



漢翔通訊

發行所/漢翔公司 發行人/廖榮鑫 聯絡電話/ 04-27020001轉 2656



漢翔公司複合材料發展歷史與成果

■ 編審指導 余強 (漢翔公司工程研發處副處長)

漢翔公司複合材料 回顧 現況 未來

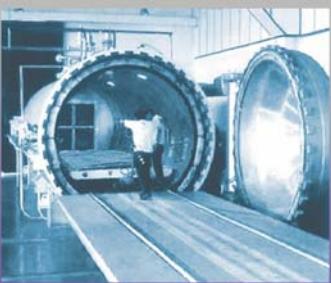
■ 許宏池 (漢翔公司生產處先進複材中心組長)

飛行器的發展在二次世界大戰之後進入噴射時代，但是飛機仍然以鋁合金為主要材料，直到複合材料研發成功，才逐漸被應用在飛機結構上，以降低飛機重量。漢翔公司最早投入生產的複合材料產品是貝爾UH-1H直昇機主旋翼，這項零件由美國原廠技術移轉，從1974年開始生產，當時是非常先進的金屬膠合製程，為漢翔開啓複材生產的首頁。為了製造這項零組件，漢翔公司成立膠合工場並引進第一部熱壓爐，具備最重要的複材生產機具及基礎能力後，緊接著生產諾斯諾普F-5E/F戰鬥機襟副翼。1979年開始約十餘年的技術引進，與德國Dornier公司合作研發AT-3教練機的碳纖維複材減速板、IDF戰鬥機的水平尾及襟副翼、方向舵與減速板等複合材料零組件，技術更加精進。其中1991年研發成功的IDF水平尾翼內部浪板結構更可稱之為航空界的藝術品。

漢翔公司隨後積極投入民用飛機業務，1996年與美國塞考斯基公司合作開發S-92運



UH-1H主旋翼



漢翔公司首座熱壓爐



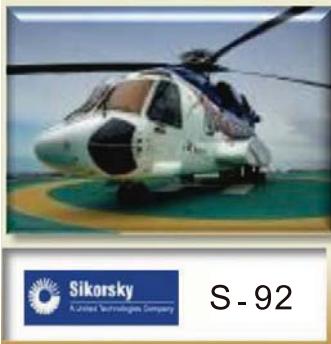
F-5E/F



AT-3



IDF及IDF水平尾翼內部複材浪板結構件



S-92運輸直昇機駕駛座艙段機鼻(Nose)與艙頂(Roof)

輸直昇機(2014年獲選為美國海軍陸戰隊1號總統座機)，漢翔公司負責駕駛座艙段之研發設計及製造，其中最重要的零件是機鼻(Nose)與艙頂(Roof)，這兩項零件都是一體成形碳纖維複合材料結構，無論工程設計或是生產製造，技術難度都非常高，漢翔公司如期如質於1997年完成交運，技術能力躋身一流廠商之林。S-92後來成為最暢銷的中型商用運輸直昇機，縱橫於海域鑽油平台運補，持續量產超過20年。延續S-92成功經驗，1998年再承接歐洲直昇機公司EC-120水平尾及垂直尾段與加拿大貝爾公司Bell 412直昇機膠合板製造，複材能力更上一層樓。同時期亦投入大型民航客機複合材料零組件製造，在1997至2006年製造波音717垂直尾翼尖整流罩及機尾罩。複合材料的應用並不僅限於飛機機身結構，航太發動機廠商同樣積極使用，漢翔公司在1997年開始承製Honeywell公司輔助動力單元(APU) BMI複材管件，降低重量並達成高溫強度需求。2005年通過NADCAP複材認證，並開始為歐洲空中巴士公司製作A320垂直尾複材門板，A320系列單走道客機是空中巴士最暢銷的機種，這項OEM生產案也創下漢翔公司最高交運數量紀錄。

