



作者：徐業良 (2000-06-15)；修改：徐業良 (2000-06-24)；核可：徐業良 (2000-06-24)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2000年七月號，史丹福專欄。

## 聰明的高速公路

e 世代。數位生活。知識經濟。

不不不，這些名詞和這個月史丹福專欄的主題完全沒有關係，但是現在這個年代文章不這樣開頭，大概就過時落伍沒人看了。

汽車也是一樣，比力氣的時代已經過去，現在要比的是腦子。各類媒體的汽車廣告中，性能不是重點，“聰明”才最要緊！

不過關於聰明的汽車的話題已經談得很多，聰明的汽車大家想必也看得不少了。車聰明，路也不能太笨，聰明的汽車還是需要聰明的高速公路才能配合，史丹福專欄這個月便是要和大家談一談聰明的高速公路。

這個時代也許大家比較重視網際網路，但說實在，網際網路只能送一些 bit、byte 給您，想想日常「真實」的生活需求，高速公路仍然才是現代工業化國家的血管。只是在國內、或者世界上其他國家，血管堵塞似乎是常態，動不動就是一片車海堵在高速公路，磨耗所有人寶貴的時間、浪費無數加侖的汽油、造成大量不必要的空氣污染。

曾經讀到一個報導，美國都會地區高速公路因為塞車而延誤的時間，每年估計超過五十億小時。想想如果每個人每小時只要有相當於麥當勞工讀生 75 元的生產力，因為塞車浪費的社會成本多麼巨大！

所以投資在交通建設上，讓高速公路的運輸更有效率，應該是十分划算的。然而到底要怎麼做呢？您最簡單的答案一定是，建造更多的高速公路。不過隨著科技發展，另外一個提高運輸效率的可能性是，讓高速公路聰明起來，讓同樣一條高速公路能夠有更大的容量。

要談聰明的高速公路，一定要從美國的 AHS “自動高速公路系統(Automated Highway System)” 計畫開始說起。根據運輸管理專家的估計，目前一條高速公路的車道，每小時最多大約可以容納 2000 輛車子。稍微換算一下，這個數字的意思是，如果您站在高速公路的定點上觀察一個車道，每小時有 2000 部車子通過您面前，也就是每分鐘 33 部車，不到兩秒鐘就有一部車開過去。擠得可以了。不過仔細算算，如果每部車子時速 100 公里的話，在這個估計之下，每部車子間還能保持 50 公尺左右的行車距離，也還算蠻合理的。

美國 AHS 計畫人員發表的研究論文宣稱，如果高速公路能夠聰明起來，裝置自動化導引汽車行進的設備，每個車道可以容納車輛數，將可大幅提高到 6000 輛。意思是說，將一條高速公路改建成聰明的自動化高速公路，就相等於新建造兩條高速公路。另外一個意思是說，如果您像先前一樣站在高速公路的定點上觀察一個車道，每小時有 6000 部車子通過您面前，每分鐘 100 部車，每秒鐘就有約兩部車，如果每部車子時速 100 公里的話，每部車子之間只有 17 公尺（包含本身車身長度），大約三部車身的行車距離。

AHS 計畫也很負責任地證實他們不是在吹牛，1997 年八月在聖地牙哥附近的一段 11 公里長、兩車道的高速公路，做了四天自動化高速公路的技術展示。這段高速公路，加州州道 15 號，是段挺有意思的高速公路，交通巔峰時間這段道路是所謂“car pool lane”，高乘載車道，其他時段則被封閉起來供加州運輸局做各種高速公路運輸研究的測試之用。為了這項自動化高速公路的技術展示，這段高速公路沿線都裝置了數位通訊設備，兩車道的中間也都設置了磁性感應器。技術展示當天，裝置特殊感應器、無線通訊裝置、及電腦自動駕駛的車子，在這段自動化高速公路上展現了自動駕

駛、變換車道、閃避障礙物的能力。駕駛人進入自動駕駛車道後，就完全由電腦控制油門、煞車、方向盤，駕駛人可以放雙手、放雙腳開車，甚至可以看看報、看看電視、睡個覺什麼的。

