

共軍發展殲-20隱形戰機 對我聯合防空作戰之影響

Impacts of PLA's J-20 Stealth Aircraft Development to R.O.C. Joint Air Defense Operations

何應賢 (Ying-Shien, He)

國防大學空軍指揮參謀學院上校教官

提 要

共軍於2011年1月試飛殲-20隱形戰機造成各國震撼，本文試由其軍事思想、空軍戰略演變角度切入，探究共軍為打贏新世代高科技戰爭，在其軍事技術日趨成熟支撐下，發展殲-20隱形戰機的動機與目的；另探究其已具備之能力、可能之後續發展以及對我聯合防空作戰影響等。雖然殲-20隱形戰機對我尚未構成迫切危害，但若不能未雨綢繆慎謀反制作為，將置我聯合防空作戰於不利之境。

關鍵詞：隱形戰機、空軍戰略、聯合防空

Abstract

The People's Liberation Army's (PLA) successful test of flight J-20 has surprised the world. This study planned to investigate PLA's intention and motivations through the ambition of winning the high tech war from the aspects of air force military thinking and the transformation of military strategy. This study is also focused on understanding PLA J-20's capabilities and its impacts to ROC's Joint air defense, and developing counter-measurements for such threat. It is believed that to conducting the prevention measures before such threat is vital for ROC Joint air defense.

Keywords: Stealth Aircraft, Air Force Strategy, Joint Air Defense

壹、前 言

隨著隱形技術迅速發展，處於戰爭中的任何軍事目標都面臨著巨大威脅。兩次波灣及科索沃戰爭中，美軍藉其先進隱形科

技，重創敵軍指、管、通、資、情、監、偵C⁴ISR等重要設施，亦掀起了一波軍事事務革新。

共軍為因應下一場戰爭，研製新一代戰機為爭取制空權重要關鍵，2011年1月11日

殲-20戰機試飛成功，造成各國不小震撼。¹ 共軍為何要發展殲-20隱形戰機？本研究由其空軍戰略任務轉型談起，進而分析可能或必須具備之性能、預判未來發展方向及對我聯合防空作戰影響等。循此研究步驟，為共軍發展殲-20戰機動機與意圖做一合理演繹，並針對反制隱形戰機手段提供建言，慎謀解決應變之道。

貳、共軍發展殲-20戰機的必然性

共軍空軍於建政初期之運用，仍延續大縱深國土防禦戰略，擔任支援陸、海軍作戰的角色。但隨其第二代領導人鄧小平的「改革開放」政策，整體經濟實力提升進而實現軍事現代化。另世界局勢亦因前蘇聯解體，高科技局部戰爭取代了傳統局部戰爭，由近代幾場局部衝突中更加凸顯空軍重要性。因此，共軍空軍為應付未來新型態戰爭，勢必建立一支新世代空中戰力。

一、空軍戰略轉型

早期共軍空軍戰略由毛澤東的「國土型防空思想」、鄧小平的「打贏高技術條件下局部戰爭」，一直到江澤民的「建設一支強大現代化攻防兼備的人民空軍」等脈絡發展。然為因應外在威脅環境改變，新時期空軍戰略則朝向胡錦濤指導的「空天一體、攻防兼備」轉型，並持續至今。

(一)早期共軍空軍軍事思想

分別受毛澤東、鄧小平及江澤民等人，對空軍建設和運用決定、指示和論述，形成各具特色的軍事思想。

1.毛澤東時期

他認為，空軍對國防極其重要，應當趕快建立強大的空軍，保衛祖國準備戰勝侵略者。在陸軍基礎上建立空軍、邊打邊建、在實戰中鍛鍊成長、將引進國外先進技術與加快國內航空工業建設相結合，儘快提高空軍的武器裝備水準。空軍要集中穩妥使用、要積極組織國土防空、要支援陸、海軍作戰、要取得制空權、要積極支援國家重大建設。²

毛澤東時期因政權甫建立不久，又因介入韓戰為與國軍優勢空中兵力奪取制空權，以及越戰時期美國對其南方領空不時入侵等因素，礙於其科技水準低落，故其思想仍以建立一支擔負國土防空和支援陸、海軍作戰的人民空軍為主。

2.鄧小平時期

繼承毛澤東思想，結合現代軍事戰爭特點與規律，提出「首先要有強大的空軍」，使空軍軍事思想進入全新發展階段。此時期特點為：一是美、蘇兩國核武發展形成了核均勢態勢；二是世界發生大戰的可能性降低，傳統局部戰爭為主要戰爭形態；三是現代戰爭中空戰使用規模不斷擴大，空襲與反空襲已成為重要作戰模式；四是鑑於空中力量重要性，世界各國加速實現空軍現代化。

鄧小平對此國際形勢，堅持以經濟建設為核心，提升國家經濟實力。軍事上則由以往「早打、大打、打核戰」思維，轉變為以「應付局部戰爭」之思想模式。其能掌

1 大陸國家主席胡錦濤接見美國國防部長蓋茨(Robert M. Gates)時，蓋茨頻頻詢問殲-20戰機試飛情況可得知。平可夫，《殲-20隱形戰鬥機震撼世界》（加拿大：漢和出版社，2011年），頁26。

2 閔增富等著，《空軍軍事思想概論》（北京：解放軍出版社，2006年），頁65-74。

握世界軍事發展趨勢脈動，著眼於打贏現代戰爭，在統籌兼顧各軍兵種發展同時，明確提出先後緩急，優先重點發展空軍思想，並對人員科技水準、軍事素質、武器裝備質量等提出具體指導，使共軍空軍由傳統老舊國土防空型空軍，向打贏高技術條件下局部戰爭新世代空軍轉型。³

3. 江澤民時期

其繼承和發展毛、鄧時期軍事思想，指示「建設一支強大現代化攻防兼備的人民空軍」為核心的空軍軍事思想。自1990年代以降，軍事事務革新在各國蓬勃發展，作戰方式出現一系列變化，空天技術與資訊技術相結合，使現代空軍成為戰爭的主導力量。諸軍種聯合作戰，陸、海、空、天、電磁五維戰場一體化，以空天戰場為主導、空天力量首先使用、空天力量貫穿作戰全程、以空天戰場為獲取資電優勢的主要空間等。基此，江澤民對空軍提出了「建設一支強大的、現代的攻防兼備的人民空軍」的思想。現在共軍理論已有別於以往強調防禦作戰，改為強調「進攻行動是在空戰戰役中建立並保持主動，最基本和最有效的行動方式。」⁴故其空軍已經由國土防空型轉變成為攻勢型態空軍，此皆植基於江澤民時期對世界軍事脈動與發展，對空軍所作的指導。

(二) 外在威脅環境改變

大陸自1993年起全力發展經濟至今，雖認為大戰已不可能發生，惟周邊國家情勢發展可能危及經濟發展。在陸地上，其和鄰

國皆有邊界問題，海上也存有島嶼及領海爭端。因此，其周邊安全情勢主要是「陸穩海動、陸緩海緊」的態勢。其潛在與現實的危機有：

1. 臺海局勢複雜化：大陸認為中華民國問題是最關鍵因素，主因臺獨勢力在島內惡性發展。至今仍不放棄對臺動武，乃因中華民國戰略地位相當重要，是不可放棄的關鍵利益。其一，中華民國乃大陸海防關鍵，可作為第一道防線，增加戰略縱深。其次，中華民國是大陸通往大海的門戶，若控制中華民國，即可瓦解美日安保體系，於南端造成戰略突破口，有利海軍進出太平洋。此外中華民國地處亞太航運樞紐，極具經濟與戰略價值。⁵故大陸一方面為達「維穩」防止臺獨勢力在臺蔓延，另一方面又為保有中華民國地緣戰略價值，而與美國為首的亞太聯盟體系有利益衝突。既要防止中華民國獨立，又要能承受以武力犯臺時美國可能的援助，為臺海局勢增加不少變數。

2. 海洋資源爭奪：隨著大陸經濟成長快速，其對能源的需求日增，特別是石油，其於1993年已成為成品石油的淨進口國，至2003年成為僅次於美國的第二大石油消費國，故能源問題已成為大陸經濟發展與國家安全極重視與解決的問題。而南海面積遼闊，不僅為大陸重要漁場，且蘊藏豐富礦產和油氣資源，⁶自1982年《聯合國海洋公約法》公布後，海洋領土利益及經濟利益，就成為大陸關注焦點。即使其在南海問題方面

3 同註2，頁77-81。

4 Roger Cliff等作，黃文啟譯，《21世紀中共空軍用兵思想》(Shaking the Heavens and Splitting the Earth: Chinese Air Force Employment Concepts in the 21st Century) (臺北：國防部史政編譯室，2012年)，頁82-83。

5 李柏彥，《飛龍展翼：現代化下的中共空軍航空兵》(臺北：高手專業出版社，2008年)，頁71-74。

6 張禮祥，〈南海能源安全問題及其戰略選擇〉，《理論導刊》，2012年3月，頁82。

主張擱置爭議，但仍與印尼、越南、馬來西亞、菲律賓與汶萊有主權爭端；在東海上則與韓國與日本存有爭端。⁷

3. 美國重返亞太戰略：冷戰結束後，美國為奪取亞太地區主導權，遂將戰略重心調整到亞太地區。此區亦成全球戰略力量集中區域，其中包含5個擁核國（美、俄、中、印、巴）；全球十大經濟體系中的4個（美、中、日、韓）等。又因此區各國關係複雜，多國亦存在領土和海洋權益等爭端，極可能爆發局部衝突，為美國重返亞太尋得絕佳機會。然而美國重返亞太戰略必先塑造對抗目標，擁有世界1/5人口及全球第一大經濟體系的大陸，則被視為區域強權，成為潛在對手。⁸

（三）新時期空軍戰略

共軍空軍在歷經毛、鄧、江等人領導，由國土防空轉型為攻防兼備的現代化空軍。繼在胡錦濤至習近平等領導人，已將空軍戰略核心概念定調成「空天一體、攻防兼備」，朝建立一支整合太空資訊與作戰，更具攻勢戰力的新軍隊發展。⁹

