

中國大陸無人飛行載具 對我防空作戰影響之研究

海軍中校 李建鵬

空軍少校 翁翠蓮

提 要

- 一、近年隨著中國大陸經濟發展，大量挹注國防經費，且為達「空天一體，攻防兼備」¹目標，尤對「無人飛行載具」技術、性能及戰術運用積極投入研發，未來極可能將其運用在對臺作戰上，做為爭取制空權之重要手段。
- 二、藉由探討中國大陸無人飛行載具迄今各階段發展進程，分析其發展趨勢、戰術戰法與未來作戰運用趨勢，歸納對我防空作戰之威脅；而面對中國大陸計畫性積極發展無人飛行載具，加以新型態的運用方式，國軍實應開始思考如何因應中國大陸無人載具所帶來之威脅，而有所作為。
- 三、本文剖析國軍防空作戰對無人飛行載具接戰能力與效益，進而從無人飛行載具的特、弱點探討國軍可行的防禦方式，俾作為提升整體防空攔截效益之建言。

關鍵詞：制空權、無人飛行載具、防空作戰

前 言

無人飛行載具起源於1955年越戰期間，美軍用來實施偵察任務。中國大陸在1964年11月於雷州半島以殲六戰機擊落一架美製火蜂(BQM-34)無人偵察機後，隨即成立專責

研究所研製無人飛行載具，現已具備研製及生產之能力，在其發展領域上緊追美國、俄羅斯、以色列等國，並將其定位於「信息化」作戰及執行「反介入／區域拒止」²之必備武器之一，列為軍事發展重點要項。

2019年9月14日沙烏地阿拉伯境內全世

1 谷駿豪，「淺析軍改後中國大陸空軍空天一體、攻防兼備之實踐與發展」，空軍學術雙月刊，第657期(2017年4月)，頁1。

2 「中國強化反介入能力衝著美國來」(自由時報，涂鉅旻，2019年8月19日)，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1311670>，(檢索日期：2020年2月12日)。

界規模最大的阿布蓋格煉油廠等兩處，油田設施遭到胡塞組織(伊朗於中東各地扶植的勢力之一)無人飛行載具及巡弋飛彈攻擊，造成沙國重大經濟損失及國家安全威脅，³也再一次驗證無人飛行載具攻擊效能。

近年來中國大陸積極實施軍民融合、掠取技術、培育人才及研究合作等作為，多款先進無人飛行載具頻繁在各式國際航展中嶄露頭角，是目前除美國外全球少數具備研製滯空時間長、超音速巡航、武器酬載及隱形匿蹤等先進無人飛行載具之國家之一，其多元化及多功能運用，已對我國執行防空作戰任務造成巨大威脅。⁴

中國大陸無人飛行載具發展探討

一、發展趨勢研析

中國大陸於2018年11月，在廣東珠海國際航展中心舉辦「第十二屆中國國際航空航天博覽會」，總計來自全球43個國家和地區(共770家廠商)參展，展出殲-20、殲轟-7A、運-20、空警500及攻擊2無人機等裝備，首次公開展示之武器裝備達百分之六十以上。此航空展創立於1996年，每兩年為週期，第十二屆展出以「打造全域攻防裝備體系，引

領商業航天發展業態，共享一帶一路合作機遇」為主題，⁵系統展示無人作戰、防空及海防、對地打擊、指揮通信與支援保障、預警監視安防的整體能力。其中無人飛行載具計展出彩虹10號無人傾轉旋翼機、天鷹無人機、彩虹五號無人機等新一代軍用無人機，成為航展亮點。

無人飛行載具系統極為複雜，最主要組成包含載具、酬載、資料鏈、地面管制站、起飛與回收裝備、地面輔助裝備6個次系統。⁶技術發展歷經了靶機、偵察機、誘餌機、戰鬥機等各階段，時至今日因作戰需求朝向偵察打擊一體化、自主編隊智能化、機身匿蹤隱形化、高空飛行長時化、機體平台通用化等在性能上的發展趨勢，分述如下：

(一)偵察打擊一體化

無人飛行載具在無須考量人員傷亡等安全因素下，故研製成本相對較低，可依戰場需求執行載具自殺式攻擊，或於機身掛載各式飛彈與精確導控炸彈，同時具備「偵察」及「攻擊」能力，逐漸被應用於現代戰爭中，世界各國無不積極投入研製，現已成為發展趨勢之主流之一。

(二)自主編隊智能化

3 「沙特石油設施遭無人機攻擊伊朗美國互嗆怒懣」(BBC Account／即時報導，2019年9月15日)，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-49691790>，(檢索日期：2020年2月12日)。

4 蔡志銓，「中國大陸發展無人飛行載具對我空防威脅之研究」，空軍學術雙月刊，第672期(2019年10月)，頁1。

5 「2020年再見！第十二屆中國國際航空航天博覽會落幕」(中華人民共和國國防部解放軍日報部，2018年11月11日)，http://www.mod.gov.cn/big5/topnews/2018-11/11/content_4829204.htm，(檢索日期：2020年2月19日)。

6 謝游麟，「防衛作戰之利器-無人飛行載具(UAV)」，陸軍學術雙月刊，第五十卷，第533期(2014年2月)，頁2。

2018年南韓平昌冬季奧運，由英特爾公司成功讓1,218架無人機同時升空為冬奧開幕式打造「科技煙火」光影饗宴；⁷接著中國大陸為締造新紀錄於2108年5月由中國億航公司成功在西安讓1,374架無人機在夜空中演出，可見無人飛行載具自主編隊，不論商用或軍事領域，皆能發揮其應用價值；另中國大陸「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)》⁸中，將應用研發置重點於自主飛行、智能避障、自動巡航、群體作業等技術。

(三)機身匿蹤隱形化

為防止遭敵防空武器偵蒐、鎖定、攻擊，可藉由匿蹤隱形技術，有效降低雷達反射截面積(Radar Cross-Section, RCS)，使無人飛行載具不易遭敵雷達偵獲，提高戰場存活率，進而突穿敵防空系統，達成偵察、火力引導及目標攻擊等任務。

(四)高空飛行長時化

提升飛行高度有助於增加偵察面積廣度，降低地球曲度造成偵照蒐集的影響，同時也可減少遭敵攻擊機率；另滯空時間長可避免情報空窗期，提高監視與偵察完整度，貼近戰爭實際需求。

