

微型燃料電池電動車研製與測試

林正乾¹ 程斯偉¹ 戴亞霖¹ 李佩珊¹

摘 要

本研究主要是自行設計並製造一台單人座之氫能燃料電池電動車，本微型燃料電池車包括車體結構、馬達動力、燃料電池/二次電池混合供電、整車能源管理等子系統。車體結構設計以能夠承受整車與車手的重量外也力求輕重量與低風阻；動力與供電系統中以燃料電池堆為主要供電來源，二次電池為輔助電源，以兼顧燃料電池車之高速動力輸出與高續航力為目標；整車能源管理系統則用來協調控制車上的機械閥件或電力開關以滿足氫能燃料電池電動車啟動、加速、減速、煞車或停車的不同需求。本計畫所研製完成的微型燃料電池電動車，藉由自製的資料捷取系統測試結果顯示本電動車最高速度可達 30km/hr，續航力以 600 公升儲氫瓶為例則可達 70km。

關鍵詞：電動車、燃料電池、二次電池、混合供電

作者 1 國立勤益科技大學 電機工程系 (所)

通訊作者，臺中市太平區中山路一段 215 巷 35 號

E-mail : mutilin@mail.ncut.edu.tw Tel : +886-4-2392-4505#7237

Micro EV Powered by Fuel Cell Sack

Lin, J. C. Muti Cheng, Ssu-Wei Tai, Yai-Lin Li, Pei-Shan¹

Abstract

This study designed and manufactured a single-seated hydrogen-fueled fuel cell electrical vehicle (EV). This micro fuel cell EV comprised of car body/structure, hub wheel motor, fuel cell/secondary hybrid power system, and energy management subsystem of the car. Car structure was designed to bear the total weight of the car itself and driver. Car body design aimed to reduce weight and wind drag. Energy and power for this EV's hub motor was from a hybrid of fuel cell and lead acid battery. In the hybrid system, hydrogen-fueled fuel cell stack was the main power source while the acid lead battery served as auxiliary power source. This hybrid power system could extend EV's range and provide high power for acceleration. Energy management system was to automatically control the mechanical valves or electrical valves so the driver could easily handle different driving modes like: start-up, acceleration, deceleration, braking or stopping completely. The completed micro fuel cell car was extensively tested in the current study. The test results showed this EV ran at a maximum speed of 30 km/hr and covered about 70 km mileage for a 600 liters hydrogen storage bottle.

Keywords : EV, Fuel Cell, Secondary Battery, Hybrid Power

Corresponding author 1 Department of Electrical Engineering, National Chin Yi University of Technology



一、背景

汽車產業的發展給人類做出了巨大貢獻，汽車對社會進步的影響意義深遠。但是，隨著汽車數量的大量增加，汽車排放廢氣對人類生存環境造成的危害逐漸為人們所瞭解和重視。為了使汽車產業[1~2]可持續發展，人們一直在探索開發具有無污染、雜訊低、維護簡便和易操縱等優點的電動汽車。燃料電池為潔淨且高效率的電力來源，相較於傳統的二次電池來說，燃料電池具有許多優點，例如：低污染、低噪音、高效率、壽命長、免充電、工作溫度低、能量密度高、適用範圍廣和可分散式供電…等等，近年來，質子交換膜燃料電池技術更有突破性的進展，尤其是高功率和無需充電的特點，使其在作為電動汽車動力源應用方面極具競爭力，顯示出良好的應用前景。

本研究將燃料電池整合在我們實驗電動車上，希望能與二次電池混合應用，達到環保與性能兼具的電動車，因為燃料電池與二次電池混合供電系統與燃料電池或二次電池獨立供電更具優勢[3~7]，並結合自行設計的整車能源管理系統，主要任務就是將氢能燃料電池電動車之各項數據經過運算後顯示於人機畫面上，讓駕駛者能即時監控氢能燃料電池電動車的狀態，駕駛者能根據整車能源管理系統的數據進行判斷，作出最適當的決策，避免氢能燃料電池電動車損壞與意外的發生。

二、微型燃料電池電動車設計

本燃料電池車以前二後一之三輪結構呈現，車體結構以不繡鋼管銲接製作，車殼則以 FRP 材料一體成型。馬達動力設計以高電能轉換效率做考量，採用高電壓（40V~60V）驅動之後輪輪轂馬達，讓整車動力系統得以大幅降低傳動損失與電力傳輸線損，煞車則使用與馬達整合在一起的輪鼓煞車。本燃料電池車之直流電能供應系統由兩顆燃料電池串聯供應，串聯兩顆燃料電池主要是要提高燃料電池輸出電壓，串聯之燃料電池系統直接供應本燃料電池車之動力與相關週邊電力需求，設計上以能兼顧燃料電池車之高速動力輸出與高續航力的目標。本燃料電池車使用自製之 SCADA 搭配虛擬儀表系統，達到操作與監控燃料電池車自動化之境界。

2.1 車體結構設計

基於系統簡單與施工容易考量，本燃料電池車是以前二後一之三輪結構呈現。車體結構主要包括底盤、護欄與前後避震，車體結構主要是在靜態或行駛中要有足夠的強度承載車子本身與車手的總重量，本車因為加工容易的考量捨棄鋁合金而使用鐵製底盤及護欄，底盤是車子的車底主框架，也利於在車殼的安裝上，方便車殼的加裝鎖扣，大幅增加車殼與車身的牢固性，車殼則以 FRP 材料一體成型；護欄的設計是為

了增加車架的牢靠程度，並且維護駕駛的安全與方便搬運，有類似車門的功用，另外爲了降低結構因爲崎嶇路面的沖擊與增加駕駛舒適度，在車身前後皆裝設避震器。車體全圖如圖 1。



