

# 淺談油電混合動力車之應用與發展

\*陳文慶、\*\* 莊易燁

\*高雄師範大學工業科技教育系博士生、\*\*國立旗山農工汽車科教師

## 壹、前言

早在 1995 年前科學家舉出許多科學證據，並在跨政府氣候變遷委員會 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)中指出人類的相關科學活動會影響全球氣候(Alley *et al.*, 2007)。然而，隨著時代的進步，汽車科技發展，日新月異；但是面對能源日漸短缺、環境日益惡化，各先進國家都積極的在尋找替代能源。自從京都議定書於 2005 年 2 月 16 號正式生效後，此項國際貿易制裁壓力的世界公約，將對台灣形成一定的壓力。尋找乾靜的能源以減少油耗及空氣污染是必然的趨勢；燃料電池汽車的研發，以目前的製造成本又太昂貴，要商業化販售，可能還需要一段時間(陳長振、陳文慶，2005)；在此過渡時期，油電混合動力車便因應而生。至目前為止，油電混合動力車發展及商業化以豐田汽車 (Toyota Motor) 為首要代表；根據 World The Mainichi Daily News 報導：未來豐田汽車將全部採用油電混合動力車，目前為止，Prius 混合動力車全球累計銷售量已達 200 萬台(Jess Banaga, 2009)。此外 FORD Escape Hybrid 亦已引進台灣，德國高級房車製造商賓士也已於 2008 年推出油電混合動力車，並以率先裝置在 S 系列房車。德國的油電混合動力技術明顯落後於日本，德國汽車業因而下定決心急起直追，除研發油電混合動力車技術外，甚至電動車也在計畫內。

## 貳、油電混合動力車概述

### 一、油電混合車之特色

將兩種或兩種以上不同特性的動力源結合在一起使用所構成的系統叫做混

合動力系統 (Hybrid system)。採用混合動力系統做為動力的車子稱為混合動力車 (林振江、施保重, 2008)。通常在車子上使用的混合動力系統指的是結合使用燃油的內燃機, 如汽油、柴油、CNG...等引擎, 和使用電瓶電力的電動馬達(DC、AC)兩種動力源的系統。

表一、混合動力車特色分析表

混合動力車的優點	混合動力車的缺點
1.混合動力沒有續航力不足問題。	1.混合動力系統構成複雜, 維修困難。
2.有效節省燃料消耗, 減低空氣污染。	2.價格較汽油車昂貴。
3.無充電耗時及充電設備不足的問題。	3.相較於電動車, 仍有廢氣排放的問題。
4.減速時可回收的能源提高續航力。	
5.有暫停引擎怠速運轉的功能。	

## 二、油電混合車的基本運作原理

(一)車輛起步與中低速駕駛時：在車輛起步、中低速駕駛(如市區內連續的煞車、減速、停車再起步, 低速前進), 皆可利用 hybrid 電池的電力, 而非全部使用燃油, 如此能大幅減少所耗用的燃料, 同時也減少廢氣的排放。

(二)減速時：減速時可帶動減速齒輪提供額外的引擎煞車能力, 同時能夠帶動發電馬達來進行 hybrid 電池充電的動作, 如此可減少煞車的損耗, 也可以在車輛移動時的動能能源保留下來。

(三)上坡或全速行駛時：上坡與全速行駛的過程中, 可透過油電混合車電池與電動馬達提供的動力, 能為上坡與全速行駛提供額外的省油效能。

## 三、油電混合車之基本架構

(一)油電混合車電池(hybrid 電池)：油電混合車使用的是大功率輸出鎳氫化物(Ni-Mh)電池, 除了具輕量化及小體積的設計和長效使用, 可長時間使用而不需替換, 充電18分鐘可恢復40%~80%的容量, 循環壽命可達6000次或7年, 油電混合車在行駛中會一直監測電池並維持在穩定的儲電量, 以避免電池放充電, 可維持及增長電池的使用壽命, 但其成本較高。

(二)引擎：高壓縮比、爆發力大的燃燒室設計, 及可變進氣門(VVT-i)的應

用，根據行車條件調整進氣閥間隙時間，提高燃燒效率，改善引擎的動力輸出。

(三)電動馬達(Electric Motor)：油電混合車裝置了輕量化的同步AC電動馬達，能在不同的轉速範圍下有效率產生高扭力，使得車輛有更平順的起步及更強大加速力，同時也要求有高轉速(8000~12000 rpm/min)、高效率、質量輕、體積小、低損耗、可靠性佳。

