

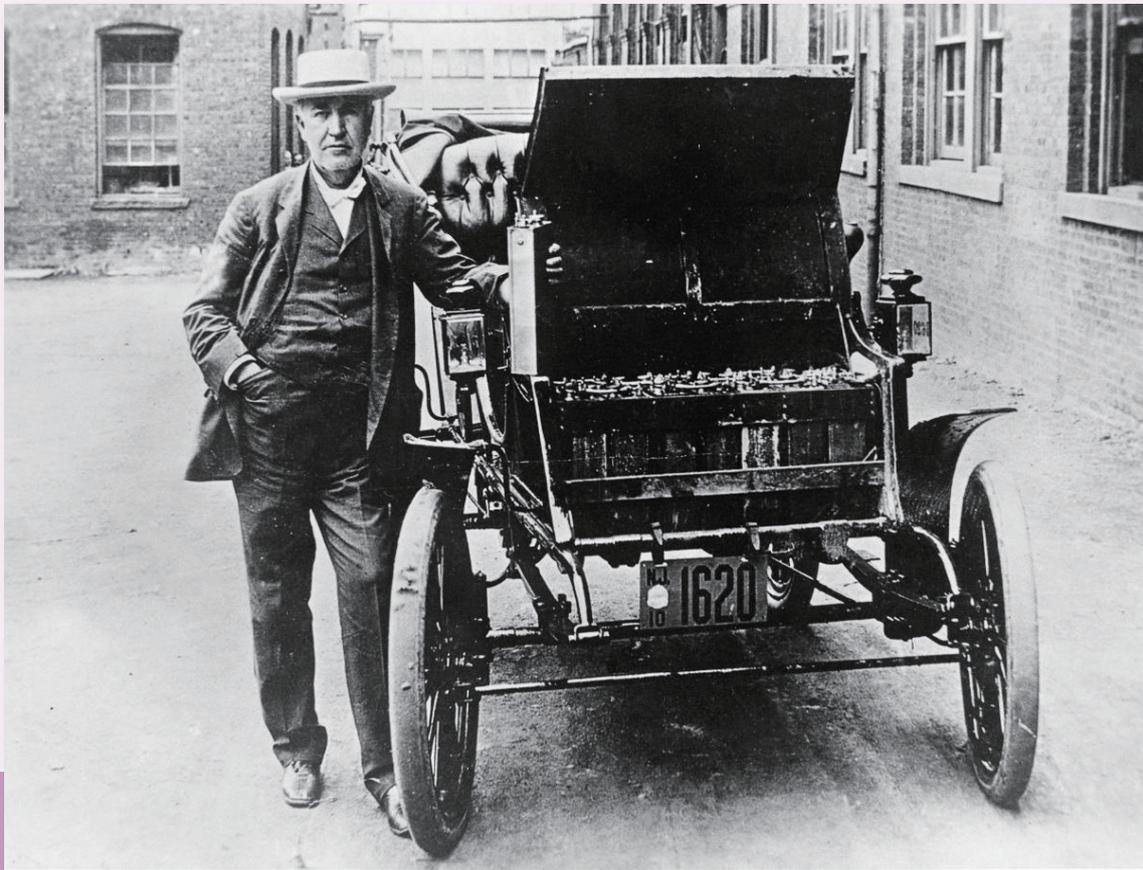


■ 曾逸敦

# 電動車 的歷史與分類

電動車採用的是電能，  
不會排出會汙染環境的廢氣，非常環保。





托馬斯—愛迪生和 Edison Baker。(圖片來源：kknews.cc)

## 電動車的歷史

### 早期的電動車(1839～1935年)

法拉第在 1820 年通過攜帶電流的線材和磁鐵證明了電動機的原理，在 1831 年，他發現了電磁感應定律，使得電動機和發電機的開發和演示成為電動運輸的起始。電動機動力始於 1827 年，當時匈牙利神父 Ányos Jedlik 建造了第一台粗糙但可行的電動機，配備了定子、轉子和換向器。

1835 年，Sibrandus Stratingh 教授在荷蘭格羅寧根大學建立了一個小規模的電動車。1832 到 1839 年，羅伯特·安德森發明了第一個原油電動車，由不可充電的電池供電。在同一時期，實驗性的電動汽車也在軌道上移動。1895 年，發明家托馬斯—愛迪生製作了一台電動車—Edison Baker，這是一輛用一塊電池驅動的四輪敞篷馬車式

