



軍事戰略

試探現代空權與 第五代匿蹤戰機

空軍備役上校 陳偉寬

提

要

第五代戰機技術的「全球化」，不僅關係到「空權」均衡，實際上已關係到區域安全。故第五代戰機研究，不論就科技層面抑或是戰略層面，咸等同重要，尤以其隱身技術，值得吾等關注與探索。

匿蹤的概念在人類相互交戰以來，就已經存在。把自己隱蔽起來，不讓敵軍發現我方行蹤，是所有戰略戰術追求的目標。匿蹤設計所涉及科技之層次既高且廣，美軍早年已投入研究，英、法、德、瑞典等先進國家亦已大量投資研發，連中共亦不例外。由於匿蹤設計對三度空間載具之武器配置、戰術運用、艦體結構等多方面造成極大之衝擊，他山之石可以攻錯，結合研究所得與共識，在經費允許下，吾等應持續結合產、官、學界，加強蒐集科技新知、突破技術瓶頸，藉由國內專業單位之技術提昇與突破，帶動國防科技蒸蒸日上，以期將匿蹤設計躋身為先進國家之林。

關鍵詞：匿蹤設計、全球化、第五代戰機、科技新知

壹、前言

匿蹤科技(Stealth Technology)又稱為「低度觀測度科技」(Low Observability Technology, LOT)，被歸屬於現代反電子戰(Electronic Countermeasures)技術領域。匿蹤技術是包含了不同的技術領域，可以應用在飛機、船艦與飛彈的各種武器載台上。所謂匿蹤科技，是讓應用這種科技的武器載台，暴露在雷達波(Radar)、紅



外線(Infrared)與其他偵測媒介時，被發現的機會變得最小。【註1】

現代武器在空中、地面、水上與水中移動與戰鬥。敵對的一方最初以「視覺」來發現對方武器的「外型」，後來科技進步可以從武器發出的「聲音」、「紅外線」、與「雷達波」來偵測到靜止或行進中武器的行蹤。現代武器便逐步研究如何在

「視覺」、「聲音」、「紅外線」與「雷達波」這四個面向，儘量把自己的行蹤隱匿起來。【註2】匿蹤的概念雖在人類相互交戰以來就已經存在；把自己隱蔽起來，不讓敵軍發現我方行蹤，是所有戰略戰術追求的目標。但是各種追蹤偵測與攔截技術的進步，引起國防科技研究者關切，開始發展各種匿蹤科技來隱藏武器載台，減少被敵方發現的機會。

在「全球化」與處在準「和平時期」的今日，有別



圖一 資料來源AIR_F-22_10-0c_Over_Mountains_lg.jpg
www.defenseindustrydaily.co...



圖二 大紀元-美展開F-35戰機垂直起降海上演練
www.epochtimes.com

於冷戰時期，是時世界基本上只有美、蘇兩強擁有最先進武器在彼此對抗，現代先進武器往往也成為國際貿易的一部分而擴散到全球，因之，這些源自冷戰時霸權對

圖1 <匿蹤武器系統：匿蹤科技原理>，見stealthvehicles.blogspot.com/2008/11/stealth-technologylow-observ...。

圖2 <匿蹤武器系統：十一月 2008>，見stealthvehicles.blogspot.com/2008_11_01_archive.html。



抗的科技，現在已逐步擴散至許多小國，而對區域安全構成影響。^{【註3】}“俄羅斯研究同好會”指出：「多用途戰機擁有克服地形障礙與時間限制的先天優勢，搭配日益成熟的高精準武器，已成為高科技局部戰爭最重要的環節之一」，^{【註4】}尤以第五代戰機技術的「全球化」，不僅關係到「空權」均衡，實際上已關係到區域安全。故第五代戰機研究，不論就科技層面抑或是戰略層面，咸等同重要，尤以其匿蹤技術，值得吾等關注與探索。



圖三 環球網國際軍情中心2012年3月7日消息：中國將向俄羅斯購買48架總價值40億美元的蘇-35BM戰鬥機。news.163.com。

貳、何謂第五代戰機

目前世界最先進的一代戰鬥機，如美國的F-22與F-35是廣為人知的第五代戰機(如圖一、二)，俄羅斯推出的Su-35BM以及T-50也是第五代戰機，(如圖三、四)是指最新一代的多用途戰機



圖四 高清：俄T-50戰機發動機出問題航展上演噴火景象 military.people.com.cn。

，目前這些先進戰機成為國際貿易的一部份而擴散到全球，對區域安全構成強烈的連鎖影響。

圖3 〈第五代戰機的現代意義〉，見<http://blog.yam.com/SlavaRossii/article/30765879>。

圖4 “俄羅斯研究同好會”是由幾位在軍事雜誌上發表作品的俄羅斯軍事、政治相關研究作者於2008年5月成立的。俄羅斯是全球領土最大的國家，曾是唯一能與美國爭霸的國家，儘管蘇聯解體後霸權地位不再，然挾強大軍事力量、豐富的天然資源與優秀的人才，仍具有強國之本。資料來源：www.facebook.com/pages/俄羅斯同好會/259292444149248。



而第五代戰機的特點：

(一)先進的雷達能遠距離發現目標(二)大推力向量發動機(三)全匿蹤/超音速巡航(四)內置式武器(五)具備對地對海對空全能戰鬥力。【註5】

另在科技上與前一代最大的差異就是低可偵測性技術的全方位運用，具備4S能力：1. Supercruise超音速巡航、2. Stealth高度匿蹤、3. Super-maneuverability超級機動性、4. Superior Avionics for Battle Awareness and Effectiveness超級信息優勢。【註6】

