

圖
解
版

汽車最新

Automotive Technology

高科技

全彩
修訂版

高根英幸 著

黃郁婷 譯

各大汽車原廠彩色圖解，解剖運作原理，
讓你一窺當今汽車內部隱藏的高科技心血。

專家審定 **吳浴沂**
台北科技大學車輛系主任

專家推薦 **鐘證達**
虎尾科技大學車輛工程系
副教授兼系主任



晨星出版

第1章

以環保為導向的高科技

為顧及溫室效應與原油價格飆漲等問題，以汽油或柴油以外的能源為燃料的汽車已經開始普及。本章將解說各種致力減低對地球環境造成負擔的環保科技。



照片提供：戴姆勒

2009年Mercedes-Benz發表的概念車款「燃料電池敞篷車 (F-cell Roadster)」，外型復古，令人懷想起戴姆勒一號。燃料電池的輸出功率有1.2千瓦，儘管最高時速僅有25公里，車速緩慢，卻擁有長達350公里的傲人續航力。



多元的油電混合動力系統

——可概略分成三大類

「**電動車**」堪稱最環保的車種，可惜電池性能受限、續航距離短等問題有待克服。而現階段能彌補電動車的弱點，較汽油車環保又能實現節省燃料費的理想車種，非「**油電混合動力車**」莫屬。

油電混合動力車一詞源自英文Hybrid Car。Hybrid為混合之意。之所以用此命名，是因為它的動力來自數個動力系統。其實，油電複合式引擎系統是很早就發展出來的系統。那時，汽油引擎的效率還沒有現在這麼好，所以油電混合動力車曾在那樣的背景下普及一時。可惜，在引擎性能、續航距離等各方面，油電複合式引擎仍存有若干問題無法克服，因而逐漸在車市中消聲匿跡。

那麼，油電混合動力車為何能在現代車市中重生呢？主要理由有三：

第一、電池和馬達控制系統的性能已經大幅提升，因此可以製造出高能源效率的油電混合動力車。

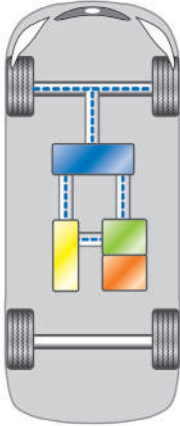
第二、汽油引擎的性能已經發展到了極限。汽油引擎不斷改良至今，不論是在節能技術，或是在降低空氣污染的技術方面都已面臨瓶頸，很難再有重大突破。

第三、人類可依賴石油的程度已經面臨極限。減緩地球暖化的呼聲四起，節省石化燃料已成趨勢，原油價格不斷飆漲，一再迫使人類減低對於石油的依賴。

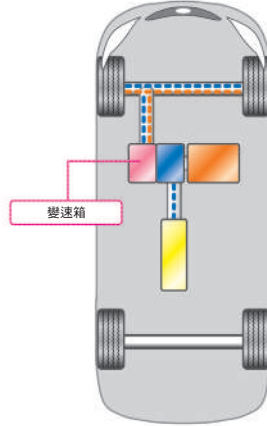
油電混合動力系統主要分為三種：「**串聯式混合動力系統**」、「**並聯式混合動力系統**」與「**串並聯式混合動力系統**」。

三種油電混合動力系統

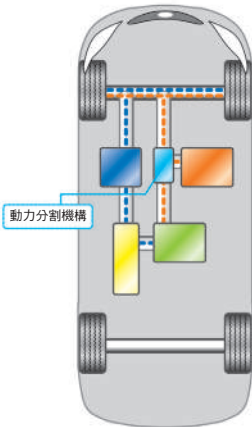
串聯式混合動力系統



並聯式混合動力系統



串並聯式混合動力系統



油電混合動力系統主要分為三種，即「串聯式混合動力系統」、「並聯式混合動力系統」和「串並聯式混合動力系統」。三種形式各有千秋，各車廠在選用上也各有考量。

圖片提供：馬白達



油電混合動力車①串聯式

——利用引擎發電、單憑馬達就能行進

首先為各位介紹「**串聯式混合動力系統**」。這種系統的特色是引擎僅用來帶動發電機運轉以產生電力，而不傳動車輪。引擎產出的電力會貯存於電池中供馬達運轉之用，再由馬達運轉產生驅動力。

