

# 本文章已註冊DOI數位物件識別碼

## ▶ 建置國道電子收費系統 締造三贏新局

doi:10.30144/CNR.200506.0001

營建知訊, (269), 2005

Construction News Record, (269), 2005

作者/Author： 陳敦基

頁數/Page： 4-13

出版日期/Publication Date：2005/06

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.30144/CNR.200506.0001>



*DOI Enhanced*

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



# 建置國道電子收費系統 締造三贏新局

■ 陳敦基

淡江大學運輸管理學系暨運輸科學研究所教授

## 智慧運輸業火車頭 進軍國際踏板

由於「智慧型運輸系統」(Intelligent Transportation System, 簡稱 ITS) 發展迅速及其相關技術之成熟, 政府當前已採取 BOT (興建/營運/轉移) 方式推動民間參與高速公路「電子收費系統」(Electronic Toll Collection, 簡稱 ETC) 之建置及營運。高速公路電子收費系統民營化後, 一方面將使政府部門大幅減少高速公路之相關收費成本 (如人工收費及收費站維護成本), 亦即可明顯降低其總變動成本之支出, 有利於國道收支損益平衡之自償性。另一方面, 實施電子收費方式之基本目的即為提高

高速公路車流運作效率, 減少行車延滯。國內高速公路「電子收費系統」已於去年二月底決標, 其之所以成為眾所屬目的焦點, 係在於背後蘊藏著數千億的巨額商機。無怪乎此一堪稱當前全球最大規模 ETC 建置的 BOT 案, 從公告招標、甄審作業, 至決標公佈後, 其間一直紛擾不斷, 總有參與競標的廠商不斷對得標廠商提出質疑, 乃至官員護航之說亦甚囂塵上, 如此發展不免令人憂心!

就產業經濟而言, 高速公路電子收費系統係國內「智慧型運輸系統」發展中最重要之建設項目之一, 由其本身及週邊所可能衍生的產值及經濟效益均相當可觀, 進而可帶動國內通訊、資訊、電子等相關科技產業之發展及進



- 高速公路電子收費系統民營化之後，不僅可減少國道之相關成本支出，更重要的是提升車流效率，避免道路擁塞。（攝影：齊柏林）

步，其對國內智慧運輸產業之重要性不言而喻，故稱其為「智慧運輸產業的火車頭」應當之無愧。因此，我們應期望透過本計畫之執行，使國內能夠自力進行研發，將諸多系統功能的需求開發成相關產品或設施，並從而獲得自有專利，以達電子收費相關技術的本土化。在現今世界各地皆如火如荼推動高速公路 ETC 建設之際，如果能在國內獲得系統整合建置的成功經驗，除可使 ETC 相關技術在台灣生根，進而厚植國內 ITS 相關科技產業的競爭力，並使業者有機會進軍世界舞台。

### 借鏡美加日星前例 適用性待考量

在國際上，美國、歐洲、日本早已針對不停車收費系統之研發技術、工程實施、標準規範進行深入研究，並向國際標準化組織提交有關電子收費標準的草案。歐洲與日本方面所提出之相關技術標準較為成熟，並獲得較廣泛廠商之支援；但各先進國家在 ETC 技術推進與實際電子收費方面都經歷較為漫長之發展過程，其相關經驗自然值得國內參考借鏡。惟其相關技術特點與運營方法能否適合台灣，仍應結合我國道路使用者行為與交通特性之考量，方能發展出適用於國內高速公路民營化電子收費系統之營運模式。以下即擷取美國、加拿大、德國、日本及新加坡等具代表性國家之發展經驗，以供國內 ETC 發展參酌。

在美國方面，紐約地區所建立之 E-Z pass 系統即相當具參考價值，其目前係使用於紐約都會區大部分之橋梁、隧道與高速公路收費站，以及附近各州的許多高速公路、橋梁與隧道。E-Z pass 係由 E-Z pass Interagency Group (IAG) 組織所發起，主要目的在統一這些地區之橋梁、隧道與公路電子收費系統，使駕駛者能夠使用單一之車內設備單元，避免系統不相容之困擾。基本上，其建置發展即採取政府與民間合作方式。

紐約州高速公路局於 1993 年 10 月開始該系統之營運，至 2001 年 12 月 Orlando-Orange 郡快速道路局完成整合所有建置之 E-Z pass 系統，使其能相容。在 SR417 公路因設置兩個 E-Z pass 專用車道，可依上下班時段作調撥使用，使得 E-Z pass 車道利用率大幅提升，每小時通行量可達 1800 輛次(此已接近自由流下之

