(如 Odyssey 及 OCI)使用較高的運行軌道。歐洲國家稱這些衛星為中軌道(MEO, medium-Earth-Orbit)衛星或是 intermediate circular orbit(ICO)衛星。一個稱為 Orbcomm 的小的低軌道系統已經在運作當中(如表 3-22 所列)。

### 3.9.2 同步軌道的衛星行動通信系統動態發展

一般衛星行動通信系統可能依照不同的系統特性來區分，如果依其軌道高度可以區分為高軌道(HEO, High Earth Orbit)或同步軌道、中軌道及低軌道三種，而依其規模可以分為大或小的低軌道系統(Big or Little LEO)。本文以地域性來探討目前全世界中相關同步衛星行動通信系統之發展動態。

表 3-22 衛星系統比較表

Satellite System	Service	Date of Operation	Coverage	Gross Data Rate	Modulation	Channel Access	Voice Bandwidth
INMARSAT-A, B, M, Mini-M (GEO)	Voice, data, fax	1976, 1993, 1993, 1996	Global, excluding polar regions	9.6, 9.6, 2.4-4.8, 4.8 Kbps	FM, QPSK, QPSK, QPSK	Voice: FDMA Data: TDMA and TDM	50, 20, 10, 5 kHz
INMARSAT-C (GEO)	Telex, e-mail, position	1990	Same as above	0.6 Kbps (store and forward)	BPSK	TDMA and TDM	N/A
Satellite Paging (GEO)	Paging	1986	North America	1.2-512 Kbps	FSK	FDMA/TDMA	N/A
OmniTRACS (GEO)	Data, position	1988	Global	0.384 Kbps	MSK	SDMA/TDMA/CDMA	N/A
AMSC-1 (Skycell) (GEO)	Voice, data, position	1995	North America	6.4 Kbps	QPSK	TDMA	7.5 kHz
Orbcomm (Little LEO)	Data, GPS data	1995	Global	2.4 Kbps uplink; 4.8 Kbps downlink	PSK	FDMA	N/A

### 3.9.2.1 國際性組織

在同步軌道的衛星行動通信系統方面，主要有兩個國際性組織：國際海事衛星組織(INMARSAT)及歐洲電信衛星組織(EUTELSAT)。INMARSAT 組織屬於聯合國外圍組織，目前約有 60 多個會員國，大部分是各國政府機關或是受政府委託的電信業務經營者。INMARSAT 在衛星通信服務的經驗已有 13 年之久，目前亦已提供空中、海上和陸地全面服務性的全球衛星行動通信系統，經驗非常豐富。這些系統的運作主要是使用 2 顆歐洲太空總署的 MARECS 衛星，3 顆 Intelsat V 衛星和 4 顆 Inmarsat-2 衛星。

其中，Inmarsat-A 在 1976 年及開始提供服務，是 INMARSAT 組織的第一個衛星行動通信系統，使用類比式調變(FM)傳送語音訊息，其終端設備相當地大且昂貴。因此，目前用戶大多是遠洋輪船的海事通信，至於手提式終端的應用則主要是政府或新聞組織用來涵蓋如伊朗或巴拿馬等較多紛爭的國家之緊急通信使用。依循國際民航組織與航空電子電機協會所建立的標準，採用開放系統連結(OSI: Open System Interconnect)方式。

至於 Inmarsat-M 和 Inmarsat-B 則幾乎是平行發展出來，同時，也共用相同的通信協定。其中，Inmarsat-M 系統能以較低價且較重量較輕的終端設備提供

通信品質的語音、低速數據和傳真服務。除了船上和車輛設備較大外、其手提式終端設備僅如公事包大小，比起 Inmarsat-A 系統可減少了許多。Inmarsat-B 則可以說是 Inmarsat-A 的成功改良，其天線規格相似，增益也大約都在 20dBi 左右，卻能提供高品質的專業通信服務。

而 1990 年開始服務的 Inmarsat-C 系統，其主要能提供陸地和海上應用的數據資訊傳輸，利用 Inmarsat 衛星，使用 L-頻段傳送封包式(Packet)資料。系統主要的設備包括：衛星網路、地面站、用戶行動收發終端機(約 5,000 美元)、終端機網路界面和地面網路等。其中最大的數據傳輸速度為 600bps，資料長度最大可達的 32,000 字，涵蓋範圍可達全球，目前用戶市場主要是長途運輸業、專業旅遊者、遠端監視以及數據傳輸等。Inmarsat-C 預測到公元 2000 年其陸地行動應用的用戶將可達到 30 萬人。

表 3-23 INMARSAT 系統比較表

Inmarsat 衛星行動通信系統	服務項目	主要通信應用	使用頻率 (GHz)	最小頻寬 (KHz)	調變方式	進接方式	天線直徑 (cm)	發射功率 (dBW)	語音編碼率
Inmarsat-A	衛星行動電話 電路交換數據 存轉數據資料	海事 大體積 之手提式	1.6/1.5	50	FM	FDMA	80~140	36	N/A
Inmarsat-B	衛星行動電話 電路交換數據 存轉數據資料	海事 大體積 之手提式	1.6/1.5	20	O-QPSK	FDMA	80~140	24~33	16 (kb/s)
Inmarsat-C	電路交換數據 存轉數據資料	海事 陸地行動	1.6/1.5	低速 率數據	O-QPSK	FDMA	20	12	N/A
Inmarsat-M	衛星行動電話 電路交換數據	海事 陸地行動	1.6/1.5	10	O-QPSK	FDMA	50	19~27	6.4 (kb/s)
Mini-M	衛星行動電話 電路交換數據	海事 陸地行動	1.6/1.5	5	O-QPSK	FDMA	2/3		4.8 (kb/s)

註 1. Mini-M 用戶電話機設備，價格大約 US\$ 3,000; 目前已超過 17,000 個用戶。



### 3.9.2.2 亞洲區域性衛星行動通信系統

目前發展中的系統均是以同步軌道提供服務，其中，主要由大陸和新加坡為主要投資者的 APMT(Asia Pacific Mobile Telecommunications)衛星行動通信系統，由美國休斯太空和通信公司(Hughes Space and Communications Company)負責技術提供，包括 2 個 HS601HP 衛星巴士之衛星、發射和任務支援、地面網路設施和訓練等。其涵蓋範圍則包括：大陸、新加坡、日本、韓國、東南亞、印度、印尼以及菲律賓。其中，行動用戶端與行動用戶端將直接經由衛星 L 頻段彼此聯繫，而行動用戶端與固定用戶端則以 Ku 頻段與地面閘道站(Gateway)聯繫。目前，休斯公司計畫在大陸、新加坡和泰國分別建立 5 個閘道站、1 個衛星控制設備及網路監控站。此時，使用者將能擁有手持式電話；車上、船上和飛機上；或是路基式固定電話業務等相關業務之服務。

#### 1.APMT 服務種類

##### (1)電信業務

- ①語音(電話)
- ②數據(2.4, 4.8 和 9.6kbps)
- ③傳真
- ④短訊(Short Messaging)

##### (2)增添業務

- ①呼叫轉發(Call Forwarding)
- ②呼叫禁止(Call Barring)
- ③呼叫等待(Call Waiting)
- ④呼叫者識別(Caller Identification , etc)

##### (3)加值業務

- ①語音信箱
- ②高滲透告警 (High Penetration Alerting)比一般傳呼信號強 30 dB

#### 2.APMT 空中介面

- (1)進接方式：FDMA/TDMA
- (2)載波頻寬：31.25 kHz
- (3)訊框長度：40 msec
- (4)TDMA 訊框架構：24 slots/frame
- (5)時槽/TDMA 載波：8
- (6)調變方式：QPSK

另一個值得注意的亞洲區域性行動衛星通信系統為以印尼 Jakarta 為基地的 ACeS(Asian Cellular Satellite System)系統，其主要投資者包括：PT Pasifik Nusantra(印尼)、Jasimine Int.(泰國)以及 Phillipine Long Distance Telephone Company(菲律賓)。本系統已於 1995 年與洛克希德馬丁(Lock heed Martine)公司簽訂高達美金 6.5 億元的供應合約，整體系統架構與涵蓋範圍與 APMT 系統類

似，且目前進行地相當順利，預計於 1998 年開始提供服務。而另一個由印度 Essel Group 所主導的 ASC(Asia Satellite Communications)衛星行動通信系統，據聞因為進行地相當不順利，目前該系統已經流產。

表 3-24 ACeS 摘要

ACeS (亞洲通)	
主要投資者	PT Pasifik Nusantra(印尼)、Jasimine Int.(泰國)、Phillipine Long Distance Telephone Company(菲律賓)
涵蓋區	中國南部、台灣、泰國、菲律賓和印尼等東南亞國家
系統製造供應商	Lockheed Martine 公司(US\$ 6.5 億)—Turn Key System
同步衛星	Garuda 1 (123°E) 和 Garuda 2(80.5°E)--壽命 12 年
Antenna	Active Phase Array Antenna (12 米) 150 Spot Beams, 使用 L 和 C 頻帶
通信容量	6,000 個衛星電路給 Mobile to Mobile 使用；16,000 個衛星電路給 Mobile to Fix 使用
費用	GSM-Based 手機 (Errison)-US\$ 1000~1500 每分鐘通信費 約 US\$ 1

### 3.9.3 中／低軌道衛星行動通信系統技術之比較分析

近年來新提出的星基式行動通信系統，大都是以低軌道(LEO)或中軌道(MEO)為設計理念，其中，**Iridium** 系統是由摩托羅拉衛星通訊公司(Motorola Satellite Company Inc.)發展的系統，已於 1990 年 12 月 3 日，向 FCC 提出申請使用執照。取名為 Iridium 的原因為該系統在設計之初時共有 77 個衛星在近極化(Near-Polar)軌道上繞著地球運行，與化學元素"銻"的原子模型類似。然而，由於科技進步，已將此系統的衛星數目減少為 66 顆，且計劃在 1998 年系統開始運作。**Globalstar** 是由 Loral Qualcomm Satellite Service Inc.(LQSS) 發展的系統，且已於 1991 年 6 月 3 日向 FCC 申請使用執照，預計在 1999 年系統開始啟用。**Odyssey** 系統是由 TRW 所提出，同樣地，在 1991 年 5 月 28 日已向 FCC 提出使用執照申請，系統預定在 1998 年開放。**Inmarsat-P** 則是由 INMARSAT 組織所提出的系統，新公司已於 1995 年初成立(I-CO Global Communications Limited)，目前並未向美國 FCC 提出申請，而計畫直接向國際頻率管理委員會(IFRB)提出申請。由於 INMARSAT 屬於聯合國國際海事組織(IMO, International Maritime Organization)，不僅官方色彩濃厚，而且會員國共有 76 個之多，本系統預計在公元 2000 年正式運作。

以下將從技術觀點，把 Iridium, Globalstar, Odyssey 和 Inmarsat-P 等四個衛星行動通信系統主要特性，包括系統架構、衛星設計、多工連接設計、用戶手

機等情形，分別進一步詳盡的分析及討論。

## 1. 系統架構

Iridium 每個衛星均有四個交鏈路徑，且在頻段 22.55GHz 至 23.55GHz 間以 25Mbps 的速率傳輸。儘管 On-Board 處理技術讓衛星與衛星之間產生了交鏈能力，因而增加了信息迂迴(Message Routing)的彈性，也大大減少了地面閘道站的數目；但是，整個系統設計的複雜性也相對地增加，而且，所採用之 Inter-Satellite Link 技術較為艱深，使用經驗也較少，復因閘道站數量較少以致於將增加用戶至閘道站之間的長途通信成本，孰優孰劣，尚待時間來證實。

## 2. 衛星設計

在衛星設計上，令人感到興趣的參數是用以連接移動用戶和衛星通信鏈路的天線系統。其中，Globalstar 係使用一組相位陣列天線產生 16 個聚點波束(Spot Beam)；Iridium 則使用 3 組相位陣列天線，如 Globalstar 一般，每一組天線亦可產生 16 個聚點波束，所以，每顆衛星共可以發射 48 個波束；至於 Odyssey 則係使用 Rigidly Mounted 的多點波束(Multiple-Beam)星狀天線，在上下鏈路分別各產生 37 和 32 個聚點波束。

## 3. 多工進接技術

在多工進接技術部份，由於 Qualcomm 目前在蜂巢式行動通信系統的分碼多工(CDMA)進接技術使用上，已有相當多的經驗，因此，Globalstar 的多工進接方式亦是利用 CDMA 的技術。由於 CDMA 技術與使用同一頻段之其他通信系統具有相容特性，既不易干擾其他系統，也不易受到其他系統的干擾，因此，比較不會受到相同頻段的使用者反彈，可以減少頻率協調工作。其主要的方式是在其 16.5MHz 的使用頻寬中，將 CDMA 信號展開。據其宣稱，此方式將可以提供每顆衛星 2,808FDX 語音電路容量，且傳輸速率和字元錯誤率(BER: Bit Error Rate)分別為 4.8Kbps 和  $1E-3$ 。Odyssey 的多工進接方式則是利用 CDMA 和 FDMA 的組合技術，首先將 16.5MHz 的用戶頻寬區隔成 3 個 4.83MHz 頻道(Channels)，然後利用 CDMA 技術提供多個用戶。其中，每一個 CDMA Channel 分配有 16 個天線波束，因此，合計共有 2,300 個 FDX 語音電路的容量，而在此 16 個波束形態中，並不會有任何 2 個鄰近點波束(或 Channel)同時使用相同的頻段。

而 Inmarsat-P 則係使用傳統的 TDMA 進接技術，這種方式目前在衛星通信使用上已相當普遍，技術也已相當成熟，惟如何取得使用頻段是必須考慮的首要問題。至於 Iridium 多工進接的方式則是集合了 FDMA 和 TDMA 的特性，其中，在 Cell 和 Cell 之間是採用 FDMA 的方式，也就是在 10.5MHz 的頻寬中，共有 12 個頻率重複使用，且任一個頻率將自動地分配到衛星的 48 個天線波束中。因此，不論是在單一衛星內的 48 個 Cell Pattern 之間；或是在鄰近的衛星與衛星之間，彼此頻率的協調管理是相當重要。另外，在 Cell 內則是以 TDMA

的方式來提供多用戶連接，主要是利用一個 90ms TDMA Frame，供應 4 個 50Kbps 用戶連接使用，此外，Motorola 宣稱每一個 Cell 能夠平均提供 80 個 Channels，所以，一個衛星在正常運作時，將會有 3,840 個 Channels(48 Cells x 80 Channels / Cell)可以使用，總計整個 Iridium 系統將可以供應全球 172,000 個 Channels。由於其特殊複雜的連接方式，因此系統將特別需要考慮以下 3 點：

- (1)當衛星在緯度較高處運行時，必須協調 Cell 使用，以計算 Cell 重疊區域，判斷天線波束開或關；
- (2)Cell 頻率之管理調整，以判定每一個 Cell 該使用那一個頻率，而能達到相鄰 Cell 間能有最少的干擾情況；
- (3)在 TDMA Framing 架構上，必須提供精確的時間同步。從以上各個系統多工連接技術的觀點來看，Iridium 無疑是其中最有挑戰性，需要相當繁複之演算指令程序(Algorithms)的執行，才能確定系統能正常運作。

#### 4. 用戶手機

在手機大小和重量方面，所有系統均宣稱可以和目前陸基式系統的手機相似。至於各個系統的手機功率，分別是：Iridium:0.4-7 瓦；Globalstar:1 瓦；Odyssey:0.5-5 瓦以及 Inmarsat-P:0.25-3 瓦。若考慮用戶使用的便利性，手機充電電池的使用時間是一個重要的參數。其中，Globalstar 打算追求較為輕巧的口袋形手機設計，使得其手機電池的使用時間是所有系統中最短，假設在 5%的 Duty Cycle 之下，手機僅能使用 8 小時；換句話說，在連續不間斷使用下只能使用 24 分鐘。此外，所有 4 個系統均有提供手機雙模式的操作界面，所謂雙模式指的是當用戶身處於陸基式行動通信的涵蓋範圍時，優先使用該系統；而當在 PLMN 網路涵蓋區以外時，手機會自動切換至衛星系統模式。

以下就以表格來摘要四種通信系統的特性。

表 3-25 系統架構比較

參數 / 系統	Iridium	Globalstar	I-CO	Odyssey
衛星數目(備用)	66 (6)	48 (8)	12 (2)	12 (3)
軌道面數目	6	8	2	3
軌道傾斜角(度)	86.4	52	45	50
軌道高度(公里)	780	1410	10355	10354
週期(分)	100.1	114	358.9	359.5
頻率(用戶終端)	L-Band	L/S-Band	S-Band	L/S-Band
上 / 下鏈路 (GHz)	1.616-1.6265 1.616-1.6265	1.610-1.6265 2.4835-2.500	2.170-2.200 1.980-2.010	1.610-1.62 65 2.4835-2.5 00
頻率(開道站)	Ka-Band	C-Band	C-Band	Ka-Band
上 / 下鏈路 (GHz)	27.5-30.0 18.8-20.2	5.091-5.250 6.875-7.055	5 7	29.1-29.4 19.3-19.6
衛星連結時間 (分)	11.1	16.4	115.6	94.5
最小通信仰角	8.2	10	10	22
鏈路餘裕	16	11-16(1.1)	6	8-17
地面站數目	15-20	約 60 多個	12	7
最小 / 最大傳輸 時延(one-way, ms)	2.6/8.22	4.63/11.5	34.5/48	34.6/44.3
系統成本	55	28	48	18

表 3-26 手機設計比較

參數/系統	Iridium	Globalstar	I-CO	Odyssey
調變方式	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
語音速率(kbps)	2.4/4.8	2.4/4.8/9.6	4.8	4.8
數據速率(kbps)	2.4	7.2 sustained throughput	2.4	2.4 mobile 2.4-9.6 fixed
BER	1E-2(語音)	1E-3(語音)	1E-3(語音)	1E-3(語音)
	1E-5(數據)	1E-5(數據)	1E-5(數據)	1E-5(數據)
2 個或多個衛星之 path diversity	No	Yes	Yes	No
手機重量、大小	與 cellular phone 相似	與 cellular phone 相似	與 cellular phone 相似	與 cellular phone 相似
手機功率(瓦)	0.4-7	1	0.25-3	0.5-5
電池使用時間	24 小時 standby	24 小時 standby	24 小時 standby	24 小時 standby
	1 小時談話	1 小時談話	1 小時談話	1 小時談話
手機售價(美金)	2,500-3,000	750	1,000	500-700
使用費率 (US\$/分鐘)	3	0.35-0.53 (wholesale)	1-2	0.65

表 3-27 衛星設計比較

參數／系統	Iridium	Globalstar	I-CO	Odyssey
穩定性	3 軸穩定	3 軸穩定	3 軸穩定	3 軸穩定
衛星重量(公斤)	700	450	1925	2207
衛星壽命(年)	5	7.5	10	15
衛星輸出功率 (瓦)	1,400	1,000	2,500	6,177
衛星酬載	on-board processing	bent pipe	bent pipe	bent pipe
語音電路／衛星	1,100	2,000-3,000	4,500	3,000-9,500
衛星互鏈(ISL)	Yes; 4 條互鏈路徑, 25 MHz; 22.55- 23.55GHz	No	No	No
波束／衛星	48	16	163	61
總波束	3168	768	1630	732
Footprint 直徑 (公里)	4,700	5,850	12,900	10,540
多工連接方式	TDMA/FDMA	CDMA/FDMA	TDMA/FD MA	CDMA/FDMA

### 3.10 RDS 副載波廣播系統

#### 3.10.1 副載波廣播簡介

副載波廣播是一種無須申請額外頻道而讓廣播電台可以將聲音或數據傳遞到交通工具的技術。早在 1930 年代 Armstrong 發明 FM 後，此技術就已被引介使用。顧名思義，副載波代表它並非由廣播電台所產生的主要訊號載波，而是伴隨著主要訊號，利用各個電台所被分配到的頻帶中未佔用的旁帶來傳遞。雖然這種技術與 FM 同期發展出來，但也可以應用到 AM 和電視系統中。在早期，

這類訊號的傳輸需要通過輔助通訊認證 (Subsidiary Communication Authorization, SCA)。儘管 SCA 已經在 1983 年被逐漸淘汰，但這類訊號仍被稱為 SCAs。一般來說，副載波常被用在一些附加性的服務上，如背景音樂、天氣預報、體育新聞、股市行情、外語聲道、特殊時間訊號、或其他與商業、教學或宗教有關的消息等。最近，副載波在路況廣播上的應用則變得相當熱門。

廣播的技術可分為兩種：在單聲道的廣播中，只傳遞一個聲音訊號，所以也只需要一個喇叭來呈現所傳遞的訊號；然在立體聲的廣播中，是將兩個聲音訊號結合後透過一個聲音訊號的頻道傳送，立體聲接收機可以把這兩種聲音分離而用兩個喇叭使得原音重現。單聲道的接收器也可以接收立體聲的聲音訊號，只不過並沒有立體聲的感覺。

如前所述，所有的廣播站 (AM、FM、TV) 都可傳送副載波，因此可有效利用這些廣播站的副載波將交通訊息傳播出去。副載波可以將聲音訊息以及數據資料透過同一個頻道一起傳送出去，但並非一般的接收機都可解讀所傳遞的數據資訊，得需要特別的接收機來處理接收頻道中的數位資訊部分。表 3-28 顯示不同副載波技術的一些系統參數。由於 AM 副載波的傳輸資料速度非常慢 (一般為 10 到 12.5 bps，最高只有 100 到 200 bps)，因此很少被使用。在歐洲和亞

表 3-28 副載波技術之系統參數

Station Type	Subcarrier Bandwidth	Injection	Main Channel Loss
AM	None	None	None
monophonic	(20 kHz)*		
AM	0-12.5 Hz (25 Hz)	5%, -32 dBc,	0 dB
stereophonic	(20 kHz)*	±2.86°	
FM	79 kHz	23.5 kHz	2 dB
monophonic	(20-99 kHz)		
FM	46 kHz	15 kHz	1 dB
stereophonic	(53-99 kHz)		
TV	104 kHz	50 kHz	0 dB
monophonic	(16-120 kHz)		
TV	73 kHz	25 kHz	0 dB
stereophonic	(47-120 kHz)		

\*Total bandwidth occupied by the transmitted composite signal.

洲 AM 被分配的頻寬只有主載波頻率周圍 ± 9 KHz，而美國則是 ± 10 KHz (頻寬共 20 KHz)。舉例來講，FM 廣播電台除了一般類比聲音頻道外，還可提供標準的背景音樂副載波聲音 (SCA 訊號)，頻率分佈從 50 Hz 到 5 KHz。由於立體聲 FM 頻道的頻譜上還有兩個這樣的空間，一個位於 67 KHz、一個位在 92 KHz 處，所以還可提供兩個數據頻道供使用。每個頻道最高可提供 4.8 Kbps 的資料量而不影響到原電台的聲音訊號。已有許多系統嘗試利用這樣的數據服務，如 SAP、PRO、VBI、DARC (由 NHK 所發展)、HSDS (由 Seiko 所發展)、



STIC (由 MITRE 所發展)、與 RDS/RBDS 等系統。這些系統的規格如表 3-29 所列。

表 3-29 副載波數據服務之系統規格

Systems	Station	Status	Interface	Gross Data Rate	User Data Rate
DARC	FM	Operational	Proprietary	19 Kbps	8 Kbps
HSDS	FM	Operational	Proprietary	19 Kbps	7.5 Kbps
RDS/RBDS	FM	Operational	Open	1.187 Kbps	≈0.3 Kbps
SAP & PRO	TV	Operational	Open	0.3-9.6 Kbps	0.3-9.6 Kbps
STIC	FM	Concept	Proprietary	18.8 Kbps	7.6 Kbps
VBI	TV	Operational	Open	1.2-19.2 Kbps	System dependent

### 3.10.2 RDS 副載波

行動數據 (Mobile Data) 最早是由歐洲廣播聯盟 (EBU) 和許多歐洲廣播公司 (如 STR 及 BBC) 所共同定義完成，在 1987 年開始有車用 RDS 的裝設。RDS 的主要目的是使用數據標籤來辨別接收機收到的資料段而自動解調，它是將一個數據調變副載波加進一般的立體聲 FM 廣播發射器，而與原本的語音訊號一起送出。最早使用數據調變技術的系統之一，是由瑞典 STR 公司所發展出來的 MBS 系統 (行動搜尋傳呼服務)。MBS 系統後來便成為 EBU 的 RDS 基礎，兩者間有很多相似之處。大約從 1976 年開始，RDS 的發展就由 EBU 所贊助的專家團隊來協力進行。其系統規格在 1983 年由 EBU 的成員們全體贊成通過，同時在 1984 年發表為編號 3244 的 EBU 技術文件，其中建立了以下的一些高階需求：

- 1、RDS 訊號必須與過去的發展相容，對於既存接收機聲音訊號的接收不造成干擾，也不能妨礙到使用 ARI 系統接收器的正常運作。
- 2、數據訊號必需有可倚賴的正確性，而範圍至少要跟主要廣播訊號的一樣大。
- 3、數據傳輸速度至少要滿足基本廣播站的需求，並且要具備足夠的未來發展空間。
- 4、訊息的格式必須能機動地符合各個廣播公司的需求。
- 5、系統設計必須允許低價接收機能可靠接收訊息。

RDS 是被應用在載波頻率為 87.5MHz 到 108.0MHz 的 VHF/FM 廣播電台上，它可以傳送單聲道以及立體聲道的節目。RDS 自 1984 年起在歐洲地區推出，目前在歐美各國的市場有不小的佔有率，許多新車的行銷將 RDS 列入標準配備，可見其在汽車音響上之地位。至於 RDS 之主要目的為增進 FM 接收機的

功能，使得使用者感覺到友善和便利，而下面列出 RDS 三項基本功能，這也是其被 FM 廣播電台及消費者接受之主因：

### 1. 顯示電台名稱

能在選頻道後立即的指示出，使用者所聽到的是那一個 FM 的電台的台名。

### 2. 鎖定電台自動換頻道

對於某些大服務區之電台頻道有許多個，每一個頻道之有效範圍是固定的，車上的聽眾在超出其原頻道有效區域時，需要調整頻道來繼續收聽該台，而 RDS 即有自動換頻道的功能，可以鎖定一個電台一路聽到底。

### 3. 政府緊急通報之功能

使政府能夠經由廣播電台送出緊報信號，因而歐盟各國政府對於 RDS 抱持著樂觀其成的態度。

除此之外，RDS 副載波尚其他的應用範圍，如下圖所示：

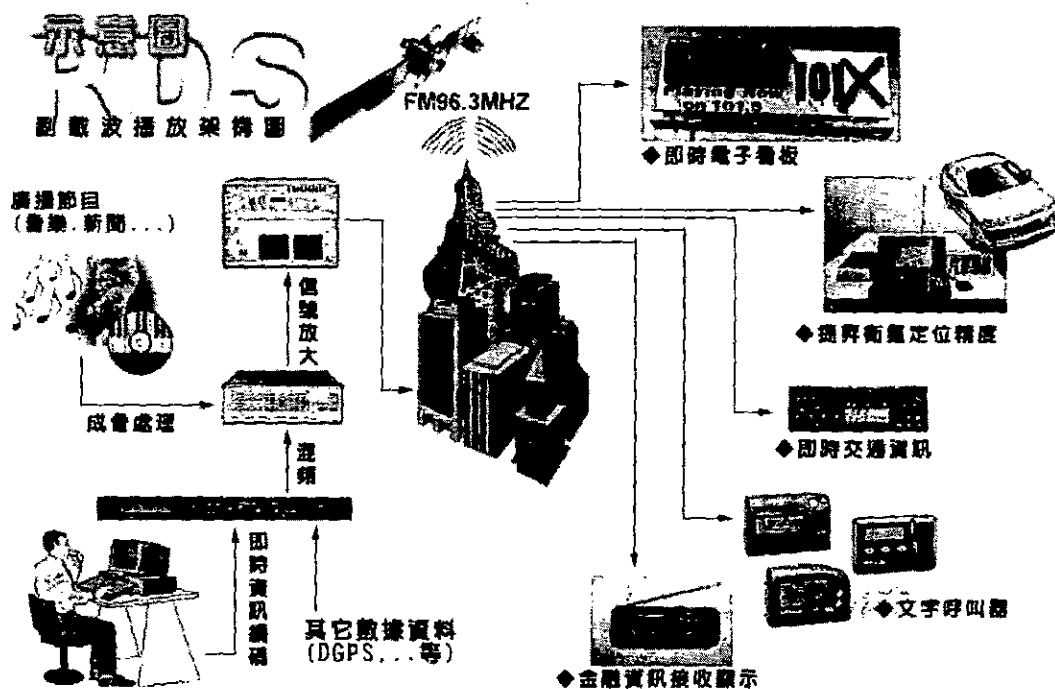


圖 3-30 RDS 副載波播放架構圖

在此再將 RDS 之應用分門別類並簡述如下：

### 1. 公眾服務相關之應用

- (1) 預警系統及人民生活資訊服務
- (2) 政策宣導及政府便民服務

### 2. 工商服務之應用

- (1) 各行各業產品的線上廣告/DM 的發送
- (2) 金融資計之廣播與接收

### 3. 資訊服務之應用

- (1) 財經類

- (2)書報雜誌類
- 4.企業及機關內部之應用
  - (1)一般公司行號之應用
  - (2)機關團體之應用
  - (3)連鎖店之應用
- 5.教學類節目之應用
  - (1)語言教學節目
  - (2)課輔教學／空中教學節目
- 6.新聞類節目之應用
  - (1)即時新聞之電子看板
  - (2)股市行情報導
  - (3)評論性／討論性之節目
- 7.音樂類節目之應用
  - (1)音樂／歌曲／作者／歌手之背景資訊
  - (2)歌詞
- 8.其他娛樂性／生活性節目之應用
  - (1)競賽轉播之應用
  - (2)固定式或活動式交通資訊看板

RDS 為一來自於歐洲的系統，對於亞洲語文 (2 byte 文字) 並未列入規格，因此日本地區便自行開發 DARC (Data Radio Channel) 系統，以滿足漢字之需要並提昇資料傳輸速率至 16Kbps。而 RDS 和 DARC 為兼容的，電台可同時播出 RDS 與 DARC 副載波信號。本節將分別對 RDS 與 DARC 系統之基本規格加以說明於 3.10.4 與 3.10.5。

### 3.10.3 RBDS 副載波

無線廣播數據系統 (RBDS, radio broadcast data system) 是 RDS 的副產品，由美國國家無線電系統委員會 (National Radio Systems Committee of the United States) 在電子工業協會 (Electronics Industry Association) 與廣播業者國家協會 (National Association of Broadcasters) 聯合贊助下所發展出來的。在標準的發展過程中，他們嘗試令 RBDS 的標準可以與歐洲的 RDS 相容。然而，由於歐美廣播業的結構不同，不得不做一些調整，最後使得 RBDS 同時包含 AM 及 FM 系統 (歐洲版本只包含 FM 廣播部分)。雖然說 RBDS 是 RDS 的一種變形，但他仍全然地包含了 RDS。所以 RBDS 運作原理與資料群的描述都跟先前 RDS 所描述的一樣。

RBDS 與 RDS 之間只有些許的差異，RBDS 多了個多工 RDS 的選擇，這部分是由 MBS 所修改產生。另外 RBDS 可使用接收機內建資料庫，使沒有架

設 RDS 設備的 AM 或 FM 電台執行部分 RDS 功能。同時 RBDS 尚有 AM 數據系統部分，不過這部分並未定義完全。RBDS 同時增加了一些新的觀念，如資料群類型 3A 被保留給 Differential GPS (DGPS)、資料群類型 5 的頻道 0 和 1 被保留給接收內建資料庫系統更新之用、以及頻道 2 被保留給 SCA 交換用。

就如同我們在这一節所看到的，RDS/RBDS 的技術可以提供交通、緊急事件、和氣象等廣播。用戶只要配備有 RDS/RBDS 接收機就可接收這些訊號。這正是為什麼副載波廣播技術會在歐洲如此熱門、且目前正應用於日本動態路徑導引系統 VICS 上的原因。

### 3.10.4 RDS 信號傳送之規格

RDS 副載波系統是被使用於載波頻率由 87.5MHz 至 108.0MHz 之 VHF/FM 廣播電台，其可以傳送單聲道或是立體聲的聲音，另外有一個特點為，RDS 接收機是不會被資料頻道外的多重頻譜信號所干擾。至於 RDS 所使用的副載波頻率則為 57kHz (如圖 3-31 所示)，這個頻率是 FM 立體聲 Pilot 信號 (19kHz) 的三倍頻，如此一來發射端有極佳的信號參考源作 PLL 相鎖迴路，以避免因 Pilot 與 RDS 之相位差所產生干擾，通常相位差在 10 度以內就算合乎 FM 傳送之要求。RDS 之全部資料傳輸速率為 1.1875kHz，這是由 57kHz 除以 48 所得到。至於其調變技術則是使用 BPSK 方式，如此可用 1.1875kHz 為基頻，以 $\pm 90$ 度就可判別出是 0 或 1 的邏輯信號，然後便傳送出去。

固定與變動的 RDS 資料群都可以依任何順序混合一起傳送，資料群的格式可以隨時形成以因應各種需求。混合固定與變動的目的是為了提供可以快速存取並保留可以靈活地分派使用空間給不同的應用，以符合任何時刻個別廣播公司不同的需求。如果所要求的使用空間是可行的，新的資料群類別就可以被放進傳送的資料流當中而不會影響已經存在的接收器的運作。

由圖 3-31 可見，立體聲 FM 頻道的頻譜上還有兩個空間可以提供兩個數據頻道可使用，分別位於 67kHz、92kHz，每個頻道最高可提供 4.8Kbps 的資料速率而不影響到原電台的聲音訊號。其中在此要介紹的數據服務，為 EBU 之 RDS 系統與日本之 DARC 系統。

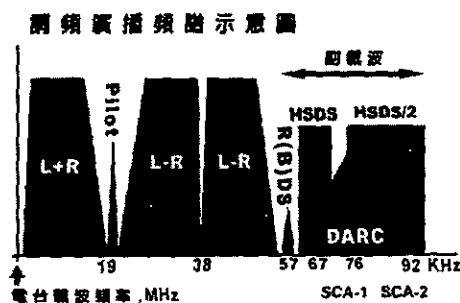


圖 3-31 副載波系統頻譜示意圖

在 EBU 的 RDS 規範下，廣播公司可以選擇一個副載波頻率，而其頻率漂在 1 到 7.5kHz 之間，一般是被建議為 2kHz 的頻率漂移。而 RDS 之全部傳輸

速率是將其副載波頻率 57kHz 除以 48，因此可得到全部傳輸速率為 1.1875Kbps。另外 RDS 之資料傳送單元為 group，每個 group 由 104 個 bits 所組成。其中這 104 個 bits 分成 4 個 block，每個 block 由 26 bits 所組成。每個 block 中的前 16 個 bits 為資料位元 (information word)，後 10 bits 為檢查位元 (check word)，其結構如圖 3-32 所示。因此 RDS 之可用資料速率為  $1.1875\text{kHz} \times 16/26 = 0.7308\text{kHz}$ 。

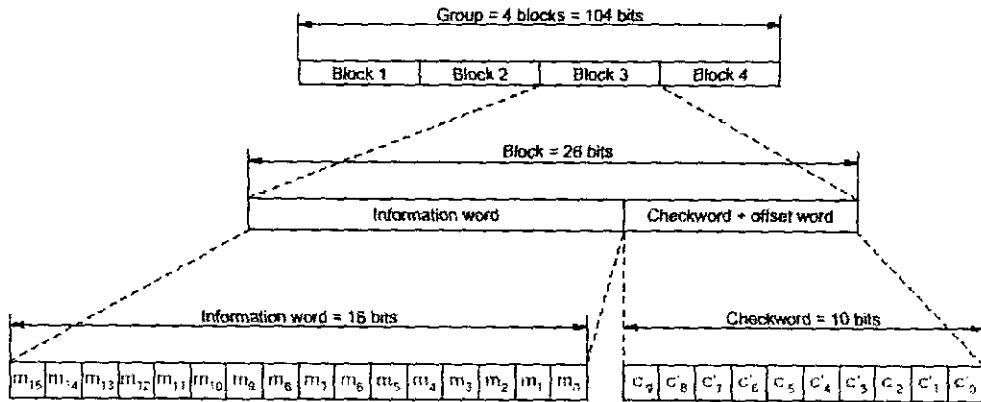


圖 3-32 RDS 基頻編碼之結構

### 3.10.5 DARC 信號傳送之規格

另外在此要介紹日本的 NHK 所發展的 DARC (Data Radio Channel) 系統，美國便以此系統之標準為基礎，發展出一套應用系統，名為 FM 的副載波資訊服務系統 FMSS (FM Subcarrier Information Service System)。其中 DARC 副載波之頻率為 76kHz，是 FM 的 pilot 信號 19kHz 之 4 倍頻，其目的與 RDS 相同，為了做 PLL 相鎖迴路，以避免 pilot 和副載波信號之相位差產生干擾。

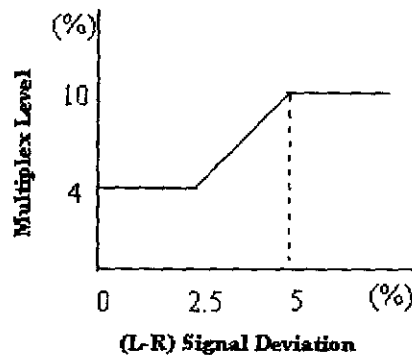


圖 3-33 位準偏移 (Level Shifting) 之特性

此外，DARC 使用 FM 未佔用的頻帶，並且將副載波注入 FM 信號組成合成信號，再由廣播電台同時發射出去，且以 10% (-20dB) 的 LMSK (Level Minimum

Shift Keying) 調變信號，並可依據主頻道的調變位準，將副載波作 4%~10% 之位準偏移 (level-shifted)；這位準偏移可以使得副載波信號對抗主頻道干擾的能力更強。在多重路徑的情況之下，由於主頻道之諧振波會出現在 53~100kHz 的副載波頻帶區，而會產生失真；而若是調變之位準偏移下降，在主頻道的這些諧振波失真亦會減少，如圖 3-33 所示。而在副載波之效能不會變差之條件下，希望其副載波之入位準能夠適當的降低，而使得潛在之副載波干擾能夠減至最少。

DARC 系統比起 RDS 系統，其可以支援亞洲之 2-byte 文字，並且有較高的資料傳輸速率，但目前其設備產品價格也較高。其全部資料傳輸速率 (gross transmission rate) 為 16Kbps，而在錯碼更正之後，其可用資料傳輸速率 (net rate) 一般而言，仍然有 8Kbps 左右 (視每個包裹之資料格式的定義而有所不同)，相當於 DARC 系統能夠每秒傳送 1000 個字母。

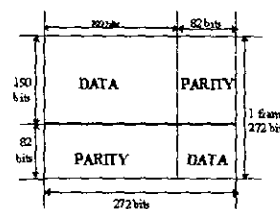


圖 3-34 DARC 之基頻編碼架構

至於 DARC 系統之傳輸資料單元為 Frame，與 RDS 相似，DARC 每一個 Frame 共有 272 個 bits，其中前面 190 個 bits 為資料位元，而後面 82 個 bits 則是作為檢查位元，其 Frame 架構如圖 3-34 所示。

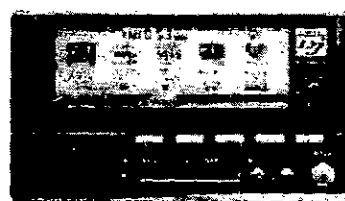


圖 3-35 DARC 掌上型接收機

在日本地區 DARC 已經變得十分受歡迎，在 1996 年約 40 個廣播電台開始傳送一種叫做「視覺廣播」資料，在那一年裡日本就賣出了超過 100 萬台的掌上型接收機，如圖 3-35 所示，這種機子主要的製造商有 Sony、Sanyo、Sharp、Panasonic、和 Aiwa 等公司。

另外，在 1995 年十月份，ITU (International Telecommunication Union) 選定了 DARC 之技術，為高速率 FM 副載波技術之國際標準。而在 ITU 的決定之前，ABU (Asia-Pacific Broadcasting Union) 以及 SWIFT (System for Wireless Information, Forwarding & Teledistribution) 已經投票決定使用 DARC 為其標準。SWIFT 為一有影響力的非營利組織，其也向瑞典、挪威、法國、德國以及其他歐洲國家推薦 DARC 標準。

綜合上述 RDS 與 DARC 信號之特性，加以整理後可得到表 3-30 之結果：

表 3-30 RDS 與 DARC 之各項參數

參數	RDS	DARC
載波頻率 (MHz)	87.5~108.0	87.5~108.0
副載波頻率	57 kHz ± 6 Hz	76 kHz ± 8 Hz
全部資料速率 (kbps)	1.1875	16
可用資料速率 (kbps)	0.7308	8
佔用頻寬	5 kHz	
調變技術	BPSK	LMSK
相容其它副載波	FMSS (DARC)	RDS
最大容量/包裹	104 bits	272 bits
涵蓋範圍	與各電台涵蓋範圍相同	與各電台涵蓋範圍相同
傳播方向	單向 (下載)	單向 (下載)

## 3.11 數位廣播(DAB, Digital Audio Broadcasting)

### 3.11.1 簡介

DAB 數位廣播緣起於歐洲，目前已被訂定為國際標準，使用之技術可克服因地型地物因素造成接收不良及無干擾接收之特性，其優點為提供 CD 音質之音樂、同時提供更多之服務內容、可提供與節目內容有關之數據資訊、數據服務、無干擾接收等，於數據服務內容則包含路況報導、旅遊導引、天氣報導、市訊(停車資訊、展覽位置顯示)、金融資訊、收聽或收看電子報新聞等等，

### 3.11.2 DAB 多媒體廣播

DAB 多媒體廣播係利用數位廣播之穩健性及高速下載之傳輸能力，同時呈現圖形及文字之多樣性數據服務，基本之應用範圍有：

1. 可結合 GPS 及智慧型交通系統，提供更有效率之交通流量顯示及交通替代路線顯示，更進一步可提供最便捷道路建議。
2. 利用 DAB 數位廣播高速下載傳輸能力，提供無線電子商務(WIRELESS INTERNET)服務，享受網路無塞車之樂趣，當使用者有額外之需求時，其上傳之需求再透過一般之網路線、大哥大手機(GSM)、DECT 手機、WIRELESS MODEM 等，構成雙向之傳輸。
3. 與現有網路系統結合，提供 TELL ME MORE 服務：

當我們收聽廣播節目時，常常產生“我想知道更多”之念頭，如：

- (1)金融危機、自然災害等事件，“我想對某地方之情況知道更多”
- (2)天氣報導：“我想對我住的區域、我的故鄉、或度假之區域知道更進一步之訊息”
- (3)交通路況：“我如何才能即時抵達目的地”
- (4)廣告：“我想取得某度假區之旅遊行程、或旅遊手冊”
- (5)新產品：收聽到新歌或新產品介紹時，“我喜歡且欲購買”

對使用者而言，只要有類似以上之需求，只要按一鈕及可達成，這是多媒體廣播系統與現有網路(如 GSM 系統)結合之一項應用。

### 3.11.3 技術演進

DAB 數位廣播是將數個節目多工後於 1.536MHz 頻帶中傳輸，每個節目(音訊或數據)之速率因不同之需求而不同，如提供 CD 音值之節目所需之傳輸率約 256kbps，至於流行音樂僅 192kbps，以 DAB 之整體傳輸率而言最高可達 1.7Mbps，其更高之系統優勢在於對多重路徑衰褪接受之可靠度。

由於技術的演進、需求的提昇以及為了在擁擠通訊頻帶中提供更高的服務品質，高頻譜效益的通訊技術將是未來通訊技術的重要考量。正交分頻多工(OFDM)技術是一種頻帶重疊的技術，比現今頻帶分割技術(FDM)的頻譜效益要來得高，不儘可以解決頻帶擁擠的問題，而且有效的克服了接收設備因移動所產生的都卜勒效應以及地形因素所造成多重路徑的干擾(multipath interference)或遮蔽效應所產生類似類比系統(如 FM)忽強忽弱或接收不良等擾人現象，具有正交分頻多技術的數位音訊廣播系統的概念則蘊釀而出。

加拿大和歐洲地區國家於 1986 年斯哥爾摩市的歐洲部長級的會議上成立推動數位音訊廣播計畫(Eureka-147;DAB)，參與計畫的機構來自德、英、法、荷蘭等國家的政府機關和民間企業，引起世界許多國家的注意和重視，1988 年於日內瓦首次進行 DAB 公眾表演，獲得好評；1992 年的 WARC 會議明定 L 頻段(1452-1492 MHz)為全球性數位音訊廣播系統陸路廣播及衛星直播的頻段，歐洲電信標準組織(ETSI)於 1994 年 3 月訂出『數位音訊廣播系統標準』草案，於 1995 年 2 月正式完成『數位音訊廣播系統標準』，為數位音訊廣播系統的推動邁入新的里程。

數位音訊廣播系統採用先進的數位信號處理技術(即分頻多工技術)、音訊壓縮技術以及通道編碼技術(channel coding)，不僅能以相當低的資料傳輸速率來傳送立體音樂及語音，更能夠將衰退通道(fading channel)所造成的叢束錯誤(burst error)轉成隨機錯誤(random error)，以便衛特比(Viterbi)解碼法能更有效地更正信號傳輸錯誤，克服接收機在行動中接收不良的現象，進而提供高品質音質-CD 品質的服務。



新一代的廣播系統採用數位技術的理由除了提供 CD 品質的音質之外還有以下四點：

1. 藉由通道編碼技術數位系統具有錯誤更正的能力。
2. 藉由數位編碼(digital coding)可以比較有效率的使用頻譜資源。
3. 藉由數位調變技術以降低傳輸功率。
4. 數位線路較類比線路成本為低。

