

陸軍砲兵季刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY

衛星發展對砲兵部隊影響
防衛作戰時地面火力快速作業
美軍砲兵部隊部署愛沙尼亞觀察



第 205 期

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。

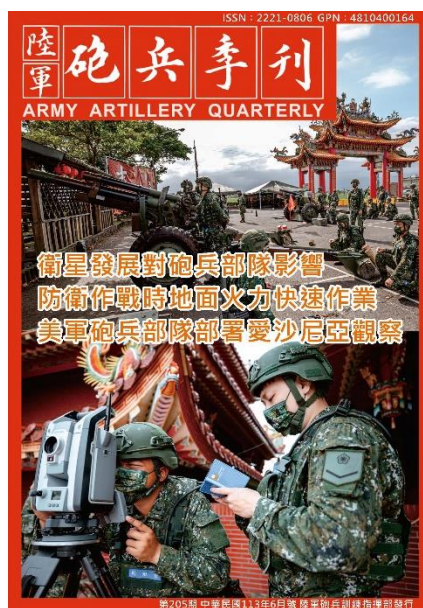
聲明

- 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。
- 三、新聞媒體引用本刊內容請先告知，如有不實報導，將採取法律告訴。

發行

陸軍砲兵訓練指揮部

發行人：李韋德
社長：何永欽
副社長：杜明華 袁驛安 莊誌雄
總編輯：蘇亞東
主編：張晉銘
編審委員：林義翔 黃建鴻 陳郁文
 李志傑 王保仁 黃坤彬
 郭春龍 錢宗旺 張啟明
 陳冠宏 劉紀明 黃文聖
安全審查：蘇漢偉 侯勝源
法律顧問：張君豪 高志強
創刊日期：中華民國 47 年 3 月 1 日
發行日期：中華民國 113 年 6 月 15 日
社址：臺南永康郵政 90681 號
電話：軍線 934325 民線 06-2313985
ISSN：2221-0806 GPN：4810400164
定價：非賣品



封面封底說明

新制教召厚植
防衛作戰能量，
為發揚砲兵火
力，砲兵營實施
專業專長複訓，
召員合作無間，
加強聯合操作，
精進彼此作戰
默契，同時透過

演練驗證訓練成效，以達到強固國防後備戰力之目標。（照片轉載自《青年日報》，記者李德威、陳怡璿、謝沛宸、鄭豪，民國 111 年 3 月 30 日）

本期登錄

- 一、國防部全球資訊網
<http://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.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、國家圖書館
<https://tpl.ncl.edu.tw>
- 四、國立公共資訊圖書館
<https://ebook.nlpi.edu.tw>
- 五、HyRead 臺灣全文資料庫
<https://www.hyread.com.tw>
- 六、陸軍軍事資料庫
<http://mdb.army.mil.tw>
- 七、陸軍砲訓部砲兵軍事資料庫
http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/aams_academic.htm

目錄

01 衛星發展對砲兵部隊影響之啟示／陳世樞、溫培基

世界各國積極發展衛星產業，我國自福衛五號成功發射後，其衛星遙測及關鍵元件，從設計、製造到組裝，均由國內相關單位自主開發完成，顯示具備自主研發的能力。本研究首先簡介美國、中共、英國及我國衛星發展概況及未來展望，以瞭解各國衛星戰略發展方向，並特別以英國自歐盟退出後，須自力發展衛星科技為例，建議我國可依此效法，逐步拓展自主衛星網；筆者接續分析砲兵部隊所面臨不足之處，逐一介紹與瞭解其問題癥結點，針對加強資訊通信能力、強化地圖測繪能力、提升精準打擊能力與建立衛星干擾能力等四個項目，提出個人見解，期望國軍逐步調整與強化自身作戰能力，進而達成克敵制勝之目標。

22 防衛作戰時地面火力快速作業之芻議／林保丞

近年共軍戰術戰法及戰具大幅成長，目的為加速作戰節奏，增強攻擊密度及強度，力求登陸作戰快速突穿我防禦縱深，建立合成旅登陸場，掩護後續梯隊快速上陸，而共軍砲兵部隊計有合成旅建制砲兵營及砲兵旅增援火箭連，對我軍砲兵部隊危害甚大。因此，筆者認為除獲得新式武器，亦應善用現有武器裝備，調整現有戰術運用，強化部隊訓練強度，結合國土地形優勢，以達到地面火力快速作業為目標，並據此提出個人觀察與建議。

34 精進傳統砲兵三角測量作業之研究／顏嘉彰

科技發展日新月異，衛星定位技術逐漸純熟，國土測繪中心建立之各等級衛星控制點能提供基準點，另衛星控制測量以長時間觀測靜態接收衛星接收多筆定位數據，再考量作業環境因素，進行測量軟體平差解算修正，獲得衛星控制點之成果；然而，傳統三角測量作業仍是現階段不可或缺手段，筆者於教學實務發現，現行國軍砲兵三角測量作業中，四邊形三角鎖及中心點三角鎖計算方式較為複雜，採人工計算較為耗時，藉由建構 EXCEL 公式運算三角測量計算，可大幅提升計算可靠度，提供砲兵測量作業人員嶄新觀念及計算方式。

49 野戰砲兵射表版本更新運用之研析／朱慶貴

射表為火砲武器以特定的發射載台，連同配用的彈種及裝藥號數編制而成，載有標準狀況下之裝藥相應距離、仰度、信管時間、飛行時間、彈道高、落角等諸元，為砲兵射擊必須工具。筆者於教學實務中發現，現行 105 榴砲 H-6 版射表，未記載氣象時間單位修正量，且自民國 108 年才對氣象時間修正量之求算方法實施教學，以致砲兵幹部對此一計算技術不熟練，經陸軍砲兵訓練指揮部多方努力，獲得 105 榴砲 H-7 版射表，可用於計算氣象時間修正量，能確實精進砲兵部隊射擊指揮之運用。

63 被忽視的盟國：美軍砲兵部隊首次持續作戰部署愛沙尼亞之觀察與經驗（譯稿）／劉宗翰

美國陸軍三位共同作者們點出，美軍在部署至較小盟國時，常出現老大哥心態，尤其是單方面做事態度實在是不可取，導致地主國所訂定的一些業務規則付之闕如。所幸，編制在美國大使館下的國防合作辦公室能扮演紛爭調停者角色，也經常防止美軍犯下不當錯誤。儘管愛沙尼亞獲得美軍駐防協助，為其帶來精準長程火力打擊能力，但愛國領導幹部的心態正確，認為自己的國家自己救，保家衛國是自己責任，不能靠別人。基此，愛沙尼亞除向美國採購海馬斯系統，以強化自身的精準火力打擊能力，進而對抗鄰近在側的俄羅斯威脅，並於 2025 年未獲得裝備前，先期與駐防的美軍海馬斯部隊磨合兩軍互通程序與技術交流。

卷末附件：徵稿簡則、撰寫說明

衛星發展對砲兵部隊影響之啟示

作者：陳楷橿、溫培基

提要

- 一、中共自西元 1958 年起即開始投入衛星產業發展，至 2020 年即完成北斗三號衛星系列部署，具備全球導航、高階偵察能力及遠程火力投射能力，致使其部隊作戰能力更具威脅，面對衛星能力發展如此純熟之敵人，我國應尋求相對應解決方案。
- 二、隨著周邊國家逐步發展衛星產業，雖我國衛星發展腳步較為緩慢，但卻是勢在必行，自福衛五號成功發射後，其衛星遙測及關鍵元件，從設計、製造到組裝，均由國內相關單位自主開發完成，即顯示具備自主研發的能力。
- 三、本研究首先簡介美國、中共、英國及我國衛星發展概況及未來展望，以瞭解各國衛星戰略發展方向，並特別以英國自歐盟退出後，須自力發展衛星科技為例，建議我國可依此效法，逐步拓展自主衛星網；筆者接續分析砲兵部隊所面臨不足之處，逐一介紹與瞭解其問題癥結點，針對加強資訊通信能力、強化地圖測繪能力、提升精準打擊能力與建立衛星干擾能力等四個項目，提出個人見解，期望國軍逐步調整與強化自身作戰能力，進而達成克敵制勝之目標。

關鍵詞：衛星、資訊通信、地圖測繪、精準打擊、衛星干擾能力

前言

全球太空科技逐漸發展，衛星在軍事運用上亦成熟，西元 1991 年第一次波灣戰爭中，以美國為首眾多國家即以衛星導引精準武器標定攻擊目標，並結合通信衛星及監偵系統，整合地面部隊作戰，對伊拉克獲取壓倒性勝利。¹

中共自 1958 年發展衛星及載具的研究工作，1970 年發射第一顆衛星「東方紅一號」，迄 2020 年完成北斗三號衛星系列佈署，並成為世界四大衛星導航系統之一，其衛星能力已具備全球導航、高階偵察能力及遠程火力投射能力，這意味著中共解放軍可不假他人之手，藉由其衛星導航系統，將戰略型武器投射至世界各地區，以達成戰略性目標，因此筆者試想是否以敵為師，反思如何以衛星特性，提升我砲兵部隊作戰能力（含資訊通信、地圖測繪、精準打擊及衛星干擾能力），期能從中獲取對我國防安全之啟示。

1 黃俊麟，〈中共衛星航太科技與反衛星系統發展〉《國防雜誌》（桃園），第 22 卷第 4 期，國防大學，民國 96 年 8 月，頁 40-52。

衛星發展

一、衛星種類簡介

衛星具備長時間監視、不受天氣地形影響、不易遭受物理攻擊等特性，故在承平時可用來科學研究、地質觀測及蒐集敵軍情資，作戰期間可做為戰略情資平臺，以下即針對衛星軌道、種類及功能實施介紹：²

（一）衛星軌道

1. 高地球軌道（High Earth orbit, HEO）：衛星距離地球更高於地球同步軌道（大於 35,786 公里），通常使用於更廣泛通信範圍或以不同角度偵測特定天體。

2. 地球同步軌道（Geostationary Orbit, GEO）：衛星會保持在地球表面相對位置，高度約為距離地球 35,786 公里，其運轉速度與地球自轉速度相等，可供氣象衛星或通信衛星使用。

3. 中軌道（Medium Earth Orbit, MEO）：衛星位置落於與地球約 1,000 至 35,786 公里之間，目前世界四大全球衛星導航系統美國全球定位系統（Global Positioning System, GPS）、中共北斗衛星導航系統（BeiDou Navigation Satellite System, BDS）、俄羅斯格洛納斯衛星導航系統（GLONASS）及歐盟伽利略衛星導航系統（GALILEO）均位於此軌道使用。

4. 低軌道（Low Earth Orbit, LEO）：衛星距離地球約為 300 至 1,000 公里，其軌道通常為提供通信延遲低（如視訊通話、即時通信）之通信衛星使用。

5. 極軌道（Polar Orbit）：衛星在其軌道平面會通過地球兩極點（即南、北極點），通常由大氣、地球活動等全球性環境監測之衛星使用。

6. 太陽同步軌道（Sun-Synchronous Orbit, SSO）：是指在其軌道運行期間，衛星與太陽保持相同角度，使衛星觀測均能在相同光照及陰影條件下，監測全球各項環境。

（二）衛星種類及能力

1. 一般而言衛星依能力及搭載裝備不同，區分科學衛星、通信衛星、軍事衛星、氣象衛星、遙測衛星、導航衛星等 6 種，³各衛星特性及能力說明如次：

（1）科學衛星：於太空軌道中，藉以進行大氣物理、天文物理等資料蒐集、實驗或測試之衛星。

（2）通信衛星：於太空中，做為電訊中繼站或撥放電訊之衛星。

（3）軍事衛星：針對敵軍事設施及活動實施攝影、監測與其他相關軍事情資蒐集之衛星。

2 張志立，〈淺談人造衛星〉《臺北星空天文館期刊》（臺北），第 70 期，臺北市教育局天文館，民國 104 年 11 月），頁 20。

3 張志立，〈淺談人造衛星〉《臺北星空天文館期刊》（臺北），第 70 期，臺北市教育局天文館，民國 104 年 11 月），頁 21。

(4) 氣象衛星：針對地球實施監測和預報天氣、氣候變化，並提供大氣和地球表面的相關數據。

(5) 遙測衛星：是一種以遠距離感測技術，並配賦搭載的儀器或感測器來收集地球表面資料，而這些資料含光學影像、雷達影像、紅外線數據。

(6) 導航衛星：主要提供地面、海面、空中定位及導引方向資訊，其對象為民間及軍事需求端。

2. 上述是針對衛星實施介紹，然為探討衛星對砲兵部隊影響，應額外說明軍事衛星相關工作內容，包含情報蒐集、通信、導航、監視、預警及飛彈防禦等，另針對種類及能力實施初步介紹如次：⁴

(1) 影像偵察衛星：具備高解度及紅外線攝影功能，可提供部隊所望地區地勢分析及目標辨識（如敵軍設施、軍隊佈署及活動等）。

(2) 飛彈預警衛星：於太空中組成預警網，以偵察與分析飛彈之彈道。

(3) 數據中繼衛星：主要工作為接收地面站或其他衛星之數據，並轉發至特定地點；另因衛星軌道較高，亦可協力提供全球性通信服務。

(4) 軍用通信衛星：主要支援部隊指揮、管制、通信、資訊、情報、監視和偵察（C4ISR）等工作，且具有安全通信、全球覆蓋、高頻寬及抗干擾等特性。

(5) 導航衛星：提供部隊地面、海上、空中導航定位服務，並藉由加密及抗干擾技術，避免遭敵竊取及確保信號可靠性。

(6) 電子情報衛星：主要用於收集情報與電子戰，並藉由配賦之電子情報設備探測、監測和分析各種電子訊號，如雷達、通信、無線電頻譜等。

(7) 遙測情報衛星：主要收集地表特徵及環境變化，亦可搭配合成孔徑雷達滿足部隊地圖測繪作業。

(8) 氣象衛星：主要針對地球大氣環境實施監測及收集氣象資訊（如雲層、氣象系統、氣溫、濕度），可提供部隊即時或未來預測之天氣變化。

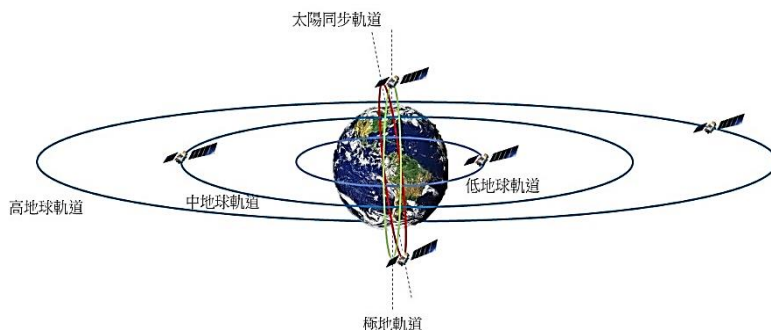


圖 1 衛星軌道示意圖

資料來源：筆者自繪

⁴ 黃俊麟，〈中共衛星航太科技與反衛星系統發展〉《國防雜誌》（桃園），第 22 卷第 4 期，國防大學，民國 96 年 8 月，頁 41-42。

二、各國衛星概況與未來發展

現今先進國家中，已具備衛星網路基本運行能力者，除平時可藉由衛星完成生活所需（位置導航、天氣查詢、通信聯絡等）；另於軍事行動中亦可藉由其衛星種類及能力（偵查衛星用於偵察敵軍部隊部署、通信衛星用於部隊指揮與管制等），迅速且準確掌握作戰前所需獲取之作戰地區天候狀況、地形條件、敵軍作戰能力等情報，以此完成作戰前準備，並依作戰進程部署與指揮部隊作戰方向，達成作戰目標，依上述所言，衛星發展逐漸對國家戰略之重要性已是不可小覷。

隨著周邊國家逐步發展衛星產業，雖我國衛星發展腳步較為緩慢，但卻是勢在必行，自福衛五號成功發射後，其衛星遙測及關鍵元件，從設計、製造到組裝，均由國內相關單位自主開發完成，⁵即顯示具備自主研發的能力。

筆者以簡要方式針對美國、中共兩大強權衛星概況與未來發展實施介紹，並藉由英國自退出歐盟後，其身分無法再行加入歐盟各項衛星計畫，而需自主發展衛星產業為例，藉此發想與探討我國衛星現今發展概況與未來計畫。

（一）美國

自 1958 年成功發射第一顆所屬的衛星探索者 1 號後，即意味著與蘇聯太空競賽正式揭開序幕，迄今已是世界上太空強權國家之一，為保持與各強權太空競爭能力，於 2018 年發射 GPS Block III 系列衛星，並新增全數位化導航酬載、區域軍事保護能力、提升雷射復歸反射器陣列及搜索（救援）之有效酬載。⁶另規劃未來於 2045 年完成國防太空架構系統（計有傳輸層等 7 層），概念為發展出具備安全通信、預警及攻擊評估之衛星群，其中每顆衛星可與地面控制平臺進行通信、追蹤飛彈與極音速飛行器，並提供所屬單位定位及導航等功能，該衛星在遭受敵國實施反衛星攻擊時，其他衛星仍可持續提供飛彈預警與追蹤等功能。⁷



圖 2 美國國防太空架構系統

參考來源：Sandra Erwin, 《DoD Space Agency to award Multiple Contracts for up to 150 Satellites》〈SPACENEWS〉2021/03/04，<https://reurl.cc/2mko16>，檢索日期：民 113 年 2 月 1 日。

5 曾世平，〈福爾摩沙五號專題〉《科儀新知季刊》（臺北），第 216 期，國家實驗研究院臺灣儀器科技研究中心，民國 107 年 9 月），頁 4。

6 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 66。

7 周若敏，〈美國「國防太空架構系統」下的衛星發展〉《國防安全雙週報》（臺北），第 64 期，財團法人國防安全研究院，民國 111 年 10 月，頁 44。

（二）中共

中共自 1958 年發展衛星及載具，迄 2020 年北斗衛星三號系統部署，已完成衛星初步戰略規劃，即「先區域、後全球」之發展目標，現北斗衛星系統具備通信、導航、遙測一體的全球衛星導航系統，並具備全球覆蓋、高精度、服務多樣化等特性，使其解放軍無論人員或無人機（艦艇）在戰場上，除可提供自身定位導航外，所屬上級亦可隨時掌握部隊位置，傳遞相關命令，因此利用北斗衛星系統有助於中共解放軍戰場管理及部隊指管，大幅提升作戰能力。⁸

另未來中共衛星發展正朝向 3 個面向分別為地空一體化、導彈控制力及太空作戰整合，說明如次：

1.地空整體化：中共目前已將衛星互聯網建設提升為國家戰略性工程，在北斗系統內將通信、中繼、導航、偵察、監視及氣象整合後，配合無人武器載臺實施聯合作戰，逐步達成地空整體化，以肆應未來智能化戰爭。⁹

2.導彈控制力：嫦娥五號月球探測器於 2020 年 12 月完成月球探勘任務，成功採集月球土質樣本並返航地球；其中返程方式是以半彈道跳躍式再入重返大氣層，顯示中共逐步有能力控制彈道飛彈重返大氣層的姿態及重入速度，此種飛行軌跡與傳統彈道飛彈不同，未來如運用在相關飛彈武器上，恐增加防空系統防禦之困難度。¹⁰

3.太空作戰整合：中共目前所擁有的天宮太空站與由各國共同營運之國際太空站是世界上唯二的太空站，其中國際太空站因機件老舊，預於 2031 年 1 月除役，儘管中共官方宣稱太空站用途為從事多領域太空科學實驗與技術試驗，但如以軍事用途使用，恐成為輔助地面指管中心及整合各類型衛星獲取情資之太空作戰指揮中心，如加裝定向能武器和電磁武器，則具備反導彈及反衛星能力，可直接打破各國戰力平衡。¹¹

（三）英國

於脫離歐盟前，其科學研究、商業貿易、軍事國防均與美國及歐盟高度整合且合作，但自 2016 年 6 月脫離歐盟公投通過後，使其身分無法參與或限制由歐盟主導之地球觀測、伽利略衛星系統等相關太空計畫。¹²

8 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 121。

9 荊元宙，〈中共航天科技發展情形與軍事意涵〉《民國 112 年 12 月大陸與兩岸情勢簡報》（臺北），中華民國大陸委員會，下載日期民國 112 年 12 月 17 日，頁 3。

10 荊元宙，〈中共航天科技發展情形與軍事意涵〉《民國 112 年 12 月大陸與兩岸情勢簡報》（臺北），中華民國大陸委員會，下載日期民國 112 年 12 月 17 日，頁 4。

11 荊元宙，〈中共航天科技發展情形與軍事意涵〉《民國 112 年 12 月大陸與兩岸情勢簡報》（臺北），中華民國大陸委員會，下載日期民國 112 年 12 月 17 日，頁 2-4。

12 吳宗翰，〈英國脫歐後在太空領域的作為〉《國防情勢特刊》（臺北），第 9 期，財團法人國防安全研究院，民國 110 年 6 月，頁 44。

為避免國內基礎設施與緊急服務過於仰賴美國全球定位系統，一旦全球衛星系統遭受干擾，許多基礎設施將面臨停擺之風險，¹³故於 2018 年由其國防部推出「太空防衛戰略」，內容包含加強前線部隊太空支援、強化太空韌性及作戰效果、提供政府各項太空活動支持等三大面，並開始尋求替代性衛星導航系統，至 2020 年即與印度 Bharti Global 電信集團完成對 One Web 衛星電信公司採購，達成具備獨立自主通信、導航衛星系統之國家。¹⁴

未來該國將於 2021 年至 2031 年間，完成天網-6 軍事衛星系統，藉以支撐在全球軍事通信服務、情報蒐集及精準打擊之關鍵力量。¹⁵

（四）中華民國

自 1980 年成立國家太空科技發展長程計畫規劃小組，至 1991 年成立國家太空中心後，即推動國家太空科技發展長程計畫，區分三期，說明如次。

1.第一期（1991 年至 2006 年）：執行福衛一、二、三號計 8 枚衛星科學實驗與任務，奠定我國太空科技發展基礎。

2.第二期（2004 年至 2018 年）：執行福衛五號、七號任務，並提升我國太空科技發展能量，以推動學術研究及產業發展。

3.第三期（2019 年至 2028 年）：未來將定期（每年）發射 1 枚衛星上空，目的為國土安全與監測自然環境，於災害發生時可提供即時影像，快速監測國土安全與環境變遷，並加強推動外太空探索與科學創新計畫。¹⁶

自 Space X 公司的星鏈系統在俄烏戰爭中大放異彩後，各國紛紛提倡太空產業的規劃及發展，我國政府亦將太空產業列入六大核心戰略產業中，透過我國具衛星發展廠商一覽表可知（如表 1），國內太空產業趨向成熟且穩定發展，未來將透過產、官、學界共組太空產業國家隊方式，強化發展進階遙測衛星、氣象衛星、通信衛星以及火箭發射能力，逐步推動太空技術與產業發展。

另外國內中華電信公司已與 One Web 衛星電信公司簽署通信合作契約，將於 2024 年藉由其公司通信衛星覆蓋及衛星接收站之建立，增加通信手段及韌性，依此我國政府亦可從中獲取衛星自主發展之經驗，朝向衛星發展自主化目標邁進。

13吳宗翰，〈英國脫歐後在太空領域的作為〉《國防情勢特刊》（臺北），第 9 期，財團法人國防安全研究院，民國 110 年 6 月，頁 45。

14吳宗翰，〈英國脫歐後在太空領域的作為〉《國防情勢特刊》（臺北），第 9 期，財團法人國防安全研究院，民國 110 年 6 月，頁 46-48。

15吳宗翰，〈英國脫歐後在太空領域的作為〉《國防情勢特刊》（臺北），第 9 期，財團法人國防安全研究院，民國 110 年 6 月，頁 50。

16《推動我國太空科技發展》，行政院新聞傳播處，民國 111 年 8 月 2 日，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/f441e557-77fd-41a6-b200-41a4a49c8cca>，檢索日期：民國 113 年 2 月 1 日。

表 1 我國具衛星發展能力廠商一覽表

項次	項目	衛星技術	廠商（公司）名稱
1	衛星本體元件	通信元件	南亞、華通、興普、華泰、穩懋、同欣電、漢翔、事欣、信邦、詠業、創未來
2		結構	南亞、華通、興普、華泰、穩懋、同欣電、漢翔、事欣、信邦、詠業、創未來
3		電力	力創光電、晶泰科技、長生科技、元晶
4	地面設備	上游元件	全訊、穩懋、笙科、宏觀微、昇達科、台揚、啟碁、芳興、兆赫、百一、台光電、騰輝、昇貿、華通、新復興、敬鵬、聯德控股
5		天線次系統	中衛、也翔、鍵吉、蔚品、啟碁、芳興、譚裕、詠業、群創、兆赫
6		電源、纜線及連接器	維熹、萬泰科、正崴、康舒、系統電子、群電、仲琦
7		路由器、機上盒	建漢、啟碁、仲琦、泰金寶、和碩、百一、致振、兆赫
8		衛星導航晶片及模組	聯發科、鼎天、環天、麗臺、台灣國際航電、神達

資料來源：吳靜芳，〈56 家關鍵台廠，馬斯克和貝佐斯的太空夢，為何不能沒有台灣人？〉《天下雜誌》（臺北），天下雜誌社，民國 111 年 12 月 2 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202309160027.aspx>，檢索日期：民國 113 年 2 月 8 日。

部隊運用現況

一、資訊通信能力

我國為強化部隊資訊傳輸、通信構連，即逐步發展資訊通信系統，迄今所使用之資訊通信系統，共計有環島光纖通信系統（Synchronous Multiplex Optical Communication System，SMOCS）、國軍資訊通信系統（Military Information Communication System，MICS）、衛星系統、散波及長程微波系統等 4 種，接續針對資訊通信系統實施說明¹⁷。

（一）環島光纖通信系統：以同步光纖實體網路作為傳輸骨幹，建構環島光纖路徑，並透過非同步傳輸模式交換技術（Asynchronous Transfer Mode，ATM）執行語音、數據及視訊等交換，確保各單位傳輸管道暢通。

（二）國軍資訊通信系統：具有光纖實體及微波路徑之傳輸雙軌，其中一條傳輸路徑遭中斷時，系統會立即對另一方實施保護，並利用非同步傳輸模式交換設備中之自動尋徑功能，協助系統實施資料傳輸。

（三）衛星系統：主要結合環島光纖通信與國軍資訊通信系統之重要節點及地區總機，擔負總機、視訊系統及高優先電路有限度之備援手段。

（四）散波及長程微波系統：主要運用在本島對外島地區之備援通信系統，當海底電纜中斷時，即擔任外島地區資料傳輸之備援手段。

¹⁷陳鏡尹，〈運用低軌道通信衛星強化國軍資通骨幹系統韌性之研究（畢業專題）〉（桃園：國防大學，民國 111 年 7 月），頁 24-25

二、地圖測繪能力

砲兵部隊的任務即是提供第一線戰鬥部隊精準且強大之火力對敵實施火力壓制，使敵無法依計畫完成相關作戰佈署及所望目標；然要如何定位我軍位置，並將火力投射至上級所交付的目標位置上，即須透過地圖測繪來完成。

現行砲兵部隊地圖測繪區分具有定位定向系統及無定位定向系統等 2 種地圖測繪方式，¹⁸說明如次（表 2）。

（一）具定位定向系統地圖測繪：具有定位定向系統測繪方式，以砲兵營為測量單位，區分測量官、系統組、測量組及砲兵連測量班，並運用定位定向系統、測距經緯儀或 M2 方向盤等裝備實施地圖測繪。¹⁹

（二）無定位定向系統地圖測繪：無定位定向系統測繪方式，以砲兵營為測量單位，區分測量官、前地組、連接組及陣地組，並運用測距經緯儀及 M2 方向盤等裝備實施地圖測繪。²⁰

中共在獲得制空、海權後，對我行登陸作戰期間，急欲對機場、港口等重要設施進行控制，以利後續登陸船團與空降兵團擴張其作戰攻勢，如我軍無法以有效火力打擊其登陸位置，將不利我後續作戰；對此我軍在此作戰階段已喪失制空、海權，如以砲兵部隊對敵實施火力打擊，須滿足陣地佔領迅速、部隊快打快撤等目標，惟以現行砲兵部隊地圖測繪方式仍有作業時間冗長及精度誤差大等問題存在，因此能否肆應瞬息萬變的戰場，確實值得探討。

三、精準打擊能力

精準武器即是使用高精確度導引系統，於遠距投射，直接命中目標機率很高的導彈、砲彈和炸彈等武器，²¹就現行我砲兵部隊而言，僅可透過 155 公厘口徑火炮將 M712 銅斑蛇雷射精準導引砲彈（Copperhead）發射後，透過雷射指示器引導砲彈摧毀目標，然而就砲彈射程、砲彈射後操作方式（須持續以雷射標定目標）及使用壽期而言，均已不符作戰使用。

自 2024 年起，透過對美軍購案，我國獲取 M142 高機動多管火箭系統（M142 High Mobility Artillery Rocket System，HIMARS），並搭配導引火箭彈（Guided Multiple Launch Rocket System，GMLRS）或陸軍戰術飛彈系統（Army Tactical Missile System，ATACMS）等彈藥，即可透過美國全球定位系統，標定目標座標，對射程範圍內之目標進行摧毀。預劃於成軍後形成戰力，藉此達成遠程火力、

18《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民 111 年 10 月），頁 7-514。

19黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 20。

20黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 20。

21張彥之，〈第三章戰爭工具〉《東吳國防通識讀本》，<https://reurl.cc/RXjAKG>，檢索日期：民國 112 年 12 月 8 日，頁 18。

精準打擊之目標。

四、衛星干擾能力

自中共於 2020 年完成北斗衛星三號系統部署後，即意味具備通信、遙測、授時、導航等功能之衛星系統，其影響範圍已從區域擴展至世界範圍，故對我國實施情報偵察，乃至於遠程火力精準打擊均可實現，尤其在共軍登陸作戰期間，為使其登陸部隊避免遭我火力單位實施攻擊，故先期對軍事指揮機構、通信設施、雷達設施、武器放列陣地等目標實施衛星偵察及精準打擊。

