



作者：徐業良 (2000-05-15)；核可：徐業良 (2000-05-15)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2000 年六月號，史丹福專欄。

## 汽車的綠色革命

五月份，綠色突然變成國內最受到矚目的顏色。

除了政權交替、綠旗上台之外，所謂「綠色科技」由於核四廠興建的爭議，突然又廣泛受到重視，反對核能的、擁護核能的，七嘴八舌再度展開大混戰。在這場舌戰中有一個各說各話、渾沌難解的核心問題，就是不用核能發電的話，究竟還有沒有「替代方案」？而這些替代的發電方案，又是不是真的比較環保，比較「綠」？

當然，沒有完整、客觀、值得信賴的數據分析，大家扯翻天了，也都只能算是「各自表述」而已，很難有個交集。不過假使真的有一份完整、客觀的各種能源污染的數據分析的話，環保人士除了要走上街頭反核之外，搞不好也要連帶反對汽車了。

的確，現代人的生活，一早起來不是呼吸新鮮空氣，而是陷入車陣中呼吸汽車排放的廢氣。汽車實在是一個很不「綠」的產品，耗費大量能源、製造大量污染，可是你我的生活中偏偏又少不了汽車。

美國大概是全世界對汽車造成的污染態度最強硬的國家，特別是加州相關廢氣排放法令，更是毫不留情地強力要求汽車工業重視、解決汽車廢氣排放的污染問題，例如汽車廢氣中碳氫化物排放量的規定，從 1994 年的每英哩 0.250 克，一下子降低到 2000 年的每英哩 0.070 克，六年之間大幅降低近 80%。針對解決

地球溫室效應問題而簽訂的京都協議，也要求已開發國家大幅將造成溫室效應的氣體如二氧化碳的排放減量。美國是全世界最大的汽車消費市場，而美國嚴格的法令已經迫使美國汽車工業，包括美國的三大車廠以及日本車廠，兢兢業業地展開一場汽車的「綠色革命」。

汽車的綠色革命，核心問題也是，有其他更乾淨的替代能源嗎？

有的，目前看起來，有三種替代能源比現在燒汽油的內燃機引擎要乾淨得多，電能、燃料電池、和天然氣。

電動車的優點很明顯，沒有廢氣排放、行駛安靜平順、操作維修成本低，不過相對的電動車缺點也很嚴重，行駛航程短、充電時間長、性能不佳、電池笨重且壽命短等等。電瓶始終是電動車無法突破的關鍵技術瓶頸，各種電瓶原理其實沒什麼不同，不同的地方是電瓶中電極板所使用的金屬，像是鉛酸電池、鎳氫電池、鋰電池，不同金屬電極板的電瓶供電的速率和容量便大有差異。

其實電動車的發展不是最近的事兒，早在 1930 年代便有電動車出現，但是電動車電瓶技術上的問題始終不能解決，加上 30 年代並沒有迫切的環保、能源需求，電動汽車的發展便沈寂下來，一晃就是六十年，直到 1990 年代後期為了要滿足加州的「零廢氣排放汽車(ZEV)」的規定，才又有不少電動車一部一部上市。通用汽車公司率先 1996 年在加州和亞利桑那州推出了雙座的 EV1，本田接著推出了使用鎳氫電池的 EV-Plus，豐田的 RAV4 也使用鎳氫電池，日產也在加州推出使用鋰電池的 Altra EV。一時之間，加州汽車市場上充斥著「副檔名」是”EV” 的車子。

然而這些純電動車始終沒有在市場上造成任何衝擊，像是通用汽車公司的 EV1 雖然在行銷策略上採用租賃的方式，企圖彌補消費者對電動車不信任而不願購買的心態，但是一共也只銷了幾百輛。許多專家們的看法是，除非有重要的技術突破，使用電瓶的電動車可能很難和使用其他能源的車輛競爭。

這裡所謂「其他能源」目前最被看好的是燃料電池。燃料電池技術的原理一年多前曾在史丹福專欄中為文詳細解說，基本上燃料電池實在不是「電池」，事實上英文”fuel cell” 兩個字中也完全沒有電池的含意，燃料電池不需要事先蓄

電，而是經由燃料供給源源不斷地產生電流，其實就是一具小發電機。使用燃料電池當坐汽車能源，最大的優點就是其能量效率高，傳統電動車的困擾行駛航程短、充電時間長、性能不佳，在燃料電池電動車上都不是問題，而燃料電池內產生的反應，就是在兩個電極之間分別供給氫和氧，化合產生電流、水、和一些熱，所以燃料電池電動車真的非常環保非常「綠」，其副產品不過是水而已。

這樣的好東西，商業上的競爭自然十分激烈，目前幾乎每一家主要的汽車廠，都在發展使用燃料電池的電動車。然而儘管競爭激烈，要有量產的燃料電池電動車問世，消費者可能還要等幾年。目前使用燃料電池汽電動車技術上最大的困難倒不在燃料電池本身，而在於燃料電池所需要的氫氣該從哪裡來，如何生產、儲存、及運送氫氣。有些燃料電池系統包括了一只燃料轉換器，目的就是要從碳氫化合物的燃料，例如天然氣、甲醇、甚至汽油，把其中的氫以化學方式提取出來供燃料電池發電使用，然而主要的問題是成本仍然太高，且燃料轉換器體積裝置在汽車上還是過大。豐田最近發表的燃料電池電動車 FCEV，就是以燃料轉換器將甲醇轉換成燃料電池需要的氫氣，豐田宣稱其甲醇燃料電池的能量轉換率是 60%，也就是燃料中 60% 的能量都可以轉換成汽車行進的機械能，這數字幾乎是內燃機引擎的兩倍，著實誘人！