和稍後會提到的「串並聯式混合動力車」相比，串並聯式混合動力車是以汽油車為本體的油電混合動力車，而**串聯式混合動力車**則是以電動車為本體的油電混合動力車。

在高度關心環保議題的歐洲，巴士等大眾運輸工具採用串聯式油電混合動力車已有很長的歷史，而日本過去幾乎沒有大眾運輸採用油電混合系統。不過，在環保潮流下，日本街頭已可見到串聯式油電混合巴士。

串聯式油電混合動力車的優點，是單憑高效能馬達就能產生動力。由於不需要藉由發電用的引擎產生動力，且引擎和馬達之間有電池，**引擎的輸出功率不必應付馬達的消耗所需，只要能供小發電機運轉的程度就很夠用了。**

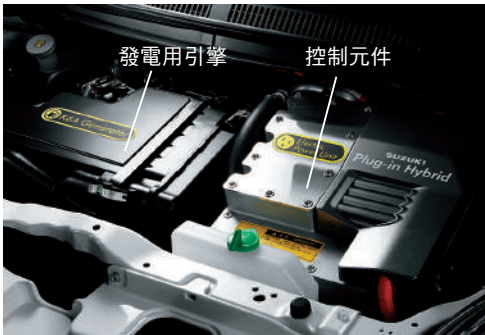
然而，串聯式油電混合動力車也有缺點。串聯式油電混合動力車需要大型馬達產生驅動力，造成行駛性能受制於電池的性能。所以在電力需求大，必須轉動大馬達的情況下，為了驅動發電機，就得搭載大引擎和多顆電池。不過，只要電池性能提升，這項缺點應該就能獲得改善。

鈴木 (Suzuki) Swift 充電式油電混合動力版



2009年東京車展試做車

左圖為以電動車為主體，追加發電用引擎的鈴木Swift串聯式油電混合動力版。只要接上家用電源，或在商業充電站充飽電力，單憑電池就可行駛20公里。



引擎室

引擎室搭載發電用的660cc. 排氣量引擎、發電機（左）以及控制電力等用途的元件（右）。強力的馬達負擔汽車行進，引擎則為專門用來發電。



車內與電池部分

高能密度的鋰離子電池垂直收納於中央通道 (Center Tunnel)，為油電混合動力車實現不需犧牲車內空間的理想。

照片提供：鈴木汽車



油電混合動力車②並聯式

——結合引擎與馬達之力全力加速

本節接著要解說「**並聯式油電混合動力系統**」。並聯式油電混合動力系統，是**結合引擎與馬達的力量讓汽車行進的動力系統**。並聯式的優點是引擎和馬達兩者皆可傳動輪胎。因此，在加速等動力需求較大時，就可以結合引擎和馬達的力量提升加速性能，而非單憑引擎的力量。這種系統，使汽車得以搭載排氣量較一般汽油引擎小的引擎，在降低油耗、節省油料費用方面成效優異。

另外，由於**使用小容量電池就很足夠**，因此能減輕車體重量，更容易達成降低油耗的目的。再加上並聯式油電混合動力車與汽油引擎車的**車體共用性高**，有助於降低汽車造價。在電力不足或減速時，馬達可充當發電機為電池充電。不過，雖然並聯式油電混合動力車宣稱可結合馬達之力，但馬達充其量也只是扮演輔助角色。難以單憑馬達之力行駛是並聯式油電混合動力車的缺點。

