

輕型電動載具電池管理系統之研究

吳秉宸、張舜長

E-mail: 364774@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文探討輕型電動載具特性與電池管理系統規劃設計，規劃電池組狀態監控與電池保護機制設立，避免電池壽命縮短，降低電池使用效率，避免影響到電動載具行駛時的電力可靠度。本研究使用殘餘電量估算、被動式電池等化平衡電路、電池狀態監控保護電路(過電壓與過電流)、電池組與系統溫度監控、即時電流資訊顯示等方式管理。以輕型電動載具做為藍本，電池組單元為磷酸鋰鐵電池LiFePO₄排列構成，四顆電池並聯成一節，每一節電池串聯堆疊成額定電壓48V之動力電池組，利用車輛底盤動力計與微電腦電池充放電機進行載具續航力測試與電池特性曲線研究，主要探討電池管理系統對動力電池續航力之影響或者電池保護機制對輕型電動載具電池組充電與放電的效率影響，系統內使用電池保護IC，S-8209A應用於被動式電池電量平衡與電池狀態保護機制，有效精簡電池管理系統體積。研究的方法:將電池開路電壓對應殘電量數值建立對照表，瞭解鋰鐵電池的特性，建立類比數位轉換電路監測電池的電流、電壓與溫度，選用可匹配鋰鐵電池特性的電池保護IC進行周邊電路製作，選擇適當功率的消耗式電阻，最終以微電腦充放電機驗證電池保護的機制是否正常作動，再將此電池管理系統結合鋰鐵電池組於車輛底盤動力計下進行負載測試，證明此電池管理系統可提供輕型電動載具使用。

關鍵詞：輕型電動載具、電池管理系統、被動式電量平衡

目錄

| | |
|-----------------------------|------|
| 封面內頁 簽名頁 中文摘要..... | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| 致謝..... | vi |
| 目錄..... | vii |
| 圖目錄..... | ix |
| 表目錄..... | xii |
| 符號說明..... | xiii |
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 1.1 前言..... | 1 |
| 1.2 研究動機與目的..... | 2 |
| 1.3 論文架構..... | 3 |
| 1.4 研究步驟..... | 4 |
| 第二章 輕型電動載具電池組與管理系統介紹..... | 6 |
| 2.1 二次電池特性..... | 7 |
| 2.2 輕型電動載具電池充電模式..... | 11 |
| 2.3 電池管理系統..... | 13 |
| 2.3.1 電池模型..... | 14 |
| 2.3.2 殘電量估算..... | 15 |
| 2.3.3 電池組老化預估..... | 18 |
| 2.3.4 熱流分析..... | 18 |
| 2.3.5 電池狀態監控..... | 19 |
| 2.3.6 電池電量平衡..... | 20 |
| 2.3.7 通訊系統..... | 23 |
| 2.3.8 資訊顯示與故障診斷..... | 23 |
| 第三章 輕型電動載具電池管理系統規劃與製作..... | 26 |
| 3.1 電池芯單體材料、特性選擇與電池組建立..... | 28 |
| 3.2 輕型電動載具電池管理系統策略規劃..... | 32 |
| 3.2.1 殘電量估測系統..... | 33 |
| 3.2.2 電池管理IC..... | 36 |
| 3.2.3 電池管理系統硬體製作..... | 38 |
| 3.3 輕型電動載具電池管理系統製作..... | 45 |
| 第四章 電池管理系統實驗平台建立..... | 50 |
| 4.1 實驗平台硬體..... | 50 |
| 4.2 實驗平台軟體..... | 53 |
| 第五章 電池管理系統驗證與續航力測試..... | 67 |
| 5.1 輕型電動載具電池狀態監控實驗..... | 68 |
| 5.2 輕型電動載具續航力測試..... | 78 |
| 第六章 結論與未來研究方向..... | 92 |
| 參考文獻..... | 96 |

參考文獻

- [1]鄭勝文，電動車輛專輯，機械月刊，pp.354-405，1999年。
- [2]工業技術研究院(2011年3月20日)，動力鋰電池材料技術專題，電子報10003期，2012年07月取得，<http://edm.itri.org.tw/enews/epaper/10003/index.htm>。
- [3]呂學隆(2011年7月19日)，2011年電動車用動力電池晚近發展現況，2012年07月取得，http://itisweb3.itis.org.tw/itisppt/client/slide.aspx?pre_id=2323。
- [4]楊模樺，電動車用鋰電池發展趨勢，電動車輛產業資訊專刊，2008年11月。
- [5]陳金銘(2011年3月8日)，動力鋰電池與材料技術，2012年07月取得，http://km.emotors.ncku.edu.tw/emotor/worklog/EMTRC/workshop/download.php?con_id=20110308150622。
- [6]經濟部標準檢驗局(2010年10月)，電動車電能特性之介紹，2012年07月取得，<http://tainan.bsmi.gov.tw/wSite/np?ctNode=4270&mp=6>
- [7]黃廣順，電池電源模組之並聯運轉，中山大學電機所碩士論文，2004年。
- [8]江承億，雙向式轉換器應用於均勻充電之研製，聖約翰技術學院自動化及機電整合研究所碩士論文，2005年。
- [9]歐陽文億，串聯電池組雙向電量平衡電路，中山大學電機工程學系研究所碩士論文，2005年。
- [10]周文雄，智慧型均等化電池充電器，高雄應用科技大學電子與資訊工程研究所碩士論文，2007年。
- [11]蔡志明，“串並聯電池組均壓充電及放電管理之研究”，大同大學電機工程研究所碩士論文，2002年。
- [12]C. Chen, J. JIN, and L. He, A New Battery Management System for Li-ion Battery Packs, IEEE, Circuits and Systems, pp.1312-1315, 2008.
- [13]B. Pattipati, K. Pattipati, J. P. Christopherson, S. M. Namburu, D.V. Prokhorov, and L. Qiao, Automotive Battery Management Systems, IEEE, Autotestcon, pp.581-586, 2008.
- [14]J. Wen and J. Jiang, Battery Management System for the Charge Mode of Quickly Exchanging Battery Package, IEEE, Vehicle Power and

Propulsion Conference, pp.1-4, 2008.

