

中國大陸發展無人飛行載具 對我空防威脅之研究

海軍少校 蔡志銓

提 要

中國大陸自1964年11月以殲六戰機於雷州半島擊落第一架美製火蜂(BQM-34)無人偵察機後即專責進行無人飛行載具的研製，開始注意無人飛行載具在軍事領域中所扮演的角色，從此定位於「信息化」作戰及執行「反介入／區域拒止」之必備武器之一。近年來中共為實現軍事技術領域超越西方國家，積極實施軍民融合、掠取技術、培育人才、研究合作等作為，並多次於國際航展上展現多款無人飛行載具，其研發款式是繼美國之後，成為全球少數幾個具有滯空時間長、超音速巡航、武器酬載及隱形匿蹤等研製能力之國家。以中共現有的科技與技術能力不斷的提升下，中國大陸未來對無人飛行載具的多元化運用也將會對我國空軍執行防衛作戰造成威脅。因此空軍應持續結合軍民技術建構(採購)多用途無人飛行載具能量及反制載具武器，提升整體作戰效能。

關鍵詞：無人飛行載具、無人機、反介入、區域拒止、國土防衛。

前 言

中共自建政以來，一直採以「國土防衛」的戰略指導原則下，中國大陸的兵力部署與武器裝備均採防衛作戰為主。自從1978年起，在當時領導人鄧小平的經濟改革獲得輝煌的成就，為中共創造驚人的經濟發展與財富增加，提供中國大陸實施現代化所需的資源。中共保持高速穩定的經濟增長沒有重蹈覆轍前蘇聯的崩潰路線下，造就了中共成

為軍事強國之一員。分析中國大陸近年的發展方向與建軍規劃，為了能夠處置中國大陸周邊區域可能引發的軍事衝突以及能夠打贏「信息化局部戰爭」下，積極推動軍事轉型與科技現代化的建設作為。

然而中國大陸在軍事科技的所有領域推動現代化下，其中在無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle,UAV)的領域上已緊迫在美國、以色列等國之後，具備研製及生產各種先進無人飛行載具之能力。¹由於無人飛行載具

¹ TreforMoss著、孫立方譯，「中共無人飛行載具發展研析」，國防譯粹，第40卷第7期(2013年7月)，頁86-87。

用途十分廣泛，具有低成本、低損耗、零傷亡、可重複使用和高機動性等諸多優點，適合執行風險性較高的任務，因此中國大陸對無人飛行載具的使用範圍拓展到軍事、民用和科學研究等三大領域。在軍事領域上，可用於偵察監視、通信中繼、電子對抗、火力支援、對地(海)攻擊、訓練靶機與早期預警等任務；在民用領域上，可用於大地測量、氣象觀測、環境檢測和資源勘探等任務；在科學研究領域上，可用於氣象研究、核生化取樣、污染監控與飛行試驗等任務。中國大陸至今已開發出數十種各式無人飛行載具，研製單位主要是軍工集團下轄之民營企業或院校機構，其技術日益成熟且部分機型已在實戰中取得相當戰果。

中國大陸當局正在無人飛行載具的項目上投入相當多的資源，確保實現中國大陸軍事現代化，藉以改善軍隊指揮、管制、通信、資訊、情報、監視和偵察(C4ISR)設施，因此無人飛行載具對中國大陸而言意味著一種變革性能力。近年來，中國大陸已經組建規模龐大且組織複雜的無人飛行載具研製體系，包括涉及負責制定無人飛行載具聯合作戰任務需求的高司單位，先進的軍工設計、研究、開發與生產體系，以及中國大陸各軍種中數量不斷增加的無人飛行載具作戰部隊。由於無人飛行載具可賦予中國大陸在距

中國大陸沿海3,000公里範圍內實施精準打擊任務，²這也可以用來支援多項對臺海的軍事行動，因此也將對我國空軍造成威脅與軍事壓力，除了維持空中作戰之本能外，應設法發展反制作為。本文分析中國大陸無人飛行載具的發展現況、組織運作與軍事運用方面對我空軍威脅之影響，以期作為我空軍戰略規劃及建軍發展之參考。

中國大陸發展無人飛行載具的有利支持

近年來中國大陸大力投入無人飛行載具的研發技術，並在航空航天相關的工業基礎上取得了巨大的進展，力圖在未來戰爭武器開發方面取得領先地位。中國大陸有鑑於美國將無人作戰技術作為一項可以改變「戰場遊戲規則」的顛覆性武器，因此制訂雄心勃勃的無人飛行載具的發展計劃，企圖爭奪未來軍事競爭的制高點。中國大陸宣稱在無人飛行載具領域已經取得突破，可與美國並駕齊驅。³

雖然對中國大陸無人飛行載具技術是否優於美國的說法很難評估，但是中國大陸在無人飛行載具的領域上確實是取得先進水準，不僅推出種類繁多的中、小型戰術無人飛行載具，還積極發展大型戰略無人飛行載具，成為無人飛行載具的出口大國，而大

2 Ian M. Easton & L.C. Russell Hsiao, "The Chinese People's Liberation Army's Unmanned Aerial Vehicle Project: Organizational Capacities and Operational Capabilities," Project 2049 Institute (March 11, 2013), p.2.

3 楊家鑫，「中國無人機技術正成為世界領頭羊」，中時電子報，2017年10月18日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171018002676-260417?chdtv>.



部分出口輸往至紛爭不斷的中東地區。中國大陸對無人飛行載具的發展，列為國家戰略發展下能成為中國大陸裝備體系中的重要組成，作為未來戰爭的重要力量之一部，因此本文分析中國大陸當局積極發展軍用無人飛行載具的主要推力如后：

一、政策加持與列裝需求

依據《中國製造2025》文本，定義十大重點領域，包括：新一代信息技術產業、高檔數控機床和機器人、航空航天裝備、海洋工程裝備及高技術船舶、先進軌道交通裝備、節能與新能源汽車、電力裝備、農機裝備、新材料、生物醫藥及高性能醫療器械。其中在「航空航天裝備」項目上積極推動飛機、直升機、無人飛行載具和通用飛機產業化。⁴另在今年(2019年)發布的中國國防白皮書《新時代的中國國防》中，明確提出「以信息技術為核心的軍事高新技術日新月異，武器裝備遠程精確化、智能化、隱身化、無人化趨勢更加明顯」。⁵因此在無人飛行載具產業鏈中，未來的投資重點將集中於航空發動機製造、軍用無人飛行載具及相關配件製造和具備技術壁壘的民用無人飛行載具整機製造。

另外據報導指出，中國大陸在2015年9月3日舉行七十週年抗戰勝利的閱兵儀式中，無人飛行載具已列裝參演部隊，由新型高空遠程戰略偵察、新型高空遠程戰役偵察攻擊和新型低空短程戰術偵察等三型共11架無人飛行載具組成的方隊，在天安門廣場接受檢閱。這也顯示出未來將擴及中國大陸各軍(兵)種相關部隊列裝，並促進軍用無人飛行載具在國內市場的需求。⁶依據《2019年中國無人機行業市場前景研究報告》指出，今年(2019年)市場規模將達到150億美元(如圖一所示)；另在外貿市場需求也將逐年上升當中(如圖二所示)。

二、打贏信息化局部戰爭的利器

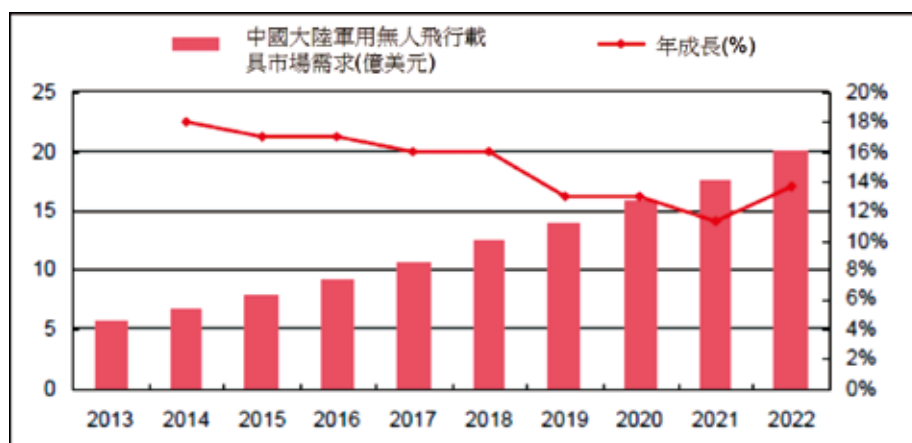
中國大陸在2004年將「信息化條件」取代「高技術條件」，成為中國大陸至今對戰略方針的概念基礎。所謂的「信息化」(資訊化)包括軍事技術、組織編制和作戰力量結構的資訊化。其主要的關鍵要素為實施一體化聯合作戰、複雜的指揮控制系統、精確制導武器。⁷其與1993年「高技術條件下局部戰爭」之區別，雖僅刪除「條件下的」四個字，實則反映出中國大陸已認知當代資訊通信科技的急速發展，與其對全球安全環境造

4 國務院辦公廳，「國務院關於印發『中國製造2025』的通知」，中國政府網，2015年5月8日，http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2873744.htm。

5 丁楊，「『新時代的中國國防』白皮書全文」，中華人民共和國國防部，2019年7月24日，http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2019-07/24/content_4846424.htm。

