

教育部辦理技專校院「發展學校重點特色專案計畫」

再生能源應用之整合研發與人才培育

Integration Development and Human Resources
Education of the Renewable Energy Applications

全 程 計 畫：自 民 國 94 年 1 月 至 民 國 96 年 12 月 止

執行學校名稱：南台科技大學

報告撰寫日期：95 年 12 月 12 日

教育部辦理技專校院「發展學校重點特色專案計畫」

九五年度計畫執行報告（暨九六年度計畫書）

再生能源應用之整合研發與人才培育 (2/3)

Integration Development and Human Resources
Education of the Renewable Energy Applications

台技(一)字第 0950046120T 號

全程計畫：自民國 94 年 1 月至民國 96 年 12 月止

本年度計畫：自民國 95 年 4 月至民國 95 年 12 月止

執行學校名稱：南台科技大學

報告撰寫日期：95 年 12 月 12 日

目錄

1.	計畫基本資料表.....	8
2.	整體計畫中文摘要.....	9
3.	整體計畫英文摘要.....	10
4.	年度計畫執行成果中文摘要.....	11
5.	年度計畫執行成果英文摘要.....	14
6.	年度計畫執行內容及成果說明.....	17
6.1	計畫目標.....	17
6.2	總計畫與分項計畫，各分項計畫間的整合架構與互動關係.....	18
6.3	計畫管理（參與學校間合作方式與整合推動之機制）.....	20
6.4	計畫（總計畫及分項計畫）實施方式或教學方法.....	21
6.5	人力運用情形說明.....	30
6.6	經費運用情形說明（含學校配合款及措施）.....	32
6.7	年度計畫執行成效（請盡量具體、量化）.....	34
6.7.1	子計劃一 太陽電池封裝技術及新能源材料開發.....	34
6.7.1.1	太陽電池封裝技術.....	34
6.7.1.2	新能源材料開發.....	37
6.7.1.3	執行成效.....	38
6.7.2	子計劃二 太陽能車之工程分析.....	40
6.7.3	子計劃三 可再生型燃料電池.....	44
6.7.4	子計劃四 液滴行為可視化技術及應用.....	47
6.7.5	子計劃五之一：電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術.....	60
6.7.6	子計畫 5 之 2 電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化.....	75
7.	經費運用情形一覽表.....	81
8.	年度計畫查核點執行情形：.....	82
9.	九十六年度計畫封面.....	i
10.	九十六年度計畫基本資料表.....	2
11.	九十六年度計畫內容.....	3
11.1	計畫名稱.....	3
11.2	計畫目標（發展重點項目）.....	3
11.3	整體計畫所發展之技術.....	4
11.4	具體內容及配套措施（如校內發展整合情形與現有設施及未來設施規劃、課程規劃、使用規劃、管理規劃等）.....	7
11.4.1	本校再生能源科技發展整合情形.....	7
11.4.2	再生能源之應用整合以及架設複合動力系統之技術研發.....	7
11.4.3	總計畫 - 再生能源應用整合與複合動力原型車開發.....	8
11.4.4	子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發.....	9

11.4.5	子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析	16
11.4.5.1	太陽能車與複合動力車之流體-固體偶合分析	17
11.4.5.2	太陽能車與複合動力車之行車安全分析	18
11.4.5.3	材料機械性質測試與數值模擬材料模型建立	19
11.5	子計畫三 - 可再生型燃料電池	20
	如此可建構一循環再生式動力系統，讓能源及環境危機同時解除。	29
11.6	子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用	30
11.7	子計畫五之一 - 電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術	34
11.8	子計畫五之二 電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化	41
11.9	現有設施及未來設備規劃	62
11.10	課程及人力資源規劃	66
11.11	實施進度及分工	67
11.12	年度計畫查核點執行情形	68
11.13	經費需求及行政支援	70
12.	附錄一、 歷年計畫執行成效	77
13.	附件	89

表格目錄

表格 1	能源課程相關師資	31
表格 2	經費運用情形一覽表	33
表格 3	臨時工	33
表格 4	太陽能晶片模組實測 P-V、V-I 特性曲線圖數據	70
表格 5	保護機能	55
表格 6	接線端子表	56
表格 7	設定表	60
表格 8	設定表	60
表格 9	計畫實施進度之甘梯圖	67
表格 10	儀器設備經費及經常門經費：專案補助款和學校配合款(單位：萬元)	70
表格 11	九十~九十五年本校「發展學校重點特色」與「提升教學品質計畫」補助計畫一覽表	77

圖表目錄

圖表 1	2006 World Solar Rally in Taiwan: 拉力賽第三名 及耐久賽第四名	34
圖表 2	封裝實驗之溫度-時間圖。	35
圖表 3	因壓力參數調整不當所造成之氣泡殘留。	35
圖表 4	無氣泡之 Super Straight 模組	36
圖表 5	產生明顯收縮紋路之小型模組	36
圖表 6	以較高壓力熱壓之小型模型	36
圖表 7	37	
圖表 8	37	
圖表 9	太陽能車之車架結構(a)去年的車架結構(b)今年的車架結構	40
圖表 10	太陽能車結構有限元素分析網格與車架在無拘束時之振動模態	41
圖表 11	太陽能車上車殼結構有限元素分析網格與在無拘束時之振動模態	42
圖表 12	太陽能車上下車殼與車架組合結構有限元素分析網格示意圖	42
圖表 13	太陽能車上下車殼與車架組合結構有限元素分析網格與在無拘束時之振動模態	43
圖表 14	低電流密度時活化前後的差異	45
圖表 15	定電壓模式下活化測試之電流變化	45
圖表 16	活化測試時氣體增濕溫度對電流之影響	46
圖表 17	活化前後性能比較圖	46
圖表 18	兩異性質之生質再生燃料液滴的碰撞實驗設備圖	48
圖表 19	水-99.7%乙醇液滴正撞行為($We_n = 18.6$)	49
圖表 20	(a)水-10%乙醇液滴正撞行為($We_n = 8$)	49
圖表 21	(b)5.2%-50%乙醇液滴正撞行為($We_n = 10$)	49
圖表 22	(c)9%-90%乙醇液滴正撞行為($We_n = 12$)	49
圖表 23	水-柴油液滴正撞行為($We_n = 95.3$)	49
圖表 24	水-乙醇液滴正撞行為($We_n = 41.6$)	49
圖表 25	水滴撞擊太陽能晶片封裝玻璃實驗設備圖	50
圖表 26	水滴撞擊圓盤模擬車輛行進實驗設備圖	51
圖表 27	太陽能晶片封裝玻璃(鈉玻璃)	52
圖表 28	太陽能晶片封裝玻璃(熱強化低鐵白板玻璃)	52
圖表 29	水滴撞擊鈉玻璃玻璃 $We=259$	53
圖表 30	水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=259$	54
圖表 31	水滴撞擊鈉玻璃 $We=517$	55
圖表 32	水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=517$	56
圖表 33	水滴撞擊鈉玻璃 $We=777$	57
圖表 34	水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=777$	58
圖表 35	太陽能車基本電力系統架構圖	61
圖表 36	太陽能車實際電力系統方塊圖	62
圖表 37	太陽能晶片等效電路圖	63
圖表 38	太陽能電池 V-I 特性曲線圖	64
圖表 39	太陽能電池 P-V 特性曲線圖	64
圖表 40	昇壓型直流轉換器在連續導通模式下之操作	65
圖表 41	擾動與觀察法控制流程圖	66

圖表 42	車內配置方塊圖.....	67
圖表 43	左-右太陽能板與 MPPT 電路圖.....	68
圖表 44	電池殘存電量比對圖.....	72
圖表 45	電池電壓分壓電路.....	73
圖表 46	偵測電池電壓切換電路.....	73
圖表 47	LCD 顯示面板架構圖.....	75
圖表 48	本校太陽能車參加 2006 World Solar Rally 比賽.....	4
圖表 49	日本玉川大學之太陽能 - 燃料電池車.....	8
圖表 50	太陽能結合混合動力(油電)車.....	9
圖表 51	自製之各式 PV 模組與樣品.....	10
圖表 52	與建築物融為一體的各式 BIPV 模組[11].....	11
圖表 53	PV 系統監控架構圖.....	12
圖表 54	PV 系統 IV 曲線量測之人機介面.....	13
圖表 55	流體-結構交互作用分析平行運算分工整合流程圖.....	18
圖表 56	FSAE 賽車全車安全性分析.....	19
圖表 57	還原時間 3hr、5 hr、9 hr 時，製備 Pt/C 之 TEM 比較圖 (50 nm).....	23
圖表 58	TEM 觀察導入超音波時，還原時間對製備 Pt/C 之影響.....	24
圖表 59	XRD 觀察有無導入超音波對於製備 Pt/C 之比較.....	25
圖表 60	不同 pH 值溶液製備 Pt/C 時之比較.....	26
圖表 61	不同酸鹼環境中製備 Pt/C 之 XRD 圖比較.....	26
圖表 62	不同酸鹼環境製備 Pt/C 之活性比較.....	27
圖表 63	TEM 觀察 E-Tek 的 Pt/C 分佈.....	27
圖表 64	使用 XRD 比較自製 Pt/C 與 E-Tek 產品 Pt 粒徑之差異.....	28
圖表 65	Pt/C 應用於 PEMFC 之 MEA 時，I-V 曲線比較.....	28
圖表 66	Pt/C 應用於 PEMFC 之 MEA 時，以循環伏安法量測活性之比較.....	28
圖表 67	再生式燃料電池系統管線配置圖.....	29
圖表 68	.....	32
圖表 69	.....	32
圖表 70	太陽能車基本電力系統架構圖.....	34
圖表 71	太陽能車實際電力系統方塊圖.....	35
圖表 72	擾動與觀察法控制流程圖.....	35
圖表 73	車內配置方塊圖.....	36
圖表 74	電池電壓分壓電路.....	37
圖表 75	偵測電池電壓切換電路.....	37
圖表 76	電阻式均流方式.....	38
圖表 77	並聯功率晶體之均流方式.....	38
圖表 78	電容型均勻充放電技術.....	39
圖表 79	電感型均勻充放電技術.....	39
圖表 80	變壓器型均勻充放電技術.....	40
圖表 81	太陽能電池直接連結蓄電池示意圖.....	43
圖表 82	MPPT 控制之電壓轉換器位置圖.....	44
圖表 83	太陽能電池之輸出電力峰值出現在開路電壓 80% 處.....	44
圖表 84	太陽能電池之電壓測量電路圖.....	44
圖表 85	具有 MPPT 之充電電路方塊圖.....	45
圖表 86	電壓追蹤法 MPPT 控制流程圖.....	46

圖表 87	馬達控制說明圖.....	52
圖表 88	各操作部名稱介紹.....	53
圖表 89	.....	54
圖表 90	.....	54
圖表 91	.....	55
圖表 92	.....	58
圖表 93	.....	59
圖表 94	.....	59
圖表 95	.....	60
圖表 96	特殊模式流程圖.....	61
圖表 97	太陽能實作電路板.....	61
圖表 98	能源課程關係圖.....	66

1. 計畫基本資料表

總計畫名稱		再生能源應用之整合研發與人才培育 (http://www.stut.edu.tw/mech/first.htm)				
總計畫編號				執行單位	南台科技大學	
計畫 總 主 持 人	姓名	張歲縉		計 畫 聯 絡 人	姓名	張歲縉
	電話	06-2533131 #3545			電話	06-2533131 #3545
	傳真	06-2425092			傳真	06-2425092
	E-mail	wcchang@mail.stut.edu.tw			E-mail	wcchang@mail.stut.edu.tw
全 程 計 畫 核 定 補 助 經 費 (仟 元)	經常門			本 年 度 核 定 補 助 經 費 (仟 元)	經常門	6750
	資本門				資本門	750
	合計				合計	7500
全程計畫學校配合款 (仟元)				本年度學校配合款 (仟元)		1500
計畫序號	計畫名稱			主持人	職稱	服務單位
總計畫0	再生能源應用之整合研發與人才培育			張歲縉	助理教授	南台科大 機械系
分項計畫1	太陽電池封裝技術及新能源材料開發			林克默	助理教授	南台科大 機械系
分項計畫2	太陽能車與複合動力車之工程分析			劉乃上	副教授	南台科大 機械系
分項計畫3	可再生型燃料電池			張歲縉	助理教授	南台科大 機械系
分項計畫4	液滴行為可視化技術及應用			陳榮洪	副教授	南台科大 機械系
分項計畫5-1	電力與動力系統監控技術 - 太陽光電 能管理技術			蔡明村 朱慶隆	教授 副教授	南台科大電機系 南台科大電機系
分項計畫5-2	電力與動力系統監控技術 - 馬達性 能最佳化			黃東雍 洪正瑞	助理教授 副教授	南台科大機械系 南台科大電機系

※ 註：本表資料及相關數據請依據核定後之詳細計畫書填寫。

2. 整體計畫中文摘要

(關鍵詞：有機太陽能電池、太陽電池封裝、最大功率追蹤系統、可再生型燃料電池、應力分析、太陽能車、複合動力)

本計畫之執行方式，乃結合本校相當注重之學生實務專題進行。三年內依序將新能源中心支持之各實驗室所累積的研發能量，應用於以再生能源為動力之實務作品上，以成品展現成果。此法不僅可避免計畫之不切實際或流於形式，對學生之學習亦較具吸引力，使學生在動手製做的過程中學習如何將理論用於實務。預計完成之專題作品依次為：

- (1) 太陽能車 (已完成)
- (2) 複合動力原型車之開發 - 再生能源應用之整合
- (3) 再生能源複合動力車

第一年之發展重點，具體目標為製造本校新太陽能車-南台火鳳凰，因該車之製作所衍生之各相關子計畫如下：

- (1) 有機太陽能電池
- (2) 太陽電池封裝
- (3) 最大功率追蹤技術
- (4) 太陽能車結構與流場分析
- (5) 氫氣儲能技術

第二年之子計畫除改善原有太陽能車之性能外，更將朝向太陽能 - 燃料電池雙動力源之複合動力車邁進。因為系統較為複雜，年度計畫目標以開發系統原型為主。

- (1) 太陽電池封裝技術及新能源材料開發
- (2) 電力與動力系統監控技術
- (3) 太陽能車與複合動力車之工程分析
- (4) 液滴行為可視化技術及應用
- (5) 可再生式燃料電池

第三年各計畫之發展，將進一步協助完成複合動力車之製作，各分項計畫名稱為：

- (1) 新式太陽電池製作
- (2) 複合動力控制系統
- (3) 太陽能車與複合動力車全車分析
- (4) 太陽晶片散熱分析技術
- (5) 太陽能 - 燃料電池複合動力系統

此外，將配合再生能源科技發展趨勢，積極增強研究設備、推動群體研究、有效運用既有之研究資源、加強跨系所及跨學院之合作，並積極與南部科學園區產學協會及國內外學術單位進行學術合作與交流，藉以提昇學術研究水準，並邁向國際化。

本計畫第三年針對最終產品 - 複合動力車，究其特性因此仍將以機械及電機兩系為主，在現有架構上克服電力與動力系統性能，並逐步擴充計劃規模，目標為：

- 強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室，鼓勵其他實驗室轉型加入新能源中心，並共享資源。
- 專題作品與個各實驗室專長結合，開設『再生能源』相關課程，讓學生從實作中知不足而能主動去學習。
- 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生能源系統裝設等最新技術研發。
- 辦理『再生能源整合』相關技術研討會。

3. 整體計畫英文摘要

(Keywords : organic solar cell, encapsulation, MPPT, regenerative fuel cell, stress analysis, solar car, hybrid)

The executive method of this project is combined with the 「 Student Special Project Practice 」 , which is a highly considered course in STUT. By using the cumulative research results, which are developed by supported laboratories of New Energy Center every year, to the practical products powered via renewable energy, the final results can also be displayed accordingly. This method avoids the project from becoming impractically or formally, and much easier to attracts students to learn, moreover, to educate students from the hand-on process to apply theories learned in the classrooms on a real product. The factures for each year are as following:

- (1) Solar car (finished)
- (2) The development of the prototype hybrid car - Integration of renewable energy applications
- (3) Hybrid car with renewable energy

The goal of the first year project aims on making a brand new STUT-Phoenix solar car. The extended projects are:

- (1) Organic solar cells
- (2) The encapsulation of solar cells
- (3) Maximum power point tracking technology
- (4) Structure analysis of STUT solar car
- (5) Technology of energy storage through hydrogen

The object of the second year project is not only improving the performance of Phoenix solar car, but also moves forward to a electric car powered by a hybrid system with solar cell and fuel cell. Due to the complex system, a prototype model will be developed as a main goal in this year project.

- (1) Study on encapsulation technology and new material for solar cell
- (2) Power management and control
- (3) Engineering analysis for solar car and hybrid car (I/II)
- (4) Advanced visualization techniques for the analysis of liquid drop interactions
- (5) Regenerative fuel cells

The extended projects in the third year will further assist to complete the default hybrid car.

- (1) Making new solar cell
- (2) Hybrid power control system
- (3) Engineering analysis for solar car and hybrid car (II/II)
- (4) Multi-mode Heat Transfer Analysis of Solar cells
- (5) Study on hybrid system with solar cell and fuel cell

Furthermore, according to the developing trend of renewable energy technologies, New Energy Center will improve the research facilities aggressively by promoting the team-work research projects, using the existed research resources effectively, emphasizing the intercollegiate and interdepartmental co operations and seeking opportunities to cooperate with the Academia-Industrial Consortium for Southern Taiwan Science Park and outstanding research units around the world, hence to promote itself internationalized.

The main body of the second year project will be a joint venture of Mechanical and Electrical Engineering departments, hence to improve the performance of power system on existed electrical structure, and to extend the scale of this project. The final objects are:

- To improve facilities of laboratories related to renewable energy on manufacturing of system units. Encourage interested laboratories to alternate their research field to renewable energy
- To relate the final project factures to the specialties of each supported laboratories, and set up 「renewable energy」 related courses. Students will learn more actively from doing the special project when they meet the problems.
- To impress undergraduate students the importance of the following new technologies in the future: integration method of renewable energy, manufacture and measurement of parts in the energy system and installation of renewable energy.
- To organize workshop related to「Integration of Renewable Energy」technologies.

4. 年度計畫執行成果中文摘要

本計畫延續前一年計畫之成果，重點在於建構出由太陽能電池及燃料電池組合而成的複合動力系統。為能掌握此種輕質車輛運轉的特性，本年度計畫先針對南台火鳳凰太陽能車進行性能改善，期能更清楚了解太陽能車運行之能量流動狀況。經由各分項計畫研發成果所提供的技術支援，以及參與製作之老師和學生的辛勤努力，南台-火鳳凰太陽能車歷經

半年的修改後，於今年 9/16 再度參加國際比賽 – 2006 World Solar Rally in Taiwan。本比賽為亞洲地區首次舉行的太陽能車拉力賽，參加隊伍來自世界 6 個國家共 11 支隊伍，包括日本鈴鹿大賽第一名 芦屋大學 ACE Tiga 車隊、北美大賽第二名 明尼蘇達大學 Borealis III 車隊、法國公開賽第一名 德國籍 Helix 車隊…等等頂尖隊伍參加。

在屏東機場內所舉行的耐力賽中，Phoenix 太陽能車因爆胎衝撞紐澤西護欄，緊急進入維修站維修而耗費許多時間，但最後仍以總圈數 41 圈，獲得第四名。隨後在總里程數長達 530 公里的拉力賽過程中，克服台灣繁忙的交通狀況，並及時解決過程中遭遇的所有問題，在北門快速道路上，飆出車隊既錄時速 135 Km/hr 的最快成績，最後還為台灣奪下第三名的獎盃與 10 萬元獎金。

今年度計劃已完成太陽能車電路系統整合架構，效率明顯提升。各計畫之執行成果摘要如下：

「太陽電池封裝技術及新能源材料開發」子計劃一，計劃主要研究方向：一為建立太陽光電模組封裝及相關檢測技術；另一重點則有關新型太陽電池材料的研究工作。在太陽光電模組技術方面，繼續研發新模組結構之真空熱壓封裝製程，除了在第一年所完成小型 PV 模組封裝技術外，目前於實驗室內已可穩定封裝商用 Super Straight 架構之 PV 模組，並以此參數作為依據進一步建立 Sub Straight 輕型模組之封裝製程。此外亦已建立 PV 模組之檢測、焊接及性能評估等技術。本子計劃另外一個重點在於開發新型太陽電池材料，主要為研製新型透明導電薄膜材料，目前已建立溶膠-凝膠製程製作氧化鋅透明導電薄膜之基本步驟，最佳樣品片電阻為 $360\Omega/\square$ ，電阻率為 $1.1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，可見光穿透率為 80% 以上，已達可利用於太陽能晶片透明電極之價值。

「太陽能車與複合動力車之工程分析」子計畫二，主要研究方向為針對太陽能車與複合動力車的需求，利用專業電腦輔助設計及工程分析套裝軟體，進行新太陽能車結構與外形之設計及分析，以期能開發出堅固質輕的車體結構。藉由本分項計劃的執行使參與的學生熟悉工程分析軟體之應用方法，並設計出不影響車體輕巧靈活的特性，能讓太陽能晶片模組不致因長期振動而失效，並顧及結構強度、耐震能力與安全性之最輕化太陽能車車架/車殼結構。

「可再生型燃料電池」子計畫三之發展已進入實作階段，計畫執行內容主要探討活化處理方式對於質子交換膜燃料電池 (PEMFC) 的性能影響。由其他研究得知活化程序能有效提升觸媒的活性，並提高其利用率。但活化方式甚多，本計畫研究結合二種常用之活化方法，探討不同環境參數對於燃料電池活化過程的影響。實驗結果指出，經改良後的活化方式處理過之單電池，其性能比未經活化之單電池高，在電流密度 $200\text{mA}/\text{cm}^2$ 時，電壓高出 0.14V 約提升 28%。從實驗結果得知改良後活化方法能有效提升燃料電池的性能。此外一般使用質子交換膜之燃料電池，目前主要採用以碳為載體之觸媒，由於市售此類商業產品非常昂貴，因此簡易且成本低廉之製程被廣為討論。以碳為載體之觸媒的製備過程，主要有膠體法、微乳化法及含浸法三種。其中含浸法操作條件最簡單，製成之觸媒活性面積較大，因此在各研究機構中最常被使用。但由於使用含浸法時會有質傳不易之問題，使製程中之化學反應靈敏度不佳，因此本計畫亦嘗試在含浸法中引入超音波改善質傳效果，提高製備以碳為載體之觸媒的貴金屬分散性，並縮減貴金屬粒徑。以 Pt/C 製程為藍本，實驗結果得知，在含浸法製程中，使用超音波攪拌可以有效的提高製備之 Pt 在碳顆粒上的分散性，並使 Pt 粒徑減少至 5 nm。此外亦發現溶液 pH 值的高低會影響 Pt/C 觸媒中 Pt 顆粒大小及其分散性。

「液滴行為可視化技術及應用」子計畫四，主要發展液滴交互作用行為之可視化技

術。在液滴碰撞方面將運用高速閃頻儀配合閃光延遲器之可視化技術，經由所得之高解析度照片來分析兩相異性質之生質再生燃料液滴的碰撞行為。在液滴撞擊固體表面方面，藉由高韋伯數水滴撞擊行為及流場分析，所獲結果可作為太陽能晶片不同封裝材質之選購依據。參與計畫同學不僅在計畫中能學習到此一影像技術，同時透過這些可視化圖像，亦可讓參與計畫的同學能清楚了解影響液滴碰撞之物理機制及影響參數，進而和其他生質能液滴碰撞分析中加以運用。此外這些圖片亦可提供作為燃燒學、替代燃料及內燃機等課程教學講解之用。

「電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術」子計畫五-分計畫一，主要研究方向為 (1) 完成具最大功率追蹤之 DC/DC 轉換器與 (2) 太陽能電池與蓄電池之電能源管理之研究工作。由於太陽能車的主體構造是由太陽能電池 (Solar Cell)、儲電設備、電機系統和車體結構等四大結構所組成，通常，太陽能車所需克服的問題有二：太陽能電池效能及續航力。所以製作都圍繞在這兩個核心問題上去設計。南台科大火鳳凰將全車太陽能晶片分為 14 個區塊，並且以 14 組升壓型(Boost converter)轉換器做最大功率追蹤(MPPT)控制 14 組晶片區塊，其目的即在提高各部份太陽能板之最大出力，儘可能簡減少太陽能板因串並聯造成的損失，然後再將全部具 MPPT 功能之升壓型轉換器輸出加以並聯連接至負載部分。由於太陽能電池的出力取決於其端點電壓與電流之乘積，故在各種應用上，通常會採用最大功率追蹤方法，其目的在使其端點電壓與電流為非線性關係的太陽光電板，能在不同的日照強度下，找出最佳工作點。當最佳工作點找出後，即可以電路調整輸出電壓、電流。本子計畫採用擾動觀察法之追蹤準則利用單晶片微處理機做運算，以得到即時最大功率。由於太陽能電池多搭配蓄電池，為有效使用電力，必須注意其充放電之控制。因此及時的電壓、電流量測乃為必須，本計畫利用單晶片做電源管理控制，可以即時顯示各個電池的端電壓、溫度與充電電流等資訊，並藉由通訊界面，在超過額定狀態與發生異常情況的時後，可以立即作各項安全的保護措施。使用者可以藉由各項監控顯示界面可以清楚的了解各項資訊，掌握每個環節，達到高效率的能量利用，在此同時也可以確保人員之安全，和延長電池使用壽命，避免意外發生。此外負載搭配之設計，亦會影響太陽能電池實際輸出至負載的功率，這在太陽能車長途賽中將影響實際行駛的時間與里程數，本計畫亦已做出適當的負載規劃分配以達成此一目標。

「電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化」子計畫五-分計畫二，本子計畫主要研究方向為偵測太陽能車內的各項信號並顯示。計畫執行實驗室為 PIC 微控制器產學聯盟實驗室，以 PIC 單晶片為核心所執行與車輛有關的產學計畫，已量產的成品有二十多項。因此以累積的經驗來研發太陽能車的偵測及顯示系統。太陽能車上有許多必須偵測及處理的信號，開發之控制系統以單晶片為偵測的核心，配合各種感測器將偵測到的類比信號轉模擬為數位信號，經過運算及處理之後，將偵測結果顯示在繪圖型 LCD。已完成的項目為馬達電壓電流，電池電壓電流及 MPPT (最大功率點追蹤) 電流的偵測與顯示，所有的顯示資料均集中整合在一片 LCD 上，並放置在駕駛員的正前方，如此駕駛員可以從正前方的 LCD 獲得所有必須的資訊，因此對控制太陽能車可以更方便。

本校新製之太陽能車為本年度執行成果之總成，以技術交流為目的所參加之 2006 台灣世界太陽能車比賽，成績結果證明南台科大於太陽能車製作上已具一定水準，所投入之研發經費亦再次顯示本校對再生能源發展之決心，同時複合動力系統之雛型架構已經建立，將於 96 年度計畫中付諸實行。

5. 年度計畫執行成果英文摘要

This project continues the same objects of last year, and emphasizes on building a hybrid power system structured by solar panels and fuel cells. To handle the characteristics of such light vehicle, this year we focused on improving the performance of Phoenix solar car, and tried to understand more about the energy consuming condition when it is working. Supportings from the results of other sub-projects, and efforts from involved teachers and students, the 3rd position of 2006 World Solar Rally in Taiwan was finally won. This race was the first competition in Asian area along the coastal side of Taiwan. There were 11 teams from six countries, including the Japan No. 1 team ACE Tiga, North American No. 2 team Borealis III and the French Open Solar Challenge No. 1 Helix, etc..

The endurance race was held in the run way of Pen-Dong Airport, Phoenix accidentally hit the crash barriers and caused punched tires, which wasted time to maintain the condition, however 41 laps was completed and won the 4th position. In the following 530 kms rally racing, Phoenix successfully overcame the busy traffic conditions and solved all kinds of problems in time, and also setup its highest speed record at Bei-Man on the western Coastal express way. Phoenix finally won the 3rd prize and received 100 thousands NTD reward.

We have already finished the integration of electrical circuits of solar car, and a dramatic improvement of efficiency has been observed. The results of each sub projects are briefly described below:

Sub project I

The goals of this sub-project are: (1) To establish encapsulation and measurement techniques for PV modules, (2) to develop new materials for solar cells. In the first year, our lab has completed the development of new procedures for encapsulation of PV modules. Currently, the encapsulation procedure of commercial used Super Straight PV modules by our lab is well established. Based on these parameters, we are now further developing encapsulation procedures for light weight Sub Straight PV modules. Till now, our lab has established techniques of measurements, soldering and performance evaluation, etc. The focus of our second goal – developing new materials for solar cells – is to develop new type of transparent conducting thin films. Up to now, the basic procedures for fabricating ZnO transparent thin film by using Sol-gel method have been established. The best samples yet obtained have a sheet resistance of $360\Omega/\square$, a resistivity of $1.1 \times 10^{-2}\Omega \cdot \text{cm}$, and a transmittance of over 80% in visible range, which are already quite suitable for the application to the transparent electrodes of solar cells.

Sub project II

The goal of this sub-project is developing light-weight-high-strength structures of solar car and hybrid car by using professional CAD and CAE software. Students who directly participated in the project developed deep and working understanding of computer-aided design and finite element analysis methodologies.

Sub project III

The paper mainly discussed activation method for the effect of PEMFC performance. According to other studies we know that activation can available advance the active and the usage rate of catalyst. But there are so many kinds of activation methods, the study combines two common activation methods, treat different parameter for the effect of PEMFC activation process. The result of this experiment indicates the single cell that

used improved activation method can advance the voltage. The result of after activation is higher than before activation 0.14V at Current density 200mA/cm². The voltage advance about 28%.The result of this experiment knows that activation available advance performance.

Pt/C is the main catalyst form of the Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC). The cost of mass produced Pt/C is very high, hence alternative method with cheaper and easier synthesis methods were discussed widely. Colloid, micro emulsion and impregnation are three primary methods to produce Pt/C. Impregnation has been adopted mostly by many researchers because of its simple procedure and ability of producing larger activated area. However, impregnation method suffers from poor mass transfer hence slow chemical reaction, this study tried to improve the mass transfer rate, the Pt dispersion on carbon (Vulcan XC-72), and also reduce Pt particle size by combining ultrasonic with impregnation.

The experiments results showed that, producing Pt/C by combining ultrasonic with impregnation method will not only increases the dispersion of Pt on carbon (Vulcan XC-72), but also reduce the size of Pt particle to 5 nm. The effects of acidity of resolution on Pt dispersion and size were also found.

Sup project IV

This project is to develop advanced visualization techniques for the analysis the physics of liquid drops interactions with each other or with a solid surface. For drop interactions with one another, the collisions of unlike bio-recyclable fuel drops can be influential events. The complex physics behind the collision of unlike drops can be studied with high-resolution photographs through high-speed stroboscope in combination with flash delay. For drop interactions with solid surfaces, through the visualization of the spread and splash of water drops impact on the encapsulation of the solar cells, the best material for encapsulation can be selected.Through these experiments the students can learn to apply advanced visualization techniques to the study of a series of practical alternate fuel applications. This study can also provide informative illustrations for the lectures in the area of combustion, alternate fuels, and engines.

Sub project V - I

The goals of this sub-project are: (1) To settle up the DC/DC converter which is with maximum power tracking control function, and (2) to develop a energy management system for solar cells and batteries. A solar car is consisted of solar cell \ storage elements \ power electronics circuit \ and car structure. Generally, there are two major problems in a solar car system, one is the energy efficiency, and the other is the energy lasting ability. In the proposed solar car power system, a fourteen modules of maximum power point tracker (MPPT) units system based on the boost converter topology has been settled to achieve the maximum solar power utilization, so as to reduce the possible series and parallel power losses. As the solar cell energy is available in accordance with the operated voltage, thus a maximum power point tracking control is necessary for finding the optimum working point of solar cells in arbitrary sunlight intensity. In this project, a perturbation and observation method is adopted for this aim. In addition, it is used to including battery storage elements in versatile solar energy applications, thus a power energy management system is also important. This project uses the DSP based microprocessor to get near real-time tracking. To make most of the solar energy, this project has paid attention to the charge/discharge of battery storage elements, including the load matching design as the strategy of power management also

affects the actual mileage and used time in a built solar car.

Sub project V - II

There are many signals must be detected and processed in solar car . The system in this project based on the signal chip , and uses the sensors to convert the analog signal to digital signal , and after calculate and process these signal , the result will shown in the voltage and current of battery , the voltage and current of motor , the voltage and current of battery , the current of MPPT (Maximum Power Point Trching) . The whole sata will be merged in one LCD that directly placed in front of the driver , so the driver can get whole information from the LCD , so it is more convenient to handle and control the solar car .

6. 年度計畫執行內容及成果說明

6.1 計畫目標

再生能源是目前重點發展技術，南台科大近年來在此相關領域投入甚多人力物力，不論在風能、太陽能的應用研發上皆領先其他大學，比如說太陽能路燈、太陽能車與風力發電等。為更加提升在能源科技之研發能量，南台科技大學工學院於 92 年度成立『新能源中心』，跨系整合新能源與再生能源等相關專長的師資與設備，並進行關鍵元件研究、系統設置技術開發及人才培訓等任務。本計畫為本校重點發展項目『再生能源應用之整合研發與人才培育』之第二年計畫，以整合為目的，集中研發能量，最終以發展『再生能源複合動力車』為執行目標。

計畫執行配合專題發展之方式，將新能源中心各實驗室發展之成果，應用於作品上，預計完成之專題作品依次為：

1. 太陽能車(已完成)
2. 太陽能車最佳化與複合動力車雛型開發(已完成)
3. 再生能源複合動力車

年度具體之發展重點項目包括，現有太陽能車之性能最佳化，提高能源使用效率，以此為藍圖開發再生能源複合動力車之雛型。各相關子計畫如下：

第二年各子計畫為：

1. 太陽電池封裝技術及新能源材料開發
2. 電力與動力系統監控技術
3. 太陽能車與複合動力車之工程分析
4. 液滴行為可視化技術及應用
5. 可再生型燃料電池

此外，將配合再生能源科技發展趨勢、積極增強研究設備、推動群體研究、有效運用既有之研究資源、加強跨系所及跨學院之合作，並積極與南區產學協會及國內外學術單位進行學術合作與交流，藉以提昇學術研究水準，並邁向國際化。

本計畫第二年整合機械及電機兩系，進一步強化電力與動力系統性能，並擴充計劃規模，達成目標如下：

□ 強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室，引進其他實驗室轉型加入新能源中心，並共享資源。

□ 專題作品與個各實驗室專長結合，開設『再生能源』相關課程，讓學生從實作中知不足而能主動去學習。

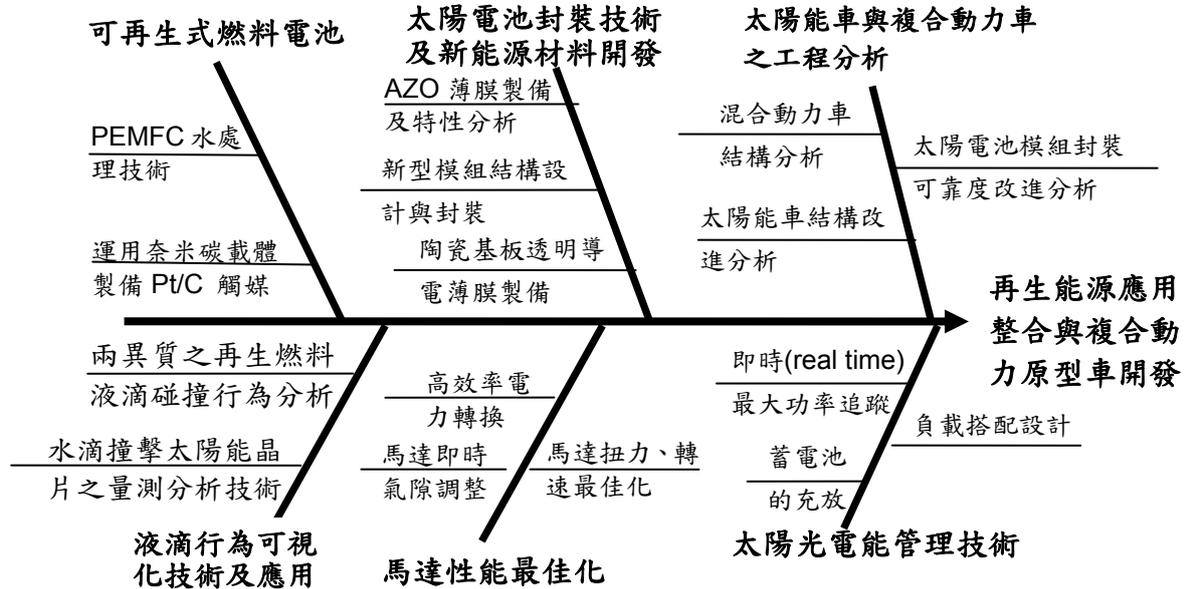
□ 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生能源系統裝設等最新技術研發。

□ 辦理或參加『再生能源整合』相關技術交流機會或學術研討會。

6.2 總計畫與分項計畫，各分項計畫間的整合架構與互動關係

以下為今年度計畫之魚骨圖，各分項計畫衍生之關鍵技術亦列於其中。

第二年



本校對於新能源科技相關研究與教學相當重視和支持，近年來本校有 20 位老師投入新能源相關科技之研究，學校並大力投入經費發展。因此本校工學院將新能源科技列為長期之研究項目，並以『新能源載具之研製』、『太陽能電池製作』、『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』、『直交流轉換器研製』及『新能源系統設置技術』等項目作為發展重點，並由機械系、電機系、電子系及化工系負責推動。由於本校新能源科技由工學院主導，因此具有技術、人力、設備及資源之整合與共享之優異環境。僅就全程計畫參與之各系特色及發展重點目標說明如下：

機械系：

機械系由新能源中心主導，已逐步建構再生能源研發設備及量測儀器，並培育出太陽光電/風力發電及相關系統控制的師資，此外先進車輛組長期致力於省油技術開發，對於車輛製作研發亦累積甚多能量。近年來所設置之相關實驗室計有太陽光電/風力發電實驗場、太陽電池模組製作實驗室、未來動力系統實驗室、電子控制實驗室、自動控制實驗室，近幾年之系重點目標與再生能源相關者為『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』及『新能源系統設置技術』。

電機系：

有再生能源實驗室、電力電子實驗室，並且電機系擁有一些與半導體、奈米光電相關的師資與儀器設備，重點目標為『直交流轉換器研製』，如開發 5 KVA 正弦波輸出直交流轉換器及馬達控制實驗室等。

化工與材料工程系：

第一年計畫參與有機太陽能電池主要參與為『高分子材料中心』，近年來添購有真空蒸鍍機、螢光光埔儀、陣列二級體分光光譜儀、AFM 與塑譜儀等精密儀器。本計畫中其參與之重點研究項目為『全固態有機太陽能電池製作』。

本年度計畫以跨科系方式，整合本校機械系與電機系相關實驗室，結合新能源科技與動力輸出相關領域之師資與儀器設備，共同執行此『再生能源應用之整合研發與人才培育』重點特色計畫。

6.3 計畫管理（參與學校間合作方式與整合推動之機制）

協調單位為工學院，負責相關行政支援。本計畫真正執行是以新能源中心為核心單位，各子計畫之管理為計畫主持人負責，並配合新能源中心執行各分項工作。課程之安排乃針對工學院學生，惟因課程內容之規劃與時段之安排並非可以隨時調整，因此主要針對既有與再生能源應用相關課程，與各系所協商，提出建議選單提供學生參考，避免課程開立流於形式，無法取得最佳效果。

課程合作方式採取由總計畫主持人負責，子計畫主持人進行課程設計與規劃，完成後提報該系系務會議討論、通過，並提出建議課程通知各子計畫參與學生選課。每學期末召開檢討會議，由計畫內所有老師與本計畫主持人出席，針對學生之學習成果與反應進行檢討，以作為新學期教學內容之參考依據，期能達到良好教學效果。子計畫內之設備採購及實驗室規劃，由負責老師進行初步設計後，交由系採購委員會及空間規劃委員會開會審查，最後交由各系務會議決定採購項目。另林克默老師負責連絡相關廠商，辦理研討會等相關事宜，加強產學溝通建立產學互動機制。本計畫執行的老師亦需推動產學合作、設計學生實驗課程，並推廣建立技術平台，使本計畫執行成果可以進一步推展至業界，並提供專業諮詢服務等。

為確保本計畫之執行績效，各分項工作採取控制查核方式進行管理，每一分項工作在每一季均訂定明確之查核點，季末會議時則實際按查核點進行查核，若未能達成查核進度時，則立即檢討原因，並提出修正方案，期能趕上進度，避免落後原定規劃。查核點管理模式除可以規範各分項工作之進度外，對跨院系之整合亦具有很好之督促效果，例如儀器設備、實驗用藥品之購買，皆牽涉到總務處之採購業務，經由查核可以加速計畫進行。制定查核點後，於計畫開始執行時，即可提供查核進度表給相關單位，並列入各單位之年度計劃中，各單位即可預先知道必須辦理之業務，對計畫之推展有很大之幫助。

6.4 計畫（總計畫及分項計畫）實施方式或教學方法

總計畫

本計畫執行方式遵照以往，旨在發揮科技大學務實肯做之精神，總計畫之實施以產出成品為目標，結合本校工學院學生高年級必修之實務專題課程進行製作。子計畫之研發成果則用來提供性能改善之參考來源。機械系「太陽能車新車設計」、「太陽能車視窗烤箱組」、「太陽能車晶片原理與應用」與電機系「MPPT 製作」，計專題學生 16 名參與，相關課程為「汽車省能與防污技術」- 修課人數 35 人；「車輛工程概論」- 修課人數 92 人。

子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發

子計畫一由林克默老師擔任主持人，本子計畫中安排 [太陽光電技術]、「太陽光電工程」、「實務專題製作」與 [碩士論文]等方式來進行有關太陽光電科技的教學活動。在太陽電池封裝技術方面，使用真空熱壓封裝機、IV 曲線量測儀器、恆溫恆濕機和 LabView®等軟硬體作為教學及實驗平台，經由動手操作了解封裝技巧，並藉由分析太陽能晶片在不同光照強度下的 I-V 特性曲線來推估封裝過程中晶片效率損失以及內耗電阻變化的情形，以作為評估封裝製程參數對晶片效率的影響。在新能源材料開發方面，則著重於使用溶膠-凝膠法來製作氧化鋅透明導電薄膜，主要使用儀器有霍爾效應量測儀、SEM、XRD、UV-NIS 和高溫爐等。

- 94 學年碩士論文：「太陽光電模組封裝與檢測技術之探討」，學生 1 人。
- 94 學年碩士論文：「太陽能車晶片封裝技術之探討與模組效率分析」，學生 1 人。
- 94 學年碩士論文：「探討以溶膠-凝膠法製備氧化鋅透明導電薄膜」，學生 1 人。
- 94 學年第二學期：實務專題製作「太陽能輔助自行車車燈」，學生 7 人。
- 94 學年第二學期：實務專題製作「太陽能輔助 LED 檯燈」，學生 7 人。
- 95 學年第一學期：「太陽光電技術」課程，大學部 56 人。
- 95 學年第一學期：「太陽光電工程」課程，碩士生 24 人。

子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析

藉專業電腦輔助設計及工程分析套裝軟體，搭配實物量測方式，進行新太陽能車結構與外形之設計及分析，考慮車體結構強度、振動模態及流場特性等因素，以開發出堅固質輕的車體結構及省能低風阻的車身外形。開設課程為「靜力學」與「雲紋量測技術」，模擬部分由研究生及實務專題學生進行分析。

- 碩士班學生：1 人
- 專題實務學生：8 名
- 課程人數：234 名

子計畫三 - 可再生型燃料電池

子計畫三所開設課程為「燃料電池應用技術」、「燃料電池原理」(研究所課程，全英文授課)。相關設備放置於本校機械工程館內之「未來動力系統實驗室」。另三年級之「流體力學」屬基礎課程，旨在提供學生學習流道設計與流體行為模式之基本觀念。

為加強學生對燃料電池之認識，學生於修課期間須自行安排時間至實驗室進行性能測試。利用去年藉由計劃經費所購買之教學器材，學習如何將太陽能與燃料電池之應用結

合，或者單獨操作 1.2kW 之燃料電池電堆，充份了解燃料電池發電之優點。如此除可實際了解如何操作外，亦訓練實驗室之研究生講解說明能力，更藉由修課生之提問達到教學相長之目的。

- a. 94 學年碩士論文：「以超音波結合含浸法製備質子交換膜燃料電池觸媒之研究」，學生 1 人。
- b. 課程選修人數：120 名

子計劃四 - 液滴行為可視化技術及應用

本子計畫以「內燃機」、「替代燃料引擎」、「實務專題」與「碩士論文」等方式進行，有關液滴行為可視化技術及應用教學活動。在兩異質之生質再生燃料液滴碰撞方面，使用數位式產波器及電壓放大器，驅動自組之 VODG 式 (Vibrating Orifice Droplet Generator) 液滴產生器，產生兩串極為穩定異質液滴，經由閃頻儀及錄影機，運用視覺暫留原理，攝取並量測異質液滴之碰撞行為。在教學上使學生能瞭解並預測不同性質之異質液滴再燃燒室內之碰撞行為，再研究上，碩士班研究生亦能參與分析異質液滴個別之性質對碰撞行為的影響。在水滴撞擊太陽能晶片之行為分析技術方面，則將鈉玻璃、熱強化低鐵白板玻璃、Tefzel+EVA 等三種太陽能封裝材料分別安裝於直徑 30cm 之圓形轉盤圓周，或直接撞擊，並運用高速閃頻儀、高速攝影機、放大鏡頭、CCD 攝影機及錄影機等設備，成功的取得兩滴撞擊太陽能晶片之撞擊行為圖像分析，並且進行「實務專題」之應用及「碩士生論文」指導。以本計劃從事之教學活動如下：

- a. 94 學年學生碩士論文：「等粒徑不互溶液滴碰撞行為」，碩士生 1 人。
- b. 94 學年第二學期及 95 學年第一學期實務專題製作：「太陽能車設計與製作-視窗外型設計製作」，大學生 4 人。
- c. 94 學年第二學期及 95 學年第一學期實務專題製作：「省油車設計製作」，大學生 8 人。
- d. 94 學年第二學期及 95 學年第一學期實務專題製作：「電動車設計製作」，大學生 14 人。
- e. 94 學年第二學期及 95 學年第一學期實務專題製作：「油電混合車設計製作」，大學生 9 人。
- f. 94 學年第二學期：「內燃機」課程，學生 100 人。
- g. 95 學年第一學期：「替代燃料引擎」課程，學生 86 人。
- h. 95 學年第一學期實務專題製作：「太陽能車外型及底盤設計製作」，碩士生 2 人。

子計劃五 - 一 - 電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術

- a. 實驗設備改進成果
 1. 補強電力電子研究室電壓、電流量測設備
 2. 補強再生能源研究室量測設備
- b. 教材改進、課程規劃及實際成果
 1. 增加系上相關課程 包括[太陽能工程]、「電力電子學」、[電源供應系統]、[伺服控制系統]等課程之太陽能車電控系統之內容。94 學年第二學期：「太陽能工程」課程，三個班級約大專生 200 人。94 學年第二學期：「電力電子學」課程，碩士生 12 人。95 學年第一學期：「電力電子學」課程，大四生 44 人。95 學年第一學期：「電源供應系統」課程，大四生 50 人。

2. 帶領兩組大四學生從事[實務專題製作]以完成轉換器與電源量測與管理設計工作。94學年第一、二學期：實務專題製作「DC-DC轉換器」，學生3人。94學年第一、二學期：實務專題製作「南台太陽能車之火鳳凰」，學生5人。
 3. 帶領兩名碩士生做再生能源相關之[碩士論文]研究等方式來進行相關研究活動。
 4. 在太陽能轉換器技術方面，使用示波器、電源供應器、電壓電流量測儀器、和IsPice®等軟硬體作為教學及實驗工平台，經由實務製作了解最大功率追蹤技巧，並藉由分析太陽能晶片在不同光照強度下的I-V特性曲線來推估轉換器的性能。
- c. 競賽活動
1. 負責南台太陽能車之電控系統設計、裝設與維護，太陽能車參賽榮獲2006年世界太陽能車耐久賽第四名獎盃與太陽能車耐久賽第三名獎盃
 2. 學生實務專題製作；DC/DC轉換器之研製獲選校慶參展作品
- d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下：
電流電壓測試系統，包括示波器、電壓電流探棒、電源供應器等實驗量測設備。
- 年度計畫執行成效之專題實務內容說明：
1. 完成具最大功率追蹤之DC/DC轉換器
 2. 太陽能電池與蓄電池之數據量測與電能源管理之研究工作。

子計劃五 - 二 - 電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化

因太陽能車採用高效率無刷直流輪圈式馬達，在性能表現上不但藉由直接驅動可節省能量損失，功能強大之控制器亦可提供多種模式以因應不同場地狀況。如何將馬達之消耗功率降至最低，除於課程上加以解釋說明外，亦要求大學部及碩士生實際量測並找出最佳設定。開設相關課程為「最佳化控制」（全程英文教學）、「DSP 單晶片入門」及、「邏輯設計實務」，搭配實際參與太陽能車運行之資料量測與擷取，讓學生有更加清晰之觀念。

- a. 課程選修人數：112名
- b. 專題實務及研究生：24名
 - 95學年資料手冊：「dsPIC30F4013」，學生1人。
 - 95學年日文手冊：「太陽能馬達及控制器注意事項」，碩士生1人。
 - 95學年日文手冊：「控制器接線及燒錄軟體操作」，碩士生1人。
 - 95學年第一學期：「交換式電源供應系統」課程，碩士生1人。
 - 95學年第一學期：「DsPic」課程，碩士生4人。
 - 95學年第二學期：實務專題製作「溫度Sensor量測及輸出」，大學生4人。
 - 95學年第二學期：實務專題製作「指撥開關Pic晶片控制數值寫入」，碩士生4人、學生8人。

相關課程

綜合各計畫及工學院內與再生能源相關課程，部分建議學生選修之課程如下：

課程名稱：矽鍍材料與光電元件技術		<input checked="" type="checkbox"/> 新開課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助
		<input type="checkbox"/> 現有課程	<input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：林克默		開課年級：二、四技4年級
	預修課程：無		學分數：3學分
	開課之時間：95年09月~96年01月		預估修課人數：35~45人
*太陽能光電系統關鍵組件介紹			

課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 太陽能電池之電壓電流特性 * 電流感測與充放電電路分析 * 最大功率追蹤法 * 太陽能光電照明系統 * 太陽能與其它能源之配合應用
------	---

課程名稱：流體力學		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：張歲縉 預修課程：無 預期開課之時間：95年09月~96年01月	開課年級：二、四技3年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * 概論與基本觀念等基本觀念及術語 * 靜力與動力 * 控制體積基本方程式之積分式與微分式 * 不可壓縮之無黏性流動及黏性流動 * 因次分析與相似性 * 外部不可壓縮黏性流動 		

課程名稱：工程熱力學		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：陳榮洪 預修課程：無 開課之時間：95年09月~96年01月	開課年級：四技2年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * 熱力學第二定律的說明與應用 * Entropy 的說明與計算 * 控制體積的第二定律分析 * 不可逆性與可用性的相關定義與應用 * 動力與冷凍系統 		

課程名稱：熱傳學		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：徐中華 預修課程：無 預期開課之時間：95年02月~95年07月	開課年級：二、四技3年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * 概論 * 熱傳導 * 熱對流 * 熱輻射 * 熱傳學之工程應用 		

課程名稱：電腦輔助工程分析		<input checked="" type="checkbox"/> 新開課程 <input type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：呂金塗 預修課程：無 預期開課之時間：95年09月~96年01月	開課年級：二、四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * 電腦輔助工程及分析軟體簡介 * 機構運動分析模型之建立 * 敏感度分析及最佳化設計 * 機構運動分析案例 		

	<ul style="list-style-type: none"> * 有限元素法及分析軟體簡介 * 桁架、樑及構架之分析 * 一至三維元素與問題分析 * 結構強度分析案例 * 結構振動分析案例
--	---

課程名稱：燃料電池原理（全程英文教學）		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：張歲縉 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月		開課年級：研究所1、2年級 學分數：3學分 預估修課人數：20~35人
	課程大綱 <ul style="list-style-type: none"> * Introduction * Electrochemical principles of Fuel Cells * Types of fuel cell * Fueling fuel cells * Possible Applications * Practical operation 		

課程名稱：自動控制		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：彭守道 預修課程：無 開課之時間：95年10月~96年01月		開課年級：二、四技3,4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人
	課程大綱 <ul style="list-style-type: none"> * 動態系統模型與分析 * 回饋控制之基本特性 * 根軌跡設計法 * 頻率響應設計法 * 狀態空間設計法 * 應用 		

課程名稱：最佳化控制（全程英文教學）		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input checked="" type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：黃東雍 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月		開課年級：碩士班1年級 學分數：3學分 預估修課人數：20~35人
	課程大綱 <ul style="list-style-type: none"> * Introduction * Calculus of Variations and Optimal Control * Pontryagin Minimum Principle * Linear Quadratic Optimal Control Systems I * Linear Quadratic Optimal Control Systems II * Discrete-Time Optimal Control Systems 		

課程名稱：精密控制系統實務		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input checked="" type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：黃東雍 預修課程：無 預期開課之時間：95年02月~95年07月		開課年級：碩士班1年級 學分數：3學分 預估修課人數：20~35人
	課程大綱 <ul style="list-style-type: none"> * Introduction 		

課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * Positioning Systems & Its Components * Metrology - Standards, Accuracy, Repeatability and Instruments * Synchronous Movement - Requirements, Structures, and Measurement * Practical Control Methodology and Related Issues * Applications
------	--

課程名稱： 新能源工程		<input checked="" type="checkbox"/> 新開課程 <input type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：林克默 預修課程：無 預期開課之時間： 95 年 02 月~ 95 年 07 月	開課年級：二、四技 4 年級 學分數：3 學分 預估修課人數：35~45 人	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 太陽能工程: 光電及光熱 * 風力發電工程 * 小水力發電工程 * 地熱發電工程 * 生質能發電工程 * 海洋潮汐發電工程 		

課程名稱： 生物化學		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：施美秀 預修課程：無 開課之時間： 94 年 09 月~ 95 年 01 月	開課年級：二、四技 3 年級 學分數：3 學分 預估修課人數：35~45 人	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * Amino Acids, Peptides, and Proteins * Protein Architecture and Biological Function * Enzymes I: Reactions, Kinetics, Inhibition, and Applications * Carbohydrates: Structure and Biological Function * Lipids, Biological Membranes, and Cellular Transport * DNA and RNA: Structure and Function * DNA Replication and Transcription: Biosynthesis of DNA and RNA 		

課程名稱： 光電材料		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：吳文昌 預修課程：無 開課之時間： 94 年 09 月~ 95 年 01 月	開課年級：二、四技 3 年級 學分數：3 學分 預估修課人數：35~45 人	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 矽與化合物半導體 * 微影照相用材料 * 摻雜材料 * 介電質材料 		

課程名稱： 薄膜工程		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：蔡明雄 預修課程：無 開課之時間： 94 年 09 月~ 95 年 01 月	開課年級：研究所一年級 學分數：3 學分 預估修課人數：20~35 人	
	* Reviews of material science		

課程 大綱	<ul style="list-style-type: none"> * Introduction of thin film application * Vacuum * Physical vapor deposition * Chemical vapor deposition * Sol-gel thin film * The other processes of thin film * Characterization of thin film
----------	---

課程名稱：電化學應用		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：吳文昌 預修課程：無 開課之時間：94年09月~95年01月	開課年級：二、四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
課程 大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 電化學基礎 * 表面處理 * 電鍍 * 陽極氧化 * 化成處理 * 電化學感應器 * 電子材料之應用 		

課程名稱：太陽電池製程技術		<input checked="" type="checkbox"/> 新開課程 <input type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：楊乾信 預修課程：半導體材料、有機化學、光電材料 預期開課之時間：95年02月~95年07月	開課年級：二、四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
課程 大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 太陽電池光電轉換理論 * 太陽電池光電轉換效率測定方法 * 太陽電池的結構設計 * 太陽電池的熱、電、光學性質 * 單晶系太陽電池概述與製程技術 * 多晶系太陽電池概述與製程技術 * 三、五族半導體太陽電池概述與製程技術 * 二、六族半導體太陽電池概述與製程技術 * 敏化染料太陽電池概述與製程技術 * 太陽電池未來應用 		

課程名稱：電工學		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本 資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：吳敏光 預修課程：無 預期開課之時間：94年09月~95年01月	開課年級：四技2年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
課程 大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 歐姆定律與電能、電功率之計算 * 克希荷夫電流與電壓定律 * 串並聯電路之計算，節點電壓與迴路電流分析法，戴維寧與諾頓等效電路 * 磁場強度與磁通量密度之關係，導磁係數與磁化曲線 * 電磁效應：安培右手定則與法拉第磁感應定律，電動機與發電機定則 * 交流電之基本觀念，有效值、平均值與最大值之關係，電感、電容與電阻電路之交流穩態分析 		

課程名稱：電力電子學	<input type="checkbox"/> 新開課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助
------------	-------------------------------	--------------------------------

	<input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善	
	授課教師：蔡明村 預修課程：無 預期開課之時間：94年09月~95年01月	開課年級：四技2年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人
	<ul style="list-style-type: none"> * 電力電子系統介紹 * 功率半導體介紹 * 二級體整流器 * 線頻相位控制整流器 * 直流至直流轉換器 * 切換式直流至交流轉換器 * 共振式轉換器 * 切換式直流電源供應器 	

課程名稱：電動機控制		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：陳文耀 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月	開課年級：四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * 電動機控制系統 * 電動機之傳統控制 * 直流電動機之固態控制 * 交流電動機之固態控制 * 伺服電動機控制 * 步進電動機控制 * 特殊控制法 * 保護裝置 		

課程名稱：電源供應系統		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：朱慶隆 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月	開課年級：碩士班1年級 學分數：3學分 預估修課人數：25~35人	
	<ul style="list-style-type: none"> * Introduction * Review of Switching Concepts and Power Semiconductor Devices * Switching Circuit, Power Computations, and Component Concepts * Nonisolated Switch-Mode dc-dc Converter * Isolated Switch-Mode dc-to-dc Converters * Soft-Switching dc-dc Converter 		

課程名稱：DSP 晶片入門		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：朱慶隆 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月	開課年級：四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
	<ul style="list-style-type: none"> * DSP 晶片系統概論 * TMS320F24x DSP 晶片簡介 * DSP 晶片之基本功能 * C2000 Code Composer 軟體環境 * DSP 晶片基本程式練習及設計 		

課程名稱：模糊理論		<input type="checkbox"/> 新開課程 <input checked="" type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：凌拯民 預修課程：無 預期開課之時間：95年10月~96年01月	開課年級：碩士班1年級 學分數：3學分 預估修課人數：25~35人	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * Introduction * Basic Concepts of Fuzzy Theory * Fuzzy Arithmetic * Fuzzy If-Then Rules * Fuzzy Logic Theory * Fuzzy and Probability Theory * Fuzzy Theory Applications 		

課程名稱：實驗應力分析概論		<input checked="" type="checkbox"/> 新開課程 <input type="checkbox"/> 現有課程	<input type="checkbox"/> 曾接受補助 <input checked="" type="checkbox"/> 未曾接受補助
基本資料	申請補助項目(可複選): <input type="checkbox"/> 實習教材編撰 <input checked="" type="checkbox"/> 課程教材編撰 <input type="checkbox"/> 教學實驗設備改善		
	授課教師：劉乃上 預修課程：無 預期開課之時間：95年02月~95年06月	開課年級：二、四技4年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 光測力學簡介 * 應變規 * 動態應力測試 * 疲勞破壞分析 * 殘餘應力分析 * 電子封裝及太陽能晶片封裝可靠度分析 		

6.5 人力運用情形說明

本計畫參與人員為本校師生及行政人員，8 名子計畫主持人皆隸屬工學院，分屬機械系及電機系。子計畫主持人亦為計畫所規劃之實驗室的管理人與各項設備之運用與維修負責人。新能源中心為核心單位，負責整合工作，各老師分工協助相關資料蒐集與廠商接洽事宜。

1. 太陽電池模組製作實驗室 (機械系)－林克默
2. 光測力學實驗室 (機械系)－劉乃上
3. 未來動力系統實驗室 (機械系)－張崑縉
4. 霧化與燃燒實驗室 (機械系)－陳榮洪
5. 電力電子研究室 (電機系)－蔡明村
6. 再生能源研究室 (電機系)－朱慶隆
7. PIC 微控器產學聯盟實驗室(電機系)－洪正瑞
8. 先進系統整合實驗室 (機械系)－黃東雍

各負責老師所帶領之研究生為當然之協助人員，參與人員近二十名。研究生負責儀器操作及實驗準備，還有協助課程之習題討論及作業收集。此外另有四名臨時工讀生協助處理相關行政工作與中心之活動整備等。

