

教育部補助技專校院建立特色典範計畫

101 年度具體計畫書

綠能智慧電動車研發暨人才培育計畫

**Research and Development of Intelligent Electric Vehicles
with Green Energy and Personnel Training Project**

全 程 計 畫：自民國 100 年 3 月 至民國 101 年 12 月 止

本 年 度 計 畫：自民國 101 年 1 月 至民國 101 年 12 月 止

執行學校名稱：南台科技大學

計畫修訂日期：民國 101 年 4 月

目錄

| | |
|----------------------------------|----|
| (一) 計畫基本資料表..... | 1 |
| (二) 整體計畫執行內容摘要..... | 2 |
| (三) 本年度計畫執行內容摘要..... | 3 |
| (四) 背景及現況..... | 4 |
| 4.1 產業發展..... | 4 |
| 4.2 校務發展計畫重點..... | 4 |
| (五) 計畫目標..... | 6 |
| 5.1 計畫分工魚骨圖..... | 7 |
| 5.2 各子計畫之計畫目標..... | 8 |
| (六) 具體內容及配套措施..... | 12 |
| 6.1 子計畫 1:車輛動力性能整合平台..... | 12 |
| 子計畫 1-1:電動空調..... | 12 |
| 子計畫 1-2:4WS控制系統..... | 13 |
| 子計畫 1-3:行車電能管理..... | 14 |
| 子計畫 1-4:底盤動力測試..... | 15 |
| 6.2 子計畫 2:輕量化車身及底盤結構分析..... | 16 |
| 子計畫 2-1:車輛造形感性工學設計..... | 17 |
| 子計畫 2-2:輕量化車體成型技術..... | 18 |
| 子計畫 2-3:複合材料結構分析..... | 19 |
| 子計畫 2-4:四輪轉向與變速器機構..... | 22 |
| 6.3 子計畫 3:綠能與照明技術..... | 24 |
| 子計畫 3-1:核殼染敏電池研發..... | 25 |
| 子計畫 3-2:LED 汽車頭燈設計..... | 26 |
| 子計畫 3-3:LED 燈具及散熱共構設計..... | 27 |
| 6.4 子計畫 4:太陽能模組製造與檢測技術..... | 29 |
| 子計畫 4-1:電致發光影像自動分析技術..... | 30 |
| 子計畫 4-2:太陽能晶片銲接檢測技術..... | 32 |
| 子計畫 4-3:新式太陽能模組設計與測試..... | 33 |
| 6.5 配套措施..... | 34 |
| 6.5.1 校內發展整合情形..... | 34 |
| 6.5.2 本校現有設施..... | 36 |
| 6.5.3 未來設施規劃..... | 38 |
| 6.5.4 課程規劃..... | 38 |
| 6.5.5 使用規劃與管理規劃..... | 38 |
| (七) 實施進度(成效管考機制請另編列「計畫查核點」)..... | 39 |
| (八) 資源運用、行政支援、計畫執行能力指標..... | 40 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 8.1 資源運用..... | 40 |
| 8.2 行政支援及考核機制..... | 41 |
| 8.3 計畫執行能力指標..... | 42 |
| (九) 經費需求(預詳實、合理編列)..... | 43 |
| (十) 預期成效及影響..... | 45 |
| 10.1 預期成效..... | 45 |
| 10.2 預期影響..... | 47 |
| (十一) 觀摩活動規劃..... | 48 |
| (十二) 近3年獲本補助執行之計畫成效及特色..... | 48 |

圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 4-1、本校新建能源工程館外觀..... | 5 |
| 圖 4-2、本計畫相關校務發展計畫重點..... | 5 |
| 圖 5-1、本校車輛技術發展過程..... | 6 |
| 圖 5-2、本計畫擬完成之綠能智慧輕量化 4WS 電動車..... | 6 |
| 圖 5-3、第一年計畫分工魚骨圖..... | 7 |
| 圖 5-4、第二年計畫分工魚骨圖..... | 7 |
| 圖 6-1-1、空調椅系統整體構造..... | 13 |
| 圖 6-1-2、CAD 建立空調衣之模型..... | 13 |
| 圖 6-1-3、行車動能管理系統架構..... | 14 |
| 圖 6-1-4、電動空調系統的電能監控的學習流程..... | 15 |
| 圖 6-1-5、底盤動力試驗設備..... | 16 |
| 圖 6-1-6、本計畫動力試驗的設備架構..... | 16 |
| 圖 6-2-1、汽車造形感性工學設計概觀..... | 17 |
| 圖 6-2-2、汽車造形設計決策支援系統架構..... | 18 |
| 圖 6-2-3、碳纖維與鋼鐵材料合成的車身..... | 19 |
| 圖 6-2-4、輕量化底盤車..... | 19 |
| 圖 6-2-5、電腦輔助工程分析流程圖..... | 20 |
| 圖 6-2-6、實驗方式進行三明治結構受集中荷載時心材壓潰破壞測試..... | 21 |
| 圖 6-2-7、對輕量化車身及底盤所使用的不同形式之 T 型(上排)及 L 型(下排)接頭進行直接拉伸垂直板實驗比較其強度..... | 22 |
| 圖 6-2-8、機構傳動式 4WS..... | 23 |
| 圖 6-2-9、行星齒輪式變速器..... | 24 |
| 圖 6-3-1、DSC 研發實施方法..... | 25 |
| 圖 6-3-2、本子計畫主持人已完成之 SnO ₂ /TiO ₂ 核殼奈米..... | 26 |
| 圖 6-3-3、傳統頭燈的成品及實測的近光燈光型..... | 27 |
| 圖 6-3-4、LED 汽車頭燈的設計流程..... | 27 |
| 圖 6-3-5、直徑 50μm 碳化鎢球型探針..... | 29 |
| 圖 6-3-6、微放電加工之 V-cut 微結構..... | 29 |
| 圖 6-4-1、自製各式 PV 模組與樣品..... | 29 |
| 圖 6-4-2、EL 影像缺陷檢測流程..... | 31 |
| 圖 6-4-3、巨觀缺陷檢測流程..... | 31 |
| 圖 6-4-4、超音波檢測缺陷種類與訊號特性..... | 32 |
| 圖 6-4-5、應用超音波檢測 PV 模組示意圖..... | 33 |
| 圖 6-4-6、第一年成果，左為模組溫度—時間圖，右為模組功率—時間圖..... | 34 |
| 圖 6-1、模組課程規劃表..... | 38 |
| 圖 8-1、本校研發與產學合作運作系統..... | 41 |
| 圖 8-2、推動策略與管理..... | 42 |

表目錄

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表 5-1、分項計畫 1-1 電動空調技術..... | 8 |
| 表 5-2、分項計畫 1-2 4WS 控制系統..... | 8 |
| 表 5-3、分項計畫 1-3 行車動能管理..... | 8 |
| 表 5-4、分項計畫 1-4 底盤動力測試..... | 9 |
| 表 5-5、分項計畫 2-1 車輛造形感性工學設計..... | 9 |
| 表 5-6、分項計畫 2-2 輕量化車體成型技術..... | 9 |
| 表 5-7、分項計畫 2-3 複合材料結構分析..... | 9 |
| 表 5-8、分項計畫 2-4 四輪轉向與變速器機構..... | 10 |
| 表 5-9、分項計畫 3-1 核殼染敏電池研發..... | 10 |
| 表 5-10、分項計畫 3-2 LED 汽車頭燈設計..... | 10 |
| 表 5-11、分項計畫 3-3 LED 燈具及散熱共構設計..... | 10 |
| 表 5-12、分項計畫 4-1 電致發光技術自動分析技術..... | 11 |
| 表 5-13、分項計畫 4-2 太陽能晶片銲接檢測技術..... | 11 |
| 表 5-14、分項計畫 4-3 新式太陽能模組設計與測試..... | 11 |
| 表 6-1、本創新空調系統與傳統系統之比較..... | 12 |
| 表 6-2、各計畫之人力配置規劃..... | 35 |
| 表 6-3、本校現有設施..... | 36 |
| 表 7-1、本計畫第二年度工作進度甘特圖..... | 39 |
| 表 8-1、本校 97 至 99 學年度之資本門支出..... | 40 |
| 表 8-2、本校 97 至 99 學年計畫件數金額表..... | 43 |
| 表 8-3、本校 97 至 99 年研究、競賽及證照成果統計..... | 43 |
| 表 8-4、本計畫研究團隊近三年之研發成果..... | 43 |
| 表 9-1、本計畫之經費需求規劃..... | 44 |
| 表 9-2、本計畫之資本門經費明細表..... | 44 |
| 表 9-3、本計畫之經常門經費明細表..... | 45 |
| 表 10-1、本計畫各年度之預期績效..... | 46 |
| 表 10-2、本計畫之查核點..... | 46 |
| 表 12-1、近 3 年獲本補助執行之計畫成效及特色..... | 48 |

(一) 計畫基本資料表

| | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|---|------------------|-----------------|---------------------------|-------------|
| 總計畫名稱 | | 綠能智慧電動車研發暨人才培育計畫 | | | | |
| 所屬類別 | | <input checked="" type="checkbox"/> 工業／能源類 <input type="checkbox"/> 生技類 <input type="checkbox"/> 農漁牧類 <input type="checkbox"/> 通訊／資訊類 <input type="checkbox"/> 電子類 <input type="checkbox"/> 商管類 <input type="checkbox"/> 醫療照護類 <input type="checkbox"/> 休閒類 <input type="checkbox"/> 文化創意類 <input type="checkbox"/> 其它類 | | | | |
| 計畫期程 | | <input type="checkbox"/> 新申請案 <input checked="" type="checkbox"/> 延續案(申請第2年補助) <input type="checkbox"/> 延續案(申請第3年補助) | | | | |
| 執行學校 | | 南台科技大學 | | | | |
| 計畫總主持人 | 姓名 | 林克默 | | 姓名 | 王樂誼 | |
| | 電話 | 06-2533131 # 3561 | | 電話 | 06-2533131 # 3501 | |
| | 傳真 | 06-2425092 | | 傳真 | 06-2425092 | |
| | E-mail | kemo@mail.stut.edu.tw | | E-mail | i9050029@mail.stut.edu.tw | |
| 新申請案 (填全程之 經費需求) 單位:仟元 | 執行年度 | 教育部補助款(A) | | 學校配合款(B) | | 小計 (A+B) |
| | | 經常門 | 資本門 | 經常門 | 資本門 | |
| | 第一年 | 0 | 5,500 | 1,475 | 175 | 7,150 |
| | 第二年 | 0 | 4,950 | 1,500 | 0 | 6,450 |
| | 合計 | 0 | 10,450 | 2,975 | 175 | 13,600 |
| 計畫序號 | 計畫名稱 | 主持人 | 職稱 | 服務單位 | | |
| 總計畫 0 | 綠能智慧電動車研發暨人才培育計畫 | 林克默 | 副教授兼新能源中心主任 | 南台科技大學 機械工程系 | | |
| 子計畫 1 | 車輛動力性能整合平台 | 許哲嘉 張炯堡 彭守道 陳沛仲 劉全 | 副教授兼機械系 車輛組組長 | 南台科技大學 機械工程系 | | |
| 子計畫 2 | 輕量化車身及底盤結構分析 | 呂金塗 張華城 劉乃上 郭聰源 林儒禮 瞿嘉駿 | 副教授兼機械系 副系主任 | 南台科技大學 機械工程系 | | |
| 子計畫 3 | 綠能與照明技術 | 鄭錫恩 吳文端 陳瑞堂 林正峰 戴子堯 | 教授兼光電系系 主任 | 南台科技大學 光電工程系 | | |
| 子計畫 4 | 太陽能模組製造與檢測技術 | 林克默 李洋憲 黃文勇 謝慶存 | 副教授兼新能源 中心主任 | 南台科技大學 機械工程系 | | |

(二) 整體計畫執行內容摘要

本特色典範計畫將以「綠能智慧電動車」技術開發為主軸，建立教育訓練與研究發展平台，發展智慧電動車基盤與應用技術，結合 LED 照明應用與太陽能模組製造與檢測技術，將以一部綠能智慧電動車來展現成果。所採購之設備將建置「車輛底盤動力測試」、「電能管理」、「高效率傳熱暨冷凍空調」和「太陽能模組製造和檢測」等特色實驗室，使研發團隊永續運作。而計畫所完成之教材與教具可作為培育「電動車」和「綠能光電」技術人才的基礎。計畫累積之研發成果和建置之特色實驗室將成為提供產業研發與測試服務的平台，可進一步提昇本校的實務研究能力與產學服務成效。

子計畫 1：建立「車輛動力性能測試平台」，不僅提供教學用途，亦可以成為研究平台。重點目標為 (1-1) 電動空調：發展適用輕量化車之空調系統以減輕對整車動力系統的影響，並製作教材與教具；(1-2) 4WS 控制系統：改進先前的研究成果並製作成教材，藉此將理論成果以控制硬體實作方式呈現；(1-3) 行車動能管理：將研發有效監控電池剩餘能量以及行駛安全距離與車速估測之技術，另外並針對電動空調系統作電能的監控；

(1-4) 底盤動力測試：先進行電動車室外行車運動試驗，以了解新車操縱性與安全性，研究側滑角、軸距、重心位置等因素對轉向行為的影響；並於本校新建「能源工程館」1 樓建立車輛動力測試平台，以探討車體結構或材料的改變，以及動力傳輸線的重新設計等對整體車輛動力性能之影響。

子計畫 2：建立「複合材料外型設計與結構分析技術」。重點目標為 (2-1) 車輛造形感性工學設計：建構能快速反應市場變化之系統，以輔助汽車產業快速產生適切的造形設計，提供設計決策的參考依據；(2-2) 複合材料車體成形技術：完成底盤與車身之結合，以及設計加裝一散熱裝置可降低太陽光曝曬所產生高溫，電源並由車身外部太陽能模組供給；(2-3) 複合材料結構分析：針對複合材料三明治結構，發展實用的分析方法與流程，再擴展到車體結構與鋁合金懸吊系統之分析；(2-4) 4WS 機構設計：擬以現有研究成果為基礎，針對機構式與機械式 4WS 核心機構製作相關教具模型與教材。

子計畫 3：發展「染料敏化電池和 LED 照明技術」。重點方向為 (3-1) dye-sensitized solar cell (DSC) 電池教學及研發：研製具成本優勢的 DSC 電池製程技術，目標將朝更高效率與更大面積基板發展，並建立 DSC 實驗與量測設備，並將成果融入教學課程；(3-2) LED 照明教學及研發：設計可提升 LED 晶片出光效率之結構，完成 LED 汽車頭燈的光學設計，並將研究成果製作成教材；(3-3) LED 燈具及散熱共構設計：將從已經完成光學設計的 LED 燈，結合散熱機構設計，以模具製作方式加以進行教學與研發，以達原理與實務相互結合之目的。

子計畫 4：建構「太陽能模組製程與檢測技術研發平台」。主要項目為 (4-1) 太陽能晶片電致發光 (Electroluminescence, EL) 技術，建立結晶矽

太陽能晶片之 EL 資料庫，並發展相關影像處理技術以獲得更多關於晶片微缺陷資訊；(4-2) 太陽能晶片銲接檢測技術，探討應用非破壞檢測技術於線上檢測銲接品質的可行性，冀能找出銲接缺陷與模組衰退之相關性；(4-3) 新式太陽能模組之研發，設計並測試新式太陽能模組結構，以降低模組溫度，提升模組轉換效率。此外，也希望建立新式太陽能模組封裝製程以因應市場新需求。

本計畫是在本校現有「輕量化 4WS 底盤車」的基礎上繼續發展：(1) 4WS 操控性能之改良與車輛動力性能之分析和測試；(2) 車身造型和轉向機構設計，各組件、底盤和車身之組裝測試與分析；(3) 太陽能與 LED 技術研發，並設計應用於電動車上之綠能產品。本計畫亦搭配研發成果，規劃一系列相關之理論與實作課程，透過相關課程之編排，擴大計畫成果至本校工學院的學生。期望在本計畫的執行下，使得本校工學院畢業生能具備此先進綠色產業之基礎專業知識與技術，並可立即投入職場為企業所任用，以完成學校為社會、國家培育科技人才之重責與使命。

(三) 本年度計畫執行內容摘要

本計畫第一年已完成太陽能特色實驗室主要設備之整合，以及電動車各組件如轉向機構、電控系統、電能管理和電動空調等原型製作和測試。第二年之目標為完成下列整合任務：(1) 完成「車輛動力性能測試平台」之建置，並將各特色實驗室遷移至新建能源工程館，使研發團隊能緊密合作。(2) 修改及測試現有之 4WS 電動車底盤與車身結構，提升行車操縱性與穩定度。(3) 整合周邊設施如電控系統、電動空調、電能管理系統、太陽能散熱和 LED 頭燈等組件，將計畫成果以一綠能智慧電動車展現。本年度各個子計畫分工如下：

子計畫 1 主要是建立一完整的底盤動力測試平台，並將過去研究成果以教具與教材方式呈現。各項目說明如下 (1-1) 電動空調：由於電動車並無引擎熱水可供冬天時之暖氣使用，本年度將進行省能電動車暖氣之開發；(1-2) 4WS 控制系統：本年度將完成『4WS 車輛智慧型控制系統』的實車製作，擬將第一年 4WS 控制模型驗證的成果，移植到實車的 4WS 控制製作上，期望藉由實車製作與驗證，強化學習者掌握實體車輛轉向時的動態控制基礎學識；(1-3) 行車動能管理：本計畫將針對整部車子的行駛狀況及電動空調的使用情形，開發系統化的能源管理技術，並整合太陽能電力及電池電力，使能源的應用達到最佳化；(1-4) 底盤動力測試：完成車輛底盤動力試驗平台之建置與測試。

子計畫 2 在本年度計畫執行上，將以建立複合材料車體成形技術為主，分項計畫主要內容如下：(2-1) 除製作汽車造形感性工學設計系統外，另一項目標則是要研發汽車造形感性工學相關之教材及教具，作為人才培育所用；(2-2) 修改與測試底盤與車身結構之連結，以及設計太陽能散熱裝置以降低車內溫度；(2-3) 輕量化車體結構分析與複合材料結構實驗測試；

(2-4) 繼續完成機械式四輪轉向核心機構之製作並移植到實車測試，以及研究電動車變速器與製作教學模型。

子計畫 3 本年度分項計畫重點為 (3-1) 持續 DSC 教學與教材改良，將傳統 DSC 與汽車結合，並開發高表面積核殼奈米結構 DSC；(3-2) 完成 LED 汽車頭燈的光學設計，並將 LED 出光效率及 LED 汽車頭燈光學設計之原理機制應用於教學上；(3-3) 將 LED 燈具與散熱架構與車體頭燈結合。

子計畫 4 除規劃將太陽能特色實驗室遷移至新建能源工程館外，並針對下列重點進行測試與改良：(4-1) 開發 EL 影像之自動分辨技術，並對不同銲接實驗進行測試與比對；(4-2) 將接續第一年已建立使用渦電流偵測晶片銲接品質的檢驗步驟之成果，探討使用超音波來檢測模組銲接缺陷惡化之可行性；(4-3) 現有新式模組之設計能降低晶片溫度，提高模組輸出功率。未來擬製作實體大小模組及測試其可靠度。

(四) 背景及現況

4-1 產業發展

台灣經濟發展的變革，從 1990 年代之半導體產業升級，2000 年代之顯示器/3C 產業創新研發，到目前則為政府大力推動「六大新興產業」及「新興智慧型產業」。行政院預計 LED 照明與太陽光電兩項產業可作為新興綠色產業之雙領頭羊。而「新興智慧型產業」中之智慧型電動車則列為能源的風火輪，尚處於研發階段，是具有躍升能量之產業。本計畫擬由本校之太陽能車系統整合技術及四輪轉向輕量化智慧型電動車之研發為基礎，以智慧電動車之創新研發為主軸，配合綠色能源人力需求最殷之太陽光電產業及 LED 照明應用在智慧電動車創新研發暨人才培育。

4-2 校務發展計畫重點

本校長期投入電動車、太陽光電與 LED 照明等能源技術的研發及人才培育工作。94~96 年間獲教育部補助「再生能源應用之整合研發與人才培育」計畫，94 年完成太陽能車系統整合並駛完澳洲 3000 公里賽程；95 年重新設計並改善車身結構和晶片系統的缺點，並於 96 年 7 月完成新車製作。該年 10 月再度參加澳洲太陽能車越野大賽，經過 3000 公里激烈競爭後獲得難度最高之挑戰組第 5 名，成績為亞洲參賽隊伍的第一名。經由此計畫之執行，本校在太陽能系統性能測試、動力系統、性能測試及車體結構分析，以及電子電力控制的研發和人才培育扎下深厚基礎。97~99 年度獲得教育部補助「太陽能/燃料電池車之材料研發、系統整合暨人才培育」計畫，更進一步強化本校在太陽能材料和燃料電池的相關研發設備，而機械系則在太陽能車和燃料電池車等動力系統整合進行應用研發。99 學年度本校更以車輛節能人才培育為主軸獲得教育部「大專能源科技人才培育資源中心」夥伴學校三年計畫進行能源相關課程之整合與能源科技人才之培育。

