

教育部補助技專校院建立特色典範計畫

100 年度具體計畫書

航空複合材料特色實驗室

Airplane composite material characteristic laboratory

全程計畫：自民國 98 年 1 月至民國 100 年 12 月 止

本年度計畫：自民國 100 年 1 月至民國 100 年 12 月 止

中華科技大學

中華民國九十九年十二月六日

目錄

一、計畫基本資料表	3
二、整體計畫執行內容摘要	5
三、本年度計畫執行內容摘要	6
四、背景及現況	8
五、計畫目標	12
六、具體內容及配套措施	16
七、實施進度	29
八、資源運用、行政支援	34
八、經費需求	36
九、預期成效及影響	42
十、附錄	47

(一) 計畫基本資料表

計畫型態	<input checked="" type="checkbox"/> 校內整合型 <input type="checkbox"/> 校際合作		計畫歸屬	<input type="checkbox"/> 新申請案 <input checked="" type="checkbox"/> 延續案	
計畫領域	<input checked="" type="checkbox"/> 政策型：(綠色產業) <input type="checkbox"/> 特色型：				
所屬類別	<input checked="" type="checkbox"/> 工業類 <input type="checkbox"/> 生技類 <input type="checkbox"/> 農漁牧類 <input type="checkbox"/> 通訊類 <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"/> 其它類				
總計畫名稱	航空複合材料特色實驗室				
執行單位	<input checked="" type="checkbox"/> 校內：中華科技大學航空機械系、航空電子系、機械系 <input type="checkbox"/> 校際：				
計畫總主持	姓名	蘇盛竹		姓名	呂學育
	電話	03-5935707#200		電話	03-5935707#208
	傳真	03-5936297		傳真	03-5936297
	E-mail	susj@cc.cust.edu.tw		E-mail	syleu@cc.cust.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
	99				
	100				
	合計				
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)	98(已執行)	500,000	2,000,000	720,000	2,500,000
	99(已執行)	720,000	1,780,000	720,000	2,500,000
	100(未執行)	940,000	2,850,000	940,000	3,790,000
	合計	2,160,000	6,630,000	2,380,000	8,790,000
計畫序號	計畫名稱		主持人	職稱	服務單位
總計畫0	複合材料特色實驗室		蘇盛竹	副教授	航機系
子計畫1	飛機複合材料製造修護技術		邱勤山	教授	航機系 航電系
			祝如竹	教授	
			譚嗣羸	助理教授	
			歐陽讓	助理教授	

子計畫 2	複合材料風力發電葉片設計製造技術	蘇盛竹 張瑞榮 陳正興 曾育鍾	副教授 教授 教授 助理教授	機械系 航機系
子計畫 3	複合材料量測及非破壞性檢測技術	呂學育 藍庭顯 臧瑞傳	助理教授 副教授 副教授	航機系

(五) 整體計畫執行內容摘要

複合材料具有高強度、高勁度且重量輕的特性，可以讓我們藉由疊層角度，編織手法或製程的變化達到所需的結構設計強度、剛性、耐蝕性、耐疲勞性，甚至傳統金屬所無法比擬特有的力學異向性，由於這些原因，使得複合材料有被廣泛應用在航太、風力發電、綠色能源、運動器材等工業上，已取代傳統的金屬材料。因為複合材料具有各種優點，最早被應用在航空飛行器上，所以本計畫將開發複合材料技術與人才為主，針對未來民航維修、能源開發及民生市場具有大量之技術及人力需求，需要投入相當的工業基礎及相關科技發展。

本計畫的主要目的在人才培育與設計、製作加工技術之研發。在人才培育方面，主要是提出一套有系統的實驗教學方法與實驗教材，藉由課程規劃與相關實驗室的加強設立特色實驗室。整合並提升有關複合材料產品設計製作技術、超輕飛機與風力發電機葉片產品開發、複合材料檢測與產品之維修等知識領域，朝專業基礎學理與技術應用的課程與教學規劃，讓學生能瞭解複合材料產品製程技術之應用，能加以整合綠色產業科技實務應用上。在綠色產業科技之研發方面，將開發創新專利技術，並配合本校航空維修教育訓練產業將本校現有風力發電及飛機維修技術既有之相關專利為基礎，輔以複合材料產品檢測技術及維修技術，期能建立台灣複合材料產品設計、製作加工技術與相關綠色產品開發技術，進而將研發成果藉由產學合作或專利技轉的方式移轉至相關廠商。

本校戮力於整合國內各技專院校複合材料設備及研究資源，積極培育綠色能源專業人才，充實產業能量，本計畫將由航空學院主導，在飛機複合材料及風力發電方面結合本校航機系、航電系、機械系與交通大學等資源設備發展複合材料之教學與研究，並且在複合材料製程及檢測技術方面整合資源設備開發航空器及綠色能源應用之教學與研究。另外，為使計畫執行符合複合材料加工實務的需求，每一子計畫也將邀請業界專業人士參與。此計畫之執行除培育相關加工技術專業人才、風力發電產品開發人才，也能夠落實支援並提升國內複合材料產品研發關鍵技術之需求。在計畫內容方面，本計畫包括三個子計畫，分別為(一) 飛機複合材料製造修護技術；(二) 複合材料風力發電葉片設計製造技術；(三) 複合材料量測及非破壞性檢測技術。總計畫將負責上述三個子計畫間之溝通、協調與整合。為落實計畫之執行，各子計畫均分設查核點並定期進行檢核，以確保計畫之執行能達成預期之目標。

子計畫1—飛機複合材料製造修護技術

籌建飛機複合材料結構設計、製作之關鍵技術及設備，並應用於飛機零組件之檢測及修補用，以及複合材料飛機機體結構設計製造技術，將研製載人超

輕型飛機與無人飛機專題，應用航空複合材料高科技、高安全、高品質技術開發複合材料標準化製程及檢修能量，以提昇國內材料應用水準及標準化。

子計畫 2—複合材料風力發電葉片設計製造技術

設立以小型複合材料風力發電機葉片研製與檢測為主的複合材料之設計、製造分析測試及修護風力葉片技術之特色實驗室，進行開發 400w~3kw 複合材料風力機葉片所需之實驗室設備及技術，藉理論分析及實作以取得設計及製作風力機關鍵零組件的技術，並同時建置複合材料修補方法與程序。複合材料風力發電的葉片的開發技術包括：流場設計、結構應力分析、材料選用、製造方法、結構性能測試及產品實驗等必須緊密結合，本計畫選擇碳纖維及玻璃纖維編織布、環氧樹脂為基本材質及利用真空輔助樹脂轉注法(VA-RTM)一體成型製造葉片便成為開發此風力機葉片的關鍵技術。

子計畫 3—複合材料量測及非破壞性檢測技術

建立複合材料風力葉片保固與修護能量，以及複合材料風力葉片性能監控與系統整合能量，籌建檢測複合材料各項機械性質試驗所需的設備及分析軟硬體，建立複合材料破壞性及非破壞性檢驗之設備及技術，開發各項設計前及使用中材料性質及損傷檢驗能量，以提高複合材料製程可靠度及結構壽限，並輔助複合材料零組件之設計應用價值及改善整體系統性能提昇。

(六) 本年度計畫執行內容摘要

本計畫的目的著重在人才培育與複合材料飛機及風力葉片製作與研發，主要是提出一套有系統的實驗教學方法與實驗教材。藉由課程規劃、特色實驗室的設立與相關實驗室的加強，整合並提升有關複合材料製作與加工技術、風力發電產品開發、融入綠色產業之創作知識領域，朝專業基礎學理與技術應用的課程與教學規劃，讓學生能瞭解複合材料產品製程技術之應用，能加以結合綠色產業而用應到實務上。經由本計畫的實施，可使本校航空機械系、航空電子系、機械工程系，輕航空氣中心、技術研發中心及伙伴廠商專長可以互相整合，達到技術推廣合作的目的，有效促進全校教師教學與研究的互動性，增加設備之使用率，以避免資源之浪費。

本計畫第一年執行重點主要在於課程規劃與教學環境之軟硬體建置，複合材料飛機設計與 1.5kw 風力葉片設計及加工技術能量建立。第二年主要的執行內容為實體複合材料超輕飛機製作及 400w 風力葉片設計製作，以及各子計畫實驗

室筹建、技術開發與教學訓練。第三年除將繼續第二年超輕飛機製作及 400w 風力機測試驗證外，將完成複材飛機與之組裝及測試，另外將完成 3kw 複合材料風力發電機葉片之設計製作。與相關業界產業攜手合作，技術轉移業界，建置實驗室能量與訓練課程資料庫，培養複合材料專業人才。另一方面，針對飛機複合材料結構以及風力發電複合材料葉片的製作及維修，建立以非破壞檢測為核心之維修策略，建立維修及檢測資料庫，提出最佳維修方法及程序，增加複合材料維修效益，提升複合材料之可靠度及安全性。依各子計畫目標擬定，第三年各子計畫之工作重點，摘要敘述如下：

(1) 子計畫1——飛機複合材料製造修護技術

製作複合材料載人超輕飛機一架，以及複合材料無人飛機4架，開發複合材料成型模具、製作之複合材料飛機零組件，並進行飛機零組件之檢測及修補技術。應用航空維修規範開發複合材料標準化製程及檢修操作程序，建立航空複合材料製作修護教育訓練標準課程以提昇國內材料應用水準及標準化。

(2) 子計畫2——複合材料風力發電葉片設計製造技術

設計、製造3kw複合材料風力機葉片、測試驗證複合材料風力機整體系統包括複合材料結構、氣動力效益、發電效益、電力匹配與轉換。教授風力發電複合材料理論分析及實作，設計及製作風力機關鍵零組件的技術，並建立一套應用複合材料之修補這些零組件的方法與程序，以及實際運作監測與計錄分析能量及健康監控能量。量測及建立該風力機之氣動力及結構資料庫。

(3) 子計畫3——複合材料量測及非破壞性檢測技術

筹建檢測複合材料各項材料機械性質試驗所需的設備，以及複合材料破壞性及非破壞性檢驗之設備及技術，飛機及風力機的零組件結構強度試驗，開發各項設計前及使用中材料性質及損傷檢驗能量，以提高複合材料製程可靠度及結構壽限，並輔助複合材料零組件之設計應用價值及改善整體系統性能提昇。擬於本年度建立航空級複合材料量測及非破壞性檢測之技術，完成檢測人才培育課程設計。

在教育訓練及人才培育方面，將持續複合材料之設計、製作及檢測課程，加強校外相關產業之合作及參訪，舉辦成果觀摩展技術發展等，以提昇複合材料之人才素質質與量。執行本計畫所開發之技術與設備不但可以充實本校之教學與研究資源，亦可將其推廣至相關產業，以提升企業之競爭力。本計畫將藉由新開發、設計的課程，加強教材之編輯與模組化教學安排，使學生避免重覆學習，讓學生具備創新、設計及系統整合之能力。另外，將利用網路與多媒體

等來改善傳統式的教學方法，透過各式各樣的教材呈現，以提升學生之學習成效。本計畫若能順利執行，則可達到資源共享、共同發展的目的，以創造一個具高科技、專業性、啟發性與創造性的學習環境，提升本校在教學與產學合作方面的能量，使之成為學校之重點特色。

(七) 背景及現況 (含與產業發展及校務發展計畫重點)