(五)機體平台通用化

隨著技術發展，無人飛行載具之演進如同有人戰機，從一開始的偵察任務，轉換為空中機對機戰術戰鬥，最後演變成掛載各型攻擊武器(如飛彈、炸彈等)。未來亦朝向搭載各型偵察監視設備、電子戰裝置或作戰裝備，快速組裝並依戰場需求一機多用，擔負不同的作戰任務，以節省成本。⁹

二、中國大陸無人飛行載具種類

有鑒於「偵打一體」的趨勢，中國大陸由「中國航天科技集團公司」第十一院研製了「彩虹」偵打一體無人機系列；其後「中國航空工業集團公司」亦加入高性能軍用無人機的研製，包含「翼龍」系列、BZK-005偵察無人機、利劍隱形無人機與「翔龍」高空長航時偵察無人機；¹⁰另反輻射無人機也是中國大陸發展之重要項目之一，且對我防空系統各型雷達形成重大威脅。經多年研製，無人飛行載具陸續被納入共軍部隊服役，並且外銷世界多國，就中國大陸現役與外銷機種分述如后：

(一)彩虹三號

彩虹一號與彩虹二號偵察無人機於2000年開始研製，因起飛系統採彈射方式、負重及巡航高度均受限制，故未能得到廣泛應用

7 「慶祝冬奧開幕：英特爾出動1218架無人機煙火秀刷新金氏世界紀錄」(iThome新聞網，2018年2月12日)，<https://www.ithome.com.tw/news/121302>，(檢索日期：2020年2月12日)。

8 「促進新一代人工智慧產業發展三年行動計劃(2018-2020年)」(中華人民共和國工業和信息化部，2017年12月13日)，<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c5960820/content.html>，(檢索日期：2020年2月12日)。

9 同註4，頁17。

10 「中國大陸反介入戰略的新武器：新一代軍用無人機」(中山科學研究院顧問，應紹基)，http://140.119.184.164/view_pdf/328.pdf，(檢索日期：2020年2月19日)。

。於2009年5月17日彩虹三號測試完成，飛行載重最大630公斤，航行限高3,000至5,000公尺，最大高度6,000公尺，航行時速220公里／小時，運動半徑200公里，滯空時間最長12小時，最遠累積航程達2,400公里，裝備可負重100公斤，常運用於情報蒐集任務、資料中繼傳輸、戰場先期偵察和執行電子戰作為。可同時掛載2枚AR-1型空對地飛彈，執行攻擊作戰任務，為「偵打一體」無人機，已外銷南亞與中東等國。¹¹

(二)彩虹四號

飛行載重345公斤，航行限高8,000公尺，最大高度5,000公尺，滯空時間最長約莫20小時，最遠累積航程達3,500公里。其配備1台由紅外線、可見光、雷射指標儀和測距儀組成的「光電四合一」之偵察瞄準球，於機體下方，偵查距離可達15公里；另有一具小型合成孔徑雷達，裝載於機身中段，偵查距離可達30公里。機身左、右機翼下各配置2個武器掛架，可同時掛載4枚炸彈，現已外銷中東、非洲等國。¹²

(三)彩虹五號

飛行載重最大3,000公斤，載彈重量可達900公斤，翼展25公尺以上，飛行時速最快400公里／小時，滯空時間最長可達30小

時以上，可掛載空對地飛彈或精確制導炸彈，於第十二屆珠海航展展示，最多可配掛十六枚空對地導引武器。機身頭部配備可同步視頻監控之大型衛星通信天線，相較於彩虹四號機體加大、設備艙空間增加及載彈量增加為兩型機之主要差異，採用襟翼增升技術提高起飛升力30%，其功能類似美國的MQ-1捕食者無人機。¹³

(四)彩虹七號

飛行載重最大13,000公斤，機長10公尺，翼展22公尺，航行限高10,000至13,000公尺。彩虹七號目前處於詳細設計階段，性能屬於高空、次音速的隱形無人機，具備優異隱形與突防能力，可於高威脅環境下對目標進行火力壓制、電子戰、偵察行動等作戰任務，適合用於高價值目標打擊任務，其功能類似美國X-47B型長航時高空隱形無人戰機(如圖1)。¹⁴

(五)翼龍 I 型

於2005年開始研製，迄2007年10月完成首飛，於2012年中國珠海航展中首次陳展測試機，屬於「偵打一體」戰術無人機，機身長9公尺，機翼展開長14公尺，機身高度2.7公尺，飛行載重最大1,100公斤，航行時速最快280公里／小時，最大航行高度為

11 「緬甸成為大陸製彩虹-3無人機第三買家」(中時電子報，2016年5月13日)，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20160531006389-260417?chdtv>，(檢索日期：2020年2月19日)。

12 「彩虹四號無人機察打一體各指標均超美捕食者」(每日頭條，2014年9月2日)，<https://kknews.cc/military/y866b4b.html>，(檢索日期：2020年2月19日)。

13 「中國彩虹五號大型察打一體無人機」(每日頭條，2017年9月6日)，<https://kknews.cc/military/ea8122q.html>，(檢索日期：2020年2月22日)。

14 「陸4代機搭檔彩虹7隱形無人機揭神秘面紗」(中時電子報，2018年11月5日)，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20181105003100-260417?chdtv>，(檢索日期：2020年2月22日)。

5,300公尺，最遠累積航程4,000公里，滯空時間最長20小時。於機體下方配備「光電四合一」360度旋轉的偵察瞄準球1具，對目標進行探測定位、識別、跟蹤、鎖定，範圍達10公里；同時掛載AKD-10雷射導控飛彈2枚或其他多型飛彈和炸彈，適合用於監偵、電子偵察／干擾、對地攻擊等任務，功能類似美國的MQ-9收割者無人機，但機身大小和MQ-1捕食者無人機相近。¹⁵

