

九十四年度

技專院校申請發展學校重點特色暨提昇教學品質專案補助計畫

申請項目(請勾一項)：發展學校重點特色

提昇教學品質

計畫名稱：再生能源應用之整合研發與人才培育

申請學校：南台科技大學

聯絡人：單位機械工程系

職稱助理教授兼先進車輛組組長

姓名張巖縉

電話(06) 2533131 轉 3545

傳真(06) 2425092

提報日期：中華民國九十四年一月

目錄

1. 計畫名稱	5
2. 背景與現況（含學校中程校務發展計畫重點）	5
2.1. 再生能源發展之背景與現狀	5
2.2. 目前再生能源之發展現狀 [1~4]	6
2.2.1. 太陽光電	6
2.2.2. 風力	7
2.2.3. 生質能	9
2.2.4. 地熱	10
2.2.5. 再生能源利用之展望	12
2.3. 本校中程校務發展計畫重點	14
3. 計畫目標（發展重點項目）	16
3.1. 整體計畫所發展之技術	17
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）	19
4.1. 本校再生能源科技發展整合情形	19
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	20
4.2.1. 有機太陽電池	20
4.2.1.1. 導電高分子材料	20
4.2.1.2. 導電聚苯胺的應用	20

4.2.1.3.	太陽能電池現況.....	21
4.2.1.4.	有機太陽能電池的原理.....	21
4.2.1.5.	有機太陽能電池的研究方向.....	22
4.2.1.6.	本子研究計畫構想.....	23
4.2.2.	太陽能電池模組.....	24
4.2.3.	再生型燃料電池.....	26
4.2.3.1.	電解器.....	27
4.2.3.2.	PEM 燃料電池.....	28
4.2.3.3.	氫氣純化與儲存.....	28
4.2.3.4.	太陽熱能電池 – 外部電源.....	28
4.2.3.5.	單一化再生性燃料電池.....	29
4.2.4.	太陽能車專用最大功率追蹤系統 (MPPT).....	32
4.2.5.	工程設計之結構與流場分析.....	35
4.2.5.1.	太陽能車結構及流場分析.....	35
4.2.5.2.	風力發電設備分析.....	36
4.2.5.3.	複合動力車結構及流場分析.....	36
4.3.	現有設施及未來設備規劃.....	37
4.4.	課程及人力資源規劃.....	40
4.5.	儀器設備使用規劃與管理規劃.....	48
4.5.1.	使用規劃方面.....	48

4.5.2. 管理規劃方面	49
4.6. 實施進度及分工	50
5. 經費需求及行政支援	51
6. 預期成效及影響	54
7. 觀摩、比賽、展覽活動規劃	55
8. 參考文獻	56
附錄一、南台科技大學能源中心設置辦法	63
附錄二、新能源中心教學暨研究特色實驗室管理辦法	66
附錄三、歷年計畫執行成效	68
附錄四、工研院函請協助再生能源推廣展覽	77
附錄五、台南市芝麻街教育機構函請協助太陽能車教學	78

1. 計畫名稱

再生能源應用之整合研發與人才培育

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 4 月 10 日起至 96 年 12 月 10 日止，共三年。

2. 背景與現況（含學校中程校務發展計畫重點）

2.1. 再生能源發展之背景與現狀

隨著能源短缺的警訊越來越高，以及自然環境因破壞所引起大地反撲的現象越來越強烈，再生能源在近年來被廣泛應用，從風能、地熱、太陽能、潮汐等，這些在工業革命前人類僅有的能量來源，在現今卻不被視為是能源供應主流的方法，經過研究人員重新檢視，賦予新的技術，有了不同的風貌，因此一股再生能源的浪潮正逐步要將人類的生活重新改變。身為科技教育單位，如何讓學生了解能源科技的走向及再生能源對人類未來的重要性，是我們的基本目標。而培育符合未來需求且具備相關技術的工業人才，則是本計畫所要努力的方向。

過去 20 年，全球能源需求增加 25%，成長最多的是在未開發中國家，而在未來的 20 年，開發中國家能源的消耗量估計將超過 100%。隨著能源消耗的增長，空氣品質、土地及水源等將嚴重被破壞。目前所消耗的能源約有 90% 來自化石燃料，使用過程中放出許多污染物，如果我們繼續增加它們的排放量，則對地球的氣候所造成的影響將無法回復。京都協議書中，與會各國同意在於 2008 至 2012 年間，將已開發國家的二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟氯碳化物、全氟碳化物及六氟化硫等六種溫室氣體的排放量，在 1990 年的基礎上平均削減 5.2 %。另外，為了使議定書能真正發揮作用，還規定只有在佔 1990 年全球溫室氣體排放量 55 % 以上、至少 55 個國家和地區批准該議定書後，才能正式生效。

世界各國在努力維持經濟成長與改善生活品質的同時，更積極擬定計

畫，期能善用有限的資源，達到協議的污染減量。因為這樣的誘因，已經發展出許多新的技術，不但讓人類的生活朝向更安全、更環保的境界邁進，也讓我們能源技術更加精進。

台灣的能源主要仰賴煤、石油及天然氣，這些化石燃料相對於可再生能源，像是風能、太陽能等，並非那麼容易再被產生，因此當有限的資源逐漸減少，使用成本將會越來越昂貴；而即使它們能復原，在過程中亦將對環境造成嚴重的傷害。

大多數的可再生能源都是直接或間接來自太陽，陽光或太陽能可被直接用來加熱或照亮建築物，也可以用於發電、加熱熱水等其他多種商業及工業上的應用。太陽的熱會帶動風，風能可以轉動風力渦輪機，隨後風及太陽的熱會將水蒸發。水蒸氣會變成雨水或雪而最後流到溪流中，接著這樣的能量可以再被水力發電所使用。

藉由雨水或雪以及陽光可讓植物成長，組成植物的有機物質便是生物質量。生物質量可以用來發電，當做交通燃料或化學藥品。使用生物質量來達成上述目的的方式便是生質能。氫氣亦可在許多有機化合物以及水中被發現，它是宇宙中最充沛的元素，但是它在自然界中卻不會以氣體的形態自然存在，而總是與其他元素結合，比方說和氧結合成水。一旦與其他元素分開，氫氣便可燃燒作為燃料或轉換成電能。

當然並非所有可再生能源都來自太陽，地熱將地球內部熱能釋出提供多種用途，其中包括發電以及大樓的冷暖空調；海洋潮汐的能量則來自月球與太陽之間重力的拉扯。事實上，海洋的能量有許多來源，除了潮汐能量外，還有因為潮汐及風造成的海浪能量。太陽帶給海洋表面的熱量高於海陽底部，因此所形成的溫度差亦可被用來作為能量來源。所有這些海洋能源都可用來發電。

2.2. 目前再生能源之發展現狀 [1~4]

2.2.1. 太陽光電

國外：

太陽光電於最近幾年之成長快速，近三年全球市場每年成長近 40%，於 2000 年之銷售量為 287 MW，至 2001 年則為 390 MW。歷年主要太陽光電生產國之市場銷售量詳如表 1。

國家	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
美國	25.64	38.85	38.85	53.0	53.7	60.8	74.79	100.3

日本	16.50	16.40	21.20	35.0	49.2	80.0	128.60	171.2
歐洲	21.70	20.10	18.80	29.3	33.5	40.0	60.66	86.4
其他	5.60	6.35	9.75	9.4	18.7	20.5	23.42	32.6
合計	69.44	77.60	88.60	125.8	154.9	201.3	287.65	390.5

表 1 主要國家歷年太陽電池市場銷售量 (單位：MW)

國內：

經濟部於民國 89 年 5 月發布施行「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」(現已改為「太陽光電發電示範系統補助設置要點」)，提供設備補助獎勵設置太陽光電示範系統，並對政府行政機關、公立學校及公立醫院，評選具良好示範效果之申請案提供最高 10 峰瓩之全額補助。經濟部能源會委託工研院材料所配合辦理獎勵推廣及協助輔導下，國內目前包括總統府在內已有 40 幾處示範系統建立，總核准補助設置容量達 674 峰瓩。

2.2.2. 風力

國外：

風力發電為近年來再生能源發電技術中成長速率最快者之一，截至 2001 年底，全球風力發電總裝置容量已近 25,000 MW，年發電量逾 500 億度，估計約可供應全球 1,400 萬戶家庭之用電。歷年全球風力發電成長如圖一。依丹麥 BTM 顧問公司統計，近 5 年來風力發電容量年平均成長率達 32.6%，如表二所示，為世界性經濟不景氣中少數仍具高成長之產業之一。表三為世界各國風力發電至 2001 年底之裝置容量。

國內：

經濟部於民國 89 年 3 月發布施行「風力發電示範系統設置補助辦法」，提供設備補助獎勵民間投入設置風力發電示範系統。在經濟部能源會委託工研院能資所配合辦理獎勵推廣及協助輔導下，目前已分別由台塑重工及台電公司完成了雲林麥寮 (2.64 MW) 及澎湖中屯 (2.4 MW) 二座風力發電示範系統，另外還有天隆造紙廠於竹北之 3.5 MW 春風風電示範系統亦將加入示範運轉行列，估計年發電量可達 882 萬度，約可取代 220 萬公升的發電燃料油，以及抑制 800 萬公斤的二氧化碳排放，對降低溫室氣體表現卓著，深具經濟與環境效益。

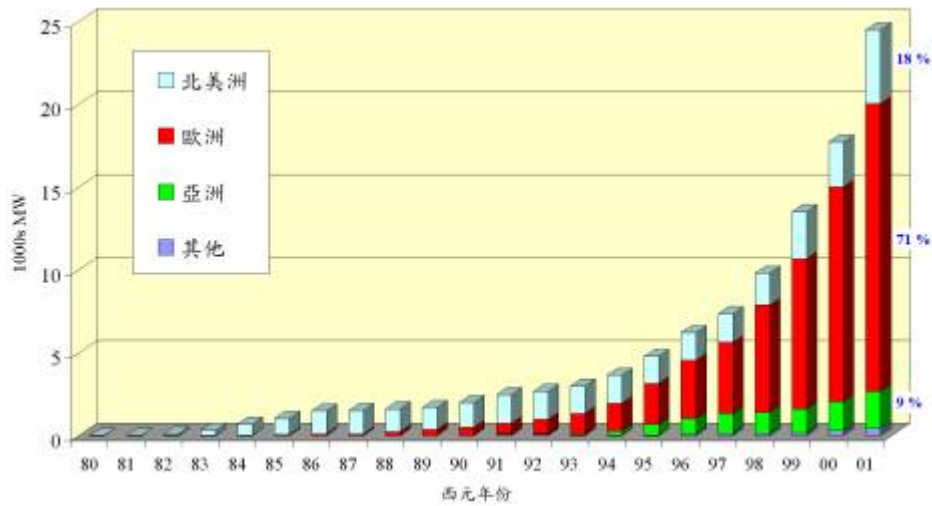


圖 1 全球風力發電裝置容量成長圖

年份	增設容量 MW	成長率 %	累計容量 MW	成長率 %
1996	1,292		6,070	
1997	1,568	21%	7,636	26%
1998	2,597	66%	10,153	33%
1999	3,922	51%	13,932	37%
2000	4,495	15%	18,449	32%
2001	6,824	52%	24,927	35%
平均成長率—五年		39.5%	—	32.6%

表 2 1996~2001 年全球風電用量成長率統計

國家	MW	國家	MW	國家	MW
德國	8,753	奧地利	95	突尼西亞	11
美國	4,261	法國	85	韓國	8
西班牙	3,335	澳大利亞	73	以色列	8
丹麥	2,417	哥斯大黎加	71	台灣	5
印度	1,507	摩洛哥	54	俄羅斯	5

義大利	697	烏克蘭	40	捷克	5
英國	485	芬蘭	39	墨西哥	5
荷蘭	483	紐西蘭	37	瑞士	5
大陸	399	比利時	31	斯里蘭卡	3
日本	300	波蘭	28	約旦	2
瑞典	280	巴西	20	智利	2
希臘	272	土耳其	19	拉脫維亞	1
加拿大	207	挪威	17	匈牙利	1
葡萄牙	127	盧森堡	15	羅馬尼亞	1
愛爾蘭	125	阿根廷	14		
埃及	125	伊朗	11		

表 3 世界各國風力發電裝置容量(至 2001 年底)

2.2.3. 生質能

國外：

目前生質能為全球第四大能源，僅次於化石能源，供應全球 15% 的初級能源需求 (開發中國家則為 35%)，係最廣泛使用的再生能源，約占世界所有再生能源應用的 2/3。根據統計，到 1997 年為止生質能在歐盟的總產量為 52,309 ktoe (千公噸油當量)，占其再生能源的 63.6%；生質能發電量則有 11,661 ktoe，占再生能源的 29%。表四所示為歐盟會員國之生質能生產及發電利用統計。在美國方面，至 2000 年止再生能源占該國總能源之 7%，約為 7.2 兆 BTU，生質能即占其中的 38%，僅次於風力發電的 46%。

國內：

國內利用生質能之種類以廢棄物能源居絕大多數，根據統計，民國 88 年國內廢棄物能源利用的發電裝置容量共達約 23 萬瓩，主要來源為垃圾焚化發電、垃圾掩埋場沼氣發電等；此外，已建立有工業廢水沼氣 80 瓩發電系統二座。目前國內生質能發電利用計有 70 餘處設置案例，至民國 91 年底發電總裝置容量約達近 50 萬瓩。另外，將於花蓮縣建立每小時 1,000 公斤處理量之廢棄物固態衍生燃料示範系統，可將鄰近鄉鎮之廢棄物轉化成穩定之固態燃料，供發電或工業製程利用等。

國家	生質能總產量	利用生質能發電量
----	--------	----------

	(ktoe)	(ktoe*)
奧地利	3,508	772
比利時	623	367
丹麥	1,541	911
芬蘭	5,698	1,350
法國	10,473	1,159
德國	5,903	1,767
希臘	911	0
愛爾蘭	162	22
義大利	6,722	328
盧森堡	40	23
荷蘭	1,438	1,047
葡萄牙	2,406	153
西班牙	3,788	562
瑞典	7,458	2,272
英國	1,638	847
總計	52,309	11,661

* 1 ktoe=11.63 GWh

表 4 歐盟會員國生質能產量及發電利用統計

2.2.4. 地熱

國外：

地熱的用途甚廣，諸如發電、工業利用、農業利用等，但以能源使用觀點而言，則以利用於發電上的使用範圍最高。國外對地熱發電之大量開發應用始於 1960 年代，發展至 2000 年為止，全世界已有二十餘國共建置約 250 多座地熱發電廠，總裝置容量將近 8,000 MW。世界各國地熱發電廠於 1990 年~2000 年間裝置容量變化情形詳如表五。

國內：

國內以往曾於宜蘭縣清水 (3 MW) 及土場 (300 kW) 地區進行小型發

電試驗，但均已完成階段性任務，分別於民國 82 及 83 年停止運轉。現在宜蘭縣政府為恢復清水地區的地熱資源利用，正進行清水地區溫泉水發電及利用計畫，採民間參與公共建設 (BOT) 方式招商，經濟部能源委員會並委託工研院能資所協助宜蘭縣政府進行規劃與提供技術諮詢。該計畫第一階段發電容量目標暫訂為 5,000 瓩，預定於民國 95 年完成，後續除發電外亦規劃將發電後端熱水加以應用，成為一個發電及多目標利用的示範計畫。

國家名稱	1990	1995	2000
美國	2,774.6	2,816.7	2,228
菲律賓	891	1,227	1,909
義大利	545	631.7	785
墨西哥	700	753	755
印尼	144.75	309.75	589.5
日本	214.6	413.7	546.9
紐西蘭	283.2	286	437
哥斯大黎加	0	55	142.5
冰島	44.6	50	170
薩爾瓦多	95	95	161
尼加拉瓜	35	70	70
肯亞	45	45	45
瓜地馬拉	0	33.4	33.4
中國	19.2	28.78	29.17
土耳其	20.6	20.4	20.4
俄羅斯	11	11	23
葡萄牙 (亞速爾群島)	3	5	16
衣索比亞	0	0	8.52
法國 (哥德洛普島)	4.2	4.2	4.2
泰國	0.3	0.3	0.3
澳大利亞	0	0.17	0.17
阿根廷	0.67	0.67	0
總計	5,831.72	6,833.38	7,974.06

表 5 世界各國地熱發電廠裝置容量(單位：MW)

2.2.5. 再生能源利用之展望

未來全球的能源需求預期仍將持續成長，在民眾對生活與環境品質要求漸高與化石燃料蘊藏有限的危機下，提高再生能源的利用已是不可避免的趨勢。只是儘管再生能源具備減輕環境負擔、促進能源多元化、提高能源自主性等多重效益，在目前許多國家尚未將能源使用的外部成本納入能源價格時，再生能源仍因經濟效益不足而難以與傳統能源競爭，大多必須仰賴政府的財政支援。然而近來再生能源技術的發展已漸可突破此項限制，使其未來的發展呈現無窮的可能 [5]。

