

陸軍 砲兵季刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



戰術型無人機引導砲兵火力射擊
策進作戰執行時砲兵火力計畫作為
從世界各國火砲發展探討車載砲兵

第 204 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。

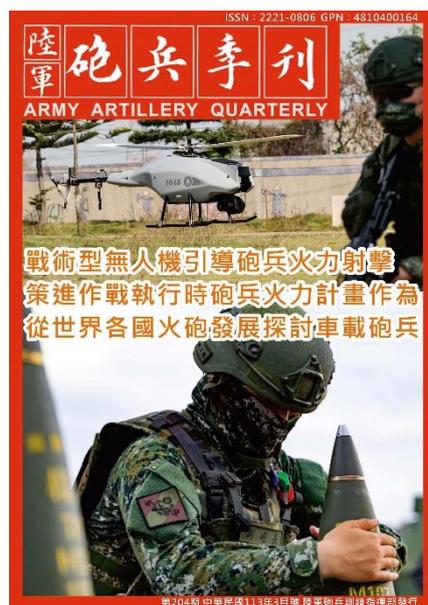
聲明

- 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：何建順
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 楊俊陵
李志傑 王保仁 黃坤彬
郭春龍 錢宗旺 張啟明
陳郁文 陳冠宏
安全審查：蘇漢偉 侯勝源
法律顧問：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 3 月 30 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

陸軍戰術型近程無人機可運用於戰場偵蒐任務，能有效掌握戰場動態；近年無人機亦大量運用於各種觀測領域，包括野戰砲兵觀測

及射擊作業，各國積極將無人機納入重點研究方向並朝實戰化發展。照片轉載自《青年日報》，記者黃迪明、黃劭恩，民國 112 年 10 月 29 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 戰術型無人機(近程、微小型)引導砲兵火力射擊之作為／林政諭

近年無人機大量運用於各種觀測領域，包括野戰砲兵觀測及射擊作業，各國積極將無人機納入重點研究方向並朝實戰化發展，筆者長期從事砲兵觀測教學訓練工作，因此興起撰寫本研究的動機，其目的在藉實際操作各型無人機，結合觀測模擬器及實彈射擊蒐整參數擬定作業法則，進而用以修訂傳統空中觀測技術。

27 策進作戰執行時砲兵火力計畫作為之省思／蔡正章

作戰期間的敵、我軍狀況高度不確定，且在時間緊迫及高強度作戰壓力下，如何以邏輯性思維，合理規劃當前已知資訊，以迅速產製完整的砲兵火力計畫，為計畫火力發揚關鍵。目前國軍陸軍部隊在砲兵火力計畫作業，多於計畫與準備階段，結合火力支援協調作業程序逐次發展，對作戰執行時如何因應決策程序，同步修訂或擬訂砲兵火力計畫，相關作業要項尚待釐清、整合，後續因應參謀作業實務與經驗累積，應朝向作業程序標準化，以降低出錯概率與減少作業時間。

40 運用 Trimble S9 測距經緯儀精進方格統一計算之具體作為／李孟儒

方格統一可使用對數表及電算機二種計算方法，惟使用對數表計算時，較費時費力；電算機作業迅速，只要不發生輸入錯誤，其精度較佳，兩者皆為可靠技術，惟方格統一時，應考慮當時狀況選擇最佳方式。筆者觀察現行方格統一計算方式較為複雜，計算耗時且正確率不穩定，故提出運用 Trimble S9 內部計算軟體輔助執行方格統一計算之可行性，其程序簡單與正確率特性，可使成果計算更佳及多元化。

58 從世界各國火砲發展探討車載砲兵運用之研究／呂怡靜

「車載型火砲」將傳統牽引砲與卡車結合，構型比輪型或履帶型自走砲簡單，其所搭配的定位定向系統與自動化射控系統，使其具備快速反應能力，甚至單砲即可執行射擊任務，提升戰術的靈活運用，筆者透過對世界各國現行「車載型火砲」的研析以及針對我國陸軍火砲現況與問題的探討，更進一步探討國軍火砲裝備應朝向「提高機動力」、「增強打擊力」、「提升反制力」及「具備快速反應力」等方向發展，以提高防衛作戰火力支援效能。

69 再次衝向突破口：防空砲兵部隊在大規模作戰行動中支援戰鬥部隊（譯稿）／劉宗翰

美國國防戰略定調未來美軍將面臨大規模作戰行動，陸軍的因應之道為多領域作戰構想，至於防空砲兵部隊也應與時俱進，才能在未來大規模作戰行動中有效支援戰鬥部隊之作戰。本文以此為發想，提出防空砲兵部隊在組織、接戰授權、裝備系統、任務要項清單、射擊合格簽證表等各方面之建議。其中，防空砲兵部隊未來的利器為整體防空暨飛彈防禦戰鬥指揮系統，因為過往的防空系統並未考量到整合問題，導致不同系統無法共通，甚至同款武器的不同發展型號都不易互通，該系統可望整合現有防空系統，打造多層次攔截網，以對抗彈道飛彈、巡弋飛彈、火箭、火砲、迫砲、無人機等威脅，朝聯合全領域指管方向前進。

▲徵稿簡則

▲撰寫說明

戰術型無人機（近程、微小型）引導砲兵火力射擊之作為

作者：林政諭

提要

- 一、近年無人機大量運用於野戰砲兵觀測及射擊作業，各國積極將無人機納入重點研究方向並朝實戰化發展，筆者長期從事砲兵觀測教學訓練工作，因此興起撰寫本研究的動機，其目的在藉實際操作各型無人機，結合觀測模擬器及實彈射擊蒐整參數擬定作業法則，進而用以修訂傳統空中觀測作法。
- 二、依國家政策指導及戰場現況觀察，商規無人機作戰應用已成為現今趨勢，依據化民力為助力之構想，本研究發展之技術理念，係以通用於各式規格無人機之技術為主。
- 三、本研究所發展之空中觀測通用技術，均為筆者個人創見，如專家學者及讀者對本觀測法有共通想法及建議，歡迎提出並加入研究團隊，共同為野戰砲兵發展略盡棉薄。

關鍵詞：空中觀測、無人機、火力運用

前言

一、研究動機與目的

（一）研究動機：烏克蘭於俄烏戰爭中，常見以戰術型無人機（近程、微型或小型），執行目標偵蒐並引導曲射火力射擊（圖 1），甚至大量運用改裝後的民用無人機，彌補軍用無人機數量不足及成本過高之困境，也讓各國見識現今不對稱戰爭真實的面貌。對此，有法國軍事研究者表示烏克蘭軍隊應該是全世界無人機運用程度最高的一支部隊；¹然而，無人機型式繁多且功能需求亦不相同，如何針對軍、民用無人機建立一套「目標指示及射彈修正作業方法」之通用技術，簡化空中觀測作業程序，協力作戰任務順遂，即為筆者研究之動機。

（二）研究目的：大多型式無人機均具備顯示飛行資訊及影像無線圖傳（Wireless Video Transmission，實時影像傳輸）等基礎功能（圖 2），²若可依此基礎功能發展作業技術，並以現有可運用之戰術型無人機（近程、微型、小型），實際配合陸軍砲兵訓練指揮部火砲實彈射擊課程，蒐整作業參數及驗證技術成果，確保具備戰場實用性，而非僅止於學術理論，進而將相關技術及程序納入準則修訂，以調整傳統空中觀測作法，進而邁向實戰化目標。

1TVBS 新聞網，烏克蘭部隊高度無人機化改裝大疆無人機俄軍懼怕（2023 年 6 月 29 日報導），<https://news.tvbs.com.tw/amp/world/2165793>。

2百科知識中文網，〈<https://jendow.com.tw/wiki/無線圖傳>〉，常用之無線傳輸介質有微波、紅外線、無線電波，2022 年 10 月 27 日。

二、研究範圍與限制

（一）研究範圍：因無人機構型繁多，為避免研究範圍過大而無法聚焦，筆者僅依陸軍所列裝偵蒐用途無人機（旋翼機及多軸旋翼）與民用無人機（多軸旋翼）之構型，並以《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》第七章〈空中觀測〉及參考網路資料，研究引導砲兵火力射擊之技術及程序。

（二）研究限制：烏克蘭迄今每月仍損失大量無人機，³其所獲得豐富的運用經驗及技術資訊，並非吾人可輕易得知，以美軍而言，目前仍未制定相關準則，且各類文獻及網路資料均難以查閱詳細作法，僅能以傳統空中觀測條文及有限度的網路資料（圖 3）等內容，實施綜整與分析，輔以實際飛測及實彈觀測成果為依據，發展適合砲兵之技術與程序，期藉後續教學研究、演訓測考等時機持續蒐整參數並逐次調整條文內容。



圖 1 烏軍以無人機引導砲兵火力射擊目標

資料來源：CTWANT，俄烏戰爭/烏無人機發現俄軍陣地，展開反砲兵打擊接連轟炸（2023 年 5 月 10 日報導），<https://youtube/284cbsbR49M?si=et1KrWN5cP0LfNKa>。



圖 2 不同型式無人機飛行資訊及影像圖傳畫面

資料來源：作者自行拍攝

³中時新聞網，勞民傷財，烏克蘭每月損失 1 萬架無人機（2023 年 5 月 22 日報導），<https://www.chinatimes.com/amp/realtimenews/20230522004840-260417>。



圖 3 烏軍以民用無人機及通訊手段引導砲兵火力射擊流程

資料來源：BBC NEWS，烏克蘭軍隊如何用無人機定位俄軍（2023年8月24日報導），<https://bbc.com/zhongwen/trad/world-62656450>。

不對稱作戰制敵關鍵利器－戰術型無人機（近程、微小型）

一、戰術型無人機概述

藉由近年戰爭經驗使無人機體系發展更加完整（表 1），各型戰略（術）無人機已可為戰術、巡弋飛彈及砲兵火力等部隊，執行戰場偵蒐、目標定位、火炮射擊修正及戰場毀傷評估、戰果回報等任務。

