

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARTILLERY QUARTERLY

作戰區目標處理作業模式芻議
e-GNSS建立砲兵測地統制
中共陸軍中型合成旅防空營探討

陸軍砲兵季刊

目 錄

▲野戰砲兵技術研究

01 防衛作戰之作戰區目標處理作業模式芻議

蔡正章、李憶強

18 e - GNSS 建立砲兵測地統制之研究

顏嘉彰

38 世界各國自走火砲發展與運用之我見

朱慶貴

▲野戰防空砲兵技術研究

51 高能與高功率雷射武器系統 - 未來反制空中目標之武器

劉尊仁

▲敵情研究

76 中共陸軍中型合成旅防空營之探討

鄭棟元、林睦謹

▲譯粹

101 論任務式指揮

劉宗翰

▲徵稿簡則

▲撰寫說明

封面封底照片說明：砲訓部教三連所屬各式防空武器、氣象光電裝備、訓練模擬器、靶機及教學勤務成員，團隊編制各類技術專精助教，平時協助教學任務使學員充分熟稔各項器材操作，年度亦參加實彈射擊操演，為砲兵厚植基礎戰力之中堅骨幹（砲訓部教三連影像紀錄團隊提供）

第 198 期

中華民國 111 年 9 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、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%BB%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、國立公共資訊圖書館
<https://ebook.nlpi.edu.tw/>
四、HyRead 臺灣全文資料庫
<https://www.hyread.com.tw>
五、陸軍軍事資料庫
<http://mdb.army.mil.tw/>
六、陸軍砲訓部砲兵軍事資料庫
http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/aams_academic.htm

發行

陸軍砲兵訓練指揮部

發行人：何建順
社長：曾慶生
副社長：鄒本賢 何永欽 趙允中
總編輯：蘇亞東
主編：張晉銘
編審委員：袁驛安 唐承平 胡宏德 張嘉雄
王保仁 錢宗旺 郭春龍
安全審查：廖世傑 賴威廷
攝影：莊筱瑩
創刊日期：中華民國 47 年 3 月 1 日
發行日期：中華民國 111 年 9 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



防衛作戰之作戰區目標處理作業模式芻議

作者：蔡正章、李憶強

提要

- 一、作戰區為灘岸殲敵之重要指管單位，戰時除支持上級聯合作戰指揮部戰略目標達成外，並須因應戰場情勢與作戰需求，執行國土防衛作戰任務。
- 二、受限於島嶼作戰特性與被動應戰地位，進入應急作戰後，陸軍須以反登陸作戰思維，應處快速移動之水面及灘岸目標，在時間有限、作戰節奏快速下，同步權衡資源運用與效能獲得，迅速遂行分析指導、目標偵蒐、打擊分配與效果評估等。
- 三、為使作戰區在目標處理作業有所參據，應基於武器使用效益最佳化，建構符合國軍目標處理作業編組與運用方式，為筆者研究之目的。

關鍵詞：目標處理作業、目標情報作業、高效益目標、高價值目標

前言

中共於西元 2019 年 1 月《告臺灣同胞書四十周年》提出「一國兩制臺灣方案」，以及不承諾放棄武力犯臺選項，並持續強化軍事整備及灰色地帶行為襲擾，對我國防安全威脅與日俱增。¹基於「防衛固守，重層嚇阻」的軍事戰略，如何遂行「拒敵於彼岸、擊敵於海上、毀敵於水際、殲敵於灘岸」之用兵理念，對敵實施重層攔截及聯合火力打擊，逐次削弱敵作戰能力，²為我國軍部隊所應思考方面。作戰區³為灘岸殲敵之重要指管單位，戰時除支持聯合作戰指揮部（JOCC）戰略目標達成外，並須因應戰場情勢與作戰需求，執行國土防衛作戰任務。另基於戰場態勢形塑考量，須藉由遠程打擊火力遂行縱深目標打擊，削弱、摧毀敵作戰重心，迫敵順從我軍作戰規劃，以利下級部隊達成其戰術目標。基此，作戰區在編裝武器效能及作業能量下，如何整合作戰、情報、火協與其它部門，遂行參謀協調與目標處理作業，為戰時重要作業事項。

國軍自民國 95 年起，即考量未來遠程精準火力獲得與發展，將美軍目標處理作業原則納入準則運用；⁴然就作業時間而言，美陸軍以主動之境外攻勢作戰為主，其目標處理作業，係以 72 小時為周期，每 24 小時滾動修正乙次；國軍為守勢之國土防衛作戰，作戰時間短、節奏快，與美陸軍差異甚大。另就作業

¹ 《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 10 月），34 頁。

² 《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 10 月），55 頁。

³ 國防部預定自民國 111 年起正式廢止軍團與防衛指揮部全銜並改稱作戰區，使指揮官有權統籌運用作戰區內三軍部隊。詳見：聯合新聞網，〈國防部正式修改國軍防衛作戰構想 學者與前總長齊針貶〉（2021 年 9 月 9 日報導），<https://udn.com/news/story/10930/5756992>，檢索日期：2021 年 9 月 22 日。

⁴ 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），例言。

責任部份，美陸軍以目標處理作業組為專責編組，國軍則未律定專責單位；未來國軍戰力在納入新式建案武器後，⁵作戰區基於武器使用效益最佳化，應建構符合國軍目標處理作業編組與運用方式。另考量非致命火力運用橫跨多個層級與部門，且執行效能評估不易，故不納入本文研究範疇。

筆者參考《國軍聯合作戰要綱》、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》、北大西洋公約組織聯盟出版物及美陸軍野戰手冊等準則，配合教學實務與個人經驗，採文獻探討及邏輯推理方式，說明目標處理作業運用分析，並探討作戰區於防衛作戰時，執行目標處理作業之關鍵要項及執行方式，期作為準則發展與兵監教育參考。

防衛作戰之目標處理作業分析

目標處理，乃基於作戰需求與能力，結合戰場情報準備作業，運用指參作業推演程序所發展之高效益目標（High-Payoff Target, HPT）⁶，選擇最佳偵蒐與攻擊手段；於計畫執行時，依目標獲得與計畫成果，予以適時攻擊，俾達成指揮官作戰企圖。然國土防衛作戰為反登陸作戰形態，基於守勢作戰指導，目標打擊僅在敵對我實際進犯時執行，故須釐清目標來源與性質，進而分析處置作為、作業程序運用與指管權責分配，以提升目標處理作業成效。

一、目標來源與規劃

目標係為可能接戰或行動之實體（人員、地區或物體），於攻擊後可改變、破壞敵軍作戰功能。⁷目標範圍涵蓋具體之設施、地形、部隊、武器、裝備、後勤資源、組織及人物等，可影響我軍事行動者均屬之。⁸於防衛作戰時，如何有效應對戰場上眾多目標，關乎我防衛作戰效能發揮。

（一）目標來源：防衛作戰為島嶼防衛之反登陸作戰性質，主要在應對敵兩棲作戰之攻勢作為。進犯登陸敵軍須在此一時期，完成由海到陸的戰場空間轉換，在取得海、空優勢與制壓灘岸守備火力效能下，海、空及登陸部隊以高度整合的聯合作戰行動，由登陸部隊搭載海、空輪具遂行登陸作戰；上陸前聚焦於登陸艦船與空中載具為主的立體突擊上陸，登陸後則以登（著）陸場的建立與鞏固為關鍵。於防衛作戰計畫作業時，目標均為預判性質（可能目標）⁹，須納入目標情報需求，持續驗證其真實性。依敵軍登陸作戰效程及現有裝備載

⁵ 《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 10 月），62~63 頁。

⁶ 高效益目標係我軍為達成任務，應摧毀之敵主要戰力，敵軍喪失此一目標後，將有助於我軍作戰任務達成。

⁷ JP 3-60 Joint Targeting, 31 January 2013, P.I-1

⁸ 《聯合情報目標設定教則（試行本）》（臺北：國防部，民國 101 年），3-4 頁。

⁹ 依目標情報是否證實，可將目標區分為確定目標、可疑目標、可能目標與地形目標；可能目標係基於對地形的研判及敵戰術的瞭解，研判戰術上可能部署兵力之位置或區域。詳見《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），附 3-18~3-19 頁。

具，研判影響防衛作戰遂行之敵軍高價值目標（High Value Target, HVT）¹⁰如表 1 所示。

（二）目標規劃：由於戰場目標性質各異、數量繁多，對國軍守備部隊之立即性威脅與價值性亦有等級區分。如何依目標選擇¹¹、作戰需求標準與現有支援能力等，建立一套可行作業機制，成為武器整體效能發揮關鍵。基此，對戰場上敵軍可能出現的目標，應經由縝密研究、分析與選擇對我軍最有利之目標，期以獲致最大戰果。參照美軍、北大西洋公約組織準則，納入作戰（火力）運用之目標，依目標接戰之處置層級，可區分如圖 1 所示。

1.野戰戰略／戰術層級：以戰場形塑為考量，在武裝衝突法¹²及交戰規則¹³之規範下，在情報部門偵獲高價值目標後，依作戰需求及兵力運用規劃，選擇有利任務達成之高效益目標排定攻擊先後順序，依計畫目標之火力運用規劃，實施表定時間或依要求攻擊；對一般目標、未納入計畫目標，或戰場上出現之非預期性目標，則視戰場景況、對我危害與作戰效益，納入臨機目標之火力攻擊。

2.戰鬥／單兵戰鬥層級：基於達成作戰任務之要求，由第一線部隊於兩軍近接戰鬥時（直射火力射程內），以交戰規則為目標打擊合法依據，對影響戰鬥程序¹⁴遂行之敵軍目標，以直射或上級支援火力實施打擊。

表 1 敵登陸作戰效程之高價值目標判斷表

登陸效程	裝載階段、航渡階段 展開與編波	信息與火力突擊 開闢通道	突擊登陸	擴大與鞏固 登陸場
高價值目標	登陸母艦、兩棲艦艇、指揮艦、坦克人員運輸艦、登陸艦、掃雷艦（艇）	登陸艦、控制艇、掃雷艦（艇）、氣墊船、兩棲輪具	兩棲輪具、掃雷破障車、防空飛彈（雷達車）、氣墊船	指揮所、裝甲、反裝甲及砲兵部隊與灘岸堆積等

資料來源：1.《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），3-33~3-44 頁；2.《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 21 日），5-4-40~5-4-44 頁；3.蔡和順，〈共軍師登陸作戰之研究〉《陸軍學術雙月刊》，第 50 卷第 537 期，2014 年 10 月，頁 64-73；4.作者修訂整理。

¹⁰ 為敵軍指揮官為達成任務所需之主要作戰部隊。詳見《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），附 1-6 頁。

¹¹ 評估作戰地區內之目標，選擇有助或威脅我軍任務與指揮官企圖達成之目標，列為作戰攻擊目標。詳見《聯合情報目標設定教則（試行本）》（臺北：國防部，民國 101 年），3-10 頁。

¹² 武裝衝突法可區分為「關於限制作戰手段和作戰方法的原則、規則和制度」，及「關於保護平民和戰爭受難者的原則、規則和制度」等兩大部份。詳見《武力的邊界》（北平：時事出版社，2003 年），2-3 頁。

¹³ 交戰規則係以「自我防衛」及「任務完成」兩大概念為中心，其一是自衛權行使，指我方人員於執行任務時，須使用武力以避免遭受攻擊；其二是我方人員發起攻擊以達成任務的權利；在任何情況下，所有武裝衝突中都可以進行自衛。詳見《海軍交戰規則訓練手冊》（臺北：海軍司令部，民國 110 年 7 月 15 日），2-2 頁。

¹⁴ 戰鬥程序乃是部隊自受領預備命令，迄達成戰鬥任務之合理過程。概可區分「準備」與「實施」兩個階段。準備是為達成戰鬥任務之順遂所採取之必要行動；實施則是將計畫與準備付諸實現的具體作為。詳見《陸軍裁判勤務教範（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日），2-3-34 頁。

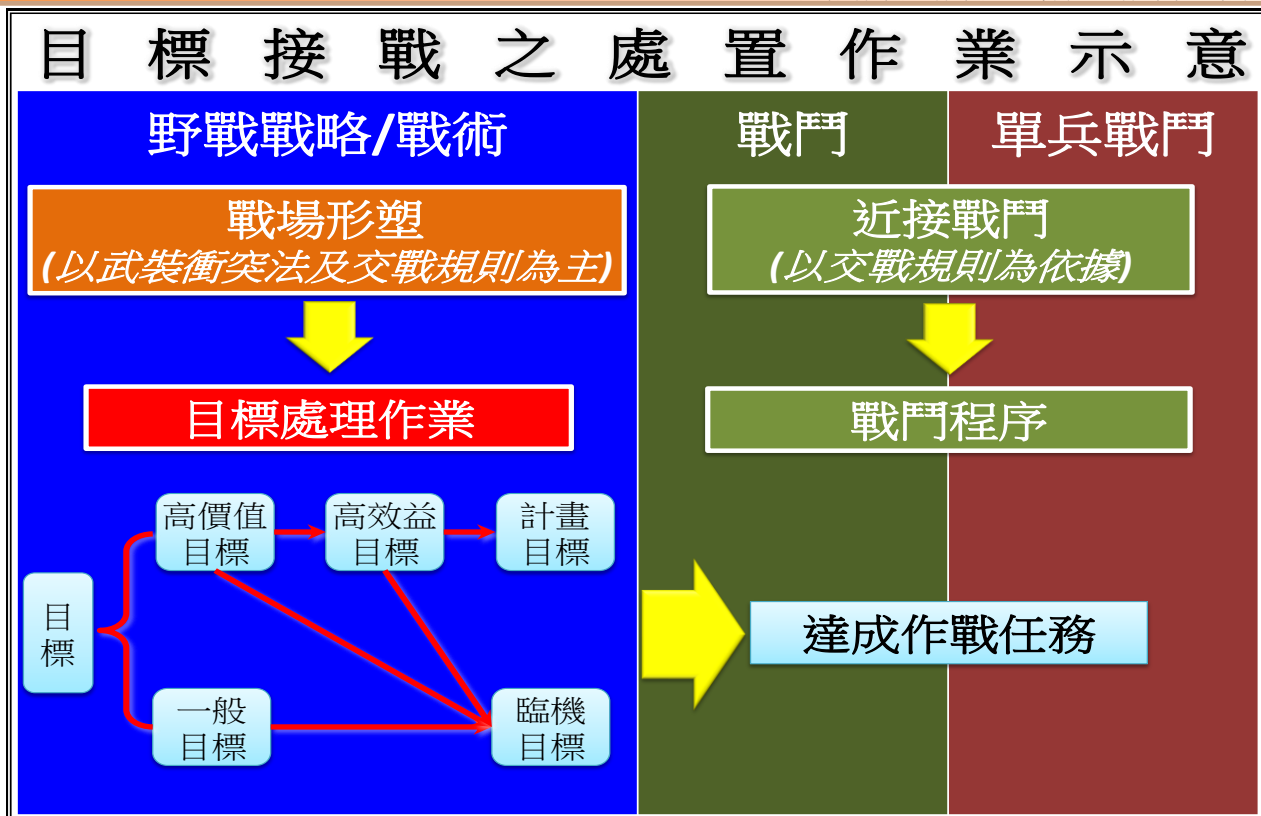


圖 1 目標接戰之處置作業示意

資料來源：1. AJP -3.9 Allied Joint Doctrine for Joint Targeting(NATO STANDARDIZATION OFFICE , 8 April 2016)，P.1-4；
2..作者整理修訂

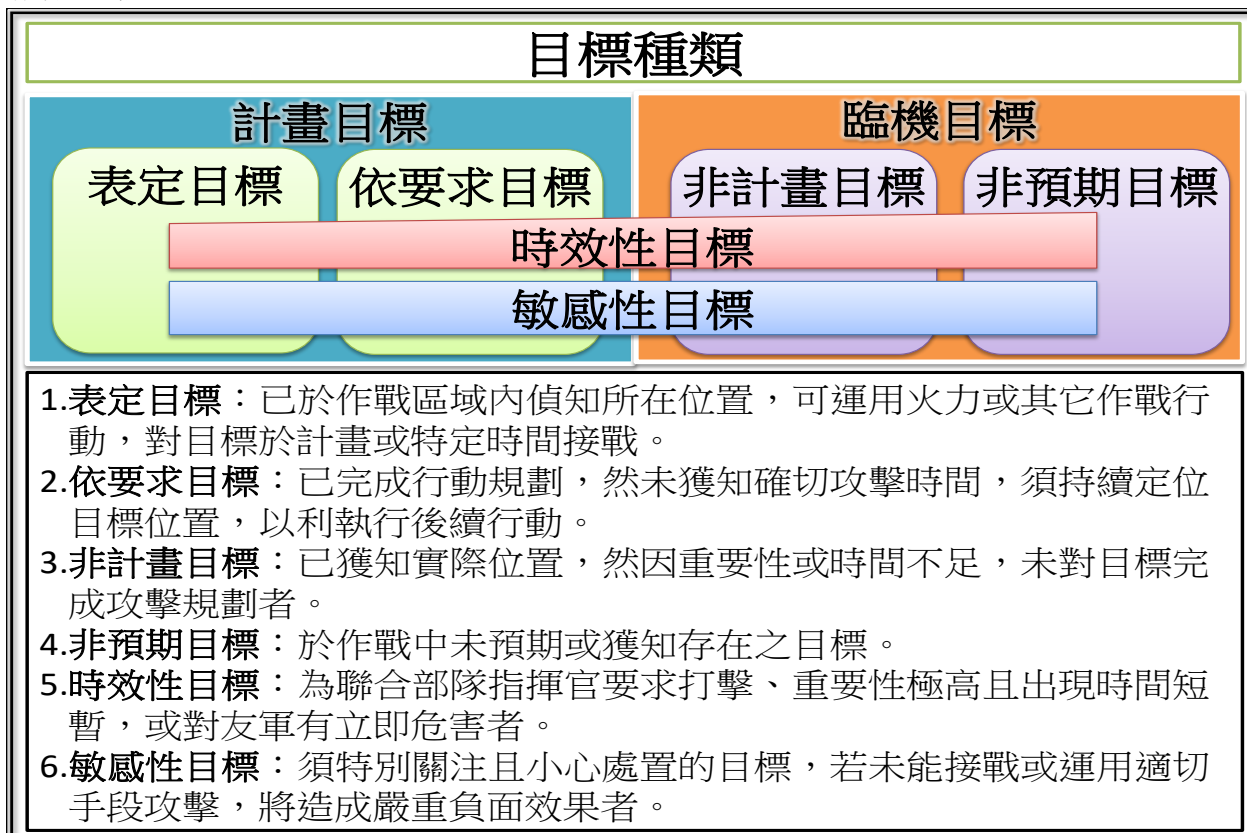


圖 2 目標種類

資料來源：1. ATP 3-60 Targeting(Department of the Army, Washington, DC , 7 May 2015)，P.1-5 。2.作者翻譯修訂。

二、目標處理作業程序

防衛作戰依平、戰時轉換，區分「經常戰備」及「防衛作戰」兩個時期，另依戰備階段劃分「戰備整備」、「應急作戰」及「全面作戰」三個階段；然受限於島嶼作戰特性與被動應戰地位，進入應急作戰後，國軍須以反登陸作戰思維，應處快速移動之水面及灘岸目標，在時間有限、作戰節奏快速下，同步權衡資源運用與效能獲得，迅速遂行分析指導、目標偵蒐、打擊分配與效果評估等。故依防衛作戰特性及戰備階段劃分，可發現在作業時限與作戰要求下，目標情報處理及目標處理作業，須藉由經常戰備時期先期完成必要計畫作業，以期在進入防衛作戰時，運用計畫成果及平行作業模式，依指揮官作戰指導，快速處置戰場上所出現之敵眾多目標(圖3)。依防衛作戰時之目標處理作業程序，分析說明各作業步驟如下。

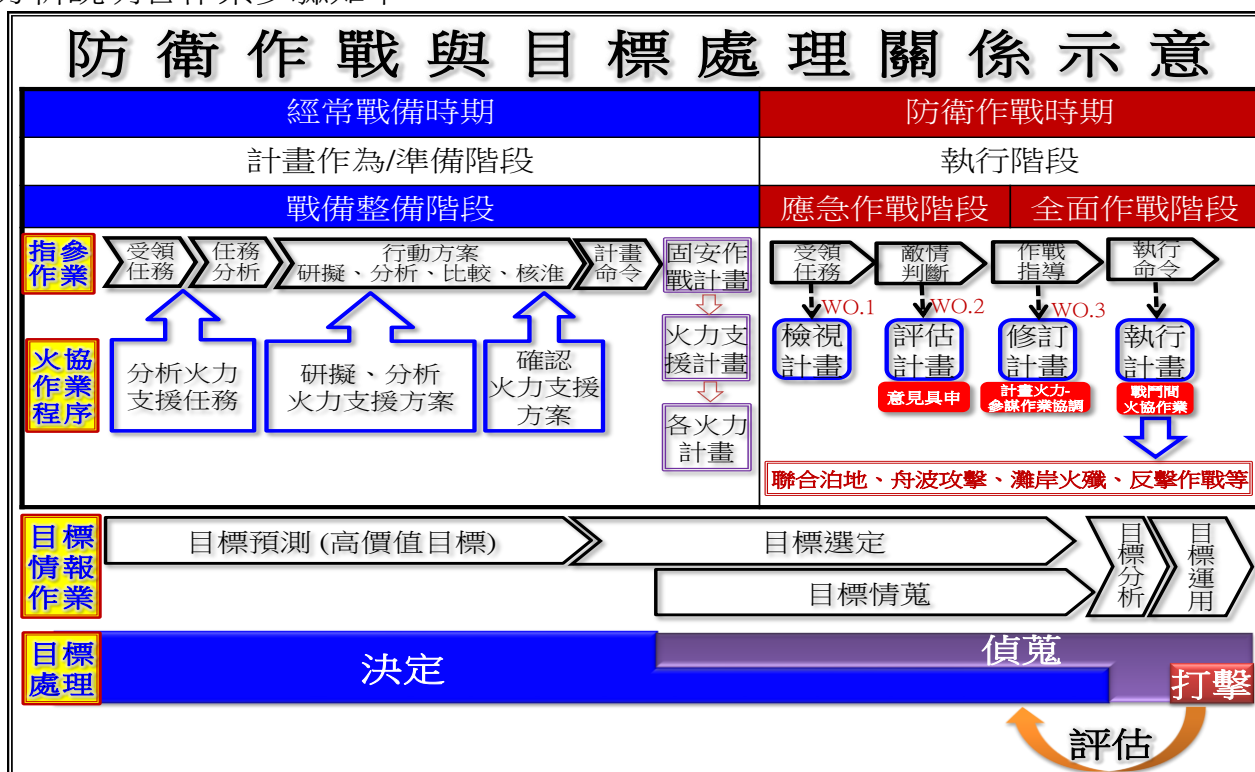


圖3 防衛作戰與目標處理關係示意

資料來源：1.《陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國104年12月2日），2-1-7頁；2.《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國104年10月1日），2-124~2-125頁；3.作者修訂整理。

（一）決定高效益目標：係以指揮官為核心，依其作戰企圖與目標處理作業指導，選擇有利任務達成之目標，¹⁵故此一作為主要在決定各作戰階段中必須優先偵蒐與優先攻擊之目標。¹⁶基於反登陸作戰特性，應於經常戰備時期，以戰場情報準備（兵要與目標基本資料）為基礎，運用指參與火力支援協調等作業

¹⁵ADRP 1-03 The Army Universal Task List, (Department of the Army, Washington, DC, 2 Oct 2015), P.3-2.

¹⁶《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國101年09月19日），3-8頁。

程序，預判戰場上可能出現之高價值目標，規劃偵蒐優先順序與範圍，並考量目標對作戰任務之影響，建立高效益目標清單、攔截（阻擊）地區、攻擊時機與手段，納入計畫作業成果，俾聚焦偵蒐與打擊資源運用；進入防衛作戰時期後，依指揮官作戰指導，評估當前狀況與修訂計畫方案，決定偵蒐與攻擊目標優先順序，以利後續偵蒐、打擊與監控目標。

（二）偵蒐目標情報：目標情報係指蒐集作戰地區有關敵軍情報資料，加以、分析，判定目標種類、位置、狀況、特性等謂之，藉以提供我軍作戰時所欲打擊之敵軍實體對象（高效益目標）。¹⁷偵蒐目標情報為一連續不斷之作為，於平、戰時均須持續蒐報戰略、戰術與戰鬥階層之目標情報。情報作業組須基於指揮官重要情資、目標情報與敵情研判等需求，確立各項情報需求事項及偵蒐部隊運用；另應協調各作業組，建立目標情資分發之作業程序，以有效運用所獲之資訊。平時偵蒐事項以戰略（固定）目標之種類、位置與狀況，及敵軍編制、武器性能與裝備外部特徵為重點；戰時偵蒐重點則以影響我作戰任務達成之敵軍目標種類、位置與狀況為優先，俾提供作戰與火協部門目標打擊修訂及後續攻擊效果掌握。

（三）攻擊高效益目標：當發現與確認高效益目標時，即遂行目標攻擊與接戰作為，以支持指揮官作戰計畫。¹⁸國軍聯合泊地、舟波攻擊、灘岸火殲、反擊與反空機降火力攻擊，均為攻擊高效益目標之具體展現，經指揮官作戰指導及戰術決心下達後，依計畫作業成果與參謀作業協調，適切指定（建議）攻擊手段，俾利火力支援單位下達攻（射）擊命令。

（四）評估攻擊效果：評估作業為一持續不斷之過程，於作戰計畫、準備與執行時，通常與指揮官決心直接鏈結。參謀須協助指揮官對各面向之狀況持續監控，俾提供指揮官決心下達所需資訊。¹⁹於作戰執行時，通常以戰鬥評估（Combat Assessment）²⁰所行之戰果評估（Battle Damage Assessment, BDA）²¹、彈藥效能評估（Munitions Effects Assessment, MEA）²²及再攻擊建議進行作業，力求所有目標達到攻擊指導表所列標準為原則。²³戰鬥評估之目的，在

¹⁷《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日），2-123 頁。

¹⁸Targeting for the Fires Captain-The Army Targeting Process，美軍野砲高級班 2015 上課投影片，頁 41~42。

¹⁹ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), pp.1-4~1-5.

²⁰在美軍的評估體系中，戰鬥評估為評估概念體系的最底層，被定義為「軍事行動期間，部隊整體運用效能的判定」，聚焦於判定致命與非致命性火力對目標進行打擊的結果，為目標處理之重要組成。詳見《美軍作戰評估理論與實踐》（北京：知識產權出版社，2017 年 12 月），18 頁。

²¹戰果評估為判斷在某一時間內之敵軍現有戰力、已摧毀之武器裝備、已俘虜與殺傷之人員等，通常可依作戰層級區分為「物理性毀傷、功能性毀傷及目標系統評估」。詳見：ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), p.2-14~2-15。

²²彈藥效能評估為評估軍事部隊運用武器系統及彈藥之效能。詳見：ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), p.2-16。

²³《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-23 頁。

提供兵、火力運用之相關建議；²⁴於防衛作戰時期，須藉由參謀判斷及情蒐手段所獲得之情資，持續不斷進行評估作業，分析戰場環境影響、及時判明戰機，使指揮官獲得決策優勢；於目標攻擊後，即行實施戰鬥評估，洞悉目標打擊後所衍生之直接與間接性影響，以掌握當前狀況，下達至當決心。

三、目標打擊與指管權責分析

防衛作戰基於守勢作戰特性，劃分作戰責任地域，作戰管制適當之友軍兵力及其他支援兵力，於地境責任區內，遂行作戰任務。²⁵接戰程序因應敵情靈活調整，基本劃分為「聯合泊地攻擊」→「聯合舟波攻擊」→「灘岸火殲」²⁶；另針對敵伺機策應之空機降作為，除發起「反空機降作戰」外，並在敵甫行上陸、指揮混亂、兵力分離、戰力無法發揮時，發起「反擊作戰」，以擊滅進犯敵軍。作戰區依作戰需求，在獲得海、空軍及地面長程火力支援下，結合本身建制火力，依據進犯敵軍之可能行動，向下規劃責任地域及作戰任務，並基於戰場形塑思維，在作戰全程持續偵蒐、打擊高效益目標，打破敵軍登陸戰力組成，以期協力第一線打擊暨守備部隊統合戰力發揮。為提升目標處理作業效能，應依接戰程序結合火力打擊及目標獲得能力，採分權指揮方式，適切向下賦予各級指管權責。以下就目標獲得與火力打擊等要素，釐清各級指管權責如下。

（一）目標獲得：敵船團於展開及編波時，多在陸軍地面火力攻擊範圍外，陸軍目標情資多仰賴上級與友軍提供；爾後在遂行突擊上陸前，敵登陸兵力逐次進抵目視距離，我地面聯合觀測所；敵於突擊登陸時，以快速衝擊上陸為著眼，與我第一線守備兵力近接戰鬥，伺機突破我軍防線，擴大及鞏固登陸地域。

（二）火力打擊：為兼顧目標及時動態掌握及友軍協調作業，視距外之火力運用以海、空軍火力能量為主；在目視範圍內可精準目標標定時，即視火力指管幅度與敵情狀態，以地面、空中及海上可用能量，遂行聯合火力打擊；我守備部隊與敵接戰時，為求迅速支援火力運用，應由第一線部隊可用火力為主體，上級支援火力以強化下級能量為考量；於反擊作戰時，為統合戰力發揮與維護第一線友軍安全，火力運用應以可支援火力與第一線部隊需求為考量。

（三）小結：基於敵情考量，在現有目標獲得與火力打擊能量下，攻擊目標（高效益目標）選定尤為重要，應以統合戰力發揮與火力支援時效為考量，分別賦予對目標接戰的指管權責（表 2）。

1.聯合泊地攻擊：由作戰區依「統一計畫、分權執行」²⁷方式，作戰區火協組在指揮官授權下，依作戰任務、指揮官作戰企圖、目標價值分析及計畫作業

²⁴ ADRP 1-03 The Army Universal Task List, (Department of the Army, Washington, DC, 2 Oct 2015), P.5-24

²⁵ 《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），1-4~1-5 頁。

²⁶ 《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），2-29 頁。

²⁷ 《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），3-44 頁。

成果，逕行協調管制，海、空火力運用則採間接指管方式，俾能提升作業時效、契合作戰區指揮官之作戰目標。

2.聯合舟波攻擊：依敵主、次要登陸地域及威脅，由作戰區主導，直接指管敵主要登陸地域，次要地區由聯兵旅（作戰分區）負責，以期形成火力重點。

3.灘岸火殲：係運用於水際至瞰制灘際之地形要點間區域，通常為第一線守備部隊責任地域，用以阻止、拘束、遲滯、侷限敵軍於所望地區，由守備部隊營級盱衡敵軍登陸進程與部隊火力支援需求，遂行火力要求與目標指示。在作戰區統一規劃下，有關空軍及陸航火力之空中導引與目標指示，應由聯兵營協助指管在空機；另聯兵營打擊兵力於敵軍到達同時或後續投入。此外，作戰區持續掌握可用火力，打擊敵海上舟波。

4.反空機降作戰：守備／打擊部隊於責任地區之淺近、縱深要點，以先期計畫之兵、火力，阻滯與掃蕩敵空（機）降部隊，殲敵於空（機）降場。

5.反擊作戰：反擊作戰通常發生於敵主要登陸地域之灘岸至濱海城鎮地帶，在作戰區統一規劃下，採分權指揮方式，由聯兵旅（營）作戰管制守備部隊，併用諸般手段，²⁸形塑反擊作戰有利態勢。

表 2 接戰指管權責分析表

接戰程序	目標獲得	火力打擊	接戰指管
聯合泊地攻擊	海／空／岸巡雷達系統、偵察機、船艦、無人飛行載具	空軍戰機、海軍輕快兵力、岸置攻艦飛彈、地面長程火力	作戰區
聯合舟波攻擊	海／空／岸巡雷達系統、偵察機、船艦、無人飛行載具及地面聯合觀測所	空軍戰機、海軍輕快兵力、野戰砲兵、戰車砲、迫砲、反甲飛彈、陸航	作戰區／聯兵旅（作戰分區）
灘岸火殲	聯合觀測所／第一線部隊	野戰砲兵、戰車砲、迫砲、反甲飛彈、陸航及大口徑直射火力	守備營／聯兵營
反空機降作戰	聯合觀測所／守備責任地區部隊	野戰砲兵、迫砲、陸航及大口徑直射火力	守備營／聯兵營
反擊作戰	海／空／岸巡雷達系統、偵察機、船艦、無人飛行載具、地面觀測所及第一線部隊	三軍火力	作戰區／聯兵旅／聯兵營

資料來源：1.《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），3-44~3-45 頁；2.《陸軍野戰砲兵營、連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 4 月 13 日），5-285~5-300 頁；3.作者修訂整理。

²⁸《陸軍聯合兵種營作戰教範（草案）》（桃園：陸軍司令部，民國 109 年 3 月 2 日），3-123 頁。

作戰區目標處理運用規劃芻議

綜上說明，作戰區負有承上啟下之責，須依據聯合作戰中心之指導、目標情報，與下級火力需求，基於當前作戰與未來運用規劃，以邏輯性思維遂行目標處理作業。為使作戰區參謀作業成員能熟稔目標處理運用，筆者基於防衛作戰需求，建議作戰區目標處理作業編組、要項與運用方式如下。

一、作戰區之目標處理作業編組及要項

在聯合作戰中心授權下，由作戰區統一指管海、空戰存兵力，乘敵甫行登陸、立足未穩、兵力分離、統合戰力無法發揮之際，發起連續性之飽和攻擊，目的在殲滅登陸之敵，達成作戰目標。²⁹故作戰區於作戰任務啟動後，應參照美陸軍作業方式，編組跨作業組之功能性「目標處理作業組」，統一協調、調整作戰區之兵、火力作為，並遂行上、下參謀作業協調，分析及修訂目標打擊對象及地區，分配偵蒐部隊偵察時機及火力打擊責任單位，俾利持續目標偵蒐與攻擊命令下達。作者以作戰區現有編組，參照美陸軍作業編組及行動要項，分析防衛作戰之目標處理作業，可編組之作業成員（圖 4）與作業要項（表 3）如次。

（一）作業編組：目標處理作業組為功能性編組，成員採任務編組模式，視作戰階層、任務型態及支援能量等調整；通常以指揮官、作戰、情報及火協成員為核心，依協調作業需求，適切增刪參加代表，俾以協調作戰整合、建議優先攻擊／偵蒐之目標、最佳攻擊手段，及分析戰鬥評估結果所代表之意涵。指揮官為目標處理的主導者，亦為目標處理作業組之組長，須依實際任務需求，納編相關代表，俾以指導／要求所屬組員，執行目標處理作業。依作戰區現行指揮所編組，遂行目標處理時，在作戰區指揮官作業指導下，應由作戰中心之計畫作業組、火力支援協調組，及情報中心之情報計畫組小組長，或指派專責作業成員，並依任務需要納入法制官、政戰計畫官、電戰官或其他參謀代表。

（二）作業要項：作戰區指揮官須指導情報、作戰、火協及其它部門，密切協調合作，以完成目標處理作業。依目標選擇、蒐集目標情報、協調分配攻擊火力、攻擊效果評估的思維理則，³⁰以指參作業程序為主軸，遂行目標處理作業。在受領任務之初時，作戰區指揮官須就戰場情報準備作業成果、可用作戰資源與任務實際需求，下達目標處理作業指導。爾後配合行動方案研擬、分析、比較與核准，逐步產生目標處理計畫成果，指導目標情報蒐集工作。於狀況提升時，依據當前狀況重新修訂即有計畫成果，俾以下達目標攻擊，與執行作戰評估等作為。筆者參考美陸軍行動要項，依防衛作戰階段，規劃計畫、準備、執行與評估作業時參謀應執行之作業要項。

²⁹ 《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），2-29 頁。

³⁰ 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-4 頁。

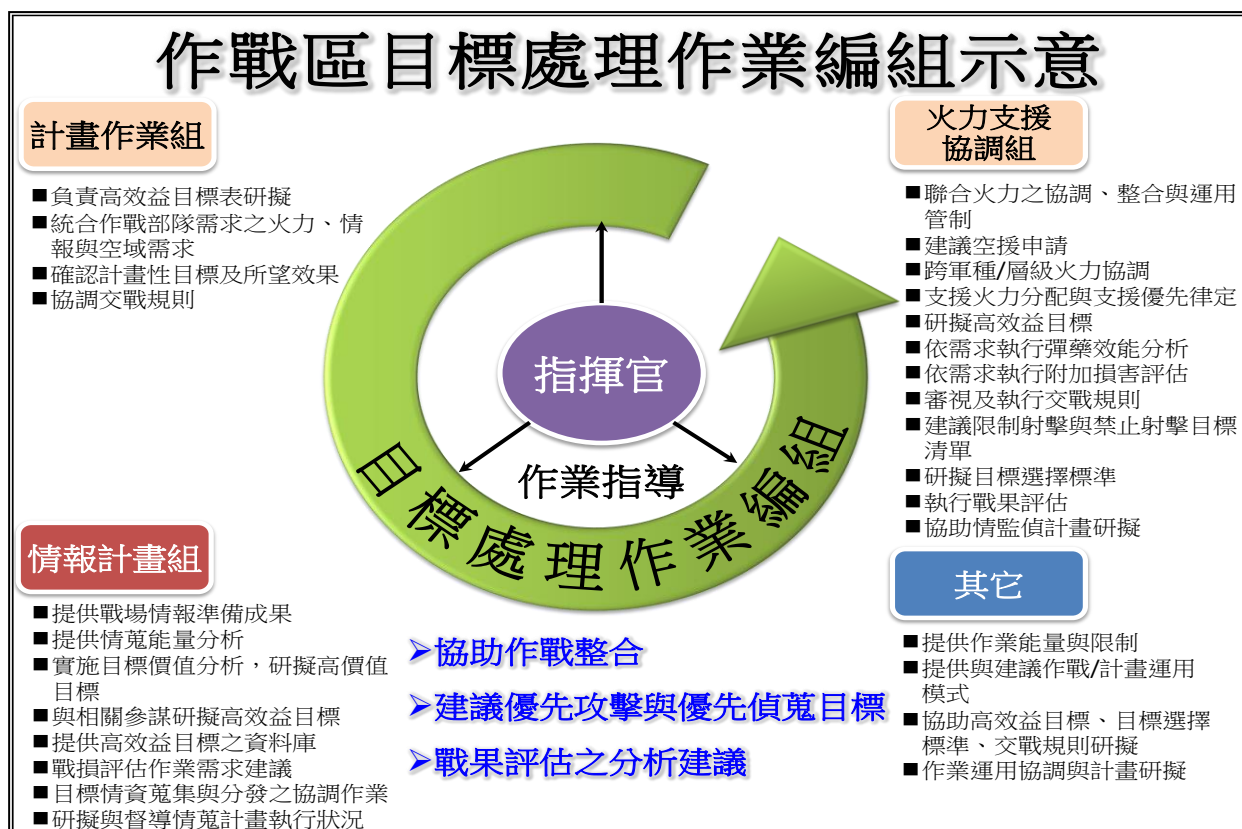


圖 4 作戰區目標處理作業編組示意

資料來源：1.《陸軍指揮參謀組織與作業教範(第三版)》(桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)，1-3-41~1-3-51 頁；2. ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), pp.1-13、3-2~3-5；3.作者修訂整理。

二、作戰區目標處理運用規劃

(一) 決定高效益目標：基於指揮官作戰構想與目標處理作業指導，選擇有利任務達成之攻擊目標，並說明目標攻擊方式與接戰時間，綜整成火力支援要項表，並據以完成高效益目標表、目標選擇條件表與攻擊指導表，呈指揮官核定後頒布(圖 5)；³¹後續依戰場實際狀況，於作戰會議後召開目標處理會議，整合致命／非致命性火力運用，確認計畫目標清單。(圖 6)

1.經常戰備時期：基於上級計畫／命令規範、單位任務、戰場情報準備作業、可用作戰資源、交戰規則及其它等任務分析成果，目標處理作業成員依指揮官參謀作業指導(目標處理作業指導)，規劃縱深火力運用(聯合泊地攻擊)，及分配各階段與作戰單位可運用之聯合火力(聯合舟波攻擊、灘岸火殲及反擊作戰)，產製火力支援要項表與目標處理計畫成果(高效益目標表、目標選擇條件表、攻擊指導表及情報資料蒐集實施計畫表等)，俾作為目標偵蒐與攻擊實施之基礎。此一計畫成果應涵蓋作戰全程，以作戰目標為導向，依未來狀況發展，採「近詳遠略」作業模式，擬訂全程計畫。³²

³¹ ADRP 1-03 The Army Universal Task List, (Department of the Army, Washington, DC, 2 Oct 2015), P.3-2

