

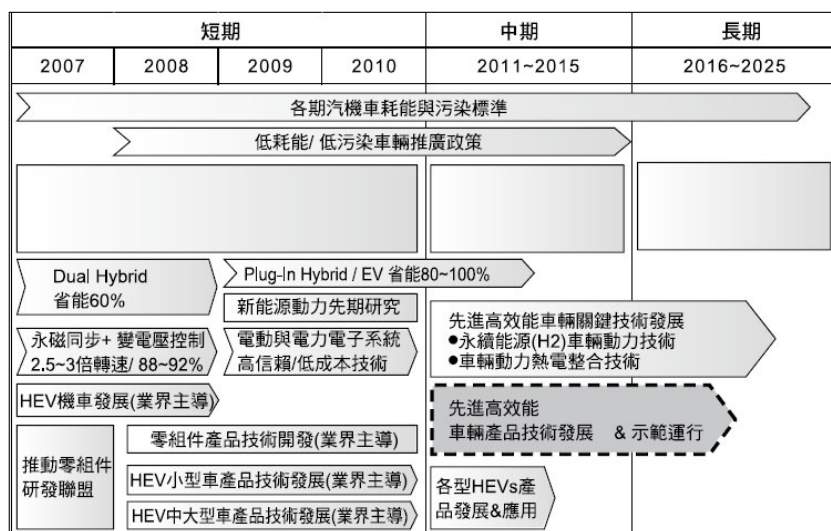
一、計畫基本資料表

計畫型態		☒ 校內整合型 ☐ 校際合作型		計畫歸屬		☒ 新申請案 ☐ 延續案	
計畫領域		☒ 政策型：(綠色產業) ☐ 特色型：()					
所屬類別		☒ 工業類 ☐ 生技類 ☐ 農漁牧類 ☐ 通訊類 ☐ 電子類 ☐ 商管類 ☐ 醫療照護類 ☐ 休閒類 ☐ 其它類					
總計畫名稱		先進電動車輛維修人才培育計畫					
執行單位		☒ 校內：高苑科技大學 ☐ 校際： 主辦學校： 夥伴學校：					
計畫總主持人	姓名	張學斌			計畫聯絡人	姓名	江瑞利
	電話	07-6077905				電話	07-6077010
	傳真	07-6077906				傳真	07-6077009
	E-mail	sbchang@cc.kyu.edu.tw				E-mail	zlgaing@cc.kyu.edu.tw
新申請案 (填經費需求)	執行年度	經常門	資本門		學校配合款		小計
	98	0	5230000		2092000		7322000
	99						
	100						
	合計	0	5230000		2092000		7322000
延續案 (已補助年度請填核定補助情形、未執行年度請填經費需求)	96 (已執行)						
	97 (已執行)						
	98 (未執行)						
	99 (未執行)						
	合計						
計畫序號	計畫名稱			主持人	職稱	服務單位	
總計畫0	先進電動車輛維修人才培育計畫			張學斌	院長	機電學院	
分項計畫1	車輛結構與動力系統維修			黃仁聰	系主任	機械與自動化系	
分項計畫2	電動機驅動系統、電能管理與控制系統			江瑞利	系主任	電機系	
分項計畫3	車用服務電子與資通訊系統			郭介森	系主任	電子系	

二、整體計畫執行內容摘要

(一)、建立電動車輛維修人才培育環境

先進電動車輛(EV)已列為國家重點科技發展項目，同時政府也透過各種獎勵與補助措施，期望短期內產學界能夠成功研製關鍵零組件，而民眾也能夠接受此新型交通工具，故預期幾年內先進電動車輛取代傳統燃油車輛之情景將快速到來。然而先進電動車輛動力性能與傳統燃油車輛不同，為使國內電動車輛產業能夠順利推展，其維修人才培育刻不容緩。



資料來源：2007 能源科技研究發展白皮書

國內潔淨省能電動車輛技術推動策略與發展時程

(二)、整體計畫組織

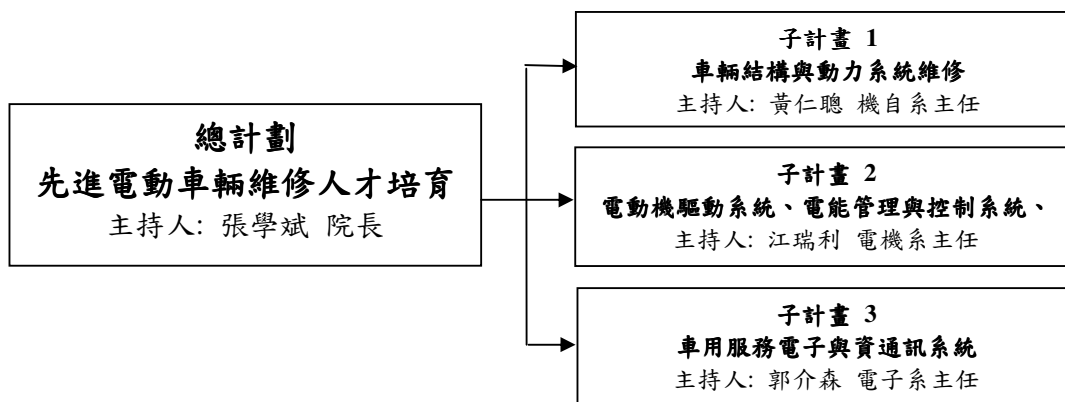
根據電動車輛之發展趨勢，複合動力車(EHV)、插電式混合動力車(PHEV)與純電動車(EV)為主要發展車種。依電動車輛系統結構共可區分為系統工程、電能系統、底盤系統與動力系統等四個子系統，而每個子系統之關鍵技術分類如下。

電動車輛關鍵技術

子系統	系統工程	電能系統	底盤系統	動力系統
關鍵技術	車用網路/多媒體 多功能模組模組化電動技術 容錯系統軟硬體技術 車載驗證測試技術 整車控制單元	電池單體/電池堆/電池模組 溫度控制/車輛電源/儲能管理 電能轉換 充放電技術 超級電容電池	共用底盤 輕量化車身底盤 軸距可變/電子穩定/主動懸吊 底盤線傳控制	輪轂馬達 驅動控制 煞車儲能 潔淨引擎

為使維修人才培育計畫順利執行，在考量本校機電學院各系之教

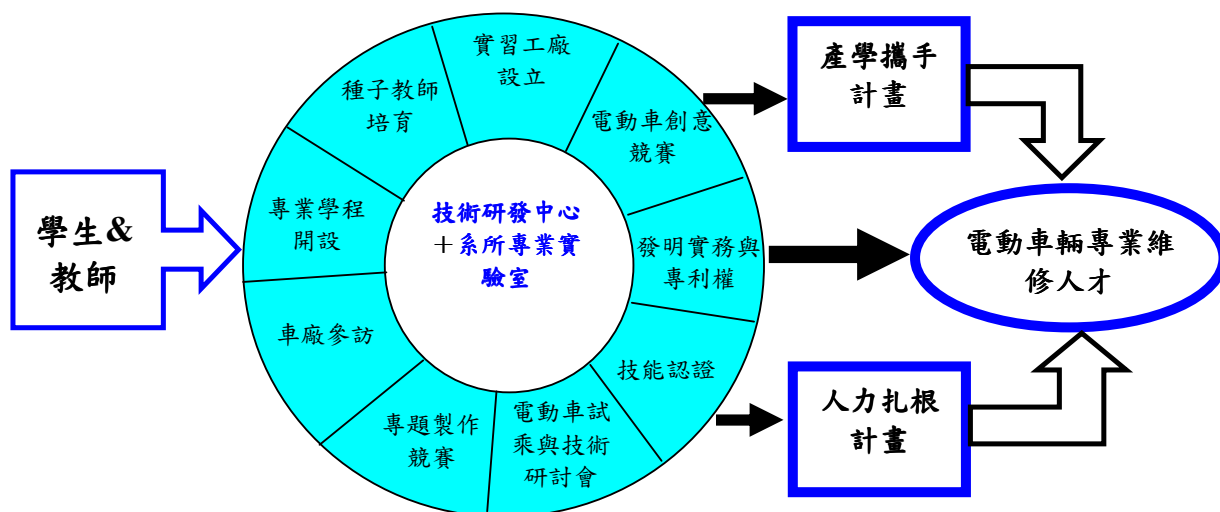
師學生專長特質，本計畫共分為三個子計畫，由相關系所負責推行，如計畫組織如下所示。



計畫組織架構

(三)、執行策略

本計畫將以三個子計畫專業分工方式，並配合種子教師培育、實習工廠設立、跨領域專業學程開設、車廠參訪、專題製作與競賽、技能認證實務、電動車加值創意競賽、發明實務與專利權、技術研討會等九大執行措施(如下所示)，以達成先進電動車輛維護人才培育之目標，並進而作為爭取「人力扎根計畫」及「產學攜手計畫」之基礎。



電動車輛維修人才培育之執行策略規劃

(四)、專業學程課程規劃

本計劃根據混合動力車(HEV)之四個子系統規劃相關理論與實務課程並將制定學程修課辦法，藉以讓學生取得學程證書。課程規劃

如下所示，並將由各子計畫執行開課。

子系統	系統工程	電能系統	底盤系統	動力系統
相關課程	1. 電動車輛概論 2. 載具嵌入式系統運用 3. 載具無線通訊運用	1. 電動車電能管理與控制系統檢修實務 2. 固態照明技術與檢修實務 3. 太陽電池技術與應用 4. 冷凍空調概論 5. 空調節能技術及檢修實務	1. 電動車結構系統安全與評估實務	1. 電動車動力系統原理與維護實務 2. 電動機控制實務

各專業課程開課規劃如下：

課程名稱	開設學校系所	預定開課週期	授課教師	學分數	授課方式	預估修課人數
電動車輛概論	機電學院	☐ 每學期 ☒ 每學年	張學斌	3	課堂授課與實習	60
電動車結構系統安全與評估實務	機自系	☐ 每學期 ☒ 每學年	朱心平	3	課堂授課與實習	30
電動車動力系統原理與維護實務	機自系	☐ 每學期 ☒ 每學年	張旭銘	3	課堂授課與實習	30
電動機控制實務	電機系	☒ 每學期 ☐ 每學年	潘世民	3	課堂授課與實習	30
電動車電能管理與控制系統檢修實務	電機系	☒ 每學期 ☐ 每學年	林祺祥	3	課堂授課與實習	30
載具嵌入式系統運用	電子系 資管系	☒ 每學期 ☐ 每學年	王能文	3	課堂授課與實習	30
載具無線通訊運用	電子系	☒ 每學期 ☐ 每學年	林啟新	3	課堂授課與實習	30

(五)、計畫期程規劃

本計畫規劃三年完成，第一年主要是建立電動車維修學習環境，第二年是建立學生具備基礎的電動車維修能力，第三年是加強學生對電動車之維修能力外並與產業聯結，讓有意投入電動車產業之學生能縮短其職前訓練之時間。各年度重點執行項目如下所示：

第一年 (建立學習環境)	第二年 (建立基礎維修能力)	第三年 (加強維修能力並與產業聯結)
-----------------	-------------------	-----------------------

重點執行項目	1.成立諮詢委員會 2. 建置實習工廠 3. 種子教師培育研習(I) 4.開設專業學程課程(I) 5. 車廠參訪與職場體驗(I) 6. 專題製作競賽 7.電動車試乘與技術研討會	1.充實實習工廠設備 2. 種子教師培育研習(II) 3.開設專業學程課程(II) 4. 車廠參訪與職場體驗(II) 5. 專題製作與創意加值競賽 6. 電動車試乘與技術研討會 7. 發明與專利實務研習	1. 種子教師培育研習 2.開設專業學程課程(III) 3. 車廠參訪與職場體驗(III) 4. 專題製作與創意加值競賽 5. 發明與專利實務研習 6. 技能認證實務 7. 電動車試乘與成果發表會 8. 爭取「人力扎根計畫」及「產學攜手計畫」
--------	--	---	--

三、本年度計畫執行內容摘要

(一)、重點執行項目

本計畫之第一年目標在建立電動車維修學習環境，因此師資培育、實習工廠、專業課程開設與教材編撰為其重點項目。故第一年之重點執行項目為建置實習工廠、種子教師培育研習、開設專業學程課程、車廠參訪與職場體驗、專題製作競賽、電動車試乘與技術研討會等，其各重點執行項目之目標與執行方式如下表所示：

第一年推動項目	目的	執行方式
培育種子教師	具電動車維護與教學能力之教師才可擔任學程授課教師，藉以教導學生具電動車維護能力。	1.暑假舉辦為期一週之電動車維護訓練短期課程(Workshop)，邀請知名教授、業界專家進行教育與實務訓練，教師須全程參與才可獲頒電動車維護之證書。 2.具電動車維護證書之教師才可擔任學程授課教師。
設立實習工廠	提供電動車輛之全車維護設備與測量儀器所需之空間，落實「實驗室即工廠」之具體理念，建立有效之「培育電動車輛維護人才」的架構，以彰顯科技大學技職教育的特色。	1.採購各型全車電動車輛、零件模型、解說圖例。 2.根據子計劃1至子計劃3採購所需之維修機具、量測設備及軟硬體設施。 3.實習工廠將其分為3個部門。 4.每個部門可進行獨立之實習項目也可進行整合測試。
開設專業技術學程	1.建立跨領域學程課程模組。 2.鼓勵教師編撰教材與自製教具。 3.協助學生取得跨領域電動車維修學程證書。	1.訂定電動車維修專業學程修課辦法。 2.開設車輛結構與動力系統維修與故障診斷，控制系統、電能管理與電動機驅動系統維修，車用服務電子與資通訊系統維修等相關課程。 3.繪製學程修課地圖，協助學生修課。
專題製作競賽	藉由特定之專題題目及組織專題製作團隊，將理論與實務結合，讓專題製作產品更具有「前瞻性」、「實用性」與「商品化價值」。	1.跨領域電動車專題製作團隊(每組由機自、電機、電子與光電系各一名學生組成)之成立。 2.專題製作團隊須對題目之選定、資料收集與可行性做評估。 3.所需軟硬體設備及工具之訂定。 4.選擇指導教授及擬定執行進度程序。 5.競賽優勝隊伍輔導參與全國性或國際性競賽。 6.作品展示與成果報告說明。
車廠參訪與職場	輔導選修電動車維	帶領學生至全國各大汽車廠

