

國機國造引進智能製造策略研析

空軍上校 王大宇 空軍少校 蘇柏誠

提 要

我國空軍AT-3教練機機齡老舊，已達汰換需求，為了提升作戰訓練效益及人員飛行安全，政府近年依國防自主政策，調整武獲策略，將以國內自製優先，國外採購為輔，如高教機國造及下一代戰機製造導入智能製造工業技術，不僅在制空戰力打下基礎，也使國內航太產業持續發展，進而擴大鏈結，支持機械、材料、資通訊等相關產業的轉型和升級。

本研究主要目的係以SWOT分析我國推展生產力4.0方案中優先推展電子資訊及機械設備範疇，在產、官、學、研的共同合作下，導入相關技術，引領產業的自我升級，開拓航空商機市場，達到國防自主與經濟發展並重目的，期使高教機國造策略及下一代戰機製造願景符合我國防未來需求。

關鍵詞：生產力4.0、國機國造、國防自主。

前 言

我國空軍於1980年後期至1990年代在美國技術支援下自行研製IDF戰機、或向美國購買F-16A/B型戰鬥機及法國幻象2000-5型戰機，擔負捍衛我領空，執行對空、反艦及對地作戰任務已逾20載，面對中國大陸自波灣戰爭後，重視軍備現代化，除自國外引進新式作戰平臺、武器系統與作戰技術，並研製J10、J15及J20等殲系列戰機，尤其J20戰機具超音速、匿蹤能力，躍進世界戰機領先群，解放軍空軍軍力快速成長，我空軍戰力已處於不利態勢，對此，為維台灣防務安全，經政府積極籌購，美國於2011年同意允許F-16升級F-16V軍售，以改善空防能力，性能提升

包含主動電子掃描陣列雷達、聯合頭盔瞄準系統、AIM-9X響尾蛇空對空飛彈、AN/ALQ-213電子戰管理系統、聯合直接攻擊彈藥、Have Glass II 電磁波吸附塗層等，F-16V升級後雷達搜索能力效能提升，將能抗衡J20匿蹤優勢。

為使我空軍飛行員能熟練性能提升後戰機操作能力，增加作戰效益，需透過教練機完成基本課目訓練，然我國現行使用AT-3教練機老舊，其性能已無法滿足飛行訓練且有危安風險因素存在，對此蔡英文總統力推國防自主政策，將國防建設密切結合經濟發展，於2017年起將編列預算，總經費預計達690億新臺幣，委漢翔公司自主研發，由中科院整合新一代高級教練機，預計生產66架汰

換現役AT-3教練機及F-5E／F戰鬥機。

漢翔公司自1946年於南京成立空軍航空工業局，2014年轉型民營化，迄今已有70年歷史，在軍用飛機及民用飛機研發、製造、維修技術規模已趨近與世界先進國家航空產業領先群水準，為因應航太科技市場需求快速成長及高教機國造能如期如質交機，大量引進工業4.0概念將製造流程整體智慧化，催生出機臺智慧化、智慧化製造以及智慧化管理三個面向；另依政府於2015年提出生產力4.0發展方案，配合經濟部主導於2015年12月10日舉辦「生產力4.0產業與技術大聯盟-航空產業與航空零組件加工用工具機生產力4.0技術論壇」，¹與國內航空製造業長榮航宇與中興電工等上百家供應鏈企業籌組航太聯盟A-Team、以工研院為主的產官學研研究團隊I-Team及國內臺中精機、東臺精機工具機零組件廠商等所組合的M-Team締結A-I-M航太工具機械產業技術大聯盟，藉由供應鏈廠商的串聯，來達到國機國造的目標。

工業4.0

一、工業4.0的基礎與發展

2008年金融風暴危機之後歐洲部分國家如希臘、愛爾蘭因在國際借貸領域中大量負債並超過其自身清償能力，造成無力償還或

必須延期還債的現象，其由希臘開始的主權債務危機演變成席捲整個歐洲的主權債務危機。歐債危機期間，歐洲各國經濟衰退，唯有德國憑著成熟的經濟體制、嚴格的金融監管以及實力堅強的製造業提供經濟成長動能，在這波金融災難中幸免於難。²2010年7月，德國政府通過「2020高科技戰略」，藉以調整創新結構的缺失，包括：教育體系與創業行動，透過德國政府每年編列預算投入創新採購、創新研發資金減稅，人才培育發展等方式，以維持與擴大化工業的技術優勢，並將前瞻研究成果應用至其他工業領域，工業4.0首先在德國於2011年漢諾威工業博覽會提出，2012年10月由羅伯特·博世的Siegfried Dais及利奧波第那科學院的孔翰寧組成的工業4.0工作小組，向德國聯邦政府提出了工業4.0的實施建議。³2013年4月8日的漢諾瓦工業博覽會中，工業4.0工作小組提出了最終報告，訂定布局策略，推動工業再升級革命，⁴藉助智能工廠的標準化將製造業生產模式推廣到國際市場，以標準化提高技術創新和模式創新的市場化效率，使德國工業繼續保持世界領先地位。

二、各國智慧製造推動的策略

德國推出工業4.0的戰略構想後，各國

1 林恩印，〈生產力4.0帶動航太業攜手工具機大聯盟起飛〉，《機械資訊》，2016年1月，頁53-59。

2 董瑞青，〈2013年德國製造業發展情況〉，《上海情報服務平臺》，2013年12月12日，〈<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=8016>〉。(檢索日期：2017年4月10日)。

3 德國聯邦教育研究部，〈德國工業4.0戰略實施計畫建議〉全文翻譯本，2013年7月。

4 維基百科，〈工業4.0〉，《維基百科網》，2016年11月20日修訂，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E6%A5%AD4.0>〉。(檢索日期：2017年4月10日)。

紛紛借鏡德國工業4.0計畫，推出製造業升級的政策，以維持或提升國家產業製造競爭優勢，期在智能化製造的浪潮中，免於落後地位，以下就各國因應智慧製造的推動策略作為探討。