為能源長遠發展著想，本校於 100 年度斥資新台幣 9000 萬元興建完成能源工程館，如圖 4-1 所示。校長戴謙於揭牌啟用儀式中表示，本校長年與南部

太陽能相關廠商建立良好的產學合作關係，陸續開發出太陽光電系統設計、模組製造與性能檢測技術。另外，在節能載具的研發也頗具成果；包括「超級省油車」、「環保電動車」、「油電混合動力車」等作品，皆在國內各項競賽中獲獎。能源工程館中將新增「車輛動力系統教學與研究」、「電能管理」、「綠能電動車及輕量化載具研發設計」等實驗室，並提供新型太陽能模組製程及檢測技術開發、省能空調技術等領域之服務。未來將與南科園區的太陽能光電產業、及大台南地區的綠能車輛產業密切合作，培養更多優秀人才，共同為能源科技研發努力。



圖 4-1、本校新建能源工程館外觀

國際電動車市場剛在起步階段，台灣在電子產業上已具深厚製造基礎，配合台灣外銷歐美十多年的機械零組件設計及製造能力，台灣發展智慧電動車輛除了可提昇國家能源效率，亦可促成車輛產業創新轉型。本校目前已完成國科會「智慧型輕量化移動載具前瞻技術」跨領域研究 3 年計畫「未來輕量化四輪轉向迷你電動車」，正以四輪轉向輕量化電動車為關鍵技術，進行新一代電動汽車技術的研發，如圖 4-2 所示，本校已具備將綠能智慧電動車的創新研發和人才培育形成典範的基本條件。



圖 4-2、本計畫相關校務發展計畫重點

(五) 計畫目標

本校長期投入綠能和車輛技術研發與人才培育工作。自 1997 年起開始發展太陽能車，並於 2007 年獲得澳洲太陽能車 3000 公里大賽挑戰組第 5 名；1999 年起參加 SAE 所舉辦省油車/節能車/油電車競賽，至 2011 年為止共獲得 18 項冠軍；2006 年開始研發學生方程式賽車——F3 賽車，完成台灣第一輛 F3 賽車，預計 2012 年將參加國際競賽；2009 年起執行國科會「智慧型輕量化移動載具前瞻技術」跨領域計畫，開發輕量化車身、四輪轉向機構與 4WS 電控系統等技術。以上各項計畫皆為本計畫奠定深厚基礎。



圖 5-1、本校車輛技術發展過程

在歷年來累積與承傳製作車輛的經驗，以及執行國科會計畫所完成輕量化 4WS 底盤車的基礎上，本計畫將繼續改良電控系統與四輪轉向機構之契合問題；整合電動空調和電控系統於電能管理模組中；完成碳纖維車身與底盤之結合及車體之模擬分析。此外，4WS 電動車上也將展示本計畫所開發之 DSC 電池、太陽能模組與 LED 等綠能產品

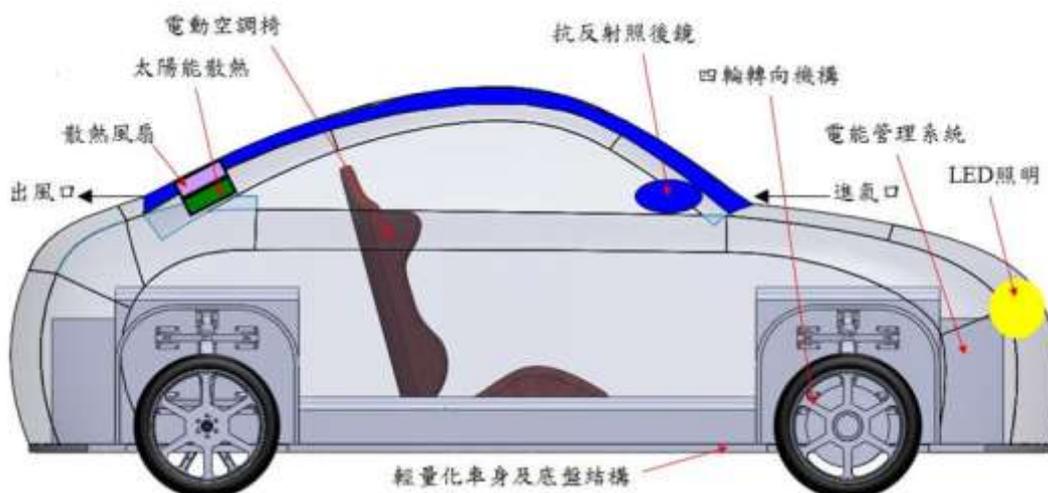


圖 5-2、本計畫擬完成之綠能智慧輕量化 4WS 電動車

5-1 計畫分工魚骨圖

本計畫第一年分成車輛動力性能整合平台、輕量化車身及底盤結構分析、綠能與照明技術，以及太陽能模組製造與檢測技術等 4 項子計畫，共 16 個分項計畫。計畫主軸魚骨圖如圖 5-3 所示。

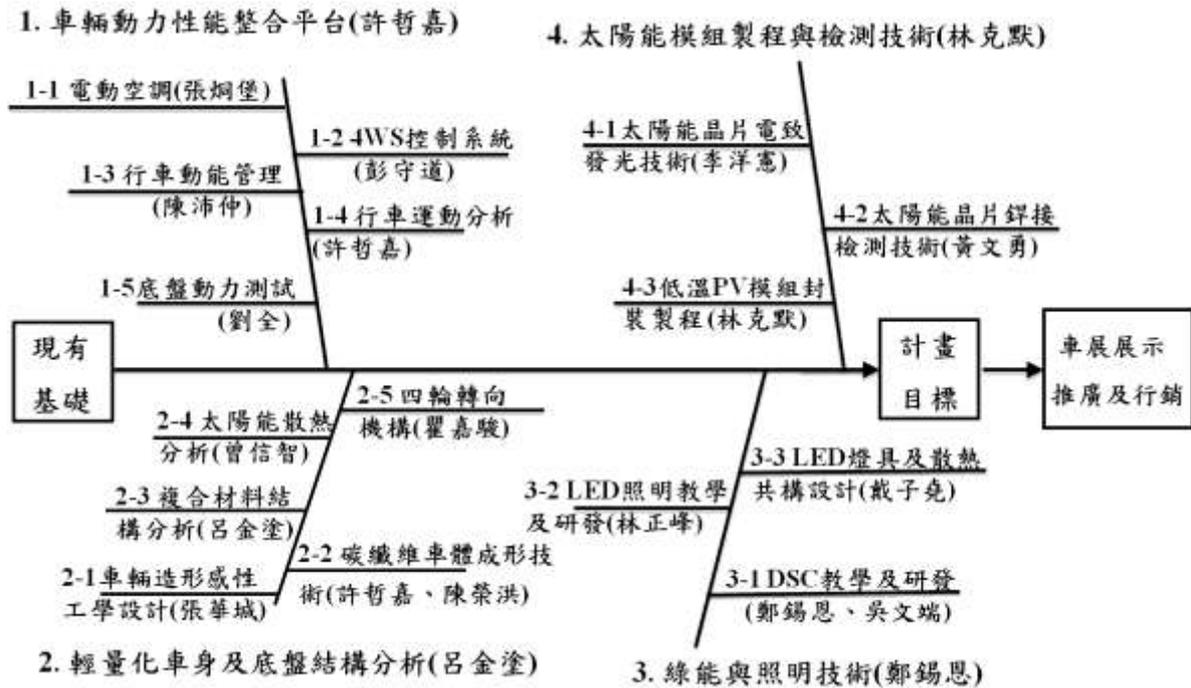


圖 5-3、第一年計畫分工魚骨圖

第二年計畫架構仍分成車輛動力、車身結構、綠能照明和太陽能模組技術等 4 項子計畫。但因人事變動及強化主要工作項目的人力資源，增刪及整合部分分項計畫為 14 個分項計畫。計畫分工魚骨圖如圖 5-4 所示。

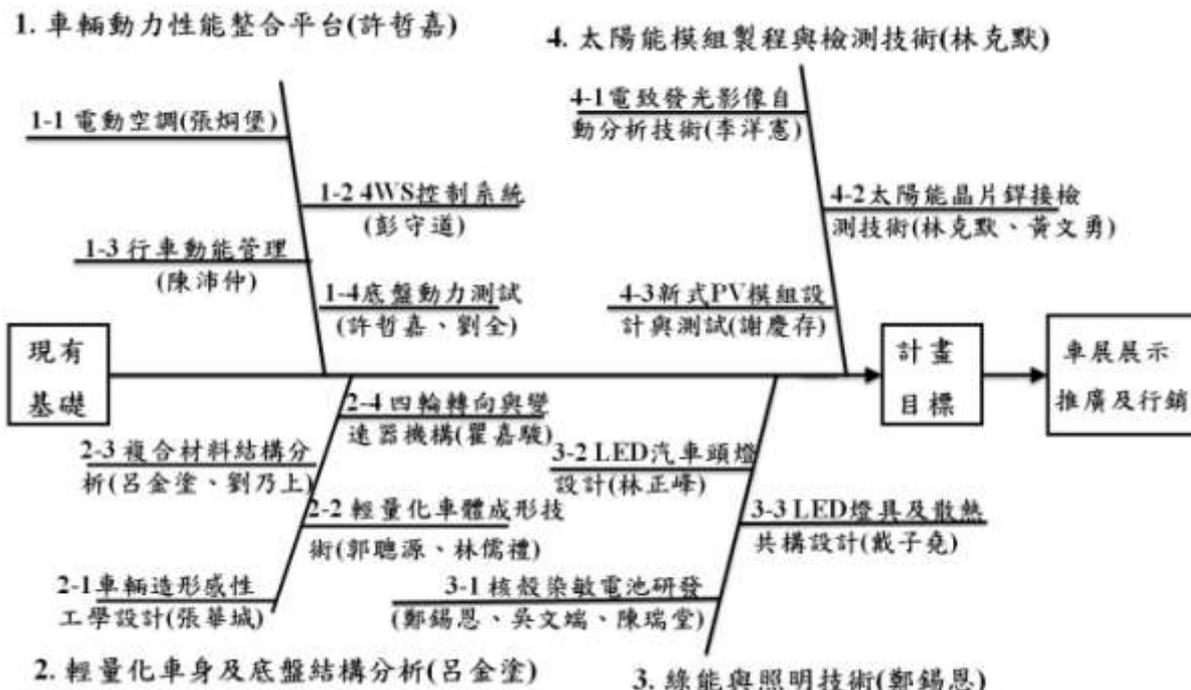


圖 5-4、第二年計畫分工魚骨圖

5-2 各子計畫之計畫目標

子計畫 1：車輛動力性能整合平台

本校機械系已有各式汽機車引擎動力計及馬達動力計，子計畫 1 主要配合本校新建能源工程館，將現有各式動力計作整合並且更新汽車底盤動力計，建立一完整的車輛動力性能量測整合平台。本子計畫 1 中擬進一步針對電動空調椅繼續研發並加入省能電動車暖氣之開發；將已完成之 4WS 控制系統移植到實車的 4WS 控制製作，期望藉由實車製作與驗證，強化學習者掌握實體車輛轉向時的動態控制基礎學識；並將鋰電池能量管理系統進一步整合智慧型空調及 4WS 控制系統建立一完整的行車動能管理系統技術，使能源的應用達到最佳化。

本校在國科會經費補助下已具有四輪轉向及行車動能管理的研發能量，本子計畫擬將這些研發能量中結合上述各項綠能智慧技術，打造出第一代綠能智慧 4WS 電動車。整車完成後則將結合行車運動分析量測，分析車輛輕量化結構、懸吊系統、4WS 機構間之相關性並且進而經由底盤動力計之建置完成，量測其整車性能作為各分項系統之設計改良依據。此一設備之建置完成，將可結合南部汽、機車零件產業之改良研發，提供測試及分析的技術。子計畫 1 之各項目名稱、技術研發、成果融入教材課目、教材教具研發其他產出及合作廠商，如表 5-1 到 5-4 所示。

表 5-1、分項計畫 1-1 電動空調

| | |
|------------|---|
| 實驗室名稱 | 高效率熱傳暨冷凍空調與能源實驗室 |
| 主要研發技術 | 1. 電動車空調椅 2. 電動車暖氣系統 |
| 成果融入教材研發課目 | 1. 汽車綜合檢修實習 2. 冷凍空調技術 3. 熱傳與工程應用(機械所) |
| 產業接軌合作廠商 | 1. 金屬中心 2. 車測中心 |
| 其他產值 | 1. 發表 2 篇研討會論文 2. 溫度校正教材 3. 熱流實驗不準確性分析教材 |

表 5-2、分項計畫 1-2 4WS 控制系統

| | |
|------------|--|
| 實驗室名稱 | 汽車感測與控制實驗室 |
| 主要研發技術 | 1. 4WS 車輛動態控制 2. Segaway 兩輪車行進姿態控制 |
| 成果融入教材研發課目 | 1. 自動控制 |
| 產業接軌合作廠商 | 1. 鴻德公司 2. 丞雄公司 |
| 其他產值 | 1. 發表 1 篇研討會論文 2. 發表 1 篇 SCI/EI 論文 3. 「自動控制」課程之教材 |

表 5-3、分項計畫 1-3 行車動能管理

| | |
|------------|---|
| 實驗室名稱 | 汽車微電腦、電子實驗室 |
| 主要研發技術 | 1. 能源管理研究 2. 電池剩餘電量估測 |
| 成果融入教材研發課目 | 1. 汽車電子學實習 2. 感測器原理與實務 |
| 產業接軌合作廠商 | 1. 中廣電動車有限公司 |
| 其他產值 | 1. 發表 2 篇研討會論文 2. 專題競賽 1 件 |

表 5-4、分項計畫 1-4 底盤動力測試

| | | |
|------------|-----------------------------|------------|
| 實驗室名稱 | 自動變速箱及汽車電路實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.車輛轉向行為研究 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.汽車工程 | 2.車輛動力學 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.車測中心 3.商富實業公司 | 2.南都豐田汽車 |
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會論文 3.專題競賽 1 件 | 2.底盤動力測試教材 |

子計畫 2：輕量化車身及底盤結構分析

子計畫 2 將以建立複合材料車體成形技術為主。分項計畫 2-1 擬建構「汽車造形設計決策支援系統」能因應不同時間點的市場變化狀況，提供適切之汽車造形決策的建議。此外另一項重點為研發汽車造形感性工學相關之教材及教具，作為人才培育所用；分項計畫 2-2 已完成製作碳纖維車身的工作，下一重點為修改與測試底盤與車身結構之連結，以及設計太陽能散熱裝置以降低車內溫度；分項計畫 2-3 將繼續完成車體結構與懸吊系統的分析與實驗測試；分項計畫 2-4 將繼續完成機械式四輪轉向核心機構之製作並移植到實車測試外，還計劃研究電動車變速器與製作教學模型，建立 4WS 之設計及量測技術以培育人才。子計畫 2 之各項目名稱、技術研發、成果融入教材課目、教材教具研發其他產出及合作廠商，如表 5-5 到 5-8 所示。

表 5-5、分項計畫 2-1 車輛造形感性工學設計

| | | |
|------------|--|------------|
| 實驗室名稱 | 數位造形設計實驗室 | |
| 主要研發技術 | 車輛造形設計決策支援系統 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.感性工學設計課程 | 2.概念產品設計課程 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.裕隆；2.中華。 | |
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會論文 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 3.專題競賽 2 件 4.感性意象解析教材製作 5.感性意象與汽車造形關聯模型教材 | |

表 5-6、分項計畫 2-2 輕量化車體成型技術

| | | |
|------------|-----------------------------|-----------|
| 實驗室名稱 | 再生能源應用實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.輕量化車體製作技術 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.汽車車身設計與製造 | |
| 產業接軌合作廠商 | 1.東捷；2.穗高； | |
| 其他產值 | 1.發表 1 篇研討會論文 3.壓電材料省能製作 | 2.太陽能散熱設計 |

表 5-7、分項計畫 2-3 複合材料結構分析

| | | |
|------------|-----------------------|--|
| 實驗室名稱 | 電腦輔助工程分析實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.複合材料結構分析、複合材料車身結構分析 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.電腦輔助工分析課程 2.有限元素法課程 | |
| 產業接軌合作廠商 | 1.東捷；2.穗高；3.台灣環控 | |

| | |
|------|---|
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會論文 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 3.電腦輔助工分析課程之教材 4.有限元素法課程之教材 |
|------|---|

表 5-8、分項計畫 2-4 四輪轉向與變速器機構

| | |
|------------|--|
| 實驗室名稱 | 創新與機構設計研究室 |
| 主要研發技術 | 1.四輪轉向機構設計研發 2.變速器機構設計研發 |
| 成果融入教材研發課目 | 1.機械設計 2.創意性機構設計 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.鋒皇實業；2.宏霖工業。 |
| 其他產值 | 1.發表 1 篇研討會論文 2.4WS 核心機構製作 3.變速器教學模型車製作 |

子計畫 3：綠能與照明技術

本子計畫主要研究方向為太陽能源開發與照明節能兩方面，可分為三項。分項一：研製具成本優勢的 DSC 電池，目前子計畫主持人已具備 DSC 製作技術，1cm×1cm 之 DSC 光電轉換效率已達 4% 以上，本計畫目標將朝更高效 DSC 發展，將成果融入教學課程一門以上，提升教學品質。分項二：設計可提升 LED 晶片出光效率之結構，完成 LED 汽車頭燈的光學設計，並將原理及成果融入教學課程一門以上。分項三：將 LED 光源、車燈外殼與散熱模組經由精密機械加工方式產出，並列入教學課程的單元裡，以達原理與實務相互結合之目的。子計畫 3 之各項目名稱、技術研發、成果融入教材課目、教材教具研發其他產出及合作廠商如表 5-9 到 5-11 所示。

表 5-9、分項計畫 3-1 核殼染敏電池研發

| | |
|------------|---|
| 實驗室名稱 | 太陽光電薄膜實驗室 |
| 主要研發技術 | 1.製備可與車體結合，效率 4% 以上之 DSC |
| 成果融入教材研發課目 | 1.太陽能電池特性應用 2.薄膜工程 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.工研院南部分院；2.奇菱科技股份有限公司 |
| 其他產值 | 1.發表 6 篇研討會 2.發表 3 篇 SCI/EI 論文 3.申請專利 1 件 4.專題報告 4 件 5.專題競賽 1 件 |

表 5-10、分項計畫 3-2 LED 汽車頭燈設計

| | |
|------------|--|
| 實驗室名稱 | 光學設計實驗室 |
| 主要研發技術 | 1.提升 LED 晶片出光效率之結構開發 |
| 成果融入教材研發課目 | 1.應用光電(光電所) 2.應用光學 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.奇菱科技股份有限公司 |
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會論文 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 3.申請專利 1 件 4.應用光電課程之教材 5.應用光學課程之教材單元；6.專題報告 2 件 |

表 5-11、分項計畫 3-3 LED 燈具及散熱共構設計

| | |
|--------|-----------------|
| 實驗室名稱 | 先進製造實驗室、精密鑄造實驗室 |
| 主要研發技術 | 1. LED 燈具散熱之研究 |

| | |
|------------|--|
| | 2. LED 車燈光路設計 3.依材料特性的 LED 燈之特性分類量測不同材料 LED 之光源分散及光源穿透率及反射率量測 |
| 成果融入教材研發課目 | 1.應用光學課程 2.光電材料特性量測課程 3.模具加工技術課程 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.彩捷光電股份有限公司；2.金屬工業研究發展中心。 |
| 其他產值 | 1.發表 4 篇研討會 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 3.專題報告 1 件 4.模具加工技術課程之教材 5.非傳統加工課程之教材 6.產學合作計畫 1 件 |

子計畫 4：太陽能模組製程與檢測技術

台灣的機械產業產值以精密機械設備為最高，而光電設備是其中的最大宗。顯見的精密機械設備之創新研發是產業目前最需要的，本計畫規劃於新完工能源工程館中建置太陽能晶片檢測、晶片銲接和太陽能模組封裝、軟性基板模組封裝製程、晶片銲接品質檢測與模擬分析、模組衰退模式與可靠度分析等設備，以及太陽能材料特性量測實驗室，完整之太陽能材料與模組研發平台將建置完成。目前已完成太陽能模組銲接實驗與檢測環境之建立，也累積不少寶貴經驗。本子計畫之完成不僅培育材料檢測設備所需人才，亦使畢業學生能與產業馬上銜接。子計畫 4 之各項目名稱、技術研發、成果融入教材課目、教材教具研發其他產出及合作廠商如表 5-12 到 5-14 所示。

表 5-12 分項計畫 4-1 電致發光技術自動分析技術

| | | |
|------------|---|------------|
| 實驗室名稱 | 太陽能晶片實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.晶片檢測、模組封裝 | 2. EL 影像處理 |
| 成果融入教材研發課目 | 1.太陽光電工程(能源所) | 2. 太陽光電技術 |
| 產業接軌合作廠商 | 1.友達；2.曜能；3.兆陽。 | |
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會 3.EL 檢測教材 4.專題競賽 1 件 5.金相教材 | 2.專題報告 1 件 |

表 5-13 分項計畫 4-2 太陽能晶片銲接檢測技術

| | | |
|------------|---|-----------------------------------|
| 實驗室名稱 | 太陽能材料與模組實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.晶片銲接品質超音波檢測實驗 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.薄膜檢測技術 | |
| 產業接軌合作廠商 | 1.穗成；2.兆陽；3.友達；4.曜能。 | |
| 其他產值 | 1.發表 2 篇研討會 3.專題報告 1 件 5.專題競賽 1 件 | 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 4.非破壞檢測技術教材 |

表 5-14 分項計畫 4-3 新式太陽能模組設計與測試

| | | |
|------------|---------------|----------|
| 實驗室名稱 | 太陽能模組實驗室 | |
| 主要研發技術 | 1.新式太陽能模組設計研發 | |
| 成果融入教材研發課目 | 1.太陽光電工程(能源所) | 2.太陽光電技術 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 產業接軌合作廠商 | 1.兆陽；2.曜能；3.日光能。 | |
| 其他產值 | 1.發表 1 篇研討會 3.模組封裝教材 5.專題競賽 1 件 | 2.發表 1 篇 SCI/EI 論文 4.專題報告 1 件 |

