

自動車輛辨識系統原理及其應用之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十二年十一月

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱 中文：自動車輛辨識系統原理及其應用之研究 外文：The Foundation And Applications of Automatic Vehicle Identification			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 957-00-3081-X（平裝）	政府出版品統一編號 009104820700	運輸研究所出版品編號 82-83-624	
主辦單位： 綜合技術組 主 管： 楊淑貞 計畫主持人： 楊淑貞 研究人員： 莊凱勳			研究期間 自 81 年 1 月 至 82 年 6 月
關鍵詞： AVI、電子卡、電子自動收費、道路訂價、車隊管理			
摘要： 本研究主要目的在針對國內外所有自動車輛辨識技術 (AVI) 做一有系統、整體性探討，除廣泛蒐集歐美各國 AVI 產品資料外，並分析各類 AVI 技術之特性與適用條件，根據 AVI 通訊使用的頻率劃分，計有感應線圈式、無線電與微波式、平面音感微波式、智慧卡式及光學式等五種 AVI 系統。其應用除了以電子自動收費為大宗之外，國外尚有鐵路車輛調度、公車定位、市區道路訂價等應用；國內則已用在貨櫃基地管制站自動化、貨櫃定位、取締違規經營遊覽車、查緝贓車及私人停車場管理等方面。本研究並特別探討高速公路電子自動收費之技術現況、基本功能要求、技術測試項目及一些執行相關課題。最後並提出我國未來 AVI 應用發展之可能方向。			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
82 年 11 月	140	158	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密（ <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解密） <input type="checkbox"/> 限閱（ <input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解限） <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備註： 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

目錄

目錄	I
圖目錄	III
表目錄	V
第一章 緒論	1
1-1 研究背景	1
1-2 研究目的	2
1-3 研究課題	2
第二章 各式自動車輛辨識技術調查分析	3
2-1 自動車輛辨識系統之定義	3
2-2 自動車輛辨識基本架構	3
2-2-1 感應線圈式自動車輛辨識系統	6
2-2-2 無線電與微波式自動車輛辨識系統	10
2-2-3 光學式自動車輛辨識系統	11
2-2-4 平面音感微波式自動車輛辨識系統	17
2-2-5 智慧卡式自動車輛辨識系統	22
2-3 各式自動車輛辨識技術優缺點比較	22
第三章 自動車輛辨識技術交通運輸應用	33
3-1 國外應用現況	33
3-1-1 電子式道路定價	34
3-1-2 橋隧公路收費	40
3-1-3 鐵路車輛調度	41
3-1-4 客車與貨車車隊管理	45
3-2 國內應用現況	49
3-2-1 停車場管理	49
3-2-2 貨櫃基地管制站自動化系統	49

3-2-3 貨櫃場自動定位系統	56
3-2-4 協助取締違規經營遊覽車	63
3-3 未來國內規劃應用芻議	67
3-3-1 高速公路電子自動收費與交通管理整體設計 . . .	67
3-2-2 交通資料蒐集	67
3-3-3 高乘載車輛及特殊車輛優先處理	68
3-3-4 道路訂價	70
 第四章 電子式道路收費之應用	 71
4-1 技術現況	71
4-2 基本功能要求	73
4-3 技術測試項目	82
4-4 一些執行相關課題	87
 第五章 結論和建議	 91
5-1 結論	91
5-2 建議	92
 參考文獻	 95
附錄一 低功率射頻電機管理規則	A1
附錄二 低功率射頻電機技術規範	B1
附錄三 低功率射頻電機型式審認、審驗要點	C1

圖目錄

圖2.1	AVI架構圖	5
圖2.2	各種AVI使用頻率頻譜圖	7
圖2.3	按裝識別器（電子牌照）	9
圖2.4	感應線圈式AVI系統佈設	9
圖2.5	被動式AVI電子卡中電容器電壓變化圖	12
圖2.6	訊號解讀器作業示意圖	13
圖2.7	無線電與微波式AVI系統示意圖	14
圖2.8	光學式AVI（條碼識別）系統架構圖	16
圖2.9	工作區影像搜尋之流程	17
圖2.10	牌照數字辨認	17
圖2.11	光學式AVI（車牌辨識）系統架構圖	18
圖2.12	平面音感微波式AVI系統架構圖	20
圖2.13	電子卡黏貼位置圖（一）	21
圖2.14	電子卡黏貼位置圖（二）	21
圖2.15	智慧卡式AVI道路自動收費測試	23
圖3.1	ERP運作流程簡圖	37
圖3.2	ERP感應線圈佈設	37
圖3.3	ERP每月帳單樣式	39
圖3.4	鐵路車輛AVI定位應用	43
圖3.5	AVI在鐵路調車場管理之應用	44
圖3.6	倫敦市公車AVI定位系統	47
圖3.7	AVI在貨車裝卸（調度）場之應用	48
圖3.8	AVI停車場自動管理出入口佈設（一）	50
圖3.9	AVI停車場自動管理出入口佈設（二）	50
圖3.10	AVI監控解碼器	51
圖3.11	置於車上擋風玻璃前之電子卡	51
圖3.12	出口櫃進站拖車司機動線	54

圖3.13	出口櫃進站電腦化作業流程	55
圖3.14	貨櫃場自動定位系統	57
圖3.15	長榮海運公司貨櫃定位系統架構圖	58
圖3.16	Z座標定位設備	60
圖3.17	X座標定位設備	60
圖3.18	中國航運公司貨櫃定位系統架構圖	62
圖3.19	Y座標定位設備	64
圖3.20	台車操作室內之顯示板	64
圖3.21	台車操作室內之顯示燈和語音設備	65
圖3.22	管制員審驗資料並發給電子卡	65
圖3.23	拖車車頂上的電子卡	66
圖3.24	門架式起重機之天線讀取拖車車頂上電子卡資料 . .	66
圖3.25	AVI公車專用道佈設示意圖	70

表目錄

表2.1	各種AVI技術特性比較	32
表4.1	各廠商AVI產品規格一覽表	74
表4.1	各廠商AVI產品規格一覽表 (續)	75
表4.2	高速公路電子式收費系統測試內容與標準	83
表4.2	高速公路電子式收費系統測試內容與標準 (續) . . .	84
表4.2	高速公路電子式收費系統測試內容與標準 (續) . . .	85

第一章 緒論

1-1 研究背景

近年來因小汽車數量之急速成長，形成高速公路每逢假日便車滿為患，行車速率每每低於該有之服務水準，而高速公路上之收費站更被視為車流瓶頸之所在，故已往曾實施過高速公路連續假日不收通行費的策略，其目的就是想消除此一因通過收費站停車繳費造成之瓶頸。其實施結果顯示，雖然改善了收費站附近的車流擁擠，但卻引發使用者付費公平性之訾議以及高速公路通行費短收與吸引更多車輛使用高速公路等問題，因此思索使用更佳之方案而觸發引進「電子式自動收費（Electric Toll Collection，ETC）」之構想。

電子式自動收費系統的組成主體為自動車輛辨識系統（Automatic Vehicle Identification，簡稱AVI），交通部曾於民國七十九年九月至八十年五月期間在中山高速公路后里與斗南兩收費站進行單向電子卡（tag）式AVI的測試，其測試結果顯示單向電子卡式AVI技術已經相當成熟，可靠度極高。

此外，交通部運輸研究所為瞭解高速公路遊覽車違規經營固定班車及查緝使用偽造車牌與一牌多掛之情形，亦曾委託大同股份有限公司於七十八年六月至七十九年六月期間在造橋及員林兩收費站進行「電子式車牌辨識系統」架設與測試，結果顯示車牌正確辨識率達96%。另外，公路警察局為查緝贓車及違法車輛亦委託盟立公司在泰山收費站架設類似之電子式車牌辨識系統。

AVI可是說繼自動車輛偵測（Automatic Vehicle Detection）系統及自動車輛種別（Automatic Vehicle Classification）系統之後，邏輯上下一個發展系統，AVI不僅能偵測一輛車的存在以及其車種，還能夠指出某一特定車輛在某一時間、某一地點出現。AVI的潛在應用領域極其廣泛，不僅能用以改善大眾運輸的營運效率，甚至可以實現以道

路訂價改善交通擁擠的策略。

1-2 研究目的

由於AVI各項技術在國內逐漸引進發展，但一直未有明確的定義與完整的技術說明，因此本文擬將國內外現有之各種AVI技術原理作一整理並探討一些AVI系統目前及將來可以應用的領域。

1-3 研究課題

本研究主要從技術的方向加以探討，因此一些經濟、政策、社會環境以及行政組織等各方面的探討都不在本研究範圍，僅有部份稍加說明，詳細之分析工作應於應用規劃階段進行。本研究探討的課題如下：

- 1.各種自動車輛辨識系統的技術原理分析。
- 2.各種自動車輛辨識系統的優缺點探討。
- 3.自動車輛辨識系統在交通運輸的潛在應用方向。
- 4.自動車輛辨識系統在高速公路電子式自動收費應用之探討。

第二章 各式自動車輛辨識技術調查分析

2-1 自動車輛辨識系統之定義

自動車輛辨識系統是指當車輛通過某一特定地點時，可以不藉助人工，而能將該輛車的身份辨識出來的技術通稱。車輛的身份，泛指車輛本身的代表符號以及一切隨之的屬性，就像人一樣，每個人都有名字、身份證號碼以及許多背景資料，車輛也有車牌號碼、車主、車籍等資料，但無論多少，車輛本身至少必須具有一個可供識別的標示，並且是唯一的，才能夠藉以分辨。我們利用人的容貌、身高、胖瘦等特徵去辨識一個人，然這卻很難用來辨識一輛車，同一廠牌、同一型、同一顏色的車，實在無法由外觀加以區別，因此有必要藉助另外的標示來標註車輛。傳統上，車牌號碼即提供極佳的標示，按理說，只要能夠讀取每一通過車輛之車牌號碼，便足以達到車輛辨識的目的，這對人肉眼來說，是極輕而易舉之事，但對非人工作業的系統而言卻是極為不易的事。

用來標示車輛的方式，除了傳統的車牌之外，隨著科技的發展，陸續發展了條碼（bar code）、電子車牌（electronic number plate）、電子識別卡（tag）、和所謂的「智慧卡」（smart card）等。

2-2 自動車輛辨識基本架構

目前世界各國廠商所生產的AVI產品種類極多，且彼此之間多無法相容，每一家產品皆有其特色，難加以分別探述，雖然如此，一些基本的系統架構卻都相同，皆由三個主要元件（component）組成——(1)車上單元（on-board unit），這一部份元件附屬在車輛上，可以是固定式的，也可以是活動式的，作為車輛識別用之標示，其本

身擁有一種可資識別的訊號，這一訊號一般而言是獨一的，因此可以當作車輛的「身份證」；(2)路側收訊解讀單元（road-side reader unit），用以接收抑或偵讀車上單元發（反）射（散）出來的訊號，並把收的訊號解譯成有意義、可以閱讀的文（數）字資料，以供進一步分析計算使用；(3)資料（訊）處理單元，把從解讀單元所解譯出來的資料和電腦資料庫裡面的使用者資料比對，驗證身份，並進行所有的資料處理工作，這包括通行費的計算、交易時間、地點、流水號等資料的登錄。AVI三個主要元件簡單的關係構造如圖2.1所示。

上面所概括描述的系統架構是基於硬體上的觀點，如果以訊號或資訊傳遞與處理的觀點看，AVI的基本運作也可以分成三部份——(1)截取自車輛發散出來的模組化（modulated）電磁波訊號；(2)將電磁波訊號轉譯成有意義的資訊；(3)將譯讀出來的資訊輸入電腦中，進行資料比對、驗證身份、收取通行費、文件查驗等資料處理工作。

目前為大多數人所認知的AVI系統大抵指無線電與微波式（Radio Frequency/Microwave，RF/MW）AVI系統而言，由於近年來電子技術之長足進步，RF/MW技術的AVI系統始成為現今最普遍、技術可靠度和成熟度也最好的一種。然而，RF/MW技術並非是唯一的AVI技術，其它可選用的AVI技術尚有光學式與感應線圈式等系統，各有其特色與適用條件。

把從前使用過的、現在正使用中以及發展中的各種AVI系統加以整理，相近的技術歸為一類，大體可以區分成——感應線圈式（inductive loop）、無線電與微波式、光學式（optical）、平面音感微波式（Surface Acoustical Wave，SAW）、以及智慧卡式（smart card）等五類。如果依照車上單元和路側收訊設備間通訊的頻率區分的話，則可區分成三個區段——(1)極低頻波段，頻率大約介於50千赫與500千赫之間（50 - 500 KHz），使用此一頻率的系統為感應線圈式AVI系統；(2)微波波段，頻率大約介於100兆赫與2000兆赫之間（100 - 2,000 MHz），使用此一頻率的有無線電與微波式AVI、平面音感微波式AVI、及智慧卡式AVI等系統；(3)光波及近光波波段，包含紅外

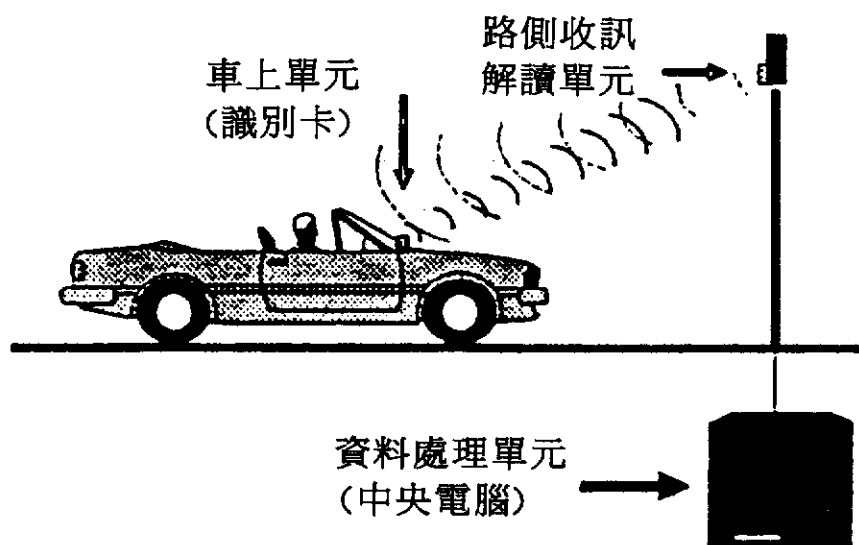


圖2.1 AVI架構圖

光波，頻率大約介於100 兆赫與100 萬兆赫之間（100 - 1,000,000 GHz），使用此一頻率的系統為光學式AVI。為能夠對這幾個波段所顯示的意義有更清楚的認知，另外抄列一些國內常見使用的頻率以供對照——調幅電台使用的頻率介於535千赫與1,605 千赫之間（535 - 1,605 KHz）；調頻電台，100 兆赫至108 兆赫（100 - 108 MHz）；電視台，174 兆赫至216 兆赫（174 - 216 MHz）；行動電話，825 兆赫至890 兆赫（825 - 890 MHz）；微波爐，1,000 兆赫至3,000 兆赫（1,000 - 3,000 MHz）。綜合各種頻率使用情形，繪製頻譜圖如圖2.2所示。

2-2-1 感應線圈式自動車輛辨識系統

感應線圈式AVI系統是最早被使用的一種AVI技術，設計構想源自於傳統自動計算交通流量、蒐集交通資料使用的感應線圈。傳統感應線圈藉自身的振盪器（oscillator）傳送電能，經由埋設於路面下的導體線圈造成一種電磁場形態的能量，當車輛通過感應線圈時，吸收了部份能量，形成振盪器與線圈間的能量差異，藉此偵測是否有車輛經過。這一種自動交通資料蒐集偵測器長久以來一直被使用並持續加以改良，目前已經是國內最主要的交通流量偵測儀器。

1970年初期，英國運輸及道路研究實驗室（TRRL）和一些地區開始從事電磁感應方式辨識車輛的研究[1]，及至1983年，香港為控制市區交通擁擠狀況，研擬了所謂「電子式道路訂價」（Electronic Road Pricing，簡稱ERP）計畫，大規模展開感應線圈式AVI系統的裝設和執行擁擠收費的策略。因為香港的ERP計畫是全世界第一個大規模現場實際執行的電子道路訂價方案，也是全世界首次的大型AVI應用，將於「AVI系統之應用」一節詳述。

感應線圈式AVI系統主體構造分三部份，一個是鑲嵌在車底盤下的發報機（transmitter），或稱為電子牌照（Electronic Number Plate，簡稱ENP），如圖2.3所示；一個則是路方的設備，含有埋設在路面下的感應線圈和路旁儀器；另一個是資料處理用的電腦設備。系統

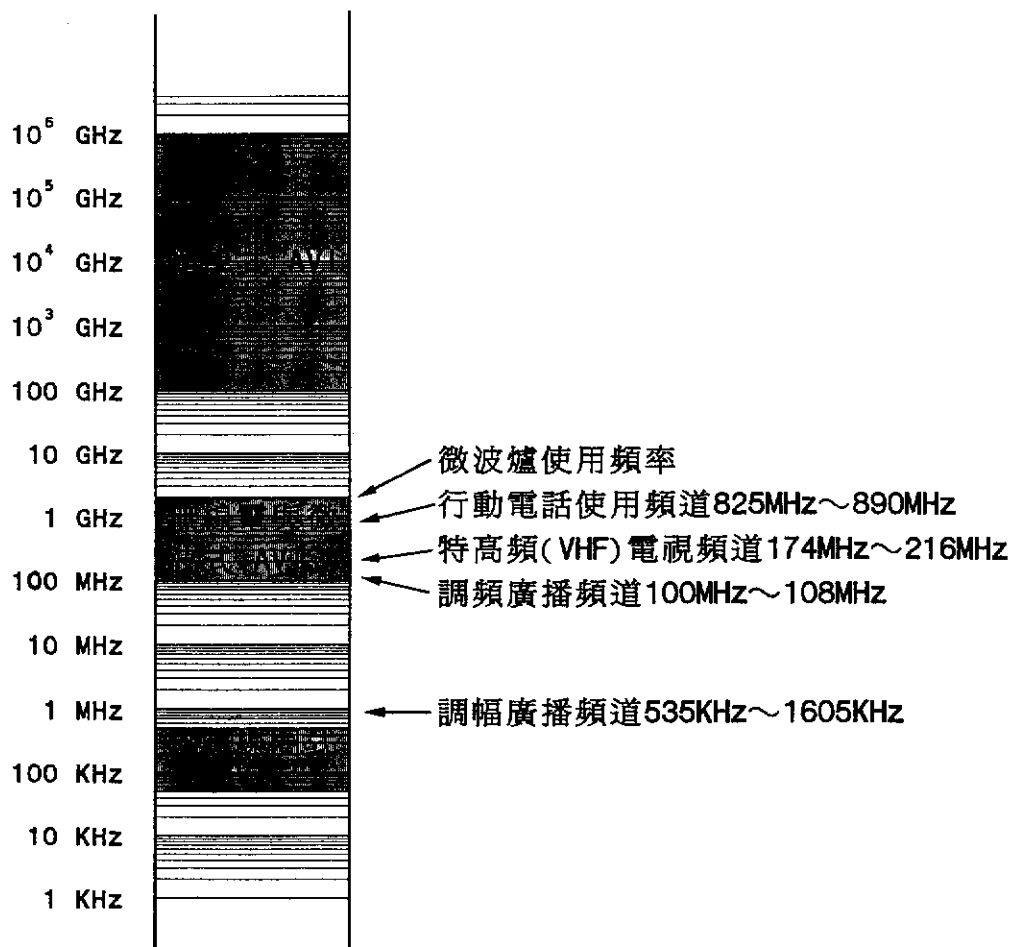


圖2.2 各種AVI使用頻率頻譜圖

佈設架構如圖2.4所示。

當車輛經過線圈上方時，鑲嵌在車盤底下的發報機會發送訊號，將線圈上的載波訊號模組化，顯示出二位元的數位訊號。車上的發報機本身編有辨識訊號，感應線圈接收到此一序列二位元訊號後，傳遞到與之連接的路旁儀器，加以解碼。

早期的感應線圈系統只能使用極少的識別碼，有些甚至只有四組碼，明顯的，這並不能符合辨別每一輛車的要求，但此一系統卻可以使用在路口號誌優先處理上，只需在某些特定車輛（如救護車、警車、消防車、公車等）裝設識別器便足夠。後來發展的一些感應線圈式AVI系統，就有能力傳送並儲存更多位元的資料，對任何AVI的應用都綽綽有餘，例如，香港的電子道路收費系統，就可以處理超過1600萬個識別碼。

感應線圈式AVI系統鑲嵌在車輛底盤下的識別器需要電源供應發射訊號，在早期發展時候便覺察到電源供應是一個潛在的問題，尤其是鐵路運輸用車皮，一般都沒有自身的電源，還有曳引車，只有在燈光打開時才接通電源。目前感應線圈AVI系統的發展有兩種型式，一種稱做「主動式系統」，按裝在車輛上的識別器或靠車輛或靠自備之蓄電池供應電源；一種稱為「被動式系統」，車輛上識別器所需的電源是由路面上的另一個感應線圈電磁場所激發提供。

由車輛本身提供電源的主動式的感應線圈系統已經在歐洲、美國和澳洲等地區成功地應用在公車的辨識上，並隨近來蓄電池技術的改良，使得利用蓄電池來做為車上識別器發射訊號所需的電源更為可行，當車輛經過感應線圈時，才會觸動識別器發射訊號，這類系統的可靠度，依照目前的一些實務應用情形看來，算是很穩定，就以倫敦地區公車系統來說，使用的情形還不差，但另一方面，因為這類系統在使用數年會之後會有較高的故障率，對一些小型車隊來說還算可以忍受。但使用在道路收費上時，則因為每輛車換裝蓄電池或識別器所需的費用非常可觀，必須在設計之初即保證車上AVI識別器的壽命比車輛本身的壽命還長，然而依目前蓄電池的技術程



圖2.3 按裝識別器（電子牌照）

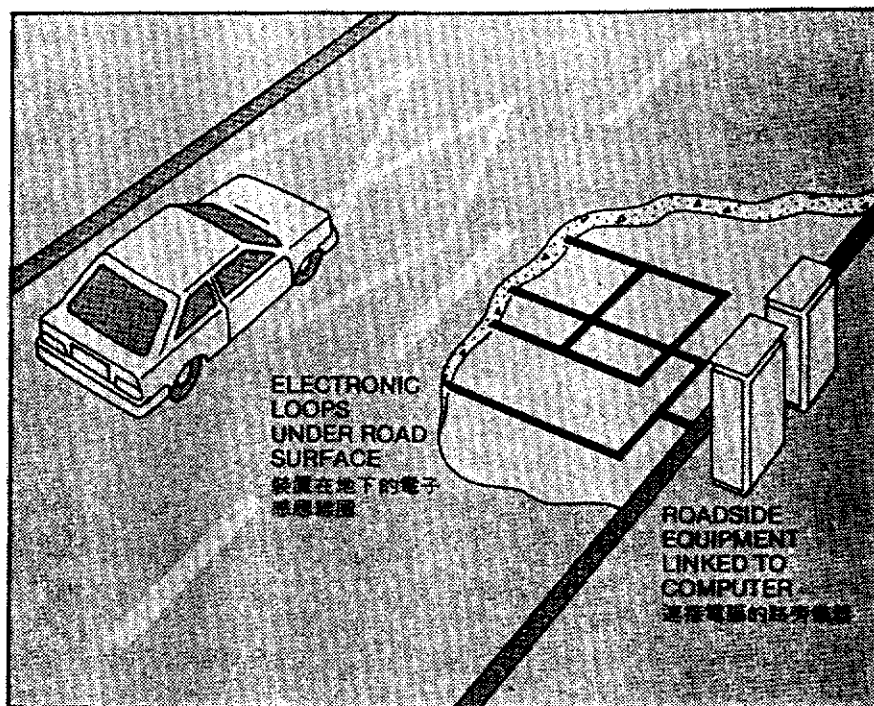


圖2.4 感應線圈式AVI系統佈設

度，則尚不足以達到此一要求。

另一個較可行的方向是使用被動式感應線圈系統，一種電磁線圈，介於像主、副變電線圈的東西，可以供給車上識別器發送電訊所須的電力。因此，識別器本身可以毋需自備電源或連接其它電源設施，較不受外界有意或無意的破壞或干擾。被動式感應線圈的主要缺點是為提供電源以及接收識別器發送訊號所按裝的線圈組很複雜，而且每一地點都要按裝。但根據香港的實測計畫結果顯示上述的缺點是可以克服的，而且這種被動式感應線圈系統也能夠在惡劣的環境下運作，並提供道路收費應用時所需要的防弊功能。

2-2-2 無線電與微波式自動車輛辨識系統

無線電與微波式AVI系統是近年來廣被使用，可靠度和方便性俱佳的技術，基本構成的元件有三個——(1)貼在車上的電子識別卡（自動收發報器）；(2)路旁的訊號解讀器（reader），包含發送電波和接收回訊的天線；(3)處理資料用的電腦設備。以下分別就各組成元件說明之。

1. 電子識別卡

電子識別卡是一片壓有積體電路（IC）晶片和小型天線的塑膠卡片，IC晶片上編有獨一無二的識別碼，在出廠時就已經編寫固定，不能加以修改，新近生產的電子識別卡還有一些可供覆寫資料的記憶體空間，用來註寫和使用者有關的一些資訊，初期生產的電子識別卡並沒有這一項功能，因此早期的無線電與微波式AVI系統僅只能讀取電子識別卡上的識別碼，稱為唯讀型（read only）AVI，又資料的傳遞方式僅是由電子識別卡單方向的向外傳送，所以也稱做「單向式AVI」；近年生產的電子識別卡除了原有的識別碼固定資料外，還有所謂「動態存取記憶體」（RAM）的設計，增加了可供覆寫資料的功能，稱為可讀可寫型（read/write）AVI，因為資料的傳送

可以雙向進行，因此也稱為「雙向式AVI」。

電子識別卡本身是一個發報機，以電力發送訊號，因此，傳統設計上電子識別卡內皆含有一顆鋰電池，惟考慮節省電力問題，只有在經過識讀區時，才由路邊設備發送的訊號加以啟動，這種設計方式稱做「主動式」電子識別卡，雖然電池技術一直在革新，但是，終有耗盡之時，且使用的頻率愈繁，壽命就短，因此，可以預見，主動式電子識別卡的汰換將是一個問題，為解決此一問題，遂有「被動式」電子識別卡的設計，其方法是，先由解讀器的天線發送一能量波形成「能量場」，電子識別卡中的天線將之收集後，卡中的電容器得到充電，充電完畢後，電子識別卡便立即利用該電力回訊。電容器充電放電的過程如圖2.5所示。

2. 訊號解讀器

訊號解讀器主要功用是將天線接收到的電子識別卡所發送出來的無線電波（RF）信號轉換成數位訊號，並且檢核識別碼的有效性。進而再附上車輛經過的日期、時間、地點等訊息，最後將所有資料傳送到電腦系統中。訊號解讀器將無線電波信號轉換成數位訊號的過程，如圖2.6所示。

3. 電腦設備

電腦設備主要用來檢核電子識別卡的ID識別碼及記錄用戶的交易狀況，並控制其它配合運作的設施，例如信號燈、警報器、錄影存證設備等。同時定時檢查系統內每一項設備是否正常運轉。