國軍陸軍所列裝各式偵蒐用途無人機之分類均屬於戰術型近程、微、小型無人機（表 2），且極大多數民用無人機構型（旋翼及多軸旋翼）及應用亦在此分類範疇，該類無人機之特點為造價低、容易取得，操作方式均類似、場地幅員短，噪音、雷達反射截面積極小及性價比高，因此發展此類無人機引導砲兵火力射擊之技術極具作戰效益，更能實現不對稱作戰之精髓。

表 1 戰術型無人飛行載具分類表

分類	資料傳輸距離 (KM)	最大飛行高度 (M)	滯空續航時間 (HR)	最大起飛重量 (KG)	應用範圍
微型	<10	250	<1	0.1	偵察、搜索、監偵、 通信中繼、 生物、化武採樣、 探雷及建築物內 監測
小型	<10	1500-3000	<2	<30	
近程	10-30	3000	2-4	150	
短程	30-70	3000	3-6	200	轟炸評估、偵察、 探雷
中程	70-200	3000-5000	6-10	150-200	偵察、轟炸成果評 估、化學武器採樣
遠程	200-500	5000	6-13	500	偵察、轟炸評估、 通信中繼

資料來源：范薰彥，〈強化聯兵營戰術偵蒐效能－無人機飛行載具運用作為之研究〉《步兵季刊》（高雄），第 28 3 期，陸軍步訓部，111 年 2 月，作者自行整理。

表 2 陸軍列裝各式偵蒐用途無人機

分類	名稱
近程	<p>目獲型無人機</p>  <p>戰術近程無人機</p> 
小型	<p>監偵型無人機</p> 
微型	<p>微型無人機</p> 

資料來源：1.自由時報，建立不對稱戰力，三軍採購 1779 架軍用商規無人機（2023 年 8 月 31 日報導），<https://def.ltn.com.tw/amp/article/breakingnews/4413246>。2.自由時報，5 款軍用商規無人機量產將逾 3000 架，原型機 7 月底交機見真章（2023 年 3 月 10 日報導），<https://def.ltn.com.tw/amp/news/politics/breakingnews/4235238>。3.作者自行整理。

二、操作編組及職掌

戰術型近程、微、小型無人機操作編組（UAV 組）需求人員量少，可區分為任務操作官及操作手，負責開設地面導控站（圖 4），開設及撤收僅需時數分鐘；就砲兵觀通組而言，配賦無人機（目獲型－旋翼及監偵型－多軸旋翼）後可單獨執行地面或空中觀測任務，若同時有地面及空中觀測需求，可採混合編組方式（砲兵與砲兵、砲兵與步兵 UAV 組），並於觀測所週圍適當場地先行開設地面導控站，配合觀測所開設時間，兩者概能同步完成開設及相互警戒，UAV 組職掌概述如下表。

區分	任務操作官	無人機操作手
職掌	<ol style="list-style-type: none"> 負責開設地面導控站。 執行飛行計畫，可依實際需求適度調整。 與無人機操作手共同實施影像判讀獲取目標情資。 運用地圖或數位圖資，決定目標概略座標。 下達射擊要求、射彈修正及效果回報（砲兵）。 	<ol style="list-style-type: none"> 協助任務操作官開設地面導控站。 執行無人機起飛前檢查。 執行飛行計畫。 遙控飛行載具及控制鏡頭畫面，並回報飛行數據。 與任務操作官共同實施影像判讀獲取目標情資。 實施射彈修正或目標轉移作業（砲兵）。

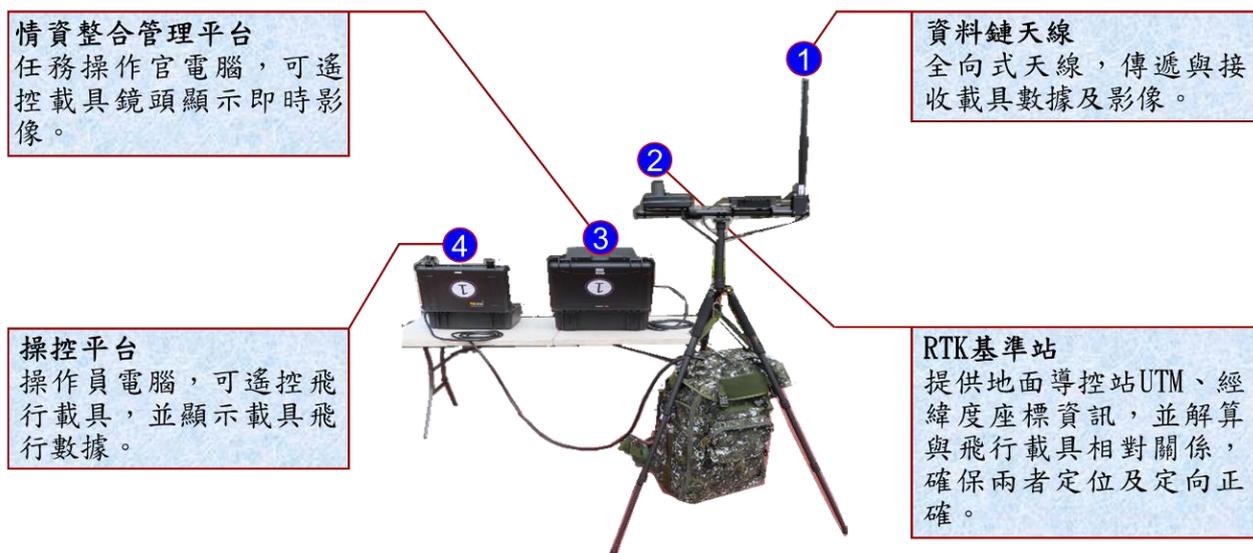


圖 4 戰術近程無人機（步兵）地面導控站開設完成圖示

資料來源：作者自行拍攝及彙整

無人機空中觀測作業技術

砲兵觀測區分為地面觀測及空中觀測，而傳統空中觀測技術係砲兵觀測官搭乘直升機，飛抵我方第一線部隊之內方地區觀測受地形遮障或縱深區域之目標，並執行目標指示及射彈修正作業，然隨著軍事科技演進，防空武力發展迅速，在空飛行時間愈久，遭受敵防空火力威脅與敵機危害便愈大，且以直升機執行空中觀測任務所需協調整備事項與限制因素繁多可謂「事倍功半」，已不合作戰效益，因此發展無人機空中觀測技術取代傳統作法已為現今之趨勢。

一、目標指示法及轉移基準線

考量無人機與地面目標之相對位置經常變動，且無固定觀目線，因此在決定目標位置時，亦必須同時決定轉移或射彈修正基準線（功能等同觀目線），並回報射擊指揮所比對；傳統空中觀測使用之目標指示法計有方格座標法、以砲目線為準之已知點垂直轉移法、基準地線法、基本方向法、標示彈法等 5 種，基準線計有砲目線、基準地線、基本方向線等 3 種，⁴所衍生之技術多建立在以直升機為載具之基礎上，並不全然適用於無人機，藉筆者與美方實際於戰場運用無人機經驗者研討及本部多次實彈射擊飛測成果，在符合砲兵「精、快、韌」指導原則上，逐項檢視並調整作法，整合後保留精度較佳及操作程序（步驟）簡單之項次，共計 2 法 2 線，綜整如表 3，說明如次。

（一）座標指示法（由觀測官直接決定目標座標）

1、極座標（雷射標定）：部分軍、民用無人機型具備此一功能，通常與可見光學影像（Electro Optical, EO）、熱顯像（Long-Wave Infrared, LWIR）整合於機頭位置，稱為「三光酬載」；由於戰術型近、微、小型無人機酬載能力較低，雷射測距能力概約 4 公里，藉助 RTK 及 GPS 無人機定位技術，可使目標定位精度誤差小於 5 公尺。

2、現地對照：空中觀測視野較廣，可克服地形、地物遮蔽因素，以地圖或數位圖資（軍用指管系統、兵要圖台；民用 GOOGLE 衛照圖，須將經緯度轉換 UTM，可下載離線地圖）實施現地對照，找尋區域內目標或參考點，並判讀座標（圖 5），較為容易且精度通常較地面觀測為佳（地圖判讀誤差 20 公尺、數位圖資誤差 10 公尺）。

3、上空懸停：使無人機懸停於目標上空，同時調整鏡頭垂直向下朝向目標，其飛行資訊顯示座標即目標座標（圖 6）；有時可能因訊號不佳產生飄移而難以懸停於目標上空，或影像畫面因風吹產生晃動，皆不利於目標定位，精度誤差 30 公尺。

⁴《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 111 年 10 月 30 日），頁 7-265。

表 3 整合後目標指示法及轉移（射彈修正）基準線表

要素一 決定目標位置				要素二 決定基準線
區分	目標指示法	作業方法	所需條件	使用基準線
觀測官 直接決定	座標指示法	極座標 (雷射標定)	無人機須有雷射測距功能	僅報目標(彈著)座標,射擊指揮所以砲目線直接修正
		現地對照	可藉地圖或數位圖資對照後得知目標座標	1、砲目線 (用於射彈修正及後續目標轉移)
		上空懸停	無可供對照之點,但可飛行至目標上空	2、基準地線 (有基準地線時可用)
射擊指揮所圖上定點決定	已知(參考)點轉移法	基準地線轉移	無法使用座標指示法,但目標區周圍有明顯地線	基準地線 (用於目標指示、射彈修正及後續目標轉移)
		砲目線轉移	無法使用上述方法,但目標區周圍有已知或參考點可定於射擊圖上	砲目線 (用於目標指示、射彈修正及後續目標轉移)

資料來源：作者自行彙整



圖 5 空中畫面與地圖、數位圖資對照示意圖

資料來源：作者自行拍攝及彙整



圖 6 上空懸停目標定位示意圖

資料來源：作者自行拍攝及彙整

(二) 已知（參考）點轉移法（射擊指揮所圖上定點決定）

1、基準地線轉移

(1) 說明：目標區域附近任 2 個顯著易於識別地物（如道路口、有特色建築、河流交會點等），且可於地圖或數位圖資上決定 2 點座標，並回報射擊指揮所於射擊圖上定點，此 2 點連成之線即可作為基準地線，觀測官於地圖上量取地線長度為參考依據，再計算以端點至目標之轉移量，回報射擊指揮所定點目標（圖 7）。