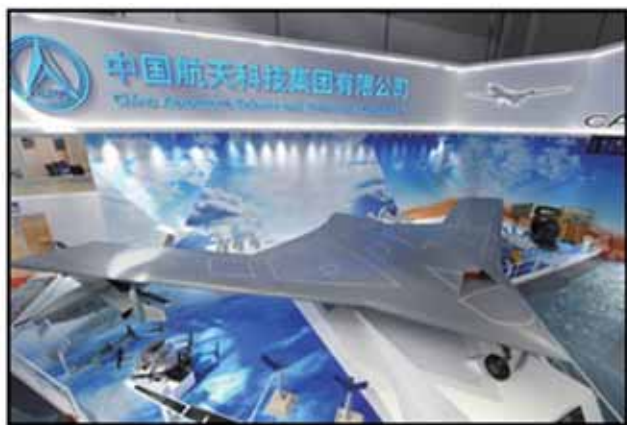


圖1 彩虹七號無人飛行載具

資料來源：「陸4代機搭檔彩虹7隱形無人機揭神秘面紗」（中時電子報，2018年11月5日），<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20181105003100-260417?chdtv>，（檢索日期：2020年2月22日）。

(六)翼龍II型

2016年11月於中國珠海航展上首度公開展示，於2017年2月首飛。機身長11公尺，翼展20.5公尺，飛行載重最大480公斤，具備6個武器掛點，可搭載鷹擊-9E反艦飛彈等武器。滯空時間最長20小時，航行時速最快

370公里／時，最大航行高度為9,000公尺，適合用於執行偵察與打擊任務，功能類似美軍MQ-9收割者無人機，已外銷巴基斯坦(如圖2)。¹⁶



圖2 翼龍II型無人飛行載具

資料來源：「陸與巴基斯坦聯手將打造48架翼龍II察打無人機」（中時電子報，2018年10月10日），<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20181010002672-260417?chdtv>，（檢索日期：2020年2月23日）。

(七)BZK-005無人機

BZK-005無人機在2006年首次於中國珠海航展中亮相，屬於中高空、大航程無人偵察機，適合執行情報搜集和偵察任務。BZK-005的航行高度5,000至7,000公尺，航行時速最快180公里／小時，具備空中加油功能，滯空時間最長40小時，最遠累積航程11,000公里；飛行載重最大150公斤，可攜帶一個大型化的光電吊艙，包括夜視攝影機、紅外線攝影機等。曾於2013年進行「東海防空識別區」偵察任務，功能類似美國的RQ-4

15 「察打一體 中國翼龍1無人機已服役」（中時電子報，2017年12月29日），<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171229003888-260417?chdtv>，（檢索日期：2020年2月23日）。

16 陸與巴基斯坦聯手將打造48架翼龍II察打無人機」（中時電子報，2018年10月10日），<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20181010002672-260417?chdtv>，（檢索日期：2020年2月23日）。

「全球鷹」，故稱之為「中國版全球鷹」。

(八)ASN-301反輻射無人機

ASN-301反輻射無人機使用被動雷達導引頭，有效探測距離半徑25公里，可預儲8組目標數據，被動接收天線裝設於機頭內，可偵測頻率2-18GHz範圍內的雷達目標，具備探測及攻擊多項地面雷達，包括防空武器系統固定式、機動型雷達。機動發射載具使用軍用卡車，每輛攜帶6個發射箱，每箱內裝1架ASN-301無人機，這種系統配置可對敵雷達發射源實現蜂群式高強度飽和打擊。機身全長2.5米，機翼展開達2.2米，航行時速最快220公里每小時，作戰半徑距離280公里，滯空時間最長4小時，最大航程接近230公里。ASN-301反輻射無人機偵測到敵目標後，採雷射近炸引信，可產生數千塊破片增加對目標摧毀成效，殺傷半徑達到20公尺，以俯衝方式摧毀目標。¹⁷

三、小結

中國大陸於每年一度的中國國際航空航太博覽會，已展出各型戰機、無人飛行載具等新式裝備，其中偵打一體無人飛行載具發展迄今已邁入大量出產階段，相較於其他國家，中國大陸無人飛行載具因價格平實，且性能與美國各類型無人機並駕齊驅，受到中東、非洲等國家喜愛，成為其外銷重點裝備之一。面對中國大陸無人飛行載具快速發展，可看出對我防空作戰極具威脅，本文藉由

分析我國防空部隊的作戰能力，深入探討國軍對中國大陸無人飛行載具的反制能力。

我國防空作戰能力剖析

2018年位於瑞典斯德哥爾摩一所國際和平研究所(Stockholm International Peace Research Institute, SIPRI)的武器轉移(Arms Transfer)資料庫以及在2019年2月份由位處倫敦的國際戰略研究所(International Institute for Strategic Studies)出版的「軍事平衡(The Military Balance)」年刊中均指出，就土地面積來比較，我國的防空飛彈部署的數量與密度，已經高於以色列，達到世界第一的水準。¹⁸本章所要探討的重點即在於分析我國目前的防空武器系統能否因應中國大陸無人飛行載具之威脅。

一、空軍防空武器簡介

因無人飛行載具係屬飛行器的一種，若中國大陸運用無人飛行載具對臺灣實施攻擊，勢必配合現行防空武器系統加以防禦及攔截，以下針對主要攔截飛行載具的武器系統功能加以說明：

(一)天弓二型飛彈系統

天弓二型飛彈為國家中山科學研究院自力研發的陸基型機動長程的防空飛彈系統。其特性具備全空域、多目標偵測、抗電戰干擾、全天候、命中率高的優越作戰能力，加上是國人自製，所以該系統的後勤維護與

17 「ASN-301反輻射無人機亮相了，性能出色戰鬥力驚人」(每日頭條，2017年11月5日)，<https://kknew.s.cc/military/8x62ja4.html>，(檢索日期：2020年2月25日)。

18 「台灣有大量防空飛彈、密度甚至高於以色列，成為世界第一」(思想論壇吳尚書，2019年3月20日)，<https://www.storm.mg/lifestyle/1080233>，(檢索日期：2020年2月25日)。

保修作業較為便易，是臺海防空的第一利器，可有效捍衛臺海領空安全。¹⁹

(二)天弓三型飛彈系統

天弓三型飛彈系統為國家中山科學研究院自行研製之第三代區域防空系統，具有攔截戰術彈道飛彈能力，可同時接戰多目標威脅，除可接受戰管指令實施接戰外，亦可執行獨立作戰任務。該系統與天弓二型最大不同之處在於已完成機動化性能提升，可提升戰場存活率。²⁰