採用並聯式的油電混合動力車的代表車款有：本田（Honda）的Insight、喜美（Civic）油電混合動力車版，以及賓士（Benz）的S-Class油電混合動力版。基本上，本田和賓士所生產的油電混合動力車，都是在汽油引擎和變速箱之間安置薄型馬達而成的並聯式油電混合動力車。

由於並聯式油電混合動力車構造較單純，可以有效率地提升油耗性能，兼具低廢氣污染與高經濟性優點，因此有可能在未來成為普及車種。

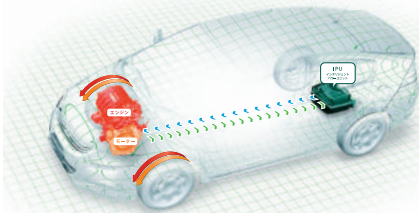
本田「Insight」的動力系統



這是在原有引擎與變速箱之間置入薄型馬達，使馬達與引擎直接連接，讓原有引擎最佳化，並且採用「全汽缸休止系統」改良而成的油電混合動力版。

照片提供：本田技研工業

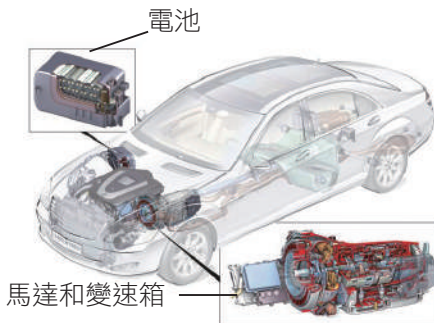
本田「Insight」的油電混合動力系統配置圖



引擎與馬達配置於車頭部位，控制系統「智慧動力模組」(IPU；Intelligent Power Unit)和電池配置於車尾部位。利用引擎和馬達驅動前輪。馬達在減速時發電，也可配合電池的蓄電量發電。系統設計簡潔有力。

圖片提供：本田技研工業

賓士「S-Class油電混合動力車」的油電混合動力系統



電池

馬達和變速箱

S-Class油電混合動力車也是採用結合引擎和馬達之力的垂直式油電混合動力系統。變速箱前方配置有薄型馬達，專職驅動與發電。電池是採用高性能的鋰離子電池，原有電池空間（車頭部位）就足以收納。

圖片提供：戴姆勒



油電混合動力車③串並聯式

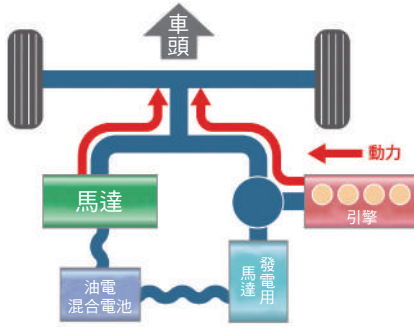
——擷取串聯式與並聯式的優點

油電混合車的低油耗優點在塞車時特別明顯。因為油電混合動力車能讓引擎暫時停止空轉，只藉由馬達的動力緩慢行進。可是，由引擎主導的並聯式油電混合動力系統，雖然有辦法讓引擎暫時停止空轉，卻不擅長單憑馬達動力前進。這是因為馬達是輔助動力，不但沒有多餘的動力，就連電池也沒有多餘的容量，而引擎一旦中止運轉，馬達反而會形成阻力。在這種情況下，接近電動車的串聯式油電混合動力車的效率會比較好。

有鑑於此，近代油電混合動力車的先驅——豐田（Toyota）「Prius」即採用「**串並聯式油電混合動力系統**」，視情況切換成由馬達主導的串聯式混合動力系統，或由引擎主導的並聯式串聯式混合動力系統。串並聯式油電混合動力系統是由引擎驅動車輪、發電，**而且在電池電量十分充足的情況下，也可以只靠馬達應付低速行進**。此外，還可趁停車時讓引擎空轉為電池充電。當然，需要強大加速力量時，引擎和馬達就會開始總動員。不過，也正因為如此，系統結構難免變得過於複雜，連帶影響到汽車的造價與重量，是比較不利的部分。