無線電／微波式AVI系統架構，如圖2.7所示。

2-2-3 光學式自動車輛辨識系統

光學式自動車輛辨識系統採用的是光學的原理，利用光波成像及反射的方式直接讀取標籤，加以分析解讀，這種技術最早發展的

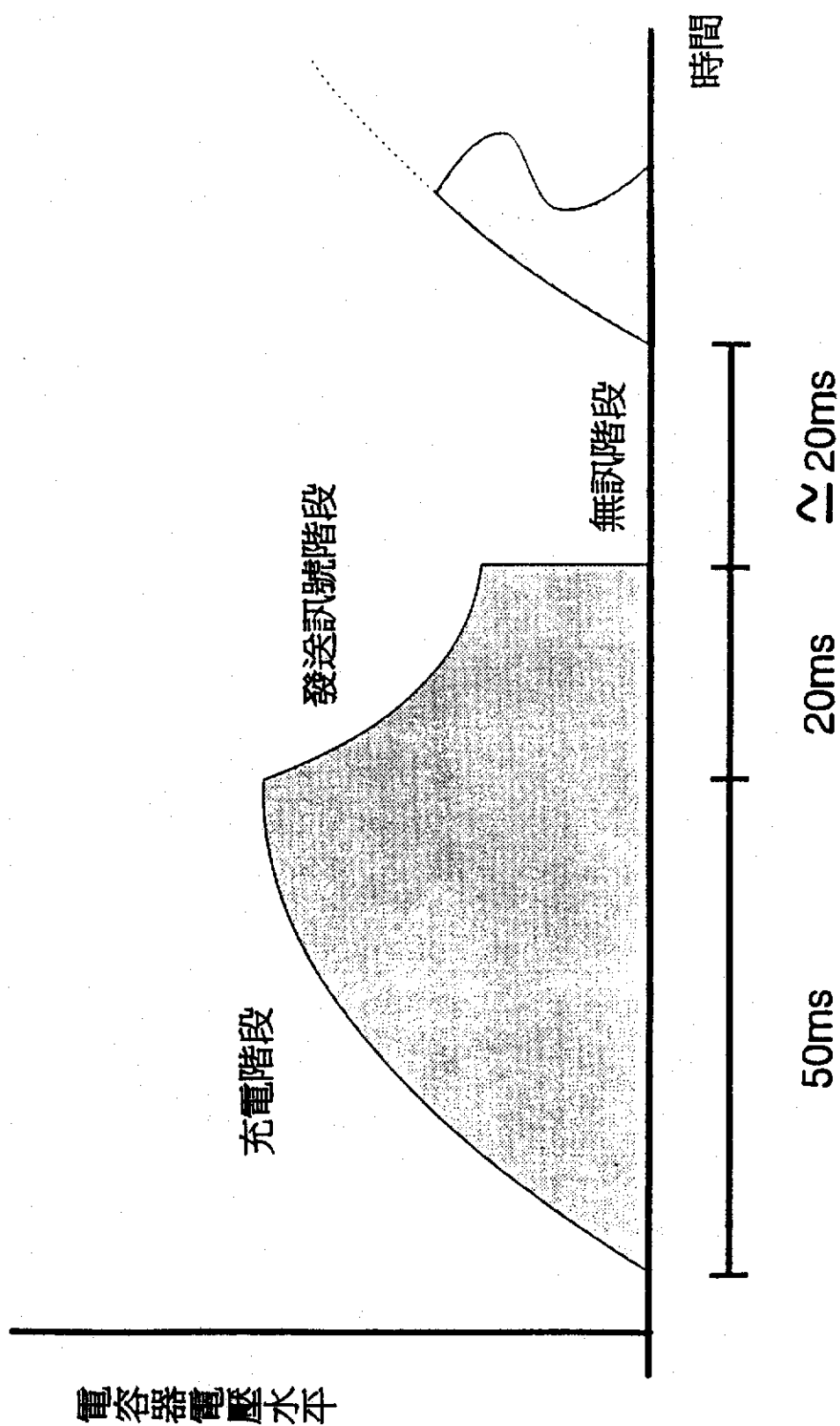


圖2.6 被動式AVI電子卡中電容器電壓變化圖

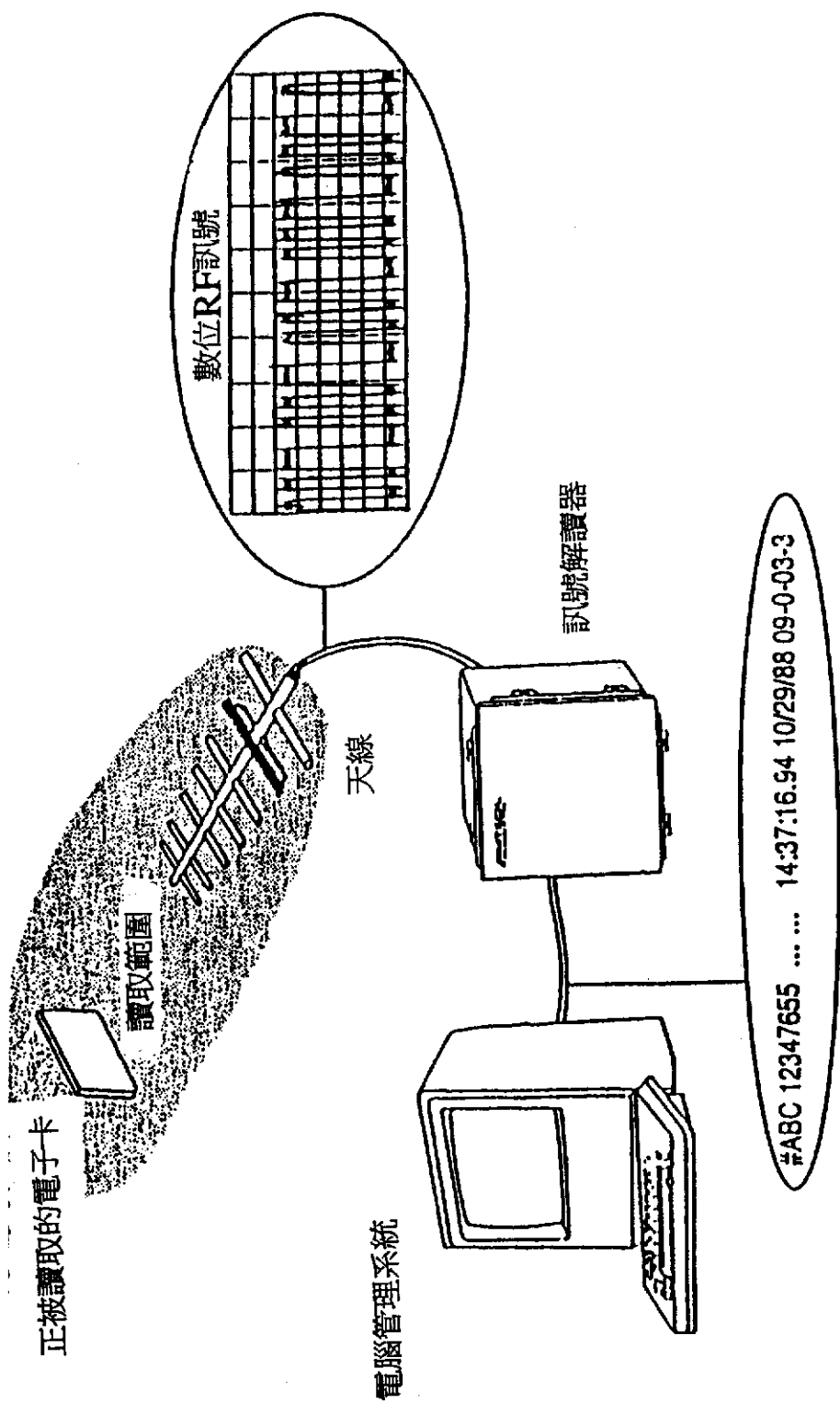


圖2.6 訊號解讀器作業示意圖

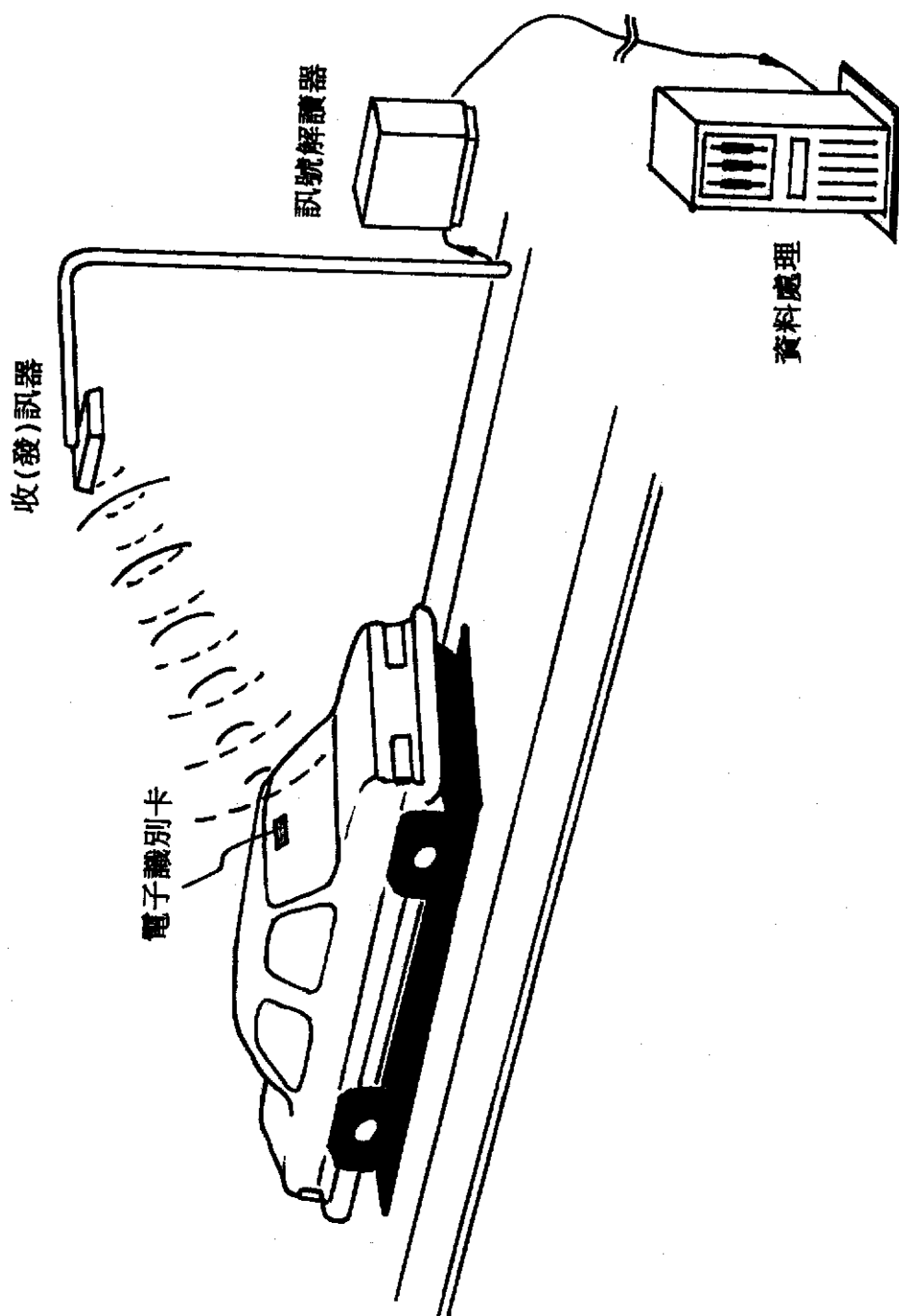


圖2.7 無線電與微波式AVI系統示意圖

是「條碼識別」系統，近年發展的則為「車牌辨識」系統。以下分別探討此二種辨識方法。

1. 條碼識別

條碼識別式的 AVI 系統使用一種上面印刷有連續寬細、黑線條紋的標籤，就像商店貨品上的條碼，粘貼在車門旁邊或擋風玻璃上，每一張條碼（標籤）都代表一固定獨一無二的號碼，做為車輛身份的代碼，當車輛經過識別區時，路旁的鐳射掃描器就會發射 2MW 功率的氦氖鐳射光束讀取貼在車上條碼資訊，鐳射光束照在條碼上所反射回來的能量被接收並傳送到條碼解讀設備轉換成有意義的數位訊號。系統設置的架構如圖 2.8 所示。

2. 車牌辨識

車牌辨識是近年高科技使用在交通管理上的重要領域之一，主要是拜電腦影像處理技術快速發展之賜，也就是所謂的「電腦視覺」。電腦影像處理是一門專業知識，在許多書籍和論文都可以找到深入的研究，因此本研究不加詳細探述。

汽車牌照識別主要組成的元件為車牌、攝影機、影像處理機以及資料處理用的電腦設備。車牌行經識別區時，攝影機將車牌影像攝取下來，經 A/D 轉換器把類比訊號變成數位訊號，輸入影像處理機，將一些有意義的圖形資料抽取出來，去除雜訊後進行文字辨認，最後把辨識出來的文字送入電腦進行資料處理。車牌辨識換作上主要有兩個部份，一個是目標定位的過程，一個是符號文字辨認的過程。兩部份工作流程分別如圖 2.9 和圖 2.10 所示。

車牌辨識的系統佈置架構如圖 2.11 所示。

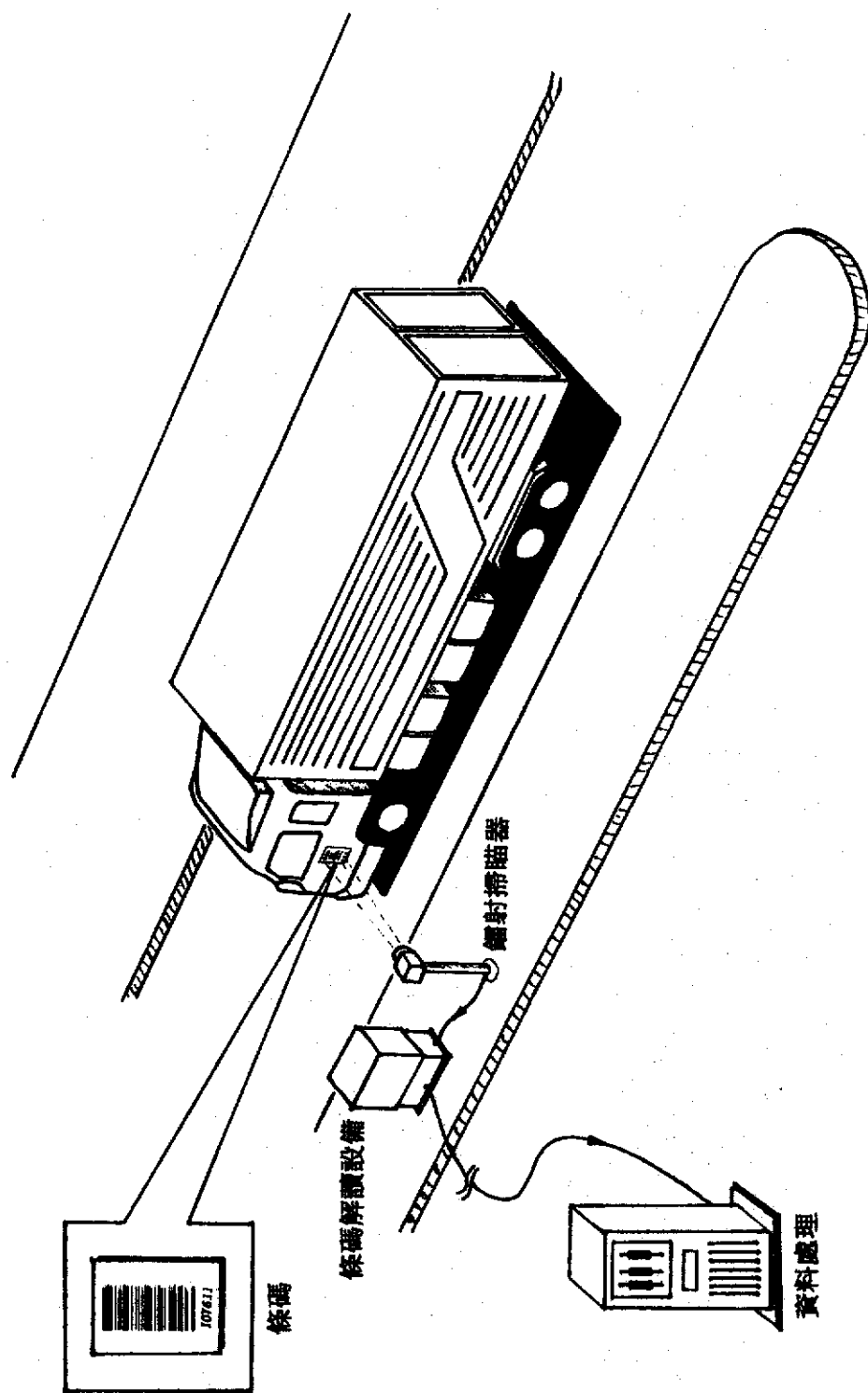


圖2.8 光學式AVI (條碼識別) 系統架構圖

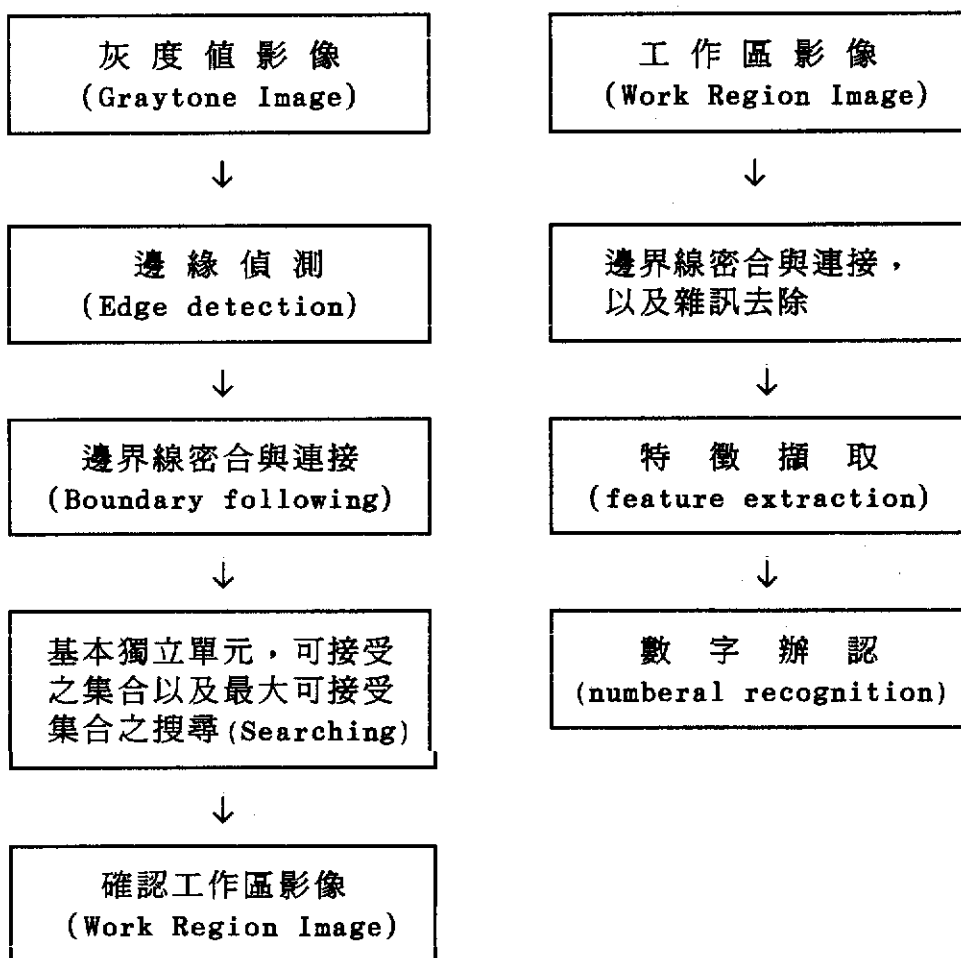


圖2.9 工作區影像搜尋之流程

圖2.10 牌照數字辨認

2-2-4 平面音感微波式自動車輛辨識系統

平面音感微波式AVI技術是目前最先進的AVI技術，體積小重量輕的識別卡貼在車輛的擋風玻璃內或是側窗內，當車輛經過微波收發器，車內識別卡受到微波收發器發射的無線電波激發後，辨識卡ID號碼以電波訊號反射回到微波收發器，微波收發器將收到的反射電波傳輸到監控解碼器，監控解碼器將反射的音感微波轉換成為數位訊號，並同時將訊號傳輸到電腦作資料處理，其運作架構如圖

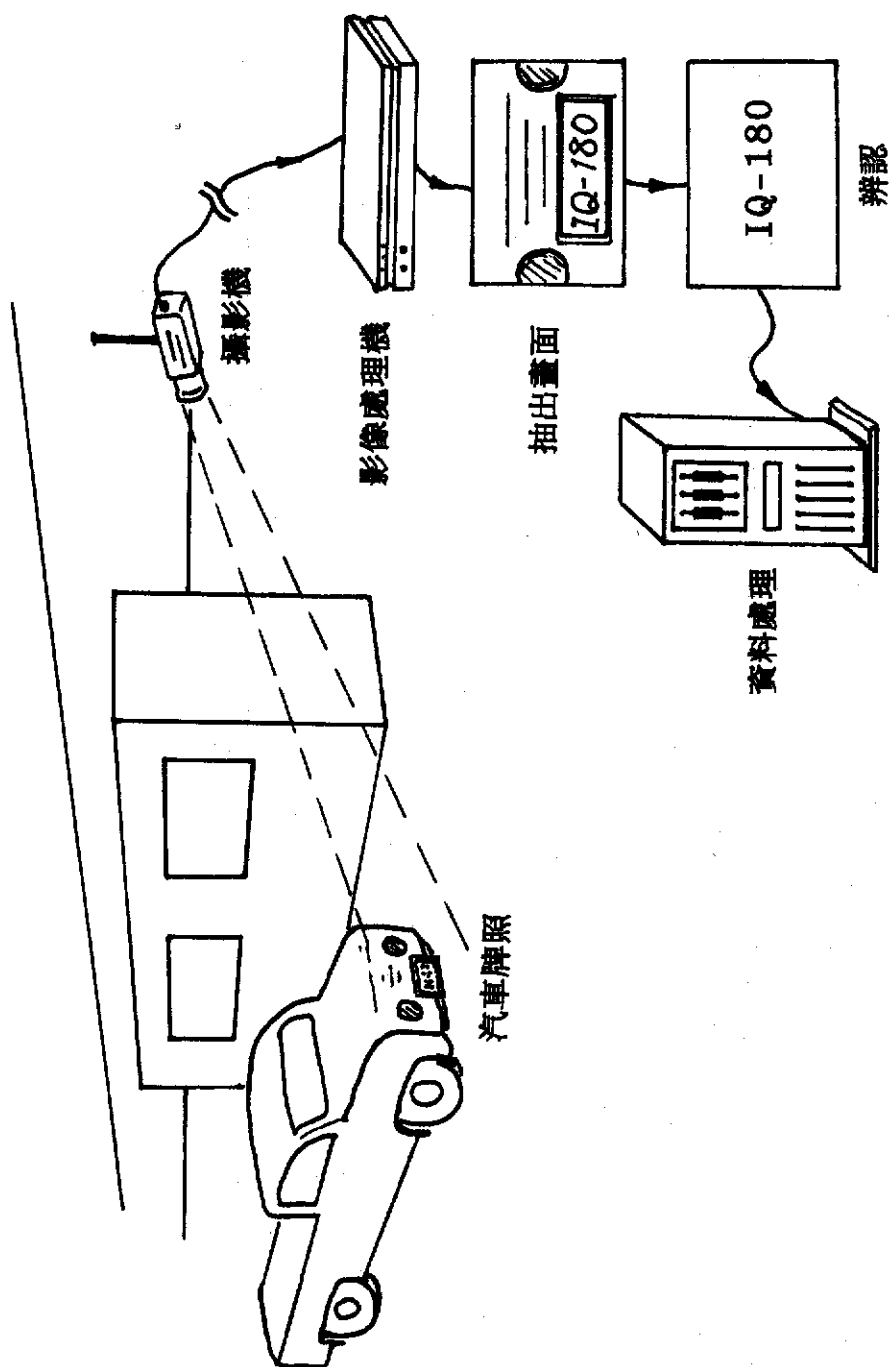


圖2.11 光學式AVI (車牌辨識) 系統架構圖

2.12 示。

1. 識別卡 (ID TAG)

一般情形，識別卡貼在車輛的擋風玻璃內正上方、側下方或是側窗內（圖 2.13、圖 2.14）另外也有配合卡車，廂型車及拖車用的識別卡。識別卡不需要電池，卡內鋰元素晶片和天線接受極小電力即可激發一種平面音感微波（Surface Acoustic Wave，SAW）。當識別卡接收微波收發器所發出 915MHZ 訊號時，電磁波經由鋰晶片表面轉換成為獨特的二位元類比訊號，該類比訊號代表數位型 16 位元辨識卡 ID 號碼。由於晶體片的設計生產是在極複雜精密控制之半導體環境中製造，每一個晶片都有獨特的密碼，晶體本身結構不同，每一晶體片之辨識密碼都不一樣，所以識別卡是現有無線電頻率收發器中較安全且不易被仿冒的一種裝置。識別卡讀取有效距離從標準的 6 英尺到 16 英尺範圍內。

2. 微波收發器 (reader)

微波收發器以微處理機為基礎並具備天線的功能，處理發射和接收 915MHZ 微波訊號，使用電波功率最高為 0.03 瓦。微波收發器發射安全的低功率微波以激發辨識卡鋰元素晶片，而產生平面音感波，該音感波反射回微波收發器，收發器將音感波傳輸到監控解碼器，經監控解碼器處理後傳出的號碼為數位訊號。

微波收發器包含印刷電路板、天線和金屬平面，標準型微波收發器之感應收發範圍為 1 至 6 英尺，適用於停車場管理和門禁管制。另一種感應收發範圍為 1 至 16 英尺，適用於高速公路收費站與貨櫃場管理。

3. 監控解碼器 (reader controller)

監控解碼器將接自微波收發器所傳送的音感微波轉換成為數位訊號，並經由 RS232C 傳輸到電腦。監控解碼器除監控微波收發訊號

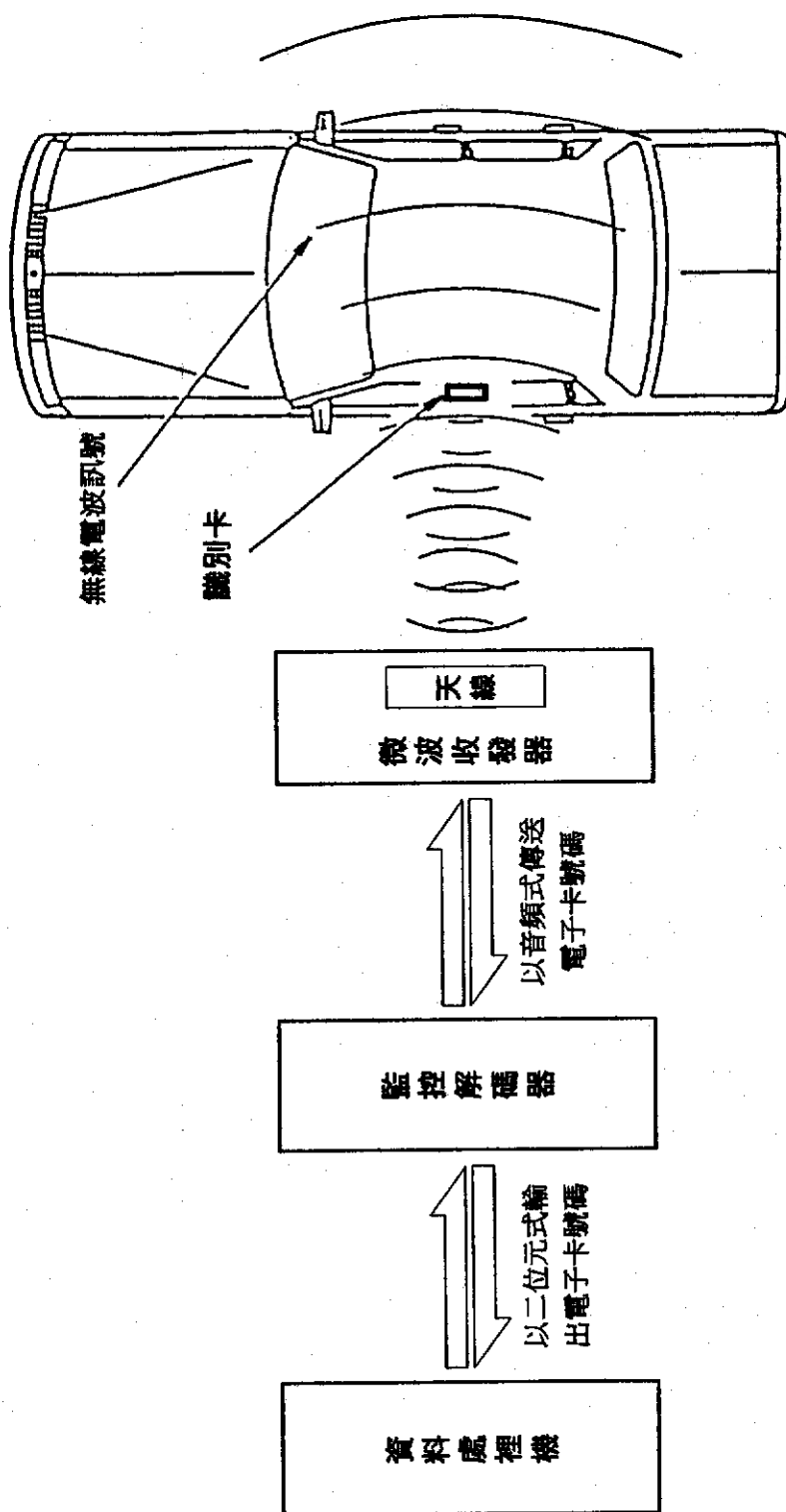


圖2.12 平面音感微波式AVI系統架構圖

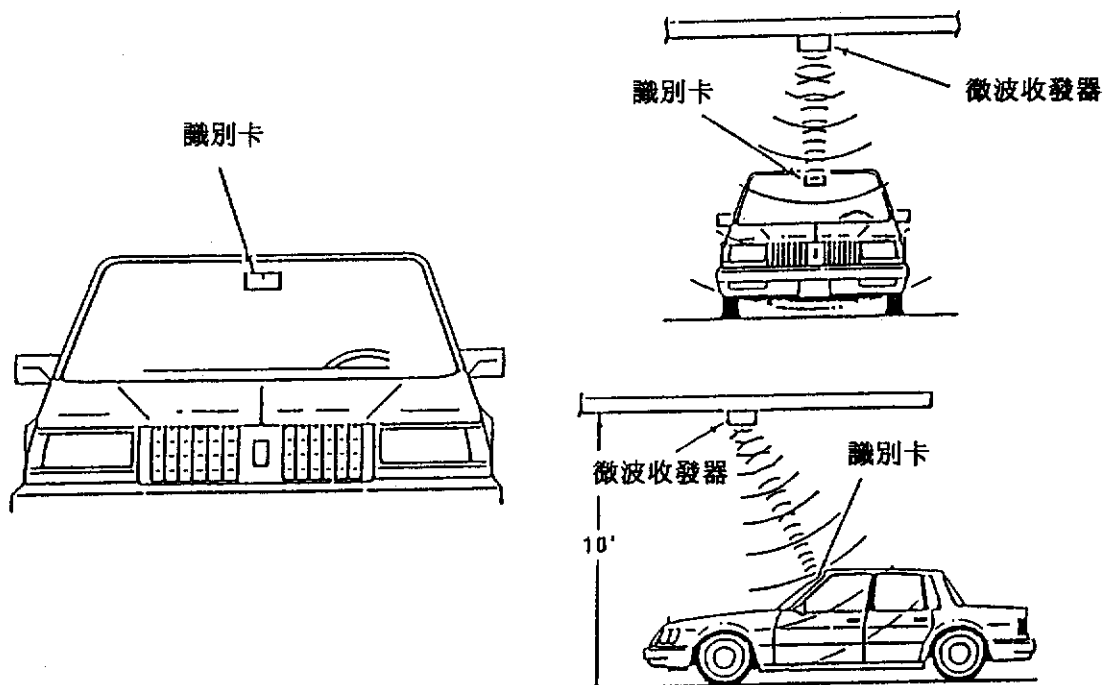


圖2.13 電子卡黏貼位置圖 (一)