(三)鷹式飛彈系統

鷹式飛彈為美國雷神公司研製的中程防空飛彈，主要是用來攔截中、低空飛行目標，²¹此套系統具備優越的野戰機動能力，可為野戰部隊提供來自空中敵人的防空反擊能量，鷹式飛彈已在我國擔任戰備超過40年。²²

(四)車載劍一飛彈系統

車載劍一飛彈系統為自走式防空系統，可接受戰場管理系統指揮管制負要地防空任

務。就其系統性能而言，具有靈活運用、機動性高及命中率高等特性，可攔截低飛戰轟機、直升機或無人機，²³屬短程防空飛彈武器，能有效守護臺海領空。²⁴

(五)天兵系統

天兵系統可搭載麻雀飛彈與35快砲遂行防空任務，該系統為彈砲合一的防空武器，其具備火力密集，快速反應、射擊速度及殲毀概率高等主要特性，負責該地要點防空任務。²⁵

二、國軍防空部隊作戰現況

我國依「防衛固守，重層嚇阻」軍事戰略指導之下，在108年國防報告書中明確規範出國軍的「整體防衛構想」(Overall Defense Concept, ODC) (如圖3)，即為「濱海決勝、灘岸殲敵」。²⁶在此架構之下我國的防空作戰體系，依現有國軍武器裝備的性能與功用來推論，可將其主要任務區分為「防空作戰」與「飛彈防禦」等兩個部分，²⁷

19 「天弓三型地對空武器系統」(國家中山科學研究院)，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=240&catalog=28，(檢索日期：2020年2月25日)。

20 「天弓三型地對空武器系統」(國家中山科學研究院)，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=275&catalog=41，(檢索日期：2020年2月25日)。

21 「國軍模範團體-空軍防空飛彈第793旅621營1連」(青年日報，李威德)，<https://www.ydn.com.tw/News/349768>，(檢索日期：2020年3月7日)。

22 「鷹式飛彈功成身退 八年內汰換」(自由時報，許紹軒，2005年4月12日)，<https://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/10655>，(檢索日期：2020年2月25日)。

23 「車載劍一防空飛彈系統」(國家中山科學研究院)，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=89&catalog=29，(檢索日期：2020年3月7日)。

24 同註2，頁71。

25 「強化低空野戰區域防空戰力國防部規劃以天兵防空系統來整合」(上報，朱明，2020年1月19日)，https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=79830，(檢索日期：2020年3月7日)。

26 中華民國108年國防報告書編纂委員會，「中華民國108年國防報告書」，民國108年9月頒行，頁47、59、68。

27 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」，民國106年12月頒行，頁67、71-72。

分述如後：

(一)防空作戰

我國防空武器系統種類繁多，在防空作戰的部分係依據攔截距離(長、中、短程)來做一劃分與區隔，在長程防空飛彈可於濱海決勝區外擊落敵人之飛彈系統；中程防空飛彈的部分，主要可於我國「整體防衛構想」中「濱海決勝區」發揮戰力；而短程防空飛彈則為「灘岸殲敵」之主力防空武器。而我國防空部隊作戰方式即是運用國軍「防衛固守，重層嚇阻」軍事戰略指導為概念，再配合上述長、中、短程的防空武器系統形成一個整體的「重層攔截」防空火網，用以確保臺海領空安全。

(二)飛彈防禦

在聯合作戰指揮中心(Joint Operation Command Center, JOCC)及聯合空中作戰中心(JAOC)統一指揮下，透過飛彈預警中心(Missile Warning Center, MWC)管制下執行臺灣本島反飛彈作戰任務，以確保重要防護資產(政、軍、經、設施等)安全，俾利爾後全般作戰任務遂行。²⁸

面對中國大陸近年來積極擴張軍備，其中以戰術導彈與巡弋飛彈對臺灣本島的重要政軍設施威脅較大，基於上述威脅，國軍即於民國98年開始積極對外軍購輔以自主研發

，漸次打造我國的反飛彈防禦系統，惟目前因系統攔截高度功能限制，對於具備突防、變軌之彈種較不具備攔截能力。²⁹

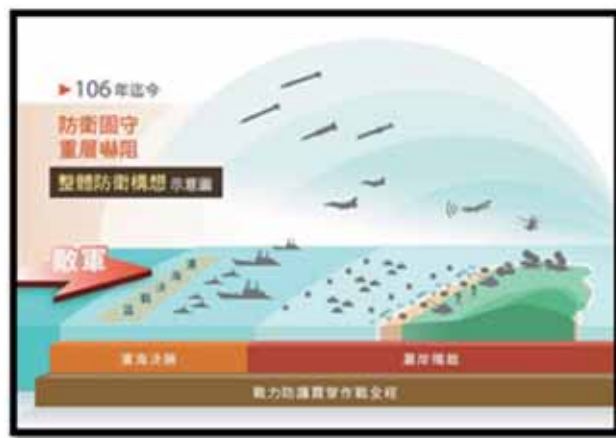


圖3 整體防衛構想示意圖

資料來源：中華民國國防部，《108年中華民國國防報告書》，頁59。

三、國軍防空作戰能力剖析

2019年中國大陸在天安門舉行的建政70周年閱兵式中，展示「ASN-301反輻射無人飛行載具」，³⁰對我防空陣地造成巨大威脅，其可針對我方的防空雷達、飛彈陣地及通信設施進行攻擊，達到癱瘓國軍防空部隊之目的。此外中國大陸空軍改裝的殲-6無人攻擊機，其數量已多達數千架，可配合戰機、導彈及巡弋飛彈對臺灣本島實施大規模的飽和攻擊，對我防空部隊將是嚴峻的挑戰，因此針對防空部隊的預警與接戰等兩個面向來

28 蕭柏成，「由中國大陸巡弋(陸基)飛彈發展探討關鍵基礎設施的防護作為」，空軍學術雙月刊，第673期(2019年12月)，頁49。

29 「天弓三型地對空武器系統」(國家中山科學研究院)，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=275&catalog=41，(檢索日期：2020年3月10日)。