就系統整體觀點而言，數位音訊廣播系統具有下列幾項特點：

1. 使用音訊壓縮技術，此系統具有如 CD 般的音訊品質。
2. 結合編碼技術與時域/頻域交錯技術(interleaving in time/frequency)，不論是對固定點(如家裡)或移動中(如汽車上、行人)的接收機隨時隨地都會有良好的收音狀況。
3. 比傳統 FM 廣播系統具有更高的頻道使用效率，如在單頻網路 (single frequency network)上頻道使用效率是 FM 系統的 3 倍。
4. 就發射端而言，發射功率較傳統 FM 廣播系統為低。
5. 較傳統 FM 廣播系統具有更廣的涵蓋範圍。
6. 具有數據傳輸能力，更能提供多樣性的加值型服務，如金融消息、交通路況、緊急警告、傳呼(paging)、...、等服務。
7. 對頻率以及廣播方式(如陸路廣播、衛星直播、陸路/衛星混合廣播、有線傳播)的選擇更具彈性。

### 3.11.4 產業發展

接下來將針對數位廣播產業現有的產品、技術，以及世界各國現行採用的數位廣播系統作一介紹。其中在國外方面，數位廣播產業儼然形成，在數位廣播系統方面，則涵括數位衛星廣播、數位地面廣播，以及兼具兩者的混合型數位廣播。至於國內部分，數位廣播產業尚屬萌芽階段，我們將簡介國內目前現有的數位廣播產業現況。

#### 3.11.4.1 國外

##### 1. 產品/技術/市場

本章節針對 Eureka-147 DAB (以下簡稱 DAB)的相關產品/技術/市場。

##### (1)接收機

根據國外相關機構的預測，從現在起到下世紀初，DAB 的市場將達到數百億美元。根據歐盟的估計，1999 年 DAB 接收機的價格為 250 美元/台，接下來將依次降為 100 美元/台，隨著各國經濟的迅速發展，DAB 的國內外市場將變得更大。

依據 EIU 調查資料顯示，公元 2000 年時，全球商用車將有 16.5 百萬輛的市場，而小客車則有 37 百萬輛的市場；另外，英國空間公司的研究指出：全球較高級的廣播接收機數量有 20 多億部，如此龐大的市場，其車用音響將隨著 DAB 新系統規範的逐步實施而日漸汰換舊有的 FM 系統，因此，車載 DAB 接收機將是一個龐大的市場。

## (2) 關鍵零組件

在關鍵零組件部分，TEMIC 推出包括 L-band up-converter、UHF-band I/Q modulator 及 IFFT 等三種發射端 IC。在接收端產品種類眾多：TEMIC 有適用的 L-band mixer 及 PLL IC、PCC IC、IQ demodulator 及 baseband filter；FhG 設計了 RF pre-amplifier 及 FEMOS IF IC；DTB 也推出 IQ demodulator 及 baseband filter。至於 channel demodulation 部分則有 Philips 的 FADIC123 及 SIVIC；TEMIC 則有 FaFouriT。音訊解碼部分則有 Philips 的 SAA2501 及 SAA2502 IC。數據接收功能部分則有 Bosch、FhG 及 ST 共同開發了 DDD v1.0 可供數據解碼用。

DAB 基頻 IC 的核心技術包括 FFT、Viterbi FEC decoding、deinterleaving、Automatic Frequency Control (AFC) 及 MPEG decoding (音訊解碼部分) 等。DAB receiver 專用的基頻 IC 較具代表性的有 Philips 及 Hitachi 兩家。

## 2. 音訊廣播與標準

數位廣播系統主要可分為衛星廣播與地面廣播，目前國際上預定作為衛星數位廣播系統有：

- (1) Eureka-147 系統(L 頻段及 S 頻段)，亦即 ITU Digital Radio System - A (Eureka-147 適用於地面、衛星、衛星與地面混和以及有線廣播)
- (2) Worldspace 系統(L 頻段)
- (3) VOA/JPL 系統(S 頻段)，亦即 ITU Digital Radio System - B
- (4) CD Radio (S 頻段)
- (5) XM Satellite Radio (S 頻段)

Eureka-147 數位廣播技術的發展源起於 1980 年德國廣播研究所開始研究地面音訊廣播技術。1985 年，德國在慕尼黑附近進行數位廣播實驗。1986 年，德、英、法、荷等國的政府研究機構、廣播機構與電子產業共組 Eureka 聯盟，制訂數位廣播規格 Eureka -147。1988 年，Eureka 聯盟在日內瓦的 WARC-88 公开展示數位廣播系統（當時稱為 DAB（數位音訊廣播）系統），受到舉世矚目與好評。1990 年，加拿大在渥太華試播 Eureka-147 數位廣播，並展示在汽車上接收數位廣播音樂的效果。加拿大並於同一年在多倫多地區以 L 頻段試播數位廣播；進而於多倫多與 Barrie 間(83 公里)試播 L 頻段單頻網路。1991 年，英國 BBC 在伯明罕成功展示數位廣播的優越性能。1992 年，ITU WARC-92 將 1492MHz（即 L 頻段）只配給數位音訊的廣播與衛星廣播之用。到了 2000 年，除了美

國之外，世界其他國家都應該會騰出 L 頻段作為衛星與地面的數位廣播之用。

Eureka-147 系統係由 ETSI 制訂的國際標準，並且由 ITU 採納為 ITU Digital Radio System - A。該系統的應用極為廣泛，除了衛星廣播外，也可做地面廣播、地面衛星同頻混合廣播以及有線廣播。Eureka-147 採用 MPEG Layer II 音訊壓縮，其彈性的輸出碼率使廣播電台可以根據需求選擇單聲道、立體聲或兩聲道（例如雙語）以及不同的音質。以最高的 CD 音質而言，Eureka-147 容許電台在 1.6MHz 頻帶寬內傳送 6 個節目。Eureka-147 採用編碼正交分頻多工傳輸技術，所謂分碼正交分頻多工包含了正向錯誤更正碼 (Forward Error-correction Code) 以及正交分頻多工 (Orthogonal Frequency Division Multiplex 或 OFDM)。在 Eureka-147 系統中，錯誤更正碼係採用旋積碼 (convolutional code)。編碼正交分頻多工配合頻域與時域交錯使得 Eureka-147 系統即使在嚴重的衰落環境下仍保有優越的性能。

Worldspace 是一家美國公司，預定在非洲（含中東）、東南亞及拉丁美洲（韓加勒比海地區）上空以三顆同步軌道衛星廣播以涵蓋人口眾多但又缺乏廣播服務的第三世界國家。該系統採用 MPEG 1 & 2 Layer III 音訊編碼以及分時多工 (TDM) QPSK 傳輸技術，每個載波可以攜帶 1536 kbps 的數據或聲音，音質自 AM (16 kbps) 至接近 CD (128 kbps)，使用頻段為 L 頻段 (1452~1492 MHz)。正向錯誤更正碼採用連鎖 (concatenated) 碼，包含 Reed-Solomon 碼，時域交錯以及旋積碼。目前生產 Worldspace 數位廣播接收機的廠商有日立 (Hitachi)、松下 (Panasonic)、三洋 (Sanyo)、JVC 等，價格約在 200 美元。這些收音機除了收聽數位廣播外，也可以收聽 AM 與 FM 廣播。晶片組則由 ST Microelectronics 提供。

VOA/JPL 數位廣播是由美國之音 (VOA) 與噴射推進實驗室 (JPL) 共同發展做為衛星廣播之用。該系統已為 ITU 採納為 Digital Radio System - B。VOA/JPL 系統使用 S 頻段，音訊編碼為 MPEG，使用 Reed-Solomon (140/160) 與旋積 (rate 1/2, k=7) 正向錯誤更正碼以及 QPSK 調變技術。其實域交錯時間約為 200 ms。VOA/JPL 系統也容許地面轉播站，因此接收端必須有等化 (equalization) 設備以消除多徑干擾的影響。

另外，美國 FCC 已經發出兩張 S 頻段衛星廣播執照給 CD-Radio 以及 American Mobile Radio Cooperation (AMRC) 兩家公司，CD-Radio 所獲得的頻譜為 2320~2332.5 MHz，AMRC 獲得的頻譜為 2332.5~2345 MHz。這兩家系統都是採用 TDM 及 QPSK 傳輸技術，其他技術資料並不清楚。AMRC 的衛星廣播系統稱為 XM Satellite Radio，其收音機將由 Alpine Electronics、Pioneer Electronics 及 Sharp 公司製造；晶片組則由 ST Microelectronics 製造，預計在 2000 年這套系統可以開播，同時也會有收音機上市。

在地面廣播方面，除了 Eureka-147 外，還有法國主導的 Digital Radio Mondiale (DRM)系統，該系統使用目前長、中、短波調幅頻段。另外美國前後有不同的 IBOC (In-Band-On-Channel, 帶內同頻)與 IBAC (In-Band-Adjacent-Channel, 帶內鄰頻)被提出。目前活躍於台面的僅有 USA Digital Radio (USADR) 與 Digital Radio Express 的系統，兩者皆為帶內同頻系統。

DRM 是由廣播與製造業者組織的聯盟，於 1998 年 3 月在廣州正式成立，其成立宗旨即在制訂 30 MHz 以下調幅頻段的單一世界數位廣播標準。長、中、短撥廣播系統是長距離廣播，尤其是國際廣播最適用的頻段。但是目前調幅廣播的頻帶寬只有 9 KHz，音質受到極大的限制；也無法傳送聲音以外的訊號。數位化的目的即在於更有效率的利用頻譜與能量（功率）來傳送更高品質的音訊以及更多元化的資訊。預計調幅廣播數位化以後音質可以類似甚至超過目前調頻廣播的音質。目前送進 DRM 的技數提案簡述如下：

### (1) Skywave 2000

由法國 Thomcast 提出的系統，核心部分頻帶寬為 3 kHz，可以傳送 8 kbps (多載波 64QAM 調變)或 6 kbps (多載波 16QAM 調變)資料。除了這個核心載波外，可以加上一至多個頻帶寬為 1.5 kHz 的載波。因此訊號頻帶寬可以是 3 kHz、4.5 kHz、9 kHz 等。每個次載波頻帶寬是 66.667 Hz (1/15 ms)，有效訊號（符元）長度為 15 ms，保護區間為 3 ms。Skywave 2000 採用格狀編碼調變。

### (2) VOA/JPL 系統

此系統係修改 VOA.JPL 的 Digital System B 系統使其適用於 30 MHz 以下廣播。調變採用 MPSK 調變技術及同調解調(M 未定)。正向錯誤更正碼採用 Reed-Soloman 碼及旋積碼配合時域交錯。此系統並採用等化技術來克服電離層反射波。由於並不容許類比與數位同時廣播，這個系統未必符合 DRM 的需求。

### (3) Deutsch Telecom 系統

採用單載波振幅-相位調變 (APSK)。

美國過去數年來曾有多個帶內同頻 (IBOC) 或帶內鄰頻 (IBAC) 系統提案。帶內系統的優點是利用現有的 AM 或 FM 頻段：

- (1)不必重新申請新的頻道
- (2)可以同時廣播原來類比訊號，使類比到數位的過渡更平順
- (3)不必只配新的頻段(例如 L 頻段)

帶內同頻的觀念是利用現有 AM 或 FM 頻道以及保護帶(guard band)廣播數位訊號。由於數位訊號所需的功率較小，抗干擾性能較好，類比與數位訊號可以同時廣播而將彼此間互相干擾降至最小。帶內鄰頻則完全利用保護帶，但是目前帶內鄰頻的提議都已經撤回，目前美國的 IBOC 系統主要有 USADR (USA

Digital Radio)與 DRE (Digital Radio Express)兩個系統。USADR IBOC 系統利用 FM 頻道與兩邊的保護帶廣播數位訊號：音訊碼採用 PAC (Perceptual Audio Coding)；正向錯誤更正碼採用  $(r=1/3, k=7)$  旋積碼；在作多載波 QPSK 調變之前也有時、頻域交錯以提高正向錯誤更正碼效能。DRC IBOC 系統較新：音訊編碼採用 AAC (Advanced Audio Coding)；正向錯誤更正碼與調變使用格狀編碼多載波調變；同樣有時、頻域交錯；並且採用等化與分集技術。綜觀 USADR 與 DRE 的 IBOC 主要的不同在於音訊編碼以及正向錯誤更正碼；USADR 採用互相獨立的懸積碼與調變；而 DRE 則採用格狀編碼調變。

### 3.11.4.2 國內

國內的數位廣播產業（包括數位廣播服務業及製造業）尚處萌芽階段，因此我們將針對國內目前現有的廣播產業現況，包括音訊即時廣播服務業、音訊即時廣播發射與接收機及資訊即時廣播服務業三大方向，做一全面性深入審視。

#### 1. 產品/技術/市場：

國內音訊即時廣播發射與接收機的現況：

發射設備部分，目前的來源有國產與進口兩類，在收音設備部分，國內幾乎無此產品，國外部分則約有 5~10 家廠商提供代理販售、安裝及售後等服務。在調制、發射機部分，國內幾乎無此產業，國外部分則約有 3~7 家廠商提供代理販售、安裝及售後等服務。國內因地下電台有市場，少數業者（約有 1~2 家）有仿製國外標準 FM 天線能力，以國外一半以下價格販售發射天線；國外部分則約有 3~7 家廠商提供代理販售、安裝及售後等服務。國內在發射鐵塔部分自製率高，約有 1~3 家廠商能提供承包設計、製造、安裝、安檢取照及售後服務；國外部分則無。除少數專業音響外，AM 與 FM 接收機不論在製造及銷售均已成為低附加價值的產業。DAB 若發展成功，機會不少。目前工研院電通所已經成功開發出原型機種，並將該技術給怡利電子及士恆資訊兩家廠商，但在關鍵零組件部分，不論是射頻 IC 或基頻 IC，則尚未有相關廠商投入。

#### 2. 服務

目前國內所提供的資訊即時廣播服務約可分為以下幾類：

- (1) GSM 行動電話業者增值型資訊服務：由 GSM 行動電話業者所提供，例如中華電信 888、889 簡訊服務、台灣大哥大 889 金融股票資訊定時報價與到價警示服務。
- (2) 行動數據業者資訊服務
- (3) 呼叫器商情資訊服務：如倚天傳訊王。
- (4) FM 副載波資訊服務：由 FM 電台業者所提供，如天窗資訊所提供的服務。

在數位聲音廣播方面，國內尚未決定採用何種數位音訊廣播 (Eureka-147 DAB 或美規 IBOC) 的傳輸規範及標準，所需的頻譜也正由交通部與國防部積極協調之中。至於數位數據廣播服務部分，調幅副載波 (FM sub-carrier) 已有多家

電台進行試播工作，包括中廣公司、警廣電台及漢聲電台等，華康科技則投入調頻副載波應用領域。

### 3.11.5 DAB 系統規格及相關標準

表 3-31 DAB 系統規格及相關標準

	Skywave 2000	VOA/JPL	Deutsth Telecom
通道頻寬 (Channel Spacing)(KHz)	3, 4.5, 9		
傳送速率 (DataRate) (kbps)	8, 6		
調變方式 (Modulation Type)	64QAM, 16QAM	MPSK	APSK
錯誤偵測 (ErrorCorrection)		Reed-Soloman, Conlution	

## 3.12 數位電視簡介

所謂的數位電視就是電視信號在發射端（電視台）以數位方式進行記錄、處理、壓縮、解碼、調變以及傳送，而在接收端（數位電視機）也以數位方式進行接收、解調、解碼、解壓縮及播放的一種電視播放系統。利用數位訊號傳輸，可以消除雜訊和干擾，所以畫質更清晰細緻，色彩層次更逼真；影像的處理方式也更多元化，例如分割畫面、子母畫面、局部放大等效果，都是傳統類比電視做不到的。ATSC DTV 之系統參數則如表 3-32 所示。

此外，數位電視解決了原本傳統類比電視無法與採用數位原理傳輸的電腦訊號相容問題，打破兩者之間的藩籬。未來電腦和電視即可共用同一個顯示器，數位電視將成為家庭上網及娛樂中心，透過數位電視即可遨遊網際網路，全面進入資訊家電（IA）的數位化時代。根據市場資料顯示：數位電視試播後五年內全球將有 10 億台傳統電視會被數位電視所取代，每年並可新增 1.2 億台的商機。

表 3-32 ATSC DTV 系統參數

頻寬(Channel Bandwidth)		6MHz
調變方式(Modulation)		8VSB
載頻數(Carrier number)		單載頻
多工方式(Multiplex)		MPEG-2 系統
壓縮 方式	視訊(Video)	MPEG-2
	音訊(Audio)	Dolby-AC3 5.1 channels
Channel coding	外部編碼(Outer coding)	R-S(207,187,t=10)
	Outer interleaving	52R-S block interleaver
	Inner coding	Rate 2/3 trellis code
	Inner interleaver	12 to 1 trellis code interleaver
	Data randomization	16-bit PRBS
信息碼率(Mb/s)		19.39Mbps
最高解析度		1080i
顯示幕寬高比		16:9
數位電 視機價 格	HDTV	\$US 7,000~10,000
	SDTV	\$US 2,000~5,000
數位視訊轉換盒(Set-top-box)		\$US600

### 3.12.1 數位電視的優點

- 提供更清晰，大畫面畫質、Dolby AC3 5.1 channel 環繞音質(左、中、右、左環繞、右環繞及重低音聲道)
- 有更多的頻道可供選擇
- 易於與 PC 網路互連
- 可提供互動服務，例如 Internet 接取、Home shopping、Home banking
- 藉由數位化傳輸將大量資訊壓縮至較小的頻寬，以收容較多頻道的空間
- 壓縮後的頻譜空間可釋放出來讓政府拍賣予行動電話業者使用
- 數位廣播能夠克服現有類比電視傳輸系統
- 數位廣播僅需較低發射功率，節省發射功率

### 3.12.2 美國 FCC 對數位電視之相關規定

- a. 全數位訊號：可接收多影像格式及畫框率；封包數據傳輸，每封包各有指令，運用靈活；可結合電腦提供數據傳輸服務。
- b. 在 6MHz 頻道(每頻道 19.39Mbps)內可傳送：
  - ★ 電影或慢速影像電視：1 個 HDTV(解析度 1900\*1080I、1280\*720P, 寬

高比 16:9)，或 6 個 SDTV(解析度 640\*480, 寬高比 4:3, 或 704\*480 寬高比 16:9)節目

★ 一般影像電視：1 個 HDTV 加 1 個 SDTV，或 4 個 SDTV 節目

★ 運動或動作片電視：1 個 HDTV，2~3 個 SDTV 節目

c. 允許下列收費服務：

★ 付費電視

★ 電腦軟體配送

★ 數據傳輸

★ 互動服務

★ 聲音服務

### 3.12.3 數位電視從事數據傳輸介紹

電視廣播業者的傳統收入來自於廣告，歸功於數據壓縮的技術，在相同的 6MHz 頻寬內，可提供多個子頻道。以 ATSC 標準，Data rate 為 19.39Mbps，在播放高畫質節目時，只需要 16 到 18Mbps 的頻寬，剩餘的頻寬則可用來做為數據傳輸服務。

這些剩餘的頻寬可用來：一、數據服務，或是增加廣告的播出；二、頻寬出租給其他業者，做其他應用的經營。例如 ISP 業者可利用數位電視平台做 Web、audio、video 及互動式服務。

地面電視廣播與數據廣播及其他網路結合之架構圖（見圖 5-36），廣播站具有 4 或 8 個輸入的 MPEG-2(Moving Picture Expert Group 2) multiplexer，包含 1 個 HD(高畫質節目)的編碼器，1 個以上的 SD 編碼器，其中 SD Channel 是針對慢速動作的節目內容，可以是天氣預報，新聞等。

Multiplexer 和 Encoder 管理系統是用來整合不同的資訊內容，如 video、audio 及 data。組織及監督訊息可透過區域網路執行。MUX 及 Encoder 間的連結則透過 ASI 介面。

以 ATSC 為例，其電子節目導引(Electric Program Guide,EPG)資料採用 PSIP(Program and System Information Protocol)協定，EPG generator 從 listing service server 週期性或非週期性地下載 EPG 資料。透過 Upstream Feed Router，MPEG-2 的資料也可以來自於其他的 ISP。

Access Filter 內存放一些 ISP 的 IP address，授予從其他地方上鏈的資訊抵達 MPEG-2 generator。然後，EPG generator 將所收到的 EPG data 轉成 PSIP 的格式，經 ASI 介面送到 MPEG-2 multiplexer，變成 MPEG-2 的封包形式。

從 Internet 來的 IP data，如要透過廣播傳送出去，則必須先經過 IP Gateway



的處理，將 IP data 封裝進 MPEG-2 封包格式，這是因為數位電視的傳輸層為採用 MPEG-2 格式。

在 Multiplexer 與 IP Gateway 間，有一控制的連結，以使其頻寬的管理最佳化：假設 Multiplexer 的其他資訊源並未完全使用其所有的頻寬，則 Multiplexer 通知 IP Gateway 尚有多餘的頻寬可使用，則用來傳送 IP data 的頻寬可以增加。

透過 Upstream Feed Router，廣播業者可與 Internet 結合。如為即時性資料，透過 Gateway 及 MPEG-2 Mux，網頁，語音或交易資料可即時傳送出去。如為非即時性的資料，則可等待一段時間，累積須要相同資料的消費者，再一次傳送出去，這種方式可以節省較多的頻寬。

在互動式的服務方面，必須建立上鏈的路徑，一般收視戶可透過傳統的 Modem 或其他如 ADSL、GPRS 等管道，以達到雙向互動的功能。

### 3.12.4 國內數位電視發展現況

#### 3.12.4.1 播放時程

由於電視廣播朝數位化是必然發展趨勢，我國政府目前推動地面廣播數位化相當積極，一方面可促進產業發展，二方面提升技術。我國數位電視廣播已於民國 87 年由交通部決定採用美國 ATSC 傳輸標準，86 年 11 月行政院 NII 推動小組訂定台灣數位電視地面廣播時程，預計民國 88 年 7 月進行數位實驗台工程測試試播，民國 90 年 12 月各電視台全區開播，與類比電視系統並行播出五年，民國 95 年 12 月，當數位電視收視普及率達到 85% 以上時，即強制收回現有類比電視頻道，全面改採數位電視廣播。87 年 8 月成立台灣數位電視委員會積極配合政府政策，落實台灣數位電視發展。

另外「台灣數位電視委員會」並成立工作小組，邀集所有電視台、電視機廠商、資訊業者、系統業者、學術界及研發單位。共同討論解決製造業者及服務業者問題，與國際同步制定服務標準，從事華文視訊產品的發展。

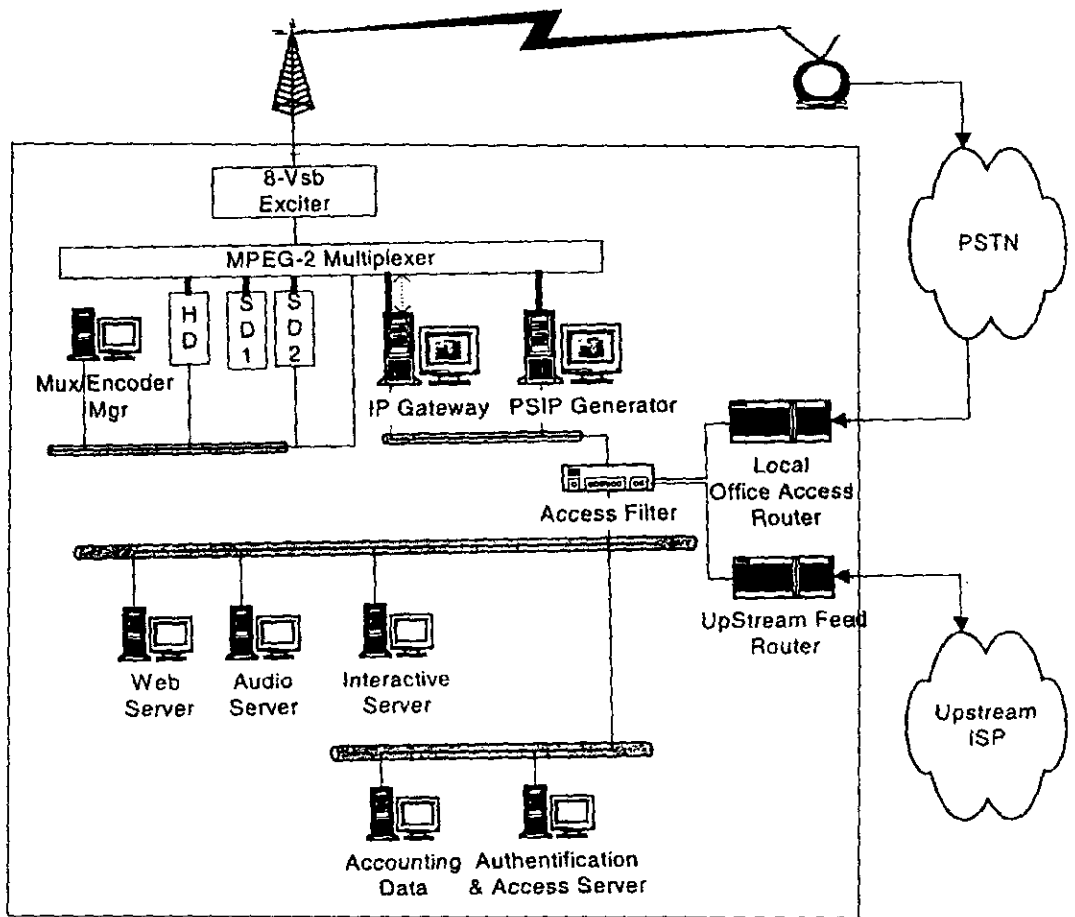


圖 3-36 地面電視廣播與數據廣播及其他網路結合之架構圖

### 3.12.4.2 發展現況

目前規劃使用 ATSC 系統有美國、加拿大、南韓、阿根廷及我國，日本採用 ISDB 系統，其他均為 DVB-T 的規格。由於美國推動地面廣播數位化工作也遭遇許多問題，美國 Sinclair 廣播集團於去年 10 月提案，希望將現行 ATSC 數位電視傳輸標準 (8-VSB) 更換成歐規 DVB-T (COFDM) 標準。該廣播集團於馬里蘭州的巴爾的摩 (Baltimore) 實地測試之結果發現，數位電視多路徑干擾 (Multipath) 的問題相當嚴重，導致在當地有多處無法以室內天線接收 8-VSB 訊號，需改以較大的室外天線才能獲得改善。亦認為歐規 DVB-T 系統之調變 (COFDM) 標準訊號，能有效防止多路徑干擾 (Multipath) 的問題。此事件引起全世界廣播界之關注，再者，COFDM 具有行動接收的能力，在未來的大媒體環境下，數位電視頻道不再侷限於電視節目之傳輸，數據廣播 (Data Broadcasting) 更是業者的主要收益來源。目前數據廣播走向無線化、行動化 (Mobilized) 之際，更是國內廣播業者關心事務。因此，目前各家電視台擬建議由電視學會提出評估測試計劃，委託公正之學術單位執行數位傳輸的測試，提

出實地測試資料，供政府慎重評估兩系統在台灣地區的運用，再次檢視地面數位電視廣播傳輸標準。

### 3.12.4.3 頻道指配

台視、中視及民視使用 6 個 UHF 頻道，24、25、28、29、31 及 32 頻道(各電視台使用兩個頻道)做 DTV 廣播。華視使用 33~36 頻道，兼顧 DTV 及教育電台 NTSC 之廣播。公共電視台使用 51~54 頻道兼顧 DTV 及 NTSC 之廣播。

## 3.13 無線通訊系統之比較

本節將前述各種通訊系統，分別就傳輸速率，及通訊容量做一比較表。通訊容量，是由傳輸頻率及系統所能提供之通道數相乘之後所計算得到。

表 3-33 傳輸速率之比較

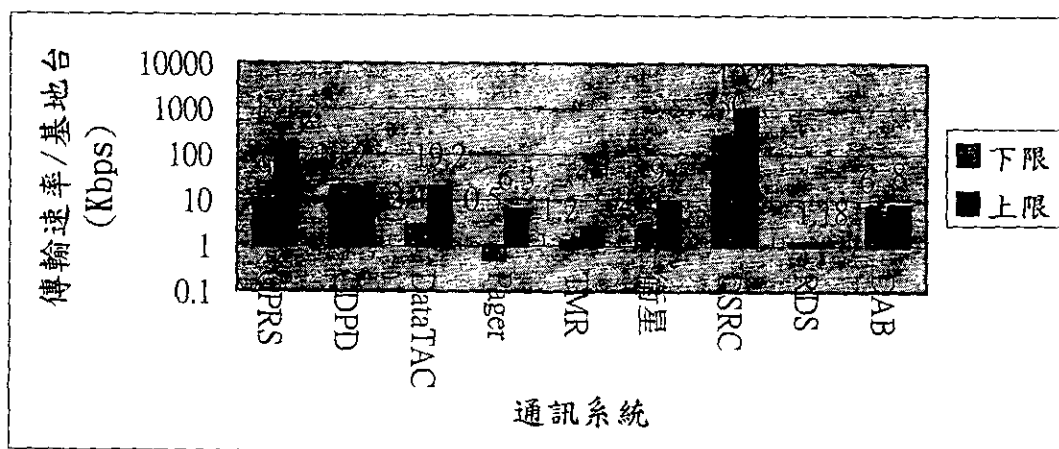


表 3-34 通訊容量之比較

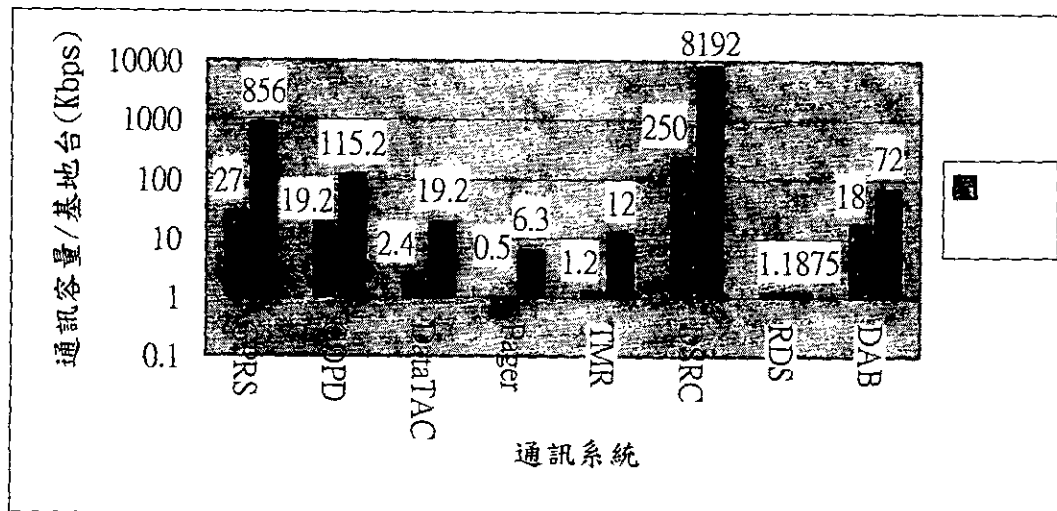


表 3-35 整合比較

	涵蓋半徑 (km)	通道數/基地台	最大傳輸速率/ 基地台(Kbps)	最大通訊容量/ 基地台(Kbps)
GPRS	1-27	21~35	171.2	856
CDPD	10	1~6	19.2	115.2
DataTAC	2-30	1	19.2	19.2
Pager			6.3	6.3
TMR	20~50	10	2.4	12
DSRC	0.03~0.1	4~8	1024	8192
RDS	10~25	1	1.1875	1.1875
DAB	up to 96	1	8	72

## 第四章 ITS 子系統通訊需求分析

本章根據 ITS 各子系統的特性，並針對其所應用的課題，討論資料傳遞可能需要的通訊需求。在各子系統中之通訊需求，分為現有以及未來可能發展的通訊系統，大致可以歸類成可應用的通訊方式。如表 4-1 所示。

對於每一 ITS 子系統的通訊需求，將於以下個章節作詳細的介紹及說明。對於可應用的通訊方式，最後的建議將利用本研究計畫所開發的應用程式做一較詳細的需求分析。

表 4-1 ITS 各子系統之應用課題以及所需之通訊需求，對應可應用通訊方式

子系統	應用課題	通訊需求	可應用通訊方式
APTS	公車機動調派 公車車輛管理 乘客資訊服務 行前旅行資訊	車輛到控制中心	GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio
		車輛到信號柱	DSRC
		信號柱到控制中心	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio
		控制中心到站牌	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager, DTV
		控制中心到信號柱	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager, DTV
		信號柱到站牌	DSRC
ATIS	路徑指引 乘客服務資訊 旅行中駕駛資訊 行前旅行資訊 運具選擇	路口偵測器到控制中心	GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio, DSRC
		探針車輛到控制中心	GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio
		控制中心到加值業者	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager, DTV
		加值業者到使用者	GPRS, CDPD, DataTAC, DTV TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager
ATMS	交通策略實行 提高道路使用率 匝道控制 號誌時制計畫 事故管理	路口偵測器到控制中心	GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio, DSRC
		控制中心到路口控制器	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager, DTV

CVO	車隊機動調派 營運車隊管理 自動車輛監視 自動車輛定位 最佳路線導引 自動貨物辨識 地磅側重效率	車輛到控制中心	GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio
		地磅至控制中心	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio
		控制中心到監理站	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, TrunkingRadio, RDS, DAB, Pager, DTV
ETC	收費站區交通延滯 降低營運成本	車輛到收費站	DSRC
		收費站到控制中心	有線, GPRS, CDPD, DataTAC, Pager, TrunkingRadio, DSRC

## 4.1 先進公共運輸系統(Advanced Public Transportation System, APTS)

APTS 是將「車、路、系統的智慧化」技術應用於公共運輸系統，以改善公共運輸服務品質，提高營運效率，增加公共運輸系統之吸引力。

APTS 就是所謂的先進大眾運輸系統，既然是大眾運輸系統，所著重的便是如何以維持車班準點讓使用者能夠完全的享受大眾運輸所帶來的便利，所以在此系統中著重的便是各個車輛的位置。

首先是結合 GPS 或信號柱找出車輛的定位，再將其經緯度位置藉由無線傳輸的方式傳至區域中心，在區域中心裡可以將所負責車輛的定位匯集整理後再以數據專線傳至控制中心，視規模大小區域中心可增設與否，如通訊容量小則直接傳至控制中心即可。之後由控制中心將各車輛的定位以無線傳輸的方式傳至候車站的站牌服務候車的民眾(即路旁使用者)，而另一方面也可將這些資訊藉由有線電視、電話語音查詢、網際網路、廣播等方式傳遞給非路旁的使用者；若是使用信號桿定位系統時，車輛的定位資料亦可由信號桿直接傳至站牌。

此外若是原行駛路線有壅塞或是臨時封閉等突發狀況發生時，控制中心也可以無線的方式通知駕駛人改行替代道路，此點多用於城際運輸，對於一般的地區性的公車較不適用。其整個通訊系統架構如圖 4-1。

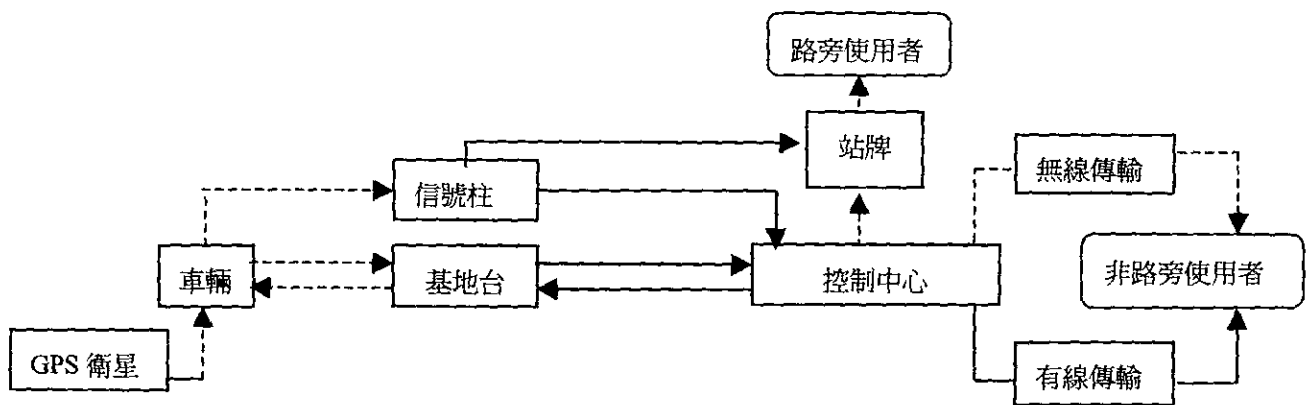


圖 4-1 APTS (Advanced Public Transportation System) 先進公共運輸系統系統架構圖

以下我們就車輛到控制中心、控制中心到站牌、車輛到信號柱、信號柱到控制中心、控制中心到信號柱以及信號柱到站牌等六個部分來討論；在這六個部分的通訊需求我們將一一來討論，並且利用下列所述的流程計算評估出在各個通訊需求所需要的不同系統。

### 4.1.1 車輛到控制中心

在這個部分，我們需要車輛的定位資料，因此我們利用 GPS 衛星定位資訊，將車輛的位置資訊傳送至控制中心。如圖 4-2 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之最低頻率、單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊再傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

利用使用者自訂每 T 時間要更新一次資料再加上最小站距以及最高速限來計算傳輸之最低頻率，這是為了防止有跳站的情形發生。在基本資料方面，包含有車輛的定位資訊以及車上裝設的無線 ModemID，如果使用者還需要知道其他如乘客數、時間、速度方向等資訊才由使用者勾選一併傳輸。利用知道尖峰發車的間距和每跑完一趟所需要的時間以及在方圓半徑 R 公里中速率，再配合我們定義公車路線的彎曲度可以得出在場站每方圓半徑 R 公里單向最有可能車輛數，再乘上回程之車輛數即可得到瞬間資料筆數。此處用在方圓半徑 R 公里中速率而非平均速度是因為在場站周圍大都屬於都市中心車輛密集，因此在此處的行駛速率會遠小於平均速度，為了避免低估在此範圍中的車輛數，因此我們採用了在方圓半徑 R 公里中速率。所謂公車路線的彎曲度，即是指公車起站與終站間之位移距離和實際行走之路徑長距離之比率。得到傳輸之資料筆數再乘上單位資料大小即是傳輸資料需求量。

$$F = S_{max} / L_{min}$$
$$N_v = \lceil R / \{ [T_p * S_r] / r \} \rceil + 1$$
$$N_a = F * N_v * 2$$
$$N_m = N_v * 2$$
$$D_a = N_a * K$$
$$D_m = N_m * K$$

Where F: 頻率(1/sec)                       $S_{max}$ : 最高時速(km/hr)  
 $L_{min}$ : 最小站距(km)                       $N_v$ : 方圓半徑 R 公里中單向最有可能之車輛數  
R: 涵蓋半徑(km)                       $T_p$ : 尖峰發車時間(hr)  
r: 彎曲度                                       $S_r$ : 最低行駛速率(km/hr)  
 $N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數  
 $N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數  
 $D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求  
 $D_m$ : 瞬間資料最大傳輸需求  
K: 單位資料大小(byte)



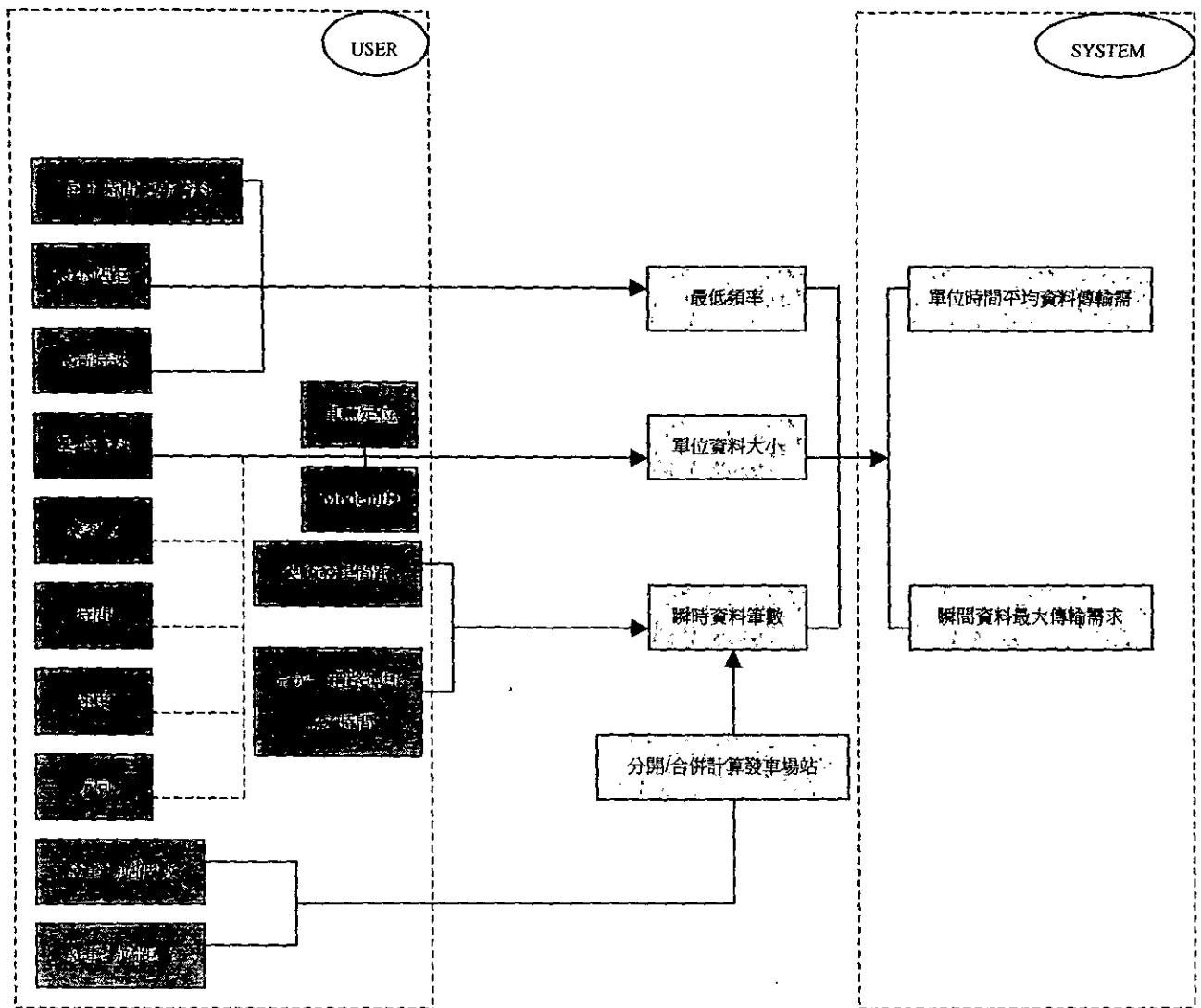


圖 4-2 車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程

## 4.1.2 車輛到信號柱

在這部分，所需車輛的定位資料是利用信號柱來作為定位方式，因此我們利用信號柱來傳遞定位資訊，將車輛的位置資訊傳送至控制中心。如圖 4-3 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之最低頻率、單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

利用使用者自訂每 T 時間要更新一次資料再加上最小站距以及最高速率來計算傳輸之最低頻率，這是為了防止有跳站的情形發生。在基本資料方面，包含有車輛的定位資訊以及車上裝設的無線 ModemID，如果使用者還需要知道其他如乘客數、時間、速度方向等資訊才由使用者勾選一併傳輸。利用知道尖峰發車的間距和每跑完一趟所需要的時間以及在方圓半徑 R 公里中速率，再配合我們定義公車路線的彎曲度可以得出在場站每方圓半徑 R 公里單向最有可能車輛數，再乘上回程之車輛數即可得到瞬間資料筆數。此處用在方圓半徑 R 公里中速率而非平均速度是因為在場站周圍大都屬於都市中心車輛密集，因此在此處的行駛速率會遠小於平均速度，為了避免低估在此範圍中的車輛數，因此我們採用了在方圓半徑 R 公里中速率。所謂公車路線的彎曲度，即是指公車起站與終站間之位移距離和實際行走之路徑長距離之比率。得到傳輸之資料筆數再乘上單位資料大小即是傳輸資料需求量。

$$F = S_{max} / L_{min}$$

$$N_v = [R / \{ [T_p * S_r] / r \}] + 1$$

$$N_a = F * N_v * 2$$

$$N_m = N_v * 2$$

$$D_a = N_a * K$$

$$D_m = N_m * K$$

Where F: 頻率(1/sec)

$S_{max}$ : 最高時速(km/hr)

$L_{min}$ : 最小站距(km)

$N_v$ : 方圓半徑 R 公里中單向最有可能之車輛數

R: 涵蓋半徑(km)

$T_p$ : 尖峰發車時間(hr)

r: 彎曲度

$S_r$ : 在方圓半徑 R 公里中速率(km/hr)

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$D_m$ : 瞬間資料最大傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)