藉由工學院整合，挑選出分屬三系所開設與新能源相關課程，師資與部份課程名稱說明如下：

開設課程	職稱	姓名	最高學歷
有機光電材料 太陽電池製程技術	化工系專任教授	楊乾信	成功大學化工博士
生物化學 奈米材料	化工系專任副教授	施美秀	成功大學化工博士
光電材料 電化學應用	化工系專任副教授	吳文昌	日本橫濱國立大學工學博士
材料科學與工程 薄膜工程	化工系專任副教授	蔡明雄	成功大學材料博士
新能源工程 矽鍺材料與光電元件 技術	機械系專任助理教授	林克默	德國萊比錫大學結晶與材料科學博士
應用電子學 機器人應用與設計 太陽光電系統	機械系專任副教授	吳敏光	美國賓州州立大學機械博士
工程熱力學 替代燃料引擎	機械系專任副教授	陳榮洪	成功大學機械博士
電腦輔助工程分析	機械系專任副教授	呂金塗	美國賓州州立大學機械博士

燃料電池技術 燃料電池原理(全程 英文教學) 流體力學	機械系專任助理教授 兼汽車組組長及 新能源中心主持人	張崑縉	英國伯明罕大學機械博士
最佳化控制(全程英 文教學) 精密控制系統實務	機械系專任助理教授	黃東雍	美國以色列理工學院機械博 士
靜力學 實驗力學簡介	機械系專任助理教授	劉乃上	美國凱斯西儲大學機械博士
自動控制	機械系專任副教授	彭守道	成功大學機械博士
熱力學	機械系專任副教授	陳榮洪	成功大學機械博士
感測與轉換 太陽能工程	電機系專任教授	蔡明村	成功大學電機博士
電力系統 計算機網路	電機系專任副教授	凌拯民	成功大學電機博士
電子電力學	電機系專任助理教授	謝銘原	成功大學電機博士

表格 1 能源課程相關師資

6.6 經費運用情形說明（含學校配合款及措施）

本計畫教育部補助款項為 750 萬元，學校配合款 150 為萬元。經費明細如“經費運用情形一覽表”。

資本門(設備採購部份)： 7,267,657

經常門： 1,745,354

使用經費略為超出預算，超支部份將由校方吸收。所有添購設備皆編入校方財產後，交由各負責老師使用。

本計畫資本門教育部補助款項為 675 萬元，學校配合款為 50.5 萬元。合計本年度資本門採購金額為詳細之明細如下表：

單位:新台幣 元

資本門	數量	教育部補助款	學校配合款
1 太陽能模組加工平台	1	383,850	0
2 SMP 薄膜表面特性量測儀 (計畫一)	1	992,727	47,273
		小計 1,376,577	小計 47,273
3 桌上型萬能拉伸試驗機(含控制器、夾具)	1	1,404,000	0
4 有限元素分析軟體(ABAQUS) (計畫二)	1	571,307	0
	1	小計 1,975,307	小計 0
5 計算流體力學軟體租用(FLUENT)	1	400,000	0
6 SolidWorks 繪圖軟體 (計畫三)	1	0	99,000
		小計 400,000	小計 99,000
7 雷射都普勒流場速度量測儀 (計畫四)	2	1,016,400	83,600
	1	小計 1,016,400	小計 83,600
8 數位儲存示波器	1	445,500	49,500
9 電流電壓量測系統 (計畫五之一)	1	395,556	44,444
	1	小計 841,056	小計 93,944
	1		
10 四頻道 350MHz 示波器	1	257,143	42,857
11 二軸運動控制卡及附件	1	41,500	0
12 Matlab, Simulink & toolboxes	4	291,429	48,571
13 數位信號處理發展系統	1	132,000	0
14 任意函數訊號產生器		56,000	0
15 工業電腦		76,000	0
16 頻譜分析儀		153,000	17,000
17 筆記型電腦		171,818	38,182
		9,000	0
		小計 1,187,890	小計 146,610

18 曝光機 (計畫五之二)			
		合計 6,797,230	470,427

表格 2 經費運用情形一覽表

經常門之使用，除少部份用於各實驗室之實驗耗材及文具用品，多數皆透過計畫總主持人申請，且主要用於太陽能車改善及雛型系統之開發製作費。此外為加強學生有更宏觀之思考，特別將原本可用於赴國外學習觀摩之技術交流費用使用於同樣具技術交流意義之台灣太陽能拉力賽，合計花費為 194,651 元。另外為增強本校太陽能車性能，機械系先進車輛組張歲縉老師亦於四月底帶領二名研究生赴日本大阪研習太陽能車製作方法，9 月 10 日~ 17 日，趁帶領學生至靜崗縣參加 Formula SAE 比賽時，與其他大學之太陽能車隊進行交流，所有費用由本校支出，並未使用計畫經費。該二名研究生相較前年度赴日學習之教師，更著重於實際製做之製程要求，返國後負責帶領大學部學生設計新型太陽能車，並將於日本實做與觀摩之心得提供各成員參考，精進車隊整體製做水準。

計畫執行期間，考量部份計畫主持人因擔負整合及接洽業務，工作量極大，延請部份學生協助處理相關業務，經校方同意，提撥經常門臨時工資費用 50,000 元給各參與計畫之學生，以每小時時薪 75 元計算。人員名單及支付薪資如下：

	姓名	班級/學號	負責單位/教師	總工作時數	應支領薪資
1	廖哲鴻	博研機械二甲 D94Z0201	林克默	219	16,425
2	劉宗志	碩研機械二甲 M9410224	林克默	133	9,975
3	謝英信	碩研機械一甲 M9510105	張歲縉	158	11,850
4	姜禮彬	碩研機械一甲 M9510105	陳榮洪	157	11,775

表格 3 臨時工

6.7 年度計畫執行成效（請盡量具體、量化）

總計畫除進行複合動力系統之建構外，改良原有太陽能車亦為增強後續發展之方法，本年度成績大幅超前。



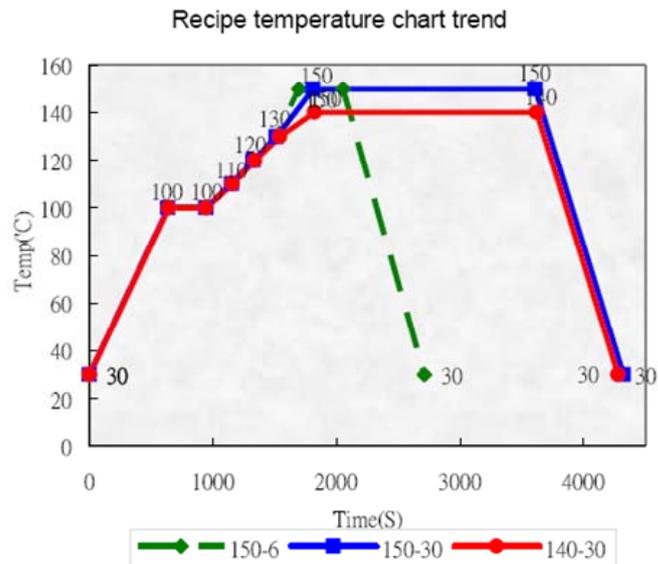
圖表 1 2006 World Solar Rally in Taiwan: 拉力賽第三名 及耐久賽第四名

6.7.1 子計劃一 太陽電池封裝技術及新能源材料開發

本子計劃主要研究方向為：一為建立太陽光電模組封裝及相關檢測技術；另一重點則有關新型太陽電池材料的研究工作。本實驗室繼續在第一年所完成PV模組真空熱壓封裝技術[1~3]的基礎上研發新製程，目前本實驗室已能穩定封裝商用Super Straight架構之PV模組，並以此參數作為依據進一步建立Sub Straight輕型模組之封裝製程[4~6]。目前本實驗室已建立檢測、焊接、封裝及性能評估等技術。另外一個重點在於開發新型太陽電池材料，主要為研製新型透明導電薄膜材料，目前已建立溶膠-凝膠製程之基本步驟，最佳透明導電薄膜片電阻為 $360\Omega/\square$ ，電阻率為 $1.1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，可見光穿透率為80%以上，已達可利用於太陽能晶片透明電極之價值[7,8]。

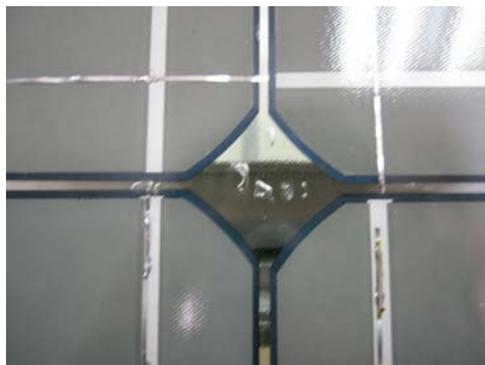
6.7.1.1 太陽電池封裝技術

本子計劃第一階段已完成 Tefzel[®][10]封裝製程的初步評估，實驗結果顯示，相對於 PC 膜，Tefzel 在紫外線區擁有較高穿透率，故適合多接面太陽能晶片的封裝應用。但因其收縮係數較高，是故相關封裝製程應進一步探討與試驗。目前常見封裝架構可分為 Glass Package、Super Straight、Sub Straight 等三種[11,12]，我們以其中最為常見 Super Straight 架構開始，待架構出基本之製程參數後，再朝向輕型之 Sub Straight 發展。本實驗所採用之 Super Straight 以 Glass/EVA/Solar Cell/EVA/Tedlar 及 Glass/EVA/Solar Cell / EVA / PC 二種構造為主，以真空熱壓方式製作，製作機台為 NISSHINBO LAMINATOR 1016S [9]，其溫度製程參數如圖表 2。

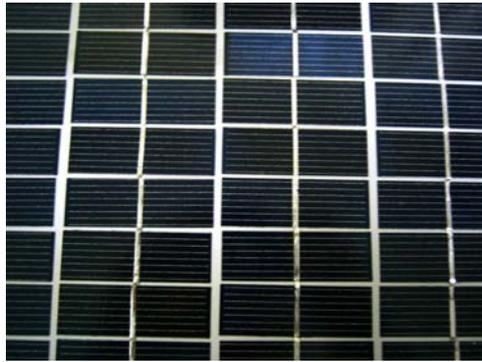


圖表 2 封裝實驗之溫度—時間圖。

由於模組在封裝的過程中，是靠真空及其所產生之壓差來達到去除氣泡及熱壓接合之效果，因此尚需注意真空度及時間之變化及設定，如設定不當易產生氣泡殘留之現象(圖表 3)，在經製程之微調後，目前本實驗室已能穩定封裝 Super Straight 架構之太陽光電模組(圖表 4)。



圖表 3 因壓力參數調整不當所造成之氣泡殘留。

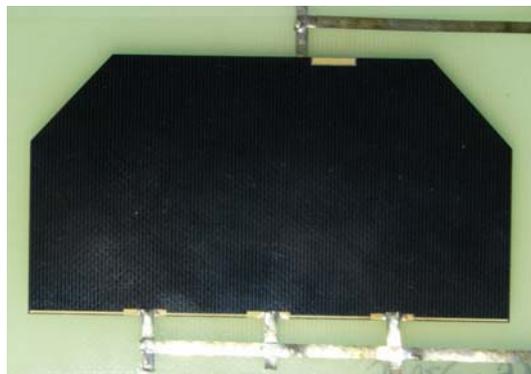


圖表 4 無氣泡之 Super Straight 模組

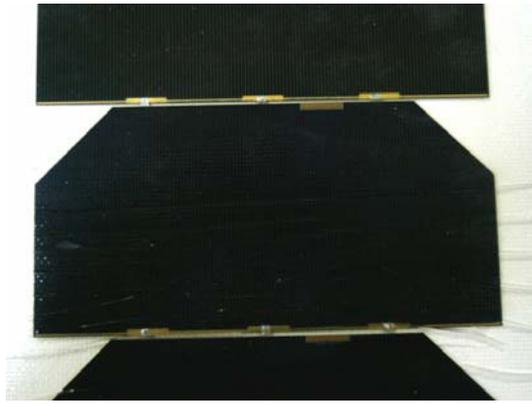
在成功建立基本之熱壓封裝參數後，本實驗室便以此參數為基礎進行Sub Straight輕型模組之封裝試驗，首先我們先以單片太陽晶片配合Super Straight之基本參數進行測試，測試時所採用之Sub Straight架構以Tefzel/EVA/Solar Cell/EVA/FRP及Tefzel/EVA/Solar Cell/EVA/Tedlar二者為主，Tefzel(ETFE)其抗拉強度可達6500psi，可耐電壓達64KV/mm，且耐酸鹼及有機溶劑之侵蝕，對於紫外線之抵抗力高，為一合適之封裝材料。但經測試發現，由於Tefzel有著較高之收縮率，因此極容易在熱壓完成後之冷卻階段時大幅收縮，因而出現明顯之收縮紋路，由於此收縮紋路極易造成太陽晶片及焊片之損壞，因此需盡量避免其發生，經過反覆不斷之測試後發現，在除泡過程完成後，以較高之壓力進行熱壓並將此壓力保持至冷卻過程結束可有效防止此收縮紋路之發生(圖表 5、圖表 6)，較大型之模組更易產生此紋路，但解決方式亦同於此單太陽晶片模組(圖表 7、圖表 8)。



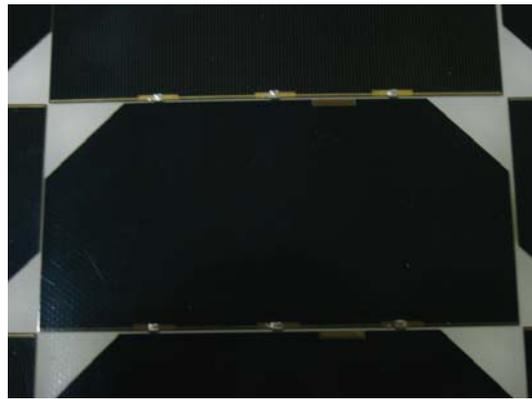
圖表 5 產生明顯收縮紋路之小型模組



圖表 6 以較高壓力熱壓之小型模型



圖表 7



圖表 8

結論

本子計劃針對不同封裝架構之太陽光電模組進行封裝測試，結果發現是利用真空壓力差來達到去除氣泡及熱壓接合，應注意真空度及時間之變化及設定，如設定不當易產生氣泡殘留現象，在經製程之微調後，目前本實驗室已能穩定封裝 Super Straight 架構之太陽光電模組。在解決 Tefzel® 收縮而造成太陽晶片和焊片損壞之問題，經過反覆不斷之測試後發現，在除泡過程完成後，以較高之壓力進行熱壓並將此壓力保持至冷卻過程結束可有效防止此收縮紋路之發生。本實驗室已能封裝以 Tefzel® 為覆蓋膜之模組架構，可作為未來封裝太空級晶片的重要基礎。

6.7.1.2 新能源材料開發

本子計劃使用溶膠-凝膠法開發一低成本、可量產大面積氧化鋅摻雜鋁(ZnO:Al, AZO)透明導電薄膜之製程技術[13~16]。在研究的過程中，探討製程變因對於AZO光電特性的改變，分析影響其電阻率與透明度的關鍵因子，作為一套控制薄膜性質技術的基礎。氧化鋅透明導電薄膜可應用於太陽能晶片之透明電極或其他需要導電與透明兼具之光電元件。

利用醋酸鋅與異丙醇溶液，鋁摻雜來源為硝酸鋁與乙醇溶液。在康寧玻璃基板上以浸漬塗佈的方式覆膜，藉由多次層的方式可控制其膜厚。使用高溫爐搭配真空幫浦，以不同的熱處理條件：溫度、時間、真空，進行晶體成長與刻意製造氧空缺。

根據實驗結果，鋁摻雜最適當的比例為 $\text{Al/Zn} \leq 2\text{at.}\%$ ，並以 600°C 的結晶溫度熱處理可得到較佳的結晶品質。經由多層覆膜的製程可逐漸增強(002)的成長趨勢，(002)漸強的成長趨勢對於AZO薄膜的光學與電學性質均有正面的提升。依本研究所建立之溶膠-凝膠製程步驟，最佳透明導電薄膜之片電阻可達 $360\Omega/\square$ ，電阻率為 $1.1 \times 10^{-2}\Omega \cdot \text{cm}$ ，可見光穿透率為80%以上，已達可利用於太陽能晶片透明電極之價值。

結論

目前已建立一套藉由溶膠-凝膠法製備透明導電薄膜之技術，相較於濺鍍或其他方法，更有低設備成本與低材料成本之優點。適度的鋁摻雜可提供更多的自由電子增加導電性，但過量鋁摻雜可能導致晶格變形或成為晶界析出物，造成電子傳輸障礙或散射而降低導電性。根據實驗結果： $\text{Al/Zn} \leq 2\text{at.}\%$ 為最適鋁摻雜。由於晶粒彼此競爭成長的結果，經由多次覆膜後逐漸呈現較強烈沿c軸生長的結晶趨勢，隨著晶形的增大可減少晶界而提高導電性。故以溶膠凝膠法製備氧化鋅透明導電薄膜，勢必藉由多層覆膜的動作，才能得到較大的晶粒。本實驗至目前為止最佳試片以5層覆膜，溶液濃度為0.5M， $\text{Al/Zn}=2\text{at.}\%$ ， 600°C 大氣中熱處理， 600°C 真空熱處理，可得片電阻為 $360\Omega/\square$ ，電阻率為 $1.1 \times 10^{-2}\Omega \cdot \text{cm}$ ，穿透率大於80%之透明導電玻璃，已達可製作太陽能晶片透明電極之利用價值。

6.7.1.3 執行成效

研討會論文

1. 黃雄聖，黃文賢，劉宗志，張俊男，林克默，太陽光電模組檢測與封裝技術之探討，2005 能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
2. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，太陽能車晶片封裝技術之探討，2005 能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
3. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，PC 膜與 Tefzel 運用於太陽能車晶片封裝技術之探討，第二十二屆中國機械工程學會學術研討會，中壢，(2005)。
4. 劉宗志，廖哲鴻，張俊男，林克默，太陽能車PV模組等效電路模型之建立與分析，2006 能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
5. 張俊男，廖哲鴻，劉宗志，林克默，輕型太陽光電模組封裝技術與耐候性測試，2006 能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
6. 廖哲鴻、劉宗志、張俊男、林克默，輕型太陽光電模組效能分析、封裝與量測技術之探討，第二十三屆中國機械工程學會學術研討會，台南，(2006)。
7. K. Lin and P. Tsai, „Electrical and Optical Properties of ZnO Films Fabrication by Sol-gel Process“, 2006 International Symposium on Nano Science and Technology, Tainan, Taiwan (2006).
8. K. Lin and P. Tsai, „Deposition and Characterization of ZnO:Al Multi-layered Thin Films by Sol-Gel Technique“, the 1st International Symposium on Transparent Conducting Oxides, Crete, Greece (2006).

專利

1. 太陽能晶片封裝結構，新型第 M 298278 號，2006/9/21。
2. 透明導電薄膜之製造方法 (申請中)

產學合作

1. 國科會小產學計畫：太陽能晶片自動焊接機台之設計與參數最佳化

計畫主持人：林克默，總金額 374,000元，執行日期 95.5.1 ~ 96.4.30

2. 教部產學計畫：太陽光電模組封裝技術與檢測系統之研發(II)：系統整合與模擬光源製作

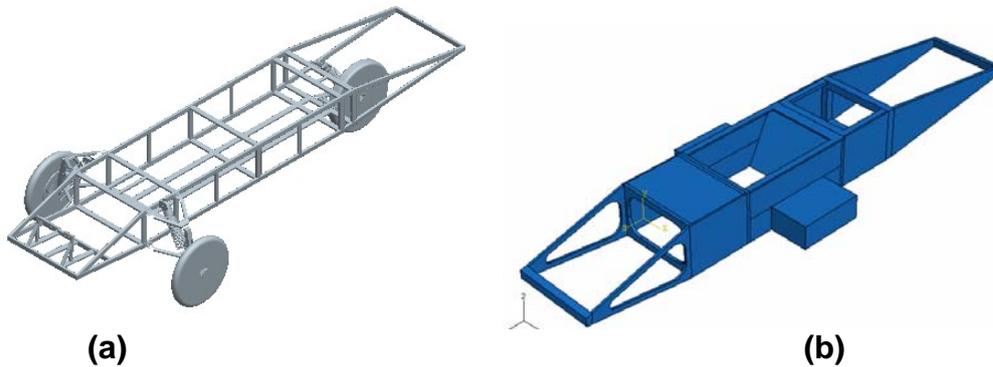
計畫主持人：林克默，總金額 543,000元，執行日期 95.5.1 ~ 95.12.31

參考文獻

1. 黃雄聖，黃文賢，劉宗志，張俊男，林克默，太陽光電模組檢測與封裝技術之探討，2005 能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
2. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，太陽能車晶片封裝技術之探討，2005 能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
3. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，PC 膜與 Tefzel 運用於太陽能車晶片封裝技術之探討，第二十二屆中國機械工程學會學術研討會，中壢，(2005)。
4. 劉宗志，廖哲鴻，張俊男，林克默，太陽能車 P V 模組等效電路模型之建立與分析，2006 能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
5. 張俊男，廖哲鴻，劉宗志，林克默，輕型太陽光電模組封裝技術與耐候性測試，2006 能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
6. 廖哲鴻、劉宗志、張俊男、林克默，輕型太陽光電模組效能分析、封裝與量測技術之探討，第二十三屆中國機械工程學會學術研討會，台南，(2006)。
7. K. Lin and P. Tsai, „Electrical and Optical Properties of ZnO Films Fabrication by Sol-gel Process“, 2006 International Symposium on Nano Science and Technology, Tainan, Taiwan (2006).
8. K. Lin and P. Tsai, „Deposition and Characterization of ZnO:Al Multi-layered Thin Films by Sol-Gel Technique“, the 1st International Symposium on Transparent Conducting Oxides, Crete, Greece (2006).
9. LAMINATOR 350S 型封裝機使用手冊，NISSHINBO 公司，日本 (2004)。
10. DuPont High Performance Films Inc., Fluoropolymer film specification Bulletin T62-4: Tefzel (2005)。
11. 彭富章，太陽能光電板封裝技術及 EVA 封裝膜衰退變色之研究(上)，光訊 59 期，(1995) 14。
12. 彭富章，太陽能光電板封裝技術及 EVA 封裝膜衰退變色之研究(下)，光訊 60 期，(1995) 38。
13. 楊明輝，“金屬氧化物透明導電材料的基本原理”，工業材料 第 179 期 (2001) 134.
14. W. Tang, D.C. Cameron, “Aluminum-doped zinc oxide transparent conductors deposited by the sol-gel process”, Thin Solid Films 238 (1994) 83.
15. G.K. Paul, S.K. Sen, “Sol-gel preparation, characterization and studies on electrical and thermoelectrical properties of gallium doped zinc oxide films”, Materials Letters 57 (2002) 742.
16. Seung-Yup Lee, Byung-Ok Park, “Electrical and optical properties of In₂O₃-ZnO thin films prepared by sol-gel method”, Thin Solid Films 484 (2005) 184.

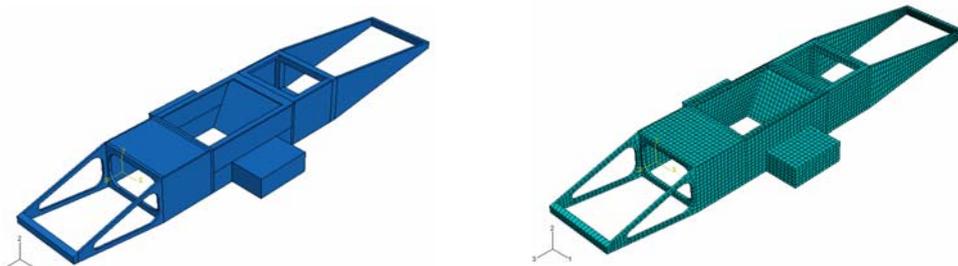
6.7.2 子計劃二 太陽能車之工程分析

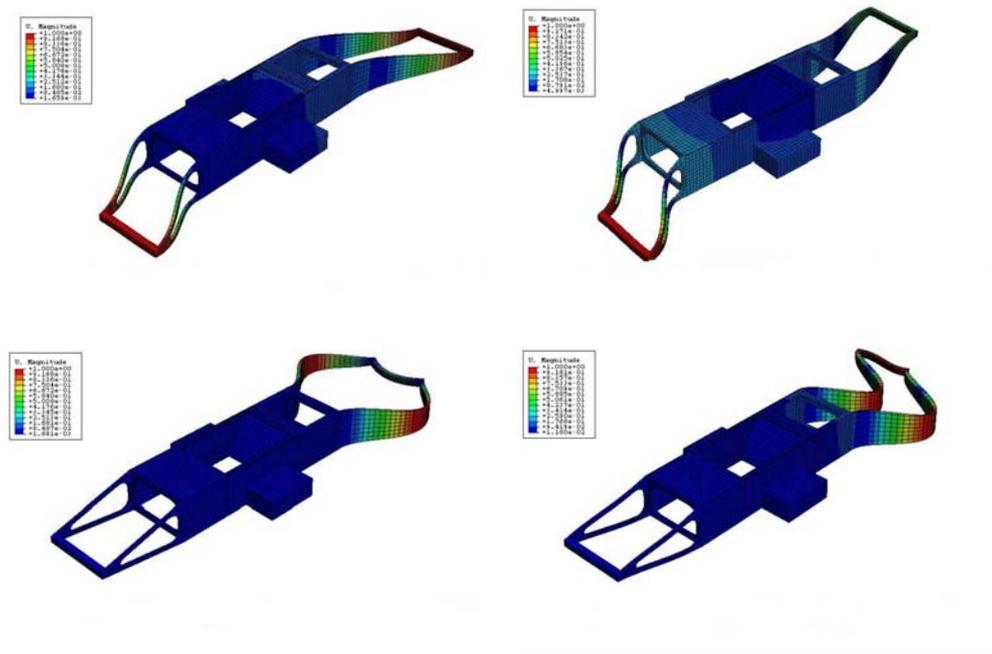
太陽能車之研製是本校「新能源中心」所訂定中長程研發方向之一，經過近幾年的研製，目前太陽能車時速可超過一百公里，但在如此高速之下，如何將大面積的太陽能板及相對較重的蓄電池安裝在車體上，而不影響車身輕巧靈活的特性，並顧及車體結構強度、耐震能力、風阻係數、及節省能源等因素，即成為太陽能車在設計上重要的課題。因此，本計畫所探討的主要重點即是針對太陽能車的需求，利用專業電腦輔助設計及工程分析套裝軟體，搭配實物量測方式，進行新太陽能車結構與外形之設計及分析，以期能開發出堅固質輕的車體結構及省能低風阻的車身外形。為配合本年度新的碳纖維蜂巢板複合材料太陽能車車殼，本年度太陽能車之車架結構設計概念與去年度之結構設計概念不同(如圖表 9)。



圖表 9 太陽能車之車架結構(a)去年的車架結構(b)今年的車架結構

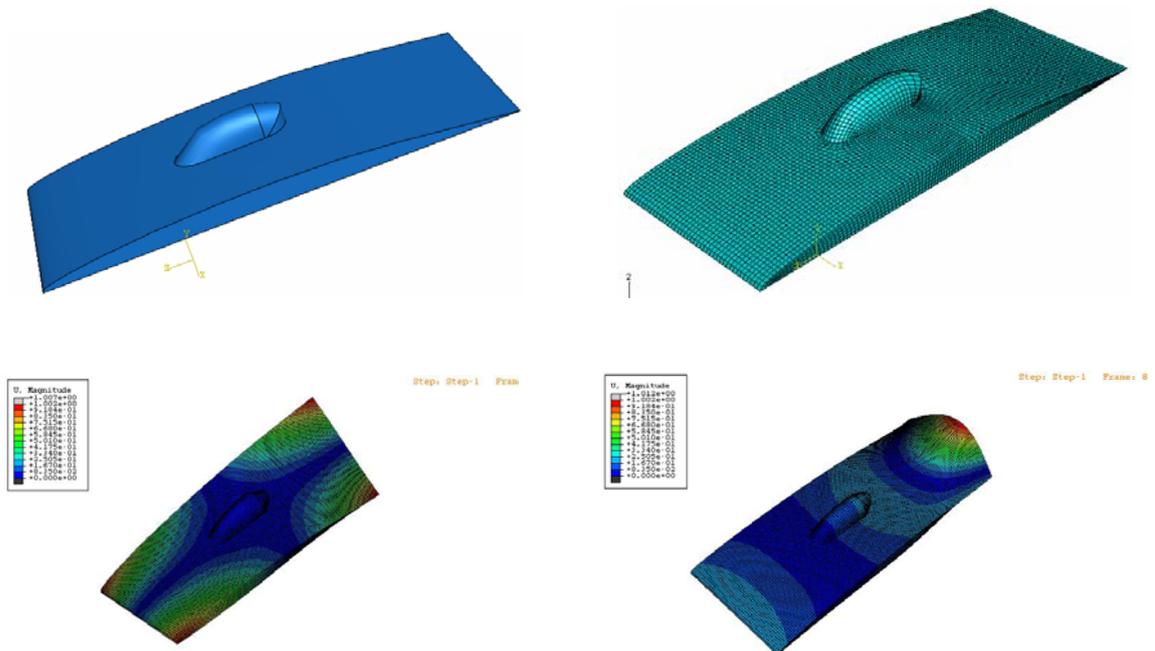
車架結構提供各子系統連接的位置，使全車重量適當地分配到輪胎上，因此需要特別設計分析以確保車體結構在行駛中不致損壞，且若在意外發生時可保護駕駛員。本年度的太陽能車車架結構之材質為鋁合金，在完成初步設計後，結構經有限元素法分析，在骨架變形量與應力值均可接受的範圍內，不斷地修改設計直到重量輕、並可承受所有負載情況的最佳設計。接著，再進一步對車架結構作模態分析，可測試其他動態負載的情況。圖表 10 顯示太陽能車車架有限元素分析之網格與當車架在無任何拘束情況下的前 4 個非剛體運動振動模態，這些模態均為車架頭部與尾部之扭擺。分析模式指出車架頭部與尾部結構相對地較薄弱，在低頻時即容易被激發振動，因此，可再修改車架頭部與尾部結構予以強化。

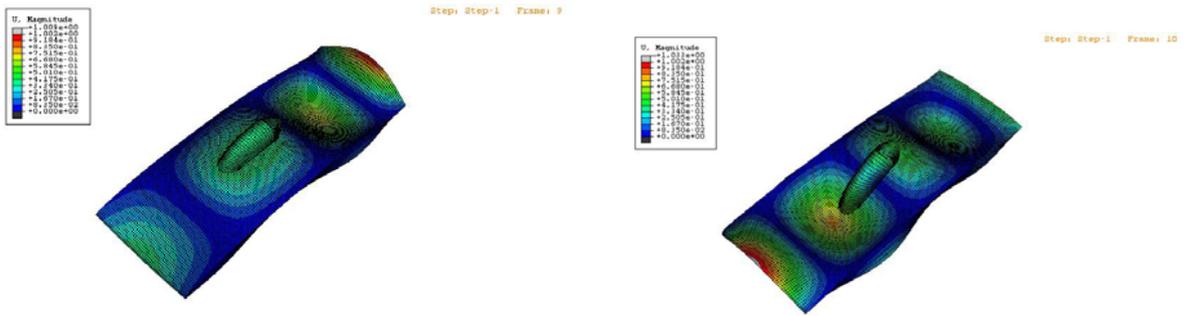




圖表 10 太陽能車結構有限元素分析網格與車架在無拘束時之振動模態

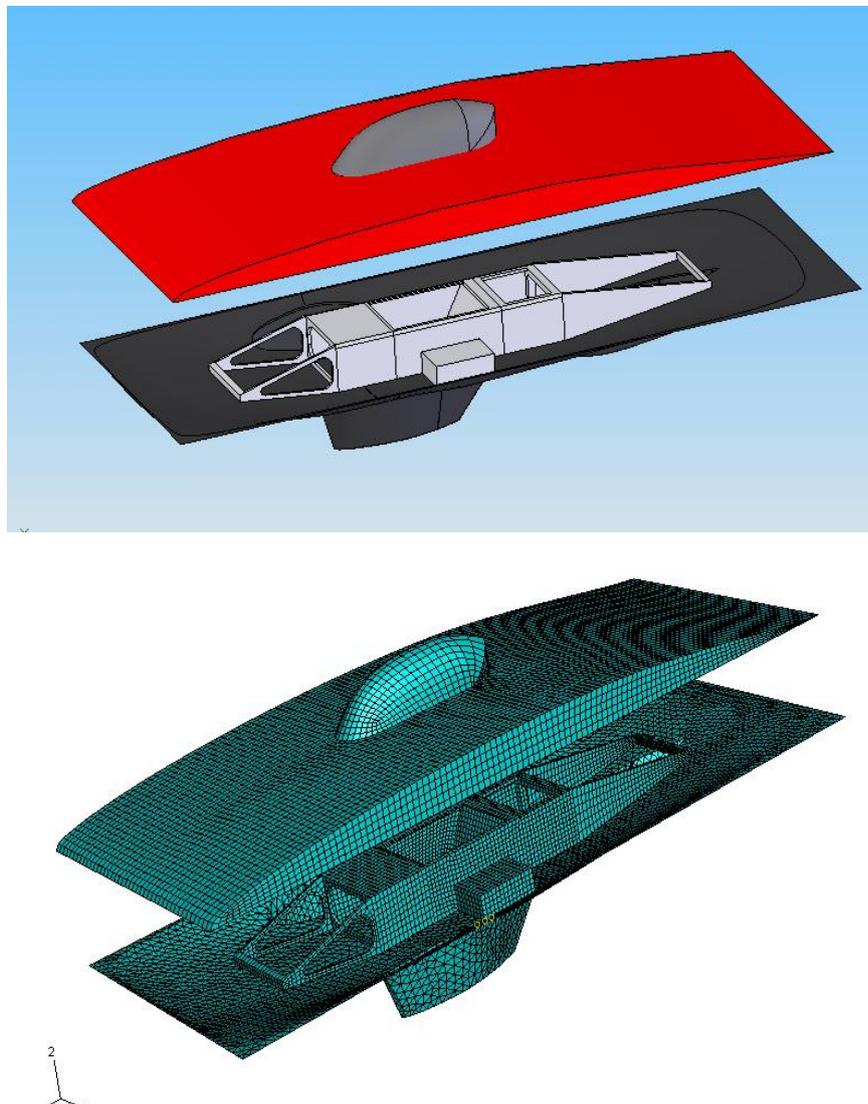
上車殼結構提供太陽能晶片模組安放的位置，太陽能晶片模組為太陽能車中較脆弱的元件，受到過大彎曲變形時晶片極可能碎裂、焊接點可能脫落，因此太陽能車上車殼需有足夠的剛性使車行經不平路面時車殼震動的振幅不致過大而使太陽能晶片模組失效。對上車殼結構作模態分析，可測試其動態反應情況。圖表 11 顯示上車殼結構的有限元素分析模型與當上車殼結構在無任何拘束情況下的前 4 個非剛體運動振動模態。



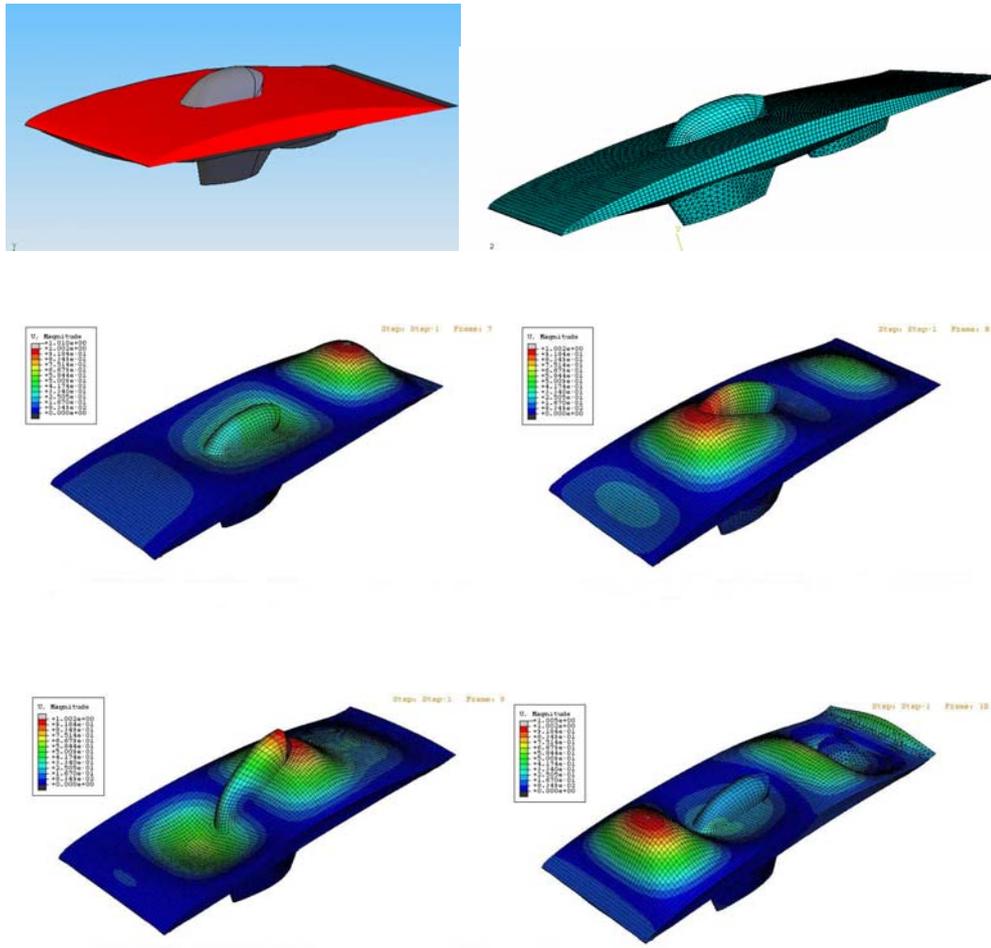


圖表 11 太陽能車上車殼結構有限元素分析網格與在無拘束時之振動模態

當太陽能車的主要結構部件之工程分析與設計修改完成之後將進行組合部件之工程分析以預估其動態反應。圖表 12 與圖表 13 顯示上下車殼與車架組合結構的有限元素分析模型與當組合結構在無任何拘束情況下的前 4 個非剛體運動振動模態。



圖表 12 太陽能車上下車殼與車架組合結構有限元素分析網格示意圖



圖表 13 太陽能車上下車殼與車架組合結構有限元素分析網格與在無拘束時之振動模態

藉由本分項計劃的執行使參與的學生熟悉工程分析軟體之應用方法，並設計出不影響車體輕巧靈活的特性，能讓太陽能晶片模組不致因長期振動而失效，並顧及結構強度、耐震能力與安全性之最輕化太陽能車車架/車殼結構。此外也讓參與的學生熟悉如何使用工程分析軟體對複合動力車概念設計時該車之力學反應進行預測。

參考文獻

1. ABAQUS User's Manual Version 6.6, ABAQUS Inc.
2. 張智凱、鄭榮和,2003, "太陽能車複合材料三明治結構車體分析"，第八屆 ABAQUS 台灣使用者大會
3. 鄭榮和,2003, "2003 World Solar Challenge"，第八屆 ABAQUS 台灣使用者大會
4. Carroll, Douglas R., The Winning Solar Car: A Design Guide for Solar Race Car Teams, SAE International, Warrendale, PA, 2003.

6.7.3 子計劃三 可再生型燃料電池

質子交換膜燃料電池 (PEMFC) 在一開始使用時，性能表現往往會呈現急速下降的特性，需要重覆操作測試一段時間後才能穩定，達到較佳性能。為了縮短回復時間，利用活化處理以提高觸媒的活性及電池性能是必須的。活化處理方法甚多，本計畫針對質子交換膜燃料電池進行討論。文獻 [1-4] 對於活化方式有深入的探討，主要採用之方法如方法 (1) 所述。實驗結果指出，在活化過程中提高整體溫度以及供應之氣體壓力，不僅縮短活化時間，亦能改善燃料電池性能。文獻 [5] 使用方法 (2) 對單電池進行活化，可以使電極表面觸媒活性達到最佳化。該二種活化方式分述如下：

方法 (1)：

氣體進氣溫度設為： $T_C/T_H/T_O=75/95/90^\circ\text{C}$ ；氣體背壓為： $H_2/O_2=20/30\text{ psi}$ ；放電模式為定電壓模式，設定電壓參數：0.4-0.6V 活化時間約 2 小時。

方法 (2)：

進氣流量之化學當量比 $H_2:O_2=1.5:2$ ，無背壓，進氣溫度設定為： $T_H=T_C+15^\circ\text{C}$ ， $T_O=T_C+5^\circ\text{C}$ ，並保持質子交換膜濕潤。一開始電池溫度設定 50°C ；放電模式為定電壓，待電壓升至 0.8~1.0V 時，將電壓設定 0.5V 放電，時間 3~8 小時。其後再將電池溫度升至 80°C ，氣體溫度控制對照上述公式，待溫度到達時，再設定 0.2V，時間 0.5 小時；隨後施予背壓 (3atm, 30psi)，並觀察電流變化情形；待穩定後即可進行測試。

上述二種方式經實際使用，發現方法 (1) 採用之高背壓對於單電池極易造成漏氣現象；方法 (2)：本計畫設計之方法以氣體鋼瓶之氣體作為燃料來源，在無背壓狀態下操作 3-8 小時，易使氣體燃料耗盡，則必須改善。針對上述所討論出的缺點作改變，找出適合較佳的活化方式。

MEA 製程改良：

傳統質子交換膜處理方式，以稀釋雙氧水及硫酸溶液清除質子交換膜的有機物和無機物。但傳統方式處理較耗時。經測試發現，僅用稀硫酸溶液處理亦可清除質子交換膜上的殘留物，對於燃料電池性能，初期並未發現有何影響。在 MEA 製程上質子交換膜處理方式選用稀硫酸作為交換膜之清潔溶液。將碳布作為氣體擴散層作疏水處理，首先將碳布浸入於 Nafion 溶液中，置入循環式烘箱以 350°C 烘烤 30 分鐘。完成氣體擴散層疏水處理後，調配觸媒漿料，取所需單位面積鉑擔載量的 Pt/C，加入少許去離子水/Nafion/IPA 到觸媒上，使觸媒呈現濃稠狀。將製得的觸媒漿料以直接塗佈法塗抹。鉑擔載量為 $0.7\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

改良之活化方法：

活化條件設定為，氣體增濕溫度為 30°C ，氣體背壓： $H_2/O_2=10/10\text{ psi}$ 。相對濕度為 80%。

結論

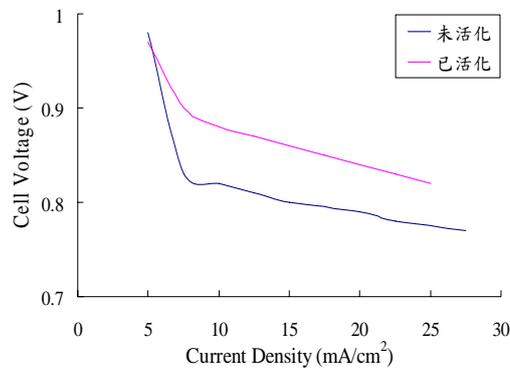
傳統處理方式，以稀釋雙氧水及硫酸溶液清除交換膜上的有機物和無機物。在實驗中，清潔質子交換膜時，僅使用稀硫酸作處理對於燃料電池性能，初期並未發現有何影響。針對膜處理的改變，是否對於燃料電池壽命有何影響必須要進一步的測試。

如圖表 14 所呈現出未活化跟已活化時的性能差異。在低電流密度時，未活化的 I-V 曲線比已活化的 I-V 曲線明顯的快速下降，整體上性能曲線也未及已活化佳。針對此性能差異作出討論。在未活化的 MEA 部份，因觸媒未發揮其活性以及質子交換膜未達到濕潤的條件，造成性能不佳。必須經過改良後活化方法讓觸媒發揮原有的活性，降低活化損失，提升燃料電池整體的性能。未活化 MEA 的活化損失造成的電壓降 0.16V，經過改良後的

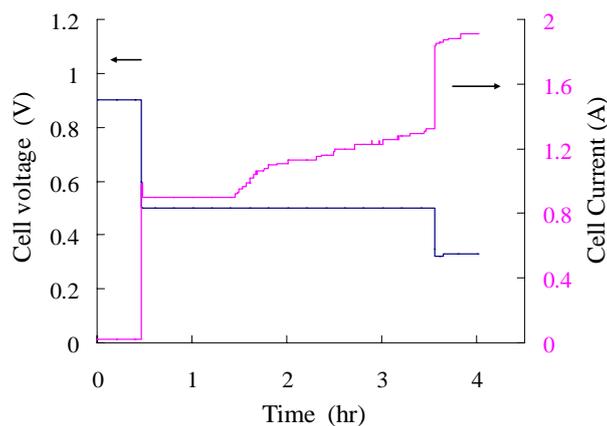
活化測試，此時電壓僅降低了 0.08V，約比未活化的 MEA 減少了 50% 的活化損失。

圖表 15 所示以定電壓模式作改良後活化測試之電流變化，針對氣體增濕溫度作改變。從圖表 16 詳細說明氣體增濕溫度對於改良後的活化方法電流變化。氣體增濕溫度的增加，活化電流曲線呈現上升趨勢。在定電壓 0.5V 初期時，進氣溫度約 30-50°C，則電流曲線呈現不穩定震盪的狀態，但將其溫度再提高，電流則又有上升的趨勢，氣體增濕溫度到達於 80°C 時，電流上升的趨勢未能很明顯的呈現。在定電壓 0.5V 時，活化時間 3 小時中，因氣體增濕溫度的變化提高觸媒的活性，將原本燃料電池所能承受的負載電流 0.88A 提升到 1.31A。對於這情形可以說明出，溫度高低對於燃料電池中的觸媒反應有極大的影響，也使整體電池性能相對的提升。

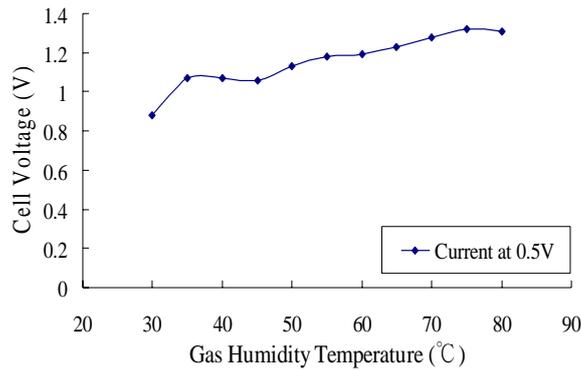
完成活化程序後，以定電流曲線拉載，如圖表 17 所示，呈現出已活化過的燃料電池 V-I 曲線性能遠遠高於未活化，已活化的功率曲線亦明顯的高於未活化。從實驗結果得知，活化過程有利於提升整個燃料電池的性能，在電流密度 200mA/cm²，已活化的電壓比未活化高出 0.14V，大約提升約 28%。文獻上所述的活化方式作改良針對氣體增濕溫度作變化，從實驗結果指出此活化方法有效提升燃料電池的性能。



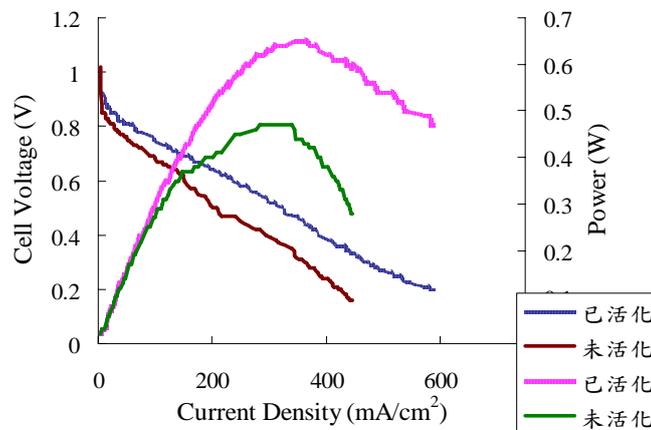
圖表 14 低電流密度時活化前後的差異



圖表 15 定電壓模式下活化測試之電流變化



圖表 16 活化測試時氣體增濕溫度對電流之影響



圖表 17 活化前後性能比較圖

參考文獻

1. Zhigang Qi , Arthur Kaufman “Quick and effective activation of proton-exchange membrane fuel cells”, Journal of Power Sources, Vol. 114, 21-31, 2003
2. Zhigang Qi , Arthur Kaufman “Enhancement of PEM fuel cell performance by steaming or boiling the electrode”, Journal of Power Sources, Vol.109, 227-229, 2002
3. Zhigang Qi , Arthur Kaufman “Activation of low temperature PEM fuel cells”, Journal of Power Sources, Vol.111, 181-184, 2002
4. C.He , Z.Qi , A. kaufman , US Patent 6,730,424 , 2004
5. 徐耀昇、鄭裕騰、鄭耀宗，低溫燃料電池的研製與分析，工業技術研究院，能源與資源研究所。
6. 陳振源，質子交換膜燃料電池之性能受 MEA 壓製壓力及進氣相對濕度影響之探討，南台科技大學機械工程系碩士論文，2004
7. Jiang Qizhong , Ma Zifeng “MEA Preparation for polymer electrolyte membrane fuel cell by applying directly printing catalyst on membrane technique” , Journal of Chemical Industry and Engineering (China) , Vol.55 , No.3 , 488-492,2004
8. Jiang Qizhong , Oumarou Savadogo , Ma Zifeng “Directly printing catalyst on membrane technique for pemfc” , Journal of Chemical Industry and Engineering (China) , Vol.55 , No.8 , 1324-1328 , 2004
9. Sun Hong , Guo Liejin , Liu Hongtan , Zhang Guangsheng “Transport characteristics of water and proton in membrane of PEM fuel cells” , Journal of Chemical Industry and Engineering (China) , Vol.56 , No.6 , 1081-1085 , 2005 。

6.7.4 子計劃四 液滴行為可視化技術及應用

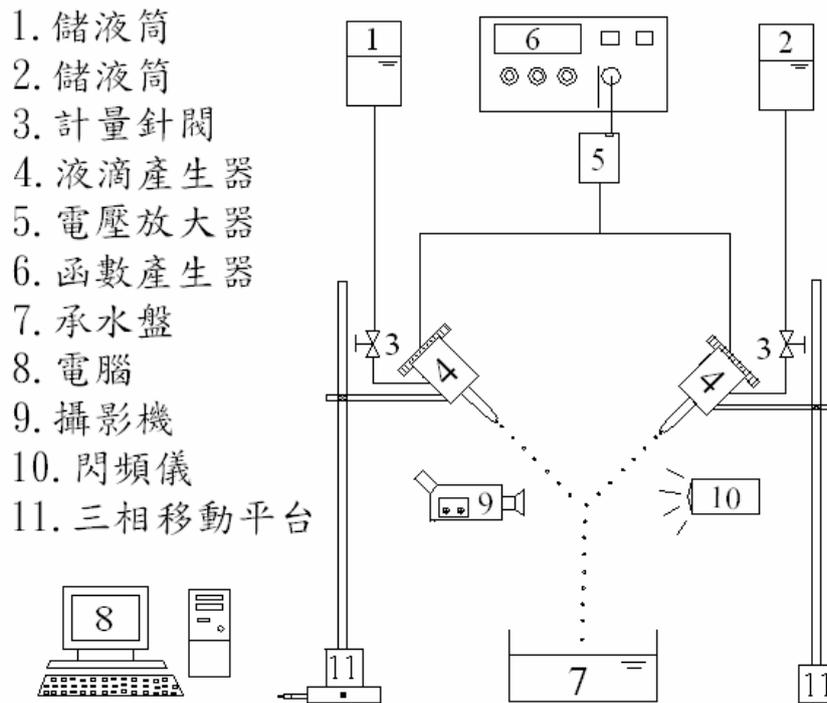
在兩異質之再生燃料液滴碰撞行為分析中，乙醇與水是表面張力差異大之互溶性物質；而乙醇與柴油液滴之間則幾無表面張力差但互溶性極差。其他生質油包括油菜油、蔬菜油等，液體性質不同，在不同韋伯數，及撞擊參數條件下碰撞後之黏合、拉伸、拉伸顆粒數等現象皆大不相同。本實驗室在乙醇-水液滴碰撞研究中[1]，發現碰撞後之黏合、拉伸及反彈分離現象由撞擊參數和韋伯數主導，但在甚小韋伯數下或不同乙醇-水混合比下，表面張力不平衡作用將更為複雜。本計畫主要針對此複雜之物理現象，運用視覺暫留原理影像技術[1-6]，擷取清晰之作用圖像加以分析，同時為了更加瞭解表面張力不平衡下對液滴正撞的影響，我們特別利用等粒徑不同體積百分比之乙醇/水混合液滴做為工作流體，改變兩混合液滴之酒精體積含量來進行碰撞，觀察在不同表面張力差異下對正撞($X = 0$)行為的影響。參與計畫同學不僅在計畫中能學習到此一影像技術，同時透過這些可視化圖像，亦可讓參與計畫的同學能清楚了解影響液滴碰撞之物理機制及影響參數，進而在其他生質能液滴碰撞分析中加以運用。而這些圖片亦可提供作為燃燒學、替代燃料及內燃機等課程教學講解之用。

在水滴撞擊太陽能晶片之行為分析上，其研究成果可提供作為太陽能晶片模組封裝材料之選擇依據參考資料，亦有助封裝材料的設計選用。目前國內太陽能晶片模組之封裝方法多屬玻璃夾層封裝方法，重量較重，較不適合於太陽能車使用。本校曾以環氧樹脂封裝晶片模組，但使用兩年後出現脆化現象。相對於此，EVA 和鐵氟龍是值得嘗試的材料，特別是鐵氟龍透明，不易沾灰塵的特性。由於使用不同封裝材料之晶片表面，在兩滴撞擊時之行為將大為不同，此一撞擊行為的觀測液本實驗室曾成功運用滾輪和穩定噴流技術，獨立分離出地心引力、離心力和切線速度，各別對液滴撞擊鐵氟龍表面的影響[2]。但限於影像技術，我們僅能探討低韋伯數液滴撞擊的影響。而早在 1976 年 Povatov 等人[7、8]便曾應用噴流垂直噴到高速旋轉圓盤上以模擬水滴撞擊渦輪葉片之受力行為。而他們受限於影像技術及流場量測技術，而無更進一步詳細分析水滴撞擊之受力現象，尤其是底面具緩衝材料之太陽能晶片模組之受力現象。本子計畫另一目的是應用高速閃頻儀，閃光延遲配合高速攝影機[9-11]及雷射都普勒流場量測儀之流場量測，以探討高韋伯數水滴撞擊不同材質太陽能晶片表面之撞擊情形。而此一技術的發展，除可提供作為汽車組同學，觀測雨滴撞擊汽車車身鈹金或擋風玻璃之可視化教材，參與計畫人員亦可從中體會液滴撞擊之延伸應用。

兩異性質之生質再生燃料液滴的碰撞

實驗系統

本實驗系統包括：儲液系統、液滴產生系統、碰撞行為觀測系統。相關設備包括：儲液筒、液滴產生器、計量針閥、三相移動平台、函數產生器、閃頻儀、攝影機、承水盤與電腦等，如圖表 18 所示。



圖表 18 兩異性質之生質再生燃料液滴的碰撞實驗設備圖

液滴產生器系統

將工作流體分別置放於儲液筒內。儲液筒高置於距液滴產生器出口約 15m 處，將工作流體經由鐵弗龍管分別送到液滴產生器。液滴產生器架設於三相移動平台上的支架，使液滴產生器能夠精密的移動，以得到不一樣的撞擊參數。液滴產生器主要由不銹鋼管、計量針閥、壓電特性板 (piezo-electrical plate)、錐形銅座與玻璃噴嘴所構成。將壓電特性板置於錐形銅座上方，錐形銅座下方則裝上玻璃噴嘴。壓電特性板接收函數產生器所輸出之頻率與波形的訊號，產生規律性的振盪。液體經由計量針閥調整流量流至錐形銅座內，由於此規律的振盪，使得流出噴嘴之液體受到縱向刺激，斷裂成穩定且均勻大小的液滴。本實驗之函數產生器輸出信號使用方形波，供應電壓約為±12 伏特，其頻率在 1KHz 以下。

碰撞行為量測系統

為了便於碰撞實驗的觀察，吾人於撞擊點後方置一閃頻儀作為光源，配合函數產生器的頻率(f)，適當地調整閃頻儀的閃光頻率，運用視覺暫留效果，便可清楚觀察到液滴與液滴碰撞的變化過程。為了觀察現象，吾人於攝影機鏡頭前加裝一放大十倍的放大鏡片，將攝影機置於撞擊點前方，以便拍攝整個碰撞的過程。拍攝之畫面經由影像擷取卡，擷取於電腦內，以便作物理分析。

液滴的碰撞行為可視化

圖表 19 為 $We = 18.6$ ($We = \frac{\rho V^2 d}{\sigma}$ 、 ρ ：液滴密度、 V ：液滴速度、 d ：液滴直徑、 σ ：液滴表面張力) 狀況下的正撞情形，相片中上方紅色液滴為染色之水液滴；下方透明液滴為 99.7% 的乙醇液滴，整個液滴碰撞過程由左至右變化。由於水與 99.7% 的乙醇的表面張力差異甚大，在相片中可清楚看見，水液滴因表面張力不平衡由撞擊面的另一端逐漸收縮成較尖的形狀，進而擠壓出衛星小水滴。而後因撞擊而變成碟形體的互溶液滴開始收縮反

彈，在較小的撞擊能量下反彈能量不足而黏合成一顆大液滴。

圖表 20(a、b、c)分別為水-10%、5.2%-50%及 9%-90%乙醇液滴正撞的黏合 (coalescence)現象，三組 We 接近的液滴正撞，在韋伯數較小的狀況下正撞後則僅在水滴撞擊面的另一端縮成尖端但表面張力差不足以拉出衛星小水滴。圖表 23 是柴油和酒精撞擊之行為，圖表 24 是柴油和水撞擊之行為。



圖表 19 水-99.7%乙醇液滴正撞行為($We_n = 18.6$)



圖表 20 (a)水-10%乙醇液滴正撞行為($We_n = 8$)



圖表 21 (b)5.2%-50%乙醇液滴正撞行為($We_n = 10$)



圖表 22 (c)9%-90%乙醇液滴正撞行為($We_n = 12$)



圖表 23 水-柴油液滴正撞行為($We_n = 95.3$)



圖表 24 水-乙醇液滴正撞行為($We_n = 41.6$)

水滴撞擊太陽能晶片之行為

實驗系統

本實驗系統包括：液滴產生系統、碰撞行為觀測系統、旋轉固體表面系統。相關設備包括：syringe pump、圓盤、伺服馬達、雷射都勒流場量測儀、刮水器、函數產生器、高速閃頻儀、高速攝影機、承水盤與電腦等。

液滴產生器系統

液滴噴嘴架設於高度調整平台支架上，這是為了能夠輕易調整單管液滴噴嘴，以得到不一樣的撞擊動能。液滴噴嘴由皮下注射用不銹針管加工製作而成，口徑約為 0.3mm。液滴藉本身的重量而自由落下以模擬實際雨滴落下狀況。

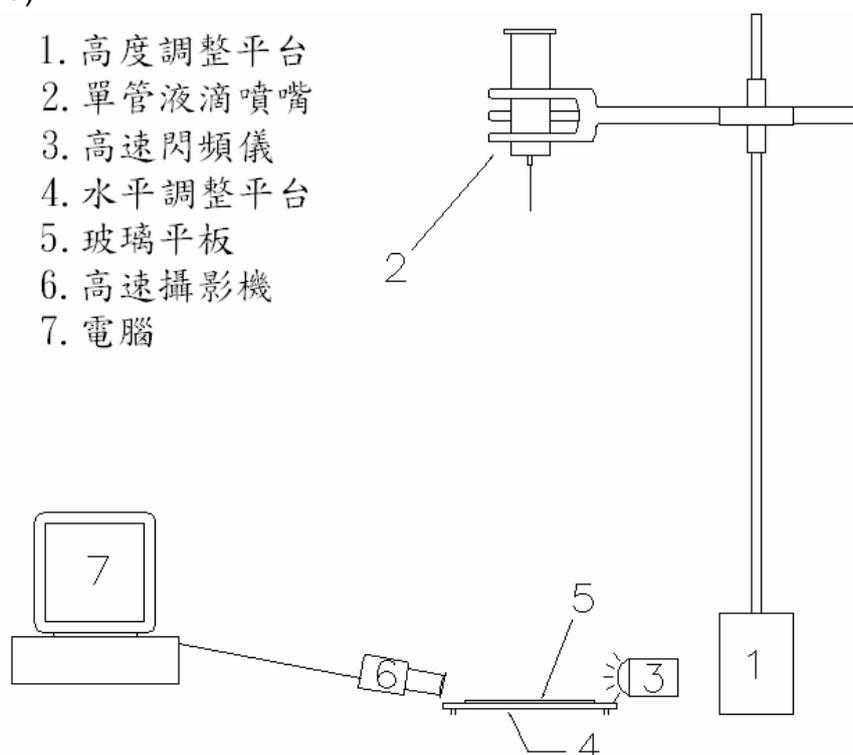
旋轉固體表面系統

為模擬雨滴撞擊汽車車身鈹金或擋風玻璃之情形，以 AC 伺服馬達 1:1 的帶動方式，轉動圓盤。轉速範圍可達 1~3000rpm±2%，以模擬實際車速，並搭配雷射都普勒流場量測儀，量測在各種轉速之圓盤表面流場。