目前唯一服役的第五代戰鬥機為美國洛克希德·馬丁公司生產的F-22猛禽戰鬥機，係於2005年服役。【註7】上一代隱形飛機，如B-2幽靈轟炸機和F-117夜鷹戰鬥機(如圖五、六)，由於缺乏電子掃描陣列雷達和無線網路技術，僅限於攻擊地面目標。因為使用雷達鎖定其他飛機會暴露自己。【註8】



圖五 美軍B-2轟炸機info.pf.hc360.com。



圖六 117隱形戰機投彈f117隱形戰鬥hk-pub.com。

圖5 <什麼是第五代戰機？有哪些特點？>參見<http://wenwen.soso.com/z/q180541503.htm>。

圖6 引自《維基百科，自由的百科全書》，〈重定向自第五代戰鬥機〉，zh.wikipedia.org/zh-tw/第五代戰鬥機。

圖7 F/A-22猛禽戰機是美國空軍委託洛克希德、波音以及通用動力公司合作研製的新一代戰術戰鬥機，也是空權專家們所公認將成為下世紀初葉的主戰機種。其主要用途係以掌握戰區空優，所以也是F-15C的接替機種。見5TH Generation Fighters, Lockheed Martin. Retrieved 15 April 2009.。

圖8 Ultimate Fighter, (Lockheed Martin F-35 Joint Strike Fighter By Bill Sweetman), page 133, (Zenith



回溯80年代末，蘇聯提出研製下一代戰機以取代服役中的第四代戰鬥機——米格-29和蘇-27的需求。2002年，蘇霍伊帶領設計新型飛機，作為美國F-22和F-35的直接競爭對手。2010年1月29日，T-50戰鬥機進行了首次試飛。【註9】90年代後期，中共第五代戰鬥機計劃得到西方情報的來源確認。2009年11月，中國人民解放軍空軍副司令何為榮將軍曾預期殲-20將在2017到2019年間投入使用。2011年1月11日，殲-20進行了首次試飛（如圖七）。【註10】其他國家也有建造第五代戰鬥機的項目（如表一）。



圖七 專家：(右)殲-20隱形戰機試飛透露中國戰略關注方向—隱形big5.eastday.com。

附表一 各先進國家建造第五代戰鬥機（作者整理）

國	籍	機	種	公	司	備	註
美國		F-22 猛禽戰鬥機		洛克希德·馬丁/波音			
英國/美國		F-35 閃電 II 攻擊戰鬥機		洛克希德·馬丁/諾斯洛普·格魯門公司		等 11 國	
中共		殲-20 殲-31		成都飛機工業集團 瀋陽飛機工業集團			
俄羅斯		蘇霍伊 T-50 戰鬥機					
印度		MCA(Medium Combat Aircraft, 中型戰鬥機)				2012 年首飛	
日本		ATD-X(心神)				(研發中)	
南韓/印尼		KFX					

威信第四代戰鬥機是

90年代以後裝備部隊的新一代戰鬥機，其典型型號有美國的ATF，蘇聯的米格—2000，法國的「陣風」，歐洲的EFA，瑞典的JAS—39及以色列的「獅」等。(Advanced Tactical Fighter, 簡稱ATF)先進戰術戰鬥機的縮寫，包括有目標定位和攻擊技術、隱身技術，短距起落技術，防核生化襲擊等，同時具有超音速巡航能力和高機動飛行能力，並具有較大的航程，起飛滑跑距離可縮短至425~600米。第四代戰鬥機大部分已完成設計、投產和試飛。第五代戰鬥機設計係採用X翼、斜翼、前掠翼及結合式機翼等新概念，並向全匿蹤方向發展；將採用陶瓷、金屬粘結劑等複合材料。【註11】

Imprint, 2004)。

圖9 <Russia to test fifth-generation fighter in 2009>, (December 6, 2007), RIA Novosti。

圖10 新聞直通車、文學城,《綜合新聞》, <中國五代隱形戰機殲-20首飛成功 歷時15分鐘>, 見wenxuecity.com, 2011年01月11日。

圖11 <第四代和第五代戰鬥機>, <http://www.dlwhgx.com/plus/view.php?aid=41617>。



此外，還將廣泛採用短距起落技術，進一步改進飛機的機動性能，大量改進電子設備，提高自動控制能力。第五代戰機預計2000年之後服役。【註12】專家認為，總體來看未來第五代戰鬥機的發展，不外乎三個方向，即無人戰鬥機、空天飛機（在空天飛機投入軍事領域後，預計各國的防空作戰也會向空天一體化方向擴展。由於空天飛機可以在大氣層內外自由飛行，如果將空天飛機發展成為一種全新的航空航天轟炸機、戰鬥機和運輸機，其作戰區域將是整個地球乃至近地空間），【註13】和智慧化水準比第四代更高的有人戰鬥機。【註14】而其戰機劃代如後：