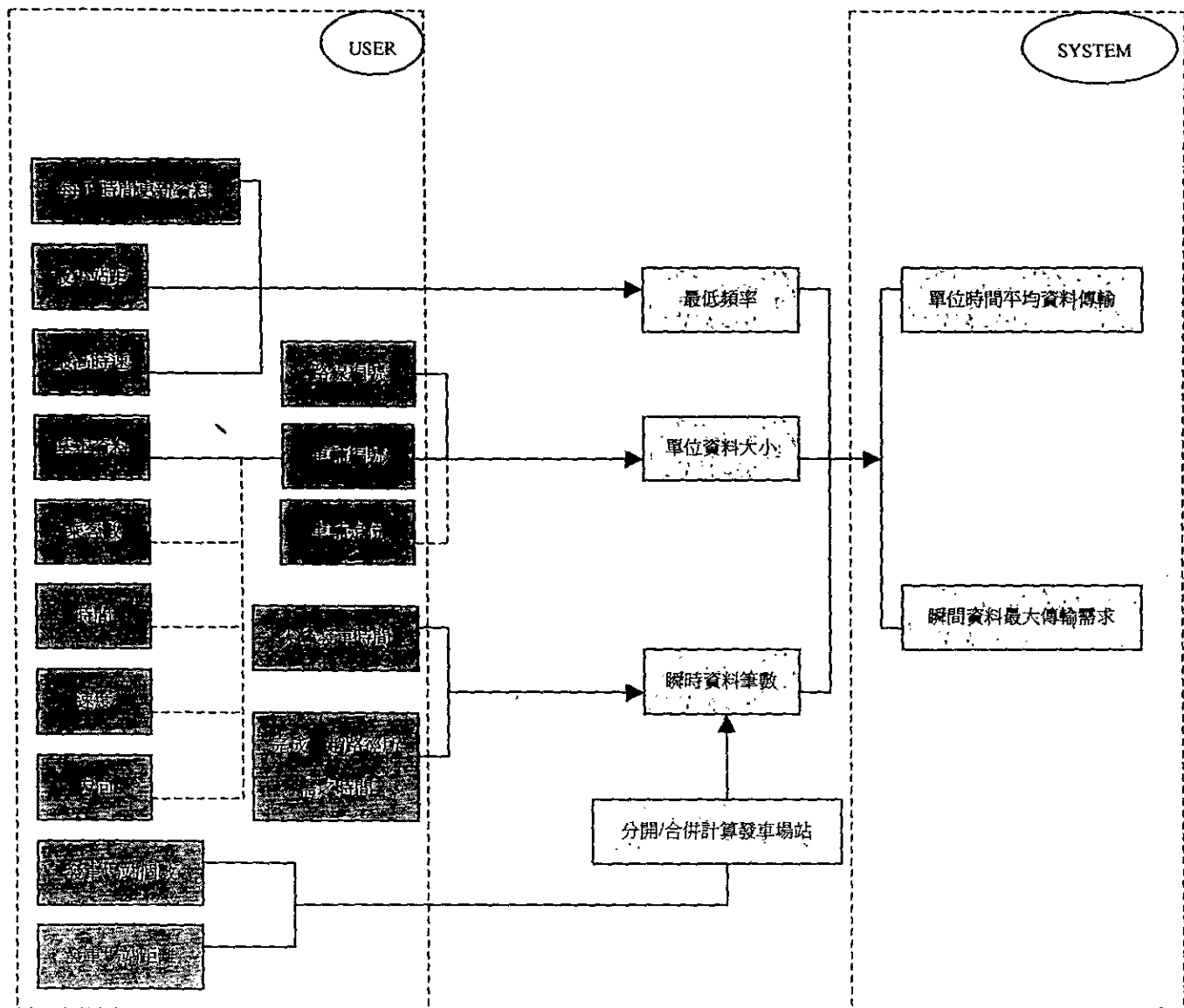


圖 4-3 車輛到信號柱傳輸資料需求量計算流程

### 4.1.3 信號柱到控制中心

這部分所需要傳遞的資料即是由車輛利用信號柱定位的方式作為定位後，車輛將其所有的資料在經由信號柱傳遞至控制中心，通常在這個部分是採用數據專線的方式，直接在信號柱以及控制中心之間以數據專線連接，作為傳遞資料的通道。如圖 4-4 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

這邊的傳送頻率是和車輛傳輸至信號柱的頻率一致的，因為只要一有車輛資料傳遞至信號柱，信號柱即需立刻將此筆資料傳遞至控制中心。在基本資料方面，就是原先由車輛傳遞至信號柱之所有資料再加上信號柱本身 ID 的資料。如果使用者還需要知道其他如時間等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$N_a = F * N_v * 2$$

$$N_m = N_v * 2$$

$$D_a = N_a * K$$

$$D_m = N_m * K$$

Where F: 頻率(1/sec)

$N_v$ : 方圓半徑 R 公里中最有可能之車輛數

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$D_m$ : 瞬間資料最大傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)

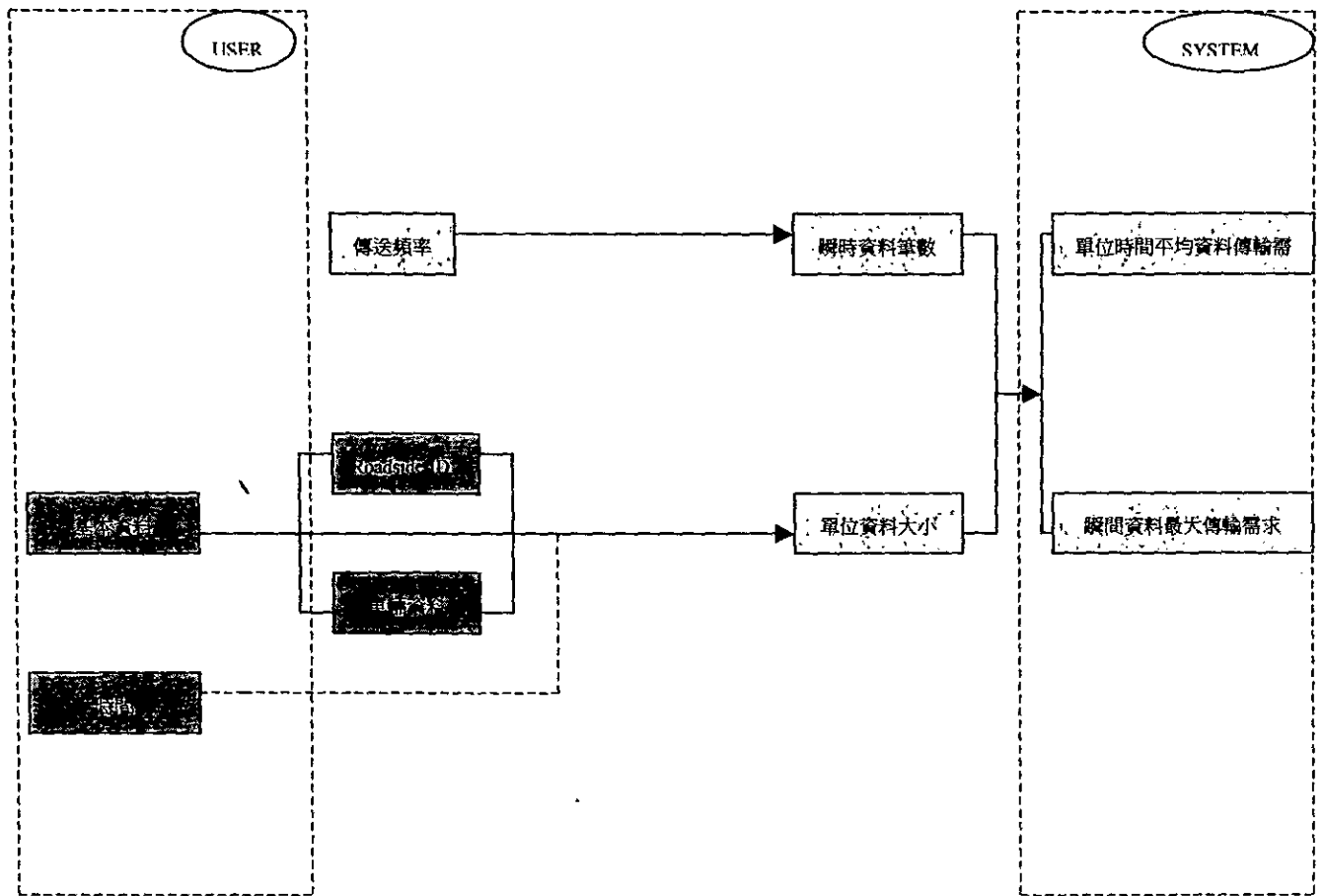


圖 4-4 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程(數據專線)

#### 4.1.4 控制中心到站牌

這部分的資料傳遞主要是，控制中心在接收了經由車輛直接經由無線方式或信號柱以有線的數據專線方式將車輛定位送至控制中心的資料後，經過控制中心的處理以及彙整後，再將此資訊傳送至路旁站牌以服務當時正在站牌候車的路旁使用者。如圖 4-5 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

利用行駛路線長度、行駛平均速度以及路線上站牌個數來求出平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數，再配合傳送頻率可以得到瞬間資料筆數。基本資料即是包含了所要傳遞至的站牌 ID 以及路線編號，如果使用者還需要知道其他如時間、轉運資料以及廣告資訊等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$F = S_{\max} / L_{\min}$$

$$F_a = [(L / S_a) * F] / N$$

$$N_a = N_m / F_a$$

$$D_a = N_a * K$$

Where F: 頻率(1/sec)  $S_{\max}$ : 最高時速(km/hr)

$L_{\min}$ : 最小站距(km) N: 站牌數

$S_a$ : 平均時速(km/hr)

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$F_a$ : 平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數

L: 路線長(km)

K: 單位資料大小(byte)

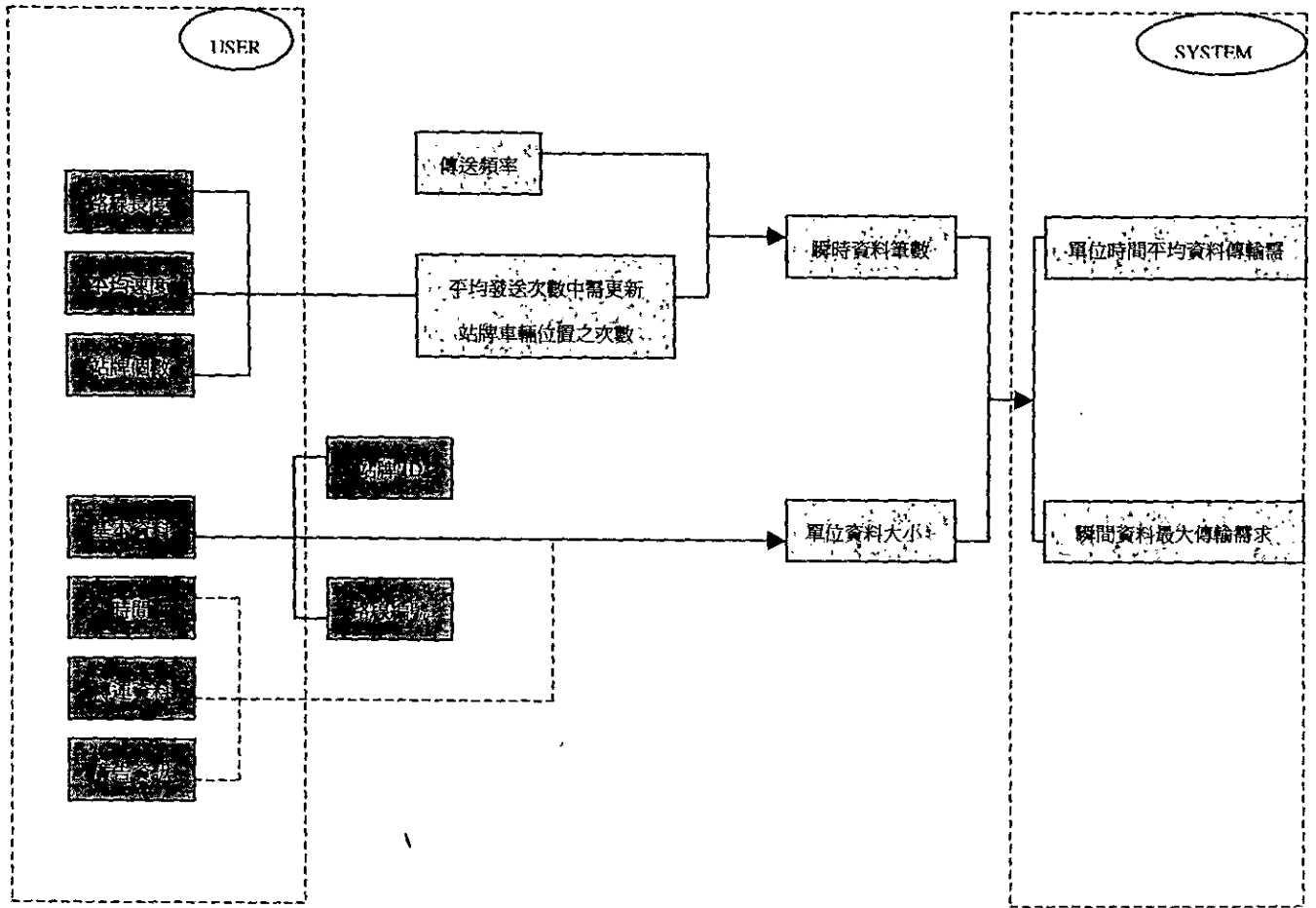


圖 4-5 控制中心到站牌傳輸資料需求量計算流程

#### 4.1.5 控制中心到信號柱

這部分的資料傳遞主要是，控制中心在接收了經由車輛直接經由無線方式以及信號柱以有線的數據專線方式將車輛定位送至控制中心的資料後，經過控制中心的處理以及彙整後，再將此資訊傳送至信號柱，再間接傳遞至站牌以服務當時正在站牌候車的路旁使用者。如圖 4-6 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

利用行駛路線長度、行駛平均速度以及路線上站牌個數來求出平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數，再配合傳送頻率可以得到瞬間資料筆數。基本資料即是包含了所要傳遞至的站牌 ID 以及路線編號，如果使用者還需要知道其他如時間、轉運資料以及廣告資訊等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$F = S_{\max} / L_{\min}$$

$$F_a = [(L / S_a) * F] / N$$

$$N_a = N_m / F_a$$

$$D_a = N_a * K$$

Where F: 頻率(1/sec)                       $S_{\max}$ : 最高時速(km/hr)

$L_{\min}$ : 最小站距(km)                      N: 站牌數

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$F_a$ : 平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數

L: 路線長(km)                       $S_a$ : 平均時速(km/hr)

K: 單位資料大小(byte)



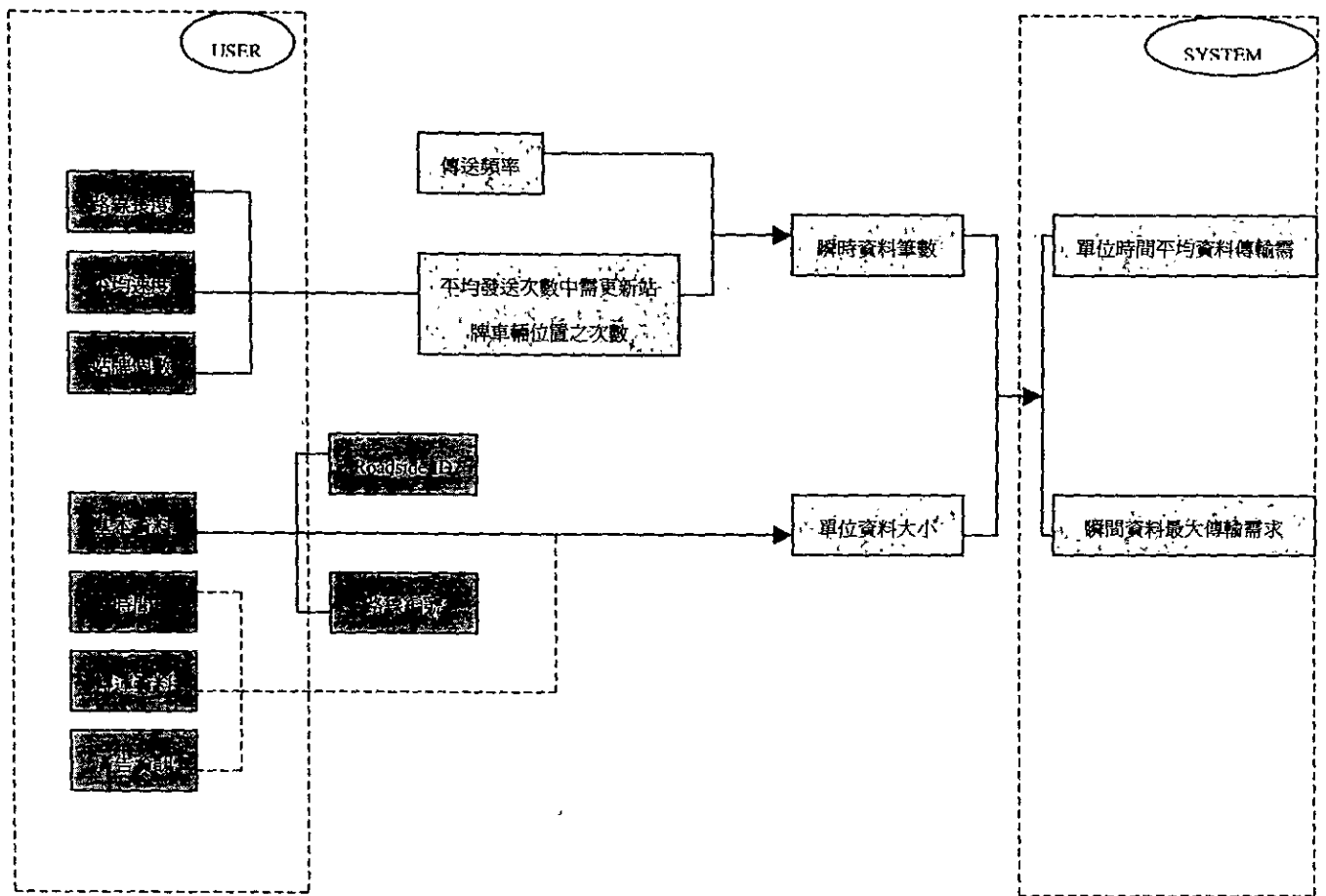


圖 4-6 控制中心到信號柱傳輸資料需求量計算流程

#### 4.1.6 信號柱到站牌

這部分的資料傳遞主要是，原本之車輛定位資料經過控制中心的處理以及彙整後，再將此資訊傳送至信號柱，利用信號柱再將此資料傳遞至路旁站牌以服務當時正在站牌候車的路旁使用者。如圖 4-7 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

此部分的傳輸頻率和中心傳遞至信號柱的傳輸頻率一致，因為此部分的信號柱即是將控制中心要傳遞出來的資料再傳送給站牌。基本資料即是包含了所要傳遞至的站牌 ID 以及路線編號，如果使用者還需要知道其他如時間、轉運資料以及廣告資訊等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$F = S_{max} / L_{min}$$

$$F_a = [(L / S_a) * F] / N$$

$$N_a = N_m / F_a$$

$$D_a = N_a * K$$

Where F: 頻率(1/sec)                       $S_{max}$ : 最高時速(km/hr)

$L_{min}$ : 最小站距(km)                      N: 站牌數

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$F_a$ : 平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數

L: 路線長(km)                       $S_a$ : 平均時速(km/hr)

K: 單位資料大小(byte)

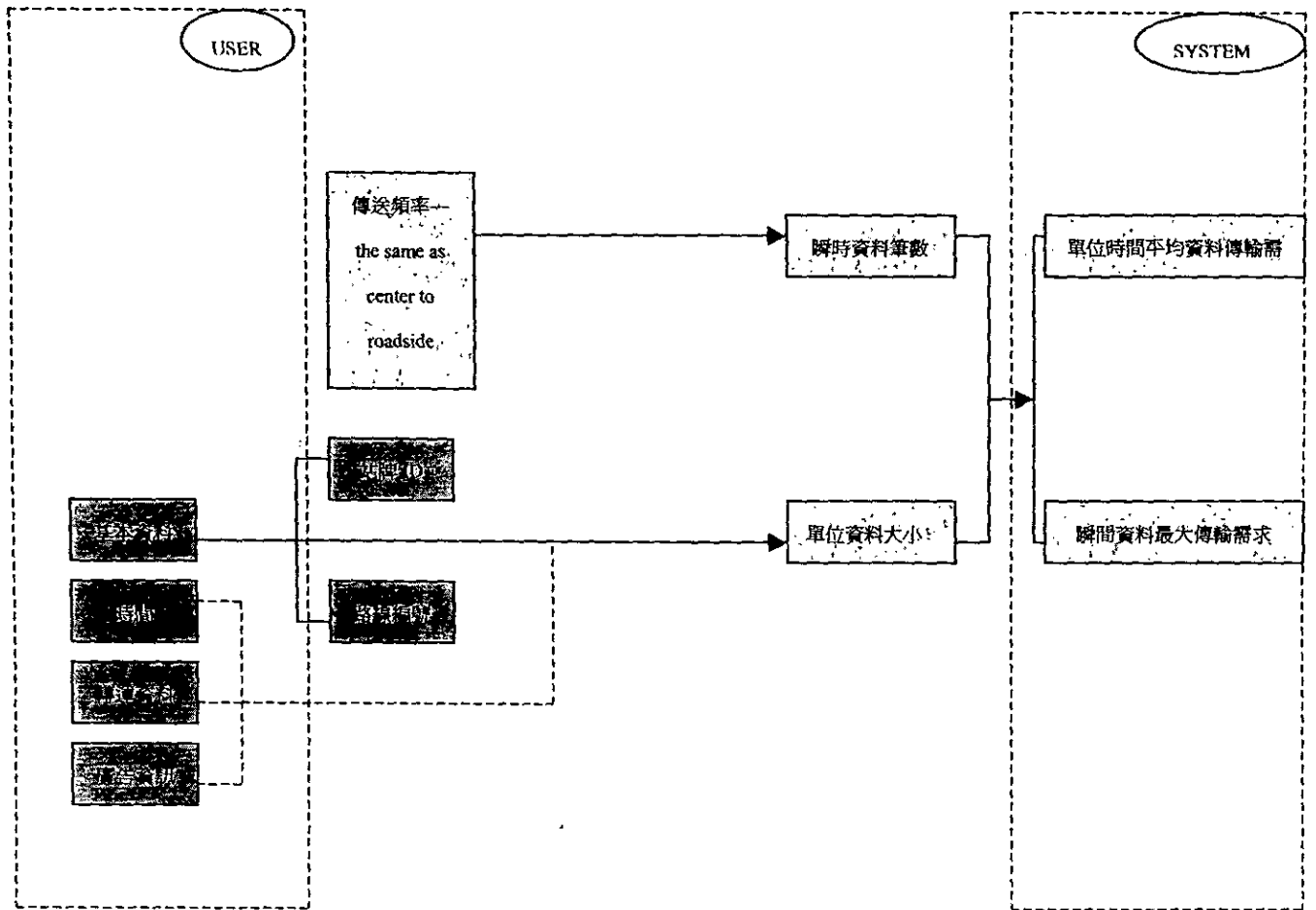


圖 4-7 信號柱到站牌傳輸資料需求量計算流程

#### 4.1.7 範例演算

在這邊我們利用高雄市公車處的資料來作為範例演算，以上所推演的計算過程。

假設條件::

以路線：機場幹線/5 號路線/28 號路線/92 號路線/245 號路線為例

機場幹線：

已知資料：

首班發車時間 6:00 末班車 23:00

尖峰期間每 15 分鐘發一班車 路線全長 9.38KM

彎曲度  $R=1.1167$

假設：

每跑完一趟需時 60 分鐘

最小站距 500M 最高時速 40km/hr 在場站平方公里中速率 5km/hr

站牌數 7 個

5 號路線：

已知資料：

首班發車時間 6:00 末班車 23:00

尖峰期間每 10 分鐘發一班車 路線全長 7.14KM

彎曲度  $R=1.5$

假設：

每跑完一趟需時 60 分鐘

最小站距 500M 最高時速 40km/hr 在場站平方公里中速率 5km/hr

站牌數 8 個

28 號路線：

已知資料：

首班發車時間 6:00 末班車 23:00

尖峰期間每 20 分鐘發一班車 路線全長 19.6KM

彎曲度  $R=2.348$

假設：

每跑完一趟需時 80 分鐘

最小站距 500M 最高時速 40km/hr 在場站平方公里中速率 5km/hr

站牌數 18 個

92 號路線：

已知資料：

首班發車時間 6:00 末班車 23:00

尖峰期間每 30 分鐘發一班車 路線全長 14.45KM

彎曲度  $R=3.822$

假設：

每跑完一趟需時 60 分鐘

最小站距 500M 最高時速 40km/hr 在場站平方公里中速率 5km/hr

站牌數 15 個

245 號路線：

已知資料：

首班發車時間 6：00 末班車 23：00

尖峰期間每 60 分鐘發一班車 路線全長 22.04KM

彎曲度  $R=2.641$

假設：

每跑完一趟需時 90 分鐘

最小站距 500M 最高時速 40km/hr 在場站平方公里中速率 5km/hr

站牌數 30 個

最後我們得到的結果如表 4-2 所示。

表 4-2 APTS 整理資料表

最有可能 車輛數	平方公里中資料 傳輸平均次數	平方公里中資料 傳輸最大次數	基本資料 傳輸量	
1+2+2+2+1	2/45+4/45+4/45+ 4/45+2/45	2+4+4+4+2	24byte	Car to Center
Not necessary	1/5.36+1/3.57+1/4.36 +1/3.85+1/2.9	1+1+1+1+1	14byte	Center to STOP
1+2+2+2+1	2/45+4/45+4/45+ 4/45+2/45	2+4+4+4+2	14byte	Car to Roadside
Not necessary	2/45+4/45+4/45+ 4/45+2/45	2+4+4+4+2	22byte	Roadside to Center
Not necessary	1/5.36+1/3.57+1/4.36 +1/3.85+1/2.9	1+1+1+1+1	14byte	Center to Roadside
Not necessary	1/5.36+1/3.57+1/4.36 +1/3.85+1/2.9	1+1+1+1+1	14byte	Roadside to STOP

表 4-2 中基本資料傳輸量即是根據表 4-3 中，各項資料的資料量所累加所得。

表 4-3 APTS 傳送資料量

	基本資料	使用者增加
Car to Center	XY 定位座標=13 byte Modem ID =8 byte Total =24 byte	乘客數=2 byte 時間 =6 byte 速度 =2 byte 方向 =1 byte
Center to STOP	站牌 ID =8 byte 路線編號 =3 byte Total =14 byte	轉運資料 廣告資料
Car to Roadside	車輛編號 =8 byte 路線編號 =3 byte Total =14 byte	乘客數=2 byte 時間 =6 byte 速度 =2 byte 方向 =1 byte
Roadside to Center	Roadside ID =8 byte 車輛資料 =14 byte Total =22 byte	時間 =6 byte
Center to Roadside	Roadside ID =8 byte 路線編號 =3 byte Total =14 byte	時間 =6 byte 轉運資料 廣告資料
Roadside to STOP	站牌 ID =8 byte 路線編號 =3 byte Total =14 byte	時間 =6 byte 轉運資料 廣告資料

## 4.2 先進用路人資訊系統(Advanced Traveler Information System , ATIS)

藉由先進資訊、通訊及其他技術，提供旅行者必要之資訊，使其能於車內、家裡、辦公室、車站等地點方便所需之資訊。作為旅次產生、運具選擇之決策依據，以順利達到目的地。

在 ATIS 系統中最主要的是路況資訊的傳播，由於此系統中有許多可能的資料來源且這些資料因不同的資料種類、地區大小、資訊需求者都會有相當大的差異，故在下圖中分以無線及有線兩個部分來探討通訊的需求，而在資料的傳輸方面可分為下列三個部分

### 資料蒐集：

也就是圖 4-8 中的路況資訊的部分，這方面的資料可以經由許多管道獲得。在無線方面可經由警察單位的無線電、一般民眾的行動電話來提供以及探針車輛；在有線方面則是由路口偵測器所傳回的即時交通量。

### 資料彙整：

控制中心資訊處理最新路況資訊，以提供給資訊需求者，負責將由各個管道傳來的路況資訊彙整，刪除舊有的資訊以確保現有資料的時效性。

### 資料提供：

在這個部分中將控制中心所整理好的資料以不同的方式提供給加值業者。加值業者再利用無線傳輸以及有線傳輸兩種方式將路況資訊傳遞給使用者，通常無線方式會經由廣播、BBC、結合 GPS 將即時路況藉由車端所安裝的電子地圖軟體顯示出來；在有線方面可以透過網際網路在用路者出門前可以查詢最佳化路線，以達到旅運最佳化的目的。

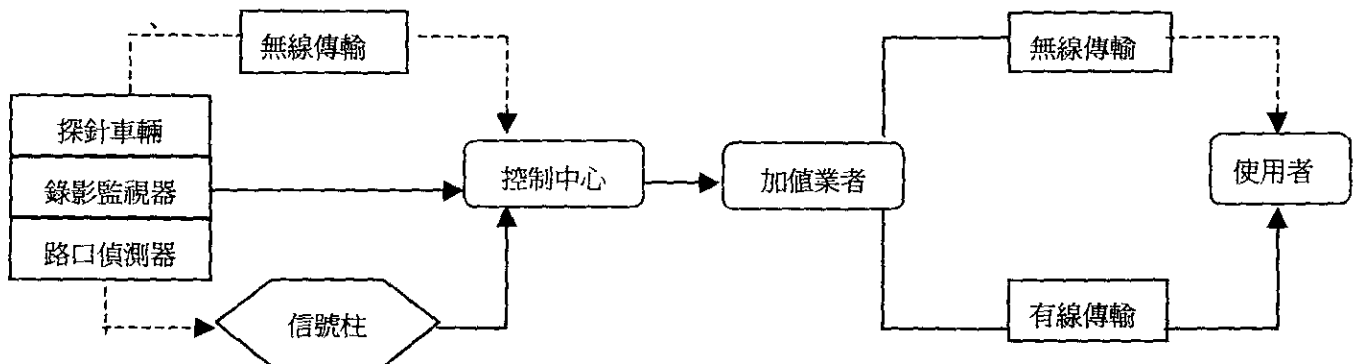


圖 4-8 ATIS (Advanced Traveler Information System) 先進旅行者資訊系統系統架構圖

我們就路口偵測器到信號柱、信號柱到控制中心、探針車輛到控制中心以及控制中心到加值業者等四個部分來討論。在這四個部分的通訊需求我們將一一來討論，並且利用下列所述的流程計算評估出在各個通訊需求所需要的不同系統。

#### 4.2.1 路口偵測器到信號柱

這部分的資料，主要是利用路口偵測器將所蒐集到的資料，一般係利用 DSRC 的方式將之傳遞至信號柱，再由信號柱傳遞至控制中心。如圖 4-9 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有傳送頻率和基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數，將這些資訊在傳遞至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含了有偵測得知的車輛數、發送訊號之 ModemID 以及路口的編號，如果使用者還需要知道其他如時間等資訊才由使用者勾選一併傳輸。我們利用偵測器分佈密度（個數/km<sup>2</sup>）來估算瞬時資料筆數。

$$F=1/T$$

$$N_a = F * \pi R^2 * D$$

$$N_m = \pi R^2 * D$$

$$D_a = N_a * K$$

$$D_m = N_m * K$$

Where F: 頻率(1/sec)                      T: 使用者輸入之時間(sec)

R: 涵蓋半徑(km)              D: 偵測器分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)

N<sub>a</sub>: 單位時間平均資料傳輸次數

N<sub>m</sub>: 瞬間資料最大傳輸次數

D<sub>a</sub>: 單位時間平均資料傳輸需求

D<sub>m</sub>: 瞬間資料最大傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)



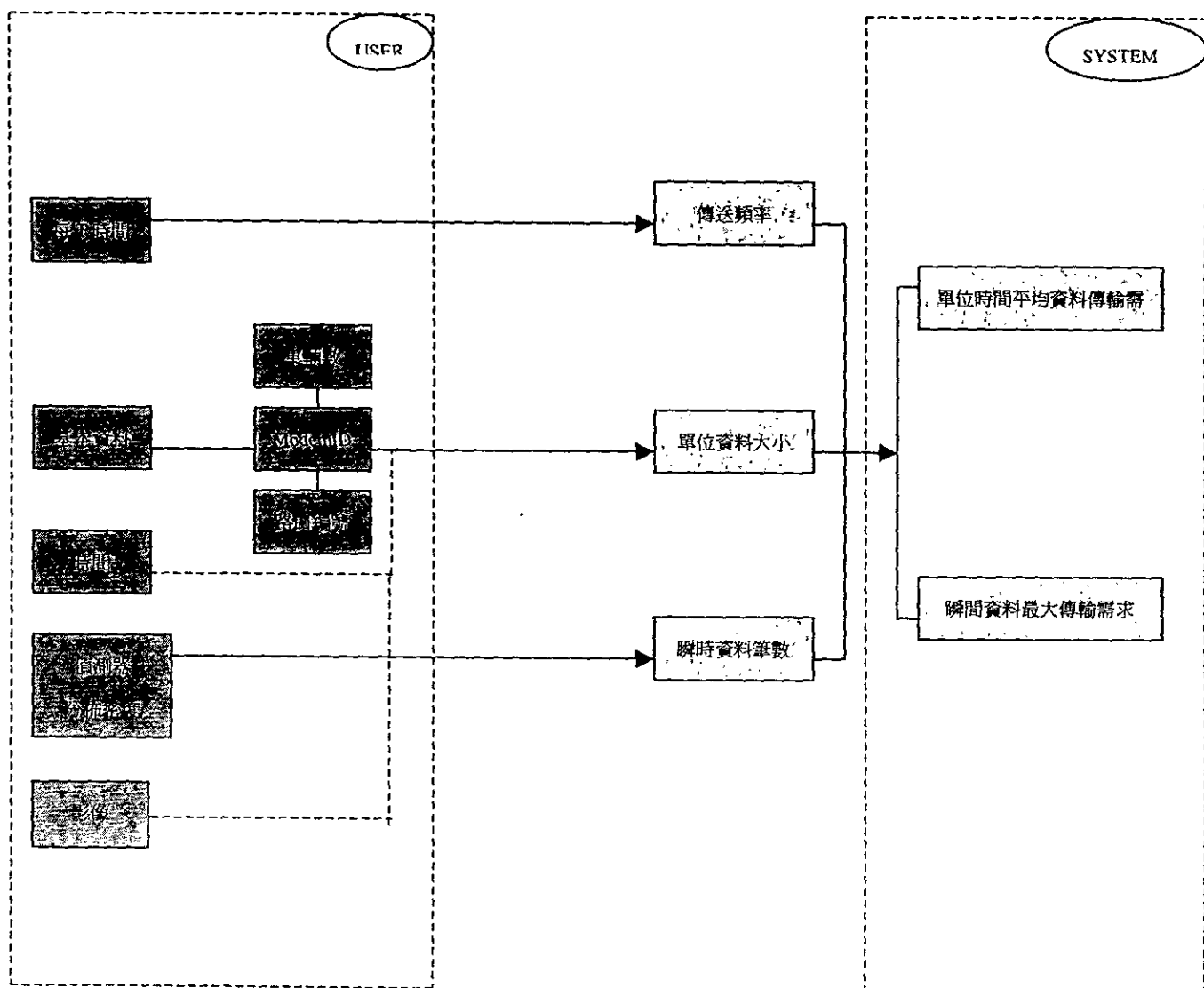


圖 4.9 路口偵測器到信號柱傳輸資料需求量計算流程

## 4.2.2 信號柱到控制中心

這部分主要是將由路口偵測器所傳送過來的路況資訊透過信號柱，傳送至控制中心，在這個部分一般是利用數據專線的方式，直接在信號柱以及控制中心之間以數據專線連接，作為傳遞資料的通道。如圖 4-10 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及傳送頻率，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料可能傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含偵測器個數、偵測器資料以及信號柱 ID。如果使用者還需要知道其他如時間等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$F=1/T$$

$$N_a = F * \pi R^2 * D$$

$$D_a = N_a * K$$

Where F: 頻率(1/sec)

T: 使用者輸入之時間(sec)

R: 涵蓋半徑(km)

D: 偵測器分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)

N<sub>a</sub>: 單位時間平均資料傳輸次數

D<sub>a</sub>: 單位時間平均資料傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)

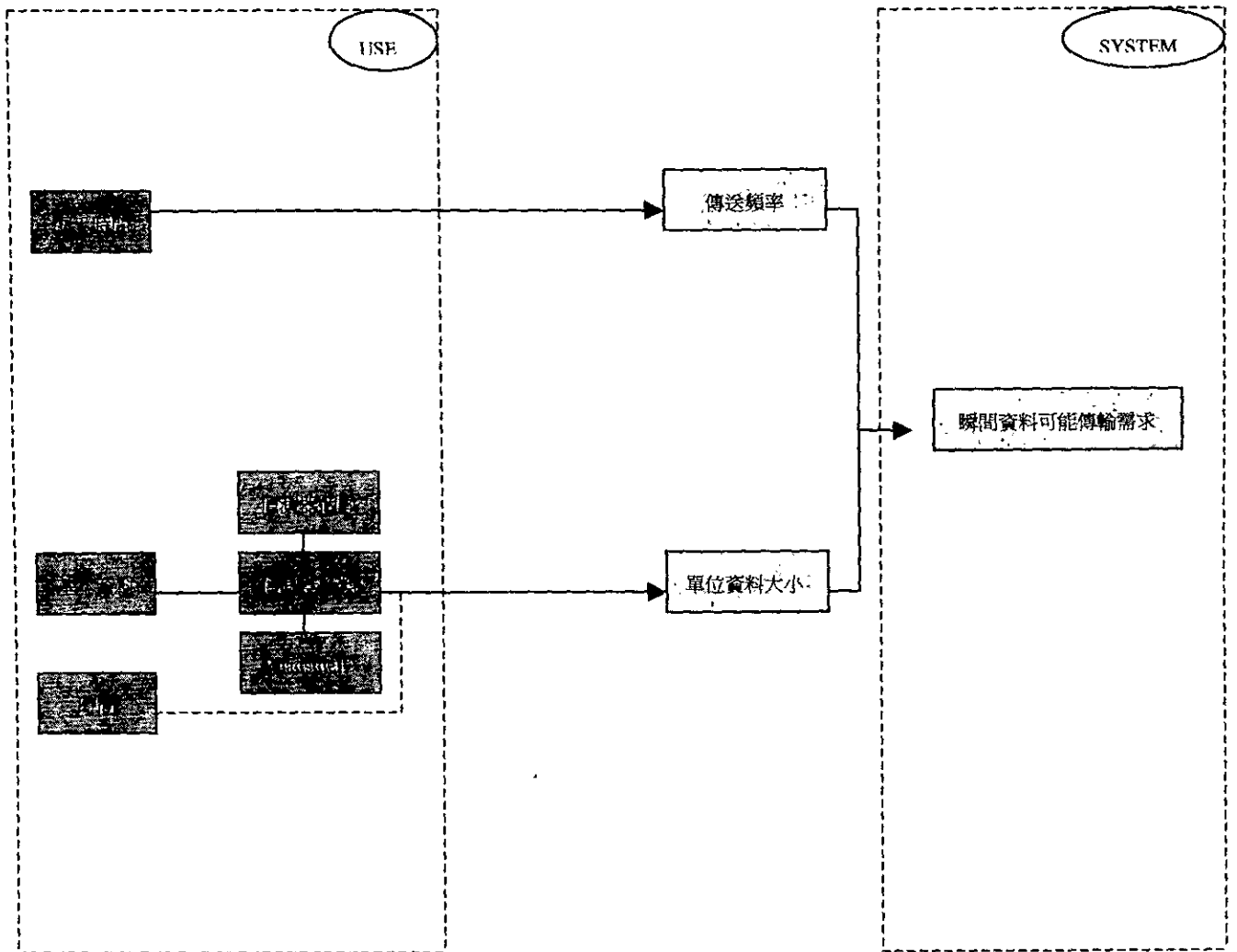


圖 4-10 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程 (數據專線)

### 4.2.3 探針車輛到控制中心

在這個部分，我們利用車輛的定位資料來得知路況的好壞與否，因此我們利用 GPS 衛星定位資訊，將車輛的位置資訊傳送至控制中心。如圖 4-11 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含車輛資料以及 ModemID。如果使用者還需要知道其他如時間、速度方向等資訊才由使用者勾選一併傳輸。我們利用車輛數以及基地台涵蓋範圍來計算瞬間資料筆數，在此我們假設探針車輛是均勻分佈的。

$$F=1/T$$

$$N_a=N_v * \pi R^2 * F$$

$$N_m=N_v * \pi R^2$$

$$D_a=N_a * K$$

$$D_m=N_m * K$$

Where F：頻率(1/sec)

T：使用者輸入之時間(sec)

R：通訊範圍涵蓋半徑(km)     $N_v$ ：車輛數(個數/km<sup>2</sup>)

$N_a$ ：單位時間平均資料傳輸次數

$D_a$ ：單位時間平均資料傳輸需求

$N_m$ ：瞬間資料最大傳輸次數

$D_m$ ：瞬間資料最大傳輸需求

K：單位資料大小(byte)

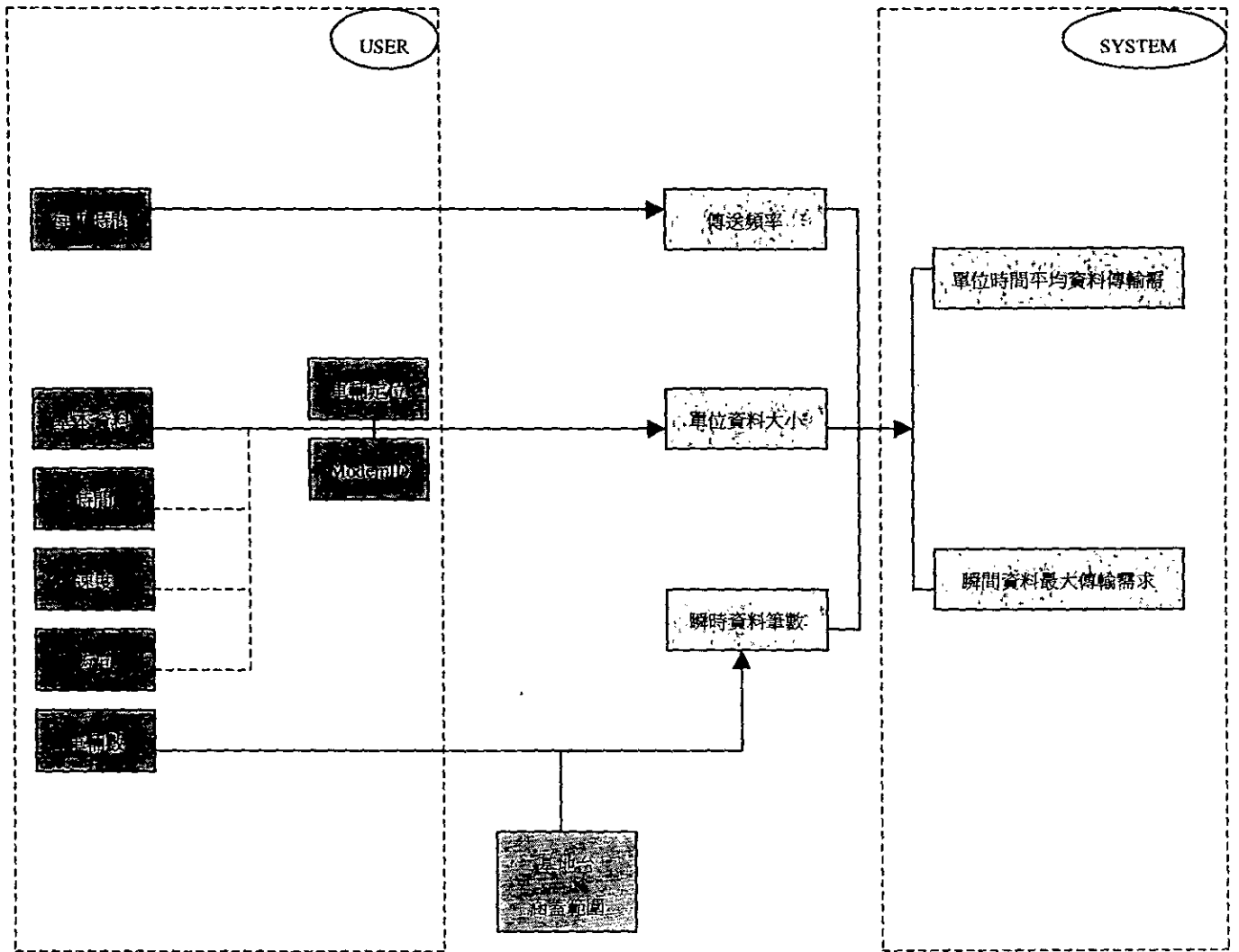


圖 4-11 探針車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程

#### 4.2.4 控制中心到加值業者

在這個部分我們將所蒐集到之路況資訊再經由控制中心彙總整理後，將之傳送至所需之加值業者，一般是利用數據專線或是 internet 的方式來傳遞資料。如圖 4-12 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、單位資料大小，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含有目前測得之車輛數、O-D 資料、方向、路線編號資料來源、事故種類以及發生時間等。

$$F = 1/T$$

$$N_a = F$$

$$D_a = N_a * K$$

Where F: 頻率(1/sec)                      T: 使用者輸入之時間(sec)

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)