³² 依計畫作業發展之遠、中、近程，可區分為未來計畫、未來作戰及現在作戰等三個階段，分別對應國軍與防

2.防衛作戰時期：當狀況提升、敵進犯意圖明確時，即啟動作戰任務、掌握敵情現況，於作戰會議召開時，依據當前敵情、敵最大可能行動，與戰場偵獲之目標情報與動態，在指揮官作戰指導下，就已擬定之作戰計畫實施修訂；於作戰計畫修訂後召開目標處理會議，由指揮官核定攻擊目標與計畫火力運用規劃，俾利後續計畫策頒與作戰準備，為部隊作戰執行與狀況處置之參據。另外，防衛作戰為急迫且不確定性併存之環境，為提升作戰時效，於後續狀況處置時，可由指揮官直接決定下達作戰指導、決定攻擊目標及其它指管要求，指導作戰、情報與火協作業組管制執行，遂行戰鬥間火協作業。

（二）偵蒐目標情報：情報部門提供目標處理作業組，及時而準確的敵軍致命、非致命性能量及特、弱點，以利致命與非致命性火力運用。平時以目標情資整合為重點，戰時著重於達成任務所需之情資，包括研判敵軍集結與攻擊發起之主要作戰時間、地點與強度等，涵蓋軍事作戰時之所有威脅。³³（圖7）

1.經常戰備時期：作戰區在確認行動方案與火力支援運用後，情報部門即彙整目標情報需求，納入指揮官重要情資需求、情報蒐集要項及其他情報事項等，產製情報資料蒐集實施計畫表；所需情報需求可向上級及友軍提出，或藉由公開情資蒐整、分析，俾以製作目標情報資料庫，作為目標處理作業參據。

2.防衛作戰時期：運用友軍情蒐能量，派遣偵蒐部隊至「指定偵察區」，持續目標情蒐作業與敵軍動態掌握，完成目標情報資料表；於敵軍進入我作戰範圍後，對高效益（計畫）目標須持續識別及定位，俾利後續目標分析、律定戰術優先等級及納入攻擊目標清單；對非計畫目標亦應關注其後續動態，以利全般狀況掌握及攻擊優先順序調整。

（三）攻擊高效益目標：藉由目標處理作業，整合、協調聯合火力（包含炸彈、火箭、飛彈及火炮等），於鎖定或確認高效益目標所在後，即執行目標接戰指導（戰術決心與指揮管制），對指定計畫目標採以聯合火力攻擊，藉以達到特定攻擊效果，並能支持指揮官作戰計畫遂行。（圖8）

於狀況提升後，作戰區持續監控敵登陸船團動態，在敵艦船進入我預期之利害目標區（TAI）或集火帶前，即在作戰區指揮官授權或親自指揮下，考量攻擊時機、地點、所望效果（損傷程度）、武器系統運用與附加損害可能性等，下達目標攻擊之戰術決心。火力支援協調組即掌握目標動態，運用現有計畫成果，管制各火力攻擊時間、所望效果、特定管制事項或特殊彈藥使用等，並由各連

衛作戰時期。於經常戰備時期計畫作業時，計畫時空涵蓋作戰全程，計畫內容以概要性框架為主，或依單位作戰需要，採近詳遠略模式完成計畫內容擬擬；於防衛作戰時期，依當前狀況將作戰構想轉為計畫內容，以作戰計畫或命令方式下發，可視實際作戰需求與指揮官指導，直接下達作戰命令，各部隊依令遂行作戰任務。詳見：《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國108年06月25日），1-7~1-11頁。

³³《國軍通用聯戰行動清單（草案）》（臺北：國防部，民國98年9月21日），6-184頁。

絡官對下級火力支援單位連絡管制；當火力支援單位無法及時完成射（攻）擊準備、預劃之彈藥數量／種類不足，或目標已超出目標區範圍時，火力支援協調組須立即調整火力支援系統，並持續管制射（攻）擊狀況。

（四）評估攻擊效果：效果評估為持續之作業，由各作業組比較當前狀況與指揮官作業指導後，經參謀分析、判斷後，向指揮官提出意見具申，俾利指揮官決心下達，調整或執行部隊行動。³⁴於目標攻擊後，參謀成員即對目標或目標組成實施戰鬥評估，以利指揮官後續決心下達。（圖 9）

1.於計畫作業時，為使評估作業有助於部隊戰力提升及作戰執行之決心下達，目標處理作業組成員在行動方案研擬時，即基於指揮官之作戰目的與作業指導，在決定各作戰階段之高效益目標後，運用《國軍通用聯戰行動清單（草案）》、《陸軍戰術行動清單（草案）》及相關準則，發展行動評鑑標準，以評鑑部隊訓練成效；另在作戰行動前，即可運用部隊訓練評鑑之參數，評估部隊從事防衛作戰時所使用之作業／作戰準備時間、部隊作戰行動時間、武器使用彈藥數量等，以供指揮官決心下達之用。

2.在作戰任務啟動後，為衡量軍事打擊能量配比、調整修正作戰行動，須能有效評估，目標經作戰區火力打擊後之敵軍作戰功能或行動能力，以確認作戰目的達成進度。作業時由情報、作戰中心及其它必要人員，分別實施戰果評估、彈藥效能評估及再攻擊建議等作業。

（1）戰果評估：戰果評估為漸進式、不斷提煉的過程。作戰區在蒐整第一線部隊戰果統計及實體目標損害評估後，即可在此一基礎上，分析對敵軍功能性損害程度(如：偵察力、機動力、打擊力、後勤支援、指揮管制等)。作業時由情報處長（情報中心主任）任戰果鑑定小組組長，依部隊任務及作業需要實施任務編組；作戰中心之部隊管制組、所屬情蒐機構及其它作業組，應主動將對敵作戰有關情報資料，如：破壞敵軍地面設施、殺傷或俘虜人員、擄獲物品、攻占要點、防空及對海作戰等要項，主動送交戰果鑑定小組，依登記、鑑定、研判等步驟實施戰果評估，預判敵軍失去此目標後所產生之影響，或替換／修復此一目標功能所需時間；後續將鑑定結果，以條列或表格方式，呈報主官核定，以提供指揮官兵、火力運用參考。³⁵

（2）彈藥效能評估：在戰果評估的基礎上，由作戰中心於詢問各部隊戰果統計時機，同時確認各特種彈藥攻擊使用狀況，俾交由目標處理作業組，依專長職能分析武器系統與彈藥使用效能，以提升戰術運用、武器系統、彈藥運用及武器攻擊範圍等運用效能；此一分析結果，亦可作為彈藥補給參數（彈藥基

³⁴ ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), p.1-8.

³⁵ 《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日），2-157~2-166 頁。

本攜行量、彈藥需補率與現補率) 修訂依據。³⁶

(3) 再攻擊建議：於攻擊效果不如預期，由指揮官決定是否再次對目標實施攻擊。當決定再次攻擊時，作戰中心之計畫作業組與目標處理組，基於戰果評估及彈藥效能評估成果，考量作戰目標達成進度，向指揮官建議與作戰目標相關之攻擊目標、目標重要組成、目標系統、敵軍戰力及我軍兵力運用規劃，以減輕攻擊部隊危害。³⁷

表 3 作戰區目標處理作業要項

作戰程序		目標處理作業	目標處理作業要項	
持續評估	計畫／準備／執行	決定高效益目標	計畫	■運用戰場情報準備成果，執行目標價值分析，以發展高價值目標。 ■提供致命與非致命性能量分析，以利指揮官目標處理作業指導。 ■完成高效益目標表、目標選擇標準表、攻擊指導表 ■完成禁止射擊及限制射擊目標規劃 ■完成火力支援要項 ■完成效率與效果評鑑標準 ■提出目標情報需求
			準備／執行	■修訂高效益目標表、目標選擇標準表、攻擊指導表及目標同步表 ■更新火力支援要項 ■更新效率與效果評鑑標準
		偵蒐目標情報		■執行情報資料蒐集實施計畫表 ■修正目標情報需求 ■提供目標情資
	執行	攻擊高效益目標		■決定接戰目標 ■依攻擊指導表，執行火力支援要項
	評估	評估攻擊效果		■戰果評估 ■武器彈藥效能評估 ■再攻擊建議

資料來源：1. ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), P.1-9；2. 71-DIV-3300 "Conduct the Targeting Process", Training and Evaluation Outline Report, 28 Feb 2018, pp.4-7；3. 作者修訂整理。

³⁶ ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), pp.2-16

³⁷ ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), pp.2-16

決定高效益目標於計畫作為階段之作業示意



圖 5 決定高效益目標於計畫作為階段之作業示意

決定高效益目標於準備/執行階段之作業示意

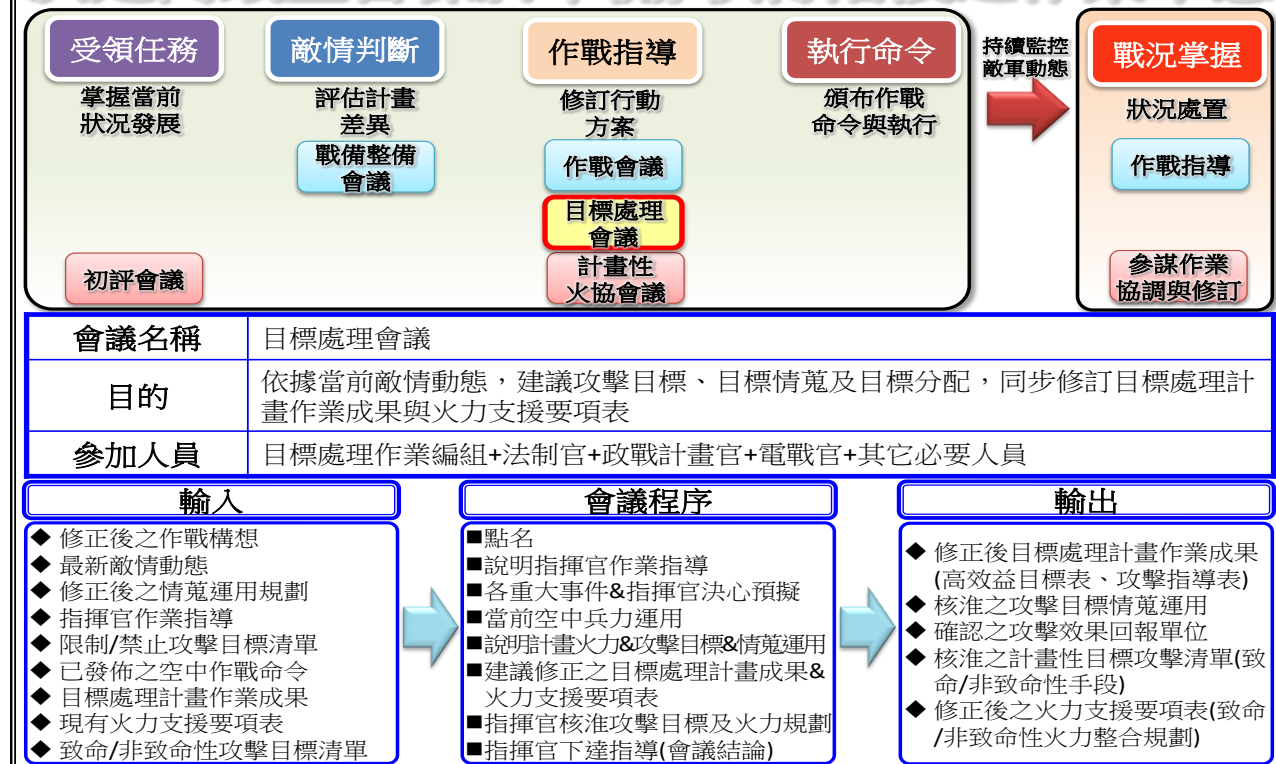


圖 6 決定高效益目標於執行階段之作業示意

資料來源：圖 5、6 來源為 1.《陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日），2-1-8 頁；2.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-2~3-15 頁；3. ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), PP.3-3~3-9；4.作者修訂整理。

偵蒐目標情報於防衛作戰之作業示意

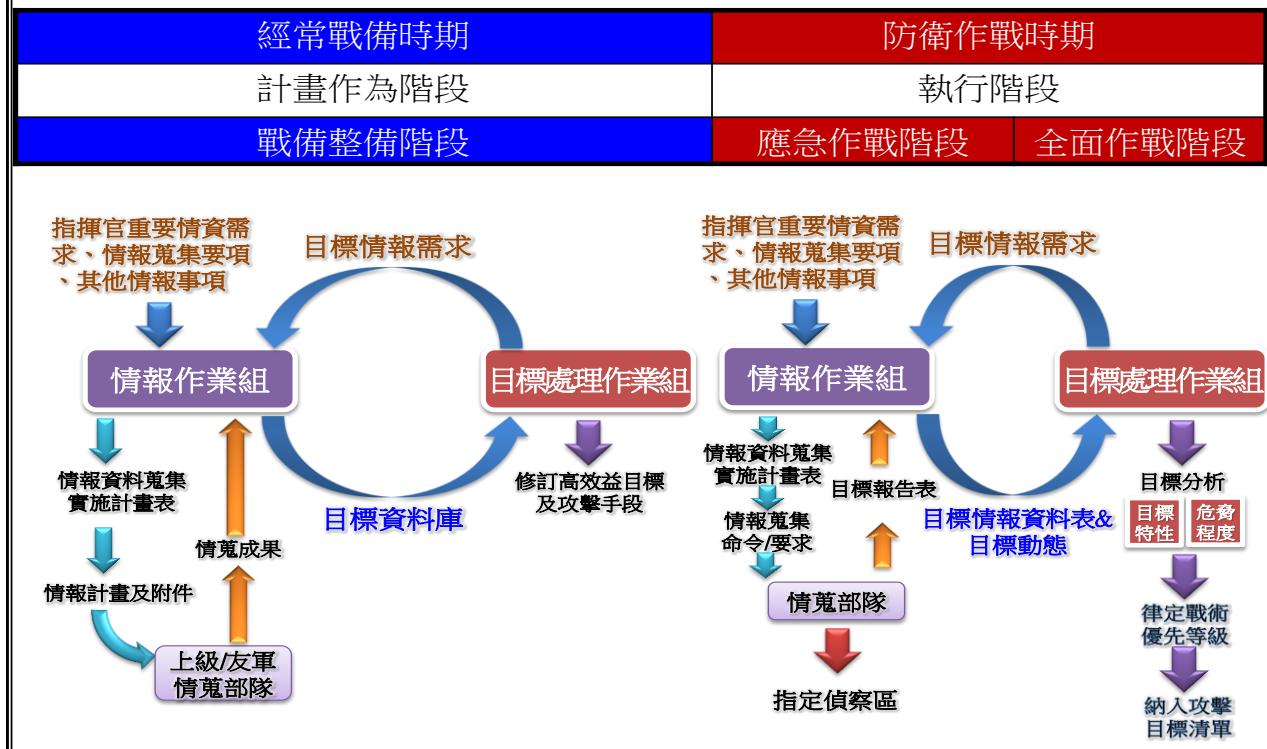


圖 7 偵蒐目標情報於防衛作戰之作業示意

資料來源：1. 《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日），1-28~1-51 頁；
2. 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-15~3-20 頁；3. ATP 3-60 Targeting, Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015），PP.2-7~2-9；4. 作者修訂整理。

攻擊高效益目標於執行階段之作業示意



圖 8 決定與攻擊高效益目標於執行階段之作業示意

資料來源：1. 《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日），1-7~1-11 頁；2. 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-15~3-20 頁；3. ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), PP.2-7~2-9；4. 作者修訂整理。

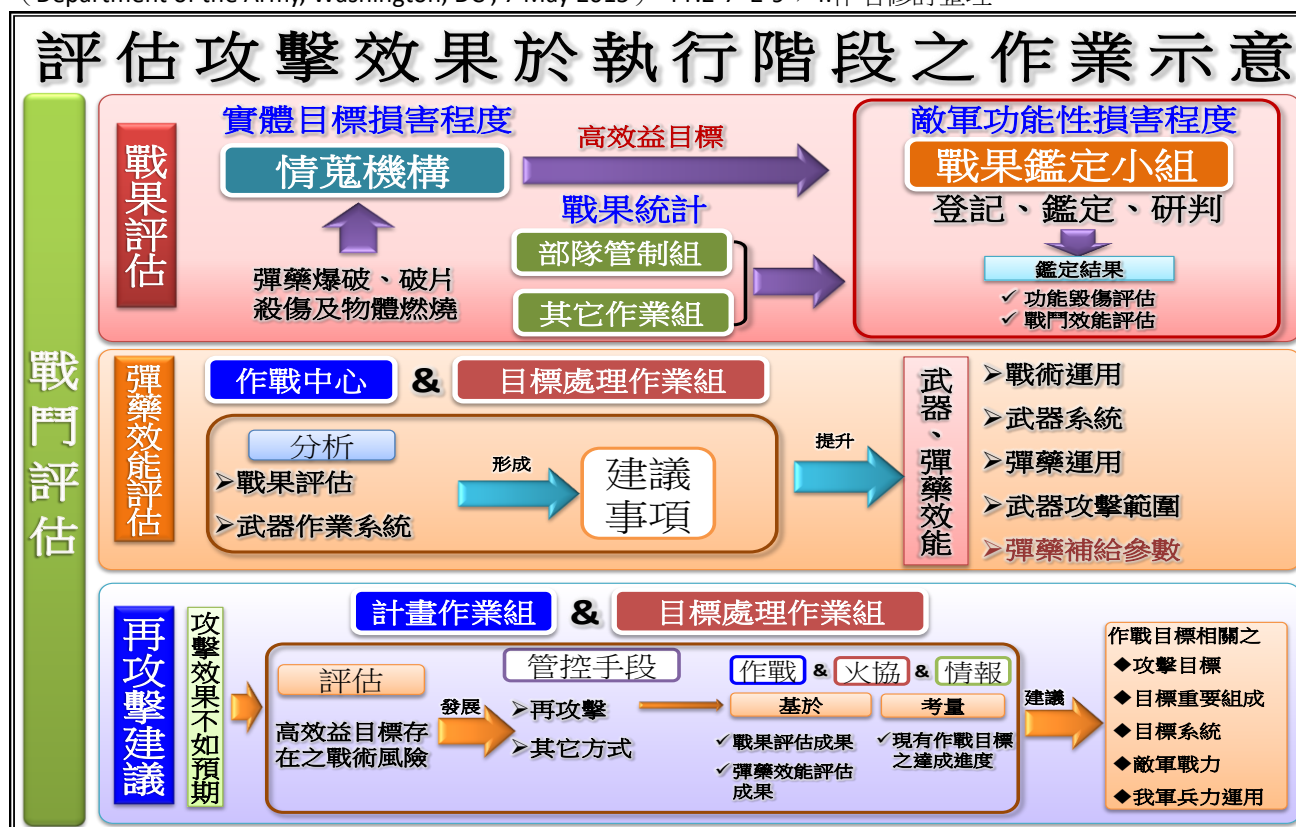


圖 9 評估攻擊效果於防衛作戰之作業示意

資料來源：1. 《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日），2-157~2-166 頁；2. 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 19 日），3-23~3-24 頁；3. ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC, 7 May 2015), PP.2-14~2-16；4. 作者修訂整理。

結語

戰爭勝負是敵、我雙方各種因素相互作用的綜合結果，如何削弱敵登陸作戰關鍵能力，進而爭取作戰優勢，實為我防衛作戰成敗關鍵。目標處理為打擊敵作戰重心、削弱敵作戰能力的重要工具，然陸軍現行目標處理作業，多停留在原則說明與圖表製作，少有結合防衛作戰進程，說明各作業組之參謀作為，亦缺乏指揮官的決策指導說明，端賴臨場反應與軍事素養，易衍生各類不意狀況。在我國防安全備受考驗的同時，作戰區（含）以下各級部隊，在遭遇敵猝然突擊或大規模進犯下，指揮官應熟稔目標處理作業，在專業參謀作業支持下，偵蒐、打擊高效益目標，破壞敵作戰關鍵節點，以爭取克敵、勝敵之有利態勢。目前作戰區目標處理作業組之編成與運作，雖尚未納入準則規範，然對目標之決定、偵蒐、打擊與評估等作業，仍應於作戰任務運行中，透過指揮官作業指導，與參謀間協調作業落實執行。本文即以此為基礎，期能持續發展後續執行作為，並納入相關準則編修，以提升陸軍在防衛作戰之目標打擊觀念。

參考文獻

一、《國軍聯合作戰要綱》（臺北：國防部，民國 108 年 06 月 25 日）。

- 二、《聯合情報目標設定教則（試行本）》（臺北：國防部，民國 101 年）。
- 三、《國軍通用聯戰行動清單（草案）》（臺北：國防部，民國 98 年 9 月 21 日）。
- 四、《陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日）。
- 五、《陸軍砲兵指揮教則》（桃園：陸軍司令部，民國 106 年 11 月 21 日）。
- 六、《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月）。
- 七、《陸軍野戰砲兵營、連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 4 月）。
- 八、《陸軍聯合兵種營作戰教範（草案）》（桃園：陸軍司令部，民國 109 年 3 月）。
- 九、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月）。
- 十、《陸軍裁判勤務教範（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日）。
- 十一、《海軍交戰規則訓練手冊》（臺北：海軍司令部，民國 110 年 7 月 15 日）。
- 十二、《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 10 月）。
- 十三、《武力的邊界》（北平：時事出版社，2003 年）。
- 十四、JP 3-60 Joint Targeting, 31 January 2013.
- 十五、ADRP 1-03 The Army Universal Task List, (Department of the Army, Washington, DC , 2 Oct 2015) .
- 十六、ATP 3-60 Targeting, (Department of the Army, Washington, DC , 7 May 2015) .
- 十七、AJP 3.9 Allied Joint Doctrine for Joint Targeting, (NATO STANDARDIZATION OFFICE , 8 April 2016)
- 十八、蔡和順，〈共軍師登陸作戰之研究〉《陸軍學術雙月刊》，第 50 卷第 537 期，2014 年 10 月。
- 十九、聯合新聞網，國防部正式修改國軍防衛作戰構想 學者與前總長齊針貶（2021 年 9 月 9 日報導），<https://udn.com/news/story/10930/5756992>，檢索日期：2021 年 9 月 22 日。
- 二十、Targeting for the Fires Captain-The Army Targeting Process，美軍野砲高級班 2015 上課投影片。
- 廿一、71-DIV-3300 “Conduct the Targeting Process”，Training and Evaluation Outline Report, 28 Feb 2018.

作者簡介

蔡正章備役中校，陸軍官校 89 年班、砲校正規班 188 期、美砲校高級班 2009 年班、陸軍學院 102 年班、陸軍學院戰研班 103 年班，曾任排長、副連長、連長、連絡官、教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部戰術教官組。

李憶強備役中校，陸軍官校 75 年班、砲兵正規班 146 期，歷任專業教官、主任教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部戰術教官組。。

e-GNSS 建立砲兵測地統制之研究

作者：顏嘉彰 士官長

提要

- 一、砲兵測地統制為各作戰區砲兵部隊之責任，若防區測地未能落實執行，將導致作戰區內測地基準點建立密度與精度不足，無法滿足砲兵營、連防區測地執行，相關測地作業窒礙問題是環環相扣，實為砲兵部隊重要課題。
- 二、陸軍砲兵訓練指揮部藉由防區測地成果檢查及南測中心測地任務驗證，於民國 108 年籌購 SPECTRA PRECISION SurveyPro e-GNSS 乙部，累積長達 3 年使用經驗，且歷經與定位定向系統（ULISS-30）兩者實際測試與效益評估，驗證 e-GNSS 作業方式，進而改進砲兵建立測地統制不足，有效達成防區測地任務。
- 三、e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統名稱，基本定義為架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之衛星即時動態定位系統，其中字母 e 係具有「電子化」及「網路化」之含意，GNSS 代表多星系的衛星導航定位系統（GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS），為現行高科技運用於測地統制建立必要手段及利器。
- 四、筆者研究採相關議題發現與歷年駐地督訪相關態樣，藉由相關書籍及網路資訊等相關測量運用新知，並研究相關 e-GNSS 系統與運用，期能提升野戰砲兵測地作業之效益。

關鍵詞：測地統制、防區測地、即時動態測量（RTK）、e-GNSS

前言

各級砲兵部隊建立測地統制，¹經適切之測地、計算、檢查等作業，建立符合砲兵精度要求，納入同一座標系統之測地成果，並可善用內政部土地測繪局高精度衛星控制點。現行防衛作戰架構建立測地統制為各作戰區砲兵之責任，惟有落實執行防區測地，建立測地基準點滿足各砲兵部隊防區測地需求，亦提升戰備整備。

各基礎建設仰賴國家級控制點為主，砲兵測地統制建立也是如此，建立同一座標之基準點，提供各砲兵單位（如火箭單位、砲兵營、連）之測地作業起始、成果檢查及擴張作業等。e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統，筆者依循現行作業規範、現況及相關議題

¹《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日，頁 9-1）。

發現，作為研究參考之依據及後續建立測地統制作業不足，如議題發現第二點及第五點以綜整分析裝備特性（便捷性、精確性、電子化、網路化）綜整結論及建議，提供後續之運用參考依據。

相關議題發現

一、使用控制點及水準點

現行國家控制點由內政部地政司衛星測量中心於 101 年 3 月 30 日公告大地基準 18 點、I 等衛星控制點 105 點、II 等衛星控制點 569 點、III 等衛星控制點 2102 點、I 等衛星控制點（GNSS 連續站）219 點；另於 105 年將一等一級水準點、一等二級水準點，統一更名為一等水準點，總計 2,461 點；復於 109 年 8 月 10 日再公告修正為大地基準 18 點、I 等衛星控制點 100 點、II 等衛星控制點 544 點、III 等衛星控制點 1,710 點、I 等衛星控制點（GNSS 連續站）238 點。現行軍圖圖資未將國土測繪建立控制點呈現於軍圖圖資上，因此測量作業人員，須利用各種作業方式檢測控制點完整性，避免造成錯誤（表 1）²。

二、落實防區測地執行作為

建立測地統制為軍團砲兵之責任，各作戰區防區測地之責，由各單位建制內目標獲得連測量排或砲兵營、連測量班執行，各作戰區或作戰分區內之測地作業需仰賴專業測量人員，因此人員編制須滿足測地執行、妥善規劃測防區測地重點、落實測地作業戰備訓練執行³。

三、恪按作業程序規定

建立測地統制使用「定位定向系統」（ULISS-30），惟使用時應恪遵作業規定。操作者須於作業規範下，應執行「位置更新」，否則精度將降低至無法滿足建立測地統制之需求。⁴

四、防區測地問題檢討

防區測地重大錯誤問題，可概分為「作業紀律」與「作業能力」兩個層面，作業單位未遵照講習規定，例如擅自將觀測組配發之「GARMIN-60CS」GPS 接收機對「砲兵各項設施」單點定位與定向，有導致嚴重錯誤之虞。⁵

五、e-GNSS 系統運用

e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統名稱，基本定義為架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之衛星即

²內政部地政司衛星測量中心，<http://www.moidlasc.gov.tw>，111 年 4 月 28 日。

³耿國慶，〈如何落實執行防區測地具體作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 143 期，陸軍砲訓部，民國 97 年 10 月，頁 2。

⁴《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日），頁 9-16。

⁵耿國慶，〈精進「防區測地」作業能力之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，陸軍砲訓部，民國 106 年 6 月，頁 61。

時動態定位系統，其中字母「e」係具有「電子化」及「網路化」之含意，GNSS 代表著多星系的衛星導航定位系統（GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS）。⁶

表 1 國家控制點成果區分與使用要領對照表

頒布單位/時間	成果名稱	使用要領
內政部 民國 69 年 2 月	台灣地區三角點 成果表	一、因部分三角點升級為衛星控制點，可參考其測站略圖與測站詳情，俾利尋找新衛星控制點。 二、座標資料不使用。
聯勤測量署 民國 74 年 12 月	台灣地區三角點 成果表（2、3、6 度分帶）	一、將雙數頁 TWD-67 之 6°分帶 UTM 標轉換為 WGS-84 之 6°分帶 UTM 標。 二、標高須核對新軍圖無誤後，始可沿用。
內政部 民國 94 年 2 月	I、II 等衛星控 制點測量成果表 （674 點）	一、將 2°分帶 TM 標轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、標高未提供，可使用核對軍圖後原標高。 三、參考點名、點號、所在地等資料，配合軍圖與 69 年版成果，至現地確認點位。
內政部 民國 103 年 2 月	I 等一級水準測 量成果（2715 點）	一、將 TWD-97 之經、緯度或 2°分帶 TM 標轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、標高（橢球高）。
內政部 民國 105 年 4 月	I 等二級水準網 測量成果（2461 點）	三、點位主要建立於台 1、2、8、9、11、12、14、15、17、20、23、26、61 等道路之分隔島上。
內政部 民國 105 年 3 月	一等水準網測量 成果（2461 點）	一、沿用一等一級水準點及一等二級水準點，統一更名為一等水準點。 二、TWVD 2001 台灣高程基準測量成果。 三、點位除主要省道，另新增台 2 乙線道。
內政部 民國 109 年 8 月	III 等衛星控制點 測量成果表 （1710 點）	一、將 TWD-97 之經、緯度轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、成果為橢球高用轉換軟體，轉換成現行使用之標高。 三、各單位函文至國土測繪中心申請作業所需點位。

資料來源：一、（內政部地政司衛星測量中心）<http://www.moidlassc.gov.tw>（111 年 4 月 28 日）。二、作者整理。

⁶同註 2

運用 e-GNSS 建立測地統制

砲訓部為符合人力少、時間短且精度高之防區測地成果檢查與教學場地測地統制建立任務，於 108 年購買 SPECTRA PRECISION SP80 乙部⁷（圖 1），累積長達 3 年使用經驗，證實 e-GNSS 作業方式可改進現行砲兵建立測地統制缺失，有效達成防區測地任務。其作業原理、基本要求與具體作為分述如後。

一、作業原理

e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統名稱，基本定義為架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之衛星即時動態定位系統，結合衛星定位、寬頻網路數據通訊、行動式數據傳輸、資料儲管及全球資訊網站等 5 項，依全國各地之衛星定位基準站每天 24 小時每 1 秒之連續性衛星觀測資料，經由控制計算中心對於各基準站衛星觀測資料之整合計算處理後，可利用無線上網的方式獲得高精度之定位坐標成果，更是現今世界各先進國家積極建置營運之即時性、高精度的動態定位系統（圖 2）。⁸

二、各式衛星系統介紹

GNSS 全球導航衛星定位系統，以美國 GPS 全球定位系統、歐洲伽利略（Galileo）衛星系統、俄羅斯 GLONASS 衛星定位系統及中國大陸（北斗定位系統）為全球四大衛星系統（表 2）。⁹

三、e-GNSS 系統組成架構

e-GNSS 即時動態定位系統之基本組成架構可區分為三大單元，其建置、規劃及操作功能性分述如下。

（一）衛星定位基準網：國土測繪中心於全台建構衛星基準站，亦可做為備援基準站使用，提升系統之完整性，目前已順利連線運作者已達 78 處主基準站、113 處備用基準站，並於 102 及 103 年度進行系統現代化更新，將臺灣本島 191 處基準站全面更新為 GNSS 基準站（圖 3）。

（二）控制計算中心：e-GNSS 控制計算中心建置於地籍資料庫 4 樓資訊機房，其內部軟硬體設備配置，係配合定位系統軟體、網路架構、分區定位服務網規劃、即時動態資料庫及入口網站管理系統等需求，由國土測繪中心建置（圖 4）。

⁷中翰國際有限公司，《SPECTRA PRECISION（SP80）儀器使用手冊》（臺北：民國 108 年 10），頁 1。

⁸桃園市政府地政局，《應用 e-GNSS 即時動態定位測量辦理基本控制點檢測作業報告》（桃園市：民國 107 年 6），頁 3。

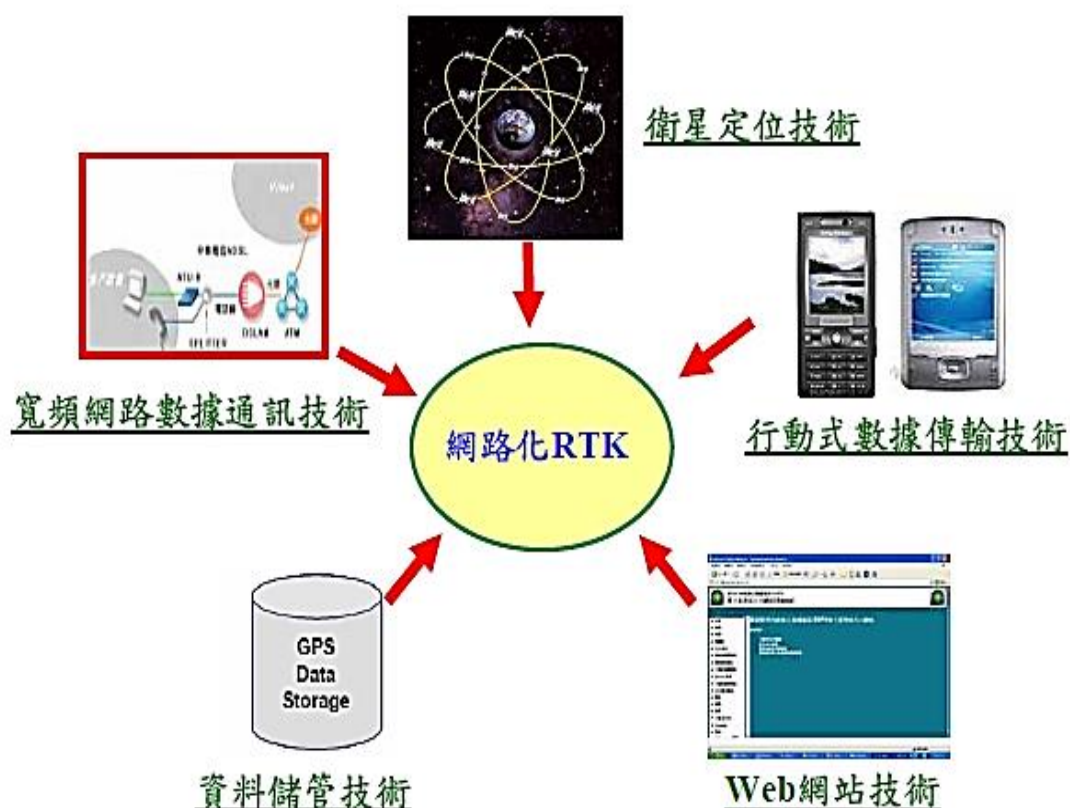
⁹黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日，111 頁。

（三）虛擬基準站：即時動態定位技術所需移動站基本配備，就功能性可區分為衛星定位接收儀、無線上網功能之行動通訊設備及通訊協定通訊操作介面（圖 5）。



圖 1 SPECTRA PRECISION (SP80) 「全球導航衛星系統接收器」示意圖

資料來源：中翰國際有限公司，《SPECTRA PRECISION (SP80) 儀器使用手冊》(臺北：民國 108 年 10)，頁 1。



圖二 網路 RTK 示意圖

資料來源：王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（110 年 1 月 25 日）擷取。

表 2 GNSS 全球導航衛星定位系統

系統類型	GPS	GLONASS	Galileo	BDS（北斗）
衛星數量	32	28	30	55
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度	0度、55度、傾斜同步
軌道高度（公里）	20200 公里	19100公里	23616公里	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 E5:1164-1215MHz E6: 1260-1300 MHz	上載 1260~1300 MHz 1164~1215MHz 1560~1575 MHz
參考座標框架	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 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。



鋼柱式天線架基座架設及儀器機櫃主要基本配備實景相片

圖 3 衛星定位 GNSS 基準站示意圖

資料來源：王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），
<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（110 年 1 月 25 日）擷取。



e-GPS 控制計算中心資訊機房實景相片

圖 4 控制及計算中心示意圖

資料來源：陳為斌，〈網路即時動態定位系統運用於臺南縣加密控制測量之研究〉《國立成功大學論文》（臺南），民國 97 年 6 月，頁 8。



圖 5 移動站器材示意圖

資料來源：作者自行拍攝

四、e-GNSS 特性與優點

（一）e-GNSS 的特性

1.採用網路傳輸技術「即時」結合多個基準站觀測資料，聯合解算個基準站定位誤差，提供 e-GNSS 使用者更準確、可靠的定位誤差修正資訊，有效擴展作業距離。

2.採用網際網路技術取代傳統無線電數據機，傳輸 e-GNSS 定為所需的定位資訊。

3.建置 24 小時連續觀測的固定式基準站，e-GNSS 使用者不須自行架設主站，可大幅節省作業時間、提升產能及降低作業成本等經濟效益。

4.各基準站長期連續的觀測資料經過嚴密的基線計算及網形平差分析，可提升基準站間之相對精度。

（二）e-GNSS 的優點

1.可擴大有效作業範圍，提高定位精度及可靠度。

2.測量誤差及初始化時間不因距離增長而增加。

3.使用者無須架設區域性主站。

4.單人單機即可作業。

5.可縮短作業時間，增加產能，降低作業成本。

6.所有使用者皆在同一框架下進行即時定位。

7.可提供全面性的定位成果品質監控。

五、測地作業之程序

（一）圖上研究

依各單位作戰區劃分調借涵蓋作業地區之軍圖，依任務需要將作業區劃分若干個獨立作業區域。再考量 e-GNSS 作業特性與限制，選擇建立砲兵測地統制位置，以避免干擾 GNSS 信號與網際網路數據傳輸，確保測地作業順利執行。

（二）現地偵察

測地作業須經由現地偵察作業幅員之環境，以利擬定計畫之準據。實施偵察時，通常攜帶作業地區地圖、望遠鏡、指北針、標示器材（噴漆、鋼釘、木椿）、砍刀、數位相機、砲兵測地計算機等，須針對測地作業實施寫景、標示、修整，詳盡標示該作業區域點位。

（三）測站標示作業

測站位置標示工作，於偵察時同時實施標示，設置時需考慮下列事項：

1. 考量人員作業安全性。
2. 測站標示明顯清晰、易於識別。
3. 點位可利用各鄉鎮地政事務所，建立圖根點、美化點運用。
4. 砲訓部年度辦理防區測地講習，為使點位易於辨識管理與使用，統一律定點位標示方式（點位標示於水泥地、柏油路如圖 6；標示於草地如圖 7）。¹⁰

（四）擬定計畫

計畫分配與妥善規劃為便於測量執行，先行完成計畫內容包括：人員編組、使用車輛、使用器材、測量方式、作業起點、作業迄點、作業路線、完成之事項、配合事項、協調指示、作業完成時間、成果檢查方式、測站標示、草圖調製等，如有障礙必須清除均須加以說明。

（五）現地作業

操作人員僅需 1 或 2 人，攜帶 SPECTRA PRECISION（SP80）、行動網路通信設備、控制器等。作業時不論任何時間，只要點位可同時接收多衛星信號，¹¹在短時間之內，依照使用者的精度需求，即時獲得「公分級」之高精度即時動態定位成果。¹²

e-GNSS 作業不需依賴控制點實施初始校準，不受天候、地形、距離之影響，可快速實施定位資訊之獲得，可大幅度節省人力。惟戰時 GNSS 系統可能

¹⁰曾育養，〈運用「即時動態測量」（RTK）建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月，頁 9-10。

¹¹王敏雄，〈e-GPS 之應用與未來展望〉（內政部國土測繪中心，民國 94 年 5 月），<http://www.nlsu.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。