以風力發電而言，為利用陸上有限的風力資源良好處所 (如開闊、無遮蔽的平原田野，及山脊、海濱防風林等)，目前的發展趨勢為朝向單一機組大型化發展，可降低發電的單位成本，提昇經濟效益，或以大型機組替代舊有的小型機組，發揮土地的最大價值；再者，陸上風電開發已漸趨飽和的國家 (如丹麥、德國) 為持續拓展風力發電，已逐漸朝離岸式 (海上) 風力發電開發，除因海域風能優於陸域之外，較平穩之風性亦可減少風力機的機械損耗，俟技術成熟可望帶動另一波風電發展高潮。

在太陽光電方面，由於其發電成本為再生能源中較高者，故使用量目前仍偏低，但由於其能量普及，應用極富彈性，可與電力網併聯做為民生輔助電力，許多國家均提供補助加以推廣；在夏季電力需求與太陽能源同達尖峰的台灣，太陽光電可提供尖峰供電以降低台電調度成本，其效益已廣泛獲得認同。此外，太陽電池模版與建築結合更具應用價值，已陸續開發許多建材一體型模版，如屋瓦、外牆、窗戶、遮陽棚等，配合綠建築之理念，更開啟未來廣大的市場。

至於已大量運用的生質能，在人口密度低的國家如美國、北歐等，開始朝向種植快速生長之能源作物，以進行發電或熱利用，或利用玉米等農作物發酵產生酒精、以大豆生產生質柴油，甚至以藻類發酵製氫等；雖目前價格仍偏高而市場有限，但因其可替代石油產品利用於交通運輸工具，不限於發電或傳統熱利用，故成為眾所矚目的明日之星。台灣雖因地狹人稠而較難發展需大量土地的能源作物與酒精汽油，但廢棄物數量可觀，傳統直接焚化方式已漸難被民眾接受，將廢棄物經過處理製成衍生燃料之技術正在業界中慢慢擴展，不論固態、液態或氣態，不單可提昇能源效率，亦可降低污染物排放，預期在國內、外均將漸成潮流。

近年地熱發電利用的成長並不及風力、太陽光電等技術，但經估計全球可利用地熱資源的蘊藏量大於煤、石油、天然氣與鈾產生能量之總和，且其技術利用較為穩定的地熱蒸汽及熱水，生產成本多可預測，不致如化石燃料將隨著蘊藏量之耗盡而增加生產成本，亦不若風力、太陽能等受氣候條件之限制，可做為基載電源而替代傳統發電。未來大量開發後，估計將可在開放市場上與其他發電方式競爭，成為最重要的電力來源之一。

可預期的是，再生能源發電技術現階段雖仍需要額外獎勵措施以符經濟效益，在利用方式的創新、技術的發展演進、量能擴大達經濟規模、及能源利用之外部成本廣泛內部化後，再生能源將可與傳統發電方式在開放市場上競爭，雖部分技術仍因其本質問題而無法完全替代傳統化石能源與核能，但無庸置疑可為主要能源之一，為人類持續發展及自然環境保護之平衡盡一份力。

我國能源白皮書中，提及再生能源發展方案，該方案主要架構為 8 項實施方針及 32 項跨部會推動措施，分由 13 個中央機關及各地方政府作權責分工推動。其中牽涉諸多跨部會業務、職掌及法規修（增）訂事項，如土地、森林、國家公園、水利、港埠、海防、道路、建築、電業、環保、油品、國家標準、租稅獎勵及行政程序簡化等相關法規之檢討修（增）訂或明定申請審核作業程序及期限。該方案重要措施包括下列重點：

- (1) 立法制定「再生能源發展條例」。
- (2) 研訂「台灣電力公司收購再生能源電能辦法」與「台灣電力公司再生能源發電併聯技術要點」。
- (3) 於「再生能源發展條例」完成立法前，續由空氣污染防制費配合提供垃圾掩埋場沼氣發電之獎勵。
- (4) 企業購置利用再生能源設備或技術給予財稅獎勵，並研議擴及自然人、非企業法人、機構及團體亦給予投資減免所得稅及低利貸款之可行性。
- (5) 加強再生能源利用示範及宣導，研訂再生能源利用示範補助辦法，以獎勵各界設置。
- (6) 建立再生能源資料庫，並持續研發高效率、低成本量產技術及穩定供電技術。
- (7) 研議一定規模以上再生能源發電系統及其併聯線路用地取得及使用變更之可行作法，檢討修訂相關法規或明定申請及審核作業程序及期限。
- (8) 輔導再生能源產業發展，並獎勵協助相關業者開發低成本量產技術及產品。
- (9) 政府於審議公共設施建設時，增列太陽光電系統設置為審查項目，並在不大幅增加總經費原則下，鼓勵設置。

依據方案內容，各級政府機關、學校及公營事業應率先評估規劃設置再生能源利用設備之可行性，並編列預算逐步設置，俾經由政府單位之帶頭示範作用，以激勵民間跟進投入設置。此外，經濟部亦已主動規劃幾個重點示範計畫，例如在總統府及經濟部大樓等設置太陽光電示範系統，另配合地方政府之整體觀光遊憩規劃，在新竹或澎湖地區建立風力發電示範系統，並在宜蘭縣清水地區推動地熱發電多目標利用示範等，期藉由這些重點示範計畫之運轉實效及展示宣導功能，以普及帶動各類再生能源利用之風潮。此外，「挑戰 2008：國家發展重點計畫」有關水與綠建設計畫中，

除積極推動再生能源立法，進行再生能源研發與推廣應用外，並規劃陽光電城 (Solar City)、風力電場 (Wind Farm) 及地熱公園 (Geothermal Park) 等示範推廣計畫。

本計畫即為搭配此項方案，建構一可學習再生能源應用之教育環境，提供本校學生在能源工業的發展上有較宏觀的看法以及實際的經驗，除能培養相關工業人才外，亦藉由實驗室設備之強化，進行基礎理論探討。本計畫將結合本校近年來發展研究所教育之理念，由各子計畫負責人於所負責實驗室帶領研究生進行基礎研究，成果將應用於本校機械系大學部學生專題製做之成品：太陽能車、複合動力系統、複合動力車，藉由實際成果之展示與參與競賽，吸引相關產業合作，達到產、官、學皆贏的目標。

2.3. 本校中程校務發展計畫重點

南台科大自民國八十六年起，便著手從事太陽能相關研發，校長張信雄博士亦相當重視，每年均提撥特別經費供相關研究。民國八十九年本校優先獲得經濟部能委會核定設置「十瓩太陽光電發電示範系統」，該系統由機械系負責規劃，目前是南台灣第二大太陽光發電示範系統。該系統已於民國九十年七月底完工，產生之電力可以照明本校「機電實驗大樓」四間教室（共約 60 坪）並驅動監控室所有設備。該示範系統具有四組可變角度之太陽電池模組，藉以探討不同季節時，於南台灣裝設太陽電池模組時的最佳角度。此外，為解決陽光不強的冬季以及夜間沒有太陽時之用電需求，又於民國九十一年加裝一具一瓩風力發電機組，做為原發電系統之輔助電源。

本校機械系開發之「太陽光電發電監控軟體及資料擷取系統」，具有可以及時 (real time) 擷取 (a) 溫度感測器、日射儀、風速及風向儀等儀器之監測數據，獲得不同廠牌以及不同安裝角度之 (b) 太陽電池模組所產生的電壓、電流，經由串/並聯後 (c) 全部模組所產生之總電壓、總電流，電力充入蓄電池後由 (d) 蓄電池所輸出之電壓、電流，及經過交直流轉換器後 (e) 將直流電轉為交流電所產生之電壓、電流，並能即時監控 (f) 模組板溫與日照度，持續記錄收集之資料，最後將可提供作為台南都會區全年光電/風電發電評估用資料。

近年來本校已有多位老師投入再生能源科技之相關研究，並開設多門能源課程。93 年度重點特色之新能源計畫中更整合新能源所有課程，建構出新能源學程之基本架構。工學院自 89 學年度起開始招收機械、化工、生技、資工、電子與電機碩士班學生，91 學年度招收機電科技研究所博士班，92 學年度招收電子工程系博士班，93 學年度將招收電機工程系博士班。94 學年度申請資工、化工與材料工程系博士班、奈米科技研究所和光電工程

研究所碩士班，有充足之人力資源可參與能源科技計畫之執行。工學院研究能量隨著學校逐年增聘博士以上師資而增強，91 年度國科會計畫通過 83 件 (電機系 25 件、機械系 22 件、電子系及資工系 14 件、化工系與生物科技系 22 件)，92 年度國科會計畫通過 97 件(電機系 26 件、機械系 31 件、電子系及資工系 18 件、化工系與生物科技系 22 件)，93 年度 115 件 (電機系 28 件、機械系 25 件、電子系及資工系 33 件、化工及生科系 29 件)，此足以證明本校具有推動再生能源科技之研究能力。此外，工學院於 89 年成立「光電半導體中心」，90 年成立「生物技術中心」，91 年成立「奈米科技研究中心」，92 年成立「新能源中心」，正式邁向研究與教學並重的科技大學，見附錄一設置辦法。

「新能源中心」所訂之任務如下：

- (1) 配合我國新能源產業升級與新能源法令政策，積極爭取專案計畫，從事研究與技術開發之服務。
- (2) 培育「新能源」、「再生能源」高科技研發人才。
- (3) 規劃並推動新能源科技研發計畫。
- (4) 協助解決業界在「新能源產業升級」與「新能源法令政策」過程所遭遇的困難，以促進產業競爭力。
- (5) 提供產業界新能源與再生能源設計、分析、製造加工、研究開發等諮詢服務。
- (6) 推動產官學界合作研發、國際合作研究計畫。
- (7) 舉辦相關之學術研討會及演講。

「新能源中心」所訂之中長程計畫研發方向如下：

- (1) 太陽能車之研製。
- (2) 太陽電池模組設計製作與應用。
- (3) 風力發電機之設計製作與應用。
- (4) 太陽光電／風力發電系統之監控技術開發。
- (5) 仿葉綠素光電技術之研發。
- (6) 燃料電池之研發及應用技術。

3. 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。本計畫是延續 93 年度『新能源科技研發與人才培育』計畫，為能達到整合目的，集中研發能量，新能源中心將以再生能源發展為今後三年之執行目標。

計畫執行將以配合專題發展之方式，在三年內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
- (2) 再生能源應用整合與複合動力原型車開發
- (3) 再生能源複合動力車

今年度具體之發展重點項目，是以製造新太陽能車為目標，各相關子計畫如下：

- (1) 全固態有機太陽能電池研發 (i)
- (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

第二年各子計畫為：

- (1) 全固態有機太陽能電池研發 (ii)
- (2) 新型透明導電薄膜材料製作
- (3) 電力與動力系統監控技術
- (4) 風力發電設備
- (5) 可再生式燃料電池

第三年各子計畫為：

- (1) 全固態有機太陽能電池研發 (iii)
- (2) 非平面式太陽電池製作
- (3) 複合動力控制系統
- (4) 太陽能車結構與流場分析
- (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。

本計畫第一年將以機械及化工兩系為主，期能建立先期基本架構，並逐步擴充計劃規模，目標為：

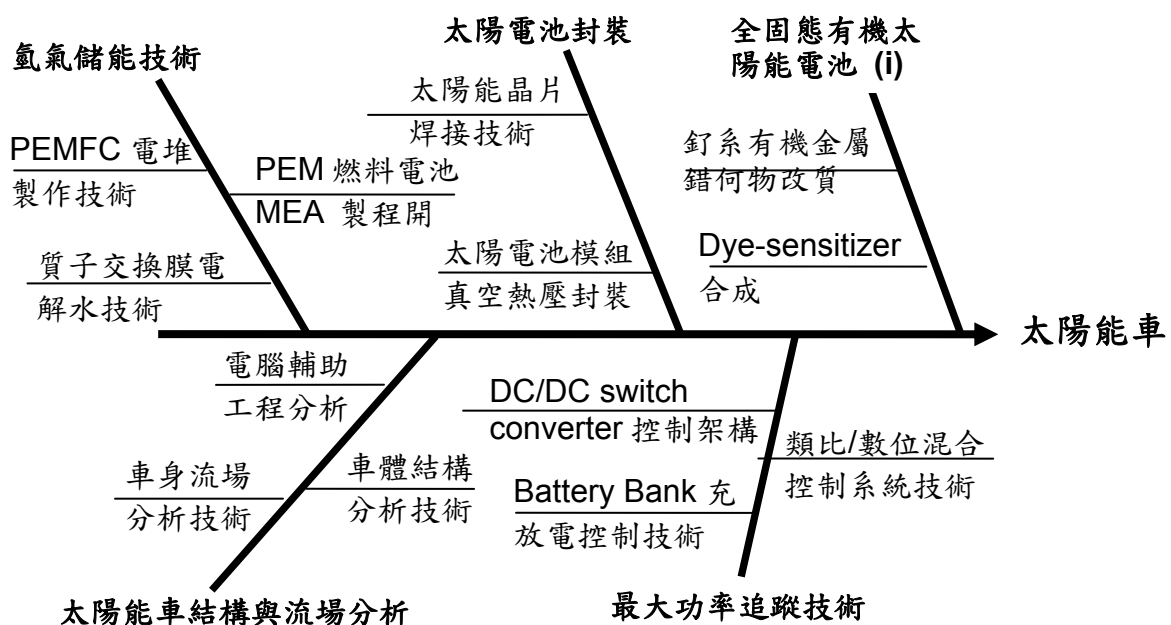
- 強化和再生能源系統元件製備技術相關之實驗室，鼓勵其他實驗室轉型加入新能源中心，並共享資源。
- 專題作品與個各實驗室專長結合，開設『再生能源』相關課程，讓學生從實作中知不足而能主動去學習。
- 強化大學部學生了解未來再生能源整合方法、能源系統元件製作與量測、再生能源系統裝設等最新技術研發。
- 辦理『再生能源整合』相關技術研討會。
- 架設『南台科大 - 再生能源科技』網站。

後續兩年之計畫目標規劃雷同，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。

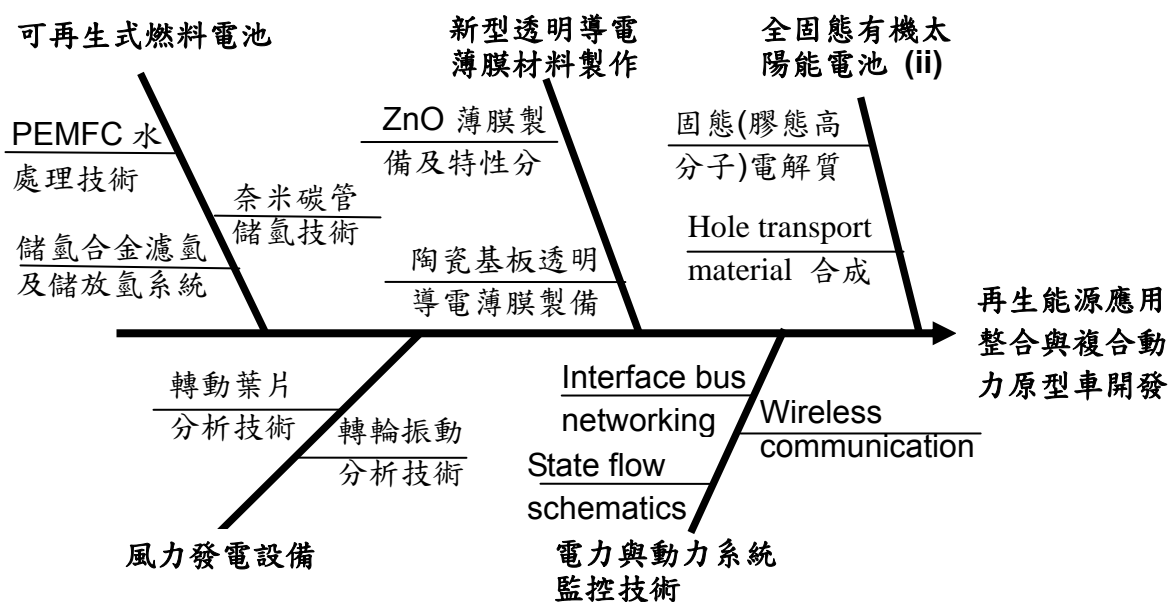
3.1. 整體計畫所發展之技術

本計畫以三年期為目標，每年皆設定一實作目標須達成，相關子計畫衍生之技術以魚骨圖表示如下：

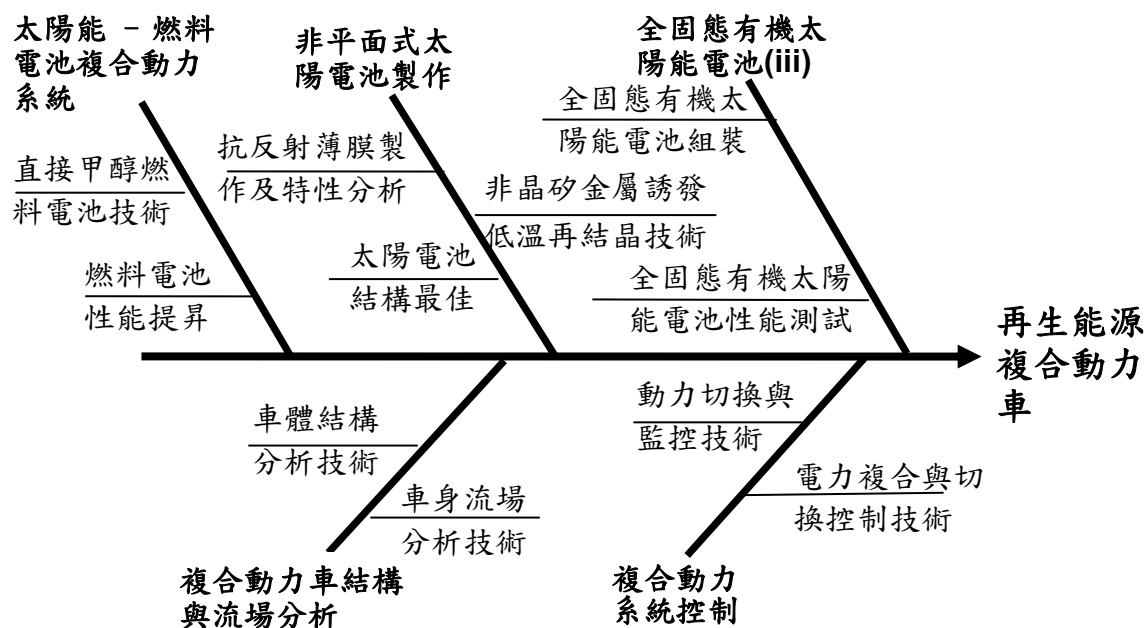
第一年



第二年



第三年



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）

4.1. 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。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」、電機系「光電半導體中心」與化工系「高分子材料中心」為主，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，以執行本年度『再生能源應用之整合研發與人才培育』的重點特色計畫。希望教育部能夠支持本校