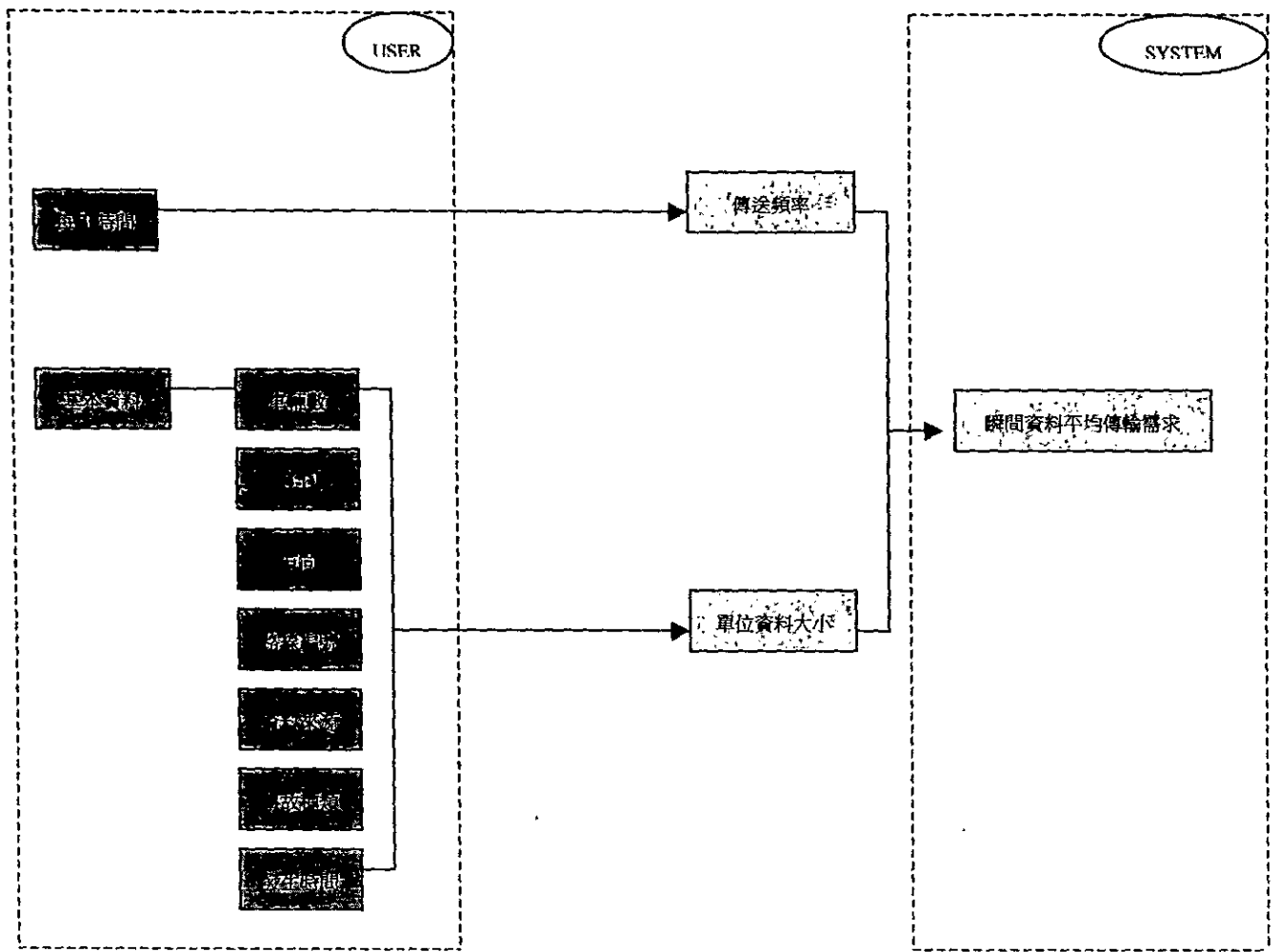


圖 4-12 控制中心到加值業者傳輸資料需求量計算流程

#### 4.2.5 加值業者到使用者

在這個部分我們將經由控制中心所傳送之路況資料在加值業者處理過後再將之傳送給所需之使用者，此部分一般是利用無線傳輸的方式來傳遞資料到車輛上之使用者。如圖 4-13 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、單位資料大小，將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含有目前車輛 ID、方向、路線編號、資料來源、事故種類以及發生時間等，並且利用需要路況資料之車輛數來計算出所需之瞬間資料筆數。

$$F = 1/T$$

$$N_a = F$$

$$D_a = N_a * K$$

$$N_m = N_c$$

$$D_m = N_m * K$$

Where F: 頻率(1/sec)

T: 使用者輸入之時間(sec)

$N_c$ : 所須路況之車輛數

$N_a$ : 單位時間平均資料傳輸次數

$D_a$ : 單位時間平均資料傳輸需求

$N_m$ : 瞬間資料最大傳輸次數

$D_m$ : 瞬間資料最大傳輸需求

K: 單位資料大小(byte)



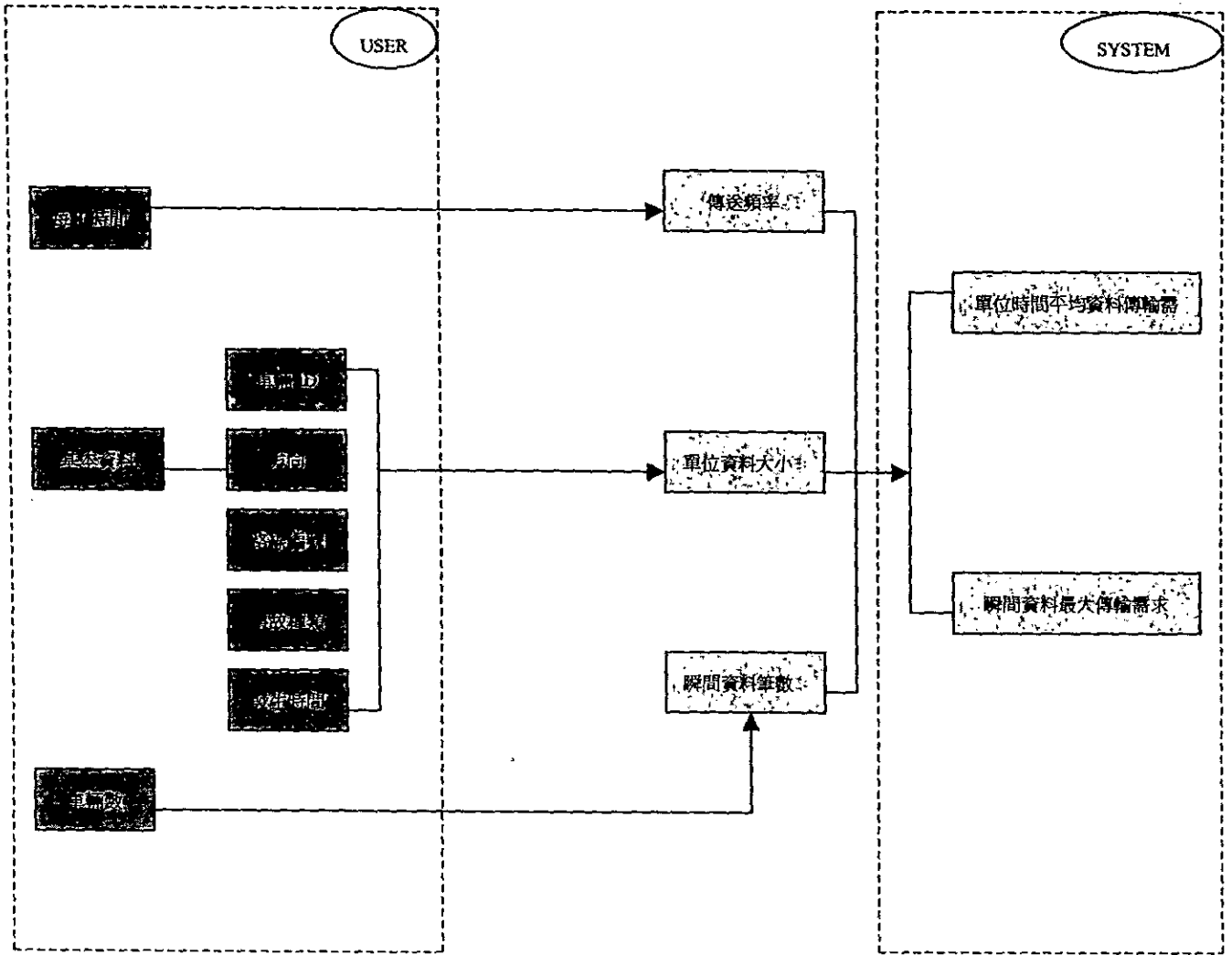


圖 4-13 加值業者到使用者傳輸資料需求量計算流程(車輛)

## 4.2.6 範例演算

我們利用一些假設的條件資料來作為以上所描述之運算方式的範例。

Example:

### 1. Sensor to Roadside (DSRC)

假設條件：

每 T 時間傳送資料一次 (T 由使用者輸入), let  $T=10$  mins

偵測器分佈密度 (每百平方公尺)  $D$  (個/100m<sup>2</sup>), let  $D=20$ (個/100m<sup>2</sup>)

單位資料大小  $K=13$ byte

傳送頻率 =  $1/10$ (每 10 分鐘傳送一次資料)

瞬間資料平均筆數 = 2 個

瞬間資料最大筆數 = 20 個

瞬間資料平均傳輸需求 =  $(1/T)*D*K=1/10*20*13=26$ byte

瞬間資料最大傳輸需求 =  $D*K=20*13=260$ byte

### 2. Roadside to Center (數據專線)

假設條件：

每 T 時間傳送資料一次 (T 由使用者輸入), let  $T=10$  mins

單位資料大小  $K=24$ byte

偵測器個數  $N$  (由使用者輸入), let  $N=20$

傳送頻率 =  $1/10$ (每 10 分鐘傳送一次資料)

瞬間資料可能傳輸需求 =  $(1/T)*K*N=1/10*24*20=48$ byte

### 3. Car to Center

假設條件：

每 T 時間傳送資料一次 (T 由使用者輸入), let  $T=10$  mins

單位資料大小  $K=24$ byte

車輛數  $M$  (假設為均勻分佈) (輛/km<sup>2</sup>), let  $M=100$

基地台涵蓋範圍  $P$  (km<sup>2</sup>), let  $P=1$  (km<sup>2</sup>)

傳送頻率 =  $1/10$ (每 10 分鐘傳送一次資料)

瞬間資料平均筆數 =  $(M*P)*(1/T)=(100*1)*(1/10)=10$  輛

瞬間資料最大筆數 =  $M*P=100*1=100$  輛

瞬間資料平均傳輸需求 =  $(1/T)*(M*P)*K=1/10*100*24=240$ byte

瞬間資料最大傳輸需求 =  $(M*P)*K=100*24=2400$ byte

### 4. Center to Value-added (數據專線)

假設條件

每 T 時間傳送資料一次 (T 由使用者輸入), let T=10 mins

單位資料大小 K=22byte

傳送頻率=1/10(每 10 分鐘傳送一次資料)

瞬間資料可能傳輸需求=(1/T)\*K=1/10\*22=2.2byte

### 5. Value-added to User (vehicle)

假設條件

每 T 時間傳送資料一次 (T 由使用者輸入), let T=10 mins

單位資料大小 K=22byte

傳送頻率=1/10(每 10 分鐘傳送一次資料)

$N_c$  所須路況之車輛數=100

瞬間資料平均傳輸需求=(1/T)\*K=1/10\*22=2.2byte

瞬間資料最大傳輸需求= $N_c$ \*K=100\*22=220byte

最後我們可能得到之結果如表 4-4 所示。

表 4-4 ATIS 整理資料表

平方公里中資料傳輸平均次數	平方公里中資料傳輸最大次數	基本資料傳輸量	
2	20	13byte	Detector to Roadside
2	2	21byte	Roadside to Center
10	100	24byte	Car to Center
0.1	0.1	22byte	Center to Value-added
0.1	100	22byte	Value-added to User

表 4-5 ATIS 傳送資料量

	基本資料	使用者增加
Sensor to Roadside	車輛數 4 byte 路口編號 1 byte ModmeID 8 byte Total 13 byte	時間 6 byte
Roadside to Center	偵測器資料 13 byte RoadsideID 8 byte Total 21 byte	
Car to Center	車輛定位 13 byte Modem ID 8 byte Total 24 byte	時間 =6 byte 速度 =2 byte 方向 =1 byte
Center to Valueadded	車輛數 4 byte 路線編號 3 byte 資料來源 1 byte 事故種類 1 byte 時間 6 byte O-D 資料 6 byte 方向 1 byte Total 22 byte	

### 4.3 先進交通管理系統 (Advanced Traffic Management Systems, ATMS)

先進交通管理系統為智慧型運輸系統的核心與基礎，此系統係利用偵測、通訊及控制等技術，將交通監控系統偵測所得之交通狀況，經由通訊網路傳輸到交通控制中心，中心再結合其他方面獲得之資訊，制定及評估交通控制策略，執行整體性的交通管理，並將相關資訊傳送給用路人與相關道路管理單位，以達到運輸效率最大化及運輸安全之目的。本系統主要特色係強調其與各子系統間之整合與即時控制之功能，提供匝道控制、號誌時制計畫、事故管理、替代路線導引等之參考。

在 ITS 的服務功能中，先進交通管理系統 (Advanced Traffic Management Systems - ATMS) 為 ITS 運作之核心與基礎，利用交通監控系統所偵測所得之交通資訊，經由通訊網路連接，傳輸到交通控制中心，再由中心結合其他運輸管理中心的資訊，作整體的具體管理，並將相關資訊傳送給用路人及相關運輸管理單位，以達到效率與安全的要求。

如圖 4-14 所示，ATMS 其主要功能在於接收及時路況並加以分析，而後利用路口號誌以及可變標誌來因應調整過後的交通策略。因此，在路口偵測器收集到路況資料後，利用有線或無線的方式傳送至區域中心或信號柱 (beacon)，再由區域中心或信號柱彙整後利用數據專線的方式將路況資料傳送至控制中心。當每一筆新的路況資料進入到控制中心以後，控制中心立即計算目前交通量的改變情形。如果變化是在允許範圍以內的情形，則不傳送新的交通控制策略至路口號誌以及可變標誌；如果路口交通量變化超過允許範圍時，控制中心則利用有線的方式將新調整後的交通控制策略傳送至區域中心或信號柱，再傳至路口號誌以及可變標誌。

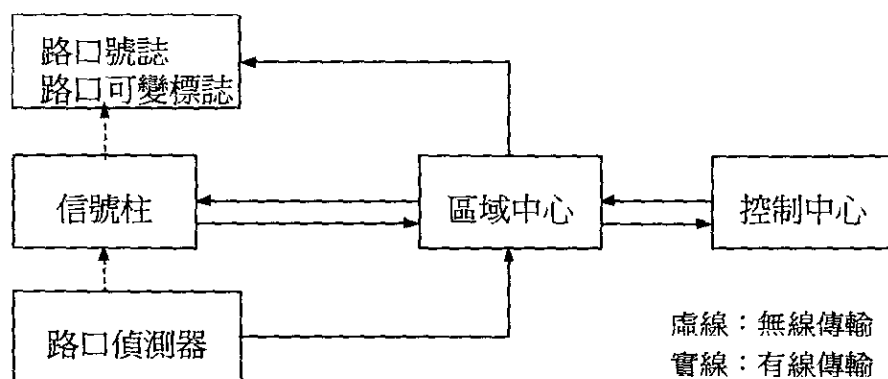


圖 4-14 先進交通管理系統架構圖

以下我們就路口偵測器到信號柱或控制中心、信號柱到控制中心、控制中心到信號柱或路口號誌以及信號柱到路口號誌等四個部分來討論。在這四個部分的通訊需求我們將一一討論，並且利用下列所述的流程計算評估出在各個通訊需求所需要的不同系統。

### 4.3.1 路口偵測器到信號柱或控制中心

這部分的資料，主要是利用路口偵測器將所蒐集到的資料，利用 DSRC 的方式將之傳遞至信號柱，再由信號柱傳遞至控制中心。另一種方式是利用路口偵測器所蒐集到的資料，利用數據專線傳輸的方式將之傳遞至控制中心。如圖 4-15 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有傳送頻率和基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊在傳遞至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含了有偵測得知的車輛數、發送訊號之控制器編號以及路口的編號。如果使用者還需要知道其他資訊則由使用者勾選一併傳輸。我們利用偵測器分佈密度（個數/km<sup>2</sup>）來估算瞬時資料筆數。

$$F=1/T$$

$$Na=F* \pi R^2*D$$

$$Nm= \pi R^2*D$$

$$Da= Na*K$$

$$Dm= Nm*K$$

- 其中
- F : 頻率(1/sec)
  - T : 使用者輸入之時間(sec)
  - R : 涵蓋半徑(km)
  - D : 偵測器分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)
  - Na : 單位時間平均資料傳輸次數
  - Nm : 瞬間資料最大傳輸次數
  - Da : 單位時間平均資料傳輸需求
  - Dm : 瞬間資料最大傳輸需求
  - K : 單位資料大小(byte)

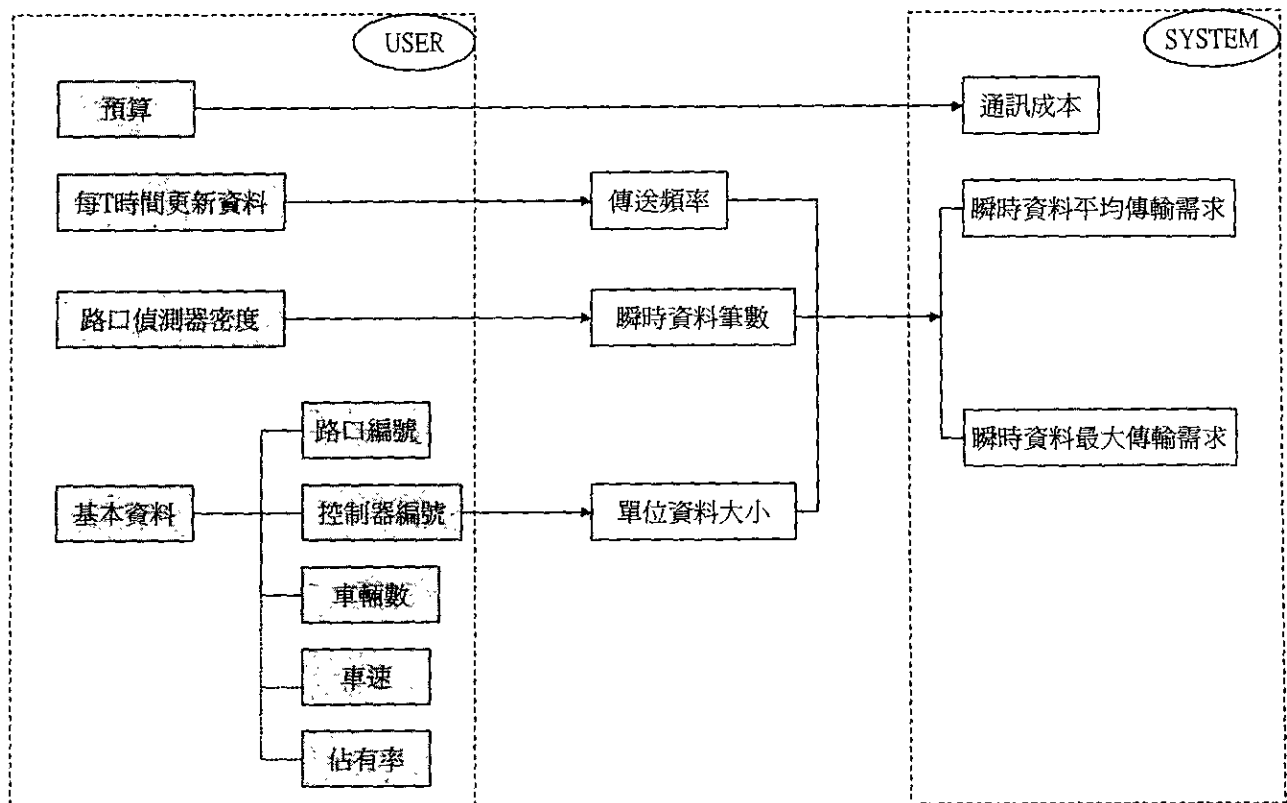


圖 4-15 路口偵測器到信號柱或控制中心傳輸資料需求量計算流程

### 4.3.2 信號柱到控制中心

這部分主要是將由路口偵測器所傳送過來的路況資訊，傳送至控制中心，在這個部分一般是利用數據專線的方式，直接在信號柱以及控制中心之間以數據專線連接，作為傳遞資料的通道。如圖 4-16 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有傳送頻率、基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小以及傳送頻率。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料可能傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含偵測器個數、偵測器資料以及信號柱編號。如果使用者還需要知道其他如時間等資訊才由使用者勾選一併傳輸。

$$F=1/T$$

$$Na= F* \pi R^2*D$$

$$Da= Na*K$$

- 其中
- F : 頻率(1/sec)
  - T : 使用者輸入之時間(sec)
  - R : 涵蓋半徑(km)

- D : 偵測器分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)
- Na : 單位時間平均資料傳輸次數
- Da : 單位時間平均資料傳輸需求
- K : 單位資料大小(byte)

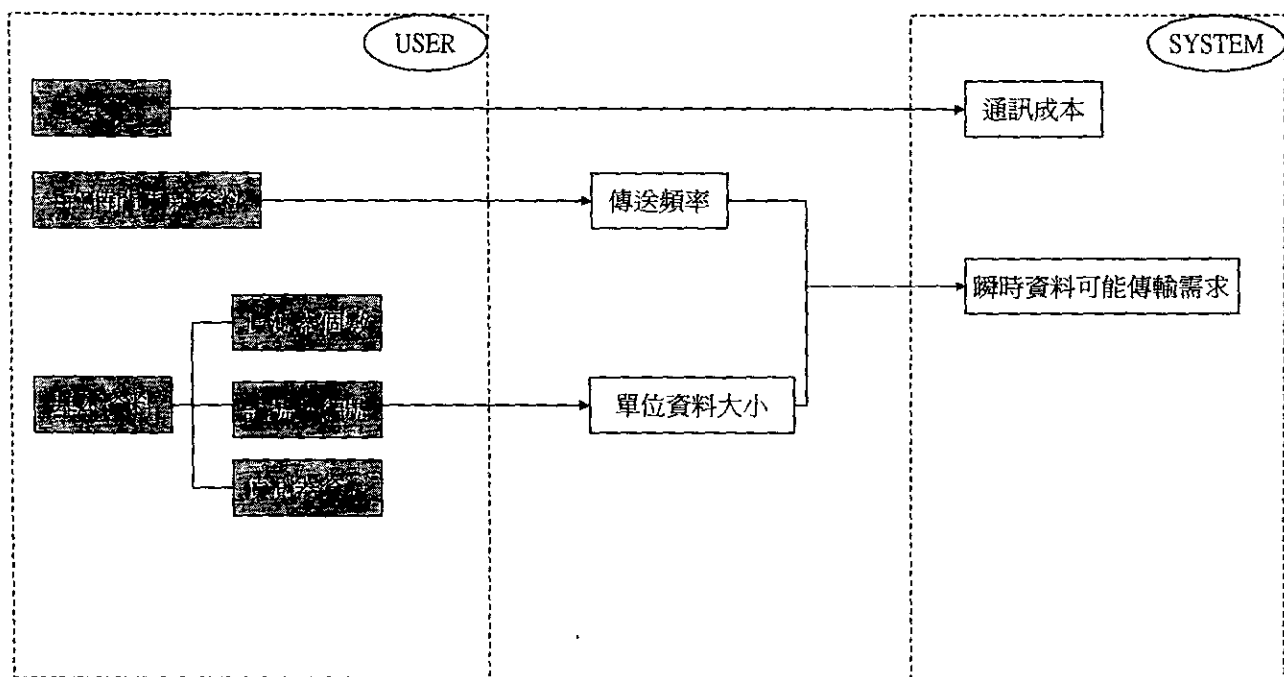


圖 4-16 信號柱到控制中心傳輸資料需求量計算流程

### 4.3.3 控制中心到信號柱或路口號誌

在這個部分我們將所蒐集到之路況資訊經由控制中心彙總整理後，決定是否改變路口號誌及可變標誌。利用數據專線的方式來傳遞資料至信號柱再傳遞至路口號誌，或直接傳遞至路口號誌。如圖 4-17 所示，我們先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有傳輸頻率以及基本資料。我們根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、單位資料大小。將這些資訊在傳遞至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含有控制器編號、時相編號以及時相秒數等。

$$F=1/T$$

$$Na=F* \pi R^2*D$$

$$Da= Na*K$$

- 其中
- F : 頻率(1/sec)
  - T : 使用者輸入之時間(sec)
  - R : 涵蓋半徑(km)
  - D : 信號柱或路口號誌分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)

$N_a$  : 單位時間平均資料傳輸次數  
 $D_a$  : 單位時間平均資料傳輸需求  
 $K$  : 單位資料大小(byte)

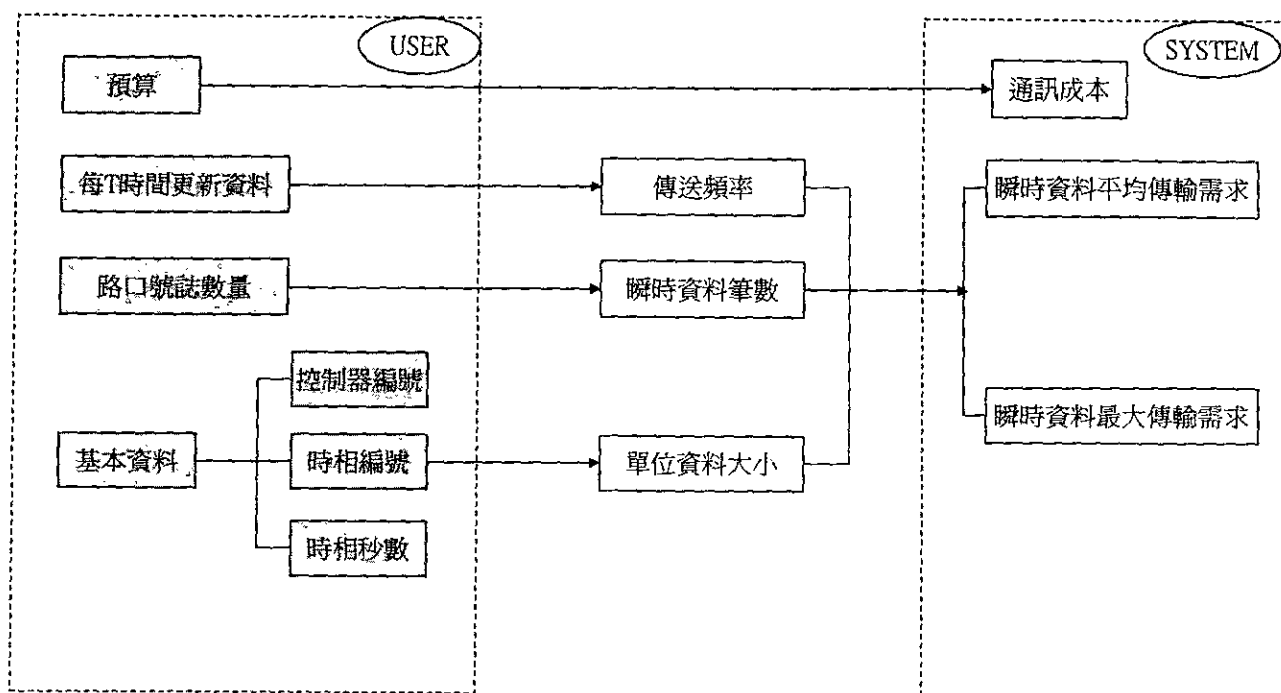


圖 4-17 控制中心到信號柱或路口號誌傳輸資料需求量計算流程

#### 4.3.4 信號柱到路口號誌

在這個部分是將控制中心傳送到信號柱的資訊傳至路口號誌。一般係利用 DSRC 的方式來傳遞資料。如圖 4-18 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有傳輸頻率以及基本資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、瞬時資料比數以及單位資料大小。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每  $T$  時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料為控制中心傳至信號柱的資料，包含有控制器編號、時相編號以及時相秒數等。

$$F=1/T$$

$$N_a=F* \pi R^2*D$$

$$D_a=N_a*K$$

其中

- $F$  : 頻率(1/sec)
- $T$  : 使用者輸入之時間(sec)
- $R$  : 涵蓋半徑(km)
- $D$  : 路口號誌分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)
- $N_a$  : 單位時間平均資料傳輸次數



$D_a$  : 單位時間平均資料傳輸需求

$K$  : 單位資料大小(byte)

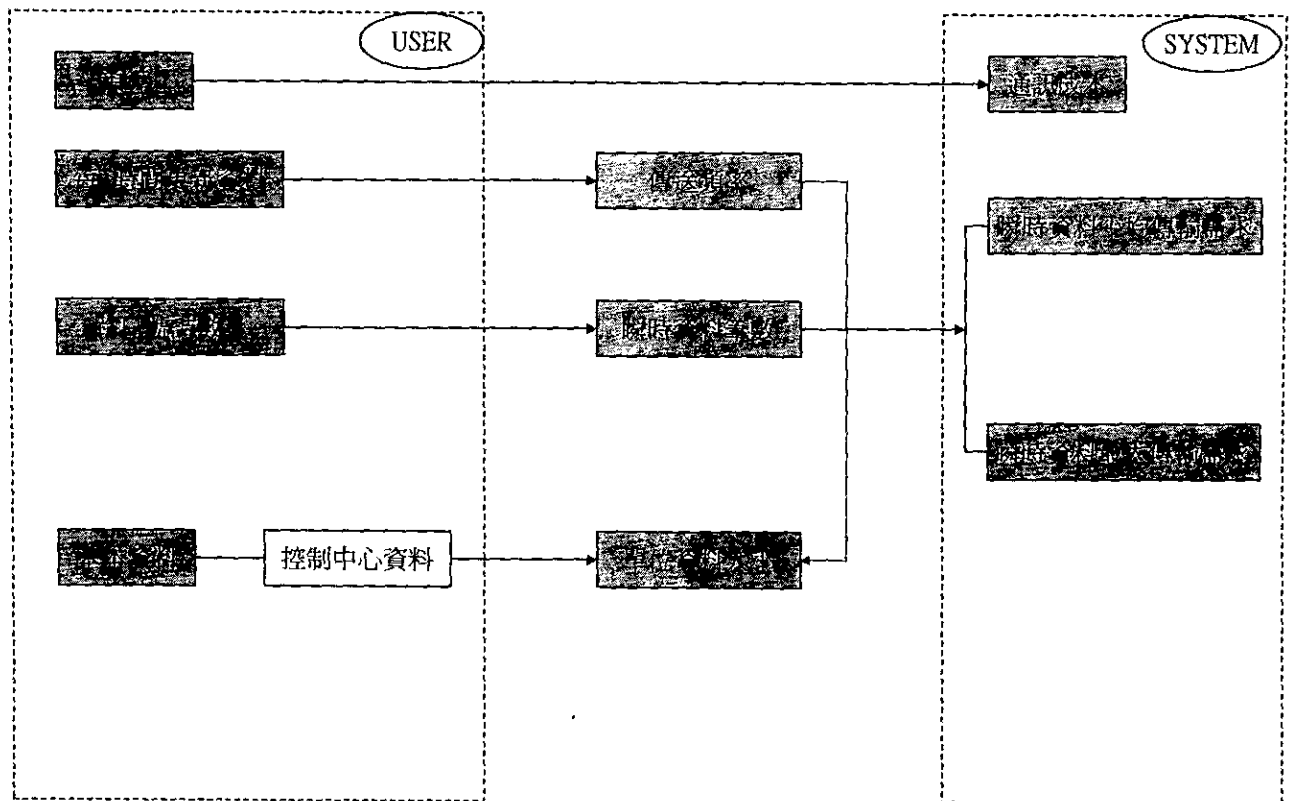


圖 4-18 信號柱到路口號誌傳輸資料需求量計算流程

### 4.3.5 範例演算

#### 1. 路口偵測器到信號柱或控制中心

假設每個路口偵測器都是累積五分鐘的路況資料才傳送至控制中心，這是考慮到在尖峰小時以及非尖峰小時路口交通量改變的頻率差異。其基本資料包含路口編號、控制器編號、以及車輛數，而車速及佔有率是目前迴圈式偵測器也可以提供的資料，可視使用者需求決定。路口編號取一般四單一車道交會之情形，以 1byte 表示八個方位，即 1-8；車輛數以每五分鐘 1000 輛估計，根據飽和流量 $[2000(v\phi p l)/(60/5=12)] \times 10$  約為 834 輛，需要 3bytes；而控制器編號是以八個阿拉伯數字估計，需 8bytes，因此總計為  $4 \times (1+3)+8=24$  bytes，表示一個控制器所傳輸的資料量為 24bytes。假設每 5 分鐘更新一次資料，以下分別估算由信號柱及由控制器傳輸資料的最大傳輸需求：

1. 由信號柱傳輸資料：假設一支信號柱所涵蓋的範圍最多是 24 個路口，則在 5 分鐘內的最大傳輸需求為  $24 \times 24=576$  bytes。
2. 由控制器傳輸資料：控制器所涵蓋的範圍只有該路口，因此在 5 分鐘內的最大傳輸需求為  $24 \times 1=24$  bytes。

## 2. 區域中心或信號柱到控制中心

所需資料量與路口偵測器傳送至區域中心或控制中心相同，只需再加上一個區域中心或信號柱的編號。假設一個地區所佈設的信號柱不超過 1 萬支，則只要 3 位數就足夠，為 3bytes。因此，單位資料大小為  $24+3=27$ bytes。假設一支信號柱所涵蓋的路口為 24 個，則 5 分鐘內的最大傳輸需求為  $27 \times 24=648$ bytes。

## 3. 控制中心到信號柱或路口號誌。

假設同樣為五分鐘傳送一次。但若是當交通量改變在 5% 以內則不傳送交通控制策略以節省通訊之費用。基本資料包含控制器編號、時相編號以及時相秒數。控制器編號是以 8 位阿拉伯數字估計，需 8bytes；時向編號以目前台灣最多不會超過 8 個時向作為估計，需 1bytes；而時向秒數則以每一時向 180 秒作為估計，因此需要 3bytes，總計為 12bytes。以下分別估算由信號柱及由控制器傳輸資料的最大傳輸需求：

- 由信號柱傳輸資料：假設傳送之路口數量為 24 個路口，則 5 分鐘內最大傳輸資料筆數為  $12 \times 24=288$ bytes。
- 由控制器傳輸資料：控制器所涵蓋的範圍只有該路口，因此在 5 分鐘內的最大傳輸需求為  $12 \times 1=12$ bytes。

## 4. 區域中心或信號柱到路口號誌

所需資料量與區域中心或信號柱傳送至路口控制器相同。假設一個地區所佈設的信號柱不超過 1 萬個，其單位資料大小為 12bytes。假設一根信號柱所涵蓋的路口為 24 個，則 5 分鐘內最大傳輸需求為  $24 \times 12=288$ bytes。

最後得到之結果如表 4-6 所示。

表 4-6 ATMS 傳送資料量

ATMS	基本資料	5 分鐘內最大傳輸需求
偵測器到信號柱或控制中心	路口編號：1byte 車輛數：3bytes 控制器編號：8bytes 總計： $4 \times (1+3) + 8 = 24$ bytes	信號柱： $24 \times 24 = 576$ bytes 控制中心： $24 \times 1 = 24$ bytes
信號柱到控制中心	路口編號：1byte 車輛數：3bytes 控制器編號：8bytes 信號柱編號：3bytes 總計： $4 \times (1+3) + 8 + 3 = 27$ bytes	$27 \times 24 = 648$ bytes
控制中心到信號柱或路口號誌	控制器編號：8bytes 時相編號：1bytes 時相秒數：3bytes 總計：12bytes	信號柱： $12 \times 24 = 288$ bytes 路口號誌： $12 \times 1 = 12$ bytes
信號柱到路口號誌	控制器編號：8bytes 時相編號：1bytes 時相秒數：3bytes 總計：12bytes	$24 \times 12 = 288$ bytes

## 4.4 商用車輛營運系統 (Commercial Vehicle Operations , CVO)

商用車輛營運系統係利用前述 ATMS、ATIS 之技術於商業營運車輛，以提高運輸效率及安全，減少人力成本，提高生產力。所謂「商車」不僅包括大型與重型車輛如卡車、貨車，也包括緊急救護用車輛，以及每日運作的商用小型車。商用車輛營運系統之相關技術包括：自動車輛監視 (AVM)、自動車輛定位 (AVL)、行進間測重 (WIM)、電子式自動收費 (ETC)、自動車輛辨識 (AVI)、最佳路線導引、雙向無線電通訊、商車電腦輔助調度、自動貨物辨識 (Automatic Cargo Identification, ACI) 等。

在商用車輛營運系統中，主要是藉由衛星定位方式，讓控制中心能掌握商車位置，便於完成車隊調度及任務指派等等工作。首先，車輛藉由車上車機作 GPS 定位後，以無線數據傳輸方式，將車輛位置傳回控制中心，控制中心在作調度時，將指派地點藉由語音或無線數據傳輸方式，告知營運車輛。而當緊急狀況發生時（發生車禍或遭搶劫等），由車輛傳送一個緊急訊號給控制中心，控制中心在收到訊號後，馬上聯絡（以有線方式，例如電話通訊）保全公司、警察單位或救援單位前往救援。圖 4-19 為商用車輛營運系統架構圖，其中虛線箭頭代表無線傳輸，實線箭頭代表有線傳輸。

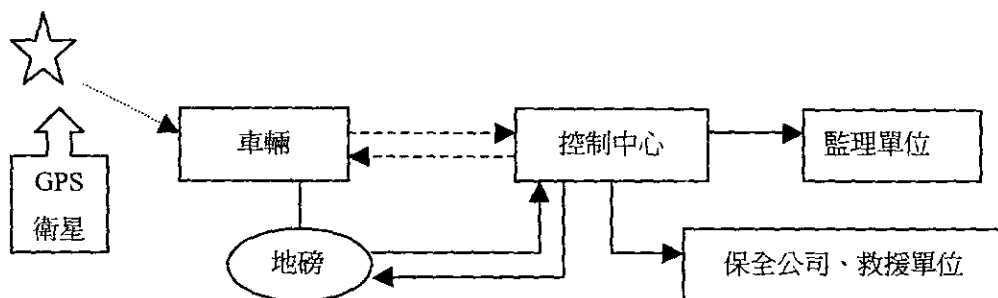


圖 4-19 商用車輛營運系統架構圖

以下我們就車輛到控制中心、地磅到控制中心以及控制中心到監理單位等三個部分來討論。在這三個部分的通訊需求我們將一一討論，並且利用下列所述的流程計算評估出在各個通訊需求所需要的不同系統。

### 4.4.1 車輛到控制中心

在這個部分，我們需要車輛的定位資料，因此我們利用 GPS 衛星定位資訊，將車輛的位置資訊傳送至控制中心。如圖 4-20 所示，系統先請使用者輸入系統

所需之參數值，包含有計算頻率所需之參數值和車輛基本資料，以及使用者自行願意增加之資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之傳送頻率、單位資料大小以及瞬間資料筆數。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料平均傳輸需求和瞬間資料最大傳輸需求。

此部分的傳送頻率即是由使用者自行決定需每 T 時間更新資料一次來得知傳送的頻率。基本資料包含車輛定位資料以及車輛編號。如果使用者還需要知道其他如速度、貨物重量等資訊才由使用者勾選一併傳輸。我們利用車輛數以及基地台涵蓋範圍來計算瞬間資料筆數，在此我們假設商用車輛是均勻分佈的。

瞬間資料最大傳輸次數：(車輛數/基地台涵蓋範圍)

瞬間資料平均傳輸需求：瞬間資料平均傳輸次數\*單位資料大小

瞬間資料最大傳輸需求：瞬間資料最大傳輸次數\*單位資料大小

$$F=1/T$$

$$N_a=N_v * \pi R^2 * F$$

$$N_m=N_v * \pi R^2$$

$$D_a=N_a * K$$

$$D_m=N_m * K$$

- 其中
- F : 頻率(1/sec)
  - T : 使用者輸入之時間(sec)
  - R : 通訊範圍涵蓋半徑(km)
  - $N_v$  : 車輛分佈密度(個數/km<sup>2</sup>)
  - $N_a$  : 單位時間平均資料傳輸次數
  - $D_a$  : 單位時間平均資料傳輸需求
  - $N_m$  : 瞬間資料最大傳輸次數
  - $D_m$  : 瞬間資料最大傳輸需求
  - K : 單位資料大小(byte)

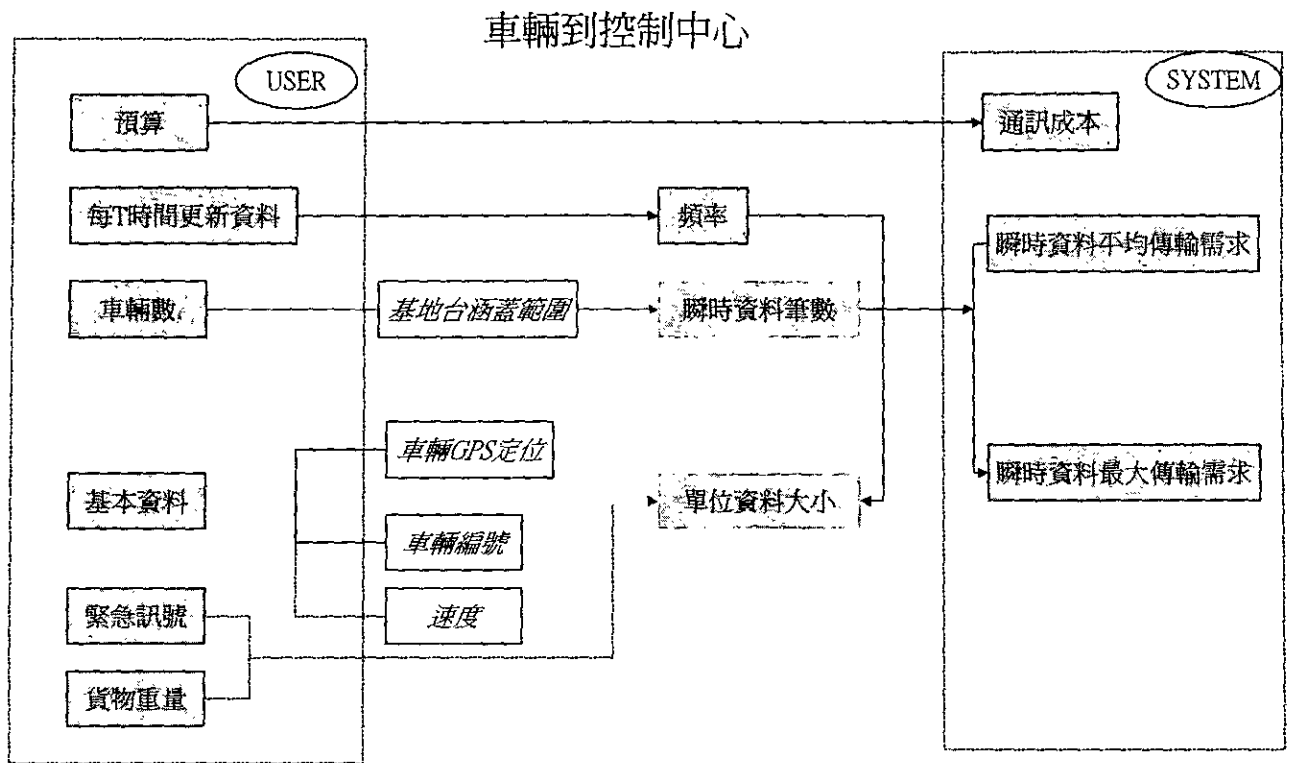


圖 4-20 車輛到控制中心傳輸資料需求量計算流程

#### 4.4.2 地磅到控制中心

在 CVO 中，地磅系統也算是很重要的一環，因為許多商用車輛（如砂石車、大貨車）都有載重限制，於是就需過磅來防止貨車超載。當貨車過磅之後，地磅站以數據專線傳輸方式，將車輛牌照及載重量傳給其他地磅，讓貨車無須二次過磅。而當違規超載情形發生時，地磅站就將違規車輛牌照號碼傳送給監理單位。

如圖 4-21 所示，我們先請使用者輸入系統所需之參數值，包含有車輛基本資料以及使用者自行願意增加之資料，我們根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需傳輸之單位資料大小。將這些資訊再傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的及瞬間資料傳輸需求。基本資料包含地磅編號、車輛編號、車輛重量以及時間。