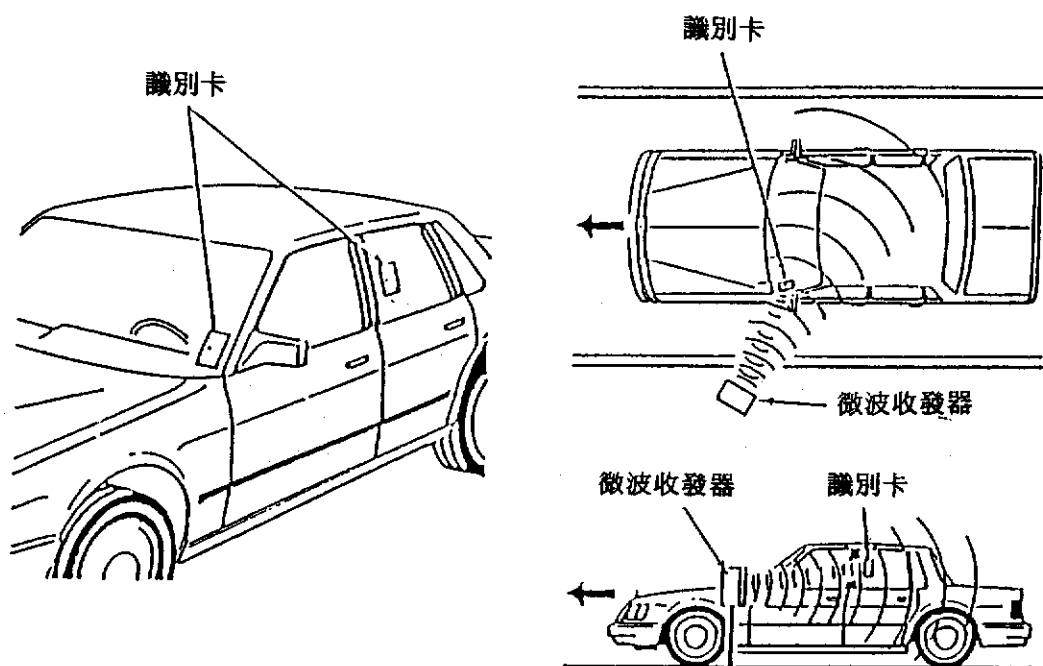


圖2.14 電子卡黏貼位置圖 (二)

收發處理外同時具有因環境變動自行校正的監控功能，資料傳輸到電腦的速率可達每秒9600位元（9600 bps）。

2-2-5 智慧卡式自動車輛辨識系統

智慧卡或稱為IC卡，內含積體電路晶片，具有獨立演算、處理及儲存資料的能力，有如一微縮的小型電腦，比無線電與微波式系統的電子識別卡功能多出許多。除了做為收取通行費使用之外，智慧卡平日還可以做為信用卡、金融卡使用，為一結合多種用途的卡片，智慧卡本身不具通訊能力，必須在車輛上按裝一個有收發電訊功能的卡匣（car box），用以插放智慧卡，做為智慧卡與路側設備通訊的媒介。卡匣本身主要功能除了和路側設備進行資料通訊之外，也做為和使用者（駕駛人）溝通的介面，卡匣上有液晶面板，依使用者要求，可以查看智慧卡內紀錄的儲存餘額或者最近通行費交易的時間、地點等資料。路側設備的功能和運作皆與無線電與微波系統相同。

依據目前蒐集的AVI產品資料顯示，製造這類系統的產商有AT&T與洛克希德（Lockheed）合作開發的產品以及SGS-THOMSON公司。圖2.15為AT&T與洛克希德公司合作開發的Smart Card產品進行測試的情形。

2-3 各式自動車輛辨識技術優缺點分析

由前面各式AVI系統原理的說明可以瞭解，每一種AVI技術都有其特色，因為技術原理的不同，自然有其優越之處與不及之處，沒有任何一種系統是完美無缺，本節就分別探討這五種AVI系統的優缺點，以做為選用時評估的考慮，進一步了解各自適用的環境。



圖2.15 智慧卡式AVI道路自動收費測試

1. 感應線圈式

- (1)優點：
- ①可靠度極高。因為感應線圈（天線）是埋在路面底下，和鑲嵌在車盤底下的電子牌照距離很近，而且每輛車的情況都相同，變動不大，所以天線接收訊號相當穩定，不易發生因識別卡和讀取訊號天線間距離大小不一產生的訊號強弱度變異大，而造成解讀器（reader）判斷上的複雜所導致的準確度降低。
 - ②功能單純。因電子牌照僅提供車輛身分識別用的單一功能而已，在系統運作上的複雜性降低很多，所以維護上簡單，經久耐用。
 - ③外在環境的干擾極小。由於使用極低頻的波段電波訊號穿透性較佳，受到阻隔的可能性降低，不受塵土、雨水的影響。
 - ④車道間電波互相干擾的可能性低。因電子牌照是置於車盤底下，和埋於路面下的感應無線圈（天線）很接近，所以電波訊號不須很強，造成彼此干擾的可能性也很小。
- (2)缺點：
- ①電子牌照的鑲嵌需要專業技工使用專門工具才能完成，非一般人所能自行處理，且電子牌照的價格也不便宜，除非按裝費用全由主管單位補助，否則駕駛人使用的意願不會太高。
 - ②電子牌照電池的更換麻煩。使用電子牌照車牌數量多時，更換電池的工作將是一件龐大的負荷。如果改用「被動式」系統，雖然沒有了更換電池的缺點，但也致使感應線圈按裝的工作變得非常複雜。
 - ③挖修道路時，感應線圈亦同時被挖出，得重新再按裝。
 - ④傳輸資訊量低。因使用低頻電波之故，頻寬極窄，單位時間傳遞的資訊量很少，無法進行大量的資料通訊，在擴充應用項目時會受到限制。

⑤電子牌照本身體積較大且構造較複雜。

2.無線電與微波式

無線電波與微波型態的 AVI 產品眾多，由於每家廠商皆自行設計開發，彼此間並無協定，造成五花八門的產品競相爭取市場，每一種產品皆有其優缺點，本研究將這些優缺點整理後，列出共同的優缺點，並依 2-2-2 節中單向與雙向，主動與被動的區分再進行個別的優缺點比較。

(1)共同優點

- ①無線電與微波式的 AVI 系統因為資料訊號的傳遞都是藉電波來完成，較不受塵霧、視線不良的影響，使用的無線電頻率多在 MHz 和 GHz 間，頻寬大，比感應線圈式 AVI 系統傳送更多資料，可以重複傳送相同資料 (redundant) 供前後校核使用，確保資料傳送的正確性。
- ②另外，由於無線電波接收的天線大小與頻率高低成反比，也就是說，頻率愈高，接收天線就可以做得愈小，因此在按裝使用方便性上大幅提高。

(2)共同缺點

- ①電子識別卡的擺設具方向性。天線擺設方向正對無線電波傳播方向時，接收效果最好，和家中電視天線必須面對電視台電波發射方向道理完全相同，因此車上電子識別卡的擺放必須有一定位置。
- ②易受鄰近金屬器物干擾。如果電子識別卡是貼在車窗上，則必須顧慮車窗玻璃是否含金屬成份（一般為強化玻璃及防止玻璃碎裂割傷乘客，多會在車窗使用的玻璃中添加金屬成份），在民國78年交通部科技顧問室所主導進行的「高速公路電子式收費系統測試」計畫中發現，電子識別卡讀取失敗或誤讀的事件中，有許多便是卡邊擺放鋼杯的關係[]。

③功率太強的無線電波及微波對乘客身體健康有負面的影響。

單向（唯讀）式的無線電與微波AVI系統具有之優缺點如下：

①優點：

- ①資料通訊單純，可靠性極高。單向的系統，電子識別卡僅向路側的天線傳送資料，而不接受資料的輸入，因此通訊的過程簡單迅速，允許同一識別卡做多次（redundant）訊號傳送，做為資料前後校核之用，確保路側天線接收到資料的正確性。
- ②由於電子卡內儲存固定資料，可以在出廠前即燒駐完成，以硬體或韌體的形式存在，不須像讀寫式電子卡必須具有電池來維持資料的存在，免除因電力耗盡或其它原因導致資料消失的麻煩。
- ③電子卡構造較簡單，成本低。
- ④電子卡電子迴路單純，故障可能性較低。

②缺點：

- ①電腦設備資料處理量龐大。由於全部的使用者資料都儲存在電腦中，電子卡僅錄有身分識別代碼資料，因此，所有動態資料更新，查驗工作都必須由電腦線上即時完成。應用於電子式自動收費時，隨交通量增大，使用者帳戶查驗，資料寫進讀出次數頻繁，得須高速資料處理能力與大容量的電腦設備和通訊線路配合始能有效運作，設備成本隨之高昂。
- ②功能固定，缺乏多用途使用彈性。
- ③需要即時驗證識別卡之有效性。應用在電子式收費時，因為電子卡上不能記錄金額數字與交易記錄，因此每輛車在通過收費地點時，都必須即時從電腦中找尋到該使用者記錄，查核其有效性。隨使用者數量擴增，執行速度將大為下降，致無法滿足即時查驗電子卡效性的需求。

雙向（讀寫）式的無線電與微波AVI系統具有之優缺點如下：

①優點：

- ①電子卡本身就具有儲存資料能力，大大減輕電腦的負荷。例如，可以使用電子卡直接記錄下車輛上高速公路的起點資料，而毋須存放在中央電腦內。
- ②應用在道路收費上，通行費的計算以及交易紀錄都直接在電子卡上操作，電腦只是做離線資料維護、核對帳目使用，因此在執行速度要求上較寬鬆，不僅在設備成本上可以節省，而且在實施上亦較容易執行。

②缺點：

- ①電子卡構造較複雜，與單向電子卡比較，單位成本較高。
- ②必須有電池維持電子卡內資料存在。換言之，如果電力耗盡，電子卡內資料有消失之虞。
- ③需發射較強電波將資料寫入電子卡中，對人體健康有不良影響。

主動（發射）式的無線電與微波AVI系統具有之優缺點如下：

①優點：

- ①電子卡和識讀器間資料通訊距離大小的調整幅度寬廣，只要調整電子卡電波發報裝置的發射強度即可。
- ②和被動式的系統比較，電子卡與識讀器間的通訊可靠度較高，因為從電子卡主動發射出來的電波較強且不易失真之故。
- ③從電子卡主動發射電波，強度較大，故不易為其他電波所干擾。

②缺點：

- ①因為必須具有發報機的功能，電子卡的電子構造較複雜。
- ②因為主動發射的電波強度較大，車道間電波彼此干擾的可能性也較大。
- ③電子卡本身必須內裝電池，或連接車上電源。如果內裝電池，

則由於電波發射需要大量電力，故電池壽命不會太長，以後將會有經常換裝電池的麻煩。如果連接車上電源，則線路接通將會是很不方便的工作，使用意願大打折扣。

被動（反射）式的無線電與微波AVI系統之優缺點如下：

(1)優點：

- ①電子卡本身毋須自備電池或連接車上電源，無電力耗盡之虞。
- ②與主動式電子卡比較起來，線路構造較簡單。
- ③因為電子卡對識讀器通訊是使用「反射」電波原理，因此電波強度弱，車道彼此間的電訊干擾情形較不嚴重。

(2)缺點：

- ①電子卡對識讀器的通訊電波微弱，可靠度較差。如果要增強反射電波強度，就必須加大路側激發電波的強度，這可能對人體健康產生不利影響。
- ②因為電子卡反射電波微弱之故，受外界人為或自然環境電波干擾的可能性增加。
- ③電子卡與識讀器間通訊距離較短，在車道佈設時，必須考慮仔細計算電子卡有效的通訊範圍。
- ④與主動式系統比較，被動式系統所產生的微波輻射量較高。

3.光學式

光學式的 AVI系統分兩種，一種是條碼式，一種是車牌辨識方式，其工作原理已經在前面探述過，本節就其二者之特性所具有的共同優缺點分析之，另分別就個別所獨有之優缺點一併探討。

(1)共同優點：

- ①不受電波干擾因素所影響。
- ②使用光學取像原理，不另產生高能量訊號電波，因此沒有對人體不良影響之顧慮。
- ③車上單元設備極為單純，車牌辨識系統則根本毋須另按裝車上

單元，單位成本極低。

(2)共同缺點：

- ①需要良好的視線，車上單元和識讀器間不能有任何障礙物。
- ②容易受灰塵、雨水、霧氣影響能見度導致識讀錯誤。
- ③視線距離不能太遠，，否則取像結果不佳，亦將形成辨識失誤。
- ④需要輔助照明，以便能在夜間或陰天持續運作。
- ⑤識讀準率確為所有型式AVI系統中最低。

條碼式的光學AVI系統獨具的優缺點如下：

(1)優點：

- ①比車牌辨識的方式擁有較快的處理速度和可靠度。
- ②只須在車上粘貼一張條碼，式樣設計極有彈性，製造容易，成本極低。
- ③幾乎沒有車道間訊號干擾的問題。

(2)缺點：

- ①條碼很容易仿製，保密性不高，無法避免偽造、變造可能性。
- ②條碼容易因污損而導致識讀錯誤。

車牌辨識方式的AVI系統獨具的優缺點如下：

(1)優點：

- ①毋須在車上另外加裝設備，沒有駕駛人拒絕使用的困擾，容易全面執行，車上單元的設置成本為零。
- ②車牌不易被變造、仿造，仿弊效果最佳，若有偽造之情事，現行法律即之可取締，毋須另行立法輔助執行。
- ③車道間互相干擾的情形根本不存在。

(2)缺點：

- ①車牌辨識的影像處理邏輯極為複雜，系統組件也較其他類型 AVI 系統繁瑣，單價十分高昂。
- ②單一牌照識別所需時間較長，不容有重複識讀以增加可靠度之措施。
- ③容易因車牌髒污造成判識失敗。
- ④車牌懸掛位置不一，取像有困難。
- ⑤攝影機景深、焦距不易對準，造成車牌影像模糊，不易識讀。
- ⑥平均識讀正確率不佳，國外資料顯示只有80-90%之正確率，依運研所於民國78年7月進行的電子式車牌辨識測試發現正確率為90%。

4.平面音感微波式

平面音感微波式的 AVI系統，基本上和無線電與微波式系統類似，使用的波頻範圍也相同，只是電子卡反射電波的原理不同。這一類系統只能用做單向唯讀使用，且為反射電波的設計，毋須電力供應，故亦為一被動式系統。其優缺點和前面無線電與微波式系統中單向被動式的優缺點相同，而比較不同的是它的高科技具有難以變造和偽造的特性，而電子卡內線路卻很簡化。

5.智慧卡式

智慧卡式 AVI系統為最具前瞻性的系統，因為智慧卡本身為多功能設計，不僅只用來作為車輛自動收費之用，其原本用途就是做為金融卡、健康卡、信用卡、電話卡等之用，歐洲一些國家已將它用在公共運輸上面，做為支付乘車費用之媒介。智慧卡式的AVI系統具有的優缺點如下：

(1)優點：

- ①具前瞻性，可將多種卡片功能併於一卡，以長遠眼光來看，實現可能性極高。

②對於做為自動收費用而言，持卡意願較高，因智慧卡不僅只用來支付通行費，平日還可以拿來做為其他用途，使用頻率較高，因此持卡意願較大。

③因為兼具金融卡用途，設計極為精密，防弊性極高。

④卡上餘額、交易記錄等訊息可經車上卡匣加以顯示。

②缺點：

①屬最先進技術，尚未有實務應用經驗，不確定性高。

②若欲與多種卡片功能結合，必須耗費大量時間集合各有單位討論，達成協調後方有可能實現。

③車上必須另行按裝卡匣，做為和路側設備通訊之用，車上設備成本較高。

上述五種AVI技術特性並整理於表2-1。

表2.1 各種AVI技術特性比較

	感應線圖式	無線電與微波式			光 學 式		平面音感 微波式	智慧卡式
		單 向	雙 向	向	車牌辨識	條碼		
辨識速度	慢	快	快		慢	中	快	快
準確度	高	高	高		低	低	高	高
按裝方便性	低	高	高		高	高	高	中
裝設成本	高	中	高		低	低	中	高
穩定性	高	高	中		中	中	中	中
複製性	低	中	中		低	高	低	低
傳輸資料量	低	高	高		低	低	高	高
應用彈性	低	低	中		低	低	中	高

第三章 自動車輛辨識技術交通運輸應用

由第二章對現今所有自動車輛辨識技術所作的調查分析了解，自動車輛辨識只是一種技術通稱，目的在藉由非人工的方式偵測通過某一定點的車輛身份，為達到此一目的，世界各國陸續發展出許多技術原理。然而自動車輛辨識只是一個功能，最終仍將落實在實務營運上，國外最早使用是在鐵路車輛的辨識與定位上，近年來則大量應用在付費橋樑隧道和高速公路的收費上，這一方面的應用以高速公路路網發達的美國最多；另外在英國也有公車車輛定位與辨識之應用。國內幾家民間公司近年亦陸續引進使用在港口貨櫃管理和停車場管理。本章將探討目前AVI技術國內外應用情形，並於第四章進一步建議國內未來可以引進發展的方向。概括來說，在高速公路電子自動收費、高乘載車輛辨識與優先處理以及徵收擁擠費等方面具應用之潛在效益，且推展施行的可行性比較大。其中尤以高速公路電子自動收費，效益最明顯卓著，是為自動車輛辨識技術目前應用之主力方向，將另在第四章探討。

3-1 國外應用現況

目前國外AVI應用的領域主要在道路訂價、公車監控與調度及鐵路車輛定位和監控等方面，其中道路收費，依據國外的實務經驗顯示，主要是為兩種目的：一種是為回收興建道路所投入的工程成本，是基於財務上的目的，兼具使用者付費之色彩，常見的為高速公路、橋樑與隧道的收取通行費；另一種則是以降低社會成本為目的，藉由徵取「擁擠費」的方式來改變擁擠地區車輛的交通行為，以舒緩交通擁擠為目標，西元1983年至1985年間香港實施的電子式道路訂價（Electronic Road Pricing，簡稱ERP）與西元1975年起新加坡施行的「區域通行許可」方案（Area Licensing Scheme，簡稱ALS）皆是以此為出發點。

通行費與擁擠費征收的意義雖不相同，然在某些場合卻可以合併實施，例如高速公路除了為回收建造成本或自償目的而征收通行費之外，於尖峰時段在車流擁擠路段加收擁擠費亦未嘗不是可併行的極佳交通管理手段。

3-1-1 電子式道路定價

道路訂價的研究首見於西元1965年的Smeed Committee Report中，隨後盛行於西元1960年末至1970年初。道路定價的基本精神在認定用路人應該為他們使用道路空間而付費，其所付費用高低視他們對道路擁擠的貢獻程度而定；換言之，在非尖峰時段，或非擁擠道路上，用路人並毋需被課取額外費用，但在尖峰時段，駕車進入擁擠市區的用路人，就必須為他們選擇該時段使用道路而付費。如果能夠將價格訂得合宜的話，可以改變部份路人的旅運行為，達到整個道路網最經濟有效使用的目標。在道路訂價後，許多仍然在同樣時間使用同樣道路的旅次，會因擁擠的減輕而獲益；而有些用路人則因高昂的道路訂價而改變他們旅次的出發時間，或改變使用的運具，或修改他們的旅次行為，例如取消邊際價值低的旅次。以上種種改變都將對目前社會創造明顯的淨利益。

從上述知，道路訂價基本上是對車（或車主）徵取費用，因為他在某一時刻曾經停留在某一地區。其中有一個道路訂價的範例就是西元1976年開始在新加坡實施的「區域通行許可」方案，駕駛人可以買月票或日票，把它放在擋風玻璃前，前尖峰時段在進入市中心（限進區）的27個入口處接受查驗。ALS可以視為另一種輔助性的牌照，曾被倫敦認真考慮過加以引進，因為它對控制尖峰時段市區內的交通擁擠極其成功。

但ALS仍有一些缺點，其中之一就是缺乏彈性——在行政管理上非常困難，例如不易另外再劃設第二區，更不用說第三、第四區了，同時也很難分時段訂價收費，所以頂多只固定一尖峰時段收

費。爲了改進這一彈性因素，使用AVI系統是必然的，AVI系統可以集中收集所有車輛收費的紀錄，帳單則每隔一段時間寄送到車主手中。使用AVI系統，不必管是否形成封閉區，都可以把所有收費點建立起來，並且收費的標準也能因地因時制宜，上面所述的系統亦即爲香港曾經實施過的市區電子式道路訂價。

香港ERP計畫概述

香港於西元1983年至1985年期間大規模執行電子式道路收費（ERP）先期計畫，主要目的在進行ERP硬體設施運作之可靠度測試與試探性地執行征收擁擠費的措施，以便能夠實際瞭解道路訂價實施後，對市區交通擁擠有效改善的程度。因此這一個計畫不僅是一項硬體技術測試而已，也是將交通理論付諸現場實證的研究，兼之探討了一些必要的行政支援、會計與法律配合等課題，諸多經驗可以供給將來欲實施道路訂價的地區參考。

由於ERP涉及金錢交易的行爲，在執行上必須格外謹慎，對收費的正確性要求極爲嚴苛，因此做爲ERP主體設備的AVI系統，所要求對車輛辨識的準確率於是非常高，這和使用於公車、交通車等高乘載車輛與救護車、消防車等緊急車輛識別優先處理的準確性要求高出極多。經諸多考慮後，使用了感應線圈式的AVI系統，並在每輛車底盤鑲裝「電子牌照」（Electronic Number Plate，簡稱ENP），圖3.1說明香港ERP系統運作的過程。

香港ERP系統主體上區分爲三部份——電子牌照、感應線圈與路邊設備以及管理中心。鑲裝在車上的電子牌照大小如錄影帶卡匣一般，重約1200公克，必須由專業技工以鈍氣氣焊方式焊接於車底盤下，按裝所須時間爲五分鐘。ENP外殼完全密封，內有兩顆個別設計製造的積體電路（IC）晶體、兩顆共通使用的標準IC晶體、以及接收和發射電波訊號的電子組件。每一個ENP都擁有一組獨一序碼，該序碼在ENP製造的同時一併寫入固定，出廠後無法再加以更改，而ENP序碼和車牌及車輛登記（註冊）號碼在按裝前並無任何

關係，只有在ENP鑲裝到車輛上後，才在管理中心的電腦資料檔中建立起兩者的對應關係。ENP本身沒有電池，也不連接外面電源，其發送訊號所須要的電力是由埋設於路面下的電力線圈（power loop）供應，作用原理是當ENP經過電力線圈上方時，藉切割電磁場的方式獲得電力。ENP在出廠測試無誤後，便以epoxy樹脂加以填充固著，增強其防護能力，抵抗車輛振動與外物撞擊的破壞，此外，epoxy樹脂在ENP匣內凝結後，便無法再被打開而不破壞到ENP內部的電子組件，因此幾無被變造之可能。

實測初期，香港市區共劃分48個連接的收費區域，當尖峰時段時，只要車輛通過每一收費區的邊界就收取通行費，因此每一條道路穿越收費區的進入點都設有感應線圈，也就是說該點是一個「收費站」，為避免車輛通過時漏讀，感應線圈的佈設須跨越所有車道（並且應在「收費站」前設置分隔島，以避免車輛駛過中線至對面車道，逃避收費）。以三車道感應線圈的佈設為例，大概配設情形如圖3.2，三車道共同一個電力線圈即可，而接收訊號的線圈（收訊線圈）則每一個車道配設兩個以防止車輛跨線行駛時，產生漏失，並且和電力線圈重疊。

路邊的控制箱和一般號誌的控制箱類似，裡面有數個電腦處理器，用來處理各車道感應線圈偵測傳送過來的訊號；還有一個電力線圈供電器；一個解譯器，將線圈傳送過來的訊號解碼成電腦可閱讀的資料；以及一個傳送器，用來檢查解譯器解碼出來的資料，並和管理中心通訊。解譯器內有兩種介面卡，一組是收訊卡，一個是偵測卡。收訊卡有許多個分別對應連接各車道上每一收訊線圈，做為接收ENP訊號與第一次檢核之用，並將解譯後的資料傳送給傳送器；偵測卡則與所有收訊線圈連接，做為感知車輛通過之用。

傳送器把ENP和車輛通過兩種訊號合併後就可以判斷是否有未按裝ENP車輛通過以及按裝ENP車輛通過那一個車道，這些資料先儲存在路邊的電腦記憶體內，再藉電話線路整批傳送到管理中心。

管理中心將路邊設備傳來的所有資料彙整，進行查核和儲存，

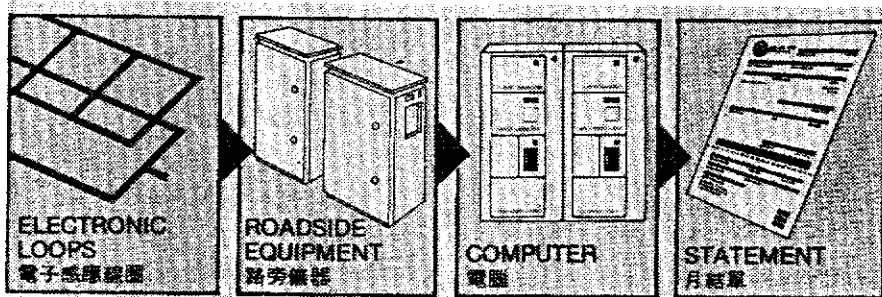


圖3.1 ERP運作流程簡圖

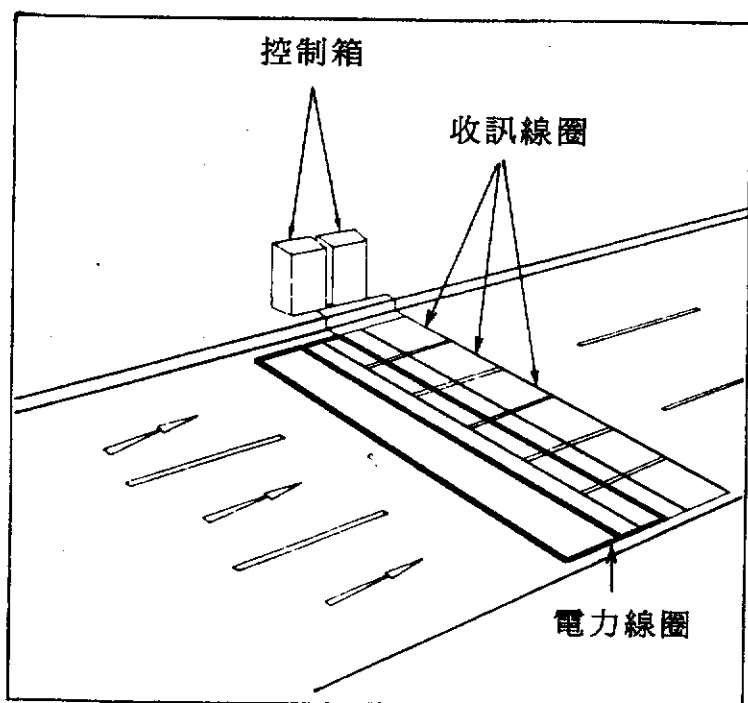


圖3.2 ERP感應線圈佈設


並監控整個系統的運作。由於資料量非常龐大，所以必須使用高容量、處理速度快的電腦設備，且整個系統的可靠度要求極高，因此，至少必須多一套備用（redundant）設備，避免突然當機，造成資料的漏失。每個月管理中心固定將使用者的通行資料整理，計算通行費，然後寄發帳單，其樣式如圖3.3。

除上述的基本設備外，為取締未按裝**ENP**而違規通行的駕駛人，在每一個「收費站」都裝置了閉路電視系統，錄下過往的車輛影像與其牌照，一有違規者便將畫面登錄下來，並傳送至管理中心執行取締的工作。初期曾有人質疑取締逃避收費的效果，因為道路訂價的區域廣大，每日進出通行的車輛更是不可計數，除非強迫要求市區內的所有車輛都按裝**ENP**，否則違規通行的事件將會很多，形成偵測和取締工作的極大負荷。但經實測結果顯示，違規的事件雖不少，仍在可以處理的能力範圍之內。

另一個引起廣泛性爭議的是有關個人隱私的問題，每一輛裝有**ENP**的汽車，行走動線幾乎全部被記錄在管理中心的電腦檔中，致駕駛人有被監視的感覺和顧慮。因此**ERP**在設計時，便嚴格限制資料檔的取閱，並在使用者繳清費用後，銷去所有相關資料，不留下任何蛛絲馬跡。雖然在費用尚未繳交之前，個人的交易記錄一直會保存在電腦中，但交易資料所記載的也僅為**ENP**登記使用者的頭銜和所通過的收費站，至於實際開車的人是誰以及確實的行走路線和起訖點等資料都不存在，而閉路電視監視的也僅是車牌部份，不對駕駛座攝影。

為配合**ERP**的執行，有一些行政支援工作必須同時規劃妥當：

1. **ENP**的供應、按裝、測試、汰換和摘除；
2. 車主資料的更新維護；
3. 報表的製作和散發；
4. 帳戶資料的維護和報告；
5. 稽查工作；
6. 付款方式的設計；



Road Use Statement
道路使用月結單

PPN = 6752

ACCOUNT NO. 賬戶號碼
E533294

PAGE NO. 頁數
0001

STATEMENT DATE 結單日期
11/11/90

PERIOD 期間
09/10/90

08/11/90

DATE 日期	DETAILS 詳情	AMOUNT 金額
	EA, ANGLE B/F	\$104.50
19/10/90	PAYMENT	\$104.50
SUB TOTAL 小計		\$0.00

VEHICLE 車輛	TOLLS 收費	CHARGES 收費
BY 860	32	\$77.00
11/10/90	4	\$11.00
12/10/90	3	\$9.00
13/10/90	1	\$3.00
18/10/90	6	\$12.00
21/10/90	2	\$5.00
25/10/90	2	\$7.00
26/10/90	4	\$11.00
28/10/90	3	\$10.00
05/11/90	4	\$5.00
08/11/90	3	\$4.00
BALANCE 結餘		\$77.00
NOW DUE		\$77.00