30 「中國大陸大閱兵無偵8、攻擊11無人機首次亮相」(新頭殼newtalk，2019年10月1日)，<https://newtalk.tw/news/view/2019-10-01/305636>，(檢索日期：2020年3月10日)。

綜合檢視國軍防空部隊對於中國大陸無人飛行載具的反制與應處效能。

(一)預警能力：無人飛行載具，具備雷達截面積小的特點，我國部分的防空雷達雖然可以偵蒐中國大陸RCS值較小的無人飛行載具，但中國大陸有可能運用北斗衛星導引「反輻射無人機」至我國主要防空陣地上方，實施滯空飛行並且偵蒐我雷達目標，藉以長時間壓制我軍防空部隊的雷達系統，迫使我防空、預警、偵蒐雷達關機，避免遭敵摧毀，此時中國大陸即可先取得制空權，後續我防空部隊要如何運用雷達變頻、雷達誘標、部隊機動及輻射管制等措施來因應共軍無人飛行載具所帶來的問題，是日後國軍所應重視的。

(二)接戰能力：但凡防空雷達所能偵獲之目標，即可發射飛彈進行接戰，但面對共軍戰機、導彈、巡弋飛彈對臺灣本島的威脅，幾乎不在無人飛行載具之下，國軍的防空部隊均有其特定任務(意指防空作戰或反飛彈防禦)，在國軍防空彈藥有限、戰時後勤籌補不足及外界支援不及的狀況之下，若共軍對我實施飽和攻擊時，屆時國軍防空部隊要如何決定接戰目標的優先順序是攸關重要防護目標存活的重要課題，後續能否採購或研製專門反制或攔截無人飛行載具的系統，亦是未來國軍建軍備戰之重點項目。

四、小結

在2019年世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)公布了一份「全球競爭力報告(The Global Competitiveness Report 2019)」

，說明中國大陸的GDP總量將有可能在2030年正式超越美國，成為世界第一的經濟體。

³¹而近年中國大陸正是利用這種經濟優勢大幅發展國防武力，基此，近年中國大陸所量產的無人飛行載具的形式與數量已不容我們再無視，再加上無人飛行載具的價格低廉，筆者假定共軍採用最不符合經濟效益的「自殺式」飽和攻擊，對目標發起如同日本二戰期間「神風特攻隊」的作戰模式，相較之下其作戰效能亦可能比發展導彈、巡弋飛彈以及戰機來的更為有效且價格低廉，³²再者就國防預算而言，我國與中國大陸兩者已相差近16倍之多，若我國再運用造價昂貴的飛彈進行接戰，除不符合成本與作戰效益，亦無法有效克服共軍無人飛行載具所帶來的威脅，後續應循思「創新與不對稱」戰術戰法，運用軟、硬殺兩手並行的方式針對無人飛行載具的特、弱點來加以反制，方能因應共軍無人飛行載具發展所帶來的威脅與考驗。

防空作戰威脅與反制作為

前述針對國軍防空部隊作戰現況加以檢視與評估，就目前防空部隊而言，若運用中、長程的防空飛彈對共軍無人飛行載具進行接戰，除浪費彈藥之外，亦不合作戰效益

31 「2019經濟體排名」(世界經濟論壇，2019年10月9日)，<https://buzzorange.com/techorange/2019/10/09/taiwan-competition-rank/>，(檢索日期：2020年3月15日)。

32 「殲-6改成無人機70架部署武夷山」(中時電子報，楊俊斌，2019年5月15日)，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190515000162-260301?chdtv>，(檢索日期：2020年3月15日)。

。爰此，本章將針對無人飛行載具的特、弱點、對我國威脅及兩岸軍力對比加以分析，並參考各國及運用我國現有武器裝備加以反制，作為後續國軍防空作戰之參據。

一、特、弱點分析

近年來中國大陸發展無人飛行載具，為了達到長時滯空、酬載裝備及攻擊性武器等多功一體趨勢，³³另配合北斗衛星技術發展逐漸成熟，軍用無人飛行載具技術及性能擁有跳躍式成長，性能與美軍無人飛行載具已相去不遠。軍用無人飛行載具國際市場方興未艾，為力搏外銷市場，中國大陸持續提升科研和生產能力，其特、弱點分析如後：

(一)特點

1.精巧靈活、隱密性高：無人飛行載具其具備體積小、重量輕、RCS值小等特性，近年來中國大陸運用降低引擎消耗功率、機身使用雷達波吸收塗料，³⁴優化其匿蹤性能，運用北斗衛星導引，可輕易突穿防空火網，造成我防空罅隙。

2.造價成本低廉：高性能有人戰機由於考慮人安因素，造價成本一具約落於數仟萬美元之間，空中預警機甚至高達數億美元，相較於無人飛行載具造價約數十萬至百萬美元左右，成本相對低廉許多，具相當之作戰效益。

3.功能多樣：現代科技發展日新月異，無人飛行載具從一開始執行高空偵察任務，隨後以色列研發展出著名的哈比反輻射無人機，最終各國朝偵打一體化邁進，依據任務需求選擇攜掛對空、對地攻擊型導彈或電戰莢艙，功能多樣化。

(二)弱點

1.易受空中、地面攔截：以目前無人飛行載具技術而言，相較高性能有人戰機飛行速度相對受限，因此容易遭受空中(戰機、飛彈)及地面(飛彈、近迫武器)武器攔截，亦可運用人攜式武器進行反制。

2.通信傳輸限制：無人飛行載具系統主要組成包含載具、酬載、資料鏈、地面管制站、起飛與回收裝備、地面輔助裝備6個次系統，指管方式採無線通信為主，因此容易遭受干擾，而喪失無人飛行載具之指管權。

二、兩岸軍力對比

中國大陸領導人習近平於2019年1月《告臺灣同胞書40周年》提出「一國兩制臺灣方案」，重申未放棄武力犯臺選項。³⁵於2019年中國大陸持續增加挹注高額國防預算(如錯誤! 找不到參照來源。)約新台幣5.47兆，較2018年成長7.5%，³⁶相較於我國2020年編列國防經費為3580億元(人員維持費占比約45%)，相差約16倍之多。

