



作者：徐業良(2008-07-14)；推薦：徐業良(2008-07-14)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2008年八月號，史丹福專欄。

省油年代的自動排檔科技大躍進

油價不斷高漲，每個月史丹福專欄的題目似乎越來越難找，汽車相關的技術報導翻來翻去盡是些如何省能、減碳的問題，史丹福專欄也很難跳脫這些大家最關心的話題。

談到汽車省能、減碳，大部分人直接想到的是引擎的改良，或者使用替代能源、混合動力車之類的，但是似乎比較少人注意到，另一項汽車傳動系統的革命正在悄悄地進行當中，許多汽車廠都在積極設計新的自動排檔系統，顯著的趨勢是自動排檔檔位數越來越多，使得汽車性能和省油性都同時得到顯著的提升。

談到自動排檔的檔位數，您知道 1950 年代自動排檔剛出現在汽車上時，只有「A2」，自排二速嗎？

A2 的汽車真不知道該怎麼開。不過 1950 年代的車子不管是手排還是自排，似乎都沒有幾個檔位可以玩，典型的車子是手排三檔、或自排二檔。1950 年代末期到 1960 年代，二速自排逐漸消失，三速自排開始成為自動排檔的主流，一直到 1970 年代末期才出現四速自排，到了 1980 年代四速自排逐漸成了自動排檔的標準。

我對汽車的記憶也是從 1980 年代開始的。當年自動排檔價格昂貴，只有豪華大車才有自排車款，而且自動排檔基本上被批評成一無是處，幾乎是耗油凶、性能差的代名詞，甚至原本自動排檔「自動」的優點，也被說成是「剝奪駕駛人操控的樂趣」，還常聽到一句對女性駕駛人十分不敬的評語，「不是男子漢開的車！」

1980 年代末開始出現五速自動排檔，並且增加了一些新功能，像是新式扭力轉換器和傳動系統電子控制的發展，使得自動排檔傳動過程中的動力損失大幅降低，工程師更致力於發展「智慧型」的換檔方式，從早期駕駛人可以切換性能或省油模式來改變換檔點，到現今自動排檔傳動系統能夠聰明地配合駕駛狀況和駕駛者的行為、習慣來設定換檔點，自動排檔早已比大多數的駕駛人在換檔點的選擇上聰明許多，耗油性已經不再是問題，而檔位切換更平順、駕駛舒適性也更形提升。

自動排檔科技持續發展，到了二十一世紀的 2000 年，手排車早已成了少數民族，車不論大小貴賤，一概是自動排檔，而且起碼要五速自排才夠看。

而且自動排檔檔位數的競爭才剛剛開始呢！

回顧自動排檔發展的歷史，從 1950 年到 2000 年，自動排檔檔位數大約是每十多年增加一個檔位，從 A2 演進到 A5 足足花了四、五十年。但是二十一世紀開始至今不到十年，自動排檔已經又增加了三個檔位。2000 年代初期，從歐洲的 BMW、Jaguar、Audi，到日本的 Nissan，以及後來美國的 Ford、GM 等各大車廠，都相繼推出六速自動排檔車款。最近這幾年每一家汽車廠更是卯足了勁兒努力增加自動排檔檔位數，2004 年 Mercedes 率先在其許多車款上採用七速自動排檔，在豪華車競爭上引起了相當大的震撼；2007 年 Lexus 在其 LS 系列豪華車上推出了八速自動排檔，「世界第一」的名號喊地震天價響；BMW 嚥不下這口氣，也將在 2009 年為其 7 系列車款從六速自動排檔直接換裝八速自動排檔。

剛剛 Google 了一下，九速自動排檔的美國專利也已經發表，過兩年您看到九速自動排檔的車款也不需要過度驚訝。

自動排檔檔位數的競爭，背後的動力還是油價飛漲。在高油價的時代裡，傳動系統技術的發展似乎沒有得到太多鎂光燈的注意，然而要從汽車引擎裡壓榨出更多的公里數，傳動系統其實是相當關鍵的。

不管是汽油引擎還是柴油引擎，都有一個「最有效率工作轉速範圍」，也就是說在這個特定的工作轉速範圍內，汽車引擎能夠用最少的燃料產生最大的馬力和扭力。通常來說，這個最有效率的工作轉速範圍都相當窄，而如何在各種車速都能把引擎轉速保持在這個最有效率的工作轉速範圍內，就是傳動系統的重要工作。

自動排檔為什麼要這麼多檔位呢？自動排檔檔位數越多，各檔位減速比範圍便可以設定得越廣，越有可能讓引擎在各種行車速度時都能保持在這個最有效率的工作轉速操作。例如四速自排低檔位減速比通常設定在 2.5:1 到 3.0:1，而 Lexus 的八速自排

低檔位減速比可以高到 4.60:1，也就是說低檔位時引擎扭力放大倍率更高，輕踩油門汽車就有不錯的起步加速力道，駕駛人便不需加大油門開度，引擎轉速也不需提太高，省油性自然也有所改進。

自動排檔的最高檔位通常是超比檔，減速比低於 1，四速自排通常設定在 0.75 到 0.8，主要的目的是汽車在高速公路高速巡航時，可以壓低引擎轉速，讓引擎保持在前面提到的最有效率工作轉速範圍運轉，長途行車對省油有很大幫助。自動排檔檔位數多的話，超比檔的減速比也可以設定更低一些，像是 Lexus 的八速自排最高檔減速比設定在 0.68，高速巡航省油性更好。