¹²黃諧榮，〈測地成果建檔與分發運用〉《砲訓部 96 年防區測地計畫講習》（臺南），民國 96 年 11 月，頁 22-23。

關閉，信號受遮蔽、干擾等影響，而無法確保使用能力。然平時仍可使用於防區測地，建立測地統制與測地基準點設立等作業。

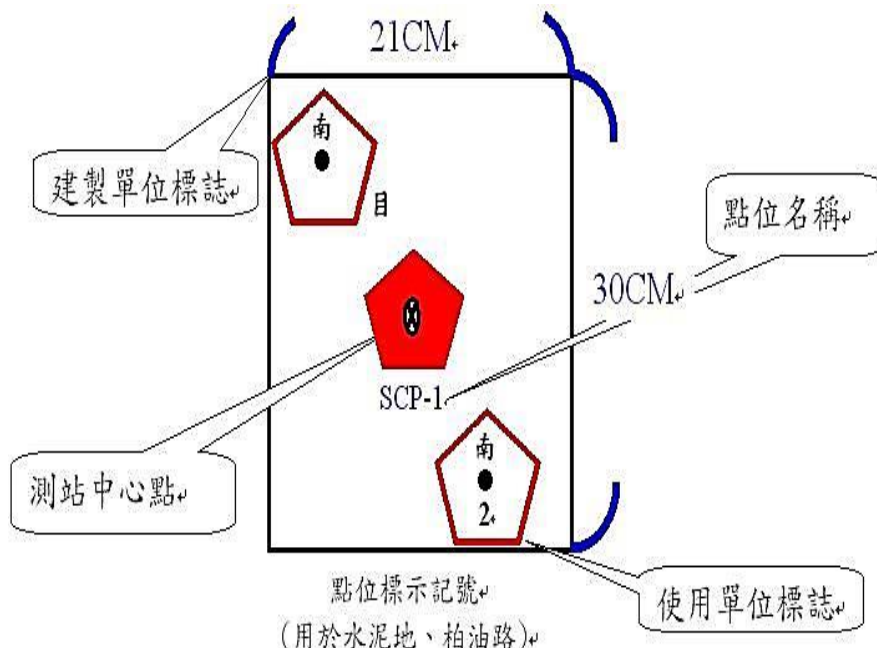


圖 6 水泥地、柏油路點位標示示意圖

資料來源：曾育養，〈運用「即時動態測量」(RTK) 建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

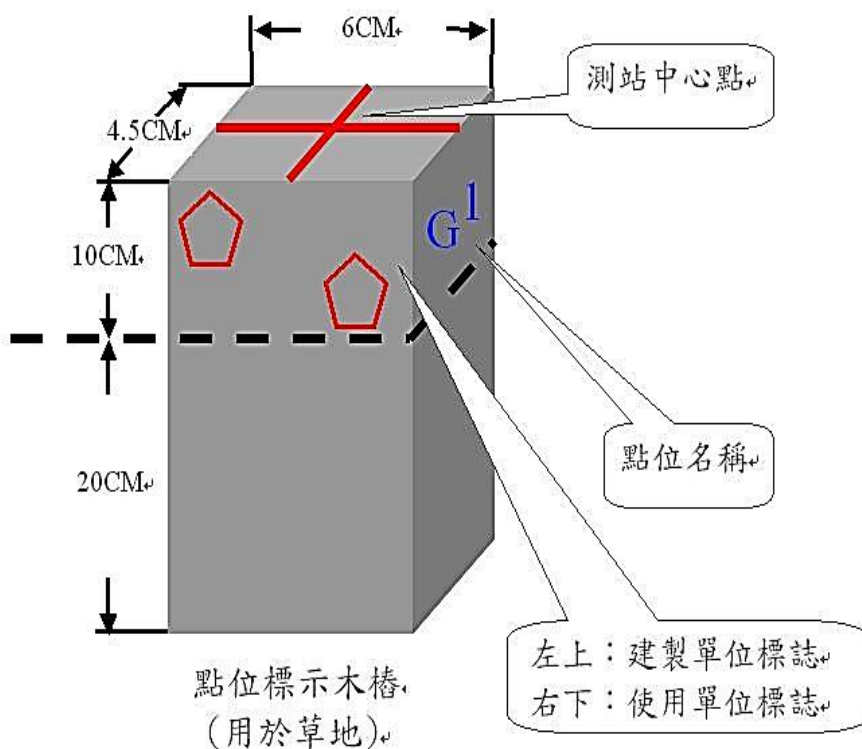


圖 7 草地點位標示示意圖

資料來源：曾育養，〈運用「即時動態測量」(RTK) 建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

e-GNSS 與 ULISS-30 分析比較

砲訓部曾於 109 年 11 月中旬於白河地區與南測中心周邊實施驗證作業(圖 8~圖 10)，使用 SPECTRA PRECISION (SP80) 與 ULISS-30 作業比較表，實施砲兵測地統制建立作業，除蒐集 SP80「即時動態測量」(e-GNSS) 實際作業參數外，因 ULISS-30 於數年內驗證精度為準則規範驗測，以 SP80 評估裝備性能與效益，俾供爾後運用參考(如表 3、圖 8~圖 10)。

一、系統功能比較

SPECTRA PRECISION (SP80)「即時動態測量」(RTK) 與 ULISS-30 定位定向系統分別於實驗區作業兩次，其作業方式、成果與時間比較如表五。

二、測試結果分析

(一) 就作業精度而言

1. 座標測試結果 SPECTRA PRECISION SP80，座標徑誤差小於 10 公分，標高誤差小於 5 公分，定位定向系統 (ULISS-30) 徑誤差小於 3 公尺，標高誤差小於 1 公尺，均符合砲兵建立測地統制之作業要求。

2. 定向精度而言，本研究以兩點座標計算方位角之定向，測試計算結果 SPECTRA PRECISION SP80 平均定向方位角約密位，就定位定向系統 (ULISS-30) 平均定向方位角密位，均符合砲兵建立測地統制之作業要求。

(二) 就作業時間而言

SPECTRA PRECISION SP80 之 RTK 與定位定向系統 (ULISS-30) 測試結果，雖均符合精度要求，惟就兩次測試結果顯示，使用 SP80 單點作業時間為 30 秒至 1 分鐘；ULISS-30 則壓點 2 分鐘。如使用 SP80 實施防區測地，其速度與精度將較定位定向系統 (ULISS-30) 為佳。

表 3 SP80 與 ULISS30 現地作業紀錄表

等級	點名	已知諸元	SP80 獲得諸元	誤差值
三等衛星 控制點	白河	X : ○○○○○○.○ Y : ○○○○○○.○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.077 Y:+0.007 Z:-0.023
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.058 Y:-0.002 Z:-0.010
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.066 Y:+0.004 Z:-0.009

			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.085 Y:+0.048 Z:-0.023
	甘崎橋	X：○○○○○○.○ Y：○○○○○○.○ Z：○○.○○	X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.090 Y:+0.051 Z:-0.010
			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.082 Y:+0.044 Z:-0.009
等級	點名	已知諸元	ULISS-30 獲得諸元	誤差值
三等衛星 控制點	白河	X：○○○○○○.○ Y：○○○○○○.○ Z：○○.○○	X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:0.618 Y:-1.595 Z:-0.512
			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.832 Y:-0.785 Z:-0.532
			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.028 Y:0.865 Z:-0.592
	甘崎橋	X：○○○○○○.○ Y：○○○○○○.○ Z：○○.○○	X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:-0.305 Y:0.571 Z:-0.668
			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:0.625 Y:0.631 Z:-0.718
			X：○○○○○○.○○ Y：○○○○○○.○○ Z：○○.○○	X:0.555 Y:0.558 Z:0.758
附記	一、SPECTRA PRECISION（SP80）測得 平均徑誤差：0.08032 m 座標差：X:0.076 m、Y:0.026 m； 標高差：H:0.014m 二、ULISS-30 定位定向系統測得 平均徑誤差：0.97226 m 座標差：X:0.493m、Y:0.838m； 標高差：H:0.63 m 三、單位：公尺（m） 四、4 分鐘零速更新（CEP:3 m、EP:1 m）			

資料來源：作者自製

表 4 SP80 與 ULISS30 現地作業方位角統計表

點名	白河	甘崎橋	方位角
三等衛星 控制點 (標準值)	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.08 (密位)
SP80 第一組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.07 (密位)
SP80 第二組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.33 (密位)
SP80 第三組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.08 (密位)
ULISS-30 第一組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.34 (密位)
ULISS-30 第二組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.71 (密位)
ULISS-30 第三組	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○.○○ Y : ○○○○○.○○ Z : ○○.○○	2413.51 (密位)
一、PECTRA PRECISION (SP80) 測得兩點方位角加總平均值： 2413.16 密位與標準值誤差+0.08 密位 二、ULISS-30 定位定向系統測得兩點方位角加總平均值： 2413.52 密位與標準值誤差+0.44 密位 三、單位：密位（6400）			

資料來源：作者自製



圖 8 SP-80 現地作業功能介面示意圖

資料來源：作者自行拍攝



圖 9 SP-80 現地作業（白河地區 000 控制點）示意圖

資料來源：作者自行拍攝

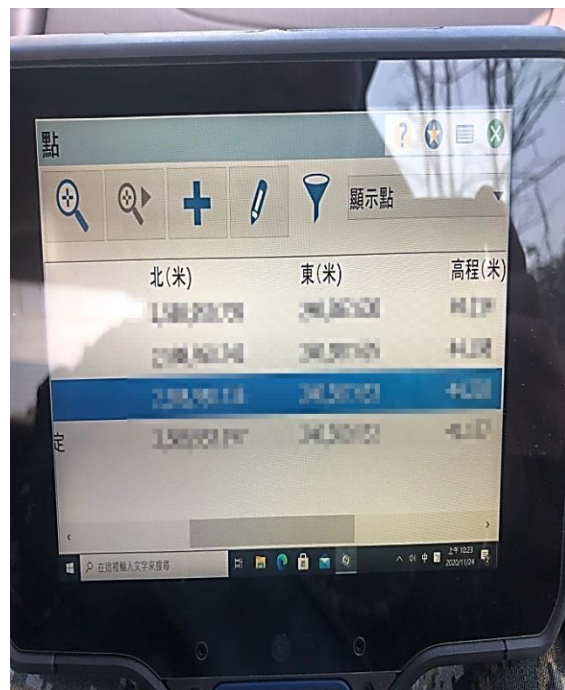
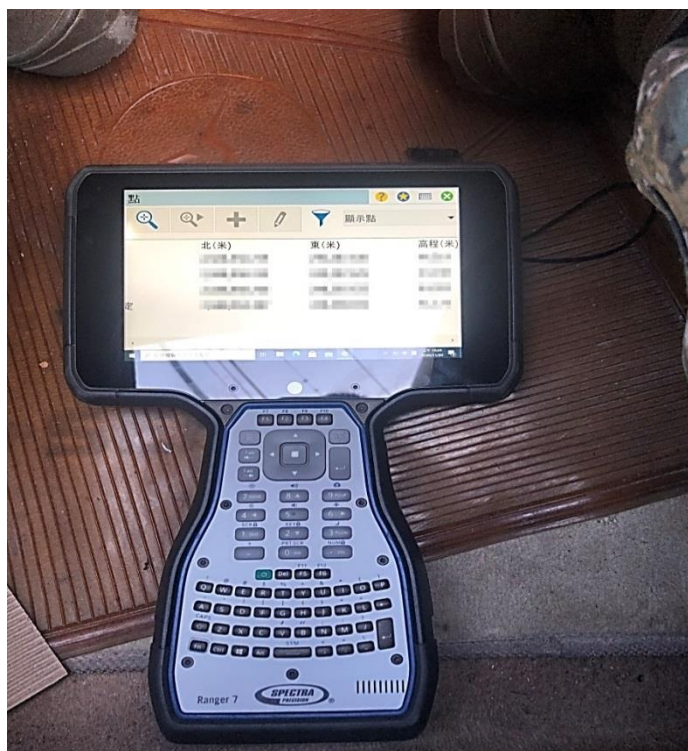


圖 10 SP80 現地作業（甘崎橋地區 000 控制點）示意圖
資料來源：作者自行拍攝

表 5 SPECTRA PRECISION (SP80) RTK 與 ULISS-30 功能比較表

項目	SPECTRA PRECISION SP80	定位定向系統 ULISS-30
作業起始	無需作業起始★	需精度高之已知點實施初始校準
校準時間	30 秒內★	22 分鐘（初始校準）
作業人員	1 人★	至少 2 人
攜行方式	人員攜行即可	須裝載於悍馬車上作業★
單點時間	壓點 5 秒★	壓點 2 分鐘，放射 5 分鐘
電力供應	鋰電池，2.6 Ah, 7.4 V, 19.2 Wh （數量：2） ★	24V 系統電瓶 2 小時餘靠車輛直流電★
電池設計	熱插拔電池★	24V 系統電瓶
方位計算	每站 1 分鐘★	每站 5 分鐘
位置更新作業	無	1.中距離：30 公里或 2 小時 2.長距離：75 公里或 5 小時
零速更新作業	無	4 分鐘或 10 分鐘零速更新
作業限制	1.GNSS 衛星訊號。★ 2.需藉網際網路訊號。 3.人員可到達即可。	1.慣性導航系統。★ 2.車輛載具須能到達，或使用測距 經緯儀放測測量。 3.車輛載具受地形地物影響。
精度	公分級★	徑誤差小於 3 公尺
記憶容量	2GB★	99 筆
搭配系統	S9 測距經緯儀	S9 測距經緯儀★ 萊卡測距經緯儀 蔡司測距經緯儀
附屬功能	放樣測量、導航、 兩點座標方位計算★	導航、射向賦予、 兩點座標方位計算★
★代表裝備性能概等或較優		

資料來源：一、同註 10，頁 11。二、作者整理。

e-GNSS「即時動態測量」(RTK)作業特、弱點

e-GNSS「即時動態測量」為屬 e-GNSS 系統測量技術，砲兵部隊現行使用之 ULISS-30 定位定向系統則運用慣性導航原理，兩者作業型態不同，就差異性分述如下。

一、作業特點

(一) 減少作業人力

e-GNSS 作業僅需一人，使用網路 SIM 卡連接作業，在網路信號良好狀況下，可即時獲得定位座標及標高，其作業速度快速，可提升測地統制建立。

(二) 快速完成測地作業

砲兵測地作業起始仰賴測地統制點之建立，e-GNSS 作業方式能快速完成高密度建立測地統制網，提升整體測地作業時效與精度。

(三) 快速修正作業精度

SP-80 系統作業不僅使用網路 e-GNSS「即時動態測量」進行座標及標高改正及修正。在一定的作業半徑範圍內，皆可達到「公分級」之水準。

(四) 中文化操作介面

SP-80 系統介面具備中文化操介面操作簡便、具備圖形、圖示表示說明操作，另結合砲兵部隊現行使用之 S9 測距經緯儀，提升測量速度與精度。

(五) 具國家作業等級

測地作業後續發展具備精確化、便利化、即時化、網路化、數位化等方向快速提升測地統制建立，有效提供火力單元精確打擊目標。

二、作業弱點

(一) GNSS 信號限制

e-GNSS 接收訊號需要較佳之接收位置（透空度），如在高山、森林地等地區，衛星信號接收便會較差會影響作業。¹³

(二) 網際網路通信限制

e-GNSS 作業依賴行動網際網路通訊鏈結，因網際網路依通信基地台建制與測量作業環境接收訊號成正比，如受作業環境干擾、地形地物，影響作業精度和作業距離。¹⁴

建議

一、檢討配賦

防區測地建立仰賴各作戰區目標連（本部連）測量排除須負責開設「測地資料中心」外，並建立測地統制點起始作業，惟強化測地統制建立為基礎形成

¹³ 同註 3，頁 13。

¹⁴ 同註 3，頁 13。

網格狀測地基準，建議 SP80 裝備配賦各目標連（本部連）測量排 2 套以上，增加測地作業靈活度，有效快速提供定位定向系統運用。

二、更新資訊整合

綜合上述分析裝備型態及測地作業態樣，e-GNSS 運用於平時作業，將不需要控制點起始作業，SP80 搭配 S9 測距經緯儀運用 e-GNSS 訊號，整合資訊直接提高作業精度與速度。

三、新知與運用

目前學術界及土地測繪中心大多使用 e-GNSS 方式作業，惟有結合科技化新知，善用 e-GNSS 衛星系統，而不是利用簡易定位設備或 GPS 接收機實施定位；另外，須能進一步瞭解 e-GNSS 衛星系統在測地作業能快速建立基準之能力，俾迅速提供砲兵精確座標。

結語

建立測地統制為作戰區砲兵之責任，考量現況測量作業時效性及各作戰區基準點建立密度與精度不佳，唯有人員與現行作業方式同步提升，始能達到精進的效果，因此，筆者撰文研究 e-GNSS 作業系統，作為後續建案需求發展之參考之提供。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日）。
- 二、陳文豐，〈全球定位系統之單點定位〉《測量學術發表會專輯》（臺中）第 30 輯，民國 91 年 9 月。
- 三、黃建華，〈淺談全國性電子化 GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 3 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 四、王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（101 年 7 月 17 日）。
- 五、王敏雄，〈e-GPS 衛星基準站即時動態定位系統建置及運作現況〉（內政部國土測繪中心，民國 95 年 11 月），<http://www.nlsc.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 六、陳為斌，〈網路即時動態定位系統運用於臺南縣加密控制測量之研究〉《國立成功大學論文》（臺南），民國 97 年 6 月。
- 七、戴翰國，〈EGPS 於測量上之應用〉（全泰工程測量顧問有限公司，民國 96 年 3 月），<http://www.tpetube.com.tw>（101 年 5 月 15 日）。
- 八、黃諧榮，〈測地成果建檔與分發運用〉《砲訓部 96 年防區測地計畫講習》，（臺南），民國 96 年 11 月。

- 九、王敏雄，〈e-GPS 之應用與未來展望〉（內政部國土測繪中心，民國 94 年 5 月），<http://www.nlsu.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 十、徐坤松，〈淺談 RTK（即時動態測量）於砲兵測地之應用〉《砲兵季刊》（臺南），第 147 期，陸軍砲訓部，民國 98 年 11 月。
- 十一、耿國慶，〈運用地圖支援砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 159 期，陸軍砲訓部，民國 101 年 11 月。
- 十二、宏遠儀器有限公司，〈徠卡 LEICA GS20 儀器使用手冊〉（臺北：民國 98 年 10）。
- 十三、徐坤松，〈運用「即時動態測量」（RTK）建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

作者簡介

顏嘉彰士官長，陸軍專科學校士官長正規班 39 期、曾任測量班長、連士官督導長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。

世界各國自走火炮發展與運用之我見

作者：朱慶貴

提要

- 一、防衛作戰成敗之關鍵在於聯合反登陸作戰，聯合反登陸作戰指導依程序層層截擊。因此，砲兵在遂行防衛作戰之成功關鍵因素，一為阻敵登陸，二為在灘岸、要地殲敵。
- 二、國軍建軍備戰、戰備部署，是以達到量少、質精、戰力強為目的，而達成快速反應、精準射擊、獨立作戰之火力的運用戰術狀況，為陸軍未來運用新式火炮必須列入重要考量事項。
- 三、二次大戰後世界各國積極籌購研發新型自走砲以提升戰力，因為砲兵係地面火力之重要骨幹，為指揮官左右戰局重要手段，可由二次波灣戰爭驗證，未來自走砲的任務將兼具長程火力壓制、戰場阻絕及火力密切支援等特性，故發展重點在於快速精準的目標獲得、火炮射程遠、機動力強。
- 四、二次波灣戰爭後，先進火炮之導航與定位、定向系統，已證實可為陸地運動載體之武器、目標獲得與指管系統，為實現自身之裝備效益，提供精確之射擊以摧毀目標。

關鍵詞：自走火炮、彈道計算機、定位定向系統、初速測算雷達、精準砲彈

前言

戰場之王－砲兵，在戰場上仍是主宰火力之兵種，雖然冷戰早已結束，但各國在冷戰末期積極發展砲兵技術不遺餘力，使得火炮呈現出蓬勃的發展態勢。防衛作戰成敗之關鍵在於聯合反登陸作戰及指導，係依程序層層截擊。因此，砲兵在遂行防衛作戰之成功關鍵因素，一為阻敵登（著）陸；二為在灘岸、要地殲敵。依據防衛作戰指導，為適應未來作戰需求，除考量敵情威脅與戰爭型態，建立符合防衛作戰砲兵武器火力已是刻不容緩的事實。

筆者撰文旨在說明國軍未來運用新型自走砲，應考量其射程遠、數位化射控、全方位射擊、高強殺傷力、快速機動力、戰鬥力及戰鬥編組靈活，主動掌握戰場環境脈動，先期規劃火力支援之運用，周詳建案規劃及完善接裝訓練，使各級砲兵幹部藉新一代自走砲建立前瞻性之戰術、戰法，達成防衛作戰砲兵火力支援有效之任務。

依戰術狀況考量火炮運用

共軍實施登陸作戰已掌握制空、制海權，準備遂行攻勢作戰，可以預想下列戰術狀況，以考量未來火炮運用方針。

一、我軍能夠攻擊海面登陸部隊之兵力，可能僅存戰機、潛艦、快艇、攻擊直升機、岸置反艦飛彈、多管火箭及砲兵。

二、我砲兵射程愈遠，愈容易隱蔽於內陸，使敵明我暗，有效發揚火力。

三、本島地狹人稠，多數城鎮道路狹窄，且駐地尚需與戰術位置相結合，進入戰術位置必須考量其性能；因此火炮更要具備越野能力及速度等機動力。

四、火炮是否具備自動化接戰、獨立作戰、高射速、機動力、射擊精度、裝甲防護等能力，也是決定砲兵反登陸作戰之效能。

小結：國軍建軍備戰、戰備部署，是以達到量少、質精、戰力強為目的，上述戰術火力運用狀況，為陸軍未來運用新式火炮，所必須列入之重要考量。

各國自走火炮概述

在 1980 年代開始世界各國所推出的新型 155 公厘火炮，多採用 39、45、52 倍徑的砲管，較著名的火炮武器系統包括美製 M109 系列(圖 1)、英製 AS90 (圖 2)、德製 Pzh2000 (圖 3)、南韓製 K9 (圖 4)，上述火炮均為履帶型自走砲，各國因其國家作戰地形與作戰需求，建立火力支援所需火炮性能與特性，以下僅針對各國履帶型自走砲分述如次。

一、美國

美國 M109 系列火炮為美軍現役主力火炮，具備隨砲定位定向系統 MAPS 系統(圖 5)，亦可隨時測報火炮之座標，及顯示北方，並且以射向方位角替代標定分劃，使火炮指向目標區省略砲手下車插標桿之動作；此外，火炮配備隨砲彈道計算機(AFCS 如圖 6)，可藉觀測員之射擊要求或上級指揮的射擊命令，傳至射擊指揮所交付 AFCS 來完成射擊諸元計算；該型火炮的伺服系統可以依照射擊諸元完成方位角及射角之裝定，使火炮瞄準目標，集各種射擊指揮自動化於一身，使受支援部隊更快獲得、有效的火力支援。其重要性能與效能如下。

(一) 最大射程：榴彈 21.7 公里，增程彈 30 公里。

(二) 射速：最大射速每分鐘 8 發，持續射速每分鐘 3 發。

(三) 射擊指揮管制系統：每一門火炮皆有獨立自主的自動化射擊指揮及火力管制系統，亦就是每門火炮皆可執行獨立作戰。

(四) 定位定向系統：每門火炮可依地形的不同掩蔽隱蔽，單獨佔領陣地，亦可獨立分割執行各種不同射擊任務，且射擊指揮所可針對每門火炮定出單砲座標。

(五) 彈藥：可使用先進精準砲彈，如 SADARM M898 薩達姆砲彈(圖 7)、M982 神劍導引式砲彈(圖 8)，提升火力支援精準效能。



圖 1 美軍 M109A6-155 公厘自走砲

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

二、英國

英國 AS90 155 公厘自走砲，在砲塔內可裝 48 發砲彈，具有 10 秒發射 3 發之能力，普通彈射程為 24.7 公里，使用增程彈射程為 30 公里。射速在前 3 分鐘是每分鐘 6 發，持續射速每分鐘 2 發，具備完善射擊指揮自動化及定位定向系統。



圖 2 英國 AS90-155 公厘自走砲

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

三、德國

1980 年代初期，由於德國為取代 M109 自走砲的需求，因此為應用作戰需求自行開發自走砲，挾其戰車車輛製造能力加上機械工藝水準，使得 Pzh2000 155 公厘自走砲，具有迅速、精確及強大的打擊能力，堪稱是目前國際間最先進火炮之一。Pzh2000 目前是世界各國噸位最重（55 噸）的 155 公厘履帶型自走砲，砲管採用 155 公厘 52 倍徑砲管、射控系統（包含 GPS 與慣性導航系統）及自動裝填系統等，火炮主要性能如下。

（一）可車裝攜行 60 發彈頭及相應之拋射藥。

（二）有自動裝填裝置。

（三）砲彈於無助推或增程之狀況下，最大射程應達 30 公里，有助推時可達 42 公里。

（四）具核生化防護能力。

（五）機動性強、故障率低、可靠性高。

（六）有單砲執行射擊任務之能力。

(七) 最大射速前 3 分鐘每分鐘射擊 8 發，持續射擊每分鐘 3 發。



圖 3 德國 Pzh2000-155 公厘自走砲

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

四、韓國

韓國在 1986 年獲得美國授權組裝生產 M109A2 自走砲之後，開始累積經驗學習生產新一代自走砲，到了 1996 年 K9 自走砲原型砲完成，已有 70% 的系統都是韓國生產，基本構型採全焊接的鋼質砲塔與車體，砲管則為南韓自製的 155 公厘 52 倍徑砲管，配備自動裝填系統，具有 3 發同時彈著的射擊能力，由於採用液壓懸吊系統，使其擁有良好的越野性能，也不用在車尾配置駐鋤及具備自動化砲管行軍鎖，因此大幅節省人力以及縮短陣地占領、變換時間。各次系統具備性能如次。

(一) 自動射控系統：具彈道計算機功能，於接獲目標位置後，可透過搭載定位定向器、初速雷達等次系統，自行計算射擊諸元、調動砲管至射擊位置。

(二) 定位定向器：使火砲於射擊前不須獲得測量班提供之陣地相關資料，即可由定位定向器提供之即時砲位座標、火砲俯仰角與側仰角、方位角與速率等資料，並整合慣性、里程計與 GPS 等資料，以確保系統作業精度；並提供自動化射向賦予功能。

(三) 全自動裝填系統：從彈種選擇、引信設定及砲彈上膛等動作均採自動化作業模式。

上述各國履帶自走火砲性能諸元比較表如表 1。



圖 4 南韓 K-9 自走砲

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

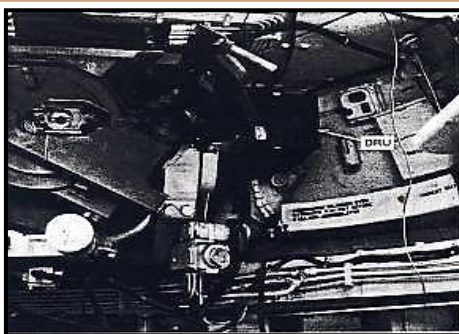


圖 5 美國 MAPS 定位定向系統

資料來源：耿國慶，〈美軍 M109A6 自走砲營測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 119 期，陸軍砲訓部，民國 91 年 11 月 1 日。



圖 6 美國 AFCS 彈道計算機

資料來源：美軍圖庫 www.army.mil



圖 7 SADARM – M898 薩達姆砲彈

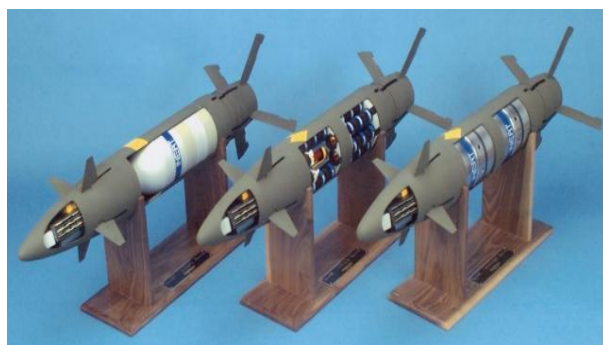


圖 8 M982 神劍導引式砲彈

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

國家	美國	英國	德國	南韓
火炮程式	M109A6	AS90	PZ - 2000	K - 9
口徑	155mm	155mm	155mm	155mm
倍徑	52 倍徑	39 倍徑	52 倍徑	52 倍徑
射程（公尺）	普通：21700 增程：30000	普通：24700 增程：30000	普通：30000 增程：42000	普通：30000 增程：40000
射速（發/分）	最大：8 持續：3	最大：6 持續：2	最大：8 持續：3	最大：6 持續：2
火炮重量	29 噸	42 噸	55 噸	47 噸
自走能力	履帶自走	履帶自走	履帶自走	履帶自走

自動射控系統	有	有	有	有
操作人員	4	5-7	5	5
定位定向系統	有	有	有	有

表 1 各國履帶自走火炮性能諸元比較表

資料來源：作者自行整理

新一代自走火炮特性

二次大戰後世界各國積極籌購研發新型自走砲以提升戰力，因為砲兵係地面火力之重要骨幹，為指揮官左右戰局重要手段，¹可由二次波灣戰爭驗證。未來自走砲的任務將兼具長程火力壓制、戰場阻絕及火力密切支援等特性，故發展重點在於快速精準的目標獲得、火炮射程、機動力等。其賦予的任務將不只是戰鬥支援，還需能配合多元的彈藥和新式射控、觀測、通信技術等，使自走砲的戰術應用更具多元化。其特性如次。

一、火炮部署運用彈性

自走砲戰砲連之運用，可視「任務、敵軍、地形氣象、友軍、可用時間、民情」戰場六判斷要素，得採排、雙砲、單砲等三種編組部署陣地。其陣地部署方式區分為集中、平衡及重點等三種。²（圖 9）

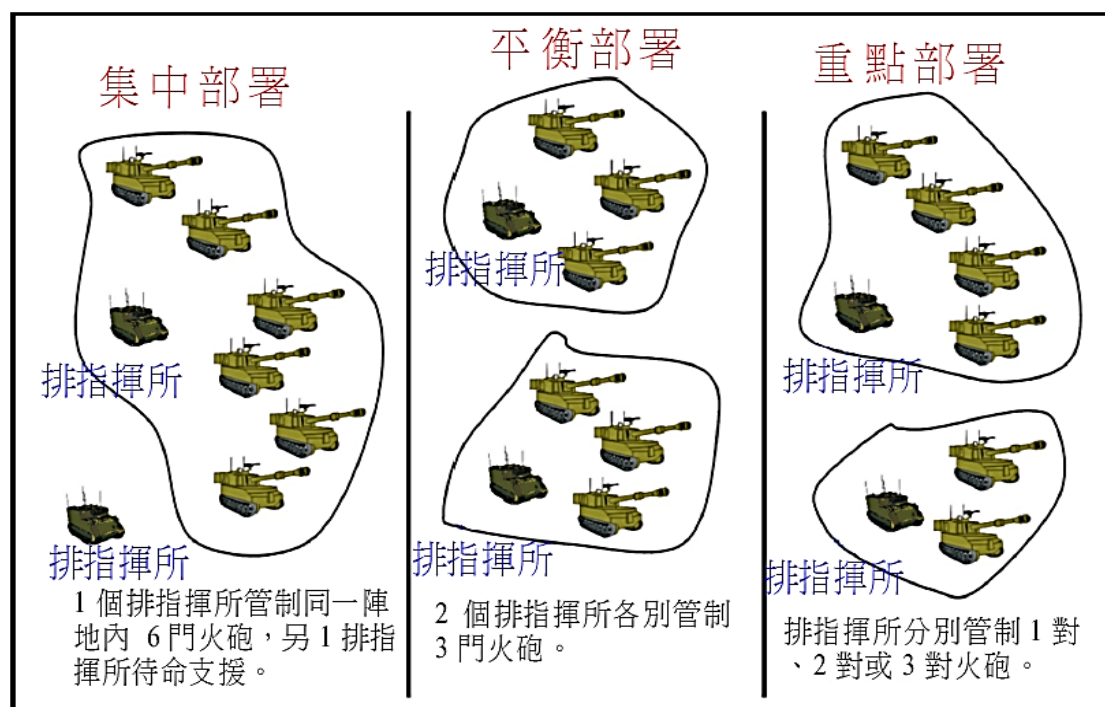


圖 9 自走砲陣地部署方式區分示意圖

參考資料：彭勳章、張晉銘，〈從美軍準則研究 M109A6 自走砲之運用〉《砲兵季刊》（臺南），第 127 期，陸軍砲訓部，民國 93 年 12 月 30 日，頁 26。

¹陳楊正華，〈新一代自走砲在國土防衛作戰之重要性〉《砲兵季刊》（臺南），第 144 期，陸軍砲訓部，民國 98 年 2 月 30 日，頁 2。

²彭勳章、張晉銘，〈從美軍準則研究 M109A6 自走砲之運用〉《砲兵季刊》（臺南），第 127 期，陸軍砲訓部，民國 93 年 12 月 30 日，頁 26。

二、射程遠

新一代自走砲的發展，隨著科技進步和戰爭型態轉變，所需性能及要求將朝向增加射程的目標邁進，火砲砲管長度愈長，射程愈遠。³一次大戰迄今，各國無不致力提高倍徑，以增加射程，近年由於砲管冶鍊及方向俯仰伺服機件生製技術的精進，各國也開始逐漸統一大型火砲的口徑，倍徑由 39 提升 52 倍徑，射程延伸至 40 公里以上；若以 52 倍徑火砲配合增程導引砲彈及模組化拋射藥射擊，其射程將可達到 60 公里，可在作戰中爭取先制，為克敵制勝之有效方法。

三、射速高

新一代自走砲具有彈頭自動裝填及新型模組化發射藥的設計，使其擁有每分鐘 6 至 10 發的最大射速，每分鐘 2 發的持續射速，並擁有 10 秒內發射 3 發的突襲射擊能力。

四、反應快速

先進數位化射控系統可統合處理通信、指揮、火砲自動定位定向、自動射控系統及彈藥裝填等各項作業，每輛砲車均可獨立作戰；從進入陣地至完成放列，移動後射擊準備時間，可於 30 至 45 秒內完成；其自接獲射擊命令、完成陣地進入、到第一發砲彈發射，僅需不到一分鐘的時間即可完成。⁴射擊任務完成後，由於備有遙控火砲固定架及駐鋤，乘員毋須離開砲車即可快速離開陣地，大幅降低敵人反制火砲射擊之威脅，戰場存活率高。

五、全方位射向

新一代自走砲方向轉動界需有 360 度，俯仰角+75 至-5 度，且砲管長，直接瞄準射擊侵透力佳，具有全方位射擊功能。⁵在不變換陣地狀況下，可對 40 公里半徑內之目標，行精準射擊摧毀目標。

六、機動能力強

運用自走砲其優異的履帶越野性能，可快速運動通過任何困難地形，有效投射所望火力於目標區，並高速機動佔領或變換陣地，持續遂行火力支援，發揮打帶跑戰術，避免敵反火力戰威脅。

七、裝甲防護佳

新一代自走砲的裝甲可抵禦小口徑武器及高爆彈破片，另有可防止中子彈輻射裝甲內襯，車頂可加裝模組化反應裝甲以抵禦砲頂攻擊。內裝集中加壓式核生化防護系統及全電動砲塔制動裝置等設備，全車提供優良整體防護力。

³ 同註釋 1，頁 3。

⁴ 同註釋 1，頁 4。

⁵ 同註釋 1，頁 5。

八、彈藥多元化

新一代自走砲新式砲管，可發射多種改良式彈藥，如各式傳統彈藥、子母彈、佈雷彈、導引式砲彈、精準砲彈，增加射擊精度及距離，針對目標性質選用適當信管增強破壞力。

國軍自走火砲現況檢討與精進作為

一、現況

目前陸軍自走火砲其射速稍慢，面對未來戰爭需求如何提高射速也有其必要性，再者隨著定位定向系統科技的演進，火砲從一或二線陣地放列進展到不規則陣地之趨勢；另外如能提高整體砲兵射擊指揮速度及精度，減少運算時間及錯誤，其精進作為無非是對整體砲兵戰力提升有很大助益。⁶以下概述為目前陸軍使用自走火砲現況。（自走砲性能諸元分析表如表 2）

（一）M109A2：於民國 73 年開始成軍服役，部署於各裝甲旅及砲指部，射程 18000 公尺，增程彈 23500 公尺，最大射速每分鐘 4 發，持續射速每分鐘 1 發，為陸軍砲兵主力砲種。

（二）M109A5：部署於裝甲旅，射程 19500 公尺，增程彈 30000 公尺，最大射速每分鐘 4 發，持續射速每分鐘 1 發，為陸軍砲兵最新式之火砲。

（三）M110A2：部署於各軍團砲指部，射程 21000 公尺，增程彈 29100 公尺，最大射速每分鐘 1 發，持續射速每分鐘 1 發。為陸軍砲兵射程最遠、火力最強大火砲，但其射速每分鐘僅能射擊一發，且由於車體結構，人員暴露在外實施操作，裝甲防護力薄弱。

砲 性 能	M109A2	M109A5	M110A2
射擊準備速度	3 分鐘	3 分鐘	5 分鐘
射程	約 18000 公尺	約 19500 公尺	約 21000 公尺
增程	約 23500 公尺	約 30000 公尺	約 29100 公尺
射速	前三分鐘每分鐘 4 發	前三分鐘每分鐘 4 發	每分鐘 1 發
持續射速	每分鐘 1 發	每分鐘 1 發	每分鐘 1 發
裝甲防護力	佳	佳	弱
自動射控系統	無	無	無
定位定向系統	無	無	無
初速測算雷達	無	無	無

表 2 國軍自走砲性能諸元分析表

資料來源：作者自行整理

⁶ 范愛德，〈從世界各國火砲發展探討本軍砲兵部隊未來建軍發展〉《砲訓部學術研討》（臺南：民國 109 年 9 月 14 日），頁 13。

二、有待精進之處

（一）重型火炮機動能力不足：國軍現有 **M110A2** 型火炮，因較一般火炮為重，且引擎動力系統、變速系統等，均已超過裝備使用壽限，戰場上機動性較弱，更無法於變換陣地時，快速的占領陣地，遂行火力支援任務。

（二）射擊指管速度耗時：以國軍自行研發之戰、技術射擊指揮自動化系統計算射擊諸元後，以無線電機傳送至陣地火炮，加上人工裝定諸元實施射擊，其射擊準備速度及作業時間尚可，⁷唯通資鏈須完善，以達成即時戰場火力支援。

（三）無定位定向系統：火炮定位定向系統，主在使火炮快速定其砲位座標，並可連結砲上彈道計算機，完定位與射擊準備。現有之定位定向系統僅有 **GARMIN GPS** 全球定位系統及砲班射令顯示器內建之 **GPS** 定位系統，⁸射擊時係以該系統量取陣地中心觀測所位置，然火炮並無定向之功能。

（四）無初速測算雷達：初速是火炮與彈藥組合所產生，各種火炮射表內所載之初速，均記載有各號裝藥之標準初速，此標準初速係根據一假定之標準狀況下製訂。⁹實際上，任何砲兵部隊使用之火炮與彈藥很少有符合標準者，故其初速，很難與射表所載者一致，且連內之各砲，由於砲膛在製造上及磨損以後之程度不同，即使用同一批號之彈藥及仰度射擊，亦很難獲得同一距離之效果。基此，必須實施原級校正求取各砲初速誤差，或運用初速測算雷達（圖 10）求得初速變化量，再減去藥溫變化量，以求取初速誤差；在無法檢驗狀況下，運用初速誤差計算求得距離總修正量，可提升爾後面積射擊精度；惟砲兵部隊並無配賦此裝備。

（五）欠缺精準彈藥：155 公厘牽引及自走砲之倍徑為 25 及 39 倍徑，雖可發射北約之制式彈藥，惟目前 155 公厘榴彈砲可使用之彈藥計有高爆榴彈、黃磷彈、照明彈、宣傳彈、煙幕彈、子母彈、高爆增程彈、佈雷彈等，以國軍現行火炮，並無法射擊先進國家所使用之精準砲彈；砲兵部隊行反舟波射擊時，使用之砲彈均為傳統砲彈，未具導引功能，對敵進犯船團之命中率及攻擊效果有限，恐遂行「毀敵於水際、殲敵於灘頭」之效益不大。

（六）後勤維保不易：砲兵部隊之現行火炮，因生產國均已停止使用或除役，導致零附件獲取不易外，其維修技術來源更是無從考取，故僅能靠國軍之兵整中心實施維修，致無法有效提升裝備妥善率及整體戰力。

⁷ 同註釋 6，頁 14。

⁸ 《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 10 月 13 日），頁 2-1。

⁹ 《04-32300 原級校正授課教材》（臺南：砲訓部，103 年 3 月 30 日），頁 3。



圖 10 初速測算雷達

資料來源：作者拍攝

二、可採取之精進方式

(一) 提升火炮性能，加強機動打擊能力：環視各國現役之新式火炮，均具備自動化、定位定向，自動射控等優異功能，然在整體後勤補保及技術支援之考量下，採購新一代自走砲，其引擎動力系統、變速系統等，都比 M109A2、5 自走砲機動力為佳，因此應符合陸軍之作戰需求。

(二) 持續自動化系統研改，提升砲兵戰力：國軍自力研發之「戰、技射擊指揮自動化系統」已配發至部隊運用達 13 年，經各項演訓及基地訓練測考中發覺不足之處，須實施軟體研改，持續實施系統優化及除錯作業，逐年實施更新，因此可建議由司令部新增軍投建案「砲兵射擊指揮自動化系統性能提升」，能與未來採購火炮武器系統通資鏈結合，並快速連結各系統，完成射擊指揮自動化作業。

(三) 增購定位定向系統：現今先進的國家已發展出新式定位、定向與導航系統 (GLPS、MAPS)，依據砲位與目標諸元自動傳輸到彈道計算機，計算砲目方位角與射角，經由方向與射角伺服控制器作用，自動驅動火炮指向射向並裝定射角完成射擊準備。

(四) 建置初速測算雷達：以現今國防工業已有能力研製初速雷達測算儀，除了能達成產能自製，並對於火炮求取修正量及射擊效果，助益非常大。

(五) 籌購精準砲彈，建構遠程精準火力：現行傳統彈藥未具備導引功能，僅能對敵實施面積射擊，命中率低，射擊效果差，故應積極籌購具增程、精準導引之智慧型砲彈，其射程達 30 公里以上，增加攻擊敵遠程目標之砲彈，俾有效執行防衛作戰任務。