體驗	修學程之學生至汽車廠做參訪及職場體驗，以體會汽車廠之生產流程、工作環境與行銷管道，作為學生選擇職場之參考。	(TOYOTA、FORD、裕隆、中華)及維修廠(高都、南都、順裕、匯豐)作參訪及職場體驗。
電動車試乘與技術研討會	進行經驗傳承、意見交流、以及評估改進，並作為後續教育與教學工作的參考和依據。	每學期定期舉辦電動車試乘會、技術研討會與專題演講，邀請夥伴學校、國中小學、科學園區、鄰近社區人員參與。

(二)、計畫甘梯圖(第一年)

月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工作項目													
1	種子教師培育研習營												
2	設立實習工廠 (採購實習設備)												
3	開設專業技術學程課程與教材編撰												
4	專題製作競賽												
5	車廠參訪與職場體驗												
6	電動車試乘與技術研討會												
累計工作執行進度(%)		3	6	9	12	18	24	33	41	60	72	84	100
累計經費動支進度(%)		0	0	0	3	20	30	40	50	80	85	90	100

(三)、計畫查核點(第一年)

編號	工作項目	預定查核點	預定完成時間
1	召開諮詢會議	確認維修人才培育計畫之專業學程課程規劃與實習設備採購項目	98年/07月/15日
2	學程課程規劃	完成學程課程規劃與開課	98年/09月/30日
3	採購實習設備	完成相關實習設備與量測儀器採購	98年/10月/30日
4	教材編撰	完成學程課程規劃教材編撰	98年/10月/30日
5	修課人數統計	完成年度學程課程修課人數統計	98年/11月/30日
6	專題製作競賽	舉辦校內電動車專題製作競賽	98年/12月/10日
7	電動車試乘與技術研討會	完成電動車試乘與技術研討會	98年/12月/10日

(四)、重要實習儀器設備(第一年)

實驗室	儀器設備功能說明 (資本門)	價格 (單位:千元)
電動車實習工廠	1.電動車維修工具 2.教學用混合動力車輛 3.電能轉換裝置實習設備 4.電動車蓄電池組與充電器檢測設備 5.電力品質分析儀 6.混合動力系統教學設備 7.電控系統信號檢測儀器 8.訊號與故障診斷開發系統	4,800.0
嵌入式系統設計實驗室	1.Embedded Development Platform 2.Wireless Communication Module 3.CAN/LIN Development Module	920.0
無線通訊實驗室 (車輛行動通訊整定位與電子地圖整合服務)	1.E-Call衛星傳輸 2.3D 立體 GPS 導航模擬 3.GPS 接收器 4.GPS 導航機 5.PDA Phone(含週邊) 6.UMPC(含週邊) 7.安全防護系統	1,070.0
合計		6,799.0

四、整體計畫目標

本校提出之「**先進電動車輛維修人才培育**」專案計畫，是以培育維護先進電動車輛能力之人才為主軸，培育重點項目訂定為：「**車輛結構與動力系統維修**」、「**電動機驅動系統、電能管理與控制系統**」、「**車用服務電子與資通訊網路系統**」等三項，劃分出三個子計畫來執行。並以「**種子教師培育**」、「**實習工廠設立**」、「**跨領域專業學程開設**」、「**車廠職場體驗與實習**」、「**專題製作與競賽**」、「**技能認證**」、「**電動車加值創意競賽**」、「**發明實務與專利權**」、「**電動車試乘與技術研討會**」等九大措施，來達成先進電動車輛維護人才培育之目標，不僅配合國家發展政策，並符合產業界人才需求。預期的成效分述如下：

- (一)、完成「**電動車實習工廠**」之設立，並落實「實驗室即工廠」之具體理念，建立有效之「**電動車輛維護人才培育**」的完整架構，以彰顯科技大學技職教育的特色。
- (二)、完成「**跨領域電動車專業技術學程開設**」規劃，包含修訂學程課程內容、擬定課程大綱、編撰示範課程教材教具，具體提升學生教育的品質。
- (三)、完成「**專題製作與競賽**」，藉由特定之專題題目及組織專題製作團隊，將理論與實務結合，讓專題製作產品更具有「**前瞻性**」、「**實用性**」與「**商品化價值**」。
- (四)、舉辦全國性「**電動車車用服務電子創意加值競賽展**」，激發教師與學生之創意與創新潛能，實踐其電動車車用服務電子創意加值設計與實務專題，以彰顯電動車車用服務電子創新運用，並讓產官學業界了解技職院校學生之創造力與行動力。
- (五)、完成「**種子教師培育**」工作，並限定具電動車維護與教學能力之教師才可擔任學成授課教師，藉以教導學生具電動車維修能力。
- (六)、完成「**車廠參訪與職場體驗**」，帶領選修電動車維護學程之學生至汽車廠(TOYOTA、FORD、裕隆、中華)或維修廠(高都、南都、順裕、匯豐)做參訪及職場體驗，以體會汽車廠之生產流程、工作環境與行銷管道，作為學生選擇職場之參考。
- (七)、與職訓局、車廠共同訂定「**電動車維修技能認證**」規範，鼓勵學生參與此技能認證活動。
- (八)、完成「**專家演講、技術研討會、專利權與智財權短期課程、發明實務講座**」，以進行經驗傳承、意見交流、以及評估改進，並作為後續教育與教學工作的參考和依據。
- (九)、建立「**產官學界**」專家、學者與「**諮詢會議**」之回饋機制，持續改善的人才培育策略，以長期培育適合產業需求之具創新能

力的電動車輛維修人才。

(九)、本計畫結案後，將持續進行先進電動車輛維修人才培育，並成為本校之重點教學特色項目。

本計畫建置之種子師資、專業學程課程、實習工廠等可作為爭取「人力扎根計畫」及「產學攜手計畫」之基礎，以完全發揮人才培育中心之功能。

五、背景及現況

(一)、國內外電動車輛發展趨勢

A. 電動車輛為國家重點科技發展項目

目前汽車的動力源主要是汽、柴油，而石油短缺與環境污染已嚴重限制了燃油汽車的發展。而電動車（Electric Vehicle, EV）的特性為行駛時無污染、能源效率高、能源多變化、噪音及振動低。因此發展電動汽車，讓汽車工業可永續發展已是全世界的共識。高效率、節能、低噪音、零排放的電動汽車將會是未來的交通工具。雖然電動車有高效率、節能、低噪音、零排放等特點，但其行駛距離短且車輛重、成本高。但基於人類生存環境及“地球村”觀念，各已開發及開發中國家政府仍積極鼓勵產學界進行電動車的研究、開發及推廣。如美國加州政府規定於 2003 年電動車必須佔汽車製造廠銷售額的 10% 之後，兼具能源與環保效益的電動車括起了一陣研發旋風。同時世界各大汽車廠在商業利益與技術主導策略下相繼投入電動車輛研發的行列，期望能降低生產成本、掌握關鍵技術與智財權，以便再創汽車工業的另一波產值高峰。電動車輛發展藍圖如圖 1 所示。

電動車輛發展藍圖

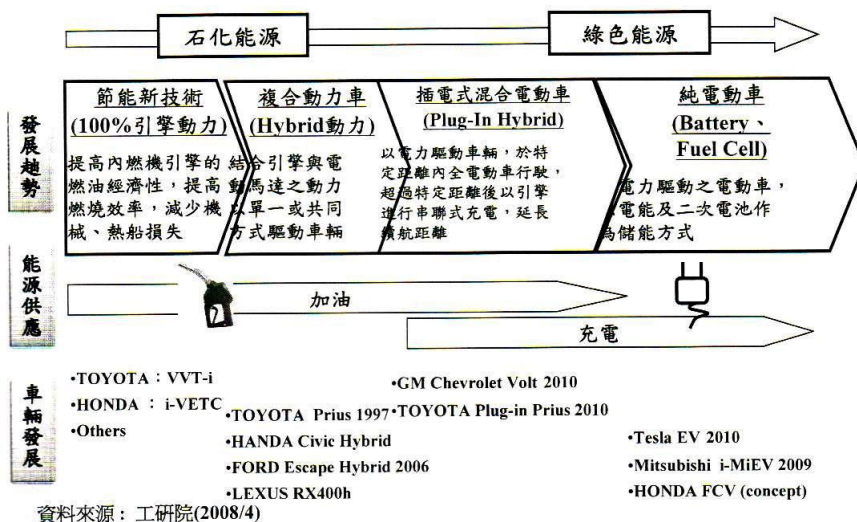


圖 1 電動車輛發展藍圖

B. 國外技術現況

依美國 EPA Air Resources Boards 2007.04 針對零污染車輛(ZEV)發展最新預估，潔能車輛技術朝全面化發展，油電混合動力車(Hybrid EV, HEV) / 燃料電池電動車(Fuel Cell EV, FCEV) / 氫氣內燃機引擎動力車(H2ICV) / 電池電動車(Battery EV, BEV)仍然是未來主流。油電混合動力車 (HEV)於 2000~2004 年進入大量商業化後，後續可能導

入之潔能車輛技術依序為充電式油電混合動力車(Plug-In Hybrid EV, PHEV)及燃料電池電動車(FCEV)。電池電動車雖預計於 2010 年進入商業化，但不易達到大規模推廣。部份車廠開始投入氫氣內燃機引擎動力車(H2ICV)，其預估之商業化導入時間仍晚於燃料電池電動車(FCEV)。油電混合動力車(HEV)自從豐田(TOYOTA)公司開始銷售，逐漸為消費者接受，在美銷售量逐漸增加，其他車廠也逐漸開發油電混合動力車(HEV)包括全時動力(full hybrid)及動力輔助型(mild hybrid)等。油電混合動力車(HEV)運用內燃機引擎、馬達、電池之混合系統，成為短、中期降低污染、節省能源最有效之運輸工具。

C. 國內現況

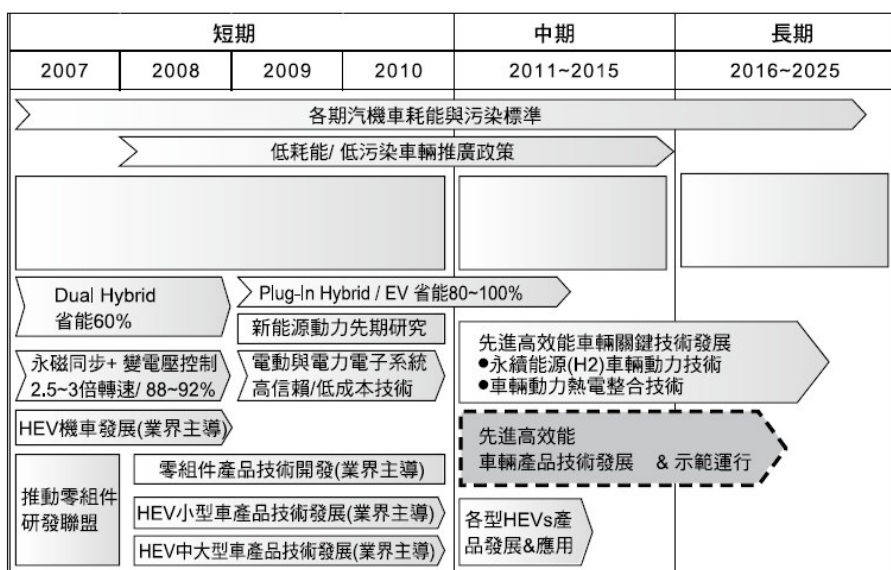
由於未來電動車輛為人類主要交通工具的趨勢已經成形，而台灣產、學界對電動車輛研發與相關零組件生產已有相當基礎，台灣民眾對電動車輛之接受度亦佳，為使台灣不會在此「汽車產業工業革命」中缺席，94 年全國能源會議結論之一為大力推廣省能源運具。行政院科技顧問組提出「挑戰 2008：國家發展重點計畫」之計畫書、經濟部能源局之「2007 能源科技研究發展白皮書」及經濟工業局之「推動重點產業項目」皆顯示「高效率電動車輛」已列為國家重點科技發展項目，期望台灣產、學界能擁有電動車輛之關鍵技術與智財權，創造一個低污染、高效能與高附價值的產業。例如，油電混合動力車關鍵零組件占整車成本約超過 30%，預估至 2015 年國際混合動力車市場規模將達 5%(約 300 萬輛)，其中關鍵零組件產值將達 180 億美元。透過培植國內自主技術及零組件研發聯盟，可促使零組件加入國際零件供應體系。表 1 說明了我國與先進國家電動車輛採業技術現況。國內於電動車輛技術推動策略與發展時程，如圖 2 所示。

