空軍軍官雙月刊
Air Force Officer Bimonthly

卷首語

本刊第237期刊載了軍事科技、地緣政治及軍事作戰等5篇研究，邀集相關研究專長作者，針對各主題深入剖析，並提供具參考價值之研究成果，期待能對讀者有所助益，茲簡介如下：

◎中共氣象衛星發展對空軍作戰之影響

本文主要係針對中共風雲系列氣象衛星之運行方式、種類及監測現況實施探討，廣泛蒐集風雲系列氣象衛星發展及運用之相關資料，期能從兩個面向來深入研究中共對於制天權的認知及其航太戰略的發展，並做為我軍未來在不對稱作戰環境下調整戰略方針之參據。

◎我國與中共地面防空武器發展之研究－以空軍反機能力為例

中共為達成「全時能戰、全時待戰」軍事目標，結合先進武器裝備採購及研發，強化空中作戰能力，並提昇各軍區防空能力，研發東風系列新一飛彈，藉極音速飛行能力，提昇打擊效能，面對中共國防武力快速發展，臺灣須思考如何面對不對稱的軍事戰力，建構防衛性國防武力成為我國軍事重要目標，發展不對稱作戰形態，以有效遂行「防衛固守，重層嚇阻」之軍事戰略。

◎碳纖維支架防鳥網可行性評估

台灣屬於海島地形，機場設立的條件需要有空域以及地面跑道，所有的機場都是靠海，偏偏一年四季鳥類生態豐富，防鳥變成飛安重要的主題之一。一般機場的防鳥網，用竹竿架設，本文探討由碳纖維管架設防鳥網之可行性，期能增加方便性以及提升效率。

◎試探美日韓三國峰會與印太地區安全

美中戰略競爭關係，牽動印太區域情勢的發展，中共逐年增加的國防預算與軍力規模，更對我國家安全構成重大威脅。我國必須思考，如何藉由區域友好國家的合作，共同維護區域和平穩定，以確保共同利益與我國家安全。

◎俄烏戰爭無人載具運用，對我國無人機發展之啟示

無人機技術在現代戰爭中發揮了重要作用，俄烏戰爭中的無人機作戰更是引起了國際社會的關注，在俄烏戰爭中使用的無人機，彰顯了其在情報收集、目標打擊和戰場監控方面的優勢。臺灣在軍事領域中的無人機應用發展也引人矚目。本文將以俄烏戰爭中無人機的使用為切入點，探討臺灣無人機的未來發展方向，並提出建議，以期對臺灣無人機的發展具有參考價值。

空軍軍官雙月刊 237
Air Force Officer Bimonthly

軍事科技

DOI:10.29683/AFOB.202408_(237).0001

中共氣象衛星發展對空軍作戰之影響

空軍少校 王暉緒、空軍中校 陳宗恒

提 要

本文主要係針對中共風雲系列氣象衛星之運行方式、種類及監測現況實施探討，廣泛蒐集風雲系列氣象衛星發展及運用之相關資料，期能從兩個面向來深入研究中共對於制天權的認知及其航太戰略的發展，探討中共氣象衛星的發展歷程、現況、限制、對我空軍執行作戰之影響，並提出本研究之發現、中共氣象衛星未來發展方向與我軍應對與因應作法，期能瞭解中共氣象衛星的發展情況及提供未來研究之參考，並做為我軍未來在不對稱作戰環境下調整戰略方針之參據。

關鍵詞：氣象衛星、制天權、航太戰略、不對稱作戰。

壹、前言

氣象衛星是利用星載遙感設備測量和接收地球和大氣層的可見光、紅外線、微波幅射等，然後將它們轉換 無線電信號傳輸到地面；地面將接收到的無線電信號復原，繪製成雲圖、地表和海洋平面圖，經過進一步處理，便可得到所需要的氣象情報。[註1]隨著科技的快速發展，世界各國紛紛投入大量資金和人力進行氣象衛星的研發和應用。尤其對於中國來說，氣象衛星的發展不僅對國家的經濟和民生有著巨大的貢獻，同時也對國防建設產生了深遠的影響，特別是在空軍作戰中，氣象衛星的運用已經成為一種不可或缺的戰術手段。

氣象衛星依照所在的軌道可分為太陽同步軌道衛星(亦稱「極軌道衛星」)與地

註1　王永剛、劉玉文，《軍事衛星及應用概論》(北京：國防工業出版社，2003年)，頁206。

球靜止軌道衛星。太陽同步軌道衛星每日對地表巡視2遍，並獲得全球的氣象資料；而靜止軌道衛星則是固定在赤道上空約35,800公里，可以籠罩地球將近三分之一，並即時將數據回傳至地面接收站。只要平均配置4顆上面所述的衛星，就能連續執行全球在中、低緯度地區氣候的形成及發展監測作業，但是對於高緯度地區的監測能力較差。這兩類氣象衛星彼此互補，就可以得到完整的全球氣象資料。【註2】

中共氣象衛星的發展對空軍作戰有著深遠的影響。自1970年代起，中共開始進行氣象衛星的研發工作，並在此基礎上不斷推進氣象衛星的技術升級和應用。如今，中共已經擁有多顆高性能氣象衛星，能夠提供全球性的天氣預報、自然災害監測、目標監測等多種功能，對軍事行動和作戰策略具有重要作用，通過氣象衛星可以取得全球各戰略地區和戰場上空的即時氣象資料，再與其他探測方法獲得的氣象資料，通過空中或地面處理中心的綜合處理、分析，就可以準確的預報天氣，為軍事行動提供即時、準確和可靠的氣象保障。【註3】

資訊化時代的戰爭是高科技的戰爭，也是爭奪對於太空控制權和資訊使用權的戰爭，掌握了太空就能掌握資訊，掌握資訊就能在戰爭中獲得勝利，而能否掌握太空之關鍵因素，在於太空科技的優劣與否。【註4】中共認為每一種空間天氣現象和事件都可能對軍事活動造成相當大的影響。惡劣的空間天氣可導致導彈發射失敗、衛星提前失效、通信中斷、導航定位不準、航天員遭受嚴重輻射傷害等嚴重事故。美國的研究分析也表明，在海灣戰爭中40%的武器未能擊中目標，大都與空間天氣有關，衛星故障也大約有40%與空間天氣條件有關。【註5】

中共風雲系列衛星的發展，為中共大氣科學帶來氣象科學研究資料來源、全球氣象、氣候環境及劇烈天氣監測、經濟貿易發展及境外軍事活動氣象情資蒐集等效益，除使其躋入氣象科學發展的先進國家之列，更具有政治、經濟、軍事等多重戰略意義，面對未來高科技戰爭特性，中共將其偵察、遙感、資源、通訊、氣象衛星等五個體系技術互相融合，並透過優化組合，構成全球偵測系統，為打贏未來戰爭鋪路。本文將針對中共氣象衛星的發展歷程與其戰略意義，探討及分析對我空軍作戰之影響及因應之道。最後，總結中共氣象衛星發展對空軍作戰的重要性，並對未來的發展進行展望。

貳、中共氣象衛星發展與應用探討

註2　林聰榕、徐飛，《世界航天武器裝備》(長沙：國防科技大學出版社，2001年)，頁125。
註3　卓凌，《空間武器裝備和技術》(北京：軍事科學出版社，2006年)，頁227。
註4　桑治強，《中共制天權理論與航太載具發展之研究》(高雄：中山大學大陸研究所碩士論文，2007年)，頁3。
註5　唐萬年，《信息化戰爭與軍事氣象保障》(北京：國防大學出版社，2005年)，頁97。

中共第一枚自行研發的人造衛星「東方紅一號」於1970年4月24日由「長征一號航天運載火箭」自甘肅省酒泉衛星發射中心升空，並順利進入預定的運行軌道，促使中國成為繼蘇聯(1957年)、美國(1958年)、法國(1965年)和日本(1970年)後的第五個自主發射人造衛星國家。【註6】

中共氣象衛星系列稱為「風雲(Feng Yun，簡稱：FY)」，1988年9月7日，第一顆試驗氣象衛星「風雲一號」自山西省太原衛星發射中心，由「長征四號火箭」運載升空並成功進入預定運行軌道，之後持續研發改良，截至2022年4月中共已經發射20顆氣象衛星，包含地球靜止軌道「風雲二號」G、H星、「風雲四號」A、B星及太陽同步軌道「風雲三號」C、D、E、G星等8顆衛星在太空軌道中運行(如圖1)。【註7】

1999年3月13日，前國防部部長唐飛先生於「臺灣綜合研究院戰略與國際研究所」主辦之「軍事事務革命與國防研討會」中表示：「中共於跨世紀後，將發射多顆人造衛星，屆時將可掌握我軍隊的一舉一動，對我臺海安全將構成嚴重之威脅。」【註8】；另中共在2015年12月31日正式成立「中國人民解放軍戰略支援部隊」，其部隊下轄「航天系統部」負責太空偵測及衛星系統等工作，成為中共太空戰力發展的核心，其主要任務三大面向，包括太空影像偵察、導航與通信衛星系統的建置與維護及反衛星作戰，同時，廣泛採用「軍民合用」策略，以民用

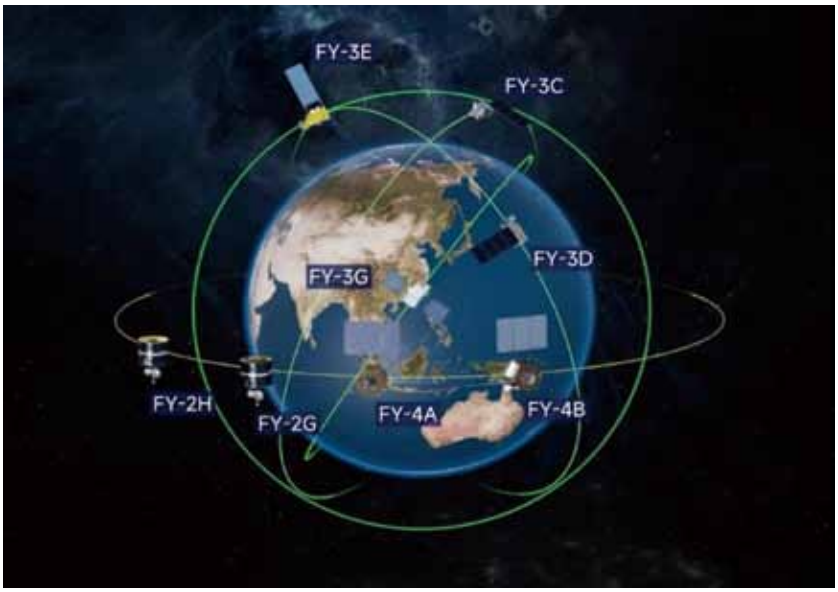


圖1. 風雲氣象衛星在軌示意圖(2023年4月)
資料來源：國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)。＜衛星介紹＞，《衛星運行》，<https://www.nsmc.org.cn/nsmc/cn/satellite/index.html>(檢索日期：2023年5月2日)。

註6 TBS Internet, “First time in History,” The Satellite Encyclopedia,<http://www.tbs-satellite.com/tse/online/the-ma_first.html>(檢索日期：2023年2月26日)。
註7 國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)。＜現役風雲衛星運行狀態＞，《衛星運行》，<https://www.nsmc.org.cn/nsmc/cn/operation/status.html>(檢索日期：2023年5月2日)。
註8 劉宜友，〈對中共軍事衛星發展之研析〉，《國防雜誌》，第15卷第12期，2000年6月，頁61-75。

做為掩護，引入、偷竊盜取或模仿製造歐美等國的太空技術，並將其用於軍事用途。

一、風雲系列氣象衛星介紹

(一)風雲一號(FY-1)衛星：

風雲一號氣象衛星是中國自主研發的第一代太陽同步軌道衛星，主要目的是蒐集國內、外的天氣資料，並用於天氣預報、氣候預測、自然災害和全球環境監測等工作。這款衛星具有多項功能，包括海溫遙感研究和海洋水色探測，並能即時向各地的衛星接收站發送衛星雲圖。同時，衛星配備空間粒子成分監測器，可用於研究太空環境。該衛星的設計和能力使其成為一個重要的工具，幫助科學家和氣象專家獲取關鍵的氣象和環境數據，以支持各種預測和監測活動。【註9】

風雲一號氣象衛星可以分為兩個批次，分別是01批次和02批次。在02批次衛星的研發基礎上，進行了一系列的改進。首先，02批次衛星改進了姿態控制系統的可靠性，這意味著衛星能夠更準確地控制和維持其軌道和方位。同時，掃描輻射計的性能也得到了改善，並將通道數從5個增加到10個，這意味著衛星可以同時收集更多的數據和影像，提供更詳細和全面的資訊。其次，02批次衛星提高了高解析度圖片傳輸(High Resolution Picture Transmission, HRPT)的速率，速率由0.6654Mbps提高到1.3308Mbps，HRPT是一種傳輸高質量圖像的技術，這使得衛星能夠以更快的速度傳輸圖像數據。此外，02批次衛星還裝置了固態記憶體，實現了動態圖像傳輸(Dynamic Packet Transport, DPT)的數位化，這意味著衛星可以更好地儲存和傳輸圖像數據，提高了數據的可靠性和效率。【註10】

這些改進使得02批次衛星的性能得到了大幅提升，同時也延長了其設計壽命要求，讓衛星能夠更長久地發揮作用。這一系列的技術升級和改進使得風雲一號氣象衛星更具可靠性和效能，能夠更好地支持氣象和環境監測的工作。

風雲一號氣象衛星是中國最早研發、製造和發射的對地遙感衛星，它成功解決多個關鍵技術問題，包括太陽同步軌道衛星的發射和精確進入運行軌道、較長的三軸穩定姿態衛星平臺壽命、較高的可見和紅外掃描輻射計質量、全球氣象資料的衛星儲存和回放，以及衛星的測試控制和管理，地面接收站對於資

註9　國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)。＜風雲一號系列＞，《衛星運行》，<https://www.nsmc.org.cn/nsmc/cn/operation/status.html>(檢索日期：2023年5月2日)。

註10　國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)。＜風雲一號系列＞，《衛星介紹》，<https://www.nsmc.org.cn/nsmc/cn/satellite/FY1.html>(檢索日期：2023年5月2日)。

註11　同註10。

料處理應用系統的建置和運行等。【註11】

(二)風雲二號(FY-2)衛星：

風雲二號氣象衛星是中國研發製造的第一代地球靜止軌道氣象衛星，主要任務是進行對地面的觀察與測量。該衛星以每小時一次的頻率獲取可見光、紅外線和水汽的雲圖。【註12】

風雲二號氣象衛星根據其研發製造和生產分為三個批次，相對於01批次衛星，02批次衛星在技術及性能上有較顯著的改進。其中的主要改進包含了酬載掃描輻射計通道數由3個增加到5個。此外，02批次衛星還增加了蓄電池的供給電力能力，以確保在春、秋季節進入地球陰影期間對衛星穩定提供電力，從而使衛星上的儀器能持續運作。

至於03批次衛星，其計畫的主要目的是實現從第一代地球靜止氣象衛星向第二代靜止氣象衛星的穩定且持續轉型。【註13】這意味著03批次衛星將在繼承和改進第一代衛星的基礎上，引入新的技術和功能，以提升衛星的性能和運行能力。

(三)風雲三號(FY-3)衛星：

風雲三號氣象衛星是中國研發製造的第二代太陽同步軌道衛星，主要任務是提供與濃霧、積冰、積雪、水災及火災情況等相關監測服務。該衛星使用了SAST 3000平臺，並被設計具有3至5年的壽命。【註14】

風雲三號氣象衛星按照研發製造和生產分為三個批次，它在風雲一號氣象衛星的技術基礎上進行了發展和提升，實現了一大步的前進。此款衛星的主要目標是處理大氣探測的問題，並且大幅提升全球氣象資料取得能力。通過這一進步，它能夠更進一步提升對地區和地表特徵的觀測能力，並能夠獲取氣象參數。

(四)風雲四號(FY-4)衛星：

風雲四號氣象衛星是中國研發製造的第二代地球靜止軌道氣象衛星，它的主要任務是提供氣候分析和預報、短期天氣預測、環境及災害監測等。相對於風雲二號氣象衛星，風雲四號在性能上有了明顯的提高，包括觀測精準

註12 General，＜中國衛星都有哪些？＞，《雅瑪知識》，2023年5月1日，<https://www.yamab2b.com/why/258469.html>(檢索日期：2023年5月10日)。

註13 中華人民共和國中央人民政府。＜光耀寰宇攬風雲——風雲氣象衛星30年成就輝煌＞，《工作動態－部門訊息》，<http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn//gzdt/2008-11/24/content_1157970.htm>(檢索日期：2023年5月2日)。

註14 網易軍事，＜風雲4號衛星設計指標達頂尖水準＞，《網易新聞》，2010年11月19日，<https://www.163.com/war/article/6LRFR9IP00011MTO.html>(檢索日期：2023年5月10日)。

度、效率及應用範圍等方面都有顯著的增加。【註15】

其中，靜止軌道上的微波大氣探測技術是風雲四號氣象衛星之一項世界首創。這項技術使得衛星能夠準確觀測大氣中的微波輻射，從而提供更詳細的大氣資訊。這對於天氣預報、氣候預測和環境監測等領域非常重要，可以提高預報的精確度和可靠性。

風雲四號衛星根據研發製造和生產的不同分為兩個批次，此款衛星使用全新研發製造的SAST5000平臺，外觀呈現六面柱體，設計為7年壽命。【註16】其中，衛星使用丁字型單面二次展開太陽能板，與傳統的雙翼太陽能板有所不同，這種設計使得衛星更輕便，同時提供足夠的太陽能供應，以確保衛星的正常運行。與風雲二號衛星不同的是，風雲四號衛星採用三軸穩定的方式，這意味著衛星在軌道上可以保持穩定的姿態，使其有效負載始終對準觀測目標。這種穩定性大大提高了觀測效率，使得衛星可以更加準確地收集和傳輸數據，觀測效率相比以前提高了近20倍。

風雲四號衛星的研發歷程可追溯至1994年，並於2010年獲得核准建立項目。然而，直至首顆衛星發射成功，整個研發製造過程總共歷時22年之久，這使得風雲四號成為中共歷史上投資最多、研發製造時間最長、技術難度最大的對地遙測衛星。【註17】

二、中國氣象衛星部署現況與發展趨勢

在現代戰爭中，天候狀況同樣是戰場指揮官最需要了解、且必須掌握的資訊之一，風、雲、雨、霧等任何一項要素，都可以左右戰術、戰法的運用，甚至影響戰爭成敗。當地面氣象觀測站僅能觀測到有限的大氣資訊時，透過地球外的氣象衛星，將可以最直接、最快速的方法取得更多氣象資訊，並且彌補地面觀測站的不足。

(一)部署現況：中共風雲系列氣象衛星經過50餘年的發展，已經成功發射20顆氣象衛星(如圖2)。目前，仍有8顆衛星在軌道上運行，包含4顆地球靜止軌道氣象衛星和4顆太陽同步軌道氣象衛星。這些衛星的運行構成了一個「多

註15　空間天氣，＜揭秘當今最先進氣象衛星：“風雲四號”的“獨門特技”＞，《中國氣象報社》，2016年12月11日，<https://web.archive.org/web/20170305024857/http://chuansong.me/n/1274070152575>(檢索日期：2023年5月10日)。

註16　新華網科技，＜我國第二代靜止軌道氣象衛星「風雲四號」將於下半年發射＞，《新華網新聞》，2016年4月23日，<https://web.archive.org/web/20161220162944/http://news.xinhuanet.com/tech/2016-04/23/c_1118715404.htm>(檢索日期：2023年5月10日)。

註17　劉錕，＜風雲紀事－上海航太為國鑄星，七年攻關成就風雲四號＞，《上觀新聞》，2016年12月11日，<https://www.shobserver.com/news/detail?id=38971>(檢索日期：2023年5月10日)。

星在軌、互為備份、統籌運行、適時加密」的結構。【註18】

地球靜止軌道與太陽同步軌道氣象衛星分別提供上午和下午的觀測，形成了一個全球和區域範圍內的觀測網路，這使得風雲系列氣象衛星能夠即時且高效地觀測全球和特定區域內的極端天候及天氣。【註19】這些衛星在天氣預報、災害防救、環境監視測定等重要領域，以及太空和軍事等方面得到了廣泛的應用。

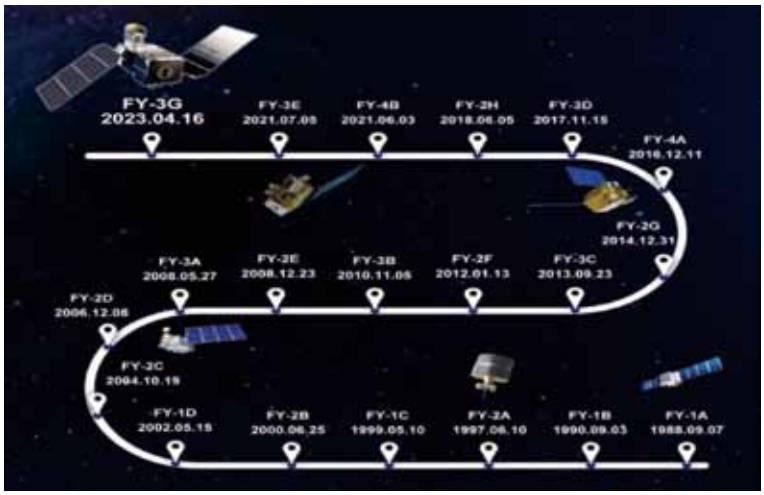


圖2. 風雲系列氣象衛星發射時序圖

資料來源：國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)。＜衛星介紹＞，《衛星運行》，<https://www.nsmc.org.cn/nsmc/cn/satellite/index.html>（檢索日期：2023年5月2日)。

(二)發展趨勢：利用氣象衛星所提供的大氣和地表資訊，在天氣預報、氣候預測、環境監測和自然災害監測等多個國民經濟領域得到了廣泛應用。風雲系列氣象衛星投入應用後，為監測災害性天氣供應了更加強大的方法。同時，這些衛星還提供了許多有用的參數，如海表水溫、雪蓋、植被指數等，這些參數對於改善天氣預報和短期氣候預測具有重要作用。

目前，中國氣象局正積極推展衛星觀測資料在氣象預報中的應用研究，此領域發展對於提高天氣預報的準確性具有重要意義，它將衛星探測資料融入到數值預報的三維同化系統中，從而顯著提升數值天氣預報的精度和時效。【註20】中共的第一代氣象衛星發展是以效能測試及性能提升為目的，而由第二代氣象衛星組成的觀測網，除了可以獲取更多天候數據，也可提供其他國家氣象預報所需。當地球氣候變遷異常，各國體認到氣候觀測重要性的同時，中共亦積極發展第三代風雲氣象衛星，除了律定更完備的氣候觀測需求

註18　張冰瑤、徐童、安普忠，〈我國風雲氣象衛星事業發展回眸：“風雲”激盪五十年〉，《中國軍網–解放軍報》，2020年11月20日，<https://www.81.cn/big5/kt/2020-11/20/content_9940097.htm>(檢索日期：2023年5月2日)。

註19　同註18。

註20　許健民、楊軍、張志清、猿安來，〈我國氣象衛星的發展與應用〉，《國家衛星氣象中心氣象月刊》，第36卷第7期，2010年7月，頁94–100。

與研發更先進的酬載之外，也可能規劃藉由氣象衛星的輔助來「控制天氣」（如表1）。

表1. 中共在軌衛星部署及應用彙整表

氣象衛星		發射日期	應用領域	運行狀態
風雲一號	A衛星（01星）	1988年9月7日	蒐集國、內外大氣、雲、陸地、海洋等資料，用於天氣預報、氣候預測、自然災害和全球環境監測。	停止工作
	B衛星（02星）	1990年9月3日		停止工作
	C衛星（03星）	1999年5月10日		停止工作
	D衛星（04星）	2002年5月15日		停止工作
風雲二號	（01星）	1994年4月2日	—	地面爆炸【註20】
	A衛星（02星）	1997年6月10日	用於對地面的觀察與測量，以每小時一次的頻率獲取可見光、紅外線和水汽的雲圖。	停止工作
	B衛星（03星）	2000年6月25日		停止工作
	C衛星（04星）	2004年10月19日		停止工作
	D衛星（05星）	2006年12月8日	用於對地面的觀察與測量，以每小時一次的頻率獲取可見光、紅外線和水汽的雲圖。	停止工作
	E衛星（06星）	2008年12月23日		停止工作
	F衛星（07星）	2012年1月13日		停止工作
	G衛星（08星）	2014年12月31日		運行中
	H衛星（09星）	2018年6月5日		運行中
風雲三號	A衛星（01星）	2008年5月27日	用於監測濃霧、積冰、積雪、水災及火災等大範圍自然災害及地表生態環境，並為航空、航海活動提供全球任一地區的氣象資訊，為軍事氣象保障服務。	停止工作
	B衛星（02星）	2010年11月5日		停止工作
	C衛星（03星）	2013年9月23日		運行中
	D衛星（04星）	2017年11月15日		運行中
	E衛星（05星）	2021年7月5日		運行中
	G衛星（06星）	2023年4月16日		運行中
風雲四號	A衛星（01星）	2016年12月11日	用於氣候分析和預報、短期天氣預測、環境及災害監測等。	運行中
	B衛星（02星）	2021年6月3日		運行中

資料來源：本研究整理(依衛星種類排序)。

註21　BBC NEWS，〈中國啓用天宮空間站 美國擔心太空主宰地位受威脅〉，《BBC NEWS》，2021年6月26日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-57600910>（檢索日期：2023年5月10日）

中國在二十世紀七十年代就開始致力於氣象衛星的發展，截至2022年4月已經成功發射20顆氣象衛星。目前，仍有8顆衛星在軌道上運行，實現了極軌衛星和靜止衛星的運行模式。這使中國成為繼美國與俄羅斯之後，第三個同時擁有這兩款氣象衛星的國家。在蘇聯解體後，美國在太空領域穩居主宰地位。但近年來，做為太空技術的後起之秀，中國在運載火箭、衛星以及載人任務的發展可謂舉世矚目。此外，中國也開始將觸角伸向高超音速軌道飛行器、衛星回收與太空垃圾清除技術，中國亦將太空視為「地緣政治和外交競賽的工具」。西方媒體曾經分析，具備多功能的太空技術「關乎到科技發展和國家的國際地位」。【註22】中國的太空計畫在國際間一直受到密切關注，其主要原因係氣象衛星通常為軍民合用，但在軍事用途上，太空技術極易轉移做為軍事用途，並提供戰場所需之氣象資料。