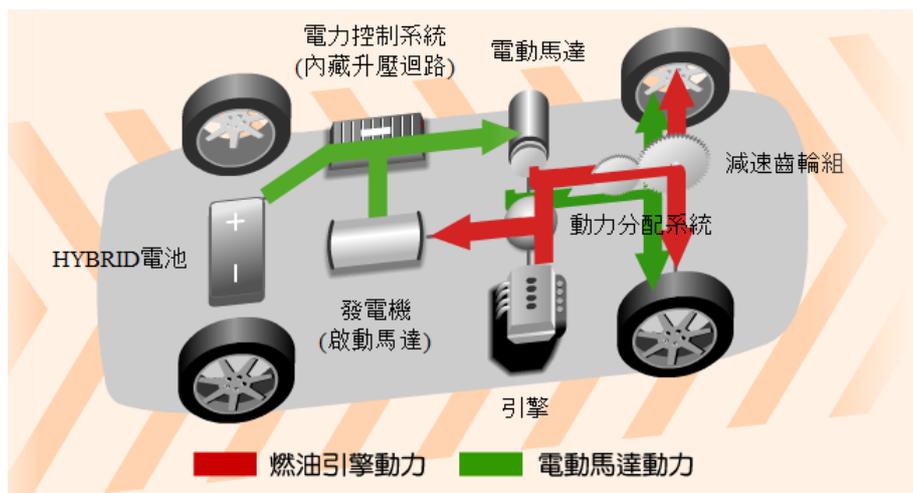
(四)電力控制系統：油電混合車配備了一具電力控制模組 (power control unit) 的功率控制設備，包含逆變器 (inverter)、電壓增壓電路 (voltage-boosting converter)和電源模組(AC-DC 轉換器)。逆變器(inverter)可把電池的直流電(DC)轉換成交流電(AC)供電動馬達及發電機使用；相反地，它亦同時把電動馬達和發電機協同產生的交流電，轉換成直流電供hybrid 電池充電之用。電壓增壓電路把電源電壓提高，以滿足發動電動馬達和發電機的需要。電源模組可把電池供應的高壓電降低至12V，以供車輛輔助系統和其他備使用。

#### 四、油電混合汽車的運轉動作模式

(一)發動及停止模式：油電混合車具有引擎自動啟閉裝置，當徐徐啟動車輛時，汽油引擎會先熄火以節省油耗，此時車子會先維持純電力模式啟動，但是當您再加速時不需要再次重新啟動引擎。

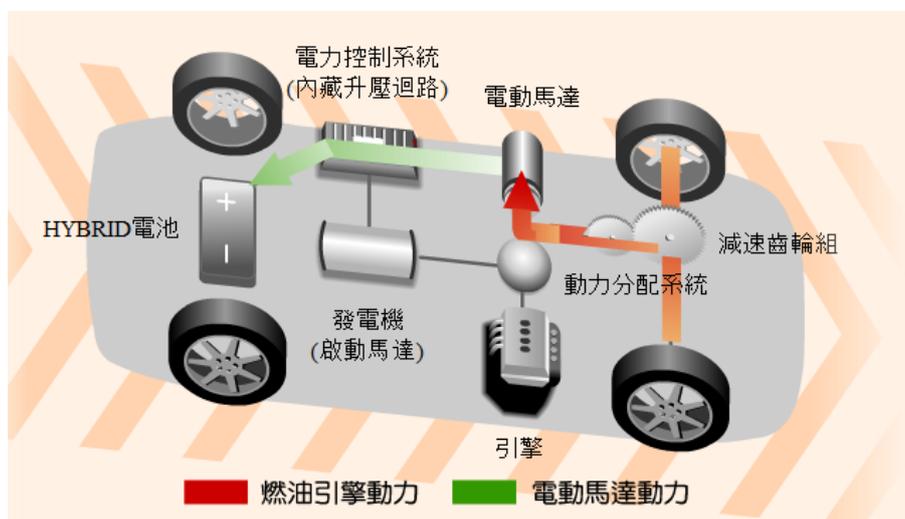
(二)駕駛模式：油電混合車可以單獨使用純電力行駛，並可在只有純電力的模式下達到時速四十公里，當需要再加速時，汽油引擎動力會被加入以提供其加速性能，能完美且平順地在電力與汽油動力間進行切換。