執行此計畫，以建立本校之重點特色 – 再生能源應用整合。

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

本計畫再生能源應用研發分為複合動力系統設置技術及專題車輛製作研發兩部份，本年度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開發，以下將逐一詳細敘述具體內容。

4.2.1. 有機太陽電池

4.2.1.1. 導電高分子材料

自從奈米碳管 [6] 發現以來，奈米管狀材料已受到相當關注。這些材料擁有廣泛應用，例如奈米電子元件與生醫元件 [7]。奈米管材料中常存在連接點 (junction) 顯示樹枝狀型態 [8]。奈米管連接點在奈米電子元件扮演重要角色 [9-11]。聚苯胺 (PANI) 是最簡單的線性共軛高分子且是代表性的導電高分子 [12]。聚苯胺是一個典型的半導體；但其電導度可以經由外部摻雜量 (external doping level) 來改變。近來，導電高分子奈米管應用在分子電子元件，分子線及分子元件是頗有機會的材料 [13, 14]。幾種方法被用來製備高分子奈米結構材料，例如：模板合成法 (template synthesis) [15-19]，charily 反應法 [20]，以及自身組裝法 (self-assembly) [21]。模板法是平常被用來製備導電高分子微/奈米管與奈米纖維的製程。此法的優點是長度和直徑可以選擇多孔薄膜來加以控制。因此，一個規則的微/奈米管狀材料可以製得。相反的，這個製程的缺點包括：一個可溶解多孔薄膜模板使用後，必須予以溶解或移除；實際應用上膜板法很難大量製得奈米結構材料。最近，微/奈米管狀聚苯胺 [22] 用過硫酸銨 (ammonium persulfate) 當起始劑，同時存在外加摻雜物 (external dopant) 質子酸。此自身組裝的方法基本上是以外加摻雜物用作模板 (界面活性劑) 以形成奈米管 [23]。雖然導電高分子的微/奈米管已經利用模板法及自身組裝法製備，然而這些使用的外加摻雜物在奈米管材料中不易控制，特別是加鹼去摻雜的程序複雜。

4.2.1.2. 導電聚苯胺的應用

聚苯胺的實際應用越來越廣泛，比較值得重視的是在聚合物發光二極體及電致變色元件的應用。尤其磺酸化聚苯胺在聚合物發光二極體中用做電洞注入層，可以提升元件發光效率及亮度。一般磺酸化聚苯胺是利用發煙硫酸與聚苯胺進行磺酸化反應合成，再用丙酮加入而沉澱析出，此法的磺酸化步驟不易控制。而本研究案，提出的方法相對簡單，易於控制聚合物的化學組成。利用鄰（或間）-苯胺磺酸與苯胺在水溶液中進行共聚合反

應而得，自身摻雜聚苯胺。本方法容易調整苯胺與鄰一苯胺磺酸比例，以控制最終奈米材料的粗細，例如成為空心管狀的奈米材料或實心棒狀的奈米材料，並將此所得之自身摻雜聚苯胺之導電聚合物當做材料，拿來製作電變色元件，以及太陽能電池材料。

4.2.1.3. 太陽能電池現況

太陽能的來源是乾淨的，不需採掘，精製過程，源源不絕。台灣地處亞熱帶，日照充沛，善加利用將是我國未來重要替代能源之一。無機半導體 (Si) 在 1954 年由美國 Bell 實驗室作為太陽電池材料，其理論與技術已臻成熟。而這種太陽電池的應用成本相當的昂貴。有機太陽電池是要克服成本問題而發展。有機太陽電池製程簡單易於大面積化，並具有撓曲性，近來的研究發展非常迅速。然而有機太陽電池尚無法量產的主要原因，在於能量轉換效率仍低，且使用有機貴金屬錯合物相當昂貴，成本降低有限。

4.2.1.4. 有機太陽能電池的原理

有機分子使用於製作太陽電池可分為下列數種：(一)有機高分子，(二)有機/無機奈米複合材料，(三)有機/C₆₀複合材料，及(四)有機小分子等。一般無機半導體材料 (Si) 乃利用 p-n 半導體連接 (Junction) 的型態製成太陽能電池，所以理論上若能合成出具有不同電子親和力的導電高分子，且其能隙 (band gap) 在可見光的範圍內，即可組裝成類似 p-n Junction 形式的太陽電池。有機高分子材料之所以廣泛應用於太陽電池，即在於可藉由引進不同之側鏈改變其能隙或電子親和力，以形成適當的 donor 或 acceptor。Greenham 等人 [24] 利用不同電子親和力之可溶性 poly-p-phenylene vinylene (PPV) 衍生物，其中以 MEH-PPV 為 donor，CN-PP 為 acceptor，摻混形成 interpenetrating network (IPN) 結構之太陽電池。但單純利用有機高分子所製得之太陽電池，其發電效率太低。太陽電池發電效率要高的重點在 donor 層與 acceptor 層需在可見光區能吸收光子，並能有效的將所激發出之電子、電洞對在其再結合之前迅速的傳導至外迴路，或者在其衰退至基態前快速導出，如此才能對光電流有所貢獻。有機高分子由於到處都有電子的捕捉點 (electron trap)，如氧氣，導致其電子遷移率太低 [25]，無法有效貢獻光電流，此為效率遠低於無機半導體之主要原因。為克服此缺點，需要有極大面積之 donor-acceptor 界面，以及高導電效率之 donor-acceptor 材質，因此有利用導電高分子結合高電子傳導效率之奈米粒子製成複合材料的構想。

4.2.1.5. 有機太陽電池的研究方向

90 年代初期，奈米材料的特質，製造與分析等方面的研究，有極大的進展，瑞士的 M. Gratzel [26] 將二氧化鈦粒子燒結在導電玻璃基材上，形成多孔性奈米結構電極，以取代傳統有機太陽能電池的平整電極，奈米結構電極不僅作為敏化染料之支援劑，而且亦作為電子的受體與導體。對應電極則是鍍有白金 (或黃金) 的導電玻璃，電解液是含有 I/I_3^- 溶液，配合改良的 Ru 金屬錯合物，可以得到光電轉換效率大於 5% 的電池。但效率必須再提升，且必須做成全固態電池 (如圖 2)，另外鈦 (ruthenium, Ru) 錯合物單價昂貴，實用性仍受限制。

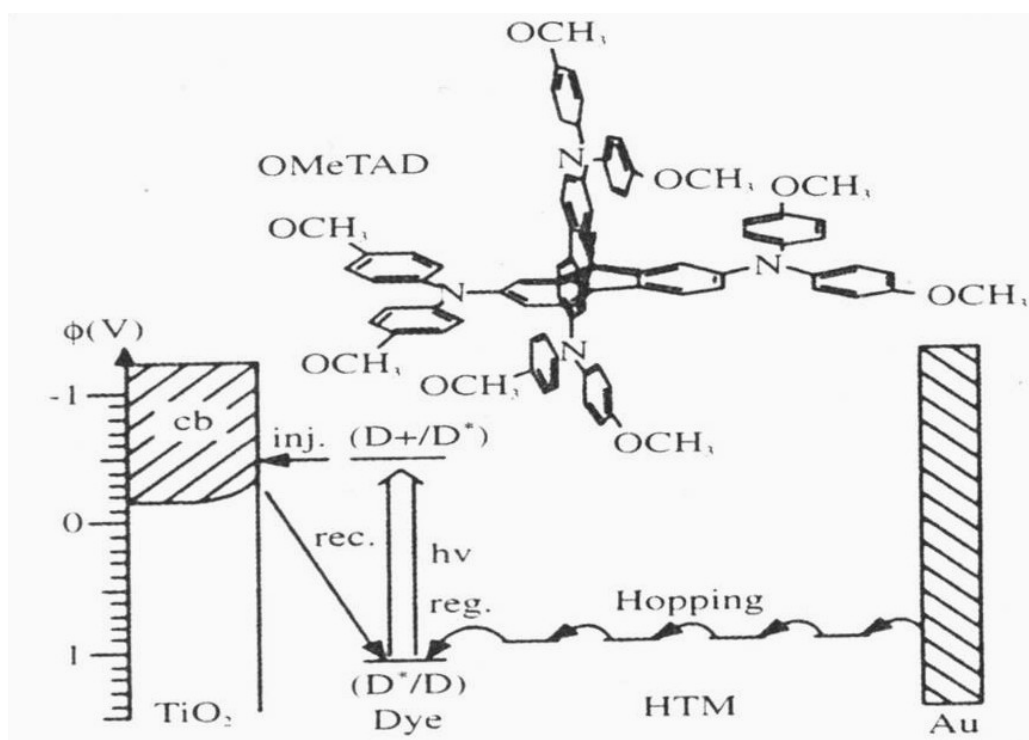


圖 2 全固態有機光敏化太陽電池

近年，太陽電池的發展，已經由傳統無機材料為主體的元件，轉換到有機光敏化太陽電池的研究 (dye-sensitized solar cells, (DSSCs))，此趨勢仍由於價格較低廉所致 [26]。通常，此種 DSSCs 包括光敏化劑 (有機染料)，當其吸收光源將激發出電子注入到光觸媒半導體材料 (一般最常用的 TiO_2)，而染料分子化學接觸到此半導體的表面。為了完成電荷傳輸的機制，這些光敏化染料電極必須結合電洞傳導材料 (a hole conducting material) 或在電解質中的一個氧化還原對化合物，通常為碘化物/三碘化合物 (iodine/triodide) [27, 28]。然而，由於封裝問題的限制，這種太陽電池的實際應用尚未完全實現。因此，為了克服這些限制，很重要的課題就是以適為電洞傳導材料取代液體電解質來製作高效率的染料敏化全固態太陽電池 (dye-sensitized solid-state solar cells, DSSCs)，而這些適合的電洞

傳導材料如 CuI, CuSCN, PPY, OmeTAD 等 [29-34]。

另一方面，由於用於此 DSSCs 的光敏化染料非常昂貴，通常使用貴金屬錯合物（例如，有機鈦金屬錯合物）。研究方向已經被擴展到開發取代這些貴金屬錯合物的材料，有很多種材料被採用例如有機染料、導電高分子等[35, 36]。這是因為導電高分子有長延伸的 π 共軛電子系統，好比聚吡咯 (polypyrrole)，聚噻吩 (polythiophene)，聚苯胺等。這些導電高分子已顯示有很大的潛力，歸因於在可見光區光譜中有很高的吸收係數，以及對電荷載子 (charge carrier) 的高遷移速率。而且當光激發時，大部分未摻雜或部分摻雜的導電高分子可以作為電子提供者 (electron donor)，以及顯出良好的電洞傳導材料，其能夠帶動幾毫安培 (mA) 的電流 [36]。因此，理論上導電高分子可以取代太陽電池中的染料分子及電解質，意即單一材料扮演結合光敏化劑及電洞傳導材料雙重角色的功能。在有機鈦金屬錯合物系染料分子中含有羧酸基 (carboxylic moieties)，主要是要使其與半導體金屬氧化物基材有良好鍵結強度 [26]。依此類推欲有效應用導電高分子當做光敏化劑於有機太陽電池中，即需將此導電高分子與金屬氧化物基材有堅強的鍵結後才可達成。然而，合成帶有羧酸基的材料易遭遇困難，通常改採用自組單分子層 (self-assembly monolayer) 方法來將如此分子架構於金屬或半導體表面。這種方法的優點有 (i) 可以製備排列整齊的 2D 及 3D 的結構，可以比擬用分子束磊晶的方法 (molecular beam epitaxy) [37-39]。(ii) 另外，聚苯胺可以成功地接枝到玻璃基材 (SiO_2) 經由自組單分子層法 [39, 40]。近來，一些銜鹽如 (imidazolium salt) 引起很大注意，主要是在室溫其熔融鹽可以改善高分子的性質 [41-43]。甚至，研究指出陽離子 (如 imidazolium cations) 吸附於具奈米孔洞之 TiO_2 電極，提升了 TiO_2 在染料敏化太陽電池中的電子擴散係數 [44]。

4.2.1.6. 本子研究計畫構想

TiO_2 /SPANI 電極光致整流現象 (phenomenon of photoinduced rectification) 以能階示意於圖 3。SPANI 的最高佔用分子軌域 (highest occupied molecular orbital, HOMO) 和最低未佔用分子軌域 (lowest unoccupied molecular orbital, LUMO)，黃金的功函數 (work function) 及 I_3^-/I^- 的氧化還原位能都表示於此圖上。當電池照射光線時， TiO_2 及 SPANI 兩者在其交界面吸收光子。由於 TiO_2 的傳導帶 (conduction band) 與 SPANI 的 LUMO 非常相近，幾近相容於電荷的傳送，產生的電子可以容易傳送到 TiO_2 的傳導帶，即由激發的 SPANI 分子的電子注入 TiO_2 相的傳導帶。即由激發的 SPANI 分子的電子注入 TiO_2 的傳導帶。由於內部電場的存在，電子可以藉由外部電路傳送到電池的另一端，而得到合理的效率。

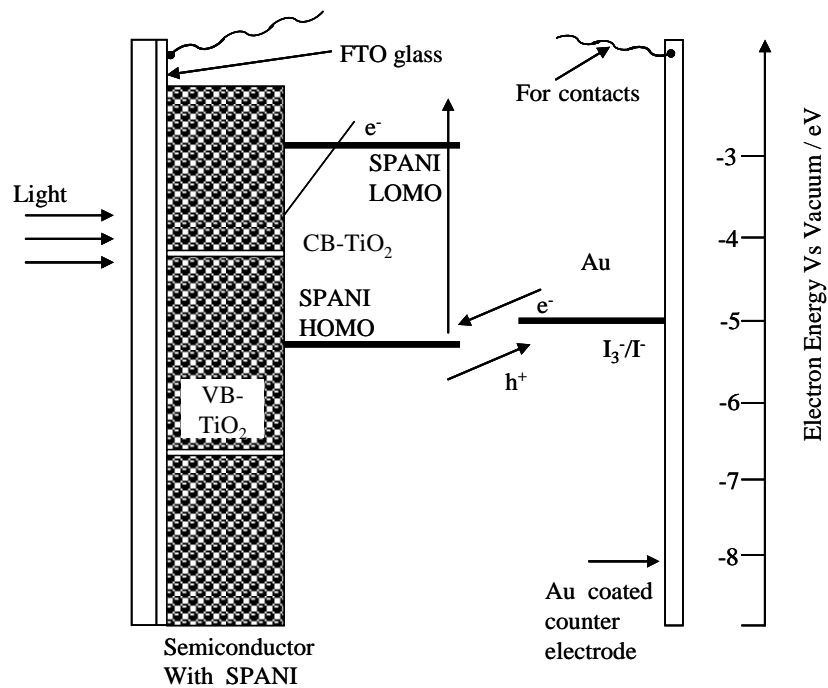


圖 3 有機太陽能電池中使用材料能階

本計畫預計製做有機太陽能電池，主要是當光激發增強電子注入 TiO_2 ，藉由共價接枝自身摻雜聚苯胺到 TiO_2 表面，利用 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OMe})_3$ 分子當 TiO_2 與自身摻雜聚苯胺介質。自身摻雜聚苯胺同時當做電洞傳導材料，並加入 imidazolium salts (例如, 1-methyl-3-n-hexylimidazolium iodide 及 1-ethyl-3-methylimidazolium bis (trifluoromethane sulfone) imide) 於此電池中以提升光伏性能 (photovoltaic performance)。

