



混身是勁 V.S 耐力持久

電動車電池類型與電池基礎介紹

財團法人車輛研究測試中心 許家興

一、前言

一直以來，石化燃料始終是應用在交通運輸上最普遍的一種選擇，雖然帶給人們便利的生活，但燃燒石油卻無法避免地會影響生態環境，以及帶來溫室效應等問題；並且從使用能源方式的觀點來看，也必須考慮到石油蘊藏量之問題。因此，為了降低對環境的傷害與降低對石油依賴性，世界各國也開始意識到發展潔淨的替代性交通工具的重要及急迫性。特別是許多工業大國開始積極投入大量資源開發電動車，主要也是因為電動車具備原有汽車的移動性並可提昇車輛產業發展，同時也能減少對環境的汙染。

發展電動車首先要面對的一個重要關鍵就是電池儲能能力的提升。為了要推動電動車馬達所需之能量，電池本身必須能提供長時間輸出大電流的能力，並能提供瞬間高電流的輸出。而且電池本身的充電次數與充電時間都要能達到需求；同時，對於電池的使用更要求到絕對安全的地步，確保電池受撞擊或刺穿、在甚至惡劣氣候的影響下都不會危及車輛及人員的安全。此外，還要考量選用電池的材料成分未來不會造成環境生態的破壞。

因此，電動汽車是否能真正取代目前汽油車

輛，除了馬達驅動技術外。還有絕大部份是取決於電池技術的重大突破。目前用於電動汽車上之電池類型需考量下列因素，如圖1：

1. 安全性
2. 再次充電時間
3. 能量提供
4. 環境溫度
5. 電池性能極限
6. 環保問題以及壽命(充電次數和使用時間)



▲ 圖1. 適用電動車之電池相關因素

二、電池分類

目前熟知的電池種類分別有鉛酸電池(Lead/Acid)、鎳鎘電池(Ni-Cd)、鎳氫電池(Ni-MH)及鋰離子電池(Li-ion)等。然而不論為何種電池，其反應原理均是使用電化學反應來達到能量的儲存與釋放。

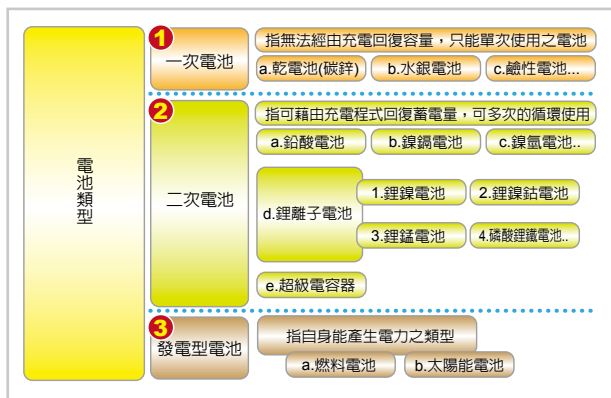
一般來說，電池的種類可分為下列兩種，如圖2：

1. 一次電池 (一次性電池)

是指是無法經由充電回復容量，一旦耗盡容量就要丟棄，但因為只能單次使用，而且在原料及製程上使用到具有對環境污染以及人體都有相當大危險性的汞。如一般常見的乾電池(碳鋅)、鹼性電池、以及水銀電池(汞電池)等。

2. 二次電池(可重複使用)

指的是可藉由充電程式回復蓄電量，多次的循環使用，但是仍舊有一定的使用次數限制，這一類的電池有鉛酸電池、鎳鎘電池、鎳氫電池、鋰離子電池。



▲ 圖2. 電池種類

三、常用之二次電池種類介紹

(一) 鉛酸電池

鉛酸電池為發展最早、生產最為成熟而且已達到量產階段，因此製造成本相對較低，且其具有瞬間放電強、使用溫度範圍廣的特點。然而，鉛酸電池在於能量密度、體積、重量和循環壽命等性能表現不佳，同時也存在環保的問題。目前鉛酸電池主要應用在汽機車及工業設備的蓄電系統。

(二) 鎳鎘電池

鎳鎘電池其能量密度與壽命均較鉛酸電池高且可達到大電流放電與耐過充電/過放電，但因為本身具有充電記憶效應，無法達到快速充電的目標，而且鎘的毒性非常強，會對環境造成污染，目前已為許多國家所禁用。

