

電動載具之電池通訊管理與檢測

1：指導老師：張舜長

2：林奕丞 3：張騰躍

1：大葉大學機械與自動化工程學系研究所

2：大葉大學機械與自動化工程學系研究所

3：大葉大學機械與自動化工程學系

changsc@mail.dyu.edu.tw

F9611237@hotmail.com

W25272482@yahoo.com.tw

摘要

世界各國掀起電動載具研究設計與生產的旋風，因為人類已經意識到地球能源的枯竭,另一方面造成電動載具熱潮的因素為電池材料的突破，近半世紀地球受各種因素影響導致環境污染嚴重及交通日益惡化，人類生存空間越來越惡劣，促使環保意識高漲與能源危機的覺醒。運輸工具所排放出的廢氣(HC、CO、CO₂、NO_x、廢氣微粒)為造成地球的溫室效應產生的主要因素，使得地球生態受到嚴重的污染破壞。工業發展與交通運輸所依賴的石化燃料，也即將消耗殆盡。取代內燃機各種替代載具研究更是從未停過，現今全球綠能載具的發展，以替代能源及節約電能與燃油產品為大宗，這些產品逐漸在國際車壇嶄露頭角。

關鍵詞：輕型電動載具，電池管理系統

前言

慢慢的除了大型電動載具（電動汽車、電動巴士）的開發成長，陸續出現設計輕巧便利於都會區短程行駛的輕型電動載具，例如：電動機車、電動自行車、電動滑板車、電動三輪載具等，其行駛路徑與時間相較其他載具顯得短暫，提供人類便捷快速之通勤，提高能源轉換效率的產品設計更是百家爭鳴。電池管理系統為影響載具續航力與電力可靠度的關鍵，如何在安全穩定的前提下提升電動載具續航力和延伸電池使用壽命已成為大眾所關注的焦點。電動載具的快速普及化，2013 年開始，使用鋰電池之電動載具會大幅增加，顯示鋰電池安全性與效能已經提升。全球電動載具銷售量於 2020 年預計成長至 857 萬輛，其中 90% 的電動載具將會使用鋰電池當作動力電源 [2]。電動載具零件以電池組為主要成本支出，根據工研院 IEK(產業經濟與趨勢研究中心)研究分析使用鋰電池的電動車成本結構，各零件所佔的成本比重，電池模組佔 41.7%、電池控制模組 8.3%，這兩項加起來，電池成本即佔 50%；其次電控模組佔 16.7%、馬達佔 16.7%、剩餘零件部份約佔 16.7% [3]，車廠欲降低電動載具售價，勢必要從電池成本著手，電動載具性能穩定可靠、價格平實才能廣為市場所接受。本文主要研究對象設定為最貼近人類綠色生活之輕型電動載具(二輪載具)，實驗動機為瞭解電池管理系統設立對於輕型電動載具影響，進行電池管理系統設計與載具續航力探討、電池管理系統監控與保護機制驗證。

電池管理系統

輕型電動載具電池材料除了傳統鉛酸電池，另有鎳氫電池、鎳鈷電池，而能量密度與循環壽命具佳的鋰元素電池更是符合輕型電動載具需求，包含：磷酸鋰鐵、鋰錳、鋰鈷、三元素電池等鋰元素電池（參考表 1）。屬該電池特有之管理系統，是必要的。本章節將對二次電池特性、電動載具電池充電模式進行介紹；另有電池管理系統：電池監控技術、電池殘餘電量偵測技術，等進行介紹。良好的輕型電動載具，其優異的續航力、安全性、可靠性需要倚賴策略健全的電池管理系統來維持。如（圖 1）

	電壓	壽命	放電溫度(°C)	充電溫度(°C)
鎳鎘電池 (Ni-Cd)	1.2V	500	-20°C ~ 60°C	0°C ~ 45°C
鎳氫電池 (Ni-Mh)	1.2V	1000	-10°C ~ 45°C	10°C ~ 45°C
鋰離子電池 (Li-ion)	3.6V	500	-20°C ~ 60°C	0°C ~ 45°C
鋰聚合物電池 (Li-polymer)	3.7V	500	-20°C ~ 60°C	0°C ~ 45°C
磷酸鋰鐵電池 (LiFePO4)	3.2V	1000	-30°C ~ 60°C	0°C ~ 45°C
鉛酸蓄電池 (Sealed)	2V	300	0°C ~ 45°C	0°C ~ 45°C