中共非常重視並全力支持氣象衛星項目的發展，早在過去，就已經訂定了《十一五和2020年前我國氣象衛星發展規劃》，並按照此規劃成功地進行了氣象衛星的研發製造和發展。氣象衛星是在太空中對地球及大氣層進行氣象遙測的工具，這些衛星配備了多種遙感器，能夠測量和接收地球及大氣層的可見光、紅外線和微波輻射，這些輻射信號被轉換成電信訊號並傳送至地面，以提供關鍵的氣象資訊，【註23】根據衛星的運行軌道，氣象衛星可以分為兩類：太陽同步軌道和地球靜止氣象衛星。【註24】

太陽同步軌道氣象衛星每天繞行地球兩次，軌道的特點是使其在每次通過地球的同一地點時，太陽光照的角度和強度保持穩定，這樣的軌道使得衛星能夠提供全球範圍的氣象資料，通過連續觀測地球表面和大氣層的變化，太陽同步軌道氣象衛星能夠提供關於全球氣象的重要資訊。

地球靜止氣象衛星則位於地球靜止軌道上的固定位置，通常位於赤道上方的特定經度，這樣的位置使得衛星能夠連續監測地球中、低緯度地區的天候形成和發展，地球靜止氣象衛星能夠提供對這些區域的持續觀測，以了解天氣的變化和發展趨勢。【註25】

在傳輸方面，氣象衛星有四種主要的傳輸方式：

註22　BBC NEWS，〈中國啓用天宮空間站 美國擔心太空主宰地位受威脅〉，《BBC NEWS》，2021年6月26日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-57600910>(檢索日期：2023年5月10日)。

註23　李進興，《制天權之爭－中共「太空戰」發展之研究》(高雄：中山大學大陸研究所碩士論文，2005年)，頁89。

註24　劉彥軍、萬水獻、李大光、郭彤，《論制天權》(北京：解放軍出版社，2008年)，頁243。

註25　桑治強，《中共制天權理論與航太載具發展之研究》，頁112。

1. 遙感儀將取得之原始數據傳輸到地面的數據中心站。
2. 遙測數據在衛星上經過處理後，將雲層氣象資料傳送到地面。
3. 遙感數據傳輸到地面後，進行進一步的處理，處理後的氣象資料通過氣象衛星傳輸系統，以無線電波的形式廣播到不同地區。
4. 轉發地面氣象站、海洋自動浮標和無人自動氣象站所獲得的溫度、壓力、濕度等環境資料。【註26】

參、中共氣象衛星發展之戰略意涵

中共發展氣象衛星對我在政治、經濟、軍事和心理各方面產生重大影響，其中軍事方面的影響較為明顯，航太科技的發展和氣象衛星的應用為中共提供了軍事戰略上的優勢，使其能夠更好地進行軍事行動和防禦。同時，航太科技的發展也為中共帶來了更多的發展機會和挑戰，這種發展不僅有助於提升中共的國家安全和防禦能力，還能推動國家的現代化建設和科技創新，隨著氣象衛星技術的進一步發展，中共在軍事領域和其他相關領域將繼續受益，並在國際舞臺上擁有更大的影響力。

隨著中共衛星研發製造技術、運用持續精進及更趨成熟，將可建立起更加完善的「BMC4ISR(戰場管理、指揮、管制、通信、資訊、情報、監視、偵察)系統」，在戰時，並將使戰場的情勢形成單向透明，而我軍則處於完全被動的狀態。儘管目前中國在航天技術與建立BMC4ISR系統方面仍存在巨大的差距，但他們絕對有意圖掌控現代戰爭所需的戰場管理能力，如果中國能夠成功開展出完好的戰場管理系統，這將對我國軍事構成最嚴重的威脅。【註27】

一、政治方面

太空事業的發展已超越了科技領域，並成為涉及國際地位和國家安全的戰略問題。1970年中共成功發射第一顆173公斤重的衛星，1971年即進入聯合國，改寫了兩岸歷史。對於中共方面來說，「太空」與促進國家政治穩定，更是其極力宣揚的重點。中共於各種管道，均大力宣傳其「兩彈一星」對於中國地位提升的重要性。鄧小平曾說：「如果60年代以來中國沒有原子彈、彈道飛彈，沒有衛星，中國就不能叫有重要影響的大國，就沒有現在這樣的國際地位。這些東西反映了一個民族的能力，也是一個民族、一個國家興旺發達的標誌。」【註28】

註26　劉彥軍、萬水獻、李大光、郭彤，《論制天權》，頁243。
註27　秦君惕，《中共高技術局部戰爭能力之研究：以「天軍」發展為例》(新北：淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文，2005年)，頁113。
註28　中共中央文獻編輯委員會，《鄧小平文選(第三卷)》(北京：人民出版社，1993年)，頁279。

由此，我們可以看出一國的太空成就，對於提升國家的國際地位，以及穩定凝聚國內的民心士氣，是具有相當大成效的。

中共在發展太空技術方面投入了龐大的資金，這不僅是為了軍事目的，從中共領導人的角度來看，發展太空技術也可以為政治目的。這包括鞏固中共的統治權以及領導人的尊嚴。中共通過發展太空能力來穩固政權，激揚民眾對黨的支持，同時加強軍事實力，以對抗西方列強。中共發展太空技術的政治戰略主要目的是提升國際地位，維護一黨專政的正當性，並通過太空科技宣傳國家的政治主張、觀念和思維模式，以捍衛國家的政治利益。

二、經濟方面

太空技術在促進經濟發展方面，更是無庸置疑，有許多的例證可以顯示出太空技術對於促進經濟發展的效益。而且這種效益還在持續的成長之中。中共開發多種衛星後，建立偵察、遙感、資源、通訊、氣象、導航等衛星應用體系。太空技術的發展可以為中國解決一系列的重大國家問題，並提出「立足空間，面向經濟」和「以天為本，天地結合，走向世界」的太空發展指導方針。並發射太空船，建立「天地往返運輸系統」，走向開發太空資源，建立太空產業。對建設21世紀現代化的中國，有其特殊無可替代的作用與地位。

以氣象衛星 例，自1960年美國發射首顆氣象衛星後，目前已有150多顆氣象衛星先後入軌，使天氣預報的準確率大大提高。它們無一遺漏的監視和跟 每年發生在熱帶洋面上的颱風和熱帶風暴，成功的預測颱風的登陸時間和地點，極大的減輕了颱風造成的損失。以中國為例，1991至1995年期間，中國因自然災害遭受了巨大的經濟損失，累計高達6,562億元人民幣，平均每年損失1,310億元。其中，氣象災害佔損失的70%。如果以氣象衛星對防災減災的貢獻率為5%計算，每年可以減少45.85億元的損失。然而，與此相比，中國在氣象部門的投入資金卻遠遠不到這個數字的一小部分，這說明了若能增加對氣象衛星等預警技術的投資，將能夠顯著減少災害造成的損失，從而保護人民的生命財產安全。[註29]就太空技術方面來說，對於促進經濟發展是具有極大助益的。

三、軍事方面

用衛星觀測全球氣象形勢，在現代軍事活動中占有極重要的地位。例如，在進行敵方重要軍事目標的照相偵察之前，或進行飛機轟炸敵方要塞之前，需

註29 杜宗超，《延伸的長城：中國航天技術產業化之路》(北京：北京郵電大學出版社，2000年)，頁144。

要了解當地的雲層情況。同樣地，對於海上航行的軍艦，需要獲取未來的氣象情報，例如颱風、海浪、水速以及是否存在大霧等。而洲際彈道飛彈的命中精度與大氣的溫度、壓力和風速等因素密切相關。因此，獲取準確的氣象資訊對於成功執行這些軍事行動至關重要。【註30】

四、心理方面

氣象衛星的發展對我國的心理層面也有著重要影響。具有強大的航太科技和氣象監測能力的國家，可以在國際上展示其科技實力和綜合實力，提升國家的國際地位和影響力。對中國來說，氣象衛星的發展也可以增強人們對國家科技實力和現代化建設的自豪感，進一步凝聚國家凝聚力和民族精神。

以第二次波灣戰爭(伊拉克戰爭)為例，氣象衛星不只為美英聯軍的行動供給準確的氣象保障，並對沙塵暴進行預報。一旦伊軍使用化學戰劑，氣象衛星也能及時探測。【註31】在戰爭初期，美軍利用氣象衛星觀測到從伊拉克西北部自西向東南移動的沙塵暴，於3月24日開始形成，並於26日移至伊拉克南部地區，範圍最大且強度最盛。27日，沙塵暴將從伊拉克東南部移出，並向科威特及波斯灣方向移動。美軍利用氣象衛星的監測和分析資料，調整了作戰計畫，並在3月25至26日暫停了進攻行動。待27日沙塵暴移出作戰地區後，美軍才恢復全面進攻行動。相比之下，由於缺乏氣象衛星技術支援，伊拉克軍隊失去了3月24至27日的有利戰機，無法組織有效的反擊。美軍充分發揮了氣象衛星的作用，避免了不利時機，掌握了良好的「天時」，從而取得了戰爭的主動權。【註32】面對未來高科技戰爭特性，中共將融合其偵察衛星、資源衛星、遙感衛星、通訊衛星、氣象衛星等五個體系技術，作優化的組合，構成全球偵測系統。

在歷史上的波灣戰爭中，太空武力的運用證明了其對作戰部隊能力的提升，進而實現軍事目標。太空武力不僅提供了彈道飛彈攻擊所需的重要情報，還能迅速實現全球部隊之間的通信，提供各地區準確的氣象預報，並進行精確的地理測量和全球定位。此外，隨著科技和資訊技術的不斷進步，太空系統在其他領域也展現了其彈性和多樣性。例如，執行上述任務的衛星不僅部署在全球各地，還需要地面站來追蹤和管制這些衛星，以及高可靠度的通信鏈路和相關技術、系統和組織結構的龐大基礎設施，以支持衛星系統的發展。

回顧過去至近代的戰爭，我們可以觀察到作戰形式產生了明顯的變化，包

註30　總參謀部自學考試委員會，《高技術與現代戰爭》(北京：軍事諳文出版社，1998年)，頁328–329。
註31　常顯奇，《軍事航天學(第二版)》(北京：國防工業出版社，2005年)，頁264。
註32　丘滌珊，《航天裝備軍事應用》(長沙：國防科技大學出版社，2005年)，頁116–117。

括遠距離和視距外的精準打擊、衛星監偵系統、全球定位系統及資訊傳輸網路化，作戰區域已經擴展到陸、海、空、太空、電磁和網路等六維空間，未來的戰爭必然結合情報、監視、偵察的一體化，並以高科技系統、資訊電子優勢和精確武器裝備主導戰場，這種戰爭具有節奏快、無固定戰線、無分前後方的特點，同時注重三軍聯合作戰的模式。

隨著高科技武器裝備不斷進步並迅速應用於戰場環境，現代戰爭中的勝敗將直接受到先進科技發展的影響，先進的衛星科技發展使得現代戰場在不同區域和不同高度上都能運用各種指、管、通、資、情、監、偵(C4ISR)系統和衛星的精準導引能力以及全天候戰備武器系統的資訊傳遞能力，這些科技成果成為提高軍隊作戰效能和勝敗的關鍵條件。在現代戰爭中，先進科技的發展為軍隊提供了更強大的戰鬥能力，並成為決定戰場優勢的關鍵因素。

國家安全是指透過軍事、政治等多種手段來確保國家的領土完整性和政治上的獨立自主性，以使國家免受任何外來軍事勢力的威脅，其最終目的是維護國家的持續存在。這涉及到保護國家的經濟、社會和政治結構不受侵害，確保國家的內外安全，以及建立強大的國防力量，以應對各種威脅和挑戰。國家安全的追求是為了確保國家的穩定發展、民眾的安居樂業，以及國家的地位和尊嚴在國際舞臺上的維護。

肆、中共氣象衛星發展對我空軍作戰之影響

一、 對我空軍作戰之影響

太空氣象觀測是透過衛星氣象遙測與預報系統，利用太空對地球表面進行氣象觀測的行動。其主要目的是進行對地球及其大氣層的氣象觀測，以獲取關於戰場氣象資料和天氣變化的訊息，從而為各級作戰部隊提供氣象保障。[註33]太空氣象觀測利用衛星的高視角和全球覆蓋能力，能夠提供即時且廣泛的氣象資訊，包括溫度、濕度、風速、雨量等，這些資訊對於作戰部隊在決策和行動中至關重要。透過太空氣象觀測，作戰部隊可以更好地了解戰場上的氣象狀況，做出更準確的判斷和決策，以確保作戰行動的成功和士兵的安全。而現代戰爭對氣象條件的依賴越來越大，諸如作戰時機選擇、作戰部隊大規模的調動、海空行動的決定、導彈的發射及對目標的打擊效果等都直接受氣象的影響。

太空氣象觀測系統依照運行軌道可區分為「太陽同步軌道氣象觀測系統」

註33　古賴仁祥，《中共「空間戰略」對亞太與臺海情勢之影響》(臺北：政治大學戰略與國際事務研究所碩士論文，2004年)，頁41。

和「地球靜止軌道氣象觀測系統」。前者具有每天對同一區域進行兩次觀測並取得全球氣象資料能力；後者可連續觀測全球五分之一的區域。中共認為武器裝備對氣象環境的敏感度極高，因此，在未來的戰爭中，從制定和執行各種作戰計畫，到確定作戰目標及選擇作戰武器對敵目標進行攻擊，都離不開太空氣象觀測系統提供的訊息支援。【註34】太空氣象觀測系統所提供的準確氣象資訊對於作戰策略的制定和實施至關重要，能夠幫助指揮官更好地理解戰場上的氣象環境，提高作戰效能，並確保作戰目標的成功達成。

中共風雲氣象衛星不僅在其國內發揮了重要作用，同時也受到世界氣象組織(World Meteorological Organization,WMO)及世界各國關注，這些具體成果帶動了中共氣象科學研究的進步，也提高了聲望與國際地位。目前其業務衛星已納入國際氣象觀測網，所蒐集的遙測資料提供各國免費使用，在這方面來看，我國的氣象科學發展是因此受惠的。

風雲衛星除對天氣預報和氣候監測的能力外，它在自然災害、地球環境遙測和海洋、航空、航海以及農業、漁業等方面皆有廣泛應用，甚至在國防軍事、戰場環境都有重要的功用，例如，海洋監視的主要任務是透過目標成像和截獲艦艇上雷達、通信和其他無線電設備信號進行綜合處理。這樣的處理過程使得海洋監視系統能夠探測和跟蹤海面上的船艦和浮動基地，同時測定海岸地勢、海平面變化、溫度、颱風、風力、風向及海流等情報。【註35】此外，還能夠對於雷達無法偵測到的遠距離海上船艦進行探測、識別、跟蹤及定位。這些海洋監視的能力對於海上作戰和海洋資源利用具有重要意義，能夠提供準確的情報支援，增強海上行動的效能和可靠性，同時提供了對海洋環境和海上船隻活動的全面監控和管理。

然而，中共氣象衛星的發展和其他應用衛星的研發製造或是整體航太工業的進展其關係自然是密不可分。藉由對衛星工業各項科技的逐步掌握，使其在導航、通信、海洋監視、軍事偵察、預警等皆有了一定的能力。在這方面的資訊我們還需透過與國外衛星公司購買相關產品才得以獲知，因而受到極大限制，在遙測資料的蒐集上顯然處於弱勢。【註36】

(一)壓縮我作戰預警時間：中共在通信衛星的建立與運用上已有一定規模與效益，其多次突破第一島鏈實施演訓，顯示出其指管聯絡的手段、範圍都較以往

註34　古賴仁祥，《中共「空間戰略」對亞太與臺海情勢之影響》，頁42。
註35　古賴仁祥，《中共「空間戰略」對亞太與臺海情勢之影響》，頁40。
註36　毛正氣、戴世杰，〈中共氣象衛星之發展與現況〉，《海軍學術雙月刊》，第45卷第4期，2011年8月，頁98-106。

更多重、更遠、更可靠，在犯臺行動上可藉此增大指揮幅度、有效扁平化其指揮鏈、縮短命令下達時間，此將更不利於守勢作戰的我方。氣象衛星、海洋衛星已使其可有效掌握臺海當面之洋流、海面及天候狀況，更可藉導航衛星了解船艦當前位置，若加上偵察衛星或太空站，將有助其「由訓轉戰」，更令我猝不及防。

(二)反情報手段困難倍增：中共在衛星技術的快速發展已使其擁有了偵察、通信及氣象衛星等能力，且中共正朝著全天候偵察遙測、太空探測、導航定位和電子偵察衛星等方向發展。這使得中共在軍事上擁有絕對的優勢，並整合了指揮、管制、通信、資訊、情報、監視和偵察等系統。面對中共的衛星技術發展，對我進行反情報的任務將變得日益困難。

(三)削弱我通信反制能力：中共積極擴建全軍衛星通信網路，旨在實現全軍機動通信系統整體規劃的目標。他們計畫普遍裝備移動式衛星通信系統，這將顯著加強他們的作戰指揮能力，這對我軍的作戰產生了重大影響，同時也減弱了我軍的反制能力，使我們對中共的軍事行動的預警時間大大縮短。

(四)重要設施將無所遁形：中共近年來對光學照相衛星及合成孔徑雷達衛星的發展已有相當成績，這些衛星配合偵照機、情報船、地面電偵部隊，將可有效監偵臺海，甚至涵蓋臺灣全島，合成孔徑雷達衛星更可突破日照、地表植被之限制，幾可全天候實施偵察，對我軍事設施威脅大增，相對於我軍事設施之偽裝是否能有效發揮欺騙效果，實值得商榷。

(五)衛星精準遙測具威脅：中共目前已建立民用GPS接收網路，並開發軍事應用技術，旨在增強地面部隊的通信能力，提高火砲射擊精度以及地面和水上載具的定位等低層級技術。然而，中共意識到受制於美方GPS「兩種精度標準」政策的限制，在戰時可能面臨美方關閉頻道或干擾等問題，這可能導致各種武器無法充分發揮效能。因此，他們急切尋求發展地球觀測衛星的同時，也積極發展獨立自主的軍事衛星科技。

(六)通裝發展快速偵蒐難：中共運用衛星展頻通信、光纖電纜、及衛星車載站等先進通信裝備，構建成「全軍機動通信系統」，不僅在其指揮、管制、通信、情傳上更加的迅速，在通信保密及通信謀略之運用更是一再加強，致使我方電偵情報蒐集日益困難，預警情報徵候之獲得受到相當大之限制。

二、我空軍因應之道

(一)強化太空發展策略：目前我國的工業技術研究院、臺灣大學、中央大學、中山大學、成功大學、海洋大學等學術機構和研究機構，在衛星科技領域擁有

專業科系或學術研究團隊，具備相當的實力和能力。【註37】如果能夠將這些資源整合起來，並結合我國在電子和積體電路等領域的有利情勢，利用國家整體力量全力發展特定的航太項目，相信可以大幅提升太空科技水平，進而爭取臺海上空「制天權」。

我國在航太、電子、材料、光電和生化等關鍵的國防技術及領域已經建立了良好的基礎，產製的產品與其他先進國家相比毫不遜色。為了保有關鍵國防技術優勢，國防部軍備局應該與工業技術研究院、國家中山科學研究院和漢翔航空公司等機構合作，共同努力，這樣可以彌補數量上的差距，並追求在關鍵國防技術方面的優越性，且有助於提高國家在國防技術領域的整體實力。【註38】

(二)善用資訊戰攻擊力：未來的戰爭必定是一場運用電腦資訊的戰爭，為了應對未來「資訊化戰場」的需求，我們需要在戰情傳遞處理系統中加快自動化作業的步伐。同時，我們還應該建立上、下及友軍之間的通聯，以加強情報資訊的交流和運用。這樣可以提高情報傳遞的時效性，並提升情報運用的準確性。建立良好的連線網路將成為未來戰場中情報交流的關鍵，確保我們能夠即時獲取和應用關鍵情報，提高戰爭的效能和勝算。

目前，我國軍已朝向建立「小而精」、「火力強」、「反應快」、「高效率」的各類型部隊，應當運用現行之指揮、管制、通信、情報系統，以完善整體之通信網路為基礎，建立完整之聯合作戰體系，配合聯合防空、制海及國土防衛作戰等作戰進程，延伸作戰縱深、發揮統合戰力。

(三)籌建衛星干擾系統：衛星面臨的最主要威脅有四種方式，首先是來自地面和太空的攻擊，其中包括使用雷射、電磁波和高功率微波等手段對衛星進行攻擊。其次是干擾，即對衛星的通信和操作系統進行干擾，使其無法正常運作。最後一種方式是動能獵殺，即使用反衛星武器對衛星進行直接撞擊或破壞。【註39】

在反制衛星方面，有兩種主要的做法，一種是消極的做法，即通過各種偽裝或掩蔽手段來避免衛星的偵測，並將重要的軍事物資和反擊戰力保存在地下，以防止衛星的監視和攻擊；另一種是積極的做法，其中包括派遣特工

註37　余永章，〈探索中共太空科技發展與我國因應之道〉，《陸軍學術月刊》，第39卷第451期，2003年3月，頁40–51。

註38　寇世雄，〈中共衛星科技發展對我軍事作戰之影響〉，《國防雜誌》，第20卷第5期，2005年5月，頁113–114。

註39　沈明室，〈獵殺衛星－試試太空地雷〉，《聯合報》，88年3月14日，版15。

對地面衛星接收站進行攻擊，阻擾其接收能力，或者購買精準長程打擊武器，以實施對衛星的攻擊。此外，還可以自行研發專門針對衛星的干擾器材，以干擾衛星的運作，或發展空射型反衛星武器，在太空運行軌道上對衛星進行早期攔截和獵殺。

(四)偽裝欺敵反敵偵察：在反制衛星方面，可以採取一些消極的作法(如表2)。例如，衛星預定通過的時間，在飛彈陣地、雷達站及重要設施等地點釋放煙幕、進行快速機動或實施偽裝，以掩蔽被偵獲的圖像，從而使敵衛星無法準確識別和監視。此外，我們還可以使用假目標來混淆敵方偵察，就像波灣戰爭中，伊拉克大量使用假的「飛毛腿飛彈」發射架來引誘聯軍部隊攻擊一樣，假目標不需敵方的衛星軌道資訊，且成本較低，但其效果決定於與真實目標的相似度。對於我空軍而言，如果在愛國者和天弓飛彈中設置假的飛彈發射架來引誘中共的攻擊，必定可以提增我們飛彈部隊在戰場上的存活率。

表2. 衛星干擾方式

主動方式	
欺騙、偽裝	使用虛假信號，這些信號與真實信號非常相似，以掩蓋真實信號，稱為電子誘餌。
干擾	發射雜波訊號或其他信號，以防止敵方感測器的接收，使其無法正確接收和解碼真實訊號。
被動方式	
偽裝	使用特殊的覆蓋物或塗料，使物體的外觀和雷達外觀與周圍環境混合在一起。
隱蔽	使用覆蓋物或地貌來隱藏物體，以使敵方感測器無法偵測到。
遮擋	在感測器和物體之間使用煙幕或氣溶膠雲來建立一種傳感障礙。
誘標	使用假物體來反制威脅方的感測器，以迷惑或改變其感測方向。
角反射器	使用角反射器與類似之裝置使雷達感測器產生迷惑並使目標變模糊。
通信保密	避免在受監聽的通信通道上討論機敏主題。
信號、發射管制	當威脅方的感測器可能探測到發射機時關閉發射機。
欺騙	允許威脅方感測器觀察到某些經過精心設計的活動，以操縱威脅方感測器。

資料來源：丁安邦，〈衛星干擾技術與應用〉，中華民國國防科技發展推行委員會，2004年11月，頁15。

(五)強化衛星偵察能力：根據中共的演訓活動顯示，他們大量使用高科技通信裝備，這對我們的電子情報蒐集造成了極大的限制。中共軍隊正在積極擴建全軍通信網路，以實現全軍機動通信系統的整體規劃。目前，中共軍隊的「全軍情報系統自動化指揮網路」已經與「全軍指揮自動化網路」達成連線，隨著衛星通信裝備的普及，它將成為中共軍隊的基本通信裝備。

如果中共軍隊普遍配備這種通信裝備，除了增強他們的作戰能力外，他

們的反制能力也將大幅提升。相對地，我軍對他們的反反制能力將會大幅降低，而且我們對中共軍隊可能的軍事行動預警時間也會相對縮短，甚至可能沒有任何預警反應時間。因此，我們應該積極蒐集有關這些通信裝備的相關特性、功能和應用情況，以便在情報蒐集方面尋求突破。

太空部隊成立的主要目的是防範國與國之間的衝突。自古以來，各國的作戰兵法都會強調占領制高點以及保持通訊暢通的重要性。一個世紀前，飛機的發明使戰場延伸到天空。而人造衛星與太空站的發明則使人類得以觸及太空。

以軍事觀點看來，太空為最高的制高點，能超越地形及天空的物理限制，直接攻擊目標且極難攔截。其中最著名的例子是美國的「星戰計畫」，該計畫旨在外太空部署高能定向武器或常規打擊武器，以對抗敵方的洲際戰略飛彈或太空飛行器。這樣的部署可以保護美國及其盟國免受核子打擊的威脅。星戰計畫強調利用太空資源和武器系統來確保國家安全，並提供一個防禦屏障，防止敵方的攻擊威脅進入地球的範圍。

現代社會極度依賴的GPS定位、電視、電話、甚至是金融交易都須經過衛星傳輸，如果通訊衛星被敵方大量摧毀，對經濟及民生的衝擊難以估量。再者，現代戰爭的進行極度依賴情報和通訊系統，如果通訊被切斷，指揮官將無法獲取即時的戰場情報，進而可能做出錯誤的決策。因此，維持良好的通訊連結是作戰中的一個重要目標，因為它直接關係到指揮官對戰場狀況的認知。

因此，儘管太空作戰目前尚無法單獨贏得整場戰爭，但它可以被利用來破壞並壓制敵方的指揮、管制、通訊、情報、監視和偵察能力，從而創造極大的戰略優勢。太空作戰可以通過破壞敵方的關鍵軍事能力並提供我方的戰略優勢，對戰場局勢產生重大影響，它做為現代戰爭中的一個重要組成部分，應得到充分重視和發展。

