

教育部補助技專校院建立特色典範計畫

99 年度計畫成果報告

航空複合材料特色實驗室

Airplane composite material characteristic laboratory
台技(一)字第 0990045921-S

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 99 年 1 月 至 民國 99 年 12 月止

中華科技大學

中華民國九十九年十二月六日

(二) 目錄

項目	頁次
(一)報告封面..	1
(二)目錄.....	2
(三)計畫基本資料表.....	3
(五)整體計畫中文摘要.....	5
(六)整體計畫英文摘要.....	6
(七)年度計畫執行成果中文摘要.....	8
(八)年度計畫執行成果英文摘要.....	10
(九)年度計畫執行內容及成果說明.....	12
1. 計畫(總計畫、分項計畫)目標.....	12
2. 總計畫與分項計畫，各分項計畫間的整合架構與互動關係.....	16
3. 計畫管理（參與學校間合作方式與整合推動之機制）.....	17
4. 計畫（總計畫及分項計畫）實施方式或教學方法.....	19
5. 人力運用情形說明.....	35
6. 經費運用情形說明（含學校配合款及措施）.....	38
7. 年度計畫執行成效（請盡量具體、量化）.....	41
(十)經費運用情形一覽表.....	47
(十一)年度計畫查核點執行情形.....	48
(十三)附錄.....	49

(四) 計畫基本資料表

總計畫名稱		航空複合材料特色實驗室			
專屬網站網		http://am.hc.cust.edu.tw/important.html			
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"/> 全程之第1年 <input type="checkbox"/> 全程之第2年 <input type="checkbox"/> 全程之第3年			
執行學校		中華科技大學			
計畫 總 主 持 人	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
計畫經費 (請填寫已執行 年度經費)	執行 年度	經常門	資本門	學校配合款	小計
	98(已執行)	500,000	2,000,000	720,000	2,500,000
	99(已執行)	550,000	2,000,000	720,000	2,500,000
	100(未執行)	550,000	3,270,000	890,000	3,820,000
	合計	1,600,000	12,390,000	4,010,000	13,990,000
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	中華科技大學 航機系
分項計畫1	飛機複合材料製造修護技術		邱勤山 祝如竹 譚嗣羸 歐陽讓	教授 教授 助理教授 助理教授	航機系 航電系

分項計畫 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
分項計畫 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) 整體計畫中文摘要

複合材料(Composite Material)基本的組成爲纖維及高分子基材，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比強度及力學異向性，由於這些原因，使得複合材料有被廣泛應用在航太、汽車、軍事用途、風力發電、運動器材、工具機、電子材料等工業上，已取代傳統的金屬材料，成爲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更多比率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。

本計畫針對飛機複合材料結構以及風力發電複合材料葉片的設計概念及行為特性，籌建複合材料輔助設計、製造及量測技術能量，開發航空級高品質之複合材料應用於航空、風力發電及民生應用技術。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設計概念及行為特性，建立性能測試非破壞檢驗爲核心之維修策略，提出最佳維修方法及程序，以降低維修成本，增加複合材料維修效益，提升結構系統之可靠度及安全性。

1. 建立航空複合材料製程能量，籌建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。
2. 建立各式複合材料材料特性及氣動力學結構負載資料庫之建立。
3. 開發複合材料超輕型飛機設計及製作能量。
4. 培養航空複合材料製造與維修人才。
5. 進行小型複合材料風力機葉片材料的試片製作以及葉片的機械性質實驗及疲勞實驗，將材料性質及疲勞-壽命曲線的結果建立數據庫後再進行理論分析。
6. 設計分析複合材料結構：複材 3D 外型產品外型結構設計，結構製程設計及施工模擬，複材模具製作檢驗，航空器及風力葉片設計製造。
7. 籌建複合材料研製與破壞疲勞檢測平台
8. 建立複合材料設計、製造、量測及非破壞性檢測之技術，完成人才培育課程設計

9. 建立各式複合材料結構量測及非破壞檢測資料庫。

10. 籌建複合材料設計、製造、量測及非破壞性檢測之設施設備：複合材料物理及機械性質量測，材料靜態及動態強度應力應變靜態試驗。

(六) 整體計畫英文摘要

Composite material is made by fiber and polymer substrate. It has high strength, high toughness, light weight, corrosion resistance and abrasion, and other characteristics. Composite material composites by lay-up angle, weaving technique or process changes to achieve the desired structural design strength, rigidity, corrosion resistance, fatigue resistance, even traditional metal unequaled unique strength and mechanical counter-rotating. For these reasons, it have been widely used in aerospace, automotive, military use, wind power, sports equipment, tools, machines, electronic materials and other industries. In addition, it has replaced the traditional metal materials become the main application of materials. Composite material is the early use in the aerospace industry. Modern and future aircraft structure has been toward more ratio of composite manufacturing new generation aircraft, this lightweight aircraft help save fuel.

In view of the airplane composited materials structure as well as the wind power generation composited materials blade's design concept and the behavior characteristic, will establish the composited materials assistance design, the manufacture and the inspection technology. In this project, the aviation level high quality of composited materials in the aviation, wind power generation and the livelihood of the people application technology, will promote the composited materials product development. On the other hand, this project will also establish the non-destruction examination service strategy as the core and examines the information bank of the airplane composited materials structure as well as the wind power generation composited materials blade's design concept and the behavior characteristic. Proposed the best service method and the procedure, will reduce the service cost, the increase composited

materials service benefit, margin of safety of and the security the promotion structure system.

1. The establishment aviation composited materials system regulation energy, the construction aviation airplane structural element and in the support composited materials design the soft hardware, including textile fiber lamellar structure design, structural design and stress analysis.
2. Establishes various types composited materials materials behavior and establishment the aerodynamics structure load information bank.
3. Develops the composited materials ultralight aircraft design and the manufacture energy.
4. Carries on the small composited materials anemometer leaf blade material the preview manufacture as well as leaf blade's mechanical property experiment and the weary experiment, after carries on again the material nature and the weary - life curve result establishment database the theoretical analysis.
5. Design analysis composited materials structure: Duplicate material 3D outlook product outlook structural design, structure system regulation design and construction simulation, duplicate material mold manufacture examination, aircraft and wind power leaf blade design manufacture.
6. Prepares for construction the composited materials development and technology of the destruction weary examination platform
7. Establishment composited materials design, the manufacture, the gauging and the non-destructive examination, completes the talented person of to cultivate the curriculum to design establishes various types composited materials structure gauging and the non-destruction examination information bank.
8. Prepares for construction facility of equipment the composited materials design, the manufacture, the gauging and the non-destructive examination: Composited materials physics and mechanical property gauging, material static state and dynamic intensity stress strain static testing.

(七) 年度計畫執行成果中文摘要

本年度為計畫執行第二年，主要的執行內容為實體複合材料飛機及風力葉片製作，以及各子計畫實驗室籌建、技術開發與教學訓練。延續第一年已執行之能量，將第一年設計結果執行複合材料飛機結構製作，以及複合材料風力發電葉片的製作及性能測試驗證。開發複合材料飛機之製作技術以及高性能複合材料風力葉片製作技術。並且測試驗證複合材料產品結構特性及整體氣動力性能整合驗證。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、結構建立非破壞檢測方法與維修技術，提出最佳維修方法及程序，提供製程缺失改善、提高複合材料結構安全與強化製作品質等。並將研究結果開設相關教學課程與技術訓練，提供複合材料維修教學授課與專題研究。各子計畫的主要執行成效如下：

子計畫 1—航空複合材料特色實驗室

- 1.1 航空複合材料三明治結構製造技術及蒙皮結構修補技術開發，配合相關課程執行教育訓練，提供學生學習航空複合材料之設計、製造及修護技術。
- 1.2 已建置小型複合材料無人飛機設計製作，推動學生飛機設計製作專題研究，輔導學生參與超輕型飛機及無人遙控飛機設計製作，並參與全國性無人遙控飛機設計製作競賽獲獎盃 12 座，及團體總冠軍。
- 1.3 複合材料超輕型飛機設計製作，設計製作新一代複合材料載人超輕型飛機，進行結構外形設計及複合材料模具設計與加工方法開發。

子計畫 2—複合材料風力發電葉片設計製造技術

- 2.1 開發樹脂轉注成型法及製作複合材料風力發電機轉子葉片結構，使用樹脂轉注成型真空模具，以及複合材料風力葉片纖維疊層結構設計，測試完成纖維預成形物與樹脂於模具加溫固化成形方法與技術。
- 2.2 建構複合材料風力葉片製作與測試驗證設備與相關技術研究，完成複合材料風力機葉片的結構設計；
- 2.3 完成 1.5kw 商用複合材料風力發電機葉片製作技術開發，相關風力機與發電機構組合、風力發電機之氣動力量測及健康監測之軟硬體開發，建立該風力機性能資料庫。
- 2.4 進行 400w 複合材料風力葉片之結構與製程設計，開發熱塑型複合

材料葉片，測試各項成型條件對結構強度及外型變化影響，建立最佳化品質與製程技術開發。

子計畫 3 — 複合材料量測及非破壞性檢測技術

- 3.1 建構複合材料物理與機械性質量測技術及非破壞性檢測技術，複合材料測試驗證平台，複合材料試片及風力機葉片的靜態破壞性強度試驗、動態試驗、。
- 3.2 建立複合材料熱影像檢測技術，量測複合材料內部損傷非破壞性檢測方法。
- 3.3 超音波複合材料三明治結構非破壞性檢測方法相關軟硬體能量籌建。
- 3.4 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與教育訓練。

