

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



陸軍砲兵季刊

目 錄

專題：野戰防空與無人機

01 短程防空武器在城鎮複雜地形作戰之運用

朱峻緯

13 中共無人飛行載具發展對我防衛作戰影響之研究

唐承平

32 探討復仇者飛彈系統面臨防空新挑戰與作為－一、二類無人機

楊培毅

野戰砲兵技術研究

52 多國部隊在多領域環境下之火力運用（譯粹）

朱子宏

66 德國聯邦防衛軍砲兵發展探討與借鏡－以砲兵第 345 教導營為例

葉泓

譯粹

92 中共第三代「北斗衛星導航系統」發展與運用研究

卓以民

砲兵小故事：靶彈

徵稿簡則

撰寫說明

第188期

中華民國109年3月號

宗旨：

本刊定位為野戰砲兵及野戰防空專業論壇，採季刊方式發行，屬政府出版品，供專家學者及現、備役官兵發表及傳播火力領域專業知識，並譯介國際砲兵新知。

聲明：

- 一、發行文章純為作者研究心得及觀點，本社基於學術開放立場刊登，內容不完全代表辦刊單位主張，一切應以國軍現行政策為依歸，歡迎讀者投稿及來信指教。
- 二、出版品依法不刊登抄襲文章，投稿人如違背相關法令，自負文責。

本期登錄：

- 一、國防部全球資訊網
<http://www.mnd.gov.tw/Publi shMPPeriodical.aspx?title=%E8%B B%8D%E4%BA%8B%E5%88%8A %E7%A9&id=14>
- 二、政府出版品資訊網
<http://gpi.culture.tw>
- 三、陸軍軍事資料庫
<http://mdb.army.mil.tw/>
- 四、陸軍砲訓部「砲兵軍事資料庫」
http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/ aams_academic.htm
- 五、臺灣教育研究資訊網(TERIC)「
<http://teric.naer.edu.tw/>
- 六、HyRead 臺灣全文資料庫
<https://www.hyread.com.tw>

發行：陸軍砲兵訓練指揮部

發行人：程詣証

社長：王立文 副社長：莊水平

總編輯：蘇亞東 主編：張晉銘

編審委員：洪堯璵 葉仕漢 鄒本賢

唐承平 王聖元 王保仁

安全審查：陳清棋 陳宜珍 攝影：許祐樺

發行日期：109年3月30日

社址：臺南永康郵政 90681 號

電話：軍用 934325 民用(06)2313985

定價：非賣品

ISSN：2221-0806

GPN：4810400164

封面照片說明：陸軍防空部隊 108 年 9 月 25 日實彈射擊雙聯裝刺針飛彈與靶彈整備實況。



短程防空武器在城鎮複雜地形作戰之運用

作者：朱峻緯

提要

- 一、近年我國高度現代化發展，城鎮高樓林立，作戰地境涵蓋各大主要城鎮，於此狀況下，自走式防空系統（如復仇者、檉樹飛彈系統）於城鎮複雜地形支援作戰時，整體防空戰力受限，易受制建築物遮障影響，降低防空接戰及通信效能。
- 二、筆者認為就目前戰場現實狀況，將現有短程防空火力單元，部署於城鎮區域外緣，盡量阻滯敵航空器穿透城鎮內部實施攻擊，另地下堅固工事如指揮所、後勤廠庫等重要軍事設施，仍以城鎮內部署為原則，未來如獲得單兵攜行式防空武器，可搶占大樓或地形之制高點接戰，突破地形對我防空作戰之限制，對本島短程防空部隊作戰為一大助益。
- 三、依國防政策指導，陸軍野戰防空兵力現階段已完成組織結構調整，在此前提，欲提升短程防空部隊戰力，唯有透過精進飛彈效能或野戰防空戰術運用部署模式方能行之，另考量近期地面部隊採取之「部隊防空」作為僅能運用建制直射武器（五 O 機槍、T-91 步槍）實施對空接戰，效能有限，現階段敵空中進襲各型航空器均可於遠距離實施精準打擊；地面打擊部隊未來如建制防空兵力擔任「部隊防空」任務，若遇戰況緊急，須以旅支援跨區增援作戰時，方具備機動伴隨旅作戰之低空空域掩護能力。

關鍵詞：自走式防空系統、單兵攜行式防空武器、部隊防空

前言

現代科技蓬勃發展，使各國軍事能力均大幅提升，空中已然面臨越來越嚴重威脅，如無人機或旋翼機可快速在空中飛馳、盤旋，並可在城鎮複雜地形掩蔽下，採用無預警突襲或躍起戰術對地面實施攻擊，甚或在視距外發射精準飛彈，對地面防衛作戰均造成重大影響。尤其無人飛行載具應用在偵蒐、反輻射攻擊等作戰模式，已大量運用在局部戰爭上，且其機動性、操控性與經濟效益方面，具有極大作戰能量，其威力除在伊拉克、科索沃等戰爭中獲得實證外，近期更發生無人機攻擊沙烏地阿拉伯油田的案例，凸顯空中威脅複雜程度已成為地面防空部隊作戰之隱憂。

近年來，美國陸軍在歷經波蘭、羅馬尼亞、喬治亞的系列實戰演習後，就指出美軍在歐洲缺乏短程防空能力，來應對自俄羅斯的多樣化威脅，並加緊開發可以彌補此空缺的全新系統，或加強原有系統以滿足需要，而美國陸軍開始重視野戰防空的需求，原因就在於高強度戰爭中，空軍恐疲於應付敵對空中部

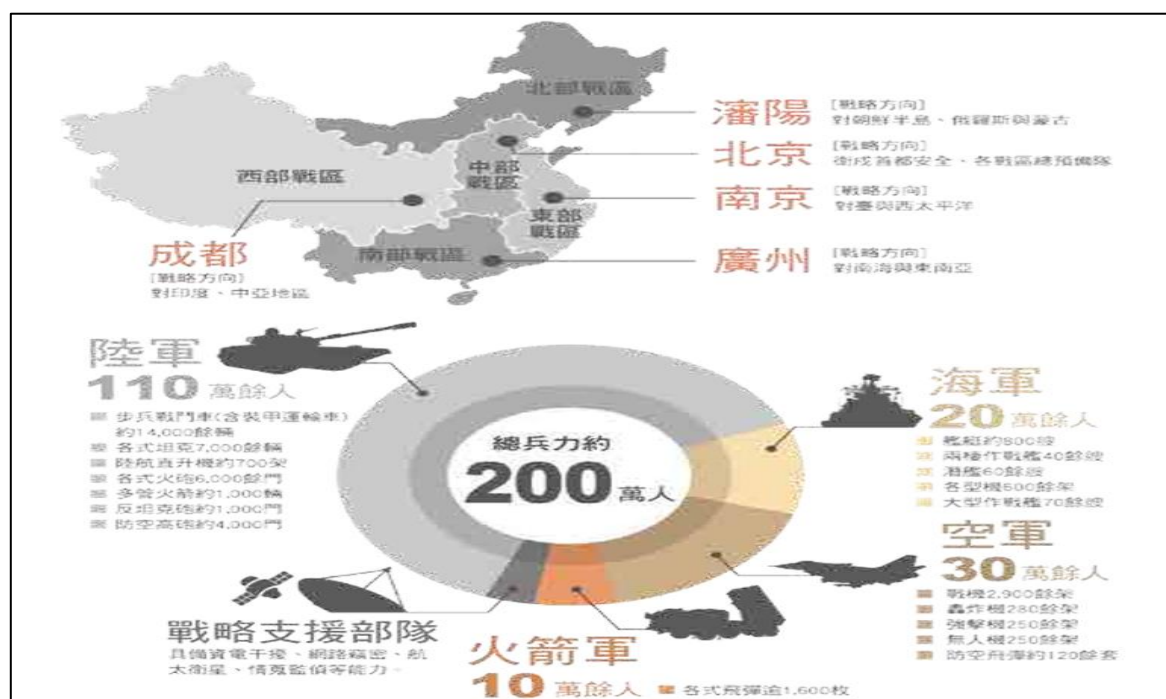
隊或受制於防空威脅，因此野戰防空仍是地面部隊不可或缺的戰力。

當前區域性戰爭愈趨城鎮複雜地形作戰為主，短程防空武器僅為歐美國家所擁有的情況已經成為過去式，取而代之是越來越多的國家以軍購、授權生產或自力研發的途徑大張旗鼓，重整地面戰鬥部隊於此地形下之短程防空火力。毫無疑問的，廣為各國陸軍基層部隊運用的短程防空武器系統（尤以單兵攜行式防空飛彈系統為主），已成為定翼機、無人載具及直升機的主要威脅，故撰寫本文旨在研究城戰複雜地形短程防空武器作戰運用，俾助於我野戰防空於當前空中威脅環境之戰場生存。

我國作戰環境

臺灣本島地處第一島鏈，與中國大陸概以 200 公里海峽相隔，這種地緣關係於傳統戰爭形同一道天然障礙，確保臺海數十年安全；臺海局勢一向牽動區域和平，衝突可能隨著政治、經濟等因素一觸即發。過去 20 年，中共國防預算持續以百分比二位數字成長，積極挹注軍事現代化，兩岸軍力質與量失衡。

自從中共將七大軍區改成五大戰區，挾其海、陸、空及火箭軍等總兵力約 200 萬餘萬人，空軍與火箭軍為我防空主要打擊目標，兵力亦達 40 餘萬人；中共航太科技上的發展成就，太空監偵、定位導航及通信能力，更支援遠程精準打擊與兵力投射能力；空軍第四代、四代半戰機的部署，穩固共軍在第一島鏈以西的軍事及犯臺行動相對數量優勢。近二年來中共逐次加強南海地區演訓及海上維權行動，持續在所占島礁進行填海造陸工程，並派遣海上兵力強勢驅離周邊國家在南海活動船舶，以營造其在南海地區實質擁有及有效管理之氛圍。



圖一 中共五大軍區

資料來源：《中華民國 106 年國防報告書》（臺北：國防部，106 年 12 月），頁 34。

2016 年繼兩度軍機繞臺後，解放軍首艘航空母艦「遼寧號」又於年底率領自日本宮古水道穿越第一島鏈，進入臺灣東部海域演訓，再創下「航空母艦繞臺一周」的紀錄。其實遼寧艦在 2013 年 11 月至 2014 年 1 月即曾赴南海訓練，時隔三年再次跨海區訓練，並將訓練內容「從單艦到編隊」，作戰能力變化大；艦載機數量由少到多，訓練由簡單到複雜且已是接近實戰的演習。遼寧號完成繞台航訓後，代表中共海、空軍宣示臺灣已在解放軍的火力投射範圍；過去國軍把臺灣西部當前線、東部當後方的作戰思維須重新調整。

共軍威脅與我方能力分析

共軍近年特別強調在複雜電磁環境之作戰演練，戰時可對我實施電子干擾，癱瘓我指揮管制及資訊通信能力。近年來加強發展配備於定翼機、直升機和無人機上之機載電子戰裝備，加速研製電磁脈衝彈等電磁攻擊武器，積極研發低頻電磁脈衝、動能攔截器等創新概念武器，以搶先奪取戰場制電磁權，發揮主動攻勢作戰效能。陸續換裝兩棲突擊車、遠程多管火箭、主戰艦艇、遠程攻船飛彈、第四代（或四代半）戰機、防空飛彈等主戰裝備，火箭軍持續對臺部署飛彈，並重點提升遠程投射力量，規劃在 2020 年前，完備攻臺可恃戰力。因中共空中威脅種類繁多，在此僅針對野戰防空主要攻擊目標提出說明，¹概述如次。

一、旋翼機

米 17、武直 9、瞪羚、S-70 等各式直升機，配備機砲、火箭及反坦克武器，作戰半徑 200 至 700 公里，用以執行運輸、救護、反坦克任務。中共直升機即使在海、空優勢下，現有各型直升機仍受作戰半徑侷限，未具備直接掠海突擊能力，然可對外島地區造成相當威脅，或藉由旅滬級、旅大級導彈驅逐艦及商貨輪擔任海上中繼平台，搭載攻擊直升機，縮短作戰距離，對本島形成威脅，發揮攻擊直升機之作戰特性；或以 Mi-8、Mi-17 的載運與空中攻擊能力，配合武裝直升機的掩護，在短時間內突穿我國軍的防線，對我軍的指揮管制系統、武器載台或重要戰備設施及兵力集結地發動突襲。

二、無人飛行載具

主要用於戰場偵察、監視及電子作戰，對我地面與海上雷達、通訊、管制鏈路等實施遠距離干擾。未來更以無人飛行載具作為通訊中繼或是早期預警站台。中共將 300 餘架老舊殲六機改良為無人飛機，可運用於消耗我防空資源及戰力。除獲得以色列哈比無人機外，中國航太科技新研製的彩虹-5 最大外掛 1000 公斤，最大航程已超過 10000 公里，最大續航時間 60 小時，升限超過 7600 公尺，

¹曹哲維，〈蜂眼短程防空系統戰備整備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，民國 106 年 11 月 20 日），頁 3-5。

滯空停留戰區時間可超過 30 個小時，²最多攜帶 16 枚飛騰 10 型精確導引炸彈，性能似美軍 MQ-1B 掠食者 (Predator)；中國航空工業集團的雲影飛行高度可達 14000 公尺，可避開短程防空雷達的偵測，機翼下有六個掛載點，可酬載約 400 公斤的滑翔式精確導引炸彈；其中無人飛機載具，多數運用在偵蒐、目獲及自殺性攻擊使用。中共各型無人機諸元如表一。

三、巡弋飛彈（中共火箭軍）

中共已經完成 600 至 2500 公里巡弋飛彈的研製，主要型號為鴻鳥、鷹擊及東海系列，數量約 200 餘枚。軍級基地為火箭軍主要編組，每個基地下轄 3-7 個飛彈旅及司令部、政治部、後勤部和技術裝備部等相關部隊。2017 年 4 月 18 日，原有基地番號調整組建為第 61 至 69 基地，各軍級基地駐地如表二。

另中共火箭軍部署於東部戰區為 61 基地，主要針對打擊臺灣與沖繩等地，配備短、中程戰役戰術彈道飛彈³。部隊駐地如表三。而依據美國智庫蘭德公司的評估，共軍犯台需要 60-200 枚導彈（彈道飛彈及巡弋飛彈）以制壓我機場、防空陣地及監偵設施，創造一個安全的空中環境，讓空中兵力可以對我其他設施實施精準打擊及地面轟炸。

表一 中共各式無人載具諸元

名稱	旋翼直徑 (m)	起飛重量 (kg)	最大載重 (kg)	最大速度 (km/hr)	飛行高度 (m)	最大航程 (km)	續航力 (hr)
哈比反輻射 無人飛機	2.6	2.1	0.35	167-195	300-3000	1000	3-5
殲6 無人攻擊機					18000 (升限)	334	
翼龍 無人攻擊機	8.8	17		140-150	5000 (升限)		20
彩虹 無人攻擊機				180-220	6000 (升限)	2400	12
F-160		400	200	180	6000		10
DG1 小型無人機	0.73	1.15	2.4	80	373		1
綠色先鋒	2.87	7.5		60	5000		10
XXY-3	1.9	3		108	5000		10

資料來源：《陸軍野戰防空砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 1 日），頁 3-48。

²《科技戰！若兩岸開打「無人機」將成台海作戰主角》，今日新聞文章報導，陳弘志，2019 年 6 月。

³陳振國、杜建明，〈中共火箭軍戰術彈道導彈對我軍事之威脅與因應對策〉《海軍學術雙月刊》（臺北），海軍司令部，第 51 卷第 6 期。

表二 共軍火箭軍各軍級基地的駐地

61基地（原52基地）	安徽黃山
62基地（原53基地）	雲南昆明
63基地（原55基地）	湖南懷化
64基地（原56基地）	青海西寧
65基地（原51基地）	遼寧瀋陽
66基地（原54基地）	河南洛陽
67基地（原22基地）	陝雞寶西
68基地（工程指揮部）	河南洛陽
69基地（原28基地，合同戰術訓練基地）	吉林靖宇

表三 火箭軍第 61 基地所屬各飛彈旅駐地

61基地下轄之各部隊番號	駐地
815旅	江西樂平
823旅	浙江金華
821旅	江西贛州
817旅	福建永安
819旅	廣東梅州
807旅	安徽石台
811旅	安徽祁門
合計：7個旅級部隊	

資料來源：表二及表三引自應紹基，〈中共東部戰區火箭軍戰力強化之近況與原因〉《臺北論壇》（臺北），107年5月4日，頁2及頁3。

四、短程防空武器於城鎮複雜地形作戰限制

當前野戰防空部隊主要運用於防護地區內重要目標及支援助地面部隊反擊作戰，因此機動能力要求相對較高，始可滿足作戰所需。筆者從戰區戰場情報準備過程中得知，通常戰區地形多屬平原及台地，結合城鎮聚落及縱橫密布道路網，近20年來更隨著城鎮地區發展、建築物高度與數量增加、國道1、3號道南北向填土架高等因素影響，逐漸遮蔽接戰視界且限制防空武器系統東西向通行，致使野戰防空陣地選擇困難，對野戰防空作戰影響逐漸增大。

五、野戰防空作戰任務與運用方式

（一）野戰防空任務

野戰防空任務乃聯合防空一環，係野戰部隊遂行地面低空防空作戰，乃依據上級防空政策指導，由野戰部隊指揮官管制責任區域範圍內之防空火力，對威脅我部隊之敵航空器實施接戰，抑制敵空中攻擊行動，降低敵空襲造成之損害，俾確保我野戰部隊行動自由與戰力完整。野戰防空砲兵部隊為野戰部隊遂行積極防空之作戰主力。各部隊無論在任何時間、狀況與作戰任務下，均應編

組最低需求之防空戰備兵力，保持對空警戒，並肆應敵情發展執行防空作戰任務。⁴依本島作戰區防空作戰環境，研判可為敵空中接近路線計有多路，分由河流出口、海湖海灘等地為導航點，攻擊目標指向我重要設施與政經中樞為主。當前陸軍野戰防空部隊擔任作戰區重要目標防護責任，主戰裝備為復仇者飛彈系統，防務部署採「平衡防務、火網重疊」方式，執行低空空域掩護，其他地區由空軍飛彈部隊或防砲部隊分別擔任要塞防空或重要目標防護等任務。

（二）運用作為

野戰防空砲兵部隊之戰術運用，須依據任務、防空作戰指導，考量敵威脅程度、戰術、武器、我可用防空部隊及戰場情報準備，靈活運用野戰防空兵力，構成防護目標、地區之綿密防空火力，支援地面部隊作戰。依編裝、武器特性及戰鬥編組方式，以適切之戰術作為與防空火力，對重要防護目標行適時、有效、持續之支援，摧毀或削弱敵機空襲威脅，有效防護其低空域安全。在城鎮及其他特有環境，野戰防空部隊需考量武器特性及整合各類型防空武器，執行作戰區重要目標防護及防務部署。

野戰防空砲兵部隊防務部署，除考量任務、敵情防空兵力及地形，通常依據平衡防務、早期接戰、相互支援、火網重疊、重點防禦、縱深部署等六項基本原則部署兵力。防務部署宜採早期接戰，縱深部署方式，除涵蓋地區內主要作戰部隊外，盡可能將最大射程向外擴張，使火力及早接觸敵空中進襲目標，在交戰過程中對地面部隊損害降低，確保戰力防護之延續。另運用建制預警雷達系統，執行全天候短程空中目標情資搜索，提供地區內作戰部隊短程預警情資，部署多套蜂眼雷達系統執行情資整合鏈結，並透過結合無線傳輸之遠程防情獲得，使預警能力有效發揮，並以「區域掩護」或「要點掩護」方式遂行低空防護，使防空火網須能涵蓋整體作戰地境或部隊執行任務地區，使作戰全程均受短程防空防護，確保行動自由。⁵

六、空中情資來源

遠程情資主要依據防情自動化、防情副載波及語音防情網等手段，近程則運用建制短程預警雷達為主。現階段陸軍野戰防空營、連均已建構防情自動化系統。當前陸軍年度演訓項目，亟需演練在聯合指管機制中斷後，將作戰區海軍、空軍短程防空部隊納入 TAAOC（作戰區防空作戰中心）掌握之課目，中科院亦提出使用現有通信裝備，可有效提供遠程情資無線傳輸之構想，將來可運用陸軍野戰防空部隊「蜂眼雷達系統」執行作戰區短程防空情資整合。

七、後勤能量

⁴《陸軍野戰防空砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 1 日），頁 2-1。

⁵林俊賢，《野戰防空戰術運用探討－以灘岸殲敵作戰為例》，砲訓部 107 年戰術戰法研討會，頁 14-15。

現階段野戰防空後勤補保能量，區分「單位段」、「野戰段」及「基地段」後勤維修層級，考量技術層面因素，多數仍以後送為主要手段。目前單位段部分仍由野戰防空單位執行一、二級保養為主，野戰（I 階段）保修作業係指具備特有專長人員，⁶配賦多類零附件、總成件、次總成件、工具及試（測）驗裝備，以半固定或永久性工廠執行保修作業，並執行武器系統內各項裝備保修，必要時依單位需求，提供技術協助或派遣人員，赴單位執行維修作業。基地（D 階段）翻修為武器裝備最高保修單位，須由精密測試裝備、充足零附件及專業技術人員，按相關技術文件執行裝備翻修任務；另零附件、總成件或次總成件經由檢修恢復妥善並完成測臺（裝）鑑測合格，即辦理繳庫或撥還原送修單位使用。野戰防空未來運用之趨勢，應強化後勤鏈結，將各型武器後勤資源整合在相同作戰區內，設立多個補給節點，並結合城鎮周邊道路，應透過線上作業系統採取「主動」提供游修服務，健全未來複合式編組下後勤能量之維持。

比較國外現行野戰防空系統運用現況－以美軍為例

一、美軍境外作戰野戰防空之運用作為

美國陸軍在蘇聯解體後，對於短程防空飛彈需求較少，長期具備空中兵力優勢，難有敵機能突破空中防線而威脅美軍地面部隊。隨著科技進步，無人載具和火箭彈等可以抵銷空中優勢的武器快速發展，對地面部隊造成威脅，而當初美軍放棄的「短程防空飛彈」，恰巧是對抗上述威脅的利器。

多年以前，美國陸軍短程防空武器主力是復仇者飛彈系統，射程與火力稍弱，現已發配給國民兵執行國土防衛使用。近期美方在歐陸戰場的演習中，其野戰防空幾乎需要倚靠盟友來協助。⁷在戰略運用上，短程防空或許對美軍而言屬於雞肋型部署效益，但是長期忽視野戰防空，可從近期演訓過程中歸納出，空中威脅一旦近迫至 10 公里內的空域，現階段美國陸軍暫時無法有效防禦。在伊拉克戰爭時，美軍幾乎沒有空中威脅，使美軍直接取消野戰防空單位，然而近年，美國歐洲司令部提出要重組野戰防空力量的計畫，原因就在於高強度戰爭中，空軍可能疲於應付敵人的空軍，或因防空威脅而受限，因此野戰防空仍是地面部隊不可或缺的戰力。

歐洲大陸盟軍地面部隊面的空中威脅種類愈來愈多，除定翼機或直升機空襲，未來的短程防空還要面對敵軍砲兵與火箭的攻擊，加上敵軍無人飛行載具的情報偵蒐，近期國際間新聞媒體報導亦指出，美方評估獲得以色列「鐵穹系統」，以強化其境外部隊防空能力。在烏克蘭東部戰場區域衝突中，反抗軍擅於

⁶ 《陸軍飛彈光電保修手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國 105 年 6 月），頁 3-40。

⁷ <http://www.defensenews.com/smr/space-missile-defense/2017/08/09/boeing-gdls-team-up-on-mobile-shorad-system-for-semtember-shoot-off/> 擷取網路文章。

使用小型無人機偵查烏克蘭軍隊位置，再以傳統火炮或砲兵火箭打擊目標。故美軍與盟軍持續學習對抗當前空中威脅，如採取偽裝、分散部隊，避免位置曝露等手段，並主動擊落敵方小型無人機，甚至進一步建立對抗準則，以不同的武器，包括中低空防空飛彈，乃至於防空槍砲等，藉以對抗不同種類之目標。美軍目前仍持續規劃派遣復仇者單位，協同裝甲旅級戰鬥部隊到歐洲進行為期 9 個月的境外部署，可見美軍野戰防空能力需要大規模組建之需求。⁸

二、以歷史戰役探討當前複雜城鎮地形防空運用－摩加迪休之戰

美軍贏得冷戰且打贏第一次波灣戰爭，致使在摩加迪休之戰，出現輕忽大意、自以為是及欠缺準備等態度，帶來死傷慘重的結果。在 1993 年 10 月 3 日，於索馬利亞首都摩加迪休爆發的軍事衝突，交戰雙方為美軍特種部隊與當地民兵組織，衝突肇生始末歷史背景暫不論述，僅針對城鎮複雜地形作戰中，美軍在地空整體作戰優勢下，運用其優勢兵力與裝備執行「艾琳行動」⁹，逮捕民兵組織中首腦人物，在策畫與執行時，美軍低估民兵組織火力威脅，2 架黑鷹直升機遭到 RPG-7 火箭推進榴彈擊落，造成百餘名美軍特種部隊在進行搜救任務時深陷民兵火網與路障無法撤離，直至交戰後數十小時，方由聯合國派出友軍第十山地師，運用裝甲車掩護下，才得以平安撤離衝突區域。¹⁰

綜觀戰役全程，民兵組織充分發揮「不對稱作戰」的作戰思維，其地對空攻擊手段雖僅有於直射武器或肩射式反坦克飛彈，然對具備優勢空優美軍直升機，仍能利用地形與堅固工事掩護下執行奇襲手段，造成美軍黑鷹直升機墜毀，迫使地面部隊需派遣更多支援兵力突入城鎮內執行救援任務，最終美軍雖成功達成任務，惟其付出代價甚鉅。據此可知，縱使防禦部隊無優勢裝備或武器，仍能運用其現有作戰資源，執行不對稱作戰，發揮以小博大之精神，亦為我當前防空作戰運用重要關鍵。

以陸軍作戰區作戰而言，城鎮複雜地形已然為當前重要部署考量因素，不論是濱海城鎮、內陸城鎮或衛星城鎮，在本島縱深不足的戰地景況下，均為野戰防空部隊須檢討運用部署之陣地。從摩加迪休作戰全程，可知國軍應發揮「先處戰地」之優勢，完善戰場經營作為，編組重層火網，並將防空兵、火力置重點於敵空中進襲航路上，利用肩射式防空飛彈輕便易攜、突現式攻擊等優點，可在城鎮高樓間採取縱深部署，搭配頻繁變換射擊陣地，打擊敵空中威脅，使敵深陷城鎮作戰之劣勢，方為不對稱作戰成功之重要關鍵。

⁸ <http://www.defensenews.com/smr/space-missile-defense/2017/08/09/boeing-gdls-team-up-on-mobile-shorad-system-for-semte-mber-shoot-off/> 擷取網路文章。

⁹ 「艾琳行動」為 1993 年 10 月 3 日，聯合國部隊與美軍特種部隊為了逮捕 2 名艾迪德高階幕僚，而研擬出的軍事行動。

¹⁰ 《1993 年「摩加迪休」之戰，對美陸軍影響深遠》，青年日報社文章報導，王光磊電譯，2018 年 10 月。

三、陸軍短程防空武器未來運用規劃

野戰防空戰術運用上，通常以一個防空連支援一個聯兵旅級作戰，¹¹現階段陸軍野戰防空於作戰區之任務，防空部隊以行一般支援為主，然在國軍重大演訓中，仍有將防空連以配屬方式，與聯兵旅建立指揮與戰鬥支援關係，對於當前短程防空兵力結構而言，恐無法同時兼顧作戰區重要目標防護及以一部配屬聯兵旅作戰，此舉易造成我防空火網罅隙。

在部署方面，作戰區防空部隊主要裝備為復仇者飛彈系統，因應近年來我國都市高度發展，高樓林立，且作戰地境涵蓋各大主要城鎮，自走式防空系統於城鎮地形支援作戰時，受限於大樓遮障等影響，降低防空接戰及通信效能，至多只能將火力單元部署於城鎮外緣，阻滯敵航空器穿透城鎮內部實施攻擊，車載系統無法有效搶占大樓制高點實施接戰，為野戰防空部隊作戰限制。另雙聯裝系統有發射限制性，無法於狹窄空間部署，以掌控有力地行要點。綜上所述，為有效發揮不對稱作戰能力，人攜式單兵操作防空武器實有獲取必要，藉以改善當前複雜城鎮地形所造成限制。

因應當前都市化發展快速，以往預判的敵空、機降場，如今多被高聳之鋼筋水泥建築物所取代，並與周遭山脈等地形環境結合成城鎮複雜地形；且國道多為填土架高路段，東西向兵力轉移須倚靠涵洞或高架橋梁，對敵、我雙方東西橫向運動均造成阻礙，使敵對我作戰方式仍以空中威嚇為重心，故防空作戰重要性，在於承受敵空中攻擊能量，使敵無法掌握空優，不敢輕易派遣海、空部隊登陸北部地區，而防空如何有效部署，強化我防空接戰效能，攸關作戰之成敗。目前我國三軍短程防空部隊分別依各軍種任務考量而建立，海、空軍以防護港口、機場與雷達站需要，設立短程防空部隊，屬要點、要塞防空；陸軍及陸戰旅以確保野戰用兵之有生戰力及部隊行動自由設立防空部隊，屬野戰防空，惟不論軍種規劃任務為何，均為聯合防空體系下的最後一道防線。

在近代戰爭中，傳統管式防砲及紅外線地對空防空武器均能持續作戰到最後一刻。1991 年沙漠風暴中，巴格達的海珊防砲部隊受聯軍連番轟炸，仍能在 CNN 報導見到夜空中交錯的高爆曳光彈道。¹²1999 年科索沃戰爭，¹³塞爾維亞的紅外線地對空防空飛彈迫使北約下令不得低於 1 萬 5 千呎執行轟炸任務。2011 年的利比亞軍事行動，北約雖制壓地面防空部隊，仍擔心 2000 餘枚紅外線肩射式飛彈行蹤。¹⁴檢討陸軍地面部隊僅能以建制直射武器對空攻擊為主，餘採取消

¹¹ 《陸軍野戰防空砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 1 日），頁 4-1。

¹² 原著畢利耶爾上將，熊自慶、陳以音、吳淑菁編譯，《沙漠風暴》（臺北：星光出版社，1994 年）。

¹³ 科索沃戰爭為北約與南斯拉夫聯盟之矛盾，在 1999 年 3 月 24 日爆發。

¹⁴ 陳積元，《防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議》，陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討，103 年 3 月 16 日，頁 15。

極防空作為，盡可能減低敵空襲所遭成之損害，故亦需考慮於聯兵旅及地區指揮部層級，籌建可恃之防空能力，強化地面部隊防空作為，彌補我防空部隊火網罅隙，予敵致命打擊。

四、未來新型防空武器部署與運用方式

我國現正積極建構人攜式防空武器，以大幅增加火力涵蓋面積，筆者認為如戰鬥部隊建置短程防空兵力支援作戰，除可有效支援本身作戰任務，進入或經城鎮作戰具備低空空優，另可視戰況掩護作戰地境涵蓋重要防護目標之低空空域安全。另外，砲指部防空營不需轉用兵力實施直接支援，更可有效將其防空兵力部署於國防部或作戰區律定的重要防護目標，提供低空防空掩護，在兵、火力運用上更具彈性效能，俾利整體防衛作戰遂行。

在 1986 年中期，阿富汗內戰¹⁵期間，有 900 至 1000 枚刺針運交阿富汗游擊隊，迄 1987 年底造成蘇聯軍機重大損失，使得蘇軍不得不改變戰術以減少損失，相對地，使阿富汗游擊隊受空中攻擊之損失減少，這情況一直持續到 1989 年蘇軍撤回。據美陸軍統計，游擊隊發射的 340 枚之中，有 269 枚擊毀飛機和直升機，擊毀率達 79%，其中 10% 為迎頭擊毀，90% 為側擊和尾擊擊毀。分析游擊隊使用刺針飛彈戰果良好，主在於運補不易情況下，游擊隊奉行沒有把握不打原則，且游擊隊經常潛伏於敵軍機場或重要設施附近，待確定飛機航道後，伺機攻擊。另外，蘇聯軍機在山區面對地面游擊隊員攻擊時，通常必須放慢飛行尋找可疑目標。據此，可知國軍野戰防空作戰時應發揮不對稱作戰之理念，奉行「看不到不打」、「打不到不打」等重要原則，發揮我強韌戰力，使敵機不敢貿然來犯。

分析與建議

一、強化不對稱作戰能力

野戰防空應發揮「戰略守勢」精神，蓋因我國在兩岸軍力相對日趨劣勢，為創造野戰防空部隊作戰局部優勢，須發揮「不對稱戰力」以小博大之奇襲能力，故筆者建議將人攜式防空武器交予地面戰鬥部隊，以排或組為單位納編在戰鬥部建制下，強化其部隊防空能力，並籌購近程情資獲得裝備，增加系統接戰反應時效，避免偵蒐死角。

二、提升作戰區各級指管與通信能量

在指管權責上，以防空部隊建制雷達提供空中情資為主，指管野戰防空部隊（含戰鬥部隊防空兵力）遂行低空空域掩；防空作戰應力求「統一指管、分層接戰、安全管制」為原則，方能確保空域安全與避免誤擊友機。現階段陸軍在作戰區防空作戰中心（TAAOC）作業方面，筆者建議運用年度演訓時，增加

¹⁵阿富汗內戰自 1978 年 4 月 27 日爆發迄今，屬於派系內戰。。

各作戰區遂行獨立作戰課目，以建立 TAAOC 作戰效能。各單位防空官設立人數應考量地區指揮部、聯兵旅作戰任務、旅建制防空部隊數量，以利協助平、戰時指揮與管制建制，掌握防空部隊兵、火力運用與調整。在通信能力上，爭取搭配陸區或機動數位微波系統，強化作戰區內遠、近程空中情資整合，避免因城鎮複雜地形影響我防務部署。

三、建立複合式防空武器編組

野戰防空部隊部署位置通常位於城鎮周遭地區、臺地或緩行地區等複雜地形，建議以長距離防空武器系統部署在「城鎮地區」內射界良好地區，搭配雷達系統實施遠端導引，主要接戰短程空中威脅。復仇者飛彈系統擔任早期接戰，部署於「城鎮複雜地形前緣一帶」，以前視紅外線（FLIR）搜索及追蹤空中威脅，並依目標航路實施攻擊，主要接戰突現旋翼機、大型反輻射無人載具為主。另在主要縱深地區，部署人攜式防空武器，突破地形條件限制，運用要點防空手段執行「視距內接戰」，將突入超短程空中威脅消滅，主要打擊地貌飛行之旋翼機及偵蒐、反輻射攻擊之無人載具為主，搭配管式槍砲等近迫武器，採取複合式部署等防空手段，達到重層攔截效益。

野戰防空部隊採「複合式編組」作戰方式，可將防空武器以接戰距離遠、近搭配運用，克服多元地形條限制我防空戰術運用，實際部署時混合現有防空武器系統，編成作戰區野戰防空部隊，並搭配人攜式防空武器執行部隊防空任務，除將射程提升外，更延伸防空火網涵蓋正面與縱深接戰能力，強化我短程防空接戰能量，同步整合作戰訓練、防空裝備、彈藥運補等後勤能力，克服各種特殊地形限制，有效強化整體野戰防空作戰效能。

結語

從美軍近年積極發展短程防空，足見未來作戰場景中，野戰防空將擔負重責大任。李前總長曾言：「機動防空系統屬不對稱戰力，應以低價、靈活與存活率高為主」，故考量野戰（隨伴）防空任務屬性及其城鎮複雜地形限制，應以打擊攻擊機、旋翼機、無人飛行載具及巡弋飛彈為首要，具高機動、目視追瞄能力，將提升戰場存活率及作戰運用彈性，以有效掩護打擊部隊戰力，俾滿足本島各種城鎮複雜地形作戰限制與運用。

國軍未來建軍備戰方向是組建一支「小而精、小而強」的鋼鐵勁旅，唯有透過精進防空武器系統及提升短程預警雷達性能來滿足上述需求，建立近、中、遠程各項階段目標。近程以編成新型防空武器，汰換老舊裝備、彈藥為首要。中程則應盡速建立防空營以上層級之機動指管能量，並將長、短接戰距離之複合式防空編組規劃至各層級防空部隊，強化不對稱作戰能力。遠程應開發「多基雷達」之具體能量，達到偵蒐零死角、網狀化構聯情資分享等功能，藉以完

善各階層指管作為，發揮防空戰力。

參考文獻

- 一、曹哲維，〈蜂眼短程防空系統戰備整備之研究〉《砲兵季刊》（臺南：砲訓部，民國 106 年 11 月 20 日）。
- 二、賴清松，《精粹案後野戰防空部隊部署運用之研究－以第三作戰區為例》，砲訓部，103 年。
- 三、《陸軍野戰防空砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 1 日）。
- 四、林俊賢，《野戰防空戰術運用探討－以灘岸殲敵作戰為例》，砲兵戰術戰法研討會，107 年 7 月。
- 五、《陸軍飛彈光電保修手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國 105 年）。
- 六、<http://www.defensenews.com/smr/space-missile-defense/2017/08/09/boeing-gdl-s-team-up-on-mobile-shorad-system-for-september-shoot-off/> 擷取網路文章。
- 七、<http://www.defensenews.com/smr/space-missile-defense/2017/08/09/boeing-gdl-s-team-up-on-mobile-shorad-system-for-september-shoot-off/> 擷取網路文章。
- 八、陳積元，《防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議》，陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討，103 年 3 月。
- 九、國防部，《106 年國防報告書》（臺北：國防部，2018 年 2 月）。
- 十、原著畢利耶爾上將，熊自慶、陳以音、吳淑菁編譯，《沙漠風暴》（臺北：星光出版社，1994 年）。
- 十一、《1993 年「摩加迪休」之戰，對美陸軍影響深遠》，青年日報社，王光磊電譯，2018 年 10 月。
- 十二、陳振國、杜建明，〈中共火箭軍戰術彈道導彈對我軍事之威脅與因應對策〉《海軍學術雙月刊》（臺北：海軍司令部），第 51 卷第 6 期。
- 十三、林衡道，《鯤島探源》（臺北：稻田出版社，1996 年）。
- 十四、《科技戰！若兩岸開打「無人機」將成台海作戰主角》，今日新聞文章報導，陳弘志，2019 年 6 月。

作者簡介

朱峻緯上尉，陸軍官校 98 年班、砲校正規班 213 期，歷任排長、副連長、連長等職，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組。

中共無人飛行載具發展對我防衛作戰影響之研究

作者：唐承平

提要

- 一、近期沙烏地阿拉伯在毫無預警防範下，於 2019 年 9 月 14 日凌晨 0322 時遭受疑似伊朗運用無人機猝然襲擊煉油廠，造成沙國石油產量減少 50%；基此，筆者冀藉此案例研析中共無人飛行載具發展對我防衛作戰影響，以預應對我之威脅。
- 二、中共無人飛行載具發展體系完整，含括戰略及戰術監偵、空中攻擊、電子戰等多方面領域，具備遠距監偵、精準打擊、偵打一體、飽和攻擊、通信中繼、電戰干擾及協同作戰等能力，相對的戰力已大幅提升。
- 三、鑒於中共無人飛行載具的戰力已大幅提升，若運用於臺海作戰，勢必增加軍事威懾能力，監偵範圍可涵蓋我國全境，並可直接威脅我東部地區、限縮我預警時間、消耗我防空資源及封鎖我對外航道，將對我台澎防衛作戰構成嚴重之影響與威脅。
- 四、為肆應中共無人飛行載具之威脅，國軍應秉創新、精進不對稱防禦作為，強化各重要基、陣地防護措施，密切掌握各國科技發展趨勢，廣泛蒐集可行之剋制對策，發展經濟有效反制手段，組建多層防禦作為，以維護國家整體安全。

關鍵詞：無人飛行載具、防衛作戰、多層防禦

前言

2019 年 9 月 14 日凌晨 0322 時，沙烏地阿拉伯在毫無預警防範下，於遭受疑似伊朗運用無人機，採暗夜、低飛方式猝然襲擊兩處主要煉油廠，造成沙國石油產量減少 50%，此事件除引起全球的關注外，亦驗證了無人飛行載具未來在不對稱戰場上將扮演著關鍵的角色。¹囿於無人飛行載具造價成本低，機型輕巧、靈活性高，具備低空慢速、不易偵測等特性，且已能攜掛核生化或高爆炸藥等攻擊性武器，若廣泛運用勢必將造成嚴重傷損，基此，現已為各國軍隊發展之重要目標。²

中共近年在其經濟以 2 位數字大幅成長下，帶動軍事現代化腳步向前大步邁進，為了能夠處置中國大陸周邊區域可能引發的軍事衝突，以及能夠打贏信息化局部戰爭，積極推動軍事轉型與科技現代化的建設作為，其中在無人飛行

¹Technews 科技新報，〈無人機襲擊重創沙烏地阿拉伯煉油廠。美國指控伊朗為元凶〉，[https://www.technews.tw\(2019/12/17\)](https://www.technews.tw(2019/12/17))。

²胡堯儲，〈無人飛行載具發展及可能運用之研討〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 41 卷第 476 期，民國 94 年 2 月，頁 75。

載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）的領域上已緊追在美國、以色列等國之後，具備研製及生產各種先進無人飛行載具之能力，³且在軍事領域上，已開發出可用於偵察監視、通信中繼、電子對抗、火力支援、對地（海）攻擊、訓練靶機與早期預警任務等數十種各式無人飛行載具。

另外據報導指出，中共在 2015 年 9 月 3 日舉行七十週年抗戰勝利的閱兵儀式中，無人飛行載具已列裝參演部隊，由新型高空遠程戰略偵察、新型高空遠程戰役偵察攻擊和新型低空短程戰術偵察等三型共 11 架無人飛行載具組成的方隊，在天安門廣場接檢閱，⁴並於西藏救災及南海等爭議海域出現其無人機身影，⁵2019 年 10 月 1 日國慶閱兵中，更首度公開亮相「攻擊 11」、「無偵 8」兩款無人機攻擊，顯見其技術已日益成熟並實際運用，研製方向也越來越貼近實戰化的需求，朝向「高解析、遠距離、小型化、隱形化」方向發展，研判未來將列裝各軍（兵）種相關部隊，⁶支援各項對臺軍事行動與拒止外軍介入亞太事務，對我臺澎防衛作戰構成相當程度之威脅。基此，筆者主要探討中共無人飛行載具發展與現役列裝的概況，深入剖析對我臺澎防衛作戰之影響，據以研擬因應與反制之道，以作為建軍備戰參考。

中共無人飛行載具發展概況

一、發展歷程

中共無人機發展概可分為 4 個階段，概述如下。

（一）仿製蘇、美階段：中共早期無人載具發展完全抄襲蘇聯，60 年代初期由南京航空航天大學，以蘇聯 LA-17 靶機基礎開始研製，改良構造及裝上殲 6 戰機的 BP-6 型發動機，於 1968 年 10 月進行首飛，1979 年通過設計定型計術鑑定並進行量產，成為中共第一款自製「長空 1 號」噴射無人機。⁷1972 年北京航空航天大學，參照被中共擊落美軍 AQM-34N（Firebee）型無人機殘骸，成功地仿製出 WZ-5 型無人機並進行試飛，直至 1978 年正式使用，即為「長虹 1 號」無人機，並於 1979 年「懲越戰爭」期間，多次運用對其越南地區進行偵察。⁸

（二）自行開發階段：1980 年代末期，中共進入自行研發階段，由西安愛

³Trefor Moss 著、孫立方譯，〈中共無人飛行載具發展研析〉《國防譯粹》（臺北），第 40 卷第 7 期，民國 102 年 7 月，頁 86-87。

⁴蔡志銓少校，〈中國大陸發展無人飛行載具發展對我空防威脅之研究〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 672 期，民國 108 年 10 月，頁 70。

⁵何應賢上校，〈由世界軍用無人機發展趨勢論中國大陸軍用無人機發展與威脅〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 652 期，民國 105 年 6 月，頁 114。