伍、研究結論與省思

「科學與技術」在建立現代化國家中扮演著重要的角色，不僅影響了國家經濟的發展，也在軍事作戰和國家建設方面具有關鍵的地位。[註40]中共在其航天戰略的指導下，自1956年發展迄今，已取得豐碩的成果，中共領導人根據當時的國家情況，制定政策並加強對衛星發展的管理和指導，在這方面，中國國家航天局扮演著重要角色，負責民用航天管理和國際空間合作等職責，並在民營企業及學術單位

註40　桑治強，《中共制天權理論與航太載具發展之研究》，頁61。

共同研究下，其衛星技術發展在建立基礎衛星發射的控制技術、累積精準的遙測能量，陸續研發、設計、發射了多種功能、用途的應用衛星。至今已成就了百餘顆中共自行研發製造的各類衛星圍繞在太空，並建成遙感、通信、氣象、科學技術試驗、資源、導航等六大類衛星，組成了中共應用衛星服務平臺，並延伸其應用範圍在載人航天、探月工程應用、民生產業等。

在中共國家安全及國家利益維護上，隨著世代前進及未來科學發展，其衛星發展戰略涵蓋著政治、經濟、軍事等層面挑戰，衛星發展的成果使得中國在政治上取得了重大突破，提升了國內、區域和國際地位，並成為了一個國力強大的航天大國；經濟上在開發衛星科技獲取的經濟利益並再擴大延伸帶動衛星科技相關產業發展；中共從波灣戰爭中獲得的經驗教訓促使其在軍事事務革命發展方面加快了步伐，其中衛星技術在軍事上的應用成為主要的重點之一，透過衛星技術的運用，中共能夠提增部隊的作戰效能，確保其軍事影響力並增加嚇阻能力。

中共衛星發展使其在國際間扮演了重要的角色，提升了其政治地位，透過衛星技術的運用，中共能夠擁有更完整的情報和監測能力，使其能夠更準確地評估局勢並做出戰略決策。此外，中共的衛星發展也帶領了國內相關產業的開展，提增了就業的機會並提升國家的綜合實力。衛星技術的延伸運用還能夠提升中共的軍事能力和戰略影響力。透過衛星的監測和通訊能力，中共能夠更好地掌握區域的軍事動態和威脅，並迅速做出應對措施。這有助於增強中共的部隊作戰效能，提高其在區域軍事事務中的影響力，並展示其對潛在對手的嚇阻能力。

在當今中共對我國構成日益嚴峻的威脅下，我國應該借鑒中共的航天戰略和發展現況，加大對太空科技的研發投入，提升我們在太空領域的能力，這不僅可以增強我們的國軍戰力，還可以保證國安與國家發展，是我國目前最為重要及迫切的目標，也是因應國際情勢的必然選擇，加強太空科技的研究和應用，提升我們在太空領域的競爭力，這將有助於保護我國的國家安全，並為國家的發展提供戰略優勢。

作者簡介

空軍少校　王暉緒
學歷：空軍航空技術學院專業軍官99年班、空軍航空技術學院通信(氣象)參謀軍官班103年班；經歷：曾任通安官、通信官、行參官、分隊長等職務；現職：國防大學空軍指揮參謀學院少校學員。
空軍中校　陳宗恒
學歷：空軍航空技術學院94年班、國防大學空軍指揮參謀學院109年班；經歷：曾任電戰官、電反官等職務；現職：國防大學空軍指揮參謀學院中校教官。

軍事科技

DOI:10.29683/AFOB.202408_(237).0002

我國與中共地面防空武器發展之研究－以空軍反機能力為例

空軍少校 林毓晟、空軍上校 黃進華

提要

中共為達成「全時能戰、全時待戰」軍事目標，共軍配合軍事戰略發展，結合先進武器裝備採購及研發，強化空中作戰能力，於各軍區部署S-300及S-400等防空武器，提昇各軍區防空能力，並研發東風系列新一飛彈，藉極音速飛行能力，提昇打擊效能，面對中共國防武力快速發展，臺灣須思考如何面對不對稱的軍事戰力，建構防衛性國防武力成為我國軍事重要目標，發展不對稱作戰形態，以有效遂行「防衛固守，重層嚇阻」之軍事戰略。

壹、前言

中共自第十九次全國代表大會提出「全面推進國防和軍隊現代化」，貫徹新形勢下軍事戰略方針，建設強大的現代化陸軍、海軍、空軍、火箭軍和戰略支援部隊，全面推進武器裝備現代化，[註1]中共推動「軍隊改革」加速國防武力建設，提昇各式戰機性能，結合購置俄國蘇愷戰機等，強化空中作戰能力，於各軍區部署自製紅旗系列、S-300及S400等飛彈，強化區域防空能力，並研發東風系列新一代飛彈

註1　中華人民共和國中央人人民政府，〈習近平強調堅持走中國特色強軍之路，全面推進國防和軍隊現代化〉，《中華人民共和國中央人人民政府網站》，2017年10月18日，＜http：//big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhuanti/2017-10/18/content_5232658.htm＞，(檢索日期2022年12月22日)

，藉極音速型能力和搭載各型彈頭等技術，提昇打擊能力，[註2]面對中共國防武力快速法展，對臺灣空防安全已成為嚴重的威脅。

1995至1996年期間共軍在西太平洋地區進行軍事演習，於臺海周邊試射多枚飛彈，以收反制「臺獨」和各種分裂行動之目的，[註3]於2022年8月在臺灣周遭海域舉行最大規模的軍事演習，發射多枚飛彈及火箭彈，刻意通過臺灣上空，[註4]並派遣多架軍機擾臺，營造戰略威嚇氣氛，我國防部立即下令強化戰備整備指導，強化防禦領空安全，戰機升空警戒，地面防空部隊全天候監視空中動態，鞏固臺海周邊安全，惟中共長期的擾臺及威懾，已成為防空部隊負荷。

面對中共軍事力量不對稱發展及長期在我臺海周邊干擾、演習等，如何鞏固我臺海空防安全已成我軍事發展重要議題，本文針對敵我空軍地面防空武器反機能力、戰術運用，實施相對性比較，研討強化防空應處作為，分析中共防空飛彈系統特點、我軍武發展限制因素、未來精進方向，供我軍建軍整備之參考，研究目的有以下幾點：

一、探討我國與中共空軍地面防空武器反機能力現況。
二、針對雙方特、弱點比較，探討未來發展趨勢。
三、探討我國空軍防空精進措施與未來發展建議。

貳、中共空軍地面防空飛彈發展

一、中共地面防空起源

共軍早期為了防護國軍的空中威脅，最早於1394年10月成立紅軍總司令部防空科，在中華蘇維埃共和國臨時中央政府駐地組成對空火力網，但隨著紅軍長征防空科及防空隊隨之消失，直至1948年8月中共中央軍委提出對城市及要地實行積極防空的方針，先後在四大軍區成立軍區防空司令部，並於1950年9月成立中國人民解放軍防空司令部，作為中國人民解放軍全軍防空部隊的領導機關，隸屬中央軍委領導，並於1955年由陸軍兵種提升變為軍種，成立中華人民解放軍防空軍，至1957年中央軍委為了建立空防合一體制，將國人民解放軍防空軍合併至中國人民解放軍空軍，防空兵成為中國人民解放軍空軍

註2　國防報告書編纂委員會，《中華民國110年國防報告書》，2021年10月，國防部，頁36–39
註3　維基百科，＜台灣海峽飛彈危機＞，2021年07月06日，＜https：//zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%B5%B7%E5%B3%BD%E9%A3%9B%E5%BD%88%E5%8D%B1%E6%A9%9F＞（檢索日期：西元2022年10月25日）。
註4　自由時報，＜分析中國射彈2大缺失 軍事專家點出戰術嚴重錯誤＞，2022年08月06日，＜https：//news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/4016560＞(檢索日期：西元2022年10月25日)。

的一個軍種。【註5】1957年蘇聯政府決定向中國提供S-75防空導彈系統生產許可，並於1958年共軍引進蘇聯製5套S-75防空導彈系統及62枚飛彈，於1961年中國在上海成立專門研究所負責引進S-75技術，至1963年6月紅旗-1飛彈完成了首次的發射試驗，自此開始了自主製造飛彈。【註6】2004年為了適應新的軍事環境及戰略，全面提升軍事力量，提出了「空天一體、攻防兼備」的軍種發展戰略，逐步加快戰機與防空、預警系統的建設，實現國土防空型向攻防兼備型轉變，有效維護國家的空中安全。【註7】

二、空軍地面防空武器反機能力現況

表1. 中共地面防空武器諸元表

系統						
	紅旗 9B	紅旗 22	紅旗 12A	紅旗 6A	S-300 PMU2	S-400
雷達範圍（公里）	300	120	115	50	300	600
射程（公里）	260	100	42	18	200	400
速度（馬赫）	6	6	4	3	6	6
接戰高度（公里）	30	27	25	12	27	180
防衛空域	高空/遠程	中高空/中程	中高空/中程	中低空/短程	全空域/全距離	全空域/全距離
雷達導引	主動/半主動	主動//半主動	主動	半主動	主動/半主動	主動/半主動
用途	反機/反彈	反機/反彈	反機/反彈	反機	反機/反彈	反機/反彈
製造國	中共自製				俄製	

資料來源：1.維基百科，〈地對空飛彈〉，2023年01月05日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%A2%E5%B0%8D%E7%A9%BA%E9%A3%9B%E5%BD%88>，(檢索日期2023年01月20日)。
2.本研究綜整製表。

註5　維基百科，<中國人民解放軍防空軍>，2022年08月13日，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E4%BA%BA%E6%B0%91%E8%A7%A3%E6%94%BE%E5%86%9B%E9%98%B2%E7%A9%BA%E5%86%9B>(檢索日期：西元2023年01月20日)。

註6　中文百科，<紅旗-2防空飛彈>，2022年08月13日，<https://www.newton.com.tw/wiki/%E7%B4%85%E6%97%97-2%E9%98%B2%E7%A9%BA%E9%A3%9B%E5%BD%88/10799050#%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E4%BB%8B%E7%B4%B9>(檢索日期：西元2023年01月20日)。

註7　每日頭條，<解讀「戰略白皮書」：空天一體目標是防空、反導、反衛星>，2015年05月27日，<https://kknews.cc/zh-tw/military/e8en6mn.html>(檢索日期：西元2023年01月20日)。

共軍空軍戰略指導由「國土防空」轉變為「攻防兼備」，以注重防禦的觀念，強化防空反導的作戰力量建設，確保國土領空安全，共軍現役地面防空裝備主要以紅旗-9B、紅旗-22、紅旗-12A、紅旗-6A及俄製S-300、S-400防空系統為主，各戰區依各種不同武器裝備能力，結合出具備全天候、全方位的打擊能力，以下為共軍現役地面防空武器系統諸元如表1：【註8】

(一)紅旗-9B：紅旗-9B為共軍目前自製最先進的遠程防空系統，主要用於防禦戰機及飛彈等高空目標，採用雷達全程主動雷達導引，配合慣性導引穩定系統及飛彈雷達終端導引系統，更能精準的攔截目標，具有多目標追蹤及攔截能力，對於電子干擾和抗電子干擾也有良好的應對能力，目前被共軍廣泛的應用，提供國家安全重要保障。

(二)紅旗-22：紅旗-22為共軍中程防空系統，造價成本相較於紅旗-9B低廉，主要用於防禦戰機、直升機、飛彈和無人機等中高空目標，採用全程主動雷達及半主動複合導引技術，具有良好的抗干擾能力和抗電子干擾的能力，具有多目標追蹤及攔截能力，與紅旗-9、S-300及S-400搭配形成綿密的防空火網。

(三)紅旗-12A：紅旗-12A為中程防空系統，主要用於防禦戰機、直升機和無人機等中高空目標，採用TVM導引系統，結合半主動尋標和指令制導，以增強武器在低空作戰、信息化作戰及抗干擾能力，具有全天候、多目標追蹤及攔截能力，可與其他防空系 配合，形成更綿密的防空火網，提高防空系 的整體作戰能力。

(四)紅旗-6A：紅旗-6A主要由紅旗64地空飛彈及「陸盾」-2000防禦系統以及配套的預警探測雷達系統三部分組成，可攔截各種空中及海上目標，自動化及抗干擾能力強，具有多目標追蹤及攔截能力，採用半主動連續波雷達導引，具備仿真干擾能力的無線電控制能力，研製目的主要就是為了替代中共大量老式防空高砲裝備。【註9】

(五)S-300 PMU2：S-300 PMU2是俄製第三代地對空防空飛彈系統，用於全空域及全距離的防空作戰，以防禦多目標襲擊，具有多次實戰經驗，能同時追蹤100個目標及接戰36個目標，採用指令導引與半主動雷達導引，且具備更好的機動性提高生存能力與隱蔽性，搭配強力的電子干擾對抗能力，提高整體作戰效能。

註8 歐錫富，＜中國四大軍種的紅旗導彈家族＞，上報，2020年10月27日，＜https：//www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=98095＞(檢索日期：西元2023年02月11日)。

註9 兵工科技，＜閱兵式上的「紅旗」-6A為何如此奇特，因為它是解放軍實戰磨礪出來的＞，《每日頭條》，2020年3月23日，＜https：//kknews.cc/military/r64ybgv.html＞(檢索日期：西元2023年02月26日)。

(六)S-400：S-400是俄製第三代地對空防空飛彈系統，用於全空域及全距離的防空作戰，強化了雷達系統，並搭載不同型號防空飛彈，專門用於克服敵方的反制手段和隱形功能，攔截多種戰術性與戰略性空中目標，作戰距離400公里，具有強力的反電子干擾能力，可同時搜索追蹤目標、導引飛彈、抗電子干擾，在複雜電子干擾環境下能同時接戰48批目標，強化自動化能力，大幅降低人力操作，可直將S-300系列納入指揮管制系統，提昇整體指揮作戰效能。【註10】

三、防衛部署與外部威脅

中共空軍在「攻防兼備」的戰略發展下，防空系統建設為主要任務，在軍備現代化的政策發展，中共構築許多防空系統，在各武器系統相互配合下，整體雷達搜索及接戰範圍能涵蓋臺灣全島及周邊海域，形成完整的防空火網。【註11】

(一)防衛部署：中共積極發展防空武器，主要的三大任務為「保護首都和高層領導抵抗空中攻擊」、「保護戰區內重要目標」及「奪取並維持制空權」，將防空兵力部署採三線配置，分別為「一線攔截區」、「二線阻殲區」、「三線縱深掩護區」，依其防空武器性能配置擔任防空任務。【註12】

1.一線攔截區：攔截區兵力部署應盡可能設置於靠近敵軍的範圍，並盡可能往前推進，駐防在本區部隊的主要任務，於遠距外發現與接戰目標，達到摧毀及擾亂敵軍部隊之目的，並將敵情告知第二線部隊，主要駐防部隊以遠程防空飛彈為主，例如S-400、S-300 PMU2及紅旗-9B等型防空飛彈系統，可達到早期預警、火力重疊及擴大戰場空間。

表2. 中共防空飛彈區分

區分／性能	遠程防空系統	中程防空系統	近程防空系統
射程(公里)	大於 100	20-100	小於 200
射高(公里)	30	0.05-20	0.015-10
系統	S-400、S-300 PMU2 紅旗-22、紅旗-9B	紅旗-12A	紅旗-6A

資料來源：1.王琇宏上校，〈中國大陸人民解放軍地對空飛彈發展與運用之研析〉，《空軍學術雙月刊》，第659期，2017年8月，頁77-79。
2.本研究綜整製表。

2.二線阻殲區：阻殲區又稱「綜合火力運用區」，位於戰區中央位置，以完

註10 青年日報，＜俄本土空防雙傑-S-300、S-400防空飛彈系統＞，2008年6月23日，＜http：//www.youth.com.tw/db/epaper/es001006/m970725-a.htm＞(檢索日期：西元2023年02月11日)。

註11 李建昇，＜反介入/區域拒止(A2/AD)威脅與美軍空海整體戰(AirSea Battle)發展概念＞，《國防雜誌》，第27卷第5期，2012年9月，頁55。

註12 羅傑．克里夫等作，國防部史政編譯室譯，《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)，2012年9月，頁216。

整的作戰支援部署遠、中及近程防空飛彈系統，主要任務在於遂行加強防禦部署，摧毀敵進襲目標，防止敵軍連續攻擊行動。

3. 三線縱深掩護區：戰場剩餘於空間則為縱深掩護區，編組少數防空系統，針對突穿之進襲目標實施防禦，主要以近程防空飛彈系統為主，如紅旗-6A防空飛彈系統，執行終端防禦。

(二)外部威脅：中共正積極整合其經濟、外交、軍事和技術實力，企圖取代美國成為世界上最具影響力的國家，並部署精準打擊武器及航空母艦等各型武器，拒止美國介入臺海周邊戰事，美國一直在尋求遏制中共的發展，發展印太戰略，以形成一個有力的反制中共的陣線，同時也透過聯合軍演，提高亞太地區各國的作戰能力，並且加強與美國之間的軍事合作關係，而臺灣地處於亞太區域，具有重要戰略地位，為反制共軍威脅，致力研發各型源頭打擊武器，嚇阻共軍不敢輕易犯臺。

1. 印太戰略：美國為維護印太地區發展及臺海和平穩定積極發展印太戰略，在日本、韓國、關島、澳大利亞等地建設多個軍事基地和設施，並於西太平洋第一島鏈（日本、琉球、臺灣、菲律賓、婆羅洲一線）內部署各型戰機、航艦、薩德和愛國者等系統，維持相當規模兵力與打擊火力，提高區域防禦能力，有效地應對印太地區的安全威脅；另外也提供武器販售提高亞太地區各國的作戰能力，並加強與美國之間的軍事技術共享及合作關係，有利於不同國家的軍事技術進步和發展，提升整體印太地區軍事實力。

2. 聯合軍演：美軍自1971年起每2年由印太司令部主導舉行環太平洋軍演，除了針對破壞國際秩序及維護環太平洋地區的整體利益外，亦同時確保海上航線安全與支持印太自由開放，於2022年6月29日至8月4日舉行第28屆環太平洋軍演，參加的國家包括美國、澳大利亞、加拿大、日本、新加坡、韓國、泰國等26個國家，執行海上實彈和導彈演習、海上攔截和登艦練習、防空和兩棲登陸演習等多個領域，也驗證各國家跨國指揮和控制環境的執行力，提高各國軍隊的應對能力及協同作戰能力。【註13】

後於2021年8月2日至21日，美國國防部制定的大規模軍事演習（Large Scale Exercise, LSE），由印太司令部負責主導，目的在於維護國際秩序，確保印太區域的穩定，演習範圍涵蓋印太和中亞地區，旨在強化參加國家計美、英、澳、日等4個國家的野戰訓練、後勤支援、兩棲

註13　中央社，＜環太軍演逾20國參與全球規模最大演習目的內容一次看＞，2021年12月16日，＜https：//www.cna.com.tw/news/firstnews/202112160376.aspx＞(檢索日期：西元2023年02月12日)。

登陸、空降與陸上機動、空中作戰、海上作戰和特種作戰能力，驗證新的戰術戰法和科技裝備，提高裝備互通性，強化聯合作戰能力，並達到嚇阻共軍目的。【註14】

3. 臺灣：我國面對中共長期武力威脅，自2007年臺海危機後開始籌建購置「源頭打擊」武器，就「防衛固守」戰略構想發展，源頭打擊武器不僅可增加我方防禦縱深，還能夠對敵軍進行有效的打擊，平時可嚇阻共軍不敢輕言武力犯臺，戰時可攻擊、遲滯共軍進攻，並可對共軍各式彈道飛彈陣地展開源頭打擊，提升國軍戰場兵力運用彈性，並能夠有效地保護國家安全和主權。【註15】

圖1. 我國遠程飛彈打擊範圍
資料來源：同註15。

四、小結

近年來，中共積極推動軍事改革，加快現代化防空武器發展，在中共空軍「攻防兼備」戰略要求下，建立多層次防禦圈，並將防禦縱深拓展至第一島鏈，以「反介入、區域拒止」戰略手段為基礎，阻止美軍介入臺海及印太區域周邊戰事，以確保國土領空的安全及發展。

參、我國空軍地面防空飛彈發展

一、國軍地面防空起源

中華民國政府遷移來臺後，就重視地面防空的建設與發展，並於1959年8月開始在臺、澎、金、馬建設地面防空陣地，著手部署美援力士女神飛彈，編成「陸軍力士飛彈第一營」，負責臺北地區防空安全，1960年12月接收鷹式飛彈，編成「陸軍飛彈第二營」，於1979年擴編成立「陸軍飛彈指揮部」下

註14　江炘杓，＜美國「全球大規模演習」的戰略涵義＞，上報，2021年08月23日，＜https：//www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=121344＞(檢索日期：西元2023年02月12日)。

註15　涂鉅旻，＜建構遠程打擊武器 增戒防衛縱深＞，自由時報，2021年08月24日，＜https：//news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1468610＞(檢索日期：西元2023年02月12日)。

轄飛彈作戰管制組等單位，並成立第606群及第608群兩個飛彈群，1989年9月自中科院接收天弓一型飛彈，並於1993年9月正式成軍編成天弓飛彈營開始擔任戰備，1996年10月自美採購愛國者飛彈系統正式成軍編成愛國者飛彈營開始擔任戰備，力士女神飛彈系統也於同年正式除役，於2004年4月配合「精進案」組織變革，納編海軍海鋒大隊編成「國防部參謀本部飛彈司令部」，擔任制海、防空之作戰任務，2006年1月依國軍「精進案」第二階段組織調整，將制海、防空部隊移編海、空軍，編成「飛彈司令部」，負責飛彈制壓戰力組建任務，2012年2月再依國防部「精粹案」組織調整，整併天弓、鷹式及愛國者等中、高空防空飛彈部隊，編成「參謀本部防空飛彈指揮部」，負責制壓作戰、飛彈防禦與聯合防空任務，【註16】2017年3月為發揮「早期預警、統一指管、重層攔截、有效防護」聯合防空作戰效能，移編「空軍司令部」，提升精準打擊之關鍵戰力，同年9月由空軍防空飛彈指揮部和空軍防空砲兵指揮部合併升格為空軍防空暨飛彈指揮部，負責臺海聯合防空任務。【註17】

二、空軍地面防空武器反機能力現況

面對中共的各型先進戰機，我國的防空飛彈系統是至關重要的，國軍現役的包括國產自行研發的天弓和車載劍一防空系統，以及購置國外的愛國者和天兵防空系統，於臺灣本島及外離島各區域部署，擔任防空作戰任務，主要地面防空武器系統諸元如表3：

(一)天弓系統：天弓系統是我國中山科學研究院自主研發和生產的防空飛彈系統，現役天弓一、二型飛彈主要用於反機任務，於1996年4月開始研發具有反彈能力的天弓三型飛彈，於2015年開始量產及部署，主要用以防禦各型飛機、巡弋飛彈、反輻射飛彈及短程戰術彈道飛彈等威脅，天弓三型使用垂直發射系統，可有效克服遮障限制，具有同時追蹤具有多目標追蹤及攔截能力，並增加了機動性以提高其在戰場上的存活率。【註18】

(二)車載劍一系統：車載劍一系統為我國中山科學研究院將經國號戰機(IDF)天劍一型飛彈研改而成的陸射型防空系統，該系統參考美製陸射欉樹飛彈，並

註16　維基百科，＜空軍防空暨飛彈指揮部＞，2023年4月20日，＜https：//zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A9%BA%E8%BB%8D%E9%98%B2%E7%A9%BA%E6%9A%A8%E9%A3%9B%E5%BD%88%E6%8C%87%E6%8F%AE%E9%83%A8＞(檢索日期：西元2023年04月25日)。

註17　國防部空軍司令部，＜防空暨飛彈指揮部沿革史＞，2020年10月12日，＜https：//air.mnd.gov.tw/TW/Unit/AirUnit_Detail.aspx?FID=6&CID=17&ID=38＞(檢索日期：西元2023年02月15日)。

註18　維基百科，〈天弓三型防空飛彈〉，2023年2月11日，＜https：//zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%A4%A9%E5%BC%93%E4%B8%89%E5%9E%8B%E9%98%B2%E7%A9%BA%E9%A3%9B%E5%BD%88＞，(檢索日期2023年2月18日)

表3. 國軍地面防空武器諸元表

系統								
	天弓一型	天弓二型	天弓三型	車載劍一	愛國者二型	愛國者三型	麻雀飛彈	35快砲
雷達範圍（公里）	250	250	270	10	170	300	20	20
射程（公里）	100	200	200	6	160	200	16	4
速度（馬赫）	3.7	4.3	7	3.5	5	5	4	4
接戰高度（公里）	30	30	45	4	24	27	2	2
防衛空域	中高空/遠程	中高空/遠程	中高空/遠程	低空/近程	中高空/遠程	中高空/遠程	中低空/近程	中低空/近程
雷達導引	半主動	主動	主動	紅外線導引	主動	主動	半主動	無
用途	反機	反機	反機/反彈	反機	反機	反機/反彈	反機	反機/反彈
製造國	國產				美製			歐製

資料來源：本研究綜整製表。

進行相關研發，配備了紅外線尋標器及目視瞄準等射控系統，具備全向性偵知及高操縱性等特點，能夠有效攔截進襲的敵機目標，主要擔任我國低空防空作戰任務。【註19】

(三)愛國者系統：愛國者飛彈系統由美國雷神公司製造，在波灣戰爭中成功攔截伊拉克軍隊發射的飛毛腿飛彈而廣為人知，我國現役有愛國者二、三型飛彈，其具有攔截戰機及防禦飛彈能力，並能夠同時追蹤具有多目標追蹤及攔截能力，愛國者三型彈相較於二型彈，直徑縮小了0.155公尺，每部發射車可搭載16枚飛彈，採雷達主動導引及直接碰撞方式攔截目標，主要擔任我國反彈任務。

(四)天兵系統：臺灣現有的天兵防空系統是1966年由瑞士所研發的雷達射控快砲系統，並於1975年結合美系陸射型麻雀飛彈形成包括天兵雷達、35快砲及陸射飛彈的彈砲合一防空系統，自2009年起，我國展開天兵防空系統改良專案，主要將現役35快砲，改良成可發射先進的先進命中效率與摧毀彈藥

註19　維基百科，〈捷羚防空飛彈系統〉，2023年1月8日，<https：//zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8D%B7%E7%BE%9A%E9%98%B2%E7%A9%BA%E9%A3%9B%E5%BD%88%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，(檢索日期2023年2月18日)