(三) 鎳氫電池

鎳氫電池本身不含對人體有害的金屬如鉛、鎘等，其放電迴圈次數多，放電深度與使用壽命佳，但仍有記憶效應的缺點，且充電速率較慢。

(四) 鋰離子電池

鋰離子電池早期發展主要採用鋰金屬做為電極材料，由於鋰金屬活性高與其本身特性，使電池在充電過程無法完全回復到原來的結構狀態，有部分鋰金屬會沈積在電極表面形成突刺狀結構(Dendrite)，進而穿透隔離膜(Separator)形成內部短路，容易使電池發生燃燒或爆炸等危險。目前為了提高鋰電池的安全性，通常使用鋰鈷氧化物/碳做為正負極材料，因此鋰離子電池可分為許多種類，主要分別在於所使用的正極材料不同，包含這包括有鋰鈷(LiCoO₂)電池、鋰鎳鈷(LiNiCoO₂)電池、鋰鎳(LiNiO₂)電池、鋰錳(LiMn₂O₄)電池、磷酸鋰鐵(LiFePO₄)電池等。

1. 鋰鎳電池

鋰鎳電池的成本較低而且能儲存的電容量較高，但對於材料性能的一致性和再現性差，造成其製作過程困難，最嚴重的是依然有污染及安全性的問題。

2. 鋰鎳鈷電池

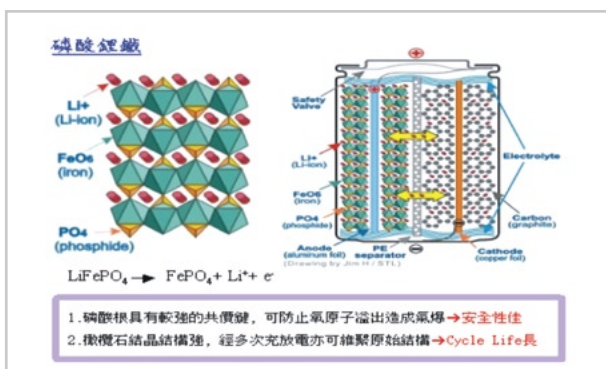
鋰鎳鈷電池是鋰鎳電池和鋰鈷電池的固溶體(綜合體)，兼具鋰鎳和鋰鈷的優點，一度被產業界認為是最有可能取代鋰鈷電池的新正極材料，但是，鋰鎳鈷的循環壽命差、安全性不佳，需要有安全迴路的設計，若設計不良，容易因為使用或充電時間過長造成過熱現象，甚至爆炸起火，再加上鈷的價格高昂，成本居高不下，以致無法廣泛應用。

3. 鋰錳電池

鋰錳電池的成本低且安全性比鋰鈷好很多，但循環壽命欠佳，且在高溫環境下有時甚至會出現錳離子溶出的現象，或造成自放電嚴重，導致儲能特性差。

4. 磷酸鋰鐵電池

磷酸鋰鐵電池 (LiFePO_4) 本身原料價格低而且磷、鋰、鐵存在於地球的資源含量豐富，沒有供料問題，同時磷酸鋰鐵的結構穩定，並且兼具環保及安全性，使用時也不會有燃燒爆炸危險，如圖3。相較於不穩定的鋰鈷電池，相當具有發展優勢。各類電池產品特性比較，可參考表1。



▲ 圖3. 磷酸鋰鐵電池結構圖 (for IBT)

▼ 表1. 常見之電池產品特性比較表

電池類型	鉛酸電池	鎳鎘電池	鎳氫電池	鋰錳電池	磷酸鋰鐵電池
工作電壓(V)	2V	1.2V	1.2V	3.7V	3.3V
體積能量密度 (Wh/L)	100	150	250	285	270
重量能量密度 (Wh/Kg)	30	60	80	110	120
功率(W/Kg)	300	150	800	400	2000
安全性	佳	佳	佳	尚可	優
充電時間	長	短	中	中	短
能量效率(%)	60	75	70	90	95
記憶效應	無	大	小	無	無
循環壽命	400	500	500	>500	>2000
環保問題	有	有	無	無	無

整體而言，鋰離子電池自問世以來，它相關的研究、開發工作便不斷地進行。不僅長期來看，其將逐漸取代鉛酸、鎳氫電池；同時鋰離子電池中又以安全性最佳、具有大電流、循環壽命長、適合應用於大功率電池的磷酸鋰鐵電池最有可能成為電動車電池的發主流。綜合其優點如下：

