



## 純電動車用混合儲能系統發展

Development of Hybrid Energy Storage System Based on Lithium Ion Battery and Ultracapacitor Using in Pure Electric Vehicles

施武陽

工研院機械所  
智慧車輛技術組  
經理

江益賢

工研院機械所  
智慧車輛技術組

### 關鍵詞

- 電動車 Electric Vehicle
- 混合儲能系統 Hybrid Energy Storage System
- 循環壽命 Life Cycle

### 摘要

利用鋰離子電池搭配超級電容的混合儲能系統是一個新的研究課題，本文初步進行串聯與並聯架構等三種系統的不同特性分析，並利用本組所自行開發之 HIL(Hardware-In-the-Loop)架構具混合儲能系統之純電動車整車模擬器[12]，計算並比較了單一鋰離子電池組與混合儲能系統不同比例匹配效果，在不考慮重量差異下混合儲能系統(鋰離子電池與超級電容或是鉛酸電池搭配)在耗能與電力回充延長續航距離等都優於單一鋰離子電池使用的情

形，另外，為了驗證混合儲能系統在極端充放電操作環境下延長主電池壽命的功效，初步以被動式混合儲能系統架構和單一鋰電池進行初步驗證和比對，在測試系統中，利用充放電機依所規劃電流型態進行週期性充放電，觀察電池電壓與溫度狀態變化可以了解，混合儲能系統有效降低了放電深度，測試利用了簡單切換器提供電池間歇放電的操作，這樣的方式也可以串接一功率切換元件取代，並給予適當控制策略以達到最佳電能利用效率。未來將進一步建立主動式混合儲能系統測試平台，針對主電池循環壽命(Life Cycle)影響進行長期測試，以建立最佳化控制策略進行實車搭載測試。

A battery system coupled with a high power energy system, namely hybrid energy storage system (HESS) is a new research topic in pure electric vehicles. In this paper besides comparing the basic characteristics of HESS, the objective is to verify the effect of applying high power energy system, e.g. ultracapacitor. Therefore, two different types of



ultracapacitor are used in the test under continuous discharge up to 175 cycles. From the results, HESS shows a less narrow depth of discharge (DOD) compared to only lithium battery system. In these tests, the ultracapacitors are coupled with battery system in parallel connection. In next phase, a parallel connection controlled by bi-direction DC-DC converter will be developed and used in verifying the integration EV's performance further.

## 前言

目前鋰離子電池(Li-Ion Battery)已經逐漸取代傳統電動車用鎳氫電池，比起使用其他二次電池具有單位能量密度高、續航力較長的特點，不過，在對應大電流下鋰離子電池相對地可承受過充放電能力較弱、功率密度不高，爲了增強鋰離子電池的耐充放與功率特性，除了藉由電池組本身的保護與材料改良之外，以外加高功率儲能系統方式，藉電能管理手段分擔鋰離子電池瞬間大電流負擔是一個可行的方式。

應用這樣的技術，除了可降低瞬間大電流對電池的衝擊，以保護電池、延長循環壽命外，並兼具提供輔助瞬間大電力輸出，來彌補現今高能量密度鋰離子電池功率密度的不足的特點，更重要的，搭配高功率密度特性電池將可有效提昇電能回收(煞車回充)效率，增加續航力。

因此，FY98 車輛節能科專計畫規劃以高能量鋰離子電池搭配另一高功率的儲能系統提供純電動車驅動之用，例如：超級電容(Ultracapacitor, UC)，並借重高功率儲能系統超過 10 萬次以上的循環使用壽命(Life Cycle)，提供較高的大電流充放頻率，延長鋰離子電池壽命，像這樣的混合儲能系統(Hybrid Energy Storage System, HESS)主要儲能單元是採用

高能量密度的鋰離子電池，輔助儲能單元是高功率超級電容，主要研究工作包含混合儲能系統的電能架構、硬體規格、與通訊介面制訂，以及相關測試規劃，同時，如何與鋰離子電池組(Battery Pack)之既有電池管理系統(Battery Management System, BMS)整合，開發可兼具串聯與並聯特點的新式混合儲能系統也是一個重要課題，以下將針對混合儲能系統進行初步介紹。

## 混合儲能系統與相關研究成果介紹

鋰離子電池已經廣爲整車業者使用於純電動車，例如：Automotive Energy Supply 社供給日產自動車以及富士重工、Lithium Energy Japan 供給三菱自動車以及 EnrDel 社供給 Think 社等，目前能量密度介於 109~150Wh/kg，售價約 US\$1000/kWh，以日本三菱 iMiEV 售價日幣 460 萬爲例，電池組的售價佔了約一半車價，即使到 2012 年降到約 US\$700/kWh (2009 年 10 月份日本日經自動車雜誌的預估)，售價仍然偏高。

以這樣高價的元件除了想辦法提高能量密度降低成本外，以外部系統整合的手法進行控制以提高循環壽命是較爲快速而可行的，其中，混合儲能系統即是一個方式。針對單元鋰離子電池在放電時會受到內電阻存在影響，其電池瞬間電壓會呈現突降(如圖一)然後再緩慢的回升，這樣的狀況很容易造成截止電壓(Cut off Voltage)附近的過放電以及加深放電深度(Depth of Discharge, DOD)，而放電深度與電池的循環壽命有密切的關係，由圖二橫軸 DOD 所對應的每個有效循環壽命不難了解，放電深度愈大造成循環壽命的損失，其實是非線性的關係，而會造成放電深度過大的放電電流其實與放電時間又成非線性的關係，如圖三藍線所示，換言之，瞬間過大的放電電流容易造成電池過放電以及循環壽命的遽



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】320期・98年11月號

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：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011