就現行我砲兵部隊而言，暫無配賦相關裝備與設施可對北斗衛星實施干擾作為，故面對中共飛、導彈具備預警時間短、攻擊距離遠、射擊精度高等特性，對我部隊能否實現戰場存活之可能性，值得加以探究。

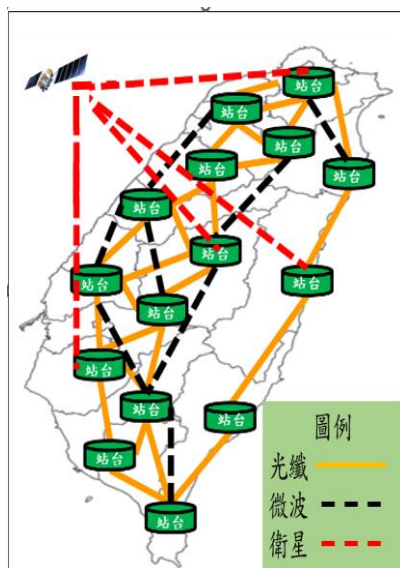


圖 3 資通系統示意圖

參考來源：陳鏡尹，《運用低軌道通信衛星強化國軍資通骨幹系統韌性之研究（畢業專題）》（桃園：國防大學，民國 111 年 7 月），頁 27。

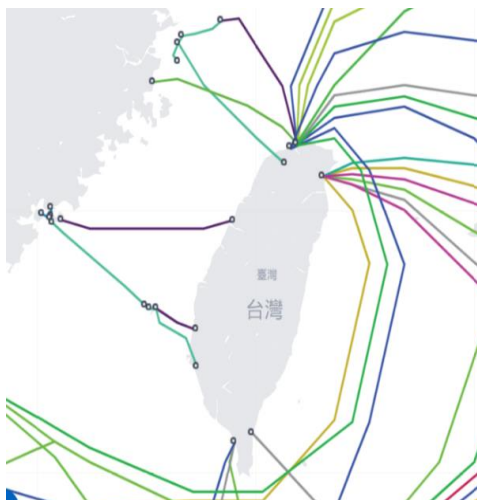


圖 4 臺灣海底電纜分布圖

資料來源：<https://www.submarinecablemap.com/>（檢索日期：民 113 年 2 月 4 日）。

表 2 砲兵部隊現行地圖測繪方式

具定位定向系統示意圖			無定位定向系統示意圖	
所需使用裝備			所需使用裝備	
定位定向系統	測距經緯儀	M2 方向盤	測距經緯儀	M2 方向盤
耗時 1-2 小時			耗時 2-2.5 小時	

參考來源：筆者參考黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 20-21，另行繪製。

表 3 砲兵部隊現行精準武器諸元表

使用武器		使用彈藥	
M109A5		M712 銅斑蛇雷射導引砲彈	
射程	精準度（CEP）	操作方式	
16 公里	0.4-0.9 公尺	砲彈發射後，須持續以雷射導引，直至摧毀目標。	

資料來源：John Pike，<https://man.fas.org/dod-101/sys/land/m712.htm>（檢索日期：民 113 年 2 月 11 日）。

表 4 砲兵部隊籌獲精準武器系統諸元表

使用武器		使用彈藥	
M142 海馬斯多管火箭系統		陸軍戰術飛彈系統 ATACMS/ 導引火箭彈 GMLRS	
			
彈藥種類	射程	精準度 (CEP)	操作方式
導引火箭彈 GMLRS	90 公里	10 公尺	依射程及目標種類發射適切彈種，並藉由美國全球定位系統持續實施砲彈導引，直至目標摧毀。
陸軍戰術 飛彈系統 ATACMS	300 公里	9 公尺	

資料來源：1. Andreas Parsch，〈Lockheed Martin MGM-168 ATACMS Block IVA〉，<https://www.designation-systems.net/dusrm/m-168.html>，檢索日期：民國 113 年 2 月 11 日。2. 歐錫富，〈不對稱作戰－海馬斯火箭發射破壞威力〉，<https://indsr.org.tw/focus?typeid=25&uid=11&pid=440>，檢索日期：民國 113 年 2 月 11 日。

對我砲兵部隊建議

中共解放軍的威脅隨著衛星數量累積與酬載更高階探測儀器，並於 2020 年完成北斗衛星第三代佈署後，具備更高精度之定位能力，除了威脅美國在印太地區的軍事基地外，亦會於對我作戰中的第一波攻勢中，使用各類型彈道飛彈、巡弋飛彈等武器相互連接導引，使其火力具備遠距、精準及速決等特性，藉以摧毀我國政經中樞、水電基礎設施及重要軍事設施。²²

另外中共對我國首波攻擊，未必僅使用短程彈道飛彈，而是利用精準導引長程火箭，並以數量多、成本低等特性對目標進行飽和式打擊，面臨如此大量火力投送，恐讓我防空飛彈系統疲於奔命，且不符攔截成本效益。²³為因應中共軍事武力威脅，除加強民生基礎設施、重要軍事設施及武器裝備等防護及設施地下化

22 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 112。

23 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 113。

外，筆者置重點於探討於如何提升我砲兵部隊資訊通信、地圖測繪、精準打擊及建立衛星干擾等能力。

一、加強資訊通信能力

就國軍部隊現行資通系統仍以實體光纖作為主要通聯管道，故恐因通信站臺、光纖匯集處等基礎設施遭敵於第一波飽和攻擊摧毀，而造成通信中斷，然而儘管具備微波系統及衛星系統等備援手段，但仍有備援手段作業耗時、傳輸易受地勢高低影響及僅可恢復單一高優先電路管道等技術問題，因此如何提升我資通系統戰場存活率及作業效能，實為當務之急。

俄烏戰爭爆發初期，烏克蘭因通信基礎設施遭俄羅斯摧毀破壞，國內面臨嚴重對外通聯中斷、對內部隊間指揮管制喪失之危機，所幸 **Space X** 公司的星鏈計畫（**Star Link**）即時協助烏克蘭恢復通信管道，使烏軍軍事作戰得以延續，迄今仍是烏軍重要通信手段之一，如我國能建立與星鏈計畫相仿之系統運用於我資通系統中，將可提升於平、戰時部隊通聯效能。

以我國太空科技能量，雖具備研發自製衛星（如福衛五號）能力，但尚缺火箭酬載衛星之技術，僅能透過他國之力，協助完成衛星酬載任務；然近期獲取新聞報導，中華電將與歐洲通信衛星集團子公司 **Eutelsat One Web** 簽署臺灣低軌衛星獨家代理合約，規劃於 2024 年底藉由該公司現有 600 顆低軌衛星，將衛星訊號覆蓋全島，後續並配合數位發展部計畫，建立非同步軌道衛星終端設備站點及基地臺衛星後傳鏈路站點，以強化通信網路韌性。²⁴

另外我國近期針對衛星發展有 2 項消息，對後續通信衛星具有極大意義，說明如次。

（一）在 2023 年 11 月 12 日，由中央大學與鴻海集團共同研發珍珠號（**PEARL**）衛星 2 枚，及成功大學與智能太空公司共同研發的 **IRIS-C2** 立方衛星 1 枚，均發射至太空並完成與地面站通聯，其目的為針對低軌衛星通信建置的地面終端設備實施入網測試，以協助國內業者衛星通信終端設備與該衛星進行通聯驗證及性能測試。²⁵

（二）國家太空中心規劃於 2026 年將發射我國首枚自製低軌 **B5G** 通信衛星，即是建立我國通信衛星網路首部曲，並於 2028 年再發射第二枚通信衛星，後續將有助於備援數據通信、環境監測、防災、海上物聯網等應用。²⁶

24楊凱翔，〈中華電與 OneWeb 簽約 衛星訊號 2024 年覆蓋全臺〉《中央通訊社》（臺北），民國 112 年 11 月 15 日，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202311150238.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 6 日。

25王郁倫，〈鴻海珍珠號等 3 枚臺籍衛星將升空 任務及酬載 2 功臣揭露〉《經濟日報》（臺北），民國 112 年 11 月 11 日，<https://money.udn.com/money/story/5612/7567717>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。

26張璦，〈臺灣版星鏈首部曲 B5G 低軌通訊衛星 2026 年發射〉《中央通訊社》（臺北），民國 112 年 9 月 16 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202309160027.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。

有鑒於此，如何提高部隊資通系統之多樣性、抗干擾性及可靠性至關重要，依上述資訊及觀點，筆者建議未來資訊通信系統應朝向近、遠程目標發展，說明如次。

（一）近程目標：向數位發展部及中華電信公司合作，於 2024 年完成 700 個衛星終端設備站點與基地臺後，配合在我軍資通系統重要站臺配置相控陣列天線及通信衛星路由器，與 One Web 低軌通信衛星形成網路鏈結，使我資通系統達成光纖、微波及衛星等系統共存並行，確保部隊通信無虞。

（二）遠程目標：由於 One Web 低軌通信衛星仍屬他人公司財產，難以確保於部隊作戰時，衛星系統遭關閉，故仍須建立自主低軌通信衛星網路。依國家太空中心表示，我國需要擁有 120 枚低軌通信衛星，才能確保於 24 小時通信不間斷，²⁷儘管這項目標有極大挑戰，如火箭酬載技術等仍須克服，但應秉持今日不做、明日會後悔之決心，為我國通信衛星系統自主獨立方向邁進。

二、強化地圖測繪能力

我國現階軍事戰略為防衛固守、重層嚇阻，故以防衛作戰為主要作戰方式；然我砲兵部隊雖持續強化各項裝備及訓練，但在未獲得先進武器裝備前，仍具有接戰過程耗時冗長、火砲需佔領同一陣地、精準射擊仍需仰賴地圖測量成果等問題。²⁸

藉由俄烏戰爭相關影片可得知，烏克蘭砲兵部隊於第一枚砲彈射擊後，俄軍砲兵反制火力即於 30 秒後抵達。²⁹故如何運用衛星測量技術於地圖測繪上，達成砲兵部隊快打快撤、精準射擊之目標，已是現代化部隊作戰需求。³⁰

衛星測量之定位原理，係利用衛星接收器同步接收 3 顆（含）以上衛星所發射之無線電訊號（載波相位），測量出衛星與接收器之距離（空間向量）及各衛星位置，並以衛星之位置為測站，向接收器實施方向交會法，即可得到接收器位置（定位）。³¹

即時動態測量（Real Time Kinematic, RTK）是衛星測量方法中，較廣為使用的方法之一，其測量方法通常由一個基準站、數個移動站及無線電通信設備所組成。在作業期間，在已知點上設置一部衛星接收機作為基準站，接收衛星訊號；於衛星接收機上作為移動站，當移動站位置變換時，保持接收訊號不中斷，及至

27張璦，〈俄烏戰爭殷鑑 太空中心：台灣需 120 枚低軌衛星確保通訊不中斷〉《中央通訊社》，民國 112 年 6 月 16 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202306160324.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。

28 揭仲，〈M109A6 生變，國軍砲兵現代重挫〉《中時新聞網》（臺北），<http://www.lepenseur.com.tw/article/1080>，民 112 年 5 月 9 日，檢索日期：民 113 年 1 月 11 日。

29黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 20。

30黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 14。

31施永富，〈測量學〉（臺北：三民書局，民 97 年 6 月），頁 367。

少同步接收 3 顆含以上衛星訊號，以利獲得點座標與高程。³²

為強化我砲兵部隊於地圖測繪效能，爭取作戰時效，探討於砲兵營編制即時動態測量系統（**Real Time Kinematic System, RTKS**），內含衛星接收儀與測繪控制器，並依連接網際網路與否，區分具網路式及無網路式，說明如次。

具網路式：即為虛擬基準站即時動態測量（**Virtual Base Station-Real Time Kinematic, VBS-RTK**），由測量人員手持衛星接收儀（具網路型）藉由衛星定位，獲知概略座標，將其提供至國土測繪中心，再由測繪中心透過網際網路提供之虛擬基準站觀測資料，即可獲得公分級定位座標及資料差異修正量，後續地圖測繪可運用定位座標及資料差異修正量，隨移動站變化實施定位座標與測量解算，³³測量所需時間約為 10-15 分鐘（不含路程時間）。³⁴

無網路式：即為即時動態測量（**RTK**），由衛星對已知座標基準站及移動站進行座標計算，並將雙方相對座標數據以無線電傳輸至移動站進行差分計算，獲取與基準站空間位置相對關係參數（修正量訊號），惟須注意基準站及移動站累積距離大於 10 公里後、大氣電離層及障礙物緣故，誤差值隨之增加，故需再次尋求精確定位座標（基準站），以避免誤差過大，致測量數據錯誤，³⁵測量所需時間為 20-30 分鐘（不含路程時間）。

為瞭解即時動態測量系統（**RTK**）是否可提升我砲兵部隊地圖測繪能力及縮短作業時間，經相關人員實施定位定向實驗測試，獲得定位時間 1-3 分鐘完成、座標精度小於 5 公分圓形公算偏差、標高精度小於 1 公尺公算偏差、方位偏差小於 1 公尺公算偏差等相關數據。³⁶

由此可獲知，如國軍能與國家太空中心、中華電信及國土測繪中心等單位合作，建立衛星端（國家太空中心）、網路鏈結平臺（中華電信）、資料差異修正端（國土測繪中心）及測地執行端（砲兵部隊）之獨立管道，並於各端點建立雙向辯證金鑰，確保各參數資料正確及嚴防外洩。

另為避免戰時我國基礎設施遭破壞，致使無法利用網路獲取資料差異修正訊號，建議與國土測繪中心合作，由國土測繪中心提供現存衛星基準站（圖 3），並納入各作戰區防區測地作業之基準點，於平時可藉由防區測地作業期間，使用即時動態測量系統及衛星基準站驗證自身測繪參據；於戰時部隊可利用基準站

32施永富，《測量學》（臺北：三民書局，民 97 年 6 月），頁 371。

33王敏雄、劉至忠，〈e-GPS 衛星基準網之 VBS-RTK 即時動態定位系統測量成果分析〉《中華民國地籍測量學會會刊》（臺北），中華民國地籍測量學會，民國 95 年 6 月，頁 3。

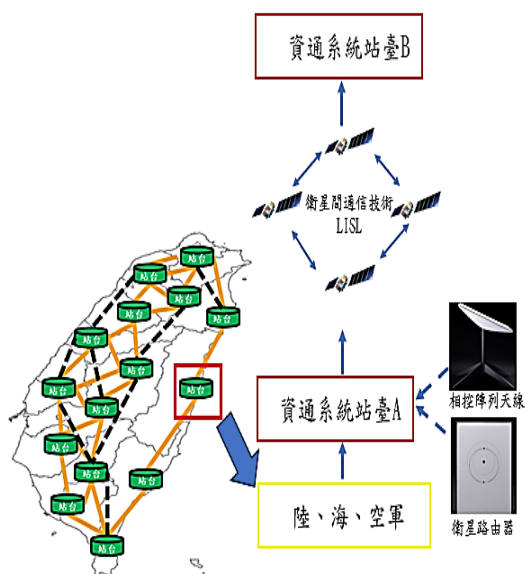
34黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 21。

35黃立信、羅量來，〈比對多衛星組合 RTK 與 e-GNSS 在地籍測量上之應用與分析〉《國土測繪與空間資訊期刊》（臺北），第 6 卷第 1 期，中華民國內政部國土測繪中心，民國 107 年 1 月，頁 56。

36黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 27。

測量各項目標定位數據，縮短測繪作業時效，以利遂行縱深作戰，進而達到快打快撤及精準射擊之作戰目標。

圖 5 光纖、微波及衛星系統示意圖



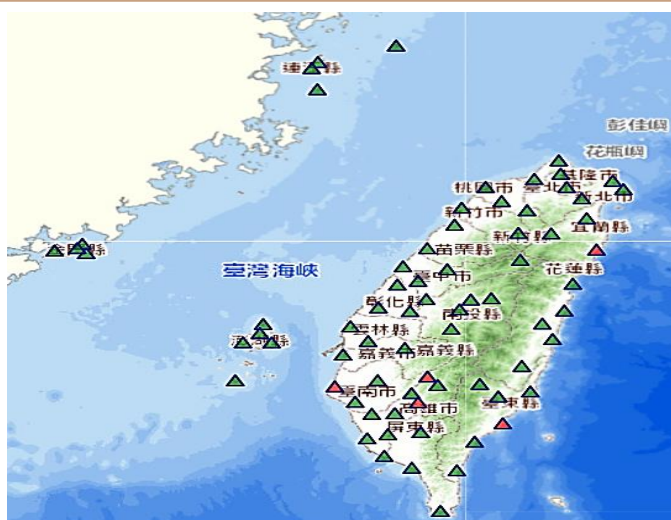
參考來源：陳鏡尹，《運用低軌道通信衛星強化國軍資通骨幹系統韌性之研究（畢業專題）》（桃園：國防大學，民國 111 年 7 月），頁 46。

表 5 現行地圖測繪方式示意圖

具網路式（示意）	優、缺點
國土測繪中心參數資料庫 獲得基準站觀測資料及精確座標 虛擬基準站 基準站 移動站 隨基準站及移動站移動，可透過測繪中心提供即時修正量。	1. 測繪速度快，所需時間 10-15 分鐘。 2. 有效修正量可隨時獲取。 3. 需隨時網路連線。
無網路式（示意）	優、缺點
國土測繪中心參數資料庫 獲得空間位置相對關係參數 已知座標基準站 移動站 隨基準站及移動站移動，誤差量隨之增加。	1. 測繪速度慢，所需時間 20-30 分鐘。 2. 修正量有效期較短，需重新尋獲精確定位基準站。

圖 6 國土測繪中心基準站分布圖

參考來源：1. 國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<https://egnss.nlsc.gov.tw/content.aspx?i=20150625102049287>，檢索日期：民 113 年 2 月 1 日。2. 黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月，頁 20-21。



參考來源：國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<https://egnss.nlsc.gov.tw/basestationinfo.aspx>，
檢索日期：民 113 年 2 月 1 日。

三、提升精準打擊能力

我砲兵部隊於火炮射擊過程，須考量膛內、外因素，藉由事前獲得的氣象資訊及地圖測繪成果，透過每一發彈藥射擊，求取修正量後，依此對目標進行面積射擊，期使對敵造成大量傷亡與裝備損壞。在砲彈射擊前，各項參數及修正量均可透過人為方式進行修正，唯獨在砲彈射擊出去後，則無法修調，因此為有效提升精準打擊目標及縮短射擊時效，砲彈導引確屬必要。

導航衛星系統，在應用上包括軍事導航及目標獲得之武器投射系統，由於軍事行動與地理空間密切結合，因此衛星系統結合遙測、地理資訊系統等技術，有助於軍事行動部隊指揮管制、戰場反應及決策。³⁷

自我國與美國完成 M142 高機動多管火箭系統軍事採購案後，即對我砲兵部隊之精準射擊向前邁進，惟後續獲裝後，須考量下列問題：

- (一) 其彈藥量是否滿足我防衛作戰？
- (二) 美國衛星導控是否遭中共電子干擾而中斷？
- (三) 我精準打擊能力是否能持續輸送？

針對上述問題筆者認為部分問題，雖無法立即或直接解決，但仍可透過間接或替代方式獲取解決方案，說明如次：

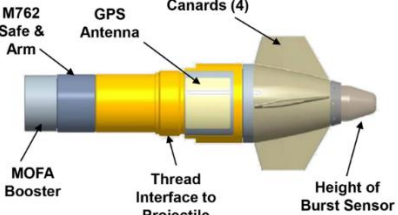
(一) 採購精準導引套件 (Precision Guidance Kit, PGK)：透過對美購案，我國獲得 M142 高機動多管火箭系統，使北、中、南及澎湖等地區具備可跨區增援之導引武器系統，然依俄烏戰爭經驗，每日須射擊 6000 餘發砲彈（不含開戰當日）而言，彈藥籌獲數量須持續增加。故筆者建議採購適切數量之精準導引套件，其導引套件具備精度高、價格低與 120mm 迫砲彈、105mm 榴彈、155mm

³⁷ 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 92。

榴彈通用等特性，並搭配平台整合套件（PIK）增強攜帶型感應式砲兵引信設定器（Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter, EPIAFS）賦予目標座標，使原先須倚靠多發彈藥才能命中目標之武器系統，提升至精準導引之武器，³⁸可供我國具 120mm 迫擊砲、105mm 榴彈砲及 155mm 自走砲（牽引砲）等砲兵單位使用，使單位兼具有互補能力，藉此有效提升砲兵部隊整體火砲射擊精準度及延續精準打擊能力，亦可延緩我防衛作戰期間產生之彈藥缺口。

（二）尋求第二導航衛星系統：英國自 2016 年國內公投後，因身分不同而脫離歐盟各項太空計畫（含伽利略衛星系統），為避免相關基礎設施過度仰賴美國全球定位系統，致使衛星遭干擾後，基礎設施功能中斷之風險，遂於 2020 年購得 One Web 衛星公司，使其擁有獨立自主導航衛星系統；我國計劃於 2024 年底與 One Web 公司合作，建立非同步軌道衛星終端設備站點，屆時與該公司簽訂合作契約，如全球衛星系統受中共電子干擾，可透過 One Web 衛星系統，協助彈藥精準導引，形成雙保險措施，確保精準打擊能力得以延續。

表 6 PGK 精準導引套件諸元表

PGK 精準導引套件（實體圖）			PGK 精準導引套件（結構圖）	
			PGK with Cover Removed 	
平台整合套件（PIK） 增強攜帶型感應式砲兵引信設定器 （EPIAFS）			引信設定器賦予目標座標示意圖	
				
長度	重量	精準度（CEP）	壽期	價格（新臺幣）
21.96 公分	1.36 公斤	30 公尺	20 年	300,000 元

資料來源：1. Tom Walker,〈The Army's Enhanced Portabel〉http://proceedings.ndia.org/5560/thursday/session_iv-a/walker.pdf，檢索日期：民 113 年 2 月 12 日。2. 李思平，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉《尖端科技》（臺北），尖端科技軍事雜誌社，民國 106 年 5 月 3 日。

38 李思平，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉，《尖端科技軍事雜誌社》，民 106 年 5 月 3 日，（<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=785>），（檢索日期民 113 年 2 月 12 日）。

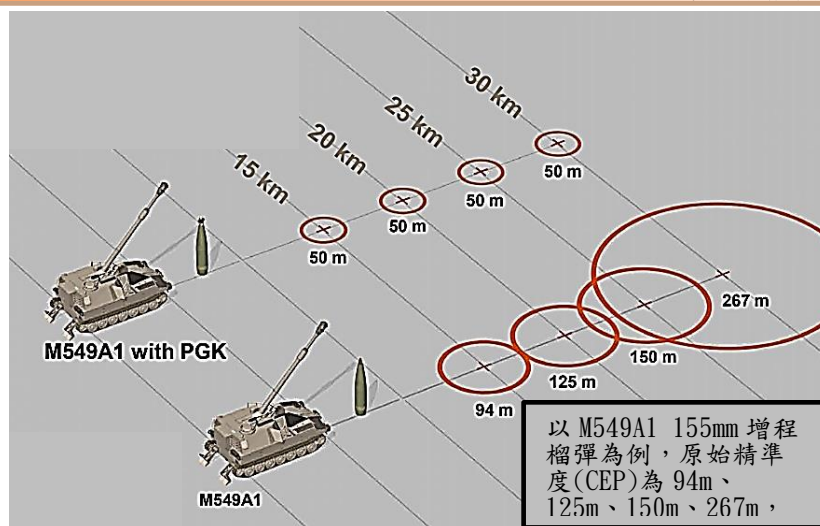


圖 7 PGK 精準導引套件使用前後差異示意圖

資料來源：李思平，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉《尖端科技》（臺北），尖端科技軍事雜誌社，民國 106 年 5 月 3 日，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=785>，檢索日期民 113 年 2 月 12 日。

四、建立衛星干擾能力

在我國究竟能否接收到中共北斗衛星訊號，其接收效果如何，由文獻中得知，經相關測試人員使用內建北斗衛星芯片手機，於北、中、南及東部地區等 4 處實施監測，發現可接收到北斗衛星訊號（至少 4 顆），代表北斗衛星所提供之定位、導航、授時即訊號源在我國是相關穩定，即意味著於戰時可滿足中共執行各項作戰任務需求。³⁹

中共北斗衛星導航系統定位能力，可提供各種彈道飛彈、巡弋飛彈等武器互相連結導引，使得解放軍第一波導彈攻勢具備遠距、精準及速戰速決的特性，對於我國機場、港口、防空雷達站、飛彈陣地及軍事指管中心構成極大威脅。⁴⁰

由於飛、導彈發射仍需由地面導控站，或通信衛星與導航衛星的電磁訊號進行控制，且透過俄烏戰爭得知，目前俄軍已協助各級部隊獲得手持式衛星干擾器及道路干擾器，以防制美國、歐盟衛星系統監偵，⁴¹故面對中共各式遠程精準導引飛、導彈等軍事威脅，可委請美國及相關國防機構協助，獲取中共北斗、俄羅斯格羅納斯衛星系統相關頻段及參數，並依此協請中科院及國防產業研發衛星干擾設備或強化原有裝備，說明如次。

（一）研製手持式衛星干擾器：該干擾器可配賦於我砲兵部隊通信班或指揮所，其特性具備干擾中共北斗衛星、俄羅斯格洛納斯衛星系統等，即有能力干擾

39張正國，〈中共北斗衛星系統對我軍事威脅之探討（碩士論文）〉，（桃園：國防大學戰略研究所，2017 年），頁 106-114。

40 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 112。

41 Matteo Luccio，〈Russia's attack raises vulnerability concerns〉，〈GPS WORLD，民 111 年 4 月 28 日〉，(<https://www.gpsworld.com/russias-attack-raises-vulnerability-concerns/>)

飛、導彈攻擊，使其迷失方向，或擴大導引誤差量，進而降低我部隊人員與設施傷損，提升我國部隊戰力保存。⁴²

（二）改良原有衛星干擾車：針對北斗衛星系統合成孔徑雷達衛星（Synthetic Aperture Radar，SAR）偵察作為，可委請中科院針對原有衛星干擾車，加強其衛星干擾能力、強化干擾廣度，並配賦於各作戰區軍事重要設施內，藉以反制其衛星偵蒐作為，隱匿我軍部隊活動，並加大我軍戰力保存能力。⁴³

結語

我國迄今已有太空自主研發能力，於 2022 年 1 月施行「太空發展法」以及同年 5 月頒布「國家太空中心設置條例」等相關法條，再再說明太空發展儼然成為新興的核心戰略，⁴⁴未來可以敵為師，借鏡中共發展模式，範圍由小至大，性能由簡單至廣泛，同步提升國內太空相關產業與國防研發能量，進而朝向國防自主能力，達到雙贏成果⁴⁵。

面對現代科技日新月異、未來戰場瞬息萬變，我國防產業及部隊思維亦應轉變為勇於創新及廣納新穎科技，並就瞭解傳統作為、憑藉現代科技、建立新穎作法，以革新我砲兵部隊作戰方式，如此我砲兵部隊始能朝向現代化科技兵種目標邁進。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民 111 年 10 月）。
- 二、施永富，《測量學》（臺北：三民書局，民 97 年 6 月）。
- 三、梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月）。
- 四、荊元宙，〈中共航天科技發展情形與軍事意涵〉《民國 112 年 12 月大陸與兩岸情勢簡報》（臺北），中華民國大陸委員會，下載日期民國 112 年 12 月 17 日。
- 五、陳鏡尹，《運用低軌道通信衛星強化國軍資通骨幹系統韌性之研究（畢業專題）》（桃園：國防大學，民國 111 年 7 月）。
- 六、張正國，《中共北斗衛星系統對我軍事威脅之探討（碩士論文）》，（桃園：國防大學戰略研究所，2017 年）。
- 七、黃俊麟，〈中共衛星航太科技與反衛星系統發展〉《國防雜誌》（桃園），第 2

42 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 127。

43 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 127。

44 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 127。

45 梁書瑗，〈中共北斗衛星運用於軍事用途對我威脅及反制策略研析〉《國防部 111 年度專案研究期末報告》（臺北：財團法人國防安全研究院，民國 111 年 11 月），頁 37。

2 卷第 4 期，國防大學，民國 96 年 8 月。

- 八、張志立，〈淺談人造衛星〉《臺北星空天文館期刊》（臺北），第 70 期，臺北市教育局天文館，民國 104 年 11 月）。
- 九、曾世平，〈福爾摩沙五號專題〉《科儀新知季刊》（臺北），第 216 期，國家實驗研究院臺灣儀器科技研究中心，民國 107 年 9 月）。
- 十、周若敏，〈美國「國防太空架構系統」下的衛星發展〉《國防安全雙周報》（臺北），第 64 期，財團法人國防安全研究院，民國 111 年 10 月。
- 十一、吳宗翰，〈英國脫歐後在太空領域的作為〉《國防情勢特刊》（臺北），第 9 期，財團法人國防安全研究院，民國 110 年 6 月。
- 十二、黃盈智，〈衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 202 期，陸軍砲訓部，民 112 年 9 月。
- 十三、王敏雄、劉至忠，〈e-GPS 衛星基準網之 VBS-RTK 即時動態定位系統測量成果分析〉《中華民國地籍測量學會會刊》（臺北），中華民國地籍測量學會，民國 95 年 6 月。
- 十四、黃立信、羅量來，〈比對多衛星組合 RTK 與 e-GNSS 在地籍測量上之應用與分析〉《國土測繪與空間資訊期刊》（臺北），第 6 卷第 1 期，中華民國內政部國土測繪中心，民國 107 年 1 月。
- 十五、《推動我國太空科技發展》，行政院新聞傳播處，民國 111 年 8 月 2 日，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/f441e557-77fd-41a6-b200-41a4a49c8cca>，檢索日期：民國 113 年 2 月 1 日。
- 十六、吳靜芳，〈56 家關鍵台廠，馬斯克和貝佐斯的太空夢，為何不能沒有台灣人？〉《天下雜誌》（臺北），天下雜誌社，民國 111 年 12 月 2 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202309160027.aspx>，檢索日期：民國 113 年 2 月 8 日。
- 十七、<https://www.submarinecablemap.com/>，檢索日期：民 113 年 2 月 4 日。
- 十八、張彥之，〈第三章戰爭工具〉《東吳國防通識讀本》，<https://reurl.cc/RXjAKG>，檢索日期：民國 112 年 12 月 8 日。
- 十九、John Pike，〈M721 Copperhead〉，<https://man.fas.org/dod-101/sys/land/m712.htm>，檢索日期：民國 113 年 2 月 11 日。
- 二十、郭正原，〈西方軍工產業增產 155 公厘砲彈陷瓶頸 烏軍面臨彈藥短缺危機〉《上報》（臺北），民國 112 年 10 月 31 日，<https://www.upmedia.mg>，檢索日期：民國 113 年 2 月 12 日。
- 廿一、羅添斌，〈首批 HIMARS 多管火箭系統價款增 4 億元 2024 年交貨期程不變〉《聯合報》（臺北），民國 111 年 10 月 18 日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/4093089>，檢索日期 113 年 2 月 12 日。
- 廿二、Andreas Parsch，〈Lockheed Martin MGM-168 ATACMS Block IVA〉，<https://www.designation-systems.net/dusrm/m-168.html>，檢索日期：民國 113 年 2 月 11 日。
- 廿三、歐錫富，〈不對稱作戰－海馬期火箭發揮破壞威力〉，<https://indsr.org.tw>