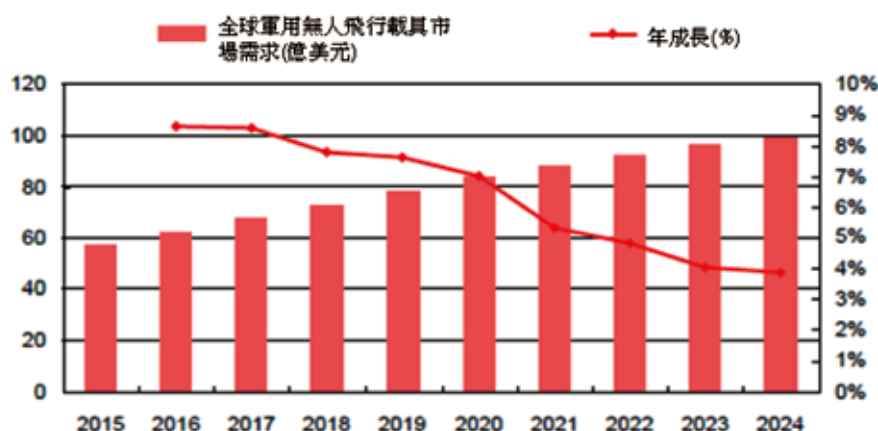
6 王瑤，「9.3閱兵無人機均已列裝部隊 為全天候無人偵察機」，新華網，2015年9月6日，www.xinhuanet.com/mil/2015-09/06/c_128198099.htm。

7 約拉姆·埃夫龍(Yoram Evron)，「解放軍打贏信息化條件下局部戰爭的能力評估」，亞太防務，第1期(2011年4月1日)，頁16。



圖一 中國大陸無人飛行載具國內市場成長預測圖

資料來源：馮福章、郭潔，「無人機行業進入快速發展期」，中信建投研究發展部，2014年9月15日，<http://doc.xueqiu.com/1487cc4c3c6953fe01c2e96d.pdf>。



圖二 國際市場需求分析圖

資料來源：馮福章、郭潔，「無人機行業進入快速發展期」，中信建投研究發展部，2014年9月15日，<http://doc.xueqiu.com/1487cc4c3c6953fe01c2e96d.pdf>。

成躍代式革命的鉅大衝擊，已不僅是資源或能力的「條件」，而是不斷快速演進且無限可能的進行過程；信息化既是生活與生存的

必要環節，當然也鑲嵌於戰爭之中，甚至可謂信息本身就是戰爭、或一種戰爭的形式。《中國的軍事戰略》所謂「打贏信息化局部戰爭」，即是以「積極防禦」的戰略思維應用在信息化的環境之中，而追求成為信息化戰爭的最終勝利者。⁸

在信息化戰爭中，無人飛行載具可執行偵察、監視、攻擊、干擾、電子戰及擔任靶機等任務，且在實戰中已經取得了相當好的戰果，以致中國大陸積極改善自身的國防工業及武器研發能力。中國大陸體認出高科技戰爭的勝敗取決於交戰國綜合國力的強弱、交戰國之戰略意願、民心士氣、組織能力、決策水準、經濟力量、軍事實力、外交能力及國家技術水準均對戰爭結果產生重大影響，其

中武器裝備的優劣對戰爭結局所產生的影響越來越大。⁹中國大陸認為其現有陳舊的軍事裝備無法因應現代的戰爭，為了改善這一

8 戴政龍，「對『中國的軍事戰略』白皮書之評析」，展望與探索，第13卷第7期(2015年7月)，頁30。

9 李慶山，新軍事革命與高科技戰爭(北京：軍事科學出版社，1995年)，頁191-199。



弱點，中國大陸的兵力結構、訓練及武器取得均需隨著調整，才能達成在後冷戰時期維持內部政治穩定、確保外部安全對抗外來侵略、取得對鄰國之霸權地位以及達成真正的強權的地位。¹⁰

三、擔任反介入／區域阻止的戰力

西方學者認為中國大陸軍事現代化作為，是要發展可以處理臺灣情勢的軍事選項。為符合此一目標，中國大陸要求他的軍隊能夠扮演一個所謂「反介入／區域拒止」(Anti-Access/Area Denial, A2/AD)的武力足以嚇阻美國干預牽涉領土主權的衝突；或於嚇阻失效時能遲滯美國海、空軍部隊的馳援速度，以抑制或降低干預所發揮的實際作用。¹¹而無人飛行載具可作為海上拒止的要角，中國大陸無人飛行載具部隊可在承平時期部署於中國大陸沿海海域，對海上船艦進行監控，並進一步的頻密化、常態化巡弋，以確立其專屬的勢力範圍；在戰時可恫嚇他國，並採取「反介入／區域拒止」戰力以增加美軍航艦巡弋的風險，造成美方決策的延宕與增加美軍馳援兵力抵達的難度。

觀察中國大陸對於「反介入／區域拒止」

是一種守勢空海作戰，是以各式導彈為中心，而非大量火力戰鬥模式的傳統載臺(如飛機、船艦)為中心。以導彈為中心的優點是低成本、快速、不會誤擊友軍、難以預先防制，更重要的是不需擁有海、空中優勢，¹²而導彈本身只是「打航艦」體系中的一環而已，更重要的是可為飛行的各式導彈(如鷹級系列攻船導彈或東風系列反艦導彈)提供目標的即時資訊所需的監視、雷達和通信系統所組成的先進「殺傷鏈」。美國對付中國大陸的「反介入／區域拒止」戰略的重點是尋找「殺傷鏈」通訊中的薄弱環節來打破鏈條，中國大陸在無人飛行載具發展量產前，美軍的設想是只要能中斷衛星的資訊傳輸就能夠成功打破。如果中國大陸對無人飛行載具大量投入使用，將產生擴大中國大陸「殺傷鏈」的正面效果，這也將對美軍的軍事對策增加其複雜性與不確定性。

中國大陸無人飛行載具發展現況

美國國防部將無人飛行載具定義為：

「一種沒有搭載操作人員的動力飛行載具，

10 Harlan W. Jencks, "The PRC's Military and Security Policy in the Post-Cold War Era," Issues and Studies, Vol.30, No.11(November 1994), p.66.; David Shambaugh, "China's Security Policy in the Post-Cold War Era," Survival, Vol.34, No.2 (Summer 1992), pp.88-106.

11 羅納德·歐羅克(Ronald O'Rourke)、張恩美(Amy Chang)、道森(John Dotson)著，童光復譯，中國大陸軍事現代化：戰略研析選擇(臺北：國防部政務辦公室，2014年11月)，頁13、146。反介入：意圖遲滯敵軍進入戰區部署或導致部隊無法依其所望，而需從遠離衝突地點之處展開行動，也就是旨在影響向戰區運動的能力；區域拒止：意圖阻礙敵軍在我方不能或不曾制止進入的區域內採取軍事行動的能力，也就是旨在影響戰區內的機動能力。

12 Vitaliy O. Pradun, "From Bottle Rockets to Lightning Bolts: China's Missile Revolution and PLA Strategy against U.S. Military Intervention," Naval War College Review, Vol.64, No.2(Spring 2011), p.11.

使用空氣動力提供升力，以自主或遙控駕駛方式飛行，可以是消耗品，亦可重複使用，且能攜載殺傷或非殺傷性武器」。¹³而中國大陸將無人飛行載具定義為：「簡稱無人機，由遙控設備或自備程序控制系統進行操縱的不載人飛機」。¹⁴與有人機相比，無人機的尺寸小、重量輕、構造簡單、造價較低、機動性好、續航時間可相當長，多用於靶機、偵察機，也可用於電子對抗、中繼通信、反潛、砲火校正和科學試驗等。近年來，中國大陸所研製的無人飛行載具開始在世界上嶄露頭角，其優異的表現開始讓各國所關注。

一、中國大陸無人飛行載具發展歷程

1960年，美國出於冷戰需要，發展無人飛行載具主要用在目標偵察、情報蒐集、戰況預警與目標指示等用途，由其在全球局部戰爭中成功運用無人飛行載具的經驗，應用於即時戰場偵搜與監視、目標追蹤、通訊中繼、反潛反艦、電子對抗、電子干擾、砲火校正、戰鬥訓練及心戰廣播等任務。這也代表無人飛行載具在現代戰爭中突顯重要，驅使世界主要國家效法並作為優先發展的裝備項目，其中包括以色列、加拿大、德國、英國、法國、俄羅斯、中共等國陸續競相研製多款無人飛行載具，其數量至今已大幅度增長。

由於美軍使用無人飛行載具在戰場的傑

出表現，為了因應世界趨勢，中國大陸自年1958年起積極研發無人飛行載具，其中「長虹一號」是中國大陸第一架無人偵察飛行載具，仿製越戰時期於雷州半島所擊落的美國「BQM-34」火蜂式無人偵察飛行載具，在中國大陸內部編號為「無偵五」，可用於軍事偵搜、高空攝影、擔任靶機、地質勘測及大氣採樣等任務。從此即開始注意無人飛行載具在戰場上所扮演的角色，也曾經用於對越南的「自衛反擊戰」實施偵察，¹⁵爾後置重點於裝備的良窳，將無人飛行載具定位於未來局部戰爭中「點穴戰」所必備之核心武器。根據軍事用途，區分為靶機、戰術型、戰略型及無人戰鬥型飛行載具(如表一所示)；根據最大起飛重量、航時、升限及作戰半徑等技術指標，又可將軍用無人飛行載具劃分為微型、短程、中程、中空長航時、高空長航時及無人攻擊型飛行載具(如表二所示)，另礙於篇幅限制無法一一對各式型號之諸元實施介紹。

無人飛行載具的研製是中國大陸航天工業的重要發展方向之一，早期仿造前蘇聯、美國及以色列的無人飛行載具早已是一項公開秘密，更與其他國家行技術合作，引進關鍵科技能力。觀察近年中國大陸在無人飛行載具的發展上，不僅能從事偵察、攝影、巡邏任務，更具有攻擊能力，其進步之神速，

13 Manjeet Singh Pardesi, 陳克仁譯，「無人飛行載具/無人戰鬥飛行載具」，國防譯粹，第33卷第5期(2006年5月)，頁5。

14 空軍大辭典編審委員會，空軍大辭典(上海：上海辭書出版社，1996年9月)，頁445。

15 Elsa Kania, The PLA's Unmanned Aerial Systems: New Capabilities for a "New Era" of Chinese Military Power (Montgomery, AL: China Aerospace Studies Institute, 2018), p.4.