道路服務容量)。在系統技術上，E-Z pass 系統技術包括靜態標誌 (Approaching/Canopy Signage)、自動車輛辨識 (AVI)、自動車輛分類 (AVC)、影像執法系統 (VES)、駕駛回饋系統 (Driver Feedback System; DFS) 及車道控制器 (Lane Controller) 等。在收費方式及費率上，由原來的人工收費轉換至電子收費，E-Z pass 採取漸近式轉換，以期減少對收費作業的衝擊。E-Z pass 採取四階段轉換步驟如下所示：

**第一階段：**將收費車道分為人工車道及自動車道，人工車道即收費員收取現金，自動車道即收費車道裝設自動投幣機，駕駛人通過時自行投幣後通行。

**第二階段：**收費車道採混合佈設方式，部分車道採純人工收費，其餘車道則電子收費、自動投幣或人工收取現金均可使用。

## 新聞快遞

# 國道電子收費系統 最快 11 月上路

年底高速公路電子收費系統(ETC)將正式上路，我國國道營運則可望進入電子收費時代。由於高速公路電子收費資料與監控中心之建置進度超前，估計最快可提早兩個月，也就是今年的 11 月開始試營運，屆時逢年過節車輛在收費站前大排長龍地等候繳費的噩夢將可解除。

潛藏數千億巨額商機的高速公路電子收費

系統公辦民營案，BOT 期限為 20 年，自招標以來即為各路人馬所青睞，決標時由遠通電收團隊出線得標，該團隊由遠傳、東元、神通、精業等四大企業所集資而成。據該公司表示，ETC 上路初期將採雙軌並行制，亦即部份車道採用電子收費，部份則以人工收費，未來電子收費將逐步替代人工收費。

**第三階段：**在同一行車方向開放一個電子收費專用車道，僅供 E-Z PASS 用戶通行，其餘車道則同時配置電子收費設備、自動投幣機及收費員供其他車輛行駛。

**第四階段：**將同一行車方向之電子收費專用車道擴增至兩個車道。為便利用路人繳費方便，乃設置多種不同收費方式之專用車道，如：E-Z pass 專用車道、E-Z pass 與投幣兩用車道，E-Z pass 與現金專用車道、不找零車道及混用車道，另最內側兩車道亦規劃為調撥車道，供上下班尖峰時刻調度使用。

**加拿大方面，**其政府在安大略省規劃興建一條六車道公路，全長 69 公里，共 28 個交流道，128 個匝道收費點之 407 高速公路（HW407）；由於 HW407 是全世界第一個多車道自由車流之全電子收費道路，全數車道裝設電子收費設備且又允許所有車種均可進入使

高速公路電子收費系統建置初期是在原有的收費站架設電子接收系統，採計次收費，以後接收系統會改放置於交流道，漸漸轉成計程收費，如此將可合乎公平收費原則。為因應 ETC 系統的啟動，車內需加裝車上單元和智慧 IC 交通卡以利感應並自動進行計費。而為便利駕駛人裝設車上單元，遠通電收公司將和加油站、修車廠、22 座高速公路休息站進行合作，至於電子收費 IC 卡之加值服務，可在台塑加油站與全家、OK 等便利商店辦理。（編輯部）

用，因而受到全世界之矚目。

安大略省因財政赤字非常嚴重，乃決定採 BOT 模式由政府與民間合力興建，於 1993 年將 HW407 建設工程委由民間完成，但因融資問題，乃由政府負責融資、營運並承擔相關風險，而高速公路及電子收費系統則採委外建置。此外，政府或警察機關將提供違規取締服務，但營運業者須支付相關費用，並有提供違規資訊之責任。

在系統技術上，由於公路主管機關禁止使用路面埋入式設備，因此採用微波 DSRC 技術。相關技術設施有路邊收費設備（Roadside Toll Collection；RTC）、交易處理系統（Toll Transaction System；TTS）、及營收管理系統（Revenue Management System；RMS）。在收費方面，HW407 電子收費系統為多車道自由車流全電子收費，無人工收費車道。收費區設置於匝道出入口，通行費之收取依實際行駛里程計算。該系統允許未裝置車內設備單元之車輛進入，將由影像辨識系統記錄車牌號碼並計算費用。收費費率依行駛里程、車輛種類、行車時段與有無裝設車內設備單元不同而計費。