4.2.2. 太陽電池模組

一個典型的結晶矽太陽電池在 MPP 條件下所能提供的電壓僅約為 0.7V，電流約為 $30\text{mA}/\text{cm}^2$ 。因此，使用上必須將數個太陽能晶片串/並聯在一起製成太陽電池模組形式，以提高其實用性。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) 模組性能檢測。

本計畫主要致力於太陽電池模組之製作，執行上分為「太陽能晶片焊接」和「太陽晶片模組封裝」兩部分。以本校過去數年製作太陽能車的經驗，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。太陽電池的焊接過程為一複雜的物理現象，所需之焊料、焊接劑及助焊劑均有特殊規定，而且焊接溫度及焊接速度都有一定要求，以減少因焊接所導致電池效率的損失 [45]。另外，根據過去幾年世界太陽能車 3000 公里競賽的經驗，發現太空級太陽電池的焊接點較不易脫落，較適合在振動環境下使用。針對此點，我們也希望進一步瞭解其主要原因。本計劃擬藉由一系列焊接實驗來

深入了解焊料、焊接劑、助焊劑和焊接參數的特性，並經由分析 I-V 特性曲線等實驗數據來建立一標準焊接步驟，並編輯相關教材提供產學界參考。另外，由於人工焊接之品質控制不易，本計畫之中長目標即擬建立自動化太陽電池焊接系統。本計畫所擬之焊接實驗、太陽電池模組性能檢測以及自動化焊接系統等皆可作為學生專題製作訓練之用。

太陽晶片模組的封裝主要為了保護太陽電池以降低機械應力的傷害和日曬雨淋的侵襲，以及提供電絕緣保護。一般的封裝結構是在晶片上下各放置一高分子材料，除了當作黏著劑使用外，還有吸收振動的作用。目前較普遍使用的高分子材料有乙烯醋酸乙烯共聚物 (EVA)、鐵氟龍和環氧樹脂等三種 [46]。下基板主要是提供結構的穩定性，常用材料有玻璃、壓克力、金屬或塑膠薄片。玻璃纖維強化樹脂因質輕堅固也是可考慮的材料之一。太陽電池光感表面的覆蓋物必須是透明材料。因為材料的透光性直接影響太陽光投射在電池上的強度，因此能讓 90% 以上光線通過的低鐵玻璃是上覆蓋板的理想材料。低鐵玻璃俗稱「太陽玻璃」經回火處理後，便能強化其對抗熱應力的能力。此外，使用抗反射層的玻璃能達成 96% 的光穿透率，配備此種抗反射玻璃的太陽電池模組所吸收的能量可比使用一般玻璃多出約 3.5% [46]。

目前國內太陽電池模組之封裝方法多屬玻璃夾層封裝方法，並不完全滿足太陽能車的製作，本校過去也曾以環氧樹脂封裝方法來製作太陽電池模組：利用抗侯性環氧樹脂作為基板，再配合一層特殊調配的環氧樹脂。此技術之操作簡單、成本較低，也成功降低模組重量。但環氧樹脂的耐溫性不佳，當溫度超過 180°C 時容易劣化 [46]，且經過一兩年使用後，環氧樹脂易有脆化現象，大大降低其經濟效益。相對於此，EVA 和鐵氟龍是不錯的封裝材料。特別是鐵氟龍為透明、不易沾灰塵和抗紫外線的材料，且具有無反射的表面。同時，鐵氟龍也是良好的熱導體，可以符合太陽電池模組的散熱要求。不過，鐵氟龍價格較高是其弱點。為了進一步推廣太陽能的應用及配合本計畫開發太陽電池模組之封裝技術，本校已採購專業級封裝用真空熱壓設備 Laminator 1016S。該製程技術擁有下列幾項優點：

- (1) 可有效降低微小氣泡的產生，以及避免膠膜厚薄不均等現象，而影響到太陽電池效率和使用壽命。
- (2) 可使用更薄高分子材料，可進一步減少模組單位面積的重量。
- (3) 可配合使用其他高強度基板，除可再降低太陽電池模組重量外，由於高強度基板的特性，太陽電池模組能有更好的耐震性和耐候性。
- (4) 可依照實際需求，如車體弧形表面來封裝太陽電池模組。
- (5) 在最佳化及標準化製程參數後，可以提供產業界參考使用。

本計畫擬探討實際熱壓封裝之重要參數如工作溫度、降溫速率、不同

高分子材料 (擬以 EVA 材料為主, 鐵氟龍材料為輔) 厚度對整體效率影響、高分子材料和基板材料的選擇以即可製作模組之最小曲率半徑等等均是實驗研究的重點。此外, 製程的規劃、相關量測設備的組裝和對模組單位面積重量之最佳化等, 亦可作為學生專題製作及實習課程項目之用。

本計畫第二、三年部份將致力於新型太陽電池之製作, 包括新型透明導電薄膜材料之開發以及非平面式太陽電池之製作。

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使它在薄膜上的應用也相當廣泛。氧化鋅薄膜常被應用於表面聲波元件[47, 48]、氣體感測器 [49] 和太陽能電池 [50, 51] 等元件。若是將 Al、Ga、In [52, 53] 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, 則可提高薄膜導電度。近來氧化鋅的透明導電薄膜的發展有逐漸取代 ITO 透明導電薄膜。若適當改變氧化鋅薄膜中摻雜含量, 可改變其能帶間隙大小, 以吸收不同波長的光, 此類設計也可以應用於太陽電池上, 期能提高對太陽光的吸收效益。本計劃即是想嘗試開發一低成本、可量產並有利於大面積塗佈的方法, 大量製作氧化鋅薄膜。此外, 擬探討製程參數對於氧化鋅薄膜微結構的影響, 並期望在找出製程參數之工作範圍以合成更優良的氧化鋅薄膜, 以及了解其導電與光學特性。

目前在單晶/多晶太陽晶片的成本中基板便佔了一半以上的成本 [54], 所以降低晶片基板的製造成本是提高太陽電池經濟效益最直接的方法。但由於單晶/多晶片在切割過程中會耗損 25~40% 以上的材料, 降低可以減少成本的空間; 為了進一步改善太陽電池經濟效益, 且若考慮原料來源及環保等因素, 薄膜太陽電池的開發是應該要發展的方向。特別是製作大面積或非平面式太陽電池, 薄膜太陽電池更顯示出其優越性。不過, 薄膜太陽電池因其轉換效率低, 且有光照衰退問題 [55], 在實際應用上經濟效益仍不顯著。本計劃擬探討改善薄膜太陽能晶片品質的關鍵技術, 即非晶薄膜的再結晶過程 [56, 57]。其中, 金屬橫向誘發結晶技術(MILC)具有低製作成本、製作大面積及非平面均勻複晶薄膜的潛力 [58-61]。是故, 進一步了解 MILC 之結晶機制, 並進行微結構分析及討論各項製程參數的影響, 是掌握製作高品質薄膜太陽電池的重要關鍵。此外, 相關抗反射層材料及製程的研發, 例如粒徑小於 50nm 奈米的二氧化鈦擁有優異的可見光穿透率 [62], 是抗反射層的理想材料, 以及太陽電池結構的最佳化 (如光吸收層厚度的選擇 [55]) 也是本階段的重點項目。

4.2.3. 再生型燃料電池

再生性燃料電池 (Regenerative Fuel Cell) 系統的產生, 主要是希望解決燃料電池在應用時, 一旦有儲存空間與/或重量之限制以及安全考量, 可

以將氫氣之儲存需求降低。早期再生性燃料電池多使用燃料電池與電解槽兩單元，系統頗為繁複，並不適用於攜帶式用途。為能達到有效縮減系統空間，若讓原本利用電解水之逆反應運作之燃料電池，在需要時亦能朝另一化學反應方向進行，將水電解而產生所需燃料氫氣和氧氣，隨後儲存起來直到需要時再釋出使用，如此將二項功能集於一身，便構成單一化再生性燃料電池 (Unitized Regenerative Fuel Cell, URFC)。單一化再生性燃料電池屬新觀念之質子交換膜燃料電池，於文獻上尚少見探討，已商業化之產品更屈指可數，但基本上它的發電特性仍相當接近質子交換膜燃料電池。

再生性燃料電池 (RFC) 系統具有高效率、對環境友善、高可靠度及可搭配再生能源多項優點。這個系統一般包含下面所列之子系統：燃料電池，電解器、外部電源、燃料之儲存、熱處理以及電能管理等。燃料電池會消耗氫及氧 (或空氣) 而產生電能、水及熱能。反應生成的水先被儲存，稍後外部電源提供能量給電解器將其分解為氫及氧兩種氣體。這兩種氣體會先被儲存作為稍後燃料電池發電之燃料，而其廢熱則可以有許多不同用途。如果燃料電池被設計成使用空氣而非氧氣，那麼由水電解後所產生的氧氣則可以作為其他使用，像是對生物廢棄物的純化等。許多年來，每個 RFC 系統所須應用的子系統，事實上都已被發展，各項技術已趨成熟。Smith [63] 比較了數種不同氫氣儲能的方式，最終的結論認為再生性燃料電池將會有極大發展潛力。

依目前的發展狀況，將本型燃料電池之技術瓶頸分列如下：

4.2.3.1. 電解器

此部份為本型燃料電池之關鍵，因為它不只須要產生氫氣還要能對其加壓以便儲存。Dicks [64] 提出了許多工業上製備氫氣的方法，但皆需要外來熱源。Das [65] 將所有利用生物方法產氫的方式加以比較，他發現從蔗糖中約有 28% 的能量可以用氫氣的形式提煉出來。利用傳統液體電解質的電解水方式已發展極為成熟，但是它的使用受限於氫氣壓力無法提昇。固態之 PEM 電解器自 1970 年代開始被發展，其中的薄膜與 PEM 燃料電池的薄膜類似，當水被導入陰極端時會分解成氧、氫質子及電子。氧變成氣態氧分子由電極表面釋出，氫質子則會穿過電解質薄膜到達陽極，而電子經過外部電路亦到達陽極，接著氫質子與電子結合產生氫氣。使用固體電解質的好處甚多，其一是氣體或整個系統都不會被強酸或腐蝕性物質所污染，再則氫氣的產生可在較高壓的情況下進行。氫氣的產生壓力，在沒有壓縮機的狀況下，約可達到 200 psi，同時氧氣端可維持在大氣壓，Bulter [66] 宣稱他們成功地讓壓力達到 6000 psi。目前市售商業化之 PEM 電解器，最大已經有產氫速率可達 1.0 Nm³/hr 之產品。

4.2.3.2. PEM 燃料電池

如前述之說明，PEM 燃料電池雖然被設計為一種燃料 - 能源轉換裝置，但它亦可加入 RFC 整體系統內，利用系統生產之氫氣運作。

4.2.3.3. 氫氣純化與儲存

氫氣由陽極電極產生後，為提升純度，可使用特殊材質過濾，市面上效果較佳者為鈀膜 [67]，它對氫具有選擇性滲透之功能，但是價格非常昂貴。使用成本較便宜的陶瓷薄膜，利用它的選擇性半滲透特點來過濾氫氣，對此項純化的技術英國石油公司有深入的探討 [68]。儲存 PEM 電解器產生的氫氣，屬於中壓型儲存技術，除原有壓力鋼瓶可用外，金屬儲氫合金 [69] 亦可納入適用範圍。氫氣加壓能提升效能，利用壓縮 [70, 71] 或利用儲氫合金之不同吸氫能力來當作壓縮機，將氫氣壓力升至 200 bar 之研究，亦已被 Vanhanen 等人 [72] 所完成。如此不但讓它的安全性增加，亦讓現今備受矚目，同屬非高壓氫氣儲存能力的奈米碳管 [73, 74]，在儲氫的應用上有機會被直接採用。此外為避免白金被毒化，經濟且效率高之純化製程也已被開發 [75, 76]。

4.2.3.4. 太陽熱能電池 - 外部電源

Lehman 等人 [77] 自 1991 年起，先利用氫氣儲存能量，而後再利用燃料電池將能量以電能方式再生。他們針對自行研發之太陽熱能發電系統，提出 3900 小時的運轉心得。在他們的系統裏，電解水之效率為 76.7%，太陽光能轉換效率為 8.1%，而氫氣產生效率則為 6.2%。Lodhi [78] 在一複合動力太陽能發電廠的研究中即已指出氫氣可取代原本化石燃料，Lodhi [79] 隨後又探討了太陽能的使用方式，最後結論認為以氫氣來儲存太陽能是最好的方法。日本玉川大學亦將太陽能車與燃料電池車結合，並在澳洲做長途測試成功。此項結合雖屬複合動力之方式，卻也證明了太陽能與燃料電池可以共同應用。Baldwin [80] 於 1990 年便提出使用太陽能來產生氫氣的概念，並認為此法可行於外太空上的應用。NASA 於近年的研發計畫中，製作了一架太陽熱能電池驅動的飛機，飛機最後雖然在 2003 年 6 月墜毀於太平洋上，但已將太陽能與燃料電池結合作初步示範，其基本觀念如圖 4。Ando 等人 [81] 亦探討了利用低溫熱能（太陽能或地熱）與 PEM 燃料電池結合的方式，他們並建議使用 80°C 的操作溫度，並且在陽極端供應丙酮，可以獲得最高操作效率。

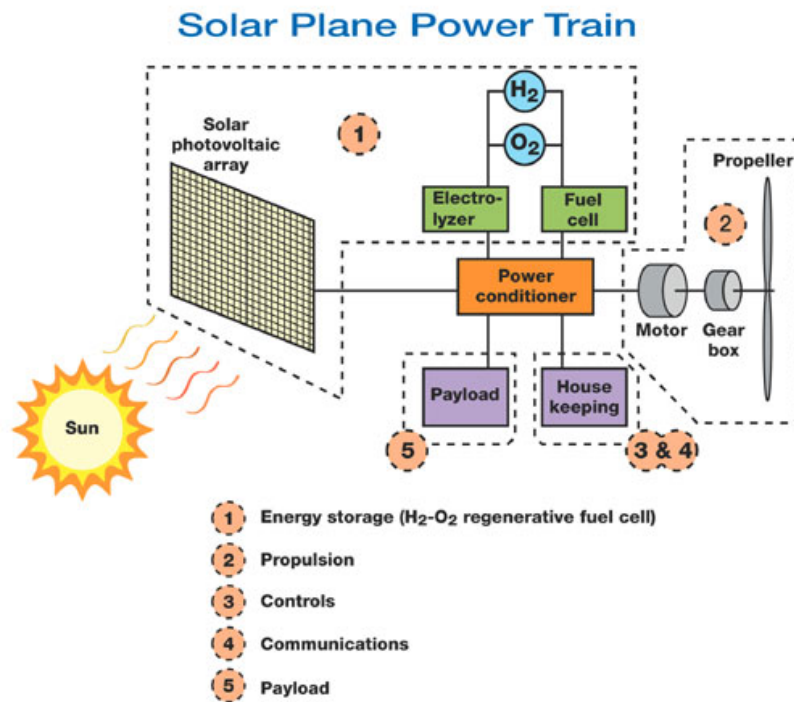


圖 4 NASA 之太陽能飛機構圖，可再生性燃料電池儲能系統被用來調節發電功率

4.2.3.5. 單一化再生性燃料電池

單一化再生性燃料電池 (URFC) 之不同於再生性燃料電池，最主要是後者具有燃料電池與電解器兩個單元，而前者將此兩單元單一化 (圖 5)。此型燃料電池與質子交換膜燃料電池的差異，主要是在其電極具備雙向功能，亦即該型燃料電池的電極可同時適用於燃料電池及電解器的操作環境。因此，這一型燃料電池在電極觸媒的選擇，尤其是陰 (氧氣) 極端特別重要。