- （一）第一代戰鬥機是亞音速戰機，採用追尾戰術，以機炮為主攻擊的戰鬥機。
- （二）第二代戰鬥機是超音速戰機，是採用高空高速攔截作戰，以導彈為主攻擊的戰鬥機。
- （三）第三代戰鬥機是超音速戰機，是在核戰爭環境下、遠端攔截與攻擊，以導彈為主攻擊的戰鬥機。
- （四）第四代戰鬥機是超音速戰機，是高空高速與低空機動相結合，以導彈為主攻擊的戰鬥機。
- （五）第五代戰鬥機是隱身、超音速巡航戰機，是隱蔽接敵與過失速機動，以導彈為主攻擊的戰鬥機。

參、匿蹤科技的定義與方向

一、隱形科技的定義：隱形技術 (STEALTH TECHNOLOGY)：又稱匿蹤技術，匿蹤的定義是指減少和控制暴露給敵人可偵測到的訊跡，包括：雷達截面積 (radar cross section, RCS) 的大小，RCS是指飛機對雷達波的有效反射面積。紅外線 ((IR全名Infrared))、音響、視訊、電磁輻射、及磁場等。舉凡能使這些訊跡減少或降低，並有效控制以避免敵方偵測到者，均屬匿蹤技術。開始發展隱形科技在19世紀發明雷達。其簡單工作原理是：由雷達發射無線電波束 (脈沖無線電波束和連續無線電波束)，碰到目標後，雷達波束就反射到雷達接收裝置，由此來測定目標的距離、方位和高度等參數。雷達的問世，使人類的探測技術和能力跨上了新的台階；同時，也向反偵測技術提出了新的挑戰。匿蹤技術是20世紀針對軍用飛機設計的一項革命性的技術。其設計所涉及科技之層次既

圖12 <什麼是第五代戰機>，參見 <http://wenwen.soso.com/z/q180541503.htm>。

圖13 <美國X-37B空天飛機作戰區域將是整個地球>，見 big5.am765.com/gfxgx/zxbw/hqjs/201004/t20100428_561269.htm。

圖14 <何謂第五代戰機？> http://www.ycwb.com/epaper/xkb/html/2009-10/16/content_622099.htm。



高且廣，美軍早年已投入研究，英、法、德、瑞典等先進國家亦已大量投資研發，連中共亦不例外。

二、匿蹤技術的方向：

匿蹤技術可以分為幾個方向：【註15】

第一、為雷達波吸收技術，主要以奈米吸波材料、塗料達成；

第二、為干涉或降低雷達波偵測，以經過精確計算的機體外型達成；

第三、為減低紅外線偵測，主要為隱藏排氣口或降低排氣溫度。

第一代匿蹤技術，以稜角散射機體外型、隱藏排氣熱源、奈米吸波塗層為主；第二代匿蹤技術，以斜角斜邊散射、外表光滑的機體外型、隱藏排氣熱源及奈米吸波材料和吸收塗層為主；發展到現在的第三代匿蹤技術，匿蹤外型與飛機的氣動外型進行一體化設計，再加上十分有效的奈米吸波材料和吸收塗層的優化選擇和配置，使飛機達到了最佳的匿蹤效果。吾等深入探究，發覺現代匿蹤飛機與船艦已有進一步突破：【註16】

(一)降低雷達截面積：(RCS-radar cross section)是評估匿蹤特性的重要指標，其截面積愈小表示愈不易被雷達發現，(一隻飛鳥的RCS約為0.01)。而減少飛機RCS的主要途徑有兩種：一是改變飛機的外型和結構，二是採用雷達吸波材料。

1. 飛機外型和結構：飛機的進氣道、渦輪葉片及各邊緣尖端等部位會引發強烈雷達波反射，這是匿蹤外形設計考量的重點。例如F-117是由許多平面組成的角錐形體，機身找不到曲線和曲面，連機翼和V形尾翼也採用無曲線的菱形，目的在將雷達波束反射集中至一些特定角度而不反射回原方向。B-2採用新一代匿蹤設計概念，外形是經由超級電腦計算出來的連續曲面，機體沒有直角平面存在，所有角度都是鈍角，雷達波束被反射至各個方向，且沒有機身和垂直尾翼，整個飛機像一個大飛翼，發動機進氣道位於機體上方，沒有任何外掛物突出在機體外面。
2. 雷達吸波材料：以吸波塗層及干涉等二種方式降低雷達反射訊號。吸波塗層採用電損耗型或磁損耗型材料，將入射雷達波能量轉換為熱量；干涉塗層的厚度為雷達波長的1/4，波在塗層內穿行半個波長後，相位位移180度並與後續的入射波互相抵銷。電漿匿蹤是由蘇俄發展的革命性匿蹤技術

圖15 <匿蹤戰艦和戰機的原理>，見tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1106081411940。

圖16 陳淑娥、奕晨／中山科學研究院，〈淺談匿蹤技術在現代戰機之運用〉，97年7月23日。見http://www.youth.com.tw/db/epaper/es001005/m970509-a.htm。



，從機首注入電漿流(即離子化的氣體)，經由包覆機體的電漿吸收部分雷達波，剩下的波在特殊物理機制下沿著機身前進，將反射訊號降低為原來的1/100。

- (二)降低紅外輻射：主要對飛機上產生紅外輻射的部位採取隔熱、降溫等措施，尤其引擎是主要紅外線訊號來源，需考量熱排放系統的設計，運用周遭冷空氣立即將排放的高溫氣體冷卻，並同時降低運轉產生的噪音。如F-117戰機扁平的噴嘴可以盡快把熾熱噴流和周圍冷空氣混合降低溫度，而B-2轟炸機的噴嘴隱藏在機翼上方，也降低遭受地面紅外線偵測的機會。
- (三)運用隱蔽色降低肉眼可視度：引擎排放的煙霧及高溫氣體在高空飛行易形成凝結尾，可輕易被肉眼發現，解決之道為加強引擎運轉效率，並於燃料中加入特殊添加劑，使其不致產生白色凝結尾。此外，未來匿蹤飛機的電子迷彩塗裝可因應光影及環境即時變化，與背景融為一體，使肉眼無法辨識。