(2) 作法：無人機與目標之相對關係（含高度）時常變動，使觀測官對於影像畫面中兩點間方向、距離之實際數值甚感困擾，而基準地線即為操作員建立此空間比例尺，使空間感具體化，步驟如次。

a. 步驟一：觀測官於地圖上以方眼紙或梯尺量取地線長度（公尺），再於影像中以公分尺量取地線畫面長度（公分），如圖 8。

b. 步驟二：因基線轉移法係由射擊指揮所圖上定點目標，因此觀測官必須確認目標與基線端點之相對關係（如圖 9），選擇以較靠近目標之端點為轉移基準（越近目標誤差越小），以下圖 1 為例，目標基於 A 端點之相對關係為「向右、加多」，基於 B 端點之相對關係為「向左、加多」，餘如圖所示。

c. 步驟三：確認轉移端點後，於畫面中以公分尺量取端點至目標之方向及距離長度，再以插算法方式，分別轉換為實際距離之長度，並依目標與端點之相對關係，回報射擊指揮所圖上定點，如：「從 A 點、向右 120、加多 300」（如圖 10），若無人機觀測地線或目標之俯仰角越接近垂直，則誤差越小。

(3) 輔助作業：

a. 程式：滯空續航力是此類層級軍、民用無人機所面臨最大問題之一，扣除

往返任務區域時間，滿電量實際可供空中觀測時間僅約 20 至 30 分鐘，輔助程式旨在節約人工作業步驟及時間，提供正確作業成果，觀測官僅需提供程式地線端點、無人機及陣地各點座標資訊，即可顯示相對關係圖示，輔助對照影像畫面與地線長度等基礎資訊，無須再於地圖上作業，並且量取畫面中地線、方向及距離長度，由程式自動計算轉移量及目標座標，可節約時間約 3 分鐘、誤差縮小 10 公尺（如圖 11）。

b.器材：由圖 9 可知於正上方觀看目標與基線端點之方向及距離相對關係為一矩形，若無人機俯仰視角非垂直，則此矩形於畫面視覺上成一平行四邊形，且從基線往遠方位之距離較實際計算值為大，近方位則較小，因此雖然有明確地線可做為轉移量計算之參考，仍相當考驗觀測官空間感，而基準地線板旨在輔助操作員穩定定出矩形（平行四邊形）、量測長度及快速計算轉移量數值，作業上相當簡易，步驟及說明如圖 12。



圖 7 基準地線轉移示意圖



圖 8 步驟一作業示意圖

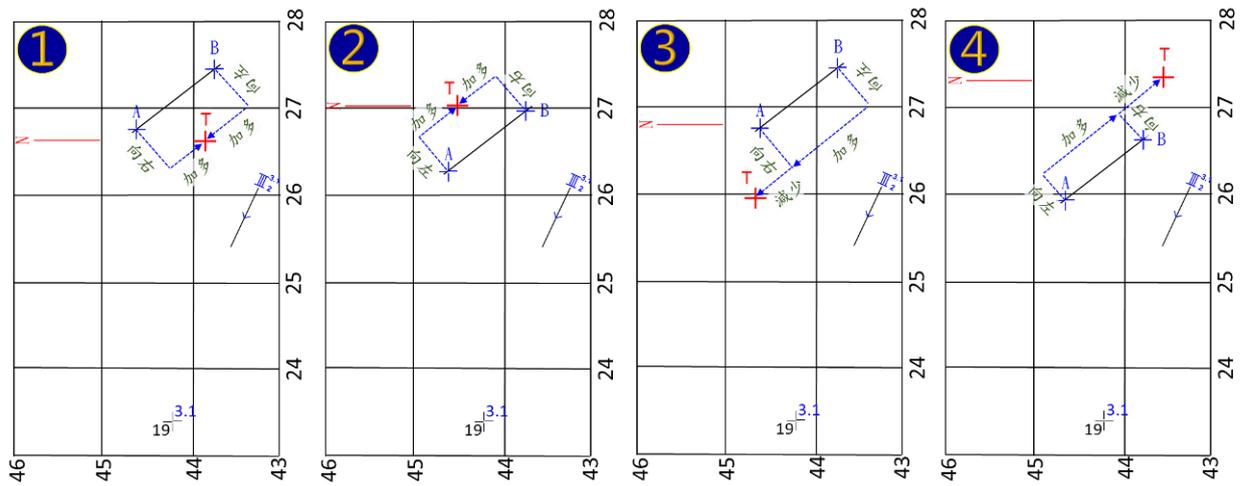


圖 9 射擊圖上目標與基線端點相對關係示意圖



圖 10 轉移量計算示意圖

① 輸入各點座標
輸入地線端點、無人機及陣地座標。

② 選擇基線端點
A→B即為以A點為端點；
B→A即為以B點為端點。

⑤ 各點相對關係圖
供觀測官比對即時影像各點位置

輸入各點座標		區分	X	Y
①	地線A點(左)	地線A點(左)	26928	45352
	地線B點(右)	地線B點(右)	27314	44851
	無人機	無人機	26500	44800
	砲陣地	砲陣地	22760	44600
基礎資訊欄				
②	A→B 目標座標	A→B方位角	方向轉移	距離轉移
	B→A 目標座標	B→A方位角	方向轉移	距離轉移
③	地線長度	至地線距離	地線畫面長	方向長
	630	690	10	3
			距離長	6

③ 輸入畫面量測數值
量取畫面中地線、方向及距離長度，並輸入相應欄位，程式自動計算方向及距離轉移量。

④ 選擇端點與目標相對關係
提供下拉式選單，選擇後即自動帶入方向及距離轉移量數值，並計算目標座標。

- 0.無
- 1.向左加多
- 2.向左減少
- 3.向左原距
- 4.向右加多
- 5.向右減少
- 6.向右原距

⑤ 相對關係圖

圖 11 基準地線輔助程式介面圖示

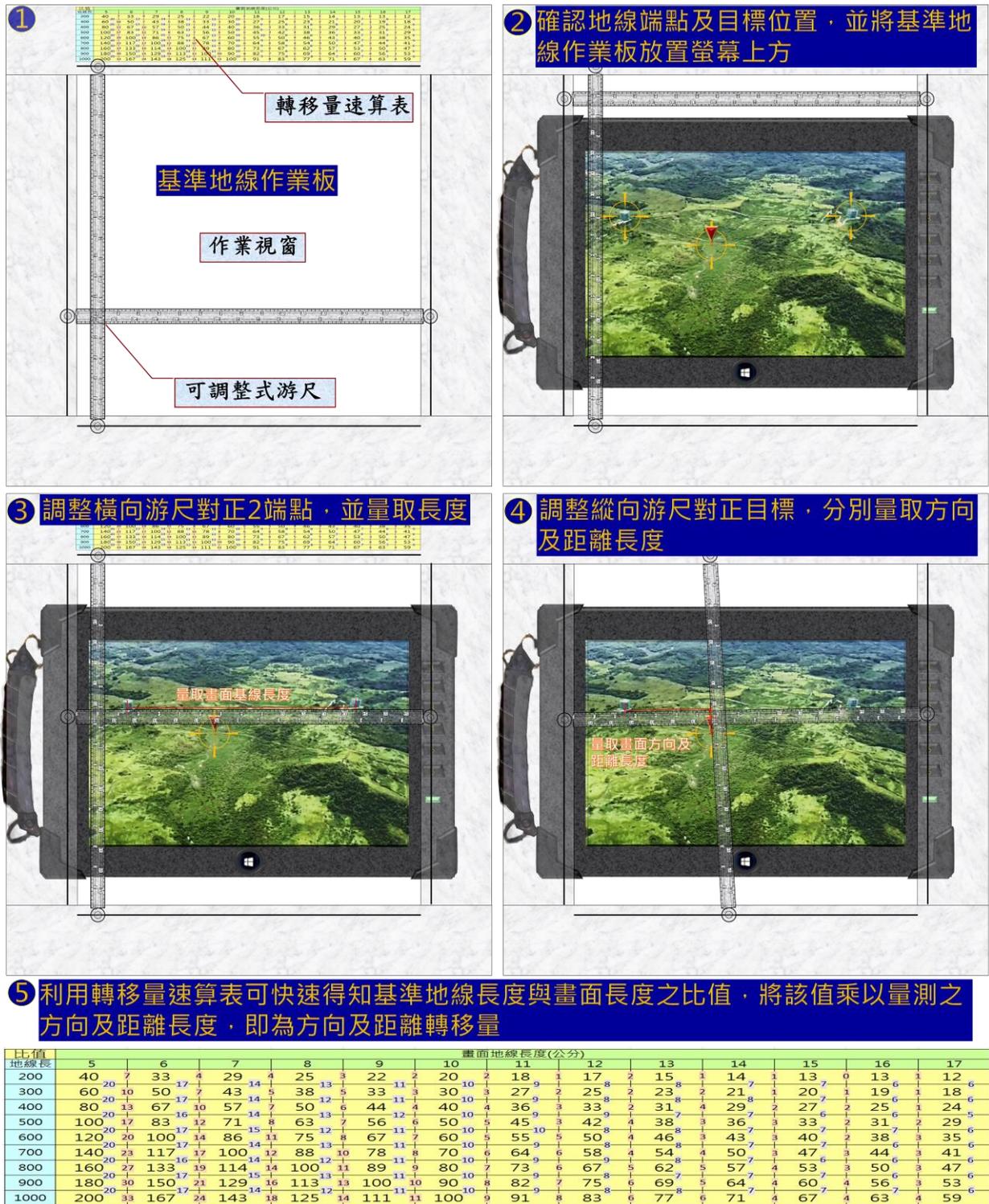


圖 12 基準地線板及作業步驟示意圖

資料來源：圖 7 至 12 均為作者自行拍攝及彙整

2、砲目線轉移

(1) 說明：目標指示法應以前述所列各法為優先，其原因為此法不似基準地線法，可直接建立目標區空間比例尺，而須憑藉觀測官經驗及空間感掌握度，計算已知（參考）點至目標之方向及距離轉移量，通常已知（參考）點距目標越遠精度越差。為提升目標定位精度，平時飛行可針對較不易遭敵反制及易於觀測