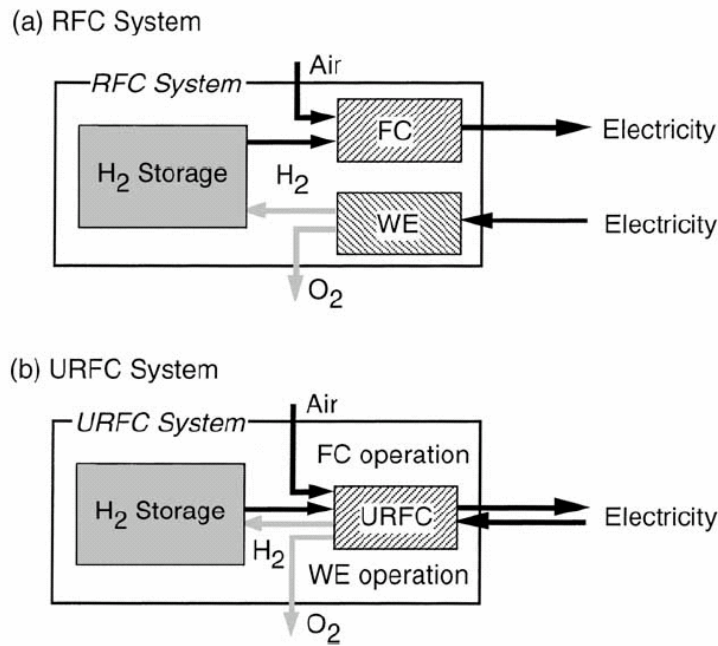


圖 5 再生性 (RFC) 與單一化再生性燃料電池 (URFC) 之構造示意圖 [89]

中國科學院大連化學物理研究所的邵志剛等人 [82] 研究指出，單一化再生性燃料電池 (URFC) 的工作原理是將水電解技術與氫氧燃料電池技術相結合，使 $(2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{電能})$ 與 $(\text{電能} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2)$ 過程得以循環進行，使氫氧燃料電池的燃料 H_2 、氧化劑 O_2 可通過水電解過程得以“再生”，達到儲能作用。質子交換膜的一面含有 Pt、 IrO_2 作為氧電極催化層，另一面僅含有 Pt 作為氫電極催化層。當採用 Nafion 115 薄膜，氫氣與氧氣操作壓力皆維持 0.3MPa 時，單一化再生性質子交換膜燃料電池 (PEMURFC) 的表現會隨著操作溫度升高，燃料電池性能會提高；這是因為升高溫度有利於提高電化學反應速度和質子在電解質膜中的傳遞速度。當電流密度為 500 mA/cm^2 、操作溫度為 80°C 時，PEMURFC 之電壓為 0.65V，與 PEMFC 相比 (電流密度為 500 mA/cm^2 ，操作溫度為 80°C 時，電壓為 0.71V) 有些微差距 (8.5%)。主要原因是由於 PEMURFC 氧電極催化層中含有一層化學鍍銱，而銱對氧氣還原催化活性很小。在電極反應的過程中，質子需要通過這層銱，才能到達鉑催化劑進行反應，從而增加了質子傳遞阻力，使電池性能下降。

PEMURFC 之性能隨著循環次數的增加而衰減，原因是由於電解過程中產生的氧氣對電極擴散層產生破壞，降低了電極擴散層的防水性能，使氧氣的擴散阻力加大，致使燃料電池性能下降。造成電解性能下降的原因可能是：一方面由於銱催化劑在電解時產生氧化銱，而氧化銱是一種半導體，增加了電極中電子傳導阻力，使電解性能下降；另一方面由於電解過程中有氫、氧氣產生，多次循環後，氣體進入膜與催化劑的界面，可能使化學鍍鉑、銱催化層與膜分離，使電解性能衰減。

Shao 等人 [83] 將燃料電池及水電解這兩種機制做成雙效“電池”，也就是陽極會消耗 H_2 也會放出 H_2 ，陰極會消耗 O_2 也會放出 O_2 的 PEMURFC，而以 Pt 做為氫氣側的立體催化層，50 wt% Pt + 50 wt% IrO_2 做成氧氣側的立體催化層，其中含 IrO_2 和 Pt 混合的氧氣電極，經由 SEM 的分析發現 Pt 分散的相當均勻，因而可以使用較低之 Pt 負載。PEMURFC 隨著操作溫度升高，電池性能也提高，當 H_2/O_2 壓力均為 0.3 MPa，溫度分別以 80 °C、60 °C、40 °C、30 °C，執行燃料電池性能測試時，實驗顯示 80 °C 之性能最佳；若將壓力改為大氣壓力進行電解水的性能測試時，80 °C 時仍然有最佳之性能表現。

Iloroi 等人 [84] 研究氣體擴散層上 PTFE 之塗佈量對 URFC 性能之影響，他們認為陽極端影響不大，陰極端則因操作方向不同而造成正負相反之結果，16 mg/cm³ 的塗佈量可達到較穩定之雙向運轉效果。Shao 等人 [83] 建議 50 wt.% Pt + 50 wt.% IrO_2 是具雙向效應之陰極觸媒的極佳混合比例，他們將觸媒層薄膜化，厚度雖僅 3 ~ 5 μm ，穩定性仍然甚佳。Chen 等人 [85] 將可攙入電極的 5 種元素 (Pt, Ru, Os, Ir 和 Rh) 共 715 種不同比例組合用共識圖 (consensus map) 作了比較，發現在 Pt-Ru 較多區域對氧氣還原以及水之氧化有較佳的活性反應，此外它對抗陽極腐蝕效果也較佳。但因為 PtRu 本身並不穩定，所以選用較穩定之 $Pt_{4.5}Ru_4Ir_{0.5}$ ，觸媒效果比一般常用之 Pt 與 Ir 合金還好。Chaurasia 等人 [86] 亦認為觸媒電極對可再生性燃料電池的性能影響極大，他們更進一步檢驗 Pt + Ru 合成觸媒的比例與在陰陽兩極的影響，此外提出陽極使用 Ru 2.5 + Pt 2.5 wt.%，陰極用 Ru 5.0 + Pt 2.5 wt.% 之比例下，電池將有最佳表現。他們對如何將合金觸媒植入碳布電極的方法有極詳盡的描述，並且提出了太陽能電池的觀念，利用可再生能源來提供水電解時之所需能量之外部來源，而氫氣則成為過剩之再生能源的儲存媒介；如此之儲存方法，具備了不會衰減、高能量密度等優點。此種新觀念之的燃料電池，將會逐漸普及，Verma [87] 討論了簡易 URFC 的可行性，他使用太陽能做為電解時的電力來源，獲得不錯的結果，此法亦是本研究計畫之主題。URFC 的 MEA 之基本操作原理，可由圖 6 了解。值得注意的是本型燃料電池系統，PEM 並非唯一選擇，MITSUBISHI 就曾提出一使用固態氧化物燃料電池 (SOFC) 所作成之平面式可逆電池 [88]，較管式 SOFC 效率佳且體積更小。因此本計畫旨在進行一指標性探討，提供其他研究人員發展燃料電池及太陽能兩種能源時的參考方向。

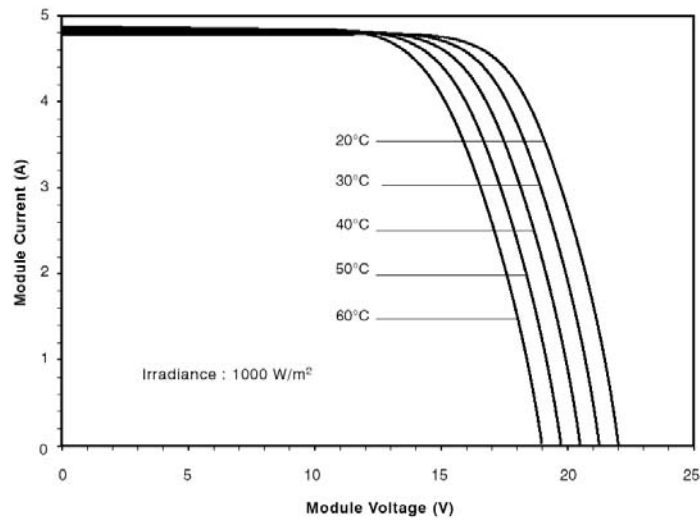


圖 7

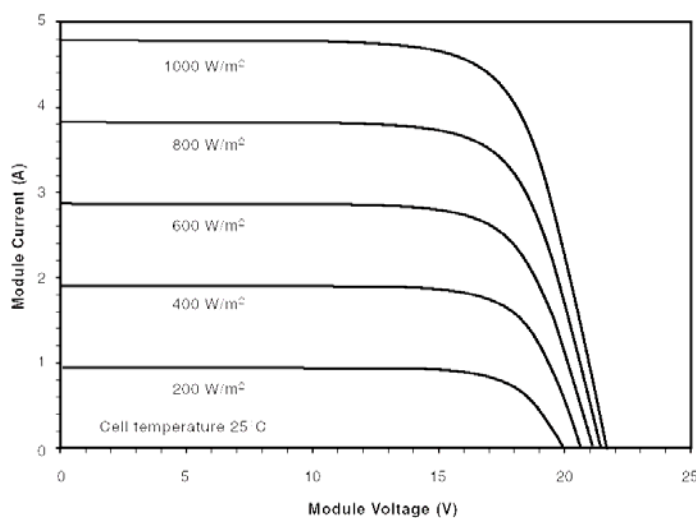


圖 8

圖 7、8 為 Shell SP75 單晶矽太陽光電池之電壓電流特性。由圖 7 的曲線特性可知，在相同的日照強度下，溫度上升可使短路電流微微上升，但開路電壓下降。另一方面，由圖 8 的曲線特性可知，在相同的溫度下，不同的日照強度對輸出電流的影響極大，電流幾乎隨日照強度之減弱呈等比例的下降。若將電壓與電流相乘，不同之日照強度均有不同之最大功率點。因此若想让太陽光電池輸出最大的功率，則其輸出電流或電壓就必須小心的予以控制。

最大功率追蹤系統，基本上，便是扮演著追蹤目前最大功率點的角色，並將太陽光電池電壓轉換成系統用電壓的一類裝置。最大功率追蹤法則目

前已有許多涉及這方面的研究，例如利用事先測試的最大功率點來調整太陽光電池端電壓的電壓迴授法 [90]，以 $dP/dV = 0$ 為基礎來動態追蹤不同照度溫度下最大功率點的功率迴授法與增量電導法 [91, 92]，或利用實際之擾動、量測與比較來實現最大功率之實際觀察法 [93]，或可利用一額外的小太陽能板來建立大系統之參考模型等等。各種方法均有其優缺點，也有人利用模糊控制理論來解決最大功率點的振盪問題 [94]。

一般已商業化的最大功率追蹤系統，基本上由三子系統組成：

- (1) 切換模組(switchmode converter)。
- (2) 最大功率追蹤控制單元。
- (3) 一額外的輔助電源。

但此類商業化的模組，並不合適太陽能車競賽的應用。一般的商業化設計，大都是針對固定且大型的太陽能面板進行分析設計。不若太陽能車的應用是在動態路面與多片小型面板的情況。同時，太陽能車在行進時，會遭遇到兩旁快速變異的樹陰，或者是其他車隊經過時的光線遮蔽效應。除此之外，清晨啟動時不穩定陽光情況。這些都是一般商業化系統沒有考量到的情況。

本計畫目的在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的諸多特殊的情況，如快速陰影變化，車子行駛時的動態衝擊，車內濕度等影響納入考慮。主要的設計目標預計如下：

- 真對移動式太陽能板開發合適的法則：大部分的商業化的最大功率追蹤系統，是針對固定的面板進行設計，因此無法快速反應陰影效應。在這種情況下，由於最大功率點會快速移動，並又回到原狀態點，因此商業化的設備會瞬間失去最大功率點，並需要額外的時間去重新尋求追蹤目標。
- 環境的強韌性：太陽能車內的溫度可高達攝氏 50 度，同時灰塵、水氣、震動的衝擊都會毀損電子硬體電路。而這些都是一般商業化產品所沒有考量到的。
- 數位化架構：數位化架構可用來作為系統狀態監控，以及更有彈性的解決太陽能板電壓與系統電壓兩端不同規格的彈性設定。

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，陽光不足時如何與其他的能源配合使用。配合最大功率追蹤，控制系統必須包含合適的充電與放電策略。另外，與市電併聯使用的方法，如何利用太陽光能產生氫氣以供燃料電池使用亦為未來研究的課題。

4.2.5. 工程設計之結構與流場分析

4.2.5.1. 太陽能車結構及流場分析

太陽能車之研製是本校新能源中心所訂定中長程研發目標之一，經過近幾年的研製，目前太陽能車時速可達一百公里，但在如此高速之下，如何將大面積的太陽電池及笨重的蓄電池安裝在車體上，而不影響車體輕巧靈活的特性，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 [95]。因此，本計畫主要是針對太陽能車的需求，擬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。

車體最重要的結構首推底盤，它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底盤在行駛中不致損壞，並且若意外發生時其結構強度足以保護駕駛員。為了降低車體重量及節省動力，底盤結構通常以質輕的複合材料、鈦合金、鋁合金、或鋼材所製成。由於底盤是相當複雜的結構，因此需使用有限元素法進行分析。設計與分析時尚須注意下列各點：駕駛員、蓄電池、及車身是較重的子系統，需調整其位置以使車體重量適當地分配到輪胎上，一般 60~70% 重量落在前輪上；分配適當的空間給駕駛員、方向盤、煞車、及其它控制單元，以方便操控車輛；由於蓄電池在相同溫度下具有最佳效率，因此最好使所有蓄電池放在同一箱子中；駕駛員的頭部及操作艙必須對應到車身的座艙罩；適當地調整車身與底盤的厚度以保持流線型；先決定前後輪座與前輪間寬度以使重量適當地分配到輪胎上，且輪子與車身之間須保持足夠的間隙。太陽能車速度經常達到 100 km/h 或更快，因此駕駛員必須完全處於一個堅固的操作艙內，若意外發生時車輛結構方可保護駕駛員。一旦初步設計完成後，結構再經有限元素法分析，不斷地修改設計直到重量輕、可承受所有負載的情況達到。可進行測試的負載情況包括顛簸衝擊、轉彎、煞車、前向碰撞、後向碰撞、翻滾、側向碰撞、及斜向碰撞等。經由前述的設計與分析，預期可設計出高強度、輕量化的車體結構。

除了考量車體結構安全之外，車身外形將影響空氣阻力及能源消耗。基於空氣動力學理論，若車身的側視圖如同一彎曲翼面，平滑且倒圓角，則可得到較低的阻力；若車身的上視圖呈現流線型，將可進一步降低阻力。因此，車身鼻端必須倒圓角至某種程度，但目前仍不清楚倒圓角鼻端的理想形狀為何？計算流體力學 (CFD) 分析將有助於精修車身鼻端的形狀，注意沿著鼻端的流線須平順且壓力梯度須逐漸增加。使用 CFD 可進一步精修車身的座艙罩及輪罩，流線經過座艙罩及輪罩之後必須再重合，當流動接

近座艙罩及輪罩時壓力將增加，通過之後壓力顯著下降，若有大壓降表示流動分離，因此必須修正設計以控制壓降。CFD 程式也擅於模擬傾斜流動通過車身，可研究不同角度的斜向流，所得壓力圖有助於決定流動分離何時發生；精修車身側邊與座艙罩及輪罩之干涉，則可改善車子在側風時的空氣動力性能。經由上述的設計與分析，預期可設計出流線型、低風阻、省能源的車身外形。

4.2.5.2. 風力發電設備分析

風力發電於再生能源發電技術中發展迅速，現代風力發電設備包括塔、轉動輪、轉動葉片、發電機、驅動裝置、風調整器、及安全系統等。本計畫主要是針對轉動葉片與轉動輪，擬藉專業電腦輔助設計及工程分析軟體，探討其結構強度、振動頻率與模態、空氣動力特性、阻力與推力原理、最佳葉片數、旋轉與流動引發振動與噪音等基本問題，以期建立風力發電設備之設計與分析技術。

4.2.5.3. 複合動力車結構及流場分析

結合太陽電池與燃料電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。

4.3. 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，業已強化六間設備先進之實驗室，可輔助本計畫之執行，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 (FLUENT)

(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) 燃料電池實驗室 (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) 小型加工機
- (7) AB₅ 儲氫合金儲氫過濾系統
- (8) 氫氣產生機
- (9) 恆電位儀
- (10) 環盤旋轉電極測試儀

(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 (電子系)

- (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)

本計畫除將再度補強前述部份重點發展實驗室，亦加入二間新參與之機械系實驗室，所須添加之設備如下

(A) 光電實驗室 (化工系)