複合材料(Composite Material)具有高強度、高韌性、質量輕、耐腐蝕以及耐磨耗等特性。複合材料種類繁多，其中應用較廣者為纖維補強之高分子複合材料，其基本的組成為纖維及高分子基材。複合材料中之強化纖維包括碳纖維、石墨纖維、玻璃纖維、Kevlar 纖維等，經常運用於綠色能源、電機、電子、航太、汽車、船舶工業、及運動器材上。複合材料可以讓我們藉由疊層角度，編織手法或製程的變化達到所需的結構設計強、剛性、耐蝕性、耐疲勞性，甚至傳統金屬所無法比擬特有的力學異向性，由於這些原因，使得複合材料有被廣泛應用在航太、風力發電、運動器材、電子材料等工業上，已取代傳統的金屬材料，成為未來主要之應用材料。複合材料最早在航太高科技工業上應用，現代及未來飛機結構已朝向重量更輕的複合材料製造新一代飛機，這種重量較輕的飛機有助於節省燃料。使用複合材料最大的優點就是可以增加結構強度減輕飛機重量並節省燃料。複合材料更是二十一世紀政府支持的十大重點新興產業。國內之複合材料產業在工業產品、運動、腳踏車休閒產品方面成績斐然，多項產品的品質與產量高居世界第一位。近年來，無論在航太材料和運動器材及綠色風力發電等複合材料一直列為已開發國家所發展之尖端材料。它開創人們新的視野，也擴大人們生活的層面。各國莫不投入大量人力與資源從事相關學術研究與產業發展。

近年來台灣的傳統產業逐漸衰退，普遍認為應尋求轉型契機以創造另一波榮景，廠商除將生產線遷往其他開發中國家外，並積極朝向精緻化發展以期提昇附加價值及市場競爭力。以航空工業之特性而言，近年來我國在航空維修/改裝業如長榮客機改裝為貨機案舉世聞名，而飛機維修亦有突破性發展。此外，航空工業為一綜合性系統整合之民生產業，其受不同類型景氣循環影響之特性正可分散台灣產業過度於集中在電子業的風險。而航空維修/改裝業兼具資金、技術及勞力密集的產業特性，應也是非常適合在台灣發展。而目前新型飛機已採取了 40%以上之複合材料，未來將取代金屬材料採用更高比率之複合材料。複合材料之設計、製造、修補技術將是我們教育及科技發展之重要課題。

航太工業之為最具代表性的高科技產業，其產業關聯效果大，產品技術層次

及附加價值高，可帶動相關工業，達到整體產業升級的目的；運用我國航空工業的基礎及優越的地理位置，進而發展台灣成為航空維修/改裝業的重鎮。本校為配合政府政策，全力發展航太工業人才之培育工作，結合地區產業發展，提供航空產業結構人力需求合乎目前求職求才現況，成立全國唯一專業飛機維修為主之人才培育系所，依照美國航空 FAR-147 及歐洲航空聯盟 JAR-147 國際法規標準來訓練航空維修所需之專技人才。華航、長榮、華信、立榮、復興等航空求。

本計畫在建立複合材料特色實驗室，發展航空級複合材料設計製作及檢測與維修技術及人才培育，並將此新材料科技應用於航空器複合材料之設計、製作與維修，以及複合材料風力發電葉片之綠色能源開發技術上。與多方業界合作成立校級複合材料中心，積極發展飛機複合材料製造、修補技術及開發和設計風力發電葉片設備，並培育材料測試及非破壞性檢測技術人才。已於前二年陸續完進行複合材料載人超輕型飛機、以及 1kw、400w 複合材料風力發電機葉片開發、每年設計製作 3-5 架複合材料無人飛機並參加全國性競賽等主要產出目標。同時，籌設複合材料飛機維修、風力發電開發、及材料檢測實驗、檢測及製造等設備，除相互支援設備及技術支援，並配合教育部政策結合各技專院校教學與研究資源，在擴大與業界產學合作，結合證照輔導與業界實習，培養航空公司與綠色能源人才，落實學校綠色能源教育三大層面上皆能有所建樹。而

近期有關綠色能源開發之需求，學校已投入複合材料風力發電開發計畫，航空機械系結合機械系合作共同執行國科會整合型計畫，執行複合材料風力發電葉片之設計製作研究，應用本校資源設計製造一系高效率之複合材料風力發電機葉片。因為複合材料具有以上種種優點，所以利用複合材料優異特性，針對風力發電機渦輪葉片的需求，設計製作小型 1kw ~3kw 風力發電機渦輪葉片。利用複合材料具有高強度與勁度、低密度、易製作、環境穩定度及優良的抗疲勞性，滿足風力發電機渦輪葉片的需求，設計風力發電機渦輪葉片結構，執行風力發電渦輪葉片的製作等，經葉片初步及細步設計得到最佳外型風力機葉片幾何外型後，引用航空器設計製造及維修等成功經驗及方法應用於風力機組上，設計製作小型風力發電機複合材料葉片，葉片製程方面分別利用了樹脂轉注成型法(Resin Transfer Molding RTM)、真空樹脂轉注成型法(Vacuum Resin Transfer Molding VARTM)及手積塗層法等三種方法。包括樹脂轉注法(RTM)之鋼模具設計製作(圖 5, 6)，以及研究各種玻璃纖維三明治複合材料葉片設計製作技術，已能製作一材質輕結構強抗強風型、且能耐疲勞、日曬雨淋，以及能搭接風力發電機葉輪轉軸之金屬及玻璃纖維接頭。

複合材料資源整合及共享

本複合材料特色實驗室已在過去三年中共同執行國科會整合型技計畫”小型複合材料風力機之研發製造與檢測系統建立”在教學、研究、實習及建教合作之功能，已執行多年合作研發複合材料產品開發，研究方式如下：

配合國內航空及綠色能源發展之趨勢，設立以航空器複合材料飛機製造與維修工廠以及綠色產業小型複合材料風力機研製與檢測為主的複合材料之設計、製造及分析特色實驗室，並且與產業界合作：德國漢莎航空公司、亞洲航空公司、巨亞機械有限公司林炎增總經理與砒碼機械有限公司王泰興董事長的工廠進行實驗室課程及目標為開發；金廣發公司航太事業部王忠成經理從事複合材料加工數十年熟悉複合材料製造與檢測分析技術，本次將共同參與計畫執行協助風力葉片及超輕飛機之設計與製造。

校內發展整合與教學方針配合方面，本系之教學目標為培育與飛機有之機體結構，航空發動機及飛機系統等裝備及零附件之拆裝，檢查修理、維護、操作及管制等之實用專業技術人才。

現有校內師資方面，本研究團隊由中華科技大學航機系蘇盛竹副教授兼系主任領導，成員包括華科技大學航機系祝如竹教授、邱勤山教授、譚嗣瀛助理教授，呂學育助理教授，曾育鍾助理教授、中華科技大學機械系張瑞榮教授、中華科技大學航空電子系助理教授歐陽讓。

蘇盛竹副教授現為中華科技大學航機系主任，曾長期任職於中科院一所，從事飛彈及航空器系統的研發工作，專精於飛機設計、CFD流場分析及系統設計，複合材料加工與修補技術等實務經驗豐富。祝如竹教授曾任經濟部航太小組主任及中科院一所結構力學組組長，為國內複合材料專家，從事航空材料設計及複合材料的研發工作多年。張瑞榮教授現為中華科技大學機械系教授，擁有十餘個複合材料結構製造方法的專利，專精於RTM複合材料結構成型的製造方法。曾育鍾助理教授現任職於中華科技大學航空系，專精於複合材料的複合材料力學、破壞力學與疲勞壽命評估及試驗。譚嗣瀛助理教授專精於結構設計及實驗設計。呂學育助理教授專精於複合材料結構力學分析及壽命評估。

本研究團隊以校內航空學院及機械系為主，產業界分別與德國漢莎航空、亞洲航空公司、巨亞機械公司、砒碼機械有限公司、金廣發公司等合作。分別為飛機修護、複合材料製作、複合材料加工、材料檢驗及材料製造等複合材料各方面專長，提供各作為本計畫之學術、技術及製造檢驗所需：德國漢莎航空為世界最大航空公司之一，目前與中華科技大學產學攜手合作夥伴廠商，引進歐盟航空維修技術培訓國內飛機維修人才。亞洲航空公司為國內飛機、直昇機維修與精密零組件製造中心，具備維修及檢修各類型機包括大型商用機及軍用機能量。目前亦為中華科技大學產學攜手合作夥伴廠商，培訓國內航空維修人才。林炎增先生現為巨亞機械股份有限公司總經理，專精於機械設計和精密機

械製造與加工。他以顧問方式，提供使研發之試驗設備更具經濟效益與價值，提昇研發效率。王泰興現為砒碼機械有限公司董事長，專精於精密機械製造與加工並提供其專業知識，使研發之關鍵零組件更具生產效益和經濟價值，並在技術方面給予支援，使研發效率更為提昇。金廣發公司航太事業部王忠成經理從事複合材料製造及超輕飛機製作數十年經驗，可支援飛機及風力機之設計製作合作夥伴及提供相關零組件。

本計畫是以航空複合材料之設計、製作、檢測及教學訓練人才培育為重點特色，已成立航空維修教育訓練中心培植航空維修人才，並將於99年成立輕型航空器設計製作中心開發複合材料超輕飛機，以及在已成立之再生能源中心增設風力發電特色實驗室。整合學校相關系所人力及設備資源，中華科技大學現有複合材料相關儀器設備：大型實體飛機11架、拉伸試驗機(圖1)熱壓機、注脂成型設備(RTM)(圖2,3)、複材風力發電機模具、小型飛機製作模具、發電機功率檢測設備、紅外線量測儀、量測記錄儀、超音波量測儀、彎曲試驗機、樹脂轉注成型機、維克式硬度試驗機、實體顯微鏡等；CNC雕刻機機械機台、資料擷取系統、電子計重磅秤、電源供應器、抗扭性試驗機、液晶式拉壓計、維克式硬度試驗機、NHS-120熱壓型機、大型烤箱、真空幫浦、大型冷凍庫、CNC保麗龍線切割機機台、紅外線測溫槍、BN2往覆式發動機、數位式溫濕度計、接或非接觸式轉速計、密度計/比重計、微型鑽床、振動計、複合材料超輕飛機、複合材料實體飛機機體、複材製程模具、發泡成型機、結構強度破壞測試架、結構分析軟體、噪音量測儀，風力機的噪音儀、液體滲透檢測、磁粒檢測、渦電流檢測。



圖 1、拉伸試驗機



圖 2、複合材料熱壓機



圖 3、樹脂轉注成型機



圖 4、複合材料修補工作台

巨亞公司現有複合材料相關儀器設備：龍門銑床、4M龍門銑床、2M龍門銑床、1.5M傳統銑床、CNC車床、傳統車床、三次元檢測儀器。砒碼公司提供：精密CNC銑床、攻牙機、拋光機、導角機鑽孔機。

各成員之服務單位願意提供場地供進行風力機及元件之各種功能及可靠性試驗，並提供電腦進行本計畫之電腦模擬與數值分析工作。預期培育風力發電機(可發電1500W永磁式發電機)與複合材料風力葉片領域的設計、製作及試驗方面的人才。建立一套生產與驗證風力機系統的準則程序與開發測試驗證平台，供國內外業界參考使用。

