

電動車電池之電性簡介

陳明勇／台南分局技佐

前言

為因應節能減碳、人口老化、創意經濟興起等世界趨勢，政府選定生物科技、綠色能源、精緻農業、觀光旅遊、醫療照護及文化創意等六大新興產業發展策略，而電動車發展係屬『綠色能源產業』之一環。目的在由政府帶頭投入資源，維持國家經濟持續成長，提昇國家競爭力，並兼顧環境保護，因此推動電動車產業有其價值性。

另根據經建會於 99 年 2 月資料顯示，許多國家將車輛電動化視為溫室氣體減量的重要措施，不過電動車售價高，成為普及的一大障礙。而售價高的主要關鍵是電池占電動車成本結構將近 50%。電池不只成本高外，且影響電動車性能甚鉅，故本報告主要介紹電動車電池的特性與相關技術。

壹、電動車介紹

傳統汽車使用汽油，故需要引擎汽缸來產生動力。圖 1 所示為電動車架構圖，電動車依使用能源的種類分為電動車（EV：Electric Vehicle）、混和式電動車（HEV：Hybrid Electric Vehicle）、插電式油電複合動力車（PHEV：plug-in Hybrid Electric Vehicle）及燃料電池車（FCEV：Fuel cell Electric Vehicle）。

電動車使用電力，故需要馬達做為制動器，產生動力並帶動輪軸。為進一步將電力儲存起來，需透過整流器或充電站，將交流市電轉為直流電供電池充電，這就是電動車的基本觀念。



圖 1 電動車架構圖

【註：本圖片摘自 <http://www.luxgen-motor.com.tw/cars/Ev>】

貳、電動車電池介紹

一、名詞定義

(一) cell (單元)、module (模組)、pack (組)

如圖 2~4 所示，電動車電池的最基本單元是 cell，由數個 cell 組成一個 module，然後再由數個 module 組成一個 pack。例如某廠牌宣稱的電池資料如下，每 4 個 cell 組成一個 Module，全部共使用 48 個 Module。則該電池組 (pack) 共使用 48 modules，使用 cell 的總數為 192 個 cells。

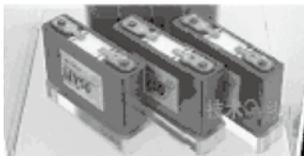


圖 2 電池單元 (Cell)

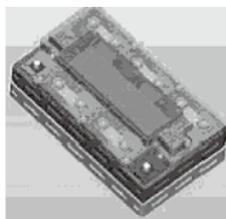


圖 3 電池模組 Module



圖 4 電池組 Package

(二) 電池殘留電量 (State Of Charge; SOC)

$$\text{SOC} = \frac{\text{殘留電量}}{\text{額定電量}} \%$$
，例如 SOC=0%，代表電池殘留電量為 0%，也就是

是電量已經耗盡。例如 SOC=100%，代表電池殘留電量為 100%，也就是電量都還沒使用。通常 SOC=20% 時，就會有電壓不足的現象發生。

(三) 放電深度 (Depth of Discharge; DOD)

$$\text{DOD} = \frac{\text{放電量}}{\text{額定容量}} \%$$
。

(四) 容量 (Capacity, Ah; 安培小時)

電池所能放電的電量 (Ah)。例如，額定容量為 1.5Ah 之電池，以 0.3A 定電流放電，可使用 5 小時。

(五) 重量能量密度 (Energy Density)

係指電池之單位重量所能供應之能量，單位為瓦 - 小時 / 公斤 (Wh/kg)。電池總類不同，能量密度亦不同，其值越大越好。例如 100Wh/kg，代表每公斤的電池所能供應的能量為 100Wh。

(六) 功率密度 (Power Density)

係指電池之單位重量所能供應之功率，單位為瓦 / 公斤 (W/kg)。電池總類不同，功率密度亦不同，其值越大越好)。

(七) 開路電壓 (Open Circuit Voltage; OCV)

電池不接負載時正負極之電壓差。

(八) 截止電壓 (Cut off Voltage)

指放電到達終了之電池電壓。

(九) 電池內阻 (Ω)

因電池內部結構及材料特性，而由端點所量測到的等效電阻值。

(十) 能量轉換效率

能量轉換效率 =
$$\frac{\text{電池可放出能量}}{\text{充電器對電池充入能量}}$$
，其值愈大愈好。

二、電池總類

電池分類如表 1 所示，「化學電池」是指經過氧化還原反應，把正極、負極活性物質的化學能，轉化為電能的一種裝置。化學電池又分為 (1) 一次電池：不可再充電或用完即棄、(2) 二次電池：可再充電或重複使用，(3) 燃料電池：供給燃料如氫氣、甲烷、甲醇，將原本燃料燃燒所釋放的化學能，直接轉換成電能。「物理電池」係利用光或熱變換成電能的系統，例如太陽能電動車。