（AHEAD），能夠有效地對付巡弋飛彈、戰機及無人載具等目標。【註20】

三、防衛部署與外部威脅

面對共軍的威脅，臺灣飛彈系統是防禦的關鍵，源頭打擊武器可有效嚇阻共軍不敢輕易犯臺，運用各型防空系統防禦共軍各型戰機及戰術飛彈的來襲，妥善的機動部署，進而提高防禦縱深，使我軍能夠獲取空中優勢，更好地應對敵方威脅。

（一）防衛部署：我國現行空軍現役防空系統主要包括天弓、愛國者飛彈以及其他各型系統，其中愛國者飛彈系統主要用於反彈任務，其他系統則主要用於反機任務，為貫徹「防衛固守、重層嚇阻」的戰略指導，我國的防空系統採用縱深防禦、重層配置的方式，部署於臺灣本島及周邊外、離島地區，區域防空主要由中長程飛彈負責，要點防空則主要由短程防空飛彈和火砲擔任，不同系統之間相互配合，形成綿密的防空火網。

由於臺灣地形狹長、縱深短小的特性，我國防空系統採用機動配置、分散部署的方式，並搭配戰術偽裝，使防空系統戰術部署與運用更為靈活，讓敵難以掌握我國戰略意圖，減少飛彈陣地遭敵偵知的機會，同時也提高戰場存活率，確保我國領空安全，並可有效保護我政、軍、經設施，確保國家領土安全。

（二）外部威脅：根據美國「2022中共軍力報告」指出，共軍犯臺可能會依「空中和海上封鎖」、「有限度或脅迫性軍事行動」、「空中和飛彈攻擊」及「聯合登陸入侵臺灣本島」等四種模式，【註21】利用火箭軍彈道飛彈或巡弋飛彈摧毀我海、空軍有生戰力、情監偵與防空系統等有生目標，透過於臺海周邊聯合軍演，提高對臺軍事行動準備與規畫，進行威懾並破壞臺海的和平穩定。

根據最新的「中共軍力報告」，火箭軍現有近、中、遠程彈道及巡弋飛彈（相關飛彈性能如表4），並且正在積極發展核威懾和核反擊能力，以實現「核常兼備、全域懾戰」的戰略要求，能夠進行精準遠距打擊，具備抗干擾和突防能力，透過「天劍」系列演訓活動，加強飛彈火力突擊演練，提升實戰能力，根據報告評估，中共火箭軍至2030年將擁有約1,000枚核彈頭，對我國的軍事威脅將大幅提高，對臺海安全造成極大的影響。【註22】

註20　呂炯昌，＜國軍天兵防空系統將可使用AHEAD彈藥＞，隨意窩日誌，2011年12月27日，＜https：//news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1468610＞（檢索日期：西元2023年02月18日）。

註21　鍾志東，＜美國《2022中國軍力報告》與台海安全＞，國防安全研究院，2022年12月16日，＜https：//indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=1928&pid=3579＞（檢索日期：西元2023年02月21日）。

註22　林柏州，＜美國防部「2022年中共軍力報告」的火箭軍戰力評估＞，國防安全研究院，2022年12月8日，＜

表4. 火箭軍彈道飛彈及巡弋飛彈

系統								
	東風 11	東風 15	東風 16	東風 17	東風 21	東風 26	長劍 10	長劍 100
距離	350	600	1000	2500	3000	6000	2500	3000
彈頭	常規	高爆/核彈	核彈/子母	常規/核彈	核彈頭	常規/核彈	高爆/核彈	常規/核彈
射程	近程			中程		遠程		

資料來源：1.同註21。2.維基百科，〈東風系列飛彈〉，2022年11月19日，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%9C%E9%A3%8E%E7%B3%BB%E5%88%97%E5%AF%BC%E5%BC%B9>，(檢索日期 2023 年2月21日)
3.本研究綜整製表。

四、小結

中共飛彈及戰機對我國防空構成了巨大威脅，對此我國除了以高密度的飛彈部署應對外，仍需加強機動作戰及戰力保存，以確保防空戰力持續，妥善選擇重要防護目標，進而節約火力，持續戰場經營，進行實戰演練，提高部隊熟悉戰場環境，縮短機動作戰時限，提高反應速度，制定防空戰略，以提升作戰效能，增加戰場優勢。

肆、未來發展趨勢

一、敵我特弱點

近年來，中共的空軍及火箭軍一直在高科技裝備的發展上加速前進，除了不斷提升性能，並增加飛機及飛彈數量，這對臺灣來說，是一個空中威脅，為了確保國家安全，我國積極建構了完善的防空系統，然而兩岸軍力已經呈現出明顯的不對稱趨勢，防空系統的發展也逐漸失衡，本文將針對敵我特弱點實施分析，以期能夠更好地了解臺灣防空系統的現狀。

(一)國防經費：根據官方公布資訊，中共2023年度國防預算為15,537億元人民幣(約新臺幣69,139.65億新臺幣，不含武器發展費用)，相較2022年預算，成長7.2%。[註23]我國行政院公布2023年國防預算達新臺幣5,863億元(含計畫性採購特別預算)，較年2022年增加716億元，成長13.9%，兩岸國防經費差異高達約11.8倍，雖我國必須因應兩岸情勢，頻繁地派遣軍艦和飛機執行任務，作業維持費編列1,337億元，較去年增加271億元，惟在海空戰力

https：//indsr.org.tw/focus?typeid=0&uid=11&pid=532>(檢索日期：西元2023年02月21日)。

註23 李華，<中共軍費預算五年來第二高 專家指威脅世界>，阿波羅新聞，2022年03月05日，<https：//tw.aboluowang.com/2023/0305/1874022.html>(檢索日期：西元2023年03月08日)。

提升計畫性採購特別預算1,083億元，僅占年度預算約百分之18.5，由於年度預算有限，無法有效提升空軍戰力。【註24】

圖2. 近6年中共軍費成長圖

資料來源：歐芸榕等作，＜中國今年軍費編列台幣6.8兆 約台灣11倍＞，公視新聞網，2022年03月06日，＜https：//news.pts.org.tw/article/626036＞（檢索日期：西元2023年03月08日）。

(二)科技研發：中共地面防空武器研發取得了重大進展和成就，透過對俄製飛彈的研究獲成功研製出國產武器，不僅能夠針對俄製系統的弱點進行改進，亦能獲得關鍵的製造技術，從而提升防空武器系統效能，縮小國際軍事技術差距。我國中科院近年在防空武器系統上有卓越的發展，各型自製防空武器飛彈均已進入量產階段，惟針對國防自主能力，仍有部分關鍵技術及零附件產製無法突破，需長時間研究與發展，並尋求國際軍事技術支援，造成發展上的窒礙。

中科院各型飛彈年產能簡表

類別	彈種	產能評估	
		原年產能	提升後年產能
防空	陸/海射劍二飛彈	40枚/年	150枚/年
	天弓三型飛彈	48枚/年	96枚/年
反艦	雄風三型飛彈	20枚/年	70枚/年
反艦 反制	雄風二型飛彈 雄昇飛彈 (共用生產線)	81枚/年	131枚/年
反制	萬劍飛彈	18枚/年	50枚/年
	無人攻擊載具	無	48架/年

資料來源：國防部　製表：呂昭隆

圖3. 中科院各型飛彈年產能檢表

資料來源：呂昭隆，＜國防部首度證實 將量產雄昇飛彈＞，中國時報，2022年03月04日，＜https：//www.chinatimes.com/newspapers/20220304000391-260118?chdtv＞(檢索日期：西元2023年03月08日)。

(三)軍事貿易：中共透過軍事貿易與交流，積極提升國家的軍事實力和技術水平，通過出售自主研發的軍事裝備，並與其建立戰略關係，不僅獲得經濟、戰略、科技、軍工技術及政治支持，同時也在國際上擴大其影響力。我國在軍事貿易上存在一定的困難，由於國際關係及臺海的政治穩定和諧影響，無法

註24　謝佳珍，＜政院拍板112年度國防預算大增716億 成長13.9%＞，中央通訊社，2022年8月25日，＜https：//www.cna.com.tw/news/aipl/202208255002.aspx＞(檢索日期：西元2023年03月08日)。

執行武器貿易出口，限制了技術交流，同時軍購武器也受到了許多阻礙，無法獲得關鍵技術，且關鍵零件需要依賴國際進口，限縮我國防空發展空間。

表5. 全球五大進出口國(2017-2021)

項目	國家				
進口（全球比例）	印度（11%）	沙烏地阿拉伯（11%）	埃及（9.4%）	澳大利亞（5.4%）	中國（4.8%）
出口（球球比例）	美國（39%）	俄羅斯（19%）	法國（11%）	中國（4.6%）	德國（4.5%）

資料來源：1.楊明娟，＜SIPRI：歐洲成武器進口新熱點＞，中央廣播電臺，2022年03月14日，＜https：//www.rti.org.tw/news/view/id/2127161＞(檢索日期：西元2023年03月08日)。
2.本研究綜整製表。

(四)戰略支援：中共「北斗三號」全球衛星導航系統的建置，提高軍事情報資蒐集與指揮管制能力，有效掌握軍事動態，強化戰場資訊優勢，並能夠提供目標精準位置，導引飛彈實施打擊，提升軍事作戰能力。【註25】我國隨著國際太空戰略發展，也致力於衛星技術開發與建置，現有的福爾摩沙衛星五號，可偵蒐大陸軍事基地或機敏設施的實地影像，卻無法偵獲軍事動態活動，且動態時間和移動軌跡具有規律性，若共軍針對衛星通過時間採取偽裝和隱蔽的措施，軍事情報蒐集效果有限，無法有效戰略支援。【註26】

表6. 中共北斗衛星應用

應用類別	用途
地面部隊	提高協同作戰能力，適時調整分隊的作戰任務，滿足了戰場動態監控的需求。
	增加部隊快速反應能力，反映戰場的即時情況，便於指揮控制系統快速反應，制定作戰計畫。
	加強部隊資訊傳輸安全保密，通過IC卡加解密，實現機密級保密通信，為機動分隊的通信增加了一種有效的手段，加強了資訊傳輸的安全保密。
	完善共軍各種保障能力，便於指揮機構從容調度，即時指揮，從而使各作戰單位的協同更加精確，作戰效果更加突出。
空中部隊	主機安放在駕駛艙內，與其他導航設備配合使用，可迅速準確地引導飛機到達戰區。
水面艦艇、潛艇	滿足海軍大範圍、長時間連續執行巡邏、演習及作戰任務對定位保障的需求。
雷達與機動發射武器	雷達和機動發射武器連接使用後，可提高其時間系統精度，改進和提高武器性能。
指揮機構	即時掌握所屬部隊及重要武器裝備行動的時間、路線、具體位 置等有關情況，以便及時調整部署，相機指揮作戰。

資料來源：1.盧文豪，＜中共「北斗」導航衛星發展與戰略意涵探討＞，《海軍學術雙月刊》，第49卷第2期，2015年4月，頁94-97。2.本研究綜整製表。

註25　孟繁宇，＜中共航天發展對台海作戰之影響＞，《海軍軍官學校季刊》，第32卷第1期，2013年03月15日，頁33-34。

註26　夏雨荷，＜台灣福五衛星有「不能說的秘密」＞，阿波羅新聞，2017年08月30日，＜https：//tw.aboluowang.com/2017/0830/985731.html＞(檢索日期：西元2023年03月08日)。

(五)戰備演訓：中共軍事演習已成常態化訓練，透過多項演習，例如藍盾演習、環臺軍演及中俄聯合軍演等，實施各種戰術及驗證，為軍事戰略部署鋪路，同時進行戰場經營，熟悉戰場環境，也具威嚇國際社會以及臺灣的目的，展現中共在軍事戰略上的能力，以防止其他國家對臺海進行軍事援助。為了應對共軍長期軍事威脅，國軍不斷落實戰備演訓，透過各項軍事演習，模擬戰術戰法，驗收組合訓練的成效，同時也積極爭取參加國際聯合軍演，但由於國情因素及政治等原因，導致無法與其他國家進行軍事戰術交流，不利於提升自身軍事實力。

圖4. 中共對臺軍演

資料來源：謝佳珍，＜中共軍演 府：國安團隊與國軍隨時掌握完整狀況＞，中央通訊社，2022年08月04日，＜https：//www.cna.com.tw/news/aipl/202208040064.aspx＞(檢索日期：西元2023年03月08日)。

二、未來發展

中共經濟實力逐漸提升，軍事科技發展也不斷在進步，進而提高軍事實力。在2021年11月25日公布的「十三五規劃」中，中共政府宣稱將會加速現代化武器裝備的研發和生產，同時淘汰舊式裝備，以三代和四代裝備為主體，並發展遠海防衛、遠程打擊等新型裝備，也積極完善制空作戰、電子對抗、運輸投送等裝備體系，不斷強化遠程精確打擊能力，將軍事實力提升至更高的水平。【註27】

隨著共軍戰機及精準武器的不斷發展進步，我國面臨的安全威脅不斷增加。為了應對這樣的挑戰，必須增加對敵空中戰機及彈道飛彈攻擊的防禦能力，並透過防空武器系統的部署，構築完善的防空火網，研擬各項攻擊的反制策略，保障國家的安全。

(一)中共：根據美國國防部公佈的「2022中國軍力報告」，中共計畫在2027年前加速推進軍隊的機械化、信息化和智能化綜合發展，同時具備攻臺能力。

註27　自由時報，＜中國防部曝解放軍現役軍備 揚言軍武要再上一台階＞，2021年11月25日，＜https：//news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3748349＞(檢索日期：西元2023年03月11日)。

【註28】在隨著國防經費逐年提升，軍事科技及貿易快速發展，共軍取的各式先進的武器裝備，構築了戰略支援系統，並強化了戰備演訓，並依「區域拒止/反介入」戰略指導，計畫將防禦線前推至第二島鏈以遏制外部勢力介入臺海爭端，並提升機動打擊性能和智能化發展，建立多目標攔截及自動化接戰能力，以建立完善的防空系統，保障國家安全。

1. 遠程打擊：為了增強戰略威懾力量，中共依據「核常兼備、全域懾戰」的戰略要求，進行對洲際彈道飛彈的研究和改進，包括擴大飛彈庫存、提高抗干擾和突防能力，並強化機動化和潛射能力。在研發中的東風-5C及東風-31B，等戰術彈道飛彈的研發也提高了打擊能力和精確度。新研發的東風-41飛彈更可搭載分導核彈頭，同時也已大量部署，加強了核威懾能力，根據今年「中共軍力報告」評估中共至2030年，將有約1,000枚核彈頭【註29】，隨著火箭軍快速發展，中共的海空封控能力也大幅提升，對臺海地區的控制權也相應增強，同時向美國發出更強硬的挑戰，將防禦線前推至第二島鏈，只要外部勢力無法介入臺海紛爭，相對就能夠取得臺海領空的控制權。
2. 防空能力：中共致力於提高國土防空能力，其主要使用國產紅旗地對空飛彈及俄製進口的S-300、S-400系列防空系統，以加強防空火網部署。為提高攔截範圍、飛行速度、機動性及抗干擾等能力，中共正在開發更高效的紅旗飛彈系統，透過衛星系統加強指揮整合能力，以提升聯合打擊能力。據陸媒報導，紅旗-19已進入戰備值班，其性能優於美國薩德飛彈，【註30】而紅旗-26及29也在共軍的研發名單中。若這些飛彈系統研發成功並量產，將進一步提升中共的國土防空能力。此外，共軍若透過與俄國軍事貿易取得S-500飛彈，將進一步增強其防禦能力和軍事技術水平。

(二)臺灣：高密度的防空火網是我國防空能力的基礎，在面對著共軍航空母艦、戰鬥機、巡弋導彈等威脅，及軍事技術不斷的發展進步，我國需要不斷地提升防空能力，除了妥善規劃國防經費使用外，更需持續與國外協商取得更新一代的防空裝備，透過與國外的科技交流和合作，將其融入到自主研發也是非常重要的一個方向；另依現役裝備研擬適合現代化戰爭的戰略構想，強化

註28　U.S.Department of Defense，2022/9/1，Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2022，p1

註29　同註21。

註30　騰訊網，＜紅旗19再度曝光，疑似已經實戰部署，性能相比美制“薩德”如何？＞，2022年11月14日，＜https：//new.qq.com/rain/a/20221114A03HVL00＞(檢索日期：西元2023年03月15日)。

戰備演訓，進而提升我防空能力。

1. 遠程打擊：依國防部頒布「中華民國110年國防報告書」內容，我國現階段遠程打擊戰力整建主要著重於籌購遠距離精準火力打擊能力，【註31】我國自2022年6月起已開始向美國軍購海馬士多管火箭系統，預計於2027年完成交付，該飛彈射程可達300公里，打擊範圍可達中共大陸東南沿海區域，能夠大幅提升遠程打擊能力；【註32】另外我國自主研發的「劍翔」無人攻擊機已正式擔任戰備，該型無人機具備飛越臺海能力，可進行雷達電子參數分析和自動歸向能力，能夠偵測到方敵雷達訊後進行「自殺攻擊」，且造價較其他型飛彈(如： AGM-88、天劍2A反輻射飛彈)便宜，可有效降低我國防經費支出，且該型無人攻擊機已編列預算持續量產，為我國遠程打擊增添一份新的戰力。【註33】
2. 防空能力：為滿足防空作戰任務需求，自106年起我國陸續換裝「天弓三型飛彈」，取代舊型鷹式飛彈，【註34】預劃於2024年完成所有的接裝任務，除了已經量產的天弓三型飛彈，中科院也正在執行強弓計畫，也就是天弓三型飛彈的增程型，將射程高度提高至70公里，可於導彈進入大氣層前予以攔截擊毀，【註35】另外據媒體報導，我國已經確定向美國購買愛國者增程型MSE飛彈（PAC-3 MSE），並預劃在2025和2026年分批完成交運及部署作業，該型飛彈在於採用雙脈沖發動機、射程更遠，增加了攔截的成功率，未來可與現有的愛國者二、三型飛彈混合搭配部署，強化我國空防戰力。【註36】

三、小結

中共透過不斷增強軍事實力、加強經濟、政治及文化影響力，進一步壓縮臺灣的國際空間及國際認可，長期派遣軍艦與飛機進行繞臺示威，對臺進行海空封控的軍事演習，面對這樣的安全挑戰，我國已建構高密度的防空火網，惟武器數量有限，無法完全應對共軍機艦及導彈來襲，我國應慎選攔截及防護目

註31 同註2，頁62。
註32 BBC NEWS中文，＜台灣證實最新一批美國軍售「海馬士火箭」成焦點＞，2022年06月18日，＜https：//www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-57524293＞(檢索日期：西元2023年03月15日)。
註33 維基百科，〈劍翔無人機〉，2022年11月05日，＜https：//zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8A%8D%E7%BF%94%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F＞，(檢索日期 2023 年03月15日)
註34 同註2，頁60。
註35article/38017＞(檢索日期：西元2023年03月18日)。
註36 陳煜，＜軍方增購愛三MSE，意外揭現役飛彈總數！「真實優勢」曝光＞，風傳媒，2021年04月02日，＜https：//www.storm.mg/article/3579001＞(檢索日期：西元2023年03月18日)。

標，並妥善運用機動部署和後勤支援能力，確保防空戰力持續性，爭取制空優勢，維護臺海領空安全。

伍、結論與建議

一、結論

科技的高度發展促進了武器系統的迅速發展，進而改變了戰爭的型態、戰略、和戰術，共軍武力犯臺首重海空封控，來瓦解我國民心士氣，後以導彈及戰機等武器系統來摧毀我軍事力量，為後續登陸作戰鋪路，如何獲得空中優勢，延遲共軍登島時機，已成為我國軍事發展上的重要課題。

我國應檢視共軍武力發展優點，來建構適合我國的軍事武力，進行全面的防禦，除了持續與國外軍購取得新一代的防空武器，更應重視國防自主的武器研發，不僅可減少我國防經費支出，同時也可整合我國防空武力，以發揮整體防空效益，另參考烏克蘭與俄羅斯的作戰模式，思考烏克蘭是如何以不對稱思維，來防禦俄羅斯的大軍進襲，規劃出適合我國的不對稱戰略及武力裝備，並以高機動性、高效能及造價低為目標，構築更有效益的防空體系。

二、建議

我國防空武力以天弓及愛國者為首要，雖以部署高密度的防空火網，然而防空及雷達陣地為敵人首要攻擊目標，面對共軍的大規模攻擊，必定使我防空戰力受損，以下針對我國防空作戰的精進建議：

(一)發展情資共享及整合預警：我國防空主力因系統差異，而無法進行跨系統情資共享和介接早期預警機制，且因採購預算限制，迅安系統部分技術及功能未獲得，導致我國天弓系統及部分主力戰機無法納入其中，[註37]應藉由國防自主，研發出適合我國的戰場管理系統，以實現情資整合及早預警機制，並建立共同作戰圖像，縮短應變時間，提高聯合作戰效益。

(二)加強戰場經營及戰力保存：面對共軍武力快速發展下，我國全島均已涵蓋在共軍的攻擊範圍內，防空陣地可能均已遭敵偵知，機動部署已成為我國首要的作戰形態，惟我國屬於狹長海島型國家，腹地縱深短小，能夠使的土地有限，且部分土地屬民間公司或百姓所有，平時均有經濟用途，協調借用場地困難，使得防空部隊無法有效的執行戰場經營及戰備演訓，故防空部隊平時應多開發新的戰術及戰力保存位置，加強機動戰備演練，熟悉戰場環境，使

註37　蕭介雲，＜軍方擬投逾百億元，為中風的博勝臺復健＞，風傳媒，2021年01月08日，＜https：//new7.storm.mg/article/3364237＞(檢索日期：西元2023年04月01日)。

敵難以鎖定我防空飛彈部隊的正確位置，依現有可使用之土地，研擬合適的機動戰術部署及戰備演訓，以符合戰場實需；另依政府政策指導持續協助提升全民國防意識，透過戰場經營時機，與民人良性溝通及協調，宣導全民國防構想，獲取百姓支持，維持良好的軍民關係，以利各項演訓順遂。

(三)建構無人機，減輕防空負擔：為了應對共軍長期派遣機艦襲擾，我國必須不斷派遣軍機及防空部隊實施警戒，不僅消耗了大量後勤資源，也壓縮了戰備演訓的時間，加重了防空任務的負擔，另參考現代俄烏戰爭，無人機投入戰場，改善許多人力及裝備上的負擔，更能夠有效深入敵營偵蒐情資。我國應考慮將無人機納入防空戰備演訓，除了接替防空警戒及巡邏任務，漸少人力及國防經費負擔外，還能夠執行情報蒐集，獲取敵人武器裝備及雷達情資，有助於提升我國的防空能力。

(四)參與國際演習，提升軍事實力：美國為了維持臺海及印太區域的穩定和平，於2022年12月15日通過了2023年度《國防授權法案》，計畫每年向臺灣提供軍事融資金，並為臺灣打造一個「區域應變軍備庫」，包括彈藥及其他「適當的防禦武器」。若我國能夠藉此計劃，積極爭取參與國際組織和軍演，或爭取派遣觀察員角色，均能有利我國研擬各項訓練項目，進一步提高防空部隊的整體能力和效率，研發新的戰術和戰略，改善防空部署能力，同時增加戰時臺美雙方合作默契，以發揮整體防空實力。【註38】

作者簡介

空軍少校 林毓晟
學歷：專業軍官班99年班、陸軍砲校正規班106年班；經歷：連長、副連長、排長、副排長；現職：國防大學空軍指參學院少校學員。
空軍上校 黃進華
學歷：陸軍官校專82年班、空軍指參學院95年班、國防大學戰爭學院104年班；經歷：排、連、營長、防參官、教參官、教官、主任教官；現職：國防大學空軍學院上校副院長兼總教官。

註38 BBC NEWS中文，＜環太平洋軍演2022：美國公布26參與國名單不包括台灣＞，2022年06月03日，＜https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-61671449＞(檢索日期：西元2023年04月01日)。

軍事科技

DOI:10.29683/AFOB.202408_(237).0003

碳纖維支架防鳥網可行性評估

空軍官校航太系教授 梁燕祝、空軍少校 林秉融
金門航空站航務組組長 吳啓文

提　要

台灣屬於海島地形，機場設立的條件需要有空域以及地面跑道，所有的機場都是靠海，偏偏一年四季鳥類生態豐富，防鳥變成飛安重要的主題之一。一般機場的防鳥網，用竹竿架設，若換成碳纖維管，可以伸縮架設，增加方便性以及提升效率，但到底可不可行？在經濟效應、降低人力、飛行安全以及結構分析等條件下，是否足以採納？是為本文發表的主要用意，期待讀者研讀完後，會有更具體的了解。

壹、前言

地球的暖化現象，一年比一年劇烈，在此環境影響造成的強風暴雨肆虐下，機場管理如何更有效率與安全地進行，是當前的重要課題。甚至於很多機場地面作業管理的人力不足，造成飛機無法在該機場降落或甚至於基於安全考量取消航班，都可能對於飛行安全造成隱憂。2023年2/17紐西蘭航空前往紐約甘迺迪國際機場飛行16小時候，因為機場火災造成電力中斷無法進入美國，而空中180度迴轉，重新回到紐西蘭，這航線是2022 年9月才 用，是為世界單趟飛行時間最長航線之一，但是因為機務的安排，旅客被白白浪費16小時純空中飛行體驗[1]。從2022年十月開始，因為疫情解封，各國開放邊境後，許多機場在之前兩年裁掉地面工作人員，瞬間面臨人力不足的問題，例如：虎航飛往日本的航線，斷斷續續出現許多航班取消的新聞[2]。此外，空軍各基地，人力負擔因為飛行任務增加而加重，機場場務管理緊扣著飛行安全的重任。

在泛· 科學PanSci的報導中，桃園國際機場資深航務師一林玉茹航務師提到「飛機在各種飛行階段都有可能遭遇鳥擊，但最常發生的還是在起飛爬升與進場降落階段。」針對「鳥相報告」和鳥類和平共處是最好的辦法，平時「透過機場空側區域定期割草、整理環境積水、排水溝清淤加蓋等方式，讓鳥兒離開最危險的區域。」只有最了解鳥類，才有可能找到共生存的可能[3]。文章中還提到草的長度與利用光讓鳥類不在此區域繁殖，甚至於其生物鏈的下層，蟲相的調查，也是生態防治法的一環。同時，在水溝上及跑道旁設置鳥網時，桃園機場要求鳥網越鮮豔、設置越明顯越好，讓鳥得以讓道。本文針對一個防鳥網的結構與材料的改變，進行分析、討論與效益評估，只有完整、正確且安全的前置作業才不會浪費人力、金錢與時間，這是管理上一向不變的真理。