1. 空天一體：乃空軍力量結構與作戰活動實現航空與航天一體、防空與防天一體。即空軍部隊編成與作戰範圍，不僅包括和使用航空器部隊，同時包括和使用地對地彈道飛彈，各種功能航天裝備，如人造衛

星、軌道太空站，太空飛機，另亦包含可攔截航（太）空飛機、彈道飛彈的各種飛彈，以及雷射武器等部隊，並將此有效編組系統化，使之在作戰行動中協調一致。¹⁰ 在《中國空軍百科全書》指出，控制太空將對「未來總體戰」造成重大衝擊，並提到未來天軍和太空戰（包含太空資訊戰、太空封鎖戰、太空軌道攻擊戰、太空防衛戰和太空對地攻擊），均屬空軍未來希望運用的戰力。¹¹

2. 攻防兼備：此思想源於江澤民「建立一支強大的現代化攻防兼備的人民空軍」思想，為空軍轉型開端。¹² 其後胡錦濤接任國家主席，大力發展軍事高新科技與制定外層空間、網路和極地戰略，發展全球快速打擊手段，加速反導系統建設，增強網路作戰能力，搶占新戰略制高點。除持續強化空軍戰略建設，亦因應未來臺海局勢與2025年跨出第二島鏈（從庫頁島向南延伸至西太平洋）、2050年跨出第三島鏈（從阿留申群島延伸至南極區）的中、遠程國家目標，循序漸進規劃與建立阻止敵人進入「海洋」或「區域」的反介入／區域拒止能力。並在全面追求海洋、天空、太空和反太空與資訊戰系統等，發展從大陸沿海到西太平洋多層次進攻能力。因此，對空軍戰略指導以具備奪取地區制空攻勢「攻防兼備」戰略力量，朝建立非對稱、非線性、非接觸性具空中及震

7 同註5，頁74-75。

8 韓旭東、魏孔虎，〈透析美國軍事〉，《瞭望新聞周刊》，第21期，2001年5月，頁58-59。

9 同註4，頁80。

10 孔揚、鄭冬曉，〈空軍戰略轉型要求樹立空天一體觀〉，《吉林省教育學院學報》，第27卷4期，2011年，頁82。

11 同註4，頁80-81。

12 孔揚、王桂田，〈我國空軍軍事思想變革的背景與內涵〉，《長春理工大學學報》，第23卷4期，2010年7月，頁30。

懾、癱瘓戰力與空天力量發展，以期能成為未來面對美軍優勢之「空海一體」與反「反介入」關鍵戰力。¹³

二、空戰為現代戰爭所必需

自人類將氣球、飛艇和飛機相繼運用於戰場，空戰隨之成為作戰的一種方式，隨著科技的進步，高科技配合相對應的戰略與戰術改變了空戰形式，使空戰在現代戰爭中占有非常重要地位，並貫穿整個戰役全程。故奪取制空權為戰役成功之基礎，擁有強大空中武力已成為強權國家確保其軍事實力，並為其達成「政治目的」、「奪取制空權」及「作戰目的」重要手段。¹⁴

空戰的勝負對整個戰爭的過程和結局有重大的影響，甚至具決定性的作用，往往決定國家安危利益的得失。¹⁵ 基此，共軍相關軍事出版品列舉了空軍4種不同型態的作戰模式，分別為「空中進攻戰役」、「防空戰役」、「空降戰役」及「空中封鎖戰役。」其中，空中進攻戰役與防空戰役是空軍最重要的兩種戰役型態，可由空軍獨力執行，更是由空軍主導納編其它軍種部隊的聯合戰役。執行此戰役目的，在於獲致軍事衝突中的戰役或戰略目標。藉摧毀或削弱敵軍航空部隊與陸基防空兵力，奪取制空權；摧毀或削弱敵軍重裝部隊與擾亂其運輸補給系統，

為地面或海上作戰創造有利條件；以及打擊敵軍政治、軍事和經濟等目標。¹⁶

三、軍事技術轉型

共軍雖因文革時期使軍事科技發展停滯近30年，但到了21世紀初即開始生產世界級水準武器，並展現某些連美國都沒有的高科技軍事能力，如江澤民曾要求共軍加速發展「殺手鐮」武器。¹⁷ 在共軍主要高科技武器發展中，即將隱形與反隱形技術列入其中，視為殺手鐮武器之一。另共軍也透過諾斯諾普公司(Northrop Corporation)前工程師高華迪，學到B-2隱形轟炸機某些隱形技術。¹⁸ 基此，共軍為了彌補與西方世界軍事技術落差，主要採取手段為跨越式戰略模式，其項目可就「獲得途徑」與「技術整合方式」兩個面向討論。¹⁹

(一)獲得途徑

概分為「借鑒式」及「自主式」兩種方式。「借鑒式」方法有兩種：一是「模仿」，因共軍認為對武器進行仿製，就可以節省70%的時間、精力和資金投入；二是「引進」，例如空軍在獲取前蘇聯援助下，直接由螺旋槳機進入噴射機時代。至於「自主式」，就是憑自身科研經驗累積，依靠自己力量來實現。共軍武器來源早期主要是由前蘇聯所提供，後因與蘇決裂轉而與歐美軍事

13 謝之鵬，〈論新時期共軍空軍「攻防兼備」戰略發展與實踐〉，《空軍學術雙月刊》，第628期，2012年6月，頁34-35。

14 徐國成、張保良、黃錦明，《高技術空襲與防空》（北京：國防大學，1999年），頁3-14。

15 同註2，頁216。

16 同註4，頁113-114。

17 Andrew Scobell等著，黃淑芬譯，《中共軍文變化》(Civil-Military Change in China)（臺北：國防部史政編譯室，2006年），頁388。

18 Richard D.Fisher Jr.著，高一中譯，《中共軍事發展一區域全球勢力布局》(China's Military Modernization: Building for Regional and Global Reach)（臺北：國防部史政編譯室，2011年），頁149-160。

19 同註5，頁93-94。

合作，1989年又因「天安門事件」而停止，並與俄羅斯恢復合作關係。此其間又有以色列列在1970年代末期提供共軍武器和技術。其

在模仿與自研外國技術來源部分詳如表1。²⁰

(二)技術整合方式

共軍為使現有武器裝備進行現代化改

表1 中共高技術外國來源

技術種類 \ 來源國	俄羅斯	烏克蘭	以色列	歐洲
微型衛星技術				確定
雷達衛星技術	確定	可能		
光電衛星技術	確定	可能	可能	可能
通信衛星技術			確定	確定
飛彈技術	確定	確定		
載人太空技術	確定	確定		可能
巡弋飛彈技術	確定	確定	確定	
雷射技術	確定	可能		確定
戰機及相關技術	確定	確定	確定	確定
軍用飛機發動機	確定	確定		確定
戰機武器	確定	確定	確定	
空中預警管制系統／合成孔徑雷達技術	確定	確定	確定	確定
潛艦技術	確定		確定	確定
潛艦武器	確定			
航空母艦技術	確定	確定		確定
軍艦技術	確定	確定		確定
戰車技術	確定	確定	確定	確定
反戰車技術	確定	確定	確定	確定
直升機技術	確定			確定
先進通信	確定			確定
電子戰／情報	確定	可能	確定	
附註：從這些外國來源獲取技術方式包括採購、商業合作和間諜活動				

資料來源：Richard D. Fisher Jr.著，高一中譯，《中共軍事發展—區域全球勢力布局》(*China's Military Modernization: Building for Regional and Global Reach*)，頁171。

²⁰ 同註18，頁161-171。

裝，其採用方法是以先進成熟或創新技術，對現有載臺、武器設備進行嵌入式改裝。例如21世紀初，共軍海軍建造了以俄羅斯武器和電子裝備為基礎3艘新型驅逐艦，艦上也配置了共軍自製武器和電子系統。表2為共軍未來武器計畫合併使用本國及外國組件一覽表，透過此技術，使現有裝備產生質變，符合現代戰爭需求。另外亦採技術與力量合成方式實現軍事現代化，主要是以需求為導向。在技術合成部分，學習美國為將C⁴ISR系統數位化與網路化，以4架波音767-400型

機為平臺，集E-2、E-3及E-8各型機全部功能於一身，形成多用途空中管制平臺。至於力量合成部分，則學習美國因應未來「空天一體」戰略需求，將其空軍組成一體化的空天部隊，由各種不同力量元素組建而成，通過優化結構實現空軍力量系統與作戰功能。

共軍透過一系列作為，不論是外購或是自研，其真正的目標是要將國防工業建設成世界一流「國防技術創造者」，而不是外國新概念的消費者。故共軍目前使用外國零件組裝武器並進行改進，於此同時，也利用與

表2 共軍未來武器計畫合併使用本國及外國組件一覽表

武器系統	外國組件	本國組件
反衛星系統	英國微衛星和奈米衛星技術	共軍設計及固態燃料機動發射系統
雷達衛星	俄羅斯天線	共軍衛星承載器
合成孔徑雷達飛機	俄羅斯Tu-154；美國合成孔徑雷達	共軍設計合成孔徑雷達
運8空中預警機	英國「雷科泰勒斯(Racal/Thualess)公司的「空中霸主」(Skymaster)空中預警雷達	陝西飛機合成孔徑雷達
成都飛機公司殲-10多用途戰機	俄羅斯發動機；可能還包括俄羅斯雷達；以色列在機體和控制系統等方面的協助	共軍設計機體；可能使用共軍雷達和防衛系統及武器
瀋陽飛機公司殲-11B多用途戰機	俄羅斯設計的機體及某些航電和電子系統	共軍多模式雷達、武器、發動機和隱形技術
PL-10主動式空對空飛彈	俄羅斯雷達和資料鏈路	共軍發動機和彈體
紅旗9、FT-2000地對空飛彈	俄羅斯導引系統，可能包括美國尋標器技術與以色列的設計協助	共軍發動機和彈體
旅洋級飛彈驅逐艦	俄羅斯地對空飛彈、導引及蒐索雷達；烏克蘭燃氣渦輪機	共軍艦體、攻船飛彈和防衛系統
宋一甲級獵殺潛艦	德國輪機；可能有俄羅斯的武器和設計協助；也可能有以色列的設計協助	共軍艦體、武器和防衛系統
093計畫核子動力攻擊艦	俄羅斯的設計協助；可能包括俄羅斯武器	共軍艦體、核反應器和防衛系統
中型運／攻擊直升機	法國協助設計翼轂；義大利提供設計協助；可能使用加拿大的發動機	共軍機體、發動機、航電系統、武器
98型主戰車	受俄羅斯影響的車體和125mm主砲；俄羅斯的砲射導引飛彈；受英國或德國影響的引擎	共軍設計複合裝甲、戰車設計及系統整合