圖 1 車體全圖

2.2 動力與供電系統

本氫能燃料電池車使用將馬達直接安裝於輪胎鋼圈內部的輪轂馬達[8]（或稱爲輪圈馬達，輪內馬達）。本車使用之輪轂馬達，是一種反電勢爲正弦波之直流無刷馬達。馬達由定子及轉子所組成，內部定子爲三相繞組，外轉子內圓表面黏貼或嵌入稀土永久磁鐵。採用此馬達，主要原因爲具有體積小、慣性低、效率高等特點，經過適當的設計，可以提供相當高的功率密度，產生高轉矩，並直接驅動負載，而不需使用減速機構，可達到精密的調速功能，並具有高速的動態響應及低噪音的優點。

基於高效率的考量，我們與廠商合作開發了一顆直流無刷輪轂馬達，利用外轉子結構直接驅動輪圈，它最大扭矩可以達到 15N·m，轉速爲 500rpm，輸入額定電壓在 48V，因爲無刷與無鍊條齒輪驅動，因此有總重量輕與 95%的高驅動效率，圖 2 爲所使用輪轂馬達。

本氫能電動車之混合供電系統由燃料電池堆[9]爲主電源，二次電池爲輔助電源，燃料電池使用固態儲氫罐[10]中的氫氣與大氣中的氧氣進行電化學反應將反應物內能轉換爲直流電力來供應直流馬達負載與週邊負載。爲能有效提供燃料電池車之高電壓動力系統本燃料電池車使用兩顆額定 24V/320W 的燃料電池串聯成爲額定 48V/640W 的燃料電池堆組合。因爲燃料電池在不同電流或功率輸出會有很大的電壓變動，所以在混合系統中就可利用二次電池做爲輔助電源來改善其功率調節及動態響應。DC/DC 升壓轉換器的部分，輸入端爲二次電池提供的 36V，經過升壓轉換後輸出端可得到 48V~60V，範圍非常的彈性，如需增加負

載，轉換器還是可以提供穩定的電壓。本電動車混合供電系統架構如圖 3 所示。



圖 2 輪轂馬達

氫能電動車上的電力來源，分別為燃料電池及二次電池兩種電源。為了使整體系統達到最高效率及高可靠度，必須對這兩種能源作適當的管理。系統運作中會有三種不同的狀態模式：模式一是冷啟動如圖 4，系統起動時其內部電力完全由二次電池經過轉換器升壓後供應負載；模式二如圖 5 是負載小於燃料電池輸出功率時，負載完全由燃料電池供應；模式三如圖 6 是負載大於燃料電池輸出功率時，二次電池會在 DC bus 提供所需的電力。

