

複合式電池應用在並聯式混合電動機車之最佳化電能管理之研究與發展

廖樹德、張舜長

E-mail: 9606863@mail.dyu.edu.tw

摘要

純電動機車發展至今一直無法被廣泛大眾所接受，除了價格昂貴、充電不便等，最主要的原因是因為續航力不足，因此混合式電動機車就變成了當下的解決方案。而混合式電動機車能有效的提升能源使用效率，且在現今環保意識高漲的情況下，能降低環境汙染。不僅解決了純電動機車所遇到的瓶頸，亦大大的降低了環境汙染的問題，但由於一般電動車上所使用的電池為市面上最常見的鉛酸電池，而鉛酸電池在大電流放電下效率很差，因此在系統急需大電流用電時，容易造成動力不足或動力輸出延遲情形發生。本研究目的則在針對此問題，將以往並聯式混合電動機車單電池電源系統改以鉛酸電池與鋰電池合併的複合式電池系統來取代，完成混合式動力電動機車之鉛酸電池與鋰電池結合，由鋰電池輔助鉛酸電池大功率輸出，彌補鉛酸電池瞬間大電流放電的能力不足，進而完成複合式電池系統電源管理。首先，針對鉛酸電池及鋰電池做殘電量的估測，並對車上電池狀態加以監控，進而對並聯式混合式電動機車電能做最佳化的管理，且完成機車混合式動力之鉛酸電池與鋰電池的結合，以改善混合式動力電動機車大功率輸出之行駛性能。在鉛酸電池則採用電池負載狀態負載電壓、放電電流及電池溫度來估測電解液比重變化得知電池殘電量；鋰電池則以負載電壓及放電電流來估測電池自滿電輸出電量的變化曲線，以得知電池殘電量，兩者皆藉由電池負載狀態下的電池參數，以Curve Fitting方式估測其殘電量，再經由所推測的方程式，做為整個系統電量顯示輸出的運算模組。最後再以LabVIEW圖控式語言程式建構一包含電量顯示的電能監控系統，實際完成電池即時監控系統，並能依照行車需求適時的切換鉛酸電池與鋰電池之作動時機，完成複合式電池於混合電動機車之電能管理系統。

關鍵詞：鋰電池，複合式電池，殘電量，混合電動機車

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v	誌謝		
..... vi	目錄	vii	圖目錄	ix	表目錄			
xiii	第一章緒論	1	1.1 前言	1	1.2 國內外有關本問題研究之文獻回顧	2	1.3 本文目標	4
4	1.4 本文架構	5	第二章電池介紹	7	2.1 電池種類	7	2.2 鉛酸電池介紹及充放電化學反應	8
8	2.3 鋰電池介紹及充放電化學反應	11	2.4 電池殘電量檢測方法之介紹	13	第三章實驗架構	17	3.1 實驗設備	17
17	3.2 電瓶殘電量的估測	23	3.3 發電機的控制	27	3.4 複合式電池之電能管理	28	第四章實驗結果與分析	33
33	4.1 鉛酸電池	33	4.2 鋰電池	49	4.3 電能管理系統	58	4.3.1 溫度量測電路	58
58	4.3.2 分壓電路	59	4.3.3 LabVIEW 圖控式語言	60	第五章結論與建議	72	5.1 結論	72
72	5.2 建議事項與未來研究項目	73	參考文獻	74				

參考文獻

- [1] <http://taqm.epa.gov.tw/emc/default.aspx?pid=b0308&cid=b0308> [2] <http://tw.npf.org.tw/PUBLICATION/SD/092/SD-R-092-005.htm>
- [3] F. Waish, " Determination of State of Charge In Li/SOCl₂ Cells, " Power Sources Symposium, IEEE, pp.204-206, 1990.
- [4] K. R. Bullock and Chalasani S C Bose, " Monitoring the State of Health of VRLA Batteries Through Ohmic Measurements, " Telecommunications Energy Conference, IEEE, pp.675-680, 1997.
- [5] 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.
- [6] B. K. Powell, K. E. Bailey, and S. R. Cikanek, " Dynamic Modeling and Control of Hybrid Electric Vehicle Powertrain System, " Control Systems Magazine, Vol.8, IEEE, pp.17-33, 1998.
- [7] G. C. Hsieh, L. R. Chen, and K. S. Huang, " Fuzzy-Controlled Active State-of-Charge Controller for Fasting the Charging Behavior of Li-ion Battery, " Industrial Electronics Society, IEEE, Vol.1, pp.400-405, 1999.
- [8] 許宏偉, " 並聯式混合動力機車之實作與控制 ", 大葉大學 碩士論文, 2001.
- [9] 朱建亮, " 適用於電動機車之切換式直流電源轉換器的研究 ", 義守大學碩士論文, 2001.