表一 中國大陸無人飛行載具依據軍事用途分類區分表

分類	功能
靶機	作為研究空戰和防空技術演練；戰鬥機飛行人員、防空武器系統與地對空導彈及雷達操作人員之訓練；模擬飛機或導彈攻擊威脅等。
戰術型無人飛行載具	可執行偵察、搜索、目標攔截等任務，可作為部隊戰場目標與戰損評估。
戰略型無人飛行載具	利用光電系統、紅外線監測等手段對敵方部隊的動向進行長時間跟踪與監視。
無人戰鬥型飛行載具	裝備先進的武器系統實施攻擊，可攔截地面及空中目標。

資料來源：李欣，「軍用無人機行業深度報告：我國無人機加速追趕，未來市場規模超千億」，中航證券金融研究所，2017年6月28日，http://pg.jrj.com.cn/acc/Res/CN_RES/INDUS/2017/6/28/df0e6ae0-6694-4f3e-a4ee-0e00b7b2b2b2.pdf。

甚至可與西方主要國家並駕齊驅。由於近年中國大陸積極進行軍事武器與軍備現代化作為後，信息化軍備武器將貫穿戰爭全程，因此無人飛行載具不但是載臺，也可作為武器，也是貫穿戰役全程的必要裝備。¹⁶中國大陸至今已有一系列無人飛行載具已列裝於陸、海、空軍及火箭軍的軍事任務上。¹⁷與此同時，中國大陸持續發展多種中高空、長航時，包括能夠實現自主導航和自動返航的無人飛行載具，¹⁸用來提升中國大陸的遠程偵察與打擊能力。

二、任務制定與組織運作

依據中國大陸「十九大」報告對國防與軍隊建設新「三步走」發展戰略，即在2020

表二 中國大陸無人飛行載具依據諸元性能分類區分表

區分	微型無人飛行載具	短程無人飛行載具	中程無人飛行載具	中空長航時無人飛行載具	高空長航時無人飛行載具	無人攻擊型飛行載具
適用範圍	可實施戰術偵察、目標校準、誘餌等任務，裝備於單兵或排、連級部隊。	可實施戰術偵察、打擊、目標校準、誘餌、靶機等任務，作為旅級以下之單位裝備。	可實施戰前快速偵察，主要裝備於陸、海、空旅級以上部隊。	可實施戰術偵察、戰術打擊，是各國列裝的主流設備。	可實施戰略偵察，是各國偵察無人飛行載具發展的重點方向。	可實施偵察與攻擊等任務，是新一代無人飛行載具未來發展方向。
性能諸元	高度：小於1公里；起飛重量小於25公斤；航程小於50公里。	高度小於3公里；起飛重量為25-600公斤；航時大於2小時；航程小於300公里。	高度為3-7公里；起飛重量為0.6-1噸；航時大於6小時；航程為500-1000公里。	高度為5-14公里；起飛重量為1-5噸；航時大於12小時；航程為1000-4000公里。	高度大於18公里；起飛重量大於6噸；航時大於24小時；航程大於5000公里。	高度為10公里；起飛重量大於5噸；航時大於2小時；航程大於500公里。
代表機型	ASN系列(ASN-215、ASN-212)	ASN系列(ASN-206、ASN-209)天翼-3JWP-2	彩虹-3A	彩虹-4BZK-005(長鷹)鷓鴣-2翼龍	翔龍WJ-600(天鷹)銳鷹系列	利劍(暗劍)

資料來源：修正自李欣，「軍用無人機行業深度報告：我國無人機加速追趕，未來市場規模超千億」，中航證券金融研究所，2017年6月28日，http://pg.jrj.com.cn/acc/Res/CN_RES/INDUS/2017/6/28/df0e6ae0-6694-4f3e-a4ee-0e00b7b2b2b2.pdf。

16 時先文，「有時無人(UAV)勝有人：未來戰爭趨勢」，空軍學術雙月刊，第622期(2011年6月)，頁107-108。

17 鄭志凱，「無人機浪潮捲起千堆雪」，天下雜誌，2014年7月30日，<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/60/article/1679>。

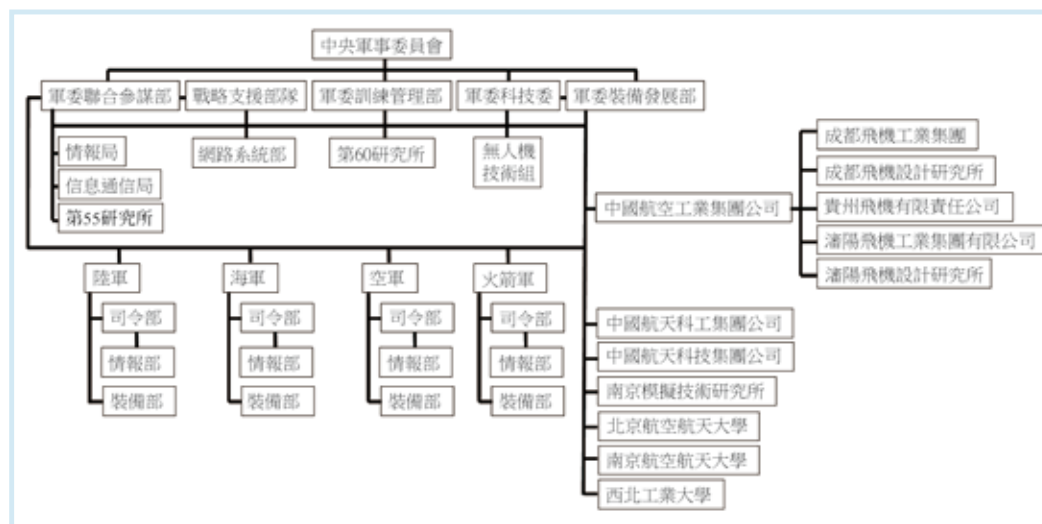
18 同註15,p.7。

年基本實現機械化、信息化建設，2035年實現國防和軍隊現代化，2050年全面建成世界一流軍隊，¹⁹中國大陸無人飛行載具的大規模普及，也標示著中國大陸正逐步正視戰場的「制信息權」即可抵禦敵人於境外。中國大陸至今已經組建規模龐大且組織複雜的無人飛行載具作戰與研製體系(如圖三所示)，包括涉及負責制訂無人飛行載具聯合作戰任務需求的高司單位，²⁰先進的軍工設計、研究、

開發與生產體系，以及火箭軍、空軍、海軍和陸軍中數量不斷增長的無人飛行載具作戰部隊。

隨著更多的無人飛行載具研發完成、產品測試以及大規模生產下，中國大陸擁有的無人飛行載具數量將大幅增長，也將遍布於中國大陸各軍種中。在戰況環境提升下，一些裝備無人飛行載具的部隊可能會受到「聯合戰役指揮部」的指揮與掌控。²¹無人飛行載具

具獲取的數據很有可能會在「網絡空間戰略情報研究中心」與空、天、地一體化的情報、監視與偵察等數據匯集整合在一起。²²此外，中國大陸各軍種也會掌握自軍的無人飛行載具部隊來執



圖三 中國大陸軍用無人飛行載具組織管理架構圖

資料來源：作者自行繪製。

19 俞奕佳、閔嘉琪，「如何理解『國防和軍隊建設進入新時代』？」，人民網，2018年1月22日，<http://military.people.com.cn/n1/2018/0122/c1011-29778465.html>。

20 同註2,pp.3-4。「中央軍事委員會聯合參謀部」(原為「中國人民解放軍總參謀部」)負責聯合作戰的指揮，並制訂無人飛行載具用於聯合作戰及情報任務需求；「中央軍事委員會裝備發展部」(原為「中國人民解放軍總裝備部」)是無人飛行載具研發資源調配、技術和工業政策等問題向「中央軍事委員會」和「國務院」提供建議；火箭軍、空軍、海軍和陸軍司令部通過「中央軍事委員會聯合參謀部」和「中央軍事委員會裝備發展部」提出各自的任務需求(如情報、監視、偵察、電子戰與電子對抗等任務)；另外「中央軍事委員會訓練管理部」是負責制定無人飛行載具有關實施聯合(或協同)作戰有關之訓練機構。

21 王健、半金，「『東方-2018』戰略演習展開聯合戰役指揮演練」，人民網，2018年9月13日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0913/c1011-30290982.html>。中國大陸到達演習地域後，按照指揮機構層級對等原則，迅速建立起「軍委導演部、戰區聯合戰役指揮部、集團軍戰役指揮所和實兵部隊」等四級指揮機構。



行自身的任務，主要用於打擊作戰目標。對於無人飛行載具的型號分布，空軍與火箭軍主要裝備的是高空長航時無人飛行載具，而海軍、陸軍及火箭軍主要裝備的是體積和重量較小的戰術型無人飛行載具，其分析如后：

(一)火箭軍無人飛行載具部隊

火箭軍部分部隊裝備了可為常規戰術導彈和巡航導彈作戰提供提供目標跟蹤、捕獲及戰損評估的無人飛行載具，若為支持上述任務其航程要求必需在4,000公里左右。²³受火箭軍司令部直接指揮無人飛行載具有關的部隊有96637部隊(北京市康莊鎮)、96605部隊(福建省惠安縣)、96626部隊(浙江省金華市)、96180部隊(福建省仙遊縣)、96212部隊(廣東省普寧縣)，²⁴其裝備型號主要為JWP-2與ASN系列之無人飛行載具。

(二)空軍無人飛行載具部隊

空軍擁有一個無人飛行載具作戰旅(94691部隊)，該旅總部在福州，下轄5個大隊其部署不詳，至少有兩個大隊已裝備由

殲-6改裝的無人作戰飛機，²⁵其餘有可能裝備彩虹、翼龍、翔龍、鷓鴣及BZK-005等各式無人飛行載具部署於具有領土爭議的海域，以提升在該區域的監偵能力。²⁶未來空軍將持續開發能夠匿蹤、空中加油與自主起降的無人飛行載具。隨著中國大陸「蜂群」技術科技技術的發展，未來有可能採用有人機來控制無人飛行載具，甚至用衛星訊號及其他指揮控制手段來操控無人飛行載具。²⁷