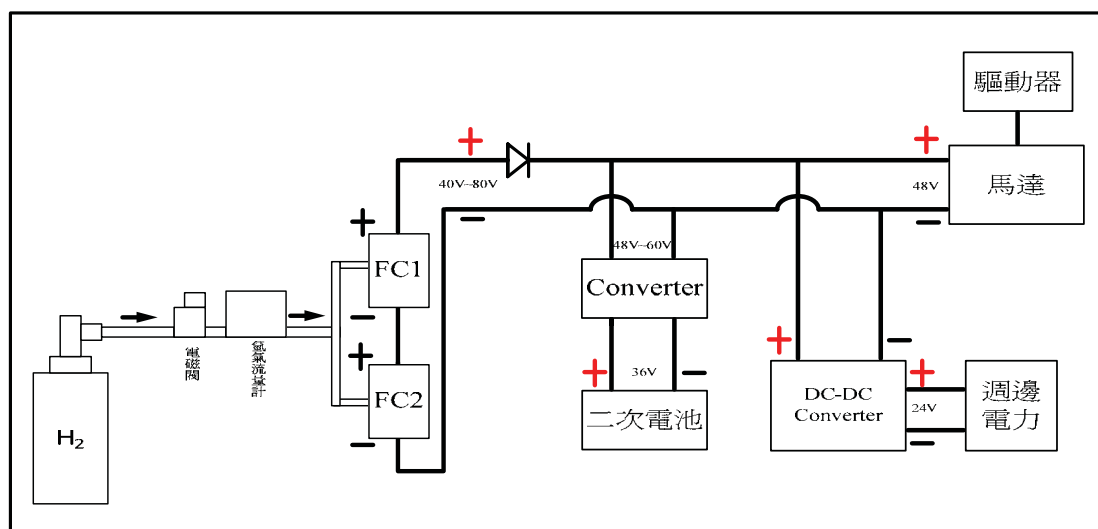


圖 3 混合供電系統架構

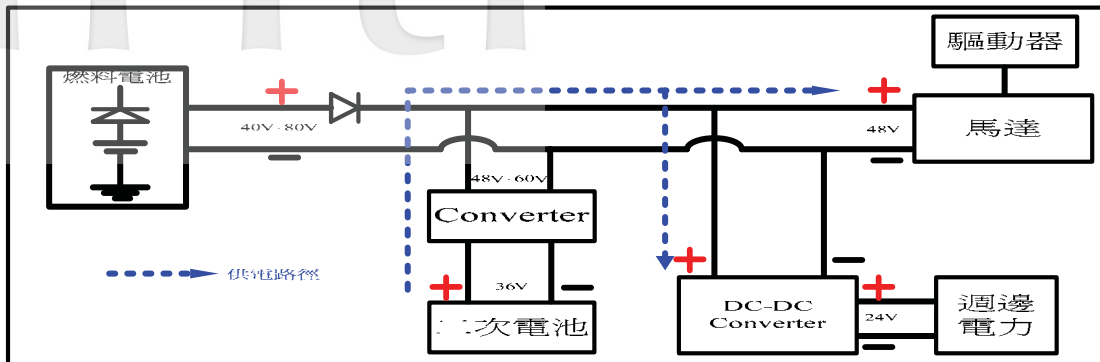


圖 4 模式一（冷啟動）電力潮流示意圖

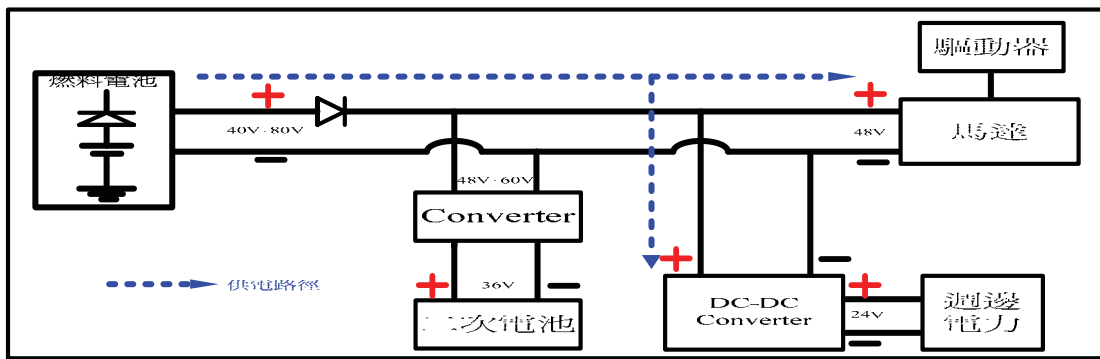


圖 5 模式二（負載 < 燃料電池輸出功率）電力潮流示意圖

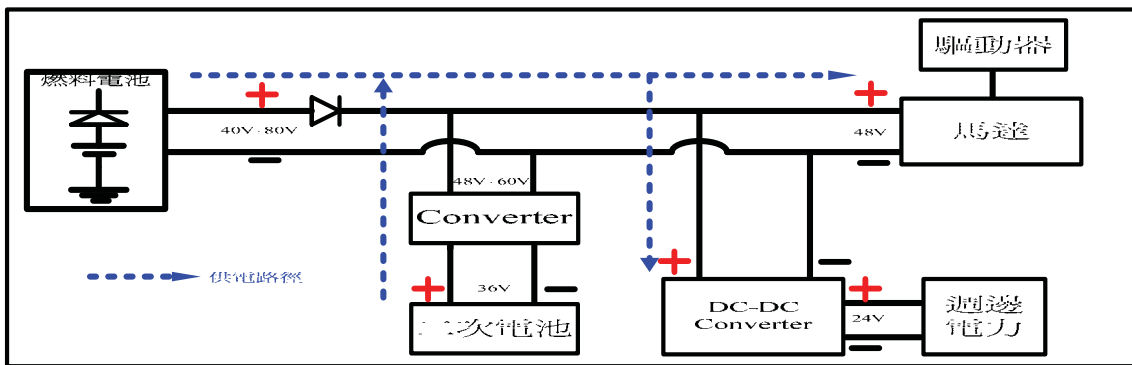


圖 6 模式三（負載 > 燃料電池輸出功率）電力潮流示意圖

本研究電動車混合供電系統設計中燃料電池為提供電力的來源之一，而我們使用攀業氫能源科技公司所開發製造的 320W 氣冷式之質子交換膜燃料電池來當作發電裝置[11~13]，其主要規格如表 1。圖 7 的實體照為本系統所使用的攀業氫能源科技公司 EOS-320 燃料電池與控制 EOS-320 燃料電池的控制器。供應本 EOS-320 燃料電池的氫氣來源，進氣壓力約設 0.4Bar~0.5Bar 之間，而系統本身須提供 24Vdc 電力至 EOS-320 燃料電池控制器，EOS-320 能自動運轉在隨時變動的負載上，它的控制器程式化地將氫氣及空氣流量控制於能應付負載的變動。

EOS-320 燃料電池堆是由可讓空氣對流傳遞至薄膜中的空氣流道板所組成。該薄膜有利於流動中氫氣更易促成氧化反應而被分解釋放電子。電解質隔膜能傳導離子且位於每一組單電池之間，電池堆的外觀為數個單電池堆疊而成且彼此被兩片端板緊扣住。EOS-320 燃料電池堆內置有自然增溼的流場板，因此不需額外的加溼組件。圖 8 為 EOS-320 燃料電池在本混合電力系統逐漸加載所量測到的 V-I 特性曲線。EOS-320 燃料電池主要由 40 個單電池所堆疊組成，當額定輸出功率為 320W 時，單電池平均電壓操作在約 0.6V，輸出電壓和電流約 24V 與 13.3A。

表 1 燃料電池規格表

製造商	攀業氫能源科技有限公司
型號	EOS-320
額定功率	320W
額定電壓	24V k
額定電流	13.2A
操作電壓範圍	20-38V
轉換效率	≥50%
氫氣純度	≥99.95%
氫氣壓力	0.4-0.5bar
氫氣消耗流量	4L/min (額定功率)
氧化劑	空氣
冷卻劑	空氣
重量	2380g
尺寸	248mm×139mm×85mm

本研究的二次電池組是由三顆 12V/22Ah 鉛酸電池[14]串聯所組成，額定電壓為 36V，額定容量為 22Ah，鉛酸電池在各種電池之中，屬於最一般性者，具有安定的品質、適度的經濟性，並且可適用於廣泛範圍的用途，其規格如表 2。

