

## 輕型電動載具電池管理系統之研究

林保超 吳秉宸 張舜長

大葉大學機械與自動化工程學系

彰化縣大村鄉學府路168號

### 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。因輕型電動載具範圍廣泛故選以輕型二輪電動載具做為藍本，本輕型電動載具皆為輕型二輪電動載具，電池組單元為磷酸鋰鐵電池LiFePO<sub>4</sub>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二輪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，由電池保護IC監控管理每一節電池，整組電池組由單晶片進行電池組分階層監控管理。

**關鍵詞：**輕型二輪電動載具，電池管理系統，被動式電量平衡。

## Battery Management System for Light Electric Vehicles

BAO-CHAU LIN, BING-CHEN WU and SHUN-CHANG CHNAG

*Department of Mechanical and Automation Engineering, Da-Yeh University*

*No. 168, University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R. O. C.*

### ABSTRACT

This article explores the features of light electric vehicles and the planning and design of battery management systems, battery pack status monitoring systems and battery protection mechanisms that can prevent reduced battery life, increase battery efficiency, and avoid diminishing the reliability of electric vehicle power sources. In this study, a residual capacity estimation method was used to monitor a passive battery used in a balanced circuit. The battery status, protection circuit (over-voltage and over-current), and battery pack and system temperature were monitored in real time to display and manage current information. Various light electric vehicles were selected, including light two-wheeled electric vehicles, to serve as a blueprint for light electric vehicles. Battery packs in light two-wheeled electric vehicles generally operate on lithium-iron phosphate batteries (LiFePO<sub>4</sub>) arranged in a parallel series of four batteries, with each battery possessing a rated voltage of 48V. To explore the battery management system of power battery life, a chassis dynamometer battery charger, and discharge were used for testing the battery characteristics and vehicle mileage, which were then



plotted as curves to determine how the battery protection mechanism affects the battery pack charge and discharge. An IC (S-8209A) was used to balance the passive battery charge and determine the status of the battery protection mechanisms, effectively streamlining the size of the battery management system. Protection from the battery IC monitoring and management of each section battery, battery pack in a single-chip, and battery component class was achieved.

**Keywords:** light two-wheeled electric vehicles, battery management system, passive balance.

## 一、前言

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、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、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。慢慢的除了大型電動載具（電動汽車、電動巴士）的開發成長，陸陸續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，主要路徑為城市中點對點往返，提供人類便捷快速之通勤，預估數量將成為電動載具之首。現階段電能載具技術的發展像是多頭馬車般展開研發，以節約電能與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。有關於電池相關研究如下：

### （一）電池管理系統

一套完善的電池管理系統所需具備條件分為軟體與硬體兩大層面，軟體為數學模型建立、演算法建立、管理系統程式語言建立、系統分析；硬體為電路設計，需兼顧匹配性、耐用性、安全性、便利性、準確性，故元件選用要審慎評估與詳細規劃[1, 3-4]。

### （二）電池組老化預估

目前電池老化預估這部分，可建立加速壽命模型進行電池性能衰減探討，例如溫度加速壽命測試，以不同溫度環境下對電池組充放電探討壽命的差異；另外也有加大 C-rate 進行充放電測試，將電池測試至毀壞，再利用電池壽命截止時間，反向推導電池健康狀態週期，蒐集相關參數成立資料

庫，並建構特殊演算法或輔以電池模型為範本進行資料比較與運算，修正誤差量，即可預估電池組老化[2]。

### （三）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，以不同外在環境因子與負載參數，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[5-6]。

輕型電動載具的普及化，人類追求綠能科技與便利性的同時，對於載具的安全性與可靠性要求也是一個重要的議題，故我們需要建立輕型電動載具的電池管理系統，本文進行電池管理系統機制建立，並經由實驗驗證電池管理系統作動時機是否合宜與正常，驗證電池管理系統的介入，對電動載具的影響性是否為正向影響？電動載具電池組內部的管理系統，在實際道路測試之前，需經由車輛底盤動力計的行程型態模擬，結合微電腦充放電機，對系統進行分析與驗證，證明電池管理系統可行性與穩定性，並確認電池管理系統內建置的電池保護機制良好。

## 二、輕型電動載具電池組測試平台

輕型電動載具電池管理系統的設計，對載具的續航力或者行駛特性有何優缺點，需要經由測試與分析才能進一步探討，本實驗平台硬體部分結合兩套系統對輕型電動載具續航力和輕型電動載具電池組充放電型態進行驗證。續航力測試架構如圖 1 所示，包含 1. 車輛底盤動力計，如圖 2 所示。2. 微電腦充放電機，如圖 3 所示。輕型電動載具選擇中華汽車市售二輪電動機車 e-moving 為測試載具，以具備電池管理系統的電池組與電池管理系統移除的電池組，安置於車輛底盤動力計進行續航力測試，在進行此項實驗前需要對電池管理系統狀態監控機制進行驗證，故利用微電腦控制充放電