本計畫除結合本校機械系張瑞榮，航電系歐陽讓、交大金大仁、本系曾育鐘、呂學育等複合材料專長教師，並與德國漢莎航空、亞洲航空、巨亞、金廣發、工研院等業界合作成立校級複合材料中心，積極發展飛機複合材料製造、修補技術及開發和設計風力發電葉片設備，並培育複合材料檢測、製作及維修技術人才，目前在飛機維修、風力發電開發、及材料檢測上皆已獲得技術成果，並開發新形式複合材料葉片及無人飛機設計製作。同時，將擬聘複合材料業界兼任教師於學校開發複合材料製作及檢驗課程。

(八) 計畫目標 (發展重點項目)

本計畫為第三年計畫，除將繼續第二年超輕飛機加工製作及400w風力機測試驗證外，將完成該載人複合材料飛機之組裝及測試，另外將完成3kw複合材料風力發電機葉片之設計製作。在學生專題方面，持續帶領學生設計4架遙控複合材料飛機，並參加大專杯無人飛機設計競賽。本計畫將擴大與相關業界產業攜手合作，技術轉移業界，建置實驗室能量與訓練課程資料庫，培養複合材料專

業人才。本計畫的目的著重在人才培育與複合材料產品技術之研發，主要是提出一套有系統的實驗教學方法與實驗教材，藉由課程規劃、特色實驗室的設立與相關實驗室的加強，整合並提升有航空飛機複合材料製作維修技術、風力發電葉片產品開發、複合材料檢測技術知識領域，朝專業基礎學理與技術應用的課程與教學規劃，讓學生能瞭解複合材料設計、製作與修護技術之應用，能加以結合風力發電葉片技術而用應到綠色產業實務上。經由本計畫的實施，可使本校航空機械系、機械工程系、航空電子系、航空維修訓練中心、超輕航空氣中心、與技術合作研發中心及伙伴學校師資專長可以互相整合，達到校際跨領域合作的目的，有效促進全校教師教學與研究的互動性，增加設備之使用率，以避免資源之浪費。

本計畫將開發專業級航空複合材料製作為主，本年度將增購壓力加溫槽所開發之技術與設備不但可以充實本校之教學與研究資源，亦可將其推廣至相關產業，以提升企業之競爭力。本計畫將藉由新開發、設計的課程，加強教材之編輯與模組化教學安排，使學生避免重覆學習，讓學生具備創新、設計及系統整合之能力。另外，將利用實驗室共享、網路與多媒體等來改善傳統式的教學方法，透過各式各樣的教材呈現，以提升學生之學習成效。本計畫若能順利執行，則可達到兩校資源共享、共同發展的目的，以創造一個具高科技、專業性、啟發性與創造性的學習環境，提升本校在教學與產學合作方面的能量，使之成為學校之重點特色。

複合材料特色實驗室相關設施為結合飛機設計、材料科學、結構力學、複材飛機製程、結構設計、材料檢測、空氣動力學、非破壞性檢測、複合材料、工法、製造、測試、實驗與生產於一體，為龐大的系統工程，未來在民航維修、能源開發及民生市場具有大量之技術及人力需求，需要投入相當的工業基礎及相關科技發展。本校戮力於整合國內各技專院校複合材料設備及研究資源，積極培育綠色能源專業人才，充實產業能量，在飛機複合材料及風力發電方面籌建複合材料實驗室並引進材料設計、製造及檢測設備，並透過和校內與校際策略聯盟共同發展航空器及風力發電複合材料的教學與技術，另外和業界合作成立校級複合材料中心，積極發展飛機複合材料製造、修補技術及開發和設計風力發電葉片設備，並培育材料測試及非破壞性檢測技術人才，目前在飛機維修、風力發電開發、及材料檢測上皆已獲得技術成果，例如複合材料產品製作(風力發電葉片實作)配合業界公司整合複合材料風力機之研製。同時，在飛機複合製造及修補技術方面整合德國漢莎航空公司及亞洲航空公司獲教育部『航空維修產業攜手計畫』。同時，現正與漢翔航空結合，該公司最新成立亞洲區最大航空複合材料中心，本校以產業攜手方式共同開發複合材料製造技術與人才，學生赴業界實習聯合培訓複合材料人才。在擴大與業界產學合作、綠色能

源人才培訓、落實學校綠色能源教育三大層面上皆能有所建樹。

一、在人才培育方面

- 1 開設複合材料特色學程，學生修滿學分給與學程證明
- 2 依飛機複合材料、風力發電技術、材料檢驗架設教學網站。訂定複合材料整合人才培育訓練計畫與教學目標編撰教材，錄製影帶製作動畫。
- 3 舉辦綠色能源專業技術教學研討會。
- 4 配合學生專題製作，設計及製作複合材料教學設備課程。
- 5 帶領學生參訪業界綠色能源技術研發及設備生產廠商，以吸收最新知識。
- 6 聘請業界專家到校專題演講。
- 7 成立專業實驗室，含飛機複合材料製造實驗室(複合材料修補技術)、複合材料風力葉片實驗室(風力發電葉片設計製作)、複合材料非破壞實驗室以落實教學與研究，培育業界專業人才。
- 8 培育複合材料及綠色能源領域的設計、製作加工及試驗方面的人才

人才培育上先建立課程設計及師資培訓，辦理各項學術研討會、參觀見學、國際交流活動，以繼續吸取他人經驗，提升研發能力。研究方面以航空與綠色能源共同初期需求之氣動力分析及結構力學分析為主，建立複合材料成型技術與材料性質分析能量，提供複合材料負載需求及設計目標。同時建立結構力學分析能量，分析複合材料製作應力分析，以便進行纖維疊層製作技術開發。再者建立複合材料檢測技術開發，以及非破性檢測能量的建立。接著分別以各子計畫特性進行航空飛行器複合材料設計製作，以及風力葉片製造研究；開發製程所需之複合材料模具，複合材料纖維特性與製程研究，樹脂物理與機械性質研究等。開發最佳化無人飛機及超輕飛機，及質輕且具高強度之最佳發電效益之風力發電機。在考量國內外發展情況，及產業需求後，遂決定以實用性複合材料設計與製作技術之研發並配合政府推動之綠色科技，遂為本校主要發展之特色主題。

3. 在科技創新方面

本計畫將探討各種複合材料相關產品設計製程技術，已成功研發各項特殊設計及製程技術，並已向經濟部智慧財產局申請多項專利技術，如風力葉片及其支撐結構、風力葉片定位結構及其接頭、風力葉發電設備及其吸震結構、應用於風力發電機的翼片結構、外轉式永磁無刷風力發電機、應用於風力葉片內的支撐結構等，同時開發複合材料三明治複合材料製程、風力機設計、超輕飛機複材結構、複合材料超音檢測、複合材料修補技術、及複合材料產品之建模技術等。複合材料設計、製作、檢測等發展相關之技術及主要設備皆由本校

參與人員自行設計，以發展核心之製程與設備技術。此舉可建立創新之技術，有助於國內學術與民間推廣，落實產業加值的目的。

二、在技術創新研發方面

(A) 推動航空飛機複合材料製作及修補技術能量建立

- 1、培育複合材料飛機結構及材料應用領域的設計、製作及試驗方面的人才。
- 2、各式結構力學、材料科學及氣動力學結構負載資料庫之建立。
- 3、開發複合材料無人遙控飛機設計及製作能量。
- 4、開發複合材料超輕型飛機設計及製作能量。
- 5、建立飛機三明治複合材料結構設計製作能量。
- 5、建立複合材料纖維疊層、編織及結構設計與製程技術開發。
- 6、開發飛機複合材料真空樹脂轉注成形法製程能量。
- 7、建立複合材料破損修補技術能量。
- 8、建立三明治結構修護技術。
- 9、建立並開發整體飛機結構性能測試與驗證平台，供業界參考應用。
- 10、編寫飛機複合材料製造及修補開發手冊。

(B) 開發複合材料風力機之設計製造、檢測

- 1、發展離域型風力發電系統。
- 2、發展風力機葉片材料。
- 3、發展風力機葉片設計軟體。
- 4、完成製作一可發電 400w-3kw 的複合材料風力發電機。
- 5、建立一套試驗驗證風力機系統的準則及程序，供業界參考使用。
- 6、編寫風力發電葉片製作、檢測與性能量測技術應用資料庫。
- 7、建立並開發測試驗證平台，供業界參考應用。
- 8、建立風電場建設和維護專用裝備系統。
- 9、建立風電場集中和遠端監控系統。
- 10、發展風力機葉片修補技術。

(C) 持續發展複合材料量測及非破壞性檢測技術

- 1、建立材料機械性能檢測設備能量及人才。
- 2、建立複合材料檢測技術能量及軟體。
- 3、建立複合材料動態及疲勞特性檢驗能量。
- 4、建立複合材料非破壞性檢驗設備及技術能量。
- 5、開發複合材料損傷及疊層剝離檢驗技術。
- 6、開發複合材料結構監測及健康監控能量。
- 7、建立一套試驗驗證材料製作的準則及程序，供業界參考使用。

- 8、建立各式複合材料結構量測及非破壞檢測資料庫。
- 9、建立複合材料量測及非破壞檢測的準則及程序，供業界參考使用。
- 10、建立並開發複合材料量測及非破壞檢測技術平台，供產學界交流應用。

4. 在產學合作方面

經由本計畫所建立或擴充之實驗室，具有開發複合材料技術及相關產品之功能，尤其目前最受矚目的綠色能源(風力發電)，規劃與複合材料及綠色能源應用，配合國內航空及綠色能源發展之趨勢，本次共同參與計畫執行協助風力葉片及超輕飛機之設計與製造國內外產業界合作：德國漢莎航空公司、亞洲航空公司、巨亞機械有限公司、金廣發公司、砧碼機械公司等進行課程及產品開發可提供廠商研發新技術或開發新產品，進而爭取產學合作之機會，並配合本校相關之研發中心之成果，實現相關技術之推廣與移轉。

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

1、子計畫1——飛機複合材料製造修護技術

籌建飛機複合材料結構設計、製作之關鍵技術及設備，並應用於飛機零組件之檢測及修補用，培育與飛機機體結構，複合材料修護等，應用航空高科技、高安全、高品質開發複合材料標準化製程及檢修能量，以提昇國內材料應用水準及標準化。本校已於今年成立輕型航空器中心，規劃自行設計與製造複合材料無人飛機及載人之超輕飛機，如圖 6.，利用學校師生及現有設備，配合本計畫將於 99 年度展開設計與製作工程。預計 100 年完成複合材料無人飛機及載人之超輕飛機各乙具之製作及試飛測試。

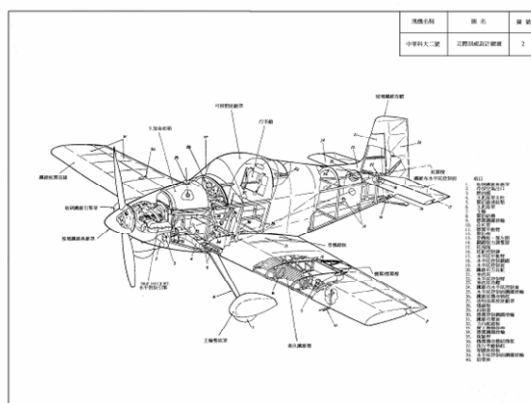


圖 5. 自製複合材料超輕飛機設計圖 6. 中華科技大學自製複合材料超輕飛機



圖 7 三明治結構彎曲試驗



圖 8、拉伸破壞情況

(1) 校內發展整合情形

A. 建立航空複合材料製程能量：

- i、建立航空飛機結構件及內裝件複合材料設計軟硬體，包括纖維疊層結構設計、結構設計及應力分析。
- ii、建立航空三明治結構製造技術及設備，包括熱壓法、真空斧結構成形技術。
- iii、建立飛機蒙皮結構製作技術及設備，包括預浸布及編布結構件成形技術，樹脂轉注技術等開發。