33 許然博，「中國大陸無人飛行載具發展對我海軍威脅」，海軍學術雙月刊，第五十一卷，第五期(2017年10月)，頁126。

34 顏聖昀，「中國大陸無人機發展研析」，空軍學院正規班106年班軍事專題研究(2017年8月)，頁10。

35 「【告台灣同胞書40周年】習近平4240字談話全文看這裡」(中時電子報，李俊毅，2019年1月2日)，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190102002101-260409?chdtv>，(檢索日期：2020年3月25日)。

36 「2019中國國防預算出爐兩岸軍費比一比」(yahoo奇摩，即時新聞，2019年3月5日)，<https://tw.new.s.yahoo.com/2019中國國防預算出爐-兩岸軍費比一比-014540833.html>，(檢索日期：2020年3月25日)。

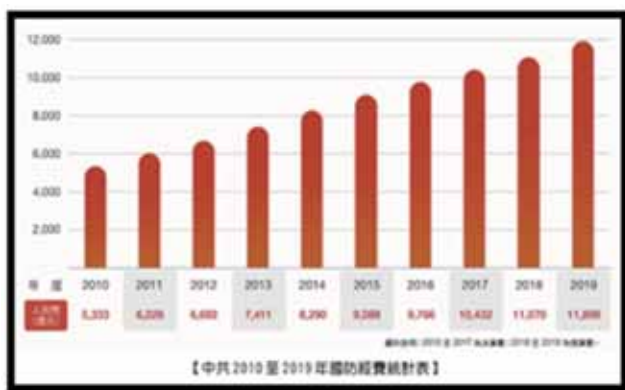


圖4 中國大陸國防經費統計表

資料來源：中華民國國防部，《108年中華民國國防報告書》，頁31。

中國大陸於1949年迄今已歷經了10次裁軍，軍隊人數從最高峰600餘萬降至230餘萬，2015年戰略導彈二砲部隊更名為火箭軍，成為共軍繼陸、海、空軍之後的第4兵種，與此同時為了建造一支專業化武裝部隊，於2016年進行一連串軍隊改革措施，將七大軍區(北京軍區、瀋陽軍區、濟南軍區、南京軍區、廣州軍區、蘭州軍區和成都軍區)改制為五大戰區(東部戰區、南部戰區、西部戰區、北部戰區和中部戰區)，併同組織調整裁軍30萬人，總兵力調整為200萬人；³⁷另2019年美國防報告書指出兩岸軍力比較，中國大陸地面登陸部隊總數達102萬人(東部及南部戰區40萬8千人)，我國地面部隊僅14萬人(如錯誤！找不到參照來源。)，另各型坦克、驅逐艦、戰鬥機等各型武器裝備數量懸

殊。³⁸

綜上，中國大陸在組織與人力不斷精簡情況下，國防經費卻持續攀升，可見其加速推動國防軍事現代化、科技化的決心，透過戰區實施跨軍種聯訓等作為，提升對抗外軍及兵力投射等戰力，更加劇兩岸軍力失衡狀況，對我國防安全構成嚴重威脅，國軍應思考透過「創新與不對稱」思維戰術方式，發展對我優勢之反制作為。

	中國總數	中國東部及南部戰區	台灣
地面軍隊	102萬人	40萬8千人	14萬人
海軍陸戰旅	6	4	2
各型坦克	5800	未知	800
各型大炮	8000	未知	1000
驅逐艦	33	23	4
柴電潛艦	50	34	2
核動力攻擊潛艦	6	2	0
戰機	1500	600	350
轟炸機	450	250	0

圖5 2019年兩岸軍力對比

資料來源：「美國防報告 警告陸擬武統遏獨」(中時電子報，2019年5月4日)，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190504000087-260301?chdtv>，(檢索日期：2020年3月25日)。

三、對我國之威脅

依據國防部2018年所提出的「中國大陸軍力報告書」指出，倘若中國大陸犯臺可能有採取4種方式實施，包括「聯合軍事威懾」、「聯合封鎖作戰」、「聯合火力打擊」及「聯合登島作戰」。³⁹根據近年共軍朱日

37 「盤點中國軍隊的歷次裁軍」(BBC NEWS, 李文, 2015年9月3日), https://www.bbc.com/zhongwen/trad/china/2015/09/150903_profile_china_military_parade_history, (檢索日期：2020年3月25日)。

38 「美國防報告警告陸擬武統遏獨」(中時電子報, 張國威, 2019年5月4日), <https://www.chinatimes.com/newspapers/20190504000087-260301?chdtv>, (檢索日期：2020年3月25日)。

39 同註28, 頁38。

和演習(模擬攻台作戰)、⁴⁰建政70周年閱兵及其北斗衛星與無人飛行載具發展現況研判，中國大陸可能運用反輻射無人機攻擊我防空陣地，亦或是衛星導引攻擊型無人機配合巡弋飛彈攻擊我重要民生基礎設施，以下分述如后：

(一)聯合軍事威懾：因目前國軍防空部隊重要防護目標係以軍事設施為主，對於政經設施及重要關鍵基礎設施僅以防空火網涵蓋，防空防護能力較為不足，共軍可運用射程涵蓋臺灣之短程戰術導彈(東風系列)及巡弋飛彈(鷹擊62.長劍-10號)，配合低成本且發展成熟的攻擊型無人機，對我重要經濟、基礎及民生設施進行攻擊，藉以中斷民生用電、用水，引發、民眾恐慌，迫使民意壓迫政府和談，影響國軍執行防衛作戰決心。

(二)聯合封鎖作戰：中國大陸為執行「反介入／區域拒止」戰略目標，極有可能運用彈道飛彈封鎖臺海周邊海域，避免國外勢力介入兩岸紛爭，⁴¹隨著中國大陸「反輻射無人機」及北斗衛星的快速發展，因無人飛行載具具備RCS值小的特性，防空雷達不易搜索，可輕易突穿防空火網，中國大陸即可能運用北斗衛星導引反輻射無人機至我國主要防空陣地上方，實施滯空飛行並且偵蒐我雷達目標，藉此長時間壓制我軍防空部隊之雷達系統，迫使我防空、預警、偵蒐雷達為

避免遭敵摧毀而關機，達到封鎖國軍監偵能力之目的，使我防空部隊失去效能，進而使國軍無法有效在敵航渡階段遂行「濱海決勝」作戰，並可為共軍下一步的聯合火力打擊及聯合登島作戰開啟機會之窗與作戰優勢。