/focus?typeid=25&uid=11&pid=440，檢索日期：民國 113 年 2 月 11 日。

- 廿四、楊凱翔，〈中華電與 OneWeb 簽約 衛星訊號 2024 年覆蓋全臺〉《中央通訊社》（臺北），民國 112 年 11 月 15 日，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202311150238.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 6 日。
- 廿五、王郁倫，〈鴻海珍珠號等 3 枚臺籍衛星將升空 任務及酬載 2 功臣揭露〉《經濟日報》（臺北），民國 112 年 11 月 11 日，<https://money.udn.com/money/story/5612/7567717>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。
- 廿六、張璦，〈臺灣版星鏈首部曲 B5G 低軌通訊衛星 2026 年發射〉《中央通訊社》（臺北），民國 112 年 9 月 16 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202309160027.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。
- 廿七、張璦，〈俄烏戰爭殷鑑 太空中：台灣需 120 枚低軌衛星確保通訊不中斷〉《中央通訊社》，民國 112 年 6 月 16 日，<https://www.cna.com.tw/news/ait/202306160324.aspx>，檢索日期民 113 年 2 月 8 日。
- 廿八、揭仲，〈M109A6 生變，國軍砲兵現代重挫〉《中時新聞網》（臺北），<http://www.lepenseur.com.tw/article/1080>，民國 112 年 5 月 9 日，檢索日期：民 113 年 1 月 11 日。
- 廿九、國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<https://egnss.nls.c.gov.tw/content.aspx?i=20150625102049287>，檢索日期：民 113 年 2 月 1 日。
- 三十、Tom Walker，〈The Army's Enhanced Portabel〉http://proceedings.ndia.org/5560/thursday/session_iv-a/walker.pdf，檢索日期：民國 113 年 2 月 12 日。
- 卅一、李思平，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉《尖端科技》（臺北），尖端科技軍事雜誌社，民國 106 年 5 月 3 日，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=785>，檢索日期 113 年 2 月 12 日。
- 卅二、Matteo Luccio，〈Russia's attack raises vulnerability concerns〉《GPS WORLD》，民國 111 年 4 月 28 日，<https://www.gpsworld.com/russias-attack-raises-vulnerability-concerns/>，檢索日期 113 年 2 月 10 日。
- 卅三、〈Powerful Military GPS Signal Jammers〉，<https://www.perfectjammer.com/military-frequency-jammer.html>，檢索日期：113 年 2 月 14 日。

作者簡介

陳楷樞少校，大學儲備軍官訓練團 102 年班，砲校正規班 215 期，曾任排長、軍研官、連長、訓參官，現就讀於國防大學陸軍指揮參謀學院，為本研究主要作者。

溫培基上校，指職軍官 91 年班、裝甲訓練指揮部正規班 100 年班、陸軍指揮參謀學院正規班 102 年班、陸軍指揮參謀學院戰術研究班 103 年班、政治大學國家安全與大陸研究碩士，曾任連長、營參謀主任、軍團作戰官、營長、科長，現任職於國防大學陸軍學院軍事理論組教官，為本研究共同作者。

防衛作戰時地面火力快速作業之芻議

作者：林保丞

提要

- 一、近年因應共軍大型船艦發展，支撐朝向「從不同方向、不同地域、採用不同登陸方式」，對我國實施「全方位、全時域、全空域」登陸，欲加速作戰節奏，增強攻擊密度及強度，力求登陸作戰快速突穿我防禦縱深，建立合成旅登陸場，掩護後續梯隊快速上陸，而共軍砲兵部隊除了合成旅建制 2 個 155 公厘或 122 公厘砲兵營外，並由砲兵旅增援輕、重型火箭連作為作戰行動的支柱，對我軍砲兵部隊危害甚大。
- 二、陸軍依防衛作戰進程負責主導「毀敵於水際、殲敵於灘岸」用兵理念為主之國土防衛作戰，其中依據接戰地區及戰術運用要領，區分「聯合泊地攻擊、聯合舟波攻擊、灘岸火殲、守備作戰及反擊作戰」5 個階段，前 3 階段主要運用火力依先期打擊特性，以各式遠程火力主導作戰，配合工事阻絕及兵力部署形塑戰場，其餘則以地面兵力主導，藉由兵、火力配合殲滅登陸部隊。
- 三、比較國軍與共軍的砲兵部隊，從武器是否可以持續研改產製，就直接影響後續在戰場的適應性。現有砲兵武器裝備除了雷霆 2000 為自產國造，射程最遠達 45 公里外，餘管式砲兵因均為對外軍購，其武器性能均停滯於購置時期，故應在現有武器裝備下，探究烏俄戰爭砲兵小部隊作戰方式調整陸軍現有戰術運用，強化部隊訓練強度，結合國土地形優勢克制登陸敵軍。

關鍵詞：毀敵於水際、殲敵於灘岸、聯合泊地攻擊、聯合舟波攻擊、灘岸火殲

前言

現代作戰的景況不斷在演變，戰術運用變化隨著科技進步，產生巨大變革，其中顯著的特點就是迅速變化的戰場景況和快速決策的需求。在這個背景下，快速火力支援成為關鍵的戰術要素。戰場上局勢可能隨時發生變化，而砲兵火力集中與機動的特性達到快速且精準的火力支援決定局部地區的成功或失敗。

在 2022 年 2 月俄羅斯開始進行特別軍事行動對烏克蘭發動全面侵略戰爭至今，可以從頓巴斯等大小戰役驗證砲兵火力在戰場的重要性，雙方大多被毀的裝甲車輛和後方勤務支援設施，大多是被火砲幾輪射擊火力覆蓋後造成，不論新、舊火砲只要命中，一樣使現代化坦克失去作戰能力。¹但許多俄羅斯砲兵射擊陣地，由於火砲未分散部署，且占領及轉移步驟較為繁瑣，雖然數量遠大於烏克蘭，但是一度處於被動。²相較之下烏克蘭砲兵編組彈性、部署分散且火力支

1 許智翔，〈烏東頓巴斯地面決戰 砲兵火力成關鍵〉《青年日報》，檢索日期：112 年 10 月 5 日。

2 天下觀察〈俄烏衝突給中國軍隊的 10 大啟示〉，來源：中美學者智庫，<https://theintellectual.net/zh/divin> e-

援快速，徹底發揮不對稱作戰精神。本研究將探討國土防衛作戰應該如何發揮此精神，發掘原有戰術上精進的空間，提出部隊平時訓練及戰場經營的建議，使陸軍運用現有砲兵部隊在戰場上發揮最大功效。

共軍登陸作戰戰術運用

一、共軍登陸作戰

近年因應共軍大型船艦發展，支撐朝向「從不同方向、不同地域、採用不同登陸方式」，對我國實施「全方位、全時域、全空域」登陸，³欲加速作戰節奏，增強攻擊密度及強度，力求陸上作戰快速突穿我防禦縱深，建立合成旅登陸場，掩護後續梯隊快速上陸，其灘岸登陸作戰戰法運用概略如下：

（一）換乘階段：解放軍各式兩棲艦船於泊地完成必要整頓、協調即開赴指定水域卸載登（著）陸輪具，因此不會再形成環形泊地換乘區。⁴

（二）先期火力制壓：當第一登陸梯隊實施編隊泛水時，以長程地面火箭、戰術飛彈、火力支援艦及空中火力支援登陸作戰，掩護登陸主力完成整備，火力集中於登陸地段灘岸，摧毀、破壞灘岸設置的工事及陣地。

（三）掃雷破障：由陸軍工兵及海軍水中械彈作業部隊清除水雷、破壞灘岸障礙、阻絕與開闢安全通道，並標示登陸地段引導兩棲部隊上陸，並由後續灘岸攻堅隊，攜帶噴火器與爆破裝置，進行工事摧毀與陣地火攻，完成後整合部隊建立警戒幕。

（四）衝擊上陸與奪控灘頭：第一登陸梯隊在灘岸完成破障後，迅速以 05 式突擊砲車及 05 式兩棲步兵戰鬥車與反裝甲飛彈建立灘頭陣地鞏固線，防止我軍反擊，掩護第二梯隊快速上陸，待令發動陸上進攻戰鬥。⁵

（五）陸上作戰：當兩棲合成旅登陸後，迅速開闢 4 至 6 個營登陸場，⁶建立旅登陸場，持續供集團軍快速抵岸，協力擴進各防禦突破口，並朝向重要港口，機場發起攻擊，以利戰役登島部隊行政下卸，達成奪取台島任務。⁷

二、共軍砲兵性能與戰術運用研判

（一）砲兵性能：登陸作戰突擊上陸時，除合成旅建制 2 個 155 公厘或 122

situation/straits-waves/3972-202225b.html，檢索日期：112 年 10 月 4 日。

3 黃郁文，〈從攻勢現實主義觀點解構中共建造 075 兩棲攻擊艦〉《海軍學術雙月刊》（臺北），第五十四卷第四期，海軍教準部，2020 年 8 月，頁 60。

4 田錦賢，〈共軍三棲登陸犯臺作戰能力發展與運用之研析〉《裝甲兵季刊》（新竹），第 266 期，裝訓部，2022 年 12 月，頁 22。

5 田錦賢，〈共軍三棲登陸犯臺作戰能力發展與運用之研析〉《裝甲兵季刊》（新竹），第 266 期，裝訓部，2022 年 12 月，頁 24。

6 陳威霖、周寬淪，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 567 期，陸軍教準部，2019 年 10 月，頁 78。

7 田錦賢，〈共軍三棲登陸犯臺作戰能力發展與運用之研析〉《裝甲兵季刊》（新竹），第 266 期，裝訓部，2022 年 12 月，頁 24。

公厘砲兵營外，並由砲兵旅增援輕、重型火箭連作為作戰行動的支柱，提供合成旅大部分戰術性火力。其支援方式以管式火砲營遂行第一線火力支援任務，並由遠程火箭砲兵部隊執行縱深殲滅、制壓及反擊任務，各火砲型式及性能如表 1。

(二)可能戰術運用：依照共軍近年軍事科技發展及烏俄戰爭無人機運用實例，將於登陸各階段，運用各式具目標定位無人機（如表 2），作為地面高價值目標主要偵蒐獲得手段。依無人機本身 GPS 及鏡頭目標定位功能，配合遠程火力制壓我地面防空武器、第一線陣地守備部隊及縱深砲兵部隊，⁸依照共軍登陸階段及配合砲兵戰術運用如下：

1.先期火力制壓及掃雷破障階段：PLZ - 07B 兩棲自走榴彈砲配合兩棲突擊車及兩棲步戰車同步泛水編波，期間可能以 ASN209 及殲六無人機對海上及陸地重要目標先期實施偵蒐並削弱地面防空火力及打擊我軍重要陣地設施（如火箭砲兵及指揮所等），掩護主力海上泛水編隊並向登陸海灘運動。

2.衝擊上陸與奪控灘頭：可能行動採先期將 ASN206、207 系列無人機於海上放飛，於空中實施偵察及確認岸上守備部隊部署，交付艦砲火力進行岸轟，以火力支援登陸部隊向守備陣地推進。PLZ - 07B 兩棲自行榴彈砲營運用無人機影像監控功能，在第一線登陸部隊所開闢安全地區，藉空中影像偵察砲兵陣地位置，並以運用火砲載台特性迅速完成射擊準備，藉 ASN 無人機目標定位功能，支援第一線部隊推進，對灘岸守備部隊輕型砲兵及迫砲執行制壓射擊，迫使我火力支援單位變換陣地。

3.陸上作戰：兩棲部隊控奪港口、灘岸、機場地區後建立登陸場，合成旅內 PHL - 03、SR - 5、PLZ - 05 及 PLZ - 07 等火力支援系統運用戰車運輸艦及港口下卸後，可能於登陸場地區完成火砲陣地放列，採以 PLZ - 05 及 PLZ - 07 等射速快、反應快的管式砲兵配合偵察車及空中無人飛行載具，支援第一線部隊作戰推進縱深地區，SR - 05 及 PHL - 05 則是配合反砲兵雷達車，由旅或以上層級進行指管，以廣面積火力覆蓋方式，對縱深地區進行反火力戰破壞火砲陣地、指管機構及通信設施，破壞我軍火力支援節點。

三、小結

共軍登陸作戰時，為減少登陸部隊作戰損傷，必定是在奪取制空、制海、致電磁權下配合火力進行制壓，對防禦工事及各重要目標進行打擊，然灘岸登陸作戰，為降低坐灘前部隊折損率，必然會極盡所能干擾岸上火力支援系統，減少來自岸上的地面火力覆蓋，維持部隊突擊節奏。先期以無人機配合海上護衛艦對灘岸工事、防禦設施及遠程火力對既定設施實施射擊，待兩棲自走榴砲車登陸後，於計畫陣地完成放列，持續支援兵力占領登陸場，爾後依賴登陸部隊多功能偵察

8 郭仲川，〈野戰防空反制中共無人機具體作為〉《砲兵訓練指揮部 113 年度戰術戰法研討會》。

車及火砲定位雷達，⁹提供共軍砲兵準確目標情資，協力目標獲得執行陸上作戰。此外，共軍全程配合登陸階段，轉換火力支援單位並增加目標獲得手段，對守備部隊產生巨大威脅，惟作戰節奏快速，且計畫精細需仰賴地形演練及充分協調作業，若有特殊狀況發生，如原有計畫陣地無法使用、目標過小不符成本效益或是未偵蒐到目標等，有一定機率造成登陸部隊打亂節奏並喪失作戰主導權。

如國軍陸軍砲兵部隊部署於縱深地區，採以各砲分散部署，對空隱掩蔽良好位置執行戰力保存，可有效提升戰場存活。待共軍行動明朗且預判進入火力分佈區，彈性戰鬥編組部署，快速火力支援，可有效配合兵力殲敵於灘岸。

表 1 共軍火砲性能一覽表

火砲型式	PHL - 03 式	SR - 5 式	PLZ - 05 式	PLZ - 07 (B) 式
建制單位	砲兵旅/1 個營	砲兵旅／1 個營 合成旅／1 個連	砲兵旅／2 個營 合成旅／1 個營	砲兵旅／2 個營 合成旅／1 個營
主要武器型式	300 公厘火箭彈 12 管	火箭彈 122 公厘 20 枚 220 公厘 12 枚	加榴砲 52 倍徑 155 公厘	榴砲彈 32 倍徑 122 公厘
射速	單發最小間隔 3 秒，齊射 12 枚／38 秒	待查	最大射速：8 至 10 發／分 爆發射速：3 發／15 秒 持續射速：3 至 5 發／分	最大射速：6 至 8 發／分
裝填方式及時間	人工裝填 20 分鐘內完成，自動裝填 5 分鐘內完成。	自動裝填	自動裝填	自動裝填
射擊準備速度	停止後 3 分鐘完成射擊準備，1 分鐘可撤出陣地。	待蒐	待蒐	停止後 1 分鐘可射擊，射擊後 3 分鐘恢復行軍。
射程（公里）	基本型：20 至 70 增程型：130	122 公厘火箭高爆彈：50 220 公厘精準火箭彈（金龍 60 式）：70 公里	底凹榴彈：40 底排榴彈：50 火箭增程滑翔導引彈：100 底凹榴彈：18 底排榴彈：22 底排火箭增程彈：27	底凹榴彈：40 底排榴彈：50 火箭增程滑翔導引彈：100 底凹榴彈：18 底排榴彈：22 底排火箭增程彈：27

資料來源：1. ATP_7 - 100.3"CHINESE TACTICS", 09 AUGUST, 2021。2 張嘉文，〈共軍登陸作戰中砲兵部隊突擊上陸與陸上作戰階段運用之研究〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 556 期，陸軍教準部，2017 年 12 月，頁 22。
3. 詹氏年鑑電子資料庫。4. 作者蒐集整理。

9 胡宏德，〈共軍軍改後砲兵信息化發展〉《砲兵季刊》（臺南），第 199 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 111 年 12 月，頁 64。

表 2 共軍登陸作戰無人機性能與運用表

型式	性能	戰術運用
殲 6 無人攻擊機	1.長×翼展：9×14（公尺） 2.飛行高度：3000－5000（公尺） 3.最大航程：2000（公里） 4.巡航速度：145－165（公里/小時） 5.最大續航時間：20（小時） 6.掛載：可見及紅外光監視系統、合成孔徑雷達、電子戰系統、空地飛彈或導引炸彈	配合其他型無人機，編組轟炸機群編隊，對我空軍、防空部隊、指揮通信機構及遠程火力支援陣地進行飽和攻擊。
ASN206	1.長×翼展：3.8×6（公尺） 2.飛行高度：6000（公尺） 3.最大航程：300（公里） 4.巡航速度：150（公里/小時） 5.最大續航時間：4－8（小時） 6.掛載：可見及紅外光監視系統	配合戰術運用執行晝夜空中偵察、戰場監視、偵察目標定位、校正火炮射擊、戰場毀傷評估、邊境巡邏。部署於旅級以下之陸軍單位。
ASN207	1.長×翼展：3.8×6（公尺） 2.飛行高度：6000（公尺） 3.最大航程：300（公里） 4.巡航速度：150（公里/小時） 5.最大續航時間：4－8（小時） 6.掛載：可見及紅外光監視系統	配合戰術運用執行晝夜空中偵察、戰場監視、偵察目標定位、校正火炮射擊、戰場毀傷評估、邊境巡邏。部署於旅級以下之陸軍單位。
ASN209	1.長×翼展：4.3×7.5（公尺） 2.飛行高度：5000（公尺） 3.最大航程：200（公里） 4.巡航速度：140－180（公里/小時） 5.最大續航時間：10（小時） 6.掛載：可見及紅外光監視系統	藉由電子設備進行電子對抗及通信中繼，延伸通信能力，並配合戰術運用執行晝夜空中偵察、戰場監視、偵察目標定位、校正火炮射擊、戰場毀傷評估、邊境巡邏。部署於旅級以下之陸軍單位及海軍部隊。

資料來源：1.郭仲川，〈野戰防空反制中共無人機具體作為〉《砲兵訓練指揮部 113 年度戰術戰法研討會》。2.李哲全、舒孝煌、楊長蓉、林佳宜、劉穎傑，〈軍事運用無人機之國際法議題研究〉《111 年度國防部委託研究專案》，國防部。3.何至中，〈中共擴建東部戰區軍用機場將成殲－6 無人機平台〉，民國 111 年 8 月 23 日，國防安全研究所，<https://indsr.org.tw/focus?typeid=25&uid=11&pid=402>，檢索日期：113 年 2 月 21 日。4.無人機網〈愛生 ASN－209 多用途無人機系統〉<https://www.youuav.com/sell/detail/201907/15/7393.html>，檢索日期：113 年 2 月 21 日。5.作者蒐集整理。

陸軍國土防衛作戰砲兵火力運用

一、陸軍防衛作戰

陸軍依防衛作戰進程，負責主導「毀敵於水際、殲敵於灘岸」用兵理念為主之國土防衛作戰，¹⁰其中依據接戰地區及戰術運用要領，區分「聯合泊地攻擊、聯合舟波攻擊、灘岸火殲、守備作戰及反擊作戰」等 5 個階段，前 3 個主要運用火力可實施先期打擊特性，以各式遠程火力主導作戰，配合工事阻絕及兵力部

¹⁰ 《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 112 年 1 月），頁 4-5-161。

署形塑戰場，其餘則以兵力主導，藉由兵、火力配合殲滅登陸部隊。其戰術運用區分如下：

（一）聯合泊地攻擊：陸軍地面火力單位以縱深部署、多點疏散、火力集中原則，在判明敵登陸主力時，配合權責軍種部隊，採以「同區同時、精準打擊、面積射擊」方式對海上錨泊、換乘、分進、展開之船艦、艇採以火力打擊。¹¹

（二）聯合舟波攻擊：陸軍地、空火力單位，由權責單位計畫與管制，在判明敵登陸方向時，所屬要求進入射擊位置，並力求分區部署、縱深配置方式，提升戰場存活率。以大口徑攻擊艇波運動海上輪具，另以射速快火砲負責擾亂海上編組、遲滯敵登陸效程。¹²

（三）灘岸火殲：以陸軍權責指揮層級，統一運用所有可用曲、直射火力，於坐灘（擱淺）線開始，配置最大火力，並配合守備部隊火網編成，依序火砲口徑由大至小，破壞前波次登陸載具，行程艇波障礙，並維護第一線部隊安全。¹³

（四）守備作戰：由守備部隊計畫與管制，以火力配合兵力部署，在陣地前緣設置濃密火制地帶，摧毀敵衝鋒部隊，後續則以集火射擊支援陣地戰鬥，並配合逆襲部隊殲滅突入部隊。¹⁴

（五）反擊作戰：依各權責指揮單位，依敵情增長戰力所在、選定優先目標，配合地區內兵、火力結合環境地形後，經綿密計算時空因素，決定反擊時間，同時適切考量敵軍動態及爾後作戰影響，決定打擊深度。

二、國軍砲兵部署與戰術運用

（一）砲兵部署：陸軍現有野戰砲兵部隊依照武器類型分為火箭及管式砲兵兩種。火箭砲兵主要為自走式，可依照裝載彈藥種類，決定射擊範圍及支援方式。管式砲兵則包含牽引式及自走式，依照口徑大小分成輕、中、重及最重型，指揮層級越高部署武器射程越遠火力越大，第一線部隊營級及灘岸守備旅則反之，部署時力求射擊速度，以達兵、火力密切配合。

（二）戰術運用：砲兵戰術運用以支援國土防衛作戰為核心，受各級指揮機構計畫與管制，依各階段需求遂行火力支援。其中火協組與砲兵火力運用及部署方式關係密切，由砲兵部隊指揮官依作戰階段需求逆序式思維，建議及部署砲兵陣地位置，並由作戰區（防衛部）火協組依任務主從統一協調及分配，並力求能執行觀測射擊，¹⁵各階段砲兵戰術運用如下：

1.聯合泊地攻擊：由作戰區透過各火協組以直接或間接指揮方式，統一管制

11 《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 112 年 1 月），頁 4-5-171。

12 《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 112 年 1 月），頁 4-5-173。

13 《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 112 年 1 月），頁 4-5-175。

14 《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 112 年 1 月），頁 4-5-179。

15 《砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月），頁 5-3-10（增 10）。

地區內砲兵部隊，遂行戰力保存。由作戰區透過上級及友軍電戰、海軍、岸巡雷達及無人機情資，掌握敵情目標後，以火箭砲兵部署於縱深地區，對海上停滯目標（換乘中登陸艇群）以及破障隊實施制壓、擾亂攻擊。¹⁶火箭砲兵部隊執行後返回彈藥裝填區，完成整補後納入作戰區再次管制與運用。

2.聯合舟波攻擊：由作戰區管制地區內火力單位，透過岸巡雷情、聯合觀測所及無人機情資，指揮中型以上口徑火砲（含火箭砲兵），對作戰區預置的海上集火帶實施表定計劃射擊，對完成編波登陸上岸實施攻擊。

3.灘岸火殲：接續前階段，同樣由作戰區管制所屬火力單位，透過第一線部隊、聯合觀測所及無人機情資，要求中型以下火砲對預置彈幕帶行計畫射擊。¹⁷建制於旅（含）以下砲兵部隊執行後由原屬上級指揮，執行陣地變換或戰力保存。

4.守備作戰：由守備旅管制所屬建制火力單位，保持時刻梯次變換方式提高砲兵戰場存活率，藉由所屬砲兵觀測官實施目標獲得遂行火力要求，即時以火力密切支援第一線部隊，執行戰鬥支援射擊及逆襲支援射擊行動。

5.反擊作戰：由打擊旅管制所屬建制火力單位及上級支援砲兵，藉由砲兵觀測官及無人機實施目標獲得。砲兵部隊於反擊發起前完成陣地占領，待令執行反擊攻擊準備射擊；反擊發起後保持部隊梯次變換，以砲兵觀測官執行臨機火力要求，遂行反擊支援射擊行動。

三、小結

現有遂行聯合泊地攻擊、聯合舟波攻擊及灘岸火殲火力運用方式，採以計畫表定方式對登陸共軍執行火力制壓，由作戰（分）區計畫管制執行，等於對灘岸上目標遂行火力打擊均透過作戰（分）區火協組執行目標攻擊分配，若大量目標同時出現，隨之影響的即時目標處理的過程將會影響火力發揚，甚至影響到部隊戰場存活。

砲兵部署方式運用方式，受限於通信能量、火砲缺乏定位定向功能以及平時訓練，使得運用上均採以向上核心靠攏方式，陣地部署以建制排、連至營，統一指揮部署，由營整合依上級火協組命令遂行任務，與第一線部隊連結薄弱，在上下指管聯繫，受到電磁及頻率干擾時，將使部隊缺乏核心指管命令。

現行砲兵作戰效能檢視

一、武器限制差距

比較國軍與共軍使用的砲兵部隊，從武器是否可以持續研改產製，就直接影響後續在戰場的適應性。現有砲兵武器裝備除了雷霆 2000 為自產國造，射程最遠達 45 公里外，餘管式砲兵因均為對外軍購，其武器性能均停滯於購置時期。

16 《砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月），頁 5-3-24（增 24）。

17 《砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月），頁 5-3-24（增 24）。

現有地面火力機構不論每分鐘射速、射擊指揮自動化、射擊準備速度及射程上共軍佔有較大優勢。因此，應就現有武器裝備探究烏俄戰爭砲兵小部隊作戰方式，調整陸軍現有戰術運用，強化部隊訓練強度，結合國土地形優勢克制登陸敵軍。

二、定位定向能量

國軍砲兵完成火砲定位及定向方式，依賴單位編制內測量班人員協助作業，才能正確判明火砲放列的座標和砲檢方位角至公尺及密位整數，使射擊指揮所及火協組等指揮管制機構精準標定在圖台上，以計算諸元、下達射擊任務及遂行安全管制。在尚未獲得快速量測精確座標同時顯示砲口指向方位的工具前，現況砲兵部隊陣地變換及占領，求得火砲座標並賦予正確射向完成射擊準備時間，不足以應付現在節奏快速的作戰節奏。

三、砲兵配置方式改變

借鏡烏俄戰爭中砲兵作戰的大小戰役，如大規模砲兵戰役導致烏俄砲兵統一強大火力制壓，但遭到一次性攻擊即大量損傷，也可能從小規模砲兵戰役中看到現代砲兵以小部隊配合機動性的打擊，建立零星小地區戰果以形塑戰場。也就是說，在現代戰場中，各國目標獲得能力相較於以往以肉眼觀測獲得外，能藉由各無人機、反砲兵雷達及電偵等方式獲得縱深精準目標資訊，使得部署於後方地區的砲兵部隊，遭到攻擊的機會以及風險大大提高，所以砲兵部署方式應朝向排（含）以下方式分散部署。

四、快速有效火力支援

陸軍為求火力能統一指揮，在運用上依然以營為單位統一部署，由受支援部隊掌握所有可用火力，有利於火力整合及維護友軍安全。但相對的，單位受到上級限制越多，則部隊鈍重性越高，在未獲得原有指管層級命令前，基層部隊指揮彈性空間是否能夠在適當的時機給予敵人致命一擊，抑或是應對敵軍的計畫外的攻擊？這都是直接影響到部隊的打擊能力及戰場存活。現代戰場樣貌瞬息萬變，哪一方反應的速度越快，就越能掌握主動權形塑戰場。而想要達到快速火力打擊最有效的時間，即是在觀測人員發現目標後，4分鐘內射擊是最有效果的，¹⁸想要達到這種方式就必須避免在作戰時，逐級執行目標處理作業程序，應以觀測人員直接向陣地下達射擊要求，是對前線部隊最有效的火力支援方式。¹⁹

建議事項

一、單砲多發同時彈著發揚火力

火力制壓敵砲兵作為必須採取強大的反火力戰，增加其火力方法有兩種，分

18 CW4 Jimmy Mannings, "Timely effective Fires" Field Artillery Professional Bulletin, 2020, Issue 3, P33.

19 CW4 Jimmy Mannings, "Timely effective Fires" Field Artillery Professional Bulletin, 2020, Issue 3, P33.

別是增加射擊單位及增加射擊群數，²⁰就陸軍現況，短時間難以增加火炮數量，但就以訓練方面，只要經過指揮所計算，當兩發砲彈飛行時間差大於砲手改變仰度所需時間，²¹即可達到「單砲多發同時彈著」瞬間將強大火力投射到目標區。

以 105 公厘火炮為例，當各砲手訓練標準達到改變火炮仰度 400 密位於 10 秒完成，且目標距離砲陣地 7000 公尺時，即可於 H-58 秒（七號裝藥、仰度 1145）、H-45.3 秒（五號裝藥、仰度 930）、H-33 秒（五號裝藥、仰度 616）及 H-22.4 秒（七號裝藥、仰度 300）分別發射彈藥，並將 4 發彈藥同時於 H 時落達目標區（如圖 1）。

