



作者：徐業良(2006-02-03)；推薦：徐業良(2006-02-03)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2006年三月號，史丹福專欄。

## 也談高速公路電子收費

這兩個月經常往來高速公路的車主，最新學到時髦的英文字是什麼？

答對了！就是 ETC，Electronic Toll Collection，高速公路上的電子收費！

去年年底為了 ETC 是否要在今年元旦上路，業者、交通部、立委大人們吵得不亦樂乎，我也突然注意到高速公路收費站內側有這麼一個 ETC 專用車道。過年回娘家高速公路桃園台中來往跑了好幾趟，每次進收費站時走上路面寫著 ETC 的這個車道都有點兒嚇一跳，趕緊提醒自己 ETC 還沒正式啟用，手上那張古老但踏實的回數票還是可以用的…

不管如何，在這一陣子沸沸揚揚之後，國內的高速公路也要在今年二月十日正式走上電子收費的時代了。不過，您瞭解了 ETC 電子收費是怎麼一回事兒了嗎？這一個月的史丹福專欄就湊湊熱鬧，也來談談高速公路電子收費的技術和原理。

說實在，電子收費已經是相當成熟的技術，早就在世界各國高速公路上廣泛使用了。歐美國家不談，亞洲的日本、韓國、新加坡、香港、菲律賓、馬來西亞、印度、甚至巴基斯坦的高速公路上，都已經裝設了 ETC 系統。相對來說，國內的腳步算挺慢的，如果您還有印象，交通部在 1998 年底便曾委託中華電信在北二高樹林及龍潭收費站試辦電子收費，但在各方角力下，要採用何種技術、何種方式建置 ETC 一直搞不定，直到 2004 年 4 月才正式選定遠東電收公司為高速公路電子收費的 BOT 廠商，2006 年初建置完成、正式上路。

高速公路電子收費到底有什麼好處？Well，您在電視廣告上應該也看了不少，對車主來說，ETC 最主要的優點是通過收費站的時間加快，節省了用路人等待的時

間，因此也節省了燃料、降低汽車廢氣排放等等。此外不必搖下車窗、買回數票之類的，使得駕駛人付費的方便性也增加了。

您一定也同意，每三四十公里一個的收費站，駕駛人必須幾乎停下車來交回數票，車子一多，收費站就成了高速公路塞車的瓶頸點。電子收費系統容許汽車在通過收費站時能以一定速度巡航通過，自然讓收費站的流量大幅加快。國內的 ETC 系統要求通過收費站時車速要在 40 公里以下，國外有些地方如德州休士頓的 ETC 系統，汽車可以用全速通過 ETC 收費站。過收費站的速度限制一方面是 ETC 技術原因，另一方面其實也是安全原因，像是收費站多半還是保留人工收費車道，因此電子收費汽車和人工收費汽車在收費站前還是需要減速分流。另外許多收費站口都有限制路障，全速通過會有危險—即使春節期間高速公路不收費，您也不太可能用 100 公里時速衝過收費站吧？

對於高速公路的收費單位來說，ETC 最直接的好處首先自然是電子收費取代人工收費，收費成本降低，此外採用自動電子扣款，不必一張一張回數票來點數（還要擔心有假票），收費稽核控制也加強。

建置 ETC 要花的成本呢？高速公路的建設成本包括收費站通訊設備的建置與維護成本，還有其他周邊的輔助與管理機制，國內用 BOT 方式建置，這部分成本基本上是由廠商吸收了。對車主的成本則是要裝置一個車上機，Onboard unit，OBU（時髦的英文字要記起來！），這也是造成車主抗拒的主要原因之一。

OK，ETC、OBU，高速公路電子收費到底是怎麼收法呢？

介紹您更多時髦的英文字，高速公路電子收費系統主要包含四個部分：自動車輛辨識(Automated Vehicle Identification)、自動車輛分類(Automated Vehicle Classification)、顧客服務(Customer Service)、以及違規執法(Violation Enforcement)系統。