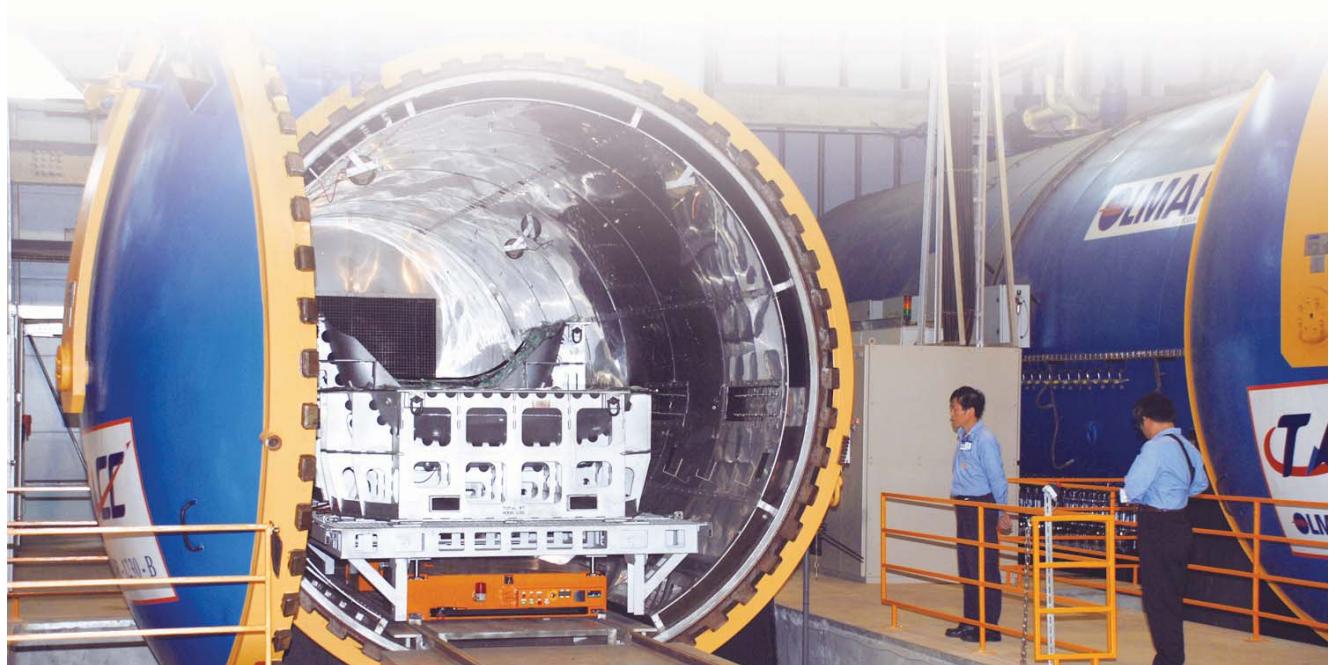
在航空公司降低營運成本的需求下，2004年波音開始研發787夢幻客機，大量採用複



空中巴士A320系列客機機腹整流罩

合材料取代鋁合金，複合材料佔結構重量比例達50%。此項革命性發展將複合材料推升成為新世代民航機主流材料，漢翔公司洞察這項世界趨勢，憑藉30年以上的航太複材設計、分析、製造與測試能量，在2006年著手規劃籌建台灣先進複材中心(TACC)，投資22億元於2008年動土興建，2010年底落成。TACC廠房總生產面積3萬3千平方公尺，是台灣首屈一指的先進複合材料生產基地，也是亞太地區航太複合材料的新能量，無論機具設備、製程開發及人員技能，都是世界級水準。TACC採用最先進的大型熱壓爐、雷射輔助疊貼投影機、超音波蜂巢切割機、自動疊貼機(ATL)、五軸CNC加工機、機械手噴漆系統及3D超音波檢驗系統，於2011年開始生產加拿大Bell M429直昇機機鼻及後機身複材組�件、波音787水平尾翼前緣及輔助翼盒，以及2012年交運加拿大龐巴迪公司C-Series區間客機複材方向舵與昇降舵。漢翔公司參與設計的日本MRJ客機七項複材組�件也順利於2013年在TACC完成首架交運，MRJ是日本三菱航空機株式會社(MITAC)自行開發的新型區間客機，漢翔公司是MITAC在亞洲唯一的ODM供應商，日方著眼於漢翔公司具有全機設計製造與研發整合能力，才會和漢翔合作，漢翔公司突破困難，交出亮麗成績單，證明已具備世界級的航太複合材料技術能力。