資料來源：Richard D. Fisher Jr. 著，高一中譯，《中共軍事發展一區域全球勢力布局》(China's Military Modernization: Building for Regional and Global Reach)，頁177。

西方國家的互動全面提升其國防工業能力。

參、殲-20戰機性能與未來發展

為因應新世代空戰的需求，各國均針對現役戰機進行性能提升或研製新世代戰機。美國最早於90年代推出第四代戰機，主要是以具備隱形性能(stealth)、超音速巡航(Super Sonic Cruise)、超視距攻擊資訊優勢航電系統(Super Avionics for Battle Awareness Effectiveness)與超機動性(Super Maneuverability)為設計標準（簡稱4S能力），各國以達成此需求為設計第四代戰機的基礎。²¹ 雖俄羅斯與西方國家對戰機分代方式不同（俄五代機等同西方世界四代機），但中國大陸採西方分代標準，²² 故本研究以此評定殲-20戰機性能是否達到第四代戰機標準，並評估其性能與未來發展。

一、第四代戰機性能指標

為利於區別第四代機，世界軍事專家主要以是否具備隱形性能為入門門檻，以下分就4S能力討論：

(一)隱形性能

所謂隱形性能是指「低可探測性」，亦即減少目標特徵訊號強度。主要是藉由減少雷達散射截面積(RCS)²³ 來實現；例如改變飛機外形，減少反向雷達波散射以及運用吸波材料貼覆（或置於結構中）來吸收雷達波。另配合降低紅外線、光學及聲音等特徵訊號技術來實現。²⁴ 以表3為例，雷達最大可探測距離與目標RCS值成正比，亦即RCS值愈低，其最大可探測距離則愈近。

(二)超音速巡航

超音速巡航是指戰機在不使用後燃器情況下，能夠進行長時間超音速飛行；這對戰機而言，可使其獲得快速機動搶占有利位置、視距外武器投射性能及迅速脫離戰場等優勢。雖現役戰機都能實現超音速飛行，惟必須在開啟後燃器情況下方能實現。但因燃油消耗快且不能持久飛行，皆不能實現超音速巡航，故此能力列為第四代戰機性能指標項目。²⁵

(三)超機動性

超機動性包括過失速機動、超音速機動、迅速改變飛行姿態和短場起降等能力。²⁶

表3 RCS值低於1之可探測距離表

RCS(m ²)	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
探測距離(km)	116	65.1	36.7	21	11.5

資料來源：董長軍、胡凌雲、管有勛，《聚焦隱身戰機》（北京：藍天出版社，2004年），頁11。

21 張家聖、王海濤、萬小朋、趙美英，〈第四代戰鬥機性能指標概述〉，《航空製造技術》，第16期，2008年，頁66-69。

22 青巖，〈中國隱形戰機意外亮相〉，《視野VISION》，第6期，2011年，頁6。

23 雷達截面積(RCS)為Radar Cross Section之縮寫，為計算飛行器電磁波反射遭偵蒐裝備截獲能量之計算單位，欲有效降低目標之RCS值可透過外形設計與吸波材料運用來實現。

24 鄭天喆、姚福燕，《深入淺出談軍事科技》（臺北：達觀出版事業，2004年），頁112-113。

25 陶增元、李軍、程邦勤，〈飛機推進系統關鍵技術—推力矢量技術〉，《空軍工程大學學報》，第1卷2期，2000年6月，頁88。

26 同註25，頁86。

因其可增加飛控能力，可於短場起降、低空飛行（地貌飛行）及空中戰術機動中展現出其價值。²⁷ 現代空戰除了電戰和武器系統相配合外，還需靠飛機機動性來發揮戰力。現代飛彈已採用向量推力控制系統，除可增加飛彈機動性亦可減少動能損耗並提高命中率。²⁸ 若戰機配備離軸發射飛彈，將改變以往取得占位優勢從目標後方攻擊模式，故第四代戰機需具良好機動性能及快速改變飛行姿態能力。²⁹

（四）超視距優勢

在面對複雜電磁作戰環境及低可探測性與超視距目標等威脅時，為實現先敵發現(First Look)與擊殺(First Kill)，機載雷達必須具備多目標追蹤與攻擊能力，還須能提供戰場覺知與武器導引，以提高戰鬥機作戰效能，為達此目標需仰賴成熟與可靠的雷達系統。基此，西方先進國家皆將主動相位陣列雷達為新世代戰機列裝首選。

二、殲-20戰機性能研析

就網路流傳的殲-20戰機圖片與畫面研判，機身長超過21公尺，翼展超過13公尺，在無外掛外形下起飛重量約為75,000至80,000磅，這意味著殲-20戰機有較可觀的內載油量及內置彈艙空間；³⁰ 外形平滑流線，

無多餘棱角與反射面；菱形機首，主、前翼後掠角度對齊，為增加高速穩定性採用鴨式前翼及腹鰭翼設計；另採用先進無附面層隔道超音速進氣道(DSI)，³¹ 與鋸齒狀起落架及武器艙門等設計。綜上所述，殲-20戰機已具備第四代先進戰機設計水準，以下分就4S能力探討其性能與戰力。

（一）隱形性能

戰機隱形能力主要取決於它的外形，再輔以其它技術實現。其隱形性能設計分析如后：

1. 特點：平滑流線及內置彈艙與DSI進氣道等設計，判已具備第四代戰機隱形性能。殊值一提者，F-22採傳統進氣道設計，輔以S型彎道與吸波塗層（結構）減低雷達散射波，此舉會增加製造成本及重量。殲-20則採用DSI進氣道設計，可有效降低重量與雷達反射波，較F-22為佳。

2. 弱點：電磁波在機身突出部易產生強烈反射波，殲-20戰機鴨式前翼及腹鰭翼則不利隱形設計；其次，吸波塗層運用種類與範圍為不公開之機密，不易判明，但由網路流傳之照片，機務人員站立於飛機蒙皮上方執行檢整作業，此法極易破壞吸波塗層，研判其可能尚未做吸波塗層處理，³² 此亦不利

27 王旭東，〈四代戰機標準之我見—未來戰爭需要什麼樣的戰鬥機〉，《現代軍事》，2006年9月，頁52。

28 林培基、高峰，〈推力矢量對防空導彈作戰效能的影響〉，《飛航導彈》，第1期，2009年，頁56-57。

29 劉昶、尹江輝、胡國慶，〈戰鬥機功能敏捷性三種評估方法〉，《飛行力學》，第12卷3期，1994年9月，頁28。

30 Bill Sweetman, "Chinese J-20 Stealth Fighter In Taxi Test," *Aviation Week*, Dec 2010, <<http://www.aviationweek.com/article.aspx>>（檢索日期：2012年8月11日）

31 無附面層隔道超音速進氣道(Diverterless Supersonic Inlet)，主要是透過在進氣道前設置一鼓包狀突起物可有效控制機首至進氣道口邊界層氣流，為一種新型飛機進氣道設計，有利於減輕機體重量及隱形設計。<http://en.wikipedia.org/wiki/Diverterless_supersonic_inlet>（檢索日期：2012年8月15日）

32 為使吸波材料發揮其應有功效，在塗覆過程中需極精密控制其厚度，美軍F-22戰機吸波塗層是採用極精密的雷射測距塗覆儀器施工，判共軍並未有此高精密加工技術。

隱形性能設計；第三，機體較大，外露式雙發動機噴嘴未運用遮蔽或向量噴設計，顯見其對紅外線偵測器的反制能力不佳；第四，就共軍研發殲-10與殲-11戰機經驗得知，其使用複合材料比率低於20%，³³如無法結合吸波材料（結構），亦會降低其隱形性能。

3.戰力評析：在隱形性能方面較現役第三代戰機為佳，可於「先敵攻擊」與「奇襲突穿」等戰術具有絕對優勢。未來如能配合大推力發動機及向量推力技術，適當修改外形並搭配隱形材料，判其RCS值能提升至F-22戰機的等級。較大機體可攜更多內載燃油與彈藥，適於執行遠距攻擊或巡弋任務，更有利其基地向內陸縱深部署，降低被攻擊的危險，及增加出擊隱密性。其彈艙可提供多樣彈藥酬載彈性，如空射型巡弋飛彈、空對空飛彈以及空對地／海攻擊彈藥，實現遠距精準打擊與區域阻絕能力。

4.綜評：就隱形性能而言，研判殲-20戰機已具備雷達電磁波隱形能力，其RCS值可能介於0.1~0.5m²之間，應較F-22的0.1m²為差與F-35概等，³⁴在面對現役第三代戰機時，具有絕對的優勢，且可擔任多重角色與執行多重任務。

(二)超音速巡航

為實現超音速巡航性能，設計師需朝降低超音速飛行阻力（提高升阻比或減重）與增加發動機推重比兩方面著手。

1.特點：中國大陸在複合材料及耐高溫材料技術等領域，普遍落後歐美等國，無法針對殲-20戰機進行減重或增加發動機推力，使得先進材料與發動機技術受制於人，影響其裝備成軍進度。