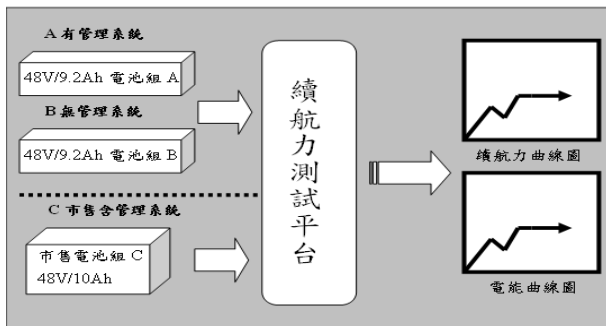


圖 1. 續航力測試架構

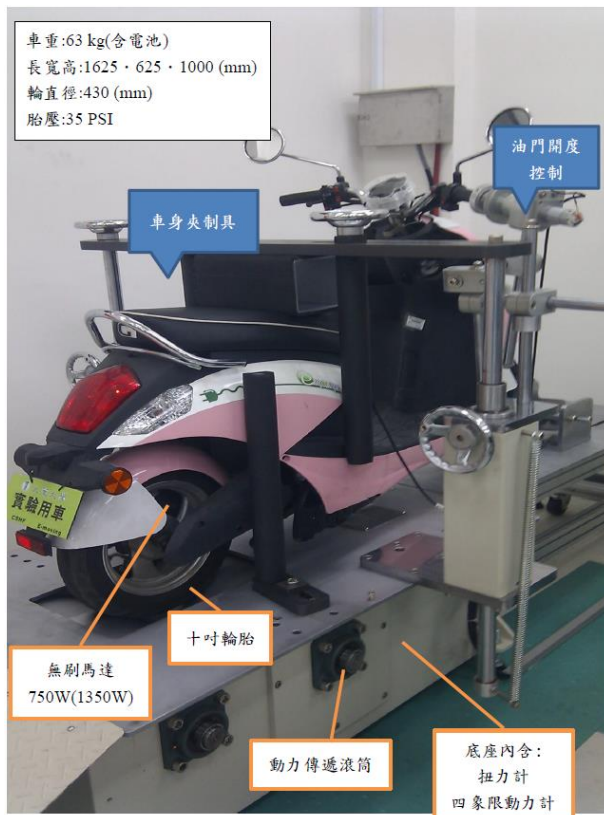


圖 2. 車輛底盤動力計

機，進行輕型電動載具電池組的充放電實驗，探討電池單體電壓過高與過低保護、溫度保護、電流保護，管理機制介入時所形成的充放電曲線。

### 三、輕型電動載具電池管理系統建立

#### (一) 電池管理系統與策略

以電動載具而言，其使用高功率電池組作為載具驅動能源，而周邊小功率電路需要使用的電源，本研究以電壓轉換 IC 作為變壓器，將 48V 電壓源降壓為電池管理系統電路使