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，架設教學網頁，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。舉辦 3 場研討會、4 次參觀見學、世貿中心教育展、邀請 6 場業界專家、學者蒞臨專題演講，指導複合材料設計、製造、檢測及應用等技術。同時協助課程設計，以確保課程規劃能滿足學生未來就業需求。

(八) 年度計畫執行成果英文摘要

This year for the second year of programme implementation, the main content as real composite aircraft and wind turbine blade production, as well as the subplan laboratory preparation, technical development and training. Continue the first year of design results to fabricate the composite aircraft structure, as well as composite wind turbine blade manufacture and performance test validation. Develop composite aircraft production technologies and high-performance composite wind turbine blade manufacturing technology. The tests verify that the structural characteristics of composite products and the overall integration of aerodynamic performance. On the other hand, perform the non-destructive testing methods and maintenance technology, for the aircraft composite structures, as well as composite wind turbine blade structure. Establish the maintenance procedures that provide process improvement, increasing lack of composite structural safety and enhance production quality, etc. As the results, the study and creation of relevant teaching curriculum of technical training can provide teaching material for maintenance and special studies. Individual sub-plans main implementation results as follows:

The sub-plan 1— Aviation compound materials characteristic laboratory

- 1-1 Manufacturing technology of composite sandwich structure and structure repair technology development mix related curriculum implementation, education and training, the provision of aeronautical composites students learning to design, manufacture and repair techniques.
- 1-2 Has established the small composites unmanned air vehical(UAV) design. Provide student aircraft design and production of thematic research. Mentoring students participate in ultralight aircraft and unmanned air vehical design and production. Student participate national UAV design competition and reward of 12 winner's Cup block, and the overall champion.
- 1-3 Composites ultra-light aircraft design and manufacture. Designed and produced a new generation of composites ultralight aircraft. It has been carrying out structural shape design and composites mold design and processing methods development.

The sub-program 2-design of composite wind turbine blade manufacturing technology

- 2.1 Development resin molding method and producing composite wind turbine rotor blade structure. Using its forming vacuum mold resin and composite wind turbine blade fiber laminated structure design. Test complete fiber preform with resin to mould heating curing forming methods and technology.
- 2.2 Construction composite wind turbine blade manufacturing, test verification equipment and related technologies. Complete composite wind turbine blade design of structures;
- 2.3 Complete 1.5kw commercial composite wind turbine blade manufacturing technology development. Establishes of related wind turbine and its power generation sector portfolio setup: wind turbine power measurement, health monitoring hardware and software development, wind turbine performance database, etc.
- 2.4 The structure and process design of 400w composite wind turbine blade. Develop thermal plastic composite blade, test various molding conditions on the structural strength and appearance change impacts. Establish the optimal quality and process technology development.

The sub plan 3-composite material measurement and non-destructive testing techniques

- 3.1 Buildup composites material physical and mechanical quality measurement technology and non-destructive testing techniques, composite test verification platform, composite material test tablets and wind turbine blade static destructive strength test. dynamically.
- 3.2 Buildup composite thermal imaging detection technology. Measuring composite inner structure by non-destructive detection method. Ultrasonic non-destructive detection method for composite sandwich structure and its related hardware and software.
- 3.3 Establish aviation-grade composite material measurement and non-destructive testing of technology. Complete inspection personnel

training course design and education and training.

In education training and personnel training, continuous composite design, fabrication and testing training courses. To strengthen of cooperation between the relevant industry outside school and visiting a Web page. In addition, the erection of teaching, organized results demonstration exhibition of technology development and to enhance the quality of composite materials quality and quantity. Organises seminars, 3 4 visits to see science, World Trade Center education exhibition, invite 6 field industry experts and scholars to keynote, guiding composites in the design, manufacture, testing and application technology. At the same time help the course design to ensure that the curriculum planning to meet future employment needs of students.

(九)年度計畫執行內容及成果說明.

1. 計畫(總計畫、分項計畫)目標

複合材料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，新一代航空飛機已大量採用複合材料來取代金屬材料，並且充分應用在民生工業上成為綠色能源之主要核心材料。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，以及綠色能源複合材料風力發電葉片開發技術上。與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。本年計畫設計製作超輕型複合材料載人飛機乙架、1kw、400w 複合材料風力發電機葉片、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。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。而為了達到此一目標，各分項計畫間的整合架構(請參考圖 1)與分工合作關係(請參考圖 2)，而各分項計畫的主要內涵可分別說明如下：

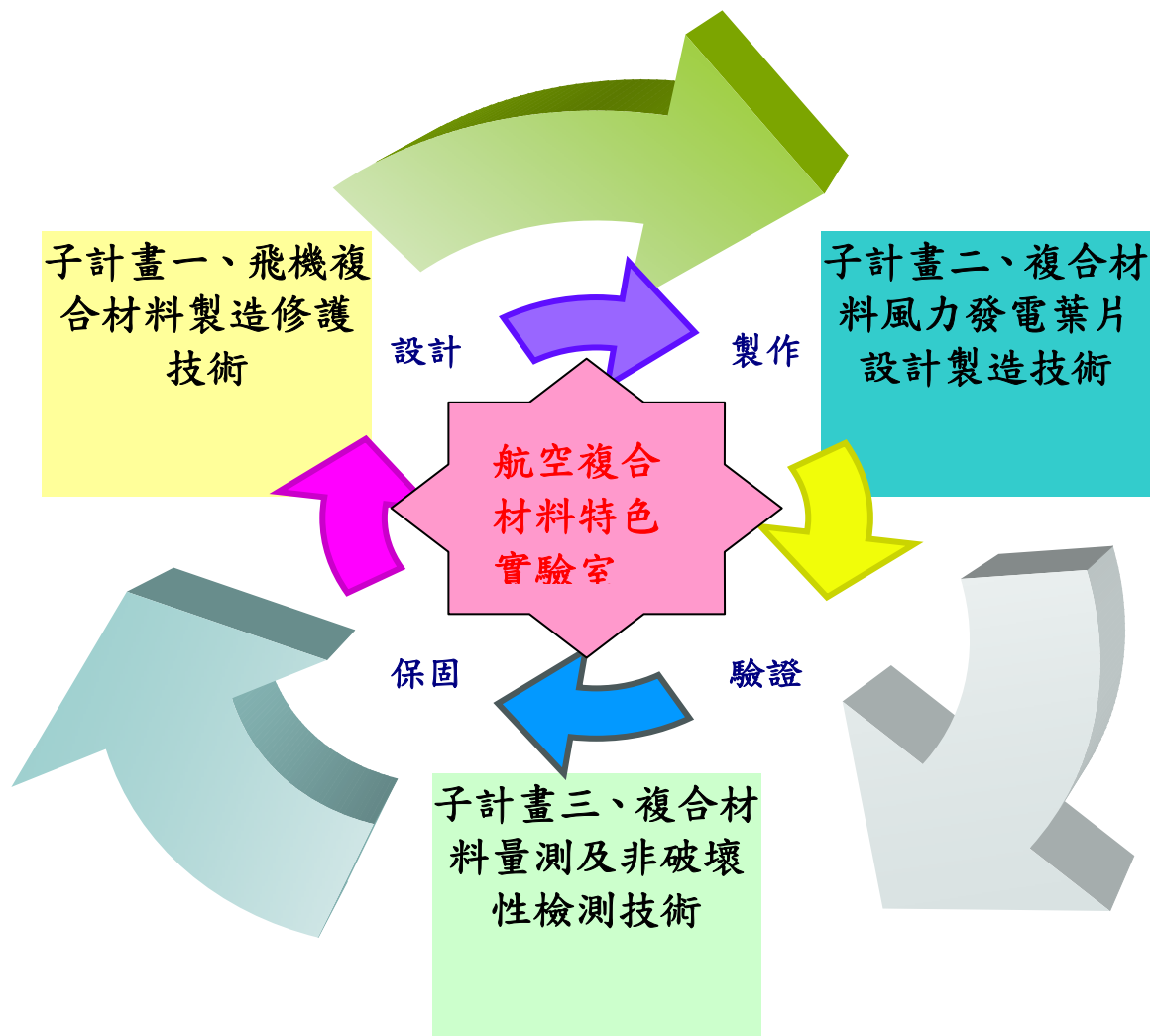


圖 1、複合材料特色實驗室架構

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。分項計畫目標如下：

目標	執行方式與成效
建立航空複合材料製程能量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航空複合材料製程能量：航空三明治結構製造技術及設備，包括熱壓法結構成形技術。 2. 複合材料無人飛機專題製作，並參加全國大專杯競賽。 3. 複合材料結構設計 3D 電腦繪圖與電腦輔助製作設備籌建，CATIA 種子教師培訓，軟體設計人員訓練。 4. 建立設備軟硬體，讓學生進行實作訓練，增進學生對高科技軟硬體及新技術了解。
建立複合材料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立飛機蒙皮結構製作技術及設備，包括預浸布及編布