(六) 提升兵整中心維修能力，派員赴國外學習專業技術，並精進國防工

業維修零件研發，於各級廠庫建立一定維修零件。

運用建議

國軍自走火砲運用，就火砲的性能而言，針對作戰需求，亦須做重點考量，筆者針對自走砲運用，提出以下建議，以供砲兵幹部火砲運用之參考。

一、具備射擊射控自動化能力

若火砲於機動時，接獲上級之射擊命令或任務，若擁有射擊射控自動化能力，即可迅速占領陣地，並藉由定位定向系統（如圖 5 美軍 MAPS）提供即時火砲位置座標及火砲姿態等資料，透過射控系統自行完成射擊諸元計算，完全不須由測量班提供測地資料及射擊指揮所下達射擊諸元，更因射控系統可自動調整火砲方向及射角，加上裝填程序簡化，即可於作戰時，快速給予受支援部隊精準、強大之火力支援。美軍 AFCS（圖 6）砲上彈道計算機藉通資設備，需能結合國軍現行射擊指揮自動化系統，鍵入彈道計算機加以運算，並藉初速測算雷達測算之值，修正次發射擊諸元，亦可達一發試射既進入效力射之效果；另考量系統故障，執行人工射擊指揮作業，採購火砲時，須有完整該火砲彈藥之射表。

二、火砲輕量自走化

傳統式火砲噸位重，倚賴人力、車輛拖曳，甚至自行運動，均造就其戰場上的戰鬥支援速度及射擊準備速度過長，進而延宕攻擊時間，影響全面戰局。故目前先進國家無不致力研發強化合成金屬來取代傳統鋼鐵，以加強火砲輕量化。火砲加以輕量化，甚至自走化後，對其戰場機動性可大幅提升，砲兵部隊可實施「打了就跑」之策略。¹⁰

三、具備快速機動打擊能力

綜觀世界各國先進火砲，均已配賦自動化射控系統，每門火砲均可獨立作戰，於接獲射擊任務後，可自行計算射擊諸元，更因系統可自動調整火砲方向及射角，加上裝填程序簡化，讓火砲自占領陣地後到發射第 1 發砲彈僅需花費 1 分鐘、射擊 6 發砲彈後到變換陣地僅需 3 分鐘。¹¹且因自動化操作，大幅降低人員操作時間，故可實施射擊完成即變換陣地之戰術作為，提升戰場存活率。

四、配賦火砲自動定位定向系統

國軍砲兵部隊在運用上，均以編組排、連、營等方式，提供戰鬥部隊火力支援，其運用彈性甚小，如砲兵射擊時，即會暴露全陣地位置，敵即可對我實施反砲兵戰；若火砲配賦有定位定向系統，砲兵部隊得採排、雙砲甚至單砲之方式分權指揮，能予敵奇襲火力、增加敵偵搜困難度、反制敵反砲戰行動，並

¹⁰同註釋 6，頁 15。

¹¹同註釋 6，頁 3。

可擴大射擊區域，使敵無法同時摧毀我砲兵部隊，大幅提升戰術運用彈性及戰場存活率。

五、具備遠距精準攻擊能力

先進國家將火砲砲管倍徑提升至 52 倍徑，其射程已可達 30 至 50 公里，並可射擊精準砲彈，而國軍 155 牽引榴彈砲口徑為 155 公厘 25 倍徑，最大射程約 15 公里，且彈藥均為傳統砲彈，須以人工裝填方式射擊，其射擊速度、命中率及射程較各國差，於國土防衛作戰時僅能遂行反舟波、反擊及坐灘線火殲任務。

六、採購精準砲彈

國內除亟需提升購置新型火砲，以符合北約組織規範，能射擊各式精準砲彈如 M712 銅斑蛇砲彈、M898 薩達姆砲彈、M982 神劍導引砲彈、M1156 精準導引砲彈套件等（諸元表如表 3），以攻擊敵泊地換乘區海上移動目標，有效遂行射擊任務，提升砲兵整體戰力，達成「毀敵於水際、殲敵於陣地前」之防衛作戰需求。

七、採購彈藥補給車

目前國軍現有 CM22 彈藥補給車，裝備老舊載、載重量有限，履帶機動馬力弱，現行美軍 M992A2 彈藥支援車（圖 11），可結合 M109A6 自走砲，快速執行彈藥補給，並機動力強、裝甲防護力佳。

八、具備後勤維保能量

部隊火砲換裝程序，其不單僅僅是在購置作業上，其後續人員訓練、裝備保修、養護，均須妥善規劃；而在戰場上，所有武器裝備均須仰賴後勤作業，因此，如何擁有完備的後勤系統，亦須納入考量重點，可建立三年保固維修零件存量或必要獲得技術轉移維修零件製造。

表 3 精準砲彈諸元表

彈種	M712 銅斑蛇砲彈	M982 神劍砲彈	M898 薩達姆砲彈	M1156 精準導引套件
射擊口徑	155 公厘	155 公厘	155 公厘	155 公厘
增程	19.5 公里	40 - 60 公里	23.5 公里	19.5 - 30 公里
導引方式	雷射導引	GPS 慣性導引	自動探測尋標	GPS 慣性導引
射擊精度	正負 20 公尺	正負 10 公尺	正負 20 公尺	CEP<30 公尺

資料來源：作者自行整理



圖 11 美軍 M992A2 彈藥支援車

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫 2022 年版

結語

二次波灣戰爭後，先進火炮之導航與定位、定向系統，已證實可為陸地運動載體之武器、目標獲得與指管系統，為實現自身之裝備效益，提供精確之射擊以摧毀目標。

新一代自走砲所配備之「模組化定位定向系統」與「自動化射控系統」，為符合現今快速作戰、有效殲敵作戰目標之裝備武器，已為野戰砲兵之戰術運用與戰力提升，創造更有利之條件。國軍基於反登陸防衛作戰之需求，火炮的機動性與縱深精準打擊能力益顯重要，未來火炮運用，更應能遂行此任務，並能於採購完整火炮零附件，及完善的接裝訓練，達成建軍備戰之目標，使砲兵火力支援任務，獲致最大效益。

參考文獻

- 一、陳楊正華，〈新一代自走砲在國土防衛作戰之重要性〉《砲兵季刊》（臺南），第 144 期，陸軍砲訓部，民國 98 年 2 月 30 日。
- 二、彭勳章、張晉銘，〈從美軍準則研究 M109A6 自走砲之運用〉《砲兵季刊》（臺南），第 127 期，陸軍砲訓部，民國 93 年 12 月 30 日。
- 三、《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 10 月 13 日）。

作者簡介

朱慶貴雇員教師，陸軍官校 74 年班，砲校正規班 140 期，曾任排長、連長、教官、主任教官、雇員教師，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。

Sistemas láser de alta energía y potencia ¿El arma del futuro contra objetivos aéreos?

高能與高功率雷射武器系統 – 未來反制空中目標之武器？

取材：2020 年 12 月西班牙砲兵歷代誌 176/2 號

Memorial de Artillería, Número 176/2 – Diciembre de 2020

作者：西班牙陸軍砲兵中校 D. Francisco González Arévalo

譯者：劉尊仁

譯者導讀

本文作者撰寫的目的是在透過介紹與分析當今雷射武器系統（HEL）之發展與突破，並簡短介紹分析美國、中共、俄羅斯等世界國防武器大國在雷射武器系統之投資研發的重視與堅持，且至今不管是在相關專、建案的作戰測評中，亦或是實戰中皆有顯著的進展與成就。精簡準確地提出未來雷射武器系統將會翻轉下一世代的戰爭戰略型態，並將成為下一世代想主宰世界霸權的國家不可迴避，甚至必須即刻面對的議題。

作者於文中透過比較分析各國在高能雷射武器系統的研發成就及實戰經驗，說明其對反制包含人造衛星之空中目標的低成本及高效益性，從而去探討高能雷射武器在反制火箭、砲彈及迫擊砲（C-RAM），以及反制空中無人飛行載具（C-UAV）的重要性，說明在未來新型戰爭型態中，陸海空軍要能達到上述之反制能力，高能雷射武器系統實為不可或缺之一環。

提要

Hasta hace unos años era impensable la utilización del arma láser en los conflictos actuales ; sin embargo, su versatilidad para hacer frente a diversas amenazas, su relación coste-eficacia, unida al avance tecnológico producido en su desarrollo, mejorando principalmente la potencia del haz de luz y el suministro de energía a través de generadores de menor tamaño han propiciado que las principales potencias mundiales aumenten sus inversiones en armas láser.

直到近幾年前，在現今的衝突中使用雷射武器都還只是想像而已；然而，如今雷射武器應對各種威脅的多功能性、成本效益等優點，以及其在提高光束

的功率以及藉由較小的發電機提供能源的技術進步，致使世界主要大國大幅增加在雷射武器系統上的投資。

關鍵詞：反火箭、砲彈與迫砲系統(Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM)、EL LÁSER 雷射、高能雷射器(High Energy Laser/HEL)、高功率雷射器(High Power Laser/HPL)、中紅外線高級化學雷射器(MIRACL)、雷射武器系統(LaWS)、HELIOS(具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器)、SSL-TM(固態雷射科技的成熟度)、HEL MD(High Energy Laser Mobile Demonstrator) 高能雷射移動展示車)、YAL-1 機載雷射系統、反火箭、砲彈與迫砲系統(Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM)、沉默獵人(Silent Hunter)、短程防空(Short Range Air Defense, SHORAD)、無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)

INTRODUCCIÓN

前言

Las armas de energía dirigida son armas que transportan la energía a través de ondas electromagnéticas o partículas atómicas o subatómicas. Hasta ahora, el empleo de medios láser en el campo de batalla ha sido utilizado para calcular distancias y señalar objetivos, sin embargo, el desarrollo tecnológico de estos dispositivos podría convertirlos en el arma del futuro; siendo especialmente adecuados para la defensa contra objetivos de gran agilidad, tales como vehículos aéreos no tripulados, cohetes, proyectiles de artillería, mortero, misiles balísticos e incluso misiles intercontinentales y todo ello con enormes ventajas sobre las armas convencionales actuales. Su empleo también permitirá neutralizar o incluso destruir materiales blindados, desde plataformas terrestres, navales y aéreas.

能量導引武器是藉由電磁波、原子或次原子粒子傳輸能量的武器。直至今日，在戰場上仍使用雷射系統來計算距離和標示目標，然而，這些雷射系統的技術發展可能使它們成為未來的武器；特別在抵禦具有高度機動與敏捷的目標，如無人機、火箭、砲彈、迫擊砲、彈道飛彈甚至洲際導彈上，都比目前的常規武器具有更大的優勢。還能運用在陸軍輪車、海軍艦艇和空中載台上用以抵禦或摧毀敵裝甲材料。

EL LÁSER

雷射

El nacimiento de este tipo de armas podría tener su comienzo a finales del S. XIX cuando el ingeniero eléctrico, mecánico y físico estadounidense de

origen serbocroata, Nikola Tesla, durante la década de 1890 a 1906, dedicara gran parte de su tiempo y fortuna en una serie de proyectos para desarrollar la transmisión inalámbrica de energía. Fueron muchos los inventos y logros que se le atribuyen a Tesla, como la transferencia inalámbrica de energía eléctrica mediante ondas electromagnéticas, el generador de corriente alterna, la bombilla sin filamento o lámpara fluorescente, la turbina sin paletas, la bobina de tesla, la bujía para los motores de encendido de explosión y muchos más desarrollados en el campo electromagnético. Sin embargo, no fue hasta 1960 cuando el físico norteamericano, Theodore Harold Maiman, desarrolló y patentó el primer láser, que usaba un rubí rosa bombeado por una lámpara de flash para producir un impulso de luz coherente.

由於在 1890 年至 1906 年的十年間，來自塞爾維亞－克羅地亞的美國電氣工程師、機械師和物理學家尼古拉·特斯拉¹投入了大量時間和金錢在一系列的計畫與實驗中發展無線能量傳輸。因此推斷雷射武器的誕生可能始於 19 世紀末。在無線電力傳輸中，許多發明和成就都歸功於特斯拉，例如藉由電磁波無線傳輸電能、交流發電機、沒有燈絲的燈泡或日光燈的燈泡、無葉片渦輪機、特斯拉線圈、用於引擎爆炸點火的火星塞以及許多在電磁領域的發明。然而，直到 1960 年，美國物理學家西奧多·哈羅德·邁曼（Theodore Harold Maiman）才研製出第一台雷射器並申請了專利，該雷射器是由閃光燈和人造紅寶石來產生相干光脈衝。

El láser（proveniente del acrónimo inglés LASER, ight amplification by stimulated emisión of radiation, ‘amplificación de luz por emisión estimulada de radiación’）es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica, la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de luz capaz de transmitirse por el vacío a largas distancias y concentrar su emisión en un rango espectral muy estrecho.

雷射（通過受激輻射式光波放大，取其英文首字母縮寫詞 LASER）是一種裝置利用量子力學效應、誘導或受激發射來產生能夠在真空中遠距離發射傳輸的光束，並將光束集中在一個非常窄的光譜範圍內。

TIPOS DE LÁSER

雷射種類

Las dos grandes familias de láser son: los láseres de alta energía（High

¹ Dr. Ljubo Vujovic. (10 de julio de 1998).www.teslasociety.com.<https://teslasociety.com/biography.htm>

Energy Laser/ HEL) y los láseres de alta potencia (High Power Laser/HPL)²
雷射的兩個主要分類是：高能雷射器 (High Energy Laser/HEL) 和高功率雷射器 (High Power Laser/HPL)。

En el caso de los HEL, dependiendo del medio por el que propaga la energía se clasifican en armas de gas, de líquidos, de estado sólido, de electrones libres, de semiconductores y de energía nuclear. Los elementos básicos de un láser son: una cavidad óptica resonante, en la que la luz puede circular y que consta habitualmente de un par de espejos de los cuales uno es de alta reflectancia (cercana al 100 %) y otro conocido como acoplador, que tiene una reflectancia menor y que permite la salida de la radiación láser de la cavidad; un medio activo con ganancia óptica, que es el encargado de amplificar la luz y un bombeo, generalmente es un haz de luz (bombeo óptico) o una corriente eléctrica (bombeo eléctrico).

就高能雷射 (HEL) 而言，依據傳播能量的介質，可以分為氣體、液體、固態、自由電子、半導體和核能等武器。雷射器的基本三元件是：一個光可以在其中循環的共振腔，它通常由一對反射鏡組成，其中一個反射鏡須具有高反射率（接近 100%），而另一個稱為輸出耦合鏡，具有較低的反射率並允許激光輻射從共振腔中射出；第二個元件是一種具有光學增益的活性介質，負責激發光電子；第三個元件，一個泵浦，通常是光束（光泵浦）或電流（電泵浦）。

En el caso de los HPL, se caracterizan por emitir un pulso, de elevada potencia de radio-frecuencia, dirigido por una antena. Los efectos de esta onda son comparables a los de un pulso electromagnético generado en una explosión nuclear. Principalmente, están constituidos por una fuente de energía, un generador de microondas de alta potencia, un modulador, un componente de microondas y un subsistema de control.

而高功率雷射 (HPL) 的特點是由天線引導發射高功率射頻脈衝。這種波的效果與核爆炸中產生的電磁脈衝相當。主要是由一個能量源、大功率微波產生器，調製器、微波元件和控制子系統組成。

² Ortega García, Julio (2011). Armas de tecnología avanzada.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3835404>



圖1 在USS Ponce驅逐艦上的30kw級雷射武器系統. Foto US



圖 2 AN/TWQ-1 Avenger 復仇者地面戰術輪車

◆Las armas de energía dirigida son armas que transportan la energía a través de ondas electromagnéticas o partículas atómicas o subatómicas...

能量導引武器是藉由電磁波、原子或次原子粒子傳輸能量的武器……

◆Las dos grandes familias de láser son : los láseres de alta energía (High EnergyLaser/HEL) y los láseres de alta potencia (High Power Laser/HPL) ...

雷射分成兩大類:高能雷射器(High Energy Laser/HEL)和高功率雷射器(High Power Laser/HPL)

DESARROLLO Y VENTAJAS DEL SISTEMA LÁSER

雷射系統的發展和優勢

A pesar de las limitaciones que surgieron, hace más de cincuenta años, al inicio del empleo de las armas láser, como fueron su tamaño y peso, las elevadas temperaturas que alcanzaban y la gran cantidad de energía

necesaria para convertirlas en verdaderas armas eficaces; las grandes potencias armamentísticas mundiales, han seguido apostando por el inmenso potencial que esta tecnología podría ofrecer como arma estratégica. ¿Cuáles fueron los verdaderos motivos que incitaron a las potencias mundiales a la investigación y desarrollo de este tipo de armas? Son muchos y muy diversos los argumentos que se han expuesto a este respecto, proporcionando como vector de proyección la suma de toda una serie de ventajas en comparación con las armas convencionales actuales :

儘管在 50 多年前開始使用雷射時出現了一些瓶頸與限制，例如雷射器的尺寸和重量、使用上產生的高溫以及將它們轉化為真正有效的武器時所需的大量能量；世界武器大國仍繼續押注這項具有作為戰略武器潛力的技術。而促使世界列強研發這種武器的真正原因是什麼？在這方面有非常多不同的論點，然而與當前常規武器相比，這些論點皆為雷射系統提出了一系列優勢。

◇ Reducción de costes de fabricación, instalación y uso : en términos comparativos con cualquier multimillonario sistema de misiles, la fabricación de las armas laser es sencilla por concepto, su mayor o menor precio en la fabricación se verá condicionado por la amplificación de luz que se requiera alcanzar, medida en kW, y el gasto propiciado de su uso vendrá determinado por el precio de cada disparo de radiación, siendo éste actualmente menor de 1 dólar (\$1) .

◇ 製造、安裝和使用的低成本：與任何價值數百萬美元的導彈系統相比，雷射武器的製程很簡單，它在生產製造上的價格高低是取決於所需達到以千瓦為單位的雷射功率，以及因每次使用所產生的費用，而每次使用的價格，目前估計不到 1 美元。

◇ Reducción de tamaño y peso : este campo es en el que, quizás, se ha conseguido uno de los mayores logros y que por tanto augura un avance significativo en su empleo. De esta forma, para la instalación de un sistema láser, se ha pasado de necesitar un espacio volumétrico similar al de un Boeing 747, a unas dimensiones de tan solo 1,3 x 0,4 x 0,5 metros. En definitiva, algunos de los actuales sistemas HEL se mueven en cifras que suponen un peso máximo de 750 kg, para un volume máximo de 2 m³, lo que implica que claramente puedan ser instalados sobre una gran variedad de plataformas, fijas o móviles.

◇ 尺寸和重量的降低：在這個部分雷射系統也許已經取得了最偉大的成就

之一，因此這也預表著它的使用在未來將取得重大的進展。就此而言，雷射系統的安裝架設，從原本需要類似於波音 747 的體積，變成了僅需 $1.3 \times 0.4 \times 0.5$ 米。³確實，目前，一些可以輕易地安裝在各種固定或移動式的載台的高能雷射系統（HEL）中，其最大重量為 750 公斤，體積 2 m^3 。⁴

◇ Regulación de la intensidad: una de las mayores ventajas tácticas que ofrecen los sistemas láser es la posibilidad de regular la intensidad del haz y por tanto realizar un uso escalonado de la fuerza, lo que permite realizar desde advertencias luminosas o neutralizar un objetivo, hasta la destrucción del mismo en caso necesario.

◇ 強度調節：雷射系統提供的最大的戰術優勢之一，就是可以調節光束能量的強度並以此執行交錯武力的使用，使其能做到輕微的警告或是反制目標，甚至於必要時將其摧毀。

◇ Alta precisión: el avance tecnológico ha permitido desarrollar estos sistemas mejorando la estabilización del haz de luz, consiguiendo grandes avances sobre objetivos de reducidas dimensiones y en movimiento.

◇ 高精準度：科技的進步促使了雷射系統的發展，提高了光束的穩定性，並在對付小型目標及移動目標上取得了重大的進步⁵。

◇ Arma silenciosa: otra de las grandes ventajas que supone este tipo de armas es el nulo impacto sonoro que conlleva su empleo, en comparación con los sistemas de ataque o defense convencionales, lo que en definitiva supone una gran ventaja táctica, así como una comodidad de uso para sus operadores, ya que estos no necesitan protectores auditivos.

◇ 靜音武器：與傳統常規的攻擊或防禦系統相比，這種武器的另一個巨大優勢就是其在使用上的零噪音影響，這零噪音影響的優勢提升了操作手在使用上的舒適度，因為他們不需要聽力保護器。而這最終會為戰術上帶來巨大的優勢。

◇ Reducida huella logística: otra de las grandes ventajas que supone un sistema HEL es que no necesita cargar ningún tipo de munición, por lo que no solo reduce su huella logística en cuanto a carga previa sino que además

³ ³HEL de tercera generación fabricado por General Atomics y certificado en abril de 2015 en EE.UU. mediante el Sistema Gubernamental de Diagnóstico (GDS) de la Oficina Conjunta de Tecnología (JTO)

⁴ Sistema HEL de la DARPA de EE. UU. de 30 kW sobre el USS Ponce

⁵ Vídeo disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=sbjXXRfwrH>

elimina la necesidad de gestionar los residuos que generan los sistemas de armas convencionales diseñados para hacer frente a amenazas similares.

◇ 能減少後勤補給與裝載：高能雷射系統（HEL 系統）的另一個優勢是它不需要裝載任何類型的彈藥，因此它不僅減少了戰鬥前的裝載程序，而且還避免了一般應對同種威脅時所使用的常規武器系統會產生的廢棄物管理問題。

◇ Daños colaterales mínimos：la gran precisión de estas armas sobre sus objetivos las aproxima a causar cero daños colaterales, quedando estos reducidos a los que puedan producirse de la propia neutralización o destrucción del objetivo.

◇降低誤擊：雷射武器對目標的高精準度使攻擊時的附帶損害更能接近於零，這包含可能其系統使用本身或是於攻擊摧毀目標時造成的損害。



圖 3 高能雷射移動展示車



圖 4 新型 STRYKER 8x8 裝甲運兵車. AUSA 2016

◆... su mayor o menor precio en la fabricación se verá condicionado por

la amplificación de luz que se requiera alcanzar, medida en kW, y el gasto propiciado de su uso vendrá determinado por el precio de cada disparo de radiación, siendo éste actualmente menor de 1 dólar...

在生產製造上的價格高低是取決於其所需達到以千瓦為單位的雷射功率以及因每次使用所產生的費用，每次使用的價格，目前不到 1 美元（\$1）...

◆... Otra de las grandes ventajas que supone este tipo de armas es el nulo impacto sonoro que conlleva su empleo, en comparación con los sistemas de ataque o defensa convencionales...

與傳統常規的攻擊或防禦系統相比，這種武器的另一個巨大優勢就是其在使用上的零噪音影響...

LA APUESTA DE EE. UU.

美國

Si hay un país que ha creído y ha invertido enormes cantidades de dólares en los sistemas HEL es sin duda EE. UU. Su interés en las armas de energía dirigida y especialmente en los sistemas HEL, los ha convertido en una de las potencias interesadas en alcanzar la supremacía en el desarrollo e implementación de este tipo de sistemas de armas.

如果要說有一個國家看好高能雷射系統（HEL 系統）的未來並在其上投入了大量資金，那毫無疑問的就是美國。美國對能量導引武器，尤其是高能雷射系統（HEL 系統）十分感興趣，這使美國成為想在此種類型武器系統的開發與使用中獲取霸權的大國之一。

Tras los duros comienzos, allá por los años 80, en el campo de las armas de energía dirigida, los esfuerzos dieron su recompensa y EE. UU. logró el mayor láser químico en el hemisferio occidental, el láser Mid-InfraRed Advanced Chemical Laser（MIRACL）. Una prueba, en 1997, contra un satélite norteamericano en desuso estropeó el láser, pero sirvió para mostrar posibles aplicaciones para cegar satélites. Posteriormente, en 2014, la Marina norteamericana restableció la oficina de programas de armas de energía dirigida, después de reconocer el potencial de dicha tecnología. La empresa Northrop Grumman fue la empresa elegida para liderar el proyecto de demostración láser de la Marina（Maritime Laser Demonstrator, MLD）, quien probó la utilidad del láser contra pequeñas embarcaciones.

凡事起頭難，然而在 80 年代後，於能量導引武器領域中的努力終於得到了

回報，美國完成了西半球最大的化學雷射器 – 中紅外線高級化學雷射器（MIRACL）。在 1997 年對一顆廢棄的美國衛星進行的一次測試中因不當使用導致雷射器的損壞，但此測試亦顯示了用於致盲衛星技術應用上的可能性。隨後，2014 年，美國海軍在認知到這種技術的潛力後，重新建立能量導引武器計劃局。諾斯羅普·格魯曼公司被選為領導海軍雷射展示器（Maritime Laser Demonstrator, MLD）計畫的公司，該計畫測試雷射對抗小型船隻的實用性。⁶

Plataformas navales

海軍艦載平台

La oficina de investigación naval（ONR）de la Marina norteamericana（USN Office of Naval Research）proporciona la ciencia y tecnología necesaria a la Marina y al Cuerpo de Marines para mantenerse a la cabeza en tecnología avanzada. En el departamento de programas, la División 351, se encarga, entre otros, del programa de armas de energía dirigida. Enmarcado en el programa que se conoce como el Sistema de Armas Láser（LaWS, por sus siglas en inglés）y realizados los primeros test satisfactorios en 2009 y 2010, contra pequeñas embarcaciones en movimiento y UAV, desde plataformas navales, la Marina ha conseguido desarrollar un láser de estado sólido que está integrado en el sistema de armas Mk 15 Phalanx, como un arma defensiva y ofensiva para aeronaves. El LaWS tiene como objetivo derribar pequeños drones y dañar pequeños barcos a una milla de distancia aproximadamente. El éxito de los ensayos sirvió para equipar al USS Ponce con el prototipo del LaWS para su operación el Golfo Pérsico en 2014 durante su misión del control del estrecho de Ormuz. Ha estado operativo hasta octubre de 2017, año en el que se dio por finalizada la vida útil del USS Ponce.

美國海軍研究局（Office of Naval Research，ONR）提供海軍和海軍陸戰隊在先進科技方面保持領先所需的科學和技術。由計畫部 351 處負責能量導引武器專案。⁷2009 年和 2010 年該部在其雷射武器系統（LaWS）計劃中構建並與執行海軍首次的測試，此次測試是將雷射武器系統建置在海軍艦載平台上，並針對小型移動船隻和無人機進行的測試，此次測評成功的將固態雷射器整合

⁶ Tom Waldwyn, 08 de febrero de 2018, Fielding US Navy lasers: not quite speed-of-light. IISS. Facts. Analysis. Influence. <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2018/02/us-navy-lasers>

⁷ The Office of Naval Research (s.f.). <https://www.onr.navy.mil/Science-Technology/Departments/Code-35/All-Programs/aerospace-science-research-351/directed-energy-weapons-highpower-microwaves>

到作為抵禦空中航空器的 Mk15 方陣近迫武器系統 (Mk15 Phalanx) 中。LaWS 計畫目標是能擊落小型無人機並對一英里左右的小船造成損害。此項研發成功為 USS Ponce 登陸艦配備了海軍雷射武器系統 (LaWS) 計畫的原型機，以至於能在 2014 年執行波斯灣任務期間控制霍爾木茲海峽 (Ormuz)。此計畫原型雷射系統一直服役到 2017 年 10 月，也就是龐塞號登陸艦 (USS Ponce) 除役那一年。

Actualmente se encuentran en desarrollo dos programas : el HELIOS (High Energy Laser with Integrated Optical-Dazzler and Surveillance) y a más largo plazo el SSL-TM (Solid-State Laser Technology Maturation) cuyos programas difieren en plazo y objetivos.

目前持續開發的兩個項目：HELIOS (具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器) 以及較長發展期的 SSL-TM (固態雷射科技的成熟度)，這兩個項目在研發時間和目標方面有所不同。

El HELIOS se propuso con la finalidad de conseguir como primer logro un deslumbrador y un láser de 60 kW, teniendo prevista su operatividad sobre un destructor en el 2021. Su objetivo final es alcanzar potencias de 150 a 300 kW y finalmente 500 kW. El nivel más alto de potencia permitiría combatir misiles crucero y subsónicos. Por su parte, el SSL-TM ha analizado las lecciones aprendidas del LaWS de 30 kW montado en el USS Ponce y las ha aplicado al láser de 150 kW del demostrador, ha elegido el USS Portland para albergar el láser de mayor potencia y su objetivo se ha centrado en conseguir la combinación del haz espectral y el haz director, lo que permitirá agrupar diferentes láseres de longitud de onda para obtener un haz mucho más potente.

當初提出 HELIOS 的目標就是計劃在 2021 年能於海軍驅逐艦上順利操作一個 60 kW 級雷射器，並以此作為其第一個成就。而其最終目標是能讓雷射器達到 150 至 300kW 的功率，甚至達到 500kW。更高功率的雷射器將能對抗巡弋飛彈和亞音速飛彈。而就 SSL-TM 的研發而言，它從安裝在 USS Ponce 登陸艦上的 30 kW 級雷射武器系統 (LaWS) 中汲取一些經驗教訓，並將其應用於研發中的 150 kW 級雷射器，並選定以 USS Portland 驅逐艦來承載這更高功率的雷射武器系統，這新研發之高功率雷射器，其目標集中在實現光譜光束和導向光束的組合，使其能將不同波長的雷射器整合在一起以獲得更強光束能量⁸。

⁸ Megan Eckstein, 30 de mayo de 2019, Navy to Field High-Energy Laser Weapon, Laser Dazzler on



圖 5 雷射擊落不同類型目標的估計功率範圍（Center for Strategic & Budgetary Assessments）

Plataformas terrestres

陸軍雷射武器載台

La recuperación de la capacidad de defensa aérea de corto alcance (SHORAD) por parte del ejército norteamericano se produjo durante la guerra fría. Con posterioridad, durante los años 1990 y los 2000, los aviones bombarderos y los helicópteros de ataque dieron paso a los explosivos improvisados detonados a distancia, por lo que EE. UU. decidió dismantlar la mayoría de sus unidades de defensa antiaérea y depender de la fuerza aérea para controlar los espacios aéreos⁹.

美軍在冷戰時期恢復其陸軍短程防空能力（SHORAD）。之後在 1990 年代和 2000 年代，因在戰場上敵軍的遙控引爆土製炸彈取代了轟炸機和攻擊直升機，這更促使美國裁編了大部分的防空部隊，並改靠空軍來維護領空⁹。

Sin embargo, las amenazas existentes cohetes, artillería y morteros (en inglés RAM : rocket, artillery and mortar) unidas a las nuevas amenazas tecnológicas desarrolladas e impulsadas principalmente por Rusia y China,

⁹ Ships This Year as Development Continues. USNI NEWS. <https://news.usni.org/2019/05/30/navy-to-field-high-energy-laser-weapon-laser-dazzler-on-ships-this-year-as-development-continues>
⁹ Sydney J. Freedberg Jr., 05 de octubre de 2016, Laser Stryker: Boeing & GD's Drone-Killing MEHEL At AUSA (VIDEO). BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2016/10/stryker-mehel-general-dynamics-at-ausa-video/>

como los drones o UAV, no solo para detectar objetivos, sino también para batirlos y su facilidad de adquisición por parte de grupos terroristas, pusieron en jaque la supremacía aérea de los EE. UU. Como consecuencia, el ejército norteamericano comenzó también a experimentar con sistemas de armas láser para su instalación en vehículos blindados.

然而，現有的威脅有火箭、火炮和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）以及主要由俄羅斯和中國開發和推動的新型科技，例如無人機或遠端遙控武器系統等，這些新型威脅不僅有能力可以偵查目標，且能於必要時摧毀目標甚至為恐怖組織所用，進而破壞美國制空霸權。因此，美國陸軍也開始研發試驗如何將雷射武器系統安裝在裝甲車輛上。

Aunque los primeros prototipos se remontan a 2007 y 2008, no fue hasta el año 2009, cuando la empresa estadounidense Boeing desarrolló un sistema láser infrarrojo y lo montó sobre el vehículo táctico terrestre AN/ TWQ-1 Avenger, surgiendo así el denominado Boeing Laser Avenger, que integraba un arma de energía dirigida para la lucha contra IED（improvised explosive devices），con una kinética para la defensa del espacio aéreo.

儘管第一批雷射武器系統的原型要追溯到 2007 年和 2008 年，但不到 2009 年，美國波音公司就開發出紅外線雷射系統，並將其安裝在 AN/TWQ-1 Avenger 復仇者地面戰術輪車上，這也就是所謂的波音雷射復仇者，它成功地將一種用於對抗 IED（簡易爆炸裝置或稱土製炸彈）的定向能量武器以及用於空域防禦的武器整合在一起。

La proliferación de los UAV propició que en el año 2016, el Centro de Excelencia de Fuegos definió, en su Documento de Desarrollo de Capacidades, la necesidad, entre otras, de adquirir un sistema de armas láser que proporcionase, a bajo coste, una protección contra las amenazas RAM y los UAV.

無人機的普及使卓越火力中心在其 2016 年能力發展書中表示，除其他需求外，還必須獲取一種低成本的雷射武器系統，並以此來抵禦火箭、火炮和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）及無人機的威脅。

Así es como a lo largo del año fiscal 2016, impulsado por los mandos estadounidenses de defensa espacial y misil, y estratégico（USASMC/ARSTRAT）；el ejército desarrolló el primer vehículo táctico con láser de alta energía, denominado HEL MD（High Energy Laser Mobile

Demonstrator)。

在美國太空與導彈防禦戰略司令部 (USASMC/ARSTRAT) 的推動下，最終於 2016 財年；美國陸軍開發了第一款高能雷射戰術輪車，稱為 HEL MD (高能雷射移動展示車)。

Tras las diversas pruebas realizadas en el HEL MD, también conocido como HEL MTT (High Energy Laser Mobile Test Truck), se encargó a General Dynamics su ensamblaje sobre una plataforma terrestre móvil. Fue en la convención de la Asociación de Reunión y Exposición Anual del Ejército de Estados Unidos (AUSA), celebrada en Washington DC, a finales del año 2016, donde General Dynamics presentó el nuevo modelo del vehículo de transporte de personal blindado 8x8 Stryker equipado con un láser de 5 kW bajo el nombre del proyecto Stryker MEHEL 2.0 (Mobile Expeditionary High Energy Laser), con capacidad C-RAM. Los avances permitirán mejorar el láser de estado sólido hasta llegar a los 50 y 100 kW con capacidad C-UAV.

在經過對 HEL MD (高能雷射移動展示車) 也稱為 HEL MTT (高能雷射移動測試卡車) 一連串의各種測試後，通用動力公司正式受委託將高能雷射系統組裝在機動輪車上。在 2016 年底，於華盛頓特區舉行的美國陸軍協會年度會議兼博覽會 (AUSA) 大會上，通用動力公司於 Stryker MEHEL 2.0 (移動遠征高能雷射器) 專案中，展示了配備了雷射 5 kW 級，且具有反火箭、砲彈與迫砲系統 (Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM) 能力的新型 Stryker 8x8 裝甲運兵車。這些進展將使固態雷射器升級到 50 和 100Kw 級，且具有反制無人飛行載具 (Counter-Unmanned Aerial Vehicle, C-UAV) 的能力。

Ahora bien, para alcanzar la capacidad contra misiles crucero y balísticos se necesitan potencias de láser mayores por lo que el Ejército norteamericano continúa con el proyecto del actual HEL-TVD (High Energy Laser Tactical Vehicle Demonstrator), desarrollado por Dynetics y el subcontratista Lockheed Martin, para alcanzar una potencia de 250 kW en el láser integrado para el año 2022.

然而，為了達到能對抗巡弋飛彈和彈道導彈的能力，需要更高的雷射功率，這也就是美國陸軍繼續推進當前由萊多斯公司 (Dynetics) 和分包商洛克希德馬丁公司 (Lockheed Martin) 所研發的 HEL-TVD (高能雷射戰術展示車) 的原因，

以期達成於 2022 年能實現 250 kW 級的集成雷射這項目標。¹⁰

En el marco de la nueva estrategia energética dirigida, el Ejército está aprovechando los progresos realizados en ese esfuerzo para fusionar el HEL-TVD con tecnologías similares que están desarrollando la Marina y la Oficina del Secretario de Defensa. El objetivo del Ejército es entregar cuatro de estos prototipos de láser integrados en vehículos tácticos, para una capacidad conocida como Capacidad de Protección contra Incendios Indirectos por Láser de Alta Energía (HEL-IFPC), a un pelotón para el año fiscal 2024.

為要使定向能量武器作為新型戰略的一部分，美國陸軍正努力將海軍和國防部長辦公室正在研發類似定向能量武器的技術應用在其 HEL-TVD 上。美國陸軍的目標是在 2024 財年交付其中四個雷射武器戰術車輛原型，¹¹以實現高能雷射間接火力保護能力（High Energy Laser-Indirect Fires Protection Capability, HEL-IFPC）的能力。



圖 6 AH-64 阿帕契直升機裝載高能雷射武器（HEL） 新墨西哥 2017

...la Marina ha conseguido desarrollar un láser de estado sólido que está integrado en el sistema de armas Mk 15 Phalanx, como un arma defensiva y ofensiva para aeronaves...

...海軍成功的將固態雷射器整合到作為抵禦空中航空器的Mk15方陣近迫武器系統（Mk15 Phalanx）中...

Actualmente se encuentran en desarrollo dos programas : el HELIOS

¹⁰ Joe Lacdan, 19 de Julio de 2019, Laser weapons that pack greater punch coming to Army. US ARMY. https://www.army.mil/article/224661/laser_weapons_that_pack_greater_punch_coming_to_army

¹¹ Claire Heininger, 02 de agosto de 2019, Army awards laser weapon system contract. US ARMY. https://www.army.mil/article/225276/army_awards_laser_weapon_system_contract

(**High Energy Laser with Integrated Optical-Dazzler and Surveillance**) y a más largo plazo el **SSLTM** (**Solid-State Laser Technology Maturation...**)
目前正在研發的兩個項目：**HELIOS** (具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器) 和較長發展期的 **SSL-TM** (固態雷射科技的成熟度) ...

Plataformas aéreas

空軍雷射武器載台

Por otro lado, la Fuerza Aérea norteamericana (USAF) también está interesada en ensamblar láseres a aviones de combate, aviones no tripulados y aviones de carga para atacar objetivos terrestres y aéreos. Los primeros experimentos con un láser aerotransportado de alta energía (HEL) fueron realizados por la Fuerza Aérea de los EE. UU. entre 1975 y 1984, utilizando una máquina modificada NKC-135A con un láser de dióxido de carbono (láser dinámico de dióxido de carbono, GDL). A pesar de sus limitaciones técnicas, se dice que el sistema del antiguo Laboratorio Láser Aerotransportado de la Fuerza Aérea de los EE. UU. destruyó varios AIM-9 Sidewinder voladores y un avión no tripulado BMQ-34^a.

另一方面，美國空軍 (USAF) 也有意將雷射武器組裝到戰鬥機、無人機和運輸機上，以攻擊地面和空中目標。美國空軍在 1975 年至 1984 年間以一個改良的 NKC-135A 機器並使用二氧化碳激光 (動態二氧化碳激光) 進行了第一次機載高能雷射 (HEL) 實驗。儘管存在技術上的限制，但據說前美國空軍機載雷射實驗室研製的系統已經有成功摧毀數枚 AIM-9 響尾蛇飛彈和一架 BMQ-34 無人機的紀錄。

Con el paso del tiempo, la USAF ha continuado con sus investigaciones desde el nacimiento en el año 1996 del Boeing YAL-1 y su puesta en funcionamiento bajo la Missile Defense Agency en el año 2001, basado en un láser químico de un megavatio de potencia e instalado a bordo de un avión de carga Boeing 747-400F y que forma parte del sistema de interceptación del escudo antimisiles de los EE. UU., diseñado para derribar misiles balísticos e intercontinentales en su fase de ascenso, hasta el proyecto más reciente, HELLADS (High Energy Liquid Laser Air Defence System) que consiste en un láser de 150 kW para proporcionar capacidad C-RAM a las aeronaves de ala fija y rotatoria. En 2017 la contratista Raytheon montó un HEL sobre un helicóptero de ataque Apache AH-64 adquiriendo y derribando un avión no tripulado.