在探尋如何能比汽油引擎車更確實節省油耗後，豐田的工程師最後決定採用串並聯式油電混合動力系統。雖然在系統構造與控制方面因此變得複雜，但卻成就了一部缺點少的高人氣油電混合動力車。

串並聯式油電混合動力系統的構造



豐田「Prius」的引擎除了驅動車輪，還有能以較少的段數，獲得大減速比的行星齒輪驅動發電機，藉由控制齒輪部，結合驅動用馬達和引擎的力量。也可以反過來，只利用馬達行進。此外，停車時也可以利用引擎低速空轉讓發電機運轉，為電池充電。

Prius的「Strong Hybrid」

【支援Strong Hybrid的先進系統】

<高輸出油電混合電池>

<引擎>

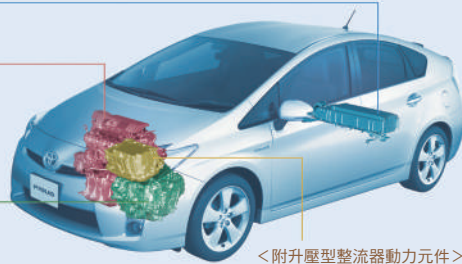
優異的引擎效率表現。

<高輸出馬達>

利用高輸出電池的電力驅動輪胎。

<發電用馬達>

在利用馬達行進時供給較大電力。



<附升壓型整流器動力元件>

將動力元件內的直流電與交流電控制在最佳狀態。

豐田汽車稱此並聯式油電混合動力系統為「Strong Hybrid」。雖然這種系統的構造複雜，需要高度控制，但現行車第三代Prius的工程師已經實現讓油電混合系統大幅降價的理想。

照片、圖片提供：豐田汽車



電動車 (EV)

——既舊也新的環保車

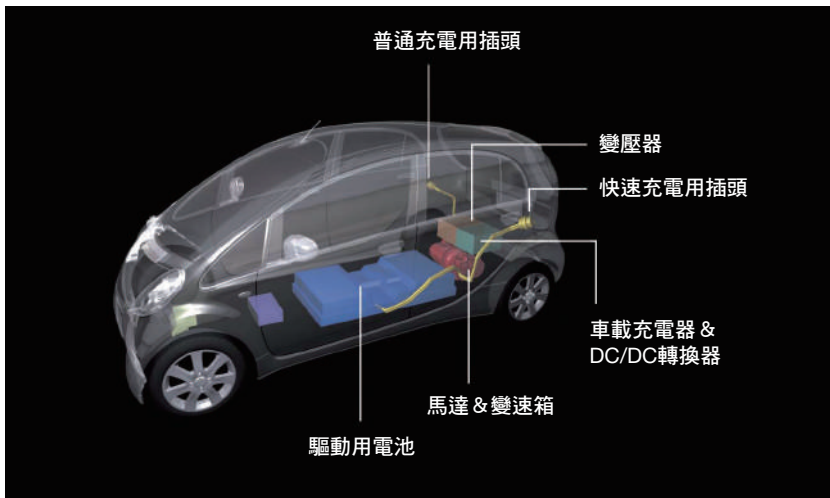
2009年，日本汽車產業開始發售以輕型車為基礎的「**電動**車」(EV: Electric Vehicle)，電動車總算成為現實可乘的交通工具。電動車的優點可不僅是「不會排放廢氣的環保車」而已。

電動車的第一項優點是**能源使用效率高**。相較於汽油引擎車只能從汽油所產生的能量中獲得三成動力，電動車能將八成的電池電力轉換成動力。儘管發電或供電過程多少會有損耗產生，但整體來說，能源浪費程度極低。假如利用深夜減價時段充電，其燃料費大約可降到低油耗汽油車的十分之一。假如充電電源來自風力或太陽能發電等較潔淨的能源，就更環保了。