射擊指揮所先期完成諸元計算、砲班人員的訓練精確、火炮堪用程度良好且彈藥均完成整備下，單砲多發同時彈著確為可行。除上述 105 公厘牽引榴砲已有相關研究數據可供運用外，中型口徑火炮，可依部隊訓練成果及火炮性能，強化其瞬間火力，遂行反火力戰。重型火炮則考量彈藥裝填耗時，不納入單砲多發同時彈著之運用。

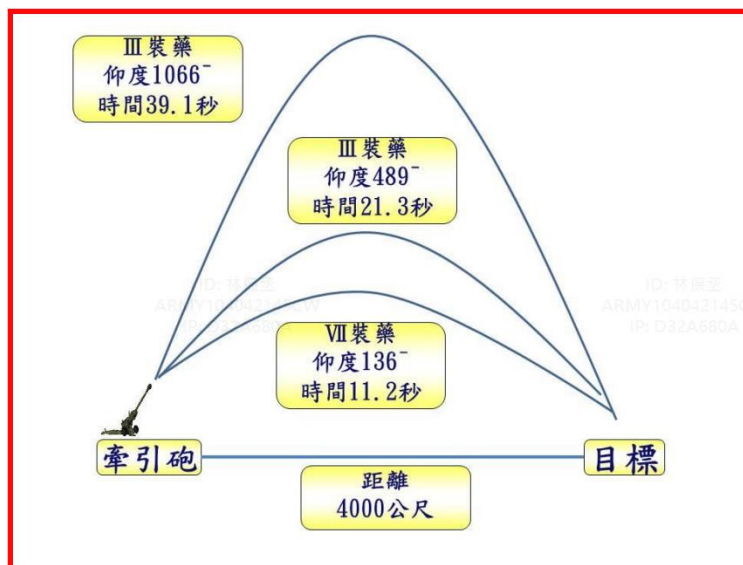


圖 1 單砲多發同時彈著示意圖

資料來源：李尚儒，〈射擊指揮系統運用之研析－以單砲多發射擊同時彈著為例〉《砲兵季刊》（臺南），第 186 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 109 年 4 月。

二、廣泛建立測量參考

砲兵陣地偵察、選擇及占領的要領中，砲兵陣地的選擇均是由砲兵部隊任務編組挺進班，共同針對各專業職能人員完成各部設施的選擇，其中砲兵放列陣地中心更應該是由連（排）長完成標定，由測量班實施陣地測地，量取座標。而在經常戰備時期，無敵情顧慮下，應依照上級砲兵火力部署位置，前期完成各陣地

20 李尚儒，〈射擊指揮系統運用之研析－以單砲多發射擊同時彈著為例〉《砲兵季刊》（臺南），第 186 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 109 年 4 月，頁 47。

21 〈105 榴彈單砲多發同時彈著〉《砲兵研究專輯彙編》（臺南），民國 84 年，陸軍砲兵飛彈學校，民國 84 年 5 月 19 日，頁 139。

選擇，並由測量班運用防區測地時完成主、預備陣地測地作業，以利戰時迅速陣地變換。

三、火力支援需求選擇射擊單位

砲兵火力現況的不對等、必須考量即是戰場存活率，如何最後能保有最後戰力，現有烏俄戰爭中砲兵戰術運用上，鮮少看到連含以上砲兵部隊在同一處陣地占領，取而代之的是小部隊編組火力支援，故應配合可用能量、裝備，調整現有砲兵部隊運用作為、將以射擊指揮能量為考量因素，細分多組火力支援編組，並逐一考量其射指、測量、觀測、通信、火炮、是否能支持任務。

現今較常射擊指揮方式，即是以營統一指揮，由各排分權實施，而在現代化戰爭中，應探討在編裝、武器及人員編組不調整下，依現有可用射擊指揮能量，探討如何增加至最大量。以某旅砲兵營為例，計有 1 個營射擊指揮所及 6 個排射擊指揮所，²²表示當上級賦予射擊命令時，可藉由各指揮所計算諸元，同時對 6 個目標實施射擊，若是彈性調整編組，以單砲為單位妥善分配砲兵戰鬥編組後，可將各戰砲排拆解運用，各排調整 1 門砲由營射擊指揮所統一指揮，支援旅遂行縱深目標及反火力戰，其餘以戰砲一排支援聯兵一營重點地區，戰砲二排支援聯兵一營次要地區等方式採直接支援編組，各陣地採分散部署，使砲兵支援正面及速度達到最大化，同時提升戰場存活率。

四、指管功能強化目標傳遞速度

依據敵可能登陸海灘，內陸完成目標區選定，選定目標區包括敵砲兵陣地位置，敵反砲兵雷達可能放列位置，透過反覘方式檢視可能部署位置，透過第一線灘岸守備部隊長及砲兵幹部共同協調、核對並確定目標區位置，透過平時戰場經營要求測量班完成陣地測地，將敵可能部署位置完成成果標定，並由火協組設置為地形目標納入待命射擊目標或參考點，²³同時賦予目標編號，納入計畫附件發布至作戰地境內所屬部隊，並建立管制措施，律定灘岸可直接由第一線部隊長直接對火力支援單位下達射擊要求之目標，簡化射擊指管流程。

結論與作法

在面對共軍日益俱增的威脅下，陸軍部隊如需以現有編制及武器裝備下，應對共軍快速登陸及部署，建立發現目標即實施快速打擊作為，再考量現有新式裝備難以即時獲撥，支持砲兵部隊戰場存活率及火力能量下，精進戰場經營作為及平時部隊訓練成效，運用掌握地形的主動優勢，達到「在哪裡作戰，就哪裡訓練」，在戰備整備階段即完成各項整備。將上述各建議事項整合後，區分戰場經營整備及部隊訓練革新二個重點，如後敘述：

22 《野戰砲兵營、連作戰教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 110 年 4 月），頁 1-14。

23 註：意指明顯地形地物且可在地圖上辨認。

一、戰場經營整備

(一) 建立目標數據：藉由長期掌握作戰地區特性的優勢，經由部隊針對作戰地區進行偵察，依照登陸共軍武器特性及戰術運用，由第一線部隊及各戰鬥支援部隊等砲、化、工、通特業軍官，在敵登陸行進路線及可能部署之地區進行現地偵察，建立明顯地形地物之參考點及預置集火目標，交由戰區內測量專長部隊完成目標座標定位，並將成果交由作戰地區內相關目獲單位（砲兵觀測官、第一線部隊、無人機操作手）、指管單位（營級含以上指揮機構）及火力支援單位（迫砲、砲兵部隊），並由指管單位規劃由目獲單位直接下達射擊要求條件，以及突發狀況處理方式。

(二) 計畫火力整備：將目標成果資料交由指揮機構，妥善依據各目標區範圍、大小及性質，規劃射擊單位及陣地區域，並將部隊所要達到訓練標準納入考量，例如陣地占領及變換速度及是否能執行單砲多發重時彈著，以先期計畫作戰需求帶動部隊訓練目標。

二、部隊訓練革新

(一) 指管通聯建立：火力支援單位依據指揮機構完成之計畫火力內容，先期至指定地區實施陣地現地偵察，並建立與觀測人員通聯手段，並藉由掌握地形主動優勢，採實距離預演方式，熟悉計畫內容各項要求，檢視各種通信聯繫手段，建立彼此作戰默契。

(二) 強化打擊效能：可藉由駐地砲班訓練強化射擊效能，當計畫火力內目標位置及砲陣地均確定後，可交由指揮所計算砲班合理可行的操作時間，針對各目標區實施單砲兩發同時彈著訓練，納入部隊訓練要項，發揮防衛作戰優勢。砲班達到訓練標準後，便增加砲兵部署彈性，原一個戰砲排（四門砲）需打擊目標，可僅使用兩門砲執行任務，另外兩門可執行另一射擊任務或部署於次一陣地實施待命射擊，將現有砲兵作戰能量最大化提升。

(三) 提升戰場存活：火力支援單位確認各陣地範圍後，除完成砲位選定及相應之操作訓練外，更考量戰場存活率，建立即刻陣地變換條件，如發現第一型及微小型無人機、敵砲火落於陣地周邊 600 公尺內（參考陸軍回報友軍近接距離及美軍 REDs 範圍）²⁴及陣地周邊有敵機械化部隊活動徵候等，並依據照現地偵察所選擇的各陣地，以執行一至二次任務後即刻變換方式，訓練砲兵連（排）單位熟悉作戰節奏及熟悉道路環境。

參考文獻

- 一、《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部民國 112 年 1 月）。
- 二、《砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部民國 106 年 11 月）。

24 ATP_3-09.32 "JFIRE", P144, 18 AUGUST, 2019.

- 三、《野戰砲兵營、連作戰教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 110 年 4 月)。
- 四、ATP-7-100.3 “CHINESE TACTICS,” 09 AUGUST, 2021.
- 五、黃郁文，〈從攻勢現實主義觀點解構中共建造 075 兩棲攻擊艦〉《海軍學術雙月刊》(臺北)，第五十四卷第四期，海軍教準部，2020 年 8 月。
- 六、田錦賢，〈共軍三棲登陸犯臺作戰能力發展與運用之研析〉《裝甲兵季刊》(新竹)，第 266 期，裝訓部，2022 年 12 月。
- 七、陳威霖、周寬淪，〈共軍登陸作戰破障能力之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 567 期，陸軍教準部，2019 年 10 月。
- 八、張嘉文，〈共軍登陸作戰中砲兵部隊突擊上陸與陸上作戰階段運用之研究〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 556 期，陸軍教準部，2017 年 12 月。
- 九、胡宏德，〈共軍軍改後砲兵信息化發展〉《砲兵季刊》(臺南)，第 199 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 111 年 12 月，頁 64。
- 十、李尚儒，〈射擊指揮系統運用之研析－以單砲多發射擊同時彈著為例〉《砲兵季刊》(臺南)，第 186 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 109 年 4 月。
- 十一、〈105 榴彈單砲多發同時彈著〉《砲兵研究專輯彙編》(臺南)，民國 84 年，陸軍砲兵飛彈學校，民國 84 年 5 月 19 日。
- 十二、CW4 Jimmy Mannings, ” Timely effective Fires,” ” Field Artillery Professional Bulletin” , 2020, Issue 3.
- 十三、郭仲川，〈野戰防空反制中共無人機具體作為〉《砲兵訓練指揮部 113 年度戰術戰法研討會》。
- 十四、李哲全、舒孝煌、楊長蓉、林佳宜、劉穎傑，〈軍事運用無人機之國際法議題研究〉《111 年度國防部委託研究專案》，國防部。

作者簡介

林保丞少校，陸軍官校 100 年班、砲校正規班 212 期，歷任排長、副連長、連長、情報官、後勤官、教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

精進傳統砲兵三角測量作業計算之研究

作者：顏嘉彰

提要

- 一、科技發展日新月異，衛星定位技術逐漸純熟，國土測繪中心建立之各等級衛星控制點能提供基礎建設基準，衛星控制測量以長時間觀測靜態接收衛星接收多筆定位數據，再考量作業環境因素，進行測量軟體平差解算修正，獲得衛星控制點之成果；然而導線測量中三角點測量不需考量環境干擾因素等狀況，藉由測量技術擴張測地統制，以多種測量作業方式獲得其座標，仍是現階段不可缺少之手段。
- 二、早期日治時期控制測量，採三角測量方法實施建立三角點，而國軍野戰砲兵建立測地統制方式，採三角測量快速擴張形成測地三角網，也是登山者耳熟能詳的三角點，當然這項技術方法一直保留；雖測量儀器科技與測量作業持續進步，筆者仍以三角點為研究主題，希能提升三角測量計算作業之效益。
- 三、現行國軍砲兵三角測量作業中，四邊形三角鎖及中心點三角鎖計算方式較為複雜，採人工計算較為耗時，而導致各三角鎖座標較不精確，藉由文獻及測量學相關書籍所述內平差公式，建構 EXCEL 公式運算三角測量計算，可大幅提升計算可靠度，提供砲兵測量作業人員嶄新觀念及計算方式。
- 四、國軍砲兵現行三角測量作業中，在人力、時間及作業限制影響需列入考量，藉由平時教學作業經驗及輔導實務過程中，發現文獻探討測量作業之方法，可增進人員在測量成果計算上更為快速而精確，作為後續教學補助程式，使學者在計算過程更加純熟。

關鍵詞：測地統制、四邊形三角鎖、中心點三角鎖、平差公式

前言

現行科技測量技術發展已朝向多元化測量作業模式，如以定位定向系統實施或 R2 衛星接收儀定位接收，雖為國軍砲兵測地作業主流，然而定位定向系統及衛星接收定位考量作業限制因素（天候狀況、環境地形限制、接收機遮蔽）等各種情形，宜保留傳統測量作業方式實施（如導線法、前方交會測量或三角三邊測量）。

在早期日治時期，測地作業單位多以經緯儀實施測繪於三角點進行擴張建立網狀結構之三角網，由於現行測距經緯儀技術發展較為純熟且測距精確度較高，已採用三角三邊測量施測提升作業精確性；另國軍採用在三角測量計算成果及檢核機制上，僅使用較為簡化之計算方式易造成後續計算錯誤及檢查各程序。

本研究目的藉由測量學書籍之檢核機制及程序以提升三角測量計算方式，^{1、2}再建構 EXCEL 平差計算公式以提供使用者檢核機制，納入後續陸軍測量裝備運用電算機構思建議與參考。

三角測量概述

一、三角點

三角點大部分登山者作為登山登頂象徵目標之一，其中三角點通常設置於高山通識狀況良好位置，其部分三角點設置丘嶺或空曠地區；在早期日治時期測距經緯儀及衛星定位精度較差時，多採用三角點實施網型控制測量完成平面控制測量，³然而砲兵部隊目標獲得連測量排藉由三角測量作業，形成三角網網形結構，快速建立測地統制點，提供各級砲兵營測地作業運用。

二、三角點原點

控制測量區分平面控制測量、高程控制測量等多種控制測量方法，其中臺灣地區三角點原點區分陸地測量系統及地籍測量系統兩大三角點座標系統，地籍測量系統三角點原點在南投縣埔里虎子山一等三角點，由此三角點擴張一～三等三角點，為國軍聯勤測量隊早期製圖所使用；地籍測量系統在早期日治時期建立三角點原點在臺中公園內 89 號三角點為原點。⁴

三、三角點等級

三角點等級可區分為一等三角點、二等甲級三角點、二等乙級三角點、三等三角點、四等三角點，基石材料種類以花崗石、觀音石等類別設置，頂石測站以「+」標示、東面刻測設機關、南面刻等級級別、西面刻設置日期、北方為刻點名編號。⁵

四、三角測量之圖形種類

三角測量以三角鎖為基礎構成網形三角形，其中圖形種類區分單形三角鎖、四邊形三角鎖、中心點三角鎖等類型，依造環境地形關係選擇不同三角鎖種類，藉由三角測量作業與計算，可提高測地作業彈性與作業精度。⁶

五、三角形圖形強度

在現行三角測量作業前，作業人員會使用地圖先行完成該作業地區計有三角點或控制點運用，進行圖上選點作業並完成初步估算三角形圖形強度，其三角

1 施永富，《測量學》（臺北：三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日），327 頁。

2 梁乙農，〈三角測量基線網、歸心計算與角度平差之研究〉《陸軍砲兵學術雙月刊》（臺南），第 86 期，陸軍砲訓部，民國 85 年 10 月 16 日，頁 6。

3 林宏麟、薛穎智、許丞毅，《丙級測量技術士學科題庫題解》（臺北：旭營文化事業有限公司，2015 年 5 月 2 5 日），206 頁。

4 內政部國土測繪中心 <https://www.nlsc.gov.tw>，檢索日期民國 112 年 1 月 10 日。

5 同註 1，215 頁。

6 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 111 年 10 月 25 日），4 - 276 頁

形圖形強度以誤差傳播定律計算強度係數，⁷該係數以單三角形計算強度，如四邊形三角鎖加合併加總強度係數。⁸

六、三角測量規範⁹

表 1 三角測量之精度規範表

三 等 級			角 測 量						
類 別			一 等	二 等	三 等		四 等		
主要測站間之邊長			在 20 公里以上為原則	在 10 至 20 公里為原則	在 5 至 10 公里為原則		在 3 至 8 公里為原則		
圖 形 強 度	兩基線間最小圖形強度之和	理想限制值	20	60	80		100	125	
		最大限制值	25	80	120		130	175	
	每一圖形	理想限制值	5	10	15		25	25	
			次小圖形強度	10	30	75		80	120
		最大限制值	最小圖形強度	10	25	25		40	50
			次小圖形強度	15	60	100		120	170
	邊 長 測 量		測回數	4	4	4		3	2
			標準誤差	1	1	1		1	1
1,000,000				900,000	800,000		500,000	250,000	
水 平 角 觀 測	使用儀器		0".2	0".2	0".2	1"	1"	1"	
	測回數		16	16	8	12	4	2	
	各次測測值與平均值之差不得超過		4"	4"	5"	5"	5"	5"	
三 閉 角 合 形 差	平均值不得超過		1".0	1".2	2".0		3".0	5".0	
	單三角閉合差不得超過		3".0	3".0	5".0		5".0	10".0	
邊方程式之檢核其方向之平均改正數不得超過			0".3	0".4	0".6		0".8	2".0	
天 文 方 位 角	觀測相隔之圖形表		6-8	6-10	8-10		10-12	12-15	
	每夜觀測之測回數		16	16	16		8	4	
	觀測夜數		2	2	1		1	1	
	標準誤差		0".45	0".45	0".6		0".8	3".0	
	方位角閉合差（右列式中 N 為圖形數）		每圖形 1".0 或 2".0 $\sqrt{N}$	每圖形 1".5 或 3".0 $\sqrt{N}$	每圖形 2".0 或 6".0 $\sqrt{N}$		每圖形 3".0 或 10".0 $\sqrt{N}$	每圖形 8".0 或 30".0 $\sqrt{N}$	

7 施永富，《測量學》（臺北：三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日），673 頁。

8 同註 6，4-61 頁

9 <https://www.law.moj.gov.tw>，全國法規資料庫－基本測量實施規則－附表二以三角測量方法實施，檢索日期 12 年 1 月 12 日。

天頂距觀測	測回數	3	3	2	2	2
	觀測值之誤差不得超過	10"	10"	10"	10"	20"
	二已知高程點間之圖形數	4-6	6-8	8-10	10-15	15-20
滿足幾何條件後位置閉合比數不得超過	1 — 100,000	1 — 50,000	1 — 20,000	1 — 10,000	1 — 5,000	
適用場合	1.基本控制網。 2.都會地區測量。	1.連接一等往系間，並加強基本控制網之區域控制。 2.都會區之次要控制	增補基本控制網作區域性之控制。	非都會區之一般性控制測量，可聯繫於基本控制網亦可單獨實施。	依據三等以上三角點所布設，作為圖跟點測量。	

資料來源：一、<https://www.laws.taipei.gov.tw>，三角測量之精度規範，檢索日期 112 年 1 月 10 日。二、<https://www.law.moj.gov.tw>，全國法規資料庫-基本測量實施規則-附表二以三角測量方法實施。三、二等基本控制測量之精度規範，檢索日期 112 年 1 月 10 日。

現行測量作業程序與現況探討

一、三角測量作業限制影響

以筆者實況教學及年度單位輔導為例，三角測量課程區分課程講解與說明、現地作業實作、分組計算與討論等三大主軸，其中在課程講解說明後，進行現地偵察作業需考量事項眾多，若未完成相關計畫作業以符合現地景況，再執行作業，限制影響常見易發生狀況分述如次。

1.人員對於陌生環境，判斷測站方位不熟：測量人員作業於偵察作業結束後，需了解相關測站位置及作業路線、所需時間到達、各測站相對關係位置及確定其測站方位，方位測定方式通常使用指北針及方向盤測定該測站間之方位角，其中在作業前尚未完成磁偏校正作業，影響儀器測得知方位角數據誤差過大，避免人員延宕作業時間，亦可在作業前，完成縮短距離模擬作業後，提升作業效能¹⁰。

2.現地作業環境複雜，無法判斷危安風險：在現地偵察或作業環境屬於可能是高山、沿海及城鎮地區，往往在作業或偵察中發現相關問題，如在高山地區人員遇天氣狀況改變起霧或下雨或氣溫驟降、遇蟲蛇、動植物叮咬等狀況；沿海地區如環境地形陣風、熱浪等狀況；城鎮地區屬於民眾居住地，人員、車輛、建築物或耕作農地無法進出等，都屬於高風險作業無相關危安經驗常數防範，藉由作業前討論激發人員作業準備事項後，再行訂定相關防險規範與所須注意事項。

3.作業突發處置狀況，相互協調能力欠缺：測量人員作業所見情況甚多，在人員、裝備都易可能發生相關問題，如測量角度記錄錯誤、測量儀器電量不足、測站較為隱密視標定不易等相關易發生態樣問題；在三角測量作業協調上極

¹⁰ 耿國慶，〈三角點果砲在砲兵測地之運用研究〉《陸軍砲兵學術雙月刊》（臺南），第九十一期，陸軍砲訓部，民國 91 年，頁 15。

為重要，以單行三角鎖為例完成各測站水平角、高低角及距離之測定，在作業上需律定更為詳盡。

4. 依賴衛星定位系統，缺乏檢驗計算工具：現行測量作業方式以此類居多，比如我們常見衛星導航系統、RTK 衛星定位儀、手持式 GPS 衛星接收器、無人機空中拍測量都是定位方式工具，在測量作業中 RTK 即時動態系統類型又區分無線電訊號及 VBS-RTK 網路訊號說明如次：

(1) 無線電訊號隨傳播距離而衰退藉由高瓦數傳輸功率發射器，先期解算座標資料，隨地形地物關係、天候狀況、電磁干擾等情況，在系統接收座標其精度隨之降低。

(2) VBS-RTK 網路訊號顧名思義採用網路訊號方式(圖 1)，如現行 4G、5G 網路傳遞方式與國土測繪中心建立衛星接收站，以 24 小時接收衛星定位資訊座標，再利用網路方式實施解算平差其座標，若網路訊號不佳影響其接收座標精度。¹¹

(3) 筆者請教南部地區地政事務所及軍備局 401 廠－基準觀測點驗證場測地成果簿一書中，發現其作業方式採靜態衛星定位測量，依據數值法地籍圖重測作業手冊規範，其角度值 ± 20 秒精度規範，其中觀測資料處理採 TBC 軟體計算處理 (Trimble Business Center) 約制求得其座標。¹²

(4) 綜上述發現，所有作業結束後須回到測量成果整理計算，其中該重要性其為重要在實務過程中發現座標不經解算核對後，其座標誤差可達百公尺，為砲兵測地作業中檢查機制要求，分組計算法等 7 種方法極為重要。

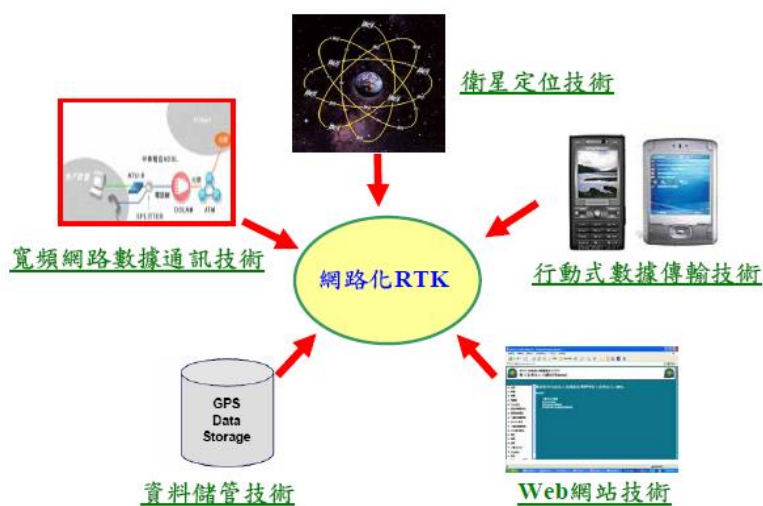


圖 1 網路 RTK 示意圖

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。

¹¹ 顏嘉彰，〈e-GNSS 建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 198 期，陸軍砲訓部，民國 111 年 9 月 30 日，頁 21。

¹² 401 廠-基準觀測點驗證場測地成果簿，民國 107 年 10 月，頁 2。

二、現地偵察與紀錄不周延

就教學研究及訓練上在砲兵三角（三邊）測量作業方式不考量埋點及覘標設置為前提，所需完成事前準備工作事項甚多，區分人員、裝備、訓練、資料蒐整等相關事項，筆者依教學經驗上蒐整相關準備工作，提供後續測量作業人員參考，減少人員作業缺少準備事項，造成測量作業時間耗損。

三、測地成果檢核計算誤差

（一）在測量作業實務中區分初步計算及分組計算方式，其中初步計算較人員作業中為避免測量人員發生下列幾點事項如測量角度判讀錯誤、角度數值記錄錯誤會將數值 1 紀錄成 7、0 紀錄成 8 等情況發生；為避免該現象發生除重複覆誦期數值外，另會在作業中實施初步計算與核對。

（二）以現行完成三角（三邊）測量野外作業後，人員回至集結位置後，實施分組計算蒐整作業所有各測站間之測量數據，包含二對回測角水平角、天頂角（高低角）、距離、儀器高度、覘標高度等相關所須三角測量計算數據，以表格化方式記錄避免遺漏量測數據，進而按程序檢查法、分組計算法實施數據確認及核對量測數據，並計算定位座標、標高相關數據，其中量測數據在野外作業中尚未使用平差方式檢核，僅使用三角形內角和進行修正作業較為粗略。

（三）國軍砲兵測地作業在教學上，以三角形內角和測角後再行採較簡易平差方式，在人員測角作業上較不精確時，其計算座標值誤差正負 10 公尺以上，若將水平角修正量大於準則規範±15 秒差值以上，無法檢驗其誤差差值落於哪個測站上，本篇研究採納測量學書籍以分段平差的分別平差方式及條件計算，¹³再逐依修正各三角鎖角度，以邊角關係同步平差修正。

表 2 三角測量內角修正計算表

測站	原測角	修正量	修正角
A	39°52' 33"	-2	39°52' 35"
B	38°24' 02"	+2	38°24' 04"
C	101°43' 19"	+2	101°43' 21"
內角和	179°59' 54"	+6	180°00' 00"

資料來源：作者繪製

提升測地作業之分析效益

一、高精度測角技術

（一）現行對回測角：在砲兵測量基礎教育訓練時，測量儀器測角作業較為重要，在平時訓練要求測角與紀錄極為重要，其中三角測量採二次以上對回測角實施，在測量作業上極為重要其觀測平均值誤差依規範不得超過±5 秒，以 2 次

13 黃桂生，《測量學》（臺北：全華圖書股份有限公司，2020 年 4 月），5 - 28 頁。

對回測角與測距所需時間約 5 分鐘內完成與紀錄含計算，紀錄完成後再行計算與修正後須不得超過 ± 5 秒之誤差，主要減少作業人員觀測測角誤差¹⁴（視準軸誤差、水平軸誤差、垂直軸誤差）¹⁵，以測量專長班操作 Trimble S9 測距經緯儀－測水平角作業及距離量測，分析作業時間約 300 至 400 秒之間及其角度誤差介於-26 秒至 13 秒之間，在人員操作上屬人員操作誤差，在實際教學現地作業上學員生在測角作業後，以單行三角所內角和約在 180 度 00 分 50 秒，其測角誤差攸關後續座標計算誤差。

（二）自動對回測角：砲兵 TrimbleS9 測距經緯儀具備自動對回測角，¹⁶可完成一次測角後由儀器設定對回測角次數（2 次以上），並由儀器自動完成指定測角後並計算平均觀測值，所需時間約 2 分鐘內完成與紀錄含計算，提供測量作業人員減少誤差，使用該作業功能需完成各項設定及儀器校正後實施，其作業分析統計作業時間約 55 至 68 秒之間，其角度誤差介於 ± 5 秒之間。

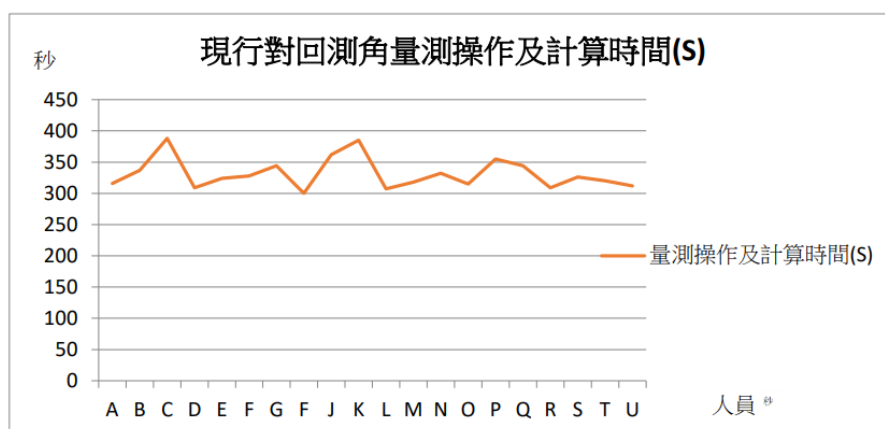


圖 2 現行對回測角量測操作計算時間曲線圖

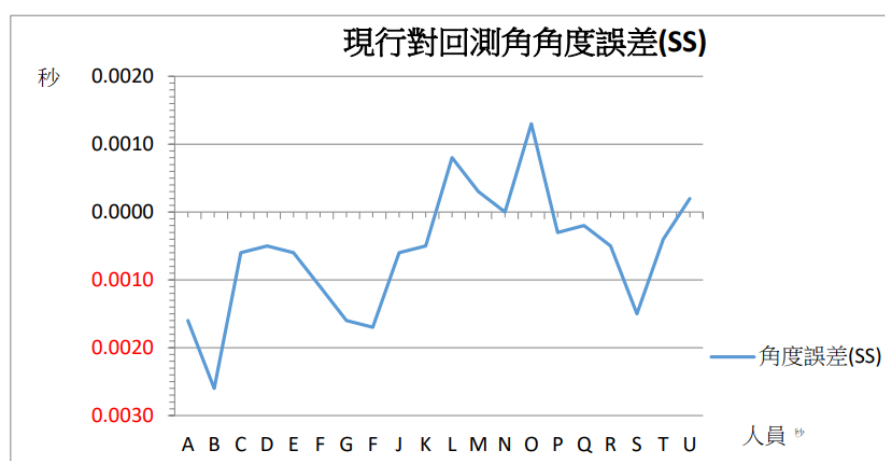


圖 3 現行對回測角角度誤差曲線圖

14 曾育養，〈砲兵測距經緯儀儀器誤差對測角作業影響之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 190 期，陸軍砲訓部，民國 109 年 9 月 30 日，頁 43。