隨著時間的推移，美國空軍持續於雷射武器系統之研究，並於 1996 年發表波音 YAL-1 機載雷射系統，於 2001 年開始在導彈防禦局下服役，該飛機搭載功率達 1 兆瓦級的化學雷射器，並裝設在改裝的波音 747-400F 機上，旨在擊落處於上升階段的彈道導彈和洲際導彈，包含最近由 150 kW 級雷射組成的 HELLADS（高能液體激光區域防空系統）研究計畫，為定翼機和旋翼機提供反火箭、砲彈與迫砲系統（Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM）能力，皆構成美國導彈護盾攔截系統的一部分。2017 年，承包商雷神公司在一架 AH-64 阿帕奇攻擊直升機上安裝了高能雷射系統（HEL），成功捕獲並擊落了一架無人機。¹²

Asimismo, se le ha otorgado otro contrato a Lockheed Martin para que la empresa trabaje en una nueva torreta láser para aviones, en la que se implemente un haz que controle 360 grados para derribar los aviones y misiles enemigos que se encuentren arriba, debajo y detrás del avión. El sistema ha sido sometido a muchos exámenes y surgió en el proyecto SHIELD, cuyo objetivo es generar un arma láser de alta potencia para aviones tácticos de combate para 2021 con la finalidad de conseguir sistemas pequeños, ágiles y poderosos para fortalecer sus capacidades de defensa tierra-aire y aire-aire.

此外，洛克希德·馬丁公司還與美空軍簽訂了另一份合約，由該公司負責開發一種新型的飛機雷射砲塔，其中具備能 360 度運行的雷射光束以擊落上方、下方及後方的敵機和導彈。為達到 SHIELD 計畫目標，該系統經過多次的測試，此計畫是以 2021 年為戰術戰鬥機生產高功率且小型、敏捷和強大雷射武器系統為目標，以增強空對空和地對空防禦能力。

La proliferación de los UAV propició que en el año 2016, el Centro de Excelencia de Fuegos definió, en su Documento de Desarrollo de Capacidades, la necesidad, entre otras, de adquirir un sistema de armas láser que proporcionase, a bajo coste, una protección contra las amenazas RAM y los UAV.

無人機的普及使卓越火力中心在其 2016 年能力發展書表示，除其他需求外，還必須獲取一種低成本的雷射武器系統，並以此來抵禦火箭、火砲和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）及無人機的威脅。

¹² El Radar de la Georealidad, 11 de julio de 2017, Raytheon monta un láser en un helicóptero de ataque Apache.

Por otro lado, la Fuerza Aérea norteamericana (USAF) también está interesada en ensamblar láseres a aviones de combate, aviones no tripulados y aviones de carga para atacar objetivos terrestres y aéreos...
 另一方面，美國空軍（USAF）也有意將雷射武器組裝到戰鬥機、無人機和運輸機上，以攻擊地面和空中目標...

LA APUESTA DE OTROS PAÍSES

其他國家

Como es lógico, no solo EE. UU. se ha interesado en el potencial que proporcionan los HEL debido a su relación coste-eficacia. Destacamos a continuación algunos de ellos :

當然，不只有美國有意投資具有潛力且成本效益性高的高能雷射系統（HEL）。以下將重點介紹其他願意投資在此項目的國家。

Israel

以色列

Un país en continuo conflicto con HAMAS y en continua tensión, ha prestado siempre especial atención a los sistemas HEL. De hecho, financió junto con EE. UU. el Mobile Tactical High Energy Laser (MTHEL), enmarcado en el proyecto NAUTILUS, pero que finalmente fue abandonado por ambos países.

以色列是一個與哈馬斯組織一直存在衝突且關係持續緊張的國家，因而對於高能雷射系統（HEL）特別關注。事實上，它與美國一起資助了 NAUTILUS 專案中設計的移動式戰術高能雷射器（MTHEL），但此計畫最終被兩國放棄。

Más recientemente, el Ministerio de Defensa israelí forzó a sus dos empresas gigantes de la defensa, Rafael y Elbit, a desarrollar conjuntamente un sistema de defensa aéreo basado en láser¹³. De esta manera, en el Singapore Air Show 2014, se presentó el sistema HEL móvil, bajo la denominación de Air Beam como la capacidad de defensa israelí contra cohetes de corto alcance, proyectiles de artillería, morteros y drones.

最近，以色列國防部要求其兩大國防公司 Rafael 和 Elbit 聯合開發一種雷射防空系統，並在 2014 年新加坡航空展上，展示了以 Air Beam 為名的移動高能雷射系統（HEL），以此展現以色列防禦短程火箭、砲彈、迫擊砲和無人機的

¹³ Israeli firepower, 06 de enero de 2020, Israel's latest Laser air defense – what is it exactly? How is it a breakthrough?. [https:// www.israelifirepower.com/2020/01/18/israelis-latest-laser-airdefense- what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/](https://www.israelifirepower.com/2020/01/18/israelis-latest-laser-airdefense-what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/)

能力。

China

中國大陸

Durante los últimos quince años, apoyado por su elevado PIB, China ha desarrollado un proceso de modernización de su equipo militar que se ha convertido en fuente de preocupación para sus rivales estratégicos. De hecho, han existido diversas confrontaciones diplomáticas al respecto. Con dicha modernización, China ha desarrollado un sistema de láser químico de cinco toneladas que se ubicará en la baja órbita terrestre para 2023.

在過去 15 年中，在高 GDP 的支持下，中國大陸開啟了軍事裝備現代化的發展進程，這樣的轉變業已成為其戰略對手的擔憂之源。事實上，在這方面已經出現了各種外交對抗。伴隨著這樣的現代化，中國大陸已研製出 5 噸級的化學雷射系統，將在 2023 年之前將其置於近地表的地球軌道上。

China divide su sistema de armas láser en dos grupos: estratégicas y tácticas. Las primeras son de alta potencia, aéreas o terrestres que tienen como objetivo interceptar ICBM y los satélites a miles de kilómetros de distancia. Las segundas son de bajo poder, generalmente utilizadas para defensa aérea de corto alcance o defensa personal. Estos objetivos son vehículos aéreos no tripulados, misiles y aeronaves de vuelo lento y con rangos de efectividad entre pocos metros y 12 kilómetros de distancia.

中國大陸將其雷射武器系統分為兩類：¹⁴戰略雷射系統和戰術雷射系統。前者是大功率、機載或陸基的，用在攔截數千公里外的洲際彈道導彈和衛星。後者是低功率，一般用於近程防空或個人防禦，這些目標是無人機、導彈和慢速飛行的飛機，有效射程在幾公尺到 12 公里之間。

Entre las innovaciones chinas más llamativas, se encuentra el Silent Hunter, un arma láser de 30 a 100 kW, basada en vehículos, de 4 kilómetros de alcance, capaz de cortar acero de 5 mm de grosor a una distancia de un kilómetro. Este sistema fue utilizado por primera vez en la Cumbre del G20 de Hangzhou como medio de protección.

中國大陸在這一領域最引人注目的創新研發是沉默獵人（Silent Hunter），是一種 30 至 100 kW 的車載式雷射武器，射距達 4 公里範圍，能夠在公里的距

¹⁴ Zi Yang, 05 de junio de 2018, CO18093 | China's Laser Weapons: Future Potential, Future Tensions?, RAJARATNAM SCHOOL OF INTERNATIONAL STUDIES. <https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/rsis/co18093-chinas-laser-weapons-future-potentialfuture-tensions/#.Xq9Pzm5Uliv>

離內切割 5 公厘厚的鋼板。該系統首次任務就是在杭州 G20 高峰會上擔任維安系統的一環。

Rusia

俄羅斯

Es presumible que Rusia posea un extenso campo de investigación en esta materia, ya que su política y comportamiento relacionado con las armas ha sido de constante competencia y rivalidad con Estados Unidos. Según algunas fuentes podría haber instalado ya este tipo de armas láser en sus MIG-35 y estaría desarrollando un sistema láser estratégico con capacidad para derribar satélites en órbita. En similitud al YAL-1 estadounidense, Rusia ha desarrollado su láser de mayor capacidad y lo ha montado en el avión de transporte IL-76

俄羅斯與國防、武器有關的政策和行為一直是與美國互為競爭和角力的對手，由此可以推測俄羅斯在雷射武器這方面的研究領域應該也很廣。據一些消息來源稱，俄羅斯可能已經在其米格-35 戰機（MIG-35）上安裝了這類型的雷射武器，並且正在開發一種能夠攻擊軌道衛星的戰略雷射武器系統。就如美國的 YAL-1 一樣，俄羅斯亦開發了高能雷射器並將其安裝在 IL-76 運輸機上。

Asimismo, el ejército ruso, a través de la corporación rusa Astais ha desarrollado un furgón, diseñado para emplazar el nuevo sistema láser de combate Peresvet puesto en servicio desde diciembre de 2018 y que realizaría las mismas funciones que los sistemas de defensa antiaérea y antimisiles.

同樣的，俄羅斯陸軍為能在車上放置新的 Peresvet 戰鬥雷射系統，透過俄羅斯 Astais 公司開發了一種貨車，並已自 2018 年 12 月投入使用，¹⁵將擔任執行與防空和反導彈防禦系統相同的任務。

Países europeos

歐洲國家

En el caso de los países europeos, Alemania, a través de la compañía Rheinmetall Defense Electronics, es la encargada de la fabricación de este tipo de sistema armamentístico y la que tiene fijada una línea de investigación avalada no solo por sus equipos de científicos sino por la posibilidad de

¹⁵ 05 de junio de 2018, Desarrollan la plataforma para el nuevo sistema láser de combate ruso Pere svelt. ACTUALIDAD RT. [https:// actualidad.rt.com/actualidad/274385-rusia-desarrollar-plataforma- sistem a-laser-peresvet](https://actualidad.rt.com/actualidad/274385-rusia-desarrollar-plataforma-sistem a-laser-peresvet)

contar con hardware de calidad, ya sea de la propia empresa o de otras del ámbito europeo. Su sistema HEL está basado en la superposición de láseres, logrando de esta manera que, con cuatro de ellos de 20 kW de potencia cada uno, se pueda obtener una potencia final focalizada de 80 kW.

而歐洲國家中，德國透過萊茵金屬國防電子公司來製造雷射武器系統，並建立了一系列研發，不僅得到其科學團隊的認可，而且有可能獲得該公司本身或歐洲其他公司的高品質硬體。¹⁶它的高能雷射系統（HEL 系統），用四個每台功率為 20 kW 級系統，以雷射疊加的方式，最終達到了 80kW 級的聚焦功率。

También la empresa MBDA Missile Systems, que cuenta con operaciones en Reino Unido, Alemania, Francia e Italia ha desarrollado un generador de efectos láser giratorio, diseñado para desplegar en diversos terrenos y las plataformas basadas en el mar. Con un sistema de orientación de haz que cubre un hemisferio completo, el sistema puede adquirir los objetivos en un arco de funcionamiento de 360 grados, realizar su seguimiento y destruir objetivos específicos utilizando un rayo láser.

MBDA Missile Systems 公司也為英國、德國、法國和義大利開發了一種旋轉雷射效果發生器，用於部署在各種地形和海基平台上。若用光束切換系統覆蓋整個半球，即可以弧形操作原理在 360 度中搜索及追蹤目標，並使用雷射光束摧毀特定目標。

EL FUTURO DE LAS ARMAS LÁSER

雷射武器的未來

Hasta hace unos años era impensable la utilización del arma láser en los conflictos actuales; sin embargo su versatilidad para hacer frente a diversas amenazas, su relación coste-eficacia, unida al avance tecnológico producido en su desarrollo, mejorando principalmente la potencia del haz de luz y el suministro de energía a través de generadores de menor tamaño han propiciado que las principales potencias mundiales inviertan y apuesten por este tipo de sistemas de armas para ir sustituyendo los actuales empleados en la defensa aérea.

直到近幾年前，在現今的衝突中使用雷射武器都還只是想像而已；然而，

¹⁶ 25 de febrero de 2015, Sistema HEL de Rheinmetall Defence Electronics. <https://www.youtube.com/watch?v=KUGpCUkFwYI&feature=youtu.be>

如今雷射武器應對各種威脅的多功能性、成本效益等優點，以及在其開發過程中在提高光束的功率以及藉由較小的發電機提供能源的技術進步，致使世界主要大國增加在雷射激光武器上的投資。

Nos encontramos en un mundo en continua evolución, donde los sistemas de armas antiaéreos no son una excepción. Las potencias mundiales sólo pueden preservar su hegemonía permaneciendo a la cabeza en los procesos de experimentación, sustentados mediante sus programas de investigación, desarrollo e innovación; por lo que podemos afirmar que la carrera en la evolución tecnológica de los sistemas de armas láser ha comenzado.

我們發現在一個不斷變化的世界中，世界大國只有在其研究、發展和創新計劃的支持下，穩站在科技實驗進程的最前端，才能保持其霸權地位，而其中防空武器系統也不例外；所以我們可以說，雷射武器系統技術發展的競賽已經開始了。

En el caso de los países europeos, Alemania, a través de la compañía Rheinmetall Defense Electronics, es la encargada de la fabricación de este tipo de sistema armamentístico y la que tiene fijada una línea de investigación avalada no solo por sus equipos de científicos sino por la posibilidad de contar con hardware de calidad...

就歐洲國家而言，德國透過萊茵金屬國防電子公司來製造雷射武器系統，並建立了一系列研究，不僅得到其科學團隊的認可，而且有可能獲得該公司本身或歐洲其他公司的高品質硬體...

譯者心得

短程及超短程防空能力未來勢必成為不論歐洲還是美洲的西方世界國家，在境外作戰或境內作戰所不可或缺。如文中作者提到美軍曾經一度因當時戰爭型態的改變而裁編甚至放棄防空部隊，一直到後續才又開始重視遠、中、近程的防空能力，是因為從後續反恐等境外戰爭中得到相關的經驗教訓以及意識到當前國際戰爭的急速轉變及現代戰爭的詭譎多變，也因此開啟了對於高能雷射系統這類似的定向能量武器的研發投資與重視。雖說到 21 世紀初才真正大量挹注各方資源於該武器系統的開發，但在短短的幾年均在軟體硬體的技術上有顯著的突破，更與後續持續挹注於三軍的投資研發，以期能整合不論艦載、車載還是機載等各式武器裝備，以此達到在戰場上三軍聯合防空實際能量。

除西方世界歐美國家外，中共過去 20 年間在國家 GDP 急速成長下，也大量挹注各項資源在研發改良其國內軍事裝備現代化進程，此一變革已影響世界

國防武力分配之原有版圖與勢力分布。再者，中共在上述之軍事裝備現代化進程中亦囊括了高能雷射武器系統之研發，其中最引人注目的是已正式執行任務的沉默獵人（**Silent Hunter**）車載式雷射武器系統。此外中共目前已研製出 5 公噸級化學雷射系統，且具備人造衛星致盲級摧毀能力，並宣稱將在 2023 年完成太空部署，此項目標的達成將超越美國原定 2030 年在太空部署高功率雷射砲的目標。在中共科研平台出版的《深度》定向武器報告－雷射武器的優劣與未來研究重點一篇中表示，未來戰爭模式就是大量應用人工智慧和定向能量武器，且定向能量武器將主宰戰場至少 50 年。而無庸置疑的，中共要將太空武器化的消息也引起了美國和盟國的關注，因為這些技術將改變全球穩定和力量對比。

反思我國在面對共軍現有之各式有人及無人飛行載具等空中威脅，如空對地飛彈、導引炸彈、反輻射飛彈、巡弋飛彈、無人飛行載具等，再加上定向能量武器系統之快速發展，這無疑地將對我國構成全面性的軍事威脅，面對此一威脅及國際趨勢發展，再次提醒讀者我國在面對未來建軍規畫時，除應重視整體聯合防空能力，亦須務實考量雷射武器之各項優點，以思考我短程防空部隊武器系統在整體防空體系中是否能更上一層樓，並著手投資研發，並期盼在不久的將來能將雷射武器系統結合我國三軍各式武器裝備及 C4ISR 指管系統，方能真正有效的在不對稱作戰中取得相對優勢。

BIBLIOGRAFÍA

參考文獻

- ◇ Dr. Ljubo Vujovic. (10 de julio de 1998). www.teslasociety.com. [https : //teslasociety.com/biography.htm](https://teslasociety.com/biography.htm).
- ◇ Ortega García, Julio (2011) . Armas de tecnología avanzada. [https : / /dialnet.unirioja. es/servlet/articulo?codigo=3835404](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3835404).
- ◇ Tom Waldwyn, 08 de febrero de 2018, Fielding US Navy lasers : not quite speedof- light. IISS. Facts. Analysis. Influence. [https : //www.iiss.org/blogs/military-balance/ 2018/02/us-navy-lasers](https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2018/02/us-navy-lasers).
- ◇ Ruiz Domínguez Femando, Diciembre 2016, ieee, Artículo de Opinión. ARMAS DE ENERGÍA DIRIGIDA : ¿EL FIN DE LAS PROMESAS INALCANZADAS Y EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIGH ENERGY LASER (HEL) ?
- ◇ Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID – 2015. Diciembre de 2015.
- ◇ León, Isabella, 22 de marzo de 2019, Las armas láser pueden restar utilidad a misiles y drones. Universidad de Navarra. Global Affairs and

- Strategic Studies. <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blog/s/las-armas-laser-pueden-restar-utilidad-a-misiles-y-drones>
- ◇ The Office of Naval Research (s.f.). <https://www.onr.navy.mil/Science-Technology/Departments/Code-35/All-Programs/aerospace-science-research-351/directedenergy-weapons-high-power-microwaves>
 - ◇ Megan Eckstein, 30 de mayo de 2019, Navy to Field High-Energy Laser Weapon, Laser Dazzler on Ships This Year as Development Continues. USNI NEWS. <https://news.usni.org/2019/05/30/navy-to-field-high-energy-laser-weapon-laser-dazzler-on-ships-this-year-as-development-continues>.
 - ◇ Sydney J. Freedberg Jr., 05 de octubre de 2016, Laser Stryker: Boeing & GD's Drone-Killing MEHEL At AUSA (VIDEO). BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2016/10/stryker-mehel-general-dynamics-at-ausa-video>
 - ◇ Joe Lacdan, 19 de Julio de 2019, Laser weapons that pack greater punch coming to Army. US ARMY. https://www.army.mil/article/224661/laser_weapons_that_pack_greater_punch_coming_to_army
 - ◇ Sydney J. Freedberg Jr., 18 de octubre de 2017, BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2017/07/armyboosting-laser-weapons-power-tenfold/>
 - ◇ Claire Heininger, 02 de agosto de 2019, Army awards laser weapons system contract. US ARMY. https://www.army.mil/article/225276/army_awards_laser_weapon_system_contract
 - ◇ El Radar de la Georealidad, 11 de julio de 2017, Raytheon monta un láser en un helicóptero de ataque Apache. <https://www.elradar.es/raytheon-monta-laser-helicoptero-ataque-apache/>
 - ◇ Israeli firepower, 06 de enero de 2020, Israel's latest Laser air defense – what is it exactly? How is it a breakthrough?. <https://www.israelifirepower.com/2020/01/18/israels-latest-laser-air-defense-what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/>
 - ◇ Zi Yang, 05 de junio de 2018, CO18093 | China's Laser Weapons: Future Potential, Future Tensions?, RAJARATNAM SCHOOL OF INTERNATIONAL STUDIES. <https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/rsis/co18093-chinas-laser-weapons-future-potential-future-tensions/#.Xq9Pzm5uLIV>
 - ◇ 05 de junio de 2018, Desarrollan la plataforma para el nuevo sistema láser de combate ruso Peresvet. ACTUALIDAD RT. <https://actualidad.rt.com/>

actualidad/274385-rusia-desarrollarplataforma- sistema-laser-peresvet
◇ 25 de febrero de 2015, Sistema HEL de Rheinmetall Defence Electronics. <https://www.youtube.com/watch?v=KUGpCUkFwYI&feature=youtu.be>
◇ Noticias BBC NEWS/Mundo. 16 DE DICIEMBRE DE 2014. Cómo funciona el rayo láser, el arma

作者簡介

Francisco González Arévalo pertenece 中校，砲兵軍官班 287 期，現為西班牙 NASAMS 防空飛彈系統大隊大隊長。

譯者簡介

劉尊仁中尉，中正預校中 35 期 102 年班、陸軍官校 86 期、宏都拉斯國防大學陸軍官校 55 期 107 年班、野砲正期軍官分班 108 年班、野戰防空作戰軍官班 109-1 期，歷任排長、戰術教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部防空組防空戰術小組。

中共陸軍中型合成旅防空營之探討

作者：鄭棟元、林睦謹

提要

- 一、中共陸軍中型合成旅防空營採彈砲混編方式，配有紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等防空武器，建立低空、近程之防空火力，於作戰時，以梯次及重點部署在指揮所、重要部隊附近地區，擔負合成旅之野戰防空任務。
- 二、中型合成旅防空營之防空武器存在機動性不佳之問題，因此仍持續研發新型防空飛彈與自行高砲等輪式防空武器，結合搜索、追蹤、打擊於一車體，以提升野戰防空作戰效能，取代不適用之裝備。
- 三、以敵為師，反思我國陸軍防空作戰能力之不足，面對未來可能缺乏空優之防衛作戰，如何對抗空襲，將是保存我軍整體戰力之關鍵，因此無論在防空編制和武器發展與採購，均應重新研討與精進，作為建軍備戰重要議題。

關鍵詞：中型合成旅防空營、野戰防空、彈砲混編

前言

中共野戰防空又稱軍隊防空，為國家整體防空組成部分，亦是軍隊作戰行動組成部分，目的在抗擊敵之空襲，掩護部隊行動，確保主力、作戰部署之對空安全。在陸上野戰防空任務主要以陸軍防空兵為主體，在戰區聯合防空中擔負內層阻擊地帶的末端閉鎖攔截任務。¹

中共陸軍在 2017 年組織調整後，每個合成旅均配有 1 個防空營，擔負旅級野戰防空任務，而中型旅以輪式裝甲車輛為主戰武器，具備優勢打擊與機動力，在未來對臺登陸作戰中，應屬突擊上陸戰術第二梯隊，為掩護部隊作戰行動安全，所屬防空營將隨伴登陸，擔負野戰防空任務。筆者將研究中型旅防空營野戰防空能力與運用，以供建軍備戰參考。

中型合成旅野戰防空概述

一、防空營組織概況

經比對公開資訊，中型旅防空營主戰單位推測編有 1 個地空飛彈連、1 個人攜式地空飛彈連²及 3 個高砲連³，組織情況分述如後（圖 1）。

¹ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 9、199、203、204。

² CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021 年 12 月 13 日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，檢索日期：2022 年 3 月 6 日。

³ 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017 年第 11 期，頁 38。

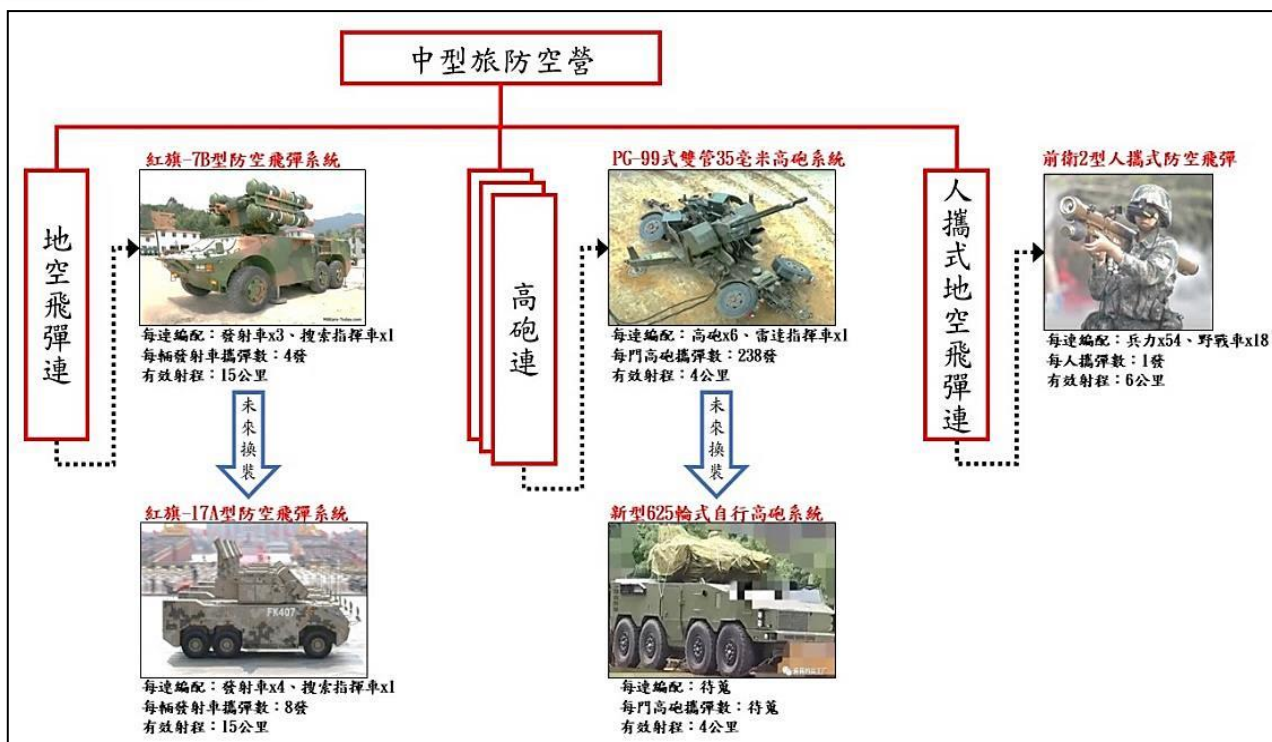


圖 1 中型旅防空營組織概況

資料來源：1.CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021 年 12 月 13 日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，檢索日期：2022 年 3 月 6 日。2.中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017 年第 11 期，頁 38。3.研究者自行整理。

(一) 地空飛彈連

主要防空武器目前為紅旗-7B 型防空飛彈系統（圖 2），每個連至少配有搜索指揮車 1 輛和發射車 3 輛，並有支援車 10 輛提供支援保障。⁴而近年亦有公開資訊顯示，已陸續接裝紅旗-17A 型防空飛彈系統，以取代紅旗-7B 型防空飛彈系統。紅旗-17A 型防空飛彈系統，最早出現於 2018 年第 12 屆珠海航展 FM-2000 型號防空飛彈展示區旁（圖 3），⁵2019 年 10 月 1 日國慶 70 周年閱兵式，正式以紅旗-17A 型對外展示（圖 4），並表示編配於中、輕型合成旅防空部隊。⁶在 2020 年 9 月 25 日第 78 集團軍某合成旅地空飛彈連，首次對外展示在內蒙古科爾沁大草原實彈演練。⁷2021 年 8 月 23 日第 78 集團軍某旅防空分隊，在內蒙古某訓練場執行實彈演練。⁸紅旗-17A 型防空飛彈係在紅旗-17 型基礎上

⁴ Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

⁵ 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroa.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。

⁶ CCTV，〈揭秘國慶大閱兵·紅旗-17A 我國自主研製最新型野戰防空系統〉《東方時空》，2019 年 10 月 5 日，<http://tv.cctv.com/2019/10/05>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

⁷ 央廣軍事，〈陸軍 78 集團軍舉行防空演練紅旗-17A 實彈發射〉，2020 年 9 月 26 日，<https://www.163.com/war/article/FN10VLRP000181KT.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

⁸ 軍迷天下，〈厲害！解放軍新型輪式地空導彈曝光 實拍兩枚導彈相繼升空 摧毀來襲“敵機”〉，2021 年 8 月 23 日，<https://www.youtube.com/watch?v=luFKicQlrbc>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

改良而成，由履帶式底盤改為 6×6 輪式底盤，參考重型旅防空營地空飛彈連紅旗-17 型防空飛彈配置，⁹推測中型旅防空營地空飛彈連應配有飛彈發射車 4 輛、連指揮車 1 輛、飛彈運輸車與裝填車各 2 輛及保障車 3 輛組成。

惟自 2019 年閱兵展示後，僅發現第 78 集團軍所屬中型旅防空營有換裝紅旗-17A 型防空飛彈，另觀察第 73、82 集團軍中型旅防空營，分於 2020 年 8 月 11 日及 2021 年 12 月 13 日防空實彈射擊中，仍採用紅旗-7B 型防空飛彈搭配高砲形成防空火網，¹⁰研判尚未全部換裝紅旗-17A 型防空飛彈系統。

（二）高砲連

主要防空武器目前為 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統（圖 5），每個連至少配有高砲 6 門¹¹與雷達指揮車 1 輛，¹²因此推算 3 個連應至少配有高砲 18 門與雷達指揮車 3 輛。此型高砲需由卡車拖曳機動與人工展開放列，且需額外連接電源車及雷達指揮車，始可指揮與射擊，其機動性有所限制，因此近年中共陸續發展新型輪式防空武器，朝集中搜索、追蹤、打擊於一車體，使其具備獨立防空作戰能力。¹³

於 2021 年第 13 屆珠海航展，首次展示 CS/SA5 型 30 公厘輪式自行高砲（圖 6）。另同年有公開資料透漏，西藏某中型旅已配備新型 625 輪式自行高砲（圖 7），¹⁴外觀與 CS/SA5 型相似，砲管由 30 公厘改為 25 公厘。惟近年公開防空演訓未發現此型高砲活動，研判尚未正式換裝使用。

（三）人攜式地空飛彈連

主戰防空武器為前衛 2 型人攜式防空飛彈，1 個作戰單元計有 2 人（射手與觀察手各 1 名）與 2 個人攜式防空飛彈（圖 8），¹⁵1 個班為 6 人，配有 2 輛野戰車，1 個排計 18 人（圖 9），¹⁶推測作戰時係以 3 人（含駕駛、射手與觀察手

⁹ 新浪軍事，〈紅旗 17 發射連整建制亮相 12 部車輛構築最強野戰防空〉，2020 年 11 月 17 日，<https://mil.news.sina.com.cn/zhengming/2020-11-17/doc-iiznctke1834927.shtml>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。

¹⁰ CCTV，〈直擊演訓一線：第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRWAA200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹¹ 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017 年第 11 期，頁 38。

¹² CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBIIzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹³ CCTV，〈20201210 防空“鐵拳”軍工造〉《國防科工》，2020 年 12 月 10 日，<https://tv.cctv.com/2020/12/10/VIDEB9dDTYdkIsahCn34A9ab201210.shtml?spm=C52346.PkcMQpbmq9A.EGH13uL2DA1K.50>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹⁴ 每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防砲〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

¹⁵ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GIunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KP.U.29>，（檢索日期：2022 年 3 月 12 日）。

¹⁶ CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 4 月 20 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/>

各 1 名) 搭配 1 輛野戰車為 1 組, 實施低空目標打擊; 而 1 個連至少有 54 人與 18 輛野戰車, 作戰時至少可攜有 54 枚該型防空飛彈。



圖 2 紅旗-7B 型防空飛彈系統

資料來源: Military-Today.com, 〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉, http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。



圖 3 FM-2000 型防空飛彈

資料來源: 每日頭條, 〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉, 2018 年 11 月 7 日, <https://kknews.cc/military/5zroaml.html>, 檢索日期: 2022 年 6 月 16 日。



圖 4 中共 70 周年閱兵式紅旗-17A 型防空飛彈系統展示

資料來源: 每日頭條, 〈官方證實紅旗 17A 通殺全類型精確制導武器, 顏值秒殺俄軍原版〉, 2019 年 10 月 5 日, <https://kknews.cc/military/xgzvj3q.html>, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。



圖 5 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統

資料來源: 1.CCTV, 〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》, 2021 年 6 月 26 日, <https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBllzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。

VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25, (檢索日期: 2022 年 3 月 12 日)。



圖 6 CS/SA5 型 30 公厘輪式自行高砲

資料來源：每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防砲〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。



圖 7 新型 625 輪式自行高砲

資料來源：每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防砲〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。



圖 8 東部戰區某防空營人攜式防空飛彈訓練情況

資料來源：1.CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WfN.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。



圖 9 第 82 集團軍某合成旅人攜式防空飛彈訓練情況

資料來源：1.CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。

二、防空營防空武器性能

(一) 紅旗-7B 型防空飛彈系統

紅旗-7B 型防空飛彈系統屬近程低空防空武器，係紅旗-7 型之改良型，主要差別在提升其射程、射高與命中精準度，車輛底盤由 4×4 改為 6×6 輪式底盤，增加車輛機動性(性能比較如表 1)，各系統主要由搜索指揮車和發射車所組成。

搜索指揮車具備搜索雷達、敵我識別、數據處理、通訊和數據傳輸等系統，用於發現與識別來襲目標，並進行火力分配。其採 S 波段主動相位陣列雷達 (AESA)，可同時偵測 48 個目標，追蹤 24 個目標，最大搜索距離 25 公里，制導距離 20 公里。

飛彈發射車主要由火控雷達及發射筒組成，採傾斜式發射方式，每輛車可搭載 4 枚飛彈，兩側發射筒間為火控雷達，用於接收搜索指揮車傳送之目標訊息，對目標實施追蹤，並導引飛彈飛行姿態直至擊中目標。飛彈導引方式有雷達、電視/雷達、紅外成像/雷達、電視及紅外成像手動追蹤等 4 種，最大射程 15 公里，射高 6 公里，飛行速度 3 馬赫。¹⁷

(二) 紅旗-17A 型防空飛彈系統

紅旗-17A 型防空飛彈屬近程防空飛彈系統，係在紅旗-17 型基礎上改良而成，每臺發射車由履帶式底盤改為 6×6 輪式底盤(性能比較如表 2)，整個車體包含目標搜索雷達、制導雷達和飛彈發射模組等 3 部分。

搜索雷達採被動相位陣列雷達 (PESA)，位於車體後方，¹⁸最大搜索距離 25 公里，可同時偵測 48 個目標，而制導雷達採主動相位陣列雷達 (AESA)，位於車體前方，最大追蹤距離 20 公里，可同時追蹤 24 個目標。飛彈發射模組位於車體中部，包含 2 個發射箱，可裝載 8 枚飛彈，採垂直冷發射(cold-launched)方式，最大射程為 15 公里，射高為 10 公里。¹⁹

另 2021 年 3 月 6 日央視報導，首次由中國航天科工集團第二研究院展示紅旗-17AE 型防空飛彈系統測試，表示可同時制導 4 枚飛彈與攔截 4 個目標，另可在行進時速 25 公里下實施射擊(圖 10)。²⁰紅旗-17AE 型應屬外銷型號，²¹若

¹⁷ Military-Today.com, 〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉, http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

¹⁸ 強國網, 〈新版紅旗 17AE 獲出口許可, 可擊落隱形飛機, 性能碾壓印同類型裝備〉, <https://www.163.com/dy/article/G4O9V3GD0515CILV.html>, 檢索日期: 2022 年 6 月 16 日。

¹⁹ Military-Today.com, 〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉, http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

²⁰ CCTV, 〈20210306 低空獵手〉, 《軍武零距離》, 2021 年 3 月 6 日, <https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDE1eXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.11>, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

²¹ 每日新聞, 〈印媒關注中國新型紅旗 17AE 飛彈: 可打隱身戰機〉, <https://kknews.cc/zh-tw/military/zrljvnq.html>, 檢索日期: 2022 年 6 月 16 日。

前述性能屬實，可合理推斷紅旗-17A 型防空飛彈系統應已具備相同防空能力。

（三）PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統

中共於 1987 年從瑞士引進 GDF-002 型雙管 35 公厘高砲，包含火砲、火控、彈藥生產技術、關鍵工藝設備和測試儀器，並展開仿製與改進，1999 年以 PG-99 式定型，列裝部隊使用（性能比較如表 3）。整個系統包含高砲、電源車及雷達指揮車等 3 部分，高砲與電源車無法單獨機動，需由卡車分別牽引至發射陣地。

每門高砲採用雙軸四輪砲架，後方連接電源車供電，於放列展開時，收起四個車輪，驅動自動調平（展開時間小於 90 秒），左右分別設置獨立 56 發容量自動供彈箱及 63 發容量副彈箱，射速可達每分鐘 550 發，高低射界-5 度至+92 度，方向射界 360 度，高低瞄準速度每秒 60 度，方向瞄準速度每秒 120 度，有效射程 4 公里，射高 3 公里；而雷達指揮車由敵我識別搜索雷達、跟蹤雷達、前視紅外跟蹤、數字式火控計算機和光學瞄準具等系統組成，最大搜索距離為 18 公里，最大追蹤距離 15 公里。²²

防空作戰時，高砲由 3 員砲手負責操作（含射手 1 員與裝彈手 2 員），可採「全自動」與「半自動」等 2 種模式，在「全自動」模式，砲手根據雷達指揮車指示，自動截獲與射擊，在「半自動」模式，則由砲手實施觀測與射擊（圖 11）。²³

（四）新型 625 輪式自行高砲

此型高砲採用 ZBL-08 之戰車底盤，配有車載相控陣雷達及光電瞄準系統，主砲由 6 管 25 公厘轉膛砲所組成，射速可達每分鐘 5,000 發，有效射程 4 公里，有效射高 3 公里，另於主砲兩側各有 2 具雙聯裝 FN-6 可攜式防空飛彈，有效射程 500 至 6,000 公尺，射高 10 至 4,000 公尺。²⁴整體而言，此自行高砲系統係集中搜索、追蹤、打擊於一車體，屬彈砲合一系統，就現有已知性能，主要在解決 PG-99 式機動性不佳的問題（性能比較如表 4），並朝獨立作戰車體發展。

（五）前衛 2 型人攜式防空飛彈

此型人攜式防空飛彈是在前衛 1 型基礎上改良而成，飛彈總重 18 公斤，彈長 1.59 公尺，彈重 11.32 公斤，彈徑 72 毫米，彈頭重 1.42 公斤，使用半預制

²² Army Recognition, 〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉, https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html, 檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²³ CCTV, 〈20210626 陸戰神盾〉, 《軍武零距離》, 2021 年 6 月 26 日, <https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBI1zk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.2>, 檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁴ 每日新聞, 〈西藏軍區裝備輪式 625 彈砲合一系統, 大八輪配海軍俄式近防炮〉, <https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>, 檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

破片（爆炸時會形成毀傷破片），²⁵制導模式為被動紅外尋標，系統反應時間小於 5 秒，飛彈發射後採自動跟蹤目標，並具備抗紅外誘餌干擾能力，速度可達每秒 600 公尺（約 1.76 馬赫），最大射程 6 公里，最大射高 3.5 公里²⁶（性能比較如表 5）。



圖 10 紅旗-17AE 型防空飛彈系統測試情況

資料來源：CCTV，〈20210306 低空獵手〉，《軍武零距離》，2021 年 3 月 6 日，<https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDELeXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.11>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。



圖 11 高砲系統操作

資料來源：CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉，《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBllzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁵ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉，《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlnXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁶ Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

表 1 紅旗-7 型與紅旗-7B 型防空飛彈性能比較表

項目 \ 裝備	紅旗-7 型	紅旗-7B 型
		
服役時間	1988 年	2009 年
有效射程	0.3-12 公里	0.7-15 公里
有效射高	30 至 5,500 公尺	15 至 6,000 公尺
搜索距離	18.4 公里	25 公里
制導距離	17 公里	20 公里
飛彈速度	2.3 馬赫	3 馬赫
彈頭類型	高爆破片彈 (HE-FRAG)	高爆破片彈 (HE-FRAG)
車載飛彈數	4 枚	4 枚
車輛底盤	4×4 輪式	6×6 輪式
最高道路速度	80 公里/小時	90 公里/小時
最大行程	600 公里	600 公里

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-7 Short-range air defense missile system〉，<http://www.military-today.com/missiles/hq7.htm>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

表 2 紅旗-17 型與紅旗-17A 型防空飛彈性能比較表

項目 \ 裝備	紅旗-17 型	紅旗-17A 型
		
服役時間	2014 年	2019 年
最大射程	12 公里	15 公里
最大射高	6 公里	10 公里
搜索距離	25 公里	25 公里
制導距離	20 公里	20 公里
飛彈速度	3 馬赫	3 馬赫
彈頭類型	高爆破片彈 (HE-FRAG)	高爆破片彈 (HE-FRAG)
車載飛彈數	8 枚	8 枚

車輛底盤	履帶式	6×6 輪式
最高道路速度	65 公里/小時	80 公里/小時
最大行程	600 公里	800 公里

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-17 Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Military-Today.com，〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17a.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

表 3 GDF-002 與 PG-99 型雙管 35 公厘高砲性能比較表

項目	GDF-002	PG-99
平面照		
有效射程	4 公里	4 公里
有效射高	3 公里	3 公里
搜索距離	18 公里	18 公里
制導距離	15 公里	15 公里
射速	單管 550 發/分	單管 550 發/分
射擊仰角	-5 度至+92 度	-5 度至+92 度
高低瞄準速度	56 度/秒	60 度/秒
方向瞄準速度	112 度/秒	112 度/秒
攜彈量	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發

資料來源：1.Army Recognition，〈Oerlikon 35 mm Twin gun Skyguard anti-aircraft defencesystem〉，http://www.armyrecognition.com/germany_german_army_light_heavy_weapons/oerlikon_35_mm_twin_cannon_gdf-001_gdf-003_gdf-005_gdf-007_data.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

表 4 PG-99 與 625 高砲性能比較表

項目	PG-99 牽引式	625 輪式
平面照		
有效射程	4 公里	4 公里
有效射高	3 公里	3 公里
搜索距離	18 公里	待蒐
制導距離	15 公里	待蒐
初速	1,175 公尺/秒	1,150 公尺/秒