(一)美國

1990年後期以來，美國出現去工業化現象，中低端製造業產業外移到低廉勞動力成本的海外地區，其製造業勞動力占總勞動力的比例從1965年的最高值28%下降至2015年的9%，⁵導致失業率攀升，貿易逆差持續擴大。美國開始反省以往輕工業、重金融的作法，努力推進「製造業回流」及「在工業化」。前美國總統歐巴馬任內著手振興美國製造業，自2009年起推出《重振美國製造業框架》(A Framework for Revitalizing American Manufacturing, 2009)、《先進製造夥伴》(The Advanced Manufacturing Partnership, 2011)、《在美國製造》(Make It in America, 2011)、《先進製造業戰略》(A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing, 2012)、《製造創新國家》(National Network for Manufacturing Innovation, 2012)等政策，藉由實施鼓勵製造業的稅制改革、加強貿易夥伴合作、增加國內多元化能源與再生能源利用、並建造先進製造技術產業環境及資源資料庫平臺為行動手段，⁶驅使海外廠商回流投資美國誘因，以

協助美國製造業開發尖端技術，確保美國發明、技術創新力，除提高美國工作機會更改善長期以來財政赤字。

(二)英國

英國為第一次工業革命起源地，早期更享有「世界工場」的美名，但在美、德及低廉勞動豐足的新興市場經濟體競爭下，其世界工場的光芒逐漸褪去。數據顯示，其製造業佔GDP比例從1990年的18%降到2014年的10%，⁷在歷經金融風暴後，經濟的遲緩復甦，讓英國重新正視製造業，為了扭轉製造業退居劣勢困境，英國政府於2012年2月23日公布「英國高製造價值未來展望」報告，其政策規劃是將領先性技術知識與經驗應用於資源效率、製造系統、材料整合、製造製程及商業模式上，厚植高度經濟價值之潛力技術，計勾勒出5類22項潛力技術(如表一)，藉以鼓勵英國企業生產更多世界級的高附加價值產品，確保高價值製造成為英國經濟發展的主要推動力，促進企業實現工業4.0概念運轉商業化過程的創新。

(三)日本

日本提升製造業競爭力以促進經濟發展，藉官、產、學、研各界同步推動創新計畫、政府挹注經費投入提升製造業競爭力、培育科研製造人才等方式，於2013年提出「日本產業重振計畫」，藉此將日本打造成

5 智庫百科，〈非工業化〉，《智庫百科網》<<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%9D%9E%E5%B7%A5%E4%B8%9A%E5%8C%96>> (檢索日期：2017年4月10日)

6 胡家璇，〈美國領軍先進製造，迎戰歐洲工業4.0〉，《工業技術與資訊月刊》，第290期，2015年12月，頁36-39。

7 Milton Ezrati著，吳書榆譯，《晚退休時代》，(臺灣：三采文化股份有限公司)，頁117-125。

表一 英國高價值製造22項相關的潛力因素彙整表

類別	細項潛力因素
資源效率	1.能源生產、儲存、管理與安全。 2.永續與產品全生命週期的設計、製造。 3.生技、生物與合成生物製造。 4.輕形車輛、結構與裝置之設計與製造。
製造系統	1.飲品、醫藥及化學品製造工程能力。 2.小型與微型化之設計與製造。 3.系統模型建立與整合設計 / 模擬。 4.自動化、機械化與人機介面。 5.隨插即用產品製造。 6.新式轉換介接程序。 7.依配方製造之產品。
材料整合	1.智慧、混合與多重材料。 2.智慧系統與內嵌式電子元件。 3.先進塗料的發展與運用。
製造製程	1.彈性及適應性製造。 2.將產品開發步驟結合到平行/同步工程中。 3.積層製造。 4.淨型與近淨型製造。
商業模式	1.管理價值鏈環節，以支援高價值製造。 2.構建新商業模式，以支援高價值製造。 3.培育及留住技術人才，以支援高價值製造。 4.管理風險與彈性，以支援高價值製造。

資料來源：A new vision for UK manufacturing,(Future of manufacturing：a new era of opportunity and challenge for the UK-summary report)

全球最適合企業開展業務活動的國家，並透過促進設備與研發投資，來重振日本製造業。2015年提出為期5年的「機器人新戰略」策略，成立「改革製造事業」、「推動機器人利用、活用」、「推動機器人創新」小組，透過技術開發、法令放寬及工作標準化推動具體策略，其重點運用包括照護、基礎建設檢查、製造服務、農林水產/食品及醫療領域，機器人戰略運用於各領域目標(如表二)，⁸規劃在2020年達到機器人實用化，擴

增149 萬億日元的市場，增加 258萬個就業機會，以改善自1990年代資產泡沫破裂後陷入長期通縮、人口老化帶來的經濟和產業影響。

(四)韓國

南韓於2014年公布「經濟革新三年計畫」，推出“夯實經濟基礎”、“推進創造經濟”和“均衡發展出口與內需等三大核心戰略，其戰略軸心考量韓國中小企業仍面臨研發能力不足及生產效率低的問題，規畫仍以集團企業為先鋒，希望藉由大企業引領小

表二 日本機器人新戰略領域重點及目標彙整表

領域	目標
照護	1. 日本照護機器人市場規模於2020年達500億日圓。 2. 引進照護機器人，讓照護人員罹患腰痛等職業病的機會變成零。 3. 提高照護機構採用照護機器人的比較。
基礎建設檢查	1. 高生產率及省力化IT施工普及率達3成。 2. 重要老舊建設20%利用機器人，以非破壞檢查技術進行檢查來提高效率。 3. 土石崩塌、火山等重大災害現場，達到高水準的施工效率。
製造服務	1. 提高組裝機器人採納效率：大企業25%、小企業10%。 2. 次世代機器人創新製造每年達到30件。 3. 機器人通用硬體零組件超過1000件。 4. 品管機器人普及率達到30%
農林水產/食品	1. 2020年完成自走耕種機自動耕種。 2. 在農林水產及食品導入20款以上機器人，達省力目標。
醫療	2015-2019年採用機器人技術進行醫療相關設備實用化案件超過100件。