表 2 鉛酸電池規格表

製造商	廣隆光電科技有限公司
型號	WP22-12NE
額定電壓	12V
額定容量	22Ah
重量	6.45kg
尺寸	181mm×76mm×167mm

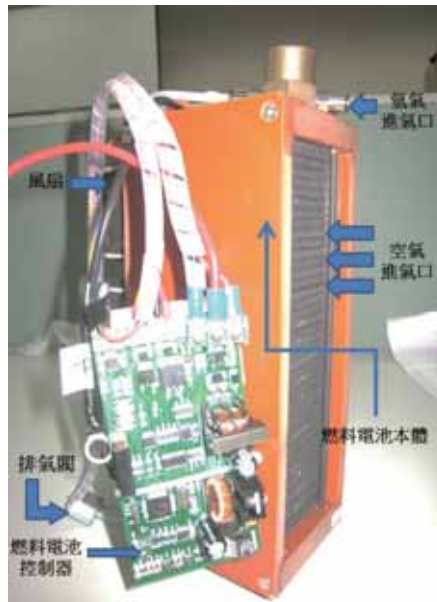


圖 7 燃料電池本體

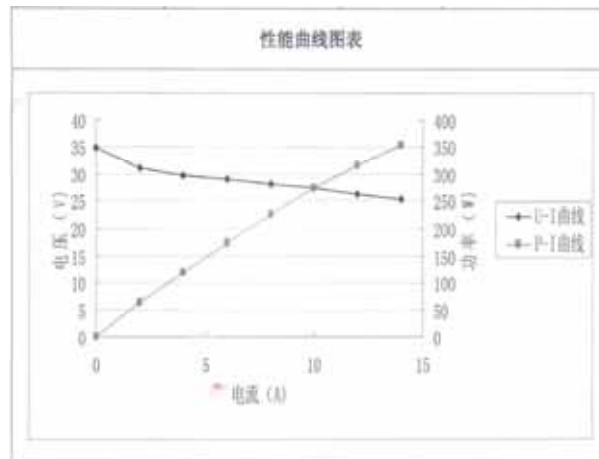


圖 8 燃料電池性能曲線

2.3 整車能源管理系統

在整車能源系統中，燃料電池之氫氣與電力的開關規劃由駕駛者進行控制，且在整車能源系統中有許多電力參數與物理訊號可供開發與校正使用，其控制的開關、電力參數與物理訊號如圖 9 所示，由圖 9 可觀察出兩個控制點與六個物理參數，其參數意義與功能如表 3 所示。

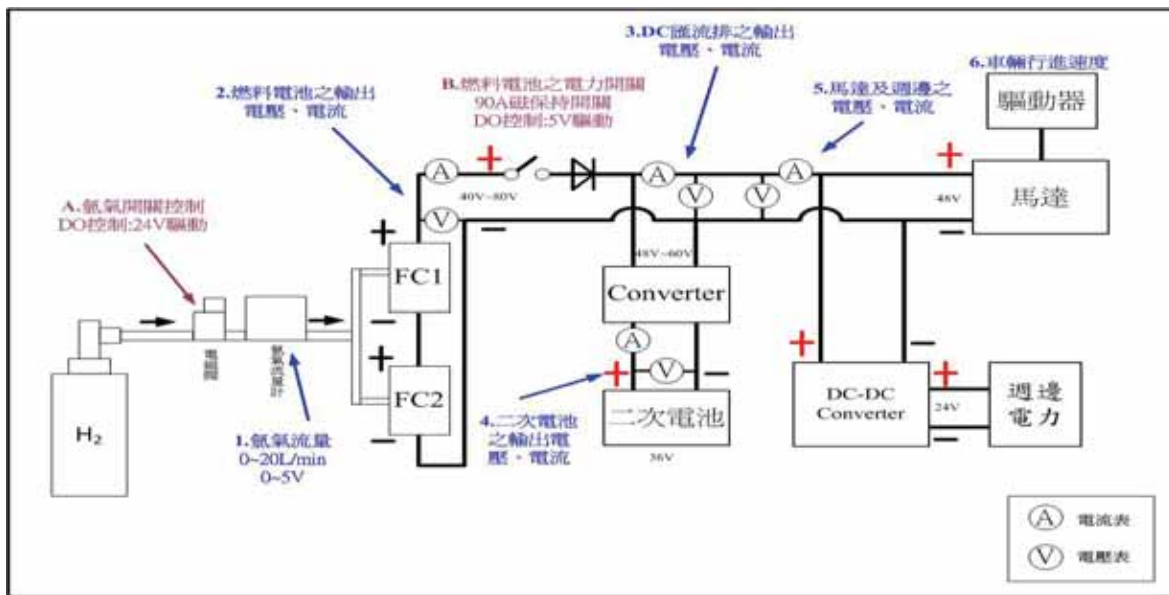


圖 9 整車能源架構示意圖

為了有效擷取整車能源之各項數據，根據表 3 及其他基本需求進行擷取卡的設計與製作，在基本需求中，本擷取卡必須擁有電壓量測、電流量測與數位輸出的基本功能[15]，除了擷取物理參數外還必須將數據傳送出來，故需增加一通訊的功能，本擷取卡使用 RS-485 作為擷取卡之通訊介面並使用 Modbus[16]作為通訊協定，將擷取到的數據透過通訊傳送出來，根據上述之基本功能與需求，本擷取卡選擇 Microchip 之微控制器作為擷取卡的主要核心，並利用微控制器本身之 ADC 與 DO 功能來達到電壓量測與開關控制的目的，在電流方面則是使用霍爾元件來進行電流的量測，在通訊方面是使用 RS-485 的通訊 IC 進行資料的接收與發送，將擷取到的數據透過此通訊回傳到工業電腦中，而在控制上也是透過通訊來達到控制之目的，其擷取卡功能如圖 10 所示。

表 3 整車能源之各項參數表

控制點	
名稱	說明
A. 氫氣開關	儲氫罐至燃料電池之電磁開關
B. 燃料電池之電力開關	燃料電池至馬達負載之電力開關
電力參數與物理訊號	
1. 氫氣流量	流量轉換電壓：0~20L/min 對應 0~5V
2. 燃料電池之輸出電壓、電流	電壓（分壓）、電流之量測
3. DC 匯流排之電壓、電流	電壓（分壓）、電流之量測
4. 二次電池之輸出電壓、電流	電壓（分壓）、電流之量測
5. 馬達及週邊負載之電壓、電流	電壓（分壓）電流之量測
6. 車輛行進速度	速度轉換電壓：0~40.5km/h 對應 0~32.3V