貳、各機場風力資訊

台灣的機場，除了疫情嚴重期間外，最頻繁的是桃園國際機場。新竹的風，是眾所皆知的風大區域。但是那些澎湖、綠島、蘭嶼、金門、馬祖等外島呢？所以在受力分析上，了解各區的最大陣風是第一階段的資訊收集，再加上地球環境的惡劣情況，風速的統計數據就可以供研究人員進行未來的估算。通常在交通部民航局的航空氣象服務網，可以看到即時資料[4]，如圖1所示，能探索的資料，包括風向、風速、能見度、天氣、雲冪、溫度，如表1桃園國際機場的氣象資訊。

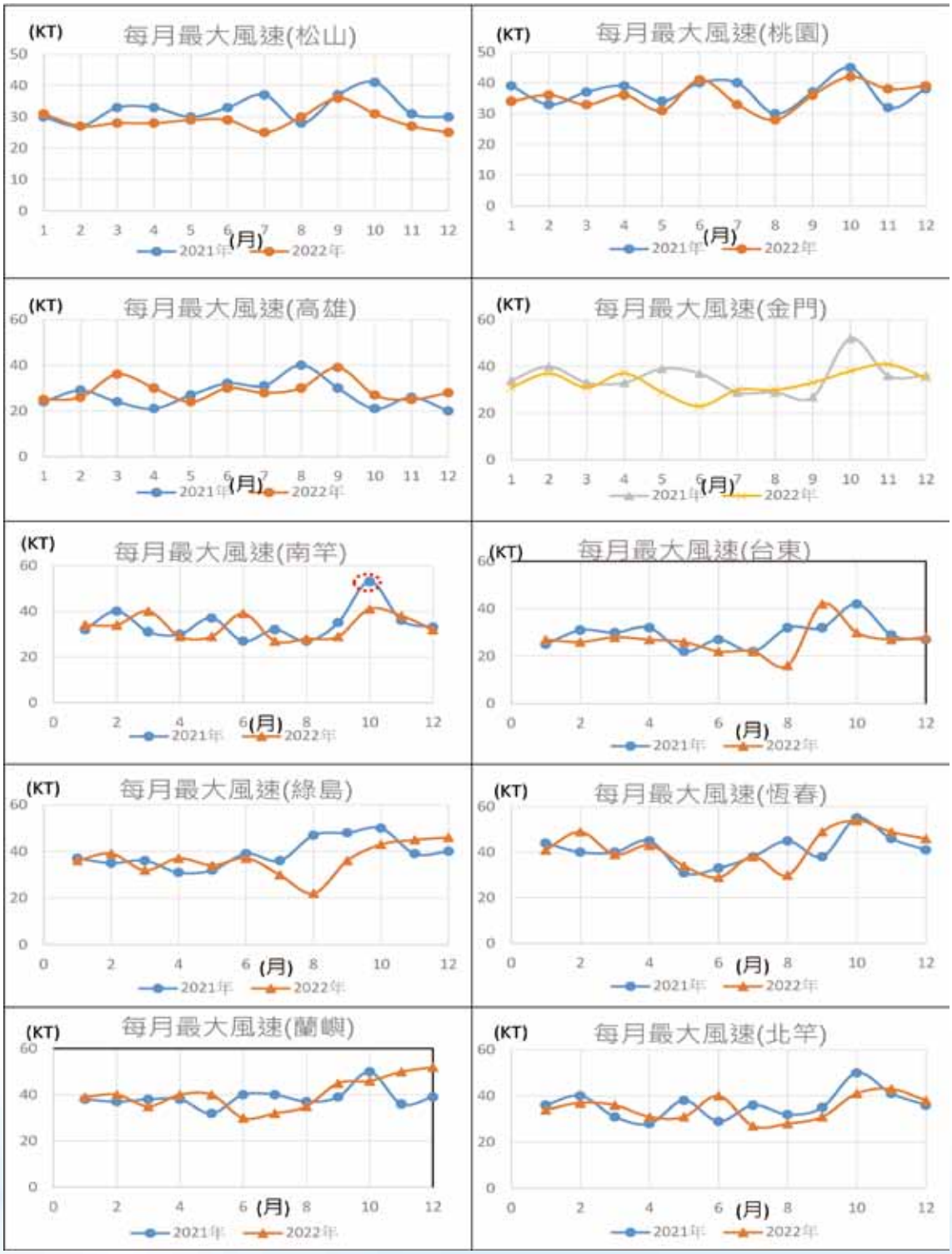
圖1. 交通部民航局的航空氣象服務網網站資料[4]

表1. 桃園國際機場2023年3月6日的飛航氣象即時資訊[4]

國家	臺灣
機場	臺灣桃園國際機場
所在地	桃園
時間	2023-03-06 14:30(臺灣時間)
風向	020 度
風速	15 浬/時
能見度	10 公里以上
天氣	晴朗
雲冪	無
溫度	22 C

表2為民航局統計各個機場，包括松山、桃園、高雄、台東、綠島、蘭嶼、恆春、

表2. 台灣機場最大陣風統計資料



金門、南竿、北竿等地，2021年與2022年每個月的最大陣風，其單位KT(knots節)大約等於=0.514m/s(每秒0.514公尺)。綜觀資料顯示，幾個機場的風速最大值來自於恆春機場十月的55KT(2021年28.27m/s)與54KT(2022年27.76m/s)，約可以以30m/s估算最大陣風量。表3為岡山機場最大的陣風資料統計。表2與表3互相比較，恆春機場55KT還是拔得頭籌，故本文中的分析，以30m/s的風速計算防鳥網迎風面的受力。

表3. 岡山機場最大陣風統計資料

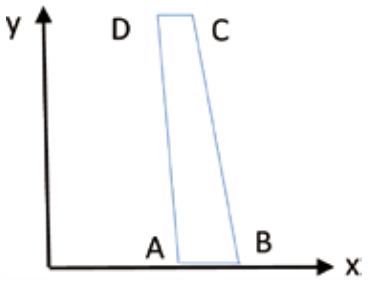
參、應力分析

一、受風力評估：

當鳥網受力時，其風壓為$P=0.613v^2$，其中，風壓P單位為N/m^2，速度v單位為m/s[5]。當風速為30m/s時，$P=551.7N/m^2$ ，鳥網面積假如$60m^2$，則其風力預估為33102N。以單邊對稱分析，平均每一個碳纖維架桿需要承受16551N的力，經過Ansys有限元素分析網格數由上到下漸漸增加(下粗上細)，把力量平均分給每個節點，上層的平均節點受力為53.075N，下層的平均節點受力為1.75N。

二、分析對象：（示意圖如下(座標單位為公分)）

右邊的藍色ABCD實體對y軸轉一圈，即為本構件之分析模組。但因為y軸座標極長，僅以示意圖表示。真正的圖如圖2所示。在此先找到各種複合材料的楊氏係數(Young's Modulus)、剪力係數(Shear Modulus)、以及蒲松比(Poison Ratio)和各種最大拉伸或壓應力值(ultimate extension stress or ultimate compression stress)，如表4。由於各廠家提供的產品，在製程控制與溫度環境的變化下，會稍有不同，但大致上會有一定的準確性。



A_1 座標(1.8, 0, 0)
B_1 座標(2.0, 0, 0)
C_1 座標(1.0, 660, 0)
D_1 座標(0.9, 660, 0)

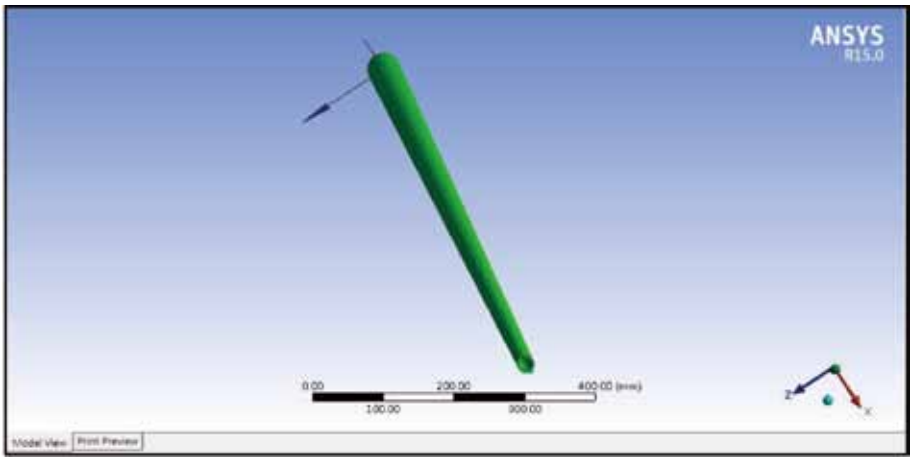


圖2. 建立的分析模型

表4. 碳纖維複材之材料常數(組合編織與單向編織)[6]

Performance Composites

Mechanical Properties of Carbon Fibre Composite Materials, Fibre / Epoxy resin (120°C Cure)

Fibres @ 0° (UD), 0/90° (Fabric) to loading axis, Dry, Room Temperature, Vf = 60% (UD), 50% (Fabric)

	Symbol	Units	Std CF Fabric	HMCF Fabric	E glass Fabric	Kevlar Fabric	Std CF UD	HMCF UD	M55** UD	E glass UD	Kevlar UD	Boron UD	Steel S97	Al. L65	Tit. ditd 5173
Young's Modulus 0°	E1	GPa	70	85	25	30	135	175	300	40	75	206	207	72	110
Young's Modulus 90°	E2	GPa	70	85	25	30	10	8	12	8	6	15	207	72	110
In-plane Shear Modulus	G12	GPa	5	5	4	5	5	5	5	4	2	5	80	25	
Major Poisson's Ratio	v12		0.10	0.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.25	0.34	0.23			
Ult. Tensile Strength 0°	Xt	MPa	600	350	440	480	1500	1000	1600	1000	1200	1400	990	460	
Ult. Comp. Strength 0°	Xc	MPa	570	150	425	190	1200	850	1300	600	280	2800			
Ult. Tensile Strength 90°	Yt	MPa	600	350	440	480	50	45	50	30	30	50			
Ult. Comp. Strength 90°	Yc	MPa	570	150	425	190	250	200	250	110	140	280			
Ult. In-plane Shear Stren.	S	MPa	90	35	40	30	70	60	75	40	60	140			
Ult. Tensile Strain 0°	ext	%	0.80	0.40	1.70	1.60	1.00	0.30		2.50	1.70	0.70			
Ult. Comp. Strain 0°	exc	%	0.80	0.15	1.70	0.90	0.80	0.45		1.50	0.35	1.40			
Ult. Tensile Strain 90°	eyt	%	0.85	0.40	1.75	1.60	0.50	0.50		0.25	0.50	0.60			
Ult. Comp. Strain 90°	eyc	%	0.80	0.15	1.70	0.60	2.50	2.50		1.38	2.30	1.88			
Ult. In-plane shear strain	es	%	1.80	0.70	1.30	1.00	1.40	1.20		1.06	3.00	2.80			
Thermal Exp. Co-ef. 0°	Alpha1	Strain/K	2.10	1.10	11.60	7.40	-0.30	-0.30	-0.30	6.00	4.00	18.00			
Thermal Exp. Co-ef. 90°	Alpha2	Strain/K	2.10	1.10	11.60	7.40	28.00	25.00	28.00	25.00	40.00	40.00			
Moisture Exp. Co-ef 0°	Beta1	Strain/K	0.03	0.03	0.07	0.07	0.01	0.01		0.01	0.04	0.01			
Moisture Exp. Co-ef 90°	Beta2	Strain/K	0.03	0.03	0.07	0.07	0.30	0.30		0.30	0.30	0.30			
Density		g/cc	1.60	1.60	1.90	1.40	1.60	1.60	1.65	1.90	1.40	2.00			

** Calculated figures

三、分析過程：

Ansys建模如圖2，本研究將碳纖維桿的材料分成單向編織(Unidirectional,UD)材料與交叉編織(Woven)材料(如圖3)，以及增加碳纖維交叉編織布的厚度，分別分析其最大應力與最大變形量，期待經由數值模擬分析可以判斷其受力強度與可行性。

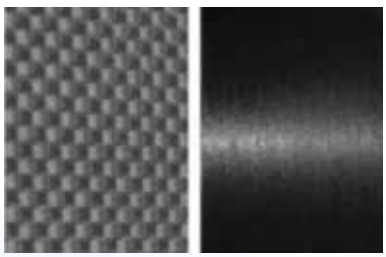


圖3. 碳纖維複合材料預浸布：交叉編織(左)與單向編織(右)

(一)單向編織材料分析：根據表4，材料常數輸入：在x與z方向的楊氏係數為Ex=Ez=10GPa、y方向的楊氏係數為Ey=135GPa、

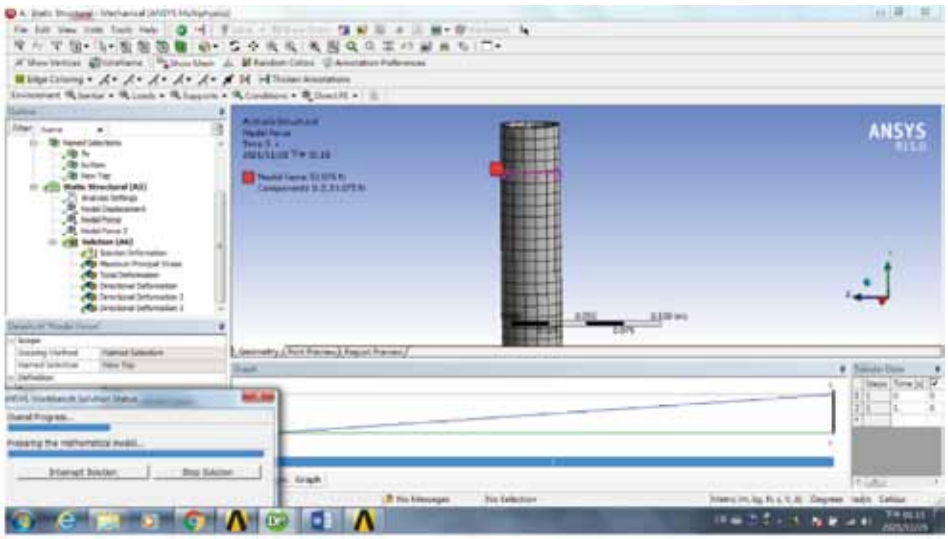


圖4. 上方受力的格點

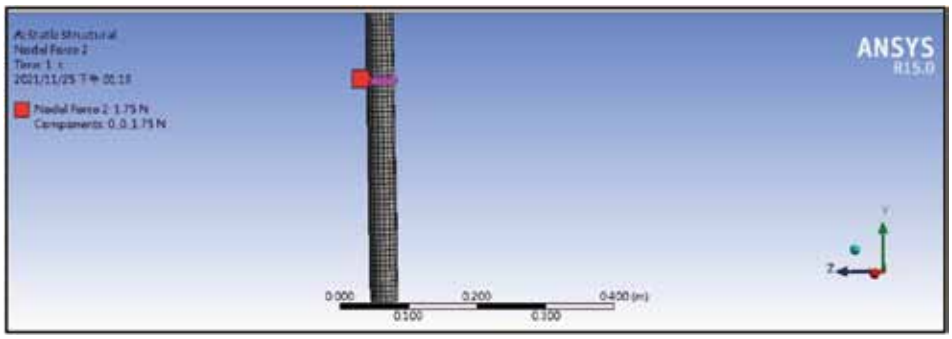


圖5. 下方受力的格點

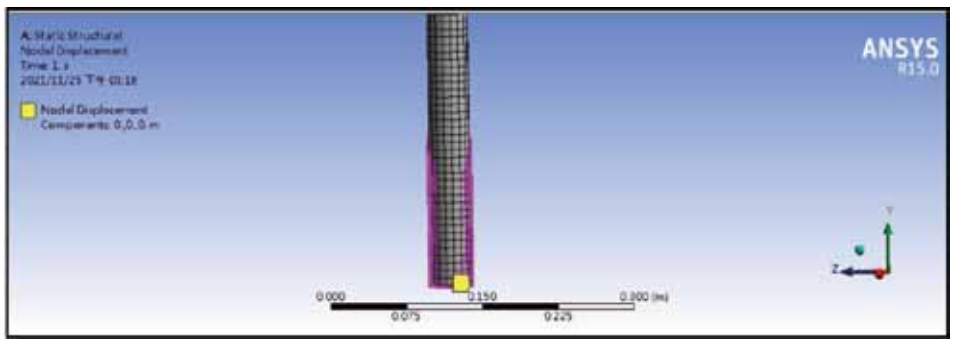


圖6. 埋到土裡的位移拘束條件

剪力係數為G=5GPa，蒲松比 =0.3。邊界條件設定如下圖4到圖6：圖4為上方受力的格點、圖5為下方受力的格點，圖6為碳纖維桿埋到土裡的位移拘束條件。分析結果為出現警告，變形量過大，最大變型量(Max.deformation)為10.887m，非常不合理，如圖7。

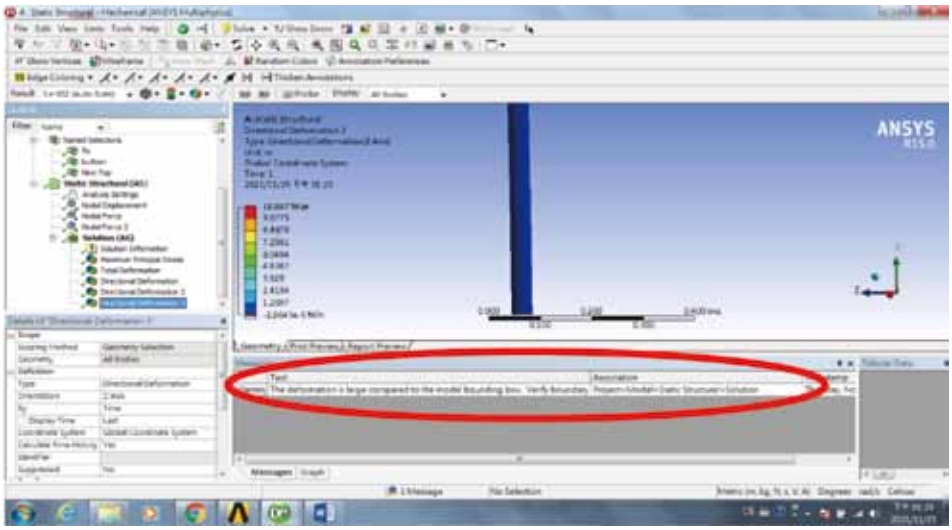


圖7.最大變型量(Max.deformation)10.887m，非常不合理。

(二)碳纖維交叉編織設計：碳纖維交叉編織設計的材料常數輸入：在x與z方向的楊氏係數為Ex=Ez=70GPa、y方向的楊氏係數為 Ey=40GPa、剪力係數為G=5GPa，蒲松比 =0.1。其分析的受力條件與拘束條件和前一項單方向編織設計相同，分析結果已經完全正常。

Max.deformation 1.566m(已經沒有警告訊息)，而且數據合理(圖8)。

Max.Principle Stress 193.4MPa，小於表四所列的壓應力600Pa、張應力570Pa。

依最大應力估算，安全係數到達3附近。

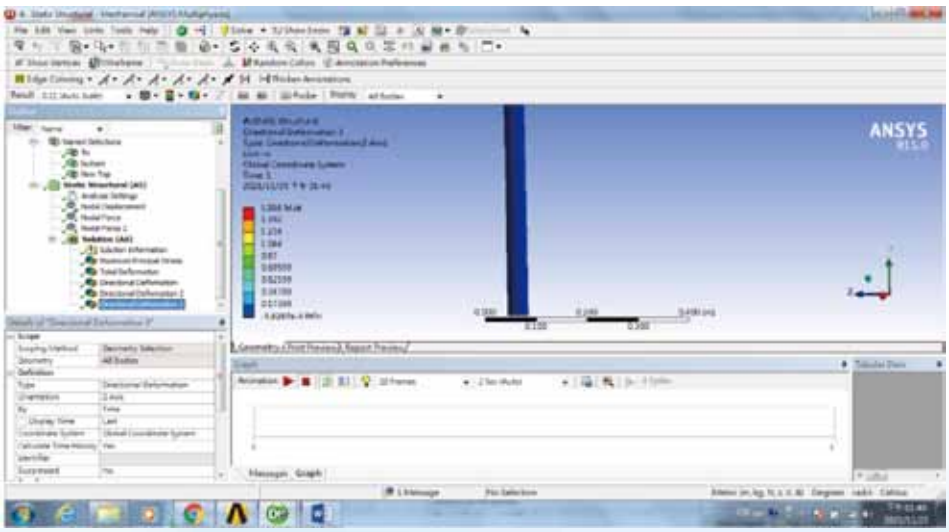


圖8.最大變型量(Max. deformation) 1.566m，可以接受。

(三)改變厚度之交叉編織碳纖維布：碳纖維材料如前節二所示，但在設計厚度上加厚，其厚度以下方3mm，管徑的上方2mm的漸縮設計，其他條件都控制成一樣。可以看到如圖9，最大變形量(饒度deflection)由1.566m變成1.362m，最大主軸應力值由193.4MPa降到94.14MPa，安全係數更大(如圖10)。

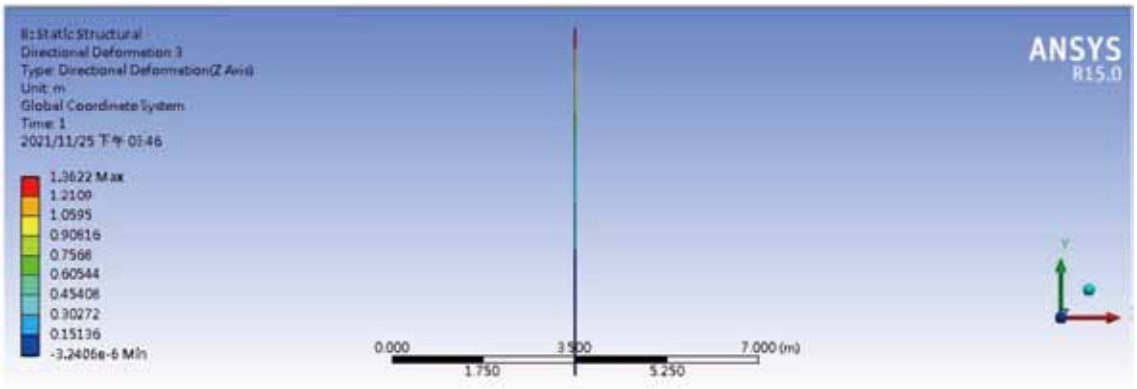


圖9.最大變型量(Max.deformation)1.362m。

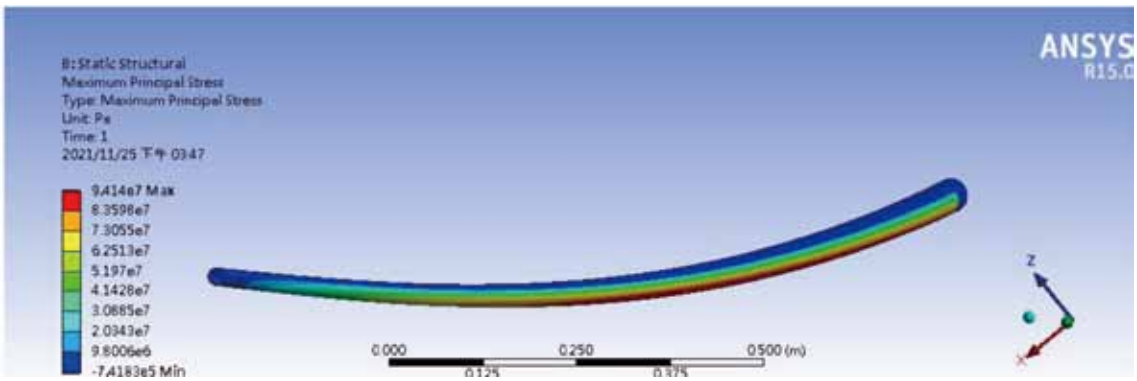


圖10.最大主軸應力值(Max.Principle Stress)降到94.14MPa。

肆、結果與討論

綜合以上的數值分析與模擬，針對攔鳥網架由竹竿改成碳纖維桿設計，可以得到如表5所列的結果。

結論：由於構件功能上的需求，要架設很高的防鳥網，且為了質輕方便操作，構想以釣魚竿來更改設計，但因為先天的尺寸差異極大，且設備使用環境上，要日以繼夜地受強風震盪，以一支釣魚竿普通價錢3500元，改進加厚的價錢會增加超過兩倍的情況下(還不包括開模的模具設備費用上萬)，實在不宜這樣做，因為新竹或外島的強風，會造成大量的損壞。竹竿的價錢便宜，且環保，目前民用機場的做法還是用竹竿架設鳥網，更為經濟實惠。

表5. 分析結果與比較

	分析模型	最大變型量 (Max. deformation)	最大主軸應力 (Max. Principle Stress)	備註
1	A_1B_1 厚 0.2cm、C_1D_1 厚 0.1cm(單向編織碳纖維複材)	10.887m，非常不合理。	473.8MPa，小於表一所列的值。	安全係數最大只到1.26，尚未考慮風的震動頻率施力，已經是不好的設計。
2	A_1B_1 厚 0.2cm、C_1D_1 厚 0.1cm(雙向編織碳纖維複材)	1.566m，歪斜的很厲害。	193.4MPa，小於表一所列的值。	安全係數已經到達 3，但考慮風的震動頻率施力(疲勞)，大變形下可以剃除此設計。
3	A_2B_2 厚 0.3cm、C_2D_2 厚 0.2cm(雙向編織碳纖維複材)	1.362m，沒有很大的改善。	94.14MPa，更小於表一所列的值，更安全。	大變形仍然無法解決。
4	利用 3 的設計，增加新的邊界條件：在 1/3 高度處三條拉繩(各)120度固定在地面。	0.637m，有很大的改善。	73.56MPa，更安全。	在不花費更多成本的條件下，可以解決問題