表.1 常見電池材料表

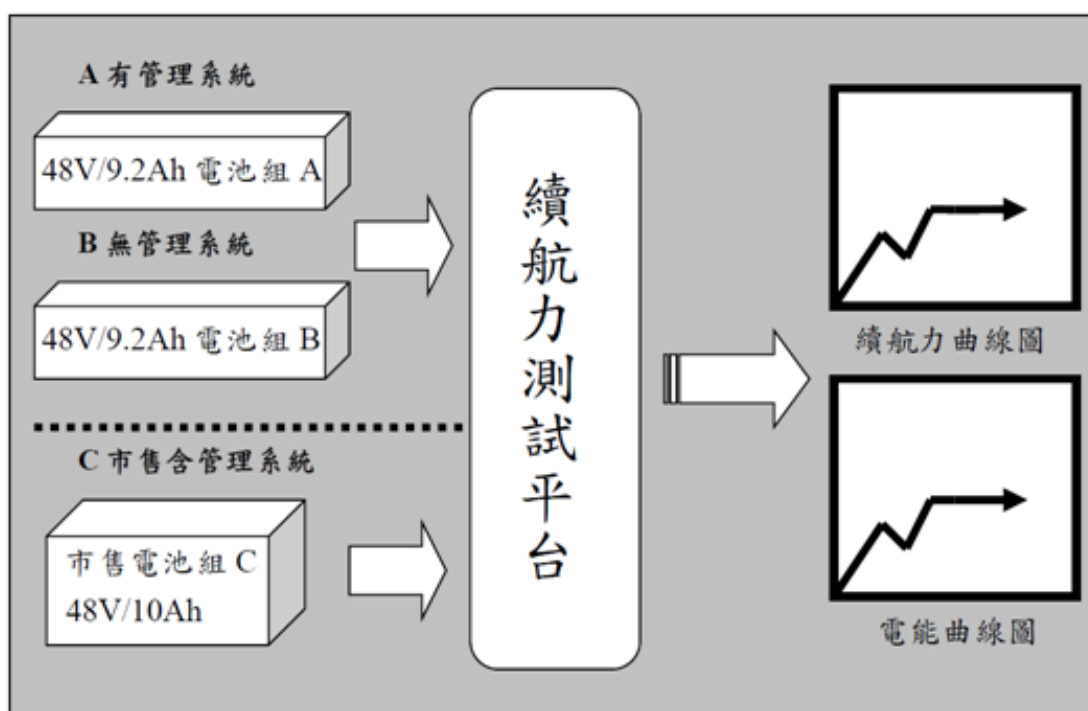


圖 .1 續航力測試平台實驗對象

電池模型

電池模型的建立，執行電池狀態的理論值預測，包含殘電量、健康狀態、循環壽命預測，電池充放電資料庫提供的實際數值，進行交叉比對，可使相關預測得到補償修正，提升電池狀態的預估的準確性。殘電量估算電池檢測方法主要目的是偵測電池內部所儲存電量的多寡，可以清楚掌握電池目前工作狀態與得知電池的剩餘工作能力。電池電容量檢測技術可以了解電池是否已達到充、放電的末期。建構電池特性資料庫，以不同外在環境因素與負載參數，進行電池充放電測試，最後將蒐集完成的電池資料建立殘電量估算的方程式，方便估算目前電池殘餘電量。

開路電壓法：開路電壓法為藉由量測電池的開路電壓值(VOC)，就可得知電池內部的電容量。開路電壓法的前提是電池必須在無負載、電解液濃度分佈均勻下。在預測電池初始電容量方面，開路電壓法有極高的準確度。電池的開路電壓就是電池的內電動勢它可以提供一個有效估測電池容量

的指標。加載電壓法：此法的原理是當電池兩端接有負載時，藉由量測電池的閉迴路端電壓，就可量測到電池電容量。對於不需要很精確知道電池電容量，或成本要求不可太高的消費性產品，這是改良加載電壓法，在閉迴路實驗時，加載電壓法只有量測此時的端電壓所對應的電池電容量，沒有修正任何影響的因素。在了解各種電池電容量檢測方法後，將以上四種檢測法優缺點列於(表 2)中。

方法	優點	缺點
開路電壓法	實現簡單、能有效估測初始電容量。	要等待一段時後，開路電壓才會回穩。只能測量初始電容量。
安培小時法	適用於各種電池。	初始電容量必須先知道，否則無法使用。
加載電壓法	實現容易，所需成本低。	只能應用在固定輸出電流狀態。
查表法	實現容易，所需成本低。	精確度只略高於加載電壓法。