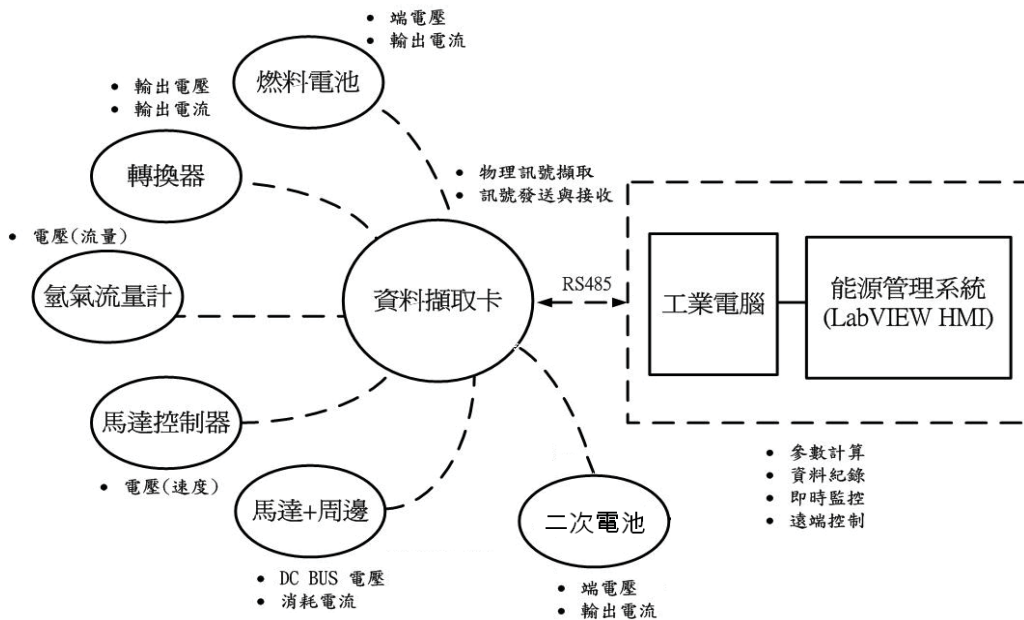


圖 10 擷取卡功能示意圖

本研究利用 PCB 設計軟體——Protel 進行 PCB 板設計[17]，透過 Protel 強大的佈線能力，將設計完成的擷取卡電路轉換成平面電路並將電路佈在 PCB 板上，並利用曝光機、蝕刻機完成曝光與蝕刻的動作，並將元件透過手工的方式焊接在電路板上，最後則進行電路測試與實際安裝的動作，實際擷取卡外觀如圖 11

所示。

本研究以 Microchip 的 P18F4520 晶片作為主要控制核心[18][19]，利用該公司出品的程式撰寫軟體-MPLAB 進行程式的撰寫，透過基本的函式庫拼湊出一套完整個控制程式，其中功能包括:電壓訊號量測、外部通訊中斷、數位訊號輸出等功能。

整車能源管理系統主要任務為將氫能燃料電池電動車之各項數據經過運算後顯示於人機畫面上，讓駕駛者能即時監控氫能燃料電池電動車的狀態，駕駛者能根據整車能源管理系統的數據進行判斷，作出最適當的決策，避免氫能燃料電池電動車損壞與意外的發生。能源管理系統是由圖控軟體 LabVIEW 建立而成，透過自製之資料擷取卡將整車的相關資料透過 RS-485 傳送至整車能源管理系統，並於系統中進行相關運算將燃料電池、轉換器、車用負載與氫氣流量等數據顯示於畫面上，透過這樣的方式可達到讓駕駛者能在短時間內知道所有訊息之目的。

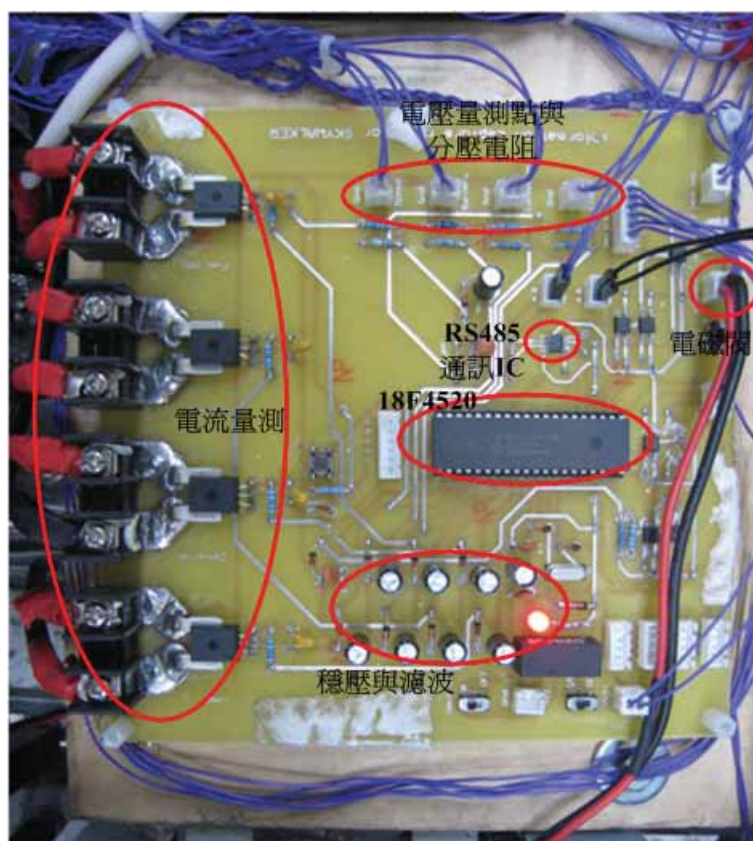


圖 11 整車能源之資料擷取卡外觀

本整車能源管理系統建構於一台工業電腦上，而本研究使用由函數科技所開發之工業電腦（FP8081）作為整車能源管理系統的基本架構，FP8081 所使用的電源為 DC24V，符合車上週邊負載所需之工作電壓，作業系統為 Windows XP 適合以 LabVIEW 為主的人機系統進駐，此外 FP8081 亦有 6 個 USB PORT 可供

使用，觸控式面板更大幅提升使用上的方便性，在硬體設備上也足以提供人機所需資源，故選用此工業電腦作為整車能源管理系統之主要硬體架構，規格表如表 4 所示。

本研究使用 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 開發一套氫能燃料電池電動車整車能源管理系統[20][21]。LabVIEW 是一套功能強大的人機界面開發軟體，其特色為 LabVIEW 是一款圖形化的程式語言，與一般傳統的程式語言有很大的差別，經由簡單易懂的圖像邏輯設計，在程式研發的時效比傳統的程式語言來的有效率。

