

類神經網路應用於複合動力車高電壓鋰電池組管理之研究 = Study of battery management system of high-voltage lithium ...

周明正、張舜長

E-mail: 9707928@mail.dyu.edu.tw

摘要

近幾年來，世界各國無不尋找替代能源，所以將車輛的動力源結合電動馬達已是大勢所趨。複合動力車輛本身就包括發電機與電池，因此本研究主要是在探討高能量密度的鋰電池作為馬達動力源時，複合動力車輛是否有完整的鋰電池管理狀態，在鋰電池狀態管理裡，電池殘電量(State of Charge, SOC)扮演著很重要的角色，然而在使用過程中就會牽涉到不正常充電、使用次數增加，造成鋰電池的健康狀態(State of Health, SOH)受損，就會影響到SOC偵測準確性，所以本論文將對鋰電池健康狀態做重點分析。本研究在鋰電池健康偵測方面將分成兩個研究方向：(1)建立了一套加速測試方法，並且能有效、準確地預估鋰電池在實際環境下的健康狀態，現今鋰電池健康狀態偵測方面大多以充放電流為主要依據來建立模型，然而在本研究中是利用實際量測的內阻值、溫度、不同放電電流的電容量的多輸入與輸出關係，來建立鋰電池健康狀態類神經模型，估測鋰電池健康狀態。(2)本研究中複合動力車輛使用的馬達為22kW高功率馬達，相對的，在馬達動力來源也是採用高功率的高電壓鋰電池組，所以利用LabVIEW程式搭配降壓電路，發展一套高電壓鋰電池組的偵測模組，以作為將來預測殘電量與健康狀態之估測技術。

關鍵詞：健康狀態；類神經模型；高電壓鋰電池殘電量

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.....	xi	表目錄.....	xv	符號說明.....	xvi
第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1	1.2 文獻回顧.....	4	1.3 研究動機與目的.....	8
1.4 研究步驟.....	9	1.5 論文架構.....	10	第二章 鋰電池介紹.....	12	2.1 鋰離子二次電池工作原理.....	12
2.2 二次電池發展史[25].....	13	2.3 二次電池比較.....	15	2.4 電池之基本特性.....	18	2.5 電池殘電量檢測方法.....	18
2.5.1 開路電壓法.....	19	2.5.2 安培小時法.....	19	2.5.3 加載電壓法.....	20	2.5.4 查表法.....	20
2.6 電池健康狀態檢測方法.....	21	第三章 複合動力車輛之鋰電池健康狀態 實驗架構.....	23	3.1 鋰電池健康狀態實驗設備.....	23	3.1.1 實驗對象.....	23
3.1.2 充電設備.....	25	3.1.3 放電設備.....	25	3.1.4 HIOKI-3551電池測試器.....	27	3.2 LabVIEW圖控式程式語言簡介.....	28
3.3 鋰電池健康狀態性能檢測平台.....	31	3.4 高電壓鋰電池殘電量偵測模組.....	32	3.5 複合動力車輛系統介紹.....	34	3.5.1 內燃機.....	35
3.5.2 一體式馬達/發電機.....	36	3.5.3 動力整合分配機構.....	37	3.5.4 磁粉式煞車組.....	38	第四章 類神經網路應用於鋰電池健康狀態估測.....	41
4.1 類神經網路原理.....	41	4.2 類神經網路各層功能.....	43	4.3 類神經網路的運作與學習.....	44	4.4 倒傳遞網路的介紹與基礎[32].....	48
4.4.1 倒傳遞網路特性.....	48	4.4.2 倒傳遞演算法.....	49	4.4.3 倒傳遞網路之前饋式網路介紹[33].....	49	第五章 實驗結果與分析.....	51
5.1 鋰電池之可輸出電容量.....	51	5.1.1 鋰電池電容量檢測.....	51	5.1.2 1C放電結果.....	52	5.1.3 C/3放電結果.....	52
5.1.4 C/5放電結果.....	53	5.2 初始電容量估測方法.....	54	5.3 高電壓鋰電池殘電量偵測模組.....	55	5.3.1 高電壓鋰電池殘電量偵測模組應用於22kW馬達.....	59
5.4 SOH放電測試.....	62	5.5 類神經網路訓練次數、神經元、演算法選擇.....	71	5.6 決定網路架構與訓練類神經.....	72	5.7 類神經網路訓練.....	73
5.7.1 批次梯度下降函數演算法 (Traingd).....	73	5.7.2 可變學習速率倒傳遞演算法 (Traingda).....	75	5.7.3 有彈性的倒傳遞演算法 (Trainrp).....	77	5.7.4 共軛梯度演算法 (Traincgf).....	79
5.7.5 擬牛頓演算法 (Trainbfg).....	81	5.7.6 L-M (Trainlm)演算法.....	83	5.8 驗證類神經模型準確度及預測鋰電池電容量.....	85	第六章 結論與建議.....	91
6.1 結論.....	91	6.2 建議事項與未來研究.....	92	參考文獻.....	93	附錄A 高電壓鋰電池殘電量偵測模組電路圖.....	100
附錄B 神經元轉移函數與函數的輸入輸出關係.....	101	附錄C SOH放電測試(0.2C~5C).....	102				