15 同註 3，181 頁。

16 《陸軍測距經緯儀操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 109 年 12 月 15 日），3 - 166 頁。

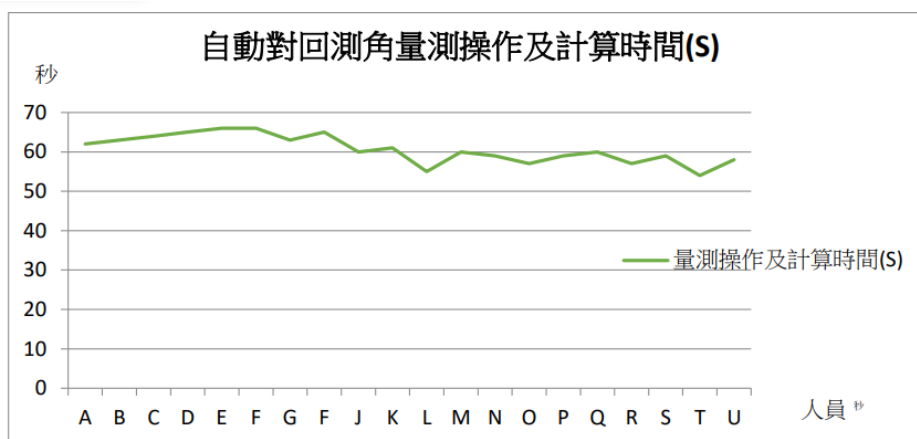


圖 4 自動對回測角量測操作計算時間曲線圖

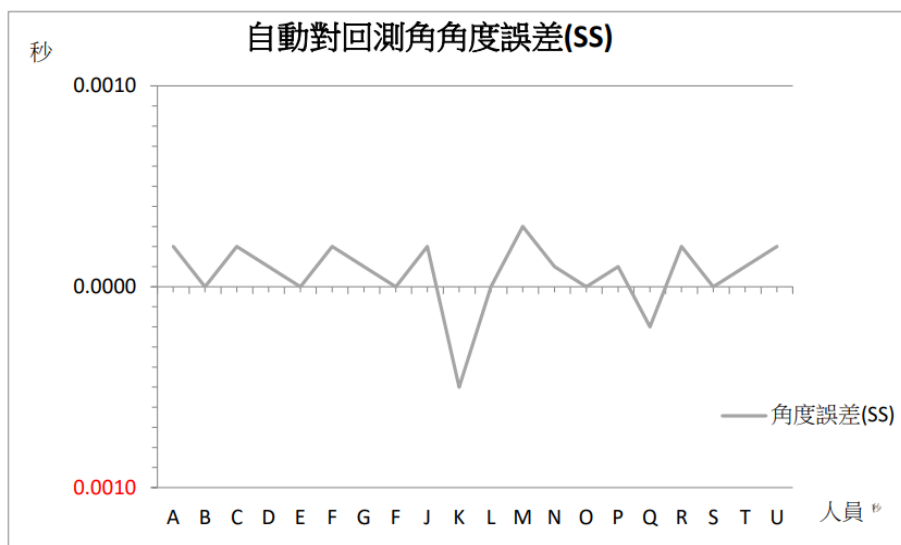


圖 5 自動對回測角角度誤差曲線圖

資料來源：圖 1 至圖 4 為作者繪製

二、建構 EXCEL 平差計算

本研究參考引用測量學書三角測量平差計算，區分測站平差、圖形平差（角度平差）、條件平差（邊平差），其中陸軍砲兵訓練指揮部採用較簡易修正，藉由測量學書籍中在嚴格基本控制測量中，以採用分段平差的分別平差方式及條件計算，¹⁷再逐依修正各三角鎖角度，參考計算表格建構 EXCEL 三角測量各內角平差修正計算，¹⁸可大幅提升檢測計算之可靠度，避免人為計算過程中造成錯誤；以授課講義內容為例，將量測水平角度填入 EXCEL 計算表格，可得快速平差修正水平角度，檢核機制更為周延（如表 3）。

（一）角度條件平差

在各種多邊形圖形中內角合固然不便道理，如三角形內角合為 180 度、四邊形內角合為 360 度，然而在三角測量測角作業中，量測各內角後再進行加總

¹⁷黃桂生，《測量學》（臺北：全華圖書股份有限公司，2020 年 4 月），5 - 28 頁。

¹⁸施永富，《測量學》（臺北：三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日），327 頁。

其內角（如表 3、圖 6）。

1.四邊形內角總和為 359 度 58 分 50 秒，閉塞差-70 秒/8 個角=平均各角修正為-8.75 秒。

2.改正值:(角 1~角 8) 為正值各角+8.75 秒後，四邊形內角總和為 360 度。

(二) 對頂角條件平差

四邊形對角線交會產生 2 組對頂角如黃色及綠色之對頂角其對頂角角度值應相同，其底角（角 1+角 2） = （角 5+角 6） 之合，如不相同進行平差除以 4 後得到改正值，需進行第二次改正後角度值修正，（如表 4、圖 7）：

1.對頂角和差值=（（角 1+角 2） -（角 5+角 6） ） /4 =+0.001930556/4=-1.738

2.第二次修正改正值:（角 1、角 2） 為負值、（角 5+角 6） 為正值（黃色）

3.對頂角和差值=（（角 3+角 4） -（角 7+角 8） ） /4 =-0.000833333/4=-0.75

4.第二次修正改正值:（角 3、角 4） 為正值、（角 7+角 8） 為負值（綠色）

(三) 邊條件平差

以邊條件正弦定律解算獲得邊條件方程式進行各邊求算邊長誤差，第二次各內角修正度值 SIN 正弦值總合獲得邊長誤差，再以（206265*邊長誤差） /Cot（第二次改正後各內角餘切值） 獲得第三次改正修正值，如表五：

1. $\text{SIN}(1) * \text{SIN}(3) * \text{SIN}(5) * \text{SIN}(7) / \text{SIN}(2) * \text{SIN}(4) * \text{SIN}(6) * \text{SIN}(8) = 1$

2. $1.000135451 - 1 = 0.000135451$ （邊長誤差）

3.改正值=（（206265） *（-0.000135451） ） /（COT（角 1~角 8） ）

4.單數角改正值為正、雙數角改正值為負

4.SIN 值接近 1 代表完成平差修正

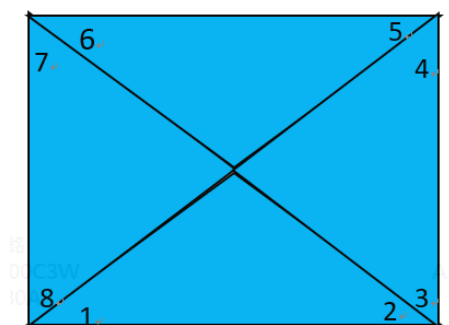


圖 6 四邊形角度條件平差圖形資料來源：作者繪製

表 3 角度條件平差修正計算表

角度編碼	度	分	秒	(度小數)	秒	度	分	秒	
1	39	37	27	39.6241667	-	-8.75	39	37	18.25
2	28	7	31	28.1252778	-	-8.75	28	7	22.25
3	73	50	38	73.8438889	-	-8.75	73	50	29.25
4	38	24	54	38.415	-	-8.75	38	24	45.25
5	36	42	57	36.7158333	-	-8.75	36	42	48.25
6	31	2	8	31.0355556	-	-8.75	31	1	59.25
7	24	20	22	24.3394444	-	-8.75	24	20	13.25
8	87	55	13	87.9202778	-	-8.75	87	55	4.25
和	356	237	250	360.019444	-	-70	356	237	180
	360	58	50				360	0	0

資料來源：一、施永富，《測量學》，三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日，330-332 頁。二、作者繪製

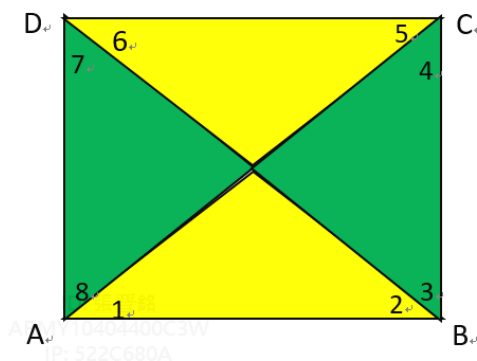


圖 7 對頂角條件平差圖形

資料來源：作者繪製

表 4 對頂角平差修正計算表

對頂角條件平差							
第一次改正後 (度小數)		改正值		第二次改正後 角度值			
第一次改正後 (度小數)	對角和	秒		度	分	秒	第二次改正後 (度小數)
39.62173611	67.74458333	-	1.738	39	37	16.51	39.62125347
28.12284722			1.738	28	7	20.51	28.12236458
73.84145833	112.2540278	+	0.75	73	50	28.5	73.84125
38.41256944			0.75	38	24	44.5	38.41236111
36.71340278	67.74651389	+	1.738	36	42	49.99	36.71388542
31.03311111			1.738	31	1	0.938	31.03359375
24.33701389	112.2548611	-	-0.75	24	20	14	24.33722222
87.91784722			-0.75	87	55	5	87.91805556
359.9999861	0.00193	對頂角差值		356	237	179.9	360.9999861
	-0.000833333	對頂角差值		360	0	0	

資料來源：一、施永富，《測量學》，三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日，330-332 頁。二、作者繪製

表 5 邊條件平差修正計算表

邊條件平差							
		改正值	第三次改正後 角度值				
SIN 值	COT 值	秒	度	分	秒	第三次改正後 (度小數)	檢查 SIN 值
0.637709762	1.20788	+ -2.8278	39	37	13.7	39.62046798	0.637699202
0.471356171	1.871075	- -2.8278	28	7	23.3	28.12315008	0.471368262
0.960494296	0.289746	+ -2.8278	73	50	25.7	73.84046451	0.960490481
0.621316841	1.261127	- -2.8278	38	24	47.3	38.41314661	0.621327584
0.597819437	1.340925	+ -2.8278	36	42	47.2	36.71309992	0.597808447
0.515540562	1.662071	- -2.8278	31	2	3.77	31.03437924	0.515552309
0.412106365	2.210924	+ -2.8278	24	20	11.2	24.33643673	0.412093874
0.999339892	0.036353	- -2.8278	87	55	7.83	87.91884105	0.99934039
1.000135451	9.880101		356	237	180	359.9999861	9.999999991
-0.000135451			360	0	0		

資料來源：一、施永富，《測量學》，三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日，330-332 頁。二、作者繪製

三、測量技術檢核

(一) 三角解計算

砲兵三角（三邊）測量作業方式，分別於 A、B、C 點設置測站後，分別測定三角形內角及 a、b、c 邊距離後，可運用 Trimble S9 測距經緯儀內建三角解運算功能介面或電算機內建程式運用（如圖 8），可善用該內建程式同步檢核各內角角度數值，避免人員測角作業錯誤，減少人員重新量測及往返造成時間延宕，進而提高測地（外業）作業精度與角度偵錯方法。

(二) 內建程式功能運用

1. TrimbleS9 測距經緯儀程式運用：TrimbleS9 測距經緯儀內建幾何計算功能，可設定邊、角關係計算方式，例如角-邊-角、邊-邊-邊、邊-角-角，等各種計算方式，其操作流程如圖 9（①②③④⑤⑥⑦⑧）¹⁹。

2. 電算機程式運用：因科技進步現行測距經緯儀測距精度可達 1mm+2ppm 之精度，其中電算機內建內角換算公式可利用三邊測量作業後，獲得三角圖形各邊距離，利用內角公式同步檢驗三角測量作業角度數值，重複檢驗測量成果數值，提升作業精度可靠度減少人為計算誤差等情況發生。²⁰

3. 綜合分析：TrimbleS9 測距經緯儀及電算機內建程式均可計算三角鎖內角關係，其角度驗證及判斷需考量距離為平距，藉由上述內建程式使作業人員在作業上，同步測角及測距作業，提供後續計算及驗證檢核機制。

19 《陸軍測距經緯儀操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 109 年 12 月 15 日），4 - 167 頁。

20 《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 7 月 23 日），4 - 105 頁。

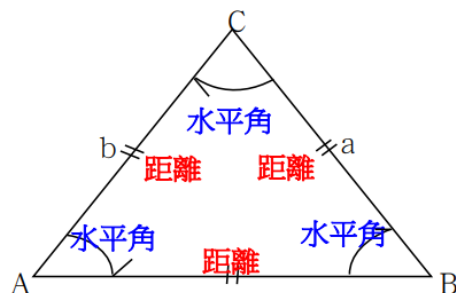


圖 8 三角（三邊）測量示意圖

資料來源：《陸軍測距經緯儀操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 109 年 12 月 15 日），4-166 頁。

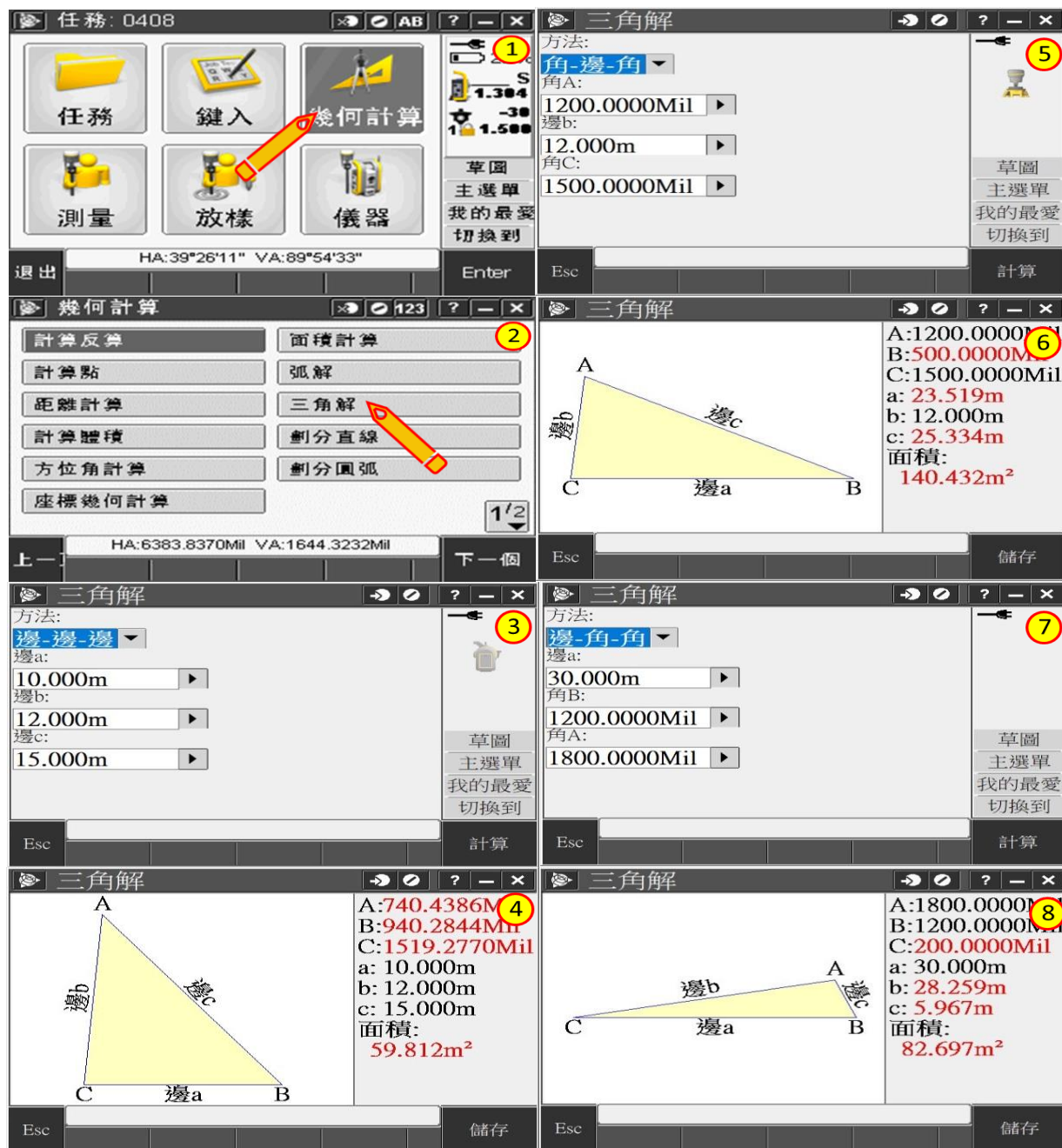


圖 9 三角解示意圖

資料來源：《陸軍測距經緯儀操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 109 年 12 月 15 日），4-166 頁。

優化作業程序與創新作為

在三角測量作業中多以 TrimbleS9 測距經緯儀測角作業，藉由上述問題及精進作業方式及多種平差方式計算，提供後續砲兵測地作業能發揮其最大效能，故期盼藉由本研究，讓測量作業人員了解其重要性。基此，以現有測地作業為基礎持續精進並提出建議。

一、運用衛星定位儀優化作業程序

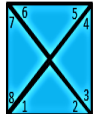
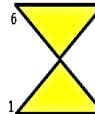
(一) 在測角作業中以 TrimbleS9 測距經緯儀測角作業，建議採快速自動對回測角減少人為誤差，避免人員重複測角造成時間流失。

(二) 結合單位配賦 R2 衛星定位儀、RTK 衛星定位儀整合定位資料，快速明確了解地理位置，再結合地理圖資系統 (GIS) 實施定位資訊回饋，在測地作業 7 種檢查機制中，地圖與現地對照法、方位角檢驗法 2 種方法即可運用，²¹ 所有測地成果採堆疊方式驗證數據可靠度及真實性。

二、平差程式植入電算機運用

(一) 國軍砲兵所使用 IMT-8R 電算機以彙整測地成果為基礎，採用 Windows 作業軟體除內建砲兵全部測地程式、三角測量及三邊測量計算等各種程式外，無平差修正計算公式如可導入三角測量 EXCEL 平差程式 (如表 6)，減少人員尋找計算錯誤。

表 6 三角測量 (四邊形) 平差修正計算表

角度條件平差										對頂角條件平差										邊條件平差															
平差類型	量測角度				改正值	第一次改正後					改正值				第二次改正後				角					改正值				第二次改正後							
平差次數	度	分	秒	(度小數)	秒	度	分	秒	第一次改正後 (度小數)	對角和	秒	度	分	秒	第二次改正後 (度小數)	SIN值	COT值	秒	度	分	秒	第三次改正後 (度小數)	檢查SIN值												
角度編號	度	分	秒	(度小數)	秒	度	分	秒	第一次改正後 (度小數)	對角和	秒	度	分	秒	第二次改正後 (度小數)	SIN值	COT值	秒	度	分	秒	第三次改正後 (度小數)	檢查SIN值												
1	39	37	27	39.624167	-	8.75	39	37	18.2	39.62173611	67.74458333	-	1.738	39	37	16.51	39.62125347	0.637709762	1.20788	+	-2.8278	39	37	13.7	39.62046798	0.637699202									
2	28	7	31	28.125278	-	8.75	28	7	22.2	28.12284722	67.74458333	-	1.738	28	7	20.51	28.12236458	0.471356171	1.871075	-	-2.8278	28	7	23.3	28.12315008	0.471368262									
3	73	50	38	73.843889	-	8.75	73	50	29.2	73.84145833	112.2540278	+	0.75	73	50	28.5	73.84125	0.960494296	0.289746	+	-2.8278	73	50	25.7	73.84046451	0.960490481									
4	38	24	54	38.415	-	8.75	38	24	45.2	38.41256944	112.2540278	+	0.75	38	24	44.5	38.41236111	0.621316841	1.261127	-	-2.8278	38	24	47.3	38.41314661	0.621327584									
5	36	42	57	36.715833	-	8.75	36	42	48.2	36.71340278	67.74651389	+	1.738	36	42	49.99	36.71388542	0.597819437	1.340925	+	-2.8278	36	42	47.2	36.71309892	0.597808447									
6	31	2	8	31.035556	-	8.75	31	1	59.2	31.03311111	67.74651389	+	1.738	31	2	0.938	31.03359375	0.515540562	1.662071	-	-2.8278	31	2	3.77	31.03437924	0.515552309									
7	24	20	22	24.339444	-	8.75	24	20	13.2	24.33701389	112.2548611	-	-0.75	24	20	14	24.33722222	0.412106365	2.210924	+	-2.8278	24	20	11.2	24.33643673	0.412093874									
8	87	55	13	87.920278	-	8.75	87	55	4.25	87.91784722	112.2548611	-	-0.75	87	55	5	87.91805556	0.999339892	0.036353	-	-2.8278	87	55	7.83	87.91884105	0.99934039									
和	356	237	250	360.01944	-	-70	356	236	240	359.9999861	0.001930556	對頂角差值	356	237	179.9	359.9999861	1.000135451	9.880101			356	237	180	359.9999861	0.999999991										
	360	58	50				360	0	0		-0.000833333	對頂角差值	360	0	0		-0.00013545				360	0	0												
1.四邊形內角和閉塞差-70秒8個角=平均各角為-8.25秒 2.改正值:(角1~角8)為正值各角+1.25秒後,四邊形內角和為360度										1.對頂角和差值=((角1+角2)-(角5+角6))/4 =+0.001930556/4=+1.738 改正值:(角1、角2)為負值、(角5+角6)為正值 2.對頂角和差值=((角3+角4)-(角7+角8))/4 =-0.000833333/4=-0.75 改正值:(角3、角4)為正值、(角7+角8)為負值										1.邊條件方程式:SIN(1)*SIN(3)*SIN(5)*SIN(7)/SIN(2)*SIN(4)*SIN(6)*SIN(8)=1 1-1.000135451=-0.000135451 (邊長誤差) 2.改正值=((206265)*(-0.000135451))/(COT(角1-角8)) 3.單數角改正值為正、雙數角改正值為負 4.SIN值接近1代表完成平差修正															
																																			

資料來源：一、施永富，《測量學》，三民書局股份有限公司，2016年9月25日，327頁。二、黃桂生，《測量學》，全華圖書股份有限公司，2020年4月，5-23~28頁。三、作者彙整調製。

21 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國111年10月5日)，9-738頁。

(二) 在使用 RTK 衛星定位儀接收衛星定位資料數據時，採用規範內測量計算軟體實施計算運用，因測量計算軟體其依統計學及平差計算公式原理為基礎，可大幅度減少人工計算，進而提升多種軟體工具使用，增加數據可靠度及合理性，減少人員過度依賴 GPS 定位座標，其相關測量軟體如下 TBC 軟體計算處理 (Trimble Business Center)、GeoAssist 內業處理軟體、TopconMAGNET 軟體。²²

三、測地資料可靠度

在各作戰區目標獲得連測量排開設測地資料中心，其蒐整衛星控制點及測地統制點都需要利用多種測地手段，如 RTK 衛星定位儀、ULISS30 定位定向系統、三角測量、導線法，相互比對測地成果後再提供，各級砲兵單位運用。

結語

野戰砲兵在戰場上火力之發揚，座標精確取決於測量作業之精度，其中測量儀器隨著科技技術進步與發展，朝多元化及數位化方式加以精進測量運用方式，進而節省人員作業上錯誤，雖然現行測量作業多以使用 GNSS 衛星接收定位，不排除環境因素影響衛星定位狀況，然而傳統三角測量技術保留至今，必定有相關性及實用性。

就上述分析發掘相關所見事項如測角作業、平差計算、座標計算都較屬於人為誤差，以多種測量方式來檢視錯誤，避免測角作業及計算誤差，藉參考測量書籍研究及分析平差公式並建構結合 EXCEL 運算可增進人員判斷，再檢視三角測量量測內角錯誤進而修正，避免人員重複演算測量成果，浪費時間等狀況發生。

參考文獻

- 一、施永富，《測量學》(臺北：三民書局股份有限公司，2016 年 9 月 25 日)。
- 二、梁乙農，〈三角測量基線網、歸心計算與角度平差之研究〉《陸軍砲兵學術雙月刊》(臺南)，第 86 期，陸軍砲訓部，民國 85 年 10 月 16 日。
- 三、黃桂生，《測量學》(臺北：全華圖書股份有限公司，2020 年 4 月)。
- 四、林宏麟、薛穎智、許丞毅，《丙級測量技術士學科題庫題解》(臺北：旭營文化事業有限公司，2015 年 5 月 25 日)。
- 五、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 111 年 10 月 25 日)。
- 六、《陸軍測距經緯儀操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 109 年 12 月 15 日)，4-167 頁。
- 七、《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 7 月 23 日)。
- 八、曾育養，〈砲兵測距經緯儀儀器誤差對測角作業影響之研究〉《砲兵季刊》(臺

²² 同註 11

南)，第 190 期，陸軍砲訓部，民國 109 年 9 月 30 日。

九、內政部國土測繪中心 <https://www.nlsc.gov.tw>，檢索日期 112 年 1 月 10 日。

十、<https://www.law.moj.gov.tw>，全國法規資料庫－基本測量實施規則－附表二以三角測量方法實施 一、二等基本控制測梁之精度規範，檢索日期 112 年 1 月 10 日。

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。

野戰砲兵射表版本更新運用之研析

作者：朱慶貴

提要

- 一、射表為火炮武器以特定的發射載台，連同配用的彈種及裝藥號數編制而成，載有標準狀況下之裝藥相應距離、仰度、信管時間、飛行時間、彈道高、落角等諸元。
- 二、最早的射表是用試驗方法編制，起源於西元 1638 年義大利物理學家伽利略提出，彈丸在只考慮重力作用下運動的拋物線理論，現代的射表是採用射擊試驗與理論計算相結合的方法編制。
- 三、現行 105 榴砲 H-6 版射表，未記載氣象時間單位修正量，且自民國 108 年才對氣象時間修正量之求算方法實施教學，以致砲兵幹部對此一計算技術不熟練，經陸軍砲兵訓練指揮部多方努力，獲得 105 榴砲 H-7 版射表，可用以計算氣象時間修正量。
- 四、射表運用主要在磨練學者對陸軍砲兵部隊射擊指揮之運用，並結合射表計算尺及高低計算尺，以利於在射擊諸求算時，可依狀況求取正確射擊諸元，遂行各項射擊任務。

關鍵詞：射表、信管時間、彈道高

前言

砲兵火力為指揮官左右戰局之有效手段，其火力發揚有賴於純熟精煉之射擊，而精確之射擊，需藉完善射表表冊之各項諸元，提供火炮射擊所要資料，求算火炮射擊諸元，以便在任何狀況下，均能有效將火力投射目標。

射表為火炮武器以特定的發射載台，連同配用的彈種及裝藥號數編制而成，載有標準狀況下之裝藥相應距離、仰度、信管時間、飛行時間、彈道高、落角等諸元，¹以及其他彈道氣象相關諸元的表冊，火炮依據其表冊內容，查算相關射擊諸元，實施準確有效射擊。筆者撰文目的是依據國軍現役火炮之射表，因本版修正更新在其表冊內發現有所差異，撰寫其射擊指揮運用不同之處，並研擬分析與效益提升，提供砲兵各級幹部在爾後射擊運用參考。

射表簡介

一、歷史發展

中國西漢時期的弩弓就裝有弩刻度得瞄準器具「望山」，最早的射表是用試驗方法編制，起源於西元 1638 年義大利物理學家伽利略提出，彈丸在只考慮重

1 路復國，《砲兵戰技學－射表調製與運用》（臺南：陸軍砲訓部，民國 99 年 1 月 7 日），頁 50。

力作用下運動的拋物線理論，²現代的射表是採用射擊試驗與理論計算相結合的方法編制。根據不同的需要，射表的內容和編排方式有所差異，其表載數據也有差異。以陸軍現役火炮 105 公厘榴彈砲為例，其射表乃在 1945 年，由美軍於馬里蘭州的亞伯丁試射場，射擊無數彈藥並計算其參數，所製作而成，³其在提供任何狀況下對目標行有效射擊時所需要資料，而其它口徑火炮之射表，也是依此方式實驗，獲得正確參數值，製成武器之射表。

二、介紹

各種火炮武器射表，係以該武器與彈丸、信管與拋射藥之合體實際射擊結果為依據而製成。⁴該項射擊是在所認定之標準狀況（或可轉換為標準狀況）之條件下實施，此種標準狀況，即計算火炮彈藥、天候於某時某地所產生變化量之基準，述以 FT105-H-6 射表為例，區分四部介紹：

（一）第一部分包含：1.符號及縮寫字表；2.換算因素；3.正常公算曲線之範圍；4.公算表說明；5.角度之自然函數；6.每小時一哩風之修正量分化值；7.風之說明：圖上方向吹來每一小時一哩風，分成橫風與縱風修正分化值。

（二）第二部分：射表內容包含 M1 高爆彈射擊諸元及修正量資料，可區分 I 至 VII 裝藥，各裝藥均有 A—J 表及 K—L 附表，而各表格格式及內容各異。⁵

（三）第三部分：適用 M60 黃磷煙幕彈彈種，載有一至四號細部裝藥，A—K 表資料。⁶

（四）第四部分：為照明彈以 M54 及 M501 機械式時間信管啟動之彈底拋射式砲彈，結合 M314 式照明彈，⁷I 至 VII 裝藥射表資料。

射表版本差異與運用

國軍砲兵使用之火炮型式可區分為牽引砲 M101A1 式 105 公厘榴砲、M114A1、A2 式 155 公厘榴砲、M59 式 155 公厘加農砲、M115 式 8 吋榴砲和 M1 式 240 公厘榴砲（如圖 1），自走砲區分 M109A2、A5 式 155 公厘榴砲、M110A2 式 8 吋榴砲（如圖 2）；其火炮射表隨武器裝備獲得而撥發（如表 1）。

然而現有牽引式火炮均為第二次大戰時期的產物，而自走砲是在 1980 年代的水準，其間射表版本因射擊所需亦有更新，以下根據國軍 105 榴砲 H-6 及 H-7 射表與 155 榴砲 Q3 及 Q4 射表版本更新，說明其差異性與運用方式，分述如次。