### 地磅到控制中心

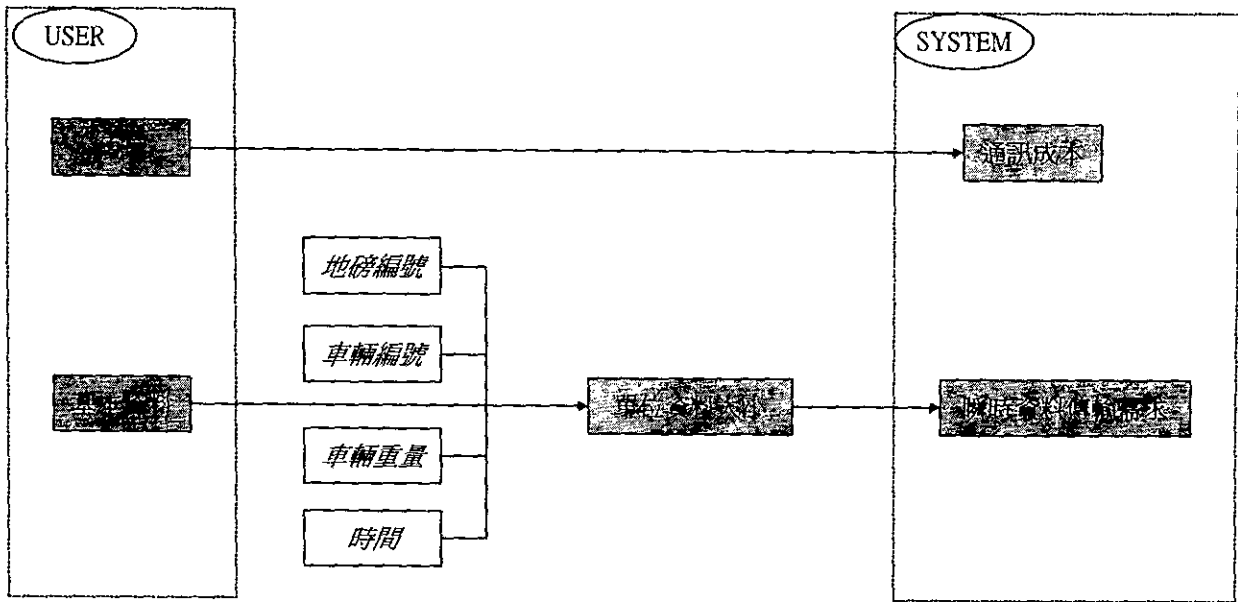


圖 4-21 地磅到控制中心

### 4.4.3 地磅到控制中心

圖 4-22 傳輸的地磅資料與地磅到控制中心的資料相同。

### 控制中心到監理單位

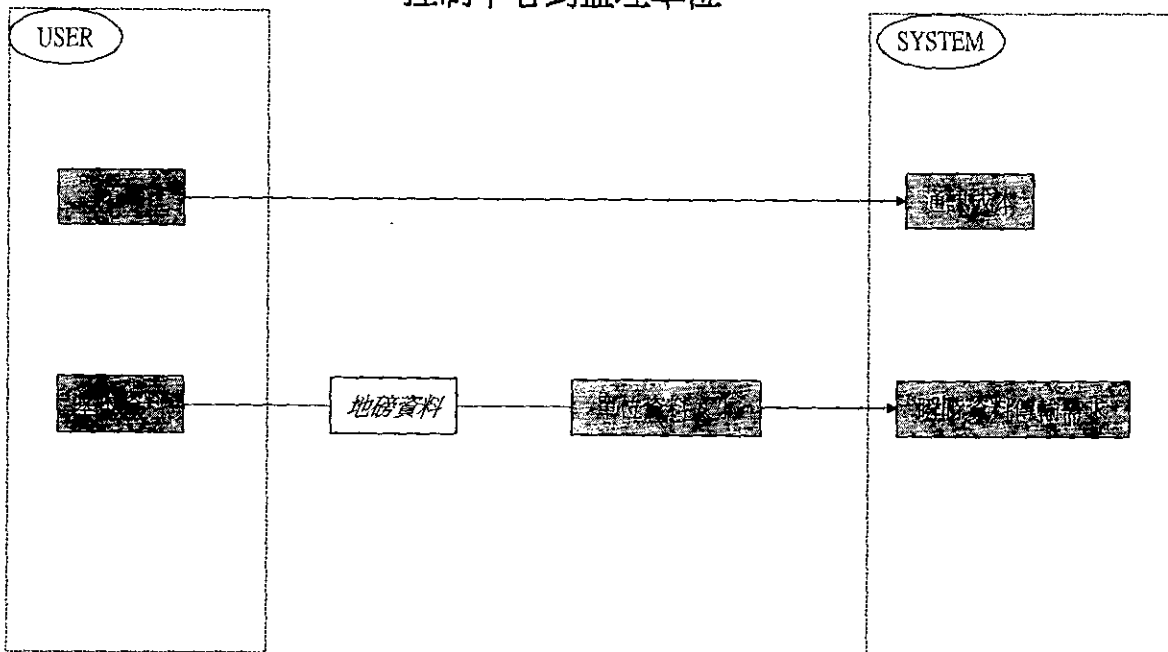


圖 4-22 控制中心到監理單位

#### 4.4.4 範例演算

##### 1. 車輛到控制中心

假設傳輸頻率為 15 秒/次，資料內容包括有車輛編號及 X、Y 座標。車輛編號即是 Modern ID，是以四位元英文字母以及四位元數字表示之，因此英文字母需 4bytes 而四位數字需 4bytes，加上控制碼 3bytes，需 11bytes。X 座標是以三位整數和小數點以下四位估計之再加上一位表示東、西經，需 7bytes；Y 座標是以二位整數和小數點以下四位估計之再加上一位表示南、北緯，需 6bytes，加上控制碼 3k 為 16k，總計傳輸資料量為 27bytes。

供使用者選擇的項目有速度、緊急訊號及貨物重量。速度是以「公里/時」為單位，最多為三位數，3bytes，加控制碼 3bytes 共為 6bytes。緊急訊號內訂為 1bytes。貨物重量單位為公噸，兩位數字加一位小數點，3bytes，加控制碼 3bytes 共為 6bytes。

##### 2. 地磅到控制中心

假設全省地磅數不超出 1000 個，只需三位數 (3bytes)；商用車輛的車牌號碼前兩碼為英文字，後兩碼為數字，需 4bytes 總共傳輸商用車牌資料共需 17bytes；車輛載重單位為公噸，兩位數字加一位小數點，共有三位數字，需 3bytes；時間只記錄時及分，所以需四位數 4bytes；總計傳輸量為 14bytes。

##### 3. 控制中心到監理單位

控制中心到監理單位的傳輸資料大小與地磅到控制中心相同。

在這邊我們以貨運公司和計程車業者作為範例演算，以下為所推演的計算過程。

###### 範例一：貨運公司

1. 假設某家貨運公司一次最多同時發出 10 輛車，其發車時間為早上九點發第一班車，下午一點發第二班車。

2. 使用者定義傳訊間距為 15 秒。使用者需要的傳輸資訊為車輛定位。

則從車輛到控制中心的基本資料大小：車輛 GPS 定位.....16bytes  
車輛編號.....11bytes  
單位資料大小共為 27bytes

所以瞬時資料平均傳輸需求為  $\frac{1}{15} \times 10 \times 27 = 18$  (bytes/second)

瞬時資料最大傳輸需求為  $10 \times 27 = 270$  (bytes)

###### 範例二：計程車業者



1. 假設某家計程車業者共有 100 輛車，因為計程車沒有所謂的排班。因此，我們必須先確定該家計程車業者的服務範圍，並且假設在該範圍內的計程車分佈呈均勻分佈。
2. 假設其服務範圍為 10 平方公里。則計程車分佈的密度為每平方公里（基地台的範圍）涵蓋  $100/10=10$  輛車。
3. 假設使用者定義其傳訊間距為 1 分鐘。使用者需要的傳輸資訊為車輛定位。

則從車輛到控制中心的基本資料大小：車輛 GPS 定位.....16bytes  
車輛編號.....11bytes  
單位資料大小共為 27bytes

所以瞬時資料平均傳輸需求為  $\frac{1}{60} \times 10 \times 27 = 4.5$  (bytes/second)

瞬時資料最大傳輸需求為  $10 \times 27 = 270$  (bytes)

## 4.5 電子收付費系統 (Electronic Toll Collection & Electronic Payment Services)

電子收付費乃是利用車上單元之電子卡與路測單元作雙向之通訊，經由電子卡記帳之方式進行收費，以取代現行人工收費之方式，來減少收費站區的交通延滯，降低收費單位的營運成本等。

ETC 的基本概念為用電子卡記帳收費方式，取代人工收費。首先，用車人必須持有電子票證，當通過收費站時，藉由紅外線或是微波傳輸方式，傳輸使用者資料到收費站，收費站再藉由有線傳輸方式傳到控制中心，控制中心與金融單位連線，以達到扣款繳費的目的。當車輛有違規的情況發生時（未持有電子票證），收費站的數位相機自動照相，照下違規車輛車牌號碼，再將照到的違規車輛車牌號碼的圖檔，藉由有線傳輸方式，經控制中心彙整後傳給監理單位，由監理單位寄發罰單。如圖 4-23 所示，目前的設施都是以有線傳輸為主，但本研究計畫亦會考慮到此段通訊需求藉由無線通訊傳輸的可能性以虛線箭頭代表無線傳輸，以實線箭頭代表有線傳輸。

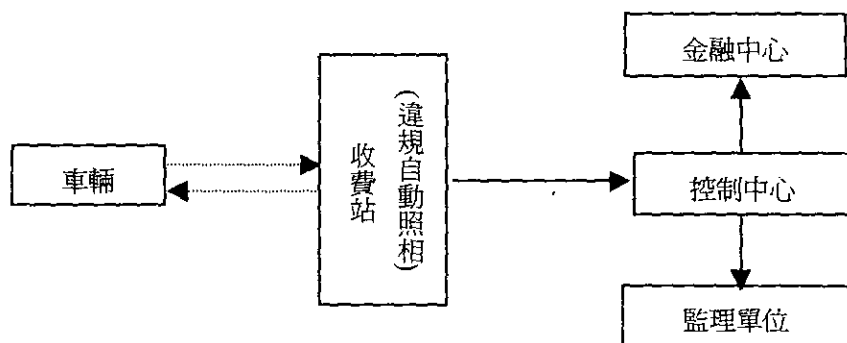


圖 4-23 電子收付費系統 (Electronic Toll Collection & Electronic Payment Services) 系統架構圖

以下我們就車輛到收費站和收費站到控制中心兩個部分來討論，因為收費站到車輛之通訊需求與車輛到收費站一樣，因此我們只考量車輛到收費站的通訊需求；在這兩個部分的通訊需求我們將一一來討論，並且利用下列所述的流程計算評估出在各個通訊需求所需要的不同系統。

### 4.5.1 車輛到收費站

在這個部分，一般利用紅外線或是微波的方式，將車輛駕駛人的資料傳送至收費站。如圖 4-24 所示，系統先請使用者輸入系統所需之參數值，包含車輛駕駛人基本資料。系統根據使用者所輸入之參數值可以計算出所需單位資料大小，而傳輸頻率是根據車輛到達的時間即時傳送，因此傳輸的頻率是即時並無固定傳輸頻率。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料可能傳輸需求。

此部分的傳送頻率是根據車輛及時到達來作為即時傳送的頻率。基本資料包含車輛駕駛人的基本資料，目前是採用駕照號碼。

$$\text{speed}=80$$

$$F_a=[(2R/\text{speed})\cdot 3600]\cdot F$$

$$D_a=K\cdot F_a$$

F：傳送頻率 (1/sec)

F<sub>a</sub>：考慮通過收費站期間之傳輸頻率 (次/sec)

speed：車輛通過收費站之速度 (km/hr)

R：基地台涵蓋半徑 (km)

D<sub>a</sub>：單位時間平均資料傳輸需求

K：單位資料大小(byte)

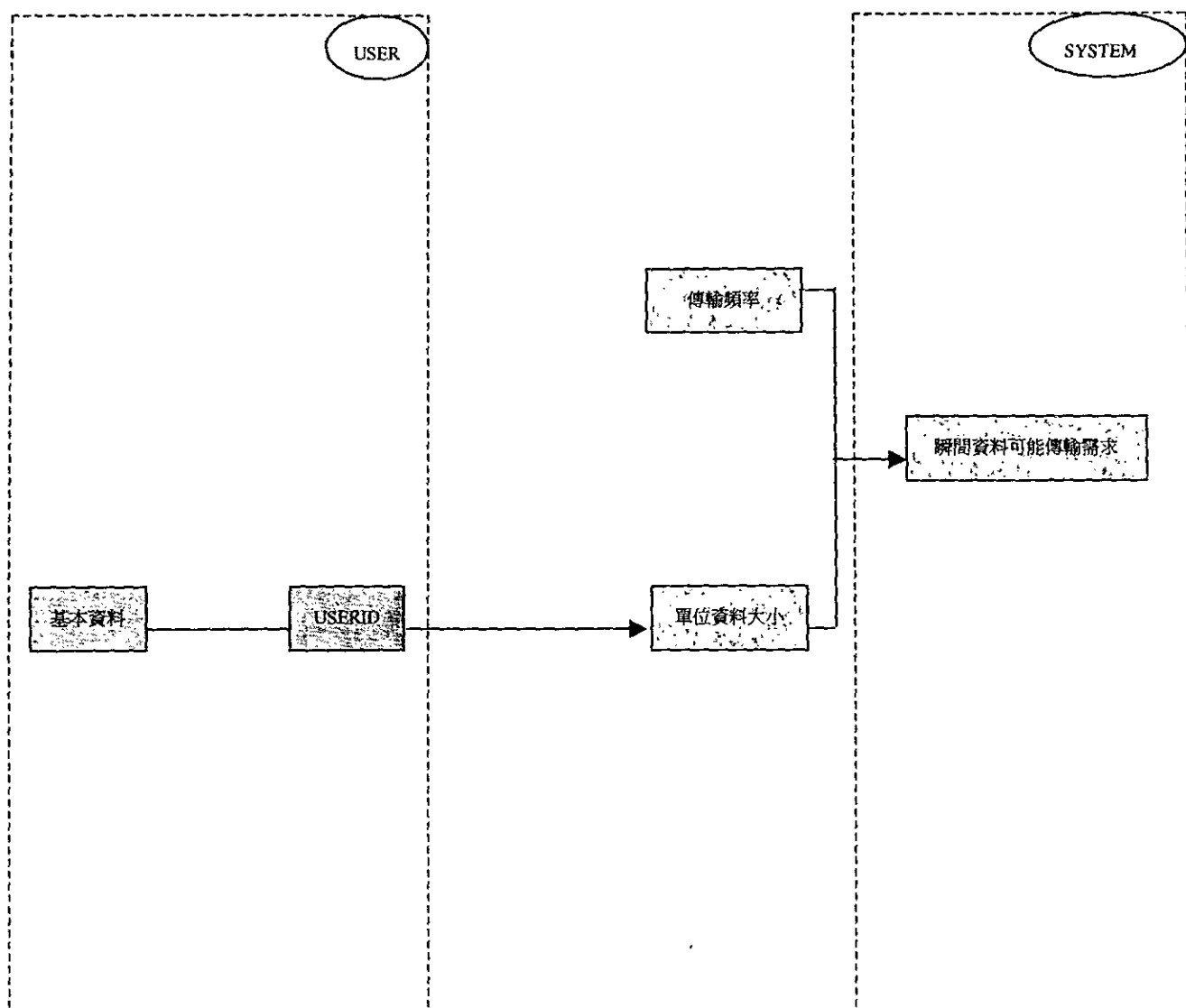


圖 4-24 車輛到收費站傳輸資料需求量計算流程

#### 4.5.2 收費站到控制中心

在這個部分，一般利用數據專線的方式，將收費站中車輛駕駛人的資料傳送至控制中心。如圖 4-25 所示，傳輸頻率是根據車輛到達的時間即時傳送，因此傳輸的頻率是即時並無固定傳輸頻率。將這些資訊在傳送至系統運算的模式中可以得出所需要的瞬間資料可能傳輸需求。

此部分的傳送頻率是根據車輛即時到達來作為即時傳送的頻率。基本資料包含車輛駕駛人的基本資料，目前是採用駕照號碼。

$$\text{speed}=80$$

$$F_a=[(2R/\text{speed})\cdot 3600]\cdot F$$

$$D_a=K\cdot F_a$$

F：傳送頻率 (1/sec)

F<sub>a</sub>：考慮通過收費站期間之傳輸頻率 (次/sec)

speed：車輛通過收費站之速度 (km/hr)

R：基地台涵蓋半徑 (km)

D<sub>a</sub>：單位時間平均資料傳輸需求

K：單位資料大小(byte)

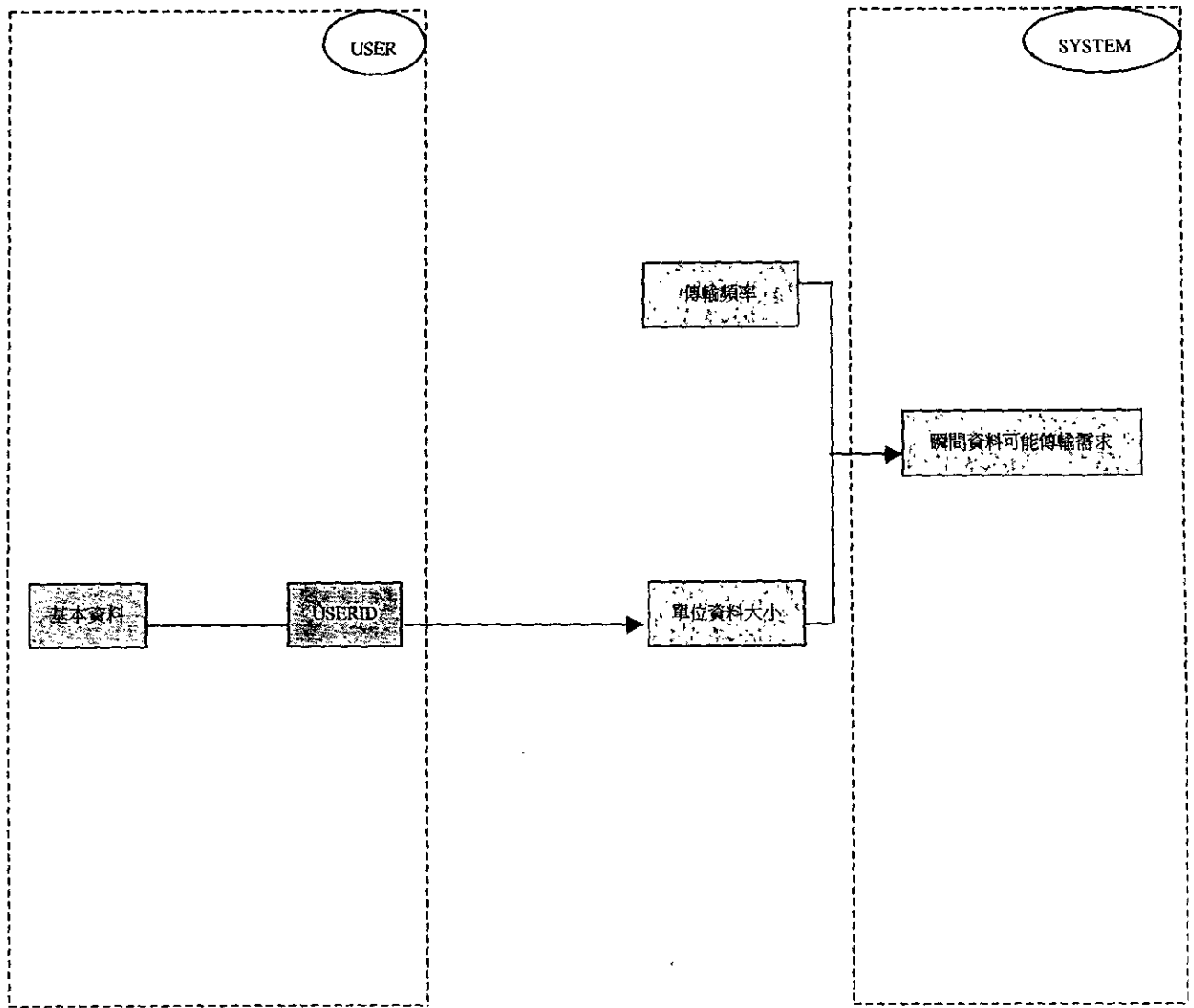


圖 4-25 收費站到控制中心傳輸資料需求量計算流程

## 第五章 DSS 決策支援系統

### 5.1 系統架構

決策支援系統位在企業管理領域中常用來解決非結構性或是半結構性問題常用的工具，DSS 決策支援系統其主要目的不在於硬性規定使用者要如何使用，而是提供一個有彈性空間的環境，讓使用者根據不同的需求，來加以延伸配合，進而求得使用者所需之資料與決策。

我們利用建立一套 DSS 決策支援系統來幫助使用者來完成評選其真正能夠適用之通訊系統。因為使用者所獲得之資訊有限的情形之下，再加上對於現有之無線通訊系統與技術不瞭解的狀況下，對於使用者而言，由他們自行決定要採用何種通訊系統，可能有所困難，發展本套系統 DSS 決策支援系統來幫助使用者決定何者通訊系統才是比較合適的通訊系統，作為使用者之參考。在 DSS 系統中，不單單只計算出結果供使用者參考，並且還會在其中對於現有各個通訊系統加以說明並介紹，讓使用者對於各個通訊系統都能夠有進一步的瞭解與認識。另外系統對於如何產生適合之通訊結果，其中的運算模式，都會加以詳細說明，因此使用者可以明確知道如何產生這樣的結果。

DSS 決策支援系統可分為三個部分：第一部份即是使用者介面(GUI)，其中包含需要使用者輸入的參數，以及使用者在利用此系統運算後，看到所顯示之結果，並且使用者亦可以查詢此系統中資料庫中之資料；並且我們亦會在使用者介面中加入系統說明文件，其中包含如何使用本系統、各個 ITS 子系統的相關定義與各個通訊系統的基本介紹。

第二部分是 Model base 的部分，在這個部分，主要是包含了通訊需求之計算模式以及通訊系統的評選兩大部分，從使用者得到所需之參數值後，通訊需求計算模式及計算評選所需要的決策項目結果，而後再利用與資料庫的連結進行比對，此時通訊系統評選集會評選出適合使用者所需之通訊系統，將之顯示於使用者介面；因為在每個通訊系統其基地台的涵蓋範圍都是介在一個範圍之內，所以我們在從資料庫中擷取此資料的時候，將擷取其涵蓋半徑最小的來加以計算，並且逐一檢查基地台涵蓋範圍越來越大是否仍然可以符合所需之通訊需求而加以評選。

第三部分即是我們所建構的資料庫，裡面包含各種通訊系統的資訊，俾便提供在評選適當的通訊系統時足夠的資訊，也同時具有 MDBS 資料庫管理系統，讓系統端可以增進以及修改新加入的資料。綜合以上所述，我們所發展之 DSS 決策支援系統之架構如圖 5-1 所示。我們將在往後各節中詳細介紹各個部

分之功能。

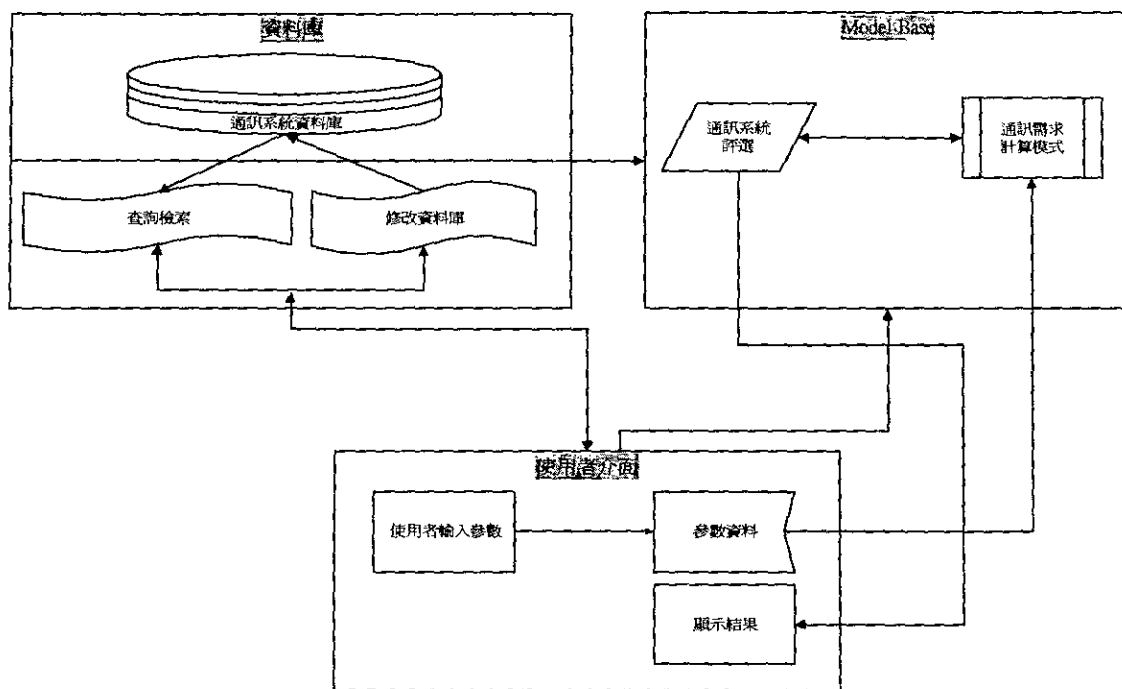


圖 5-1 DSS 決策支援系統架構圖

## 5.2 系統資料庫之設計與開發

本系統之資料庫是利用 Microsoft Access 2000 所開發完成。採用這個資料庫是考慮到將來本套系統會推廣到各級政府單位以及使用者的廣泛使用，因此在考慮普及性的因素之下，本 DSS 決策支援系統決定採用 Microsoft Access 2000 資料庫來加以開發，而且利用 Web 的方式來加以控制與存取資料庫。

在資料庫中主要可分為三個部分：第一、是各通訊系統之資料，第二、是各個 ITS 子系統的資料，第三、是存放各個使用者檔案之資料。

在各個通訊系統資料方面，主要就是存放各個通訊系統之基本通訊項目以及規格標準，例如各個通訊系統的傳輸使用頻率，資料傳輸速率、基地台涵蓋半徑，用以作為資料傳輸之頻道數等等。在這部分的資料主要是作為查詢的功能，供作使用者對於不瞭解的各個通訊系統加以查詢和瞭解。另外一個很重要的功能即是在於提供模式庫中，評選每個通訊系統時，提供必須之參數資料，使得模式運算的部分得以順利的進行，在我們模式庫中所必須得到之參數有，資料傳輸速率、基地台涵蓋半徑，用以作為資料傳輸之頻道數，對於需要這些參數輸入之原因，容後在介紹模式庫時，再加以詳細描述。當然在此部分的資料庫中，我們也提供修改新增、修改、以及刪除等功能。這是為了以後系統的擴充性，因為通訊系統其進步日益千里，已經漸漸進入第三代行動通訊的時代了，將來勢必有新的系統不斷的開發以及更新，因此在這個部分我們開放讓資



料庫中的系統管理者有新增、修改以及刪除等功能。如圖 5-2 表示。

新增路線
  編輯資料
  顯示說明

名稱	1
Overall Bit Enc. (MHz)	Tx:890-915; Rx:935-930/Tx:1710-1785; Rx:1805-1880
Data Rate Slot (Kbps)	9.05(CS-1);13.4(CS-2);15.6(CS-3);21.4(CS-4)
Max. Data Rate for user (Kbps)	171.2
Slots (ms)	8
Slots per PRS	1-4
Channel Spacing	200
Total Channels	124/374
Base Station System	1-27
Modulation	GMSK(BT=0.5)
Carrier Wave System	3-5
Max. Cap. (cells/Kbps)	428
Mobility	Support high mobility (~200km/hr)
Security	A5 Ciphing algorithm

圖 5-2 資料庫修改新增功能

在各個 ITS 子系統的資料，主要就是記錄每位使用者在使用過本 DSS 系統後，所產生的參數資料。在此資料庫中，我們利用資料庫根據不同使用者、不同的方案的情形下，來加以分別記錄不同的資料參數。當然並不是都可以在任何一個每一個子系統建立自己的資料檔案，這是需要系統管理者開放使用者的權限以後，使用者才可以真正存取資料庫，並且建立自己的檔案。如圖 5-3 所示。

Microsoft Access - [APTS 資料表]

記錄(R) 工具(T) 視窗(W) 說明(H)

USERID	CASENAME	DATE	TIME	APTS SPEED-MA	APTS SPEED-AV
200009192026138.guest	ATPS專案名稱一	19	下午 08:24:20	40	25
200009192026138.guest	ATPS專案名稱一	19	下午 08:26:13	40	20
200009192029170.guest	ATPS專案名稱一	19	下午 08:29:17	40	30
200009192030069.guest	ATPS專案名稱二	19	下午 08:30:06	60	88
200009192030069.guest	ATPS專案名稱二	19	下午 08:30:06	60	2
200009192030069.guest	ATPS專案名稱二	19	下午 08:30:06	44	88
200010122123368.guest	ATPS專案名稱二	12	下午 09:23:36	60	50
200010181736466.guest	ATPS專案名稱二	18	下午 05:36:46	50	23
200010312204248.guest	ATPS專案名稱一	31	下午 10:04:24	22	60
		15	下午 02:53:48	0	0

圖 5-3 各 ITS 子系統資料以 APTS 為例

在存放各個使用者檔案之資料方面，我們必須記錄系統中每個使用者之資料，利用這些使用者資料，我們才可以分辨每位使用者在使用 DSS 系統時，其所有使用者所產生的資料參數記錄。這樣做的原因是本套系統是架構在 WEB server 上，因此可能在同一個時間有多位使用者同時存取系統之資料庫，因此我們必須加以管理，避免產生資料覆蓋而出現資料流失的情形。如同之前所述，本套系統並不是開放給任一使用者使用，因此必須透過系統管理者來增建使用者的資料後，使用者才可以真正使用本資料庫以及建立自己的資料參數。如圖 5-3 所示。

功能選項 —   搜尋   新用戶   所有用戶			
列表選項 —   全選   全不選   刪除資料   修改資料			
公司單位	用戶帳號	用戶全名	廠商類別
<input type="checkbox"/> 欣欣客運	guest	測試帳號	
<input type="checkbox"/> 交大運管	jinyuan	王晉元	
<input type="checkbox"/> 交大運管	shock	連振漢	工程師

圖 5-4 人員管理

## 5.3 系統模式庫與使用者介面

### 5.3.1 前言

根據 DSS 決策支援系統的設計架構，除了資料庫以外（前一節介紹），尚須包含模式庫以及使用者介面。然而在本套系統中，因為本套系統是採用 WEB server 的設計理念，而且本套系統也同時考慮到使用者特性的不同所會面臨的困難，因為有些使用者對於 ITS 相關子系統並不瞭解沒有相關的背景知識，或是其對於通訊係不甚瞭解，因此在使用本系統時，可能會出現無所適從的感覺。因此本套系統將使用者之輸入介面與模式庫相結合，利用一步一步的運算步驟，來讓使用者瞭解並且知道該輸入什麼參數，也知道輸入的參數對於整個系統最後評選的影響。

本系統有關模式庫以及使用者介面的開發是採用 ASP 的設計程式，其中包含 javascript 和 Vbscript 的程式運算式。

### 5.3.2 模式庫與使用者介面的結合

首先基於使用者的特性不同的考量之下，因為有些使用者對於 ITS 相關子系統並不瞭解沒有相關的背景知識，或是其對於通訊係不甚瞭解，因此在使用本系統時，可能會出現無所適從的感覺。亦或者是第一次使用本套系統的使用者或是已經使用過多次的使用者，他們對於系統熟悉的程度亦會不同。因此，

在考量此因素之下，我們將使用者大概分類為初始使用者以及熟悉使用者兩種。

在進入本系統前，系統會要求使用者輸入帳號以及密碼以進行登錄的動作。在考量初始使用者在尚未有帳號之前，本系統有開放測試帳號供初始使用者來加以測試。完成登錄後使用會進入本系統中，首先看到的是有關於系統的說明文件，這是方便初始使用者在不熟悉系統操作環境的情形下，強迫使用者先行閱讀系統說明文件後，才開始操作。若是登錄的是熟悉的使用者，則使用者可以自行選擇跳過說明文件的畫面。

當使用者閱讀完系統說明文件後，即可以利用左側之功能選單點選所希望使用之 ITS 子系統。如圖 5-5 所示。

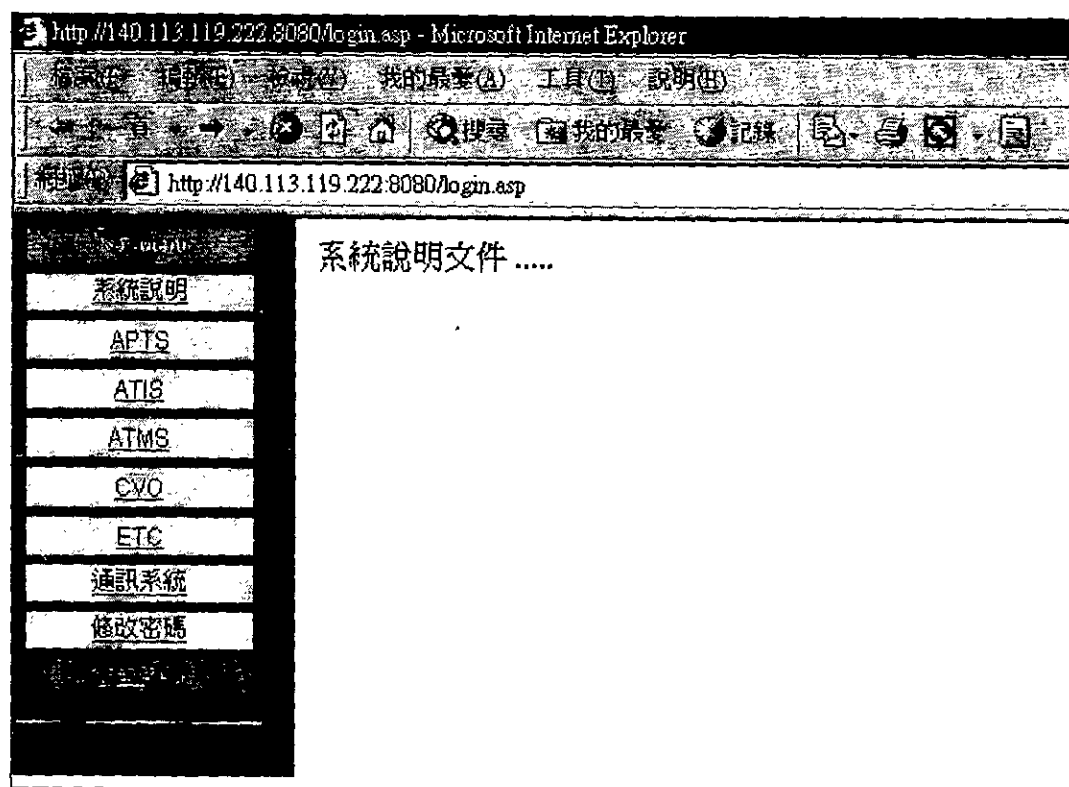


圖 5-5 使用者初始畫面

我們以 APTS 為例，當使用者點選進入 APTS 子系統後，使用者就會進入到各子系統的功能畫面。其中會包含四個主要功能：模式計算、路線資料、計算說明、case name 等四個功能選項。如果是初始使用者則需進入點選路線資料後進入資料輸入的畫面，來進行我們運算所需之參數值；並且我們會在使用者輸入時出現簡單的說明方塊協助使用者來填入模式運算所需之參數值。在填入參數之前，使用者必須先行選取所訂定的 case name，這是避免如果同一個使用者將來在新增資料的時候出現資料覆蓋而出現資料流失的情形。如圖 5-6 所示。如果是熟悉已經使用過本系統之使用者，如果他們只是要修改之前輸入過的資料，只要點選正確的 case name 以後再點選編輯資料就可以叫出所有以往所儲存的所有檔案來加以編輯修改再加以儲存。對於熟悉的使用者也可以藉由點選

是否需要顯示說明的功能來自行決定是否要繼續出現各項輸入參數的說明方格。在輸入的畫面中，本系統已將會在模式中需要這些參數的運算式皆顯示在於使用者的輸入介面上，因此使用者可以清楚看到所輸入的參數值對於運算結果產生的改變。當使用者有部分參數忘記輸入時，系統會即時提醒使用者，必須再輸入那些資料，才能進行儲存功能。

APTS 路線資料

新增路線 編輯資料 顯示說明

路線編號 1

《---基本資料---》

★ 傳輸頻率(F) 0.02 1/sec = (行駛最高速度 40 km/hr / 最小站距 0.5 km)

★ 彎曲度(r) 1.54 = ((場站半徑三公里範圍內之路線實際距離 20 km / 場站 13 km)

★ 平均發送次數中需更新站牌車輛位置之次數(Fa) 5.76 = ((場站半徑三公里範圍內之路線實際距離 20 km / 行駛平均時速 25 km/hr) \* 傳輸頻率(F) 0.02) \* 站牌個數 10 \* 3600

★ 尖峰時間班車間距(L) 0 = (尖峰發車間距 10 min \* 最低行駛速率 5 km/hr) / 彎曲度 1.54

請輸入預估最長的訊息可能內容

《---選擇特殊要求傳遞資料項目---》

乘客數  時間  速度  方向

其他資訊  字

**儲存資料**

最小站距是表示公車行駛路線中站牌距離最小的距離  
F=最高行駛時速/最小站距

圖 5-6 輸入畫面

當使用者輸入完模式所需之參數並且儲存後，系統即會立刻更新資料庫中的資料，方便使用者在進行模式運算時，可以直接點選此筆資料。因此當使用者進行完路線資料的輸入後，即可點選進入模式計算的畫面中。

進入模式計算中後，因為每個 ITS 子系統所需要無線通訊的通訊區段有很多，以 APTS 為例有六段通訊區段可供使用者選擇。在使用者點選所要評估之通訊區段後，系統即會動態產生相對應的通訊系統。系統會自動根據通訊系統的特性先進行篩選後，才出現可供使用者點選的通訊系統。在完成選擇所要評估的通訊區段以及通訊系統後，使用者可以依自己的意願來點選之前或是資料庫中已經記錄的參數值來進行最後選擇通訊系統的評估和選擇之結果。同樣的在此系統亦會在使用者選擇通訊系統時，出現說明方格來簡單說明各通訊系統的基本特性；在選擇資料庫中資料時，系統亦會自動顯現之前使用者所輸入的參數值，提醒使用者在介面上所看到的資料數值是如何計算得出的。在各個點選的功能裡，我們都提供全選的功能。也就是說可以將所有的資料一併考慮的情形下，同時評選所有的通訊區段，來評估所有的通訊系統的符合程度。最後

的結果顯示，我們提供詳細的計算結果以及本系統所整理出之總結。如圖 5-7 所示。

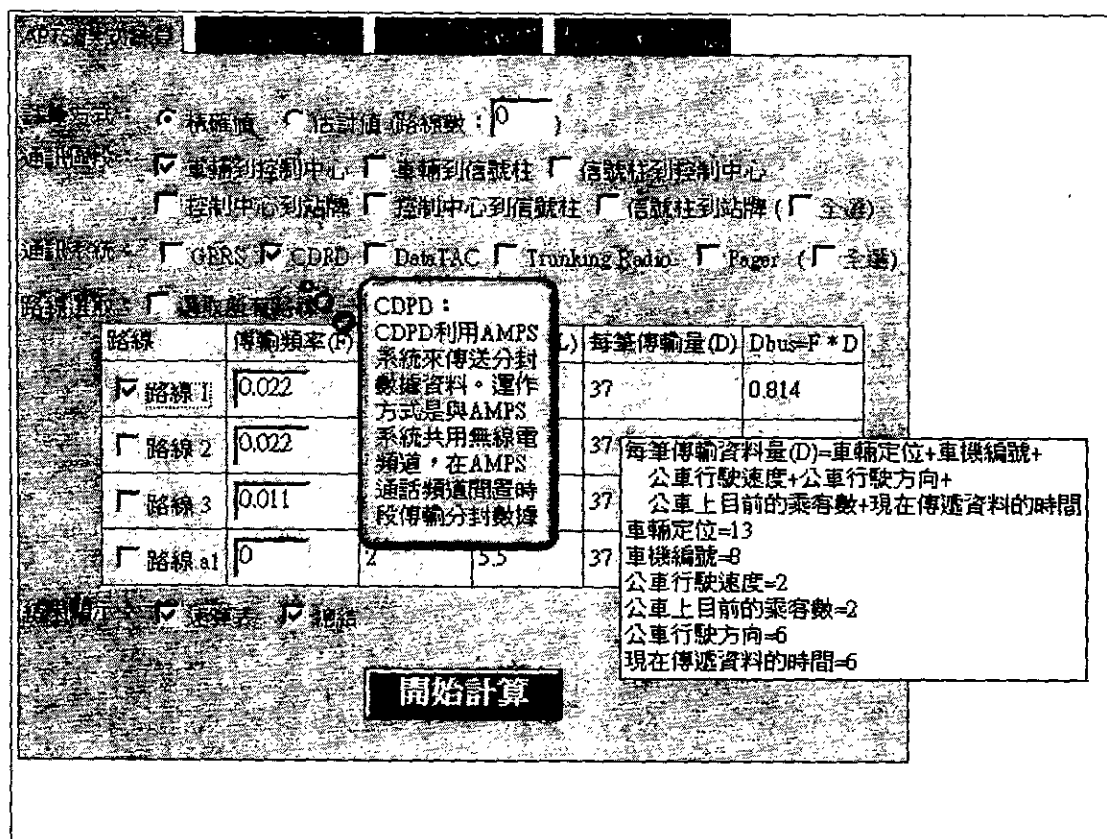


圖 5-7 模式計算畫面

當使用者點選以上三項，通訊區段、對應之通訊系統以及所要評估之資料，即可按下開始計算的功能鍵，系統就會立刻計算出評選的結果。出現的結果會根據使用者點選速算表或是總結的表現方式來顯示之，或是兩者一同顯示。如圖 5-8 所示。

在結果顯示的表格中，會出現使用者所勾選的是何種通訊系統。在表中的第一個欄位即是代表此種通訊系統的通訊協定(protocol)，第二、三個欄位即是代表此通訊系統的通訊特性，基地台涵蓋半徑以及可供資料傳輸的頻道數。第四個欄位就是表示在基地台涵蓋半徑為多少以及此時頻道數為多少的條件下，這樣的通訊系統是否能夠符合資料需求量。最後兩個欄位是代表，在某些通訊區段可能因為傳輸頻率的關係，會出現傳輸需求量的極限值以及平均需求量。從表中我們可以發現，基本上當涵蓋半徑越大的時候，通訊系統所要處理的需求量就會越高，因此最後兩個欄位之值會隨著半徑的增加而增加。以通訊系統所提供之通訊容量而言，當頻道數越多時即是表示通訊容量的負荷能力高。因此需求與供給兩相比較後，即會得到我們最後總結的表。

通訊系統:CDPD  
連算表:

Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 channel 數	評選結果	車輛到控制中心 Max	車輛到控制中心 AVE
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	2	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	2	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	3	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	3	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	4	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	4	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	5	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	5	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	6	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	6	YES		40.128

總結:

Protocol	基地台涵蓋半徑 (公里)	基地台 channel 數	評選結果	車輛到控制中心 Max (kbps)	車輛到控制中心 (kbps)
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10 公里以下	6 個以下	YES		

圖 5-8 結果顯示

最後的總結是表示，在基地台涵蓋半徑小於 10 公里以內之區域範圍，亦是說基地台半徑在 1~10 公里間，所需要的基地台頻道數是為 1~6 的頻道數都能夠滿足這樣的通訊需求。

### 5.3.3 模式的運算流程與邏輯

在這個部分我們將介紹整個模式運算的流程，本系統如何利用使用者輸入的參數，來加以計算出使用者所需之通訊需求量。並且再配合現行無線通訊系統所能夠提供的通訊容量來加以評比，得出最終之結果。在需求與供給的觀點下，當需求大於供給時，即是代表這樣的通訊系統無法符合使用者的通訊需求，那麼這樣的通訊系統即是不適用的。在本系統中，我們只考慮通訊量的大小影響因素，我們並不考慮通訊系統的建置或是租用成本以及其他社會因素等等。在本系統中是以技術的角度，計算出所需的通訊需求以及可以提供之通訊容量後，加以比較後得出之結果。以下的部分我們以 APTS 這個子系統中的“car to center”這個通訊區段來作為解釋運算邏輯的例子，由圖 5-9 到圖 5-13 是我們程式設計中整個的運算流程。以下我們將分段來加以解說。

如圖 5-9 所示，當使用者進入系統時，在進行評估之前我們會要求使用者先行選擇所要使用的那一個 ITS 子系統，然後在所選定的子系統中再選擇所要評估的通訊區段。在選定了所要評估之通訊區段後，才要求使用者輸入模式運算所需要之參數。

我們以 APTS 這個子系統中“car to center”為例，使用者會根據我們設計的邏輯架構依序填入我們模式所需要之參數。首先我們請使用者輸入使用者所要評估的公車路線數有多少，並且以這個數目做為我們運算的一個迴圈，因為在系統的評估過程中，我們必須要有同時評估若干條路線或是所有路線的功能，因此我們請使用者輸入這項資料並且利用迴圈來幫助我們將所有考慮的路線都加總起來一起評估。

要想要得知每條路線中每輛車所需傳送的資料量，我們必須考慮到兩個因素，每輛公車資料傳輸的頻率以及每輛公車傳輸的單位通訊量。首先我們先考慮公車的傳輸頻率，傳輸的頻率我們是利用行駛過程中行駛的最高速度除上最小站距而得出，這樣的目的是保證公車回傳位置資訊不會發生跳站的情形。因此在此處我們要求使用者輸入公車行駛之最高速度以及最小站距。這樣就可以得出傳輸的頻率。得到頻率後我們考慮到使用者可能會對頻率進行改變與調整，因此我們開放頻率可供使用者作為修改。如圖 5-10 所示。

接下來我們考慮每輛公車傳輸的單位通訊量，首先是基本通訊量，在這個通訊區段能夠運作的情形下最基本的通訊量包含有公車的車輛定位資訊以及發送訊號的車機編號。然後，我們有開放讓使用者選擇是否要傳送公車現行駛速度、公車行駛方向、現在傳遞資料的時間以及公車上之乘客數等資訊。當使用者選擇完新增的資訊量後，我們即可得到每一單位通訊容量的大小。因此在得知了傳輸頻率、以及單位通訊容量後，我們就可以得知每條路線中每輛車所需傳送的資料量。

為了要計算基地台涵蓋半徑每條路線中所有的公車數，我們必須計算在尖峰時間每兩班車間之距離，所以我們利用尖峰發車間距乘上最低行駛速率可以知道公車實際在基地台涵蓋範圍內行駛之距離，然後我們利用彎曲度將此時實際行駛距離轉換為直線行駛距離。在此處我們請使用者輸入尖峰發車間距以及最低行駛速率。除了上述輸入的兩項參數，我們還需要知道彎曲度的大小。在這邊我們定義彎曲度是利用（場站三公里內）公車實際行駛總路線長和行駛最短路徑的比值，用以顯示出公車路線彎繞的程度，當比值越大時即代表彎繞的程度越大，反之代表彎繞程度小。因此我們請使用者輸入場站三公里內實際行駛距離以及場站三公里內行駛最短路徑之參數值。如圖 5-11 所示。