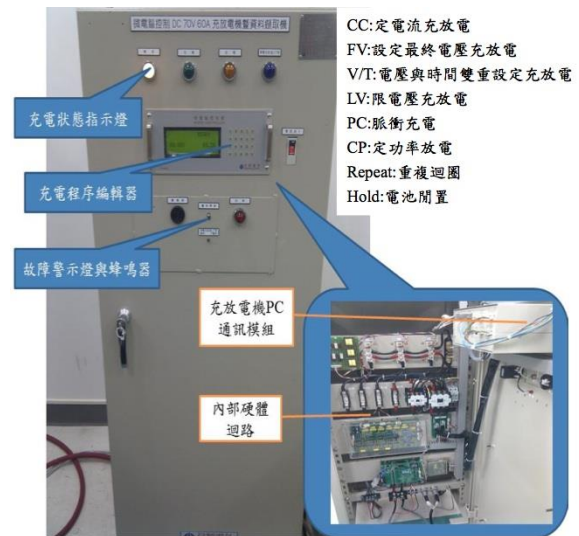


圖 3. 微電腦充放電機

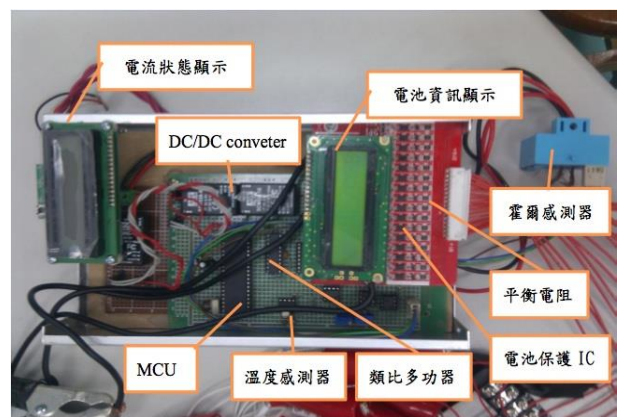


圖 4. 輕型電動載具電池管理系統硬體

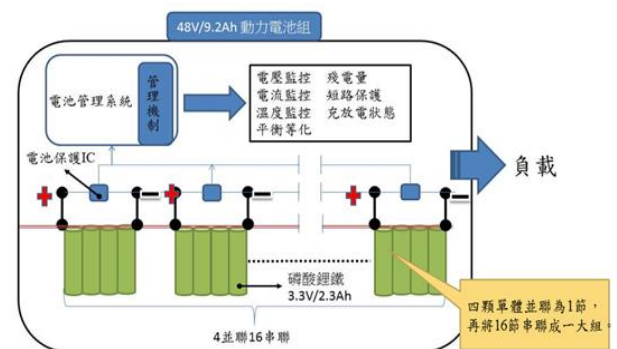


圖 5. 輕型電動載具電池管理系統架構

用，最終將電池平衡電路與電池狀態監控電路結合成輕型電動載具電池管理系統硬體如圖 4 所示，圖 5 為輕型電動載具電池管理系統架構，本套輕型電動載具電池管理系統具備功能：殘電量估算、電池資訊顯示、電池狀態監控與電池電量



平衡。

本實驗架構將電池管理系統分層管理，利用精工電子公司的電池保護 IC 進行電池內部每一小節的電池管理，最上層管理核心為單晶片控管整組電池組，藉由分層管理的機制建立出輕型電動載具電池管理系統。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、被動式電池平衡系統使用。電池管理系統中所有的監控保護機制，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。輕型電動載具電池管理系統架構非常多種，其中各有其利弊與配套措施，本研究著重電池管理系統之電池平衡機制，使用平價且電路架構簡潔之被動式電池平衡系統，以電池管理晶片結合開關與電阻，於輕型電動載具電池組充電時，進行充電平衡與閒置平衡機制。電池監控策略流程，如圖 6 所示，掃描電壓、電流、溫度資訊做為電池管理系統監控依據。圖 7 為電池管理系統電池電量平衡策略。表 1 為輕型電動載具電池管理系統相關參數。

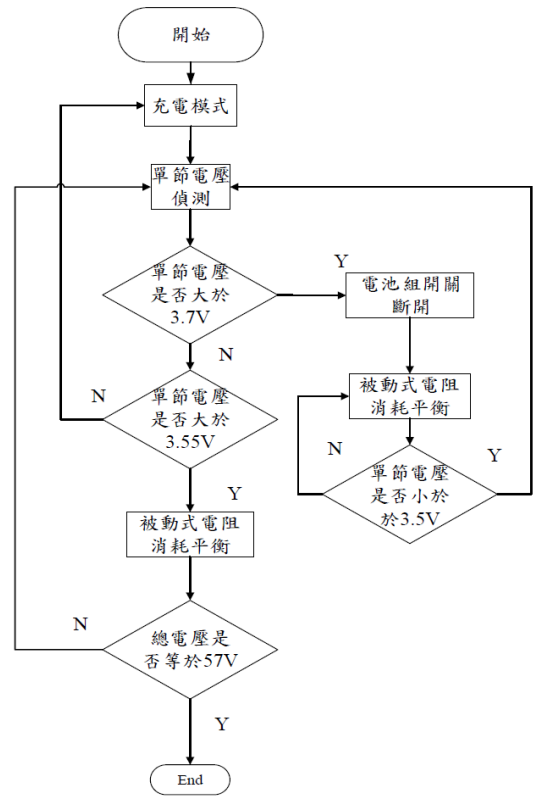


圖 7. 電池電量平衡策略

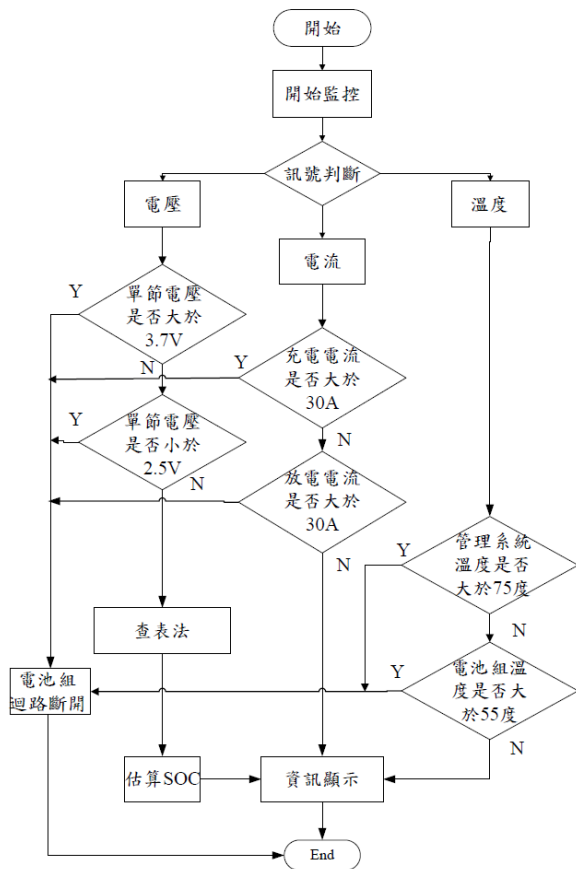


圖 6. 電池監控流程

表 1. 輕型電動載具電池管理系統相關參數

搭配 S-8209 電池保護 IC	室溫 25°C
過度充電電壓	3.7V±0.025V
過度充電解除電壓	3.5V
電池平衡觸發電壓	3.55V
解除平衡觸發電壓	3.5V
過度放電觸發電壓	2.5V
過度放電解除電壓	2.7V
過電流保護	75A (瞬間)
最大充電電流	30A
最大放電電流	30A
管理系統電路板允許溫度	75°C
電池組溫度上限	55°C