2 〈中文百科全書－射表簡介〉，下載網址 www.new.com.tw，日期西元 2008 年 4 月 1 日，頁 1。

3 《FT105-H-6 射表》（臺南：陸軍砲訓部，民國 63 年 10 月 15 日），78 年 12 月再版，頁 1。

4 同註釋 3，頁 7。

5 王世璋，〈04-30200 射表介紹與運用〉（臺南：陸軍砲訓部，民國 104 年 01 月 13 日），頁 12。

6 同註釋 3，頁 30。

7 同註釋 3，第 9 行，頁 30。



圖 1 國軍牽引式火炮



圖 2 國軍自走式火炮

資料來源：圖 1 及圖 2 載自陸軍砲訓部資料庫

表 1 野戰砲兵火炮射表

野戰砲兵火炮射表一覽表			
砲種	射表版本	出版年	差異說明
105公厘牽引砲	FT105-H-6	1961	
	FT105-H-7	1971	增加F表第4欄炸高每10公尺相應時間及10至11欄初速變化量英尺改為公尺，J表氣象時間變化量
155公厘牽引砲	FT155-H-Q3	1961	
	FT155-H-Q4	1968	F表10至11欄初速變化量英尺改為公尺，J表氣象時間變化量，第四部份照明彈射表使用程式為M485
155公厘自走砲	FT155-AM-2	1983	適用M109A2、A5自走砲，唯M109A5自走砲使用紅色超強裝藥時，需使用專用射表
8英吋自走砲	FT8-T-1	1982	適用M110A2自走砲(203公厘)
155加砲	FT155-S-2	1944	適用155公厘加農砲
8英吋牽引砲	FT8-J-3	1950	適用8英吋牽引砲
240公厘牽引砲	FT240-C-1	1943	適用240公厘牽引砲

資料來源：作者自製

一、105 榴砲

FT105-H-6 射表出版於 1961 年，FT105-H-7 射表出版於 1971 年（目前砲兵未使用），期間兩版本差異最大的是 F 表與 J 表，以下分別說明兩表差異，對射擊指揮計算之影響：

（一）F 表：

1.第二欄仰度：FT105-H-6 版射表，以 5 號裝藥距離 5000 公尺為例，使用高爆榴彈裝定 M51 瞬發信管，相應仰度為 344.7 密位；而以 FT105-H-7 版射表，使用高爆榴彈裝定 M557 瞬發信管，所相應之仰度為 343.4 密位，兩本射表差值為 1.3 密位換算距離 14 公尺，在面積射擊火力分布影響不大，但於精準射擊、特別修正射擊時，必須查算射擊所使用砲彈信管程式，對應正確之射表相關數值運用之。然現行 105 榴砲實彈射擊，多數使用 M557 瞬發信管，而所查射表為 FT105-H-6 版射表 M51 瞬發信管相應之各項諸元，我砲兵幹部須特別注意，避免發生計算諸元錯誤情形發生，影響射擊效果及危安因素。

2.第四欄信管時間：FT105-H-6 版射表使用信管程式為 M520，FT105-H-7 版射表使用信管程式為 M564，以 5 號裝藥距離 5000 公尺，相應時間 M520 為 20.4 秒，M564 為 19.6 秒，差異 0.8 秒，差異原因 M564 信管時間較短，空炸備炸時間較晚，可避免砲口炸，危安事件發生，實施空炸信管射擊時，應依信管程式，查算正確射表相應諸元。

3.FT105-H-7 版射表增列第四欄：105 榴砲 FT105-H-7 版射表，增加了第 4 欄位為炸高每變換 10 公尺所相應之時間，主在計算高爆榴彈使用空炸信管時，更精確造成有效殺傷面積（F 表差異分析表如表 2），其詳細計算方式如範例：

表 2 射表版本差異 F 表分析表

射表版本差異F表分析表			
版本	FT105-H-6	FT105-H-7	差異說明
第二欄仰度	M51瞬發信管 仰度344.7密位	M557瞬發信管 仰度343.4密位	仰度相差1.3密位，換算距離為14公尺
第四欄信管時間	M520空炸信管 信管時間20.4秒	M564空炸信管 信管時間19.6秒	時間相差0.8秒，M564空炸信管較短，信管作動時間較晚，可避免早炸
增列第四欄炸高變換10公尺相應修正秒數	無	M564空炸信管 修正信管時間 0.11秒	空炸面積射擊，以修正彈道時間，可獲得較佳之破片殺傷
上述相關諸元，均依據5號裝藥、距離5000公尺所相應			

資料來源：作者自製

※空炸面積計算範例

（1）FT105-H-6 射表計算方式：

105 榴砲營第二連第一排，奉命對 AF1001 目標實施空炸面積射擊。

射擊任務：O2～方位角 5680 OT 1600 高 20，敵集結步兵連，空炸信管，試射。

組長命令：全、B、V、空炸信管、②、AF1001

圖上諸元：方向修正量 0、方向 2608、距離 5270、高低+11

依圖上諸元求得初發諸元，空炸面積射擊初發高低，須提高 20/R 密位，以求得良好炸高，計算數據如表 3 計算手記錄表，後續試射逕行效力射如表 4：

表 3 計算手記錄表

計 算 手 記 錄 表			
第2.1連	任 務 開始 xxxx 完成 xxxx 時間日期 xxxxxx 目標號數AF1001		
射擊任務： O 2 ~ ∠ 5680，OT1600， ⊥ 20敵集結步兵連 △ 試	方向修正量0	最初射擊口令	
	方向 2608	操作砲 全	特別規定
	距離 5270	彈種 H	批號 B
組長命令 射擊單位全 試射連____ 發射法____修正基準____ 特別修正____彈 種____ 批號B裝藥V信管△ 群 數 ② 距 離 差____ 射擊時間____目標編號 AF1001	高低 +11	裝藥 V	信管 △
	20/R +4	發射砲及發射法 #2、3①	
	陣地中心 修正量	方向修正量0方向 2608	
		高低 315	
		時間 21.8	
		100/R 19	仰度 371 彈藥消耗量 2

表 4

觀測官報告			後 續 射 擊 口 令										
方向	距離	炸高	信管 與 發射 法	方 向 修正量	圖上 方向	火砲 方向	距離	高 低 修正量	高低	時間	仰度	射角	彈 藥 消耗 量
>150	-200	⊥35	全②		2611	2611	5140	+7	322	21.2	358		4
>50	+100	⊥25			2615	2615	5210	-5	317	21.5	365		6
	-50	⊥10 效			2598	2598	5180	+2	319	21.4	362		14
任務完成，敵大部被殲，小部逃竄				任務完成， AF1001									
高低修正量：+4													
定點諸元：第2.1連 方向 2598 距離 5180 高低 +15 信管  目標編號AF1001													
彈 藥	彈 種	H(M557)	H(M520)										
	現 有	100	100										
	新 領	0	0										
	總 數	100	100										
	消 耗	0	14										
	結 存	100	86										

資料來源：表 4 及表 5 為作者自製

(2) FT105-H-7 射表計算方式：

如上題計算例題，初發射彈以瞬發信管試射（如表 5），在差異上多了第 4

欄位炸高每變換 10 公尺所相應之時間，主在計算空炸信管面積射擊時，有更精確殺傷面積，其原因前者在試射時，就使用空炸信管與提高良好炸高 20 公尺之高低修正密位值，經試射修正方向、距離、高低修正量，進入效力射，而效力射諸元所得殺傷面積，無法得最佳有效殺傷面積（如圖 3）；後者在試射是以瞬發信管，進入百公尺距離修正更改為空炸信管及提高良好炸高 20 公尺之高低修正密位值，當觀測官修正至良好炸高進入效力射，當炸高不佳時，以修正射擊信管秒數（計算方式如表 6），以利得良好炸高，藉射彈彈道慣性原理，產生有效殺傷面積（如圖 4）。

表 5 計算手記錄表

計 算 手 記 錄 表			
第2.1連	任 務 開始 xxxx 完成 xxxx 時間日期 xxxxxx 目標號數 AF1001		
射擊任務： O2~Z 5680，OT1600， L20敵集結步兵連 △ 試		方向修正量 0	最初射擊口令(瞬發信管試射及不提高20/R)
		方向 2608	操作砲 全 特別規定
		距離 5270	彈種 H 批號 A
組長命令		高低 +11	裝藥 V 信管 △
射擊單位全 試射連		20/R	發射砲及發射法 #2、3 ①
發射法 修正基準		陣地中心 修正量	方向修正量 0 方向 2608
特別修正 彈 種			高低 311
批號 B 裝藥 V 信管			時間
群 數 ② 距離差			
射擊時間 目標編號 AF1001		100/R	仰度 371 彈藥消耗量 2

表 6 計算方式示意圖

觀測官報告			後 續 射 擊 口 令										
方向	距離	炸高	信管 與 發射 法	方 向 修正量	圖上 方向	火砲 方向	距離	高 低 修正量	高低	時間	仰度	射角	彈 藥 消耗 量
>150	-200				2611	2611	5140		311		358		4
>50	+100				2615	2615	5210		311		365		6
	-50		△		2598	2598	5180	(提高20/R)	315	21.4	362		8
		L20		依H-7射表第4欄距離相應每10公尺修正時間減0.1秒						21.2	362		10
原距離效			全②								362		18
任務完成，敵大部被殲 殘小部逃竄					任 務 完 成 ， AF1001								
定點諸元第2.1連方向 2598 距離 5180 高低 +11 信管 △ 目標編號AF1001													
彈 藥	彈 種	H(M557)	H(M520)										
	現 有	100	100										
	新 領	0	0										
	總 數	100	100										
	消 耗	0	18										
	結 存	100	82										

資料來源：表 5 及表 6 為作者自製

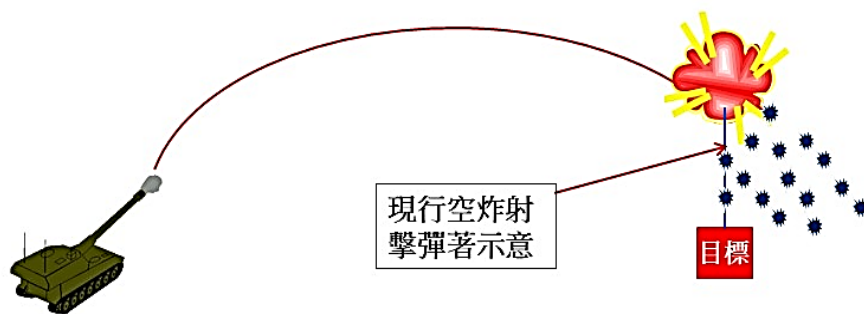


圖 3 空炸面積射擊修正高低空炸破片散布示意圖

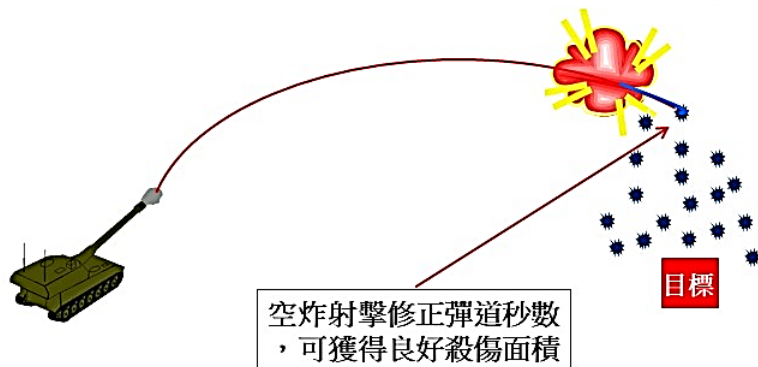


圖 4 空炸面積射擊修正時間空炸破片散布示意圖

資料來源：圖 3 及圖 4 為作者自製

（二）J 表：

由於現行 105 榴砲 H-6 版射表，未記載氣象時間單位修正量，砲兵於民國 108 年才對氣象時間修正量之求算方法實施教學，以致於砲兵幹部對此計算技術不熟練，經陸軍砲訓部努力，獲得 105 榴砲 H-7 版射表，⁸可用以計算氣象時間修正量，該射表所揭示對信管時間產生影響因素有初速變換量、縱風、氣溫、氣密及彈重等，故使用氣象修正計算表，可同時計算出氣象方向、氣象距離及氣象時間修正量。

事實上砲兵欲對敵集結部隊及人員等目標射擊時，使用空炸信管將可獲致更佳之效果，但在非標準狀況下的氣象、陣地、器材、彈藥等，除影響方向、仰度外，亦會影響信管時間，砲兵可藉檢驗射擊求出時間修正量，但若受陣地彈藥或秘匿企圖等限制，而無法實施檢驗射擊情況下，則必須運用氣象報告實施計算，以求得時間修正量⁹。

J 表列出各種時間單位修正量，用以補償各種因非標準狀況所產生之影響。表內共有 11 欄，各欄所列之單位修正量即為信管時間函數；信管時間乃決定仰度所相應時間如表 7：

8 范愛德，〈氣象時間修正量及氣象計量點運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 185 期，民國 108 年 6 月，頁 3。

9 同註釋 8，頁 4。

表 7 J 表時間修正量因數

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
信管時間 FS	信管時間修正量									
	初速 1公尺/秒		縱風 1哩/時		氣溫 1%		空氣密度 1%		標準彈為 2個方塊重	
	減	增	逆風 W-R	順風 W-R	減	增	減	增	減	增
	F/S	F/S	W-R	W-R	Temp	Temp	Den	Den	Wt	Wt
0										
1										
2	-0.006	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.011	-0.011
3	-0.008	.008	.000	.001	.000	.001	.001	-0.001	.016	-0.016
4	-0.010	.011	.000	.0001	.000	.002	.001	-0.001	.019	-0.019
5	-0.012	.012	.000	.002	-0.001	.004	.002	-0.002	.022	-0.022
6	-0.013	.014	-0.001	.002	-0.002	.006	.003	-0.002	.024	-0.024
7	-0.015	.016	-0.001	.003	-0.004	.008	.003	-0.003	.026	-0.026
8	-0.016	.017	-0.002	.004	-0.006	.010	.004	-0.004	.028	-0.028
9	-0.017	.018	-0.003	.005	-0.008	.013	.004	-0.004	.029	-0.030
10	-0.018	.019	-0.003	.006	-0.011	.015	.005	-0.005	.031	-0.031
11	-0.019	.020	-0.004	.006	-0.013	.018	.006	-0.005	.032	-0.032
12	-0.021	.021	-0.005	.007	-0.016	.020	.006	-0.006	.033	-0.034
13	-0.022	.022	-0.006	.008	-0.018	.023	.007	-0.007	.034	-0.035
14	-0.023	.023	-0.007	.009	-0.021	.025	.008	-0.007	.035	-0.036
15	-0.024	.024	-0.007	.010	-0.024	.028	.008	-0.008	.036	-0.037
16	-0.025	.025	-0.008	.011	-0.027	.031	.009	-0.009	.037	-0.038
17	-0.026	.026	-0.009	.012	-0.029	.033	.010	-0.009	.037	-0.039
18	-0.027	.027	-0.010	.012	-0.032	.035	.011	-0.010	.038	-0.040
19	-0.028	.028	-0.011	.013	-0.035	.038	.012	-0.011	.039	-0.040
20	-0.029	.029	-0.011	.014	-0.037	.040	.012	-0.012	.039	-0.041
21	-0.030	.031	-0.012	.015	-0.040	.042	.013	-0.013	.040	-0.042
22	-0.031	.032	-0.013	.015	-0.042	.045	.014	-0.013	.040	-0.043
23	-0.032	.033	-0.014	.016	-0.045	.047	.015	-0.014	.041	-0.043
24	-0.033	.034	-0.014	.017	-0.047	.049	.016	-0.015	.042	-0.044
25	-0.035	.035	-0.015	.017	-0.049	.051	.017	-0.016	.042	-0.045
26	-0.036	.036	-0.016	.018	-0.052	.053	.018	-0.017	.043	-0.045

資料來源：作者自製

※計算範例

105 榴砲營第二連，標定分劃 2600，在 0800 時以 6 裝藥，A 批號，對檢驗點完成檢驗射擊，並獲得下列資料：

檢驗諸元：決定仰度：276 密位、決定射角：266 密位、決定時間：18.2 秒、圖上方向：2600 密位、決定方向：2596 密位、圖上距離：5120 公尺，陣地測報諸元：藥溫：84°F 彈重：1 方塊

射擊指揮所及測地諸元：

陣地標高：388 公尺、檢驗點標高：458 公尺、射向方位角：1760 密位 陣地緯度：23°N

公尺制氣象報告：

METB32 234205 290804 045028
004210 971929
014310 975925

024510 979921
034612 982916
044314 988911

依其決定仰度 276 相應時間 18.9 取整數秒 19 秒，查 6 號裝藥 J 表初速變化量、縱風、氣溫、氣密、彈重修正值，計算結果氣象方向修正量 < 3、氣象距離修正量 -128、氣象時間修正量 -1.7、陣地初速誤差 -73 詳如表 8，致於作業要領，可參考陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）第 7 章 07017 條。

表 8 氣象修正計算表

氣象修正計算表									
陣地諸元					氣象報告				
裝藥	VI	決定射角 266	圖上距離 5120	緯度 23°N	報告類別 MET B3	位置代號 2	座標	234205	
陣地標高(10M)			390	日期 29	時間 0804	氣象臺標高 450	氣壓	102.8	
氣象臺標高			450	線號 02	風向 45	風速 11	氣溫 97.9	氣密	92.1
陣地高(低)於氣象臺			-60	變化量			⊕- 0.1	⊕- 0.6	
目標標高(公尺整數)			458	修正量			98.0	92.7	
炸點在目標上空高度			0						
炸點標高			458						
陣地標高			388	附加距離 +12	圖上距離 5120	查表距離	5120+12=5132≈5100		
炸點高(低)於陣地			+70						
風力分化與方向									
風向小於射向時加		6400	方總修：2596-2600=-4(>4)						
風向		4500	陣方修：-4-3=-7(>7)						
射向 1760		1800							
作用方向		2700							
地球自轉		⊕ 右	0.4						
偏流		⊖ 左	4.1						
橫風	風速 17 × 分化值	⊖ 左 0.47 = ⊖ 5 × 0.3 單位修正量	橫風				⊖ 左	1.5	
縱風	風速 17 × 分化值	⊖ 逆 0.88	⊖ 逆 風 10 哩	氣象方向修正量				⊖ 右 3 (<3)	
氣象距離修正量									
		已知值	標準值	與標準值差	單位修正量	加	減		
縱風	⊖ 逆風 10	0	⊖ 逆 10	-7.7			77		
氣溫	98.0	100%	⊖ 增 2	+19.6		39.2			
氣密	92.7	100%	⊖ 增 7.3	-8.6			62.8		
彈重	1□	2□	⊖ 增 1□	-10			10		
地球自轉		-19×0.94						17.9	
						39.2	167.7		
							39.2		
因氣象而修正之距離							128.5		
初速誤差計算									
初速誤差		-73	減少 +3.9	距離總修正量		+130			
藥溫 82°F	藥溫對初速變化量	+6.6	增加 -3.8	氣象距離修正量		-128			
初速變化量		-66.2	初速單位修正量 +3.9	初速距離修正量		+258			
(舊VE)		+(新VE)		=(平均VE)		呎/秒			
		2							
氣象信管時間修正量									
初速變化量	與標準值差	單位修正量	加	減					
	減 增 66.2	-0.028		1.854					
	縱風 ⊖ 逆 10	+0.013	0.130						
	氣溫 ⊖ 增 2	-0.035		0.070					
	氣密 ⊖ 增 7.3	+0.012	0.088						
彈重 ⊖ 增 1□	+0.039	0.039	時間總修正量		-0.7				
				0.257	1.924	氣象時間修正量		-1.7	
					0.257	陣地時間修正量		+1.0	
氣象時間修正量					1.667	時間總修正量			
(舊陣地時間修正量 + 新陣地時間修正量) / 2 = 平均陣地時間修正量									

資料來源：作者自製

(三) 照明彈射表差異

第四部照明彈信管程式，就 FT105-H-6 射表照明彈信管程式為 M314，FT105-H-7 射表照明彈信管程式為 M314A3，以 5 號裝藥射擊距離 4000 公尺為例，第三欄位時間有所差異（如表 9），原因後者改良信管初砲口 2 秒，才作動信管時間，如此可避免砲口炸情形發生，且須特別注意兩種照明彈程式仰度差 37.1 密位，射擊照明彈時，應運用正確射表查算相關數值。

表 9 照明彈射表版本差異分析表

105榴砲照明彈射表版本差異分析表			
版本	FT105-H-6	FT105-H-7	差異說明
照明彈程式	M314	M314A3	
第二欄仰度	550.5密位	513.4密位	仰度相差37.1密位，使用照明彈射擊時，應查正確程式之射表諸元，勿運用錯誤
第三欄信管時間	M501空炸信管 信管時間20.2秒	M565空炸信管 信管時間18.2秒	時間相差2秒，M564空炸信管較短，信管作動時間較晚
上述相關諸元，均依據5號裝藥、距離4000公尺所相應			

資料來源：作者自製

二、155 榴砲

(一) F 表：

第 2 欄仰度：M114A1、A2-155 公厘牽引砲，使用射表為 FT155-H-Q3 與 FT155-H-Q4（目前砲兵未使用），差異仰度數值如表 10。

第 4 欄信管時間：在使用空炸時間信管程式 Q3 射表為 M520，Q4 射表為 M564 信管程式，差異數值如表 10，其不同因素 Q4 射表 M564 信管備炸時間較晚，亦可避免砲口炸情形發生，據有安全因素考量。

表 10 155 公厘榴砲射表版本差異分析表

155公厘榴砲射表F表版本差異分析表			
版本	FT155-H-Q3	FT155-H-Q4	差異說明
榴彈信管程式	M51A5	M557	
第二欄仰度	183.7密位	183.8密位	仰度相差0.1密位，射擊時應查正確信管程式之射表諸元，勿運用錯誤
第四欄信管時間	M520空炸信管 信管時間13秒	M564空炸信管 信管時間12.5秒	時間相差0.5秒，M564空炸信管較短，信管作動時間較晚
上述相關諸元，均依據5號裝藥、距離4000公尺所相應			

資料來源：作者自製

(二) J 表：

J 表內數據主在運用計算氣象時間修正量，其計算方式同 FT105-H-7 射表計算方式如表 8。

(三) 照明彈射表：

FT155-H-Q3 照明彈射表，編制在射表第 3 部分，所使用照明彈為 M118 式，信管程式為 M54 或 M501 彈底拋射式空炸機械時間信管；FT155-H-Q4 照明彈射表，增加第 6 欄位各裝藥距離相應信管作動距離，有利查得陣地前射擊安全距離，所使用照明彈程式為 M485 式，信管程式為 M565 彈底拋射式空炸機械時間信管，其差異分析表如表 11，M485 照明彈（為砲兵常用程式照明彈），所使用信管程式為 M577，表內無資料可查算，唯可運用 M109A2 自走砲 FT155-AM-2 照明彈射表 B 表換算為 M577 信管程式之秒數，計算方式如表 12。

表 11 155 公厘榴砲照明彈射表版本差異分析表

155公厘榴砲照明彈射表版本差異分析表			
版本	FT155-H-Q3	FT155-H-Q4	差異說明
照明彈程式	M118	M485	
第二欄仰度	404.6密位	382.3密位	仰度相差22.3密位，使用照明彈射擊時，應查正確程式之射表諸元，勿運用錯誤
第三欄信管時間	M501空炸信管 信管時間 14.9 秒	M565空炸信管 信管時間 10.7 秒	時間相差4.2秒，M564空炸信管較短，信管作動時間較晚
上述相關諸元，均依據5號裝藥、距離4000公尺所相應			

表 12 155 公厘榴砲照明彈射表換算表

M485照明彈空炸信管時間換算表		
版本	FT155-H-Q4	FT155-AM-2
M565信管程式	5號綠裝藥、距離5000公尺 相應時間14.5秒	5號綠裝藥、距離5000公尺相 應時間14.6秒
M577信管程式	無換算表課查	運用B表查565信管1.9至17.7 相應修正值為0.1， 4.6+0.1=14.7秒
FT155-AM-2 M485照明彈B表		
M565信管程式		M577修正值
從	至	
1.9	17.7	0.1
17.8	37.2	0.2
37.3	50.8	0.3

資料來源：表 11 及表 12 為作者自製

三、其他砲種 155 公厘口徑火砲

如 M109A2、A5 自走砲，為 1983 年版本之射表，實施射擊指揮計算作業，至今無更新版本，唯 M109A2、A5 自走砲，美軍已換裝為 M109A6、A7 自走砲，其射表也隨火砲服役，使用該程式火砲之射表。

提升效益

野戰砲兵須能在任何天候、地形、觀測與目標獲得成果條件下，均應遂行精確、適時、適切及持續之火力支援，考量未來敵情威脅，前瞻戰場環境，結合武器發展，以貫徹「防衛固守、灘岸決勝」作戰指導為核心。為達到砲兵人工作業更迅速與精進，上述新式射表獲得，亦可提升射擊及訓練成效，其效益分述如次。

一、提升空炸面積射擊效果

FT105-H-7 版射表，增加了第 4 欄位炸高每變換 10 公尺所相應之時間，在計算高爆榴彈使用空炸信管時，更精確造成有效殺傷面積，時間引信在 20 公尺炸高處作用爆炸，是對目標射擊效果最佳。為了求得 20 公尺良好炸高，必須改變射擊彈道，以使射彈在目標上方 20 公尺處爆炸，通過垂直平面中應用密位公式，在彈道任何範圍內改變密位數為 $20/R$ 。當 $20/R$ 之值作為炸高校正於射角高低，而此種炸高計算方式，用於空炸信射擊初發求算之射擊諸元，後續如需炸高修正，則需信管時間重新計算射擊時間，以觀測官修正炸公尺數，查 FT105-H-7 版射表 F 表第 4 欄位（炸高修正 10 公尺數相應信管秒數），而是以不在改變彈道，於彈道上加減信管時間秒數，使炸點於適切位置爆炸，砲彈破片會隨彈道慣性原理落達，所望殺傷目標區。

二、增加氣象時間修正量計算

由於現行使用 105 榴砲 H-6 射表，在 J 表未記載氣象時間單位修正量，而於民國 108 年使用 105-H-7 射表 J 表，才未對氣象時間修正量之求算方法實施教學，以致所有砲兵幹部不熟練此一計算技術。事實上砲兵欲對敵集結部隊及人員等目標射擊時，使用空炸信管將可獲致更佳之效果，但在非標準狀況下的氣象、陣地、器材、彈藥等，除影響方向、仰度外，亦會影響信管時間，砲兵可藉檢驗射擊求出時間修正量，但若受陣地彈藥或秘匿企圖等限制，而無法實施檢驗射擊情況下，則必須運用氣象報告實施計算，以求得時間修正量。¹⁰

三、有利各項諸元求算

（一）空炸面積射擊：FT105-H-7 版射表使用 M564 信管程式，實施空炸射擊時間較短，空炸備炸時間較晚，可避免砲口炸、危安事件發生及炸高修正以修正信管秒數，可獲得良好炸高，產生有效殺傷面積。

（二）信管轉換運用：FT105-H-7 版射表空炸信管 F 表，所運用信管程式

¹⁰同註釋 8，頁 5。

為 M564 空炸信管，而在 K 表製作用途，當使用 M520A1 空炸信管之轉換射擊時之時間修正值；FT155-H-Q4 版射表空炸信管 F 表，所運用信管程式為 M564 空炸信管，而在 M 表製作用途，當使用 M520A1 空炸信管之轉換時間修正值，上述信管程式為砲兵常用信管，在射表信管轉換運用時，應依射表 F 表查空炸信管之時間，當信管程式不同時，可查 K、M 換算時間。

(三) 照明彈射擊：在 155-H-Q3 射表部分，照明彈使用 M118 程式信管程式為 M501，然現行使用照明彈程式為 M485，使用信管程式為 M565，在相對應射擊諸元，亦有所不同，在實彈射擊運用上必須多加注意；FT155-H-Q4 照明彈射表，所使用照明彈程式為 M485 式，為砲兵常用程式彈藥。

四、運用適切砲彈型式

現行 105 榴砲射擊空炸信管時，多數適用 M564 空炸信管，然 FT105-H-6 射表紀載信管程式為 M520 程式，在查算運用亦有所差異，因此在使用上必須換算相對信管程式時間。

建議

一、編印如表 1 內牽引式火砲射表，並將 FT105-H-7、FT155-H-Q4 射表完成翻譯，配賦相關砲兵單位使用。

二、採購表 1 內自走式火砲射表，並翻譯為中文版本，撥發至砲兵單位使用。

三、陸軍砲兵訓練指揮部增加射表版本差異處之射擊指揮計算作業教學課目，以利增加射擊科目運用，並可提升作戰效益。

四、因射表版本更新，火砲射擊之射擊指揮方式，可於火砲射擊演訓中，驗證其效果。

結語

射表運用主要在磨練學者對國軍砲兵部隊射擊指揮之運用，砲兵相關單位應隨射表更新建構新射表，並結合射表計算尺及高低計算尺，以利於在射擊諸求算時，可依狀況求取正確射擊諸元，遂行各項射擊任務。因此，必須先了解此課目重點及各表查算技巧，如此才能結合各戰術階段，依狀況求取射擊諸元，藉以提升作戰效能，加強部隊戰力。

參考文獻

一、《野戰砲兵射擊指揮訓練教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日）。

二、《FT105-H-6 射表》（臺南：陸軍砲訓部，民國 63 年 10 月 15 日）。

三、《FT105-H-7 射表》（華盛頓特區：美國陸軍砲兵，西元 1971 年 5 月）。

- 四、《FT155-H-Q3 射表》(臺南：陸軍砲訓部，民國 63 年 10 月 15 日)。
- 五、《FT155-H-Q4 射表》(華盛頓特區：美國陸軍砲兵，西元 1968 年 3 月)。
- 六、《FT155-AM-2 射表》(華盛頓特區：美國陸軍軍砲兵，西元 1983 年 3 月)。
- 七、《FT8-T-1 M110A2 射表》(華盛頓特區：美國陸軍軍砲兵，西元 1982 年 10 月)。
- 八、范愛德，〈氣象時間修正量及氣象計量點運用之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 185 期，民國 108 年 6 月。
- 九、路復國，《砲兵戰技學－射表調製與運用》(臺南：陸軍砲訓部，民國 99 年 1 月 7 日)。
- 十、〈中文百科全書－射表簡介〉，下載網址 www.new.com.tw，日期西元 2008 年 4 月 1 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。

被忽視的盟國

美軍砲兵部隊首次持續作戰部署愛沙尼亞之觀察與經驗*

An Overlooked Ally: Observations and Lessons Learned from the First Persistent U.S. Artillery Forces Stationed in Estonia

取材：美國《軍事評論》雙月刊，2024 年 1 – 2 月號

(Military Review, January-February 2024)

作者：Andrew Underwood 中校、Scott A. Clark 少校、

Dylan S. Karnedy 上尉

譯者：劉宗翰

Kes otsib, see leiab. [The one who seeks shall find.] - Estonian proverb

用心追尋，就能找到。－愛沙尼亞諺語

Foreword

An unexpected deployment to the Baltic State of Estonia provided unique lessons for a U.S. Army artillery battalion. Those lessons serve as a groundwork for other American units that will come to Estonia. To better understand Estonia, U.S. service members can improve American-Estonian military preparedness and develop U.S. capability with a dynamic and clever ally. Among the members of NATO, Estonia may be an often overlooked ally. The Republic of Estonia is a small nation of approximately 1.3 million people, slightly less than the population of the state of Maine. Roughly one-fifth of Estonians speak Russian. Its surface area is just over 43,000 km, making Estonia roughly a third larger than its National Guard State Partnership Program counterpart's state, Maryland.¹ Estonia's GDP is the third smallest in the European Union, greater than only Cyprus and Malta.² By these metrics, Estonia is easy to overlook.