三、典型的匿蹤戰機之演進：

F-117A即為典型的第一代匿蹤戰機，在空中時彷彿不存在。它由數個銳角和平坦的表面所製成，在視線可及處沒有曲線的設計，存在於這個外型背後的想法，是因為雷達波如果沒有被吸收，就得干擾使其不正常的反射回去。奈米吸波材料可以達成第一個目標，其怪異的外型就是為了干擾雷達波所設計的。而隱匿的進氣及噴氣口則是為了隱藏熱源所產生的紅外線，以避免紅外線被偵測，增加匿蹤的性能。F-117A是一種匿蹤性高於一切的飛機。【註17】

B-2A為典型的第二代匿蹤戰機，由於電腦科技的進步，使它能夠更進一步以曲面來折射雷達波，如此有益於匿蹤設計。飛翼狀的機體也是一種優勢，可將乘員、引擎、航電和武器艙等深入機身中段，僅有極小的突出部分。其後段機尾成W型，這個延伸長度可使引擎的進氣道及噴氣口處於機翼上方，如此均能不受雷達和紅外線探測系統的偵測。其突出的部位均使用雷達吸波材料或塗層包覆，以吸收雷達波。

F-22A則是最新一代匿蹤戰機的代表，融合了高性能與匿蹤性的折衷方式，除了使用雷達吸波材料、塗層以外，特殊的二元向量引擎噴口、峻陡的垂直尾翼、座艙罩都具有偏折雷達波的效果，但為了其飛行性能，二元向量引擎噴口增加了暴露於紅外線探測的機會，但卻使得其敏捷性增加，且極易操縱。

圖17 F-117「夜鷹」(英文:F-117 Nighthawk)是美國空軍的一種匿蹤攻擊機，也是世界上第一款完全以隱形技術設計的飛機。見www40.eyny.com/thread-5171111-1-1.html。



肆、中共匿蹤戰機發展之戰略意涵

一、匿蹤戰機發展梗概：匿蹤戰機是一些通過低可偵測性技術，而難以被雷達偵測的軍用航空器（簡稱「軍機」）；這種說法是對具備低可偵測性軍機的泛稱，並非嚴格的軍事學分類，其指涉範圍包括但不限於戰



圖八 洛克希德SR-71 & 謎樣戰機“曙光” www.ihao.org。

鬥機。當前典型的匿蹤戰機機身塗有雷達波吸收材料(Radar-Absorbing Material, RAM)，能吸收雷達信號，且通過特殊的外型設計來降低雷達反射；此外設計時也考慮到抑制飛機本身所發出電子信號、熱能和噪音。【註18】

過去世上第一架反雷達偵測飛機為U-2偵察機，U-2偵察機主要法寶是其飛行高度(可達8萬英尺)，美國認為當時蘇聯的雷達技術無法偵察到如此高空。1960年5月，一架U-2偵察機在蘇聯上空被SA-2防空飛彈擊落後，美國加強U-2偵察機的雷達反制措施，為機體塗裝一種吸波材料，並運用蜂巢式結構來降低雷達反射訊號，並加緊研製其後繼者——SR-71偵察機(如圖八)，它是世上第一架具有低雷達截面積Radar Cross-Section(RCS)設計的飛機，運用當時無與倫比的高空高速特性(飛行高度10萬英尺，3.2倍音速)，配合低RCS設計，使雷達操作員不易判別螢幕上呈現的訊號是真實或雜訊。【註19】

近十年來，雷達遭遇的最大危機就是『匿蹤科技』。以往無遠弗屆的全天候電眼，變成伸手不見五指的大近視。然而，對美國而言，這似乎不是問題。因為匿蹤飛機的技術還是被美國所壟斷，沒有一個國家可以製出同等級的匿蹤戰機。(在南聯擊落F-117後，有消息指出南聯將墜落的F-117殘骸賣給中國圖利。美國記者詢問美國國防部對此的看法表示：『F-117運用的只是我們第一

圖18 <匿蹤戰機>，《維基百科，自由的百科全書》。見zh.wikipedia.org/zh-tw/第五代戰鬥機。

圖19 陳淑娥、奕晨，〈淺談匿蹤技術在現代戰機之運用〉97年7月23日。www.youth.com.tw/db/epaper/es001005/m970509-a.htm。



代的匿蹤科技，比我們現在的技術已經落後許多。」空軍技術人員私下更是尖銳地指出：『以中國的工業水準，就算拿到碎片也是不會作』）。【註20】這是因為匿蹤飛機的外型極度破壞氣動力穩定，而匿蹤效果又非常難以評估，只有美國有能力將匿蹤飛機的氣動力外型最佳化到能夠穩定飛行的程度。