一項一項慢慢解釋。首先您的車開進收費站，ETC 系統得先知道您是哪一位，好向您收錢。早期的自動車輛辨識方法是用車外貼的條碼，車子進入收費站時用光學的方式讀取，就像在超級市場買菜結帳一樣，不過根據您在超級市場的經驗，這種方式讀取的可靠度不高（特別是天氣不好或車身很髒的話），車子進入收費站也必須還是要暫停下來。

目前大部分的 ETC 系統自動車輛辨識採用的是「無線射頻辨識技術(Radio-Frequency Identification, RFID)」，每部汽車必須裝一個「應答器(transpondent)」。

這個應答器只「應答」，平常自己並不亂說話，汽車通過收費站時 ETC 系統透過收費站的天線發出無線電波，詢問汽車上的應答器，

「你是誰啊？」

應答器受到刺激這才答話，「我的 ID 是 OOOOXXXX」。

ETC 收到回答，知道您是誰，然後繼續做扣款等等後續動作。

好吧，太擬人化了一點兒，實際上這一連串的動作幾乎都是在瞬間完成的。不過 RFID 的原理大致上就是這麼一回事兒，許多門禁系統、悠遊卡之類的，都是類似的原理。

跟超級市場的條碼相比，RFID 的讀取可靠度高得多，且能在高速下被讀取。當然最大的缺點是要在車上裝置這麼一個「應答器」，應答器也有好幾種，簡單的話就只是一張 RFID 的「標籤(Tag)」，應答器內建在裡面，就像一張門禁卡或悠遊卡，美國許多 ETC 系統用的就是這一種，成本較低，但是只能扣款而已。國內建置的 ETC 選擇的是另一種兩件式配備（車上機 OBU 加上 IC 卡），可提供個人化服務及支援「智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)」相關應用，但是成本比較高，這也是目前國內 ETC 爭議的焦點。

當然還是有一些不需要使用應答器的自動車輛辨識方法，像是加拿大多倫多附近公路使用的 ETC 系統，用一個相機抓下汽車通過收費站時的影像，牌照的號碼再用軟體做影像辨識，汽車本身不需要加裝任何設備，缺點則是這樣的辨識錯誤率頗高，直接造成收費的錯誤，最後只好再加上人工的辨識，又造成成本增加。

擬人化的故事繼續下去，ETC 知道您汽車的 ID 之後要開始扣款了，但是高速公路收費有三個標準，小型車 40 元、大型車 50 元、聯結車 65 元，您這部車該收多少錢呢？

最簡單的方法是將顧客 ID 存在資料庫裡，知道是什麼 ID 後再去對應車子的類別，看要收多少錢。但是這種方法可能有些問題，例如把小型車的 RFID 拿到聯結車上用，ETC 就收不到聯結車的錢了。因此 ETC 還需要自動車輛分類系統來辨別通過的車子是屬於哪一類、該收多少錢。完整的車輛分類系統先使用感應器來感測是否有車輛通過，再用路面上的踏板感應通過的車子有幾個軸、幾個輪子，用光感應器感測車身長、高度等等，最後用這幾個訊息綜合判斷通過的車輛是屬於哪一類。

OK，一切搞定，總算要收過路費了。過路費的收取可以是事後付款的方式，像信用卡一樣每月定期寄帳單給顧客，但是每次過路費 40 元實在太少了，事後收錢很不經濟（想像您信用卡每筆消費只有 40 元），因此 ETC 系統絕大多數採用預付儲值的方式，每次過收費站就將款項從帳戶扣除。高速公路電子收費系統第三個部分「客戶服務」，主要便是包括維護顧客的帳戶、顧客帳單寄發、收款、裝機等等顧客問題的處理，許多方面都需要銀行服務做後盾，而與銀行業務的連結也被視為最有商機的一環。當然 ETC 在台灣目前只有一家遠東電收，許多國家如美國在不同的州有不同的電子收費公司，汽車開到外州去電子收費不見得適用，因此客戶服務還多了一項不同系統間的整合工作。