車輛，最高時速可達約 32 公里 / 小時。愛迪生曾說：「電是一種魔法，它不需要連桿、曲軸和吱吱作響的齒輪，不會發出噪音，更沒有難聞的氣味。」

19 世紀 90 年代末和 20 世紀初，人們對機動車的興趣大大增加。電動汽車的出租車於 19 世紀末上市，Walter C. Bersey 設計了一隊出租車，並於 1897 年把它們引入倫敦街頭。由於他們製造的嗡嗡聲，被暱稱為「蜂鳥」。20 世紀初，第一批大規模生產的電動汽車出現在美國。1902 年，史蒂倍克汽車公司以電動汽車進入汽車業務。由於當時蓄電池的局限性，電動汽車並沒有普及。

到了 1912 年，許多家庭都接通電力，使汽車普及率大增。在美國，40% 的汽車由蒸汽驅動，38% 由電力驅動，22% 由汽油



1973 年的 Enfield 8000 (圖片來源：kknews.cc)

驅動，共登記了 33,842 輛電動汽車，成為電動汽車最多的國家。大多數早期的電動汽車都是為上流社會客戶設計的大型華麗車廂，它們擁有豪華的裝飾，並配有昂貴的材料。電動汽車的銷售在 20 世紀 10 年代初達到頂峰，可惜的是，電動汽車的黃金時代就停在這時候了。其背後的原因，除了自身在降低製造成本和改善使用便利性方面沒有明顯進步外，燃油汽車的幾波有力反擊也讓電動汽車失去招架能力。

**能源危機下電動車的興起（1960～1979 年）** 1959 年，美國汽車公司 AMC 和 Sonotone 公司宣布聯合研究，生產一種有自充電電池的電動汽車。AMC 以經濟型汽車的創新聞名，而 Sonotone 擁有製造燒結板鎳鎘電池的技術，該電池可以快速充電，並且比鉛酸版本更輕。

同年，Nu-Way Industries 展示了一款帶有一體式塑料車身的實驗性電動車，該車於 1960 年初開始生產。20 世紀 60 年代中期

出現了一些電池概念車，如蘇格蘭航空公司和通用汽車的電動版汽車 Electrovaire，它們都沒有進入生產階段。1973 年 Enfield 8000 確實進入了小規模生產，最終生產了 112 輛。

在 20 世紀 70 年代，大氣保護法使得各國需在限期內控制空氣品質。與此同時，1973 年汽油價格暴漲，也促使人們尋找替換燃油汽車的方法。1976 年，美國國會採取行動通過了電動和混合動力汽車研發法案，這法案授權支持美國能源部對電動和混合動力汽車的研發。20 世紀 70 年代，兩家公司成為電動汽車生產的先驅，首屈一指的是賽百靈—先鋒（Sebring-Vanguard），當時量產了超過 2,000 台型號 CitiCars 的電動汽車。

這些小型通勤車的最高時速可達 44 英里 / 小時，正常時速 38 英里 / 小時，續航里程 50 到 60 英里。在 2011 年特斯拉跑車超越它之前，Citicar 的電動車及其他版本



在 CARB 公約下誕生的 EV (圖片來源: eatontseng.pixnet)

是美國產量最高的電動汽車。另一家電動車公司 Elcar 也在這時崛起，第一批電動汽車的最高時速可達 45 英里 / 小時，60 英里的續航里程，價格在 4,000 到 4,500 美金之間。

這時全世界的汽車製造商都開始增加在電動技術上的投資，寶馬還在 1972 年的夏季奧運會上首次亮相了其第一款電動汽車 1602 E，這款電動汽車裝配一台 42 馬力的電動機，並有 12 個鉛酸蓄電池，最高時速可達 62 英里 / 小時，續航里程 37 英里。雖然奧運會的主辦單位在慕尼黑奧運會上使用，但是它並沒有投產。在 20 世紀 70 年代，還有很多電動車紛紛亮相，但大多沒有銷售。

**技術與環境改變下的沒落與興起 (1980 ~ 1999 年)** 20 世紀 80 年代，因蓄電池的容量缺乏，使得可行駛的距離

較短，而且行駛速度也比一般汽車緩慢許多，因此民眾漸漸偏好選擇以內燃機為動力的汽車。20 世紀 90 年代初，加利福尼亞州空氣資源委員會開始推動更加省油，排放更低的汽車，最終目標是向零排放車輛邁進，比如電動汽車。作為回應，汽車製造商開發了電動車型，包括克萊斯勒 TEVan、福特 Ranger EV 皮卡、GM EV1 和 S10 EV 皮卡、本田 EV Plus 掀背車、日產鋰電池 Altra EV 迷你車和豐田 RAV4 EV。