至於中共現今發展之匿蹤技術，咸知其自1993年即已開始研發殲十戰機，而設計是以作戰半徑一千公里為基準，並以重點防衛作戰的設取向，該型戰機與以色列所研發的「雄獅」型戰機類似，但進氣口加大，機翼由三角翼改為雙三角翼，因此操控性應較雄獅為佳，武器掛載也應比雄獅為多。至於航電系統，則可以分俄式與以色列兩種系統，其中以俄制方面，是以空對空為主，而以色列方面，則是為空對地為主。中共解放軍並宣稱殲十戰機可比美我國所擁有幻象二千戰機，中共解放軍也曾相當自豪的透露，該型戰機已採用由日本及印度合作研發的隱形塗料，這種塗料可以吸收百分之七十雷達波能力，性能極佳。此外，中共首艘隱形戰艦，去年十月悄然下水，正式編入北海艦隊服役。這艘名為「煙台號」的跨世紀戰艦，將可提升中共的「遠洋作戰」能力。目前西方最關注該型戰艦的「隱形」性能。軍事專家指出，隱形戰艦需對雷達、聲納、熱能探測器及磁場探測器等裝備，發揮「隱形」效果。中共雖自稱「煙台號」是自製而成，但西方的軍事專家相信，其中的關鍵技術應來自海外。【註21】

再者，中共在對四代戰機20多年的探索過程中，克服了1. 隱身外型設計；吸波材料的研製；及發動機技術等許多困難。【註22】然眾所周知殲-20戰機是中共第一款匿蹤戰機已然出現。當中共最新的殲-20匿蹤戰鬥機原型機拖出機棚，並且開始滑行，美國海軍最高情報機關負責人承認，美國國防部在中共推出新軍事科技的速度上犯了錯誤。雖然殲-20戰機試飛意義重大，但並非改變中美防禦平衡的決定性因素。【註23】中共美國資訊優勢任務副主任兼海軍情報主任海軍中將David J .Dorsett說：「殲-20的存在對情報界來說不意外，但是我們一直低估了中共推出並且達成初期作戰能力(initial operational capability -IOC)之能量，最近兩個事件突顯此一分析錯誤了，東風21D反艦彈道飛彈以及殲二十戰鬥機，有證據顯示，其大推力發動機和飛彈顯式其技術成

圖20 FLAK，〈預警機 VS 匿蹤巡弋飛彈〉，《軍事焦點評論000214》，2000年2月14日。

圖21 邱宗賢、李樹強、許金騰，〈隱形科技軍事用途之研究〉，見<http://www2.cna.edu.tw/961213/month/cna-data/mm/19-3/19-3-3.htm>。

圖22 方英國主編，《絕對利器》，（北京，軍事博覽雜誌社，2011.09）頁97。

圖23 方英國主編，《絕對利器》，〈中國重視以數量壓制美軍高級戰機〉，（北京，軍事博覽雜誌社，2011.09）頁23。



熟度和性能進步。【註24】

二、中共匿蹤戰機發展之著眼：

殲-20戰機的基本構型如下：是單座，雙發的重型戰機，採用殲-10類似的鴨翼加上三角翼，具有極佳超音速巡航機動能力。機頭、機身呈菱形，垂直尾翼向外傾斜，起落架艙門採用鋸齒邊設計，具隱形戰鬥機特徵。機翼面積與F-15C不相上下，機身長約23m，翼展約14m，體積比同類型的隱形戰機F-22更大，應可提供更大的空間或容量作為內置彈艙和油艙；也由於較大的燃料籌載，故較適合遠航。另外殲-20的引擎動力僅僅與F-15C相當，而遠不如F-22；不過，一旦打開加力燃燒室之後，殲-20的引擎動力可以遠遠超過F-15C，且接近F-22，瞬間最大速度可以達到接近2馬赫，據外型判斷，殲-20可能有優於F-22A的載油量和載彈量。殲-20戰機主要設計著眼包括：【註25】（一）降低雷達橫截面的匿蹤能力。（二）超視距的空戰能力。（三）擁有優於上一代或其改進型戰鬥機的持續和瞬間的機動力。（四）定位為具超音速巡航能力的先進戰術戰鬥機。

若將中共殲-20與美國F-22的性能作比對，大致可作以下的歸納：【註26】

- A. 殲-20內建的彈艙可掛載多種武器，機身與地面的距離比F-22高，這意味著在機腹下可以掛載更大型的空對地彈藥，其主要空對空武器包括PL-10等空對空纏鬥飛彈，具超視距的攻擊能力，可以對數百公里外的預警機、電戰機和加油機進行攻擊。相對地，因為殲-20載彈、載油量大於F-22，加上機身材料較重，殲-20在機動性方面是不及F-22的靈活。
- B. 在匿蹤能力方面，殲-20的後機身特點並不完全符合隱身標準，包括機翼舵面有凸出的整流罩及軸對稱發動機排出的廢氣及腹鰭設計，所以殲-20的隱身性能低於全方位隱身的F-22。
- C. 在速率及控制能力，殲-20大舵效的全動垂尾可提供足夠的航向操縱力矩，進而提供較大的滾轉速率；而F-22畢竟是1990年試飛的機型，採用的是80年代的氣動理念，連全動尾翼都沒有，靠的是二維噴管與襟翼的共同作用，僅能有限控制俯仰和轉向而已。

近期中共第二種隱形戰鬥機-AMF五代戰機殲-31成功試飛(如圖九)。但西

圖24 <中共匿蹤戰機的意義>，見 <http://www.wretch.cc/blog/reinherd/12348708>。

圖25 葉琇如，《國防科技》，〈淺談中共新型戰機殲-20（J-20）〉，見<http://blog.yam.com/np95/article/36112168>。