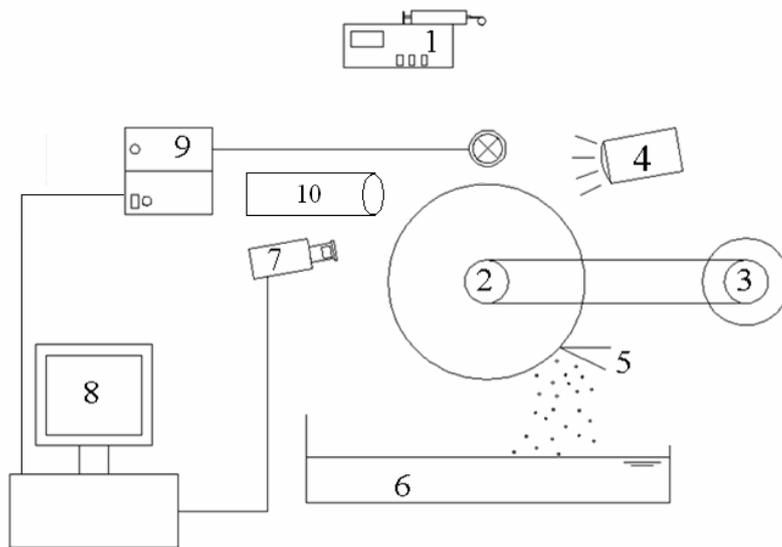
碰撞行為量測系統

為了便於碰撞實驗的觀察，吾人於撞擊點後方置一高速閃頻儀作為光源，並對應高速攝影機拍攝張數，便可清楚觀察到水滴的碰撞變化過程。為了觀察現象，吾人於攝影機鏡頭前加裝一放大十倍的放大鏡片，將高速攝影機置於撞擊點前方，以便拍攝整個碰撞的過程。拍攝後之影片存取於電腦內，以便作物理分析。

水滴撞擊太陽能晶片封裝玻璃實驗設備(如圖表 25)，水滴撞擊圓盤模擬車輛行進實驗設備(如圖表 26)。



圖表 25 水滴撞擊太陽能晶片封裝玻璃實驗設備圖



1. Syringe Pump
2. 圓盤
3. 伺服馬達
4. 閃頻儀
5. 刮水器
6. 承水盤
7. 高速攝影機
8. 電腦
9. 雷射都普勒流場量測儀
10. 煙霧產生器

圖表 26 水滴撞擊圓盤模擬車輛行進實驗設備圖

在水滴撞擊太陽能晶片封裝玻璃之撞擊現象分析方面，由實驗結果計算得知本實驗韋伯數 We 範圍大小介於 259~777 之間，液滴直徑約為 1.91mm，其撞擊型態分別有：撞擊後液滴附著 (deposition) 及飛濺 (splash) 二種現象。

圖表 29 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊鈉玻璃(如圖表 27)， $We=259$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。相片下標之時間代表撞擊後所經歷的時間。在撞擊接觸同時開始擴展，此時因動能較小，在撞後 1.5ms 時已開始收縮，此時液滴前緣無明顯皺摺。

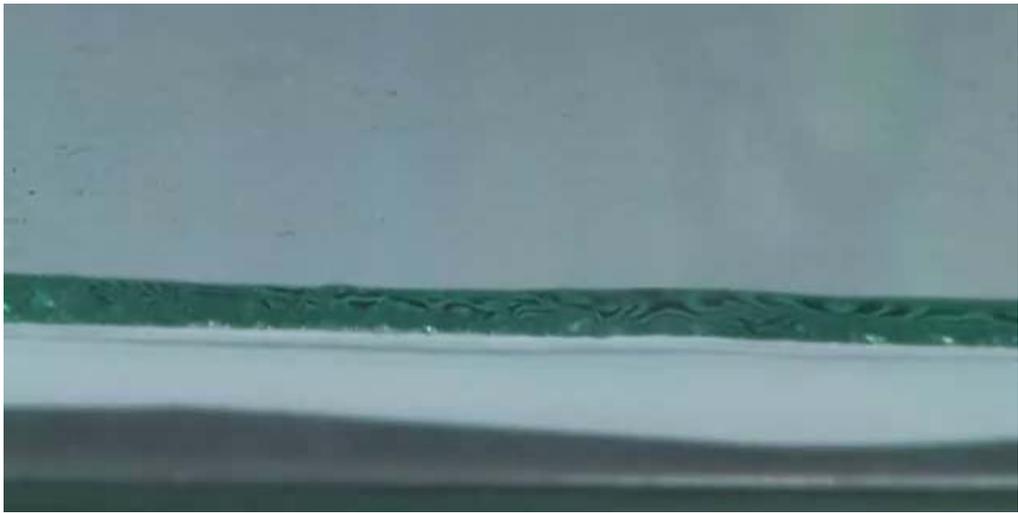
圖表 30 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃(如圖表 28)， $We=259$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。在撞擊接觸同時開始擴展，雖然和圖表 29 有相同韋伯數但在撞擊後 2.5ms 時才開始收縮，因表面較為粗糙此時液滴前緣有明顯皺摺。

圖表 31 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊鈉玻璃， $We=706$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。在撞擊接觸同時開始擴展，在撞擊後 2.5ms 時才開始收縮，因動能變大表此時液滴前緣開始有少許皺摺。

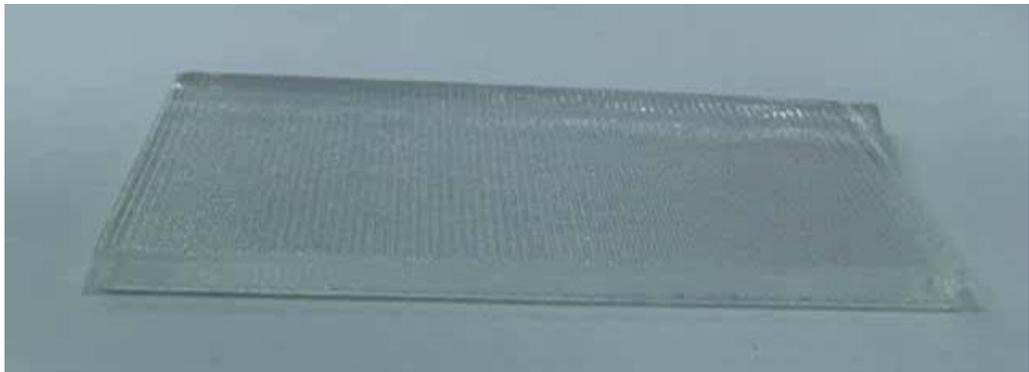
圖表 32 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃， $We=706$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。在撞擊接觸同時開始擴展，在撞擊後 3.5ms 時才開始收縮，因表面較為粗糙此時液滴前緣有明顯皺摺，並可以明顯發現開始發生飛濺(splash)現象。

圖表 33 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊鈉玻璃， $We=777$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。在撞擊接觸同時開始擴展，在撞擊後 2.5ms 時才開始收縮，因動能變大表此時液滴前緣開始有少許皺摺。

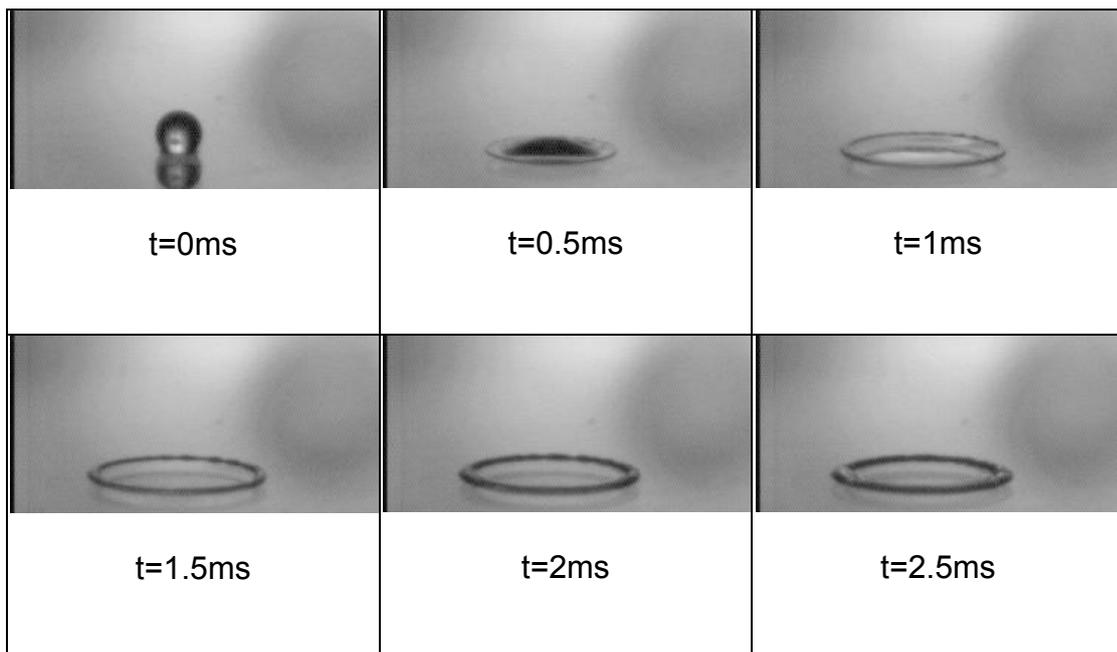
圖表 34 是以閃頻儀光源所錄得液滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃， $We=777$ 之撞擊型態隨時間變化相片圖。在撞擊接觸同時開始擴展，在撞擊後 3.5ms 時才開始收縮，因表面較為粗糙此時液滴前緣有明顯皺摺，並可以明顯發現開始發生飛濺(splash)現象。

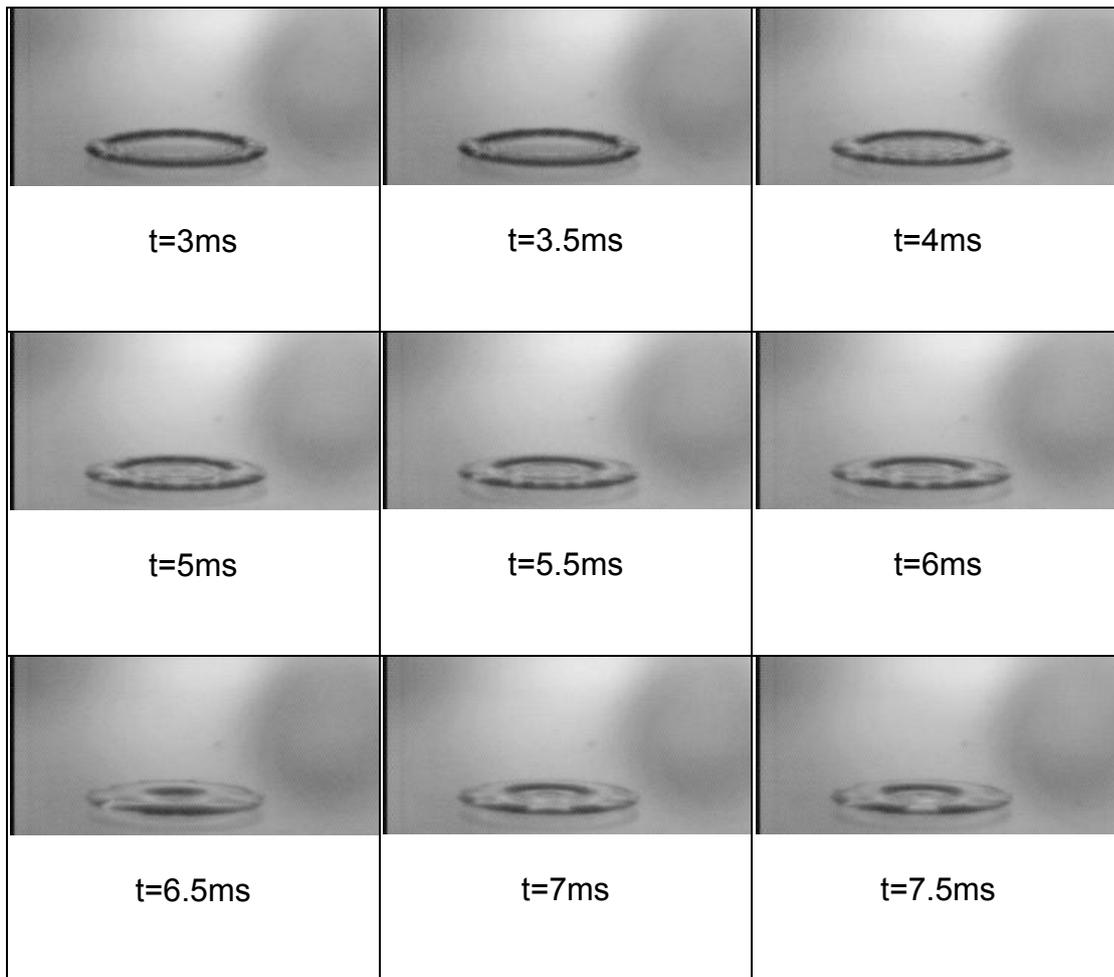


圖表 27 太陽能晶片封裝玻璃(鈉玻璃)

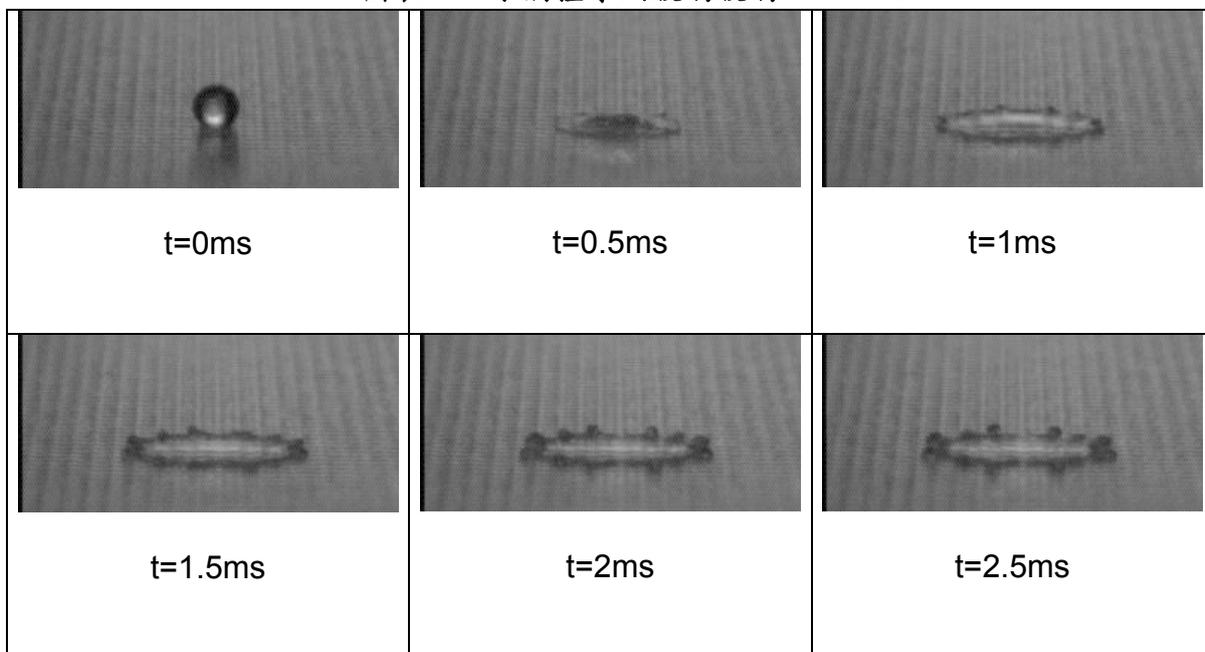


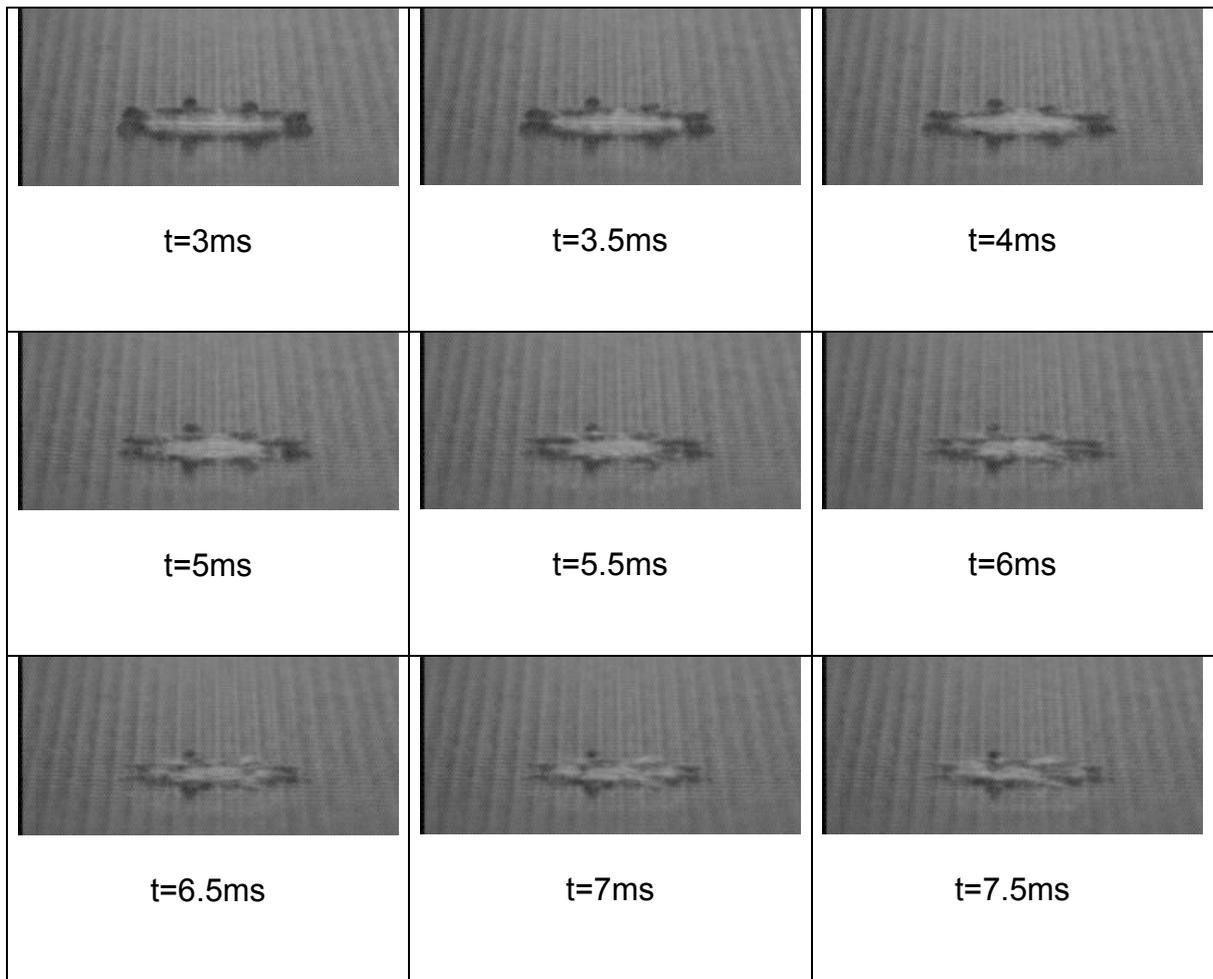
圖表 28 太陽能晶片封裝玻璃(熱強化低鐵白板玻璃)



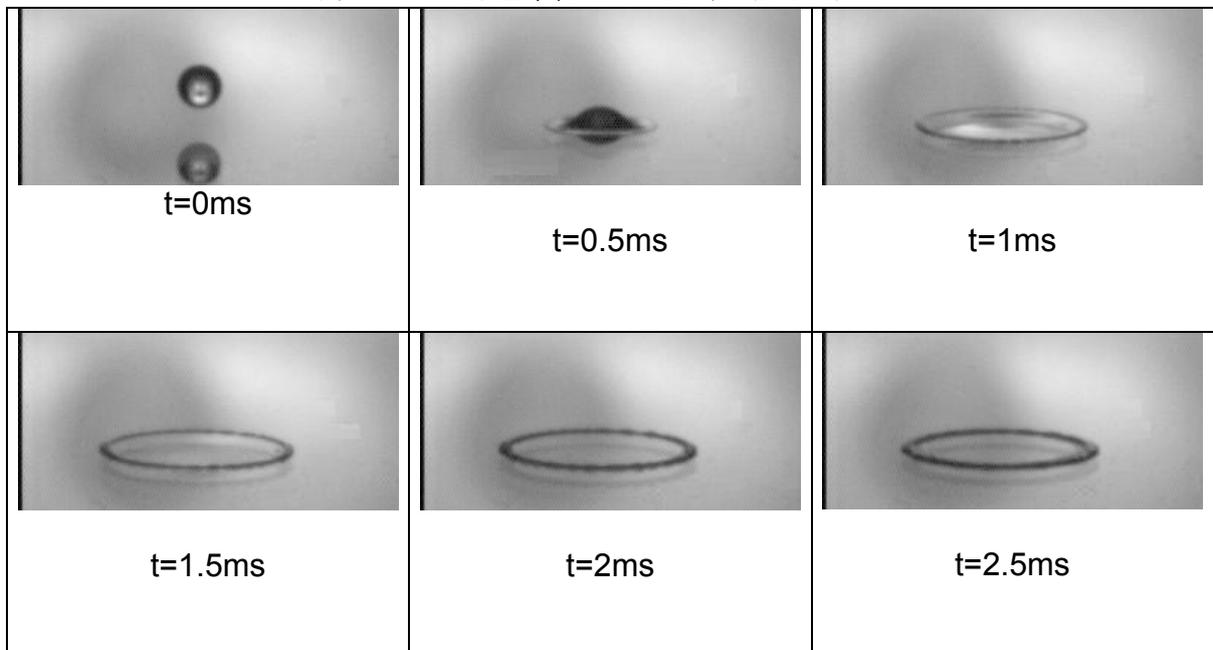


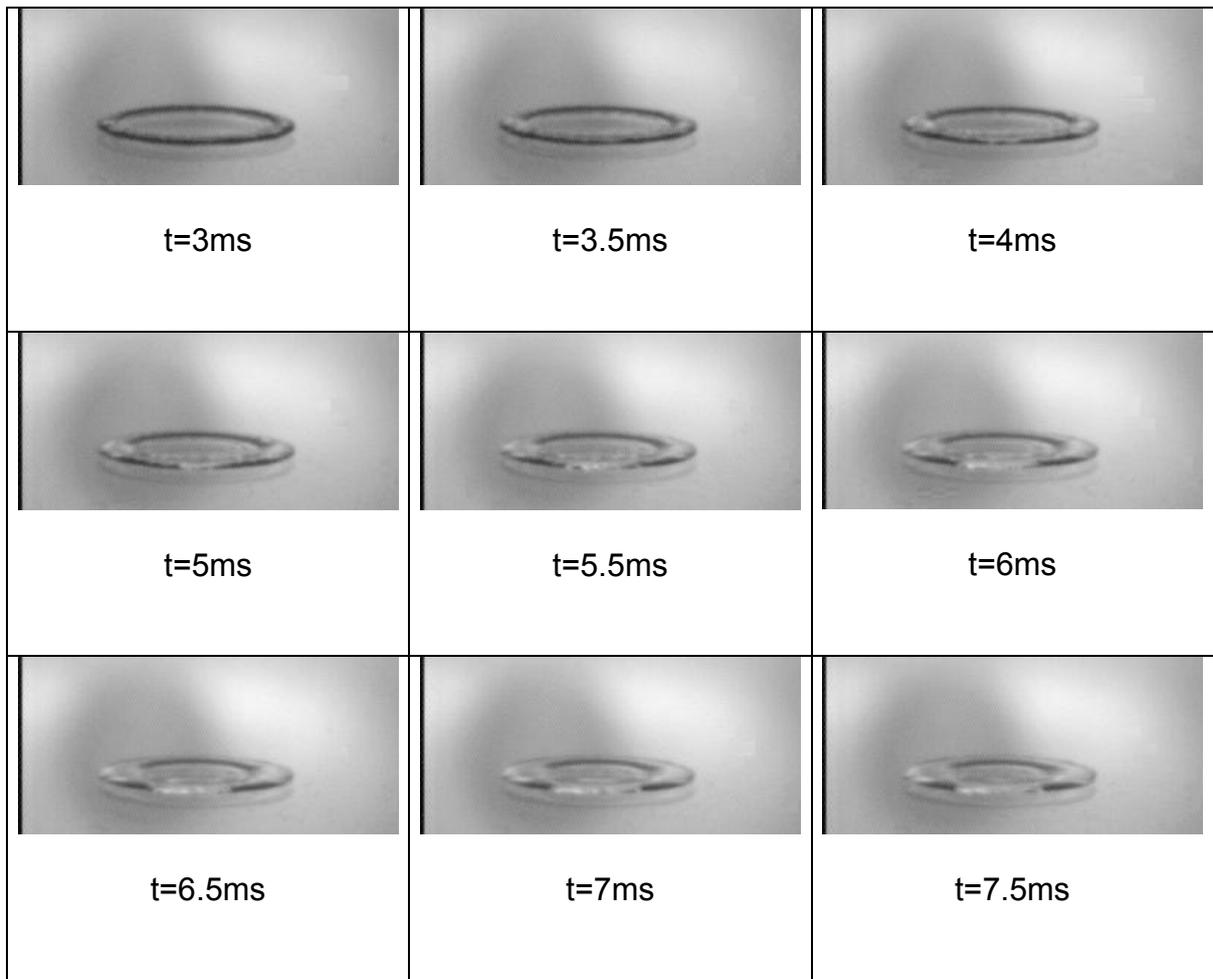
圖表 29 水滴撞擊鈉玻璃玻璃 $We=259$



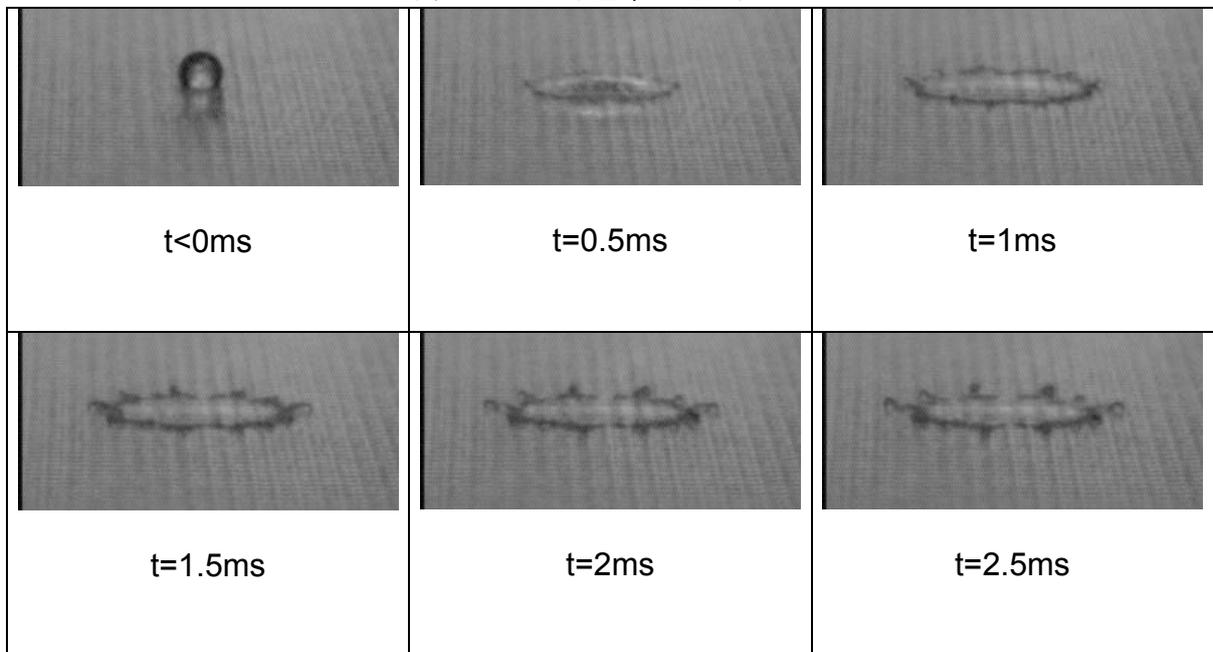


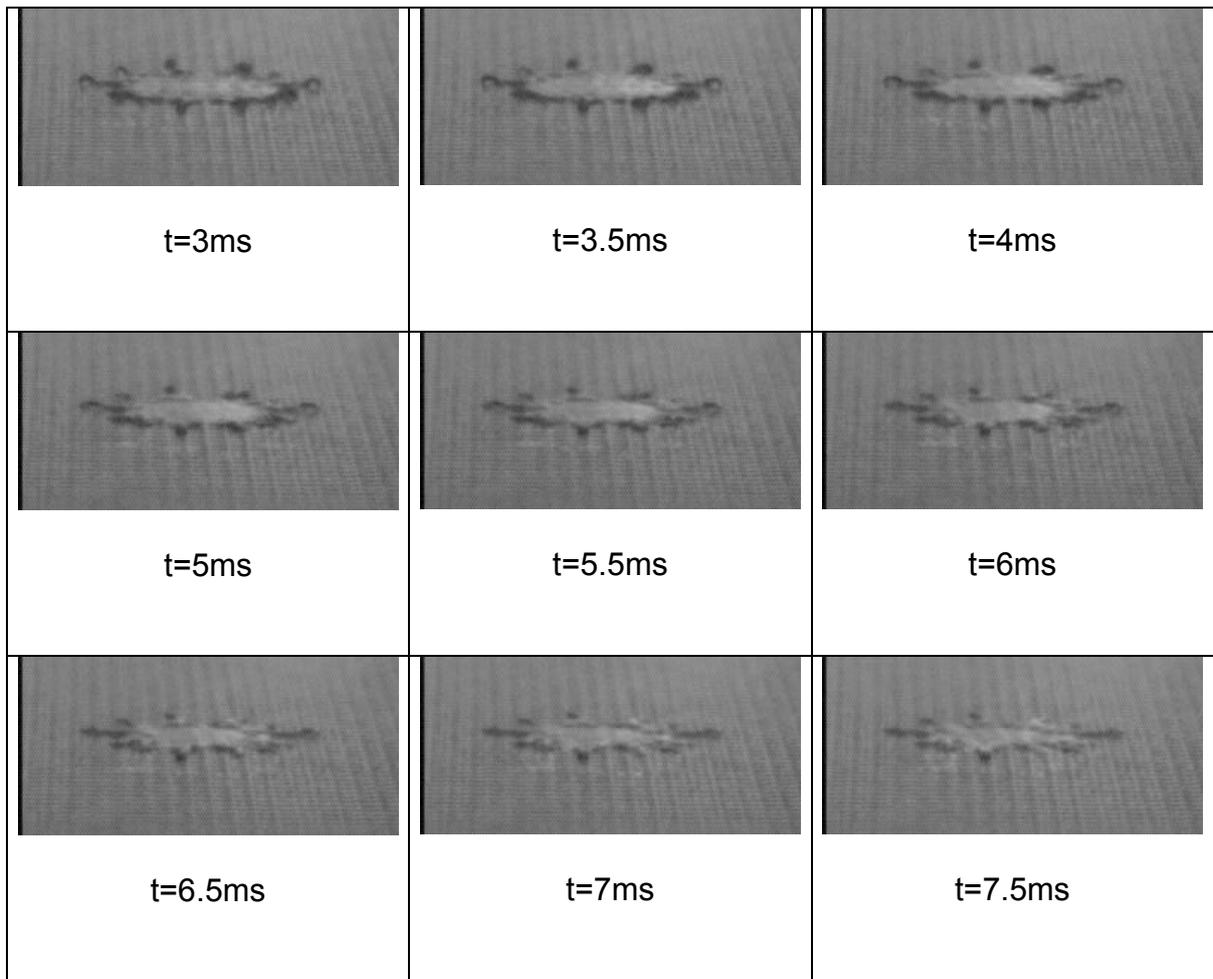
圖表 30 水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=259$



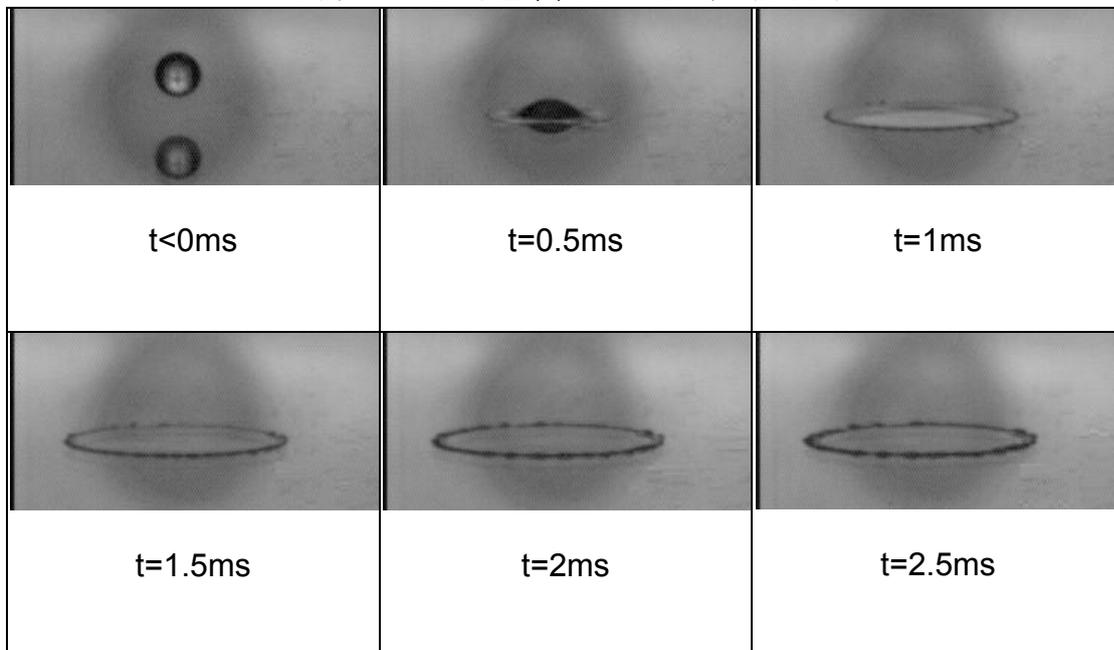


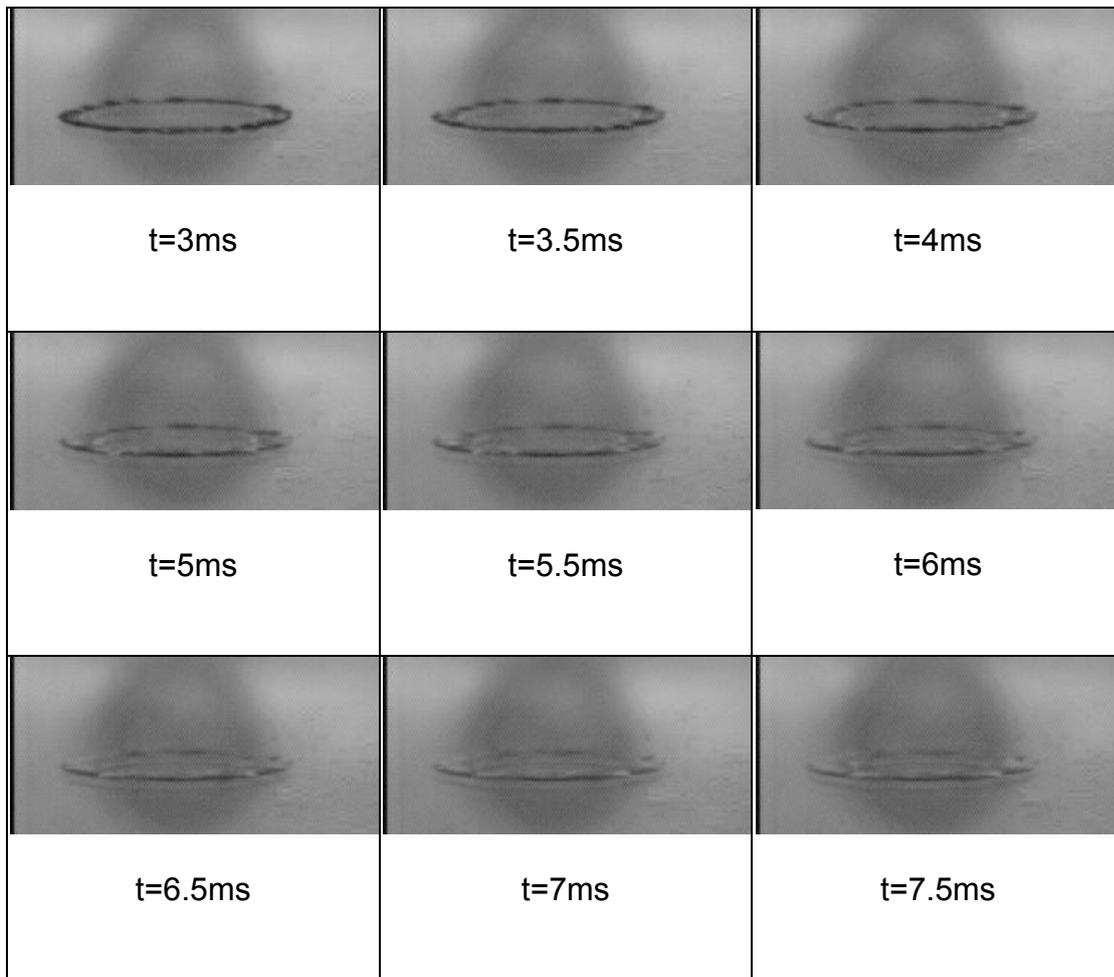
圖表 31 水滴撞擊鈉玻璃 $We=517$



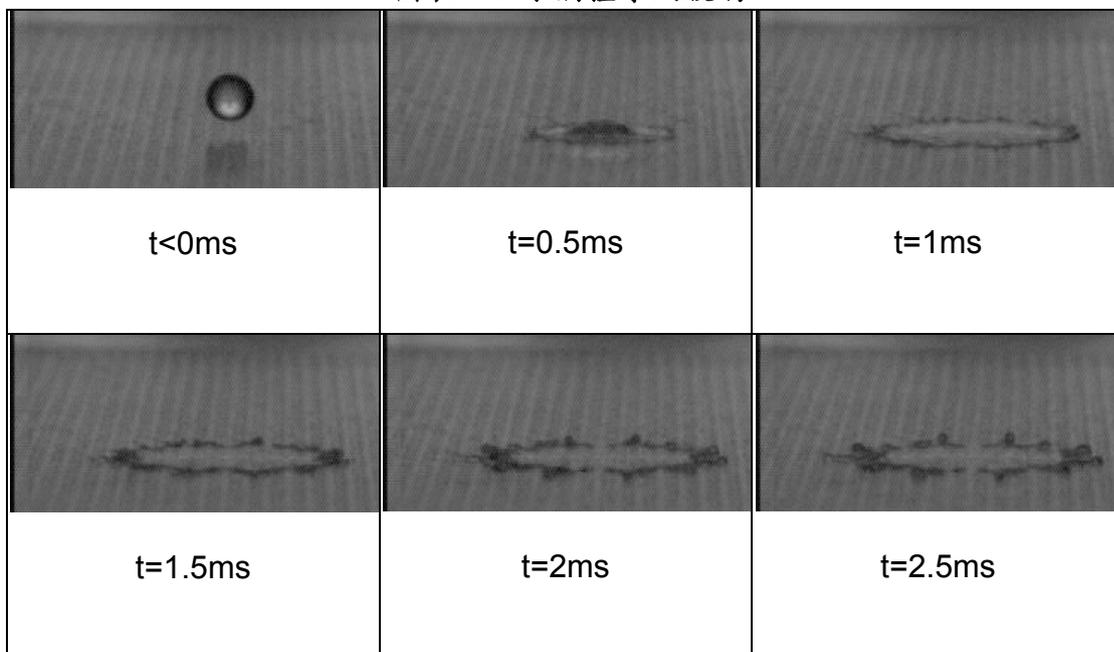


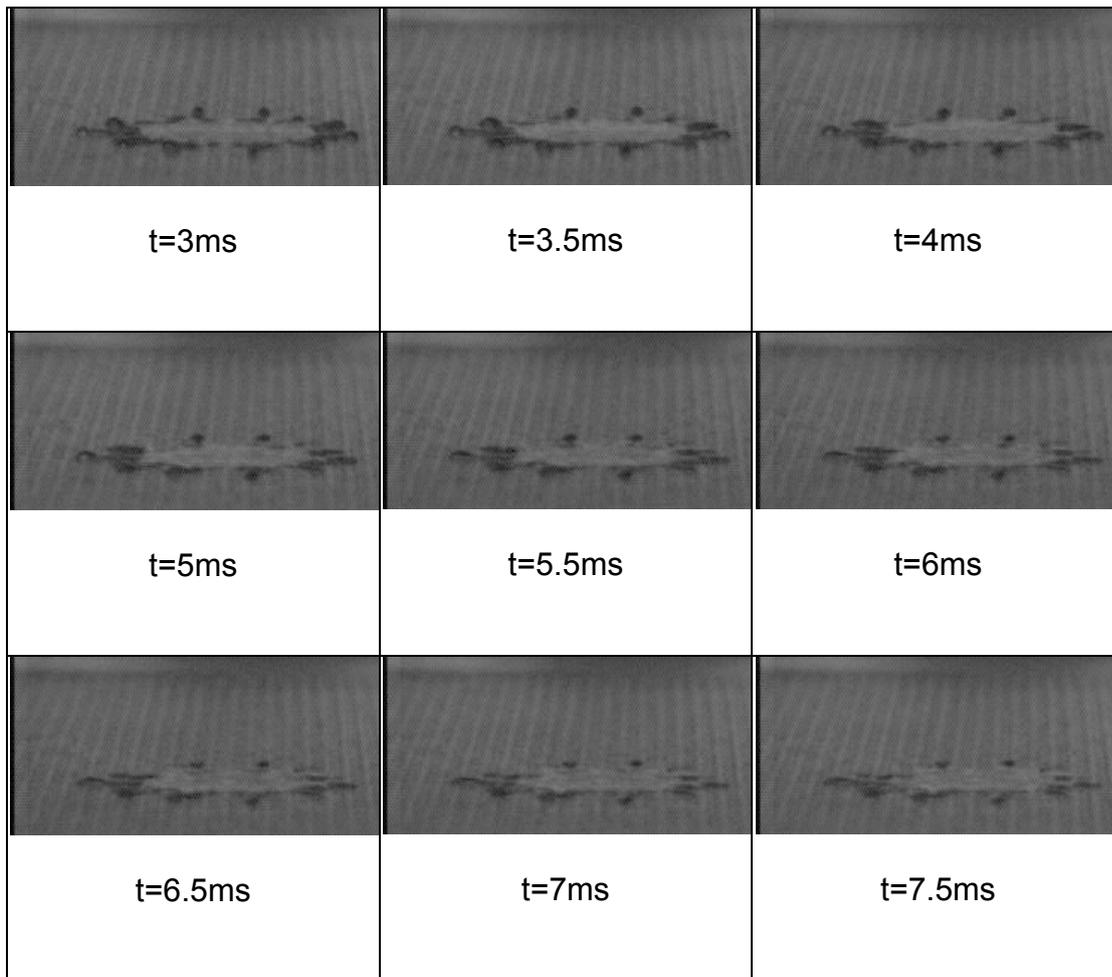
圖表 32 水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=517$





圖表 33 水滴撞擊鈉玻璃 $We=777$





圖表 34 水滴撞擊熱強化低鐵白板玻璃 $We=777$

在水滴撞擊圓盤模擬車輛行進之撞擊現象分析方面，本項實驗以高速攝影機取得純水液滴撞擊太陽能板封裝轉盤之表面時序相片。由於旋轉盤的直徑高出液滴直徑數百倍，因此本研究可視為液滴撞擊在移動的固體乾表面上。實驗中在不同轉速或固定轉速下改變液滴與轉盤之高度，來獨立變化二個相關無因次參數：（1）正向韋伯數（ We_n ）；（2）切線向韋伯數（ We_t ）。

實驗探討固定正向韋伯數（ We_n ）及不同的轉盤轉速。其中轉速分別為 50rpm、77rpm(離心加速度為 9.8 m/sec^2 與重力相抵銷)、100rpm、300rpm、500rpm，分別在為 $We = 92.46$ (如圖 17 至圖 21)、 $We=140.39$ (如圖 22 至圖 26)、 $We=235.35$ 如(圖 27 至圖 31)下之液滴撞擊型態。當 We_n 愈大代表正向撞擊動能愈大，撞擊後液滴動能進而轉變為逐漸增大的固液接觸面積（圓形薄片面積），提供了液滴較大的表面能，水滴在撞擊後形成圓碟形薄片，在歷經最大擴展直徑後開始反彈收縮（recoil）時，因為固體表面不滑狀態（no-slip condition）的影響，造成與固體表面接觸的薄片及其上的水流有速度梯度。當 We_n 較小時，正向動能較小，其擴散直徑較小，所以與固體表面接觸的面積亦較小，反彈收縮時，因為逸散的能量較小且接觸的薄片與其上之水滴產生速度差較小。發現液滴撞擊不同轉速之轉盤後的型態皆為附著。在不同圓盤轉速下，隨著轉速上升，液滴橢圓形擴展薄片的長軸受切線力作用，因而拉得更長。

參考文獻

1. Gao T.-C., Chen R.-H., Pu J.-Y. and Lin T.-H., Collision between an ethanol drop and a water drop. *Experiments in Fluids*,2005,38: 731-738
2. R. H. Chen, H. W. Wang, Effects of tangential on low-normal liquid drop impact on non-wettable solid surface. *Experiments in fluids* ,2005,39:754-760.
3. Chen, R. H. and Chen, C. T., "Collision between immiscible drops with large surface tension difference: diesel oil and water," *Experiments in Fluids*, 41, (2006) 453.
4. Chen, R. H., "Diesel-diesel and diesel-ethanol drop collisions," *Applied Thermal Engineering*, 27, (2007) 604.
5. Chen, R. H., Chiu, S. L. and Lin, T. H., (2007), "Resident time of a compound drop impinging on a hot surface," *Applied Thermal Engineering*, Accepted.
6. Chen, R. H., Chiu, S. L. and Lin, T. H., (2006), "Collisions of a string of water drops on a water jet of equal diameter," *Experimental Thermal and Fluid Science*, 31, 75-81.
7. Povarov, O. A., Nazarov, O. I., Igant'evskaya, L. A. and Nikol'skii, A. I. :Interaction of Drops with Boundary Lyaer on Rotating Surface: *Journal of Engineering Physics* vol.31,pp.1453-1456 (1976)
8. Povarov, O.A., Shal'nev,K. K. Nazarov, O. I. and Shalobasov, I. A.:Collision of droplete with a moving plane surface.: *Sov. Phys. Dokl.*,vol.20 No.11 782-783 (1976)
9. Rioboo, R., Tropea, C. and Marengo, M., Outcomes from a drop impact on solid surfaces. *Atomization Sprays*, 11, (2001) 155.
10. Sikalo, S. and Ganic, E. N., Phenomena of droplet-surface interactions. *Exp Therm Fluid Sci*, (2006) online publication.
11. Vander Wal, R. L., Berger, G. M. and Mozes, S. D., The splash/non-splash boundary upon a dry surface and thin fluid film. *Exp Fluids*, 40, (2006) 53.

6.7.5 子計劃五之一：電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術

a. 實驗設備改進成果

1. 補強電力電子研究室電壓、電流量測設備
2. 補強再生能源研究室量測設備

b. 教材改進、課程規劃及實際成果

1. 增加系上相關課程 包括[太陽能工程]、「電力電子學」、[電源供應系統]、[伺服控制系統]等課程之太陽能車電控系統之內容。94學年第二學期：「太陽能工程」課程，三個班級約大專生200人。94學年第二學期：「電力電子學」課程，碩士生12人。95學年第一學期：「電力電子學」課程，大四生44人。95學年第一學期：「電源供應系統」課程，大四生50人。
2. 帶領兩組大四學生從事[實務專題製作]以完成轉換器與電源量測與管理設計工作。94學年第一、二學期：實務專題製作「DC-DC轉換器」，學生3人。94學年第一、二學期：實務專題製作「南台太陽能車之火鳳凰」，學生5人。
3. 帶領兩名碩士生做再生能源相關之[碩士論文]研究等方式來進行相關研究活動。
4. 在太陽能轉換器技術方面，使用示波器、電源供應器、電壓電流量測儀器、和IsSPice®等軟硬體作為教學及實驗工平台，經由實務製作了解最大功率追蹤技巧，並藉由分析太陽能晶片在不同光照強度下的I-V特性曲線來推估轉換器的性能。

c. 競賽活動

1. 負責南台太陽能車之電控系統設計、裝設與維護，太陽能車參賽榮獲 2006 年世界太陽能車耐久賽第四名獎盃與太陽能車耐久賽第三名獎盃
2. 學生實務專題製作；DC/DC 轉換器之研製獲選校慶參展作品

d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下，

1. 電流電壓測試系統，包括示波器、電壓電流探棒、電源供應器等實驗量測設備。

年度計畫執行成效之專題實務內容說明：

1)完成具最大功率追蹤之DC/DC轉換器與2)太陽能電池與蓄電池之數據量測與電能源管理之研究工作。

系統架構

太陽能車世界大賽其主要規則有三項：1.車子的動力必須完全來自於太陽光之輻射能量。2.單人座賽車的尺寸必須小於5公尺長、1.8公尺寬、1.6公尺高，且太陽電池模組不得超過8平方公尺之面積；雙人座賽車的尺寸必須小於6公尺長、2公尺寬、1.6公尺高。3.比賽時間為每日早上8時至下午5時，蓄電瓶均須以太陽電池模組進行充電，由此規則可看出最好的太陽能電池出力與最佳的鋰蓄電池管理系統將是成敗關鍵。

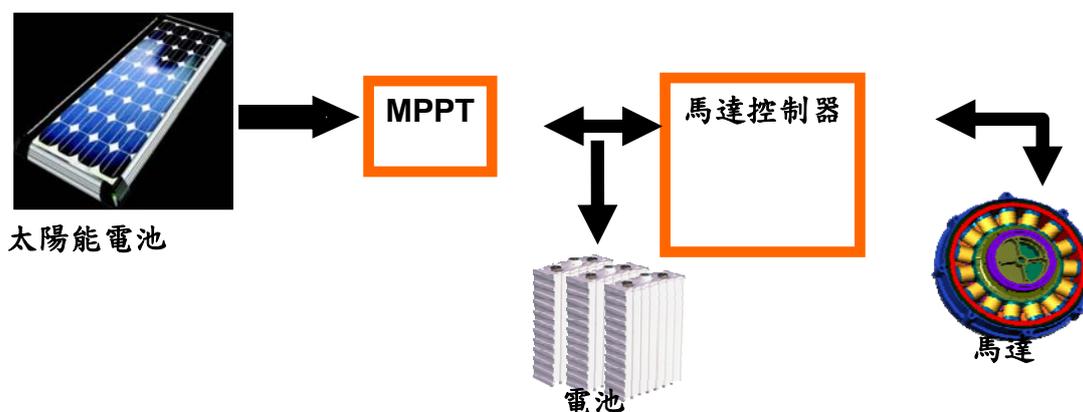
太陽能車的主體構造是由太陽能電池(Solar Cell)、儲電設備、電機系統和車體結構等四大

結構所組成。通常，太陽能車所需克服的問題有二：太陽能電池效能及續航力，所以製作都圍繞在這兩個核心問題上去設計。太陽能電池主要功能在將光能轉換成電能，這個現象稱之為光伏效應(photo voltaic effect)。太陽能電池利用光電效應產生的電能及電子移動的原理，就會產生電流，在大太陽時，除了驅動太陽能車，多餘的電量則對蓄電池充電，使供應給沒太陽時所使用。圖表 35 為太陽能車基本電力系統架構圖，圖表 36 為太陽能車實際電力系統方塊圖。經過幾年來世界太陽能車 3000 公里競賽的經驗，發現唯有太空級晶片，才能經得起長途跋涉的震動(焊接點不易脫落)，當今現有的焊接科技而言，目前還是以太空級的太陽能電池較維持久可靠。

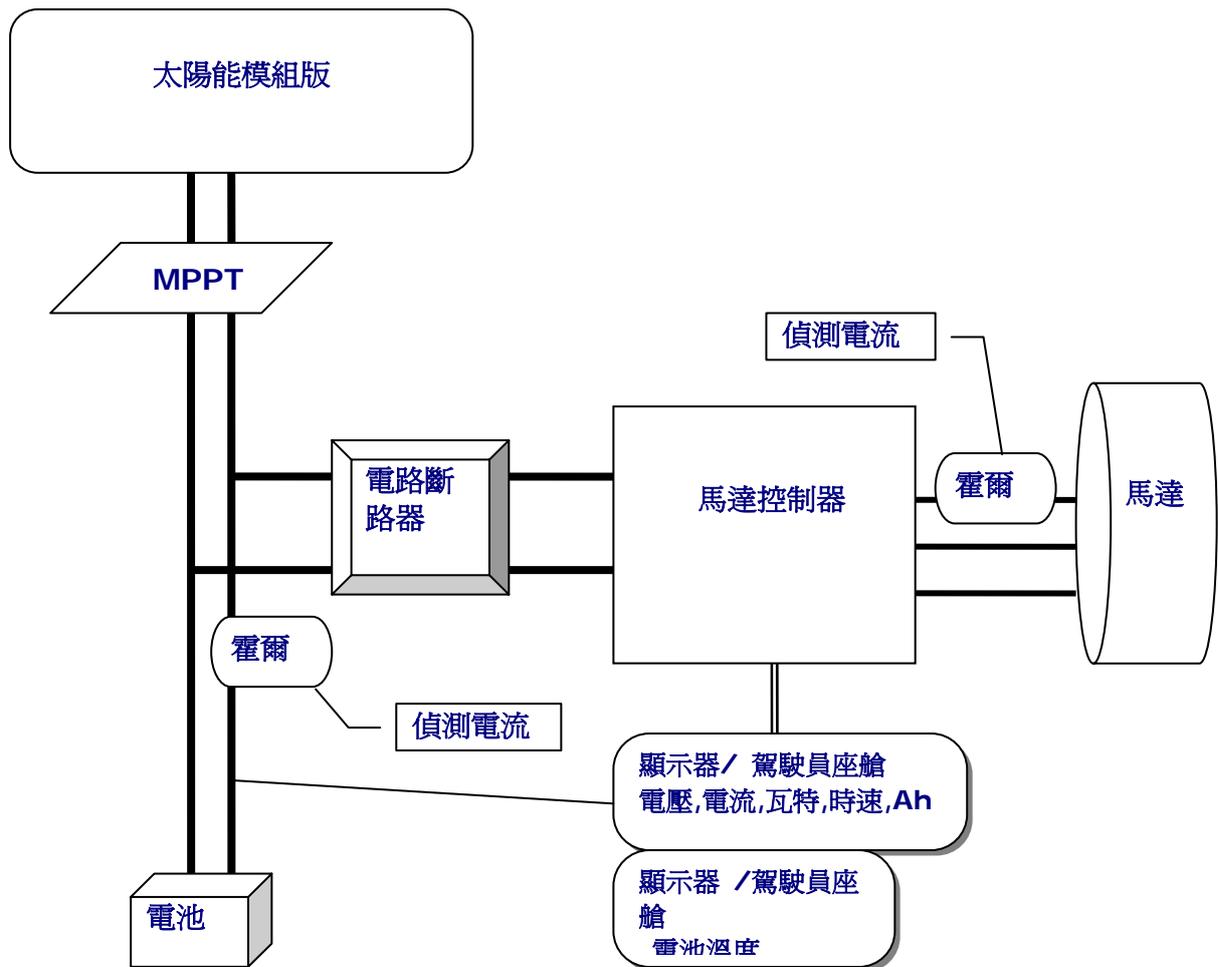
在太陽能車設計中涉及三個主要技術：

1. 如何有效地將太陽能轉為電能，吸收效能越高，轉換的電能相對提高。
2. 長時間儲存電能，避免再沒有陽光照射時，無法驅動車輛。
3. 要能發揮最大電能效應，並將電能轉為動能。

這幾項主要技術之外，又細分為外型、結構、懸吊、操控、蓄電池、電力系統等等，不論是那個環節都必須要環環相扣，才能使太陽能車發揮最好的效果。由於利用太陽能產生的能量相當有限，降低空氣阻力是車體外型設計時，要注意的問題。所以在外型設計上主要以減少空氣阻力即增加太陽能板的分布面積。此外，頭艙罩設計、散熱設計、輪罩設計等，都需要針對如何降低空氣阻力來設計。所以在設計的前期，先以 3D 繪圖軟體繪製外型及車體結構、懸吊，甚至駕駛空間，以電腦模擬的環境需求下，才能滿足基本空間需求，並利用縮小的模型作風洞實驗，使得太陽能車在移動時所產生的空氣阻力降至最低。



圖表 35 太陽能車基本電力系統架構圖

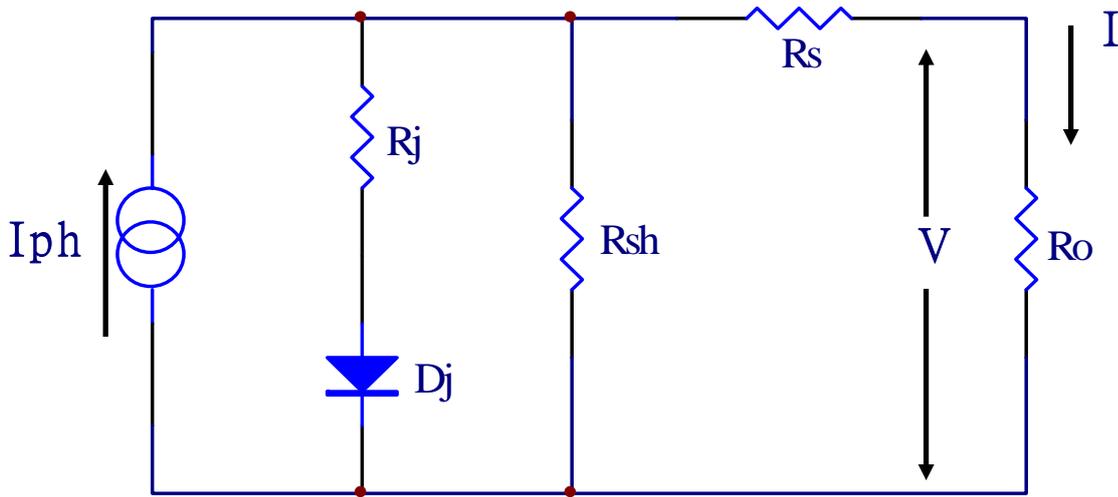


圖表 36 太陽能車實際電力系統方塊圖

太陽能車體結構的設計元件，如駕駛座、電池、車殼主體是太陽能車重要的重心配置。南台科大太陽能之火鳳凰為了減少能量的號損，太陽能車的車體結構務必要輕量化，而以火鳳凰為例，為了減輕車體結構的重量，主要關鍵採用高強度鋁合金結構及碳纖維車體，總重量含電池約為 220 公斤，與一般的汽車 1,000、2,000 公斤有很大的差異。火鳳凰配備專為太陽能車設計之高效率、輪圈式無刷馬達，因三輪設計，馬達通常直接嵌入輪圈直接驅動輪子，減少不必要的機械損失。並配合馬達控制器可達到無段變速、煞車回充等功能。「煞車回充」意思是，當車子煞車減速時馬達將轉換成發電機，將產生之電力回充至蓄電池中儲存起來，增加電瓶之蓄電量。車體上的太陽能模組，是由一片片的太陽能板組合而成，再經由焊接封裝貼在車體的表面，並連接其馬達、控制器、溫度電壓電流等感測器，使其發揮作用。

太陽能電池理論分析

太陽光電池之等效電路如圖表 37 所示，其中電流源 I_{ph} 為太陽光電池經由陽光照射所產生的電流， D_j 表示為 P-N 接面二極體， R_i 則用來表示 P-N 接面的非線性阻抗，而 R_s 及 R_{sh} 分別代表材料內部的等效串聯及並聯電阻，由於在分析時 R_s 值較小，而 R_{sh} 值較大，因此將串聯與並聯等效電阻忽略不計， R_o 表示所接的負載， V 、 I 分別為太陽光電池輸出電壓與輸出電流。