氫能燃料電池電動車在運作的過程中，系統必須即時擷取燃料電池、二次電池、轉換器以及馬達負載的輸出的電壓、電流、氣體流量[22][23]以及行車速度等參數，本研究所開發之整車能源管理系統中，利用 RS-485 作為主要通訊介面，利用通訊的方式向整車能源資料擷取卡下達通訊指令，命令擷取卡回傳擷取到的各項物理參數，於人機系統中進行分析與運算，並將各項運算結果呈現於人機畫面上，如圖 12 所示。

表 4 工業電腦規格表

Model	FP8081T
System Processor	Intel® Atom™ N270 1.6GHZ
N+S-Chipset	Intel 945GSE+ 8280GBM(ICH7M)
Memory 1*200 Pin - DIMM (Max.)	DDR2 400/533 1GB/2GB
Storage HDD	One CF and SATA
Watchdog Timer	Yes
Multi I/O	One RS232/RS422/RS485
USB 2.0	Four USB ports
Audio	Ear-Phone And MIC-In
RJ45 LAN port	One PCIE Intel 82573L 10/100/1000Mbps
PCle Mini-Card Socket	One
Panel Display Type	8'4 TFT LED LCD
Max. Resolution	800X600
Max. Colors	262K(RGB 6-Bit)
Luminance(cd/m ²)	450 cd/m ²
Dot Size(mm)	0.213*0.213
Viewing Angle(H/V)	160°/140°
Lamp Life	50,000Hrs
Touch Screen (w/I)	4 Wire, Analog Resistive
Resolution	800X600
Light Transmission	80%±5
Life Time	10 Million Activations
Operating Temperature	0~+50°C (32~122°F)
Storage Temperature	-20~+60°C (-4~140°F)
Dimensions (Unit: mm)	50(D) x 250(W) X 180(H)



圖 12 整車能源管理系統之人機畫面

本人機監控系統擁有與外部通訊之功能，利用 RS-485 作為主要通訊介面，並利用 LabVIEW 內部之通訊函式進行資料的發送與接收，為了避免因雜訊的干擾而導致資料錯誤且不自知，本專題在人機撰寫中加入了資料準確度的判別，當接收到的資料有誤或是不完整時，人機系統會重新向擷取卡要求傳送資料，並且在人機上顯示錯誤的訊息，提供給駕駛者知道通訊的狀況。

在整車能源管理系統中，時速的資訊對使用者是非常重要的參考參數之一，駕駛者在擁有精準的時速下才能行駛於安全速限內，本人機系統的時速表是由擷取卡將驅動器輸出之電壓量測下來後，將其轉換成相對應之時速，此時速經過多次校正後已能達到精確的數據。

為了記錄氫能燃料電池電動車行進的里程數，於人機系統中寫入了里程的累計運算，其方法為將換算出來之即時時速對時間進行積分，即求得車輛之里程數，並將數據儲存在工業電腦中，以便下次車輛啟動時能持續進行累計以增加車輛的可靠度，經實際測試後證實，此法能精確計算出車輛所行進的距離。

在人機畫面上另設有一個里程歸零之按鍵，可記錄兩地間的距離，且不會影響車輛的總累計里程數，如圖 12 的紅框內，此功能可方便駕駛者瞭解電動車在滿電量的情況下能行進的距離，讓使用者可安心的行進在道路中，完全不用擔心落入無預警斷電的窘境，大幅度的增加駕駛者的信心，駕駛者只要適時地進行充電即可。

三、氫能燃料電池車之整合與測試

為驗證本研究開發之氫能燃料電池車能確實運作，將所有子系統安裝於車架上，並將擷取卡與人機監控系統完整地安裝且上路測試，經過實際測試後顯示，擷取卡能及時將氫能燃料電池電動車上的各項數據

擷取下來，並透過 RS-485 將資料傳送至人機系統中，經過人機系統的分析與運算後，將數值即時地顯示在人機畫面上，讓駕駛者明確了解目前車輛的狀況。表 5 為最後所完成的微型燃料車整車之規格、圖 13 為氫能燃料電池車完成實照、圖 14 為氫能燃料電池車含車殼完成實照。

本燃料電池車在本校新校區中做車輛道路測試，測試所在道路並不是全為平路，有兩段上下坡路段，總共跑了四圈，一圈為 1.3 公里，測試時間約為 25 分鐘。測試結束後，我們將包括燃料電池、轉換器、二次電池和負載等各自電壓、電流、功率的即時數據儲存在 Excel 報表中，方便我們進行研究和分析。並可透過這些數據畫出各資料的趨勢圖，更能清楚了解電動車輛行駛中的變化與反應。

表 5 整車規格表

車長	210cm
車寬	80cm
車高	100cm
車淨重	75kg
馬達額定電壓／功率	48V/600W
燃料電池額定電壓／功率	48V/640W
搭載氫氣	600L
最快速度	30km/h
續航力	約 73.7km(0.123km/L)
最大爬坡度	30 度



圖 13 氫能燃料電池車完成圖



圖 14 氫能燃料電池車含車殼完成圖

本來燃料電池額定功率為 640W，但經過我們實際測試時，性能明顯下降，無法達到該有的額定功率，再加上負載變動大的缺點，但經過我們混合供電系統的整合，燃料電池可穩定輸出功率約 400W，當電動車負載超過時，二次電池經由電力轉換器轉換後會補足系統 DC Bus 上不足的功率，圖 15 為氫能電動車的速速曲線圖，時速最快可達每小時 30 公里，平均時速約為每小時 25 公里。