(二) 輕型電動載具電能測試

底盤動力計部分，以 NI-LabVIEW 為基礎的車輛底盤動力計監控介面，可經由人機程式監看目前行駛里程、馬達效率、時速、電壓與電流等資訊監控，輕型電動載具在此車輛底盤動力計測試時，資訊顯示非常清楚，紀錄數據的頻率可為一秒鐘記錄五筆，並可由 PID 控制器的參數設定，讓輕型電動載具模擬實際行車模式，降低續航力測試誤差，底盤動力計系統架構圖，如圖 8 所示。以自訂的行車模式做為測試依據，如圖 9 所示。而為了監控電池組充電時每一節狀



態，利用微電腦充放電機進行電池組充電程序與電池狀態監控介面，如圖 10 所示。

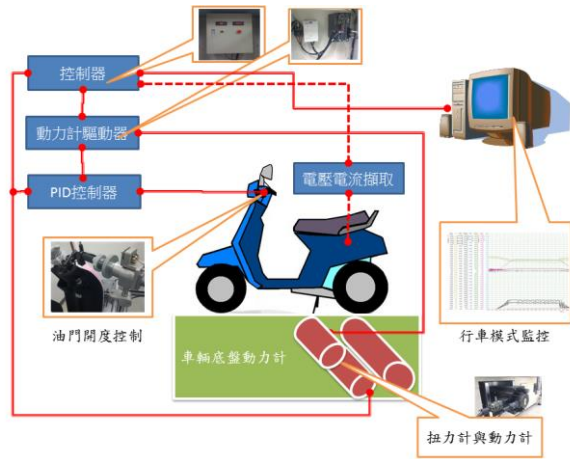


圖 8. 底盤動力計架構圖

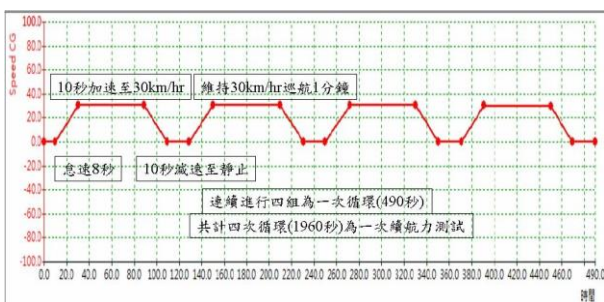


圖 9. 自訂行車模式

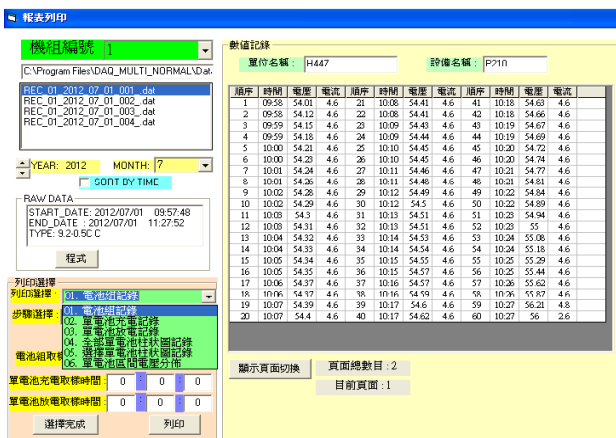


圖 10. 電池組充電程序與狀態監控介面

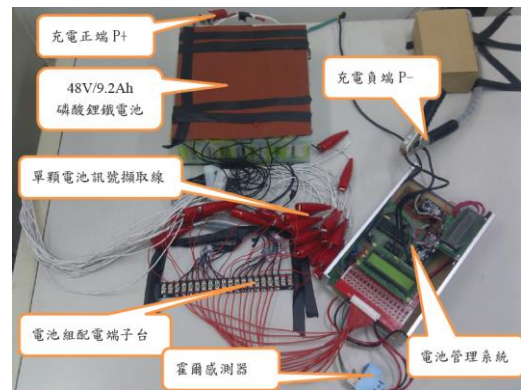


圖 11. 輕型電動載具電池狀態監控實驗

顯示項目：  
 1. 安時數累計顯示器  
 將流入與流出電池內的電流對時間累加  
 2. 電池資訊顯示器  
 顯示溫度、電壓、電流、殘電量狀態

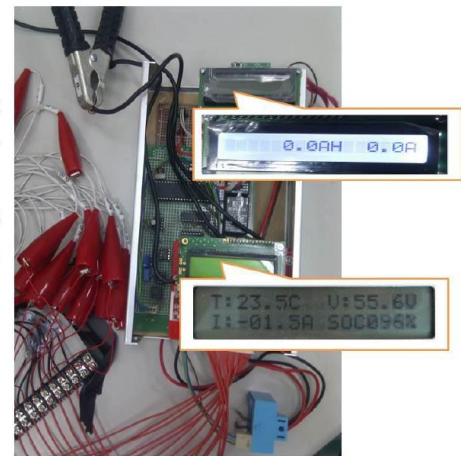


圖 12. 電池狀態監視示意圖

(三) 電池管理系統驗證

輕型電動載具電池狀態監控實驗，如圖 11，本架構以磷酸鋰鐵電池組與電池管理系統連結作為實驗組，另外將電池管理系統由電池組配電端子台移除後做為對照組，以同一組電池作為實驗待測物，進行輕型電動載具電池狀態監控實驗，監控具有電池資訊的監視與硬體保護機制的控制。

相關的實驗流程與對應關係如下：磷酸鋰鐵電池組與電池管理系統連接，充電正端與充電負端由微電腦充放電機提供，單顆電池訊號取樣線擷取串聯電池組內每一小節電池資訊傳回充放電機暫存，電池管理系統所提供的狀態監控、電池平衡機制透過電池組配電端子台進行控制，此為實驗組配置方式；對照組部分，相關硬體對應關係維持原狀，將電池管理系統移除即成為本研究之對照組。電池狀態監視示意圖，如圖 12 所示，輕型電動載具電池管理系統中 LCD 雙顯示器可以顯示安時數累積與電池資訊顯示，如此一來使用者可以了解此電池組充放電次數，流進與流出的電流皆以絕對