作業之距離及高度（距離：600 至 1000 公尺；高度：300 至 800 公尺⁵）實施訓練，使觀測官熟悉此區間影像畫面，有助於建立準確空間感，提升作業成效。

（2）作法：目標區周圍有已知或參考點可定於射擊圖上，且觀測官須清楚砲陣地位置或火砲通過已知（參考）點概略方位角，並操作無人機靠近砲目線，評估至目標之方向及距離轉移量（如圖 13），回報射擊指揮所，於射擊圖定點（作業方法等同基準地線法）如：「從參考點、向右 290、減少 150」。



圖 13 砲目線轉移作業示意圖

資料來源：作者自行拍攝及彙整

二、射彈修正作業（決定修正基準線）

與地面觀測最大不同在於因空中觀測無固定觀目線，射彈修正必須以「砲目線」或「基準地線」為修正基準，且在選擇使用何種目標指示法時即同時決定修正基準線，如表 3 所列，座標指示法及砲目線轉移法綁定砲目線，基準地線轉移法則綁定基準地線；由於戰場景況複雜使無人機與目標之相對關係均為隨機（距離不定、高度不定），若目標區無基準地線可為作業之參考，則容易使觀測官對於彈著與目標之方向及距離修正量產生困惑（如圖 14），如何解決此一困境即為射彈修正技術發展之重點，說明如後。

（一）基準地線

1、說明：基準地線可同時做為目標指示及射彈修正、後續目標轉移之基準線，此線對於觀測官而言直觀、易於作業、精度可靠，並且於引導砲兵火力射擊及目標轉移作業之全程，均為同一作業方法，惟須注意，與基準地線轉移法相同，若無人機俯仰視角非垂直，則從基線往遠方位之距離較實際計算值為大，近方位則較小。

2、作法：依目標方眼射擊法作業原理，以基準地線取代觀目線，射彈之距離修正與地線平行、方向修正與地線垂直，觀測官以目標指示相同之端點，量測

⁵以戰術近程無人機（長 1.8 公尺、寬 40 公分）多次配合本部實彈射擊飛測所得參數，在天候及能見度良好情況下，於距目標 1 公里（無人機與目標之斜線距離）、相對高度 600 公尺以上，已難以聽見及看見。

畫面中彈著至端點之方向及距離長度，再扣除目標方向及距離長度，以差算法計算射彈之方向及距離修正量，回報射擊指揮所定點，此法之優點為無需考慮 T 角是否過大即可修正（如圖 15）。

3、輔助作業：以基準地線板及程式輔助作業，可達事半功倍之效果，作業方法如圖 16 所示。



圖 14 無人機與目標相對關係隨機之彈著點影像

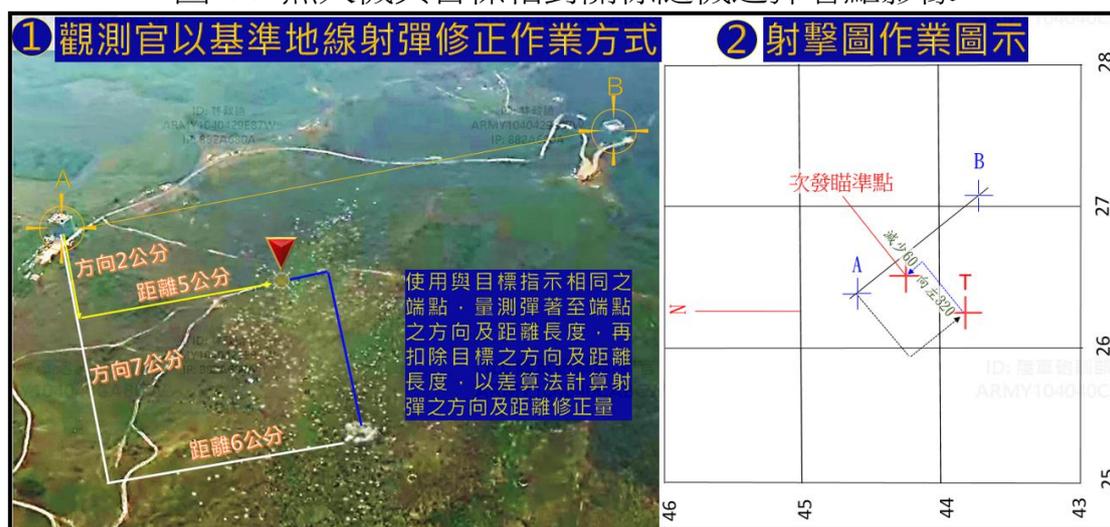
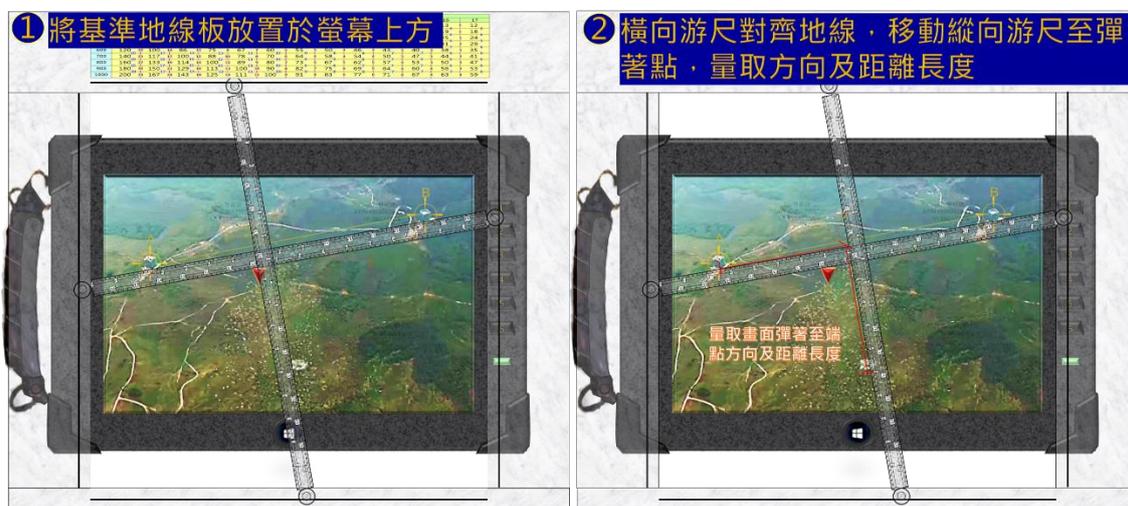


圖 15 基準地線射彈修正示意圖



③ 由於目標指示作業時，已於程式輸入所有資訊，因此僅須再輸入所量取彈著至端點之方向及距離長度，程式自動計算方向及距離修正量



圖 16 以基準地線板及程式輔助作業示意圖

資料來源：圖 14 至 16 均為作者自行拍攝及彙整

(二) 砲目線

1、說明：砲目線是最常用且最不受限之射彈修正（目標轉移）基準線，美軍於阿富汗戰爭就常運用偵察專用（僅有即時影像）之渡鴉無人機（RQ-11⁶）以砲目線法修正砲兵火力。

2、作法：無人機準備執行射彈觀測時，必須飛抵接近砲目線，若觀測官對於影像距離掌握度不佳，可指揮射擊指揮所不變動火炮方向，於原距離及距離加減 200（或 400）公尺各射擊一發砲彈，便可為觀測官建立此空間之「距離梯尺」，此概念亦可用於建立「方向梯尺」，再依梯尺比例，判斷方向及距離修正量（如圖 17），以等量反向修正法則實施射彈修正。⁷

3、輔助作業：

a.程式：基準地線法或距離（方向）梯尺提供吾人一個「空間比例尺」的概念，更進一步思考，若可於輔助程式內建立「連續空間轉換投影」邏輯（如圖 18），便可在任意處建立比例尺後，由程式自動轉換為符合任何目標區之比例尺，以此概念作為輔助程式發展的技術軸心，可大幅提升砲目線法作業精度、速度，並且減少限制條件（如圖 19），優點如次：

- (a) 目標區無須任何明顯地線，限制較少。
- (b) 無須於目標區建立距離或方向梯尺，減少彈藥消耗及暴露我方陣地。
- (c) 器材簡易（短尺或基準地線板均可）、步驟簡單，節省時間約 3 分鐘。

⁶<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw> 渡鴉式無人偵察機，為手拋且可拆解式定翼無人機，無須降落跑道，2022 年 12 月 23 日。

⁷《陸軍野戰砲兵射擊指揮訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），頁 5-64。

- (d) 自動轉為砲目線修正量，無人機無須接近砲目線即可執行射彈修正。
- (e) 使用輔助程式可減少 1 次試射。

b.作法：於地面導控站附近找尋 2 個可判定座標之校正點，2 點連成之線為校正線（同基準地線之概念），操作無人機飛抵可觀測校正線之位置，並記錄無人機座標、高度（均可隨機）與量測螢幕中校正線長度，輸入程式後即完成空間比例尺建立；由於程式可將觀目線轉換為砲目線，飛抵目標區後，僅需量測並輸入炸點與目標之方向及距離長度，即可得到修正報告數值（如圖 20）。

