

複合電動車輛鋰電池管理系統之研究

翁大益、張舜長

E-mail: 9607879@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文主要探討準確的電池殘電量 (SOC, State of Charge) 判讀, 提供資訊給複合電動車輛能量管理控制策略系統, 控制鋰電池充放電時機與充電管理策略系統補充電能, 藉由複合電動車輛能量控制策略與充電管理策略對鋰電池狀態進行管理。在電池SOC充足時, 馬達動力行駛, 電池SOC不足時, 引擎帶動發電機, 充電管理策略系統對電池SOC不足之電池組進行電能等化調控補充, 達到鋰電池狀態管理效果。並設計一套鋰電池模型建立方法, 藉由電池模型之建立預估電池在不同負載之特性反應與各種負載測試。使用LabVIEW程式建構一套人機介面之電池性能檢測實驗平台, 進行不同輸出與環境條件下, 電池充放電過程資料記錄分析其特性與電池模型參數測試, 並搭配ADVISOR之RC model進行電池各種負載模擬。幫助電池實驗人員在一個安全環境下進行電池檢測並可有效減少電池實驗成本。驗證實驗平台使用台全公司DC 48V一體式馬達/發電機搭配統振公司48V 8.4Ah鋰電池與光陽公司150 c.c.水冷內燃機, 製成並聯式混合電動系統, 使用8051單晶片微電腦作為電池SOC偵測單元。在單馬達動力輸出、發電機與內燃機動力輸出與內燃機加馬達雙動力輸出三種模式時, 即時提供電池SOC資訊給能量管理策略與充電管理策略系統, 並顯示電池SOC資訊。本研究實現一種適合搭載於複合電動車輛上各種電池SOC偵測方法。電池SOC偵測單元使用8051單晶片微電腦實現偵測與顯示功能, 在車輛未啟動時, 採開路電壓法偵測初始電池SOC, 當車輛行駛進行充放電過程時, 採安培小時法配合電池性能檢測實驗平台所得之電池特性資料, 進行電池SOC修正計算將誤差值修正在10%內。

關鍵詞: 複合電動車輛, 電池殘電量, 鋰電池模型, LabVIEW

目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文暨電子檔案上網授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	vi
誌謝	viii	目錄	ix	圖目錄	xiii
表目錄	xviii	符號說明	xix	第一章 緒論	1
1.1.1 前言	1	1.1.2 文獻回顧	2	1.2.1 控制策略與能量管理系統之探討相關研究	3
1.2.2 電池模型之探討相關研究	4	1.2.3 電池殘電量之探討相關研究	4	1.3 研究動機與目的	5
1.4 研究步驟	6	1.5 論文架構	7	第二章 二次電池介紹	9
2.1 二次電池比較	9	2.2 電池之基本特性	13	2.3 電池殘電量檢測方法	13
2.3.1 開路電壓法	14	2.3.2 比重法	14	2.3.3 安培小時法	14
2.3.4 加載電壓法	15	2.3.5 查表法	16	2.4 電池模型	17
2.4.1 理想模型	17	2.4.2 線性模型	18	2.4.3 戴維寧等效模型	19
2.4.4 等效電容模型	20	2.4.5 ADVISOR之RC模型	21	第三章 ADVISOR 鋰電池RC model建立	22
3.1 ADVISOR之RC模型建模	22	3.2 R_t 、 R_e 、 R_c 參數計算	25	3.3 C_b 參數計算	27
3.4 C_c 參數計算	28	第四章 電池性能檢測實驗平台	30	4.1 溫度控制箱製作	30
4.2 人機介面系統之建立	31	4.2.1 LabVIEW 環境介紹	32	4.2.2 實驗平台監控系統之架構	33
4.2.3 電池實驗平台監控系統之建立	38	4.3 LabVIEW電池實驗流程程式建立	40	4.3.1 電池電容量測試流程	40
4.3.2 CC-CV充電控制流程	42	4.3.3 HPPC實驗流程	43	第五章 並聯式複合電動車輛實驗平台	45
5.1 複合動力系統各元件介紹	45	5.1.1 內燃機	45	5.1.2 一體式馬達/發電機	47
5.1.3 動力整合分配機構	47	5.1.4 電池組	48	5.1.5 磁粉式煞車組	50
5.1.6 建立複合動力系統實驗平台	51	5.2 複合電動車輛能量管理策略流程	53	5.3 充電管理策略	58
5.4 能量控制策略與充電管理策略系統控制器	61	5.5 電池SOC偵測顯示器發展	65	5.5.1 電池SOC偵測顯示器接收訊號種類	63
5.5.2 軟體執行發展程序	65	5.5.3 電池SOC偵測器估測方法	65	5.5.4 電池SOC偵測器製作	66
5.5.5 電池SOC顯示器製作	67	第六章 模擬與驗證結果	69	6.1 鋰電池之可輸出電容量	69
6.1.1 鋰電池電容量檢測	69	6.1.2 1C放電結果	70	6.1.2 C/3放電結果	71
6.1.3 C/5放電結果	71	6.2 CC-CV充電測試	72	6.3 HPPC實驗結果	73
6.4 SOC對應 V_{oc} 資料	74	6.5 電池可輸出最大電容量	79	6.6 不同放電電流之電容量修正量	84
6.7 鋰電池 RC model之驗證	85	6.8 電池SOC偵測與顯示器測試	93	第七章 結論與建議	104
7.1 結論	104	7.2 建議事項與	104		