表 1 我國與先進國家電動車輛採業技術現況

技術項目	我 國	國 際
混合動力系統與技術	1. 並聯式混合動力系統，輸出功率 18kW，適用於小型車輛，重量 600kg 下油耗 25~28km/liter@ECE40，省能 40~50%。 2. 動力輔助型混合動力系統，輸出功率 1000kW，適合於中型汽車，完成離型機與系統整合技術發展，省能 20~25%。 3. 混合動力機車，屬雙動力系統應用於 100cc 等級機車，業者已啟動產品驗證及量產發展。	1. 並聯式混合動力系統，以豐田(Toyota)公司及福特(Ford)公司為主，已成功推出銷售運用於各式車輛產品，省能效率達 50%以上，目前朝大型化與高值化發展。 2. 動力輔助型混合動力系統，以本田 IMA 為主，已成功推出銷售運用於各式車輛，省能效率達 20~30%，目前朝大型化與高值化發展。 3. 混合動力機車，本田情速熄火

	4. 混合動力巴士，曾引進試運行，無自主產業成本高缺乏維修技術，無法長期營運。 5. 國內缺乏混合動力零組件供應體系及產業能力。	(idle stop)已推出並量產銷售多年，全混合動力系統機車已發表但未量產。 4. 混合動力巴士，美國日本已運行多年，100 輛以上運行計畫已陸續展開。 5. 零組件能力強與整車整合性高，可支援整車及產業發展。
純電動車	1. 電動機車產業具國際水準，先進鋰電池電動機車整合技術與國際同步，先進電池產業需國際合作與國產化。小型代步車產業發展快速，在控制器上仍以進口為主。	1. 電動小型化發展為主，電池仍為主要技術瓶頸，視各地區實際需求進行推廣。

資料來源：2007 能源科技研究發展白皮書



資料來源：2007 能源科技研究發展白皮書

圖 2 國內潔淨省能電動車輛技術推動策略與發展時程

D. 國內電動車輛推廣策略

民眾雖明瞭電動車輛之節能優點，但對於車輛本身之可靠度、穩定性與維修技術等皆有疑慮，再加上其高價格續航力不足等因素，導致民眾對此先進之交通工具接受度不高。為提高民眾對電動車輛之接受程度，政府採取了三個關鍵的要素為產業本身持續的研發與製造、車輛的示範運行和政府的輔助與獎勵誘因。在輔助與獎勵誘因方面：如補助購買電動輔助自行車，每輛補助 3,000 元至 98 年 11 月 30 日止，至民國 100 年將最少有 5,500 油電混合車等低碳運輸工具上路

等，故在未來幾年，先進電動車輛將逐步取代傳統燃油車輛之情景將被實現。

E. 電動車輛維修人才培育環境尚未建立

根據中華經濟研究院 2008.10.23 召開之智慧型車輛產業發展與策略座談會中明顯指出，電動車輛發展應朝研究發展、人才培育與製造技術等三方面著手。由於近年來政府持續的鼓勵與支持，產學界已具開發某些關鍵零組件之技術與生產能力，且在全車之研究發展與製造技術上已具有一定的能力，再加上電動車輛的示範運行活動及輔助與獎勵誘因等，故先進電動車輛取代傳統燃油車輛之情景將快速到來。

然而先進電動車輛動力系統與傳統燃油車輛不同，但綜觀國內各大專院校之車輛工程相關科系之教育內容與人才培育仍侷限在傳統燃油車輛技術。因此，為使國內電動車輛政策能夠順利推展，維修人才之培育為不可或缺之一環。

(二)、本校教育目標與機電學院重點特色發展

本校緊鄰南科高雄園區與本洲工業暨環保科技園區，產業型態可分為「光電」、「半導體」、「通訊」、「精密加工」、「製程設備」、「電腦週邊與電子零件加工」、「生技與環保科技」等領域。近年來因廠商陸續遷入園區，對自動化設備操作、儀電維護、平面顯示器組裝、電機設計與控制、無線網路通訊與監控、自動化檢測設備研製等專業技術人員需求大幅增加，也造成了大量的電機機具維護與研發等人力上的缺口。

本校辦學理念為「學術與產業結合」，「人文與科技並重」，並建立「數位資訊」、「光機電整合」、「綠色技術」及「人文涵養」之教育特色，且發展本校成為高雄科學園區一所融合人文與科技的一流大學，設有四個學院分別為工程學院、機電學院、資訊學院與商業暨管理學院，分工細密，各有所長，經多年投資建設，**以實用科技為主、學術理論為輔**之教學研究，**院際資源整合為經，系所間專業互補為緯**，除教學績優外，產學合作與研發能量已備受南台灣產業界肯定。同時本校為配合國家重點科技發展及南台灣產業發展脈動，並與工研院南分院、金屬工業發展中心及國家電信研究中心為合作對象建立策略聯盟，服務鄰近的工業區、南科高雄園區廠商，並整合院內資源參與各項產業研究計畫。

A. 光機電整合技術研究中心

本校為整合校內相關資源並建立對外單一服務窗口，在教育部經費與學校配合款之協助下，94 年於機電學院成立「**光機電整合技術**

研究中心」，下設 6 間特色實驗室，以提供鄰近地區產業之全方位之技術服務，並於 96 年建置完成。在中心主任辛勤耕耘及教師協助下，除培育出許多具光機電整合技術能力之專業人才投入產業界外，並於產學合作、研發及專利等方面有著豐碩的成果。

B. 先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心

本校機電學院於 97 年度向經濟部申請「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發計畫」在地型學界科專計畫獲得通過，並成立了「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心」，針對稀薄燃燒引擎及 GDI(Gasoline Direct Injection)引擎進行降低油耗與效能提升之開發研究。

C. 前瞻性電動自行車研發中心

本校機電學院於 97 年度向國科會申請「複合驅動智慧型輕量化易攜式電動自行車研發」之整合型研發計畫獲得通過，並成立了「前瞻性電動自行車研發中心」，以進行智慧型輕量化電動自行車之研製。

D. 先進電動車輛維修人才培育為機電學院重點發展項目

僅管本校機電學院已有「光機電整合技術研究中心」、「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心」、「前瞻性電動自行車研發中心」已在運作且具有不錯的研發成果產出，但依據院務發展諮詢委員與產業界之意見反應，均認：

1. 研發成果不應僅侷限在教師個人研究成果或小型產學合作案表現。
2. 應善加利用中心之整體研發能量建立研發團隊，承攬學界科專等實務性研發計畫。
3. 將「研發中心」導向成配合國家重點科技發展之研發與人才培育中心。

為符合諮詢委員與產業界之期待，並確實展現中心之人才培育功能，於是在考量國家重點科技發展項目、機電學院教師專長領域與設備等，於是以「光機電整合技術研究中心」、「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心」、「前瞻性電動自行車研發中心」為基礎下，擬訂了先進電動車輛維修人才培育為中心發展之重點項目。

為使「先進電動車輛維修人才培育」之跨領域專業學程夠順利進行，本計劃訂定三個重點執行項目為種子教師培育、專業學程與實驗課程、維修技能訓練實務等，其相對配合之研發中心、相關系所與執行策略如圖 3 所示。



圖 3 配合之研發中心、相關系所支援與執行策略

六、具體內容及配套措施

根據電動車輛之發展趨勢，複合動力車(EHV)、插電式混合動力車(PHEV)與純電動車(EV)為主要發展車種。經分類與歸納這些車種之結構與子系統，共可分為車體結構、底盤與懸吊系統，行車控制系統、電能管理與驅動系統，車用服務電子與資通訊網路系統等三個主要子系統。

由於電動車輛之核心為電控系統，主宰著車輛之動力輸出、安全性與舒適性，而為使電動車輛維修人才培育之計劃能順利進行，衡量各子系統之特性與本校機電學院各系所之專長，將此計畫分為三個子計畫，由相關科系負責，將可使計畫目標更容易達成，各子計畫之名稱、目標與重點教學主題如表 2 所示。

表 2 先進電動車輛維修人才培育計畫之各子計畫名稱與目標

子計畫	計畫名稱	目標	重點教學項目 (教學與實習)
子計畫 1 (機械與自動化系、電機系)	車輛結構與動力系統維修	訓練學生具有車體結構、底盤與懸吊系統之故障排除與維修能力	● 車體結構振動故障診斷與維修 ● 懸吊與避振系統設計與診斷維修 ● 傳動與煞車系統設計與診斷維修 ● 混合動力原理與系統效能分析 ● 混合動力系統設計與診斷維修 ● 馬達效能分析與故障診斷
子計畫 2 (電機系、化工系)	電動機驅動系統、電能管理與控制系統	訓練學生具有行車控制系統、電能管理與電動機驅動系統之故障排除與維修能力	● 插電式混合動力車(Plug-In Hybrid EV)系統原理與特性 ● 電池特性與充放電控制器電路檢修 ● 電動車電能管理系統與故障診斷 ● 馬達驅動系統與故障診斷 ● 行車控制系統與故障診斷
子計畫 3 (電子系、資管系、資傳系)	車用服務電子與資通訊系統	訓練學生具有車用服務電子與資通訊系統之故障排除與維修能力	● Can Bus 與 FlexRay 車用網路系統原理與應用 ● 車用影音資訊系統 ● 行動通訊整合系統 ● GPS 自動導航系統 ● 安全防護系統 ● 車用影音資訊創意加值設計

本計畫是以上述三個子計畫專業分工方式，並以「光機電整合技術研究中心」、「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心」、「前瞻性電動自行車研發中心」為基礎，加上各系所之專業實驗室設備，配合種子教師培育、實習工廠設立、跨領域專業學程開設、車廠實習、專題製作與競賽、技能認證、電動車加值創意競賽、發明實務與專利權、技術研討會等九大措施，以達成先進電動車輛維護人才培育之目標。各單位負責支援本計畫之架構圖如圖 4 所示。

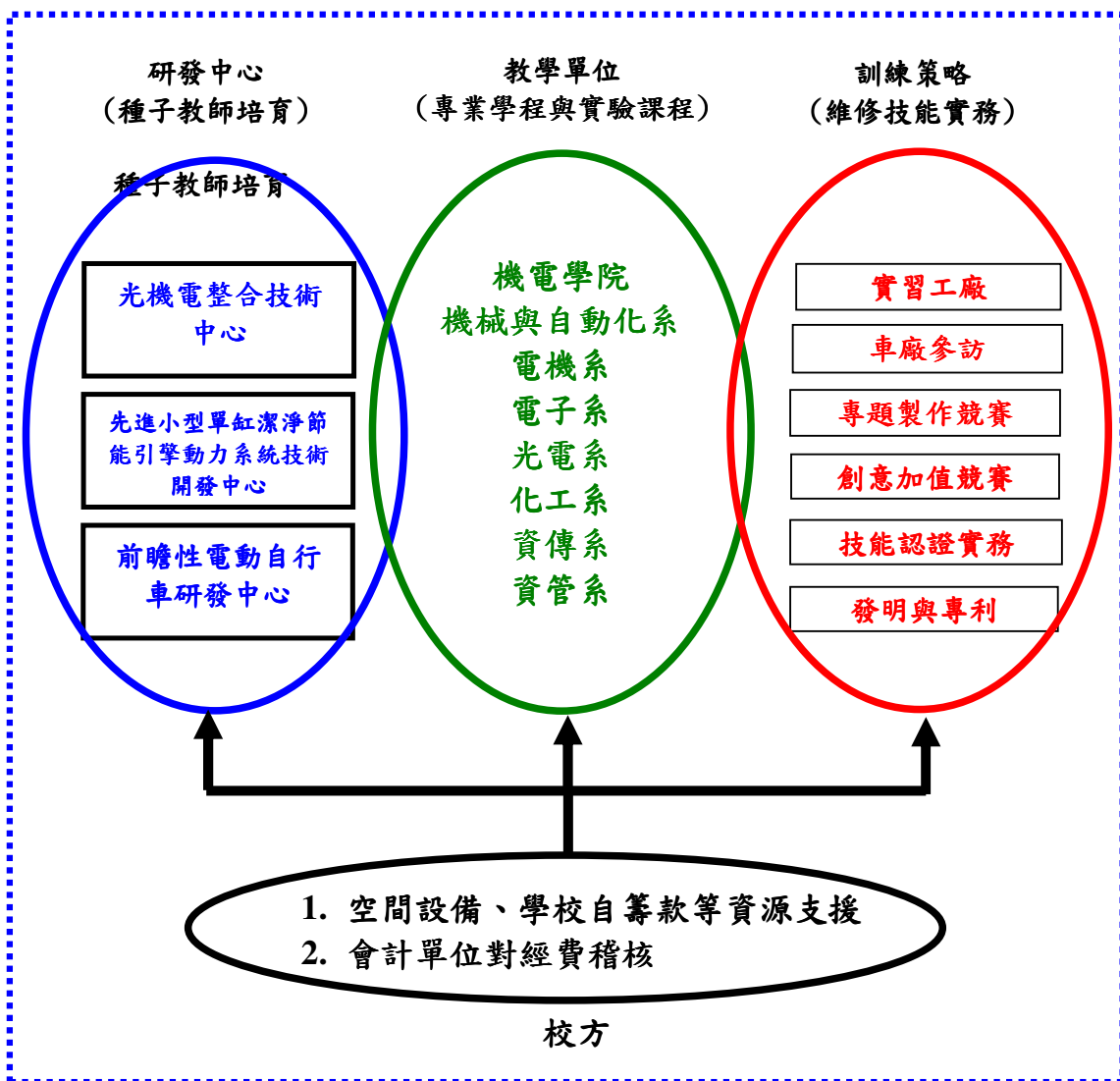


圖 4 各單位支援本計畫之架構圖

七、實施進度及分工

(一)、人力配置

本校機電學院致力於師資、經費、空間、課程與實驗設備之整合工作，祈使資源能發揮最大之共享共用效益。該院所屬系所(機械與自動化系(所)、電子系(所)、電機系(所)、光電系)之專任教師共 88 位，助理教授以上專業教師佔總師資比率 86%，另外目前正在進修博士學位之老師也多達 13 人。因師資陣容堅強，具備相當之研發能量，每年國科會與產學合作計畫數量逐年增加。