REF. NO. 參考號碼	BALANCE 結餘
	\$77.00

ACCOUNT NO. 賬戶號碼	STATEMENT DATE 結單日期
E533294	11/11/90

NAME & ADDRESS 姓名及地址

CHAN CHUN LEE
RM 2 4/F FL
FUNG YIP BLDG
931 POK FUI LAM RD
MONG KONG

TRADE
JC

圖3.3 ERP每月帳單樣式

7. 提供查詢；
8. 人員組織的規劃；
9. 所有欠款催收與違規取締等執法工作的配合。

經過八個月的先導實測結果顯示，ERP系統可以滿足99%正確識別率及千萬分之一帳單錯誤發生機會的最低要求，事實上。駕駛人開車通過收費站而沒被收取通行費的機率比任何一個公用事業收費誤失的機率還小。因此，在技術上，使用AVI做為道路擁擠收費的工具是極可行的。

3-1-2 橋隧公路收費

在美國和歐洲國家，許多收費橋樑、隧道與公路都逐漸採用AVI自動收費方式，而橋隧公路收費也是AVI目前最主要應用的方向。根據南佛羅里達大學都市運輸研究中心調查，美國地區，目前已經採用AVI自動收費的地區有：

1. 德州Dallas North收費公路，40公里長，62條AVI收費車道，電子卡發行量超過5萬張，使用無線電／微波技術，為Amtech公司產品。
2. 新奧爾良Greater New Orleans大橋，12條AVI收費車道，電子卡發行量超過30000張，使用無線電／微波技術，為Amtech公司產品。
3. 加州San Diego-Coronado灣大橋，3387公尺長，1000位自願參加試辦的駕駛人，使用無線電／微波技術，為X-Cyte公司產品。
4. 底特律市郊Grosse Ile大橋，4條AVI收費車道，電子卡發行量預定6000張，使用平面音感微波技術，為X-Cyte公司產品。
5. 佛州Pinellas海灣公路，全長15.2英里，每天交通量約29000輛，預估其中30%為AVI使用者，使用條碼式光學鐳射掃描技術，為LazerData公司產品。
6. 佛州Treasure Island，4條AVI收費車道，每年約發出16000張通行証，使用條碼式光學鐳射掃描技術，為Automatic Toll System公司

產品。

7. 費城地區 Delaware 河港務局，所轄 4 個收費橋樑，設置 36 條 AVI 收費車道，售出 54000 張識別條碼標籤，使用條碼式光學鐳射掃描技術，為 LazerData 公司產品。
8. 紐約與紐澤西港務局所轄 Lincoln 隧道，2 條 AVI 車道，僅供大客車使用，約有 3000 輛大客車按裝電子卡，使用無線電／微波技術，為 Amtech 公司產品。

歐洲地區，根據美國 Amtech 公司西元 1992 年 9 月的統計資料及挪威 Micro Design 公司西元 1993 年 5 月發表的資料，目前已經採用 AVI 自動收費的地區有西班牙、葡萄牙、法國、挪威、瑞典及英國等國：

1. 西班牙 Baecelona 地區收費公路，44 條 AVI 收費車道，預定發行 20000 張電子卡，使用無線電／微波技術，為 Amtech 公司產品。
2. 葡萄牙 Lisbon 地區收費公路，16 條 AVI 收費站，大約發行 30000 張電子卡，使用無線電／微波技術，為 Micro Design 公司產品。
3. 法國 Esterel-Cote d'Azur 高速公路 Antibes 路段，5 條 AVI 收費車道，已發行 16000 張電子卡，使用無線電／微波技術，為 Amtech 公司產品。
4. 法國 Cofiroute 民營高速公路 Tours 路段，12 條 AVI 收費車道，已發行 5000 張電子卡，使用無線電／微波技術，為 Amtech 公司產品。
5. 挪威 Rennfast 地區收費公路，4 條 AVI 收費車道，使用無線電／微波技術，為 Micro Design 公司產品。
6. 挪威 Oslo 地區收費公路，33 條 AVI 收費車道，每天約 21 萬位使用者，使用無線電／微波技術，為 Micro Design 公司產品。
7. 英國 Severn 大橋（Bristol 市附近），3 條 AVI 收費車道，發行 8000 張電子卡，使用無線電／微波技術，為 Amtech 公司產品。

3-1-3 鐵路車輛調度

傳統鐵路列車行車秩序的維持都是藉由所謂的「區間閉塞控

制」的方式達成，這種行車制度在保護列車避免列車對撞、追撞的安全功能上極為可靠，然一般因閉塞區間內只允許一列車存在，故路線的容量並沒有發揮極致，如果能夠將列車的位置精確的定位出來，則不僅可以更安全地保障行車安全，還能夠因列車安全間隔的有效減少，而使路線容量增加，AVI技術是一套很好工具可以達到列車精確定位的要求。

一般在電子式自動收費的應用中，電子卡（tag）是放在車輛上，做車輛身份識別使用，而用在鐵路列車調度定位時，電子式則是裝設在路線上，而機車頭（locomotive）上裝置訊號讀取器（interrogator）、電腦設備（On Board Computer，OBC）顯示幕和無線電通訊設備，如圖3.4所示。電子卡內存放座標位置資料，當機車頭經過時，車上的訊號讀取器所發射的電波起動電子卡，主動發射或反射卡內的資料訊號回去，訊號讀取器讀取該訊號後，轉譯成對應的資料，送到OBC，OBC將資料分析後，定出列車的絕對位置，並透過無線電通訊設備將資訊傳送給中央控制中心，以及其他機車頭。

除了位置資料位，電子卡內還存放一些對列車行進很重要的路線幾何資料和速率限制資料，例如坡度、轉彎半徑、下一個號誌的距離、剎車指令等，藉此，與現有的自動車輛防護系統（Automatic Train Protection，ATP）和自動行車控制系統（Automatic Train Control，ATC）結合，使行車安全更大幅提昇。

除了車輛定位使用外，將電子卡或條碼貼在車（廂）皮側邊，並且在每一個調車場或裝卸貨場裝設讀取器（圖3.5），並與調度中心連線，調度員可以更清楚地掌握每一輛車皮的位置，有效地發揮現有車皮最大使用率。另外，如果使用可讀可寫的電子卡，將貨車上裝載貨品的相關資料記錄在電子卡內，替代傳統的文件傳遞。

鐵路車輛監控原是AVI技術最早之應用，惟當初使用的普遍性不高，但從汽車逐漸改良，公路大量建設以後，鐵路運輸市場被公路運輸侵奪，許多鐵路公司自營而虧，甚無法經營而倒閉，這為全世

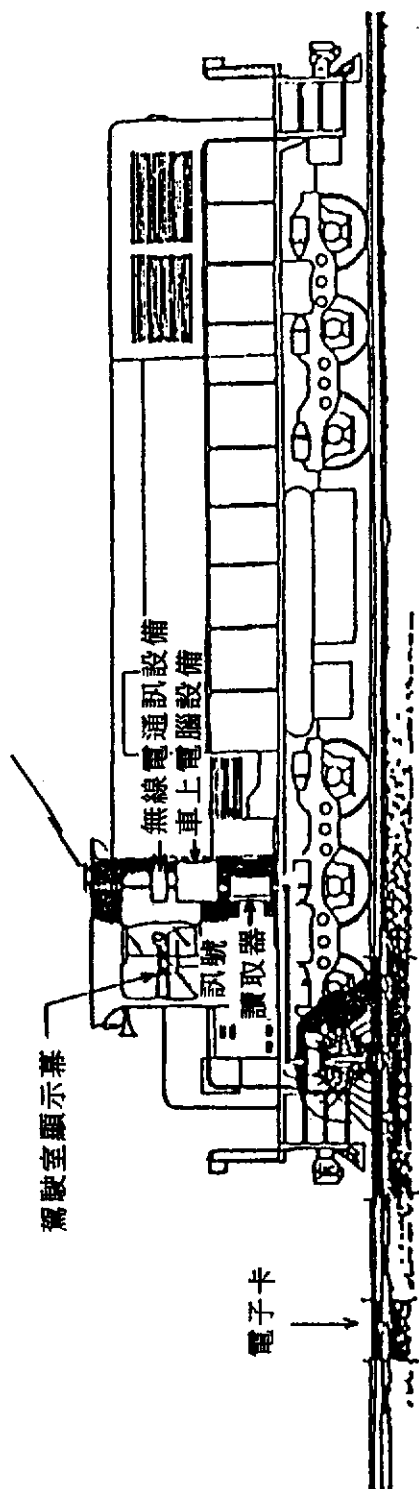


圖3.4 鐵路車輛AVI定位應用

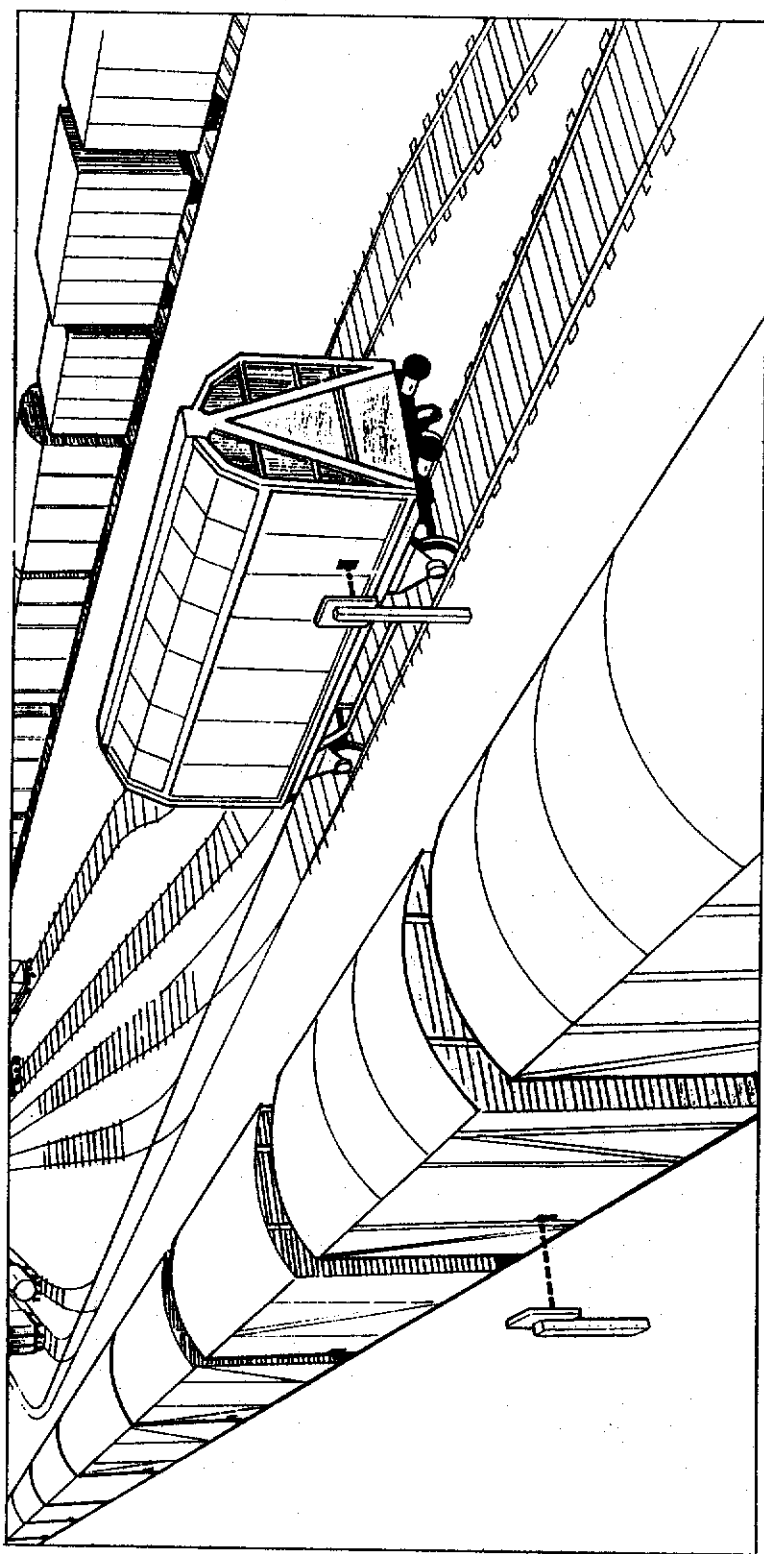


圖 3.6 AVI在鐵路調車場管理之應用

界共同現象，而美國尤然。自此鐵路運輸業者乃積極尋求增加營運效率、提昇服務品質之對策。

美國Burlington Northern鐵路公司於西元1988年元月在其1200輛礦砂車皮上貼上AVI電子卡，同年四月並在明里蘇達州蘇必略湖邊的Duluth港裝設動態地磅系統，以配合AVI功能，發揮每一輛礦砂車最大運能。由於效果顯著，Burlington Northern鐵路公司又鑲裝了4000張電子卡在機車頭與尾車上，並且再增加27處電子卡訊號辨識地點。此一措施使Burlington Northern鐵路公司更清楚追蹤每一車輛動向，大大提昇了車輛使用效率。

法國國鐵（SNCF）於西元1989年為25輛機車頭裝設電子卡訊號讀取系統，並在鐵路沿線裝置電子卡，內有座標資料，做為自動行車控制（ATC）使用。次年（西元1990年）另在各機車頭上按裝了共400張電子卡，鐵路沿線路側佈置70個讀卡機。

西元1991年底澳大利亞Queensland鐵路公司已經為100輛機車頭裝置電子卡訊號讀取器，並在200英里（322公里）長鐵路線上佈設2000個電子卡，做為自動車輛防護（ATP）使用。

最近美國鐵路協會（Association of America Railroads，簡稱AAR）已經開始計畫在全美國所有鐵路車輛上按裝無線電識別卡（radio frequency identification，RFID），識別卡將按裝在每一輛機車頭上和車廂側面，並在全美國鐵路網的所有策略性地點裝設無線電識讀器。當車輛通過鐵路路側的識讀器時，該輛車的識別資訊將被偵測並傳送到區域鐵路管制中心以及位於華盛頓特區的AAR中央資訊中心，藉此監視每一輛車的行走路徑，做為自動行車監控、調度使用。

3-1-4 客車與貨車車隊管理

無論是長短途客車或貨車，對於車輛調度員來說，最迫切需要的資訊常是目前車隊內每輛車的動態訊息，傳統上，車輛調度中心

都是藉無線電通話設備與路上駕駛員連絡，獲得車輛現在位置資料與車況、路況等相關訊息，並依照客貨運需求動態及交通環境變化給與駕駛員指示，或調整行車速率、或變更路線、或增減發車頻次，目標在合理有效率的車輛運轉，然傳統的這一套語音式通訊方式作業不易規格化與自動化，資訊的精確度也不夠，口語式的資訊不僅無法直接和電腦系統連線，立即提供電腦輔助調度（computer aid dispatch）所需之輸入資料，且管理上也相當繁瑣。由於無線電通話至少必須佔用一個大區域無線電通訊頻道，以資源有限、昂貴的無線電頻道而言，並非是經濟有效的作法。

AVI技術在公車調度的應用早期於西元1970年在英國倫敦實施，為類似條碼的光學式AVI系統，每一輛公車左側都貼上一張 5×35 公分的牌子，上面鑲有12顆半球形圓珠，分成兩排，每排6顆，每顆直徑1.5公分，有透明及紅色兩種，利用反射的原理，可以產生二位碼，代表公車路線號碼，路側豎置紅外線掃描器，藉電話網路連接調度中心，監視每一線公車的動向，不僅用來機動調配車輛，還提供公車到達資訊給搭乘旅客，如圖3.6所示。

除了具有持續性收集車隊車輛運轉歷史性資料，以供監督車輛使用效率之功用外，類似的資料也提供大眾運輸業者監控服務水準使用，雖然目前業者已經花費很大的工夫去收集車輛服務水準的相關資料，但這些資料仍很粗糙，AVI系統產生的訊息供給更精確的班距、脫班、連班以及一般旅客服務資訊。

在公車調度場或貨車裝卸場管理方面，AVI系統亦同時提供車輛進出門禁管制與場站內車輛監控使用，於調度場與裝卸貨場進出口裝設辨識器（圖3.7），以偵測非所屬車輛之進入，發出警示通知安全人員，而對於按裝有識別卡的所屬車輛進出動態則加以精確紀錄，除了場站內車輛調度效率提昇之外，安全防護效果亦同時得到增強。

另外，對客（貨）運輸業者而言，AVI系統將來更可以使用在車輛加油管理上面，自動記錄每輛車油料耗用資料，以作為車輛維



圖3.6 倫敦市公車AVI定位系統

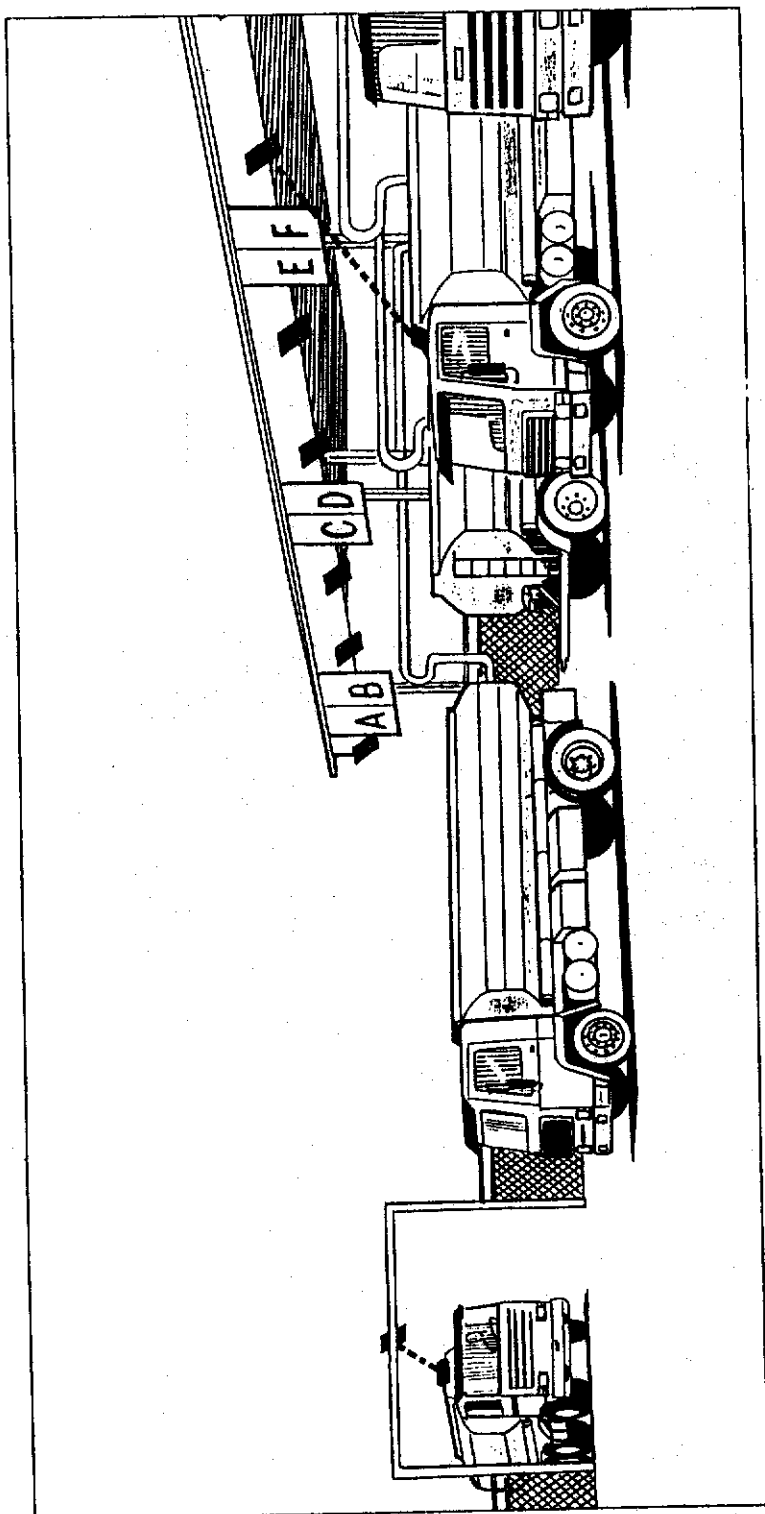


圖3.7 AVI在貨車裝卸（調度）場之應用

修、汰換計畫之修訂。

3-2 國內應用現況

3-2-1 停車場管理

目前國內已有引進AVI設備裝置在停車場上使用，主要為門禁管制的意義較大，唯使用AVI系統後之停車管理，納入電腦與自動化作業，車輛出入之狀況、時間皆得以受到精密監視，雖完全自動化管理仍須待所有車輛皆貼裝識別卡後方可能實現。但人工收費方式產生的一些缺點，諸如無法動態掌握停車場使用狀態及停車資訊不能傳播給駕駛人等，都可以得到很好改善。若所有路外停車場皆裝設AVI設備，並將他們的個別的電腦系統連線起來，即可以擁有即時（動態）的停車資訊系統，屆時，駕駛人將毋須耗費時間四處尋找停車位，不僅減少車輛因尋找停車位四處巡駛造成之交通量，也減少汽油消耗及廢氣排放。位於台北市中北路台新銀行地下停車場AVI系統是由台灣艾帥電腦公司裝設的，屬美國X-Cyte公司產品，為平面音感微波式AVI系統，圖3.8為停車場出入口佈設情形，照片下端地面長方形框為車輛通過偵測線圈；圖3.9 停車場入口柵欄人工收費亭及號誌燈之設置情形，照片上端天花板上按裝之箱盒為微波收發器，當車輛通過地面的偵測圈時，微波收發器便被啟動發射詢問電波，如果有正確有效的回應訊號回來，被接收驗證後，燈號顯示綠色，並開啓柵欄，若無訊號回答或訊號無效則亮紅燈，如果偵測到可疑電子卡訊號便亮黃燈；圖3.10為監控解碼器；圖3.11為置於車上擋風玻璃前的電子卡。

3-2-2 貨櫃基地管制站自動化系統

民國七十九年基隆港的貨櫃裝卸量達120萬個，高雄港更高達210



圖3.8 AVI停車場自動管理出入口佈設（一）



圖3.9 AVI停車場自動管理出入口佈設（二）

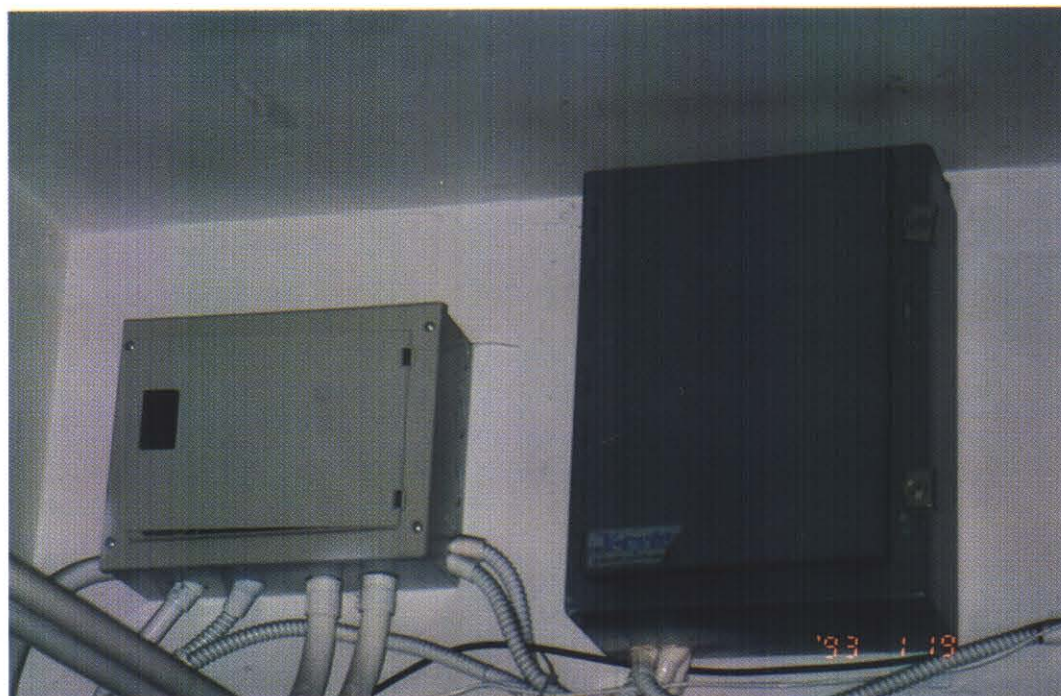


圖3.10 AVI監控解碼器



圖3.11 置於車上擋風玻璃前之電子卡

萬個，為加快進出口貨物通關處理，民國八十年臺灣省交通處完成「貨櫃基地電腦化作業系統網路架構及建置規範之研究」，朝「港埠管理資訊系統連線作業」的目標逐步實現。基隆港目前的進、出口貨櫃作業方式大部份仍以人工作業為主，在電腦化的發展目標下，許多人工作業都必須朝自動化方向修改，對於現行的進、出貨櫃作業流程逐一檢視，發現其中管制室的文件填寫與查驗、岸邊停放區的貨櫃尋找常是瓶頸之所在，本節擬就針對此二作業過程，探討引進AVI技術改變人工作業，取代以自動作業方法，提昇作業效率之可行系統架構。

理論上，可以很容易將原本在自動車輛辨識系統中用來標示車輛的車上單元按裝在貨櫃上，以電子感應的方式自動顯現每一個貨櫃資料，這比傳統使用印刷或手寫標籤，藉人工辨識的作業方式快速。如果全球採用同一種協訂（protocol）的辨識硬體，且每一貨櫃都按裝識別單元（可以是電子卡，也可以是條碼，以使用彈性來看，按裝可讀寫式的電子卡為佳），於每一港口也都裝置識讀設備，則貨櫃運輸將很容易加以動態追蹤，每一個貨櫃動向都可以清楚掌握。然而實務上，為所有貨櫃按裝電子卡的成本相當龐大，並且也不易要求世界每一港口都裝置識讀設備，因此僅能作為長期的發展目標。

由於前述客觀因素與成本考慮，無法為所有貨櫃都按裝電子卡，退而尋求折衷的設計方法，長榮海運與中國航運在高雄港貨櫃碼頭所裝設的「貨櫃場自動定位系統」以及基隆港務局所規劃裝設之「貨櫃基地管制站自動化系統」都是極為成功的實務應用系統。

為改善現行貨櫃文件人工作業單據過多、繕寫易誤、進出站手續繁複、資料整理不易及關稅局關員不易掌握貨櫃動態等缺點，基隆港務局於民國八十年完成貨櫃基地電腦化作業規劃與裝設，其中管制站的文件驗證由人工式改為電子式，引進美國X-Cyte公司微波辨識設備，加速管制站文件查驗速度，解除管制站通過瓶頸。而其中最主要改善的對象為出口貨櫃進站的效率，以往出口貨櫃進站，

拖車司機須於站外下車依序至理貨員、船務股、管制室辦理進站手續，再將放行准單交港警，返回拖車上將拖車駛上磅台過磅才完成進站手續，如圖3.12所示，每車次約需耗費三分鐘時間。改由微波自動辨識之後，約僅需數秒時間。其作業過程如下（圖3.13）：

- (1)各貨櫃集散場（CFS）結關時將櫃號、海關掛號、封條號碼、目的港、呎別、空重櫃別等貨櫃清單資料，利用電腦連線傳遞到港務局第一貨櫃基地電腦主機。
- (2)貨櫃拖車上裝置一只電子識別卡，內存拖車號碼。
- (3)基隆港務局第一貨櫃基地管制站上裝設讀取電子卡訊號用之微波識讀器、電腦主機、電子顯示板及各作業人員使用之終端機、列表機等設備。
- (4)拖車出CFS管制站時，利用電腦連線將拖車號碼、司機駕照號碼、櫃號、出站時間等資料，傳遞到港務局第一貨櫃管制站之電腦主機。
- (5)利用CFS之電腦印製貨櫃運送單交拖車司機隨身（車）攜帶備查。
- (6)拖車到達基隆港第一貨櫃基地管制站入口：
 - ①貨櫃基地管制站的微波識讀器自動讀取拖車上的電子卡訊號，並自動將讀取到的拖車號碼同到站時間與貨櫃聯結車總重資料輸入電腦。
 - ②電腦經由所讀取的拖車號碼調出過程(1)中CFS事先以電腦連線傳送到港的資料，並進行核對：
 - a)無誤者，電子看板指示拖車駛入，司機將貨櫃運送單交理貨員轉交保警；
 - b)超時、異常狀況、抽查（安檢）者，則於電子看板顯示訊息，請拖車駛至海關檢查區受檢（保警室終端機亦顯示相同訊息，並發出訊號通知保警前往配合處理）。
- (7)進站、裝船完畢後，電腦根據出口櫃到站資料及理貨員輸入之退關資料自動核銷清單，並列印（查詢）全船進站及裝船明細資料，供各單位動態管制使用。