(六) 具體內容及配套措施

本計畫執行內容與發展重點各子計畫的分項內容，分類詳述說明如下：

6.1 子計畫 1：車輛動力性能整合平台

在動力性能提升上，本電動車做了以下幾項修正：整體車身與底盤的改變；傳統引擎改成由電動馬達驅動；動力傳輸機構的改變；轉向系統的設計，如前輪轉向變成四輪轉向；原本由引擎將動力經皮帶傳輸給壓縮機的空調系統，改成電動空調系統；電動車的主要動力來自於大容量的電池或能源的轉換裝置；電池剩餘能量的監控與管理。上述所列的項目，本校機械系的老師都已涉獵一段時間，不僅承接過國科會計畫及產學計畫，亦發表了相關的研究成果或申請專利。因此本子計畫將這些當前電動車產業研發內容整合，建立一完整的「車輛動力性能整合平台」任何一項目的研發內容的可行性可藉由本平台來實現。本子計畫車輛動力性能整合平台分成下列五項：(1) 電動空調；(2) 4WS 控制系統；(3) 行車動能管理；(4) 底盤動力測試。每一項的內容分述於下：

子計畫 1-1：電動空調

本計畫採用小型冷氣，只需耗能 140W，而傳統與電動空調壓縮機所需高達 1800W，相差甚大，且在相同 COP(空調效率)下空調椅空調負載只需排出熱負載 110 kcal/hr，但電動空調與傳統空調則要排除熱負載約 2000kcal/hr。從表 6-1 之耗能分析顯示可看出，本創新空調椅能夠大幅降低耗能，而能達到節能之效果。此外，由於電動車並無引擎熱水可供冬天時之暖氣使用，本年度將進行省能電動車暖氣之開發。

表 6-1 本創新空調系統與傳統系統之比較

| | 創新空調椅 | 電動空調壓縮機(全車) | 傳統車廂空調(全車) |
|-----------|--------------------------|---------------|---------------|
| 耗能預估 | 140W | 1800W | 1858W |
| 空調負載預估 | 新陳代謝熱量約 110 kcal/hr-人 | 約 2000kcal/hr | 約 2000kcal/hr |
| COP(空調效率) | 2.0 | 2.074 | 2.0 |

本省能型電動空調椅為了能夠達到大量降低空調系統重量，將利用小型冷氣單元與一般冷氣相同構造包含迷你型壓縮機、冷凝器、蒸發器、膨脹閥與風扇，做為供應空調系統所需之冷氣，本系統之特色，體積小、構造簡單、重量輕、成本較低、維修便利與所消耗能量較一般車輛空調減少很多，使系統更適合用於輕量型電動車或小型車輛，達到節能減碳目的，也兼具

空調效果。本空調系統具有省能與輕量化之設計，以符合未來任何形式之載具所需的輕量化與節能之需求，並滿足安裝方便與不妨礙駕駛的行為與安全性等條件，其使用情境如圖 6-1-1 所示。空調椅比傳統車輛空調之優勢：
1. 節能，比傳統車輛空調減少耗能約 80%。
2. 安裝方便，不妨礙駕駛行為與安全性。
3. 降低車輛空調設備之重量。
4. 可依需求調整溫度。
5. 穿脫清洗方便。
6. 具冷暖空調能力。



圖 6-1-1、空調椅系統整體構造

為驗證空調椅之風罩內部流場與實驗結果互相符合，未來預計使用 STAR-CCM+ 軟體對空調衣（圖 6-1-2）內之流場進行分析模擬，且採用實際量測之參數為其邊界條件。

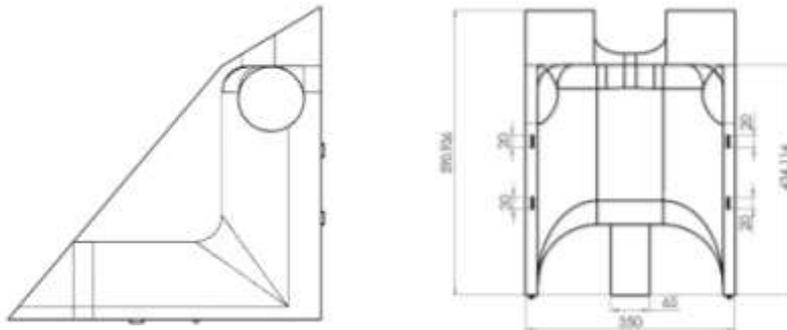


圖 6-1-2、CAD 建立空調衣之模型

本分項計畫除了研發及製作出上述創新電動車空調系統外，另一項目標則是要研發車輛空調相關之教材及教具，作為人才培育所用。相關之教材及教具如下：車輛空調系統教材製作、空調熱舒適性及熱流分析模擬教材製作、空調系統熱流量測教材及教具製作、省能型電動車用空調系統教具製作及底盤工學教材製作。

子計畫 1-2：4WS 控制系統

本子計畫旨在完成「4WS 車輛智慧型控制系統」的實車製作，擬將第一年 4WS 控制模型驗證的成果，移植到實車的 4WS 控制製作上，期望藉由實車製作與驗證，強化學習者掌握實體車輛轉向時的動態控制基礎學識。本計畫預定的執行內容包含 4WS 控制系統的軟硬體設計、製作、安裝與試車驗證。

過去 30 年的研究顯示，四輪轉向系統（4WS）具有優越的縱向操縱性能。

在車輛過彎時，4WS 架構能根據車輛的行進速度，調整後輪的轉動方向。一般而言，當車輛為高速行駛，則後輪與前輪的轉動方向相同。反之，當車輛在低速行駛時，後輪的轉動方向會與前輪反向。4WS 架構除了有效降低車輛過彎時的旋轉半徑，也能強化車輛行進的穩定性。因此很合適做為城市巷道間過彎行駛的智慧型控制策略。在過去五年中，協同主持人曾研究過一類 4WS4WD 車輛的高速過彎協調控制問題，並曾在重要的車輛控制國際會議與期刊上發表相關研究成果。這些研究成果，主要偏重在車輛高速行駛下的動態控制問題，成果也僅止於模擬驗證。本年計畫主要的目標是 4WS 車輛的教材製作，希望能藉由此教材將過去研究的成果，以控制硬體實作方式呈現。本計畫擬將第一年 4WS 控制系統模型驗證的成果，以實體車輛控制方式呈現，即將 4WS 控制系統移植到實車並測試與改良。

子計畫 1-3：行車電能管理

本計畫將發展一行車動能管理系統架構，針對整部車子的行駛狀況及電動空調的使用情形，提出一系統化的能源管理技術，整合太陽能電力及電池電力，使能源的應用達到最佳化，以提升電池的使用壽命，及提高整車的行車動能及續航力，如圖 6-1-3 所示。

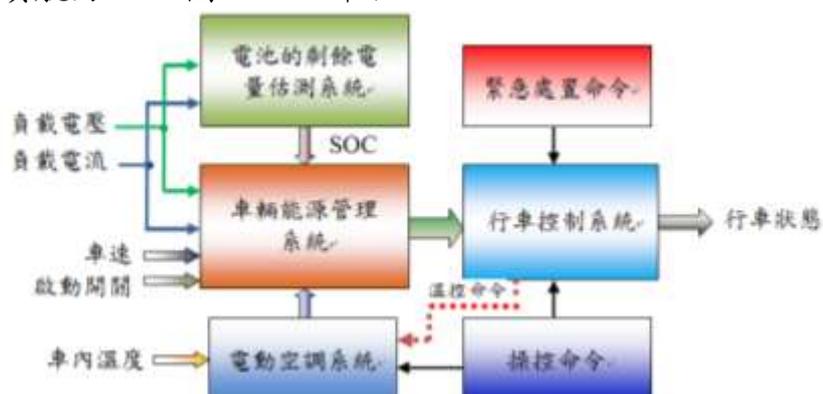


圖 6-1-3、行車動能管理系統架構

行車動能管理系統的基本功能有下列四個子項目：

1. 電池剩餘電量估測系統

在第一年計畫已完成電池放電的測試平台，以便收集電池放電資料，建立電池剩餘電量(SOC)估測系統的學習資料，完成電池剩餘電量估測系統。第二年計畫將以類神經網路為基本架構來建立可用剩餘能量估測系統。可用剩餘能量估測系統有三個輸入分別是 SOC、負載電流及行車速度，輸出是電池可用剩餘能量。

2. 安全行駛距離和行駛速度之估測

安全行駛距離估測系統是以類神經網路為基本架構，為 4 輸入/1 輸出的估測系統。安全行駛距離估測系統的輸入有車速、電池剩餘電量、負載電流及電池的可用剩餘能量，輸出是所估測的安全行駛距離。由電池放電電流大小與所估測的電池剩餘電量，及預定的行駛距離，來推算出安全行駛速度。安全行駛速度之估算系統是以模糊推論法則為基本架構，為 3 輸入/1

輸出的模糊系統，輸入是電池放電電流、電池剩餘電量及預定行駛距離，輸出是安全行駛速度。

3. 車輛能源管理系統

車輛能源管理系統的輸入信號，包括電池的負載電壓和負載電流信號、車速信號、啟動開關信號、電動空調系統的作動信號及電池的剩餘電量信號，經過適當的運算處理後，可獲得車輛的最高行駛速度及安全的行駛距離，提供給行車控制系統做為控制車輛行駛狀態的依據。當操控命令的行駛速度大於安全行駛速度時，則行車控制系統會將車速限制於安全行駛速度範圍內，以保障車輛的最高行車動能。

4. 電動空調系統的電能監控

具備空調系統之電能監控功能，例如在車輛啟動瞬間，自行關掉空調功能，防止瞬間產生過大電流而燒毀整個電控系統，如圖 6-1-4 所示。

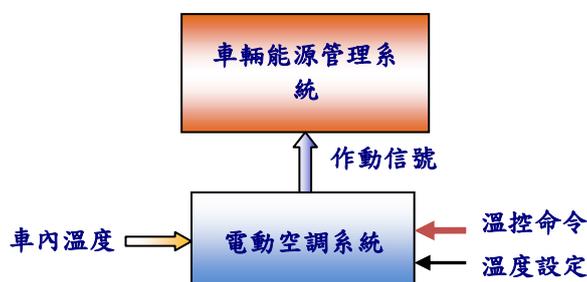


圖 6-1-4、電動空調系統的電能監控的學習流程

子計畫 1-4：底盤動力測試

汽車動力性能試驗包含動力評估指標、驅動力、行駛阻力以及附著力的量測。動力性能試驗可在室外或室內進行。在室外進行道路試驗，可量測最高車速、加速能力、最大爬坡度等，而在室內的動力性能試驗主要是量測驅動力、傳動系統的機械效率、輪胎的滾動阻力係數以及汽車空氣阻力係數的測定等。經由動力性能試驗，可了解各種廠牌之汽車動力性能良莠，進而研究汽車各種動力參數對整車性能影響。

本計畫第一年，原先規劃要將採購的汽車底盤動力計安裝在本校新建立的能源工程館，因該大樓工程當時尚未完工，所以無法進行汽車底盤動力計的架設。所以將重心置於室外的動力性能試驗。在室外試驗設備上，承蒙典範計畫補助，採購了陀螺儀、方向盤扭力角度計及其擴充連結設備，再加上本系原有的車輪與車身之雙軸速度非接觸式光學速度計，建構了一個完整的室外動力試驗平台，可進行室外道路試驗。現今能源工程館已完工，第二年將目標訂在建立一個完整的室內底盤動力試驗平台，以量測汽車引擎經由傳動系統輸出的驅動力與功率。

底盤動力試驗設備之主體架構如圖 6-1-5，車輪支撐於滾輪上，滾輪連接動力計，車輪之輸出扭力、馬力，即可由動力計測得。若實驗需要特定的行駛阻力及車速時，動力計亦可轉變成制動器，附加實驗車輛所須的特定行駛阻力。

在本計畫有關動力試驗的設備架構如圖 6-1-6 所示，圖中 A、B 和 C 項為底盤動力計的主體，其分別為動力計(附加滾輪)、控制器、散熱風扇。而 D 項代表本計畫有關動力源的研究項目，E 代表本計畫之動力能源管理系統或動力模組等研究項目，F 代表車身與底盤的研發項目，前述 C、D、E 研究項目的實驗數據，由 G 訊號擷取分析系統紀錄之。廢氣排放濃度與耗油率是研究的重要參數，由圖 6-1-6 之 F、H 代表之廢氣分析儀、燃油消耗計測量之，其數據亦由 G 訊號擷取分析系統記錄之。有關實驗功能，本分項計畫欲達成之工作計有：

- (1) 依照安全規範建構底盤動力計之實驗硬體設備。
- (2) 依計畫之實驗需求，配合法規規範，訂立各項實驗之標準作業程序。
- (3) 建置完成實驗數據之蒐集網路，以供分析及評估實驗結果。
- (4) 配合培養車輛性能試驗專業人才之目標，撰寫課程講義。

依據不同的實驗規劃，於汽車底盤動力計的實施程序亦不同，這些操作程序均受嚴謹的法規所規範，因此此設備之操作屬於專業技術，而熟悉這些標準化操作程序亦屬車輛工程人員之專業能力。本計畫可藉由底盤動力計實驗室的設置，配合「車輛工程」、「車輛性能檢測與測試」、「底盤工學」等學科，以培育車輛性能試驗之專業技術人才，所規劃之教學單元、培育的能力目標、延伸之產學計畫與專題競賽等效益。



圖 6-1-5、底盤動力試驗設備

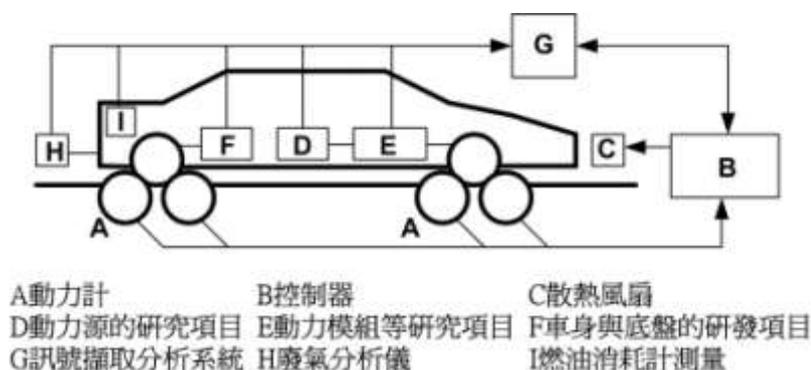


圖 6-1-6、本計畫動力試驗的設備架構

6.2 子計畫 2：輕量化車身及底盤結構分析

本子計畫主要研究發展方向可分為四個重點：配合本校綠能智慧電動車研製計畫，建立複合材料車體成形技術、複合材料結構分析技術、太陽能散

熱、以及 4WS 機構與變速器設計的技術。本計畫主要目標及考核重點分別敘述如下：(1) 車輛造形感性工學設計；(2) 複合材料車體成形技術：(a) 底盤與車身結合作業；(b) 太陽能散熱裝置設計；(3) 複合材料結構分析：(a) 複合材料組件結構分析；(b) 複合材料實驗測試分析；(4) 4WS 機構設計：(a) 現有轉向系統核心機構改良與測試；(b) 變速器機構動態展示教具製作。

子計畫 2-1：車輛造形感性工學設計

主要的目的在訓練學生運用感性工學理論(Kansei Engineering) 建構能快速對應消費者感性需求產生適切汽車造形的設計支援決策系統，輔助汽車產業更有效地切合市場需求。

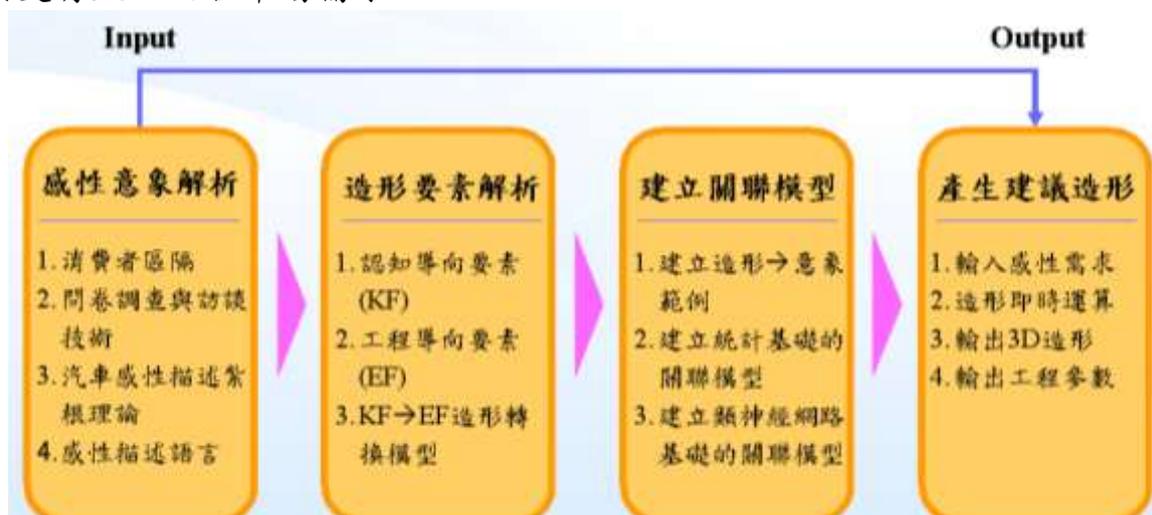


圖 6-2-1、汽車造形感性工學設計概觀

本研究所建構之系統主要具備快速反應、自動化之特性，能因應不同時間點的市場變化狀況，提供適切之汽車造形決策的建議，此系統稱為「汽車造形設計決策支援系統」(SSDDSS)，其架構如圖 6-2-2 所示。SSDDSS 內主要包含四個部份，分別為 SOM 網路、造形地圖、BPN 網路以及繪圖器。系統的輸入為設定目標市場的消費者特徵，輸出則為針對此一目標市場所建議之汽車造形。其中 SOM 網路負責依據產品特徵產生造形地圖，造形地圖則表現出現有市場產品造形之聚類狀況，並附含每一產品的對應消費者特徵，BPN 網路利用現有市場的消費者特徵推論對應的造形地圖座標，最後再由圖形產生器依據造形地圖座標繪製建議造形的圖形。此系統可隨時輸入市場上新加入者的造形特性，使 SOM 網路因應新產品的加入而更新在造形地圖中之各房車產品的座標位置，BPN 網路再依據造形地圖所提供的資訊更新連結值，以推論依據最新市場狀況的建議造形，以上的機制是提供 SSDDSS 具備快速調整系統狀態的核心機制。

本分項計畫除了研發及製作出上述汽車造形感性工學設計系統外，另一項目標則是要研發汽車造形感性工學相關之教材及教具，作為人才培育所用。相關之教材及教具初步規劃如下：

(1) 感性意象解析教材製作：教導學生認識消費者對汽車造形感性認知的資料探索及解機知識，提升其對汽車造形的設計、研發的興趣，成為汽車造形設計研發或管理之專業人才。

(2) 汽車造形要素解析之教材製作：其教育目標在於教導學生認識汽車造形在認知要素以及工程要素的相關知識，使成為汽車造形設計專業人才。

(3) 感性意象與汽車造形關聯模型教材及教具製作：學生認識傳統統計模型及類神經網路模型的相關理論知識，以及如何應用這些關聯模型去連結感性意象與理性造形工程的相互關係，使成為感性工學在實務應用上的專業人才。

(4) 即時造形呈現技術教具製作及教材製作：整合前三項之理論與實務技術之探索，運用 UNITY 3D 引擎的教具製作，培育具跨領域、創造力、專業之優秀人才。經由專題製作，學生會具備感性導向汽車造形設計研發與應用之經驗與能力。

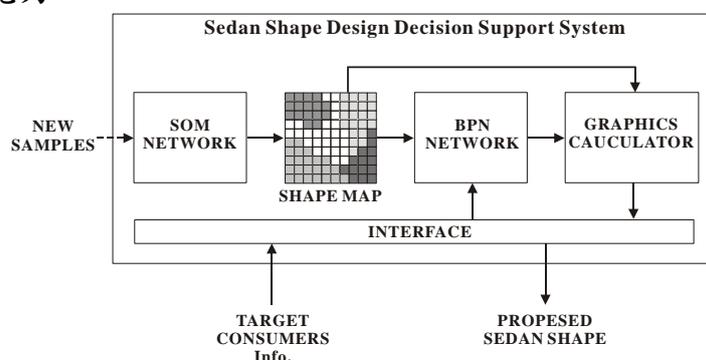


圖 6-2-2、汽車造形設計決策支援系統架構

子計畫 2-2：輕量化車體成型技術

本計畫在第一年已完成車殼設計與製作(見圖 6-2-3)，製作部分包含車身、引擎蓋與車門等，主要材料為碳纖維與鋼鐵材料，所製作出的車體其外形上略顯粗糙，有必要再做修整。此外，車身與底盤如何連結亦是一大重要課題。為了能製作出一部輕量化且節能之電動能，並能在車身裝置上充分運用太陽能，第二年計畫擬定下列的內容：

1. 車身修整

計畫將第一年完成的車殼進行部分修裁，使車殼外觀更好看。由於目前車殼有稍微的不平整，因此計劃使用補土或其它加工方式，將不平整處補平，使其更光滑，再重新烤漆，讓車身外表質感更平順美觀。