此外，跑道邊設施要為易碎材質，以防航機衝出跑道時造成損傷，碳纖維非屬易碎材質，又比竹竿堅硬，更容易造成飛機損傷。建議還是用竹竿省成本、安全與符合保護地球的新觀念。

伍、參考文獻

[1]又回到最初的起點，紐西蘭航空起飛16小時後原地降落|TechNews科技新報。

[2]https://tw.news.yahoo.com/%E6%97%85%E6%97%A5%E5%85%88%E7%B7%A9%E7%B7%A9-%E6%97%A5%E6%A9%9F%E5%A0%B4%E9%87%8F%E8%83%BD%E4%B8%8D%E8%B6%B3-%E8%88%AA%E7%8F%AD%E7%8B%82%E7%A0%8D-%E6%9E%97%E6%B0%8F%E7%92%A7-%E6%81%A2%E5%BE%A9%E9%9C%80%E8%A6%81-040612646.html。

[3]守護飛航安全，如何避免鳥擊的危害-PanSci泛科學。

[4]航空氣象服務網 (anws.gov.tw)。

[5]4 Ways to Calculate Wind Load-wikiHow。

[6]http://www.performance-composites.com/carbonfibre/mechanicalproperties_2.asp?fbclid=IwAR1-YZ1e8HuLasNcV2sr6hVEXrwvtsKpxheEgTcixxiiJu_8MtV8VDq5pdY。

作者簡介

梁燕祝　國立成功大學博士，亞洲航空公司專案經理、空軍官校助理教授、副教授、教授。

林秉融　空軍官校88期、少校分隊長。

吳啓文　國立成功大學航太碩士、金門航空站航務組組長。

地緣政治

DOI:10.29683/AFOB.202408_(237).0004

試探美日韓三國峰會與印太地區安全

戰略研究員　陳偉寬、李明

提　要

“印太戰略報告”：「美國將與區域內外夥伴維護台海和平穩定，包括支持台灣自衛，以確保台灣人民能有一個依循其意志與最大利益和平決定未來的環境，並威嚇台海軍事侵略」。

1950年爆發韓戰，在1953年7月27日簽訂停戰協定，但至今未簽訂和平條約，如今已逾停戰70週年。美日韓三國領導人雖不乏在大型國際峰會舉行三方會談，但日韓始終無法盡釋前嫌，拜登上台後，積極設法消除兩國敵意。

俄羅斯和中國構成不同的挑戰，俄羅斯無恥地蔑視基本國際規則，對自由公正的國際秩序構成直接威脅，這反映在俄國對烏克蘭殘酷侵略。

美中戰略競爭關係，牽動印太區域情勢的發展，中共逐年增加的國防預算與軍力規模，更對我國家安全構成重大威脅。我國必須思考，如何藉由區域友好國家的合作，共同維 護區域和平穩定，以確保共同利益與我國家安全。

關鍵詞：印太戰略報告、國際峰會、國際秩序、美中戰略。

壹、前言：

美國總統拜登於去(2023)年當地時間8月18日，在美國總統度假地大衛營(Camp David)主持了美、日、韓三國領袖(包括日本首相岸田文雄和韓國總統尹錫

註1　勞拉．比克(Laura Bicker)，<美日韓峰會：拜登外交出高招，但挑戰仍在>，參見https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-66553487。2023.8.19。

悅)歷史性會晤，實現了許多人認為不可能的事情。[註1]

印太地區安全，要從美國發布《印太戰略報告》說起。這是美國總統拜登任內的第一份區域戰略報告，其中內容指出：「美國將與區域內外夥伴維護台海和平穩定，包括支持台灣自衛，以確保台灣人民能有一個依循其意志與最大利益和平決定未來的環境，並威嚇台海軍事侵略」。[註2]這份報告表明了美方將維護台海安全，視為一個區域內外夥伴都該參與的團隊工作換句話說，雖然華盛頓繼續重申「一個中國原則」，但卻將台灣事務從邊界問題，上升到區域穩定的層級。

印太地區安全曾由李明教授近期講授，並在中華戰略學會引發熱烈迴響。本文以美、日、韓三方峰會源起、經過及「峰會三項文件」內涵為經，以美國《印太戰略報告》為緯，分述各國的反應、中共與北韓對美日韓合作的抗議；並將其影響與因應綜研之，以收畫龍點睛之功，除了對熱衷戰略研究國際關係者與國內愛好戰略者拋磚引玉外，亦饗我空軍軍官與國軍幹部之參考，以肆應未來的威脅挑戰!

貳、美、日、韓三方峰會源起及經過

二戰結束後，美國勢力進入亞洲大陸，美國和蘇聯在朝鮮半島劃定北緯38度線，作為接受日本最終投降的南北兩區，形同雙方勢力範圍的緩衝，因此造成南北韓的分裂。1950年爆發韓戰，在1953年7月27日簽訂停戰協定，但至今未簽訂和平條約，今(2024)年已逾停戰70週年。

美日韓在去(2023)年8月中旬首度召開史無前例的三邊峰會，這不僅是日韓兩國領袖間的一大突破，對於以外交老手自居的美國總統拜登來說，這是一次不可否認的成功。拜登或將把握此一良機，盼能將這種新的三邊合作制度化。

美國視日本為圍堵共產勢力擴張的前哨，日本的國防和外交，則以美國馬首是瞻。日本與南韓號稱戰後美國的「友邦」，實則美國在兩國皆有為數不少的駐軍。不過因為日本對朝鮮半島35年的殖民統治和殘酷壓榨，日韓最後是在美國壓力下於1965年建交，但民間的隔閡深刻，兩韓人民對日本的仇視尤其強烈，影響著美國在亞洲主導的三方合作。[註3]

時至冷戰結束，美日韓三國領導人雖不乏在大型國際峰會舉行三方會談(如圖1)，但日韓始終無法盡釋前嫌，川普總統就無功而返，拜登上台後，積極設法消除兩國敵意。回顧2022年3月南韓舉行總統大選，主張對北韓採取溫和政策的文在寅

註2 <拜登公布任內首份「印太戰略報告」：重申「一個中國原則」>，參見https：//www.thenewslens.com/article/162684。2022.2.12。

註3 <拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。索引日期：民國2024年1月16日。

政府[註4]任滿，意欲改善和美日關係，加強反制北韓，代表國民力量黨的尹錫悅以些微差距擊敗執政的共同民主黨候選人李在明，以政治素人之姿主導南韓政局。

去(2023)年3月1日紀念韓國獨立運動104週年，南韓總統尹錫悅主張修好與日本關係一改過去南韓歷屆總統強烈批判日本對韓國殖民的態度，在致詞中提到，現在的日本已經和以前帝國主義者的樣子截然不同，成為在各方面與南韓攜手合作的夥伴，而為了面對北韓的核武挑釁及威脅，「美日韓」三國的合作將會有著史無前例的重要性。[註5]他首次主張日本已非敵國而是夥伴國，意味雙方的共同威脅是北韓。此外，尹錫悅政府也不再糾纏於戰前日本強徵朝鮮民工的歷史和補償問題，由日韓雙方共同出資成立私人公司還清南韓人主張的賠償。尹錫悅去年3月15日訪問日本，成為破冰的第一步。[註6]日本首相則於兩個月後回訪，雙方的「穿梭外交」正式啟動。

圖1. 美日韓三國領導人峰會舉行三方會談
資料來源：中央社 https://www.google.com.tw/search?q=%E7%BE%8E%E6%97%A5%E9%9F%93%E4%B8%89%E6%96%B9%E6%9C%83%E8%AB%87&sca_esv=599002232&tbm=isch&sxsrf=ACQVn08VA7amvwgXFYHKjdB_Fehsrt7XNw：1705460044752&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjAmpXhteODAxXZY_UHHdVKDvkQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1024&bih=607&dpr=1。

拜登大肆讚揚日、韓雙方的改善關係。在小布希政府擔任國安會官員的韋得寧(Dennis Wilder)[註7]指稱，「能在大衛營安排這次三方峰會，相當令人驚訝，我們以前根本無法讓南韓和日本領導人與我們在同一個房間內坐下來談。」[註8]美日

註4　2017年5月，韓國共同民主黨總統候選人文在寅當選韓國第19任總統。共同民主黨作為韓國進步陣營代表，外交政策理念與此前執政的新國家黨(自由韓國黨與正黨的前身)有著明顯區別。尤其是在對北韓政策方面，文在寅作為前盧武鉉政府重要幕僚，繼承了許多「陽光政策」理念。同時朝鮮半島局勢已經發生重大變化，文在寅政府的對朝政策亦然出現新的調整。

註5　鄒慈芸報導，<韓國三一運動104周年紀念 尹錫悅稱「美日韓」合作「史無前例」重要>，《中天新聞網》，參見https://tw.news.yahoo.com/%E9%9F%93%E5%9C%8B%E4%B8%89-%E9%81%8B%E5%8B%95104%E5%91%A8%E5%B9%B4%E7%B4%80%E5%BF%B5-%E5%B0%B9%E9%8C%AB%E6%82%85%E7%A8%B1-%E7%BE%8E%E6%97%A5%E9%9F%93-%E5%90%88%E4%BD%9C-042340966.html。2023年3月1日。

註6　<拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。檢索日期：民國2024年1月16日。

註7　韋德甯是喬治城大學美中全球議題對話專案研究員；此前他曾任該專案的執行主任。2015年至2016年4月期間，擔任美國中央情報局東亞及太平洋事務助理副局長。

註8　<拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。檢索日

韓三國外交官也紛紛指出：「日益強勢的中國和三不五時狂射飛彈的北韓，可說是促成日韓願意攜手合作的主要因素」。這些專家們認為，最大的推手應是尋求連任的拜登，藉此為其造勢。

過往韓國的政治有過數次鐘擺，韓國前總統全斗煥、盧泰愚兩任任內信賴美國，並與朝鮮維持敵對關係，美國當然也很願意幫助韓國，令韓國成為美國的忠實盟友。後來的韓國總統金大中、盧武鉉兩任加起來執政10年，他們就鐘擺到另外一邊，主張和美國維持距離，並與朝鮮和解爭取和平，但接下來的韓國總統李明博、朴槿惠又回到傳統的親美路線，接著文在寅上任後又調整回來，最後就是現任韓國總統尹錫悅立場親美，但礙於中國，韓國態度始終躊躇不定。【註9】

如此一來一往之間，造成韓國很大的內部問題，老百姓亦感到莫衷一是，認為如是對韓國國家利益真的有利嗎？大家都懷著這個疑問。所以尹錫悅這一次的做法，與美國簽訂“華盛頓宣言”，其實是更加和美國拉緊，美國當然是希望把韓國拉近，進而得到整體的印太戰略。【註10】

此外，尹錫悅強化美韓軍事同盟係邁出的重要一步。因為俄烏戰爭中，俄羅斯向朝鮮購買武器，朝鮮跟俄羅斯聯盟。而韓國為了和美國一起對抗朝鮮，在俄烏戰方面，韓國會站在美國立場，大力支持烏克蘭的，這是毋庸置疑的。

俄烏戰爭是一個刺激因素，美國會對韓國施加更多的壓力，韓國應該會強化軍事準備，或加強跟美國、日本、澳洲的軍事合作。因為一方面韓國想要加入七大工業國，另外一方面他自己面臨朝鮮半島威脅的時候，也需要美國。【註11】所以當美國希望他在台海也要扮演某種角色、或在烏克蘭戰爭扮演某種角色的時候，韓國當然會同意。

參、「峰會三項文件」內涵透視

美國總統拜登、日本首相岸田文雄及韓國總統尹錫悅於近期在華盛頓近郊的總統度假地大衛營舉行了歷史性峰會，會後更發表了三份分別名為「大衛營原則」(Camp David Principles)、「大衛營精神」(Spirit of Camp David)與「三方協商承諾」(Commitment to Consult)的三份文件，為三國未來中長期合作訂下

期：民國2024年1月16日。。

註9 <尹錫悅訪美，小心處理美中韓議題>，《天下雜誌》，參見https：//www.cw.com.tw/article/5125593。2023.5.02。

註10 <李明語中評：美日韓軍事同盟 半島或有核戰>，《中國評論新聞網》，參見http：//hk.crntt.com/doc/1066/6/5/6/106665607_2.html?coluid=93&kindid=19232&docid=106665607&mdate=0508002533。2023.5.08。

註11 台灣國防安全研究院研究員兼所長沈明室博士，在接受大紀元採訪時所指出。

了明確準則。【註12】

峰會通過「三項文件」，其中「大衛營精神」是聯合聲明，聲言將妥為建構三邊磋商溝通機制，承諾在面對攸關集體利益與安全的威脅時，迅速協調因應。聲明中點名中國近年在南海的危險又「咄咄逼人行為」，重申台海和平穩定是國際社會安全與繁榮「不可或缺的要素」，要和平解決台海兩岸問題。【註13】「大衛營精神」表明，強烈反對任何片面改變印太水域現狀的企圖，重申對包含聯合國海洋法公約規範的航行飛越自由在內的國際法，給予堅定承諾，反對對主權爭議海域軍事化，危險運用海警或海上民兵等任何強制活動，並謂「三國對台灣問題的基本立場沒變」。

另一文件為「大衛營原則」。指出三國元首將每年至少舉行一次峰會;三國外長、國防部長、財政部長、商務部長及國家安全顧問，每年至少開一次會議進行磋商;三國每年也將進行一次「印太對話」，由各國司長、局長及高級官員參加，協商對印太事務的意見和作法。「協商承諾」，則寫入影響三國共同利益和安全的區域挑戰、挑釁和威脅，三方將迅速磋商制訂因應方案。「協商承諾」與既有的美日安保條約、美韓共同防禦條約不衝突，不過在規避三國複雜的國內法。【註14】

此外，三國元首就強化安全，半導體等供應鍊，及科技、太空、清潔能源和公共衛生等領域的合作達成共識。安全部分涵蓋三國聯合軍演、共享情報資訊、共同飛彈防禦，以及聯合因應北韓飛彈與網路攻擊。北約在亞太並沒有實質軍事存在，美國通過所謂的太平洋「島鏈」進行軍事部署，這是二戰後延續至今的戰略格局。(如圖2)。

圖2. 太平洋第一、第二「島鏈」

資料來源：https：//www.bbc.com/zhongwen/trad/world-66553487。

註12 陳建維，<2023「大衛營原則」：美日韓建構全新戰略夥伴關係>，《聯合新聞網》，參見https：//udn.com/news/story/6853/7404810。2023.8.31。

註13 <拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。檢索日期：民國2024年1月16日。

註14 <拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。檢索

針對北京和北韓批評華府在東北亞建立「小北約」，白宮國安顧問蘇利文【註15】(Jacob Jeremiah Sullivan)，強調峰會僅象徵美日韓三方合作的「新時代」，聲稱不是「太平洋北約」。《環球時報》指出，表面上，美、日、韓三國打著「應對北韓威脅」的旗號，但實際上，在東北亞地區搞出一個「小北約式」的東北亞三邊軍事同盟。它一旦成型，將把這個地區為數不多的國家分為兩大類：一類是被美、日、韓三邊集體安全機制所認證的「志同道合」國家；另一類則是非集體安全體系的國家，往往被貼上「異類」和「威脅」的標籤。【註16】

對於美、日、韓的軍事同盟，韓國媒體也表達了不同的意見，《韓民族日報》發表社論認為，與日本的准聯盟符合美國的利益，不一定符合韓國的利益，站在美國遏制中國的第一線，「可能會嚴重危及韓國的安全和經濟」。韓國《中央日報》社論也表示，在加強美、日、韓三方合作的過程中，應時刻考慮到管控對華關係，「為重啟韓中日領導人會議而不斷嘗試外交接觸才是最明智的舉動」。【註17】

肆、2022年2月美國《印太戰略報告》

一、重要性

印太地區有全球一半的人口、將近三分之二的經濟力量、還有世界七個軍事強權集中之地。因此對美國極為重要。“印度-太平洋：一個從非洲東海岸到太平洋島國的廣闊地區對歐洲的戰略意義越來越大。該地區日益增長的經濟、人口和政治影響力使其成為塑造國際秩序和應對全球挑戰的關鍵角色。【註18】其內涵包如下：

(一)美國在戰後，依賴著和日本、澳洲、南韓、菲律賓、泰國等的合作、使國際法和國際規範得以維持。

(二)冷戰之後，美國不認為應該自當地撤出，因為美軍角色在21世紀更具重要性。

日期：民國2024年1月16日。

註15 雅各．傑里邁亞．蘇利文係美國猶太人，美國政治家，現任美國國家安全顧問，2016年希拉蕊．柯林頓競選美國總統活動高級政策顧問以及2020年喬．拜登競選美國總統團隊的高級政策顧問。

註16 李志良，<美、日、韓大衛營峰會將打造「小北約」？中媒緊張挑：讓東北亞陷入「安全的陷阱」>，《Newtalk新聞》，參見https：//tw.news.yahoo.com/%E7%BE%8E-%E6%97%A5-%E9%9F%93%E5%A4%A7%E8%A1%9B%E7%87%9F%E5%B3%B0%E6%9C%83%E5%B0%87%E6%89%93%E9%80%A0-%E5%B0%8F%E5%8C%97%E7%B4%84-%E4%B8%AD%E5%AA%92%E7%B7%8A%E5%BC%B5%E6%89%B9-044007816.html。2023年8月7日。

註17 同上註。

註18 <《歐盟印太合作戰略》解析(一)印太願景將在7大領域中體現>，參見https：//www.rfi.fr/tw/%E5%B0%88%E6%AC%84%E6%AA%A2%E7%B4%A2/%E5%8D%B0%E5%A4%AA%E7%B8%B1%E8%A6%BD/20211023-%E6%AD%90%E7%9B%9F%E5%8D%B0%E5%A4%AA%E5%90%88%E4%BD%9C

(三)印太地區出現逐漸增大的挑戰、特別是中共。蓋中共挾其經濟、外交、軍事和科技力量、意欲成為全球最有影響力的強權。

(四)中共的壓迫和侵略伸展到了全球範圍，但仍以印太地區最為嚴重而直接。在南海和東海都可見到中共在靠近沿岸的危害作為。

(五)美國必須厚植美國國力、與美國盟友進一步合作、為共同的理念和願景與中共對抗。

(六)美國的目標不是要改變中共、而是力求影響力的均衡、營造有利美國和盟友的戰略環境。

(七)印太地區也同時面臨一些重要的挑戰。氣候變遷、新冠疫情至今尚未結束、北韓仍繼續擴張武裝力量、核武研發和發射威脅仍在。

(八)在這關鍵十年，美國必須使它的角色更有效而持久。為此，美國將更現代化其與盟友的關係、強化夥伴關係。

二、美國的行動計畫(Action Plan)

其內容包括：(一)在印太地區開發新型資源(二)領導建構印太經濟架構(三)加強軍事嚇阻能力(四)協助東協國家更加團結有力(五)支持印度繼續崛起成為區域領導國家(六)更有效地運用「四方安全對話」(Quadrilateral Security Dialogue，簡稱QSD 或Quad)由美國、日本、印度、澳洲所組成，【註19】(七)增進美日韓合作(八)協助太平洋島國因應挑戰(九)支持優質國家治理和責任政治(十)支持開放、質佳、安全和可信的科技發展。【註20】

在台灣這個高度敏感事務上，拜登將其放在更廣泛的地區穩定問題上闡述，不過並未突破對台「戰略模糊」原則：「我們還將與該區域內外的伙伴合作，維護台灣海峽的和平與穩定，包括支持台灣的自衛能力，以確保台灣的未來能夠符合台灣人民的意願和最佳利益，並在和平的環境中決定。」報告提到，美國未來的做法仍將支持「一個中國」政策的原則，並重申「台灣關係法」[

%E6%88%B0%E7%95%A5–%E8%A7%A3%E6%9E%90–%E4%B8%80–%E5%8D%B0%E5%A4%AA%E9%A1%98%E6%99%AF%E5%B0%87%E5%9C%A8%E4%B8%83%E5%A4%A7%E9%A0%98%E5%9F%9F%E4%B8%AD%E9%AB%94%E7%8F%BE。2021.10.23。

註19 Quad四方安全對話：美、澳、印、日領導人舉行會談 聚焦台灣、半導體供應鏈和疫苗分配。

註20 蔡東杰，<美國推動印太戰略前景評析–An Analysis of the Prospect of US Promoting the Indo–Pacific Strategy>，參見file：///C：/Users/ower/Downloads/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E6%8E%A8%E5%8B%95%E5%8D%B0%E5%A4%AA%E6%88%B0%E7%95%A5%E5%89%8D%E6%99%AF%E8%A9%95%E6%9E%90%20(4).pdf。檢索日期：113.05.09。

註21 美國與外國、外國政府或是類似實體所進行或實施的各項方案或交往關係，同樣適用於臺灣人民，臺灣關係法是美國對台灣外交政策的基石之一。引自「維基百科」。

註22 是指中華人民共和國政府與美利堅合眾國政府共同對外發表的三個外交聲明的合稱，包括《上海公報》、《中美建交公報》和《八一七公報》。引自「維基百科」。

註21】、「三個聯合公報」【註22】和「六項保證」【註23】中的承諾。【註24】

三、新版《國家安全戰略》

2022年10月12日美國新版國安戰略提到五大關鍵要點，包括：將中國視為地緣政治上最重大的挑戰、遏止一個危險的俄羅斯、對抗伊朗、重申對以色列的承諾，以及尋求全球合作。

白宮國家安全顧問蘇利文(Jake Sullivan)在揭示國家安全戰略時表示，後冷戰時代已經結束，世界大國競爭正在進行，目標是形塑未來，美國最緊迫任務是對抗威權政權，包括中國和俄羅斯政府。

新版國安戰略寫道：「俄羅斯和中國構成不同的挑戰，俄羅斯無恥地蔑視基本國際規則，對自由公正的國際秩序構成直接威脅，這反映在俄國對烏克蘭殘酷侵略。相較之下，中國企圖改造國際秩序，而且在經濟、外交、軍事與科技上越來越有能力達成目標，是唯一既有此企圖、也有此能力的競爭者。」【註25】

該戰略寫道：「長期而言，中國以其威權治理配合修正主義外交政策才是美國在地緣政治上最重大的挑戰。」其內涵如下：【註26】

(一)拜登總統宣示戰略重心在於贏得與中共的競爭、遏制俄羅斯、恢復遭傷害的美國民主體制。拜登矢言繼續支持烏克蘭人民為自由戰鬥，協助烏克蘭經濟復原，追究「俄羅斯的戰爭暴行」。

(二)長期而言，中國「以其威權治理配合修正主義外交政策」才是美國在地緣政治上最重大的挑戰。

(三)中國企圖改動國際秩序，而且在經濟、外交、軍事與科技上越來越有能力達成目標」。俄羅斯與中國帶來不同的挑戰。相較之下，中國威脅更甚：它在經濟、外交、軍事與科技上越來越有能力達成目標，是唯一既有企圖、也有能力的競爭者。

(四)美中與美俄之爭是民主體制與威權體制的鬥爭。關鍵美中軍事衝突的台灣問題，美國要與盟邦共同支持、維護台灣海峽的自由航行與和平穩定。

註23　六項保證是美國對台灣關係的指引規範，是由美國政府在1982年與中華人民共和國政府簽署《八一七公報》時向中華民國政府提出。這〈六項保證〉是美國政府對於《八一七公報》內容的單方面澄清，並對台灣與美國國會雙方面提出保證，雖然美國先前已經與中華人民共和國建立正式外交關係，但對台灣的承諾不變。引自「維基百科」。

註24　<拜登任內首份印太戰略報告發佈 「十大行動」劍指中國>，參見https：//www.bbc.com/zhongwen/trad/world-60399839，2022.02.16。

註25　羅昀玫，<美最新版《國家安全戰略》出爐 將中國視為最大地緣政治挑戰>，參見https：//news.cnyes.com/news/id/4977482。2022.10.13。

註26　李明教授於民國112.年10月25日在中華戰略學會第442次學術會講演《美日韓三國峰會後的印太地區安全》ppt.內容。

(五)美國反對任何一方單方面改變台海現狀，不支持台灣獨立，繼續奉行一個中國政策，也繼續支持台灣的自我防衛。【註27】

美國不容許俄羅斯或任何強權國家，藉由使用或威脅使用核武來達成目標。並警告莫斯科當局勿盲目採行冷戰時期前蘇聯的擴張主義。

(六)到2030年代時，美國將首度必須同時嚇阻兩個核武強權(俄羅斯與中國)，加速美軍現代化，在海洋、太空與網路空間抗衡中國。【註28】

因應中俄的挑戰，拜登宣示將加速美軍的現代化，並特別著重於落實「綜合嚇阻(integrated deterrence)」戰略，在海洋、太空與網路空間(cyberspace)抗衡日益崛起的中國。

(七)面對兩大基本挑戰，首為與強權的競爭；其次則是跨國挑戰，包括氣候變遷、糧食安全、傳染病、恐怖主義、能源轉換、通貨膨脹。

四、南韓總統尹錫悅發布韓國版印太戰略

(一)2022年11月11日尹錫悅在金邊舉行的東協領袖峰會上，公布南韓版本的「印太戰略」，支持拜登總統立場。韓版「印太戰略」也和美國保持一致，尹錫悅認為有利於增強美、日、韓三國戰略合作。

(二)尹錫悅表示，「絕不容忍任何單方面武力改變現狀的企圖」，他的說法被國際媒體揣測，是否指向近年在南中國海顯示企圖心的中共，讓南韓有警覺和回應。

(三)南韓關切的安全議題，也涵蓋金正恩政權對南韓日益增強的軍事挑釁。韓美日三國再發表一項聯合聲明，矢言「攜手建立自由與開放的印太地區」的三方合作夥伴關係。

伍、各國反應

一、中國大陸和北韓的強烈反應

(一)2023年6月5日中共國防部長李尚福在香格里拉對話會上釋放強硬信號。其上任後第一次重大演講，當中提到，中美如發生激烈衝突，將是世界「不可承受之痛」。他表示，世界足夠大，可以容納中美共同發展，兩個超級大國

註27　李明教授於民國112.年10月25日在中華戰略學會第442次學術會講演《美日韓三國峰會後的印太地區安全》ppt. 內容。

註28　洪培英，<美國會示警：2035年中國核彈數量將追上美國 美軍得擴張核武同時對抗中俄>，參見https://tw.news.yahoo.com/%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E6%9C%83%E7%A4%BA%E8%AD%A6-2035%E5%B9%B4%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E6%A0%B8%E5%BD%88%E6%95%B8%E9%87%8F%E5%B0%87%E8%BF%BD%E4%B8%8A%E7%BE%8E%E5%9C%8B-%E7%BE%8E%E8%BB%8D%E5%BE%97%E6%93%B4%E5%BC%B5%E6%A0%B8%E6%AD%A6%E5%90%8C%E6%99%82%E5%B0%8D%E6%8A%97%E4%B8%AD%E