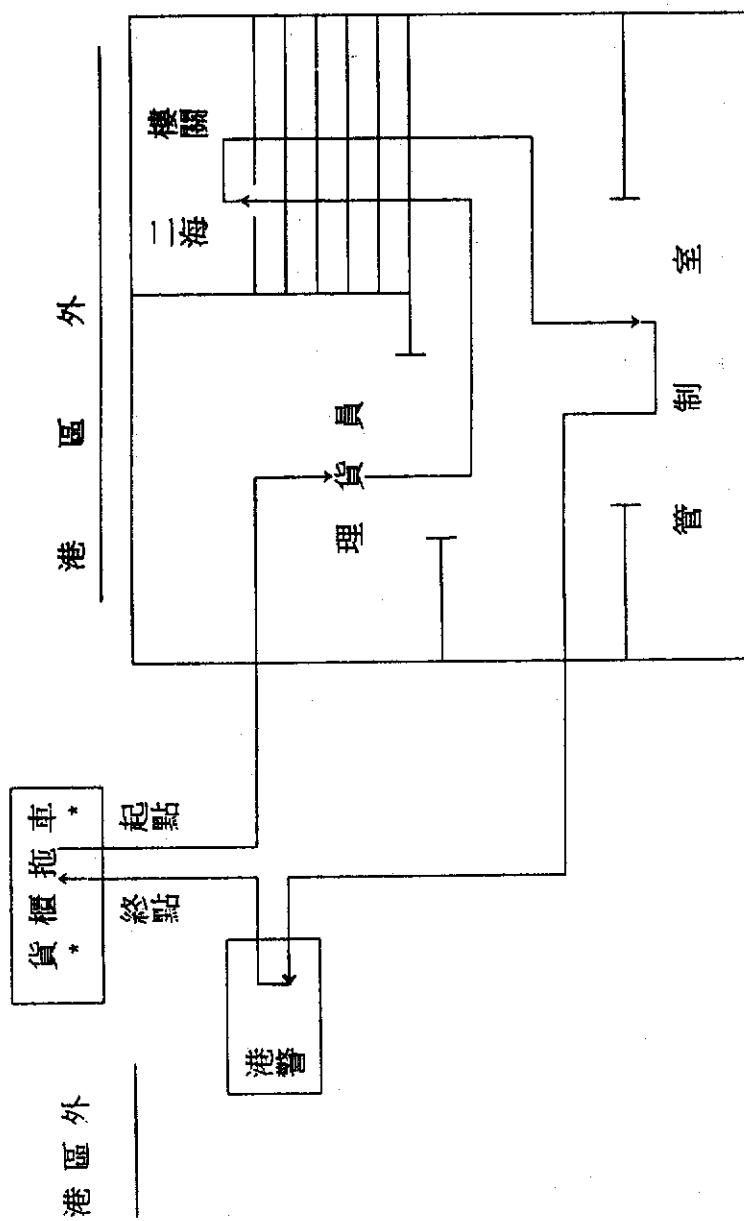


圖3.12 出口櫃進站拖車司機動線

3-2-3 貨櫃場自動定位系統

傳統貨櫃場的貨櫃儲位管理都是由人工完成，因此儲位資料常因抄寫報表誤失以及車機操作員調放櫃錯誤導致貨櫃儲位表記載之位置資料與實際位置不符，浪費大量人力和時間在尋櫃與抄櫃動作上，這不僅使貨櫃場的使用效率大打折扣，且嚴重延滯貨物流通的時效。為改善此一缺點，中國航運公司與長榮海運公司分別在其高雄貨櫃碼頭設計按裝了「貨櫃場自動定位系統」，系統主體的定位設備為大同公司所代理之美國AMTECH公司產品。儲位座標為三度空間軸之定義方式，如圖3.14所示，其X軸方向為機具大車（門架式起重機）移動之方向；其Y軸方向為機具台車（起重台車）移動之方向；其Z軸方向為機具吊架昇降方向。長榮海運公司與中國航運公司的貨櫃場自動定位系統主體設計概念完全相同，部份硬體建構則略有出入。

1.長榮海運貨櫃場自動定位系統

(1)系統架構

此系統主要由主電腦、無線電網路與終端機、PLU定位系統以及AMTECH微波辨識系統四部份組成，如圖3.15所示茲分別說明於后：

①主電腦

為AS/400 HOST電腦，將（起重機）操作員透過無線網路傳來的資料與電腦資料檔中的資料查對，儲存與管理所有貨櫃相關資料，管理各終端機以及各周邊系統之運作。

②無線電網路與終端機

此部份由9020網路控制器與27部操作員終端機構成，內部組成如下：

a)9020無線網路控制器—擔負主電腦與操作員終端機間的通

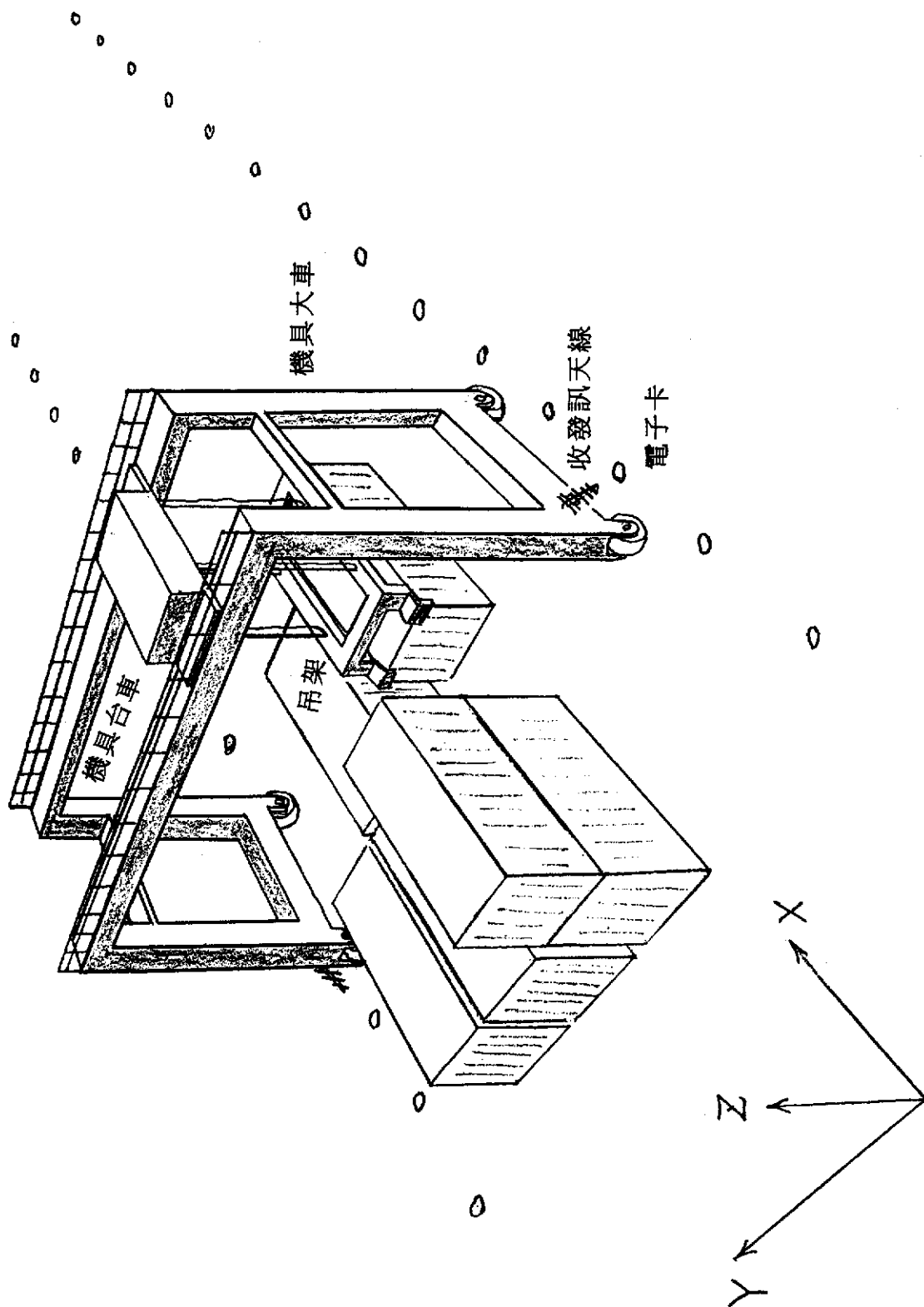


圖3.14 貨櫃場自動定位系統

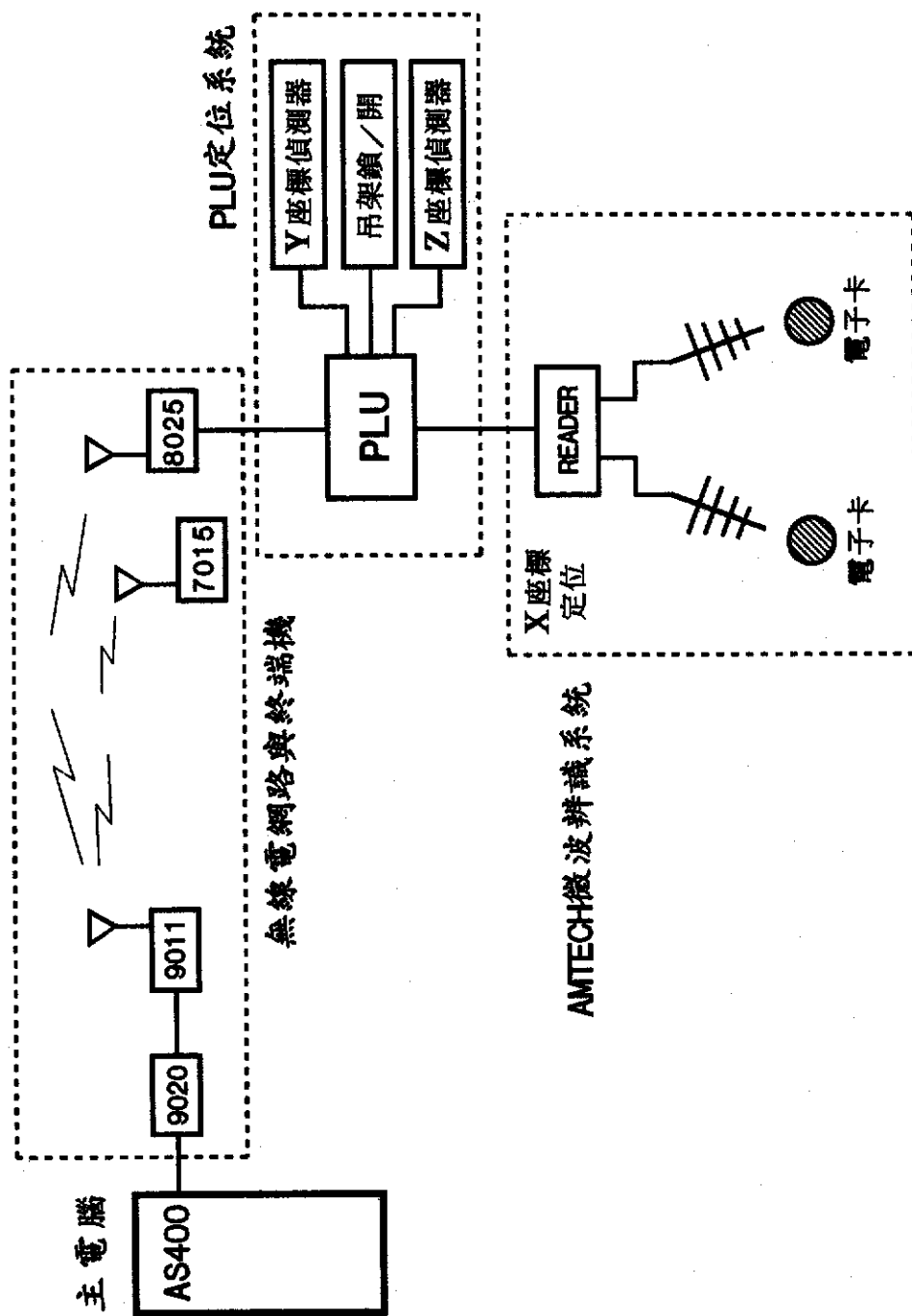


圖3.15 長榮海運公司貨櫃定位系統架構圖

訊控制，使之不致發生因同時資料傳送而產生衝突。

b) 9011無線網路基地台一為9020對操作員終端機通訊之發射與接收基台，最多可對50部終端機進行通訊。

c) 操作員終端機一有8025車上型終端機和7015手提型終端機兩種，操作員透過8025終端機接收主電腦送過來的工作任務，並將作業動態回報主電腦，同時PLU系統亦透過本機與主電腦通訊，然操作員不能以本機直接控制PLU系統。另為應現場管制人員機動調整作業與監控作業需要，可以使用7015手提型終端機輸入資料與監控車機運作狀況。

③ PLU定位系統

負責偵測貨櫃調放位置之座標，其X座標值資料來自AMTECH微波辨識系統；Y座標的偵測方法，係利用裝設於台車上之旋轉編碼器計算台車移動距離，從歸零基準點計算而得台車位置（Y座標值）；Z座標的偵測方法和Y座標相似，類似旋轉編碼器原理，在主吊鋼索滾筒上裝置四片金屬觸片，並於固定位置裝置二個感應器，計算滾筒轉數，並換算成吊架高度（Z座標值），如圖3.16所示。定位系統測得的資訊透過8025傳送至主電腦。PLU另一功能是自動比對偵測得之儲位資訊與主電腦所下之派令是否相符，控制吊架開關的鎖／開與否。

④ AMTECH微波辨識系統

負責貨櫃場的平面X座標定位。定位方式係在貨櫃場地面上沿機具大車行走軌道兩側埋設電子卡（TAG），裡面存放相關座標資料，而在機具大車旁側裝置收發訊天線讀取軌道兩側電子卡內的座標資料，如圖3.17所示，並將座標值傳送給PLU系統。

②現場作業過程

①外櫃進場前先經管制站，管制員先將貨櫃資料鍵入電腦檔。

②貨櫃拖至CY站（Container Yard Station），由CY站人員安排儲

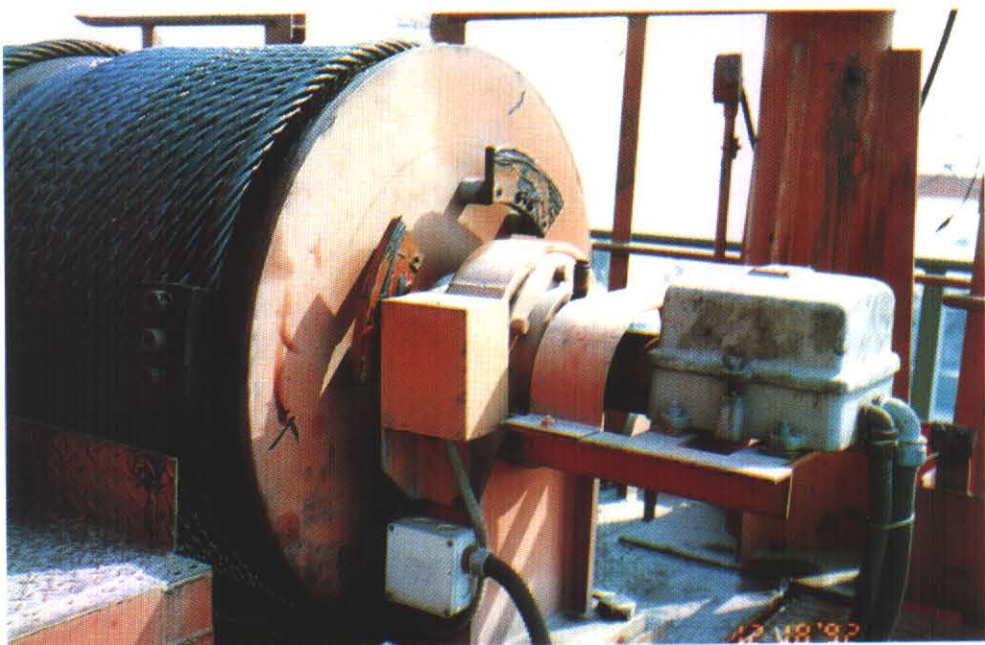


圖3.16 Z座標定位設備



圖3.17 X座標定位設備

位，以7015手機輸入主電腦，並指示拖車拖至現場。

- ③主電腦將儲位資料派令傳送至正在目的地區作業的門架式起重機台車上的8025終端機上。
- ④門架式起重機操作員確認待夾貨櫃與台車內8025終端機螢幕上顯示的派令無誤後，按下執行鍵確認，定位系統即允許操作員執行夾櫃動作。
- ⑤PLU不斷偵測吊架位置，檢查所卸位置是否符合派令，如果相符則允許放鎖，否則吊架將一直鎖住貨櫃。
- ⑥PLU根據實際完成的派令，產生作業完成的報告經無線網路傳送回主電腦，更新資料庫。

2. 中國航運貨櫃場自動定位系統

(1) 系統架構

中國航運貨櫃場自動定位系統主體架構與長榮海運貨櫃自動定位系統相似（圖3.18），其中主電腦系統和無線網路與終端機架構完全相同，PLU定位系統中Y座標之定位則使用AMTECH微波辨識方式，沿機具台車操作員行走通道側護欄每隔一固定距離鎖裝一個電子卡，內存放Y座標資料，台車上裝置讀取天線，當台車沿軌道移動時即一路讀取經過的電子卡內存座標資料，達到Y座標定位之目的，如圖3.19所示。

台車操作室內除了裝置顯示板顯示吊架目標位置、目前位置和位差等訊息之外（圖3.20），還有狀態顯示燈和語音報告等輔助設備（圖3.21）。

為進一步加強提櫃之作業效率，中國航運系統在管制室增加電腦終端機與主電腦連線，並準備足量的可讀寫式電子卡，發給提櫃拖車駕駛貼放於車頂上，在機具大車兩側除了裝置讀取X座標的天線外，還裝置讀取拖車車頂上電子卡的天線，自動偵知所欲提領之貨櫃。

(2) 現場作業過程

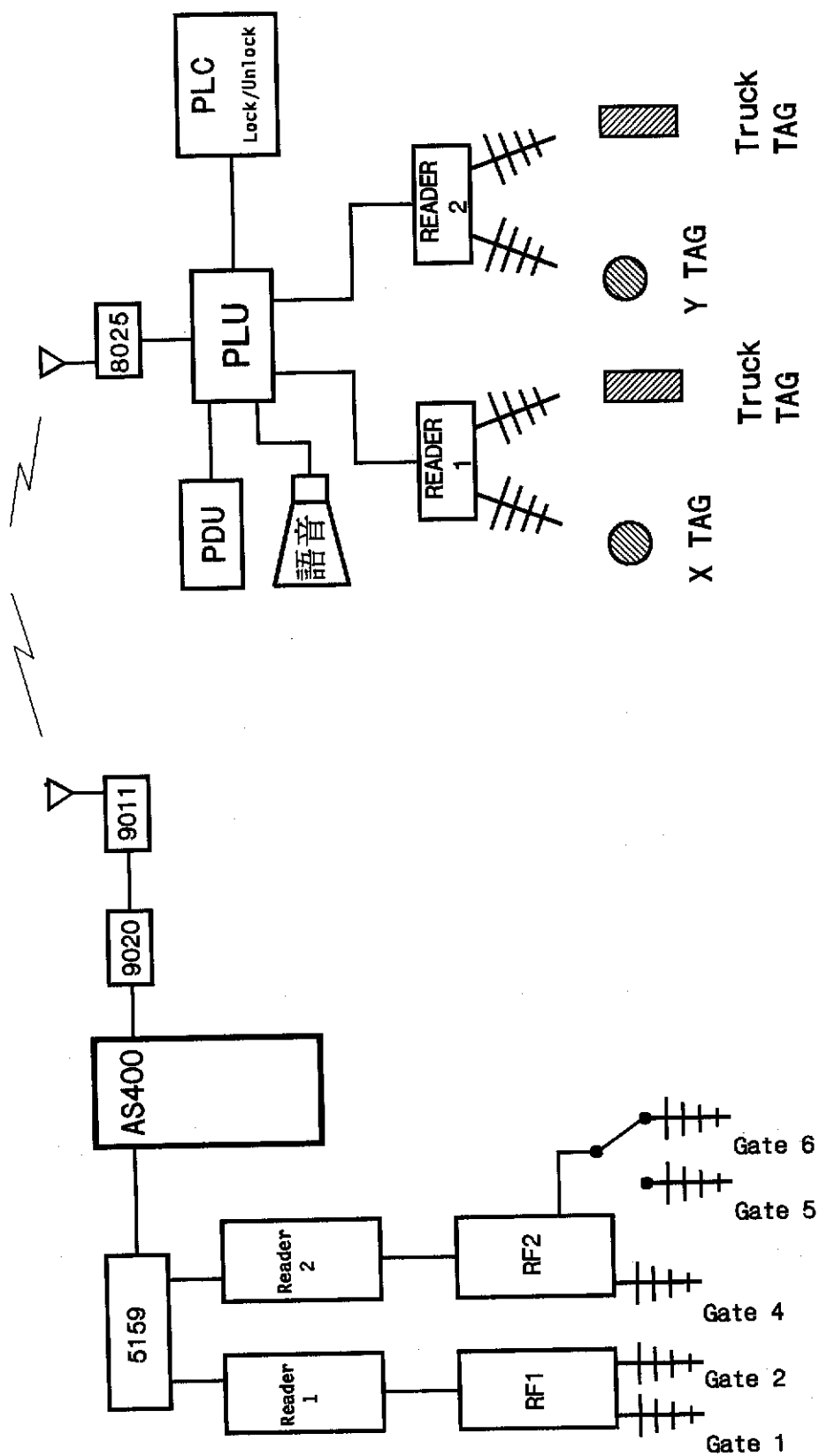


圖 3.18 中國航運公司貨櫃定位系統架構圖

貨櫃場貨櫃的吊櫃管理作業過程與長榮海運系統完全相同，不再贅述，不同的是中國航運增加了自動化提櫃的功能，其作業方式如下：

- ①提櫃空車司機在管制站繳驗相關文件，管制員審驗後將資料鍵入電腦，並將欲提領櫃號寫入電子卡中，發給司機貼於貨櫃拖車車頂上（圖3.22、圖3.23）。
- ②貨櫃空車進入貨櫃場，機具大車上的讀卡天線讀取拖車車頂上電子卡內儲存之櫃號資訊（圖3.24），並傳送至PLU定位系統，自動尋找欲提領貨櫃位置，起重機操作員根據所定位得之位置資訊操作吊架吊取目的貨櫃。
- ③拖車載取目的櫃後駛往管制站驗領並繳回電子卡。

3-2-4 協助取締違規經營遊覽車

交通部運輸研究所於民國七十九年六月在中山高速公路員林、造橋兩收費站完成電子式車牌號碼自動辨識系統佈設，並進行測試，希望藉以協助取締遊覽車之違規經營。系統規劃之功能主要為：辨識(1)涉嫌一牌多掛之遊覽車；(2)涉嫌使用已吊銷、吊扣、報廢車牌之遊覽車；(3)涉嫌違規經營固定班車之遊覽車。此一系統屬於光學式AVI系統架構之類，主體設備（影像處理器）為大同公司所引進之日本日立(HITACHI)公司產品。實測結果顯示正確率達96%，足以用於協助取締遊覽車之違規經營行為，然證明技術之可行性尚不足以用於實務，以本系統而言，最終仍必須監警單位（亦即執行單位）願意配合人員操作，方可能成功。

電子式車牌號碼自動辨識系統除已證明可以用於取締違規遊覽車之外，還可以兼作為查緝贓車之用，只需在電腦資料庫中加入失竊車輛之車牌號碼資料即可。實際上，警政署已經按裝類似系統在中山高速公路泰山收費站上，該系統為工研院所研發成功，移轉盟立公司製造生產。



圖3.19 Y座標定位設備

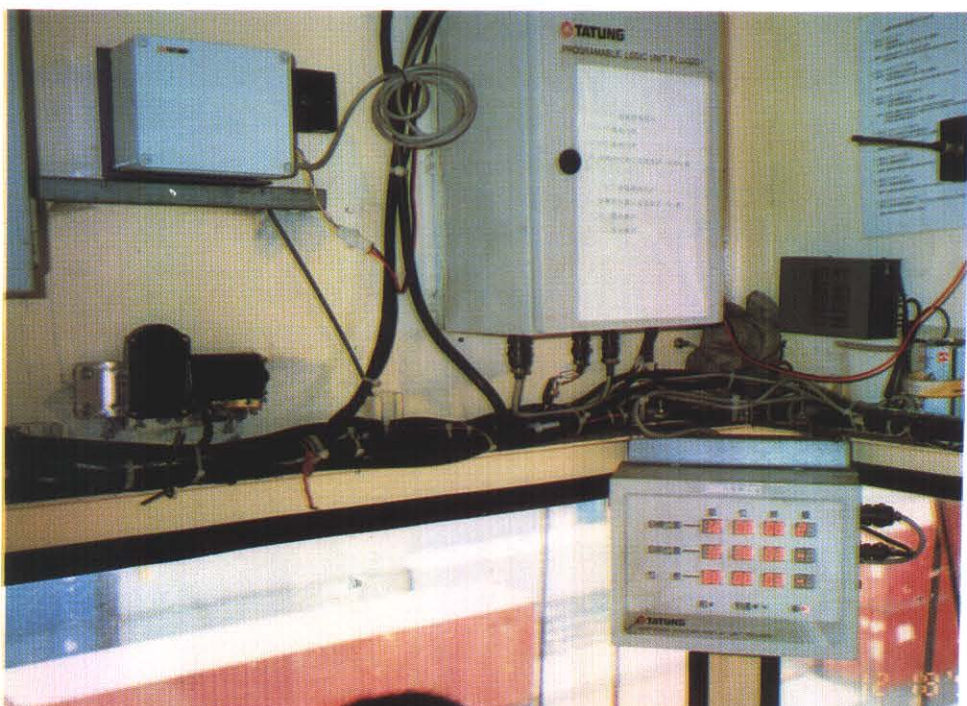


圖3.20 台車操作室內之顯示板

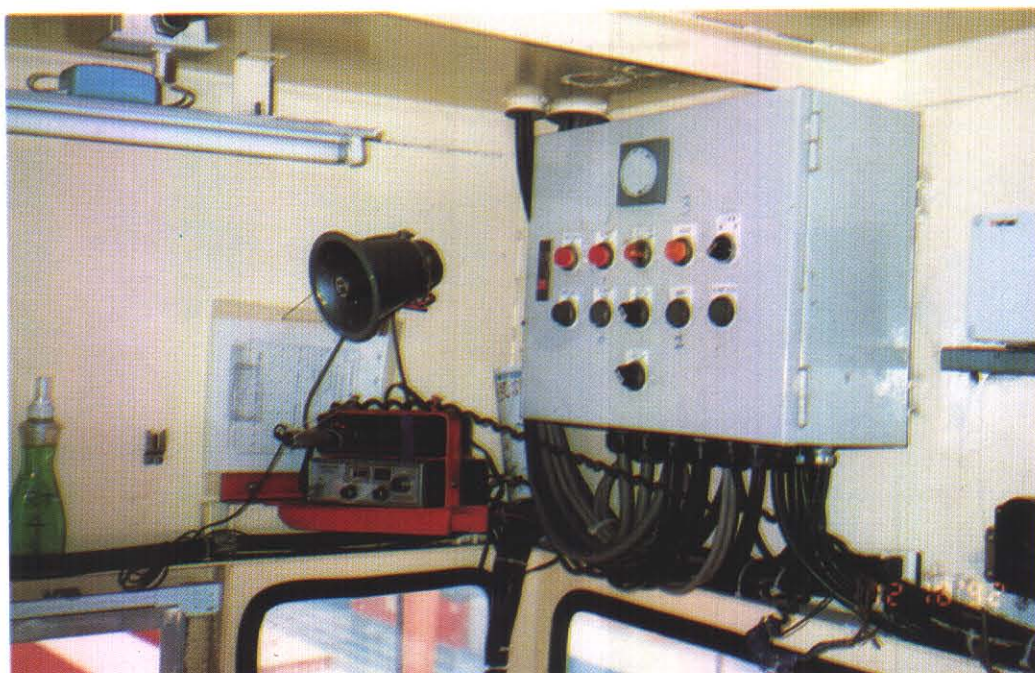


圖3.21 台車操作室內之顯示燈和語音設備

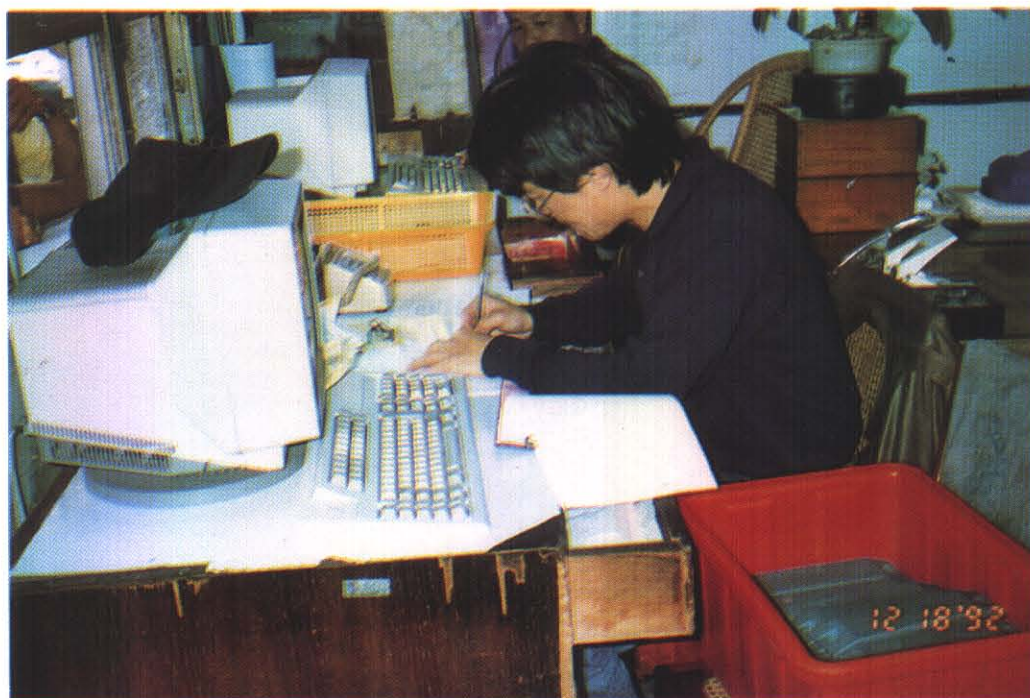


圖3.22 管制員審驗資料並發給電子卡



圖3.23 拖車車頂上的電子卡



圖3.24 門架式起重機之天線讀取拖車車頂上電子卡資料

3-3 未來國內規劃應用芻議

以目前國內外AVI應用的經驗與成熟度來看，公路自動收費是實施經驗最豐富的領域，獲得的成效也是最直接，因此本研究建議可由中山高速公路採用AVI電子自動收費開始，逐步將AVI系統擴展至其它交通運輸應用，包括交通管理、交通資料蒐集、高乘載車輛及特殊車輛優先處理以及道路定價（road pricing）等。基於長遠發展著想，在規劃第一個AVI應用系統時，應當考慮到將其它方面應用的擴充可能性，雖然不一定需要將AVI所有硬體規格完全訂死，但至少要保证系統的相容性，這包括通訊協定與電子卡資料格式等。