超輕型飛機設計製造能量	結構件成形技術，樹脂轉注技術等開發。 2. 複合材料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
飛機複合材料修補技術能量開發	1. 複合材料蒙皮結構修補技術，包括疊層技術、真空袋熱壓法， 2. 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。
推動與業界之合作，開發航空複合材料製作技術	1. 聯合相關業界共同研發載人複合材料飛機之開發與製作， 2. 發展各種超輕複合材料飛機之設計製作技術提供業界使用，促進產業升級。 3. 與漢翔公司共擬大型商客機複合材料生產技術人員培訓計畫，擬產業攜手合作學生赴業界實習，為航空複合材料長期培養特殊人才。

子計畫 2——複合材料風力發電葉片設計製造技術

設立小型複合材料風力發電機葉片之設計、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，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。分項計畫目標如下：

目標	執行方式與成效
建立複合材料風力葉片製造能量	1. 複合材料風力葉片製作技術開發，製作軟硬體，包括熱壓法、樹脂轉注成形法等。 2. 熱塑型複合材料射出成型技術開發，開發 400w 複合材料風力葉片製造方法 3. 複合材料風力葉片模具設計開發。 4. 複合材料結構設計 3D 電腦繪圖與電腦輔助製作設備籌建，CATIA 種子教師培訓，軟體設計人員訓練。
建立複合材料風力葉片測試驗證能量	1. 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、扭力試驗、疲勞實驗、疲勞可靠度實驗等。

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 風力機性能效率量測、監控、及故障分析等試驗工程，風力機組進行自然風場及人工風場兩模式進行測試實驗。自製 16 米塔架自然風場風力機性能測試。 3. 建構風力發電機紀錄及資料擷取系統，取得各型風力機及風場條件之性能記錄及操作資料。整合風力機氣動力與結構設計之最佳化。
建立複合材料風力葉片保固與修護能量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 複合材料風力機三修護補強技術修補技術，包括三明治結構破損檢測、蜂巢結構修補、夾層結構修護修理等。 2. 建立葉片檢測設備軟硬體，訓練學生維修實作，增進學生對高科技軟硬體及新技術了解。
推動與業界之合作，共同開發複合材料風力機製作技術	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整合風力機業界零組件製造及應用技術，共同研發複合材料風力機之開發與製作 2. 建立並開發測試驗證平台，供業界參考應用 3. 發展各種複合材料風力機設計製作技術提供業界使用，促進產業升級。

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。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。分項計畫目標如下：

目標	執行方式與成效
建立航空材料非破壞性檢測技術平台	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立複合材料物性、機械性質測試檢測設備，提供相關學校訓練與業界使用。 2. 建立複合材料非破壞性檢測設備，以及相關檢測程序與方法，共同技術開發與人才培育。 3. 舉辦檢測技術研討會，發展非破壞檢測與監測技術，提昇航空材料非破壞性檢測技術。
零組件結構試驗與損壞檢測技術開發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 複合材料結構之維克氏硬度實驗儀、熱影相非破壞性檢測技術軟硬體設備與檢測技術能量建立。 2. 複合材料三明治結構超音波檢測證能量與設備建立，檢測飛機複合材料結構損傷及風力機葉片探傷。 3. 建構複合材料結構紀錄及資料擷取系統，取得各型結構測試記錄及操作資料。
建立複合	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航空飛機及風力發電葉片之性能與結構監測管理，配合

材料監測 與保固修 護能量，培 養學理與 技術兼具 之人才	資料蒐集，提供必要資訊以利之設計改善及維修預警。 2. 建立複合材料維修資料庫，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。 3. 建立複合材料訓練課程，訓練學生檢測與維修實務工 作，落實教學與研究，培育業界專業人才。
--	--

2 總計畫與分項計畫，各分項計畫間的整合架構與互動關係

2.1 與其他子計畫之關聯性

各子計畫皆以複合材料製程技術及非破壞檢測技術之開發與應用為主軸，規劃出複合材料特定領域之科技應用主題。子計畫一與二研究之製作與檢測對象皆為複合材料結構體與製作技術；子計畫一與二研究使用之設計製作技術與理論相同皆為航空業界常用之製程方法。因此，子計畫一與二所建構之設備及技術方法可以相互支援與應用。而子計畫三為複合材料檢測與非破壞技術範疇，可支援各計畫之非破壞性檢測、破壞性檢測及材料機械性質量測與修護；皆為相互密切支援，有效提升相關工程或工業產出之製程的效能等。

2.2 研究人力互相支援情形

子計畫一的研究團隊過去對航空複合材料飛機製作技術方面有很多研究成果，建立了複合材料輔助設計、製造及量測技術能量籌建，以航空級高品質之複合材料技術人力支援子計畫二風力發電葉片之設計製作及民生應用技術上，以提升複合材料產品多元化開發與生產上。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設計概念具有相同之行為特性，無論是教師與研究生可同時相互支援。另一方面，子計畫三的研究團隊過去對非破壞檢測技術方面有很多研究成果，因此在子計畫三的超音波非破壞性檢測技術、熱影相檢測技術與材料結構檢測技術研究方面也需要他們提供建議與經驗，將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，所以，在子計畫的互相執行中將針對以下研發方向，尋求其他研究團隊的支援，使技術研發得以順利完成。

本計畫聯合相關業界於本年度共同研發載人複合材料飛機之開發與製作，飛機除引擎進口外，全機採複合材料設計，自行設計製作複合材料零組件模具、開發真空袋成型製作技術，飛機之設計製作技術將提供業界使用，促進產業升級。本校由老師帶領學生實際參與電腦繪畫圖設計、模具製作、複材加工製程，目前正進行機身與機翼之複合材料製作中。除訓練學生複合材料技術外，亦為業界培養未來複合材料人才。

2.3 儀器設備互相支援情形

CATIA 電腦輔助設計與製作軟體及Ansys結構分析軟體為國際著名波音公司與空中巴士等大型飛機設計製作商所用之專業軟體，配合50套CATIA軟體之採購本校自行投入新的50套電腦硬體，該軟硬體充分支援子計畫一與二超輕飛機、無人飛機、風力發電機等外形結構設計，並配合CNC加工設備，執行電腦自動化加工，製作複材模具、三明治芯模、機構設計、疊層設計等。

材料試驗機及維克氏硬度實驗儀提供各子計畫之複合材料拉伸與表面檢測技術所用的儀器設備，因此在此方面之研究將整合非破壞檢測現有硬體及軟體設施以及相關的研究人力與成果，提昇對材料物理與機械性質之檢測應用。本年度採購之、「超音波探傷儀」、飛機複材模具設備可同時運用於子計畫一及二之相關研究及教學。過去本校在無人飛機與風力發電葉片之發展上已有不錯的表現，不論是飛機之設計、材料檢驗方面都有成熟的發展，也訓練了多位研究人員。因此，整合目前已發展的設計、製作、檢測技術將使複合材料之應用層面能更為寬廣。具特色的現實驗室建立，並推舉辦技術訓練班，擴大複合材料人才之訓練平台，並將研發之各種製作檢測技術深耕至產業界，不僅可訓練航空及綠色能源之設計維修人才，對未來研究亦有極大的助益。在各項儀器設備或軟體將與其他系所與夥伴學校研究或實驗室已有儀器相互支援。

3. 計畫管理（參與學校間合作方式與整合推動之機制）

以中華科技大學航機系為主，設置複合材料特色實驗室，籌建實驗設備及技術中心，本校航機系、機械系、航電系，及工研院儀科中心、交通大學、巨亞機械公司、金廣發科技公司、愛發科技、愛迪斯科科技等相關領域合作共同組織特色實驗室，而達到「資源共享」、「有特色及完整性」之目標。進行複合材料教學課程設計與教材選用、設備與工具籌設、關鍵技術開發與研究、計畫管考等工作等，每月召集會議一次，檢討進度及交換心得。教學與研究將以下列三個領域為主要特色目標：(1) 飛機複合材料製造修護技術(2) 複合材料風力發電葉片設計製造技術(3) 複合材料量測及非破壞性檢測技術。

計畫初期在人才培育上先建立課程設計及師資培訓，於大學部及研究所課程增修複合材料相關課程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，建立計算流體力學分析模擬能量，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。本計畫整體運作架構如下圖所示：