圖表 37 太陽能晶片等效電路圖

依據等效電路，並依照 P-N 接面半導體特性，因此太陽光電能板的輸出電流數學方程式如(1)表示：

$$I = n_p I_{ph} - n_p I_{sat} \left[\exp \left(\frac{q}{kTA} \frac{V}{n_s} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(1)$$

- n_p : 太陽光模組並聯個數
- n_s : 太陽光模組中太陽光電池串聯個數
- q : 一個電子所含的電荷量(1.6×10^{-19} 庫倫)
- k : 波茲曼常數($1.38 \times 10^{-23} \text{J}^\circ\text{K}$)
- T : 環境溫度($^\circ\text{K}$)
- A : 太陽光電池的理想因數($A=1\sim 5$)
- V : 太陽光模組輸出電壓
- I : 太陽光模組輸出電流

在上式的 I_{sat} 表示太陽光電池反向飽和電流，可由(2)式表示：

$$I_{sat} = I_{rr} \left[\frac{T}{T_r} \right]^3 \exp \left[\frac{qE_{Gap}}{kA} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right) \right] \dots\dots\dots(2)$$

- I_{rr} : 太陽光電池在參考溫度時之反向飽和電流
- T_r : 太陽光電池參考溫度
- E_{Gap} : 半導體材料跨越能帶間隙所需能量(矽之 $E_{Gap} = 1.1\text{eV}$)

由(2)式可以很瞭解太陽光電池的反向飽和電流 I_{sat} 會受溫度影響，因此會改變太陽光電池的輸出電流。太陽光電池所產生的電流 I_{ph} ，隨著日照強度和溫度的變化而有所改變，其數學方程式如(3)式所示：

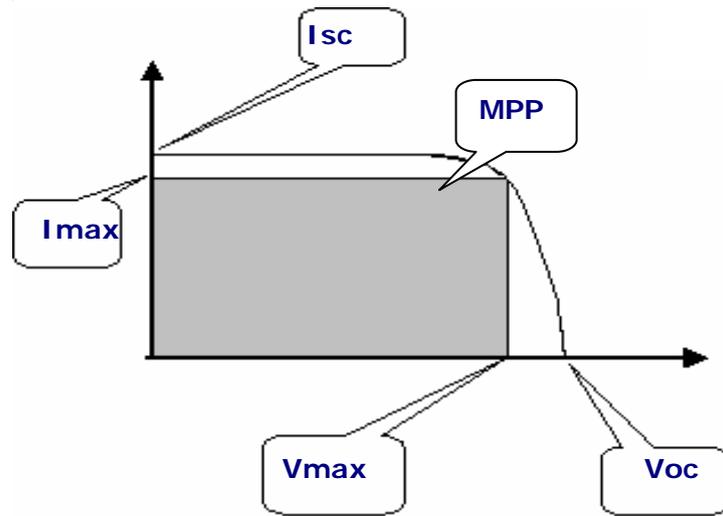
$$I_{ph} = [I_{sso} + K_i (T - T_r) - 1] S_i \dots\dots\dots(3)$$

- I_{sso} : 太陽光電池工作在參考溫度和日照強度下，所量測到的短路電流值
- K_i : 太陽光電池短路電流之溫度係數
- S_i : 太陽的日照強度(mW/cm^2)

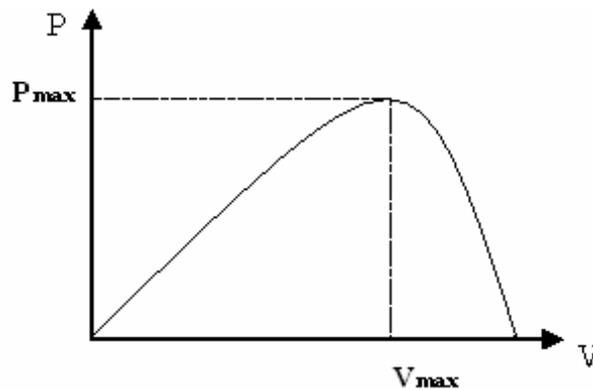
根據上面三個數學方程式，可以知道太陽能電池的物理特性，而藉由上述電壓與電流公式可計算出太陽能模組的輸出功率，其數學方程式如(4)式表示：

$$P = IV = n_p I_{ph} V - n_p I_{sat} V \left[\exp \left(\frac{q}{kTA} \frac{V}{n_s} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(4)$$

由上面四個數學方程式，帶入大氣條件與太陽能電池的電器規格，輸出電壓為 V ，電流為 I ，可以得如圖表 38 之 $V-I$ 曲線。若再將 V 、 I 乘積值 P 標於 Y 軸， V 標於 X 軸，得 $P-V$ 曲線如圖表 39 所示。



圖表 38 太陽能電池 $V-I$ 特性曲線圖



圖表 39 太陽能電池 $P-V$ 特性曲線圖

昇壓型轉換器之基本原理

在圖表 40 所示乃為昇壓型式之直流轉換器，在此假設電容器 C 已被充電，則當功率交換元件 $Q1$ 在導通狀態時，則由 V_I 所得之能量會儲存在電感 L 上；此時由於在二極體 $D1$ 陽極之電位會小於輸出電壓 V_o ，所以，二極體就會被逆向偏壓。因此，就會由輸出電容器 C 的電荷來提供輸出電流至負載上。

而當交換元件 $Q1$ 在截止狀態時，電則會繼續流過 L ，不過此時電感器會改變磁場，所以，其電壓極性會反轉過來，如此會使二極體 $D1$ 順向偏壓。並且使得儲存在電感器之能量會產生輸出電流，而此電流會流經二極體 $D1$ ，然後到負載上。

綜合以上則可得知，在 $Q1$ 導通時能量會儲存於電感器 L ，而其上之電壓則為 V_I ；至於 $Q1$ 在截止時，會將此能量與輸入電源重疊，如此由輸出所得之電壓會比輸入電壓高。此時加於電感器 L 之電壓則為 $(V_o - V_I)$ 。

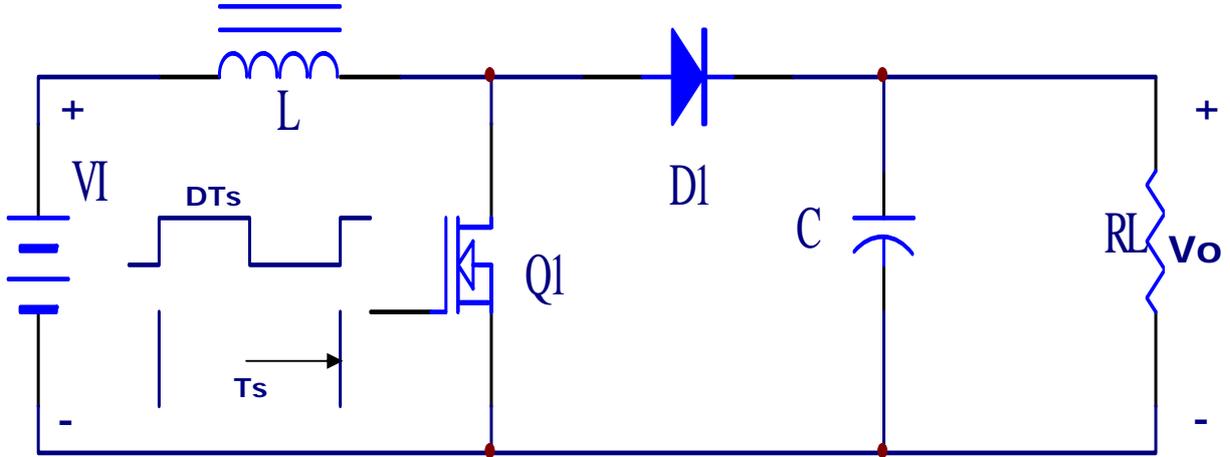
對昇壓型式轉換器而言，其操作模式亦可區分為兩種：

- (1) 連續導通模式 (CCM)：

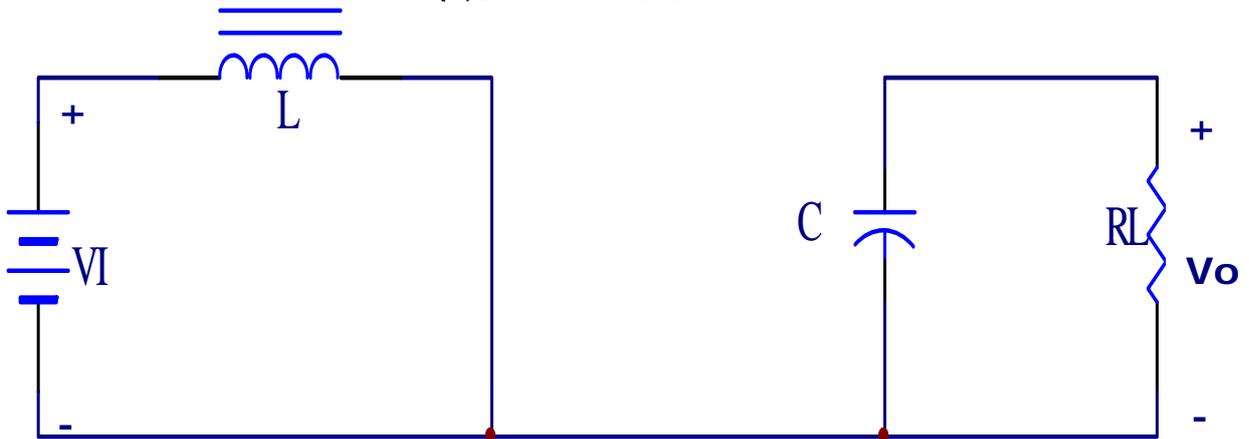
$$V_I DT_s = [V_O - V_I][1 - D]T_s \dots\dots\dots(5)$$

(2) 不連續導通模式 (DCM) :

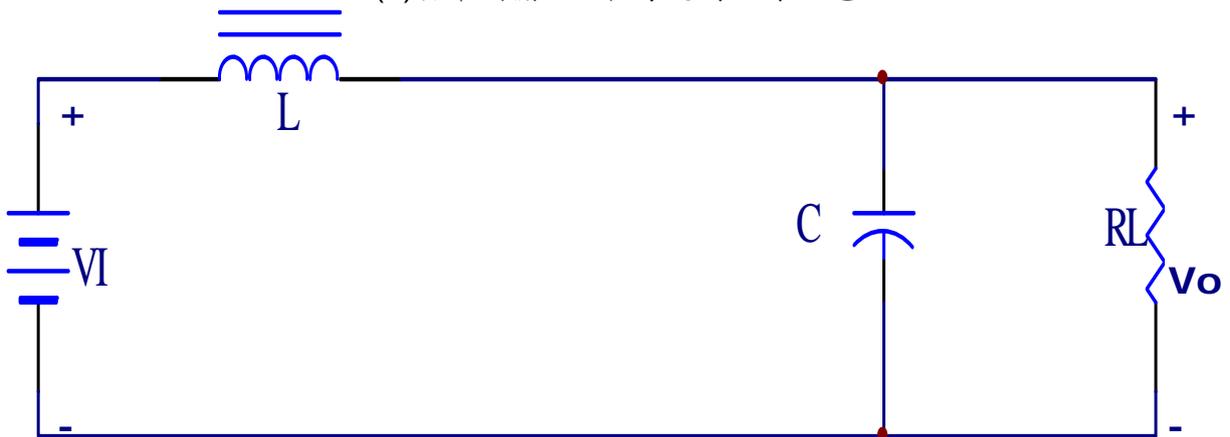
$$V_I DT_s < [V_O - V_I][1 - D]T_s \dots\dots\dots(6)$$



(a)基本的昇壓型直流轉換器



(b)功率開關 Q1 在導通時之等效電路



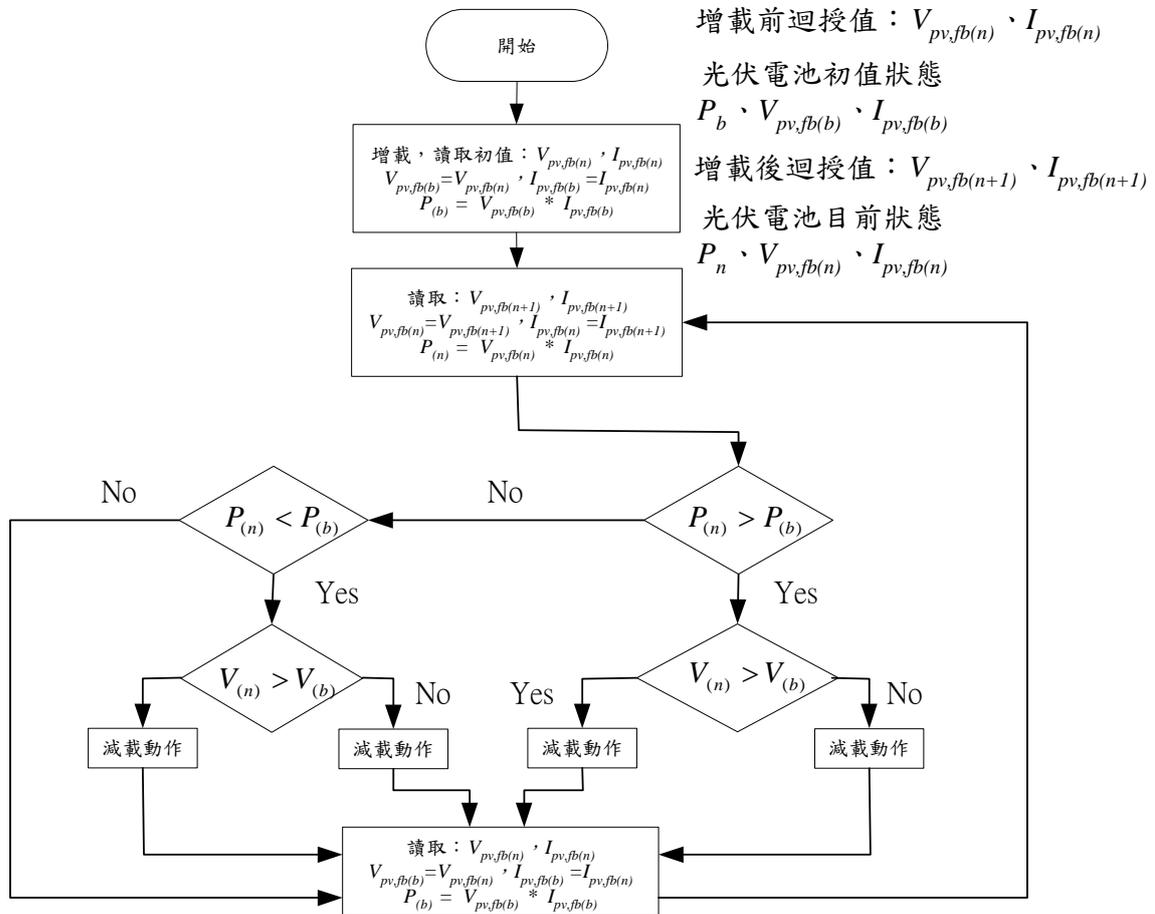
(c)功率開關 Q1 再截止時之等效電路

圖表 40 昇壓型直流轉換器在連續導通模式下之操作

最大功率追蹤理論

擾動與觀察法是目前最普遍應用於太陽能電池的最大功率追蹤上，而控制方法是固定

週期性的增加或減少控制命令大小，以改變電池的輸出電壓與輸出功率，並且觀察命令變化前後的輸出電壓與功率大小，進而決定增、減載動作，其控制如圖表 41 擾動與觀察法控制流程圖所示。



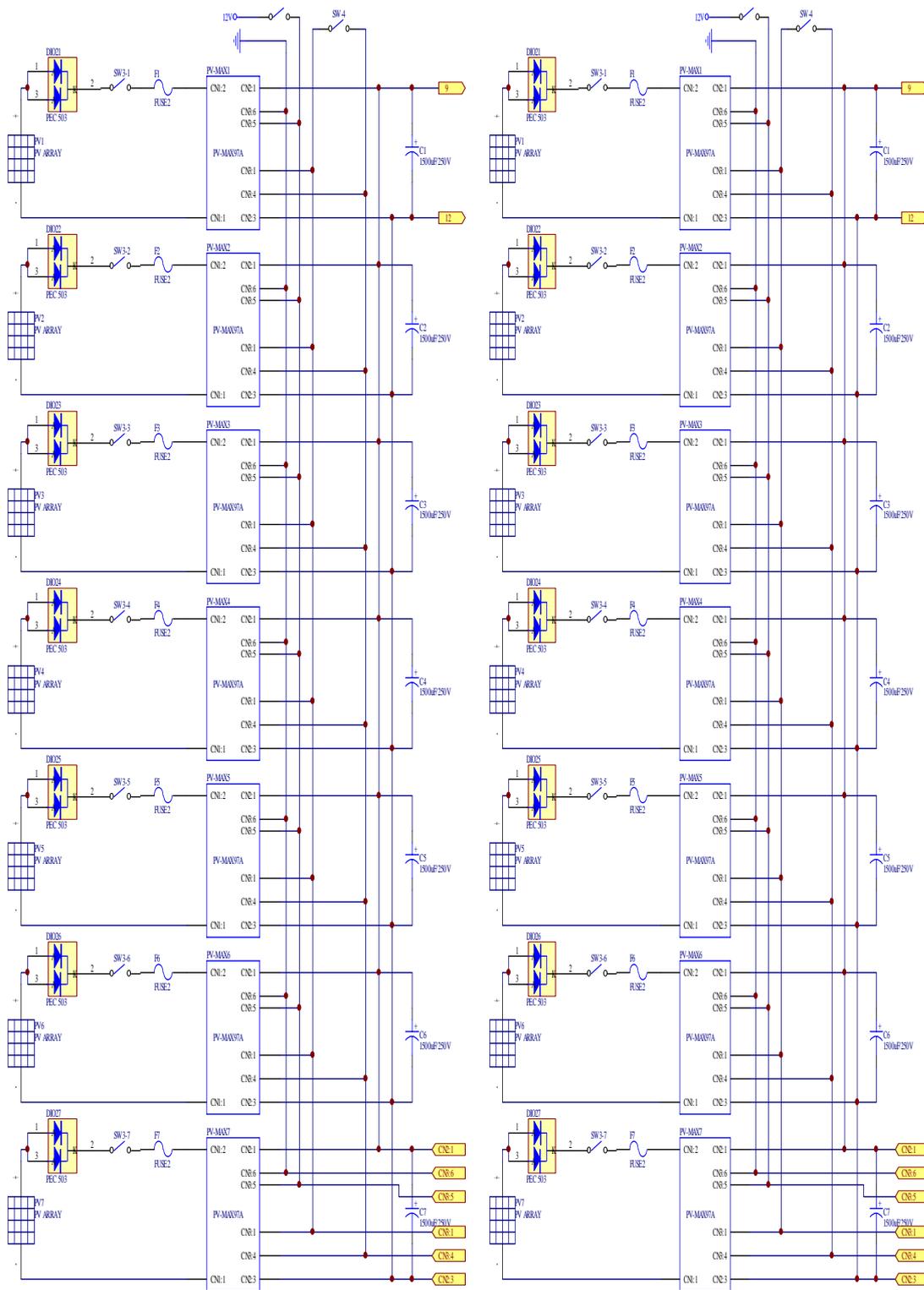
圖表 41 擾動與觀察法控制流程圖

南台太陽能車電路規劃

南台科大火鳳凰將全車太陽能晶片分為 14 個區塊，其晶片劃分如圖表 42 太陽能車晶片劃分圖，並且以 14 組最大功率追蹤模組(MPPT)控制 14 組晶片區塊，並且將全部 MPPT 加以並聯，在連接至負載部分。



圖表 42 車內配置方塊圖



(a) 左半邊MPPT電路圖

(b) 右半邊MPPT電路圖

圖表 43 左-右太陽能板與 MPPT 電路圖

太陽能晶片量測數據例

	Voc	Isc	Vpmax	Ipmax	Pmax	FF	Time
M1-1	42.89985	0.373016	29.09999	0.257045	7.480007	0.467432	11:25
M1-2	42.30013	0.34579	31.50076	0.225505	7.103579	0.48565	11:23
M2-1	43.49941	0.396897	30.30037	0.279879	8.480437	0.491199	11:36
M2-2	44.0992	0.418843	31.50085	0.29145	9.180923	0.497055	11:37
M2-3	43.49943	0.389123	29.70009	0.263487	7.825588	0.462324	11:37
M2-4	42.30006	0.382185	27.89965	0.262806	7.332195	0.453544	11:39
M2-5	43.49949	0.362799	29.70012	0.246589	7.323723	0.464068	11:40
M2-6	41.70045	0.365225	27.89968	0.246667	6.88193	0.451865	11:41
M3-1	38.10053	0.382835	24.3005	0.239854	5.83E+0 0	4.00E-01	11:45
M3-2	40.50089	0.425999	27.89964	0.288904	8.060318	0.467174	11:46
M3-3	42.29997	0.423066	29.09985	0.283651	8.254202	0.46124	11:47
M3-4	34.50051	0.255861	20.69939	0.152408	3.154753	0.357384	11:47
M3-5	35.70009	0.408339	25.50018	0.268293	6.84152	0.469313	11:48
M3-6	41.10071	0.404652	27.89964	0.2636	7.354345	0.442194	11:49
M3-7	39.30095	0.400853	26.09997	0.256813	6.702812	0.42547	11:50
M4-1	42.30001	0.412509	29.70012	0.280961	8.344575	0.478223	11:52
M4-2	41.10079	0.408438	26.69984	0.278076	7.424585	0.442279	11:53
M4-3	43.49939	0.422141	30.30046	0.293336	8.888216	0.484032	11:54
M4-4	42.89968	0.413874	29.09986	0.283606	8.252895	0.464819	11:55
M4-5	43.49936	0.414988	30.30039	0.28388	8.601675	0.476502	11:56
M4-6	43.49943	0.413073	30.90071	0.279165	8.626397	0.480086	11:56
M5-1	39.9011	0.389788	25.5002	0.244256	6.228577	0.400475	11:59
M5-2	36.90024	0.343539	23.70052	0.206514	4.894489	0.386102	12:01
M5-3	42.30008	0.398808	29.09986	0.25676	7.47168	0.442908	12:01
M5-4	42.89973	0.395153	29.09987	0.259555	7.553017	0.445554	12:02
M5-5	42.89971	0.420454	29.09988	0.28412	8.267858	0.458374	12:03
M5-6	43.49936	0.426934	30.90069	0.29911	9.242705	0.497686	12:04
M6-2	48.00147	0.374774	34.20037	0.266236	9.10537	0.506143	13:48
M6-3	46.79981	0.366148	33.00199	0.256886	8.477749	0.494743	13:49
M6-5	48.00147	0.376994	34.79943	0.274176	9.541169	0.527245	13:50
M6-6	39.00163	0.293904	25.20102	0.191053	4.81473	0.420033	13:50
M7-1	33.60142	0.206553	20.398	0.120627	2.46055	0.354522	14:01
M7-2	43.79822	0.362674	30.00031	0.248093	7.442867	0.468562	14:03
M7-3	42.59962	0.348656	30.00024	0.226601	6.798084	0.457703	14:04
M7-5	39.60245	0.328214	24.60163	0.206481	5.079769	0.390809	14:07
M7-6	43.19841	0.353656	30.60097	0.243765	7.459445	0.488267	14:08
M7-7	43.19895	0.339873	28.79843	0.224753	6.472534	0.440844	14:09

M8-1	42.00068	0.357075	29.3994	0.262576	7.719577	0.514728	14:10
M8-2	42.0007	0.351043	30.60099	0.253502	7.757412	0.526138	14:10
M8-3	42.59968	0.331029	31.20187	0.252512	7.878847	0.558715	14:11
M8-4	42.0007	0.329776	29.3994	0.2435	7.158754	0.516847	14:12
M8-6	42.59967	0.327838	29.39939	0.241753	7.107391	0.508914	14:13
M8-7	42.59973	0.340042	29.39942	0.245354	7.213265	0.497958	14:14
M9-2	52.79535	0.342564	41.40112	0.252931	10.47163	0.578998	14:16
M9-4	52.19586	0.322217	42.59917	0.217815	9.278738	0.551702	14:18
M9-6	50.39872	0.342992	34.79956	0.229898	8.000349	0.462813	14:19
M9-7	49.79958	0.201928	30.60096	0.114162	3.493467	0.347404	14:20
M10-1	40.20235	0.310933	26.99886	0.206186	5.566787	0.445335	14:21
M10-2	42.00066	0.326459	27.59817	0.233266	6.437715	0.469512	14:23
M10-3	42.59967	0.328293	28.79839	0.225542	6.495246	0.464438	14:24
M10-4	42.59965	0.327033	28.19756	0.234424	6.610185	0.474478	14:25
M10-5	37.80004	0.303032	23.40102	0.194751	4.557372	0.397863	14:26
M10-6	43.79809	0.342524	30.00034	0.240096	7.202962	0.480137	14:26
M10-7	40.80233	0.319914	28.1976	0.217207	6.124716	0.469211	14:27
M11-1	40.80236	0.303123	26.99882	0.192199	5.189146	0.419558	14:29
M11-2	40.20243	0.300676	27.59817	0.198449	5.476829	0.453083	14:30
M11-3	42.59965	0.342884	29.39943	0.229521	6.747787	0.461964	14:31
M11-4	42.59959	0.338712	28.79843	0.236758	6.818259	0.472539	14:32
M11-5	43.19893	0.33226	30.00035	0.226076	6.782359	0.47253	14:33
M11-6	41.40161	0.33379	28.19761	0.223733	6.308736	0.456512	14:34
M11-7	42.59968	0.327479	28.19758	0.22074	6.224334	0.446173	14:35
M13-1	57.29816	0.392902	47.69953	0.286965	13.6881	0.60802	14:37
M13-3	57.29819	0.382161	45.29899	0.273489	12.38878	0.565772	14:38
M13-4	57.29836	0.369194	44.09901	0.25493	11.24216	0.531438	14:39

表格 4 太陽能晶片模組實測 P-V、V-I 特性曲線圖數據

電池量測數據
電池設計形式

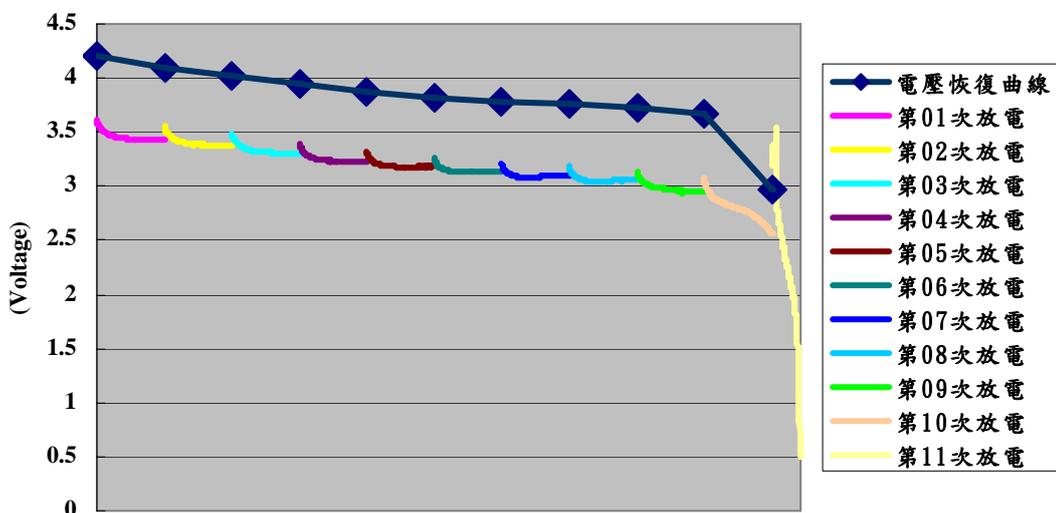
2007WSC 電池規定，電池重量不可超過 30 公斤，2005WSC 規定電容量不可超過 5000W 且重量不可超過 30KG。				
電池規格				
電池電容量	2.1AH	2.4AH	2.7AH	3.0AH
電池重量	43 g	48.5 g	54.5 g	60.5 g
電池工作電壓	3.7 V	3.7 V	3.7 V	3.7 V
電池最高電壓	4.2 V	4.2 V	4.2 V	4.2 V
電池最低電壓	2.7 V	2.7 V	2.7 V	2.7 V
電池重量 (2007wsc 新規定)	30000 g	30000 g	30000 g	30000 g
最多可使用的 電池數	697 顆	618 顆	550 顆	495 顆

以 30 串計算				
Max 126 V Min 81 V	23 組並聯	20 組並聯	18 組並聯	16 組並聯
電池總顆數	690 顆	600 顆	540 顆	480 顆
電池總重量	29670 克	29100 克	29430 克	29040 克
以工作電壓 3.7 v 計算電 池電容量	5361.3 W	5328 W	5394.6 W	5328 W
以最高電壓 4.2 V 計算電 池電容量	6085.8 W	6048 W	6123.6 W	6048 W

以 29 串計算				
Max 121.8 V Min 78.3 V	24 組並聯	21 組並聯	18 組並聯	17 組並聯
電池總顆數	696 顆	609 顆	522 顆	493 顆
電池總重量	29928 克	29536.5 克	28449 克	29826.5 克
以工作電壓 3.7 v 計算電 池電容量	5407.92 W	5407.92 W	5214.78 W	5472.3 W
以最高電壓 4.2 V 計算電 池電容量	6138.72 W	6138.72 W	5919.48 W	6211.8 W

電池殘存電量比對圖

SOC放電曲線(1C-A-6min)

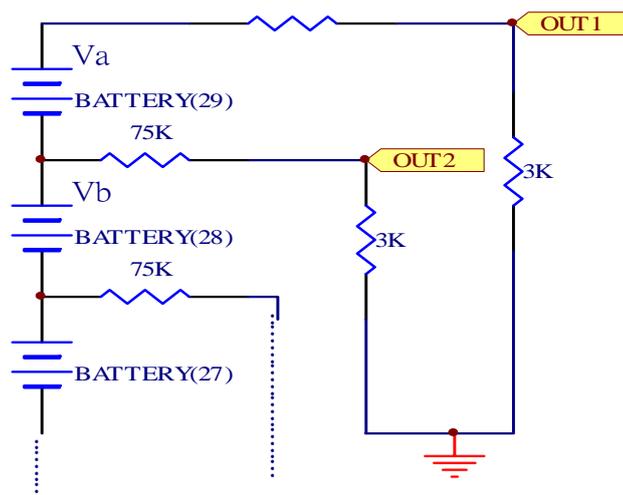


圖表 44 電池殘存電量比對圖

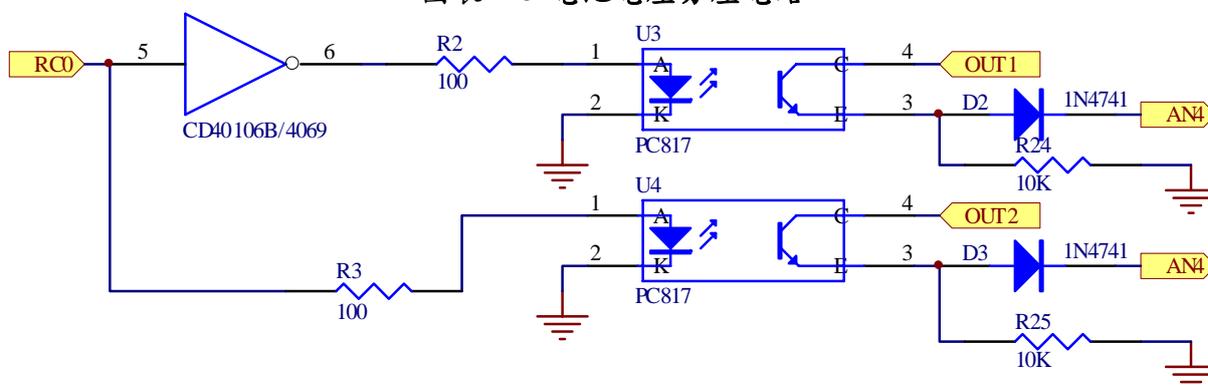
電壓偵測顯示製作流程：

要讓串聯電池的每一小組電壓偵測及顯示功能，先用分壓電路讓電池最大電壓 130V 能夠分壓出 5V 以內，如圖表 45 電池電壓分壓電路。因為 PIC18F4320)A/D 能接受電壓範圍 0V~5V 之間，但設計時有一點必須注意，由於電池會有過充現象。所以，必須預測電池充飽總電壓在更高的電壓下去設計，或者在 A/D 轉換前做一個保護電路，以免電壓過大導致單晶片毀損，一但保護電路發揮功效，轉換出數值也並不是正確數值，這點需要加

以考量設計狀況。



圖表 45 電池電壓分壓電路



圖表 46 偵測電池電壓切換電路

結論

本計畫利用單晶片完成具最大功率追蹤之 DC/DC 轉換器與太陽能電池與蓄電池之電能源管理之工作。將太陽能車之太陽能晶片分為 14 個區塊，並且以 14 組升壓型(Boost converter)轉換器做最大功率追蹤(MPPT)控制 14 組晶片區塊，利用擾動觀察法之追蹤準則做運算，以得到即時最大功率。利用單晶片做電源管理控制，可以即時顯示各個電池的端電壓、溫度與充電電流等資訊，並藉由通訊界面，在超過額定狀態與發生異常情況的時後，可以立即作各項安全的保護措施。使用者可以藉由各項監控顯示界面可以清楚的了解各項資訊，掌握每個環節，達到高效率的能量利用。此外負載搭配之設計，本計畫亦已做出適當的負載規劃分配以達成此一目標。

參考資料

1. 吳財福、張健軒、陳裕愷，太陽能供電與照明系統綜論，全華書局，民國 89 年。
2. 中華太陽能聯誼會，<http://www.solar-i.com>。
3. 梁適安著，交換式電源供給器之理論與實務設計，全華書局，民國 88 年
4. Myway PV-MAX97A 資料手冊
5. AD620 儀表放大器使用說明
6. NGM SCM150 資料手冊

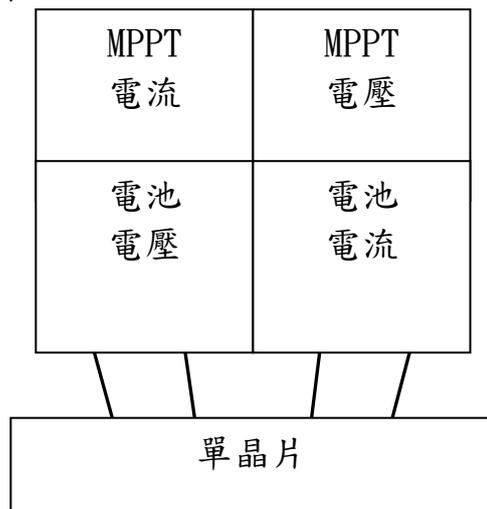
7. NGM EVC402 資料手冊
8. SB1080FCT 資料手冊
9. AERL "Maximizer" Max 300 B 資料手冊
10. Mitsuba 馬達資料手冊
11. Aurora 太陽能車，http://www.aurorasolarcar.com/main_frame.html
12. Microchip PIC18F4320 資料手冊
13. IC 4069 資料手冊
14. PC 817 資料手冊
15. 2007 世界太陽能車競賽規則，<http://www.wsc.org.au/2007/>

6.7.6 子計畫 5 之 2 電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化

本子計劃主要研究方向為：一為建立控制器、馬達、太陽能板及電池等等相關溫度顯示及控制；另一重點則有關於控制器燒錄器內的數值及如何制定數直接經由 Pic 晶片直接傳輸到控制器的研究工作。本實驗室目前在制定於如何量出電壓及電流的數值，並檢討目前本實驗室將用 PIC 晶片內部轉換部分負責溫度監控。另一部分經由日文資料取得部份的設定數值選擇晶片來取代燒錄程式再考慮寫入何種數值在馬達 Power 及 Eco 模式下的分別。目前正在試做馬達的控制板，先用實驗室正在進行的醫療機器人來模擬控制馬達的出力及方向，在來就是擴大實驗板的功用，用其來取代之之前需要電腦透過 RS232 傳輸線來對控制器燒錄數值之方式。另一邊著手加強實驗電路板的功用，使其能在控制燒錄數值之餘可以在同一塊電路實驗板上控制感測溫度 Sensor 模組。目前依照不同功能製作出不同方向的實驗電路板，在依據此方向將實驗板電路簡化進一步建立在同一塊電路上，以達到簡單控制東功能的目標。目前本實驗室已建立檢測、焊接及性能等等技術評估。另外一個重點在於檢測太陽電池板、馬達、控制器及電池的溫度 Sensor 材料。主要為研製寫入數值電路板，並於近期可以進一步測試。

利用單晶片內建 A/D 轉換器，擷取 MPPT 電流，MPPT 電壓，電池電壓，電池電流，並將其顯示在 LCD 面板上。

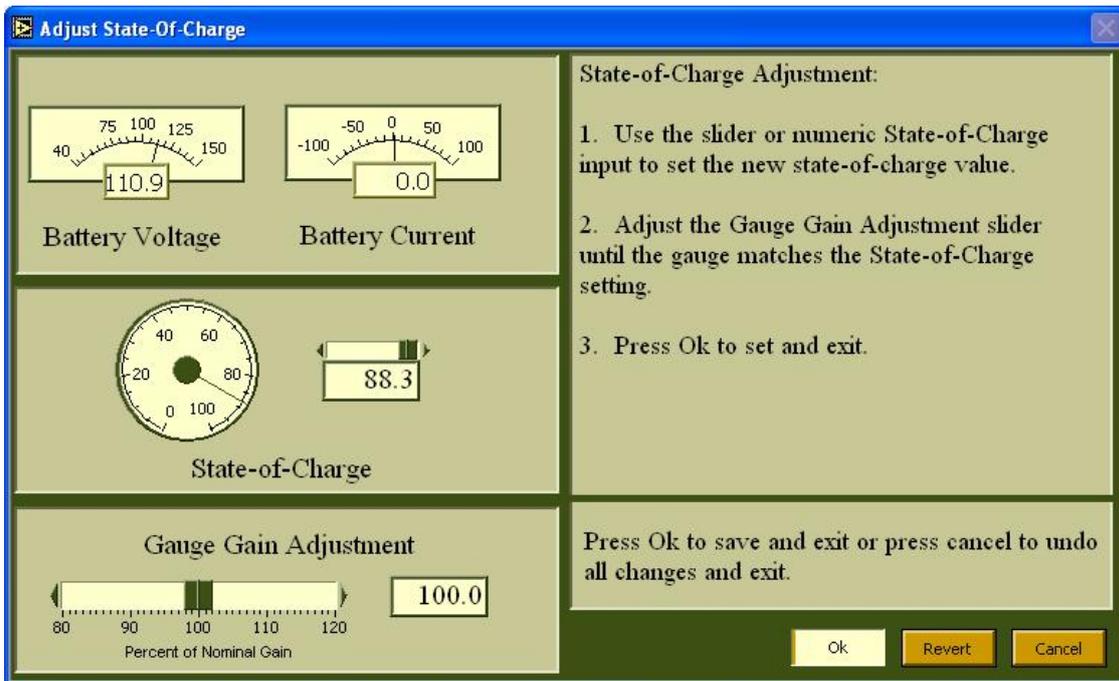
LCD 顯示面板架構圖



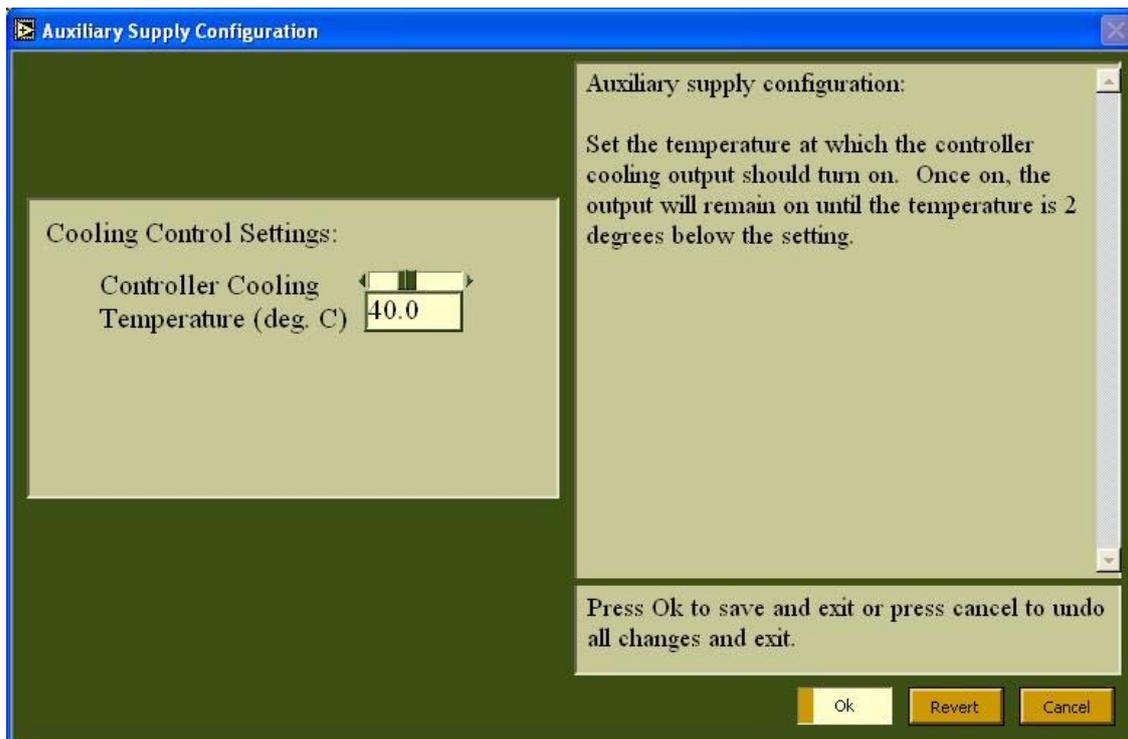
圖表 47 LCD 顯示面板架構圖

電力與動力系統監測技術可分為

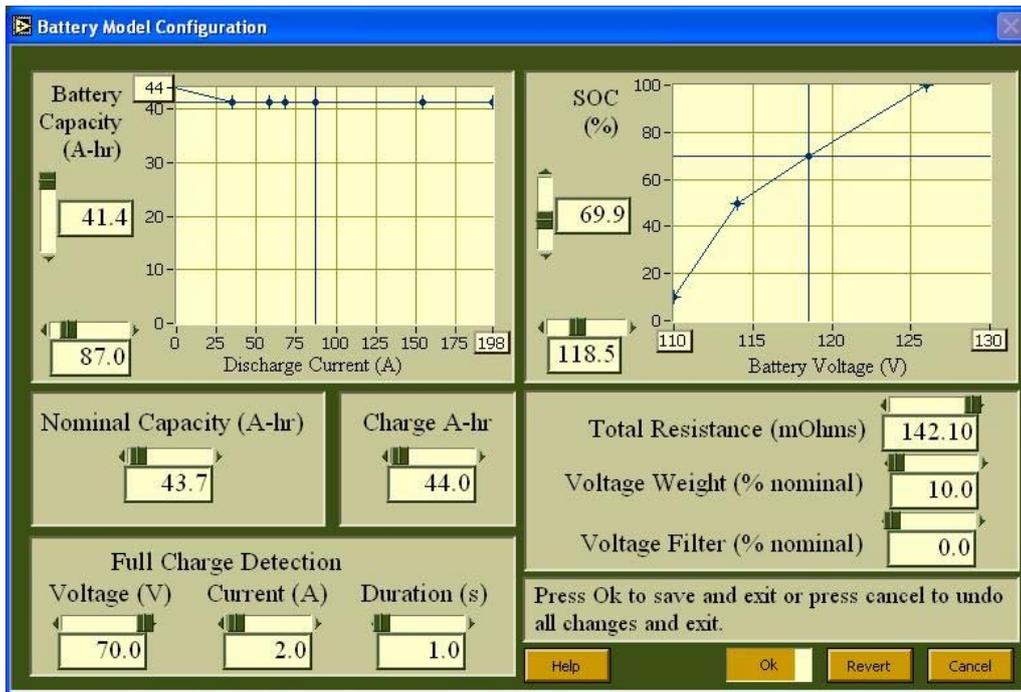
1. 電池電壓電流之面板顯示
2. MPPT 電流之面板顯示
3. MOTOR 電流之面板顯示



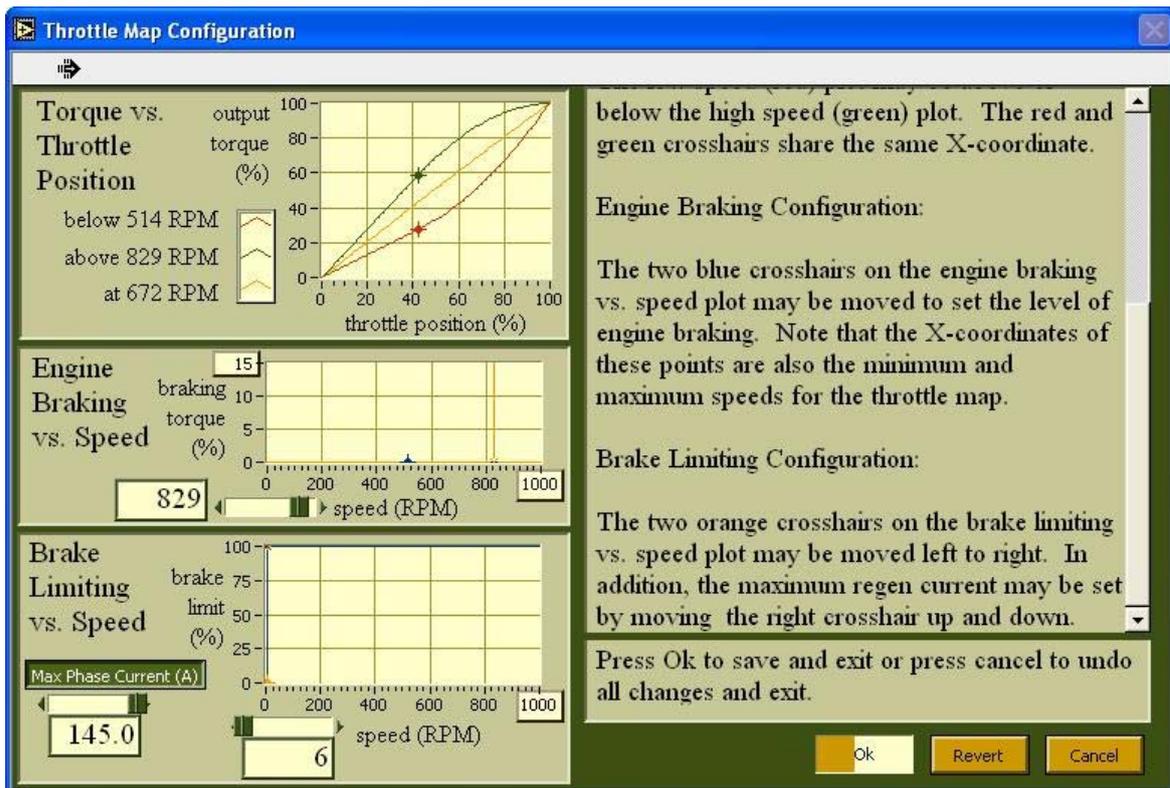
Adjust State-OF-Charge



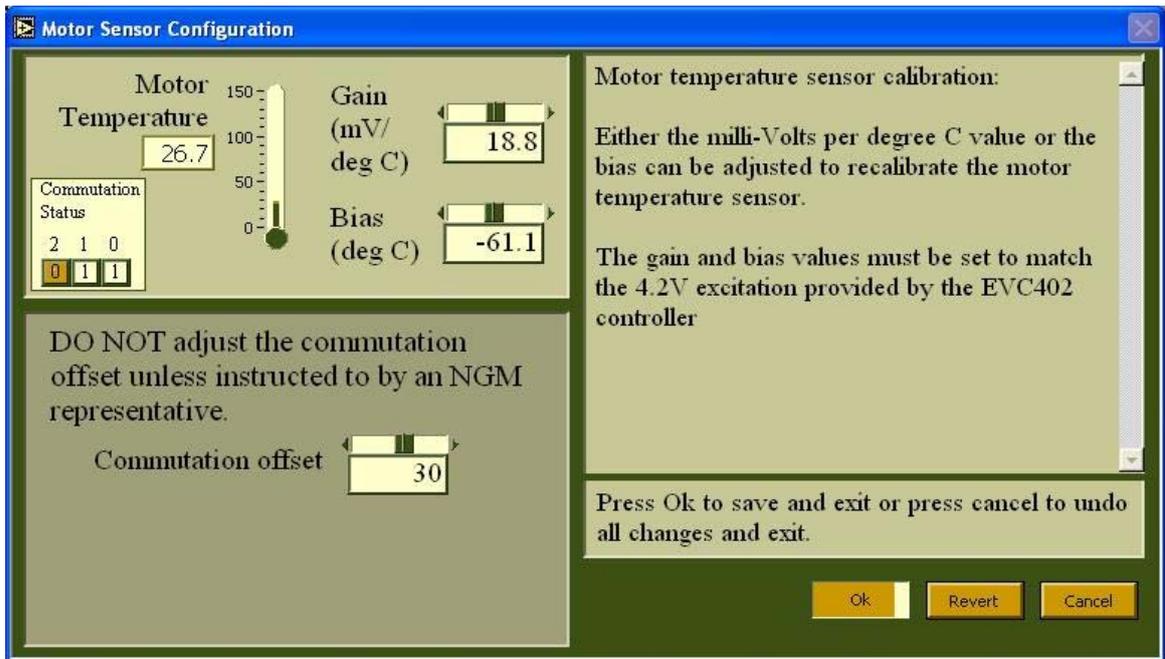
Auxiliary Supply Configuration



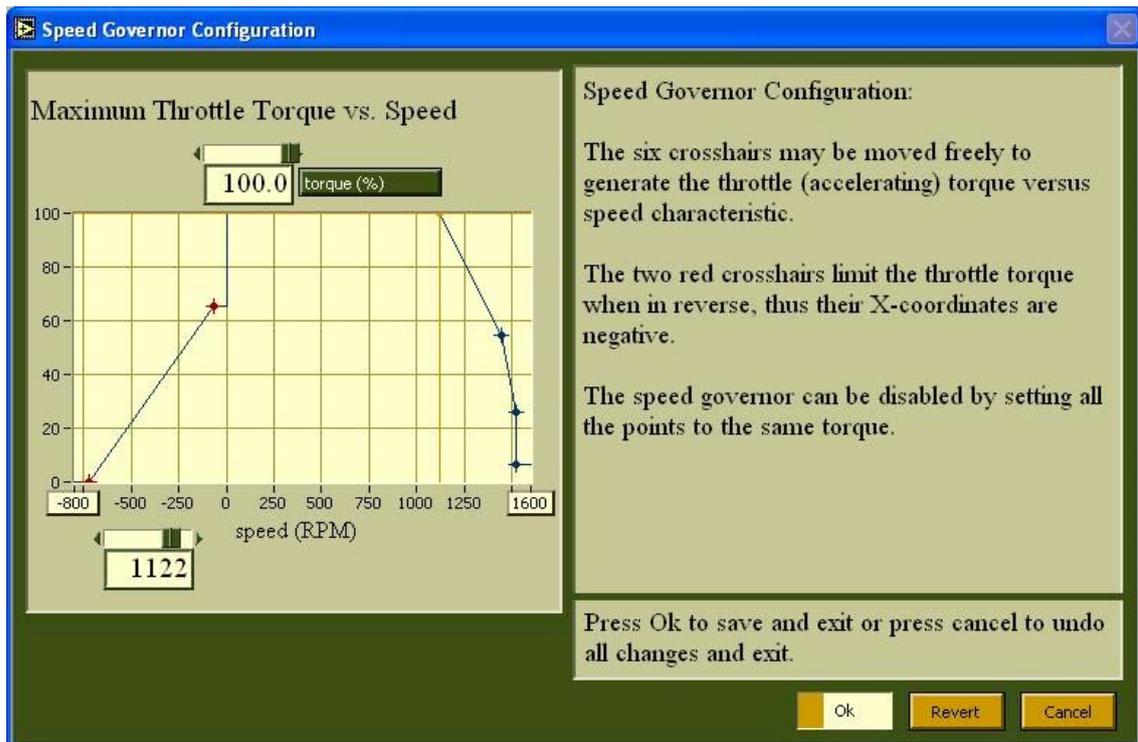
Battery Model Configuration



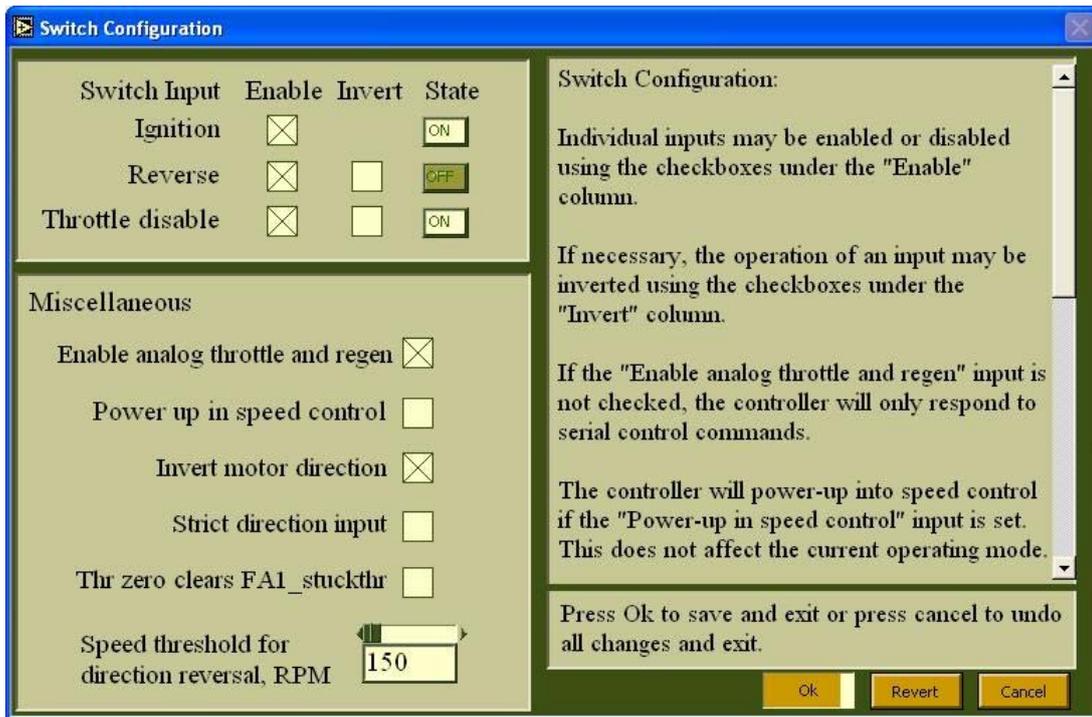
Throttle Map Configuration



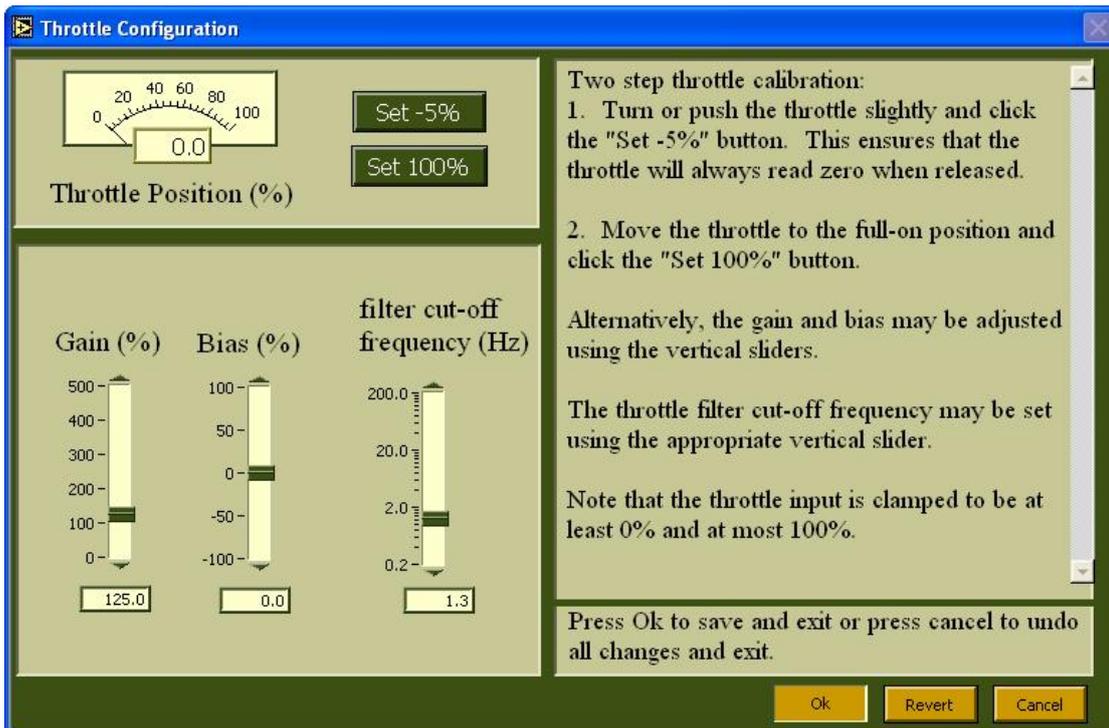
Motor Sensor Configuration



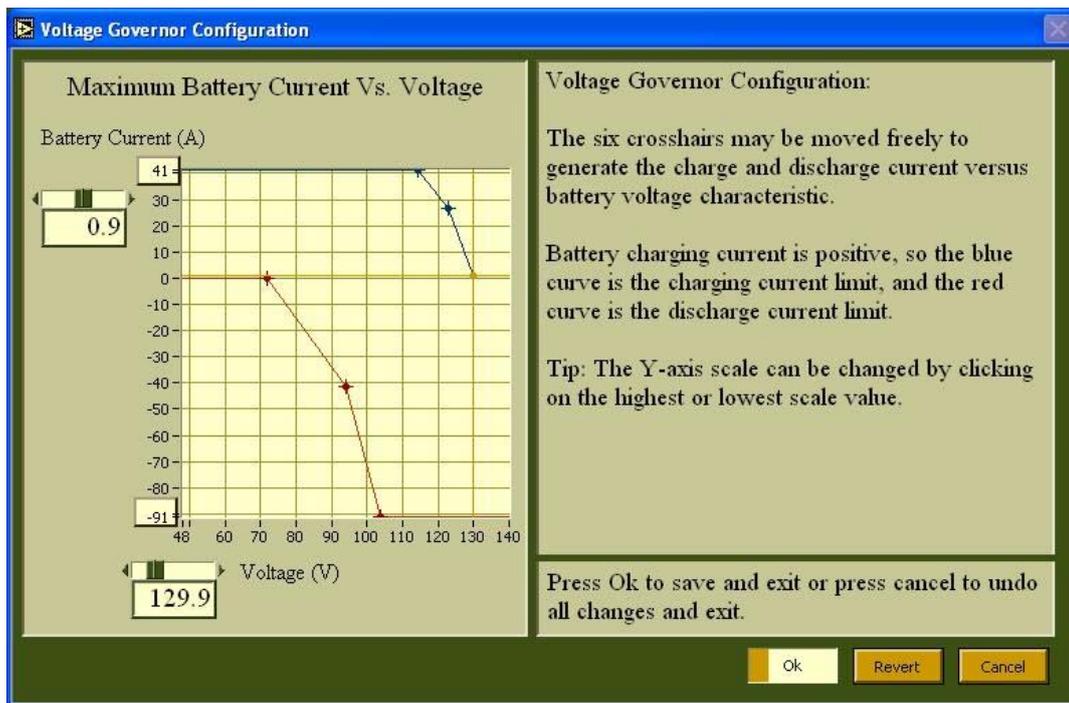
Speed Governor Configuration



Switch Configuration



Throttle Configuration



Voltage Governor Configuration

參考文獻

1. Hamrouni N, Jraidi M, Cherif A, Dhouib A, "Measurements and Simulation of a PV Pumping Systems Parameters Using MPPT and PWM Control Strategies," Electrotechnical Conference, 2006. MELECON 2006. IEEE Mediterranean 16-19 May 2006 pp885 – 888
2. Itako K , Mori T , " A new current sensorless MPPT control method for PV generation systems "Power Electronics and Applications, 2005 European Conference on 11-14 Sept. 2005pp9.
3. Xiao W, Dunford W.G., "Evaluating maximum power point tracking performance by using artificial lights," Industrial Electronics Society, 2004. IECON 2004. 30th Annual Conference of IEEE Volume 3, 2-6 Nov. 2004 pp2883 - 2887 .
4. Minwon Park, In-Keun Yu, "A study on the optimal voltage for MPPT obtained by surface temperature of solar cell," Industrial Electronics Society, 2004. IECON 2004. 30th Annual Conference of IEEE, Vol. 3, pp. 2040-2045.
5. Tafticht T, Atif, K, Agbossou K, "Utilisation of Petri nets for modelling the MPPT converter for a PV system," Electrical and Computer Engineering, 2003. IEEE CCECE 2003. Canadian Conference on Volume 1, 4-7 May 2003 pp543 – 546.
6. Koutroulis, E; Kalaitzakis, K; Voulgaris, N.C.; "Development of a microcontroller-based, photovoltaic maximum power point tracking control system," Power Electronics, IEEE Transactions on Volume 16, Issue 1, Jan. 2001 pp46 – 54
7. Noguchi T, Togashi S, Nakamoto R, "Short-current pulse based"

7. 經費運用情形一覽表

計畫序號及名稱	年度	本年度核定經費 (單位：元)					實際執行數 (單位：元)					執行率 (%)			備註
		經常門			資本門 (軟硬體設施費)	合計	經常門			資本門 (軟硬體設施費)	合計	經常門	資本門	合計	
		人事費	業務費	其他 (耗材)			人事費	業務費	其他 (耗材)						
總計畫	94	50,000	2,950,000	400,000	320,000	3,720,000	50,025	2,934,985	415,125	321,185	3,721,320	100%	100%	100%	
	95	0	1,200,000	0	0	1,200,000	0	1,178,331	0	0	1,178,331	98%	-	98%	
	96														
分項計畫一	94	0	0	0	1,000,000	1,000,000	0	0	0	1,274,500	1,274,500	-	127%	127%	
	95	25,000	10,000	30,000	1,350,000	1,415,000	26,400	8,282	37,131	1,423,850	1,495,663	110%	105%	106%	
	96														
分項計畫二	94	0	0	0	1,790,000	1,790,000	0	0	0	1,749,000	1,749,000	-	97.7%	97.7%	
	95	0	5,000	70,000	1,730,000	1,805,000	0	4,500	70,388	1,975,307	2,050,195	99.8%	114%	114%	
	96														
分項計畫三	94	0	0	0	1,890,000	1,890,000	0	0	0	1,748,000	1,748,000	-	92.5%	92.5%	
	95	12,500	10,000	80,000	500,000	602,500	11,850	9,955	107,407	499,000	628,212	126%	99.8%	104%	
	96														
分項計畫四	94	0	0	0	1,000,000	1,000,000	0	0	0	970,000	970,000	-	97%	97%	
	95	12,500	5,000	70,000	1,250,000	1,337,500	11,775	0	70,148	1,100,000	1,181,920	93.6%	88%	88.4%	
	96														
分項計畫五之一	94	0	0	0	600,000	600,000	0	0	0	586,000	586,000	-	97.7%	97.7%	
	95	0	5,000	100,000	995,000	1,100,000	0	0	100,107	935,000	1,035,107	95.3%	94%	94.1%	
	96														
分項計畫五之二	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
	95	0	10,000	100,000	1,430,000	1,540,000	0	8,707	100,373	1,334,500	1,443,580	99.2%	93.3%	93.7%	
	96														
合計	94	50,000	2,950,000	400,000	6,600,000	10,000,000	50,025	2,934,985	415,125	6,648,685	10,048,820	100%	101%	100%	
	95	50,000	1,245,000	450,000	7,255,000	9,000,000	50,025	1,209,775	485,554	7,267,657	9,013,011	100%	100%	100%	
	96														

※ 註：一、本表所填各項數據應於『經費收支結算表』一致。

二、『經常門』執行率未達 80% 以上或『資本門』執行率未達 90% 以上，應於『備註』說明具體理由，並附相關證明文件，否則將依規定刪減、停撥下一年度之經費補助或終止補助。

8. 年度計畫查核點執行情形：

計畫序號及名稱	年度查核點	執行進度			落後原因說明
		超前	符合	落後	
總計畫 再生能源應用整合與複合動力原型車開發	1. 新動力源(馬達)購入		√		
	2. 車體完成		√		
	3. 初部系統測試完成		√		
	4. 結案報告		√		
分項計畫一 太陽電池封裝技術及新能源材料開發	1. AZO薄膜製備及特性分析		√		
	2. 封裝輔助夾具設計與製作		√		
	3. 晶片連接技術測試		√		
	4. 小型晶片連接系統建立		√		
分項計畫二 太陽能車與複合動力車之工程分析	1. 最輕化車架/底盤結構之工程分析		√		
	2. 最輕化下車殼之工程分析		√		
	3. 最輕化上車殼之工程分析		√		
	4. 整合車體震動模態分析		√		
分項計畫三 可再生型燃料電池	1. MEA 最佳化		√		
	2. 奈米觸媒製作		√		
	3. 電堆性能測試		√		
	4. 複合動力系統整合		√		
分項計畫四 液滴行為可視化技術及應用	1. 液滴產生器及外加頻率、噴嘴口直徑、流量之選取、測試		√		
	2. 可視化儀器安裝及試車		√		
	3. 生質能液滴撞擊液滴碰撞行為量測分析		√		
	4. 水滴撞擊太陽能晶片量測及分析		√		
分項計畫五 電力與動力系統	1. 資料蒐集、負載搭配設計完成		√		

監控技術 (分計畫一) 太陽光電能管理 技術	2. 蓄電池的充放電管理完成		√		
	3. 電壓、電流調整電路完成、最大功率追蹤完成		√		
	4. 即時(real time)最大功率追蹤、長途賽之電能管理策略完成		√		
分項計畫五 電力與動力系統 監控技術 (分計畫二) 馬達性能最佳化	1. 資料蒐集、馬達負載調配完成		√		
	2. 馬達氣隙調整完成、高效率電力轉換完成 50%		√		
	3. 馬達即時氣隙調整、高效率電力轉換完成		√		
	4. 完成馬達扭力、轉速最佳化		√		

※註：『年度查核點』之填寫應與核定後之詳細計畫申請書所列內容一致。

9. 九十六年度計畫封面

教育部辦理技專校院「發展學校重點特色專案計畫」

九十六年度計畫書

再生能源應用之整合研發與人才培育
(3/3)

Integration Development and Human Resources
Education of the Renewable Energy Applications

台技(一)字第

號

全 程 計 畫：自 民 國 94 年 1 月 至 民 國 96 年 12 月 止
本 年 度 計 畫：自 民 國 96 年 1 月 至 民 國 96 年 12 月 止

南台科技大學

提報日期：民國 95 年 12 月 10 日

修訂日期：民國 年 月 日

10. 九十六年度計畫基本資料表

總計畫名稱		再生能源應用之整合研發與人才培育 (http://www.stut.edu.tw/mech/first.htm)					
總計畫編號				執行單位	南台科技大學		
計畫 總 主 持 人	姓名	張崑縉		計畫 聯 絡 人	姓名	張崑縉	
	電話	06-2533131 #3545			電話	06-2533131 #3545	
	傳真	06-2425092			傳真	06-2425092	
	E-mail	wcchang@mail.stut.edu.tw			E-mail	wcchang@mail.stut.edu.tw	
全程計畫 核定補助 經費 (仟元)	經常門			本 年 度 核 定 補 助 經 費 (仟元)	經常門	2830	
	資本門				資本門	13670	
	合計				合計	16500	
全程計畫學校配合款 (仟元)				本年度學校配合款 (仟元)		3500	
計畫序號	計畫名稱			主持人	職稱	服務單位	
總計畫0	再生能源應用之整合研發與人才培育			張崑縉	助理教授兼先進車輛組組長	南台科大 機械系	
分項計畫1	太陽電池封裝技術及新能源材料開發			林克默	助理教授	南台科大 機械系	
分項計畫2	太陽能車與複合動力車之工程分析			劉乃上	副教授	南台科大 機械系	
分項計畫3	可再生型燃料電池			張崑縉	助理教授兼先進車輛組組長	南台科大 機械系	
分項計畫4	液滴行為可視化技術及應用			陳榮洪	副教授	南台科大 機械系	
分項計畫5-1	電力與動力系統監控技術 - 太陽光電 能管理技術			蔡明村 朱慶隆	教授 副教授	南台科大電機系 南台科大電機系	
分項計畫5-2	電力與動力系統監控技術 - 馬達性 能最佳化			黃東雍 洪正瑞	助理教授 副教授	南台科大機械系 南台科大電機系	

註：本表資料及相關數據請依據核定後之詳細計畫書填寫。

11. 九十六年度計畫內容

11.1 計畫名稱

再生能源應用之整合研發與人才培育 (3/3)

主要目標為：

- (1) 強化「新能源中心」教育功能，以技專院校重實做特點，發展本校特色－再生能源應用。
- (2) 培育相關領域研究人員，建立自主之關鍵性技術。

執行時間：本年度自 94 年 7 月 1 日起至 96 年 12 月 10 日止，共三年。

11.2 計畫目標 (發展重點項目)

再生能源是目前重點發展技術，南台科大近年來在此相關領域投入甚多人力物力，不論在風能、太陽能的應用研發上皆領先其他大學，比如說太陽能路燈、太陽能車與風力發電等。為更加提升在能源科技之研發能量，南台科技大學工學院於 92 年度成立『新能源中心』，跨系整合新能源與再生能源等相關專長的師資與設備，並進行關鍵元件研究、系統設置技術開發及人才培訓等任務。本計畫為本校重點發展項目『再生能源應用之整合研發與人才培育』之第二年計畫，期能達到整合目的，集中研發能量，新能源中心將以發展『再生能源複合動力車』為執行之目標。

計畫執行將以配合專題發展之方式，運用新能源中心各實驗室發展之成果，應用於作品上，預計完成之專題作品依次為：

1. 太陽能車(已完成)
2. 太陽能車最佳化與複合動力車雛型開發(已完成)
3. 再生能源複合動力車

未來一年度具體之發展重點項目包括，最佳化現有太陽能車之性能，提高能源使用效率，將複合動力雛形系統精進，並以此為藍圖開發再生能源複合動力車之雛型，各相關子計畫如下：

第三年各子計畫為：

1. 新式太陽電池製作
2. 複合動力控制系統
3. 太陽能車與複合動力車之全車分析
4. 太陽晶片散熱分析技術
5. 太陽能 - 燃料電池複合動力系統

此外，將配合再生能源科技發展趨勢、積極增強研究設備、推動群體研究、有效運用既有之研究資源、加強跨系所及跨學院之合作，並積極與南區產學協會及國內外學術單位進行學術合作與交流，藉以提昇學術研究水準，並邁向國際化。

本計畫第二年將以機械及電機兩系為主，期能在現有架構上進一步強化電力與動

力系統性能，並逐步擴充計劃規模，目標為：

□ 強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室，鼓勵其他實驗室轉型加入新能源中心，並共享資源。

□ 專題作品與個各實驗室專長結合，開設『再生能源』相關課程，讓學生從實作中知不足而能主動去學習。

□ 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生能源系統裝設等最新技術研發。

□ 辦理『再生能源整合』相關技術研討會。

後續計畫之目標規劃雷同，但搭配不同專題略有修正，詳細內容將逐年提出，並將以前一年執行成果做為修正之參考。

11.3 整體計畫所發展之技術

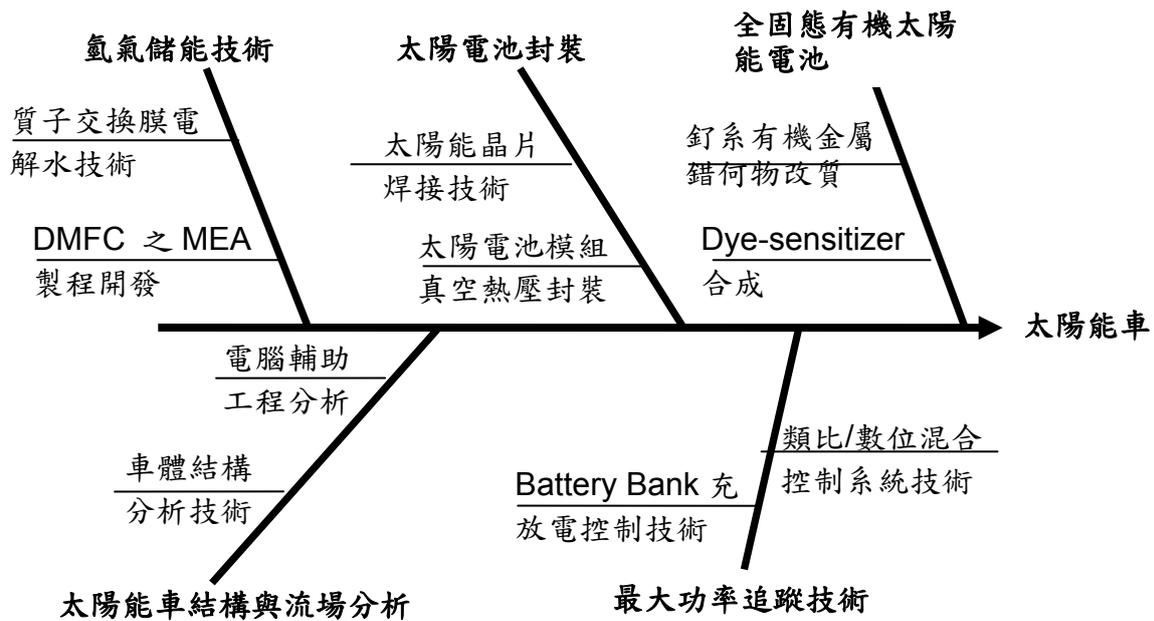
本計畫以三年期為目標，每年皆設定一實作目標須達成。前兩年度之成品為新太陽能車及複合動力系統雛型，本校投入相當多之人力進行開發，提供款項約捌百萬元，加上前年度計畫所提供之二百七十萬元參賽之經常門費用，以及去年度之一百萬車體製作費用，南台科大注重可再生能源開發之用心，已是國內大專院校之翹楚。



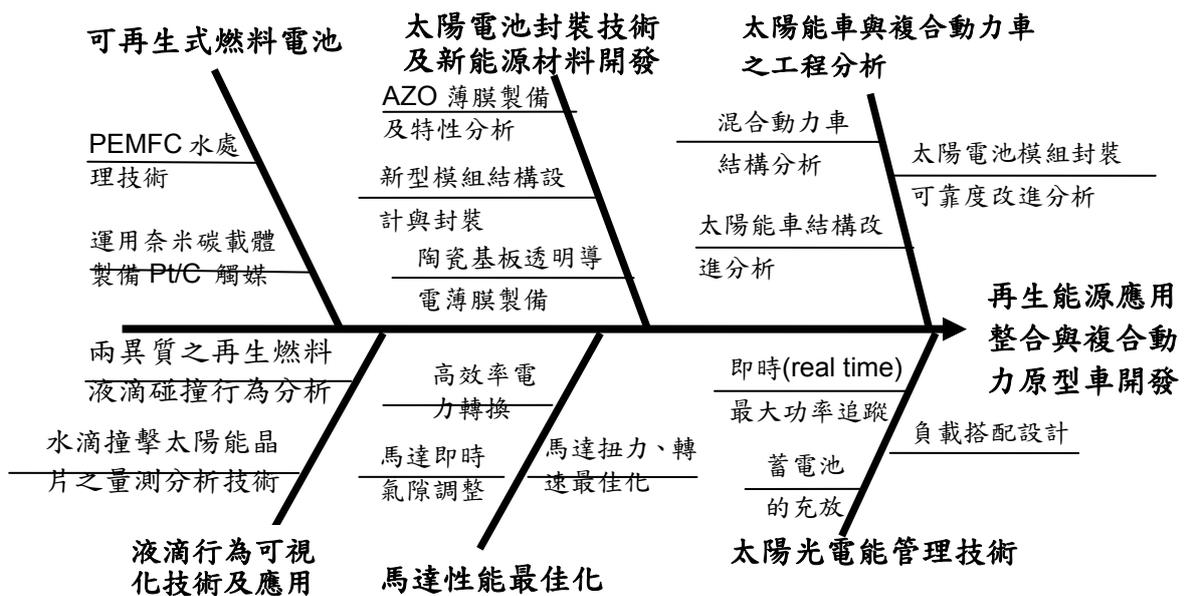
圖表 48 本校太陽能車參加 2006 World Solar Rally 比賽

相關子計畫衍生之技術，以魚骨圖可清楚表示如下：

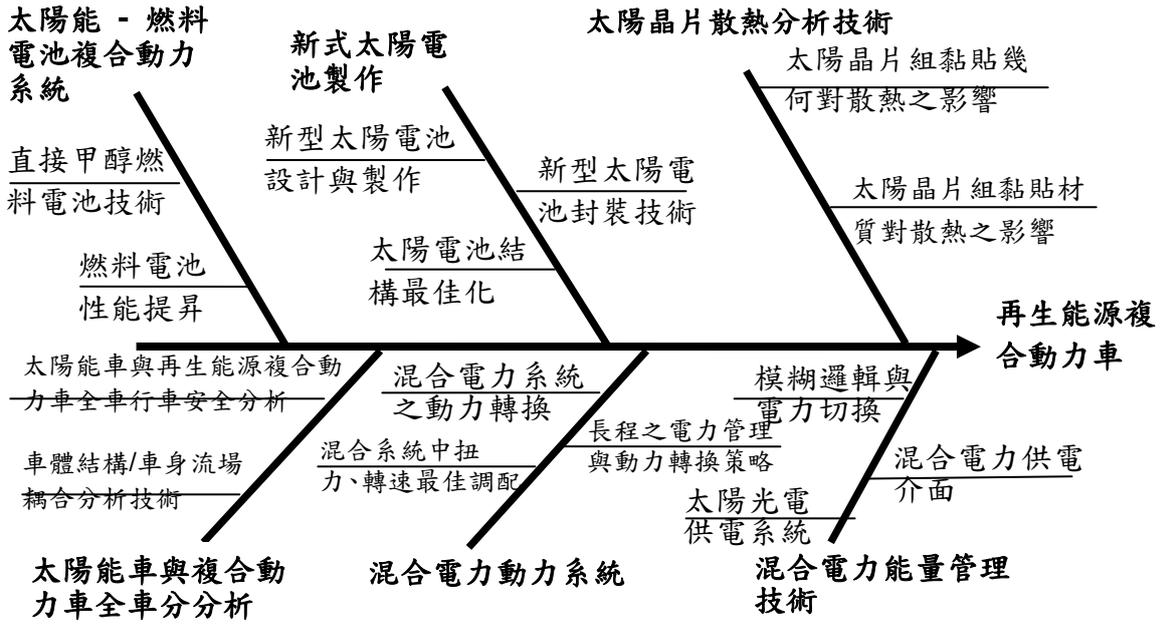
第一年 （已完成）



第二年 (今年度計畫)



第三年



11.4 具體內容及配套措施（如校內發展整合情形與現有設施及未來設施規劃、課程規劃、使用規劃、管理規劃等）

11.4.1 本校再生能源科技發展整合情形

本校致力於太陽能科技研究，連續數年投入大筆經費製作太陽能車並積極參與國際競賽，從最初南北走透透、赴澳洲參加世界太陽能挑戰賽及最近至雅典之太陽能拉力賽，不但替台灣增光外，亦彰顯本校深耕能源技術之決心與實力。93 年雖因原來負責太陽能車教師離職，本校先進車輛組師生隨即接替開發工作，並於短短 9 個月成功開發出新車，並參加國際比賽證明實力。除此之外本校亦非常重視能源科技之教學，近年來有多位教師投入能源科技相關之研究，校方亦挹注大筆經費強化實驗器材，讓老師可以將實際研究成果展現於課堂上，吸引優秀學生加入實驗室，提升研發能量。

再生能源科技列為本校工學院中長期之研究項目，其中『新能源載具之研製』、『有機太陽能電池製作』、『太陽電池模組設計製作與應用』、『燃料電池之研發及應用技術』、『超級省油車研製』及『再生能源系統設置技術』等項目是發展之重點。機械系、電機系、電子系及化工系負責相關技術之推動與教學。由於計畫之規劃是透過工學院整合，因此不論在人力、技術、設備及資源上，皆具有共享與共用之優勢。各系特色及發展重點目標如下：

- 機械系：有太陽光電/風力發電實驗場、太陽電池模組製作實驗室、燃料電池實驗室、汽車感測與控制實驗室、電腦輔助工程分析室，並且機械系已有初步新能源研發設備及量測儀器、太陽光電/風力發電及相關系統控制的師資，重點目標為『透明薄膜式太陽電池之研製』、『太陽電池模組封裝技術』、『再生型燃料電池之研發及應用技術』及『再生能源系統裝設技術』。
- 化工與材料工程系：主要參與為『高分子材料中心』，近年來添購有真空蒸鍍機、螢光光埔儀、陣列二級體分光光譜儀、AFM 與塑譜儀等精密儀器。本計畫中其參與之重點研究項目為『全固態有機太陽能電池製作』。
- 電機系：以再生能源實驗室、電力電子實驗室為主，此外電機系擁有一些與半導體、奈米光電相關的師資與儀器設備，並已開發出高功率正弦波輸出直交流轉換器，後續將朝大電流無刷直流馬達、電力調整技術等方向研發。

計畫將以跨科系方式，以工學院內之機械系「新能源中心」為主，逐年與化工系「高分子材料中心」、電機系「光電半導體中心」合作，將原本已有且與再生能源科技相關領域之師資及儀器設備加以整合，以執行『再生能源應用之整合研發與人才培育』重點特色計畫。教育部去年提供之經費除建置或補強共 8 間相關實驗室，經常門費用更大力支持以太陽能車本體為藍本之複合動力系統雛形以及參加台灣太陽能車拉力賽。同時強化本校在再生能源開發之特色－再生能源應用整合。

11.4.2 再生能源之應用整合以及架設複合動力系統之技術研發

本研發計畫分為複合動力系統設置技術及專題車輛製作研發兩部份，前年度於前者著重於有機太陽電池、太陽電池模組、氫氣儲能等組件開發；後者則著重於太陽能車設計、工程輔助分析與最大功率追蹤器等系統之技術探討。本年度著眼於落實第一年度所開發之相關技術，並開始朝向燃料電池-太陽能複合動力系統整合之先進再生能源應用技術開發。以下將逐一詳細敘述各子計畫之具體內容。

11.4.3 總計畫 - 再生能源應用整合與複合動力原型車開發

隨著原油價格的高漲，能源議題又再被重視，加上環境變化加劇，全球天候不穩定，因此一種綠色不虞匱乏之能源便成為現今發展的重點。本計畫於初始即設定以實際作品展現計畫成果，由製造太陽能車、省油車之基礎，加上本校長期投入能源開發之成果，製造一部結合新能源-燃料電池與可再生能源-太陽能之複合動力車，不但可領導未來發展，更可積極參與國際比賽，提昇台灣支持綠色環保的形象。

燃料電池 - 太陽能結合之複合動力車，將未來具備無限潛能的氫能與可再生能源太陽能整合使用，不但可以解決燃料電池氫氣儲存的問題，亦能補強陽光不足時太陽能車功能不彰之缺點。目前在汽車產業尚未見商用大型太陽能車，但被視為新電動車（燃料電池驅動）的過渡商品 - 混合動力車已悄然上市。下圖表 49 為日本大學研發之燃料電池-太陽能複合動力車，圖表 50 則為加拿大工程師將 Toyota 之複合動力出加以改裝，結合太陽能光電板以便補給耗盡之電能。



圖表 49 日本玉川大學之太陽能 - 燃料電池車



圖表 50 太陽能結合混合動力(油電)車

本年度將規劃設計此雙電力系統，預計於次年度將此系統應用於本校已開發成熟之太陽能車上，雛型將視經費多寡安裝於新建或舊有之太陽能車，期望能將此項技術藉由於車輛上之應用，增加經驗亦提升技術水準。

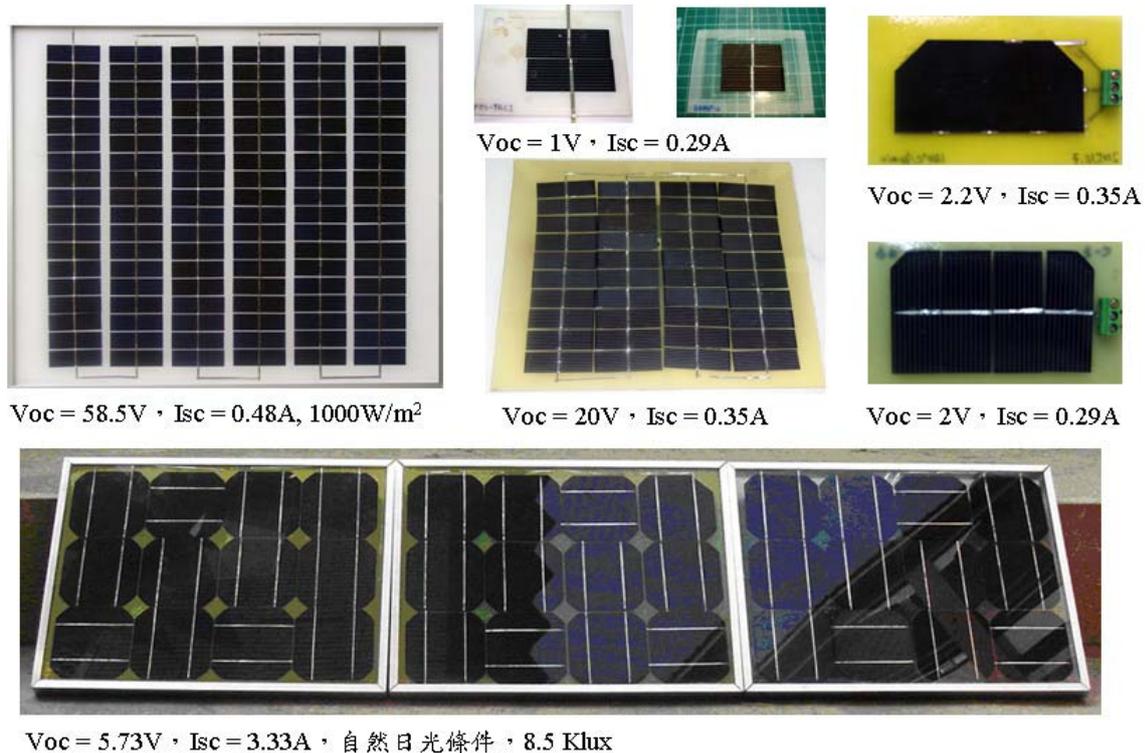
11.4.4 子計畫一 - 太陽能電池封裝技術及新能源材料開發

本子計劃主要研究發展方向可分為兩個重點：一為配合本校太陽能車研製計劃建立PV模組封裝及相關檢測技術；二為有關新能源材料的研究工作。本實驗室目前已完成PV模組真空熱壓封裝基礎技術[1~3]，對於商用Super Straight架構PV模組之封裝生產良率已大幅提升，並進一步建立Sub Straight輕型模組之封裝技術。此外本實驗室亦已建立PV模組之檢測、焊接及性能評估等技術[4~6]。本子計劃另外一個重點在於開發新能源材料，主要為研製新型透明導電薄膜材料，目前已建立溶膠-凝膠製程製作氧化鋅透明導電薄膜之基本步驟，最佳樣品之片電阻為 $360\Omega/\text{sq}$ ，可見光穿透率為80%以上，已達可利用於太陽能晶片透明電極之價值[7,8]。本計劃第三階段主要目標及考核重點分別敘述如下：

1. 太陽能電池模組設計與製作：(1)BIPV模組封裝測試；(2) PV模組之創意設計與製作；
2. 太陽光電系統監控技術：(1)PV系統監控界面之製作；(2)PV系統最佳化管理。
3. 節能材料製備與特性分析：(1) 電致色變薄膜之製備；(2) 電致色變薄膜之特性分析。

太陽電池模組之設計與製作

對太陽電池進行封裝是保護太陽電池的重要步驟。良好的封裝方式能減少太陽電池受環境影響的程度，並對其表面具有一定程度的保護效果，可提高太陽電池的使用效益。商用太陽電池模組多在太陽電池下側放置基板以保護模組，在太陽電池之受光面放置透明基板做為支持板，在其下用透明填充材料，如耐濕性佳之EVA [9, 10]，與太陽電池封在一起。透明基板以熱強化白板玻璃為佳。另外為了加強其對濕氣的抵抗力，亦會在透明接著樹脂上再貼上一層高分子薄膜。此封裝方式因為使用強化玻璃，故重量較重。圖表 51 為實驗室自製之各式PV模組與樣品。



圖表 51 自製之各式 PV 模組與樣品。

「綠建築」的概念自1990年經德、美、日等先進國家相繼提出後，已成為現代建築物設計主流之一，其中太陽光電池因其安靜無噪音與無污染的特性而被視為綠建築的最佳拍檔。事實上建材一體成型太陽光電板BIPV (Building Integrated Photovoltaics)的市場正大幅成長中，包括屋瓦、窗戶、遮陽(雨)棚、帷幕牆等BIPV產品已陸續被開發出來，參考圖表 52。傳統上，太陽電池模組大多被視為一套輔助發電系統，而且多安裝在建築物的頂部。現將太陽電池模組視為現代建築的一部分，並使它們能與建築物本體融為一體，如此一來將能大幅地提高太陽光電板的需求量，促使太陽能晶片大量的生產，有利於進一步降低太陽電池的製造成本而形成良性循環。同時，針對不同建築設計和其他接踵而來的應用，對模組的功能與設計將有多樣的要求。太陽電池模組的封裝技術必須能克服更多的挑戰，以符合太陽電池模組成為現代建築材料的目標。相對於過去外形單調的太陽電池模組，現今為了滿足求新、充滿創意建築師的需求，大量且多樣化模組以配合市場的潮流是必須的。雖然我們可以事先設計標準模組，例如不同的電池種類、面積尺寸和模組結構來供設計師挑選；但對不同的建築設計，許多特殊模組的選擇幾乎是不可避免。此時，太陽電池模組的封裝技術必須能快速反應市場的需求，對於不同模組的設計要能夠提供適合的封裝技術與方式以解決建築上的特殊要求。過去以不斷從錯

誤中學習的方式來獲得適當的工作參數，以及現有之模組效率都已無法再滿足未來的需求。



圖表 52 與建築物融為一體的各式 BIPV 模組[11]。

本子計畫擬繼續強化本實驗室所建立PV模組封裝技術。首先要了解BIPV模組之規格需求，其次建立BIPV模組封裝製程步驟。此項計畫除了讓學生能明瞭太陽光電發展趨勢外，所發展技術也可以提供相關廠商作為參考之用。再者，本實驗室亦計畫發展與製作小型少量多樣、客製化PV模組之技術，一方面能鼓勵學生發展創作才能，另一方面可讓學生經由實務操作來加強對太陽光電特性的認識。在封裝實驗部分便是將焊接好的晶片配合不同的覆蓋物材料組成，再利用本校真空熱壓封裝機以不同的溫度-壓力-時間曲線製作BIPV模組，並測試其對模組效率的影響。本實驗擬探討之製程條件如下：

1. 上下基板：不同厚度之遮陽板、玻纖板或玻璃；
2. 中間層：不同厚度之鐵氟龍或EVA；
3. 不同之太陽晶片排列。
4. 不同之溫度-壓力-時間曲線。

等四大部份。而對模組效率影響的量測除了分析其I-V曲線特性外，並對不同材料組合(不包括太陽能晶片)進行封裝，並量測其UV-VIS光穿透率的改變，以進一步了解其光學性質。封裝製程參數分析步驟如下：

1. 分別測量遮陽板、玻纖板或玻璃的透光率；
2. 量測未封裝太陽能晶片的I-V特性曲線及計算其內耗電阻；
3. 進行不同參數組合的封裝實驗；
4. 量測封裝後晶片之I-V效能並求內耗電阻；

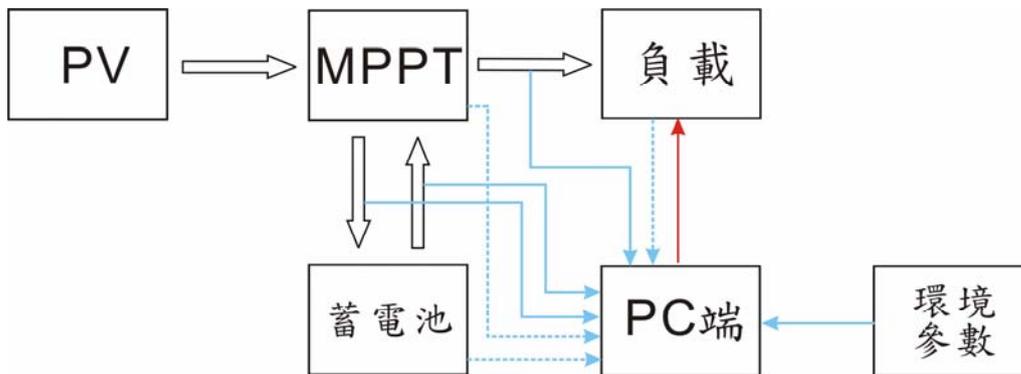
5. 進行高溫高濕實驗以及熱循環實驗；
6. 再量測I-V效能和分析內耗電阻變化；

其中，我們使用本實驗室自行發展的太陽能晶片性能分析程式來評估太陽能晶片相對效率的改變[1]。藉由分析晶片內耗電阻的大小，可作為判斷太陽電池模組封裝製程好壞之依據。其重要內容為量測I-V曲線、解非線性方程組求出光照特性、並計算內耗電阻的大小等，經此即能了解太陽能晶片效能的變化情形。

太陽光電系統監控技術

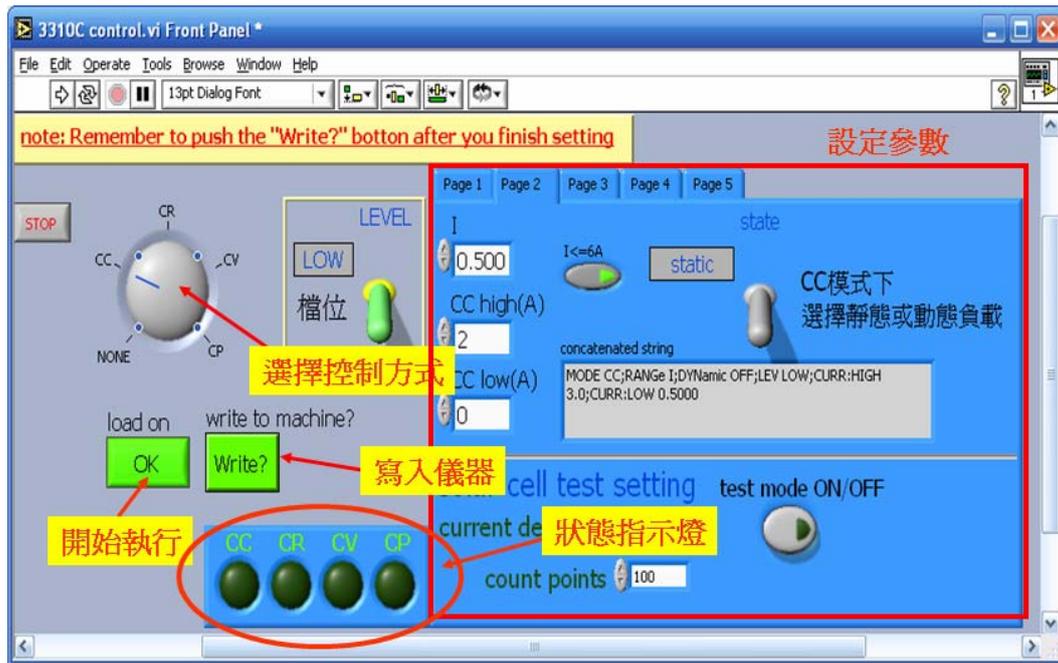
太陽電池模組在實際應用時，其工作點常因天候或負載變化而偏離理想MPP點。本子計劃擬藉由理論分析、量測系統建構以及一系列實驗驗證等三部分來完成一套「太陽光電系統監控系統」。此監控系統應可即時地監測PV系統各重要參數，並能依據系統狀態來調整負載，以達到能源使用效率最佳化目標。本計劃擬整合目前所開發之太陽能晶片量測技術，可快速地獲得系統之輸出電壓和電流，及其他重要參數，如蓄電池電壓、負載電流、日照強度和溫度等，以作為太陽光電系統應用管理技術之參考依據。本計劃重要內容敘述如下：

將太陽光電模組放置在MPPT之一端，另一端為負載，中間與蓄電池並聯。當外在環境(照度、溫度)改變或負載發生變化時，系統狀態如蓄電池電壓電流，負載的消耗電流等相關資料可經由PC端儲存之後，便能夠進一步處理，並將處理結果通知負載端。監控系統架構如下圖所示



圖表 53 PV 系統監控架構圖。

其中PC端的人機介面由LabView[®]程式所構成，白色箭頭代表電流方向，藍色實線表示由DAQ卡直接擷取訊號線，藍色虛線則是直接讀取MPPT、負載或蓄電池控制器之訊號，紅色實線為控制訊號。此架構可以擷取太陽光電系統之電壓以及電流變化，再導入公式計算內電阻和系統效率，以及可以依據不同目標需求計算最適合之輸出電壓及輸出電流值，如此便可大幅提升PV系統的實際使用效能。此外在陰影下，因產生電壓的不同，易產生逆偏差電壓，而造成模組燒損或故障，故在模組上常並聯旁路二極體；但因電流流向旁路而降低串聯之出力，即造成壓降，而造成總輸出功率的下降。此時若能設置一控制機制，以決定當某陰影下之模組電壓極低時，是否將此陰影下之模組斷路，以防控器大幅拉降其它模組電壓，以達到一適當之電源管理，則可避免功率大幅下降。本計劃擬製作PV系統之監控介面，並建立PV系統最佳化管理模型，配合電路設計和相關實驗驗證，是PV系統應用的重要輔助工具。下圖為本實驗室所開發量測1kW PV系統IV特性之人機介面[6]。



圖表 54 PV 系統 IV 曲線量測之人機介面。

節能材料製備與特性分析

電致變色膜是指在電流或電場的作用下，材料發生可逆變色。早在20世紀30年代就有電致變色的報導。20世紀60年代，研究有機染料時即發現電致變色現象，70年代研製薄膜電致變色器，所用材料為 WO_3 。20世紀70—80年代初，電致變色膜已可應用於電子顯示器件，此後美國提出以電致變色膜為基礎的新型節能窗。20世紀90年代，被應用為太陽能材料，可用在建築物光線控制的執行元件。美國、瑞典，日本、德國、英國等都致力於電致變色材料的應用發展。電致變色膜材料有兩類，即有機和無機材料。本子計畫擬發展無機材料之電致變色膜製程並與現有太陽光電技術結合。無機電致變色材料主要為過渡金屬氧化物如，W，Mo、V、Nb、Ti及In、Rh、Ni、Co等氧化物。下表為幾種常見的無機電變色材料及性能表，這些薄膜材料主要是使用濺射法製造[12]。

電致變色材料	著色方式	顏色變化
WO_3 NO_2O_5 Nb_2O_5 V_2O_5 TiO_2	陰極著色	無色 ↔ 藍色 無色 ↔ 深藍色或黑色 無色 ↔ 淺藍色 黃色 ↔ 藍色 無色 ↔ 淺藍色
NiO_x Ir_2O_3 Rh_2O_3 CoO_x $LuH(PC)_2$ InN	陽極著色	無色 ↔ 黑褐色 無色 ↔ 藍黑色 黃色 ↔ 深綠色 紅色 ↔ 藍色 紫色 ↔ 藍色 ↔ 綠色 ↔ 紅色 澄黃色 ↔ 紅褐色 ↔ 灰色

本子計畫擬以鎢酸鈉為原料，採用溶膠凝膠技術和浸塗法，在玻璃基板上製備無色透明WO₃薄膜，採用橢圓儀、AFM、FTIR以及UV-VIS等對不同溫度熱處理的WO₃薄膜的特性進行分析。並測試薄膜及控制器的IV特性曲線，了解薄膜及控制器在不同的掃描電壓及掃描速率下的電致變色性能，以獲得WO₃薄膜的著色效率，並建立以溶膠-凝膠法製備大面積電致變色窗的製程技術。主要實驗項目包括：

1. 利用sol-gel法製作WO₃薄膜；
2. 使用高溫爐，以不同的熱處理條件(溫度、時間、真空度)進行結晶成長；
3. 使用FTIR以及UV-VIS量測薄膜光學性質，以霍爾效應量測儀量測載子遷移率、載子濃度與電阻率；
4. 以FE-SEM / AFM觀察試片表面、截面形貌；
5. 以掠角薄膜X光繞射儀分析試片結晶度、結晶優選取向、晶粒大小。

本子計畫擬探討(1)封裝BIPV模組時之重要參數如工作溫度、工作壓力、降溫速率對整體效率影響；(2) PV模組之創意性設計與製作；(3)太陽光電系統監控與最佳化管理；(4)節能材料——電致色變薄膜——之製備與特性分析。此外製程輔具的設計與製作、焊接技術、封裝製程的規劃和參數的最佳化，以及新能源材料的開發等議題，可作為學生專題製作、實習課程項目及碩士論文之用。

參考文獻

1. 黃雄聖，黃文賢，劉宗志，張俊男，林克默，太陽光電模組檢測與封裝技術之探討，2005能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
2. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，太陽能車晶片封裝技術之探討，2005能源與冷凍空調學術研討會，台北市，(2005)。
3. 黃文賢，黃雄聖，張俊男，劉宗志，林克默，PC膜與Tefzel運用於太陽能車晶片封裝技術之探討，第二十二屆中國機械工程學會學術研討會，中壢，(2005)。
4. 劉宗志，廖哲鴻，張俊男，林克默，太陽能車PV模組等效電路模型之建立與分析，2006能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
5. 張俊男，廖哲鴻，劉宗志，林克默，輕型太陽光電模組封裝技術與耐候性測試，2006能源與冷凍空調學術研討會，台北科技大學 (2006)。
6. 廖哲鴻、劉宗志、張俊男、林克默，輕型太陽光電模組效能分析、封裝與量測技術之探討，第二十三屆中國機械工程學會學術研討會，台南，(2006)。
7. K. Lin and P. Tsai, „Electrical and Optical Properties of ZnO Films Fabrication by Sol-gel Process“, 2006 International Symposium on Nano Science and Technology, Tainan, Taiwan (2006).
8. K. Lin and P. Tsai, „Deposition and Characterization of ZnO:Al Multi-layered Thin Films by Sol-Gel Technique“, the 1st International Symposium on Transparent Conducting Oxides, Crete, Greece (2006).

9. 彭富章，太陽能光電板封裝技術及EVA封裝膜衰退變色之研究(上)，光訊 59期，(1995) 14。
10. 彭富章，太陽能光電板封裝技術及EVA封裝膜衰退變色之研究(下)，光訊 60期，(1995) 38。
11. O. Humm and P. Toggweiler, "Photovoltaics in Architecture", Birkhaeuser, Basel (1993).
12. 陳光華、鄧金祥，新型電子薄膜材料，曉園出版社，2006。

11.4.5 子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析

本子計畫的主旨在於使用電腦數值分析與實驗應力分析的方法(1)改進太陽能車之結構；(2) 改進太陽能晶片模組之可靠度以及(3)對複合動力車結構與外形設計進行分析以期能開發出堅固質輕及省能的車體。

有限元素分析 (FEA: Finite Element Analysis) 軟體提供了車輛與再生能源研究人員在事前預測及事後驗證的工具[張智凱、鄭榮和][鄭榮和]。經過超過 30 年的發展，有限元素法在工程分析上的應用已經相當成熟。目前國內外車輛與再生能源相關企業普遍都已設置了研發部門，而近幾年更以倍數成長導入專業電腦輔助工程分析軟體。藉著本計畫的執行，能讓參與的學生熟悉專業電腦輔助工程分析軟體如何實際應用在產品功能的事前預測及事後驗證上，使學生踏出校園時就能與產業緊密結合。雖然現今的工程師廣泛的使用電腦輔助工程分析軟體於實際的工程問題求解中，然而實際的工程測試仍是不可或缺的工程步驟。隨著科技的不斷創新與實驗力學研究者的不斷努力，許多以往只能在研究型實驗室才能進行的實驗(例如雲紋法、數位影像相關法等)目前已經逐漸被工業界採用以驗證電腦輔助工程分析所得結果之可靠性。藉著本計畫的執行，能讓參與的學生了解如何使用新興的實驗力學方法量測重要的工程參數。最終目的是希望讓參與的學生能將電腦數值分析與實驗力學分析的方法結合使用，如此更能拓展工程分析的應用範圍與增加分析的精確度。

太陽能車結構改進分析

研發高效能的太陽能車為本校新能源中心所訂定中長程目標之一，如何研製能顧及車體結構強度、耐震能力、節省能源、良好操控性、行車人員安全之車架/底盤結構為太陽能車在設計上重要的課題[Carroll, 2003]。太陽能車的車架/底盤提供各子系統連接的位置，使車體重量適當地分配到輪胎上，因此需要特別設計與分析以確保車架/底盤在行駛中不致損壞以保證各子系統能正常運作。太陽能車的車架提供前後輪懸吊系統之固定，因此在行駛時須直接承受來自地面的動態負荷；車架也提供了太陽能車車殼的安置，因此車殼的重量及高速行駛時車殼的氣彈力學效應也將成為車架之負載。此外在車架/底盤中駕駛艙部份之結構需要有足夠的剛性以保護駕駛員在碰撞意外發生時不因車體變形而受到擠壓；然而車架的其他部分要能充分吸收撞擊之能量使得傳遞到駕駛人員之撞擊力降至最低。今年本校所研製的太陽能車火鳳凰一號為了降低太陽能車的重量以節省動力，車架結構由質輕的鋁合金方管焊接而成的。然而，若是能在不影響行車性能及駕駛人員安全之下可以進一步改良設計以減輕車架/底盤結構之重量將能提升能源的使用效率。太陽能車的車殼是除了太陽能車的車架/底盤結構之外重量最重的組件，如何減輕車殼的重量是太陽能車研發人員經常思考的問題。然而車殼為太陽能晶片模組鋪設之處，因此除了要合乎空氣動力學原理之外，車殼要有足夠的剛性才不致讓太陽能晶片模組承受過大的振動負荷而導致太陽能晶片模組中的晶片破裂或焊錫脫落。因此，本子計畫目標之一為藉著使用專業工程分析套裝軟體，搭配實驗力學中的量測技術及分析方法(1)設計出不影響車體輕巧靈活的特性，並顧及結構強度、耐震能力與安全性之最輕化車架/底盤結構。(2)設計出高剛性、低風阻係數，能讓太陽能晶片模組不致因長期振動而失效的最輕車殼。藉著本項目的執行可讓學生了解如何使用專業工程分析套裝軟體改進工程設計。

太陽電晶片焊點與電池封裝模組之機械可靠度分析

太陽能車實際在路上行駛時太陽能晶片模組除了承受紫外光照射的老化反應之外還須承受衝擊負荷、長期震動、日夜溫差變化、日曬雨淋之瞬間溫度變化等外在不利因素。以本校過去數年太陽能車的行車經驗發現，太陽能晶片模組失效的主要原因包括焊點脫落、焊點疲勞破壞、晶片破裂、晶片與封裝材料剝離等。因此現有太陽能晶片焊接及模組封裝技術仍有很大改善的空間。當太陽能車行經不平路面時，衝擊負荷將由車輪經過懸吊系統、車架傳達至車殼上的太陽能晶片模組，此一衝擊力量可能使太陽能晶片與晶片之間的焊接點瞬間脫落或直接導致晶片破裂；太陽能車行駛時所產生的震動雖不致讓焊接點於短時間內破壞，但經過長時間行駛之後在承受過大震動處之焊點很可能因疲勞破壞而失效。太陽能晶片模組為由下基板、晶片、焊錫、高分子薄膜等所組成的非均質複合結構，各組成份子間的熱膨脹係數之差可達數十倍之多，因為日夜溫度變化將使太陽能晶片模組每日經歷一次熱應力循環(thermal cycle)過程，經年累月下來不同材料間的熱應力差將造成界面(例如太陽能晶片與封裝材料之接合面)剝離而使太陽能模組失效；此外在烈日之下行駛的太陽能車若經歷暴風雨時，太陽能晶片模組的溫度將瞬間下降，此一現象稱為熱衝擊(thermal shock)，因為太陽能晶片模組各組成份子的比熱、熱傳係數不同，因此在模組受到熱衝擊的瞬間模組內各部份的溫度與溫度梯度分佈非常不均勻，再加上各組成份子間熱膨脹係數不同，因此可能在局部產生很大的熱應力而使太陽能晶片模組內部產生微裂縫。上述可能使太陽能晶片模組的原因在太陽能晶片模組封裝之時就要考慮因應之對策。

太陽電池模組主要製作過程包括：(1)選擇太陽能晶片及設計模組性能、(2) 焊接多個晶片為一模組、(3) 真空熱壓封裝晶片模組、(4) 模組性能(包含機械性質)檢測。本計畫擬以數值模擬與實驗應力分析的方法(1)找出太陽電池模組製作過程中各種可能影響太陽電池模組焊點機械可靠度的參數並探討這些參數的重要性；(2)探討不同封裝材料與不同真空熱壓封裝過程對太陽電池模組翹曲變形與內部殘餘應力之影響；(3)對太陽電池模組在各種不利的機械因素(衝擊負荷、長期震動、熱循環、熱衝擊)之下的壽命提出評估。性能穩定且耐用的太陽電池模組是順利推廣太陽能應用的助力。綜合上述研究結果將能對太陽電池模組的可靠度評估建立法則並提供提高太陽電池模組可靠度的參考。藉著本項目的執行可讓學生了解太陽電池模可靠度的重要性及提昇太陽電池模可靠度的方法。

複合動力車原型之工程分析

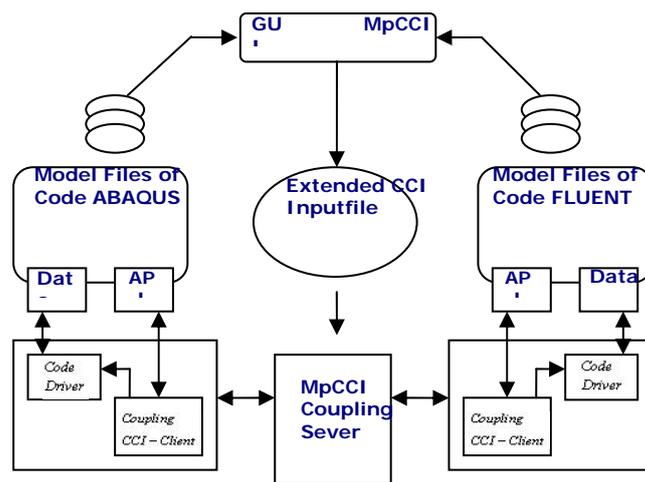
11.4.5.1 太陽能車與複合動力車之流體-固體偶合分析

流體-結構偶合力學是研究變形固體在流場作用下的各種行為以及結構的位移與變形對流場這兩者交互作用的一門科學。其重要特徵為兩相介質之間的交互作用:可變形的結構在流體負荷作用下會產生變形或運動，而變形或運動又反過來影響流場，從而改變流場負荷的分佈和大小。這種交互作用將在不同條件下產生不同的流固耦合現象，在計算力學中為非常重要的研究領域，在工程界中存在大量的流體-結構耦合問題，例如飛機機翼之顫振(Flutter)、管束熱交換器之流動所導致的振動等。太陽能車與複合動力車在高速行駛時空氣與車身外殼之間的交互作用也屬於流固耦合現象，其交互作用將會影響行車的穩定性與車體的震動特性。以太陽能車為例，太陽能車高速行駛時，高速的氣流作用在車殼上各部份的正向壓力與剪力並非均勻分布，這些力量將改變太陽能車的外型與相關部分結構的剛性。結構剛性的改變將直接影響車體的振動特性，因此，在高速

行駛之下車體的自然頻率與震動模態等將與靜止狀態之下車體的自然頻率與震動模態有所不同。此外，若是車體結構相關部分的剛性不足，在太陽能車安全的行駛速度範圍內也可能產生如飛機機翼之顫振。上述狀況將有可能讓依據在靜止狀態之下震動環境所設計的太陽能晶片模組因在高速行進之下不同特性的震動而損壞，此外車體的顫振也可能影響行車的穩定性與操控性。

在本年度的計畫中將以流體-結構交互作用(fluid-structure interaction, FSI)分析的方式來研究太陽能車與複合動力車在高速行駛時的流體-結構耦合特性與改進在高速行進之下的結構穩定性與行車穩定性問題。流體-結構交互作用分析的重要功能在於能保持流體與結構領域分析的獨立性，各領域可採用相異的分析型式和網格分割，獨立完成各別域的最佳分析模型，最後再由流體-結構交互作用分析耦合介面整合為一個耦合分析。如此做法不僅節省計算時間，而且也確保電腦模擬的精確性與方便性，在本研究中將採用 MpCCI(Mesh-based parallel Code Coupling Interface) 將流體力學與固體力學部分的分析整合，其平行運算分工的整合流程如圖表 55 所示。此外，為了驗證數值分析的結果，將對全車的振動模態進行量測。

藉著本項目的執行，除了能讓參與的學生了解如何使用流體-結構交互作用分析的方法對流體-結構耦合的問題提供工程上的改進獲解決方案之外，也能讓學生了解以實驗的方式驗證數值分析結果的方法以確保數值分析結果之可靠性。

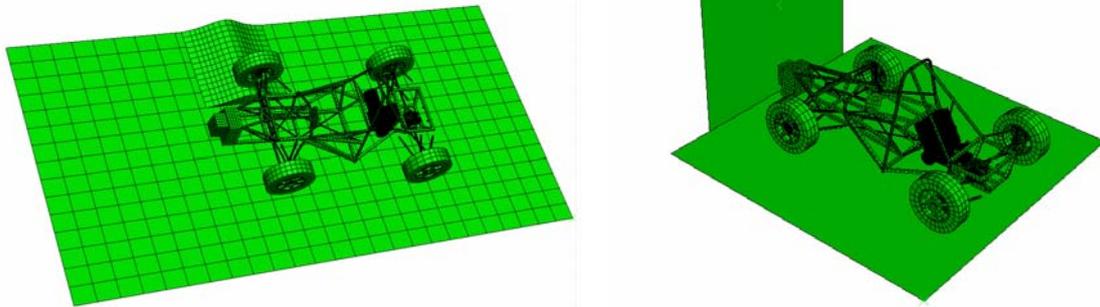


圖表 55 流體-結構交互作用分析平行運算分工整合流程圖

11.4.5.2 太陽能車與複合動力車之行車安全分析

隨著汽車安全規範要求的提高使得對於車體各部份安全性的研究受到更多的重視。從行車安全的角度來看，當車體受到高速撞擊時希望能依次剪切、快速分解，吸收碰撞瞬間的巨大能量以降低車體在碰撞時產生的衝擊力進而減少人體受傷害的程度。有限元素分析對車體碰撞安全系統，乘員保護系統和行人碰撞保護系統的設計及改進有很大的助益。圖表 56 為 FSAE 賽車按其設計安全規範進行全車安全性分析的例子。在本年度的計畫中將以有限元素分析的方式來研究與改進太陽能車與複合動力車車體與乘員保護系統的安全性。

藉著本項目的執行，除了能讓參與的學生了解專業有限元素工程分析法於車體與乘員保護安全系統設計與分析上的應用。



圖表 56 FSAE 賽車全車安全性分析

11.4.5.3 材料機械性質測試與數值模擬材料模型建立

在上述分析中數值模型所使用的材料參數是否能正確的描述該材料受力時的真實反映對數值分析的精度有相當大的影響。執行本分項的目的在找出太陽能車與複合動力車受力零件或結構所使用的相關材料受到準靜態或動態負荷之下的力學性質以便對上述數值分析提供可靠的材料參數以確保數值分析結果的可信度。相關材料的準靜態機械性質測試將使用萬能拉力試驗機配合數位影像相關法(Digital Image Correlation)進行；動態機械性質測試將使用霍金斯桿(Hopkinson Bar)與高速攝影機進行實驗量測。

藉著本項目的執行可讓學生了解準靜態與動態材料機械性質測試的方法與培養學生將實驗所得材料機械性質數據轉換成數值模擬所需材料模型參數之能力。

參考資料

1. MpCCI User's Manual, The Fraunhofer Institute for Algorithms and Scientific Computing SCAI., Germany.
2. 張智凱、鄭榮和,2003, "太陽能車複合材料三明治結構車體分析", 第八屆 ABAQUS 台灣使用者大會
3. 鄭榮和,2003, "2003 World Solar Challenge", 第八屆 ABAQUS 台灣使用者大會
4. Carroll, Douglas R., The Winning Solar Car: A Design Guide for Solar Race Car Teams, SAE International, Warrendale, PA, 2003.
5. Kolsky, H., STRESS WAVES IN SOLIDS, DOVER PUBLICATIONS, INC., NEW YORK

11.5 子計畫三 - 可再生型燃料電池

MEA 相當於燃料電池的心臟，觸媒則是組成 MEA 不可或缺的一部份，由此可見觸媒對燃料電池的重要性。在燃料電池中，觸媒不但必須是電的良導體，還要具備能忍受電解質的腐蝕，與其它元件化學相容性佳以及較高的催化活性等特點。

Pt (鉑) 是首選的低溫燃料電池催化劑，助氫氧化時，其交換電流密度可達 $0.1\sim 100\text{ mA/cm}^2$ 。為了提高 Pt 之利用率及減少用量，Pt 均以奈米級顆粒形式依附於導電及抗腐蝕的載體上，目前應用最廣的載體是 Vulcan XC-72 碳黑，平均粒徑 30 nm，比表面積約 $250\text{ m}^2/\text{g}$ 。

目前多數 PEMFC 研究機構，使用之觸媒大都以 Pt/C 之形式(載體為 Vulcan XC-72)為主，但由於商業 Pt/C 觸媒非常昂貴，有許多研究機構著手研發嘗試降低成本。相關研究指出，自製 Pt/C 觸媒多使用膠體法、微乳法、含浸法為主。含浸法操作條件最為簡單，製成 Pt/C 觸媒之活性面積較大，因此被廣為使用。文獻[1][2] [3] 指出，含浸法之最佳還原劑為乙二醇、還原溫度約為 200°C 、還原時間 5 hr，但由於質傳問題的存在，使得含浸法之化學反應靈敏度不佳。因此本計畫於製做嘗試控制含浸法中之含浸液之酸鹼值，並利用超音波[4][5]改善質傳效果，加快製備 Pt/C 觸媒之速度並提高 Pt 之分散性，希望能製作出性能更佳之 Pt/C 觸媒，以利於後續研究。

含浸法之製程改善

依照一般含浸法製程，將氯鉑酸溶於還原劑乙二醇中，再加入適量的 Vulcan XC-72 碳載體，充分攪拌，提高混合液溫度達 200°C ，進行還原，還原過程約為 5 hr。

改善之方法為在過程中導入超音波[6] (頻率 33 kHz、功率 250 W)。因為導入超因波，所以必須重新檢討還原時間的影響，也對含浸液之 pH 值進行分析。

觸媒的活性測試

本研究使用循環伏安法測定 Pt/C 觸媒的活性，其測試條件為，在 $1.0\text{ mol/L CH}_3\text{OH}$ 和 $0.5\text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 混合溶液中， 25°C 的環境下，電位掃描範圍為 $0.05\sim 1.2\text{ V}$ ，掃描速率為 0.02 V/S 。

含浸法中有無導入超音波之比較

由圖一、圖二之 TEM 圖和圖三之 XRD 分析圖得知，導入超音波 3 hr、5 hr、9 hr 皆比未導入超音波時，其 Pt 於碳載體的分散性佳。圖一、圖二 之備製觸媒條件，還原劑乙二醇、還原溫度 200°C 、pH 值 7；圖一 的改變參數為還原時間、圖二 將還原時間固定在 5 小時、改變參數為有無導入超音波。藉由 XRD 分析可知，導入超音波 3 hr、5 hr 時，含浸法製作出來的 Pt 粒徑，比未導入超音波之粒徑小 2-3 倍。但在 9 hr 還原時間測試中，導入超音波和未導入超音波之 Pt 粒徑差異並不大，其分散性不僅不佳且成團濃度大，此乃因為還原時間過長使得已成核的晶粒不再繼續自發成核，而新的晶核形成較慢，而且會朝向已成核長大的晶粒疊加，使晶粒變大。

綜合上述的實驗結果得知，導入超音波於含浸法中並不會使還原時間變短，仍以 5hr 較佳，但卻能增加製出 Pt/C 觸媒的分散性及減小 Pt 粒徑。

含浸液酸鹼值對製備 Pt/C 觸媒的影響

將含浸液依酸鹼值區分成兩大類，第一類酸性環境(pH2、pH5)、第二類鹼

性環境(pH9、pH11、pH14)。使用 TEM 分析其影響，圖四顯示酸性環境下在 pH 5 時分散性最好，而鹼性環境下則以 pH 11 的分散性最佳，且 pH 11 的分散性又比 pH 5 分散更均勻。

綜合比較發現，在酸性環境中超音波結合含浸法所製備出的Pt晶粒粒徑較大，造成的原因和還原過程的二次結晶有關，大的晶粒會出現在二次結晶過程。對於超音波結合含浸法製備Pt/C觸媒的過程，Pt 晶粒的形成可分成“溶解—結晶”兩個階段。影響Pt晶粒粒徑的因素很多，主要是受還原溶液過飽和度和晶體成核速率的影響，而還原溶液過飽和度又受限還原溶液的性質及還原的溫度。還原溶液過飽和度越高，形成的晶核數越多。晶體成核速率越快，會加快成核速度，但是降低還原速率，所以長出的Pt晶粒較為細小，原因在於還原反應中形成Pt晶粒所需的Pt原子數量是固定的，Pt晶粒形成越多，消耗Pt原子數也就越多，故成核速度越快，可防止Pt原子的堆疊，必免形成粒徑很大的Pt晶粒。

另外針對不同 pH 值環境，以 XRD 圖分析製備之 Pt/C 觸媒，圖五可以看出鹼性環境半寬高皆比酸性環境半寬高大，因此由Scheer equation [7]可知，鹼性環境所製作出來的 Pt/C 觸媒粒徑比酸性環境所製作出來的 Pt/C 觸媒粒徑來的小；而在pH值為11時Pt晶粒的半寬高是最大的，藉由 Scheer equation 可知 pH 值為11時的Pt 粒徑為5.3 nm。由此可知，當 pH=11 時為最佳含浸還原條件。

由此實驗得知隨著含浸液酸鹼值升高，氯鉑酸的分解速率加快， PtCl_6^{2-} 濃度升高，還原溶液的過飽和度增大，成核速率加快。在成核過程中溶質會被大量消耗，導致晶粒在生長過程中可提供的溶質相對減少，Pt 的晶粒粒徑因而縮小，生成細小晶粒，所以鹼性環境下合成的 Pt/C 觸媒其中之 Pt 晶粒粒徑較小。

含浸液酸鹼值對 Pt/C 觸媒活性的影響

圖六為Pt/C觸媒以不同酸鹼值之含浸液生成後，塗佈於質子交換膜之MEA的CV特性曲線。由圖可知，鹼性環境所製備之 Pt/C 觸媒，以循環伏安法檢測，當電位正掃時，三者(pH9、pH11、pH14)的 CH_3OH 氧化峰非常接近，皆在0.87 V左右，比在酸性環境下(pH=2、5)所製備之 Pt/C 觸媒減少0.03 V，而氧化峰之峰電流密度在鹼性環境下皆高達 $10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以上，尤其 pH=11時更高達 $12.15 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ ；反觀酸性環境下，氧化峰之峰電流密度最高僅 $5.14 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ (pH=5)。上述結果說明在鹼性環境下所製備之 Pt/C 觸媒，比在酸性環境下所製備之 Pt/C 觸媒，對 CH_3OH 的氧化有更好的效果，且差距在2倍以上。

自製觸媒與 E-Tek 觸媒之性能比較

藉由 TEM 和XRD，比較自製產品與 E-Tek生產之 Pt/C 觸媒的 Pt 狀態，結果如圖四 (d)、圖七及圖八，Pt 於 Vulcan XC-72載體上之分散度甚佳，唯一的差異在於 E-Tek 觸媒的Pt粒徑稍小於自製觸媒的Pt粒徑。

再進行放電測試以比較兩者做為 PEMFC 中MEA觸媒時的差異。觸媒的使用量皆為 0.45 mg/cm^2 ，MEA面積 5 cm^2 ，測試結果如圖九，從圖中發現，自製 Pt/C觸媒最大功率為 0.6 W/cm^2 ，而 E-Tek的Pt/C 觸媒最大功率可達 0.65 W/cm^2 。自製 Pt/C 觸媒的性能比E-Tek 的Pt/C觸媒稍差，原因可能是因為 Pt 粒徑越小，比表面積就越大，比表面積大相對的 Pt 活性較高，如圖十，自製 Pt/C 觸媒對於 CH_3OH

的氧化峰之峰電流密度為 $12.15 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，而 E-Tek 的 Pt/C 觸媒對於 CH_3OH 的氧化峰之峰電流密度為 $12.57 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，因此得知以超音波結合含浸法製備 Pt/C 觸媒仍有改善的空間。

本計畫將利用以上之成果及方法，應用於複合動力系統之可再生型燃料電池製作，期能讓性能達到最佳狀況。將太陽能與燃料電池結合創造為獨立式發電系統，供應偏遠地區的人民使用。所設置的平台，利用不同的能源結合產生所需的電力。作動方法首先利用太陽能板接受太陽光產生電力，提供 URFCs 能量進行水電解，理論電壓為 1.48V，因此太陽能晶片必需要提供 1.48V 以上的電壓值供給給 URFCs 電解，產生氫氣以及氧氣，而電解所產生的氣體速度是依太陽能板所提供的電流大小決定。本實驗只針對氫氣的儲存方法作研究，將 URFCs 所產生的氧氣直接排放到大氣中，產生的氫氣則經乾燥器以及將氫氣加壓過程儲存在合金罐內，完成 URFCs 電解過程。

URFCs 的燃料電池模式，陽極端-燃料來源是從電解模式中所儲存的氫氣提供，使 URFCs 進行燃料電池模式產生電力。陰極端-氧氣的供應則利用空壓機來供應 URFCs 作燃料來源以簡化整個系統作動。圖十一為整個系統再生式燃料電池系統管線配置圖

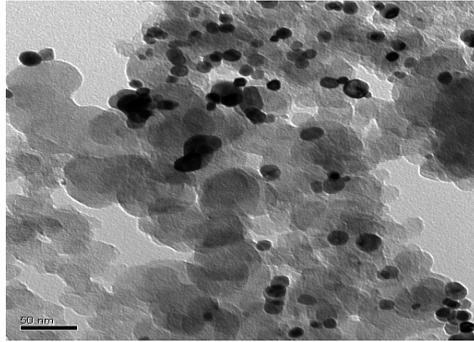
如圖十一所示，使用二個儲水桶及二個回收桶，利用單向閥以及考克開關來控制水流的路線，產生的氣體所排出的方向以及水流量的大小。再生式燃料電池所產生的氣體會受限於單向閥的控制以及水流壓力會隨著水流從出口端排出，排到回收桶裡，再利用氫氣不溶水的物理現象使氫氣經回收桶另一出口流到乾燥器，經壓力及流量的量測得知產氣壓力及流量。再經由逆止閥進入自製的增壓容器內，利用只進不出的理論，將會產生較高壓力，以方便將氫氣儲存在儲氫合金罐內。

另一方面氧氣的儲存，非實驗主要目的，所以不加以探討，而氧氣端也加設一組氣體質量流量計可以經由計算驗證氧氣及氫氣所產生的流量是否成比例。再生式燃料電池另一模式燃料電池模式，利用已儲存的氫氣當燃料，使用氫氣質量流量控制器將流量控制供應給再生式燃料電池使用。

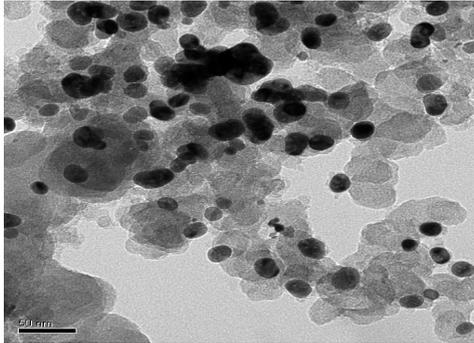
參考文獻

1. F. Fievet, J.P. Lagier and M. Figlarz, Materials Research Society Bulletin, P. 29 (December, 1989)
2. 江松懋，“奈米碳載體於燃料電池應用之研究”，國立屏東科技大學材料工程研究所碩士學位論文，2005。
3. <http://www.iosh.gov.tw/data/f11/n57.htm> 勞工安全研究所，物質安全表，乙二醇。(2006/07/01)
4. P. R. Birkin and S. Silva-Martinez, Electroanal. Chem., Vol. 416, P. 127, 1996.
5. M. Atode, and T. Nonaka, Chem. Lett. P. 323, 1997.
6. 王偉甯和呂秉玲，無機鹽工業，第 3 卷，第 22 頁，1990.
7. B.D. Cullity, Elements of X-Ray Diffraction, Addison Wesley, 2nd ed, 1978.