表.2 電池殘電量檢測法比較表

電池狀態監控主要有兩種方式：使用半導體製程的電池監控保護 IC，部分 IC 內建高精度 ADC 通道、隔離電路，大幅縮小電路體積，提高訊號量測精確度，降低電池堆疊電壓對於晶片所造成的破壞，但相關監控策略與作動方式各廠家 IC 特性都不同，需要針對電池組電池特性去選擇，簡而言之策略調整彈性極差，廠家電狀態監控 IC 設計通常為特定類型電池綁定，需判斷與欲使用之電池單體特性是否匹配。另外一種方式為選

定可編程 IC 進行策略設定，將欲規範之策略與作動方式，利用程式語言編寫燒錄於 IC 中，優點為可擴充性高、高調整性，可針對細部策略微調，使得電池狀態監控更精進、更符合需求；缺點為電路架構需要更精準以降低外部電路干擾，龐大周邊電路讓系統體積更龐大，架構更複雜。

本研究欲探討電池管理系統對輕型電動載具影響性，電池保護機制對輕型電動載具電池組充放電效率之影響，故建構符合輕型電動載具的管理機制。輕型電動載具動力電池單體串接數量比大型電動載具少，在電池狀態監控上大幅減少訊號干擾，電池模組熱能累積也遠比大型電動載具來的低，所以本研究中輕型電池管理系統之策略架構以下列三項要點做為方向。

- 1.電池芯單體材料、特性選擇與電池組建立。
- 2.輕型電動載具電池管理系統策略設計。
- 3.輕型電動載具電池管理系統建立。故本實驗使用 26650 磷酸鋰鐵電池單體，以單體 4 顆並聯成 1 節(Battery Module)再予以 16 節串聯，簡稱 4 並 16 串，排列方式如(圖 2)所示。

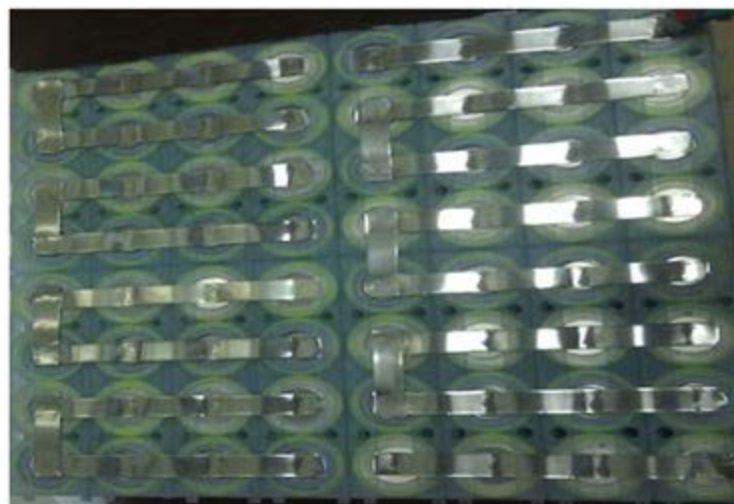


圖 2 單體 4 顆並聯 16 組串聯排列方式

輕型電動載具電池管理系統策略規劃

介紹輕型電動載具電池管理系統設計，包含電池電池管理晶片的選用、殘電量估算、過充電保護、過放電保護、溫度保護，對應 26650M1A 磷酸鋰鐵之電池組，最後將電池組與電池管理系統組織成輕型電動載具電池組。

1.電池狀態估測系統

本管理系統電池狀態估測，包括了電壓、殘電量、電流、溫度等為了擷取 VOC 對應 SOC 數值，故使用 2 C-rate 放電，靜置半小時擷取開路電壓，以所測得知變數，利用 Flowcode 單晶片設計軟體建構對電壓對照殘電量之計算公式，並使用 CAN 讓個擷取資料作為 ID 來做通訊協定，最後製作成開路電壓對應殘電量曲線圖，電池充飽電即為 SOC100%，放電至截止電壓為 SOC0%使用者顯示介面將此資料區間粗略分為 55 等份，電流、溫度也使用了霍爾電路及溫度感知器等依照所測試後得知之表格，計算我傳送電壓來利用其相同軟體同時擷取並計算得知。系統如(圖 3)所示。