值進行充放電累加。電池資訊顯示的部分可呈現電池組溫度、總電壓、電流、殘電量狀態，此模組可將電池資訊的呈現，完成輕型電動載具電池管理系統內，電池狀態監視的機制。

輕型電動載具續航力測試平台(包含微電腦充放電機與車輛底盤動力計)，如圖 13 所示，微電腦充放電機進行充電程序編程，控制續電池組充電，對自行設計之輕型電動載具磷酸鋰鐵電池組充電至 100% 殘電量，維護續航力測試的公平性，利用市售輕型電動載具，做為續航力測試載體，降低測試的差異性。在行車模式負載參數編輯，參考 TES (Taiwan E-scooter Standard) 電動機車整車性能測試規範，以 TES-0A-04-01 標準行車模式為測試依據，但其行車模式的最高速是 45km/h，由於顧及實驗上的測試安全，本研究將行車模式的測試最高速降低為 30km/h。本研究主要目標是要驗證電池管理系統在續航力表現成效，因此，本研究修正 TES-0A-04-01 行車模式，自訂行車模式來進行續航力試驗與驗證，其自訂行車模式為將最高極速訂為每小時三十公里，靜止加速至極速時間為十秒，並以極速每小時三十公里持續行駛一分鐘，減速靜止四十秒。此城市行車模式為揣摩都市短程行駛與停等紅綠燈後再加速型態，此行車模式四次加速與減速為行駛一循環，每一循環 490 秒，共計四次循環 1560 秒。循環測試至最高速無法達到每小時三十公里時，就結束此次續航力測試實驗。

#### (四) 輕型電動載具電池管理系統實驗結果

被動式電阻消耗是平衡機制運用於充電時，因充電機所設定的電流大小影響電阻消耗的效率，發現被動式電阻消耗在本實驗充電的前段與後段所呈現的電池平衡效益並不佳，因有外部電流源輸入，故呈現充電斜率下降的改變(轉折點為平衡觸發電壓)，頂多減緩電壓比較高的電池其電壓上升的速度，故本實驗觀察充電後，電池組閒置時的曲線圖，如圖 15 為了顯示閒置時電池平衡曲線，故顯示 4 個電池節數，選定較大電壓差異之電池作為電池閒置平衡曲線觀測。被動式電阻平衡最佳的效益時間為電池閒置時期，所以閒置時間的長短影響了電池平衡的狀態，以主動式平衡和被動式平衡相較，被動式平衡所花費的時間較為冗長，故充完電後，需要更多的閒置時間提供電阻消耗進行平衡。過度充電(簡稱過充)，當電池組充電時，偵測電池組內部每一節串聯電池電壓出現嚴重電壓差異性時，電壓特別高的單節電池必須停止充電，故設定過充保護機制，斷開充電負載，維