(三)海軍無人飛行載具部隊

海軍的無人飛行載具部隊是一個無人機團，大量裝備的是BZK-005中空無人飛行載具，具有一定的匿蹤能力，主要執行偵察、情報搜集和武器引導。自2013年開始，BZK-005就經常現身東海進行偵察，還多次飛到釣魚臺島嶼附近；2016年也已在南海永興島部署該款載具。除定翼式外另有裝備的旋翼式無人飛行載具V-750型，主要任務是作為目標鎖定，可對岸上目標實施超視距導彈攻擊。另據媒體報導，南海艦隊已經開始進

22 齊洋、王瑤，「我軍網絡空間戰略情報研究中心揭牌成立」，解放軍報，2014年6月26日，www.81.cn/jmywyl/2014-06/26/content_6014639.htm。中心以專家聘任制為基本組織形式，聘任專家涵蓋網絡空間態勢感知、基礎研究等裝備技術發展重點領域，同時兼顧戰略政策和部隊建設等力量發展重點方向。專家類型主要包括中國大陸內外相關領域的戰略理論研究專家、情報研究專家、專業技術專家、論證管理專家及第一線科技研究專家等。

23 火箭軍東風-21C常規戰術導彈之射程距離為1,750公里、東風-21D常規戰術導彈之射程距離為1,550公里、東風-26常規戰術導彈之射程距離為4,000公里、長劍-10A巡航導彈之射程距離為1,500公里。

24 同註2,pp.11-12.

25 同註2,p.12.

26 Ankit Panda, "South China Sea: China's Surveillance Drones Make it to Woody Island," *The Diplomat*, June 01, 2016, <http://thediplomat.com/2016/06/south-china-sea-chinas-surveillance-drones-make-it-to-woody-island/>.

27 王名揚，「解析閱兵無人機方隊：中國〈翼龍〉偵察打擊二合一」，中國新聞網，2015年9月4日，http://big5.china.com.cn/news/2015-09/04/content_36495367.htm.

行使用新型垂直升降固定翼無人飛行載具提供遠程偵察的訓練，打破以往採用傘降後打撈方式回收。²⁸另一款新研製的「利劍」匿蹤無人飛行載具已成功試飛，將有可能在2019-2020年開始裝備於海軍服役。²⁹

(四)陸軍無人飛行載具部隊

陸軍認為現今陸戰在地面、低空、甚至空中角逐，作戰空間將更廣更高，節奏更快更急，模式亦更多更雜的認知下，「飛行裝備成為主體，無人裝備廣泛應用」已是建設陸軍實施超視距偵察的路線。³⁰機種主要採體積小，著重戰術型號為主，通常用來偵察戰場與瞄準目標，以提升精準打擊率。陸軍合成營下轄之偵察連及偵察營部隊主要裝備的機型為ASN-206系列無人飛行載具。從目前的情況看，陸軍所屬的砲兵部隊(不僅集團軍砲兵旅，連合成旅內的砲兵營和合成營內的火力連都配屬的不同級別的無人飛行載具)更重視使用無人飛行載具進行戰場偵察，可執行砲兵戰場偵察與目標指引，以提高精準打擊效率。³¹

三、載具研製單位與機構

中國大陸兩年一度舉辦的「中國國際航

空航天博覽會」，自1996年首屆展示以來，已成為觀察中國大陸用無人飛行載具發展的主要渠道。觀察分析中國大陸無人飛行載具的工業設計、研發與生產體系主要包括各大軍工集團之隸屬單位(含國防工業體系與軍民融合之企業)，而軍工院校也是研發軍用無人飛行載具發展的重要機構。³²

(一)軍工集團研造中心

1.成都飛機工業集團/成都飛機設計研究所

「成都飛機工業集團」(Chengdu Aircraft Industry Group,CAC)隸屬於「中國航空工業集團公司」(Aviation Industry Corporation of China)，是中共航空武器裝備研製生產的主要基地；而同集團所屬的「成都飛機設計研究所」(Chengdu Aircraft Design Institute,CADI，簡稱「611所」)是一所從事飛機設計與研究的綜合性研究機構。藉由成都飛機設計研究所對無人飛行載具研發技術優勢與成都飛機工業集團對飛行器與供應鏈製造優勢下，於2012年的珠海航展上展示「翼龍-1」偵打一體多用途無人飛行載具，可按需求裝載多型光電、電子偵察設備以及

28 林宸誼，「解放軍艦搭載垂直升降無人機 南海演練中首亮相」，聯合新聞網，2019年3月1日，<https://udn.com/news/story/7331/3671690>。

29 金利權、黃子娟，「美媒：中國利劍無人機外形酷似B2 或於近年服役」，人民網，2017年1月20日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/0120/c1011-29038002.html>。

30 王書童，「中共陸軍推進無人機配備 已部署至旅級部隊」，多維新聞網，2017年12月11日，<http://news.dwnnews.com/china/big5/news/2017-12-11/60028960.html>。

31 同註2,p.13。

32 Kimberly Hsu, Craig Murray, Jeremy Cook & Amalia Feld, "China's Military Unmanned Aerial Vehicle Industry," S.-China Economic and Security Review Commission, June 13, 2013, https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%27s%20Military%20UAV%20Industry_14%20June%202013.pdf。



軍事科技－無人載具

小型空對地精準打擊武器等，至今已外銷多國且參與多次實戰經驗。

2. 貴州飛機有限責任公司

「貴州飛機有限責任公司」(Guizhou Aircraft Industry Corporation, GAC)是另一家參與無人飛行載具開發的「中國航空工業集團公司」分支機構，由原「貴州雙陽飛機製造廠(162廠)」、「貴州雲馬飛機製造廠(130廠)」、「貴航飛機設計研究所(1所)」、「貴州凌雲航空物資供銷公司(602庫)」、「貴州貴航無人機公司」、「貴航飛機事業部」整合組建，主要從事無人飛行載具與教練機的研製，是生產大型軍工裝備的企業機構。2015年首次試飛成功的「鶴鷹-1」偵打一體無人飛行載具；於2018年再研發「鶴鷹-2」偵打一體無人飛行載具成功試飛，具有操作方便、可靠性高、維護性好與壽命長等特點，能適應多種任務需求。³³

3. 瀋陽飛機工業集團有限公司/瀋陽飛機設計研究所

「瀋陽飛機工業集團有限公司」(Shenyang Aircraft Company, SAC)隸屬於「中國航空工業集團公司」，是中共創建最早、規模最大的現代化殲擊機設計製造基地，近年來也大力發展無人飛行載具的研發生產、

檢測試飛及航材生產基地。據報導，該公司負責將中國大陸空軍退役之殲-5、殲-6與殲-7型戰機改裝為無人機，可多機型、多批次、多方位等相互搭配，是實施飽和攻擊航艦或消耗防空系統之利器。³⁴另同集團所屬的「瀋陽飛機設計研究所」(Shenyang Aircraft Design Institute, SADI，簡稱「601所」)與「江西洪都航空工業集團」(Jiangxi Hongdu Aviation Industry Group)合力研製「利劍」(又稱「暗劍」)無人攻擊型飛行載具(Unmanned Combat Air Vehicle, UCAV)已多次在珠海航展亮相，引起各方軍事專家、學者和媒體的廣泛關注，該載具突破匿蹤技術，具有完善的雷達隱形設計。³⁵

4. 中國航天科工集團公司

「中國航天科工集團公司」(China Aerospace Science & Industry Corporation, CASIC)是中共國有特大型企業集團，主要涉及導彈與武器系統、衛星技術、運載火箭和信息技術的研發。³⁶旗下「中國海鷹機電技術研究院」(簡稱「第3研究院」)主要負責開發大多數中共海軍反艦巡航導彈，也是無人飛行載具技術研究之機構，現正展開匿蹤無人飛行載具、太陽能無人飛行載具研製與新概念無人飛行載具技術之研發，³⁷產

33 林永富，「察打一體無人機 鶴鷹Ⅱ試飛成功」，奇摩新聞網，2018年7月14日，<https://tw.news.yahoo.com/察打一體無人機-鶴鷹-試飛成功-215014047--finance.html>。

34 楊俊斌，「陸退役戰機改裝 變身無人機」，中時電子報，2018年2月4日，<https://www.chinatimes.com/newspers/20180204000450-260108?chdtv>。

35 楊幼蘭，「2.0分身現蹤 陸可能裝備400架利劍無人機」，中時電子報，2017年12月30日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171230003204-260417?chdtv>。

36 U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2011 Report to Congress (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2011), p. 206.