- [10] 林威佐, “電池電容量檢測技術之研究”, 國立台灣大學碩士論文, 2002。
- [11] S. Shinya and K. Atsuo, “A New Estimation Method of State of Charge using Terminal Voltage and Internal Resistance for Lead Acid Battery,” Power Conversion Conference, IEEE, Vol.2, pp.565-570, 2002.
- [12] 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.
- [13] S. Onoda, S. M. Lukic, A. N. Asiri, and A. Emadi, “A PSIM-based Modeling Tool for Conventional, Electric, and Hybrid Electric Vehicles Studies,” Vehicular Technology Conference, IEEE, Vol.3, pp.1676-1689, 2002.
- [14] 張永昌, “鉛酸電池殘量預測及壽命分析之研究”, 彰化師範大學碩士論文, 2003。
- [15] J. Chiasson, “Estimating the State of Charge of a Battery,” American Control Conference, IEEE, Vol.4, pp.2863-2868, 2003.
- [16] 何文隆, “電動車輛變動負載之電池殘電量研究”, 大葉大學碩士論文, 2004。
- [17] C. B. Zhu, M. Coleman, W. G. Hurley, “State of Charge Determination in a Lead-Acid Battery: Combined EMF Estimation and Ah-balance Approach,” Power Electronics Specialists Conference, IEEE, Vol.3, pp.1908-1914, 2004.
- [18] Y. Gao, K. M. Rahman, and M. Ehsani, “The Energy Flow Management and Battery Energy Capacity Determination for the Drive Train of Electrically Peaking Hybrid Vehicle,” SAE 72647, 1972.
- [19] <http://www.chemedu.ch.ntu.edu.tw/lecture/battery/introduce.htm> [20] 曾裕傑, “鉛蓄電池充電特性與檢測之研究”, 私立中原大學碩士論文, 2001。
- [21] 孫清華, “最新可充電電池技術大全”, 全華科技圖書公司, 2001。
- [22] H. Kato, Y. Yamamoto, M. Nagamine, Y. Nishi, “Lithium Ion Rechargeable Batteries,” Sony Energytec Inc., pp.210-214.
- [23] 李文雄, “鋰電池E 世代的能源”, 科學發展, 第362 期, 2003 年2 月。
- [24] N. Sato, “Thermal Behavior Analysis of Lithium-Ion Batteries for Electric and Hybrid Vehicles,” Journal of Power Sources Vol.99, pp.70-77, 2001.
- [25] 張文地, “電動車電池殘量預估之研究”, 彰化師範大學碩士論文, 2001。
- [26] 戴瑞言, “車輛智慧型電能管理系統之研究”, 大葉大學碩士論文, 2003。
- [27] O. Caumont, P. Le Moigne, C. Rombaut, X. Muneret, and P. Lenain, “Energy Gauge for Lead-Acid Battery in Electric Vehicle,” Energy Conversion, IEEE, Vol.15, pp.354-360, 2000.
- [28] P. T. Krein, R. S. Balog, “Life Extension Through Charge Equalization of Lead-Acid Batteries,” Telecommunications Energy Conference, IEEE, pp.516-523, 2002.
- [29] P. E. Pascoe and A. H. Anbuky, “A unified discharge voltage characteristic for VRLA battery capacity and reserve time estimation,” Energy Conversion and Management Vol.45, pp.277-302, 2003.
- [30] D. Resiner, “Fuzzy Logic-Based State-of-Health Determination of Lead Acid Batteries,” Telecommunications Energy Conference, IEEE, pp.583-590, 2002.
- [31] Y. S. Lee, C. W. Jao, “Fuzzy Controlled Lithium-Ion-Battery Equalization with State-of-Charge Estimator,” Systems, Man and Cybernetics, International Conference on, IEEE, Vol.5, pp.4431-4438, 2003.
- [32] H. Surmann, “Genetic Optimization of a Fuzzy System for Charging Batteries,” Industrial Electronics, IEEE Transactions on, IEEE, Vol.43, pp.541-548, 1996.
- [33] P. Melin, O. Castillo, “Intelligent Adaptive Control of Nonlinear Dynamical Systems with a Hybrid Neuro-Fuzzy-Genetic Approach,” Systems, Man, and Cybernetics, International Conference on, IEEE, Vol.3, pp.1508-1513, 2001.
- [34] 沈芳州編譯, “各類電池使用指南”, 全華科技圖書股份有限公司, 第90-93 頁, 1996 年6 月。
- [35] 惠汝生, “自動量測系統 - LabVIEW”, 全華科技圖書股份有限公司, 2002。