圖26 <淺談中共匿蹤戰機殲-20>，見blog.yam.com/np95/article/36112168。



方軍事人士分析認為，這型隱形戰機仍然沒有突破發動機的技術瓶頸，隱形能力也值得懷疑，所謂第五代只是空有其名。中共在「十八大」特地放出試飛五代戰機的消息，被外界看作是政治上的虛張聲勢。

【註27】



圖九 解放軍第二種匿蹤戰機J-31震撼亮相www.mobile01.com。

《俄羅斯之聲》於11月1號發表文章，標題是：「中國大陸首次

試飛殲-31給十八大獻禮向敵人亮劍」。但西方觀察家們對中國殲-31隱形戰機進行細緻入微的分析後，得出結論，殲-31戰機不足為患，更不能證明中國技術趕上西方發展。

軍事專家認為，中共隱形戰機最大的瓶頸是發動機問題，研製出配套的發動機可能需要十年甚至更長的時間。美國海軍戰爭學院教授安德魯·埃里克森(Andrew Erickson)和吉伯·柯林斯(Gabe Collins)在《華爾街日報》上表示，殲-31的雙發設計，體現了兩種可能：一方面，它需要更大的推力，去維持遠程或巡航作戰；另一方面，中國大陸對俄製發動機性能不信任，擔心單發動機不足以保證戰機的正常使用的。

三、影響：

- (一)科技優勢與戰力緊迫美國：殲-31擁有與美國匿蹤戰機相同的內部武器艙，而雙發動機與前起落架的雙輪設計，更被推測殲-31未來將成為航母艦載機。若未來殲-20與殲-31進入量產，中國將成為繼美國(F-22與F-35)後，第二個擁有兩款第五代戰機的國家。最新期11月號美國《空軍》雜誌引美國太平洋空軍司令卡萊爾稱，中國最近亮相的第二款匿蹤戰機，代表美軍與中國在匿蹤能力上的差距將不斷縮小。他說：「我認為無論我們擁有什麼樣的科

圖27 <第五代戰機試飛 只為十八大造勢?>2012-11-07 ; 見news.chinatimes.com/mainland/11050501/112012110100169.html。



技優勢，都不會維持太久。」^{【註28】}若未來殲-20與殲-31進入量產，中國將成為繼美國(F-22與F-35)後，第二個擁有兩款第五代戰機的國家，戰力緊追著美國。

- (二)對於中方而言，殲-20的性能，越接近美國目前正服役的匿蹤戰機，就越有機會以「軍力平衡」為由，形成公眾的壓力。對於美國的可能影響之一，是軍方回頭採購舊型匿蹤戰機的數量，影響之二則是軍方投入更多的資源加速新戰機的研發。不論採取何種方式，都會扭轉美國的軍事資源配置，甚至打亂美國後續的軍事部署節奏。因為，美國的新型戰機的開發，與軍事工業的重整、全球化較有關連，與軍事威脅的關連性不大。

伍、在現代空權中我國應有之省思

中共武器裝備之快速發展，係以國際尖端武器為藍本，以打贏「高技術條件下局部戰爭」為目標。為了達成此目標，中共近幾年投入的國防經費均是兩位數成長，並積極研製新式武器裝備，尤其甚者匿蹤戰機的出現，對我國防(防空)安全之威脅益形加重；因此，我們在瞭解中共第五代及匿蹤等新武器裝備發展作為後，更應依據我「防衛固守、有效嚇阻」之台澎防衛作戰指導構想，除認真提出檢討因應措施，我之作為深值吾人省思，謹列舉以下數點管見供作參考：

- 一、重視科技人才的培育，建立合理的任用制度：以健全的制度延攬人才蔚為國用。由於長期以來缺乏適當培訓制度，我國國防部高級研究人才不斷流失。近年來，國防經費緊縮，中科院與航發中心面臨改制，大批具實務經驗的國防科技人員將予資遣，這對極需建立技術優勢的我國極為不利。國防訓練人才的加入，可彌補現階段科技人才的不足，並加速關鍵技術的研發，掌握前瞻性的核心技術，提升產業競爭力及國防戰力。此外，建立一套合理的文職任用制度，才能給予其高度自由與最大保障，方有助整體國防工業的發展。
- 二、建立軍用衛星軍事用途，強化我指管通情能力：匿蹤技術使作戰空間大為改觀。須知作戰空間既是藝術，也是科學、是力量，也是策略。當智慧、好奇心及經驗引導吾人之成長，各軍事院校、教官及準則教導吾人如何善用戰爭科學時，運用藝術與分析，乃能使吾人在戰爭中掌握機勢，使我之作戰、作戰支援與勤務支援部隊，能免遭敵之不意行動而告潰敗。^{【註29】}而中共在衛星領域已有

圖28 <中國殲-31首飛 戰力緊迫美曾竊資料 遭諷F-35山寨機>，2012年11月04日，見www.nownews.com/2012/11/01/334-2868614.htm。