沒有裝車上機的汽車誤闖了 ETC 車道，會被視為違規，在國內會被罰款 3000 元。但是 ETC 系統怎麼抓這些違規車輛呢？

ETC 系統都會設計一套「違規執法」的機制，早期最土的方式就是在收費站設置一個實體的柵欄，來確保所有經過收費站的汽車都有付費，沒有付費的車輛會立刻被辨別出來，柵欄不會升起讓違規者通過。但顯然設置這個柵欄以後，所有首法的車輛通過速度也減慢下來，失去了電子收費增大汽車流量的優勢。所以大部分 ETC 系統反而是採用前面提到的自動車牌辨識的方式，每部通過的車子都會被 ETC 車道上方的照相機照相，有違規車輛再辨別其車號。究竟違規誤闖的車子沒那麼多，即使不用影像辨識軟體自動辨識車牌，採用人工辨識也不會是很大的成本。

談了那麼多，您瞭解了 ETC 以電子收費取代人工收費，可以節省收費的人力、加快汽車通過收費站的速度等等。

噢，那只是最基本的功能，事實上 ETC 是前面提到所謂「智慧型運輸系統」最重要的一環，對高速公路的交通管理可以帶來很大衝擊。思考幾個 ETC 的可能性：Mmmm，從高速公路的建設來說，如果每個收費道可通過車輛的流速增大，以後收費站就不用建置那麼多收費道了！

沒錯，ETC 最終的目標是高速公路上完全不需要收費站，自動汽車辨識系統就設在交流道口，汽車上下高速公路時行駛里程很快計算出來，然後「走多少、付多少」。事實上交通部也要求遠通電收在 2010 年 7 月前完成「計程」電子收費系統建置（目前是「記次」收費），以實現用路人的公平付費目標。

進一步聯想一下，如果高速公路完全沒有收費站，車流一定更順暢，且「計程收費」的機制，也多少會抑制短途交通使用高速公路。目前高速公路北部必塞路段，正好在桃園到中壢我家這一段，個人的觀察主要就是短途交通大量使用高速公

路的緣故—我每天下班接了女兒，都從中壢開車經高速公路回到桃園的家，而且不必收過路費。

在交通管理的領域中，有一個基本的概念叫做「擁塞定價 (congestion pricing)」，簡單的說就是比較塞車的時段和路段，用路人要付比較高的過路費，如此可以鼓勵用路人避開尖峰時段和路段，使用離峰的時段和路段。

很簡單的概念對不對？有沒有效果卻完全不知道，因為目前高速公路收費機制完全做不到擁塞定價，什麼時候上路都是 40 元一張票。唯一有點兒類似的作法是春節期間有幾天 0~6 時不收費，用降價來鼓勵用路人在離峰時段上路。

您知道，ETC 系統可以成為實施“congestion pricing”的最有效工具，就像打手機的通話費一樣，ETC 可以根據不同的時段和路段、短程或長途，動態、彈性地訂定不同的通行費率，藉以引導用路人的行為。

最新的 ETC 採用「汽車定位系統(Vehicle Positioning Systems, VPS)」技術，看起來非常有前途。這種結合電子收費和 GPS 技術的系統，主要優勢是完全不需要地面上的基礎建設，而由 GPS 做車輛的定位與追蹤，每部汽車走過的路徑都可完整記錄，可以更彈性地定義「虛擬收費區」，不必真的建置實體收費站或自動車輛辨識系統。這種以 GPS 為基礎的 ETC 在歐洲的奧地利、丹麥、英國、德國、和香港，都在進行進一步研究與測試中，也被期待成為交通監控的主流技術，國內的遠通電收也在規劃引進 VPS 系統。

二月十日國內的 ETC 就要正式上路，今天（二月三日）的新聞標題是「ETC 車上機裝不到 2 萬台」，「網友抵制」，宣稱「到時遠通電收老板徐旭東會跪著求大家安裝車上機」。您看到這篇文章時已經是三月了，不知道狀況又是如何。

高速公路交通的美麗新世界是否會成真，看起來遠東電收得先過這一關才行。