參考文獻

- [1]鄭勝文，“電動車輛專輯”，機械月刊，pp. 354-405，1999年。
- [2]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年。
- [3]許源鏞、邱國慶、呂紹遠，“混成動力休閒車控制系統實車組裝與測試”，中國機械工程學會第二十四屆全國學術研討會，2007年。

- [4]S. K. Kim, J. H. Jeon, C. H. Cho, J. B. Ahn, and S. H. Kwon, "Dynamic Modeling and Control of a Grid-Connected Hybrid Generation System with Versatile Power Transfer," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 55, No. 4, pp.1677-1688, 2008.
- [5]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.
- [6]V. Johnson and A. Pesaran, "Battery Performance Model in ADVISOR," Journal of Power Source, Vol. 110, pp. 321-329, 2002.
- [7]許參、李杰、王超, "一種鋰離子蓄電池壽命的預測模型", 應用科學學報, 第24卷, 第4期, 2006年。
- [8]S. Duryea, S. Islam, and W. Lawrance, "A Battery Management System for Stand Alone Photovoltaic Energy System," Applications Magazine, IEEE, Vol. 7, pp.67-72, 2002.
- [9]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年。
- [10]P. Ramadass, B. Haran, R. White, and B. Popov, "Mathematical Modeling of the Capacity Fade of Li-ion Cells," Journal of Power Sources, Vol. 123, pp.230-240, 2003.
- [11]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年。
- [12]賴世榮, "智慧型鋰離子電池殘存電量估測之研究", 中山大學電機工程所碩士論文, 2004年。
- [13]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。
- [14]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。
- [15]V. Spath, A. Jossen, H. Doring, and J. Garche, "The Detection of the State of Health of Lead-Acid Batteries," IEEE, International Energy Conference, Vol. 19, No.23, pp.681-686, October, 1997.
- [16]C. C. O' Gorman, D. Ingersoll, R. G. Jungst, and T. L. Paez, "Artificial Neural Network Simulation of Battery Performance System Sciences," Kohala Coast, HI, USA: Proceedings of the Thirty First Hawaii International Conference, pp.115-121, 1998.
- [17]W. X. Shen, C. C. Chan, E. W. C. Lo, and K. T. Chau, "Adaptive Neuro Fuzzy Modeling of Battery Residual Capacity for Electric Vehicles," IEEE Trans. Ind. Electron, Vol. 49, No. 3, pp.677-684, 2002.
- [18]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。
- [19]Y. S. Lee, T. Y. Kuo, and W. Y. Wang, "Fuzzy Neural Network Genetic Approach to Design the SOC Estimator for Battery Powered Electric Scooter," 35th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference, pp.2759-2765, Aachen, Germany, 2004.
- [20]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。
- [21]C. R. Chen, K. H. Huang, and H. C. Teng, "The Estimation of the Capacity of Lead-Acid Storage Battery Using Artificial Neural Networks," IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.8-11, 2006.
- [22]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。
- [23]李建興、陳璋凱、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。
- [24]弘恩, "熱離化輔助濺鍍磷酸鋰鐵做為薄膜電池正極材料之研究", 逢甲大學材料科學與工程學系碩士論文, 2007年。
- [25]彭學信, "添加奈米及三氧化二鉛於PAN矽膠態高分子電解質特性之研究", 中原大學化學研究所碩士論文, 2003年。
- [26]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年。
- [27]統振公司, "LiPOD Specification", 2006年。
- [28]惠汝生, "LabVIEW7.1圖控式程式應用", 全華圖書有限公司, 2007年。
- [29]翁大益, "複合電動車輛鋰電池管理系統之研究", 大葉大學車輛研究所碩士論文, 2007年。
- [30]羅華強, "類神經網路-MATLAB的應用", 高立圖書有限公司, 2005年。
- [31]周鵬程, "類神經網路入門", 全華科技圖書股份有限公司, 2006年。
- [32]周鵬程, "遺傳演算法原理與應用", 全華科技圖書股份有限公司, 2005年。
- [33]顏豪呈、魏聖州、莊孟鈞, "倒傳遞類神經網路隱藏層最佳化", 第28屆電力工程研討會, 2007年。
- [34]P. Bowles, H. Peng, and X. Zhang, "Energy Management in a Parallel Hybrid Electric Vehicle with a Continuously Variable Transmission," IEEE American Control Conference, Proceedings of the 2000, Vol. 1, pp.55-59, June, 2000.
- [35]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.
- [36]F. Waish, "Determination of State of Charge In Li SOC I2Cells," Power Sources Symposium, IEEE, pp.204-206, 1990.
- [37]S. Sato and 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.
- [38]A. H. Anbuky and P. E. Pascoe, "VRLA Battery Capacity Measurement and Discharge Reserve Time Prediction," IEEE, Telecommunications Energy Conference, pp.302-310, 1998.
- [39]孫清華, "鋰電池E世代能源", 科學發展, 第362期, 2003年2月。
- [40]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, 2003年。
- [41]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, 2007年。
- [42]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, 2004年。