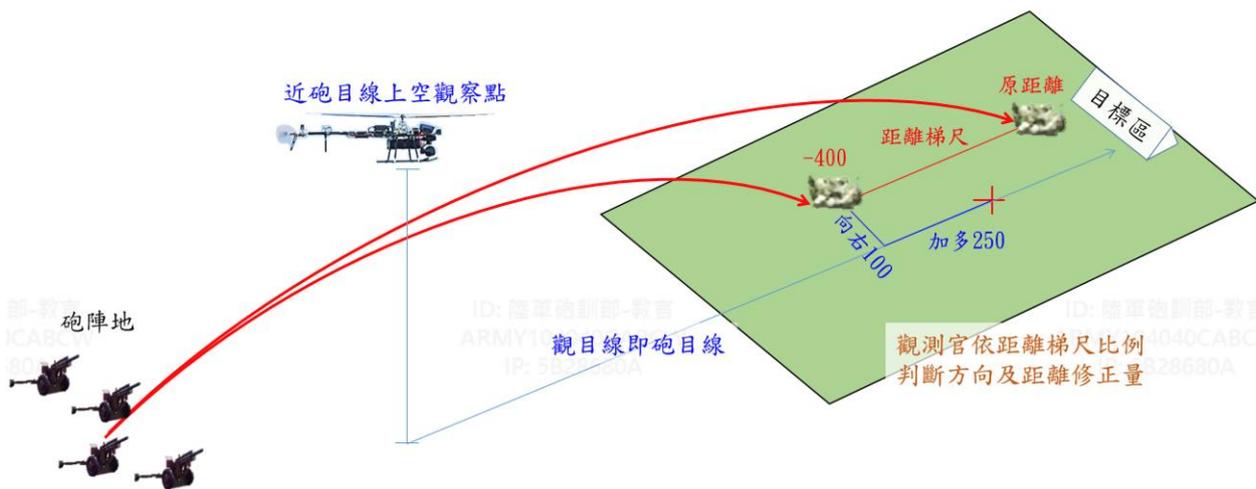


圖 17 砲目線距離梯尺射彈修正示意圖

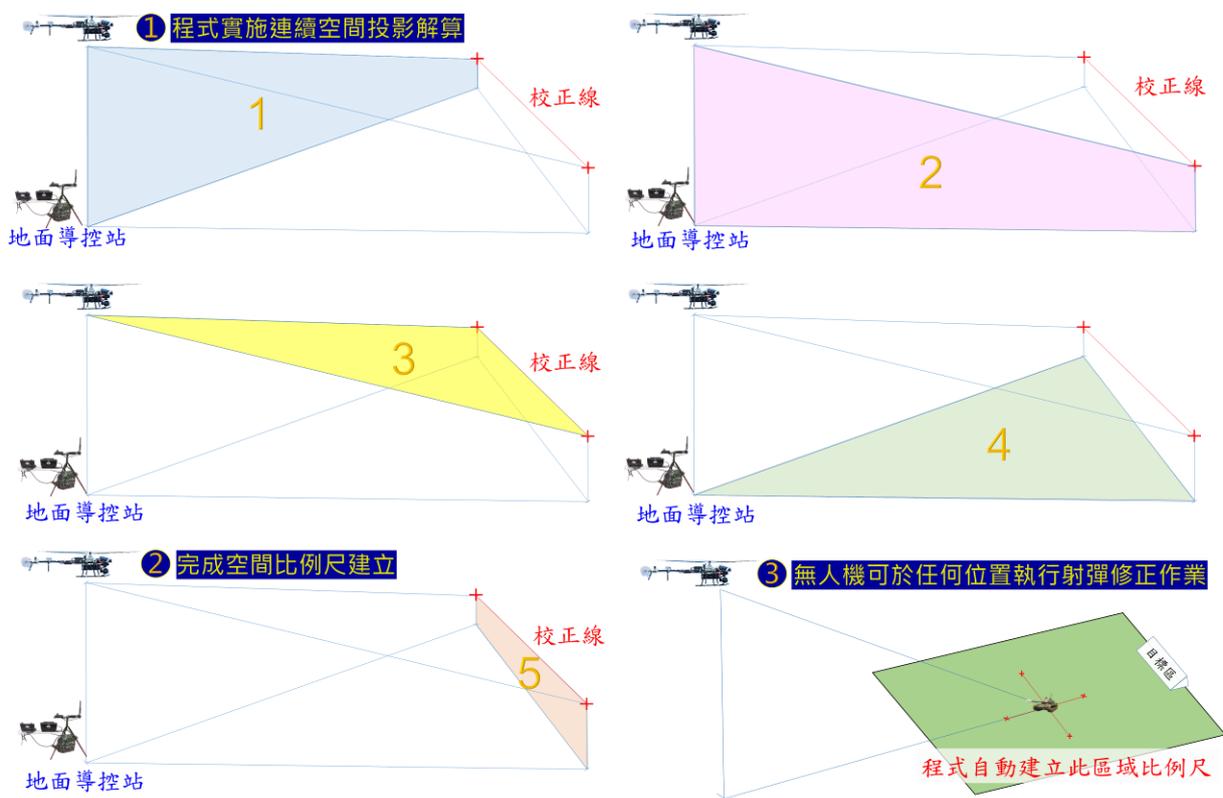


圖 18 建立空間比例尺概念示意圖

1 輸入校正點座標
輸入校正點、無人機座標。

2 輸入畫面校正線長度
將校正線於畫面中成概略橫向或縱向。

3 輸入各點座標
輸入陣地、目標、無人機座標。

一、起飛校正基準				
輸入各點位座標 1	區分	X	Y	H(標高)
	無人機座標	26820	46100	100
	校正點A(左遠)	27040	46120	6
	校正點B(右近)	26990	45900	20
基礎資訊欄 2	至線距離	校正線長	跨度(密位)	縱向視距
	232	226	917	59
	量橫向線長	6.0 cm	得縱向線長	1.6 cm
	量縱向線長	0.0 cm	得橫向線長	0.0 cm

二、飛抵目標區				
輸入各點位座標 3	區分	X	Y	H(標高)
	砲陣地	68900	40000	0
	目標	67700	41000	15
	無人機	67900	40500	400
基礎資訊欄				
砲目方位角	觀目方位角	羅盤度數	T角	觀目距離(斜)
5508	6012	338	505	662

三、射彈修正報告					
從炸點量	方向長度	1.5	修正報告 (觀目線)	方向	160
	距離長度	0.8		距離	155

轉砲目線之修正報告 6	
方向	73
距離	213

4 5 輸入彈著偏差長度及修正報告
輸入畫面彈著偏差方向及距離長度，於下拉式選單選擇後，即得到從觀目線之方向及距離射彈修正量。

0.無
1.向左加多
2.向左減少
3.向左原距
4.向右加多
5.向右減少
6.向右原距

6 砲目線修正報告
程式自動將觀目線所得之修正報告數值依T角自動轉換為砲目線之數值。

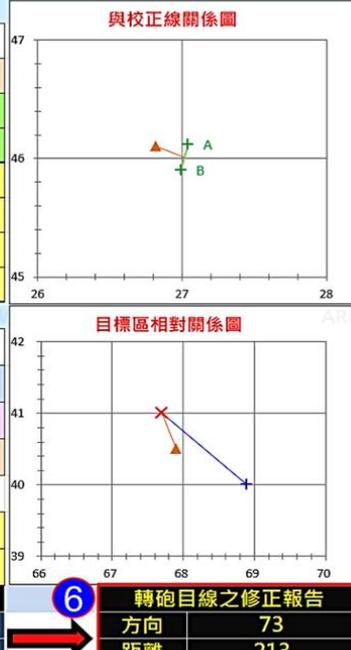


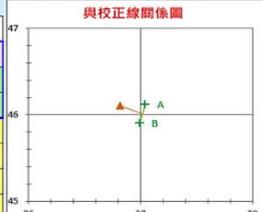
圖 19 砲目線輔助程式介面圖示

1 找尋校正點決定期座標，並量取該線長度



2 輸入各點座標及校正線長度，完成空間比例尺建立

一、起飛校正基準				
輸入各點位座標	區分	X	Y	H(標高)
	無人機座標	26820	46100	100
	校正點A(左遠)	27040	46120	6
	校正點B(右近)	26990	45900	20
基礎資訊欄	至線距離	校正線長	跨度(密位)	縱向視距
	232	226	917	59
	量橫向線長	6.0 cm	得縱向線長	1.6 cm
	量縱向線長	0.0 cm	得橫向線長	0.0 cm



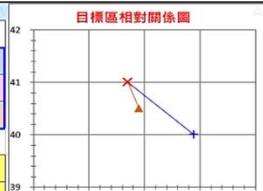
與校正線關係圖

3 飛抵目標區，決定目標座標



4 輸入各點座標，完成比例尺轉換

二、飛抵目標區				
輸入各點位座標	區分	X	Y	H(標高)
	砲陣地	68900	40000	0
	目標	67700	41000	15
	無人機	67900	40500	400
基礎資訊欄	砲目方位角	觀目方位角	羅盤度數	T角
	5508	6012	338	505
				觀目距離(斜)
				662



目標區相對關係圖

5 量取畫面中彈著至目標之方向及距離長度



6 輸入數值後，即得以砲目線為基準之方向及距離修正量

三、射彈修正報告				1.向左加多		轉砲目線之修正報告	
從炸點量	方向長度	1.5	修正報告 (觀目線)	方向	160	方向	73
	距離長度	0.8		距離	155	距離	213

圖 20 以砲目線輔助程式作業步驟示意圖

資料來源：圖 17 至 20 均為作者自行拍攝及彙整

三、小結

針對 2 種目標指示法、5 種作業方法之飛測及驗證成果綜整如表 4，其中座標指示法「雷射座標」之成果已滿足「精準射擊」所需目獲精度，⁸而「現地對照」及「上空懸停」結合輔助程式後，可試射 1 發等量反向修正或不經試射，以排（4 砲）效力射火制正面彌補目獲誤差；餘方法雖均可執行射擊要求，惟誤差必須藉由至少 2 次試射方能消除，未來兵監或駐地教育訓練之重點，可著重於強化訓練觀測官熟練分辨不同視角畫面，以建立準確空間及方向感，應可提升作業成效，期望使誤差小於 50 公尺，達到以排火力試射 1 發或於獲得修正量之條件下不經試射逕行效力射之目標。

表 4 目標指示精度及試射次數

目標指示法		目標指示誤差 (公尺)	人工作業 試射次數	輔助程式 試射次數	說明
座標指示法	極座標 (雷射標定)	<10	0-1	0-1	滿足「精準射擊」所需目獲精度
	現地對照	10-20	1-2		排（4 砲）射擊，結合輔助程式，試射 0-1 發等量反向修正效力射
	上空懸停	20-30			
已知(參考) 點轉移法	基準地線 轉移	50-80	2-3	1-2	排（4 砲）射擊，結合輔助程式，試射 1-2 發等量反向修正效力射
	砲目線轉移	60-90			