前言

美陸軍砲兵營在一次不定期的愛沙尼亞（波羅的海三小國之一）部署任務中獲致獨特經驗，相關經驗可為爾後美軍部署單位列為參考。為了更進一步理解愛沙尼亞，美軍應強化美愛雙邊軍事戰備，以利與這個聰明靈活的盟國建立共同軍事能力。在北約成員國中，愛沙尼亞往往是個被忽視的盟國，因為該國為一個人口約 130 萬的小國，人口數略低於美國緬因州；五分之一的愛沙尼亞人講俄語；

* 本文屬於公開出版品，無版權限制。

國土總面積略超過 4 萬 3,000 平方公里，面積大約是美國馬里蘭州（美國「國民兵州夥伴關係計畫」中的愛國對口州）的三倍大。¹由於愛沙尼亞的國內生產毛額在歐盟排名倒數第三，僅贏過塞普勒斯（西亞島國）與馬爾他（歐洲島國），²從上述指標來看，其不容易成為注目焦點。

There is more to the story than these metrics, however. Geography matters. Until Finland's recent admission to NATO, Estonia was the northern anchor of NATO's eastern flank. Estonia now serves at the center among the Nordic and Baltic States, situated just 160 km from Saint Petersburg, Russia. Estonian Defence Forces (EDF) protect a 296 km border with Russia, and the Estonian Navy patrols Estonia's 2,200 islands dispersed throughout the Gulf of Finland and the Baltic Sea.

雖然愛沙尼亞各項指標敬陪末座，但其地理位置重要性卻不容忽視，在芬蘭晚近（2023 年 4 月 4 日）加入北約之前，愛國一直是北約東側翼的北部錨定點，也位於北歐國家與波羅的海三國之中心，距離俄羅斯聖彼得堡僅 160 公里（參見表 1、圖 1 譯者補充資料）。愛沙尼亞國防軍的衛戍範圍為長達與俄國 296 公里的邊界，海軍海上疆域為分布在芬蘭灣與波羅的海上的 2,200 個島嶼。^{**}

表 1 北約成員國統計表

時期	加入國家	數量
北約於 1949 年 4 月 4 日在經過簽署《北大西洋公約》後而成立	創始成員國：比利時、丹麥、加拿大、冰島、法國、美國、英國、挪威、荷蘭、義大利、葡萄牙、盧森堡	12 個創始國

1 "Population Change—Demographic Balance and Crude Rates at National Level," Eurostat, 14 April 2023, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/47b3db3a-b5e7-4a7ba4ee-d61e2d1d259b?lang=en>; "State Population Totals and Components of Change: 2020–2022," U.S. Census Bureau, 13 June 2023, <https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/popest/2020s-state-total.html#v2022>; "Facts and Figures on Life in the European Union," European Union, accessed 29 June 2023, https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/key-factsand-figures/life-eu_en; "State Area Measurements and Internal Point Coordinates," U.S. Census Bureau, 16 December 2021, <https://www.census.gov/geographies/reference-files/2010/geo/state-area.html>.

2 "GDP (Current US\$)—European Union," The World Bank, accessed 29 June 2023, https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=EU&most_recent_value_desc=true.

^{**} 譯者註：愛沙尼亞國防軍的組成為陸軍、海軍、空軍及愛沙尼亞防衛聯盟（準軍事部隊），愛國的兵役制度為 18 至 19 歲收到入伍通知，接著在 19 至 27 歲服義務兵役（8 至 10 個月義務役及 1 年替代役），服完兵役且年齡介於 20 至 32 歲者，可選擇成為愛沙尼亞國防軍後備部隊，另 32 至 60 歲還可選擇加入愛沙尼亞防衛聯盟。此外，愛沙尼亞防衛聯盟在戰時不會與國防軍展開聯合作戰行動，反而是防衛所在任務區之安全，藉由不對稱或非傳統手段，打擊敵方供應鏈。愛國空軍並無主力戰機編制，主要也是受國家經濟所限，其任務為配合北約部隊警戒、提供空軍基地或機場、預警雷達站，空戰能力須靠他國戰機駐防協助。參見，李好（譯），〈愛喬兩國，完善動員制度鞏固國防〉，《青年日報》，2023 年 11 月 29 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID1633201&type=forum>

冷戰期間 (1947-1989 年)	1952 年：希臘、土耳其 1955 年：西德（1990 年 10 月 3 日兩德統一，統一後的德國仍是北約成員國） 1982 年：西班牙	4 個
冷戰結束至烏俄戰爭前 (1989-2022 年)	1999 年：匈牙利、波蘭、捷克 2004 年：羅馬尼亞、愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛、斯洛伐克、斯洛維尼亞、保加利亞 2009 年：阿爾巴尼亞、克羅埃西亞 2017 年：蒙特內哥羅；2020 年：北馬其頓	14 個
烏俄戰爭後 (2022 年以後)	2023 年：芬蘭 2024 年：瑞典	2 個

資料來源：North Atlantic Treaty Organization, Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/topic/North-Atlantic-Treaty-Organization>，譯者補充資料。

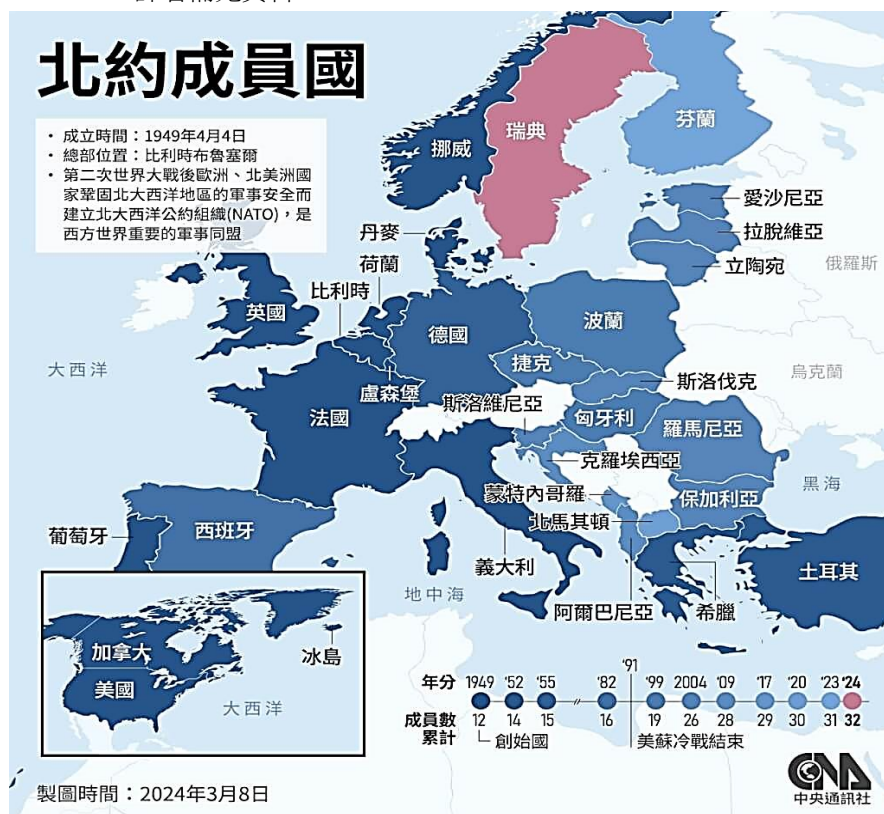


圖 1 北約成員國地理位置示意圖

資料來源：〈北約集體防衛排除夏威夷〉《中央社》，2024 年 3 月 30 日，<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202403300259.aspx>，譯者補充資料。

This article focuses on the experiences and perspectives garnered from Task Force (TF) Võit (the Estonian word for victory) in Tapa, Estonia, and from the U.S. Embassy's Office of Defense Cooperation (ODC) in Tallinn, Estonia. 1st Battalion, 14th Field Artillery Regiment (1-14 FAR) established TF Võit in

December 2022 during its no-notice deployment from Oklahoma to Europe in support of Operation European Assure, Deter, and Reinforce, which was decisively enabled through the ODC. The creation of TF Võit exposed the power of persistent force projection when given the goals to build multinational interoperability and intercultural understanding, and to refine U.S. techniques and procedures for long-range precision fires (LRPF) in a new environment. TF Võit and the ODC's close cooperation simultaneously enabled an ally to develop operational capability for a future system years before its fielding, in the vein of the Department of Defense's recommendations to improve foreign military sales (FMS) cases.³

本文從美軍駐防在塔帕營區的「勝利特遣隊」，以及位於塔林的美國大使館「國防合作辦公室」身上汲取經驗與觀察，而第十四野戰砲兵團第一營在 2022 年 12 月時受命編成「勝利特遣隊」，該部隊以不定期部署方式從俄克拉荷馬州移防至歐洲，任務為支援由國防合作辦公室推動的「歐洲保障、嚇阻及增援行動」。「勝利特遣隊」之編成展現美軍持續兵力投射能力，目標是建立跨國作業互通與跨文化理解，並精進美軍在新環境下的長程精準火力戰技與程序。「勝利特遣隊」與國防合作辦公室的密切合作，有助於盟國愛沙尼亞未來幾年將部署的作戰系統能力，同時也符合美國防部所要求的海外軍售精進建議。³

The Estonian Military: A Small but Burgeoning Capability

In stark contrast to its former Soviet occupation, Estonia is now firmly entrenched in the European Union and NATO. Estonia's small territory and modest population and territory belie its growing military and robust economy. The EDF supports approximately four thousand active-duty soldiers, a newly formed division headquarters established in 2023, one active-duty infantry brigade in the northeast at Tapa, and a reserve brigade in the southeastern Estonian military base of Võru. Conscripts augment regular forces through biannual indoctrination, and the Estonian Defence League provides a well-organized and trained national guard of nearly seventeen thousand volunteers.

愛沙尼亞軍隊：軍隊雖小但戰力迅速發展

與前蘇聯佔領時期形成明顯對比的是，愛沙尼亞現已與歐盟和北約建立牢固緊密關係，其領土小與不多人口數的背後，卻隱藏著不斷增長的軍事力與強健經濟力。愛沙尼亞現役軍人總數大約四千人；2023 年成立一個新的師部，主要

³ "Department of Defense Unveils Comprehensive Recommendations to Strengthen Foreign Military Sales," U.S. Department of Defense, 13 June 2023, <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3425963/departments-of-defense-unveils-comprehensive-recommendations-to-strengthen-foreign-military-sales>.

是為統管境內各國部隊；一支現役步兵旅位於國土東北部塔帕營區，一支後備旅位於國土東南部的沃魯軍事基地；兵源補充為透過每半年的役男徵召；愛沙尼亞防衛聯盟是一支有組織、訓練有素的準軍事部隊，由近一萬七千名自願者組成。

Estonia is frequently grouped in Washington, D.C., with its Baltic neighbors Latvia and Lithuania for political and military projects. Sometimes this includes Poland as well, which more often serves as the focal point of American military interests, as Poland recently embarked on a rearmament drive to field the largest land force among the European armies.⁴ Finland's recent admission to NATO now expands prospects for Baltic integration into NATO's new northern flank. There may be a thought that Estonia is an identical one-third partner among the 3Bs, or a miniature Finland. However, U.S. military officers serving in Estonia are quick to realize that the many nuances, unique capabilities, and distinct differences of operations in Estonia merit deeper understanding and attention.

華府的政軍計畫中，往往將愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛三國視為一體（波羅的海三小國），有時候也會將波蘭納入，因為美國更常將之視為軍事利益的重點，波蘭近期也啟動軍備再強化作為，旨在組建歐洲軍隊中的最大地面部隊。⁴ 芬蘭近期加入北約，成為北約在波羅的海地區的新北部側翼，有人認為愛沙尼亞在波羅的海三小國中佔的份量差不多等於三分之一，但將之看成縮小版的芬蘭或許更適合，因為派駐在愛沙尼亞的美軍軍官認為，愛沙尼亞在波羅的海三小國中有其獨特之處，並具備獨特的作戰能力，值得深入理解並仔細關注這個國家。

Estonia, like its Baltic counterparts, recognized the persistent threat from Russia since regaining its independence from the Soviet Union in 1991. As part of its effort to safeguard independence, Estonia proactively sought a coordinated procurement of the High Mobility Artillery Rocket System (HIMARS). Estonia was the first among the Baltic States to pursue an advanced LRPF capability, submitting for an FMS case in December 2021. The procurement, solidified in December 2022, represents Estonia's largest to date, with the total proposed cost for six HIMARS and a plethora of munitions at over \$500 million in U.S. dollars.⁵ It is Estonia's most expensive and complex LRPF program ever.

4 Matthew Day, "Poland Builds Europe's Largest Land Force to Counter Russian Threat," Telegraph (website), 11 March 2023, <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2023/03/11/revolution-polish-army-builds-europes-largest-land-force/>.

俄羅斯在蘇聯解體後宣布成為獨立國家以來，一直被愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛三國視為是持續性威脅，所以愛沙尼亞為了維護國家獨立，也致力於向外協調採購「高機動砲兵火箭系統」(HIMARS，簡稱海馬斯)，愛國是波羅的海三小國中第一個致力於發展先進長程精準火力能力的國家，該項目的購案於 2021 年 12 月提交，並在一年後(2022 年 12 月)獲准同意，這是其迄今為止最大的一筆採購案，採購品項為六套海馬斯系統及相關彈藥，武獲總成本超過五億美元，⁵這是愛國最貴的一筆軍事買賣，而且像海馬斯系統這種長程精準火力的建軍計畫複雜度也是前所未見。

U.S. Force Posture in Estonia

Estonian pursuit of serious deterrence and credible combat capabilities caught U.S. attention as the first of the Baltic nations to action the LRPF capability gap menacing NATO's eastern flank. As a result of U.S. and allied commitments at the Madrid Summit, the U.S. Army's V Corps in Europe ordered Operation Victory Vigilance to provide a persistent rotational force structure of U.S. infantry units in Võru and a platoon-sized U.S. element of four HIMARS in Tapa that would precede the fielding of Estonian HIMARS.⁶ The premise of the additional forward U.S. presence is to enable (and not simply defend) Estonia and to improve procedural, human, and technical interoperability between U.S. and Estonian forces. This is particularly significant for Estonia's development of HIMARS capability given the transformational role of HIMARS in Russia's war in Ukraine.

美軍在愛沙尼亞的部署

愛沙尼亞致力於建立嚇阻力與可恃戰力的態度獲得美國關注，因為其建構長程精準火力能力來強化北約東側翼的防衛，也是波羅的海地區國家中首位採取實際行動國家。美國與北約還在 2022 年馬德里峰會上做出承諾，下令駐歐美陸軍第五軍展開「勝利戒備行動」，讓美軍步兵兵力持續作戰部署在沃魯軍事基地，而且在愛沙尼亞尚未完成海馬斯系統部署之前，讓美軍的四個海馬斯火箭排進駐塔帕，以彌補愛沙尼亞這段時間的戰力罅隙。⁶美軍的前進部署不僅是協防愛沙尼亞，而且也強化美愛兩軍的程序、人文交流及技術互通經驗，這對愛國部署海馬斯系統能力至關重要，而且該系統能力還經證實在烏俄戰爭中扮演扭轉

5 "Estonia—M142 High Mobility Artillery Rocket System (HIMARS)," U.S. Defense Security Cooperation Agency, 15 July 2022, <https://www.dsca.mil/press-media/major-arms-sales/estonia-m142-high-mobility-artillery-rocket-system-himars>.

6 "US to Deploy More Troops to Estonia to Boost NATO Defenses," Associated Press, 8 December 2022, <https://apnews.com/article/estonia-united-states-government-and-politics-432833d5bec2fa30d6778b4c2b76d743>.

戰局的角色。

The 1-14 FAR HIMARS battalion deployed a mixture of capabilities to Estonia to provide LRPF in support of both V Corps and the new Estonian division's deep fight. To provide this capability, five different units stationed throughout Europe deployed specialized elements to enable continuous operations in Tapa Camp as the first semi-enduring U.S. force in Estonia. As of 2023, a mission command cell, a security forces infantry platoon, a HIMARS platoon (four HIMARS with a fire direction center), a battery headquarters, a Q-53 radar section, a platoon of HIMARS resupply vehicles, and a maintenance support team comprise TF Võit. Additionally, two Estonian liaison officers, a mayoral cell from the Army's regional support group, and an Army post office team support TF Võit under one U.S. senior responsible officer due to a lack of a unified command structure among the composite forces. In this capacity, the senior responsible officer routinely engaged ODC and EDF's division-level officers, and the HIMARS battery garnered unique insight into tactical EDF-U.S. operations.

第十四野戰砲兵團第一營（本體為海馬斯營）部署至愛沙尼亞的混合戰力，旨在為美軍第五軍與愛沙尼亞師部在執行縱深作戰時提供長程精準火力支援，該營底下有五個不同單位（配備專用裝備）駐防在歐洲各地，以提供塔帕營區部隊遂行持續作戰能力，其編成「勝利特遣隊」奉派至愛沙尼亞後，成為美軍首支半長久性部署部隊。截至 2023 年為止，「勝利特遣隊」係由任務指揮中心、安全兵力步兵排、海馬斯排（四個排搭配一個射擊指揮所）、連本部、Q-53 雷達組、海馬斯排補給車及保修支援組等組成。此外，由於美愛兩國組成部隊缺少統一的指揮架構，美軍編設一名高級責任官來統管愛沙尼亞聯絡官（2 名）、美陸軍地區支援大隊的市長民事組、美陸軍郵政小隊等，以利支援「勝利特遣隊」之需求。該名高級責任官的職責為定期跟愛沙尼亞國防軍師部軍官與國防合作辦公室相互往來，這也讓駐防在愛國的美軍海馬斯部隊可從雙方的戰術交流中獲致獨特經驗。

Lessons Learned in Procedural Interoperability

While many TF Võit leaders were experienced in combat tours in the Middle East, operational tours in Europe, permanent overseas assignments in Poland, or myriad U.S. annual training exercises throughout the Baltics, their experiences often created a false sense of understanding of Estonia's professional military culture, operations and training, and the important

business rules for persistent U.S. operations within Estonia.

強化程序互通經驗

雖然歷任「勝利特遣隊」隊長都曾在中東、歐洲、波蘭等海外地區進行職務輪調，也曾在波羅的海地區參與眾多的美軍年度演訓，但他們經驗反而造成對愛沙尼亞專業軍事文化、作戰訓練的誤解，甚至也未能理解美軍持續作戰部署愛沙尼亞的一些重要業務規則。

It is not an uncommon misconception for U.S. military personnel to presume that Estonia is a third world fragile state or a helpless former Soviet satellite. Estonia's present economic and military disposition are more akin to Western than Eastern Europe. Visitors to Estonian military bases will note robust force protection, new facilities, and high-quality physical and technical infrastructure. For example, secure hard-stand facilities housing rotational U.S. forces at Tapa Camp offer free Wi-Fi, fresh linen, free laundry, stable climate control, contracted cleaning services, and abundant bunks with new mattresses. In contrast, facilities of allies perceived as more mature partners like Germany or Poland that accommodate rotational U.S. forces do not always provide comparable life support services. Estonians are deservedly proud of their overlooked investment to welcome an increased U.S. presence.

一點都不讓人意外的是，美軍人員往往將愛沙尼亞誤認為是一個第三世界的脆弱國家，或是將之視為一個幫不上忙的前蘇聯衛星國，其實愛國目前的經濟與軍事狀況，更像是西歐而不是東歐國家。再者，曾至愛國軍事基地訪問的人，會注意到其強大的兵力防禦能力、新式設施及高規格的軟硬體基礎設施，不僅如此，塔帕營區還提供駐防在安全掩體內的美軍部隊享有免費 Wi-Fi 網路、新床單、免費洗衣、恆溫空調系統、外包清潔等服務，甚至也有大量新床墊的床位。相較之下，讓人認為是更成熟的德國或波蘭盟國，它們提供給駐防美軍的生活起居設施反而比不上愛沙尼亞，愛國當然自豪於自身在美軍生活起居的投資勝過其他盟國，這種重視也是對美軍駐防的一種歡迎。

In addition to adjusting expectations of what the EDF affords rotational partner forces, U.S. forces should stay vigilant to respect Estonia as the host nation and an accommodating partner. TF Võit observed mitigatable friction when U.S. headquarters perceived themselves as “battlespace owners” in Estonia or the Baltics, which led to frequent missteps in U.S. forces presuming unimpeded access to Estonia and its bases. Whereas in the Global War on Terrorism, a battlespace owner could relatively freely reposition forces within

Iraq or Afghanistan, such actions in Estonia invited frustration at the least, and delayed movement of U.S. forces at the worst. The battlespace owner mentality, combined with TF Võit's reliance on external logistical support, encouraged U.S. forces in Europe to move forces into Estonia to augment U.S. capabilities within their commander's intent; however, at times they did not first confirm host-nation or base commander permission. Consequently, U.S. forces would arrive unannounced to the Estonian border or an Estonian base with orders from a U.S. division and insist on entrance, having ignored the Aircraft and Personnel Automated Clearance System or country and base access request processes. The familiar business rules of U.S. operations in Germany or Poland do not apply, but this friction is easily alleviated through engagement with the ODC. The ODC mitigated and often prevented unintentional missteps from U.S. forces.

愛沙尼亞國防軍提供給駐防夥伴部隊的支援，甚至已超過美軍的預期，所以美軍應敬重愛國這個良好的地主國與合作夥伴。「勝利特遣隊」觀察到美軍總部往往認知自己是愛沙尼亞或是波羅的海地區的「戰場主人」，導致美軍認為可以自由進出愛沙尼亞及其基地的錯誤觀念，惟這種不當認知應加以修正。雖然在全球反恐戰中，戰場主人（美軍）可以自由在伊拉克或阿富汗境內部署部隊，但這並不適用於愛沙尼亞，至少這種作法會影響部隊士氣，最壞情況下可能還會讓美軍行動不便。戰場主人心態再加上「勝利特遣隊」需依賴外部的後勤支援，這讓駐歐美軍決定將「勝利特遣隊」移往愛沙尼亞，以利達成指揮官所望的部隊戰力提升目標，只是在這個過程中，美軍人員在做事時會忽略應要先向地主國確認或取得基地指揮官同意，也就是美軍會在未經知會情況下就抵達愛國邊境或基地，並以持有來自美國師部的命令就要求進入，反而沒經過「飛機與人員自動查驗系統」並遵守基地進入要求程序。事實發現，美軍不能將用於德國或波蘭的作業模式一體適用於愛國身上，所幸國防合作辦公室可以從中化解這種摩擦，該機構常扮演調和者並經常防止美軍犯下不當錯誤。

Leveraging the Office of Defense Cooperation to Enable Tactical Operations

On behalf of the U.S. Department of Defense and specifically U.S. European Command (USEUCOM), the ODC works within the U.S. embassy to engage with the Estonian Ministry of Defence and the EDF to expand capability and improve interoperability. U.S. units in allied nations like Estonia are building strategic capabilities as much as they are building tactical ones. When a U.S.

unit rotation like TF Võit enters into a capability procurement process, it enables a level of capability development that would otherwise take years for any nation, no matter its size. Moreover, the ODC can serve as a conduit to transfer the desire of the host nation to leverage the power of a U.S. unit rotation to expedite initial or full operating capability development vis-à-vis emergent and present threats like Russia. The ODC also helped rapidly connect and sustain critical relationships between the EDF and TF Võit that would have otherwise been impractical due to disparate command relationships. These multinational networks simultaneously give U.S. forces the opportunity to look at the employment of their own systems with fresh eyes. In all these cases, the ODC is an asset to help commanders and soldiers.

國防合作辦公室成為提升戰力的推手

美國大使館國防合作辦公室為代表美國防部、美歐洲司令部，與愛沙尼亞國防部及國防軍進行交流，進而擴展雙方戰力並提升作業互通。美軍正於愛沙尼亞這樣的盟國境內建立戰略能力，而盟國藉此也建立自身戰術能力，舉例而言，駐防在愛國境內的美軍「勝利特遣隊」須先進入戰力籌獲，之後才可以達到所望戰力發展水準，這整個過程將耗費數年，無論是哪個或規模大小的國家都必須如此。國防合作辦公室的戰力促成角色，讓地主國充分獲得駐防美軍的支援，以達成初始作戰或全作戰能力，進而有效因應鄰近一旁俄羅斯的各種威脅。此外，由於愛沙尼亞國防軍與「勝利特遣隊」隸屬不同指揮鏈，國防合作辦公室的協調角色，也有助於迅速拉近彼此間的關係，這種不同國家的指揮網絡關係，更打開美軍看待人裝部署的眼界。綜上所述，我們可以將國防合作辦公室視為是協助指揮官與官兵的重要資產。

For Estonia, TF Võit's deployment could have been a self-contained projection of U.S. LRP in support of an ally and the NATO alliance. Instead, it produced much more. It served as a foundation for the development of Estonia's capabilities. This foundation, while only in the initial stages, may pay off in the further development of Lithuanian and Latvian LRP. The bottom line of the ODC's support to TF Võit is simple: improved deployability and techniques, tactics, and procedures for U.S. forces, and capability development for allies in a way that is meaningful to the alliance. This support extends to any unit operating within Estonia, regardless of duration or scope.

「勝利特遣隊」部署愛沙尼亞境內的長程精準火力，不僅可以支援愛國與北約外，而且也為愛國帶來其他效益，舉例而言，其成為愛國戰力發展的奠基者，

雖然這種能力屬於初期發展，但未來的擴大效應將有助於立陶宛、拉脫維亞兩國發展長程精準火力能力。此外，國防合作辦公室除了能提供「勝利特遣隊」最基礎支援外，也能提升美軍自身部署水準和戰技、戰術及程序，還可以協助盟國發展自身所需戰力，而且這種援助模式適用於愛沙尼亞境內所有國外單位，不會受到部署時間與地點因素所影響。

Estonia's commitment to its LRPF development is significant. It is Estonia's largest procurement to date, and Estonian leadership recognizes the LRPF role in the region's defense if war comes. TF Võit's efforts in building human and technical interoperability enabled Estonia to make concrete decisions about its FMS case for HIMARS. Given that Estonia's HIMARS are slated to arrive in 2025, there is no time to spare in that development. TF Võit's open and earnest effort to collaborate with Estonia did wonders to develop Estonian capability and is a model for other deployments to the region with other complex capabilities in development. Consequently, TF Võit's deployment answered U.S. defense recommendations in support of FMS cases "to provide allies and partner nations relevant priority capabilities."⁷

愛沙尼亞迄今最大一筆軍購案為先進高機動砲兵火箭（海馬斯）系統，可見其認為發展長程精準火力能力的重要性，而愛國領導高層也認知一旦戰爭爆發，該能力將在國土防禦上扮演重要角色。「勝利特遣隊」駐防在愛國境內，除了促成美愛兩軍的人員與戰技互通交流外，也是愛國最後堅定向美國選擇採購海馬斯系統的推手，愛國的海馬斯系統接裝期程訂於 2025 年，所以接裝前的訓練也刻不容緩。「勝利特遣隊」以開放、認真態度跟愛國進行合作交流，藉此提升愛國軍隊戰力的事例，將有助於美軍在波羅的海地區推動其他複雜能力的部署與發展。鑒此，「勝利特遣隊」部署愛國境內的成果，符合美國防部所要求的海外軍售精進建議，也就是「提供盟國或合作夥伴當前迫切需要的相關能力。」⁷

Lessons Learned in Human Interoperability

While the ODC is deliberately trained and onboarded to navigate unique Estonian idiosyncrasies, TF Võit and other U.S. forces encountered avoidable friction in human interoperability due to nuances in Estonia's professional military culture. For example, the EDF generally speaks English, which fosters direct interaction at echelon to foster vital partnerships. While trying to nurture these relationships, U.S. forces quickly discovered that Estonians are famously

⁷ "Department of Defense Unveils Comprehensive Recommendations."

honest before polite and ruthlessly efficient in their interactions. TF Võit observed that well-developed personal relationships are critical in Estonia, since the EDF's small size correlates to strong internal networking that can helpfully circumvent bureaucratic gauntlets and even offer access to civilian resources for training. Similarly, the EDF's smaller size means that its leaders are well versed in the training and operations of adjacent units. Consequently, EDF partners were surprised that TF Võit was ignorant of concurrent U.S. operations in Võru or conversations held at the strategic level, though Estonian directness quickly addressed communication shortfalls.