在得知了每條路線中每輛公車所要傳遞的通訊需求量，現在我們要考慮的就是在整個通訊系統的基地台涵蓋範圍下，到底有多少車輛需要傳送資料，而所有的通訊需求到底是多少？首先我們必須瞭解到底基地台涵蓋的範圍到底有多廣泛，因此我們藉由資料庫中各通訊系統基地台的涵蓋半徑，可以界定基地台的涵蓋範圍。我們必須藉此算出在基地台下的車輛數，因為在基地台涵蓋範圍內的車輛數會隨著基地台半徑的變動而產生改變，所以我們必須逐一來計算，在多少半徑下，此時的車輛數有多少。

首先我們在已知的基地台半徑下，來計算車輛數的多寡。我們利用之前算出的尖峰時間每兩班車間之距離和基地台涵蓋半徑我們就可以得出在基地台涵蓋範圍內的車輛數，因為考慮到車輛來回因素因此再乘上兩倍即可得出此時在基地台涵蓋範圍下的車輛數。

每條路線的通訊需求量，即是每條路線下，每輛公車的單位通訊量乘上此時在基地台涵蓋範圍下的車輛數，因此我們可以得出每條路線的通訊需求量。之前所述，本系統有提供對於所有路線加總評估的功能，因此我們必須加總在場站中所有路線的通訊需求量作為基地台涵蓋範圍內所有資料傳輸量總和。如圖 5-12 所示。

得到了通訊需求後，即是要與通訊系統的通訊容量作一個評比，來評估到底在何種條件下，通訊容量是可以滿足現在的通訊需求。通訊系統的通訊容量是資料傳輸速率乘上可供資料傳輸的頻道所得。因此，首先我們讀取資料庫中各通訊系統基地台的頻道數，因為通訊業者並不會全部開放給使用者使用，因此我們必須逐一去檢查需多少頻道數才會滿足使用者之需求。在得到頻道數後，同理，我們讀取資料庫中各通訊系統的資料傳輸速率，使其和基地台頻道數相乘後即可得出通訊系統的容量。比較使用者所需之通訊需求量與通訊系統所提供之通訊容量。當容量大於需求量時，則顯示通訊系統容量在頻道數多少時可以滿足所需之資料需求量總和（因為傳輸速率不會改變）；反之，當容量小於需求量時，顯示通訊系統容量在頻道數多少時無法滿足所需之資料需求量總和。最後顯示結果於使用者介面中，作為使用者的參考結果。



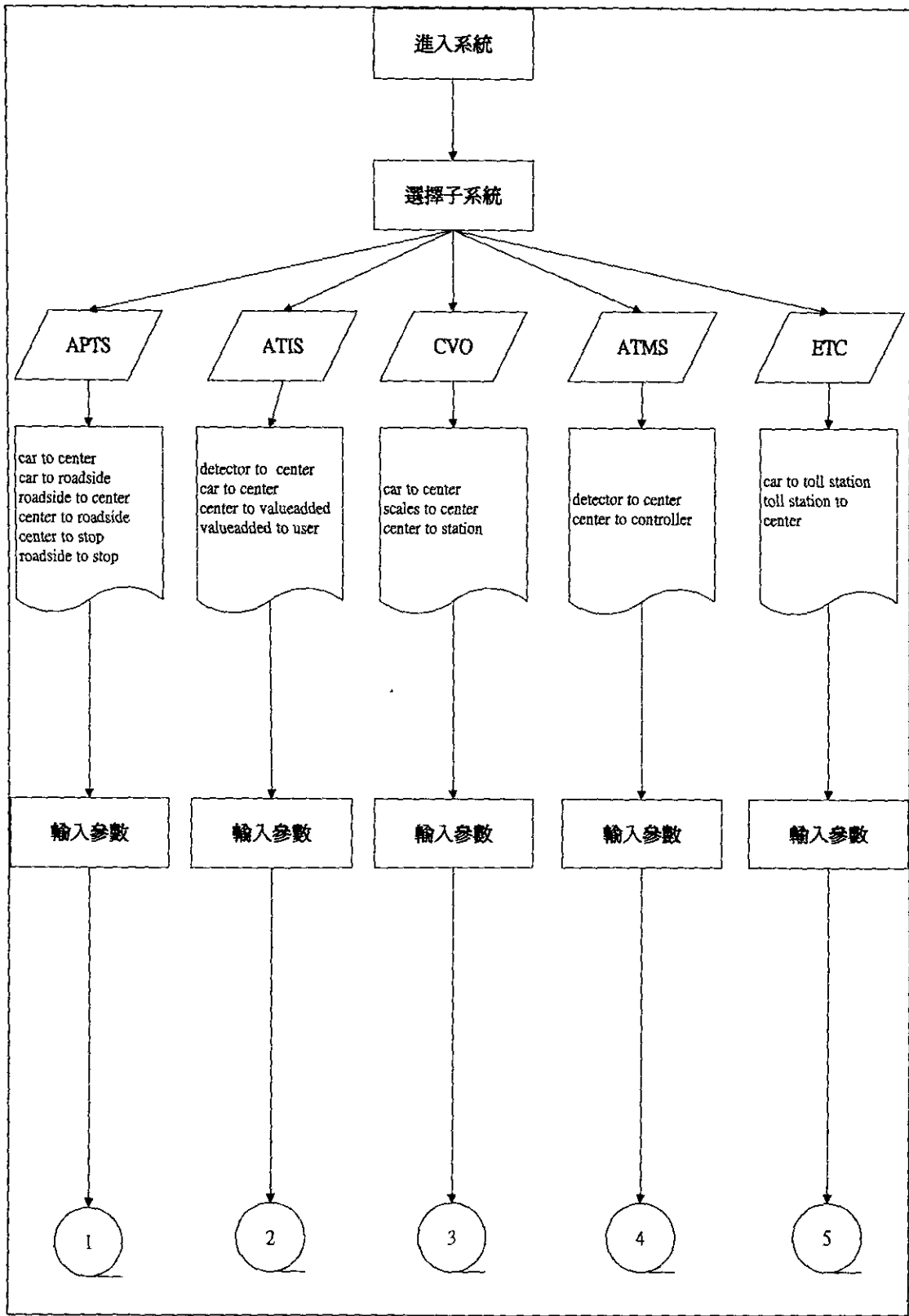


圖 5-9 運算流程與邏輯 1

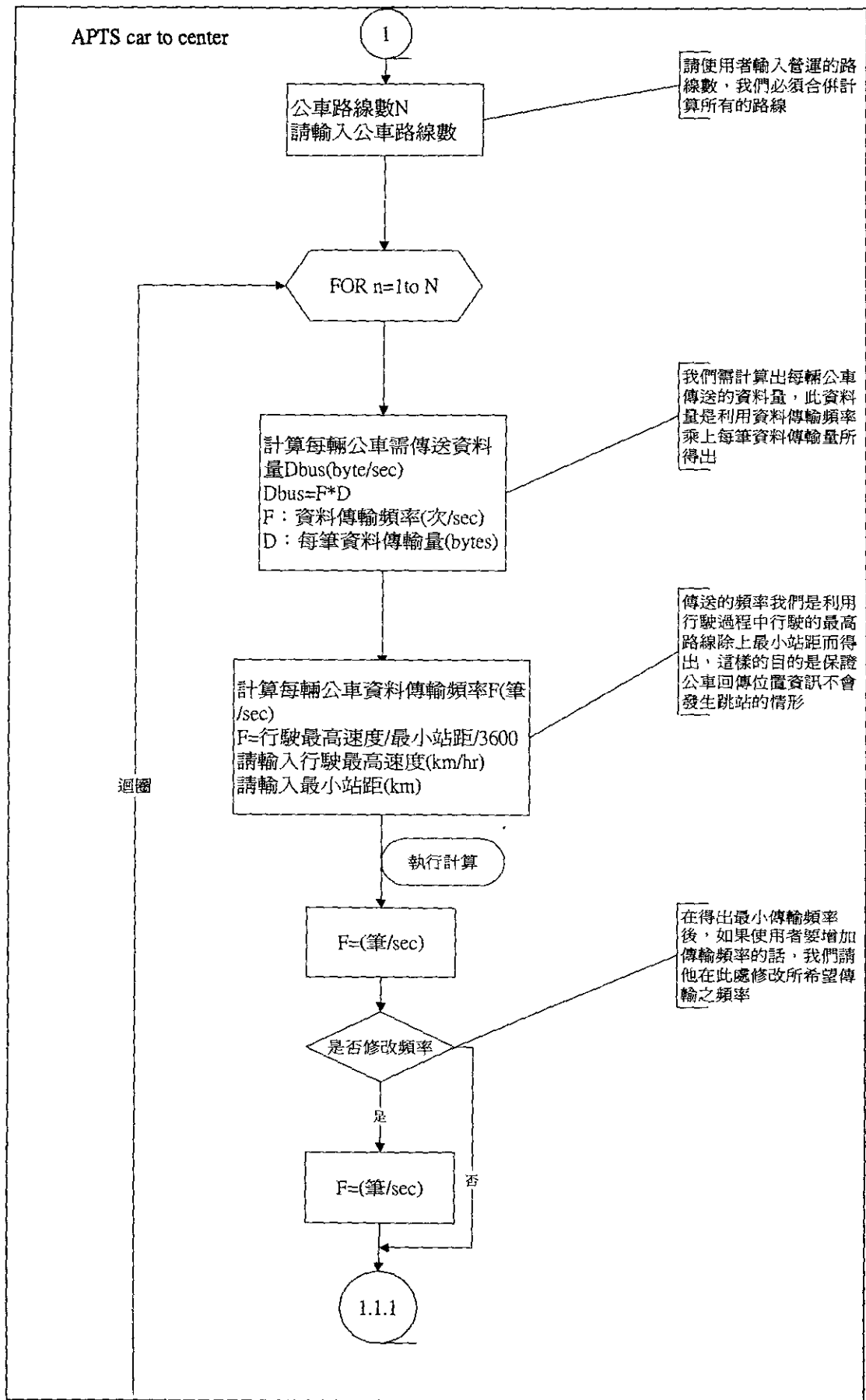


圖 5-10 運算流程與邏輯 2

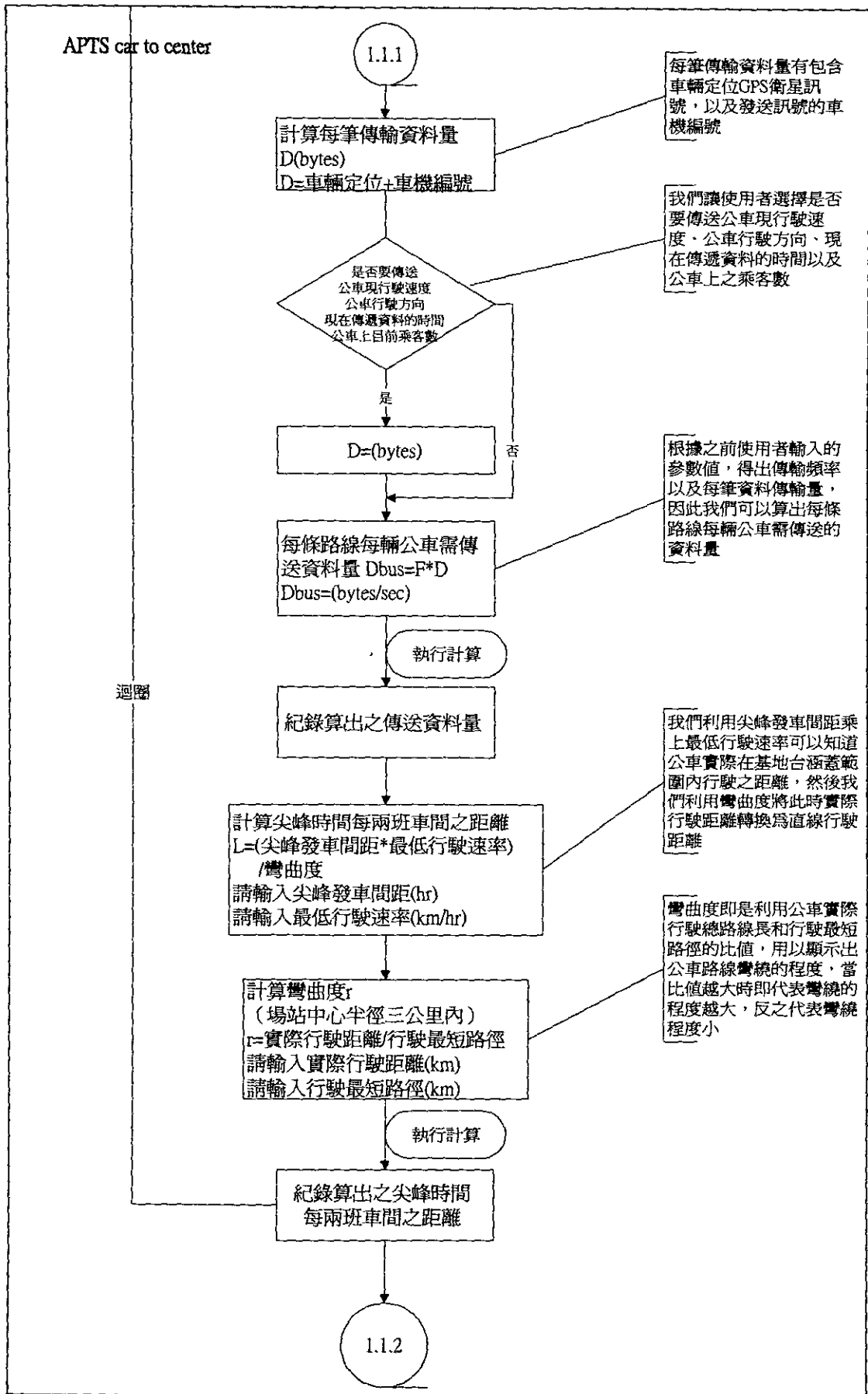


圖 5-11 運算流程與邏輯 3

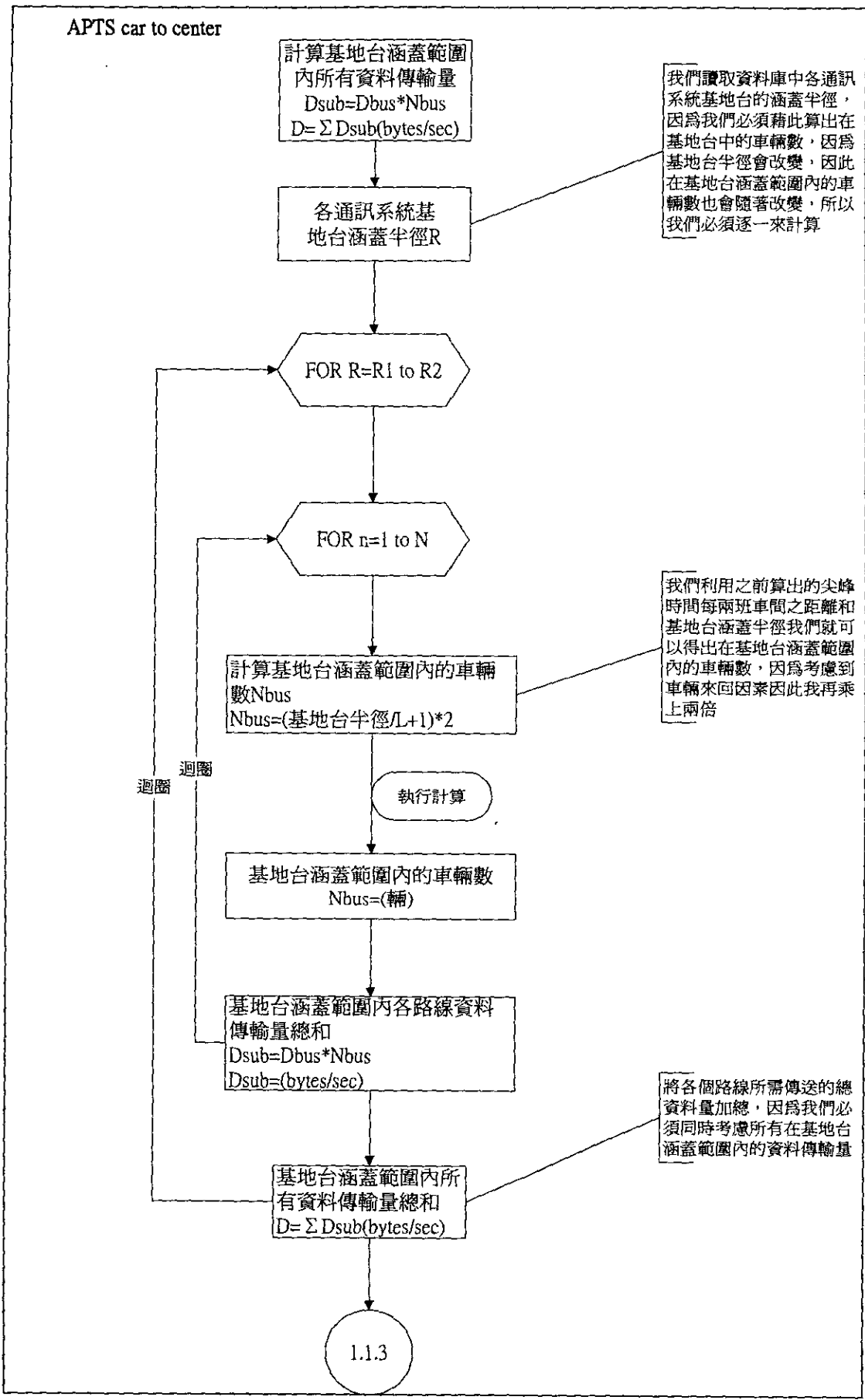


圖 5-12 運算流程與邏輯 4

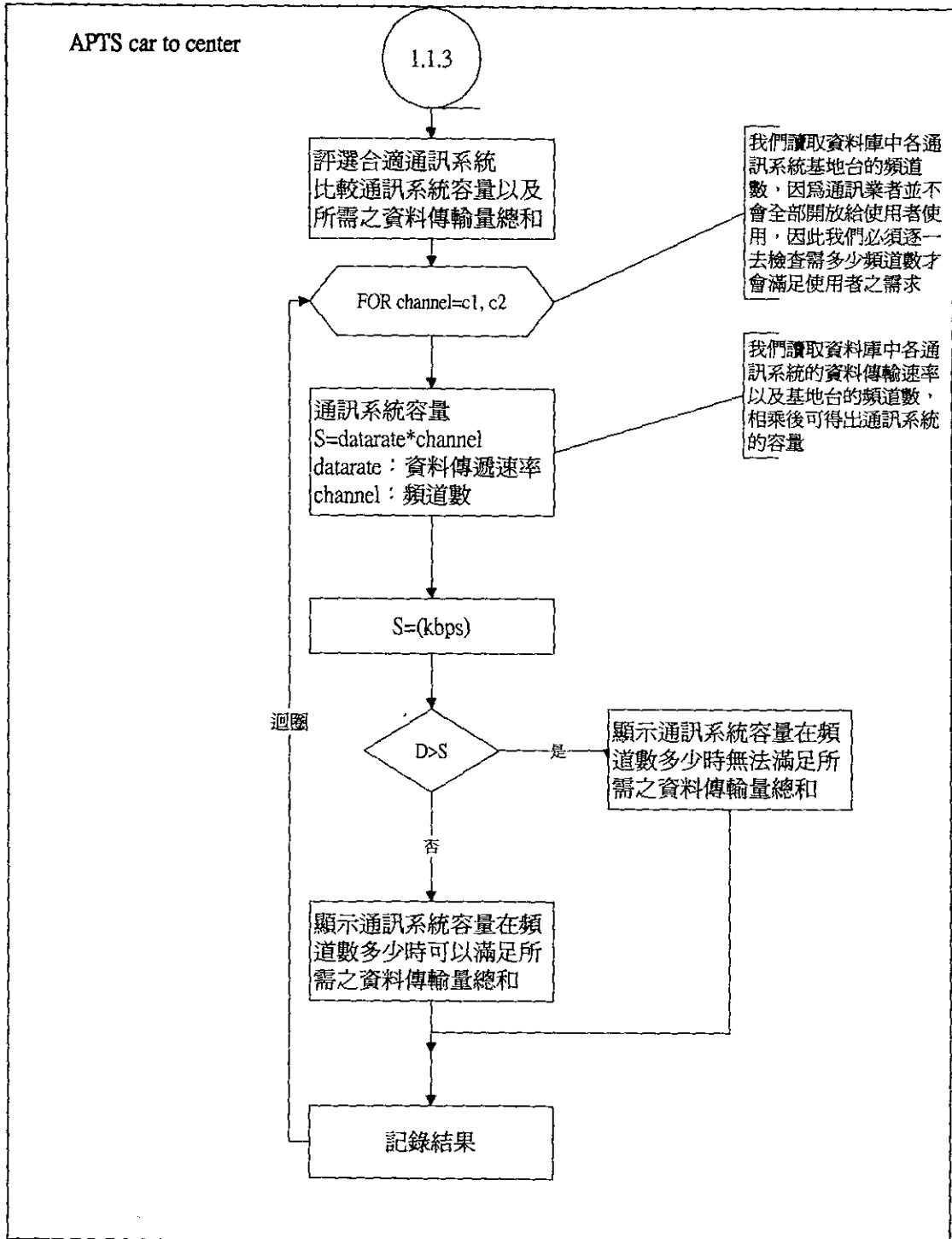


圖 5-13 運算流程與邏輯 5

# 第六章都市公車動態資訊系統驗證

## 6.1 操作說明

本章之目的為以一實際例子說明模式之操作方式及模式的可行性。本章以高雄市公車為實例，以本研究所發展之模式計算通訊需求，並評估各種通訊系統是否達到需求容量。

由高雄市政府之網頁中可以找出高雄市公車之基本資料。網站上顯示高雄市公車路線共有 62 條路線，其中由火車站發車的路線有 23 條路線。因火車站是發車最密集且路線最多的場站，假設火車站附近的通訊需求是最大的。因此，我們可以計算以火車站為場站的通訊需求來代表最大的通訊需求量。

首先，先確認模式計算所需要之路線資料。圖 6-1 為模式計算所需輸入的路線資料。其中行駛最高速度及最低行駛速率我們分別假設為 40km/hr 及 5km/hr。由於資料收集困難，最小站距我們假設為平均站距，為單程行駛距離除以單程站牌個數。公車業者可依實際最小站距輸入此欄位。我們利用地圖，依照比例尺計算場站半徑三公里範圍內之路線實際距離。場站半徑三公里範圍內之而路線最短距離則設為 3 公里，公車業者可依照實際路形規劃最短距離。而平均時速則是利用單程行駛距離除以單程時間。而站牌個數及尖峰發車間距則根據實際路線資料填入。表 6-1 為本例子填入的資料。

APTS 路線資料

新增路線  新增資料  顯示說明

路線編號

基本資料

\* 行駛最高速度  km/hr / 最小站距  km

\* 場站半徑三公里範圍內之路線實際距離  km / 場站

km

\* 平均行駛次數 (由實際站牌間距計算之次數)

(場站半徑三公里範圍內之路線實際距離)  km / 行駛平均時速  km/hr \* 傳輸頻率  / 站牌個數

\* 3600

\* 尖峰發車間距  min \* 最低行駛速率  km/hr / 彎曲度

請輸入預估行程的詳細可能內容

選擇欄位要求填加資料項目

乘客數  時間  速度  方向

其他資訊

圖 6-1 輸入畫面圖

表 6-1 輸入路線資料表

路線 編號	行駛 最高 速度	最小 站距	場站半徑 三公里 內之路線 實際距離	場站半徑 三公里範圍 內之路線 最短距離	行駛 平均 時速	單程 時間	站牌 個數	尖峰 發車 間距	最低 行駛 速率
機場幹線	40	0.5	3.2	3	21.7	35	24	15	5
1	40	0.4	3.6	3	9.3	35	13	8	5
2	40	0.4	5.3	3	19.7	25	20	15	5
5	40	0.3	7.2	3	14.4	38	27	10	5
12	40	0.4	3.2	3	22.4	50	48	10	5
18	40	0.3	8.3	3	14.7	43	33	10	5
24	40	0.5	4.5	3	18.9	35	24	15	5
26	40	0.3	3.3	3	15.8	30	23	15	5
28	40	0.5	5.9	3	18.0	70	44	15	5
36	40	0.4	3.6	3	19.9	25	20	15	5
52	40	0.3	5.3	3	18.7	25	24	15	5
53	40	0.3	5.3	3	18.2	50	45	15	5
56	40	0.5	4.7	3	14.4	25	13	50	5
69	40	0.4	4.5	3	23.3	50	54	10	5
71	40	0.4	3.2	3	17.3	80	57	80	5
73	40	0.3	5.7	3	19.7	25	27	40	5
83	40	0.3	5.0	3	14.9	40	33	20	5
92	40	0.3	5.7	3	7.8	85	41	15	5
93	40	0.3	3.6	3	12.4	28	19	60	5
100	40	0.3	3.5	3	15.6	40	32	10	5
203	40	0.6	5.9	3	27.6	50	41	70	5
245	40	0.4	4.4	3	25.5	60	72	30	5
柴山專車	40	0.6	3.8	3	15.6	45	21	30	5

## 6.2 操作結果

輸入所有路線資料後，可依需要點選計算方式、通訊區段、通訊系統、路線選取及顯示結果，如圖 6-2 所示。

APIS 模式計算

計算方式:  精確值  估計值 (路線數: 0)

通訊區段:  車輛到控制中心  車輛到信號柱  信號柱到控制中心  
 控制中心到站牌  控制中心到信號柱  信號柱到站牌 ( 全選)

通訊系統:  GPRS  CDPD  DabTAC  Trunking Radio  Pager ( 全選)

路線選取:  選取所有路線

路線	傳輸頻率(F)	每筆傳輸量(D)	Dbus=F * D
<input checked="" type="checkbox"/> 路線 1	0.022	37	0.814
<input type="checkbox"/> 路線 2	0.022	37	
<input type="checkbox"/> 路線 3	0.011	37	
<input type="checkbox"/> 路線 a1	0	37	

CDPD:  
 CDPD利用AMPS系統來傳送分封數據資料。運作方式是與AMPS系統共用無線電頻道，在AMPS通話頻道閒置時段傳輸分封數據

每筆傳輸資料量(D)=車輛定位+車機編號+公車行駛速度+公車行駛方向+公車上目前的乘客數+現在傳遞資料的時間  
 車輛定位=13  
 車機編號=8  
 公車行駛速度=2  
 公車上目前的乘客數=2  
 公車行駛方向=6  
 現在傳遞資料的時間=6

結果顯示:  清單表  總結

**開始計算**

圖 6-2 模式計算畫面

所顯示的結果即是代表說，在基地台半徑在一個固定的區間時，需要的頻道數，在此條件界定下的結果是 YES 或是 NO。以 GPRS 為例，其結果代表在基地台半徑 17-22 公里下，當基地台頻道數為 32 個時，其評估結果是可行的；超過 22 公里，23-27 公里時，則需要 40 個頻道數，評估結果才是可行的；在此也說明不可行的情形，基地台頻道數只有 24 個時，在所有的基地台半徑範圍內 17-27 公里都是不可行的情形。其他各通訊系統之總和結果如下列各表所示。

表 6-2 車輛到控制中心

GPRS			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	17-22	32	YES
	23-27	40	YES
	17-27	24	NO
CDPD			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果



MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1-5	YES
DataTAC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDC	2-6	1	YES
RD-LAP	2-28	1	YES
Trunking Radio			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	50	10	NO

表 6-3 車輛到信號柱

DSRC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
Japan	0.03	2	YES

表 6-4 控制中心到站牌

GPRS			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	24-27	32	YES
	24-27	24	NO
CDPD			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	2-5	YES
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1	NO
DataTAC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDC	2-30	1	YES
RD-LAP	2-30	1	YES
Trunking Radio			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	20-50	1	YES
RDS			
RDS	40	1	NO
DARC	40	1	YES

表 6-5 信號柱到控制中心

GPRS			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	27	40	YES
CDPD			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	6	YES
DataTAC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDC	8	1	NO

RD-LAP	2	1	YES
Trunking Radio			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	50	10	NO

表 6-6 控制中心到信號柱

GPRS			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	24-27	32	YES
	24-27	24	NO
CDPD			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	5	YES
DataTAC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
RD-LAP	30	1	NO
Trunking Radio			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
	50	10	NO
RDS			
DARC	40	1	NO

表 6-7 信號柱到站牌

DSRC			
Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 Channel 數	評選結果
Japan	0.03	2	YES

## 第七章 各通訊系統對 ITS 之效能評估

在這個章節以各個通訊系統的最大傳輸量為基準，分別考慮在不同的系統服務及不同的使用環境下，各個通訊系統是否能提供服務，並定義當時所需的最小通道數。統計的結果，可以提供使用者在有限的條件下，得知何種通訊系統可適用在特定的系統服務。

此外，將前述各種通訊系統，分別就涵蓋半徑、每基地台之通道數、傳輸速率、及通訊容量做一整合比較，如表 7-1。其中最大通訊容量，是由最大傳輸速率及系統所能提供之最多通道數相乘之後所計算得到。

表 7-1 各通訊系統整合比較

	涵蓋半徑 (km)	通道數/基地台	最大傳輸速率/ 基地台(Kbps)	最大通訊容量/ 基地台(Kbps)
GPRS	1~27	21~35	171.2	856
CDPD	10	1~6	19.2	115.2
DataTAC	2~30	1	19.2	19.2
Pager			6.3	6.3
TMR	20~50	10	2.4	12
DSRC	0.03~0.1	4~8	1024	8192
RDS	10~25	1	1.1875	1.1875
DAB	up to 96	1	8	72

以下各節為利用上方表 7-1 之各通訊系統數據，加上各 ITS 應用所需傳送資料量數據，分別計算所做的一個各系統效能評估。

<說明 1> 在計算時，以各通訊系統提供之最大資料傳輸速率為標準。並定義  $ch$  = 各個系統可符合通訊需求時所需使用的通道數；另外在 GPRS 定義  $n$  = 載波數  $\times$  時槽數，故  $n$  即為 GPRS 所提供之通道數。

<說明 2> 下面各表所示之車輛數、路線數、信號柱數或偵測器數，皆指在各通訊系統中一個基地台涵蓋範圍內的數量。

## 7.1 APTS 之效能評估

### 7.1.1 車輛到控制中心

基本通訊量之計算：1.車輛定位(13 bytes)

2. ModemID (8 bytes)

3.控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 45 秒傳送一次，故基本通訊量為： $24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 45(\text{sec}) \times \text{車輛數}(N) = 4.27N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-2 APTS-車輛到控制中心

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
500~1000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
1000~1500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
1500~2000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
2000~2500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
2500~3000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
3000~3500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
3500~4000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
4000~4500	OK (n=1)	OK (ch=2)		
4500~5000	OK (n=1)	OK (ch=2)		

由上表可得知，在使用 GPRS 及 CDPD 時，只需利用一個通道即可滿足所有服務。而在使用 DataTAC 及 Trunking Radio 時，在車輛數分別達到 3500 及 2000 時，即使利用了系統在一個細胞內所能提供的最大通道數，亦無法滿足服務需求。

### 7.1.2 信號柱到控制中心

基本通訊量之計算：1.車輛定位(13 bytes)

2.車輛編號(8 bytes)

3.路線編號(3 bytes)

4.控制位元(3 bytes)

5.信號柱 ID (8 bytes)

假設一個信號柱之通訊區域 100m，可同時服務 5 台車輛，並且假設車輛之平均時速為 40 km/h。故在 45 sec 內，總共服務之車輛數約為 25 台。一筆資料共需要 35 bytes，將其乘上 8 換為 bits，且每 45 秒傳送一次，故基本通訊量為： $35(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 45(\text{sec}) \times \text{信號柱數}(N) \times 25 = 155.5N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-3 APTS-信號柱到控制中心

通訊系統 信號柱數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<25	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
25~50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
50~75	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
75~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
100~150	OK (n=2)	OK (ch=2)		
150~200	OK (n=2)	OK (ch=2)		
200~250	OK (n=2)	OK (ch=3)		
250~300	OK (n=3)	OK (ch=3)		
300~350	OK (n=3)	OK (ch=3)		
350~400	OK (n=3)	OK (ch=4)		
400~450	OK (n=4)	OK (ch=4)		
450~500	OK (n=4)	OK (ch=5)		
500~1000	OK (n=8)			
1000~1500	OK (n=11)			
1500~2000	OK (n=15)			

由上表可得知，在使用 GPRS 時，需利用 15 個通道即可滿足所有服務。而在使用 CDPD、DataTAC、及 Trunking Radio 時，在信號柱數分別達到 500、100、及 50 時，即使利用了系統在一個細胞內所能提供的最大通道數，亦無法滿足服務需求。

### 7.1.3 控制中心到站牌

基本通訊量之計算：1.站牌 ID (8 bytes)

2.路線編號(3 bytes)

3.控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 14 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 45 秒傳送一次，故基本通訊量為： $14(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 45(\text{sec}) \times \text{路線數}(N) = 2.49N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-4 APTS-控制中心到站牌

通訊系統 路線數	GPRS	CDPD	Pager	DataTAC	Trunking Radio	RDS	DAB	DTV
<25	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
25~50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)		OK (ch=1)	OK (ch=1)

由上表可得知，除了 RDS，在路線數達到 450 時，無法提供服務外，其餘系統在使用一個通道數時即可滿足所有服務。這是由於在這項服務中，所使用的是對所需要的通訊的路線做廣播，因此所需要的通訊量並不大，所以在大部分通訊系統，均能滿足要求。

### 7.1.4 控制中心到信號柱

- 基本通訊量之計算：
1. 站牌 ID (8 bytes)
  2. 路線編號 (3 bytes)
  3. 控制位元 (3 bytes)

一筆資料共需要 14 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 45 秒傳送一次，故基本通訊量為： $14(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 45(\text{sec}) \times \text{路線數}(N) = 2.49N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-5 APTS-控制中心到信號柱

通訊系統 路線數	GPRS	CDPD	Pager	DataTAC	Trunking Radio	RDS	DAB	DTV
<25	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
25~50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)		OK (ch=1)	OK (ch=1)

由上表可得知，除了 RDS，在路線數達到 450 時，無法提供服務外，其餘系統在使用一個通道數時即可滿足所有服務。這是由於在這項服務中，所使用的是對所需要的通訊的路線做廣播，因此所需要的通訊量並不大，所以在大部分通訊系統，均能滿足要求。

## 7.2 ATIS 之效能評估

### 7.2.1 路口偵測器到控制中心

- 基本通訊量之計算：
1. 偵測到之車輛數(4 bytes)
  2. modem ID(8 bytes)
  3. 路口編號(1 byte)
  4. 控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 16 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 秒傳送一次，故基本通訊量為： $16(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 5(\text{sec}) \times \text{偵測器數}(N) = 25.6N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-6 ATIS-路口偵測器到控制中心

通訊系統 偵測器數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
500~1000	OK (n=2)	OK (ch=2)		
1000~1500	OK (n=2)	OK (ch=2)		
1500~2000	OK (n=3)	OK (ch=3)		
2000~2500	OK (n=3)	OK (ch=4)		
2500~3000	OK (n=4)	OK (ch=4)		
3000~3500	OK (n=5)	OK (ch=5)		
3500~4000	OK (n=5)	OK (ch=6)		
4000~4500	OK (n=6)	OK (ch=6)		
4500~5000	OK (n=6)			

由上表可得知，在使用 GPRS 時，需利用 6 個通道即可滿足所有服務。而在使用 CDPD、DataTAC、及 Trunking Radio 時，在偵測器數分別達到 4500、500、及 450 時，即使利用了系統在一個細胞內所能提供的最大通道數，亦無法滿足服務需求。



## 7.2.2 探針車輛到控制中心

基本通訊量之計算：1.車輛定位(13 bytes)

2.modem ID (8 bytes)

3.控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 秒傳送一次，故基本通訊量為： $24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 5(\text{sec}) \times \text{車輛數}(N) = 38.4N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-7 ATIS-探針車輛到控制中心

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
500~1000	OK (n=2)	OK (ch=2)		
1000~1500	OK (n=3)	OK (ch=3)		
1500~2000	OK (n=4)	OK (ch=4)		
2000~2500	OK (n=5)	OK (ch=5)		
2500~3000	OK (n=6)	OK (ch=6)		
3000~3500	OK (n=7)			
3500~4000	OK (n=8)			
4000~4500	OK (n=9)			
4500~5000	OK (n=9)			

由上表可得知，在使用 GPRS 時，需利用 9 個通道即可滿足所有服務。而在使用 CDPD、DataTAC、及 Trunking Radio 時，在偵測器數分別達到 3000、500、及 300 時，即使利用了系統在一個細胞內所能提供的最大通道數，亦無法滿足服務需求。

## 7.3 ATMS 之效能評估

### 7.3.1 路口偵測器到控制中心

基本通訊量之計算：1.偵測到之車輛數(4 bytes)

2.modem ID (8 bytes)

3.路口編號(1 bytes)

4.控制位元(3 bytes)

5.信號柱 ID(8 bytes)

一筆資料共需要 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 分鐘傳送一次，故基本通訊量為： $24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits}/\text{byte}) / 300(\text{sec}) \times \text{偵測器數}(N) = 0.64N$  bits/sec。

表 7-8 ATMS-路口偵測器到控制中心

通訊系統 偵測器數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio	DSRC
<50	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
50~100	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
100~150	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
150~200	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
200~250	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
250~300	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
300~350	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
350~400	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
400~450	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
450~500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
500~1000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
1000~1500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
1500~2000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
2000~2500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
2500~3000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
3000~3500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
3500~4000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)	OK(ch=1)
4000~4500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)	OK(ch=1)
4500~5000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)	OK(ch=1)

由上表可得知，由於傳輸頻率很小，因此不論使用何種系統，均能提供所有的服務。

### 7.3.2 控制中心到路口偵測器

基本通訊量之計算：1.偵測到之車輛數(3 bytes)

2.O-D (6 bytes)

3.方向(1 byte)

4.路線編號 (3 bytes)

5.資料來源 (1 byte)

6.事故種類 (1 byte)

7.發生時間 (6 bytes)

一筆資料共需要 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 分鐘傳送一次，故基本通訊量為： $24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits}/\text{byte}) / 300(\text{sec}) \times \text{路線數}(N) = 0.64N \text{ bits}/\text{sec}$ 。

表 7-9 ATMS-控制中心到路口控制器

通訊系統 路線數	GPRS	CDPD	Pager	DataTAC	Trunking Radio	RDS	DAB	DTV
<25	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
25~50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)

由上表可得知，由於傳輸頻率很小，因此不論使用何種系統，均能提供所有的服務。

## 7.4 CVO 之效能評估

### 7.4.1 車輛到控制中心

- 基本通訊量之計算：
1. 車輛定位(13 bytes)
  2. 車輛編號 modem ID(8 bytes)
  3. 控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 分鐘傳送一次，故基本通訊量為： $24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 300(\text{sec}) \times \text{車輛數}(N) = 0.64N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-10 CVO-車輛到控制中心

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
50~100	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
100~150	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
150~200	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
200~250	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
250~300	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
300~350	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
350~400	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
400~450	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
450~500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
500~1000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
1000~1500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
1500~2000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
2000~2500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
2500~3000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
3000~3500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
3500~4000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
4000~4500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
4500~5000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)

由上表可得知，由於傳輸頻率很小，因此不論使用何種系統，均能提供所有的服務。

## 7.4.2 地磅到控制中心

- 基本通訊量之計算：
- 1.地磅編號 (3 bytes)
  - 2.車牌號碼 (4 bytes)
  - 3.車輛重量 (3 bytes)噸
  - 4.時間 (6 bytes)
  - 5.控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 22 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 5 分鐘傳送一次，故基本通訊量為： $22(\text{bytes}) \times 8(\text{bits}/\text{byte}) / 300(\text{sec}) \times \text{地磅數}(N) = 0.587N$  bits/sec。

表 7-11 CVO-地磅到控制中心

通訊系統 地磅數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
0~5	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
5~10	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
10~15	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
15~20	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
20~25	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
25~30	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
30~35	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
35~40	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
40~45	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
45~50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)

由上表可得知，由於傳輸頻率很小，因此不論使用何種系統，均能提供所有的服務。

## 7.5 ETC 之效能評估

### 7.5.1 車輛到收費站

基本通訊量之計算：1.User ID (10bytes)

2.控制位元(3 bytes)

因為車輛傳送到收費站單次傳送的訊息量很小，只有 13bytes，而 DSRC 系統的傳輸量可達到 1024Kbits/sec，因此能提供必須的服務。

### 7.5.2 收費站到控制中心

基本通訊量之計算：1.User ID (10bytes)

2.控制位元(3 bytes)

一筆資料共需要 13 bytes，將其乘上 8 換為 bits，並且每 10sec 傳送一次，故基本通訊量為： $13(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 10(\text{sec}) \times \text{車輛數}(N) = 10.4N \text{ bits/sec}$ 。

表 7-12 ETC-收費站到控制中心

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
50~100	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
100~150	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
150~200	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)
200~250	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
250~300	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
300~350	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
350~400	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
400~450	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=2)
450~500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=3)
500~1000	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	OK(ch=5)
1000~1500	OK(n=1)	OK(ch=1)	OK(ch=1)	
1500~2000	OK(n=1)	OK(ch=2)		
2000~2500	OK(n=2)	OK(ch=2)		
2500~3000	OK(n=2)	OK(ch=2)		
3000~3500	OK(n=2)	OK(ch=2)		
3500~4000	OK(n=2)	OK(ch=3)		
4000~4500	OK(n=2)	OK(ch=3)		
4500~5000	OK(n=3)	OK(ch=3)		

由上表可知，在使用 GPRS 及 CDPD 時，只需利用 3 個通道即可滿足所有服務。而在使用 DataTAC,及 Trunking Radio 時，在車輛數分別達到 1500 及 1000 時，即使用上系統在一個細胞內所能提供的最大通道數，亦無法滿足服務需求。

## 第八章 結論與建議

### 8.1 結論

1. 本研究參考了國內外文獻，深入探討多種通訊網路的特性及所用通訊標準，包括廣域雙向傳輸之 GPRS 系統、CDPD 系統、DataTAC 系統、Pager 系統、及廣域單向傳輸之 RDS 系統、DAB 系統、DTV 系統等。經過分析後，將各種重要參數，如操作頻率、訊號頻寬、通道數、基地台半徑、傳輸速率、調變方式等，整理成表，並建成電子資料庫，以備查詢使用。
2. 本研究同時針對智慧型運輸系統中 APTS、ATIS、ATMS、CVO、ETC 的各項應用，分別研擬其所需的通訊架構，並根據各通訊架構中的不同通訊區段，發展計算模式，以評估 ITS 各項應用的通訊需求。
3. 結合了上述通訊網路資料庫及 ITS 通訊需求計算模式，本研究完成了一套「決策支援系統(DSS)」電腦軟體，以作為研擬各項 ITS 應用課題所需通訊網路的初步決策參考。決策者依據不同應用課題，輸入適當參數（如車輛數、公車路線、路況訊息等），此決策支援系統即依據內建之計算模式求出其通訊需求量，在根據資料庫內所建立的通訊網路特性，尋找適用的通訊網路及其滿足該通訊需求時所需之建構條件，如最少頻道數及最大基地台半徑等。利用此決策支援軟體，本研究以高雄市公車動態資訊系統為例，評估分析了多種通訊網路的效能。
4. 最後根據所建立的通訊網路資料庫及通訊需求計算模式，本研究也已針對各種 ITS 應用課題，在適當的假設條件下，分析並評估各種通訊網路的可應用性。
5. 由分析結果發現，在下傳的通訊應用上，如 APTS 中由控制中心到站牌、控制中心到信號柱、及 ATMS 中由控制中心道路口偵測器的資料傳輸中，由於多屬資訊廣播性質，因此絕大部分的通訊網路都能滿足其通訊需求。而在上傳的通訊應用上，由於為多對一的通訊（如車輛到控制中心、偵測器到控制中心、或信號柱到控制中心等），整體通訊量隨使用者數目等比增加，因此當車輛或偵測器的數目增加到一定程度時，某些傳輸速率低且通訊頻道少的通訊網路（如 Trunking Radio 及 DataTAC）便將無法承擔其通訊需求。解決之道是必須要求這些通訊網路業者在現有頻道中，再增加額外頻道，且必須專屬 ITS 使用。

### 8.2 建議

1. 為滿足各 ITS 子系統之所有通訊需求，須結合數種通訊網路架構。如何將不同的通訊網路技術結合，使各種 ITS 資訊能暢行其間，建議可在未來的研究

中予以完成。

2. 未來可考慮多舉辦說明會或成果發表會，加強推廣本研究之決策支援系統。
3. 為使本決策支援系統的評選結果更為準確，可考慮加入地理資訊系統，並設法取得當地通訊網路基地台資料（如實際之基地台位置、涵蓋範圍、頻道數等）。
4. 在計算模式及通訊網路的選擇上，限於目前及可見未來的應用條件下處理。未來若有新的應用技術加入，本系統需適當擴充以符合未來的需求。

建議事項彙整表

建議事項	說明	執行單位	備註
不同通訊網路架構間之整合研究	為滿足各 ITS 子系統之所有通訊需求，須結合數種通訊網路架構。如何將不同的通訊網路技術結合，使各種 ITS 資訊能暢行其間，建議可在未來的研究中予以完成。	各大學或相關研究單位	第八章
舉辦說明會或成果發表會	未來可考慮多舉辦說明會或成果發表會，加強推廣本研究之決策支援系統。	交通部	
於決策支援系統中加入地理資訊系統	為使本決策支援系統的評選結果更為準確，可考慮加入地理資訊系統，並設法取得當地通訊網路基地台資料（如實際之基地台位置、涵蓋範圍、頻道數等）。	各大學或相關研究單位	
根據新的 ITS 應用，適當擴充決策支援系統功能	在計算模式及通訊網路的選擇上，限於目前及可見未來的應用條件下處理。未來若有新的應用技術加入，決策支援系統需適當擴充以符合未來的需求。	各大學或相關研究單位	



## 參考文獻

- [1] 毛治國，智慧化運輸系統的特性與我國的推動策略。
- [2] 胡守任，智慧型運輸系統(ITS)概述。
- [3] 張連成，無線通訊技術在台灣 ITS 發展之重要性，中華民國運輸學會第 13 屆論文研討會，民國八十七年。
- [4] 中華智慧型運輸系統協會，台灣地區智慧型運輸系統實驗城規劃計畫一，民國八十七年。
- [5] 李昱偉，無線數據產業的良具 CDPD，通訊雜誌 1997/4。
- [6] 逢甲大學交通工程與管理學系，第一代通訊技術—行動數據暨中繼式無線電系統介紹，民國八十七年十一月。
- [7] J. D. Gibson, ed., *The Mobile Communications Handbook*. FL: CRC Press, 1996.
- [8] Y. Zhao, *Vehicle Location and Navigation Systems*. MA: Artech House, 1997.
- [9] S. D. Elliott and D. J. Dailey, *Wireless Communications for Intelligent Transportation Systems*. MA: Artech House, 1995.
- [10] K. Chen and J. C. Miles, ed., *ITS Handbook 2000: Recommendations from the world Road Association (PIARC)*. Artech House ITS library, 1999.
- [11] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*. NJ: Prentice Hall, 1996.
- [12] W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunications: Analog and Digital Systems*, 2<sup>nd</sup>. New York: McGraw-Hill, 1995.
- [13] M. Sreetharan and R. Kumar, *Cellular Digital Packet Data*. MA: Artech House, 1996.
- [14] V. O. K. Li and X. Qiu, "Personal communication systems (PCS)," *Proc. IEEE*, vol. 83, No. 9, pp. 1210-1243, Sept. 1995.
- [15] 王信淵，整合型車輛監控及交通資訊系統之建議，民國八十四年六月。
- [16] J. Cai and D. Goodman, "General packet radio service in GSM," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 35, no. 10, pp. 122~131, Oct. 1997.
- [17] G. Brasch and B. Walke, "Concepts, services, and protocols of the new GSM phase 2+ general packet radio service," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 35, no. 8, pp. 94~108, Aug. 1997.
- [18] ETSI, "GSM 03.60 General packet radio service (GPRS): Service description, Stage 2," v. 5.2.0, Jan. 1998.