資料來源：作者自行彙整

無人機引導砲兵火力射擊程序

美軍鑒於納卡及俄烏戰爭大量運用低、慢、小型無人機於局部戰爭執行偵蒐、誘敵、打擊、反火力、反輻射攻擊等經驗，正朝向建立此類無人機與火力支援小組的整合架構，完善火力要求作業程序，然而此類無人機雖然發揮極大作戰效益，但滯空續航力、影像圖傳及導控距離均為運用之限制因素，故是類無人機戰術運用時機及方式均須嚴謹律定，因此藉數次飛測所得成果後，針對引導砲兵火力射擊訂定作業程序共計五個步驟，分述如次：

一、步驟一 - 擬定並執行飛行計畫

（一）說明：此類無人機具備高機動性、高便利性及計畫可變動性，不易影

8 《ATP 3-09.30 Observed Fires》(Washington, DC, 2017 年 9 月 28 日), 頁 1-1, 「精準射擊」所需五大條件為：「精確之目標位置與大小 (Accurate target location and size)」、「精確之射擊火砲位置 (Accurate firing unit location)」、「精確之武器與彈藥性能 (Accurate weapon and ammunition information)」、「精確之氣象資訊 (Accurate meteorological information)」及「精確之諸元計算 (Accurate computational procedures)」。

響我友軍空中飛航安全，無須建立專用飛行走廊，空域使用仍以空軍及陸航飛行器為主，UAV 組於飛行計畫中須能得知空中安全管制作為及空中友軍資訊，律定以時間、空層或路徑管制方式，操作無人機主動迴避，可降低火協空域管制上額外負擔。

(二) 執行：旅(作戰區)參二空業官依據火力支援要項需求，將砲兵營無人機納入空中偵察計畫，與空中火力支援小組(含空域管制)完成空域協調，砲兵營情報官依空中偵察計畫及空中安全管制作為，擬定飛行計畫(須包含地面導控站開設位置、機動及變換路線、偵察區域、飛行路徑、高度及空域管制措施、備援方式)，並交付 UAV 組執行飛行計畫。

二、步驟二 - 傳遞目標情報，並決定目標指示法

(一) 說明：無人機噪音低、體積小、隱匿性高、機動性強，適合執行戰術偵察和監視任務，提供我軍所欲打擊敵軍實體對象之目標情報，偵察之重點置於優先以砲兵火力打擊之目標，如指管通資、火箭、火砲、防空武器、主戰裝備、運輸載具及後勤輜重等高價值目標，發現目標後無人機持續鎖定目標，並概略決定其位置，再藉由無線電或加密式無線網路等手段，傳送目標情資至旅(作戰區)火協實施分析及研判，UAV 組接獲火協射擊命令後，須迅速決定目標指示法及基準線以引導火砲射擊。

(二) 執行：戰場目標偵察通常採局部地區偵察(點偵察)方式，針對飛行計畫指定之任務地區及所欲獲取目標情報資料詳細偵察，可飛行於目標側翼，保持遠距監視，調整光學鏡頭倍率，並採較高飛行姿態，避免遭敵發現或反制，此類無人機運用於防衛作戰，較適用於灘岸火殲、灘岸戰鬥、反擊作戰、縱深及城鎮作戰等階段，而觀測官應確實瞭解上述階段可能遭遇之高價值目標，以利執行空中偵察時可快速識別目標，並依各階段作戰之場域，預先選擇適合之目標指示法及射彈修正基準線(如表 5)。

三、步驟三 - 下達射擊要求，並持續觀測目標

(一) 說明：空中觀測因無固定觀目線，無須報告觀目方位角，且無人機可能欲隱匿形蹤或受反制等因素，而暫時脫離原觀測位置，因此通常用「待令放」控制發射時機，以利射彈觀測與修正；另射彈修正必須以「基準地線」及「砲目線」為修正基準，因此須於射擊要求中說明使用之基準線，於射擊要求下達前，若能重複確認目標位置，適度修正指示法，可提升射擊精度。

(二) 執行：空中觀測各目標指示法之射擊要求內容與地面觀測均為相同形式，減少兩者差異處，避免混淆並可提升訓練成效(如表 6)。

四、步驟四 - 射彈觀測與修正方法

無論以基準地線(與地線平行者為距離修正，與地線垂直者為偏差修正)或

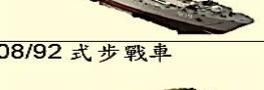
砲目線（須確知砲陣地位置，利用圖台或地圖資訊，於影像畫面概略決定砲目線方向）為射彈修正基準，均與地面觀測以觀目線為修正基準方式不同，且無人機於每發射彈間之觀測位置可能會產生變動，因此以等量反向之射彈修正方式使射彈逐次靠近目標，較某一線上遠近夾差來的更為理想，可使觀測官於空中觀測畫面中較易掌握射彈修正量；另考量空中觀測因係垂直觀測炸點與目標之關係，故對空炸信管炸點高度之判定，甚感困難，不做炸高觀測及修正，餘相關內容同前段「射彈修正作業」所述。射彈修正報告內容：「**建國 12，我是中興 24，修正報告—向右九洞、加多么三洞，要求效力射**」。

五、步驟五 – 戰損評估，任務結束

（一）進入效力射階段，可放大鏡頭倍率以利確認效力射效果及戰損評估（如圖 21），任務完成後，UAV 組依地面觀測報告要領，向射擊指揮所報告攻擊效果，如「**任務完成，敵集結車輛大部被摧毀，少部向北逃竄，無人機返航換電**」。若評估無人機電量尚足，則無須返航換電，可持續執行次一射擊任務，如任務均在起飛前已經計畫者，則告知射擊指揮所「**按計畫實施 XX 號目標射擊任務**」即可。

（二）若有任何狀況導致無法由無人機執行空中觀測任務時，亦應立即通報射擊指揮所，如「**遭敵攻擊，被迫降落**」，並評估是否可由地面觀測所或派遣任務備援機接手此一射擊任務。

表 5 各作戰階段敵高價值目標及適用目標指示法

我軍 作戰進程	距岸距離 (抵達時間)	敵軍 作戰進程	高價值目標(圖示)	目標指示法及 修正基準線
灘岸火殲	1k 至 0k (T)	突擊上陸	ZTD-05 兩棲突擊車 	1. 指示法： 座標指示法 ★優先：極座標（雷射標定） ☆次之：現地對照 2. 基準線： 砲目線
灘岸戰鬥	0k 至 (-6k) (T+32m)		ZBD-05 兩棲步戰車 	
反擊作戰			PLZ-07 式 122 自走砲  726 型氣墊船  072 型坦克登陸艦 	
城鎮作戰	-6k (T+2h40m)	陸上作戰 (中型合成旅)	08/92 式步戰車 	(如次頁)

城鎮作戰	-6k (T+2h40m)	陸上作戰 (中型合成旅)	ZTL-11 突擊車  PLL-05 120 迫榴砲  PLL-09 式 122 自走砲  PHL-11 式 122 多管火箭  紅旗 17 防空砲彈車 	1. 指示法： ★優先：座標 指示法（雷射標定、現地對照、上空懸停） ☆次之：已知（參考）點轉移法—基準地線
		陸上作戰 (重型合成旅)	99/96 式坦克  89/04 式步戰車  PLL-05 120 迫榴砲 	2. 基準線： ★優先：砲目線 ☆次之：基準地線
城鎮作戰	-6k (T+2h40m)	陸上作戰 (重型合成旅)	PLZ-07 式 122 自走砲  89 式履帶多管火箭  紅旗 17 防空砲彈車 	(同上頁)

資料來源：圖片來源為詹氏年鑑，表格作者自行彙整

表 6 各目標指示法射擊要求內容

項次	目標指示法	射擊要求內容
一	座標指示法 雷射標定	O1 空中觀測～，雷射標定座標 34120、50450，敵通信中心，待令放、要求效力射
二	座標指示法 現地對照	O1 空中觀測～，對座標 34120、50450、砲目線，敵通信中心，待令放、要求效力射
三	已知（參考）點轉移法 基準地線法	O2 空中觀測～，從 A 點、基準地線、向右 250、減少 300，敵指揮所，待令放、要求試射
四	已知（參考）點轉移法 砲目線法	建國 18 空中觀測～，從 AB0101、砲目線、向左 270、加多 350，敵彈藥堆積所，待令放、要求試射

資料來源：作者自行彙整

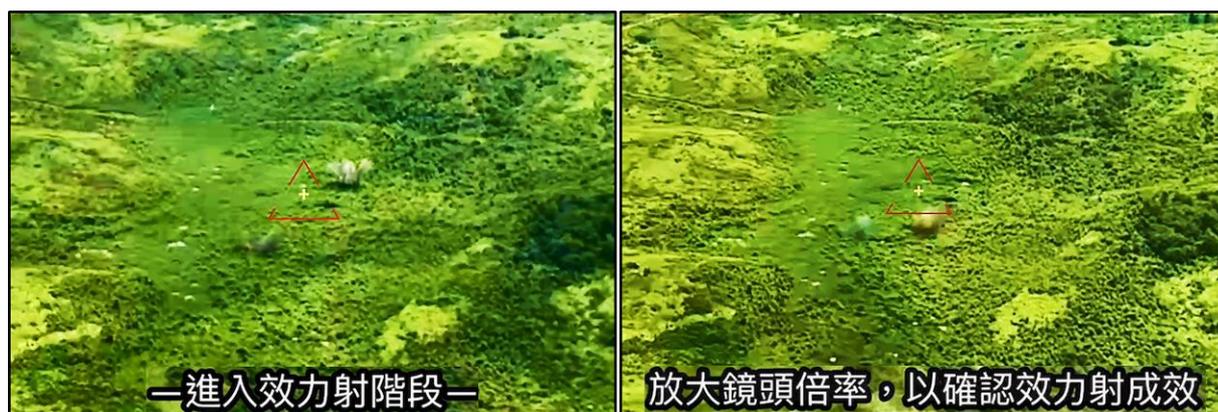


圖 21 確認效力射效果及戰損評估

資料來源：作者自行拍攝及彙整

實戰化訓練作為

為使無人機可實際運用於戰場，完備其效益，訓練要項區分教訓測三階段依序施訓，第一階段由兵監實施基礎訓練，第二階段於部隊駐地建立訓練課程及場地，第三階段綜合運用於砲測中心及聯訓基地執行實彈測考。