資料來源：內閣府，“ロボット新戦略とは | IoT,” 2015/10/8

⁸ 胡儀芳，〈日本機器人5年計畫應用領域新增食品產業〉，《數位家庭》，2015年2月9日，<http://www.digitimes.com.tw/tw/rpt/rpt_show.asp?cnlid=3&pro=y&prname=%B2%A3%AB~&cat=DHM&v=20150209-55> (檢索日期：2017年4月10日)

企業模式帶動中小企業進入工業4.0階段，例如韓國政府與三星集團共同出資並設置創造經濟支援中心支援中小企業建構智慧工廠，預畫於2020年之前實現 10,000 個智慧生產工廠，將三分之一的20人以上工廠，改造成智慧型工廠。期望將韓國自追趕型策略轉型為先導型策略，提高韓國製造業的全球競爭力。⁹

(五)中國大陸

近年來，中國大陸經濟從高度成長轉入中高速成長，相關產業結構面臨調整，就製造業而言，也面臨嚴峻挑戰，包括自主創新能力缺少核心技術對外依存度高、產品質量欠佳、資源利用效率偏低及環保問題嚴重等；¹⁰另一方面，自2008年國際金融危機後，各先進開發國家(如美國、德國、英國、日本等)大多已制訂製造業轉型計畫應對，加上發展中國家(如：印度、印尼、越南等國家)也挾勞力低廉優勢，中國大陸思考加緊戰略部署，以立足於全球製造業的制高點，帶動經濟成長。

2013年1月，中國工程院啟動「製造國戰略研究」諮詢項目，並於2015年5月19日發布「中國製造2025」行動綱領，明確訂出10年從「製造大國」邁向「製造強國」，區分兩個5年計畫，包括2016年至2020年的十三五規劃，及2021年至2025年的十四五規劃，其規畫重點及目標(如表三)：¹¹

表三 中國製造2025領域重點及目標彙整表

重點工程	內 容	目 標
製造業創新中心建設工程	針對新一代資訊技術、智能製造、增材製造、新材料、生物醫藥等領域創新發展的重大共同性需求，形成一批製造業創新中心。	2020年形成15家左右製造業創新中心；2025年達到40家。
智慧製造工程	選定重點地區及企業，類實施流程製造、離散製造、智能裝備和產品、智能化管理、智能化服務等試點示範及應用推廣並建立智能製造標準體系和資訊安全保障系統，搭建智能製造網路系統平臺。	2020年運營成本、產品生產周期、不良品率都降低30%；2025年，下降50%。
工業強基工程、綠色製造工程	強化平臺支撐，布局和組建一批「四基」研究中心，針對核心基礎零件、先進基礎工藝、關鍵基礎材料、和產業技術創建一批公共服務平臺，完善重點產業技術基礎體系。	2020年達成40%智慧製造工程所需零附件及關鍵材料能自製；2025年達成70%；另將80種先進工藝推廣應用至國際領先水準。
綠色製造工程	制定綠色產品、綠色工廠、綠色園區、綠色企業標準體系，開展重大節能環保、資源綜合利用、再製造、低碳技術產業化示範。	2020年重點行業主要污染物排放強度下降20%；2025年製造業綠色發展及主要產品單耗達到世界先進水準，綠色製造體系基本建立。
高端設備創新工程	針對大型飛機、航空發動機及燃氣輪機、民用航天、智能綠色列車、節能與新能源汽車、海洋工程裝備、高端診療設備等重大工程完成自主研製及應用。	2020完成自主研製及應用，2025年核心技術對國外依存度明顯下降，裝備達到國際領先水準。

資料來源：David，〈中國製造2025重點領域技術創新綠皮書觀察〉，《科技政策研究與資訊中心》，2015年11月3日，〈<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=11746>〉

9葉仰哲、何世湧，〈知己知彼-韓製造業創新3.0〉，《中時電子報》，2015年3月13日，〈<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=10948>〉（檢索日期：2017年4月10日）

10中央研究院政治所，《大陸發布「中國製造2025」概述》，2015年5月19日，頁1-8。

三、工業4.0對臺灣的影響

臺灣製造業面臨人口結構高齡化、適齡勞動力短缺，根據國發會最新統計資料，臺灣在2015年勞動人口達到高峰後將逐年遞減，使產業面臨嚴重缺工，2020年人力缺口更超過百萬人，且有高齡化現象，進而影響產值。¹²臺灣目前多數製造業者仍處於生產力2.0的階段，目前應先加強基礎建設並結合CPS虛實整合系統及資通訊加值服務兩者的優勢，之後再行融入智慧化管理，從客戶需求出發、結合物聯網、自動化設備、資訊化的第四次工業革命，除帶動電子電機、機械、資訊通訊相關產業發展，更是為臺灣製造業轉型找到出口。

智慧生產乃未來製造業的趨勢，意即智慧化管理是生產的進一步發展，唯有先求智慧化管理下，導入CPS系統，打造高質精緻化、生產敏捷數位化及服務人性化的智慧化工廠，以面對反應快速的市場。臺灣製造業再進化的第一步是要勇敢跨入智慧管理進行流程最佳化並運用管理系統進行生產現場的智慧分析與決策參考，提升智能系統的決策品質，從資訊化、自動化進而邁向智能化，唯有管理智慧化，才能成功迎向工業4.0時代。¹³