⁶新頭殼 Newtalk，〈中共大閱兵無偵 8、攻擊 11 無人機首次亮相〉，[https://newtalk.tw\(2019/12/17\)](https://newtalk.tw(2019/12/17))。

⁷袁更生，〈中共空軍現代化發展-以無人飛行載具為例〉《淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班論文》，民國 101 年 6 月，頁 58。

⁸黃耀鋒，〈中共無人戰鬥飛行載具發展及我因應作為〉《淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班論文》，民國 107 年 1 月，頁 55-57。

生技集團公司研發出 ASN-104 及改良型 ASN-105 無人偵察機，主要用於空中戰術偵察、火炮射擊標定及空照之用。⁹

（三）合作生產階段：到了 1987 年，在以色列 Tadiran 公司技術支持下，於 1994 年由西北工業大學研發出輕型戰術性的 ASN-206 無人機，可全天候執行電視攝影、戰場偵察，同步傳輸戰場實況，為中共前線偵察提供了一種利器。¹⁰此外，亦於 1994 年向以色列購置 100 架「哈比」反輻射無人機（Harpy），後因 2004 年美方以國家安全為由，迫其解除升級合約，中共反以「哈比」反輻射無人機為基礎，積極進行研發（仿）工作，除仿製研發出「JWS01」反輻射無人機，並將除役的殲-6 機改裝成「殲-6 無人攻擊機」，開啟無人攻擊機發展新紀元。¹¹

（四）竊取美國技術研製階段：根據 2013 年 9 月 20 日，美國《紐約時報》報導「中共竊取美國機密研製無人機武器」指出，中共下轄駐地位於上海的「61398」部隊，竊取美國防承包商、無人機科技公司資料，並將原國有軍工廠均改制為集團公司，企圖用「以民掩軍」之方式與國外科技公司合作，獲取軍事技術，更於近年陸續研發成功多款無人機，包括攻擊、偵察、通信中繼及戰術運用等，技術已日趨純熟。¹²

二、現役列裝概況

中共目前現役無人飛行載具，依用途種類概可區分為靶機、多用途偵察機、攻擊無人機及電戰機等，依軍事用途可分為戰略、戰術、戰鬥及訓練用靶機等，囿於中共在軍事科技領域採取高規格保密，以下僅就筆者蒐集網路、學術期刊及碩士論文等資料，加以歸納分析，針對現役較新且較具威脅之多用途偵察及攻擊無人機等列裝概況，概述如次。

（一）戰略偵察無人機

1. 翔龍戰略無人偵察機：由成都飛機設計研究所與貴州航空工業公司等合作研製而成的高空長航時無人機，2009 年進行首飛，迄 2018 年初，經央視公開報導，判其現已裝備部隊，巡航高度為 18,000 公尺～20,000 公尺（此高度機動目標大多數防空飛彈打擊困難），巡航速度大於 700 公里／小時，作戰半徑 2,000～2,500 公里，續航時間超過 10 小時，¹³主要擔任高空、長時間對西太平洋航母戰鬥群進行 24 小時戰略偵察與預警等任務，或用為通訊中繼站、電子與 GPS 干擾站，亦可為反艦彈道飛彈及巡弋飛彈指示目標，擔任預先偵察及遠程戰略預警

⁹百科知識中文網，〈中共 ASN-104 無人機〉，<https://www.easyatm.com.tw>(2019/12/20)。

¹⁰華人百科，〈ASN-206 多用途無人駕駛飛機〉，<https://www.itsfun.com.tw>(2019/12/20)。

¹¹同註 5，頁 115。

¹²同註 8，頁 60。

¹³維基百科，〈翔龍無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org>(2019/12/18)。

偵察任務，以利其「反介入/區域拒止（A2/AD）」戰略實施。¹⁴

2.BZK-005 戰略無人偵察機：BZK-005 無人偵察機是由中航工業哈爾濱公司與北京航空航天大學聯合設計具有隱形能力和中高空遠程無人偵察機系統飛行器，¹⁵最早在 2006 年珠海航展亮相，2015 年出現於中共紀念 70 週年分列式上，顯示已成軍裝配部隊，其裝備包括相控陣雷達在內的多種雷達、可見光、紅外等感測器，¹⁶巡航速度每小時 150 至 180 公里，巡航高度 5,000 至 7,000 公尺，可滯空超過 40 小時且可進行空中加油，監偵範圍 2000 公里，涵蓋日、韓東亞等國家，¹⁷可對我國進行全天候監偵，主要用於中高空、大航程之偵察與情報蒐集任務，判將部署於東海與南海具有領土爭議的海域，以提升在該區域的監偵能力。

（二）戰術偵察無人機

1.ASN-104/105 偵察無人機：ASN-104 型無人機為西北工業大學愛生技術集團於 1980 年 3 月開始研製的小型低空慢速偵察機，1985 年量產，主用來為陸軍提供敵後縱深 60 公里以內的空中戰場偵察和即時監視，全系統配備有偵察 6 架，地面站 1 套，不需機場和跑道，藉火箭助推起飛，傘降回收，遙控距離為 60 公里，其發展型 ASN-105 可延伸至 100 公里，主要機載設備配置全方位航向飛行控制系統，無線電系統、航空照相機及航空攝影機等，¹⁸飛行時間則由 ASN-104 的 2 小時，提升至 7 小時，並裝備衛星導引飛行（GPS 或 GLONASS），以及可用 DATA-LINK 將補獲之影像或地圖情資傳送至地面站台等功能。¹⁹

2.ASN-206/207 偵察無人機：同為西北工業大學研製，1996 年在珠海航展展出，現已投入大量生產，ASN-206 無人機配備 1 臺 50 匹馬力的活塞式發動機與後推式螺旋槳、垂直相機和全景相機、紅外線探測設備、電視攝影機，定位校射設備等，巡航時間約 4~8 小時，作戰半徑 150 公里；ASN-207 升級版無人機，主要區分為中繼通信型與砲兵射控型，以 1 臺 51 匹馬力的 HS700 活塞式發動機驅動，最大航速每小時 180 公里，最大升限 6,000 公尺（中繼通信型）或 8,000 公尺（砲兵射控型），連續飛行時間 16 小時，遙控半徑 600 公里（中繼通信型）或 200 公里（砲兵射控型），顯著提高戰術級情報偵察、火炮射擊校正及毀傷效果評估等功能，另搭載前視紅外熱像儀，可執行偵察預警、指揮控制、精確打擊

¹⁴應紹基備役上校，〈中國大陸軍用無人機發展之現況與展望〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 657 期，民國 106 年 4 月，頁 110。

¹⁵中國時報，〈翔龍媲美全球鷹陸美分庭抗禮〉，[https://www.chinatimes.com\(2019/12/18\)](https://www.chinatimes.com(2019/12/18))。

¹⁶許然博上校，〈中國無人飛行載具發展對我海軍威脅〉《海軍學術雙月刊》（臺北），第 51 卷第 5 期，民國 106 年 10 月 1 日，頁 118。

¹⁷蔡志銓少校，〈中國大陸空軍戰略轉型與未來發展之研究〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 657 期，民國 106 年 4 月，頁 61。

¹⁸華大百科，〈ASN-104(原編號為 D-4) 西北工業大學愛生技術集團研製的小型低空慢速偵察機〉，[https://www.itfun.com.tw\(2019/12/31\)](https://www.itfun.com.tw(2019/12/31))。

¹⁹同註 5，頁 117。

等多項任務。²⁰

3.W-30/50 無人偵察機：同為南京模擬技術研究所生產，最早於 2000 年 11 月的珠海航展上公開展示，均採彈射發射、傘降降落方式，W-30 使用 2.1 千瓦（2.8 匹馬力回收）的發動機，W-50 則為 18.6 千瓦（25 匹馬力）的發動機，其最大平均飛行速度分別為 140 公里／小時、180 公里／小時，活動範圍 10 公里、100 公里，主要以 GPS 導航，靠視頻數據鏈路及視頻攝影機，執行空中監視及火炮校射任務。²¹

4.另於合成旅合成營、特種作戰及空降特戰等偵察部隊，分別列裝 AW12A/12B 單兵攜行手拋無人偵察機及 AW2 無人偵察機，其中 AW12A 主要適用於山丘、丘陵、城市、叢林等複雜地形條件下對地面固定或活動目標進行即時晝夜近距離偵察任務，AW12B 則是敵後偵察任務；AW2 則可配裝於各式戰甲車輛上方，執行戰場偵蒐作業。

（三）武裝無人機

1.翼龍 I（攻擊 1）型偵打一體無人機：該機是由中國成都飛機設計研究所於 2005 年開始研製，係中低空、長航時、偵察/打擊一體化多用途無人機，2007 年 10 月完成首飛，2012 年首次出現珠海航展，2014 年再次出現，機身上有中共空軍標誌，並有了「GJ-1（攻擊-1）」這個代號，2015 年 9 月 3 日「抗戰 70 周年大閱兵」中，GJ-1 翼龍 I 無人機曾以卡車承載列隊參與展示，顯示該機已開始服役，機體下方配備 1 具可 360 度旋轉的光電系統吊艙，能對 10 公里範圍內的目標進行探測定位、識別、跟蹤、鎖定；其顯示器可使用彩色畫面，紅外與電視探測兩種景像可同時顯示並可互相切換；機翼下配備 2 個掛架，掛載重量 200 公斤，可掛載 2 枚 AKD-10 雷射導控飛彈（或其他多型飛彈和炸彈），可執行監視、偵查、對地攻擊與打擊效果評估，以及電子偵察／干擾（配置相關電子戰設備）等任務²²

2.翼龍 II（攻擊 2）型偵打一體無人機：翼龍 II 無人機的展示資料首次出現於 2015 年的北京航展，其模型則於同年 11 月 17 日深圳的「第六屆尖兵之翼無人機大會」公開展出，2016 年珠海海航展更傳出，不久將以「攻擊 2 號」的型號正式入列中共空軍服役，主要是進行全面的機體擴大與氣動布局優化，及換裝推力更強的發動機，以提高實用升限、速度和續航等性能，並擁有可攜帶約 480 千克武器彈藥的 6 個外掛點，與具備載荷約 200 千克內部彈艙，²³採複合掛

²⁰同註 14，頁 103。

²¹蔡明訓上校，〈中國無人飛行載具現況及性能簡介〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 632 期，民國 102 年 2 月，頁 118。

²²同註 14，頁 104。

²³維基百科，〈攻擊-1〉，[https:// zh.m.wikipedia.org\(2019/01/07\)](https://zh.m.wikipedia.org(2019/01/07))。

彈方式可掛載 12 枚 AKD-10 雷射導控飛彈；另配置裝載光電監視／瞄準裝置、合成孔徑雷達(SAR)、雷達預警設備、雷射指標器(導引雷射導控飛彈和炸彈)，也可根據用戶需求選裝電子偵察、雷達干擾、通訊偵察、情報收集、偵察相機、通信中繼、搜索救援等設備，以及其他先進的任務載荷設備、數據鏈和機載武器等，可執行偵察、監視和對地打擊任務，適合於軍事任務、反恐維穩、邊境巡邏和民事用途。²⁴

3.殲 6 無人攻擊(布雷)機：中共解放軍為威脅臺灣，啟動了殲 6 無人機專案，分由空軍負責攻擊機，海軍負責布雷機，²⁵重新修改無人座艙，安裝 GPS 導航、飛行姿態自動駕駛控制系統及自動導彈發射系統，研製具有地面無線電指令導航的無人作戰能力，2001 年完成導引飛行控制電腦研製、校飛與地面滑行試驗，並改良研製控制電腦，同年下旬亦於甘肅鼎新基地完成首飛試驗，²⁶2010 年起先後在福建武夷山等地，發現大量殲 6 無人機，且經資訊證實，至少已有 70 架完成改裝部署，專責對臺灣進行干擾及攻擊任務，²⁷且該機具備無人駕駛、自動導航能力，每架至少可以掛載航空炸彈及水雷，並可經由地面站導引，進行編隊飛行或編隊攻擊，²⁸此殲 6 攻擊無人機類似對地攻擊巡弋飛彈，可用於攻擊地面固定目標，如機場、軍港、指揮中心、發射陣地及其他各類軍事目標，亦可藉由預先植入的飛行現路與自動地形匹配，攻擊我中央山脈屏障後面東海岸軍事目標，其空軍殲 6 攻擊無人機類似對地攻擊巡弋飛彈，用於攻擊地面固定目標，如機場、軍港、指揮中心、發射陣地及其他各類軍事目標；海軍殲 6 布雷機，可掛載水雷對預定的海域、港口及航道進行布雷封鎖作業，²⁹除將迫使我軍消耗大量高價值的防空飛彈外，亦對我港口及海上運輸線造成相當程度之威脅。

4.哈比(JWS01)反輻射無人機：由以色列航空工業公司於 90 年代發展之反輻射無人飛行攻擊系統，中共於 2001 年 9 月向以色列至少購進 100 餘架「哈比」無人機及運輸機動發射車與相關零組件，採購金額約達 5,500 萬美元左右，部署於中國大陸東南沿海一帶；另藉獲取哈比相關技術參數，以其為模組，自行仿製 JWS01 反輻射無人機，系統具有操作彈性化、射後不理及高操作效率(大區域面積涵蓋、再接戰能力、俯衝及回復能力、多載具發射及攻擊能力)等三項

²⁴徐康榮中校、孫亦韜上校，〈中共無人飛行載具對我海軍艦隊作戰影響〉《海軍學術雙月刊》(臺北)，第 52 卷第 5 期，民國 107 年 10 月 1 日，頁 72。頁 105。

²⁵中時電子報，〈陸千架殲-6 無人機開戰可封鎖台海〉，[https:// www.chinatimes.com\(2019/12/19\)](https://www.chinatimes.com(2019/12/19))。

²⁶同註 3，頁 117。

²⁷中時電子報，〈殲-6 改成無人機 70 架部署武夷山〉，[https:// www.chinatimes.com\(2019/12/19\)](https://www.chinatimes.com(2019/12/19))。

²⁸同註 22，頁 118。

²⁹同註 26。

特性，³⁰基本火力單元由 54 架無人機、1 輛地面控制車、3 輛發射車和輔助設備組成，每輛發射車裝有 9 個發射箱（3 層 3 排），每個箱內分兩層各裝一架無人機，因此一輛發射車計有 18 架，採用慣性導航與 GPS 導航，可藉自動駕駛儀、三軸光纖陀螺和磁羅盤，按照預先編好的程式自主飛往目標區，³¹運用配備之反雷達感應器搜尋輻射源，當接受敵人雷達偵測時，可自主對雷達進行攻擊，³²基此，對我預警、戰管與防空飛彈射控雷達造成相當程度之威脅。

表一 中共無人載具發展進程彙整表

階段	時間	進程
仿製蘇聯	1960 年代	仿製蘇聯「LA-17」靶機，成功研製「長空 1 號」噴射無人機。
仿製美國	1970 年代	參照美軍 AQM-34N（Firebee）型無人機殘骸，成功仿製無偵 5（WZ-5）/長虹 1 號（出口型號）無人機。
自行研發	1980 年代	自製研發發出 ASN-104 及改良型 ASN-105 無人偵察機
以色列合作	1990 年代	在以色列 Tadiran 公司技術支持下，自行研發出輕型戰術性的 ASN-206 無人機。
	2000 年代	以「哈比」反輻射無人機為基礎仿製，研發出「JWS01」反輻射無人機；並將除役的殲-6 機改裝成「殲-6」無人攻擊機。
竊取美國	2013 年	竊取美國防承包商、無人機科技公司資料，「以民掩軍」之方式與國外科技公司合作，獲取軍事技術，陸續研發成功多款無人機。

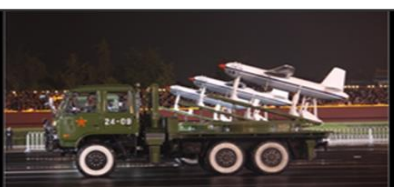
資料來源：筆者研究整理

³⁰同註 16，頁 117。

³¹同註 22，頁 119。

³²同註 5，頁 122。

表二 共軍戰略/戰術偵察無人機性能諸元判斷表

共 軍 戰 略 / 戰 術 偵 察 無 人 機 性 能 諸 元 判 斷 表	
翔龍戰略無人偵察機 	1.長X翼展X高(公尺)：14.3X25X5.4 2.最大載重(公斤)：650；3.飛行高度(公尺)：18000-20000 4.最大航程(公里)：7000；5.巡航速度(公里/小時)：750 6..最大續航時間(小時)：10 7.掛載：可見/紅外光監視系統、合成孔徑雷達、通信中繼系統、電子戰系統
BZK-005戰略無人偵察機 	1.長X翼展X高(公尺)：12.5X28X3.4 2.最大載重(公斤)：150；3.飛行高度(公尺)：7500 4.最大航程(公里)：6000；5.巡航速度(公里/小時)：150~180 6.最大續航時間(小時)：42 7.掛載：可見/紅外光監視系統、合成孔徑雷達、通信中繼系統
ASN-104/105偵察無人機 	1.長X翼展X高(公尺)：3.75X4.3X0.93/3.75X5X1.4 2.最大載重(公斤)：30/40 3.飛行高度(公尺)：3200/6000 4.最大航程(公里)：60/100；5.巡航速度(公里/小時)：150 6.最大續航時間(小時)：2/7 7.掛載：可見/紅外光監視系統
ASN-206/207偵察無人機 	1.長X翼展X高(公尺)：3.8X6X1.4 2.最大載重(公斤)：50；3.飛行高度(公尺)：6000 4.最大航程(公里)：300 5.巡航速度(公里/小時)：150 6.最大續航時間(小時)：4~8 7.掛載：可見/紅外光監視系統
W-50無人偵察機 	1.長X翼展X高(公尺)：3.4X4.8X0.9 2.最大載重(公斤)：20；3.飛行高度(公尺)：300 4.最大航程(公里)：300；5.巡航速度(公里/小時)：120~150 6.最大續航時間(小時)：3~5 7.掛載：可見/紅外光監視系統、熱像儀、通信中繼系統、電子干擾系統
AW12A/B單兵攜行手拋無人偵察機 	1.長X翼展X高(公尺)：待蒐 2.偵察半徑：10；3.飛行高度(公尺)：3000 4.最大航程(公里)：50 5.巡航速度(公里/小時)：70 6.最大續航時間(小時)：1 7.掛載：可見/紅外光即時攝影鏡頭
AW2無人偵察機 	1.長X翼展X高(公尺)：待蒐 2.偵察半徑：30；3.飛行高度(公尺)：3000 4.最大航程(公里)：150 5.巡航速度(公里/小時)：90 6.最大續航時間(小時)：2 7.掛載：可見/紅外光即時攝影鏡頭

資料來源：筆者研究整理

表三 共軍武裝無人機性能諸元判斷表

共 軍 武 裝 無 人 機 性 能 諸 元 判 斷 表	
攻擊1型 	1.長X翼展X高(公尺)：9X14X2.8 2.最大載重(公斤)：200 3.飛行高度(公尺)：3000-5000 4.最大航程(公里)：2000；5.巡航速度(公里/小時)：145-165 6.最大續航時間(小時)：20 7.掛載：可見/紅外光監視系統、合成孔徑雷達、電子戰系統、4枚空地飛彈或2枚50公斤導引炸彈
攻擊2型 	1.長X翼展X高(公尺)：14.3X25X5.4 2.最大載重(公斤)：650 3.飛行高度(公尺)：18000-20000 4.最大航程(公里)：7000；5.巡航速度(公里/小時)：750 6.最大續航時間(小時)：10 7.掛載：可見/紅外光監視系統、合成孔徑雷達、通信中繼系統、電子戰系統
殲6無人攻擊(布雷)機 	1.長X翼展X高(公尺)：13.03X9X3.85 2.最大載重(公斤)：1000 3.飛行高度(公尺)：16000-17600 4.最大航程(公里)：1520 5.巡航速度(公里/小時)：700-850 6.最大續航時間(小時)：1.5 7.掛載：航空炸彈4枚或水雷
JWS01(哈比)反輻射無人機 	1.長X翼展X高(公尺)：2.4X21.X0.35 2.起飛重量(公斤)：140 3.飛行高度(公尺)：3350 4.最大航程(公里)：800 5.巡航速度(公里/小時)：170 6.最大續航時間(小時)：5-6 7.掛載：內裝32公斤高爆炸藥

資料來源：表一至表三為筆者研究整理

中共無人飛行載具作戰能力與限制因素

中共從事無人飛行載具的研究發展超過 40 年，從仿製到自行設計，依最近幾年的航空展所展出的模型及列裝概況，可看出其研發能力已具一定水準，以下筆者根據前述蒐集所得中共無人載具發展現況及其性能，歸納整理出目前中共現有無人飛行載具在戰場上至少具備了以下作戰能力與效能與限制因素，析陳如後。

一、作戰能力

(一) 遠距監偵能力：近年中共新研製的無人飛行載具機體越來越大，配

置飛航裝備愈來愈完整，可配置精準的偵察、定位、瞄準與衛星通訊等裝備，監偵範圍藉由衛星通訊與定位距離含蓋更廣，其中翔龍、BZK-005 無人機，可依需求配裝各型偵察設備，執行監視偵察、邊境巡邏等任務，監偵範圍 2000km，涵蓋日、韓等東亞國家，不僅可對我國進行全天候監偵，亦可長時間飛行於第二島鏈以東與西太平洋高空，偵察美軍航母戰鬥群與遠東美軍基地，作為「反介入」戰略之目標獲得鏈的一個重要節點，³³為反艦彈道飛彈及巡弋飛彈指示目標，以利其「反介入/區域拒止（A2/AD）」戰略之實施，進而控制臺海、東海及南海³⁴，顯示中共無人飛行載具已具遠距、長時監偵能力。

（二）精準打擊能力：中共戰略、戰術偵察無人飛行載具體系完整，包括近（50-300km）、中（300-1000km）、遠（1000km 以上）程機型，可為戰術導彈、巡弋飛彈及砲兵等部隊執行戰場偵察，提供目標跟蹤、指引、定位、火炮射擊校正及戰場毀傷評估，估計未來將以先進之戰略/戰術無人飛行載具，結合烽火與神通系列的通信衛星、尖兵雷電系統的偵察衛星、北斗系統的導航衛星，全天候掌控我國軍動態，³⁵可配合對我發起全面攻擊時，用來指揮火炮校正、戰場監控、評估或為反艦彈道飛彈及巡弋飛彈指示目標，實現超視距偵察與打擊能力，確保遠程火力打擊的精準度。

（三）偵打一體能力：近年中共仿效美軍，以原先偵察型無人飛行載具為基礎，陸續開發出多款偵察打擊一體化無人飛行載具，如 2015 年「抗戰 70 周年大閱兵」及 2016 年珠海航展中，所展示的「翼龍 I」、「翼龍 II」這兩款偵打一體的無人飛行載具，即可靈活執行不同任務型態，於實施渡海登陸作戰時，結合偵察打擊一體化的戰術運用概念，在偵察敵情過程中，若發現高價值目標，可直接運用機載精準飛彈，立即摧毀目標，或是將目標位置回報，再導引砲兵、空中戰機、海軍艦艇執行火力摧毀，³⁶以期縮短作戰時間、獲取最佳戰機，達到遲滯我軍行動及打亂兵力部署之作為。

（四）飽和攻擊能力：中共陸續開發出「JWS01」反輻射（該型號是仿製以色列「哈比」）、「翼龍 I」、「翼龍 II」及改裝成功的「殲-6」無人飛行載具，均具備對地攻擊能力，可攻擊敵防空雷達、防空導彈陣地，對敵指揮通信體系進行硬殺，達到癱瘓性的摧毀為目的，近年亦積極發展「無人機群編隊出擊」技術，據大陸媒體亦透漏：「翼龍 I」無人機在貴州山地環境成功進行了編隊飛行

³³同註 14，頁 113。

³⁴宋蔚泰中校，〈共軍運用無人飛行載具遂行「一體化聯合作戰」研析〉《海軍學術雙月刊》（臺北），第 51 卷第 5 期，民國 106 年 10 月 1 日，頁 146。

³⁵新境界文教基金會國防政策諮詢小組，〈2025 年中共對台軍事威脅評估〉《國防政策藍皮書》，民國 103 年，頁 22。

³⁶鍾圳宸少校，〈中共偵察打擊一體化無人飛行載具之研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，民國 105 年 4 月，頁 67。

與降落試驗，³⁷此類技術若發展成功與嫺熟，即可以 1 或 2 架高階無人機與數十架掛載導引式飛彈的低階（造價低廉）無人飛行載具進行搭配，運用無人機編隊與集群飛行軟體，組成無人轟炸機群編隊，透過密集起飛、空中集結、多目標分組、編隊合圍、機群攻擊等動作，作為大規模集群實施飽和攻擊的工具，不僅能損毀目標，且能耗費目標防空武器彈藥，其作戰效能比起彈道導彈和巡弋導彈更為有效且價格低廉。³⁸

（五）通信中繼與電戰干擾能力：中共在 2009 年國慶閱兵、2015 年抗戰勝利閱兵與 2017 年的建軍 90 周年閱兵中，「戰略支援部隊」均展示出大量的電子作戰裝備，³⁹近年隨著中共在電子、通信、計算機等領域的技術發展純熟，無人飛行載具的發展也特別強調有效載重項目，⁴⁰可以利用模組化設計，因應任務需求將電子戰裝備裝載在無人飛行載具上，掛載電子中繼裝備，執行數位通訊中繼任務，飛行於 20000 公尺高度，可為半徑 200 公里內的數十萬門無線短波通訊提供中繼和數位交換，臨時替代失效的衛星通訊，擴展通訊網路的覆蓋範圍；也可換裝多具電子干擾器或 GPS 干擾機，執行電子干擾，進而癱瘓敵電子裝備及通信指管系統。

（六）協同作戰能力：中共已建立具備監視、偵察、攻擊、電子戰及教育訓練等功能之無人飛行載具作戰體系，並依各軍種任務特性配置不同類型的無人機，可因應作戰任務日益複雜、戰場環境瞬息萬變，編組多架無人飛行載具（或有人飛行載具指揮無人飛行載具）相互配合，運用系統功能進行資訊融合，進行協調一致的軍事行動，協同完成多重的作戰任務，藉由無人飛行載具匿蹤、不易偵測特性，穿透嚴密的空防體系，偵測重要軍事目標，為友軍提供火力引導，亦可自行搭載武器對目標攻擊。例如在 2018 年 2 月 9 日中時電子報指出，中共空軍為實現有、無人飛行載具協同作戰的戰法，將殲-20 與翼龍-2 集中在鼎新基地，由殲-20 五代戰機指揮控制「翼龍-2」無人飛行載具，執行巡邏、偵察、誘敵、打擊等任務。⁴¹

二、限制因素

（一）衛星鏈路精度不足：鑒於中共北斗衛星全球綜合定位、導航及授時體系建設尚未完善，精度誤差約 10 公尺左右，⁴²目前全球覆蓋範圍覆蓋並不能如同美軍一般，擁有全球衛星涵蓋面能力，相對無人飛行載具作戰運用時，均須

³⁷中國評論新聞，〈國產翼龍無人機新年首次測試編隊試飛〉，[https://hk.cmtt.com\(2020/01/13\)](https://hk.cmtt.com(2020/01/13))。

³⁸同註 17，頁 82。

³⁹林穎佑，〈中共戰略支援部隊的任務與規模〉《展望與搜索》，第 15 卷第 10 期，民國 106 年 10 月，頁 112。

⁴⁰同註 4，頁 81。

⁴¹中時電子報，〈陸殲 20 當蜂王傳將指揮 WD-1K 無人機蜂群作戰〉，[https://www.chinatimes.com\(2020/01/08\)](https://www.chinatimes.com(2020/01/08))。

⁴²亞太和平研究基金會，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉，[https://www.faps.org.tw>files\(2020/03/06\)](https://www.faps.org.tw>files(2020/03/06))。

透過地面導控站進行無線數據傳輸發送導控指令與接收即時影像，在沒有足夠衛星網路支援及精準的定位下，將大幅限縮中共無人飛行載具使用範圍，且對其戰場監視預警、即時傳輸及目標精準打擊能力將會大打折扣，並影響其作戰運用模式。

（二）高端技術仍無法掌握：中共無人飛行載具大多是以仿製美、蘇，或竊取美國重要科技情資，或與以色列合作技術生產，對其相關高端科技仍無法完全掌握，依目前中共現有無人飛行載具而言，研判現僅具備自主航路規劃等級，其在自主控制（如態勢感知技術、路徑規劃與協同控制技術、自主決策技術及自主執行能力等）、目標自動識別、通信網路等智能化技術領域著實落後美軍甚多，⁴³仍是中共無人飛行載具發展的門檻。

（三）無線頻寬傳輸限制：無人飛行載具無論執行偵察或攻擊任務，均須仰賴無線裝備或衛星系統進行大量資訊輸據傳輸，且因導控傳輸鏈路長、數據大、頻寬不足，造成數據傳輸延遲，衍生地面操作手短暫出現盲點，導致偵察情報傳輸延遲或系統當機現象，且因數據傳輸將產生大量的電磁波，若敵人採取電子干擾將會造成無人飛行載具失效或遭敵捕獲情形，⁴⁴顯見頻寬數據鏈傳輸限制，仍是中共後續無人飛行載具發展網狀化作戰概念，仍須克服的問題。

（四）自主應變能力不足：無人飛行載具系統大多採取自動程序導控，主要依照事前任務規劃，預先鍵入相關飛行路線、偵察或攻擊目標等數據資料，再由地面控制人員進行監控執行任務，若敵事先針對其可能進襲航路，設置假雷達、假電磁輻射源、假指揮所和假陣地等目標，將造成無人飛行載具無法自主辨識、應變，靈活應付突發狀況，⁴⁵反遭誘其進入防空火力殲擊區實施空中打擊、摧毀。

中共無人飛行載具對我防衛作戰之威脅

無人飛行載具由於具備操作簡易、價格低廉、飛行距離遠、滯空時間長等特性，具有高度的戰略價值與作戰效能，近年中共發展迅速且成效明顯，倘若將其運用於臺海軍事衝突，將會對我臺澎防衛作戰帶來強大之威脅，析陳如後。

一、增加軍事威懾能力

中共無人飛行載具的研發與應用無疑是戰力增長，現已建立具備監視、偵察、攻擊、電子戰等功能之無人飛行載具作戰體系，並持續列裝部隊，且在質的方面，不僅是在航程、載重偵察、打擊、隱匿、高速、抗干擾等各面向均有重大突破，更可自行機載飛（炸）彈，對目標實施對地攻擊，或為戰術導彈及

⁴³陶于金、李佩峰，〈無人機系統發展與關鍵技術綜述〉《航空製造技術》，第20期，民國102年，頁38-39。

⁴⁴同註36，頁64。

⁴⁵劉鵬鵬、趙勤豫、陳檳、藍鸞鸞，〈無人機系統作戰運用優劣淺述〉《2014「第五屆」中國無人機大會論文集》，民國102年9月，頁825。

巡弋飛彈引導目標，使得運用手段更具多元；在量的方面，其造價低廉，種類繁多，不僅可取代戰機執行高危險任務，增加軍事運用的籌碼外，同時更兼具戰略與戰術應用價值，因此在兩岸關係愈趨「冷對抗」的狀態下，這無疑將對我國國防安全與軍事戰略構成嚴重衝擊。

二、監偵範圍涵蓋全境

中共戰略、戰術偵察無人飛行載具體系完整，其翔龍、BZK-005 無人機已具遠距、全天候監偵能力，且多次運用於南海、東海海域監控，近年中共更汲取外軍作戰思維，運用無人飛行載具，結合空中預警機、超視距雷達，再配合北斗衛星系統，使得監偵範圍涵蓋西太平洋、臺灣全境、日、韓東亞及南海周邊國家等，可對我國在內的第 2 島鏈內全域，進行全天候監偵與即時情資傳輸，不僅對我軍事運動與防衛部署調整，造成嚴重影響與限制，亦可運用無人飛行載具，長時間飛行於第 2 島鏈以東與西太平洋的高空，嚴密監控美軍航母戰鬥群與遠東美軍基地，提供多樣武力支撐與選擇，削弱或制止美軍航母戰鬥群對區域控制能力，與支援台海作戰的可能性，以利其「反介入、區域拒止」戰略目標達成。

三、威脅我東部地區

中共礙於早期的武器裝備較為落後與國際情勢制肘，僅能以西部地區作為進犯的假想地域，但時序推移，中共武器裝備與戰術戰法已不可同日而語，據美國國防部發表的「2015 年中國軍力以告」中指出，解放軍將生產 4 萬餘架空、海基型無人飛行載具，為未來軍力整建計畫的重要目標，⁴⁶現其遠程偵察及轟炸能力已日漸形成戰力，且無人飛行載具部署具高度機動性，可依任務屬性進行機型、駐地調整，其中部份機型採發射架彈射方式起飛，更不受機場起降限制，可部署於海軍作戰、運補艦，駛往戰場後方對敵軍遂行偵察、攻擊任務，配合正面攻擊，對目標進行前後夾擊，獲取最大之作戰成效。判未來極有可能運用無人飛行載具，配合海軍進行顛倒正面戰術，對我東部地區造成相當程度威脅。

四、限縮我預警時間

囿於中共無人飛行載具發展日益純熟，已逐步建置具備監視、偵察、攻擊、電子戰等功能之無人飛行載具作戰體系，可搭載電子戰裝備，對我各級指揮所、雷達站進行電戰干擾，其干擾頻段涵蓋 380 至 480MHz（通信）、1 至 8GHz（雷達），使得半徑 60 至 400 公里以內的 GPS 設備失效或被干擾，研判可涵蓋我國監視/預警及射控雷達頻率，進而癱瘓我通信指管系統之指揮引導語音通信與數據鏈路，將使我失去早期預警偵測能力，喪失作戰先機；且部分無人飛行載具

⁴⁶同註 5，頁 131。

著重於匿蹤性、機體設計較小、並減少雷達折射橫截面，其隱匿性相對較高，若再機體塗裝複合性隱形材料更是不易發覺，容易避開雷達搜索，造成我防情預警罅隙而不自知；甚至現已列裝「翼龍 I」、「翼龍 II」等偵打一體無人飛行載具，可於發現高價值目標，直接運用機載精準飛彈，立即摧毀目標，造成重大傷亡。對於防衛作戰而言無疑是一大威脅，不僅高速匿蹤難以對付外，更使得我軍戰備不及，防情預警時間更為限縮，也將連帶影響各軍種戰略部署與協同作戰效能。

五、消耗我防空資源

中共無人飛行載具發展已具飽和攻擊與協同作戰能力，可於作戰初期大量運用無人飛行載具，以無人機群編隊出擊，取代戰機執行高危險任務，飽和攻擊我軍重要防護目標，其中以 JWS01（哈比）反輻射無人飛行載具為例，研判現已列裝 6 個營套（1 個營套約 108 架，總計 648 架），其每個火力單元可發射 54 架，且作戰距離 800km、續航 5-6 小時，攻擊頻段 0.7 至 18GHz，可涵蓋我預警及防空飛彈射控雷達，⁴⁷若部署福建晉江，1.8 小時後可飛至距 300km 之臺北及高雄目標區，制壓時間可達 4.2 至 6.2 小時，其數量足以對我國遂行數次的飽和攻擊，大幅消耗我防空資源；此外，亦可以有人機與無人機協同作戰，先期誘我預警及射控雷達開機，突襲我方防空陣地，協助戰機開啟空中安全走廊，攻擊我重要防護目標，或扮演欺敵佯攻機，迫我高價防空飛彈及戰機截擊，將急速增加我防空資源損耗。⁴⁸

六、封鎖我對外航道

中共目前刻正試驗無人飛行載具編隊飛行，從事海上戰術攻擊任務，亦積極研發無人飛行載具執行空中加油作業，藉由無人飛行載具的加入，不但可增加戰場知覺的能力，更加延伸海、空兵力遠程投射能力，其攻擊範圍將涵蓋臺灣本土與東西部海域，足以封控我海上連外航路，然我國屬海島型國家，資源缺乏，99%以上的原料、原油、貨物等，均需仰賴國外進口，倘若中共運用無人飛行載具實施「無限期海上交通線封鎖」戰略，本島經濟將很快崩壞，作戰所需物資將無法如期獲得，將引發我社會恐慌及混亂，重創我作戰意志，造成臺灣本島孤立之窘境，對我防衛作戰影響甚鉅。

反制中共無人飛行載具應有作為

中共無人飛行載具的發展，無疑將會改變兩岸的作戰模式，增加我防衛作戰的壓力，為肆應未來無人飛行載具之威脅，國軍應秉創新、精進不對稱防禦

⁴⁷王古常、鄭幸、傅小進、趙潤山，〈反輻射無人機及其防範〉《兵工學報》，第 28 卷第 4 期，民國 96 年 4 月，頁 505。

⁴⁸同註 5，頁 129。

作為，強化各重要基、陣地防護措施，密切掌握各國科技發展趨勢，廣泛蒐集可行之剋制對策，發展經濟有效反制手段，以組建多層防禦作為，相關建議如次。

一、強化監偵辨識能力

平時除藉衛星、戰機偵照、國際情報交換及我方諜報人員等方法，先期蒐集中共無人載具研發生產基地、配置部署及性能諸元等相關參數，並統合運用三軍中、遠程雷達、空中預警、近海反潛定翼機、衛照情蒐及岸巡雷達等手段、結合部署情資，精確研判空中進襲航路，以早期預警偵知其動態外，另應針對無人飛行載具雷達截面積小，不易偵測特性，持續規劃採購或研發 24 小時監控衛星（如太陽同步低軌道設計之合成孔徑雷達）、無人機（如 RQ-4 全球鷹）及新式雷達系統（如美軍薩德 THAAD 系統 AN/TPY-2 型 X 波段雷達），結合雷達聯網功能，增進現役防空預警雷達系統對於匿蹤目標之偵測涵蓋範圍，進而提升我現有即時或全時監偵辨識能力。

二、發展電子干擾裝備

中共無人飛行載具已具備電子干擾能力，可涵蓋我國監視/預警及射控雷達頻率，使我對戰場電磁頻譜的掌控愈加困難，國軍應檢討提升電子干擾飛機性能、建置電子反制裝備、反制衛星定位與通信之電戰裝備，以及戰場頻管暨決策支援系統，以掌握戰場電磁動態，執行戰場頻譜管理及支援指揮官下達電子戰決策，透過壓制其導控電磁訊號來源或遮蔽其衛星導航訊號，將可以最小投資成本，反制共軍數量龐大的無人機群。

三、組建多層防禦手段

國軍應有效整合三軍防空兵火力，配合相關情報傳遞與整合之指管系統構成一高、中、低空的防空體系，採「混合配置、長短相輔」編組，以「重點防禦、縱深部署」方式，建立多層防禦手段，然為避免消耗有限之天弓及愛國者等高價飛彈（以攔截高價值目標為主），當偵獲敵無人機進襲時，優先運用短程防空飛彈接戰（麻雀、車載劍一、刺針飛彈），其次為短程防空快砲（35 快砲、20 機砲）；另針對小行多軸無人飛行載具，則運用捕捉網或無人飛行載具防禦系統（UDS 干擾距離為 5 公里）實施攔截、干擾，以重層攔截敵空中目標，以達精準與節約之作戰效能。

四、研製高效反制能量

國軍應秉創新、不對稱作戰思維，以「損小、效高、價廉、易行、爭議小」作為武器發展方向，除在既有的基礎上，持續研製發展空中感測器、電子干擾裝備、雷射及高功率微波武器（HPM）等經濟、高效益的反制能量，此外，亦可於基（陣）地周邊設置空中障礙，礙如高空煙火反制、空飄雷（以氫氣球攜

帶地雷或觸發炸藥）等不對稱戰術戰法，阻絕低空進襲之無人飛行載具，以打亂其作戰節奏，增加犯臺困難度，創造「以小搏大、以寡擊眾」之作戰效益，以能有效預應中共無人飛行載具之威脅。

五、強化戰力防護作為

平時應落實戰場經營與戰備整備，除運用既設掩體與偽裝作為，實施疏散、掩蔽，並考量未來作戰場景，研提「匿蹤欺敵」科研主軸，發展各種隱真示假技術、智能型偽裝設施，光學變色材料、輻射源防大/放小材料、電磁輻射器及誘餌假目標等設置，具體建構在敵無人飛行載具突襲下高存活戰力，同時可於敵可能進襲航路，設置假雷達、假電磁輻射源、假指揮所和假陣地等目標，誘其進入防空火力殲擊區，有效摧毀敵空中目標；另為降低敵無人機突穿我防禦網對陣地攻擊損害，應持續完成作戰區指揮所地下化及精進 C4ISR 通信指管系統與備援通資裝備建立，嚴格落實戰場頻譜管理、雷達輻射源管制，完善建構電子防護，以強化關鍵基礎設施及重要防護目標效能，確保重要設施安全。

六、加強敵情教育訓練

平時應加強相關敵情教育訓練，並強化模擬中共無人飛行載具偵察或打擊之防護演練，使其各級部隊瞭解共軍無人飛行載具對我之威脅與增強反制措施，亦能夠提升戰時應變能力；另為提升無人飛行載具迴跡目標判讀能力，除藉模擬器訓練課程，設置多項無人機進襲場景，加強雷達操作人員判讀訓練，亦可結合戰演訓時機，配合無人飛行載具進襲課目，實地、實作參與演練，以提升實戰判讀能力。

結語

近年中共在不對稱作戰與高科技建軍指導，及國防經費與部隊需求的助益之下，結合「軍民融合」政策，無人飛行載具的發展已含括戰略、戰術偵察、偵打一體等機種，並集監偵、攻擊、電戰干擾、通信中繼及目標指引等全功能之面向持續發展，其技術已日臻純熟，不僅可對我地面與海上雷達、通訊、管制鏈路等實施遠距離干擾，提供攻擊機群、海上艦艇和地面部隊所需要之電子掩護，亦可運用無人飛行載具「反介入、區域拒止」美軍介入亞太事務，並為海、空軍開啟後續登島作戰之門，對我 C4ISR 系統以及政、經、軍中心等目標實施先制攻擊，其戰力已逐漸形成，威脅程度已不亞於戰術導彈及空中攻擊等正規武力。

試想中共無人飛行載具對我臺澎防衛作戰的影響已逐漸提升，不僅在平時可運用無人飛行載具於臺海周邊對進行偵測、干擾與刺探我軍事情資外，戰時亦可以龐大的無人機群消耗我防空戰力，攻擊我重要防護目標，癱瘓我指管通情監偵系統，並為中、遠程戰術導彈實施目標指引，作為反制外軍介入臺海的

關鍵武器，在面對中共強大的軍事實力威脅，不容我們的輕忽、漠視，當下，國軍更應群策群力，統籌三軍資源分配，訂定明確發展方針，儘早擬定戰略與戰術對策，進而調整戰略部署，延長戰略縱深與預警時間，且需強化戰場辨識能力與籌建精準打擊武器，同時持續精進反制無人飛行載具之武器裝備發展與戰術運用，進而將新的戰略構想、戰術思維和現代技術融入國家總體防衛力量，如此一來，方可隨時因應未來可能之變，國家安全才能得以鞏固。

參考文獻

- 一、新境界文教基金會國防政策諮詢小組，〈2025 年中共對台軍事威脅評估〉《國防政策藍皮書》，民國 103 年。
- 二、袁更生，〈中共空軍現代化發展-以無人飛行載具為例〉《淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班論文》，民國 101 年 6 月。
- 三、黃耀鋒，〈中共無人戰鬥飛行載具發展及我因應作為〉《淡江大學國際事務與戰略研究所碩士在職專班論文》，民國 107 年 1 月。
- 四、胡堯儲，〈無人飛行載具發展及可能運用之研討〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 41 卷第 476 期，民國 94 年 2 月。
- 五、Trefor Moss 著、孫立方譯，〈中共無人飛行載具發展研析〉《國防譯粹》（臺北），第 40 卷第 7 期，民國 102 年 7 月。
- 六、蔡志銓少校，〈中國大陸發展無人飛行載具發展對我空防威脅之研究〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 672 期，民國 108 年 10 月。
- 七、何應賢上校，〈由世界軍用無人機發展趨勢論中國大陸軍用無人機發展與威脅〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 652 期，民國 105 年 6 月。
- 八、應紹基備役上校，〈中國大陸軍用無人機發展之現況與展望〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 657 期，民國 106 年 4 月。
- 九、許然博上校，〈中國無人飛行載具發展對我海軍威脅〉《海軍學術雙月刊》，第 51 卷第 5 期，民國 106 年 10 月 1 日。
- 十、蔡志銓少校，〈中國大陸空軍戰略轉型與未來發展之研究〉《空軍學術雙月刊》，第 657 期，民國 106 年 4 月。
- 十一、蔡明訓上校，〈中國無人飛行載具現況及性能簡介〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 632 期，民國 102 年 2 月。
- 十二、徐康榮中校、孫亦韜上校，〈中共無人飛行載具對我海軍艦隊作戰影響〉《海軍學術雙月刊》，第 52 卷第 5 期，民國 107 年 10 月 1 日。
<http://sill-www.army.mil/firesbulletin>. (2016/11-12)
- 十三、宋蔚泰中校，〈共軍運用無人飛行載具遂行「一體化聯合作戰」研析〉《海軍學術雙月刊》（臺北），第 51 卷第 5 期，民國 106 年 10 月 1 日。