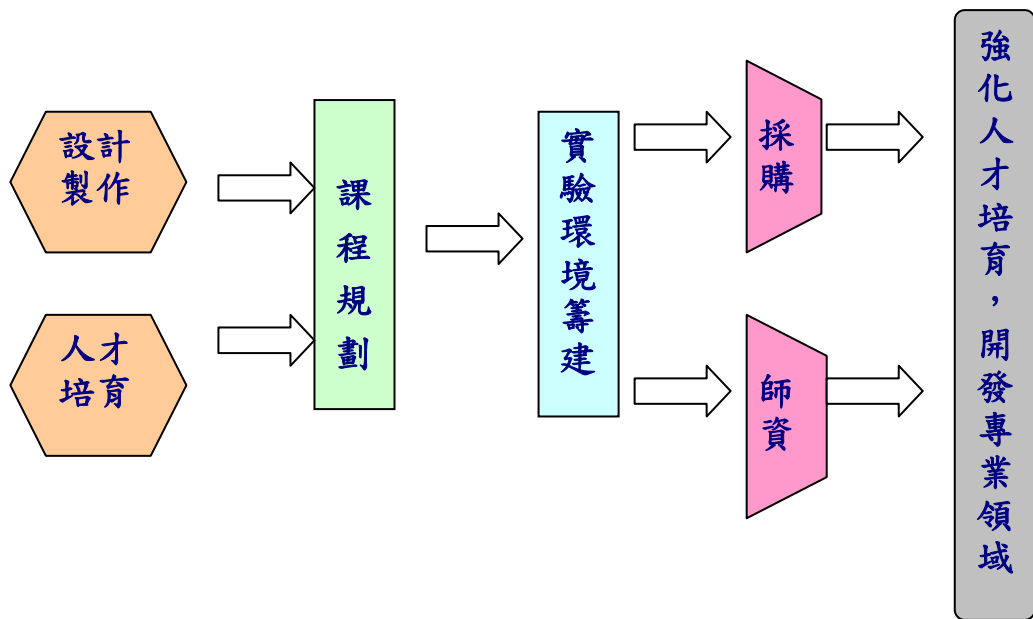


圖 2. 計畫整體運作架構圖

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	中華科技大學 航機系
分項計畫 1	飛機複合材料製造修護技術	蘇盛竹	助理教授	中華科技大學 航機系
分項計畫 2	複合材料風力發電葉片設計製造技術	張瑞容	教授	中華科技大學 機械系
分項計畫 3	複合材料量測及非破壞性檢測技術	呂學育	助理教授	中華科技大學 航機系

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結合本校航機系、機械系與交通大學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本校航空機械系及工研院儀科中心資源設備開發航空器及綠色能源應用之教學與研究，重新整建複合材料實驗室並引進材料設計、製造及檢測設備，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)配合巨亞科技股份有限公司獲國科會多年整合型計畫『複合材料風力機之研製』，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』，本校欲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、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。

4. 計畫（總計畫及分項計畫）實施方式或教學方法

本計畫由總計畫進行整個專案計畫的督導以及協調。並擬定的整合目標與方向，確立各子計畫設計採購及人力調配與設備支援，同時規劃實務教學課程。做到以實務性研究為導向的整合。在計畫執行的掌控上，不定時的邀請各子計畫成員進行進度報告，藉以掌握計畫執行的進度。整體計畫規劃成三個子計畫，各子計畫皆與航空級複合材料技術發展之應用與人才培育相關，而且子計畫間也考量技術轉移與相互支援合作，期使整體計畫運作更具效率與效能。

子計畫1—飛機複合材料製造修護技術

開發飛機複合材料製造及修補技術，加強複合材料實驗室設備，開發複材之機械及航太零組件產品。飛機複合材料結構製作之關鍵技術開發及設備建置，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。第二年的執行成果如下：

建立航空複合材料製程與修護能量，籌建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。已採購修補工作台、複合材料模具，透過實際教學航空複合材料修補技術及製作生產技術。另一方面，研究開發更快速及增加結構強度之複合材料修補金屬材料技術。

本校已成立輕型航空器中心，結合機體、系統和發動機設計製造科技發展，開發飛機複合材料製造及修補技術，加強複合材料實驗室設備，開發複材之機械及航太零組件產品，自行設計製作載人超輕型航空飛機一架，結合飛機設計、複合材料、機體、系統和發動機設計製造科技研發。設計翼展 8m，機身長 5m，配置一 60hp 汽油引擎，全機採用玻璃纖維材料，應用 CATIA 電腦繪圖設計與模具設計製造，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。

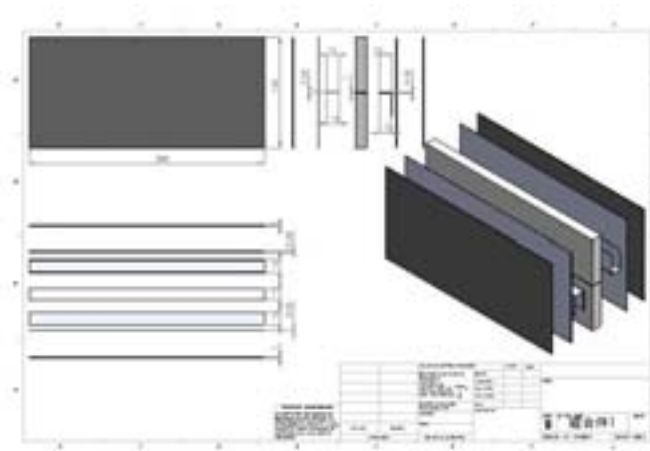


圖4、複合材料三明治結構設計



圖5、複合材料結構強度拉伸試驗



圖6、自製複合材料三明治結構



圖7、複合材料三明治結構彎曲實驗

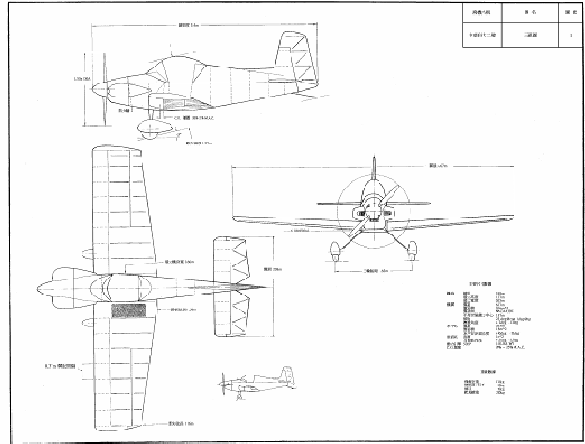
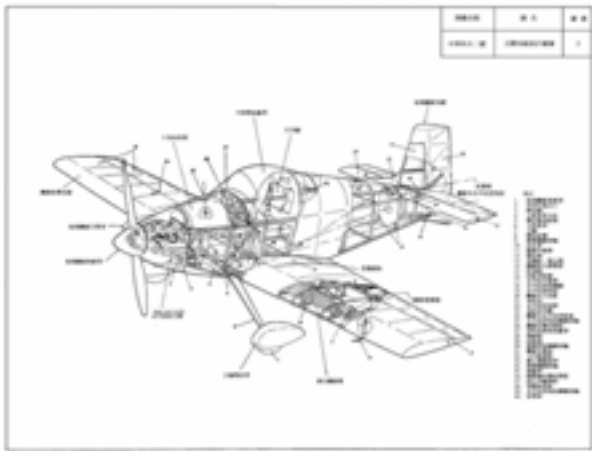


圖 8、超輕型複合材料載人飛機設計圖



圖 9、複合材料零組件



圖 10、超輕飛機複合材料機翼組合



圖 11、複合材料超輕飛機機翼製程



圖 12、與金廣發公司合作製造超輕飛機

鼓勵學生創作發明，提升專題製作水準，推動學生飛機設計製作專題研究，輔導學生參與參加超輕型飛機及無人遙控飛機設計製作，並參與全國性無人遙控飛機設計製作競賽，自行設計高性能複合材料無人遙飛機及超輕飛機，設計質輕高強度之複合材料飛機外型及結構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。推動學生飛機設計製作，輔導學生參與載人複合材料飛機設計並製作 1 架超輕飛機。

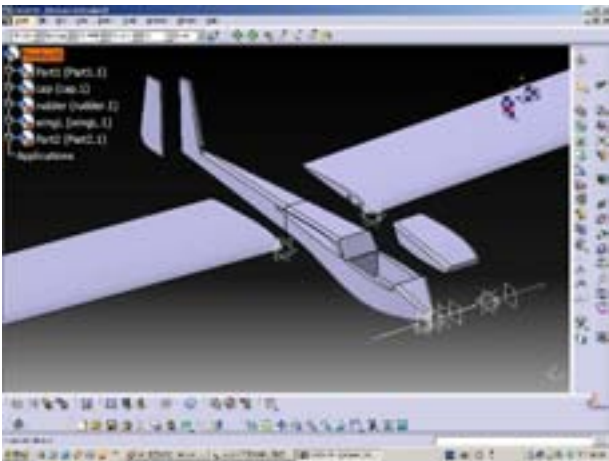


圖 13、專題實作無人飛機 CATIA 設計



圖 14、專題實作複材無人飛機製作



圖 15、自製飛機碳纖維起落架



圖 16、主辦 51 屆航空太空學會年會



圖 17、舉辦勞委會職訓局飛機維修乙照術科考驗

分項計畫 2—複合材料風力發電葉片設計製造技術

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、測試及修護風力葉片技術實驗室，進行複合材料風力機葉片實驗室設備、課程及技術籌建，本年度採購：CATIA 電腦繪圖軟體 50 人版，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，並應用上年度經費設計製作 400w 熱塑型複合材料葉片模具，開發複合材料射出葉片技術。另一方面開發複合材料損傷修補技術與方法研究與教學，以及複合材料風力發電的實際應用與性能測試，分述如下：

1. 新購 50 人版 CATIA 電腦繪圖設計與輔助製造軟體，學校搭配該軟體另新購 50 台新電腦，成立現代化電腦繪圖設計與輔助製造電腦實習室。教師 3 人參加 CATIA 電腦繪圖種子教師專業訓練，以及電腦設計製造專業繪圖研習。同時，配合本案已於學期課程中開設 CATIA 電腦繪圖專業課程，每週二小時提供學生額外 CATIA 電腦繪圖課後輔導。