1. 工作電壓適中(3.3V)：具有足以和一般穩壓電源媲美的高平穩電壓。
2. 高放電功率：適用於需要高功率的大型動力電池，特別是車用電池部份。
3. 可快速充電且循環壽命高達2,000次以上。
4. 環境溫度：高溫與高熱穩定性遠優於其他正極材料。
5. 能量轉換效率佳：若充電器對電池充入100分的電力，並不表示電池能完全放出100分的電力，此即謂「能量轉換效率」。例如：充入100分的電力而能放出80分的電力，則轉換效

率為80%。而磷酸鋰鐵電池的轉換效率達可達95%，遠遠優於鉛酸電池的60%、鎳氫電池的70%。

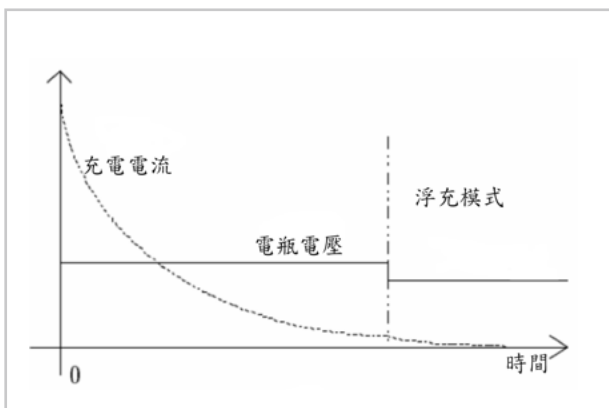
6. 安全性佳：可耐受穿刺、衝撞，不會產生爆炸。
7. 對於生態環境完全無害，屬於環保綠色材料。

四、電池充電方法

電池充電方法的好壞直接影響到電池的壽命，尤其過度充電是造成電池損壞的最大原因，下列介紹目前常用充電方法：

(一) 定電壓充電法

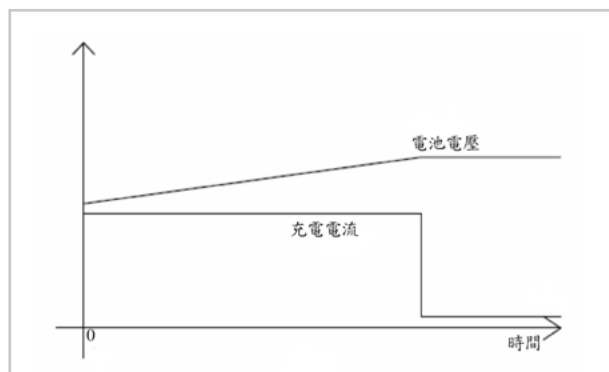
定電壓充電法電路簡單、成本低，是最普遍的充電方式，不過在電池完全充滿後，必須把電壓移除，或是以浮充（Float Charging）模式電壓補充電量以免電池損壞，如圖4。定電壓充電法優點在充電時電池溫度不會劇烈上升，且在高充電狀態時不會有高電壓現象，缺點在充電時間難以估計而且充電初期時充電電流大。



▲ 圖4. 定電壓充電曲線

(二) 定電流充電法

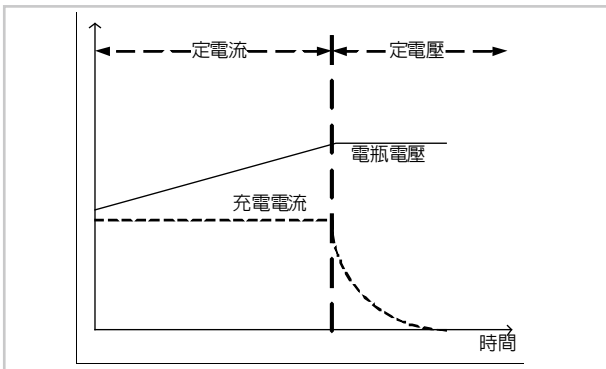
定電流充電法是由使用者根據充電時間和電容量設定定電流值，但因為定電流充電法沒有考慮電池原本的電量狀態，所以效率不高，此充電法優點在充電初期電流不會過大，充電時間容易估計，缺點在高充電狀態時容易有高電壓現象、電池溫度會急遽上升，如圖5。