2.弱點：在無法有效降低飛機重量，發動機推力又僅達12噸，³⁵中國大陸所生產WS-10A，及購自俄國AL-31型發動機可供選用，推力明顯不足。且其週檢及壽期短、可靠度低，徒增後勤維修能量。

3.戰力評析：由其較大（重）機體及發動機推力不足情況下，殲-20戰機目前僅能進行相關飛行測試，無法達到超音速巡航能力，在面對現役戰機，無法取得速度上優勢。

4.綜評：在複合材料與耐高溫材料技術，以及大推重比發動機遲未獲得（如俄羅斯拒絕出售117S等高性能發動機）狀況下，依其科研水準，研判尚需10至15年方能達成超音速巡航能力。³⁶當無法實現超音速巡航，將影響其作戰性能。

(三)超機動性

由二戰後多次軍事衝突中發現，雖然視距外飛彈與功率強大的機載雷達問世，但是近距離空戰依然是不可避免，故現代戰鬥機需具備更機動靈活性能，³⁷重要關鍵則為是否具備向量噴嘴及大推重比發動機。

1.特點：為獲機動性能，殲-20採全動式垂直尾、鴨式前翼、翼緣邊條、加大機翼

33 同註1，頁4-5。

34 RCS值的大小，會依雷達波照射目標部位及姿態不同而有差異，且F-22的RCS值亦非官方所公布資料，僅為學者研判之數據，故本研究研判之RCS值是依多年對吸波材料及隱形戰機研究所得之結論僅供參考。

35 李大光，〈中國殲-20戰機〉，《軍事大觀》，2011年3月，頁63-64。

36 同註1，頁6-7。

37 Yefim Gordon著，李向陽、白坤譯，《蘇霍伊和米格驗證機》(Sukhoi S-37 & Miloyan Mfi)（北京：中國市場出版社，2010年），頁100-101。

後掠角度（約46度）等設計，有利於提高其高速巡航速度與機動性，另鴨式前翼與腹鰭翼設計可彌補其低速時氣動力不足缺陷。

2. 弱點：未採用向量噴嘴設計及大推重比發動機，無法提供戰機過失速機動性和短場起降能力。另多餘的翼面設計，雖可提供額外升力，惟對隱形外形會產生不利的影響。

3. 戰力評估：無法實現短場起降、過失速機動性和迅速改變狀態等性能，故未達第四代戰機標準，在面對第三代戰機空戰時並不具任何優勢。

4. 綜評：在未改用向量噴嘴及大推重比發動機之前，尚不足以實現超機動性。輔助設計僅能滿足其飛行測試所需，若要量產投入戰備，仍需改進推力與採用向量噴嘴設計，進而改進多餘的輔助氣動外形，以增加其隱形能力與機動性，形成絕對優勢。

(四)超視距優勢

隨著戰場覺知需求日益增大，隱形戰機必須具備多頻譜、主／被動偵測器，並且具有資料鏈結及低可被截獲資料能力電戰系統。³⁸ 超視距攻擊資訊優勢航電主要是強調具備多目標追蹤與攻擊能力，僅先進主動相列雷達可滿足此需求。

1. 特點：依中國大陸雷達工程發展動態研判，殲-20戰機仍使用現役脈衝都卜勒火控雷達，未來仍以配備主動相位陣列雷達為首選。其性能必須達到美國AN/APG77、AN/APG81雷達水準，方能面對次世代空戰需求。其近程目標仍以外購高性能雷達為主，

並對現役雷達進行性能提升，增加目標偵測距離與接戰數量，以及複雜電磁環境下作戰能力；其遠程目標仍以自製主動相位陣列雷達並列裝為主。

2. 弱點：中國大陸迄今並無有關主／被動機載相列雷達相關研究報導。即使接受外國技術支援，主動相位陣列雷達動輒近2,000個接收與發射單元，整合在直徑1公尺天線上，散熱、成本、壽命、穩定性等，都將考驗中國大陸在合成電路技術的水準。³⁹ 若不具有有效及可靠的偵測與射控系統，將對其超視距精準攻擊能力影響甚鉅。

3. 戰力評析：就目前航電戰力、資料鏈結和主／被動電戰、光電感測器等性能，仍以歐、美國家三代機占優勢。但值得注意的是，殲-20戰機可藉由其隱形能力優勢，使敵雷達偵測與捕獲目標能力減弱，來彌補其航電戰力缺陷。

4. 綜評：就共軍航電技術軟硬體設備研發能力評估，判其尚需數年時間方可實現此目標。雖其可依恃隱形外型取得低可探測性之優勢，但面對第四代戰機或配備如AN/APG77、AN/APG81等級之AESA雷達時，則無優勢可言。

三、未來發展

澳洲防務專家Carlo Kopp強調，殲-20戰機是參考F-22戰機以逆向工程複製，可有效降低風險與代價，未來於2025年生產的衍生型，勢必要比預於2015年出產的同機型，性能更加卓越。⁴⁰ 因此，研判殲-20戰機未來可

38 Bill Sweetman, "Chinese J-20 Stealth Fighter Advances," *Aviation Week*, Jan 2012, <<http://www.aviationweek.com/article.aspx>> (檢索日期：2012年2月28日)

39 同註1，頁8。

40 Carlo Kopp, "The Strategic Impact of China's J-XX[J-20] Stealth Fighter," *Air Power Australia*, Jan 2011, <<http://www.airspacepower.net/APA-NOTAM-090111-1.html>> (檢索日期：2012年11月25日)

執行六大戰略任務：遠程／持續攔截、遠距空戰和護航、戰區打擊、遠距戰區監視、電子攻擊載臺、反衛星武器發射載臺等。在任何可能與中國大陸發生的衝突中，共軍可以適當殲-20戰機編隊，在第二島鏈範圍內打擊空中、水面及陸地目標。為達成上述戰略任務，其必會朝向增強4S能力與構型研改兩方面進行。

(一)初期目標為增強4S能力

判其將朝改用向量推力技術、大推重比發動機及先進機載雷達，以及研發新型複合與隱形材料等方面著手。

1. 採用向量推力技術：此技術已成為戰機機體／發動機一體化，以及飛行／推進／火力系統綜合控制一體化的關鍵技術。⁴¹ 向量推力技術增強4S能力功用如后：

(1)機動性與短場起降能力：推力向量技術可直接改變戰機飛行姿態，比操縱舵面更有效率，充分滿足戰機超機動性與敏捷性。可於戰機起飛時提供較大升力，減低機輪阻力進而縮短起飛距離。反之於降落時亦可增加機輪阻力，實現短場起降能力。

(2)隱形能力：可對戰機機體與噴嘴進行一體化設計，有效縮減尾翼面積，減小雷達反射面積，提高隱形性能。

(3)超音速巡航能力：美國在80年代由F-15SMTD驗證機得知，在使用相同發動機條件下，採用向量推力技術可增加升阻比，增大航程與酬載，進而實現超音速巡航能力。

2. 研製大推重比發動機：殲-20戰機目前可能採用俄製AL-31或自製WS-10發動機，此兩型發動機推力不能滿足第四代戰機需求。其未來必須自研或外購如俄製117S型推重比達10以上的發動機，並結合向量推力技術，以實現其超音速巡航與超機動性，進而改進多餘輔助的氣動外型，增加隱形能力。

3. 研製先進雷達與電戰系統：為了應付日漸複雜的電磁戰場環境，如何與友機分享情資、敵我識別、多波道語音通信、數據交換以及電子干擾等電戰系統，將是主宰戰場的利器。以大陸目前研製機載雷達的技術而言，僅達到西方世界90年代的水準而已，⁴² 必須加速先進雷達與電戰系統研製。

4. 提高複合材料使用比例：中國大陸未來欲提升戰機機動性，除增加發動機推重比外，必須朝複合材料技術領域發展。提高機身結構複合材料使用比率來減低重量，達到增加機動性目的，並且提高飛機檢修週期，增加戰場環境適應性。

5. 研製新型隱形材料：就中國大陸隱形材料相關研究報導，仍以介電材料與磁損材料為主，⁴³ 並搭配結構型隱形材料，以輔助外形不足之處。惟其噴嘴及尾焰溫度若未採用向量噴嘴及降溫設計，不利其紅外線隱形能力。未來會朝加強紅外線隱形能力與研發新型隱形材料（技術）方面著手，在不增加額外重量下，亦能兼顧機動性與隱形能力。

(二)構型研改實現戰略任務

為實現多重戰略任務，除原構型外，

41 同註25，頁86-88。

42 潘文林，〈會當凌繹頂一覽眾山小——全面解析殲-20〉，《創新科技》，2011年2月，頁33-34。

43 所謂介電型吸波材料，是將雷達電磁波以電能損耗方式，轉換成熱能而達隱形性能。而磁損材料則是以磁損耗方式，將雷達電磁波轉換成熱能而達隱形性能。刑麗英，《隱身材料》（北京：化學工業出版社，2004年），頁48。

必朝艦載機等構型研改，以滿足未來作戰所需。

1. 艦載機：中國大陸購自烏克蘭的航母「遼寧號」，以及自主設計的傳統動力航母將於2015年後陸續成軍，預於2020年航母戰鬥群將形成戰力。⁴⁴為取得航母戰鬥群空中優勢，其艦載機應以配置四代戰機為重點，可能將殲-20機研改為艦載機型。主要研改項目包括增加起落架強度，並安裝彈射牽引裝置、強化機身結構強度以加裝捕捉鉤、增加航程與載彈量、進行必要防銹與防水處理等。為了使綜合作戰能力優於陸基型，還需對武器系統、電子設備及電戰能力等進行改進。例如為增強資訊覺知能力，可配備如美國F-35戰機的光電傳感器；為增加載彈量，可在翼下攜掛隱形武器莢艙等。判其改型後，綜合戰力不僅優於陸基型，而且不會影響其4S性能，⁴⁵可為其航母戰鬥群確保空優，並為其A2/AD能力提供絕對保證。