第二項優點是**不需要變速箱**。汽油引擎的引擎轉數關係到動力轉換的效率，所以汽油車需要利用變速箱調整速度和引擎轉數。然而，馬達從零轉數到高轉數，幾乎可以用相同的效率將電力轉換成動力，所以電動車不需要變速箱，只要在需要較大動力時，給予相當的電力就可以了。

第三項優點是**起步加速強勁有力**。得力於馬達可以在停止狀態到開始運轉的瞬間發揮最大力量，起步加速宛如從發射台發射出去般強勁，是電動車的一大特色。而幾近無聲的動力元件，也是電動車的另一優點。

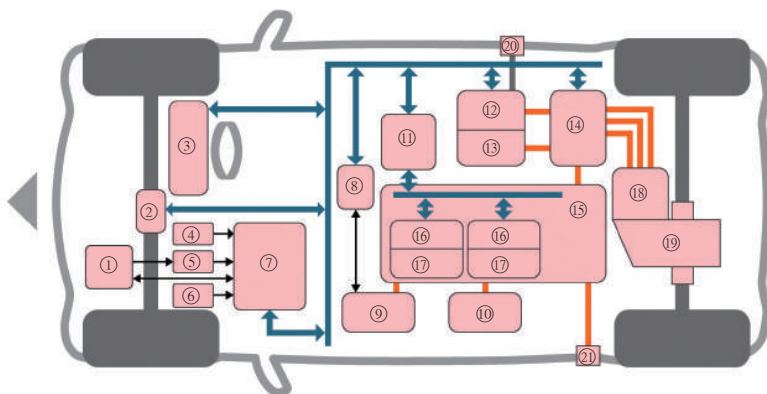
三菱 (Mitsubishi) 「i-MiEV」



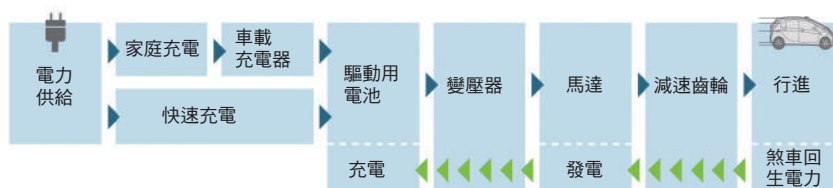
三菱於2009年發售的「i-MiEV (Mitsubishi innovation Electric Vehicle)」電動車 (EV)，是利用三菱原有的輕型車「i」的車體，以馬達置換引擎，以鋰離子電池置換油箱改裝而成。雖然有變速箱，但裡面只有嵌入減速齒輪，沒有變速箱。i-MiEV不僅動力性能超越輕型車，續航力更高達160公里。隨著高性能電動車上市，充電站也可望在未來逐漸普及。

照片、圖片提供：三菱汽車

三菱「i-MiEV」的系統



- | | | |
|------------|------------|-----------|
| ① 真空泵 | ⑨ 電動壓縮機 | ⑰ 驅動用電池 |
| ② 電動動力轉向裝置 | ⑩ 暖氣 | ⑱ 馬達 |
| ③ 組合儀表 | ⑪ 電池控制裝置 | ⑲ 減速齒輪 |
| ④ 加速器 | ⑫ 車載充電器 | ⑳ 家庭充電用插頭 |
| ⑤ 煞車 | ⑬ DC/DC轉換器 | ㉑ 快速充電用插頭 |
| ⑥ 變速桿 | ⑭ 變壓器 | |
| ⑦ 電子控制單元 | ⑮ 車內控制用網路 | |
| ⑧ 空調ECU | ⑯ 電池監測單元 | |



i-MiEV擁有相當複雜的系統，以控制充電、行進、煞車回生電力、空調、動力轉向等多項裝置。引擎車的暖氣乃是利用冷卻水生成，而電動車的發熱量低，所以還會再搭載電暖裝置。