四、我國生產力4.0

為因應全球競爭趨勢，提升我國製造業升級，以改善近年面臨整體產業值成長趨緩，人均產值成長持平，勞動生產力成長下降之趨勢。行政院於2016年9月17日核定「生產力4.0發展方案」策略，核心理念借鏡美、德產業政策，本優化領航產業智慧供應鏈生態系統、催生新創事業、促進國產化、掌握關鍵技術自主能力、培育實務人才及挹注產業政策工具主軸策略鎖定於智慧製造、智慧服務與智慧農業等運用。願景10年內追求人均產值提升30%，產業附加價值提升15%，提升臺灣成為亞太地區高值生產力的領導者。¹⁴

我國透過生產力4.0政策的推展及執行，由政府輔導中小企業運用網整合優化及製程設備精進，使現行2.0/3.0產業技術能力升級轉型進入生產力4.0，並培養產業旗艦廠商擔任領頭羊，引領夥伴中堅企業，提升整體產業價值，打造臺灣成為全球智慧供應鏈的價值創造中心；¹⁵另同時引進國外先進學程，培植產學研種子專才，擔任產業轉型推手，經由培育、及接軌國際，有效優化我國人才能力，提升我國人才競爭力與支援產業轉型。

11 中國國務院，〈中國製造2025〉，《國發〔2015〕28號》，2015年5月8日，頁1-20。

12 國家發展委員會，〈人力資源與老年經濟安全〉，《國家發展委員會》，〈http://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=507E4787819DDCE6〉(檢索日期：2017年4月10日)

13 石漢華，〈借鏡工業4.0臺灣製造業下一步？〉，《企業通》，2015年3月13日，〈<http://tw.digiwin.biz/infocontent.aspx?id=6801>〉(檢索日期：2017年4月10日)

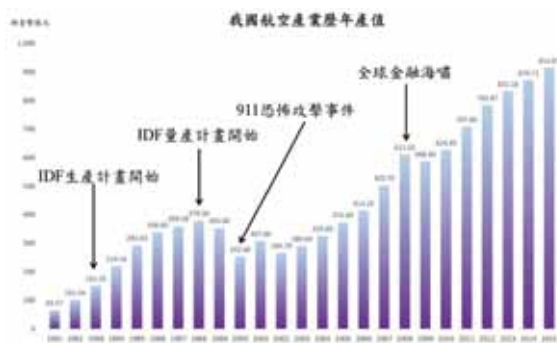
14 行政院，〈行政院生產力4.0發展方案〉，2015年9月，頁147-188。

15 行政院，〈行政院生產力4.0發展方案〉，2015年9月，頁125-128。

國機國造現況

一、我國航太產業的發展

為求建立國防自主產業能量，我國航空產業自1990年起以軍用內需市場帶動技術開發與供應鏈體系，開發並量產130架IDF經國號戰機，並於1998年IDF量產達到階段性高峰，¹⁶期間國際雖發生了911恐怖攻擊事件及全球金融海嘯，然經歷多年的研發及投資，逐步建構完整航空產業體系(如圖一)。投資項目包含飛機與發動機系統／模組件研發製造、零組件製造、飛機與發動機維修等，以及推動無人飛行載具、航空複材座椅等自有產品開發，並與波音、空中巴士、奇異、惠普等多家知名航空大廠建立國際合作夥伴關係，帶動國內廠商航太科技生產能量提升，



圖一 臺灣航空產業歷年產值成長圖

資料來源：經濟部工業局，〈我國航空產業歷年產值〉，《經濟部航空產業發展推動小組》，〈<http://www.casid.org.tw/Page.aspx?ID=9e2d07e8-9f61-4e7a-8485-63b5dcd16dda>〉

我國航空產業因高品質航空技術、品管能力以及交期符合外商需求，國內廠商獲得國內外認證之廠商每年均向上成長，使航空產值近年逐步攀升，至2015年航空產業產值達914億。¹⁷

2015年12月由臺灣航太製造業兩大龍頭漢翔航空工業、長榮航宇及中興電工等上百家供應鏈合作廠商籌組的航太聯盟(Aerospace Team, A-team 4.0)，依政府協助業者導入生產力4.0相關技術，屬於重點推展的金屬運具產業之一；包括經濟部旗下工研院，也為此組成I-team (Intelligence team)協力支援；進而鏈結臺中精機、永進、臺灣麗馳、臺灣引興、百德機械等工具機暨零組件廠商組成的M-team (Machineteam)，正式簽約成立「A-I-M team航太工具機產業技術大聯盟」，以朝向提升供應鏈位階、開發市場自主品牌、高價值化航空服務及應用產業，藉此提升國際競爭力，帶動臺灣產業相關技術及產值規模提升。

二、我國國機國造的發展

翻開我國空軍的飛機製造歷史，可以瞭解我國的處境始終與其他國家迥異，在中美斷交之前，我國空軍的飛機絕大部分仰賴美軍的支援，例如C-47運輸機、B-57教練機、F-86戰鬥機、F-5A戰鬥機、F-5B戰鬥機等。1978年美國與中國大陸建交後，宣布與我斷交，但為了維持與臺灣的商業、文化、及外

16 雷震台，〈臺灣航空產業發展現況與未來展望〉，《中華民國航空太空學會會刊》，第44卷第1期，2014年1月，頁1-7。

17 經濟部航空產業發展推動小組，〈<http://www.casid.org.tw/Page.aspx?ID=9e2d07e8-9f61-4e7a-8485-63b5dcd16dda>〉(檢索日期：2017年4月10日)

交非官方關係，美國國會於1979年通過美國國內法的「臺灣關係法」，僅供售我國防預防型武器，且在數量及性能上亦有所限制。所以我國在武器籌購仰賴美國軍援或軍售上轉變為尋求其他高科技國家軍購或加速自力研發，以提升我國防能力。