本計劃並以「種子教師培育」、「實習工廠設立」、「專業學程開設」、「車廠參訪與職場體驗」、「專題製作與競賽」、「技能認證」、「電動車加值創意競賽」、「發明實務與專利權」、「電動車試乘與技術研討會」等九大措施來達成先進電動車輛維修人才培育之目標。各措施負責老師之規劃如表 3 所示。

表 3 各措施負責老師之規劃

措施項目	負責教師	職稱	學歷	專長
計畫執行進度與經費控管	張學斌	院長	康乃爾大學航太博士	金屬材料、渦輪引擎、車輛結構與懸吊系統
實習工廠設立	黃仁聰	副教授 兼系主任	台灣大學機械所博士	模具設計與製造、製程最佳化、非傳統加工、實驗計劃法
	江瑞利	教授 兼系主任	中山大學電機所博士	再生能源發電系統、電機設計分析
	郭介森	副教授 兼系主任	中山大學電機所博士	無線通訊技術、平面天線設計、分析
種子教師培育	江瑞利	教授 兼系主任	中山大學電機所博士	再生能源發電系統、電機設計分析
	郭介森	副教授 兼系主任	中山大學電機所博士	無線通訊技術、平面天線設計、分析
	朱心平	助理教授	國立成功大學機械博士	微型機電系統、微分轉換法理論與應用、汽車系統
跨領域專業技術學程開設	黃仁聰	副教授 兼系主任	台灣大學機械所博士	模具設計與製造、製程最佳化、非傳統加工、實驗計劃法
	江瑞利	教授 兼系主任	中山大學電機所博士	再生能源發電系統、電機設計分析
	郭介森	副教授 兼系主任	中山大學電機所博士	無線通訊技術 平面天線設計、分析
	梁建興	副教授 兼系主任	台灣科技大學電機所博士	半導體元件、太陽能電池、通訊技術
	王清輝	教授 兼系主任	成功大學化工所博士	奈米級觸媒材料製備、光電材料製程
	鄭淵明	助理教授	國立交通大學機械工程研究所博士	工具機分析與控制、液氣壓、車輛懸吊系統

車廠參訪與職場體驗	黃意勛	助理教授	美國空軍理工學院電機工程博士	飛行控制、控制工程、航電系統、估測理論、計算機結構
	黃孝怡	助理教授	國立臺灣大學機械工程學研究所博士	混合動態系統理論與控制、熱流分析
	張旭銘	助理教授	國立成功大學機械博士	熱流分析、模流分析與控制
	蔡欣倫	助理教授	成功大學航空太空博士	航電系統、飛行控制、計算機結構、飛機通訊學
電動車創意加值競賽展	張智傑	助理教授	成功大學機械博士機械博士	光電訊號處理、光學量測、結構分析、應用電子學
	鍾新輝	助理教授	國立成功大學機械工程研究所博士	破壞力學、結構分析、有限元素分析
	黃耀宗	助理教授	清華大學材料所博士	光電材料、平面顯示器技術
專題製作與競賽	刁建成	研發長	日本國立宇都宮大學電氣電子博士	超薄膜製程及應用、半導體製程技術、材料分析技術、CMP平坦化
	吳上立	助理教授	交通大學控工所博士	機電整合、RFID應用、GPS應用
	陳曦照	副教授	中山大學電機所博士	再生能源、電能管理、風力發電系統
	楊耀昇	助理教授	成功大學材料科學及工程學系博士	鍍膜技術、奈米技術、半固態特殊製程、雷射處理工程
發明實務與專利權	楊大明	助理教授	英國亞伯丁大學工程學系工程博士	條件監視、訊號分析、故障診斷
	林聯發	助理教授	國立成功大學資訊工程博士	資訊產品功能設計與改良
	王俊超	副教授	高雄第一科技大學工學博士	電機機械、微機電學、程序控制、創意設計
電動車試乘與技術研討會	蕭志清	副教授	台灣科技大學電機所博士	控制工程、電動機控制、無線通訊技術
	張介能	助理教授	中山大學電機所博士	自動控制、品質管理、創意設計
	林建全	助理教授	德國司圖加大學工學博士	流體機械、機械動力系統、精密量測
技能認證	康漢松	教授	中山大學電機所博士	遠端監控、配電自動化、電能管理、冷凍空調
	謝宏榮	助理教授	交通大學機械所博士班	機電整合、機構設計、應力分析
先進電動車輛維護人才培育計畫網頁之建立	李怡銘	機電學院秘書	美國匹茲堡州立大學機械設計研究所碩士	影像處理、單晶片控制、Can-bus 網路系統應用

(二)、設備整合應用機制

為使現有設備與新採購設備發揮其對大效益，該院對於教學、實驗及研究所需之儀器設備之整合及運作模式，係採「**系所級專業分工，院級整合，資源共享**」之原則，以達能兼顧系所發展特色、學院及學校之教育發展目標。並以院行政會議及院務會議為平台進行各系所課程、實驗設備採購及年度經費之協調與分配，一方面整合全院之師資、經費與實習設備，充分支援各系所之教學、研究與服務之所需，以達成培育優質專業人才之教育目標。另方面統籌規劃各系所之特色發展設備，奠定學院未來發展之基礎，並提供全校師生資源共享。

本計劃除新設立整車實習工廠作為維修技能訓練外，另將投入「光機電整合技術研究中心」、「先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發中心」、「前瞻性電動自行車研發中心」之設備進行種子教師培育，且院內四個系(所)所屬專業實驗室之設備也將提供作為專業學程與實驗課程訓練。同時，資訊學院之資訊傳播系與資訊管理系，工程學院之化工系之相關實驗室也將提供適合之設備與師資協同教學。此投入此人才培育之各系所專業實驗室如表 4 所示。

表 4 投入本計劃之研究室與實驗室名稱

機自系(所)	電機系(所)	電子系(所)	光電系	化工系	資傳系
精微檢測研究室	再生能源研究室	嵌入式系統設計研究室	光學實驗室	高分子加工與檢測實驗室	創意媒體實驗室
振動與診斷研究室	通訊技術研究室	通訊網路研究室	太陽光電研究室	綠色材料與製程應用實驗室	3D 動畫實驗室
永續能源模擬研究室	電力電子研究室	光電檢測研究室			電子媒體傳播實驗室
		汽車電控整合研究室			電動機控制實驗室
		CNC、CAD及CAM實驗室			燃料電池系統研究室
					電機設計與驅動研究室

(三)、各子計畫內容與實施進度規劃

子計畫 1:車輛結構與動力系統維修與故障診斷

1. 子計畫背景

對於車輛而言，最核心的就是車體結構和動力系統兩大部分，車體主要包括車架結構和相關的避震、傳動、懸吊系統。車架結構的作用除了承受負載外，整體結構之剛性會直接影響行駛之性能。車架結

構的強度取決於車架受力時結構體本身所能承受之應力；結構剛性代表著車架變形的容易程度，車架剛性質的大小及變形方向，為影響電動車行駛時操縱安全性的重要因素。而避震、傳動、懸吊系統是連結車架結構系統和動力系統的重要系統，和車輛的性能和行車安全息息相關。

依照美國 EPA Air Resources Boards 2007.04 針對零污染車輛 (ZEV)發展最新預估，潔能車輛技術朝全面化發展，油電混合動力車 (Hybrid EV, HEV) /燃料電池電動車(Fuel Cell EV, FCEV) / 氫氣內燃機引擎動力車(H2ICV) / 電池電動車(Battery EV, BEV)仍然是未來主流。油電混合動力車 (HEV)於 2000~2004 年進入大量商業化後，後續可能導入之潔能車輛技術依序為充電式油電混合動力車(Plug-In Hybrid EV, PHEV)及燃料電池電動車(FCEV)。電池電動車雖預計於 2010 年進入商業化，但不易達到大規模推廣。部份車廠開始投入氫氣內燃機引擎動力車(H2ICV)，其預估之商業化導入時間仍晚於燃料電池電動車(FCEV)。油電混合動力車(HEV)運用內燃機引擎、馬達、電池之混合系統，因此在電動車的動力系統維護上，必須針對引擎、馬達、電池的元件和整合系統，了解原理和性能指標和故障成因，才能進行進一步的維護與修護。

基於以上的因素，本子計畫的目標在配合國內電動車產業發展，培育電動車結構與動力系統的維護人才，讓學生對電動車結構與動力系統功能與原理具備完善的基礎概念，並期能培養學生對電動車結構與動力系統的基本故障診斷與維護能力，以期能於填補目前在此領域中較為欠缺的部分，並對我國推動電動車產業有所助益。透過參加電動車專題競賽、種子教師培育、電動車加值學程、舉辦車輛相關研討會等方式進行電動車結構系統與動力系統之維修人才之培育。

本子計畫內容主要包括：

(1) 電動車結構系統故障診斷與維修

- 電動車車體結構振動故障診斷與維修
- 電動車懸吊與避振系統設計與診斷維修
- 電動車傳動與煞車系統設計與診斷維修

(2) 電動車混合動力系統性能診斷與分析

- 電動車混合動力原理與系統效能分析
- 電動車混合動力系統設計與診斷維修
- 電動車馬達效能分析與故障診斷

(3) 電動車結構與材料損害機制分析

- 電動車車體結構損害機制分析
- 電動車結構材料破壞機制分析

2. 子計畫目標

本子計畫的目標在配合國內電動車產業發展，培育電動車結構系統與動力系統之維修應用人才。為了加強車輛乘坐之舒適性與安全性，電動車輛之車體結構與動態模擬相當重要，希望能夠改善傳統車體結構強韌性與動態特性，期許培養學生具有以下維修能力：電動車車體結構振動故障診斷與維修、電動車懸吊與避振系統設計與診斷維修、電動車傳動與煞車系統設計與診斷維修、電動車混合動力原理與系統效能分析、電動車混合動力系統設計與診斷維修、電動車馬達效能分析與故障診斷。透過本計畫，希望與南部地區電動車相關設備業建立產學合作機制，強化業界、教師與學生之互動關係。

除了課堂講課外，也將邀請業界師資到校授課，一方面讓同學可以更早吸收產業需求及資訊，同時擴大大學校與業者的合作機會。另外結合學校的實驗室進行實習，可以將理論與實務結合，更進一步配合業者的需求，讓學生到產業實地參訪與工讀。透過職場參訪與校外實習，讓學生做好職場前的技術培養與心態調整。

本子計畫其主要之目標如下：

- (1). 培育學生具有電動車結構系統故障與混合動力系統性能分析的專業技術，對於電動車產業上、中游各廠商產品、製程及設備具備初步的概念，使其能於將來投入此一行業時，縮短初期的不適應性。
- (2). 與南部地區產業設備業建立產學合作機制，強化業界、教師與學生之互動關係。
- (3). 藉著工廠實習或職場參訪的機會，使其了解在此一行業中若干相關的製程技術與設備製造技術，進而有一些設計的概念，讓學生所學能立即應用至工作崗位，以增強學生就業之競爭力，也讓業界提早發覺人才進而培育需要的人才。
- (4). 透過職涯規劃與職場須知的介紹，讓學生作好進入電動車相關職場前的心態調整，減少未來工作的不適應，並進而謹慎規劃未來。

3. 子計畫執行方式

子計畫 1 除了配合總計劃進行電動車維護人才種子師資班培養、技能認證、電動車加值創意競賽、發明實務與專利權及電動車試乘暨技術研討會外，子計畫 1 主要執行下列工作項目，藉此來減少學校教育與產業人才需求之隔閡，期待能於最短時間內，充實學生進入電動車輛維護產業之能力。主要之實施策略及方式如下：

- (1). 參與種子師資培育：

參與電動車(結構與動力系統)維護人才種子師資班之訓練，培養電動車結構系統維護人才種子師資，參加人員為本系及週邊學校機械與車輛相關科系教師，相關內容有 1. 電動車系統原理 2. 車

輛動力原理 3.電動機原理 4.燃料電池原理 5.車輛混合動力系統維護實務。

(2). 組隊參加專題製作競賽:

規劃每年至少組織兩隊參加專題製作競賽，專題題目內容初步規劃將以『電動車防震的最佳化設計』，『電動車車架輕量化的最佳化設計』兩個主題參與各類全國性專題競賽。

(3). 建立特色教學實驗室:

以本系現有的『振動與故障診斷研究室』和『永續能源模擬研究室』為基礎，結合本計畫所新設的電動車實習工廠，建立「電動車結構與動力系統研究室」，充實電動車結構系統與動力系統的振動、訊號分析、故障診斷等軟硬體設備，以及建置電動車動力模擬裝置等，達成培育相關人才的目標。

(4). 開設特色課程:

特色課程的主要重點為訓練學生具有車輛結構與動力系統方面之維修能力，預計開設兩門課程-「電動車結構系統安全與評估實務」、「電動車動力系統原理與維護實務」。相關的內容包括：『電動車結構系統安全與評估實務』－

◎電動車結構系統◎電動車避震系統◎電動車煞車系統◎
電動車傳動系統◎電動車體振動分析◎車輛安全與評估

『電動車動力系統原理與維護實務』－

◎電動車輛動力原理◎電動機原理◎燃料電池原理◎車輛
混合動力系統原理◎電動車動力系統診斷實務◎電動車動力系統維護實務。

(5). 舉辦特色研習會:

藉由演講與經驗交流推廣車用燃料電池發明與專利申請經驗，利用本系具有專利相關證照與經驗的教師並延請業界專家，推動參與本計畫的教師與學生對於電動車相關發明創新、知識產權與專利申請的實務能力與經驗，相關的內容包括：

◎車用燃料電池原理 ◎發明與專利申請實務 ◎車用燃料電池發明經驗分享。

在提升實務教學與協助學生就業能力的前提下，除全力培養產業所需之基本技術外，並積極與鄰近地區的相關產業交流與互動，擬培養出相關技術之實務專才，以滿足工業界之需求；在實務技能上的加強，則由學生利用寒暑假的期間至業界實際進行職場體驗，讓平常在學校學習到的技能，實際與工作現場作一比較應用，以期讓學生對於產業技術有充分之認識，讓學生了解學校與職場之差異性，並進而謹慎規劃未來。

4. 計畫預定實施進度及查核點

(1). 計畫甘特圖(第一年)

月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工作項目													
1	種子教師培育研習營												
2	設立實習工廠 (採購實習設備)												
3	開設專業技術學程課程 與教材編撰												
4	專題製作競賽												
5	技能認證實務												
6	電動車創意加值競賽展												
7	車廠參訪												
8	發明與專利權研習營												
9	電動車技術研討會												
10	特色教學實驗室												
累計工作執行進度(%)		2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	60	75	87.5	100
累計經費動支進度(%)		0	0	0	3	20	30	40	50	80	85	90	100

*虛線部分為計畫第二、三年才執行

(2). 計畫查核點

編號	工作項目	預定查核點	預定完成時間
1	專業課程規劃	完成課程教材編撰	98/09/30
2	實習工廠設立	完成設備採購	98/10/30
3	特色教學實驗室	完成特色教學實驗室之建構	98/10/30
4	專題製作競賽	完成專題製作競賽	98/11/30
5	技術研習會	舉辦技術研討會	98/12/10

子計畫 2: 電動機驅動技術、電能管理與行車控制系統

1. 子計畫背景

● 國內外電動車輛發展趨勢

根據工研院 2008.04 提出全球電動車輛發展趨勢調查報告顯示，油電複合動力車 (Hybrid Electric Vehicles, HEV) 已於 2004 年進入了商業化量產階段，而充電式油電混合電動車 (Plug-In Hybrid Electric Vehicles, PHEV) 及燃料電池電動車 (Fuel Cell EV) 則將於 2010 年陸續量產上市。而純電動車 (Pure EV) 雖有無污染之優點，但因電池儲能限制及充電耗時之瓶頸仍有待克服。故在電池技術未克服前，油電混合動力車 (HEV) 依舊是全世界各大車廠研發低污染車輛之主軸。

台灣產學界對電動車輛研發與相關零組件生產技術已有相當基礎，故在面對此一「汽車產業工業革命」，政府於 94 年全國能源會議中決議於國內大力推廣省能源運具並扶植相關技術產業。行政院科技顧問組提出「挑戰 2008：國家發展重點計畫」之計畫書、經濟部能源局之「2007 能源科技研究發展白皮書」及經濟工業局之「推動重點產業項目」皆顯示「高效率電動車輛」已列為國家重點科技發展項目，其中油電混合動力車(HEV)列為重點研發項目。

● 油電混合動力系統種類

油電混合動力車(HEV)為現階段國內外車廠發展主流，根據油電混合動力車之動力系統型式分為並聯式 Hybrid 系統(如圖 5 所示)及串聯式 Hybrid 系統(如圖 6 所示)，前者為現今市面上之油電混合車之動力系統型式，後者則為未來推展之型式，其各有其優缺點如表 5 所示。

表 5 油電混合動力系統型式

型式	並聯式 Hybrid 系統	串聯式 Hybrid 系統
優點	● 引擎與馬達並聯提供車輛驅動力 ● 引擎及馬達容量較小	● 引擎僅驅動發電機 ● 馬達提供車輛驅動力 ● 無動力分割機構，結構與控制系統較簡單 ● 引擎處在高效率運轉
缺點	● 需動力分割機構，結構與控制系統較複雜	● 馬達容量較大

● 油電混合動力系統之組成

混合動力系統雖因其型式之不同而有所差異，但基本上可分為動力裝置、控制系統與高容量蓄電池等三大部分。動力裝置之主要元件包括引擎、馬達、發電機、變速箱動力分割機構等。控制系統則有混合動力 ECU、引擎控制單元、馬達 ECU、電力轉換裝置(整流器(Rectifier)、DC-DC 轉換器、變流器(Inverter)、充電器(Charger))、電池 ECU 及煞車 ECU 等如表 6 所示。

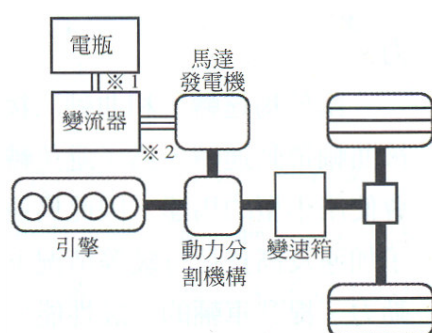


圖 5 並聯式 Hybrid 系統

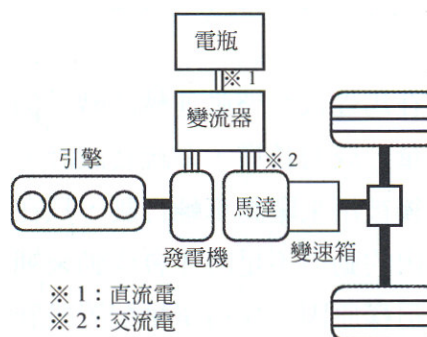


圖 6 串聯式 Hybrid 系統

表 6 TOYOTA PRIUS THS 的主要構成元件及其功能

主要元件			元件主要功能
動力系統	引擎		混合動力系統的主要動力源，並帶動發電機發電。
	變速箱總成	發電機	主要是用來產生交流高壓，由引擎帶動發電；另做為引擎啟動馬達使用。
		馬達	主要是補助引擎的動力輸出，增加驅動力；在煞車時，發電充電至 HV 電瓶(回生煞車)。
		動力分割機構	能適切地切割分配引擎動力、馬達驅動力和發電機驅動力。
高壓(HV)蓄電池組			起步、加速、爬坡等時，供應電力給馬達，煞車時充電。
控制系統	HYBRID ECU		依據節氣門開度、排檔位置計算所需要引擎輸出，馬達扭力及發電機扭力，然後依各個 ECU 需要送出需求值來控制驅動力。
		馬達 ECU	依據 HYBRID ECU 送來的驅動要求值，透過整流器控制馬達和發電機。馬達 ECU 和 HYBRID ECU 做成一體。
	引擎 ECU		依據 HYBRID ECU 送來的引擎輸出要求值，輸出開度指令至電子控制節氣門。
	蓄電池組 ECU		監視的 HV 蓄電池組充電狀態。
	煞車 ECU		執行馬達回生煞車和油壓煞車的協調控制，以使能和一般只有油壓煞車的車輛有同等的煞車制動力。
	變頻器		高壓直流電和交流電(馬達、發電機)轉換的變換裝置。
	DC-DC 轉換器		高壓直流電降為 12V，提供輔助電瓶充電的裝置。
	高壓電瓶充電器		萬一 HV 電瓶過度放電時，可用救援車輛的 DC12V 來充電的昇壓充電裝置。
	加速踏板位置感知器		將加速踏板的開度轉換成電子訊號，傳送給 HYBRID ECU。
	加速踏板開關		提供加速踏板全開的訊號給 HYBRID ECU。
	檔位開關		將排檔桿的位置轉換成電子訊號，傳送給 HYBRID ECU。
	系統主繼電器(SMR)		依據 HYBRID ECU 的訊號切斷、連接高壓電源電路。
	維修插頭		除了檢查、裝備外，用來切斷 HV 電瓶高壓電路的插頭。

● 油電混合動力車(HEV)與純電動車(PEV)構成元件之比較

雖然純電動車(PEV)為未來環保科技載具之最終目標，但在電池儲能限制與充電耗時尚未克服前，能降低污染量之油電混合動力車(EHV)依然是車廠研發主軸。純電動車(PEV)與油電混合動力車(EHV)主要構成元件之比較如表所示，顯現純電動車(PEV)之元件較少，控制系統也較簡單，如表 7 所示。

表 7 HEV 與 PEV 構成元件之比較

主要構成元件		
HEV	PEV	
混合動力 ECU	EV 控制器	電動車(ECV)
馬達 ECU		馬達 ECU
變流器(Inverter)		變流器(Inverter)
引擎 ECU	--	
煞車(ECU)	煞車(ECU)	
馬達	馬達	
引擎	--	

高壓蓄電池(電瓶)	高壓蓄電池(電瓶)
DC-DC 轉換器	DC-DC 轉換器
輔助蓄電池(電瓶)	輔助蓄電池(電瓶)
動力分割機構(並聯式)	--
發電機	--
散熱水箱	散熱水箱

無論是混合動力車或是純電動車，其基本上可分為動力裝置、控制系統與大容量蓄電池等三大部分。其中電動車輛之電動機(馬達)驅動、電能管理系統與行車控制系統為本校電機工程系之專業領域。因本子計劃是以電機工程系來主導電動機驅動系統、電能管理系統與行車控制系統維修學程課程之規劃，並配合所屬教師與專業實驗室設備，以培養學生電動車馬達驅動及電能管理系統之專業維修能力。本子計畫內容主要包括：

- (1) 電動機(馬達)驅動系統故障診斷與維修
 - 馬達故障診斷與維修
 - 驅動器電路故障診斷與維修
- (2) 電能管理系統故障診斷與維修
 - 蓄電池組性能檢測與效能分析
 - 充放電控制器電路故障診斷與維修
 - 電力轉換裝置電路分析與故障診斷
- (3) 行車控制系統診斷與維修
 - 混合動力 ECU 原理
 - 混合動力 ECU 信號量測、分析與故障診斷

2. 子計畫目標

因本子計劃主要是訓練學生具備電動車之電動機驅動系統、電能管理系統與車輛控制系統等維修技能。因此訓練課程內容包含：電動機(馬達)驅動系統故障診斷與維修，電能管理系統故障診斷與維修，行車控制系統診斷與維修等。故本子計畫其主要之目標如下：

1. 培育學生具有具備電動車之電動機驅動系統、電能管理系統與車輛控制系統等基本知識與基礎維修技能，以便學生將來投入此一行業時，縮短職前訓練時間。。
2. 與南部地區產業設備業建立產學合作機制，強化業界、教師與學生之互動關係。
3. 藉著工廠實習或職場參訪的機會，使其了解在此一行業中若干相關的製程技術與設備製造技術，進而有一些設計的概念，讓學生所學能立即應用至工作崗位，以增強學生就業之競爭力，也讓業界提早發覺人才進而培育需要的人才。

4. 透過職涯規劃與職場須知的介紹，讓學生作好進入電動車相關職場前的心態調整，減少未來工作的不適應，並進而謹慎規劃未來。

3. 子計畫執行方式

• 課程規劃內容

本子計畫旨在培育電動車輛之電動機(馬達)驅動系統、電能管理與行車控制系統等專業技術維修人才，因此教學與訓練課程將著重在電動車輛之電動機(馬達)驅動、電能管理與行車控制系統等相關技術故障診斷與維修技術，分述如下：

A. 電動機驅動技術

(1) 驅動馬達種類

使用在電動車輛之驅動馬達有直流型、交流型兩種，交流型馬達又分為交流同步馬達及交流感應馬達等如表所示。其中以永久磁鐵作為轉子磁極之永磁式交流同步馬達(PMSM)因具較高之運轉效率與較小尺寸重量，已廣泛作為電動車輛之驅動馬達，如表 8 所示。

因高磁力永久磁石材料(Permanent Magnet)與高效能永磁同步馬達(PMSM)已陸續被提出，且結合先進電力電子驅動技術之直流無刷馬達(Brushless DC Motor, BLDCM)則已逐步取代永磁式直流馬達(PM DC Motor)與交流感應電動機(Induction Motor)於伺服與變頻驅動系統之地位。主因為直流無刷馬達(BLDCM)具有能量密度高、啟動轉矩高、運轉效率高、控制容易與結構韌性強等優點，且直流無刷馬達(BLDCM)作為電動車輛之驅動馬達於減速或下坡時，馬達可作為發電機提供再生發電能量(Regeneration)回充至蓄電池(Battery)，以減少煞車系統耗損並提供較大之制動(Brake)能力。

表 8 電動車輛之驅動馬達

動力用馬達		直流馬達	交流同步馬達	交流感應馬達
重量	馬達	60	57	82
	控制器	15	45	34
最大輸出功率(kW)		22.5	50	55
功率輸出密度(kW/kg)		0.25	0.88	0.67
(馬達+控制器)功率輸出密度(kW/kg)		0.3	0.5	0.48

近年來，因外轉式徑向永磁同步馬達(PMSM)結構與特性極適合作為輪轂馬達核心，優點為適合輪轂結構、轉子慣量較大、轉子極數與定子槽數可較大，結構強健定子繞線容易，故符合輪轂馬達特性需求。且徑向永磁同步馬達(PMSM)作為電動車輛之輪轂馬達於減速或下坡時，馬達可作為發電機提供再生發電能量(Regeneration)回充至蓄