強化人文交流互通經驗

雖然國防合作辦公室的機制是為愛沙尼亞特殊國情所量身打造，以減少雙方在做事上的摩擦，但這功勞也不完全是美軍的，因為愛國本身的專業軍事文化也有所貢獻。舉例而言，愛沙尼亞國防軍大都會講英文，這不僅促成美愛兩國部隊的直接互動，而且也有利於建立雙方的關鍵夥伴關係。在雙方人員互動交流之下，美軍發現愛國軍隊在外表有禮、冷酷高效的背後藏著直率，而且根據「勝利特遣隊」的觀察指出，由於愛國軍隊規模小，這意味著組織網絡規模也不大，這有助於減少官僚組織的各種程序，而且在愛國發展良好人際關係也很重要，因為這種人脈有助於獲得訓練所需的民事資源。愛沙尼亞國防軍編制不大也讓不同單位的領導幹部在作戰訓練上可以互通有無，熟悉彼此戰術戰法，而且愛國的夥伴國都知道這種現象，但它們訝異的是美軍「勝利特遣隊」在沃魯軍事基地的共同部署，其重要性不僅為人所忽略，甚至連戰略溝通對話也付之闕如，好在愛國軍隊人員的直率特質，足以彌補這種溝通落差。

TF Võit observed a commander-centric approach to mission command in the EDF. The EDF is less reliant on command sergeants major than the United States, but there is an active effort to mature the role of their senior enlisted advisors. Interestingly, in the Estonian language, only one word, "juhtimine," conveys command, leadership, and management. This reflects a markedly different mission command approach between EDF and American officers, whereby U.S. leaders treat those three facets of mission command as distinct leadership methods. However, the EDF mitigates this nuance through an "adhocracy culture" among its military staff that supports a goal-oriented approach that deemphasizes rank and prizes innovation.

「勝利特遣隊」還觀察到愛沙尼亞國防軍的「任務式指揮」有別於美軍模式，其採取以指揮官為中心的途徑，雖然對於士官長的依賴較少，但取而代之的是借

用資深義務顧問人員的才能。值得一提的有趣人文特色是，愛國語言中有一個詞 *juhtimine* 可以同時傳達指揮、領導統御、管理之意涵，這也是美愛兩軍在「任務式指揮」上另一個不同點，美軍領導幹部在「任務式指揮」中把指揮、領導統御、管理界定為三種不同面向的用兵之道，而愛國領導幹部則是用一個詞來涵蓋全部，會造成這種些微不同是因為愛國擁有「創新文化」，也就是參謀們致力於以目標為導向的方法，形成以追求創新為主而不用去顧慮階級問題。

A final, important aspect of the EDF's professional culture is its sensitivity to the strategic role of non-Estonians in support of Estonian defense. First, it is the EDF's responsibility to defend Estonia and not the responsibility of the United States or any other ally. For instance, at Tapa the Estonian 1st Infantry Brigade commander warned U.S. forces upon arrival to not errantly boast that Americans deployed to defend Estonia but instead Americans enable and support EDF capabilities. To that end, the EDF wanted the right type of capabilities, like HIMARS and not maneuver forces, at Tapa to positively augment its defense plans. Second, nonethnic Estonians are not overtly discriminated against in their EDF role. Estonia has a sizable ethnic Russian population amongst its citizenry, but that should not imply disloyalty. On the contrary, many of the EDF officers, to include intelligence and commanders, have Eastern Slavic names and may even lack a strong command of the Estonian language as native Russian speakers, yet they are no less patriotic than their ethnic Estonian officer counterparts.

最後要提的一個重要面向是，在愛沙尼亞的軍事專業文化中，清楚理解非愛國人士支援防禦的戰略角色定位。首先，保衛愛沙尼亞是其國防軍的責任（自己的國家自己救），這並不是美國或其他盟國該負責的，舉例而言，塔帕營區第一步兵旅旅長曾表示，我們不能誤以為美軍是為了協防而部署愛國境內，美軍主要是協助並支援愛國建構戰力。所以，愛國國防軍需要美軍來協助建立海馬斯系統戰力，而不是協助提升戰鬥部隊戰力，才能實質強化防衛計畫。其次，國防軍並不會歧視非愛沙尼亞族群，也不會認為俄裔人士（國內占一定比例）就意味著忠誠度不足，相反地，許多國防軍軍官如情報官或單位主官都有東斯拉夫姓氏，以及以俄文為母語且無法流利講愛沙尼亞語的人，他們的愛國心也不亞於愛沙尼亞軍官。

Lessons Learned in Technical Interoperability

As an artillery-centric partnering force, TF Võit expected technical interoperability to serve as the foundation for LRPF mission processing (digital

or voice methods) with the EDF. Though technical interoperability remained top priority, it also proved to be the central challenge to functional cohesion. Digital connectivity from the sensor to the shooter is key in a large-scale combat operation (LSCO) with multiple NATO partners. Digital connectivity enables timely and accurate fires and mitigates the risk of miscommunication due to language barriers. A lack of appetite toward technical interoperability exposed three friction points: clearance, capability, and connectivity.

強化技術互通經驗

作為一支以火砲打擊為主的部隊，「勝利特遣隊」認為技術互通是在執行長程精準火力射擊任務程序（數位或語音方式）時，與愛沙尼亞國防軍溝通的基礎。雖然技術互通至關重要，但這卻是各國軍隊在軍事職能統合上的主要挑戰，舉例而言，未來大規模作戰行動的關鍵面向，為美軍與北約各國建構偵打一體的數位連結，以促成即時與準確的火力支援，同時減少因語言不通所造成的溝通不良情形。至於技術互通的良窳將取決於三個問題：許可、能力、連結。

The United Kingdom and the United States were strategically stationed in Tapa to reinforce the Estonian division LRP capability in the event of allied contingency operations or LSCO. In Estonia, the United Kingdom positioned M270 Multiple Launch Rocket Systems (MLRS) and the United States provided HIMARS to support LRP. By comparison, the MLRS carries two pods of six rockets or one missile, while the HIMARS can only carry one pod. MLRS executes most of the fire missions against larger bunkers, command posts, or logistical hubs due to its larger pod-carrying capacity. Alternatively, HIMARS's reduced ammunition capacity supports prosecution of time-sensitive targets like enemy artillery, air defense, or radar capabilities. Enemy time-sensitive targets typically use survivability moves to reduce acquisition by NATO artillery. This means it is imperative to create efficiencies in fire-mission processing from sensor to shooter to enable timely and accurate fires by reducing reliance on voice communications, both internal and external, at echelon.

美國與英國在愛沙尼亞塔帕營區的戰略部署，主要是為了協助愛國這個盟國在應急作戰行動或大規模作戰行動發生時，有效遂行師部下達長程精準火力打擊。英軍於此部署的是 M270 多管火箭系統，美軍部署的是海馬斯系統（參見表 2 譯者補充資料），兩者不同之處為 M270 系統有兩個發射箱，每個可容納六枚火箭彈或一枚飛彈，海馬斯系統只有一個發射箱；M270 系統的發射筒彈藥空間較大，執行對大型掩體、指揮所、後勤樞紐等大部分的火力打擊任務，海馬斯

系統的發射筒彈藥空間較小，執行對敵火炮、防空武器或敵雷達系統等時效性目標的打擊。至於敵時效性目標通常會採取機動變換陣地的生存模式，以減少被北約砲兵鎖定的機會，這也代表愛沙尼亞須提升從偵測到打擊整個射擊任務程序的效率，藉由減少各部隊依賴內外部的語音通信，才能實現及時精準的火力打擊。

表 2 海馬斯系統與 M270 多管火箭系統簡介

	
一、簡介： 海馬斯系統為美國於 1990 年代末研發的多管火箭砲，意在取代以履帶為底盤而機動性不佳的 M270 多管火箭系統。 二、生產商： 洛克希德·馬丁(Lockheed Martin)、英國貝宜(BAE)。 三、性能諸元： 一個發射箱總可攜帶 6 枚火箭彈或 1 枚飛彈；重量 16.25 噸；長 7 公尺；寬 2.4 公尺；高 3.2 公尺；操作人數 3 人；作戰範圍 480 公里；速度時速 85 公里。	一、簡介： 1983 年美軍首度使用 M270 多管火箭系統之後，北約多個成員國相繼開始採用 M270，逐漸成為北約的制式武器，但於 2003 年時停產。 二、生產商： 洛克希德·馬丁。 三、性能諸元： 兩個發射箱可攜帶共 12 枚火箭彈或 2 枚飛彈；重量 25 噸；長 6.85 公尺；寬 2.97 公尺；高 2.59 公尺；操作人數 3 人；作戰範圍 640 公里；速度時速 64.3 公里。

資料來源：〈M142 高機動性多管火箭系統〉，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/M142%E9%AB%98%E6%9C%BA%E5%8A%A8%E6%80%A7%E5%A4%9A%E7%AE%A1%E7%81%AB%E7%AE%AD%E7%B3%BB%E7%BB%9F>；〈M270 多管火箭系統〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/M270%E5%A4%9A%E7%AE%A1%E7%81%AB%E7%AE%AD%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，譯者補充資料。

To achieve rapid and efficient fire mission processing in Estonia's multinational operational environment, TF Võit used a gated approach. The first gate establishes communications with frequency modulation voice communications using frequency hopping and cipher text methods. The second gate is U.S.-Estonian digital connectivity through an information exchange gateway. V Corps defined true digital interoperability as the ability to digitally transmit targeting data and coordinate instructions between nations. An elusive third gate is true digital connectivity via NATO's artillery interface

software, the Artillery Systems Cooperation Activities (ASCA), among the French and UK partners in the enhanced Forward Presence (eFP) Battlegroup at Tapa.

為了在愛沙尼亞這種多國作戰環境中執行快速有效的射擊任務程序，「勝利特遣隊」採取一種名為建立「通道」的方法：第一個通道為建立通信系統，作法是使用跳頻法與密文法來建立語音通信頻道；第二個通道為建立美愛兩軍的數位連結，作法是使用資訊交換閘道，而且美軍第五軍所定義的真正數位互通，為有能力在國家之間以數位方式傳輸目標資料並進行相互協調指令；第三個較難以捉摸的通道為建立真正的數位連結，作法是如何將北約砲兵介面的軟體、美軍「砲兵聯合活動系統」完成整合，並為英法兩軍派駐在塔帕營區的「前進駐留加強戰鬥群」(eFP)所用，而 eFP 由北約國家軍隊組成，前進部署在北歐、中歐及東歐地區作為防禦與嚇阻力量。

TF Võit achieved the first gate of voice interoperability by teaching the Estonians where to find and how to load NATO keys on the Estonian AN/PRC-148 MBITR radio to connect to a U.S. RT-1523 SINCGARS radio. This experience highlighted a few key persistent points of friction in NATO's technical interoperability challenges. First, in the 2000s, the Estonians upgraded their communication systems to radios that will not connect to SINCGARS radios, requiring the use of tactical voice bridges. The second point of friction stems from the EDF's reliance on the conscription system, resulting in a limited number of actively certified and qualified soldiers with the clearance to handle secret materials. This inadvertently restricts a majority of the EDF forces from access to materials and systems like communications security or NATO's Mission Partner Environment (MPE) to avoid leaking information. A combination of the lack of easy access to communications security and the difference in radios immediately reduced the Estonian appetite to maintain voice connectivity with its allies.

「勝利特遣隊」達成語音通信互通的事例，為藉由教導愛國軍隊如何將北約通信密鑰載入 AN/PRC-148 多頻交換無線電機，並將該機與美軍 RT-1523 單頻地空無線電系統進行連結，這項經驗凸顯北約面臨技術互通的挑戰，也就是存在一些重要且持續性的摩擦點：第一個摩擦點發生於 2000 年代，愛國軍隊雖然升級了無線電通信系統，但卻需要使用戰術語音橋接器，才能連結至美軍的單頻地空無線電系統；第二個摩擦點是愛沙尼亞國防軍採取徵兵制，導致經認證與合格的在役士兵人數不多，無法充分做好通信機密材質作業，這種情形無意間成為大

多數國防軍無法學習通信安全系統與材質的限制因素，例如北約通常使用美軍的「任務夥伴環境系統」來避免洩密。總歸來說，愛國軍隊在通信安全學習上付之闕如，以及與美軍無線電通信連結存在差異，這種情形立刻減少愛國與其他盟國維持語音通信的意願。

The second gate, digital connectivity with the Estonians, ran into similar issues of clearance, capability, and connectivity. While MPE is advertised as the premier NATO network to promote digital interoperability, it has many requirements that not all allies meet, to include Estonia. However, limited connectivity between Estonia's TOORU artillery system and the U.S Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS) proved to be an achievable goal with U.S. Cyber Command (USCYBERCOM) and U.S. Army Europe and Africa approval.

第二個通道的美愛兩軍數位連結正面臨許可、能力及連結等問題，像是美軍的「任務夥伴環境系統」雖然被宣傳為北約首要使用的網絡，目的在促進各國的數位互通，但一些包含愛沙尼亞在內的盟國並未具備相關的要求條件。此外，愛沙尼亞火炮指管系統（TOORU）無法與美軍「先進野戰砲兵戰術資料系統」（AFATDS）進行有效連結問題，目前看來，應可在「美國網路司令部」及「美國歐洲與非洲陸軍」的許可協助下達成有限連結。

TOORU is a unclassified but secure software internally produced with ongoing development by Estonia's proud technology and software industry. The system, as part of the wider Kolt computer software infrastructure, provides the EDF fires enterprise with a confidential fire direction and fire support ability running off preexisting civilian cellular and satellite connections. The EDF attempted to mitigate information-sharing obstacles between software by providing partner forces with an information exchange gateway to enable fire mission processing and deny cross-domain data leaks. Unfortunately, this does not provide an acceptable connection with AFATDS under USCYBERCOM and U.S. Army Europe and Africa policy. This is because TOORU has yet to federate with NATO and is not classified at the same level as MPE.

TOORU 系統是一套未涉及機密但具保密功能的軟體，其為愛沙尼亞運用自豪的科技與軟體業所發展的國防自主產物。該系統為愛國柯特電腦軟體基礎設施的一部分，其有能力讓國防軍傳遞經加密的射擊指揮與火力支援指令，運用的連結方式為民用蜂巢式網路與衛星系統。此外，TOORU 系統是愛國國防軍為了減少各方在軟體上的資訊共享障礙，提供友軍單位一個資訊交換渠道，以利遂行

射擊任務程序並避免跨域資訊的洩漏。不幸的是，TOORU 系統即使在美國網路司令部及美國歐洲與非洲陸軍兩個單位的許可協助下，也無法與美軍 AFATDS 系統達成有效連結，原因在於該系統尚未整合至北約軍隊，而且也跟「任務夥伴環境系統」一樣屬於非機密等級。

Additionally, even with USCYBERCOM approval, U.S. forces would not be able to achieve true digital connectivity. The proprietary software within AFATDS at present blocks the passing of coordinating instructions. This could cause issues for operational- or strategic-level commands or fire support elements, as they could not provide necessary coordinating instructions to a fire direction center. To achieve limited interoperability, the United States would need to assume risk within the MPE domain by allowing NATO systems to directly connect to AFATDS, or for software development to pass coordinating instructions between NATO Systems and AFATDS. Currently, there is limited U.S. appetite to assume this risk to the MPE domain.

此外，即使獲得美國網路司令部的許可協助，美軍也無法實現真正的數位連結，因為內建在 AFATDS 系統的專利軟體擋下了協調指令的傳遞，這種情形可能會造成作戰、戰略層級指揮部或火力支援單位的困擾，因為它們將無法向射擊指揮中心提供必要的協調指令。儘管如此，有限技術的互通卻是可以實現的，但美軍須承擔在「任務夥伴環境系統」這個大架構下所衍生的風險，也就是允許北約系統直接連結美軍 AFATDS 系統，或是透過軟體開發讓協調指令可以在北約系統與美軍 AFATDS 系統之間傳遞，但目前為止，美軍對於承擔這種風險的意願有限。

Estonian challenges to partnered technical interoperability are not unique to the United States. The elusive third gate of connections between ASCA compliant NATO fire direction centers encounter similar challenges. TF Võit was unable to achieve technical interoperability with eFP forces because of French and UK command-support relationships and technical capabilities. For example, there are French 155 mm CAESAR self-propelled howitzers that are direct support to Estonia's 1st Infantry Brigade, UK 155 mm AS-90 self-propelled howitzers in direct support to the eFP Battlegroup, and UK MLRS and U.S. HIMARS in direct support to the Estonian division under separate bilateral agreements. TF Võit focused efforts toward achieving digital connectivity via direct ethernet connection with the MLRS battery to enable coordinated and massed fires. This focus was due to the closely aligned

command-support relationships among the MLRS, HIMARS, and the Estonian division.

愛沙尼亞在與夥伴國的技術互通挑戰並非僅限於美國，例如上述所提到達成真正數位連結的第三道通道中，美軍「砲兵聯合活動系統」與北約射擊指揮中心的相容性也存在問題。美軍「勝利特遣隊」無法與英法部隊的「前進駐留加強戰鬥群」達成技術互通，原因出在各方部隊的指揮支援關係與技術能力問題，舉例而言，法國 155 公釐凱薩自走砲直接支援愛沙尼亞第一步兵旅、英國 155 公釐 AS-90 自走砲直接支援「前進駐留加強戰鬥群」（參見表 3 譯者補充資料），以及英國 M270 多管火箭系統與美國海馬斯系統依據單獨的雙邊協定來直接支援愛沙尼亞師部。「勝利特遣隊」主要是以「乙太網路」（區域網路最常使用的技術之一）來和英國 M270 多管火箭系統進行數位連結，以達成火力協調與密集火力射擊，該作為重點在於海馬斯系統、M270 多管火箭系統及愛沙尼亞師部三者之間須達成密切的指揮支援關係。

表 3 凱薩自走砲與 AS-90 自走砲簡介

	
一、簡介： 1990 年代，法國地面武器工業集團 (GIAT，現為奈克斯特[Nexter])與勞爾重工(Lohr)共同開發凱薩自走砲，底盤採用雷諾車廠的夏爾巴(Sherpa) 外銷版底盤則是使用梅賽德斯－賓士車廠的烏尼莫克(Unimog)卡車。 二、性能諸元： 重量 17.7 噸；長 10 公尺；寬 2.55 公尺；高 3.7 公尺；操作人數 5-6 人(緊急時最少 3 人)；155 公釐 52 倍徑火炮，搭載 18 枚彈藥；最大射程 42 公里；作戰範圍 600 公里；道路速度時速 100 公里，非道路時速 50 公里。	一、簡介： 1990 年代英國維克斯造船與工程公司 (VSEL)研製的輕裝甲自走砲，供英陸軍使用。 二、性能諸元： 重量 45.7 噸；長 9.07 公尺；寬 3.5 公尺；高 2.49 公尺；操作人數車長、砲手、2 名裝填手、駕駛共 5 名；155 公釐 L31/39 口徑火炮，搭載 48 枚彈藥，7.62 公釐北約 L7 通用機槍；最大射程 40 公里；作戰範圍 420 公里；最大速度時速 53 公里。

資料來源：〈凱撒自走砲〉，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%87%AF%E6%92%92%E8%87%AA%E8%A1%8C%E7%81%AB%E7%82%AE>；〈AS-90 自走砲〉，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/AS-90%E8%87%AA%E8%B5%B0%E7%A0%B2>，譯者補充資料。

Unfortunately, TF Vöit quickly learned about the lack of appetite from the UK due to its long-standing inability to achieve digital connectivity with the NATO fires enterprise in Estonia. Instead, NATO forces Estonia to rely on “swivel chair” fire mission processing via Estonian-provided Kolt computers or human liaison connections. As of 2023, the UK battle group completed approximately eleven “CABRIT” operational deployment rotations to Estonia without obtaining UK Strategic Command approval to attempt an ASCA connection with partner nations. Additionally, the UK-led eFP Battlegroup and its MLRS battery lack the organic capability to provide the UK equivalent of MPE connectivity. This highlights a lack of appetite to achieve ASCA connection with partners and promotes continued reliance on swivel chair interoperability via Estonian provided Kolt computers. The French CAESAR battery does not require approval for an ASCA connection, and the command-support relationship does not align to the HIMARS mission, obfuscating the demand signal to obtain eFP and U.S. compliance. The lack of clearance, capability, and connectivity ultimately inhibited progress toward true digital connectivity amongst NATO partners.

可惜的是，「勝利特遣隊」很快就發現英軍在這方面的意願不高，因為其長期以來無法與北約駐防在愛國境內的砲兵部隊完成數位連結，至於當前北約駐防在愛國境內的替代方案為使用名為「旋轉椅」互通模式的射擊任務程序，也就是借助愛國的柯特電腦系統與人員連絡官輾轉來達成連結。截至 2023 年為止，駐防在愛國境內的英國戰鬥群已完成約 11 次名為「卡布里」的作戰輪調部署，但由於未獲「英國戰略司令部」的許可協助，英軍無法試著用美軍「砲兵聯合活動系統」來與夥伴國進行數位連結。此外，英軍的「前進駐留加強戰鬥群」及其 M270 多管火箭連本身就無建置數位連結能力，也就無法讓英國具備等同美軍一樣規格的「任務夥伴環境系統」，這意味著英軍並未致力於與友軍達成「砲兵聯合活動系統」的數位連結，導致其持續依賴「旋轉椅」互通模式（借用愛沙尼亞所提供的柯特電腦系統）。同樣情形也發生在法軍，其凱薩自走砲連未獲上級許可，所以無法與「砲兵聯合活動系統」進行數位連結，其指揮支援關係無法與美軍海馬斯系統互通，這種情形導致無法順利接收美軍或是英軍「前進駐留加強戰鬥群」的需求訊號。綜上所述，由於面臨許可、能力及連結等問題，最終阻礙北約各國之間實現真正的數位連結。

TF Vöit and U.S. forces will continue to face a lack of NATO appetite to achieve technical interoperability due to a lack of capability, connectivity, and

clearance. The U.S., Estonian, and UK higher headquarters do not indicate a sincere appetite to seek ASCA connectivity due to cross-domain vulnerabilities required to achieve systemic connectivity. The EDF and eFP at Tapa lack the organic capability for secure satellite communications connectivity to enable long-distance fire mission processing via MPE. Finally, as a conscript-based military, the Estonians lack the widespread clearance to operate on the same classifications as the U.S. and UK partners.

目前在許可、能力及連結等問題情況下，不管是「勝利特遣隊」或美軍其他部隊都將繼續面臨北約對於達成技術互通的意願不高。再者，美國、愛沙尼亞、英國高層司令部也未展現誠意來尋求與「砲兵聯合活動系統」的數位連結，況且要達成不同系統的連結，各方還要想辦法先解決跨域連結的弱點。至於愛沙尼亞國防軍與駐防在塔帕的「前進駐留加強戰鬥群」，也尚未具備衛星通信安全連結的建制能力，導致無法實現架構在「任務夥伴環境系統」下的遠距離射擊任務程序。最後，愛沙尼亞的徵兵制也讓高層不放心廣泛下授許可的權力，形成與美軍或英軍在技術互通上的障礙。

An Improved Understanding toward Continued Progress

Fortunately, the positive experiences and lessons learned in human and procedural interoperability between TF Võit and the ODC with the EDF provide core conduits for expedited progress in technical interoperability shortcomings. For units deploying to Estonia, or any other nation in the Baltics, the experiences of the first TF Võit rotation may enable some larger lessons while deployed to support a smaller ally:

- ◆ Removing the mindset of battlespace ownership will benefit the mission, respect the sovereignty of the host-nation partner, and discourage a unilateral approach.

- ◆ Identification of how an ally implements its mission command will enable a more successful deployment and lessons learned.

- ◆ Coordinate and develop localized mission parameters at echelon to develop “business rules” unique to the country.

- ◆ U.S. and UK forces will have to assume risk to the MPE domain to enable NATO partner connectivity to achieve true digital connectivity in LSCO.

- ◆ The U.S. embassy’s military team and the ODC are key to accelerating a deployment’s value and optimizing immediate tactical integration.

- ◆ There are high demands for LRPf capability, but their effectiveness is

hindered by strategic-level command's lack of appetite to assume risk toward full technical interoperability.

◆To improve technical interoperability in the U.S. European Command theater, U.S. forces must either assume risk on cross-domain spillage or accept the swivel chair method as a viable alternative to full technical interoperability.

◆The ODC served as an accessible enabler and responsive mediator that converted tactical unit intent into suitable, feasible, and acceptable courses of action for U.S. operations in Estonia.

NATO's northern and eastern flanks hide more than an overlooked ally capable of credible deterrence and defense against Russian aggression. Estonia serves as a testament to the possibilities of expanded U.S. partnerships. Most importantly, Estonia eagerly invites U.S. forces to build collective interoperability in an otherwise unfamiliar theater.

提升相互理解，持續精進關係

所幸，「勝利特遣隊」、國防合作辦公室、愛沙尼亞國防軍之間在人文交流與程序互通的正面學習經驗，可作為重要的溝通管道，以加速解決技術互通不足的問題。對於部署至愛沙尼亞或是波羅的海地區其他國家的部隊而言，美軍「勝利特遣隊」首次部署愛國的經驗，可以讓他們知道在部署至較小盟國時也能帶來諸多學習經驗，列舉如下：

◆摒除認為自己是戰場主人的心態，將有助於任務遂行，同時須尊重地主國的主權，並防止單方面做事的情況發生。

◆理解盟軍如何執行任務式指揮及其與我方不同之處，這有助於更成功達成部署目的與經驗學習。

◆協調並研擬各部隊的在地化任務參數，以制訂該國特有的業務作業規定。

◆美軍與英軍應身先士卒承擔「任務夥伴環境系統」的執行風險，才能促使北約各國的跟進，進而實現在未來大規模作戰行動中的真正數位連結。

◆美國大使館軍事小組與國防合作辦公室為提升部隊部署價值與優化即時戰術整合之重要推手。

◆雖然愛沙尼亞與各國部隊都將長程精準火力視為重要部署，但受限於戰略層級的司令部缺乏承擔風險之意願，進而妨礙實現完全技術互通之目標。

◆為了改善美國歐洲司令部戰區內的技術互通，美軍須勇於承擔跨域衍生的風險，或是接受「旋轉椅」互通模式作為可行替代方案，以利實現完全技術互通之目標。

◆國防合作辦公室可作為提升戰力推手及靈活應變協調者，並將戰術部隊

的意圖轉化為適當、可行及可接受的行動方案，以支持美軍在愛沙尼亞境內的行動。

北約東北部側翼藏著不只一個被忽視的盟國，其餘盟國同樣都具有可對抗俄羅斯入侵的可恃嚇阻力與防禦力，愛沙尼亞是擴大美國夥伴關係的顯著案例，更重要的是，儘管美軍駐防在愛國這個不熟悉的戰區，但愛國積極態度已成為集體作業互通的促成者。

譯後語

本文作者們點出美軍在部署至較小盟國(如愛沙尼亞)時，常出現老大哥(戰場主人)心態，尤其是單方面做事態度實在是不可取，導致地主國所訂定的一些業務規則付之闕如。所幸，編制在美國大使館下的國防合作辦公室往往扮演紛爭調停者角色，也經常防止美軍犯下不當錯誤。儘管愛沙尼亞獲得美軍駐防協助，為其帶來精準長程火力打擊能力，但愛國領導幹部的心態正確，認為自己的國家自己救，保家衛國是自己責任，不能靠別人。所以，愛國迄今為止最大一筆軍購案，為向美國採購海馬斯系統，以強化自身的精準火力打擊能力，進而對抗鄰近在側的俄羅斯威脅。對照我國而言，國軍在部隊交流上勢必也會遇到一些協調或溝通問題，美國與愛沙尼亞兩軍交流的經驗學習，可供國軍單位參考，正所謂「他山之石，可以攻錯」。

作者簡介

Lt. Col. Andrew Underwood is currently the chief of the Office of Defense Cooperation in Tallinn, Estonia. He holds a BS from the U.S. Military Academy at West Point and an MA from Harvard University.

美陸軍中校安德魯·安德伍德為國防合作辦公室主任，位址在愛沙尼亞塔林，他畢業於美國西點軍校，擁有哈佛大學碩士學位。

Maj. Scott A. Clark, U.S. Army, is the executive officer for the 75th Field Artillery Brigade at Fort Sill, Oklahoma. He holds a BS from the U.S. Military Academy; an MS in national security from Jagiellonian University, Poland; and an MA in operational studies from the Command and General Staff College, Fort Leavenworth, Kansas.

美陸軍少校史考特·克拉克為第七十五野戰砲兵旅執行官，駐地在奧克拉荷馬州夕爾堡，他畢業於美國西點軍校，擁有波蘭亞捷隆大學國際安全碩士，美國陸軍指揮參謀學院（院址：堪薩斯州列芬沃斯堡）作戰研究碩士。

Capt. Dylan S. Karnedy, U.S. Army, is the battery commander of Bravo Battery, 1st Battalion, 14th Field Artillery Regiment at Fort Sill, Oklahoma. He holds a BA from Indiana University and an MA in leadership and management

from Webster University.

美陸軍上尉狄倫·卡內迪為第十四野戰砲兵團一營 B 連連長，駐地在奧克拉荷馬州夕爾堡，他畢業於美國印第安那大學，擁有韋斯伯特大學領導與管理碩士。

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，現為軍事譯著主編。

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 月之 15 日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、恕不刊登等 4 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 1,100 至 1,600 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**：依監察院 103 年 6 月 19 日院台外字第 1032030072 號糾正案，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）國家圖書館

<https://tpl.ncl.edu.tw>

（四）國立公共資訊圖書館（民網）

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

（五）HyRead 臺灣全文資料庫（民網）

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

（六）陸軍軍事資料庫（軍網）

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

（七）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

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

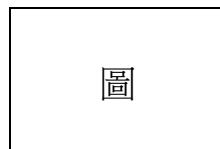
參考文獻 (至少 10 條)

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、著作權及學術倫理聲明：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、刊登內容業經撰稿人校閱，均符合國家機密保護法規範，且未涉及機密資訊，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（上限以一萬字為基準彈性調整）。

六、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



ISSN 2221-0806



GPN 4810400164 定價：非賣品