圖 18、CATIA 電腦繪圖研習

2. 建立複合材料風力葉片纖維疊層結構製程技術，包括手璣法、熱壓法、真空斧結構成形技術、樹脂轉注成形法等。以纖維編織布及環氧樹脂為基本材質，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。



圖 19、複合材料葉片 CNC 芯模製作

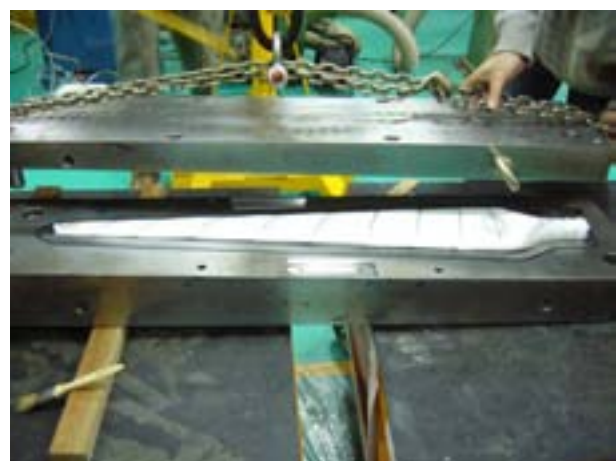


圖 20、玻璃纖維編織材料合模



圖 21、複合材料樹脂轉注法

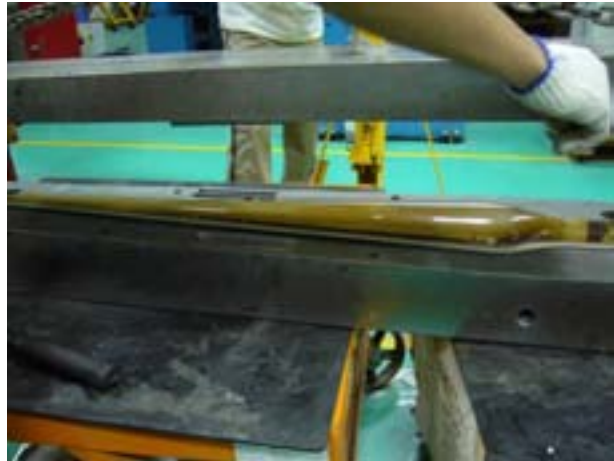


圖 22、複合材料葉片成形

3. 建立複合材料風力葉片設計能量，開發風力葉片氣動力外型設計、氣動力係數計算分析軟體，設計最佳化風力發電機葉片外型，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，並計算模擬氣動力流場特性與性能。該分析能量並於研究所計算流體力學課程中授課教學與專題應用。
4. 開發製作小型風力複合材料熱塑型塑膠射出葉片，自行設計風力機葉片外型，開發射出成型模具，並探討模具設計與射出成型加工方法及製作程序。討論和分析各種不同塑膠材料，其模具設計性能對塑膠射出成品之影響。研究不同射出塑膠材料，應用於高體積變化之風力機葉片外形製作，於材料塑膠射出製程加工程序中，討論模具溫度、模壓及成型時間對型風力複合材料塑膠葉片材料特性影響，同時實驗找出較符合設出用塑膠葉片材料，以利爾後搭配風力發電機應用。

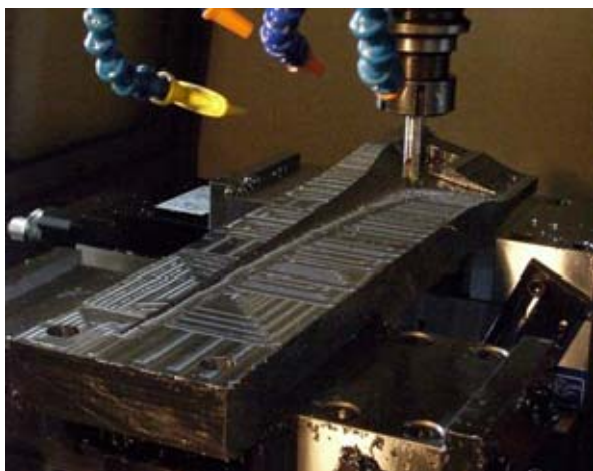
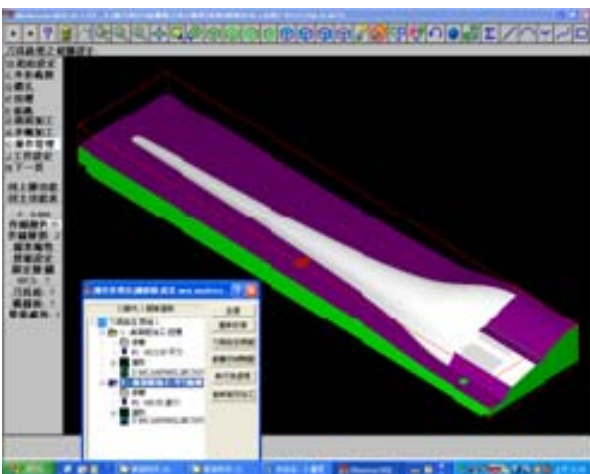


圖 23、熱塑型射出葉片設計

圖 24、複合材料熱塑型射出模具加工



圖 25、複合材料熱塑型射出模具組合 圖 26、複合材料熱塑型射出葉片

5. 開發小型風力發電複合材料製造及修補技術，加強複合材料實驗室設備，開發複材之機械及航太零組件產品。



圖 27、風力葉片負載破壞實驗

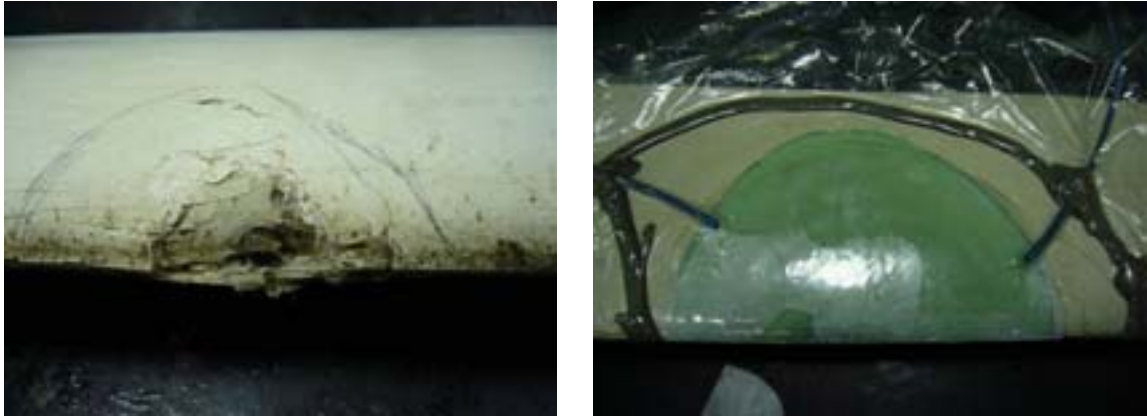


圖28、複合材料風力葉片結構修補技術

6. 風力機性能驗證，為設計製作 10~16 米可折式塔架，實際驗證風力機性能，搭配多功能微電腦晶片技術，安裝各項風力性能感測器，擷取轉換性能參數資料，再設計製作無線資料傳輸系統，長期記錄分析各項風機性能數據，比對分析及研改設計參數，使本計畫更具完性。本計畫已籌建螺旋槳風力測試方法，搭配飛機引擎轉速及尾流風速進行風力機性能測試，已架設一 16 米風力機測試塔架，裝置於新竹海岸風場中進行自然風測試，搭配量測及記錄資料進行性能分析，並提供最佳化控制模式。



圖 29、1kw 複合材料風力機 圖 30、自製 16 米塔架自然風場風力機性能測試

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及複合材料風力葉片性能監控與系統整合，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，本年

度採購：超音波測距儀及紅外線熱相儀，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。

建立航空材料量檢量測技術平台，供產學界交流應用：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，進行一系列實驗測試，建立複合材料性質資料庫，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。

1. 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，本年度新購專業級超音波三明治材料探傷儀一套。以及維克氏硬度機一套，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。
2. 使用熱影像儀進行分析：瞬間加熱觀測得瑕疵區域呈現不均勻分佈，中心影像顯示高溫且白熱化。