應尋求合作共贏之道。【註29】

(二)北韓則高調批判南韓的「荒謬和失格」。

二、2023年4月美韓華盛頓高峰會

尹錫悅4月25日訪問美國；尹錫悅和拜登在4月26日發表「華盛頓宣言」，【註30】美國承諾會加強對南韓核威懾保護，期能有效嚇阻北韓，並定期派遣彈道飛彈核子潛艇到南韓海域。

美韓也同意成立一個核武諮商小組，以便分享核戰略規劃及行動相關資訊、定期討論如何結合南韓軍力、配合美國核武以「壓制北韓挑釁」。

美韓「華盛頓宣言」形同一項嶄新的概念和協議，等於承認北韓的核武國家地位，朝鮮半島無核化再也不是美韓的「懸念」，取而代之的，將是南北韓的核武對峙；美國藉尹錫悅穩固它在東北亞的盟國體制，以圍堵北韓制約中共。尹錫悅再度端出南韓版的「印太戰略」，倘若加以日本首相岸田文雄最近回訪南韓推動「穿梭外交」，【註31】美國的印太戰略在東北亞業已鞏固。

三、2023年8月18日美日韓三國峰會

2023年8月18日，美日韓三國元首拜登、岸田文雄、和尹錫悅、選在美國大衛營舉行首次專屬會議，拉近了日韓關係，把美日韓各個領域的三邊合作提升到空前水平。

他們尤其面對中國大陸在南海、東海和台海的若干軍事作為「表示憂心」，三國提議做出集體的作為。

美日韓峰會在台海議題也頗多著墨，聲明指出「我們強烈反對任何單方面企圖改變印太地區海域現狀、並重申台海和平穩定的重要性」，這部分的說詞為劍指北京。

峰會之後三方發表名為「大衛營原則」(Camp David Principles)、「大衛營精神」(Spirit of Camp David)、與「三方協商承諾「(Commitment to Consult)等三份文件，作為今後三國合作互動的指針，並有意將目前三國峰會的結論具體化、固定化、和長期化。【註32】

4%BF%84-000129204.html。2023.10.14。

註29 <中國國防部長李尚福香格里拉對話會上釋放全方位強硬信號>，參見https：//www.bbc.com/zhongwen/trad/world-65807046。2023.06.05。

註30 <尹錫悅訪美：華盛頓宣言背後的美國盟友體系和「核對峙」>，參見https：//www.bbc.com/zhongwen/trad/world-65441470。2023.04.30。

註31 韓聯社、《The Korea Herald》等韓媒報導，日相岸田文雄曾搭乘專機前往南韓首爾，進行兩天一夜的訪問行程，與南韓總統尹錫悅舉行首腦會談。尹錫悅已於近期訪日，並會晤岸田文雄，報導指出，岸田文雄此行象徵日韓領袖互訪的「穿梭外交」時隔12年正式重啓，日韓關係從劍拔弩張邁向和解。

註32 經過多年在美國終在現任總統拜登的努力下，促成了與日本首相岸田文雄、韓國總統尹錫悅的三方峰會並正

換言之，三國領導人共同期望，無論將來國際局勢如何發展、三國元首是否依然在位，都將「矢志不移」地繼續實踐他們在聲明揭示的各項合作。

陸、美國牽制中共意味濃厚

美日韓峰會的同一天，中共外交部發言人汪文斌在重要記者會上表示，「究竟是誰在製造矛盾加劇緊張？8月21日汪文斌主持例行記者會，在回答美日韓三國領導人峰會的問題時，再度表示「美日韓三國領導人會晤在台灣、涉海等問題上對中方進行抹黑攻擊，粗暴干涉中國內政，中方表示強烈不滿和堅決反對，已向有關方面提出嚴正交涉。

汪文斌指出，當前亞太地區呈現兩種趨勢，一種是以《區域全面經濟夥伴關係協定》(RCEP)[註33]、《全面與進步跨太平洋夥伴關係協定》(CPTPP)為代表的地區國家加強團結合作、推動地區經濟一體化建設的努力；另一種是以美英澳、美日韓、美日印澳等各式封閉排他的「小圈子」為代表的煽動分裂對抗、企圖復活冷戰思維的行徑。

自從北約組織在2022年起協助烏克蘭抵抗俄羅斯入侵以來，北京便多次警告美國等西方世界不要在亞洲製造北約化舉動，美日韓三國峰會的召開，顯然是不曾理會北京的警告。

「紐約時報」報導指出，美日韓峰會可能將強化中國大陸被西方國家圍堵的感覺，北京感受強烈、後果難料。雖然拜登強調峰會並非為了反中，但這種說法對北京而言完全沒有說服力，且習近平以公開指責這是美國帶領的西方世界對中國施行「全方為的遏制、圍堵和打壓」。

在美日韓大衛營峰會之前，拜登政府及採取多種對中國大陸敵對的措施，包括限制先進晶片技術出口、與英國澳洲達成三邊協議、加強與澳洲印度日本的「四方安全對話」(QUAD)、甚至和菲律賓日本等進行聯合軍演，對抗北京的意圖欲蓋彌彰。

在此背景下，北京也在正在加強和俄國的關係。就在2022年俄國進軍烏克蘭

式確立「三方同盟」，能夠促成峰會及合作的順利開展，一方面當然與美國的新印太戰略有極大關係，二方面也凸顯各國對印太地區周邊局勢的擔憂，加速完成了包含三國元首、外交單位、國安幕僚的對談及合作機制。引自<2023「大衛營原則」：美日韓建構全新戰略夥伴關係>https：//udn.com/news/story/6853/7404810。檢索日期：民112年10月26日。

註33　區域全面經濟夥伴協定(Regional Comprehensive Economic Partnership)，簡稱RCEP，於2020年11月15日在RCEP領袖峰會以視訊方式簽署，包括東協10國(印尼、柬埔寨、緬甸、寮國、越南、汶萊、泰國、新加坡、菲律賓、馬來西亞)，及中國大陸、日本、韓國、澳大利亞、紐西蘭，共計15個成員國。協定於2022年1月1日對已批准之成員國生效。

之前，北京宣布與俄國建立「無上限」的夥伴關係。8月17日(三國峰會的前一天)，日本防衛省稱發現一支由6艘中共軍艦和5艘俄羅斯軍艦組成的艦隊穿越日本南部沖繩島和宮古島之間的水域。

軍事專家指出，美軍長年以來分別跟日本欲與南韓合作，但南韓過去和日本並未深度發展防衛夥伴關係，美國駐日大使易曼紐(Rahm Emanual)就說，日韓直接合作非常重要，三方峰會將會「制度化」，日韓改善關係之後，直接對話便可以期待。【註34】

日本作為參加三國峰會的一方，將盡力配合及維護此種關係；南韓和日本一樣，尹錫悅的施政重點即是與美國聲息相通。美國則運用日韓關係改善，期望能確立往後即使政黨輪替，「也不會動搖三國的合作架構」。針對三國峰會，北韓的憤慨應可預期。北韓在8月22日向日本政府通報，將在8月24日至31日期間發射一枚軍事衛星，而外界解讀這可能又是彈道飛彈。

美日領導人曾在大衛營會談時同意，將共同研發稱為「滑翔階段攔截器」(GPI)的新型攔截飛彈，以應對中俄北韓等開發推進的極音速武器，新聞披露後，也坐實了北韓的疑慮、為北韓的回應火上澆油。2023年9月7日，母港在九州長崎縣的美國海軍復仇者級掃雷艦「先鋒號」(USS Pioneer)，駛入石垣島作業。有鑒於石垣島具台灣本島僅有約270公里、距釣魚台列嶼更僅有170公里，日本媒體認為美軍牽制中共意義濃厚。

柒、代結語—影響與因應

雖然中國外交部就大衛營峰會指責美日韓「拼湊各種小圈子」、「加劇對立、損害他國戰略安全」；【註35】然大衛營峰會因而為打造美日韓鐵三角關係，進而建構東亞及印太安全新而堅固體制，做了重要安排。首先，宣示並建立三國在安全與經濟關係密不可分，不僅在聯合軍事演習和軍事信息共享，強調共同面對，有力行動，強化嚇阻，也具體展現於人工智慧、供應鏈、網路和經濟安全等層面。其次，由於美日韓都是民主國家，政治領袖定期改選，為建立持久可運作模式，大衛營的「協商承諾」文件強調，三國領袖每年舉行峰會，以超越現任領袖的任期，不因未來政權更迭而倒退改變。

吾等咸信美中戰略競爭關係，牽動印太區域情勢的發展，中共逐年增加的國防

註34 <拜登在東北亞的兩個「澤連斯基」--評美日韓大衛營峰會>，引自《海峽評論》(393期2023年9月號)。檢索日期：民國1131月16日。

註35 <美日韓鐵三角攸關台海安全和平>，《自由時報-社論》，參見https：//talk.ltn.com.tw/article/paper/1600629。2023/08/22。

預算與軍力規模，更對我國家安全構成重大威脅。我國必須思考，如何藉由區域友好國家的合作，共同維護區域和平穩定，以確保共同利益與我國家安全。

再者，依據國防部對近期印太區域情勢分析：

一、美國為強化在印太區域的嚇阻與防衛態勢，並協助盟邦與夥伴共同應對中共及區域內日益強大的威脅與挑戰，於2021年提出「太平洋嚇阻倡議」(Pacific Deterrence Initiative，PDI)，以建立整合性的嚇阻力量。美拜登政府於去(2023)年3月提出的次年預算說明中，強調中共是美國唯一的競爭對手，為能有效應對在軍事領域上的威脅，將「太平洋嚇阻倡議」預算增編，用以保護盟友與捍衛美國在此區域利益。

二、美國近年在印太地區逐步增加軍事基地，美、菲於2023年2月達成協議，菲國將再開放4處位於菲律賓北部的軍事基地供美軍進駐，而美國駐菲軍事基地將增加至 9 處，使美軍得以掌握菲律賓海的海空優勢，進而控制南海與西太平洋的戰略要域，監控中共的軍事活動，有效應對共軍的挑釁與擴張。

三、面對近年臺海的緊張情勢，日本為填補西南諸島的防衛空隙，強化對中共艦、機的監控能力，由防衛省規劃，在與那國島、宮古島等諸島陸續駐軍後，去年3月16日於石垣島部署陸上自衛隊，與岸置防空、反艦飛彈陣地，以增強海、空反擊能力；未來更可與美陸戰隊第三遠征軍的濱海戰鬥團，共同強化由臺灣東部至日本西南諸島間海、空域的防衛作戰能力。

四、美國、英國、澳洲領導人3月13日於美聖地牙哥發布AUKUS--是由澳洲(AU)、英國(UK)和美國(US)於2021年9月15日聯合宣布成立的軍事外交安全合作夥伴關係。三方合作安全協議，除宣告澳洲將擁有一支由核 動力潛艦組成的艦隊外，更反映了對中國日益增長的軍事和經濟實力的擔憂，故特別強調 AUKUS的首要目標，是在迅速變化的全球動態中，加強印太區域穩定，也意味著將在換日線以西的太平洋上共同合作，捍衛區域自由、開放和繁榮。【註36】

最後亦為基本而重要的，由於「一個沒有控制和不受束縛的中國才是印太地區的威脅」，一改過去避免直接點名中國，大衛營峰會明文指責中國在南海非法權利聲索，包括填海造地軍事化、改變印太水域現狀，以及海警和民兵脅迫等行為，「危險且侵略性」。也就中國在台海、東協諸國、太平洋島國的和平穩定，表達關切。大衛營峰會的宣示作為及其目標實現，攸關台海安全和平，我們樂觀其成。

註36 國防部，<近期印太區域情勢 對我國影響之研析與因應>，參見https：//ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2023031645/16766234032413260002.pdf。檢索日期：民國113年01月17日。

但針對上述影響，我國的應有之戰略思考及因應作為：

(一)美顧問蘇利文表示，去年八月間美日韓領袖峰會所做承諾的後續行動，三國再次確認將合作創造更自由開放、更繁榮安全的印太地區，「我們將繼續維護台灣海峽的和平與穩定，以及東海和南海的航行自由」。唯「軍事互通性」將是未來軍事交流重點。美軍為強化友盟國家的「軍事互通性」，希望藉由高階人員的「交流」與指管系統整合，精進彼此信任、合作與能力，落實美國在印太地區安全承諾。

(二)融入而避免孤立。無論基於地緣戰略環境或是政治等因素影響，我國都必須面對中共不放棄武力犯臺的脅迫；近年共軍不斷加強海、空兵力侵擾，並藉灰色地帶威脅作為，意圖建立所謂的「新常態」。國軍除依戰備規定妥適處置，更應運用區域對中國大陸之威脅形成集體安全合作之「新趨勢」。

(三)針對日益緊張的朝鮮半島局勢，華府正加強與首爾和東京當局的國防合作，並改善對北韓飛彈測試和軍事間諜衛星發射活動的回應，對北韓發射飛彈的即時數據共享也即時啟動。三國已同意採取新措施，更有效地應對北韓研發太空武器和飛彈、迴避國際制裁等行為。

(四)堅強我國國防力量，有限資源發揮最大投資效益。對美軍購為我獲得防衛武器的重要管道，約占每年軍事投資三成，目前執行重大軍購案計有「F-16V(BLK70)型戰機及精準彈藥等，為有效管控軍購案執行進度，應持續與美政府部門保持密切協調，並落實專案管理作為。

綜言之，為確保臺海區域的和平與穩定，我與印太周邊主要國家必須緊密合作，共同應對中共崛起所帶來的威脅與挑戰，在堅實夥伴關係的架構下，依據防衛作戰概念與需求，持續戮力戰備整備，堅持守護主權與領空領海，與區域內國家共同捍衛自主與和平。

作者簡介

退役上校 陳偉寬

學歷：戰爭學院77年班畢，為本刊主筆；經歷：空軍司令部準則顧問，中華戰略學會主編兼資深研究員。

李明教授(講演/指導)

經歷：國立金門大學國際暨大陸事務學系兼任講座教授，國立政治大學外交學系兼任教授，中華戰略學會理事兼研究員。

軍事作戰

DOI:10.29683/AFOB.202408_(237).0005

俄烏戰爭無人載具運用對我國無人機發展之啟示

空軍少校 陳立偉、空軍中校 賴宜緯

提要

無人機技術在現代戰爭中發揮了重要作用，俄烏戰爭中的無人機作戰更是引起了國際社會的關注，在俄烏戰爭中使用的無人機，彰顯了其在情報收集、目標打擊和戰場監控方面的優勢。臺灣可以借鑑這些經驗，加強無人機在情報蒐集及精準目標打擊方面的應用。無人機具有高空高速飛行和隱蔽性的特點，可以有效收集敵方情報，提供即時的情報支援，以提高作戰效能。作為一個島國，臺灣在軍事領域中的無人機應用發展也引人矚目。本文將以俄烏戰爭中無人機的使用為切入點，探討臺灣無人機的未來發展方向，並提出建議，以期對臺灣無人機的發展具有參考價值。

關鍵詞：俄烏戰爭、無人機。

壹、前言

最近的烏克蘭和俄羅斯的戰爭，凸顯了現代戰爭中無人機的重要性。從2022年2月開始的入侵行動中，烏克蘭使用TB-2"Bayraktar"無人機，[註1]成功擊傷俄羅斯海軍的莫斯科號巡洋艦，並拍攝到烏克蘭空軍轟炸俄羅斯軍事基地的畫面。這

註1 〈幫烏克蘭擊沉莫斯科號的TB2無人機，背後是「土」二代接班轉型故事〉天下雜誌，檢索日期：2023年5月18，https://www.cw.com.tw/article/5121032

一情況張顯了無人機技術的重要性，以及其在現代戰爭中的潛力。因此，有必要深入探討現代軍用無人機技術的現狀和未來前景。

此外，臺灣最近增加了國防預算，計劃在2023年建造價值217億新臺幣的MQ-9B無人機。這種建立小而精幹軍隊的趨勢需要更深入地了解無人機技術及其應用。無人機具有進行不對稱作戰和為地面部隊提供重要支援的能力，因此，無人機技術的發展將成為臺灣軍事能力的一個關鍵方面。

因此，本軍事研究項目的主要動機是分析俄烏戰爭無人機技術之運用，並探討其在未來戰爭中的潛力。通過這項研究，旨在提供對無人機技術及其在臺灣軍事中的應用潛力的發想及探討。

近年中共領導人在第十九次全國代表大會中提出了「兩個一百年」的目標。臺灣依據110年的「國防白皮書」強調建軍規劃中的不對稱作戰，評估敵方可能的行動方針【註2】，並採取相應的戰力。國防自主指導方針則強調在自製方面優先，對於外部購買則應落實技術轉移，實現國防的獨立自主。2022年10月，中共領導人在第二十次全國代表大會中提出了「十四五規劃」及2035年遠景目標，強調「學習強軍思想，建功強軍事業」的戰略方針【註3】。綜上所述，根據雙方領導人提出的戰略思想和規劃，本研究以俄烏戰爭為案例，旨在研究我國軍隊在無人機未來發展方向上的發展趨勢。本研究目的在於探究2022年2月開始的俄烏戰爭中，無人機的運用效益，並從國際和國內新聞公開資料及文件進行分析。需要注意的是，國內無人機武器的諸元性能數據具有機密性，無法公開闡述。因此，本研究將以公開的書籍、期刊、論文和網路評論等資訊作為參考依據，以概括性的方式表述，以保護國家安全免遭有心人士利用。本專題將運用文獻分析法，收集民間網路、各地雜誌、學者論文、軍事期刊和軍中網路資料，進行分析、比對，並提出未來我國無人機發展的方向，同時針對我國地緣戰略價值，提出相應的需求建議。

貳、無人機起源與發展

一、無人機的發展初期

無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle，縮寫為UAV)，在早期UAV主要被用於軍事目的，其起源可以追溯到第一次世界大戰時期。當時，英國和德國先後開發出遙控飛機，並開始探索如何利用無人飛行載具進行空中偵察和攻

註2 〈中華民國110年國防報告書〉，國防部，2021。臺北：國防部。

註3 〈中國共產黨第二十次全國代表大會上的報告〉，中華人民共和國中央人民政府，檢索日期：2022年11月30日，2022，https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm

擊任務。到了二戰期間，德國軍方開發了一種名為V-1飛彈的無人飛行載具。這種飛彈具備自動導航和巡航功能，被用於對英國進行遠程轟炸。【註4】

然而，UAV的關鍵轉折點可追溯至20世紀80年代和90年代。當時，航空技術的進步和小型電子元件的發展使無人飛行載具變得更加實用和可行。美國中央情報局(CIA)於1980年代末開始利用無人飛行載具進行偵察和情報收集任務，並在在第二次波灣戰爭期間，美國使用了部分配備有「地獄火飛彈」的「偷奪者」無人飛機，成功攻擊了伊拉克的防空陣地，並取得了卓越的成果。這導致美國海軍和空軍積極合作，開發能夠在戰區內攜帶精確彈藥的無人戰鬥載具。自從無人飛行載具問世以來，它們已參與了無數戰役，其作戰效能不僅引起各國軍事部門的關注，而且在軍事衝突中廣泛應用並普及。這些里程碑事件推動了無人飛行載具的進一步發展和應用。【註5】

隨著時間的推移，無人飛行載具技術不斷進步，應用領域也不斷擴大。除了軍事用途，無人飛行載具在民用領域也廣泛應用，包括環境監測、地質勘探、災害應急、農業植保、航空攝影等。

二、現今無人機的戰場運用

(一)葉門內戰中：

在2019年9月14日，位於沙特阿拉伯東部的Khurais和Abqaiq兩個油田遭到無人機攻擊。這兩個油田是全球最大的石油加工設施之一，由沙特阿美石油公司(Saudi Aramco)運營。攻擊造成了油田的嚴重損害，導致石油產量大幅下降。【註6】

這次攻擊凸顯了無人機在現代戰爭中的威脅和影響力，特別是對於關鍵基礎設施的攻擊。同時，這次事件也促使各國加強對於無人機攻擊的防禦和應對無人機攻擊的防禦和應對措施變得更為重要。【註7】

(二)在利比亞內戰：

土耳其多次使用無人機進行作戰。土耳其國防部聲稱他們的無人機對敘利亞軍隊造成了重大傷亡，並成功摧毀了數十輛坦克、裝甲車和大炮。然而，也有一些土耳其的無人機被擊落。土耳其的TB2無人機在短時間內佔據了

註4　蘇紫雲2022/12/30。〈精準彈藥與無人機〉，《2022國防科技趨勢評估報告——關鍵軍事科技與台灣國防產業之整合》，2022年12月，49–60。

註5　許然博2011/4。〈中共無人機飛行載具威脅之研究〉，《海軍學術雙月刊》，第45期，2011年4月，41–59。

註6　〈沙特石油設施遭無人機攻擊 伊朗美國互嗆怒懟〉，BBCNews中文，檢索日期：2023年5月24日，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-49691790

註7　〈US condemns deadly Houthi drone attack on UAE oil facility near Al-Dhafra〉，DefenseNews，檢索日期：2023年5月24日，https://www.defensenews.com/flashpoints/2022/01/17/us-condemns-deadly-houthi-

空中優勢，支援了利比亞民族團結政府。然而，當利比亞國民軍獲得中國制造的翼龍-2無人機後，戰局發生了逆轉，幾乎完全掌控了利比亞的全境。【註8】

中國的翼龍-2無人機以其更好的通信、更長的航程和載彈能力，以及更高的飛行高度，壓制了土耳其的TB2無人機。它多次進行長程奔襲，摧毀了利比亞民族團結政府軍的機場，使許多土耳其無人機連起飛都來不及就被摧毀在機場上。【註9】

(三)在敘利亞內戰：

土耳其的無人機在多個場合對敘利亞的軍事基地進行了攻擊。【註10】土耳其無人機對敘利亞軍事基地的攻擊在敘利亞內戰中改變了戰場局勢，對敘利亞政府軍產生了重大影響。然而，這些土耳其無人機攻擊也引起了敘利亞政府和其盟友的反應。敘利亞政府及其支持者對土耳其無人機的攻擊進行了反制措施，包括使用防空系統、電子干擾和其他防禦手段來擊落無人機或阻止其行動。

葉門內戰和利比亞內戰同樣也涉及無人機的使用，這些戰爭或衝突中的無人機攻擊展示了現代戰爭中無人機的重要性和影響力。無人機提供了情報收集、目標打擊和戰場支援等關鍵能力，但同時也引發了防禦和對抗的挑戰。這些事實強調了在國際事務中需要規範和監管無人機使用的重要性，以確保其適當和負責任的使用。

(四)美軍各式戰場：

2013年時，就已投入超過10,000架的無人機於軍事用途，涵蓋偵蒐與打擊等各領域。2017年，烏克蘭情報部門指出，巴拉克利亞地區彈藥庫發生大規模爆炸，相信是俄羅斯利用一部民用無人機，引爆一枚俄製 ZMG-1 鋁熱劑手榴彈。鋁熱劑手榴彈主要是由氧化鐵及鋁粉製成，由於無需空氣就可燃燒，因此在水底也能使用，爆炸時會造成高達 2,200 度高溫，並能瞬間燒透各種物體。【註11】

drone-attack-on-uae-oil-facility-near-al-dhafra/

註8 〈UAE allegedly using Chinese drones for deadly airstrikes in Libya〉，DefenseNews，檢索日期：2023年5月24日，https://www.defensenews.com/unmanned/2019/05/02/uae-allegedly-using-chinese-drones-for-deadly-airstrikes-in-libya/

註9 〈人類首次無人機戰爭 利比亞成中國武器試驗場〉，BBCNews中文，檢索日期：2023年5月24日，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-53097510

註10 〈土耳其無人機摧毀敘利亞「俄製防空系統」但還需要F-16護航〉，ETtoday，檢索日期：2023年5月24日，https://www.ettoday.net/news/20210212/1892261.htm

註11 〈俄羅斯派出手榴彈無人機！一機炸毀 10 億美元烏克蘭彈藥庫〉，科技新報，檢索日期：2023年7月3日，https://technews.tw/2017/08/01/russian-drone-blows-up-an-ukrainian-ammunition-depot/

三、未來無人機的發展趨勢

美國國防部對不同型式的無人機進行了詳細的分類，這有助於在無人機的操作、後勤支援、任務規劃、部隊編組和人力安排等方面確立明確的方向。這種詳細的分類使各軍種能夠參考並建立其對無人機需求的了解。

為未來無人機發展戰略，這種分類和歸類也為未來無人機的規劃和發展提供了戰略上的參考。不同軍種根據其作戰特性和需求，對無人機的發展有不同的要求和方向。然而，同樣也存在著一些共通的需求，如運用人工智能進行自主操作、實現人機協同和有人-無人機協調等。以下為現今出現的無人機技術及對於未來發展的趨勢分類：

(一)AI人工智慧：

無人機的發展將越來越依賴人工智慧技術。透過AI，無人機可以實現自主操作，自主地完成複雜任務，並做出即時的判斷和決策。AI使得無人機能夠更好地適應不同環境和情況，提高其智能化水平。此外，AI還可以用於人機協同，使無人機與操作人員之間能夠更緊密地合作，提高作戰效能。

(二)長時、遠距偵打一體：

無人機在長時間偵察方面的應用將得到進一步的強化。無人機可以搭載高解析度的攝像頭、傳感器和其他監視設備，以實現長時間的目標監視和情報收集。透過無人機的持續監視，軍事單位可以獲取更多的情報，提前偵測和評估威脅，並做出適當的應對。

(三)忠誠僚機：

未來無人機可能會發展出更多的忠誠僚機功能。忠誠僚機是指能夠與有人機器人或操作人員之間建立強大聯繫並執行指令的無人機。這種無人機可以在戰場上執行各種任務，如物資運輸、通信中繼、救援行動等，同時也可以提供支援和保護有人機器人或操作人員的功能。