- (1) 測定 IPCE(%)光電效率儀器 (擬本計畫添購)
- (2) 高溫爐 (擬本計畫添購)
- (3) 光學薄膜測定儀 (擬本計畫添購)
- (4) 精密旋轉塗佈機 (擬本計畫添購)

(B) 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 (擬本計畫添購)
- (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 (擬本計畫添購)
- (10) Raman 光譜儀 (擬本計畫添購)

(C) 未來動力系統實驗室 (機械系)

- (1) 50 HP 動力計 (擬本計畫添購)
 - (2) 壓力感測系統 (擬本計畫添購)
 - (3) 1200W 燃料電池電堆 (擬本計畫添購)
 - (4) kW 級燃料電池測試站 (擬本計畫添購)
 - (5) 鈦膜過濾器 (擬本計畫添購)
 - (6) 氣相層析質譜儀 (擬第三年度添購)
- (D) 汽車感測與控制實驗室 (機械系)，新加入
- (1) DSP 控制系統 (擬本計畫添購)
 - (2) 最大功率追縱系統 (擬本計畫添購)
 - (3) DC 伺服馬達控制平台 (擬本計畫添購)
 - (4) 伺服影像系統
 - (5) 無線 I/O 控制模組 (擬本計畫添購)
 - (6) 數位螢光示波器 (擬本計畫添購)
 - (7) 資料擷取系統 (擬本計畫添購)
 - (8) 混合動力伺服控制系統 (擬本計畫添購)
- (E) 電腦輔助工程分析實驗室 (機械系)，新加入
- (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(擬本計畫添購)
 - (6) 個人電腦(64 位元) (擬本計畫添購)
 - (7) 計算流體力學軟體(FLUENT) (擬本計畫添購)
 - (8) 有限元素分析軟體(ABACUS) (擬本計畫添購)
 - (9) 冷卻散熱分析軟體(ICEPACK) (擬本計畫添購)
- (F) 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
- (G) 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

4.4. 課程及人力資源規劃

本計畫中將以現有四技、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」學程，以整合新能源與再生能源課程為主，跨系整合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 9 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。

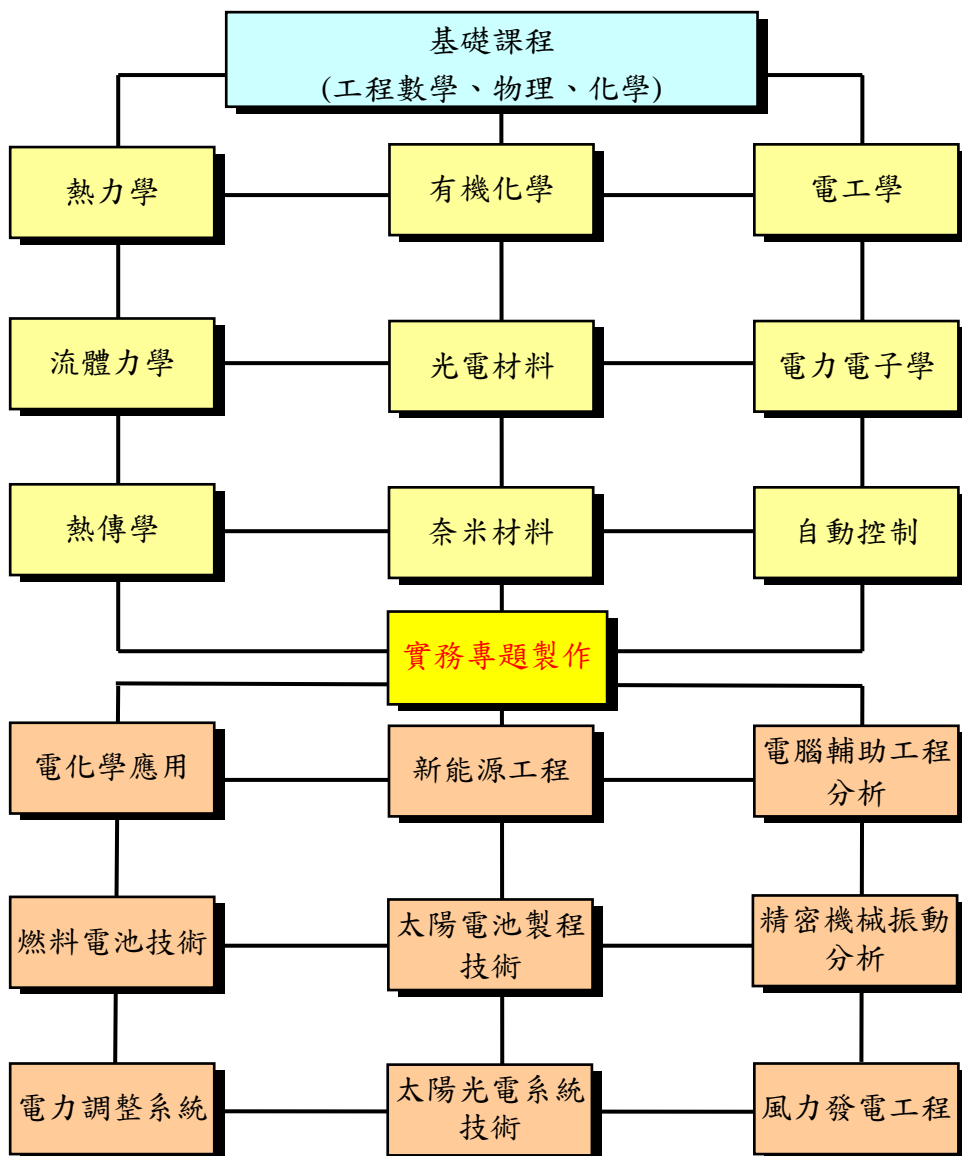


圖 9 能源課程關係圖

現有可以擔任相關課程之專業師資約 21 人 (如表 6)。

表 6 計畫相關課程之教學人力表

職稱	姓名	最高學歷	任教科目	專長	備註
化工系專任教授	楊乾信	成功大學化工博士	有機光電材料 太陽電池製程技術	導電高分子 有機光電材料	
化工系專任副教授	施美秀	成功大學化工博士	化學 奈米材料	化學 奈米材料	
化工系專任副教授	吳文昌	日本橫濱國立大學工學博士	光電材料 電化學應用	表面處理 電子材料	
化工系專任助理教授	蔡明雄	成功大學材料博士	光電材料 奈米材料	光電材料	
機械系專任助理教授	彭守道	成功大學機械博士	控制工程 感測器原理與實務 數位邏輯 應用電子學	非線性控制理論 穩定性理論 影像伺服控制 車輛動態控制論	
機械系專任副教授	呂金塗	美國德州大學機械博士	電腦輔助設計 有限元素法	電腦輔助設計 電腦輔助工程分析	
機械系專任副教授	陳榮洪	成功大學機械博士	太陽能車設計	內燃機 替代燃料	
機械系專任副教授	陳沛仲	成功大學機械博士	太陽能車設計	自動控制 微感測器設計	
機械系專任副教授	吳敏光	美國賓州州立大學機械博士	應用電子學 機器人應用與設計 太陽光電系統	微電腦應用 機械設計	
機械系專任助理教授	林克默	德國萊茵蘭大學結晶與材料科學 博士	再生能源工程 太陽光電系統技術 太陽電池材料與 製造技術	矽鍍材料 太陽電池 薄膜工程 計算材料學	
機械系專任副教授	吳忠春	國立交通大學機械博士	顯微結構分析 半導體材料分析 金屬材料	顯微結構分析 金屬材料 相變態分析	
機械系專任副教授	王永鵬	美國賓州州立大學機械博士	自動控制 精密機械震動量測 與分析 數位訊號處理 應用電子學	振動控制 精密運動控制 振動量測與分析	
機械系專任副教授	魏慶華	美國紐澤西州立理工學院機械博 士	熱力學 散熱分析	熱流 機械設計	
機械系專任副教授	徐中華	英國里茲大學機械博士	熱傳學 醫學工程	醫學工程 機電整合 熱流科技	
機械系專任助理教授	黃忠仁	德國斯圖加特大學機械博士	生物學 生物晶片技術	微機電系統 生物晶片技術	
機械系專任助理教授 兼汽車組組長兼新能 源中心主持人	張崑縉	英國伯明罕大學機械博士	流體力學 燃料電池技術	燃料電池 替代能源 污染防治	

職稱	姓名	最高學歷	任教科目	專長	備註
電子系專任副教授	謝原泰	成功大學電機碩士	電力調整系統	通信 微控制器、感測器、 電子電路	
電機系專任教授	蔡明村	成功大學電機博士	感測與轉換 太陽能工程	電力電子 電動機控制	
電機系專任副教授	凌拯民	成功大學電機博士	電力系統 計算機網路	電力系統 電力可靠度分析	
電機系專任副教授	朱慶隆	成功大學電機博士	電力系統	電力系統 電力電路	
電機系專任助理教授	吳文端	瑞士聯邦洛桑理工學院物理博士	TFT-LCD 製程技術 薄膜工程	TFT-LCD 製程技術 光電材料 薄膜工程 太陽能電池	

「再生能源」應用整合專題製做時，相關課程內容：

課程名稱：再生能源工程		<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： 預期開課之時間：94年9月~95年1月	開課年級：二、四技三年級 學分數：3 預估修課人數：25~35	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> • 導論 • 太陽光電及太陽熱能 • 風力發電 • 生質能 • 海洋潮汐能源 		

課程名稱：太陽光電系統技術		<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：林克默 預修課程： 預期開課之時間：95年2月~95年6月	開課年級：二、四技四年級 學分數：3 預估修課人數：25~35	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 導論 * 太陽光電原理 * 太陽光電系統 * 太陽光電系統之設計與應用 * 太陽光電系統經濟效益之評估 		

課程名稱：太陽電池材料與製造技術		<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：林克默 預修課程： 預期開課之時間：95年2月~95年6月	開課年級：二、四技四年級 學分數：3 預估修課人數：25~35	
課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * 太陽電池材料 * 晶體結構與缺陷 * 晶體能帶的形成 * 載子的傳輸現象 * PN 接面 * 半導體製程技術 * 太陽電池 		

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 預期開課之時間：94年09月~95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：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：魏慶華 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"> *基本觀念及術語 *純物質之性質與理想氣體狀態方程式 *熱力學第一定律應用於：熱力循環(朗肯，及壓縮式冷凍) *熱力學第一定律應用於：密閉系統之過程 *熱力學第一定律應用於：開放系統之過程 *改進式朗肯循環：重熱、再生、重熱及再生合併、複循環 *熱力學第二定律應用於：熱力循環、熱力過程、及商變化 *氣體循環：奧圖、狄塞耳、雙循環、布雷登 		

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02月~95年06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"> *基本觀念介紹 *流體之黏性 *壓力之量測 *伯努利方程式 *一般能量方程式 *雷諾數 *磨擦損失 *明渠流 *阻力與升力 		

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06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"> *概論 *熱傳導 *熱對流 *熱輻射 *熱傳學之工程應用 		

課程名稱：燃料電池技術		<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：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	
	* Introduction		

課程大綱	<ul style="list-style-type: none"> * Electrochemical principles of Fuel Cells * Types of fuel cell: Proton Exchange Membrane Fuel Cells , Alkaline Fuel Cells , Phosphoric Acid Fuel Cells , Molten Carbonate Fuel Cells , Solid Oxide Fuel Cells * Fueling fuel cells * Possible Applications * Practical operation
------	---

課程名稱：太陽能車設計與製作		<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、陳沛仲 預修課程：無 預期開課之時間：94年09月~95年06月		開課年級：二、四技3年級 學分數：1學分 預估修課人數：35~45人
	<ul style="list-style-type: none"> * 太陽能車性能操作評估 * 太陽能電池陣列設計 * 太陽能車外型設計 * 太陽能車車體設計 * 太陽能車動力系統設計 		

課程名稱：有機化學		<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 預期開課之時間：94年09月~95年01月		開課年級：二、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"> * 烷類及環烷類 * 炔類及烯類 * 不對稱性 * 烯類的反應 * 鹵烷類 * 醇類及醚類 * 苯及衍生物 * 醛、酮類 * 有機酸及其衍生物 * 胺類及其衍生物 		

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 預期開課之時間：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
	<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：奈米材料		<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：蔡明雄 預修課程：無 預期開課之時間：94年02月~95年06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"> * 顯微鏡的介紹 * 奈米材料的特性與製備 * 奈米技術 		

*奈米技術的應用

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 預期開課之時間：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 *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：94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 *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 *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、平均值與最大値之關係，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 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	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		

資料	授課教師：朱慶隆 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	* * * *	

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：王永鵬 預修課程：無 預期開課之時間：94年09月~95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	*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：精密機械振動分析		<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：王永鵬 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3年級 學分數：3學分 預估修課人數：35~45人	
課程大綱	*精密機械振動量測 *頻率分析 *精密機械動平衡技術 *吸振器設計 *隔振器設計		

課程名稱：太陽光電系統		<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：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：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	*太陽能光電系統關鍵組件介紹 *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：電力調整系統		<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：謝原泰 預修課程：無 預期開課之時間：94年9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	* * *
------	-------------

課程名稱：電腦輔助工程分析		<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：呂金塗 預修課程：無 預期開課之時間：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"> *CAE軟體介紹 *工程分析方法 *機構運動分析 *有限元素法介紹 *結構分析 *熱傳分析 *應用 		

課程名稱：有限元素法概論		<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：呂金塗 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"> *有限元素法簡介 *一維元素與問題分析 *二維元素 *有限元素分析軟體 ANSYS *二維熱傳問題之分析 *二維固力問題之分析 *流力問題之分析 *三維元素 		

4.5. 儀器設備使用規劃與管理規劃

4.5.1. 使用規劃方面

使用時段分為三類，以工學院各系所相關實習課程教學之需為最優先；其次開放某些時段供碩士研究生做實驗及大學部學生專題實作之應用；最後以支援本校老師研究時所需和新能源中心對外服務時使用。此外，將由執行本計畫核心成員（五位共同主持人）定期舉行研究進度討論。新增購之研究設備將由申購系所負責保管，若其他研究人員需要使用，可徵得保管單位同意後，進行教學研究使用。此法目標在於可將機具設備的能量充分發揮，避免閒置浪費發生。

4.5.2. 管理規劃方面

貴重的精密設備取得的同時，必須有負責老師、研究生和系上職員共同接受訓練，成為一組「種子操作維護人員」。這些人員負責編寫操作、保養手冊並進一步培訓一般操作人員（如研究生），待認可通過後，方允許其獨自操作。進行實做課程時，必需有「種子操作維護人員」在場協助教學，以保障人員的安全和機器設備的使用壽命。同時，設備的保養與維護依使用者付費的觀念，籌措維護基金，因此，將會列入實驗室的管理使用辦法中，以期真正維持該實驗室之實際存活率。其它相關之本特色實驗室之使用維護與管理辦法請參閱附錄二之說明。

4.6. 實施進度及分工

先列第一年 (94 年度) 計畫之工作時程，將先於九十四年九月底參加太陽能車比賽，並辦理成車發表會，展示各實驗室之成果。其餘二年比照相同模式並參酌前一年執行成效修正。執行進度由以下之甘特圖 (表 7) 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	備註
專題設計與製做	■	■	■	■	■					
排定課程與儀器使用教學	■	■								
採購儀器與設備		■	■							
架設南台科大再生能源技術網站			■	■	■	■	■			
安裝與校正設備						■	■			
太陽能車比賽						■	■			
子項教學與研究執行							■			
子項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(%)	8	20	32	40	48	60	80	88	100	

表 7 計畫實施進度之甘梯圖

5. 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 8。

表 8 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							
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	60	15
資本門	高溫爐	產品加熱	1	25	25	20	5
資本門	光學薄膜測定儀	薄膜光學性質量測	1	200	200	146	54
資本門	太陽電池 I-V 量測系統	太陽電池性能檢測	1	35	35	30	5
資本門	UV-VIS-NIR 微光譜儀	薄膜光學性質量測	1	70	70	55	15
資本門	SPM 表面電流密度量測	量測薄膜之面電阻及表面形貌	1	140	140	110	30
資本門	氣相層析質譜儀	氣體成份分析	1	250	250	203	47
資本門	壓力感測裝置	高壓感測系統	1	60	60	50	10
資本門	車用動力計及控制系統	車輛動力輸出量測系統	1	350	350	288	62
資本門	DC 伺服馬達控制平台	車用動力系統開發	1	50	50	42.5	7.5
資本門	DSP 控制系統	控制模組	1	30	30	22	8
資本門	最大功率追蹤系統	太陽能研究開發製作	1	60	60	48	12
資本門	資料擷取與通訊系統	太陽能車系統狀態監控	1	50	50	42.5	7.5