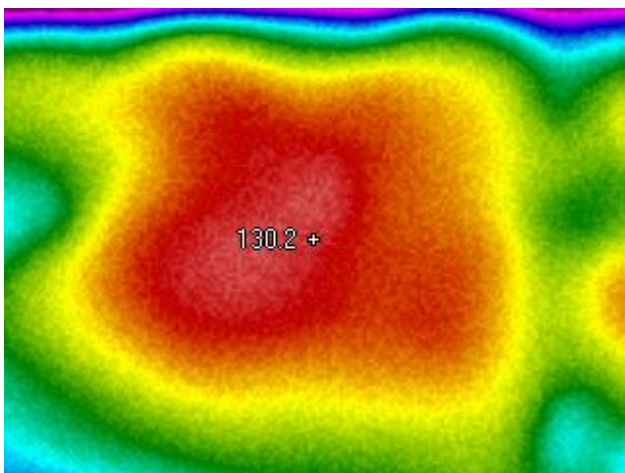


圖 31、紅外線影像



圖 32、可見光影像

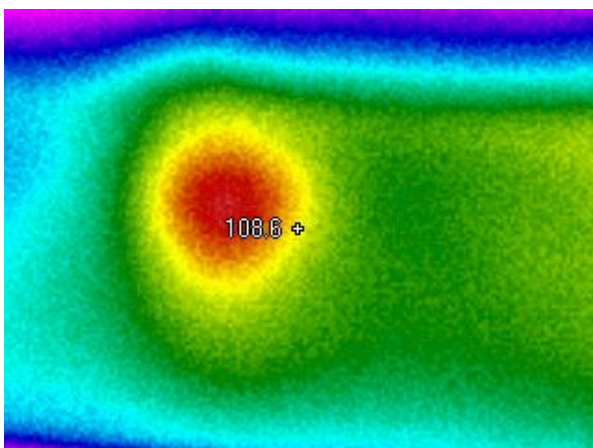


圖 33、紅外線影像

圖 34、可見光影像

3. BondMaster 複合材料超音波探傷儀，以機械阻抗分析諧振模式檢測複合材料及三明治結構探傷儀器，是市場上專業多模式複合材料檢測儀器。



圖 35、複合材料超音波探傷儀

圖 36、複合材料超音波探傷測試

3. 小型複合材料風力機葉片的抗疲勞測試，共振頻率測試以及衝擊測試：

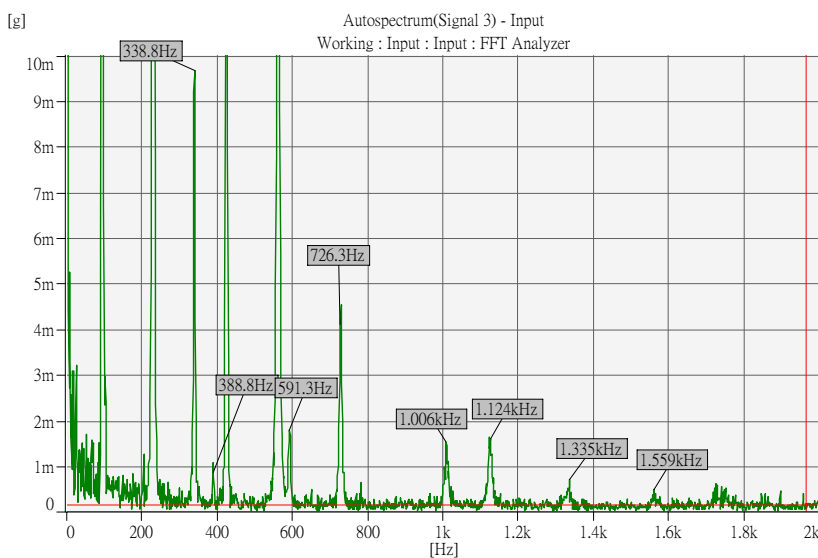


圖 37、複合材料葉片自然共振頻率分析

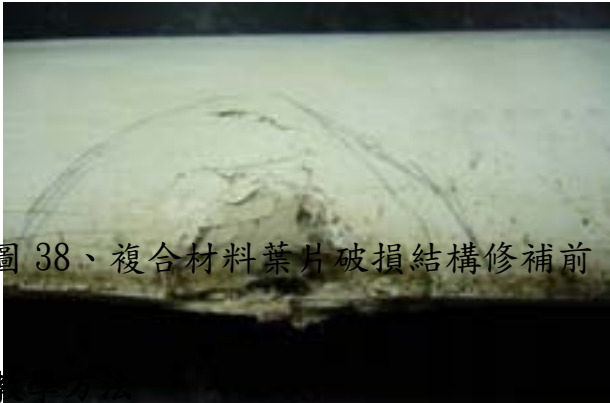


圖 38、複合材料葉片破損結構修補前

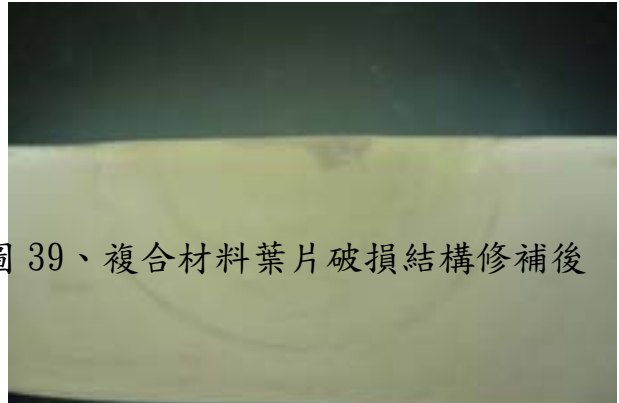


圖 39、複合材料葉片破損結構修補後

考

針對綠色能源產業相關的航空複合材料及複合材料風力發電機之設備、加工

與修護技術應用於航空材料、飛機檢修、複合材料、飛機機體維修、維修操作與模擬等課程之教學實務課程上，培養飛機維修專業人員在新科技材料製程與維護實際技術上應用。以使學生能了解製程管理的方法及概念。藉由教育訓練來培育學生相關之知識，配合航空維修教育訓練，並藉此與系上老師與研究生針對此系統於學術及實務應用上做深入的交流。

以中華科技大學航機系為主，於大學部及研究所課程增修複合材料相關課程，設置複合材料特色實驗室，航機系、機械系、航電系及交通大學、大業大學、修平技術學院等相關領域合作共同組織特色實驗室，進行複合材料教學課程設計與教材選用、設備與工具籌設、關鍵技術開發與研究、計畫管考等工作等，每兩週召集會議一次，檢討進度及交換心得。教學與研究將以下列三個領域為主要特色目標：(1) 飛機複合材料製造修護技術(2) 複合材料風力發電葉片設計製造技術(3) 複合材料量測及非破壞性檢測技術。

計畫初期在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，建立計算流體力學分析模擬能量，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。

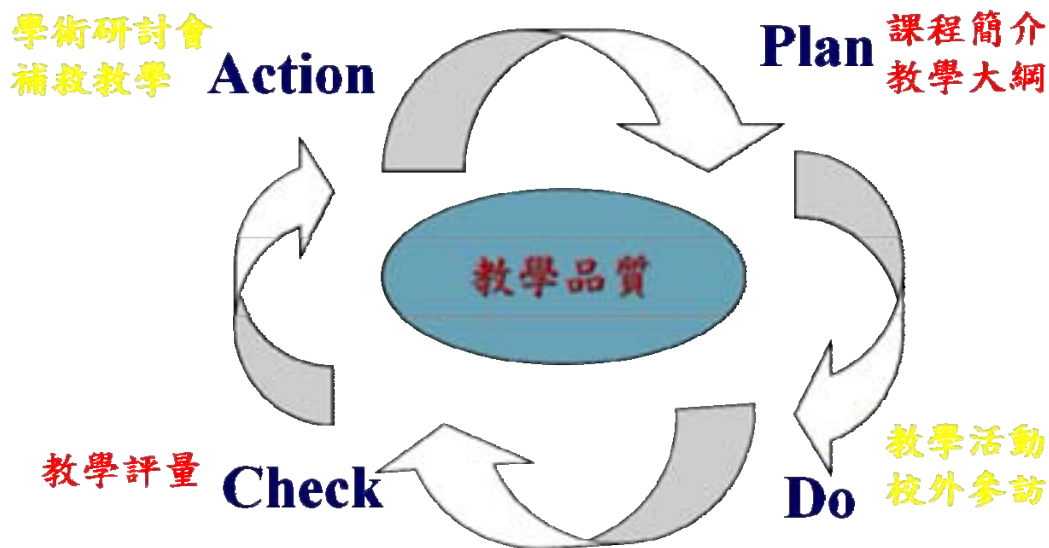


圖40、課程運作架構

課程運作架構

本計畫以職業教育訓練為主之特色實驗室建立，課程運作架構依據 PDCA 之計畫、執行、考核、改進等步驟執行，航空機械系及航空電子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，設計課程大綱與教材，依超輕航機發展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。配合教育部所安排的教學及觀摩活動。每年開放本校及夥伴學校之綠色產業小型複合材料風力機相關之教學實驗室，並將所建立有關綠色產業小型複合材料風力機之相關儀器設備、教材與研究成果並邀請業界專家檢討課程及執行成效，辦理觀摩會或研討會，由專任老師解說，開放給相關業界及學者參觀。等各項活動，以落實課程與訓練之成果。

學校以開設「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。

目前與長榮航空、長榮科技、遠東航空、中華航空、漢翔航空、大鵬航空與緯華航太等單位，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。為提升航空複合材料製造技術及教學研究基礎，與漢翔公司共擬大型商客機複合材料生產技術人員培訓計畫，擬以產業攜手合作方式學生赴業界實習，為航空複合材料長期培養特殊人才。

架設專設網站，同時將成果經由網站公佈，以達資源共享。將不定期接受產業界或有興趣的單位進行觀摩、研討與交流活動，裨益未來產學與建教之推廣工作。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。本計畫之成果亦將盡量藉由下列活動來增加成效。

1. 舉辦相關學術研討會，增加學界及產業界之技術及學術交流。
2. 辦理綠色產業設計及應用科技相關學生競賽。
3. 建立網站進行全球綠色產業設計及應用科技之相關資料整合。