B. 建立複合材料超輕型飛機設計製造能量：

- i. 建立超輕型飛機設計軟硬體，包括飛機氣動力及負載設計分析能量、飛機結構力學計算分析能量，飛機組裝及性能分析能量籌建等。
- ii. 建立超輕型飛機結構製作技術，包括蒙皮預成型技術、離模技術、飛機結構樑肋設計製作、複合材料組裝及結合技術等。
- iii. 建立飛機結構整體測試檢驗技術，包括飛機尺寸及形狀檢測、飛機結構強度測試、飛機疲勞強度測試等。
- iv. 開發複合材料無人遙控飛機設計及製作技術，並參加國內遙控飛機設計製作競賽。
- v. 開發複合材料超輕飛機設計及製作技術，製作實體載人之飛機機體、機翼、及各系統。

C. 飛機複合材料修補技術能量開發：

- i. 建立飛機複合材料破壞分析能量，包括結構及破壞強度計算、複合

- 材料纖維強度資料庫、結構疲勞及破壞模式資料庫籌建等。
- ii. 複合材料蒙皮結構修補技術及硬體設備建立，包括手積法、真空熱壓法、樹脂成型特性分析、真空袋成型技術等。
 - iii. 三明治結構修護補強技術，包括三明治結構破損檢測、蜂巢結構修補、夾層結構修護、飛機鼻錐罩修理等。
 - iv. 複合材料修補金屬材料能量，包括金屬與複合材料結構補強分析、複合材修補金屬蒙皮技術、金屬材料腐蝕修補及維護技術等。

(2) 現有設施及未來設施規劃

- A. 分析計算能量方面：AutoCAD 軟體50套、Gridgen、Star-CD 計算流體分析軟體等，未來採購Ansys 結構設計分析軟體、Solid edge 結構設計製作分析軟體、
- B. 複合材料製程設備方面：現有設施包括材料試驗機、複合材料工作台、複合材料修護站、熱壓機、CNC 芯模雕刻機、CNC 熱線切割機、蒸汽機、真空幫、增壓機、樹脂轉注機、熱烤箱、冷凍櫃、修補工作台、複合材料維修站、模具加熱箱、複合材料成形模具等；未來將規劃建立自製超輕飛機、動態資料擷取系統、真空幫、熱壓力槽組等。
- C. 複合材料修補設備方面：現有真空幫浦、打磨機、鑽石切割機、粉塵收集機、複材修補實驗台、修補工作台、航空複合材料維修站。

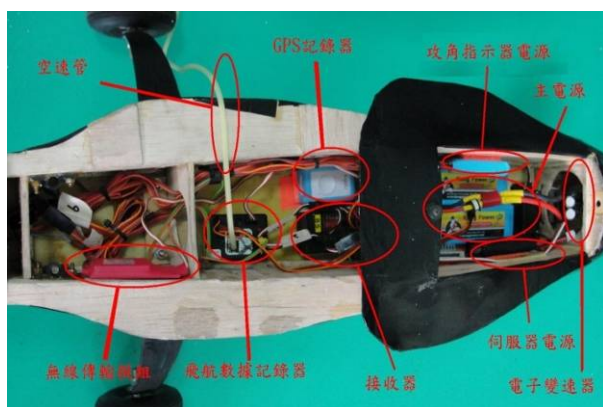


圖9、複合材料無人飛機製作



圖10、複合材料無人飛機飛行測試

(3) 課程規劃

本校航空機械系及機械系與本校開設之中華航空維修訓練學校及德國漢莎航空(民航局CAA-147及歐蒙JAA-147航空訓練學校)、產業攜手合作夥伴”亞洲航空公司”，合作開辦航空複合材料四技學及學分班，開設「複

合材料」、「航空材料」、「飛機維修與結構實習」、「複合材料蒙皮檢修」、「進階複合材料」、「材料力學」、「電腦輔助繪圖」、「飛機製造」、「飛機設計」、「機體結構實習」、「非破壞性檢驗」、「精密量測」、「航空品保」、「有有限元素法」、「複合材料力學」、「板殼理論」、「製造科技特論」等課程，以便學生向航空複合材料專業發展，並結合業界師資與設備，共同發展航空複合材料特色。

目前與亞洲航空、長榮航空、復興航空、中華航空、漢翔航空、大鵬航空與聯合航空等單位，均有產學合作訓練計畫，且多正在執行中。完訓之學員可直接參加民航局地面機械員檢定考試。使飛機維修人員達到標準化，國際化之相當技術水準。為提升航空維修及製造技術及教學研究基礎。

特色實驗室實際需求及與他校之互補性妥適規劃數位化多媒體訓練教材。訂定精密機電整合人才培育訓練計畫與教學目標編撰教材，錄製影帶製作動畫。同時，配合修讀對象擬定課程大綱、學習方式、互動討論，並公告於網路上提供線上學習。

遠距教學，利用學校遠距教學設備-主播或收播教室，並建置視訊、網路、通信系統等相關設備及其連線方式，開授遠距教學課程，將相關飛機設計、製作、驗證及品保等專業開設遠距課程及登錄遠距教學相關資訊。

(4) 使用規劃

航機系、航電系、機械系及德國漢莎航空共同除共同授課教學外並規劃下列實驗室使用計畫：

- A. 設計製作一複合材料超輕型2人座動力飛機，採用複合材料機翼及機身設計及材質，因質輕高強度及平滑流線之特性可提高該機之性能特性。借航空飛安之高規範之品保要求使學生提昇產業學習更進一步品質水準，及各階段流程方法以產品全壽期方面來思考訓練。
- B. 共同開設航空飛機維修特色實驗及民航維修訓練，培訓國內外航空複合材料製造及修補訓練，包括國內各大航空公司、菲律賓、中國大陸航空公司等之複合材料基礎及進階維修訓練課程。
- C. 複合材料製作及修補技術研究案開發，包括複合材料無人飛機開發、複合材料破壞檢修研究、中科院複合材料飛機結構製程研究及無人飛機開發等。

本計畫將與國內各複合材料產業多聯繫合作，目前已進行與工研院機械所、台塑仁武廠及金廣發公司等針對複合材料風力發電葉片設計製造，以及複合材料特性、生產技術及原物料取得進行討論，並規劃尋求更多合作廠商共同參與複合材料技術開發。

(5) 管理規劃

- A. 實驗室設備大多設置於中華科技大學航機系及機械系，航機系除教師負責督導實驗室外並航機系並由4位專業實習助教負責管理及協助教學與研究工作。
- B. 訂定實驗室使用及借用管理規章，由負責老師定期呈報。
- C. 除航機系及機械系使用該實驗室外，目前已開放給本校航電系、航管系、中華維修訓練學校等教學研究使用外，並已與校外交通大學、大葉大學、修平技術學院等研究實習等，將持續擴大使用效益及校際合作資源供享。

2、子計畫2——複合材料風力發電葉片設計製造技術

配合國內航空及綠色能源發展之趨勢，設立小型複合材料風力發電機葉片研製與檢測為主的複合材料之設計、製造分析測試及修護風力葉片技術之特色實驗室，進行複合材料風力機葉片實驗室設備、課程及技術籌建，藉理論分析及實作以取得設計及製作風力機關鍵零組件的技術，並設置一套應用複合材料修補這些零組件的方法與程序。由於複合材料在風力發電的應用實際上就是在風力發電機葉片上的開發，此葉片的外形流場設計、結構應力分析、材料選用、製造方法、結構性能測試及產品實驗必須緊密結合，風機葉片是隨著外形長度增長而轉速變慢，發電功率也隨風刮過葉片面積增加而增大，因此目前世界潮流朝向大功率及大葉片結構方向邁進，為了達到大葉片又輕量化的目的，子計畫二選擇碳纖維或玻璃纖維編織布、環氧樹脂為基本材質及利用真空輔助樹脂轉注法(VA-RTM)一體成型製造葉片便成為開發此風力機葉片的關鍵技術。

本計畫將配合本校現有之 BN-2 飛機螺槳引擎所產生之風力進行一系列風力機性能測試(圖 7)。並已規劃進行自然風力場之風力發電實測(圖 8)，開發完整之風力系統研究，包括了不同外型葉片、偏轉角、負載及風速條件下，量測風機之轉速、輸出電壓、電流等特性，已具有小型風力發電機設計、製造、測試等能量。測試自行設計葉片過程中，收集風力發機在葉片不同的裝置角與負載的情況下，所對應的風速及轉速所產生的功率，量測不同風速下的發電量，測試不同負載、風速下最佳發電效益及不同俯仰角、風速下最佳發電效益。