參考文獻

- [1] 鄭勝文, “電動車輛專輯”, 機械月刊, pp. 354-405, 民國88年8月。
- [2] 呂振宇, “電動車輛發展概況介紹”, 車輛研測資訊, pp. 25-29, 民國88年。
- [3] 尤如瑾, “我國電動機車產業發展現況與趨勢”, 機械工程 雙月刊, pp. 44-57, 民國89年4月。
- [4] 吳建宗, “國內電動車發展及燃料電池運用”, 機械工業雜誌, pp. 163-172, 民國89年11月。
- [5] 電動車輛用電控系統技術研討會, 經濟部工業局主辦, 工研院機械工業研究所承辦, 民國88年10月。
- [6] E. Yamada and Y. Kawabata, “Development of Test System for Motor of Hybrid Electrical Vehicle,” JSAE Review, Vol. 18, pp. 393-399, October, 1997.
- [7] P. Bowles, H. Peng and X. Zhang, “Energy Management in a Parallel Hybrid Electric Vehicle with a Continuously Variable Transmission,” IEEE American Control Conference, 2000. Proceedings of the 2000, Vol. 1, pp. 55-59, June, 2000.
- [8] M. Salman, N. J. Schouten and N. A. Kheir, “Control Strategies for Parallel Hybrid Vehicles,” IEEE American Control Conference, 2000. Proceedings of the 2000, Vol. 1, pp. 524-528, 2000.
- [9] 許宏偉, “並聯式混合動力機車之實作與控制”, 大葉大學車研所碩士論文, 2001。
- [10] V. Johnson and A. Pesaran, “Temperature-Dependent Battery Model for High Power Lithium-Ion Batteries,” Presented at the 17th Electric Vehicle Symposium, Montreal, Canada, 2000.
- [11] V. Johnson, “Battery Performance Models in ADVISOR,” Journal of Power Sources, Vol. 110, pp. 321-329, 2002.
- [12] E. P. Finger and N. Y. Brewster, “Battery of Charge Metering Method and Apparatus”, U. S. Patent 4560937, 1985.
- [13] F. Waish, “Determination of State of Charge In Li/SOC12 Cells,” Power Sources Symposium, IEEE, pp. 204-206, 1990.
- [14] S. Sato, A. Kawamura, “A New Estimation Method of State of Charge using Terminal Voltage and Internal Resistance for Lead Acid Battery”, Power Conversion Conference, IEEE, pp. 565-570, 2002.
- [15] S. Duryea, S. Islam, and W. Lawrance, “A Battery Management System for Stand-Alone Photovoltaic Energy Systems,” Industry Applications Magazine, IEEE, Vol. 7, pp. 67-72, 2002.
- [16] P. Ramadass, B. Haran, R. White, B. N. Popov, “Mathematical Modeling of the Capacity Fade of Li-ion Cells,” Journal of Power Sources, Vol. 123, 2003, pp. 230-240, 2003.
- [17] 林威佐, “電池電容量檢測技術之研究”, 國立台灣大學電機所碩士論文, 2002。
- [18] 何文隆, “電動車輛變動負載之電池殘電量研究”, 大葉大學車研所碩士論文, 2004。
- [19] A. H. Anbuky, P. E. Pascoe and R. G. Lane, “VRLA Battery Capacity Measurement and Discharge Reserve Time Prediction,” Telecommunications Energy Conference, IEEE, pp. 302-310, 1998.
- [20] 孫清華, “鋰電池E世代的能源”, 科學發展, 第362期, 2003年2月。
- [21] H. Kato, Y. Yamamoto, M. Nagamine, Y. Nishi, “Lithium Ion Rechargeable Batteries,” Sony Energytec Inc., pp. 210-214.
- [22] 曾柏伊、彭國光、周裕福、黃正芳, “二次電池之化學特性與應用”, 工業材料雜誌, Vol. 197, pp. 118, 民國92年5月。
- [23] 葉家銘, “以DSP為控制單元之智慧型電源管理”, 中山大學電機所碩士論文, 2003。
- [24] 張舜長、蔡耀文、翁大益, “鋰電池模型的實驗規劃建構與驗證”, 車輛工程學刊, Vol. 4, pp. 69-80, 民國96年5月。
- [25] Wipke, et al., ADVISOR 3.2 Documentation, see www.ctts.nrel.gov/analysis/advisor_doc, August 2001.
- [26] New Generation of Vehicles (PNGV) Program Electrochemical Energy Storage Team, “PNGV Battery Test Manual,” rev. 3, 2001.
- [27] USABC and DOE National Laboratories personnel, “Electric Vehicle Battery Test Procedures Manual,” rev. 2, 1996.
- [28] 黃敏祥、盧明智, “OP Amp應用+實驗模擬”, 全華科技圖書股份有限公司, 民國93年10月。
- [29] 張敬煌, “並聯式複合電動重型機車系統之效能評估與人機介面之發展”, 大葉大學車研所碩士論文, 2006。
- [30] 黃國修、呂哲權、施亦安, “新型並聯式複合電動系統之動態模擬與控制之研究”, 第十一屆車輛工程學術研討會, 2006。
- [31] C. S. Moo, K. S. Ng, Y. P. Chen, Y. C. Hsieh, “State-of-Charge Estimation with Open-Circuit-Voltage for Lead-Acid Batteries,” Power Conversion Conference, IEEE, pp. 758-762, 2007.
- [32] K. Yoshimoto, T. Nanahara, G. Koshimizu, “New Control Method for Regulating State-of-Charge of a Battery in Hybrid Wind Power/Battery Energy Storage System,” Power Systems Conference and Exposition, IEEE, pp. 1244-1251, 2006.