- 十四、鍾圳宸少校，〈中共偵察打擊一體化無人飛行載具之研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，民國 105 年 4 月。
- 十五、林穎佑，〈中共戰略支援部隊的任務與規模〉《展望與搜索》，第 15 卷第 10 期，民國 106 年 10 月。
- 十六、陶于金、李佩峰，〈無人機系統發展與關鍵技術綜述〉《航空製造技術》，第 20 期，民國 102 年。
- 十七、劉鵬鵬、趙勤豫、陳檳、藍彎彎，〈無人機系統作戰運用優劣淺述〉《2014「第五屆」中國無人機大會論文集》，民國 102 年 9 月。
- 十八、王古常、鄭幸、傅小進、趙潤山，〈反輻射無人機及其防範〉《兵工學報》，第 28 卷第 4 期，民國 96 年 4 月。
- 十九、Technews 科技新報，〈無人機襲擊重創沙烏地阿拉伯煉油廠。美國指控伊朗為元凶〉，<https://www.technews.tw>（2019/12/17）。
- 二十、新頭殼 Newtalk，〈中共大閱兵無偵 8、攻擊 11 無人機首次亮相〉，<https://newtalk.tw>（2019/12/17）。
- 廿一、百科知識中文網，〈中共 ASN-104 無人機〉，<https://www.easyatm.com.tw>（2019/12/20）。
- 廿二、華人百科，〈ASN-206 多用途無人駕駛飛機〉，<https://www.itsfun.com.tw>（2019/12/20）。
- 廿三、維基百科，〈翔龍無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org>（2019/12/18）。
- 廿四、中國時報，〈翔龍媲美全球鷹陸美分庭抗禮〉，<https://www.chinatimes.com>（2019/12/18）。
- 廿五、華大百科，〈ASN-104（原編號為 D-4）西北工業大學愛生技術集團研製的小型低空慢速偵察機〉，<https://www.itsfun.com.tw>（2019/12/31）。
- 廿六、維基百科，〈攻擊-1〉，<https://zh.m.wikipedia.org>（2019/01/07）。
- 廿七、中時電子報，〈陸千架殲-6 無人機開戰可封鎖台海〉，<https://www.chinatimes.com>（2019/12/19）。
- 廿八、中時電子報，〈殲-6 改成無人機 70 架部署武夷山〉，<https://www.chinatimes.com>（2019/12/19）。
- 廿九、中時電子報，〈殲-6 改成無人機 70 架部署武夷山〉，<https://www.chinatimes.com>（2019/12/19）。
- 三十、中國評論新聞，〈國產翼龍無人機新年首次測試編隊試飛〉，<https://hk.cmtt.com>（2020/01/13）。
- 卅一、中時電子報，〈陸殲 20 當蜂王傳將指揮 WD-1K 無人機蜂群作戰〉，<https://www.chinatimes.com>（2020/01/08）。

卅二、亞太和平研究基金會，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉，<https://www.faps.org.tw/files>。

作者簡介

唐承平上校，常士 80 年班、陸軍官校 84 年班、中正理工學院電子工程研究所 89 年班、防空正規班 93 年班、陸院 95 年班、戰院 102 年班，歷任排、連、營長、群副指揮官、測考中心參謀主任，現任職陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組長。

探討復仇者飛彈系統面臨防空新挑戰與作為 – 一、二類無人機

作者：楊培毅

提要

- 一、2019 年 3 月以色列軍隊使用 UAV 空投催淚彈，對付迦薩走廊的巴勒斯坦人，8 月於 UAV 上裝置炸彈攻擊黎巴嫩；同年 9 月沙烏地阿拉伯的 2 處重要石油設施遭受葉門叛軍胡賽組織使用伊朗製的 UAV 攻擊，造成沙國關閉近半石油設施，減少原油約近 5 成的產量，損失極為慘重，此效應也間接地影響到全球國際的油價市場。
- 二、美國國防部於 2015 年將無人飛行載具區分成五個類別定義，其分類的依據除以無人機的尺寸與重量外，最主要乃依其飛行距離與航行能力來界定。
- 三、第一、二類無人機的特性為成本低廉、容易獲得、體積小、物體結構由木材或塑膠複合式材料製成，其雷達截面積（RCS 值）為 0.5 平方公尺以下，雷達偵蒐不易，且飛行噪音低（約 65 – 80 分貝），亦不易被人為提早發現，再加上機群以低速、低空飛行，躲避野戰防空預警雷達，因此易造成奇襲效果。
- 四、中共航空技術對無人機的發展從未間斷，現今已擁有將軍用無人機的功能整合偵查、攻擊平台於一體的能力，使偵打合一的無人機同時具備目標獲得、目標識別、攻擊接戰、電戰干擾與效果監控等能力，以大幅提高作戰效益。近年中共將第一、二類無人機研改成具備攻擊能力的機種，例如四軸式無人機 – MR40 與六軸式無人機 – MR150，可藉無線寬頻網路鏈結多架武裝攻擊之超近程無人機，裝配反坦克飛彈或藍箭 – 5 空對地飛彈或甚至 LG5A 管式火箭彈等武器，其特點不僅是雷達截面積小，不易被偵測，飛行動力來自電能或低燃料引擎，甚至無法被紅外線飛彈鎖定，還具備 GPS 定位可藉蜂群式飛行、飽和式攻擊、自殺攻擊之模式等以進行破壞與癱瘓、擾亂等能力。
- 五、中共無人飛行載具大都屬於第三類以上之無人機，其特性為高空飛行、航程極大，均已超過復仇者飛彈系統接戰能力範圍，故第三類以上之無人機以我國土防衛作戰而言，乃由海、空軍之中高空飛彈或空中攔截機來應戰，因此復仇者野戰防空部隊除面對共軍往昔武裝直升機、低空進襲之定翼機與巡弋飛彈等威脅外，還得接受新崛起之一、二類無人機的挑戰。
- 六、美軍鑑於前述事件突顯在現代戰場環境中不對稱戰爭的威力，憑著極為低價的無人機，就能達到相當巨大的破壞，因此規劃出反無人機之六層攔截防空網，而美軍復仇者飛彈系統現行所使用的刺針飛彈，則在多層攔截防

空網中的第三、四層。

關鍵詞：SHORAD、蜂群式無人機（UAV Swarm）、中共無人機

前言

隨著科技突飛式的躍進發展，軍事武器性能與其使用方式，亦大幅改變以往傳統戰術與準則運用的範疇。傳統戰爭型態的轉變，皆拜現代科技的進步所賜，例如第二次世界大戰之後，飛彈逐步取代第一次世界大戰傳統火砲的運用模式，針對飛彈的射程、殺傷範圍的掌控能力和打擊的精準度，都已經成為當時評斷戰力指標的重要原則。另外，當戰場從傳統的三維空間擴展到太空時，彈道飛彈的運用也改變空層的攻擊與防禦模式，再加上近十年來網際網路廣泛領域的運用，高價值之精準武器打擊的趨勢，再次被低價值之寬頻無線 UAV（無人飛行載具或稱無人機）戰術攻擊運用方式所挑戰。

2018 年 1 月，俄羅斯在敘利亞的軍事基地，攔截到了一架裝滿炸藥攻擊的 UAV（圖一），¹ 2019 年 3 月，以色列軍隊使用 UAV 空投催淚彈，對付迦薩走廊的巴勒斯坦人，同年 8 月於 UAV 上裝置炸彈攻擊黎巴嫩；同年 9 月沙烏地阿拉伯的 2 處重要石油設施（圖二），慘遭葉門叛軍胡賽組織使用伊朗製的 UAV 攻擊，造成沙國關閉近半石油設施，減少原油約近 5 成的產量，損失極為慘重，此效應也間接地影響到全球國際的油價市場。²

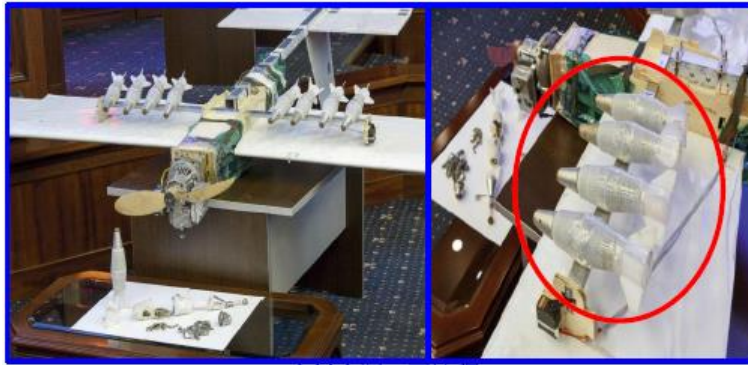
顯然，無人空中載具在軍事上的攻擊運用，在近兩年已經成為新的防空特殊威脅。其中，中共在 UAV 研製發展技術進步，中國電子技術公司（CETC）為發展無人機技術的公司，過去曾經創可單次遙控 67 架 UAV 的紀錄，在 2017 年 6 月，就以單控 119 架 UAV 的世界紀錄（圖三），擊敗了美國波音公司單控 103 架的紀錄，而獲得 UAV 蜂群式遙控技術成熟的名聲。³

中共無人飛行載具運用，從偵查、監視與攻擊整合，到蜂群式運用技術突破，顯示中共在軍事作戰運用強烈企圖；國軍陸軍現今野戰防空的能力當中，就屬復仇者飛彈系統為最新的防空武力，能否對應中共新崛起的蜂群式無人機（UAV Swarm）挑戰，而成為反無人機的角色，乃是筆者所要討論的重點。

¹ Jeremy Binnie (Jane's Defence Weekly), 〈Russians reveal details of UAV swarm attacks on Syrian bases〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01826578&Gid=REC_01826578&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQI143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/01/12)

² 中天電子新聞，〈沙 9 兆年軍費竟不敵 46 萬無人機攻擊〉, <https://gotv.ctitv.com.tw/2019/09/1127212.htm>。(2019/09/17)

³ Andrew Tate (Jane's Defence Weekly), 〈China launches record-breaking UAV swarm〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01809801&Gid=REC_01809801&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQI143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/06/21)



圖一 俄軍自敘利亞攔截到裝滿炸藥攻擊的 UAV
資料來源：同註釋 1



圖二 沙烏地阿拉伯重要石油設施遭受 UAV 攻擊
資料來源：同註釋 2



圖三 中國電子技術公司（CETC）單控 119 架 UAV 的世界紀錄
資料來源：同註釋 3

無人飛行載具介紹

無人飛行載具（UAV）俗稱無人機、無人航行載具、無人作戰飛機、蜂型機等，廣義上不需要飛行員登機駕駛操作的各式遙控飛行器，在用途上通常區分為民用型和軍用型。⁴

⁴ 維基百科，〈UAV 無人飛行載具〉，<http://zh.m.Wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E8%88%AA%E7%A9%BA%E8%BC%89%E5%85%B7>。(2019/11/18)

一、無人飛行載具分類等級

早期無人飛行載具的產製，依科技的進步與市場的需求而來，其機種類型千奇百種，近 10 年世界各國尚未對 UAV 有明確的分類，因此美國國防部於 2015 年，將無人飛行載具區分成五個類別來定義（表一），⁵其分類的依據除了以無人機的尺寸與重量外，最主要乃依其飛行距離與航行能力來界定。

（一）超近程無人機（Very close – range UAVs）：又稱「微型無人機」，顧名思義是眾多無人機中尺寸最小，尺寸介於 30~50 公分之間，可控飛行距離限制於 5 公里內，單次航行時間介於 20~45 分鐘，可簡易地執行偵查任務，超近程無人機代表機種有以色列的 IAI Malta 與美軍的 Skate 微型無人機（圖四）。⁶

（二）近程無人機（Close – range UAVs）：近程無人機尺寸介於 50~200 公分之間（不超過 2 公尺），可控飛行距離在 50 公里以內，其單次航行時間介於 1~6 小時，近程無人機由於重量較輕，通常也可以採人力的丟擲方式起飛，其代表機種為美軍 RQ – 7 Shadow 近程無人機（圖五），常用來執行偵查（reconnaissance）與監視（surveillance）任務。⁷

（三）短程無人機（Short – range UAVs）：短程無人機尺寸通常比輕航機小，翼展介於 5~10 公尺，因尺寸與動力的關係，載重能力達 100 公斤以上，可裝載空對地精準導引飛彈或電子干擾、反監視電子設備，甚至作為通信中繼等，所以到達此等級的無人機，已經無法單靠個人進行搬運。短程無人機可控距離在 150~200 公里以內，單次航行時間介於 8~12 小時；短程無人機代表機種有以色列的 US Hunter 與美國波音的 Eagle Eye 與英國的 Watch keeper 無人機（圖六）。⁸

（四）中程無人機（Mid – range UAVs）：中程無人機通常有超高速飛行能力，性能更優於短程無人機，可控距離達 300 公里之遠，單次航行時間介於 14~24 小時間，中程無人機代表機種為美國的掠奪者 – Predator（圖七）。⁹

⁵ US Department of Defense, 〈Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan〉, <https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5>。(2015/08/06)

⁶ Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets, 〈Aurora Flight Sciences Skate〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01318916&Gid=REC_01318916&Sess=1939928e-d02e-4818-9fb7-f08ff194b6d6&IntSec=3T1sGX//ctS4d/g7IZxwIXUWnWM=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2016/09/10)

⁷ Jane's Fighting Ships, 〈Textron Systems RQ-7 Shadow〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01357588&Gid=REC_01357588&Sess=fa242d07-fc21-47ea-ad23-680581f1a98c&IntSec=/zCk6R5pnPy6ZuCHFXtZARjwvck=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2019/04/16)

⁸ Jane's Defence Weekly, 〈Watch keeper achieves full operational capability〉, [http://10.22.155.231/File/?File=REC_01857353&Gid=REC_01857353&Sess=1a54888b-8392-44c2-9ccf-76841c929196&IntSec=xmraKIJUU/7OF4LunM9Z9UWxBdw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376](http://10.22.155.231/File/?File=REC_01857353&Gid=REC_01857353&Sess=1a54888b-8392-44c2-9ccf-76841c929196&IntSec=xmraKIJUU/7OF4LunM9Z9UWxBdw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376http://10.22.155.231/File/?File=REC_01857353&Gid=REC_01857353&Sess=1a54888b-8392-44c2-9ccf-76841c929196&IntSec=xmraKIJUU/7OF4LunM9Z9UWxBdw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376)。(2019/02/07)

⁹ Jane's Defence Weekly, 〈Certifiable Predator B completes integration〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01782995&Gid=REC_01782995&Sess=514b2f9a-46f8-4283-a74e-8445d3be78b8&IntSec=NhEvYxqUEDIGKhZr7cdvmolF4C8=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2016/09/08)

（五）長程續航無人機（Endurance UAVs）：長程續航無人機的特點，不再是遠達 300~650 公里的可控距離，而是它驚人的單次航行時間可達 24~36 小時的作業時間與高達 20 公里的飛行高度，其載重能力也相對提升超過 500 公斤以上，可裝載更多的電子設備，長程續航無人機的代表機種有美國的全球鷹 – Global Hawk（圖八）。¹⁰

表一 美國國防部無人機分類表

分類	重量（ 磅 / 公斤 ）	飛行高度（公尺）	速度（m/s）
第 1 類	0 - 20 磅（0 - 9 公斤）	小於 400 公尺	小於 50 m/s
第 2 類	21 - 55 磅（9.5 - 30 公斤）	小於 1200 公尺	小於 130 m/s
第 3 類	小於 1320 磅（小於 598 公斤）	小於 6000 公尺	小於 130 m/s
第 4 類	大於 1320 磅（大於 598 公斤）	小於 6000 公尺	可達任何速度
第 5 類	大於 1320 磅（大於 598 公斤）	大於 6000 公尺	可達任何速度

資料來源：同註釋 5



圖四 以色列 IAI Malta（左）與美軍 Skate 微型無人機（右）

資料來源：Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets，〈Aurora Flight Sciences Skate〉，<http://10.22.155.231>（2016/09/10）



圖五 美軍 RQ - 7 Shadow 近程無人機

資料來源：同註釋 7

¹⁰ Jane's Defence Weekly，〈USAF enlisted personnel to operate Global Hawk UAVs〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01760960&Gid=REC_01760960&Sess=05bbbdea-82e8-4fd7-a333-00bd83ee54f2&IntSec=y8CG4sPMQtKD4yuZKGvGTG9XC0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2016/01/21）



圖六 短程無人機機種
資料來源：同註釋 8



圖七 美國的掠奪者 - Predator
資料來源：同註釋 9



圖八 美國長程續航無人機 - 全球鷹 Global Hawk
資料來源：同註釋 10

二、中共無人飛行載具介紹

無人飛行載具之所以常被用來執行偵查與監視任務，乃因為其攝像鏡頭、電池技術、光電設備、陀螺儀與寬頻無線網路等之微型科技已明顯進步許多，能夠將上述所裝備的重量，限制於固定範圍內，並將動力耗能輕量化，使無人機可靜默飛行或固定盤旋，即時傳送所拍攝之影像，傳至指揮管制中心，然也可隨著無人機體積與酬載能力，增加攻擊與電子干擾等設備以遂行軍事行動。

中共無人飛行載具發展可追溯至 1960 年代越戰期間，當時美軍常使用火蜂無人機 (Fire bee) (圖九)¹¹ 在越南戰場執行偵查與電戰任務，經常侵入中國大陸領空。1964 年 11 月 15 日共軍以殲 - 6 戰機將其擊落，中共將墜地的火蜂無人機殘骸搜整，交由北京航空航天大學進行逆向工程研究予以仿製，因而研製出長虹一號無人機之雛型機 (圖十)，¹² 於 1972 年 11 月 28 日成功執行首飛，1980 年定型後正式裝備部隊運用，其軍用型號改以取名為「無偵 - 5」。

此後，中共航空技術對無人機的發展從無間斷過，而現今中共已擁有能將軍用無人機的功能整合偵查、攻擊平台於一體的能力，使偵打合一的無人機同時具備目標獲得、目標識別、攻擊接戰、電戰干擾與效果監控等能力，以利大幅提高作戰效益，以下為中共無人飛行載具的代表機型與圖鑑 (表二、圖十一至圖二十)。¹³



圖九 美軍火蜂無人機 (Fire bee)

資料來源：同註釋 11



圖十 中共長虹一號無人機

資料來源：同註釋 12

¹¹ San Diego (Jane's IHS Markit), 〈Fire bee aircraft〉, <http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=juav0187-juav>。(2018/08/16)

¹² Jane's IHS Markit, 〈WZ-5 Chang Hong (Long Rainbow)〉, <http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=juav0005-juav>。(2015/09/22)

¹³ 鍾圳宸, 〈中共偵察打擊一體化無人飛行載具之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園), 第五十二卷第 546 期, 陸軍教準部, 2016 年 4 月, 頁 5-10。

表二 中共無人飛行載具機型

型式	性能	用途	圖號參考 (分類)
長虹一型	飛行航程：2500 公里 飛行高度：17500 公尺 滯空時間：3 小時	使用可見光照相機，晝間執行高空攝影及偵照任務。	圖十一 (第五類)
長空二型	飛行航程：950 公里 飛行高度：18000 公尺 滯空時間：3 小時	可用於核武器試驗的取樣工作亦可供低防空武器系統鑑定用，並具有高機動盤旋能力，供空對空導彈和殲擊機鑑定試驗用。	圖十二 (第五類)
ASN - 104	飛行航程：300 公里 飛行高度：3200 公尺 滯空時間：2 - 6 小時	提供戰場空中偵察情報與進行即時監視。	圖十三 (第四類)
ASN - 206	飛行航程：150 公里 飛行高度：6000 公尺 滯空時間：4~8 小時	晝夜空中偵察、戰場監視、偵察目標定位、校正 火炮射擊、戰場毀傷評估、邊境巡邏等軍事領域，也可用於航空攝影、地球物理探礦、災情監測、海岸緝私等民用領域。	圖十四 (第三類)
哈比	飛行航程：600 公里 飛行高度：3000 公尺 滯空時間：4 小時 攻擊精度：5 公尺	為空對地反輻射飛彈之一種，具定位運算能力，可搜尋雷達源進行攻擊。	圖十五 (第四類) (由以色列購置獲得)
WZ - 2000	飛行航程：2000 公里 平飛速度：236 公尺/秒 滯空時間：12 小時	具衛星通訊能力，可即時提供戰區圖像、情報，完成偵查與監視任務。	圖十六 (第五類)
翼龍系列	飛行航程：4000 公里 飛行高度：5300 公尺 滯空時間：20 小時	對地面目標進行定位、識別、跟蹤、監視、偵查與對地攻擊。	圖十七 (第四類)
彩虹系列	飛行航程：2400 公里 飛行高度：5300 公尺 滯空時間：6 - 16 小時	偵蒐、通訊中繼、情報蒐集、火炮校射、電子戰、地面目標精準定位及即時打擊等作戰任務。	圖十八 (第四類)
B - 2	飛行航程：15 公里 飛行高度：50~5000 公尺 滯空時間：1 小時	提供地面防空部隊進行接戰射擊訓練。	圖十九 (第二類)
多軸式 無人機	飛行航程：5 公里以內 飛行高度：1200 公尺以下 滯空時間：1 - 6 小時	目標偵蒐、目標精準定位、識別、攻擊	圖二十 (第一類)

資料來源：同註釋 13



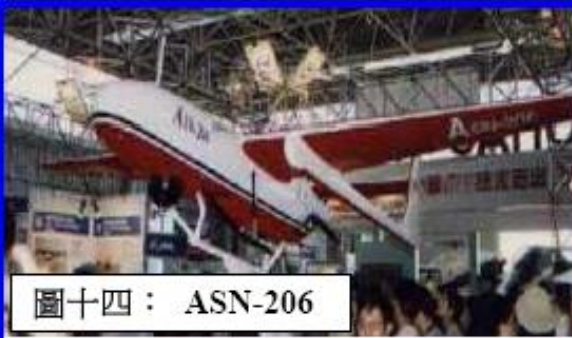
圖十一：長虹一型



圖十二：長空二型



圖十三：ASN-104



圖十四：ASN-206



圖十五：哈比



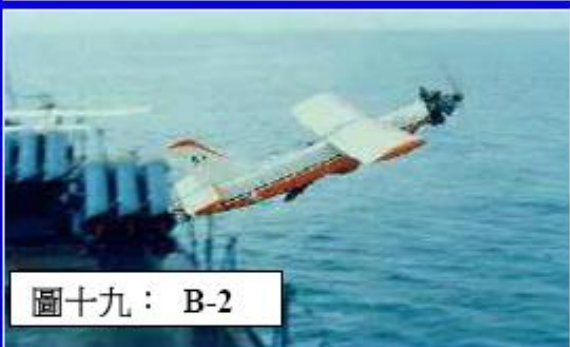
圖十六：WZ-2000



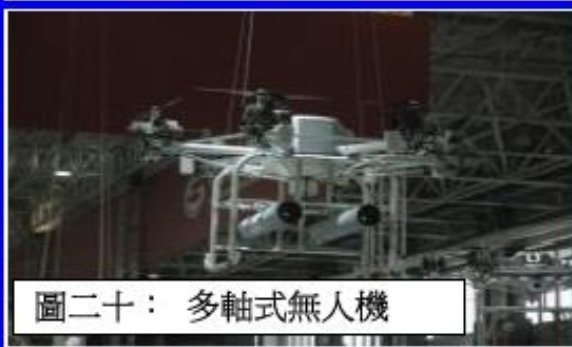
圖十七：翼龍系列



圖十八：彩虹系列



圖十九：B-2



圖二十：多軸式無人機

圖十一至圖二十 中共無人飛行載具圖鑑

資料來源：China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC)，〈CHINA UAV〉，
http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=jsd_3059-jsd_。(2016/12/12)

三、中共無人機可能對我之威脅

中共軍用無人飛行載具，具有航程長、巡航高度高、滯空時間久、飛行速度快、載荷重量大等特點，加上共軍已成功研發無人機「編隊飛行」與「蜂群飛行」，且因模組化設計而可快速更換模組設備，可於高空中構成無人機偵察網、通訊中繼、電子與 GPS 信號干擾以及實施無人機轟炸等多種不同任務。

1. 制壓消耗我防空系統：利用無人機先行耗損我國地空飛彈、攔截機等防空資源，減輕其後續航空兵主力採取後續行動之威脅。

2. 重點地區打擊：預先設定對我重要防護目標地區，如機場、軍（商）港、後勤設施、通信中心、交通樞紐、軍事工業、能源建設等脆弱固定目標，採單機或多機編隊模式進行襲擊、破壞進而癱瘓我後續戰力之維持。

3. 敵情蒐報：在情報支援方面，可協助即時影像情報蒐集、戰場監控部隊兵力移動監控；另在通信運用方面，可協助做為通信中繼，還可發揮其潛在功能，諸如蒐集通信、雷達頻段情報或者干擾、誤導我相關通信電子設備，使我誤判當前相關情勢等狀況。

4. 導引火力，精準打擊：共軍可運用其無人機相關偵蒐設備，利用其衛星訊號精準導引其火力、射擊控制和戰果評估。

5. 第一、二類無人機的蜂群戰術：近年來中共將第一、二類無人機研改成為具備攻擊能力的機種，例如四軸式無人機 - MR40 與六軸式無人機 - MR150，可藉由無線寬頻網路鏈結多架武裝攻擊之超近程無人機，裝配反坦克飛彈或藍箭 - 5 空對地飛彈或甚至 LG5A 管式火箭彈等武器（圖二十一），¹⁴其特點不僅是雷達截面積小，不易被偵測，飛行動力來自電能或低燃料引擎，甚至無法被紅外線飛彈鎖定，還具備 GPS 定位可藉蜂群式飛行、飽和式攻擊、自殺攻擊之模式等以進行破壞與癱瘓、擾亂等能力。



圖二十一 藍箭 - 5 空對地飛彈（左）與 LG5A 管式火箭彈（右）

資料來源：同註釋 14

¹⁴ Nikolai Novichkov, 〈Airshow China 2018: Norinco presents UAV swarm concept〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01843770&Gid=REC_01843770&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQi143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/11/08)

復仇者飛彈系統能否有效擔任反無人機（第一、二類）角色之探討

因中共無人機飛行載具大都屬於第三類以上之無人機，其特性為高空飛行、航程極大，均已超過復仇者飛彈系統接戰能力範圍，故第三類以上之無人機以我國土防衛作戰而言，乃由我海、空軍之中高空飛彈或空中攔截機來應戰，因此復仇者野戰防空部隊除了面對共軍往昔武裝直升機、低空進襲之定翼機與巡弋飛彈等威脅外，還得接受新崛起之一、二類無人機的挑戰。

一、復仇者飛彈系統接戰能力限制

復仇者飛彈系統為美國於西元 1980 年起開始研發，飛彈車體結構由美國波音公司設計，使用美國雷神公司的刺針飛彈，曾參與波灣戰爭與伊拉克自由行動等戰役。我國陸軍復仇者防空部隊於民國 90 年成軍，可接戰目標為低空進襲之無人載具、旋翼機及定翼機、巡弋飛彈等航空器，搭配蜂眼雷達指管系統，可大幅增加作戰預警時間，提升全系統作戰效能。然該系統也並非完美無敵，仍有其運用上的限制，以下為該系統的接戰能力分析。

1.車體結構限制：復仇者飛彈系統之悍馬車結構為鋁合金車體構造，¹⁵而為減輕悍馬車所承載全裝彈藥之重量，其飛彈塔設計為蜂巢狀木質結構與化合物所塑造而成，防彈、抗破片、防爆能力稍弱，美軍準則 FM 44-100-2 中亦說明了復仇者飛彈系統不可暴露於直接火力、輕兵器（small arms）與間接火力之下，¹⁶因此就單以外部結構方面來說，較為脆弱，在城鎮戰中若遭遇敵地面突擊部隊或遇武裝無人機攻擊，威脅人員與裝備且影響戰場存活率。

2.早期預警與目標獲得限制：第一、二類無人機特性為成本低廉容易獲得、體積小、物體結構由木材或塑膠複合式材料製成，其雷達截面積（RCS 值）為 0.5 平方公尺以下，雷達偵蒐不易，且飛行噪音低（約 65-80 分貝），亦不易被人為提早發現，再加上機群以低速、低空飛行，躲避我野戰防空預警雷達，因此易對我造成奇襲效果。

3.火力發揚限制：復仇者飛彈系統全武裝（圖二十二），計有數枚刺針飛彈與一挺擁有數百發子彈之電控擊發式 M3P 五〇機槍，飛彈及機槍有效射程限於視距內的低空進襲目標，以下再針對飛彈與機槍的接戰運用限制說明。

（1）刺針飛彈弱點：我陸軍復仇者飛彈系統線所使用的飛彈具有被動紅外線尋標導引的功能，意思就是刺針飛彈僅能接戰有熱源的空中目標，且該目標的熱源要有像一般航空器引擎所排放出來的高溫熱能特徵（圖二十三）一樣才可接戰；另外，從物理學量化的角度分析，一般紅外線尋標器依照物理學家「維

¹⁵ 陳信彬著，〈復仇者飛彈系統操作手冊-第二版〉，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月 10 日），頁 1-4。

¹⁶ JOEL B HUDSON, AIR DEFENSE ARTILLERY REFERENCE HANDBOOK (Washington: Headquarters Department of the Army, 2000), P3-16。

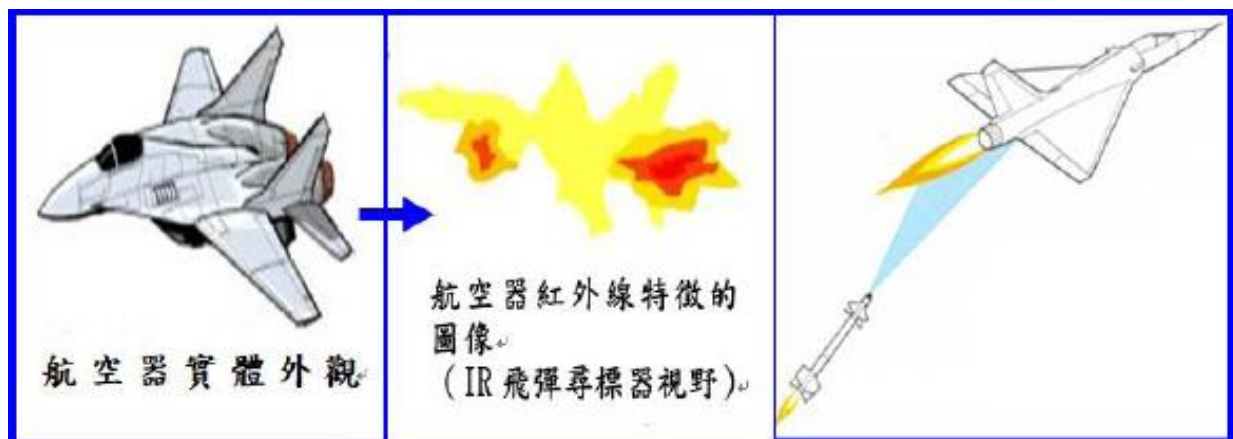
斯定律」的公式可推算，紅外線波長與溫度的關係（ λ 波長 $\times T$ 絕對溫度=2892 μmK ），¹⁷所以目標熱能至少需要約 550°C 以上的溫度才能讓刺針飛彈尋標器鎖定，然而以現今第一、二類無人機的飛行科技，不管是多軸式還是定翼式所需飛行動力均是靠電力或是低燃料引擎所提供，因此其動力所產生的溫度（或紅外線），是否足以讓紅外線尋標器有效鎖定，有待討究。

（2）M3P 五〇機槍弱點：機槍對復仇者飛彈系統而言，可彌補飛彈射擊時所產生的超仰死角與進行地面自衛戰鬥之用，然機槍彈射速快，彈藥快速用罄需耗時再裝填，因此以機槍接戰第一、二類無人機群效能有限。



圖二十二 復仇者飛彈系統（刺針飛彈與 M3P 五〇機槍）

資料來源：作者自攝



圖二十三 航空器引擎所排放出來的紅外線特徵

資料來源：Doug Jackson，〈Missile Countermeasures〉，<http://www.aerospaceweb.org/question/electronics/q0191.shtml>。（2004/08/29）

¹⁷ Shripad P. Mahulikar, "Infrared signature studies of aerospace vehicles," *Progress in Aerospace Sciences*, (India), (2007), P. 220-221。

二、美軍復仇者飛彈系統反無人機之運用規劃

中東地區自上世紀中葉起，成為主要武器試驗場，伊朗更自 1980 年展開無人機研發計畫，範疇從情報行動至攻擊手段皆有。無人機具備便宜、安全與遠端操作等特性，因此，吸引區域內激進組織和國家，將其作為戰略型武器。近期，以色列無人機攻擊黎巴嫩真主黨設施，以及伊朗試圖以無人機攻擊航經荷莫茲海峽美軍船艦，都受到舉世矚目。¹⁸美軍鑑於上述事件突顯在現代戰場環境中不對稱戰爭的威力，憑著極為低價的無人機，就能達到相當巨大的破壞，因此規劃出反無人機之六層攔截防空網（圖二十四），而美軍復仇者飛彈系統現行所使用的刺針飛彈，則在多層攔截防空網中的第三、四層，以下為各層防空網介紹。¹⁹

1.第一層防空網：為最低空的高機動保護系統，稱為「刀鋒系統」(BLADE)，是「彈道低空無人機接戰」(Ballistic Low Altitude Drone Engagement)的簡稱（圖二十五），目標獲得系統為低空相列雷達與紅外線偵測器，再與遠端射控系統（CROWS）配合使用，因其重量相當輕盈，可安裝於悍馬車上。

2.第二層防空網：由固態雷射武器為核心的多任務高能雷射（Multi - Mission High Energy Laser, MMHEL），運用雷射最大的好處是沒有彈藥限制，能夠以較低的成本摧毀來襲的飛彈和無人機。MMHEL 目前技術已經達到七級，可安裝在史崔克（Stryker）八輪甲車上。

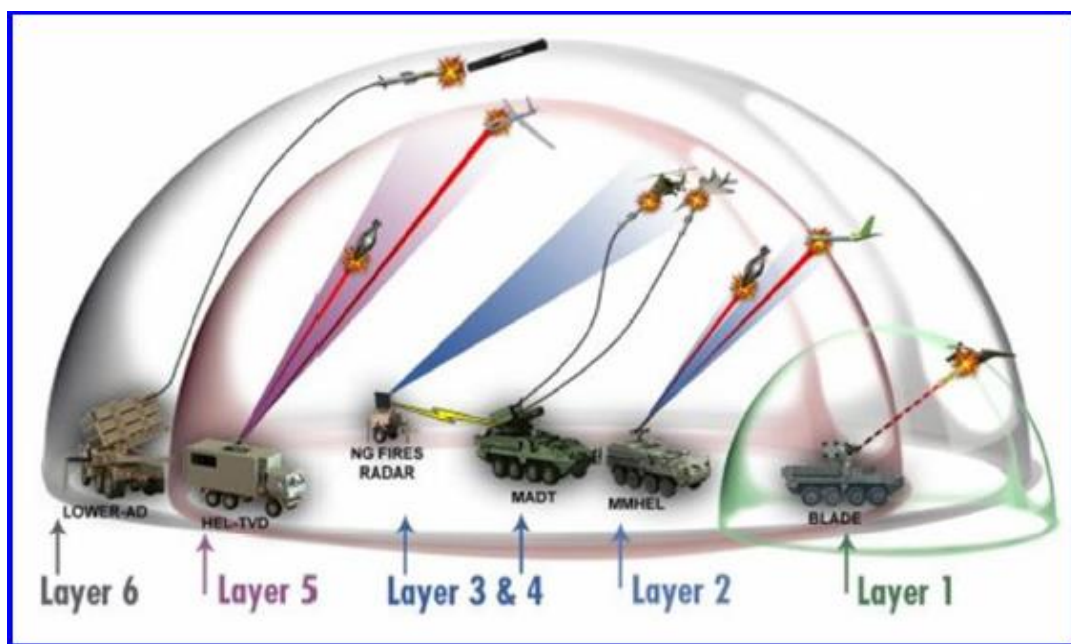
3.第三、四層防空網：此 2 層防空網乃使用美軍全新一代的機動防空技術（Maneuver Air Defense Technology, MADT）與先進的火控雷達搭配，武器主要為兩枚地獄火反裝甲飛彈、一挺 M230LF 30mm 機砲、一具 7.62mm 機槍、四聯裝刺針飛彈（圖二十七），此系統將成為美軍新一代的機動短程防空武器系統（M - SHORAD），未來預計於 2021 年完成測評並取代現存老舊的復仇者飛彈系統。

4.第五層防空網：第五層防空網乃再次使用高能雷射武器（圖二十八），於中型戰術輪車上安裝 10 萬瓦等級的雷射系統，以達到最佳防空攔截效益之需求，系統名稱為高能雷射戰術輪車（High Energy Laser Tactical Vehicle Demonstrator, HEL - TVD）。

5.第六層防空網：第六層防空網的構想乃以更低的成本製成防空武器，其系統佔用空間小，飛彈酬載量多，並可大量部署來對抗亞音速的巡弋飛彈和攻擊式無人機，第六層防空網名稱為低成本遠程防空系統（Low - cost Extended - Range Air Defense, LOWER - AD）（如圖二十九）。

¹⁸ 青年日報電子報，〈精進技術與研發 反制無人機攻擊〉，《青年日報社論》，民國 108 年 9 月 19 日。

¹⁹ Maj. Gen. Cedric T. Wins，〈CCDC'S road map to modernizing the Army air and missile defense〉https://www.army.mil/article/226920/ccdc_s_road_map_to_modernizing_the_army_air_and_missile_defense。(2019/09/10)



圖二十四 美軍反無人機之六層攔截防空網



圖二十五 美軍反無人機第一層防空網－刀鋒系統（BLADE）



圖二十六 美軍反無人機第二層防空網－多任務高能雷射（MMHEL）



圖二十七 美軍反無人機第三、四層防空網 - MADT



圖二十八 美軍反無人機第五層防空網 - 高能雷射戰術輪車 (HEL - TVD)



圖二十九 美軍反無人機第六層防空網 - 低成本遠程防空系統 (LOWER - AD)
資料來源：圖二十四至圖二十九來源同註釋 19

復仇者野戰防空部隊針對第一、二類無人機建議作為

近年第一、二類無人機在戰場嶄露頭角，優異表現開始讓各國重視其運用效能，少量又廉價的無人機群可以造成重要設施，如防空陣地、通信雷達站、機場、煉油廠、港口、軍艦或商船、醫院等重要防護目標嚴重損壞，因此為不對稱作戰運用首選之一。筆者認為我陸軍野戰防空雖未訂立類似美軍反無人機多層攔截防空網，亦應將無人機列重大威脅項目，並制定反制手段。筆者研究美軍作為及相關準則，歸納反制第一、二類無人機之作為供參考。

一、強化無人機認知教育訓練

一般地面部隊對第一、二類無人機認知不深，因此相對地對其威脅性也一知半解，我復仇者野戰防空部隊應從其發展歷史、性能與飛行特性與其對我威脅有正確又完整性的認知，才能有效掌握應變時機與對其反制手段。

二、添增目獲、標定設備以利識別

復仇者飛彈系統的目獲裝備，現為前視紅外線接收器（FLIR），該模組可讓操作手觀看數公里遠的視野，適用於晝夜間與不良天候下操作，然系統經長久使用，效能逐漸衰減，恐難以長時間不間斷地開機運轉；此外，單位望眼鏡配賦數有限，實難讓每位官兵擁有遠距的目獲能力，而若於夜間發現無人機蹤跡，也無雷射光投射標定其位置，供即時通知所有人無人機正確位置，以利接續反制手段；因此，建議單位應適量添增配賦目獲裝備，如雙目望眼鏡、夜視鏡與雷射指示器等裝備（圖三十），以加強我對無人機之發現與識別。

三、建立高效完整之反無人機機制

反無人機程序依序為偵查、識別、攻擊等三大步驟，其中偵查方式區分為空中監視與雷達的訊號探測方式；識別方式則區分為以目視或藉由電子、光學、紅外線與訊號偵測器等，將無人機目標識別出其意圖而給予其反制；攻擊方式則區分為直接攻擊（如機槍、機砲或高能雷射）與非動能的反制手段（如 GPS 干擾或訊號截斷）。各部隊應成立反無人機分隊，定期組織人員進行平日防範與應急處置訓練，搭配多種途徑設置科目，進行實戰操演，如此反無人機機制的建立，才可讓反制任務得以順利進行。

四、構建反無人機武器系統

目前全球反無人機技術，主要著重於偵測與預警、攔截科技、干擾技術與偽裝欺騙等四大部分。偵測與預警主要在於運用人工或雷達等感測器，偵蒐無人機之入侵；攔截科技著重於雷射、火力、微波等；干擾技術則包括數據鏈、訊息干擾或 GPS 定位干擾等（圖三十一），使無人機失去控制；²⁰偽裝欺騙則包

²⁰ Lt. Matthew Becker, 〈South Korea-based Short Range Air Defense Battery Integrates Counter-UAS into Core Competencies〉, https://www.army.mil/article/218755/south_korea_based_short_range_air_defense_battery_integrates_counter

含光學、電子等方式隱真示假，降低敵方無人機作戰效能。

裝備	說明	缺點	圖片
雙目望遠鏡	提供觀察者放大的遠端目標圖像，能夠清楚確認無人機種類。	-光源問題(夜間) -限制的視野	
夜視鏡	提供觀察者在低光源狀況下觀察目標的能力，同時也能偵測紅外線光。	-光源問題(日間) -容易被霧、煙及灰塵遮蓋 -對已偽裝的目標仍然有效	
軍規雷射指示器	提供觀察者標示區域或目標，尤其在低光源狀況下效果特別顯著。	-光源問題(日間) -所有人都可以看見光束	

圖三十 反無人機之目獲裝備（雙目望眼鏡、夜視鏡與雷射指示器）

資料來源：作者自製



圖三十一 反無人機之攔截與干擾科技

資料來源：同註釋 20

結語

現代化戰爭不再是以價格高昂尖端科技武器的較勁比拚，也不再是用傳統機甲重兵武器的攻城掠地之戰略模式，審視第一、二類無人機這種小型但滲透性強的裝備，目前已為許多國家普遍使用，可預見此類型無人機將成為各地區不對稱作戰的新式手段。國軍應當正視無人機作戰將改變戰爭特徵之可能性，並構思如何調整傳統防空作戰思維，以肆應從精確打擊到無人機蜂群戰術破壞行動，因威脅不僅來自飛彈和炸彈，更可能肇於自毀式無人機蜂群自殺式撞擊。

²¹除在重要設施周邊建置可靠偵蒐雷達和攔截能力外，更要積極建構出多層攔截之防空網。

參考文獻

- 一、Jeremy Binnie (Jane's Defence Weekly)，〈Russians reveal details of UAV swarm attacks on Syrian bases〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01826578&Gid=REC_01826578&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQi143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/01/12)
- 二、中天電子新聞，〈沙9兆年軍費竟不敵46萬無人機攻擊〉，<https://gotv.ctitv.com.tw/2019/09/1127212.htm>。(2019/09/17)
- 三、Andrew Tate (Jane's Defence Weekly)，〈China launches record-breaking UAV swarm〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01809801&Gid=REC_01809801&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQi143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/06/21)
- 四、維基百科，〈UAV 無人飛行載具〉，<http://zh.m.Wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E8%88%AA%E7%A9%BA%E8%BC%89%E5%85%B7>。(2019/11/18)
- 五、US Department of Defense，〈Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan〉，<https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/5>。(2015/08/06)
- 六、Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets，〈Aurora Flight Sciences Skate〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01318916&Gid=REC_01318916&Sess=1939928e-d02e-4818-9fb7-f08ff194b6d6&IntSec=3T1sGX//ctS4d/g7IZxwIXUWnWM=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2016/09/10)
- 七、Jane's Fighting Ships，〈Textron Systems RQ-7 Shadow〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01357588&Gid=REC_01357588&Sess=fa242d07-fc21-47ea-ad23-680581f1a98c&IntSec=/zCk6R5pnPy6ZuCHFXtZARjwvck=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2019/04/16)
- 八、Jane's Defence Weekly，〈Watchkeeper achieves full operational capability〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01857353&Gid=REC_01857353&Sess=1a54888b-8392-44c2-9ccf-76841c929196&IntSec=xmraKIJU/7OF4LunM9Z9UWxBdw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376http://10.22.155.231/File/?File=REC_01857353&Gid=REC_01857353&Sess=1a54888b-8392-44c2-9ccf-7684

²¹ 楊于勝，〈析精確打擊與蜂湧式攻擊之運用〉《青年日報軍事論壇》，(2018/06/30)。

1c929196&IntSec=xmraKIJUU/7OF4LunM9Z9UWxBdw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2019/02/07)

- 九、Jane's Defence Weekly，〈Certifiable Predator B completes integration〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01782995&Gid=REC_01782995&Sess=514b2f9a-46f8-4283-a74e-8445d3be78b8&IntSec=NhEvYxqUEDlGKhZr7cdvmoIF4C8=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2016/09/08)
- 十、Jane's Defence Weekly，〈USAF enlisted personnel to operate Global Hawk UAVs〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01760960&Gid=REC_01760960&Sess=05bbbdea-82e8-4fd7-a333-00bd83ee54f2&IntSec=y8CG4sPMQtfKD4yuZKGvGTG9XC0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2016/01/21)
- 十一、San Diego (Jane's IHS Markit)，〈Fire bee aircraft〉，<http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=juav0187-juav>。(2018/08/16)
- 十二、Jane's IHS Markit，〈WZ-5 Chang Hong (Long Rainbow)〉，<http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=juav0005-juav>。(2015/09/22)
- 十三、鍾圳宸，〈中共偵察打擊一體化無人飛行載具之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第五十二卷第 546 期，陸軍教準部，2016 年 4 月。
- 十四、China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC)，〈CHINA UAV〉，http://10.22.155.203:8081/Display/Viewer?id=jsd_3059-jsd_。(2016/12/12)
- 十五、陳信彬著，〈復仇者飛彈系統操作手冊 - 第二版〉，(桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月 10 日)。
- 十六、Nikolai Novichkov，〈Airshow China 2018: Norinco presents UAV swarm concept〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01843770&Gid=REC_01843770&Sess=5a7662ce-cb53-414d-895e-389fc5fae57a&IntSec=FQi143L9o25eDfQRqCYoJ+RoyWc=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2018/11/08)
- 十七、Doug Jackson，〈Missile Countermeasures〉，<http://www.aerospaceweb.org/question/electronics/q0191.shtml>。(2004/08/29)
- 十八、Shripad P. Mahulikar，"Infrared signature studies of aerospace vehicles," Progress in Aerospace Sciences, (India), (2007), P. 220 - 221。
- 十九、青年日報電子報，〈精進技術與研發 反制無人機攻擊〉《青年日報社論》，民國 108 年 9 月 19 日。
- 二十、Lt. Matthew Becker，〈South Korea - based Short Range Air Defense Battery Integrates Counter - UAS into Core Competencies〉，https://www.army.mil/article/218755/south_korea_based_short_range_air_defense_battery_integrates_counter_uas_into_core_competencies。(2019/03/19)

廿一、楊于勝，〈析精確打擊與蜂湧式攻擊之運用〉《青年日報軍事論壇》，2018/06/30。

作者簡介

楊培毅士官長教官，85 年入伍，由義務役士兵轉服自願役士官，86 年領導士官班 5 期，89 年野砲士高班 8 期，92 年士官長正規班 23 期，93 年英語儲備訓練班，94 年美國復仇者飛彈系統保修班，遠東科技大學應用外語系學士，現任於陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組。

Multinational Fires in a Multi-Domain Environment

多國部隊在多領域環境下之火力運用

取材：美國《聯合火力》雙月刊2019年9-10月號
(Fires, September-October 2019)

作者：法國陸軍中校 Nicolas Konieczny

譯者：朱子宏

前言

After more than a decade dedicated to counterinsurgency operations, the Western armies are reviewing their structures, organizations and missions and modernizing their equipment to be able to face another kind of threat that can compete with the national capabilities and create strong challenges; especially regarding stand-off and anti-access air denial.