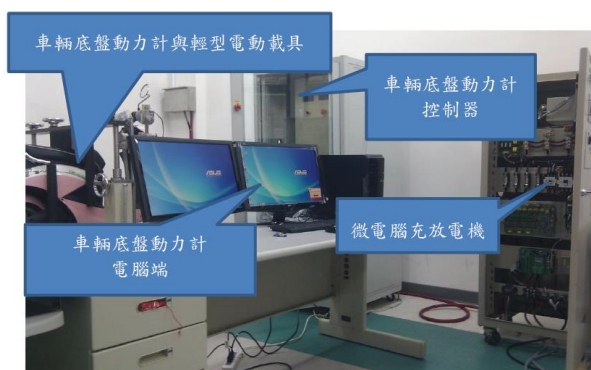


圖 13. 輕型電動載具續航力測試平台

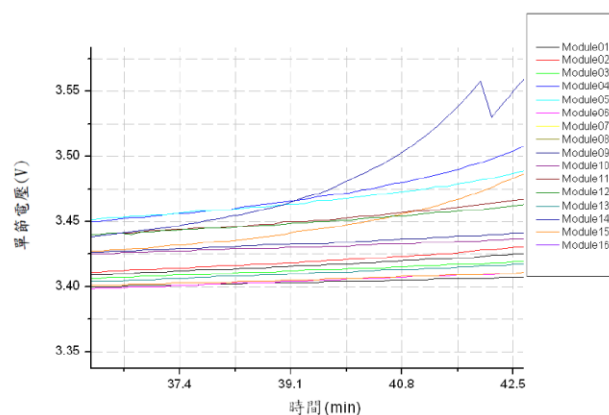


圖 14. 電池組充電平衡曲線

護電池安全與穩定。此機制過充保護電壓為 3.7V，即觸發開關斷開保護。放電測試的部分，以定電流 15A 的負載模擬輕型電動載具實際定速行駛，而消耗的電流平均值，會訂以 15A 恆定電流放電的原因：使用車輛底盤動力計對市售輕型電動載具中華汽車 e-moving 進行路面負載擷取輕型電動載具電壓電流變化之對應數值，發現中華汽車 e-moving 以定速 30km/h 行駛時，負載電流為 15A~17A 變化，中華汽車 e-moving 原廠電池 SOC100% 開路電壓約為 53.8V，本實驗自行堆疊電池組開路電壓為 56V 故經由粗略估算，使用 15A 持續放電即可模擬中華汽車 e-moving 定速 30km/h 時行駛的負載，並藉由此項測試結果評估自行堆疊組合之磷酸鋰鐵電池組是否可安置於中華汽車 e-moving 輕型電動載具上，進行後續的續航力測試。

圖 14 為電池組充電平衡曲線，充電後段曲線有明顯的不同，電池平衡系統的電池組超越平衡觸發電壓 3.5V 以後，開始消耗多餘電能轉化為熱能，故可看見曲線後段的轉折斷點。圖 15 為電池閒置時的電量平衡曲線，為了突顯電



量曲線有趨於平穩，所以選擇四節差異較大的電池組作為顯示的對象。圖 16 為過電壓保護，當充電時電壓超過預設電壓值，電池管理系統即啟動回路斷開保護機制。圖 17 為定電流放電曲線圖，可模擬電動載具在定速行駛時的電壓與電流變化。圖 18 為過放電保護曲線圖，當電池組放電時發生其中一節電池組電壓過低，即啟動保護機制斷開整組電池。

本測試其充電程序，電池組連接充電器時，會先偵測電池組電壓，如開路電壓未達到 53V 此時充電模式選擇定電流充電，當充電至 56V，充電程序切換成以定電壓 56V 變電流 4.6A 充電，此充電策略為符合本電池管理系統平衡機制所設定。為了比較不同充電程序設定例如：減少充電等待時間而提升充電電流、定電流或者定電壓充電模式切換的時機對電池狀態的影響，會另外設定不同充電參數作為比較。利用上述充電程序將磷酸鋰鐵電池組充至電量飽滿（定電壓變電流模式，充電電流值降至 0.02A 判定充飽電，開路電壓為 56V），即可進行進行續航力測試。選擇市售輕型電動載具中華汽車 e-moving 為測試載體，總車重（含電池）為 63 公斤、騎乘人員 75 公斤、路阻係數 0.013、風阻係數 0.412、輪胎直徑 430mm。本實驗將對有電池管理系統機制的電池組與無電池管理系統機制的電池組進行一連續充放電測試，所有續航力測試電池以充放電機判斷之 SOC100% 作為充電結束依據，靜置 12 小時後放置於車輛底盤動力計上進行負載測試，連續測試七次後，七筆資料取五筆資料進行統計。測試順序為：全新電池組→充放電數次→實驗組測試七次→對照組測試七次→實驗組測試七次→對照組測試七次。實驗組與對照組實驗進行前，皆將電池組內每一節電池電壓充電至 3.5V，維持電壓一致性再進行循環測試（同一組電池、同樣 SOC% 狀態下進行），而實驗組與對照組交叉實驗下，發現並無太大誤差，故將實驗組取平均值和對照組取平均值，整理歸納，最後對應行車模式將有電池管理機制的輕型電動載具電池組與無電池管理機制的電池組進行續航力比較如圖 19 所示，有管理機制介入的電池組在經過連續充放電測試之後，續航力明顯穩定；而為了評估本研究之電池系統的電能變化與市售電池組是否有明顯差異也將市售電池組列為參考對象，不難發現電能曲線與本實驗設定之電池管理系統一樣平穩。圖 19 為續航力測試最後一次循環的電能變化圖，因鋰鐵電池在初期放電時，電壓曲線非常平穩，看不出任何劇烈變化，故在曲線呈現上擷取最後一次測