圖29 國防部史政編譯局，《軍事發展的新思潮》，（台北，國防部史政編譯局譯印，民國86年5月），頁101。



相當成就，對作戰空間監偵能力也不斷地提昇，並逐步將其指管通情系統推向太空；而我衛星科技可說是初建階段，為求有效掌握敵對我之監偵、情蒐，從而速謀防衛對策，吾等應由中科院結合產官學界資源，以國外技術合作或自力研發方式，儘早建立衛星之軍事用途，將我指管通情系統推向太空，以提昇情報蒐集、資訊傳遞、戰場控制與作戰指揮能力，擴充電戰資料庫之來源，並提供早期預警。

三、籌建低空層飛彈防禦網，確保台灣全島之安全：面對中共第五代戰機、匿蹤技術與導彈威脅，國軍應積極爭取新型飛彈系統，與海軍神盾級戰艦肩齊進，以利建構我低空層飛彈防禦網，並在「工業合作回饋計劃」中爭取相關技術轉移，【註30】以提高我國反飛彈技術水準；此外，我們也應以飛彈研製基礎，執行天弓飛彈性能改良，使其具有反飛彈能力，並加速反彈道飛彈系統及飛彈早期預警系統之開發，逐步建立我自主的反飛彈系統，如此，才能有效反制中共各式短、中程導彈之威脅，確保台灣全島之安全。

四、加強重要設施安全防護，且需早期規劃逐步經營：依軍事常理分析未來我若遭到中共之攻擊，其攻擊目標將指向飛彈發射陣地、指管通情設施、機場、港口、重要軍政中心、兵力集結地區、交通樞紐等，因而對上述目標，有關防衛工事應予以加強，如能在花東縱谷規劃一條筆直公路予擴建成機場跑道，及兩旁設置強化機堡，則可增進機動作戰能力；【註31】另油彈庫、指揮中心及各項軍需工業設施與戰備物資屯積處所之地下化，防火、防毒設施之整建，重要政、經、軍設施之疏散佈署等，均應早期規劃，逐步經營，在不影響戰備整備狀況下，採取分散分區配置，藉堅固之地面防護，以減低飛彈攻擊之損害。

五、整合武器系統的資料鏈，提昇電子資訊作戰能力：

我國要發展國防科技，中科院已有良好的基礎與不少尖端的成果，要探討的則是應以那些項目為優先？就軍事革命的觀點，未來戰爭的型態是以電子資訊為核心，且電子資訊作戰是可以同時達到防衛與有效嚇阻的戰略目標，雖不是唯一的制敵手段，卻是必要且有效的作戰方式。國軍基本上已完成新一代主要武器系統的採購，進一步應在軟體及作戰準則上努力，才能充分發揮新裝備的效能，故發展整合武器系統的資料鏈及資訊電子作戰，應是國軍的優先目標。其次是遠程飛彈及其他尖端武器。而台灣在電子、資訊、光電工業上已提供

圖30 <經濟部工業局100年度專案計畫期末執行成果報告>，見www.moeaidb.gov.tw/external/ctrl?PRO=filepath...f...t=f...。

圖31 陳偉寬，〈試論我空軍戰力保存之研究〉，（空軍軍官雙月刊、第130期），民95年10月份。



良好的基礎，有賴政府進一步積極整合各部門、民間業者並投入更多資源推動電子資訊武器裝備、設施及軟體研發，如聯合作戰統合系統、雷射及電子作戰裝備、戰術型無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)全球導引定位系統(Global Positioning System, GPS)及反制作戰模擬系統、通信網路系統及資訊戰磁戰技術等【註32】。

此外，中共近期已致力強化其電子戰作為，並已著手資訊戰的建設工作，為求有效因應與反制，我們應充分運用民間蓬勃的電子科技，投身電戰裝備的自製及改良行列，除避免關鍵參數性能遭敵掌握外，也可提昇我電子戰能力。還有，中共近年致力研發「電腦病毒」與「電磁脈衝彈」(Electro magnetic pulse bombs)，對我各類通電裝備構成嚴重威脅，故應針對敵資訊戰和電磁脈衝之發展，由通資局成立專責小組，研發相關資訊戰術與防護技術，以因應未來中共對台可能實施的各類型資訊戰。

六、建立關鍵國防技術，完成國防自主的目標：

決策部門應有宏觀視野，我國在國際上處處受到中共刻意打壓，又外國政府與軍火廠商藉間接方式企圖阻擾我國防工業發展以從中牟利，致使我國在建立關鍵技術過程倍感艱辛。證如我國防部部長高華柱近期出席立法院外交及國防委員會議，針對立委詢問「軍購案工業合作項目」議題時，表示，空軍F-16A/B型戰機性能提昇案將積極爭取獲得關鍵技術移轉，提昇國內產業及航太技術升級，以建立國防自主能量。部長指出，F-16A/B戰機性能提昇案包括「戰機性能提昇」、「飛行員訓練」及「航材零附件」等三案，國防部也將積極爭取獲得關鍵技術移轉，爭取工業合作，為國內相關產業創造附加價值。空軍司令部副司令張惠榮中將則表示，F-16A/B戰機性能提昇案是依聯合作戰需要，研議最適切的升級內容，且與美軍同型戰機無異。【註33】

因之，未來我國欲求在關鍵技術上享有優勢，相關政策應能以前瞻性與宏觀的角度考量，方有機會完成國防自主的目標。

七、掌握科技的「多樣性」與「不對稱性」：

欲建立國防自主所需的相關技術，便需有效掌握科技的「多樣性」與「不對稱性」發展，【註34】。例如以制海而論，今天欲徹底控制海洋為己所用，或

圖32 祝如竹等著，《民國100年航空工業對陸軍支援之前瞻相關論文資料》，陸軍軍事學術研討會；（龍潭，1998年6月5日）。

圖33 <國防部積極爭取F-16性能提昇關鍵技術移轉>，[http://times.hinet.net/news/life ... 450F4C81B-DCF2F75708](http://times.hinet.net/news/life...450F4C81B-DCF2F75708) 軍聞社/ 2012/03/14。



