



作者：徐業良(2008-10-08)；推薦：徐業良(2008-10-08)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2008年十一月號，史丹福專欄。

## 汽車替代能源三雄鼎立，氫能源燃料電池一統江湖？！

2008年可說是汽車產業史上十分慘澹的一年，首先是汽油價格以前所未有的幅度瘋狂飆漲，好不容易油價稍稍穩住，全球性金融風暴又再次重創汽車業。2008年接連著這兩波大海嘯，使得美國、日本、歐洲每一家汽車廠的銷售數字，都以20%~40%的幅度大幅衰退。

您說得對，不只是汽車產業受到影響而已，對於每一個產業、每一個投資者或消費者來說，2008年都是很難過的一年…

不談經濟、金融面的問題，回到汽車技術面的發展，三、五十年以後再回顧這一段汽車技術發展史，2008年可能會得到一個「特別註記」：

「2008年起汽油引擎汽車銷售開始大幅衰退，加速了使用替代能源汽車的研發與上市，終於導致汽油引擎汽車世代的正式結束…」

好吧，這段話是我自己的想像。但是這一兩年高油價的壓力、對二氧化碳排放造成地球暖化的恐慌—汽車排放的二氧化碳大約是人類二氧化碳總排放量的三分之一—的確使得替代能源的研究越來越嚴肅、越來越迫切。

汽車的替代能源的研究方向，目前基本上是三雄鼎立（或者說是三頭馬車？），生質能源、電動車、氫能源，這三種替代能源各有優缺點，也各有支持者。生質能源像是乙醇、生質柴油等，是在汽車應用上腳步最快的，主要原因是可以和汽油、柴油混合使用，汽車本身和加油設施幾乎不需要改裝。然而今年這一波糧荒之後，人們對生質能源的懷疑和反對聲浪明顯強烈起來，大規模生產生質能源，對於人類糧食的來

源和地球環境，都有很大衝擊，而且生質能源對於汽油的使用也只能有補充作用，而不能完全取代汽油。

各國推動生質能源的研發與應用，腳步也似乎漸漸放緩下來，大部分的運輸專家都認為，汽車工業遲早要走上「完全電動車化」。汽車替代能源的另外兩個研發方向其實都是電動車，一個方向是以電瓶充電儲存電力的電動車，另一個方向則是以氫能源燃料電池為動力的電動車。

電動車安靜、零廢氣排放、能源成本也較低，是理想的都市通勤交通工具。油電混合動力車則是從汽油引擎車過度到電動車的產物，油電混合動力車基本上能源還是來自汽油（也已有能插插頭充電的車款），雖非完全的電動車，但比汽油引擎車省油、也比較環保，加油設施也不需要特別改裝，除了價格貴了些之外，很受消費者歡迎。

最具代表性的油電混合動力車就是 Toyota 的 Prius，Prius 的成功可說是「啟發」了汽車產業，現在幾乎所有車廠都提供了油電混合動力車款，或者至少正在積極研發之中，甚至有產業專家估計十到十五年之後，油電混合動力設計將會成為汽油引擎車的標準配備。

油電混合動力車技術上比較傾向以電瓶儲存電力為主的電動車，這個發展方向最大技術的瓶頸也正是電瓶。電瓶充電動輒要花好幾個小時，且電瓶能量密度低，載滿一整車充飽電的電瓶，行駛里程還是很有限。此外電動車本身雖然不會產生污染，但是電力的來源—發電廠，還是可能使用產生大量污染的發電方式（如燃燒煤炭的火力發電）。

儘管電池技術的研究不斷進步，但在充電時間和能量密度這兩項問題的改進上，短時間內還沒看到革命性的新技術。因此在汽車的替代能源上，大部分專家其實最看好的是使用氫能源的燃料電池(fuel cell)。

燃料電池的原理您也許聽過很多次，“fuel cell”雖然中文翻譯成燃料「電池」，實際上 fuel cell 是一個發電機，能夠將氫氣以電化學的方式（不是燃燒氫氣喔）產生電力，過程中不會產生二氧化碳，副產品只有乾淨的水。所以燃料電池車其實也是電動車，但是燃料電池車不必長時間充電，只需要「加氫」，而且氫的能量密度高，燃料電池電動車的行駛里程也比使用電瓶儲存電力的電動車要長的多。