為了恢復政府遷臺後空軍自行製造飛機能力，空軍技術局，¹⁸展開自主製造飛機任務，1968年仿美PL-1型飛機自製介壽號初級教練機。1969年成立航發中心，下設航空研究院及飛機製造廠，並與美國合作生產UH-1H直升機，並於1970年開始設計噴射渦輪旋槳之「中興號」教練機。1975年更開始設計噴射教練機自強號(AT-3)型。復於1971年奉准著手設計IDF戰鬥機(安翔專案)，更同步執行鷹揚(機身設計)、雲漢(渦輪扇葉噴射發動機)、天雷(機載火控雷達)及天劍等4個子計畫的研發，1989年5月28日完成首飛，命名為「經國號」。然自1992年至1999年量產交機後，因國際航太市場競爭激烈及缺乏政府強力奧援，我國未再自行或與其他國家合作生產飛機。當年研製IDF戰機培育之航太菁英，因不見遠景轉赴韓國為人作嫁研發T-50金鷹號教練機。

2016年蔡英文總統強調發展自主國防產業，國防建設將密切結合經濟發展，於2017年起將編列預算，總經費預計達690億新臺幣，委漢翔公司自主研發，由中科院整合新一代高級教練機，預計生產66架汰換現役AT-3教練機及F-5E/F戰鬥機，根據漢翔公司

規劃，新一代高教機以IDF戰鬥機基本藍圖，依任務需求、整合大量新技術與新設備的複雜系統工程，執行外型修改、燃油系統強化、結構和飛機材料更換、更新空電系統，將提升推動比、滯空時間及航程等性能，除可滿足我空軍的需求，亦可建構國內航空產業鏈，做為發展下一代戰機之基礎。

三、我國航空能量探討

新一代高教機以IDF戰鬥機構型為基礎規劃開發之非武裝的專業高教機，國內仍保有研發IDF戰鬥機的工廠設備、飛機製造機具、測試設備以及研製技術。依前中科院院長張冠群博士105年11月17日在立院表示，空軍高教機預計108年9月以原型機出廠，初期將製造4架原型機，109年6月原型機首度升空，110年6月開始進行先導生產。以目前規劃，高教機機體沿用經國號雙座機構型，發動機採用現貨與經國號戰機同型的TFE-1042-70發動機，有助於降低整體後勤費用，並引進新科技，提升航電系統中的飛控、導航功能，並回饋到經國號戰機。

在政府主導及協助下，整合中科院、航太製造業及國內優勢基礎工具機及電子產業，鏈結供應鏈後，已掌握高教機研製大部分關鍵技術，經結合產官學研技術評估(如表四)，除發動機等部分組件需外購獲得，國內大部分技術可承接高教機自研自製。

國機國造引進智慧製造之機會與挑戰

18 漢翔公司，〈<http://www.aidc.com.tw/tw/>〉(檢索日期：2017年4月10日)

表四 我國航空產官學研各界航空能量一覽表

產、官、學、研代表	能量	技術、實體績效及商品
中科院	機體結構設計與技術	IDF結構設計、分析與振動抑制，起落架、匿蹤UAV材料設計與機體製造，金屬及複合材料特性研究與測試。
	外形設計、氣動力分析與測試	具完善高、低速風洞、水洞試驗…等設施，及精密試驗模型加工設計／製作、流場模擬等技術，可應用於載具外形設計及流場分析。
	航電系統開發整測	具雷達訊號模擬、衛星定位、電磁波量測，及微波、操控、顯控、電力等軟、硬體實驗室…等測試能量，可執行機械動力系統設計、機電整合系統開發、航空用無刷發電機設計及發展航電系統自動測試程式。
	發動機	加雷特公司與臺灣航空工業發展公司共同組建了國際渦輪發動機公司(ITEC)研發之TFE-1042航空發動機設計、測試、製造、組裝，完成渦輪扇引擎研製。
漢翔	戰機製造、機體複材組件、發動機冷段組件及部分戰機維修能量。	戰機產製／組裝，亞洲第二大先進複材製造中心，發動機零組件供應歐美大廠，長榮波音客改貨件，GE發動機特殊扣件。
亞航	飛機修維護	直升機、運輸機及部分戰鬥機修維護。
寶一	發動機零組件	發動機之燃燒筒、導筒、動靜葉片維修再生；發動機之熱段零組件加工及維修。
長亨	高階精密技術工程	飛機引擎高階風扇葉片、飛機引擎壓縮器組件、飛機引擎熱段高壓擴散器、飛機引擎熱段燃燒器組件。
群創	面板	駕駛艙儀表面板。

資料來源：國家中山科學研究院，〈研發領域航空系統〉，《中山科學研究院航空研究所》，〈<http://www.csistdup.org.tw/domain.aspx?n=3&sn=1953>〉

一、SWOT分析

我國空軍於106年元月1日正式成立「航空科技研究發展中心」，¹⁹負「國機國造」督管、「下一代戰機」概念設計、研發作業參與及各項測試評估作業，並於1月28日與中科院完成「新式高教機委製協議書暨合作備忘錄簽署」；另蔡英文總統於出席「新式高教機委製協議書暨合作備忘錄簽署啟動典禮」表示：除完成新式高教機「自研自製」任務，並能重新厚植臺灣的航太工業人才鏈，由於我國過去一段時間，國內航太產業欠缺發展空間，有經驗的人才不是遭他國挖角，就是即將屆齡退休。但是，航太發展的能量一旦中斷，將是國家安全和產業發展的重大災難。²⁰本研究係以高教機國造在政府政策推展、國內航空產業及其供應鏈進行SWOT分析，期使國機國造能如期、如質完成，以銜續我防空武力。

(一)優勢

1.高教機國造政策確立，新一代高教機製造已編列預算，由中科院主導，漢翔公司生產製造，替換老舊AT-3教練機與F-5戰機，新一代高教機XAT-5為經國號戰機的改良版，俗稱「藍鵲機」，藍圖設計是移除IDF作戰用攻擊性武裝及電戰裝備、後燃器等，採用複合式材料使機身重量減輕，並調整起降架構型，使飛機降落及速度減低，增加操作安全穩定性，更符合教練機的需求，並具超