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，舉辦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與最佳化發電機整合、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。

國內外航空公司合作推動航空維修訓練，師資與課程交流合作。與長榮、亞洲航空、德國漢莎航空、漢翔航空等各大航空公司建立長期建教合作關係，學生於學期中及寒、暑假期間赴航空公司實習，並提供學生實習學程，直接接觸飛機維修訓練並得以學以致用，畢業後直接從事航空維修工作。

教育部申辦”航空維修”產業攜手專班 1 班，結合方曙商工、大興商工、中華工商專等高職飛修科以及德國漢莎航空、亞洲航空等業界三方產業攜手培育航空維修特殊人才。

積極推動學生取得飛機維修、與專業領域之證照，辦理航空系科學生航空證照考驗輔導訓練與航空維修訓，99 學年度計取得職訓局飛機修護丙照 101 人乙照 3 人、電腦作業 430 人、民航證照 2 人。

舉辦全國”飛機修護丙/乙級證照術科檢訂考試各 1 次。舉辦民航局”地面機械員”職業證照術科檢訂考試 6 次。



圖 41、民航局、勞委會職訓局乙/丙照術科考驗場所證

產學合作參訪教學之支援、經驗交流、及各項成績考核；長榮航太 2 次、華航 1 次、空軍聯隊 2 次、陸軍輕航空 1 次。

1. 取得勞委會職訓局”飛機修護”乙級證照監評員資格 5 員。
2. 舉辦複合材料維修相關研討會邀請全國相關學校科系參加人才培育研討會，聘請產、官、學、研界的專家演講
3. 主辦 51 屆中華民國航空太空學會年會暨 2009 航太學會/民航學會聯合學術研討會、國科會航太學門專題研究計畫成果發表會等全國性大型研討會。
4. 舉辦學生校外研實習活動：
 - (1) 德國漢莎航空研習，共 12 人，各 35 小時
 - (2) 飛航安全委員會研習，共 13 人，各 9 小時
 - (3) 民航局研習，共 8 人，各 8 小時
 - (4) CATIA 電腦繪圖專業訓練，共 2 人，各 35 小時
 - (5) 全校教師研習，共 39 人，各 16 小時。
 - (6) 民航法規及歐洲航空聯盟法規教師進修 10 人 24 小時。

(7) 飛機維修及飛航安全教師進修 8 人 24 小時。

(8) 勞委會職訓局”飛機維護”監評訓練 9 人 16 小時

5. 舉辦研討會及研實習活動：

2009/09/30	51 屆航空太空學會年會暨 2009 航太學會/民航學會聯合 學術研討會籌備委員	51 屆航空太空學會年會籌備委員 會
99/08/5~6	99 年度飛機修護乙丙級術科 測試監評人員研討會	勞委會聘請相關委員 中北部航空維修監評人員 41 員
99/10/27	複合材料應用研討會	金廣發 總經理愛文科技 經理 愛發科技經理 清大馬振基教授 磁振翁慶隆總經理
99/11/5	CATIA 電腦設計與製造研習	愛迪斯科技 交通大學等 41 人員
99/11/30	三明治複合材料非破壞性檢測 研習	愛光科技股份有限公司 洪雪如經理



圖 42、舉辦複合材料應用研討會



圖 43、主辦 51 屆中華民國航空太空學會年會



圖 44、辦理學術論文研討會



圖 45、辦理證照考驗研討會



圖 46、德航漢莎航空暑期訓練



圖 47、亞洲航空暑期實習

6. 辦理職場就業輔導情形

- 99.1. 亞航實習
- 99.1. 德航實習

- 99.5.13 華航參訪
- 99.6~9 長榮航太實習
- 99.71 德航航太實習
- 99.7~9 亞航航太實習
- 99.10.4 漢翔航空就業說明
- 99.10~11 長榮航太實習

5. 人力運用情形說明。

本年度為計畫執行第二年，以中華科大新竹分部人才為主，包括航空學院、航空機械系、航空電子系、台北校區機械系等教師及研究生為研究團隊，新竹分部提供教學及行政支援。主要利用航空學院、輕航空中心、航空維修訓練中心等單位設備與人力，執行實體複合材料飛機及風力葉片製作，以及各子計畫實驗室籌建、技術開發與教學訓練，並繼續強化第一年已執行之實驗室能量，如飛機複合材料結構以及風力發電複合材料葉片的設計製作及測試驗證，建立複合材料飛機之設計製作、複合材料風力葉片開發技術，以提升複合材料產品開發。

子計畫一的研究團隊過去對航空複合材料飛機製作技術方面有很多研究成果，建立了複合材料輔助設計、製造及量測技術能量籌建，以航空級高品質之複合材料技術人力支援子計畫二風力發電葉片之設計製作及民生應用技術上，以提升複合材料產品多元化開發與生產上。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設計概念具有相同之行為特性，無論是教師與研究生可同時相互支援。另一方面，子計畫三的研究團隊過去對非破壞檢測技術方面有很多研究成果，因此在子計畫三的超音波非破壞性檢測技術、熱影相檢測技術與材料結構檢測技術研究方面也需要他們提供建議與經驗，將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，所以，在子計畫的互相執行中將針對以下研發方向，尋求其他研究團隊的支援，使技術研發得以順利完成。

本計畫聯合相關業界於本年度共同研發載人複合材料飛機之開發與製作，飛機除引擎進口外，全機採複合材料設計，本校由老師帶領學生實際參與電腦繪畫圖設計、模具製作、複材加工製程，目前正進行機身與機翼之複合材料製作中。除訓練學生複合材料技術外，亦為業界培養未來複合材料人才。學校提供工讀學生，利用課餘時間從事電腦繪圖、製作複合材料零組件、模具開發、真空袋成型製作等工程。另一方面業界提供模具設計製作技術協助本案工程，亦促進產業合作及技術升級。

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，架設教學網頁，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。

(1) 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。

(七) 實施進度及分工(成效管考機制另請編列「計畫查核點」)

一、計畫任務編組及分工

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」分項計畫主持人	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
「複合材料風力機之研發」分項計畫主持人	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	張瑞榮教授
「複合材料量測及非破壞性檢測技術」分項計畫主持人	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	王泰興現為砒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

6.經費運用情形說明（含學校配合款及措施）

本年度總經費：2,500,000

資本門：1,780,000（補助款1,780,000）經常門（配合款720,000）

經費運用情形說明詳如執行清冊（下表）

教育部補助技專校院建立特色典範計畫執行清冊

計畫名稱	航空複合材料特色實驗室			學 校	中華科技大學
計畫負責人	姓名	蘇盛竹副教授	原核定補助款 (元)	1,780,000	計畫特色摘要說明(限於1000字內,並將作為日後相關資料彙整之參據資料,請費心填寫) 針對飛機複合材料結構以及風力發電複合材料葉片的設計概念及行為特性,籌建複合材料輔助設計、製造及量測技術能量,開發航空級高品質之複合材料應用於航空、風力發電及民生應用技術。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設計概念及行為特性,建立性能測試與非破壞檢驗為核心之維修策略,提出最佳維修方法及程序,以降低維修成本,增加複合材料維修效益,提升結構系統之可靠度及安全性: 11. 建立航空複合材料製程能量,籌建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。 12. 建立各式複合材料材料特性及氣動力學結構負載資料庫之建立。 13. 開發複合材料超輕型飛機設計及製作能量。 14. 進行小型複合材料風力機葉片材料的試片製作以及葉片的機械性質實驗及疲勞實驗,將材料性質及疲勞-壽命曲線的結果建立數據庫後再進行理論分析。 15. 設計分析複合材料結構:複材 3D 外型產品外型結構設計,結構製程設計及施工模擬,複材模具製作檢驗,航空器及風力葉片設計製造。 16. 籌建複合材料研製與破壞疲勞檢測平台 17. 建立複合材料設計、製造、量測及非破壞性檢測之技術,完成人才培育課程設計 18. 建立各式複合材料結構量測及非破壞檢測資料庫。
	職稱		學校配合款 (元)	720,000	
	電話	03-5933578			

		傳真：03-5936297 Email：susj@cc.cust.edu.tw		實際支出總金額(元)(含配合款)	2,500,000	19. 籌建複合材料設計、製造、量測及非破壞性檢測之設施設備：複合材料物理及機械性質量測，材料靜態及動態強度應力應變靜態試驗						
資本門	序號	設備名稱	規格(包括廠牌、規格、型號)	數量	單價	總價	使用課程及用途	使用單位	設備存放位置	購置日期	財產編號	預計使用年 度
	1	複合材料成形模具	廠牌：法碼機械 規格：尺寸：1000*450*100mm 型號：was-67042s	1	380,000	380,000	複合材料、飛機製造	航機系	2B-100-1B 區 複合材料實習室	99/11/10	3070114-120 29~29	5年
	2	CATIA 繪圖軟體 50 人版	廠牌：CATIA 規格：CATIA工業設計50人版(含兩套CATIA V5R19 EX2 教育版全模組) 型號：TW-20100916-02	1	410,000	410,000	電腦繪圖、資料庫管理、CATIA 繪圖軟體設計	航機系、航電系	2B-201-1 研究室	99/10/14	3140101-12 55~55	3年
3	無線動態資料擷取系統	廠牌：華育 規格：無線動態資料高性能嵌入式無線動態資料擷取開發平台 (支援 VPN 安全隧道功能)包括 PPTP+MPPE 和 IPSEC。 型號：HUBT300M	1	130,000	130,000		航機系	2B-201-1 研究室	99/10/29	3013601-32 23~23	5年	