品為「海鷹」系列多款無人飛行載具，打造出多款面向不同領域、不同應用場景的無人飛行載具系統。據媒體報導，該院已完成研製中，高空高速無人機、隱身高速靶機等產品認證，並在中程無人飛行載具總體技術、高速無人飛行載具偵打一體技術、高速無人飛行載具自主起降技術、小型高性能航空發動機技術等方面取得突破，正建構自有無人飛行載具體系品牌。

5.中國航天科技集團公司

「中國航天科技集團公司」(China Aerospace Science and Technology Corporation,CASC)是經中共國務院批准，在原中國航天工業總公司所屬的部分企業事業單位的基礎上，組建成立的國有特大型獨資企業，由中共國務院直接管理。該集團具有完整的研究、設計、製造、生產和試驗體系和技工貿一體化的經營體制，主要研製、生產、經營各類航天運載具、太空飛行器、戰略戰術導彈以及衛星地面系統等航天產品。³⁷旗下所屬「航天化學動力技術研究院」(簡稱「第11研究院」)於2016年設立「彩虹無人機科技有限公司」，主要從事大、中型無人飛行載具的研製與銷售等業務。目前，「彩虹

無人機科技有限公司」自主研發的「彩虹」系列無人飛行載具性能指標已達到國際先進水準，部分產品處於國際領先地位。

6.南京模擬技術研究所(原總參60研究所)

「南京模擬技術研究所」現隸屬於「中央軍事委員會訓練管理部」，擁有旋翼無人飛行載具、靶機、航空發動機、實兵訓練系統、靶標系統、警用靶場等六個事業部，其產品多元，技術領先。該所建立二十多個專業研究室與實驗室，在無人飛行載具設計、飛行控制、小型渦噴動力、三維建模仿真、可靠性工程、激光通訊等核心技術上已達到國際先進水準。目前已成功研發多系列旋翼無人飛行載具及高速靶機，未來也將廣泛應用在軍事領域上。³⁹

(二)軍工院校研發單位

1.北京航空航天大學

「北京航空航天大學」(Beijing University of Aeronautics and Astronautics,BUAA)是中共第一所航空航天高等學府，長期研究無人飛行載具項目發展的核心高校，1958年9月25日成功研製第一架無人飛行載具「北京五號」，受到中共當局一項「高技術發展計劃」(簡稱「863計劃」)項目資助，⁴⁰並在

37 Mark A. Stokes & Dean Cheng,China's Evolving Space Capabilities: Implications for U.S. Interests(Washington,DC: U.S.-China Economic and Security Review Commission Commissioned Report,2012),p.21.

38 同註36,pp.205-206.

39 李偉、智韜，「中國無人機井噴式進步 四大明星機亮相」，中國評論新聞網，2015年1月24日，<http://hk.crntt.com/doc/1035/8/8/8/103588895.html?coluid=7&kindid=0&docid=103588895&mdate=0124090304>.

40 Joel R. Campbell,"Becoming a Techno-Industrial Power: Chinese Science and Technology Policy,"Technology Innovation,No.23(April 2013),p.1.「863計劃」為中共當局所主導，以一些有限的領域為研究目標(包括生物技術、航天技術、信息技術、雷射技術、自動化技術、能源技術和新材料領域)的一個基礎研究的國家性計劃。



軍事科技－無人載具

1978年成功試飛「長虹一號」高空無人偵察飛行載具，其研究領域包括定翼機、旋翼機、無人飛行載具、隱身一體化設計、導彈、火箭與高超音速飛行器等項目。近年在無人飛行載具的研製上最有名的是「BZK-005(長鷹)」中、高空遠程無人飛行載具的出口型，⁴¹是一款針對國際市場而研制的新型無人偵察型飛行載具，具備全天時、全天候作戰能力，能適應複雜環境，可在高原起降。隨著中共當局軍貿出口政策的調整，BZK-005於2018年9月獲得了出口許可。

2.南京航空航天大學

「南京航空航天大學」(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,NUAA)是中共第二個重要的無人飛行載具研發中心，也受到中共當局「高技術發展計劃」(簡稱「863計劃」)與「國家重點基礎研究發展計劃」(簡稱「973計劃」)項目的資助。⁴²1950年代先後開展研製「南航一號」靶機和「南航二號」超音速靶機，在此基礎上於1968年起研製「長空一號」無人駕駛飛行靶機，1976年11月正式完成飛行試

驗。該所高校由於累積豐富理論基礎與研發經驗，已具備多種無人飛行載具研製能力，其中較為關注的產品為「銳鷹(FX)」系列旋翼式無人飛行載具已獲得國防科工局和中央軍委裝備發展部同意出口許可。⁴³

3.西北工業大學

「西北工業大學」(Northwest Polytechnical University)下設「無人機研究所(第365研究所)」(又稱「西安愛生技術集團公司」)，是中共著名的研究、開發和生產中、小型無人飛行載具的高科技院校，主要為中國大陸研製中、小型及短程無人飛行載具。其產品中最為聞名的，是在2017年建軍節閱兵中首次亮相的ASN-301型反輻射無人飛行載具，該型無人飛行載具是仿製以色列哈比無人飛行載具的技術；另一款為中共海軍所使用的ASN-209型多用途無人飛行載具，該型航行時間10小時、作戰半徑為200公里，可用於晝夜戰術打擊和戰術偵察等任務。另研製多種用於執行近距離偵察任務的小型無人飛行載具，包括ASN-215和ASN-212偵察無人飛行載具。⁴⁴

41 U.S Defense department, Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2013(Washington,DC:U.S Defense department,2013),p.35.;The International Institute for Strategic Studies,The Military Balance 2012(London,UK:The International Institute for Strategic Studies, August 2012),p.235.

42 同註40,p.1.「973計劃」是中共當局推出的國家重點基礎研究發展計劃之一，主要圍繞在中共社會、經濟和科技發展的重大需要，為解決中長期發展中所面臨重大關鍵問題的基礎性研究。

43 錢紅艷，「南航銳鷹FX系列無人機受關注」，搜狐網，2018年11月9日，www.sohu.com/a/274162536_351264.

44 朱敏潔，「無人機蜂群打雷達！中國高校技術引領低空戰場新趨勢」，觀察者網，2017年9月26日，https://www.guancha.cn/industry-science/2017_09_26_428834.shtml.

中國大陸無人飛行載具運用發展與對我空防之威脅

無人飛行載具由於具備操作簡易、價格低廉、飛行距離遠、滯空時間長等特性，目前已被中國大陸廣泛使用並在海上建立偵察體系且已積累相當經驗。⁴⁵現階段已開始實戰部署，其部署重點在中國大陸沿海地區，這也將對我國軍造成軍事壓力與空防威脅。

一、中國大陸無人飛行載具之運用威脅與手段

軍用無人飛行載具的應用改變了以往的作戰模式，使得陷入武裝衝突的敵我雙方面臨更加嚴重的軍事壓力，迫使雙方必需採取更加迅速的應對措施。為了因應中國大陸周邊局勢，中國大陸近年積極部署一系列無人飛行載具應用在執行陸、海、空及火箭軍的軍事任務上。分析其執行任務的重點在於以下方面，而部分任務的執行也將是我國軍所面臨之威脅處境。

(一)情報蒐集任務

隨著中共在電子、通信、計算機等領域的技術發展成熟，為達成上述任務，中國大陸各式無人飛行載具特別強調有效載重項目，也是執行偵察、監視、電子對抗、打擊與戰場評估任務的關鍵因素。有效載重包括通用傳光電設備、合成孔徑雷達與訊號接收

器(含電子傳輸與通信構聯)、武器系統，而且必需滿足無人飛行載具的尺寸、重量以及成本與技術要求下可有效提升續航時間，因此可擔任長時間情報偵察、監視和海、陸勘察等任務。

(二)精準打擊任務

現代戰爭形態上，在執行各種軍事行動的同時，特別強調降低對平民區的破壞與傷亡，因此武器系統的射程和精準成為評斷戰力指數的重要一環。在全球定位系統(Global Positioning System, GPS)、空中預警機以及衛星通信系統的支援下，經傳輸影像、視訊與計算機運算處理後分送至各部門，讓無人飛行載具實施精準打擊得到有利的支持。中國大陸未來將更加依賴無人飛行載具來指揮火炮校正或實現導彈的超視距能力，確保中國大陸遠程火力的精準度。

(三)電子作戰任務

中共在2009年國慶閱兵、2015年抗戰勝利閱兵與2017年的建軍90周年閱兵中，「戰略支援部隊」均展示出大量的電子作戰裝備，⁴⁶這些電子戰裝備可對敵方雷達、電子裝備與通信設備進行電子偵察、干擾和攻擊的系統。近年來中共大量組建電子對抗實驗室及電子抗干擾實驗室等，使得中國大陸在電子戰與信息戰領域上取得優勢成果。因此，中國大陸勢必將電子戰裝備裝載在無人飛行

45 艾楊，「俄專家：中國無人機可偵察航母 致對手無解」，多維新聞網，2017年11月12日，<http://news.dwnnews.com/global/big5/news/2017-11-12/60023148.html>。

46 林穎佑，「中共戰略支援部隊的任務與規模」，展望與探索，第15卷第10期(2017年10月)，頁112。在中國大陸公布的戰略支援部隊任務中指出，戰略支援部隊除了整合以往中國大陸情報組織外，更將技術偵察、電子對抗、航天作戰，甚至心理戰、輿論戰相關作為都納入管轄。



軍事科技－無人載具

載具上，作為電子偵察、干擾或攜帶反輻射武器，壓制敵空防系統或突防攻擊任務。

(四)通信中繼任務

中國大陸執行軍事任務時，對於部隊通信要求很高，尤其在「寬頻通、動中通、擾中通、山地通」的項目上。而無人飛行載具是通信中繼的有效解決手段之一，搭載通信設備升空飛行作為通信中繼的節點，與地面(海上)通信節點建立起戰術範圍內的寬頻網絡，實現各節點間的數據、語音、圖像高速傳輸，擴展通訊網絡的覆蓋範圍。因此在未來軍事衝突中，太空衛星若遭遇敵國攻擊時，無人飛行載具可作為飛機與船舶通信的中繼站。

(五)武器測試與訓練任務

中國大陸除了研製各種無人飛行載具外，也研製一系列特殊用途的無人靶機，如自主研製的S-200型遙控模擬亞音速靶機，具有衛星導航、定線飛行、超低空飛行、伴艦飛行等功能，可廣泛應用於各類型雷達和光電系統的捕獲與跟蹤訓練，或作為各種火控系統、地面或艦載防空導彈實彈攔截訓練，尤其中國大陸近幾年一直強調實戰化軍事訓練。例如在2018年，中共海軍在南海演訓時使用無人靶機模擬導彈攻擊，為海軍建構逼真戰場態勢而探索創新戰法應對。⁴⁷