表 1 化學電池分類

化學電池 (Chemical battery)	一次電池 (Primary battery)	(1) 鋅碳
		(2) 錳乾
		(3) 水銀
	二次電池 (Secondary battery)	(1) 鉛酸
		(2) 鎳氫
		(3) 鎳鋅
		(4) 鎳鐵
		(5) 鎳鎘
		(6) 鋰錳、鋰鎳
		(7) 鋰鈷
		(8) 磷酸鋰鐵
燃料電池 (Fuel cells)		

現行電動車除太陽能電動車，大部分都是採用二次電池，故以下針對常見的二次電池介紹其特性：

鉛酸電池：

是過去最常使用的電池，但有體積大、含鉛和硫酸（電解液）的廢電池若任意丟棄，將嚴重汙染環境、壽命短、放電量不足及充電速度慢等缺點。

鋰電池：

鋰（Li，其英文名為 lithium）是一種銀白色金屬元素，十分柔軟、化學性能活潑的金屬，在金屬中算是輕的。在鋰電池中它用作電池的陽極。充電時，由外界輸入電能，鋰離子由能量較低的正極材料被趕往負極材料中而成為能量較高的狀態。進行放電時，鋰離子自然地由能量較高的負極材料移往能量較低的正極材料而對外釋放電能。鋰電池的優點是能量密度高、放電電壓穩定、工作溫度範圍寬、自放電率低、儲存壽命長、無記憶效應及無公害等，而缺點則是價格昂貴。

採用鋰鈷氧化物作為正極材料的鋰電池又稱為鋰鈷電池。具有高能量密度、溫度特性及電池壽命佳的優點。但產品安全性，近幾年來 NB 及手機用鋰電池的危安事件頻傳，更使得消費者對於鋰鈷電池的信任度下降。

繼鋰鈷之後，陸續有鋰錳、鋰鎳、鋰鎳鈷及磷酸鋰鐵等正極材料陸續出現。鋰錳電池雖然安全性佳，但高溫特性差及壽命短為其缺點；鋰鎳及鋰鎳鈷電池雖然提昇了電容量，但無法全然解決安全性問題。

相較於鋰鈷電池，磷酸鋰鐵電池具有高溫特性佳、循環壽命長、材料成本低及安全性更高。惟該材料仍有體積能量密度較低及材料導電性差等缺點，體積能量密度低將限制該電池在手攜式產品之應用，而導電性則需仰賴製程技術來改善。在同樣的狀態下測試，循環壽命為大於 2000 次，使用壽命 5~6 年，能量效率為 95%。

磷酸鐵鋰電池是未來的主流，3 C 產品使用的鋰鈷電池放電力小，且正極材料用的鈷是稀少礦產，用愈多成本愈貴；部分動力工具使用鋰錳電池，有不耐高溫的缺點，用途不廣。在磷酸鐵鋰電池研發後，解決了電動工具和車輛鋰電池的困擾，且具環保、安全性高，壽命、續航力長，充電速度快，放電力也擴增 2 到 3 倍，符合電動車的需求。如台灣的必翔公司已使用磷酸鐵鋰電池，開發出適用都會區行駛範圍的 2 人座電動汽車。

燃料電池：

燃料電池與一般電池最大的不同就在燃料電池本身並不儲存電力，它的電能供給來自燃料中的化學能。故只要燃料不斷地供應，燃料電池便源源不絕

的發出電力，就如同一般的發電機。故燃料電池並不是「儲存電力的設備」，而是一種「發電設備」。燃料電池以一般燃料如氫氣、甲烷、甲醇等為原料，將原本燃料燃燒所釋放的化學能，不經過熱能的形式，直接轉換成電能作為電動車的電力來源。其優點（1）減少能量在轉換過程中的損耗，（2）避免不完全燃燒所帶來的污染，既乾淨又環保，符合新時代的需求。

三、電池特性曲線

為了對電池的特性進一步了解，以下介紹常見的電池特性曲線：

電池開路電壓（OCV）與電池殘留電量（SOC）是呈線性關係。如圖 5 所示曲線，當電池充滿電尚未使用時，此時 SOC 約為 100%，對應的 OCV 約為 12.84V；當電池開始使用後，SOC 值會下降，如 SOC=50% 的點，此時 OCV 值下降到約 12.18V，因此呈現 SOC 值愈高，OCV 值也愈高的特性。此電池的特性，被應用來作為電池殘餘電量的偵測技術。