2. 車身與底盤連結及電路連結

在車身和底盤(見圖 6-2-4)的連結上，計劃使用螺絲對鎖接合、膠合或其它方式接合車身和底盤。在連結上，注重堅固，不會因跳動而鬆脫，拆裝容易，施工方便，同時注重美觀，讓車子底盤和車身外型看起來一致。此外，本計畫將會在車身上安裝電路裝置如頭燈、方向燈、尾燈、煞車燈與預定安置的太陽能晶片電路裝置等，使其具有一般汽車所具有的必要功能。



圖 6-2-3、碳纖維與鋼鐵材料合成的車身

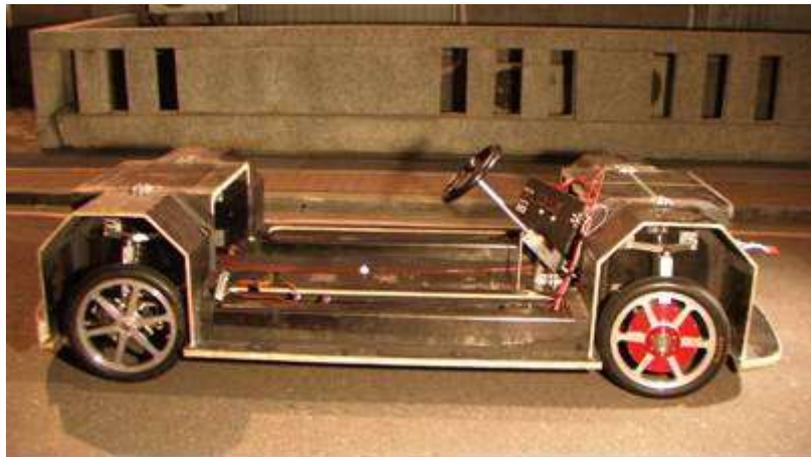


圖 6-2-4、輕量化底盤車

子計畫 2-3：複合材料結構分析

本子計畫「碳纖維複合材料結構分析」於去年度（100 年度）已針對碳纖維複合材料三明治結構，發展一實用的分析方法與流程，今年度（101 年度）著重於輕量化車體結構分析、及複合材料結構實驗測試，茲分述如下：

1. 輕量化車體結構分析：

為使車體結構保有一定的剛性與強度，設計階段將藉由以有限元素法(FEM)為基礎之電腦輔助工程分析(CAE)軟體，如 Pro/M、ANSYS、NASTRAN、ABAQUS 等，同步進行工程分析。輕量化實屬於最佳化或優化設計之一，除了考慮不同材質之外，也將選擇重要的幾何參數，在容許的變形與應力之限制條件下，達到質量為最小之目標。對於多參數的問題，前述軟體具有參數敏感度分析、及以梯度搜尋法為主的設計最佳化之功能。對於車體擬採用複合材料三明治結構，此時接合方式便顯得重要，也是本研究探討的重點之一。

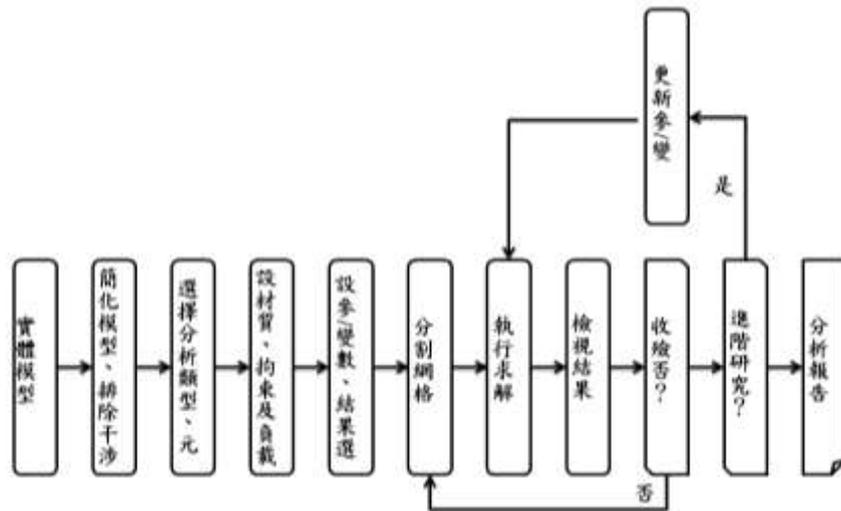


圖 6-2-5、電腦輔助工程分析流程圖

圖 6-2-5 描繪電腦輔助工程分析之流程圖，進行步驟可分為：1.準備實體分析模型，該模型可能是來自前面 CAD 設計階段的實體模型、或 CAE 本身所建立的模型；2.簡化模型、排除干涉，由於 CAD 模型有時過於繁瑣細微，其對分析的結果影響不大，但卻阻礙分析的進行，因此必須予以適當簡化。若模型是一個組立件，也須排除各零件之間的干涉；3.選擇分析類型、元素，先決定分析類型是靜態或動態，是否有預負荷，考慮挫屈、振動、疲勞問題等，分析為 2D 或 3D 問題，元素採用內定或有另外選擇，應用 h 或 p 方法改進分析準確性；4.設材質、拘束及負載，注意材料為等向或異向性、線性或非線性，有無部分接觸、熱應力，負載是否隨時間變化；5.設參/變數、結果選項，以利後續敏感度分析、最佳化研究，須檢視哪些重要的物理量；6.執行求解，有無不同求解器可供選用；7.檢視結果，分析結果合理嗎？；8.收斂否？判斷分析是否達到數值上的收斂；9.進階研究？若是，更新參/變數，進行敏感度分析、最佳化研究；10.產生分析報告，建立一份完整的分析結果報告，包含重要的輸入/輸出數據及圖表。

規劃中的車體有可能高速行駛，因此需進一步分析其動態特性，如車體的振動模態、加減速度及行駛時的穩定性等。本計畫亦將藉由電腦輔助工程來進行結構動態分析部分，其分析流程同上，再比較結構靜態與動態的差異，並於完成實作後進行測試。對於結構問題，一般採用小變形理論，若結構變形顯著，則以大變形理論修正；在給予不完全拘束情況下，結構分析亦常牽涉到非線性接觸力學問題。關於結構振動問題，拘束或邊界條件之設定對於自然頻率與模態有決定性影響，部分動態問題可藉由準靜態假設予以簡化，以及考慮電腦計算容量之限制。

用優化設計方法有 (1) 傳統的線性規劃法；(2) 田口或正交矩陣法；(3) 概率優化設計法。各方法的優劣性簡述如下：(1) 線性規劃法的優點是容易處理簡單問題，缺點是不能處理設計變數之不確定性、不能計算可靠度；(2) 田口法的優點是屬於實驗設計法，可減少試誤的時間，可處理統計上之偏差，缺點有設計變數的選擇或實驗的採樣受正交矩陣所限制、不能有

太多變數、可靠度計算亦有困難；(3) 概率穩健設計的優點是無前述兩方法的缺點、可處理不確定性、可計算可靠度，因從計算概率為出發點，可快速找到優化穩定的最佳變數組合，其缺點是數學運算複雜、不能有太多拘束、設計變數間的相聯限制使其運算困難。概率優化法先建立物理模型，並應用統計方法以平均值及標準差，建立設計變數的概率分佈函數(PDF)，而代入物理模型去運算，並聯結以成功或失敗為基礎的優化計算平台，求得最佳設計點及微化偏差；瞭解概率的應用原理，再取得運算工具及協助資料，即可進行產品的優化設計，以達到提升良率、降低成本的目標。

2. 複合材料結構實驗測試

理論上雖然可以使用複合材料三明治板理論結合數值分析方法，對輕量化車身及底盤所使用的三明治板結構進行剛性或強度最佳化的設計，然而實際上有些因素例如施工的方法與條件等對三明治板結構剛性或強度並無法以理論方式顧及，需以實驗方法對進行三明治板與三明治結構板材的接合進行評估，獲得實際的量測數據，以做為使用有限元素對車身及底盤進行分析時判斷車身及底盤是否失效的參考。

(A) 複合材料強度測試

三明治結構的強度是在指定的邊界及正常受力條件下，以最小重量不發生所有指定的破壞模式。一般而言，最常於強度最佳化考慮的是面材降伏、面材挫曲與心材剪切降伏三種。這三種破壞模式較容易使用理論與數值方式評估。然而，三明治結構受集中荷載時的心材壓潰破壞與施工方式等有相當關連，宜以實驗方式進行測試。相關實驗結果將做為使用有限元素對車身及底盤進行分析時，判斷車身及底盤三明治結構受集中荷載例如尖銳物體撞擊時三明治板心材是否壓潰破壞。

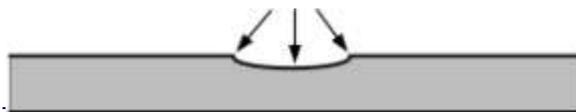


圖 6-2-6、實驗方式進行三明治結構受集中荷載時心材壓潰破壞測試

(B) 結合強度測試

三明治結構板材的接合是造成應力集中且無法於巨觀結構模型表現的地方，接合之破壞模式複雜且無法以解析或有限元素法進行準確預測，故通常需要仰賴實驗方式同時確認設計及製程之優劣。一般三明治接合以膠合方式結合，常見的為如 T 型及 L 型接合為主。T 型及 L 型接頭常因實際施工而造成許多微小缺陷，受力時可能產生裂縫進而成長。因此 T 型及 L 型接頭常之破壞強度較難以有限元素分析精確的探討其接合強度，宜以實驗方式對 T 型及 L 型接頭之強度進行實際量測。在本子計畫中將對輕量化車身及底盤所使用的三明治板使用的不同形式之 T 型及 L 型接頭進行直接拉伸垂直板實驗比較其強度，相關實驗結果將做為使用有限元素對車身及底盤進行分析時，判斷車身及底盤之 T 型及 L 型接頭是否破壞的參考。

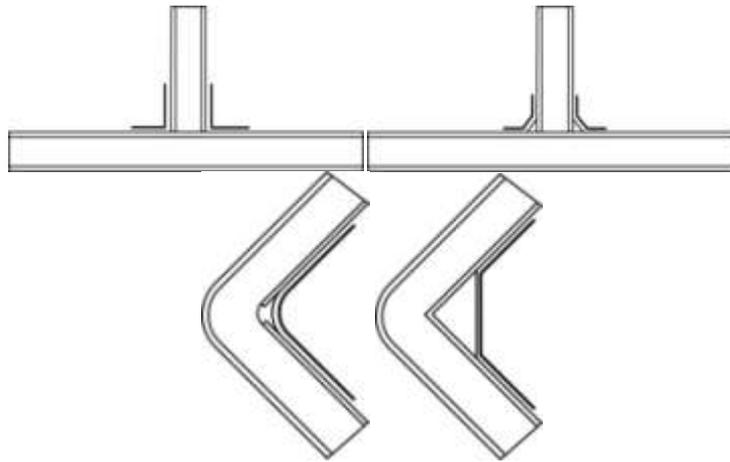


圖 6-2-7、對輕量化車身及底盤所使用的不同形式之 T 型(上排)及 L 型(下排)接頭進行直接拉伸垂直板實驗比較其強度

子計畫 2-4：四輪轉向與變速器機構

小型與輕量化是目前電動車很重要的一個發展方向，而轉向機構與變速機構又是其中很重要的機構。

四輪轉向是一種極為適合於此類載具的轉向方式，四輪轉向大致上可分為四輪獨立式與機構傳動式兩大類型，目前實用化的轉向機構仍然以機構傳動式為主。一種常見的機構傳動式四輪轉向其目的為減少測滑角，這類裝置幾乎都具有核心裝置（Central device），以連接前後輪的轉向。而此類系統之核心裝置又可再區分為機構式、機械式、以及電控式。相較於電控式核心裝置，機構式與機械式核心機構具有可靠度較高的優勢。

變速器方面，目前大多以內燃機或自行車的變速器為基礎，開發電動車的變速器，甚至有產品直接沿用傳統變速器。電動機的特性與內燃機或人力不同，大部分電動機具有低轉速高扭矩的特性，因此變速器並非必要的裝置。然而，合適的變速器有助於提升整體效能；反之，直接沿用傳統變速器有可能反而降低電動車的效能。

本子計畫以現有的研究成果為基礎，擬以兩年的時間針對機構式與機械式 4WS 核心機構製作相關教具與教學設備，相信對於相關課程的教授與學習將有所助益。第一年重點為（1）現有轉向系統電腦實體模型繪製與（2）核心機構動態展示教具製作，目前已完成第一年機構式核心機構設計與製作；第二年重點為（1）4WS 核心機構製作與（2）變速器教學模型車製作。本分項計畫第一年已完成機構式四輪轉向核心機構之設計與製作，第二年除了繼續完成機械式四輪轉向核心機構之製作，還增加電動車變速器研究與教學模型製作。

四輪轉向的概念，早已出現於崎嶇農地與狹窄農路行進的農用曳引機、耕耘機、以及收割機等機器上。後來，4WS 的概念更應用於高速行駛的現代小轎車，其具有提升操縱安定性與轉彎靈活性之優勢。在 1985 年後，許多車廠相繼推出多款高速 4WS 轎車，目前仍有許多相關研究正在進行，其技術重點在於高速行駛的小轎車與固定的前後轉向角度函數之上，以及針對

低速停車特性與可變轉向角度函數的相關研究。

一種常見的機構傳動式四輪轉向其目的為減少測滑角，這類裝置幾乎都具有核心裝置，以連接前後輪的轉向，如圖 6-2-8 所示。通常這類 4WS，是基於傳統轉向機構所設計，所以大部分的設計規範皆可參考傳統的轉向系統，因此相較之下具有構造簡單與可靠度高的優勢，已有多個車廠提出不同的四輪轉向概念。

而此類系統之核心裝置又可再區分為機構式、機械式、以及電控式。機構式的優點為構造簡單、重量輕、體積小、可靠度高、以及成本較低的優勢，但具有誤差較高的缺點；機械式的優點為誤差較小，然而，相較於機構式 4WS，增加了複雜度與降低部分的可靠度，且有控制系統反應時間的問題需解決；而電子式具有構造簡單與滿足理想的 4WS 數學模型，但需付出更多的成本解決可靠度較差與控制系統反應時間的問題。

現有機構式與機械式核心機構，多為齒輪系與空間機構，在構造上較為複雜，而平面連桿機構是一種最簡單也最為常見的機構之一，因此非常適合本文的 4WS 需具有的構造簡單、重量輕、體積小、可靠度高、以及成本低等目標。然而，並無文獻針對平面連桿機構進行 4WS 核心機構的概念設計。

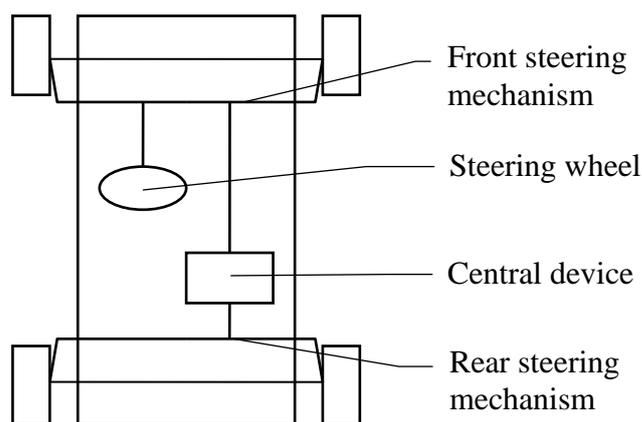


圖 6-2-8、機構傳動式 4WS

而變速器也是車輛重要的裝置之一，適合的變速器將有助於電動車整體性能的提升。目前大多數電動車皆沿用傳統內燃機或自行車的變速器，由於動力源的特性並不相同，變速器的設計需求也不盡相同，直接沿用不但難以提升整體性能，還有可能產生一些新的問題，因此，合適於電動車輛的變速器設計極為重要。

本計畫的載具為小型輕量化的電動車輛，考量小型與輕量化的需求，所以變速器將以較為緻密的行星齒輪系為變速主體，並以機械方式進行二速的自動變速，由於馬達具有低轉速高扭矩的特性，因此二速的變速即可滿足基本需求。圖 6-2-9 所示即為一種典型的二速行星齒輪式變速器，變速主體具有 5 桿 2 個自由度，控制裝置有離心式離合器與差速式離合器。

一般來說，機械式的自動變速可以分為速度感應與扭力感應兩種，速度感應為最常見的自動變速方式之一，利用離心式離合器與差速離合器的配置，

可產生多種不同的構造。本子計畫重點即在於配合簡單行星齒輪系與離合器的配置，設計出多種變速機構，並規劃相關教材，使學生在學習上能更清楚與具體的了解變速機構的設計流程與方法。

此外，依據電動車輛的使用條件，可設計出最合適的轉速比與變速時機，以提升整體性能與減少變速時車速不連續的問題，並規劃相關教材，說明機構運動設計的流程與方法，並製作教學模型，配合理論基礎，提高學習興趣與具體概念。

本子計畫的重點為延續第一年機構式四輪轉向系統的成果，繼續完成機械式四輪轉向核心機構之製作，並增加電動車變速器的教學研究與教具製作，本研究室目前已具備此類核心機構與變速器的概念設計能力，並已完成新型機構式與機械式四輪轉向核心機構，然而，先前研究成果並非針對教學而設計，學生不易了解其工作原理，且無法具體了解內部機構的運作情形。因此，希望以現有的研究成果為基礎，擬以一年的時間製作相關教具與教學設備，相信對於相關課程的教授與學習將有所助益。

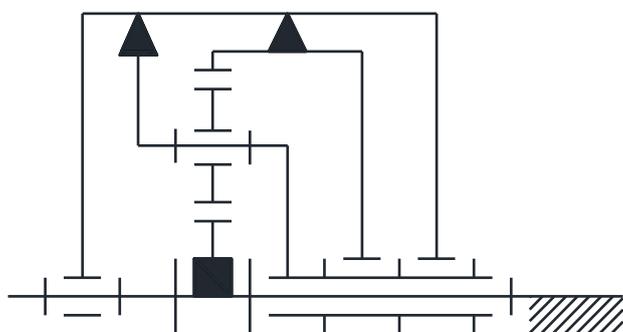


圖 6-2-9、行星齒輪式變速器

計畫重點為 (1) 機械式四輪轉向核心機構製作，以呈現 4WS 系統中核心機構與前後轉向機構的關係；(2) 變速器設計教材與教學模型製作，製作具教學功能的電動車輛二速行星齒輪式變速器。

未來在『機構學』與『創意性機構設計』等相關課程，可應用建立的電腦實體模型與教具，充實授課內容，以具體的動態模型與教具，輔助抽象理論與原理的說明與教學。

6.3 子計畫 3：綠能與照明技術

本子計畫「綠能與照明技術」將發展 DSC 電池與 LED 照明技術。在 DSC 電池方面將聚焦在具成本優勢的 DSC 電池製程技術研發，未來希望能以 DSC 玻璃取代一般汽車玻璃；在車用 LED 照明方面將聚焦在 LED 頭燈，提高 LED 照明強度與散熱能力，並完成 LED 汽車頭燈的設計。本子計畫執行上分為「染料敏化太陽能電池」、「LED 照明教學及照明強度研發」，以及「LED 燈具及散熱共構設計」三部份進行。我們希望以兩年時間建立上述三分項技術，100 年度計畫已完成 (1) 將染料敏化太陽能電池之製作融入「太陽能與固態照明實習」課程，並成功研製出 $\text{SnO}_2/\text{TiO}_2$ 核殼奈米管

柱；(2) 將 LED 照明導入「光電工程概論」與「應用光學」課程，並設計出可提升 LED 晶片出光效率之結構；(3) 將熱傳融入「非傳統加工」與「模具加工與熱處理」課程，並完成放電加工表面特性分析。101 年度重點為(1) 持續 DSC 教學與教材改良，將傳統 DSC 與汽車結合，並開發出高表面積核殼奈米結構 DSC；(2) 完成 LED 汽車頭燈的光學設計，並將 LED 出光效率及 LED 汽車頭燈光學設計之原理機制應用於教學上；(3) 將 LED 燈具與散熱架構與車體頭燈結合。

子計畫 3-1：核殼染敏電池研發

DSC 因其材料成本低，加上製程簡單，不用投入昂貴設備及無塵室廠房等設施，電池模組之製造成本比其他薄膜型太陽能電池更低。另外由於其無光學入射角度效應及高溫老化現象，適合全方位應用，從低功率家電至大面積發電廠皆適用，已被喻為是下一代的太陽能電池。DSC 發明者 Gratzel 的原始專利已於 2008 年到期，各廠家躍躍欲試，未來應用於室內或室外發電設備前景可期。

本校光電系近年來已有數位老師投入研究，累積一些成果與設備，本分項計畫期望能將這些研究能量再整合凝聚，組成完整團隊，提升研發與教學品質。研發之具體內容為 TiO_2 多孔性光電極性能之提升及新型 CNT/PEDOT 對電極之研究，實驗方法如圖 6-3-1 所示。