您開自排車時一定感受到自動排檔換檔時引擎轉速驟降，動力輸出有不平順的感覺，而在高速公路巡航要爬坡或再加速時，也得重踩油門，自動排檔才會降檔“kick down”，引擎轉速驟升，得到所需的扭力。自動排檔檔位數多的另一個優點，就是各檔減速比的設定可以更密集，換檔時引擎轉速變化不大，動力銜接更為平順。再以 Lexus 的八速自排為例，有 8 個減速比可以設定，可以把 4 個高檔位減速比設得很密，換檔時引擎轉速變化都不到 20%，上檔下檔駕駛人幾乎都無法察覺，也越容易將引擎保持在省油的最佳轉速範圍運作。

自動排檔增加了檔位數，省油性到底提升多少呢？傳動系統專業名廠 ZF 提供了一個引擎省油性隨著檔位數增加而改進的量化數據，根據這份的數據，四速自排省油性比三速自排提升百分之六，五速自排比四速自排省油性提升百分之二，六速自排又比五速自排省油性提升百分之五，ZF 的數據中還有一個「第二代」的六速自排又比「第一代」六速自排省油性提升百分之三到百分之六，最後八速自排又比六速自排省油性提升百分之五。

這一大堆百分比相乘起來，完全相同的引擎，從三速自排換裝成八速自排，省油性大約可以提升百分之二十五！

很可觀吧！除了省油之外，因為引擎不需要在極端的高轉速下工作，高速巡航時引擎轉速也較低，因此引擎較安靜、磨耗較少，引擎本身壽命也會變得更長。同時小排氣量的引擎有較多檔位數時，也能產生和大排氣量引擎同樣甚至更好的低速扭力，同時也能同樣輕鬆地高速巡航，但是卻比大排氣量引擎省油得多，使得小排氣量引擎的車子成為性能與省油兼具的選擇。

OK，您一定會問這個問題，自動排檔檔位數要多少才足夠呢？自動排檔檔位數的競爭還會繼續下去嗎？

這個問題其實早已有了答案，就是「連續可變傳動系統」，“Continuously Variable Transmission”，中文念起來還頂拗口的，就直接叫做 CVT。CVT 基本上代表的是無限多個檔位的傳動系統。

其實 CVT 是相當古老的科技，發明人是鼎鼎有名的達文西（不要懷疑，就是「達文西密碼」，「蒙娜麗莎的微笑」那位達文西）。CVT 最早在 1956 年時便被正式被應用在汽車上，但是一直沒有很大的成功。

CVT 基本上是皮帶傳動，引擎軸連接小皮帶輪，透過鋼製皮帶帶動大皮帶輪，小皮帶輪轉得快、大皮帶輪轉得慢，就造成了減速的效果，而大小皮帶輪半徑的比例，就是這時候的減速比。那麼減速比如何連續可變呢？主要是 CVT 的傳動皮帶輪構造比較特殊，分成活動的左右兩半，可以相對接近或分離，而其與皮帶的接觸面作成楔形的斜面，皮帶輪左右兩半相對接近時，鋼製皮帶轉動的直徑便隨著放大，相對分離時，皮帶轉動直徑便隨著縮小，直徑可以連續改變，減速比自然也就連續改變了。

早期 CVT 對變速的控制都是機械式的，以鋼製皮帶轉動產生的離心力來驅動傳動皮帶輪左右兩半相對接近或分離，以改變減速比。現代的 CVT 系統則改為電子控制，皮帶輪直徑、減速比的大小完全由電腦控制。不過 CVT 技術上最大的問題，還是皮帶傳動會發生打滑，可以傳送的扭力先天上受到限制，這項致命的缺點使得 CVT 傳動系統過去一向只能裝置在小引擎車上。

CVT 似乎每隔幾年就被拿到檯面上來討論一番，各大車廠似乎都對 CVT 的發展保持一定的興趣，但卻又似乎不完全看好 CVT 在汽車上的成功。CVT 倒是在機車的應用上十分成功，二十多年前咱們大學時代騎的還都是「腳排檔」的野狼 125 或「手排檔」的 Vespa 機車，現在早已被台灣滿街跑的無段變速機車所取代了。

CVT 這一回再度廣泛受到重視，主要是因為好幾部油電混合動力都是採用 CVT 傳動，所謂“CVT Hybrid”似乎是當下頗時髦的汽車科技名詞。這也提醒咱們一個重要的現實，那就是採用內燃機引擎的汽車，生命已經接近尾聲，全球汽車工業都在尋找一部在價格、性能上都可接受的環保汽車，電動車勢將成為主流。

一旦車子完全是電力驅動，現在不管是手排檔、自動排檔複雜的齒輪箱全得進入博物館，傳動系統的發展一定得配合這個改變。車廠當然看到這個改變，新型式的傳動系統也在研發之中。汽車傳動的名廠 ZF 可能最接近達成電力驅動車的理想傳動系統—“shift-by-wire”，自動排檔系統中所有的液壓元件和電控機械元件都被電子控制

所取代，所有類比訊號也改以數位訊號處理，控制的效果更佳，而所需要的重量和空間都大幅節省。

到時您可真的要幾個檔位就有幾個檔位了！