西方世界的陸軍在過去十餘年時間內，致力於叛亂份子肅清作戰，刻正檢視其組織架構與任務，並加速武器裝備現代化，當其面對其他國家所帶來的威脅與強勢挑戰；特別是面對具有遠距防空與反空域介入能力的對手時，得以從容對應。

In this new environment, the French Army has issued a new concept, “future land action,” while the U.S. Army is focused on “multi-domain operations (MDO),” both pointing out the requirement to better coordinate their capabilities in the different domains. This also includes the requirement to interact more with the multinational partners in order to provide additional capabilities, authorities and different tactical possibilities on the battlefield to deceive and defeat an enemy that will never be able to adapt to multiple approaches and unexpected combined effects.

在新興的作戰環境下，當美國陸軍致力發展「多領域作戰」的同時，法國陸軍近期發布「未來地面行動」的新興作戰概念。兩者不僅均強調跨領域整合能力，也強調必須強化與多國部隊的互動，進而於戰場上發揮額外的戰力、獲取更多的指揮權限並以不同的戰術來誘殲達軍，因為敵人在面對多重的手段與奇正並用所帶來的戰術效果時，將無所適從。

Therefore multinational interoperability is key more than ever. For the “Fires”

warfighting function it was the opportunity to test it during Joint Warfighting Assessment (JWA) 19, especially within the JAGIC of the 7th Infantry Division commanded by Lt. Col. Nicolas Konieczny, French liaison officer to the Fires Center of Excellence with a team composed of the U.S. Army, Marine Corps (1st Anglico), Navy, Air Force, Australian and Singapore officers and NCOs.

因此，多國合作間所需的互通能力較過去更為關鍵。2019 年「聯合作戰評估」演習，為檢視「火力運用」機制的契機，尤其是由法國陸軍派駐火力卓越中心的聯絡官尼可拉斯·柯尼齊尼中校，所率領之第七步兵師下轄的聯合空地火力整合中心，中心成員包括了美國陸軍、海軍陸戰隊第一海空火力聯絡連、海軍、空軍、澳大利亞籍與新加坡籍的軍、士官，如圖一。

1. Joint Warfighting Assessment 19

一、2019 年「聯合作戰評估」演習

The JWA is the Army's capstone, multi-echelon exercise intended to demonstrate and assess future force concepts, capabilities and formations required to operate on the battlefield of the future. JWA 19 incorporated training formations from I Corps, 7th ID, Australia, Canada, New Zealand and the United Kingdom and personnel augmentation from France, Singapore and joint forces operating in a live, virtual and constructive environment to assess the implementation of MDO captured in Training and Doctrine Command Pamphlet 525-3-1.

「聯合作戰評估」為陸軍的重大演訓，藉由各層級的演訓來展示並評估未來戰場上的用兵思維、作戰能力與編裝。2019 年「聯合作戰評估」演習的參演單位包括了美軍第一軍、第七步兵師、澳大利亞、加拿大、紐西蘭與英國等部隊，人員部份更包含法國、新加坡與聯合部隊成員。於真實、完整與動態的操演環境中，對美國訓練與準則發展指揮部的 525-3-1 手冊中的多領域作戰概念之運用，進行整體評估。

During this exercise, the 7th ID became a multinational U.S.-led division augmented by French, Australian, Singapore, British and Canadian officers and NCOs and had to fight as a Joint Forces Land Component Command (JFLCC) under a Combined Joint Task Force (CJTF, I Corps).

操演期間，第七步兵師在美軍幹部的帶領下，納入法國、澳大利亞、新

加坡、英國與加拿大籍軍、士官，轉化成為多國聯盟的師級聯合地面作戰部隊（Joint Forces Land Component Command，JFLCC），受聯合特遣部隊（Combined Joint Task Force, CJTF）(第一師)指揮。

The JWA 19 operational environment was focused on the 2028 future environment integrating future capabilities (Multi-domain Task Force, hypersonic weapons, strategic long-range cannon, precision-strike missile and extended-range cannon artillery for the U.S. Army, 1st Strike Brigade with Ajax and future equipment for the United Kingdom). The scenario depicted was aimed to challenge a coalition led by the U.S. Army against a peer-threat competitor equipped with a large amount of long-range artillery assets (both field and air defense artillery) and able to use non-lethal Fires (mainly cyber and electronic warfare).

2019 年「聯合作戰評估」演習，著重於 2028 年的未來作戰環境，並納入未來的作戰能力（多領域特遣部隊、超音速武器、戰略型長程火炮、精準打擊飛彈與管式砲兵射程增程等，均為美國陸軍與英國第一打擊旅未來所要驗證的編制與裝備）。操演想定設計係為了磨練美國陸軍為首的同盟部隊，如何面對具備大量長程砲兵火力（野戰砲兵與防空砲兵）與非致命火力（主要為網路戰與電子戰）的強勁敵人。

In this multi-domain environment and in close cooperation with the multinational partners, the “Fires Enterprise” was the main pillar to enable freedom of maneuver for the 7th ID commanding general and his subordinates, while contributing to the exploration of new procedures and policies in order to create more lethality and efficiency on the battlefield.

在多領域環境與多國夥伴緊密合作的狀態下，「火力機構」藉由嶄新的作業程序與政策，在戰場上獲取更為致命的打擊效果，成為保障第七步兵師指揮官與所屬部隊作戰行動自由的關鍵。

2. Joint Air-Ground Integration Center evolution in a multi-domain environment

二、聯合地空火力整合中心在多領域環境中的革新

The U.S. Army in MDO in 2028 states that no single service component alone can overcome the layered standoff from a peer adversary. Consequently the joint force needs to converge capabilities to generate synergistic effects to counter the enemy's

standoff capability.

依據「美國陸軍多領域作戰 2028 願景」一書中所敘，沒有單一軍種能夠獨自戰勝具有遠距打擊能力的對手。因此，聯合部隊需要整合各項戰力，進而淬鍊出統合戰力，反制敵人遠距打擊能力。

Delineation of responsibilities and adaptation of coordination measures

1. 火力運用權責分明與協調手段的調整。

The challenge for the coalition was first to delineate the responsibilities between the operational and tactical commands and define the successive areas of operations in order to attrite the high priority targets at echelon and create the conditions of transition between echelons. Therefore, due to the lack of global air superiority, the Fires Enterprise was in charge of degrading, denying, disrupting and destroying the enemy capabilities to enable the commitment of the maneuver forces.

對於聯合部隊的第一個挑戰就是必須明訂作戰與戰術層級指揮部之權責，並且清楚界定其作戰範圍，進而能夠區分各層級的目標優先順序並且建立各層級之間攻擊目標轉移的條件。因此，在缺乏全球性的空中優勢的條件下，火力機構扮演著耗損、拒止、擾亂與摧毀敵軍能力的重責大任，進而保障兵力之運用。

To enable this delineation, the traditional fire support coordination measures (FSCM) and air control measures (ACM) had to be adapted before and during the exercise. In addition to the fire support coordination line and coordination fire lines, the JFLCC area of operations forward boundary became a FSCM between the JFLCC and CJTF. For the air coordination measures, the coordinating altitude had to be raised up to 35,000/40,000 feet (instead of the 20,000 feet initially planned) to leverage the commitment of multinational long-range Fires assets.

為了能夠使火力運用上能夠權責分明，傳統的火力支援協調措施與空中管制手段必須於演習直前完成。除了火力支援協調線（Fire Support Coordination Measures ,FSCM）與火力協調線（Coordination Fire Lines）外，聯合地面作戰部隊作戰範圍之前沿一線做為聯合地面部隊與聯合特遣部隊之分界，傳統部隊與多國部隊火力協調管制手段，如圖二與圖三。

在空中管制措施部份，為了能夠肆應多國部隊的長程火力裝備能力，協

調管制高度由原本的 20,000 英呎提升為 35,000 與 40,000 英呎。

Lethal and nonlethal Fires

2. 致命與非致命火力

The high number of targets (the opposite forces were almost double our forces) and the multinational capabilities/authorities required to process the Fires planning/coordination through the Targeting Decision Board (TDB) led by CJTF commander. This TDB integrated not only the lethal capabilities (surface-to-surface, air-to-surface) but also the nonlethal capabilities (space, cyber, electronic warfare, Military Information Support Operations, Public Affairs/Civil Affairs). At the JFLCC level, the decision was made to adapt the Army targeting cycle into a reviewed joint targeting cycle in order to include these additional capabilities and create multi-domain effects-based operations (MDEBO). These were a combination of effects throughout the use of space, cyber, EW, surface-to-surface Fires, close air support, unmanned aerial system, attack helicopters aimed to deceive/disrupt the enemy capabilities and protect the coalition forces.

目標數量眾多（敵軍數量為幾乎我軍兩倍之多）且相關權責的劃分，需要由聯合特遣部隊指揮官所主持的目標審定會議（Targeting Decision Board），來進行後續火力計畫發展與協調。目標審定會議不僅整合致命火力（地對地、空對地），更包含了非致命火力（太空、網路、電子戰、軍事資訊支援作戰、公共事務與民事等）。在聯合地面部隊層級，目標的審定係藉由是於已完成的聯合目標處理程序中，納入陸軍目標處理程序，藉以涵蓋額外的能力並且打造出多領域效能作戰（Multi-Domain Effects-Based Operations, MDEBO）。此效能係運用太空、網路、電子戰、地對地火力、空中密接支援、無人飛行系統、攻擊直升機等來誘敵/擾敵，進而保護作戰部隊。

Multi-domain and multinational integration

3. 多領域與多國整合

The multi-domain environment determined the JAGIC:

多領域環境為主的聯合地空火力整合中心

●To operate more with the foreign liaison officers within the JFLCC in order to synchronize the Fires support with the different steps of the multinational brigades

operations (forward passage of lines, wetgap crossing);

●To engage directly with the Multi-domain Task Force and adapt if required by the MDEBOs according to dynamic targeting processes.

●強化與聯合地面作戰部隊中的外國聯絡官互動，在不同國籍的旅級部隊，同時執行不同作戰任務時（如超越攻擊與渡河作戰等），得以整合各級火力進行支援。

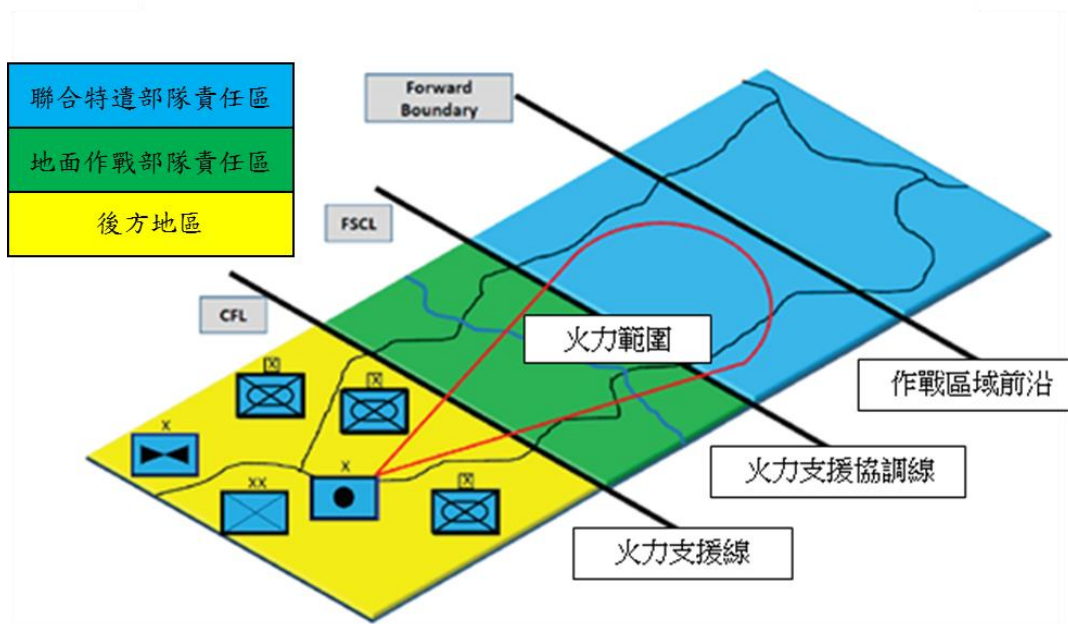
●依據動態的目標處理程序，在為了達成多領域效能作戰目的下，得以直接運用多領域作戰特遣部隊。

More than ever the multinational JAGIC became the central core of the coordination and execution of all the Fires, lethal and nonlethal. The JFLCC was in charge, in close coordination with G2 and G3, to assess the Go/No Go conditions and then the applicability of the MDEBOs to support the maneuver units. It also muted to become a larger entity integrating some aspects of a NATO joint fire support element or a French fire support coordination cell (designation of a deputy to the JAGIC chief, JAGIC commitment in the Targeting Working Groups) and more important synchronizing the MDEBOs throughout the entire exercise. This adaptation was made possible thanks to the experience of all the joint and multinational actors and created the conditions of success for the JFLCC.

多國聯合地空火力整合中心為全般致命火力與非致命火力協調與運用的核心。由聯合地面作戰部隊主導，在與情報處與作戰處的密切協調下，評估是否能執行多領域效能作戰並能有效支援戰鬥單位。其不僅可以整合北大西洋公約組織（North Atlantic Treaty Organization, NATO）火力支援單位或是法國火力支援小組（派遣人員擔任聯合地空火力整合中心副主任，聯合地空火力整合中心亦為目標作業團隊的一部）。更重要的是，得以藉由演訓全程來整合多領域效能作戰。這個組成不僅可以帶給聯合或多國部隊帶來可貴的經驗，也可以為聯合地面作戰部隊創機造勢。聯合地空火力整合中心成員配置圖，如圖四。

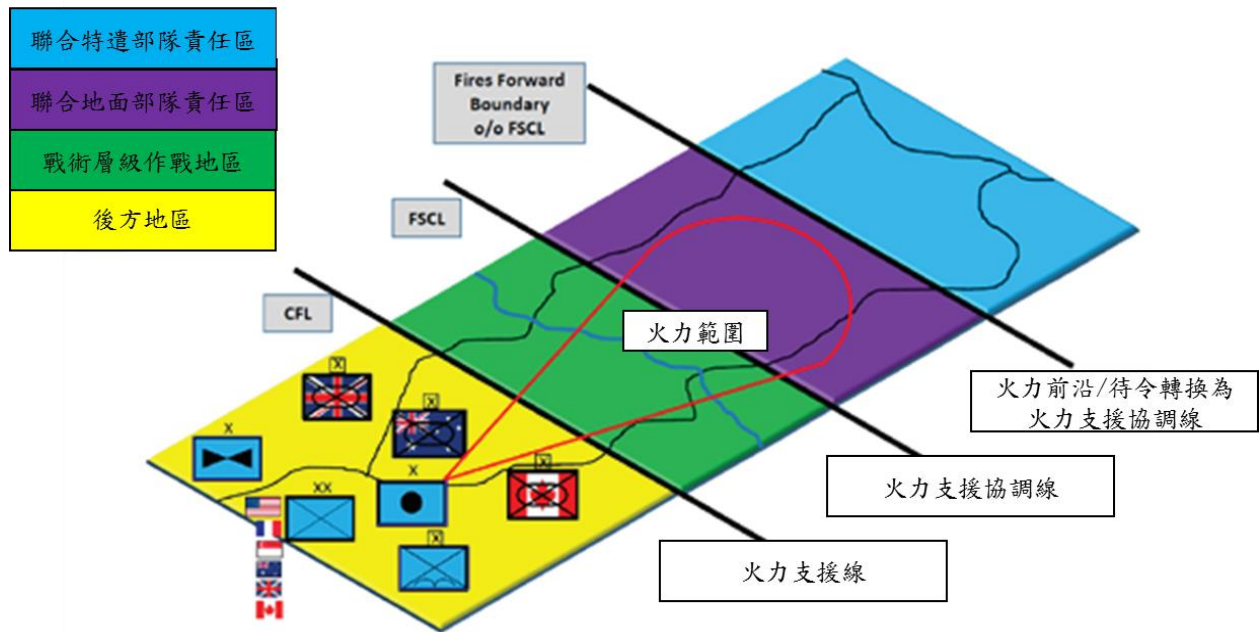


圖一 2019 年「聯合作戰評估」，聯合地空火力整合中心成員合影
 資料來源：Nicolas Konieczny, “Multinational Fires in a multi-domain environment”, *Fires*, September-October 2019, p.47, <https://sill-www.army.mil/firesbulletin/archives/2019/sep-oct/articles/11.pdf>



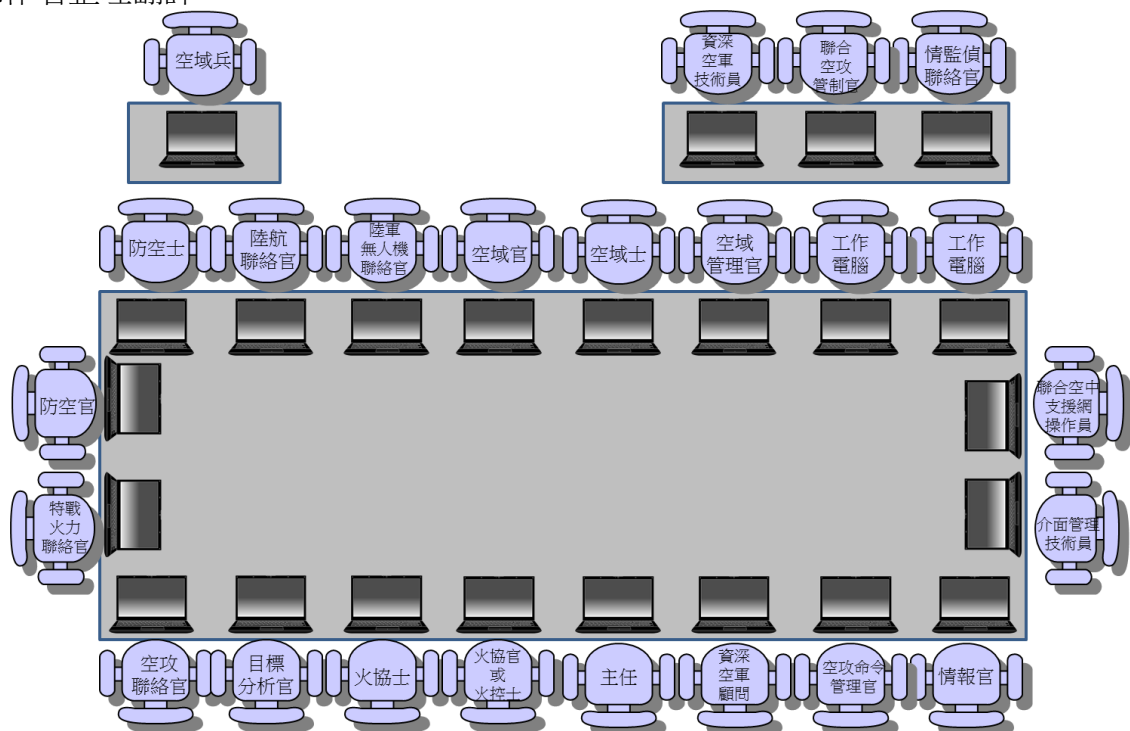
圖二 傳統火力支援協調手段示意圖

資料來源：1.Nicolas Konieczny, “Multinational Fires in a multi-domain environment”, *Fires*, September-October 2019, p.48, <https://sill-www.army.mil/firesbulletin/archives/2019/sep-oct/articles/11.pdf> 2.作者整理翻譯。



圖三 多國部隊火力支援協調手段示意圖

資料來源：1.Nicolas Konieczny, “Multinational Fires in a multi-domain environment”, Fires, September-October 2019, p.48, <https://sill-www.army.mil/firesbulletin/archives/2019/sep-oct/articles/11.pdf> 2.作者整理翻譯。



圖四 聯合地空整體火力中心成員配置圖

資料來源：1.Nicolas Konieczny, “Multinational Fires in a multi-domain environment”, Fires, September-October 2019, p.48, <https://sill-www.army.mil/firesbulletin/archives/2019/sep-oct/articles/11.pdf> 2.作者整理翻譯。

3. Interoperability with multinational partners

三、與多國部隊的互通性

During the whole exercise, the main challenge was to get the appropriate level of interoperability between all the joint and multinational entities throughout the Multi-domain Command and Control tools in order to operate between the JAGIC and the subordinate commands. In order to harmonize the processes, the decision was made to use the U.S. procedures primarily even if every country had to comply with its own national Fires doctrines and rules of engagement.

演習全程，最主要的挑戰是運用多領域指揮與管制手段，適切地在所有的聯合與多國部隊找出其與聯合地空火力整合中心與下級部隊的互通模式。即便每個國家都有其火力運用的準則與接戰規定，為了能使整個指揮程序更為和諧，在決心下達部份仍以美軍慣用的程序為主。

Technical interoperability

1. 技術互通性

In a NATO environment, the Digital Fires Systems rely mainly on Artillery Systems Cooperation Activities (ASCA) to enable a full compatibility between the multi-national partners, like in Dynamic Front or Joint Warfighting Assessment 18.1 with the French 7th Armored Brigade and the German 23rd Mountain Infantry Brigade under the 1st ID.

在北約的作戰環境下，多國部隊數位化火力運用系統主要仰賴砲兵整合系統（Artillery Systems Cooperation Activities, ASCA）來整合，如與法國第七裝甲旅共同執行的「動力前線」演習或是與德國第一步兵師第 23 山地步兵旅共同執行的 2018 年第 1 號「聯合作戰評估」演習。

During JWA 19, the Digital Fires Systems used at the JAGIC level with the multinational brigades were mainly U.S.: Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS), Tactical Airspace Integration System and Air and Missile Defense Workstation. The 1st Strike Brigade tried to connect Fire Control Battlefield Information System Application to AFATDS via ASCA but unfortunately the connectivity was not permanent. Some technical difficulties appeared as well with the Australia and New Zealand Brigade due to a different version of AFATDS. Finally

almost all the countries got U.S. Army Digital Liaison Detachments to operate the three systems.

2019 年「聯合作戰評估」演習中，聯合地空火力整合中心與多國部隊作戰旅的數位化火力運用系統，係使用美國先進砲兵戰術數據系統（Advanced Field Artillery Tactical Data System, AFATDS）、戰術空域整合系統（Tactical Airspace Integration System, TAIS）與飛彈防禦系統（Missile Defense Workstation）。雖然英國第一打擊旅嘗試用砲兵整合系統來將其所研發之戰場火力管制資訊系統（Fire Control Battlefield Information System Application）與美國先進砲兵戰術數據系統進行鏈結，但是，很不幸地，雙方的資訊鏈結時常中斷。一些技術的互通問題也發生在澳大利亞與紐西蘭的身上，起因為兩者使用的先進砲兵戰術數據系統版本不同。最終，幾乎所有的單位都前往美國陸軍數位化聯絡辦公室去操作上述的三個美軍系統。

In the future, Defender 20 in Germany will demonstrate the requirement to enhance the use of ASCA and possibly variable message format to get a full connectivity between the different national Fires systems. For airspace control and air and missile defense systems, there is still room for improvement to get a full interaction between NATO and other systems as pointed out during this exercise.

在 2020 年，捍衛者演習即將於德國舉行，將會著重於提升砲兵整合系統之運用，並且將藉由不同的資訊傳遞格式，建立起不同國家火力系統之間的慣常鏈路。如同文中所述，北約國家與其他國家在空域管制與防空系統建立起完整鏈結的領域，仍然有長足的進步空間。

Procedural interoperability

2. 程序互通性

As mentioned previously the procedures were mainly connected to U.S. standards but the multi-domain environment and the requirement to experiment the MDO concept allowed the JAGIC to develop additional tactics, techniques and procedures in order to cover the nonlethal Fires applicability as well as a deeper involvement in the planning phase. The NATO and ABCANZ (America, Britain, Canada, Australia, New Zealand, also known as Five Eyes) procedures and standards were used to develop new approaches like the targeting process, which – from the initial Army targeting

cycle – became more joint and even almost NATO (question on the redefinition of the target to include the “key leaders”).

同前所述，主要的作業程序仰賴美軍的標準，但是在多領域環境與多領域作戰概念的需求趨使下，聯合地空火力整合中心發展額外的戰術、技術與程序來涵蓋非致命火力的運用，並且於計畫階段中投入更多的心力。北約與美國、英國、加拿大、澳大利亞與紐西蘭所成立的五眼聯盟（America, Britain, Canada, Australia, New Zealand, ABCANZ），其現行的程序與標準被用來發展新的目標處理程序 – 係以美國陸軍目標處理程序為基礎，成為了全北約國家通用的聯合目標處理程序(其中包含名詞的重新定義，如關鍵領袖)。

One major point to be covered at the JAGIC level with multinational partners is related to the rules of engagement and caveats. Every country was in charge to identify a “Red Card Holder” within their own headquarters but it never happened during the exercise that he had to intervene due to the fact that the CJTF and JFLCC rules of engagement were very clear and there was always a constant dialogue between the key leaders (ABCANZ) and within the Fires Enterprise.

在聯合地空火力整合中心與多國部隊間，重要的考量點之一為接戰規定與限制。每個國家都有自己的不可侵犯的底線，然而在這次演習中都沒有任何國家的底線被踰越，因為聯合特遣部隊與聯合地面部隊所訂定的接戰規定非常明確，除了五眼聯盟中的領導者均保持慣常通聯外，火力機構之間也保持慣常通聯。

Human interoperability

3.人員互通性

More than fully compatible systems and well managed standard operating procedures, JWA 19 success relied primarily on the excellent human interaction. The integration of a French officer as the JAGIC chief of a multinational division was initially a gamble but proved to be an overall success emphasized by Maj. Gen. Willard M. Burleson, 7th ID commanding general, at the end of the exercise. This multinationality triggered a lot of discussions in order to adapt and review the structures, organizations and missions in a new operational environment. It also facilitated the exchange of information in the G3 and JAGIC with a better

understanding of the operations conducted by the multinational brigades according to their doctrine and rules of engagement and then an appropriate Fires support fitting their requirements.

除了系統的高度相容性與妥善管控的標準作業程序外，2019 年「聯合作戰評估」演習的成功，主要在於優異的人員互動。演習直前，任命法國軍官擔任多國部隊師所下轄的聯合地空火力整合中心主任，被認為是個賭注。但是，在演習結束後，第七師指揮官威拉德·伯勒森（Willard M. Burleson）少將強調這個調度是成功的。此多國演習觸發了許多關於新興作戰環境下針對組織、架構與任務的相關討論，進而進行調整與檢討，同時也藉由多國作戰旅的作戰部門與聯合地空火力整合中心的資訊交換，使其對於整體作戰中的準則運用、接戰規定與適切的火力支援需求更為了解，如圖五。



圖五 多國部隊人員於 2019 年「聯合作戰評估」演習中的小組會談

資料來源：Nicolas Konieczny, "Multinational Fires in a multi-domain environment", *Fires*, September-October 2019, p.50, <https://sill-www.army.mil/firesbulletin/archives/2019/sep-oct/articles/11.pdf>

結論

As NATO Secretary Gen. Jens Stoltenberg mentioned at the NATO summit in Brussels, July 2018, the Alliance is “stronger together.” This applies perfectly to the

MDO concept and the new threats which require enhanced interoperability, to mutualize the efforts, to combine the capabilities and to share different approaches in order to more efficiently degrade, deny, disrupt and destroy the potential adversaries.

如同北約秘書長嚴斯·史托騰伯格將軍（Jens Stoltenberg）於 2018 年 7 月在布魯塞爾舉行的北約高峰會中所言，同盟就是「共同茁壯」。這番言論完美詮釋了多領域作戰概念與面對新興威脅時需要提升互通性、雙向交流成效、結合各方能力並且分享不同的做法來有效地耗損、拒止、擾亂與摧毀潛在的對手。

譯者心得與啟示

多領域作戰未來勢必成為西方世界國家發展準則與強化各領域統合訓練的趨勢。無論是美軍提出的多領域作戰，還是文中作者提到法國陸軍發展新的作戰概念「未來地面行動」，均強調進行多領域作戰直前，必須能夠統合跨領域的打擊能力，並且強調多國作戰或聯盟作戰的互通性。然而聯合火力支援、協調與管制成為了形塑戰場的關鍵。在美國兩百多年以來的歷史，將砲兵定調為主導戰場的戰場之王（King of Battle），隨著時代的進步與軍事事務革新的推動，戰場之王從原本的砲兵也進化成文中所提及之火力機構，其火力打擊手段涵蓋了多領域中的致命火力與非致命火力。然而，由於多領域戰場環境的重疊，火力運用期間，縝密運用安全管制手段與措施更成為了將火力極大化，附加損害極小化的重要途徑。無論是單一國家的聯合作戰或是兩國以上的多國作戰，每個軍種或是每個國家的管制措施均有差異，如何考量個別的能力與限制，訂定出統一的管制措施，降低作戰風險，提升火力打擊效能，也是火力機構需要仔細琢磨的課題。

此外，作者藉由本文點出在指揮管制數位化的趨勢與未來身處多領域戰場環境的條件下，要遂行多國聯合作戰的時候面臨到的各項細部問題，特別是在聯合火力運用上，是否能夠為戰鬥部隊開啟致勝的先機，發揮統合戰術，無論在跨系統的鏈結、不同國家的作業程序統一與各國人員的專長搭配都必須仔細考量，尤其是面對具備遠程打擊能力敵人，稍有協調連絡或是指揮管制系統的瑕疵，可能就會對所屬的部隊與單位帶來巨大的威脅與傷害。

我國礙於軍事外交與地緣之限制，很難有機會與邦交國和盟國進行聯合演訓，更遑論進行跨異國系統之鏈結，無論是使用介面或是系統的相容度，

都需要長期的測試與磨合。此外，無論是軍事術語、準則用語以及最基本的溝通語言，都是執行多國聯合演習的參演國必須要事前完成協調聯絡的項目。然而，國軍現行的各項演習，無論是三軍聯合演習、跨軍種聯合操演抑或是兵種協同演習，其實都是為了爾後奠定多國聯合演習或作戰的基本功。因此，我國在建軍備戰與奠定聯戰基礎的階段，可以藉由本文所提供的多國演習經驗，思考跨國（軍種）之指揮管制系統與數位化火力運用系統是否能夠整合、資訊傳遞格式是否能夠相容、作業程序是否能夠統一將可以成為未來進行軍事投資、教育訓練、準則發展或者是科技研發的依據。

作者簡介

Lt. Col. Nicolas Konieczny, the French liaison officer to the Fires Center of Excellence, has been involved in the major exercise Joint Warfighting Assessment 19 (May 2019) as Joint Air Ground Integration Center chief for the 7th Infantry Division (7th ID).

尼可拉斯·柯尼齊尼中校，法國派駐火力卓越中心聯絡官，參與 2019 年 5 月所舉行的「聯合作戰評估」，擔任第七步兵師聯合地空火力整合中心主任。

譯者簡介

朱子宏中校，美國色岱爾軍校 2007 年班、美國陸軍指揮參謀學院 2018 年班、政治大學戰略與國際事務所碩士、美國陸軍指揮參謀學院軍事理論碩士；歷任排長、測量官、教官、連長、外事連絡官，現任職於陸軍教育訓練暨準則發展指揮部。

德國聯邦防衛軍砲兵發展探討與借鏡 – 以砲兵第 345 教導營為例

作者：葉泓

提要

- 一、德國「聯邦防衛軍」砲兵部隊經過多次的組織調整後，精簡為 4 個砲兵營，並提升其戰力。調整後的砲兵營具備獨立的目標獲得能力（地面及空中）、中程火力（管式砲兵）、長程火力及精準打擊能力（砲兵火箭系統）。在德國國土防衛及境外軍事行動的需求之下，其所憑藉的火力打擊、自動化射擊指揮及全天候作戰能力，可有效執行迅速而精準的戰鬥支援任務。
- 二、德軍於 1956 年成立第一支砲兵部隊，除賦予其作戰任務外，亦兼具協助砲兵學校的教育勤務及新式武器實驗的責任，可謂德軍砲兵部隊的先鋒。
- 三、德國為因應 2014 年「克里米亞危機」後安全環境的改變，遂將強化聯盟作戰能力納為軍事戰略重要部分之一，除部分部隊改組為多國聯合架構外，近年來也頻繁舉行各項多國軍事操演，納於本文一併研究的「克爾特風暴 2019」演習，便是以北約「集體防衛」下多國聯盟作戰為想定，所執行的砲兵演習。
- 四、二次大戰後德軍為吾人較少研究的對象，筆者藉分析「砲兵第 345 教導營」發展沿革與組織編裝及該營參與「克爾特風暴 2019」演習概況，由戰術運用、演訓規劃及教育勤務等面向，探求可為我借鏡之處。

關鍵詞：德軍、砲兵第 345 教導營、克爾特風暴

前言

第二次世界大戰結束後，西歐為因應冷戰造成的威脅，遂在美、英、法國支持下，將「德意志聯邦共和國」（Bundesrepublik Deutschland, BRD, 簡稱：德國）進行再武裝，於 1955 年成立「聯邦防衛軍」（Bundeswehr, 簡稱德軍）¹，作為東西冷戰前線抵抗共產鐵幕²的重要力量。1956 年德軍砲兵³編成第一支砲兵部隊，⁴並接續成立「野戰砲兵第 310 教導營」（Feldartillerielehrbataillon 310, FArtLBtl 310），⁵

¹ 本文譯為「聯邦防衛軍」，而非採用一般譯名「聯邦國防軍」，理由為：其德文原文拼字 Bundeswehr 與「德意志國」（Deutsches Reich）「威瑪共和」時期（Weimarer Republik）「威瑪防衛軍」（Reichswehr）較為相近，且採用「聯邦防衛軍」亦可區隔與「國家社會主義時期」（Zeit des Nationalsozialismus）「國防軍」（Wehrmacht）涵意上之差別。

² 英文：Iron Curtain；德文：Eiserner Vorhang，指冷戰時期蘇聯所控制的區域。

³ 德軍砲兵部隊原包含野戰防空（Heeresflugabwehrtruppe）及砲兵部隊（Artillerietruppe），為因應防衛政策調整，於 2012 年全數裁撤，僅保留空軍防空部隊。2014 年克里米危機後，德軍意識到野戰防空在國土防衛的重要，卻無足夠國防預算可復編野戰防空部隊。

⁴ 指砲兵訓練第 405 及 406 連（Artillerieausbildungsbatterien 405 und 406）。

⁵ 即「砲兵第 345 教導營」（Artillerielehrbataillon 345, ArtLehrBtl 345）之前身。

除承擔有防衛作戰任務外，同時也兼負「砲兵學校」（Artillerieschule）⁶教育勤務及新式武器實驗等責任。

德軍以教導部隊發展軍隊與推動軍事事務革新的方式，在我國也有前例。對日抗戰前在德國顧問⁷馬克斯·鮑爾及漢斯·馮·塞克特⁸等人的建議之下，編成若干教導部隊，⁹成為國軍對日本作戰的核心戰力；1963-1975 年間我國考量德軍以寡擊眾與經濟有效之建軍原則可為我用，遂以「明德專案」為代名，聘請德國顧問¹⁰為國軍提出興革建議，¹¹並成立了「實驗步兵營」¹²作為推動德式戰術、編制裝備的重要媒介。¹³由此可知，以教導部隊作為發展部隊的基礎，可說是德軍建軍的重要方式。

2014 年「克里米亞危機」（Krimkrise）¹⁴爆發後，德國為因應來自俄羅斯的威脅，在其「2016 年版國防報告書」（Weißbuch 2016）中，將俄羅斯由合作夥伴改列為戰略競爭對手，¹⁵並在軍事戰略文件內，將強化「集體防衛」（Kollektive Verteidigung）能力作為重點之一，¹⁶與「北大西洋公約組織」（North Atlantic Treaty Organization, NATO, 簡稱北約）及「歐洲聯盟」（Europäische Union, EU, 簡稱：歐盟）的多國軍事演習於焉展開。

二次大戰後的德軍為吾人較少研究的對象，本研究期藉以德文第一手文獻為著眼，置重點於「砲兵第 345 教導營」發展與現況，瞭解德軍在砲兵部隊發展上的脈絡，並分析該營於 2019 年 10 月參與「克爾特風暴 2019」（Celtic Storm

⁶ 德軍砲兵學校於 1956 年建校，2015 年併入蒙斯特訓練中心（Ausbildungszentrum Munster），並更銜為聯合戰術火力支援及間接火力訓練部（Ausbildungsbereich Streitkräftegemeinsame Taktische Feuerunterstützung/Indirektes Feuer, AusbBer STF/IndirF），訓練內容由地面砲兵火力支援轉變為三軍聯合火力支援為主。

⁷ 指抗戰前，1928 至 1939 年德國軍官來華擔任國軍整建的顧問團，期間總顧問計有鮑爾上校（Max Hermann Bauer, 1928 年 11 月至 1929 年 4 月）、柯利伯上校（Hermann Kriebel, 1929 年 4 月至 1930 年 5 月）、魏澤爾中將（Georg Wetzell, 1930 年 5 月至 1934 年 4 月）、塞克特上將（Hans von Seeckt, 1934 年 5 月至 1935 年 3 月）、法肯豪森上將（Alexander von Falkenhausen, 1935 年 3 月至 1938 年 7 月）等 5 位。

⁸ 全名為 Johannes Friedrich Leopold von Seeckt，也被稱為「威瑪防衛軍之父」（Vater der Reichswehr）。

⁹ 如國民革命軍第 2、3、9、25、87、88 師及「中央陸軍軍官學校教導總隊」等。

¹⁰ 「明德專案」期間德軍派出現役及非現役合計 24 位顧問，其中砲兵顧問庫畢利茲（Dr. Manfred Kublitz）准將曾任德軍砲兵「兵科總監（兵監）」（Inspekteur der Artillerie），於 1973 至 1975 年三度來華執行顧問工作，對國軍砲兵建軍提供許多寶貴意見。

¹¹ 國防部史政編譯局，《明德專案工作紀實（上冊）》（臺北：國防部史政編譯局，1980 年 5 月），頁 1-2。

¹² 陸軍「實驗步兵營」原為「陸軍第 68 師 204 團第 2 營」，於 1967 年 4 月與「練習連」合併，以德軍裝甲擲彈兵營（裝甲步兵營）的架構改編而成，為當時最小的戰術單位（前瞻師以團為戰術單位）。1968 年改隸「步兵訓練指揮部」，於 1972 年裁撤。

¹³ 王玉麒，《明德專案—德國軍事顧問在台工作史實》（臺北：莊威，2007 年 9 月 22 日），頁 213-219。

¹⁴ 「克里米亞危機」指 2014 年 3 月 16 日俄羅斯將烏克蘭領土克里米亞合併之事件。

¹⁵ Bundesministerium der Verteidigung (Deutschland), Weißbuch zur sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr (Berlin: BMWg, 2016), p. 32

¹⁶ Bundesministerium der Verteidigung (Deutschland), Konzeption der Bundeswehr (Berlin: BMWg, 2018), pp. 21-26.