航太複合材料技術開發不易，既要兼顧強度與重量，也要符合品質需求，漢翔公司





- CNC預浸布切割機
- 6軸CNC蜂巢切割機
- 自動疊貼機
- 雷射投影機
- 热壓爐
- 精密烘爐
- 5軸CNC機製加工
- 超音波檢測系統
- 自動化X光系統
- 自動噴漆系統



漢翔公司首座複材中心



從事複材零組件生產已超過40年，累積堅實基礎，現階段以達成既有專案量產為目標，TACC#19複材新廠於2016年7月啓用後，提供更多產能。未來將持續擴大應用自動化，結合工業4.0智慧化管理系統，運用機械手臂加快生產速度和提升效率，多項自動化新技術已列入研發，開發成功後，將有助大幅提升競爭力。非熱壓爐製程之樹脂轉注成型(RTM)複材零件具備快速生產特點，歐洲汽車業界已使用於超級跑車，歐美航太領導廠商更加積極研發RTM新材料與製程，期能再降低生產成本。漢翔公司將持續發展多元複合材料技術，擴大業務商機。展望臺灣航空產業的前景及未來，期借鏡航太先進國家成功案例，透過政府「國機國造、自研自製」的國防政策及「臺灣航太產業A-Team4.0聯盟」持續擴大航太群聚效應，培養高階技術人才，推動臺灣複合材料產業升級，使臺灣成為世界級的航太複材產品生產基地。

漢翔公司TACC 19



漢翔公司複合材料研究成果

■ 沙東亮（漢翔公司結構分析資深工程師）

漢翔公司以材料使用者的角度參與了複合材料各類研發，從最早期的手工水膠製程（註）迄今，積極擴展各式複材製程，應用於各大商用飛機公司的零件製造合約中，幾項關鍵的進展概述於下。

一、自動疊貼(ATL)技術

漢翔公司持續拓展熱壓爐(Autoclave)製程在碳纖維及玻璃纖維預浸布的產品應用，熱壓爐製程的產品，具備品質穩定、低氣孔及高強度等特質，唯目前仍多採用手工疊貼技術。漢翔公司已建立自動化疊貼技術及設備，自動化疊貼製程可降低人力工時、提昇材料使用率、穩定產品品質及具備製程再現性等優勢。