(三)聯合火力打擊：中國大陸為取得制空、制海及制電磁權，將運用各式戰術導彈、巡弋飛彈、空軍戰機、無人飛行載具(數佰萬美元)及潛伏特攻人員，對我發起大規模「飽和攻擊」，⁴²藉此大量消耗我高價防空飛彈(數千萬美元)彈藥，或使我空域雷情監視系統及防空防禦系統癱瘓，進而使各型戰機與防空飛彈失去作戰效能，影響我防空作戰甚鉅。

(四)聯合登島作戰：伴隨中國大陸取得三權(制空、制海及制電磁權)後，將運用兵力優勢遂行陸、海、空軍三棲進犯，企圖突破臺灣西部海岸北邊或南邊的防禦，進而建立灘頭堡，占領關鍵區域或全島，⁴³屆時中國大陸可混合使用無人飛行載具進行監偵、封鎖、打擊及戰果評估等工作，上述戰術行動，對於作戰區將如何統一指揮與運用防空部隊及優先打擊何種目標，乃是決定「灘岸殲敵」能否成功之關鍵。

歷經時代變遷及高科技技術成熟，無人飛行載具未來發展趨勢將不再只限制於戰爭上的配屬武器。經過貝卡山谷戰役、科索沃

40 「模擬對台作戰陸朱日和演習開打」(中時電子報，張國威，2019年7月13日)，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190713000142-260301?chdtv>，(檢索日期：2020年3月20日)。

41 同註2。

42 中華民國97年國防報告書編纂委員會，「中華民國97年國防報告書」，民國97年5月頒行，頁70。

43 「美國2019中國軍力報告：解放軍3種侵台模式、「冰上絲路」也納入報告」(The News Lens關鍵評論，2019年5月3日)，<https://www.thenewslens.com/article/118258>，(檢索日期：2019年3月25日)。

戰役、阿富汗戰爭及第二次波斯灣戰爭等戰役驗證，其發展的速度及戰爭中被廣泛運用的程度，顯示未來戰場上，將會大幅度取代有人飛機，成為主要作戰力量。在無空防即無國防前提下，我防空部隊面對中國大陸不遺餘力發展無人飛行載具，並在其領域取得突破性的重大成長，應優先思考如何在不浪費彈藥及最有效益的前提之下，重新取得空優，方能落實「濱海決勝、灘岸殲敵」之作戰指導。

四、防空作戰反制作為

因無人飛行載具前述的特、弱點，本文以「重層防禦」的概念，將反制無人飛行載具區分主動式攻擊及被動式防禦，並運用國軍現有裝備與可行方式作為反制手段，分述如後：

(一)主動式攻擊

- 1.個人攜行式武器：由於無人飛行載具RCS值較小或採超低空低速飛行，可能突穿我防空系統雷達偵測，經東歐及北非實戰中已驗證，人攜式武器(MANPADS)對無人飛行載具反制效果卓越；另人攜式武器具有輕便、機動性高、可單人操作等優點，⁴⁴未來可編制於中長程防空武器系統，作為彌補近程防護不足之手段。
- 2.自動化接戰系統：依據「重層嚇阻」

概念，短程防禦功能之人攜式武器及近迫武器系統更顯重要，「方陣近迫武器系統(Phalanx Close-In Weapons System)」運用偵測、評估、追蹤、接戰功能，對抗高速飛機等空中威脅，另此武器系統亦可提供自動化接戰操作模式，快速反應，⁴⁵未來可編制於防空武器系統，作為彌補近程防護不足之手段。

- 3.強化現役裝備：目前我國短程防空武器系統，部署於全臺各空軍基地內，現役「三五快砲系統」尚可填補低空防空網漏洞，惟遭敵飽和攻擊時無法有效接戰，目前空軍已針對自動接戰功能、機動裝載平台、雷達性能等項目進行建案研改，俾利快速辨別敵目標，縮短接戰時間。
- 4.蜂群式作戰模式：相較於大型無人飛行載具，蜂群式(微型)無人機採集群式作戰模式，需以人工智慧為核心技術，具備體積小、成本低、分布廣、具個別性、戰場存活率高等特性，作戰過程中失去部分群體或個體，集群中其他個體仍可持續執行任務，⁴⁶可運用蜂群無人機特性在防護目標上方、周遭形成無人機防護網；抑或是於蜂群無人機機體裝置誘標，誘導敵反

44 作者Andrew White、譯者/劉慶順，「反制無人機系統」，國防譯粹，第四十四卷，第六期(2017年6月)，頁33。

45 劉宗翰，「自主式時代與人機團隊之發展」，空軍學術雙月刊，第670期(2019年6月)，頁57。

46 徐康榮、劉亦韜，「中國大陸運用無人載具對我海軍艦隊作戰影響」，海軍學術雙月刊，第五十二卷，第五期(2018年10月)，頁78。

輻射無人機，上述可運用國家中山科學研究院研發之紅雀 II 小型無人飛行載具系統⁴⁷基礎上進行研改。

5. 中間人攻擊：所謂「中間人攻擊」(Man-in-the-Middle Attacks)是一種遠端攻擊方式，駭客透過入侵無人飛行載具之地面戰術管制站，並變更原本賦予無人飛行載具的目標追蹤指令與飛行資訊，進而取得載具操縱權，就算指揮管制資訊系統本身建置安全防護機制，仍有可能受敵遠端網路攻擊而失效，中間人攻擊將成為無人飛行載具主要威脅之一，⁴⁸防空部隊可配合106年成軍之「資通電軍」轄下網路戰聯隊執行網路戰聯合作戰。

6. 電子戰聯合作戰：電磁環境無所不在，由於無人飛行載具本身主要功能為情報、監視、偵察與目標獲得(反輻射無人機)，故大多缺乏搭載額外自我防護武器設備，且抗干擾技術因受限於裝備體積、重量、功率及成本考量，僅優先使用於戰略飛機及主力戰艦等，無人飛行載具對電子戰(Electronic Warfare, EW)攻擊防護能力相對薄弱。防空部隊可配合資電部電子戰部隊執行電子戰聯合作戰，同