圖 11、飛機人工風場測試風力發電性能



圖 12、自然風場風力葉片性能測試

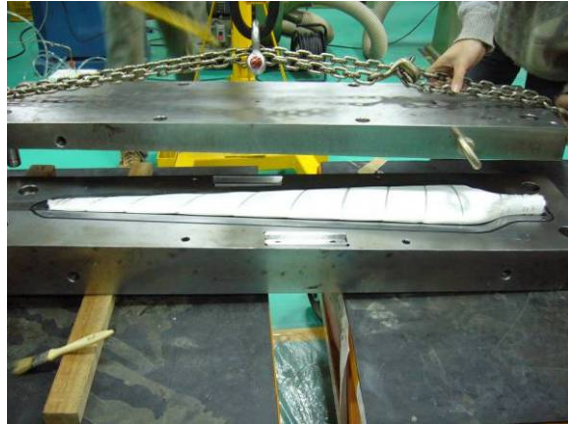


圖 13、1.5kw 複合材料風力電機製作模具

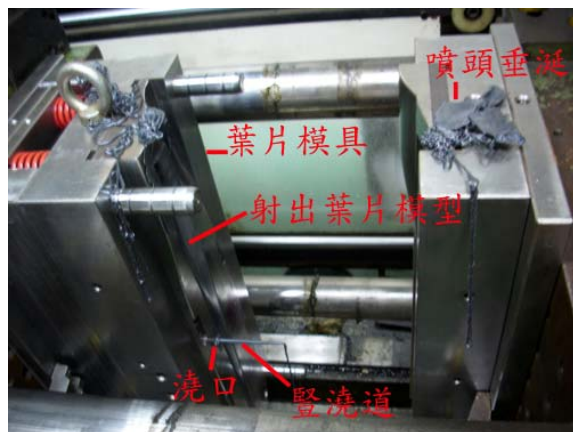


圖 14、400w 複合材料風力電機製作模具

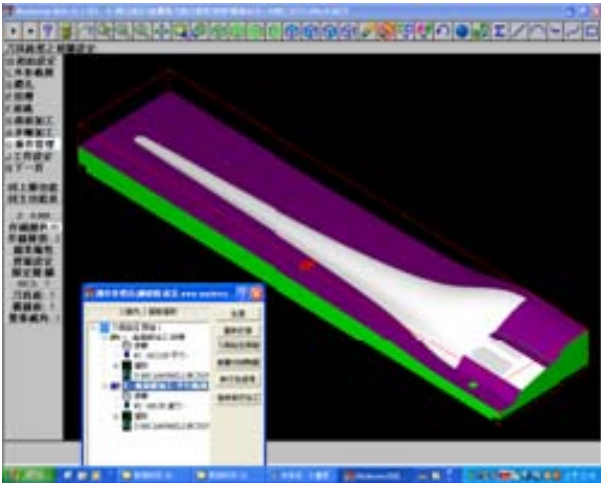


圖 15、400w 風力機設計成型模具設計



圖 16、400w 風力機設出成型

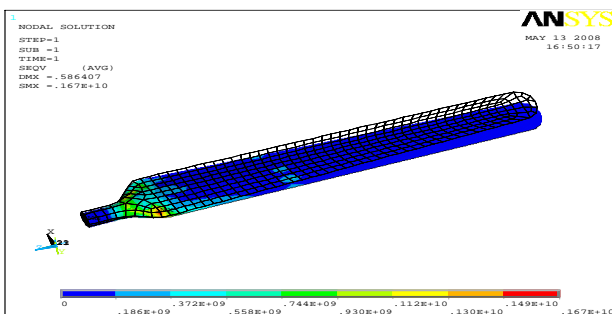


圖 17 1.5kw 風力機成型模具結構分析



圖 18 1.5kw 風力機彎曲強度試驗

小型複合材料風力機研製與檢測主要依據 IEC-61400、德國風力發電標準規範、及美國材料測試協會的標準及中國風力機標準規劃，針對生產的小型複合材料風力機系統及零件來設計各種試驗規範的試驗方法與步驟，使得小型複合材料風力機系統及零件的功能性、剛性強度、疲勞強度及可靠度均能符合國際標準。研究結果提供開發輕量高強度、高性能之複合材料風力發電機。發展複合材料風力葉片技術整合，材料測試及零附件之檢測維修、維護、操作及監控等之實用專業技術人才，採三年期在教學、研究、實習及建教合作之功能執行方式如下：

(1) 校內發展整合情形

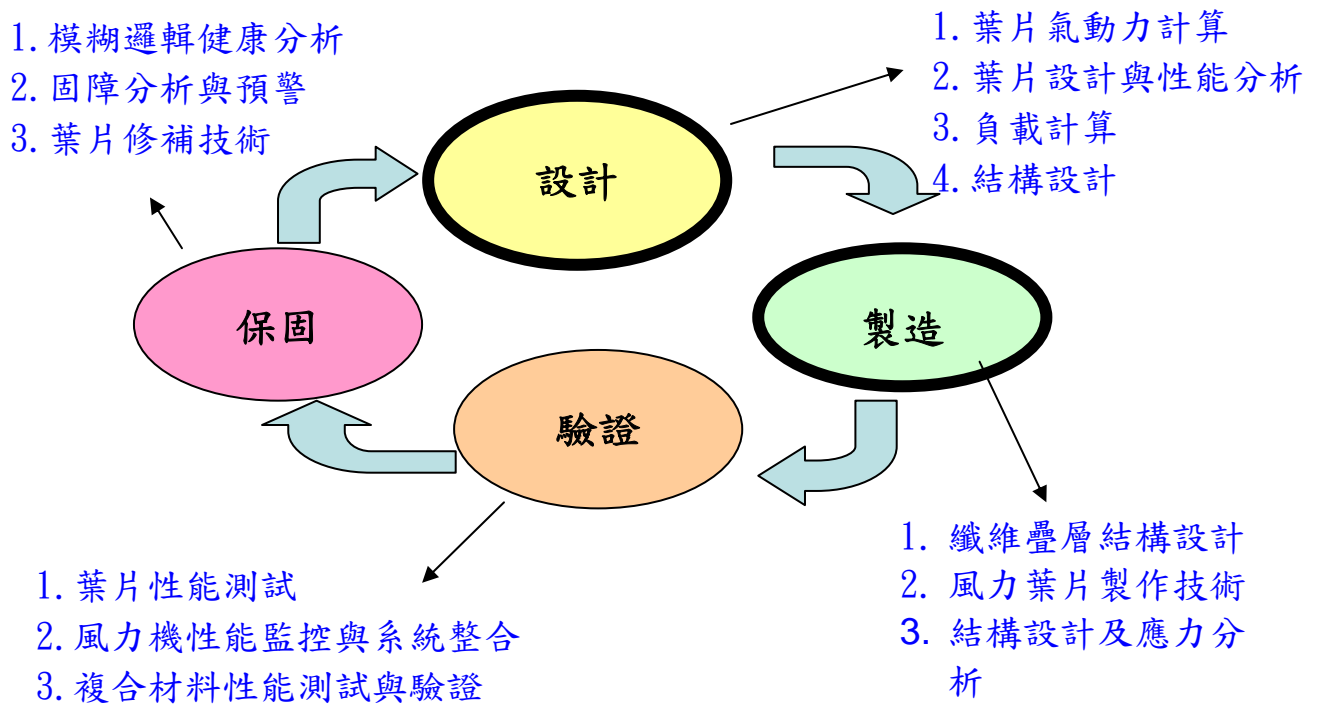


圖19. 複合材料風力機設計保固架構圖

- A. 建立複合材料風力葉片設計能量：
- i. 建立風力葉片氣動力外型設計、氣動力係數計算分析軟體。
 - ii. 建立風力葉片性能計算分析軟硬體。
 - iii. 風力葉片結構材強度計算及應力負載分析等能量。
- B. 建立複合材料風力葉片製製造能量：
- i. 建立複合材料風力葉片纖維疊層結構設計。
 - ii. 複合材料風力葉片製作技術開發，製作軟硬體，包括熱壓法、真空斧結構成形技術、樹脂轉注成形法等。
 - iii. 複合材料風力葉片模具設計開發。
 - iv. 複合材料風力葉片三明治結構芯模層模具開發。
 - v. 複合材料與金屬材料搭接製作技術開發。
- C. 建立複合材料風力葉片測試驗證能量：
- i. 建立複合材料風力葉片氣動力性能及發電效益性能測試驗證能量與設備。
 - ii. 風力機性能監控與系統整合技術能量。
 - iii. 建立複合材料風力葉片結構強度測試驗證能量與設備：結構特性試

驗、靜態試驗、動態試驗、扭力試驗、疲勞實驗、疲勞可靠度實驗、內部損傷量測等。

- iv. 建立複合材料風力葉片結構強度測試驗證能量與設備。
- v. 開發實體 1kw 及 3kw 複合材料風力葉片設計、製造及相關系統機組。
- Vi. 複合材料風力葉片結構測試(圖 14)。

D. 建立複合材料風力葉片保固與修護能量：

- i. 建立複合材料風力葉片性能監控與系統整合，
- ii. 建立複合材料風力葉片構測試驗證技術及設備。
- iv. 建立複合材料風力葉片健康與固障分析與預警能量
- v. 建立複合材料風力葉片結構修補及維護技術(圖15)

(2) 現有設施及未來設施規劃

中華科技大學方面儀器設備提供：模具加熱箱、CATIA 電腦設計製造軟體60套、樹脂轉注脂成型設備(RTM)、風力複合材料模具、風力發電機功率檢測設備、CNC雕刻機機械機台、資料擷取系統、電子計重磅秤、電源供應器、扭力試驗機、複材修補站、複材修補工作台、液晶式拉壓計、NHS-120 熱壓型機、大型烤箱、大型冷凍庫、真空幫、切割機、CNC保麗龍線切割機機台、紅外線熱影像儀、數位式溫濕度計、維克式硬度機、超音波非探傷儀、無線動態資料擷取系統、接或非接觸式轉速計、密度計/比重計、微型鑽床、振動計。

未來儀器設備方面擬建立複合材料試片的儀器設備如：敲擊量測儀、真空熱壓爐、Solid Work工程製作軟體50人版、動態資料擷取系統、樹脂成型機、CNC 3D雕刻機、複合材料研磨機等

(3) 課程規劃

本計畫主要培養複合材料風力設計製造、測試及維修技術及人才，訓練學生從一個「樣品：小型複合材料風力機之風力葉片與零組件生產」，如何建立圖檔尺寸，檢查圖檔尺寸是否為樣品實際尺寸？如何控制樣品尺寸的精密度？再接著進行材料切割，製作生產所需的成品。接著再將所設計生產的產品進行機械性質測試，靜態抗拉或壓縮測試與動態疲勞測試，以檢測設計小型複合材料風力機成品的優劣性。

- A. 開設綠色風力能源特色學程，學生修滿學分給與學程證明，學程包括「複合材料」、「風力能源」、「電腦輔助工程」、「複合材料產品製作」、「計算流體力學」、「空氣動力學」、「複合材料修補」、「複合材料應用」、「複合材料力學」、「板殼理論」、等
- B. 依太陽能、風力、燃料電池和生質能發電技術架設教學網站。訂定再生

- 能源整合人才培育訓練計畫與教學目標編撰教材，錄製影帶製作動畫。
- C. 開設複合材料實作課程，包括複合材料修補技術及試片製作，複合材料結構製造與三明治試片製作等
 - D. 舉辦綠色能源專業技術教學研討會。
 - E. 產業攜手，學生至航空公司、複合材料專業工廠等複合材料加工製作及複合材料修補公司實習。

小型複合材料風力葉片製作教學方式：a. 手積層法、熱壓成形法、樹脂轉注成形法、真空袋成形法。b. 各種纖維材及基材之設計、加工，模具成型技術，纖維疊層理論與方法，熱壓及真空成型方式。c. 結構設計及製造加工：三明治結構理論與製程，蜂巢結構加工，輔助設備及工具應用。d. 預浸布之儲存加工，纖維材及離型材之加工、基材熱處理。e. 複合材料修補與檢驗：三明治及蜂巢結構修補技術；真空加壓熱處理技術；複材修補複材、複材修補金屬技術。



圖 20、學生至亞洲航空公司、複合材料專業工廠實習

(4) 使用規劃

- A. 成立複合材料風力實驗室(風力發電葉片製作)專家實驗室，提供研究實驗室設備、軟硬體及技術平台供國內各研究單位使用，以落實教學與研究，培育業界專業人才。
- B. 與產業界合作：巨亞機械有限公司與砵碼機械有限公司的工廠
- C. 場地供進行風力機及元件設計製作及各種功能及可靠性試驗，並應用本校BN-2螺旋槳飛機進行人造風性能測試驗證，並至巨亞機械有限公司新竹竹南海邊進行自然風性能測試驗證，同時進行電腦與數值分析工作。預期培育風力發電(可發電1KW~5KW發電)複合材料風力葉片領域的設計、製作及試驗方面的人才。建立一套生產與驗證風力機系統的準則程序與開發測試驗證平台，供國內外業界參考使用。
- D. 配合學生專題製作，設計及製作綠色能源教學設備。

- E. 帶領學生參訪業界綠色能源技術研發與設備生產廠商，以吸收最新知識。
- F. 聘請業界專家到校專題演講。
- G. 本計畫已獲國科會整合型計畫執行多年，整合交通大學、大葉大學、修平技術學院等開發複合材料風力葉片設計製作工程，因可提供大型及必要之風力機設計製造空間及設備，均以本校為執行中心。