圖片提供：三菱汽車

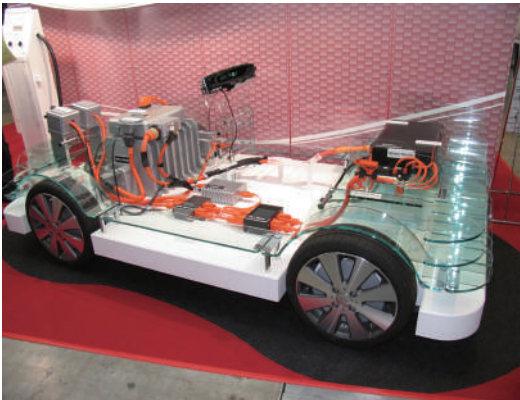
日產 (Nissan) 的電動車



日產於1947年發售的電動車，為組合直流馬達與鉛酸電池之作。最高時速35公里，續航距離65公里。

照片提供：日產汽車

矢崎總業 (Yazaki) 的電動車零件



電動車零件廠矢崎總業展示，供給電動車廠的電動車用零件。車底盤上簡單搭載了馬達、變換電力用的變壓器（驅動用與充電用）和電池等電力零件。續航距離和充電時間取決於電池搭載量，而電池搭載量直接影響到販售價格，所以電動車恐怕還無法一口氣取代汽油車的地位。



充電式油電混合動力車

——在家就能充電的劃時代系統

過去的油電混合動力車只能憑藉本身的引擎替電池充電，當電池的蓄電量變少時，不是得藉由本身引擎充電，就是得放棄以電池驅動馬達產生動力的行進方式，改用引擎驅動汽車。

假如能利用停車期間在停車場為電池充電，就能增加單純利用馬達行進的機會。利用馬達行進的距離雖然不會就此增加，但卻能達到確保每天單純使用馬達行進的距離這項優點。

這就是所謂的「**充電式油電混合系統**」（Plug-in Hybrid System）。Plug-in的意思是「插上插頭」，也就是可以利用外部充電之意。充電式油電混合動力車可以在自家車庫等地方連接家用電源充電，是不需憑藉引擎也能充電的一種油電混合動力車。

在住家附近購物等日常外出活動時，開充電式油電混合動力車就**等同開電動車**。假如快速充電站普及，商業設施的停車場也有快速充電站，還能利用購物時間充電呢！這麼一來，就只剩下長距離移動需要利用引擎了吧？

豐田的現行車「Prius」甚至發展到只要車主在車頂安裝太陽能發電版，就能利用太陽能發電產生的電力，使充電式油電混合動力車的油耗表現能有更大幅度的提升。

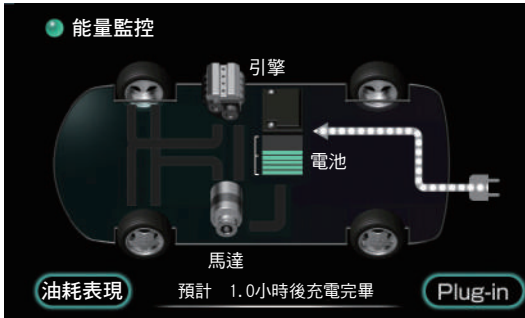
充電式油電混合動力車「Prius」的充電站



Prius 利用充電站充電示意圖。購物中心等商業設施計畫設置此種充電站。假如在停車場即可充電，不使用汽油的行程距離將可延長。

照片提供：豐田汽車

充電中的監控畫面



汽車在充電中處於完全停止狀態，並不需要觀看監控畫面。但為了確認充電狀態，應該會設計左圖般的外部顯示模式。

圖片提供：豐田汽車

居家充電示意圖



充電式油電混合動力車的充電應該會在自宅等停車地點在夜間充電。利用深夜電價優惠時段充電，將電力維持在應付通勤或購物即可的程度，可以大幅壓低汽油支出，油耗表現據說約是現行油電混合動力車的兩倍。