然而在汽車替代能源的競爭上，「如何加氫」也是燃料電池汽車所面對最重要的挑戰。氫氣生產的方式很多，可以從天然氣中提煉，也可以用電解水的方式，技術上

還不是太大的問題。「加氫站」設置所需要的整體基礎建設的建置，才是氫燃料能否在汽車替代能源的競爭上一統江湖的最重要關鍵。

從工程師開始夢想用氫燃料來取代汽油，他們就開始面對一個很難搞定的問題：對於汽車製造廠來說，沒有加氫站的網路，車廠不可能將燃料電池汽車從研究實驗室推到經銷商的展示室，正式銷售、推廣；另一方面汽油公司（或者應該改稱「能源公司」）則說，如果馬路上沒有足夠數量、售價合理的燃料電池汽車，他們看不到什麼理由必須建置成本高昂的加氫站網路。

哪一個優先，燃料電池汽車或是加氫站？

面對全球暖化的問題和高漲的油價，汽車廠已經沒有時間繼續和能源公司討論雞生蛋、蛋生雞的問題，汽車廠和能源公司必須儘速開始攜手合作，打破氫能源的困境。他們的結論是，燃料電池汽車的推廣和加氫站的網路建置沒有誰先誰後，而應該組合起來一起出現，這是唯一能將氫能源在汽車上的應用往前再跨一步的方法。

在加州洛杉磯聖塔莫妮卡街上，有一個 Shell 公司設置的，看似一般的加油站，正是這個燃料電池車和加氫站「同步出現」策略下，帶領世界走向氫時代的第一個加氫站。這個加油站有傳統的汽油加油槍，同時也有看起來很奇特、有個藍色“hydrogen”標誌的「加氫槍」。

燃料電池車和加氫站「同步出現」策略的另一半，是 Honda 汽車廠已經展開一個方案，在未來三年內選擇性地租賃最少 200 部最新開發的 FCX Clarity 燃料電池車，給南加州特別篩選過的顧客，這些顧客能夠在 Shell 或其他能源公司設立在南加州的加氫站加到氫。

Honda 這部 FCX Clarity 用燃料電池驅動電動馬達，租賃價是一個月 600 美元，比這部燃料電池車所需真實成本要便宜許多。這些燃料電池車都是特製的，並非大量生產的，成本高得嚇人，估計在未來十年內都沒有車廠會真正大量生產燃料電池車賣給一般大眾。但是氫能源提供了豐富又乾淨的能源形式，大眾似乎對這個科技很有興趣，當 Honda 宣布其燃料電池車租賃計畫時，有超過 50,000 人登記希望成為租賃者。

要取代有超過百年歷史的汽油引擎汽車，當然還沒那麼簡單。汽車加油站的基礎建設，也是花了一個多世紀才完成的成果，以美國為例，美國目前有超過 17 萬個加油站，油管長度以百萬英哩計，油罐車有好幾千台，要完成同樣規模的加氫站網路，即使有政府的幫助，基礎建設的成本還是巨大到幾乎不可能。這個問題長期以來阻擋

了以氫能源做為汽油替代能源的發展，也多多少少保障了汽油在車用能源的霸主地位。

五年以前大家在討論的焦點還在如何在各地提供足夠的氫能源基礎建設，現在汽車廠和能源公司主流的想法已經轉變為，「把加氫站集中設置在少數有足夠需求的地方」，並不想在一開始就能照顧到所有車主。

這樣的策略是有數字依據的，GM 去年底發表一份研究報告說，如果在美國前 100 名的城市建立 12,000 個加氫站（而不是十七萬個加氫站），美國 70% 人口居住的地方兩英里之內都有加氫站。全世界第一個加氫站網路將建置在洛杉磯地區，共有 40 個加氫站，將花上八千萬美元，估計已經可以完整照顧整個洛杉磯地區的加氫站需求。

在這樣的期待之下，汽車製造廠更積極地開發氫能源汽車。GM 的目標是在未來幾年內能夠有超過 100 部燃料電池汽車在街上跑，和 Honda 一樣只提供給南加州經過篩選的車主。Honda 則積極規劃量產車款，希望能在 2018 年量產氫能源燃料電池車。其他汽車製造廠，包括 Ford、BMW、Volkswagen、Daimler 也都在開發燃料電池原型車。當然在量產之前，如何將低燃料電池的成本、提高壽命，還需要更多研究。世界各國政府都補貼大量經費來作氫能源開發，美國能源部過去五年就花了十二億美金的研究經費作氫能源的研究。

美國的國家科學院最近很樂觀地估計，車廠在 2020 年之前將會賣出超過兩百萬輛使用氫能源的燃料電池車，大約是全世界汽車總數的百分之一。其後氫能源車輛將會迅速增加，2035 年時達到六千萬輛，2050 年時達到兩億輛，也就是幾乎所有在路上跑的汽車都是氫動力燃料電池車了。

說實在，我不太相信美國國家科學院這項預測，不過長期看來，氫能源燃料電池車確實像是未來汽車最有可能性的解決方案，問題是如何度過這個轉變期…

汽車時代的大轉變，咱們走著瞧…