(六)後勤補給任務

無人飛行載具具有速度快、定位準、靈活性等優勢，可透過飛行即時航拍畫面、物資補給路線軌跡、投送地點航線規劃、吊艙空投與投送情況等畫面來回切換，使得投送動態一目瞭然。因此可支援各種惡劣環境與高風險地區空中補給任務，藉由快速補給來確保部隊生存能力。例如在2018年1月，中國大陸空軍後勤機構製定一項戰略合作協議，聯合兩家軍民融合戰略合作單位，使用無人飛行載具快速運送醫療用品和維修器材，並根據任務需要，可隨時調整航線，改變投送地點。⁴⁸

(七)飽和攻擊任務

中國大陸在2017年建軍90周年閱兵式中，展示所研發的ASN-301反輻射無人飛行載具(該型號是仿製以色列「哈比」)，可攻擊敵方防空雷達、防空導彈陣地及指揮通信體系進行硬殺，達到癱瘓性的摧毀為目的。另外中共空軍將數千架殲-6戰機改成無人攻擊機，可透過密集起飛、空中集結、多目標分組、編隊合圍、機群攻擊等動作，作為大規模集群實施飽和攻擊的工具。這批無人攻擊機每架可裝載1,500公斤的各式彈藥，採「自殺」式對目標襲擊，其作戰效能比起彈道導彈和巡弋導彈更為有效且價格低廉。⁴⁹

47 宋如鑫，「敲震華盛頓北京在南海模擬導彈攻擊」，多維新聞網，2018年6月16日，<http://news.dwnews.com/china/news/2018-06-16/60065002.html>。

48 張汨汨、馮國寶，「我軍首次運用無人機實施聯合補給演練」，多新浪網，2018年1月27日，www.sina.com.cn/midpage/mobile/index.d.html?docID=fyqyesy2608696&url=news.sina.cn/2018-01-27/detail-ifqyesy2608696.d.html。

二、中國大陸無人飛行載具未來發展

中國大陸無人飛行載具經歷「進口-仿製-自主研發」三個階段，當前大規模裝備的無人飛行載具均已國產化，並研發出系列機型，發展迅速。研究分析中國大陸無人飛行載具已經在信息作戰、偵打一體和後勤保障等領域嶄露頭角，為了滿足未來信息化戰爭中的諸多用途，軍用無人飛行載具將朝向以下方面發展：

(一)高空長航時

為了偵察監視面積更廣闊的地域並獲得盡可能完整，無盲區的情報資訊，就必需進一步提升飛行高度，延長續航時間。未來新型高空長航時大型無人飛行載具的飛行高度將逐步接近臨近空間，並可在空中停留數天、數週甚至數月時間，非常適合執行持久的情報收集和戰場監視任務，更能適應未來戰爭需要。如2014年成功研製高空長航時無人飛行載具使用的渦輪增壓內燃機，具有經濟性良好、高空推重比高、油耗低的獨特技術優勢，將會廣泛應用於無人飛行載具動力。⁴⁹

(二)匿蹤隱身化

隨著先進防空武器技術的發展，未來軍用無人飛行載具將面臨更加複雜嚴酷的戰場環境。為了進一步提高無人飛行載具的匿蹤

性能，提高戰場生存能力，無人飛行載具將大量採用先進的隱形技術，朝向匿蹤化方向發展。包括特殊外形設計，採用複合材料、雷達吸波材料和低噪聲發動機，隔熱屏蔽等技術來削減紅外信號特徵，以及減少雷達反射面積等技術。如中共近期公開展示各式隱身無人飛行載具具備較高匿蹤能力，能夠穿透嚴密的防空體系，通過探測敵方關鍵目標、為友軍提供火力引導，亦可自行搭載武器對目標進行攻擊(如圖四所示)。⁵¹

(三)智能自主化

目前無人飛行載具的智能化水平較低，平台控制方式主要以簡單遙控和預編程式控制為主。但隨著計算機運算速度和存儲容量的日益發展，無人飛行載具智能化水準將不斷提升，將進一步朝向全自主控制方向發展。例如英國「雷神」無人飛行載具可按照設定的要求滑行、起飛，並沿著搜索空域和最佳航線航行，可自動躲避威脅或者選擇需要打擊的目標，一旦獲得授權，可自主發起攻擊。因此，中共「工業和信息化部」發布《促進新一代人工智慧產業發展三年行動計劃(2018-2020年)》中，對無人飛行載具的智能化發展進行了明確規劃，將持續朝向智能化升級，在智能避障、自動巡航、自主飛行、群體作業等關鍵技術的研發與應用上加

49 楊俊斌，「殲-6改成無人機 70架部署武夷山」，中時電子報，2019年5月15日，<http://ad.chinatimes.com/newspapers/20190515000162-260301>。

50 孫自法、齊渡謙，「中國研製成功高空長航時無人機動力系統」，中時電子報，2014年7月27日，www.81.cn/big5/jwgz/2014-07/27/content_6065129.html。

51 大公報，「『天鷹』無人機匿蹤長空瞰敵情」，大公網，2019年1月14日，www.takungpao.com.hk/news/232108/2019/0114/233959.html。



圖四 中國大陸軍用匿蹤無人飛行載具示意圖

資料來源：大公報，「『天鷹』無人機匿蹤長空瞰敵情」，大公網，2019年1月14日，www.takungpao.com.hk/news/232108/2019/0114/233959.html。

大投入，並開展智能飛控系統、高集成度專用晶片等關鍵部件的研製。⁵²

(四)平台通用與多機協同

平台機體通用化，能夠隨時更換機載設備以適應不同作戰任務的需要，是未來軍用無人飛行載具發展的必然趨勢。無人飛行載具機載設備實現模組化設計並採用開放式架

構，同一種無人飛行載具平台可根據戰場需要搭載不同類型的偵察監視設備、電子戰裝置或作戰裝備，能夠快速組裝並執行不同的任務，從而實現一機多用，避免重複研製，節省研發經費。

另一方面，在作戰任務日益複雜、戰場環境瞬息萬變的現代戰爭中，由於單架無人飛行載具發揮的作戰效能相當有限，多架無人飛行載具(或有人飛行載具指揮無人飛行載具)相互配合、協同完成複雜的作戰任務已成為一種趨勢。各個作戰無人(有人)飛行載具相互之間運用系統功能進行資訊融合，進行協調一致的行動，完成對敵目標的打擊任務。例如在2018年中共空軍實現以殲-20五代戰機指揮控制「翼龍-2」無人飛行載具，成功測試安裝無人與有人飛行載具的綜合資料鏈，可由飛行員駕駛戰機在後方相對安全空域控制無人飛行載具機群進行偵察或對敵打擊等任務。⁵³

三、我國因應對策與反制手段

中國大陸無人飛行載具的持續發展將會改變兩岸的作戰模式，由於沒有人員參與與先發制人的戰略需求，無人飛行載具可執行高敏度偵察與快速打擊能力，這也將對我臺海防衛體系增加壓力，因此必需採取快速應對措施，其反制手段可區分軟殺與硬殺兩個部分，我國空軍礙於科技技術與財力資源的

52 科技司，「『促進新一代人工智能產業發展三年行動計劃(2018-2020年)』解讀」，中華人民共和國工業和信息化部，2017年12月25日，www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1653018/c5979643/content.html。

53 楊幼蘭，「陸殲-20當蜂王 傳將指揮WD-1K無人機蜂群作戰」，中時電子報，2018年2月9日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20180209003209-260417?chdtv>。

有限下必需實施重點發展。

(一)在軟殺方面

1.預警偵察多樣化與全方位警監系統

世界多數國家採以運輸機作為運載平臺，我國空軍也不例外，空軍以C-130運輸機改造成C-130HE作為我國電子作戰飛機；⁵⁴甚至世界部分國家採以直升機為平臺的預警機，⁵⁵由於直升機具備經濟實用、機動靈活等特性，也可與其他預警機搭配使用。此外也可參考先進國家還研製新型高性能小型化的預警雷達系統，並與其他的電子設備(如紅外線追蹤、電子干擾系統)安裝於吊(莢)艙內，⁵⁶可掛載於飛機上達到預警作用。另一方面也可發展多用途無人飛行載具搭載預警系統，鏈結衛星、雷達與預警機，協助空中預警指揮任務。

由於臺灣本島地理條件所限，國軍作戰具有「預警短、縱深淺、決戰快、持續難」等特點，因此必需建立即時、高效的指揮系統來掌控戰場態勢以扭轉處於被動的局面。我國目前已初步建立一個由雷達、預警機和衛星組成的地面、空中和太空立體配置，區分近、中、遠程探測手段相結合的全方位預警系統。未來必需鏈結無人飛行載具、艦載雷達各式防空(反艦)武力以形成一體化的

多維化預警、偵察與攔截系統，也就是全方位的警戒監視網。以期有效探測臺海空中目標，儘早獲取預警資訊，以贏得更長的攔截反應時間。

2.持續建構電子戰攻防系統

由於中國大陸近年來大力提倡「科技強軍」的戰略指導與在「複雜電磁環境下打贏局部戰爭」之目標推動下，全面提升無人飛行載具搭配電子作戰效能，現已具備奪取「局部制信息(資訊)權」進攻作戰能力及電磁頻譜管控能力，這將使得我國軍在臺海電子作戰能力上逐漸失去優勢。加上國防財力與資源的有限下，無法全面提升技術與裝備水準，因此必需集中現有的人力、物力、財力在重要層面上研究開發關鍵技術與資訊裝備，才能有效提升空軍電子戰裝備的實戰水準。鑑於上述情況，空軍一方面要提升C4ISR系統的智能性、抗毀性和互通性，另一方面必需發展可對敵無人飛行系統造成癱瘓的殺手鐮武器之研製，以期能加大嚇阻效能。

為因應中國大陸無人飛行載具癱瘓我指管系統，空軍陸基各型雷達必需考慮裝設「電子誘標系統」，以便能在遭遇反輻射導彈攻擊時，能藉由電子干擾等方式使導彈偏

54 王炯華，「空軍最神秘天千電戰機 陳月芳駕駛過」，蘋果日報電子報，2016年5月15日，<https://tw.appledaily.com/new/realttime/20160515/861822/>。