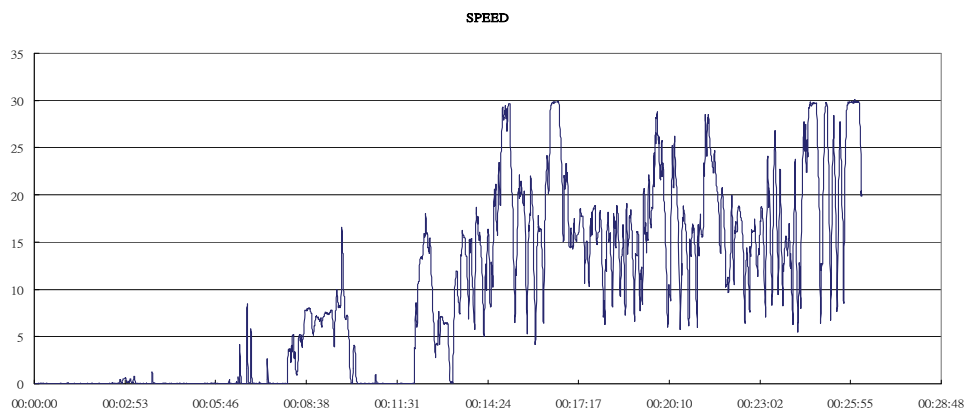


圖 15 速度曲線圖

圖 16 的粉紅曲線為燃料電池加二次電池的輸出功率、藍色曲線為負載消耗功率，把兩條曲線重疊放在一起相比，可看出輸出與消耗的功率曲線相當接近，並標示兩曲線中同一時間所顯示的輸出和消耗功率值，輸出功率值為 851.972W，消耗功率值為 848.325W，可驗證本混合供電系統可以準確提供氫能燃料電池電動車所需負載。

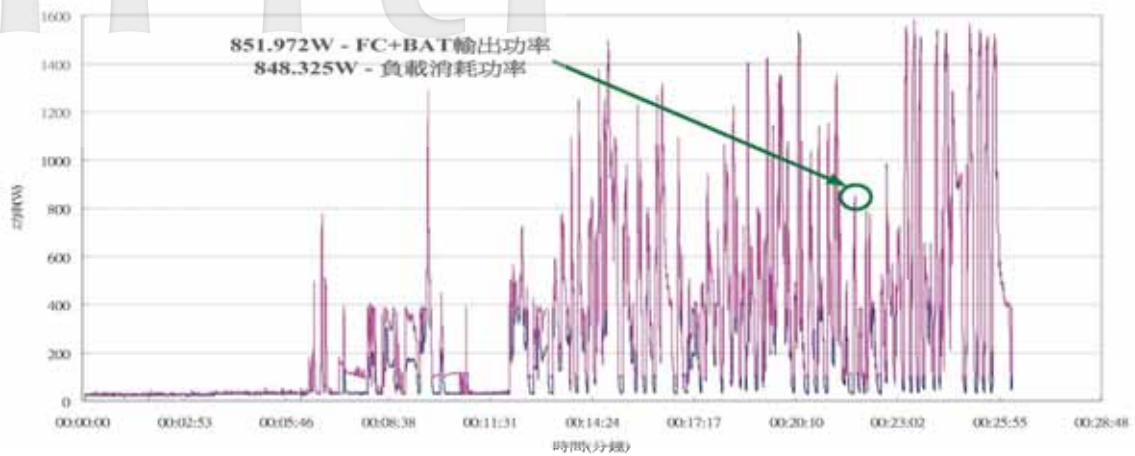


圖 16 FC+BAT 輸出功率（粉紅）、負載消耗功率（藍）

圖 17 的粉紅曲線為燃料電池輸出功率，藍色曲線為負載消耗功率，標示兩曲線中同一時間所顯示的負載消耗功率為 848.325W 和燃料電池輸出功率為 387.866W，兩者相減的值為二次電池的輸出功率 460.459W。

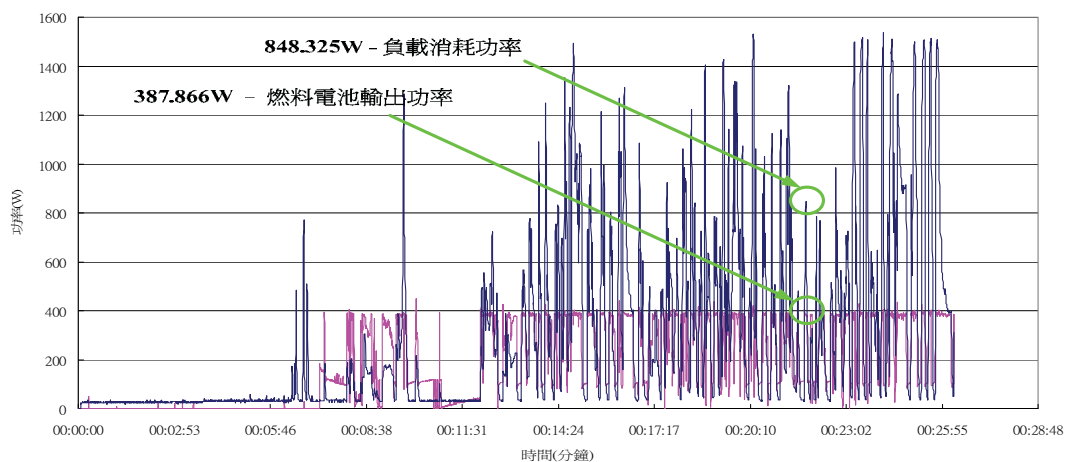


圖 17 燃料電池輸出功率（粉）、負載消耗功率（藍）

圖 18 的藍色曲線為燃料電池電壓，在理想的狀態下，燃料電池和 dc bus 的電壓值在混合電力系統中是設額定為 48V，當燃料電池供電達 48V 以上時，負載完全由燃料電池供應；燃料電池供電低於 48V 以下時，二次電池會在 dc bus 供應所需的電力，圖中當燃料電池在供應車輛負載時，可以看出電壓維持在穩定的範圍，不會低於燃料電池的額定電壓；粉紅曲線為燃料電池電流，由圖中標示的箭頭可看出當電流上升時電壓會下降，為燃料電池中 V-I 曲線特性，並可找出燃料電池的最大功率。

