車用電池性能與環境可靠度驗證

Electric Vehicle Battery Performance and Environmental Reliability Verification

朱國成、蔡祖揚

工研院機械所 智慧車輛技術組 電能系統部

電動車動力電池組性能驗證

電池組性能驗證主要為確認電池組可以符合車輛系統之要求，性能驗證大致區分 ISO 12405-1 高功率應用及 ISO 12405-2 高能量應用。高功率應用驗證項目有 : 室溫下的能量和容量、在不同溫度和放電率下的能量和容量、功率和內阻、空載 SOC 損失、存儲中的 SOC 損失、低溫啟動功率、高溫下啟動功率、能源效率及循環壽命 9 項。高能量應用驗證項目有 : 室溫下的能量和容量、在不同溫度和放電率下的能量和容量、功率和內阻、快速充電時的效率、空載 SOC 損失、存儲中的 SOC 損失及循環壽命 7 項。

1. **高功率應用** :

混合動力車輛 (Hybrid Electric Vehicles, HEV) 及燃料電池車輛 (Fuel Cell Vehicles, FCV) 為高功率電池組及其系統之典型應用，其各項驗證目的為 :

(1) 室溫下的能量和容量 : 其目的在驗證電池組於室溫下之能量及其電容量。

(2) 在不同溫度和放電率下的能量和容量 : 其目的在驗證電池組於不同環境溫度下之能量及其電容量。

(3) 功率和內阻 : 其目的在驗證不同環境溫度下，車輛實際駕駛操作時的充放電動態電功率之能力、電池內阻及在不同 SOC 之開路電壓。

(4) 空載 SOC 損失 : 其目的在驗證電池系統長時間未使用之 SOC 損失。

(5) 存儲中的 SOC 損失 : 其目的在驗證電池系統長時間儲存之 SOC 損失。

(6) 低溫啟動功率 : 其目的在驗證電池系統在低溫時之電功率能力，溫度應為 -18℃，或協議溫度。

(7) 高溫下啟動功率 : 其目的在驗證電池系統在高溫時之電功率能力，溫度應為 50℃，或協議溫度。

(8) 能源效率 : 其目的在驗證電池組於剎車回充之效率。

(9) 循環壽命 : 其目的在驗證電池組在除時間、溫度因素老化之外，電能量輸出對對於電池壽命之影響。

2. **高能量應用** :

電動車輛 (Battery Electric Vehicles, BEV) 及插電式混合動力車輛 (Plug-in Hybrid Electric Vehicles, PHEV) 為高能量電池組及其系統之典型應用，其各項驗證目的為 :

(1) 室溫下的能量和容量 : 其目的在驗證電池組於室溫下之能量及其電容量。

(2) 在不同溫度和放電率下的能量和容量 : 其目的在驗證電池組於不同環境溫度下之能量及其電容量。

(3) 功率和內阻 : 其目的在驗證不同環境溫度下，車輛實際駕駛操作時的充放電動態電功率之能力、電池內阻及在不同 SOC 之開路電壓。

(4) 快速充電時的效率 : 其目的在驗證不同快充

表 1 可靠度之環境條件與產品失效之關聯性

環境條件	主要產生的影響	故障出現的問題
高溫	老化、氣化、龜裂、軟化、溶融、膨脹蒸發	絕緣不良、機械的故障、 機械的應力增加
低溫	脆化、結冰、收縮凝固，機械強度降低	絕緣不良、龜裂機械故障、密封故障
高相對濕度	腐蝕、電解、絕緣物之絕緣效果變差	絕緣不良
低相對濕度	脫水、脆化、縮小機械強度降低	龜裂、機械故障
低氣壓	膨脹、空氣的電絕緣劣化 產生電暈及臭氧、冷卻效果低	機械故障、密封故障、過熱
腐蝕空氣	腐蝕、電解、表面劣化導電性增加、接觸電阻增加	磨損增加電氣故障、機械故障
溫度急速變化	溫度衝擊局部過熱	龜裂變形、機械故障
加速振動碰損或衝擊	機械的應力疲勞共振	機械故障可動部分磨損增加構造的破損

準位時之電池系統狀態及電能量效率。

(5) 空載 SOC 損失 : 其目的在驗證電池系統長時間未使用之 SOC 損失。

(6) 存儲中的 SOC 損失 : 其目的在驗證電池系統長時間儲存之 SOC 損失。

(7) 循環壽命 : 其目的在驗證電池組在除時間、溫度因素老化之外，電能量輸出對對於電池壽命之影響。

電動車動力電池組可靠度驗證

可靠度實驗是為了在產品的研發與製造過程中，評價、驗證、保證或提高產品可靠度，確保交貨後能在規定的使用時間、條件下，達到可靠度指標並提供相關數據，可靠度之環境條件與產品失效之關聯性如**表 1** 所示。廣義的可靠度實驗包括性能實驗、環境實驗、耐受性實驗與衝擊實驗。可靠度強調產品的時間績效品質，狹義的可靠度實驗為壽命實驗。壽命實驗是獲得可靠度數據的主要來源，通過壽命實驗可以掌握產品研發與設計階段的潛在問題，確認是否需要進行設計修改或變更，並可作為改善後的可靠度指標以利評定與驗證。

在電動車用鋰電池組可靠度測試中，測試項目有結露實驗 (溫度變化)、熱衝擊循環測試、振動測試及機械衝擊測試。以下為鋰電池組可靠度實驗項目及目的 :

1. 結露 (溫度變化)：本實驗模擬系統 / 組件在高環境濕度下之使用。此失效模式乃因濕氣所引起之電氣故障 (例：處於濕氣中所引起的漏電流)。

2. 熱衝擊循環：執行熱衝擊循環以判定待測件在溫度驟變下之抵抗力。待測件在室溫條件下進行高低溫循環實驗，並執行所規定之循環次數。該失效模式為因加速之溫度循環所引起的電氣及機械故障。

3. 振動：本實驗檢查因振動引起之待測件故障和破損。

第 1 部分－電池組及其系統 : 振動實驗程序之第 1 部分係實驗整個電池組或其系統之狀況。由於待測件為大質量，最大實驗頻率限制在 200 Hz，但振動實驗應依序在所有 3 軸向執行。

第 2 部分：電池組及其系統的電氣 / 電子裝置 : 振動實驗程序之第 2 部分係分別實驗低質量電氣和電子裝置 (相較於正常車輛應用所使用之電氣 / 電子裝置) 之狀態，包括使用於電池組或其系統之

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】425 期・107 年 8 月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元
劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所
訂書專線：03-591-9339
傳　　真：03-582-2011
機械工業雜誌・官方網站：www.automan.tw
機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw