



電動車用電能管理模組開發

Development of Power management Unit Applied in Electric Vehicles



施武陽

工研院機械所
智慧車輛技術組
電能系統部
副理

江益賢

工研院機械所
智慧車輛技術組
電能系統部

柯嘉城

工研院機械所
智慧車輛技術組
電能系統部

關鍵詞

- 電能管理模組 Power Management Unit, PMU
- 鋰離子電池 Lithium ion battery
- 超級電容 Ultracapacitor, UC
- 循環壽命 life cycle
- 混合式儲能系統 Hybrid Energy Storage System, HESS

摘要

本案規劃以系統整合超級電容進行電能管理模組開發，初步建立間歇式充放電以及串並聯式兩種架構與對應之控制策略以降低電池組放電深度與工作溫度來提升電池循環壽命，並降低每公里行駛成本至汽油車以下水準(NT\$2.5/km)，粗估使用本技術僅增加成本 NT\$0.5/km 以下，以目標延長壽命至

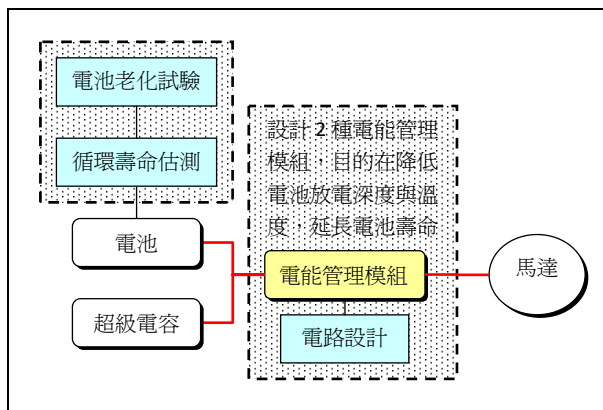
2000 次而言，將可大幅超越現有任何一種鋰離子電池組，研究架構如圖一所示。本技術可針對不同電池組設計合適之超級電容與電能管理模組，將成本與超級電容容量、循環壽命進行最佳化配置，且由於本技術以電路設計為主、不涉及材料開發，可大幅縮短量產時程。

The hybridization of LIB and UC (e.g. Hybrid Energy Storage System, HESS) might obtain a moderate solution of life cycle and suitable power and energy density. Therefore, two new designs of Power Management Unit (PMU) has been established in controlling the power flow of HESS. Besides, an adaptive observer has been applied to estimate the sensitive parameter of life cycle on line. This helps the quantification of life cycle in the case of using UC. In our early study, a parallel connection of LIB and UC of maximum working voltage up to 72V has been developed for performance evaluation. The individual voltage drop of pure LIB pack and parallel HESS in



one driving cycle has been measured. According to the results so far, active control by setting a tentative IGBT control strategy shows much lower DOD (<50%) than the parallel connection without PMU on rig test.

至少需 NT\$5/km 以上，每單位里程行駛成本約為汽油車 2 倍以上價格，攤提成本過高、以及每 8 萬公里即須更換電池組等因素阻礙了電動車整體市場的大幅提升。



圖一 本研究架構描述

高電壓、高能量密度鋰離子單元電池(以下簡稱鋰電池)已經取代鉛酸與鎳氫電池成為 21 世紀電動機車用電池的主流，為延長電池多次使用的循環壽命，鋰電池材料方面的研究多以材料設計抑制充電時電解液與電極間所發生的副反應、強化材料之傳導係數以降低內電阻值，避免連續充放電引起內部熱蓄積之溫度上升導致材料劣化、降低循環壽命 [1]，TOSHIBA 的 SCiB 系列電動機車用鋰電池即為一例，該循環壽命可達 3000 次以上，但缺點是能量密度過低(52.9Wh/kg, 參考表一)；應用於三菱 iMiEV 純電動車上之 LEV 50 鋰電池循環壽命則約 1000 次，而具有 100Wh/kg 以上高能量密度之軟包裝鋰聚合物(Laminated Lithium-ion Polymer)電池，雖然在重量與體積上佔絕對優勢，但鋰離子嵌入電極晶格後造成單元電池體積急劇變化、破壞結構使循環壽命最高僅約 800 次，此外，絕大部分的鋰電池循環壽命皆在 1000 次以下。

背景

電動機車用鋰電池組成本 US\$750~1000/kWh，但單元電池循環壽命僅達 800~1000 次，以續航力 80km 使用 12kWh 鋰電池組之電動機車為例，假定車輛本體成本相同僅計算電池組攤提成本，則加上充電電費

表一 市面上電動機車用鋰電池組相關資料整理[3]

Manufacturer	Lithium-ion Vehicle Batteries Announced by Battery Manufacturers								
	HEV					EV			
	Lithium-ion battery					Lithium-ion battery			
	Automotive Energy Supply	Hitachi Vehicle Energy			Toshiba	Sanyo Electric	Blue Energy	Lithium Energy Japan	Automotive Energy Supply
Product name	L3-3	2nd generation	3rd generation	4th generation	SCiB	--	EH6 (GS Yuasa product)	LEV50	L3-10
Car Models	Mazda Premacy Hydrogen RE Hybrid	Mitsubishi Fuso Canter Eoo Hybrid	-	--	-	Plan to ship to Audi (2010)	-	Mitsubishi Motors i-MiEV	Nissan X-Trail FCV 2005 Model, Fuji Heavy Industry Plug-in Stella
Positive-electrode material	Manganese	Manganese	Manganese	Manganese	Manganese	Tertiary (nickel, cobalt, manganese)	Tertiary (nickel, cobalt, manganese)	Manganese	Manganese
Capacity	3.7Ah	5.5Ah	4.4Ah	4.8Ah	3.3Ah	5Ah (estimated)	6Ah	50Ah	13Ah
Voltage	3.6V	3.6V	3.6V	3.6V	2.5V	3.7V (estimated)	3.7V	3.7V	3.6V
Weight	210g	300g	260g	240g	156g	206g	331g	1.7kg	527g
Energy density (weight)	63Wh/kg	68Wh/kg(**)	60.9Wh/kg	72Wh/kg	52.9Wh/kg(**)	90Wh/kg	67.1Wh/kg	109Wh/kg	89Wh/kg
Power density	2,250W/kg	2,600 W/kg	3,000W/kg	4,500W/kg	3,940W/kg	3,500 W/kg	3,800W/kg	550W/kg	2,080 W/kg

(*) The nickel-metal-hydride battery product specifications are modular values. Lithium ion battery specifications are cellular values.
 (**) Calculated from dimensions, etc.
 Source: Created by TechnoAssociates from publicly available information

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】332期・99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

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw