

教育部辦理技專校院「發展學校重點特色專案計畫」

九十五年度計畫書

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(二)字第 0940071581Y 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 94 年 3 月 至 民國 94 年 12 月 止

南台科技大學

提報日期：民國 94 年 12 月 15 日

修訂日期：民國 95 年 4 月 27 日

目錄

1.	計畫基本資料表.....	3
2.	整體計畫中文摘要.....	4
3.	整體計畫英文摘要.....	6
4.	九五年度計畫內容.....	9
4.1	計畫名稱.....	9
4.2	計畫目標（發展重點項目）.....	9
4.3	整體計畫所發展之技術.....	10
4.4	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）.....	13
4.4.1	本校再生能源科技發展整合情形.....	13
4.4.2	再生能源之應用整合以及架設複合動力系統之技術研發.....	14
4.5	總計畫 - 再生能源應用整合與複合動力原型車開發.....	14
4.6	子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發.....	15
4.7	子計畫二 - 太陽能車與複合動力車之工程分析.....	20
4.8	子計畫三 - 可再生型燃料電池.....	22
4.9	子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用.....	27
4.10	子計畫五 - 電力與動力系統監控技術.....	29
4.11	現有設施及未來設備規劃.....	33
4.12	課程及人力資源規劃.....	37
4.13	實施進度及分工.....	38
4.14	年度計畫查核點執行情形.....	39
5.	經費需求及行政支援.....	41
附錄一、	歷年計畫執行成效.....	45

表格目錄

計畫基本資料表.....	3
表格 1 計畫實施進度之甘梯圖	38
表格 2 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).....	41

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	助理教授	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，使學生在動手製作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：

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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:

- ❶ 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
- ❷ 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.
- ❸ 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.
- ❹ To organize workshop related to 「Integration of Renewable Energy」 technologies.

九五年度計畫內容

(本頁空白)

九五年度計畫內容

4.1 計畫名稱

再生能源應用之整合研發與人才培育 (2/3)

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。

4.2 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
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，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. 可再生式燃料電池

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：

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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。

4.3 整體計畫所發展之技術

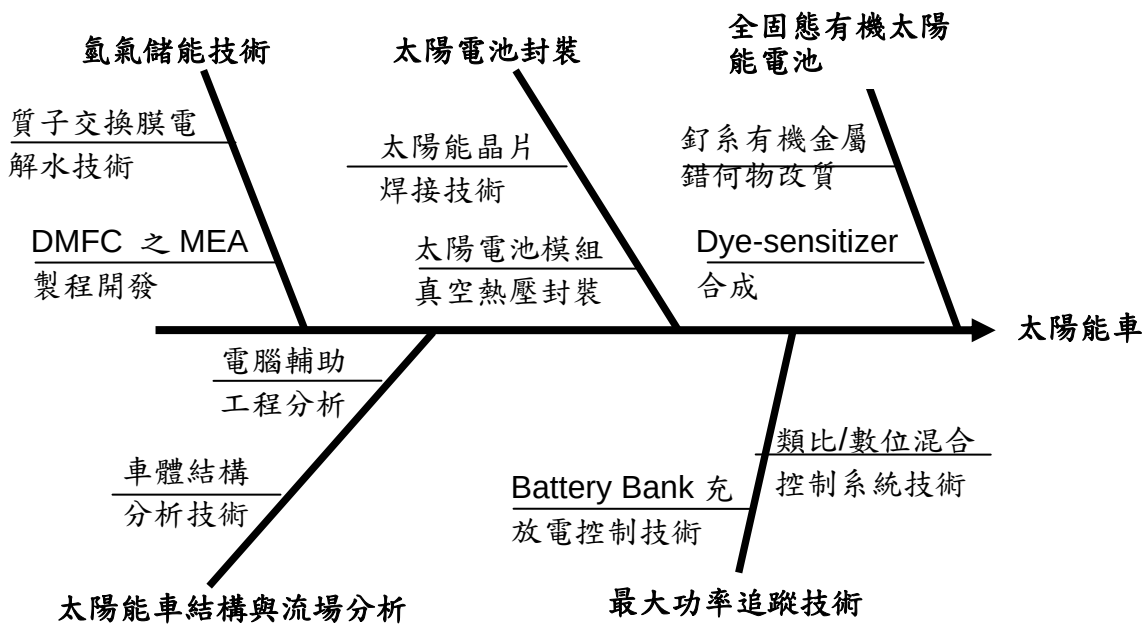
本計畫以三年期為目標，每年皆設定一實作目標須達成。去年度之成品為新太陽能車，本校投入相當多之人力進行開發，提供款項約六百萬元，加上去年度計畫所提供之二百七十萬元參賽之經常門費用，南台科大注重在生能源開發之用心，已為國內大專院校之翹楚。



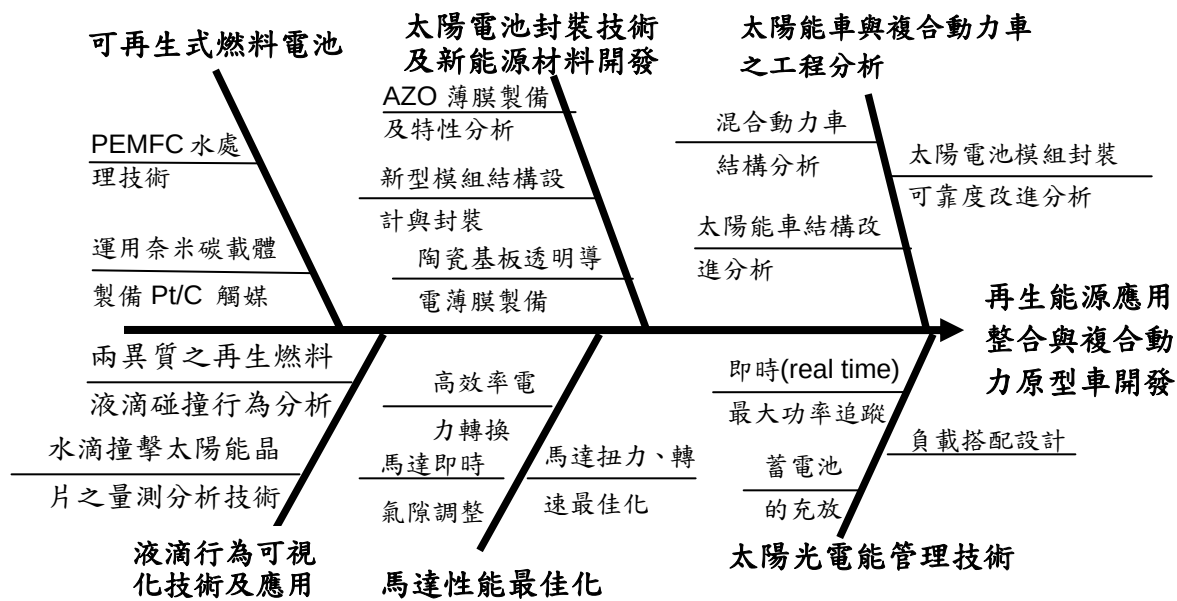
圖 1 本校新太陽能車參加 2005 WSC 比賽順利到達終點

相關子計畫衍生之技術，以魚骨圖可清楚表示如下：

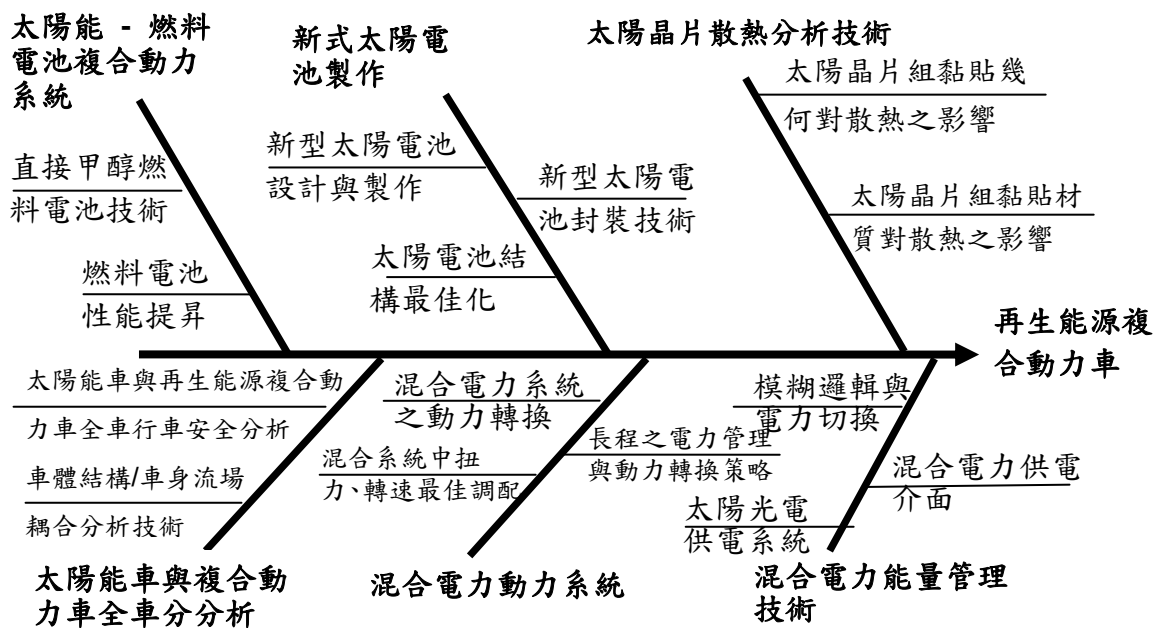
第一年（已完成）



第二年 (今年度計畫)



第三年



4.4 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）

4.4.1 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：

- (1) 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』。
- (2) 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』。
- (3) 電機系：以再生能源實驗室、電力電子實驗室為主，此外電機系擁有不少與半導體、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 5 間相關實驗室，經常門費用更大力支持本校新建太陽能車赴澳洲參加

世界太陽能車挑戰賽。也強化本校在再生能源開發之特色－再生能源應用整合。

4.4.2 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。

4.5 總計畫－再生能源應用整合與複合動力原型車開發

本計畫之特色即為以實際作品展現成果，去年度之太陽能車不僅再次證明南台科大致力於再生能源應用之決心，也因為積極參與國際比賽，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。



圖 2 本校工學院長參訪日本玉川大學之太陽能－燃料電池車

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。

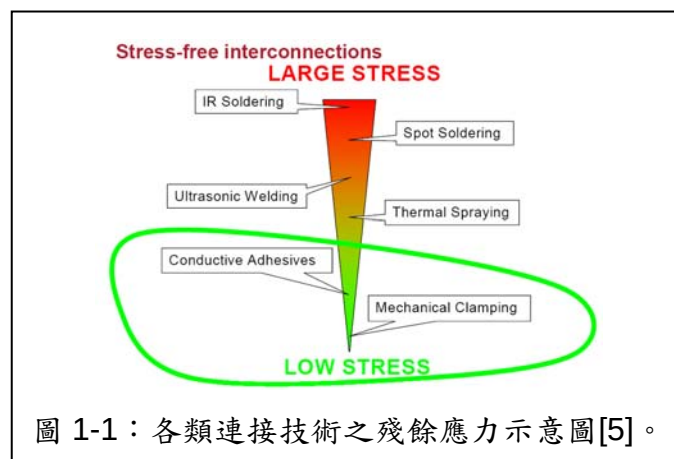
4.6 子計畫一 - 太陽電池封裝技術及新能源材料開發

本子計劃主要研究發展方向可分為兩個重點：一為配合本校太陽車研製計劃期能在最短時間內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的研究工作。本實驗室在第一年已完成以真空熱壓機進行太陽光電模組封裝基本步驟的探討，並初步評估不同熱壓封裝製程的優缺點[1~3]。目前本實驗室所建立的基本技術，包括檢測、焊接、封裝及性能評估等項目。在第二年除將持續改善現有封裝製程和焊接技術外，另外一個重點在於開發新型太陽電池，包括研製新型透明導電薄膜材料以及嘗試並評估新式結構的太陽電池等。本計劃第二階段主要目標及考核重點分別敘述如下：

1. 太陽能晶片連接技術：(1)建立晶片切割參數；(2)探討不同晶片連接技術（電烙鐵、導電膠、雷射焊接等）對模組效率的影響；(3)建立小型量產系統。
2. 新型模組結構設計與封裝：(1)封裝輔助夾具設計與製作；(2)新型模組結構封裝測試；(3)模組效率最佳化。
3. AZO 薄膜製備及特性分析：(1)ZnO:Al 透明導電薄膜製作；(2) AZO 薄膜特性分析。

太陽能晶片連接技術

由於單一太陽能晶片的輸出電壓並不高(0.5~2.5V)，製造太陽電池模組時，一般必須將太陽能晶片以串聯方式連接，也就是將每個晶片的前端接點連接到下一個晶片的後端接點之上，連成一串以產生所需的工作電壓[4]。常見晶片連接方法為：電烙鐵焊、超音波焊接、雷射焊接、膠接以及夾具連接等方式，不同連接方法所造成的應力大小也不同，下圖為各類連接技術所造成殘餘應力大小的示意圖[5]：



在焊料方面，傳統錫鉛焊料因鉛對人體健康有害，故產學界正尋找無鉛焊料來代替鉛錫合金，以符合相關的綠色法規，達到「綠色產品」的最新環保基準。面對環保的三大目標——「無毒、節能與回收」，大部分的企業團體已逐漸從最根本的「無毒」開始著手，即是將產品中的有害物質減量，乃至不再使用。其中難度最高的是被廣泛應用的鉛，也因此研究與開發各種無鉛焊

料被視為當務之急。目前，各式各樣的無鉛焊料正處於開發探討與少量使用階段。具有潛力取代鉛錫合金的無鉛焊料，在特性上需滿足下列條件與使用上需要[6~8]：(1)熔點與鉛錫合金相當，尤其是共晶的鉛錫合金；(2)狹窄之固液二相區；(3)各種母材濕潤性良好；(4)各種母材無劇烈的界面反應；(5)熱傳及導電等物理性質良好；(6)合適的抗拉強度；(7)良好的抗熱疲勞性質；(8)良好的抗腐蝕性質；(9)良好得抗氧化物化性質。其中最常探討的無鉛焊料為 Sn-Bi 與 Sn-Ag，下表比較兩者特性：

焊料	Sn-57wt%Bi	Sn-3.5wt%Ag
Melting Point[9,10]	139℃	221℃
Electrical Resistivity ($\mu\text{ohm-cm}$)	34.5	12.31
Coefficient of thermal expansion	15	30
Thermal conductivity	21	33
優點	良好流動性	高強度、抗熱性佳
缺點	高應變率下性質變差、 焊接性差[11,12]	熔點偏高[9]

由於焊接處的導電性對太陽能電池模組性能有相當顯著的影響，本計劃將著重於探討 SnAg 焊料焊接技術的最佳化。再者，由於各式太陽能晶片上導電層特性不同，因此其對連接強度的影響也不同。圖 1-2 左邊顯示矽基太陽能晶片焊點斷面表面形貌，右邊為 RWE 晶片焊點斷裂後導電膜斷面情形。很明顯的，蒸鍍製程的金屬導電膜，其焊點的強度高於網印銀膠的焊點。不過由於價格因素，矽基太陽能晶片未來仍是應用市場的主流，應用範圍相當廣泛，故應進一步深入探討矽基晶片的連接問題。此外，特殊產品在研發階段是以手工製作，但在量產時，應將製作步驟自動化以確保連接界面的品質以及提高經濟效益。這也是本階段重點之一。

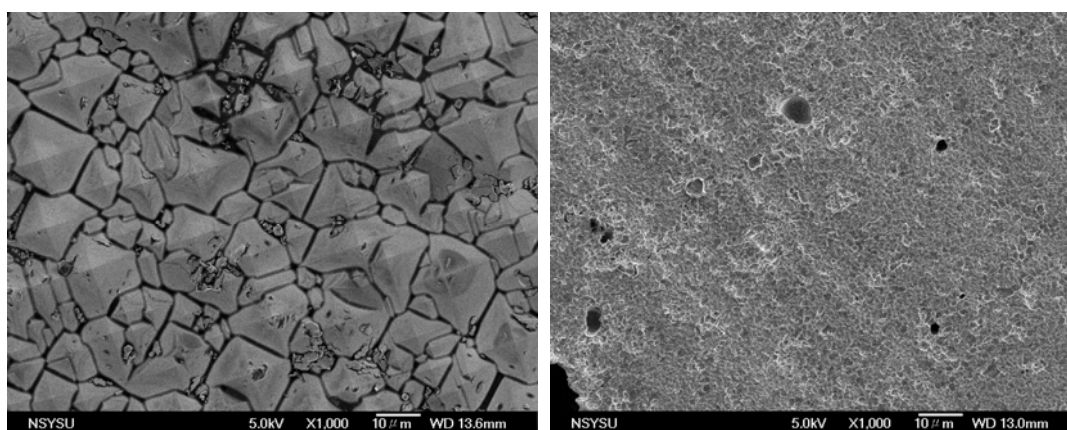


圖 1-2：矽基太陽能晶片和 RWE 晶片焊點斷面形貌比較。

為了使學生能及早掌握未來太陽能應用的多樣性變化，本實驗室擬在現有基礎上進一步討論下列重點：(1)建立晶片切割技術，以利於製作各式各樣太陽電池模組；(2)探討不同晶片連接技術－雷射焊接、電烙鐵、導電膠等－之優缺點，並了解其對模組效率的影響；(3)建立小型量產系統及量化標準。

新型模組結構設計與封裝

太陽電池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 [13, 14]，封入太陽電池。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，故其重量較重。圖 1-3 為本實驗室所製作之太陽電池模組。

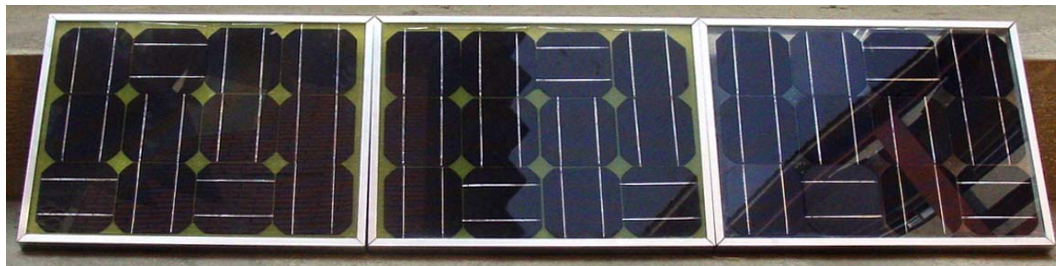


圖 1-3：本實驗室自製之 PV 模組， $V_{oc} = 5.73V$ ， $I_{sc} = 3.33A$ ，自然日光條件，8.8 Klux。

由於玻璃的重量較重，並不適合用於移動式裝置，如太陽能車。故目前太陽能車的晶片封裝結構通常以 PC 膜或 Tefzel 膜取代玻璃；以 Tedlar 膜取代下基板，但此結構的太陽能晶片有下列缺點：

1. PC 膜本身之透光率差，無法將太陽產生之光能有效轉換成電能；
2. Tefzel/EVA/Cells/EVA/ Tedlar 結構易出現大應力情形，不良率高。

為改善這些問題，我們採用 Tefzel/EVA/ Cells/EVA/Tefzel 結構來提高透光率及減少應力，並已取得初步成效。不過，在上述的封裝結構中，在大面積太陽電池的封裝過程中，高分子薄膜易因熱脹冷縮而使表面產生溝槽，如 TCE 值高的 Tefzel 就極易因收縮效應而產生溝槽。另外，封裝中大量使用的 EVA 等碳基樹脂會在太陽光紫外線照射下容易損壞變黃，進而影響太陽光的穿透率而降低模組的效率。本計劃擬進一步討論下列重點：(1)使用光穿透率與抗紫外線性質均較佳之矽基樹脂[15]或以紫外線穿透率高之 PVB[16]來取代目前常用之 EVA 材料；(2)設計封裝輔助夾具，在封裝之過程中以夾具固定高分子薄膜，以減少其收縮之變化程度和產生溝槽的機會；(3)進行一系列封裝測試以獲得最佳工作參數。



圖 1-4: Tefzel 之高收縮率易在表面造成溝狀條紋[2]。

擬執行下列的實驗步驟來分析封裝製程參數：

1. 分別測量 Tefzel/PVB/Tefzel 膜和 PC/PVB/PC 膜的透光率；
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，即能了解太陽能晶片效能的變化情形。

在陰影下之太陽電池模組，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 Bypass 二極體，但因電流流向 Bypass 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，以防控制器大幅拉降其它模組電壓，以達到一適當之電源管理，避免功率大幅下降。本計劃擬建立一數值分析模型，並配合電路設計和相關實驗驗證，以作將為太陽電池模組設計最佳化之輔助工具。

南台科技大學-新能源中心 V1.0

太陽電池內耗電阻試算表

Input: I_{sc} [A], V_{oc} [V], I_{pm} [A] and V_{pm} [V]

I_{sc1} = V_{oc1} =

I_{pm1} = V_{pm1} =

I_{sc2} = V_{oc2} =

I_{pm2} = V_{pm2} =

Output: I_{ph} [A], R_{pv} [Ohm], U_T [V] and I_0 [A]

I_{ph} = R_{pv} =

I_0 = U_T =

I_{ph} = R_{pv} =

I_0 = U_T =

U_1 = I_1 =

U_2 = I_2 =

R_s =

計算 清除 結束

圖 1-5: 太陽電池內耗電阻試算程式。

AZO 薄膜製備及特性分析

目前在單晶/多晶太陽晶片的成本中矽基板便佔了 40%以上的成本[17]，可降低成本的空間

並不大；為了進一步改善太陽電池經濟效益，新型太陽電池的研究是應該要發展的方向。本計劃擬開發太陽電池結構中重要的關鍵材料－氧化鋅透明導電薄膜[18]。相對於 ITO 導電薄膜，氧化鋅薄膜具有無毒、價格便宜、蘊藏量豐富等優點。由於氧化鋅具有高能隙、高透光性、高折射率以及非線性光學係數，在薄膜的應用上也相當廣泛。若是將 Al、Ga、In [18, 19]等比鋅多一價的元素摻雜於氧化鋅薄膜中，或刻意製造薄膜的陰離子空缺以形成 n 型半導體，則可提高薄膜導電性。若能開發一低成本、可量產大面積塗佈的方法製作氧化鋅薄膜，將可以進一步降低太陽電池的材料成本，或用於建設新的電池結構。本階段主要目標在於先探討氧化鋅透明導電薄膜成長理論及導電機制，經由各類實驗分析各種可能因素，並加以證明；接著進一步分析鋅鋁組成分佈、能階及氧空缺等因素，以利於製作高性能 AZO 透明導電薄膜。主要實驗項目包括：

1. 利用 sol-gel 法製作氧化鋅薄膜；
2. 使用真空管狀高溫爐，以不同的熱處理條件(溫度、時間、真空度)進行結晶成長；
3. 使用四點探針儀量測樣品之片電阻，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. 以低掠角薄膜 X 光繞射儀分析試片結晶度、結晶優選取向、晶粒大小；
6. 以紫外-可見光光譜儀(UV-VIS)量測樣品之穿透率。

本子計畫擬探討不同封裝材料實際熱壓封裝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、如何避免氣泡產生，各類可能連接技術和新能源材料的開發等等皆是實驗研究的重點。此外製程輔具的設計與製作、焊接步驟、封裝製程的規劃和參數的最佳化等，可作為學生專題製作及實習課程項目之用。

本計畫第三年計劃擬結合奈米結構材料與新型透明導電薄膜以建構新型太陽電池，包括新型太陽電池設計與製作、新型太陽電池封裝技術，以及太陽電池結構最佳化等項目。隨著高科技的快速進步，由各類半導體薄膜製程結合奈米科技所組成的新型太陽能電池，將有機會取代現有矽基太陽能電池，而成為應用主流。其中首要重點為製作出可與 ITO 相媲美且價格低廉、更具競爭優勢的透明導電薄膜，以期進一步降低太陽電池的成本。另一努力目標則為，掌握奈米結構材料的成長技術，以建構新型太陽電池。

4.7 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

結合太陽電池與燃料池等再生能源之複合動力車是具有發展潛力的概念，本計畫主要是針對複合動力車的需求，考慮車體結構強度、耐震能力、散熱能力、風阻係數、及節省能源等因素，擬藉專業電腦輔助設計及工程分析軟體，進行複合動力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。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於複合動力車尚未製造前預測該車之力學反應。

4.8 子計畫三 - 可再生型燃料電池

近百年來，由於社會的進步及人口的快速成長，對能源的需求量有增無減，造成有限的地球資源日益枯竭，若沒有開發新的能源，或使用新的能源技術，人類很快便會面對生存危機。傳統的發電方式，各有其不同的缺點，相形之下具有零污染、低噪音、高效率、使用範圍廣泛的燃料電池，便逐漸成為國際上爭相研發的新能源科技 [1]。近年來質子交換膜燃料電池的研究方向，大多朝向材質不同之新式質子交換膜、非貴金屬觸媒、金屬雙極板材料、流道設計、製程技術及高效率的水與熱之管理等，期能降低製作成本，讓大眾普遍使用。

本計畫將探討在不同壓壓力完成之 MEA (membrane electrode assembly) 對質子交換膜燃料電池性能之影響。實驗過程中除改變壓製壓力外，進氣之相對濕度亦列為影響參數，分別使用不同厚度之質子交換膜 (Proton Exchange Membrane)：Nafion 112、Nafion 115 及 Nafion 117 製備 MEA 進行性能測試分析。一般來說，壓製壓力過低時，將使 MEA 在操作過程中產生剝離現象，性能表現亦相對較低。提高壓製壓力能使 MEA 結合良好且性能明顯提升，直至壓力超過特定值時 (依薄膜厚度而不同)，繼續提高壓製壓力性能反而變差。在進氣之相對溼度對輸出功率的影響方面，當進氣之相對溼度較高時，輸出的功率明顯提高，但若超過某一定值時，陰極側可能會因累積過多的水，造成多孔性電極有泛濫 (flooding) 現象，使得質傳阻抗增加而不利於功率的提昇，此時良好的水管理設計對質子交換膜燃料電池便極為重要。

可再生型燃料電池，因為需同時兼具燃料電池與電解槽之雙重功能，對以上之壓製過程要求更嚴格。本計畫將著眼兩項重要技術：

1. 本型燃料電池對於水處理之掌控相當困難，因此去年度計畫中所建立之 DMFC MEA 製程技術便可以用來做為本型燃料電池之基本參考製程。
2. 考量電解程序，更高效率之觸媒載體必須被使用，奈米級之觸媒載體將是提升效能的極佳方法。

PEMFC 水處理技術

李軒誠[2]提到增加熱壓過程中之壓製壓力，可使催化劑與質子交換膜結合緊密，形成良好的三相區，不但減少 MEA 之厚度，縮短氫離子質傳行程，亦增加質子交換膜與電極間的接觸面積，降低內電阻，使得 MEA 增加其輸出功率，但是過高之壓製壓力反使得三相區中的孔隙度降低，阻擋了氣體分子擴散至三相區發生電化學反應之機制，而降低 MEA 的輸出功率。

水管理技術亦是影響 MEA 性能的重要因素，Choi 等人[3] 針對燃料電池電池組的內部加濕 (internal humidification) 進行研究改善。他們控制燃料電池內部的含水量，使效能明顯提昇。因為離子傳導性和質子交換膜的水合作用 (hydration) 有直接關係，他們亦建議燃料電池內的質子交換膜需有足夠水份來保持離子傳導性。所以若以 Nafion 為質子交換膜，該薄膜便必須保持適當水分，以避免離子傳導能力下降。Chu 與 Jiang [4] 在不同氫氣流量及環境變化 (溫度、溼度) 下對自然吸氣式 PEM 燃料電池堆進行研究。結果顯示對於自然吸氣式的燃料電池堆而言，對

其性能輸出影響的首要考慮因素是周遭環境的溼度。當環境溫度在 35°C 時，相對溼度若低於 10%，則其電池性能表現將僅為相對溼度 85% 時的 5% 而已。

林建良[5]對 PEMFC 的水管理技術則作更深一層的探討。他認為水對電池性能的影響主因是液態水的形成、反應氣體被水氣稀釋及薄膜脫水，因此可以利用以下方式改善，即利用隨著氫離子由陽極電泳到陰極的水與反應生成的水所造成的濃度梯度，讓濃度梯度高到可使水以一定的速度由陰極滲透回到陽極，進行濕潤作用。或是使用較高的壓力及適當的溫度與溼潤條件操作電池，減少水的蒸發損失，此外濕潤氣體的溫度必須比電池溫度高 5~10°C，以避免脫水問題。

Baschuk 和 Li [6] 以不同的操作溫度和壓力，分別以純氧和空氣作為氧化劑輸入陰極，藉以觀察電極孔隙之氾濫比率和電流密度的關係。結果顯示，使用空氣所產生的氾濫程度比純氧低，主要是因為使用空氣時，所需輸入的流量較大，間接幫助水的排除，所以較不容易積水。

運用奈米碳載體製備 Pt/C 觸媒

電極觸媒載體的基本要求為高導電性、高孔隙度及高化學穩定性。高導電性便利於電子傳輸，高孔隙度便利燃料及質子傳輸，高表面積利於貴金屬分佈，高化學穩定性則可抵抗酸性電解質的腐蝕。碳黑因為俱備良好的耐酸性、高表面積及高導電性，為目前商業及研發 PEMFC 觸媒所最常用的。目前最常用的商業觸媒載體為 Cabot 公司之 Vulcan XC-72 (表面積為 250 m²/g)，其他的碳黑載體包括 Cabot 公司之 Black Pearl 2000 (表面積為 1500 m²/g)、Denka 及 Shawinigan Black 之 Acetylene Black (表面積分別為 61 及 50 m²/g) 及 Ketjen Black International 之 Ketjen Black (表面積為 1000 m²/g) 等[7]，皆符合作為電極觸媒載體的基本要求。

目前商業碳黑的缺點之一為表面缺乏官能基，與觸媒前驅體的作用力不足，導致載體觸媒產物性能未達理想，但透過表面處理方法可以大幅的增加碳黑表面官能基，提升碳黑表面與觸媒前驅體的作用，以及增加貴金屬的分佈及降低活性中心的粒徑，藉以提升觸媒的使用率及效率，而氧化反應為目前最常用之表面官能化方法，可以使用 KMnO₄、HNO₃、H₂SO₄、H₂O₂ 等液體氧化劑，亦可以配合使用氧氣及高溫來完成[8]。

Vulcan XC-72 為目前最常用的觸媒載體，但對必需使用高金屬含量之觸媒而言，其表面積及孔隙度仍未達高活性觸媒的要求，成為影響貴金屬分佈、活性中心粒徑尺寸及觸媒使用率之關鍵因素。E-Tek 10% Pt/C 觸媒平均金屬粒徑為 2 nm，將金屬成份提高至 30% 及 60% 之粒徑分別為 3.2 及 8.8 nm，由此可知，欲藉由增加觸媒之金屬含量來提升觸媒金屬表面積，會變成載體表面積不足。此外，其他高表面積碳黑則因為微孔比例過高而導致孔洞易被觸媒堵塞，大幅降低觸媒之使用率。要同時提升觸媒貴金屬含量及保有小粒徑，必需透過提升載體表面積、表面改質及改善合成的方法[9]。

開發兼具更高表面積、洞徑分佈均勻及導電性更高之新碳材，為提升觸媒效率最有效的方法之一。圖 2-1~2-2 為奈米碳錐 (Carbon Nanoborn) 取代碳黑作為觸媒載體[10]，藉著奈米碳錐

之高表面積及奈米尺寸管徑，可以大幅降低鉑活性中心的粒徑及提升分佈，達到大幅提升觸媒效率的目的。另外使用奈米碳管 (Carbon Nanotube，圖 2-3~2-4) [11]、奈米碳圈 (Carbon Nanocoil，2-5~2-6) [12] 及中孔洞碳材等新型碳載體，亦可以提升觸媒的催化效果。

目前最有效的氧氣還原反應之觸媒為 Pt，由於 Pt 金屬價格昂貴，目前觸媒多為使用碳為載體之 Pt/C 觸媒，將貴重金屬分佈於碳表面上，可以大幅提升 Pt 金屬表面積，達到提升觸媒使用率及降低生產成本的效益。除了選用適當之碳材為合成高性能觸媒之關鍵外，前驅體的選擇亦極為重要，須考量的因素包括溶解度、溶液 pH 值、與載體之相容性及容易轉化成 Pt 金屬態，故使用易於與碳載體進行離子交換反應的前驅體，可以得到較小之活性中心粒徑及較佳的催化效果。為活性中心粒徑尺寸與分佈之關係，活性中心粒徑越小，貴金屬之分佈越佳，觸媒之催化效果也會更好。

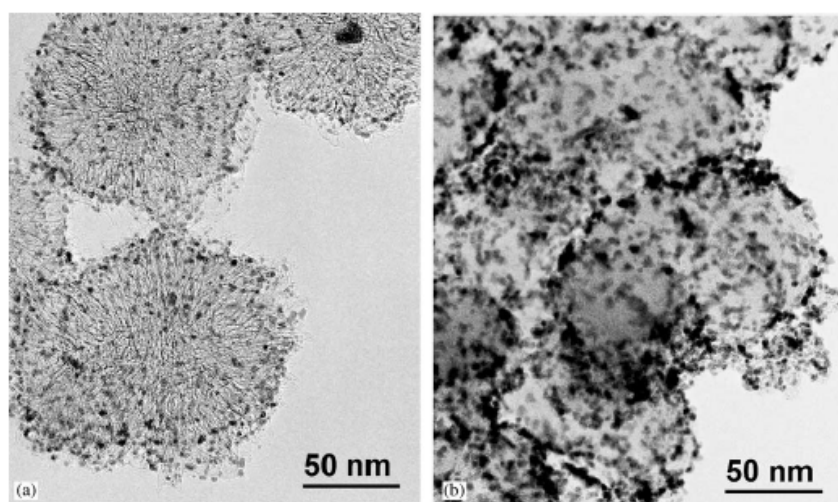


圖 2-1 Carbon Nanohorn

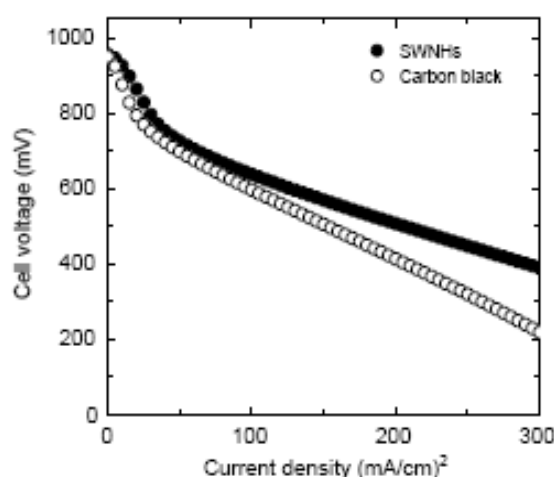


圖 2-2 Carbon Nanohorn 之性能測試

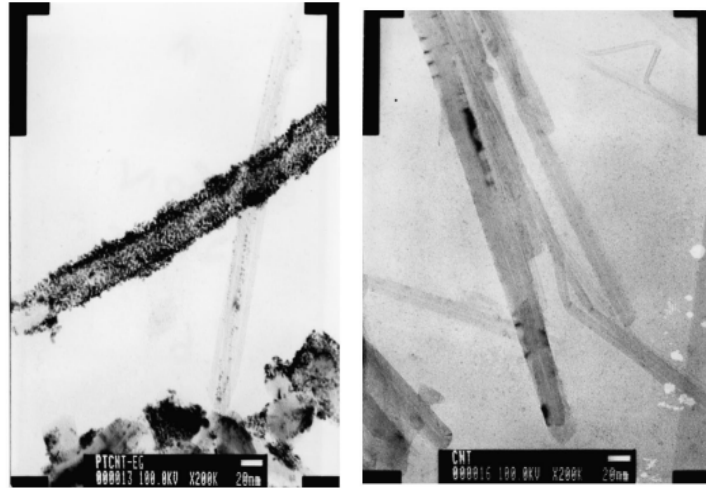


圖 2-3 Pt/CNT之 TEM 圖

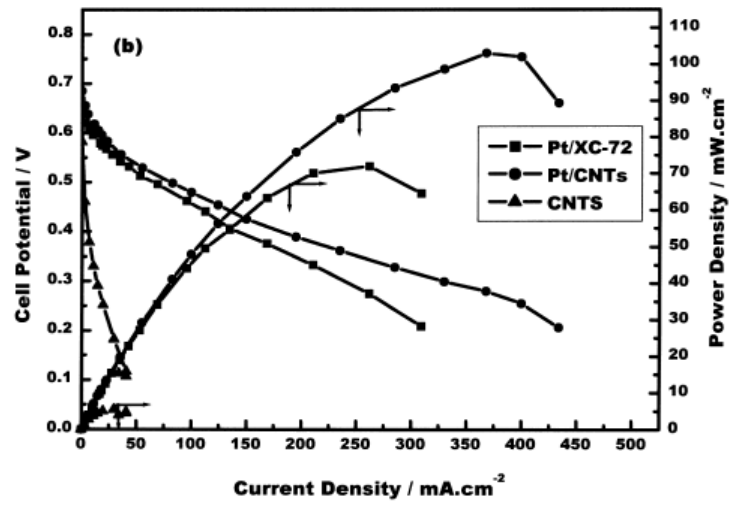


圖 2-4 Pt/CNT之性能測試

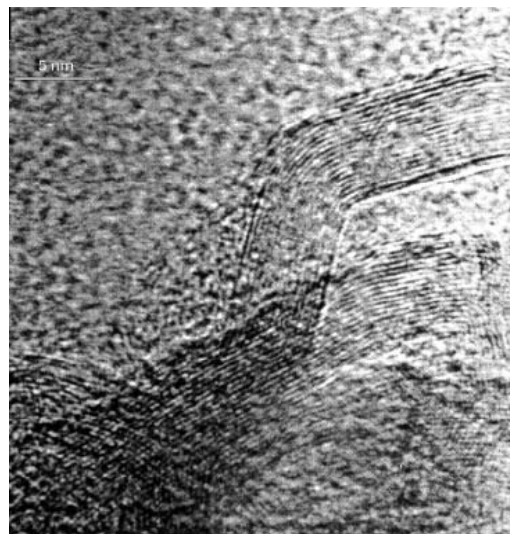


圖 2-5 Carbon Nanocoil 之表面形貌圖

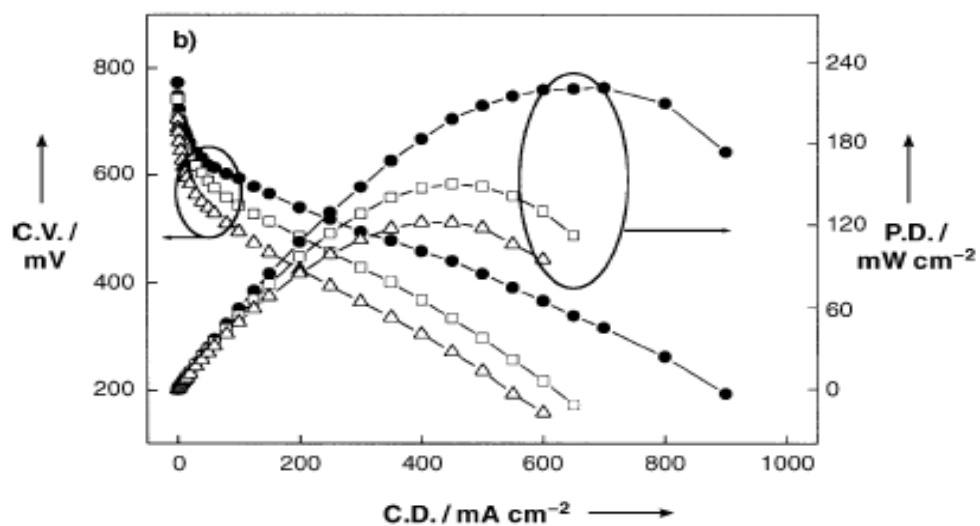


圖 2-6 Carbon Nanocoil 之性能測試

● : supported on carbon nanocoils ; □ : Vulcan XC-72 ;
 △ : commercial supported catalyst

4.9 子計畫四 - 液滴行為可視化技術及應用

近年來，在液滴碰撞之應用研究上，大部分焦點放在噴霧燃燒、內燃機等工程應用研究上〔1、2〕。Brenn 和 Frohn〔3〕首先研究兩等直徑之 propanol 液滴之碰撞行為。Ashgriz 和 Givi〔4〕則研究比較兩已烷(n-hexane)液滴在未燃燒和燃燒環境中碰撞現象之異同。Jiang 等人〔5〕則實驗指出兩碳氫化合物液滴之碰撞現象，遠比兩水滴碰撞現象複雜。並指出兩碳氫化合物液滴正撞時，從甚低韋伯數開始之黏合現象，隨韋伯數增加轉為跳開，再次形成黏合而後反彈分離。Qian 和 Law〔6〕隨後利用不同環境氣體之壓力、密度和黏滯力，針對此一兩碳氫化合物液滴碰撞後之跳開現象作一比對，並指出當環境中為該液滴之蒸汽時，對液滴碰撞之黏合現象有促進的作用。Estrade 等人〔7〕在兩乙醇液滴碰撞實驗中指出其碰撞結果與兩碳氫化合物液滴碰撞之跳開現象雷同，具有較大之跳開區域。作者並針對碰撞後跳開或黏合在撞擊參數和韋伯數平面上的邊界提出理論模式。Brenn 等人〔8〕則在兩異丙醇(propanol-2)液滴碰撞後之衛星液滴數目做實驗探討並提出理論模式，結果指出在撞擊參數較小之正撞狀況下，其衛星數目與 Ashgriz 和 poo〔9〕之兩水滴碰撞結果相同。

在液滴具低黏滯性狀況下，影響液滴碰撞行為之主要參數為韋伯數和撞擊參數，而且液滴組成不同和碰撞時之環境不同皆會影響碰撞行為。Orme〔10〕將上述這些有關液滴碰撞行為之影響因素，作了詳細的文獻回顧。

由上述文獻回顧中可知，甚少諸如：在噴霧燃燒工程應用上，燃料噴霧液滴與助燃物(氧)噴霧液滴之碰撞研究；鍋爐中重油噴霧液滴與輕質柴油液滴之碰撞研究；在防火工程中水滴與油滴；水滴與熔融之石蠟等碳氫化合物液滴之碰撞等，兩表面張力、互溶性等性質相異之液滴碰撞研究。近年來乙醇與柴油混合燃料應用於柴油引擎中，乙醇不僅扮演綠色能源，而且在石化燃料日益短缺的情況下，同時也扮演了替代燃料的角色〔11〕，Li 等人〔12〕在研究中指出含乙醇柴油可降低柴油引擎之黑煙、CO、NO_x 之排放濃度，但 THC 濃度則稍增。由於柴油與乙醇互溶性甚低，需有介面活性劑作為結合〔13〕，此一介面活性劑成份對於引擎排放的影響則難以評估。事實上柴油與乙醇分別噴入汽缸是可考慮的設計選項之一，但著必須針對柴油與乙醇的液滴碰撞行為，進行研究。最近我們在兩相異性質之水滴與乙醇液滴碰撞研究中(Gao 等人〔14〕)發現，這兩種表面張力差異很大的液滴，在碰撞過程中其表面張力不平衡的效應(我們將之定義為 unbalanced-surface-force, USF 現象)，極易在碰撞過程中自水滴表面上擠出一衛星小水滴。由於乙醇表面張力較小，在碰撞過程中變形量較大，且碰撞作用區之液體橋表面在具乙醇成分後其表面張力會急降，所以整個碰撞現象之邊界，可由撞擊參數對應乙醇韋伯數之平面來加以定量描述。

最早有關液滴碰撞作用現象，被應用在降雨時雨滴長成過程的研究上〔15〕，實驗上係利用高速攝影機來觀測小水滴自由落體撞擊懸吊之大水滴或半球面上。其後的研究〔3-6、8、9、14〕皆係利用壓電特性板對噴流輸出同相位、同頻率之電波擾動，產生兩串相同頻率之同質液滴串，運用閃頻儀之視覺暫留影像重疊原理，使用攝影機拍攝到穩定之液滴碰撞行為。但 Ashgriz 和 poo〔9〕在大小水滴碰撞時之質量交換行為拍攝，則是利用照相機重複嘗試大量拍攝，方得到清晰的影像以確定液滴行為。

在液滴撞擊固體壁面的研究上，液滴撞擊常溫表面或 Leidenfrost 溫度以上之熱板，與液滴之擴展面積涵蓋範圍，反彈和飛濺等行為是噴霧應用上相當重要的參數。由於液滴/固體/環境氣體三者之性質本身和之間之交互作用非常複雜，Rioboo 和 Tropea [16] 利用水、乙醇、不同混合比例之甘油/水、矽油 (silicone)

等液滴撞擊不同粗糙度和不同濕能力材質表面，試圖將液滴撞擊乾表面之型態現象和影響參數做系統化之實驗分析。實驗指出液滴撞擊現象可細分為附著(deposition)、撥灑飛濺(prompt splash)、皇冠飛濺(corona splash)、縮回斷裂(receding break-up)、部分反彈(partial rebound)和完全反彈(complete rebound)等六種型態。上述文獻之觀測係以高速攝影機完成，液滴撞擊行為之时序雖可據以確認，但液滴無論在飛行中或擴展中，要詳細觀測液滴流動情形相當困難。chandra 等人 [17] 在實驗中，利用高速閃頻儀配合閃光延遲和照相機及放大鏡頭，快速拍攝到清晰的相片以供分析。Manzello 等人 [18] 則利用高速閃頻儀配合高速攝影機分析 HFE-7100 和 n-heptane 液滴撞擊熱板之行為。

乙醇-水液滴表面張力不平衡效應之觀測分析

乙醇與水是表面張力差異大之互溶性物質。乙醇與柴油液滴之間幾無表面張力差但互溶性極差。其他生質能包括油菜油、蔬菜油等液體性質不同，在不同韋伯數，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 [14]，發現碰撞後之黏合、拉伸，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。本計畫主要擬以此複雜之物理現象，運用高速閃頻儀配合閃光延遲之影像技術，擷取清晰之作用圖像加以分析。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教學講解之用。

水滴撞擊太陽能晶片之行為分析

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，但重量較重，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，在雨滴撞擊時之行為將大為不同，此一撞擊行為的觀測液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。

本子計畫主持人之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 [19]。但限於影像技術，僅能探討低韋伯數液滴撞擊的影響。本子計畫擬發展之高速閃頻儀配合高速攝影機影像技術，則可克服上述困難，用以探討高韋伯數液滴撞擊行為。而此一技術的發展，亦可提供作為本校機械系先進車輛組大學部同學，觀測雨滴撞擊汽車車身鈹金或擋風玻璃之可視化教材。而參與計畫人員亦可從中體會液滴撞擊之延伸應用。

4.10 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

車體重量、風阻設計、太陽能電池效能、馬達效率等元件與次系統的效能與最佳化設計，決定系統先天的競爭力；而系統的整合管理，決定系統能否有最佳的整體性表現。除了針對太陽能電池採用最大功率追蹤，配合蓄電池的充放電效率、馬達的扭力與轉速的輸出效率，找出在各種溫度下，最佳的操控條件，可以提升系統的整體競爭力—效率、可靠度。

在太陽能電池的種種應用上，通常採用最大功率追蹤(Maximum Power Point Tracking; MPPT)方法。其目的在使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。圖 1 顯示日照強度、功率與電流之間的關係。圖上顯示，即使在相同的日照強度下，由於太陽光電板的電壓與電流為一非線性關係，每一條日照強度固定的工作曲線，均只有一個最大功率點，此即太陽光電板的最佳工作點。在不同的日照強度、溫度等因素下，太陽光電板的輸出功率與電流均不同。雖然在相同的日照強度下，溫度改變會微微影響電流，但日照強度的強弱則明顯地影響電流與功率。圖上顯示在不同的日照強度條件下，有各個獨特的工作曲線。最大功率追蹤即特定的日照強度條件下，找到輸出最大功率的工作點。

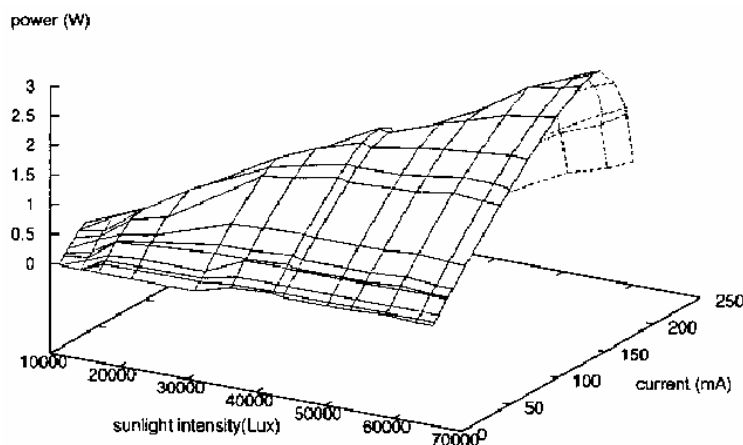


圖 1 太陽能電池之輸出功率、電流與強度之關係

當特定日照強度條件下的最佳工作點找出後，必須以電路調整輸出電壓、電流。當最佳工作點的電壓比實際電壓高時，採用昇壓電路；而當最佳工作點的電壓比實際電壓低時，採用降壓電路。如此使輸出電壓盡可能逼近最佳工作點。

本計畫將持續發展太陽能車專用的最大功率追蹤系統，希望就太陽能車在行駛時，遭遇如快速陰影變化等特殊情況時，藉由數位化的狀態監控，快速且更有彈性的追蹤到最大功率點，使太陽能板的輸出保持在最佳狀態。一般最大功率追蹤，常選擇一特定工作點；而為因應天候、地形、陰影、方向等變化，最好能即時(real time)進行最大功率追蹤，使太陽能電池隨時在最大功率輸出的工作點工作。計畫採用數位式運算，以提高其響應速率與準確性。

太陽光電受日照的影響極大，其功率的應用必須包含能量的儲存與轉換。陽光充足或負載小

時可以供應或儲存轉換其能量；陽光不足時，則使用蓄電池儲存的電或配合使用其他的能源。由於太陽能電池多搭配閥調節鉛酸蓄電池(valve regulated lead-acid battery)，太陽能車行駛時，除盡可能得到即時最大功率追蹤，為有效使用電力，必須注意蓄電池充放電之控制。閥調節鉛酸電池，會因充電控制不良，導致壽命減短。而在傳統的 on/off 電流控制下，常未能在適當時間充足電。且電池之充電電流調節考慮太陽能光電池產生的功與天候狀況。如圖 2，充放電之調節中，電壓、電流均納入考量。而配合最大功率追蹤方法的使用，將可有最多的能源傳至充電電池儲存。圖 3 為充電電池調節系統之示意圖。

此外，負載搭配(load matching)之設計，會影響太陽能電池實際輸出至負載的功率。當太陽能電池內部電阻遠大於外部負載時，能量將浪費在內部；當外部負載遠大於太陽能電池內部電阻時，電流過小也一樣降低能量轉換效率。

而在太陽能車長途賽中，日照強度除了隨時間變化外，可能需參考天氣預測，來決定蓄電池的充放電與行駛速度的快慢，才能有效使用電力。故需擬定一套電能管理策略，以得到最佳的實際行駛的時間與里程數。

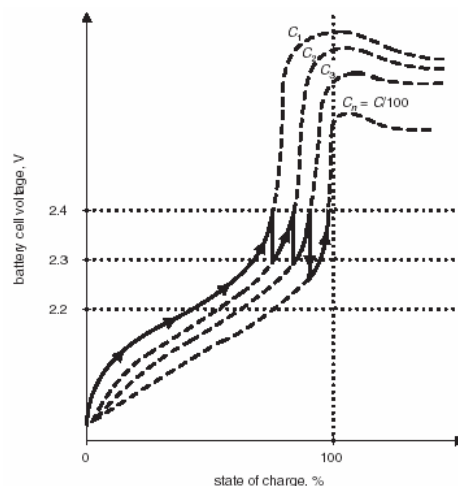


圖 2 充放電之調節

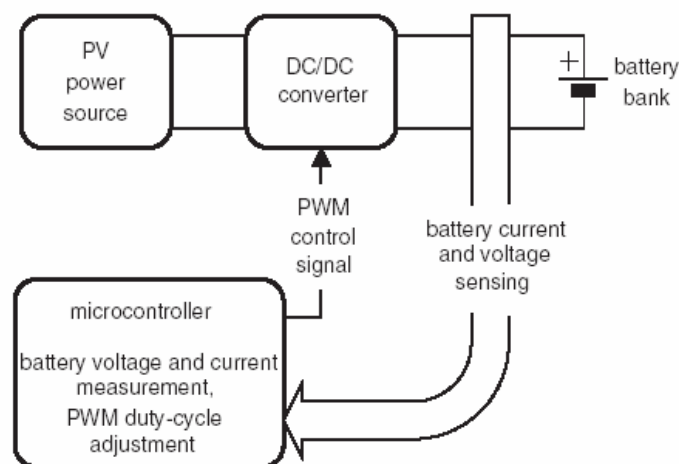


圖 3 電池充電調節示意圖

分計畫二 -馬達性能最佳化

由於太陽能電池屬於小功率電池，要特別注重電力轉換具高效率，才能讓馬達有效使用電力，不致使能量耗損在電力轉換電路上。其中包含負載搭配(load matching)之設計，以及功率元件的選定等。藉由降低不必要的分路電流，以及高效能的變壓器，將可使電力轉換效率最高。

同樣的，馬達負載的適當調配(一般稱之為馬達選配，motor sizing)，可得到最高的機械能轉換效率。一般選擇多使馬達和負載的旋轉慣量相等。

就馬達的使用而言，為得到最佳的性能表現，除藉負載調配得到最大輸出，必須注意扭力與轉速的非線性輸出關係，以便配合地形調整得到最快的前進速度。

目前太陽能車使用的馬達，多使用氣隙可調的外轉子馬達，故在我們的控制策略之一，即在研擬其氣隙調整，以得到較佳的扭力與轉速。如同將最大功率追蹤即時化可以保持輸出在最佳狀態，若能即時調整馬達氣隙，則可配合路況、充放電及電能管理策略，使整套系統有最佳的性能表現。

在馬達的使用上，除考慮本身扭力與轉速的輸出效率外，必須配合太陽能光電池產生的能源與充電電池之充放電。因為，此時太陽能光電池不只扮演著提供能源的角色，同時需為充電電池充電。計畫藉由圖 3-4 的太陽能車電路系統，對系統進行監測，並施行我們的控制策略，以達到較佳的性能表現。

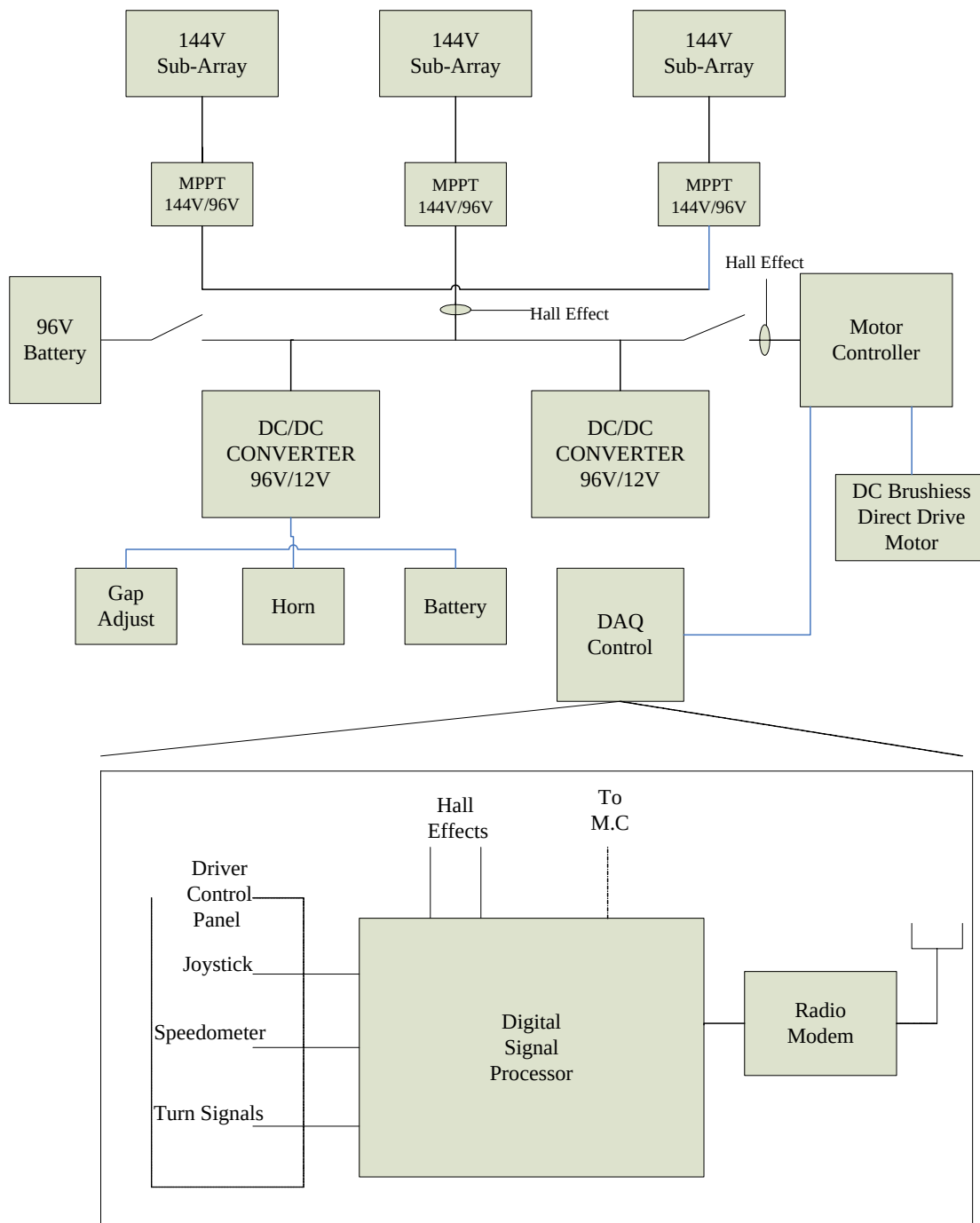


圖 4 太陽能車的電路系統

4.11 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，可輔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、衝擊鎚、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) 20T 手動熱壓機
- (3) 交流阻抗分析儀
- (4) 高溫烘箱
- (5) 直接甲醇燃料電池測試組
- (6) AB₅ 儲氫合金儲氫過濾系統
- (7) 氫氣產生機
- (8) 恆電位儀
- (9) 環盤旋轉電極測試儀
- (10) 1200W 燃料電池電堆
- (11) 壓力感測系統
- (12) kW 級燃料電池測試站

(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) 可控恆溫恆濕箱(落地型)
- (8)

(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) 快速昇溫退火爐
- (3) 管狀高溫爐
- (4) 光譜式橢圓儀
- (5) 小型 DC/AC 濺鍍機
- (6) 太陽電池 I-V 量測系統
- (7) UV-VIS-NIR 微光譜儀 (擬本計畫添購)
- (8) SPM 表面電流密度量測 (擬本計畫添購)
- (9) RF 濺鍍機
- (10) Raman 光譜儀 (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

本計畫除將再度補強前述部份重點發展實驗室, 亦加入三間新參與之機械系與電機系三間相關實驗室, 所須添加之設備如下

(A) 先進系統整合實驗室 (機械系)

- (1) 線性馬達
- (2) 轉速量測系統 (擬本計畫添購)
- (3) 扭力量測系統 (擬本計畫添購)
- (4) 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 (擬本計畫添購)
- (6) 高速閃頻儀 (擬本計畫添購)
- (7) CCD 攝影機 200 萬畫素 (擬本計畫添購)
- (8) 變焦放大鏡頭 (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) 桌上型萬能拉伸試驗機 (擬本計畫添購)
- (5) 環境控制箱 (擬本計畫添購)
- (6) 有限元素分析軟體(ABAQUS) (擬本計畫添購)
- (7) 個人電腦(64 位元) (擬本計畫添購)
- (8) 實驗數據分析軟體 (擬本計畫添購)

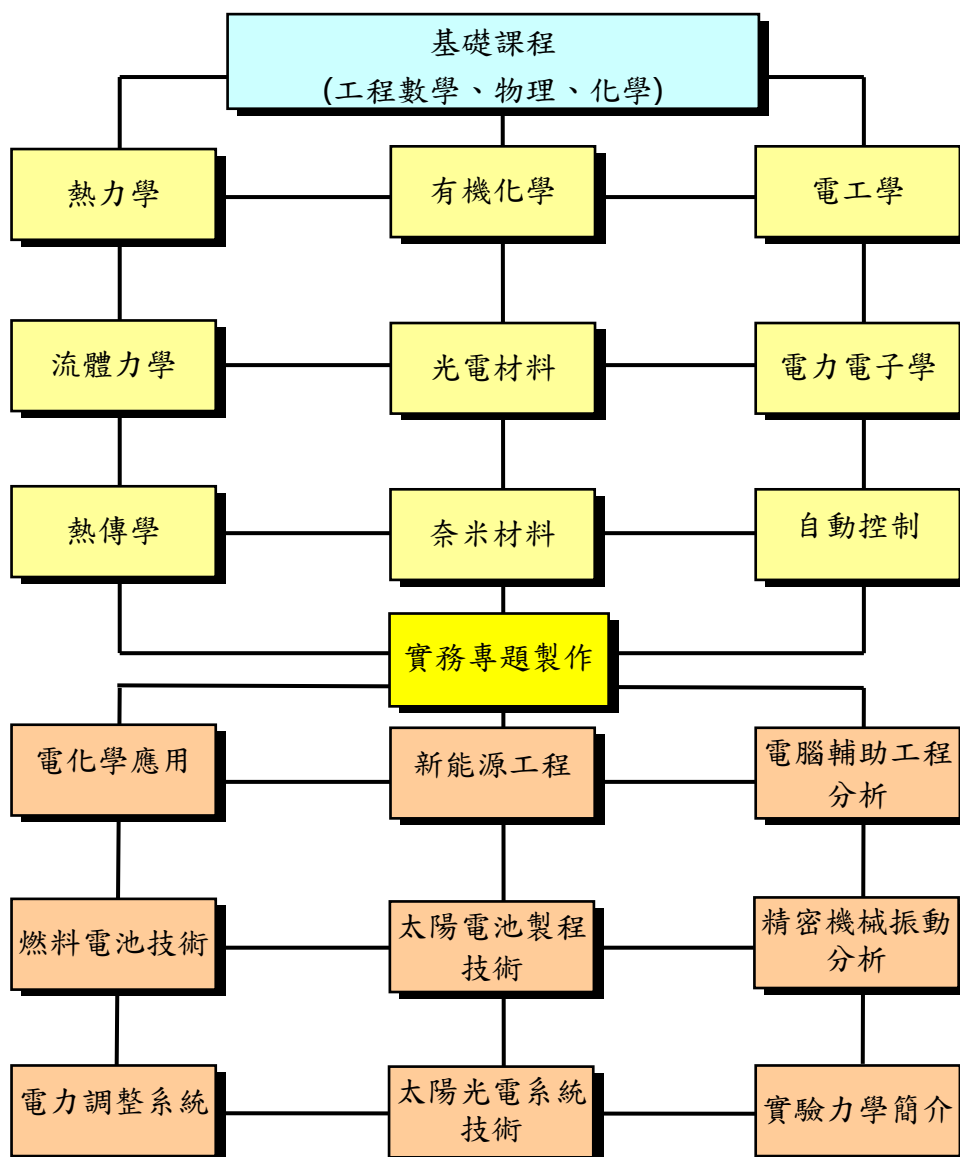
(D) 電機系實驗室

- (1) 數位儲存示波器 (擬本計畫添購)
- (2) 電流電壓量測系統 (擬本計畫添購)
- (3) 頻譜分析儀 (擬本計畫添購)
- (4) 工業電腦 (擬本計畫添購)
- (5) 頻譜分析儀 (擬本計畫添購)

4.12 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 5 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 5 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 (錯誤! 找不到參照來源。所示僅為部份)。

4.13 實施進度及分工

本年 (95 年度) 計畫之工作時程，將優先考量整備南台火鳳凰太陽能車，以備於九十五年八月初參加日本鈴鹿夢想盃太陽能車比賽，並積極開發燃料電池-太陽能複合動力系統雛形，實際應用各子計畫之研發成果。第三年將參酌今年執行成效修正。執行進度由以下之甘特圖（表格 1）表示：

月次 工作項目	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
專題設計與製做												
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	81	92	100

表格 1 計畫實施進度之甘梯圖

4.14 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				
子計畫一 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				
子計畫二 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				
子計畫三 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				
子計畫四 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				

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. 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

4. 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」經費需求編列如表格 2。

表格 2 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
第一年 總計(單位：萬元)					1000	800	200
第二年 (今年度)							
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		45	45	0	45

經常門	臨時人員費用	臨時性工作派遣工資		5	5	0	5
第二年 總計(單位：萬元)(實際配合款之分配視核撥金額修正)					900	685	215
第三年 (部份設備需求，因價格可能變異，不列統計)							
資本門	氣相層析質譜儀	排放氣體分析	1	250	250		
資本門	Raman 光譜儀	量測薄膜之結晶及鍵結特性	1	400	400		
資本門	燃料電池計算軟體	流力熱傳分析	1	45	45		
資本門	高速攝影機	碰撞實驗分析	1	35	35		
資本門	混合動力伺服控制系統	混合動力開發製作	1	90	90		
資本門	冷卻散熱分析軟體(ICEPACK)	流力熱傳分析	1	50	50		

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：

- ㉑ 發展學校重點特色計畫名稱--『數位信號處理晶片應用』
- ㉒ 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：

- ㉑ 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』
- ㉒ 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』
- ㉓ 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：

- ㉑ 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』
- ㉒ 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：

- ㉑ 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』
- ㉒ 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：

- ㉑ 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』
- ㉒ 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』

表 A1、九十~九十三年本校「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 (發展學校重點特色計畫)	11,500,000 元	11,500,000 元	3,216,211 元	91 年 8 月~92 年 7 月
九十一	生命科學與工程技術	13,000,000 元	13,000,000 元	2,365,126 元	91 年 8 月~92 年 7 月

	整合、開創技職教育 新特色 (發展學校重點特色計畫)				
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 (<a href="http://www.stut.edu.tw/m
ech/">http://www.stut.edu.tw/m ech/) (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

九十至九十四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。 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 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。 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』 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。

九十	跨平台 Unix 工作站教育環境整合計劃 (提升教學品質計畫)	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： 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 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 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 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
九十一	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)	a. 開辦奈米學程：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)。 b. 設立奈米中心網站： 網址為：http://www.stut.edu.tw/nano/ c. 發表相關論文： 共發表國內外期刊論文 14 篇及國內外研討會論文 27 篇。 d. 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： (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。 e. 完成奈米設備之採購：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

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)	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) 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。 (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 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。 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。 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
-----	--	--

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)	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趨勢研討會』，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。 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。 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。 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。
九十二	奈米光電技術之研發與人才培育 (發展學校重點特色計畫)	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) b. <u>舉辦 2003 國際奈米光電科技研討會</u> 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。 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>： 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

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)	a. 校內研究方向整合 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 b. 教材改進及課程規劃成果 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。 c. 實驗設備改進成果 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」。
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)	a. 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 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 b. 辦理『奈米元件設計與產業應用』相關技術研討會 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。 c. 建立及改善奈米學程： 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 d. 完成奈米設備之採購，重要採購設備如下， 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 e. 完成兩件產學合作案： 與東元電機股份有限公司建立產學合作： 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	新 能 源 科 技 研 發 與 人 才 培 育 計 畫 (發展學校重點特色計畫)	<u>a. 實驗設備改進成果</u> 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) <u>b. 教材改進及課程規劃成果</u> 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。 <u>c. 提供示範展覽</u> 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。 <u>d. 完成新能源設備之採購：重要採購設備如下，</u> 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 <u>e. 發表相關論文：</u> 共發表國內外期刊及國內外研討會論文 10 篇。
九十四	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)	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： ① 邀請 6 位海外學者進行學術交流 ① 有 3 位老師到國外大學進行學術交流 ① 有 20 人次老師參加國內舉辦之國際學術研討會 ① 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： ① 有 7 件產學合作計畫 ① 辦理 3 場學術研討會 (5) 學生校外競賽：

		(1) 國際性學生競賽：3 項得獎 (2) 國內學生競賽：19 項得獎 (6) 師生研究能力： (1) 國科會計畫：有 14 件計畫通過 (2) 期刊論文：有 7 篇論文發表 (3) 研討會論文：有 66 篇論文發表 (4) 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) <u>舉辦三場學術研討會</u> 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	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)	a. 實驗設備改進成果 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 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 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「空氣污染防制宣導活動」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 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， 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。 9. Pan/Tile/Zoom 伺服影像追蹤系統。 10. 資料擷取與無線通訊系統。 e. 發表相關論文及專利： 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。 f. 產學合作計畫： 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。
--	--