2019) 演習的概況，進而從中探尋可為我軍砲兵部隊借鏡之處。

砲兵第 345 教導營

一、沿革

「砲兵第 345 教導營」為「裝甲第 10 師」(10. Panzerdivision, 10. PzDiv)¹⁷之直屬砲兵營，其駐地位於德國萊茵法爾茲(Rheinland-Pfalz)邦的伊達爾-奧伯施泰因(Idar-Oberstein)。自 1959 年編成之後，迄今隊史已有 60 年之久(圖一)，在經歷多次的組織調整後，最終成為一支兼具火力支援及目標獲得能力的鋼鐵勁旅。其發展共區分五個時期。

(一)「野戰砲兵第 310 教導營」時期(1959-1967 年)

1959 年 2 月 1 日，德軍「野戰砲兵第 310 教導營」奉陸軍「第 218 號成軍命令」(Aufstellungsbefehl Nr. 218)，¹⁸於德國伊達爾-奧伯施泰因「克洛茲貝爾格營區」(Klotzberg-Kaserne)成編(圖三)，是德軍的第一個砲兵營之一，也是「砲兵第 345 教導營」的前身。編成之初僅轄 5 個連，分別為第 1 連(營部連)、第 2 連、第 5 連(補給連)、訓練第 405 及 406 連，全營兵力為軍官 9 員、士官 53 員及士兵 166 員；其中第 2 連在美軍的援助之下，裝備 6 門美軍援助之「FK 155 mm 式牽引加農砲」，¹⁹德軍稱其為「榮譽砲兵連」(Ehrenbatterie)；該營平時隸屬於「砲兵第 5 教導團」(Artillerielehrregiment 5, ArtLehrRgt 5)，²⁰並受「砲兵學校」管制，支援教勤任務；戰時以增援砲兵營角色改隸屬「第 3 軍」(III. Korps)²¹遂行作戰任務。1960 年 7 月 1 日在原編制之「FK 155 mm 式牽引加農砲」尚未獲得前，先以 2 門「FH 105 mm 式牽引榴彈砲」²²作為代用火砲(圖四)新編成第 3 連。1965 年「克洛茲貝爾格營區」發生嚴重火災，原有營舍已無法使用，「野戰砲兵第 310 教導營」遂移防至位於庫塞爾(Kusel)新建完成的「克魯格下士營區」(Unte

¹⁷ 「裝甲第 10 師」轄「裝甲第 12 旅」(PzBrig 12)、「裝甲擲彈兵第 37 旅」(PzGenBrig 37)、「山地獵兵第 23 旅」(GebJgBrig 23)、「德法混合旅」(DF-Brig)等 4 個旅及「師部暨通信連」(St/FmKp)、「砲兵第 131 營」(ArtBtl 131)、「砲兵第 345 教導營」、「工兵第 905 營」(PiBtl 905)、「支援第 10 營」(UstgBtl Eins 10)等 5 個直屬營(連)。

¹⁸ 該命令原文為：

” TrA stellt im Zuge der Umgliederung des bisherigen ArtLehrBtl ab 1. 2. 1959 das Fart (Lehr) Btl 310 in Idar-Oberstein, Klotzberg-Kaserne auf. Bewaffnung: FK 155 mm. Das bataillon rechnet als KorpsArtBtl des III. Korps und damit auf das Feldheer an. Im Frieden steht es der Artillerieschule für Lehrzwecke zur Verfügung. Über die Verwendung im Einsatzfall ergeht ein besonderer Befehl.”

¹⁹ 即美造「M1A1 式 155 公厘牽引加農砲(長腳湯姆)」，1962 年依美國「陸軍武器裝備命名規則」(即現行 Army Nomenclature System MIL-STD-1464A)更名為「M59 式」，德軍型號為 FK 155 mm 式(Feldkanone 155 mm)。

²⁰ 「砲兵第 5 教導團」於 1956 年成編，並於 2003 年 3 月 21 日裁編。

²¹ 「第 3 軍」於 1957 年 4 月 6 日成編，並於 1994 年 3 月 31 日裁編。

²² 即美造「M2A1 式 105 公厘牽引榴彈砲」，1962 年後更名為「M101A1 式 105 公厘牽引榴彈砲」。

roffizier-Krüger-Kaserne)。²³1966 年接收「M115 式 203 公厘牽引榴彈砲」同時新編成第 4 連，提供「砲兵學校」重型火砲的教勤能量，也使該營具備戰術核子武器投射能力，²⁴第 2 及 3 連也在 1967 年換裝「M109G 式 155 公厘自走榴彈砲」，戰力大幅提升。

(二)「裝甲砲兵第 310 教導營」及「野戰砲兵第 310 後備營」時期(1967-1980 年)

1967 年 5 月 1 日實施組織調整後，其銜稱更改為「裝甲砲兵第 310 教導營」(Panzerartillerielehrbataillon 310, PzArtLehrBtl 310)，同時裁撤第 5 連(補給連)，並轄 4 個裝甲砲兵連(PzArtBtr)及 1 個野戰砲兵連(FArtBtr)；其中改編而成的「裝甲砲兵第 4 連」(4./PzArtLehrBtl 310)紮自原先第 2 連(榮譽連)，除背負著德軍砲兵開拓者的使命外，同時也是德軍火箭砲兵的先鋒；1967 年 12 月受命測試新型砲兵火箭系統，²⁵並於 1969 年 4 月 23 日完成實彈測試及作戰測評。同年 10 月 7 日該連移防至位於蓋倫基興(Geilenkirchen)的「飛彈暨火箭學校」(Raketenschule)，²⁶隔年改編為「火箭砲兵第 72 營第 4 連」(4./RakArtLBtl 72)，兼負作戰及「LAR S 型 110 公厘輕型砲兵火箭系統」(圖五)教勤任務。²⁷1970 年「野戰砲兵第 4 連」(4./FartLehrBtl 310)換裝「M109G 式 155 公厘自走榴彈砲」，並更銜成為新的「裝甲砲兵第 4 連」(4./PzArtLehrBtl 310)，至此全營各連番號有了統一的規則(表一)。

1968 年後德軍砲兵第一線部隊全數汰換「FH 155 mm 式」及「FH 105 mm 式」牽引榴彈砲，陸軍即將此兩型堪用火砲作為動員裝備，陸續編成後備砲兵部隊。「野戰砲兵第 310 後備營」(Feldartilleriebataillon 310 Geräteeinheit, FArtBtl 310 GerE)即在此背景之下成編，同時也意謂著在庫塞爾的「克魯格下士營區中」，同時存在兩個番號皆為 310 的砲兵營(包括「裝甲砲兵第 310 教導營」及「野戰砲兵第 310 後備營」)。

1970 年德國陸軍開始推動為期 10 年的軍事事務革新「陸軍結構 3」(Heeresstruktur 3)，目的在強化戰鬥及戰鬥支援部隊戰力，以因應核生化威脅下的作戰需要，而加強地面火力便是重點項目之一。為此，德軍除加速換裝「M109G 式 155

²³ 克魯格下士(Unteroffizier Krüger)為第一次世界大戰德國「野戰砲兵第 108 團 B 營 8 連」砲長，在法國弗萊斯基埃(Flesquiers)的一場戰鬥中，無視撤退命令並繼續堅守在砲位上，摧毀 16 輛敵戰車後傷重犧牲。1965 年德軍為表彰克魯格下士之英勇事蹟，將新建於庫塞爾之營區以其名字命名。

²⁴ 該火砲可射擊「W33 戰術核子榴彈」，此型彈藥爆炸當量約 1 千噸，於 1957 年 9 月 8 日測驗成功後開始服役。

²⁵ 指德國「威格曼」(Firma Wegmann)及「歐立康」(Firma Oerlikon)公司為競標合約所生產之兩型「110 公厘輕型多管火箭系統」(Leichtes Artillerieraketensystem, LARS)：Wegmann-Werfer 及 Oerlikon-Werfer，最後由「威格曼」公司得標。

²⁶ 飛彈及火箭之德文皆為 Rakete。

²⁷ Artilleriekunde, "Chronik RakArtLBtl 72," https://artilleriekunde.de/images/PDF/RakArtLBtl_72.pdf, 1 Jan 2020.

公厘自走榴彈砲」外，同時也針對砲兵部隊觀測能力進行加強，並在「裝甲砲兵第 310 教導營」的建制之下，增編「野戰砲兵第 301 連」（Feldartilleriebatterie 301, F ArtBtr 301）；該連所賦予之職掌為支援「砲兵學校」觀測訓練教勤任務，裝備「FH 105 mm 式」及「FH 155 mm 式」牽引榴彈砲，²⁸並妥善運用各砲兵部隊換裝後所遺留的大量 105 及 155 公厘砲兵彈藥，作為觀測訓練射彈修正的教學資源。

1979 年「野戰砲兵第 301 連」改隸屬「野戰砲兵第 310 後備營」，成為其第 2 連（2./F ArtBtl 310 GerE），使該後備營編制了 1 個實兵連，並繼續執行該連原有之觀測訓練教勤任務。



圖一 砲兵第 345 教導營 60 週年隊慶營區開放



圖二 營徽

圖二補充說明：左上半部的綠野、金色彎曲紋章及白色河流代表前駐地庫塞爾（Kusel），右下半部紅色部分為德軍砲兵的兵科色（Waffenfarbe），而字母 L（教導部隊 Lehr）、砲管及 345 字樣代表了「砲兵第 345 教導營」的番號。

資料來源：1.圖一 https://www.freundskreis-artillerietruppe.de/images/cid_7AA6607A-E6F7-4A4E-92B8-7C79A3296BF2.jpg
2.圖二 https://www.bundeswehr.de/resource/image/78410/portrait_ratio1x1/200/200/4e8f04fdf37e384c8f625cd53380244b/Kq/bild-artlehrbtl345-wappen.png



圖三 草創之初大量使用臨時兵舍



圖四 代用的 FH 105 mm 式牽引榴彈砲

資料來源：1.圖三 <https://www.artilleriekunde.de/images/Bild%202%20Der%20Expl.jpg> 2.圖四 <https://www.artilleriekunde.de/images/Bild%203.jpg>

²⁸ 即美造「M101A1 式」及「M114 式」牽引榴彈砲。



圖五 110 公厘輕型多管火箭系統

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/RakArtBtl_122_%284%29.jpg

表一 裝甲砲兵第 310 教導營編制裝備參考表

單位	使用火砲	備考
裝甲砲兵第 1 連 1./PzArtLehrBtl 310	無	營部連
裝甲砲兵第 2 連 2./PzArtLehrBtl 310	M109G 式 155 公厘 自走榴彈砲	
裝甲砲兵第 3 連 3./PzArtLehrBtl 310	M109G 式 155 公厘 自走榴彈砲	
裝甲砲兵第 4 連 4./PzArtLehrBtl 310	1.FK 155 mm 式 155 公厘牽 引加農砲 2.LARS 型 110 公厘輕型砲 兵火箭系統（作戰測評裝 備）	1.由原第 2 連改編而成。 2.1970 年移編至「火箭砲兵第 72 營第 4 連」。
野戰砲兵第 310 教導營 野戰砲兵第 4 連 4./FArtLehrBtl 310	M115 式 203 公厘牽引榴彈 砲（此型火砲具備戰術核 子武器投射能力）	1.此連保留改編前原番號，意 即該營將存在 2 個第 4 連， 其上一級番號不同，卻實為 同一營。 2.1970 年換 M109G，並更銜 為「裝甲砲兵第 4 連」。

資料來源：1.Artilieriekunde, “10 Jahre PzArtLBtl 310,” https://www.artilleriekunde.de/images/PDF/10_Jahre_PzArtLBtl_310.pdf, 31 Dez 2019. 2.D. Jürgen, “Corps artillery in the German Army 1957-1994,” https://bw-duelmen.de/data/documents/Geschichte-der-Korpsartillerie-und-SW-Bataillone-engl._1.pdf, 31 Dez 2019. 3.本研究參考後自行製表



圖六 M109G 式 155 公厘自走榴彈砲

資料來源：<https://flic.kr/p/Gh3ax3>

（三）「裝甲砲兵第 345 教導營」（1980-2007 年）及「野戰砲兵第 310 後備營」（1980-1986 年）時期

1980 年「陸軍結構 4」（Heeresstruktur 4）組織調整案開始執行，在維持現有戰力前提下，將部隊規模及編制縮小，調整為 3 個軍級共 12 個師，各旅級部隊也改以 4 個戰車營（Panzerbataillon）及裝甲擲彈兵營（Panzergrenadierbataillon）⁴¹混編組成，以肆應現代戰爭需求。同年 6 月 13 日，「裝甲砲兵第 310 教導營」改隸屬「裝甲第 34 旅」（Panzerbrigade 34），並更銜為「裝甲砲兵第 345 教導營」（Panzerartillerielehrbataillon 345, PzArtLehrBataillon 345），同時主要作戰裝備由「M109 G 式 155 公厘自走榴彈砲」換裝「M109A3G 式 155 公厘自走榴彈砲」（圖七）。⁴²

1981 年「野戰砲兵第 310 後備營」接收了師砲兵營所汰換的「M107 式 175 公厘自走加農砲」，⁴³並於隔年以原底盤為基礎性能提升為「M110A2 式 203 公厘自走榴彈砲」；該營與「野戰砲兵第 320 後備營」（FArtBtl 320 GerE）成為「軍砲兵第 300 後備團」（Artillerieregiment 300 Geräteeinheit, ArtRgt 300 GerE）的核心。

1986 年隨著冷戰情勢逐漸和緩，「野戰砲兵第 310 後備營」與其他軍砲兵營同時裁編，第 2 連改編為「火箭砲兵第 52 營第 5 連」（5./Raketenartilleriebataillon 52, 5./RakArtBtl 52），受「裝甲砲兵第 345 教導營」管制，並負責試驗新型砲兵火箭系統。⁴⁴

⁴¹ 類似我國裝甲步兵營。

⁴² 「M109A3G 式自走榴彈砲」為德軍購入美軍「M109A3 式自走榴彈砲」後研改而成，除裝備「AURORA 自動定位定向系統」及增加彈藥攜行量（34 發榴彈），並更換為自製「FH155-1 式牽引榴彈砲」之砲管（39 倍徑），使最大射程達到 24.7 公里。

⁴³ 該型火炮為美國研發製造，砲管為 60 倍徑，最大射程達 32 公里。

⁴⁴ 指「火星 I 型中型火箭系統」（Mittleres Artillerieraketensystem, MARS），該系統由德國「克勞斯-瑪菲·威格曼」

1998 年由德國「克勞斯-瑪菲·威格曼」和「萊茵金屬」（Rheinmetall）公司共同研發的「2000 型 155 公厘自走榴彈砲」（Panzerhaubitze 2000, PzH 2000）進入德軍服役後，「裝甲砲兵第 345 教導營」成為第一個使用該型火砲的砲兵營，並汰除所有「M109A3G 式 155 公厘自走榴彈砲」。2003 年，「裝甲砲兵第 345 教導營」配合「未來陸軍」（Heer der Zukunft）⁴⁵組織調整案，改隸屬「裝甲擲彈兵（裝步）第 30 旅」（Panzergrenadierbrigade 30, PzGrenBrig 30）。⁴⁶



圖七 M109A3G 式 155 公厘自走榴彈砲

資料來源：<https://flic.kr/p/b3h6Vt>

（四）砲兵第 345 教導團時期（2008-2014 年）

2003 年德國國防部（Bundesministerium der Verteidigung, BMVg）因應國際恐怖主義勢力的抬頭，在其發布的官方文件「防衛政策綱領」（Verteidigungspolitische Richtlinien, VPR）⁴⁷中說明德國當前的安全環境已發生變化，來自於敵人常規武力的危害已漸無可能。為肆應非傳統安全威脅，強化境外軍事行動及多國聯盟作戰能力，在 2003 至 2010 年間以「新陸軍」（NEUES HEER）結構調整專案將部隊進行轉型。在此背景下，「裝甲砲兵第 345 教導營」於 2008 年 1 月 1 日擴編為「砲兵第 345 教導團」（Artillerielehrregiment 345, ArtLehrRgt 345），轄 7 個連，最大的差異是其增加了 2 個偵搜連及 1 個新兵基礎訓練連。第 3 連「無人機偵搜連」（Drohnen-Aufklärungsbatterie）在正式完成裝備「KZO 小型目標獲得無人飛行載具」（Kleinfluggerät Zielortung, KZO）後，該團的目標獲得能力便大幅提升，加上「2000 型 155 公厘自走榴彈砲」的強大火力，「砲兵第 345 教導團」遂成為德軍砲兵部隊戰力

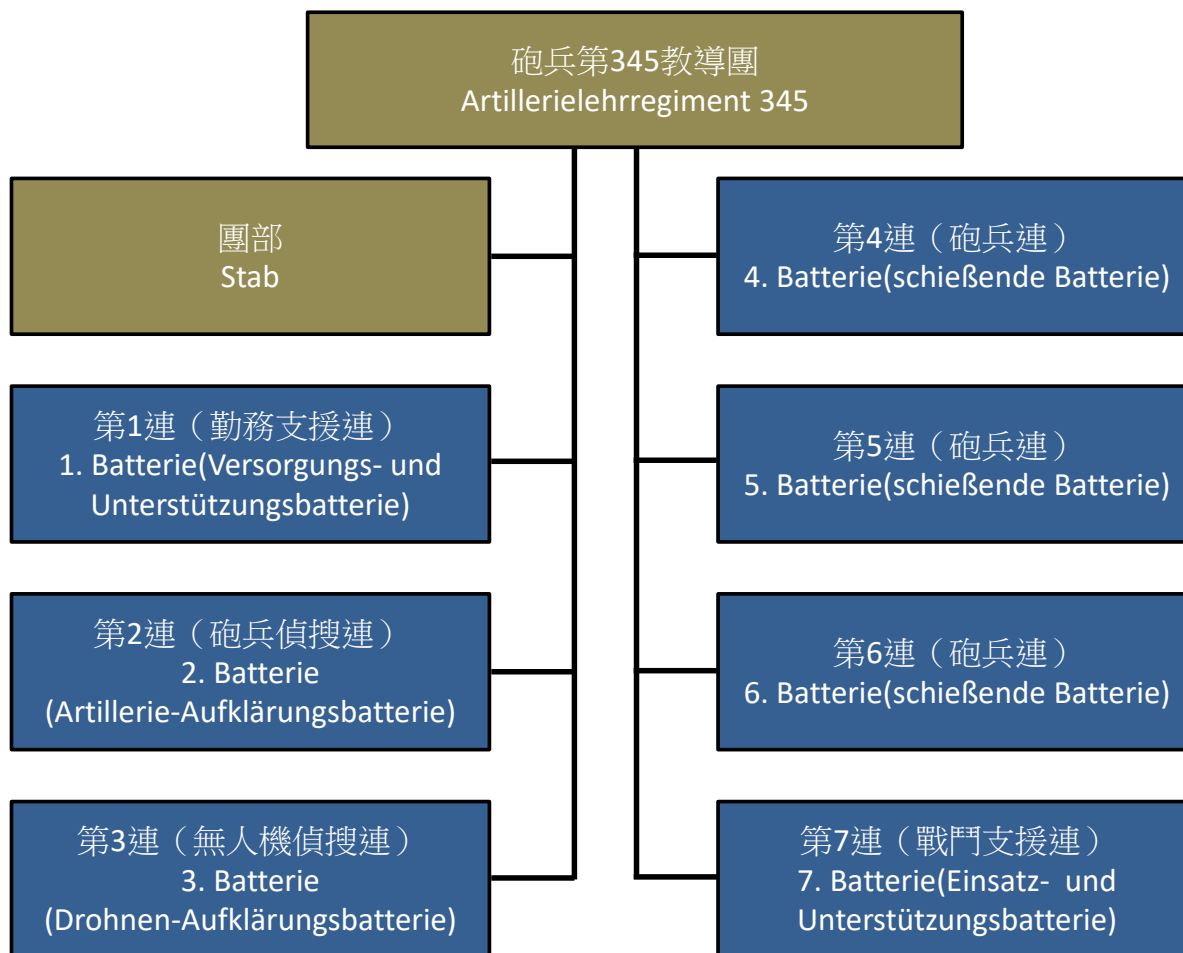
公司（Firma Krauss-Maffei-Wegmann, KMW）研發製造。

⁴⁵ 「未來陸軍」為德國陸軍於 2000-2003 年為因應其任務從 48 小時內抵禦敵機械化部隊入侵，轉變為在國際衝突管理中執行全球軍事行動，所執行的組織調整案。

⁴⁶ 又稱亞勃旅（Alb-Brigade），隸屬於裝甲第 10 師。

⁴⁷ 該文件為德國防衛政策指導文件，約 10 至 15 年發布乙次。

的核心。第 7 連雖名為「戰鬥支援連」(Einsatz- und Unterstützungsbatterie)，實際則是負責「新兵基礎訓練」(Allgemeine Grundausbildung, AGA)。該團在擴編後，改隸屬「陸軍旅」(Heerestruppenbrigade, HtrBrig)⁴⁸架構之中，負責執行「國際穩定行動」(Stabilisierungsoperation)。



圖八 砲兵第 345 教導團組織圖

資料來源：1.https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Gliederung_ArtLehrRgt345_popup.jpg 2.本研究參考後自行製圖。

(五) 「砲兵第 345 教導營」(2014 年至今)

在「陸軍 2011」(HEER 2011)⁴⁹組織調整案的規劃下，「砲兵第 345 教導團」更銜為「砲兵第 345 教導營」，改直屬「裝甲第 10 師」，駐地由庫塞爾移防回伊達爾-奧伯施泰因。⁵⁰所轄的 2 個偵搜連(第 2、3 連)合併為第 2 連「地空偵搜

⁴⁸ 該旅自 2002 年 3 月 6 日成立，為陸軍「空中機動作戰師」(Division Luftbewegliche Operationen, DLO)之一部分，最後於 2012 年 12 月 31 日裁編。

⁴⁹ 「陸軍 2011」(HEER 2011)為德軍在 2011 年所執行的裁軍計畫，取消了原「陸軍作戰司令部」(Heeresführ-ungskommando, HFuKdo)及「陸軍部」(Heeresamt, HA)編制，成立「陸軍司令部」(Kommando Heer, Kdo H)，並對其所轄部隊進行組織調整，以提供執行境外穩定行動及維和任務(Peacekeeping)的需求。

⁵⁰ 即該營創建之初的駐地。

連」(Bodengebundene und luftgestützte Aufklärungsbatterie)，「火箭砲兵第 132 營第 2 連」成為新的第 3 連「火箭砲兵連」(Raketenartilleriebatterie)。第 7 連「戰鬥支援連」則取消其執行「新兵基礎訓練」的任務，改編為補充兵連(Ergänzungstruppenteil)，於平時執行教育召集訓練，戰時經擴編動員後，擔負該營自衛戰鬥、軍事勤務支援兵力及戰耗補充任務。⁵¹砲兵學校的「伊達爾-奧伯施泰因民間職業訓練中心」(ZAW-Betreuungsstelle Idar-Oberstein)則改納入其編制內(表二)。

表二 砲兵第 345 教導營編制裝備參考表

單位	名稱	符號	重要裝備
營部排 Stab/ArtLehrBtl 345	營部排 Stabszug	 L345	無
第 1 連 1./ArtLehrBtl 345	戰鬥支援連 Versorgungs- und Unterstützungsbatterie	 L345	水牛式戰場救濟車 Bergepanzer Büffel
第 2 連 2./ArtLehrBtl 345	地空偵搜連 (類似目標獲得連) Bodengebundene und luftgestützte Aufklärungsbatterie	 L345	1.KZO 小型目標獲得無人飛行載具 Kleinflugerät Zielortung (KZO) 2.眼鏡蛇式反砲兵雷達 Artillerieortungsradar COBRA ⁵² 3.貂式 1A3 型 前進觀測戰鬥車 Marder 1 A3 als Beobachtungsfahrzeug
第 3 連 3./ArtLehrBtl 345	火箭砲兵連 Raketenartilleriebatterie	 L345	火星 II 型 中型砲兵火箭系統 Mittleres Artillerieraketensystem II (MARS II) ⁵³ 數量：8 門

⁵¹ Kommando Heer (德陸軍司令部), Die Reserve des Heeres (陸軍後備制度): Ihr Ratgeber für Ihre Karriere in der Reserve des Heeres(Strausberg: Kommando Heer, 2018).

⁵² COBRA 即為英文 Counter Battery Radar (反砲兵雷達) 的縮寫。

⁵³ MARS (火星) 為德文 Mittleres Artillerieraketensystem (中型砲兵火箭系統) 的縮寫英譯。

第 4 連 4./ArtLehrBtl 345	管式砲兵連 Rohrartilleriebatterie		2000 型 155 公厘 自走榴彈砲 Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000) 數量：8 門
第 5 連 5./ArtLehrBtl 345	管式砲兵連 Rohrartilleriebatterie		2000 型 155 公厘 自走榴彈砲 Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000) 數量：8 門
第 6 連 6./ArtLehrBtl 345	管式砲兵連 Rohrartilleriebatterie		2000 型 155 公厘 自走榴彈砲 Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000) 數量：8 門
第 7 連 7./ArtLehrBtl 345	補充兵連 (戰時擴編動員) Ergänzungstruppenteil		無
伊達爾-奧伯施泰因 民間職業訓練中心 ZAW-Betreuungsstelle Idar-Oberstein ⁵⁴	民間職業訓練中心 ZAW-Betreuungsstelle		無

資料來源：1.K. Marcel, “Das Artillerielehrbataillon 345 auf dem Truppenübungsplatz GRAFENWÖHR 2015,” Zu Gleich (Idar-Obersteiner), Ausgabe Nr. 1 (2016), pp. 58-62. 2.Freundeskreis-Artillerietruppe, “Artillerie im HEER2011”, <https://www.freundeskreis-artillerietruppe.de/index.php/die-artillerietruppe/artillerie-im-heer2011>, 20 Dez 2019.3. J. Marco, “Die Geschichte der Artillerietruppe der Bundeswehr am Beispiel Artilleriebataillon 295”, Hardthöhenkurier (Bonn), Vol.4, 2018, pp.72-77. 4.本研究參考後自行製表。

二、現役主要作戰裝備

(一)「KZO 小型目標獲得無人飛行載具」(Kleinfluggerät Zielortung, KZO)：KZO 是由德國萊茵金屬所研發的一款無人飛行載具系統，具備偵搜及目標定位能力，全套系統包含發射車、地面導控站、回收車、天線車及加油裝置。運作方式為：在固態火箭助推器協助下由車載式集裝箱發射起飛(圖九)，續以活塞式後螺旋槳發動機提供巡航動力，最後拋出降落傘實施降落並回收(圖十)，數小時後即可完成耗材⁵⁵更換與再次使用。此型無人飛行載具須預先輸入飛行路線，而非常

⁵⁴ 「民間職業訓練中心」(Zivilberufliche Aus- und Weiterbildung Betreuungsstelle, ZAW-Betreuungsstelle) 為德軍為培育其常備軍士官兵民間技能所設立之機構，類似我國「國軍技術職類訓練中心」。

⁵⁵ 指傘具、電池、小型壓縮氣瓶、燃料及緩衝氣囊等。

見的即時操控方式，但仍可於中途依任務需要傳輸修正後的飛行路線。飛行時透過跳頻方式回傳影像，具備抗干擾能力，其偵搜模式（持續傳輸影像）作戰半徑為 65 公里。位於機首的偵搜感測裝備具備紅外線熱顯像功能，使日間及夜間皆可遂行任務，有效支援夜間作戰。德軍自 2006 年起共獲撥 61 架 KZO，損失了 18 架，其中 12 架嚴重毀壞（9 架墜毀）及 6 架失蹤。⁵⁶



圖九 KZO 以火箭助推器發射起飛

資料來源：<https://flic.kr/p/K7GG3n>



圖十 KZO 以降落傘實施降落回收

資料來源：<https://flic.kr/p/28LGegg>

⁵⁶ G. Dan, The Drone Databook (New York : Center for the Study of the Drone at Bard College) , pp. 105-112.

表三 KZO 小型目標獲得無人飛行載具性能諸元參考表

項次	項目	內容
1	飛行速度	120 至 216 公里/小時
2	作戰半徑	一般模式：100 公里 偵搜模式（或有干擾）：65 公里
3	有效距離	65 公里
4	巡航（滯空）時間	4 小時
5	發動機	德國菲希特及薩克斯公司（zuletzt Fichtel & Sachs AG）活塞式後螺旋槳引擎（33 匹馬力）
6	有效高度	800 至 3,000 公尺
7	感測裝備	德國蔡司歐菲略斯（Ophelios WBG FLIR）八倍變焦紅外線熱顯像鏡頭

資料來源：1. Bundeswehr, “LANDSYSTEME DER BUNDESWEHR”, <https://www.bundeswehr.de/de/ausrustung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr>, 8 Jan 2020. 2. S. Wolfgang, “Aufklärungsdrohne KZO”, <https://pzaufkl.de/aufklaerungsdrohne-kzo>, 9 Jan 2020. 3. 本研究參考後自行製表。

（二）「2000 型 155 公厘自走榴彈砲」（Panzerhaubitze 2000, PzH 2000）：「2000 型 155 公厘自走榴彈砲」是德國「克勞斯-瑪菲·威格曼」和「萊茵金屬」公司共同研發及生產，配賦於德軍各砲兵部隊使用。此型火砲配備「全球定位系統」（Global Positioning System, GPS）及「陀螺儀」（Gyroscope），陣地佔領時可分別於 30 秒內完成放列及撤收。所適用的彈藥符合「聯合彈道備忘錄」（Joint Ballistics Memorandum of Understanding）規範，可射擊所有類型的 155 公厘北約標準彈藥。射擊「普通榴彈」射程為 30 公里，「全膛增程彈」（Extended Range Full Bore, ERFB）為 40 公里。2019 年 11 月，德軍以 PzH 2000 測試南非「2005A1 V-LAP 火箭助進彈」，最大射程達到 66.9 公里。⁵⁷彈藥採用半自動裝填方式，⁵⁸持續射速為每分鐘 3 發，最大射速分別為 10 秒 3 發、1 分鐘 10 發、2 分鐘 20 發或 3 分鐘內每分鐘 8 發，惟快速射擊所造成的砲膛過熱，易引起發射藥熾發。⁵⁹除此之外，此型火砲藉「雄鷹射擊指揮儀」（Artillerie Daten-Lage-Einsatz-Rechnerverbund, ADLER）⁶⁰及「MICMOS 射控計算機」輔助，可實施 6 發「多發連續

⁵⁷ Europäische Sicherheit & Technik, “Panzerhaubitze 2000 – Konzepte zur Schließung der Reichweitenlücke”, <https://esut.de/2019/11/fachbeitraege/ruestung/16730/panzerhaubitze-2000-konzepte-zur-schliessung-der-reichweitenluecke/>, 9 Jan 2020.

⁵⁸ 彈丸以自動裝彈機裝填，發射藥則手動裝填。

⁵⁹ 此型發射藥燃點為攝氏 160 度。

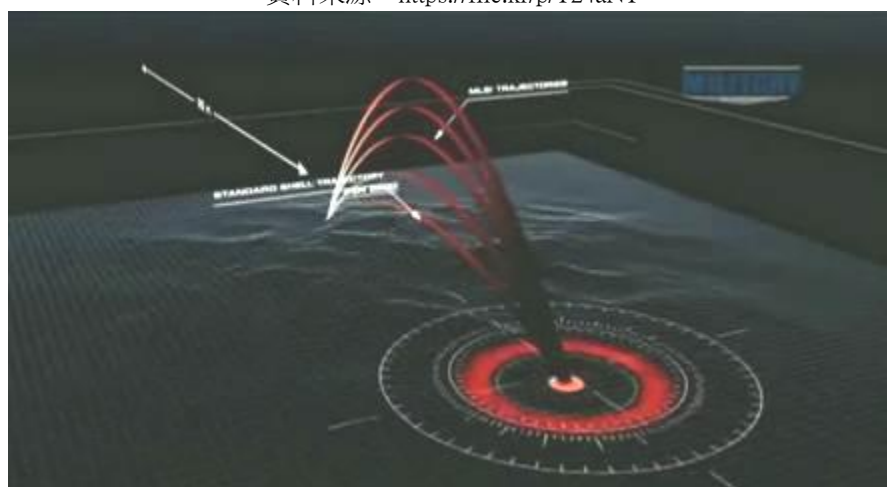
⁶⁰ ADLER 為德軍於 1955 年研發並投入使用的砲兵射擊指揮儀，2006 年性能提升為第 2 代（ADLER II），可有效縮短砲兵部隊火力準備時間，於短時間內執行不同諸元的射擊任務。

射擊同時彈著」(Multiple Rounds Simultaneous Impact, MRSI)，⁶¹使單砲可達到約一個連的火力效果(圖十二)。



圖十一 德軍駐阿富汗國際維和部隊 (ISAF) PzH 2000 射擊瞬間

資料來源：<https://flic.kr/p/T24aNT>



圖十二 多發連續射擊同時彈著 (MRSI) 示意

資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=-7XFwT4REHg>

表四 2000 型 155 公厘自走榴彈砲性能諸元參考表

項次	項目	內容
1	口徑	155 公厘 (52 倍徑)
2	最大射程	30 公里 (全膛增程彈 40 公里)
3	最大速度	道路：60 公里/小時；越野：45 公里/小時

⁶¹ MRSI 為火炮在自動化射擊指揮及自動 (或半自動) 裝填系統輔助下，以不同射角連續射擊，達到同時彈著效果。

4	發動機	MTU 881 Ka-500 渦輪柴油引擎（1000 匹馬力）
5	作戰範圍	420 公里
6	戰鬥重量	57 噸（空重 49 噸）
7	成員	5 員（減員操作 3 員）
8	彈藥裝載量	60 發榴彈、288 顆模組化發射藥（或 48 套傳統發射藥）
9	次要武器	煙霧榴彈發射器、7.62 公厘機槍

資料來源：1.Bundeswehr, “LANDSYSTEME DER BUNDESWEHR”, <https://www.bundeswehr.de/de/ausrustung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr>, 9 Jan 2020.2.KMW, “PZH 2000 “, <https://www.kmweg.de/home/artillerie/panzerhaubitzen/pzh-2000/produktinformation.html>, 10 Jan 2020.3.本研究參考後自行製表。

（三）「火星 II 型中型砲兵火箭系統」（Mittleres Artillerieraketensystem II, MARS II）：此型砲兵火箭系統由美、英、法、德及義大利等國共同研發，德軍以 MARS 將其命名（美軍為 M270），並由德國「迪爾防衛」（Diehl Defence）公司負責生產。2011 年將性能提升至「火星 II 型」（MARS II），裝配了「陀螺儀」及「全球定位系統」。MARS II 可射擊傳統及精準彈藥，針對面或點目標進行攻擊。作戰時使用 2 種類型彈藥：布雷火箭及導引火箭。此外，「MGM-140 戰術區域飛彈」（ATACMS）⁶²雖未配賦，必要時亦可在北約「集體防衛」架構下獲得及使用。



圖十三 火星 II 型中型砲兵火箭系統實彈射擊

資料來源：Bundesministerium der Verteidigung (Deutschland), Waffensysteme und Großgerät (Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 2016), p. 16

⁶² MGM-140 為美國現役之戰術區域飛彈，射程超過 160 公里。

表五 火星 II 型中型砲兵火箭系統性能諸元參考表

項次	項目	內容
1	口徑	221-237 公厘
2	彈種及射程	(1) AT-2 布雷火箭 (含 28 顆戰防雷) : 38.5 公里 (2) GMLRS 導引火箭 : 84 公里
3	最大速度	道路 : 64 公里/小時 ; 越野 : 50 公里/小時
4	發動機	康明斯 VTA-903T 渦輪柴油引擎 (500 匹馬力)
5	作戰範圍	400 公里
6	戰鬥重量	25.5 噸 (空重 21.2 噸)
7	成員	3 員
8	彈藥裝載量	滿架 12 發
9	發射速度	55 秒滿架射擊完畢
10	裝填時間	5 分鐘

資料來源：1. Bundeswehr, “LANDSYSTEME DER BUNDESWEHR”, <https://www.bundeswehr.de/de/ausrustung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr>, 9 Jan 2020. 2. Bundesministerium der Verteidigung (Deutschland), Waffensysteme und Großgerät (Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 2016), pp. 16-17. 3. 本研究參考後自行製表。

三、現任單位主官介紹

卡斯滕·溫許 (Carsten Windsch) 為德國陸軍砲兵中校 (Oberstleutnant, OLT)，1995 年入伍成為義務役士兵，2001 年晉陞軍官。溫許中校曾擔任德國國防部發言人，具備一般參謀官學資 (概同我國陸軍學院學資)，於 2018 年 4 月 13 日接任「砲兵第 345 教導營」營長 (Kommandeur ArtLehrBtl 345, Kdr ALB 345)。



圖十四 砲兵第 345 教導營主官交接布達典禮



圖十五 卡斯滕·溫許中校

圖十四補充說明：1. 中間主持者為裝甲第 10 師副師長米歇爾·波祖斯 (Michael Podzus) 少將。2. 中左為接任營長卡斯滕·溫許中校。3. 地點為駐地克洛茲貝爾格營區

資料來源：1. 圖十四 C. Horst, G. Verena, “KOMMANDOWECHSEL AUF DEM KLOT-ZBERG”, https://www.wochenblatt-reporter.de/rammelsbach/c-lokales/carsten-windsch-folgt-auf-olaf-tuneke_a3494, 10 Jan 2020. 2. 圖十五 <https://www.deutschesheer.de/portal/poc/heer?uri=ci:bw.heer.x.mediabild&de.conet.contentintegrator.portlet.current.id=6e756c6c3839383030303030303030303030306a676f776f716f79202020202020>

表六 營長卡斯滕·溫許中校經歷表

年度	內容
1995	入伍，於「裝甲砲兵第 375 營」（PzArtBtl 375）服義務役士兵，駐地為法蘭肯堡（Frankenberg）。
1995-1996	擔任「裝甲砲兵第 375 營」營部一等兵（Obergefreiter）參四。
1996-1998	擔任「裝甲砲兵第 375 營」下士（Unteroffizier）雷達士。
1998-2001	至砲兵學校接受分科訓練，接續至陸軍官校 ⁶³ 受訓，晉陞軍官。
2001-2005	至「慕尼黑聯邦防衛軍大學」 ⁶⁴ 進修，取得教育學學位。
2005	分發至「砲兵第 345 教導營」任職。
2006-2009	擔任「砲兵第 345 教導營」砲兵連長（Batteriechef），並赴阿富汗執行境外軍事行動。
2009-2011	擔任砲兵學校學員隊長，後赴美接受野戰砲兵高級班訓練。
2011-2013	至「德軍指參學院」 ⁶⁵ 接受一般參謀官 ⁶⁶ 訓練（概同我國指參學院）。
2013-2015	至「多國作戰指揮部」 ⁶⁷ 發展部擔任首席作戰官。
2016-2018	擔任國防部計畫次長室第 1 處第 5 科及第 2 處第 4 科科长。
2018	於 4 月接任「砲兵第 345 教導營」營長。
2019	於 10 月領導全營參加「克爾特風暴 2019」演習。

資料來源：1.Deutschesheer, “Artillerielehrbataillon 345”, [#### 四、執行克爾特風暴 2019 演習](https://www.deutschesheer.de/portal/a/heer/start/dienstst/10pzdiv/gldg/artlehrbtl345/tut/p/z1/hU67DoIwFP0WB9beUoKcW30symACidDFFKgFUygpFfx8MUwmEs92njinAIXW8qGW3Na65WriGVvfdkGURCQkJAndA6Y0Jsezu3dx4sP1X4BNNi4AxRCXArJpY7044RGIGQF78IG_UKeNVcIiXnweQlbtltiogs6CydguUul8vk7b3AskMCPuwgiDnmaSK2u7futgB4_jiKTWUglU6MbBvyqV7i2k30nomnTEng-GiK7esEEtFw!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#Z7_B8LTL2922T91D0AAS2EK1C1032, 16 Nov 2019.2.本研究參考後自行製表。</p>
</div>
<div data-bbox=)

（一）簡介

「克爾特風暴」演習（Celtic Storm）⁶⁸是德軍為確保歐洲安全，強化其部隊快速反應及多國聯盟作戰能力所執行的砲兵實兵演習（Field Training Exercise, FTX）。在 2016 及 2017 年分別執行該演習後，於 2019 年 10 月 25 至 31 日再次執行「克爾特風暴 2019」演習。

本演習慣常由德國陸軍「砲兵第 345 教導營」參演，採「自由統裁」方式，於

⁶³ 德國「陸軍官校」（Offizierschule des Heeres, OSH）位於德勒斯登（Dresden）。

⁶⁴ 德軍「慕尼黑聯邦防衛軍大學」（Universität der Bundeswehr München）位於慕尼黑（München）的諾依碧貝爾格（Neubiberg）。

⁶⁵ 「德軍指參學院」（Führungsakademie der Bundeswehr, FüAkBw）位於漢堡（Hamburg）。

⁶⁶ 「一般參謀官」（Generalstabsoffizier）指德軍完成指參訓練之軍官，其信條為「質勝於文」（Mehr sein als Scheinen），源自老毛奇元帥（Helmuth Karl Bernhard Graf von Moltke）對參謀本部軍官的期許。

⁶⁷ 「多國作戰指揮部」（Multinationales Kommando Operative Führung, MN KdoOpFü）位於烏爾姆（Ulm），為德軍負責規劃與執行其參加歐盟及北約多國聯合軍事行動的機構。

⁶⁸ celtic 在德文裡為 keltisch，意指：克爾特的，是歐洲一支古人種。

臨機告知的地點，結合相關想定及場景實施，以磨練參演官兵對陌生環境的指揮及作戰能力。值得一提的是，為肆應現代戰爭形態，此次演習將「任務變數」(Factors of the Mission)⁶⁹中「民事注意事項」(Civil Considerations)因素所造成的作戰影響，考驗該營的軍民協調能力，也是本次演習的重點項目之一。

(二) 想定設計

本演習場景內除德國外，另設有 6 個虛擬國家，分別為阿爾特拉威多 (Altravero)、阿斯坦利恩 (Astarien)、沙塔望 (Satawan)、瑟費拉尼恩 (Severanien)、奧布希地亞 (Obsidia) 及威斯拉尼亞 (Wislanien)，其中阿爾特拉威多為北約成員國。在一般狀況的想定中，威斯拉尼亞向阿爾特拉威多提出對兩國邊界爭議地區的領土要求，並宣布將採取軍事行動，其餘四國則對此狀況保持中立態度。阿爾特拉威多隨即依據北大西洋公約 (North Atlantic Treaty) 第五條⁷⁰對北約申請軍事援助，北約在核准其兵力申請後，下令德軍派遣部隊支援作戰。

(三) 演習經過

演習開始後，「砲兵第 345 教導營」即進行受領任務，作戰目的為遲滯威斯拉尼亞的進攻部隊。在計劃作為階段，統裁部宣布敵軍部隊已推進至邊界地區發起攻擊，「砲兵第 345 教導營」則立即實施轉進，以避開敵攻擊正面；該營於 10 月 25 日由其位於伊達爾-奧伯施泰因的駐地克洛茲貝爾格營區出發，沿包姆霍爾德戰鬥教練場 (Truppenübungsplatz Baumholder) 向邁森海姆 (Meisenheim) 市區機動，途中於工業區實施野戰加油作業，磨練持續作戰 (勤務支援) 能力。

戰術行軍途中，裁判官多次下達小部隊襲擾狀況，測驗其自衛戰鬥能力。28 日在全營向溫特爾博爾恩 (Winterborn) 機動時，僅部分行軍梯隊抵達行軍目標，便接收到砲兵火力射擊要求，營長即下令於機動道路上直接放列火砲實施射擊。在後續兩日的演習中，指揮所仍不斷接收到射擊要求，且持續變換陣地以支援作戰。31 日為演習最後關鍵階段，亦是作戰之決勝點，全營機動至包姆霍爾德戰鬥教練場，集中火力對威斯拉尼亞側翼實施強力打擊，遲滯其攻擊行動，最後在確保戰力完整下脫離戰鬥，結束本次演習。

(四) 演習地區範圍

⁶⁹ 任務變數為軍事決策程序中用於考量行動的重要因素，包含任務 (Mission)，敵軍狀況 (Enemy)，地形與天候 (Terrain and Weather)，我軍狀況 (Troops and Support Available)，可用時間 (Time Available) 及民事注意事項等 6 項內容，簡稱 METT-TC。

⁷⁰ 北大西洋公約第五條為：「針對任何一個成員國發動的武裝攻擊應被視為是對全體成員國發動的武裝攻擊……必要時使用武裝力量，以恢復及維護北大西洋地區安全」，其原文節錄如下：” Article 5: The Parties agree that an armed attack against one or more of them in Europe or North America shall be considered an attack against them all……such action as it deems necessary, including the use of armed force, to restore and maintain the security of the North Atlantic area.”