- [15]Z. Sun, X. Wei, and H. Dai, Battery Management Systems in the China-made Start Series FCHVs, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.1-6, 2008.
- [16]C. Sen and N. C Kar, Battery Pack Modeling for the Analysis of Battery Management System of a Hybrid Electric Vehicle, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.207-212, 2009.
- [17]L. Yuheng, W. Xuezhe, and S. Zechang, Low Power Strategy Design for Battery Management System, IEEE, Measuring Technology and Mechatronics Automation, Vol.2, pp.636-639, 2009.
- [18]X. F. Wan and H. L. Hu, The Smart Battery Management System, IEEE, Test and Measurement, Vol.1, pp.29-32, 2009.
- [19]方暘霖, 電動代步車殘電量檢測與續航力估測, 嘉義大學生物機電工程學系研究所, 2007。
- [20]何昌佑, 鋰電池管理晶片之設計與應用分析, 電子月刊, 第13卷, 第9期, 2007年。
- [21]吳坤德、林頂立、周弘亮、吳晉昌、孫禹華, 類神經網路應用於鉛酸電池殘電量偵測之應用, 電機月刊, 第17卷, 第7期, 2007年。
- [22]G. Li, H. Wang, and Z. Yu, New Method for Estimation Modeling of SOC of Battery, IEEE, Software Engineering, Vol.2, pp.387-390, 2009.
- [23]L. Wang, L. Wang, and J. Liu, Sigma-point Kalman Filter Application on Estimating Battery SOC, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.1592-1595, 2009 [24]B. X. Sun and L. Wang, The SOC Estimation of NIMH Battery Pack for HEV Based on BP Neural Network, IEEE, Intelligent Systems and Applications, pp.1-4, 2009.
- [25]L. Wang, L. Wang, and C. Liao, Research on Improved EKF Algorithm Applied on Estimate EV Battery SOC, IEEE, Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), pp.1-4, 2010.
- [26]謝秉勳、謝登存, 鋰離子電池加速測試方法及壽命預估模式介紹, 工業材料雜誌, 第236期, 2006年。
- [27]李建興、陳瑋凱、洪建平, 類神經網路應用於鉛酸電池放電時間之估測, 第28屆電力工程研討會, 2007年。
- [28]C. Barlak and Y. Ozkazan, A Classification Based Methodology for Estimation of State-of-health of Rechargeable Batteries, IEEE, Electrical and Electronics Engineering, pp.101-105, 2009.
- [29]D. Haifeng, W. Xuezhe, and S. Zechang, A New SOH Prediction Concept for the Power Lithium-ion Battery Used on HEVs, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.1649-1653, 2009.
- [30]蔡銘吉、蕭珣騫、鍾官榮, 溫度因子對磷酸鋰鐵電池充放電效能之影響初探, 研究與創新期刊, pp.7-12, 2011年1月。
- [31]Ctimes(2010年09月17日), 電動車鋰電池難搞 電池管理晶片有訣竅, 2012年07月取得, <http://www.ctimes.com.tw/News/ShowNews.asp?O=201009171759371825>。
- [32]車輛研究測試中心許家興(2011年), 電動車成敗的關鍵技術-電池管理系統, 2012年07月取得, http://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=1909。
- [33]新電子(2012年1月2號), 動車加速衝量電池管理系統後勢看俏, 2012年07月取得, http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=1112300020。
- [34]中央研究院資訊科學研究所自動化實驗室, 電動機車整車管理系統之研發, 國家地理頻道之台灣熱門科學, 2002年。
- [35]柯易斌, 微控制晶片於鋰離子串接電池等化之應用, 天主教輔仁大學電子工程學系碩士論文, 2006年。
- [36]J. W. Kimball, B. T. Kuhn, and P.T. Krein, Increased Performance of Battery Packs by Active Equalization, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.323-327, 2007.
- [37]A. Baughman and M. Ferdowsi, Analysis of the Double-Tiered Three-Battery Switched Capacitor Battery Balancing System, IEEE, Power Electronics and Motor Drives Laboratory, 2007.
- [38]X. Wei and B. Zhu, The Research of Vehicle Power Li-ion Battery Pack Balancing Method, IEEE, Electronic Measurement & Instruments, pp.2-498-2-502, 2009.
- [39]L. Wang, L. Wang, C. Liao, and J. Liu, Research on Battery Balance System Applied on HEV, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.1788-2-1791, 2009.
- [40]許永和, 第4C-車載通訊電子網路之CANLIN匯流排設計與應用, 儒林圖書有限公司, 台北市, 2010年12月。
- [41]中華汽車, e-moving規格表, 2012年07月取得, <http://www.e-moving.com.tw/>。
- [42]精工電子有限公司, S-8209A規格表, 2012年07月取得, datasheet.sii-ic.com/cn/battery_protection/S8209A_AN_C.pdf [43]Taiwan E-scooter Standard, 測試手冊, 2012年07月取得, <http://www.tes.org.tw/download.htm>