(5) 管理規劃

- A. 實驗室設備大多設置於中華科技大學航機系及機械系，航機系除教師負責督導實驗室外並航機系並由4位專業實習助教負責管理及協助教學與研究工作。
- B. 訂定實驗室使用及借用管理規章，由負責老師定期呈報。
- C. 除航機系及機械系使用該實驗室外，目前已開放給本校航電系、航管系、中華維修訓練學校等教學研究使用外，並已與校外交通大學、大葉大學、修平技術學院等研究實習等，將持續擴大使用效益及校際合作資源供享。
- D. 將實驗結果將建立資料庫提供給相關產業設計參考。



圖 21、複合材料修補試片



圖 22、複合材料三明治試片

3、子計畫3——複合材料量測及非破壞性檢測技術

本計畫目標籌建檢測複合材料各項機械性質試驗所需的設備及分析軟硬體，並建立複合材料破壞性及非破壞性檢驗之設備及技術，開發各項設計前及使用中材料性質及損傷檢驗能量，以提高複合材料製程可靠度及結構壽限，並輔助複合材料零組件之設計應用價值及改善整體系統性能提昇。

隨著非破壞檢測技術的進步，支援維修管理之預警能力已大為提升，非破壞檢測方法可有效地進行長期監測及定期檢查，以掌握結構的整體狀況，作為維修管理上之參考依據。基於非破壞檢測之預警系統，進行航空飛機及風力發電葉片之維修管理，其中監測系統主要以長期之檢測，以非破壞檢測

掌握整體狀況，配合資料蒐集、非破壞檢測評估及監測，提供必要資訊以利有關結構之修補、更換及修復的最佳決策下達。

(1) 校內發展整合情形

A. 建立航空材料量檢驗量測技術平台，供產學界交流應用：

材料量測檢測技術可輔助製造程序及品質之掌控，並可提供確保結構安全的修補策略。提供製造程序及品質控制之輔助，本特色實驗室將建立複合材料物性、機械性質等之量測設備及技術，並整合量測設備及技術建立輔助製造之量測系統，提高製程自動化及品質之控制，以提升複合材料結構之硬品性能。

B. 建立航空材料非破壞性檢測技術平台：

非破壞性檢測技術為複合材料結構品保之重要工具，藉由先進之非破壞檢測技術可適時檢測出結構損傷，進行修補或更換，確保複合材料結構之安全。本特色實驗室將建立非破壞性檢測技術平台，以輔助複合材料飛機及風力發電葉片結構之設計、製造及修護，尤其飛機及風力發電葉片結構安全有賴可靠之維修工作，更須先進之非破壞檢測技術輔助，可防患於未然、防微杜漸。

D. 培訓複合材料量測及非破壞檢測人才

整合子計畫一執行「航太非破壞性檢測教學實驗室」之設立，將使本校在航空維修教學能量更為完整，學生除了在航空複合材料檢測、飛機、發動機及飛機結構系統件上檢測及維修能力外，另在航空品保之檢驗教學上能更具特色，增置一間NDI特色實驗室可以完整培育出國內航空維修所需之各類人才，以提昇國內之飛航安全。

E. 風力機的零組件結構強試驗損壞檢測技術開發：

風力機的零組件葉片結構強度試驗、疲勞實驗、共振頻率量測及風力葉片損傷檢查，提供給子計畫二參考以設計可承受最大極限負載的風力機的葉片及零組件。

F. 非破壞檢測之預警系統：

進行航空飛機及風力發電葉片之維修管理，其中監測系統主要以長期之檢測，以非破壞檢測掌握整體狀況，配合資料蒐集、非破壞檢測評估及監測，提供必要資訊以利有關結構之修補。

(2) 現有設施及未來設施規劃

A. 材料檢測方面本校已具備有萬能拉伸試驗機、撞擊試驗機、紅外線量測儀、量測記錄儀、振盪器、掃描式電子顯微鏡、金相研磨拋光機、萬能試驗機、彎曲疲勞試驗機、勃氏硬度試驗、維克式硬度試驗機等，未來

將規劃建立動態疲勞實驗台、振動頻譜分析儀。

- B. 非破壞性檢測方面本校已具備有式超音波複合材料探傷儀、超音波測距儀、紅外線熱顯像檢測系統、液滲探傷檢測系統、磁粉探傷磁床檢測系統、實體顯微鏡、超音波檢測台、內視鏡等，未來將規劃建立超音波探傷儀、雷射熱線成像儀、專業內視鏡等。

(3) 課程規劃

- A. 開設「複合材料」、「複合材料修補」、「非破壞性檢測」、「CATIA 電腦設計」、「材料力學」、「航空材料」、「有限元素法」、「製造科技特論」「精密量測」等課程
- B. 配合飛機複合材料製造及修護，以及風力發電複合材料葉片設計及製造，架設複合材料量測及非破壞性檢測技術教學網站。訂定人
- C. 才培育訓練計畫與教學目標編撰教材，錄製影帶製作動畫。
- D. 舉辦複合材料量測及非破壞性檢測技術教學研討會。
- E. 配合學生專題製作，設計及製作複合材料量測及非破壞性檢測教學設備。
- F. 帶領學生參訪業界複合材料量測及非破壞性檢測技術研發與設備生產廠商，以吸收最新知識。
- G. 聘請業界專家到校專題演講。
- H. 成立複合材料量測及非破壞性檢測專業實驗室，以落實教學與研究，培育業界專業人才。

(4) 使用規劃

- A. 本實驗室將提供航機系、機械系、航電系及德國漢莎航空共同除共同授課教學研究使用。
- B. 建立輔助製造之量測系統，提高製程自動化及品質之控制，以提升複合材料結構之硬品性能。
- C. 本特色實驗室亦可成為產業界與學術界溝通的橋樑，提供航空及風力發電業界開創學界與產業界研發新產品、新技術的合作平台。
- D. 共同開設航空飛機維修特色實驗及民航維修訓練，培訓國內外航空複合材料製造及修補訓練，包括國內各大航空公司、菲律賓、中國大陸航空公司等之複合材料基礎及進階維修訓練課程。
- E. 將建立以非破壞檢測為核心之維修策略，建立維修資料庫，提出最佳維修週期及程序，以降低維修成本，增加維修效益，提升結構系統之可靠度及安全性。

(5) 管理規劃

- A. 實驗室設備大多設置於中華科技大學航機系及機械系，航機系除教師負責督導實驗室外並航機系並由4位專業實習助教負責管理及協助教學與研究工作。

- B. 訂定實驗室使用及借用管理規章，由負責老師定期呈報。
- C. 除航機系及機械系使用該實驗室外，目前已開放給本校航電系、航管系、中華維修訓練學校等教學研究使用外，並已與校外交通大學、大葉大學、修平技術學院等研究實習等，將持續擴大使用效益及校際合作資源供享。

(十) 實施進度及分工(成效管考機制另請編列「計畫查核點」)

(1) 計畫任務編組及分工

本計畫採專業分工原則，由本校航空機械系、航空電子系系、機械系及創新育成中心、航空維修教育訓練中心、輕型航空器設計製作中心等為執行單位，負責(一)航空複合材料製作及維修產品創新技術研發；(二)小型複合材料風力發電葉片產品開發；(三)複合材料非破壞性檢測之研究；邀請航空學院、工程學院共同參與，以期藉由該校在工程與教育訓練領域之專業能力配合，齊力建構並執行此重點特色計畫。同時各分項計畫間彼此相互支援，分項計畫一、二負責研發製程技術與產品開發，分項計畫三則將以產品品質保證及檢測融入產品當中，並建立通用模式，創新育成中心及合作產業界將產品與技術進行後續的上市、推廣，再藉由合作廠商共同參與產品開發，並調查市場或消費者的反應資訊回饋至產品製程與技術的調整或是修正。

超輕飛機之設計製作將依據國際及本國民航法規之規範，進行設計製作及測試驗證，最終期望能申請民航局輕型航空器知適航認證；風力機之設計製作將參考國際能源NEC標準，雖然本國尚未制定小型風力機檢測標準，本計畫風力葉片之設計製作將以經濟部商品標準規範申請風力機商標，同時將提出本計畫複合材料風力機專利申請，以推廣本產品之績效。整合型計畫最終主要是建立完整的量產製備與整廠自動化技術除使學生能即時學習到整體實驗流程與相關廠務經驗外，對於國內外綠色能源開發廠商也能提供完整的技術服務與人力資源，達到產學合作與建教合作之目的。在副校長室整合之下，各單位將全力配合計畫之執行。本計畫也將在本位課程的架構下，整合各系與研發中心之發展方向，彙整產業發展趨勢與職場人力需求，以建立學生的職場定位。各教學單位將執行專業人才的培育規劃、學習環境的強化及教學的實施。

工作職稱	工作內容	負責人員
總計畫主持人	綜理計畫全盤事宜、協助總計畫數位資源之規劃與支援	蘇盛竹主任

「飛機複合材料製造修護技術」子計畫主持人	協助總計劃及各分項計劃之進行以及各方案之推動，並掌控進度	邱勤山教授
「複合材料風力機之研發」子計畫主持人	協助總計劃及各分項計劃之進行以及各方案之推動，並掌控進度	蘇盛竹副教授
「複合材料量測及非破壞性檢測技術」子計畫主持人	協助總計劃及各分項計劃之進行以及各方案之推動，並掌控進度	呂學育助理教授
成果觀摩展	1、議程策劃/主持人聯絡 2、現場技術支援 3、膳食/交通/文宣	教務處 電算中心 學務處 研發處
校外諮詢人力	機械製作及檢驗技術的研究諮詢	巨亞機械公司 林炎增 總經理
校外諮詢人力	機械製作及檢驗技術的研究諮詢	王泰興現為砧碼機械有限公司董事長
校外諮詢人力	複合材料及超輕飛機製作技術的研究諮詢	金廣發公司 王忠成經理
校外諮詢人力	複合材料飛機維修技術與人才培訓諮詢	德國漢莎航空公司 Raine 經理
校外諮詢人力	複合材料飛機維修技術與人才培訓諮詢	漢翔航空公司 杜敘淳處長
校外諮詢人力	複合材料飛機維修技術與人才培訓諮詢	亞洲航空公司 吳復生總經理

(2)計畫成效管考機制

本計畫管考項目由參與的教授負責執行購案、設備的使用、課程講義的編輯及課程的評鑑等工作。另外，計畫總主持人將定期召開討論會，除了解業務外，並且控管與協調各分項的進度。為落實計畫績效，針對成效管考機制區分為週管考、月管考、季管考、半年管考與年度管考等五部分，茲分述如下：

a.週管考：各子計畫固定每週由子計畫主持人舉行子計畫執行情形討論並檢討計畫執行進度，並將討論結果，呈繳總計畫處存查。

- b.月管考：由計畫總主持人主持會議，各分項主持人於會議中報告計畫執行進度、成果與問題點，並針對問題點於會中討論，尋求解決辦法，若會中無法解決，則根據問題性質，委請校內外專家協助，會後將會議記錄存放於總計畫處。
- c.季管考：由總計畫主持人負責，邀請參與本計畫之分項主持人、共同主持人及參與計畫之合作廠商參加，共同檢討計畫之產出成果與執行進度情形，並將會議記錄存放於總計畫處。
- d.半年管考：由本校研發長主持舉行執回顧與檢討會議，由總計畫處報告工作進度，並討論未來之工作方案，並將會議結果呈繳研發處存查。
- e.年度管考：由本校副校長負責計畫總成果檢討，並邀請學界與廠商組成校外諮議委員會共同參與複合材料發產方向及技術成果研討，以促進產學交流。