3-3-1 高速公路電子自動收費與交通管理整體設計

高速公路的AVI電子自動收費系統實際上不僅做為收費使用而已，由於能夠清楚偵測特定車輛經過某一點的時間，所以推廣應用的空間很大。初期將各收費站設置的AVI識讀器連線至交控中心，立即可獲得兩收費站間的平均行駛時間，可提供粗略的路況資訊；隨使用AVI車輛增加，第二步在高速公路各交流道上下匝道處裝置識讀器，以獲得車輛使用高速公路起迄點資料；第三步在高速公路經常擁擠路段架設數個AVI識讀器，偵測該路段行駛時間，藉此判斷車流狀況，提供行車資訊，做為車流控制之依據；最後高速公路全線裝設識讀器，架設密度漸漸增加，所獲得之動態車流資料亦愈精確，進一步有效執行高速公路全線事故管理（incident management），最終達到自動交通監控之目標。

3-3-2 交通資料蒐集

以內容來說，交通資料包含車流量、車速、起迄點、旅行時間、車種組成等；而以時間來說，則有即時性和歷史性交通資料，

傳統車輛偵測器大多蒐集車流輛、車速、車種等定點資料，對於旅行時間、起迄資料等非定點式資料則無法偵測，這些資料經常必需藉人工調查的方式獲得，僅能作為事後交通分析和未來運輸規劃使用，不可能產生即時性資訊供動態交通控制使用。AVI系統從車輛經過兩識別站的紀錄中很容易計算旅行時間，初期旅行時間可以同一般交通資訊直接提供給用路人，以後則做為推算最佳路線導引的基本資料。

一般而言，交通資料蒐集是AVI諸多應用的副產品，以高速公路自動收費而言，AVI系統除了做為車輛通過自動收費使用之外，車輛本身的代碼和通過的時間、地點等資料同時傳送到交控中心，每一輛使用AVI的車輛都成為交控中心的「探測車」(probe)，藉此全天候可以不斷有大量的即時性旅行時間資料輸入。雖然AVI設備能夠提供做為極佳的旅行時間測量工具，但就設置成本來說，單獨為量測旅行時間而裝設AVI系統仍嫌太高。因此配合高速公路電子式收費，將收費站的AVI系統與交控中心連線是較實際可行的方式。

3-3-3 高乘載車輛及特殊車輛優先處理

為鼓勵大眾使用公共運輸工具，以減輕交通擁擠的壓力，交通管理人員研擬各種給予公共運輸優待與方便的措施，其中較為眾知的便是公車專用道，HOV車道以及公車號誌優先通行等措施。在台北市仁愛路、信義路所劃設之逆向公車專用道，確實使得公車行駛於這兩條道路時獲得高速運轉的好處。在規劃上，為防止專用車道被一般車輛佔用是以及其它因素而採用逆向佈設方式，這種佈設方式使的在交通安全、道路幾何修改與選用適宜街道等方面備受挑戰與限制。AVI在公車專用道規劃上提供一種路權使用資格辨識的工具，因此在公車專用權行使上更易於執行，如果公車專用道的容量上尚有餘裕，亦應開放予政府部門以及民間公司行號之交通車使用，屆時系統設計上，只須在每一輛公車和交通車上按裝識別卡，

並將公車專用道與一般車道分離，於入口處裝設辨識器和攝影機即可防止專用車道被一般車輛佔用，系統佈置方式如圖3.25所示。

AVI的識別卡亦可按裝在特殊（緊急）的車輛上，如救護車、消防車、警車等，在號誌路口道路上游裝設偵測器，一旦此等車輛駛近時，偵測器察知，將訊息傳遞給號誌控制器，轉換顯示綠燈給予優先通行權。同樣，AVI識別卡也能裝在公車上，作為識別和給予綠燈優先通行權的待遇，然這一措施在公車往來數量龐大的路段便不適合，因為給予通過頻繁的公車予號誌特別處理，將造成市區號誌系統的紊亂，無法正常運作。

使用AVI技術做高乘載車輛及特殊車輛優先通行使用時，必須有相關的配合措施，其中最重要的是建立起高乘載車輛及特殊車輛專用道系統，否則以市區擁擠之交通狀況，徒有號誌優先通行設備，亦無法發揮功能。

3-3-4 道路訂價

俟使用高速公路的駕駛人對AVI系統熟悉之後，且AVI使用者數量到達某一程度，可以考慮規劃執行道路訂價策略，這不限於市中心擁擠地區，在高速公路擁擠路段亦可以與通行費併行實施。對於都市地區實行道路訂價，事實上可以仿效香港ERP模式，惟在限制通行地區必需規劃有完善便利的大眾運輸系統，而且在主要進入點周邊設置大量停車空間，提供停車轉乘的服務，或形成大眾運輸路線密集、班次頻率高之轉運點。

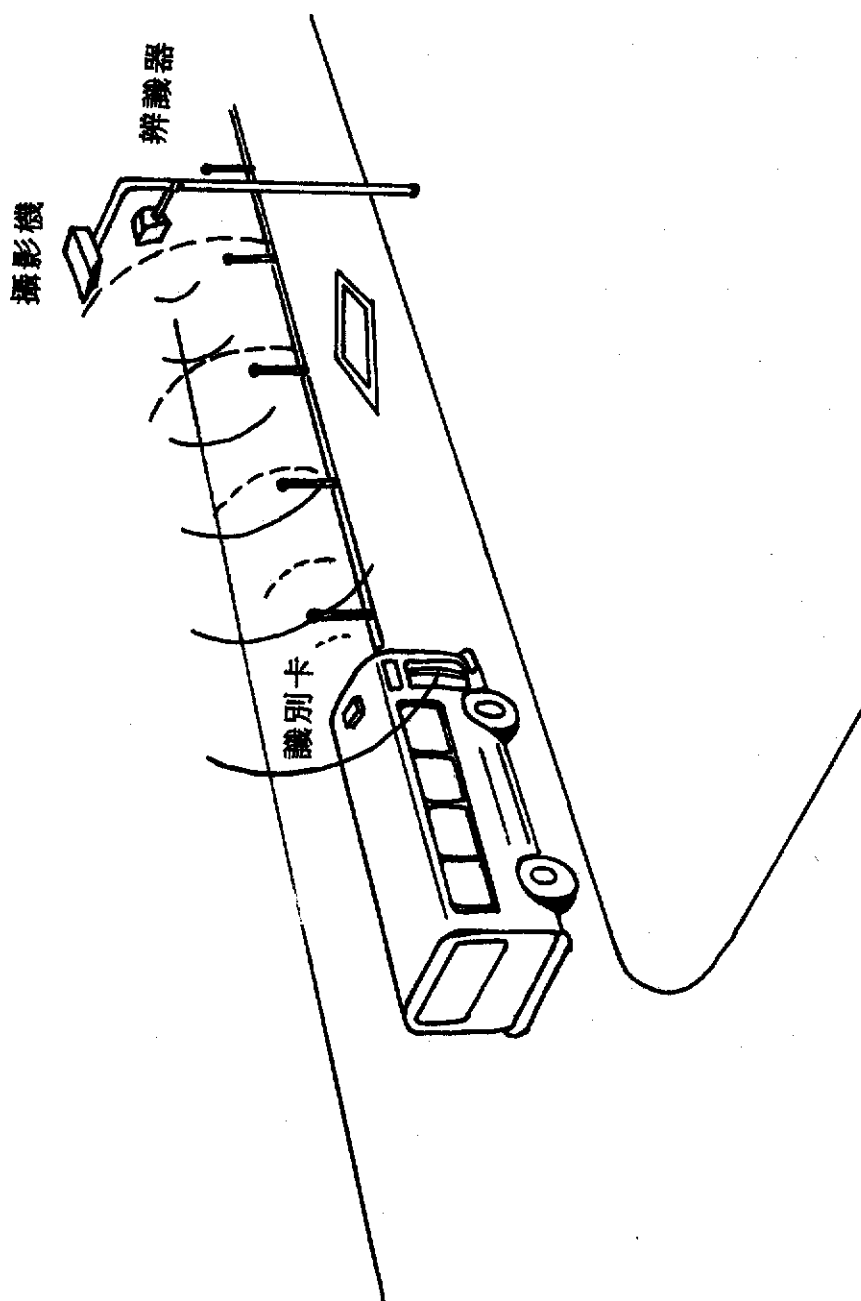


圖3.25 AVI公車專用道佈設示意圖

第四章 高速公路電子式自動收費應用

由第三章的討論知道，AVI 技術的潛在應用極為廣泛，但以目前歐美等國使用的方向看來，主要應用仍在高速公路與橋樑隧道收費方面，且大有取代傳統的人工與機械（投幣）式收費方法之趨勢，國內近年來因中山高速公路交通擁擠的日益惡化，並將問題重點指向各收費站，立法委員不斷以舒解交通瓶頸為由，要求高速公路在連續假期停止收費，以短期的眼光看之，停止收費確實可以暫時舒解收費站的交通瓶頸，但就長遠來看，不收費措施更吸引許多車輛使用高速公路，反增加高速公路的負荷。新的AVI技術提供的電子式自動收費功能是兼顧短期和長期要求的方法，因此本章特獨立針對此一種AVI應用做進一步深入分析。

4-1 技術現況

在歐美各國，目前使用中的AVI 電子收費技術以無線電與微波式的產品為主流，初期生產的系統都是「單向式」的產品，近來則多逐漸修改為「雙向式」系統，製造商多為歐美公司，有些產品現在已由國內公司代理推銷，主要的廠商有：大同公司代理的美國AMTECH公司產品；信商公司代理的美國AT/COMM產品；庫實公司經銷的美國德州儀器公司的TIRIS產品；三光惟達公司代理的義大利SGS-THOMSON公司TELEPASS系統；康晉宇宙公司代理的法國CGA產品。

除了無線電與微波系統之外，最新的技術還有平面音感微波式系統，目前在國內是由臺灣艾帥公司所代理的美國X-CYTE公司產品為最主要；另外就長遠發展來看，智慧卡式的AVI系統可能會有極大的發展空間，目前國內智慧卡的應用研究主要在結合金融卡和信用卡方面，以及儲存個人健康資料作醫療目的使用，可隨身攜帶。

在通訊方面，大部份的電子卡與路側識讀器間所使用的通訊頻

率多在超高頻帶 (ULTRA HIGH FREQUENCY)，少部份使用極高頻帶 (如 CGA 的產品) 與低頻帶 (如德州儀器 TIRIS 產品)。

在資料傳輸方面，幾乎所有產品發展都已經朝向電子卡與路邊收發訊器雙向資料傳輸，也就是允許對電子卡中的資料 (如金額) 覆寫，電子卡除了供識別使用之外，同時具有儲值的功能。

在電子卡使用電源方面，為加長電子卡使用壽命，除了仍使用一顆鋰電池供保存資料需要的基本微弱電力外，傳送電波的方式多已經朝向「反射式」的方向設計。並且電子卡的壽命盡量延長與車輛的壽命相當。

在電子卡讀寫有效距離方面，基本上和電波發 (反) 射的強度成正比，主動式的 AVI 系統因為車上單元本身有電源供應，一般發射電波也就較強，有效距離較大，而被動式 (反射式) 的 AVI 系統則因發射電波的能量較小，故有效距離也較短。然車上單元有效的讀寫距離愈大，雖可以傳送較多的資料量，然過強的電波會造成車道間彼此干擾，所以目前的新產品多朝向「高指向性」的電波發展，另一方面，有效讀寫距離亦不可大於車頭距 (headway)，以避免產生前後車識別訊號干擾的情形。

在資料傳輸速率方面，理論上頻寬 (bandwidth) 愈大，單位時間傳送的資料量愈大，根據 Claude Shnnon 通道容量 C (channel capacity) 與頻寬 B 關係式顯示，系統的通訊容量和頻寬成正比：

$$C = B \times \log_2 (1 + \text{訊號功率} \div \text{雜訊功率})$$

目前產商提供的資料顯示，最大的傳輸速率 (通訊容量) 可達 1 Mbps，一般在數 Kbps 之間。由於資料傳輸速率決定車輛通過收費站時的最大資料傳輸量，因此傳輸速率必須滿足自動收費環境下車上單元與路側設備最大的資料通訊量。最大資料傳輸量 (C)、資料傳輸速率 (R)、行車速率 (V)、有效讀寫距離 (S) 間的關係如下：

$$C = R \times (S \div V)$$

最大資料傳輸量至少必須符合自動收費所要傳輸的一些基本資料需求，如識別資料與金額資料等，另為保證傳送資料的正確性，還必須額外增加一些校核（check-sum）用資料，並重複多次（redundant）傳送資料，作前後校核用。以實際數字說明如下：假如一AVI產品具有120Kbps的傳輸速率，且有效讀寫距離為2公尺，則在200KPH的行車速率下，最大單向可以傳輸4400位元（ $120 \times 1024 \times 2 \div (200 \div 3.6)$ ）的資料量。

目前國外生產AVI設備的主要廠商與規格資料如表4.1所示。

4-2 基本功能要求

雖然單向式的電子收費系統在實務應用上已經趨於成熟，然因應高交通流量的環境需求，新一代的雙向式系統不斷推陳出新，造成交通主管人員的困惑與無所適從，心中時常存有一個疑問，就是到底那一套電子收費系統最適合需要？雖然電子收費相關設備不斷更新，功能也愈益增多，各廠商產品間功能也多有不同，但是一些基本功能要求卻都共通。本章擬就針對此作一分析。

估不論廠商生產的AVI電子收費設備是採用何種技術原理，最起碼必須具備如下十項基本設備和功能：

1. 必須要有一個在車輛上的電子卡（識別單元）來攜帶身份證明用的識別碼、授權證明、餘額資料，或更進一步資料，例如：使用者和車輛本身相關資料。
2. 路側單元，用以和車上電子卡通訊，並做第一步查驗工作。
3. 車輛偵測器，能夠正確測知車輛的進出收費站。
4. 自動車種分辨器，能夠自動分辨通過收費站車輛的車種。
5. 資料處理器，計算通過車輛所應收取的費用，並註記交易時間、地點、金額等資料。

表4.1 各廠商AVI產品規格一覽表

製造廠商	產品型號	規 格						
		讀寫方式	識別卡電源	電磁波頻率範圍	識別卡容量	讀寫距離	讀寫速度	車行速率
美國AMTECH 大同公司代理	AI1200	唯 讀	無須電源	902 - 928MHz 2400 - 2500MHz	120bits	—	—	50KPH
	AI1311 + AT5150 IntelIITAG	可讀可寫	5 或10年電池壽命	2400-2500MHz	120 R/O bits 120 R/W bits	—	192 Kbps	380KPH
	DYNICOM Technology	可讀可寫	5 或10年電池壽命		3648bits			
美國AT/Comm 信商公司代理	—	可讀可寫	至少 5年壽命	收 915MHz 發 49.86MHz	—	—	—	—
瑞典 SAAB SCANIA COMBITEH 中國嘉通公司	PC-3000 PC-3100	可讀可寫	8 年	2.45Ghz	256bits - 32Kbits	6公尺	讀 267Kbps 寫 167Kbps	—
	RI-TRP-RC2B, -RB2B, -RR2B, -RR2C RI-TRP-R9TD RI-TRB-W9TD	唯 讀 可讀可寫	無須電源	134.2KHz	64-1024 bits	0.5 -2.0公尺	0.12-0.15 秒 讀 0.1秒 寫 0.3秒	—

表4.1 各廠商AVI產品規格一覽表 (續)

製造廠商	產品型號	規 格						
		讀寫方式	識別卡電源	電磁波頻率範圍	識別卡容量	讀寫距離	讀寫速度	車行速率
美國AT&T/ MARK IV (加 拿大Vapor母 公司)	—	—	—	—	—	—	—	—
義大利 SGS-THOMSON 三光惟達公司	TELEPASS	可讀可寫	無須電源	5.72GHz	—	—	讀 144Kbps 寫 1Mbps	100KPH
美國X-cyte 臺灣艾帥電腦 公司	IWT-2	唯讀	無須電源	902-928MHz	—	1.8-4.5 公尺	—	160KPH
CGA 康晉宇宙公司	—	唯讀	4 年	5-10GHz	—	—	37.5Kbps	130KPH
挪威 Micro Design 臺灣吉悌公司	Q-FREE	可讀可寫	—	2.45GHz/ 5.80GHz	—	—	—	—

6. 用來儲存和管理交易紀錄資料的電腦資料庫管理系統，做為帳目稽查、轉帳、製作報表和帳單之用，並且管理所有的電子卡使用登記資料或是帳戶資料。
7. 現場告知使用者通行費收取標準與帳戶餘額，以及一些回應使用者訊息的功能。
8. 補充餘額或繳付帳款的方法。
9. 將電子收費所得之帳款解繳國庫的方法（作業方式）。
10. 違規取締與處罰的方法。

下面就各項基本設備與功能要求分別再詳細說明。

1. 車上單元

車上單元有兩種型式的產品，一種屬唯讀式，一種屬讀寫式。唯讀式識別卡內所存放的都是一些固定資料，如識別碼、發售單位碼、車種等資料，這些資料或在出廠之前就已經寫入固定，或在出場之後經由授權的廠商使用特殊寫入設備將資料寫入。

在現場運作上，唯讀式的車上單元（電子識別卡）只是將卡內的資料傳送出去給路側讀取設備，並不能接受外面資料的輸入，因此一切通行費的計算、扣除、結餘記錄等資料處理動作都必須在路側及中央電腦執行，對於電腦與通訊速度上的要求極嚴苛。

唯讀式的系統發展的很早，使用的經驗也最豐富，可靠度極高，偽造也不容易，唯電腦硬體設備要求水準很高，路側設備和帳戶管理電腦中心及販售電子卡商店電腦間通訊亦必須具有極高之可靠度。電腦硬體設備的要求，以臺灣目前電腦製造技術狀況來看，當不構成問題；然以目前通訊網路速率與容量的設置，如何去應付像泰山收費站那樣一天南北雙向高達16萬輛汽車通行的大量處理要求，才是唯讀系統最主的問題所在。

讀寫式雙向系統是近年來發展的主流，其構造比單向式的唯讀系統複雜，電子卡本身除了載有一些固定資料（如：識別碼、車輛相關資料、發行單位代碼等）之外，還設計了一些供收費現場寫入

資料用的動態記憶體空間。雙向式的電子卡動態記憶空間可大可小，視用途需要而定，簡單的可以只儲存一次交易的地點、時間、日期以及剩餘的金額；複雜的可以同時儲存多次交易記錄；而最精緻複雜的「智慧卡」，除了具有動態貯存資料的記憶體外，還擁有資料處理器或微縮電腦，本身就可以進行簡單的資料處理與計算工作，不僅作為自動支付通行費使用，甚併合信用卡、金融卡與電話卡等多項功能，一卡多用途，應是未來發展的方向。

雙向式的AVI系統擁有一個很大的優點就是很容易作為高速公路匝道封閉式收費使用，只須直接將車輛進入匝道的地點里程資料寫入車上的電子卡內，俟車輛駛出高速公路時，再將寫入電子卡內的進入匝道地點里程資料讀出，與出口匝道地點的里程相比較，便可立即計算通行費，直接從電子卡中貯存的金額扣除。而使用單向AVI系統，所有作業則都必須在中央電腦處理，無論電腦的資料處理負荷或通訊線路的資料傳遞負荷皆相當龐大。過程是：首先當車輛從入口匝道進入時，路側識讀器讀取車上電子卡識別碼，藉通訊線路傳送至中央電腦內儲存，俟車輛從出口匝道駛出高速公路時，由路側識讀器再一次讀取識別碼，傳送至中央電腦，從眾多進入車輛資料中搜尋該輛車資料，再依據出口匝道與入口匝道的里程差計算通行費，記入該使用者帳戶之中，或從預存的金額中扣取，可發現電腦運算與網路通訊工作量確實不少。

2. 路側識讀通訊設備

路側識讀通訊設備至少由一個或多個收發天線以及無線電收發報機、微處理器、軟體或韌體程式、輸出入連接線和資料暫存記憶體構成。路側識讀通訊設備不僅須產生、放送以及接收無線電訊號，還必須能夠連接車輛通過偵測器和自動車種分類器等相關訊號偵測輸出設備，並控制周邊輔助運作設施，如車輛通行燈號、通行費顯示與餘額顯示看板及違規攝影存證設備等。路側識讀通訊設備必須能夠精確的過濾篩讀出電子卡訊號並加以解碼，查驗其是否有

效，並經通訊線路將資料傳輸至資料處理器，以計算該收取之通行費。在收費動作完成後，回送確認訊息給駕駛人知道。另外，路側識讀通訊設備也藉由通訊網路連接管理中心的中央電腦，將所有交易記錄送回集中整理。

路側識讀通訊設備具有兩項關鍵性能力必須審慎評測，第一項是對電子卡訊號過濾和解讀的準確性；第二項是誤讀非目的車輛電子卡訊號（不管是在同一車道或相鄰車道）的可能性。

3. 車輛通過偵測器

目前中山高速公路收費站每一個收費車道入口前所裝設的感應線圈車流計數器即具車輛通過偵測器之作用，惟原來配合人工收費使用的設備是否可以移轉作為電子自動收費使用，尚待進一步評估，然車輛通過偵測器基本上必須能夠精確分離每一輛通過的車輛，除了每日計算得車輛總數與交易記錄核對外，亦輔助AVI系統即時查對通過自動收費車道的車輛是否有漏讀的情形發生，例如小車緊跟大車後面，產生電波遮蔽，致無法正常讀寫，當有此種情形發生，須立即啟動警示器與攝影存證。

4. 車種分辨

電子式自動收費的自動化作業過程中最難處理的一個環節就是「車種的分辨」，目前美國各電子自動收費系統最常使用的方法如下（與使用那一種電子自動收費技術無關）：(1)將車種代碼與其它各車輛相關資料一同寫在電子卡中；(2)或者車輛經過收費站時，收費站內的駐守人員以人工目視的方式判定車種，將資料鍵入收費亭的電腦中；(3)在收費車道的出口處設置軸測器（treadles），自動計算車輛軸數，作為驗證複核之用。由上面的作業過程可以知道車種自動分類這一個環節在電子自動收費整體運作上是一個比較薄弱之處，未來有待加強。交通部運輸研究所業已將自動車輛分類技術（Automatic Vehicle Classification，簡稱AVC）研究列入近期研究計畫

之中，首先已經針對電腦影像處理技術自動分類車種的可行性進行研究，並隨後陸續探討其它技術之應用，諸如：壓電晶體電纜軸測技術、光柵技術、紅外線反射等。

AVC的佈置和電子自動收費（ETC）系統中其它設備間的相關性較小，因此在ETC招標測試時，可以獨立將其分開進行性能測試（performance test），而無須受購買AVI設備的束縛。

5. 資料處理設備

無論ETC使用單向唯讀或雙向讀寫的AVI系統，在收費站上都必須按裝電腦設備，以儲存現場所有通過車輛的繳費紀錄，並與車輛通過偵測器計算得之數量核對，作為帳目稽查之用。儲存交易記錄的可用電腦容量（硬碟容量）至少必須能夠容納一天產生的所有交易資料，並同時維持一份備份資料，如果收費站上的交易資料不是每日傳送至中央管理中心，則電腦容量必須視暫存的天數予以倍數計算。每日交易數量的多寡應以最大尖峰車流量計算，且維持一定比例的餘裕，最高以全車道最大交通容量為上限。由於收費站上的電腦設備全天候工作，在穩定性與耐用性兩方面的要求極高，至於資料處理速度方面，單向唯讀系統有極高之要求，雙向讀寫系統以一般普通之設備即可滿足。

除提供收費記錄、帳目稽查功能外，收費站電腦亦應存放電子卡遺失紀錄，同時查對每一通過車輛使用的電子卡，避免冒用的情事發生。

6. 收費管理中心

所有收費站的交易紀錄必須有一個收費管理中心集中處理，進行帳目稽核、轉帳、製作報表和帳單，並管理所有的電子卡使用登記資料或是帳戶資料，因此除了必備電腦硬體及周邊設備外，還須包含完整的資料庫管理軟體系統。

7. 回應使用者功能

對使用電子自動收費的駕駛者而言，一般通過收費站時最想知道的事項有三項：(1)通行費收多少？(2)帳戶內或電子儲值卡中剩下的金額還有多少？(3)被自動扣取的通行費數額是否正確？因此一個設計良好、受駕駛人歡迎的電子自動收費系統必須能夠回答上面三項問題，並即時回應駕駛人。

- (1)目前中山高速公路通行費收取的標準分成三種：客聯車、大貨車、小客車，相應的金額標示在各收費車道之前。如果將來採用AVI車道混合車種收費方式，則必須將所有車種的收費標準都標示出來，並利用自動車輛分類系統偵測進入車輛的車種，在車輛進入收費區之前將其車種與對應的收費金額告知駕駛人，供駕駛人確認。
- (2)必須告知駕駛人帳戶內或電子卡中的金額剩餘多少。電子收費設備除了必須查驗通過車輛上電子卡的有效性外，還必須能夠在車輛尚未進入電子自動收費車道之前，先檢查使用者帳戶內或電子卡內儲放的金額是否足夠支付通行費，及早給予存額不足的駕駛人警示，以便有充分的時間變換車道使用人工付費的方式。另外，當餘額過低時（僅可支付一二次通行費）也給予駕駛人注意警示，提醒其補充金額。如果使用信用支付的方式收取通行費，則毋須有餘額不足與過低的警示，惟須增加信用查核的功能。
- (3)告訴駕駛人扣取的通行費數額是否正確。簡單的方法是在通行費收取完成後顯示綠燈回應駕駛人，但如果同時能以顯示板將所扣取的金額與餘額告訴駕駛人，則駕駛者將更安心。

8. 便利的補充金額或繳付帳款方法

收取通行費的方法基本上有三種型式：預收、記帳和收現。各種付費方法皆有其優缺點，惟收現方式僅適合人工收費作業，不能使用在電子自動收費上，因此只有預收和記帳兩種方式可供選擇。

如果採用預收通行費的方式，使用者可以在銀行或郵局開立個人帳戶，預先存入足夠金額，並填寫相關資料以申領使用電子卡，以後高速公路收費管理單位只要每隔固定時間（例如一天），統計電子卡通過收費站的使用紀錄，計算該收取的通行費金額，就可從使用者的帳戶中轉移至收費管理單位的帳戶中，並寄發清單收據給使用者，往後使用者必須至銀行或郵局補注帳戶內的金額，或使用自動轉帳的方式，從存款帳戶中移轉；如果使用雙向讀寫型電子卡，則預付的款項可以直接寫入電子卡中，惟必須廣設「電子卡加值站」，以方便使用者隨時補充金額，且必須建立加值站電腦與收費管理中心電腦連線，並嚴格設定加值器的操作作業程序，避免弊端發生；至於記帳式的收費方式，必須結合信用卡制度方可能實現。

9. 帳款繳庫的方法

不論那一種電子收費系統，都必須能夠將向使用者收取到的款項每天繳送至高速公路管理當局之帳戶內。如果採用的是使用者帳戶繳款的方式，則當使用者產生收費站通行紀錄時，收費管理中心便依據紀錄記載通行費數額，直接由使用者帳戶電子轉帳至高速公路管理當局的帳戶內，然後再轉帳解繳國庫；如果採用電子卡儲值的方式，則必須在銀行或郵局開立一個通行費預收款帳戶，將每天所預收的款項存入該帳戶中，並每天依據使用者通行紀錄計算應收總額，再從預收款帳戶中轉帳至高速公路管理當局的帳戶內，再轉帳解繳國庫。

無論使用那一種解繳帳款方法，都應保證應收帳款能夠正確無誤地解繳國庫，而且中間作業收取的手續費比例不可過高。

10. 違規取締與處罰的方法

電子自動收費系統除了必須滿足一般正常使用狀態的要求外，尚應兼顧不正常使用的狀況，例如無電子卡車輛有意無意通行電子自動收費車道以及失竊的電子卡遭冒用等情形。傳統上違規取締的

方法都是使用照相機或攝影機攝影存證，然後寄發違規補繳通知。攝影存證的方法先天上有其弱點，第一，車牌易被髒污遮蓋而無法加以辨認；第二，必須裝設輔助光源，尤其是夜晚。因此系統設計時必須獲得保證，偵測得之違規通行車輛都可以被攝影留下證據。另一方面，必須修訂「道路交通管理處罰條例」，賦與強制執行的法律依據。

4-3 技術測試項目

由於電子自動收費系統的主體技術為AVI系統，因此有關AVI技術可靠度的測試即為電子自動收費測試的重點，然其它配合設施，如：自動車輛分類、違規攝影存證及車輛通過偵測等系統的測試雖非系統主體，亦影響著整體運作之成功與否，亦應含入測試項目。根據民國七十九年九月中旬至十二月底及八十年元月中旬至五月中旬，交通部科技顧問室邀集各AVI廠商在中山高速公路后里與斗南兩收費站進行的「高速公路電子式收費測試報告」所列，共計24項測試主題，分為自動辨識及自動分級系統之功能、輔助存證系統測試、系統設備測試、電子卡特性及其它等五大部份，其中自動辨識及自動分級系統之功能測試又分成正常速度、高速與低速測試三部份。相關測試項目、測試內容、測試次數、加權評分及精確度要求等詳細資料參見表4.2。

由於交通行為具有地區性，因此在研擬高速公速電子自動收費測試項目時非得先對用路人的駕駛行為作一番透澈瞭解不可，測試項目必須涵蓋所有（至少絕大部份）可能產生的狀況，而依據發生之機率訂定精確度標準，對於鮮少發生的狀況，要求系統操作的正確率可以較為寬鬆，而對於經常性的交通狀況，則必須訂立極高的正確率標準，確保整體性的運作精確度與可靠度可以被接受。由於先前交通部所完成的高速公路電子式收費測試主體為單向式AVI系統，不能完全引用在近年發展的雙向讀寫系統，另原先的測試項目