2. 轟炸機：共軍為將兵力投射至第二島鏈實現A2/AD能力，⁴⁶部署於第一島鏈之美國航母戰鬥群艦載機及防空飛彈等，將對其構成嚴重威脅。為了增強戰略嚇阻與打擊能力，確保作戰機隊安全，共軍必須擁有具4S能力的中／遠程轟炸機。可能會借鏡美國改裝FB-22的作法（加長機身容納第二機組人員，並可增加彈艙容量；增加翼展面積利於攜帶更多燃油，以彌補加長機身所附加的重量損耗等措施），將殲-20戰機研改為長程轟

炸機。若其採用無尾翼之大三角翼設計，則可提高內載燃油40%~60%，判可達到2,000公里的作戰半徑，⁴⁷利其執行遠距作戰。另以中國大陸目前成熟的造機工藝，其機身設計可容納巡弋飛彈、空對空飛彈、精準導引炸彈等攻擊武器，亦或加裝隱形武器莢艙，增加其攻擊火力。

3. 電戰機：在波灣戰爭中，美軍大量運用電戰機對敵防空火力導引、射控及通信系統實施攻擊，為空戰鋪路。⁴⁸另於1999年科索沃戰爭時，美國基於「總體癱瘓戰」原則，由B-2隱形轟炸機以威力強大電磁脈衝彈全面癱瘓南聯C⁴I系統。⁴⁹基此，共軍可能師法美軍，將殲-20戰機研改為電戰機。利用其隱形突穿的能力，配掛類似美軍ALQ-99電戰莢艙系統，並攜掛反輻射飛彈，對敵人防空火力導引、射控、電戰及通信系統實施干擾（軟殺）及反輻射飛彈攻擊（硬殺）等手段實施制壓，甚至投射電磁脈衝彈，全面癱瘓敵C⁴I系統，為其後續作戰開創有利態勢。

4. 偵察機：美國早年運用U-2高空偵察機偵蒐敵情，我國亦使用此機對大陸實施偵照。雖然隨著衛星技術發達，限制了運用高空偵察機偵蒐敵情作業，但衛星受限於天候及運行軌道，無法獲得即時所需情資，故對傳統高空偵照仍有需求。研判共軍可將殲-20戰機研改為戰略／戰術偵察機，除保留超音速巡航及隱形性能外，關鍵在於提高戰機的升限與航程，⁵⁰偵察系統可採模組化設計（

44 〈中國航母戰鬥群2020形成戰力〉，《聯合報》，2010年3月30日，版A11。

45 潘文林，〈殲-20的系列化之路〉，《Shipborne Weapon》，2011年2月，頁40-42。

46 第二島鏈是指北起日本群島，經小笠原諸島、火山列島、馬里亞納群島、帛琉群島。

47 離子魚，〈殲-20後續改進方向研究〉，《NASS》，2011年4月，頁14-15。

48 朱愛先、嚴國順，《現代空戰兵器》（北京：星球地圖出版社，2009年），頁161-164。

49 平可夫，《平可夫看後冷戰三場戰爭與臺海衝突》（加拿大：漢和資訊中心，2006年），頁21。

50 同註45，頁45-47。

如我國F-16外掛之偵照莢艙），可依作戰需求適時調整外型提高戰機使用彈性。

肆、對我聯合防空作戰之影響與反制作為建議

由共軍近年來為展現其抗擊外軍介入的決心與能力，陸續測試航母遼寧號、DF-21D反艦戰術導彈及殲-20戰機等舉措，令我國及亞洲諸國，除了對共軍快速經濟成長實力以支持其軍力擴張感到不安外，⁵¹更對其缺乏透明度軍費支出以及軍事科技發展感到擔憂。⁵²在面對共軍導彈攻擊尚缺乏有效反制作為情況下，現在又得要面對隱形戰機威脅，因此，我們必須重新審視防空體系，及對我防衛作戰帶來新的衝擊與影響。⁵³

一、對我防空作戰之影響

聯合防空必須執行監視、鑑別、標示、接戰及戰果評估等程序始可奏效，關鍵在於如何發現目標。隱形戰機運用低可探測性技術，已使我國監視預警系統面臨重大挑戰甚或失效，進而導致整體防空無法發揮應有戰力。其對我防空作戰的影響概述如后：

(一)對預警監視雷達構成嚴重威脅

1.縮短雷達偵測距離：由式1，⁵⁴雷達

最大偵測距離 $R_{\max}$ 與目標之雷達截面積 σ 的1/4次方成正比，當RCS值降低，會使偵測距離縮減。如果未重新檢討現行防空雷達部署及評估來襲目標隱形性能，壓縮反應時間，造成防空系統失效。⁵⁵

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_t G_t G_r \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 P_{\min}}} \quad \text{式1}$$

2.雷達發現目標困難：戰機依最佳進襲航路原則，會選擇雷達盲區或銜接處等探測機率最低處，以及採取非隱形戰機擔任佯攻，採聲東擊西作戰模式，亦或配合電戰機對雷達進行干擾以增加突襲效果，增加雷達發現目標難度。

3.穩定追蹤目標困難：隨著隱形目標距離和雷達照射角度改變，其RCS值會發生變化，造成目標信號起伏增大，穩定追蹤目標很困難。當隱形戰機接受雷達警告訊號後，飛行員會採取戰術迴避動作等手段，易造成雷達訊號角閃爍，使雷達無法穩定追蹤目標。⁵⁶角閃爍的偏差導致追蹤雷達遠離真實目標，⁵⁷而雷達本身卻無法察覺。因此，在縮減RCS的同時，亦會增大目標角閃爍，使雷達誤判目標距離無法穩定追蹤目標。

51 〈大陸軍費連年高成長惹憂慮〉，《中央社》，2012年3月4日，<<http://news.cts.com.tw/cna/international/201203/201203040949938.html>>（檢索日期：2012年10月25日）

52 〈軍事擴張升級，鄰國擔憂難消〉，《世界日報》，2011年4月1日，版A5。

53 〈正視殲-20加劇兩岸的軍力失衡〉，《中國時報》，2011年1月22日。

54 P_t 為雷達發射功率； $P_{\min}$ 為雷達可檢測的最小接收功率； G_t 為發射天線的增益； G_r 為接收天線的增益； λ 為雷達工作波長； σ 為目標的雷達截面積(Radar Cross Section簡稱RCS)。

55 段志勇、嚴振華、殷寶寅、王英興，〈隱身飛機對我預警探測系統的挑戰及對策〉，《國防科技》，第29卷4期，2008年，頁24-25。

56 同註55，頁24-25。

57 角閃爍是線性誤差，誤差量值以公尺計算，對應於一個一定線性誤差的角閃爍誤差與距離成反比，目標愈接近雷達，角閃爍誤差就增加。向敬成、張明友、周俊杰，《雷達系統》（臺北：五南圖書，2004年），頁443。

(二)改變傳統作戰模式

自隱形戰機首次參戰以來，即對敵軍隊形成極大心理震撼。在兩次波灣及科索沃戰爭期間，更擔任突襲者角色，在作戰全程中以最低的出擊架次，創下對戰略目標最高的破壞力。⁵⁸ 隱形戰機勢必改變傳統作戰模式，對現代戰爭帶來顯著影響。

1.提高戰場生存力與作戰效益

(1)空中戰場單向透明：在F-22A還是驗證機的時候，美軍就曾用它與模擬SU-27的F-16進行空中格鬥，結果以6：0大勝。⁵⁹ 基本上，我國現有三代戰機在面對隱形戰機時，就如同瞎子一般，在還未偵知敵機動態時，即已遭敵鎖定與擊殺，空中戰場透明度已向具隱形戰力方向傾斜。

(2)多機種組合增大作戰效益：由於隱形戰機可能使我國防空系統失效，共軍可將具隱形能力之攻擊、轟炸及電戰機組成空中突擊力量，取代現有空中突擊機群，並依據衛星偵察和預警機指示，打擊各自目標。以美國為例，以F-22和B-2的組合，首批60架（48架F-22，12架B-2）全球隱形打擊特遣部隊戰術試驗，在任務開始後24小時內各出動一次，就可用精準導引武器摧毀敵方270多個目標。⁶⁰ 目前我國對共軍犯臺想定皆以導彈為首波攻擊主力，惟導彈精度較差，僅

能對我重要防護目標實施「面打擊」，若我戰力保存及搶修等損管作為得宜，判可降低其攻擊效果。同時，共軍仍需考慮外軍介入問題，必須將部分導彈移做攻擊外軍之用，如此更加限制導彈運用彈性。⁶¹ 若共軍效法美軍編組隱形打擊部隊，將可重創我戰略目標，達成所望戰役企圖，並可節約導彈兵力，以為抗擊外軍介入。

2.增強奇襲與即時打擊能力

(1)癱瘓國家運作機制：由於隱形戰機具有低可探測性，可壓縮我方預警與反應時間，輕而易舉摧毀我C⁴I等系統，⁶² 亦可對我領導機制進行「斬首行動」，癱瘓國家運作體系及抗敵意志。有時達到政治目的遠比發動大規模戰爭更能迅速癱瘓我國，越發顯得隱形戰機突襲能力的可怕與重要性。⁶³

(2)增大空地聯合作戰效益：據美國《航空與航天技術週刊》報導，美空軍為使遠距突穿和投射能力結合起來，為其陸、海軍部隊掃清道路，其構想以F-22A戰機首先用3天時間掃除敵方所有高性能戰機，然後與B-2一起摧毀敵地對空飛彈系統。後續則可運用三代戰機，從相對安全的高度展開第二波攻勢，摧毀敵C⁴ISR系統、裝甲力量等其他目標。⁶⁴ 基此，若共軍亦仿效美國，以殲-20戰機於臺海戰役開戰之初，攜掛各型空對地