本計畫分三年來規劃，實施及分工如下表所示：

項目	執行時間	執行單位
第 三 年		
課程規劃及準備	100年1月~98年6月	航機系、航電系
執行相關課程	100年3月~98年12月	航機系、航電系、輕航空器中心、
軟硬體設施規劃	100年4月~98年5月	航機系、機械系、航電系
軟硬體採購	100年6月~98年10月	航機系、航電系
產品技術開發	100年1月~100年12月	航機系、航電系、輕航空器中心、創新育成中心
列出清冊報部	100年12月31日前	航電系、航機系
辦理研討會、觀摩會	100年12月15日前	機械系、航機系

(3)計畫查核點

名稱	年度查核點	執行進度			落後原因說明
		超前	符合	落後	
總計畫	督促各子計畫執行				

	召開教學討論會，追蹤進度				
	子計畫成果彙整，報告繳交				
子計畫 1	超輕飛機結構與氣動力設計 1 件				
	小型複合超輕飛機製作 1 件				
	複合材料無人飛機設計製作 4 件				
	飛機複合材料結構分析能量 2 件				
	添購複合材料真空幫及儲氣槽組 1 件				
	添購熱壓力槽組 1 件				
	小型風力機設計 2 件				
	小型風力葉片製作 2 件				
	添購 CNC 3D 雕刻機 1 套				
	添購複合材料研磨機 1 套				
子計畫 2	添購 Solid Work 工程製作軟體 50 人版				
	複合材料風力機性能測試驗證				
	教導及製作小型風力機 2 件				
	舉辦複合材料研討會一場				
子計畫 3	複合材料檢測 2 件				
	飛機結構整體檢驗技術 1 件				
	添購敲擊式非破壞檢測儀 1 件				
	添購無線動態結構測試儀 2 件				

計畫查核點

計畫 年度	查核點
100 年度	1. 建置特色實驗室 2. 完成校外相關產業參訪 3. 架設教學網頁 4. 成果觀摩展 5. 技術發展 A. 完成飛機蒙皮結構製作技術及設備 B. 完成飛機結構整體測試檢驗技術 C. 完成複合材料超輕型飛機測試驗證。 D. 完成飛機三明治結構修護補強技術 E. 完成複合材料修補金屬材料能量 F. 完成發複合材料風力葉片三明治結構芯模層模具開發。 G. 完成複合材料風力葉片結構強度測試驗證能量。 H. 完成 3kw 風力機葉片模具設計製作。 I. 完成風力機葉片的修補技術。 J. 完成風力機的零組件結構強試驗損壞檢測技術開發 K. 完成航空飛機及風力發電葉片之維修管理。 6. 開設特色課程 複合材料相關課程 6 科，飛機複合材料相關課程 6 科，材料檢測相關課程 5 科

(4)、甘梯圖(Gantt Chart)

本計畫進度以甘梯圖(Gantt Chart)表示如下：

98 年 項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
100 年 項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
軟硬體設施規劃	■											
軟硬體採購		■										
超輕飛機設計製作		■										

執行相關課程														
3kw 風力葉片製作														
舉辦研討會														
辦理發表會展示具體成果														

(十一) 經費需求及行政支援

行政支援

一個優質的複合材料特色實驗室之小型複合材料風力機之研發製造與檢測系統建立至少包括了專案管理、課程設計、內容建構、技術支援、及課程實施與推廣等面向。為了完整提供網路教學教師相關的行政支援，在行政配套措施方面，成立「網路教學推動委員會」，協助實施網路教學教師必要的教學設計與多媒體支援服務。校內發展整合網路教學行政服務團隊，各組提供服務項目如下表所示。除了有效支援教師網路教學與學生線上學習相關服務外，更建立有完善的網路教學相關規範：「網路教學實施辦法」、「網路教學課程補助及獎勵要點」、「網路教學評鑑實施要點」等，於網頁公告方便參考，也製成光碟版發給每位實施網路教學之教師以為實施依據，可確保優質網路教學品質。歷年所舉辦訓練課程、座談會、專題演講、講義、實況錄影、活動記實、歷史公告等與網路教學相關之各項資訊，也可於網站迅速取得，對於實施網路教學計畫的推動助益甚大。

網路教學行政服務團隊工作執掌表

單位	主要負責項目
網路教學推動委員會	網路教學政策及相關辦法之制訂、執行、督導及考核
註冊及課務組	網路課程開課、審查等相關事宜
教學服務組	教學評量、數位教學設計與多媒體數位教材發展、績優e教師選拔
圖書資訊組	網路學習資源規劃與管理、數位典藏
電腦教學組	規劃辦理教師專業發展訓練營、規劃全校電腦資訊課程提昇學生資訊科技素養能力
網路規劃組	數位學習新技術推廣與支援、數位學習平台開發與維運、多媒體教學錄製軟體工具開發與整合

近三年執行國科會及產學合作之研究計畫

計畫名稱	計畫內擔任之工作	起迄年月	委託單位名稱	執行情形	經費總額 (新台幣)
複合材料風力機之研製 —子計畫一：風力機系統設計與保固之研究 (II)	主持人	20090101 ~ 20091231	專題研究計畫 (能源科技代辦計畫)	已完成	598,000
複合材料風力機之研製 —子計畫一：風力機系統設計與保固之研究	主持人	20080101 ~ 20081231	專題研究計畫 (能源科技代辦計畫)	已完成	545,000
UAV 操控專家知識庫之研究與發展	共同主持人	97/06/20 ~ 97/12/15	國防部軍備局 中山科學研究院	已完成	515,217
國籍固定翼民航機非線性氣動力資料庫建置 (NSC 97-2221-E-157-002)	共同主持人	97/08/01 ~ 98/07/31	國科會工程處 航太科技	已完成	442,000
UAV操控專家知識庫之研究與發展	共同主持人	97/06/20 ~ 97/12/15	國防部軍備局 中山科學研究院	已完成	515,217
連續式極限分析之泛用功能延伸與精進的數學推導與數值分析程式建	主持人	2009/8/1 ~ 2010/7/31	國科會專題研究計畫	執行中	508000
民航機遭遇危害天候之動態模擬	主持人	2009/8/1 ~ 2010/7/31	國科會專題研究計畫	執行中	838176

(十二) 經費需求(須詳實、合理編列)

一、總經費需求

本計畫經費總金額為 \$ 8,790,000 元，其中申請教育部專案補助經費 \$ 6,410,000 元，學校提列相對配合款 \$ 2,380,000 元。本案全程三年，本計畫為第三年計畫(100年)擬申請教育部專案補助經費 \$ 3,790,000 元，學校提列相對配合款 \$ 940,000 元，為教育部專案補助核准金額之 33%。資本門總經費需求與經常門總經費需求如下表。

一、總經費需求

子計畫	經費需求		
	年度	教育部獎助款	學校配合款
飛機複合材料製造修護技術	第一年	400,000 元	392,000 元
	第二年	380,000 元	255,000 元
	第三年	910,000 元	315,000 元
複合材料風力發電葉片設計製造技術	第一年	1,060,000 元	180,000 元
	第二年	540,000 元	280,000 元
	第三年	970,000 元	380,000 元
複合材料量測及非破壞性檢測技術	第一年	320,000 元	148,000 元
	第二年	860,000 元	185,000 元
	第三年	970,000 元	245,000 元
總金額		6,410,000 元	2,380,000 元

執行年度	經常門	資本門	教育部補助款	學校配合款
98	500,000	2,000,000	1,780,000	720,000
99	720,000	1,780,000	1,780,000	720,000
100	940,000	2,850,000	2,850,000	940,000
合計	2,160,000	6,630,000	6,410,000	2,380,000

二、各項分項計劃預算

(一) 飛機複合材料製造修護技術子計畫預算編列

飛機複合材料製造修護技術子計畫-資本門	
需要設備項目	經費需求

	基本教學設備			
	數量	單價	總價	執行年度
修補工作台	4	60000	240,000	98
複合材料維修站	1	300000	300,000	98
模具加熱箱	1	80000	80,000	98
複合材料成形模具	1	380000	380,000	99
真空幫及儲氣槽組	1	250000	250,000	100
熱壓力槽組	1	660000	660,000	100
		總金額	2,130,000	

飛機複合材料製造修護技術子計畫(經常門) — 99年				
項目	經費需求			
	線材與耗材費及其他經常門費用			
	內容	單價	數量	總價
實驗用耗材	碳纖維、玻纖維、應變規、樹脂、硬化劑、五金金屬材料、五金工具、化工材料、砂紙、金屬加工、脫模劑、丙酮、O型環、烤克、電子零組件等	240,000	1	240,000
教學用耗材文具	文具、碳粉、墨水匣、紙張、影印、裝訂、磁帶、電池、光碟片、加工桌、彩色碳粉匣、電腦零件與相關耗材等	10,000	1	10,000
設備維護費	相關設備維護費	5,000	1	5,000
參訪、實習、參與研討會	含車費、保險與誤餐費、研討會註冊費、工讀費、論文發表會	10,000	1	10,000
辦理教學研討會	場地佈置費、茶點、講義印製、演講費、工讀費	40,000	1	40,000

教學輔助教材	課程輔助相關教具及教材	10,000	1	10,000
		總金額		315,000

(二)複合材料風力發電葉片設計製造技術子計畫預算編列

複合材料風力發電葉片設計製造技術子計畫-資本門				
需要設備項目	經費需求			
	基本教學設備			
	數量	單價	總價	執行年度
材料試驗機	1	500,000	500,000	98
Ansys 分析軟體 5 人版	1	200,000	200,000	98
風力葉片模具	1	360,000	360,000	98
CATIA 繪圖軟體 50 人版	1	410,000	410,000	99
無線動態資料擷取系統	1	130,000	130,000	99
複合材料研磨機	2	120,000	240,000	100
CNC 3D 雕刻機	1	430,000	430,000	100
Solid Work 工程製作軟體 50 人版	1	300,000	300,000	100
		總金額	2,590,000	

複合材料風力發電葉片設計製造技術子計畫(經常門) — 99年				
項目	經費需求			
	線材與耗材費及其他經常門費用			
	內容	單價	數量	總價
實驗用耗材	碳纖維、玻纖維、應變規、樹脂、硬化劑、五金金屬材料、五金工具、化工材料、砂紙、金屬加工、脫模劑、丙酮、O 型環、烤克、電	295,000	1	295,000

	子零組件等			
教學用耗材文具	文具、碳粉、墨水匣、紙張、影印、裝訂、磁帶、電池、光碟片、加工桌、彩色碳粉匣、電腦零件與相關耗材等	10,000	1	10,000
設備維護費	相關設備維護費	10,000	1	10,000
參訪、實習、參與研討會	含車費、保險與誤餐費、研討會註冊費、工讀費、論文發表會	7,500	2	15,000
辦理教學研討會	場地佈置費、茶點、講義印製、演講費、工讀費	40,000	1	40,000
教學輔助教材	課程輔助相關教具及教材	10,000	1	10,000
		總金額		380,000