不讓敵人加以利用已越來越困難。在這種情況下，若單純考量阻滯敵人運用海洋之企圖，則使用艦艇或岸置飛彈並無顯著差別。但是，兩者的價格與所需技術卻天壤之別，此謂之科技的「不對稱性」。此外，若對敵艦進行攻擊，水雷、潛艦與飛機亦是另類選擇，這些不同戰爭載具顯示的即為科技的「多樣性」。因此，在建構軍事戰略時，若能明確界定所欲達成的目標為何，即可據此決定兵力結構與所需關鍵技術，而不致發生不切實際的情事。換言之，掌握了科技的「多樣性」與「不對稱性」發展，對建立技術優勢實具有力量倍增效果。

陸、結語

戰爭是人類總合力的競賽，攸關人類的生存與發展，自20世紀初人類的戰爭型態發展至總體戰以來，已有了明顯的變遷。由於汽球、飛船、飛機的相繼問世，不僅將人類生活帶入了另一個新的空間，也由傳統平面的戰爭改變為立體的總體戰；其大威力、高速度、長射程的新武器陸續加入參戰，人類的戰爭又進入了一個新的領域，從此軍事武力的發展由量變提昇到質變，所公認的戰爭理論也將根本動搖了。自第二次世界大戰起，空軍在戰爭中的重要性已有舉足輕重之勢，波斯灣戰爭期間，空軍更幾乎成為左右戰爭成敗的關鍵軍種。今日，在「空權至上」的理念下，「無空防即無國防」^{【註35】}的共識早已根深柢固，任何戰爭，在沒有空中優勢的情況下，是不可能獲得最後勝利的。

然過去的戰爭型態以陸戰中心(陸軍中心)來主導，使用強大軍力及火力盡量殺傷與破壞敵軍來決定獲勝的階段，是否意味著兵員數量巨大增加的「常」與武器動員組織的「變」之對立或結束？雖然科技扮演著關鍵的角色，提昇了陸、海、空三軍的能力，但空軍卻是近年來能力成長最大的軍種，我們不得不重新思考以下的問題：今後戰爭的模式將朝向速戰速決，減少人員(軍人與平民)傷亡為主要訴求，先期戰爭的發起直到戰爭的終止，該是由誰來主導呢？咸認空戰確實贏得了兩次的波斯灣戰爭，重創了伊拉克。首先空橋的建立、透過中、小型直昇機機動快速運送後勤物資及人員部署的遂行方式和結果，充分顯現出「制空權」的重要性，證明了杜黑所提出空優的掌握及支援地面攻擊作戰的理論相吻合。

圖34 <關鍵技術發展策略>，見www.bost.ey.gov.tw/Upload/.../議題4B_關鍵技術發展策略；past_journal.mnd.gov.tw/通信電子資訊學術季刊/99/99-2.htm -。

圖35 先總統蔣中正先生繼承國父遺志，在國家財政極度困難之下，購買飛機、訓練人才，銳意建設空軍，並昭示國人「無空防即無國防」，鼓勵青年以參與航空為榮。他在1925年撰成軍政意見書，建議中央採行，其中一再強調發展航空並創辦飛機製造廠，成立飛機製造學校或相關科系；在軍費支配方面，把飛機製造廠的建設經費列為第一優先。



尤其甚者，由於匿蹤設計對三度空間載具之武器配置、戰術運用、艦體結構等多方面造成極大之衝擊，他山之石可以攻錯，結合研究所得與共識，在經費允許下，吾等應持續結合產、官、學界，加強蒐集科技新知、突破技術瓶頸，藉由國內專業單位之技術提昇與突破，帶動國防科技蒸蒸日上，以期將匿蹤設計躋身為先進國家之林。

咸認為技術日新月異的今天，任何國家的資源均不可能完全滿足技術發展所需。於是依據本國軍事需要與財政能力，有順序地將資源投資在關鍵技術亦為重點所在。據此，我國應能比照美國國防部作法，逐年檢討並評估關鍵技術項次與順序，以做為建軍備戰的有力奧援。進言之，未來戰爭或許已經跳脫現代戰爭的思維，空間已不再是絕對的，時間與速度將戰爭推向了同步，但戰爭的原則卻不會改變，如同「集中與節約」只是做另一種形式的重現，在思維上仍是一樣的考量。因此，在不對稱的兩岸軍事情勢下，應針對中共武力犯台能力與行動，依據「防衛固守，有效嚇阻」之戰略指導，建立「科技化、資訊化、全民化」以達「量小、質精、戰力強」之國軍，以確保台海和平及國家安全。

作者簡介

備役上校 陳偉寬

學歷：空軍官校56期、戰爭學院77年班畢業；經歷：飛行分隊長、中隊長、戰略教官、作戰組長、指管主任、大隊長、準則處長、空軍戰略組主任教官等職。現職：空軍學術月刊主筆、國防雜誌審查委員、國防大學國防管理學院講座及中華戰略學會研究員；研究領域為：國家安全、國防事務與軍事戰略等。