參、俄烏戰爭無人機能力及運用

一、俄羅斯無人機能力及運用

(一)海鷹-10(Orlan-10)：

1. 能力：無人偵察機的研發是由位於聖彼得堡的俄羅斯特殊科技中心(Special Technology Center，STC)開發出來。這是一架中程且多功能用途的無人機，主要任務為負責空中的偵察、監視、觀察、搜索及戰鬥訓練、干擾、救援和目標跟蹤【註12】。

2. 運用：2014年於克里米亞危機開始Orlan-10系列已積極用於俄羅斯部隊在頓巴斯的戰鬥中，且烏克蘭軍隊聲稱擊落了幾架飛機。【註13】它與鄰國烏克蘭的持續戰爭為俄羅斯提供了一個活躍的戰場。

圖1. Orland-10展示機

(二)海鷹-30(Orlan-30)：

1. 能力：Orlan-30是Orlan-10的延伸版本，可以偵察目標並通過GLONASS和GPS空間導航系統提供精確坐標。激光照明將用於智能砲彈的射擊和精確制導炸彈，可攜帶約8公斤裝備，最高時速150公里/小時，任務半徑500公里。【註14】

2. 運用：2021年6月，海鷹-30定位並瞄準了敘利亞西北部伊德利卜省的一名沙姆解放組織高級領導人。HTS的軍事發言人阿布‧哈立德‧沙米(Abu Khalid al-Shami)及其媒體辦公室的一名成員在反坦克導彈擊中他們乘坐的車輛時被火箭襲擊身亡。【註15】

圖2. Orland-30展示機【註16】

註12 〈Orlan-10 Russian Unmanned Aerial Vehicle〉，ODTN，檢索日期：2022年12月13日，https://odin.tradoc.army.mil/Search/All/Orlan-10

註13 〈STC Orlan-10〉，Militaryfactory，檢索日期：2022年12月13日，https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1877

註14 〈Orlan-30 Russian Unmanned Aerial Vehicle (UAV)〉，ODTN，檢索日期：2022年12月26日，https://odin.tradoc.army.mil/Search/All/Orlan-10

註15 〈SOFREP Intercept: Ukraine Captures Rare Russian ‘Orlan-30’ Drone〉，SOFREP，檢索日期：2023年7月1日，https://sofrep.com/news/sofrep-intercept-ukraine-captures-rare-russian-orlan-30-drone/

註16 〈Ukrainian air defense shot down the “Orlan-30” drone〉，Militarnyi，檢索日期：2022年12月26日，https://mil.in.ua/en/news/ukrainian-air-defense-shot-down-the-orlan-30-drone

(三)Shahed-136：

1. 能力：機身長度約3.5公尺、機身重量200公斤，可攜帶40公斤的高爆彈頭，最高航速約185公里/小時，最大航程預估可達1，000-2,500公里。【註17】

該飛機具有寬闊的三角翼平面形狀，尖端具有穩定方向舵。機身集中並融入機翼部件，形成優雅的造型。機頭部分包含彈頭以及精確攻擊所需的光學器件。發動機位於機身後部，驅動推進器佈置的雙葉螺旋槳。飛機以略微向上的角度近乎水平地發射，並通過火箭輔助起飛輔助進入飛行的第一階段。火箭在發射後立即被拋棄，此時無人機自己的常規發動機單元接管。

2. 運用：發射架和無人機系列的整體固有便攜性使整個裝置可以安裝在大多數軍用或商用市場卡車的後部允許移動“打了就跑”的操作，這可能會挫敗反擊行動。

圖3. Shahed-136展示機【註18】

(四)柳葉刀(ZALA Lancet)：

1. 能力：ZALA Lancet是俄羅斯ZALA Aero Group公司為俄羅斯武裝部隊開發的無人機和巡飛彈藥。可用於偵察和打擊任務。【註19】它的最大射程為40公里(25英里)，專供俄軍實施精準打擊。
2. 運用：首次應用是在2019年，低成本的自殺式無人機，能夠摧毀價值數倍的設備，而且不易防禦，自俄羅斯2022年2月入侵烏克蘭以來，烏克蘭軍隊近日表示，莫斯科正擴大使用低成本「自殺式無人機」摧毀價值數倍的軍事設備，且具有不易偵測特性、可謂防不勝防。【註20】

(五)獵戶座-E(Orion-E)：

註17 〈伊朗自殺無人機助陣，俄軍轟炸烏克蘭全境〉，科技新報，檢索日期：2022年12月26日，https://technews.tw/2022/10/18/russia-bombed-ukrainian-cities-with-iranian-shahed-136-loitering-munition/

註18 〈Shahed 136 – a nasty enemy UAV that terrorizes Ukrainians〉，Mezha，檢索日期：2023年1月5日，https://mezha.media/en/2022/10/05/shahed-136-a-nasty-enemy-uav-that-terrorizes-ukrainians/

註19 〈Lancet Drone〉，Daily News Analysis，檢索日期：2023年7月1日，https://www.iasgyan.in/daily-current-affairs/lancet-drone

註20 〈俄軍增產自殺無人機「柳葉刀」專攻烏軍昂貴裝備〉，自由時報，檢索日期：2023年7月1日，https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4348039

1. 能力：具有空對空能力的獵戶座無人機是一項先進的軍事技術，徹底改變了空戰的方式。該無人機的航程高達250公里，旨在於各種氣候區執行晝夜空中ISR任務。讓人印象深刻的航程外，獵戶座-E還配備了一系列傳感器和復雜的瞄準系統，能夠輕鬆識別和跟 敵方飛機。其先進的航空電子設備能夠自動將自己定位在作戰行動中中最有利的位置。

圖4. ZALA Lancet展示機【註21】

2. 運用：獵戶座還能夠在指定區域執行任務期間長時間進行目視、雷達或無線電技術偵察。Orion可以運行長達24小時。該無人機的武器庫包括KAB-20和KAB-50可調航空炸彈、UPAB-50制導滑翔航空炸彈和X-50制導導彈。【註22】

二、烏克蘭無人機諸元及運用

(一)動力懲罰者(UA Dynamics Punisher)：

1. 能力：懲罰者是烏克蘭設計、研發、製造的全天候、低成本、可重複使用的攻擊無人機。這個無人機系統設計用來從空中針對無厚重裝甲的敵人執行有效打擊，並做一個跨區作戰的優秀能力。其主要的功能外還可以執行情報收集、關鍵區域監視、戰術偵察、搜索急救援、特種作戰支持及火炮定位。機頭由電池驅動兩葉螺旋槳，最大速度約200公里/小

圖5. 獵戶座展示照片【註23】

註21　同註20。

註22　〈Russia’s Orion drone with proven air-to-air capabilities〉，MILITART AFRICA，檢索日期：2023年7月1日，https://www.military.africa/2023/03/russias-orion-drone-with-proven-air-to-air-capabilities/

註23　〈俄羅斯獵户座-E無人機 派上烏克蘭戰場打擊烏軍陣地〉，中時新聞網，檢索日期：2023年7月1日，https://www.chinatimes.com/realtimenews/20220308004258-260417?chdtv

註24　〈UA Dynamics Punisher〉，Militaryfactory，檢索日期：2023年1月7日，https://www.militaryfactory.com/

時，飛航高度最高約1000公尺，作戰半徑約45公里。【註24】

2. 運用：俄烏戰爭開始後的前三十天，烏克蘭武裝部隊免費接收它們。烏克蘭設計師UA-Dynamics的工程師尤金· 布拉采夫(Eugene Bulatsev)告訴媒體，自俄羅斯入侵開始以來，“改變遊戲規則”的懲罰者無人機已經完成了多達60次“成功”任務。【註25】

圖6.UA Dynamics Punisher模擬圖【註26】

(二)Bayraktar TB2：

1. 能力：TB2採用了經過驗證的無人機設計和構造實踐。從外部佈置到內部構造。它被進一步歸類為中高度、長航時(MALE)無人系統。操作員從地面控制站(GCS)駕駛飛機，飛行組件中 置了一些自主能力。該飛機在機翼下有一對攜掛點，每個機翼一個，可以攜帶各種彈藥，包括反坦克導彈和雷射制導炸彈。所有這些都增加了當今軍隊所追求的精確打擊能力。除了自我指定和打擊地面目標的能力外，該系列還被用於激光指定土耳其陸軍攻擊直升機的導彈目標，如美國製造的HueyCobra。【註27】

2. 運用：TB2基於較早的Bayraktar戰術無人機，該無人機於2009年首飛並於2014年推出。TB2 是"武裝偵察"形式，已經成功應對PKK(庫爾德斯坦工人黨)部隊，該系列的首次“殺戮”記錄於2016年9月8日，此後還有更多記錄。

與同類無人駕駛飛行器相比，這架無人機具有相當大的優勢，其中最重要的優勢是能夠通過精確打擊尋找並摧 地面元素，而不會使人類飛行員或他們非常昂貴的飛行器暴露在危險之中。

(三)Switchblade 300：

aircraft/detail.php?aircraft_id=2494#images

註25 〈Ukraine’s army is using a nimble ‘game-changing’ drone called The Punisher that has completed scores of successful missions against the Russians, say reports〉，INSUDER，檢索日期：2023年7月4日，https://www.businessinsider.com/ukraines-punisher-drones-hit-russian-troops-multiple-times-reports-2022-3

註26 〈Ukraine’s mid-size Punisher drone is living up to its name against Russian forces〉，Dronedj，檢索日期：2023年1月9日，https://dronedj.com/2022/03/08/ukraines-mid-size-punisher-drone-is-living-up-to-its-name-against-russian-forces/

註27 〈無人機篇Bayraktar TB2〉，台北論壇，檢索日期：2023年1月9日，https://www.taipeiforum.org.tw/article_

1. 能力：機身長度49.5公分，最大速度約160公里/小時，飛航高度最高約150公尺，作戰半徑約10公里。具有獲得專利的濾波功能，可為野外或固定防禦陣地的常規或特種作戰部隊提供支持。Switchblade 300可背包攜帶，可從空中、海上或地面平臺快速部署，通過實時GPS坐標和視頻提供更高的作戰人員殺傷力，以實現低附帶效應的精確瞄準。卓越ISR功能和Switchblade巡飛導彈系統的精確打擊能力。【註29】

圖7. Bayraktar TB2模擬圖【註28】

2. 運用：從俄烏戰爭開始之後，美國交付給烏克蘭Switchblade 300，使烏軍單兵在使用上可以利用短距離精準的打擊，從許多報導及影片可以看到烏軍多次利用Switchblade 300打擊俄軍躲在掩體後面的人員或是攻擊工廠等地。【註30】

圖8. Switchblade 300模擬圖【註31】

肆、我國無人機能力及運用

一、我國無人機能力及運用

臺灣無人機技術發展起步較晚，但在近年來也取得了一定的進展。目前，臺灣的無人機技術主要應用在農業、環境監測、地質勘察、海上救援和防災等方面。其中，農業是無人機技術應用的最大領域，臺灣的農業機械化和自動化

d.php?lang=tw&tb=3&cid=184&id=9814

註28 〈Baykar Bayraktar TB2〉，Militaryfactory，檢索日期：2023年1月10日，https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1679

註29 〈Switchblade 300〉，AeroVironment，檢索日期：2023年1月30日，https://www.avinc.com/tms/switchblade

註30 〈First Video Emerges Of Switchblade Drone Kamikazeing Into Russian Infantry In Ukraine〉，1945，檢索日期：2023年7月4日，https://www.19fortyfive.com/2022/05/first-video-emerges-of-switchblade-drone-kamikazeing-into-russian-infantry-in-ukraine/

註31 〈Switchblade 300， the combat proven munition〉，European Defence Review，檢索日期：2023年1月30日，https://www.edrmagazine.eu/switchblade-300-the-combat-proven-munition

程度較高，無人機技術的應用可以提高農業生產效率和品質。

除了民用領域外，臺灣的國防部門也開始關注無人機技術的發展。目前臺灣國防部門正在研發無人偵察機、無人攻擊機、無人直升機和無人潛艇等軍事無人載具。未來，無人機技術的應用將對臺灣的國防、經濟和社會發展產生重大影響。

(一)銳鳶無人機(中翔二型)：

1. 能力：為民國88年由中科院所設計生產並試飛成功的中型無人機。發動機用後推事螺旋槳，機翼展長度8.6公尺，機身全長5.3公尺，機身高度1.6公尺，最高速度為180公里時速，最大載重為363公斤，最大飛行半徑為150公里，滯空時間可達12小時，其具有快速部署、短距離起降能力、可執行長時滯空巡偵、目標監偵定位、電子反干擾與即時影像傳輸等功能，資料鏈可加密傳輸，可在4000公尺高空進行對海及對地偵搜。
2. 運用：海軍連線進行偵巡任務的船艦，配合一架銳鳶，在軍艦上方執行偵搜任務；包括艦艇駕駛艙間艦長指揮畫面、艦艏飛彈架、砲塔轉向動作、無人機空照的情況。

(二)騰雲無人機：

1. 能力：2022年6月證實二型已具備長程飛航能力，最遠航程為6000公里，機長8公尺，翼展18公尺，未來飛機主要功能具有日、夜間空中影像監視偵察、電子參數偵蒐、電子干擾、氣象觀測及執行中繼等任務，同時搭載光學導引、指揮管制等系統功能，另外也可以裝載地獄火。
2. 運用：2022年5月中旬進行海上飛行測試，其飛行時間由3小時逐步增加至5小時與7小時，並在6月25日晚間至隔日清晨完成繞台飛行的測試。

(三)紅雀二型無人機：

1. 能力：為中科院在民國100年研製成功後續改良後，並加裝了新式裝置，可追蹤飛機動態，讓裝備影像傳輸更加流暢，機身長度為1.9公尺，總重量為5.5公斤，巡航速度為55公里/小時，滯空時間為60分鐘。
2. 運用：起飛方式為由操作者手持助跑拋出，機上裝載一個高畫素相機，可即時傳輸拍攝錄影到的資料，飛機系統配有導航儀、光電攝影、據資料鏈、自動定位功能，任務完成後以傘降方式回收。【註32】

二、我國與俄烏使用無人機比較

註32　曾志超，2001。〈建立有效率的頻譜分配制度–以財產權制度為基礎之分配〉。中央大學產業經濟研究碩士論文。頁107–108。

表1. 我國與俄烏無人機能力比較表

國籍	機型	導航方式	偵察能力	類型
俄羅斯	Orlan-10	無線電	IR/AFA/RTR	偵察型
	Orlan-30	無線電	IR/AFA/RTR	偵察型
	Shahed-136	GPS/INS	偵收雷達訊號	自殺打擊型
	ZALA Lancet	GPS/INS	IR	自殺打擊型
	Orion-E	GPS/INS/無線電	EO/IR/LD	偵打一體型
烏克蘭	UA Dynamics Punisher	GPS/無線電	IR/AFA	偵打一體型
	Bayraktar TB-2	GPS/INS/無線電	EO/IR/LD	偵打一體型
	Switchblade 300	GPS	IR	偵打一體型
臺灣	銳鳶無人機	GPS/無線電	EO/IR	偵察型
	騰雲無人機	GPS/無線電	EO/IR	偵打一體型
	紅雀二型無人機	無線電	EO/IR	偵察型

從以上表格可以看到臺灣的軍用無人機和俄烏戰爭中使用的無人機在設計和功能上有所不同，以下是它們的比較：

(一)用途：

臺灣的軍用無人機主要用於瞭解敵情、進行偵察和監視、以及在特殊作戰行動中提供支援等。而俄烏戰爭中使用的無人機則主要用於偵察、攻擊和轟炸等戰鬥行動，並能夠攜帶較大的武器彈藥。

(二)技術水平：

臺灣的軍用無人機多來自美國，技術水平相對成熟。而俄烏戰爭中使用的無人機則主要由俄羅斯和烏克蘭自主開發，技術水平相對較低。

綜上所述，臺灣的軍用無人機和俄烏戰爭中使用的無人機在設計、用途、技術水平和飛行性能等方面有所不同，因此在應對不同的戰爭需求時，需要選擇不同的無人機來完成任務。

伍、結語

一、結論

無人機無生命損失之優勢，可使指揮官可大膽深入敵後進行任務。兩亞戰爭中亞塞拜然用無人機取得「類空權優勢」，地面武裝難以發揮，使亞美尼亞部隊居於劣勢，且無人機作戰影片經輯後製，可以提供認知戰、宣傳戰的素材，給予對方的人民、軍隊極大的壓力無人機在烏克蘭戰爭中有一定效果，但未〝神級〞地步，仍有缺點如靈敏度、通訊飛導控安全、耗損率高等，且反制手段日益進步。近期多場戰役的無人機攻防與角力經驗，借鏡未來台海首戰也許

將是無人機戰場。俄烏戰爭時，俄羅斯方面使用了多款無人機，其中包括偵打一體型和純偵察型等，而烏克蘭方面則使用了商用及軍用無人機。相較之下，臺灣的無人機技術和應用也逐漸發展，但仍有以下不足之處：

(一)各型數量不足：

臺灣的無人機數量相對較少，規模和覆蓋範圍都較狹窄。我國雖自主發展軍用大、中、小等型機種，產製數量卻僅有數十架的國軍需求，難以成為持續的推動力。這在進行軍事作戰、災害應急等情況下可能會受到限制。

(二)技術水平待提升：

與國際先進水平相比，臺灣的無人機技術水平仍然有所落後，無人機的穩定性、通訊距離、續航等方面存在一定的問題。

(三)機型較為單一：

目前，臺灣的無人機主要集中在小型無人機和固定翼無人機上，對於某些需要高空長時間監視或打擊的任務，缺少適合的機型。

(四)地面站系統不完善：

除了無人機本身的問題外，臺灣的無人機地面站系統也存在一定問題，例如對於複雜環境的應對能力不足、故障處理不及時等。

綜上所述，與俄烏戰爭時所使用的無人機相比，臺灣的無人機技術和應用仍有較大的差距。未來需要加強無人機技術的研發和應用，提高無人機的數量和種類，並完善相關地面站系統，以滿足國家的軍事安全和其他各種需求。。

二、建議

基於臺灣的現狀和未來發展趨勢，我們提出以下策略和建議：

(一)提高技術研發能力：

臺灣的無人機技術發展起步較晚，需要加強對關鍵技術的研發和創新，提高技術水平和國際競爭力。同時，還需要加強對無人機的標準制定和認證體系建設，以確保無人機的安全性和可靠性。

(二)提升製造及發展資金：

國家對於整體戰略層面，希望透過不對稱作戰方應持續增加對無人機技術的投資，以擴大無人機的規模和覆蓋範圍。

(三)增加不同軍種所需：

在研發和生產無人機時，注重多元化，開發適合不同任務需求的無人機機型，包括高空長時間監視、偵打一體、垂直起降等機型。

俄烏戰爭中的無人載具運用為臺灣無人機技術的發展提供了啟示。無人

載具技術的運用使得戰爭變得更加高效、精確和安全，同時也推動了無人機技術的發展。臺灣的無人機技術目前已經取得了一定的進展，未來的發展應該加強技術研發、建立產業生態系統、增強人才培養和加強國際交流與合作。這樣才能夠推動臺灣無人機技術的快速發展，提高國防實力和經濟發展水平。

參考資料

一、專書：

1. 國防部，2021。《中華民國110年國防報告書》臺北：國防部。
2. 〈中國共產黨第二十次全國代表大會上的報告〉，中華人民共和國中央人民政府，檢索日期：2022年11月30日，2022，https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm
3. 蘇紫雲2022/12/30。〈精準彈藥與無人機〉，《2022國防科技趨勢評估報告——關鍵軍事科技與台灣國防產業之整合》，2022年12月，49-60。
4. 舒孝煌2022/3/24。〈美國未來無人機發展與運用概念〉，《國防情勢特刊-無人載具的未來戰場關鍵腳色》，2022年3月，1-15。

二、期刊論文：

1. 許然博2011/4。〈中共無人機飛行載具威脅之研究〉，《海軍學術雙月刊》，第45期，2011年4月，41-59。
2. 〈幫烏克蘭擊沉莫斯科號的TB2無人機，背後是「土」二代接班轉型故事〉天下雜誌，檢索日期：2023年5月18，https://www.cw.com.tw/article/5121032
3. 許然博2012/4。〈無人飛行載具與艦艇單位之戰術運用〉，《海軍學術雙月刊》，第46期，2011年4月，69-77。

三、網際網路

1. 〈幫烏克蘭擊沉莫斯科號的TB2無人機，背後是「土」二代接班轉型故事〉天下雜誌，檢索日期：2023年5月18，https://www.cw.com.tw/article/5121032
2. 〈沙特石油設施遭無人機攻擊 伊朗美國互嗆怒懟〉，BBCNews中文，檢索日期：2023年5月24日，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-49691790
3. 〈US condemns deadly Houthi drone attack on UAE oil facility near Al-Dhafra〉，DefenseNews，檢索日期：2023年5月24日，https://www.defensenews.com/flashpoints/2022/01/17/us-condemns-deadly-houthi-drone-attack-on-uae-oil-facility-near-al-dhafra/
4. 〈UAE allegedly using Chinese drones for deadly airstrikes in Libya〉，DefenseNews，檢索日期：2023年5月24日，https://www.defensenews.com/unmanned/2019/05/02/uae-allegedly-using-chinese-drones-for-deadly-airstrikes-in-libya/
5. 〈人類首次無人機戰爭 利比亞成中國武器試驗場〉，BBCNews中文，檢索日期：2023年5月24日，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-53097510
6. 〈土耳其無人機摧毀敘利亞「俄製防空系統」但還需要F-16護航〉，ETtoday，檢索日期：2023年5月24日，https://www.ettoday.net/news/20210212/1892261.htm
7. 〈俄羅斯派出手榴彈無人機！一機炸毀 10 億美元烏克蘭彈藥庫〉，科技新報，檢索日期：2023年7月3日，https://technews.tw/2017/08/01/russian-drone-blows-up-an-ukrainian-ammunition-depot/
8. 〈Orlan-10 Russian Unmanned Aerial Vehicle〉，ODTN，檢索日期：2022年12月13日，https://odin.tradoc.army.mil/Search/All/Orlan-10
9. 〈STC Orlan-10〉，Militaryfactory，檢索日期：2022年12月13日，https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1877
10. 〈Orlan-30 Russian Unmanned Aerial Vehicle (UAV)〉，ODTN，檢索日期：2022年12月26日，https://odin.tradoc.army.mil/Search/All/Orlan-10
11. 〈SOFREP Intercept: Ukraine Captures Rare Russian 'Orlan-30' Drone〉，SOFREP，檢索日期：2023年7月1日，https://sofrep.com/news/sofrep-intercept-ukraine-captures-rare-russian-orlan-30-drone/
12. 〈Ukrainian air defense shot down the "Orlan-30" drone〉，Militarnyi，檢索日期：2022年12月26日，https://mil.in.ua/en/news/ukrainian-air-defense-shot-down-the-orlan-30-drone
13. 〈伊朗自殺無人機助陣，俄軍轟炸烏克蘭全境〉，科技新報，檢索日期：2022年12月26日，https://technews.

tw/2022/10/18/russia-bombed-ukrainian-cities-with-iranian-shahed-136-loitering-munition/
14.〈Shahed 136 – a nasty enemy UAV that terrorizes Ukrainians〉，Mezha，檢索日期：2023年1月5日，https://mezha.media/en/2022/10/05/shahed-136-a-nasty-enemy-uav-that-terrorizes-ukrainians/
15.〈Lancet Drone〉，Daily News Analysis，檢索日期：2023年7月1日，https://www.iasgyan.in/daily-current-affairs/lancet-drone
16.〈俄軍增產自殺無人機「柳葉刀」 專攻烏軍昂貴裝備〉，自由時報，檢索日期：2023年7月1日，https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4348039
17.〈Russia's Orion drone with proven air-to-air capabilities〉，MILITART AFRICA，檢索日期：2023年7月1日，https://www.military.africa/2023/03/russias-orion-drone-with-proven-air-to-air-capabilities/
18.〈俄羅斯獵戶座-E無人機 派上烏克蘭戰場打擊烏軍陣地〉，中時新聞網，檢索日期：2023年7月1日，https://www.chinatimes.com/realtimenews/20220308004258-260417?chdtv
19.〈UA Dynamics Punisher〉，Militaryfactory，檢索日期：2023年1月7日，https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=2494#images
20.〈Ukraine´s army is using a nimble ´game-changing´ drone called The Punisher that has completed scores of successful missions against the Russians, say reports〉，INSUDER，檢索日期：2023年7月4日，https://www.businessinsider.com/ukraines-punisher-drones-hit-russian-troops-multiple-times-reports-2022-3
21.〈Ukraine's mid-size Punisher drone is living up to its name against Russian forces〉，Dronedj，檢索日期：2023年1月9日，https://dronedj.com/2022/03/08/ukraines-mid-size-punisher-drone-is-living-up-to-its-name-against-russian-forces/
22.〈無人機篇Bayraktar TB2〉，台北論壇，檢索日期：2023年1月9日，https://www.taipeiforum.org.tw/article_d.php?lang=tw&tb=3&cid=184&id=9814
23.〈Baykar Bayraktar TB2〉，Militaryfactory，檢索日期：2023年1月10日，https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1679
24.〈Switchblade 300〉，AeroVironment，檢索日期：2023年1月30日，https://www.avinc.com/tms/switchblade
25.〈First Video Emerges Of Switchblade Drone Kamikazeing Into Russian Infantry In Ukraine〉，1945，檢索日期：2023年7月4 日，https://www.19fortyfive.com/2022/05/first-video-emerges-of-switchblade-drone-kamikazeing-into-russian-infantry-in-ukraine/
26.〈Switchblade 300， the combat proven munition〉，European Defence Review，檢索日期：2023年1月30日，https://www.edrmagazine.eu/switchblade-300-the-combat-proven-munition
27.〈可裝載地獄火飛彈 MIT騰雲無人機將巡防台海岸線〉，Ettoday新聞網，檢索日期：2023年7月3日，https://www.ettoday.net/news/20180904/1251072.htm
28.〈獨家》騰雲二型無人機飛行逾10小時 環台繞遍我防空識別區〉，自由時報，檢索日期：2023年7月4日，https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3972334
29.〈小型紅雀無人機〉，國家中山科學研究院，檢索日期：2023年5月17日，https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=19&catalog=56

作者簡介

空軍少校 陳立偉
學歷：空軍官校正100年班、空軍指揮參謀學院112年班；經歷：飛行官、分隊長；現任：國防大學空軍指參學院學員。
空軍中校 賴宜緯
學歷：陸軍砲校預官91年班、空軍指參學院105年班；經歷：連長、教官；現任：國防大學空軍學院教官。