20 世紀 90 年代，美國消費者對節油或環保汽車的興趣有所下降，這些消費者更喜歡運動型多功能車，儘管燃油效率較低，但價格卻很低。道路上的大多數電動汽車都是低速，低頻率的鄰近電動汽車。Pike Research 估計，2011 年公路上將近 479,000 輛新能源汽車。截至 2006 年 7 月，美國使用的低速電池驅動車輛數量在 6 萬至 7 萬

6千輛之間。北美最暢銷的新能源汽車是全球電動汽車車輛，到2014年中期全球銷量超過50,000輛。2011年全球最大的兩個新能源汽車市場是美國和法國，分別售出14,737輛和2,231輛。

### 近代的電動汽車（2000年～現今）

特斯拉汽車公司於2004年開始開發特斯拉跑車，於2008年首次交付給客戶。Roadster是第一輛使用鋰離子電池的高速公路合法生產的全電動汽車，每次充電行駛超過320公里。自2008年以來，在截至2012年12月的三十多個國家銷售了大約2,450輛。特斯拉車型Model S於2012年6月22日在美國上市，並於2013年8月7日首次交付給歐洲零售客戶。

Leaf（leading environmentally-friendly affordable family car，意即領先、環保、經濟實惠的家庭轎車）是日本日產汽車所研發及生產的緊湊型5門掀背式純電動汽車，於2010年12月起在日本和美國市場銷售。之後於2011年在歐洲各國和加拿大市場銷售，於2012年在全世界範圍內銷售。截至2015年9月，在全世界46個國家和地區銷售，自2010年12月起，全球銷量超過192,000輛。

## 電動車的分類

**電力推進** 由於電力推進和能源的變化，有許多可能的EV配置。關注電力推進的這些變化，有6種典型的替代方案。

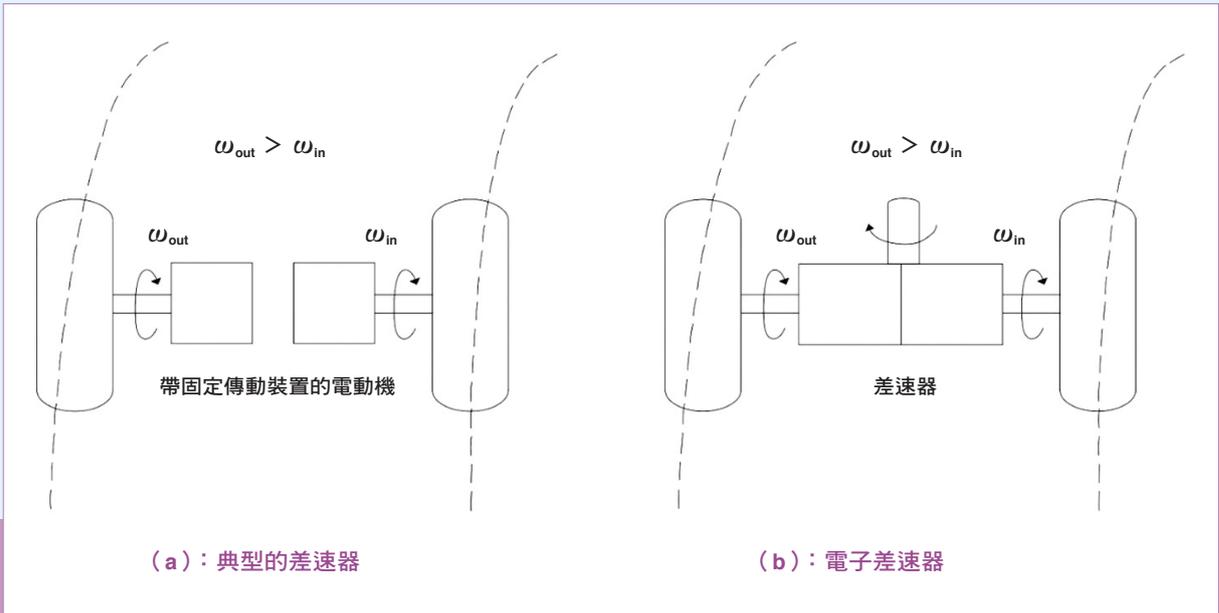
6種典型的替代方案是：包含電動機，離合器，變速箱和差速器，其中離合器用於傳遞馬達與輪胎的動力，變速箱主要由齒輪組組成，用來給予不同的速比；用固定傳動裝置更換變速箱，從而拆下離合器，這樣可以減少車體重量，也能減少傳動系統所占用的空間；兩個軸都指向兩個