58 第一次波灣戰爭中F-117之飛行架次雖僅占總空中攻擊架次之2%，但卻命中了將近40%的戰略目標。Thomas A Keaney, Eliot A. Cohen著，楊連仲等譯，《波灣空戰掀起戰爭革命》(Revolution in Warfare)（臺北：國防部史政編譯室，2002年），頁299。

59 陸鋒、王國安，〈隱身空軍將改變現代作戰樣式〉，《飛彈導彈》，第3期，2007年，頁63。

60 戴旭，〈隱形空軍顛覆常規戰爭〉，《現代軍事》，2006年5月，頁2。

61 郭乃日，《臺海防衛啟示錄》（臺北：高手專業出版社，2006年），頁15-17。

62 同註55，頁24-25。

63 同註59，頁64。

64 同註60，頁2。

巡弋飛彈或反輻射飛彈等精準武器，對我重要防護目標與C⁴ISR等關節要點實施外科手術式打擊，重創我防空戰力與指管鏈路後，再由其次性能之戰機遂行後續清掃戰場任務，為登陸部隊開創絕佳態勢。相較於用傳統精度較差之彈道飛彈攻擊上述戰略目標而言，隱形戰機可實施精準打擊，且可重覆使用作戰效益較大，益增我防衛作戰難度。⁶⁵

3. 全球即時打擊新戰略威脅：2003年4月，美軍參謀總部進行了一項名為「遠程全球精準交戰」的研究，美軍能夠在任何時間，將位在全球任何地方的高價值目標陷於險境或對其實施打擊，例如美空軍有意將現役F-22A改裝成FB-22擔任美國遠程戰略打擊重任。⁶⁶若共軍為達其2050年跨出第三島鏈戰略目標，規劃與建立阻止敵人進入「海洋」或「區域」的反介入／區域拒止能力，勢必建立此一全球即時打擊能力。此舉將壓縮我防衛作戰空間，與立足於友盟支援之作戰想定。

(三)造成空中戰力失衡

上世紀80年代以前，美、蘇兩陣營戰機性能不分上下，在越戰期間美軍機不敢飛越北緯17度線，主要是對共軍空軍能力有所忌憚。但自1989年F-117A隱形戰機首次在巴拿馬參戰以後，空中均勢開始向美傾斜。2005年隨著F-22A戰機服役，在短時間內世界上亦無飛機能與之抗衡，這即是隱形

戰機所形成的空中優勢。⁶⁷

雖殲-20戰機因部分技術能力受限，其戰力無法和美國F-22第四代戰機相抗衡，但是憑藉其優異的外形設計可彌補其動力、航電能力的缺陷，實力仍不容小覷。為反制殲-20隱形戰機未來的威脅，美軍已將部署在日本琉球F-15C戰機裝備新型雷達，可追蹤小型、信號非常微弱的隱形戰機和飛彈。至於我國，則由中科院進行研發雙（多）基雷達等偵測器，⁶⁸及將現有F-16A/B型戰機雷達系統升級為AESA雷達，⁶⁹以實現對隱形戰機偵測與反制。但是美軍雖稱擁有探測隱形戰機手段，但如何擊落隱形戰機仍是難題，在缺乏可靠手段發現與識別隱形戰機情況下，各國空軍現有作戰模式恐難奏效。⁷⁰目前共軍隱形戰機正處於樣機試飛階段，如果其成功建立隱形機隊，將對我現役戰機形成莫大傷害。在質與量方面都無法形成優勢情況下，我國已無對等空中戰力與之抗衡。

二、現行反制技術探討

為求得客觀及正確之反制作為，本文由隱形技術原理與限制探究，進而對各國提出之反制手段進行歸納整理，做為反制建議立論依據。

(一)隱形技術原理

雷達利用目標反射電磁波，或目標自身輻射電磁波發現目標，因此可透過減小目標RCS值降低雷達發現概率。主要方法為：

65 同註61，頁19。

66 戴旭，〈中國面臨核武時代以來最大戰略威脅〉，《國際展望》，第537期，2006年4月，頁19-20。

67 同註66，頁15。

68 〈砸15至20億元反殲-20我研製偵測系統〉，《聯合晚報》，2011年8月22日，版A7。

69 〈臺F-16加配AESA對付殲-20〉，《世界日報》，2011年9月22日，版A5。

70 〈美最擔心殲-20遠程攻擊將F-22擊毀在機場〉，《航空周刊》，〈<http://news.backchina.com/viewnews-123697-big5.html>〉（檢索日期：2012年1月19日）

(1)主動與被動對消技術；(2)改變飛行器外形；(3)使用吸波材料吸收電磁波等手段。⁷¹ 外形設計可使反射雷達波能量偏離雷達發射方向，是控制目標物RCS值首要技術。但此法需對隱形性能和飛行器氣動力進行折衷設計，如洛克希德(Lockheed) F-117A戰機的鑽石外型。⁷² 若氣動性能無法滿足隱形外形設計，則必需運用吸波材料將電磁波吸收消耗掉，以達到隱形效果。⁷³ 由於現行偵測系統多元化，亦需輔以紅外線、電子、可見光及聲音等隱形技術方能實現。

(二)隱形技術限制

隱形技術目的是要降低目標RCS值，所以隱形技術必然是一系列先進技術綜合運用成果，並非某一技術或手段能奏效，故存在技術上侷限性。

1. 被照射物體大小與雷達波長相近時，從該物體反射回波會產生諧振現象，形成較強反射波。

2. 隱形飛行器使用吸波塗料，在對付長波長雷達時，吸波塗料難以達到所要求厚度，吸波效果不明顯。

3. 在高頻區（20GHz以上），物體不平滑部位會產生角反射，導致RCS增大。

4. 當目標散射角 $>130^\circ$ 時，目標雷達有效散射明顯增加。

5. 隱形目標RCS值減小通常是對單基雷達反向散射而言，其側面、背面及腹部是薄弱環節。

6. 雷達吸波材料對於無載波脈衝基本無吸收作用。

7. 隱形飛行器所採用的隱形外形、材料、塗層只在一定頻率範圍內起作用。⁷⁴

8. 隱形飛機為降低RCS值大量運用吸波材料及改變飛機外形（武器及燃油必須內裝）等技術，導致飛機重量大增，會影響飛機操作穩定性，造成飛行性能下降。

9. 隱形戰機塗覆吸波材料維護不易及成本昂貴，增加後勤維修負擔。⁷⁵

(三)現行反制技術探討

反制隱形戰機以提早偵知其動態為首要任務，而雷達仍為現行最有效的反制工具。隱形載臺因科技限制而存在缺陷，使得反制隱形戰機是可行的，目前相關反制做法研究分述如后：

1. 擴展雷達工作頻段：隱形戰機因技術限制無法做到全頻率隱形，故擴展雷達工作頻段可實現偵測隱形戰機。例如使用超視距雷達、⁷⁶毫米波雷達、⁷⁷雷射與紅外線等偵測系統，⁷⁸利用較低（高）之工作頻段，偵測發現隱形戰機。

2. 提高偵測性能：此做法是加大雷

71 王為、程杰、高俊麗、劉學雷，〈雷達吸波材料的研究現況〉，《雷達與對抗》，第1期，1999年，頁30。

72 馬銳、馬軼鷗，〈雷達隱身與反隱身技術〉，《艦船電子工程》，第28卷第10期，2008年，頁28。

73 王自榮、余大斌、孫曉泉、於定華，〈雷達隱身技術概述〉，《上海航天》，第3期，1999年，頁52-56。

74 同註57，頁32-33。

75 B-2單機造價高達22.5億美元，且每飛行1小時需要130小時進行地面維護保養，表面塗覆的吸波材料重達3噸。李良存、水紅、李繡勤，〈當今世界的空中隱形巨無霸B-2〉，《軍事天地》，第26卷第4期，2007年，頁1。

76 凌曉曙，〈雷達隱身和反隱身技術〉，《艦船電子對抗》，第30卷第3期，2007年6月，頁42。

77 劉東紅、李壯力，〈反隱身雷達綜述〉，《電子對抗》，第5期，2004年，頁37。

78 趙小華、渠亮，〈雷達反隱身技術的淺析〉，《現代雷達》，第29卷第3期，2007年3月，頁18。

達發射功率，具體方法為：(1)採用大壓縮比脈衝技術，可增大雷達偵測距離，而不會降低目標分辨率；(2)採用目標反射能量累加技術，提高目標發現概率；(3)將全部雷達聯網，利用電腦對雷達進行座標、時序統一處理，達到資源、資訊共享，以擴大偵測距離。⁷⁹

3. 建構多重探測角度雷達系統：如建立空基雷達系統、⁸⁰ 雙多基雷達系統、⁸¹ 雷達組網技術等，⁸² 都是針對隱形飛行器設計重點主要集中在機鼻方向上，⁸³ 其背部及側、後方均為較弱之處，利用不同視角偵測方式，實現發現隱形目標。

4. 使用特殊雷達系統：所謂特殊雷達系統，即有別於傳統雷達，如寬頻或超寬頻雷達、⁸⁴ 無源雷達、⁸⁵ 諧波雷達、⁸⁶ 多功能「相控陣列雷達」、⁸⁷ 合成孔徑雷達⁸⁸ 等，此等雷達均具最先進亦或是正在研發之合成技術，判能有效偵測隱形載具。

三、反制作為建議

由隱形戰機技術原理、限制及反制技術得知，目前最有效反制方式仍以增加雷達偵測距離、多重偵測角度等手段為主。故本節針對國軍聯合防空作戰，從監視預警到終端防衛執行現況，提出相關之因應作為建議。