(三) 複合材料量測及非破壞性檢測技術子計畫預算編列

複合材料量測及非破壞性檢測技術子計畫-資本門— 99年				
需要設備項目	經費需求			
	基本教學設備			
	數量	單價	總價	執行年度
超音波測距儀	1	70,000	70,000	98
紅外線熱相儀	1	250,000	250,000	98
超音波探傷儀	1	510,000	510,000	99
維克氏硬度實驗儀	1	350,000	350,000	99
敲擊式非破壞檢測儀	1	550,000	550,000	100
無線動態結構測試儀	2	210,000	420,000	100
		總金額	2,140,000	

複合材料量測及非破壞性檢測技術子計畫(經常門) — 99年	
項目	經費需求

	線材與耗材費及其他經常門費用			
	內容	單價	數量	總價
實驗用耗材	碳纖維、玻纖維、應變規、樹脂、硬化劑、五金金屬材料、五金工具、化工材料、砂紙、金屬加工、脫模劑、丙酮、O型環、烤克、電子零組件等	210,000	1	210,000
教學用耗材文具	文具、碳粉、墨水匣、紙張、影印、裝訂、磁帶、電池、光碟片、加工桌、彩色碳粉匣、電腦零件與相關耗材等	10,000	1	10,000
設備維護費	相關設備維護費	5,000	1	5,000
參訪、實習、參與研討會	含車費、保險與誤餐費、研討會註冊費、工讀費、論文發表會	10,000	1	10,000
教學輔助教材	課程輔助相關教具及教材	10,000	1	10,000
		總金額		245,000

1、資本門

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
1	真空幫及儲氣槽組	教學、研究、模型製作	1	250,000	250,000		250,000
2	熱壓力槽組	教學、研究、模型製作	1	660,000	660,000		660,000
3	複合材料研磨機	教學、研究	1	120,000	120,000		120,000
4	CNC 3D 雕刻機	教學、研究、模型製作	1	430,000	430,000		430,000
5	Solid Work 工程製作軟體 50	教學、研究、結構設計	1	300,000	300,000		300,000

	人版						
6	敲擊式非破壞 檢測儀	教學、研究	1	550,000	550,000		550,000
7	無線動態結構 測試儀	教學、研究	2	210,000	420,000		420,000
合計					2,850,000		2,850,000

2、經常門

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
1	實驗用耗材	碳纖維、玻纖維、 應變規、樹脂、硬 化劑、五金金屬材 料、五金工具、化 工材料、電子零組 件等	3	248,333	745,000	745,000	
2	教學用耗材 文具	文具、碳粉、墨水、 紙張、影印、裝訂	3	10,000	30,000	30,000	
3	設備維護費	相關設備維護費	3	6,667	20,000	20,000	
4	參訪、實 習、參與研 討會	車費、保險與誤餐 費、冊費、工讀費、	3	11,667	35,000	35,000	
5	辦理教學研 討會	場地佈置費、茶 點、講義印製	2	40,000	80,000	80,000	
6	教學輔助教 材	課程輔助相關教具 及教材	3	10,000	30,000	30,000	
合計					940, 000	940,0 00	

(十三) 預期成效及影響

一、工作項目成果

第一年預期完成之工作項目及成果：

- (1) 飛機複合材料設計、製作、檢測等教學、研究等技術與設備能量建立。
- (2) 複合材料之應用及產品科技開發、結構設/計算/分析、製程加工技術。
- (3) 複合材料修補補強維護技術能量。
- (4) 建立複合材料材料檢測及結構非破壞性測試檢驗技術與設備能量。
- (5) 航太工業及綠色能源新科技產品開發及應用

產業應用方面

- (1) 借航空及風力發電之高科技及高品質技術門檻，帶動提昇我國相關材料及工業成長。
- (2) 為國內華航、長榮、華信、立榮、復興等各大航空公司培訓專業人才。
- (3) 與德國漢莎航空及中華航空維修訓練學校合作，培訓航空器複合材料飛機製造、維修及檢測人才。
- (4) 開發綠色風力葉片製作為主之複合材料之設計、製造及分析特色實驗室。

教育訓練方面預期成果

- (1) 結合本校航空機械系、機械系及中華維修訓練學校合作共同執行複合材料產品開發及設計、製作、測試等研究達資源整合目的。
- (2) 使學生能建立的試驗平台與試驗程序。
- (3) 增加學生對於量測方法的學習與應用。
- (4) 培養飛機複合材料維修、製作、設計等人才。
- (5) 培養複合材料風力機的葉片及零組件設計、製作、檢測人才。

第二年預期完成之工作項目及成果：

- (1) 複合材料修補工具及相關教學訓練材料等建立。
- (2) 建立飛機複材修補操作準則及程序, 可供業界參考。
- (3) 開發製作複合材料無人飛機，參加全國競賽。
- (4) 設計製作載人複合材料超輕飛機。

- (5)建立試驗及驗證風力機系統的準則及程序,可供業界參考。
- (6)設計製造 1kw 複合材料風力發電機葉片。
- (7)建立並開發複合材料非破壞性測試驗證平台,供人才培訓及業界應用。
- (8)建立各種頻率下疲勞測試之變形與壽命量測模式。
- (9)建立一套設計複合材料風力機的方法及程序。

學術方面預期成果

- (1)訓練學生合材料產品的設計開發與繪圖施工之操作。
- (2)讓學生學習到模具如何開發與設計,以建立學生在製造上的興趣。
- (3)使學生能夠瞭解的複合材料可靠度評估及分析。
- (4)讓學生了解理論值與實驗值驗證的重要性。
- (5)培養實體複合材料的系統分析及量測人才。

產業應用方面

- (1)技術規範導入有助益對品質品管及安全要求,可帶動國內相關產業之技術及品質性能之提昇,
- (2)複合材料技術設備與國際同軌,提高我國產業競爭力。
- (3)開發的量測設備及複合材料風力機製作程序,可提供業界參考。

教育訓練方面預期成果

- (1)讓學生學習到模具如何開發與設計,以建立學生在製造上的興趣。
- (2)使學生能夠瞭解風力機的可靠度評估及量測。
- (3)讓學生了解理論值與實驗值驗證的重要性。
- (4)培養實體風力機的系統分析及量測人才。

第三年預期完成之工作項目及成果：

- (1)複合材料修補技術及相關教學訓練材料等建立。
- (2)建立飛機複材修補操作準則及程序,可供業界參考。
- (3)自製載人複合材料超輕飛機組裝測試。
- (4)設計製造 3kw 複合材料風力發電機葉片。
- (5)建立試驗及驗證風力機系統的準則及程序,可供業界應用。
- (6)建立並開發複合材料非破壞性測試驗證平台,供人才培訓及業界應用。

(7)建立各種頻率下疲勞測試之變形與壽命量測模式。

(8)建立一套設計複合材料風力機的方法及程序。

學術方面預期成果

(1)複合材料材料製程技術開發，開發結構強質量輕之航空級複合材料。

(2)開創新一代高效率綠能風力發電機關鍵葉片技術。

(3)實體風力機的動態量測、結構試驗及性能量測試驗程序。

(4)開發複合材料測試驗證平台、非破壞性檢測技術開發。

產業應用方面

(1)開發的量測設備及複合材料風力機可靠度試驗程序及噪音量測程序，可提供業界參考。

(2)與漢翔航空、亞洲航空公司及金廣發等複合材料業界合作，產業攜手學生業界實習，為業界培育人才。

(3)開發高效率及經濟價值高之載人超輕飛機及複合材料風力機產品。

(4)建立航空飛機零組件及風力機的零組件試驗程序，供業界參考應用。

在教育訓練方面預期成果

(1)學生學習模具開發與設計，以建立學生在製造上的才能與興趣。

(2)使學生能夠瞭解風力機的可靠度評估及噪音量測。

(3)讓學生了解複合材料理論與實驗方法。

(4)培養實體綠色風力機的系統分析及量測人才。

(5)建立複合材料風力機在運轉時風力機的多點彎曲試驗、振動頻率試驗、性能測試與穩定性檢測的試驗程序，可提供業界參考。

建立一套複合材料風力機可靠度試驗程序及量測程序，可提供業界參考。

(十四) 觀摩活動規劃

複合材料特色實驗室之航空飛機複合材料製造修護技術及複合材料風力葉片之研發製造與檢測系統建立，舉辦飛機複合材料製造修護技術及小型複合材料風力機系統整合與應用發展教學觀摩會，以複合材料風力機實務製作為主題，內容將涵蓋複合材料無人設計製作及複合材料與最佳化複合材料風力葉片設計、風力發電監控與管理系統運作等項目，邀請產業及各級聯盟學校教師參

與研討，其目的在蒐集與展示優良教學方法與教案，以供產學聯盟各級學校學習，並錄製教學影帶或多媒體，上網宣導，擴大與分享教學成效。

教學觀摩內容包含教材展示,實驗室展示及實際教學，研討暨示範講解主題：

1. 航空飛機複合材料製造修護技術
2. 超輕複合材料飛機製造技術
3. 超輕複合材料飛機組裝測試技術
4. 3kw 複合材料風力機葉片製作
5. 複合材料風力機葉片結構測試
5. 無人遙控複合材料飛機展示
6. 複合材料風力葉片性能測試
8. 複合材料非破壞性檢測技術

一、待飛機複合材料製造修護技術；複合材料實驗室(風力發電葉片設計與製作)建置完成後將舉辦教學觀摩會，邀請相關學校師生，及業界代表蒞臨參觀及討論。

二、於寒、暑假辦理短期訓練，提供外校師生學習及使用本特色實驗室。並將教學、實習資料上網，以達到教學資源分享目的。

三、與業界合作方面，可利用本實驗室與業界共同研發先進產品，降低業界人員、設備、研發成本，如此將可達到設備、人員資源分享目的。

四、預計活動規劃：

- 1、100年3月 參加全國無人飛機競賽
- 2、100年4月 系時間專題演講一
- 3、100年5月 航空複合材料製造修護相關材料應用參訪
- 4、100年5月 系時間專題演講二
- 5、100年7月 複合材料應用研討會
- 6、100年8月 台電風力發電參訪
- 7、100年8月 複合材料製作技術專業訓練
- 8、100年8月 複合材料飛機設計製作觀摩
- 9、100年10月 非破壞性檢測研討會
- 11、100年11月 專題演講三
- 12、100年12月 複合材料應用成果發表會

(十五)附錄

近 5 年獲本補助之計畫執行成效及特色

補助年度	計畫名稱	補助金額 (教育部核定)	計畫特色 (請重點說明)	計畫執行成效 (量化及重點說明)
96 年度	教育部補助重要特色領域人才培育改進計畫 “航空運輸服務人才培育改進計畫”	2,000,000 元	航空運輸服務人才培育 強化師資 課程及教學改進 學生學習面改進 整體教學面改進措	1. 舉辦”飛機維修技術 2. 推動學生專題製作參 3. 推動學生專題製作參 4. 累計業界實習數 1836 小時 5. 由業界師資開設課程比率 35% 6. 學生證照通過人數 283 人
97 年度	教育部補助重要特色領域人才培育改進計畫 “航空運輸服務人才培育改進計畫”	2,315,200 元	航空運輸服務人才培育 強化師資 課程及教學改進 學生學習面改進 整體教學面改進措	1. 舉辦”飛機維修技術 2. 推動學生專題製作參 3. 推動學生專題製作參 4. 累計業界 2012 實習數 5. 由業界師資開設課程比率 41% 6. 學生證照通過人數 856 人

航空複合材料特色實驗室”一〇〇年度具體計畫書

中華科技大學