射速	單管 550 發/分	5,000 發/分
射擊仰角	-5 度至+92 度	待蒐
高低瞄準速度	60 度/秒	待蒐
迴旋角度	360 度	待蒐
方向瞄準速度	112 度/秒	待蒐
攜彈量	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發	待蒐

資料來源：1.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

表 5 前衛 1 型與前衛 2 型人攜式防空飛彈性能比較表

項目	前衛 1 型	前衛 2 型
平面照		
總重	16.5 公斤	18 公斤
彈長	1.532 公尺	1.59 公尺
彈徑	71 毫米	72 毫米
彈頭類型	半預制破片	半預制破片
制導類型	被動紅外線尋標	被動紅外線尋標
飛彈速度	約 1.76 馬赫	約 1.76 馬赫
有效射程	500-5,000 公尺	500-6,000 公尺
有校射高	30-4,000 公尺	10-3,500 公尺

資料來源：1.Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.百度百科，〈前衛-1（QW-1）單兵防空導彈〉，<https://baike.baidu.com/item/%E5%89%8D%E5%8D%AB-1%E5%8D%95%E5%85%B5%E9%98%B2%E7%A9%BA%E5%AF%BC%E5%BC%B9/15123448>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

三、野戰防空武器運用

中共陸上野戰防空行動，通常在國家聯合防空行動下，依綜合偵察預警、靈活機動抗擊、全譜重點防護、持續可靠保障等要點，組織防空行動。在兵力運用上，依全方位、大縱深、有重點、有彈性之要求，運用區域掩護、抗擊作戰、機動作戰等部署形式，保衛重點目標，對合成部隊之主要部署實施不間斷掩護。在火力運用上，對敵空襲威脅方向，盡力延伸火力、擴大攔截範圍，集中力量重點抗擊，掩護重要目標安全。²⁷

²⁷ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 119、120、206。

陸軍防空兵主要裝備中、近程點防禦防空武器，以中低空近程防空飛彈搭配高砲之彈砲混編，建立中、低空、近程之防空火力，採梯次、重點部署於指揮所、作戰部隊。²⁸近程防空飛彈主要用於攔截鄰近空域之高速目標，如戰機、飛彈，而高砲係採高射速密集火力形成彈幕，擔負末端防空之最後防線，通常部署於重要指揮節點或行進路線節點上，主要在對付不易被雷達搜獲之低空目標，如無人機、巡航飛彈。²⁹

人攜式防空飛彈可由單兵進行目標觀測、瞄準與射擊，具備機動靈活、操作簡便等優勢，主要在填補防空飛彈與高砲之火力間隙，打擊低空飛行之固定翼飛機、武裝直升機。³⁰另參考中共第 73 集團軍某合成旅防空營於 2020 年 8 月 11 日在蘇北地區實施跨晝夜防空實彈射擊演練，在防空陣地轉換過程中，主要由人攜式防空飛彈組成分隊，擔任防空警戒，掩護部隊機動轉移，³¹顯示紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統無法實施行進間射擊，因此在合成部隊機動過程中，人攜式防空飛彈之運用更顯得重要。

研究分析

一、共軍中型旅與國軍聯兵旅防空能力比較

（一）防空部隊組織比較

中共陸軍在 2017 年組織調整後，每個中型旅均下轄防空營，擔負戰時野戰防空任務，而國軍聯兵旅現行均無下轄防空部隊編制，戰時主要運用建制輕、重武器，實施部隊防空，另由作戰區所屬防空營或防衛部所屬防空連，編組防空火網，遂行重要目標防護與支援各部隊防空作戰。³²

（二）防空武器性能比較

共軍中型旅防空營目前配有紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等武器，就紅旗-7B 型防空飛彈系統性能而言，最大搜索距離可達 25 公里，最大射程 15 公里，射高 6 公里（性能如表 6）。

國軍聯兵旅建制內計有 50 機槍、T74 排用機槍、M249 班用機槍等輕、重武器（性能如表 7），有效射程可達 1,830 公尺，而作戰區所屬防空部隊之防空武器系統計有檟樹飛彈及復仇者飛彈（性能如表 8），最大搜索距離可達 60 公里，

²⁸ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 205。

²⁹ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 103。

³⁰ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉，《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GIunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KP.U.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³¹ CCTV，〈直擊演訓一線·第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉，《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRWa200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³² 謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉，《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 57。

有效射程可達6公里。³³另美國於2019年同意出售我國250枚人攜式刺針飛彈，惟交貨時程未定，若未來列裝後，將可增加低空防空作戰能力，有效射程可達4.8公里³⁴（性能如表9）。

（三）防空武器運用比較

共軍陸上野戰防空行動係在國家聯合防空框架下執行，擔負內層阻擊地帶的末端閉鎖攔截任務，通常採彈砲混編，運用不同武器性能，建立綿密防空火網，對合成部隊實施不間斷掩護。現行中型旅防空營即採用紅旗7B型防空飛彈、PG-99式雙管35公厘高砲及前衛2型人攜式防空飛彈等武器混編，推測戰時可針對不同武器性能，採梯次及重點部署於指揮所、主力作戰部隊附近地區，掩護整體部隊作戰。

而國軍聯兵旅野戰防空作戰，主要是運用建制內輕、重武器編成防空火網，實施部隊防空，另可搭配作戰區所屬防空部隊，在考量任務、敵情、防空兵力及地形，依平衡防務、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，³⁵對低空來襲之敵空中目標，實施多層次打擊，掩護各階段重要目標及部隊作戰行動。

表6 中型旅防空營武器性能表

裝備 能力	紅旗-7B 型 防空飛彈	PG-99 式雙管 35 公厘高砲	前衛 2 型 人攜式防空飛彈
			
搜索距離	25 公里	18 公里	-
有效射程	15 公里	4 公里	6 公里
有效射高	6 公里	3 公里	3.5 公里
最大射速	3 馬赫	單管 500 發／分	約 1.76 馬赫

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022年3月12日。2.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 m m anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022年3月12日。3.Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022年3月12日。

³³ 謝志淵、洪安妮，〈2019年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉，《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第573期，2020年10月，頁57-58。

³⁴ 聯合報，〈陸軍人攜式刺針飛彈終付首期款 延至114年交裝〉，2021年12月30日，<https://udn.com/news/story/10930/5998343>，檢索日期：2022年5月1日。

³⁵ 陸軍司令部，〈陸軍野戰防空砲兵部隊指揮教則（第二版）〉，2009年3月24日，頁2-5-57。

表 7 聯兵旅建制內輕、重武器性能表

裝備 能力	50 機槍	T74 排用機槍	M249 班用機槍
			
有效射程	1,830 公尺	1,200 公尺	1,000 公尺
射擊速率	450-550 發／分	850 發／分	750-1,000 發／分

資料來源：謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 59。

表 8 陸軍防空營野戰防空武器性能表

裝備 能力	復仇者飛彈	檉樹飛彈
		
搜索距離	蜂眼雷達 50 公里以上	萊茲雷達 60 公里
有效射程	4.8 公里	6 公里
有效射高	3.8 公里	3 公里
最大射速	2.2 馬赫	1.5 馬赫

資料來源：謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 58。

表 9 刺針飛彈性能表

裝備 能力	DMS 雙聯裝	肩射式 (FIM-92)
		
操作人數	2 人	1 人
有效射程	4.8 公里	4.8 公里
射擊速率	2.2 馬赫	2.2 馬赫
服役情況	目前部署於外島	列裝期程未定

資料來源：自由時報，〈DMS 雙聯裝刺針飛彈戰備演練 馬防部確保防空安全〉，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3181953>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

二、敵特、弱點分析

(一) 特點

1、具備完整防空編制

中共陸軍於 2017 年實施重組後，在集團軍、合成旅下均有建置防空部隊，

每個集團軍轄有 1 個防空旅，每個合成旅則編有 1 個防空營，而中型旅防空營計下轄 1 個地空飛彈連、1 個人攜式地空飛彈連及 3 個高砲連，具備完整防空編制，配有不同性能之防空武器，兵、火力可供靈活部署與運用，可有效支援地面部隊遂行野戰防空任務。

2、彈砲混編火網綿密

中共陸軍防空兵主要係採中、低空近程防空飛彈搭配高砲之彈砲混合編組，建立防空火網，以對付高科技空襲目標，如隱形戰機、彈道飛彈、巡弋飛彈等目標。而對應中型旅防空營亦是採用彈砲混編方式，目前採用之紅旗 7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等武器，藉不同作戰效能相互結合與運用，可建立綿密之近程、低空防空火網，近年亦不斷透過防空演訓，驗證作戰效能，並持續研發射程更遠與機動性較高之新型防空武器，以增加防空作戰之範圍。

3、提升隨伴掩護效能

中型旅係以輪式裝甲車輛為主戰武器，優勢之機動力為其特色，因此為達有效防空掩護，近年積極研改新型輪式防空武器，主要以整合搜索、追蹤、打擊於一車體上，使其具備獨立防空作戰能力，並達到行進中防空掩護之效能。就前述紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，推測已初步具備邊走邊打邊搜索、跟蹤之效能，並已列裝部分中型旅防空營，將可大幅提升其防空效能。

（二）弱點

1、搜索與發射系統分於不同車體

目前中型旅防空營仍以紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統為主要防空武器配置，其目標搜索和發射系統是分於不同車體上，若搜索單元遭干擾或破壞，即缺少空中目標辨識與導引，僅能以目視搜索及打擊，將大幅降低其打擊效能。

2、需腹地展開部署難以隨伴掩護

參考中共某紅旗-7B 型防空飛彈部隊演訓情況，雖屬車載防空武器，但需耗費人力和時間，固定車體及調水平，整個部隊亦需要足夠腹地展開放列³⁶（如圖 12），始可遂行防空掩護。

而 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統，高砲和電源車本身係需仰賴卡車拖曳至陣地，機動性較差，作戰時亦需要腹地固定部署，並耗費人力和時間展開放列，整體而言不具備隨伴掩護能力（如圖 13）。

³⁶ 中國北方車輛研究所，〈談中國陸軍新型 625 輪式自行高砲〉，《坦克裝甲車輛》，2021 年第 4 期，頁 18。

因此前述防空武器在面對障礙或建築物較多之地區時，將嚴重影響其展開放列，通訊聯絡、觀測射擊均易受干擾，難以發揮防空效能。雖然近年已陸續研發紅旗-17A 型防空飛彈與輪式自行高砲系統等新型武器，但目前尚未全數換裝，其防空效能將有所限制。

3、防空武器攜彈量有限

每項武器都有其攜彈量限制，當彈藥耗盡時，亟需重新裝填，此空檔將是部隊戰力最薄弱之時，而無論紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統，甚至是較先進的紅旗-17A 型防空飛彈與輪式自行高砲系統，都有其攜彈量限制，均將面臨但要耗盡，重新裝填情況。另一方面，若遭受數量較多之飽和攻擊，如無人機蜂群式攻擊，超過防空武器本身的攜彈量，其防空部隊亦將無法應付。



圖 12 紅旗-7B 型防空飛彈系統放列展開情況

資料來源：軍迷天下，〈全能“制空獵手”！直擊解放軍挑戰導彈極限距離射擊 國產製導系統亮相 看紅旗-7B 現場大顯神威！「國防科工」20220224〉，https://www.youtube.com/watch?v=tKrMYlssHfU&list=PLsiiVPzAxNzU9kWL9q2-BQ-JnIlR1PXX_&index=4&t=561s，檢索日期：2022 年 3 月 12 日，研究者自行整理。

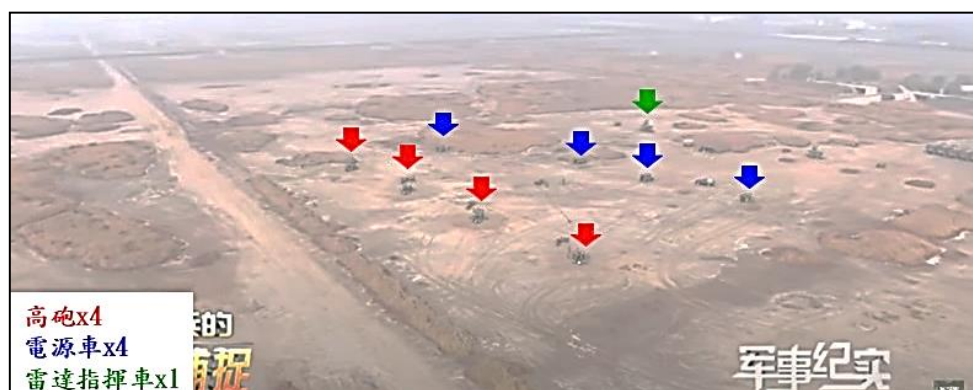


圖 13 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統放列展開情況

資料來源：1.CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBllzk210626.shtmlspm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉，《軍事紀實》，2021 年 12 月 13 日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

三、對我之影響

共軍中型旅係以輪式裝甲車輛作為主戰武器，兼具優勢打擊力與機動力，在未來對臺登陸作戰中，應屬突擊上陸戰術第二梯隊，在第一梯隊掩護下，實施突擊上陸與縱深攻擊，而所屬防空營將隨伴登陸，掩護部隊作戰時之對空安全，防敵以無人飛行載具、直升機等航空器，實施空中偵察與打擊。

其防空營採彈砲混編方式，具備完整防空編制，運用不同武器效能，相互結合與掩護，建立近程、低空防空火網，就所屬紅旗-7B 型防空飛彈系統之性能而言，可於部隊所在半徑 25 公里範圍內進行目標搜索與辨識，在距離 15 公里、高度 6 公里範圍內對目標進行打擊，並搭配 PG-99 式雙管 35 公厘高砲於距離 4 公里、射高 3 公里範圍內，實施末端攔截，而前衛 2 型人攜式防空飛彈，屬肩射式武器，方便人員攜帶與操作，可在良好之隱、掩蔽環境下實施伏擊，填補防空飛彈與高砲之火力的間隙。而近年發展之紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，更整合搜索、追蹤、打擊，使其具備獨立防空作戰車體，克服部分武器機動性不佳之問題，並逐步達到行進中防空掩護之效能。

在我國未來防衛作戰中，各型直升機主要執行反登陸、反擊、反空（機）降作戰，並可實施空中偵察、支援地面部隊戰鬥、兵力轉用等任務，現行射程最遠之空對地武器為地獄火飛彈，最大射程可達 8 公里（飛彈性能比較如表 10），惟在遂行任務飛行過程中，面對共軍中型旅防空營的防空武器配置，就其搜索和打擊範圍，我直升機恐難以給予先制攻擊，若於低空或城鎮中支援地面部隊作戰，敵人即可利用地形或建築物實施隱、掩蔽，伺機伏擊。綜上所述，對於未來直升機執行作戰行動，飛行員無論採低空飛行躲避雷達搜索，或提高飛行高度增加視野，均有極大威脅，作戰能力將受到限制。

除了直升機外，對我無人機亦是威脅。以國軍現役銳鳶無人機（性能如表 11），主要用於戰場情報偵蒐與監控，最大飛行高度 4 公里，最大飛行速度每小時 180 公里（約 0.14 馬赫），以及預計向美採購之 MQ-9B 無人機³⁷，可用於對地偵察與打擊，作戰高度為 7.5 公里，最大飛行速度每小時 482 公里（約 0.39 馬赫），對應共軍中型旅防空營之防空武器，均在其打擊範圍內，將嚴重影響我國未來防衛作戰情報監偵作為，難以掌握戰場態勢與及時應處。

³⁷ 上報，〈我 4 架 MQ-9B 無人機 6 月可獲美軍發價書 拚 2025 年交機添戰力〉，2022 年 5 月 29 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=145754，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。

表 10 飛彈性能表

使用國家	中華民國	中共
飛彈型號	地獄火飛彈 (AGM-114M)	飛獾飛彈 (FM-2000)
圖片		
裝備武器	阿帕契 (AH-64E) 直升機	紅旗-17A 型防空飛彈
重量	51.2 公斤	165 公斤
直徑	17.8 公分	23 公分
長	1.9 公尺	2.9 公尺
彈頭重量	9 公斤	15 公斤
彈種形式	高爆反戰車頭	高爆破片彈
飛行速度	1.3 馬赫	2.5 馬赫
有效射程	8 公里	15 公里
有效射高	-	6 公里
備註	雷射尋標導引	雷達無線電導引

資料來源：每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。

表 11 國軍無人機性能表

型號	銳鳶	MQ-9B
圖示		
服役情況	現役	尚未列裝
最高速度	180 公里/小時 (約0.14 馬赫)	482 公里/小時 (約0.39 馬赫)
最大飛行高度	4 公里	作戰高度 7.5 公里
最大飛行半徑	150 公里	1,852 公里
滯空時間	12 小時	35 小時
用途	情報偵蒐、戰場監控	對地偵察與打擊

資料來源：1.維基百科，〈銳鳶無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%8A%B3%E9%B3%B6%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。2.科技新報，〈死神登艦，通用原子開發短場起降版 MQ-9B〉，2022 年 5 月 11 日，<https://technews.tw/2022/05/11/ga-asi-is-developing-stol-version-mq-9b-reapers/>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。3.研究者自行整理。

克制對策及建軍備戰之建言

一、克制對策

(一) 打擊敵方指管系統

中共中型旅防空營目前仍以紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲作為主要野戰防空武器，在搜索與發射系統分別於不同車體的情況下，仍須

仰賴雷達指揮車提供目標資訊，予以追蹤及打擊，若雷達指揮車遭干擾或破壞，僅能透由人工搜索與射擊，將大幅降低其防空效能。

在未來防衛作戰中，我軍雖在軍力上趨於弱勢，但對於地理環境熟悉程度具備優勢，可藉先期預判敵可能登陸地區，著手戰場經營及兵力部署，於敵登陸作戰時，優先運用我遠程火力打擊，抑或派遣特戰部隊，滲透至敵軍後方襲擾，適時破壞敵指管系統與防空武器，截斷其後方補給線，減損其防空戰力，進而掩護我航空部隊實施打擊。

（二）迫使敵於城鎮決戰

我國隨著現代化城鎮發展，大部分可供登陸海灘均緊鄰城鎮、橋樑，因此於敵軍登陸後，城鎮作戰將成為主要作戰型態。面對城鎮中林立之建築物，縱橫交錯之街道，地面部隊作戰展開腹地有限，兵力容易分散，以中型旅防空營目前所屬紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲等大型防空武器，甚至未來可能換裝之紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，將可能受限城鎮特性，影響預警雷達涵蓋範圍，形成局部盲區，防空戰力整合不易，甚至無法掌握受支援部隊狀況，難以有效提供防空掩護。

國軍平時應深入研析作戰區域中之建物特性，完成調查、協調與運用規劃，置重點在武器、雷達放列位置、對空警戒監視位置、通信節點設置及彈藥屯儲位置等項目，強化城鎮作戰訓練與戰場經營，並整合可運用資源，於戰時先期佔領有利位置，打擊敵重要指管系統及防空武器。

二、建軍備戰之建言

（一）發展反輻射無人機

無人機具備造價低、零傷亡、用途廣等優勢，於現代戰爭中亦被廣泛運用。例如 1982 年 6 月 9 日貝卡山谷戰役，以色列先期以無人機當作誘餌，觸使敘利亞防空飛彈系統開啟雷達，藉以收取雷達參數，據以實施電子反制，並導引空中等待之戰機發射反輻射飛彈，此戰重創敘利亞防空武力，為近代大規模無人機運用成功案例；³⁸2020 年 9 月 27 日納卡戰爭，亞塞拜然運用以色列製「哈比」（Harpy）反輻射無人機，採無人機群體戰術，對亞美尼亞地面部隊實施偵察與打擊，發揮高效戰力，迫使敵方付出更多成本實施防禦。³⁹

反輻射無人機是壓制及摧毀敵雷達預警與防空武器系統之重要手段，其特點在於機身安裝被動式電磁波尋標器，可搜尋敵雷達發射電磁信號，加上體型設計較小，不易被搜索，且安裝高爆炸性彈頭，可在目標區上空長時間盤旋，

³⁸ 青年日報，〈貝卡山谷之役 重創敘軍防空武力〉，2020 年 11 月 15 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1286874&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³⁹ 青年日報，〈無人機縱橫納卡 重塑戰場樣貌〉，2021 年 1 月 2 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1306916&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

只要確認雷達發射訊號，隨即俯衝飛向目標執行自殺式攻擊。而我國國家中山科學研究院已於 2012 年起公開反輻射無人攻擊機計畫，代號為「劍翔」，於 2019 年「台北國際航太暨國防工業展」正式展示劍翔無人機，其滯空時間可達 5 小時，作戰半徑達 1,000 公里，飛行高度 3 公里，巡弋速度達每小時 160 至 250 公里，俯衝速度達每小時 370 至 463 公里，飛行時雷達截面積 RCS 小於 0.1，不易被發現；預計 2025 年完成 104 架生產，配屬空軍防空部隊⁴⁰（如圖 14）。

無人機固然不是戰爭中之主力，然從偵蒐、追蹤至摧毀高價值目標等運用，效益比相對較高，亦能提高戰場人員存活率，對於共軍遠渡臺灣海峽實施登陸作戰，其後勤補給即是很大挑戰，若能有效運用體積小而數量多之無人載具，誘敵彈藥消耗，將可遲滯共軍作戰進程，降低入侵成功公算。

（二）提升全民防衛意識

參考 2022 年 2 月 24 日起發生之俄烏衝突，烏克蘭面對俄羅斯正規軍隊壓境，卻未遭快速擊潰，其主因除國際上不間斷的援助外，烏國全民防衛的決心更是不容小覷。俄軍原規劃於 3 至 5 天奪下位於烏克蘭東北部的蘇梅（Sumy），進而長驅直入到首都基輔，惟俄軍並未如此順利，反而遭受當地百姓所組成游擊隊強烈襲擊而遲滯。⁴¹而在 3 月 2 日亦有影片顯示，1 輛俄軍鎧甲近程彈砲防空系統（Pantsir-S）原計畫從尼古拉耶夫（Mikolaiv）前往巴希坦卡（Bashtanka），卻於途中遭遇汽油彈攻擊而棄置於路上⁴²（如圖 15）。

借鏡烏克蘭國土防衛經驗，我國對於防衛作戰之準備，除持續採購和發展新式武器裝備，建立不對稱嚇阻力量，更應重視全民國防之重要性，提升全民防衛意識，透由全民參與及社會資源投入，戰時破壞或阻礙共軍重要指管系統、武器及後方補給線，始可降低中共侵略之成功公算。

（三）增加防空部隊編制

中共合成旅具備完整防空部隊編制，以支持旅遂行獨立作戰，保障對空安全，反思我國陸軍聯兵旅，現無防空部隊編制，戰時僅可運用建制內輕、重武器，編成防空火網，而陸軍現有防空部隊主要集中於各作戰區所屬防空營或防衛部所屬防空連，平時除依國防部賦予重要目標防護外，戰時仍須確保地面部隊安全，面對敵方空襲，防空作戰範圍大，難以同時兼顧，凸顯防空兵力嚴重不足。因此，在各聯兵旅編制中，應考量組建防空部隊，以因應未來防衛作戰

⁴⁰ 羅德駿、徐勇憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉，《空權與國防學術研討會論文集》，2021 年 10 月，頁 27-30。

⁴¹ Yahoo 新聞，〈俄曾估最快 3 天拿下蘇梅狼狽撤離 平民組游擊隊毀數十坦克捍家園〉，2022 年 4 月 19 日，<https://tw.stock.yahoo.com/video/%E4%BF%84%E6%9B%BE%E4%BC%B0%E6%9C%80%E5%BF%AB3%E5%A4%A9%E6%8B%BF%E4%B8%8B%E8%98%87%E6%A2%85%E7%8B%BC%E7%8B%BD%E6%92%A4%E9%9B%A2-%E5%B9%B3%E6%B0%91%E7%B5%84%E6%B8%B8%E6%93%8A%E9%9A%8A%E6%AF%80%E6%95%B8%E5%8D%81%E5%9D%A6%E5%85%8B%E6%8D%8D%E5%AE%B6%E5%9C%92-033857529.html>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

⁴² 國會調查兵團新聞台，〈超療癒！烏克蘭一顆汽油彈，燒爆 39 億元 俄羅斯鎧甲（Pantsir-S）近程彈砲防空系統〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.youtube.com/watch?v=Alzce67HHdw>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

敵之空中威脅，俾利戰力保存及後續反擊攻勢之遂行。

（四）籌購肩射防空武器

臺灣地區地狹人稠、城鎮密集，面對林立的建築物及複雜交通路線，觀測、射界、通信連絡及車輛運動空間均受限制，大型野戰防空武器恐難發揮其作戰效能，因此，結合城鎮作戰思維，應考量部署便於攜行之防空武器，以利伴隨地面部隊快速機動與部署，隱蔽於建築物間，實施低空防護射擊。

今（2022）年俄烏衝突爆發後，烏克蘭軍隊曾運用 FIM-92 型刺針防空飛彈擊落多架俄羅斯直升機、攻擊機，創造許多重要戰果。此型防空飛彈屬肩射式武器，可由單兵操作射擊，具備快速機動部署優勢，有效射程達 4.8 公里，飛彈速度達 2.54 馬赫，我國於 2019 年已獲美國同意出售 250 枚肩射式 FIM-92 刺針防空飛彈，惟交付時間遲遲未定。因此為避免在受限於美方軍售與維保限制下，應考量自主研發類似防空武器，以提升我防衛作戰之防空戰力。



圖 14 劍翔無人機

資料來源：上報，〈車載型劍翔反輻射無人機首登場 中科院自研武器放閃航太展〉，2019 年 8 月 21 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=69758，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。



圖 15 近程彈砲防空系統（Pantsir-S）損壞情況

資料來源：ETtoday 新聞雲，〈39 億全燒光！俄「Pantsir-S 導彈系統」在烏克蘭境內遭大火吞噬〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.ettoday.net/news/20220302/2199520.htm>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

結語

中共陸軍合成部隊之組成，目的在於實現小型化、多能化、模組化發展，結合諸多專業兵種於一體，適應不同地區不同任務需要，建立能遂行獨立作戰與聯合作戰之作戰體系。每個合成旅為達獨立作戰能力，且確保整體部隊行動

時對空之安全，均轄有防空營編制。而中型旅防空營採彈砲混編方式，建立低空、近程之防空火網，惟防空武器仍有機動性不佳之問題，除透過各項演訓，提升人員素質與部署時效，亦同時積極發展新型防空飛彈與自行高砲等輪式防空武器，結合搜索、追蹤、打擊於一車體，以提高伴隨掩護效能，依據近年演訓情況，推測已逐步汰換舊型裝備，陸續撥交中型旅服役。

在瞭解中型旅野戰防空情況後，以敵為師，反思我國陸軍防空作戰能力之問題，面對未來可能缺乏空優之防衛作戰，如何對抗空襲，將是保存我軍整體戰力之關鍵，因此無論在防空編制和武器發展與採購，均應重新研討與精進，作為建軍備戰重要議題。

參考資料

一、書籍

- (一) 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018年1月）。
- (二) 陸軍司令部，《陸軍野戰防空砲兵部隊指揮教則（第二版）》，2009年3月24日。

二、期刊論文

- (一) 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉《坦克裝甲車輛》，2017年第11期。
- (二) 中國北方車輛研究所，〈談中國陸軍新型 625 輪式自行高炮〉《坦克裝甲車輛》，2021年第4期。
- (三) 謝志淵、洪安妮，〈2019年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第573期，2020年10月。
- (四) 羅德駿、徐勇憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉《空權與國防學術研討會論文集》，2021年10月。

三、網際網路

- (一) CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021年12月13日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNIbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，（檢索日期：2022年3月6日）。
- (二) Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022年3月12日。
- (三) 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018年11月7日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022年6月16日。
- (四) CCTV，〈揭秘國慶大閱兵·紅旗-17A 我國自主研製最新型野戰防空系統〉《東方時空》，2019年10月5日，<http://tv.cctv.com/2019/10/05/>，檢索

日期：2022 年 3 月 12 日。

- (五) 央廣軍事，〈陸軍 78 集團軍舉行防空演練紅旗-17A 實彈發射〉，2020 年 9 月 26 日，<https://www.163.com/war/article/FNI0VLRP000181KT.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (六) 軍迷天下，〈厲害！解放軍新型輪式地空導彈曝光實拍兩枚導彈相繼升空摧毀來襲“敵機”〉，2021 年 8 月 23 日，<https://www.youtube.com/watch?v=luFKicQlrbc>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (七) 每日頭條，〈官方證實紅旗 17A 通殺全類型精確制導武器，顏值秒殺俄軍原版〉，2019 年 10 月 5 日，<https://kknews.cc/military/xgzvj3q.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (八) 新浪軍事，〈紅旗 17 發射連整建制亮相 12 部車輛構築最強野戰防空〉，2020 年 11 月 17 日，<https://mil.news.sina.com.cn/zhengming/2020-11-17/doc-iiznctke1834927.shtml>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (九) CCTV，〈直擊演訓一線·第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRW200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十) CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBIlzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十一) CCTV，〈20201210 防空“鐵拳”軍工造〉《國防科工》，2020 年 12 月 10 日，<https://tv.cctv.com/2020/12/10/VIDEB9dDTYdklsahCn34A9ab201210.shtml?spm=C52346.PkcMQpbumq9A.EGH13uL2DA1K.50>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十二) 每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。
- (十三) CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlnXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFN.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十四) CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 4 月 20 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十五) Military-Today.com，〈HQ-7 Short-range air defense missile system〉，<http://www.military-today.com/missiles/hq7.htm>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

- (十六) 強國網，〈新版紅旗 17AE 獲出口許可，可擊落隱形飛機，性能碾壓印同類型裝備〉，<https://www.163.com/dy/article/G4O9V3GD0515CILV.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (十七) Military-Today.com，〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十八) CCTV，〈20210306 低空獵手〉《軍武零距離》，2021 年 3 月 6 日，<https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDELeXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.11>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十九) 每日新聞，〈印媒關注中國新型紅旗 17AE 飛彈：可打隱身戰機〉，<https://kknews.cc/zh-tw/military/zrljvnq.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (二十) Military-Today.com，〈HQ-17 Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿一) Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿二) Army Recognition，〈Oerlikon 35 mm Twin gun Skyguard anti-aircraft defencesystem〉，https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_light_heavy_weapons/oerlikon_35_mm_twin_cannon_gdf-001_gdf-003_gdf-005_gdf-007_data.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿三) Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿四) 百度百科，〈前衛-1（QW-1）單兵防空導彈〉，<https://baike.baidu.com/item/%E5%89%8D%E5%8D%AB-1%28QW-1%29%E5%8D%95%E5%85%B5%E9%98%B2%E7%A9%BA%E5%AF%BC%E5%BC%B9/15123448>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿五) 聯合報，〈陸軍人攜式刺針飛彈終付首期款 延至 114 年交裝〉，2021 年 12 月 30 日，<https://udn.com/news/story/10930/5998343>，（檢索日期：2022 年 5 月 1 日）。
- (廿六) 自由時報，〈DMS 雙聯裝刺針飛彈戰備演練 馬防部確保空防安全〉，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3181953>，檢索日期：

期：2022 年 5 月 1 日。

- (廿七) Yahoo 新聞，〈俄曾佔最快 3 天拿下蘇梅狼狽撤離 平民組游擊隊毀數十坦克捍家園〉，2022 年 4 月 19 日，<https://tw.stock.yahoo.com>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (廿八) 國會調查兵團新聞台，〈超療癒！烏克蘭一顆汽油彈，燒爆 39 億元 俄羅斯鎧甲（Pantsir-S）近程彈砲防空系統〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.youtube.com/watch?v=Alzce67HHdw>，（檢索日期：2022 年 4 月 24 日）。
- (廿九) ETtoday 新聞雲，〈39 億全燒光！俄「Pantsir-S 導彈系統」在烏克蘭境內遭大火吞噬〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.ettoday.net/news/20220302/2199520.htm>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (三十) 青年日報，〈貝卡山谷之役 重創敘軍防空武力〉，2020 年 11 月 15 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1286874&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (卅一) 上報，〈車載型劍翔反輻射無人機首登場 中科院自研武器放閃航太展〉，2019 年 8 月 21 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=69758，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (卅二) 青年日報，〈無人機縱橫納卡 重塑戰場樣貌〉，2021 年 1 月 2 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1306916&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (卅三) 軍迷天下，〈全能“制空獵手”！直擊解放軍挑戰導彈極限距離射擊 國產製導系統亮相 看紅旗-7B 現場大顯神威！「國防科工」20220224〉，https://www.youtube.com/watch?v=tKrMYIssHfU&list=PLsiiVPzAxNzU9kWl9q2-BQ-JnIlR1PXX_&index=4&t=561s，檢索日期：2022 年 3 月 12 日，研究者自行整理。
- (卅四) 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (卅五) 維基百科，〈銳鳶無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%8A%B3%E9%B3%B6%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。
- (卅六) 科技新報，〈死神登艦，通用原子開發短場起降版 MQ-9B〉，2022 年 5 月 11 日，<https://technews.tw/2022/05/11/ga-asi-is-developing-stol-version-mq-9b-reapers/>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。

作者簡介

林睦謹少校，國防大學理工學院 101 年班、電偵正規班 105 年、陸院 111 年班，曾任判讀官、分隊長，現任職於電展室。

鄭棟元中校，陸軍官校 95 年班、砲訓部正規班 202 期，曾任排長、連長、情報官、作參官、計參官，現任職於國防大學。

論任務式指揮¹

Preventing a Short Jump across a Wide Ditch: Fully Embracing Mission Command to Avoid a Multi-Domain Disaster

取材：美國《軍事評論》雙月刊，2022 年 3-4 月號
(Military Review, March-April 2022)

作者：Robert Rose 少校

譯者：劉宗翰

A short jump is certainly easier than a long one; but no one wanting to get across a wide ditch would begin by jumping half-way.

—Carl von Clausewitz

The American military risks a short jump across a wide ditch with the multi-domain operations (MDO) concept. The concept assumes an American advantage in rapid and agile decision-making due to mission command. Mission command provides the tempo and agility required to succeed in complex environments, pursue maneuver warfare, and succeed on the multi-domain battlefield. However, the Army has only partially embraced mission command. Unless the Army fully embraces mission command through organizational, doctrinal, and training changes, it could make a halfway jump into a military disaster.

「跳近一定比跳遠容易，但沒人想用只能跳一半距離的近跳來越過寬壕溝。」

— 克勞塞維茨

前言

美軍在多領域作戰構想上的處境，就如同冒著用近跳風險來跨越寬壕溝，原因在於該構想假設美軍具有任務式指揮快速與靈活的決策優勢。任務式指揮提供在複雜環境下克敵致勝、從事機動作戰，以及在多領域戰場殲敵所需的作戰節奏與靈活度。然而，美陸軍的任務式指揮只做對了一半，除非能在組織、準則及訓練層面跟著做改變，才能完全發揮任務式指揮之優勢，避免前述所說只能跳一半距離所導致的軍事災難。

In pursuing MDO, the Army assumes an advantage in mission command against peer threats. We need to challenge that assumption in Russia's case. The U.S. Army must recognize the strategic, cultural, and hierarchical pressures that inhibit such an advantage. To overcome those barriers to

¹ 本文屬於公開出版品，無版權限制。

mission command and to enable maneuver warfare, the Army should (1) clarify the vision of mission command to allow soldiers to properly conceptualize the vision; (2) strengthen unit cohesion and flatten hierarchies to produce an entrepreneurial organizational culture; (3) adopt a decision-making model based on satisficing that supports rapid and flexible decisions; and (4) conduct regular large-scale, force-on-force exercises that simulate the complexity of warfare to develop the frames of references necessary for mission command. These changes will enable the decentralized, high tempo, agile decision-making required for MDO to succeed.

在多領域作戰層面上，美陸軍假設自己在對抗實力匹敵者（俄羅斯）時具有任務式指揮的優勢，本文旨在挑戰這種既定的假設。美軍須認知阻礙這種優勢的各種戰略、文化及等級制度等壓力。為了克服這些對任務式指揮的障礙及順利遂行機動作戰，美陸軍應該做到下列幾點：一、釐清任務式指揮願景，以使官兵能正確認知該願景的構想；二、強化單位向心力並扁平化等級，以形塑單位組織文化；三、採取基於滿意度的決策模式，以協助下達快速彈性的決策；四、定期進行大規模實兵對抗演習，以利模擬戰爭的複雜環境，進而發展任務式指揮所需的參考架構。這些作為將促成分權化、高節奏及彈性決策，為多領域作戰致勝不可或缺之要素。

MDO recognizes five domains (ground, air, maritime, space, and cyber/electromagnetic spectrum). Although the United States has dominated these domains in Afghanistan and Iraq, it must prepare to operate under conditions in which future adversaries have windows of dominance in select domains. According to MDO, competitors have invested in anti-access/area denial (A2/AD) systems to provide layered standoff. This standoff could allow them to use force to create a *fait accompli*, which the joint force would struggle to penetrate at an acceptable cost and without risking escalating a limited conflict to a general war. U.S. Army Training and Doctrine Command Pamphlet (TP) 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028*, states that “Army forces penetrate and dis-integrate A2/AD systems and exploit the resultant freedom of maneuver to achieve strategic objectives (win) and force a return to competition on favorable terms.”¹ In order to penetrate A2/AD systems, Field Manual (FM) 3-0, Operations, explains that the Army will exploit weak points and seize positions of relative advantage through maneuver warfare.²

任務式指揮與作戰之連結

多領域作戰界定美軍將面對五個作戰領域（陸、海、空、太空、網路）。¹¹雖然美國在阿富汗與伊拉克戰場主宰這些作戰領域，但須未雨綢繆未來敵人將在特定領域握有主導權的情況。在多領域作戰的想定下，競爭之敵致力於建立「反介入/區域拒止」體系，以形塑多層對峙態勢，這種態勢將使敵能運用兵力營造一個既定的控制區域，迫使美軍不敢輕舉妄動進行突圍，也不敢冒險將有限衝突升級為全面戰爭。美陸軍訓練與準則司令部頒布的編號 525-3-1：《2028 年美陸軍多領域作戰》手冊指出，陸軍部隊須突穿並瓦解敵「反介入/區域拒止」體系，同時利用從中開創的行動自由來達成戰略目標（致勝），進而讓自身重返有利的競爭條件。¹第 3-0 號：《作戰》野戰教則指出，為了突穿「反介入/區域拒止」體系，美陸軍須善用敵弱點並在機動作戰時奪取相對有利位置。²

Maneuver warfare seeks systemic disruption. In 1989, the Marine Corps Doctrinal Publication (MCDP) 1, *Warfighting*, provided the most succinct definition of maneuver warfare: “A warfighting philosophy that seeks to shatter the enemy’s cohesion through a series of rapid, violent, and unexpected actions which create a turbulent and rapidly deteriorating situation with which he cannot cope.”³ It repeatedly out-decides the enemy and exploits opportunities until they are in such chaos that they cease to provide effective resistance.

機動作戰旨在尋求系統性破壞。美陸戰隊準則出版品第 1 號：《戰鬥》，提供最簡明關於機動作戰的定義：戰鬥的哲學旨在破壞敵凝聚力，作法是透過一連串快速、暴力及不預期行動，開創一個敵無法處置的混亂且急速惡化情勢。」³其反覆向敵發動攻勢並利用可趁之機，直至敵陷入混亂且無法做出有效的反抗為止。

B. H. Liddell Hart described maneuver warfare as water overcoming an obstacle: the water does not approach the obstacle with a centralized plan. It tests it at countless points until it finds weaknesses then rushes in to create

¹¹ 美國國防部雖然尚未將電磁頻譜列為第六個作戰領域之一，但多數學者都將之列為第六個作戰領域做探討。
¹ U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) Pamphlet (TP) 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028* (Fort Eustis, VA: TRADOC, February 2020), 17, accessed 2 Jul y 2021, <https://adminpubs.tradoc.army.mil/pamphlets/TP525-3-1.pdf>.
² Field Manual (FM) 3-0, *Operations* (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office [GPO], 6 December 2017), 1-80, accessed 2 July 2021, https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/ARN6687_FM%203-0%20C1%20Inc%20FINAL%20WEB.pdf.
³ U.S. Marine Corps Doctrinal Publication (MCDP) 1, *Warfighting* (Washington, DC: Headquarters, U.S. Marine Corps, 1989), 59.

and exploit breakthroughs.⁴ Edward Luttwak explained that “the whole operation rests on the ceaseless maintenance of momentum,” which becomes supreme during the breakthrough phase.⁵ If momentum is lost, the enemy can plug his gaps and encircle vulnerable units that have broken through.