本次演習地區以邁森海姆為中心，東西橫寬約 60 公里，南北縱長約 40 公里，操演幅員達 2,400 平方公里（圖十八）。



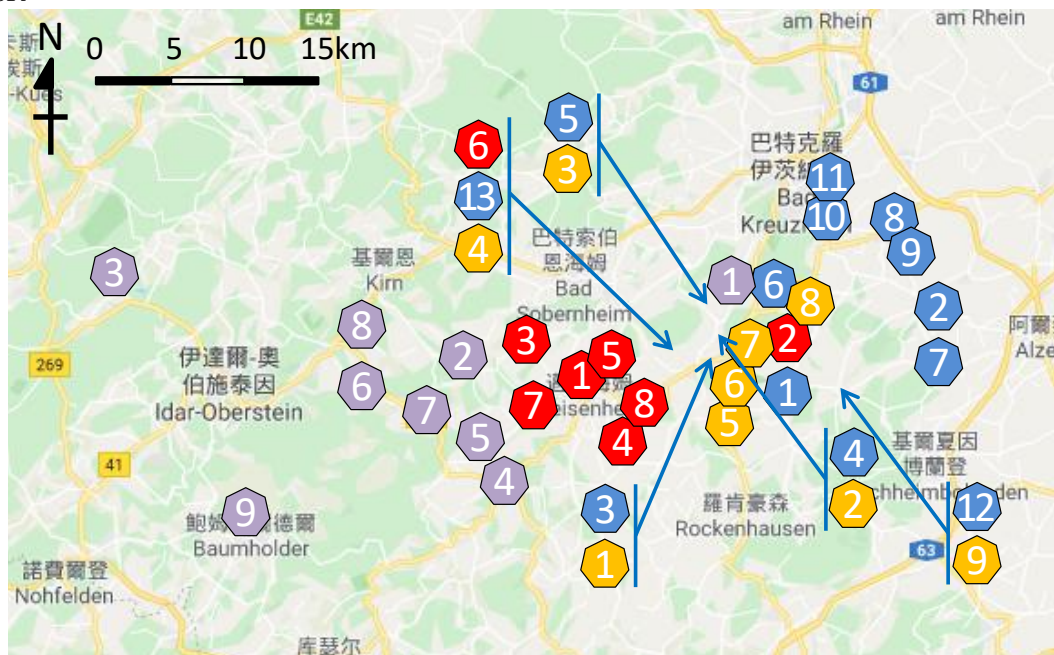
圖十六 管式砲兵連執行射擊任務

資料來源：https://scontent-tpe1-1.xx.fbcdn.net/v/t1.0-9/78254584_3038252386400499_988768889640845312_o.jpg?_nc_cat=104&_nc_ohc=Er0H3G0carYAQsmNTHXrcB7_QOnuphbETzR0Mr6CKsAGZTfIN18U9HVg&_nc_ht=scontent-tpe1-1.xx&oh=0ff3273fc5cb3095d708f6ee57905a99&oe=5EB19793



圖十七 管式砲兵連派遣之警戒砲

資料來源：http://photobw.info/sites/default/files/styles/large_2/public/2017-12-08_celtic_storm_ii_24_1800.jpg?itok=jq_BP68R



圖十八 演習區域示意圖

表七 演習地區暨時程表

10 月 25 至 28 日		10 月 29 日	
①	邁森海姆 Meisenheim	①	溫特爾博爾恩 Winterborn
②	溫特爾博爾恩 Winterborn	②	納克 Nack
③	德斯洛 Desloch	③	上莫舍爾 Obermoschel
④	施米特韋勒 Schmittweiler	④	下莫舍爾 Niedermoschel
⑤	雷博爾恩 Rehborn	⑤	哈爾加爾滕 Hallgarten
⑥	萊特韋勒 Lettweiler	⑥	福爾克斯海姆 Volxheim
⑦	布賴滕海姆 Breitenheim	⑦	貝興海姆 Bechenheim
⑧	卡爾巴赫 Callbach	⑧	韋爾斯泰因 Wöllstein
		⑨	埃克爾斯海姆 Eckelsheim
		⑩	哈肯海姆 Hackenheim
		⑪	波森海姆 Bosenheim
		⑫	克里格斯費爾德 Kriegsfeld
		⑬	萊特韋勒 Lettweiler
10 月 30 日		10 月 31 日	
①	上莫舍爾 Obermoschel	①	法伊爾賓格爾特 Feilbingert
②	下莫舍爾 Niedermoschel	②	洪茨巴赫 Hundsbach
③	哈爾加爾滕 Hallgarten	③	朗韋勒 Langweiler
④	萊特韋勒 Lettweiler	④	勞特埃肯 Lauterecken
⑤	曼韋勒-策爾恩 Mannweiler-Cölln	⑤	卡普恩 Kappeln
⑥	奧本多夫 Oberndorf	⑥	上賴登巴赫 Oberreidenbach
⑦	阿爾森茨 Alsenz	⑦	希恩 Sien
⑧	菲爾費爾德 Fürfeld	⑧	貝倫巴赫 Bärenbach
⑨	克里格斯費爾德 Kriegsfeld	⑨	包姆霍爾德 Baumholder

資料來源：1.圖十八及表七 Pressemitteilung Artillerielehrbataillon 345, “Artilleristen üben wieder Freilaufende Übung Celtic Storm 2019”, Idar-Oberstein: Pressemitteilung Artillerielehrbataillon 345.2.本研究參考後自行製圖及表。

分析與建議

德國為節約國防預算，並使軍隊朝「規模小、戰力強」方向發展，在經過多次組織調整後，陸軍砲兵部隊已同時俱備目標獲得、遠程精準打擊及快速火力支援能力。筆者就德軍「砲兵第 345 教導營」發展現況及其執行「克爾特風暴 2019」演習之觀察，提出分析及可為我軍借鏡之處，其重點有三。

一、戰術運用

（一）偽裝

偽裝是確保戰場存活率的重點之一，德軍基於現代戰場環境與住民地密不可分，多運用如工廠廢棄物及家屋等地物實施隱蔽與掩蔽（圖十九及二十）；另就光源管制部分，其運用帆布針對各式載具之車窗及燈系於晝、夜間靜止時予以遮蔽，可有效達成祕匿效果（圖廿一及廿二）。我軍準則對偽裝方法已明確律定，⁷¹惟要領部分尚可參考外軍經驗以求精進，而縱觀我國多數地區亦具有人口稠密及地物繁多之特性，可將德軍隱、掩蔽經驗作為我用，以強化偽裝效果；而我軍光源管制僅於夜間加強實施，其作法稍顯不足。考量帆布等材料獲得容易，未來可參考德軍作法，研製類似遮蔽器材於晝、夜間靜止時使用。

（二）自衛戰鬥

德軍基於自衛戰鬥需要，於各類載具車頂配備武器座，可架設機槍等武器；另為滿足人員防護需求，自 2008 年起陸續將「FLW 型遙控輕武器站」（Fernbedienbare Leichte Waffenstation, FLW）⁷²撥交陸軍使用。透過上述兩類裝備，可確保部隊於運動或靜止時發揚火力，亦可節省機槍陣地開設時間，有利部隊快速變換位置。

我軍砲兵部隊行軍時自衛戰鬥要領之一為：「50 機槍就車上，向敵射擊」，⁷³然目前載具除自走砲可於機動中射擊 50 機槍外，餘缺乏車頂武器座而無法使用，僅可仰賴乘員以輕武器遂行戰鬥。再者我軍新式裝備部隊具有乘員少之特性，無足夠之近戰班兵力，故 50 機槍火力之發揚遂成為戰力關鍵。以火箭部隊彈藥排為例，其配賦之重機槍於機動中僅可收納於置物箱，而無用武之地，影響戰力發揮。建議未來可透過小型軍品研發，將各式載具安裝適用之車頂武器座，並研製或採購遙控武器站，以強化自衛戰鬥及防護能力。

（三）隱蔽射擊

演習期間，德軍砲兵採隱蔽陣地（verdeckte Stellung）方式，⁷⁴於樹林後方佔領陣地實施隱蔽下射擊，降低陣地曝露機會（圖廿五）。此陣地選擇方式對照我軍砲兵準則亦有相似之處：陣地諸元測量之遮蔽物選定要領包含「孤立狹小之物

⁷¹ 我軍砲兵部隊之偽裝方法為：利用地形、藉助天氣、利用迷彩、利用植物、利用偽裝網及管制熱光源。

⁷² 此裝備由德國「克勞斯-瑪菲·威格曼」研發製造，提供乘員於車內操作輕武器，模組化之設計適用機槍及榴彈發射器，並具備晝、夜間及低能見度狀況下遂行情、監、偵能力。

⁷³ 陸軍砲兵訓練指揮部，《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，2017 年 11 月），頁 2-6-96。

⁷⁴ 德軍陣地種類（Stellungswahl）包括掩蔽（gedeckte Stellung）、半掩蔽（teilgedeckte Stellung）、隱蔽（verdeckte Stellung）及開放式（offene Stellung）陣地，見 <https://www.virtuelle-panzergrenadierbrigade37.de/index.php/de/2-uncategorized/111-stellungswahl>。

體…不構成遮蔽之地形地物，不可選為遮蔽物」。⁷⁵惟我軍射擊安全要求自砲膛規視後，不得有任何遮蔽。然以引信（信管）為達預發（開保險）之力量之一為「潛進力」，彈頭飛行達最高彈道點時始可完成預發。⁷⁶按此原理，樹枝（葉）對彈頭之碰擊應不致成早炸現象（引信未預發）。為使砲兵部隊快速變換陣地，快速遂行火力支援同時，在不及完成偽裝作業情況下，德軍作法之可行性，可檢討作為我砲兵提高戰場存活率方法之參考。

（四）目標獲得

德軍砲兵營編制有「地空偵搜連」，可運用無人飛行載具及反砲兵雷達實施目標獲得作業，前者可對 65 公里內之目標實施偵察，獲知精確座標位置，後者則可對射擊之敵砲兵目標進行標定。我軍目標獲得手段包含情蒐、測地及氣象探測，⁷⁷惟現行目標獲得連僅具備後兩者能力，地面部隊有關目標情報獲得，主要仰賴目視觀測及友軍情資分享，實有不足。建議未來可採購空中及地面相關中、遠程偵蒐裝備，以強化目標獲得能力，並發揮砲兵熾盛火力。



圖十九及二十 利用地物實施隱、掩蔽



圖廿一及廿二 以帆布遮蔽車窗及燈系遂行光源管制

⁷⁵ 陸軍砲兵飛彈學校，《野戰砲兵戰砲隊訓練教範》(桃園：陸軍總司令部，2001 年 12 月)，頁 3-44。

⁷⁶ 陸軍後勤訓練中心，《陸軍彈藥鑑整手冊》(桃園：國防部陸軍司令部，2015 年 10 月)，頁 4-1-76。

⁷⁷ 同註 62，頁 7-5-47-48。



圖廿三 車頂之武器座



圖廿四 FLW 200 型遙控輕武器站



圖廿五 於樹林後方實施掩蔽射擊



圖廿六 道路受阻變換預備行軍路線



圖廿七 受迫於道路上放列執行射擊任務

資料來源：圖十九 https://scontent-tpe1-1.xx.fbcdn.net/v/t1.0-9/73539727_3031275803764824_3136306207552176128_o.jpg?_nc_cat=104&_nc_ohc=7NTizrlJM4AQl-knR269mctMmaddGCMKp6lUCmBI4i5nLEjt4UZfBAA&_nc_ht=scontent-tpe1-1.xx&oh=f6dae4a48bef57b91e21e934b64a3897&oe=5E664E842。圖二十 https://www.youtube.com/watch?v=_GeqPOe9G_g。圖廿一 https://scontent-tpe1-1.xx.fbcdn.net/v/t1.0-9/75557441_2655206221213046_2270124592301342720_o.jpg?_nc_cat=105&_nc_ohc=5PchYxwzbIQAQITZq2mqYKCGvJnE2XQc_iSc0N-psyJSTIERBQ-x4qKHw&_nc_ht=scontent-tpe1-1.xx&oh=816d00152748cefd73ffbc6d7cbb3e3d&oe=5EAE98CC2。圖廿二 <https://www.flickr.com/photos/pzbrig15/48999763751/>。圖廿三 https://www.youtube.com/watch?v=_GeqPOe9G_g。圖廿四 https://www.kmweg.com/uploads/pics/KMW_KS_FLW200-6285_R.jpg。圖廿五 <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ILVC1wE8>。圖廿六 <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ILVC1wE8>。圖廿七 [http://tank-masters.de/_content/_photo-series/news2/Celtic%20Storm%202019%20D2%20\(15\).JPG](http://tank-masters.de/_content/_photo-series/news2/Celtic%20Storm%202019%20D2%20(15).JPG)

二、演訓規劃

（一）民事注意事項

在防衛作戰的任務變數中，民事注意事項是不可獲缺的項目。德軍透過在演習過程中加入民人及民車之因素，使參演部隊道路使用受限，考驗其預備路線之偵察與規劃，甚至須於道路上放列火炮，以執行射擊任務。我軍現行除指參作業程序中納入民事注意事項外，⁷⁸甚少見於各項演訓科目中。而未來在防衛作戰的形態下，民事所造成的作戰影響必然無法小覷，應是各項演訓科目不容忽視的環節。

（二）非實彈戰術科目

在「克爾特風暴 2019」演習中，德軍以不實彈及自由統裁方式，磨練參演部隊指揮管制及火力支援能力。我軍現行演訓及基地測考多採計劃統裁，依操演動次執行各項科目，以求訓練安全。是項作法相當程度也失去磨練各級砲兵指揮官之機會，且使官兵在已知場地及路線進行訓練，與實戰中陣地偵察、選擇及佔領所將面對之臨機狀況不盡相同。建議砲兵基地可針對砲兵部署與支援及野戰要務⁷⁹以非實彈及自由統裁方式納入測考科目，強化我砲兵部隊作戰能力。

三、教育勤務

德軍以「砲兵第 345 教導營」作為砲兵學校教育勤務的核心，該營同時兼具戰備任務，並可透過演訓將作戰需求反饋，作為兵監訓練內容調整之參考。我軍砲兵訓練指揮部教勤部隊早期由實兵部隊輪替慣常支援，⁸⁰與德軍現行作法概同。飛彈砲兵學校教勤營成編後，⁸¹為專司教育勤務之部隊，與戰備任務的鏈結則不若以往。為使教勤營成兵監與各作戰單位揉合的媒介，可採用混砲營型態作為該營平時編制，並以完整作戰編組替代原後備砲兵序列，納入基地測考及各項戰備演訓，並將成果供我砲兵戰訓政策參考，據以滿足作戰實需。

結語

在當前國際政治環境限制下，我軍對於國外砲兵研究多以美軍為主，限縮了其他相關知識參考的多元性。而自 1975 年「明德專案」結束，德籍國軍顧問離開後，國軍砲兵部隊與德軍即失去了鏈結。藉由解析德軍「砲兵第 345 教導營」發展及其參加「克爾特風暴 2019」演習之觀察，本研究就筆者之拙見，綜整出

⁷⁸ 同註 62，頁 1-2-40。

⁷⁹ 同註 62，第二篇及第三篇。

⁸⁰ 包含陸軍第一四六、一五八、二〇三師等砲兵營與示範指揮部及空軍防空部隊，另見《陸軍砲兵訓練指揮部暨砲兵飛彈學校沿革史》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部暨砲兵飛彈學校，1987 年 1 月）。

⁸¹ 國防部（中華民國），《陸軍飛彈砲兵學校組織規程》（臺北：國防部，2004 年 10 月）。

戰術運用、演訓規劃及教育勤務等可借鏡之處，期能作為我砲兵部隊強化建軍備戰之參考。

參考文獻

- 一、王正華，《抗戰時期外國對華軍事援助》（臺北：環球書局，1987年4月），頁43～89。
- 二、國防部（中華民國），《德華華德軍語詞典》（臺北：國防部，1972年8月）。
- 三、國防部史政編譯局，《明德專案工作紀實（上冊）》（臺北：國防部史政編譯局，1980年5月），頁1-2。
- 四、陸軍後勤訓練中心，《陸軍彈藥鑑整手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，2015年10月）。
- 五、陸軍砲兵訓練指揮部，《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，2017年11月）。
- 六、陸軍砲兵飛彈學校，《野戰砲兵戰砲隊訓練教範》（桃園：陸軍總司令部，2001年12月）。
- 七、Artilleriekunde（德國砲兵科學學會），“10 Jahre PzArtLBtl 310,” https://www.artilleriekunde.de/images/PDF/10_Jahre_PzArtLBtl_310.pdf
- 八、Artilleriekunde（德國砲兵科學學會），“Chronik RakArtLBtl 72,” https://artilleriekunde.de/images/PDF/RakArtLBtl_72.pdf
- 九、Bundesministerium der Verteidigung（Deutschland）（德國國防部），Konzeption der Bundeswehr（德國軍事戰略）（Berlin: BMWg, 2018），pp. 5-6.
- 十、Bundesministerium der Verteidigung（Deutschland）（德國國防部），Waffensysteme und Großgerät（Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 2016），pp. 16-17.
- 十一、Bundesministerium der Verteidigung（Deutschland）（德國國防部），Weissbuch zur sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr（德國2019年版國防報告書）（Berlin: BMWg, 2016），p. 32
- 十二、Bundeswehr，“LANDSYSTEME DER BUNDESWEHR”，<https://www.bundeswehr.de/de/ausruestung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr>, 8 Jan 2020.
- 十三、C. Horst, G. Verena，“KOMMANDOWECHSEL AUF DEM KLOTZBERG”，https://www.wochenblatt-reporter.de/rammelsbach/c-lokales/carsten-windsch-folgt-auf-olaf-tuneke_a3494, 10 Jan 2020.
- 十四、D. Jürgen，“Corps artillery in the German Army 1957-1994,” https://bw-duelmen.de/data/documents/Geschichte-der-Korpsartillerie-und-SW-Bataillone-engl._1.pdf

- 十五、Europäische Sicherheit & Technik, “Panzerhaubitze 2000 - Konzepte zur Schließung der Reichweitenlücke”, <https://esut.de/2019/11/fachbeitraege/ruestung/16730/panzerhaubitze-2000-konzepte-zur-schliessung-der-reichweitenluecke/>, 9 Jan 2020.
- 十六、Freundeskreis-Artillerietruppe (德軍砲兵協會), “Artillerie im HEER2011 “, <https://www.freundeskreis-art-illerietruppe.de/index.php/die-artillerietruppe/artillerie-im-heer2011>, 20 Dez 2019.
- 十七、G. Dan, The Drone Databook (New York: Center for the Study of the Drone at Bard College), pp. 105-112.
- 十八、J. Marco, “Die Geschichter der Artillerietruppe der Bundeswehr am Beispiel Artilleriebataillon 295 “, Hardthöhenkurier (Bonn), Vol.4, 2018, pp.72-77.
- 十九、K. Marcel, “ Das Artillerielehrbataillon 345 auf dem Truppenübungsplatz GR AFENWÖHR 2015,” Zu Gleich (德軍砲兵半年刊) (Idar-Obersteiner), Ausgabe Nr. 1 (2016), pp. 58-62.
- 二十、KMW, “PZH 2000 “, <https://www.kmweg.de/home/artillerie/panzerhaubitzen/pzh-2000/produktinformation.html>, 10 Jan 2020.
- 二十一、Kommando Heer (德國陸軍司令部), Die Reserve des Heeres (陸軍後備制度): Ihr Ratgeber für Ihre Karriere in der Reserve des Heeres (Strausberg: Kommando Heer, 2018) .
- 二十二、Pressemitteilung Artillerielehrbataillon 345 (砲兵第 345 教導營新聞組), “Artilleristen üben wieder Freilaufende Übung Celtic Storm 2019 (德軍「克爾特風暴 2019」演習官方新聞稿)”, Idar-Oberstein: Pressemitteilung Artillerielehrbataillon 345.
- 二十三、S. Wolfgang, “ Aufklärungsdrohne KZO “, <https://pzaufkl.de/aufklaerungsdrohne-kzo>, 9 Jan 2020.

作者簡介

葉泓少校，陸軍軍官學校 97 年班，歷任前進觀測官、觀通組長、副連長、M114 式榴彈砲連長、雷霆 2000 火箭連長、作戰參謀官等職務，具備基礎英文及德文能力，現為國防大學陸軍指揮參謀學院學員。

中共第三代「北斗衛星導航系統」發展與運用研究

作者：卓以民

提要

- 一、中共自 1994 年起，將「北斗衛星導航系統」發展區分「系統試驗」、「亞太覆蓋」、「全球覆蓋」三個階段，目前已進入第三階段，於 2018 年初涵蓋「一帶一路」國家，年底則正式完成「全球覆蓋」，並計畫於 2035 年將「北斗」為核心之綜合定位、導航、授時系統，提供全球定位服務。未來中共將繼美國、俄羅斯之後，成為世界上第三個擁有自主衛星導航系統之國家。
- 二、中共在 2018 年計發射 18 顆「北斗三號」衛星，目的在涵蓋「一帶一路」沿線國家，並提供基本服務，形成「太空絲綢之路」，更積極打造「空中信息走廊」，完善空中衛星資訊通道，藉由不同衛星資訊資料交換，實現空間資訊一體化與地面互聯網移動通信使用者終端鏈結，企圖進一步在衛星技術之應用上建構「天基絲路」。
- 三、美國總統川普自就任以來，積極提出制衡中共之相關對策，在 2017 年 12 月 18 日發表美國「國家安全策略」報告中，將「印太地區」置於討論區域政策之首，也正式提出「印度－太平洋戰略」以抗衡中共之崛起，企圖以印太戰略為「點線面」戰略布局，圍堵中共「一帶一路」之「帶狀延伸」發展，以抑制中共「一帶一路」政策發展。
- 四、中共第三代北斗衛星導航系統除藉由「一帶一路」政策發展加速其全球覆蓋及精度提升外，更於 2018 年底與俄羅斯「格洛納斯」(GLONASS)導航系統簽署合作，使中共「北斗衛星導航系統」正式跨入北極圈範圍。就軍事層面而言，此舉對美國「印度－太平洋戰略」造成極大衝擊，而我國除要面對中共第三代「北斗衛星導航系統」強大之軍事衝擊外，亦要尋求中、美兩強間「印太戰略」之平衡點，俾爭取臺海和平保障。

關鍵詞：第三代北斗衛星導航系統、一帶一路、太空絲綢之路

前言

中共「北斗衛星導航系統」自 1994 年起，依「系統試驗」、「亞太覆蓋」、「全球覆蓋」等三個階段發展，¹目前已進入第三階段，至 2018 年達成覆蓋「一帶一路」國家，並於年底正式公布「全球覆蓋」，以提供全球定位服務，將於 2035 年建成以「北斗」為核心之綜合定位、導航、授時體系。²中共將繼美國、俄羅

¹ 曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 169 期，陸軍砲訓部，2015 年 6 月，頁 72。

² 北斗衛星導航系統－維基百科，自由的百科全書。<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/北斗衛星導航系統>。(檢索日期：2019 年 10 月 1 日)

斯之後，成為第三個擁有「自主衛星導航系統」之國家。

自 2013 年中共國家主席習近平於提出「絲綢之路經濟帶與 21 世紀海上絲綢之路」，簡稱「一帶一路」之國家發展政策³後，無論對亞太地區亦或整個亞洲，乃至於地中海沿岸國家之政、經、軍、心都造成極大衝擊。中共運用「北斗衛星導航系統」結合「一帶一路」之作為，目的在打造「空中信息走廊」，建構「天基絲路」，除加速「北斗衛星導航系統」全球市占率外，亦達到「以商逼政」之功效，⁴進而拓展國力，強化其全球影響力。

歷年各類軍事期刊陸續發表多篇對中共「北斗衛星導航系統」之研究，惟筆者撰文係針對中共「北斗衛星導航系統」現階段發展、一帶一路國家政策與軍事運用三個方向，研析敵我相關作為、對我安全之影響與威脅等，提供相關因應作為與建軍備戰之建言，期能提升相關有、無形戰力，達成保衛臺海安全任務。

北斗衛星發展摘要

中共自 1990 年代起開始自力研發「北斗衛星導航系統」，於 2000 年起發射軌道衛星，至 2012 年對內提供正式服務，並於 2018 年完成第三代「北斗衛星導航系統」覆蓋「一帶一路」沿線國家，最終於 2020 年實現全球衛星定位系統；⁵該計畫由中共國家主席習近平 2013 年在哈薩克納扎爾巴耶夫大學作演講時首度提出，並配合國務院總理李克強外訪時向各國推廣區域經濟合作戰，預期沿著陸上絲綢之路，發展中國與相關國家和地區的經濟合作夥伴關係，除計畫加強沿路的基礎建設（包含航太建設）外，亦消化中國過剩的產能與勞動力、保障中國的能源與糧食供給，並帶動西部地區的開發。⁶中共亦將藉由「一帶一路」國家政策，尋求由亞太地區之影響力，擴大至印太地區外交霸權，以取得有利之國家戰略與利益，相關情資分述如后。

一、第三代北斗衛星導航系統發展目標

第三代「北斗衛星導航系統」之首顆衛星於 2015 年 3 月 30 日搭載長征三號運載火箭升空，而首批組網衛星（2 顆）則於 2017 年 11 月 5 日以「一箭雙星」的方式順利發射，代表中國大陸正式開始建造「北斗」全球衛星導航系統。⁷「北斗衛星導航系統」計畫在 2020 年完成全球覆蓋，為全球用戶提供定位、導航、

³ 一帶一路 - 維基百科，自由的百科全書。<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/一帶一路>。（檢索日期：2018 年 9 月 20 日）

⁴ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》（臺北），2018 年 2 月，頁 I。

⁵ 同註 4。

⁶ 同註 3。

⁷ <https://baike.baidu.com/item/北斗衛星導航系統/10390403?fromtitle=北斗&fromid=12640773#1>，百度百科，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 9 月 20 日）

授時服務。中國大陸將發射大量中地球軌道衛星，同時考量衛星之生命週期，將在 2020 年前完成替換，⁸企圖使用 35 顆衛星覆蓋全球，減少對美國 GPS 系統之依賴，同時實現全球服務能力。⁹

二、北斗衛星導航系統與「一帶一路」國家戰略之重要關係

(一) 2013 年 9 月，中共國家主席習近平訪問哈薩克，提出共同建設「絲綢之路經濟帶」；10 月在印度尼西亞國會演講時提出共同建設 21 世紀「海上絲綢之路」。11 月中國共產黨第十八屆中央委員會第三次全體會議正式將「一帶一路」升級為國家戰略。

(二) 2015 年 3 月 28 日，中華人民共和國國務院授權國家發改委、外交部、商務部等三部委聯合發布《推動共建絲綢之路經濟帶和 21 世紀海上絲綢之路的願景與行動》白皮書。¹⁰

(三)「空間信息」設施為「一帶一路」之重要基礎，因此中共近期密集發射北斗衛星，企圖將北斗衛星導航系統涵蓋全亞洲，¹¹至 2018 年底，大陸計發射 18 顆北斗三號工程組網衛星，覆蓋「一帶一路」沿線 30 個國家（包括巴基斯坦、寮國和印尼等），成為「太空絲綢之路」。此舉令美國媒體擔憂，當這些國家加入「太空絲綢之路」後，將轉而依賴中國大陸所提供的太空服務，此後中共對各國政策將具備更大之影響力。¹²

三、北斗衛星導航系統與印太戰略優勢

中共為增強海權，日趨重視「印度洋」區域，對鞏固中共在南中國海的力量極具戰略意義，亦對中巴經濟走廊至為重要。基於印度崛起影響印度洋戰略變化，當近期印度因應中共壓力，與美、日、澳三國的聯盟關係逐漸成形，¹³並增強與越南、日本之經濟與安全合作後，尤其在美國援助下，從而增強印度之軍備與太空監視技術。¹⁴促使中共運用更積極手段，藉由「一帶一路」強化「北斗衛星導航系統系統」於太空領域之主導地位，除在鄰國建立地面控制據點，

⁸ <https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2019 年 10 月 1 日）

⁹ <https://www.ettoday.net/news/20180926/1267201.htm>，ETtoday 新聞雲，中國大陸北斗衛星成「太空絲路」 覆蓋「一帶一路」國家。（檢索日期：2018 年 09 月 30 日）

¹⁰ <https://zh.wikipedia.org/wiki/一帶一路>，維基百科，自由的百科全書，一帶一路。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

¹¹ <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170612003565-260409>，大陸北斗系統 2018 覆蓋一帶一路各國，中時電子報，2017 年 06 月 12 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

¹² <https://www.ettoday.net/news/20180926/1267201.htm>，ETtoday 新聞雲，中國大陸北斗衛星成「太空絲路」覆蓋「一帶一路」國家，2018 年 09 月 26 日。（檢索日期：2018 年 09 月 30 日）

¹³ <https://www.storm.mg/article/473051>，林建山，川普印太戰略抗堵習近平一帶一路倡議，風傳媒，2018 年 08 月 08 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

¹⁴ <https://www.thenewslens.com/article/88774>，「印度洋—太平洋」戰略（上）：來自美日印澳的「抗中」意識，羅元祺、翁世航，2018/02/01。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

並試圖打破印太戰略平衡關係，以取得印太戰略之外交霸權。¹⁵

研究分析

一、中共「北斗衛星導航系統」發展現況與「一帶一路」戰略優勢保障

（一）北斗衛星導航系統緣起

1.冷戰期間美國與前蘇聯成為兩極對抗強權，中共雖然取得部分前蘇聯之軍事資源，卻無法獲得核武與具有戰略意涵之技術能力。因此面對國際政治現實，務必發展具有戰略意涵之航太工業與戰略戰術導彈，不僅可作為牽制美、俄強權之手段，更滿足高度之民族主義自覺情緒。¹⁶基此，冷戰結束後，中共提出「打贏高科技條件下局部戰爭」之軍事準則，將目光集中於太空，全力追求佔領未來戰爭之制高點，建立以太空為主導之軍事戰力。¹⁷

2.在 1991 年「波灣戰爭」中，美軍「全球定位系統」(Global Positioning System,GPS)在戰爭中之應用居功厥偉，猶如「上帝之眼」一般，掌控整個戰場態勢。實現在海、陸、空力量之指揮控制，部隊調動、物資保障、戰場救援與精確制導武器精確打擊等各個領域，¹⁸皆令中共軍方印象深刻。其中徹底激起中共研發之關鍵，則在 1996 年臺海導彈危機美國局部關閉「全球定位系統」(GPS)衛星訊號，致使二砲部隊（現更名為火箭部隊）導彈試射失準，未能命中預定目標後，迫使中共念茲在茲要擁有自己的衛星導航定位系統。當時中央軍委主席江澤民在臺海危機結束後責令當時「北斗衛星導航試驗系統」研發部門加速研究期程，¹⁹並於 2006 與 2011 年中共國務院新聞辦公室所發布《中國的航天》與 2016 年《中國北斗衛星導航系統》等白皮書中，明確提出中共須將發展航天事業作為國家整體發展戰略之重要因素，因此傾全力加強航天工業之基礎能力建設。²⁰

（二）北斗衛星導航系統發展歷程

鑒於衛星導航系統為重要之空間信息基礎設施，因此中共高度重視衛星導航系統之建設，堅持致力探索與發展擁有自主知識產權之衛星導航系統。²¹中共稱歷經數十年的奮起直追，根據系統總設計師孫家棟院士表示，僅有 16 年歷史之「北斗衛星導航系統」，可提供高精度、可靠之導航、定位與授時服務，並採

¹⁵ <http://www.pf.org.tw/article-pfch-2044-6141>，「第七屆臺美日三邊安全對話」座談會，2018 年 06 月 22 日。

¹⁶ 黃秋龍，〈中共航太工業的發展與侷限〉《清流月刊》，2013 年 6 月。

¹⁷ 王崑義，〈中國發展北斗衛星系統對台灣安全的威脅與因應之道〉《全球政治評論》，第 34 期，2011 年，頁 43。

¹⁸ <https://kknews.cc/zh-hk/military/625pvkl.html>，被逼出來的強大，「海灣戰爭」敲響「北斗三」必須全球組網警鐘，每日頭條，2017 年 11 月 08 日。

¹⁹ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》（臺北），頁 1。

²⁰ 張英傑，〈中共航天戰略發展之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，陸軍砲訓部，2017 年 6 月，頁 103。

²¹ <https://baike.baidu.com/item/北斗衛星導航系統/10390403?fromtitle=北斗&fromid=12640773#1>，百度百科，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

取了三步走之發展策略（圖一、二），其發展歷程如表一。

1.第一代「北斗衛星導航系統」：2003 年「北斗衛星導航試驗系統」（又稱為「北斗一號」）組建完成，為中國大陸第一代衛星導航系統，即「有源區域衛星定位系統」，圖三藍色區域為當時覆蓋範圍。²² 1994 年正式成案，2000 年發射 2 顆衛星後開始作業，2003 年再發射 1 顆備份衛星，試驗系統即完成組建，服務範圍為東經 70°至 140°，北緯 5°至 55°。²³當衛星的壽命到期後（設計值 8 年），系統已停止工作，（圖三）。

（1）性能：「北斗衛星導航試驗系統」於 2000 年起始後，其定位精度為 20 公尺，授時精度 100 奈秒，與當時的「全球定位系統」（GPS）之「粗略碼」（Coarse Acquisition, C/A 碼）相近，系統用戶除可實現自身定位外，²⁴亦可向外界報告自身位置和發送消息。²⁵因採用少量衛星實現「有源定位」，致系統成本較低，惟在定位精度、用戶容量、定位之頻率次數、隱蔽性等方面均受限制，目前該系統尚無測速功能，無法用於精確制導武器。²⁶

（2）加入歐盟的「伽利略定位系統計畫」失敗：由於「北斗衛星導航系統」為試驗系統，其定位精度遠不及 GPS，加上其通訊功能比「國際海事衛星」差。²⁷當歐盟計畫發展「伽利略衛星導航系統」之際，僅有技術惟資金短缺，因此中共於 2003 年 9 月選擇加入歐盟的「伽利略定位系統」計畫，並在爾後數年中投入了 2.3 億歐元之資金，歐盟誤信中共之「北斗系統」僅將提供共軍軍事用途，於 2004 年 10 月 9 日與中共正式簽署伽利略計畫技術合作協議。惟至 2008 年 1 月，香港南華早報在「中國不當伽利略計畫小夥伴」之報導中指出：中共不滿其在伽利略計畫中遭受排斥，且初期投資沒有得到任何回報，決定推出「北斗二代」與「伽利略定位系統」競爭。²⁸

²² <https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²³ <https://web.archive.org/web/20100327075557/http://www.sinodefence.com/space/spacecraft/beidou1.asp>，今日中國防務，BeiDou 1 Experimental Satellite Navigation System. SinoDefence.com. 2008 年 - 09 月 24 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²⁴ <https://web.archive.org/web/20130324195344/http://www.beidou.gov.cn/2011/03/31/201103318928b0d1cfb44598a98ead9fdbbf6e33.html>，認識北斗，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2011 年 03 月 28 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²⁵ <https://www.chinanews.com/m/gn/2017/11-08/8371001.shtml>，中國新聞網，解碼北斗三號：和前兩代衛星相比，他有何不同，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²⁶ <https://web.archive.org/web/20130324195344/http://www.beidou.gov.cn/2011/03/31/201103318928b0d1cfb44598a98ead9fdbbf6e33.html>，北斗衛星導航試驗系統，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2011 年 05 月 04 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²⁷ <https://tw.saowen.com/a/fa95f6029e280150000c9ce020c188f33bfd73d8b0b1d9767f931ad145f2b359>，北斗衛星導航系統的來龍去脈，2017 年 09 月 26 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

²⁸ <https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

2.第二代「北斗衛星導航系統」：2004 年，中共採取「先區域，後全球」²⁹之規劃原則，啟動具有全球導航能力之「北斗衛星導航系統」建置，並在 2007 年發射一顆中地球軌道衛星，進行了大量試驗。³⁰2009 年起，後續衛星持續發射，2011 年開始對中國大陸和周邊地區提供測試服務，³¹ 2012 年則完成對亞太大部分地區之覆蓋並正式提供衛星導航服務。³²服務於亞太之「北斗衛星導航系統」亦稱之為「北斗二號」，為中國大陸的第二代衛星導航系統（英文簡稱 BDS，又名 COMPASS），通常「北斗衛星導航系統」一詞專指第二代系統。「北斗衛星導航系統」之發展目標與「全球定位系統」（GPS）相似，將對全球提供「無源定位」。計畫中全系統將由 16 顆衛星組成，其中 6 顆是靜止軌道衛星，將與使用靜止軌道衛星之「北斗衛星導航試驗系統」兼容。³³（圖四）。

（1）性能：北斗衛星導航系統的建設於 2004 年啟動，2011 年開始對中國大陸和周邊提供測試服務，2012 年 12 月 27 日起則正式提供衛星導航服務，服務範圍涵蓋亞太大部分地區，南緯 55 度至北緯 55 度、東經 55 度至東經 180 度則為一般服務範圍³⁴（圖五）。該導航系統提供兩種服務方式，即「開放服務」與「授權服務」。「開放服務」係在服務區免費提供定位、測速、授時服務，定位精度為 10 公尺，測速精度 0.2 公尺/秒，授時精度 50 奈秒，³⁵惟服務區之邊緣地帶精度稍差。「授權服務」則向授權用戶提供更安全與更高精度之定位、測速、授時、通訊服務以及系統完好性資訊，設定對象為中國大陸軍隊和政府等用戶，³⁶該正式系統繼承試驗系統部分功能，可在亞太地區提供「無源定位」技術所無法完成之服務（如短報文通訊）。

（2）東協各國加入合作：2013 年 1 月 19 日中共科學技術部部長萬鋼在中國科技工作會議上透露：2013 年將積極實施「中國東協科技夥伴計畫」，啟動「中國－東協聯合實驗室」、「中國－東協技術轉移中心」建設，並在東協各國合作建設北斗系統地面站網。³⁷

²⁹ 曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，陸軍砲訓部，2015 年 6 月，頁 76。

³⁰ 同註 22。

³¹ 余建斌，「北斗」開始導航中國 定位精度約 25 米，人民日報，2011 年 12 月 28 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

³² 北斗衛星導航系統今日正式提供區域服務，中國新聞網，2012 年 12 月 27 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

³³ <https://web.archive.org/web/20100611084624/http://www.insidegnss.com/node/2134>，China Launches Another Compass GEO Navigation Satellite，2010 年 06 月 11 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

³⁴ <http://www.beidou.gov.cn/2012/12/26/20121226bac9c0de3e6b430d997368b19ff2c6b5.html>，這樣的星座結構有什麼特點？中國衛星導航系統管理辦公室，2012 年 12 月 26 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

³⁵ <https://www.chinanews.com/m/gn/2017/11-08/8371001.shtml>，中國新聞網，解碼北斗三號：和前兩代衛星相比，他有何不同，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

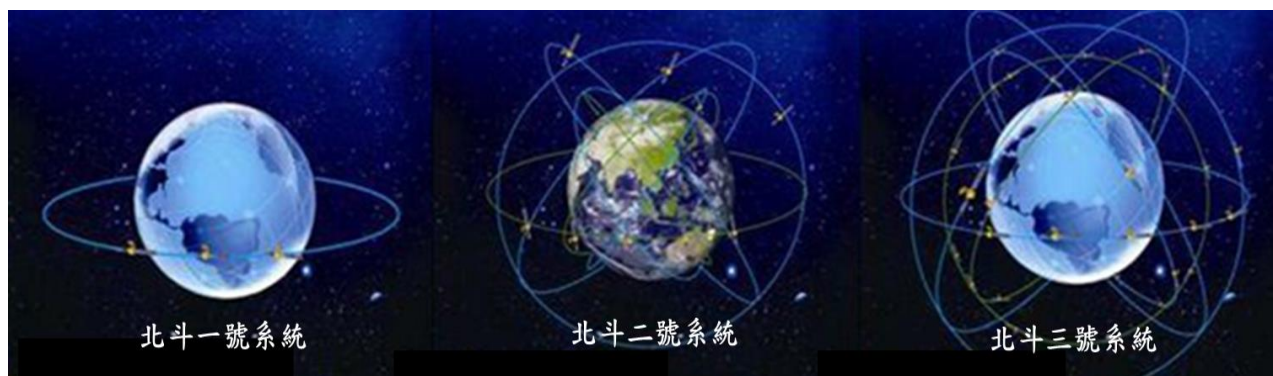
³⁶ <https://spaceflightnow.com/news/n1006/02longmarch/>，China sends Beidou navigation satellite to orbit，SPACEFLIGHT NOW，2013 年 1 月 1 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

³⁷ 孫自法，中國將在東盟各國合作建設北斗系統地面站網，中國新聞網，2013 年 1 月 19 日。（檢索日期：2018



圖一 三步走之發展策略示意圖

資料來源：1.中國評論新聞網，<http://baogao.chinabaogao.com/tongxin/387209387209.html>。（檢索日期：2018年12月12日）2.曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第169期，陸軍砲訓部，2015年6月，頁72。



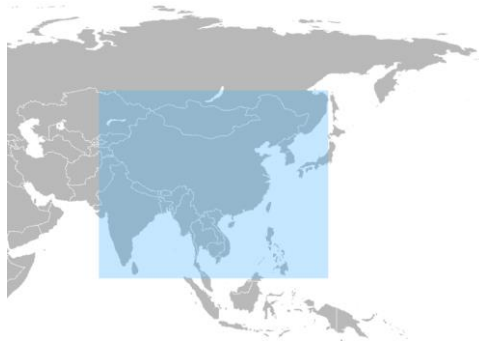
圖二 北斗衛星系統發展示意圖

資料來源：<https://read01.com/E85a2kO.html#.XBoGY1wzbIU>，用不著地面控制站，北斗衛星換晶片之後精度將領先世界，思遠軍事，2017年11月07日。（檢索日期：2018年09月18日）

表一 北斗衛星導航定位系統發展歷程

系統名稱	北斗衛星導航試驗系統（一號）	北斗衛星導航系統（二號）	北斗全球衛星導航系統（三號）
發展策略	2003年，形成中國大陸本土涵蓋，進行導航衛星科技驗證、改進與研發，解決有關問題。	2012年，完成亞太地區涵蓋。	2020年，完成全球涵蓋。
發展期程	2000年10月31日 2003年05月25日	2007年02月03日 2012年10月25日	2015年03月30日 2020年
衛星數量	3顆	17顆	35顆

資料來源：1.中國評論新聞網，<http://baogao.chinabaogao.com/tongxin/387209387209.html>，（檢索日期：2018 年 12 月 12 日）。2.曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》，第 169 期（臺南），2015 年 6 月，頁 71。3.<https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 12 月 28 日）4.作者參考資料綜合整理。



圖三 北斗衛星導航試驗系統範圍示意圖

資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）



圖四 亞太地區之北斗衛星導航系統範圍示意圖

資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）



圖五 第一、二代北斗衛星導航系統發展範圍示意圖

資料來源：<https://kknews.cc/zh-hk/military/625pvkl.html>，被逼出來的強大，「海灣戰爭」敲響「北斗三」必須全球組網警鐘，每日頭條，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2018 年 09 月 08 日）

（三）第三代「北斗衛星導航系統」發展現況

1.目前「北斗衛星導航系統」已經發展至第三代，「北斗一代」主要覆蓋中國大陸本土及周邊海域，初步實現區域定位導航和地形顯示功能，標定敵方防空系統防護範圍，為戰鬥機提供合理航線。「第二代」系統覆蓋範圍涵蓋整個亞太地區，重點解決數碼通訊和精確定位問題，大幅提升精確制導武器的命中精度，廣泛深入部隊各領域。「第三代」系統則在 2015 年 9 月 30 日，將第 20 顆北斗導航衛星準確飛入地球傾斜同步軌道。此衛星將與兩個多月前發射之北斗雙星實現「空間對話」，測試導航訊號，並進行中軌道和高軌道間衛星間鏈路試驗，³⁸此種異軌道面間之試驗為北斗系列創舉；而在 2018 年創造了世界第一的衛星和火箭發射量，一年內發射高達 10 次火箭和 18 個衛星，³⁹展現出其計畫於 2020 年完成全球覆蓋之強烈企圖心。（圖六）