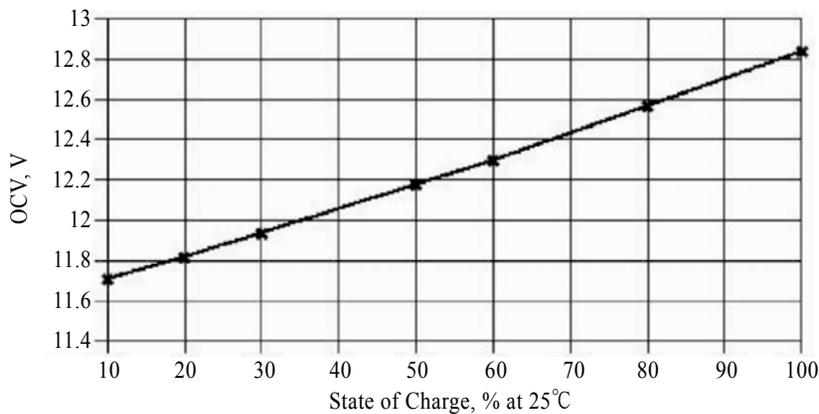


圖 5 電池開路電壓—電池殘留電量 (SOC)

放電電流愈大，電池電壓下降愈快。如圖 6 (a) 所示，當電池充滿電後，分別以 80A 及 4A 放電，由曲線發現放電電流為 80A 時，其電池電壓下降速率較 4A 為快。因此放電電流為 4A 的電池放電時間可以較長，即如圖 6

(b) 所示電池放電電流與放電時間呈反比。

其次，對同一放電電流曲線而言，例如 80A，放電終了時，電池電壓會出現較劇烈或陡峭的變動。運用電池此特性可用來偵測電池殘餘電量。

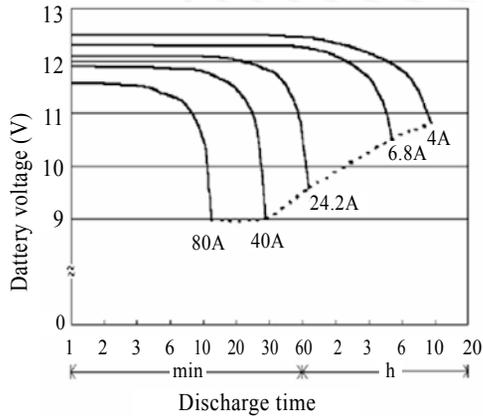


圖 6 (a)

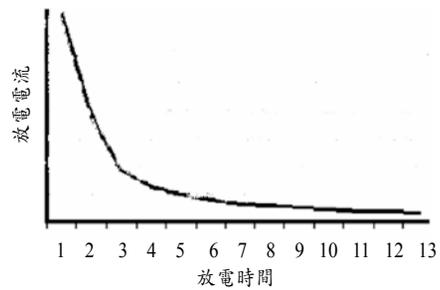


圖 6 (b)

圖 6 電池電壓 - 放電時間 (小時)

當電池為充飽狀態，電池內阻極低，電壓變化非常緩慢，約 0.02V/5sec。在電池放電過程中，SOC 值會隨時間而降低，當電池殘餘電荷在 SOC 約 10% 附近時，電池內阻會急劇增加，進而導致電壓開始出現較劇烈的變動。此電池內阻升高及電壓較劇烈變化的特性，亦被用來作為電池殘餘電量偵測技術的基礎，稱為內電阻法及 ΔV 檢測法。