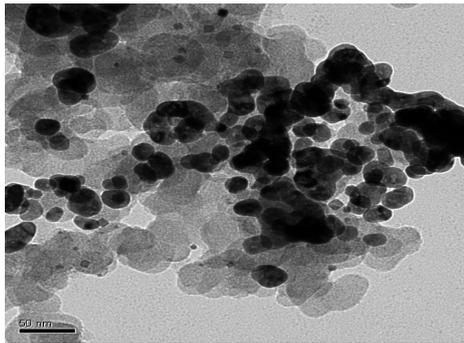
圖表



(a) 未導入超音波 3hr

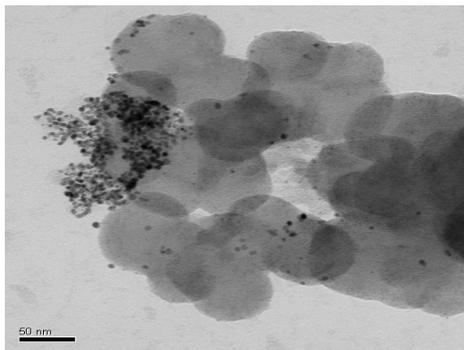


(b) 未導入超音波 5hr

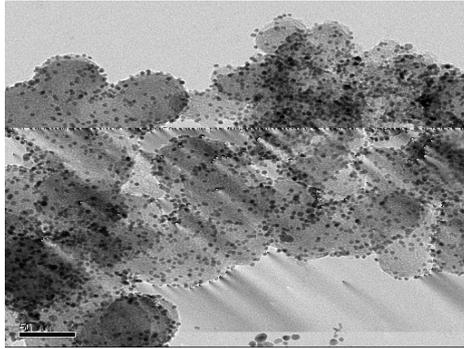


(c) 未導入超音波 9hr

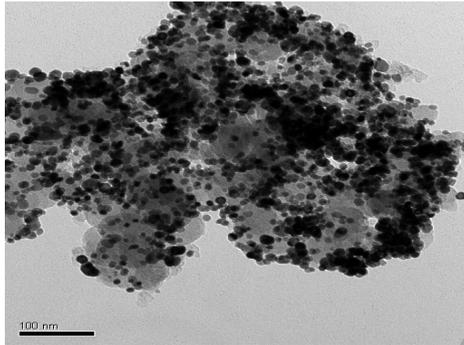
圖表 57 還原時間 3hr、5 hr、9 hr 時，製備 Pt/C 之 TEM 比較圖 (50 nm)



(a) 導入超音波 3hr

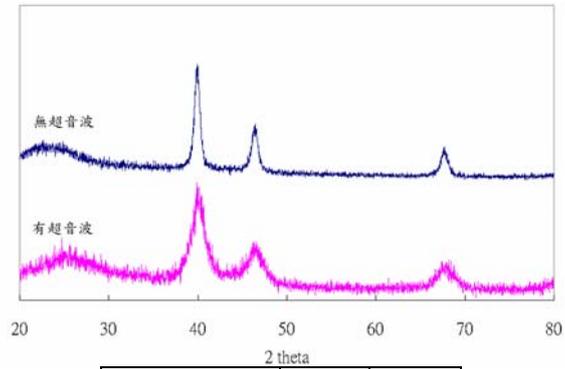


(b) 導入超音波 5hr



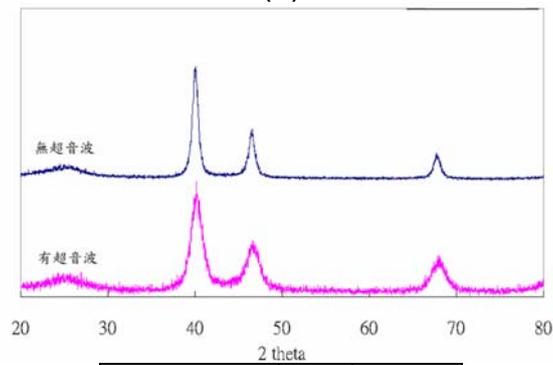
(c) 導入超音波 9hr

圖表 58 TEM 觀察導入超音波時，還原時間對製備 Pt/C 之影響



超 音 波 (3hr)	有	無
粒徑(nm)	6.8	11.1

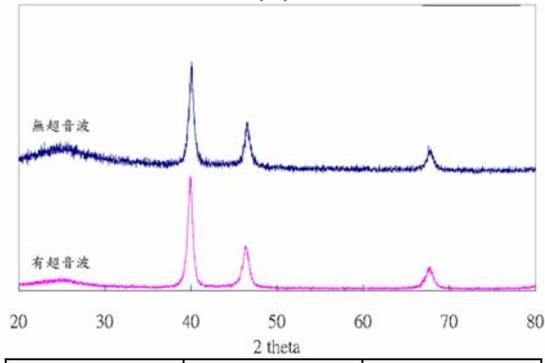
(a)



超 音 波 (5hr)	有	無
----------------	---	---

粒徑 (nm)	6.3	10.48
---------	-----	-------

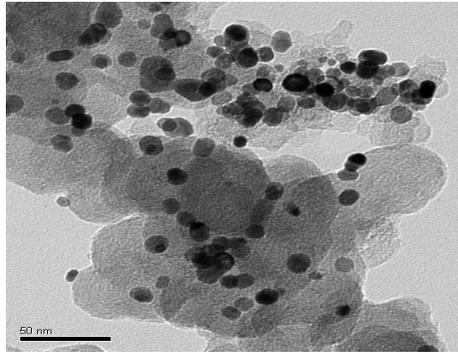
(b)



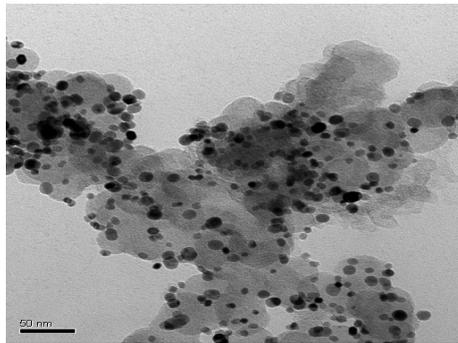
超 音 波 (9hr)	有	無
粒徑(nm)	9.5	12.43

(c)

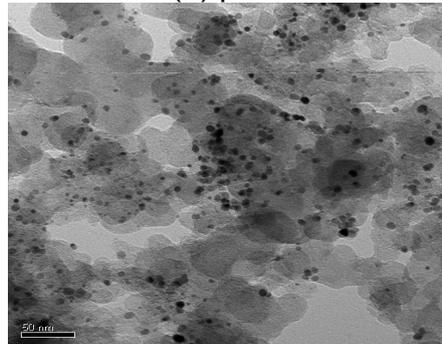
圖表 59 XRD 觀察有無導入超音波對於製備 Pt/C 之比較



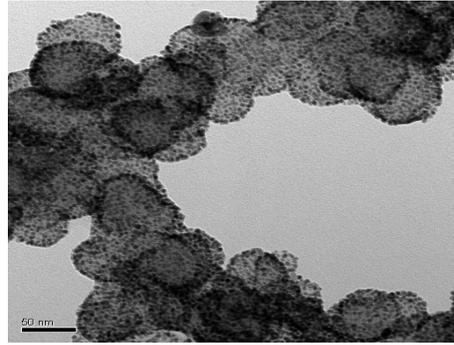
(a) pH=2



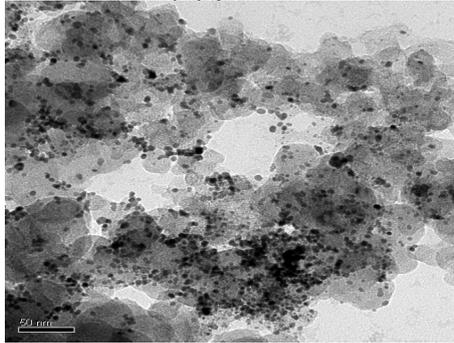
(b) pH 5



(c) pH 9

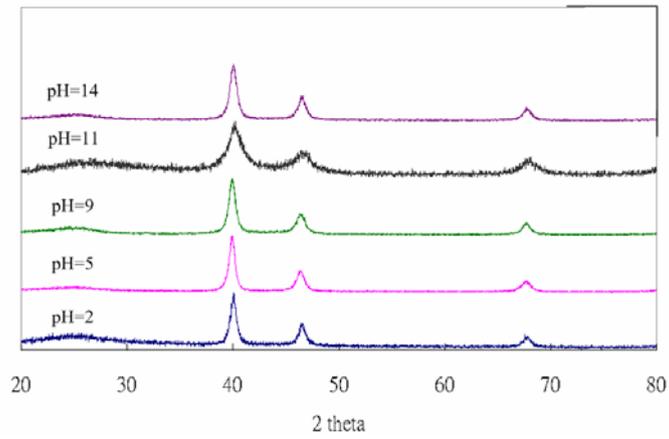


(d) pH 11

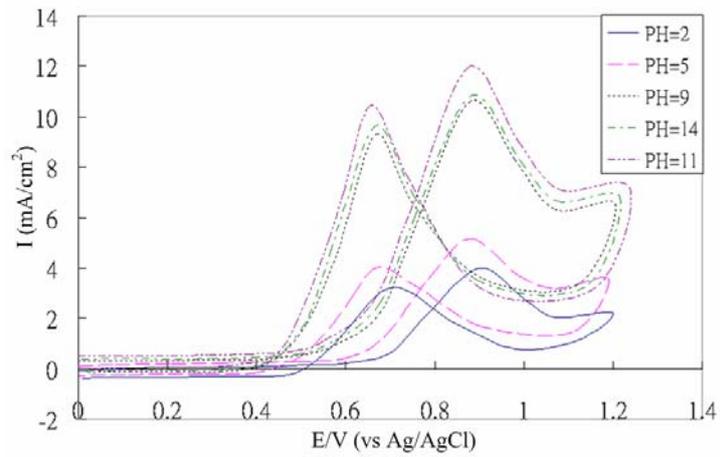


(e) pH 14

圖表 60 不同 pH 值溶液製備 Pt/C 時之比較

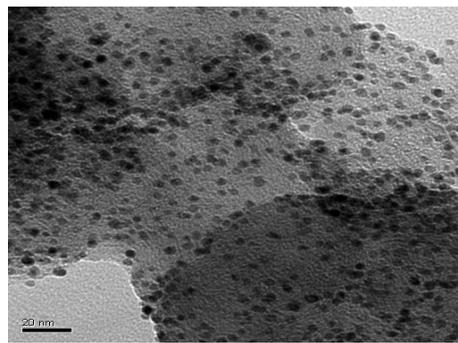


圖表 61 不同酸鹼環境中製備 Pt/C 之 XRD 圖比較

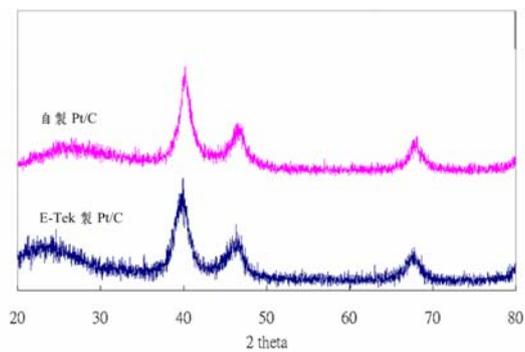


pH	2	5	9	11	14
粒徑 (nm)	13	11	6.1	5.3	9

圖表 62 不同酸鹼環境製備 Pt/C 之活性比較

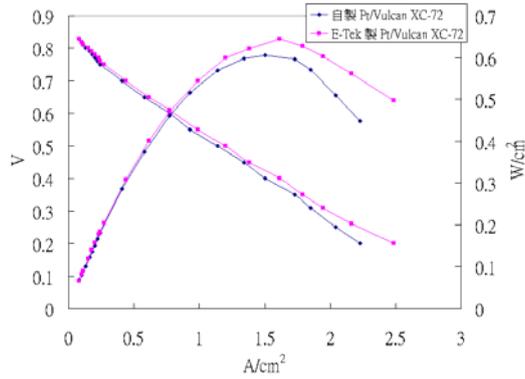


圖表 63 TEM 觀察 E-Tek 的 Pt/C 分佈

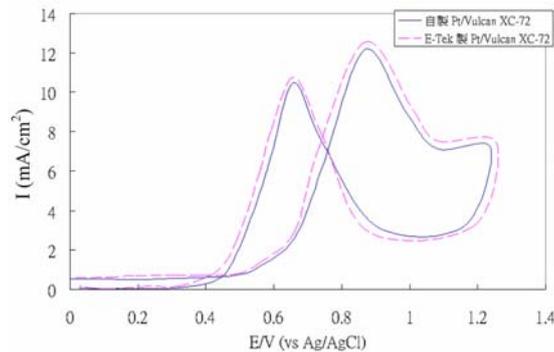


製作方式	自製	E-Tek
粒徑(nm)	5.3	3.4

圖表 64 使用 XRD 比較自製 Pt/C 與 E-Tek 產品 Pt 粒徑之差異



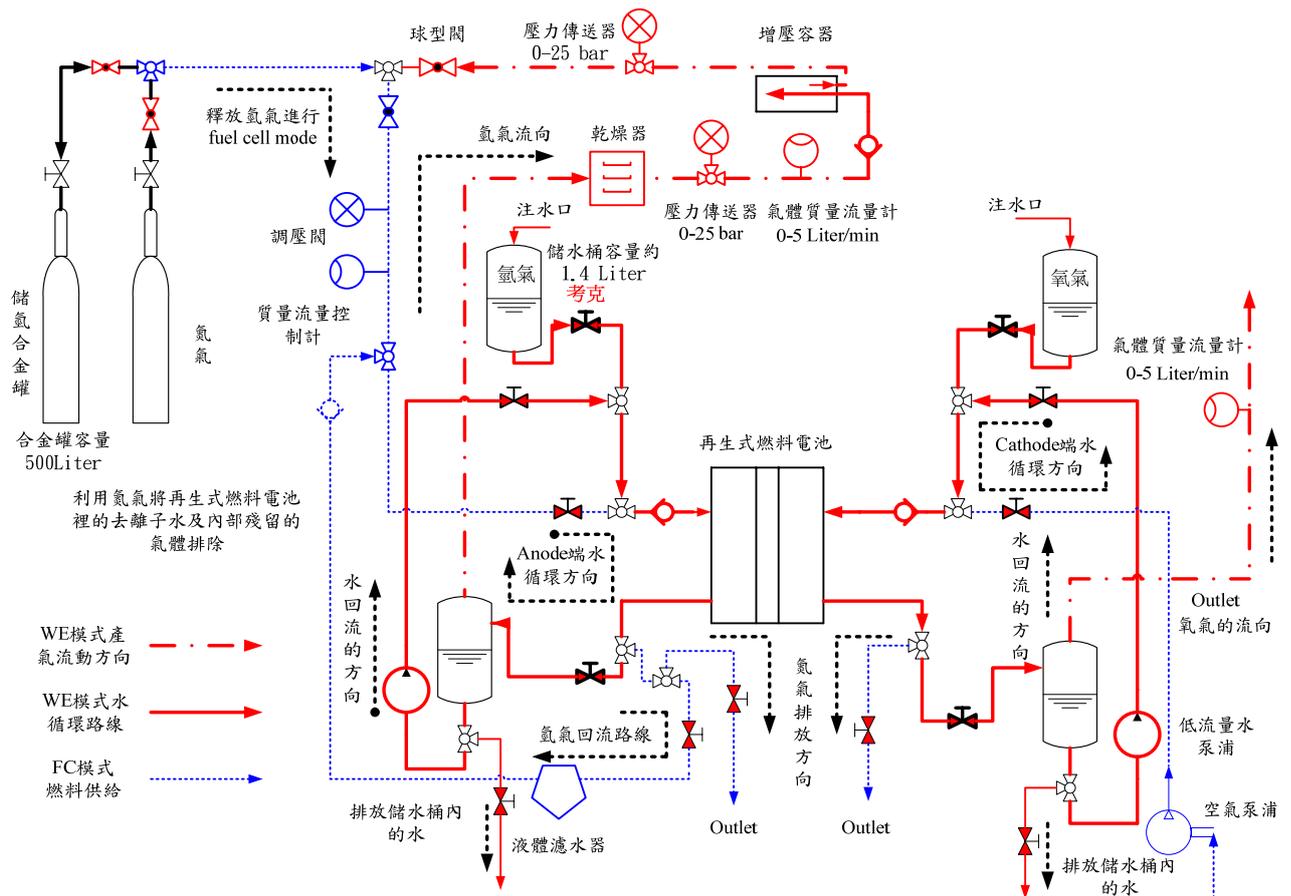
圖表 65 Pt/C 應用於 PEMFC 之 MEA 時，I-V 曲線比較



圖表 66 Pt/C 應用於 PEMFC 之 MEA 時，以循環伏安法量測活性之比較

本計畫最終目的，是將太陽能與燃料電池結合創造為獨立式發電系統，供應偏遠地區的人民使用。此實驗所設置的平台，利用不同的能源結合產生所需的電力。下列簡單的介紹，自製再生燃料電池堆(URFCs)結合太陽能板的作動，首先利用太陽能板接受太陽光產生電力，提供 URFCs 能量進行水電解，理論電壓為 1.48V，因此太陽能晶片必需要提供 1.48V 以上的電壓值供給給 URFCs 電解，產生氫氣以及氧氣，而電解所產生的氣體速度是依太陽能板所提供的電流大小決定。本實驗只針對氫氣的儲存方法作研究，將 URFCs 所產生的氧氣直接排放到大氣中，產生的氫氣則經乾燥器以及將氫氣加壓過程儲存在合金罐內，完成 URFCs 電解過程。

URFCs 的燃料電池模式，陽極端-燃料來源是從電解模式中所儲存的氫氣提供，使 URFCs 進行燃料電池模式產生電力。陰極端-氧氣的供應則利用空壓機來供應 URFCs 作燃料來源以簡化整個系統作動。圖表 67 為整個系統再生式燃料電池系統管線配置圖：簡單介紹整個管線的流動與氣體儲存方式。



圖表 67 再生式燃料電池系統管線配置圖

如上圖所示，使用二個儲水桶及二個回收桶，利用單向閥以及考克開關來控制水流的路線，產生的氣體所排出的方向以及水流量的大小。再生式燃料電池所產生的氣體會受限於單向閥的控制以及水流壓力會隨著水流從出口端排出，排到回收桶裡，再利用氫氣不溶水的物理現象使氫氣經回收桶另一出口流到乾燥器，經壓力及流量的量測得知產氣壓力及流量。再經由逆止閥進入自製的增壓容器內，利用只進不出的理論，將會產生較高壓力，以方便將氫氣儲存在儲氫合金罐內。

另一方面氧氣的儲存，非實驗主要目的，所以不加以探討，而氧氣端也加設一組氣體質量流量計可以經由計算驗證氧氣及氫氣所產生的流量是否成比例。再生式燃料電池另一模式燃料電池模式，利用已儲存的氫氣當燃料，使用氫氣質量流量控制器將流量控制供應給再生式燃料電池使用。

如此可建構一循環再生式動力系統，讓能源及環境危機同時解除。

11.6 子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用

太陽晶片散熱分析技術

能源瀕臨匱乏及環境污染嚴重是人類在廿一世紀遭遇的最大挑戰，因此尋求潔淨能源變成近年來最刻不容緩的課題，其中太陽能由於其取之不盡且無污染的特性而受到特別的重視[1]。利用太陽能的基本觀念可以追溯到十九世紀[2]，到 195 年[3]才有矽(silicon)太陽能電池的問世，其主要的原理是基於所謂光電效應(photovoltaic effect)，令光電池將陽光轉換成電子流。雖然目前太陽能發電佔世界各國電力比例仍微乎其微，但一些民生應用的發展卻相當蓬勃，太陽能車即在這樣的狀況下應運而生。

在太陽能車設計製作過程中，有許多的問題需要克服，其中熱量傳遞的問題從設計製作到實際行車都一直如影隨形。事實上當太陽光照射在覆蓋車體的太陽能晶片時，能量以三種型式的轉換而達到守恆，亦即傳送(transmitting)、反射(reflection)及吸收(absorption) [4]。也就是說晶片將一部分太陽輻射能轉換成電能，同時這些晶片亦因吸收部分輻射能而提高了溫度。溫度的上升會改變太陽能晶片材質(如矽或鉀化鎳)的物理特性[5]，因此散熱問題變得特別重要。一般來說，這些晶片的散熱途徑可分為兩種：一部分以輻射及對流的形式傳至大氣；一部分則以熱傳導方式自太陽能晶片經由黏著劑及車身外殼、內殼而傳至駕駛艙中。

當部分來自晶片的熱量傳導進入駕駛艙後，衍生了另一些需要克服的熱傳問題。首先是駕駛員在駕駛艙內需要有適當的空氣溫度及空氣品質，晶片的熱量傳入駕駛艙，勢必影響駕駛艙內的溫溼度條件；其次車內部分裝置的操作如 MPPT 電池充放電及馬達控制器操控等，不但亦具散熱問題，且本身皆需適當的工作溫度來達到最佳效率。要解決上述的問題，通常會由車外引進通風，然而若引進過量的通風又會增加行駛時的阻力，因此如何估算熱傳率及熱傳路徑，以得到最佳的通風位置及通風量是非常重要的設計課題。

此外，太陽能晶片熱傳特性受外在環境的影響也是相當重要的設計依據。例如行車過程中遭遇天雨時，雨滴撞擊太陽能晶片對熱傳行為的影響。事實上，這些現象屬於液滴撞擊平板熱傳行為的相關研究範疇。基本上液滴與平板間的熱傳率受到液滴與平板的熱力性質及平板的溫度與粗糙度所支配[6]。依據前人的研究，平板溫度以液滴本身的 Leidenfrost Temperature 為界可分成兩個區域[7-9]。在 Leidenfrost Temperature 以上時液滴撞擊平板的現象屬不濕(non-wetted)狀況，亦即液滴在撞擊到平板的瞬間，在變形液滴的底部與平板間形成蒸汽薄膜，阻絕了液滴與平板的直接接觸，此時其熱傳率極低[10]；另一方面在平板溫度低於液滴的 Leidenfrost Temperature 時，前述的蒸汽薄膜來不及形成，液滴與平板直接接觸造成其間的熱傳率較高，但相對其機制也較為複雜[11]。為了釐清液體撞擊固體表面的動力行為與液體/固體/環境氣體三者之間的交互作用，Rioboo 及 Tropea [12]利用水、乙醇、不同比例的甘油/水及矽油等不同液體，分別撞擊不同粗糙度和不同濕能力的材質表面。他們的實驗研究指出液滴撞擊現象可以分為附著(depositon)、潑灑飛濺(prompt splash)、皇冠飛濺(corona splash)、縮回斷裂(receding breakup)、部分反彈(partial rebound)及完全反彈(complete rebound)等六種。以水的 Leidenfrost Temperature 約為 280°C 來看[13]，雨滴撞擊行進中的太陽能車，在太陽能晶片上的動力行為以低於液滴的 Leidenfrost Temperature 較為可能。

綜合以上所述，覆蓋車體的太陽能晶片，其熱傳行為對太陽能車整體性能的影響實不可忽視。因此本子計畫擬針對太陽能晶片在車體外殼上不同的黏貼幾何型式和不同的材質，分別從車體結構與外在環境(雨滴撞擊)討論其對散熱的影響。由於本計畫乃結合學生實務專題:太陽能車設計與製造一併進行，而熟悉機械工程的基本原理，瞭解並改進製程或改良設備，進而發展新的技術是學校規劃同學參與實務專題的宗旨，所以本計畫的目的是期望以太陽能晶片的散熱問題，提供參與實務專題的同學一個實務與學理相互驗證的平台，期能經由流場速度分佈及溫度分佈量測及流體動力行為的實驗觀察，建立一簡單的設計模型，並將此模型與設計理論連結。透過本計畫的執行，除可提供未來太陽能車設計的參考，更能增進學生設計實務並培養學理素養。執行的項目及構想分述如后。

太陽能晶片黏貼幾何對散熱的影響

太陽能車設計時，經常透過改變晶片黏貼的幾何形狀來達成使電能轉換效率提昇的目的。然而當晶片的黏貼幾何改變時，流經車體的氣流速度分佈也會有所不同，連帶使壓阻不同而影響車速，於是車體表面的對流熱傳也受到影響。這些因為晶片黏貼幾何形狀不同，所造成的熱傳率不同，正是本項研究所欲探討的問題。**圖表 68** 是本實驗設備的構想圖。我們利用已知發熱量的鹵素燈作為光源模擬陽光，吸收板上則用傳熱黏膠黏貼太陽能晶片，在吸收板及晶片的背面分別每隔 10mm 埋設一支熱電偶，並連接至數據擷取卡以電腦記錄晶片的溫度變化。在晶片上方吹入乾空氣，並用速度量測裝置(雷射都普勒速度儀，LDV)量測流經不同黏貼幾何的晶片組的流場速度分佈。經由速度場的量測可以評估晶片表面熱對流及接觸熱傳導率，並藉以獲得較佳的黏貼幾何。這些研究結果將可以作為太陽能車外型設計及晶片黏貼的設計製作參考。

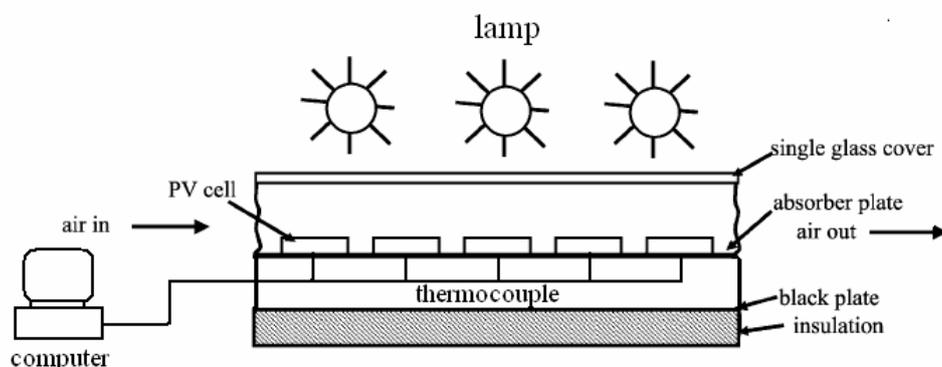
利用類似的裝置，如**圖表 69** 所示，以不同的入射角度將水滴射在加熱的太陽能晶片上，可以觀測液滴撞擊的不同型態。不過液滴撞擊平板時其變化過程極為快速，尤其一般飛濺(splash)都發生在撞擊前期，約小於撞後 0.1ms 即已完成[14-16]，本研究群現階段具有之連續液串配合閃光延遲的技術[17-20]不易掌握其完整變化，必須以每秒 10000 張的高速攝影機匹配高速閃頻儀方能獲得清楚的影像，不致錯判撞擊型態，而所得影像配合量得的溫度變化即可研判熱傳率與液滴變形的關係。另外經由這些清晰影像的變化，參與同學可以更清楚瞭解各項無因次控制參數如韋伯數、雷諾數、紐塞數及普蘭特數等的物理意義。

太陽能晶片黏貼材質對散熱的影響

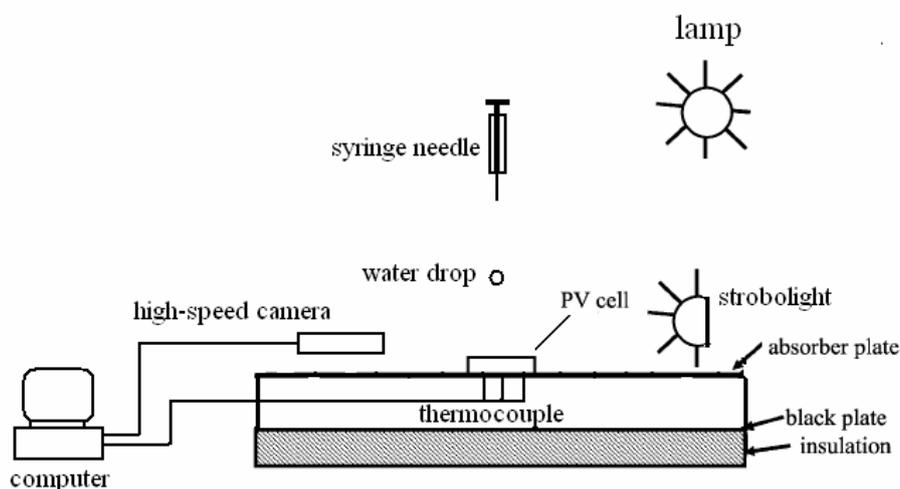
除了太陽能晶片黏貼幾何之外，其黏貼所用的材質也會影響晶片散熱的熱傳導率。實驗所用的設備仍如**圖表 68** 所示。吸收板以不同材質的黏膠黏貼晶片，然後在吸收板背面埋入熱電偶，改變各種不同的熱能傳入量或送氣量，並量取溫度值。不同送氣量的流場速度分佈則以 LDV 量測，主要的目的是探討不同黏膠在不同傳入熱量或不同氣流速度下的熱傳率，藉以決定黏膠使用材質不同對晶片散熱的影響。所得數據可以作未來黏膠材料選用的參考，同時可以訓練將學理實際應用於設計實務的能力。

吾人在本計畫第二年子計畫 4 中已完成液滴行為可視化技術與運用，其中液滴碰撞及兩液滴撞擊擋風玻璃模擬部份乃現有設備之延伸應用。但在兩液滴撞擊撞擊固體表面常發現之飛濺現象，其分析時序估計約每秒四萬張照片，目前本實驗室的高速攝影機每秒最快僅能拍攝 2000 張照片。加以因為須發展流場量測技術以因應完成本年度第三年計畫所需，本年度在第二年計畫中僅購得雷射都卜勒測速儀，其他設備諸如高速閃頻

儀、CCD 攝影機等高速閃光延遲拍攝系統，乃自成功大學借得，本第三年計劃之子計劃乃為第二年子計劃 4 之延伸，因此仍須設法補齊上述實驗設備。



圖表 68



圖表 69

參考文獻：

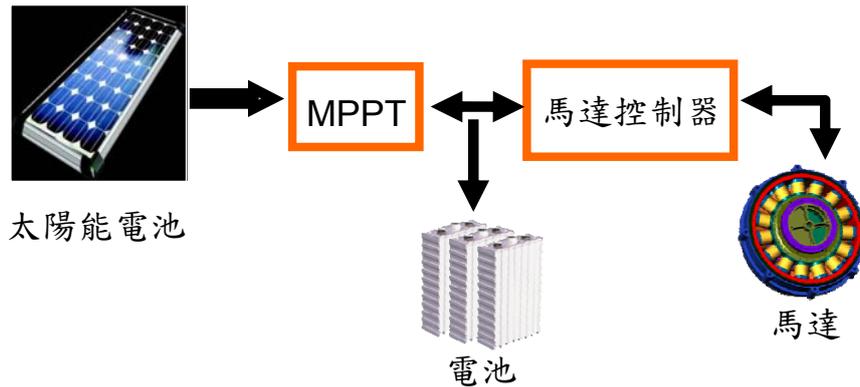
1. 盧昭彰，環境、人、生活，(2002)，高立。
2. Adama, W. G. and Day, R. E., Proc. R. Soc. A25, (1887) 113.
3. Chapin, D. M., Fuller, C. S. and Pearson G. L., A new silicon p-n junction photocell for converting solar radiation into electronical power, J. Appl. Phys., 25, (1954) 676.
4. Glaes, G. G., Solar energy materials, Adv. Mater., 21, (2003) 1789.
5. Radziemska, E. and Klugmann, E., Thermally affected parameters of the current-voltage characteristics of silicon photocell, Energy Convers. Mgmt., 43, (2002) 1889.
6. J. D. Bernardin, C. J. Stebbin, and I. Mudawar, Effects of surface roughness on

- water droplet impact history and transfer regimes, *Int. J. Heat Mass Transfer* 40, (1997) 73..
7. T. Y. Xiong and M. C. Yuen, Evaporation of a liquid drop on a hot plate, *Int. J. Heat Mass Transfer* 34, (1991) 1881.
 8. J. D. Bernardin, C. J. Stebbin, and I. Mudawar, Mapping of impact and heat transfer regimes of water drops impinging on a polished surface, *Int. J. Heat Mass Transfer* 40, (1997) 247.
 9. S. Chandra and C. T. Avedisian, On the collision of a droplet with a solid surface, *Proc. R. Soc. London, Ser. A* 432, (1991) 13.
 10. L. H. J. Wachter and N. A. J. Westerling, The heat transfer from a hot wall to impinging water drops in the spheroidal state, *Chem. Eng. Sci.* 21, (1966) 1047.
 11. Mao T., David, C. S. K. and Tran, H., Spread and rebound of liquid droplets upon impact on flat surface, *AIChE J.*, 43, (1997) 2169.
 12. Rioboo, R. and Tropea, C. and Marengo, M., Outcomes from a drop impact on solid surfaces, *Atomization and Spray*, 11, (2001) 55.
 13. Makino, K. and Michiyoshi, I., The behavior of a water droplet on heated surfaces, *Int. J. Heat Mass Transfer* 27, (1984) 781.
 14. Rioboo, R., Tropea, C. and Marengo, M., Outcomes from a drop impact on solid surfaces. *Atomization Sprays*, 11, (2001) 155.
 15. Sikalo, S. and Ganic, E. N., Phenomena of droplet-surface interactions. *Exp Therm Fluid Sci*, (2006) online publication.
 16. Vander Wal, R. L., Berger, G. M. and Mozes, S. D., The splash/non-splash boundary upon a dry surface and thin fluid film. *Exp Fluids*, 40, (2006) 53.
 17. Gao, T. C., Chen, R. H., Pu, J. Y. and Lin, T. H., Collision between an ethanol drop and a water drop. *Experiments in Fluids*, 38, (2005) 731.
 18. Chen, R. H. and Wang, H. W., Effects of tangential on low-normal liquid drop impact on non-wettable solid surface. *Experiments in fluids* , 39, (2005) 754.
 19. Chen, R. H. and Chen, C. T., "Collision between immiscible drops with large surface tension difference: diesel oil and water," *Experiments in Fluids*, 41, (2006) 453.
 20. Chen, R. H., "Diesel-diesel and diesel-ethanol drop collisions," *Applied Thermal Engineering*, 27, (2007) 604.

11.7 子計畫五之一 - 電力與動力系統監控技術 - 太陽光電能管理技術

太陽能車的主體構造是由太陽能電池(Solar Cell)、儲電設備、電機系統和車體結構等四大結構所組成。通常，太陽能車所需克服的問題有二：太陽能電池效能及續航力，所以製作都圍繞在這兩個核心問題上去設計，圖表 70 太陽能車基本電力系統架構圖。在太陽能車設計中涉及三個主要技術：

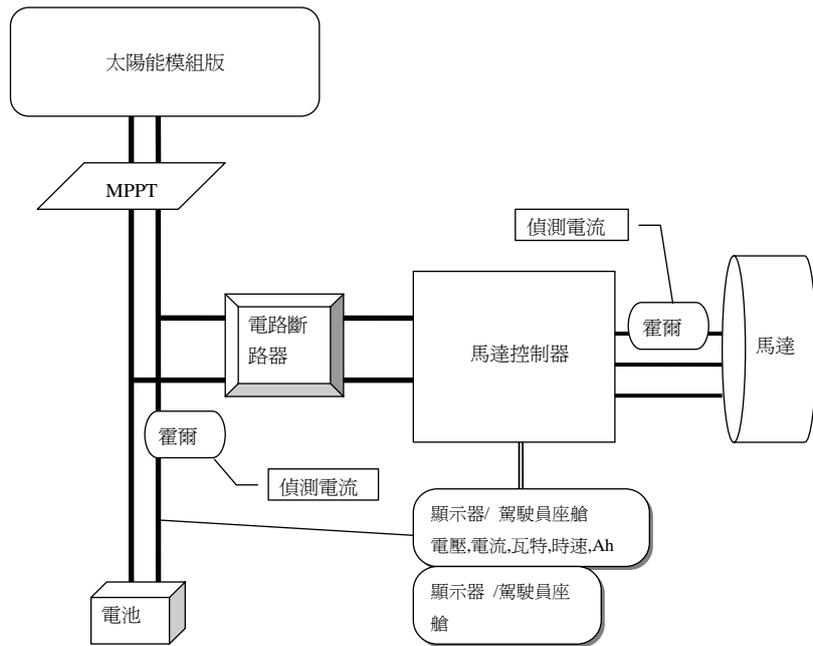
1. 如何有效地將太陽能轉為電能，吸收效能越高，轉換的電能相對提高。
2. 長時間儲存電能，避免再沒有陽光照射時，無法驅動車輛。
3. 要能發揮最大電能效應，並將電能轉為動能。



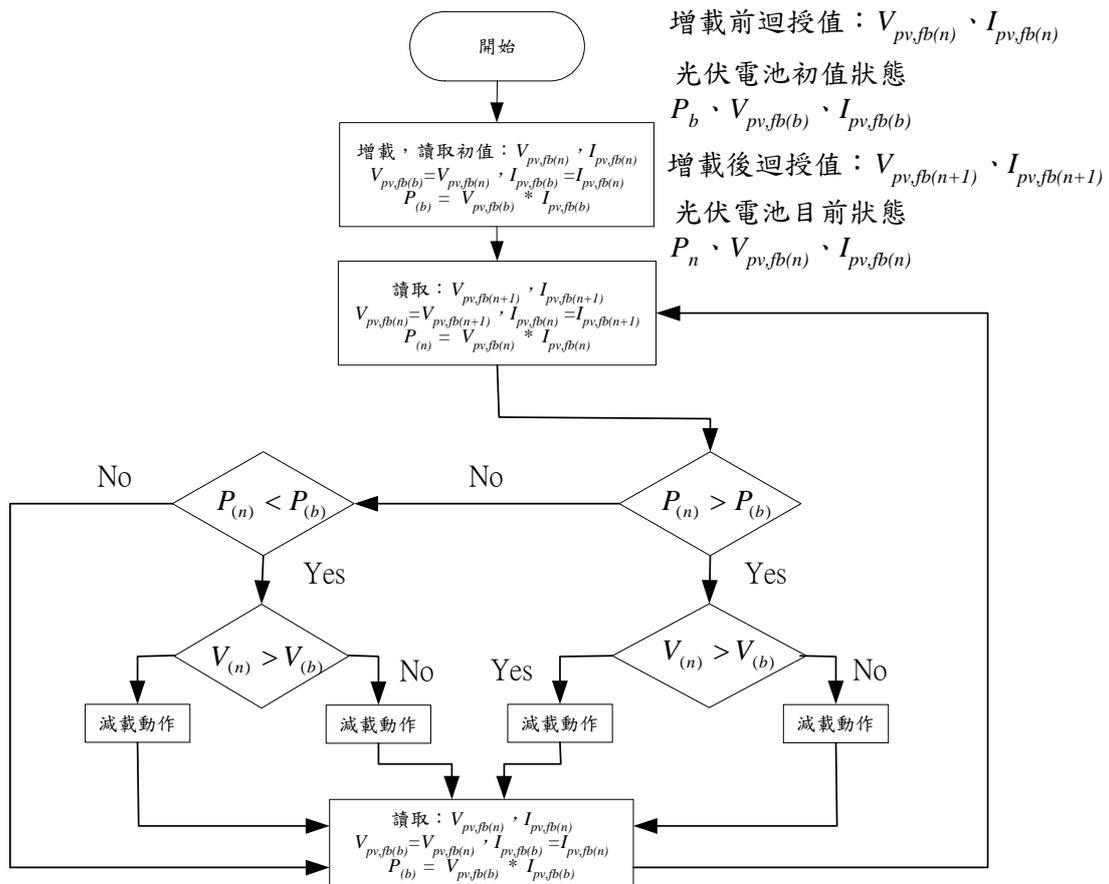
圖表 70 太陽能車基本電力系統架構圖

太陽能車體結構的設計元件，如駕駛座、電池、車殼主體是太陽能車重要的重心配置。太陽能車設計是採用高效率、輪圈式無刷馬達，因三輪設計，馬達通常直接嵌入輪圈直接驅動輪子，減少不必要的機械損失。並配合馬達控制器可達到無段變速、煞車回充等功能。「煞車回充」意思是，當車子煞車減速時馬達將轉換成發電機，將產生之電力回充至蓄電池中儲存起來，增加電瓶之蓄電量。車體上的太陽能模組，是由一片片的太陽能板組合而成，再經由焊接封裝貼在車體的表面，並連接其馬達、控制器、溫度電壓電流等感測器，使其發揮作用。圖表 71 太陽能車實際電力系統方塊圖。

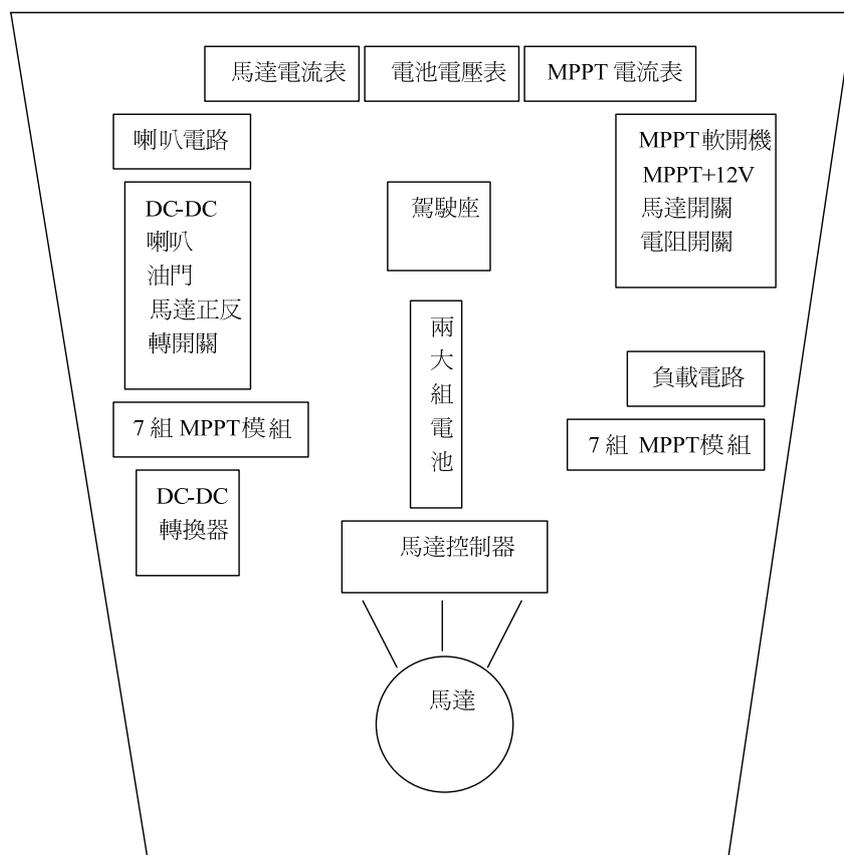
太陽能最大功率追蹤控制是介於太陽能電池與蓄電池間的轉換器必須具有的功能，擾動與觀察法是目前最普遍應用於太陽能電池的最大功率追蹤上，而控制方法是固定週期性的增加或減少控制命令大小，以改變電池的輸出電壓與輸出功率，並且觀察命令變化前後的輸出電壓與功率大小，進而決定增、減載動作，其控制如圖表 72 擾動與觀察法控制流程圖所示。



圖表 71 太陽能車實際電力系統方塊圖



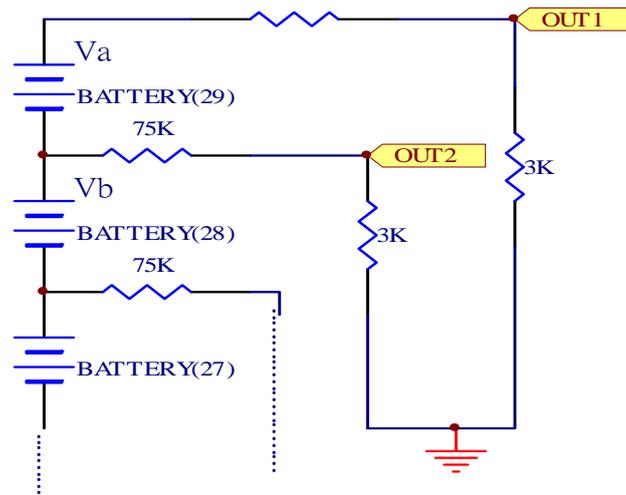
圖表 72 擾動與觀察法控制流程圖



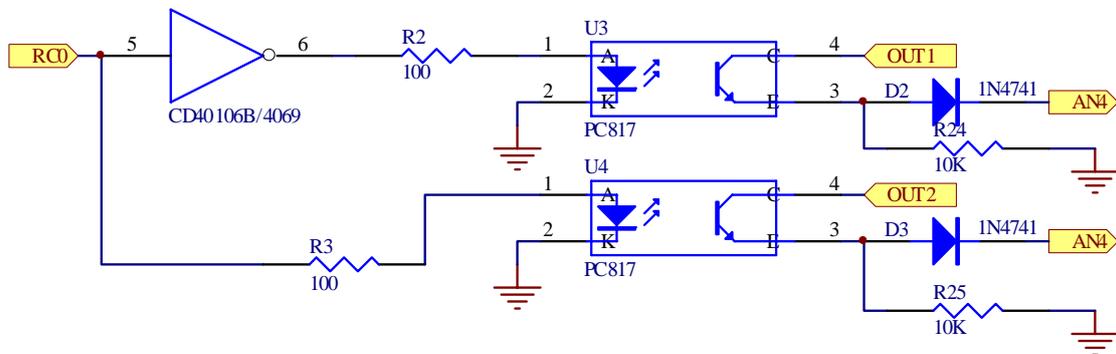
圖表 73 車內配置方塊圖

南台科大太陽能車晶片劃分如圖表 73 所示，為有效使用電力，必須注意蓄電池充放電之控制，尤其如何借由均勻充放電控制的設計以提高鋰電池壽命與安全性是非常重要課題，故本年度之計畫將在本問題上做詳細研究。要做到電池均勻充放電管理就必須及時的電壓、電流量測，本計畫利用單晶片做電源管理控制，可以即時顯示各個電池的端電壓、溫度與充電電流等資訊，並藉由通訊界面，在各組鋰電池超過額定狀態與發生異常情況的時後，可以立即做均流與各項安全的保護措施。太陽能車駕駛人員可以藉由各項監控顯示界面可以清楚的了解各項資訊，掌握每個環節，達到高效率的能量利用，並同時確保人員之安全，和延長電池使用壽命，避免意外發生。此外負載搭配之設計，亦會影響太陽能電池實際輸出至負載的功率，這在太陽能車長途賽中將影響實際行駛的時間與里程數，

要做到均勻充放電，就要讓串聯電池的每一小組電壓偵測及顯示功能，先用分壓電路讓電池最大電壓 130V 能分壓出 5V 以內，如圖表 74 電池電壓分壓電路，圖表 75 為偵測電池電壓切換電路例。

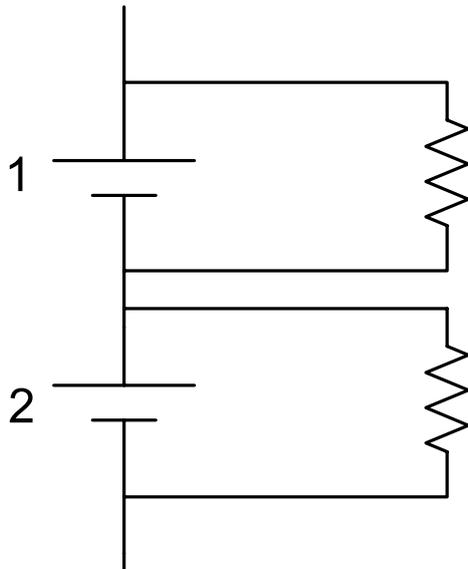


圖表 74 電池電壓分壓電路

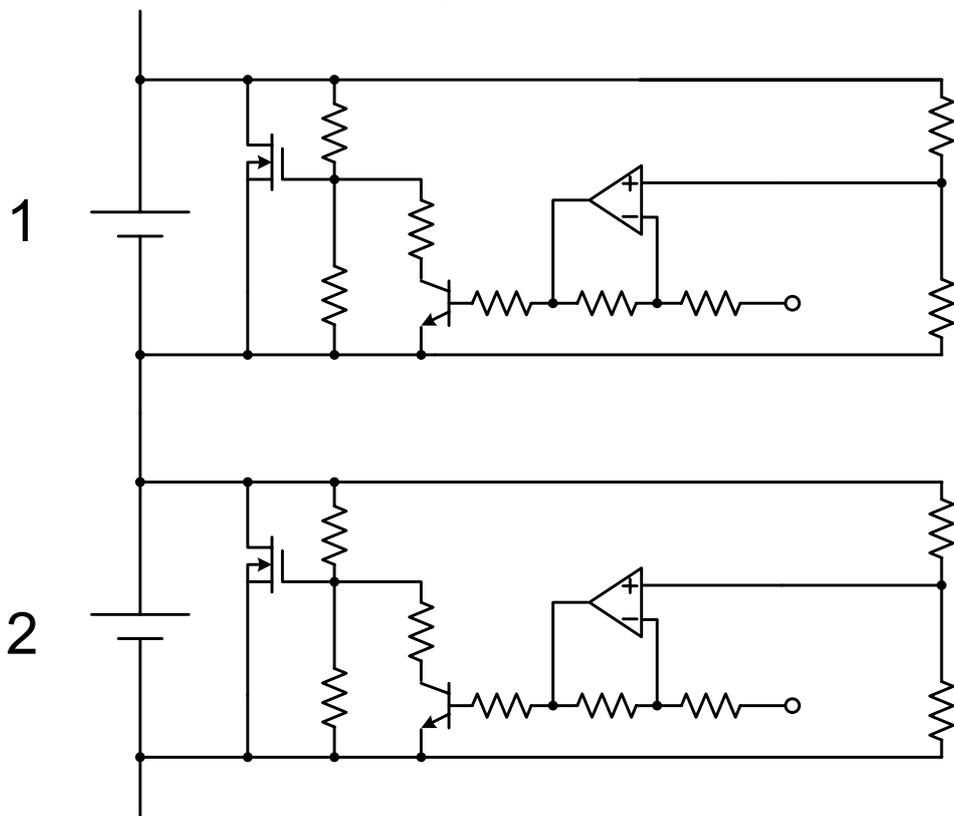


圖表 75 偵測電池電壓切換電路

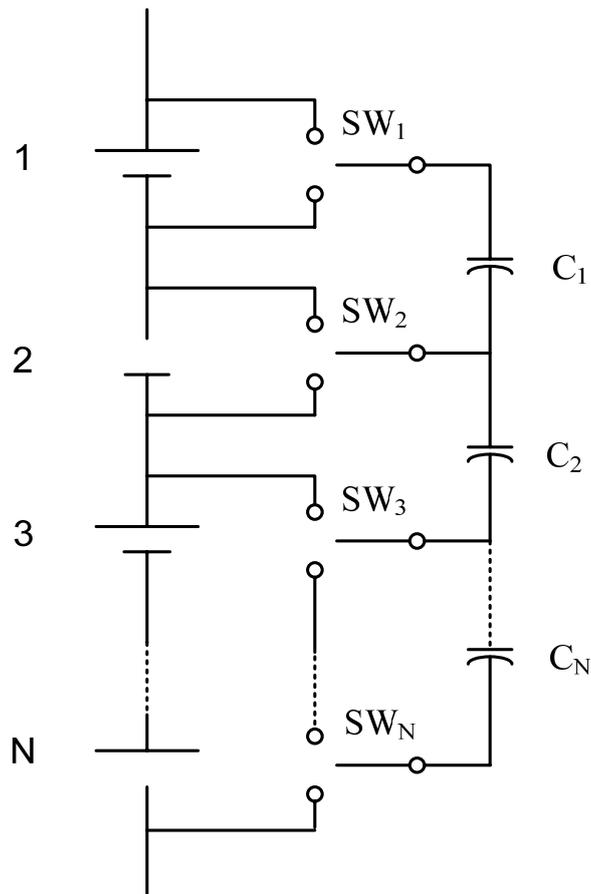
串聯電池之均勻充放電技術可分為消耗型與非消耗型兩種，前者可分為並聯電阻或並聯功率晶體均流方式，如圖表 76，圖表 77 所示。這類架構之特色為控制電路簡單，缺點則為消耗功率，故不為本計畫採用。非消耗型之串聯電池之均勻充放電技術則可分為電容型、電感型、與變壓器型三類，如圖表 78~圖表 80 所示。電容型均勻充放電技術是借由相連開關之協助將過充電池的電力轉到電容器，再轉移到不足充電的電池上，其特點為控制容易，不須偵測電路。缺點則為會延長整個均勻充放電時間。電感型均勻充放電技術是借由電感與相連功率開關之協助將過充電池的電力轉到電感器，再轉移到不足充電的電池上。此法缺點則為切換元件過多，仍需電壓偵測電路，也會延長整個均勻充放電時間。變壓器型均勻充放電技術是借由高頻變壓器之協助，再透過電流模式控制將過充電池的電力透過高頻變壓器之協助轉移到不足充電的電池上。很常用之架構則為馳返式架構，因其所需元件相對較少，此亦為本計畫之研究重點。