19 空軍航空科技研究發展中心前身為「空軍航空工業局」，民國43年7月改制為「空軍技術局」駐地臺中，民國51年擴編為「空軍航空工業發展中心」，簡稱「航發中心」。

20 涂鉅旻，〈高教機國造啟動 蔡英文：已無另30年可浪費〉，《自由時報》，105年2月7日，〈<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/1967178>〉(檢索日期：2017年4月10日)。

表五 高教機國造及下一代戰機SWOT分析表

內部環境 外部環境	優勢(Strengths)	劣勢(Weaknesses)
	- 政府政策支持，具軍機發展能量。 - 具航太產業結盟體系。	- 政府政策擺動缺乏一貫性。 - 標準尚未整合。 - 原料進口依存度高。
機會 (Opportunities)	SO(掌握內部優勢，運用外部機會)	WO(克服內部劣勢，利用外部機會)
- 高教機後續維保及構改持續提升產業升級。 - 發展垂直起降技術。	自行研發，訂定規格，引進關鍵技術，將生產線留在國內。	合作生產，成為飛機供應商，持續引進關鍵技術，並扶植產業供應鏈。
威脅(Threats)	ST(利用內部優勢，免除外部威脅)	WT(減少內部劣勢，避免外部威脅)
- 中國大陸紅色供應鏈興起及我國國際地位受中國大陸打壓。 - 外購關鍵零組件受武器轉售條款限制。 - 引進國外關鍵技術，受美國背後影響，拖延合作技轉項目。	合作研發，主導整合，各自擁有關鍵技術。	適時調整國防自主研製比例，對於關鍵技術突破及難以取得時，仍採外購方式，降低研發成本及時間。

資料來源：本研究整理

音速飛行性能，適合於我國領空執行飛行訓練。

2.由政府主導，以漢翔公司為首成立臺灣航太產業A-Team4.0，迄今超過200家廠商加入，含括原物料、工具機、零件製造、物流、學研單位及金融業等上下游產業，更與友嘉、大前、永進、亞太菁英、協鴻、東臺、油機、恩德、高明、喬歲進、新虎將、

榮田、福裕，及歐群等14家機械業者簽訂合作計畫，²¹此舉由大企業與政府共同資助，協助結盟中小企業建立智慧工廠，並協助會員廠商共同承製國防航太設備，提升生產掌控能力，發展國內欠缺關鍵零組件技術。

3.我國航太產業包含機體設計、研發、製造及相關零組件、內裝件、航空電子零組件、系統件製造、維修及改裝。之所以蓬勃發展並打入世界航空供應鏈是建構在IDF經國號戰機的發展能量，依政府生產力4.0政策推動電子資訊及機械設備類範疇與轉型情境，導入CPS技術，強化國產工具機製造航太應用能力，並提升感測網路、物聯網、機械人運用、大數據分析及精實管理等技術。除可使民用客機單機價值提高，更期望為外來高教機交機後提供維保及構改需求；目前漢翔公司飛機製造及維修已具備機臺智慧化、智慧化製造及智慧化管理能量，並開發iAIDC平臺，把既有資訊系統與臺中、沙鹿及岡山三個廠區的系統整合，利用平臺可即監看廠房設備情況、料件供補時序等細節。

(二)劣勢

1.政府對武器獲得整體策略缺乏連續性，前自行研製經國號戰機，在政府政策搖擺下，使IDF被迫宣告停產，研發人才外移，突顯歷往臺灣航太政策執行面缺乏一貫性，也造成航太研發人才斷層嚴重，與航太設備閒置等諸多問題，若不能持續堅持自製，即使高教機順利生產，接續下來新一代戰機的

21 劉朱松，〈漢翔與友嘉等14家智慧機械業者簽策略合作備忘錄〉，時電子報》，106年1月19日，〈<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170119004714-260410>〉(檢索日期：2017年4月10日)

研發，亦淪與IDF停產同命運。

2.工業4.0的整合標準目前主要以德國、日本、美國的發展為主，我國傳統是跟隨美國腳步，但德國率先興起，已取得先機，我國因主要仍屬代工體系，故以母體為依歸，需同時滿足各國標準，這對整合有極大影響。

3.台灣地小人稠，資源短缺，對國際原物料進口依存度偏高，尤其飛機製造所需金屬原物料、非金屬原物料、五金標準建、成品及規範建受制於控制國，如供應國提高價格或停止供應，將造成無法出貨，如為關鍵器材原物料將直接影響上游廠商或修維護作業。

(三)機會

1.智能製造是整合感測、網路、自動化及人工智慧技術，具即時分析、自主決策、精準執行及高度整合特徵，我國生產力4.0發展方案，更選擇航太產業領域為推展首要目標，我國漢翔公司仿效歐美先進國家逐步引進智慧化平台、智慧化製造及智慧化管理技術；另高教機研製完成移交後，後續維保階段及因應作戰任務執行構改需求，仍需應用雲端、物聯網、大數據蒐整進行分析，將持續推升臺灣國防及航太產業邁入高階航太產業應用市場。

2.我國空軍機場目標暴露，偽裝及隱蔽掩蔽困難，一旦遭敵攻擊，易遭嚴重損害，為能減輕損害程度及迅速恢復戰力，短場起降及垂直起降型戰機是我國空中戰力提升選

項之一；另發展短場起降及垂直起降是我國軍用航太產業的願景，如能透過先進國家技術移轉及我國航太製造業升級，進入垂直起降研製門檻，可使我國逐漸擺脫任人刀俎，我為魚肉的武獲困境。

(四)威脅

1.我國在政黨二次輪替後，中國大陸對臺政策仍堅定九二共識政治基礎，以一個中國為框架，反對臺灣獨立；兩岸在經、商、文、教交流頻度，然中國大陸持續對我在外交及軍事方面打壓；我國現階段標榜「北部資安、中部航太、南部造船」的國防產業型態，更被中國大陸視為挑釁意味，恐利用其國際優勢阻撓，對外增加我關鍵零組件、材料及技術取得的困難度，對內部分人士認為考量現行兩岸形勢，不宜此時提出「國防自主」方案，恐使高教機國造及後續新一代戰機研發中止。