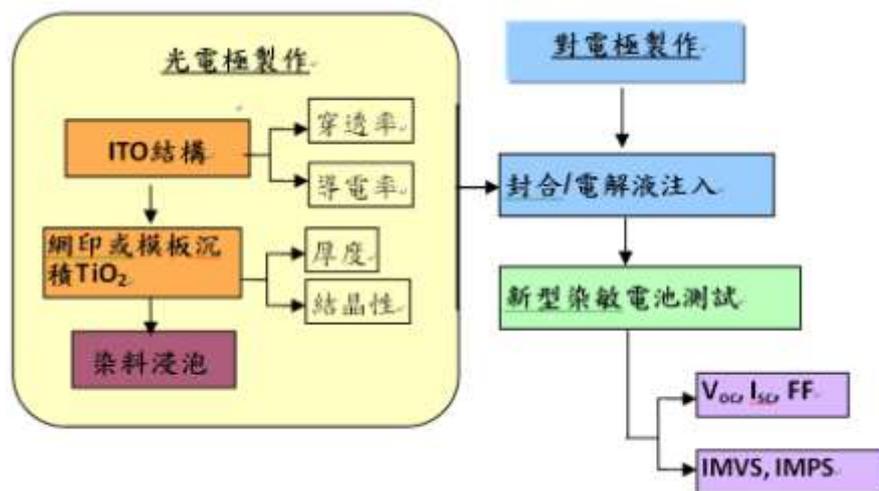


圖 6-3-1、DSC 研發實施方法

TiO_2 光電極的結晶性與孔隙度對染料吸附量及載子傳輸效率有極大影響，本分項計畫將分兩方面開發，一方面以傳統網印技術製備多孔性 TiO_2 ，藉由添加物的調配及燒結氣氛的控制獲取高孔隙度 TiO_2 光電極；另一方面利用模板沉積方式製備如圖 6-3-2 之 TiO_2 奈米管光電極，探討載子傳導特性，找出最佳光電極結構以提升效率。第一年已完成 DSC 實驗教材，完成網印多孔性 TiO_2 光電極與奈米 Pt 對電極之 DSC，亦研製出 $\text{SnO}_2/\text{TiO}_2$ 核殼奈米管柱。第二年除傳統 DSC 製程與汽車結合外，光電極將開發出高表面積核殼奈米結構 DSC；對電極則希望開發新型 CNT/PEDOT 對電極。

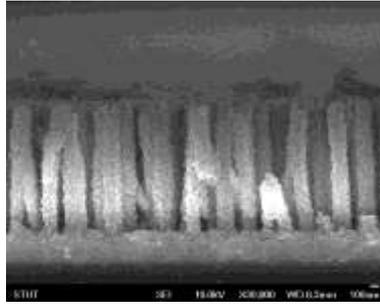


圖 6-3-2 本子計畫主持人已完成之 $\text{SnO}_2/\text{TiO}_2$ 核殼奈米管柱

子計畫 3-2：LED 汽車頭燈設計

傳統上汽車頭燈採用鹵素燈或 HID(High Intensity Discharge Lamp) 氙氣燈，但由於 LED 光源具有節能、壽命長、反應快、耐震動、環保等優點，因此無論是國內外車廠或車燈廠，無不努力朝 LED 燈具發展，並將 LED 廣泛應用於車上的所有燈具。在 2007 年，AUDI 汽車原廠表示，LED 頭燈與 HID 頭燈較傳統鹵素頭燈省電達到四倍；而 LEXUS 首席工程師認為 LED 頭燈的耗電量會再降低一半以上，即 LED 頭燈會較 HID 頭燈更省電。以 Philips Lumileds 專為車燈所推出的高功率 LUXEON Altilon 4 晶 LED 為例，依據其產品資訊推估，其光電轉換效率已達 73 lm/W。LED 燈具使用壽命長達上萬個小時，較鹵素燈的 1 千個小時，HID 燈的 2 千 5 百小時更佳。

雖然 LED 頭燈有上述的優點，但目前只有極少數的車種使用，其關鍵在於 LED 的出光效率仍太低及散熱問題，兩者均會大幅提高 LED 頭燈的成本。其實出光效率的提升，對於應用於各種照明用途的 LED 都是非常重要的，因為它直接影響到節能效果及燈具成本。目前白光 LED 的製作以 GaN 藍光 LED 加螢光粉為主，所以我們選擇以 GaN 藍光 LED 為平台。LED 照明研發第一年聚焦於提升 GaN 藍光 LED 晶片出光效率之結構的研究，本分項計畫第一年已完成無微結構及有微結構的 InGaN LED 晶片的光取出效率的研究，模擬的微結構為上表面粗糙化及上表面加微半球兩種。

本分項計畫第二年主要為完成 LED 汽車頭燈的光學設計。本計畫團隊的老師曾參與傳統汽車頭燈的光學設計，圖 6-3-3 為當時所設計頭燈的成品及實測的近光燈光型。LED 光源與傳統光源的車燈設計，雖然都是利用光學的反射及折射原理，但是由於光源的尺寸、形狀及發光場型迥異，所以兩者的設計仍有相當大的差異。本分項計畫預計以知名 CAD 軟體 CATIA 繪製車燈的多重反射鏡，再透過 RHINO 將其轉檔成光學模擬軟體 ASAP 可接受的 IGES 檔，然後將此 IGES 檔輸入到 ASAP，並於 ASAP 將系統的相關參數設定好，便可以 ASAP 模擬車燈的輸出光型。最後再以「車燈配光驗證軟體模組」檢查光型是否符合歐規或美規。若不符合規範，便必須回到 CATIA 修改車燈的多重反射鏡，再重複上述的步驟，如圖 6-3-4 所示。

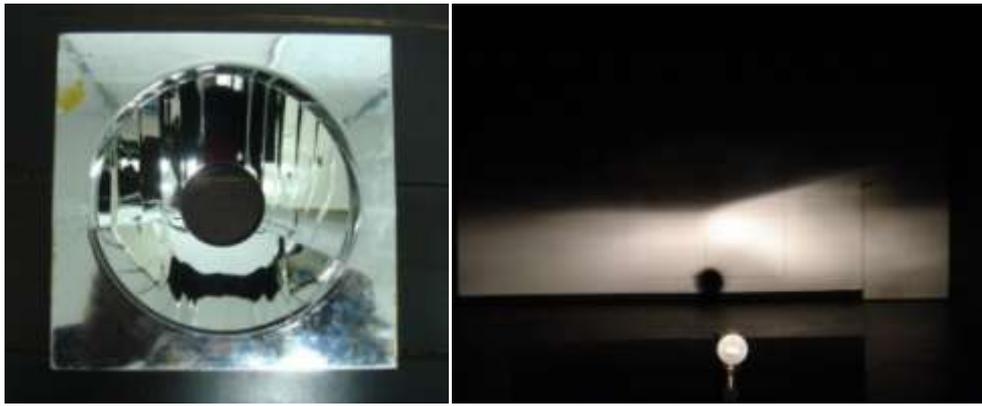


圖 6-3-3、傳統頭燈的成品及實測的近光燈光型

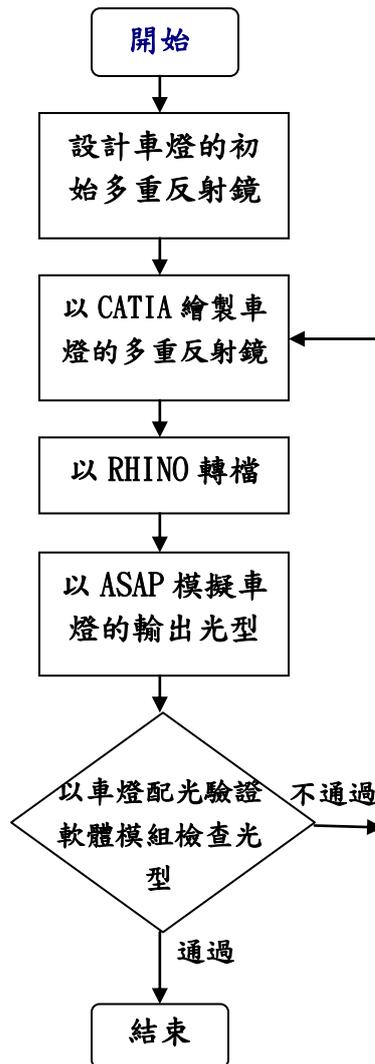


圖 6-3-4、LED 汽車頭燈的設計流程

子計畫 3-3：LED 燈具及散熱共構設計

隨著 LED 製作技術日益提升，LED 亮度也不斷被提高，使白光 LED 有機會成為未來汽車照明之光源。但如上一節所述 LED 用於汽車照明的關鍵除在於出光效率外，散熱問題亦非常重要，本分項計畫將從已經完成光學設計的 LED 燈，結合散熱機構設計，以模具製作方式加以進行教學與研發，

項目包含下列：

1. 模具材料與熱處理

針對模具使用材料壽命之增進與產品加工精度的提升，需針對模具材料之微結構與機械性質、模具熱處理對模具壽命之影響、模具表面加工對產品精度之影響等等加以研析。

2. 模具設計與分析

以模具設計將朝向 CAD/CAM/CAE 電腦輔助設計與製造發展，因此將研析各種製程與加工模擬分析及設計軟體，以及建立模具相關之專家系統。

3. 模具加工與組裝

針對非傳統加工、微細加工法與超精密加工法對模具製造方法精度控制與品質提升之探討，研析各製程對模具材料殘留應力、微結構、硬化、表面粗糙度等之影響、快速造模技術之應用分析與探討、拋光技術等之研究。

4. 模具檢測技術

以各種傳統及新興精密量測原理，應用於模具尺寸精度、幾何結構、表面及機械性能等各項研究，研析模具及產品精度檢測、模具表層特性檢測與模具線上檢測技術等等之研究。

5. 燈座散熱量測

透過車輛靜態與動態的溫度量測、散熱模組的設計與參數分析、模擬資料比對與成車驗證測試等，將能開發出適用於車輛的車燈散熱模組。

本校已將微米級加工設備與微米級檢測設備列為兩大主軸，其中微米級加工設備如微型車床、微型銑床、微放電加工機等已用於製作微透鏡、非球面鏡、光波導、微結構等精密模具之加工，而微奈米級檢測設備則已投入 3D 的量測，其中奈米三次元量測儀可作為 LED 燈具模具之量測與檢測之用。

本分項計畫 LED 燈具之模具將採精微放電加工來製作，並進行模具相關課程之教學。精微放電加工屬於微細加工領域，包含了微放電加工 (micro-EDM) 與微細線放電加工 (micro-WEDM)，可面對材料多樣化、尺寸微細化、形狀複雜化、特徵微細化與尺寸高精度化之要求，因此可用於精密成形模具製造或直接以加工方式製造各式精微元件。目前微放電加工加工精度可達 $\pm 1\mu\text{m}$ ，且最小加工尺寸可達 $10\mu\text{m}$ 以下，且由於微放電加工具有不受材料強度影響，加工時電極與工件沒有直接接觸，因此不會有接觸力等等優點，都使得微放電加工的發展備受重視。微細放電係以脈衝能量來加工，利用加工用電極與被加工物之間隙中有雙電性加工液，加入電壓後，加工液中的自由電子因而排列成一細橋式通路，進而引發電弧柱，產生高溫將加工物表面材料蒸發或是融化，並經由加工液將之帶走達成將材料移除，且在放電加工面上形成淺坑，以及熔融組織、飛濺物等放電加工特有的形貌，如圖 6-3-5 與圖 6-3-6 所示。

對於車燈的散熱設計方面，一般散熱系統解決電子產品散熱之方式，大多通過傳導、對流與輻射方式將熱排出至周圍環境，降低電子產品的運轉溫

度，以維持系統工作的穩定度及可靠度，而本分項計畫將採用將 LED 貼覆於燈座載板的散熱模組端，利用散熱模組作為 LED 燈具散熱的教學與實際熱傳機制。

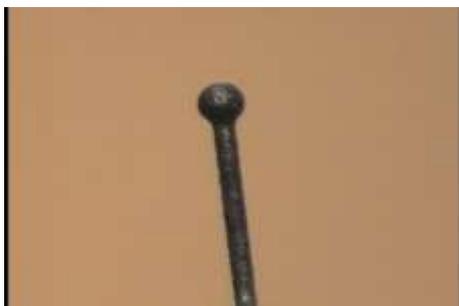


圖 6-3-5 直徑 50 μ m 碳化鎢球型探針

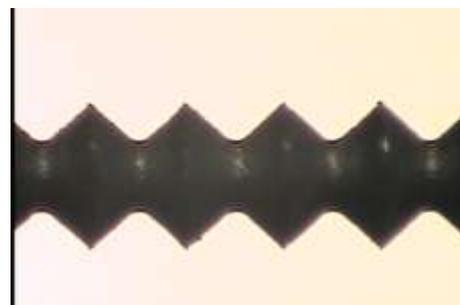


圖 6-3-6 微放電加工之 V-cut 微結構

6.4 子計畫 4：太陽能模組製造與檢測技術

根據集邦科技分析部門 EnergyTrend 調查指出，太陽能市場對於高效率產品的需求熱度不減，主要需求集中在 17% 以上的產品，且可比 B grade 產品高上 30%~50% 的報價。不過，首先台灣太陽能晶片廠仍以多晶產品為主，轉換效率超過 17% 以上的產品在整體比例上偏低，因此如何提高產品晶片效率攸關各廠的獲利狀況。再者，由於市場端對於高效率晶片模組產品的需求持續提升，因此愈來愈多廠商關注 N 型產品的發展趨勢。但是廠商要導入 N 型產品，在基板、晶片、模組封裝部分都要重新投資相關設備，因此無法僅單一廠商進行導入 N 型產品的規劃。

目前本團隊已完成 PV 模組製造技術，可完成各式各樣 PV 模組之銲接與封裝，如圖 6-4-1。本團隊亦針對 PV 模組檢測及系統性能評估等問題進行一連串的研究與開發。歷經數年摸索開發出來的技術，如晶片系統設計、性能評估與輸出效率量測等技術，也通過澳洲三千公里太陽能車越野競賽的考驗，成為太陽能車參加競賽的重要助力。在此基礎上，本團隊持續與多家廠商合作開發太陽能電池銲接技術，目前已完成太陽能模組銲接品質測試程序與檢測環境，同時也累積不少寶貴經驗。未來如何強化提升 PV 模組的檢測能力與建立模組壽命衰退模式，以因應目前高效率 PV 模組市場的需求，是本團隊研發重點方向。未來將與南科園區的太陽光電產業緊密合作，培養更多優秀人才，共同為 PV 產業研發努力。

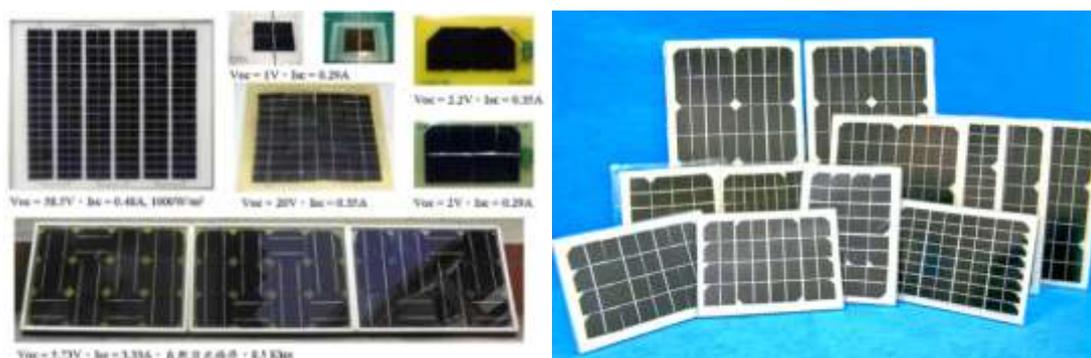


圖 6-4-1 自製各式 PV 模組與樣品

由於矽晶太陽能電池的轉換效率較高，目前仍是太陽光電市場主流，因此矽晶圓的出貨可維持穩定成長。現今全球各種太陽能電池發展情形，應用最普遍的為單晶矽、多晶矽、非晶矽等三種太陽能電池，2004 年其市場佔有率分別為單晶矽 28.6%、多晶矽 56.0%、非晶矽 3.4%，其中由於多晶矽太陽能電池晶片製作成本較低的優勢，所以成長速度最快。多晶矽晶圓生產成本遠低於單晶矽晶圓，而且其轉換效率已提升拉近與單晶矽電池的差距，未來仍是市場主流。然而矽晶太陽能電池欲維持其市場佔有率，現階段仍有許多問題待克服，其中最重要的是如何提高模組整體的轉換效率和確保模組的使用壽命，尤其多晶矽材料市場佔有率越來越高時，了解鑄造多晶矽製造過程中晶體缺陷的形成與成長特性，和其對多晶矽載子傳輸行為及晶界對於電池效率的影響，是尋求提升多晶矽太陽能電池效率不可迴避的問題。因此，深入了解材料特性與模組損壞原因，研發相關檢測技術並建立模組衰退模型是當務之急。

本子計畫第二年進度將針對太陽能模組製造與檢測技術，持續進行測試與改良；針對 EL 影像開發自動分辨技術，並對不同銲接實驗進行測試與比對；本分項計畫已建立使用渦電流偵測晶片銲接品質的檢驗步驟。第二年擬探討使用超音波來檢測模組銲接缺陷惡化之可行性；本分項計畫擬改良現有結構，製作實體大小模組並測試新式太陽能模組的可靠度。分項計畫之具體內容如下所述：

子計畫 4-1：電致發光影像自動分析技術

近年來，太陽能晶片製造廠商都朝著降低製造成本與提高晶片轉換效率為目標，對此太陽能晶片檢測技術能區分優劣晶片與模組，有效提升產品最後效率，故其角色十分重要。傳統所使用晶片 IV 曲線技術雖可以獲得太陽能晶片開路電壓、短路電流與最大功率點等重要參數，但無法得知晶片的微缺陷及損壞處。相對地，螢光影像技術可以快速得到太陽能晶片隱裂處、表面電極斷裂與轉換效率不良區域。螢光影像技術一般分為光致螢光（Photoluminescence；PL）與 EL 兩大類。PL 利用雷射為激發光源，使太陽能電池中處於基態的電子吸收能量後進入激發態，當激發態的電子回到基態時會放出螢光，經過 CCD 感光後由電腦計算便可將影像顯現出來。EL 利用順向偏壓輸入至太陽能晶片中，使產生紅外光，同樣經過 CCD 感光後可得灰階影像。由於發光強度與少數載子擴散長度、電流密度有關，螢光影像因而會形成不均勻的暗部。由其灰階強度的對比可以了解到太陽能晶片的內外部缺陷（如串並聯電阻、裂紋等）。EL 與 PL 相比不需要雷射激發裝置使用成本大大下降，更有著能夠快速檢測、受外在環境影響小，可做大面積檢測與使用簡單等優點。

目前市面上雖然有販售整組 EL 機台，但輸出之圖型仍須以人工判讀，花費大量操作時間，且準確度誤差較難控制。此外為了將 EL 機台模組化，已能搭配不同型號之 IR-CCD，我們想開發出自動判讀的系統，來判讀和標記太陽能電池有問題之區域。屆時可減少人工判讀時間，降低製造成本。

另由文獻可知，矽晶片缺陷受激時會發射出~ 1800 nm 的紅外線，然而 CCD 對於長波長輻射的吸收強度較弱，CCD 影像並不清晰。在經費允許範圍，擬使用 III-V 族 CCD 來擷取缺陷影像並與一般 EL 影像比對。

我們擬使用 Matlab[®] 程式來進行自動判別工作，以減少開發程式所需要時間。缺陷檢測流程如下，擷取 EL 影像後先設定 ROI (Region of Interest) 區域，計算此範圍之整體亮度值。當太陽能電池出現瑕疵時，可能導致整體亮度不足，所以當整體亮度值低於設定門檻時，即判定該電池失效。若符合設定值，則進入下一階段巨觀缺陷檢測，包含燒結、暗區、斷線等缺陷；最後進行微缺陷檢測，主要檢查是否出現微裂縫(micro-crack)。最後依缺陷種類和多寡將晶片分類輸出。

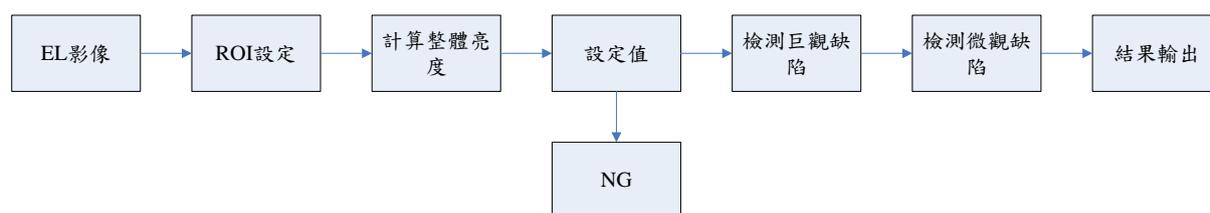


圖 6-4-2、EL 影像缺陷檢測流程

本分項計畫擬針對巨觀缺陷開發自動判別程式，圖 6-4-3 為檢測流程圖。待測影像與設定之基準亮度比對，若待測亮度比基準亮度小到一個程度，表示該區的發光效率不佳；接下來根據設定亮度差值的閾值，進行二值化處理。處理過後，大於閾值區域的灰階值重設為 255，其餘的重設為 0。接下來進行區域聯合(connection)的處理，將相鄰灰階值為 255 的像素點，聯集為同一區域，處理後可得到多個區域資料，包含位置與區域大小。再根據區域大小濾除面積過小的區域，剩下的區域即為缺陷所在的區域。由於二值影像較容易儲存、處理與辨認，故可將灰階影像經過處理而成二值影像，進而進行下一步驟影像處理，如影像分割，邊緣檢測，細線化，骨架抽出等。因此二值影像信號處理在影像辨識處理中佔有重要地位。