▲ 圖7. 定電流充電曲線

(三) 定電流-定電壓充電法 (CC-CV)

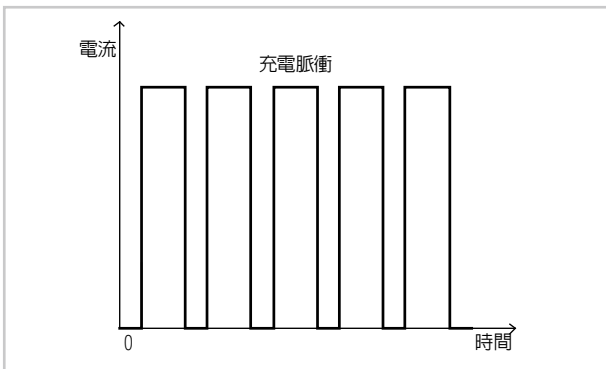
目前定電壓和定電流充電法在應用上各有其優點缺點，因此結合定電流與定電壓充電法兩種充電法之優點，即為定電流-定電壓充電法(CC-CV)。此方法具有定電流充電法可以達到快速充電的的優點，也具有定電壓充電法的可自我調節電流的功能，因此不會增加造成電池永久損壞的機會，如圖6。電瓶一開始充電時，先採用定電流模式，因為電池在電量較少時對電流的接受度比較高，故可以將大部分放掉的電量快速地補回。而定電流充電模式會將電池電壓充電到達峰值後，再切換至定電壓充電之模式。



▲ 圖6. 定電流-定電壓充電曲線

(四) 脈衝充電法

脈衝充電法為使用週期性的脈衝電流對電池充電，可在充電過程中提供電池休息時間以緩和電化學反應，並且可以適當的調節脈衝電流大小，達到快速充電的目的。其電流波形如圖7所示，重點在於使用脈衝充電法時需要注意到脈衝電流值、脈衝週期與充電責任週期之參數設定。



▲ 圖7. 脈衝充電法之充電曲線

(五) 電池安全保護

電池在使用上需要有偵測保護電路形成電池模組，避免電池在充放電或不當使用下造成危險發生，目前在電池設計上均會考量下列保護措施：

1. 過充保護：避免電池被過度充電時產生危險

性，所以當電池滿電後，還繼續被充電時，保護電路板上的保護 IC 就會切斷充電，以保護電池不被過充。

2. 短路保護：避免因為短路造成危險性，保護電路板上的保護 IC 在偵測到有短路現象時，立刻切斷與電池的迴路，保護電池不受外部短路的影響，例如使用者故意或不小心與電池的接觸點短路。
3. 過放保護：電池處在過低電壓狀態時，會因為過度放電造成電池蓄電能力的傷害，甚至無法再度使用，所以在電池電壓過低時，保護電路板上的保護 IC 會切斷放電迴路，使電池不再被放電。
4. 過溫保護：當電池在充放電時電池本身溫度會隨之變化，因此須對電池作溫度監測並在必要時進行使系統進行過溫保護控制，以防止損害電池。

五、結論

考慮到電動車輛在行駛中，若發生交通意外時，車內電池遭受到嚴重撞擊時，對於車輛或使用者是否會造成傷害發生？因此車內電池除了高儲能、高放電等性能表現外，更需考慮到電池本身之安全性。

目前使用磷酸鋰鐵(LiFePO₄)為正極材料之鋰電

池，在性能與安全的表現頗令人滿意，更重要的是它對生態環境不會造成傷害，所以是目前最具發展潛力，也是各家競相研發的電池。

可以預見電動車的發展將成為新一波的趨勢，對車輛產業也將帶來重大變革，待新世代電池與馬達問世後，電動車的動力性能及續航力獲得大幅改善，如此一來，人們在享受快速便捷的移動同時，也不致繼續於對地球生態環境造成破壞。

六、參考文獻

- [1] 王志方，"磷酸鋰鐵電池之產業概況"，IBT，2008年11月
- [2] 李至章，"應用DSP於電動車充電站快充控制系統之研究"，碩士論文國立成功大學電機工程所，2001年6月
- [3] 何文隆，"電動車輛變動負載之電池殘電量研究"，碩士論文大葉大學車輛工程所，2004年2月
- [4] 黃俊盛，"電動車用鉛酸電池快速充電策略之研究"，碩士論文國立彰化師範大學工業教育所，2001年6月