試循環之電能變化曲線圖作為顯示。

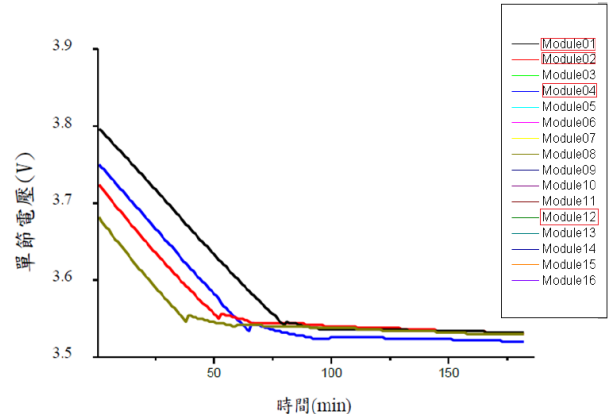


圖 15. 電池閒置時的電量平衡曲線

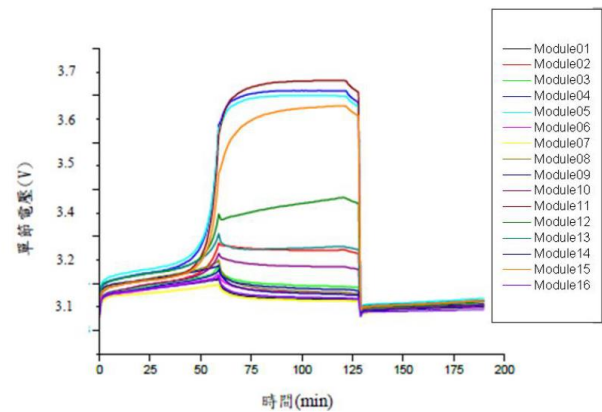


圖 16. 過電壓保護

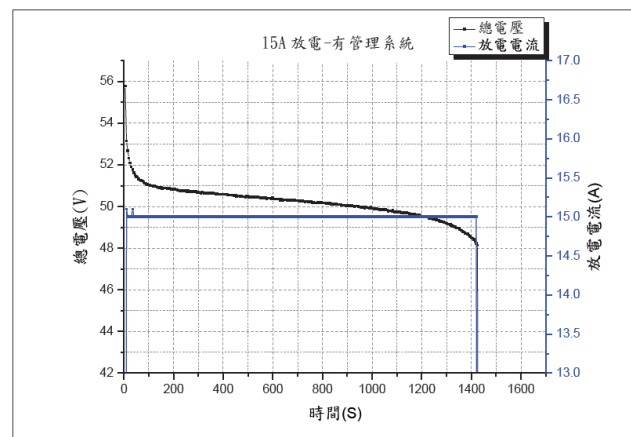


圖 17. 定電流放電曲線圖



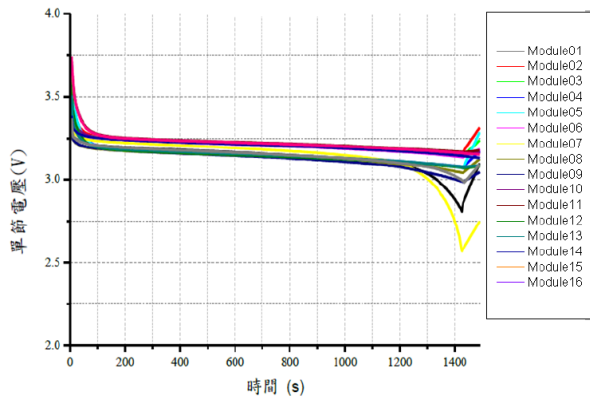


圖 18. 過放電保護曲線圖

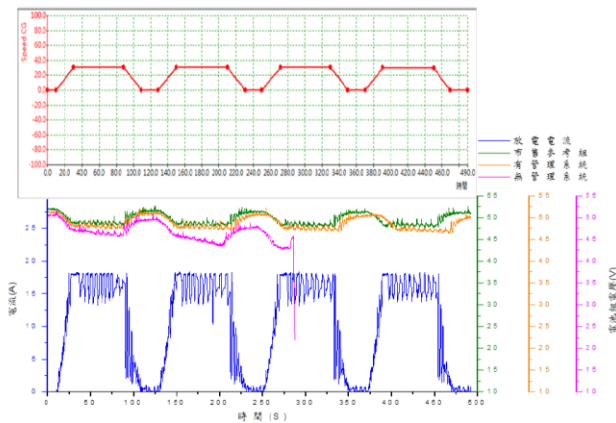


圖 19. 輕型電動載具續航力測試電能曲線比較圖

#### 四、結論與建議

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，探討被動式電阻消耗電池平衡機制對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，發現以被動式電阻消耗平衡為架構的輕型電動載具電池管理系統實驗結論如下。