**德國方面，**聯邦交通部為變更重型卡車高速公路計時收費制度（12 噸以上之卡車），而採依里程計費之電子收費系統，收費視卡車之輪軸數以及污染等級而定，且不排除偶爾使用道路之駕駛。本系統首批車輛所需裝載之車內設備單元於 2001 年 1 月開始裝設，用路人需先支付 500 歐元，但可抵作通行費，並於 2003 年 8 月開始運作，特許期為 12 年。所有收取費用將作為政府預算之一部分，聯合承攬單位則由政

府直接對其提供之服務付費，而非由收費支出。

在系統技術及收費方式上，以 GPS-GSM 為基礎之自動系統以及特定短距通訊模組及 GPS/GSM 天線，加上車輛分類技術，車牌辨識技術，以便測得每輛車並掃描車軸數。電子收費方式採人工票務系統及以 GPS-GSM 為基礎之形式，該系統為一較新式之付費方式。此方案須於車上裝設車內設備單元，其主要配件為一應用 GPS 之導航系統(由地圖對應技術支援，在 GPS 無法涵蓋之區域則採特定短距通訊方式定位)以及一只 GSM 通信設備。然而此計畫卻因定位技術及系統整合等問題無法克服，於 2004 年初宣告失敗，惟德國政府仍給予建置廠商展延時間以尋求復活機會，其發展結果尚待後續觀察。

日本方面，在規劃發展 ETC 系統係以互容性、標準性及擴充性為主要概念，主要因為日本道路收費是由許多單位經營，且各高速公路收費方式並不統一，有單一費率主線收費站形式，亦有依距離在匝道收費者。因此，發展統一的 ETC 系統必須符合各系統之特性。所以各系統之間的相容性與標準性為必要條件，以避免造成收費單位及用路人之困擾。此外，系統規格、介面均採用國際性標準，未來的擴充並與 ITS 之整合需詳細規劃，可避免系統之投資重複浪費。

日本政府電子收費系統之執行係由國土建設部主導，民間僅對政府之需求協助辦理設計及建造，後續營運由道路公團執行與管理。1997 年神奈川縣之小田原厚木路開始進行 ETC 測試，同年決定採用微波式 DSRC 規格，於

1999 年進行 ETC 路側設備招標並確定其規格，至 2000 年 3 月完成東京都會區部分收費道路之建置並開始營運。

在系統技術上，其 ETC 設施分為必要性及選擇性兩種設施，必要性設施包括路側通訊系統（供收費使用）、車輛偵測、收費、車輛通過顯示標誌及不斷電系統等。選擇性設施包括車輛分類系統、路側通訊系統（供交通管理使用）、柵欄管理設施、收費監視設施與違規執法系統等。在 DSRC 設施上，日本採用微波式特定短距通訊系統，主要因微波系統在其他國家已有使用經驗，技術上相當成熟，且在其國內已有無線電法規範微波使用，因此亦較安全。

新加坡是世界上第一個在城區建立電子道路收費系統（Electronic Road Pricing System, ERP）的國家，該系統於 1998 年 9 月正式投入使用。目前 ERP 系統已經取代區域通行券系統（ALS），並在三條主要的高速公路上使用道路收費系統（RPS）。政府方面由電子收費系統之執行陸運交通局主導，民間僅需協助辦理設計及建造，後續營運仍由政府單位執行與管理。在系統技術上，ERP 系統屬專用 DSRC，採用 2.5GHz 波段。主要由三個部分組成：帶現金卡的車載單元；ERP 顯示牌（或控制點），與 ALS、RPS 的控制點相同、控制中心。ERP 系統效用在於其可以使用在限制區範圍內沿主要道路的車流速度作為指標，以分析 ERP 系統緩解交通擁擠的效果。

撇開系統論戰  
防範台灣淪為實驗場

在電子收費系統的核心技術 - 無線短距通訊(DSRC)技術中，微波與紅外線系統間之論戰及商競，一直是 ETC 技術發展的焦點。事實上，無論是微波(Micro-wave)、紅外線(Infrared)，或車輛衛星定位系統(Vehicle Positioning System, VPS)技術，在世界各國均有實施經驗，但成敗不一，各有其優劣點。其中 VPS 技術最近在德國重車收費計畫實施中，因現行技術尚無法達到道路定位收費的精確度要求，致其漏損與混亂收費情形嚴重，而於去年二月宣告失敗；加以其「車上機」(OBU)過於昂貴且安裝費時，影響其使用率，故 VPS 技術恐非短期內可被單獨運用之收費技術，且需結合 DSRC 技術整合運用。