噢，11 公里長的高速公路，您可能還來不及睡著。

不過自動化高速公路與一般高速公路在概念上真正不同的地方，還是所有車子“合作駕駛”的概念。在高速公路塞車時您不知道會不會常常想不通，如果所有的車子都用同樣的速度一起向前行駛，車子再多也應該不會塞車，不是嗎？理想上當然是如此，只是高速公路上的駕駛人，通常都是很很合作的一群人，有的人開得快、有的人開的慢，更確切一些，高速公路基本上是個戰場，有的人遇縫就鑽、有的人任意變換車道，每個人都提心弔膽提防附近車子有什麼不按牌理的舉動，每個人也都虎視眈眈隨時想找個機會占別人便宜。

在自動化高速公路上，所有的車子都由電腦操控，世界大同，每部車都十分合作，行車速度、變換車道都先能夠互相協調，前車發現意外狀況，還可逐步把訊息 pass 給後面的車子，提早準備。1997 年聖地牙哥的技术展示中，就有一個項目是八部車頭尾相連排成一列，車子間距很小，但是電腦控制的這八部車就像是訓練有素的軍人一樣，一致、集體行動，像是一列八個車廂的火車，不同的是這列火車隨時可以有車子加入，也隨時可以有車子離開。自動化高速公路上這種“合作駕駛”模式的達成，是使得高速公路容量可以提高最重要的原因。

AHS 的計畫說實在不是新聞了，自己很想知道這個計畫後續發展如何，然而在網路上搜尋許久，這個計畫從 1997 年聖地牙哥的技术展示之後，陸續在'97、'98 年出了幾份技術報告，之後就沒有什麼新的資訊了。難道計畫終止、胎死腹中了嗎？還是在繼續醞釀更全面性、更大規模的計畫？

美國在自動化高速公路方面的研究不知後續如何，日本倒是持續有新的成果發表。比'97 年美國在聖地牙哥的技术展示還早，日本在'96 年九月就曾經在 Komoro 市（漢字該是什麼市啊？）一條六公里長測試專用的封閉高速公路上做汽車自動駕駛的公開測試。整條路上鋪設磁鐵，感測目前交通狀況，透過路邊設置的無線發射器，傳達至裝配特殊通訊及自動駕駛設備的汽車。最近讀到外電報導，日本政府計畫將興

建中的第二東名高速公路部份路段，建置成為智慧型高速公路，希望把這項技術真正付諸實行。

歐洲方面也有相關研究，不過主要焦點反而在卡車。歐洲有一個研究計畫在發展一項特殊的重型卡車的配備，叫做“electronic towbar”，電子拖桿，顧名思義並沒有實體的拖桿存在，車子之間是靠電子訊號連結起來，兩部或著兩部以上的卡車可以經由電子拖桿連接起來，只有帶頭的卡車是由司機駕駛，透過電子拖桿跟隨的卡車都是自動駕駛，在高速公路上形成一列運貨火車。Cool，這項科技在滿高速公路都是貨櫃車的台灣可能還挺合用的。

也許有一天，高速公路真會聰明到可以讓所有車子頭尾相接，以六十英哩的高速行駛，整條高速公路都鋪滿了感測器和發射器，可以隨時偵測交通狀況，隨時將交通事故位置通報出去等等。但是這一天看起來還要等上挺久的。在這些了不起的科技實現之前，咱們可以做哪些事兒，使得我們的高速公路更聰明、更安全？

從安全性的考量，高速公路的環境的設計是很需要重視的一環。高速公路的環境，您可能立即會想到的是路面狀況、指示標誌、駕駛人視線等等，不過高速公路運輸管理的專家可能會告訴您，最重要、需要更聰明設計的是混凝土護欄。

這裡所謂的混凝土護欄，就是擺在高速公路兩側一塊一塊的水泥塊。國內高速公路許多路段雙向車道之間的分隔島，因為希望拓寬路面增加車道數目，也往往把原本分隔島的花草拆除，改成混凝土的護欄。