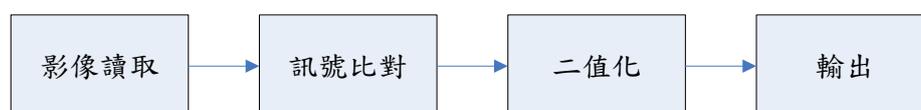


圖 6-4-3、巨觀缺陷檢測流程

此外，第一年實驗結果顯示，高銲接溫度所產生的熱應力易導致太陽能晶片損傷，且晶片本身及銲接的機械性質也會影響其效能。故我們擬使用製作不同種類無鉛銲錫，觀察多晶矽太陽能晶片銲接品質變化情形，以及其銲點的金相微結構組織，並配合其機械特性量測以了解晶片銲接的狀況並判定其損壞主要發生在哪些階段。一般而言，對於鉛錫銀銲料，35%左右的模組損壞發生於銲接和封裝過程中。雖然銀顆粒可固溶強化銲料和銀膠間的機械性質，但降低模組損壞比例之原因仍是不清楚，是未來探討的重點。

子計畫 4-2：太陽能晶片銲接檢測技術

本分項計畫第一年探討應用渦電流於檢測銲接品質的可行性。我們使用渦電流檢測多晶矽晶片之銲接品質。我們先以人造裂縫及不同銲接參數之樣品來調整渦電流訊號，並使用滑軌進行自動檢測以減少手動之不穩定性。渦電流實驗顯示，空銲與實銲之渦電流訊號明顯不同，且與拉力測試實驗相似。未來若能結合其他線上檢測技術，可建構相當有力晶片銲接之線上檢測工具。第 2 年度擬探討超音波在模組品質檢測的可行性。超音波也是傳統非破壞檢測技術之一。人類能聽見的音波頻率為 16~20 kHz 之間，若震盪頻率高於此範圍，人類則無法聽見，稱其為超音波，一般所使用的頻率約在 0.5~25MHz 之間，其中以 1~5MHz 之頻率最常使用。超音波原理主要是利用壓電材料製作探頭。探頭多半兼具發射與接收超音波之雙重作用。當探頭通以交流電時，壓電晶體會形成薄厚變化而產生壓縮震盪現象，進而發生高頻震盪而產生超音波，藉以發射進入受檢測物中。當反射回波撞擊探頭時，壓電晶體會使其轉換成交流脈波訊號，可於示波器中顯示。超音波檢測利用高頻震盪產生音波能量，再導入材料內部，藉以檢測材料表面或內部缺陷，或者輔助分析材料特性之變化。當音波能量能夠完全穿透受檢測之材料實，也可進行材料厚度檢測。另外，超音波檢測技術之運用，不論是檢測金屬或非金屬物件皆可使用，此優點使其在非破壞檢測技術中被應用的更加廣泛。超音波檢測技術主要檢測方法有兩種，直束檢測法與斜束檢測法。因為受測物本身材質特性、製造與製程方法不同的影響，而產生各種不同形式的缺陷，其被檢測出來時所產生訊號也會有所不同。本計畫擬採用直束檢測法。

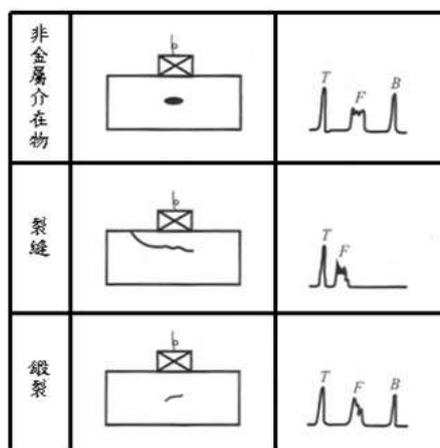


圖 6-4-4、超音波檢測缺陷種類與訊號特性

現階段市面上所販售的太陽能模組，僅在製程結束時經由 EL 影像檢測技術進行模組檢測。而 EL 影像並無法清楚判別模組銲條脫離晶片的狀態，即浮銲情形。本分項計畫擬進行一系列模組銲接與老化實驗，研究利用超音波技術偵測模組浮銲的準確度，再與 EL 影像進行比對，以及分析 IV 特性、功率衰退與模組損壞的關聯性。

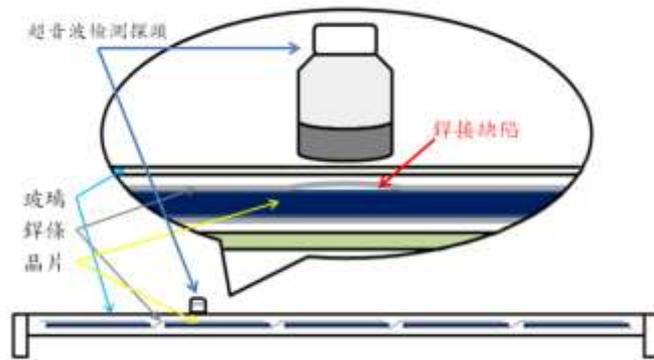


圖 6-4-5、應用超音波檢測 PV 模組示意圖

子計畫 4-3：新式太陽能模組設計與測試

本分項計畫是延續第一年「低溫 PV 模組封裝製程之研發」，再進一步利用自然循環式水系統提供動力，促使模組內之水分子吸收紅外線之熱能，以達成 PV 模組之低溫化提高模組效率，而所吸收之熱能亦可加熱系統內的水，並輸送至熱水桶加以利用，亦即結合 PV 模組發電與太陽能熱水器之雙重功能，使得其效益大幅提高。

本計畫以 CAE 電腦模擬方法，探討模組內流體之流場分佈，並分析各項參數其對模組性能之影響。首先以 CFD 自然對流之流動模式來模擬模組內流體側流場之流動情形，研究其速度場、壓力分佈及溫度分佈等，進而分析各項參數，如熱水桶容量、玻璃板流道間距、水管直徑和配置等，分析其對冷卻性能之影響，找出最佳化之設計，並規劃實際模組進行實驗，與理論分析和電腦模擬互相比較，以求得最佳結果。

太陽能晶片多以半導體製程來製作，其發電原理為吸收太陽光並透過的 PN 接面使其產生電子與電洞，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再由導線傳輸至負載。太陽輻射光譜主要以可見光為中心，波長從 0.3 微米的紫外光至數微米的紅外光為其主要分布範圍，換算為光子能量則大約在 0.3 ~ 4.0 eV 之間，因此能隙在 1.3 ~ 1.7 V 範圍內之材料會具有較高的光電轉換效率。如上所述，太陽光光譜可細分為紫外線光譜(< 380 nm)、可見光光譜(380 ~ 760 nm)、紅外線光譜(> 760 nm)，不同波長之光線對物質產生的作用不盡相同，其中以紫外線光譜波長最短、能量最高，可產生強烈之化學、生物作用與激發螢光等；紅外線光譜波長最長、能量最低，且紅外線有顯著的熱效應，被物體吸收後主要引起熱效應；而可見光因其頻率範圍較寬，被物體吸收後也可轉變為熱能。一般粗略分類，紫外線約占太陽輻射光譜總能量之 5%，可見光約占 50%，紅外線約占 45%。

由於太陽能晶片吸收低於能隙的紅外線只會造成晶片溫度上升，不能產生有用的電能。而當晶片溫度大幅上升時，晶片會出現功率衰退現象，導致 PV 模組效率的下降。由於晶片對紅外線波段無法吸收，所以選擇能吸收紅外線之水作為其隔熱層，水除了具有吸收紅外線之特性外，傳熱速度較慢與穿透率極高之特性也是優點。藉由上述特性，配合循環系統帶走熱能來使晶片降溫，達到晶片效率穩定之需求，並將循環後之熱水提供於其他用

途。

本計畫實驗驗證部分，先以繪圖軟體繪製立體構想圖，晶片封裝使用本實驗室之工業級封裝用真空熱壓設備進行，晶片選擇為單晶矽，焊接採用串焊方式，封裝時模組疊層之次序由上而下依序為強化玻璃，EVA，已焊接之晶片，EVA，Tedlar。兩種模組都選用功率為 200W 太陽能模組，其模組放置角度選擇 23.5 度，使晶片能獲得最佳發電功率。接著製作鋁框並於鋁框與晶片間預留空隙，使水能於中間流動。並配合使用自然對流傳熱現象，即利用熱虹吸原理，當水層內之水吸收晶片上所產生之熱能，密度將變小而升至儲水槽，其冷水由儲水槽下方流入模組補充，形成自然循環冷卻效果。最後於模組外接馬達負載及設置溫度感測器，以觀察其功率輸出與模組溫度變化情形。

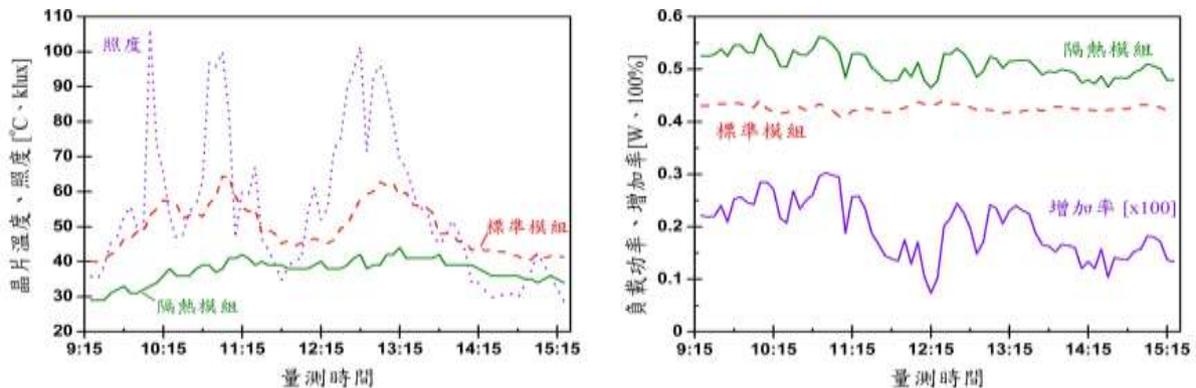


圖6-4-6、第一年成果，左為模組溫度—時間圖，右為模組功率—時間圖。

6.5 配套措施

執行本計畫之配套措施，可分以下五項來說明：

6.5.1 校內發展整合情形

本校工學院包共七個系和十二個研究所（含二個博士班），而數位設計學院則有三個系和三個研究所，並自九十年初陸續成立精密機械中心、光電半導體中心、奈米研究中心、新能源中心、與媒體與設計研究發展中心，並於 100 年完成能源工程館，因此有充足之研究人力參與本校重點科技計畫之研究。本校為擴大推動研究計畫與產學合作的量能，逐年整合研發團隊，以跨系（所）、研究中心之整合架構進行，具體整合型計畫案如三年國科會計畫「智慧型輕量化推動戴具之開發案」（機械系、電機系、視傳系），共補助 1,450 萬元；經濟部三年學界科專計畫「具特殊結構之滾筒模仁製作技術開發案」（機械系、光電系、成大），共補助 2,100 萬元；國科會私校研發計畫「高精度微型 CNC 綜合加工機與三維量測系統」三年補助 1,200 萬元；教育部自 97~99 年亦補助本校重點特色計畫 7,563 萬元。此外，本校近三年爭取產學計畫金額 2 億 9,252 萬元，承接政府部會計畫金額近 8 億元，申請專利超過 560 件、技術轉移案（含國科會小產學）超過 70 案；而為便於推動整合型計畫與展示研究成果，本校工學院於 97 學年度成立整合型研究計畫室。

國內電動車產業以代工及小型車輛為主，技術尚未自主化。本校配合經濟

部綠色能源政策，成立跨領域團隊，整合本校機械系、光電系、多遊系、精密機械中心、奈米研究中心與新能源中心之資源，目標在建立綠能智慧電動車研發中心，提供廠商從外型設計、輕量化材料之選擇與製造、機構元件與重要零組件開發、綠能光電產品之整合、以及底盤動力測試等整體性解決方案，讓合作廠商提升產品的功能，達到提高產品附加價值的效果。目前的核心成員為 20 位專任教授，各子計畫之人力配置規劃，如 6-2 所示。其各有專長之研究領域對於綠能光電與智慧型電動車科技具有互補效果，並且此團隊乃兼具技術發展與產業合作的特性為其優勢所在。

表 6-2 各計畫之人力配置規劃

| 計畫 | 名稱 | 負責教授 | 學歷 | 任務項目 | 預計培育投入人力 |
|-------|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 總計畫 | 綠能智慧電動車研發暨人才培育計畫 | 林克默副教授 兼新能源中心主任 (子計畫 4 主持人) | 德國萊茵大學結晶與材料科學博士 | 工作項目內容之規劃，工作進度追蹤與管制、太陽能模組技術 | - |
| 子計畫 1 | 車輛動力性能整合平台 | 許哲嘉副教授 兼機械系車輛組組長 (子計畫 1 主持人) | 國立成功大學機械工程博士 | 行車運動分析、底盤動力測試 | 碩士生 12 位、大學生 40 位 |
| | | 張炯堡教授 兼機械系副系主任 | 國立成功大學機械工程博士 | 電動空調 | |
| | | 劉全副教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 底盤動力測試 | |
| | | 彭守道教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 4WS 控制系統 | |
| | | 陳沛仲副教授 兼醫療輔具中心主任 | 國立成功大學機械工程博士 | 行車動能管理 | |
| 子計畫 2 | 輕量化車身及底盤結構分析 | 呂金塗副教授 兼機械工程系副主任 (子計畫 2 主持人) | 美國德州大學奧斯汀校區機械工程博士 | 碳纖維複合材料結構分析 | 博士生 1 位、碩士生 20 位、大學生 35 位 |
| | | 郭聰源教授兼工學院院長 | 國立成功大學機械工程博士 | 車體成形技術、精密接合技術、雷射鐳接、材料分析 | |
| | | 劉乃上副教授 兼機械工程系副主任 | 美國凱斯西儲大學機械工程博士 | 實驗應力分析、計算固體力學、生物力學、生醫材料測試、光通訊元件可靠度測試 | |
| | | 張華城助理教授兼多媒體與電腦娛樂科學系主任 | 國立成功大學工業設計博士 | 車輛外觀感性工學設計 | |
| | | 林儒禮副教授 | 國立台灣大學機械工程博士 | 固體力學、壓電力學、異向性彈性力學、波動力學 | |
| | | 瞿嘉駿助理教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 四輪轉向機構、機構設計、機構學 | |
| 子計畫 | 綠能與照明技術 | 鄭錫恩教授 兼光電工程系主任 (子計畫 3 主持人) | 國立成功大學材料博士 | DSC 電池教學及研發 | 碩士生 12 位、大學生 20 |

| | | | | | |
|-------------|--------------|---|------------------|---------------------------|------------------|
| 3 | | 吳文端助理教授 | 瑞士洛桑理工學院物理博士 | 液晶教學及應用研發 | 位 |
| | | 陳瑞堂助理教授 | 台灣大學化學博士 | 有機發光材料與元件、太陽能材料與元件 | |
| | | 林正峰助理教授 | 美國南加大電機博士 | LED 照明教學及研發 | |
| | | 戴子堯副教授 兼精密機械中心主任 | 國立成功大學機械工程博士 | LED 燈具及散熱共構設計 | |
| 子計畫 4 | 太陽能模組製造與檢測技術 | 林克默副教授 兼新能源中心主任 (子計畫 4 主持人) | 德國芙萊堡大學結晶與材料科學博士 | 太陽能模組技術 | 碩士生 8 位、大學生 15 位 |
| | | 李洋憲副教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 太陽能晶片電致發光技術之應用 | |
| | | 黃文勇副教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 太陽能晶片銲接檢測技術 | |
| | | 謝慶存副教授 | 國立成功大學機械工程博士 | 電腦輔助設計繪圖、熱機學、能源節約、太陽能模組設計 | |
| 2 年合計預估參與人力 | | 教授/副教授/助理教授 20 位、博士生 1 位 (1 位/年)、碩士生 52 位 (26 位/年)、大學生 110 位 (55 位/年) | | | |

6.5.2 本校現有設施

過去本校每年採購儀器設備費皆維持 1 億 4000 萬元以上之水準，用以充實或更新系所之教學研究與研究設備，使老師擁有優質的研究設施及環境，目前與本計畫相關之儀器，如表 6-3 所示。

表 6-3 本校現有設施

| 儀器名稱 | 用途說明 | 備註 |
|-------------------------------|-------------------------|----|
| 3D 掃瞄系統 | 將實體造形數位化，以進行數位運算與設計 | 1 |
| 快速成形系統 | 將數位造形檔案輸出為實體模型 | 1 |
| 記錄器 | 空調椅溫度實驗量測紀錄 | 1 |
| 紅外線熱影像儀 | 空調椅溫度實驗量測 | 1 |
| STAR-CCM+熱流分析軟體 | 熱流場分析模擬 | 1 |
| 熱指數計 | 空調系統熱舒適性量測 | 1 |
| 風速及溫濕度計 | 空調系統溫溼度量測 | 1 |
| Matlab 模擬軟體 | 控制系統模擬驗證 | 1 |
| Labview 2009 | 訊號處理開發軟體 | 1 |
| AD/DA 介面卡 | 訊號截取與輸出控制 | 1 |
| 影像伺服機構 | 影像伺服控制系統展示 | 1 |
| 電池放電測試實驗平台 | 以馬達外加負荷扭力為負載，進行電池放電測試實驗 | 1 |
| 車用動力管理發展系統 | 開發車輛電力管理之發展系統 | 1 |
| 雙軸式非接觸式光學速度計 | 可量測車輪車速 (縱向與側向)、車輪側滑角 | 2 |
| 專業版即時處理軟體 | 可設定圖形顯示、計算與儲存 | 1 |
| 電腦化引擎馬力試驗機及測試系統 | 測試機車引擎之輸出扭力和馬力等 | 1 |
| 汽車引擎測試台 | 測試汽車引擎之輸出扭力和馬力等 | 2 |
| 電腦化機車底盤動力計 | 測試機車之輸出扭力和馬力等 | 1 |
| 引擎燃燒分析系統 | 分析引擎燃燒室之壓力變化 | 1 |
| 熱指數器/KYOTO ELECTRONICS AM-101 | 量測車內溫度 | 1 |
| 熱傳導特性量測儀/KD2 PRO | 量測氣膜內熱傳導係數 | 1 |
| 風速計/Air40 | 氣膜內風速試驗 | 1 |
| 熱線式風速計/AVM440-A | 氣膜內風速試驗 | 1 |
| 精密型溫度顯示器/ISOTECH TTI-7 | 氣膜內溫度檢測 | 1 |

| | | |
|-------------------------|--------------------|-----|
| 電腦工作站 | 數值分析 | 1 |
| 手套箱 | 染料浸泡與封裝製程 | 1 |
| 濺鍍機 | 濺鍍電極薄膜 | 1 |
| 蒸鍍機 | 濺鍍電極薄膜 | 1 |
| 高溫爐 | 用高溫達到實驗效果 | 1 |
| 網印機 | 網印二氧化鈦膏 | 1 |
| 原子層沉積系統 | 成長 ITO 電極阻擋層 | 2 |
| 可靠度測試機 | DSC 穩定度測試 | 1 |
| 金相顯微鏡 | 導線影像觀察 | 1 |
| 四點探針量測 | 量測薄膜電阻 | 1 |
| 3310 分光計 | 光電極光學吸收特性分析 | 1 |
| XRD (X 光繞射儀) | 材料結晶結構分析 | 1 |
| 場發射電子顯微鏡 FESEM | 電極材料孔隙度分析 | 1 |
| Autolab 伏安儀 | DSC 光電特性分析 | 1 |
| 太陽能電池 IMPS/IMVS 量測系統 | 量測載子擴散長度 | 1 |
| IV meter (附 AM1.5 光源) | 元件 I-V 特性分析 | 1 |
| 加速老化測試儀 | 電極穩定性分析 | 1 |
| LED 光型量測儀 | 量測 LED 發光光型、光譜及光通量 | 1 |
| 多功能光學量測平台 | 量測發光面或點光源的輝度及光譜 | 1 |
| 照度計 | 測照度 | 1 |
| ASAP | 光學元件及系統的光學模擬 | 2 |
| FDTD SOLUTION | 以 FDTD 做波動光學的模擬 | 1 |
| 萬能拉伸試驗機 | 量測模具材料強度、變形量與疲勞 | 1 |
| 洛氏、勃氏硬度試驗機 | 量測模具材料表面硬度 | 3 |
| Jominy 硬化能試驗機台 | 量測模具材料淬化性能 | 1 |
| 熱處理爐 | 進行模具材料各項熱處理 | 2 |
| 研磨機 | 觀察模具材料微結構之用 | 3 |
| 拋光機 | 觀察模具材料微結構之用 | 3 |
| 光學顯微鏡 | 觀察模具材料微結構之用 | 2 |
| 掃瞄式電子顯微鏡 | 觀察模具表面形貌與測定其元素 | 2 |
| 放電加工機 | 模具雕模放電加工成型 | 2 |
| 微細放電加工機 | 模具精微加工、修整微細電極 | 1 |
| CNC 綜合加工機 | 模具切削成型 | 1 |
| 線切割放電加工機 | 模具線切割加工成型 | 1 |
| 模流分析軟體 | 射出成型參數、模具設計最佳化 | 10 |
| 塑膠射出成型機 | 製作燈具 | 1 |
| 游標卡尺、分厘卡、量表、塊規、角度規等基本量具 | 量測模具與燈具之精度 | 1 |
| 光學投影儀 | 量測模具與燈具之精度 | 1 |
| 表面輪廓儀 | 量測模具與燈具之精度 | 1 |
| 三次元測定機 | 建構模具與燈具之三維形貌 | 1 |
| 白光干涉儀 | 建構模具與燈具之三維形貌 | 1 |
| 手動點銲機 | 銲接太陽能晶片 | 2 |
| 真空熱壓封裝機/LAMINATOR 1016S | 層壓封裝太陽能晶片 | 1 |
| 熱風式太陽能晶片串銲機 | 進行晶片自動銲接 | 1 |
| 渦電流探傷機 | 太陽能晶片缺陷檢測 | 1 |
| 恆濕恆溫機 /RH-80L | 進行晶片老化試驗 | 1 |
| 熱影像儀 | 太陽能晶片缺陷檢測 | 1 |
| EL 影像儀 | 太陽能晶片內缺陷檢測 | 1 |
| 拉伸試驗機/INSTRON 5865 | 晶片機械性質量測 | 1 |
| IR 顯微鏡/光學顯微鏡 | 晶片截面觀察 | 各 1 |
| 多角度分光光譜儀 | 材料穿透率與反射率量測 | 1 |
| FE-SEM | 表面形貌與截面觀察 | 1 |
| TEM | 試片微結構與截面觀察 | 2 |