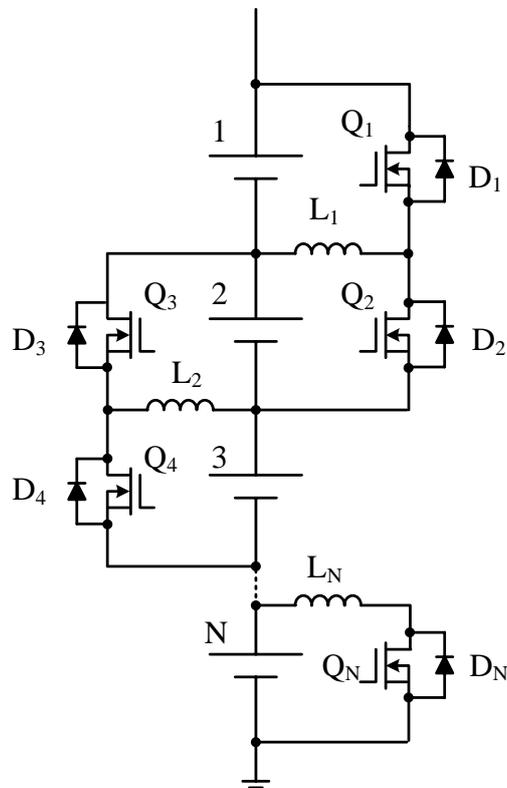
圖表 76 電阻式均流方式



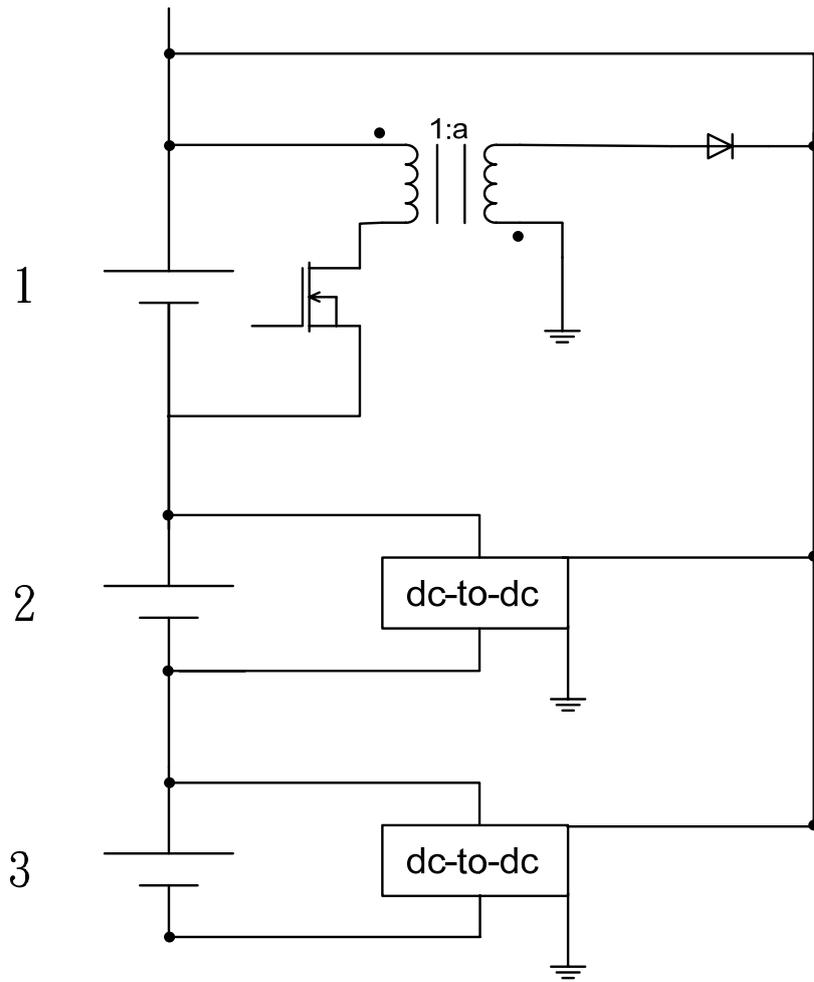
圖表 77 並聯功率晶體之均流方式



圖表 78 電容型均勻充放電技術



圖表 79 電感型均勻充放電技術



圖表 80 變壓器型均勻充放電技術

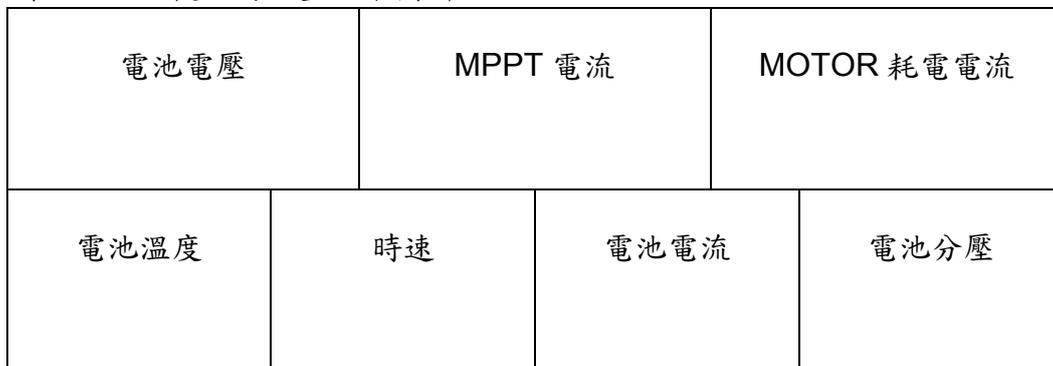
11.8 子計劃五之二 電力與動力系統監控技術 - 馬達性能最佳化

利用單晶片內建 A/D 轉換器，擷取 MPPT 電流，MPPT 電壓，電池電壓，電池電流，電池分壓，MOTOR 耗電電流，MPPT 電流，時速，並將其顯示在 LCD 面板上。

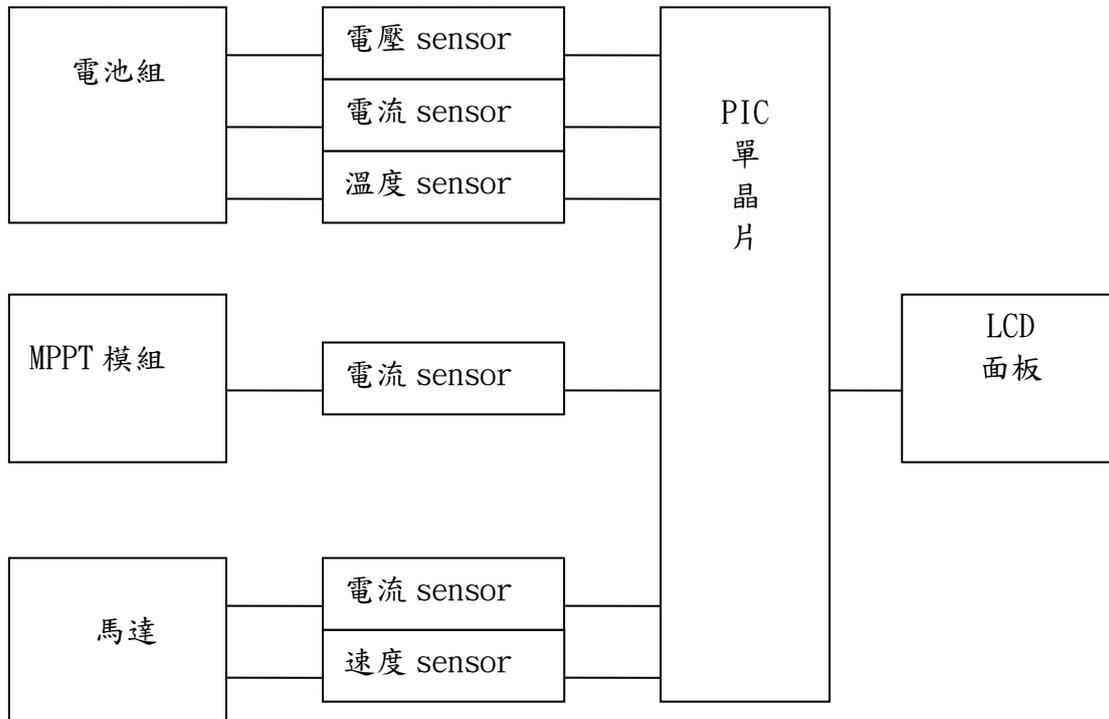
LCD 面板上。主要需顯示的資料如下：

- 1、電池電壓
- 2、電池電流
- 3、電池溫度
- 4、電池分壓
- 5、MOTOR 耗電電流
- 6、MPPT 電流
- 7、時速

其顯示在 LCD 面板上的位置如下圖所示



下圖所示為整個偵測與顯示電路系統的方塊圖：



太陽能 MPPT 控制板之技術

太陽能電池最大功率點追蹤控制(M.P.P.T)是一個相當重要的領域，太陽能電池的 V-I 特性曲線會影響其發電功率的變化特性，並且還必須考慮到日照量以及溫度變化對最大

功率點的影響，因為太陽能電池效率本身就不高，因此將工作點處於最大功率是相當重要的部份並且系統所設計的 MPPT 控制板具有體積小、耗電量低(30 μ A)等優點。

追蹤最大功率點，本文以擁有最大輸出的太陽能電池(12V)直接連結 6V 的蓄電池如圖表 81 所示，則太陽能電池的工作電壓會下降至 6V，而此時的輸出電流為 0.36A，輸出功率僅為 2.16W，僅為最大功率工作的 36%。本文在太陽能電池以及蓄電池之間加上一個電壓轉換器如圖表 82 所示，充電時，太陽能電池的工作點為 12V、0.5A 發電功率為 6W，經由電壓轉換器後輸出為 6V、0.95A 輸出功率約為 6W 若不將電路損失考慮進去，也就是說能夠以 100%來進行充電。

MPPT 的充電電路設計，首先說明由太陽能電池的輸出電壓來預測最大功率點，計算太陽能電池的最大功率時，可以由電壓及電流來做測量，(功率=電壓 \times 電流)，然後用比較法或是登山法來做計算，但是本文中系統並沒有電流的測量，所以無法計算功率，沒有電流的測量是將系統簡單化以及減少功率的消耗的緣故。因此準確度會降低，不過僅由太陽能電池的電壓就可以預測最大功率點的電壓追蹤法，此方法是使用自太陽能電池的抽取電流到太陽能電池的電壓降為最大電壓的 80%時，就為最大功率的特性(一般為矽質的太陽能電池，計算最大輸出電壓除以開路電壓，會近似於 0.8，而晶質的太陽能電池則為 68%)，圖表 83 為太陽能電池在不同日照下的電壓-功率數據^{[2][5][9][10]}；圖表 84 為太陽能電池的功率測量電路，改變負載電阻值就可以算出功率，結果最大功率點和日照量以及溫度無關恆為最大電壓的 80%。

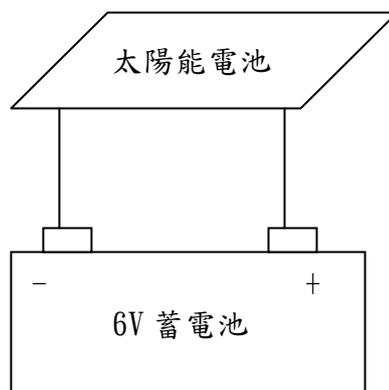
圖表 85 所示為系統整體方塊圖，其中包含有太陽能電池、升壓電路、低電壓偵測電路、電壓安定電路、蓄電池、PIC 微處理機；本系統所採用的 PIC 微處理器為 PIC16F683，所使用的輸出/輸入腳位為 3Pin，電路分為幾個部份：第一部份為 PIC 微控制器^[6]，包含太陽能電池和蓄電池的電壓取得、輸出 PWM 訊號給升壓電路；本文使用 2ch 的 A/D 轉換以及使用 CCP 模式來產生 PWM 的信號，且考慮到減少功率的消耗為主要考量因此採用 PIC16F683，其中為了降低所消耗的功率，所以使用了 100Hz 的 PWM 訊號輸出至升壓電路，故將 PIC16F683 的工作頻率設定在 32KHz，工作的電壓為 4V，工作時的消耗電流為 30 μ A，以 4V 來做 AD 轉換時的參考電壓；第二部份為電壓穩定電路：電壓值的異動是無法避免的部份，在 MPPT 控制中，太陽能電池的輸出電壓並非為固定，若 PIC 的工作電壓呈現不穩定，可能會造成 AD 轉換結果的誤差，會有誤動作之可能，為了讓電壓穩定可以使用穩壓 IC 來使工作電壓穩定，經由蓄電池所輸出的電壓能供給 PIC 消耗電流約為 30 μ A~50 μ A，而 PIC 所消耗的電流約為 30 μ A，所以相當足夠；第三部份為低電壓偵測電路(PIC Reset 電路)，當太陽能電池的電壓低於 4.8V 時，系統中的 2 個電晶體均會呈現 OFF 的狀態，這樣會使 PIC 的 MCLR 接腳處於 LOW 也就是 reset 的情況，設定 4.8V 是因為電壓穩定電路的工作電壓為 4.8V，電壓不足 4.8V 時 PIC 不工作，升壓電路也不工作；第四部份為升壓電路，把蓄電池完全充電，必須將充電電壓提升到 7.5V，因此使用升壓電路；第五部份為太陽能電池和蓄電池的電壓取得電路，太陽能電池和蓄電池的電壓是以分壓的方式來取得，進而將之輸入至 PIC，因為升壓電路會有切換時的雜訊，所以於 AD 的腳位上接上一個電容器，而蓄電池的電壓相當穩定故不需接上電容。

電壓追蹤法之電壓 MPPT 控制，可由 PIC 程式來做實現，圖表 86 為程式設計流程，總共分為 2 種模式(一般模式、特殊模式)；一般模式：含有開路電壓測量、太陽能電池和蓄電池電壓的測量；開路電壓測量的部份，系統啟動後先測量太陽能電池的開路電壓，由於 PIC 消耗的電流很小，因此可以完全視為開路電壓的數值，之後就是計算

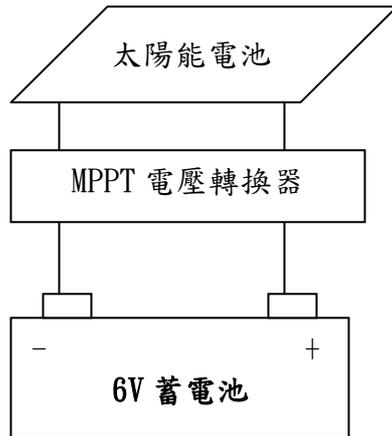
80%的開路電壓的數值為何。太陽能電池和蓄電池測量的部份，此部份為升壓電路開始工作時，以暖啟動的方式來使 PWM^[1]由工作週期慢慢增加，之後在升壓電路的工作中測量太陽能電池和蓄電池電壓，若此時的蓄電池電壓為飽和狀態 7.2V 以上，為了減少充電電流，系統便會使 duty cycle 減少處理，這樣可以決定太陽能電池工作點的移動方向，此部份為 MPPT 控制的關鍵；由之前的程式處理決定工作點的移動方向由開路測量來預測工作點以及太陽能電池與蓄電池所測量後的工作點來做比較，若此兩種電壓工作點相同就完成了 MPPT 控制；之後時間經過 2 秒以後便回至開路電壓的測量，因為太陽光以及溫度的變化速度，是以秒為單位，而最佳的工作點預測也是以 2 秒來進行，以後將以持續的方式來做開路電壓的測量以及太陽能電池與蓄電池電壓最佳工作點預測的循環操作。特殊模式：進入情況為一般模式計算最佳工作電壓低於 4.8V 以下時，穩壓電路並無法穩定的輸出 4V，進而因為低電壓偵測電路造成 PIC 處於 reset 的狀態，而以此模式下並無 MPPT 控制，因此在特殊模式下圖 7 所示為特殊模式流程圖，將電壓的最佳工作點設為 4.8V，將最佳的工作點設定於 4.8V 之中，並且取消 4.8V 的限制，之後與一般模式下的往返操作，雖然不是最大功率，但是仍可以進行充電。

在太陽能電池系統中，加上了 MPPT 最佳功率點追蹤控制就可以將工作的效率大幅提升，由此可以減少工作效率的低迷，提升蓄電池充電效果的提昇，並且電路板的製作採用 SMD 的元件來設計，如此一來，具有體積小、耗電量小(30 μ A)、且配合著 PIC 微處理器來做相關的 Duty Cycle 的控制增加太陽能電池充電至蓄電池的工作效率，且可以利用 PIC 微處理器來做模式 (一般模式、特殊模式)的切換處理，讓這太陽能電池系統擁有更加完善的效果。

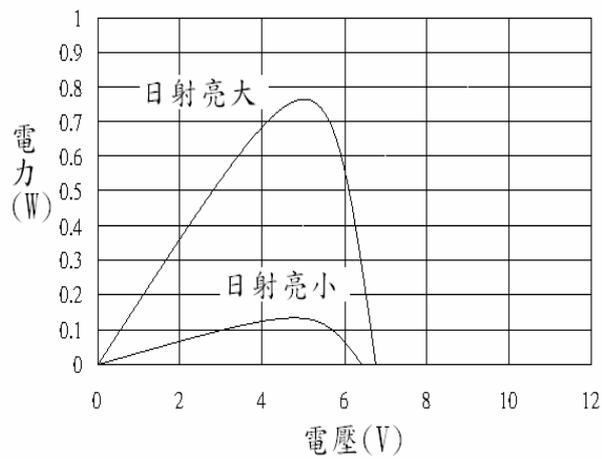
1. 圖表及數學式



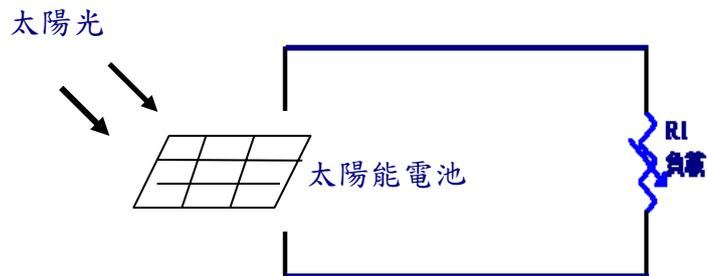
圖表 81 太陽能電池直接連結蓄電池示意圖



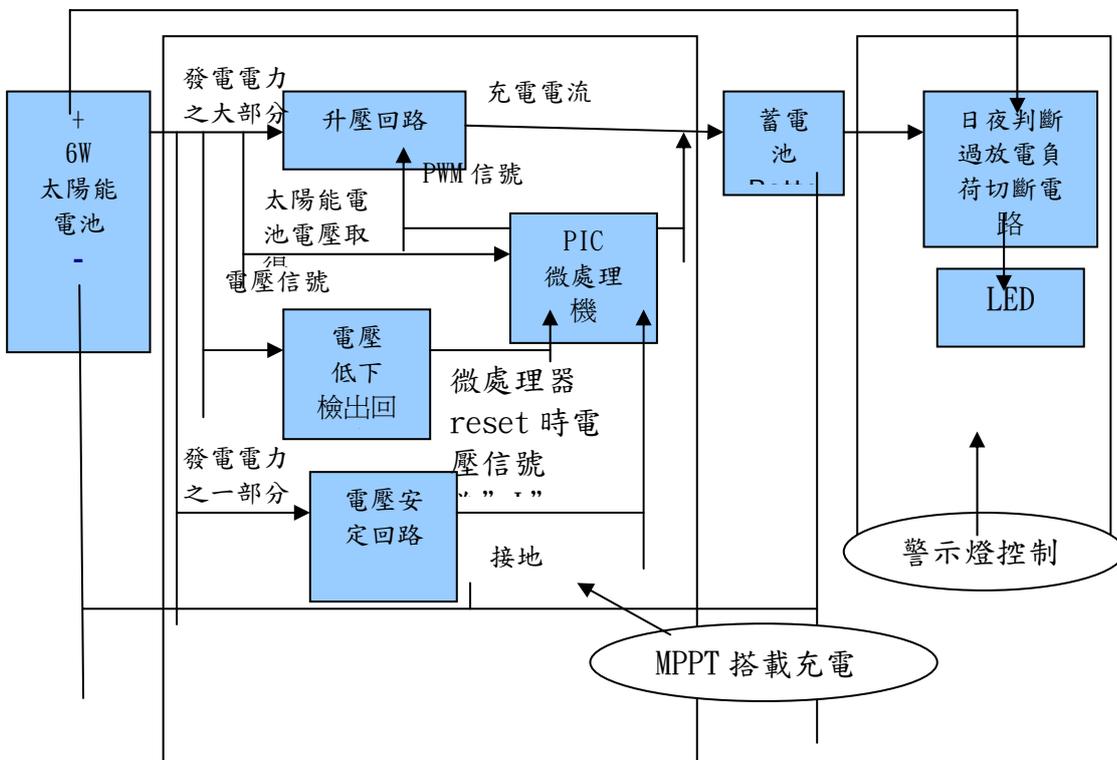
圖表 82 MPPT 控制之電壓轉換器位置圖



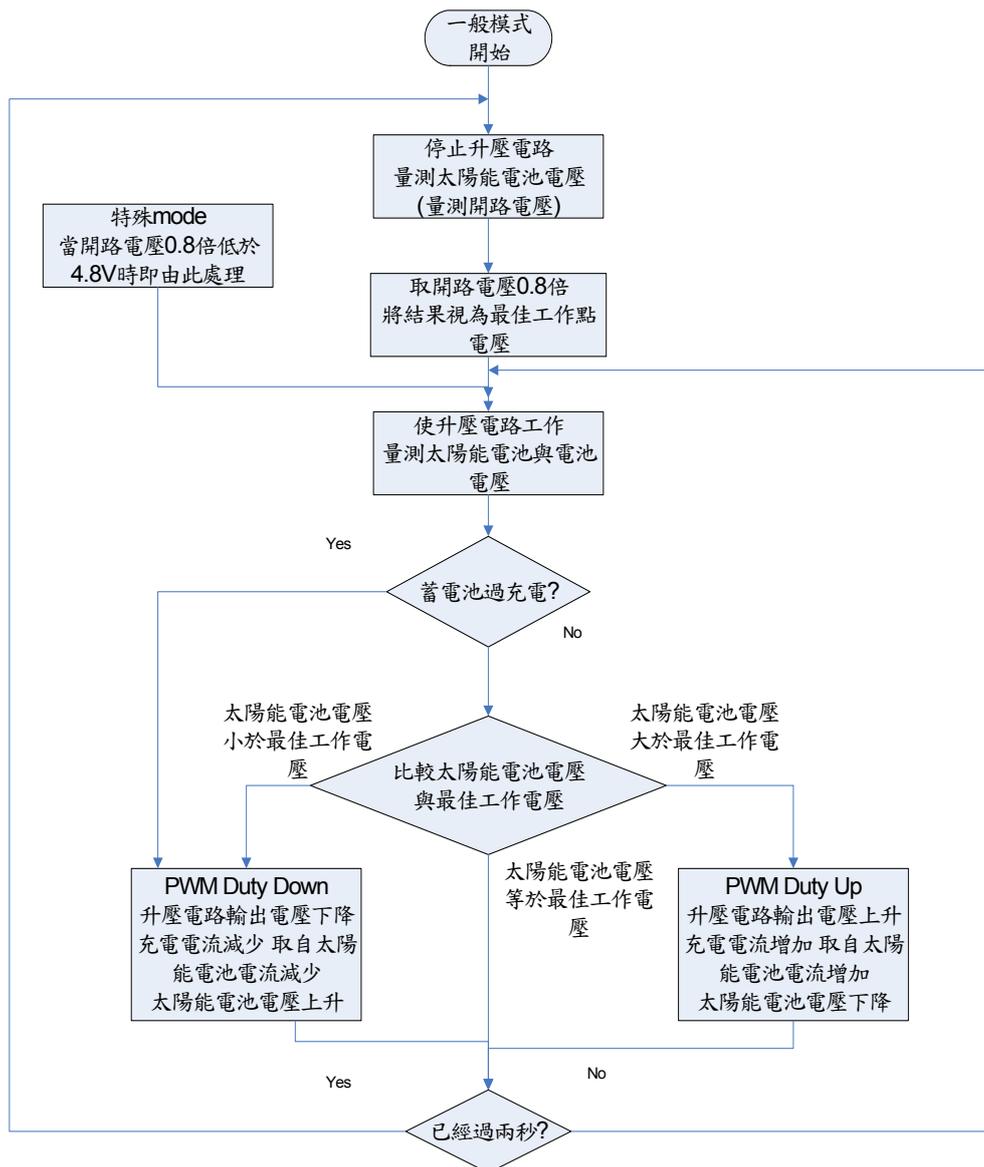
圖表 83 太陽能電池之輸出電力峰值出現在開路電壓 80% 處



圖表 84 太陽能電池之電壓測量電路圖



圖表 85 具有 MPPT 之充電電路方塊圖



圖表 86 電壓追蹤法 MPPT 控制流程圖

dsPIC30F 數位信號處理器

dsPIC30F 數位信號處理器晶片特性

本計劃所使用的數位信號處理器為Microchip所製造的dsPIC30F4013作為系統核心，並且數位信號處理器含(dsPIC33F系列、dsPIC30F泛用型系列、dsPIC30F馬達控制型系列、dsPIC30F感測器專用型系列)^[7]。

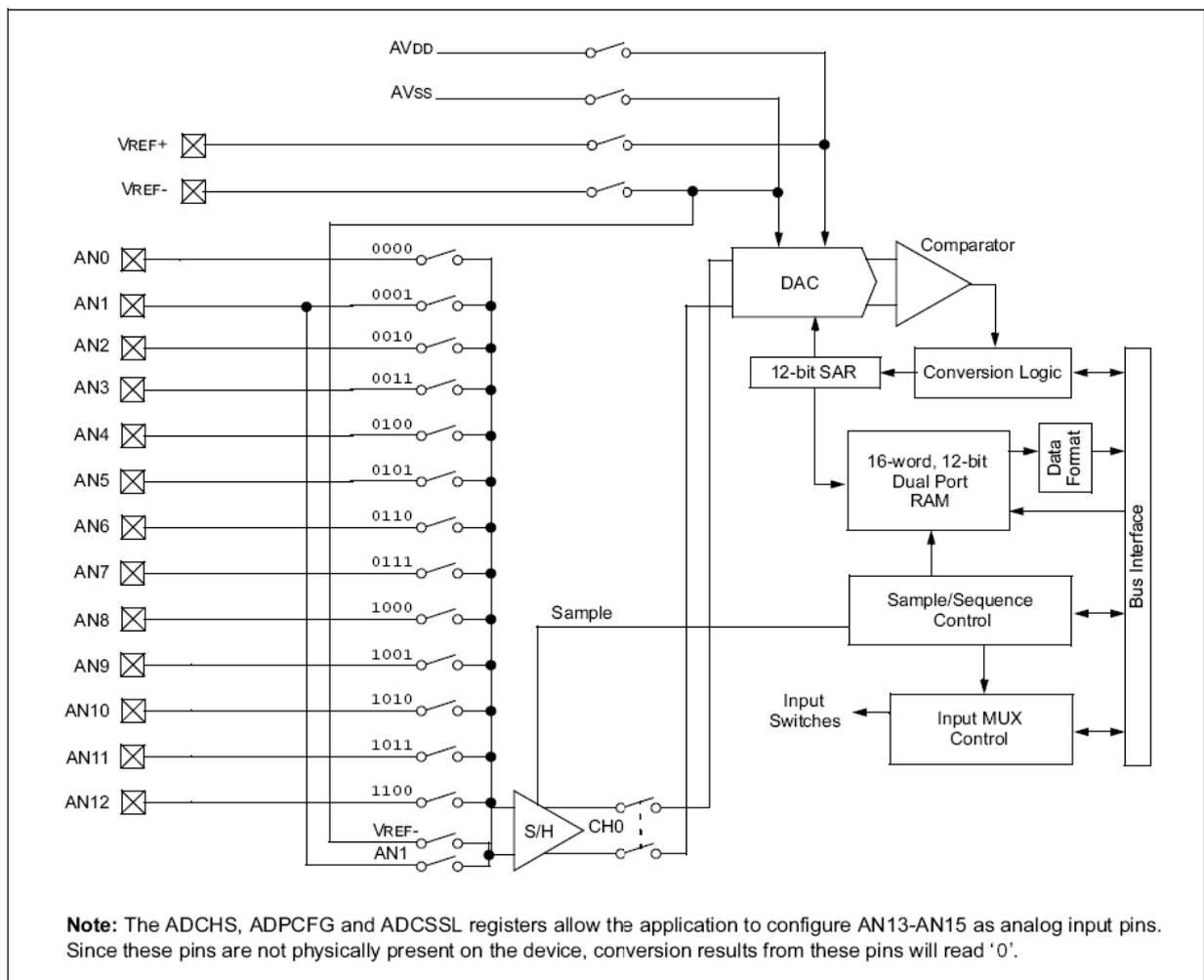
本計劃所使用的數位信號處理晶片為泛用型系列，依型號的不同分為40到80隻接腳，適合應用在各種不同的16位元嵌入式應用。這一種系列的數位信號處理控制器晶片具有視訊編碼解碼介面(CODEC DCI)，可支援許多音效處理的應用。其數位信號處理器特性包括：

1. 全部具有一組12位元，100KSPS數位／類比轉換器

2. 具備有CODEC資料轉換介面
3. 多數具有控制器區域網路CAN的傳輸介面
4. 具有雙通道的UART
5. 具有計時器，輸入捕捉以及輸出比較
6. 有各種串列傳輸介面如UART、SPI、I²C等等
7. 包含了兩種指令集：微控器(MCU)指令集以及數位信號處理(DSP)指令集
8. 系統與電源管理：多種振盪器操作模式、時脈來源切換、振盪器故障偵測、具備多種的省電模式。
9. 中斷功能：dsPIC30F數位信號處理器具備有一個向量式的中斷架構，每一個中斷的來源都有自己本身的向量定義，而且可以被動的指定七種中斷的優先順序。
10. 數據資料的定址模式：dsPIC30F支援了數種的數據資料的定址模式，包括了內建定址、相對定址、固定定址、記憶體的直接定址等等模式。
11. 工作暫存器陣列：dsPIC30F數位信號處理器擁有16個16位元的工作暫存器，每一個工作暫存器都可以作用於數據資料暫存器、數據資料指標、或是位置偏移暫存器。第16個工作暫存器(W15)永遠被視為一個中斷與呼叫函式時的軟體堆疊指標來做使用。
12. 數位信號處理引擎：dsPIC30F數位信號控制器具備有一個高運算速度的17位元乘17位元的乘法器、一個40位元的數學運算邏輯處理器、兩個40位元的飽和累加器、40位元的多位元移位器。

dsPIC30F數位信號處理器晶片A/D轉換

A/D轉換器可以將類比信號值轉換成數位信號值，在使用數位電路來偵測類比信號時是不可或缺的元件。以往在單晶片功能比較簡單的時候，要使用這個功能時，需要外加專用的A/D轉換器元件才行。但由於半導體技術的進步，現在已經可以將A/D轉換器製作在單晶片內部了，以dsPIC30F而言，內部有13組12位元的A/D轉換器，只需把要偵測的類比信號直接輸入單晶片的A/D輸入接腳即可，如此可以不必再外加A/D轉換器，因而在設計複雜度、零件成本及量產維修等方面均可獲得改善。下圖為12-BIT A/D 應用方塊圖。



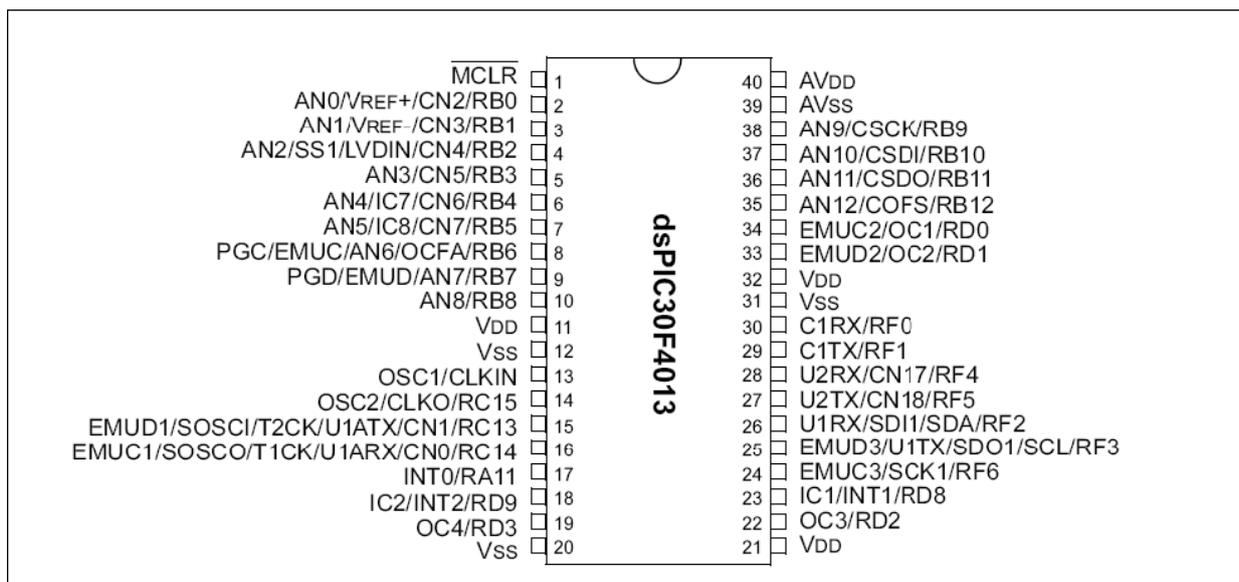
12-BIT A/D 應用方塊圖

C30編譯器的A/D函式庫

C30程式編譯器對dsPIC30F控制器中的12位元類比訊號轉換器提供了函式庫，其內容包含了以下的函式：

1. 設定ADC模組中斷：ConfigIntADC12()
2. 設定取樣器輸入腳位：SetChanADC12()
3. 停止取樣並開始轉換：ConvertADC12()
4. 讀取ADC緩衝器資料：ReadADC12()
5. 檢查訊號轉緩狀態：BusyADC12()
6. 關閉ADC模組：CloseADC12()
7. 開啟與設定ADC模組：OpenADC12()

dsPIC30F數位信號處理器晶片腳位說明 以下為系統核心的dsPIC30F系列中的dsPIC30F4013的相關說明。



dsPIC30F4013 包裝圖

腳位名稱	腳位敘述
AN0-AN12	類比輸出接腳
COFS、CSCK、CSDI、CSDO	SPI傳輸腳位
INT0 INT1 INT2	外部中斷輸入接腳
MCLR	重置以及燒錄接腳
PGD、PGC	ICD2燒錄接腳
RA11	PORTA is a bidirectional I/O port.
RB0-RB12	PORTB is a bidirectional I/O port.
RC13-RC15	PORTC is a bidirectional I/O port.
RD0-RD3, RD8, RD9	PORTD is a bidirectional I/O port.
RF0-RF5	PORTF is a bidirectional I/O port.
U1RX	UART1 Receive.
U1TX	UART1 Transmit.
VDD、VSS	Positive、Ground supply for logic and I/O pins.

dsPIC30F4013腳位說明表

電力系統監控，本子計畫中安排 [PIC晶片]、[實務專題製作]與 [碩士論文]等方式來進行有關如何量測要流至馬達及控制器的電流及電壓的教學活動。將以頻譜分析量測等等儀器和MPLAB®等軟硬體作為教學及實驗工平台，經由動手操作了解控制器裡面訊號的波形及電流電壓的情形，並藉由分析燒錄程式裡面不同的參數效調在不同數值配合下的I-V特性曲線來推估馬達可以達到的最大速度以及在過程中所產生的回力煞車及回授電流，以作為評估將內存於PIC晶片以用來控制控制器內數值

的輸出，並結合指撥開關來達成不用透過電腦再透過RS232傳輸線就可以調整想需要給控制器的參數。主要使用儀器有頻譜分析儀，PICICD2、PICMA16F87X和電流分流器等。

溫度系統監控，本子計畫中安排 [PIC晶片]、「溫度及壓力sensor」、「實務專題製作」與等方式來進行有關如何量測馬達、控制器、電池及太陽能板上面的溫度及輸出等等的教學活動。在sensor量測技術方面，使用pic晶片內建的功能透過Sensor來量測溫度的變化，並紀錄輸出。在超過限定溫度送出警示訊號，或是合併程式內文，在過熱時連動電力監控系統讓馬達關機達到降溫的效果。在日光照射較強或是回力所產生的回授電流使電池充電時不要讓其過熱造成起火或是無法抹滅的遺憾。主要使用儀器有PIC ICD2、dsPICMA16F87X、溫度量測器和電流供應器等。

TC1046 高精確度溫度-電壓轉換器

1. 特性：

供應電壓範圍：2.7V to 4.4V

寬的溫度量測範圍：

-40°C to +125°C -40°C to +125°C.

高精確度溫度轉換 $\pm 20\text{C}$, Max, at 25°C

0°C, 580 mV at

線性溫度轉換率 6.25mV/Oc

耗電流小35uA「典型」

3-Pin SOT-23B 包裝

2. 基本描述：

TC1046 是一種線性輸出的溫度感測器

輸出電壓是與量測溫度成正比關係

TC1046可以精確測量的溫度範圍 -40°C to +125°C.

輸出電壓 174mV at -40°C, 424mV at 0°C, 580 mV at

+25°C, and 1205mV at +125°C. A 6.25mV/°C

TC1046 包裝是使用 3-Pin SOT-23B 包裝

可以被應用在特殊場所

3. 應用：

行動電話

電源供應器溫度感測

風扇溫度控制

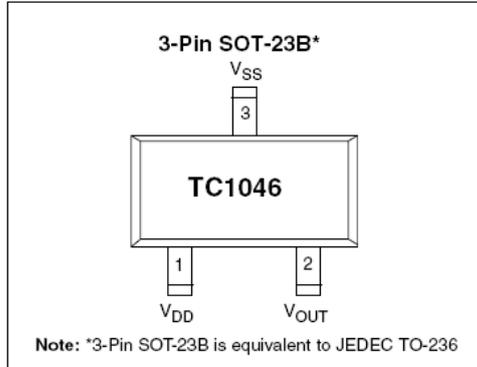
溫度量測

溫度調節器

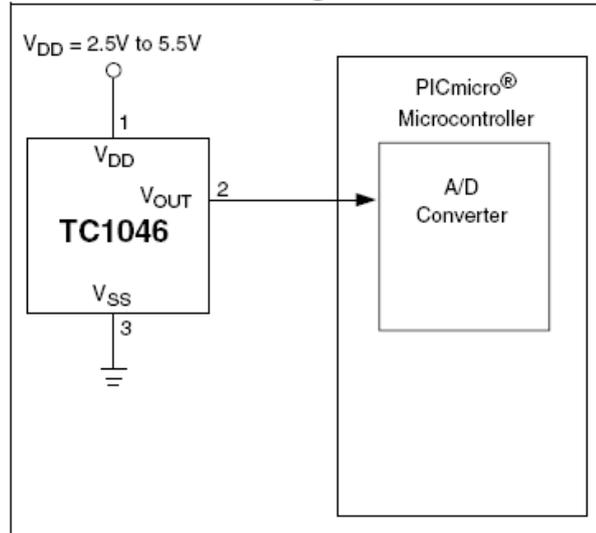
消費性電子

可攜式電源裝備

Package Type



Functional Block Diagram



ELECTRICAL CHARACTERISTICS :

Absolute Maximum Ratings*	
Supply Voltage	+7V
Voltage on Any Pin with Respect to Supplies	V _{SS} -0.3 to V _{DD} + 0.3V
Operating Temperature	-40°C to +125°C
Storage Temperature Range	55°C to +150°C

TC1046 ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Electrical Characteristics: These specifications apply for the entire supply voltage range and for T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
V _{DD}	Supply Voltage	2.7	—	4.4	V	
I _Q	Supply Current, Operating	—	35	60	μA	
A _V	Average Slope of Output Voltage	—	6.25	—	mV/°C	
TMP _{ACY}	Temperature Accuracy at 25°C	-2	±0.5	+2	°C	T _A = 25°C
		-3	±0.5	+3	°C	T _A = +125°C
		—	1.0	—	°C	T _A = -40°C
V _{OUT}	Output Voltage	—	174	193	mV	T _A = -40°C
		568	580	592	mV	T _A = 25°C
		1187	1205	1224	mV	T _A = +125°C
I _{OUT}	Output Source and Sink Current	100	—	—	μA	

2.0 PIN DESCRIPTIONS

The descriptions of the pins are listed in Table 2-1

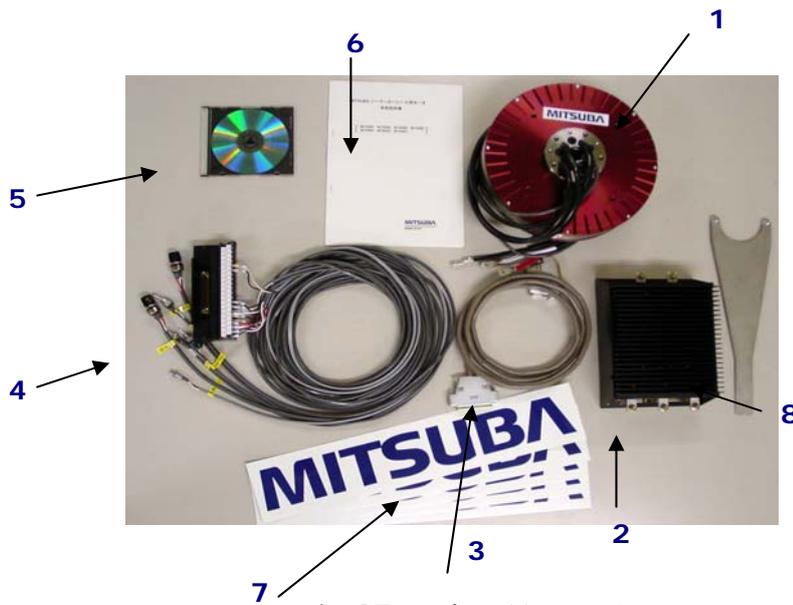
TABLE 2-1: PIN FUNCTION TABLE

Pin Number (3-Pin SOT-23B)	Symbol	Description
1	V _{DD}	Input Supply Voltage
2	V _{OUT}	Temperature Sensor Output
3	V _{SS}	Ground

馬達控制器說明

MITSUBA 太陽能競賽 就馬達各項特性做詳盡說明

1. 馬達
2. 控制箱
3. 帶子式端子
4. 端子&開關&旋鈕
5. 應用軟體
6. 說明書
7. 貼紙
8. 板手



圖表 87 馬達控制說明圖

操作設定使用者說明書簡介 目錄

1. 各操作部名稱介紹
2. 基本操作方法
 - ⊕ 電源開關
 - ⊕ 前進/後退開關
 - ⊕ 動力型/經濟型開關
 - ⊕ 速度可調
 - ⊕ 煞車可調
3. 保護機能

- (1) 高溫時保護(LED 警示)
- (2) 驅動時電壓保護
- (3) 煞車時電壓保護
- 4. 開關端子說明表
- 5. 開關種類說明
 - (1) 設定方法
 - (2) 設定概要
 - (3) 設定項目
 - (4) 設定方法
 - (5) 設定例
- 6. 控制器內資料設定用改寫 solar car flash 的軟體使用方法
接線方法(包含電源)
軟體操作方法

1. 各操作部名稱介紹



圖表 88 各操作部名稱介紹

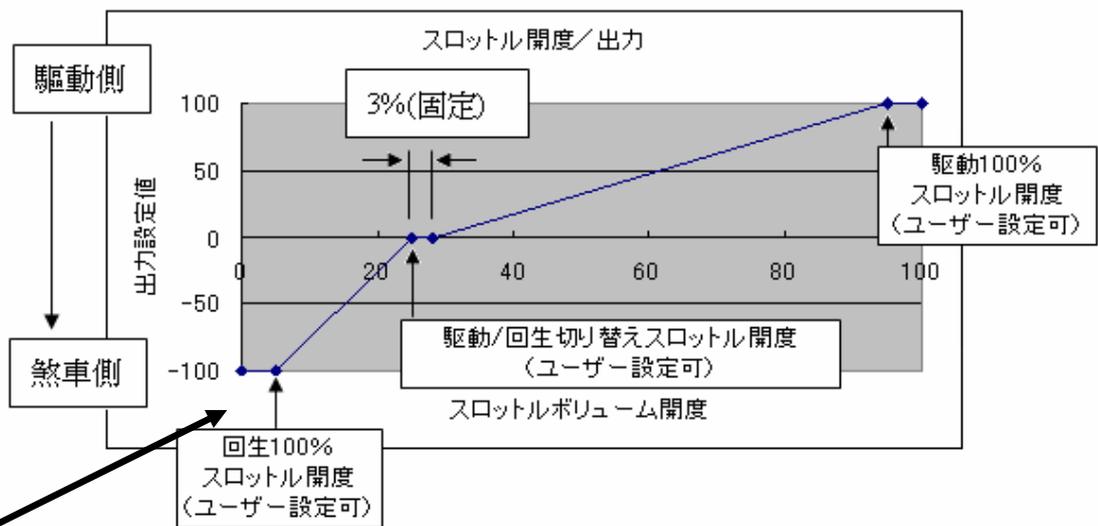
2. 基本操作方法

- (1) 電源開關
 - a 控制的電源開關
 - b ON：輸入電源
 - c OFF：切斷電源
 - d 本開關信號的輸入與切斷，如果有不穩定的情形時，可以經由 ON/OFF 的動作來重新設定控制器。
- (2) 前進/後退開關
 - a 前進後退操作開關
 - b 前進：往前前進
 - c 後退：後退前進
 - d 標準添付されているスイッチは、走行中の誤操作防止の為にロック機構が付いています。
 - e 操作する時は、一旦、スイッチのツマミを引いてロックを解除してから、切り替えてください。

注意 本開關在操作時，必須在車子停止運行的情況下。在行走的過程中，為了保護馬達，前進時不會有向後的出力(當然後退時也不會有向前的出力)。

- (3) Por/Eco 型模式開關
- a 出力電流切換開關，只有在驅動模式、電流模式時有效。
 - b Por 模式：
 - c Eco 模式：
 - d Por 模式是在予選時，或加速、超車狀態所假設使用。
 - e Eco 模式是在整個賽道使用所假設的。
 - f (如果是注重於馬達效率的話，建議用經濟模式。)

- (4) 速度調整 可變
- a 左邊旋轉到底，3 秒內保持住不動，防止暴衝。
 - b 速度調整可變，他的旋度為，針對電源電流量作更改的模式，或是針對直接操作模式(手動 PWM 模式)由控制到馬達的出力是多少百分比所設定的值。

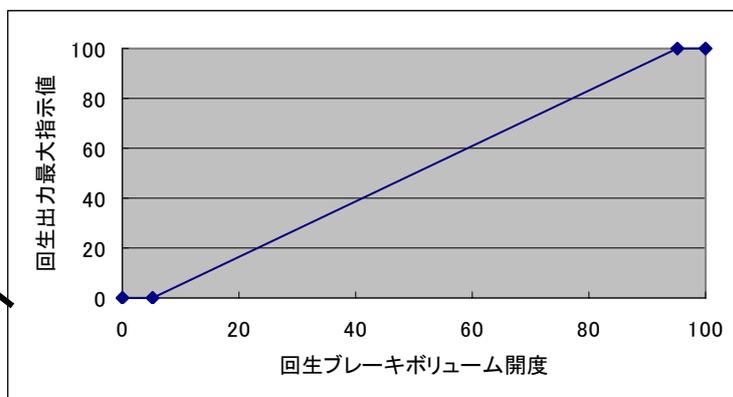


圖表 89

如果在車停止時，就算是調到迴力也不會產生檔煞，至於如何設定參考設定方法說明。

(5) 迴力煞車旋鈕

注意 迴力煞車只是要回收能源，並不是住要用來煞車，所以還是要確定裝上主煞車。(物理煞車)



圖表 90

註 1 煞車量調整操作方法，以下有兩種可能：

- a 速度調整旋鈕，也可以操作迴力量，迴力煞車旋鈕，請將其設定為最佳的數值。
 - b 迴力煞車旋鈕是在操作迴力量，在迴力時，請將其速度旋鈕向左轉到底。
- 注 2 迴力出力最大為 0 時，就算速度旋鈕往迴力側操作時，也不會迴力。

3. 保護機能

(1) 高溫時保護(LED 會閃燈警示)

- a 如果判斷出控制器的溫度異常，則會用下列燈號及限制出力動作。

	過熱表示 LED	驅動・及び回生出力
85℃未達	燈熄滅	指示値導通
85℃以上	0.5 秒間亮燈、1.5 秒間熄滅 重複	指示値の 1/2
95℃以上	0.5 秒間亮燈、0.5 秒間熄滅 重複	指示値の 1/4
105℃以上	持續亮燈	出力停止 ※1

表格 5 保護機能

- b 再啟動的條件，溫度降低或是速度旋鈕關閉，然後 LED 燈在 POWER ON 時 3 秒內亮燈。

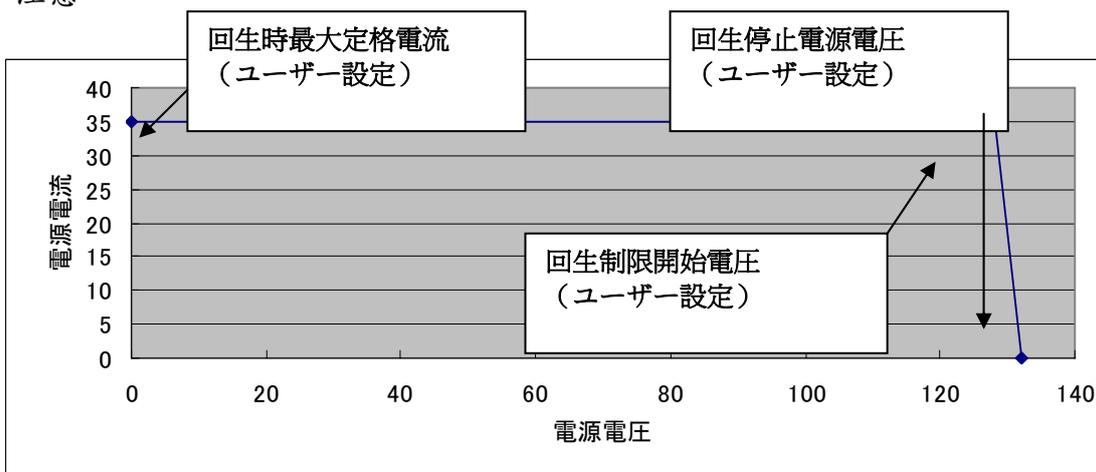
(2) 驅動時電壓保護

為了保護控制器，如果輸入電壓超過，則不會驅動及出力。

(3) 煞車時電壓保護

- a 因為上述的功能，電池殘量在接近滿載時迴力產生的場合，就可不用在意電池電壓迴力操作，也不再必須。
- b 在使用者設定的迴力限制開始電壓，如果超過這值就會開始迴力限制，”迴力停止電源電壓”超過的話將停止迴力產生。

注意



圖表 91

4. 接線端子表

操作部品	部品端子	配線	端子側	
	接統端子	線色	端子編號	
電源開關	中央	白	01	
	端	黑	20	
加速	2	白	02	
	1	黑	21	
	3	赤	03	
煞車	2	白	22	
	1	黑	04	
	3	赤	23	
POW/ECO	中央	白	05	
		—	24	(不可接線)
	端	黑	06	
前進／後進 開關	中央	白	25	
	端	黑	07	
保留			26	(不可接線)
			08	(不可接線)
			27	(不可接線)
			09	(不可接線)
			28	(不可接線)
			10	(不可接線)
			29	(不可接線)
			11	(不可接線)
			30	(不可接線)
			12	(不可接線)
			31	(不可接線)
			13	(不可接線)
		32	(不可接線)	
LED/冷卻風扇	陰極 (3)	黑	14	
冷卻風扇	ON 信号	白	33	適用於專用風扇
LED	陽極(1)	白	15	
保留			34	(不可接線)
			16	(不可接線)
			35	(不可接線)
			17	(不可接線)
			36	(不可接線)
			18	(不可接線)
		37	(不可接線)	
冷卻風扇			19	適用於專用風扇

表格 6 接線端子表

5. 開關種類說明

所附的各種開關是在確認動作，不是保證在比賽時可用，請自行替換較好的操作開關。(在揭開開關時請參照下列圖示)

注意 開關旋鈕的另外一端有許多的接線，必須小心注意。

端子編號			
電源開關	01		open : 電源オフ
	20		short : 電源オン
前進/後退開關	25		open : 前進
	07		short : 後進
POW/ECO 開關	05		open : ECO
	24 (open)		short : POWER
	06		
加速	02		閉
	21		10kΩ
	03		ホツユーム
煞車	22		閉
	04		10kΩ
	23		ホツユーム

(1) 設定方法 1

a 設定概要

本馬達系統有提供各項細部設定。要如何設定，請將控制器用通信電纜和電腦連起來，用電腦來操作，請參閱光碟所附的寫入程式及使用。



圖表 92

(2) 設定方法 2

b 響應(設定程序 1)

[驅動響應旋鈕]

速度旋鈕操作(驅動時)跟蹤反應的設定

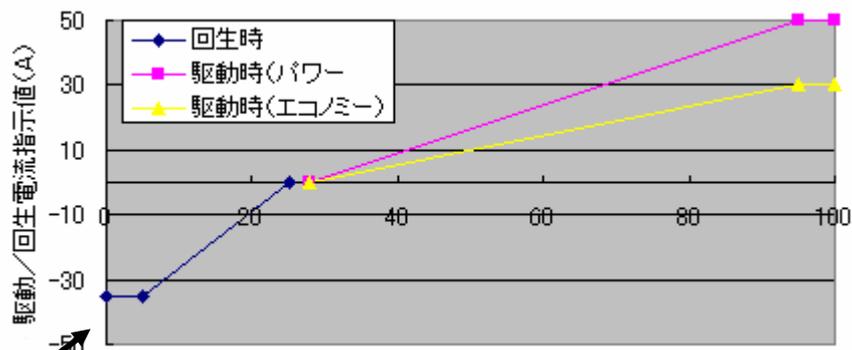
1 ← 快 慢 → 5

[煞車響應旋鈕]

速度旋鈕操作(煞車時)跟蹤反應的設定

1 ← 快 慢 → 5

c 速度旋鈕相關設定(程序設定)



d 速度全開時 POWER 模式(電流指示量)

POWER 模式打開時請依照最大投入電力及操作性來考慮後做出設定，設定範圍(5~100A)

e 速度全開時經濟模式(電流指示量)

在經濟模式下，請依照最大投入電力及操作性來考慮後做出設定，設定範圍(5~100A)

f 煞車 100% POWER 開啟

煞車量最大速度旋鈕的設定，通常設定在 5%。

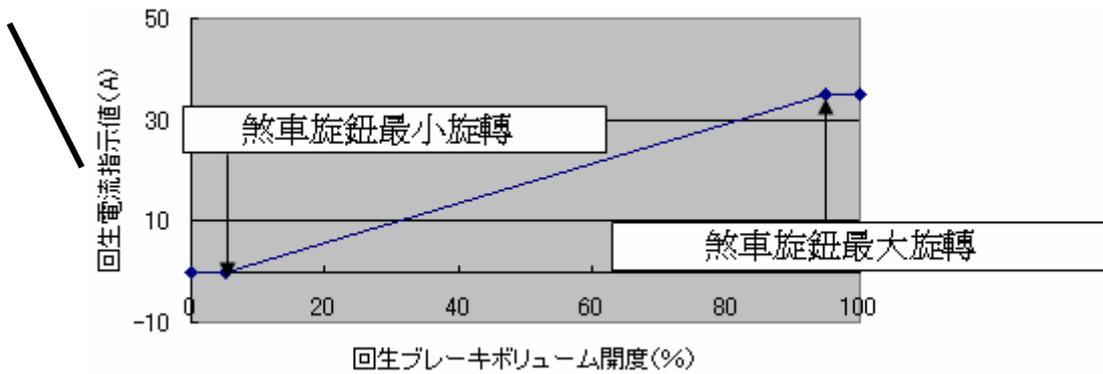
g 驅動/煞車切換旋鈕

驅動或是煞車的速度切換旋鈕設定。設定值請參照範例。

h 驅動 100%POWER 開啟

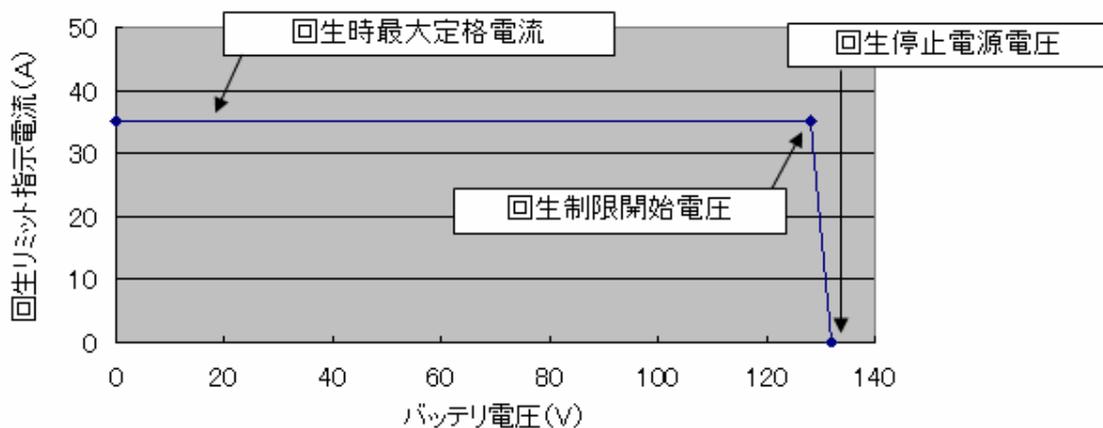
驅動量最大速度旋鈕的設定，通常設定在 95%。

(3) 回授旋鈕相關設定(設定程序 2)



圖表 93

(4) 煞車充電時電池保護設定(設定程序 3)



圖表 94

(5) 煞車最大定格電流

- a 煞車時電池保護用的電流限制。
- b 煞車時產生的電流指示量的值，以最大為推薦。

(6) 煞車限制開始電壓

- a 請依照電池規格來設定。

(7) 煞車停止電源電壓

- a 設定停止煞車的電壓。

(8) 操作模式設定(設定程序 5)

- a 驅動操作模式
- b 電流模式/手動 PWM 模式的選擇
- c 通常是設定電流模式
- d 電流模式：速度旋鈕轉越大開度越大。

手動 PWM 時，跟電流模式比，最高迴轉數較低，如果要跟電流模式比迴轉數時，要另外加上其他用途的開關。

(9) 設定方法 3

- a 設定例 1

▶ 在比賽中，速度鈕(單手或單腳)想要操作驅動操作及迴力煞車時，對車手來說，車的動向及確認，眾多的儀器，方向盤的操作，等等一堆不得不做的工作。簡單的操作及良好的能源回收，回收的迴力煞車能越好操作

越好。以下就是推薦的設定值。

スロットル全開時(パワーモード)電流指示量	50 A	約5KW投入まで操作可能
スロットル全開時(エコノミーモード)電流指示量	30 A	約3KW投入まで操作可能
回生100%スロットル開度	5 %	固定
駆動/回生切り替えスロットル開度	30 %	お好みにより、増減
駆動100%スロットル開度	95 %	固定
回生最大時電流指示量	35 A	バッテリーへの充電量考慮
回生ボリュームMIN開度	5 %	固定
回生ボリュームMAX開度	95 %	固定

表格 7 設定表

b 操作例

- ▶ 加速鈕可以在加速及定速時調整，減速時，速度鈕關起來沒有電流時期的惰性。
- ▶ 迴力煞車轉度是，速度鈕產生的迴力煞車的準度來調整。

c 設定例 2

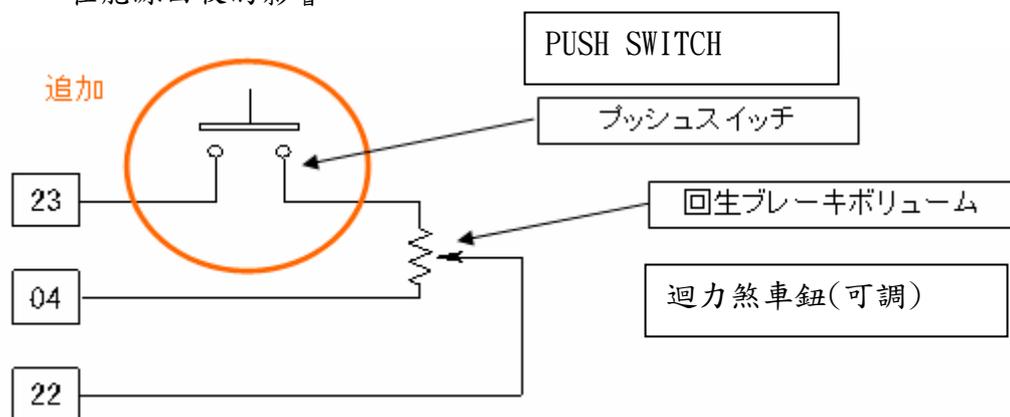
- ▶ 想要像市售車一樣加速和煞車完全分開，推薦用此設定。

スロットル全開時(パワーモード)電流指示量	50 A	約5KW投入まで操作可能
スロットル全開時(エコノミーモード)電流指示量	30 A	約3KW投入まで操作可能
回生100%スロットル開度	5 %	固定
駆動/回生切り替えスロットル開度	6 %	固定
駆動100%スロットル開度	95 %	固定
回生最大時電流指示量	35 A	バッテリーへの充電量考慮
回生ボリュームMIN開度	5 %	固定
回生ボリュームMAX開度	95 %	固定