電池(Battery)，以減少煞車系統耗損並提供較大之制動(Brake)能力，如表 9 所示。

表 9 交流同步馬達的主要規格

馬達型別	馬達 I	馬達 II
型號	1CM	MF2
型式	三相交流同步馬達	三相交流同步馬達
額定電壓[V]	288V	144V
最大輸出功率[kW]/(rpm)	30.0/(940~2000)	10.0/(3600)
最大輸出扭力[N-m]/(rpm)	305/(0~940)	49.0/(0~1000)
最大輸出扭力時的耗用電流[A]	351	----
冷卻方式	水冷式	空冷式

(2) 永磁式 BLDCM 之數學模型

永磁式 BLDCM 之數學模型、氣隙磁通量 ϕ 與 V/f 比值間之關係，推導如圖 7 所示，永磁式 BLDCM 藉由同步旋轉座標系來表示之 q-d 軸電壓方程式之展開形式為：

$$v_{qs} = r_s i_{qs} + \omega \lambda_{ds} + p \lambda_{qs} \quad (1)$$

$$v_{ds} = r_s i_{ds} - \omega \lambda_{qs} + p \lambda_{ds} \quad (2)$$

$$v_{0s} = L_{ls} i_{os} \quad (3)$$

其中

$$\lambda_{qs} = L_q i_{qs} , \quad (4)$$

$$\lambda_{ds} = L_d i_{ds} + \lambda'_m , \quad (5)$$

$$\lambda_{0s} = L_{ls} i_{os} , \quad (6)$$

λ'_m 為常數值， $p \lambda'_m = 0$ 。

在三相平衡系統下，零序的量為 0，且 λ'_m 為常數值， $p \lambda'_m = 0$ 。將(6)-(8)式代入(3)-(5)式整理後，可得永磁式 BLDCM 之電壓方程式：

$$\begin{bmatrix} v_{ds} \\ v_{qs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_s + pL_d & -\omega L_q \\ \omega L_d & r_s + pL_q \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega \lambda'_m \end{bmatrix} \quad (7)$$

永磁式 BLDCM 之轉矩為

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{N_p}{2} (\lambda_{ds} i_{qs} - \lambda_{qs} i_{ds}) = \frac{3}{2} \frac{N_p}{2} [(L_d - L_q) i_{qs} i_{ds} + \lambda'_m i_{qs}] \quad (8)$$

N_p 為極數。(8)式中之第 2 項目 $\lambda'_m i_{qs}$ 是永久磁鐵與 q 軸電流產生的磁場轉矩，第 1 項 $(L_d - L_q) i_{qs} i_{ds}$ 是利用轉子凸極性由 d、q 軸磁阻的差產生磁阻轉矩。若轉子為 SPM 非凸極形式則 $L_d = L_q$ ，若轉子為 IPM 凸極形式則 $L_d < L_q$ 。由於此凸極性使電機轉子反作用產生感應係數的差，此時，感應係數大，也可以說成是磁阻轉矩，此轉矩以省能

的方式穩定的作動。由(8)式推測可知，假設流過負的 i_d 電流，利用磁阻轉矩可獲致高性能化（最大轉矩控制等）。

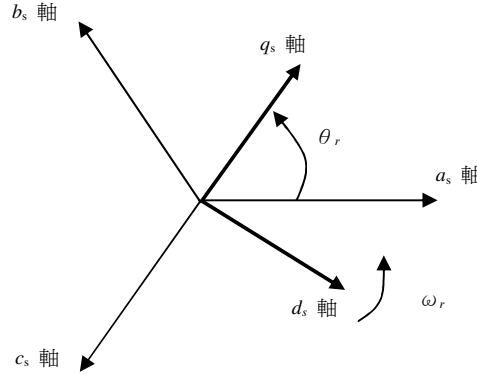


圖 7 三相系統與轉子旋轉座標轉換關係圖

在同步旋轉座標系中，定子磁通量的穩態值為直流量。為考慮定子電壓值 V 與定子磁交鏈 λ'_m 之關係，可由向量控制的角度來推導純量控制模式。假設同步旋轉座標系的直軸 d 與定子磁通向量同相位，且定子磁場強度為定值，則

$$\lambda_{ds} = |\bar{\lambda}_s|, \lambda_{qs} = 0, p\lambda_{ds} = 0 \quad (9)$$

將(9)式代入(10)式，可得

$$v_{qs} = r_s i_{qs} + \omega |\bar{\lambda}_{ds}| \quad (10)$$

$$v_{ds} = r_s i_{ds} \quad (11)$$

若將定子電阻壓降忽略，定子電壓值與定子磁場強度的關係可近似為

$$v_{qs} \approx \omega |\bar{\lambda}_{ds}| \quad (12)$$

因此，對一個電壓控制型的變頻器而言，只要維持定子電壓值與頻率之比率，即可驅動永磁式 BLDCM 在設定的轉速下執行定轉矩運轉。

(3) 電動機(馬達)驅動技術

永磁式同步馬達(PMSM)之驅動技術計有純量、向量及直接轉矩控制等。其中純量控制(Scalar control)是以電壓/頻率比為定值之開迴路控制模式(V/f Control)，為泛用型變頻器所採用的控制技術，其不需要馬達轉速回授，結構簡單。向量控制(Vector control)即為磁場導向控制，此法是將永磁式同步馬達等效成他激式直流馬達，可大幅簡化馬達數學模型，適合運用微處理器(Microprocessor)來控制，此法為今日工業控制的主流。直接轉矩控制(Direct torque control)則為較新式之控制技術，其是根據磁通與轉矩誤差量，直接選擇適量電壓向量使誤差收斂，適用於需要快速轉矩響應之場合。

由於運用 PMSM 於電動車輛驅動時，變頻器(Inverter)旨在控制馬

達之轉速(rpm)與扭力(轉矩)(Torque)，故多採用向量控制電流方式，因此變頻器(Inverter)為電流控制型式，並配合脈寬調變(Pulse width modulation, PWM)策略，將可達到馬達變頻、變轉矩控制，充分滿足控制性能的需求。圖為交流伺服馬達基本控制圖，藉由電流感測器與轉子位置感測器(如霍爾元件)來控制馬達電流量及產生之轉矩，如圖 8 所示。

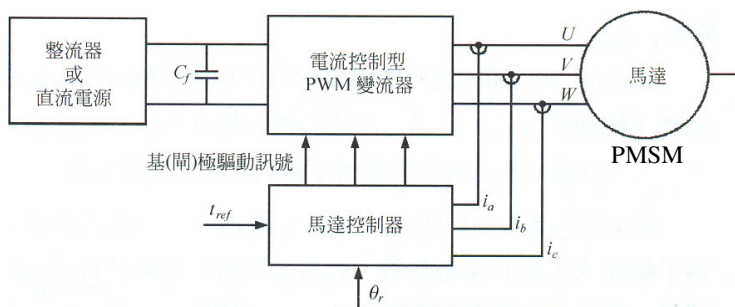


圖 8 交流伺服馬達基本控制方塊圖

B. 電能管理系統

B1. 高容量蓄電池

(1)蓄電池種類與特性

表 10 各種電池特性

種類	特徵	課題	能量密度				輸出密度		壽命(循環)	
			(Wh/kg)		(Wh/L)		(W/kg)			
			現況	將來	現況	將來	現況	將來	現況	將來
鉛開放型	高輸出 密度	低成本	40	45	70	80	150	200	500~1000	1000 以上
鉛密閉型	高信賴 性		35	40	80	100	200	300	400~800	1000 以上
鎳鎘	高輸出 密度 高信賴 性	高成本 高溫性	50	60	110	120	170	180	500	1000 以上
鎳氫	高輸出 密度 高能量 密度	高成本 高溫性	65	70	155	165	200	300	500~1000	1000 以上
鋰離子	高電壓 高能量 密度	高成本	110	150	160	200	200	400	500	1000 以上

(2) 蓄電池組充電狀態與溫度之管理

電動車之蓄電池組是分為數個分電池予以充電，並使各分電池之充、放電量皆處於均等狀態，如此將可使蓄電池組運轉於最佳狀態及延長壽命，而分電池之充電狀態(State of Charge, SOC)皆須電池ECU來監控。又溫度對電池之充電與放電的能力具有一定程度之影響，

因此電池溫度管理是蓄電池組SOC監控之重要功能之一，如圖9所示。

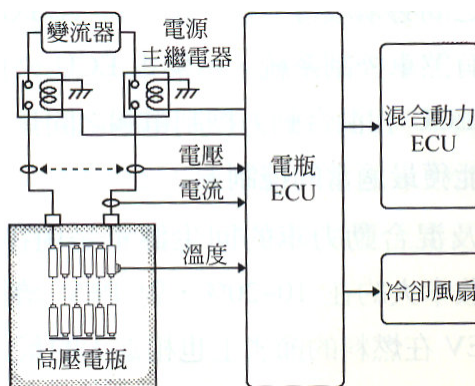


圖 9 高壓蓄電池組監控系統

B2. 電力轉換裝置

電力轉換裝置(Converter)包含變頻器(Inverter)、整流器(Rectifier)及DC-DC轉換器。

- (1) 整流器(Rectifier): 旨在將交流電源轉換成直流電源之電力轉換裝置(AC-DC轉換器)，混合動力系統發電機為三相交流發電機，整流電路採用三相橋式交流整流電路。又根據整流器之輸出電壓可分為固定電壓整流(Constant voltage)及可變電壓整流(Variable voltage)，一般混合動力車已可變電壓型為主，用來配合驅動馬達所需之調變電壓，如圖10所示。

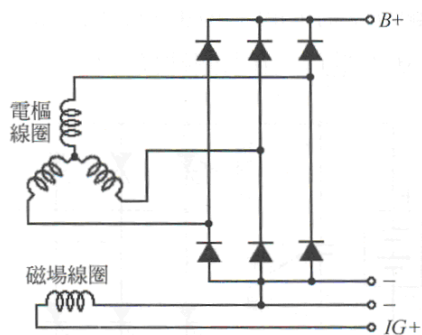


圖 10 汽車交流發電機整流電路

- (2) 變頻器(Inverter): 旨在將直流電源轉換成交流電源並提供馬達所需電力之電力轉換裝置(DC-AC轉換器)。而變頻器若依調變控制的電力對象(如馬達)可分為電流源型(Current-Source Inverter, CSI)與電壓源型(Voltage-Source Inverter, VSI)，為使馬達動力輸出平順，電動車大多使用電流控制型PWM變頻器為主。

- (3) DC-DC轉換器(DC-DC Converter): DC-DC轉換器之功用是將高壓蓄電池組之高電壓轉成12V並充電至輔助電池，基本內部電路如

圖11所示，此電路由單相DC-AC變頻器、變壓器、AC-DC整流器所組成。

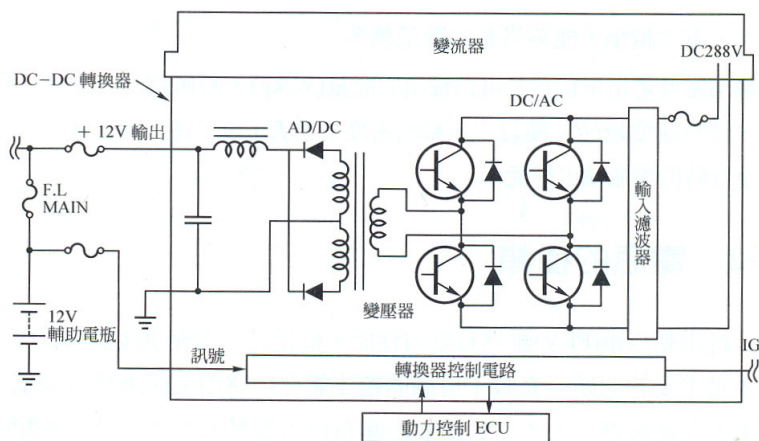


圖 11 DC-DC 轉換器的內部電路

C. 控制系統

控制系統是混合動力車之中樞，其控制的對象包含蓄電池組、引擎、馬達及煞車等系統，以因應行車時車輛各種動態變化的需要給於有效處理。控制系統結構採主僕式架構設計，混合動力ECU為控制中心，負責整合控制各子控制系統的運作，如圖12所示。

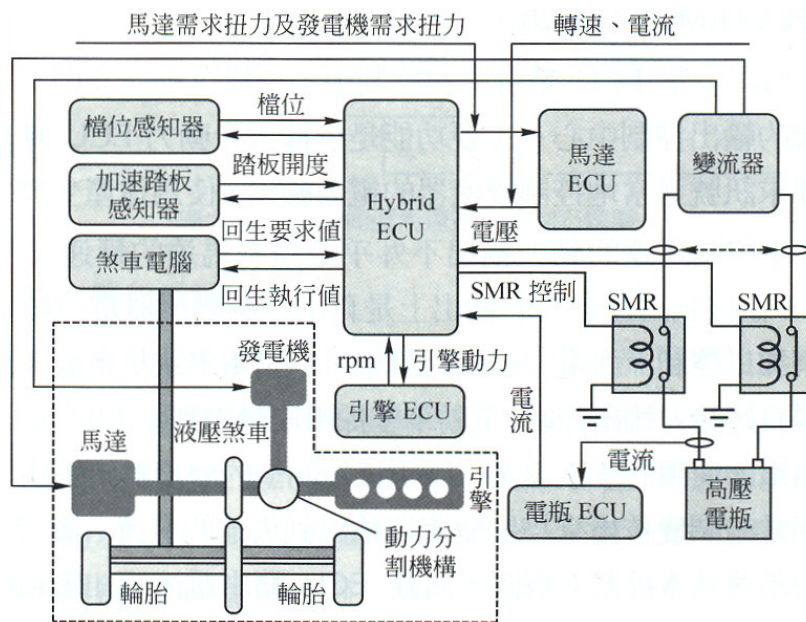


圖 12 TOYOTA THS 控制系統之構成

1. 混合動力 ECU(Hybrid ECU)