驅動輪，最常被現代電動車採用；轉彎時EV的差動作用可由兩台以不同速度運轉的電動馬達提供，換句話說，這是兩個馬達安裝於兩邊驅動輪胎的系統；為了進一步縮短從電動機到驅動輪的機械傳動路徑，把電動機放置在車輪內，這種安排稱為輪內驅動；安裝低速外轉子電動機並移除非任何機械傳動裝置，也就是不需要齒輪系統。

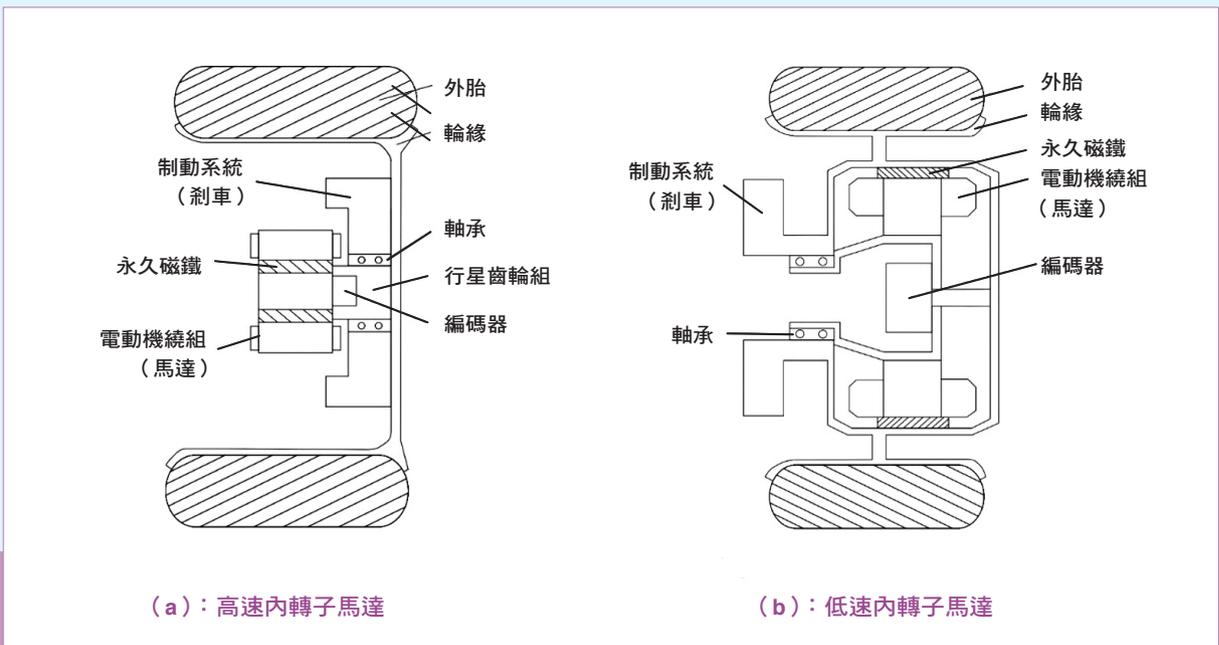
**能源來源** 根據電力推進的變化，從能源的變化著手，有6種典型的EV替代方案。

6種典型的替代EV方案是：基本電池供電配置，幾乎現有的電動車都採用；不是使用協調性的電池設計，而是在EV中同時使用兩個不同的電池，因而能夠在能源及動力之間的協調得到最佳化；與作為能量存儲裝置的電池不同，燃料電池是能量產生裝置，燃料電池能夠產生比一般電池更高的能量，但無法回收能源；在EV中安裝微型重整器，以生產燃料電池所需的氫氣；電容器可以產生高功率，因此在直流轉換器的電路中用到電容；與電容器類似，飛輪是另一種能量存儲裝置，可以提供高比功率和高能量接收性。





(a) 一個典型的差速器，其中小齒輪蜘蛛齒輪可以在其軸上旋轉，允許軸側齒輪以不同的速度轉動。(b) 帶有電子差速器的典型雙馬達驅動器。



兩個輪載驅動的裝置，都使用永磁無刷馬達，而使用該馬達主要是因為它的功率密度很高。(a) 具有體積小、重量輕、成本低的優點，但需要額外的行星齒輪組。(b) 具有構造簡單的優勢，並且不需要齒輪，但由於低速設計，馬達受到尺寸、重量和成本增加的影響。