55 李琨，「英國新一代海上直升機載預警系統發展綜述」，搜狐網，2017年10月6日，http://www.sohu.com/a/196520917_610290。

56 Tyler Rogoway, "Infrared Search And Track Systems And The Future Of The US Fighter Force," Foxtrot Alpha, March 26, 2015, <https://foxtrotalpha.jalopnik.com/infrared-search-and-track-systems-and-the-future-of-the-1691441747>。



離攻擊目標，提高在「第一擊」下的防護能力。另外，空軍防空部隊可與國家中山科學研究院自行研發的「天劍-2A」反輻射武器與各式防空系統進行系統整合，提升具備攻擊敵中、高空無人飛行載具能力。未來電子對抗將擴展到電子干擾頻譜，因此我國必需廣續發展多波道干擾技術並提高干擾功率，採用隱形匿蹤、偽裝技術，此外還需增強我方電子設備的電子戰反制能力。

3.發展各式可癱瘓設備之電腦病毒

據媒體報導指出，伊朗曾經透過網絡襲擊成功奪取美軍「RQ-170(哨兵)」無人飛行載具事件。⁵⁷為了抗衡軍用無人飛行載具，電腦病毒可作為應用手段，也是最經濟及最有效的方式。相較於傳統武器的研發與製造，電腦病毒及攻擊程式具備低成本、高效益及無限制等特點。由於網路的迅速發展下，其電腦病毒可以攻擊網電空間和所有外圍設備，包括電腦、PDA與手機，其感染的載體具有磁片、USB、CD、DVD、網路、網站、電子郵件等。⁵⁸以科索沃戰爭為例，以電腦病毒攻擊為重要手段的「網路戰」則更為激烈。「網路戰」是以電腦病毒攻擊、硬體摧毀等手段，對敵方資訊網路系統進行干擾、破壞、摧毀或控制，並以此影響、破壞以資訊網路為基礎的軍事系統。

另一方面，其運用發展方向可朝利用電

磁波及附屬系統進行傳播與擴散，尤其電子設備具有許多附屬設備，包括天線、電源系統、傳感系統與驅動系統等，而這些附屬設備直接或間接與主機相聯接且不具備抗病毒能力，因此研發可將電腦病毒藉由電磁波方式進入到敵方無線電接收機後在系統中擴散與蔓延。因此空軍必需密切結合資電部隊發展各式電腦病毒干擾或破壞敵方無人飛行載具控制系統之中樞，使其指揮系統癱瘓或操作失靈的新型電子戰手段，並將資訊戰、駭客攻擊、網路及無人飛行載具攻擊等納入未來各項演習反制的範疇。

(二)在硬殺方面

1.廣續發展軍民通用之武器研製能量

由於發展高科技武器裝備價格昂貴，而我國在研製、開發和生產武器裝備的費用極為有限。因此必需結合國家各部會(機關)資源與民間產業能量，共同帶動國防產業發展，達成滿足我國防需求及創造經濟效能之雙贏目標。而國防工業與民生工業在技術發展與產品生產上要能一體化，確保軍民結合、平戰結合之原則。國家中山科學研究院是我國三軍高科技和系統裝備研製的核心機構，該院成立於1969年，過去曾在「成功」級護衛艦及「經國」號戰機等海空軍用裝備、武器系統、電子戰、無人飛行載具系統的研製中發揮關鍵作用。雖然現階段已轉型

57 曾高飛，「伊朗秀『俘獲無人機』讓美國難堪」，人民網，2011年12月10日，<http://military.people.com.cn/BIG5/172467/16563905.html>。

58 文初(Daniel Ventre)著，胡生亮、賀靜波、劉忠、王旭東、卞小林、李軻譯，信息戰(北京：國防工業出版社，2013年5月)，頁162-163。

為行政法人機構，也將聚焦於整合民間產業能量轉而投入國防科技與先進武器研製。

基於國際軍售的不確定因素、中共的干預抵制及「國防自主」不能完全仰賴外購的因素考量下，對於重要、關鍵性的科技能量、武器技術仍必需自行開發、掌握，以免受制於他國。因此空軍必需強化與國家中山科學研究院的合作來提升國防科技能力、建立自主國防工業、拓展國防及軍民通用技術等雙贏目標邁進。由於武器裝備發展的許多關鍵技術主要來自民間產業(如電腦軟體、印刷電路、通信器材和先進材料技術等)，而我國電子產業發展蓬勃，具體的硬體包括VR裝置、穿戴式產品、智慧汽車、機器人等產品；軟體的產品如物聯網、5G、行動服務、人工智慧等技術與服務也都順應而生。因此，必需關注民間企業及其技術、產業動態等，以便建立國防產業供應鏈，確保將最先進的技術即時引入武器裝備發展領域。

2.發展各式不對稱武器與作戰載具

「嚇阻」與「防禦」何者應優先著重，及較能有效因應中國大陸的威脅，乃是我國家安全政策上所持續探討的焦點，因此有不少學者提出應思考發展「有限攻擊能力」來嚇阻中共。我國2017年國防報告書也指出國軍將依「防衛固守，重層嚇阻」之軍事戰略，武器系統發展將以「機動、隱匿、快速、價廉、量多、損小、效高」為方向，作為投資的重點，⁵⁹而重點發展精準打擊的不對稱武器，以提升整體作戰效益。不對稱武器

負有打亂敵方作戰節奏之任務，以增加中國大陸進犯的困難度與不確定性，可爭取戰力重整以遂行抵抗反擊的時間。而國軍過去曾研製出性能優異、相對價廉的不對稱武器，未來除持續維持研製新一代反制武器外，無人飛行載具也將是另一研製要項。

空軍應積極配置中、大型無人飛行載具到航空作戰單位，以強化空軍在資電作戰中戰場資訊的整合。如果能持續研究發展，空軍的無人飛行載具部隊在未來可以替代偵察機或戰機的功能，成為戰場偵搜及打擊的主要力量。另一方面，研製具備隱匿與打擊能力的無人飛行載具，可對中國大陸沿海之軍事設施造成威脅，且可執行雷達對抗、通信干擾和發射反輻射武器等任務，有利壓制敵人的海、空優勢。另外必需尋求國內外廠商的協助與合作，強化現有戰機的「匿蹤性」、雷達搜索性能、視距外(空對空)打擊能力的建置。

結 論

中國大陸用無人飛行載具在國防經費與部隊需求的助益之下，開始展開無人飛行載具的相關技術發展，包括渦輪增壓內燃機、航電設備、殺傷武器與生存能力大幅提升，並在年度軍事訓練計畫中，高度重視海空作戰支援，為中國大陸作戰創造有利環境。如近期已多次支援海、空演訓等任務，也成為中國大陸實施「反介入/區域拒止」戰略的關鍵戰力之一，可對美軍航艦等目標實施精準

59 中華民國106年國防報告書編纂委員會，中華民國106年國防報告書(臺北：國防部，2017年12月)，頁74。



軍事科技－無人載具

打擊或監控能力。早期的軍用無人飛行載具僅侷限遂行偵察與監視等任務，如今卻可透過衛星標定而達到攻擊效果，包括可獨立遂行傳統地面、空中與海上作戰，奪取戰略與戰術優勢。

中國大陸的無人飛行載具雖然在某些方面的性能上與美國的同類產品之間還有差距，但由於價格低廉令中國大陸成為世界軍用無人飛行載具的重要出口國。中國大陸全面裝備現代化的軍用無人飛行載具，顯示出中國大陸可運籌帷幄的對我實施武嚇，採用同步、多機、多群的方式來打擊我方防空系統、海空軍基地或C4ISR設施，藉此癱瘓我指管與防空系統，賦予中國大陸取得臺海優勢，以利後續攻臺作戰。尤其中國大陸無人飛行載具藉由科技技術的優勢下，未來將朝隱形匿蹤、火力打擊、滯空時間長與智能化方向邁進，這也將對我國空軍造成威脅與壓力。若考量國防資源的限制下無法全面建構環繞臺灣四周領空的防衛裝備，因此可考慮建構軟殺與硬殺系統，藉以擴大空軍的反制能力。

世界上，沒有廉價的國防。若考量民族尊嚴、國家安全、人民生命財產相比較，則國防經費必需用在刀口上。當今中共仍不放棄武力犯臺的情況下，國人應支持國防自主政策的推動來維護我國空域的安全。未來應該強化無人飛行載具的研製與無人飛行載具作戰使用融入在軍事演習、軍事模擬和軍事訓練之中，可藉由攻擊型無人飛行載具來癱瘓敵沿岸觀通及預警雷達，隱密我空軍兵力靈活轉用，或彌補我方情監偵(ISR)能力之不

足。雖然在國防資源的限制下，我國的確無法發展一支能與中共匹敵的無人飛行載具部隊，但必需發展可拒止共軍無人飛行載具的反制作為或武器系統，加大嚇阻的效能。

參考資料

中文部分

專書

- 一、李慶山，1995。新軍事革命與高科技戰爭。北京：軍事科學出版社。
- 二、空軍大辭典編審委員會，1996/9。空軍大辭典。上海：上海辭書出版社。
- 三、文彻(Daniel Ventre)著，胡生亮、賀靜波、劉忠、王旭東、卞小林、李軻譯，2013/5。信息戰。北京：國防工業出版社。
- 四、中華民國106年國防報告書編纂委員會，2017/12。中華民國106年國防報告書。臺北：國防部。

專書譯著

- 一、羅納德·歐羅克(Ronald O'Rourke)、張恩美(Amy Chang)、道森(John Dotson)著，童光復譯，2014/11。中國大陸現代化：戰略研析選擇。臺北：國防部政務辦公室。