2.第三代北斗衛星導航系統截至 2019 年 12 月 16 日為止，共計發射 28 顆衛星，已逐步完成全球佈局，且擁有即時導航、快速定位、精確授時、位置報告及短報文通信服務等五大功能之雙源衛星（有、無源），定位精度提升至 0.1~10 公尺，可有效強化戰機、船艦及導引武器之導航與命中精度，⁴⁰其發展相關大事紀要（如表二）。

3.中國大陸原計畫在 2014 年發射一顆試驗星，⁴¹以驗證全球系統建設中的關鍵技術。⁴²因故延至 2015 年始發射新一代衛星。⁴³第三代系統精度已提升至與美國 GPS 近乎同一水準，且部分功能甚至已超越美國 GPS，當組建完成後，將大幅提升解放軍之全球戰略打擊與決勝千里外之能力，⁴⁴屆時美國長期保持之太空戰略優勢，將無法確保。⁴⁵第三代「北斗衛星導航系統」由空間段、地面段、用戶段三部分組成。⁴⁶各部（段）功能如下。

（1）空間段：北斗衛星第三代導航系統空間段計畫由 35 顆衛星組成，包括

³⁸ 北斗衛星全球組網，<https://AirForceWorld.com>，2015 年 10 月 10 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

³⁹ <https://www.ettoday.net/news/20181231/1344480.htm>，「十送北斗」成功率百分百陸航天 2018 發射 39 次首超美國，ETtoday 新聞雲。（檢索日期：2018 年 12 月 30 日）

⁴⁰ <http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網。（檢索日期：2019 年 12 月 28 日）

⁴¹ 孫自法，中國 2015 年前發射新一代北斗衛星推進全球組網，中國新聞網，2014 年 5 月 21 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁴² http://www.xinhuanet.com/politics/2012-12/28/c_114192326.htm，建造北斗全球衛星導航系統還需攻克哪些難題？北斗衛星導航系統網站，中國衛星導航系統管理辦公室，2012 年 12 月 26 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁴³ 余建斌，我國成功發射新一代導航衛星北斗邁向全球通，人民日報，2015 年 04 月 01 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

⁴⁴ http://www.xinhuanet.com/politics/2015-03/31/c_127639450.htm，白禹、韓建平，我國成功發射首顆新一代北斗導航衛星，新華網，2015 年 04 月 01 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

⁴⁵ <https://kknews.cc/zh-hk/military/625pvkl.html>，被逼出來的強大，「海灣戰爭」敲響「北斗三」必須全球組網警鐘，每日頭條，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

⁴⁶ 黃子娟，冉承其：未來 10 年北斗將建全球性計劃投入四五百億，人民網，2012 年 12 月 27 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

5 顆靜止軌道衛星、27 顆中地球軌道衛星、3 顆傾斜同步軌道衛星。5 顆靜止軌道衛星定點位置為東經 58.75°、80°、110.5°、140°、160°，⁴⁷中地球軌道衛星運行在 3 個軌道平面上，軌道平面之間為相隔 120°均勻分布。⁴⁸當 2012 年底北斗亞太區域導航正式開通，已為正式的第二代「北斗衛星導航系統」發射 16 顆衛星，⁴⁹其中 14 顆組網並提供服務（包括：5 顆靜止軌道衛星、5 顆傾斜地球同步軌道衛星且置於傾角 55°之軌道面上；4 顆中地球軌道衛星則置於傾角 55°之軌道面上），⁵⁰定位精度已提升至 2.5~5 公尺，測速精度 0.2 公尺/秒，授時精度 10 奈秒。⁵¹

（2）地面段：由主控站、注入站、監測站組成。⁵²「主控站」用於系統運行管理與控制等，係由監測站接收數據並進行處理，製成衛星導航電文和差分完好性資訊後，再交由注入站執行資訊發送。「注入站」主在向衛星發送訊號，並對衛星進行控制管理，當接受主控站之調度後，向衛星發送導航電文與差分完好資訊。「監測站」用於接收衛星訊號，並向發送主控站，實現衛星監測，除確定衛星軌道外，並為時間同步提供觀測資料。

（3）用戶段：用戶段即用戶的終端，即專用於「北斗衛星導航系統」之訊號接收機，亦同時兼容其他衛星導航系統的接收機。接收機需要捕獲並追蹤衛星訊號，根據數據按一定的方式進行定位計算，最終獲得用戶之經緯度、高度、速度、時間等資訊。⁵³

（四）保障「一帶一路」之戰略優勢

1. 中共「一帶一路」簡介

「一帶一路」概念，最早由中共國家主席習近平在 2013 年提出，為「絲綢之路經濟帶」和「21 世紀海上絲綢之路」（如圖七）的簡稱。⁵⁴所謂「一帶一路」，涵蓋從中國大陸出發、延伸到世界各地之海上和陸上經貿路徑。「一帶一路」該名詞，表面上借用了七世紀中國「絲綢之路」之概念，惟當時的「絲綢之路」，

⁴⁷ 北斗衛星導航系統，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2010 年 08 月 20 日。（檢索日期：2018 年 11 月 08 日）

⁴⁸ 後續北斗中圓軌道衛星會有改動嗎？，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2012 年 12 月 31 日。（檢索日期：2018 年 08 月 01 日）

⁴⁹ 北斗衛星導航系統網站，發射記錄，中國衛星導航系統管理辦公室，2012 年 12 月 25 日。（檢索日期：2018 年 11 月 08 日）

⁵⁰ 北斗導航系統正式提供區域服務已完全覆蓋亞太地區，新浪網，2013 年 01 月 01 日。（檢索日期：2018 年 12 月 27 日）

⁵¹ <https://www.chinanews.com/m/gn/2017/11-08/8371001.shtml>，中國新聞網，解碼北斗三號：和前兩代衛星相比，他有何不同，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2018 年 08 月 29 日）

⁵² 北斗衛星導航系統，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2010 年 08 月 20 日。（檢索日期：2018 年 12 月 30 日）

⁵³ 全球衛星導航系統的組成，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2010 年 10 月 26 日。（檢索日期：2018 年 12 月 25 日）

⁵⁴ <https://www.bbc.com/zhongwen/trad/indepth-39923214>，一帶一路對習政權最大的意義是什麼？2017 年 5 月 15 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

為民間自發形成之國際商業通道。如今的「一帶一路」，所謂「新絲綢之路」，卻是貫穿中共當局之兩大政治與經濟目的：其一，以經濟援助和經濟開發為名，控制沿線國家，推行中國式霸權主義，藉機建立以北京為中心的世界經濟網路。其二，對外轉移中國大陸之過剩產能，轉嫁經濟衰退的危機和風險。⁵⁵

(1) 一帶：即為絲綢之路經濟帶，主要有三個走向，一為經中亞、俄羅斯到達歐洲；二為經中亞、巴基斯坦到印度洋、西亞至波斯灣與地中海沿岸各國；三為經東南亞、南亞至印度洋。⁵⁶

(2) 一路：即為 21 世紀「海上絲綢之路」，其路線有二，一為經南海、麻六甲海峽、印度洋到達歐洲；二為經南海到達南太平洋。

(3) 發展狀況：沿途包含東亞、東協、西亞、南亞、中東歐等涵蓋共計 60 多國，總人口 44 億，約佔全球 63%，經濟總量達 21 兆美元，約佔全球 29%。⁵⁷

2. 中共制天權

中共向來主張「太空戰略是主權國家或國家集團為開發與利用太空，建設與運用太空力量所採取之方針、原則和政策之總和」，⁵⁸有關太空權之爭奪一直是近年中共關注之重心。中共積極進行衛星測試，無論是之前的神舟、天宮都具體展現其發展太空權之雄心，掌握太空最初意義應在於對軍事作戰上之需求，在作戰之定位、通訊、偵監、遙測上皆能發揮具體效用，因此掌握太空等於直接掌握了未來戰爭之制高點。⁵⁹而對中共戰略影響最大的則是「北斗衛星導航系統」構建，不僅為戰場管制之基礎建設，亦為擺脫外在導航系統制約之根本手段，除可與美、俄競爭外，更可作為爾後發展各式航天、航太科技資本。⁶⁰

3. 「北斗衛星導航系統」與「一帶一路」之關係

(1) 「北斗衛星導航系統」之發展為中共在拓展國際商業影響力之要角，特別是結合近期的「一帶一路」發展，更將「北斗衛星導航系統」之價值有效開發。依據 2017 年 5 月第八屆中共衛星導航學術年會上公布「北斗導航系統全球布網」之計畫與時間表，中共預計在 2018 年底前後將發射 18 顆「北斗 3 號」衛星，為「一帶一路」沿線國家提供基本服務，2020 年底將建成世界一流之全球衛星導航系統，顯示北斗衛星將正式開始全球組網。

⁵⁵ <https://www.secrechina.com/news/b5/2017/04/21/820621.html>，「一帶一路」高峰會，西方不捧場，2017 年 4 月 21 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁵⁶ <https://zh.wikipedia.org/wiki/一帶一路>，維基百科，自由的百科全書，一帶一路。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁵⁷ 中國時報，《一帶一路揭藍圖 3 條金路線》，2015 年 4 月 15 日。（檢索日期：2018 年 09 月 18 日）

⁵⁸ 張健志、何玉彬著，《爭奪制天權》（北京：解放軍出版社，2008 年 1 月），頁 200 - 205。

⁵⁹ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》，頁 15。

⁶⁰ 王俊棠，〈中共「北斗衛星導航系統」之研究〉，《砲兵季刊》（臺南），第 162 期，2013 年 9 月，陸軍砲訓部，頁 3。

(2)「北斗衛星導航系統」之擴張與大陸對外政策相互結合，至 2018 年底，北斗衛星將覆蓋「一帶一路」沿線國家，成為「太空絲綢之路」。目前北斗已經覆蓋沿線 30 個國家（包括巴基斯坦、寮國和印尼等），當沿線國家加入「太空絲綢之路」後，無形中將依賴中國大陸所提供的太空服務，此後北京對各國的政策將具更大影響力。⁶¹

(3)中共積極打造「空中信息走廊」期望打造共建覆蓋「一帶一路」衛星通信和導航定位等衛星系統，完善空中衛星資訊通道，透過不同衛星資訊資料交換，實現空間資訊一體化與地面互聯網移動通信使用者終端之一切連接。由於「絲綢之路經濟帶」基礎建設依然不足，除交通鐵絲路之打造之外，現有「信息絲路」網路服務將會作為電子商務之基礎。如無法架設穩定之網路系統，所有的行動支付與 APP 應用將大打折扣。因此除空中信息走廊外，中共將更進一步期望在衛星技術的應用上建構「天基絲路」。

4.天基絲路

係指由衛星通信、衛星導航、衛星遙感等三大應用衛星系統為主體，構成覆蓋「一帶一路」地區之民用空間基礎設施與應用服務體系。目前北斗導航系統進入國際海事、國際民航、移動通信等國際組織。《船載北斗接收機設備性能標準》在 2016 年已通過國際海事組織審察，並正式認可「北斗衛星導航系統」成為第三個「全球衛星導航系統」。⁶²

5.保障中共戰略優勢

(1)對中共來說，如能盡快在完成北斗衛星「天基絲路」的基礎建設，配合「一帶一路」的發展，自然讓沿線國家必須採用中共的系統，自然能掌握國際話語權及系統規格的制定權，在未來達到用商業與技術拓展國力，甚至進而發揮「以商逼政」之功效。因此，目前中共除主動在「一帶一路」沿線國家建設基地臺與其他增強訊號站之外，更免費提供系統之部分使用權予周邊國家，對於部分國家而言，並無足夠之經濟能力架設如此複雜龐大之系統，自然需要與中共合作。

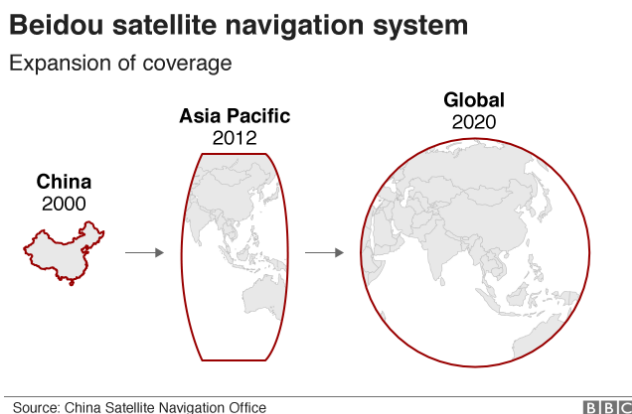
(2)從軍民融合角度觀察，軍民融合為近年中共經常提及之目標，從 2017 年中共成立「中央軍民融合發展委員會」中，即可感受到中央對其之重視程度。軍民融合已不再視以往單純之軍企移轉，由民間工廠生產軍武，更重要的是期望藉由軍工產業導入民間，並藉此帶動產業升級與拓展商機。目前衛星通信、衛星導航、衛星遙感之應用亦為軍事行動中不可或缺的一環，特別是在聯合作

⁶¹ <https://www.ettoday.net/news/20180926/1267201.htm>，中國大陸北斗衛星成「太空絲路」 覆蓋「一帶一路」國家，ETtoday 新聞雲。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁶² 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》，頁 15。

戰的環境下，亦為中共發展北斗衛星原因之一。

(3) 在北斗衛星導航系統之發展歷程上，亦參考美國 GPS 系統之發展路程與軍事應用，當在建設系統初期必定耗費龐大成本與資源，維爾後在商業應用與產業普及上卻可藉此建立長遠龐大之商機（如配合智慧手機推展更多的 APP 程式），特別是在提供技術過程中，亦等於藉此掌控該地區之主導權，自然可作為在外交與國際關係上之籌碼。對中共而言，亦可提供公共財之機會，藉由推展「北斗衛星導航系統」建立大國之形象與國際地位。⁶³



圖六 第三代北斗衛星導航系統發展範圍示意圖

資料來源：<http://tech.163.com/18/0925/01/DSGST81P00097U7T.html>，中國北斗導航系統走向全球它真能匹敵 GPS 嗎，網易科技，2018 年 9 月 27 日。

表二 第三代北斗導航衛星發展大事紀要

時 間	發 展 要 項
2015年 3月30日	中共第17顆北斗衛星於西昌運用長征三號丙運載火箭成功發射。該衛星屬傾斜地球同步軌道衛星，正式進入第三代北斗衛星系統，亦為北斗三號試驗系統，目標為全球覆蓋。
2015年 7月25日	第18、19顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星。
2015年 9月30日	第20顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭成功發射，首次搭載氫原子鐘，屬傾斜地球同步軌道衛星。
2016年 2月1日	第21顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號丙運載火箭成功發射，屬中地球軌道衛星。
2016年 3月30日	第22顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號甲運載火箭成功發射，屬傾斜地球同步軌道衛星。
2016年 6月12日	第23顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號丙運載火箭成功發射，屬地球靜止軌道衛星，亦為北斗三號試驗系統最後階段，本次發射由中國航天科技集團公司五院總研製，進一步強化系統服務之能力。
2017年 11月5日	第24、25顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第1、2顆組網衛星，亦為最早系統開始階段。
2018年 1月12日	第26、27顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，為北斗衛星導航系統覆蓋「一帶一路」沿

⁶³ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》（臺北），頁 15。

	線國家開始，也是北斗三號全球系統第3、4顆組網衛星。	
2018年 2月12日	第28、29顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第5、6顆組網衛星。	
2018年 3月30日	第30、31顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，亦為北斗三號全球系統第7、8顆組網衛星，亦為最簡系統最後階段。	
2018年 7月10日	第32顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號甲運載火箭成功發射，屬傾斜地球同步軌道衛星。	
2018年 7月29日	第33、34顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第9、10顆組網衛星，亦為基本系統開始階段。	
2018年 8月25日	第35、36顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第11、12顆組網衛星。	
2018年 9月19日	第37、38顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第13、14顆組網衛星。	
2018年 10月15日	第39、40顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第15、16顆組網衛星。	
2018年 11月1日	第41顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭成功發射，屬地球靜止軌道衛星，也是北斗三號全球系統第17顆組網衛星。	
2018年 11月19日	第42、43顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星，也是北斗三號全球系統第18、19顆組網衛星，亦為基本系統最後階段，同時具備「一帶一路」沿線國家服務能力。	
2018年 12月27日	中共官方國務院新聞辦公室新聞發布廳公布，北斗三號基本系統完成組建，即日起提供全球服務，正式進入全球組網時代。	
2019年 4月20日	第44顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭成功發射，屬中地球軌道衛星。	
2019年 5月17日	第45顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號丙運載火箭成功發射，屬地球靜止軌道衛星。	
2019年 6月25日	第46顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭成功發射，屬傾斜地球同步軌道衛星。	
2019年 9月23日	第47、48顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星。	
2019年 11月5日	第49顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭成功發射，屬傾斜地球同步軌道衛星。	
2019年 11月23日	第50、51顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星。	
2019年 12月16日	第52、53顆中共北斗衛星，於西昌使用長征三號乙運載火箭，以一箭雙星方式成功發射，屬中地球軌道衛星。	
備註	運載火箭英文代字	軌道衛星英文代字
	長征三號甲運載火箭（CZ3A） 長征三號乙運載火箭（CZ3B） 長征三號丙運載火箭（CZ3C）	中地球軌道衛星（MEO） 地球靜止軌道衛星（GEO） 傾斜地球同步軌道衛星（IGSO）

資料來源：1.張英傑，〈中共航天戰略發展之研析〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第 177 期，陸軍砲訓部，2016 年 6 月 20 日，100 頁。2.<https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2019 年 12 月 28 日）3.<http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網。（檢索日期：2019 年 12 月 28 日）4.作者參考網站資料綜合整理。



圖七 中共一帶一路發展示意圖

資料來源：中國時報，〈一帶一路揭藍圖 3 條金路線〉，2015 年 4 月 15 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

二、全球主要衛星導航系統分析比較

（一）衛星定位系統發展概述：近年來衛星定位系統發展包括：美國「全球定位系統」（GPS）、俄羅斯「全球導航衛星系統」（Global Navigation Satellite System, GLONASS）、歐盟「伽利略導航衛星系統」（Galileo）、「中共北斗衛星導航系統」，都已被世界各國用戶廣泛使用（圖八），前述四大系統稱之為「全球導航衛星定位系統」（GNSS）。

（二）衛星定位系統架構：通常衛星定位系統基本架構，區分為太空衛星、地面控制與使用者等三部分（圖九、十）。⁶⁴

1. 衛星部份

（1）美國－全球衛星定位系統（GPS）：GPS 為美國國防部規劃設計發展之全球性、全天候、24 小時、三維空間的即時定位系統，全系統共計 32 顆衛星，平均分布在距地面高度約 11,000 英里之六個橢圓形軌道上，每個軌道面互成 55 度角，每顆衛星在軌道上之運行周期為 12 小時⁶⁵（圖十一），其利用「三角定位原理」（Principle of Triangulation），計算接收儀之位置；採用 WGS - 84 座標系統，與 UTC（USNO）時間系統，訊號傳送採碼分多址（Code Division Modulation Access, CDMA）方式。衛星位置計算則用橢圓坐標，「克卜勒軌道運動方程式」（Keplerian Orbital Equation）計算取得。目前運作中的 GPS 衛星計 32 顆，GPS 因可全球覆

⁶⁴ 江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉《第三十二屆測量學術發表會專輯》。

⁶⁵ 陳國華，〈GPS 全球定位系統〉《國立臺北大學不動產與城鄉環境學系教學投影片》。

蓋，為所有導航系統主流。⁶⁶

(2) 俄羅斯 - GLONASS：前蘇聯從 80 年代初開始籌劃，類似 GPS 的衛星定位系統，初期以國防需求為主要目的，逐漸開放部份廣播訊息，提供民間使用。衛星星群大多分佈於高緯度地區，而 GPS 衛星星群是分佈於中、低緯度地區，形成互補狀態；GLONASS 衛星與 GPS 衛星相同，為全球性、全天候 24 小時使用之定位系統，由衛星、地面監測控制站和用戶設備三部分組成；採用 PZ - 90 坐標系統與 UTC (SU) 時間系統；訊號傳送上採用頻分多址 (Frequency Division Multiple Access, FDMA) 方式，衛星位置計算，則是運用衛星軌道運動方程式計算。

(3) 歐盟 - Galileo

A. 為求在衛星導航領域中佔有一席之地，歐洲各國意識到建立自主性導航衛星系統的重要性，因此近年來便在歐盟的體系中，積極發展衛星導航系統，以盼能建立一個有別於美、俄兩國以軍事用途為目的之衛星導航系統。同時在歐洲各國一體化的演變過程中，亦盼能經由自主性導航衛星系統之建立，全面加強歐盟諸成員國之間的聯繫與合作，進而擴展各國就業市場與經濟發展之規模。基此，歐盟決定發展一個以民用為主且與他國現有系統相容之「伽利略」(Galileo) 衛星導航系統。

B. 伽利略為歐盟所發展之最先進導航衛星系統，將可與運行中的 GPS 與 GLONASS 同時提供高精度的導航定位服務。就技術面角度分析，Galileo 導航衛星所設計的特殊規格，將可有效提高其在未來全球導航定位系統中之重要性，GPS、GLONASS 與 Galileo 導航衛星所提供三個頻率上之載波相位觀測量，將使其成為所謂 TCAR (Three Carrier Ambiguity Resolution) 「相位起始未定值」特殊演算法不可或缺之運用資訊，進而使得衛星導航之定位功能可有效進入公分級精度的領域。⁶⁷

(4) 中共 - 北斗衛星導航系統 (BDS)：「北斗衛星導航系統」為中共自行開發研製之區域導航系統，繼美國 GPS、俄羅斯 GLONASS 之後，第三個趨於成熟的衛星導航系統。第三代「北斗衛星導航系統」(圖十二) 規劃將由 5 顆地球靜止軌道衛星和 30 顆地球非靜止軌道衛星組成，30 顆地球非靜止軌道衛星又細分為 27 顆中軌道 (MEO) 衛星和 3 顆傾斜同步 (IGEO) 衛星；27 顆中軌道衛星平均分布在傾角 55 度的三個平面上，軌道高度 21,500 公里，35 顆衛星混合組成的環球三維導航定位衛星座，形成為全球提供三維定位與導航的新一代

⁶⁶ 黃立信，高等大地測量學課程講義，國防大學理工學院環資系空間科學所，第1 - 158頁。

⁶⁷ 江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉《第三十二屆測量學術發表會專輯》，93 年 9 月出版，7 頁。

「衛星導航定位系統」，範圍則涵蓋全球，⁶⁸於 2018 年 5 月發射衛星迄今計有 43 顆高軌衛星。

2. 控制部份

(1) 美國 GPS 系統目前在阿拉斯加、關島、夏威夷與加州范登堡設有四個「監測站」(Monitor Station)⁶⁹，加州范登堡空軍基地「主控站」(Master Control Station)。「監測站」目的在當衛星進入其測量範圍時，各站將觀測該衛星之運行位置與時間，並進行追蹤直至衛星脫離視線為止，可將觀測資料透過通信網路傳送到控制中心。⁷⁰「主控站」係將各監測站所測得衛星(與各站)之距離資料，蒐集並轉換成新導航信號，再傳送至地面控制站。⁷¹ GPS 系統之所以全球覆蓋、精度高與廣泛使用，得自控制部分規劃完善，且適切分布於地球赤道上，可適切掌握衛星動態與傳送星曆。

(2) 反觀其他「全球導航衛星定位系統」(GNSS)，僅 Galileo 系統計畫全球建置 30 個偵測站(圖十三)，GLONASS 與「北斗衛星導航系統」則因不具備美軍條件無法適切建立足夠控制站，致 GLONASS 全球覆蓋率低、定位精度不佳、衛星脫鎖等情況經常發生。中共有鑑於此，將藉「一帶一路」政策推動，在沿線國家建立「北斗衛星導航系統」控制站，達成覆蓋全球之目標。

3. 使用者部份

GNSS 全球導航衛星定位系統的使用者皆可藉由衛星各種接收器、處理器、輸入與輸出裝備等，亦可在陸上、海上、空中供使用者運用，各種全球導航衛星系統之規格比較(表三)。⁷²

(三)GNSS 全球導航衛星定位系統誤差與影響：美國 GPS、俄羅斯 GLONASS 除特准之少數盟國部隊外，各國軍方或民間用戶皆僅可使用系統之「粗略碼」(Coarse Acquisition, C/A 碼)，無法使用設有密碼之「精確碼」(Pseudo Code, P 碼)。因粗略碼之定位精度約在 15~50 公尺，雖可透過「差分定位」(Differential GPS, DGPS)提升粗略碼接收器之定位精度，惟其使用條件仍多所限制。如以「差分定位」技術應用在導航監控時，須以已知點作為「GPS 基站」，再配合無線電數據傳送方式，將誤差修正值傳輸至「移動站」，始可提升移動站定位精度。除

⁶⁸ 王俊棠，〈中共「北斗衛星導航系統」之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 162 期，陸軍砲訓部，民國 100 年 9 月 20 日，頁 2。

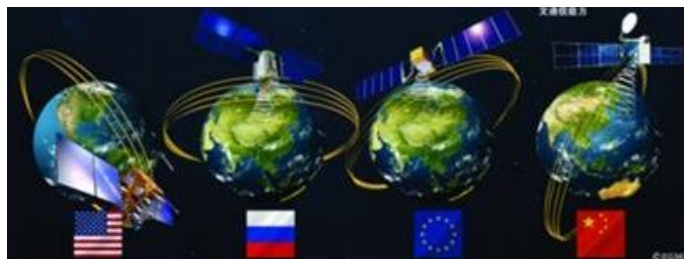
⁶⁹ 張英傑，〈析論全球定位系統(GPS)〉《陸軍砲兵季刊》(臺南)，第 166 期，陸軍砲訓部，2013 年 9 月 20 日，104 頁。

⁷⁰ 江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉《第三十二屆測量學術發表會專輯》，93 年 9 月出版，7 頁。

⁷¹ 熊嘉彬(2007)。GPS 定位運作與原理。資策會 MIC。<http://trade.com.tw>

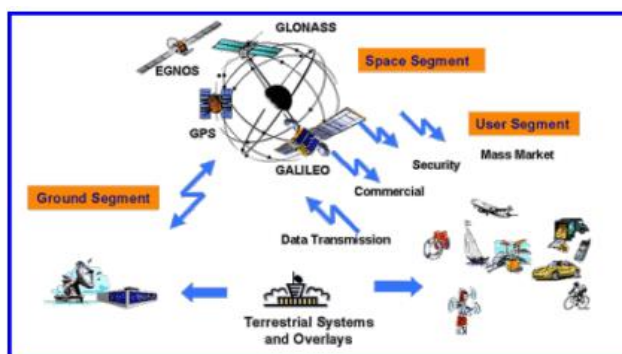
⁷² 黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日，111 頁。

此之外，美國「全球定位系統」在衛星發射的訊號中加入了「選擇式適用性效應」(Selective Availability, SA)等保護措施，平時採關閉狀態，戰時將刻意將衛星時鐘的精確時間加入不規則變化之誤差，使粗略碼用戶接收器所測得衛星距離產生誤差，進一步降低衛星定位精度至 200 公尺左右。另外美國國防部設置「反欺騙效應」(Anti-Spoofing, AS)，戰時可將 P 碼另行加密成 Y 碼，致量測信號複雜化，使某些利用美國 GPS 之敵對國家，在無法掌握之情況下，喪失導航定位軍事應用功能。⁷³



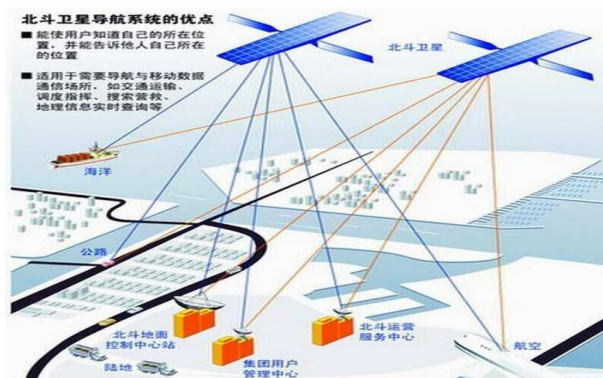
圖八 全球主要衛星導航系統示意圖

資料來源：<http://tech.hexun.com/2011-12-28/136759143.html>，中國北斗以短信服務制勝，解放網－新聞晨報，2011 年 12 月 28 日。(檢索日期：2018 年 09 月 20 日)



圖九 全球導航衛星定位系統架構示意

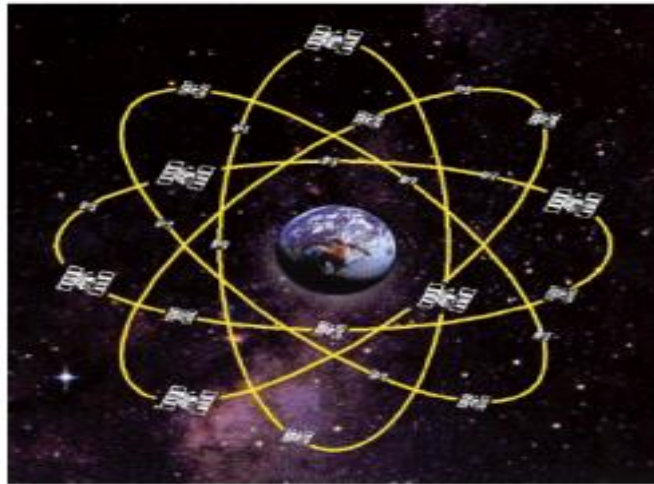
資料來源：江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉。



圖十 衛星、地面控制及使用者關係示意圖

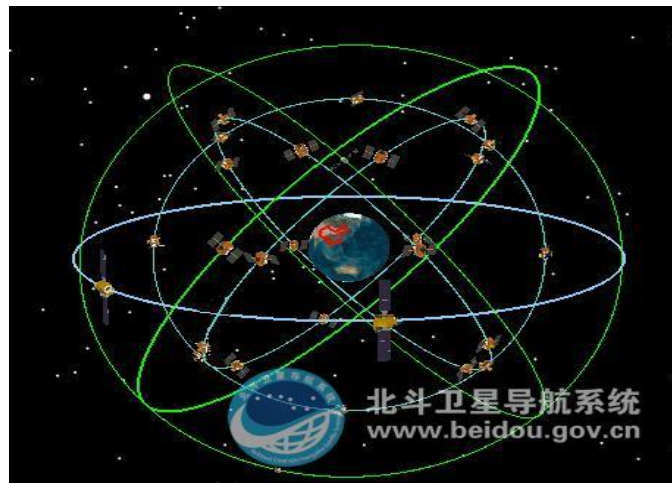
資料來源：http://www.stdaily.com/big5/special/content/2011-12/27/content_407144.htm，北斗衛星導航系統優點示意圖科技網。(檢索日期：2018 年 09 月 20 日)

⁷³ 陳昆峰，〈中共北斗定位衛星系統發展應用〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 40 卷第 469 期，陸軍教準部，中華民國 93 年 9 月 1 日，頁 66。



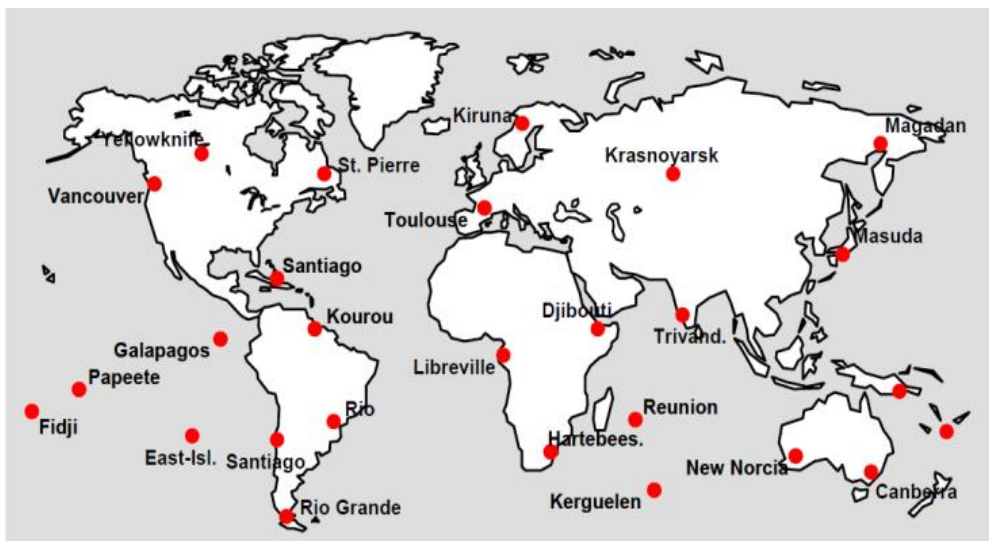
圖十一 GPS衛星軌道與分布示意

資料來源：陳國華，〈GPS 全球定位系統〉《國立臺北大學不動產與城鄉環境學系教學投影片》。



圖十二 北斗衛星導航系統星座配置圖

資料來源：北斗衛星導航系統，<http://www.beldou.gov.cn>。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）



圖十三 伽利略導航衛星的地面偵測站

資料來源：江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉，頁 7。

表三 GNSS全球導航衛星定位系統之差異

GNSS 全球導航衛星定位系統之差異				
系統類型	GPS	GLONASS	Galileo	BDS（北斗）
衛星數量	32	28	30	31（5GEO/3IGSO/29MEO）
軌道面(度)	6（軌道間相距60度）	3（軌道間相距120度）	3（軌道間相距120度）	3（軌道間相距120度）
傾角（度）	55	64.8	56	0度5顆、55度27顆、傾斜同步3顆
軌道高度（公里）	20200	19100	23616	IGSO/MEO: 35789km MEO:21528km
運行週期	11 小時 58 分 00 秒	11 小時 15 分 40 秒	14 小時 04 分	IGSO/MEO:24h MEO:12h50m
民用頻率（Open Service）	L1:1575.42MHz L2:1227.60MHz L5:1176.45MHz	L1:1602.56 - 1615.50 MHz L2:1246.44 - 1256.50 MHz	E2 - L1 - E1: 1559 - 1591 MHz E5:1164 - 1215 MHz E6:1260 - 1300 MHz	上載 1260~1300 MHz 1164~1215MHz 1560~1575 MHz
參考座標架	WGS - 84	SGS - E90	GTRF（ITRF）	CGCS2000
時間系統	UTC（USNO）	UTC（SU）	UTC（USNO）	BDT
傳輸訊號方式	CDMA（碼分多址）	（FDMA）（頻分多址）	CDMA（碼分多址）	CDMA（碼分多址）
涵蓋範圍	中、低緯度地區	中緯度地區	北緯 75 度以上地區	東經約70° - 140° 北緯約5° - 55°

資料來源：黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日，111 頁。

三、中共「第三代北斗衛星導航系統」之發展目標

北斗衛星導航系統發展，中共依三步走政策執行，按國內、區域及全球之步驟，以實現其歷史性的三級跳，⁷⁴從 1994 年發展迄今，正朝向自主建設、獨立運行的衛星導航系統，是為全球用戶提供全天候、全天時、高精度的定位、導航和授時服務的國家重要空間基礎設施。建設世界一流的衛星導航系統，滿足國家安全與經濟社會發展需求，為全球用戶提供連續、穩定、可靠的服務；發展北斗產業，服務經濟社會發展和民生改善；深化國際合作，共享衛星導航發展成果，提高全球衛星導航系統之綜合應用效益。⁷⁵其發展目標如下。

⁷⁴ http://www.xinhuanet.com/mil/2017-11/06/c_129733380.htm，新華網，2017 年 11 月 06 日。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

⁷⁵ <http://www.beidou.gov.cn/xt/xtjs/>，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2018 年 09 月 20 日）

(一) 拒止外力：鑑於 1991 年波灣戰爭警訊及 1996 年臺海危機的教訓，中共痛定思痛，開始重點發展「反介入／區域拒止」能力，計畫建設北斗衛星導航系統，避免受制於美國 GPS 系統。未來隨著北斗衛星導航區域擴大，共軍各軍種武器之制導系統，將以北斗衛星為唯一選擇。故研判中共火箭軍之東風系列飛彈、陸軍長程火箭、海軍各型反艦飛彈、空軍各型空空飛彈、無人機等，將優先轉換為北斗制導系統，提高精準度與強化反干擾作為。⁷⁶

(二) 主宰區域：中共第三代北斗衛星導航系統，於 2018 年開始對「一帶一路」沿線國家提供服務，並於各國境內建立多數地面控制站，⁷⁷除加速其全球覆蓋外，亦能掌握此區域內之航天主導權，維護周邊地區穩定，對其內部政情與經濟發展具重大意義。近年朝鮮半島、東海、南海、「中」印邊境與中亞等，均各有事端，為鞏固區域強權地位，確保領土權利與社會建設不受影響，如建構南海軍事軸線、對臺政策，如持續武嚇騷擾、積極增強兩棲登陸戰力，兵力投射邁向第二島鏈，均為其戰略首要考量。⁷⁸

(三) 全球布局：中共躍升為世界第二大經濟體，多重政經利益逐漸遍布全球，中共第三代「北斗衛星導航系統」從 2017 年 11 月 5 日首批組網衛星，以「一箭雙星」的方式順利發射後迄今，共完成了 28 顆衛星布局，⁷⁹其中在 2018 年更與「一帶一路」沿線國家合作之外，更大量的發射衛星而加快了其全球布局的速度(圖十四)，⁸⁰並於 2018 年 11 月 7 日與俄羅斯簽署衛星導航合作協定後，12 月隨即公布全球組網開始服務，⁸¹繼續朝向 2020 年全球覆蓋階段發展。

四、第三代「北斗衛星導航系統」特、弱點分析

(一) 特點分析

1. 獨立自主：2015 年 3 月 30 日第三代「北斗衛星導航系統」之首顆衛星，運用長征三號丙運載火箭成功發射，⁸²且擁有了短報文和位置報告的特色服務，此為其他三個衛星系統不具備的，即可瞭解其強大之企圖心。中共建立之「北斗衛星導航系統」，可運用自主之衛星導航系統，掌握部隊位置與精確打擊能力大幅提升，更能避免在關鍵時刻受制於它人。⁸³

⁷⁶ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》，頁 20。

⁷⁷ <https://cn.nytimes.com/asia-pacific/20181220/pakistan-china-belt-road-military/zh-hant/>，「一帶一路」在巴基斯坦：中國暴露軍事野心，紐約時報中文網。(檢索日期：2018 年 12 月 20 日)

⁷⁸ <https://www.ydn.com.tw/News/263535>，鄒文豐，【兩岸論壇】中共「強軍之路」威脅亞太和平，青年日報，2017 年 11 月 11 日。(檢索日期：2018 年 9 月 20 日)

⁷⁹ <http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網，(檢索日期：2019 年 12 月 28 日)

⁸⁰ <https://www.ettoday.net/news/20181231/1344480.htm>，「十送北斗」成功率百分百陸航天 2018 發射 39 次首超美國，ETtoday 新聞雲。(檢索日期：2018 年 12 月 31 日)

⁸¹ 同註 79。

⁸² 同註 79。

⁸³ 曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉，《砲兵季刊》，(臺南)，第 169 期，2015

2.精度提升：北斗三號衛星將原來的鈷原子鐘換裝為氫原子鐘，定位精度進一步提高。目前所使用的定位精確度 10 公尺；測速精度：0.1~0.2 公尺/秒；授時精度：10~20 奈秒。當有地面控制站修正時，定位精度提升至 0.1~3.6 公尺。⁸⁴對於軍方來說，顯示飛彈命中精度將進一步提高，如此中共可有效減小飛彈等精確制導武器之戰鬥部重量，亦可達到更大之殺傷效果（表四）。⁸⁵

3.全球導航：北斗三號衛星增加了衛星間與地面控制站間之信號傳輸功能，可透過不同軌道之北斗三號衛星，將地球某一端得到的導航定位信號傳輸到地球另一端的地面控制站，足以解決中共「北斗衛星導航系統」全球地面控制站分布不足之缺點。因此，中共即使無法如美國 GPS 般擁有較多地面控制站，亦能為軍民用戶提供良好精度之導航定位與授時服務。另 2018 年開始結合「一帶一路」政策發展，並於當年 11 月 7 日與俄羅斯簽署衛星導航合作協定，將於同盟國境內建立地面控制站⁸⁶，進一步強化了其全球覆蓋能力。

（二）弱點分析

1.戰時易暴露位置：因「北斗衛星導航系統」具有短訊功能，可傳送 120 個漢字的短訊，可使戰場上部隊知悉友軍確切位置，更讓戰場指揮官明瞭其部隊所在何處。惟此功能屬「有源定位」，儼如雙刃劍，目標本身必須主動發出訊息，如此將暴露自身位置，給予敵方鎖定打擊的機會，因此北斗三代已發展「有源定位」結合「無源定位」。反觀美國 GPS 系統採用「無源定位」模式，僅在定位終端解算定位資訊，反應時間僅與終端的運算速度（毫秒級）有關，不需由使用者傳輸資料，因此可使用於高速運行的飛機與飛彈上。⁸⁷即使中共未來將在軍用訊號上增加保密功能避免遭敵破解，惟在當今信息化戰爭型態中，敵我雙方對於戰場上的各種電磁信號必將加以監控。此項功能，反而不利於強調隱密之軍事用途。⁸⁸

2.衛星接收頻段未能獨立：「北斗衛星導航系統」為提供全球高品質之定位、導航與授時服務，中共向國際電訊聯盟（ITU）註冊三個波段（第一波段：1164 至 1215MHz、第二波段 1260 至 1300MHz、第三波段 1560 至 1575MHz），提供北斗衛星導航系統使用。⁸⁹因接收頻段未獨立，衛星頻率需與 GPS、GLONASS 和

年 6 月，頁 72。

⁸⁴ <https://www.chinanews.com/m/gn/2017/11-08/8371001.shtml>，中國新聞網，解碼北斗三號：和前兩代衛星相比，他有何不同。（檢索日期：2018 年 11 月 10 日）

⁸⁵ <https://read01.com/oLQDJa4.html>，楠竹一，第三代北斗將發射，媲美 GPS III 衛星不在話下。（檢索日期：2018 年 9 月 20 日）

⁸⁶ <http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網。（檢索日期：2018 年 12 月 27 日）

⁸⁷ 曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，陸軍砲訓部，2015 年 6 月，頁 73。

⁸⁸ 馬振坤，〈北斗衛星導航系統之軍事戰略意涵〉《中共研究》（臺北），第 46 卷第 2 期，2012 年 2 月，頁 43。

⁸⁹ 應天行，〈中國航天產業的金母雞－北斗衛星導航系統〉《全球防衛雜誌》（臺北），第 332 期，2012 年 4 月，頁 64、65。

GALILEO 等其他衛星導航系統協調。目前中共積極參與國際電信聯盟（ITU）工作組、研究組和世界無線電通信大會（WRC）的各項活動，目的在成為全球導航衛星系統國際委員會（ICG）之重要成員，與有關國家、區域機構和國際組織開展廣泛交流，未來如無法與 ICG 達成協議，將會產生嚴重干擾問題，其頻道波段亦將受限。⁹⁰



圖十四 中共北斗三號工程第十次組網發射任務照片

資料來源：<https://www.ettoday.net/news/20181231/1344480.htm>，「十送北斗」成功率百分百陸航天 2018 發射 39 次首超美國，ETtoday 新聞雲，（檢索日期：2018 年 12 月 31 日）

表四 北斗衛星導航定位系統性能提升分析表

系統名稱	北斗一號	北斗二號	北斗三號
定位精度 （公尺）	衛星：100 控制站：20	衛星：25 控制站：10	衛星：10 控制站：全球：3.6 區域：2.6 加密：0.1
授時精度 （奈秒）	100	50	全球：20 區域：10
測速精度 （公尺/秒）	1	0.2	全球：0.2 區域：0.1
備考	衛星：表示只接收衛星訊號，故定位精度較差。 控制站：表示透過地面控制站修正，故定位精度較佳。		