李德·哈特將機動作戰描述為如同水克服障礙物一樣：水不會以集中匯流方式接近障礙物，水會在障礙物的無數點上做測試直至發現弱點，然後闖入突破口並開創有利態勢。⁴至於愛德華·魯瓦克的見解為，「在作戰全程中須不斷保持一鼓作氣的氣勢，尤其是在突破階段時是最重要的。」⁵若一旦喪失氣勢，敵就可以防堵自身的缺口，接著包圍已遭突破的弱勢單位。

Achieving this tempo requires commanders to empower subordinates to act with disciplined initiative through mission command. Low-level leaders can more quickly understand the situation at their level and exploit opportunities than senior leaders. William Lind argued that “only a decentralized military can have a fast OODA [observe, orient, decide, act] Loop.”⁶ A force that more rapidly cycles through OODA loops than an enemy will cause its foe to lose cohesion and collapse. By making decisions more quickly than the enemy can react, this form of decision-making can exploit enemy vulnerabilities that arise from the natural friction of warfare faster than enemies can fix them.

若要達成這種作戰節奏，指揮官須將權力下放給部屬，並以任務式指揮要領執行有紀律的主動作為。基層部隊長因位處一線，將比高層指揮官更快速理解情勢且更容易掌握可趁之機。威廉·林德認為，「只有分權化軍事體制，才能有快速的『觀察、指導、決心、執行』(OODA)決策循環。」⁶一支有更快OODA決策循環的軍隊，將能打擊敵凝聚力並使之潰敗，若能比敵人更快下達決策不僅可以藉此發動反擊，還可以用這種方式來打擊敵來不及修復戰爭摩擦所產生的弱點。

The concepts of OODA loop cycling and maneuver warfare provide a solution against modern adversaries. Our adversaries are complex and adaptive, and they possess the resiliency to react to our actions in difficult-to-predict, asymmetric ways. Centralized solutions cannot overcome

⁴ B. H. Liddell Hart, “The ‘Man-in-the-Dark’ Theory of Infantry Tactics and the ‘Expanding Torrent System of Attack,’” *Royal United Services Institution Journal* 66, no. 461 (February 1921): 13, <https://doi.org/10.1080/03071842109421930>.

⁵ Edward N. Luttwak, “The Operational Level of War,” *International Security* 5, no. 3 (Winter 1980-1981): 20, <https://doi.org/10.2307/2538420>.

⁶ William S. Lind, *Maneuver Warfare Handbook* (Boulder, CO: Westview Press, 1985), 4–6.

such adversaries except through overwhelming attrition. OODA loop cycling and maneuver warfare can achieve a level of systemic disruption to overcome our adversaries' resiliency at an acceptable cost. MDO attempts to pursue this theory of victory, but we must maintain a higher tempo of operations than our adversaries for this theory to succeed.

OODA 決策循環與機動作戰之構想是對付現代化敵人的解決方案之一。當前敵人的特性是複雜且具適應力，同時具有韌性並能以難以預測、不對稱方式來因應我方行動，因此集權化作戰方案須配合壓倒性消耗戰法，否則無法戰勝這種敵人，至於 OODA 決策循環與機動作戰則可以在合理成本下對敵造成一定程度的系統性破壞。多領域作戰試圖尋求這種勝利理論，所以我們要做的是維持比敵更快的作戰節奏，才能成功實現該理論。

MDO assumes the American military can decide at a more rapid tempo than its adversaries. Gen. David Perkins, the former commander of U.S. Army Training and Doctrine Command, called maneuver warfare our “ace in the hole” against adversaries such as Russia that take an attritional approach to warfare.⁷ Perkins claimed that we should pursue maneuver warfare, because the “enemy does not have that agility, does not empower subordinates to do that.”⁸ TP 525-3-1 similarly assumes that Russia “organizes and operates forces through highly centralized command and control structures that have difficulty adapting to rapid tactical changes or complexity.”⁹

多領域作戰的有利假定是美軍能比敵更快下達決策。前美陸軍訓練暨準則司令部司令大衛·柏金斯上將表示：「機動作戰是美軍手上的『王牌』，尤其可以用來對付像俄羅斯這種採取消耗戰法的敵手。」⁷柏金斯將軍認為美軍應從事機動作戰，原因在於「敵人不具備彈性，而且在作戰時也不將權力下放給部屬。」⁸編號 525-3-1 多領域作戰手冊就假定俄羅斯是上述情況，其為經由高度集權的指管來調派軍隊，這種方式難以適應快速戰術變化與環境複雜性。⁹

These are dangerous assumptions. Robert Leonhard warned that overconfidence in maneuver warfare could prove disastrous if “the U.S. is engaged with a better rival [than Iraq] ... that is capable of showing initiative

⁷ GEN Perkins Explains #MultiDomainBattle, March 27, 2017, YouTube video, posted by “US Army TRADOC,” 27 March 2017, accessed 2 July 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=sHAOpmg3mtg>.

⁸ LANPAC Symposium 2017: GEN Perkins Keynote Address on Multi-Domain Battle, YouTube video, posted by “US Army TRADOC,” 31 May 2017, accessed 2 July 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=X1QghhZbqA8>.

⁹ TP 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028*, 14.

in every echelon of command.”¹⁰ If America was to attempt high-risk maneuver warfare against an enemy that operates at quicker tempo, it would risk disaster.

另外有一些對美軍不利的假定，如美國軍事理論家羅伯特·李奧納多警告道：「一旦美軍對上一個較厲害之敵（不像伊拉克），其若能在各個指揮梯隊遂行主動作戰，則將證明過度自信於機動作戰能力將是一場災難。」¹⁰若美國對敵人採取高風險的機動作戰，只要敵具備更快的作戰節奏，就無法排除面臨一場災難發生可能性。

Gen. Mark Milley voiced concerns over the Army's decision-making: “I think we're over-centralized, overly bureaucratic, and overly risk-averse—which is the opposite of what we're going to need.”¹¹ He observed a trend in America's way of war. The Army has tended toward centralization and attritional warfare rather than decentralization and maneuver warfare. It never fully embraced mission command.

時任美陸軍參謀長馬克·密利上將（現為參謀首長聯席會議主席）也對陸軍的決策表示擔憂：「我認為陸軍部隊過於集權化、過度官僚主義、過度講求規避風險，反而與我們所需要的背道而馳。」¹¹他提出自身觀察美國作戰方式的趨勢，陸軍部隊傾向集權化與消耗戰的戰法，而不是分權化與機動作戰的戰法，如此一來，將永遠不可能真正實踐任務式指揮。

The Army first codified mission command and maneuver warfare under Air-Land Battle doctrine. Gen. Donn Starry produced the Air-Land Battle concept in 1982. The concept owed much to Prussia's *Auftragstaktik* (mission type tactics), which was translated into “mission command.” Air-Land Battle introduced the operational level of war and revolved around four tenets: initiative, depth of operations, agility, and synchronization.

美陸軍率先在「空地作戰」準則架構下編纂任務式指揮與機動作戰，而「空地作戰」為唐恩·斯達里上將（1977-1981 年任陸軍訓練暨準則司令部司令）在 1982 年時所提出的作戰構想，該構想主要汲取普魯士的「任務式戰術」，後來將之轉譯成「任務式指揮」。「空地作戰」除了導入戰爭的作戰層級（戰略、作戰、戰術）外，也圍繞著四個要旨：主動作為、作戰縱深、靈活、同步性。

¹⁰ Robert Leonhard, *The Art of Maneuver: Maneuver Warfare Theory and AirLand Battle* (Novato, CA: Presidio, 1991), 270.

¹¹ David Barno and Nora Bensahel, “Three Things the Army Chief of Staff Wants You to Know,” *War on the Rocks*, 23 May 2017, accessed 2 July 2021, <https://warontherocks.com/2017/05/three-things-the-army-chief-of-staff-wants-you-to-know/>.

However, when Col. John Boyd, the father of the OODA loop, met the writers of the doctrine, he complained that *synchronization* was antithetical to maneuver warfare. He argued that *synchronization* means evening up the front line and waiting for slower units. “An army that relies on synchronization is not an army that practices maneuver warfare ... This idea of synchronization will ruin the Army.”¹²

然而，OODA 決策循環的提出者約翰·博伊德上校在遇見撰寫準則的人時抱怨道，同步性與機動作戰兩者是對立的，他認為「同步性好比是晚上時在前線起床等較慢的部隊，依靠同步性的軍隊實則無法實行機動作戰……這種同步性的理念會毀了陸軍。」¹²

MDO continues the chorus of synchronization. TP 525-3-1 tries to avoid using the word “synchronize” (only six occurrences) but delves deeply into the thesaurus to repeatedly use synonyms such as “integrate” (seventy-three occurrences), “converge” (ninety-four occurrences), “federate” (three occurrences), and “synergy” (twenty-three occurrences).¹³ The pamphlet begrudgingly accepts the trade-off between tempo and synchronization: “Commanders will invariably accept less-than-perfect multi-domain synchronization in order to maintain a higher tempo.”¹⁴ Leonhard’s criticism of AirLand Battle could apply to MDO: “The developers of AirLand Battle flirted with maneuver but have been unable to shake off American military traditions of the past ... the irresistible song of technology, fire, and mass destruction continue to lure American thought back to the battle calculus of attrition.”¹⁵ To understand America’s difficulty in adopting mission command and maneuver warfare, it is important to identify the mechanisms that gave rise to these concepts in the Prussian army.

多領域作戰雖然持續認同同步性理念，但編號 525-3-1 多領域作戰手冊卻試著避免使用「同步化」乙詞（僅出現 6 次），而且在深入研究內文後發現，一再使用同義詞諸如「整合」（出現 73 次）、「聚合」（出現 94 次）、結盟（出現 3 次）、協同（出現 23 次）。¹³這意味著該手冊勉強接受作戰節奏與同步性之間的替換：指揮官為了維持更高的作戰節奏，仍將接受不太完美的多領域同步性理

¹² Robert Coram, *Boyd: The Fighter Pilot Who Changed the Art of War* (New York: Little, Brown, 2002), 371.

¹³ TP 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028*, C-7.

念。¹⁴羅伯特·李奧納多對「空地作戰」的批評可能適用於多領域作戰：「『空地作戰』的發展者曾思考機動作戰問題，但卻一直無法撼動美軍過去的傳統……但因為科技、火力及大規模毀滅等無法抗拒的因素，持續吸引著美軍思維又回到消耗戰鬥的算計上。」¹⁵為了理解美軍在運用任務式指揮與機動作戰上所遭遇的困難，重要的是須回源頭找出這些機制在普魯士軍隊所產生的構想。

Prussia's Adoption of Auftragstaktik

普魯士的任務式戰術

Prussia's geopolitical position provided the impetus for maneuver warfare. Prussia was economically weak and vulnerably located in the center of Europe. It needed to pursue wars that were *kurtz und vives* (short and lively).¹⁶ If its adversaries could concentrate their resources on Prussia, they could overwhelm it in a war of attrition. This threat provided the impetus for *Bewegungskrieg* (maneuver warfare), which was enabled by “an army with a high level of battlefield aggression, an officer corps that tended to launch attacks no matter what the odds, and a flexible system of command that left a great deal of initiative, sometimes too much, in the hands of lower-ranking commanders.”¹⁷

普魯士的地緣政治位置成為機動作戰的主要推力，其經濟衰弱並位處於中歐的不利位置，所以需要既短暫又活躍的作戰模式。¹⁶如果敵人能將其資源集中在普魯士，則對方就能在消耗戰中獲勝，這種威脅促成機動作戰的出現，也就是一支具高程度戰場侵略性的軍隊、一個軍官團無論成功機率多少都傾向發動攻擊，以及一個彈性的指揮系統讓基層部隊長有充分主動性可以放手去做（甚至有時不小心下放過多權力）。¹⁷

Field Marshal Helmuth von Moltke the Elder codified the concepts that became Auftragstaktik. He had a Clausewitzian understanding of war as the interplay of chance, friction, and the fog of war. Since no plan survives first contact with the enemy, as Moltke reputedly said, he put a premium on flexibility. Strategy was a “system of expedients.”¹⁸ He emphasized decentralized and rapid decisions. Victory depended on the ability of subordinates to identify and exploit fleeting opportunities for the benefit of the strategic objective. He prepared the army to take advantage of these chances

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Leonhard, *The Art of Maneuver*, 186.

¹⁶ Robert Citino, *The German Way of War* (Lawrence, KS: University Press of Kansas, 2005), xiii.

¹⁷ Ibid., xiv.

with minimal guidance. During the Franco-Prussian War he “had no firm plan for his operation against France. He never had one for any of his campaigns.”¹⁹ No one had the foresight to plan the events that led to the decisive Prussian victories over Austria at Königgrätz or the French at Sedan. Both battles came about through aggressive, independent action by subordinate commanders.

德國陸軍赫爾穆特·馮·毛奇元帥（俗稱老毛奇）將上述想法編纂成「任務式戰術」。他與克勞塞維茨一樣知悉戰爭，像是時機的相互影響、戰爭摩擦及戰爭迷霧等。由於作戰計畫與敵首次接觸後便會失去效用，老毛奇表示他會將彈性擺在第一位，至於戰略則視為一個「權宜的系統解決方案」，¹⁸應著重於分權與快速的決策。勝利取決於基層單位是否能掌握消縱即逝的機會，以達成所望之戰略目標，因此老毛奇對軍隊的作法是下達最少指導，讓各單位能自行掌握戰場契機。在普法戰爭期間，老毛奇在對付法國時並沒有一套固定的作戰計畫，而且在他從事的各場戰役中也不會只有一種計畫。¹⁹可惜的是，後人沒能理解該作法是兩場戰爭勝利的決定性因素，一場是普奧戰爭中的克尼雷格茨戰役，另一場是普法戰爭中的色當戰役，因為獲勝關鍵都是靠基層部隊長大膽、獨立的行動。

Prussia enabled Auftragstaktik through a flattened hierarchy amongst officers. The state was founded on a compact between the monarch and aristocrats who maintained near sovereignty over their fiefs and dominated the officer corps. Acknowledging their independence in battle was not only effective decision-making but part of the Prussian social contract. It would have been unseemly to micromanage an aristocrat even though he was serving as a subordinate.²⁰ Prussian officers celebrated stories of subordinates defying their commanders to act with their own initiative. As Prince Frederick Charles admonished an officer, “His majesty made you a major because he believed you would know when not to follow orders.”²¹

普魯士在「任務式戰術」的作法是扁平化軍官之間的層級制度，國家是建立在君主與貴族之間的緊密關係基礎之上，他們也幾乎掌握封地主權與軍官團主導權。君主與貴族由於在戰鬥中具獨立性，所以能造就有效的決策，況且這也是普國社會契約之一環。即使是貴族擔任下屬，也不會對其採微觀管理模式。

¹⁸ Eitan Shamir, *Transforming Command: The Pursuit of Mission Command in the U.S., British, and Israeli Armies* (Stanford, CA: Stanford Security Studies, 2011), 37.

¹⁹ Citino, *The German Way of War*, 174.

²⁰普魯士軍官會讚許下屬為了搶佔主動先機而違抗其指揮官的事蹟。誠如菲特烈·卡爾告誡一名軍官：「陛下晉任你為少校，是因為他相信你知道何時該不服從命令。」²¹

The Difficulty of Translating Auftragstaktik into Mission Command

任務式戰術轉化為任務式指揮的難處

America has faced challenges adopting Prussia's model. The United States has a strategic culture that promotes risk aversion during wars. The oceans provide safety while America's industrial base ensures that time is in its favor. These advantages allow America to build up overwhelming combat power to win wars. With a few notable exceptions, often from periods of relative power equivalence such as Winfield Scott in Mexico, Ulysses S. Grant at Vicksburg, or Douglas MacArthur in Korea, America has followed an approach to war that emphasizes attrition over maneuver. As with Dwight Eisenhower's broad front strategy, the attritional approach relies on synchronizing combat power to efficiently and dependably grind down opponents rather than achieving the tempo necessary to exploit the opportunities that lead to an enemy's systemic disruption. This approach emphasizes risk mitigation and control over risk tolerance and subordinate initiative.

美軍已面臨在採用普魯式模式的挑戰，因為美國在戰爭期間往往採取規避風險的戰略文化。美國周邊海洋為其工業基地提供屏障，確保擁有作戰的時間優勢，這些優勢讓美國得以建立克敵致勝的壓倒性戰力。有一些明顯例外案例為美國強調消耗戰而非機動戰的戰法，這種情況往往來自敵我雙方勢均力敵的時期，諸如溫菲爾德·史考特將軍進攻墨西哥、尤利西斯·格蘭特將軍的維克斯堡攻城戰、道格拉斯·麥克阿瑟將軍的韓戰。至於德懷特·艾森豪將軍（後來成為美國總統）的「廣域前線戰略」^{III}也是採取消耗戰方式，主要是靠統合戰鬥兵力以有效擊敗敵人，而不是搶取先機以達成必要的作戰節奏並造成敵軍的整體破壞。這種作戰方式強調減少風險，以及須管控風險容忍程度和控制下屬的主動作為。

Recent operations have reinforced the Army's risk aversion. Ideally,

²⁰ Ibid., 32.

²¹ Trevor N. Dupuy, *A Genius for War: The German Army and General Staff, 1807-1945* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice, 1977), 116.

^{III} 1944年9月，艾森豪將軍在向德軍心臟地帶發起最後一波攻勢之前，將部隊集結於從北海至瑞士的整個西部前線地帶，也就是為人所知的「廣域前線戰略」(Broad-front Strategy)。

mission command would flourish in counterinsurgency, which should be driven by small-unit operations. Mission command allows low-level leaders the initiative to adapt to the unique situations in each of their areas of operation. Britain controlled its empire through an extreme version of decentralized control that was more akin to “umpiring.”²² However, with success so difficult to measure in Afghanistan and Iraq, commanders veered toward risk aversion. Commanders feared casualties and the “strategic corporal” whose tactical mistakes could have strategic impacts. They emphasized restrictive rules of engagement, constant oversight, and Byzantine approval processes. These methods were the antithesis of mission command.

近期作戰行動已凸顯美陸軍的風險規避心態。理想上，任務式指揮適用於反叛亂行動，因為該任務的執行方式為小部隊作戰。任務式指揮讓基層部隊長有主導權來因應在其作戰區域所發生的特殊情況。至於英國則是透過類似於「自我判斷」的極端分權控制方式來控制其帝國。²²然而，由於在阿富汗與伊拉克戰場中難以界定任務成功與否，指揮官多偏向風險規避作法，因為他們害怕造成傷亡，以及「戰略下士」^{iv}若犯下戰術錯誤可能造成戰略影響；鑒此，指揮官強調限制性的交戰規則、持續性管控，以及拜占庭式的軍事授權程序，這些方式都與任務式指揮背道而馳。

American military culture further hinders mission command by a tendency toward technophilia. It assumes technology can pierce through the fog of war. Robert Bateman expected that our improved communications capabilities would signal the “Death of Auftragstaktik.”²³ In the 1990s, the Revolution in Military Affairs (RMA) played into the “technological optimism that has historically animated U.S. defense planning.”²⁴ It engendered visions of a mystical silver bullet that would eliminate Clausewitz’s “fog of war” and allow for quick, decisive victory. Even with the obvious limitations of the RMA, technophilia has found a new lease with endless discussion of technological offsets and “decision dominance.”

美軍文化中因存在科技狂熱傾向進而阻礙了任務式指揮，原因在於認為科技可以解決戰爭迷霧的問題。羅伯特·貝特曼認為我們改良後的通信能力，將

²² Shamir, *Transforming Command*, 71.

^{iv} 「戰略下士」(Strategic Corporal)為基層初階軍、士官之統稱，這群人不僅具有武裝專業技術，還接受上級的作戰授權，而且其判斷、決策和行動將具有戰略和政治意涵，甚至會影響到特定任務和國家聲譽。

意味著「『任務式戰術』的滅亡」。²³在 1990 年代，由於軍事事務革新「引起了科技樂觀主義的心態，並在歷史上推動美國的國防規劃。」²⁴科技也使人產生神秘的「銀色子彈」^v願景，將可以用來消除克勞塞維茨的「戰爭迷霧」，可望成功達成速戰速決。即使是軍事事務革新有明顯的侷限性，但科技狂熱者也找出新途徑，無止盡地討論科技抵銷與「決策主導」議題。

“Decision dominance” provides utopian visions of perfectly connected sensors feeding into artificial intelligence (AI) to provide omnipotent understanding for commanders. It reinforces centralization and synchronization. This latest concept ignores the real world friction that prevents systems from talking even in highly regulated warfighter exercises in which simulations replace real sensors.

「決策主導」提供感測器能與人工智慧完美連結的烏托邦願景，藉此讓指揮官得以掌控全般狀況，同時也強化了集權化與同步化能力；然而，這個最新構想忽略了真實世界的摩擦，意即儘管在高空管的作戰演習中模擬真實感測器的運作情況，系統的發言權也會受到阻礙。

“Decision dominance” also puts unfound faith in AI. Current machine learning excels at developing algorithms to play games such as Go. Go provides perfect information, limited options, and millions of replays. When problems become less structured, AI fails. After high expectations and billions of miles analyzed, driverless cars have hit a roadblock and occasionally pedestrians. The founder of a failed self-driving vehicle company explained, “Supervised machine learning doesn’t live up to the hype. It isn’t actual artificial intelligence akin to C-3PO. It is a sophisticated pattern-matching tool.”²⁵ While useful for certain problem sets, modern machine learning is unsuited for decision-making in the fog and friction of war, which provides a data set of zero, novel situations, and an enemy who will actively deceive algorithms. If the Army’s investment in AI produces an operational system, opaque algorithms will freeze commanders, as their decision-making will be dominated by untrustworthy and untestable inputs.

²³ Robert Bateman, “Force XXI and the Death of Auftragstaktik,” *Armor* 105, no. 1 (January-February 1996): 16–20, accessed 2 July 2021, https://www.benning.army.mil/armor/eARMOR/content/issues/1996/JAN_FEB/ArmorJanuaryFebruary1996web.pdf.

²⁴ Thomas G. Mahnken, *Technology and the American Way of War since 1945* (New York: Columbia University Press, 2008), 6.

^v 「銀色子彈」(Silver Bullet) 比喻強而有力、一勞永逸地適應各種場合的解決方案。

「決策主導」也讓人對人工智慧抱持深度信心。當前機器學習的演算法較厲害方面是從事下棋遊戲，像是阿法狗人工智慧圍棋軟體就具備完整資訊、有限選項，以及數百萬次重覆比賽能力。不過，當問題變得不那麼結構化時，人工智慧就派不上用場了。即使在高期望值與數十億英哩分析的基礎下，自動駕駛汽車還是會撞上路障，甚至有可能是行人。一家倒閉的自駕車公司創辦人說道，監督式機器學習不可能像宣傳所說的那麼厲害，它並不是像電影《星際大戰》中 C-3PO 機器人的那種人工智慧，只是一種複雜的模式匹配工具。²⁵現代機器學習適用於特定的問題集，但並不適用在迷霧中的決策與戰爭摩擦（資料集內無相關參數、以前未遇過的全新情況），況且敵人還會積極欺騙演算法。如果美陸軍投資用於作戰系統的人工智慧，則不透明的演算法將使指揮官處處制肘，同時渠等決策將受不可信與未經驗證的輸入資訊所左右。

Decentralized Decision-Making in Russia

俄羅斯的分權化決策

While technology, recent operations, and culture have served to hinder America's adoption of mission command, the Russian military has trended toward a decentralized, rapid, and flexible system of decision-making. This system emerged through Russia's geopolitical vulnerability, strategic culture, and military reforms. From the time of Red Army Chief of Staff Mikhail Tukhachevskii's reflections on the Russian Civil War, Russian theorists have understood the importance of the operational level of war, the need for the disruption of continual, uninterrupted strikes, and the "operational shock" of maneuver warfare.²⁶ More recently, based on lessons from the 2008 Georgian War, the New Look Reforms have supported maneuver warfare by professionalizing Russia's force, training rapid decision-making, and decentralizing capabilities. Russia has tested these concepts in Ukraine and Syria.

科技、近期作戰行動及文化已經成為美軍採取任務式指揮的阻礙，反觀俄軍已轉向分權、快速及彈性的決策體系。該體系是透過俄國地緣政治脆弱性、戰略文化及軍事改革而產生。從紅軍時期的總參謀長米哈伊爾·圖哈切夫斯基反思蘇聯內戰開始，那時候的理論家就已經理解戰爭的作戰層級之重要性、需

²⁵ "Road Block: Driverless Cars Illustrate the Limits of Today's AI," *The Economist* (website), 11 June 2020, accessed 2 July 2021, <https://www.economist.com/technology-quarterly/2020/06/11/driverless-cars-show-the-limits-of-todays-ai>.

要瓦解持續不間斷的攻勢，以及機動作戰所帶來的「作戰震撼」。²⁶近期，根據2008年喬治亞戰爭的經驗教訓，「新展望改革」藉由讓俄軍部隊專業化、訓練快速決策和分權化能力等來強化機動作戰，同時俄軍也在烏克蘭和敘利亞驗證這些新構想。

Russia shares Prussia's sense of strategic vulnerability. Russia cannot win an attritional war against NATO or China. It needs to pursue a form of warfare that exploits weakness and achieves rapid victories. The Chief of the General Staff, Valery Gerasimov, calls this "21st Century Blitzkrieg."²⁷ To stand a chance against the West, Russia must act fast to achieve a *fait accompli*.

俄國也與普魯士的戰略脆弱性相同，其無法跟北約或中共打消耗戰，必須追求一種攻敵弱點並速戰速決的戰法，現任俄國總參謀長瓦列里·格拉西莫夫稱之為「21世紀閃擊戰」。²⁷為了有效應對西方國家，俄軍必須採取迅速行動，以營造既成事實的局面。

Instead of waiting for a synchronized strategy, Russian decision-makers pursue a strategy of tactics guided by a shared vision. Much as Moltke explained that strategy is a "system of expedients," Russian strategic culture emphasizes flexible tactics adapted toward the current situation. Michael Kofman explains that Russian leaders pursue a strategy common to successful business startups. "The hallmarks of this approach are fail fast, fail cheap, and adjust. It is principally Darwinian, prizing adaptation over a structured strategy."²⁸ Without a structured strategy, Russian decision-makers can rapidly adapt, exploit success, and abandon failures. "Moscow can fail and try again comfortably within a single U.S. decision-making cycle."²⁹

與其坐等統合式戰略出現，俄軍決策者追求一個以共同願景為戰術指導的戰術。正如老毛奇的解釋，戰略是「一套權宜之計的系統」，俄軍的戰略文化強調順應當前情勢而採取彈性戰術。麥克·科夫曼解釋說，俄軍領導人奉行成功創業企業的共同策略，「這種方法的特色是失敗快速、失敗代價不高及調整作法，其主要是達爾文式，強調適應而不是結構式戰略。」²⁸由於沒有結構式戰略，俄

²⁶ Shimon Naveh, *In Pursuit of Military Excellence* (London: Frank Cass, 2004), 10–11.

²⁷ Steve Covington, *The Culture of Strategic Thought behind Russia's Modern Approaches to Warfare* (Cambridge, MA: Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, October 2016), 22, accessed 21 July 2021, <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/Culture%20of%20Strategic%20Thought%203.pdf>.

²⁸ Michael Kofman, "The Moscow School of Hard Knocks: Key Pillars of Russian Security Strategy," *War on the Rocks*, 17 January 2017, accessed 2 July 2021, <https://warontherocks.com/2017/01/the-moscow-school-of-hard-knocks-key-pillars-of-russian-strategy/>.

軍決策者得以迅速行動、掌握先機，以及不畏失敗，即使俄軍失敗了，也會再度嘗試挑戰美軍的決策圈。²⁹

The Russian military desires a quicker decision-making process than potential adversaries. Since Soviet days, Russian commanders have used a form of doctrinal template to provide a rapid framework for quick decisions. Russia generously estimates NATO forces require eight hours to produce a brigade-level plan. The Russian military aims to out-decide NATO by reducing its planning process to under six hours.³⁰ It is reforming staff systems to increase decision speed. With this rapid decision-making process, Russia hopes to gain and maintain an advantage in the decisive “initial period of war.”³¹

俄軍想要的是比未來之敵有更快的決策過程。從蘇聯時代以來，俄軍指揮官就使用某種準則的範式，以提供快速下達決策所需的應急架構。俄軍寬估北約需要八小時來執行旅級兵力集結計畫，因此要面對北約的挑戰須將其計畫程序時間減少至六小時內，³⁰而且為了增加決策速度，就需要改革參謀作業體系。在快速決策過程的基礎下，俄軍可望在關鍵的「戰爭初期」獲得並維持優勢。³¹

Russia further improved the decision-making processes of its military with investments in leadership development and training. The New Look Reforms professionalized the army. By 2015, the number of contract soldiers exceeded the number of conscripts.³² Russia concentrated contract soldiers in a few formations to create a core of units with high levels of combat readiness. These professional soldiers provide initiative at the lowest levels.

俄軍也進一步在領導人培育與訓練的決策程序上做投資，「新展望改革」是為了建構一支專業化軍隊，在 2015 年時，簽約士兵（僱傭兵或職業軍人）在數量上已超過徵兵兵源。³²俄軍將簽約士兵集中於某些編隊中，以建立具有高戰備水準的核心單位，這些職業士兵在基層可望帶動主動作為的風氣。

Russia emphasizes that subordinate leaders must be comfortable planning without orders from higher as enemy cyberattacks and electronic

²⁹ Ibid.

³⁰ Lester Grau and Charles Bartles, *The Russian War of War: Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces* (Fort Leavenworth, KS: U.S. Army Foreign Military Studies Office, 2016), 57, accessed 21 July 2021, <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/Hot%20Spots/Documents/Russia/2017-07-The-Russian-Way-of-War-Grau-Bartles.pdf>.

³¹ Sergei G. Chekinov and Sergey A. Bogadnov, “Initial Periods of War and Their Impact on a Country's Preparation for Future War,” *Voennaya Mysl* [Military Thought], no. 11 (2012).

³² Grau and Bartles, *The Russian War of War*, 6.

warfare will disrupt communication. Russian military leadership has called for decentralized management of the battlefield: “Tactical commanders need the authority and initiative to conduct battles in order to meet rapidly developing and changing situations in an effective and timely manner.”³³ To provide tactical commanders with that authority, Russia decentralized cyber and electronic warfare capabilities. Russian ground forces have dedicated cyber and electronic warfare assets at the brigade, battalion, and sometimes company level. Russia leaders across echelons practice rapid decision-making in snap exercises that dwarf Western training events.

俄軍強調基層部隊長須不待命令從事規劃，以因應敵網攻或電子戰所造成的通信中斷。俄軍領導階層要求在戰場上從事分權管理：「為了及時和有效因應瞬息萬變的戰場情勢，戰術指揮官須獲得授權並得以從事戰鬥的主動作為。」³³ 為了授權予戰術指揮官，俄軍將網路與電子戰能力分權化，所以地面部隊在旅、營甚至有時在連級，都有各自專門的網路與電子戰裝備。俄軍各梯隊的部隊長在一系列無預警演習中實行快速決策模式，這讓西方國家的訓練科目相形見拙。

Crimea proved the value in rapid and decentralized decision-making. As the Ukrainian government fell into disarray, Russia had no concrete plan to seize Crimea. Vladimir Putin instructed Defense Minister Sergei Shoigu to create a contingency plan. On the night of 26 February 2014, Russia's Crimean garrison and some paratroopers began seizing government buildings with minimal guidance.³⁴ Soon the rest of Russia's networked system of power began arriving in Ukraine. On 28 February, veterans of Afghanistan and Chechnya, athletes, motorcycle clubs, and patriotic groups flew into Crimea to agitate for independence.³⁵ Russia's rapid actions made it impossible for Kyiv to plan and implement any effective countermeasures.³⁶

克里米亞事件案例凸顯快速分權決策的價值。當烏克蘭政府陷入混亂之際，俄羅斯並沒有奪取烏克蘭的具體計畫，普丁指示國防部長謝爾蓋·紹伊古建立一項應急計畫。2014年2月26日晚間，俄國在克里米亞的駐軍和一些傘兵，以最少作戰指導方式奪取政府大樓。³⁴不久後，俄國的網狀組織力量開始介入烏克蘭，於是在2月28日，阿富汗和車臣的退伍軍人、運動員、摩托車俱樂部成

³³ Ibid., 51.

³⁴ Mikhail Zygar, *All the Kremlin's Men: Inside the Court of Vladimir Putin* (New York: PublicAffairs, 2016), 276.

員和愛國團體搭機前往克里米亞，這些人主要目的是鼓吹獨立。³⁵俄國的快速行動讓基輔無法有效規劃並執行反制措施。³⁶

By early April, armed groups emerged in the Donbass and proclaimed the Lugansk and Donetsk People's Republics. A key actor in these initial days was Igor Strelkov. Though a retired colonel, there is scant evidence that Putin ever directly ordered Strelkov and his compatriots to the Donbass. Using his own initiative, Strelkov identified Slavyansk as a city vulnerable to his fifty-two supporters and seized it.³⁷ His initial success led to the creation of the Luhansk and Donetsk People's Republics.

到了 4 月初，武裝團體出現在烏東的頓巴斯地區，並將區域內的盧甘斯克州與頓內茨克州冠上人民共和國的稱號。在行動初期，其中有一位關鍵人物退役上校伊戈爾·斯特列爾科夫，但當時並無證據表明普丁直接命令他與其同袍前往頓巴斯地區。斯特列爾科夫發揮主動作為精神，確認斯拉夫揚斯克（頓內茨克州內的城市）是一個容易受到 52 位支持者影響的弱點城市，並對其實施佔領。³⁷由於他初期的成功，建立了盧甘斯克與頓內茨克人民共和國的稱號。

By August 2014, Ukrainian forces threatened to cut the republics in half. Russia rapidly responded. It poured regular units into Ukraine. Ukrainian officials were dumbstruck. Prime Minister Victor Poroshenko took four days to publicly acknowledge the offensive. Before Ukrainian decision-makers could act, Russian forces surrounded several hundred Ukrainian soldiers in Ilovaisk. The Ukrainian commander understood that the Russians were cutting off his only escape route, but he could not obtain permission from his superiors in Kiev to withdraw.³⁸ Russia's rapid actions and Ukraine's slow response would leave hundreds of Ukrainian troops dead. America must recognize the progress Russia has made or risk one of its brigades suffering a similar fate.

到了 2014 年 8 月，烏克蘭軍隊威脅要拿下這兩個人民共和國，俄國聽聞後便迅速採取行動，將正規軍引進烏國境內，烏國官方震驚的無所適從，當時烏國首相維克多·波洛申科花了四天才向外坦承遭到入侵。在烏國決策系統啟動之前，俄軍早已在伊洛瓦伊斯克包圍數百名烏國士兵，雖然烏國指揮官知道俄軍將切斷其唯一撤退路線，但卻遲遲未能獲得基輔高層允許撤退的命令。³⁸俄軍

³⁵ Ibid., 276–79.

³⁶ Mikhail Barabanov, "Testing a 'New Look,'" *Russia in Global Affairs*, no. 4 (October-December 2014), accessed 2 July 2021, <https://eng.globalaffairs.ru/articles/testing-a-new-look/>.

³⁷ Ibid.

³⁸ Lucian Kim, "The Battle of Ilovaisk: Details of a Massacre Inside Rebel Held Ukraine," *Newsweek*

的果決行動對照於烏國的緩慢反應，已讓數百名士兵付出生命的代價。美國必須理解俄軍的行為模式，否則美軍部隊將遭遇類似的慘況。

To prevent such an outcome, the U.S. Army should adopt the following recommendations to embrace mission command.

為了避免類似慘況，美陸軍應採取下列建議以利真正實踐任務式指揮。

Clarify the Vision of Mission Command

闡明任務式指揮願景

The U.S. Army needs to articulate a clear vision of mission command and how it supports maneuver warfare and MDO. Mission command provides the tempo and agility necessary to pursue maneuver warfare and to be successful in future wars, which will be fast, lethal, and complex. Gen. Martin Dempsey provided a vision of mission command in a white paper. He explained that “decentralized approaches will provide us with competitive adaptability and tempo advantages.”³⁹

美陸軍須形塑一個任務式指揮的清楚願景，並說明其如何支持機動作戰與多領域作戰。任務式指揮提供機動作戰與未來戰爭克敵致勝所需的作戰節奏與彈性，而未來戰爭場景將是快速、致命且複雜的。馬丁·鄧普西上將在白皮書中闡述一個任務式指揮的願景，他解釋道，「分權方式將讓美軍具有調適的競爭力和作戰節奏優勢。」³⁹

Unfortunately, Dempsey also diluted mission command's meaning. He called for “all Army leaders [to] understand and apply the Mission Command philosophy habitually to everything they do—training, operations, routine military functions, and daily administrative activities.”⁴⁰ However, mission command is optimized for complex environments that require rapid decision-making. It is appropriate when chance, friction, and fog of war apply.

不幸的是，鄧普西將軍卻要求全面實行任務式指揮，像是「要陸軍所有領導人理解並應用任務式指揮的哲學，並將之用於平常的每件事：訓練、作戰行動、一般的軍事職能及日常的行政活動。」⁴⁰然而，任務式指揮須在快速決策的複雜環境下才能發揮最佳功效，而且在戰爭中的良機、困境及迷霧發生時，也適合運用任務式指揮。

(website), 4 November 2014, accessed 2 July 2021, <https://www.newsweek.com/2014/11/14/battle-iovaisk-details-massacre-inside-rebel-held-eastern-ukraine-282003.html>.

³⁹ Martin Dempsey, “Mission Command White Paper” (Washington, DC: Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, 3 April 2012), 3.

⁴⁰ Ibid., 8.

When problems are not complex and are only complicated, when analysis can reduce ambiguity, when outputs can be predicted, and when tempo is not critical, then centralized decision-making can provide more efficient outcomes than decentralized systems. When a company is planning a training event, the Eight-Step Training Model provides the centralized control to ensure effective training. When a battalion conducts garrison maintenance, a detailed plan ensures vehicles follow their service schedule. Often, centralized decision-making has value.

當問題的複雜程度不高、分析可以減少模糊性、可以預測輸出結果及作戰節奏為非關鍵要素等情況下，那麼集權化決策就能比分權化體系產出更有效的結果。當一個連在規劃訓練科目時，「八步驟訓練模式」^{vi}旨在提供集權化控制，以利確保有效的訓練。當一個營在做駐地維保時，一個縝密的計畫確保車輛都能按保養期程進行。往往在這些情況下，集權化決策有其重要之處。

To fully explain the value of mission command, the Army needs to provide a clear understanding of maneuver warfare as a theory of victory. Instead of the complete destruction of an enemy force, maneuver warfare seeks systemic disruption. In 1989, MCDP 1 explained maneuver warfare's theory of victory: "Maneuver Warfare is a warfighting philosophy that seeks to shatter the enemy's cohesion through a series of rapid, violent, and unexpected actions which create a turbulent and rapidly deteriorating situation with which he cannot cope."⁴¹ Maneuver warfare requires decentralized decision-making to repeatedly out-decide the enemy and exploit opportunities until they are in such chaos that they cease to provide effective resistance. These insights recently resurfaced in TP 525- 3-6, *The U.S. Army Functional Concept for Movement and Maneuver: 2020-2040*. This pamphlet explained that maneuver "achieves surprise and gains a temporal advantage. The aim is to shatter the enemy's cohesion ... avoid enemy strengths and attack enemy weaknesses from multiple positions of advantage throughout the depth of the battlefield. The ultimate goal is panic and paralysis for an enemy who has lost the ability to respond to friendly actions effectively."⁴²

為了全般說明任務式指揮的重要性，美陸軍提出一個清楚說法，讓人理解

^{vi} 美陸軍的「八步驟訓練模式」(Eight-Step Training Model)分別為規劃訓練事項、培養領導者訓練知識、勘查合適訓練地點、頒布訓練計畫、訓練預演、執行、從事訓練後檢討、再次投入訓練。

機動作戰將成為勝利理論。機動作戰意在達成系統性破壞，而非尋求全面殲敵。1989 年頒布的美陸戰隊準則出版品第 1 號：《戰鬥》就解釋機動作戰的勝利理論：「機動作戰為藉由一連串迅速、暴力及不預期行動來破壞敵向心力，開創一個讓敵無法應付的混亂且迅速惡化的局勢。」⁴¹機動作戰需要分權化決策，才能不斷擾亂敵人並搶佔先機，讓對方處於混亂狀態後無法做出有效抵抗。這種思維理則近期又重新出現於《美陸軍移動與機動作業構想：2020 至 2040 年》（編號 525-3-6 技術手冊），內文將機動解釋為「達成奇襲並奪取短暫優勢，旨在破壞敵向心力，在整個戰場的各方有利位置，避強擊弱，所望目標為癱瘓並瓦解敵能力，使之無法對我軍做出有效的行動。」⁴²

However, TP 525-3-1 does not clearly link mission command and maneuver warfare to a theory of victory. Part of the problem is the muddling of the term maneuver. The Army often defines it simply as the combination of fire and movement to achieve position of advantage rather than a definition based on the disruptive effect on the enemy. This definition leads to a weak conception of maneuver. Nearly every time the Army uses “maneuver,” the term “move” or “movement” would suffice. TP 525-3-1 regularly describes “maneuvering” to positions of advantage.⁴³ Moving to a position of advantage or presenting a dilemma to enemy is meaningless if the enemy can react in a manner and tempo that leads them undisrupted. TP 525-3-1 admits this by discussing the enemy’s A2/AD system: “If given time, the enemy will regenerate the system through tactical adaptation, reorganization, and limited reconstitution.”⁴⁴ Unless the Army is trying to grind down an enemy through attrition, positions of relative advantage and dilemmas only matter if they lead to the systemic disruption of an enemy. Systemic disruption occurs when the resiliency of his system is overcome by rapid and successive shocks that he cannot adapt to in time. It is the rapid and agile decision-making of mission command that allows the systemic disruption of the enemy through maneuver.