驅動力的控制是由混合動力 ECU 依據加速踏板開度和排檔桿位置等訊號計算出引擎的輸出、馬達的驅動扭力和發電機驅動扭力等，

並將需求值傳送給各個 ECU，再由各個 ECU 依據混合動力 ECU 需求值來輸出，達成車輛驅動力的控制。

2.引擎 ECU(Engine ECU)

依據混合動力 ECU 傳來的引擎輸出要求量及引擎控制系統各感知器所感測到的引擎狀況，如進氣量、水溫等來控制電子節氣門的開度及引擎的運轉，基本上，引擎的控制和傳統的 EFI 相類似。

3.馬達 ECU(Motor ECU)

如同引擎 ECU 是引擎控制中心一樣，馬達 ECU 是馬達和發電機的輸出控制中心，主要功能是依據混合動力 ECU 傳來的動力輸出要求訊號適當地控制變流器的電力輸出，使馬達產生需求的動力

4.電池組 ECU(Battery ECU)

電池組 ECU 的主要功能在於監控高壓電瓶的充電狀態(SOC)及使高壓電瓶性能維持最佳狀態，其次是監視高壓電瓶系統是否有異常狀態，維護系統的故障安全性。

5.煞車 ECU(Brake ECU)

由於電動車及混合動力車具備再生煞車功能，再生煞車和液壓煞車之間必須要有適當的協調控制裝置以保有一般液壓煞車的煞車能力，而負責這個煞車協調控制裝置就是煞車 ECU。

• 執行方式

本子計畫將依種子教師培育、實習工廠設立、開設專業學程課程、車廠參訪、專題製作與競賽、發明實務與專利權等措施，藉以完成子計畫 2 之維修人才培育目標。主要之實施策略及方式如下：

(1) 舉辦種子師資培育研習營：

參與電動車維護人才種子師資班之訓練，培養電動車結構系統維護人才種子師資，參加人員為本系及週邊學校機械與車輛相關科系教師，相關內容有混合動力車或是純電動車，其基本上可分為動力裝置、控制系統與高容量蓄電池等三大部分。

(2) 設立實習工廠

- a. 首先充實電機系所屬之電動機控制與電力電子實驗室實習設備，採購之實習設備可進行獨立之實習項目也可進行整合測試。
- b. 於總計劃所設立之實習工廠採購各型全車電動車輛零件模型、解說圖例、故障診斷與維修機具、量測設備及軟硬體設施(包含電動機驅動系統、電能管理系統與車輛控制系統)。

(3) 組隊參加專題製作競賽：

規劃每年至少組織兩隊參加專題製作競賽，專題題目內容初步規劃將以『超級環保車』，『智慧型節能車』兩個主題參與各類全國性專題競賽。

(4) 開設專業學程之課程與教材編撰:

開設專業學程之課程主要在訓練學生具有電動機驅動、電能管理與控制系統等維修能力，預計開設兩門課程-「電動機驅動系統」、「混合動力車之電能管理系統與控制系統」。

(5) 舉辦發明專利實務研習營:

藉由演講與經驗交流推廣前瞻性電動車設計觀念，同時邀請具有專利相關證照與經驗的教師及業界專家演講，以啟發教師與學生對於電動車相關發明創新、知識產權與專利申請的實務能力與經驗。

(6) 車廠參訪與職場體驗：

帶領學生至全國各大汽車廠(TOYOTA、FORD、裕隆、中華)及維修廠(高都、南都、順裕、匯豐)作參訪與職場體驗。

4. 計畫預定實施進度及查核點

(1) 計畫甘特圖(第一年)

月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工作項目													
1	種子教師培育研習營												
2	設立實習工廠 (採購實習設備)												
3	開設專業技術學程課程 與教材編撰												
4	專題製作競賽												
5	技能認證實務												
6	電動車創意加值競賽展												
7	車廠參訪												
8	發明與專利權研習營												
9	電動車技術研討會												
累計工作執行進度(%)		2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	60	75	87.5	100
累計經費動支進度(%)		0	0	0	3	20	30	40	50	80	85	90	100

*虛線部分為計畫第二、三年才執行

(2) 計畫查核點

編號	工作項目	預定查核點	預定完成時間
1	採購實習設備	完成相關實習設備與量測儀器採購	98年/10月/30日
2	學程課程規劃	完成學程課程規劃與開課	98年/9月/30日
3	教材編撰	完成學程課程規劃教材編撰	98年/10月/30日
4	修課人數統計	完成年度學程課程修課人數統計	98年/11月/30日
5	專題製作競賽	舉辦校內電動車專題製作競賽	98年/12月/10日

6	電動車試乘與技術研討會	完成電動車試乘與技術研討會	98 年/12 月/10 日
---	-------------	---------------	----------------

子計畫 3:車用電子與資通訊系統

1. 子計畫背景

電動車（Electric Vehicle, EV）行駛時零污染、高效能、能源多變化、低噪音及振動特性。因此電動汽車之發展，將會是未來的交通工具，已是全世界的共識。國內產、學界對電動車輛研發與相關零組件生產已有相當基礎，為提高民眾對電動車輛之接受程度，世界各國政府皆積極提供政策支持，政府也積極採取了三個關鍵的要素:產業本身持續的研究與發展、車輛的示範運行及政府的輔助與獎勵誘因。故在未來幾年，先進電動車輛將逐步取代傳統燃油車輛之情景將被實現。

為提高電動汽車成車之舒適性、娛樂性與方便性端賴車用服務電子系統功能之完備與否，為使電動車輛提高其附加價值，車用服務電子系統為全球各車廠努力的目標之一。而本計劃中之車用服務電子系統維修訓練為本校電子工程系之專業領域之一。故本子計畫是以整合車用電子組件，包含有:影音資訊系統、行動通訊系統、GPS 自動導航系統及車用影音資訊系統及創意加值設計，作為教學訓練內容，以培養學生專業電動車維護能力，並降低電力損耗及改進創新車用電子與資通訊系統，促進電動車產業發展。

2. 子計畫目標

本子計畫的目標在配合國內電動車產業發展，培育電動車車用電子與資通訊系統應用維修人才，培養學生對車用電子與資通訊系統初步理論概念及技術維修運用的能力，建立電動車車用電子與資通訊系統的專業維修保養技能，期於將來投入電動車行業時，縮短職前訓練及初期的不適應性，並建立國內電動車產業人才培育鏈或認證規範，與國內電動車相關設備業建立產學合作機制，強化業界、教師與學生之互動關係。

除了課堂講課及實習外，計畫邀請業界師資到校授課，一方面讓同學可以更早吸收產業需求及資訊，同時擴大大學校與業者的合作機會。另外結合學校的實驗室進行實習，可以將理論與實務結合，更進一步配合業者的需求，讓學生到產業實地參訪與工讀。本計劃之特色為整合所有車用電子組件，並開設相關車用(載具)電子組件技術運用課程，由淺入深，著重技術能力培養，搭配相關實習課程及基本理論探討，並透過職場參訪或校外實習，培養學生專業技能且勝任於電動

車或電子相關產業。其主要之重點項目如下:

- (1). 培育學生在電動車車用電子與資通訊系統檢測與維修的專業技術。
- (2). 對車用電子與資通訊系統產業上、中及下游各廠商產品、製程及設備具備整體概念，建立學生專業能力的自信心，縮短初期就業的焦慮及不適應性。
- (3). 積極與南部地區產業設備業建立產學合作機制，強化業界、教師與學生之互動關係，建立人才培育模式。
- (4). 藉工廠實習或業界參訪機會，使其了解在此行業中若干相關的製程技術與設備製造技術與課堂理論相結合，進而建立整體維修運用的概念，增強學生就業之競爭力，培育業界所需的人才。
- (5). 透過職涯規劃與職場須知的介紹，讓學生作好進入職場前的心態調整，減少未來工作的不適應，並進而謹慎規劃未來。

3. 計畫執行方式

子計畫執行工作項目包括：參與主計畫之車用電子與資通訊系統子計畫、建立車用電子與資通訊系統應用維修技術、辦理車用電子與資通訊系統技術研討會，推動與電動車產業設備設計相關合作機制、建立嵌入式系統設計實驗室及無線通訊實驗室、載具嵌入式系統課程規載具無線通訊劃課程規劃、參與專題競賽、建立參與師生之後續成效追蹤機制、推動車用電子與資通訊系統應用技術種子師資培育與參與建立產業設備系統設計學程等事宜。藉此來減少學校教育與產業人才需求之隔閡，期待能於最短時間內，充實學生進入電動車輛維護產業之能力。主要之實施策略及方法如下:

(1). 建立特色教學實驗室

目前本校在車用電子與資通訊系統技術及應用方面，已經建置了嵌入式系統設計研究室及教育部補助「光機電整計畫」所建置的光通訊研究室，主要可以應用到車用電子與資通訊系統初步設計概念。未來將更進一步建立嵌入式系統設計實驗室及無線通訊實驗室，運用於車用電子與資通訊系統之檢測及應用，開發教學模組，以期能提供學生更具體實作實習修能力。

(2). 車用電子與資通訊系統專精課程規劃

在課程規劃上，配合整體計畫執行、國家電動車政策及車用電子與資通訊系統產業發展，培育相關 LED 照明及太陽電池檢測技術之合人力，載具嵌入式系運用統課程及載具無線通訊運用課程，規劃主要重點訓練學生具有車用電子與資通訊系統檢測技術的能力，本計劃預計以跨校系的方式，在上下學期分別開載具嵌入式系統課程及載具無線通訊課程技術，供四技二、三及四年級的學生選課。另外，透過與業界的互動，引進業界的實務經驗傳授，逐步落實教育學習與應用

接軌的目標。

(3). 參與專題競賽

預計將至少培養兩組與車用電子與資通訊系統有關技術的學生參與相關專題競賽。以競賽代替訓練，鼓勵學生進行學以致用並加值思考創意，開發新的車用電子與資通訊系統之應用，激勵學生實務競賽經驗，無形中提升學生競爭力。

(4). 專利申請

預計於計劃執行中，將學習過程中的相關發明、創新、及創意概念，實際探討可行性評估，並將該創意至少申請兩項專利。一方面可以培養學生專利申請能力，另依方面可將學習過程中相關創意具體化，更可激勵學生學習情緒及激發更多創意。

(5). 建立產學合作機制

在專題競賽及專利申請前提下，相對已提升學生除課堂上理論基礎外，計畫更積極與相關產業交流與互動，建立產學合作機制，擬培養出學生全方位能力之實務專才，以滿足業界需求。實務執行上，一方面由學生利用寒暑假的期間至業界進行參訪或體驗，讓學生對於產業技術有充分概念。另一方面透過主要研究人力師資及學生參與，建立產學合作案，研究或推動車用電子與資通訊系統有關技術合作案，尋求業界、學生及學界三贏的合作機制。

4. 計畫預定實施進度及查核點

(1). 計畫甘特圖(第一年)

月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工作項目													
1	種子教師培育研習營												
2	設立實習工廠 (採購實習設備)												
3	開設專業技術學程課程 與教材編撰												
4	專題製作競賽												
5	技能認證實務												
6	電動車創意加值競賽展												
7	車廠參訪												
8	發明與專利權研習營												
9	電動車技術研討會												
累計工作執行進度(%)		2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	60	75	87.5	100
累計經費動支進度(%)		0	0	0	3	20	30	40	50	80	85	90	100

*虛線部分為計畫第二、三年才執行

(2).計畫查核點(車用電子與資訊系統)

編號	工作項目	預定查核項	預定完成時間
1	設立實習工廠	完成車用電子實習設備採購	98 年/10 月/30 日
2	專業課程規劃	載具嵌入式系統運用課程教材編撰	98 年/9 月/30 日
3	修課人數統計	年度學程課程修課人數統計	98 年/11 月/30 日
4	專題製作競賽	舉辦校內電動車專題製作競賽	98 年/12 月/10 日
5	電動車試乘與技術研討會	完成電動車試乘與技術研討會	98 年/12 月/10 日

八、經費需求及行政支援

本計畫極受校方重視，將提供經費與行政之具體支援，且計畫主持人將會做嚴謹之經費與進度管控，除依照校訂之**會計制度**外，將藉由召開「**諮詢委員會**」進行經費支用審核，以達專款專用原則，務使計畫能順利完成。三年之整體總經費(含學校補助款)需求編列如表 10，經費編列原則是根據教育部之規定，學校配合款需佔教育部補助經費之 40%以上及學校配合款之經常門需佔教育部補助經費 10%以上方式編列，總經費為 **29,217,200** 元。

表 10 經費需求規劃

(單位:千元)

項目	說明	第一年			第二年			第三年		
		教育部補助	學校配合款		教育部補助	學校配合款		教育部補助	學校配合款	
			資本門	經常門		資本門	經常門		資本門	經常門
實習工廠設立	採購各型電動車全車設備與所需測量儀器，包含(1)車體結構、底盤與懸吊系統，(2)行車控制系統、電能管理與驅動系統，(3)車用服務電子與資訊系統，	5230	1569	133	3,986.0	1195.8	398.6	1,472.0	441.6	147.2
種子教師培育	每年寒暑假各舉辦電動車維護訓練短期課程(Workshop)，邀請知名教授、業界專家進行教育與實務訓練，教師須全程參與才可獲頒電動車維護之證書。	0	0	90	286.0	85.8	28.6	271.0	81.3	27.1