照片提供：豐田汽車



燃料電池車

——不需充電的電動車

「**燃料電池車**」屬於電動車（EV）的一種，藉由氫、氧發生化學反應產生電力。說起來，燃料電池的發明比汽油引擎還早。早在1960年代，汽車廠等就曾試做燃料電池車，但因為汽油引擎車的效率不斷提升，所以燃料電池車遲遲無法獲得重視。

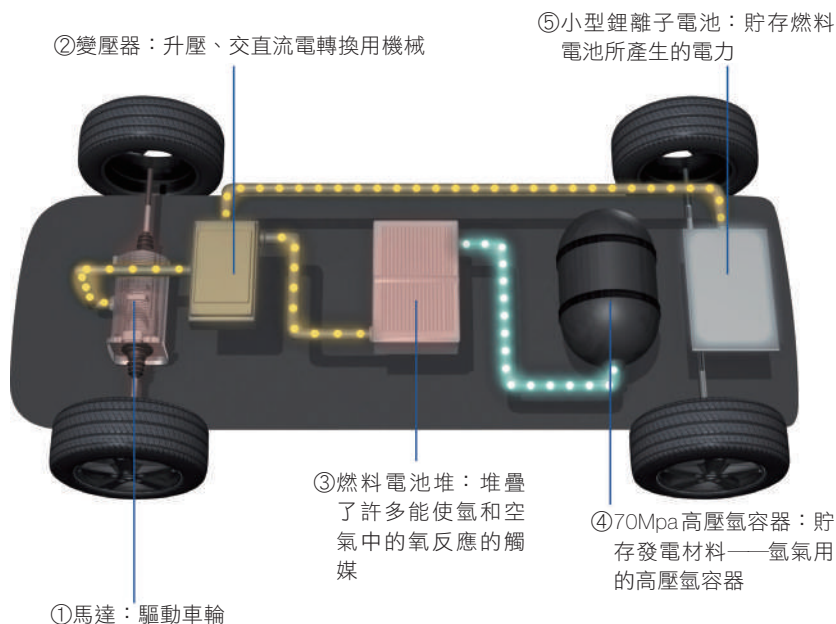
直到21世紀，燃料電池車以替代性能源車之姿重新獲得注目，才又吸引日本與歐美各大車廠再次投入試做工程。

「**邊發電邊行進**」是燃料電池車和一般電動車最大不同之處。燃料電池不同於一般電池，是包含發電原料（燃料）和發電機械，**藉由燃料補給而持續發電的裝置**。

雖然名為燃料電池車，其實還是有搭載蓄積一定電力，可供一段行車距離使用的電池，並且以該電池的電力做為起步用電。需要較大動力時，則同時使用電池和燃料電池的電力驅動馬達。至於一般行進，有時候是一面管理電池的充電量，一面利用燃料電池的電力；有時候則一邊為電池充電一邊行進。

乍聽之下，燃料電池車好像是零缺點的電動車。然而，該怎麼供應氫氣，以及使用白金等高價稀有金屬的觸媒要如何壓低成本，仍是現下有待克服的兩道課題。

日產的燃料電池系統



起步時需要大量的電流，所以直接由電池供給電力，然後再利用發電產生的電力行進。至於在行進中產生的多餘電力，或是在等紅燈時產生的電力，則會回充電池，藉以縮小燃料電池堆的容量。

照片提供：日產汽車

燃料電池車引擎室內部構造



引擎室搭載了電流生產裝置——燃料電池堆，還有用來冷卻變壓器發出熱能的降溫裝置。如照片所示，利用舊有汽油車體改裝而成的燃料電池車，其發電所需的裝置大半都收納在引擎室中。

照片提供：日產汽車



氫燃料轉子引擎混合動力車

——氫燃料轉子引擎與複合動力技術合體之作

唯一達成「轉子引擎」實用化的馬自達（Mazda），進一步研發，讓轉子引擎進化成能以「氫氣」驅動。

這種引擎稱為「**氫燃料轉子引擎**」。馬自達的氫燃料轉子引擎「RX-8 Hydrogen RE」在2006年2月首次亮相。由於引擎燃燒後只排出水，環保性能相當優越。

