

AGM電池在微油電混合之怠速停止-起步中的主要角色

◎楊沛昇

雖然很多先進的電池研究與發展聚焦於油電混合(Hybrids)、行車充電(plug-ins)、電動車(electric vehicles, EVs)與鋰電池(lithium-ion cells)，但仍有一個重要的應用稱為微油電混合(microhybrids)的怠速停止-起步(idle stop-start)。在2007年開始這個應用已在歐洲被廣泛使用並來到美國，而AGM(Absorbent Glass Mat)型式鉛酸(lead-acid)電池為其選擇的電池型式。

事實上，儘管其成本為一般鉛酸電池的兩倍，而汽車製造廠商的報告中指出微油電混合怠速停止-起步是否能確實改善燃油經濟指標(fuel-economy)數值，在EPA 測試循環仍有一些測試期間是否足夠的阻礙，但在歐洲觀察到的實際數字已顯示微油電混合的怠速停止-起步的價值對於駕駛者來說是值得的。

由於二氧化碳的排放限制，電池製造廠商Johnson Controls Inc. (JCI) 預估2015年時在歐洲製造的車輛中將有70%的車輛裝有怠速停止-起步裝置。當中包含所有型式中高電壓的油電混合，但關鍵市場為12-V啟始充電系統之微油電混合中的內燃機引擎。

雖然12-V怠速停止-起步系統要求強力的啟動器或其它精密的重啟系統在此電壓中驅動，電池本身在效用佔

有主要關鍵。簡單來說，使用能力差的電池將使引擎停止的次數更少。一般滿槽鉛酸電池(flooded-cell lead-acid battery, FCB)可維持數星期的性能。

燃油經濟指標的改善

在歐洲有兩種可供選擇的優良鉛酸電池分別為：增大滿槽電池(enhanced-flooded -cell battery, EFB)與昂貴許多但更為適合的AGM電池。燃油經濟指標的改善非常依賴汽車製造商，一份BMW的研究指出對於現行系統可整體提升4%，如有更高的充電接受率(charge-acceptance-rate)電池(超過100A)將有達到提升10%的潛力。目前AGM電池的充電接受率約為25A，預估改善燃油經濟指標5-10%的幅度。

EFB電池合理地為經濟型車款中的怠速停止-起步提供較低的性能內容例如Toyota Yaris歐洲版、Fiat 500與Ford Fiesta EConetic。EFB電池有較厚的隔板並包含聚酯布板來保持額外的鉛合金以使槽內減壓來將鉛的剝落損失最小化。依據JCI，EFB電池的生命週期為FCB電池的兩倍。

儘管AGM電池價格為FCB電池的兩倍，但AGM電池的生命週期為FCB電池的三至四倍，所以AGM電池仍佔有重要地



位。AGM電池已在歐洲怠速停止-起步市場中佔有超過七成的佔有率，而又以供應Chevrolet Volt 12-V電池之JCI Varta為主要供應商。美國最早的微油電混合車Kia Rio選擇配備中的怠速停止-起步使用電池則來自Sebang Global Battery。

AEI (Automotive Engineering International)了解計畫在美國市場用於12-V停止-起步系統的唯一電池型式是AGM電池。用於Corvettes 其它性能應用間的螺旋槽(spiral-cell)AGM電池廠牌OPTIMA亦為JCI所擁有。

電池結構

JCI的AGM電池在正極板有玻璃纖維隔離板來維持電解液，且提供在槽中的高接觸壓力。在充電中，氧氣離開正極板與來自負極板的氫重新結合成為水，而充電保持了電池槽中酸的含水量。這種作用稱為「重組」。

AGM電池基本上為密封型式電池，因其有壓力閥故亦稱為VRLA型(valve-regulated lead-acid)。只有在充電系統故障造成的壓力過大（一般範圍在1-4 psi/7-28KPa）時才需要打開壓力閥。

儘管AGM電池對引擎蓋溫度較傳統鉛酸電池敏感，但AGM電池是鉛酸電池中最有效率與靈活的型式。主要的混合物鉛與酸有很好的純度將可提供更有效率的充電，代表更多的電流流入而被轉換成電荷而不是產生氣體與熱能。AGM電池的充電