(三)馬達輔助模式：欲高速超車時，電力馬達加入輔助，油電混合車的加速性能不會因油耗與低污染而有所折損，所以超車需要額外動力時，電力馬達的動力會自動加入，爾後再回復至汽油引擎模式驅動，如圖一所示。



圖一、馬達輔助模式(<http://car.ssvs.tn.edu.tw/course3.html>)

(四)能量回收模式：煞車時車輛自動回收能量，油電混合車採用能源回收理念，當減速時，電力馬達能自動回收通常會被浪費掉的能量；當煞車系統啟動時，電力馬達會自動將車輛動能轉化為電能，這股能量會從電力馬達儲存到電瓶中，以供需要時使用，如圖二所示。



圖二、能量回收模式(<http://car.ssvs.tn.edu.tw/course3.html>)

## 五、油電混合車種類

混合動力車 (hybrid electric vehicle ,HEV) 指的是利用兩種不同的動力來驅動車輛，通常其中一種動力為電動馬達，另一種則視各車廠而有所不

同，大致上為汽油引擎、柴油引擎、燃氣渦輪機、燃料電池、乙醇引擎與氫引擎等。目前已經實用化的HEV系統包括：串聯式( series hybrid )、並聯式( parallel hybrid )、THS ( Toyota hybrid system ) 豐田所研發的混合動力系統等。

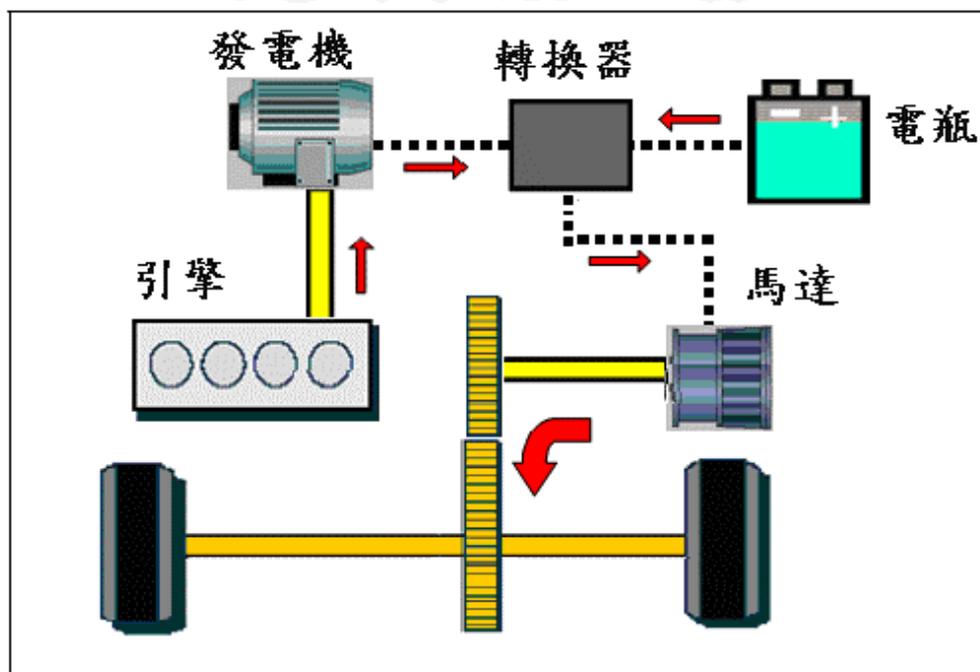
#### (一)串聯式混合動力系統(series hybrid electric vehicle ,SHEV)

引擎直接帶動發電機以進行高效能發電，其電能通過轉換器直接輸送到電動機(馬達)，再由馬達單獨驅動車輛，引擎在相對穩定的狀態下工作。其優點為結構簡單、控制較容易，缺點為馬達的負載較大，體積、重量也相對增加，較適合大型車輛使用，如圖三所示。