至於微波與紅外線兩大系統間之爭戰，就國際市場發展現況觀之，微波技術應用於 ETC 方面之普遍性在世界佔有率上顯然略勝一籌，且已為歐盟、北美、日本等先進地區或國家之主流發展趨勢。其中除日、加、星等地之微波技術已採結合 IC 卡之車上機外，其他微波技術多較限於專用卡 (Tag) 系統之運用。然而，紅外線技術發展至今則僅侷限於單車道收費之營運實績，或非收費技術系統 (如車輛分類) 之應用。筆者無意在此論斷何者為最優或最適台灣的系統技術，然而基於我國產業發展之立場，應放大策略格局，若欲將國內 ETC 建置計畫視為進軍國際 ITS 產業的練兵場，其關鍵之處即在我國所採用的系統技術是否能掌握國際發展的主流趨勢，並配合國際通用標準，甚至保持技術之相容性或運用彈性。準此，才能使國內業者的系統技術具有躍進國際市場的競爭力，

否則將痛失國內 ITS 產業之發展先機及商機。

更具體而言，即應在 ETC 勝選團隊進行全面建置時，對於其所設定之相關系統技術，如「數據傳輸速率」、「抗干擾性」、「可靠度」、「安全性」、「可擴展性」、「標準化程度」、「收費可成功率」，及「多車道自由流收費」等技術層面，由高公局逐一予以審慎檢視及測試。在此之中，由於紅外線系統技術在當前世界上尚無實施「多車道收費」之實際經驗，也因此成為此類廠商在系統技術能力上，被嚴重質疑的焦點。為免外界質疑甄審結果的公正性，對於其相關技術可行性之評估與標準之驗證，高公局更應責無旁貸嚴加把關。

因此，為避免重蹈法國馬特拉中量運系統「以台灣為實驗場」之覆轍(註:當時馬特拉中量運系統在全世界尚無四節車廂之營運實績，卻在台灣首次建置此一系統，使得國內當時付出相當大的代價)，造成社會無謂損失，筆者認為可要求建置廠商必須於國內通過「多車道自由流收費」條件及「收費成功率」標準之測試，方准許其開始建置。當然有關高公局在原招標文件中未能將「多車道自由流收費」測試納入，嚴格而言，高公局與其總顧問不無失職及未盡專業之處，因為任何測試之條件與標準之設定，均應以能滿足未來實際營運所需及狀況為依歸，故當時僅要求「單車道」情境之測試，顯然昧於現實需要。當然在此時變更遊戲規則的作法，似乎對勝選廠商未盡公平，但與其直至建置失敗而使廠商與社會同時付出巨額代價相比，兩者相權孰重孰輕，已不言可喻。此一權宜作法不僅可杜悠悠之口，亦可匡正社

會視聽。如此一來，落選廠商將心服口服，而得標廠商亦實至名歸。

## 落實公平收費 強化道路資源效益

回歸交通層面論述，高速公路電子收費系統建置的基本目的在於提昇高速公路之車流運作效率，以減少人工收費所造成的行車延滯，進而降低收費成本；更積極的目的，則可發揮交通管理與公平收費的雙重機制。就交通管理機制而言，主要在其可使通行費率之調整及徵收更具有彈性，進而達到調節車流的功能，增進高速公路使用效率。換言之，透過電子收費方式可使通行費易於採取「尖離峰差別定價」（亦即依實際需求量之高／低，而收取與之對應相對較高／低的價格，此係經濟學對資源合理分配與利用的基本原則），惟其前提必須所有車道均採取電子收費方式。根據交通部運研所相關研究報告顯示，對實施尖離峰差別收費方式約有六至七成民眾表示支持。因此，未來高速公路全面實施電子收費後，透過價格機制，增進道路資源的利用效率，則是必須賦予高速公路 ETC 計畫的另一重要使命。此外，經由該系統運作獲得即時性的高速公路車流與路況資訊，將可提供交通控制或匝道儀控之用，亦能發揮整體交通管理之效。

在公平收費機制方面，運研所研究報告中亦顯示，「按里程計費」的方式，有近半數民眾表示可以接受，可知民眾對於具公平性的收費制度顯然有一定程度的期待。惟在現行主線柵欄式收費方式下，使得部分短程或都會區內