圖.3電池狀態估測系統

2.輕型電動載具電池管理系統測試

此套電池管理系統欲使用於輕型電動載具上，以外掛式電池管理系統架構作為系統呈現。以目前市售輕型電動載具而言，雖然初始規劃為短程通勤行駛距離使用，但多數使用者仍認為續航力不足夠，尤其夜間長時間行駛續航力更是不足。所以當電池組容量加大時，以同樣特性之型號電池組合而成的電池組透過殘電量機制的修改，即可進行沿用本電池管理機制，本系統之維修監控介面(參考圖 3 可更精準地得到 LCD 所顯示的電池狀態資料並透過 CAN 通訊協定來傳輸給 LabVIEW 做一資料記錄，並可以設定安全範圍來中止電動在距之供電，以提升實驗測試之安全性，輕型電動載具實車平台測試如(圖 4 圖 5)。



圖 4 電動機車續恆立測試平台



圖 5 實際運作系統偵測數據

結論與未來研究方向

(一) 輕型電動載具電池管理系統的建立，已經過實際驗證，證明此管理系統架構可行，本實驗選定輕型電動機車作為載具平台，結合微電腦控制充放電機與底盤動力，構成輕型電動載具電池管理系統驗證平台，利用額定規格48V/9.2Ah之磷酸鋰鐵電池組進行有電池管理系統電池組與無電池管理系統電池組實驗，探討輕型電動載具之影響、電池保護機制對於電池充放電效率影響，管理系統實驗結論如下。

(二) 電池狀態監控保護溫度可警示目前電池內部熱能異常，也有可能為電池老化阻抗變大，造成熱應力集中影響電池，必須立即斷開電池負載保護電池。

(三) 輕型電動載具電池管理系統因為輕型電動載具的電池組，並不太大的電池串聯數量，訊號擷取也較為簡單，是否可用簡易的架構，達到基

本的功能行即可，避免因輕型電動載具電池管理系統的體積過於龐大影響載具實用性。建議:以目前智慧手機的發達、無線傳輸系統的精進，相關的管理系統機制變更、電池充放電狀態與電池故障診斷，建議可以將資料暫時存檔，隨時隨地可將輕型電動載具電池管理系統資訊利用無線傳輸及診斷系統的連結進行操作與編輯，方便精進輕型電動載具電力系統資訊狀態的透明度，大幅增加駕駛者對輕型電動載具的信心。有很多電池狀態保護機制是直接斷開電池組負載端，但在實際行駛時此策略會造成使用者危險或騎乘時的困擾，在未來展望中可加入緩衝機制保護使用者安全與維持輕型電動載具穩定性。

參考文獻

- [1] 鄭勝文，電動車輛專輯，機械月刊，pp.354-405，1999年。
- [2] 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。
- [3] 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>
- [4] 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。
- [5] 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。
- [6] 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。

[7] 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。

ABSTRACT

This article discusses the characteristics of light electric vehicle and the design of the Battery Management System. Plan the battery status monitor and set up battery protective mechanisms can avoid shortened battery life which reduces the battery efficiency; furthermore, it might affect power reliability when we drive. This study used various management methods including estimate state of charge and passive battery balance circuits and battery status monitoring and protection mechanisms (prevent the battery over-voltage and over Current) and the battery pack temperature monitor and display real-time information with current. Light electric vehicles were used as a model, battery pack was formed with LiFePO₄. Four single-battery was connected in a parallel circuit and four of the same parallel circuits were connected in series to stack a 48V battery pack. It used DYNO and Microcomputer discharger and charger to study the vehicle mileage show the charge and discharge curves; the main objects for this study were electric vehicles sturdiness and research the battery characteristic curve to investigate the battery management System affects the battery pack or how battery protection mechanism affects the battery charge and

discharge curves efficiency.

In this study, we used IC-S-8209A to protect the battery cell and battery power balance. Used this IC can effectively reduce the size of battery management system circuit. Research methods: It used open-loop voltage to contrast with state of charge to establish data table. From the table, we can understand the characteristics of lithium-ion battery so we can establish ADC Circuit to monitor temperature and voltage and current. Select batteries with similar characteristics of lithium ion to protect IC to establish of circuit hardware; Select appropriate resistor to consume excess power. Next, use Microcomputer discharger and charger to test the battery charge and discharge curves to verify that protection mechanism of action. After all, combine battery module and battery management system, set in the DYNO experimental platform and running road resistance prove that this system can be used for light electric vehicles.

Keywords : Light electric vehicles, Battery Management System, Passive balance