資本門	數位螢光示波器	系統開發測試	1	10	10	8	2
資本門	電腦工作站	數值分析工作平台	1	50	50	40	10
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	計算流體力學軟體(FLUENT)	流場分析	1	40	40	32	8
經常門	專題製作耗材	太陽能車及相關專題製作耗材購置		120	120	120	0
經常門	國際競賽觀摩及赴優秀隊伍所屬大學研習	太陽能車人員出國觀摩學習、新技術引進		60	60	60	0
經常門	澳洲太陽能車比賽相關費用	報名費、運費、郵電費用、美工文具用品		100	100	100	0
經常門	臨時人員費用	臨時工資		15	15	15	0
第一年 總計(單位：萬元)					1800	1500	300
第二年 (部份設備需求，因價格可能變異，不列統計)							
資本門	精密旋轉塗佈機	薄膜塗佈	1	30	30		
資本門	kW級燃料電池量測系統	燃料電池堆性能檢測	1	170	170		
資本門	氣體分析儀	薄膜光學性質量測	1	150	70		
資本門	RF 濺鍍機	薄膜製作使用	1	250	250		
資本門	氣體排放檢測系統	排放氣體檢驗	1	80	80		
資本門	鈦膜過濾器	氫氣過濾用	1	40	40		
資本門	有限元素分析軟體(ABACUS)	非線性結構分析	1	50	50		
第三年 第二年 (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	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		

學校對於此計畫之行政支援包括下列三項：

- ① 經費支援： 經費配合款以資本門為主。學校於此計畫之設備採購配合款為 300 萬，詳細如表 8 所示。
- ② 實驗室支援：工學院新能源中心支援 8 間實驗室長期供本計畫推動與執行。另機械系另有微奈米研究中心，可提供相關計畫執行人員之技術交流與研討。實做進行方面，本校有規模龐大且設備齊全之汽車工廠，可供學生加工之需求。
- ③ 人力支援： 再生能源應用所衍生課程中，將會有 2 位教授、13 位副教授及 6 位助理教授來執行本計畫。各老師的專長、可開授課程及實務經驗如表一所示。工學院有行政助理及工讀生一名，可隨時機動支援相關行政工作。

6. 預期成效及影響

本計畫以實際製作為主，技術研發為輔之再生能源應用發展，計畫執行成果除為實體作品之外，過程中發展出之關鍵性組件或技術，可以產學合作模式移轉給相關產業，亦可加強學生對再生能源之認識，從而學習理論、熟悉實驗技巧、明瞭應用方法等，以提高其未來在產業界之競爭力。本計畫預期成效與影響如下：

(一)綜合效益：

- (1) 於本校建立國家重點發展之再生能源應用整合與相關系統之實驗室。
- (2) 培育具跨領域、創造力、專業和國際觀之優秀人才。本計畫最初預期每年可培育大學專題生 75 名，研究設備可供 20 名研究生使用。學生將具備再生能源研發與應用之經驗與能力，並由所提供之最佳學習與訓練的環境，協助其在升學與就業上實質的幫助。
- (3) 促進學校跨領域與科系整合，提昇教學與研究水準。
- (4) 建立專門網站，製作課程資料並於網站公開，增強網路教學資源共享。
- (5) 培育產業界在再生能源應用實務與應用人力。
- (6) 對參與教師產生自我培訓與成長能力。

(二)理論與技術培訓：

- (1) 建立有機太陽電池、薄膜太陽電池、太陽電池模組封裝、燃料電池的製備技術與風力發電的設計能力。
- (2) 開發直交流轉換器、最大功率追蹤組件。
- (3) 結合國內廠商開發再生能源發電系統組件。
- (4) 建立完整的再生能源技術研發與應用之人力或團隊。
- (5) 培養參與人員協調及整合之能力。
- (6) 完成再生能源應用系統整合的初步硬體設施和人力訓練。
- (7) 結合其他大專院校形成夥伴學校的關係。

此外，參與專題製做或各實驗室之研究生在學識及研發能力充實加強之後，可以增加日後就業機會，增強學生之信心。如此良性循環之結果，可以使技職教育的訓練無論是在學理或是技能方面，均能獲得產業界之肯定，自然會改變社會大眾對於技職教育之看法，因此可使技職教育與一般教育能平衡發展，給下一代之青年學子有一更好之選擇，使國家技職教育能夠更落實的推展。

7. 觀摩、比賽、展覽活動規劃

本計畫將於專題作品完成前，赴國外知名隊伍學校或研究單位，以觀摩、研習及討論方式進行交流。國內廠商及研究單位則以邀請共同參與研發之方法進行。每年作品完成後將公告歡迎各界參觀，並前往國內各級學校、能源產業展示場所等，做再生能源應用推廣，如附錄四。

本校太陽能車曾先後赴澳洲及雅典參加太陽能車比賽，並獲極佳成績。今年適逢二年一度之澳洲 2005 世界太陽能挑戰賽再次舉行，本年度之計畫中所要製做之太陽能車其規格是以參加此項大賽而設計，因此參賽之結果可以驗證本計畫執行之成效。比賽將於今年九月底於澳洲舉行，六月前完成報名手續，本校將再度前往參加，期能再次替國增光。

推廣再生能源之作法，規劃如下：

- 配合教育部所安排的觀摩活動，以所研發之成品參展。
- 配合教育部或縣市政府辦理再生能源科教活動。
- 配合本校校慶 (12 月初)，開放本校「新能源中心」相關實驗室，並公開研究成果並。
- 架設專門網站，中心之成果及訊息經由網站公佈，以資源共享為前提。
- 不定期與產業界或有興趣的單位 (如南科、竹科之相關廠商或其他傳統工業) 進行觀摩、研討與交流活動，尋求產學與建教合作之機會。

此外亦將藉由下列活動來增加成效，讓再生能源教育往下紮根：

- 協助地方縣市政府辦理中小學教師再生能源科技教育講習。
- 協助中小學的學生以再生能源為主題參加科學教育展。
- 協助相關教育單位教育學生認識再生能源，如附錄五。
- 推動技專校院之再生能源組件開發研究與人才訓練。
- 整合現有教材、國內外專家學者之演講實況作成多媒體教材。

8. 參考文獻

1. 郭禮青，「全球太陽光電開發現況及國內應用潛力」，台電工程月刊，第 651 期，民國 91 年 11 月，第 38~48 頁。
2. 翁榮羨、呂威賢，「全球風力發電應用現況與國內開發展望」，台電工程月刊，第 651 期，民國 91 年 11 月，第 18~37 頁。
3. 吳耿東、李宏台，「生質物發電利用技術現況與發展」，台電工程月刊，第 651 期，民國 91 年 11 月，第 77~95 頁。
4. 林忠育、李欣哲，「全球地熱發電開發現況與展望」，台電工程月刊，第 651 期，民國 91 年 11 月，第 49~62 頁。
5. 再生能源網，[http://re.org.tw/\(gakril45bhf40445m4ymf255\)/index.aspx](http://re.org.tw/(gakril45bhf40445m4ymf255)/index.aspx)
6. S. Iijima, *Nature*, 354, 56 (1991).
7. J. Lei, V. P. Menon, C. R. Martin, *Polym. Adv. Technol.*, 4, 124 (1992).
8. B. B. Mandelbrot, Ed., *The Fractal Geometry of Nature* (Freeman, San Francisco, CA, 1982).
9. M. Menon, D. Srivastava, *Phys. Rev. Lett.*, 79, 4453 (1997).
10. G. Treboux, P. Lapstun, K. Silverbrook, *Chem. Phys. Lett.*, 306, 402 (1999).
11. A. N. Andriotis, M. Menon, D. Srivastava, L. Chernozatonskii, *Phys. Rev. Lett.*, 87, 066802(2001).
12. H. S. Nalwa, Ed., *Handbook of Organic Conductive Molecules and Polymers* (Wiley, New York, 1997).
13. A. G. McDiarmid, *Synth. Met.*, 125, 11 (2002).
14. S. K. Saha, *Appl. Phys. Lett.*, 81, 3645 (2002).
15. C. R. Martin, *Science*, 266, 1961 (1994).
16. C. R. Martin, *Chem. Mater.*, 8, 1739 (1996).
17. M. Delvaux, J. Duchet, P. Y. Stavaux, R. Legras, S. Demoustier-Champagne, *Synth. Met.*, 113, 275 (2000).
18. M. Steinhart, J. H. Wendorff, A. Greiner, R. B. Wehrspohn, K. Nielsch, J. Choi, U. Gosele, *Science*, 296, 1997 (2002).
19. J. Joo, K. T. Park, B. H. Kim, M. S. Kim, S. Y. Lee, C. K. Jeong, J. K. Lee, D. H. Park, W. Y. Yi, S. H. Lee, K. S. Ryu, *Synth. Met.*, 135-136, 7 (2003).
20. K. Akagi, G. Piao, S. Kaneko, K. Sakamaki, H. Shirakawa, R. Kyotani, *Science*, 282, 1683 (1998).

21. M. X. Wan, Z. X. Wei, Z. M. Zhang, L. J. Zhang, K. Huang, Y. S. Yang, *Synth. Met.*, 135, 175 (2003).
22. Z. X. Wei, L. J. Zhang, M. Yu, Y. S. Yang, M. X. Wan, *Adv. Mater.*, 15, 1382 (2003).
23. Z. M. Zhang, Z. X. Wei, M. X. Wan, *Macromolecules*, 35, 5937 (2002).
24. J.J.M. Halls, C.A. Walsh, N.C. Greenham, E.A. Marseglia, R.H. Friend, S.C. Moratti and A.B. Holmes, *Nature*, 376, 498 (1995).
25. L. Bogano, S.A. Carter, J.C. Scott, G.G. Malliaras, P.J. Brock, *Appl. Phys. Lett.* 174, 1132 (1999).
26. B. O'Regan. And M. Gratzel, *Nature*, 353, 737 (1991).
27. M. Gratzel, *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 8, 171 (2000).
28. G.P. Smestad, S. Spiekermann, J. Kowalik, C.D. Grant, A.M. Schwartzberg, J. Zhang, L.M. Tolbert, E. Moons, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 76, 85 (2003).
29. K. Tennakone, G.R.R.A. Kumara, A.R. Kumarasinghe, K.G.U. Wijayantha, P.M. Sirimanne, *Semicond. Sci. Technol.* 10, 1689 (1995).
30. U. Bach, D. Lupo, P. Comte, J.E. Moser, F. Weissortel, J. Salbeck, H. Spreitzer, M. Gratzel, *Nature* 395, 583 (1998).
31. B. O'Regan, F. Lenzmann, R. Muis, J. Wienke, *Chem. Mater.* 14, 5023 (2002).
32. K. Murakoshi, R. Kogure, Y. Wada, S. Yanagida, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 55, 113 (1998).
33. K. Tennakone, G.K.R. Senadeera, P.B.R.A. De Silva, I.R.M. Kottegoda, *Appl. Phys. Lett.* 17, 2367(2000).
34. G.K.R. Senadeera, P.V.V. Jayaweera, V.P.S. Perera, K. Tennakone, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 73, 103 (2002).
35. S. Ferrere, A. Zaban, B.A. Gregg, *J. Phys. Chem. B* 101 (1997) 4490-4493.
36. S.E. Shaheen, C.J. Brabec, F. Padinger, T. Fromherz, J.C. Hummelen, N.S. Sariciftci, *Appl. Phys. Lett.* 78, 841 (2001).
37. A. Ulman, *Chem. Rev.* 96, 1533 (1996).
38. R. Sfez, L. De. Zhong, I. Turyan, D.M. Andler, S. Yitzchaik,

- Langmuir 17, 2556 (2000).
39. M. Gratzel, Nature 414, 338 (2001).
 40. Z.F. Li, E. Ruckenstein, Synth. Met. 129, 73 (2002).
 41. C.G. Wu, C.Y. Chen, Chem. Mater. 9, 399 (1997).
 42. Y. Saito, T. Kitamura, Y. Wada, S. Yanagida, Synth. Met. 131, 185 (2002).
 43. W. Lu, A.G. Fadeev, B. Qi, E. Smela, B.R. Mattes, J. Ding, G.M. Spinks, J. Mazurkiewicz, D. Zhou, G.G. Wallace, D.R. MacFarlane, S.A. Forsyth, M. Forsyth, Science 297, 983 (2002).
 44. W. Kubo, S. Kambe, S. Nakade, T. Kitamura, K. Hanabusa, Y. Wada, S. Yanagida, J. Phys. Chem. B 107, 4374 (2003).
 45. Andreas Wagner, Photovoltaik Engineering, Springer, Berlin (1999).
 46. Planning and Installing Photovoltaic Systems - A Guide for Installers, Architects and Engineers, The German Solar Energy Society, James and James (2004).
 47. W.C. Shin, M.S. Wu, Growth of ZnO films on GaAs substrates with a SiO₂ buffer layer by RF planar magnetron sputtering for surface acoustic wave applications, J. Cryst. Growth 137 (1994) 319.
 48. Jun Koike, Kazunobu Shimoe, Hideharu Ieki, GHz low-loss surface acoustic wave filter using ZnO/sapphire substrate, J. Appl. Phys., 32 (1993) 2337-2340.
 49. Zhang D.H., Adsorption and photodesorption of oxygen on the surface and crystallite interface of sputtered ZnO films, Mater. Chem. Phys., 45 (1996) 248-252.
 50. K.L. Chopra, R.S. Das, Thin Film Solar Cells, Plenum, New York, 1983.
 51. H. Rensmo, K. Keis, H. Lindstrom, S. Sodergren, A. Solbrand, A. Hagfeldt, S.E. Lindquist, High Light-to-energy Conversion Efficiencies for Solar Cells Based on Nanostructured ZnO Electrodes, J. Phys. Chem. B, 101 (1997) 2598-2601.
 52. S. Major, A. Banerjee, K.L. Chopra, Highly Transparent and Conducting Indium-doped Zinc Oxide films by Spray Pyrolysis, Thin Solid Films, 108 (1983) 333-340.
 53. W. Tang, D.C. Cameron, Aluminum-doped zinc oxide transparent conductors deposited by the sol-gel process, Thin Solid Films, 238

(1994) 83-87.

54. 溫志中，太陽能電池用多晶矽基材技術，工研院材料所 (2004).
55. Y. Hamakawa (Ed.), *Thin-Film Solar Cells: Next Generation Photovoltaics and its Applications*, Springer, Berlin (2004).
56. R. Kakkad, J. Smith, W.S. Lau, S.J. Fonash and R. Kerns, Crystallized Si films by low-temperature rapid thermal annealing of amorphous silicon, *J. Appl. Phys.* 69 (1989) 2069-2073.
57. C.D. Park, H.Y. Kim, M.H. Cho, K.J. Jan, J.Y. Lee, Solid-phase crystallization of hydro-generated amorphous silicon/hydrogenated microcrystalline silicon bilayers deposited by plasmaenhanced chemical vapor deposition, *Thin Solid Films* 359 (2000) 268-274.
58. J.B. Lee, C.J. Lee and D.K. Choi, Influences of various metal elements on field aided lateral crystallization of amorphous silicon films, *Jpn. J. Appl. Phys.* 40 (2001) 6177-6181.
59. T.K. Kim, G.B. Kim, B.I. Lee and S.K. Joo, The Effects of Electrical Stress and Temperature on the Properties of Polycrystalline Silicon Thin-Film Transistors Fabricated by Metal Induced Lateral Crystallization, *IEEE Electron Dev. Lett.* 21 (2000) 347-349.
60. T.H. Ihn, B.I. Lee, S.K. Joo and B.C. Jeon, Electrical stress effect on poly-Si thin film transistors fabricated by metal induced lateral crystallization, *Jpn. J. Appl. Phys.* 36 (1997) 5029-5032.
61. A. Khakifirooz, S. Mohajerzadeh and S. Haji, Field-assisted metal-induced crystallization of amorphous silicon films, *J. Vac. Sci. Technol. A* 19 (2001) 2453-2455.
62. C. Borgogno, in: F.R. Flory (Ed.), *Thin Films for Optical Systems*, Marcel Dekker, New York (1995) 269.
63. Smith, W., *The role of fuel cells in energy storage*. *Journal of Power Sources*, 2000. 86: p. 74-83.
64. Dicks, A.L., *Hydrogen generation from natural gas for the fuel cell systems*. *Journal of Power Sources*, 1996. 61: p. 113-124.
65. Das, D. and Veziroglu, T.N., *Hydrogen production by biological processes: a survey of literature*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2001. 26.
66. Butler, R., McElroy, J., and Smith, W., *The role of fuel cells in energy storage*. *Journal of Power Sources*, 2000. 86.
67. Lin, Y.-M., Lee, G.-L., and Rei, M.-H., *An integrated purification and*