##### (一) 電阻式消耗平衡機制

1. 當電池組充電時，電阻式消耗平衡可以減緩高電位的電池電壓上升的幅度，被動式電阻消耗平衡效果最顯著的時間點為閒置平衡時，此時無外部電流干擾，所以平衡效果為最優異，而充電時電池單節的電壓變化只會看出些微的斜率差異。

2. 當電池組內部每一節串聯電池初始電壓不同時，以小電流充電，些微電壓差異對於被動式平衡的效率影響不大；但當電池組老化嚴重時，就算平衡機制如何完善，也無法挽救電池化學反應的改變，故電池平衡的機制是建立在電池老化的電壓差異性的預防。

3. 消耗式電阻的功率選擇，是重要的，功率大的電阻產生熱量較多，需要監控管理系統的溫度變化，避免對電池組產生不良影響；功率小對電池的平衡效率略差，充電時間增長，故需要與充電策略進行整合，找到可匹配的電阻，讓充電時間與電池電量平衡時間可以達到一個合適的區間。

##### (二) 電池狀態監控保護

1. 過溫度的保護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。

2. 因為過充電與過放電對於電池本身的壽命影響很大，在控制的範圍對電池電壓上限與下限進行控制，超過電壓即斷開迴路，避免對電池影響；但過充與過放保護機制執行時，充放電程序即終止，對於此無法預測的情形，會造成使用者困擾。

##### (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。故本研究以初階輕型電動載具電池管理系統為出發點，設計一個功能性具備，降低成本與體積也可維持可靠度的輕型電動載具電池管理系統來進行研究，實驗證明本系統架構也可使用於一般市售輕型電動載具上。加入電池管理系統的電池組經過多次充放電以後，電池組內部每一節電池仍保有一致性的電壓，在單節電壓 SOC% 維持一致性時，輕型電動載具續航力並不會有劇烈的變化，可維持續航力穩定性。本研究實驗組與參考組所採用的電池廠牌和電池堆疊方式不同，最後每 Ah 可行駛公里數也僅供參考，因本實驗電池組使用單體電池 3.3V 串聯 16 串，實際電壓高出一般市售產品，故定功率輸出時，本研究使用的電池組消耗的電流會較低，這也是影響最後續航力的原因。本續航力實驗主要是針對有配置電池管理系統的電池組與無配置電池管理系統的電池組進行電能特性與連續充放電比較。

##### (四) 未來研究之建議





- 1.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。因電池管理系統牽扯的架構非常複雜，涵蓋軟硬體層面廣泛，本研究只提出相關較為重要的子系統進行研究探討，如電池狀態監控與電池充電平衡的控制，其餘子系統可嘗試用簡易的方式達成其功能性並加入本研究系統進行整併，使整套系統更精進，並可探討驗證架構龐大的系統是否適用於輕型電動載具。
- 2.電力的可靠度對於輕型電動載具而言，電池管理系統（Battery Management System, BMS）為電池內部電能管理，而所有外部電能管理為電能管理系統（Energy Management System, EMS），EMS 架構包含支配 BMS 系統，欲達到節能高效率與載具電力可靠度，需要將 BMS 與 EMS 管理機制做整合，有效的開源節流，才能使輕型電動載具電能效益更精進，故完成完善的電池管理系統研究後，可將電力管理系統架構一併納入探討。本研究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。

### 誌謝

本研究誠摯感謝國科會計畫提供相關經費支援（計畫編號：NSC 102-2632-E-212 -001-MY3），使得本研究得以順利進行，謹此致謝。

### 參考文獻

1. Chen, C., J. Jin and L. He (2008) A new battery management system for Li-ion battery packs. IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems (APCCAS), Macao, China.
2. Haifeng, D., W. Xuezhe and S. Zechang (2009) A new SOH prediction concept for the power lithium-ion battery used on HEVs, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, Dearborn, MI.
3. Pattipati, B., K. Pattipati, J. P. Christopherson, S. M. Namburu, D.V. Prokhorov and L. Qiao (2008) Automotive battery management systems, IEEE, Autotestcon, Salt Lake City, UT.
4. Sen C. and N. C Kar (2009) Battery pack modeling for the analysis of battery management system of a hybrid electric vehicle, IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, Dearborn, MI.
5. Wang, L., L. Wang and C. Liao (2010) Research on improved EKF algorithm applied on estimate EV battery SOC. IEEE Asia Pacific Conference on Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), Chengdu, China.
6. Yuheng, L., W. Xuezhe and S. Zechang (2009) Low power strategy design for battery management system. International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, Zhangjiajie, Hunan.

收件：103.11.04 修正：103.12.19 接受：104.01.21