有高達96%能量轉換成電能，相較於傳統flooded cell電池的80-85%轉換率與gel cell電池最高90%的轉換率。其中gel cell電池存有矽凝膠電解質以提供類似AGM電池的重組特性，但gel cell電池生命週期較短且對溫度更為敏感。

相對於AGM電池纖維隔離板或凝膠保存的電解質呈均勻狀態，在FCB電池中因電解質流動導致的密度不均勻而使底部的密度為最大，因而造成腐蝕並影響電池性能與壽命。

JCI能源解決方案的全球產品工程副總裁Craig Rigby向AEI表示AGM電池設計的低內阻，可在遭遇停止-起步的額外挑戰時，應用目前使用於歐洲可以相當於一般鉛酸電池4至5年使用壽命的AGM電池。因沒有產生非一般性的保修問題所以AGM電池已展現其耐用度，亦未發現功能萎縮的報告。

怠速停止-起步的策略

AGM電池的快速放電可以為汽車的重新啟動加分。Craig Rigby表示JCI的目標是更快速的充電-而快速的充電就是改善動態充電接受度。改善動態充電接受度能提高充電效率並允許更為積極的怠速停止-起步策略。電池製造廠商正在尋找板材的化學作用、材質和隔離板設計的改進方法以更進一步的減少內阻來增加AGM電池的性能。

怠速停止-起步的策略基礎建立在電池



能承受什麼、電池能被放電多遠與維持一般使用壽命的需求。在有利條件下，可以允許AGM電池降至來自重覆性停止-起步充電狀態的(state of charge, SOC)的20%。而最低條件就是維持足夠的電池充電狀態在停止-起步的兩種情況下。

兩種情形其中之一就是停止距離，且不僅僅是車輛停止。在有更好的電池容量與更多再生煞車的機​​會來充電時，滑行時的引擎可以更早停止。絕對相關的因素是引擎停止電力負載，而12-V系統是不包含電力空調，且微油電混合是不可能加入電力空調。

而另一種情形就是需要被充電的時間以便假如車輛在重度停止-啟動交通狀態與重覆地停止假設而使典型的怠速停止-起步失去效用。此外怠速停止-起步只有在車輛周遭溫度條件允許時才可以被啟動。當車輛周遭溫度很低時，而電池無法輸送與在適當週遭溫度時的相同能量時，與cranking loads可能更高時，怠速停止-起步將被限制-假如允許時。BMW表示當周遭溫度低於0°C (32°F)時維持足夠的充電狀態會是一個問題。周遭高溫達(29-32°C/84-90°F)時空調必須維持運作時亦導致怠速停止-起步的取消。

這些AGM電池與EFB電池等不同型式的鉛酸電池提供了可接受的功能，並可增加額外成本來改善啟動-停止例如使用第二顆電池用來維持啟動-停止時的附加負載。Volvo DRIVE與Mercedes-Benz Blue EFFICIENCY微油電混合車是JCI所引用的例子。目前的考慮是增加可以快

速充電並提供重新啟動所需的瞬間大量功率的超級電容(ultracapacitors)。

電池選擇

BMW集團已與AXION Power International合作展開研究。AXION Power International是美國一個從事研究與發展的公司，該公司已提出的鉛-碳(lead-carbon)電池在動力傳輸、再充電率、充電接受度與深層放電使用(deep-discharge use)生命週期上有性能優勢。

其它有潛力的研究是來自PowerGenix的鎳鋅(Ni-Zn)電池。PowerGenix是另一家美國公司，該公司說明其研究可以提供持續、高充電接受度、低成本與VRLA電池一半重量的鎳鋅電池。這些聲明的特性可以使更積極的怠速停止策略將繁重的停止-起步交通狀態中之停止-起步的取消最小化。

85年前豐田汽車創辦人發明家豐田佐吉，提供獎金給能量密度(energy density)優於汽油的電池。沒有實驗室的研究接近10%的水準，但燃油經濟指標(fuel-economy)的持續改進由怠速停止-起步得到的回饋，是可幫助保持汽油引擎繼續向前的目標。

(資料來源：譯自AGM battery takes primary role for idle stop-start in microhybrids from automotive ENGINEERING Online)