期刊論文

- 一、Manjeet Singh Pardesi，陳克仁譯，2006/5。「無人飛行載具／無人戰鬥飛行載具」，國防譯粹，第33卷第5期，頁5。
- 二、Trefor Moss著、孫立方譯，2013。「中共無人飛行載具發展研析」，國防譯粹，第40卷第7期，頁86-87。

- 三、約拉姆·埃夫龍(Yoram Evron)，2011/4/1。「解放軍打贏信息化條件下局部戰爭的能力評估」，亞太防務，第1期，頁16。
 - 四、林穎佑，2017/10。「中共戰略支援部隊的任務與規模」，展望與探索，第15卷第10期，頁112。
 - 五、時先文，2011/6。「有時無人(UAV)勝有人：未來戰爭趨勢」，空軍學術雙月刊，第622期，頁107-108。
 - 六、戴政龍，2015/7。「對『中國的軍事戰略』白皮書之評析」，展望與探索，第13卷第7期，頁30。
- 網際網路**
- 一、大公報，2019/1/14。「『天鷹』無人機匿蹤長空瞰敵情」，大公網，www.takungpao.com.hk/news/232108/2019/0114/233959.html。
 - 二、王書童，2017/12/11。「中共陸軍推進無人機配備 已部署至旅級部隊」，多維新聞網，<http://news.dwnews.com/china/big5/news/2017-12-11/60028960.html>。
 - 三、王名揚，2015/9/4。「解析閱兵無人機方隊：中國〈翼龍〉偵察打擊二合一」，中國新聞網，http://big5.china.com.cn/news/2015-09/04/content_36495367.htm。
 - 四、王健、半金，2018/9/13。「『東方-2018』戰略演習展開聯合戰役指揮演練」，人民網，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2018/0913/c1011-30290982.html>。
 - 五、王焯華，2016/5/15。「空軍最神秘天干電戰機 陳月芳駕駛過」，蘋果日報電子報，2016年5月15日，<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20160515/861822/>。
 - 六、王瑤，2015/9/6。「9.3閱兵無人機均已列裝部隊 為全天候無人偵察機」，新華網，www.xinhuanet.com/mil/2015-09/06/c_128198099.htm。
 - 七、李欣，2017/6/28。「軍用無人機行業深度報告：我國無人機加速追趕，未來市場規模超千億」，中航證券金融研究所，http://pg.jrj.com.cn/acc/Res/CN_RES/INDUS/2017/6/28/df0e6ae0-6694-4f3e-a4ee-0e00b7b2b2b2.pdf。
 - 八、李琨，2017/10/6。「英國新一代海上直升機載預警系統發展綜述」，搜狐網，http://www.sohu.com/a/196520917_610290。
 - 九、李偉、智韜，2015/1/24。「中國無人機井噴式進步 四大明星機亮相」，中國評論新聞網，<http://hk.crntt.com/doc/1035/8/8/8/103588895.html?coluid=7&kindid=0&docid=103588895&mdate=0124090304>。
 - 十、金利樞、黃子娟，2017/1/20。「美媒：中國利劍無人機外形酷似B2 或於近年服役」，人民網，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2017/0120/c1011-29038002.html>。
 - 十一、曾高飛，2011/12/10。「伊朗秀『俘獲無人機』讓美國難堪」，人民網，<http://military.people.com.cn/BIG5/172467/16563905.html>。



- 十二、丁楊，2019/7/24。「『新時代的中國國防』白皮書全文」，中華人民共和國國防部，http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2019-07/24/content_4846424.htm。
- 十三、孫自法、齊渡謙，2014/7/27。「中國研製成功高空長航時無人機動力系統」，中時電子報，www.81.cn/big5/jwgz/2014-07/27/content_6065129.html。
- 十四、楊家鑫，2017/10/18。「中國無人機技術正成為世界領頭羊」，中時電子報，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171018002676-260417?chdtv>。
- 十五、楊俊斌，2018/2/4。「陸退役戰機改裝 變身無人機」，中時電子報，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20180204000450-260108?chdtv>。
- 十六、楊幼蘭，2017/12/30。「2.0分身現蹤 陸可能裝備400架利劍無人機」，中時電子報，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171230003204-260417?chdtv>。
- 十七、楊俊斌，2019/5/15。「殲-6改成無人機 70架部署武夷山」，中時電子報，<http://ad.chinatimes.com/newspapers/20190515000162-260301>。
- 十八、楊幼蘭，2018/2/9。「陸殲-20當蜂王 傳將指揮WD-1K無人機蜂群作戰」，中時電子報，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20180209003209-260417?chdtv>。
- 十九、科技司，2017/12/25。「『促進新一代人工智能產業發展三年行動計劃(2018-2020年)』解讀」，中華人民共和國工業和信息化部，www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1653018/c5979643/content.html。
- 二十、國務院辦公廳，2015/5/8。「國務院關於印發『中國製造2025』的通知」，中國政府網，http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2873744.htm。
- 二一、馮福章、郭潔，2014/9/15。「無人機行業進入快速發展期」，中信建投研究發展部，<http://doc.xueqiu.com/1487cc4c3c6953fe01c2e96d.pdf>。
- 二二、鄭志凱，2014/7/30。「無人機浪潮捲起千堆雪」，天下雜誌，<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/60/article/1679>。
- 二三、俞奕佳、閻嘉琪，2018/1/22。「如何理解『國防和軍隊建設進入新時代』？」，人民網，<http://military.people.com.cn/n1/2018/0122/c1011-29778465.html>。
- 二四、齊洋、王瑤，2014/6/26。「我軍網絡空間戰略情報研究中心揭牌成立」，解放軍報，www.81.cn/jmywyl/2014-06/26/content_6014639.htm。
- 二五、林宸誼，2019/3/1。「解放軍艦搭載垂直升降無人機 南海演練中首亮相」，聯合新聞網，<https://udn.com/news/story/7331/3671690>。

- 二六、林永富，2018/7/14。「察打一體無人機 鷓鷹 II 試飛成功」，奇摩新聞網，<https://tw.news.yahoo.com/察打-體無人機-鷓鷹-試飛成功-215014047--finance.html>。
- 二七、錢紅艷，2018/11/9。「南航銳鷹FX 系列無人機受關注」，搜狐網，www.sohu.com/a/274162536_351264。
- 二八、朱敏潔，2017/9/26。「無人機蜂群打雷達！中國高校技術引領低空戰場新趨勢」，觀察者網，https://www.guancha.cn/industry-science/2017_09_26_428834.shtml。
- 二九、艾楊，2017/11/12。「俄專家：中國無人機可偵察航母 致對手無解」，多維新聞網，<http://news.dwnnews.com/global/big5/news/2017-11-12/60023148.html>。
- 三十、宋如鑫，2018/6/16。「敲震華盛頓 北京在南海模擬導彈攻擊」，多維新聞網，<http://news.dwnnews.com/china/news/2018-06-16/60065002.html>。
- 三一、張汨汨、馮國寶，2018/1/27。「我軍首次運用無人機實施聯合補給演練」，多新網，www.sina.com.cn/midpage/mobile/index.d.html?docID=fyqyesy2608696&url=news.sina.cn/2018-01-27b./detail-ifyqyesy2608696.d.html。
- 外文部分**
- 專書**
- 一、Elsa Kania, 2018. The PLA's Unmanned Aerial Systems: New Capabilities for a "New Era" of Chinese Military Power. Montgomery, AL: China Aerospace Studies Institute.
- 二、Mark A. Stokes & Dean Cheng, 2012. China's Evolving Space Capabilities: Implications for U.S. Interests. Washington, DC: U.S.-China Economic and Security Review Commission Commissioned Report.
- 三、The International Institute for Strategic Studies, 2012/8. The Military Balance 2012. London, UK: The International Institute for Strategic Studies.
- 四、U. S.-China Economic and Security Review Commission, 2011, 2011 Report to Congress. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- 五、U.S Defense department, 2013. Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2013. Washington, DC: U.S Defense departmen.
- 期刊論文**
- 一、David Shambaugh, 1992. "China's Security Policy in the Post-Cold War Era," Survival, Vol.34, No.2, pp.88-106.
- 二、Harlan W. Jencks, 1994/11. "The PRC's Military and Security Policy in the Post-Cold War Era," Issues and Studies, Vol.30, No.11, p.66.
- 三、Ian M. Easton & L.C. Russell Hsiao, 1, 2013/3/11. "The Chinese People's Liberation Army's Unmanned Aerial Vehicle Project: Organizational Capacities



and Operational Capabilities," Project 2049 Institute, pp.1-15.

四、Joel R. Campbell, 2013/4. "Becoming a Techno-Industrial Power: Chinese Science and Technology Policy," Technology Innovation, No.23, pp.1-15.

五、Vitaliy O. Pradun, 2011. "From Bottle Rockets to Lightning Bolts : China's Missile Revolution and PLA Strategy against U.S. Military Intervention," Naval War College Review, Vol.64, No.2, pp.7-38.

網際網路

一、Ankit Panda, 2016/6/1. "South China Sea: China's Surveillance Drones Make it to Woody Island," The Diplomat, <http://thediplomat.com/2016/06/south-china-sea-chinas-surveillance-drones-make-it-to-woody-island/>.

二、Kimberly Hsu, Craig Murray, Jeremy Cook

& Amalia Feld, 2013/6/13. "China's Military Unmanned Aerial Vehicle Industry," U. S.-China Economic and Security Review Commission, https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/China%27s%20Military%20UAV%20Industry_14%20June%202013.pdf.

三、Tyler Rogoway, 2015/3/26. "Infrared Search And Track Systems And The Future Of The US Fighter Force," Foxtrot Alpha, <https://foxtrotalpha.jalopnik.com/infrared-search-and-track-systems-and-the-future-of-the-1691441747>.

作者簡介

蔡志銓少校，國防大學海軍學院指參班103年班。曾任排、連、中隊長、人事官、運輸官。現任職於海軍陸戰隊學校少校戰術教官。



F-16戰鬥機國道雄姿(照片提供：葉秀斌)