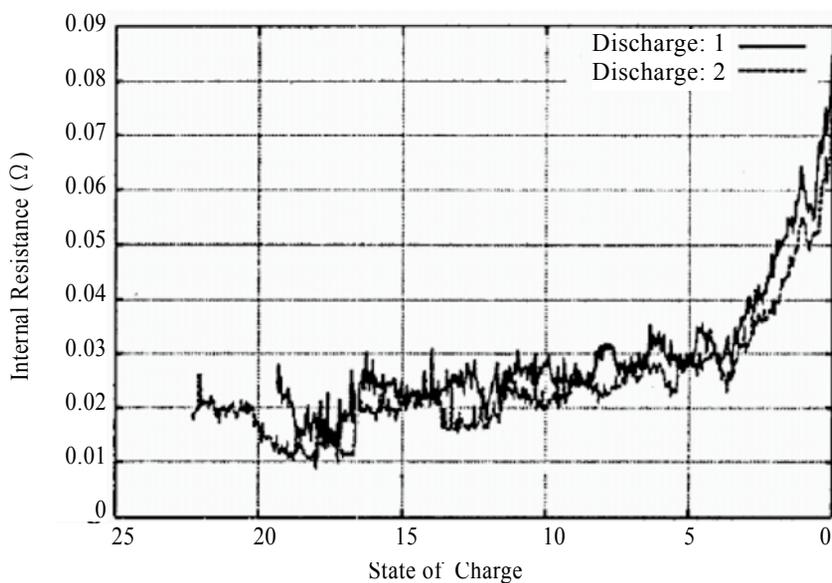


圖 7 電池內阻 -SOC

放電深度愈大，電池可使用的放電循環壽命愈短。即放電深度愈大，電池可充放電次數愈少，而降低電池壽命。

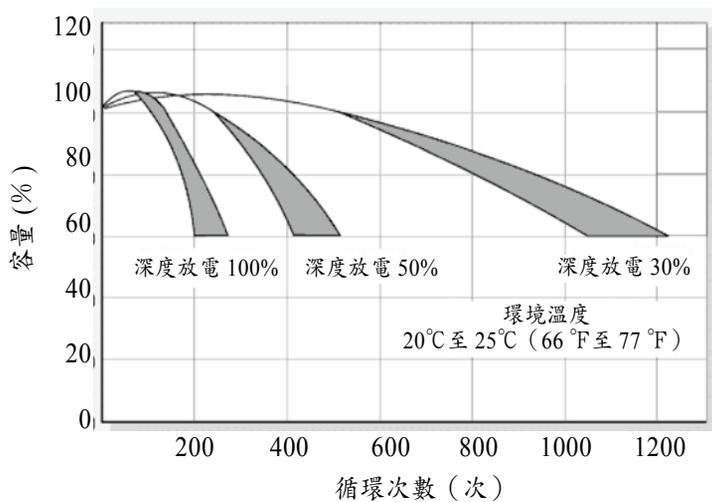


圖 8 放電深度和電池壽命 (循環次數)

電池可充放電的循環次數

若電池之用途為「主要電源」，其壽命指標為「循環使用 (Cycle)」，即可充放電的循環次數。影響壽命指標的因素為放電深度 (Depth of Discharge)。若電池之用途為「備用電源」，其壽命指標為「浮充 (Float)」，即以時間充放電的循環次數。

影響壽命指標的因素為

- (a) 放電電流：若電池是接在需要大電流的設備上，則極板會隨時間自然的腐蝕，所以極板面積會變小，屆時大電流將無法通過，所以壽命減短。
- (b) 週遭溫度：若電池長期操作在 30°C 以上，則壽命減半，所以蓄電池宜配置在機器內最下層且通風良好的地方。

五、電池性能參數

由上述章節介紹，以下綜整電動車電池的重要性能參數如下。最高時速 (km/hr)；續航距離 (km)、電池材料、電池循環壽命 (次)、電池重量 (kg)、瞬間加速所需時間 (sec)、電池容量 (KWh)、電流容量 (Ah)、電壓重量能量密度 (Wh/kg)、體積能量密度、Cell 電壓 (V)、Cell 總數、Cell 重量 (kg)、Module 數。購買電動車或研究電池相關特性時，應該多留意車廠所提供的參數值。

參、結論

本文中已介紹了關於電池電性的基本名詞、電池種類、電池特性曲線、電池殘餘電量估測及電池性能參數表，希望能讓大家對電動車電池有基本認識。

電池影響著電動車價格及性能，故其為電動車產業發展之關鍵技術。除了在技術上，持續研發高效能的電池，以提高性能及降低成本。此外，國外已衍生一種「電池租賃方式」商業模式，將有效推動電動車普及。所謂租賃模式，是先將電池規格標準化，而車廠只銷售較低價的車體，最後高價電池組部分則採用租賃方式；車主可以到充電站直接置換電池，依車主使用里程數而計

費，亦不失為一種值得參考的作法。

肆、參考文獻

1. 行政院經建會，「電動車電池產業發展趨勢」新聞稿，2010/2/2。
2. <http://www.cepd.gov.tw/m1.aspx?sNo=0012445&ex=1&ic=0000015>，六大新興產業—綠色能源 / 電動車輛產業發展。
3. 電動車動力電池特性與電能管理，工研院機械所，2009/11/19。
4. 國立中央大學電機工程研究所，碩士論文，應用模糊控制於正負脈衝充電法之快速充電器，林季鋒，91年6月。
5. 車輛研測資訊財團法人車輛研究測試中心，電動車電池類型與電池基礎介紹，許家興，2009/10。
6. 機械工業雜誌，日本電動汽車產業回顧與展望，劉文海，2008.09。