一、第一階段－兵監基礎訓練

為滿足引導砲兵火力射擊任務需求能力，應分別針對「飛行操作（飛行執照獲取）」、「戰術運用（目標偵蒐及引導火力）」、「火協作業（飛行計畫擬定及空域協調管制）」、「實戰訓練（戰鬥教練及實彈射擊）」等四部分實施無人機教育訓練，就引導火力射擊（空中觀測）課程設計而言，區分為「空中觀測程序與要領」及「空中觀測實彈射擊」兩大核心訓項（如表 7），施訓對象為通過無人機飛行操作及具備地面觀測職能之人員，時數共計 70 小時；另現有觀測模擬器（舊式）功能可有限度輔助教育訓練，使學員初步熟悉空中觀測技術及視角，在換裝新式觀測模擬器後，更可強化執行或變更飛行計畫及實際執行目標偵蒐等訓練。

二、第二階段－部隊駐地訓練

部隊駐地無論場地、師資、輔具等教學能量遠不足兵監完備，單位應循兵監無人機核心訓項並利用駐地可用資源，制定符合單位特性之課程規劃及場地配置，使兵監教育訓練得以延伸至部隊，說明如次：

（一）飛行操作場地設置：依各式無人機技令於營區內設置適合起降訓練場（以戰術近程無人機為例，技令規範起降場需 30X30 公尺空曠無遮蔽之場地），實施熟飛訓練，單位應注意依民航局「民用航空法遙控無人機專章」規範，⁹要求務必遵守「無人機空域法規限制」（如圖 22），¹⁰飛行於營區上空或已申請空域

⁹民航局，民用航空法遙控無人機專章，2019 年 8 月 14 日，<https://www.caa.gov.tw/Article.aspx?a=2194&lang=1>。

¹⁰民航局管理：400 呎以上、禁限航區、飛行場四週；直轄市（縣市政府）管理：400 呎以下，可至民航局空域查詢系統實施空域查詢。

管制之演習場域。

(二) 目獲暨目標辨識訓練：測量班於營區內路口、建築等處設立基準點，並完成標示及測地作業，可供 UAV 組以地圖或數位圖資實施座標指示或已知點轉移訓練，核對測地座標；另可於營區內針對應變部隊、主戰裝備、運輸載具、偽裝工事等實施戰場目標偵蒐及情資傳遞訓練，同時驗證部隊偽裝與無人機反制成效。

(三) 戰術區域勘查：藉本、外離島、作戰區反登陸作戰實彈射擊空域申請時機，操作無人機對敵進襲可能路線周遭兵要地形環境，如高大建築、顯著地物、河流、重要路口，影響飛行及通訊傳輸之高壓電塔、電纜等實施勘查，紀錄並建立飛行資料檔案；另外針對不同高度、距離等空中影像畫面，可拍照（錄影）並彙集成影像資料庫，供 UAV 組於駐地實施影像分析及地形、地物識別訓練。

(四) 防空部隊對抗演練：砲指部配賦目獲型無人機可藉無人機飛行訓練時，於營區內同步開設蜂眼雷達實施偵測與反偵測對抗演練，除可相互了解各別特性，制定具體作為，並可同時驗證部隊情報傳遞與無人機反制成效。

表 7 空中觀測課程設計規劃

課目名稱	課程內容		訓練時數
空中觀測程序 與要領	目標指示法	1.座標指示法 2.已知（參考）點轉移法	21 小時
	射擊要求及射彈修正報告	1.基準地線法 2.砲目線法	
	觀測模擬器訓練 （舊式）	1.地圖及衛照圖判讀 2.校正點選擇訓練 3.空中觀測射擊練習	35 小時
	觀測模擬器訓練 （新式）	1.執行飛行計畫（立即修正飛行計畫） 2.目標偵蒐及情資回傳 3.空中觀測射擊練習（含建立空間基準）	
空中觀測實彈 射擊	地面導控站開設及變換		14 小時
	空中觀測實彈訓練		
	地形、地物飛行識別		
	訓後檢討		
訓練對象	需通過無人機飛行操作及具備地面觀測職能之人員		
預期成效	經由原則講解、模擬器訓練及實彈射擊課程，使原已具備地面觀測職能之學員，獲得空中觀測技術，有利於單組或多組同步執行地面及空中觀測任務，減少技術協調、縮短作業時間。		

資料來源：作者自行彙整

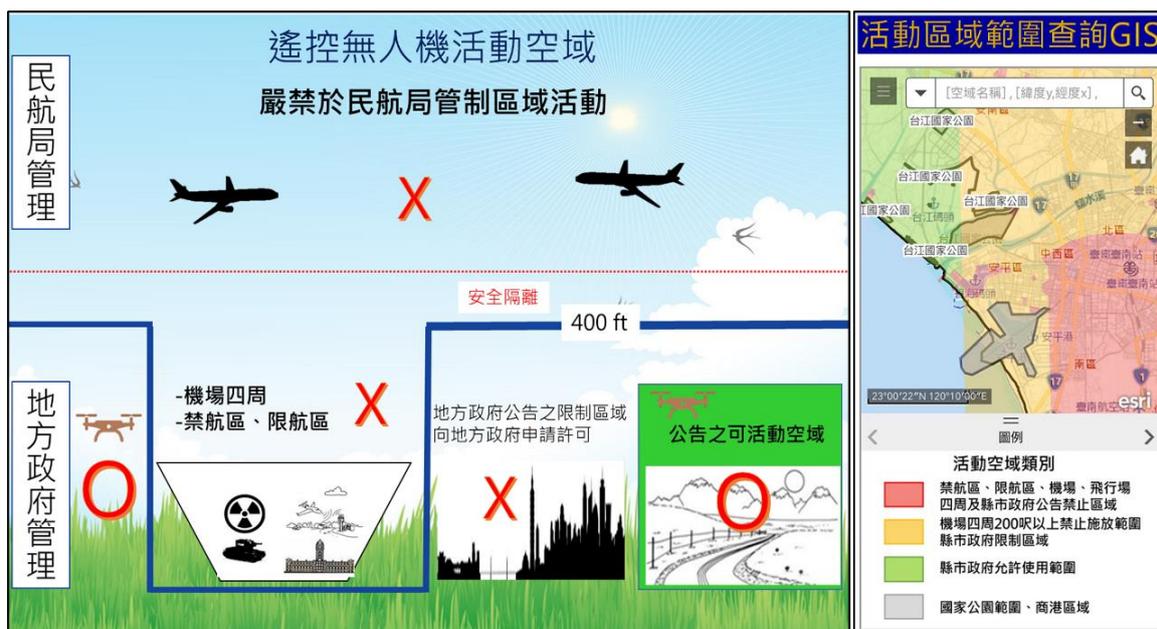


圖 22 無人機空域限制示意圖

資料來源：民用航空法遙控無人機專章及民航局空域查詢系統

三、第三階段 – 基地實彈測考

(一) 普測階段納入空中觀測學科鑑測，包含飛行計畫、空中觀測技術及目標影像識別等項目，鑑測對象為進訓單位營情報官、觀通組長、觀測士。

(二) 於營、連教練階段未實彈週次，實施目標區及地面導控站開設場地勘查；另進訓單位於未實彈週次可配合當週實彈射擊單位，完成目標區環場熟飛訓練。

(三) 實彈射擊週次則結合測考想定，驗證重點置於火協組空中偵察計畫及空域管制協調作為、飛行計畫（空偵航路與導控站部署規劃）是否適切可行、依空中觀測程序引導砲兵火力及射擊效果評鑑（如表 8）。

表 8 砲兵無人機基地測考訓測規劃

測考階段	週次	訓測規劃
普測	2	空中觀測學科鑑測（飛行計畫擬定、空中觀測技術及目標影像識別）
換裝訓練暨連教練	2	1.無人機針對訓場完成環場熟飛訓練。 2.配合連教練實彈射擊，以無人機目獲結合地面觀測射擊。
營教練	7	1.不實彈週次：目標區及地面導控站開設場地勘查，並完成目標區環場熟飛訓練。 2.實彈週次：配合火協組測考想定，驗證空偵計畫及空域管制協調作為、飛行計畫是否適切可行並以無人機引導砲兵火力執行空中觀測實彈射擊科目。
期末測驗	2	增設空中觀測實彈射擊科目，納入期末鑑測射擊效果成績。

資料來源：作者自行彙整

結論與建議

一、結論

「觀測」為引導砲兵火力最直接且最有效之手段，自從無人機大量運用於現代戰爭後，更是直接克服地障限制，如同烏克蘭士兵所言彷彿化身「空中之眼」般親臨敵陣，縮短了目標情報至打擊鏈之間的時間，提升對時間敏感性目標的攻擊效果，因此，依戰術型無人機「損小、效高」之特性發展執行擊殺鏈之通用作法，確實符合提升我軍不對稱作戰戰力增長所需條件（**戰力增長=低成本+快速技術升級週期+多面向的實務應用刺激**），¹¹然而在無人機構型與運用方式持續不斷改變情況下，實難以獲得應用於實際作戰之最佳方法與程序，且亦同步縮短了空中觀測技術發展週期，未來仍須廣泛蒐整各國發展現況及戰場投入結果，依據各型無人機能力及運用觀念，持續修正作業程序及相關技術，期能滿足作戰需求。

二、建議

（一）擴展學術交流管道：民間無人機產業發展蓬勃，農噴、植保、航拍等飛行技術相關資訊及觀念，相較軍方於平時使用無人機之環境更為開放，可為我軍參考，因此兵監應建立與民間無人機開發或運用單位學術交流之管道，蒐整教學研究資料，作為授課及準則修訂依據。