這些水泥塊看起來實在不像什麼聰明的東西。問題是設計不佳的護欄可能會造成車子翻覆，增加受傷或死亡的機會。美國的國家高速公路交通安全局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)有個統計數字，1998年中，美國有239件死亡車禍，起因是車子撞上混凝土護欄，當然有更多起車禍在過程中車子撞上混凝土護欄。

比較早期的高速公路混凝土護欄叫做“GM Barrier”，您猜對了，的確是通用汽車公司在’50年代開發、測試的。這種護欄總高32英吋，底部是2英吋高的垂直面，然後以55度的斜坡斜向上13英吋，接下來再以80度斜坡斜至頂上。早年的車子前懸、

後懸（也就是車體伸出前後車輪之外的長度）比較長，這種護欄設計中 13 英吋長 55 度的緩坡，比較能夠容許些微碰撞而車體不致受損。但現代車子四輪外推，前後懸都變短，已經不必太過顧慮這個問題，反而是 GM Barrier 上 13 英吋長 55 度的緩坡，前輪驅動大扭力的車子很容易就“爬”上去了，造成單輪懸空失控的狀況。所以現代高速公路混凝土護欄大多改採“Jersey barrier”，總高度還是一樣，但整個輪廓改成底部是 3 英吋高的垂直面，然後 55 度的斜坡只有 10 英吋長，最後是垂直到頂上。測試中顯示，這樣的輪廓車子要“爬”上去就困難得多了。

連混凝土護欄都還頗專業的，下回在高速公路塞車，您可以稍稍觀察一下這些不起眼的混凝土塊。

除了混凝土護欄之外，高速公路環境中必須要有聰明設計的“傢具”還包括路燈、路標之類的東西。高速公路分隔島護欄設計上是希望阻擋車子翻到高速公路外或衝到對面車道上，這些其他“傢具”，則是希望讓駕駛人開車時視線更明朗、路線更清楚，也稱得上是高速公路環境中的安全配備。然而和分隔島護欄設計上最不一樣的地方，是駕駛人撞上路燈或路標時，路燈和路標應該能輕易被撞毀，而不至於給駕駛人額外的衝擊力。當然國內高速公路設計上，路燈、路標位置大多在護欄之外，印象中似乎沒有看過交通事故新聞，駕駛人撞上「台北—2 公里」的牌子應而嚴重受傷的案例。

高速公路上另外一項不太花錢的“聰明”設計，是所謂的“rumble strip”。不是賣弄洋文，真的不太知道這東西中文怎麼說。“rumble”是隆隆聲的意思，“strip”是一條一條，“rumble strip”，沒錯，就是高速公路進收費站前，地上一條一條發出隆隆聲的東西。

這樣寫實在很不專業，希望哪位前輩先進告訴我這東西中文叫做什麼。

國內高速公路在進收費站前鋪設這個東西，目的當然在提醒駕駛人要減速嘍。Mmm，“rumble strip”其實可以鋪在高速公路車道邊上，打瞌睡或不專心的駕駛人一偏離車道，就會有隆隆聲提醒他們。美國的 NHTSA 實在挺認真做研究，各種各樣的統計數字都有，在他們統計數字裡，美國每年有 56,000 件車禍起因是駕駛人偏離車

道。而紐約市 641 英里長的高速公路系統 1996 年完全鋪上“rumble strip”，1996 年共發生了 1681 件翻離路面的車禍，到 1999 年減少到 368 件。

Good idea！看起來真的是小錢大聰明，不曉得國內相關單位有沒有類似構想。

不過您如果還是喜歡哪種微晶片、電腦控制、高科技的聰明玩意兒的話，倒是有一樣東西可以介紹給您。南加州一家公司最近發表了一項新的聰明配備，叫做“virtual rumble strip”。“Virtual”是虛擬的意思。這個玩意兒基本上是一具微電腦和一台攝影機組成的，攝影機一直監視著路面上車道分隔的標記，如果感測到車子已經越過車道，而車子方向燈並沒有打，這玩意兒就會在車子左側或右側發出隆隆聲警告駕駛人。

德國朋馳車廠已經下了一千套訂單。

這也是一個創意掛帥的年代。