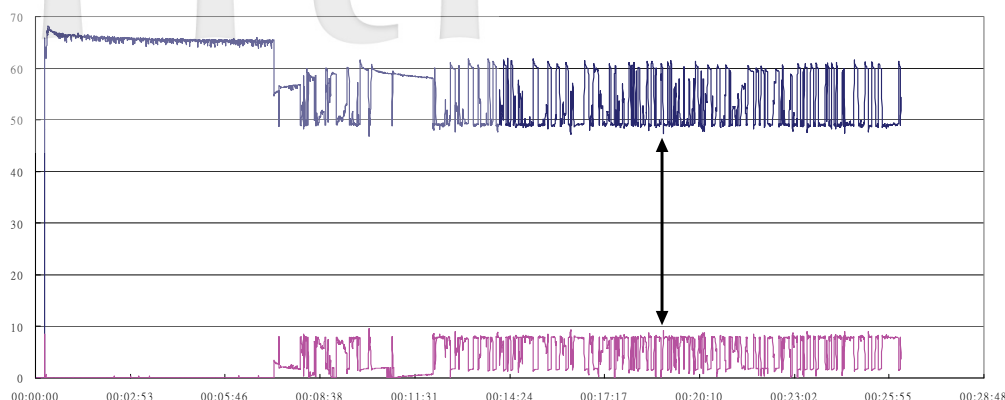


圖 18 燃料電池電壓（藍）、燃料電池電流（粉紅）

四、結果與討論

一台氫能燃料電池車從車體設計到硬體設備的整合，所需要考慮到的因素相當多，機構與電能的整合更是一大重點，經由不斷的改良與修正，逐漸完成我們所要的目標與功能。在車體結構上對於車體裝備與車手的重量，還有車體其他機件之間的連結方式，都透過實際道路行駛來檢測，都能承受道路上一般行駛狀態，雖然不能與市面上販售的電動車相比，但對於車輛行駛的堅固安全品質與動態特性都有達成之目的。在動力與供電系統上，選用的輪轂馬達能直接驅動輪圈不需再用鏈條來帶動車輪，有效提高驅動效率及減輕重量等優點；也根據以燃料電池為主而二次電池為輔的基本概念，設計出適合應用於電動車上之混合供電系統。並整合整車能源管理系統，得到燃料電池、轉換器、車用負載與氫氣流量…等各項數據顯示於人機監控畫面上，且利用儲存於工業電腦中的數據資料分析得知燃料電池組性能下降的問題，但經過混合供電系統整合運用後可改善其缺失並增加電動車的續航能力，也能從分析曲線圖中看出供應與消耗的功率值相當接近，證明本混合供電系統可以準確提供氫能燃料電池電動車所需負載。

參考文獻

1. 黃隆洲，2010『台灣電動車產業發展現況與兩岸合作契機』
<http://www.npf.org.tw/particle.php?sid=7873&topic=12>
2. 宋德淦、陳志洋、陳文仁，2011『汽機車產業年鑑』，財團法人工業技術研究院——產業經濟與趨勢研究中心。
3. Andreas Jossen, Juergen Garche, Harry Doering, Markus Goetz, Werner Knaupp, Ludwig Joerissen, “Hybrid systems with lead-acid battery and proton-exchange membrane fuel cell,” J. Power Sources, vol. 168, no. 144, pp. 395–401, 2005.

4. Ke Jin; Xinbo Ruan; Mengxiong Yang; Min Xu, "A Hybrid Fuel Cell Power System," IEEE Transactions on industrial electronics , vol.56, no.4, April 2009 pp.1212-1222.
5. Van-Tsai Liu, Jia-Wei Hong, Kuo-Ching Tseng, "Power Converter Design for a Fuel Cell Electric Vehicle," Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2010 the 5th IEEE Conference, pp.510-515.
6. Chuan-Sheng Zhang; Guang-Ji Ji; Feng-Xiang Chen; Tian-Cai Ma; Su Zhou , "study of an agent-based power management for fuel cell hybrid vehicles ," Intelligent Vehicles Symposium, 2009 IEEE, pp.1265-1270.
7. Alam, M.S.; Moeller, T.; Maly, A., "Conversion of an Indian Three Wheeler Scooter into Hybrid Fuel Cell Ni-MH Battery Vehicle and Validation of the Vehicle Model for the Bajaj Three Wheeler Scooter," Electric and Hybrid Vehicles, 2006. ICEHV '06. IEEE Conference pp.1-6.
8. Gottipati, P.; Mendrela, E.A.; "Comparative method for twin-rotor PM brushless motors applied as in-wheel motors," Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES) & 2010 Power India, 2010 Joint International Conference on, pp.1-6.
9. Ke Jin; Xinbo Ruan; Mengxiong Yang; Min Xu, "A Hybrid Fuel Cell Power System," IEEE Transactions on industrial electronics , vol.56, no.4, April 2009 pp.1212-1222.
10. 趙中興 編譯。燃料電池基礎。全華圖書股份有限公司。2008 年出版。
11. 攀業氫能源科技有限公司，燃料電池
<http://www.pearlhydrogen.com/index.php/ranliao-dianchi.html>
12. Fuel cell EOS-320 datasheet. Pearl Hydrogen Technology Co.,Ltd.
13. O'hayre. FUEL CELL FUNDAMENTALS. John Wiley & Sons,Inc. NY.2006.
14. WP22-12NE datasheet. KUNG LONG Technology Inc.
15. 陳瑞和 編著。感測器。全華圖書股份有限公司。2006 年 2 月。
16. 雙象貿易股份有限公司。雙象電子報 09.「Modbus 的標準指令」。
17. 張義和 編著。Protel DXP 2004 電腦輔助電路設計全記錄。全華圖書股份有限公司。2009 年 1 月。
18. 洪清寶 編著。PIC 微控制器應用及實習。國立勤益科技大學電機工程系。
19. 曾百由 編著。微處理器原理與應用-C 語言與 PIC18 微控制器。2006 年 10 月。
20. 蕭子健、王智昱、儲昭偉 編著。虛擬儀控程式設計 Labview 8X。高立圖書有限公司。2007 年 8 月。
21. 林俊宏、蕭子健 編著。圖形系統設計之硬體介面專題製作 Labview 8X。高立圖書有限公司。2007 年 6 月。
22. 精機通訊。 Mass Flow Controller 量測介紹。2007 年。
23. Advanced Energy 科技。MFC 和 MFM 基本產品資訊和故障排除。2009 年。