時，也必須增強我國武器裝備之電子戰反制能力，確保指揮決策系統順暢。

7. 衛星干擾：截至2018年以前中國大陸已發射18顆北斗衛星，為配合國家政策規劃覆蓋「一帶一路」，目標於2020年將衛星發射總數提高至30顆，在軍事運用領域方面主要著重在武器精確導引、人員定位及部隊調度等用途，⁴⁹其中彩虹系列等中長程無人飛行載具均由北斗衛星定位系統導引，建議運用「北斗衛星干擾車」(國家中山科學研究院自行研發)，阻斷敵無人飛行載具導航系統功能，癱瘓其攻擊能力，發揮協同作戰效能。

(二)被動式防禦

1. 偽裝：現代偵察技術對軍事目標構成巨大威脅，偽裝的目的在於融合戰術現地背景，使用具光學、反雷達、熱紅外線等功能之偽裝網，加以改變裝備形狀與輪廓，抑或是製造假目標，使敵錯判分散火力，複雜的陣地偽裝技術，讓紅外線雷達無人機難有無用武之地，⁵⁰，另配合作戰地點因地制宜採用城市迷彩(車廂偽裝成物流運輸等商用標誌)隱身於當地環境中，

47 同註36。

48 同註45，頁35。

49 「北斗導航2018年再發18顆衛星，2020年覆蓋全球」(每日頭條，宇宙神圖，2017年12月13日)，<https://kknews.cc/zh-tw/science/3xnbpp3.html>，(檢索日期：2020年3月26日)。

50 「複雜的陣地的偽裝技術，讓紅外線雷達無人機難有無用武之地」(每日頭條，萬乘之尊，2018年8月23日)，<https://kknews.cc/zh-tw/military/v6n2b4y.html>，(檢索日期：2020年3月26日)。

降低部署位置曝光機率。

- 2.誘標：因應中國大陸無人飛行載具摧毀、遲滯我防空系統各型雷達，癱瘓我指管系統，可依實際需求裝設國家中山科學研究院自行研發之「電子誘標系統」，⁵¹在遭遇反輻射導彈攻擊時，藉由雷達誘標使其偏離攻擊目標，提高雷達站存活率；另也可將雷達誘標裝置安裝於無人飛行載具，藉以延伸誘標距離，靈活變換誘標位置，干擾來襲之反輻射飛彈，保護我防空系統。
- 3.機動化：防空部隊逐漸換裝成機動化部隊，具備機動靈活、快速部屬的特性，可提高戰場存活率，並配置即時目標識別、雷達情資、指揮管制、威脅評估、火力分配及自動射向指引等功能，可執行多種作戰任務。武器裝備機動化，可提升戰術運用靈活性及存活率，為世界各國發展趨勢。
- 4.煙霧：紅外線光波會被雲層或人造煙霧吸收，進而影響減低訊號傳播距離，運用發煙器材產生大面積煙霧，形成暫時性防護及遮蔽，適合防空部隊於陣地轉換時，爭取機動、掩護時間

，可提升戰術運用靈活性及存活率。

綜上所述，面對共軍積極發展無人飛行載具，對國軍防空作戰形成莫大威脅，因此，除了積極加強籌購新式人攜式武器、近迫武器、誘標雷達等系統之外，各作戰區更應統合防空與電戰部隊遂行「重層防禦」加強重要目標的防護效能，再運用偽裝、機動等手段，提升防空部隊的戰場存活率，如此方能確保我領空與國人身家財產安全。

結 論

在共軍特意強調打一場「損小、效高、快打、速決」的戰爭之下，⁵²將運用各種手段(導彈、飽和攻擊、特攻、斬首等)對我實施打擊，企圖在短時間內及外國勢力尚未介入前，一舉奪下臺灣，就目前中國大陸無人飛行載具已發展到偵打一體化狀況之下，勢必將做為攻臺作戰的一大利器，因此防空部隊做為國軍空防的第一線，不可以輕忽之。孫子兵法有云：「多算勝、少算不勝」⁵³，基此，國軍須加強監偵預警能力、與電戰部隊聯合作戰、研發新式無人飛行載具反制系統、建設國人敵情意識及強化全民國防教育，如此臺灣寶島才能成為麥克阿瑟將軍所說的「不沉的航空母艦」。⁵⁴

51 「誘標」(國家中山科學研究院)，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=260&catalog=10，(檢索日期：2020年3月26日)。

52 「國防部軍力報告陸2020年前完成對台用武準備」(中時電子報，楊孟立、李文輝，2018年9月1日)，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20180901000467-260118?chdtv>，(檢索日期：2020年3月26日)。

53 「南師軍訓室孫子兵法」，http://web.nutn.edu.tw/gac370/teaching/chapter/sun_Z.htm，(檢索日期：2020年3月26日)。

54 「永不沉的航母！台美中變動的40年」(中華電視公司線上新聞網，綜合報導，2019年7月4日)，<https://news.cts.com.tw/cts/international/201907/201907041966441.html>，(檢索日期：2020年3月26日)。

中國大陸藉總體國力迅速提升，快速進行軍事改革與武器裝備現代化，危及臺海的安全穩定。我國應強化國人敵情意識，考量國家財政及避免軍備競賽的前提下，運用國防資源投資建軍備戰優先項目，配合政府「國防自主」政策，推動國艦國造、國機國造，⁵⁵並以不對稱作戰思維，組建機動、價廉、量多、快速生產、具可耗性之不對稱戰力，嚇阻中國大陸武力犯臺，確保國家安全。

作者簡介

李建鵬中校，國防大學管理學院、中正理工學院正87年班、管院指參班101年班、國防大學理工學院資工所網路安全在職碩班，曾任艦艇電子官、修護組長、通信區隊長、科長、資參官、電戰官。

翁翠蓮少校，國防大學空軍指參學院，電子戰正規班103年班，曾任通信官、連長、編裝官。



S-70C、EC-225、UH-1H直升機
(照片提供：張家維)

55 「堅定防敵意識，維護國家安全」(國防部政戰資訊服務網，2017年12月25日)，[https://gpwd.mnd.gov. tw/Publish.aspx?cnid=513&p=5051](https://gpwd.mnd.gov.tw/Publish.aspx?cnid=513&p=5051)，(檢索日期：2020年2月18日)。