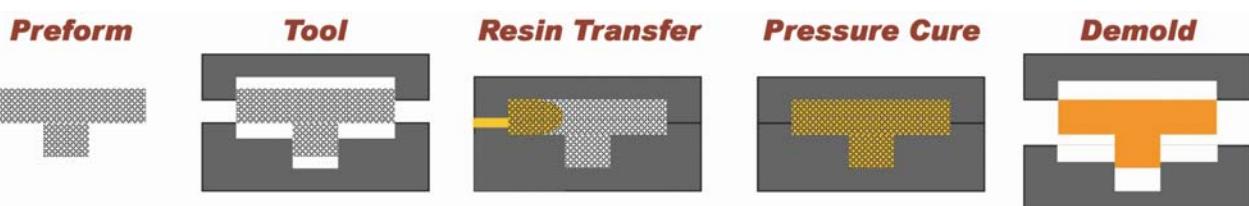


複合材料的原物料是相對高價的物資，減少廢料是提昇獲利的關鍵之一，自動疊貼機使用窄幅及連續式的預浸布料，可以降低裁切適形的生料損耗。

自動疊貼是複雜精密的製程，需有良好的展形程式、設備調控能力及掌控物料特性。

二、樹脂灌注成型(RTM)技術

漢翔公司擴建熱壓爐產能外，亦同步研發OOA (Out of Autoclave) 製程技術，以取



樹脂灌注成型(RTM)技術



樹脂灌注成型(RTM)設備



樹脂灌注成品



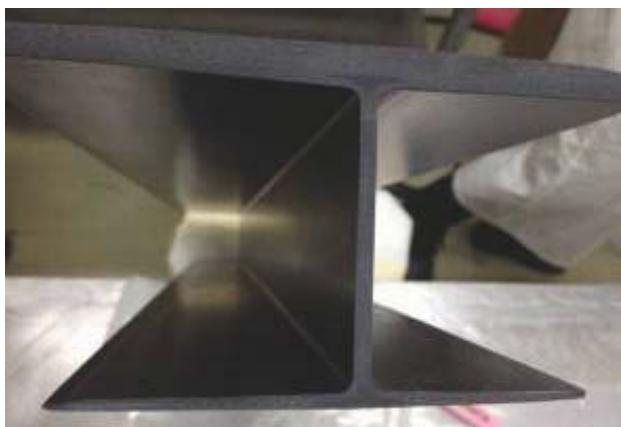
代設備昂貴且高耗能的傳統熱壓爐製程。漢翔公司已建立00A製程之樹脂灌注成型(RTM)技術及設備，研發的產品，包括機身窗框、傳力接頭及引擎葉片等。RTM製程技術重點在模具設計、預成形物製作、樹脂特性等。

三、熱隔膜成型(Hot Drape Forming)技術

HDF製程，先於平面上疊貼預浸布，再移至零件模具上，依樹脂黏度曲線，施以設定的溫度及壓力，以使預浸布伏貼於模面。漢翔公司已建立HDF製程技術及設備，



結合自動疊貼機的應用，更可降低人力工時。成功的應用產品有I型長樑。關鍵技術在於：零件展形、樹脂溫度/黏度曲線掌握及自動疊貼技術。



四、水溶性模具(Water Soluble Mandrel)應用

複材製程極度仰賴模具的搭配應用，外型複雜或有曲度的零件，使用傳統的金屬模具，存在無法脫模的問題。漢翔公司使用水溶性模具，已研製引擎推力反向隔板及複材彎管等成品。

關鍵技術在於水溶性模具材料的耐溫耐壓特性及表面防護等。



五、裁切鑽孔

複材零件完工前最後一個階段，就剩料邊裁切及鑽孔操作了。高強度及高模數的纖維，此階段更容易產生毛邊與脫層的缺陷，如何維持切線平整、不脫層、不過熱、不開裂是顯得非常重要。

當複材纖維的強度越高及疊層厚度越厚，複材鑽孔技術更為重要。

漢翔持續投入於克服這些問題，建置各類刀具及複合材料間的資料庫。

關鍵技術在於定位工具的選擇應用、刀具庫的特性掌握、鑽孔工具的參數調整等。

複材之所以引人入勝在於它能提供工程方案以克服諸多的製造挑戰，應感謝於樹脂、纖維、工具及各類製程可供組合變化應用。

話說回來這些工程方案既是解藥亦是毒藥，解藥就是因為複合材料有很大的調配空間，毒藥就是因為結果的變化性很大，使得非複材背景的工程師或設計師不易瞭解這些特性，及有效的應用複合材料。

除以上製程技術與設備的開發外，不可免俗的，漢翔也嘗試應用最先進的碳材料，如Polyimide carbon film, Nano-tube film 以取代金屬網解決碳纖維結構表面導電問題，這都是即將深入探討及應用時機的課題。

(註:水膠製程應用在不緊要零件，除了零件品質偏低外，工作環境常飄散纖維及氣味，不利操作人身安全，已經減少使用)