- [43]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年。
- [44]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年。
- [45]C. S. Moo, K. S. Ng, Y. P. Chen, and Y. C. Hsieh, “State of Charge Estimation with Open Circuit Voltage for Lead-Acid Batteries,” IEEE, Power Conversion Conference, pp.758-762, 2007.
- [46]K. Yoshimoto, T. Nanahara and G. Koshimizu “New Control Method for Regulating State-of-Charge of a Battery in Hybrid Wind Power/Battery Energy Storage System,” IEEE, Power Systems Conference and Exposition, pp.1244-1251, 2006.
- [47]D. T. Lee, S. J. Shiah, C. M. Lee, and Y. C. Wang, “State of Charge Estimation for Electric Scooters by Using Learning Mechanisms,” IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 56, No. 2, pp.544-556, 2007.
- [48]H. Oman, “Battery Developments that will make Electric Vehicles Practical,” IEEE Aerospace Electronics Systems Magazine, Vol.1, pp.11-21, No.8, 2000.
- [49]呂振宇，“電動車輛發展概況介紹”，車輛研測資訊，pp.25-29，1999年。
- [50]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.44-57，2000年。
- [51]楊模樺，“鋰電池材料技術發展”，工業材料雜誌，237期，2006年。
- [52]邱信璋，“汽油引擎系統響應識別之研究”，大葉大學車輛研究所碩士論文，2006年。
- [53]吳建宗，“國內電動車發展及燃料電池運用”，機械工業雜誌，pp.163-172，1990年。
- [54]E. Yamada, and Y. Kawabata, “Development of Test System for Motor of Hybrid Electrical Vehicle,” JSAE Review, Vol. 18, pp.393-399, 1997.