作用原理是電瓶主要實際上是平衡引擎輸出功率和電動機輸入功率。當發電機的發電功率大於電動機所需的功率時(例如：減速滑行、低速行駛、短時停車時)，轉換器或逆變器 (inverter)控制發電機向電瓶充電；當發電機發出的功率低於電動機所需的功率時(例如：起步、加速、高速行駛、爬坡、重負載時)，電瓶則向電動機提供額外的電能，換言之，內燃機並沒有直接推動車輪，只是當作裝在車上的發動機，用來提供動力發電，這種配置稱為串聯式混合動力系統，很類似電動車，只是隨車多帶了一個汽油發電機，因此不必插電。

此車輛的優點是引擎不受汽車行駛的影響，可使汽車的油耗和污染可降低，甚至於市區只利用電瓶進行功率的傳輸，達到零污染的排放；但其缺點是完全依靠電瓶，對電瓶的要求較高，相對電池的體積、重量、成本相對較高。

## 串聯式混合動力系統

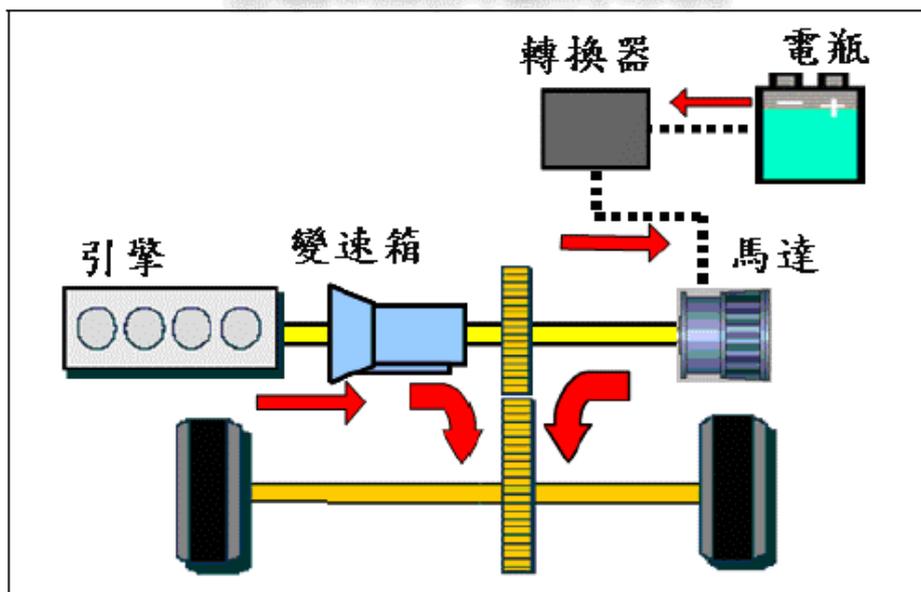


圖三 串聯式混合動力系統

### (二)並聯式混合動力系統(parallel series hybrid electric vehicle ,PSHEV)

並聯式混合動力系統，是由內燃機直接提供動力，推動車輪。電動機通常只作為車輛起動時的輔助系統，或是在需要大推力的時候出力；和在剎車時提供發電機對電池充電，將動能轉成為電能儲起來，如圖四所示。並聯式混合動力系統是將引擎的驅動力做分配，可直接驅動車輛及經過發電以電能形式驅動馬達再驅動車輛，依據不同的行車狀況，做最佳組合來使車輛行駛。此式內燃機通過傳動機構直接驅動汽車，其燃油能量利用相對較高，但其傳動機構變速裝置較為複雜，電瓶僅是串聯是的 1/3，缺點是排放污染較大。