6.5.3 未來設施規劃

為有效執行本計畫，以建購未來永續發展之基礎，第二年擬增購實驗設備的規格與用途說明列於后第 9 單元經費需求。

6.5.4 課程規劃

本計畫中將配合規劃「綠能智慧電動車」系列模組課程，來完成一跨院整合之訓練學程，如圖 6-1 所示，由本校參與計畫系所負責人力培訓。基於本校師資、現有和擬購設備，本計畫在課程規劃上，將以「綠能智慧電動車」相關的理論、製造技術、系統組裝測試技術、與產品設計，融入大學部和研究所碩博士班課程，來推動此一跨科系整合之學程。

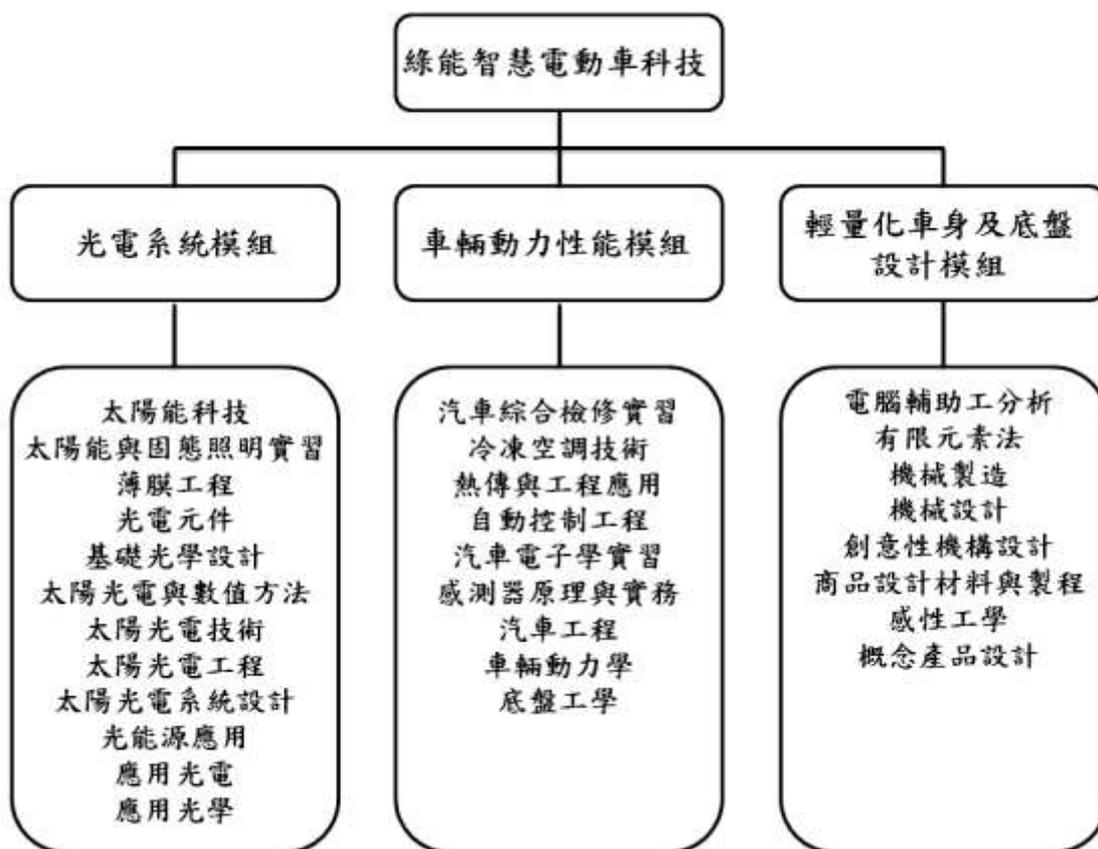


圖 6-1 模組課程規劃表

6.5.5 使用規劃與管理規劃

1 精密機械中心管理規劃：

- 1.1 使用前應填具申請表向管理委員會申請，核准後再按收費標準到本校出納組繳費。再由管理委員會通知申請者，按借用日期至本校使用。使用貴重儀器事先需專業人員指導認證後才能使用。
- 1.2 設有貴重儀器錄影監視系統與使用者刷卡系統。
- 1.3 聘有專門技術員來負責管理且各實驗機台均設有使用登記簿。

- 2 新能源中心管理規劃：
 - 2.1 使用貴重儀器事先需專業人員指導認證後才能使用。
 - 2.2 設備設有使用登記簿，若有故障應立即反映任課老師處理。
 - 2.3 提升技術服務之能力，以提昇儀器設備使用之績效。
 - 2.4 實驗室設備應愛惜使用，若發現有伺意破壞或偷竊者，按校規處理。
 - 2.5 實驗室設備以不外借為原則，上課前後應由值日生點檢並歸定位。

- 3 光電半導體中心使用規劃
 - 3.1 可自由進入潔淨室之人員如下：
 - 中心相關教師
 - 中心技術員、工作人員
 - 領有識別證之核可進入學生(由中心發給識別證)
 - 3.2 沒有被認可之學生，但須進入潔淨室者，應先向中心報備領取識別證配於胸前，並有第一項人員陪同在場始得進入。
 - 3.3 潔淨室在上班時間開放，欲在關閉時間進入，須為第一項之核可人員 2 位，並事先向中心登記獲准。
 - 3.4 無塵室水氣電設施，每日由值班管理員定時檢查，並詳填水氣電設施記錄表與保養記錄簿。
 - 3.5 無塵室定期總維護時間，停止儀器設備使用，以保障人員與機台安全。

- 4 奈米研究中心管理規劃：
 - 4.1 使用前應填具申請表向管理委員會申請，核准後再按收費標準到本校出納組繳費。再由管理委員會通知申請者，按借用日期至本校使用。使用貴重儀器事先需專業人員指導認證後才能使用。
 - 4.2 設有貴重儀器錄影監視系統與使用者刷卡系統。
 - 4.3 聘有專門技術員來負責管理且各實驗機台均設有使用登記簿。

(七) 實施進度(成效管考機制請另編列「計畫查核點」)

電動車產業是國家發展綠能產業重點項目之一，人才培育更是推動產業升級的關鍵所在。因此，本計畫以發展綠能光電與電動車技術，以及技術人才培育為重點項目。本計畫第二年度預定的實施工作項目及進度，如表 7-1 所示。

表 7-1 本計畫第二年度工作進度甘特圖

| 月次 | 第 1 月 | 第 2 月 | 第 3 月 | 第 4 月 | 第 5 月 | 第 6 月 | 第 7 月 | 第 8 月 | 第 9 月 | 第 10 月 | 第 11 月 | 第 12 月 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 工作項目及進度 | | | | | | | | | | | | |
| 總計畫：綠能智慧電動車研發暨人才培育計畫 | | | | | | | | | | | | |
| 設計並推動模組課程 | | | | | | | | | | | | |

8.2 行政支援及考核機制

電動車輛與綠能光電科技列為本校工學院中長期之研究項目，其中『綠色能源產業之製程與設備開發』及『智慧型輕量化移動載具之開發』項目是相關發展重點之一。機械系、電機系、視傳系及光電系負責相關技術之推動與教學。由於計畫之執行是透過工學院整合，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。本計畫主持人為本校能源中心主任，學養豐富。不論在技術研發支援或人才培育與成果推廣上，均有相當彈性的指揮能力。本校研發處亦全配合並支援本計畫之行政工作，研發處綜合負責全校學術研究、技術研發、智財管理、產業人才培訓、產學合作推廣、創業育成、技轉、就業輔導等工作。研發處設處長、副處長各一人，轄下依工作性質分成四組，分別為產學合作組、學術研究組、創新育成組與就業輔導組。並設置「產學策進會」，由校內外各領域產學專家與主管共組成委員會，以強化學校與產業界互動，增加媒合各類型產學合作機會。此外，由研發處處長負責召集校內具專利申請與技轉經驗之資深教授，成立專利技轉權益委員會，負責專利申請之審核；研發處處長並負責和各院院長協調整合管理本校 15 個研究中心，本校研發與產學合作運作管理系統，如圖 8-1 所示。

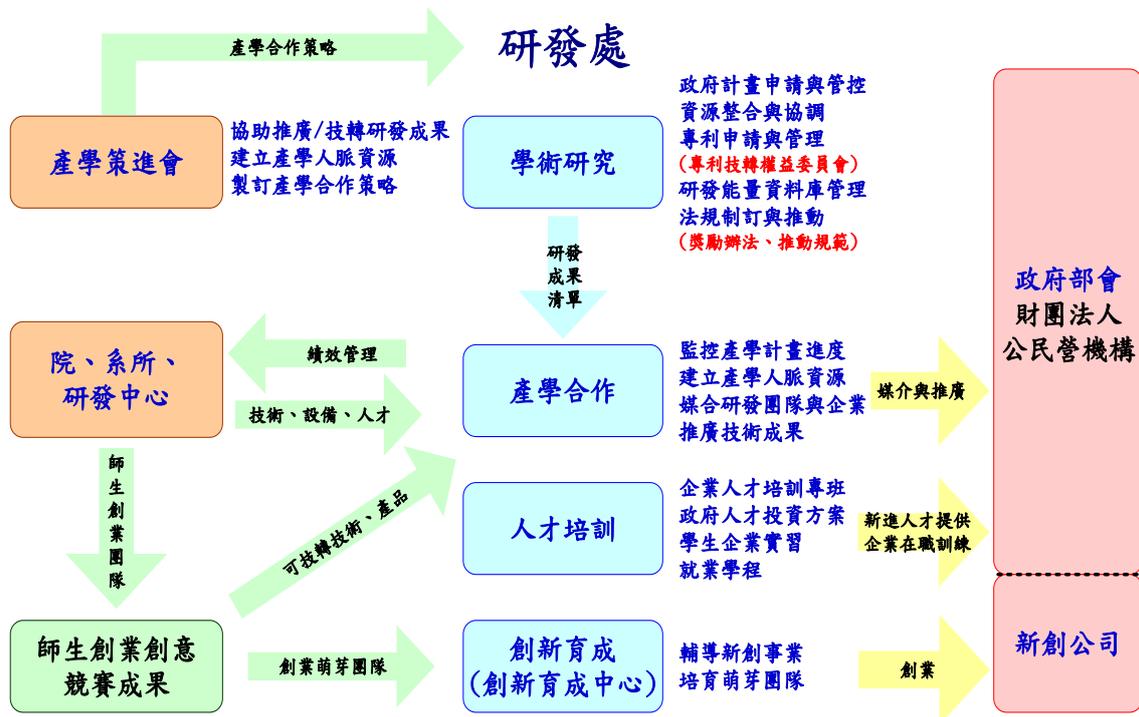


圖 8-1 本校研發與產學合作運作系統

對於計畫的執行，本校有完善的管考制度流程，其如圖 8-2，從訂定管理獎助辦法，建構親產學環境任務編組、KPI 管考，並由產業策進會檢視整體執行績效。



圖 8-2 推動策略與管理

8.3 計畫執行能力指標

為提昇教學研究之水準，塑造一流科技大學之學風，本校積極鼓勵老師承接政府機構、國科會、及公民營機構之專案研究計畫，訂有優渥的獎勵辦法。本校產學合作案：97 學年達 331 件，金額為 8,484 萬元；98 學年 465 件，金額為 1 億 1,237 萬元；99 學年有 474 件，金額為 9,531 萬元；三年合計共 1,270 件，金額達 2 億 9,516 萬元，如表 8-2 所示。平均每年約 423 件，金額約 9,839 萬元。獲政府部會計畫案補助亦由 97 學年 133 件、1 億 6,750 萬元至 99 學年 177 件、1 億 3,766 萬元；三年合計共 451 件，金額為 4 億 5,052 萬元。國科會計畫案金額則從 97 學年的 8,429 萬元至 99 年增加為 1 億 5,527 萬元，三年共獲 3 億 4,437 萬元。

本校學術研究上之成果所豐碩，期刊論文近三年共發表 666 篇，教師帶領參與國內外實作競賽，屢獲佳績，指導學生獲得專業証照數也大進步，如表 8-3 所示。

其他研究績效列示如下：

1. 執行大型整合計畫。例如經濟部在地型學界科專「具特殊微結構之滾筒模仁製作技術開發與其應用」計畫，獲補助共 2,100 萬元。
2. 連續多年獲教育部補助的生技產品試量產暨產品功能性評估技術研發中心與先進積體電路設計與應用技術研發中心。
3. 98 年 1 月獲得「教育部獎助大專校院發展區域產學連結績效計畫」審核通過，獲得獎助經費 900 萬元。
4. 97 年與 98 年通過經濟部工業局技術服務機構之服務能量認證：研究發展機構「服務能量 R1 及 R2 類」、資訊服務業之電子化工程服務機構

(IT 類)、檢驗及認驗證服務機構 (IN 類)、設計服務機構 (DE 類)，並獲頒合格輔導產業證書。

5. 榮獲中國工程師學會選為 97 年度「產學合作績優單位」。

參與本計畫教授在近三年之研發成果彙整列於表 8-4，計畫案共計 105 件、期刊論文 79 篇、研討會論文 191 篇、專利 (含申請中) 74 件、指導學生競賽獲獎 97 件，成果豐碩，顯示本計畫團隊有充份研發能力執行此一重點科技計畫。

表 8-2 本校 97 至 99 學年計畫件數金額表 (單位：元)

| 項次 學年度 | 產學合作 | | 政府部會 | | 國科會 | |
|-----------|-------|-------------|------|-------------|-----|-------------|
| | 件數 | 金額 | 件數 | 金額 | 件數 | 金額 |
| 97 | 331 | 84,843,309 | 133 | 167,498,643 | 126 | 84,291,857 |
| 98 | 465 | 112,365,052 | 141 | 145,360,784 | 144 | 104,806,133 |
| 99 | 474 | 95,307,362 | 177 | 137,658,347 | 240 | 155,270,597 |
| 合計 | 1,270 | 292,515,723 | 451 | 450,517,774 | 510 | 344,368,587 |

表 8-3 本校 97 至 99 年研究、競賽及證照成果統計

| 學年度 | SCI、SSCI、TSSCI、 AHCI、EI 論文(篇) | 申請專利 (件) | 獲得專利 (件) | 競賽獲獎 (件) | 專業證照 (件) |
|-----|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 97 | 226 | 203 | 102 | 310 | 5,085 |
| 98 | 236 | 171 | 147 | 366 | 9,522 |
| 99 | 204 | 188 | 171 | 457 | 9,425 |
| 合計 | 666 | 562 | 420 | 1,133 | 24,032 |

表 8-4 本計畫研究團隊近三年之研發成果

| 子計畫 | 政府部門計畫 | | 產學合作計畫 | | 期刊論文 | 研討會 論文 | 專利 (含申請 中) | 指導學生 專題競賽 獲獎 |
|-----|--------|--------|--------|--------|------|-----------|------------------|--------------------|
| | 件數 | 金額(仟元) | 件數 | 金額(仟元) | | | | |
| 一 | 12 | 6,304 | 8 | 844 | 23 | 40 | 21 | 24 |
| 二 | 20 | 7592 | 18 | 4975 | 24 | 60 | 33 | 33 |
| 三 | 11 | 32,358 | 19 | 4,040 | 24 | 57 | 11 | 5 |
| 四 | 3 | 1,893 | 14 | 3,695 | 8 | 34 | 9 | 35 |
| 合計 | 46 | 48,147 | 59 | 13,554 | 79 | 191 | 74 | 97 |

(九) 經費需求(須詳實、合理編列)

本計畫為跨院系整合之多年期計畫，規劃為兩年期，包括 3 個系及 4 個研究中心，20 名專任教授及超過 200 位學生參與。經費需求規劃如表 9-1 所示，其中每年學校配合款總和佔教育部補助款之 30%，詳細之經費項目列於表 9-2 與 9-3 中。

1. 經常門：第二年為 150 萬，其中包括業務費（行政、差旅、製作碳纖維車身等耗材）、舉辦兩場研討會及全國大專生綠能電動車專題競賽、邀請國內外學者演講參訪、課程及教材開發、技術推廣及成果發表，以及建置一部綠能智慧電動車。
2. 資本門：第二年為 495 萬元，主要包括幾項大型儀器設備採購、教學研究環境改善等。

表 9-1 本計畫之經費需求規劃單位:仟元

| 申請年度 | 資本門 | | 經常門 | | 合計 | | |
|------|--------|-------|--------|-------|--------------|------------|--------|
| | 教育部補助款 | 學校配合款 | 教育部補助款 | 學校配合款 | 教育部補助款(100%) | 學校配合款(30%) | 合計 |
| 第一年 | 5,500 | 175 | 0 | 1,475 | 5,500 | 1,650 | 7,150 |
| 第二年 | 4,950 | 0 | 0 | 1,500 | 4,950 | 1,500 | 6,450 |
| 合計 | 10,450 | 175 | 0 | 2,975 | 10,450 | 3,150 | 13,600 |

表 9-2 本計畫之資本門經費明細表單位:仟元

| 序號 | 設備名稱 | 用途說明 | 數量 | 單價 | 金額 | 經費來源 | |
|--------|-----------------------|-----------------------------------|----|-------|-------|-------|--------|
| | | | | | | 學校配合款 | 教育部補助款 |
| 第二年度經費 | | | | | | | |
| 1 | 汽車底盤動力計 | 測試車輛之輸出扭力和馬力等 | 1 | 2,200 | 2,200 | 0 | 2,200 |
| 2 | 車輛控制元件訊號擷取、分析系統 | 配合汽車底盤動力計，收集、分析控制元件之訊號。 | 1 | 120 | 120 | 0 | 120 |
| 3 | 數據處理連接器 | 8 通道 | 1 | 180 | 180 | 0 | 180 |
| 4 | 多視點擴增實境造形呈現系統 | 以虛擬視點呈現造形設計結果 | 1 | 200 | 200 | 0 | 200 |
| 5 | 延伸計量測系統 | 拉伸試驗精密位移控制與量測 | 1 | 580 | 580 | 0 | 580 |
| 6 | 霧度(Haze)量測系統 | 量測光學散射率 | 1 | 700 | 700 | 0 | 700 |
| 7 | 偏振儀 | 光源及車燈投射光偏振狀態的量測 | 1 | 300 | 300 | 0 | 300 |
| 8 | 桌上型個人電腦 | 光學模擬及設計 | 1 | 40 | 40 | 0 | 40 |
| 9 | 高溫加熱板+五段程序控溫 | DSC 用 TiO ₂ 與 Pt 對電極燒結 | 1 | 200 | 200 | 0 | 200 |
| 10 | 電腦工作站(主機、24"LCD、彩色輸出) | 數值模擬 | 1 | 60 | 60 | 0 | 60 |
| 11 | 超音波檢測儀 | 銲點品質評估 | 1 | 150 | 150 | 0 | 150 |
| 12 | 資料擷取系統 | 溫度、濕度、壓力量測 | 1 | 145 | 145 | 0 | 145 |
| 13 | 反射率測量儀附件 | 廣角檢測樣品架 | 1 | 75 | 75 | 0 | 75 |
| 合計 | | | | | 4,950 | 0 | 4,950 |

表 9-3 本計畫之經常門經費明細表單位:仟元

| 序號 | 項目 | 內容說明 | 數量 | 單價 | 金額 | 經費來源 | |
|--------|-------------|-------------------------------------|-----|-----|------|-------|--------|
| | | | | | | 學校配合款 | 教育部補助款 |
| 第二年度經費 | | | | | | | |
| 1 | 消耗性實驗材料 | 五金、化學藥品、電子材料、設備維修、電腦耗材、商品製作材料費 | 1 批 | 300 | 300 | 300 | 0 |
| 2 | 消耗性實驗材料 | 車身製作費、公、母模板、碳纖、膠、蜂巢板、真空袋等 | 1 批 | 650 | 650 | 650 | 0 |
| 3 | 消耗性實驗材料 | 玻璃基板、塑膠軟板、五金加工、化學藥品等、專題製作、各項研發所需之材料 | 1 批 | 150 | 150 | 150 | 0 |
| 4 | 產學研討會/ 觀摩活動 | 辦理相關觀摩活動及研討會之演講費、交通費與事務費 | 2 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| 5 | 綠能電動車競賽 | 舉辦全國大專生綠能電動車專題競賽(臨時工資、裁判費與事務費) | 1 | 150 | 150 | 150 | 0 |
| 6 | 臨時工資 | 網頁建置、市場調查、臨時助理費協助專案計畫 | 1 | 40 | 40 | 40 | 0 |
| 7 | 臨時工資 | 兼任助理處理文件與整理數據 | 2 | 40 | 80 | 80 | 0 |
| 8 | 雜支 | 資料檢索、差旅、文具用品、紙張、資料夾、郵資等 | 1 批 | 30 | 30 | 30 | 0 |
| 合計 | | | | | 1500 | 1500 | 0 |