跨領域專業技術學程開設	1.開設專業學程課程含(1)車體結構、底盤與懸吊系統維修，(2)行車控制系統、電能管理與驅動系統維修，(3)車用服務電子與資通訊系統維修， 2.各課程數位化教材編撰與耗材費用 3.聘用車廠專業技師為技術講師	0	0	60	1729.0	518.7	172.9	1650.0	495.0	165.0
專題製作與競賽	電動車專題製作與競賽用。	0	0	60	793.0	237.9	79.3	1007.0	302.1	100.7
電動車創意加值競賽展	學年上學期舉辦校內車用服務電子創意加值競賽。學年下學期舉辦全國性車用服務電子創意加值競賽。每年舉辦全國性校園電動車展。	0	0	0	650.0	195.0	65.0	800.0	240.0	80.0
發明實務與專利權	創新實驗設備機構專利品與講師聘請。	0	0	0	158.0	47.4	15.8	186.0	55.8	18.6
電動車試乘與技術研討會	每學期定期舉辦電動車試乘會、技術研討會與專題演講，邀請夥伴學校、國中小學、科學園區、鄰近社區人員參與。	0	0	90	443.0	132.9	44.3	515.0	154.5	51.5
車廠參訪及職場體驗	輔導學生至全國各大汽車廠(TOYOTA、FORD、裕隆、中華)及維修廠(高都、南都、順裕、匯豐)作參訪及職場體驗。	0	0	80	522.0	156.6	52.2	565.0	169.5	56.5
技能認證	1.舉辦「電動車維修技能認證」規範制定座談會。2.與職訓局、車廠並共同訂定「電動車維修技能認證」規範。3.補助學生參與電動車維護技能認證活動。	0	0	0	272.0	81.6	27.2	343.0	102.9	34.3
人才培育計畫網頁之建立	交流網站建置與資料庫維護	0	0	10	15.0	4.5	1.5	15.0	4.5	1.5

合計	第一年			第二年			第三年		
	教育部 補助	學校配合款		教育部 補助	學校配合款		教育部 補助	學校配合款	
		資本門	經常門		資本門	經常門		資本門	經常門
	5230	1569	523	8,854.0	2,656.2	885.4	6,824.0	2,047.2	628.4

九、預期成效及影響

本計劃之九大措施項目、目的、執行方式與預估效益如表 11 所示。

表 11 九大措施項目、目的、執行方式與預估效益

推動項目	目的	執行方式	預估效益 (具體目標)
培育種子教師	具電動車維護與教學能力之教師才可擔任學程授課教師，藉以教導學生具電動車維護能力。	1.每年寒暑假各舉辦為期一週之電動車維護訓練短期課程(Workshop)，邀請知名教授、業界專家進行教育與實務訓練，教師須全程參與才可獲頒電動車維護之證書。 2.具電動車維護證書之教師才可擔任學程授課教師。	1.三年約有院內 60 名教師接受培育並獲頒電動車維護證書。 2. 間接要求教師接受第二專長訓練。 3. 支援車商維修人才訓練所需師資 4. 發表成果與論文 10 篇以上。
設立實習工廠	提供電動車輛之全車維護設備與測量儀器所需之空間，落實「實驗室即工廠」之具體理念，建立有效之「培育電動車輛維護人才」的架構，以彰顯科技大學技職教育的特色。	1.採購各型全車電動車輛、零件模型、解說圖例。 2. 根據子計劃 1 至子計劃 3 採購所需之維修機具、量測設備及軟硬體設施。 2.實習工廠將其分為五個部門。 3. 每個部門可進行獨立之實習項目也可進行整合測試。	1. 實習工廠建置完成後，每年約有 100 名學生(機自系、電機系、電子系、光電系各 25 名)加入實務維修訓練，三年共有 300 名學生參與。 2.實習工廠除提供校內學生實習外，也提供給職訓單位使用，落實「實驗室即工廠」目標。 3. 提供職訓局或車商之訓練人員所失之示範維修廠與器材
開設跨領域專業技術學程	1.建立跨領域學程課程模組。 2.鼓勵教師編撰教材與自製教具。 3.協助學生取得跨領域電動車維修學程證書。	1.訂定電動車專業學程修課辦法 2.開設車體結構、底盤與懸吊系統維修，控制系統、電能管理與驅動系統維修，車用服務電子與資通訊系統維修，等專業課程。 3.繪製學程修課地圖，協助學生修課。	1. 至少完成 7 門專業課程數位化教材編撰。 2.三年約有校內 210 名學生獲頒電動車維修相關學程證書。 3.至少有 300 位校內學生接受跨領域電動車維護修學程課程之訓練。 4. 爭取「人力扎根計畫」及「產學攜手計畫」。 5. 協助廠商人才培訓。 6. 增取舉辦高職生之「電動車維修」研習營。 7. 爭取產學合作計畫。

專題製作與競賽	藉由特定之專題題目及組織專題製作團隊，將理論與實務結合，讓專題製作產品更具有「前瞻性」、「實用性」與「商品化價值」。	1.跨領域電動車專題製作團隊(每組由機自、電機、電子與光電系各一名學生組成)之成立。2. 專題製作團隊須對題目之選定、資料收集與可行性做評估。3.所需軟硬體設備及工具之訂定。4.選擇指導教授及擬定執行進度程序。5.競賽優勝隊伍輔導參與全國性或國際性競賽。6.作品展示與成果報告說明。	1.至少有 300 位校內學生參與電動車專題製作之實作訓練。 2.讓學員了解團隊研發精神、系統整合能力、故障排除與維修能力。 3.競賽可激發學員之創新能力。
技能認證實務	與職訓局、車廠共同訂定「電動車維護技能認證」規範，鼓勵學生參與此技能認證活動。	與職訓局、車廠並共同訂定「電動車維護技能認證」規範，以鼓勵學生參與電動車維護技能認證活動。	每年至少有 30 位學生取得電動車維護技能認證。
電動車創意加值競賽展	常態性舉辦校內、全國性車用服務電子創意加值競賽，經由產官學界之交流，讓業界了解技職院校學生之創造力與行動力。	1.學年上學期舉辦校內車用服務電子創意加值競賽。 2.學年下學期舉辦全國性車用服務電子創意加值競賽。 3.邀請產官學界專家學者參與評審。	1.讓教師與學生將獲取競賽獎項為年度努力目標之一 2.激發學生之創意與創新潛能 3.讓產業界了解技職院校學生之創造力與行動力 4. 三年將舉辦 2 場全國性車用服務電子創意加值競賽。
車廠參訪與職場體驗	輔導學生至汽車廠做職場體驗，以體會汽車廠之生產流程、工作環境與行銷管道，作為學生選擇職場之參考。	輔導學生至全國各大汽車廠(TOYOTA、FORD、裕隆、中華)及維修廠(高都、南都、順裕、匯豐)作參訪與職場體驗。	每年至少有 100 位學生參與，3 年共有 300 位學生參與。
發明實務與專利權	讓種子教師與學員了解發明作品之具體內涵與技術。智慧財產權保護技巧。讓學員了解專利申請書撰寫技巧與專利申請流程	1.舉辦創意加值研習營與專題演講。 2.舉辦為期三天之發明實務與專利權短期課程，邀請商品檢驗局及發明協會專家演講。	1.三年將舉辦創意加值研習營 2 場與專題演講 6 場。 2.讓學員了解專利申請書撰寫技巧與專利申請流程，智慧財產權保護技巧等。
電動車試乘與技術研討會	進行經驗傳承、意見交流、以及評估改進，並作為後續教育與教學工作的參考和依據。	1.每年舉辦全國性校園電動車展。 2.每學期定期舉辦電動車試乘會、技術研討會與專題演講，邀請夥伴學校、國中小學、科學園區、鄰近社區人員參與。	三年將舉辦電動車試乘與技術研討會 3 場與專題演講 9 場。

十、觀摩活動規劃

本計劃於每個年度開始時將召開「諮詢委員會」邀請教育部等產

官學界專家學者擔任委員，對本年度計畫執行項目與課程內容提出建言。計畫結束後將召開「成果發表會」，邀請教育部等產官學界專家學者及媒體記者參與成果講評並召開記者會，以展現計畫執行成果。表 12 為各年度成果發表觀摩活動之規劃展示項目。

表 12 各年度成果發表會之規劃展示項目

項目	第一年	第二年	第三年
實習工廠設備展示	V	V	V
專業課程數位化教材展示	V	V	V
優良專題製作作品展示		V	V
優良創意作品展示		V	V
教師&學生發明專利作品展示		V	V
車廠參訪成果展示	V	V	V
學程證書頒發成果展示			V
電動車技術研討會成果	V	V	V
技能認證成果展示			V

*V:展示項目

十一、近 3 年重點特色補助計畫之執行成效及特色

本校「光機電檢測技術教學及研究中心」3 年(94 年~96 年度)計畫執行成果摘要如表 13 所示，中心之績效統計如表 14 所示。

表 13 光機電檢測技術教學及研究中心 3 年計畫執行成果摘要

項目	94年度	95年度	96年度
設備投資經費	教育部補助資本門1200萬元，學校資本門配合款410萬元，共執行1541.4萬元，執行率95.7%，經常門部分學校配合款120萬元，共執行1,477,711元，執行率123.1%	教育部補助資本門950萬元，學校資本門配合款439萬元，共執行1391.4萬元，執行率100.17%，經常門部分學校配合款100萬元，共執行1,072,417元，執行率107.2%	教育部補助資本門700萬元，學校資本門配合款180萬元，共執行851.6萬元，執行率96.8%，經常門部分學校配合款80萬元，共執行825,429元，執行率103.18%
科學工業園區人才培育	兩案	兩案	一案
校內跨系整合課程	每學期固定開設『機電光整合學程』、『半導體製程技術學程』	每學期固定開設『機電光整合學程』、『半導體製程技術學程』	每學期固定開設『機電光整合學程』、『半導體製程技術學程』
國科會計畫、小產學	國科會通過十九件案子、獲得經費共782.1萬元，執行小產學共四件、經費2,057,005元。	國科會一般專題通過十九件案子、獲得經費共919.3萬元，目前執行小產學共八件、經費4,395,455元。	國科會一般專題通過十三件案子、獲得經費共566.2萬元，另獲國防科技研究計畫二件、獲得經費共107.4萬元，小產學共七件、經費3,881,622元，另指導大專學生參與

			專題研究二件。
產學合作計畫	5案，經費共2,711,800元。	19案，經費共5,846,900元。	32案，經費3,205,640元。
廠商輔導	11 家	10家廠商	8家
廠商技術人才培訓	2班，訓練人數共55人。	11班，訓練320人次。	2班，訓練49人次。
工廠參觀	8家，參與學生296 人次。	20家，參與學生超過600人次。	8家，參與學生超過350人次。
研討會	5場	7場	5場
專家演講	12場	11場	12場
創意競賽	3場，總參賽人數約三百名。	3場，總參賽人數約三百名。	3場，總參賽人數二百多名
乙、丙級技能檢定學生受訓	六十人	七十五人。	五十六人
論文發表	研討會論文49 篇、期刊論文29 篇。	研討會論文53篇、期刊論文34篇	國際研討會論文48篇、國際期刊論文38篇、全國性期刊7篇
委託檢測	333 件，收入金額93330 元。	787件，收入金額188,000元。	729件，收入金額265,000元。
數位化教材製作	八件	八件	七件
專利申請	94年度新型專利共申請11件，發明專利申請4件	95年度新型專利申請共11件，全數通過，發明專利申請11件，目前通過1件	96年度新型專利申請共40件，通過16件，發明專利申請15件
相關專書發表	四本	二本	二本

表 14 光機電檢測技術中心(三年)之績效統計

計畫名稱	期間	委託單位
先進小型單缸潔淨節能引擎動力系統技術開發計畫	2008/08/01 至 2011/07/31	經濟部
技職體系推動南部傳統產業認養示範研究計畫	2008/01/01 至 2008/12/31	金屬中心
UAV 動力系統噪音防制與性能提升—子計畫六：電動導管風扇動力系統研發	2008/01/01 至 2008/12/31	國科會
先進車輛關鍵系統組件之創新研發與技術應用計畫委託計畫-南部服務窗口	2007/12/01 至 2008/11/30	大葉大學
結合多架小型無人飛行載具應用於長時間低空對視距外區域之動態影像監控系統之研究(II)	2007/08/01 至 2008/07/31	國科會
96 年度技專校院發展學校重點特色專案補助計畫之光機電檢測技術教學及研究中心設置計畫	2007/04/01 至 2007/12/31	教育部
機電整合技術國際交流暨汽機車引擎燃燒效率改善研討	2007/04/01 至 2008/12/31	教育部
南部傳統產業科技關懷先期規劃研究計畫之推動南部傳統產業技職體系認養機制示範研究	2007/02/01 至 2007/12/31	金屬中心
無人載具動力系統研究開發—子計畫二：電動導管風扇動力系統用於 UAV 的研發	2007/01/01 至 2007/12/31	國科會
結合多架小型無人飛行載具應用於長時間低空對視距外區域之動態影像監控系統之研究(I)	2006/08/01 至 2007/07/31	國科會
遠端監控機器人系統之設計及應用	2006/08/1 至 2007/07/31	國科會
台灣汽車底盤產業競爭力評估研究計畫	2006/07/01 至 2007/06/30	金屬中心

儀表量測之遠距診斷維修平台 開發	2006/05/01 至 2007/4/30	國科會
並聯式工具機誤差研究與分析	2006/05/01 至 2006/11/30	工業技術 研究院
先進車輛關鍵系統組件之創新研發與技術應用計畫委託計 畫-南部服務窗口	2005/12/01 至 2008/11/30	大葉大學