使用燃料電池的電動車看起來是汽車界對於汽車「綠色革命」的共識，但是在這項長程目標達成之前，汽車界仍然必須花點兒心思在其他汽車替代能源，像是天然氣、乙烷、甲醇、瓦斯。

這些替代能源燃燒起來都遠比燒汽油要乾淨，且天然氣含量豐富，比汽油還便宜，甲醇類似酒精，甚至不是礦物，可以從甘蔗等農作物中提煉出來，是可以「種」出來的能源。但是這種替代能源的問題是燃料的能量密度低，單位體積燃料蘊藏能量遠低於汽油，因此也會有行駛航程太短的問題，此外燃料儲存不方便，像是瓦斯或者壓縮天然氣，都必須要有大而笨重的儲氣筒，增加汽車的重量，也給人不安全的印象，另外以目前來說，加氣站不普及也是問題。

在談這些替代能源時，您也許要問，內燃機引擎真的要淘汰了嗎？

目前來說，儘管市場上已經有替代能源車輛，且各大車廠都在積極開發，可以確定的是，在二十一世紀沒有任何一家汽車廠可以只生產內燃機引擎車。但是

許多創新的車子還都只停留在昂貴的概念車，還沒有任何人可以預言哪一種替代能源，在什麼時候，會取代內燃機引擎，成為汽車能源的新政權。

有一次聽到電機系的教授在講笑話，「從前教真空管原理的教授現在大概都已經進入博物館了」。不過精通內燃機引擎的專家和工程師們還不必恐慌，1885年發明的內燃機引擎，要真正進入博物館可能還有一段很長的時日，您的內燃機教科書至少還可以再用個幾十年。畢竟汽油目前還是最便宜的燃料，您覺得汽油貴嗎？論公升算，汽油可比瓶裝礦泉水還便宜呢！如果加上所謂”infrastructure”基礎建設的成本，像是加電站、加氣站等等，比起來汽車的替代能源還是挺貴的，汽車廠本身也不見得很情願淘汰所有製造內燃機引擎的設備、技術。經濟層面的需求往往還是會壓抑住環保的聲音。

而內燃機引擎也仍然有許多環保上的改進空間，許多車廠短期策略上還是持續改進內燃機引擎的廢氣排放，像是將觸媒轉換器、和燃料噴射器上的元件、作一些成本不高的修改，達不到美國法規中的零廢氣排放 ZEV 標準，至少也可達到低廢氣排放”LEV”標準。

內燃機引擎另外一個重要的續命丹是「混合動力(hybrid)」汽車的出現。內燃機引擎冷啟動時燃燒不完全，排放大量氮氧化物、一氧化碳，如何使觸媒轉換器快速提升到華氏 1500 到 1600 度的工作溫度，是抑制內燃機引擎汽車廢氣排放最重要的挑戰。混合動力汽車不直接解決這個問題，而是走了個旁門左道，所謂混合動力汽車，就是車子同時有兩個不同的動力源，幾乎都是內燃機引擎配上電動馬達。冷啟動、低速行駛，內燃機引擎污染最嚴重的狀況，便以電動馬達來驅動汽車，到了正常的工作溫度、工作轉速，才改用內燃機引擎為動力。

混合動力汽車早已經不再是「概念」，日本的豐田車廠在年在日本便已正式推出小型轎車 Prius，目前在日本已經有超過三萬輛在路上跑了，2000 年夏天 Prius 還將挑戰嚴格的美國廢氣排放法令，在美國市場正式推出。Prius 是以電動馬達搭配 1.5 升的汽油引擎，時速 12 英里以下時，Prius 是以電動馬達來驅動汽車，時速超過 12 英里時，汽油引擎立刻銜接上，同時也對電瓶充電，所以 Prius 不需要靠外界電源充電。豐田自己的資料宣稱，這樣的運作方式，使得 Prius 比一般

車輛省油一半以上，廢氣排放量更比美國美國聯邦標準要求的平均值低 86%。在爬坡等需要大馬力時，電動馬達還可助一臂之力，加入汽油引擎同時運轉。

混合動力車的出現，使得人們應該還可以容忍內燃機引擎好一陣子。美國的三大汽車廠都展示過混合動力車的概念車，一些歐洲車廠也在研究類似概念。

講了半天，汽車的綠色革命似乎都是汽車廠的事兒。其實有些簡單的事您也可以做到，讓您的汽車更「綠」，像是注意保養車子，勤換機油、檢查胎壓、讓您的愛車保持在最佳狀態；開車時避免大腳油門猛開猛停，而且儘量多人共乘。

當然您能走路、騎腳踏車、坐捷運，而愛車停在車庫裡不開動，才是汽車最「綠」的狀態。