(十) 預期成效及影響

10.1 預期成效

本重點特色計畫將以「綠能智慧電動車」技術開發為主軸，建立教育訓練與研究發展平台，除了發展智慧電動車基盤與應用技術，結合 LED 照明應用與車用 PV 模組設計，將成果以一部綠能智慧電動車展現。並將學術知識運用於實際應用上，冀能結合電動車輛產業與太陽光電產業共同開發電動車與綠能光電市場，提昇本校的實務研究能力與產學服務成效。本計畫技術指標之預期效益與各年度之預期績效績分列於表 10-1。而整體計畫執行成效列示如下：

1. 建構整合成果、測試與展示之「綠能智慧電動車」。
2. 完成車輛動力性能整合平台的建置，並結合南部汽、機車零件產業之改良研發，提供測試及分析的技術，形成綠能和節能研發應用平台。
3. 新能源中心將建立完整的材料檢測和製程檢測線設備及研發技術；計畫配合產學同步進行。
4. 建立綠能智慧車課程模組，配合省油車、省電車、燃料電池車、太陽能模型車和太陽能模型船等專題製作並參加全國性比賽。
5. 設計與推動相關課程、跨院系課程模組，每年至少舉辦 1 次國際或 1 次國內學術研討會及成果發表會。
6. 舉辦全國性大專生綠能電動車專題競賽，鼓勵學生從實務製作中學習現代能源技術以及培養節能減碳觀念。

7. 培育具跨領域、創造力、太陽光電專業、LED、智慧電動車、國際觀之優秀人才。預期每年培育 300 個大學生及 50 個碩博士生。
8. 積極與產業互動及技術交流，大學部研發融入教材至少 17 門，研究所研發融入教材至少 6 門，每年產生 5 至 6 個產學合作計畫。
9. 鼓勵學生以智慧電動車科技與綠能光電為主題，參與校外相關專題競賽，每年可培育至少 40 名學生(10 個隊伍)參加競賽，至少 15 項全國性比賽獲獎。
10. 積極與國外學者專家作技術交流，每年至少邀請一位智慧電動車科技或綠能光電科技之海外學者專家進行短期課程訓練及技術交流，以提昇本校相關技術。
11. 執行本計畫之師生參加國際學術研討會議，預計每年將有 2 人參與國際會議。至少發表 26 篇研討會學術論文和 8 篇 SCI/EI 論文。
12. 每年至少爭取大型研究計畫及產學計畫，提昇重點實驗室之研究能力。通過國科會研究案 8 件

表 10-1 本計畫各年度之預期績效

| 年度 | 模組(組) | 教材(門) | | 專題製作報告(篇) | 研討會/成果展/專題競賽(場) | 競賽獲獎(件) | 研討會論文(篇) | SCI/EI 論文(篇) | 專利(件) | 產學合作案(件) | 國科會研究案(件) | 備註 |
|----|-------|-------|-----|-----------|-----------------|---------|----------|--------------|-------|----------|-----------|----|
| | | 大學部 | 研究所 | | | | | | | | | |
| 一 | 3 | 8 | 3 | 8 | 1/1/0 | 15 | 24 | 10 | 3 | 6 | 8 | |
| 二 | 3 | 9 | 3 | 10 | 2/1/1 | 18 | 26 | 8 | 3 | 7 | 9 | |
| 總計 | 6 | 17 | 6 | 18 | 3/2/1 | 33 | 50 | 18 | 6 | 13 | 17 | |

表 10-2 本計畫之查核點

| 子計畫 | 查核點編號 | 查核點名稱 | 內容說明 |
|-------|-------|--------------|--|
| 總計畫 | 1 | 車身與底盤修改 | 1. 修改現有車身與底盤之接合 2. 車身電路之製作與測試 (預計 2012/7/31 完成) |
| | 2 | 整車測試 | 1. 4WS 控制移至實車與測試 2. 裝置 LED 頭燈、PV 散熱系統和 DSC 電池 3. 空調椅製作與測試 (預計 2012/10/31 完成) |
| | 3 | 研討會、專題競賽、成果展 | 1. 兩場研討會，分別於 6 月初和 10 月初舉行 2. 一場專題競賽預計 9 月中舉行 3. 成果展預計 11 月中舉行 |
| 子計畫 1 | 1 | 電動車暖氣之開發與測試 | 1. 完成模擬分析、設備建置與實驗測試。 |

| | | | |
|-------|---|--|--|
| | 2 | 實車的 4WS 控制製作與驗證 | 1. 將現有模型上 4WS 控制移至實車並測試。 |
| | 3 | 能源管理系統建置技術 | 1. 整合電動空調及電池電力之資料； 2. 車身電路之製作與測試。 |
| | 4 | 車輛動力性能試驗平台 | 1. 完成車輛動力性能試驗平台採購與測試。 |
| 子計畫 2 | 1 | 車輛造形設計 | 1. 擬完成汽車造形感性模型設計； 2. 擬運用 UNITY 3D 遊戲引擎完成造形支援系統。 |
| | 2 | 輕量化車身製作 | 1. 完成底盤聯結車身結構製作； 2. 完成太陽能散熱裝置。 |
| | 3 | 車體組件結構分析 | 1. 複合材料組件結構分析； 2. 複合材料實驗測試。 |
| | 4 | 4WS 核心機構 | 1. 4WS 核心機構改良與測試； 2. 變速器模型教具製作。 |
| 子計畫 3 | 1 | SnO ₂ /TiO ₂ 核殼奈米柱 DSC | 1. 完成 SnO ₂ /TiO ₂ 核殼奈米柱 DSC 電池之製備與效率分析。 |
| | 2 | DSC 與汽車結合 | 1. 將 10*10 平方公分以上之 DSC 與綠能電動車結合。 |
| | 3 | CNT/PEDOT CE | 1. 完成 CNT/PEDOT 對電極備製與阻抗分析 |
| | 4 | LED 汽車頭燈光學設計 | 1. 完成以 ASAP 設計 LED 汽車頭燈 |
| | 5 | 微放電加工表層特性分析 | 1. 完成精密模具表面之加工 |
| 子計畫 4 | 1 | EL 影像技術 | 1. 完成 Matlab 程式撰寫 EL 影像之判別步驟； 2. 完成不同銲料之銲接實驗與分析。 |
| | 2 | 模組銲接品質之非破壞檢測 | 1. 完成超音波檢測模組銲接缺陷之可行性分析； 2. 完成模組樣品經老化實驗之 EL 影像分析。 |
| | 3 | 新式太陽能模組設計與測試 | 1. 完成新式太陽能模組 CFD 模擬分析，並優化模組參數； 2. 完成新式太陽能模組製作與測試。 |

10.2 預期影響：

本計畫利用智慧電動車為基盤結合綠能應用技術，建立本校跨院系整合典範（工學院：機械系、光電系、精密機械中心、奈米研究中心、新能源中心、光電半導體中心；數位設計學院：多媒體與電腦娛樂科學系），提供不同領域師生整合研發平台以符合產業需求並提昇教學與研究水準。

1. 建立一個完整的「綠能智慧電動車」科專技術研發團隊進一步將成果推廣至產業。
2. 車輛動力性能整合平台的建置完成，不僅提供本計畫中電動空調 4WS 機構及控制、行車動能管理、行車運動分析和底盤動力測試等 5 項研發技術串接應用在整車設計上，更可整合太陽能、燃料電池、油電混合等動力系統，並結合南部汽、機車零件產業之改良研發，提供測試及分析的技術，永續發展形成綠能和節能應用平台。
3. 利用高效率車用 DSC 的研發結合提供作為車內散熱技術的電源；低成本高效率 LED 研發結合精密機械製造燈殼與散熱模組將使教學與研發更符合產業面，如茂迪的太陽能天窗、提維西的車燈設計等。
4. 流線感性的造型加上節能是智慧電動車研發的重點，透過碳纖複合材料

- 車體成型技術和輕量化車身底盤結構的研發及結合太陽能電池與模流散熱及 4WS 機構設計，將使參與學生更深入了解節能設計的重點性。
5. 從太陽能晶片電致發光之應用研發到晶片銲接製程及線上 PV 材料檢測到模組封裝製程的研發，本校新能源中心將建立完整的材料檢測和製程檢測設備及技術；計畫配合產學同步進行，不僅培育材料檢測設備研發所需人才，亦使畢業學生與產業馬上銜接。
 6. 建立綠能智慧車課程模組，配合省油車、省電車、燃料電池車、太陽能模型車和太陽能模型船等專題製作並參加全國性比賽，以培育具智慧電動車和綠能光電之技術人才。
 7. 舉辦智慧電動車和綠能相關研討會以增廣相關知識和資訊。
 8. 搭配智慧電動車基盤與應用技術及產品設計能力，本計畫完成的應用實例除可供相關研究外，亦可提供廠商進行實際商品製作。同時亦提供最佳學習與訓練的環境，提昇參與人員在系統開發及應用上之經驗與能力。

(十一) 觀摩活動規劃

每年本計畫完成後，觀摩活動規劃如下：

1. 配合教育部所安排的觀摩活動。
2. 建構整合成果、測試與展示之「綠能智慧電動車」。並於一年一度南台車展展示推廣。
3. 預計每年之 11 或 12 月，開放本校「綠能智慧電動車」相關之教學型、研究型實驗室及中心，並將所建立有關「綠能智慧電動車」之相關儀器設備、教材與研究成果，由學校專任教師解說，開放給相關業界及學者參觀。並於 5 或 6 月以及 11 或 12 月辦理學術研討會，邀請業界及學界專家說明綠能與電動車產業最新發展動態。
4. 架設專屬網站，同時將成果經由網站公佈，以達資源共享。
5. 將不定期接受產業界或有興趣的單位(如南科、竹科、路竹基地、永康工業區、台南科技園區之相關廠商或其他傳統工業)進行觀摩、研討與交流活動，裨益未來產學與建教之推廣工作。
6. 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。

(十二) 近 3 年獲本補助執行之計畫成效及特色

本校近 3 年來連續爭取到教育部之重點特色與整合研發計畫，配合學校的經費投入，使各學院、研究中心之重點研發具明顯成效。自 97 年以來執行之重點特色計畫與補助金額、執行成效，如表 12-1 所示。

表 12-1 近 3 年獲本補助執行之計畫成效及特色

| 補助年度 | 計畫名稱 | 補助金額(千元) | 計畫特色 | 計畫執行成效 |
|------|------|----------|------|--------|
| | | | | |

| | | | | |
|--------------|----------------------------|--------|--|--|
| 96~98 年度 | 數位互動與創意應用研發中心計畫 | 24,110 | <p>1.藉由推廣數位影音專業證照的方式來提升從事數位多媒體創作者的影音製作處理能力，與提高各界人士於國際數位影音證照之持有率，進而能操控創意完成創作。</p> <p>2.以差異化的策略，厚植數位偶動畫新科技之研發能力，建置高階實驗室設備，強化本校數位偶動畫之教學、研究與製作實力，推廣提供全國各系校偶動畫製作之諮詢服務，有效促進國內產業界與學術界資訊交流與資源共享。</p> | <p>建置高階專業實驗室兩間，網路設備一套(互動創作實驗室、高階偶動畫實驗室、交流平台網路平台)。</p> <p>專利與得獎:各式作品百餘件(含動畫、遊戲、影音作品、專訪等各式作品)、專利申請 70 件，已通過 17 件、參加競賽獲獎 51 件。</p> <p>專業人才培育:種子師資：5 人、種子助理：12 人。</p> <p>軟體教育訓練教學開設課程 8 門、考證通過 44 人、進修研習教師 16 人作品發表會(含展覽)9 場。</p> <p>舉辦研討會 1 場，以及專題演講 32 場，校外參訪活動 8 次。</p> <p>產學合作 8 案，推廣教育案 5 案</p> |
| 97~99 年度 | 太陽能/燃料電池車之材料研發、系統整合暨人才培育計畫 | 20,020 | <p>太陽能/燃料電池車材料研發、系統整合暨人才培育計畫的內容由上游的原材料開發，至中游太陽能電池與燃料電池元件的建立(子計畫 1 與子計畫 2)，最後由子計畫 3 做一上中下游的計畫整合，於三年的計畫執行時限後，以一部太陽能/燃料電池混合動力車做為計畫成果的展現。</p> | <p>採購之場發式電子顯微鏡設備約 200 名學生可學習操作。</p> <p>採購之動力量測設備可應用於教學，100 名車輛組學生學習。</p> <p>開設「發光材料概論」、「固態照明科技」、「固態照明元件」，修課人數共計 200 餘人。燃料電池相關課程計 3 門 100 名學生。</p> <p>16 名學生參與隔膜與觸媒材料專題計畫，10 名大學部學生可參加綠色能源競賽車輛專題，6 名研究生參與子計畫 3。</p> <p>已投稿 9 篇國內研討會發表論文。</p> <p>已達成一件產學計畫「高速紫外光偵測器之研究(2008 年)」。後續申請計畫 4 件。</p> |
| 97~99 年度 | 銀髮族居家優質生態環境教育平台開發計畫 | 22,680 | <p>整合相關校、院、系所之績優研究人員及資源，組成跨領域研究團隊，建立一個完整的「數位生活、健康照護、綠色產業」技術研發之團隊，促進各夥伴學校跨領域與科系整合之機制，提昇教學與研究水準。</p> <p>成立國際化銀髮族智慧型居家優質環境建構之科技研發中心。</p> <p>建立學程以培育具「數位生活、健康照護、綠色產業」之技術人才。</p> | <p>三個分項計畫共完成 12 項技術</p> <p>三個分項計畫大學部共開 21 門課，培育 3195 學生人次</p> <p>邀請 2 位海外學者進行學術交流及 1 場產業創意論壇(2 位海外學者進行座談會)</p> <p>18 件產學合作計畫及辦理 1 場學術研討會</p> <p>國際性學生競賽:10 項得獎和國內學生競賽:29 項得獎</p> <p>國科會計畫:有 28 件計畫通過、期刊論文:有 36 篇論文發表、研討會論文:有 68 篇論文發表、專利:有 15 件發明或新型專利及技轉:1 件技轉</p> |
| 98~100 年度 | 服務科技創新實驗區建置計畫 | 15,500 | <p>本計畫將由商管學院主導，除結合本校流通系、管資系、企管系、會資系、資管系、財金系、國企系、休閒系與餐旅系來共同執行計畫，另外，為使計畫執行符合實務業界的的需求，每一分項計畫也特別邀請業界專業經理人士參與；此計畫之執行將以『服務科技創新之應用與開發』為發展主題，結合『系統化創新與創業人才之培育』，將藉由科技的整</p> | <p>A. 分項計畫(一)</p> <p>第一年工作聚焦於商管產學平台與服務業管理研究中心的建置，共承接 5 件產學合作案，協助業界開發二件顧客導向的「工作地圖」；規劃「創意及創造力學程」課程架構，舉辦 3 場種子師資教育訓練，共 75 人次參加，辦理 4 場種子師資專題演講與業界座談，共 200 人次參加；辦理 1 場企業參訪活動探討企業創意活動的設計，共 19 人次參加，做為老師教學的參考。</p> <p>第二年工作聚焦於產學平台交流的建置，共承接 3 件產學合作案，修訂「創意及創造力學程」課程架構，現有 154 位同學修讀；舉辦 2 場師資培訓，共 100 人次參加；辦理「行銷資料分析競賽」，共有 25 隊參加；積極組隊參加校園創新競賽，共有 26 隊(130 位同學)參加</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | <p>合應用與開創新的服務與商業營運模式，為產業創造新商機，並可帶來服務國際化發展新契機，也能夠落實支援並提升國內服務產業研發關鍵技術之需求。本計畫期程三年，針對流通服務、觀光、資訊、及電信等四項服務業面向，提出相關專業人才的培育計劃，並推動及執行相關的產學合作，主要有下列目標：</p> <p>1. 系統化創新與創業人才之培育：建立培育服務科技創新與創業的相關專業人才之訓練環境，培育「知識創新及創業」、「賣場與物流商中心」、「行動商務e化管理」及「國際商務及會展」專業人才，可以解決目前業界在此方面人才不足的問題。</p> <p>2. 服務科技創新之應用與開發：與產業界合作開發「新的服務商品及模式」，發揮產學合作的效能；並配合本校之重點發展方向，可提升本校商管學院相關產學合作方面之能量。</p> | <p>「專利增值競賽」，佔全校參加隊數6成以上；利用商管學院「專題製作」課程，引導老師指導學生參與國科會大專生專題研究計畫，99年計畫通過案15件。</p> <p>B. 分項計畫(二)</p> <p>第一年工作之焦點工作為建置「RFID賣場與物流實驗室」及「物流倉儲暨RFID應用實驗室」，共承接2件產學合作案；並啟動格子鋪「格外新奇」實驗賣場，規劃有36個格子進行招商活動，期待學生能夠透過此環境，磨練實戰經驗；開設「RFID商務應用學程」，共有90位同學選修；辦理國際物流證照輔導課程，師生已有91人取得國際物流證照，並舉辦1場「RFID商務整合研討會」，共有275人次參與研討會。</p> <p>第二年工作著重於「RFID賣場與物流實驗室」及「物流倉儲暨RFID應用實驗室」的擴充與整合，串起從倉儲、物流到零售業務之完整的RFID商務整合系統。修訂「RFID商務應用學程」課程架構，現有110位同學修讀；持續推廣美國國際物流協會之國際證照，99年有107位同學取得國際物流證照；舉辦1場「RFID商務整合研討會」，有250人次參與研討會；推動RFID商務整合應用的產學合作計畫，99年共承接4件產學合作案；辦理物流產業之參訪，有133人次參與。</p> <p>C. 分項計畫(三)</p> <p>第一年工作聚焦於建置行動商務平台，已有兩組種子學生進行專題研究，提高平台使用的互動機制，由學生在使用上所發現的問題，提供未來平台規劃及互動改進用，增進平台的可近性；並成立企業電子化研究中心與產學合作工作室，建構經營輔導團隊，共承接2件產學合作案；推動辦理6場行動商務種子師資培訓，共有5所大專校院之85位教師參與；完成「行動商務應用學程」之課程規劃與行政程序。</p> <p>第二年工作聚焦於行動商務平台的深化，共建置「U-Video行動購物車」、「專業影像擷取平台」、「U化金流平台」、「U化的健檢醫療服務流程雛形系統」以及「互動式美食娛樂地圖」等各項設備。修訂「行動商務應用學程」課程架構，現有91位同學修讀。舉辦一場行動生活應用博覽會與多場的業界專家實務演講，參與的師生約有250人。推動與行動商務與電子商務相關吃企業產學合作與輔導計畫，99年共承接7件產學合作案。進一步規劃建置南台校園團購商務模式的「類企業的實習環境」，藉以增加學生的團購經營經驗及培育學生的行動團購商務能力。</p> <p>D. 分項計畫(四)</p> <p>第一年工作之焦點工作為建置「國際商務與旅遊籌管理實驗室」，成立「創意活動企劃中心」，共承接2件產學合作案；實施36小時種子師資培訓，共計有20位教師參與，開設「會展產業學分學程」，共計63位同學選修與6位業界師資27小時的協同教學；辦理2次企業參訪，包括南港展館及世貿一館之展館參訪，以及學甲鎮農會的「農特產品的國際行銷」參訪，使學生體驗展館的規劃管理以及當前正流行的體驗行銷。</p> <p>第二年工作著重於擴充「國際商務與旅遊籌管理實驗室」，辦理「兩岸國校際國際貿易模擬商品展競賽」，含中國大陸四所大學，共計30所大學的競賽隊伍參加，本校國企系得到網頁設計佳作、計劃書第二名、新產品發表會第二名、展場設計與商品陳列佳作，總成績第四</p> |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>名。參與由外貿協會所主辦之「2010 會展城市行銷競賽」，獲得最佳潛力獎。修訂「會展產業學分學程」課程架構，現有 41 位同學修讀。輔導 43 位同學參與會展專業證照考試，有 25 位同學通過，通過率大約 6 成，遠高於全國的 4 成。推動與會展產業相關的產學合作，99 年共承接 3 件產學合作案。</p> <p>E. 分項計畫(五)</p> <p>第一年工作聚焦於創業教育及育成計畫之基礎建置，規劃「創新與創業學程」，並舉辦 3 場種子師資教育訓練，計有 71 人次參加；配合政府推動「微型創業」，本校商管學院推動學生創業活動，目前已有餐旅系學生參加「校園創業競賽」計入選 2 隊；辦理企業參訪活動 2 場，計有師生共 75 人參加；辦理專題演講 4 場，180 人次參加。</p> <p>第二年工作聚焦於系統化創新與創業人才之培育，修訂「創新與創業學分學程」課程架構，現有 27 位同學修讀。辦理 2010 南台杯全國大專院校學生 RFID 創意競賽，全國各大學共有 25 隊參加。辦理一場創業體驗營，邀請專家分享創業經驗及創業財務規劃。輔導學生參與校內外創業競賽，參加「99 年度校園創業競賽」，在入圍的 15 隊中本院即佔有 9 隊，本院包辦前 3 名與佳作 1 名，成績豐碩。媒合學生至企業界實習，99 年度媒合實習同學 164 位。</p> |
|--|--|--|--|