2.我國雖有經國號戰機自研自製經驗及國內航太產業體系在航空機製造領域如民機系統件、零組件、航空電子製造技術成熟，但在航太產業技術水平仍屬自主研發階段，關鍵性零組件及系統整合技術仍需透過外購取得；然國際航太發展國家均視航太產業為戰略性產業，其關鍵技術不易由工業合作引進，若能引進，亦受美國背後影響，藉故拖延關鍵零組件提供，甚拖延洽談合作技轉項目。²²

二、策略研析

運用S.W.O.T.矩陣分析發展掌握內部優

22 王清正，〈武器出口真準備好了〉，《亞太防務》，第108期，2017年4月，頁9-11。

勢，運用外部機會的增長型策略(S-O)，利用內部優勢，免除外部威脅的多元型策略(S-T)，克服內部劣勢，利用外部機會由政府為主的扭轉型策略(W-O)，及減少內部劣勢，避免外部威脅的防禦型策略(W-O)，以我國生產力4.0推動智慧製造策略納入新式高教機及下一代戰機研製，期能尋求最適合之策略以達國機國造之目標。

(一)增長型策略

高教機及後續新一代戰機規格由政府訂定，以中科院主導，漢翔為整合商，國內廠商為下游廠商，以完成研發生產，並將臺灣航太專精領域如結構零組件、引擎零組件、航空電子、維修保養結合智慧製造技術，使國內廠商無需投資專門生產線，節約國內廠商負荷；並利用機器人及巨量資料模擬並調整優勢，提升製程效能；另可將具機敏及重大核心以外技術技轉民間廠商，強化航空零組件加工及工具機產業價值鏈。

(二)多元型策略

我國漢翔公司在以往IDF研製與民航客機代工已與法國軟體大廠達梭公司具合作經驗，該公司軟體在航空產業上提供3D數位化實體模型和產品生命周期管理(PLM)服務，藉達梭軟體執行飛機製程智慧管理及監控，²³而新式高教機也可列入此智慧平臺管控制造，以臺灣高科技產業能力競爭力與國際大廠建立相互合作關係，除提供高品質、合理成本的產品，更能在航太產業供應鏈中，透

過國際合作與國外技術的引進，擔負起共同開發的責任，並有機會成為國際航太產業零組件重要供應商成員，並藉由與國外航太廠商合作交流，對國內飛機製造業提供國際化經驗之轉移及技術交流/引進，可加速高教機完成研發流程，進入生產組裝作業。

(三)扭轉型策略

新興航太生產製造業逐漸南移至新興國家，如馬來西亞、新加坡，可配合政府「新南向政策推動計畫」合作設計下一代戰機藍圖，²⁴結合有意願國家優勢產業，利用工業4.0的M2M機器與機器間通信優勢，並爭取由我國主導整合，生產零組件，交互運輸後至各國執行組裝，在保持各國獨立性下最大限度合作，成為供應鏈之一環；另擴大與夥伴國的雙邊制度化合作，加強協商及對話，並善用民間團體、僑民網絡及第三國力量，共同促進區域間的安定與繁榮。

(四)防禦型策略

臺灣持續發展國防自主工業，均需長期挹注大量金錢於基礎研發，提升整體工業技術能力，耗時費資，有時不易見到成效，自主研發常半途而廢，但國防自主已不再容許裹足不前，可能沒有那麼多金錢及時間來等待，國防自主比例可適當調整，對於關鍵技術難以突破及取得不易部分仍以外購為主，除可節約研發成本及時間，亦可獲得性能較為優越武器，以追求戰力提升的短期效益，並透過觀摩他國武器之優點予以仿製，使武

23 《科技新報》，〈<http://technews.tw/2016/08/04/dassault-systemes-cst/>〉(檢索日期：2017年4月10日)

24 《新南向政策專網》，〈<https://www.newsouthboundpolicy.tw/index.aspx>〉(檢索日期：2017年4月10日)

器運用較能結合我國戰術準則。

結語

企業結合聯盟是工業4.0推展所需具備的條件，新一代高教機及未來下一代戰機研製便是以此策略由國家出資研發、技轉民間廠商的國機國造計畫，藉由國防科研機構、國防、民間廠商彼此綿密合作，發展具臺灣特色的國防建設。

工業4.0的推展，比起德、美、日等先進國家我國算是起步較晚，政府規劃於2017年～2020年的工業科技發展方向朝向為生產力4.0工業科技發展，藉由政府資源與產學研能量整合，在軍事航太產業開發具經濟分享概念物聯網平臺，利用已具優勢產業自動化及電子化能力突破關鍵技術，使設計、開發、生產製造等垂直與水平面具備自主供給能力，國機國造計畫可為我國智慧製造運用於航太領域之試驗場與契機，更能為下一代戰機之基石。