混合動力車若有使用電力推動電動機，就可以用電池進行再生制動，在車輛減速時回收動能轉換成電能以節省能源。

**固定傳動裝置和可變傳動裝置** 固定傳動裝置意味著在推進裝置與驅動輪之間存在固定的傳動比，相比之下，可變傳動裝置涉及在不同傳動比之間切換，這可以通過使用離合器和變速箱的組合來實現。對於內燃機車輛而言，除了使用可變齒輪傳動之外別無選擇。固定齒輪傳動通常基於行星齒輪傳動。

**單馬達和多馬達驅動器** 當車輛繞彎曲的道路行駛時，外輪行駛的半徑需要比內輪大，因此利用差速器調節車輪的相對速度。

**輪殼驅動** 把電動機放置在車輪內，輪內電動機具有明確的優點，即電動機和車輪之間的機械傳動路徑可以最小化甚至消除。

## 混合動力汽車

混合動力汽車是使用兩種或以上能量來源驅動的車輛，驅動系統可以有一套或多套。常用的能量來源有燃油、電池、燃料

電池、太陽能電池、壓縮氣體等，而常用的驅動系統包含內燃機、電動機、渦輪機等技術。

由於混合動力車輛使用超過一種動力來源，在推動系統的設計上能夠適配於不同的輸出功率而達到更高的效率。舉例來說，內燃機引擎有其運轉最有效率的馬力輸出區間，若搭配電動機共同運作，則可以調節內燃機的負載，使內燃機在最有效率的馬力區間運作，進而達成節省燃料的效果。

此外，混合動力車若有使用電力推動電動機，就可以用電池進行再生制動，在車輛減速時回收動能轉換成電能以節省能源，現在較普遍使用的油電混合動力車就屬於這一類。油電混合動力車或柴電動力車可以由電動機及內燃機引擎共同推動，但也有純粹使用電動機推動的設計。

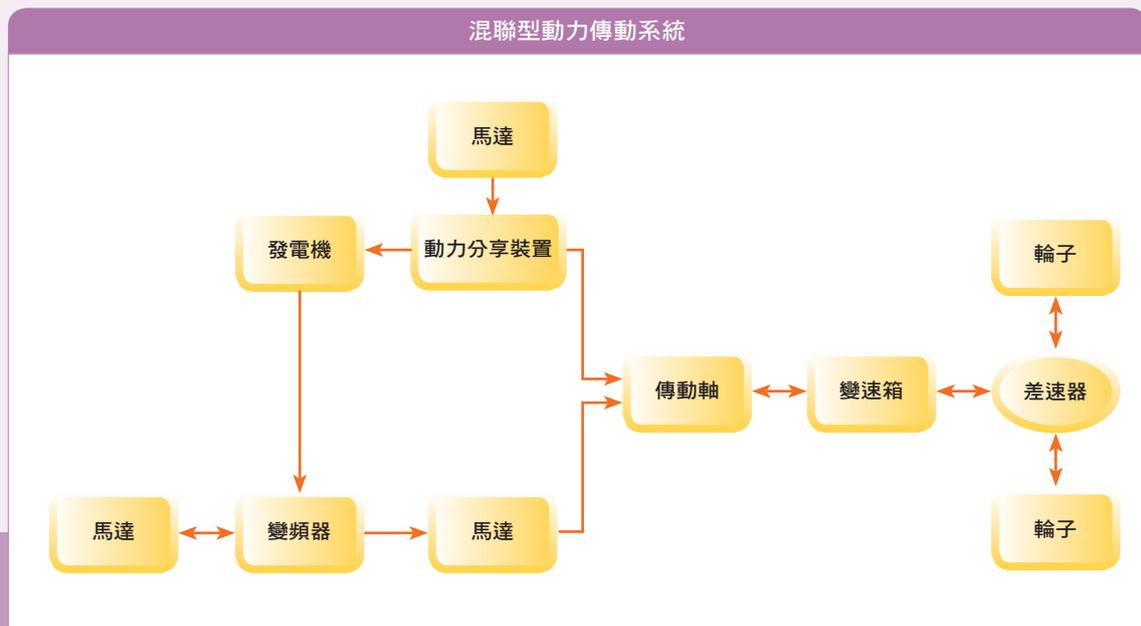
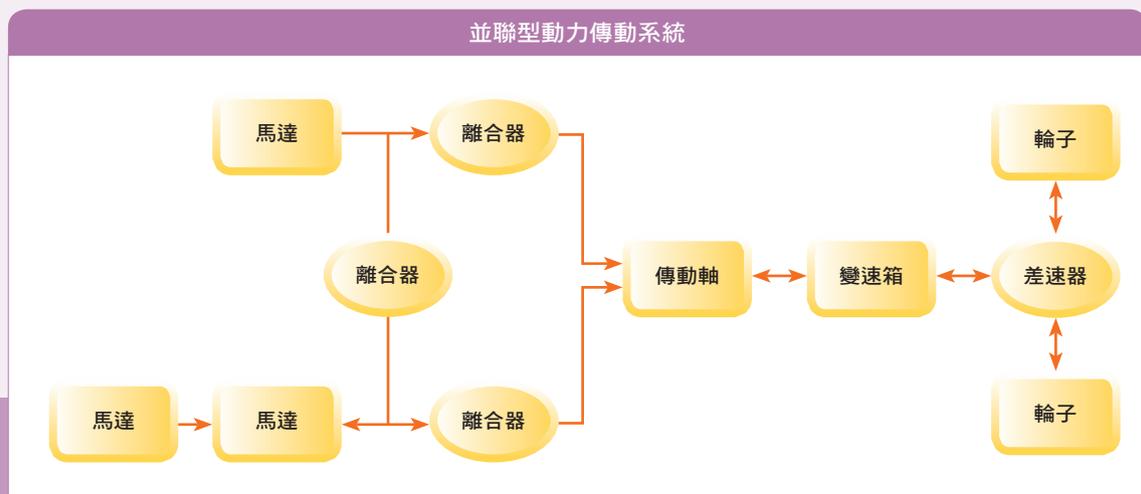
混合動力車被許多人視為短期解決方案，直到純電動汽車的範圍限制和基礎設施問題獲得解決。儘管如此，許多汽車製造商正在推廣混合動力汽車。