的高速公路旅次無需付任何通行費，在所有使用者理應付費原則下，這是一種相對的不公平，亦導致「國道建設基金」的短收，而實施電子收費正可改善此一不合理現象。然而若欲實施計程收費方式，則需改採「匝道柵欄式」或「主線閉闔式」方式（因在國內高速公路交流道佈設及其鄰近土地受限情況下，於高速公路進出口匝道處設置人工收費站將是緣木求魚）；換言之，欲實施計程收費即須全面取消現行人工收費方式，這在系統技術與用路者權益上，無疑都將是頗具困難度的挑戰。高公局在當初招標書中對於「計程收費」制度，已明確要求得標業者須於民國一百年實施；惟在當前 VPS 相關技術與系統整合未盡成熟之際，得標團隊規劃運用此類技術實施「計程收費」的承諾，顯然是一項臨嚴峻的考驗，當然亦不能



排除在未來數年內 VPS 相關技術得以精進並獲成功經驗的可能性。惟屆時業者若無法付諸實施，理當負起相關違約責任，這應是全民可加以監督的地方。

### 建立合理財務機制 官民互蒙其利

基於促進高速公路國道資源有效利用目標，當高速公路可全面採 ETC 收費（即無人工與 ETC 合併收費情形）之際，更積極之作法即應採取「尖離峰差別定價」，以使道路定價（Road Pricing）之精神與理念得以在此付諸實現。高速公路通行費在採取「尖離峰差別定價」費率制度時，考量民間參與高速公路 ETC 建置與營運，針對高速公路欲達到之財務自償性目標，應訂定合理通行費水準及自償年期。參與

ETC 建置與營運時，民間業者通常會在其所追求之商業模式(Business Model)及欲達到財務自足目標下，設定合理投資報酬率與回收年期，一般由此當能檢驗出政府現行所訂定委託經營年限及報酬率之合理性。

基本上，若從高速公路通行費中支付給 ETC 民營業者一定比例之服務費，將可能減少國道基金收入，對國道基金之自償期相對為一較不利因素。但因高速公路 ETC 係經由公開招標及激烈競標後，由得標業者所提出「委辦服務費」費率，已較高公局預期（原設計上限值）為低，此係因在其預估設計之商業模式中，多會有樂觀之業外收益（如加值服務或車載機銷售獲利等）可使其投入成本獲得挹注。

另一方面，得標業者因取得此項營運權所需支付給政府之權利金，將因採行尖離峰差別費率後影響高速公路服務流量（或通行費收益），進而衝擊其所需支付給政府之權利金水準。從財務觀點來看，政府如何訂定高速公路尖離峰差別通行費率之標準，以因應民營化 ETC 之高速公路營運體制，並兼顧促進高速公路資源有效利用目標，而民間業者如何建立一套有效財務營運模式，以符合政府要求之營運條件並兼能為其創造合理財務報酬，達成產官互利雙贏之目標，將是 ETC 營運進入計程收費階段後需予以重視之課題。

### 避免業者濫權 政府宜出面監督

在消費者權益方面，為配合實施電子收費系統，駕駛人需在車內加裝車上機，若其需要

自費購買，勢必大幅減低用路者使用意願，雖然裝置車上機可縮短通過收費站時間，然而在人工收費車道仍並存下，時間與成本兩相取捨後，除非其售價甚低或業者有所補貼，否則駕駛人使用意願恐怕不高。是以，在其滲透率 (Penetration) 及經濟規模無法擴大之下，業者恐將面臨虧損而無以為繼，若長期如此，終必導致政府、業者及用路者三方皆輸的殘局。因此，當初甄審入選的業者多承諾透過聯合行銷方式免費贈送車上機，應屬明智之舉。惟日後若實施結合 VPS 技術的匝道收費方式，業者基於車上機成本過高，而欲將之轉嫁由用路人承擔時，政府應嚴厲要求得標業者兌現其初始承諾，並應避免業者透過車上機的銷售，利用獨占特許權剝削用路人，進而獲取龐大利益。筆者認為在此方面，基於保護消費者的立場與管理監督之責，政府主管單位理應極力維護用路人相關權益。