表4.2 高速公路電子式收費系統測試內容與標準

測項 試目	測	試	內	容	測 次 數	加 權 百分比	備 註
自動辨識及自動分級系統之功能	正常速度 (大小於四〇〇 Km/h)	1	車輛通關時，系統之精確率。	30000 次	40	六〇%	精確度大於99.90%(含)。
		2	車輛通關時，系統告知駕駛之顯示系統的 精確性。	500 次	5		配合第 1項進行，採不定時方式記錄其運 作情形。 正確率須達98% (含) 以上。
		3	間隔小於 5公尺之連續 2輛小車被誤讀為 一輛車之比例。	50 次	5		正確率需達100% (含) 以上。
		4	間隔小於20公尺之 5輛有卡、無卡交錯車 輛通關時，系統正確讀取資料之能力。 (80 Km/h)	20 次	10		正確率需達95% (含) 以上。
		5	間隔小於20公尺之連續 5輛有卡車輛通關 時，系統正確讀取資料之能力。 (80 Km/h)	20 次	15		正確率需達95% (含) 以上。
	低 速 測	6	車輛極高速(80 Km/hr)通關時，系統正 確讀取資料之比例。	20 次	5	正確率需達90% (含) 以上。	
		7	車輛在電磁(微)波接收範圍內，走走停停 被重複讀取的比例。	50 次	5	正確率需達100% (含) 以上。	
		8	誤讀鄰近車道車輛之比例。	50 次	5	正確率需達100% (含) 以上。	

表4.2 高速公路電子式收費系統測試內容與標準 (續)

試	9	無卡小車緊跟在大車後面通關時，系統之辨識能力。	50 次	10	正確率需達98% (含) 以上。
輔助存証系統測試	10	車輛無卡及金額不足通關時，照相存証系統之處理能力。	50 次	50	正確率需達98% (含) 以上。
	11	無卡車輛高速通關時，(80km/h) 照相存証之處理能力。	20 次	20	正確率需達90% (含) 以上。
	12	在惡劣天候(下雨、濃霧)及夜間光線不良之照相存証處理能力。	20 次	20	正確率需達90% (含) 以上。
	13	輔助系統處理違規車輛之速度。(以2秒處理完畢為基準)。	10 次	10	正確率需達90% (含) 以上。
	14	備援系統處理能力及可靠性。(含電腦連線中斷、停電及系統故障之補救)。	50 次	60	需具有備援系統之處理能力。 請於測試計畫書中詳述。
系統設備測試	15	系統設備零件故障時自我診斷之能力。	20 次	10	請於測試計畫書中詳述。
	16	天線電磁(微)波受外界干擾情形。	20 次	20	請於測試計畫書中詳述。
	17	系統使用之故障率及維修時間。		10	請於測試計畫書中詳述。

表4.2 高速公路電子式收費系統測試內容與標準 (續)

電子卡之特性	18	電子卡之耐用性。		60		
	19	電子卡之管理及銷售方式之便利性。		30	五%	
	20	系統(含電子卡)之成本反應。		10		
其他	21	電子卡被仿冒性。			一五%	
	22	在其他國家測試成果。			一%	
	23	系統建設之配合土木工程措施之簡易性及相對投資評估。			一%	
	24	系統建設後之維修。			一%	
注意事項	<p>1、電子卡必須技術轉移至國內生產，且需繳原廠及代理商之同意保證書，否則該系統不予考慮。</p> <p>2、測試項 1~17項以實地測試資料作評審，測試項 18~24項以測試計畫書書面資料作評審。</p> <p>3、測試 1~13項需達到備註欄所附之精確率，否則系統宣告測試失敗。</p> <p>4、各測試小項之計分方式： $(規定內之實際測得精確率) \times (各小項加權百分比) \times (各大項加權百分比) = 實際得分$</p>					

亦缺自動車輛分類設備的測試，因此本研究以先前測試報告為基礎，依據我國高速公路之車流特性，條列有關測試內容，並補充有關雙向系統及自動車輛分類設備所應測試之項目，期使測試內容更趨完整，列述於后。

1. 自動車輛辨識系統部份

- (一) 正常車速下 (60KPH ~ 110KPH) 系統辨識之正確率。
- (二) 車輛高速通過狀況下 (高於110KPH) 系統辨識之正確率。
- (三) 車輛低速通過狀況下 (低於60KPH) 系統辨識之正確率。
- (四) 車輛走走停停情況下是否造成資料重複讀取與寫入 (雙向系統)。
- (五) 跟車距離小於5公尺情況下，系統是否仍能加以分辨，且資料能正確無誤地寫入目的車輛上的電子卡內 (雙向系統)。
- (六) 有卡無卡車輛交錯連續通過狀況下，系統分辨的正確率。
- (七) 小車緊隨大車後面通過時 (電波受阻擋)，被辨識的正確率。
- (八) 數卡同時在車上時，系統之處理方式。
- (九) 相鄰車道識讀器誤讀 (寫) 隔壁車道車輛上電子卡之可能性。
- (十) 讀 (寫) 之電波是否易受自然環境 (如：閃電、高壓電線) 與人為有意或無意 (如：收音機、行動電話) 的干擾。
- (十一) 系統讀 (寫) 使用的無線電波是否符合安全標準。
- (十二) 不同電子卡擺放位置被正確讀寫的能力。
- (十三) 電子卡的耐用性 (耐震、耐高溫、防塵、防水、防電磁干擾、耐日曬、耐壓)。

2. 自動車種分類與車輛計數設備部份

- (一) 對極小之車輛間隔，系統正確區分的能力，不致將緊跟之兩輛或數輛小客車誤判為一輛大車。
- (二) 對特殊車輛的正確判別能力 (車身或軸距極長的車輛)。
- (三) 計算車流量的精確度。

(四)在一正確率要求標準下，最多可以分類的車種數目。

3.違規攝影存證系統部份

(一)一般違規狀況攝影存證的正確率。

(二)對高速通過之違規車輛攝影存證之能力。

(三)對緩行及停止之違規車輛正確攝影存證之能力（不致產生誤攝前後車輛）。

(四)正確地在舉證資料上標註違規事項（金額不足、無電子卡或其它原因）的能力。

(五)違規小車緊跟大車，有效攝影存證（可以攝得車牌）的能力。

(六)連續多輛違規車（高速）通過，攝影存證的能力。

(七)連續多輛違規車走走停停情況下通過，正確攝影存證能力。

(八)夜間輔助照明功能與攝影清晰度。

4.使用者界面部份

(一)餘額顯示板的醒目程度與顯示速度。

(二)通行與警示燈號、警鈴之反應速度。

雖然AVI是電子式自動收費系統的主體，然對於高速公路管理當局而言，需要的是一個完整運作的系統，並非只是一個AVI設備而已，因此評選一個技術整合能力強大的系統整合廠商（system integrator）至為重要，甚至比單一評選AVI設備更為重要，所以除了前述應該進行的技術測試項目外，評量廠商的整體系統設計能力也納入考慮。

4-4 一些執行相關課題

1.法律修訂

實施電子式自動收費，首先將面對一個經常會發生的情況，就

是違規通行車輛取締與處罰的問題，因為自動收費車輛通過收費站時已經毋須停車繳費，如果有逃費的情況產生，則不易當場告發，必須藉由攝影機的照像存證，事後告發。依照道路交通管理處罰條例第二十七條規定：「汽車行駛於應繳費之公路、橋樑、輪渡或於公路收廢費停車場停車，不依規定繳費者，處汽車所有人或駕駛人四百元以上八百元以下罰鍰，並追繳欠費。汽車駕駛人逃避繳費，致收費人員受傷者，吊扣其駕駛執照三個月；致收費人員死亡者，吊銷其駕駛執照。」雖已經賦與收費管理者取締處罰逃費者的法源，然這僅在逃費之事實已經確認之情況下的處理，對於逃費事實之認定則無所依據，預期將產生收費管理者與使用者間的爭執，尤其使用者在不經意的情況下逃費，如果沒有立即告知，更易造成當事人的疑慮，為避免此一類糾紛之難以解決，有必要修訂法規，賦與照像取締認證的權力；另為保障通行費能夠如數確實征收，所積欠之罰款與通行費必須強制執行追繳。

AVI自動收費預期將會發生的另一個棘手問題，是使用者隱私權的問題，在收費交易紀錄內清楚地記載使用者通過每個收費站的時間，這關於個人行蹤的隱私資料，如果沒有嚴格的保密措施，為歹徒利用或不法追蹤，將危害使用者之人身安全，有違憲法對人身自由之保障。因此有關使用者交易資料的保密與洩漏資料的懲罰必須立法規範之。

2.AVI通訊器材的規範

使用無線電波通訊的AVI自動收費系統，必須遵守相關電信法規（低功率射頻電機管理規則）的規範，尤其使用之通訊頻率與發射強度應符合「低功率射頻電機技術規範」第3.8節一車輛識別系統有關之規定，有關器材之使用則需事先通過電信總局之審驗。相關電信法規與審意驗要點請參閱附錄。

3. 收費員與行車安全問題

雖然電子式自動收費將逐漸替代人工收費方式，但仍不免有一些不持用電子卡付費的駕駛人，所以必須保留部份人工收費車道。對於人工收費車道的收費員在接班時，經常必須穿越AVI自動收費車道，以往因為所有車道都是人工收費，車輛通過時都必須停車完成繳費動作，收費員可以趁此空檔穿越車道，較無安全問題，然改為自動收費之後，車輛直接高速通過收費站，對穿越車道交班的收費員形成很大安全威脅，因此必須對收費站的車道佈設與幾何設計重新規劃。另外原來以人工作業方式的收費車道寬度亦應加寬，以確保自動收費車輛高速通過時的安全性，並於收費站上游妥善佈設相關交通管理設施，讓使用自動收費與人工收費的車流儘早分離，避免產生快速通行之自動收費車輛與減速準備停車繳費車輛間之衝突。

4. 電波對人身健康的影響

依照「低功率射頻電機技術規範」規定，AVI分配使用的無線電頻率範圍在2.9 秊赫至3.6 秊赫之間（2.9 GHz ~ 3.6 GHz），此一波段已屬微波頻率範圍，無線電發射能量極高，輻射對人體影響問題必須特別留意。依美國環保署規定一般無線電對人體產生的輻射量必須低於 $300 \mu W/cm^2$ ，通常AVI的無線電輻射對通過收費站駕駛人的健康影響極微，但對長時在收費站工作的收費員就得加以特別注意，應事先估算所接受的累積輻射量是否超過安全劑量，如果必要的話，應加裝監測器。

5. 收費組織的調整

AVI自動收費系統的裝設對高速公路局組織直接產生衝擊，尤其是收費管理相關單位，必須由傳統人工作業方式轉型為電子收費作業方式，收費作業流程需要重新設計，現職人員再訓練，組織單位再調整，其中最明顯需要改變的部份就是收費款解繳國庫的作業流程。電子卡使用登記和販售地點可以同樣在現有銷售回數票的地

點，但可能需要增置一些設施，同樣也必須訓練操作人員。為確保整套電子自動收費系統作業成功，事先人員的訓練與管理組織的搭配和高可靠度與高精確度硬體設施要求同等重要。

第五章 結論與建議

5-1 結論

在工業界或商業界，新科技的創造常常表示新機會的產生，對運輸產業而言亦是如此。雖然自動車輛辨識（AVI）技術對世界一些國家來說已經不算是新技術了，然在國內，卻是一項新技術、新工具，它具有促進運輸管理自動化、提昇運輸效率與運輸安全的潛在利益，可以讓勞力密集的運輸業朝技術密集方向邁進。根據本研究對目前世界各國已使用與發展中的系統調查瞭解，AVI技術共有五類：

1. 感應線圈式AVI；
2. 無線電與微波式AVI；
3. 光學式AVI；
4. 平面音感微波式AVI；
5. 智慧卡式AVI。

由於每一類AVI產品設計的原理都不相同，各具優點與缺點，在評估選用上，還需看應用之要求而定。一般而言，對準確率與防弊性要求極高的應用系統，例如高速公路電子式自動收費，應選用無線電與微波式、平面音感微波式或智慧卡式AVI系統；準確率相對不是很重要，而要求低成本、易按裝的應用系統，例如大眾運輸車輛之識別與優先處理以及交通資料的蒐集，應選用無線電與微波式或光學式的系統；對耐用性與準確性要求嚴格，而成本考慮較其次的應用系統，例如鐵路車輛的識別調度，應選用感應線圈式或無線電與微波式AVI系統。

就長期規劃觀點，選用一個共通AVI系統非常重要，這不僅表示平均硬體設備成本可以隨應用規模的擴增大幅降低，將來也沒有相容和整合上的困擾。未來AVI系統可能應用的領域將有：橋樑隧道公路收費、停車場管理、高乘載車輛及特殊車輛優先處理、公車及貨車車隊監控與調度、鐵路車輛監控與調度、交通資料蒐集和交通控制

以及港埠貨櫃管理等。

由於近年來高速公路車流壅塞極為嚴重，而收費站常是被認為瓶頸所在，乃嚐試引進AVI電子收費技術以解除此一瓶頸，以國內交通狀況，AVI自動收費使用在主線柵欄式收費上較為可行。基本上，AVI硬體技術都可以符合高速公路自動收費的所有功能要求，然技術的可行僅是整體系統成功要件之一，相對組織的調整、作業流程的設計、對駕駛人（使用者）的推廣教育與相關法規的修訂等亦都將是決定性因素。

5-2 建議

AVI技術已經逐漸發展成熟，在交通運輸方面，許多領域都具有發展的潛力，可望藉此一新技術的引進，提昇國內運輸效率與運輸安全：

1. 中山高速公路應儘速引進AVI設備，使用電子式自動收費，並同時規劃運用AVI設備來進行即時性動態交通資料的蒐集，提供高速公路交控與交通資訊使用，作為「智慧型車路系統」發展的前導系統。
2. 為貫徹鼓勵使用大眾運輸政策，應於市區廣設公車專用道，形成連貫性路網，並為防範非公車車輛占用，可於公車上按裝識別用電子卡，於公車專用道入口裝置辨識器與照相取締設備。同時交叉路口號誌亦可裝設感應器，給予公車優先通行處理。更進而廣設信號柱，偵測通過之公車，作為公車定位之用。
3. 可以嚐試仿效香港和新加坡在交通擁擠的市中心施行「道路訂價」，規劃使用AVI系統來自動執行徵收擁擠費的工作，藉此抑制小客車之使用；並給與公車優先通行與專用路權之優待，促大眾運輸工具之蓬勃發展，以改變市區運輸型態，使道路面積發揮最大效用。
4. 航政主管單位可以考慮將目前中國航運公司與長榮海運公司所使

用的貨櫃定位系統加以規格化，推廣至所有貨櫃集散場使用，並規劃使用電腦網路系統將之與港務局、海關和各管制站連線，藉此提昇貨櫃集散的運轉效率，並進一步加速貨櫃通關時效。

5. 可於臺灣鐵路沿線埋設電子卡，內存座標與線形資料，於機車頭上裝置訊號讀取器，經由無線電通訊將列車位置傳回中央控制中心，中控中心裝設電腦設備自動監控與調度，藉此增加鐵路路線容量並提昇鐵路行車安全。

參考文獻

- 1、德州儀器公司，「自動識別及登錄系統」產品說明，庫實股份有限公司，民國八十一年。
- 2、AMTECH公司，「自動車輛辨識系統」產品說明，大同股份有限公司。
- 3、XCI自動辨識系統產品說明，臺灣艾帥電腦股份有限公司。
- 4、Saab-Scania Combitech公司，PREMID微波辨識與通訊系統產品說明，中國嘉通資訊公司，民國八十二年二月。
- 5、Micro Design公司，Q-FREE電子式自動收費系統產品說明，臺灣吉悌公司，民國八十二年五月。
- 6、SGS-THOMSON公司，TELEPASS電子式自動收費系統產品說明，三光惟達公司，民國八十二年元月。
- 7、AT/Comm公司，雙向式電子收費系統說明，信商公司，民國八十一年五月。
- 8、Ian Catling, "Automatic Vehicle Identification", Information Technology Applications in Transport, Ed. P. Bonsall, M. Bell, 1st ed. VNU Science Press, Utrecht, 1987.
- 9、University of South Florida College of Engineering, Analysis of Automatic Vehicle Identification Technology And Its Potential Application On The Florida Turnpike - Technical Memorandum 1, Florida DOT, June 1990.
- 10、University of South Florida College of Engineering, Analysis of Automatic Vehicle Identification Technology And Its Potential Application On The Florida Turnpike - Technical Memorandum 2, Florida DOT, Oct. 1990.
- 11、Corridor Design Management Group, Toll Collection Systems Plan, San Joaquin Hills Transportation Corridor

Agency, Revised March 1991.

- 12、E. A. Mierzejewski, "Analysis of Automatic Vehicle Identification Technology and Its Potential Application on Florida's Turnpike", Application of Advanced Technologies in Transportation Engineering, ASCE, Aug. 1991.
- 13、范俊海，「影像處理與交通工程」，現代交通，民國八十年六月。
- 14、"Powerful IVHS Alliance Announced", The Urban Transportation Monitor, Vol. 6, No. 8, May 1, 1992.
- 15、高速公路電子式收費系統測試報告，交通部科技顧問室編印，民國八十年九月。
- 16、中山高速公路籌設電子式車牌號碼辨識系統建議書，大同股份有限公司，民國七十八年三月。
- 17、F.T. Barwell, Automation And Control In Transport, 2nd Revised Ed. (London:Pergamon Press, 1983), pp.98-103.
- 18、貨櫃基地電腦化作業系統網路架構及建置規範之研究，臺灣省政府交通處，民國八十年六月。

附錄一

低功率射頻電機管理規則

- 第一條 本規則依電信法第四十三條規定訂定之。
- 第二條 低功率射頻電機之產銷及使用依本規則辦理，本規則未規定者，依其他法令之規定辦理。
- 第三條 本規則主管機關為交通部，有關低功率射頻電機之型式審認、審驗及其他管理事項得委託電信總局辦理。
- 第四條 本規則所稱低功率射頻電機係指使用低發射功率無線電波作業之電機。
- 第五條 本規則所稱合法通信，係指經交通部協調指配頻率及電功率之公、民用及軍用無線電通信。
- 第六條 廠商須依電信管制器材管理規則辦理經營許可執照，始得產銷低功率射頻電機。
- 第七條 低功率射頻電機之器材規格應符合低功率射頻電機技術規範之規定並依低功率射頻電機型式審認、審驗要點審查合格，發給型式審認證明，於器材明顯處貼貼或印鑄型式審認標識，始得產銷或使用。
- 經型式審認合格之低功率射頻電機，其型號、外形、特性或功能如有變更，應重新申請型式審認。
- 第一項所稱產銷，係指進出口、製造、廣告、銷售、儲存及運輸等行銷行為。
- 第八條 個人進口低功率射頻電機二部以內僅供自用者，應依低功率射頻電機型式審認、審驗要點規定向當地電信監理單位申請審驗，審驗合格，該發型式審認標識後始得使用。
- 第九條 自製五部以內供自用之低功率射頻電機，每部輸出功率大於十毫瓦者，應依前條規定辦理。
- 前項電機輸出功率小於（含）十毫瓦者，得免辦電機型式審驗。但應保留其符合本規則器材規範之測試資料備供檢查。
- 廠商依第七條規定銷售低功率射頻電機，應將第十五條規定內容製作標籤貼於每一器材明顯處，並於使用說明書內加印第十二條、第十五條及第十九條之規定。
- 第十條
- 第十一條 低功率射頻電機形態無法容納前項所定標籤者，應貼貼於包裝盒上明顯處。
- 第十二條 低功率射頻電機不得發射減幅波。
- 第十三條 依第七條至第九條型式審認或審驗合格之低功率射頻電機，廠商或使用者不得擅自改變頻率、加大功率、外接第十四條規定以外之天線或變更原設計之特性及功能。
- 第十四條 低功率射頻電機應裝設於完整之機殼內，其外部不得有任何可用以改變原有特性或功能之調整或控制設備。
- 第十五條 低功率射頻電機應使用全固定或半固定式之天線，不得使用可供引接各類電纜之接頭裝設天線。
- 第十六條 低功率射頻電機之使用不得干擾合法通信；經發現有干擾現象時，應立即停用，並改善至無干擾時方得繼續使用。
- 第十七條 低功率射頻電機須忍受合法通信或工業、科學及醫療用輻射性電機之干擾。
- 第十八條 使用低功率射頻電機技術規範規定之無線電遙控器者，應向當地電信監理單位申請登記，發給登記證後始得使用；停止使用或轉移異動時，應申請撤銷或變更登記。
- 第十九條 前項使用遙控模型飛機之無線電遙控器者，並應依其他有關無線電遙控模型飛機之管理規定使用。
- 第二十條 架設低功率射頻電機技術規範規定之校園調幅廣播系統者，應於架設完成後向當地電信監理單位申請查驗，經查驗合格，核發登記證後始得使用。
- 第二十一條 電信總局對廠商產銷之低功率射頻電機得指派電信監理人員攜帶證件抽驗之。
- 第二十二條 低功率射頻電機之產銷廠商或使用者違反本規則規定擅自使用或變更無線電頻率、電功率者，依電信法第三十九條之規定處罰。
- 第二十三條 產銷低功率射頻電機之廠商有前項行為者，交通部並得撤銷其經營功用可執照或型式審認證明。
- 第二十四條 本規則自發布日施行。

附錄二

低功率射頻電機技術規範

前 言：

本規範係依據「低功率射頻電機管理規則」辦理。分爲四章；第一章解釋與本規範相關之專有名詞；第二章條列低功率射頻電機之使用頻率、輻射功率、性能及產銷等一般限制規定，本章所規範之低功率射頻電機不限定其用途，惟不符其他法令規定者除外；第三章爲特別規格，放寬部分特定用途低功率射頻電機之輻射功率並限制其使用之頻率，本章未特別規定事項，悉依第二章之規定；第四章爲辦理低功率射頻電機型式審認之檢驗規定。

第一章 名詞解釋

- 1.1 射頻：九千赫以上至三千兆赫間之無線電頻率。
- 1.2 主波：低功率射頻電機未經調變時產生之射頻電能，即未調變之主載波。
- 1.3 混附發射：必需頻帶寬度以外之一個或數個頻率，以及其強度減低而不影響其訊息發送之一種發射。混附發射包括諧波發射、寄生發射、及互調變與頻率轉換所產生者，但頻帶外之發射不包括在內。
- 1.4 帶外發射：除混附發射外因調變過程中所產生在必需頻帶寬度以外之一個或數個頻率之發射。
- 1.5 不必要之發射：包括混附發射及帶外發射。

- 1.6 必需頻帶寬度：發射機在規定條件下爲足使其傳送之訊息得到必要之速率與品質所需之頻帶寬度。
- 1.7 妨礙性干擾：任何電磁波之輻射或感應足以危及無線電導航或其他安全業務之機能或使合法無線電通信業務品質嚴重劣化者。
- 1.8 減幅波：無線電波之強度急遽上升並隨即遞降以至消失者。

第二章 一般規定

- 2.1 低功率射頻電機應裝設在完整之機殼內，其外部不得有任何可用以改變本規範有關規定特性或功能之調整或控制設備。
- 2.2 低功率射頻電機使用之天線應爲全固定或半固定式，不得使用可供引接各類電纜之接頭裝設天線。
- 2.3 低功率射頻電機在正常供應電壓下，溫度從攝氏零度變化到五十度，及在攝氏二十度下，供應電壓從額定值作百分之十五增減時，除其他各節另有規定外，主波頻率變化不得超過正負百分之零點零一。
- 2.4 使用市電爲電源之低功率射頻電機，其傳導至電源線上之四五〇千赫至三十兆赫之射頻電壓（在電源端子每一電源線對接地點），不得超過二五〇微伏（CISPR 準峰值）。測量時應經過五十微亨利之電感及五十歐姆電阻之電源線阻抗安定網路。

- 2.5 低功率射頻電機不得發射減幅波。
- 2.6 低功率射頻電機不得擅自改變頻率、加大功率、外接天線或變更其他原設計之特性及功能。
- 2.7 低功率射頻電機不得干擾合法通信：
經發現有干擾現象時，應立即停用，並改善至無干擾時方得繼續使用。
低功率射頻電機須忍受合法通信或工業、科學及醫療用輻射性電機之干擾。
- 2.8 任何低功率射頻電機之主波皆不得使用下表所列各頻帶內之頻率。

兆 赫	兆 赫	兆 赫
0.090 - 0.110	156.70 - 156.90	3345.8 - 3358.0
0.490 - 0.510	162.01 - 167.17	3500.0 - 4400.0
2.172 - 2.198	167.72 - 173.20	4500.0 - 5250.0
3.013 - 3.033	240.00 - 285.00	5350.0 - 5460.0
4.115 - 4.198	322.00 - 335.40	7250.0 - 7750.0
5.670 - 5.690	399.90 - 410.00	8025.0 - 8500.0
6.200 - 6.300	608.00 - 614.00	9000.0 - 9200.0
8.230 - 8.400	960.00 - 1240.0	9300.0 - 9500.0
12.265 - 12.600	1300.0 - 1427.0	10600 - 12700
13.340 - 13.430	1435.0 - 1626.5	13250 - 13400

14.965 - 15.020	1660.0 - 1710.0	14470 - 14500
16.700 - 16.755	1718.8 - 1722.2	15350 - 16200
19.965 - 20.020	2200.0 - 2300.0	17700 - 21400
25.500 - 25.700	2310.0 - 2390.0	22010 - 23120
37.475 - 38.275	2483.5 - 2500.0	23600 - 24000
73.500 - 75.400	2655.0 - 2900.0	31200 - 31800
108.00 - 138.00	3260.0 - 3267.0	36430 - 36500
149.90 - 150.05	3332.0 - 3339.0	38600 以上

2.9 低功率射頻電機之輻射電場強度，除本規範第三章內各使用特定頻率之器材另有放寬規定者外，不得超過下表之限值，且其不必要之發射皆不得大於主波發射強度。

頻 率 (兆赫)	電場強度 (微伏\公尺)	測距 (公尺)
0.009 - 0.490 (含)	2,400 / 頻率 (千赫)	300
0.490 (不含) - 1.705 (含)	24,000 / 頻率 (千赫)	30
1.705 (不含) - 30 (不含)	30	30
30 (含) - 88 (含)	100	3

88 (不含) - 216 (含)	150	3
216 (不含) - 960 (含)	200	3
960 (不含) 以上	500	3

2.10 本規範規定之電場強度，頻率在 490 千赫至 1000 兆赫，以 CISPR 準峰值測量，其他頻率以平均值測量。

2.11 每一上市銷售之電機皆應隨附使用手冊或說明書，其樣本於申請型式審認時應隨申請書一併送審（草稿或初稿皆可接受惟應於完稿時補送完稿複本）。使用手冊應包含所有必要之資訊以指導使用者正確的安裝及操作該電機，內容包括：

- (1) 不致造成違反低功率射頻電機管理規則之所有控制、調整及開關之使用方法。
- (2) 對任何可能造成違反上述規則規定之調整予以警告，或建議由具有發射機維修專長之技術人員執行或由其直接監督及負責。
- (3) 對任何可能造成違反上述規則之零件（晶體、半導體等）置換之警告。
- (4) 低功率射頻電機管理規則第十二條、第十五條全部條文，及第十九條相關罰則。

- 2.12 收發信機為成套銷售者，收、發信機應一併送審，其輻射電場強度不得超過 2.9 節之發射規定。

第三章 特別規格

- 3.1 聽覺輔助器材：用於傳送聲音以輔佐殘障人士之電波收發信器材。該器材亦可供教育機構用於視聽訓練或於戲院、音樂廳、會議廳等公眾聚會場所供聽覺輔助用。

使用頻率：頻帶邊緣限於 72.0 至 73.0 兆赫 (MHz) 之內。

調變方式：F3E。

頻帶寬度：±100 千赫 (KHz) 以內。

容許差度：定義如 2.3 節，0.01% 以內。

主波發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於每公尺 80 毫伏 (mV/M) 以內。

混附發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於每公尺 1500 微伏 (μ V/M) 以內。

註：本節之電場強度係以平均值檢波儀器量測。

- 3.2 生物醫學遙測器材：用於傳送人類或動物生理現象之電波發射器材，限於醫院內使用。

使用頻率：頻帶邊緣限於 174 至 216 兆赫 (MHz) 之內。

頻帶寬度：±100 千赫 (KHz) 以內

容許差度：定義如 2.3 節，0.01% 以內。

主波發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於每公尺 1500 微伏 ($\mu V/M$) 以內。

帶外發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於每公尺 150 微伏 ($\mu V/M$) 以內。

註：本節之電場強度係以平均值檢波儀器量測。

3.3 管線尋跡定位設備：供經訓練之作業員查測掩埋於地下之電纜、管線及其類似之架構及元件。作業時將無線電信號耦合至纜線上，於地面以接收機偵測尋跡定位。

使用頻率：9 千赫至 490 千赫。

發射功率：管線尋跡定位設備發射機之載波功率或峰值波封 (TP) 功率 (僅限 SSB) 在任何調變情況下皆不得超過下列限值。

(1) 9 - 45 (不含) 千赫頻段：10 瓦。

(2) 45 - 490 千赫頻段：1 瓦。

調變方式：任一非語音調變。

3.4 電場擾動感測器：輻射一固定低準位電磁場，以偵測該電磁場內物體之移動。

使用頻率：

(1) 2435 兆赫至 2465 兆赫。

(2) 5785 兆赫至 5815 兆赫。

(3) 10500 兆赫至 10550 兆赫。

(4) 24075 兆赫至 24175 兆赫。

主波發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於下列範圍之內。

- (1) 2435 兆赫至 2465 兆赫每公尺 500 毫伏。
- (2) 5785 兆赫至 5815 兆赫每公尺 500 毫伏。
- (3) 10500 兆赫至 10550 兆赫每公尺 2500 毫伏。
- (4) 24075 兆赫至 24175 兆赫每公尺 2500 毫伏。

諧波發射：距 3 公尺處量測，其電場強度限於下列範圍之內。

- (1) 2435 兆赫至 2465 兆赫每公尺 1.6 毫伏。
- (2) 5785 兆赫至 5815 兆赫每公尺 1.6 毫伏。
- (3) 10500 兆赫至 10550 兆赫每公尺 25 毫伏。
- (4) 24075 兆赫至 24175 兆赫每公尺 25 毫伏。