## 並聯式混合動力系統



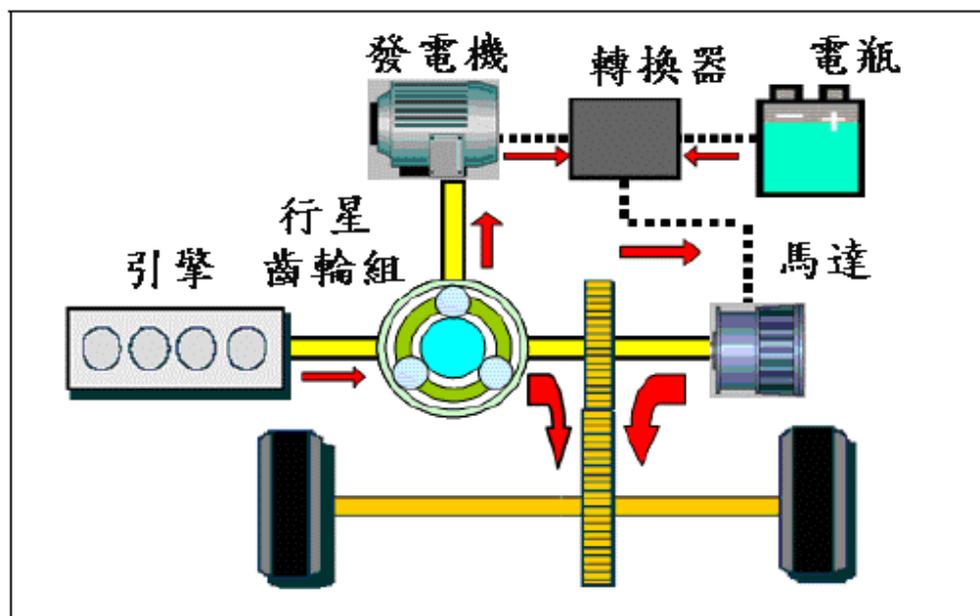
圖四 並聯式混合動力系統

### (三)串、並聯混合動力系統(parallel hybrid electric vehicle ,PHEV)

串、並聯混合動力系統屬於全面混合動力(full hybrid)或稱強混合動力(strong hybrid)，可以只使用內燃機、或電池及電動機推動；亦可二者同時使用。1997年12月豐田所生產的Prius，稱為THS（Toyota hybrid system）豐田混合動力系統，採用電腦控制及使用差速器，可以只用電動機、內燃機，或二者結合推動車輪。電腦依車輛需要時，可以關閉內燃機或電動機動力源，以減少汽油消耗而同時提供大推力，這使得汽車運行可以是電動馬達獨立提供動力(串聯式混合動力系統)，也可以是汽油發動機獨立提供動力，或者兩者同時提供動力(並聯式混合動力系統)，這種分離動力設備使車輛可採用串、並聯混合動力系統運轉，如圖五所示。

全面混合動力系統的控制原則是，在汽車低速行駛時，驅動主要以串聯式動力系統工作；當汽車高速穩行駛時，則以並聯式動力系統工作方式為主。可充分發揮兩者的優點，更容易實現排放和油耗的控制目標，也同時能夠有效彌補串聯式和並聯式的缺點（陳文慶等，2008）。

## 豐田所研發的混合動力系統



圖五 豐田混合動力系統

### 參、未來汽車發展趨勢

雖然現在已有幾款使用潔淨能源的未來車，看似能夠取代汽油引擎和柴油引擎的地位。但是深入探討相關的加油站設施、維修保養、售後服務配套、車輛的生產成本、巡航距離及使用方便性等問題，相較於傳統的汽油引擎，競爭力差了太多，無法引起消費者的興趣。其中只有混合動力車具有若干優勢，可能成為下一波的主流運輸工具。雖然混合動力車的造價比傳統的汽油昂貴，但是所省下來的燃油可大幅降低行車成本。使用上的方便性與傳統汽車相當，整合了現有汽、柴油引擎的成熟科技，再配上日新月異的電腦控制技術，是各大廠主要的發展方向。混合動力車在本世紀的已幾十年內會與傳統汽車引擎共存，並且快速的發展，應該成為主流的車種之一，取代了傳統汽車引擎，並將結合燃料電池車的發展，達到環保汽車之終極目標。

**參考文獻**

Alley, Richard et al.( 2007). **The physical science basis: Summary for policymakers.** Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

Jess Banaga.(2009). **Toyota Prius 2010 Toyota Prius 3rd Generation** July 07th, 2009from<http://www.buffetofwisdom.com/2009/07/toyota-prius-2010-toyota-prius-3rd-generation/>

林振江、施保重（2008）。**混合動力車的理論與實際**。台北：全華圖書。

陳長振、陳文慶（2005）。燃料電池在汽車上的運用。**生活科技教育月刊** 36(6)，頁 73。

陳文慶、高敏聰、吳心穎（2009）。**動力機械概論 II**。台南：復文書局。

陳文慶、高敏聰、李文祥（2009）。**動力機械概論 I**。台南：復文書局。