- [19] ETSI, "GSM 03.64 General packet radio service (GPRS): Overall description of the GPRS radio interface, Stage 2," v. 6.0.0, Oct. 1998.
- [20] ETSI, "GSM 04.60 General Packet Radio Service (GPRS); Mobile Station (MS) - Base Station System (BSS) interface; Radio Link Control/Medium Access Control (RLC/MAC) protocol," v. 2.0.0, June 1998.
- [21] M. W. Oliphant, "The mobile phone meets the Internet," IEEE Spectrum, pp. 20~28, Aug. 1999.
- [22] 孫善政, 行動數據通訊之發展趨勢研究, 民國八十八年六月。
- [23] 李宗耀, 我國行動數據通訊服務的發展機會分析, 民國八十五年六月。
- [24] 資訊工業策進會, 美國行動數據市場現況與趨勢, 2000。
- [25] 資訊工業策進會, 無線電通訊發展趨勢分析, 2000。
- [26] ISO TC204 WG15 Committee of Japan, "Dedicated Short Range Commun. 5.8GHz Full Duplex Active DSRC", Mar. 1999.
- [27] Robert B. Kelly, Douglas L. Povich, and Katherine S. Poole, "Petition of the ITS America for Amendment of the Commission's Rules To Add ITS as a New Mobile Service With Co-primary Status in the 5.850 to 5.925GHz", May. 1997.
- [28] ARINC, Annapolis, Georgia Tech Research Institute, and Georgia Institute of Technology "Spectrum Requirements For Dedicated Short Range Commun. (DSRC) Public Safety and Commercial Applications", July 1996.
- [29] Heinrich Bantli, Ph.D., Edmund Ring, Edward Goff, Ph.D., "Requirements for Dedicated Short Range Vehicle to Roadside Communication", June 1999.
- [30] Wolfgang Detlefsen, Wilhelm Garbow, "Interoperable 5.8GHz DSRC Systems as Basis for Europeanwide ETC Implementation"
- [31] Ray Yuan, "North American Dedicated Short Range Communications (DSRC) Standards", June 1999.
- [32] Pierre Clement, Eric Gourmelen, Thomcast Cesson-Sebigne, "Internet and Television Convergence : IP and MPEG-2 Implementation Issues", 2000 Broadcast Engineering Conference Proceedings, April 11, 2000.
- [33] 劉忠祺, "RDS 連載"。
- [34] 洪清標, "多媒體廣播介紹," 工研院電通所。
- [35] 林一平, 行動電話及數據網路管理, 1版, 維科出版社, 1999。
- [36] Mark Brownstein / 劉順鍾譯, "0 與 1 BYTE 科技雜誌中文版", 1997.11, No.199 寬頻網路服務的攻防戰。
- [37] 倚天雜誌, March, 1997 vol.109 p79~p83。

- [38] <http://www.ba.ntust.edu.tw/adsl/adsl.htm>
- [39] <http://www.rds.org.uk/rds98/rds98.htm>
- [40] <http://atm5.cis.nctu.edu.tw/~ydlin/course/cn/Interactive/index.htm>
- [41] <http://www.cs.nccu.edu.tw/~s8225/adsl/ADSL.html>
- [42] <http://www.cs.nccu.edu.tw/~s8207/nii/adsl.htm>
- [43] <http://www.tku.edu.tw/Chinese/Educational/ADSL/>
- [44] <http://www.is.net.tw/products/internet/1997/09/0922.html>
- [45] <http://hope.com.tw/cdmag/cd9612/3117.html>
- [46] <http://hope.com.tw/cdmag/cd9703/3413.html>
- [47] <http://www.unisys.com.tw/news/issue43/p20.htm>
- [48] <http://www.domedia.com.tw/ne11b.htm>
- [49] <http://www.brainnew.com.tw/content/na860401.htm>
- [50] <http://www.stic.gov.tw/stic/1/107/archive/volume/860908.htm>
- [51] <http://www.stic.gov.tw/stic/1/107/archive/volume/860915.htm>
- [52] <http://www.chtn.com.tw/business/adsl860616.htm>
- [53] <http://www.ccl.itri.org.tw/Text/3C/v-20/index.html#11.htm>
- [54] <http://www.inparty.com.tw/week.htm>
- [55] <http://pccomputing.infopro.com.tw/current/net2.htm>
- [56] <http://www.chief.com.tw/grandsoft/gim/008/atr343.htm>
- [57] <http://www.dgps.com.tw/ua221.htm>
- [58] <http://www.digitaldj.com/eng/techno.htm>
- [59] <http://www.oki.co.jp/semi/english/tmmux.htm>
- [60] <http://www.intodia.co.kr/darc.htm>
- [61] <http://www.mem.com.tw/m143/m14312.htm>
- [62] <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/>
- [63] <http://www.aces.co.id/menu.htm>
- [64] <http://www.mem.com.tw/m140/m14014.htm>
- [65] <http://www.cestw.com.tw/index2.htm>
- [66] <http://www.lmtelecom.com/error.htm>
- [67] <http://www.gigigaga.com.tw>
- [68] <http://www.itu.int>
- [69] <http://www.3gpp.org>
- [70] <http://www/3gpp2.org>

## 附錄 A 期中報告會議記錄

審查委員	問題	答覆
台灣大學 江簡富教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 通訊需求分析中，計算公車路線均採用單一公車路線雙向模式來分析，實際上同一公車站均有多線公車經過，請於期末報告中加入多路線之通訊需求分析。</li> <li>2. 報告書第 8 頁中，提到一次瞬時通訊量為 48bytes，如何與系統通訊容量 bps 換算？</li> <li>3. 通訊需求計算均以兩站間至少傳一筆資料為例，是否有必要考慮傳兩筆資料？</li> <li>4. 傳輸資料項目中，在哪些場合或應用可加入語音？請在報告書中加入分析。</li> <li>5. 本次報告未對我國所需之通訊網路及相關通訊標準進行詳細分析，請於期末報告中加入。</li> <li>6. 本系統將建立決策支援系統 (DSS)，但依目前之通訊需求分析似乎所有通訊方式均會符合需求，若使用者必須挑選較合適之通訊方式，應再加入哪些準則 (Criteria)？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書中之通訊量計算範例均以單一路線計算，實際上會將所有路線加總起來計算。</li> <li>2. 有關瞬時通訊量為 48bytes，乃是 48bytes per second 之意，另外 48bytes 乃一台車之通訊量，涵蓋範圍之總通訊量尚須以所有路線來考量。</li> <li>3. 兩站間可以傳兩筆資料。</li> <li>4. 在 DSS 系統中，使用者傳輸的項目及頻率是可以依使用者之需求來選擇的，語音的傳輸也會加入本案傳輸項目中。</li> <li>5. 本報告中已加入我國所需之通訊網路及相關通訊標準之分析，期末報告中會再加強。</li> <li>6. 評選無線通訊平台時，涵蓋面積是相當重要的，期末報告中將加入每一種通訊平台之涵蓋面積。DSS 系統將建議，在 worst case 下，基地台之半徑是多少、通訊容量為何，才可達到使用者需求。</li> </ol>
電信總局 曹策宏科長	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國內現有通訊方式之探討，請加入副載波 (RDS)、數位音訊廣播 (DAB) 及數位電視 (DTV) 之探討。</li> <li>2. 通訊方式探討時，可否加入相關法令規章之探討，以檢視目前是否有規定不足或需修改之地方？希望研究單位可提出相關建言，讓業務管理單位及早因應。</li> <li>3. 在計算通訊需求量時，請考慮實際上會產生多少 Datarate 之需求？以及這些 Datarate 該用多少通訊頻寬來因應？通訊業者需</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有關 RDS、DAB、DTV 之探討將於期末報告中提出。</li> <li>2. ITS 應用應考慮未來之頻率、頻寬需求，讓電信單位開放新系統時可及早因應。</li> <li>3. 報告中已討論。</li> </ol>

	提供多少 Channel、Slot 來配合？	
<p>資策會 蕭偉政經理</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書 P3-11 提到「已選定 CDPD 為提供交通及路徑導引資訊的優先考慮網路」，所引用資料為何？似乎與 P3-12 之結論：「基於此，因此在美國 CDPD 系統並未廣泛建構」有所衝突？</li> <li>2. 第三章中有關 CDPD、GPRS 之介紹請加入結論以及兩者之比較。</li> <li>3. 報告書 P4-15 之表 4-1，基本資料傳輸量須使用多少頻寬？亦即 user data rate、gross data rate 間之關係為何？另表中所提六項通訊需求哪些是有線、哪些是無線、以及是否可共用路徑？請加說明。</li> <li>4. 運研所有做過路口號誌傳輸所需相關數據資料，研究單位可參考引用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上述文句的主要出處為 "Vehicle Location and Navigation Systems," (by Yilin Zhao, Boston: Artech House, Inc., 1997) 這本書。另外，在 Odetics Intelligent Transportation Systems Division 為 Federal Highway Administration, US Department of Transportation 所寫的文件 (<a href="http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/jpodocs/repts_pr/45m01!.pdf">http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/jpodocs/repts_pr/45m01!.pdf</a>) 中，在介紹了幾種通訊網路後，亦特別針對 CDPD 做模擬與分析，可見其對 CDPD 的重視。</li> <li>2. 期末報告中將加入 CDPD、GPRS 結論以及兩者之比較。</li> <li>3. 有關 gross data rate 中 CRC code、checksum、IP 等之 overhead 評估乃業者須提供，本案無法對所有系統來提出其 overhead。通訊需求分析圖中，有線網路乃以實線表示，無線網路則以虛線表示。</li> <li>4. 本團隊將參考引用之。</li> </ol>
<p>交通部 吳玉珍 主任秘書</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案 DSS 中資料庫範圍為目前通訊網路技術，而未來新的網路則可由現有架構及欄位屬性中，由相關單位填入資料，即可增加一筆新的通訊網路資料。</li> <li>2. 模式庫則依據研究範圍幾個 ITS 應用，並配合綜技組正進行之 ITS 系統架構分析中所界定之課題，來進行需求分析，進而引用先前建立之資料庫，而來評選適當之通訊方式。新模式之增加，</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝吳主任秘書的意見與補充。</li> <li>2. DSS 系統架構將於第一章就先介紹。</li> <li>3. 有關彎繞度均置之假設可能會有高估或低估之情形，此一部份將參考運研所出版「運輸地理資訊系統在公路汽車客運管理上之應用」報告書中有關彎繞度之計算公式，再作修改來因應。</li> <li>4. 本研究主要對象是評選小系統，亦即是 APTS 應用下之某一課題(小系統)，但 DSS 則具</li> </ol>

	<p>則可參考各應用課題先前建立之模式經驗及需求分析，再由相關單位建立。</p> <p>3. 本研究只探討技術面問題，對於成本面及法規面則不要求研究單位納入本研究中。</p> <p>4. DSS 應從第一章就先行介紹，如此才可將整個計畫的背景及目的交代清楚。</p> <p>5. 通訊需求量計算時，均以 R(彎繞度)來計算涵蓋面積之車輛數，但若某路線過分彎曲則 R 值之代表性就不高，請訂定不同路線彎繞度之計算方式。</p> <p>6. 發展出之 DSS 系統將對個別 ITS 課題建議通訊方式為何，請以更上一層來考慮若多個課題，或 ATIS、APTS 須一併考慮時，通訊方式該如何選擇？</p>	<p>分析 APTS(大系統)之能力。本研究將整理出每一通訊系統可 support 哪些 ITS 之應用。</p>
<p>綜合技術組 胡守任 高級分析師</p>	<p>1. 通訊網路介紹時請加入有線網路之探討。</p> <p>2. ITS 綱要計畫已有更新，本組可提供相關資料供研究團隊參考。</p> <p>3. 資料更新週期及傳輸量需求分析，可否多個課題一併考慮？</p> <p>4. 通訊方式評選時，請加入傳輸成本、生命週期之分析。</p> <p>5. 評選準則挑選時可從三方面著手：明確性、資料取得容易、可重複使用，以上提供研究團隊參考。</p>	<p>1. 謝謝胡博士提供的資訊，本研究團隊將慎重參考。</p> <p>2. 期末報告中將加入有線網路之探討。</p> <p>3. 生命週期之探討乃由業者來維護負責，本案將不納入。有關成本因素之探討，本案僅以技術面來考量，成本未納入。</p>
<p>運輸安全組 張開國副組長</p>	<p>1. 報告書中第一章緒論太簡略，請再補充；另外本案所評選的對象是小系統還是大系統，請說明。</p> <p>2. 通訊系統整理很完整，但缺少比較分析及其他特性分析。</p>	<p>1. 期末報告中將擴充第一章內容。本研究主要對象是評選小系統，亦即是 APTS 應用下之某一課題(小系統)，但 DSS 則具分析 APTS(大系統)之能力。</p> <p>2. 報告書中已有對不同通訊系統的分析與比較。</p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 報告書中對 APTS 中之公車及 ATMS 中之號誌均有作通訊需求分析，但若使用者須發展 APTS 及 ATMS 相關之公車優先號誌系統，可否使用本系統來評選通訊方式？</li> <li>4. 評選通訊方式時請考慮未來的需求，另外資料傳輸大小是否有彈性空間？是否因系統特性不同而有不同的調整空間？</li> <li>5. DSS 之指標，除了考慮需求面外，還須考慮成本效益、法規面、技術面...等因素，若不考慮，是否可放於 DSS 系統之資料庫中？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 公車優先號誌系統主要採有線通訊，而本計畫 DSS 係用以評選無線通訊系統。</li> <li>4. 本研究已將未來需求納入考量。不同系統可有不同彈性空間。</li> <li>5. 生命週期之探討乃由業者來維護負責，本案將不納入。有關成本因素之探討，本案僅以技術面來考量，成本未納入。</li> </ol>
<p style="text-align: center;">水</p> <p>運輸資訊組 王穆衡副組長</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書中第三章及第五章之內容及編排請調整。</li> <li>2. 第四章中有關計算通訊量之公式，請說明其意義。</li> <li>3. 期末報告書之編排請依照本所相關規定。</li> <li>4. DSS 中在分析通訊需求量時，應加入原系統中已有之服務負載。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 期末報告中，第三章將併入第五章。</li> <li>2. 期末報告中將加強說明有關計算通訊量之公式。</li> <li>3. 期末報告書之編排將依照貴所相關規定。</li> <li>4. 原系統中已有之服務負載屬各通訊系統商業機密，無法獲悉。</li> </ol>
<p>運輸資訊組 周家慶 高級分析師</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告中通訊涵蓋範圍均以圓形代表，但實際上可能是蜂巢式或其他方式，不同之型式是否有類似幾何參數可加入來計算涵蓋率？</li> <li>2. 有線網路分析請加入 Cable Modem 之探討。</li> <li>3. 簡報資料 P17 中，Roaming Capability 項有 supported 和 yes，兩者有何差異？</li> <li>4. 決策支援系統中所考慮的因素，是否均是一樣的權重，還是可使用不同的權重？另外成本因素在未來擴充需求中可否給予某些權重，而成為評選之因素之一？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不同區域涵蓋範圍之 cell 形狀均會不同，所以本案評估出來之通訊需求量是大概值，並無法做到非常的精確。</li> <li>2. Cable Modem 部份於期末報告將會詳加介紹。</li> <li>3. 兩者意義一樣，期末報告中將統一。</li> <li>4. 決策支援系統中所考慮的都是必要因素，無所謂權重問題，但對各因素的需求範圍會因不同應用而有不同。成本大小會因使用量的多寡而有很大不同，本案僅以技術面來考量，成本未納入。</li> </ol>

交通部科顧室 鍾永明先生 書面意見	中華電信研究所在毛次長指示下，也在做 ITS 相關課題應選用何種通訊方式之研究，請研究單位與其聯絡並做經驗交流。	謝謝提供資訊，本研究團隊將與之經驗交流。
運輸資訊組 書面意見	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每一通訊需求均有基本資料項目及總傳輸量，但未對各項目所需之傳輸量(byte 數)作說明，建議加入各項目之通訊需求量說明。</li> <li>2. 第五章通訊系統分析中將各通訊系統之規格及相關標準均有詳細之介紹，但表中有些數據計算過程或前後章節未提及之專有名詞，建議於表下方以註解方式稍加說明。如 P5-16 頁中 Max Capacity /cell 為 428kbps 是如何算出，及 Security 為 A5 Ciphing algorithm 所指為何？</li> <li>3. 報告書編寫建議 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)第四章通訊需求分析圖中之部份圖形內文字請調整置中。</li> <li>(2)圖標題在下，表標題在上，且每一圖表皆需有名稱說明。並請於報告書中加入圖目錄及表目錄。</li> <li>(3)各章節請加入一段前言再進入小節，若小節為表格亦請於表前加一段描述說明。</li> <li>(4)計畫進行中，交大曾多次與各通訊業者召開會議，建議將討論的相關內容及會議紀錄加入本報告書中。</li> </ol> </li> </ol>	以下僅遵照指示辦理。
主席裁示	1. 第四章子系統通訊需求分析部分請先就各系統(APTS、ATIS、	以下僅遵照指示辦理。



	<p>ATMS、CVO)所包含之子系統做分析探討後，再開始做通訊需求分析。</p> <p>2. ETC(電子收費系統)是國內目前熱門的應用課題，希望本計畫可做一些探討(建議納入研究範圍中)。</p> <p>3. 第五章通訊系統分析請加入RDS(副載波)、cable modem 之國內目前發展應用現況。</p> <p>4. APTS 由一條變多條路線之通訊需求有否特別考慮之處？請予以研究。</p> <p>5. 通訊網路評選考慮因素中，哪些因素在 ITS 應用上是須特別注意的？另外生命週期、頻寬、成本...等問題請加入敘述說明。</p> <p>6. 通訊網路評選時，若須在已存在之現有系統中再重新評選時有何考慮因素？請予以研究。</p> <p>7. 為了讓使用者更能了解本計畫內容，請將各子系統及其應用課題、通訊需求分析、可應用之通訊方式整理成如附表 1。</p> <p>8. 各位專家學者及所內同仁的建議及書面意見，請研究單位參考並於期末報告中有所回應。</p>	
--	---	--

附表 1

子系統	應用課題	通訊需求	可應用通訊方式
ATIS	1. 路徑指引 2. 乘客服務資訊 3. 旅行中駕駛資訊 4. 行前旅行資訊 5. 停車資訊 : :	路口偵測器→信號柱	通訊方式 1、通訊方式 2...
		信號柱→控制中心	通訊方式 1、通訊方式 2...
		探針車輛→控制中心	通訊方式 1、通訊方式 2...
		控制中心→加值業者	通訊方式 1、通訊方式 2...
		: :	: :
APTS			
:			

## 附錄 B 期末會議記錄

審查委員	問題	答覆
ITS 協會 陶冶中秘書長	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書第三章和第五章有很多重覆的地方，建議在第二章之後立即加入 ITS 通訊之實體架構。此外，在系統技術之介紹上，最好分為有線、無線，無線再分為長距、短距。</li> <li>2. ATMS 是 ITS 之靈魂基礎，其資料需求量絕對遠超於其他系統，包括將來影像傳輸絕對是主流，若考慮進來則在第一關便已刪去了許多通訊系統，故 ATMS 對於有線技術之依賴度仍然很高。</li> <li>3. 另外在技術介紹上，應考慮紅外線 DSRC 部份，在東京 7-eleven 許多人用 PDA 以紅外線 download mobile database。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 關於報告書第三章和第五章的混淆，當初 RFP 要求希望有國外的通訊網路回顧，所以編排第三章為回顧，而第五章則是對國內有用到之通訊網路，做較細節的說明。既然有許多委員提出此點，我們將把第三章和第五章做一個合併說明。</li> <li>2. 關於有線與無線的部份，若是傳輸影像的話，在許多情形下必須使用有線系統，但事實上在許多無線的系統，例如 DSRC、第三代行動通訊，其容量都很高而有機會來傳送影像資料。</li> <li>3. 針對 DSRC 之部份，事實上在報告書第五章中有詳細的介紹，包括歐洲、美國、日本這三個主要的區域。</li> </ol>
台大 江簡富教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 路徑之彎曲度在實際評選較用不到，實際評選主要是用到最高速度和最短站距來估算最大可能之通訊量。</li> <li>2. 如陶秘書長所言，以技術面來評估稍嫌樂觀。若考慮以下幾個因素，可能對評選模式有所加強：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 在計算時考慮到較不好之情況，例如有幾部車在某一範圍內，同時在傳送會增加通訊量。</li> <li>(2) 在 call setup，接線和掛線可能也需花上一些時間。若考慮了以上因素，各通訊系統要滿足需求之頻道數會增加，亦即工程上在分析或設計完後乘上一安全因素，做為初步之改善方式。</li> </ol> </li> <li>3. 在投影片後面結論有提到，應該還要考慮到成本及社會經濟因</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實際上在彎曲度不同時，會影響到基地台範圍內車輛數目，彎曲度愈高則在這個範圍中的車輛數可能會愈多，事實上是有用到的。</li> <li>2. 在考慮通訊需求時，事實上計算結果分為兩種情形，一為 max. 之情況、一為 avg. 之情況。亦即，當同時有許多車輛同時在傳送信號回控制中心時，此時為 max. 情形；另外把所有條件平均掉則是為 avg. 之情形，這兩點其實都有考慮到。</li> <li>3. 有關接線、掛線時間的問題，會影響到每一個通訊網路之 data rate，當初是有考慮到，但是在收集資訊時，有許多系統找不到相關的資料。就蒐集到的例如對 DataTac 系統而言，有計算這段時間，然而與其 data</li> </ol>

	<p>素。若考慮現有的系統，在成本面上可能會降低一些；例如某區域在技術面評選上有某個系統最合適，但該區域目前沒有，則必須考慮重建一套或就現有的系統裡選一個最好的，以上為在實際操作時才需考慮的因素。</p> <p>4. ITS 系統及各個通訊網路標準介紹上，資料相當齊全。若在內容次序和編排上稍作整理，則此報告書之用途會更大。</p>	<p>rate 相比這段時間相當的小，這是根據美國原廠傳真過來的資料，其測試結果顯示接線、掛線之時間比起 data rate 之週期而言小很多。至於其他系統，即使是國內有的系統，許多業者也都沒有相關的資料。</p> <p>4. 關於期末報告之順序問題，將會適當地把第三章和第五章的資料整合起來，使報告的可讀性能更高。</p>
<p>電信總局 曹策宏科長</p>	<p>1. 針對內容而言，個人比較關注通訊系統之部份，在無線通訊的部份內容相當豐富；至於在有線的部份可以再做一些加強，在內容部份只介紹 Cable Modem，希望 ADSL、Fiber 也可以拿來做比較，將來消費者在租專線時可以做選擇。</p> <p>2. 首先在用詞方面，有些名詞希望改為官方用語，可在後括號附注其俗稱，由目次來看：Pager ⇒ 無線電叫人、大哥大 ⇒ 行動電話、Cable Modem ⇒ 線纜數據機、PSTN ⇒ 公眾交換電話網路。希望在用語部份，能夠以正式之名稱並前後一致。</p> <p>3. 可讀性上可再加強一些，第三章和第五章有內容很多重覆，可以把第三章改為 ITS 之整個通訊架構，先讓人瞭解通訊需求為何。而第三章之通訊系統回顧與簡介，可以和第五章合併起來。</p> <p>4. 希望內容部份，可以多加入一些整體之比較圖表，例如第八章之傳輸速率的比較、第九章之通訊容量的比較，都是滿清楚的表達方式。</p>	<p>1. 曹科長提到整個報告集中在無線通訊，這是由於我們認為無線的部份即為傳輸的瓶頸；固網開放後有線傳輸容量更高，而光纖之 data rate 也有 2.5 Gbps，在此認知之下，才把重點放在無線通訊的討論上。然而我們將會最後報告中加入 ADSL 與 Fiber 這個部份。</p> <p>2. 至於報告書中用詞的部份，將會作修改並且統一。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 整體比較將再加強。</p>
<p>資策會 蕭偉政經理</p>	<p>1. 報告之重點在無線網路，是否能夠將研究範圍及方向做一個較清楚之界定或說明。</p> <p>2. 針對決策支援系統，在選擇某些通訊區段時，是否能說明篩選之條件，做為一定性之分析。</p>	<p>1. 我們將於一開始的研究範圍部份加入說明，解釋為何將重點放在無線網路上，使讀者能夠更清楚。</p> <p>2. DSS 中已解釋篩選之條件。至於信號柱到站牌，一般的配置</p>

	<p>3. 評選結果中，maximum 及 average 兩欄之單位應註明清楚為 bits/sec 或 bytes/sec。並說明計算模式是以 max. 或是以 avg. 之方式來計算。另外，此通訊模式，若所有之車輛在同時間傳送，是否會造成通訊之瓶頸。</p> <p>4. 是否可在表格中加入一欄，說明每一個 channel 可承受多少車輛數。</p> <p>5. 第 8-1 頁中計算公式提到，乘上 8 換為 bits，是否應加上一些額外之控制 bits?</p>	<p>是用有線系統，不過當初在構想時，是希望把它擴展來看，考慮到如果使用無線傳輸的話是否可行。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 在本計畫的計算模式，是以基地台涵蓋的範圍來考慮，而此範圍內已經定出了車輛數之上限，故無法考慮到此種情形。</p> <p>5. 在本研究中通訊網路之 data rate 是指 user data rate，亦即已經把換手、控制等位元扣掉之後的 data rate，所以將 bytes 乘上 8 後換為 bits。</p>
<p>逢甲大學 王瑞民教授</p>	<p>1. 在表 7-4 中，關於 DataTac 和 Trunking Radio 之部份，使用 MDC mode 時 3~30km 比下面 2km 涵蓋範圍大，故車輛數應該較多，但評選結果卻是相反，是否為打字時之錯誤？</p> <p>2. 關於 8-11 頁之 ETC 之評選，廣域無線通訊為較不好之選擇，是否能夠加上短距通訊之應用，讓讀者瞭解其相差之懸殊。</p>	<p>1. 打字錯誤，已修正。</p> <p>2. 在 ETC 中，由收費站到控制中心之傳輸，事實上並非使用 DSRC，目前都是以有線來傳輸。</p>
<p>工研院 張經理</p>	<p>1. 個人相當讚賞此份報告，若是作為政府單位之評估，相信可提供很好之意見；但是在商業實務上，則顯然不夠。應加入一些其他資料，如費率、車載設備等問題，作為商業上評估選用。</p>	<p>1. 在使用一個新的通訊網路之前，尤其是大量配置時，成本的考慮相當重要，然本研究係以技術評估為主。ITS 年會中提到 DSRC 系統，在整個公共建設及車載設備之成本是相當高的，至於為何其仍被熱烈地討論，則是因為 DSRC 之 data rate 非常高，可以傳送的資料量相當大，所以我們在這其中應該要做取捨，這點將由政府來做決定。在某些先進國家，其車裝設備由政府提供，鼓勵人民去使用此設備。</p>
<p>台北縣交通局</p>	<p>1. 首先肯定研究團隊之用心及成果，本府正開始發展無線號誌，此報告書對我們的評選有相當大之助益。</p> <p>2. 評選項目中有一行駛最高速度，</p>	<p>1. 在行駛最高速度的文字部份，我們會再修正清楚。</p>

	<p>定義上可能會有一些問題，建議文字上能做一些較清楚之界定，或是用道路速限（道路設計速率）來計算。</p>	
<p>運研所 張副組長開國</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在評選的資料中，基本是考慮通訊量之大小；但其實在技術面上應考慮到傳輸速率、傳輸可靠度等因素。另外，研究單位在前面所做之定性分析之條件為何，請交代清楚。</li> <li>2. 在附錄七中，已說明可應用通訊方式，除此之外，是否給使用者另一層選擇，如果想應用其他通訊方式，能否也能給一個評估。例如 ETC 之收費，可能用行動數據配合牌照識別，可以不用再加裝車載設備等等，或許還有許多變化的空間存在。第一、個人建議研究團隊，把認為可應用之通訊方式之條件說明清楚。第二、是否能在決策支援系統中，加入一個選項關於使用其他通訊方式。</li> <li>3. 決策支援系統為一軟體之設計，其本身軟體架構資料，是否也可提供出來做為運研所參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已考慮傳輸速率，傳輸可靠度會受到環境變因影響，不易客觀與量化。定性分析之條件將在緒論中說明比較。</li> <li>2. 目前收費站的使用在無線是用 DSRC，報告書中建議也同樣為 DSRC。至於是否可用廣域通訊，這考慮到收費站之 enforcement 的問題，也就是針對通過但不繳費之車輛該如何處罰。雖然車牌辨識為一個可行的方式，但是目前的技術要在 real time 精準地拍照違規車輛之車牌，仍有相當的困難，此外；DSS 已將目前已知可運用之各種系統納入供使用者測試分析。</li> <li>3. 決策支援系統軟體架構資料，可提供做為運研所參考。</li> </ol>
<p>運管組 史習平專員</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 針對 APTS 而言，附表七中提到 APTS 可應用之各種通訊方式，是否可在範例中加入每一種之分析。</li> <li>2. 在可應用通訊方式中有做定性之分析，但並無具體之結果。例如 APTS 為何不能用衛星通訊，是技術面還是成本面的問題，為什麼？</li> <li>3. 在 APTS 中有六個傳輸點，台北市將信號柱和站牌放置在一起，為何會有信號柱與站牌間之傳輸？</li> <li>4. 以 APTS 系統驗證而言，報告書中是以最大通訊需求量來做為評估和篩選，此方法是否為特殊情形，有如在設計高速公路時，以過年時候的車輛數來做設計，而</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已分析。</li> <li>2. 不用衛星通訊主要是依據成本與實用性等方面考量。</li> <li>3. 在我們的架構中，一個信號柱可能負責好幾個站牌，其為一個 local 之中心點，再將資料傳送到各個站牌，這部份大都是用有線傳輸，不過剛才也提到，我們希望把各種可能都考慮進來，考慮到如果使用無線傳輸的話是否可行。</li> <li>4. 在評估時是以一般的情形而言，也就是無法知道基地台是否設於車輛密集處，因此站在使用者的立場，在考量時就會比較嚴格，所以在計算時皆以其最大的通訊需求而言。在評估時以最大通訊需求量的問</li> </ol>

	<p>此評估是否適合一般之情形？</p> <p>5. 在 APTS 中有六個傳輸點，其評估為分開來計算，若全部之傳輸皆以同樣的系統去做，則結果是否有所改變？</p> <p>6. 交大研究團隊提供了許多了無線技術，可是好像漏掉了新竹使用的 RF Radio。</p>	<p>題，例如選擇人車最密集的火車站來考量，這是因為若一個能夠符合火車站之通訊需求，則在郊區之較少量的通訊需求其必定也可滿足，與設計高速公路是否以過年車潮來計算是有所不同，因此後者是一年才發生一次如此的尖峰。</p> <p>5. 至於 APTS 中的六項通訊需求，期中報告有委員提到是否可以同時考量。目前已經將其改善到可以同時考量。</p> <p>6. RF 沒有放進去，是由於和交通部的政策是抵觸的，因為部裡面也不再對使用的車隊發放 RF 的執照，而政府基本上是開放行動數據，鼓勵使用有執照的通訊媒介。此外，本研究一開始就有考慮到整個通訊網路系統，而且是要有國際標準。至於 RF 只是一個通訊媒介，兩點之間就可利用其來傳輸；但對於系統而言則需要管理，也就是網管系統，尤其 ITS 有所謂車隊管理、基地台管理，這些則非新竹或台北已經接觸到的，在新的都市建置或利用現有的營運系統前，這些都應作為考量。</p>
<p>運管組 史習平專員</p>	<p>1. 個人認為 APTS 著重於都市中，若要作網管的資訊轉換，應該是在控制中心這邊。請教研究團隊關於信號柱和站牌的問題，在使用信號柱定位時，若沒有在每一個站牌放置信號柱，那如何確認車輛是否到達某個站牌，故是否信號柱本來就應該與站牌合在一起。另外一點，是否能知道最適合之通訊系統，包括加入基本成本分析（建置成本、通訊成本與維護成本），此部份在民國 88 年 1 月，台大有一位教授已做過這方面的分析，研究團隊可以仔細研究此本參考書，至少可以告訴</p>	<p>1. 關於信號柱和站牌的問題，事實上信號柱為一個 local 的基地站，故在此基地站附近的車輛和站牌皆能跟其作通訊，所以信號柱不一定要和站牌在一起。</p> <p>2. 至於成本的部份，王教授也提到是需要去談的，然而成本之彈性很大，也跟量多量少有關，若是使用量很多的話則成本可以降低。</p>

	<p>我們 APTS 在什麼樣之都市可以使用何種架構或系統。</p>	
<p>運資組 書面意見</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究背景中談到 ITS 的系統架構，建議將本所綜技組 ITS 系統架構的研究成果稍做介紹，以充實報告書內容。</li> <li>2. 報告書 P5-28 頁中最前一段提到 CDPD、DataTAC、Mobitex 三種行動數據系統，並分別於後面小節介紹其特性，但在 5.3.1 節中提到「ARDIS 乃美國最大的公眾專用行動數據網路」，易讓讀者以為 ARDIS 也是一種系統（應是一家公司），請修改此段敘述；另建議在本頁（P5-28）最前一段就提出三種行動數據系統之說明，並介紹國內目前所使用系統為何？</li> <li>3. 報告書 5.4 節傳呼系統（Paging System）請加入國內現況探討（含系統及業者）。</li> <li>4. 報告書 5.10.2 節中提到 HDTV 及 SDTV，請加入兩者介紹及有何差異。</li> <li>5. 附錄中整理了計畫內容所含各系統及其應用課題、通訊需求分析、可應用之通訊方式，建議將此表置於第四章 4.0 小節，稍加說明後再進入 4.1 各子系統的通訊需求分析。</li> <li>6. 報告書第 8 章整理了各通訊系統對 ITS 之效能評估，對使用者有很大的幫助，為了讓使用者能更易瞭解效能評估之計算過程，建議將現有通訊系統所提供通道數、涵蓋半徑，提供傳輸容量整理如表，讓使用者更加瞭解本方案中各表之意義。</li> <li>7. 報告書 P6-8 頁模式計算結果中有速算表及總結部份，就此表為例 CDPD 之涵蓋半徑不變，Channel 數為 1 時頻選結果就為 Yes，Channel 數大於 2 時一定是 Yes，應可不須再表列；另總結部份使</li> </ol>	<p>以下僅遵照指示辦理。</p>



用者似乎有不知所云的感覺，建議加些敘述文字讓使用者可以很清楚總結為何？第七章以高雄為例之總結亦同，請加些敘述文字。

8. 出版品摘要表中摘要部份，「然智慧型運輸系統的...亦將不同。」，此段請修改為「然智慧型運輸系統的涵蓋範圍廣泛，根據不同的應用課題與通訊需求，其所適用的通訊網路及其通訊標準亦將不同。」
9. 報告書 P5-4 頁 5.2.1 節中高速電路交換數據服務 (High-Speed Circuit-Switched Data Service, HSCSD) 與 P5-23 頁 5.2.3.5 節中高速線路交換數據服務 (high-speed circuit switched data service, HSCDS)，兩名詞請統一。
10. 報告書 P6-9 頁中提到其他子系統之詳細運算流程附於附錄，但報告書未列入。
11. 小節字體請一致 (1.2 與 1.3 不同)，表名稱應在表上方，圖名稱應在圖下方，每一圖表均應有名稱，且要與文章互相呼應，並註明出處，另錯別字及文句通順部份請詳加檢查。
12. 第四章各種系統之使用者輸入參數值皆提到"預算" (通訊成本)，但這項參數從未於報告中使用。
13. P4-2 頁 中 公 式 
$$N_v = R / \{ [T_p \times S_r] / r \} + 1$$
 表方圓半徑 R 公里中最有可能之車輛數，似乎應得到整數值，並且是總數，但此公式只計算單一路線，似乎有誤，此公式請修正，另  $D_m = N_a * k$  應改為  $D_m = N_m * k$  才對，之後幾個公式均請修正。
14. P4-8 頁中  $N_s$ ：站牌數並未在公式中出現。P4-15 頁中表 4-1 請將詳細計算過程列出，讓使用者更易瞭解如何計算。另表 4-2 請加說明。

	<p>15.P4-43 頁 4.5 節未討論收費站到車輛之關係。</p> <p>16.P4-44 頁 Fa 之定義內容語意不明，該公式為單一車輛到收費站之關係，未考慮最大瞬間通過量。</p> <p>17.文句不通暢，有太多段落是一句話一個句點，此應為直接翻譯原文所導致之結果，有待改進。</p> <p>18.建議將本書中所提到 ITS 及通訊系統之專有名詞整理成簡稱及定義之對照表，並置於附錄中。</p> <p>19.第九章結論是否可改為條列式陳述，另請加入建議。</p> <p>20.第四章圖 4-1 中控制中心至信號柱應雙向，信號柱與車輛間亦為雙向，並請註明此圖中信號柱與基地台應不可能同時出現，或將信號柱與基地台分開分別繪製系統圖；另圖 4-1 之圖名稱應加入"系統架構圖"；另圖 4-2 之圖名請改為"車輛到控制中心傳輸資料需求計算流程"，本章其他各類似圖亦請修改，讓讀者一看圖名稱就知此圖之意義。</p>	
<p>主席裁示</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書內容很豐富，為了增加其可讀性，以及整個系統邏輯能較順暢起見，章節需要重新編排的部份，請盡快完成。另外名詞定義沒有統一的部份，請將其統一。</li> <li>2. 由於內容很豐富，請多使用圖表方式表達、歸納。</li> <li>3. 本研究以無線網路為重點，請在第一章中把研究範圍界定清楚。</li> <li>4. 有關 DSS 部份，有幾位委員覺得評估結果過於樂觀，沒有考量到現有的系統或成本面的問題，請在適當章節中把分析重點、目的交代清楚。</li> <li>5. 關於 ETC 部份，牽涉有線和無線的問題應釐清並說明清楚，以免產生誤會。</li> <li>6. 決策支援系統 (DSS) 之開發為</li> </ol>	<p>以下僅遵照指示辦理。</p>

一重點，請另提供完整的軟體操作手冊。

7. 其他委員及單位代表的意見請加以處理，並據以修正報告書。

8. 本報告書請於三週內修改完成，同時把電子檔交給運資組。

## 附錄 C 期末簡報資料

智慧型運輸系統(ITS)通訊協定之研究—

### 通訊網路評選模式之建立

( 期末報告 )

國立交通大學 電信工程學系 運輸研究中心

中華民國八十九年十二月十六日

1

I. 計畫內容簡介

II. 決策支援系統(DSS)

- DSS 模式庫
- DSS 資料庫
- DSS 使用者介面

III. 實例說明—高雄市公車資訊系統

IV. 通訊網路對ITS之效能評估

V. 結論與建議

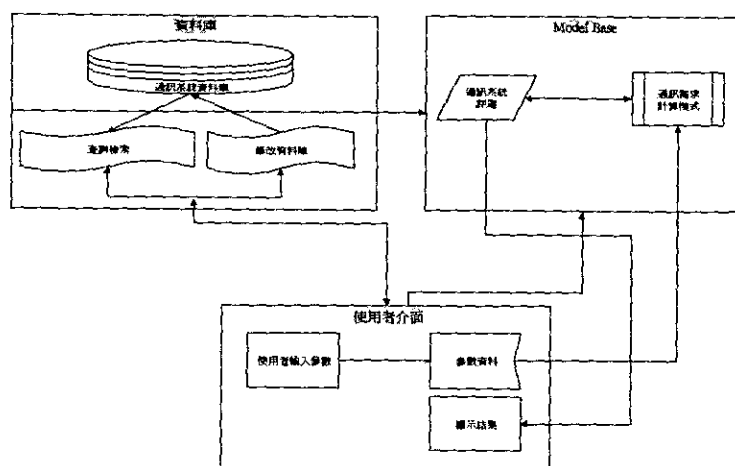
2

## I. 計畫內容簡介

- 根據 APTS、ATIS、ATMS、CVO 以及 ETC 等項目，分析其適用之通訊架構及其通訊需求。
- 分析並建立國內通訊網路資料庫。
- 研擬我國發展 ITS 所需之通訊網路。
- 結合資料庫與模式庫，發展決策支援系統(DSS)。
- 以都市公車動態系統的網路評選為例，驗證決策支援系統功能。

3

## II. 決策支援系統(DSS) - 1



基本架構圖

4

## II. 決策支援系統 (DSS) - 2

---

- 模式庫：通訊需求之計算模式  
通訊系統的評選
- 資料庫：各種通訊網路介紹  
通訊網路相關特性及標準
- 使用者介面：參數輸入  
結果顯示  
資料庫資料查詢

5

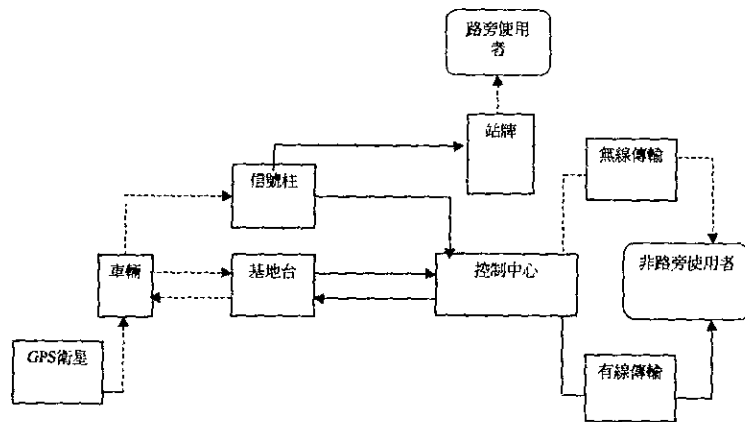
## II. 決策支援系統 (DSS) 模式庫 - 1

---

- 依ITS應用分為APTS、ATIS、ATMS、CVO及ETC五部分。
- 就每一ITS應用，依據所研擬之通訊架構，區分為數個不同之通訊區段(如車輛到控制中心、控制中心到站牌、車輛到信號柱等)。
- 就各通訊區段，計算其通訊需求。
- 根據資料庫，評選滿足此通訊需求的通訊網路並找出其適用條件(如基地台半徑、頻道數等)。