然而，編號 525-3-1 多領域作戰手冊並未清楚將任務式指揮與機動作戰連結至勝利理論，部分原因在於機動之詞混淆不明的定義。美陸軍通常僅將「機動」定義為結合火力與移動，以取得有利位置，而非根據對敵的破壞效果做定

⁴¹ MCDP 1, *Warfighting*, 59.

⁴² TP 525-3-6, *The U.S. Army Functional Concept for Movement and Maneuver: 2020-2040* (Washington, DC: U.S. GPO, 24 February 2017), 15, accessed 2 July 2021, <https://adminpubs.tradoc.army.mil/pamphlets/TP525-3-6.pdf>.

義，這種定義導致機動構想的解釋力不足，也讓美陸軍認為每次只要使用「機動」或「移動」等詞彙就夠了。多領域作戰手冊將「機動」正式描述為進入有利位置，⁴³然如果敵能以一種有效方式與節奏做出反應，那即使移動至有利位置或是對敵構成困境也毫無意義，手冊在論及敵「反介入/區域拒止」體系時認為：「如果給出時間，敵可以藉由戰術調適、重組及有限重組來從事兵力再生。」⁴⁴除非美軍試圖透過消耗戰來瓦解敵人，否則我方相對優勢位置與讓敵陷入困境，只有在敵兵力遭受系統性破壞時才能發揮功效。敵兵力體系破壞的時機是當敵體系韌性被快速連續衝擊所攻克，而且無法及時導正。任務式指揮快速靈活的決策方式配合著機動作戰，正是破壞敵兵力體系的用兵之道。

Increase Unit Cohesion

增加單位向心力

Mission command requires agile battlefield entrepreneurs that can make rapid decisions. Developing these entrepreneurs necessitates mutual trust, a shared frame of reference, and a flattened hierarchy as existed amongst the Prussian officer corps. Col. Brandon Teague, an observer coach/trainer from the Joint Readiness Training Center (JRTC), explained, If a subordinate has the trust of his superior, then he is commanded (defined as given intent, task and purpose, and freedom to execute with minimal oversight: engage and report type mentality). If trust is lacking, then control is needed of the subordinate (control defined as reporting early and often, strict graphical control measures, limited assets to control at a lower level, not the unit you would task organize to another BN, etc.).⁴⁵

任務式指揮需要能快速做決策的靈活戰場指揮官。要培養這些領導者需要互信、共同基準框架，以及存在普魯士軍官團中的扁平化等級制度。來自聯合戰備訓練中心的布萊登·提格上校（觀察、教練暨訓練員）解釋道，「如果一位部屬信任上級，則他就能為上級所用（執行特定意圖、接收任務與目的、最少監督下的行動自由：形成參與式報告的心態）。」若缺乏信任，就須對部屬進行控制（提早並時時報告、嚴格的圖表控制措施、在較低層級做有限的裝備管控，以及將部屬從原本單位改編至另一個營）。⁴⁵

Trust is built on a shared frame of reference. A shared frame of reference is a common approach for handling abstract problems. Gen. Stanley

⁴³ TP 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028*, 23.

⁴⁴ Ibid., 42.

⁴⁵ Brandon Teague, interview by author, 30 January 2018.

McChrystal explained that Adm. Horatio Nelson developed a shared frame of reference. His “unique innovation lay in his managerial style and the culture he had cultivated among his force … his captains were to see themselves as entrepreneurs of battle.”⁴⁶ His real genius lay not in clever maneuvers but in the years of innovative talent management and leadership that preceded it. He developed a shared frame of reference in his subordinates so he trusted how they would react in the chaos of battle. An example of a frame of reference is a unit standard operating procedures (SOPs). Units at every echelon require SOPs for frame of references for how they fight, but in reality, few units at the battalion and higher-level have the time to develop, evaluate, and inculcate SOPs that provide the frame of references for how an entire battalion, brigade, or division fights.

信任是建立於共同基準框架，這是用來解決抽象問題的常用方法。史丹利·麥克克里斯托上將解釋霍雷肖·納爾遜上將所發展的共同基準框架，他的「獨特創新之處在於個人的管理風格，以及他在部隊中所培養的文化，他麾下的上尉們將自己視為作戰指揮官。」⁴⁶納爾遜將軍真正天才之處不在於巧妙的機動運兵，而是在於先前就奠下數年基礎的創新人才管理，他與部屬們發展共同基準框架，所以能夠信任他們在混亂戰鬥中的各項因應作為。一個參考架構的案例之一是單位標準操作程序，不管是在任何梯隊層級都需要用於參考架構的標準作業程序，以指導官兵如何作戰，不過事實上在營級及其以上的單位，很少有時間能發展、評估及適切教導標準作業程序，以提供營、旅、師級作戰所需的參考架構。

To facilitate frames of reference development, the U.S. Army needs to build cohesion through a regimental system. Under a regimental system, soldiers spend most of their careers within the same unit. The Duke of Wellington said the British Army's secret weapon was the regimental system. It provided intimacy and familiarity.⁴⁷ Through familiarity comes the flattened hierarchies that enable decentralized decision-making. Before 1945, the German army maintained a regimental system. Its system of “organization represented a conscious determination to maintain at all costs that which was believed to be decisive to the conduct of war: mutual trust, a willingness to assume responsibility, and the right and duty of subordinate commanders at

⁴⁶ Stanley McChrystal et al., *Team of Teams: New Rules of Engagement for a Complex World* (New York: Portfolio, 2015), 31.

all levels to make independent decisions and carry them out.”⁴⁸ The German system was decentralized and personal. It put a priority on unit cohesion over administrative efficiency.

為了促進參考架構之發展，美陸軍需要在團的層級建立向心力，因為士兵在其軍旅生涯中有大部分時間在此歷練。英國威靈頓公爵曾言，英國陸軍的秘密武器是團級體制，因為其能提供官兵一種像家人般的歸屬感，⁴⁷而透過這種歸屬感可以扁平化等級制度，促進分權化決策。德軍在 1945 年之前都不惜一切成本維持團級體制，因為其認為「該組織對戰爭有著關鍵性作用：互信、願意承擔責任，以及各層級部隊指揮官有權做出獨立自主的決策。」⁴⁸德軍軍事體制式的特色是分權化與個人化，並將單位向心力置於行政效率之上。

The American system of regular permanent changes of stations represents a misguided scientific management ideal of interchangeable parts. It made sense for an Army that had to rapidly grow for World War II. It had some logic for a large draftee Army during the Cold War. It is counterproductive for a small professional force. These moves cost over \$4.3 billion a year, disrupt soldiers' families, and exact a high price in cohesion and readiness.⁴⁹ Recently, the Army has even began forcing NCOs to move, whereas in the past some would spend years in a unit and serve as its backbone. Tom Odom gave the most damning indictment of the current system. He has over nineteen years as JRTC's Center for Army Lessons Learned senior analyst and has observed 190 training rotations; he had never seen any improvement in overall negative trends because units have “no collective experience longer than a year.”⁵⁰ He explains that “no CEO in his right mind would tell everyone to change jobs every year; we do just that in the Army ... we discard the collective experience of 10 x 25 million dollar training rotations every year only to start all over again, every year for every unit.”⁵¹ We need to reject this costly and counterproductive system.

美軍常規的永久性輪調制度，就像一種對於互換零件科學管理理念的誤解。雖然對於美陸軍當時在二戰時須快速壯大有其道理，並在冷戰期間須大量徵兵也有其邏輯可言，但這對於一支專業化的小部隊極為不利，而且這些輪調每年

⁴⁷ John Keegan, *Mask of Command* (New York: Penguin, 1988), 98.

⁴⁸ Martin van Creveld, *Fighting Power: German and U.S. Performance 1939-1945* (Westport, CT: Greenwood Press), 165.

花費 43 億，擾亂士兵的家庭規劃，以及讓單位向心力與戰備付出高額代價。⁴⁹近期，美陸軍甚至開始強制士官調動，這些人過往數年來待在同一單位，用意是要來當作單位骨幹。湯姆·奧多姆對當前這種制度提出最嚴厲的控訴，他在聯合戰備訓練中心服務超過 19 年，擔任陸軍經驗學習的高階分析師並觀察 190 個單位訓練輪調情況，他從未看過整體負面趨勢有任何改善，原因在於單位「並沒有擁有超過一年的集體經驗。」⁵⁰他解釋道，「沒有任何一位公司 CEO 會違背常理告訴每個人應每年換工作；然我們美陸軍卻這麼做，我們放棄每年 2.5 億美元訓練輪調的集體經驗，只為了重新開始，每年每個單位都一再如此。」⁵¹我們必須揚棄這種所費不貲且無效的制度。

There are risks in changing to a regimental system. It could reduce the diversity of a soldier's experience and cause groupthink within a unit. Ironically, the Army often allows senior leaders to command in the same battalion, brigade, and division, while forcing junior leaders to move, allowing groupthink to fester at senior levels. Turn this paradigm on its head. Company grade officers should serve in a brigade system, and field grade officers should be assigned to a divisional system. The Army should force senior leaders to serve in different units to break nepotistic networks. For junior leaders, the Army's system of professional development schools and broadening assignments will ensure a crossover of ideas. A regimental system would spur innovation because leaders would have the time horizons to test and implement long-term concepts. To enable flexibility, soldiers should be free to request transfers, but permanent changes of stations should not be regularly mandated. Such a change would bring incalculable morale, psychological, and family benefits, and only through such reform will the Army properly prioritize cohesion to enable shared frames of reference and mission command.

團級制度也正在產生風險變化，這可能會讓士兵的多樣化經驗不足並導致單位內的集體迷思。諷刺的是，美陸軍往往讓資深領導人待在同一單位的營、旅及師級部隊，反而是讓資淺領導人做職務調動，這無疑讓團體迷思在領導高

⁴⁹ Wyatt Olson, "GAO Report Says PCS Costs Rising Even as Number of Moves Drops," Military.com, 10 September 2015, accessed 2 July 2021, <https://www.military.com/daily-news/2015/09/10/gao-report-says-pcs-costs-rising-even-as-number-of-moves-drops.html>.

⁵⁰ Tom Odom, "A Farewell to Trends," in *JRTC COG Issues and Trends 1st and 2nd Quarters FY 2019* (Fort Polk, LA: Joint Readiness Training Center, 2019).

⁵¹ Ibid.

層擴散，我們必須導正這種制度。尉級軍官應在旅級體制內歷練，校級軍官則應在師級體制內歷練，美陸軍還應讓高階領導人在不同單位歷練，以利解決裙帶關係的問題。對於資淺領導人而言，美陸軍的專業發展學校制度與不斷擴大的任務，將形成理論與實務的交織。團級制度將可以激發創新，因為領導人在此有較充足時間來測試並執行長期構想。雖然說為了實現靈活度，士兵應主動請求調動，但永久性輪調制度不應該定期強制執行。改變將帶來高昂士氣且有助於心理和眷屬利益，而且唯有透過此類改革，美陸軍才能提升向心力，進而實現共同基準框架與任務式指揮。

Adopt a Decision-Making Model Based on Satisficing

採用基於滿意度的決策模式

The Army requires a doctrinal decision-making process based on satisficing to enable mission command and maneuver warfare. Since the 1950's FM 101-5, *Staff Organizations and Procedures*, the Army has used a rational choice model of decision-making. Over time, the steps have expanded far beyond the initial five-step analytic procedure. However, for decades, studies have shown that units do not follow this model in combat conditions.⁵² Today, the closest units come to fighting a high-intensity conflict is at combat training centers (CTCs).

美陸軍需要一種基於滿意度的準則式決策程序，以利實現任務式指揮與機動作戰之結合。自從 1950 年代第 101-5 號野戰教範：《參謀組織與程序》頒布以來，美陸軍採用理性選項的決策模式，隨著時間過去，該決策模式的步驟已遠超出起初所使用的五步驟分析程序；然而，數十年後，研究顯示單位並未能在作戰情況下採用這種模式。⁵²今日，在作戰訓練中心的進訓單位才是最接近高強度衝突作戰的模擬。

The military decision-making process (MDMP) does not enable rapid decisions at CTCs. At the JRTC, Col. Brandon Teague observed, “I can only recall one time in the ten rotations that I conducted that a battalion gave a subordinate unit two-thirds and it was before they ‘deployed’ into country” (the Army calls for units to spend no more than one-third of time until an operation to plan for it and grant subordinate units the remaining two-thirds of the time).⁵³ Lt. Col. Brian Olson explained that “units will conduct deliberate

⁵² Karol Ross et al., “The Recognition-Primed Decision Model,” *Military Review* 84, no. 3 (July-August 2004): 6–10.

MDMP during RSOI [reception, staging, onward movement, and integration] period, but after the joint forcible entry period devolve into hasty decision-making.” (Hasty decision-making is no longer a doctrinal term, but they still do it.)⁵⁴ Lt. Col. William Adler highlighted the difficulty in conducting MDMP in a contested environment at the National Training Center: “This model becomes almost impossible to execute in actively contested environments against peer competitors who may exploit options to target mission command nodes throughout the depth of the battlefield.”⁵⁵

「軍事決策程序」(MDMP)並無法在作戰訓練中心實現快速決策。在聯合戰備訓練中心的布萊登·提格上校提出自身觀察：我在十次的進訓中只有看過一次，一個營級單位給下面連級單位三分之二的時間，讓其準備將部署至另一個國家的事務（美陸軍要求各單位在策定作戰行動計畫不能花超過三分之一時間，並將剩下的三分之二時間留給底下所屬單位）。⁵³布萊恩·奧爾森中校解釋說：在「人裝接收、暫留、前運及整合」的準備階段，單位將執行縝密的「軍事決策程序」，但在「聯合強制進入」時期之後卻轉變成倉促決策（儘管倉促決策不被準則所認可，但他們還是這樣做）。⁵⁴威廉·艾德勒中校強調即使是在國家訓練中心內，在敵情環境下從事「軍事決策程序」仍有其困難，該決策程序幾乎不可能在高敵情威脅下對抗實力匹敵者，因為對方可能會在整個戰場上找到擊敗任務式指揮節點的方法。⁵⁵

Gary Klein has found that leaders rarely use rational choice models of decision-making such as MDMP in practice. Decision-makers seldom have the time to follow such models. While they seem to offer efficiency by allowing staff sections to break a problem to its component parts and work on multiple courses of action (COA) in parallel, in reality, junior officers create plans for complex problems of which they only understand a segment. The commander is often isolated from the process. Staff officers are regularly broken into an “A” team and “B” team, with the “B” team producing a throwaway COA. Alternatively, they might produce COAs with similar values leading to a zone of indifference in which the staff dithers on choosing between two equally suitable COAs. Often, staff members that worked on a losing COA do not feel ownership of the chosen COA. Klein argues that even when properly executed,

⁵³ Teague, interview.

⁵⁴ Brian Olson, interview by author, 30 January 2018.

⁵⁵ William Adler, interview by author, 31 January 2018.

rational decision-making processes do not lead to better outcomes.⁵⁶ He found that satisficing was more effective than rational choice models. He proposed the recognition-primed decision model (RPM) as an alternative to MDMP.

格雷·克萊恩發現領導者鮮少使用諸如像「軍事決策程序」之類的理性決策模式，原因在於決策者根本沒時間去遵循這種模式的程序。他們為了提升效率而允許各參謀將問題拆解成各部分，並研擬多種的相似行動方案，然事實上，資淺軍官所提出的計畫中往往未能看見複雜問題的全貌，而且指揮官通常被排除在程序之外。參謀按常規區分為 A、B 兩組，而 B 組提出用後丟棄式（速成粗糙）的行動方案，又或者，他們可能會提出具有相似價值的行動方案，並形成一個無差異區域，而參謀會在兩個合適的行動方案之間猶豫不決。一般而言，參謀在提出較不佳的行動方案時就知道該方案不會被採納。格雷·克萊恩認為，即使適當地執行理性決策程序也不會有更佳的结果，⁵⁶他發現滿意度比理性決策模式更有效率，因此提出「認知導向模式」(RPM)^{vii}來作為「軍事決策程序」的替代方案。

RPM provides the agility and tempo necessary for maneuver warfare. By emphasizing rapid decisions and the iterative nature of planning, it allows subordinate units the time to make their own decisions and provide feedback. RPM is commander-driven. It makes maximum use of a commander's mental models developed over years of experience. After receiving a mission, a commander conceptualizes a draft COA based on his or her understanding of the situation. If a situation is unfamiliar, the system provides for a commander to use staff and subordinate commanders to help conceptualize a COA using an iterative process of mission analysis. In the second step, the staff tests and operationalizes the COA and begins producing products. In the third step, staff and subordinate commanders' wargame the COA. Finally, the staff publishes the order. RPM provides for feedback loops throughout the process and allows for adaptation to changing situations.

「認知導向模式」提供機動作戰所需的靈活度與彈性，並藉由強調迅速決策和反覆規劃的本質，讓所屬單位有時間做出自身決策並提供反饋，同時該模式是指揮官取向，最大化使用指揮官的心理模式（經數年所累積的經驗）。「認

⁵⁶ Gary A. Klein, *Streetlights and Shadows: Searching for the Keys to Adaptive Decision Making* (Cambridge, MA: MIT Press, 2009), 96.

^{vii} 格雷·克萊恩的「認知導向模式」(Recognition-Primed Model, RPM)就指出，決策者是根據先前的經驗進行模式匹配、然後進行心理模擬，以預測當前情況下的行動過程該如何進行。

知導向模式」是指揮官在接受一項任務後，基於自己對情況的理解後而將行動方案的草案進行概念化，如果是在不熟悉情況之下，指揮官就需要參謀與所屬部隊長來協助讓行動方案概念化，使用方法是任務分析的反覆程序；第二步驟是參謀做確認並執行行動方案及開始研擬作為；第三步驟是參謀與所屬部隊長對行動方案做兵棋推演；最後，參謀公布指揮官命令。「認知導向模式」在整個程序中提供回饋的循環，還能適應不斷變化的情勢。

Peter Thunholm tested RPM with the Swedish army. During the tests, a division staff produced more rapid, bolder, and more flexible plans.⁵⁷ Based on this evidence, the Swedish army adopted RPM. In 2003, a group of researchers tested RPM using an ad hoc American brigade staff. Even with minimal training in RPM, it produced orders in 30 percent less time than MDMP.⁵⁸ 4th Battalion, 25th Field Artillery successfully employed RPM during Operation Iraqi Freedom and said it produced battalion-level plans in four to eight hours. Their version of RPM is presented here (see figure).⁵⁹ My battalion, 2nd Battalion, 502nd Infantry, incorporated RPM into our planning SOP. At JRTC, RPM enabled us to rapidly plan an overwhelmingly successful defense and to condense the air assault planning process to under twenty-four hours.

彼得·杜恩荷母運用瑞典軍隊來測試「認知導向模式」，在測試期間，師級參謀研擬更快速、大膽及更為彈性的計畫，⁵⁷正因為有這個證據支撐，瑞典軍才採行「認知導向模式」。在 2003 年，一組研究人員運用臨時編組的美軍旅級參謀來測試「認知導向模式」，結果即使是該模式的訓練不多，但在命令產製上仍是比「軍事決策程序」減少三成時間。⁵⁸第 25 野戰砲兵第四營成功在伊拉克自由作戰行動期間運用「認知導向模式」，至於成果為營級計畫的產製只需四至八小時，該單位的「認知導向模式」程序如下圖所示：⁵⁹我任職單位第 502 步兵團第 2 營就將「認知導向模式」納入計畫作為的標準作業程序，在聯合戰備訓練中心時，該模式讓我們單位迅速研擬壓倒性的成功防禦作為，並縮減空襲的計畫程序於 24 小時內完成。

RPM's emphasis on satisficing reflects how effectively units approach

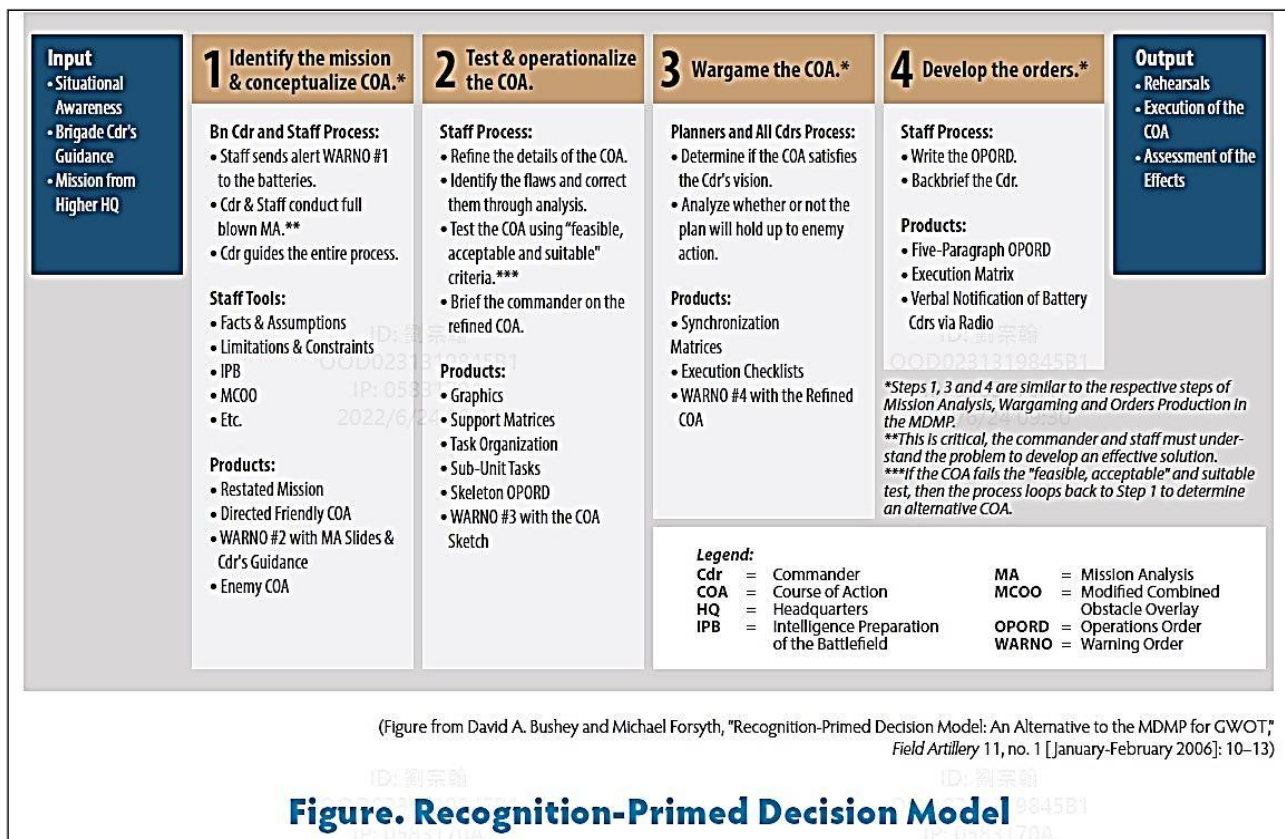
⁵⁷ Peter Thunholm, "Military Planning and Decision Making under Time-Pressure: A Scenario Based Experimental Comparison between Two Models," in *Försvärshögskolans ACTA-serie* (Stockholm: Swedish Defence University, 2003).

⁵⁸ David A. Bushey and Michael Forsyth, "Recognition Primed Decision Model—An Alternative to the MDMP for GWOT," *Field Artillery* 11, no. 1 (January-February 2006): 10–13.

⁵⁹ Ibid.

decision-making at CTCs. Adler reported that “successful units place emphasis on the continuous nature of mission analysis based on unit reporting and commander’s assessments to inform the formulation of adequate command directed COAs.”⁶⁰ When combined with the previous recommendation of increased unit cohesion, RPM allows a commander to choose a framework for an operation from a unit SOP that his staff and subordinates will largely already understand and on which they can initiate movement. The rest of the planning process is spent operationalizing and testing that initial plan.

「認知導向模式」所強調的滿意度，反應在單位在作戰訓練中心進訓時如何有效地從事決策。威廉·艾德勒指出，單位之所以成功是因為置重點於任務分析的持續性本質，該任務分析是根據單位報告與指揮官的評估事項，為制訂合適的上級行動方案而提供可用資訊。⁶⁰在結合前文所提的增加單位向心力的建議後，「認知導向模式」讓指揮官得以從單位的標準作業程序中選擇一套作戰架構，而該架構對於參謀與所屬部隊長而言，他們在很大程度上都已經知道要從哪裡下手了，所以能很快進行作戰計畫的其他部分，也就是對初步計畫進行實行與測試。



⁶⁰ Adler, interview.

輸入	步驟一：確認任務並形成行動方案概念*	步驟二：確認並執行行動方案	步驟三：兵棋推演行動方案*	步驟四：研擬命令*	輸出
	營長與參謀程序： - 參謀向連級傳遞警告（第 1 號預備命令） - 營長與參謀執行完整的任務分析** - 營長指導整個程序	參謀程序： - 修訂行動方案的細節 - 透過分析找出並修正缺點 - 確保行動方案符合「可行性、可接受性及適合的」標準*** - 報告指揮官關於修訂行動方案之意見	計畫人員與所有指揮官程序： - 決定行動方案是否符合指揮官願景 - 分析作戰計畫是否能阻攔敵行動	參謀程序： - 作戰命令寫作 - 向指揮官進行反向簡報	
	參謀工具： - 事實與假設 - 限制條件與因素 - 戰場情報準備 - 修正後混合障礙透明圖 - 其他	產物： - 要圖 - 支援矩陣 - 任務組織 - 所屬單位任務 - 作戰命令骨架 - 配合行動方案草案的第 3 號預備命令	產物： - 同步矩陣 - 執行清單 - 配合修訂行動方案的第 4 號預備命令	產物： - 五段式作戰命令 - 執行矩陣 - 經由無線電口頭通知連長	

*步驟一、三、四類似於任務分析的個別步驟，以及「軍事決策程序」中的兵棋推演與命令調製。
 **重要的是，指揮官與參謀須理解問題才能發展有效的方案。
 ***若行動方案未能符合可行性、可接受性及適合的標準，那就要再回到步驟一的程序，以研擬另一個行動方案。
 譯註：「反向簡報」（Backbrief）為指揮官核准參謀所建議之最佳行動方案後，應將該項具體之最佳行動方案，向上及實施反向簡報，以尋求上及指揮官之認可。

縮語詞
 Cdr：指揮官 MA：任務分析
 COA：行動方案 MCOO：修正後混合障礙透明圖
 HQ：總部 OPOD：作戰命令
 IPB：戰場情報準備 WARNO：預備命令

認知導向模式程序

資料來源：David A. Bushey and Michael Forsyth, "Recognition-Primed Decision Model: An Alternative to the MDMP for GWOT," *Field Artillery* 11, no. 1 [January-February 2006]: 10-13)

Train Mission Command through Force-on-Force Exercises

藉由實兵演習淬鍊任務式指揮

Army units must concentrate on large-scale, force-on-force exercises to develop the expertise and frames of reference required for effective mission command and maneuver warfare. Milley says, "We preach Mission Command ... if we're going to have to operate like that in warfare, we have to train as we're going to fight."⁶¹ TP 525-3-1 acknowledges that "the Army does

not always design our training programs and exercises that facilitate or require this type of decentralized decision making.”⁶² Since mission command’s purpose is to provide the tempo and flexibility to deal with the complex problems of future warfare, training exercises must replicate that complexity.

美陸軍單位須專注於大規模實兵演習，以利培養讓任務式指揮與機動作戰得以有效發揮的專業技能和參考架構。參謀首長聯席會議主席密利上將表示，「美軍提倡任務式指揮，就好像我們在戰爭中要那樣做，我們也必須那樣訓練從事未來的戰爭。」⁶¹編號 525-3-1 多領域作戰手冊坦承，「美陸軍訓練計畫與演習之設計，並非總是朝這種分權化決策做精進。」⁶²既然任務式指揮之目的為提供作戰節奏與彈性來處理未來戰爭的複雜問題，因此各項演訓科目也必須模擬這種複雜度。

Complexity occurs under circumstances simulating Clausewitz’s chance, friction, and fog of war. German Capt. Adolf von Schell introduced the concept of Auftragstaktik to the U.S. Army Infantry School during the interwar years. He explained the importance of training Auftragstaktik under conditions approximating war: “In peacetime problems, there is no uncertainty, nothing goes wrong, units are always complete ... In war, it is quite otherwise ... Teach your men that war brings such surprises and that often they will find themselves in apparently impossible situations ... Every soldier should know that war is a kaleidoscope, replete with constantly changing, unexpected, confusing situations. Its problems cannot be solved by mathematical formulae or set rules.”⁶³

複雜度模擬應在克勞塞維茨所述的戰爭時機、摩擦及迷霧的情境之下。阿道夫·馮·謝爾上尉於戰間期將「任務式戰術」構想引進美陸軍步兵學校，他說明在適當戰爭情境下從事「任務式戰術」訓練之重要性：承平時問題在於沒有不確定性、不會出任何狀況，單位一直在正常運作；然而，戰時情形卻並非如此，須教導士兵戰爭會帶來出奇不意的事，而且他們會發現自己處於前所未見的情境，每位士兵都應知道戰爭像萬花筒一樣，裡面充滿不斷變化、意料之外及令人眼花撩亂的圖像，而且戰爭問題是無法用數學公式或是設立規則來解決的。⁶³

⁶¹ Barno and Bensahel, “Three Things the Army Chief of Staff Wants You to Know.”

⁶² TP 525-3-1, *The U.S. Army in Multi-Domain Operations* 2028, F-3.

⁶³ Adolf von Schell, *Battle Leadership* (Quantico, VA: Marine Corps Association & Foundation, 1987), 63.

Soldiers require training that teaches them to deal with ambiguity, identify opportunities to exploit, accept risk, and make rapid decisions. Lind recommended introducing force-on-force exercises early in training. “Only by encountering an active enemy who is trying to confuse, surprise and defeat them in an environment of uncertainty and rapid change can they begin to understand the nature of the business to which they have committed themselves … Free-play exercises are critical to developing initiative, imagination, and new tactics.”⁶⁴

士兵在訓練的教導下，才能處理混沌不明的問題、有效掌握時機、承擔風險及迅速做出決策。威廉·林德建議在訓練初期引進實兵對抗演習，因為唯有在不確定性及迅速改變的環境下，遭遇一個會使用欺敵戰術、奇襲及採取攻擊的主動敵人，士兵才能理解他們訓練的本質為何，至於自由統裁的演習對於培養主動作為、想像力及新戰術等至關重要。⁶⁴

Observer coach/trainers recognize that the lack of repetitions hampers units conducting operations at CTCs. Adler states that “enemy vulnerabilities and tactical opportunities may be transitory and BCTs and BNs are often hampered in the exploitation of revealed opportunities because lower echelons lack the kind of agility gained through repetitive training.”⁶⁵ Units need to practice maneuver warfare if they are to succeed at it.

在作戰訓練中心的觀察、教練暨訓練員認為，缺少反覆操作訓練，將阻礙單位遂行作戰行動。威廉·艾德勒指出，敵弱點與戰術機會稍縱即逝，而且旅級戰鬥部隊與營往往在奪取先機時受到阻礙，因為較低層級梯隊缺乏從反覆訓練中獲致靈活度。⁶⁵作戰成功之道不外乎平時多練習機動作戰。

Germany realized that only large-scale maneuvers taught commanders to accept risk. These exercises became essential to officers' careers. During the 1920s, even with the constraints of the Treaty of Versailles, Chief of German Army Command Hans von Seeckt prioritized training for the chaos of large-scale meeting engagements. These exercises created the doctrine and mindset that led to the Wehrmacht's initial success during World War II. He stressed that the commander who would prevail was the one who could more rapidly recognize the situation and deploy his forces.⁶⁶

德國理解只有大規模機動才能教會指揮官接受風險，因此這些演習對軍官

⁶⁴ Lind, *Maneuver Warfare Handbook*, 44.

⁶⁵ Adler, interview.

的軍旅生涯不可或缺。在 1920 年代期間，即使在《凡爾賽條約》限制下，德國陸軍司令部參謀長漢斯·馮·塞克特仍將大規模接敵的混亂情境列為優先訓練項目，這些演習從中建立準則與作戰心態，也讓德國國防軍能在二戰期間獲致初期的成功。他強調能克敵致勝的指揮官，一定能迅速看清局勢並即時調動部隊。⁶⁶

The German emphasis on unconstrained meeting engagements contrasts with the current scenarios at CTCs. CTC rotations follow predictable phases. BCTs culminate the training through a combined arms breach that emphasizes synchronization over tempo. A notional division provides timely orders to a BCT that provide clear intelligence and perfectly predict when the enemy's main body will attack. Units never have to develop the situation using their own internal assets through "reconnaissance pull." While CTCs overconstrain exercises, divisional Warfighter exercises are worse. Units spend months wargaming and rehearsing for a couple of weeks of operations involving simulated troops that lack any individual initiative. Warfighters center on a wet-gap crossing to demonstrate how a division can synchronize its assets from the comfort of a command post tent city that would put P. T. Barnum to shame. Divisions need to get in the field with their brigades to face the fog and friction of war.

德國這種強調不受限制的交戰方式，不同於作戰訓練中心所設定的訓練想定，作戰訓練中心的進訓則為遵循既定的計畫流路：旅級戰鬥部隊訓練的重點是透過強調同步而非作戰節奏的聯合兵種戰法；一個假想師提供即時命令給旅級戰鬥部隊，裡面有清楚情資與完整預測敵主力部隊何時會進攻；各單位永遠無須動用集各方資源而成的「偵察力」來開創局勢。作戰訓練中心對各演習定下過多限制，師級作戰演習的情況更是糟糕。單位花費數個月時間在兵棋推演，接著在部隊實兵作戰演練上耗費數週，其中卻缺少個人的主動作為。當作戰人員集中心力準備渡河時，這時候我們反而在舒適的指揮所帳棚內展示一個師如何統合所屬裝備運用，我想這種作戲居多的成分，將讓在天之靈的公關之父巴納姆蒙羞。師要跟底下的旅同在，一起面對戰爭迷霧與摩擦。

Only unconstrained force-on-force incentivizes soldiers to identify enemy vulnerabilities, use mission command, and exploit opportunities through maneuver warfare. The Army can provide time and resources for

⁶⁶ Citino, *The German Way of War*, 242–43.

force-on-force by deprioritizing formulaic live fires, which often resemble theatrical productions. Live fires reinforce detailed, centralized planning rather than developing the adaptive decision-making required for the chaos of war. Commanders also must reject traditional training progressions. Not all crews, platoons, and companies need to certify before a battalion, brigade, or division exercise. It will not matter if those small units are combat ready if their higher headquarters cannot make a timely decision in the face of an enemy.

只有不受限制的實兵對抗才能激發士兵找出敵弱點、運用任務式指揮，以及在機動作戰過程中奪取先機。美陸軍應取消像是作戲般的制式化實彈射擊科目，從而為實兵對抗演習爭取更多可用的時間與資源。實彈射擊強調仔細的集中規劃作為，而非培養在戰爭混亂中所需的調適型決策模式。指揮官也必須回絕傳統的訓練進度，我們並不需要在營、旅或師演習之前，對所有編組人員、各排、各連進行認證，這些小單位有沒有整備好並不是最重要的事，反而是上面總部高層在面對敵人時無法下達即時決策才是重點所在。

Conclusion

結論

If the Army does not make these changes, it risks entering into a peer fight with a high-risk concept of warfare that is not supported by its decision-making capabilities. The current concept calls for BCTs to advance independently to seize positions of relative advantage. They will be moving semi-independently with vulnerable flanks during windows of enemy domain dominance. Without the tempo and flexibility provided by mission command, these brigades will not operate at a tempo required to prevent an enemy from encircling and destroying them. Unless the Army fully embraces mission command, it risks falling into a multi-domain disaster.

美陸軍若不做出這些改變，就會冒著在高風險的作戰構想下和實力匹敵者從事作戰，而且現行作戰構想也無法有效支援決策能力。當前構想為要求旅級戰鬥部隊獨立前進去奪取相對優勢的位置，在這種構想下，他們只稱的上是半獨立移動並輔以脆弱的側翼部隊，還可能全程都在敵的掌握之下。如果沒有任務式指揮所提供的節奏與靈活度，這些旅級戰鬥部隊將無法獲致所需作戰節奏來防範敵人的包圍與攻擊。除非美陸軍能完全實踐任務式指揮，否則將有落入多領域災難的風險。

譯後語

任務式指揮起源於為因應克勞塞維茨的戰爭不確定性哲學，後來在 19 世紀

初，德軍的老毛奇將之制定較完善的理論體系，接著美軍在戰間期引進任務式指揮，但充其量只停留在概念與原則層面，直至越戰失利後，才重新審視任務式指揮，不過又在 1990 年代的裁軍與軍費緊縮使之一度進入停擺，直至 911 事件發生後才促成改革的動力。吾人認為美軍執行任務式指揮的成功案例是 2003 年伊拉克戰爭：名為迅雷（Thunder Run）的戰術行動讓美軍裝甲部隊直搗伊國首都巴格達。

任務式指揮為嚴守主動，強調在統一意圖下分權執行，意即在上級意圖下，下級可以在局部下達決心。惟美軍當前強調低風險文化、按表操課訓練及不健全的「軍事決策程序」(MDMP) 等，已扼殺了任務式指揮的發揮與實踐；鑒此，作者提出一些精進作為，希冀美軍能重拾任務式指揮光景，其中「認知導向模式」(RPM)，可供國軍在「軍事決策程序」教學上的另一個參考選項。

任務式指揮並不能全盤照套於軍中所有一切，而是要用在對的地方，意即在快速決策的複雜環境下才能發揮最大功效，另在戰爭時機、戰爭摩擦及戰爭迷霧發生時也同樣適用。若一個單位在規劃訓練科目時，集權化管控才能確保有效的訓練，這時候就不適用分權化管控。再者，任務式指揮的成功關鍵在於不斷的在實兵演習中實踐，這是美軍須強化的課題，才不會在未來戰爭陷入困境。國軍高層領導者也應將任務式指揮納入實兵演習的科目中，讓基層部隊長有機會演練任務式指揮，從中激發出更具創意的戰術戰法，才能有效因應未來多變的戰場環境。

作者簡介

Maj. Robert Rose, U.S. Army, is the executive officer for 2nd Battalion, 502nd Infantry Regiment at Fort Campbell, Kentucky. He has previously served as the lead counter threat finance planner for Operation Enduring Freedom and as an observer controller trainer at the Joint Readiness Training Center. He holds an MPP from Harvard University, an MPhil from Cambridge University, and a BS from the United States Military Academy.

羅伯特·羅斯少校係第 502 步兵團第 2 營副營長(駐地肯塔基州坎貝爾堡)，曾在持久自由作戰行動中擔任首席反威脅財政計畫員，曾在聯合戰備訓練中心擔任觀察、管制暨訓練員；他畢業於美國西點軍校，具雙碩士學位（哈佛大學公共政策碩士、劍橋大學哲學碩士）。

譯者簡介

劉宗翰陸軍中校，國防大學管理學院 93 年班，政治大學外交系戰略所碩士；現服務於國防部政務辦公室史政編譯處，曾任《國防譯粹》月刊主編。

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、12 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）國立公共資訊圖書館（民網）

<https://ebook.nlpi.edu.tw/>

（四）HyRead 臺灣全文資料庫（民網）

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

（五）陸軍軍事資料庫（軍網）

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

（六）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>

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「cjm8493@webmail.mil.tw」（軍網）、「cjm8493@gmail.com」（民網）「army_aatc@mail.mil.tw」（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

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

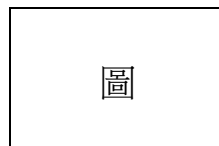
參考文獻 (至少 10 條)

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x年x月），頁x～x。
- 2.若為再版書：作者姓名，《書名》，再版（出版地：出版者，民國/西元x年x月），頁x～x。
- 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x年x月），頁x～x。
- 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x卷第x期，出版社，民國/西元x年x月，頁x～x。
- 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x年x月x日，版x。
- 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x～x；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x～x。(西文作品第2次引註原則與此同)。

（二）同註x，頁x～x。

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



砲訓部 教三連



ISSN 2221-0806
GPN 4810400164 定價：非賣品