此款氫燃料轉子引擎採用「**雙燃料系統**」，氫氣、汽油皆可做為燃料以簡單構造輕鬆應付多種燃料，將轉子引擎的獨門特色發揮至淋漓盡致。

2008年，馬自達將氫燃料轉子引擎與混合動力系統融合成一體，開發出氫燃料轉子引擎混合動力車「**Premacy Hydrogen RE Hybrid**」，以氫燃料轉子引擎做為發電機發電驅動馬達，屬於前述的**串聯式混合動力系統**。

Premacy的氫燃料轉子引擎扮演發電機角色，可依一定轉數運轉，因而能大幅降低燃料消耗率；混合動力系統則能大幅提升氫燃料轉子引擎的效率。

要採用氫燃料的話，必須解決氫的製造成本及氫氣填充設備等問題。但氫若能成為具有實用價值的燃料，氫燃料轉子引擎肯定能以未來引擎之姿重登舞台，再度攫獲眾人的目光。

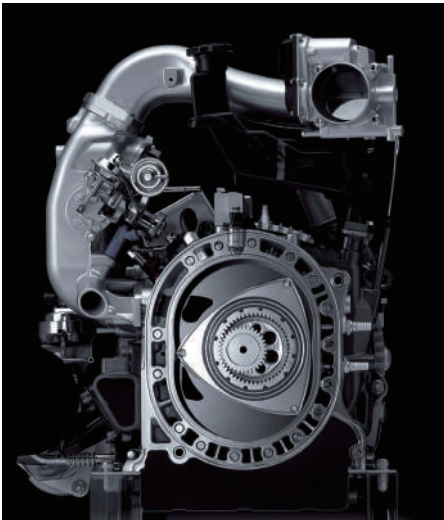
馬自達 RX-8 Hydrogen RE Hybrid



世界首部氫燃料汽車。2006年起以租賃方式開始進入市場。它不僅以氫氣為燃料，也能以汽油為燃料，是雙燃料車，就算附近沒有氫氣站也能行駛。雖然以氫燃料行駛會降低最大輸出與續航力表現，但所排放的廢氣乾淨且不含二氧化碳。

照片提供：馬自達

氫燃料轉子引擎



轉子引擎的構造簡單，其氣室內有轉子迴轉，汽油混合氣的進氣與燃燒分別於不同場所執行，因此非常適合以易燃的氫做為燃料。轉子引擎同時具備汽油噴油嘴和氫氣噴射裝置，所以和原本的轉子引擎一樣，也可以汽油做為燃料。

照片提供：馬自達

氫氣站



馬自達於日本廣島開設的氫氣站。氫燃料車也需要像加油站那樣的氫氣補給站。雖然目前氫氣尚有貯存困難、保存期限短等課題尚須克服，但就潔淨能源層面而言，氫氣仍是令人期待的能源。

照片提供：馬自達

Premacy Hydrogen RE Hybrid



馬自達獨家打造，由「RX-8 Hydrogen RE」培育而來，集合氫燃料轉子引擎技術與複合動力技術之大成的氫燃料轉子引擎混合動力車。

照片提供：馬自達



引擎室



氫燃料轉子引擎僅供驅動發電機之用，行駛所需力量乃由馬達提供。此設計能避開馬力太弱，以及因引擎轉數上下浮動所造成的負荷變化，並提升氫燃料的利用效率。

照片提供：馬自達

行李箱



氫氣箱位於行李箱中。承載能力雖然不高，但至少具有可乘坐五人與裝載行李的承載能力。Premacy Hydrogen RE Hybrid單憑氫燃料的續航力為200公里，大約是RX-8 Hydrogen RE的兩倍。

照片提供：馬自達