資料來源：1. <http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網。（檢索日期：2019 年 10 月 07 日）2. <https://zh.wikipedia.org/wiki/北斗衛星導航系統>，維基百科，自由的百科全書，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2019 年 09 月 30 日）3. <https://baike.baidu.com/item/北斗卫星导航系统/10390403?fromtitle=北斗&fromid=12640773#1>，百度百科，北斗衛星導航系統。（檢索日期：2019 年 10 月 01 日）4. 作者參考資料綜合整理。

五、「第三代北斗衛星導航系統」對我軍事威脅評估及對「印度－太平洋戰略」之影響

（一）印太戰略：

美國總統川普上任以後，為因應中共強勢崛起，亦使美國可以重返亞洲地

⁹⁰ <http://www.chinareviewnews.com>，衛星接收頻率、須與他國協調。（檢索日期：2018 年 9 月 20 日）

區獨霸強權地位。自 2017 年起陸續與日、澳、印等國組成戰略夥伴，⁹¹企圖於印度及太平洋周邊地區合作，形成「印太戰略」，以反制中共提出之「一帶一路」政策，保障其亞洲地區戰略地位。其發展與企圖說明如後。

1.印太戰略緣起：美國前總統歐巴馬於 2008 年就任後，為重新主導對亞洲之影響，祭出了「亞太再平衡」政策，期能遏制中共崛起並解決國內經濟問題，⁹²而現任美國總統川普於 2017 年就任以來，則更強化且具體提出制衡中共之相關對策，於 11 月 APEC 峰會昭告將採行「印度－太平洋地區」發展主張後，12 月 18 日發表之美國「國家安全策略」(National Security Strategy, NSS) 報告中，將「印太地區」置於討論區域政策之首，⁹³亦正式提出「印度－太平洋戰略」(印太戰略 Indo-Pacific Strategy) 以抗衡中共之崛起(圖十五)，尤以對抗其「一帶一路」政策為主要目的。⁹⁴

2.印太戰略企圖：印太戰略為「點線面」之戰略布局(圖十六)，圍堵中共「一帶一路」之「帶狀延伸」發展(圖十七)；⁹⁵「印太戰略」區域主要鎖定印度－太平洋間之中東荷姆茲海峽、東南亞麻六甲海峽到東北亞宮古海峽的兩洋戰略安全網，以形成印太戰略弧(圖十八)，⁹⁶同時聯合另一崛起大國印度，共同與日本、澳洲建構「鑽石安保」，並拉攏小國(新加坡、越南、菲律賓及臺灣)，⁹⁷共同面對區域內日益增大威脅與挑戰之中共政權，同時抑制中共「一帶一路」政策發展。

(二) 對我軍事威脅評估

中共雖然一直強調發展北斗衛星為經濟與民生目的，惟事實上 95%以上之太空科技都具備軍、民雙重用途，亦即民用太空科技幾乎皆可直接轉用於軍事用途，因此我們觀察「北斗衛星導航系統」時，務必瞭解其在中共軍事活動上可能發揮之用途，並適切因應。「北斗衛星導航系統」可為武器系統提供全時、全天候、高動態、不限用戶數的精準定位與授時，重點在中共可完全掌握「北斗衛星導航系統」之主控權。對我軍事威脅如下。

1.資安風險潛藏：「北斗衛星導航系統」採「無源」與「有源」相結合之導

⁹¹ <https://www.storm.mg/article/473051>，林建山，川普印太戰略抗堵習近平一帶一路倡議，風傳媒，2018 年 08 月 08 日。(檢索日期：2018 年 9 月 20 日)

⁹² 謝志淵，〈美國「印太戰略」的機遇與挑戰－兼論對臺灣影響〉《海軍學術雙月刊》(臺北)，第 52 卷第 3 期，海軍司令部，2018 年 6 月，頁 61。

⁹³ 駐澳洲代表處經濟組，從澳洲印太(Indo-Pacific)1 戰略內涵，發掘臺澳經貿合作新機遇報告，2018 年 6 月 18 日。

⁹⁴ <https://hk.finance.appledaily.com/finance/realtime/article/20180818/58576996>，【突襲一帶一路】美國海路建「印太戰略」收服南海，2018 年 8 月 18 日。(檢索日期：2018 年 9 月 20 日)

⁹⁵ 同註 92，頁 2。

⁹⁶ 同註 92，頁 62。

⁹⁷ <https://www.chinatimes.com/newspapers/20180708000471-260102>，楊孟立，響應印太戰略 台灣不缺席，中國時報，2018 年 07 月 08 日。(檢索日期：2018 年 9 月 20 日)

航方式，同時具有雙向簡訊收發功能，中共各項資訊產品多建有回傳程式。因此，合理判斷支援北斗衛星資訊產品之定位晶片、作業系統或 APP 程式中，均可能隱藏「木馬程式」或「惡意程式」，對資安維護產生嚴重衝擊。另「北斗衛星導航系統」之雙向簡訊收發功能、有源定位導航方式、回傳程式等，平時可對我機敏處所、國軍指揮所、情監偵設施、關鍵基礎設施等進行定位與測繪，戰時可依定位遂行攻擊與破壞。⁹⁸

2.精準遠程攻擊：隨著北斗衛星導航區域擴大，共軍各軍種武器之制導系統，將以北斗衛星為唯一選擇。故研判共軍火箭軍（圖十九）之東風系列飛彈、陸軍長程火箭、海軍各型反艦飛彈、空軍各型空空飛彈、無人機等將優先轉換為北斗制導系統，提高精準度與強化反干擾作為，對臺打擊火力不僅多樣化，且具增強遠距精準射擊能力。

3.軍事設施曝光：「北斗導航衛星系統」如配合運用微波、紅外線等手段，搭配以合成孔徑雷達與高解析力光學遙感器為主要遙感器，將使我地面各種軍事設施如海、空基地雷達站、飛彈陣地等分均有被偵測之威脅，加上我國目前對軍事設施整體偽裝觀念仍顯不足，且因都市發展需要，營區透明度日益加大，我重要設施隱密性日漸消失。⁹⁹

（三）對「印度－太平洋戰略」之影響

2018 年 12 月 27 日，中俄簽署《中華人民共和國政府和俄羅斯聯邦政府關於和平使用「北斗」和俄羅斯「格洛納斯」全球衛星導航系統之合作協定》¹⁰⁰，使中共北斗衛星導航系統正式跨入北極圈範圍，而早在 2017 年 5 月，中共國家極地研究所在格陵蘭建立研究站之計畫出爐，將建立一個用於氣候研究之衛星接收器，如此衛星接收器極可能被用於支持中共「北斗衛星導航系統」，即類似於 GPS 的導航系統，且具有潛在軍事意義。在 2018 年 1 月 26 日，中共公布《中國的北極政策》，將中國大陸定位為「近北極國家」，並將其納入「一帶一路」之大框架下，即「冰上絲綢之路」，¹⁰¹因此需要在此地建立運轉良好之極地衛星網絡，必須擁有北極和南極衛星接收站。充分顯示中共導彈可直接飛越北極攻擊美國，致印度－太平洋戰略已被顛倒正面，無法有效封鎖中共發展。

⁹⁸ 馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》，頁 1。

⁹⁹ 曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，陸軍砲訓部，2015 年 6 月，頁 85。

¹⁰⁰ <http://www.beidou.gov.cn>，北斗衛星導航系統官網。（檢索日期：2018 年 12 月 27 日）

¹⁰¹ <http://www.epochtimes.com/b5/18/12/22/n10926007.htm>，吳馨，大紀元，中共「冰上絲路」盯上格陵蘭 背後有何企圖。（檢索日期：2018 年 12 月 23 日）



圖十五 印太戰略示意圖

資料來源：江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉，頁 7。



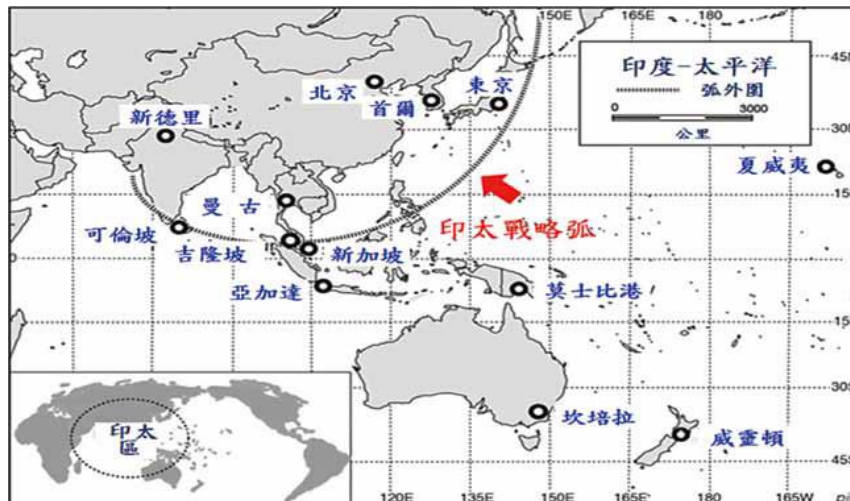
圖十六 「印太戰略」點線面戰略布局示意圖

資料來源：<https://www.chinatimes.com/newspapers/20171108000385-260119>，羅印冲，中國時報，2017 年 11 月 08 日。（檢索日期：2019 年 09 月 20 日）



圖十七 中共「一帶一路」帶狀延伸狀態示意圖

資料來源：<http://m.uscnpm.org/wap/article.aspx?d=13&id=15962>，賈文山，中國的一帶一路，推動人類進步的强大动力，南華早報，2018 年 03 月 09 日。（檢索日期：2019 年 09 月 20 日）



圖十八 印太戰略弧示意圖

資料來源：謝志淵，〈美國「印太戰略」的機遇與挑戰－兼論對臺灣影響〉，《海軍學術雙月刊》，第 52 卷第 3 期，2018 年 6 月，頁 66。



圖十九 中共火箭軍示意圖

資料來源：<https://forum.gamer.com.tw/Co.php?bsn=60208&sn=70439>，臺海系列 I：解放軍的火箭砲能對大部分臺灣縱深目標進行打擊嗎？2017 年 05 月 19 日。（檢索日期：2019 年 09 月 20 日）

剋制對策及對建軍備戰之建言

一、近程

（一）強化資安管理：近期中國大陸許多資訊產品在臺氾濫，尤以智慧型手機最為嚴重，其產製手機均能結合「北斗衛星導航系統」使用。依行政院科技部向立院提出之「行動裝置晶片資安風險影響評估」報告指出，由於中共「北斗導航衛星定位系統」已具備雙向資訊收發功能，且支援北斗系統智慧型手機之定位晶片、作業系統或 APP 程式中均可能隱藏惡意程式，如國人使用恐有提升資安風險之疑慮。基此，國軍所屬人員應全面禁止使用，並不得攜入營區，以免對我機敏處所、指揮所、情監偵設施、關鍵基礎設施等進行定位與測繪，¹⁰²以確保我軍平、戰時之安全。

¹⁰² <http://www.sohcradio.com/b5/2016/05/04/art1151987p.html>，科技部，中國北斗衛星系統有資安風險。（檢索日期：2018 年 10 月 11 日）

（二）深化電戰觀念：中共「北斗衛星導航系統」2018 年完成全球組網，其衛星傳遞之訊息，涵蓋導航、通信與遙測訊號等，開始加強其部隊在各種電磁環境情況下之作戰訓練；與此同時我國應實施多種電磁環境模擬，以強化官兵有關電戰方面之臨戰訓練能力。因此，國軍應在各種電腦兵推與實兵操演中加入衛星干擾與反干擾等相關演練，以強化官兵在該方面之危機意識，並針對敵情威脅與戰爭趨勢，完成相關電子戰部隊、衛星干擾裝備建構及教育訓練等戰備相關作為¹⁰³。同時，在現階段組織結構調整下，配合相關演訓實施驗證，並適時調整電子戰部隊功能，發揮完整戰力，以支援作戰效能。

（三）建構干擾能力：中共目前近年來積極運用「北斗衛星導航系統」，提升導彈與多項武器系統精度與範圍，對我威脅極大。鑒於衛星訊號到達地面時相當微弱，如能掌握衛星訊號干擾技術，將可減少對我之威脅。¹⁰⁴在美伊戰爭中，伊拉克曾對美軍使用 6 個高功率 GPS 干擾器，每個造價僅 4 萬美元，即可干擾美軍以 GPS 導引飛彈。因此，經由美國軍方、工業界及學術界所作過的多次研究及模擬中證實，就算一個科技不甚發達之對手國亦可輕易地、迅速地、不需花費太多地製造並部署眾多衛星干擾器，使武器系統造成失效或影響其命中精度。¹⁰⁵日前國軍使用「北斗干擾車」（圖二十）可干擾中共北斗衛星偵照與衛星定位，此項「軟殺」技術可干擾中共飛彈之精準度，使飛彈定位失準，降低重大傷亡，¹⁰⁶我國如能利用現有科技實力，積極發展衛星干擾器，可就極低預算與阻力，在目前兩岸軍力不平衡之情況下，創造極高效率之國防武器。



圖二十 北斗干擾車照片

資料來源：<http://www.mesotw.com/bbs/viewthread.php?tid=79556>，洪哲政，資通電軍「北斗干擾車」服役要攻向總統府的飛彈失準，聯合報。（檢索日期：2019 年 10 月 11 日）

¹⁰³ 王俊南，〈我國安全的威脅、機會與因應－全民國防之探討〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 638 期，空軍司令部，2014 年 2 月，頁 116。

¹⁰⁴ 李勝義、黃雯禧，〈中共太空衛星科技的發展現況與趨勢探討〉《國防雜誌》（桃園），第 27 卷第 4 期，國防大學，2012 年 5 月，頁 98。

¹⁰⁵ 居朝良，〈中共軍事衛星發展運用之研析〉《砲兵學術季刊》（臺南），第 118 期，陸軍砲訓部，2007 年 1 月，頁 99。

¹⁰⁶ <http://www.mesotw.com/bbs/viewthread.php?tid=79556>，洪哲政，資通電軍「北斗干擾車」服役 要攻向總統府的飛彈失準，聯合報。（檢索日期：2018 年 10 月 11 日）

二、中程

（一）發展自主導航系統：「自主性」為軍事運用極重要之考慮因素。GPS 基於軍事與經濟之雙重考量，美國國會與國防部制定一系列限制政策，堅持對 GPS 行使控制權力，即使目前暫時關閉 SA，惟當美國安全遭受威脅時，美國防部仍將保留關閉部分區域 GPS 信號之權力，且 GPS 存在「始終受制於衛星發射國與必須依賴接收機、衛星間完整信號」兩項致命傷。¹⁰⁷鑒於中共第三代「北斗衛星導航系統」建構完成後，其戰力大幅提升，將不再依賴美國 GPS 系統，甚至可能干擾與遮蔽 GPS 衛星信號，使國軍使用 GPS 之導航（定位）系統與作戰平臺失效，實應前瞻檢討因應「慣性導航系統」（Inertial Navigation System，INS）之特點為不受電磁干擾，無須任何輔助裝備之協助，即可提供載具位置與方位之指示，目前國軍僅部分使用於戰機、船艦與砲兵測地作業，惟使用 GPS 系統之載具與作戰平臺，仍不在少數。基於近年來 GPS 與「慣性導航系統」兩者之「互補性」，已受到肯定與重視，其整合系統在 GPS 衛星信號受到干擾與遮蔽時，仍可依據「慣性導航系統」持續作業；反之，當「慣性導航系統」因時間與距離增加而精度降低時，亦可利用 GPS 系統提供位置更新。整合系統之訣竅，係在「慣性導航系統」內「內建」微型化之 GPS 接收晶片，並有效「混用」兩種導航資料，¹⁰⁸俾確保戰時運用效益。

（二）全民國防戰場經營：我國目前為守勢作戰，所以戰場經營為重要之軍事發展目標。因臺灣有許多天然屏障及大型都市城鎮，如能善用動員民間力量建構防空地下化工事，將所有指揮所、重要設施及武器裝備都藏置工事內，並擬訂戰時災害預防與緊急應變機構實際功能，¹⁰⁹以發揮全民國防最大力量（如我國修建「佳山基地」正是運用中央山脈之天然屏障，建構工事供飛機掩蔽，以達戰力保存目的）。另建議由中科院或相關研發機構研製，如結合奈米技術的抗炸鋼板強化機庫堡，籌建假目標、偽設施及煙幕遮障等，¹¹⁰並廣設於國內重要政經軍等目標區周邊要域，配合原有之偽裝作為，強化戰場經營，以確保我重要軍事設施及武器裝備之安全。

（三）進化飛彈系統能力：我國防空飛彈系統屬防禦性質，密度高居世界第二僅次於以色列，配合空軍「強網」作戰系統，可提供多重目標分配，構成

¹⁰⁷ 耿國慶，〈析論全球定位系統（GPS）〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第 166 期，陸軍砲訓部，2013 年 9 月 20 日，頁 20。

¹⁰⁸ 耿國慶，〈全球定位系統（GPS）運用之限制與因應之道〉，《砲兵學術雙月刊－測地精選》（臺南），陸軍砲訓部，1997 年 6 月，頁 56－66。

¹⁰⁹ 王俊南，〈我國安全的威脅、機會與因應－全民國防之探討〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 638 期，空軍司令部，2014 年 2 月，頁 115。。

¹¹⁰ 莊重，〈從中國大陸擴展其太空實力論北斗導航定位衛星之軍事意涵與用途〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 641 期，2013 年 8 月，頁 24。

堅強之防空火網。¹¹¹而為了有效反制中共各式導彈威脅，除了建立基本之飛彈防禦嚇阻能力外，應逐步加入美軍「戰區飛彈防禦系統」(Theatre Missile Defense)，除可彌補低層飛彈防禦系統攔截預期時間之短失，並可拓展軍事交流，共享情資，進而結合區域內國家力量，有效反制共軍導彈。另更應竭盡手段整合現有各項空防資產，籌購（建置）新型飛彈、海軍艦載戰鬥系統、中長程偵搜系統及無人飛行載具（如愛國者三型飛彈、天弓三型、雄風三型、鋪路爪雷達、紅雀無人機等）等系統，以確保我國軍之基本防禦能力。

三、遠程

（一）結合印太戰略取得國際平衡：美國總統川普倡議之「印太戰略」，除拉攏另一崛起大國印度，並與日本、澳洲共同建構「鑽石安保」，其實也保留一席之地給新加坡、越南、菲律賓、臺灣，盼望四小國能在印太有所貢獻，臺灣位於第一島鏈，是美國無法放棄之戰略位置，且經濟實力不弱，換言之為美國最好的軍購買家，「這對於我們在『印太戰略』中，有增值效果，亦為美國希望臺灣扮演好的角色」。¹¹²從國家安全來看，建立友邦與爭取盟國，作為延伸性的嚇阻與強化本身安全，為有利之戰略選擇。因此我國應有效運用美國之「臺灣關係法」建立良好的軍事合作關係，對提升臺灣的自我防衛能力確有助益。¹¹³再者，與美國維持良好的軍事合作關係，即為延伸、建立與周邊其他亞洲國家之準軍事合作關係，進而開展出彼此間通用裝備之採用與建立，確信對維護我國之國防安全助益甚大。¹¹⁴

（二）培養專業人才發展航太科技：航太科技涉及電子、機電、光學、材料等多種高科技技術，為國防、科技工業火車頭。實際上，在部分領域內，我國具備良好之基礎，國防部除應運用國研院、中科院研究外，亦應聯合具有專業衛星科技組系或學術研究機構，共同致力發展具關鍵性之國防航太技術，除可培養此方面專業與管理人才外，更需因應規劃軍事界面與戰略戰術之運用，以研擬未來航太對我軍事之用途。¹¹⁵另外，則可尋求與美、日等國展開更廣泛之軍事合作，加強對敵進行偵察、打擊與掌握友軍之能力。¹¹⁶鑒於自古以來，凡是極具戰略價值者，必將成為敵攻擊之目標，其重要性愈高，則招致敵人破壞、

¹¹¹ http://www.ewmib.com/news.php?news_id=120&cate_id=1，國防新聞網。（檢索日期：2018年08月02日）

¹¹² <https://www.chinatimes.com/newspapers/20180708000471-260102>，楊孟立，響應印太戰略台灣不缺席，中國時報。（檢索日期：2018年07月08日）

¹¹³ 蔡萬助，〈美國2013大陸軍力報告觀察〉《亞太和平月刊》，第5卷第6期，2014年01月。

¹¹⁴ 黃獻忠，〈面對大陸不對稱作戰之威脅我應有之作為研究〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第639期，空軍司令部，2014年04月。

¹¹⁵ 居朝良，〈中共軍事衛星發展運用之研析〉《砲兵學術季刊》（臺南），第118期，陸軍砲訓部，2007年1月，頁17。

¹¹⁶ 羅春秋，〈中共「北斗」導航衛星發展及其軍事戰略意涵〉《國防雜誌》（桃園），國防大學，2014年11月，頁75。

癱瘓、掠奪或摧毀的可能亦愈高，故發展航太科技，將可有效提升作戰能力，對抗太空強權。¹¹⁷

結語

中共自 1994 年發展「北斗衛星導航系統」迄今，採取了「三步走」的發展策略，按國內、亞太地區及全球覆蓋之階段以打造其航天霸權，近年更藉由一帶一路政策發展，結合「北斗衛星導航系統」，於鄰國境內建立「地面控制站」，除提升定位、導航精度外，進而建構天基絲路，為其「一帶一路」發展提供良好保障，也加速其 2020 年達全球覆涵之目標。反觀美國總統川普上任以來，面對崛起之中共衝擊甚大，尤其是「北斗衛星導航系統」及「一帶一路」政策發展，無論是政、軍、經、心等各種層面，都將撼動其在亞太地區之地位。基此，近年來積極拉攏日、澳、印等國聯盟，發展印太戰略，試圖制衡中共之「一帶一路」發展。

鑒於我國正面臨這兩大強權間拉鋸之威脅，尤其第三代「北斗衛星導航系統」於 2018 年 12 月正式進入全球組網階段後，其定位與導航精度與涵蓋範圍，已具備與美國 GPS 抗衡之能力。從軍事角度而言，中共各型導彈可運用該系統完成各軍事目標之定位、導航與監測，將對我國家安全產生更大威脅，惟礙於國家財政及成本考量等因素，我國目前並無獨自發展衛星導航定位系統之能力，為避免軍力失衡，現行除強化我飛彈防禦系統外，並持續整合政府與民間相關科研能力，尋求最佳反制能力，以建構完善之防護與干擾作為，另一方面則應與美、日等國加強合作關係，以取得印太戰略之平衡，為臺海和平提供更大之保障。

參考文獻

書籍

- 一、陳國華，〈GPS 全球定位系統〉《國立臺北大學不動產與城鄉環境學系教學投影片》。
- 二、黃立信，高等大地測量學課程講義，國防大學理工學院環資系空間科學所。
- （三）余致義，GPS 衛星定位測量概論。

期刊

- 一、曾育養，〈共軍「北斗衛星導航系統」發展與軍事運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，陸軍砲訓部，2015 年 6 月。
- 二、黃秋龍，〈中共航太工業的發展與侷限〉《清流月刊》2013 年 6 月。
- 三、王崑義，〈中國發展北斗衛星系統對臺灣安全的威脅與因應之道〉《全球政

¹¹⁷ 張豈凱、沈明室，〈中共發展太空相關科技的戰略意涵〉《國防大學 89 週年校慶學術研討會》（桃園），國防大學，2013 年 5 月，頁 65。

治評論》，第 34 期，2011 年。

- 四、張英傑，〈中共航天戰略發展之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，陸軍砲訓部，2017 年 6 月。
- 五、張健志、何玉彬著，《爭奪制天權》（北京：解放軍出版社，2008 年 1 月），頁 200 – 205。
- 六、陳昆峰，〈中共北斗定位衛星系統發展應用〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 40 卷第 469 期，陸軍教準部，中華民國 93 年 9 月 1 日。
- 七、王俊棠，〈中共「北斗衛星導航系統」之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 162 期，陸軍砲訓部，民國 100 年 9 月 20 日。
- 八、耿國慶，〈析論全球定位系統（GPS）〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第 166 期，陸軍砲訓部，2013 年 9 月 20 日。
- 九、莊重，〈從中國大陸擴展其太空實力論北斗導航定位衛星之軍事涵義與用途〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 641 期，空軍司令部，2014 年 8 月。
- 十、應紹基，〈中共的導航定位衛星系統〉《國防雜誌》（桃園），第 18 卷 12 期，國防大學，2003 年 6 月 1 日。
- 十一、應天行，〈中國航天產業的金母雞 – 北斗衛星導航系統〉《全球防衛雜誌》，（臺北），第 332 期，2012 年 4 月。
- 十二、馬振坤，〈北斗衛星導航系統之軍事戰略意涵〉《中共研究》（臺北），第 46 卷第 2 期，2012 年 2 月。
- 十三、王俊南，〈我國安全的威脅、機會與因應 – 全民國防之探討〉《空軍學術雙月刊》（臺北），第 638 期，空軍司令部，2014 年 2 月，頁 116。
- 十四、居朝良，〈中共軍事衛星發展運用之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 118 期，陸軍砲訓部，2007 年 1 月。
- 十五、羅春秋，〈中共北斗導航衛星發展及其軍事戰略意涵〉《國防雜誌》（桃園），第 26 卷第 6 期，國防大學，2014 年 11 月。
- 十六、戴振良，〈中共不對稱作戰發展與我防衛作戰之影響〉《陸軍學術雙月刊》，（桃園），第 42 卷第 486 期，陸軍教準部，2006 年 4 月。
- 十七、李勝義、黃雯禧，〈中共太空衛星科技的發展現況與趨勢探討〉《國防雜誌》（桃園），第 27 卷第 4 期，國防大學，2012 年 5 月。
- 十八、耿國慶，〈全球定位系統（GPS）運用之限制與因應之道〉《砲兵學術雙月刊 – 測地精選》（臺南），陸軍砲訓部，1997 年 6 月。
- 十九、蔡萬助，〈美國 2013 大陸軍力報告觀察〉《亞太和平月刊》，第 5 卷第 6 期，2014 年 01 月。
- 二十、黃獻忠，〈面對大陸不對稱作戰之威脅我應有之作為研究〉《空軍學術雙

月刊》(臺北)，第 639 期，空軍司令部，2014 年 04 月。

二十一、羅春秋，〈中共「北斗」導航衛星發展及其軍事戰略意涵〉《國防雜誌》，(桃園)，國防大學，2014 年 11 月。

三、報刊

一、馬振坤、林穎佑、黃楓台、楊太源、荊元宙、黃彥豪，〈中共發展北斗衛星導航系統之研析〉《亞太和平研究基金會政策報告》2018 年 2 月。

二、江正龍、柯炳榮、張嘉強，〈伽利略導航衛星系統之發展〉《第三十二屆測量學術發表會專輯》。

三、黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日。

四、張豈銘、沈明室，《中共發展太空相關科技的戰略意涵》《國防大學校慶學術研討會》(桃園)，2013 年 5 月。

網路媒體

一、<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170612003565-260409>，大陸北斗系統 2018 覆蓋一帶一路各國，中時電子報，2017 年 06 月 12 日。

二、<https://www.ettoday.net/news/20180926/1267201.htm>，ETtoday 新聞雲，中國大陸北斗衛星成「太空絲路」 覆蓋「一帶一路」國家，2018 年 09 月 26 日。

三、余建斌，「北斗」開始導航中國定位精度約 25 米，人民日報，2011 年 12 月 28 日。

四、北斗衛星導航系統今日正式提供區域服務，中國新聞網，2012 年 12 月 27 日。

五、http://www.xinhuanet.com/politics/2012-12/28/c_114197697.htm，中共國務院中央軍委對北斗二號衛星導航系統開通服務的賀電，新華網，2012 年 12 月 28 日。

六、<https://web.archive.org/web/20130128165915/http://military.people.com.cn/n/2012/1227/c1011-20032799.html>，黃子娟、冉承其：未來 10 年北斗將建全球性計劃 投入四五百億，人民網，2012 年 12 月 27 日。

七、孫自法，中國 2015 年前發射新一代北斗衛星推進全球組網，中國新聞網，2014 年 5 月 21 日。

八、余建斌，我國成功發射新一代導航衛星北斗邁向全球通，人民日報，2015 年 04 月 01 日。

九、http://www.xinhuanet.com/politics/2015-03/31/c_127639450.htm，白禹、韓建平，我國成功發射首顆新一代北斗導航衛星，新華網，2015 年 04 月 01 日。

- 十、<https://kknews.cc/zh-hk/military/625pvkl.html>，被逼出來的強大，「海灣戰爭」敲響「北斗三」必須全球組網警鐘，每日頭條，2017年11月08日。
- 十一、黃子娟，冉承其：未來10年北斗將建全球性計劃投入四五百億，人民網，2012年12月27日。
- 十二、中國時報，《一帶一路揭藍圖3條金路線》，2015年4月15日。
- 十三、http://www.xinhuanet.com/mil/2017-11/06/c_129733380.htm，新華網，2017年11月06日。
- 十四、美軍制訂作戰計畫「必要時」摧毀中國北斗系統，2010年7月14日：世界新聞網。
- 十五、<https://www.storm.mg/article/473051>，林建山，川普印太戰略抗堵習近平一帶一路倡議，風傳媒，2018年08月08日。

網路資源

- 一、北斗衛星導航系統－維基百科，自由的百科全書。<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/北斗衛星導航系統>。
- 二、一帶一路－維基百科，自由的百科全書。<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/一帶一路>。
- 三、<https://baike.baidu.com/item/北斗卫星导航系统/10390403?fromtitle=北斗&fromid=12640773#1>，百度百科，北斗衛星導航系統。
- 四、<https://www.thenewslens.com/article/88774>，「印度洋－太平洋」戰略（上）：來自美日印澳的「抗中」意識，羅元祺、翁世航，2018/02/01。
- 五、<http://www.pf.org.tw/article-pfch-2044-6141>，「第七屆臺美日三邊安全對話」座談會，2018年06月22日。
- 六、<https://kknews.cc/zh-hk/military/625pvkl.html>，被逼出來的強大，「海灣戰爭」敲響「北斗三」必須全球組網警鐘，每日頭條，2017年11月08日。
- 七、國評論新聞網，<http://baogao.chinabaogao.com/tongxin/387209387209.html>，
- 八、<https://read01.com/E85a2kO.html#.XBoGY1wzbIU>，用不著地面控制站，北斗衛星換晶片之後精度將領先世界，思遠軍事，2017年11月07日。
- 九、<https://web.archive.org/web/20100327075557/http://www.sinodefence.com/space/spacecraft/beidou1.asp>，今日中國防務，BeiDou 1 Experimental Satellite Navigation System. SinoDefence.com. 2008年09月24日。
- 十、<https://web.archive.org/web/20130324195344/http://www.beidou.gov.cn/2011/03/31/201103318928b0d1cfb44598a98ead9fdbbf6e33.html>，認識北斗，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2011年03月28日。
- 十一、<https://www.chinanews.com/m/gn/2017/11-08/8371001.shtml>，中國新聞網，解

碼北斗三號：和前兩代衛星相比，他有何不同，2017 年 11 月 08 日。

- 十二、<https://web.archive.org/web/20130324195344/http://www.beidou.gov.cn/2011/03/31/201103318928b0d1cfb44598a98ead9fdbbf6e33.html>，北斗衛星導航試驗系統，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2011 年 05 月 04 日。
- 十三、<https://tw.saowen.com/a/fa95f6029e280150000c9ce020c188f33bfd73d8b0b1d9767f931ad145f2b359>，北斗衛星導航系統的來龍去脈，2017 年 09 月 26 日。
- 十四、<https://web.archive.org/web/20100611084624/http://www.insidegnss.com/node/2134>，China Launches Another Compass GEO Navigation Satellite，2010 年 06 月 11 日。
- 十五、<http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-china.pdf>Gibbons. China GNSS 101. Compass in the rearview mirror. InsideGNSS, January/February 2008, p. 62 – 63 Compass in the rearview mirror。
- 十六、<http://www.beidou.gov.cn/2012/12/26/20121226bac9c0de3e6b430d997368b19ff2c6b5.html>，這樣的星座結構有什麼特點？中國衛星導航系統管理辦公室，2012 年 12 月 26 日。
- 十七、<https://spaceflightnow.com/news/n1006/02longmarch/>，China sends Beidou navigation satellite to orbit，SPACEFLIGHT NOW，2013 年 1 月 1 日。
- 十八、造北斗全球衛星導航系統還需攻克哪些難題？北斗衛星導航系統網站，中國衛星導航系統管理辦公室。2012 年 12 月 26 日。
- 十九、斗衛星全球組網，<https://AirForceWorld.com>，2015 年 10 月 10 日。
- 二十、斗衛星導航系統，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2010 年 08 月 20 日。
- 廿一、北斗中圓軌道衛星會有改動嗎？，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2012 年 12 月 31 日。
- 廿二、斗衛星導航系統網站，發射記錄，中國衛星導航系統管理辦公室，2012 年 12 月 25 日。
- 廿三、斗導航系統正式提供區域服務已完全覆蓋亞太地區，新浪網，2013 年 01 月 01 日。
- 廿四、球衛星導航系統的組成，北斗衛星導航系統網站，中國第二代衛星導航系統專項管理辦公室，2010 年 10 月 26 日。
- 廿五、<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/indepth-39923214>，一帶一路對習政權最大的意義是什麼？2017 年 5 月 15 日。
- 廿六、<https://www.secrechina.com/news/b5/2017/04/21/820621.html>，一帶一路」高峰

會，西方不捧場，2017 年 4 月 21 日。

廿七、嘉彬（2007）。GPS 定位運作與原理。資策會 MIC。http://trade.com.tw。

廿八、http://www.beidou.gov.cn/xt/xtjs/，北斗衛星導航系統。

廿九、http://www.chinareviewnews.com，衛星接收頻率、須與他國協調。

作者簡介

卓以民少校，陸軍官校 89 年班、砲校正規班 190 期，歷任排長、連長、營參謀主任，現任職砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。

砲兵小故事：靶彈



目前國軍採用之BATS（Ballistic Aerial Targer System）靶彈，秉持國防自主理念，由國家中山科學研究院自立研發及生產，其性質為彈道性飛靶，可供陸軍野戰防空部隊檟樹、復仇者及雙聯裝刺針飛彈系統實彈射擊或追瞄訓練運用。本型靶彈重量約90公斤，為移動快速彈道飛行目標，其火箭推進器可依作戰環境需求，調整安裝火箭推進器數量，安裝數量越多，靶彈的飛行速度越快。由歷次實彈射擊訓練與驗證過程中，可發現良好射手訓練攸關射擊成敗，質優且性能卓越的靶彈，更是靶場實彈射擊中不可或缺之要件。為有效提升防空部隊實彈射擊訓練成效，除人員必須落實且嚴格的訓練外，武器系統與射場環境亦須同步滿足射擊需求，始能相輔相成、相得益彰，達成最佳訓練成效與命中率。（參考來源：砲兵季刊第172期〈短程防空飛彈實彈射擊靶標運用之探討－以刺針飛彈系統為例〉、砲訓部靶勤隊檔案照片）

陸軍《砲兵季刊》徵稿簡則

- 一、**刊物宗旨**：本刊定位為野戰砲兵及野戰防空專業論壇，採季刊方式發行，屬政府出版品，供專家學者及現、備役官兵發表及傳播火力領域專業知識，並譯介國際砲兵新知，歡迎各界賜稿及提供消息。
- 二、**發行及徵稿**：本刊為季刊，每年3、6、9、11月各出版電子形式期刊，每期有一主題為徵稿核心，但一般論述性質著作仍歡迎投稿，每期出版前3個月截稿，稿件並送聯審，通過程序審查才予刊登。
- 三、**審查制度**：本刊採雙向匿名審查制度，學術論文委託本部各教學組長審理，審查結果分成審查通過、修改後刊登、修改後再審、恕不刊登、轉教學參考等5項，審查後將書面意見送交投稿人，進行相關修訂及複審作業。
- 四、**投稿字數**：以一萬字為限，於第一頁載明題目、作者、提要、關鍵詞，註釋採逐頁註釋，相關說明詳閱文後（撰寫說明、註釋體例）。
- 五、**收稿聲明**：來稿以未曾發表之文章為限，同稿請勿兩投，如引用他人之文章或影像，請參閱著作權相關規定，取得相關授權，來稿如有抄襲等侵權行為，投稿者應負相關法律責任。
- 六、**著作權法**：投稿本刊者，作者擁有著作人格權，本刊擁有著作財產權，凡任何人任何目的轉載，須事先徵得同意或註明引用自本刊。
- 七、**文稿編輯權**：本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿註明，無法刊登之稿件將儘速奉還；稿費依「中央政府各機關學校出席費及稿費支給要點」給付每千字680至1,020元，全文額度計算以每期預算彈性調整。
- 八、**授權運用**：文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用CC 「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
 - （一）姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
 - （二）非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
 - （三）相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。

授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>

九、**投稿人資料**：稿末註明投稿人服務單位、級職、姓名、連絡電話及通訊地址。

十、**特別聲明**：政府對「我國國號及對中國大陸稱呼」相關規定如次。

（一）我國國名為「中華民國」，各類政府出版品提及我國名均應使用正式國名。

（二）依「我國在國際場合(外交活動、國際會議)使用名稱優先順位簡表」規定，

稱呼大陸地區使用「中國大陸」及「中共」等名稱。

十一、**電子期刊下載點**

（一）國防部全球資訊網（民網）

<http://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=%E8%BB%8D%E4%BA%8B%E5%88%8A%E7%A9&id=14>

（二）GPI 政府出版品資訊網（民網）

<http://gpi.culture.tw>

（三）陸軍軍事資料庫（軍網）

<http://mdb.army.mil.tw/>

（四）陸軍砲兵訓練指揮部「砲兵軍事資料庫」（軍網→砲訓部首頁）

<http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/砲兵軍事準則資料庫/WebSite1/counter.aspx>

（五）臺灣教育研究資訊網(TERIC)」（民網）

<http://teric.naer.edu.tw/>

（六）HyRead 臺灣全文資料庫（民網）

<https://www.hyread.com.tw>

十二、**投稿方式**：郵寄「710 台南市永康區中山南路 363 號砲兵季刊社－張晉銘

主編收」，電話 934325－6（軍線）06-2313985（民線），電子檔寄

「army099023620@army.mil.tw」（軍網）、「cjm8493@gmail.com」（民網）。

撰寫說明

- 一、稿件格式為：提要、前言、本文、結論。
- 二、來稿力求精簡，字數以 10,000 字以內為原則，提要約 400 字。
- 三、格式範列如次：

題目

作者：○○○少校

提要 (3-5 段)

- 一、
- 二、
- 三、

關鍵詞：(3-5 個)

前言

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

○○○○○○○○○○○○○○○○○○

標題 (新細明體 14、粗黑)

一、次標題 (新細明體 14、粗黑)

○○ (內文：新細明體 14、固定行高 21)

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

(一)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

1.○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

(1)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

A.○○○○○○, ¹○○○○○○○。²

(A)○○○○○○○○○○○○

標題

標題

結語與建議

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

參考文獻 (至少 10 條)

作者簡介

注意事項：

- 版面設定：A4 紙張縱向、橫打，上下左右邊界各 2 公分。
- 中文為新細明體字型、英文及數字為 Arial 字型。
- 題目：新細明體 18、粗黑、居中。
- 作者、提要、前言、結論等大標題為新細明體 14、粗黑。
- 內文：新細明體 14、固定行高 21。
- 英文原文及縮寫法：中文譯名(英文原文，縮語)，例：全球定位系統(Global Position System, GPS)。
- 圖片(表)說明格式及資料來源：以註譯體例撰寫或作者繪製。標題位置採圖下表上。

表一 ○○○○



圖



表

圖一 ○○○○

資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

- 註釋(採隨頁註釋，全文至少 10 個)：本文中包含專有名詞、節錄、節譯、引述等文句之引用，請在該文句標點符號後以 Word/插入/參照/註腳方式，詳列出處內容，以示負責。

此編號為「註釋」標註方式。

凡引用任何資料須以 Word “插入/參照/註腳”(Word2007 “參考資料/插入註腳”) 隨頁註方式註明出處。

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

一、說明註：為解釋或補充正文用，在使讀者獲致更深入的瞭解，作者可依實際需要撰寫。

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

1. 中文書籍：作者姓名，《書名》（出版地：出版社，民國/西元×年×月），頁×～×。
2. 若為再版書：作者姓名，《書名》，再版（出版地：出版者，民國/西元×年×月），頁×～×。
3. 若為抄自他人著作中的註釋：「轉引自」作者姓名，《書名》（出版地：出版者，民國/西元×年×月），頁×～×。
4. 西文書籍：Author' s full name, Complete title of the book (Place of publication: publisher, Year), P. x or PP. x～x.

（二）論文：

1. 中文：作者姓名，〈篇名〉《雜誌名稱》（出版地），第×卷第×期，出版社，民國/西元×年×月，頁×～×。
2. 西文：Author' s full name, "Title of the article," Name of the Journal (Place of publication), Vol. x, No. x (Year), P. x or PP. x-x.

（三）報刊：

1. 中文：作者姓名，〈篇名〉《報刊名稱》（出版地），民國×年×月×日，版×。
2. 西文：Author' full name, "Title of the article," Name of the Newspaper (Place of publication), Date, P. x or PP. x-x.

（四）網路：

作者姓名（或單位名稱），〈篇名〉，網址，上網查詢日期。

三、第1次引註須註明來源之完整資料(如上)；第2次以後之引註有兩種格式：

（一）作者姓名，《書刊名稱》（或〈篇名〉，或特別註明之「簡稱」），頁×～×；如全文中僅引該作者之一種作品，則可更為簡略作者姓名，前揭書(或前引文)，頁×～×。(西文作品第2次引註原則與此同)。

（二）同註×，頁×～×。

著作授權書及機密資訊聲明

- 一、本人_____（若為共同創作時，請同時填載）保證所著作之「_____」（含圖片及表格）為本人所創作或合理使用他人著作，且未以任何形式出版、投稿及發表於其他刊物或研討會，並同意著作財產權於文章刊載後無償歸屬陸軍砲訓部(下稱貴部)所有，且全權授予貴部將文稿進行重製及以電子形式透過網際網路或其他公開傳輸方式，提供讀者檢索、下載、傳輸、列印使用。
- 二、著作權聲明：本人所撰文章，凡有引用他人著作內容者，均已明確加註並載明出處，絕無剽竊、抄襲或侵害第三人著作權之情事；如有違反，應對侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並於他人指控貴部侵害著作權時，負協助貴部訴訟之義務，對貴部因此肇致之損害並負賠償責任。
- 三、文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用 CC  「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0 版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
- （一）姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
- （二）非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
- （三）相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。
- 授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>
- 四、論文內容均未涉及機密資訊，如有違反規定，本人自負法律責任。
- 五、囿於發行預算限制及相關法令規範，同意依實際獲得預算額度彈性調整稿費計算標準。

授權人（即本人）：

（親簽及蓋章）

身分證字號：

連絡電話：

住址：

中華民國

年

月

日



陸軍



志願役預備軍官班

學歷條件:國內公私立大學或教育部認可國外大學畢業。

報名對象:具中華民國國籍,且無外國國籍,年滿20歲至32歲以內,志願服務軍旅者之社會青年(含後備役士官兵)及義務役常備兵役軍事訓練在訓役男。

志願役專業預備軍、士官班

學歷條件:軍官:國內公私立大學或教育部認可國外大學畢業。

士官:國內公私立或教育部認可國外大專以上畢業。

報名對象:具中華民國國籍,且無外國國籍,年滿20歲至32歲以內,志願服務軍旅者。

志願士兵

學歷條件:高中、職以上畢業或具教育部認可之同等學歷。

- 報名對象:
1. 經中校以上編階主官(管)考核推薦,年齡在32歲以下徵集入營服常備兵役或服替代役人員。
 2. 退伍或常備兵役軍事訓練結訓,年齡在32歲以下之常備兵後備役、補充兵列管或替代役備役人員。
 3. 年滿18歲至32歲之女子或尚未履行兵役義務之同齡男子。

報名期程請洽國軍人才招募中心網站



陸軍司令部

03-480-7167

國軍人才招募中心

0800-000-050

北部地區招募中心

(02)2364-3837

中部地區招募中心

(04)2251-1813

南部地區招募中心

(07)583-0076