(一)全域監視、防情鏈結

1. 確保監視預警面完整與運用機動靈活手段：國軍雖已建置新型長程預警雷達，與自動化戰情傳遞系統，可有效縮短預警與反應時間。惟面對未來的軍事衝突，應以前瞻眼光縝密規劃，建議可由確保雷達監視涵蓋面及抗飽和攻擊能力兩方面著手。在確保雷達涵蓋率方面，除建構完整之預警監視雷達外，還可適時運用靈活機動手段，如部署機動雷達與空中預警機等，適時彌補監視罅隙。另外為確保監視預警面之完整，必須強化雷達陣地防護能力，如偽陣地設施及雷達誘餌、加固掩體、適形偽裝及周邊安全防護等措施，加強戰時存活率，使監視預警系統，不因敵之攻擊而喪失應有效能。

79 樓海強，〈反隱形飛行器的技術途徑〉，《江蘇航空》，第2期，1998年，頁20-21。

80 空基偵測系統包括預警機／飛艇、預警汽球、預警直升機、無人預警機及預警衛星等。

81 雙（多）基雷達是將發射機和接收分別安置在相距較遠的兩個或多個站址上的雷達。

82 所謂雷達組網技術就是利用多部不同頻段，不同極化方式和不同體制的雷達進行適當的、合理的優化部署。

83 飛術器外形隱形重點置於鼻錐方向，而安裝在空中或空間平臺上的雷達可自上方而下地偵測和跟蹤目標，提高了戰場生存能力。同註76，頁40-41。

84 工作頻段很寬的雷達即稱為寬頻或超寬頻雷達。

85 無源雷達本身不會發射電磁能量，而是被動的接收目標的非協同式輻射源的電磁信號，對目標進行跟蹤及定位。

86 當雷達波照射人造金屬物體時，除了散射基波外，還散射諧波能量。依據此原理，可研製接收金屬目標散射的諧波能量信號的諧波雷達。

87 所謂「相控陣列」，即「相位控制陣列」的簡稱。相控陣列雷達的天線由許多個輻射元或子陣列排列而成，而各個單元的饋電相位是由電腦靈活控制的陣列。

88 合成孔徑雷達利用雷達與目標間的相對運動，將雷達在每個不同位置上接收到的目標回波信號進行相干處理，這樣小孔徑天線就能獲得大孔徑天線的偵測效果，而具有很高的目標方位解析度，再加上應用脈衝壓縮技術又能獲得很高的距離解析度，使得雷達的解析度大大提高，因而能偵測到隱形目標。

2. 遠程與多視角監視系統相結合

(1)遠程監視系統：建議可購置天波超視距離雷達及無源雷達，可有效增加預警範圍與效能。天波超視距離雷達為利用電磁波被電離層反射後自上而下照射目標，以及雷達工作距離遠特性，除可針對隱形目標外形設計弱點提高可偵測性外，亦可增加偵測距離與預警反應時間。另外，基於本國承受第一擊的戰略指導，購置無源雷達亦不失為反制隱形戰機之利器。尤其無輻射源偵測目標工作特性，較不易遭敵反制武器攻擊（如反輻射飛彈），可降低敵攻擊概率，提高複雜電磁環境中戰場生存力。

(2)多維空間監視系統：此法針對隱形戰機側、腹、背部隱形能力薄弱之處，及雷達受電磁波衰減與地球曲率限制，會造成許多監視死角，可運用不同視角偵測系統，如建置太空監視預警系統，來實現偵測隱形戰機。國軍雖有運用E-2K機執行空中監視預警工作，但受限於航程（滯空時間）、天候與後勤維護等因素，無法長時間、全天候滯空形成監視面。在衛星監視系統尚未建置完成之前，可建購廉價繫留飛行船預警系統暫代之，亦不失為衛星監視系統未建置完成前替代方案。

3. 整合雷達系統部署完整監視面：由於隱形技術限制，無法實現全頻率隱形效果。可將我國各軍種、各頻段、各型載臺之雷情整合（數據整合鏈結），使雷達偵測涵蓋全區域無死角，並於空管中心(ACC)建立一套控制和數據處理整合分發中心，並透過數據鏈結給所有載臺（含接戰單元），通過不同頻段與視角偵測，進而提高發現和識別隱形戰機概率及追蹤能力。除加強不同載臺之預警手段及雷情涵蓋完整性外，系統之互

通性(Interoperability)亦為有效監視及指管遂行之重要因素，資料之共享與互通方能建立網狀化作戰之靈活與機動。

(二)阻敵初動，殲敵於空

1. 積極主動與律定反制程序

(1)積極運用各種手段發現隱形戰機：作戰首重情報之獲得，應盡諸般手段與裝備獲取情資。首須擴大情資來源，結合情報網、衛星情資、友軍（敵後）情資等，掌握其戰機部署位置及進襲徵候，以利判明進襲航路，實施反制作為。亦可利用隱形戰機對反制光學及聲學隱形效果較差特性，雷（截）情部隊推測與辨證敵機進襲航路，並將所獲之斷續雷情以補點方式進行預判推移延長，並明定攔截順序，形成縱深與火網，盡諸般手段轉變不利態勢，使戰場主導權轉向我方。

(2)律定反制隱形戰機作為程序：為因應隱形戰機威脅，應先妥擬一套反制程序。當雷達操作手發現微弱信號時或接獲雷截情時，應做到快測、快報、快傳，並不斷交叉驗證與上傳敵情。ACC接獲敵情時，應根據當時空中態勢與敵慣用戰術戰法及出擊基地，於可能進襲航路上增派空中預警機，或適當部署機動雷達監視，並分析研判下達作戰決心並交付接戰單位。另亦可協同海軍巡弋艦艇提供即時情資，形成警戒與防禦縱深。惟有透過平時不斷演練與正確情報分析，才是預防與反制隱形戰機之道。

2. 建立先制思維與源頭打擊能力：為了有效攻擊敵隱形戰機並減少戰損，在戰術作為上應以「打鳥不如打巢」思維攻擊其基地為重點，並摒棄以戰機與隱形戰機對抗思維，改採「避長擊短」策略，即以殲敵於地面為目標。因此，應將重心置於研發長程（

射程超過400公里)精準攻擊武器,以及無人飛行攻擊載具。依先制與奇襲之作戰理念,殲敵機於地面。

3.組建量少質精新世代機隊:為確保我空戰優勢,應考量臺海作戰環境縱深短淺,反應時間短暫,基地易毀等特性,必須組建一支具備垂直(或短場)起降功能隱形機隊,以形成作戰空間絕對優勢。建議未來戰機採購(或自研)以具備垂直/短場起降與隱形性能之機型為主要選項,不應再投入購買三代戰機,如F-16C/D型戰機。⁸⁹如因國際現勢或武器出口管制限制無法如期購得如F-35等新世代戰機,可考慮將現行戰機提升雷達偵測性能、數據鏈結與電子對抗系統,甚可進行飛機外形隱形改造等。如為考量短場起降功能,可建立陸基型機動彈射器,搭配如美國F-18型艦載機,可於基場遭攻擊後,仍能確保空中戰力發揮,亦不失為選項。

4.掌握敵隱形科技研發能量:美國B-2隱形轟炸機每飛行1小時就需要進行地面130小時檢整,並重新噴塗吸波材料,其高維護成本除了美國能負擔的起外,很少有其它國家能做如此軍事投資。所以,如果大陸掌握相關隱形科研能量,即會降低其開發及維護成本,有利於其隱形機隊維護與戰力發揮。故需掌握其發展動態及相關技術限制,便於瞭解其性能及缺陷,以利妥擬因應作為。

5.建立隱形科技研發能量:隱形技術是所費不貲科技,如我國能自主研發相關隱形技術,並將現有戰機進行改裝,可降低對

外國依賴性與減低維護成本。故國軍應挹注經費於中科院或與相關科研單位,培養科研能量與人才培訓,或藉產、官、學合作方式開發自主之隱形能量,可降低成本並提升作戰效能。

(三)終端防禦,堅不可摧

1.有效整合彈、砲及光電系統:由於電磁波受地球曲率及地表複雜地形的限制,對低空突襲武器監視與預警多有死角,故仍需藉防空火砲高射速、高密度火網、低電子干擾以及防空飛彈單發命中率高等特性擔任終端防禦角色。為因應空中威脅,必須汰除老舊傳統機械式操作防空火砲,朝火砲與飛彈系統機動化、結合雷達(光學)導引、高射速與遠射程等能力整合。務使導引、飛彈、火砲系統三者融為一體,形成完整可靠終端防衛體系,相互整合截長補短,方能發揮終端防禦效能。

2.強化複雜電磁環境電子作戰能力:現代防空作戰是在極度複雜電磁環境下進行,電子作戰始終貫穿作戰全程,成為作戰成敗關鍵因素,故應強化抗電子干擾與防護能力。如利用隱真示假(使用角反射器或電磁波產生器,製造類似雷達訊號源,誘使敵反制武器攻擊假目標)、電磁發射管控及反干擾制壓等手段確保我終端防禦系統能正常運作,以確保戰力發揮。

3.增加抗飽和攻擊能力:由現代戰爭經驗得知,戰爭初期需承受敵方短時間、高密度飽和空襲,將對終端防禦系統造成莫大考驗。首應加強防空飛彈(火砲)射擊單

89 國防部長高華柱, F16A/B在性能提升的內容上爭取到了最先進的配備項目, 部分系統並且超越了美軍現役的F16 C/D戰機等級。〈臺灣稱仍不放棄新型F-16戰機軍購〉, 《BBC中文網》, 2011年9月22日, <http://www.bbc.co.uk/zhongwen/trad/chinese_news/2011/09/110922_f16_byjames.shtml> (檢索日期: 2013年6月7日)

位機動性與防護力。在提高抗飽和攻擊能力方面，如以愛三型飛彈反制導彈攻擊，彈砲混合系統則對敵巡弋飛彈與突防戰機實施攻擊。長期目標仍以建置雷射與電磁能等指向性能武器系統為目標，藉指向性能武器系統具有光速擊殺與不受電子干擾等特性，可更精確與快速重新瞄準目標能力，殲滅進襲目標，達成終端防禦目的。