表格 8 設定表

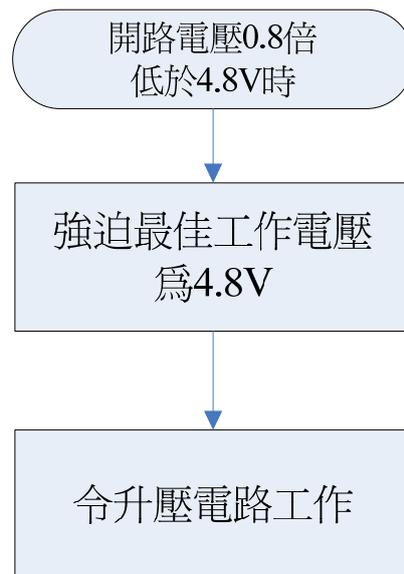
d 操作例

- ▶ 想要跑多快就轉多快。
- ▶ 驅動停止時要完全關閉。
- ▶ 惰性行走操作很簡單，煞車模式需要時候。(想只依靠惰性行走時的簡單操作)
- ▶ 惰性行走是針對控器阻力較優的車體較為有效。
- ▶ 用簡單的操作可以用 PUSH SWITCH 來控制煞車的有無，迴力量的設定在能源回收的影響。



圖表 95

- e 操作例
- ▶ 速度旋鈕
想要驅動的場合，調整驅動量。
想要停止驅動時，就全部關閉。
 - ▶ PUSH SWITCH
速度旋鈕全開時，產生的惰性運動壓下就會有迴生煞車。
 - ▶ 迴生煞車旋鈕
PUSH SWITCH 壓下時的回升量的調整，在不太有效時，依照感覺調整。



圖表 96 特殊模式流程圖



圖表 97 太陽能實作電路板

11.9 現有設施及未來設備規劃

為順利完成本計畫，除了「新能源中心」所屬實驗室既有之設備，如附錄一，可提供學生基本的製程訓練與觀念建立外，93 年度教育部補助之新能源計畫，業已強化六間實驗室，94 年度教育部補助之新能源計畫，更加強或更新五間設備先進之實驗室，95 年度持續補強 2 間實驗室，並新補助 6 間 (機械 3+電機 3) 實驗室。截至目前為止，由本計畫補助成立或補強，現以可協助本計畫執行之實驗室名稱及部份重要設備如下：

(A) 光電實驗室 (化工系)

- (1) 手套箱乾燥系統
- (2) 電化學分析儀
- (3) 真空蒸鍍機
- (4) 螢光光譜儀
- (5) 陣列二級體分光光譜儀
- (6) 旋轉塗佈機
- (7) 輝度及光電流測試儀
- (8) 計算流體力學軟體 (FemLab)
- (9) 測定 IPCE(%) 光電效率儀器
- (10) 高溫爐

(B) 電子控制實驗室 (機械系)

- (1) DSP 控制卡
- (2) 示波器
- (3) 頻譜分析儀
- (4) AC 馬達、DC 馬達、步進馬達
- (5) ME'Scope 機械分析軟體
- (6) 激振器、衝擊錘、加速規
- (7) 微振動雷射干涉量測儀
- (8) 動態頻譜分析儀
- (9) 多領域有限元素分析軟體 (ANSYS Multiphysics)

(C) 未來動力系統實驗室 (機械系)

- (1) 500W 燃料電池測試台
- (2) 交流阻抗分析儀
- (3) 直接甲醇燃料電池測試組
- (4) AB₅ 儲氫合金儲氫過濾系統
- (5) 氫氣產生機
- (6) 恆電位儀
- (7) 環盤旋轉電極測試儀
- (8) 1200W 燃料電池電堆
- (9) kW 級燃料電池測試站
- (10) CFD 軟體
- (11) Fluent Fuel Cell 模擬系統 (擬本計畫添購)
- (12) 小型動力量測系統 (擬本計畫添購)

(D) 自動控制實驗室 (機械系)

- (1) 20MHz 示波器
- (2) 60MHz 數位儲存示波器
- (3) 電路板雕刻機系統
- (4) 數位螢光示波器函數波產生器
- (5) 微控制器發展系統
- (6) 雙軸追日太陽能光電系統

(E) 電力電子實驗室 (電機系)

- (1) 模擬器(PIC, WIneZ)
- (2) 直流電源供應器
- (3) 功率及功因可調負載供應器
- (4) 16M 儲存示波器
- (5) 溫度資料收集系統
- (6) 阻抗分析儀
- (7) 可程控恆溫恆濕箱(落地型)

(F) 太陽電池模組製作實驗室 (機械系)

- (1) 太陽電池模組封裝真空熱壓機
- (2) 太陽電池模組焊接機
- (3) 太陽電池I-V量測系統
- (4) 1.2 kW太陽電池模組I-V量測系統
- (5) 光譜式橢圓儀
- (6) SPM薄膜表面特性量測儀
- (7) 霍爾效應量測儀 (低溫配件, 擬本計畫添購)
- (8) 快速昇溫退火爐
- (9) 管狀高溫爐
- (10) 小型DC/AC濺鍍機
- (11) UV-VIS量測儀 (擬本計畫添購)
- (12) 光導(PC)量測系統 (擬本計畫添購)

(G) 電腦輔助工程分析實驗室 (機械系)

- (1) 電腦伺服器
- (2) 多領域有限元素分析軟體(ANSYS)
- (3) 電腦輔助設計軟體(Pro/E)
- (4) 電腦輔助工程分析軟體(Pro/M)
- (5) 電腦工作站
- (6) 個人電腦(64 位元)
- (7) 有限元素分析軟體(ABACUS)

(H) 太陽光電發電實驗場 (機械系)，相關設備與儀器如下所述：

- (1) 十瓩太陽光電發電示範系統
- (2) 溫度感測器
- (3) 可變角度太陽電池模組支架

(I) 風力發電實驗場 (機械系)，相關設備與儀器如下所述：

- (1) 一瓩風力發電系統
- (2) 風向儀
- (3) 風速儀

(J) 先進系統整合實驗室 (機械系)

- (1) 四頻道 350MHz 示波器
- (2) 二軸運動控制卡及附件
- (3) Matlab, Simulink & toolboxes
- (4) 數位信號處理發展系統
- (5) 任意函數訊號產生器
- (6) 扭力量測系統 (擬本計畫添購)
- (7) DAQ 系統 (擬本計畫添購)

(B) 霧化與燃燒實驗室 (機械系)

- (1) 雷射粒徑分析儀
- (2) 高速攝影機
- (3) 廢氣分析儀
- (4) 數位放大器
- (5) 雷射都普勒流場速度量測儀
- (6) 高速閃頻儀 (需每秒 4 萬張，擬本計畫添購)
- (7) 高速閃光延遲拍攝系統 (擬本計畫添購)

(C) 光測力學實驗室 (機械系)

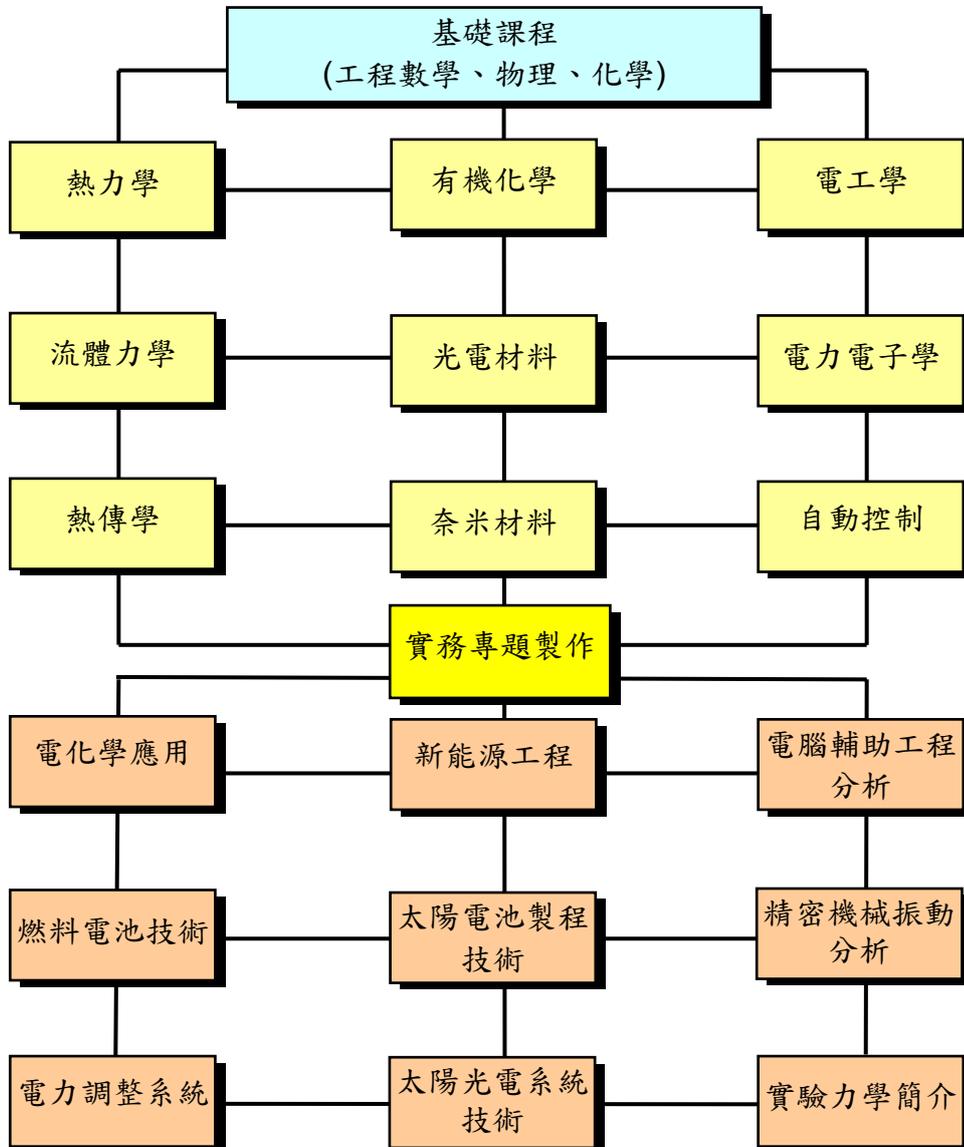
- (1) 倒立式顯微鏡
- (2) 幾何雲紋量測系統
- (3) 傅立葉轉換雲紋量測系統
- (4) 有限元素分析軟體(ABAQUS)
- (5) 桌上型萬能拉伸試驗機
- (6) 流體-結構分析整合軟體 (擬本計畫添購)
- (7) 桌上型萬能拉伸試驗機附件：荷重元、環境控制箱、夾具 (擬本計畫添購)
- (8) 模態分析系統(擬本計畫添購)

- (9) 應變規套件(擬本計畫添購)
 - (10) 高速攝影機(擬本計畫添購)
 - (11) 霍金斯桿(Hopkinson Bar)設備(擬本計畫添購)
 - (12) 多核心個人電腦(64位元) (擬本計畫添購)
 - (13) 實驗數據分析軟體 (擬本計畫添購)
- (D) 電力電子研究室 + 再生能源研究室(電機系)
- (1) 數位儲存示波器
 - (2) 電流電壓量測系統
- (E) PIC 微控器產學聯盟實驗室 (電機系)
- (1) 頻譜分析儀
 - (2) 工業電腦
 - (3) 電源供應器
 - (4) 邏輯分析儀
 - (5) 頻譜分析儀
 - (6) 信號產生器
 - (7) 100MHz 示波器
 - (8) 300MHz,4CH 示波器
 - (9) 曝光機
 - (10) PIC ICD1
 - (11) PIC ICD2
 - (12) PIC ICE2000
 - (13) MPLAB IDE
 - (14) PICMA 16F87X 實驗板
 - (15) Keelog 實驗器材
 - (16) RFID 實驗器材
 - (17) 藍芽實驗器材

11.10 課程及人力資源規劃

本計畫中將以現有碩士班、四技、二技機械、化工、電機及電子之課程為基本架構，結合各系老師專長，規劃「能源」相關課程，以跨系整合新能源與再生能源課程為主，並針對大學部學生設計，搭配實務專題製做，由實做中導引學生發現問題，藉由所開設課程提供解答。

課程規劃如圖表 98 所示，其中分成基礎學科、專業課程、應用課程。基礎學科為大一課程、專業課程共九門多屬大二或大三課程、而應用課程則開設在大三下學期及大四，基礎學科為工學院必修科目，結束後進一步修習專業課程，完成專業課程開始專題製做時，再進一步修習應用課程。本校工學院學生大三下學期必修一門實務專題，將招募對再生能源應用有興趣之學生加入專題製做，學生依所參與之專題需求，藉由指導老師之建議及個人興趣，選修應用課程，以幫助自己順利完成專題中所負責之項目。



圖表 98 能源課程關係圖

現有可以擔任相關課程之專業師資約 21 人 (表格 1 所示僅為部份)。

11.11 實施進度及分工

本年 (96 年度) 計畫之工作時程，將實際建構複合動力之太陽能車。將積極準備參加九十六年八月初之日本鈴鹿夢想盃太陽能車比賽，及十月中之澳洲太陽能車挑戰賽。並實際應用各子計畫之研發成果，積極開發出燃料電池-太陽能複合動力系統車。執行進度由以下之甘特圖（錯誤! 找不到參照來源。）表示：

月次	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第10月	第11月	第12月
工作項目												
車體設計與製作												
排定課程與儀器使用教學												
開立儀器與設備規格並詢價												
採購儀器與設備												
設備安裝與校正												
太陽能車比賽												
教學與研究執行												
教學與研究擴展規劃												
規劃成果與觀摩												
撰寫結案報告												
預定進度累計百分比(%)	6	13	19	25	31	40	48	62	71	80	92.6	100

表格 9 計畫實施進度之甘梯圖

11.12 年度計畫查核點執行情形

計畫序號及名稱	年度查核點	執行進度			落後原因說明
		超前	符合	落後	
總計畫 再生能源應用整合與複合動力原型車開發	1. 機械組件設計與製作				
	2. 電路設計與裝配				
	3. 整車系統測試				
	4. 結案報告				
子計畫一 太陽電池封裝技術及新能源材料開發	1. 太陽光電系統監控與最佳化管理				
	2. PV模組之創意性設計與製作				
	3. 封裝BIPV模組				
	4. 節能材料製備與特性分析				
子計畫二 太陽能車與複合動力車之工程分析	1. 建立太陽能車與複合動力車全車流體-結構交互作用分析結構模型				
	2. 建立太陽能車與複合動力車全車流體-結構交互作用分析結構模型				
	3. 建立太陽能車與複合動力車全車流體-結構交互作用分析結構模型				
	4. 建立太陽能車與複合動力車全車流體-結構交互作用分析結構模型				
子計畫三 可再生型燃料電池	1. 電池組裝				
	2. 儲氫裝置安裝測試				
	3. 系統測試				
	4. 複合動力系統整合				
子計畫四 液滴行為可視化技術及應用	1. 實驗設備架設組裝				
	2. 設備測試及量測儀器人員訓練				
	3. 太陽能晶片熱傳行為的溫度及流場量測及分析				
	4. 水滴撞擊太陽能晶片影像及溫度量測分析				

子計畫五 電力與動力系統 監控技術 (分計畫一) 太陽光電能管理 技術	1. 資料蒐集、負載搭配設計 完成				
	2. 蓄電池的充放電管理完 成				
	3. 電壓、電流調整電路完 成、最大功率追蹤完成				
	4. 即時(real time)最大功率 追蹤、長途賽之電能管理 策略完成				
子計畫五 電力與動力系統 監控技術 (分計畫二) 馬達性能最佳化	1. 馬達電壓電流偵測				
	2. 電池電壓電流偵測				
	3. MPPT電流偵測				
	4. 信號整合與顯示				

※註：『年度查核點』之填寫應與核定後之詳細計畫申請書所列內容一致

11.13 經費需求及行政支援

整體「再生能源應用之整合研發與人才培育」經費需求編列如錯誤! 找不到參照來源。

表格 10 儀器設備經費及經常門經費：專案補助款和學校配合款(單位：萬元)

類別 (資本 門 / 經常 門)	設備名稱(中/英文)	說明	數量	單價	金額	經費來源	
						本部 補助 經費 需求	提供 配合 款金 額
第一年 (已完成)							
資本 門	測定 IPCE(%)光電效率 儀器	太陽能晶片 光電效率量 測	1	75	75	70	5
資本 門	高溫爐	產品加熱	1	25	25	25	0
資本 門	太陽電池 I-V 量測系統	太陽電池性 能檢測	1	70	70	66	4
資本 門	霍爾效應量測系統	薄膜電性量 測	1	61	61	57	4
資本 門	管狀高溫爐系統	薄膜退火處 理	1	21	21	18	3
資本 門	太陽燈	人工太陽能 燈	1	10	10	9	1
資本 門	光學觀察系統配件	退火處理之 In-situ 觀察	1	17	17	15	2
資本 門	廢氣分析儀	氣體成份分 析	1	28	28	26	2
資本 門	壓力感測系統	高壓量測 (200 bar 以 上)	1	30	30	28	2
資本 門	扭力量測系統	馬達扭力測 試	1	30	30	25	5
資本 門	動力輸出控制系統	動力控制系 統	1	15	15	12	3
資本 門	1.2 kW 燃料電池系統	燃料電池測 試	1	46	46	43	3
資本 門	電流電壓測試系統	太陽能車鋰 電池充放電 測試	1	40	40	36	4

資本門	DSP 控制發展系統	控制模組	1	30	30	27	3
資本門	Pan/Tile/Zoom 伺服影像追蹤系統	控制模組	1	50	50	45	5
資本門	資料擷取與無線通訊系統	系統狀態監控	1	20	20	17	3
資本門	電腦工作站	數值分析工作平台	1	50	50	45	5
資本門	個人電腦(64 位元)	電腦輔助設計/分析平台	2	5	10	8	2
資本門	筆記型電腦	太陽能車動態資料傳輸分析	2	6	12	12	0
資本門	個人電腦含液晶螢幕	專題製作設計/繪圖/資料分析整理	5	4	20	16	4
經常門	新能源中心實驗室工程	實驗室隔間/裝修	1	20	20	15	5
經常門	專題製作耗材	各專題製作耗材	1	40	40	20	20
經常門	國際競賽觀摩	國際太陽能車競賽觀摩學習、新技術引進	1	15	15	15	0
經常門	澳洲太陽能車比賽人員費用	機票/住宿/車輛租用/生活費	1	150	150	125	25
經常門	澳洲太陽能車比賽運費	太陽能車運送相關費用	1	110	110	20	90
經常門	臨時人員費用	臨時工資		5	5	5	0
總計(單位：萬元)					1000	800	200
第二年							
資本門	太陽能模組加工平台	太陽能模組焊接、切割、檢測之工作平台	1	25	25	25	0

資本門	SPM 薄膜表面特性量測儀	量測薄膜之表面形貌及電流密度	1	110	110	105	5
資本門	桌上型萬能拉伸試驗機(含控制器、夾具)	太陽能晶片焊接、太陽能晶片模組封裝可靠度測試	1	125	125	125	0
資本門	有限元素分析軟體(ABAQUS)	非線性結構分析	1	48	48	48	0
資本門	計算流體力學軟體租用(FLUENT)	車身流場分析用	1	40	40	40	0
資本門	SolidWorks 繪圖軟體	教學及專題設計	1	10	10	0	10
資本門	四頻道 350MHz 示波器	量測編碼器訊號及馬達三相電流	1	35	35	30	5
資本門	二軸運動控制卡及附件	馬達運動控制硬體	1	4.2	4.2	4.2	0
資本門	Matlab, Simulink & toolboxes	馬達運動控制模擬	1	35	35	30	5
資本門	數位信號處理發展系統	DSP 程式燒錄轉碼用	1	13.7	13.7	13.7	0
資本門	任意函數訊號產生器	產生測試用之控制訊號	1	6	6	6	0
資本門	數位儲存示波器	電力波形量測用	2	25	50	45	5
資本門	電流電壓量測系統	電路系統性能量測	1	49.5	49.5	44.5	5
資本門	工業電腦	系統控制用	1	6.2	6.2	6.2	0
資本門	頻譜分析儀	分析信號及頻譜用	1	20	20	18	2
資本門	筆記型電腦	系統發展與機動測試	4	5.5	22	18	4
資本門	曝光機	製作印刷電路板用	1	0.9	0.9	0.9	0
資本門	雷射都普勒流場速度量測儀	流場量測用	1	125	125	125	0

經常門	車身構造與電路系統製作費	材料與製作費	1	100	100	0	100
經常門	國外專家學者短期教學及技術交流與人員赴國外觀摩	每人次約4~10天之學術交流/技術學習	2	10	20	0	20
經常門	國內差旅運費	資料搜集/研討會/展覽等差旅運相關費用	9	0.5	4.5	0.5	4
經常門	子計畫執行耗材費	消耗性實驗用品及專題製作材料購買	1	45	45	0	45
經常門	臨時人員費用	臨時性工作派遣工資	1	5	5	0	5
總計(單位：萬元)					900	750	150
第三年 (今年度)							
資本門	氣相層析質譜儀	排放氣體分析	1	250	250	200	50
資本門	冷卻散熱分析軟體(ICEPACK)	流力熱傳分析	1	50	50	45	5
資本門	光導(PC)量測系統	薄膜光學特性量測	1	100	100	80	20
資本門	霍爾效應量測儀低溫配件	低溫下薄膜電性量測	1	20	20	15	5
資本門	UV-VIS 量測儀	薄膜光學特性量測	1	80	80	70	10
資本門	流體-結構分析整合軟體	太陽能車與複合動力車之流體-結構耦合分析	1	50	50	40	10
資本門	桌上型萬能拉伸試驗機附件(含荷重元、環境控制箱、夾具)	太陽能車與複合動力車材料性質測試	1	40	40	35	5
資本門	模態分析系統(含示波器、加速規、軟體)	太陽能車與複合動力車之流體-結構分析	1	40	40	35	5

資本門	霍金斯桿(Hopkinson Bar)設備	太陽能車與複合動力車相關材料動態機械性質測試	1	20	20	15	5
資本門	應變規套件	太陽能車與複合動力車之流體-結構分析	1	6	6	0	6
資本門	實驗數據分析軟體 (Fortran, Tecplot, Matlab 等)	實驗數據分析	1	15	15	15	0
資本門	Fuel Cell 分析軟體	燃料電池模擬	1	48	48	45	3
資本門	動力系統測試平台	複合動力系統輸出功率測試	1	140	140	125	15
資本門	電池電力測試系統	電池輸出功率測試	1	12	12	12	0
資本門	高速攝影機(每秒4萬張)	雨滴撞擊太陽能晶片之撞擊行為觀測及熱傳現象分析	1	110	110	100	10
資本門	高速閃光延遲拍攝系統	雨滴撞擊太陽能晶片之撞擊行為觀測及熱傳現象分析	1	87	87	80	7
資本門	電力示波器規格	電壓電流量測	1	13	13	10	3
資本門	功率分析套件 MODEL : TPS2PBND (含4支 P5120 探棒及 TPS2PWR1 功率測量與分析模組)	功率量測	1	6	6	0	6
資本門	邏輯分析儀	信號量測	1	45	45	40	5
資本門	17CH 探棒	信號量測	4	2.5	10	5	5
資本門	阻抗分析儀	信號量測	1	45	45	40	5
資本門	頻譜分析儀	信號量測	1	34	34	30	4
資本門	單相諧波分析儀	信號量測	1	7.5	7.5	7.5	0
資本門	網路分析儀	信號量測	1	150	150	140	10

資本門	交流電源供應器	信號量測	1	14.5	14.5	12.5	2
資本門	高電壓直流電子負載	信號量測	1	16	16	15	1
資本門	Psim 模擬軟體	模擬	1	20	20	16	4
資本門	DSP+FPGA 發展系統	電腦輔助設計/分析平台	4	5	20	16	4
資本門	Real ICE	撰寫程式與除錯	5	2	10	8	2
資本門	邏輯分析儀	分析儲存電路訊號	1	40	40	30	10
資本門	單相隔離變壓器	電源隔離	1	10	10	10	0
資本門	電路板處理工具	處理電路板	1	5	5	0	5
資本門	主控端 server	統一電腦處理	1	30	30	25	5
資本門	ICD4000	撰寫程式	6	9	54	50	4
資本門	64 位元電腦	執行模擬軟體	1	6.5	6.5	0	6.5
經常門	電路系統製作費	材料與製作費	1	50	50	40	10
經常門	太陽能車備品	輪胎、輪圈及電池組	1	50	50	40	10
經常門	太陽能車日本、澳洲比賽	人員差旅/機票/住宿/車輛租用及車輛運費	2	100	200	130	70
經常門	國外專家學者短期教學及技術交流與	邀請國外學者專家訪問演講	2	10	20	18	2
經常門	人員赴國外觀摩學習	觀察記錄比賽策略及流程	2	8	16	10	6
經常門	國內差旅運費	資料搜集/研討會/展覽等差旅運相關費用	9	0.5	4.5	0	4.5
經常門	子計畫執行耗材費	消耗性實驗用品及專題製作材料購買	1	50	50	45	5

經常門	臨時人員費用	臨時性工作 派遣工資	1	5	5	0	5
總計(單位：萬元)					2000	1650	350

12. 附錄一、 歷年計畫執行成效

本校工學院歷年執行『發展學校重點特色』及『提升教學品質計畫』之相關計畫如下：

(一) 九十年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用』
- 提升教學品質計畫名稱--『跨平台 Unix 工作站教育環境整合計畫』

(二) 九十一年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『奈米複合材料技術研發、教學與人才培訓』
- 發展學校重點特色計畫名稱--『生命科學與工程技術整合、開創技職教育新特色』
- 提升教學品質計畫名稱--『智慧型晶片系統發展平台之教育環境整合計畫』

(三) 九十二年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『奈米光電技術之研發與人才培訓』
- 發展學校重點特色計畫名稱--『生物奈米技術研究人才培育計畫』

(四) 九十三年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『先進功能性奈米元件之開發與人才培育』
- 發展學校重點特色計畫名稱--『新能源科技研發與人才培育計畫』

(五) 九十四年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用與人才培育』
- 發展學校重點特色計畫名稱--『再生能源應用之整合研發與人才培育』

(六) 九十四年度之相關計畫為：

- 發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用與人才培育 2/3』
- 發展學校重點特色計畫名稱--『再生能源應用之整合研發與人才培育 2/3』

表格 11、九十~九十五年本校「發展學校重點特色」與「提升教學品質計畫」補助計畫一覽表

年度	計畫名稱	核定經費	實際執行數		計畫執行期間(起迄)
			補助款	配合款	
九十	數位信號處理晶片應用 (發展學校重點特色計畫)	10,000,000 元	10,000,000 元	2,055,538 元	90 年 8 月~91 年 7 月
九十	跨平台 Unix 工作站 教育環境整合計畫 (提升教學品質計畫)	500,000 元	500,000 元	150,000 元	90 年 8 月~91 年 7 月
九十一	奈米複合材料技術研發、 教學與人才培訓	11,500,000 元	11,500,000 元	3,216,211 元	91 年 8 月~92 年 7 月

	(發展學校重點特色計畫)				
九十一	生命科學與工程技術整合、開創技職教育新特色 (發展學校重點特色計畫)	13,000,000 元	13,000,000 元	2,365,126 元	91 年 8 月~92 年 7 月
九十一	智慧型晶片系統發展平台之教育環境整合計畫 (提升教學品質計畫)	1,300,000 元	1,300,000 元	375,000 元	91 年 8 月~92 年 7 月
九十二	生物奈米技術研究人才培育計畫 (發展學校重點特色計畫)	1,300,000 元	1,300,000 元	375,000 元	92 年 4 月~92 年 12 月
九十二	奈米光電技術之研發與人才培訓 (發展學校重點特色計畫)	11,500,000 元	11,500,000 元	11,000,000 元	92 年 4 月~92 年 12 月
九十三	先進功能性奈米元件之開發與人才培育 (發展學校重點特色計畫)	8,000,000 元	8,000,000 元	2,000,000 元	93 年 4 月~93 年 12 月
九十三	新能源科技研發與人才培育計畫 (發展學校重點特色計畫)	15,000,000 元	15,000,000 元	3,000,000 元	93 年 4 月~93 年 12 月
九十四	數位信號處理晶片應用與人才培育 (http://www3.stut.edu.tw/project/dsp) (發展學校重點特色計畫)	8,000,000 元	8,000,000 元	1,750,000 元	94 年 6 月~94 年 12 月
九十四	再生能源應用之整合研發與人才培育 (http://www.stut.edu.tw/mech/) (發展學校重點特色計畫)	8,000,000 元	8,000,000 元	2,000,000 元	94 年 6 月~94 年 12 月
九十五	數位信號處理晶片應用與人才培育 2/3 (http://www3.stut.edu.tw/project/dsp) (發展學校重點特色計畫)	6,750,000 元	6,750,000 元	1,383,000 元	95 年 4 月~94 年 12 月
九十五	再生能源應用之整合研發與人才培育 2/3 (http://www.stut.edu.tw/mech/) (發展學校重點特色計畫)	7,500,000 元	7,500,000 元	1,500,000 元	95 年 4 月~94 年 12 月

九十至九十五年度相關計畫之執行成效說明如下：

表 A2、各計畫實際執行情形及成效說明

年度	計畫名稱	實際執行情形說明及檢討 (以 500 字為限)
九十	數位信號處理晶片應用 (發展學校重點特色計畫)	a. <u>成立德州儀器公司(TI)之南台灣 DSP 教育訓練中心</u> ： 已在 S601 籌設“TI 南台灣 DSP 教育訓練中心”，以本校資工系及電機系等相關科系師生 DSP 教育為主，並在教育部及德州儀器工業股份有限公司贊助與支持下，提供校外師生及業界 DSP 相關教育訓練課程及諮詢服務。發揮社區教育功能，提供相關技術人員學習機會。

		<p>b. <u>設立數位信號處理實驗室網站</u>： http://www.csie.stut.edu.tw/laboratory/news/index.htm</p> <p>c. <u>完成建立與彙整數位信號處理晶片之應用技術</u>，包括基頻通訊、語音信號、影像處理、運動控制等四大應用，及其教材之編寫與整理。目前數位信號處理晶片之課程如下： 電機系：大三(下)：DSP 晶片入門(3 學分)，大四(上)：DSP 晶片應用(3 學分)。每年共培育 DSP 專長學生約有 1500~200 人。 資工系：大三(上)：DSP 晶片入門實務(3 學分)，大四(上)：DSP 實習(1 學分)。每年共培育 DSP 專長學生約有 100~200 人。</p> <p>d. <u>舉辦相關數位信號處理晶片應用學術研討會</u>： (1) 91 年 11 月 25~26 日舉辦『影像信號處理器與教學研討會』，參與人數有 60 人。 (2) 91 年 8 月 23 日與盛暘科技股份有限公司共同舉辦『DSP 影像及其教學研討會』</p> <p>e. <u>完成產學合作或技術交流</u>： (1) 2001 年 2 月~ 2002 年 2 月與新華電腦股份有限公司產學合作，開發『TMS320F24x DSP 全數位伺服馬達控制器』。計畫經費：18 萬。 (2) 2002 年 6 月~2003 年 5 月與盛暘科技股份有限公司產學合作，開發『前端影像擷取系統暨居家保全通訊門控系統』。計畫經費：78 萬。</p>
九十	<p><u>跨平台 Unix 工作站教育環境整合計畫</u> (提升教學品質計畫)</p>	<p>完成與成功大學、IC Design House、Unix Platform 公司及其它技專校院之整合效益，分別說明如下：</p> <p>a. 針對成功大學： (1) 開課更多元(半導體人才訓練班) (2) 互利互補之實驗器材 (3) 南台 <--> 成大老師/學生可以互相交流</p> <p>b. 針對與 IC Design House： (1) 南台學生可以參加校外實習 (2) 產學經驗可以互相交流 (3) 公司可以找到合適的人才</p> <p>c. 針對與 Unix Platform 公司： (1) 南台教師可以獲得認證 (2) 該公司 AE 員工可以獲得再教育 (3) AE 員工訓練品質可以獲得控制</p> <p>d. 針對其它技專校院： (1) Unix 技術推廣 (2) Unix 使用經驗分享 (3) Unix 網路資源分享</p>

<p>九十一</p>	<p>奈米複合材料技術研發、教學與人才培訓 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>a. <u>開辦奈米學程</u>：科目及學分數如下： 大三(上)：近代物理導論(3 學分)、分子化學概論(3 學分) 大三(下)：微材料檢測技術(3 學分)、奈米材料與結構(3 學分) 大四(上)：奈米材料製備技術(3 學分)、奈米系統(3 學分)、奈米複合材料(3 學分)、奈米生物技術(3 學分) 大四(下)：原子探針理論與技術(3 學分)、應用光學(3 學分)、奈米陶瓷(3 學分)、奈米電子材料(3 學分)。</p> <p>b. <u>設立奈米中心網站</u>： 網址為：http://www.stut.edu.tw/nano/</p> <p>c. <u>發表相關論文</u>： 共發表國內外期刊論文 14 篇及國內外研討會論文 27 篇。</p> <p>d. <u>舉辦相關奈米學術研討會及邀請國內外奈米專家學者之演講會</u>： (1) 91 年 5 月 10 日舉辦『奈米科技—光電平面顯示器應用研討會』，參與人數約有 120 人。 (2) 90 年 11 月 22 日舉辦『尖端平面顯示器技術與趨勢』，參與人數約有 150 人。 (3) 91 年 5 月 8 日舉辦『奈米技術與微機電系統的發展』，參與人數約有 100 人。 (4) 91 年 6 月 19 日舉辦『奈米科技對我國電子材料發展與挑戰』，參與人數約有 80 人。</p> <p>e. <u>完成奈米設備之採購</u>：重要採購設備如下， (1) 電子迴旋共振化學氣相沉積(ECRCVD) (2) 微電腦高速冷凍離心機 (3) 蒸發與隔離奈米材料之結晶系統</p>
<p>九十一</p>	<p>生命科學與工程技術整合、開創技職教育新特色 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>a. <u>開辦三級生物科技學程</u>：科目及學分數如下： 第一. 生物科技通識學程：生命科學概論(2 學分)、保健食品概論(2 學分)(2 學分)、生物科技概論(2 學分)、生物科技與倫理(2 學分) 第二. 生物科技基礎學程：生物學(3 學分)、生物化學(3 學分)、生化工程學(3 學分)、生醫材料概論(3 學分)、生物科技概論(3 學分) 第三. 生物科技專業學程：酵素與蛋白質工程(3 學分)、生技製藥概論(3 學分)、應用菌類學(3 學分)、菇類栽培與發酵(3 學分)、保健食品安全性與功能性評估(3 學分)、基因工程(3 學分)</p> <p>b. <u>完成產學合作或技術交流</u>： (1) 中國化學合成股份有限公司產學合作，開發『Rapamycin 生產菌種改良』。計畫經費：600 萬。 (1) 景岳生技股份有限公司產學合作，開發『抗過敏乳酸菌篩選與製程開發』。計畫經費：100 萬 (2) 新生原生物科技股份有限公司產學合作，開發『抗軟腐病基因篩選』。計畫經費：200 萬。</p>

		<p>(4) 薇得生化科技股份有限公司產學合作，開發『抗氧化益生菌之篩選』。計畫經費：20 萬</p> <p>c. <u>發表相關論文</u>： 共發表國內外期刊論文 5 篇及國內外研討會論文 12 篇。</p> <p>d. <u>舉辦相關奈米學術研討會及邀請國內外奈米專家學者之演講會</u>： (1) 91 年 4 月 19 日舉辦『德國生技教育研討會』，參與人數約有 120 人。 (2) 91 年 6 月 20 日舉辦『食藥用菇類栽培技術與市場分析研討會』，參與人數約有 80 人。 (3) 91 年 6 月 28 日舉辦『植物生物技術研討會』，參與人數約有 100 人。 (4) 91 年 7 月 10-11 日舉辦『生物科技產業研討會』，參與人數約有 120 人。</p> <p>e. <u>完成奈米設備之採購</u>：重要採購設備如下， 甲、1000 公升發酵槽 乙、振動式薄膜分離機 丙、生物反應器 丁、流式細胞儀 戊、超高速離心機</p>
九十一	<p><u>智慧型晶片系統發展平台之教育環境整合計畫</u> (提升教學品質計畫)</p>	<p>a. <u>完成舉辦兩場學術研討會</u>： (1) 91 年 11 月 6 日舉辦『新世代生醫電子發展驅勢研討會』，參與人數約有 90 人。 (2) 91 年 12 月 4 日舉辦『3D 影像暨機械視覺研討會』，參與人數約有 100 人。</p> <p>b. <u>完成兩件產學合作案</u>： (1) 2002 年 6 月~2003 年 3 月與『基益企業股份有限公司』產學合作，進行“電動機車驅動器與 DSP 控制”之研究。計畫經費：30 萬。 (2) 2002 年 6 月~2003 年 5 月與『1 加 1 家飾企業股份有限公司』產學合作，進行“E 世代多功能高科技座椅”之研究。計畫經費：60 萬。</p> <p>c. <u>完成 6 家廠商之技術交流</u>： (1) 與『新華電腦公司』進行 DSP 伺服控制器之技術交流。 (2) 與『日久電子公司』進行 DSP 控制器及馬達驅動器之技術交流。 (3) 與『智泰科技公司』進行機械視覺之技術交流。 (4) 與『奇美醫院』復健科進行殘障輔具設計與醫學影像分析之技術交流。 (5) 與『期美科技公司』進行控制晶片在運動健身器材之技術交流。 (6) 與『聯雅科技公司』進行電力網路通訊之技術交流。</p> <p>d. <u>完成建立與彙整智慧型晶片系統之應用技術</u>，包括遠距伺服與監控、機器視覺、生醫訊號量測、殘障輔具設計、網際網路及電力網路等六大核心技術，現正進形教材之編寫與整理。</p>

<p>九十二</p>	<p>奈米光電技術之研發與人才培育 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>a. <u>開辦奈米光電學程</u>：科目及學分數如下： 大三(上)：光電元件(3 學分)、ULSI 製程技術(3 學分) 大三(下)：顯示器元件(3 學分) 大四(上)：凝固態物理(3 學分)、化合物半導體(3 學分)、微機電設計(3 學分) 大四(下)：太陽能電池(3 學分)、微機電概論(3 學分) 研究所(下)：薄膜工程(3 學分)、有機電致與高分子發光元件(3 學分)</p> <p>b. <u>舉辦 2003 國際奈米光電科技研討會</u></p> <p>c. <u>發表相關論文</u>： 共發表國內外期刊論文 35 篇及國內外研討會論文 63 篇。</p> <p>d. <u>舉辦相關奈米學術研討會及邀請國內外奈米專家學者之演講會</u>：</p> <p>e. <u>完成奈米設備之採購</u>：重要採購設備如下， (1) 振動式樣品磁化儀 (2) UV-Vis-NIR</p>
<p>九十二</p>	<p>生物奈米技術研究人才培育計畫 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>a. <u>校內研究方向整合</u> 本計畫將整合化工、生技、機械系的老師，籌組生醫奈米研發團隊，由化工系材料背景的老師，針對奈米材料的製備進行研發、機械系的老師將朝奈米材料特性分析等進行深入研究，最後提供足夠的材料讓生技系老師得以朝基因工程、藥物傳輸、中草藥奈米化等方向： (1) 生醫性奈米粒子製備技術 (2) 中草藥奈米化技術 (3) 生醫奈米粒子應用研究</p> <p>b. <u>教材改進及課程規劃成果</u> 設置兩個不同選修學群，奈米基礎課程，生物科技相關課程，以培育跨領域視野與思維。</p> <p>c. <u>實驗設備改進成果</u> 成立的三個專業研究室： 「奈米分析研究室」： 「中草藥奈米化研究室」。 「生物奈米材料應用研究室」。</p>

九十三	先進功能性奈米元件之開發與人才培育 (發展學校重點特色計畫)	<p>a. <u>強化校內學生學習未來在奈米元件製作與量測、功能性探討等領域之新技術研發</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 微奈米型幫浦-生醫晶片系統 2. 奈米太陽能電池製備技術 3. 奈米級氣體感測模組 4. 奈米碳管顯示器元件 <p>b. <u>辦理『奈米元件設計與產業應用』相關技術研討會</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 11月20-21日於本校舉辦「2004奈米科技國際學術研討會」與會國外學者共21人(包括日本和美國),共發表論文115篇。 2. 12月22日於本校舉辦「重點特色成果觀摩會」邀請國內各大專院校師生來共享成果。 <p>c. <u>建立及改善奈米學程:</u> 本院原已有『奈米學程』,但經本計畫之支持後已做調整以符合『先進功能性奈米元件』之教育目標</p> <p>d. <u>完成奈米設備之採購</u>,重要採購設備如下,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 表面聲波濾波器發展測試系統 2. NIKON TE2000L 倒立螢光顯微鏡 3. 光激螢光光譜系統 4. 光譜式橢圓儀 5. 氣體感測元件分析系統 <p>e. <u>完成兩件產學合作案:</u> 與東元電機股份有限公司建立產學合作:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 奈米碳管高解析 TEM 結構與漿體性質分析 2. 鎳摻雜氧化銦錫薄膜應用於低溫主動有機電致發光二極體之研究
-----	-----------------------------------	---

九十三	<p>新能源科技研發與 人才培育計畫 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>a. 實驗設備改進成果 成立或補強六間專業研究室： 1. 光電實驗室 (化工系) 2. 太陽電池模組製作實驗室 (機械系) 3. 電子控制實驗室 (機械系) 4. 燃料電池實驗室 (機械系) 5. 自動控制實驗室 (機械系) 6. 電力電子實驗室 (電子系)</p> <p>b. 教材改進及課程規劃成果 1. 建置完成新能源學程架構，橫跨工學院三系，整合 16 名老師。 2. 邀請雅典奧運太陽能車拉力比賽第二名隊伍，日本大阪產業大學專家二名至本校講習三天；並派遣機械系三名教師赴該校研習三天，實際學習研製技巧並引進相關技術，返校負責太陽能車種子教師。</p> <p>c. 提供示範展覽 1. 93.11.8 ~ 93.11.30 太陽能車參加工研院能資所於台北市立天文教育館舉辦之「再生能源應用展覽」。 2. 93.12 太陽能車提供百世教育機構錄製國小能源教育教材影片。</p> <p>d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下， 1. 真空蒸鍍機 2. 螢光光譜儀 3. 陣列二級體分光光譜儀 4. 微振動雷射干涉量測儀 5. 動態頻譜分析儀 6. 阻抗分析儀</p> <p>e. 發表相關論文： 共發表國內外期刊及國內外研討會論文 10 篇。</p>
九十四	<p>數位信號處理晶片 應用與人才培育 (發展學校重點特色計畫)</p>	<p>執行成效： (1) 發展完成之技術： 六個分項計畫共完成 23 項技術 (2) 培育學生晶片設計及應用之技術及學生數： 六個分項計畫大學部共開 11 門課，培育 800 學生人次；碩士班共開 5 門課，培育 122 學生人次 (3) 國際學術交流： <input type="checkbox"/> 邀請 6 位海外學者進行學術交流 <input type="checkbox"/> 有 3 位老師到國外大學進行學術交流 <input type="checkbox"/> 有 20 人次老師參加國內舉辦之國際學術研討會 <input type="checkbox"/> 有 5 人次老師參加國外舉辦之國際學術研討會 (4) 產學合作： <input type="checkbox"/> 有 7 件產學合作計畫 <input type="checkbox"/> 辦理 3 場學術研討會 (5) 學生校外競賽：</p>

國際性學生競賽：3 項得獎

國內學生競賽：19 項得獎

(6) 師生研究能力：

國科會計畫：有 14 件計畫通過

期刊論文：有 7 篇論文發表

研討會論文：有 66 篇論文發表

專利：有 4 件發明或新型專利

上述執行成效中，重要資料表列：

(a) 邀請國外學者

1. 邀請新加坡南洋理工大學(Nanyang Technological University)智慧型系統研究中心主任-- Dr. Er Meng Joo，蒞校進行演講與學術教流，主題為『Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems』。(2005 年 10 月 23 日至 2005 年 10 月 29 日)
2. 邀請美國加州大學聖地牙哥分校(University of California San Diego, USA) 計算神經科學研究所 (Institute for Neural Computation)的 Dr. J.R. Duann 蒞校作為期五天七場的「計算神經影像與訊號」系列講座與學術教流。(2005 年 11 月 21 日至 2005 年 11 月 25 日)
3. 邀請韓國 ICASE President-- Dr. Ju-Jang Lee，蒞校進行演講與學術教流，主題為『Intelligent Robot』。(2005 年 11 月 16 日至 2005 年 11 月 20 日)
4. 邀請加拿大學者 Concordia University Professor--Prof. M.N.S. Swamy 及美國學者 University of Washington –Prof. Ming-Ting Sun 及 University of Minnesota—Prof. Mostafa Kaveh 蒞校進行演講與學術教流，主題為『The application technology of DSP』。(2005 年 11 月 21 日至 2005 年 11 月 25 日)

(b) 產學合作計畫七件

1. 蔡尚榮, 蔡亮宙, Intelligent Object-Based Storage System 架構與設計, 工研院電通所, 計畫經費 800,000。
2. 許毅然, 具網路診斷之放電加工機, 國科會、精益機電有限公司。
3. 龔應時“永磁同步馬達(PMSM)驅動控制技術於跑步機之應用”, 亞星健康科技有限公司產學合作計畫, 94 年 8 月~ 95 年 7 月。計畫經費：350,000 元
4. 龔應時, 王明賢“汎用電流向量控制 IC 研製(II)”, 教育部技職司科技大學與東元集團產學合作大聯盟計畫, 94 年 1 月~ 94 年 12 月。計畫經費：700,000 元。
5. 王明賢“多軸機器人之控制研究(II)”, 日久電子公司之產學合作計畫, 94 年 09 月~ 95 年 08 月。計畫經費：200,000。
6. 王明賢“交流伺服馬達驅動跑步機之研究(II)”, 力伽實業股份有限公司產學合作計畫, 94 年 5 月~ 95 年 4 月。計畫經費：150,000 元。
7. 何金山、吳賢財, 產學合作計畫, “聽覺誘發電位監測系統之設計”, 計畫執行時間為 94 年 11 月 1 日至 94 年 10 月 31 日(一年期), 計畫經費為 428,000 元。

(c) 舉辦三場學術研討會

		<ol style="list-style-type: none"> 1. 舉辦『生醫訊號處理與應用研討會』，2005年11月22日 2. 舉辦『DSP技術於機器人控制之發展與應用研討會』，2005年11月17日 3. 舉辦『信號處理實務研討會』，2005年12月5日
九十四	<p>再生能源應用之整合研發與人才培育(發展學校重點特色計畫)</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 實驗設備改進成果 <ul style="list-style-type: none"> 成立或補強五間專業研究室： 1. 光電實驗室(化工系) 2. 太陽電池模組製作實驗室(機械系) 3. 未來動力系統實驗室(機械系) 4. 汽車感測與控制實驗室(機械系) 5. 電腦輔助工程分析實驗室(機械系) b. 教材改進、課程規劃及實際成果 <ol style="list-style-type: none"> 1. 建置完成新能源學程架構，橫跨工學院電子、電機、機械和化工等系所，整合20名老師。 2. 參加中華民國第十三屆全國大專院校超級環保車大賽，獲得超級省油車組第三名。 3. 參加中華民國第十三屆全國大專院校超級環保車大賽，獲得超級省電車組第一名。 4. 派遣機械系兩名教師赴日本觀摩鈴鹿夢想盃太陽能車大賽(8/4~8/8)，實際了解太陽能車研製技巧及相關技術，返校負責太陽能車種子教師。 5. 完成新太陽能車路跑測試 - 「西濱競走」，並於教育部公開展示(8/30)。 6. 參加澳洲2005世界太陽能車大賽(9/24~10/1)，成功完成3000公里之賽程。 7. 舉辦「重點特色成果觀摩會」邀請國內各大專院校師生來共享成果(12/10)。 c. 提供示範展覽 <ol style="list-style-type: none"> 1. 省油車及電動車參加經濟部工業局、能源局及環保署於高雄市所舉辦「2005電動車嘉年華會」之展覽活動(10/15)。 2. 太陽能車參加基隆市環境保護局所舉辦「空氣污染防治宣導活動」之展覽活動(10/23)。 3. 配合台南縣大橋國小之「小小解說員培訓」活動，提供太陽能車作為「先進車輛組之太陽能車及太陽能源利用」活動之教育素材(11/4)。 4. 配合本校舉辦之「南台車展」中展出多項成果，包括新一代太陽能車、省油車和省電車等作品。(12/10, 12/11) d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下， <ol style="list-style-type: none"> 1. 測定IPCE(%)光電效率儀器。 2. 太陽電池I-V量測系統。 3. 霍爾效應量測系統。 4. 壓力感測系統和扭力量測系統、 5. 動力輸出控制系統。 6. 1.2 kW 燃料電池系統。 7. 電流電壓測試系統。 8. DSP控制發展系統。

		<p>9. Pan/Tile/Zoom 伺服影像追蹤系統。</p> <p>10. 資料擷取與無線通訊系統。</p> <p>e. 發表相關論文及專利：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 發表於國內外研討會論文共 12 篇。 2. 發表於國內外期刊共 5 篇。 3. 專利 1 件。 <p>f. 產學合作計畫：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 呂金塗，機械結構分析合作案第二期，東捷科技(股)公司 94 年 4 月~94 年 7 月。 2. 林克默，太陽光電模組封裝技術與快速檢測系統之研發，教育部，日光能光電股份有限公司，94 年 8 月~94 年 12 月。 3. 楊乾信，切削酯化油用界面劑合成與專用油精製作，國科會，華志實業有限公司，93 年 11 月~94 年 10 月。 4. 楊乾信，回收鋁材生產微細鋁膏，國科會，常琪鋁實業有限公司，94 年 11 月~95 年 10 月。
九十五	數位信號處理晶片應用與人才培育 2/3 (發展學校重點特色計畫)	<p>執行成效：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 發展完成之技術： 六個分項計畫共完成 22 項技術 (2) 培育學生晶片設計及應用之技術及學生數： 六個分項計畫大學部共開 11 門課，培育 1065 學生人次；碩士班共開 5 門課，培育 116 學生人次 (3) 國際學術交流： <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 邀請 3 位海外學者進行學術交流 <input type="checkbox"/> 有 6 人次老師參加國內舉辦之國際學術研討會 <input type="checkbox"/> 有 12 人次老師參加國外舉辦之國際學術研討會 (4) 產學合作： <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 有 9 件產學合作計畫 <input type="checkbox"/> 辦理 1 場學術研討會 (5) 學生校外競賽： <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 國際性學生競賽：1 項得獎 <input type="checkbox"/> 國內學生競賽：35 項得獎 (6) 師生研究能力： <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 國科會計畫：有 15 件計畫通過 <input type="checkbox"/> 期刊論文：有 12 篇論文發表 <input type="checkbox"/> 研討會論文：有 71 篇論文發表 <input type="checkbox"/> 專利：有 16 件發明或新型專利 <p>上述執行成效中，重要資料表列：</p> <p>(a) 邀請國外學者</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 邀請新加坡南洋理工大學(Nanyang Technological University)智慧系統中心(Intelligent Systems Center)主任-- Dr. I-Ming Chen，蒞校進行演講與學術教流，主題為『Digital Signal Processing and Its Application to Robotics』。(2006 年 11 月 13 日至 2005 年 11 月 16 日) 2. 邀請日本 Professor Hidenori Kimura, Laboratory Head of Biological Control System Lab., 蒞校進行演講與學術交流，主題為『What enables standing in human being』。(2006 年 11 月 09 日) 3. 邀請 Northern Illinois University 主任-- Sen M. Kuo (郭森楸) 蒞校進

		<p>行演講與學術教流，主題為『Practical Applications of Adaptive Filtering』。(2006年11月19日至2005年11月22日)</p> <p>(b) 產學合作計畫九件</p> <p>(1) 陳世中，“串並列埠專題製作實驗版模組軟硬體設計”，計畫經費：220,000元，儀巨科技股份有限公司產學合作計畫，學校合約編號：120940053, 2006/3/16~2006/9/16,</p> <p>(2) 洪正瑞，“虛擬實境健身器材技術先期研究”，255000元，力伽實業股份有限公司.許毅然.洪正瑞 93.5.1~94.4.30</p> <p>(3) 蕭天泉，吳賢財，何金山，席家年，“中醫脈診證型之研究應用之子計畫二：「自製脈診儀改良與脈診訊號處理技術研發之研究」”，行政院衛生署中醫藥委員會研究計畫，95年1月~95年12月。計畫經費：350,000元</p> <p>(4) 何金山，吳賢財，蕭天泉，席家年，“中醫脈診證型之研究應用之子計畫四：「中醫脈診線上醫療資訊系統」”，行政院衛生署中醫藥委員會研究計畫，95年1月~95年12月。計畫經費：300,000元</p> <p>(5) 龔應時，“機器人微小馬達驅動控制研究”，工業技術研究院產學合作計畫，95年4月~95年11月。計畫經費：398,000元。</p> <p>(6) 蔡尚榮，蔡亮宙，Intelligent Object-Based Storage System 架構與設計，工研院電通所，計畫經費800,000。</p> <p>(7) 許毅然，具網路診斷之放電加工機，國科會、精益機電有限公司。</p> <p>(8) 陳定宏，數位影像之自動化人物註釋與辨識系統 NSC 95-2622-E-218 -015 -CC3 國科會 2006.11 ~ 2007.10 (計畫主持人，執行中)</p> <p>(9) 陳定宏，Voltage Contrast 影像擷取與增強處理系統開發 - 台灣積體電路製造股份有限公司委託研究案 2006.7~2006.11 (計畫主持人，執行中)</p> <p>(c) 舉辦一場學術研討會</p> <p>1.舉辦『數位訊號處理技術應用研討會』，2006年11月09日。</p>
九十五		<p>a. 實驗設備改進成果</p> <p>補強七間專業研究室：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 光測力學實驗室 (機械系) 2. 太陽電池模組製作實驗室 (機械系) 3. 未來動力系統實驗室 (機械系) 4. 電力電子研究室 (電機系) 5. 再生能源研究室 (電機系) 6. 霧化與燃燒實驗室 (機械系) 7. PIC 微控器產學聯盟實驗室(電機系) <p>b. 教材改進、課程規劃及實際成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續改進新能源學程架構，橫跨工學院電子、電機、機械和化工等系所，整合約20名老師。 2. 參加中華民國第十四屆全國大專院校超級環保車大賽，獲得超級省油車組第二名。 3. 參加中華民國第十四屆全國大專院校超級環保車大賽，獲得超級省電車組第一名。 4. 參加中華民國第十四屆全國大專院校超級環保車大賽，獲得超

<p>再生能源應用之整合研發與人才培育 2/3 (發展學校重點特色計畫)</p>		<p>級油電車組第一名。</p> <p>5. 參加 2006 Word Solar Rally in Taiwan 太陽能車大賽(9/16 ~ 9/22)，獲場內賽第四名，拉力賽第三名。</p> <p>c. 提供示範展覽</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽能車參加嘉義市協志高中校慶展覽 (4/27, 4/28) 2. 太陽能車參加第十四屆全國大專院校超級環保車大賽，現場示範展出。(4/29) 3. 省油車參加參加國立高雄第一科大「95 年南區技專院校博覽會」展出。(6/2, 6/3) 4. 台南市芝麻街教育機構 480 學童參觀太陽能車及省油車。(7/26, 7/27) 5. 配合本校舉辦之「南台車展」，公開展示本計畫成果-太陽能車，開放免費入場，估計約 10 萬人次大台南地區民眾觀看。(12/9, 12/10) <p>d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下，</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SPM 薄膜表面特性量測儀。 2. 桌上型萬能拉伸試驗機。 3. 有限元素分析軟體(ABAQUS)。 4. SolidWorks 繪圖軟體。 5. 四頻道 350MHz 示波器。 6. Matlab, Simulink & toolboxes。 7. 數位信號處理發展系統。 8. 數位儲存示波器。 9. 電流電壓量測系統。 10. 頻譜分析儀。 11. 雷射都普勒流場速度量測儀 <p>e. 發表相關論文及專利：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 發表於國內外研討會論文共 12 篇。 2. 發表於國內外期刊共 4 篇。 3. 專利 2 件。 <p>f. 產學合作計畫：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 林克默，國科會小產學計畫-太陽能晶片自動焊接機台之設計與參數最佳化，總金額 374,000元，執行日期 95.5.1 ~ 96.4.30 2. 林克默，教部產學計畫-太陽光電模組封裝技術與檢測系統之研發(II)：系統整合與模擬光源製作，總金額 543,000元，執行日期 95.5.1 ~ 95.12.31 3. 張崑縉，國科會小產學-單元化可再生式燃料電池系統開發，頤樺科技有限公司，總金額 692,635 元(國科會補助 483,000)，95 年 11 月~ 96 年 10 月。
--	--	---

13. 附件

機

B

檔 號：95-221-1
保存年限：3

嘉義縣私立協志高級中學 函

機關地址：621 嘉義縣民雄鄉建國路二段二八五巷十一號
傳 真：(05) 2266732
聯 絡 人：吳捷裕
聯絡電話：(05) 2264264 轉 205

受文者：南台科技大學

發文日期：中華民國 95 年 04 月 03 日
發文字號：協志高中教字第 0950000937 號
速 別：
密等及解密條件或保密期限：
附件：



南台科技大學 總收發文



0950001819

主旨：敬邀 貴校之「太陽能車」參與本校校慶及創意科學週系列活動展演，請查照 惠覆。

說明：

- 一、本校每年度均配合本校「校慶」及「高中職社區化」計劃辦理「創意科學週」活動。
- 二、於各項新聞報導之推崇及本校老師之推薦， 貴校之太陽能車在世界性比賽均有優異之表現，敬邀於 4 月 27 日（四）、4 月 28 日（五）二天到校展演。
- 三、預計參加人士，本校師生 4,000 人，來賓家長 200 人，社區化高中國中學生 800 人，合計約 5,000 人， 貴校之參與不但可使本校系列活動內容更生動有內涵，也可使嘉義地區之學子、家長瞭解 貴校之優異辦學。
- 四、本校將負擔 貴校參與之太陽能車之運費及人員差旅費用。
- 五、誠摯之邀請，敬請惠覆。
- 六、本校聯絡人：教務主任 吳捷裕，電話：05-2264264 轉 205，行動電話 0935076482

正本：南台科技大學

副本：

校長

沈淵源

機

B

20	限平存額
15-112-2	發 錄

中華民國自動機工程學會 函

會 址：彰化縣鹿港鎮彰濱工業區鹿工南7路6號
 電 話：(04) 7811222#3504
 傳 真：(04) 7811168 聯絡人：陳忠平

受文者：南台科技大學機械工程系

發文日期：中華民國 95 年 04 月 10 日
 發文字號：中自動字第 06030 號
 速別：最速件
 密等及解密條件或保密期限：
 附件：如文說明。



南台科技大學 總收發文

 0950001958

主旨：敬邀 貴單位太陽能車於「第十四屆全國大專院校超級環保車大賽」活動中進行動靜態展示。

說明：

- 九、 本活動於中華民國九十五年四月廿九日(星期六)九時至十六時，屆時將有車輛產官學研各界參與盛會。
- 十、 貴單位車輛可於四月廿八日(星期五)下午進場，車輛中心亦設置場地供車輛隔夜保存。
- 十一、 有關於本次活動運費請開立，中華民國自動機工程學會，統一編號：01051126，學會將予以贊助。
- 十二、 本案聯絡人：陳忠平先生(行動電話：0935301112)。

正本：南台科技大學機械工程系、台灣大學機械工程系、高雄應用科技大學模具工程系
 副本：

理事長 黃隆洲

B

5 限年存儲
25-17-2 號

台南市芝蔴街教育機構 函



南台科技大學 總收發文



0950004158

收文者：南台科技大學

主旨：本機構擬訂於九十五年七月二十六日、二十七日上午9點半至11點半，下午1點半至3點半，共計四梯次，至貴校參觀教學，呈請貴校惠允，並協助解說指導為盼。

說明：(一)本機構將依 貴校之規定辦理申請，請惠予示知與協助。

本教學案聯絡人：劉樹芸

聯絡電話：6018086 分機 29

行動電話：0933298701

(二)參訪教學內容擬定為 貴校機械系先進車輛組各項設備介紹及教學指導。

(三)參加學員為國小學童，人數約為 480 人，並有 32 位隨行老師維持秩序。



芝蔴街教育機構

執行長 林 義 德