參考書目

- 一、王貳瑞，學術論文寫作(臺灣：東華書局，2012年)，頁214-228。
- 二、朱成，《那些年一直錯用的SWOT分析》，(臺：創建文化，2015年)，頁21-28。
- 三、Milton Ezrati著，吳書榆譯，《晚退休時代》，(臺灣：三采文化股份有限公司)，頁117-125
- 四、林恩印，〈生產力4.0帶動航太業攜手工具機大聯盟起飛〉，《機械資訊》，2016年1月，頁53-59。
- 五、胡家璇，〈美國領軍先進製造，迎戰歐洲工業4.0〉，《工業技術與資訊月刊》，第290期，2015年12月，頁36-39。
- 六、陳玉鳳，〈導入生產力4.0，推動航太及工具機產業合作〉，《工業技術與資訊月刊》，第291期，2016年1月，頁28-33。
- 七、雷震台，〈臺灣航空產業發展現況與未來展望〉，《中華民國航空太空學會會刊》，第44卷第1期，2014年1月，頁1-7。
- 八、鄭繼文，〈箭在弦上的空軍高教機計畫〉，《亞太防務》，第96期，2016年4月，頁12-15。
- 九、王清正，〈武器出口真準備好了〉，《亞太防務》，第108期，2017年4月，頁9-11。
- 十、行政院，〈行政院生產力4.0發展方案〉，2015年9月。
- 十一、德國聯邦教育研究部，〈德國工業4.0戰略實施計畫建議〉全文翻譯本，2013年7月。
- 十二、中央研究院政治所，《大陸發布「中國製造2025」概述》，2015年5月19日
- 十三、中國國務院，〈中國製造2025〉，《國發〔2015〕28號》，2015年5月8日。
- 十四、高野敦，〈猜一猜，什麼是工業4.0〉，《商業週刊》，2014年2月，〈<http://>

www.businessweekly.com.tw/article.aspx?id=6328&type=Blog>。

十五、寰宇實體系統CPS，〈維基百科，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B6%B2%E5%AE%87%E5%AF%A6%E9%AB%94%E7%B3%BB%E7%B5%B1>>。〉。

十六、董瑞青，〈2013年德國製造業發展情況〉，《上海情報服務平臺》，2013年12月12日，〈<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=8016>>。〉。

十七、維基百科，〈工業4.0〉，《維基百科網》，2016年11月20日修訂，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E6%A5%AD4.0>>。〉。

十八、維基百科，〈空中巴士〉，《維基百科網》，2016年11月20日修訂，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A9%BA%E4%B8%AD%E5%AE%A2%E8%BD%A6>>。〉。

十九、林葳均，〈德國工業4.0，2015趨勢動態〉，《全球臺商e焦點》，2015年6月5日，〈<http://www.twbusinessnet.com/epaperArticle.do?id=272564227>>。〉。

二十、智庫百科，〈非工業化〉，《智庫百科網》〈<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%9D%9E%E5%B7%A5%E4%B8%A5%E5%8C%96>>。〉。

廿一、胡儀芳，〈日本機器人5年計畫應用領域新增食品產業〉，《數位家庭》，

2015年2月9日，〈http://www.digitimes.com.tw/tw/rpt/rpt_show.asp?cnlid=3&pro=y&prname=%B2%A3%AB~&cat=DHM&v=20150209-55>。〉。

廿二、《經濟部國際貿易局經貿資訊網》，〈<http://www.trade.gov.tw/World/Detail.aspx?nodeID=45&pid=463004>>。〉。

廿三、葉仰哲、何世湧，〈知己知彼-韓製造業創新3.0〉，《中時電子報》，2015年3月13日，〈<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=10948>>。〉。

廿四、國家發展委員會，〈人力資源與老年經濟安全〉，《國家發展委員會》，〈http://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=507E4787819DDCE6>。〉。

廿五、石漢華，〈借鏡工業4.0臺灣製造業下一步?〉，《企業通》，2015年3月13日，〈<http://tw.digiwin.biz/infocontent.aspx?id=6801>>。〉。

廿六、張耘，〈美國民用航空產業集群的發展和政策支援〉，《上海情報服務平臺》，2015年12月10日，〈<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=9657>>。〉。

廿七、《每日頭條》，〈<https://kknews.cc/finance/4pyvzg.html>>。〉。

廿八、經濟部航空產業發展推動小組，〈<http://www.casid.org.tw/Page.aspx?ID=9e2d07e8-9f61-4e7a-8485-63b5dcd16dda>>。〉。

廿九、漢翔公司，〈<http://www.aidc.com.tw/tw/>>。〉。

- 三十、涂鉅旻，〈高教機國造啟動 蔡英文：已無另30年可浪費〉，《自由時報》，105年2月7日，〈<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/1967178>〉。
- 卅一、劉朱松，〈漢翔與友嘉等14家智慧機械業者簽策略合作備忘錄〉，中時電子報》，106年1月19日，〈<http://www.chinatimes.com/realtimews/20170119004714-260410>〉。
- 卅二、劉朱松，〈漢翔棕梠油沼氣發電，全球首例〉，中時電子報》，105年2月24日，<http://www.chinatimes.com/news/papers/20160224000127-260204>。
- 卅三、《新南向政策專網》，〈<https://www.newsouthboundpolicy.tw/index.aspx>〉。
- 卅四、維基百科，〈中美三個公報〉，《維基》，2017年4月6日修訂，〈<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E7%BE%8E%E4%B8%89%E4%B8%AA%E8%81%94%E5%90%88%E5%85%AC%E6%8A%A5#.E5.8F.82.E8.80.83.E6.96.87.E7.8C.AE>〉。
- 卅五、林上祚，〈106年度總預算，社福增167億，國防預算僅成長0.5%〉，《風傳媒》，105年8月18日，〈<http://www.storm.mg/article/155777>〉。
- 卅六、T. M. Böhler:Industrie 4.0, “Smarte Produkte und Fabriken revolutionieren

die Industrie. , “Produktion Magazin, Mar 10, 2012,〈<https://www.produktion.de/technik/automatisierung/industrie-4-0-smarte-produkte-und-fabriken-revolutionieren-die-industrie-263.html>〉。

作者簡介

王大宇上校，空軍機校專科78年班、國防大學空軍指揮參謀學院96年班、元智大學工業工程與管理研究所博士生；曾任中隊長、科長、專業教官；研究領域：工業工程管理；現為國防大學空軍指揮參謀學院作戰支援組主任教官。

蘇柏誠少校，空軍航空技術學校89年班、空軍指揮參謀學院106年班；曾任通修官、通參官、分隊長；研究領域：通信電子；現為國防大學空軍指揮參謀學院學員。



敬請
踴躍投稿