6

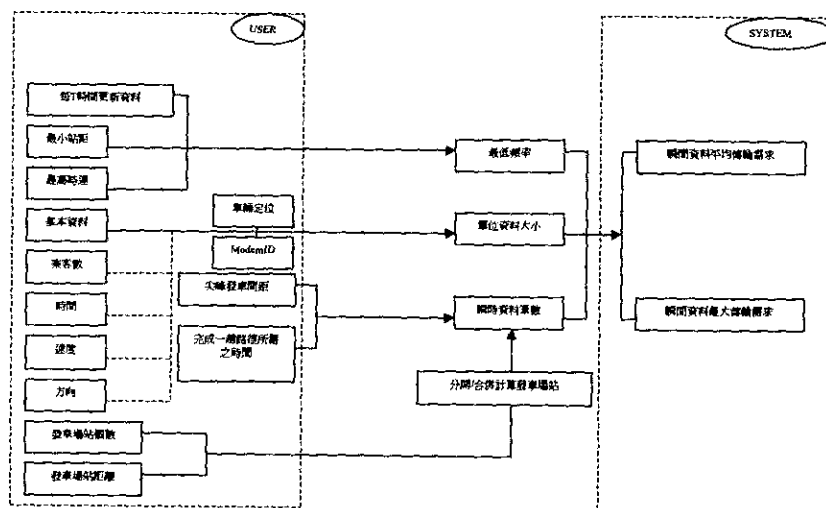
## II. 決策支援系統 (DSS) 模式庫 - 2



APTS通訊架構及通訊區段

7

## II. 決策支援系統 (DSS) 模式庫 - 3



APTS車輛到控制中心通訊需求

8

## II. 決策支援系統 (DSS) 模式庫 - 4

---

### 計算通訊需求並評選通訊網路

計算每一車輛之通訊需求

- ⇒ 計算各基地台涵蓋半徑內之總車輛數
- ⇒ 計算基地台涵蓋半徑內之總通訊需求
- ⇒ 比較通訊網路容量與通訊需求大小
- ⇒ 計算並顯示通訊網路之適用條件



9

## II. 決策支援系統 (DSS) 資料庫 - 1

---

### 通訊網路資料庫

- 各種通訊網路介紹
- 通訊網路相關特性及標準  
(如操作頻率、頻道數、基地台半徑範圍、傳輸速率、訊號調變方式等等)

10



## II. 決策支援系統 (DSS) 資料庫 - 2

---

- 大哥大行動通訊 --GPRS
- 行動數據 --CDPD, DataTac
- 呼叫器 --Pager
- 中繼式無線電話 --Trunking radio
- 專用短距通訊 --DSRC

11

## II. 決策支援系統 (DSS) 資料庫 - 3

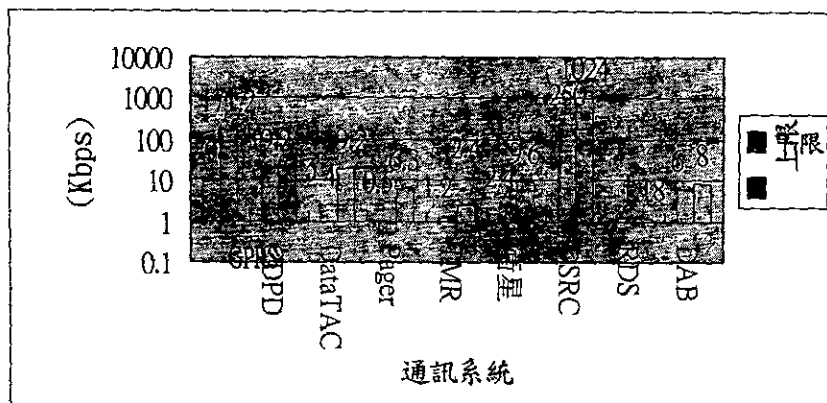
---

- 衛星通訊系統 --Satellite
- 副載波廣播系統 --RDS
- 有線網路 --CABLE MODEM
- 數位廣播 --DAB
- 數位電視 --DTV

12

## II. 決策支援系統 (DSS) 資料庫 - 4

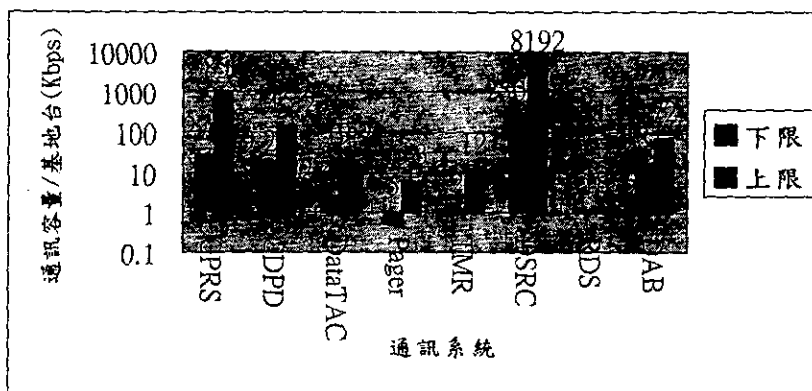
### 傳輸速率之比較



13

## II. 決策支援系統 (DSS) 資料庫 - 5

### 通訊容量之比較



14

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 1

### •User Interface 使用者操作介面

- 系統使用說明文件
- ITS各子系統之評選
- 查詢通訊網路資料庫
- 修改個人密碼

15

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 2

### •User Interface 使用者操作介面—系統說明文件

http://140.113.119.222:8080/login.asp - Microsoft Internet Explorer

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

地址(A) http://140.113.119.222:8080/login.asp

User Menu	操作說明
系統說明	ITS子系統：
APTS	APTS(先進大眾運輸系統)
ATIS	ATIS(先進旅行資訊系統)
ATMS	ATMS(先進交通控制系統)
CVQ	CVQ(通用車輛)
ETC	ETC(電子收費系統)
通訊系統	通訊系統：
修改密碼	有線網路
登出系統	大眾化行動通訊
	行動電話
	移動電話
	中繼無線電
	廣播的無線電
	衛星通訊系統
	無線電通訊系統
	數位廣播
	數位電視

16

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 3

### •User Interface 使用者操作介面—系統說明文件

#### •內容：

- 操作說明
- ITS子系統說明文件
- 通訊系統說明文件

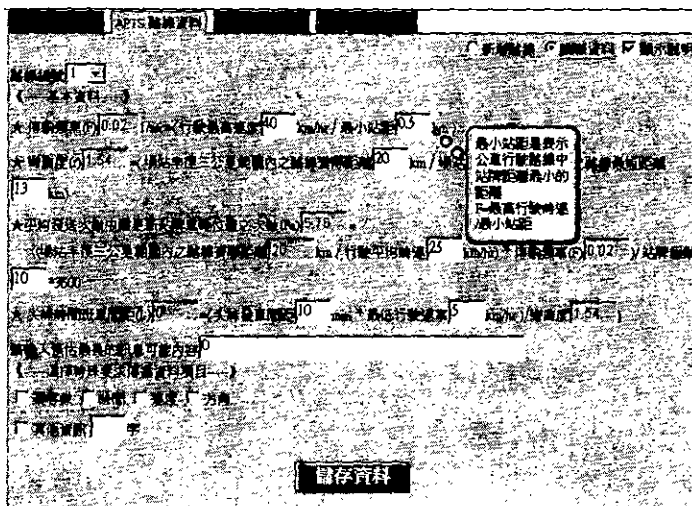
#### •功能：

- 協助使用者瞭解系統操作
- 協助使用者瞭解ITS子系統以及各通訊系統之特性。

17

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 4

### •User Interface 使用者操作介面—子系統之評選



18

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 5

### • User Interface 使用者操作介面——子系統之評選

- 點選所需應用之子系統
- 藉由子系統之計算說明瞭解整個程式運算之流程
- 進入資料輸入畫面，輸入所需之資料，並且有輔助訊息幫助輸入資料

19

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 6

### • User Interface 使用者操作介面——子系統之評選

APTS 模式計算

計算方式： 新編碼  估計值 (估計值：0)

通訊區段： 車輛到控制中心  車輛到信託柱  信託柱到控制中心  
 控制中心到信託柱  控制中心到信託柱  信託柱到信託柱 (全選)

通訊系統： GPS  CDD  DabTAC  Trunking Radio  Pager (全選)

路線選擇： 選取所有路線

路線	傳輸頻率 (Hz)	考慮傳輸量 (D)	Dbus-F * D
<input checked="" type="checkbox"/> 路線 1	0.022	37	0.814
<input type="checkbox"/> 路線 2	0.022	37	
<input type="checkbox"/> 路線 3	0.011	37	
<input type="checkbox"/> 路線 4	0	37	

結果顯示： 運算表  總括

**開始計算**

CDD: CDD利用AMPS系統來傳送分割數據資料。運作方式是與AMPS系統共用無線電頻道，在AMPS地監頻道閒置時段傳輸分割數據。

每筆傳輸資料量 (D) = 車輛定位 + 車輛編號 + 公車行駛速度 + 公車行駛方向 + 公車上目前的乘客數 + 現在傳遞資料的時間

車輛定位 = 13  
 車輛編號 = 8  
 公車行駛速度 = 2  
 公車上目前的乘客數 = 2  
 公車行駛方向 = 6  
 現在傳遞資料的時間 = 6

20

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 7

### • User Interface 使用者操作介面—子系統之評選

- 進入模式計算的功能，選擇適合之通訊區段以及相對應之通訊系統，亦會出現輔助說明。
- 自由選擇需要評估之資料來加以評選，或是全選一同評估所有通訊區段
- 所點選之資料會有輔助視窗記載之前輸入之參數值。

21

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 8

### • User Interface 使用者操作介面—子系統之評選

通訊系統CSDO  
清單：

Protocol	基地台 區段	基地台 channel數	新選 結果	車載控制 中心 Max	車載控制中 心 AVE
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	1	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	1	YES		40.128
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	2	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	2	YES		40.128
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	3	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	3	YES		40.128
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	4	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	4	YES		40.128
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	5	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	5	YES		40.128
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	6	YES	912	
MDLP RRMP.X.25.TCMP	10	6	YES		40.128

總結：  
Protocol: 基地台區段 基地台channel數 新選結果  
MDLP,RRMP.X.25.TCMP 10 6 YES

22

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 9

### • User Interface 使用者操作介面—子系統之評選

- 所得之結果包含詳細之試算表以及總結之表單
- 每個表單有選擇之通訊系統以及通訊系統的適用條件和最終之結果

23

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 10

### • User Interface 使用者操作介面—通訊網路資料庫

資料編號	
Operate Frequency(MHz)	Tx:890-915; Rx:935-960; Tx:1710-1785; Rx:1805-1880
Data Rate(kbps)	9.05(CS-1);13.4(CS-2);15.6(CS-3);21.4(CS-4)
Max Data Rate for user(kbps)	171.2
Slots/Carrier	8
Slots for GPRS	1-4
Channel Spacing	200
Total Channels	124/374
Base Station Radiation	1-27
Modulation Type	QMSK (BT=0.5)
Carrier Base Station	3.5
Max Capacity(cell/Ktype)	428
Mobility	Support high mobility (~200km/hr)
Security	A5 Ciphering algorithm
Max User/Slot	7

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 11

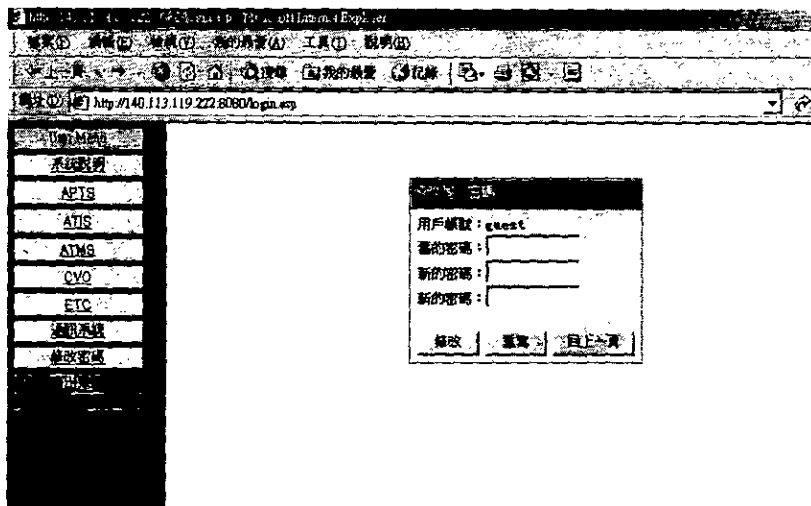
### •User Interface 使用者操作介面—通訊網路資料庫

- 包含本系統以及目前國內外通訊系統基本特性之介紹
- 對於通訊系統每項參數特性有簡單的中文說明
- 可供使用者查詢參考之用

25

## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 12

### •User Interface 使用者操作介面—修改個人密碼



26



## II. 決策支援系統 (DSS) 使用介面 - 13

---

### • User Interface 使用者操作介面—修改個人密碼

- 開放在WEB的介面上，讓使用者有修改其個人密碼的功能
- 可以確保每位使用者資料的保密性

27

## III. 實例說明—高雄市公車資訊系統

---

以高雄市公車系統為例，實際說明DSS功能

28

## IV. 通訊網路對ITS之效能評估 - 1

### APTS -- 車輛到控制中心

- 基本通訊量之計算：
1. 車輛定位 (13 bytes)
  2. Modem ID (8 bytes)
  3. 控制位元 (3 bytes)

一筆資料共需 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits

且每 45 秒傳送一次，得出基本通訊量為：

$$24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 45(\text{sec}) \times \text{車輛數}N = 4.27N \text{ bits/sec}$$

29

## IV. 通訊網路對ITS之效能評估 - 2

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50-100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
100-150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
150-200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
200-250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
250-300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
300-350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
350-400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
400-450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
450-500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
500-1000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
1000-1500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
1500-2000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
2000-2500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
2500-3000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
3000-3500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
3500-4000	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
4000-4500	OK (n=1)	OK (ch=2)		
4500-5000	OK (n=1)	OK (ch=2)		

30

#### IV. 通訊網路對ITS之效能評估 - 3

##### ATIS -- 探針車輛到控制中心

- 基本通訊量之計算：
1. 車輛定位 (13 bytes)
  2. Modem ID (8 bytes)
  3. 控制位元 (3 bytes)

一筆資料共需 24 bytes，將其乘上 8 換為 bits

且每 5 秒傳送一次，得出基本通訊量為：

$$24(\text{bytes}) \times 8(\text{bits/byte}) / 5(\text{sec}) \times \text{車輛數}N = 38.4N \text{ bits/sec}$$

31

#### IV. 通訊網路對ITS之效能評估 - 4

通訊系統 車輛數	GPRS	CDPD	DataTAC	Trunking Radio
<50	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)
50~100	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=2)
100~150	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=3)
150~200	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
200~250	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=4)
250~300	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	OK (ch=5)
300~350	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
350~400	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
400~450	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
450~500	OK (n=1)	OK (ch=1)	OK (ch=1)	
500~1000	OK (n=2)	OK (ch=2)		
1000~1500	OK (n=3)	OK (ch=3)		
1500~2000	OK (n=4)	OK (ch=4)		
2000~2500	OK (n=5)	OK (ch=5)		
2500~3000	OK (n=6)	OK (ch=6)		
3000~3500	OK (n=7)			
3500~4000	OK (n=8)			
4000~4500	OK (n=9)			
4500~5000	OK (n=9)			

32

#### IV. 結論與建議

---

- 彙整國內外目前使用的通訊網路特性以及所用之通訊標準，建構一完整之資料庫。
- 針對ITS各子系統，定義其基本通訊架構，對於每一通訊區段加以評估其通訊需求。
- 發展一DSS決策支援系統，使本研究之最終運算結果可以廣泛推廣，裨益一般使用者皆可藉之選擇適合之通訊系統

33

#### IV. 結論與建議

---

- 本研究對於各ITS子系統的運算模式，乃是針對其基本可行的通訊架構，在ITS未來快速發展下，再加入新的應用課題後，當作適當的調整與修改。
- 本研究所發展出之ITS通訊網路決策支援系統，在計算模式及通訊網路的選擇上，限於目前及可見未來應用情況下處理，未來有新的應用技術加入，本系統還需加以擴充以符合未來的需求。
- 本研究所評估之準則主要在於技術層面，然而在實際面的考量下，應該還需考慮到成本以及一些社會經濟因素。

34

報告完畢

敬請指教

## 附錄 D DSS 操作手冊

### 一、系統簡介

決策支援系統位在企業管理領域中常用來解決非結構性或是半結構性問題常用的工具，DSS 決策支援系統其主要目的不在於硬性規定使用者要如何使用，而是提供一個有彈性空間的環境，讓使用者根據不同的需求，來加以延伸配合，進而求得使用者所需之資料與決策。

我們利用建立一套 DSS 決策支援系統來幫助使用者來完成評選其真正能夠適用之通訊系統。因為使用者所獲得之資訊有限的情形之下，再加上對於現有之無線通訊系統與技術不瞭解的狀況下，對於使用者而言，由他們自行決定要採用何種通訊系統，可能有所困難，發展本套系統 DSS 決策支援系統來幫助使用者決定何者通訊系統才是比較合適的通訊系統，作為使用者之參考。在 DSS 系統中，不單單只計算出結果供使用者參考，並且還會在其中對於現有各個通訊系統加以說明並介紹，讓使用者對於各個通訊系統都能夠有進一步的瞭解與認識。另外系統對於如何產生適合之通訊結果，其中的運算模式，都會加以詳細說明，因此使用者可以明確知道如何產生這樣的結果。

DSS 決策支援系統可分為三個部分：第一部份即是使用者介面(GUI)，其中包含需要使用者輸入的參數，以及使用者在利用此系統運算後，看到所顯示之結果，並且使用者亦可以查詢此系統中資料庫內的資料；並且我們亦在使用者介面中加入系統說明文件，其中包含如何使用本系統、各個 ITS 子系統的相關定義與各個通訊系統的基本介紹。

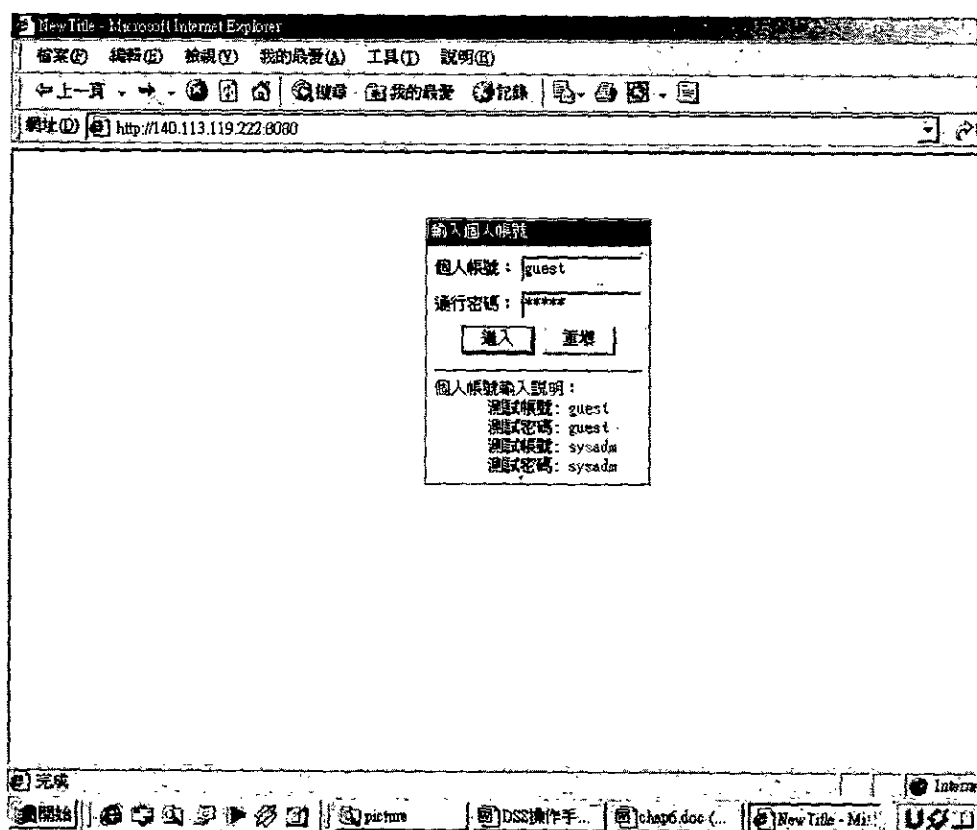
第二部分是 Model base 的部分，在這個部分，主要是包含了通訊需求之計算模式以及通訊系統的評選兩大部分，從使用者得到所需之參數值後，通訊需求計算模式及計算評選所需要的決策項目結果，而後再利用與資料庫的連結進行比對，此時通訊系統評選集會評選出適合使用者所需之通訊系統，將之顯示於使用者介面；因為在每個通訊系統其基地台的涵蓋範圍都是介在一個範圍之內，所以我們在從資料庫中擷取此資料的時候，將擷取其涵蓋半徑最小的來加以計算，並且逐一檢查基地台涵蓋範圍越來越大是否仍然可以符合所需之通訊需求而加以評選。

第三部分即是我們所建構的資料庫，裡面包含各種通訊系統的資訊，俾便提供在評選適當的通訊系統時足夠的資訊，也同時具有 MDBS 資料庫管理系統，讓系統端可以增進以及修改新加入的資料。

## 二、系統功能使用

### A. 使用者管理

在進入本系統前，系統會要求使用者輸入帳號以及密碼以進行登錄的動作如圖一所示。完成登錄後使用者將允許進入本系統中。在此功能方面，對於一般使用者，系統會於資料庫中建立每位使用者之資料，便於使用者管理本身之資料，並且可以自行修改登錄時之密碼；對於系統管理者，可以藉由本系統，新增或是篩除使用者的功能，以對於各使用者進行管理。

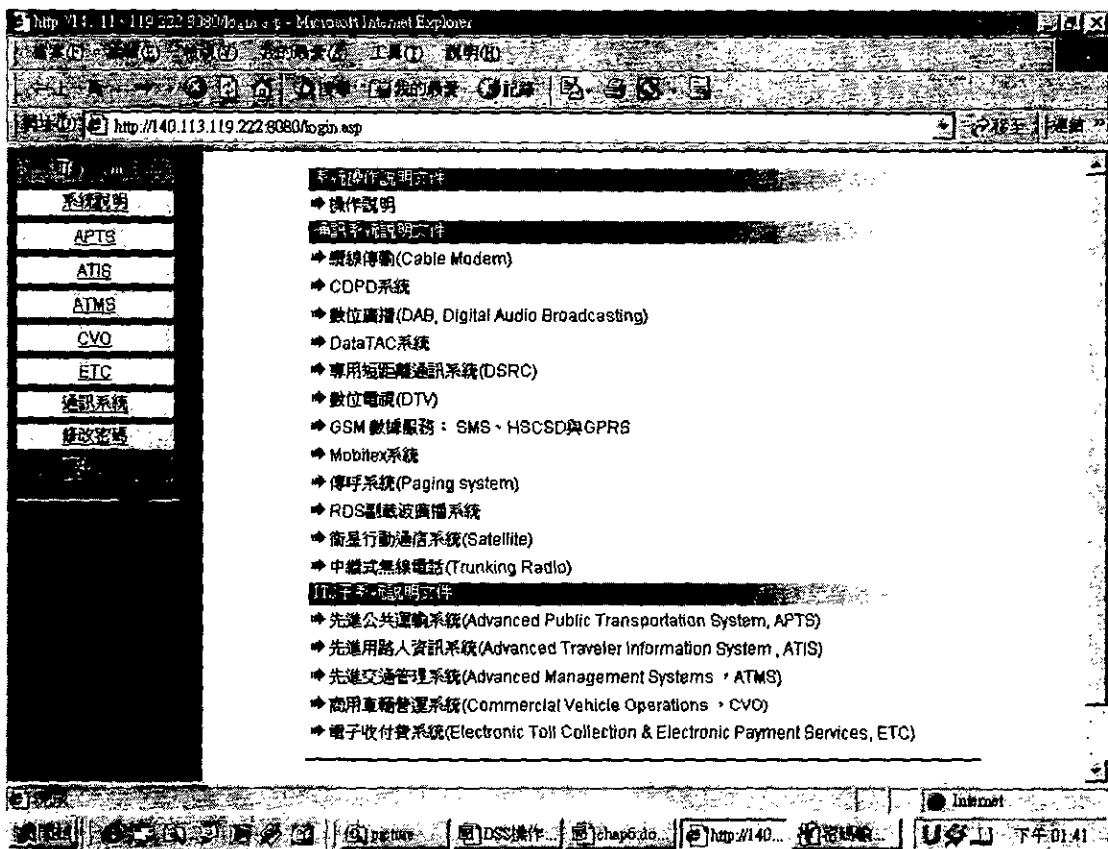


圖一、初始進入畫面 (輸入帳號密碼)

## B. 說明文件

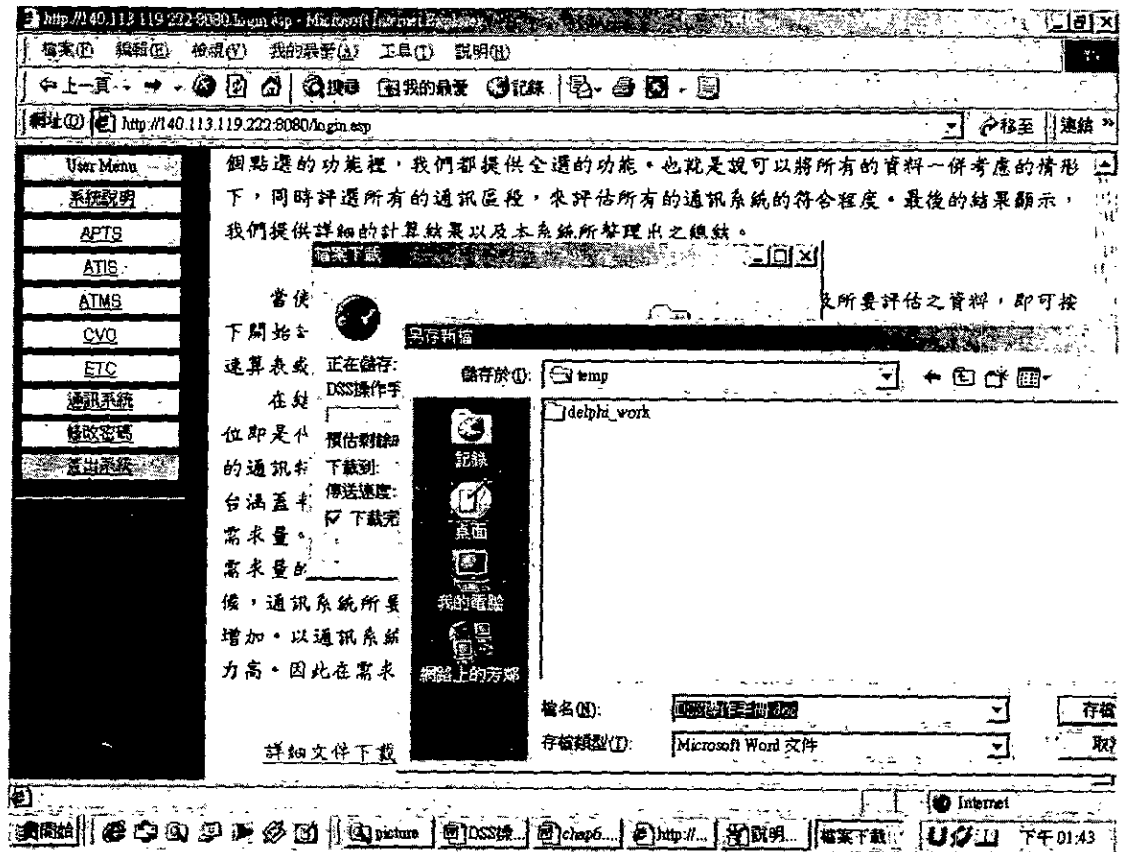
系統說明文件，是方便初始使用者在不熟悉系統操作環境的情形下，強迫使用者先行閱讀系統說明文件後，才開始操作。若是登錄的是熟悉的使用者，則使用者可以自行選擇跳過說明文件的畫面。在說明文件部分，總共包含了系統操作說明文件、通訊系統說明文件以及 ITS 子系統說明文件三個部分如圖二所示。

每部分都提供簡單扼要的說明幫助使用者認識各系統之功能，並且在通訊系統說明文件以及系統操作說明文件兩部分之說明網頁皆附有詳細說明文件以供下載。使用者只要在詳細文件下載的位置按下滑鼠右鍵就可以將詳細文件下載到自己的電腦裡，如圖三所示；或是直接用滑鼠點選，也可以直接在網頁上開啟閱讀。



圖二、讀取說明文件





圖三、下載詳細文件

### C. 資料庫查詢

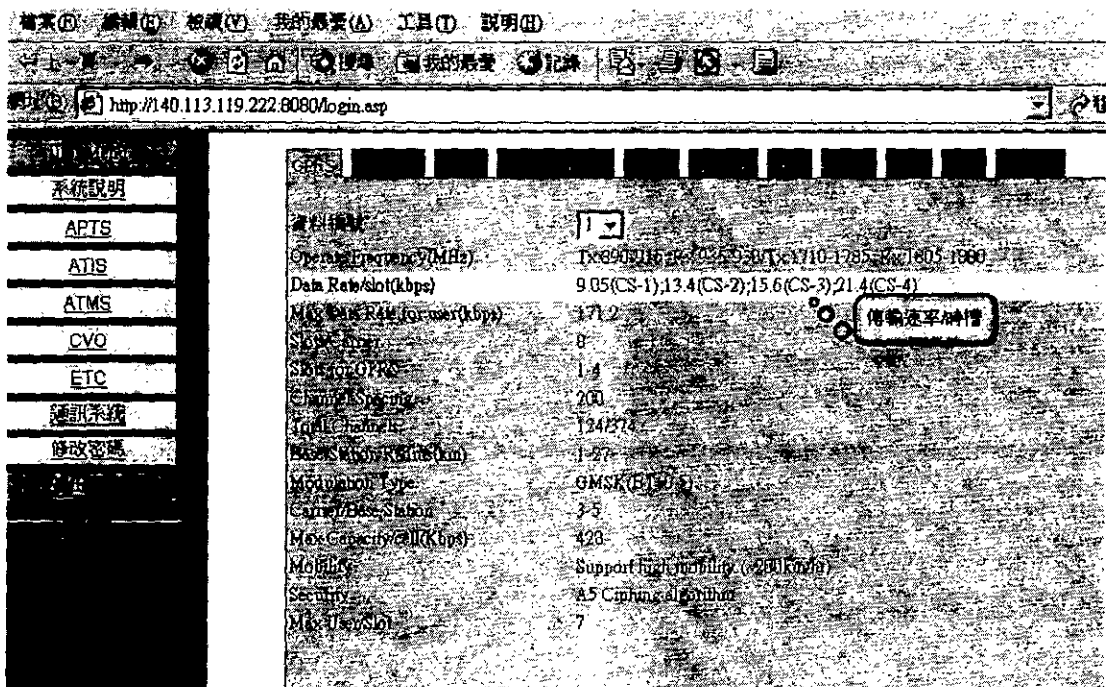
在資料庫中主要可分為三個部分：第一、是各通訊系統之資料，第二、是各個 ITS 子系統的資料，第三、是存放各個使用者檔案之資料。

在各個通訊系統資料方面，主要就是存放各個通訊系統之基本通訊項目以及規格標準，例如各個通訊系統的傳輸使用頻率，資料傳輸速率、基地台涵蓋半徑，用以作為資料傳輸之頻道數等等，如圖四所示。在這部分的資料主要是作為查詢的功能，供作使用者對於不瞭解的各個通訊系統加以查詢和瞭解。

在此部分的資料庫中，我們也提供系統管理者修改新增、修改、以及篩除等功能，如圖五所示。這是為了以後系統的擴充性，因應新的系統不斷的開發以及更新。

在各個 ITS 子系統的資料，主要就是記錄每位使用者在使用過本 DSS 系統後，所產生的參數資料。在此資料庫中，我們利用資料庫根據不同使用者、不同的方案的情形下，來加以分別記錄不同的資料參數，如圖六所示。

在存放各個使用者檔案之資料方面，我們必須記錄系統中每個使用者之資料，利用這些使用者資料，我們才可以分辨每位使用者在使用 DSS 系統時，其所有使用者所產生的資料參數記錄，如圖七所示。



圖四、資料庫查詢（一般使用者）

GPRS

新增路線
  編輯資料
  顯示說明

資料編號:

Operate Frequency(MHz): Tx:890-915; Rx:935-930/Tx:1710-1785; Rx:1805-1880

Data Rate/slot(kbps): 9.05(CS-1);13.4(CS-2);15.6(CS-3);21.4(CS-4)

Max Data Rate for user(kbps): 171.2

Slots/Carrier: 8

Slots for GPRS: 1-4

Channel Spacing: 200

Total Channels: 124/374

Base Station Radius(km): 1-27

Modulation Type: GMSK(BT=0.5)

Carrier/Base Station: 3-5

Max Capacity/cell(Kbps): 428

Mobility: Support high mobility (~200km/hr)

Security: A5 Ciphing algorithm

圖五、資料庫的新增、刪除與修改 (系統管理者)

Microsoft Access - (ATPS 資料表)

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 插入(I) 格式(O) 記錄(R) 工具(T) 視窗(W) 說明(H)

FILEID	USERID	CaseName	LASTMDATE	num_route	APTS SPEED MA	APTS SPEED AV
200009192024807	guest	ATPS專案名稱一	1/19 下午 08:24:20	1	40	25
200009192026138	guest	ATPS專案名稱一	1/19 下午 08:26:13	2	40	20
200009192029170	guest	ATPS專案名稱一	1/19 下午 08:29:17	3	40	30
200009192030069	guest	ATPS專案名稱二	1/19 下午 08:30:06	5	60	88
200009192030069	guest	ATPS專案名稱二	1/19 下午 08:30:06	6	60	2
200009192030069	guest	ATPS專案名稱二	1/19 下午 08:30:06	4	44	88
200010122123368	guest	ATPS專案名稱二	1/12 下午 09:23:36	7	60	50
200010181736466	guest	ATPS專案名稱二	1/18 下午 05:36:46	9	50	23
200010312204248	guest	ATPS專案名稱一	1/31 下午 10:04:24	a1	22	60
*			1/15 下午 02:53:48		0	0

圖六、各使用者應用各 ITS 子系統所儲存之資料

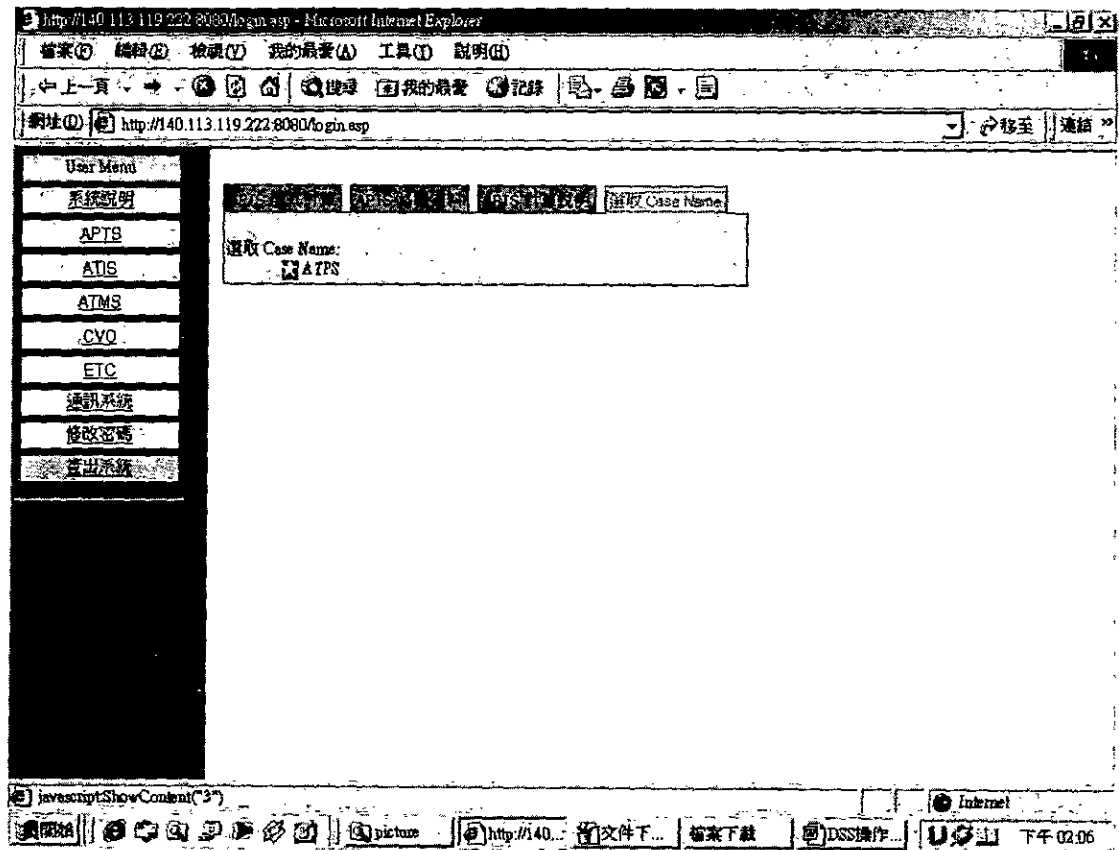
功能選項 —   搜尋   新用戶   所有用戶			
列表選項 —   全選   全不選   刪除資料   修改資料			
公司單位	用戶帳號	用戶全名	職務類別
<input type="checkbox"/> 欣欣客運	guest	測試帳號	
<input type="checkbox"/> 交大運管	jinyuan	王晉元	
<input type="checkbox"/> 交大運管	shock	連振漢	工程師

圖七、使用者管理（系統管理者）

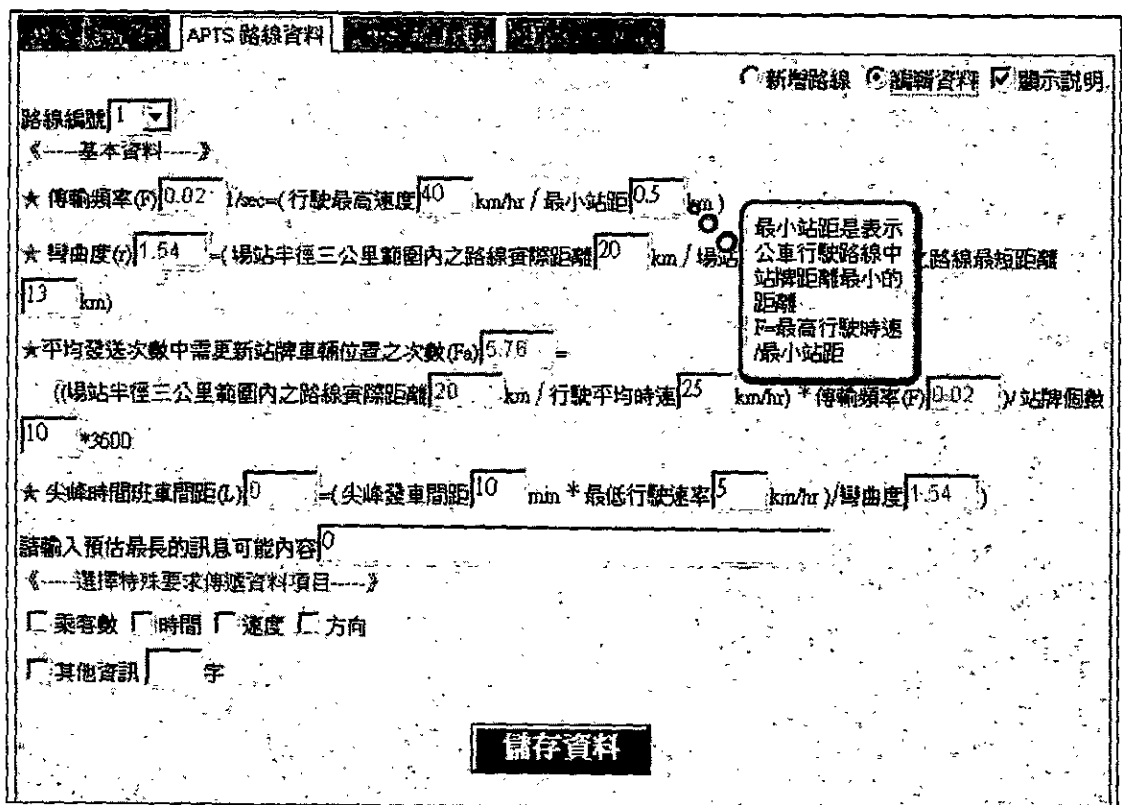
#### D. 模式計算評選

在模式評選功能，其中包含了五項 ITS 子系統的評選，APTS、ATIS、ATMS、CVO、ETC 等五項子系統。

以 APTS 為例，當使用者點選進入 APTS 子系統後，使用者就會進入到各子系統的功能畫面。其中會包含四個主要功能：模式計算、路線資料、計算說明、case name 等四個功能選項。如果是初始使用者則需進入點選路線資料後進入資料輸入的畫面，來進行我們運算所需之參數值；並且我們會在使用者輸入時出現簡單的說明方塊協助使用者來填入模式運算所需之參數值。在填入參數之前，使用者必須先行選取所訂定的 case name，這是避免如果同一個使用者將來在新增資料的時候發生資料覆蓋而出現資料流失的情形。對於熟悉且已使用過本系統之使用者，如果他們只是要修改之前輸入過的資料，只要點選正確的 case name 後再點選編輯資料就可以叫出所有以往所儲存的檔案來加以編輯修改、儲存，如圖八所示。對於熟悉的使用者也可以藉由點選是否需要顯示說明的功能來自行決定是否要繼續出現各項輸入參數的說明方格。在輸入的畫面中，本系統將會在模式中需要這些參數的運算式皆顯示在於使用者的輸入介面上，因此使用者可以清楚看到所輸入的參數值對於運算結果產生的改變，如圖九所示。當使用者有部分參數忘記輸入時，系統會即時提醒使用者，必須再輸入那些資料，才能進行儲存功能。



圖八、選取 case name



圖九、輸入畫面

當使用者輸入完模式所需之參數並且儲存後，系統即會立刻更新資料庫中的資料，方便使用者在進行模式運算時，可以直接點選此筆資料。因此當使用者進行完路線資料的輸入後，即可點選進入模式計算的畫面中。

進入模式計算中後，因為每個 ITS 子系統所需要無線通訊的通訊區段有很多，以 APTS 為例有六段通訊區段可供使用者選擇。在使用者點選所要評估之通訊區段後，系統即會動態產生相對應的通訊系統。系統會自動根據通訊系統的特性先進行篩選後，才出現可供使用者點選的通訊系統。在完成選擇所要評估的通訊區段以及通訊系統後，使用者可以依自己的意願來點選之前或是資料庫中已經記錄的參數值來進行最後選擇通訊系統的評估和選擇之結果。同樣的在此系統亦會在使用者選擇通訊系統時，出現說明表格來簡單說明各通訊系統的基本特性；在選擇資料庫中資料時，系統亦會自動顯現之前使用者所輸入的參數值，提醒使用者在介面上所看到的資料數值是如何計算得出的。在各個點選的功能裡，我們都提供全選的功能。也就是說可以將所有的資料一併考慮的情形下，同時評選所有的通訊區段，來評估所有的通訊系統的符合程度，如圖十所示。最後的結果顯示，我們提供詳細的計算結果以及本系統所整理出之總結。

APTS 模式計算

計算方式： 精確值  估計值 (路線數: 10)

通訊區段： 車輛到控制中心  車輛到信號柱  信號柱到控制中心  
 控制中心到站牌  控制中心到信號柱  信號柱到站牌 ( 全選)

通訊系統： GPRS  CDPD  DataTAC  Trunking Radio  Pager ( 全選)

通訊區段： 車輛到控制中心

路線	傳輸頻率 (K)	每筆傳輸量 (D)	Dbus = F * D
<input checked="" type="checkbox"/> 路線 1	0.022	37	0.814
<input type="checkbox"/> 路線 2	0.022	37	
<input type="checkbox"/> 路線 3	0.011	37	
<input type="checkbox"/> 路線 a1	0	37	

**CDPD:**  
 CDPD 利用 AMPS 系統來傳送分封數據資料。運作方式是與 AMPS 系統共用無線電頻道，在 AMPS 通話頻道閒置時段傳輸分封數據

每筆傳輸資料量 (D) = 車輛定位 + 車機編號 + 公車行駛速度 + 公車行駛方向 + 公車上目前的乘客數 + 現在傳遞資料的時間

車輛定位 = 13  
 車機編號 = 8  
 公車行駛速度 = 2  
 公車上目前的乘客數 = 2  
 公車行駛方向 = 6  
 現在傳遞資料的時間 = 6

精確值  估計值

**開始計算**

圖十、模式計算畫面

### 三、系統結果說明

最後的結果顯示，我們提供詳細的計算結果以及本系統所整理出之總結。當使用者點選以上三項，通訊區段、對應之通訊系統以及所要評估之資料，即可按下開始計算的功能鍵，系統就會立刻計算出評選的結果。出現的結果會根據使用者點選速算表或是總結的表現方式來顯示之，或是兩者一同顯示。

在結果顯示的表格中，會出現使用者所勾選的是何種通訊系統。表中的第一個欄位代表此種通訊系統的系統特性，第二、三個欄位代表此通訊系統的基地台涵蓋半徑以及可供資料傳輸的頻道數。第四個欄位表示在基地台涵蓋半徑為多少公里以及此時頻道數為多少的條件下，這樣的通訊系統是否能夠符合資料需求量。最後兩個欄位是代表，在某些通訊區段可能因為傳輸頻率的關係，會出現傳輸需求量的極限值以及平均需求量(kbps)，如圖十一所示。

最後的總結是表示，在基地台涵蓋半徑小於 10 公里以內之區域範圍，亦是說基地台半徑在 1~10 公里間，所需要的基地台頻道數是為 1~6 的頻道數都能夠滿足這樣的通訊需求。

通訊系統:CDPD

速算表:

Protocol	基地台涵蓋半徑	基地台 channel 數	評選結果	車輛到控制中心 Max	車輛到控制中心 AVE
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	1	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	2	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	2	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	3	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	3	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	4	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	4	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	5	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	5	YES		40.128
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	6	YES	912	
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	10	6	YES		40.128

總結:

Protocol	基地台涵蓋半徑 (公里)	基地台 channel 數	評選結果	車輛到控制中心 Max (ktps)	車輛到控制中心 AVE (ktps)
MDLP, RRMP, X.25, TCP/IP	~10 公里	1-6 個	YES		

圖十一、結果顯示