- production of hydrogen with a palladium membrane - catalytic reactor. Catalysis Today, 1998. 44 (1-4): p. 343-349.*
68. *Ceramic membrane fuel processor for the solid polymer fuel cell. 1994, ETSU: Harwell, UK.*
 69. Guther, V. and Otto, A., *Recent developments in hydrogen storage applications based on metal hydrides. Journal of Alloys and Compounds, 1999. 293 (1): p. 889-892.*
 70. Rohland, B., et al., *Electrochemical hydrogen compressor. Electrochimica Acta, 1998. 43(24): p. 3841-3846.*
 71. Strobel, R., et al., *The compression of hydrogen in an electrochemical cell based on a PE fuel cell design. Journal of Power Sources, 2002. 105(2): p. 208-215.*
 72. Vanhanen, J.P., Hagstrom, M.T., and Lund, P.D., *Combined hydrogen compressing and heat transforming through metal hydrides. International Journal of Hydrogen Energy, 1999. 24: p. 441-448.*
 73. Simonyan, V.V. and Johnson, J.K., *Hydrogen storage in carbon nanotubes and graphitic nanofibers. Journal of Alloys and Compounds, 2002. 330-332: p. 695-665.*
 74. Darkrim, F.L., Malbrunot, P., and Tartaglia, G.P., *Review of hydrogen storage by adsorption in carbon nanotubes. International Journal of Hydrogen Energy, 2002. 27(2).*
 75. Han, J., Kim, I.-S., and Choi, K.-S., *High purity hydrogen generator for on-site hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy, 2002. 27(10): p. 1043-1047.*
 76. Saitou, T. and Sugiyama, K., *Hydrogen purification with metal hydride sintered pellets using pressure swing adsorption method. Journal of Alloys and Compounds, 1995. 231(1-2): p. 865-870.*
 77. Lehman, P.A., et al., *Operating experience with a photovoltaic - hydrogen energy system. International Journal of Hydrogen Energy, 1997. 22(5): p. 465-470.*
 78. Lodhi, M.A.K., *A hybrid system of solar photovoltaic, thermal and hydrogen: a future trend. International Journal of Hydrogen Energy, 1995. 20(6): p. 471-484.*
 79. Lodhi, M.A.K., *Photovoltaics and hydrogen: future energy options. Energy Conversion and Management, 1997. 38(18): p. 1881-1893.*
 80. Baldwin, M., et al., *Hydrogen-oxygen proton-exchange membrane*

- fuel cells and electrolyzers*. Journal of Power Sources, 1990. 29(3-4): p. 399-412.
81. Ando, Y., et al., *A study on a thermally regenerative fuel cell utilizing low-temperature thermal energy*. Energy Conversion and Management, 2001. 42: p. 1807-1816.
 82. 邵志剛, et al., *可逆式質子交換膜型再生氫氧燃料電池研究*. 化學通報 C99036, 1988.
 83. Shao, Z., Yi, B., and Han, M., *Bifunctional electrodes with a thin catalyst layer for 'unitized' proton exchange membrane regenerative fuel cell*. Journal of Alloys and Compounds, 1999. 79: p. 82-85.
 84. Ioroi, T., et al., *Influence of PTFE coating on gas diffusion backing for unitized regenerative polymer electrolyte fuel cells*. Journal of Power Sources, 2003. 124(2): p. 385-389.
 85. Chen, G., et al., *Combinatorial discovery of bifunctional oxygen reduction - water oxidation electrocatalysts for regenerative fuel cells*. Catalysis Today, 2001. 67: p. 341~355.
 86. Chaurasia, P.B.L., Ando, Y., and Tanaka, T., *Regenerative fuel cell with chemical reactions*. Energy Conversion and Management, 2003. 44: p. 611-628.
 87. Verma, A. and Basu, S., *Feasibility study of a simple unitized regenerative fuel cell*. Journal of Power Sources, 2004. 135(1-2): p. 62-65.
 88. Kusunoki, D., et al., *Development of Mitsubishi - planar reversible cell - fundamental test on hydrogen - utilized electric power storage system*. International Journal of Hydrogen Energy, 1995. 20(10): p. 831-834.
 89. Ioroi, T., et al., *Thin film electrocatalyst layer for unitized regenerative polymer electrolyte fuel cells*. Journal of Power Sources, 2002. 112: p. 583~587.
 90. Z. Salameh, F. Dagher and W. A. Lynch, "Step-Down Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic System", *Solar Energy*, pp. 278-282 Vol. 46, No. 1, 1991.
 91. K. Harada, G. Zhao, "Controlled Power Interface Between Solar Cells and AC Source", *IEEE Trans. On Power Electronics*, pp. 654-662, Vol. 8, No. 4, Oct. 1993.
 92. K. H. Hussein, I. Muta, T. Hoshino and M. Osakada, "Maximum Photovoltaic Power Tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions", *IEEE Proc.*, pp. 59-64 Vol. 142, No. 1, Jan.

1995.

93. F. Harashima, H. Inaba, and N. Takashima, "Microprocessor - Controlled SIT Inverter for Solar Energy System", *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, pp.50-55 Vol. IE-34, No. 1, Feb. 1987.
94. C. Y. Won, D. H. Kim, S. C. Kim, W. S. Kim and H. S. Kim, "A New Maximum Power Point Tracker of Photovoltaic Arrays Using Fuzzy Controller", *Proceedings of the IEEE Power Electronics Specialists Conf.*, pp. 396-403, Vol. 1, June 1994.
95. Carroll, Douglas R., *The Winning Solar Car: A Design Guide for Solar Race Car Teams*, SAE International, Warrendale, PA, 2003.

附錄一、南台科技大學能源中心設置辦法

第一條 設立宗旨

目前全世界面臨著兩個嚴重的議題：一是環境污染的問題，其二則是能源短缺的問題。而針對能源短缺的問題，在全球人口數急劇增加，能源需求也快速增多的情形下，減少對核能和化石燃料的依賴，並發展替代能源，已經是全世界現代化國家在能源課題上努力的重點。故本校為整合新能源與再生能源等相關專長的師資與設備，並從事新能源的研究開發及人才培訓任務，特設置「南台科技大學新能源中心」(以下簡稱本中心)。

第二條 工作任務

本中心之主要任務如下：

1. 配合我國新能源產業升級與新能源法令政策，積極爭取專案計畫，從事研究與技術開發之服務。
2. 培育「新能源」、「再生能源」高科技研發人才。
3. 歸劃並推動新能源科技研發計畫。
4. 協助解決業界在「新能源產業升級」與「新能源法令政策」過程所遭遇的困難，以促進產業競爭力。
5. 提供產業界新能源與再生能源設計、分析、製造加工、研究開發等諮詢服務。
6. 推動產官學界合作研發、國際合作研究計畫。
7. 舉辦相關之學術研討會及演講。

第三條 組織架構

本中心係多位相關專長之教師及研究人員所組成，中心之組織架構設置中心主任一名，負責中心訓練課程、儀器設備、經費、整合建教合作計畫、諮詢服務等業務之規劃。

第四條：任務編組

本中心設置行政組及研究發展組（簡稱研發組）二組，行政組初期設置行政助理一人，另研發組採任務編組，負責任務之推廣。各組負責業務如下：

1. 行政組：負責成果推廣、技術諮詢服務。
2. 研究發展組：負責重點研究主題之評估與計畫之研擬，協助研發人力之規劃，並推動研發工作之擴展。

第五條 發展方向

本中心未來發展方向包括：

1. 太陽能車之研製。
2. 太陽電池模組設計製作與應用。
3. 風力發電機之設計製作與應用。
4. 太陽光電/風力發電系統之監控技術開發。
5. 仿葉綠素光電技術之研發。
6. 燃料電池之研發及應用技術。

第六條 所屬實驗室

本中心研究設備及實驗室包括：

1. 熱流光學可視化實驗室：

主要設備含雷射質點顯像測速系統、紅外線熱像儀、閉迴路流力/熱傳風洞。

2. 太陽光電發電實驗場：

十千瓦太陽光電發電示範系統、光電發電即時監測系統、日射儀、溫度感測器、可變角度太陽電池模組支架等。

3. 風力發電實驗場：

一千瓦風力發電系統、風力發電即時監測系統、風向儀、風速儀等。

4. 燃料電池實驗室：

燃料電池性能量測系統，恆電位儀，恆溫恆濕機等。

5. 太陽電池模組製作實習室。

太陽電池模組封裝真空熱壓機、快速昇溫退火爐、管狀高溫爐、

光譜式橢圓儀、小型 DC/AC 濺鍍機等。

第七條：

本辦法經院務會議通過，陳情院長核定實施，修正時亦同。

附錄二、新能源中心教學暨研究特色實驗室管理辦法

一、教育訓練：儀器購入第一年由管理老師負責開授儀器之原理、構造與安全須知八小時，由各研究室派研究生上課。第二年起由各研究室做好經驗傳承，經指導教授認可後，方可由新手操作以維護精密儀器之妥善率。另相關專題之大學部之學生，亦須經管理老師與指導教授認可後，並在接受八小時之實際操作訓練後，始可獨立作業。

二、使用方式：

1. 採預約制或排定教學時段，使用前先至儀器放置地點登記預約，同一研究室每次預約不得超過三天，但管理老師有權彈性調整預約時間，以維護他人使用之權益。
2. 預約使用時間為上午八點至下午五點，遇例假日恕不開放。
3. 使用完畢後必需登錄儀器使用狀況，包括使用之日期、起訖時間、操作者姓名、儀器妥善狀況等。

三、收費：

1. 排定教學時段，由排定課程之系、所負責繳納使用維護費。以每樣品數或是每鐘點暫定 800 元為收費標準。
2. 所收費用必須做為儀器維修與消耗品支出之基金，管理老師不定期向圖儀委員會報告基金運作情形。

四、儀器維修：由管理老師負責，以樣品或鐘點收費之基金支應儀器維修與消耗品支出。

五、表簿冊：在儀器放置地點建立預約登記簿與使用狀況登記簿，使用者請依規定填寫。使用者若填寫不實，管理老師有權拒絕其預約與使用。

六、安全規定：不得於實驗室內嘻鬧、也不得攜帶食物及飲料，並注意遵守相關之安全防護措施與規定，若有違反規定者，管理老師有

權拒絕其預約與使用。

七、其他： 其他使用與管理規定依實際需求狀況隨時修訂或補充之。

附錄三、 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劃』

(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』
- 區域性奈米科技人才培育計畫--『尖端奈米材料製備、檢測與操控人才培育』
- 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』

表 A1、九十、九十一年本部「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劃 (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
九十一年	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	13,000,000元	13,000,000元	3,750,000元	92年4月~92年12月
九十二	教育部區域性奈米科技人才培育計畫*	約3,000,000			92年1月~92年12月
九十二	奈米光電技術之研發與人才培訓	11,500,000元	11,500,000元	11,000,000元	92年4月~92年12月
九十三	教育部南區奈米科技人才培育計畫	105,000元			93年1月~93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6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

*此計畫為南區奈米人才培育中心整合計畫，與成大微奈米中心共同執行

本年度所提發展學校重點特色計畫『數位信號處理晶片應用與人材培育』即為九十年度發展學校重點特色計畫『數位信號處理晶片應用』與九十一年度提昇教學品質計畫『智慧型晶片系統發展平台之教育環境整合計畫』之延續計畫。『再生能源應用與人材培育』即為九十三年度『新能源科技研發與人材培育』之後續計畫。

九十至九十三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)	<p>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”，以本校電子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> <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 晶片應門(3 學分)。每年共培育 DSP 專長學生約有 1500~200 人。 電子系：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 200~250 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>跨平台 Unix 工作站教育環境整合計畫 (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：</p> <p>(1) 開課更多元(半導體人才訓練班)</p> <p>(2) 互利互補之實驗器材</p> <p>(3) 南台 <--> 成大老師/學生可以互相交流</p> <p>b. 針對與 IC Design House：</p> <p>(1) 南台學生可以參加校外實習</p> <p>(2) 產學經驗可以互相交流</p> <p>(3) 公司可以找到合適的人才</p> <p>c. 針對與 Unix Platform 公司：</p> <p>(1) 南台教師可以獲得認證</p> <p>(2) 該公司 AE 員工可以獲得再教育</p> <p>(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：</p> <p>(1) Unix 技術推廣</p> <p>(2) Unix 使用經驗分享</p> <p>(3) Unix 網路資源分享</p>
九十一	<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：</p> <p>大三(上)：近代物理導論(3 學分)、分子化學概論(3 學分)</p> <p>大三(下)：微材料檢測技術(3 學分)、奈米材料與結構(3 學分)</p> <p>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)</p> <p>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>：</p> <p>網址為：http://www.stut.edu.tw/nano/</p> <p>c. <u>發表相關論文</u>：</p> <p>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>：</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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，</p> <p>(1) 電子迴旋共振化學氣相沉積(ECRCVD)</p> <p>(2) 微電腦高速冷凍離心機</p> <p>(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：</p> <p>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)</p> <p>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)</p> <p>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>：</p> <p>(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。</p> <p>(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</p> <p>(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>：</p> <p>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>：</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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，</p> <p>甲、1000 公升發酵槽</p> <p>乙、振動式薄膜分離機</p> <p>丙、生物反應器</p> <p>丁、流式細胞儀</p> <p>戊、超高速離心機</p>
------------	---	--

九十一	<p>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)</p>	<p>a. <u>完成舉辦兩場學術研討會</u>：</p> <p>(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。</p> <p>(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>：</p> <p>(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。</p> <p>(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>：</p> <p>(1) 與『新華電腦公司』進行DSP伺服控制器之技術交流。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 與『智泰科技公司』進行機械視覺之技術交流。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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>
九十二	<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：</p> <p>大三(上)：光電元件(3學分)、ULSI製程技術(3學分)</p> <p>大三(下)：顯示器元件(3學分)</p> <p>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)</p> <p>大四(下)：太陽能電池(3學分)、微機電概論(3學分)</p> <p>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>：</p> <p>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，</p> <p>(1) 振動式樣品磁化儀</p> <p>(2) UV-Vis-NIR</p>

九十二	教育部區域性奈米科技人才培育計畫	<p>a. 舉辦 2003 International Symposium on Nano Science and Technology</p> <p>分成七個主題：1.奈米材料 2.奈米生醫技術 3.奈米光電 4.奈米微影製程 5.奈米理論與物理 6.奈米量測與奈米系統</p> <p>共有論文 136 篇，包含邀請演講與口頭發表、海報發表。</p>
九十二	生物奈米技術研究人才培育計畫	<p>a. 校內研究方向整合</p> <p>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：</p> <p>(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.教材改進及課程規劃成果</p> <p>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.實驗設備改進成果</p> <p>成立的三個專業研究室：</p> <p>「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	教育部南區奈米科技人才培育計畫	<p>a. 舉辦 2004 International Symposium on Nano Science and Technology</p> <p>分成七個主題，分別為：</p> <p>1. 奈米材料 2. 奈米生醫技術 3. 奈米光電 4. 奈米微影製程 5. 奈米理論與物理 6. 奈米量測 7. 奈米系統</p> <p>此次研討會與會國外學者共 21 人(包括日本和美國)，計有 115 篇研究論文，分別以口頭和張貼方式進行發表</p>

<p>九十三</p>	<p>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>	<p>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</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. 辦理『奈米元件設計與產業應用』相關技術研討會</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. 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</p> <p>d. 完成奈米設備之採購，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. 其他成果 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. 鎳攪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
------------	---	--

<p>九十三</p>	<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>
------------	---	--

財團法人工業技術研究院
能源與資源研究所 函

地址：新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號
承辦人：蘇永明
電話：(〇三)五九一五四一六
傳真：(〇三)五八二〇〇三〇

受文者：南台科技大學

速別：速件

密等：無

發文日期：中華民國九十三年十一月五日

發文字號：(九三)工研能字第一五五六一號

附件：無

主旨：本所執行經濟部能源局委辦九十三年度「再生能源法規制度研究與資料庫建置計畫」，將於
台北市立天文教育科學館舉辦再生能源應用展覽，為加強民眾對再生能源認知，擬借用 貴
校「阿波羅四號太陽能車」一同展出，請同意惠復。

說明：展出日期自本(九十三)年十一月八日至十一月三十日。展覽地點台北市立天文教育科學
館一樓。

正本受文者：南台科技大學

所長

曲新生

附錄五、 台南市芝麻街教育機構函請協助太陽能車教學



機

台南市芝麻街教育機構 函

收文者：南台科技大學

主旨：本機構擬訂於九十四年一月二十七日、二十八日下午一時至四時，二月四日上午九時至十二時，至貴校參觀教學，陳請貴校惠允，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：六〇一八〇八六分機二〇、行動：〇九三三二九八七〇一

(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50-100人，可依貴校實際情況分梯次進行，並有隨行老師維持秩序。

芝麻街
教育機構

芝麻街教育機構

執行長 林義德

南台科技大學 總收發文



094000027