	4	超音波探傷儀	廠牌：olympus 規格：頻率:250Hzto 1.5MHz size(LxHxD):242m m x140mm x92mm 含主機、探頭 及連接線)operating mode:Resonance Analysis(MIA) Pitch/catch sweptPitch/ catch impulse Pitch/catch RF 型號：bondmaster1000+	1	10,000	510,000		航機系	2B-201-2 研究室	99/11/09	3101103-152 1~1	10年
	5	維克氏硬度實驗儀	廠牌：MITSUTOYO 規格：電子顯微鏡 100x(含TV CCD(B/W)+TV) 型號：HM101	1	50,000	350,000		航機系	2B-201-1 研究室	99/11/02	3100708-004 41~41	5年
經常門	序號	項目	內容說明	數量	單價	總價	使用課程及用途					
	1	業務費	線材與耗材費及其他經常門費用	1	720,000	720,000						

附註：

1. 本清冊請依計畫「資本門」、「經常門」分列。
2. 「資本門項目」編列原則須以「單價金額1萬元以上，保存使用年限2年以上」為之。

7. 年度計畫執行成效（請盡量具體、量化）

1. 成立超輕型飛機製作計畫，結合機體、系統和發動機設計製造複合材料飛機，提升航空維修及製造技術及教學研究基礎。
2. CATIA 研習 辦理複合材料飛機及風力機結構電腦繪圖設計研習，教師 3 人參加 CATIA 電腦繪圖專業訓練一週，開設複合材料結構及外型設計製造專業繪圖課程。
3. 複合材料研討會 辦理“複合材料特色研討會”研討複合材料科技及應用維修技術等專題。
4. UAV 無人遙控飛機模具開發
5. 推動學生飛機設計製作實習課程及專題實作課程，輔導學生參與複合材料遙控飛機設計製作，並參與全國性無人遙控飛機設計製作競賽。
6. 綠能獲獎
7. 超輕飛機設計製作
8. 複合材料修補熱塑複合材料風力葉片
9. 舉辦勞委會職訓局“飛機修護”丙級及乙級證照術科考照，其中包含飛機複合材料修護相關之證照考驗項目，本校並辦理輔導學生複合材料修護術科技能訓練。
10. 99 學年度教師或助教輔導考照，今年度共輔導 150 餘位學生參與飛機維修丙級考試共有 101、乙照 3 人、民航證照 2 人獲得通過。計取得職訓局丙照 101 人。
11. 安排工廠實習、增加飛機維修、航實務實作。規劃學生業界實務維修實習及實作課程學分抵減。
12. 實務專題課程指的為就各校所系科之課程模組類別，規劃實務專題課程，並要求學生提出實務專題報告或成果。製定專業科目模組，討論課程模組授課內容大綱。
13. 航空複合材料設計製作及維修於國內屬於特殊技職教育，教材均來自國外，取得不易，因此，本系教師大多已自編教材，計有複合材料修護等 3 本專業自編教材，有此課程編纂教材經驗者為優先安排授課。
14. 教師取得專利 98-99 年共取得 6 張與本案相關之專利證照
15. 每年辦理高中中職“飛機修護”全國技藝競賽一場次。
16. 教師研究複合材料相關技術取得專利 99 年共取得 5 張專利證照
17. 主辦 51 屆中華民國航空太空學會年會暨 2009 航太學會/民航學會聯合學術研討會、國科會航太學門專題研究計畫成果發表會等全國性大型研討會。獲學生論文競賽第二名

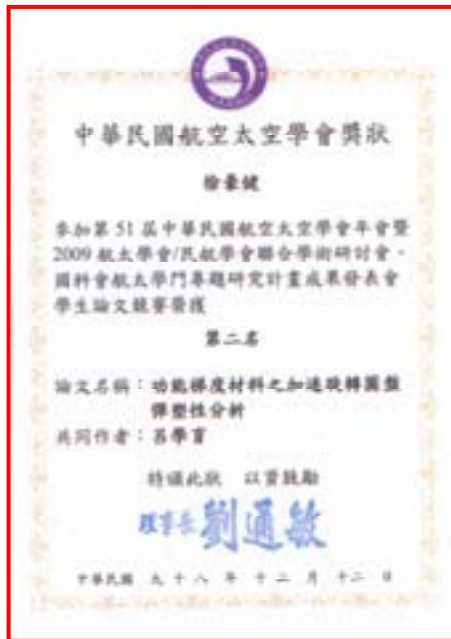


圖 48、航空太空學會年會學生論文競賽第二名

99 年專利申請獲准	
1	外轉式永磁無刷風力發電機
2	立體視覺全景拼接裝置
3	風力發電設備及其吸震結構
4	應用於風力發電機的翼片結構
5	應用於風力葉片內的支撐結構



圖 49、99 年度獲 5 張專利核准

- 參加 2010 國際創新發明海報競賽第三名

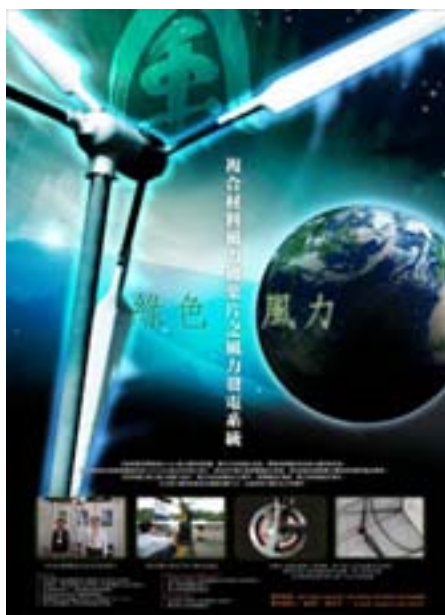


圖 50、2010 國際創新發明海報競賽第三名

- 參加「2010 全國年參加全國大專杯無人飛機設計製作獲獲載重冠軍、進階組進階引擎組第二名，初階初階引擎組第一名、第二名、第四名、電動組第二名、電動性能組第五名，及團體總冠軍。

97 年度共獲得獎盃 7 座

98 年度共獲得獎盃 11 座

99 年度共獲得獎盃 12 座



圖 51、中華科技大學大專杯無人飛機設計製作獲獎



圖 52、大專杯無人飛機設計製作獲獎



圖 53、大專杯無人飛機設計製作獎狀

(十)經費運用情形一覽表

計序及名稱	畫號	執行年度	本年度核定經費 (單位：元，含配合款)				實際執行數 (單位：元，含配合款)					執行率 (%)			備註	
			經常門			資本門(軟硬體設施費)	合計	經常門			資本門(軟硬體設施費)	合計	經常門	資本門		合計
			人事費	業務費	其他(請說明)			人事費	業務費	其他(請說明)						
分項計畫1	98	0	學校配合款172000		教育部補助400,000 學校配合款220,000	792000		學校配合款168408		教育部補助419,000 學校配合款209,000	796408	97.91%	101.29%	100.56%		
	99		學校配合款255000		教育部補助380,000	635,000	學校配合款255000		教育部補助380,000	635,000	100%	100%	100%			
	100															
分項計畫2	98		學校配合款180000		教育部補助1,060,000	1240000	學校配合款171267		教育部補助1,045,000	1216267	95.15%	98.58%	98.09%			
	99		學校配合款280000		教育部補助540,000	820,000	學校配合款280000		教育部補助540,000	820,000	100%	100%	100%			
	100															
分項計畫3	98		學校配合款148000		教育部補助320,000	468000	學校配合款160325		教育部補助316,000	476,325	108.33%	98.75%	101.78%			
	99		學校配合款185000		教育部補助860,000	1045,000	學校配合款185000		教育部補助860,000	1045,000	100%	100%	100%			
	100															
合計			1220,000		3,780,000	5000000	1,220,000		3,769,000	4989000	100%	99.71%	99.78%			

(十一) 年度計畫查核點執行情形

名稱	年度查核點	執行進度			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	小型飛機結構與氣動力設計 1 件	○			
	小型複合飛機製作 1 件		○		
	複合材料無人飛機設計製作 2 件		○		
	飛機複合材料破壞分析能量 2 件		○		
	添購複合材料成形模具 1 件		○		
	舉辦複合材料研討會一場		○		
子計畫 2	小型風力機設計 2 件	○			
	小型風力葉片製作 1 件		○		
	添購 CATIA 繪圖 40 人版 1 套		○		
	添購無線動態資料擷取系統 1 套		○		
	複合材料風力機示範實驗 1 件		○		
	教導及製作小型風力機 2 件		○		
子計畫 3	複合材料檢測 2 件		○		
	飛機結構整體檢驗技術 1 件		○		
	添購超音波探傷儀 1 件		○		
	添購維克氏硬度實驗儀 1 件		○		

(十三)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)
95 年	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”	1,800,000 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. 及管理研討會、專題訓練 4. 累計業界實習數 1798 小時 5. 業界師資開設課程比率 32% 6. 學生證照通過人數 147 人；
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”九十九年度計畫成果報告

中華科技大學