4. 智慧型偽裝設施：科索沃戰爭中，南聯於戰前加強軍事設施偽裝及重要物資分散屯儲、隱（掩）蔽等措施，使北約空襲未對其造成重大損失。基此，我軍事設施可運用新型智能隱形材料與背景融為一體，降低攻擊效果。另將重要設施（裝備）朝地下化方向努力，如將空軍基地地下化，配合未來建置的隱形垂直起降戰機，除可增加基地抗攻擊能力，亦可為戰力發揮提供絕對保證。

5. 提高指管能力：終端防禦成敗關鍵是「早期預警」，必須確保系統有足夠反應與攔截時間。故C⁴ISR系統必須能鏈結到各作戰單元，確保指揮鏈路暢通，宜採用新型光纖數位通訊網路，加快數據傳輸速度，提高指管系統自動化並朝向智能化發展，可依據威脅程度提供指揮官最佳決心參考，縮短決策時間，取得戰場主導權。

伍、結 論

現代科技進步快速，新科技及新技術會改變作戰形式與效果。共軍為實現其新時期空軍戰略，因應未來戰爭需求，殲-20戰機成軍是勢在必行之舉。雖其存在關鍵技術尚未突破問題，然依大陸歷來武器（技術）獲得方式，相信可能於近五年內會有所突破；更在其成熟航空工業支持下，可對殲-20戰機進行改型，以符作戰所需。

雖共軍殲-20戰機仍處飛試階段，對我尚未構成明顯威脅。然由隱形技術原理與限制可知，隱形戰機並非無法偵知與反制，只要用對方法即可。如何由建立全域監視預警面與防情資料鏈結著手，使監視無罅隙，防情能以多重方式傳達各作戰載臺。在主動先制作為上，則應建立源頭制壓與四代戰機戰力，採地面擊滅、空中獵殺手段阻敵進襲。為減低突穿敵機對我之損害，則應加強我國終端防禦措施，如建構新型防禦體系及增加抗飽和攻時能力等。

我國屬海島型國家，對中國大陸作戰縱深短淺且預警時間極短，如何強化聯合防空作戰效能、增強空軍承受攻擊能力以阻敵空襲，攸關聯合作戰成敗。在國軍持續推動組織調整，期與高科技武器配合，建立量小、質精、戰力強的軍隊同時，我們應正視殲-20戰機發展對我空防造成的威脅，在精簡人員與組織時，能否確保防空戰力完整與發揮，並將國防資源挹注於重點發展項目，才有能力迎接下一場戰爭的挑戰，殊值吾人省思。

（收件：103年01月06日，接受：103年04月28日）

參考文獻

中文部分

專書

平可夫，2006。《平可夫看後冷戰三場戰爭與臺海衝突》。加拿大：漢和資訊中心。

平可夫，2011。《殲-20隱形戰鬥機震撼世界》。加拿大：漢和出版社。

刑麗英，2004。《隱身材料》。北京：化學工業出版社。

向敬成、張明友、周俊杰，2004。《雷達系統》。臺北：五南圖書。

朱愛先、嚴國順，2009。《現代空戰兵器》。北京：星球地圖出版社。

李柏彥，2008。《飛龍展翼：現代化下的中共空軍航空兵》。臺北：高手專業出版社。

徐國成、張保良、黃錦明，1999。《高技術空襲與防空》。北京：國防大學。

郭乃日，2006。《臺海防衛啟示錄》。臺北：高手專業出版社。

董長軍、胡凌雲、管有助，2004。《聚焦隱身戰機》。北京：藍天出版社。

聞增富等著，2006。《空軍軍事思想概論》。北京：共軍出版社。

鄭天喆、姚福燕，2004。《深入淺出談軍事科技》。臺北：達觀出版事業。

專書譯著

Andrew Scobell等著，黃淑芬譯，2006。《中共軍文變化》(*Civil-Military Change in China*)。臺北：國防部史政編譯室。

Gordon Yefim著，李向陽、白坤譯，2010。

《蘇霍伊和米格驗證機》(*Sukhoi S-37 & Miloyan Mfi*)。北京：中國市場出版社。

Richard D.Fisher Jr.著，高一中譯，2011。

《中共軍事發展一區域全球勢力布局》(*China's Military Modernization: Building for Regional and Global Reach*)。臺北：國防部史政編譯室。

Roger Cliff等著，黃文啟譯，2012。《21世紀中共空軍用兵思想》(*Shaking the Heavens and Splitting the Earth: Chinese Air Force Employment Concepts in the 21st Century*)。臺北：國防部史政編譯室。

Thomas A Keaney, Eliot A. Cohen著，楊連仲等譯，2002。《波灣空戰掀起戰爭革命》(*Revolution in Warfare*)。臺北：國防部史政編譯室。

期刊論文

孔揚、王桂田，2010/7。〈我國空軍軍事思想變革的背景與內涵〉，《長春理工大學學報》，第23卷4期，頁30。

孔揚、鄭冬曉，2011。〈空軍戰略轉型要求樹立空天一體觀〉，《吉林省教育學院學報》，第27卷4期，頁82。

王旭東，2006/9。〈四代戰機標準之我見—未來戰爭需要什麼樣的戰鬥機〉，《現代軍事》，頁52。

王自榮、余大斌、孫曉泉、於定華，1999。〈雷達隱身技術概述〉，《上海航天》，第3期，頁52-56。

王為、程杰、高俊麗、劉學雷，1999。〈雷達吸波材料的研究現況〉，《雷達與對抗》，第1期，頁30。

- 李大光，2011/3。〈中國殲-20戰機〉，《軍事大觀》，頁63-64。
- 李良存、水紅、李繡勤，2007。〈當今世界的空中隱形巨無霸B-2〉，《軍事天地》，第26卷第4期，頁1。
- 林培基、高峰，2009。〈推力矢量對防空導彈作戰效能的影響〉，《飛航導彈》，第1期，頁56-57。
- 青巖，2011。〈中國隱形戰機意外亮相〉，《視野VISION》，第6期，頁6。
- 段志勇、嚴振華、殷寶寅、王英興，2008。〈隱身飛機對我預警探測系統的挑戰及對策〉，《國防科技》，第29卷第4期，頁24-25。
- 凌曉曙，2007/6。〈雷達隱身和反隱身技術〉，《艦船電子對抗》，第30卷3期，頁42。
- 馬銳、馬軼鷗，2008。〈雷達隱身與反隱身技術〉，《艦船電子工程》，第28卷第10期，頁28。
- 張家聖、王海濤、萬小朋、趙美英，2008。〈第四代戰鬥機性能指標概述〉，《航空製造技術》，第16期，頁66-69。
- 張禮祥，2012/3。〈南海能源安全問題及其戰略選擇〉，《理論導刊》，頁82-85。
- 陶增元、李軍、程邦勤，2000/6。〈飛機推進系統關鍵技術—推力矢量技術〉，《空軍工程大學學報》，第1卷第2期，頁88。
- 陸鋒、王國安，2007。〈隱身空軍將改變現代作戰樣式〉，《飛彈導彈》，第3期，頁63-64。
- 趙小華、渠亮，2007。〈雷達反隱身技術的淺析〉，《現代雷達》，第29卷3期，頁18。
- 劉東紅、李壯力，2004。〈反隱身雷達綜述〉，《電子對抗》，第5期，頁37。
- 劉昶、尹江輝、胡國慶，1994/9。〈戰鬥機功能敏捷性三種評估方法〉，《飛行力學》，第12卷第3期，頁28。
- 樓海強，1998。〈反隱形飛行器的技術途徑〉，《江蘇航空》，第2期，頁20-21。
- 潘文林，2011/2。〈會當凌繹頂一覽眾山小—全面解析殲-20〉，《創新科技》，頁33-34。
- 潘文林，2011/2。〈殲-20的系列化之路〉，《Shipborne Weapon》，頁40-42。
- 戴旭，2006/4。〈中國面臨核武時代以來最大戰略威脅〉，《國際展望》，第537期，頁15-20。
- 戴旭，2006/5。〈隱形空軍顛覆常規戰爭〉，《現代軍事》，頁2。
- 謝之鵬，2012/6。〈論新時期共軍空軍「攻防兼備」戰略發展與實踐〉，《空軍學術雙月刊》，第628期，頁34-35。
- 韓旭東、魏孔虎，2001/5。〈透析美國軍事〉，《瞭望新聞周刊》，第21期，頁58-59。
- 離子魚，2011/4。〈殲-20後續改進方向研究〉，《NASS》，頁14-15。
- 網際網路**
- 2011/9/22。〈臺灣稱仍不放棄新型F-16戰機軍購〉，《BBC中文網》，<http://www.bbc.co.uk/zhongwen/trad/chinese_news/2011/09/110922_f16_byjames.shtml>。
- 2012/3/4。〈大陸軍費連年高成長惹憂慮〉，《中央社》，<<http://news.cts.com.tw/cna/international/201203/201203040949938.html>>。
- 〈美最擔心殲-20遠程攻擊將F-22擊毀在

機場》，《航空周刊》，<<http://news.backchina.com/viewnews-123697-big5.html>>。

報紙

2010/3/30。〈中國航母戰鬥群2020形成戰力〉，《聯合報》，版A11。

2011/1/22。〈正視殲-20加劇兩岸的軍力失衡〉，《中國時報》。

2011/4/1。〈軍事擴張升級，鄰國擔憂難消〉，《世界日報》，版A5。

2011/8/22。〈砸15至20億元反殲-20我研製偵測系統〉，《聯合晚報》，版A7。

2011/9/22。〈臺F-16加配AESA對付殲-20〉，《世界日報》，版A5。

外文部分

網際網路

Carlo Kopp, 2011/1. “The Strategic Impact of China's J-XX[J-20] Stealth Fighter,” *Air Power Australia*, <<http://www.ausairpower.net/APA-NOTAM-090111-1.html>>.

Bill Sweetman, 2010/12. “Chinese J-20 Stealth Fighter In Taxi Test,” *Aviation Week*, <<http://www.aviation-week.com/article.aspx>>.