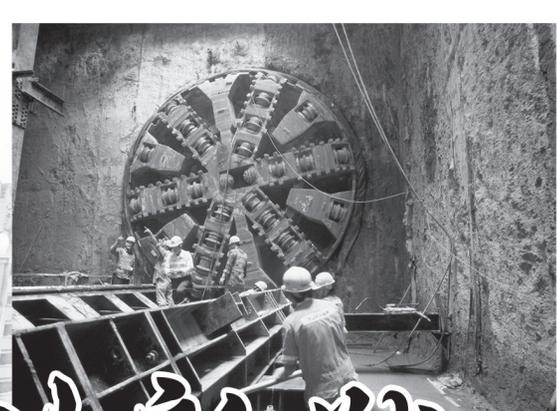
由前述分析可知，若欲實施計程收費方式，即表示所有用路人均需全面使用電子票證，或搭配精確的車牌辨識及執法系統，以做為駕駛人選擇後付通行費之依據。然而要求所有高速公路用路人全面使用電子票證，在合法性上相當值得討論，因用路人屆時將先被要求購買車上機設備方能上路，此對民眾既有的用路權益無疑是一大損失。換言之，未能購買車上機的民眾使用高速公路的權利將可能被剝奪，其必然會引發正當性與適法性的爭議。因此，業者必須搭配精確的電子車牌辨識技術及執法系統，以做為駕駛人選擇後付通行費之依據，而其相關所需成本理應由業者自行吸收。

另一方面，業者對於經由電子收費系統所開發的相關增值性服務，固然是被允許且被鼓勵的合法作為，亦會是其擴展商機與增加收益的主要來源。但在此過程中，主管部門仍應避免業者過度濫權，損及用路人的既有權益，而對於業者經由業外所獲得的超額利潤，則應建立一套可回饋高速公路用路人（如調降通行費率）或挹注「國道建設基金」的合理機制。

### 建置成敗與否 攸關國際競爭力

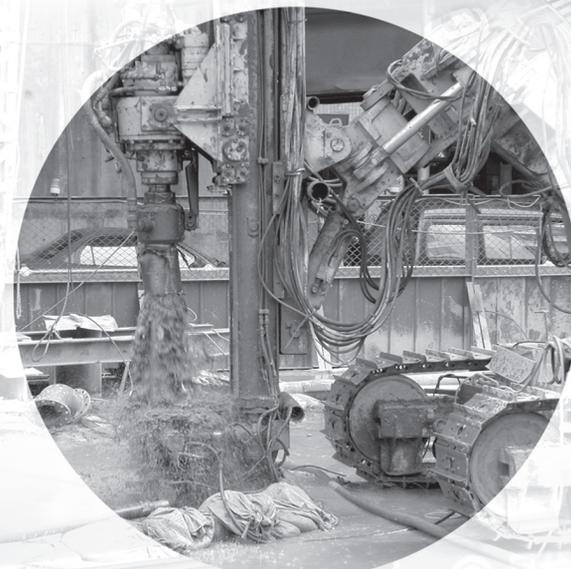
總之，筆者在此所提各項課題，對高速公路電子收費系統 BOT 案而言應仍屬冰山一隅，相信其於實際的建置及營運過程中，各類技術、建置、營運、監理等大小不一的問題勢必逐一浮現，這些均需政府與民間業者雙方秉持最大誠意與智慧共同努力克服及解決。因 BOT 案的成敗絕不會單由民間業者自行承擔，其成敗最終仍將歸屬於政府，結果則由全民概括承受。最後，筆者必須在此肯定，並再度強調高速公路電子收費系統建置對國家發展的正面效益。在交通層面上，其可促進道路使用效率與收費公平性、降低社會成本（交通延滯與空氣污染），進而可提昇交通管理績效；就經濟層面而言，其建置之成敗則攸關我國交通科技產業的未來發展前景甚鉅，因透過本土化 ETC 建置的技術經驗及專利產品開發，將可使國內廠商充分具備躍進國際舞台的競爭力。凡此願景與貢獻，實全繫乎高速公路電子收費系統是否得以在國內建置成功！

24



# 技術超越 捷運創新猷

文：編輯部



北市捷運局自 76 年草創至今，  
即將邁入雙十年華。  
在講究知識管理的時代，知識即力量，  
捷運局倡導系統工程管理觀念以創造優質  
捷運自許，  
在工程施作上，為求技術超越，  
並不斷引進新工法。  
本月「技術超越 捷運創新猷」專題，  
特邀張培義副局長闡述該局如何以領先觀  
念締造捷運新未來：  
並以國內施工中 CK570G 標祛水工法、冷  
凍工法之施作經驗；  
與國外波多黎各一地下車站工地之疊穴工  
法介紹，以饗讀者。



E.P.S.