帶外發射：應低於主波 50 分貝或 2.9 節之規格，取較鬆者。

註：本節之電場強度係以平均值檢測儀量測。

3.5 無線電遙控器：含模型玩具無線電遙控器、工業用無線電遙器及無線電數據傳送器三類，皆須申領登記證後始得使用。

3.5.1 模型玩具無線電遙控器：適用於航空模型飛機遙控器及在地面、水面作業之地表模型遙控器等電波收發訊器具。

限制事項：

- (1) 限單向控制。
- (2) 不得於機場及其飛航管制區內使用。
- (3) 於軍事管制區內應依其管制規定使用。

- (4) 航空模型飛機遙控器尚須依其他有關無線電遙控航空模型飛機之管理規定使用。

使用頻率：

- (1) 下列頻段可供任何型式之遙控器使用：
26.995、 27.045、 27.095、 27.120、
27.136、 27.145、 27.195、 27.245
兆赫。
- (2) 下列頻段僅限航空模型飛機遙控器使用：
72.0 兆赫至 72.99 兆赫，頻道間隔 20
千赫。
- (3) 下列頻段僅限地表模型遙控器使用：
75.41兆赫至 75.99兆赫，頻道間隔 20
千赫。

發射功率：無線電遙控器發射機之載波功率在任何調變情況下皆不得超過下列限值。

- (1) 26-27兆赫頻段：地表模型遙控器(4瓦)，
航空模型飛機遙控器(0.5瓦)。
- (2) 72-73兆赫頻段：0.5瓦。
- (3) 75-76兆赫頻段：0.75瓦。

調變方式：任一非語音調變。

頻帶寬度：± 4 千赫以內。

容許差度：

- (1) 26-27兆赫頻段：0.005%。
- (2) 72-76兆赫頻段：0.002%。

不必要之發射：

(1) 26-27兆赫頻段：

- ① 距主波 ± 4 千赫 (不含) 至 ± 8 千赫 (含) 間衰減 25 dB 以上。
- ② 距主波 ± 8 千赫 (不含) 至 ± 20 千赫 (含) 間衰減 35 dB 以上。
- ③ 距主波 ± 20 千赫 (不含) 以上衰減 $43 + \log(\text{最大輸出功率})$ dB 以上。

(2) 72-76兆赫頻段：

- ① 距主波 ± 4 千赫 (不含) 至 ± 8 千赫 (含) 間衰減 25 dB 以上。
- ② 距主波 ± 8 千赫 (不含) 至 ± 10 千赫 (含) 間衰減 45 dB 以上。
- ③ 距主波 ± 10 千赫 (不含) 至 ± 20 千赫 (含) 間衰減 55 dB 以上。
- ④ 距主波 ± 20 千赫 (不含) 以上衰減 $56 + \log(\text{最大輸出功率})$ dB 以上。

3.5.2 工業用無線電遙控器：限於廠房內使用，以電波傳送數據控制訊息之電波收發訊器材。

使用頻率：限於下列諸頻率。

- (1) 480.050 MHz
- (2) 480.075 MHz
- (3) 480.100 MHz
- (4) 480.125 MHz
- (5) 480.150 MHz

(6) 480.175 MHz

(7) 480.200 MHz

(8) 480.225 MHz

(9) 480.250 MHz

(10) 480.275 MHz

(11) 480.350 MHz

(12) 480.400 MHz

輸出功率：10 毫瓦 (mW) 以下。

調變方式：F1D, F2D。

頻帶寬度：8.5 千赫 (KHz) 以內。

容許差度：4 PPM 以內。

調變深度：± 2.5 千赫 (KHz) 以內。

混附發射：低於主波 53 分貝 (-53dBc) 以上，
或 2.5 微瓦 (μ W) 以內。

工作週期：40 秒以內，兩次發射間應休止 2 秒
以上。

3.5.3 無線電數據傳送器：限於建築物內使用，以電波
傳送語音、影像、數據等訊息之電波發射器材。
使用頻率：限於下列 10 組頻率，第 10 組為控
制頻率。

(1) 429.8125 MHz / 449.7125 MHz

(2) 429.8250 MHz / 449.7250 MHz

(3) 429.8375 MHz / 449.7375 MHz

(4) 429.8500 MHz / 449.7500 MHz

(5) 429.8625 MHz / 449.7625 MHz

- (6) 429.8750 MHz / 449.7750 MHz
- (7) 429.8875 MHz / 449.7875 MHz
- (8) 429.9000 MHz / 449.8000 MHz
- (9) 429.9125 MHz / 449.8125 MHz
- (10) 429.9250 MHz / 449.8250 MHz

輸出功率：10 毫瓦 (mW) 以下。

調變方式：F1D , F2D。

頻帶寬度：8.5 千赫 (KHz) 以內。

容許差度：4 PPM 以內。

調變深度：± 2.5 千赫 (KHz) 以內。

混附發射：低於主波 53 分貝 (-53dBc) 以上，
或 2.5 微瓦 (μ W) 以內。

工作週期：40 秒以內，兩次發射間應休止 2 秒
以上。

3.5.4 型式審認要件：

- (1) 發射機若附加可由使用者更換之插入式頻率檢出模組亦應做型式審認，每一模組應包含全部頻率檢出電路，包括振盪器。插入式振盪晶體不屬插入式頻率檢出模組，使用者不得更動。
- (2) 發射機天線必須固定裝置於發射機上，不得外接天線，亦不得有增益（與半波偶極天線比較）且應為垂直極化型。
- (3) 發射機頻率應使用晶體控制。
- (4) 說明書及警語：依 2.11 之規定。

(5) 收發信機之特性須以我國家標準 (C N S)
檢驗法檢驗，若無適用者得依美國 EIA 、
IEEE或 ANSI檢驗法檢驗，須含 FCC/47CFR
/ 2.985 2.987 2.989 2.991及 2.995等
項目。

(6) 收發信機為成套銷售者，其收信機亦應
一併審認。

3.6 校園調幅廣播：限設有廣播科系之大專院校及高級
中學（含職校）校區內使用，其廣播頻率以不干擾
正常廣播之收聽為原則，在領有執照之廣播電台干
擾保障區內，應避免使用該電臺頻率。

使用頻率：限於 535 至 1605 千赫 (KHz) 間。

調變方式：A3E。

頻帶寬度：± 5 千赫 (KHz) 以內。

容許差度：0.01% 以內。

帶外發射：須符合 2.9 節之規定，於天線輸出端
子處測試應低於未調變主波 20 分貝以
上。

主波發射：須符合 2.9 節之規定，未級輸入功率
限於 0.1 瓦以內。

天線長度：含接地線，限於 3 公尺以內。

3.7 泛用射頻器具：供玩具、車門、車庫門、警報、防
盜、無線電麥克風及數據傳送及其他非特定用途小
型電波收發信器具使用。

(1) 工作頻率為 1.705 兆赫至 10 兆赫者，若使
用任何型式之發射，距三十公尺處其主波輻射

電場強度不得超過每公尺 100 微伏（採用平均值檢波儀量測），調變後之頻寬（六分貝處）不得超過中心頻率正負百分之十。

- (2) 工作頻率為 13.553 兆赫至 13.567 兆赫者，使用任何型式之發射，距三十公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 10 毫伏。在正常供應電壓下，溫度在攝氏負二十度至正五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時，頻率容許差度應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。以電池作業者，應以新電池測試。
- (3) 工作頻率為 26.29 兆赫至 27.28 兆赫者，使用任何型式之發射，距三公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 10 毫伏（採用平均值檢測儀量測），射頻末級輸入功率不得超過 0.1 瓦。
- (4) 工作頻率為 40.66 兆赫至 40.70 兆赫者，使用任何型式之發射，距三公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 1000 微伏。用於防盜器時距三公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 500 微伏（採用平均值檢測儀量測）。在正常供應電壓下，溫度在攝氏負二十度至正五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時，頻率容許差度應維持

在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。以電池作業者，應以新電池測試。

- (5) 具自動控制裝置使每次發射時間少於五秒之非週期性間歇發射或每小時發射時間少於一秒之週期性發射者，惟禁止用於無線電控制玩具，距三公尺處其電場強度限值（採用平均值檢測儀量測，CISPR 準峰值檢測儀亦可接受）如下表，在 70MHz 及 900MHz 間作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.25% 以內，在 900MHz 以上作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.5% 以內，頻寬係由低於經調變之主波 20dB 點求取，在 40.66-40.70MHz 間作業者，其發射頻寬應限於該頻帶邊緣，且在正常供應電壓下，溫度在攝氏負二十度至正五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時，頻率容許差度應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。以電池作業者，應以新電池測試：

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (微伏/公尺)	不必要之發射 (微伏/公尺)
40.66 - 40.70	2250	225

70 - 130 (含)	1250	125
130 (不含) - 174 (含)	1250 - 3750 (註)	125 - 375 (註)
174 (不含) - 260 (含)	3750	375
260 (不含) - 470 (含)	3750 - 12500 (註)	375 - 1250 (註)
470 (不含) 以上	12500	1250

註：線性比率差值。

- (6) 具自動控制裝置使每次發射時間少於一秒，休止時間大於十秒且為發射時間之三十倍以上之週期性發射者，惟禁止發射用於防盜警報系統、開門器、遙控開關及遙控玩具等控制信號，距三公尺處其電場強度限值（採用平均值檢測儀量測，CISPR 準峰值檢測儀亦可接受）如下表，在 70MHz 及 900MHz 間作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.25 % 以內，在 900MHz 以上作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.5 % 以內，頻寬係由低於經調變之主波 20dB 點求取，在 40.66-40.70MHz 間作業者，其發射頻寬應限於該頻帶邊緣，且在正常

供應電壓下，溫度在攝氏負二十度至正五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時，頻率容許差度應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。以電池作業者，應以新電池測試：

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (微伏/公尺)	不必要之發射 (微伏/公尺)
40.66 - 40.70	1000	100
70 - 130 (含)	500	50
130 (不含) - 174 (含)	500 - 1500 (註)	50 - 150 (註)
174 (不含) - 260 (含)	1500	150
260 (不含) - 470 (含)	1500 - 5000 (註)	150 - 500 (註)
470 (不含) 以上	5000	500

註：線性比率差值。

- (7) 工作頻率為 49.82 至 49.90 兆赫者，使用任何型式之發射，距三公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 10 毫伏（採用平均值檢測儀量測）。

不必要之發射：

- ① 49.81 至 49.82 兆赫 (MHz) 間及 49.90 至 49.91 兆赫 (MHz) 間應比主波低 26 分貝以上或符合 2.9 節之規定，容許取較高準位之限值。
- ② 小於 49.81 MHz (不含) 及大於 49.91 MHz (不含) 之頻率，依 2.9 節之規定。
- ③ 距 3 公尺處以具有平均值檢波器功能之儀器量測，大於每公尺 20 微伏 (μ V/M) 之電場強度皆須紀錄，並於型式審認申請書內申報。

自製器材應符合下列標準：

- ① 主波及調變成份皆應維持於 48.92 至 49.90 兆赫頻帶內。
- ② 在任何情況下，於電池或電力線電源端子處量測之總輸入功率不得超過 100 毫瓦 (mW)。
- ③ 天線須為 1 公尺以內之單節天線，且應固定裝置於機殼上。
- ④ 帶外發射應比主波低 20 分貝以上。

- (8) 工作頻率為 88 兆赫至 108 兆赫者，使用任何型式之發射，距三公尺處其主波電場強度不得超過每公尺 250 微伏（採用平均值檢測儀量測），頻帶寬度為 200 千赫，其頻帶邊緣應落於 88 兆赫至 108 兆赫範圍內。
- (9) 在 2400-2483.5MHz 、 5725-5875MHz 及 24.0-24.25GHz 頻帶內作業，距三公尺處其電場強度限值（採用平均值檢測儀量測）如下表，表內之發射在任何調變時其峰值電場強度皆不得超過最大容許平均值 20dB 以上，除諧波外，表內指定之頻帶外發射應比主波低 50dB 以上或依 2.9 節之發射限制，兩者取其較鬆者：

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (毫伏/公尺)	不必要之發射 (微伏/公尺)
2400 - 2483.5	50	500
5725 - 5875	50	500
24000 - 24250	250	2500

3.8 車輛識別系統：使用掃頻技術以識別通過該系統之車輛。

使用頻率：

- (1) 2.9 兆赫 至 3.26 兆赫。
- (2) 3.267 兆赫 至 3.332 兆赫。
- (3) 3.339 兆赫 至 3.3458 兆赫。
- (4) 3.358 兆赫 至 3.6 兆赫。

發射限制：

- (1) 任一掃頻範圍內之頻率，距 3 公尺處任何方向量測，其電場強度限於 3000 微伏／公尺／兆赫以內。
- (2) 當裝設於其作業處所時，距 3 公尺處，於水平面正負 10 度以內任何方向量測，其電場強度限於 400 微伏／公尺／兆赫以內。
- (3) 任一掃頻範圍外之頻率，距 3 公尺處任何方向量測，其電場強度限於 3000 微伏／公尺／兆赫以內，應由 30 兆赫量測至 20 兆赫。
- (4) 發射機限在被識別車輛接近時始發射電波。
- (5) 應於說明書內書明：使用時天線之俯仰角至少為 ± ** 度。

註：為方便使用者之裝設，**處由廠商按天線波束尖銳度依第(2)項規定換算後代入。

發射天線：使用號角型或其他高指向性天線。

掃頻速率：限於每秒 4,000 次至 50,000 次間。

型式審認申請書應檢附下列資料：

- (1) 沿著頻譜分析儀或相當的測試接收機中間頻率量測，並以微伏／公尺／兆赫表示其電場強度。
- (2) 距3公尺處量測，於最大電場強度方向及其衰減至400微伏／公尺／兆赫時之夾角。
- (3) 顯示全部掃頻信號及經校正之垂直及水平軸刻度之頻譜分析照片；頻譜分析儀之設定條件亦應標示於照片上。
- (4) 除掃描頻帶外，30兆赫至20 秊赫間之混附及旁帶發射成份，量測儀器應儘量靠近受測元件。

3.9 隧道無線電系統：供隧道內工作人員相互通信用之無線電收發信器材。

使用頻率：可使用任何頻率。

設置限制：發射機及所有接線均應完全裝設在隧道內。

發射限制：洩漏到隧道外之任何輻射不得超過第2.9節之規定。

第四章 檢驗規定

4.1 掃頻設備之測試應掃描並停留於各規定頻率上量測並紀錄之。

- 4.2 輻射電場強度測試應儘可能在室外空曠場地 (Open Field Site) 執行，若測試場地經適當的校正使測試結果可與空曠場地所測相同者亦可採用。在僅能於設備架設處所執行測試的情況下；例如：電力線電流載波系統及以洩漏電纜做為天線的系統，至少應選擇三個具代表該架設處所之地點量測。
- 4.3 量測電源輸入功率或主波之發射強度時，應在正常額定供應電壓之 85% 及 115% 間變動之。若為電池供電之設備，應使用新電池測試。
- 4.4 儘可能依規定距離量測，所謂規定距離相當於測試天線至受測設備兩點間最短的水平距離，其支撐設備或接續電纜限制於一圍繞容納設備系統之想像直線週邊所描繪之簡單幾何結構所定義之邊界內。受測設備、支撐設備及任一接續電纜皆應包含在此邊界內。
- (1) 受測頻率高於或等於 30MHz 時，若其規定距離不是近場距離時，則量測距離得予縮短。當實測距離比規定距離近時，其量測結果應以與距離成線性反比之外差系數 (20dB/十倍距離) 換算為規定距離值。除非負責人能證實由於設備之大小，位置或其他因素使得在規定距離內測試為不可行或該等測試確與某些大型器材及防盜系統之測試一樣，須在近場做，否則實測距離不能大於規定距離。實測距離不得大於 30 公尺，除非能証實在小於或等於 30 公尺

處量測為不可行，且其量測地點之信號準位能被量測設備偵測到。當於規定距離之外執行量測時，該量測結果應以與距離成線性反比之內差系數（ $20\text{dB}/十倍距離$ ）換算為規定距離值。

- (2) 量測頻率低於 30MHz 時，得於規定距離之內執行；惟應儘量避免於近場做測試。當於規定距離內量測時，應以與線性距離平方成反比之外差系數（ $40\text{dB}/十倍距離$ ）換算成規定距離值。

- (3) 實測距離非為規定距離時，低功率射頻電機型式審認之申請者應於申請書內說明使用外差或內差法。

- (4) 應環繞受測設備於其各輻射方向執行足夠數目量測以取得該設備所輻射之最大電場強度值。測得最大場強之頻率應於申請書內報告。

4.5 受測設備於測試時應將很容易被消費者操作或企圖使其操作之控制器調整至最大發射準位。可供消費者引接之導線，測試時亦應接入。若已知搭配設備之導線長度，則應使用該長度之導線，否則應以 1 公尺長導線接入設備。相關介面之連接若需更長的導線時亦可運用。

4.6 對於許多器材混合裝設於同一機箱或不同的機箱而以電纜或電線連接的複合系統之測試，應於該系統內各器材皆動作時為之。系統若引用一支以上的天

線或其他輻射源且這些輻射源係設計為同時發射者，其傳導及輻射發射之量測應連同所有用於發射之輻射源一起執行。

4.7 若受測器材擬供外接附件之連接（包含外接之電力輸入信號），此器材應連同其所接入之附件一併測試，該器材及附件應以產生在正常作業條件下可預期的變動範圍內之最大發射方式下配置執行。在多附件外接埠之情況下，每一類型外接埠應接入一個附件。擬用於受測設備之介面或外接附件僅需擇一具代表性者作測試。毋需對設備之全部可能的組合作測試。連接於受測器材之附件或介面須為未經修飾之市售設備。

4.8 若受測設備包含一中央控制單元及一外接或（數個）內建配件（介面）並且至少有一附屬器材係用於該控制單元，該控制單元及／或（該等）附件之測試應採用由修改該設備或申請授權生產該設備之許可或裝配該中央控制單元之成員所生產或裝配之器材執行之。任一所需之其他器材不是由該成員生產或裝配者除外。若該成員並不生產或裝配中央控制單元並且至少有一附屬器材係用於該控制單元，或是該成員能說明該中央控制單元及／或（該等）配件係準備分別銷售或可供其他用途之設備使用，中央控制單元及／或（該等）附件之測試應採用所擬上市或併用之特殊器材組合執行之。擬用於受測設備之介面或外接附件僅需擇一具代表性者作測試。

毋需對設備之全部可能的組合作測試。連接於受測器材之附件或介面須為未經修飾之市售設備。

4.9 複合系統內之個別器材若從屬於不同的技術標準，各器材應遵守其特定的標準。複合系統之發射不得超過系統內個別元件所容許之最高準位。

4.10 量測傳導入市電電源線之無線電發射功率應使用 50 歐姆 / 50 微亨利之電源線阻抗穩定網路 (LISN)。

4.11 型式審認申請書內之頻率量測紀錄須在其作業頻率範圍內依下表規定數量測試：

作業頻率範圍	待測頻率數	待測頻率在作業範圍內之位置
小於等於 1MHz	1	中間
1MHz 至 10MHz	2	一近於頂端，另一近於底端
大於 10MHz	3	一近於頂端，一近於底端， 另一位於中間

4.12 除其他條文另有規定外，衰減至比容許值低 20 分貝 (20 dB) 以上之混附發射毋需紀錄。

4.13 量測頻率範圍：

(i) 量測頻譜應從器材內所產生之最低無線電頻率

(不必低於 9 KHz) , 至最高為主波之十倍諧波或 40 兆赫 (GHz) 止 , 兩者取頻率較低者。

- (2) 除對主波之諧波及次諧波應特別注意外 , 也應特別注意那些以振盪頻率倍乘而遠離該主波之頻率。各倍頻級之頻率亦須核對。

4.14 量測儀器規格：除其他條文另有規定外，傳導及輻射限值係以符合下列規定之儀器所測者為基準。

- (1) 任一低於等於 1000 兆赫 (MHz) 頻率，所示之限值係基於所用之量測儀器具有 CISPR 準峰值檢波器功能及相關的量測頻寬。其規格公佈在 IEC 發行之 CISPR Publication 16 內。測試時只要所用儀器之頻帶寬度和 CISPR 準峰值量測儀相同，申請低功率射頻電機型式審認之負責人可自由選用具有峰值檢波器功能，且其係數經適當校正使對脈衝不敏感之量測設備做為 CISPR 準峰值量測儀器。

註：脈衝重複頻率小於等於 20 赫 (Hz) 之脈衝調變器，其 CISPR 準峰值之量測，須使用具有峰值檢波器功能，其係數經適當校正使對脈衝不敏感、量測頻寬與 CISPR 準峰值量測儀相同之儀器。

- (2) 任一高於 1000 兆赫 (MHz) 之頻率，所示之限值係基於所用之量測儀器具有平均值檢波器功能。當規定之發射限度為平均值時，(不限於

1000 MHz 以上) , 亦表示若以具峰值檢波器功能之儀器測試時所測峰值發射限值相當於受測頻率之最大容許平均值再加 20 分貝。交流電力線傳導發射皆應使用 CISPR 準峰值檢波器測定, 甚至於規定之發射限度為平均值者亦不例外。

- (3) 當規定之發射限度為平均值且採用脈衝式作業時, 只要脈衝串不超過 0.1 秒, 應以一含空閒期之完整脈衝串取其平均值表示所測得之電場強度。若發射時間超過 0.1 秒, 或脈衝串超過 0.1 秒, 則須以電場強度最大期間之 0.1 秒平均絕對電壓表示所測得之電場強度。用以計算平均電場強度之方法應隨同低功率射頻電機型式審認申請書一併提出, 或與受測設備之測試資料一併存檔, 俾供查證。

附錄三

低功率射頻電機型式審認、審驗要點

一、主辦單位：交通部電信總局。

測量單位：經政府核准立案之公司、法人團體所設之電磁量測機構或實驗室，或經濟部依國家檢校體系認可之標準實驗室。

受理單位：交通部電信總局監理處。

二、低功率射頻電機型式審認作業流程圖(附表一)。

三、低功率射頻電機型式審認申請表(附表二)。

四、低功率射頻電機型式審認應注意事項：

- (1) 不同機型之低功率射頻電機須分別申請型式審認。
- (2) 經核發型式審認證明之器材日後上市時應與所測樣品具一致性。
- (3) 經本局型式審認合格之器材，本局得隨時派員攜帶證件抽驗產銷廠商所銷售之低功率射頻電機是否符合「低功率射頻電機管理規則」之規定並保有抽查複驗權利，如經抽驗不合格，應於通知日起三個月內全面收回改善，若愈期未改善，撤銷其型式審認，廠商並應收回銷售中之器材。
- (4) 型式審認合格之低功率射頻電機，送審廠商須依型式審認證明內之型式審認標籤式樣自行印製標籤黏貼或印鑄於器材明顯處，始得上市銷售。
- (5) 送審器材之有關代理權或專利事項概由申請者自行負責，如有糾紛，經法院判決申請者敗訴時，撤銷其型式審認。
- (6) 個人自用者僅須備妥使用手冊及規格資料一份並檢附待審器材送審，其經審查合格，發給之型式審認標籤或核准文件應隨器材妥為保存備查。

五、型式審認所需器材規格：

低功率射頻電機技術規範所涵蓋之各器材規格。

六、申請手續：

(1) 申請者應備妥下列物品及資料送審：

1. 樣品一台。
2. 產品型錄及 4 X 5 吋以上彩色照片四份。
3. 使用手冊及規格資料一份。
4. 電路方塊圖 (BLOCK DIAGRAM) 一份。
5. 電路圖及說明書 2 一份。
6. 樣品性能檢驗報告正本一份、影本四份，有關機關核准進口或製造函影本一份。

(2) 前項第 5 款樣品性能檢驗，由申請者自行委託經政府核准立案之公司或法人團體所設之電磁量測實驗室，或經濟部依國家檢校體系認可之標準實驗室檢驗，並取得檢驗報告，該檢驗報告須經該電磁量測實驗室之負責人簽章，保證測試過程合乎標準。

註：申請型式審認之器材，如因體積、重量或功率等因素，無法提送樣品至受託檢驗機構檢驗時，廠商應提出書面說明，敘明無法提送之理由及其檢驗法細節。

(3) 送審之器材如有缺少前二項相關資料或樣品，經函知補送逾一個月未送齊者，視同自動銷案。

(4) 送審廠商應保留樣品供日後核對。

七、審查及檢驗費：

(1) 審查費每種機型新台幣 1,000 元，本項費用不論是否審查合格概不退還。

(2) 委託檢驗費由受託檢驗機構依規定收取。

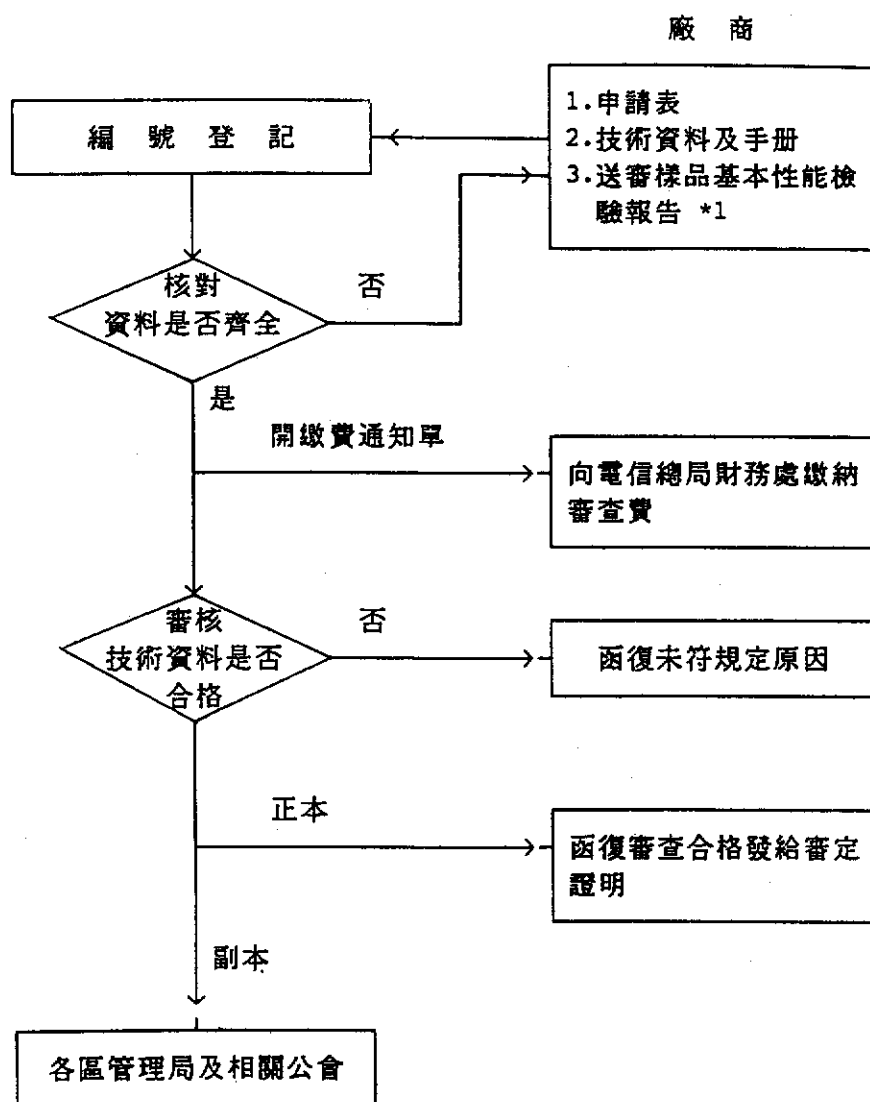
八、檢驗項目：

詳細檢驗項目及合格標準由電磁量測實驗室自行依低功率射頻電機技術規範填寫檢驗紀錄表(格式如附表三)。

九、型式審認程序及發證：

- (1) 型式審認程序如附表一型式審認作業流程圖。
- (2) 審查不符規定者列舉不符原因，函復申請者結案。
- (3) 審查符合規定者發給型式審認證明(式樣如附表四)。

附表一 低功率射頻電機型式審認作業流程圖



註 *1：廠商須先自行委託經政府核准立案之公司或法人團體所設之電磁量測實驗室，或經濟部依國家檢校體系認可之標準實驗室辦理樣品檢驗，經檢驗符合低功率射頻電機規格，取得檢驗報告後連同申請表及有關技術資料向電信總局監理處申請審認。

附表二 低功率射頻電機型式審驗申請表

申請者(或公司)：_____

地 址：_____

連 絡 人：_____

電 話：_____

器 材 名 稱：_____

廠 牌 型 號：_____

製 造 廠 商：_____

申 請 用 途： ☐個人自用 ☐產銷

附 技 術 資 料：

1. 樣品一台(審驗後發還).....()
 2. 產品型錄及 8X10 吋以上照片四份，每一份照片含：.....()
 - A. 產品正面照片。
 - B. 產品背面照片。
 - C. 產品兩側照片。
 - D. 內部結構照片。
 - E. 已插零件之基板正、反面照片。
 3. 使用手冊(或說明書)及規格資料各一份。.....()
 4. 電路方塊圖 (BLOCK DIAGRAM) 一份。.....()
 5. 電路圖。.....()
 6. 樣品性能檢驗報告正本一份(審驗後發還)、影本四份，有關機關核准進口或製造文件影本一份。.....()
- ※ 個人自用者免附 2、4、5、6 項

申 請 日 期： 年 月 日

申請者(或公司)蓋章：

負責人簽章：

.....

(以下由本局填註)

受 理 日 期： 年 月 日

編 號：

審 查 費：新台幣 1000 元 收訖日期： 年 月 日

受 理 時 間：上午 09:00-12:00 下午 2:00-5:00

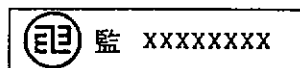
(週六下午及星期例假日除外)

附表四

交通部電信總局

低功率射頻電機型式審認證明

- (1) 申請者：
- (2) 製造廠商：
- (3) 器材名稱：
- (4) 廠牌型號：
- (5) 認可日期： 年 月 日
- (6) 審認標籤式樣：



說明：1. 請依上列標籤式樣自製標籤，標貼或印鑄於每部機器適當位置。

2. 經審認合格之低發射功率電機，廠商如有改變外觀、設計性能時，應重新申請審認。上市產品經抽查與送審樣品不符時，撤銷審認。