串聯型動力傳動系統



**串聯混合動力汽車** 由一具功率僅供滿足行進時平均功率的內燃機（也可以是外燃機）作為發電機發電，為電池充電及供電給電動機，車上唯一推動車輪的是電動機。這種設計可以增加電池行走里數，因此稱為增程型電動系統，而其構造上動力輸出的流程完全是一直線，又稱串聯式油電混合系統。

由於引擎僅負責穩定運轉發電，可以較好地控制排汙及提高效率，引擎配置位置也較彈性。加上電動機的輸出有高扭力，少了機械傳動系統及變速箱，能增加車箱容量並使布置合理化，省卻了變速箱以簡化駕駛操縱，也沒有變速箱換檔時動力不連貫的問題，這些都是以電動機推動而得到跟純電車一樣的好處。



**並聯混合動力汽車** 內燃機及電動機輸出的動力各自透過機械傳動系統傳遞而推動車輪，內燃機及電動機的動力在機械傳動系統前各自分開、互不相干，因此稱作並聯型混合動力，兩者同時由電腦控制以達至協調。

系統中並無專為電池充電用的發電機，行駛中電池充電來源有兩項：一是靠再生制動系統在車輛減速時把動能轉為電能；其二是當內燃機仍有餘力時，帶動電動機轉動而發電。再生制動所得的電量相當有限，第二種情況所得的電量也不會太多。由於充電能力有限，這類設計傾向於使用較小的電池容量以及較低功率的電動機，電動機只作為補助性角色，不能獨自推動車輛。

**混聯式混合動力汽車** 系統同時擁有功率相當的引擎與馬達，可依路況選擇使用電動模式、汽油模式或混合模式。設有由內燃機推動的發電機，產生充電或電動

機所需電力。由於兼具並聯式及串聯式的功能及特性，因而得名混聯式混合動力。

在起步或低速時，內燃機的效率低，全由低速性能及效率較佳的電動機推動，從而提高效率而節省燃料。視電池狀況而定，內燃機在需要時會推動發電機向電池充電或直接向電動機供電，也就是串聯混合動力。當車速提高至內燃機能有高效率工作的轉速時就轉由內燃機推動，在這情況下和繼續以電動機推動相比，改由內燃機推動可以免卻電動機推動時因能量轉換而產生的能量損耗，因而提高效率，減少耗油量。而當需要時，例如加速及爬坡，電動機可以同時開動增加額外馬力，也就是混聯混合動力。

---

曾逸敦

中山大學機械與機電工程學系

---