（二）發展輔助作業程式：本研究所擬無人機空中觀測輔助作業程式建立於純視覺理論基礎上，因此，適用於各式機型，並可簡化作業流程、降低誤差，待後續蒐整更多機型及實彈射擊場地相關參數確認無須修正後，建議將程式功能建置於陸軍指管系統相關功能內，供部隊訓練及實彈使用。

（三）影像情報專人專責：影像判讀為專業技術，在面對多方及大量影像情資時，更須經過專業訓練人員快速分析及處理，否則作戰時機稍縱即逝，為滿足作業能量，建議於作戰區（旅）火協增設影像情報士 1-2 員（須具備地面及空中觀測職能），協助處理空中影像識別、目標性質及關聯，提升情報準確性，縮短反應時間，快速執行擊殺鏈，並可為專業觀測士官經管之延伸。

（四）建構聯戰訓練機制：藉由兵監教育、駐地訓練及實彈測考所得經驗及成果，逐漸完備無人機戰術運用及技術修正，將驗測模式呈報國防部納入聯訓基地訓測要項，通過實戰化練兵和演習，磨練戰場偵蒐、指管、打擊之鏈路，檢驗聯合作戰無人機運用效能，提升實戰化訓練成效。

參考文獻

- 一、《ATP 3-09.30 Observed Fires》(Washington, DC, 2017 年 9 月 28 日)。
- 二、《陸軍野戰砲兵射擊指揮訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年

¹¹袁瑋呈、劉士豪，〈創新作戰概念研究—以「國家關鍵基礎設施防護—機場防禦」角度檢視反制「遊蕩式自殺無人機」具體作為〉《洞見與攻略》(臺北)，第 13 期，國防部，民國 111 年 3 月，頁 61。

10月30日)。

- 三、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 111 年 10 月 30 日)。
- 四、范薰彥，〈強化聯兵營戰術偵蒐效能－無人機飛行載具運用作為之研究〉《步兵季刊》(高雄)，陸軍步訓部，第 283 期，111 年 2 月。
- 五、袁瑋呈、劉士豪，〈創新作戰概念研究—以「國家關鍵基礎設施防護—機場防禦」角度檢視反制「遊蕩式自殺無人機」具體作為〉《洞見與攻略》(臺北)，第 13 期，國防部，民國 111 年 3 月。
- 六、<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw> 渡鴉式無人偵察機，2022 年 12 月 23 日。
- 七、CTWANT，俄烏戰爭/烏無人機發現俄軍陣地，展開反砲兵打擊接連轟炸(2023 年 5 月 10 日報導)，<https://youtu.be/284cbsbR49M?si=et1KrWN5cP0LfNKa>。
- 八、TVBS 新聞網，烏克蘭部隊高度無人機化改裝大疆無人機俄軍懼怕(2023 年 6 月 29 日報導)，<https://news.tvbs.com.tw/amp/world/2165793>。
- 九、百科知識中文網，〈<https://jendow.com.tw/wiki/無線圖傳>〉，2022 年 10 月 27 日。
- 十、中時新聞網，勞民傷財，烏克蘭每月損失 1 萬架無人機(2023 年 5 月 22 日報導)，<https://www.chinatimes.com/amp/realtimenews/20230522004840-260417>。
- 十一、自由時報，建立不對稱戰力，三軍採購 1779 架軍用商規無人機(2023 年 8 月 21 日報導)，<https://def.ltn.com.tw/amp/article/breakingnews/4413246>。
- 十二、自由時報，5 款軍用商規無人機量產將逾 3000 架，原型機 7 月底交機見真章(2023 年 3 月 10 日報導)，<https://def.ltn.com.tw/amp/news/politics/breakingnews/4235238>。
- 十三、民航局，《民用航空法遙控無人機專章》，2019 年 8 月 14 日，<https://www.caa.gov.tw/Article.aspx?a=2194&lang=1>。
- 十四、民航局，《遙控無人機術科測驗政策宣導影片》，2019 年 8 月 29 日，<https://www.toutube.com/@user-qp3oo6eb3k>。

作者簡介

林政諭少校，陸軍官校 93 年班機械系，歷任觀通組長、副連長、連長、參謀主任，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

策進作戰執行時砲兵火力計畫作為之省思

作者：蔡正章

提要

- 一、為使砲兵火力支持指揮官作戰企圖達成，砲兵火力運用與規劃，須能結合兵力部署與可用火力，依火力計畫作業程序，明確規範火力編組、目標分配與協調管制等事項，納入砲兵火力計畫內容並分發至管制單位，以作為計畫火力準備與管制之依據。
- 二、基於作戰期間的敵、我軍狀況高度不確定，且在時間緊迫及高強度作戰壓力下，如何以邏輯性思維，合理規劃當前已知資訊，以迅速產製完整的砲兵火力計畫，實為計畫火力發揚關鍵。
- 三、目前國軍陸軍部隊在砲兵火力計畫作業，多於計畫與準備階段，結合火力支援協調作業程序逐次發展，對作戰執行時如何因應決策程序，同步修訂或擬訂砲兵火力計畫，相關作業要項尚待釐清、整合，後續因應參謀作業實務與經驗累積，應朝向作業程序標準化，以降低出錯概率與減少作業時間。

關鍵詞：砲兵火力計畫作業程序、火力支援協調作業程序、高效益目標

前言

砲兵為地面火力骨幹，火力能否有效發揚，對作戰決策走向與戰爭成敗影響甚鉅。為使砲兵火力支持指揮官作戰企圖達成，砲兵火力運用與規劃，須能結合兵力部署與可用火力支援能量，依砲兵火力計畫作業程序，明確規範火力編組、目標分配、射擊時機（間）與協調管制等事項，納入計畫作業成果並分發至管制單位，以作為計畫火力準備與管制之依據。

考量「聯合國土防衛作戰」之地面火力需求，地面部隊於經常戰備時期，已先期完成計畫火力整備；即以敵軍可能行動之接近路線，或部隊演訓對抗的地形要點，律定火力攻擊優先順序，並完成砲兵火力計畫。進入防衛作戰時期，依據敵軍當前動態與對我之威脅，各級部隊須以既有計畫為基礎，結合實際戰況修訂砲兵火力計畫內容，或依據指揮官火力運用指導與作戰構想，重新研擬計畫作業成果，使砲兵計畫火力結合目標實際狀態。然作戰期間在敵、我軍狀況高度不確定、時間緊迫及高強度作戰壓力下，各項事物難以完整兼顧，可能出錯的環節愈發不可預測，如何以邏輯性思維，運用砲兵火力計畫作業程序，結合當前已知資訊，以迅速產製完整的砲兵火力計畫，實為計畫火力發揚關鍵。

砲兵火力計畫作業程序係參謀作業實務與經驗累積，藉由作業程序制式化，以減少出錯概率與作業時間；作業內容亦須結合武器裝備性能特點及部隊作戰

理論等同步發展，以因應戰場環境變化、戰鬥部隊火力需求與安全管制協調等一系列的挑戰。目前陸軍在《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》雖已規範砲兵火力計畫作業程序，然筆者於火協課程授課時，觀察到準則在程序內容之說明，對作戰執行階段時之砲兵火力計畫作業與決策程序相互關係，仍需進一步整合與定義；另砲兵火力計畫雖為火力支援計畫附件，然砲兵火力計畫、火力支援協調與目標處理等作業程序，相互作業鏈結關係，仍待釐清說明。以上內容，均需在原有準則基礎上深入研析作業內涵，以強化陸軍對火力支援協調進一步理解。故筆者基於火協教學心得與部隊演訓所見，提出對砲兵火力計畫作業後續策進建議，以作為部隊計畫作業與準則修訂參據。

砲兵火力計畫作業概述

砲兵火力在先期作業規劃時，應結合全程火力運用構想，與空中、海上及其它火力整合，於各個重要作戰節點，規劃可用地面支援火力，在指定時間、地點，對特定之敵軍目標遂行計畫火力打擊，並依戰況遂行臨機火力支援；其中計畫火力對戰場形勢影響較鉅（計畫與臨機火力差異比較，如表 1），指揮官可將其作為影響戰局的重要手段，藉由作戰指導下達，以立即可用之地面火力為主，要求所屬妥慎火力規劃與協調，以協力作戰任務達成。

表 1 計畫與臨機火力差異比較表

比較項目	計畫火力	臨機火力
執行準據	■ 砲兵火力計畫	■ 戰鬥間火力支援協調作業
火力規劃	■ 執行前完成射擊規劃與協調	■ 依當時戰況臨機協調
準備時間	■ 須於執行前完成計畫下發，狀況生效後即可執行	■ 臨機處置、儘速生效
目標分析	■ 經先期目標評估與分析，完成計畫性目標攻擊指導	■ 依下級目標報告，遂行目標分析與臨機性目標攻擊指導
火力指管 權責	■ 依計畫授權觀測、情蒐或權責部門，依狀況下達攻擊指令	■ 在無計畫狀況下，多採集權式下達攻擊指令
射擊方式	■ 表定射擊(依射擊時間表射擊) ■ 待命射擊(彈幕、目標群射擊)	■ 依要求射擊
射擊效果	■ 火力整合協調較佳，可發揮聯合火力綜效	■ 可及時應對目標，然個別零散火力，不易獲得重大戰果

資料來源：作者分析整理。

一、作業特點

計畫作業時應以系統化思維，基於作戰節奏快速、敵軍持續移動狀態下，採「邊打、邊看、邊想」，預判可能戰況發展，依據已知資訊及目標情報，由各級火協官（助理火協官）與砲兵指揮所，同步作業協調與目標確認後策訂，以確保

砲兵火力可支援作戰計畫遂行，俾利計畫火力協調管制，協力指揮官爭取戰場主動。依筆者所見，砲兵火力計畫作業須具備下列特點：

(一) 主動性：砲兵火力計畫作業須因應當前戰況與目標情報獲得能力，依據指揮官作戰指導、火力運用構想與火力支援要項等，採主動反制思維，規劃或修訂階段性計畫火力，以快速偵蒐目標情報、攻擊計畫目標與評估攻擊效果，俾以打亂敵軍作戰節奏，協助指揮官爭取戰場主動權、主導戰場情勢。

(二) 整合性：砲兵火力計畫作業須與作戰計畫結合，並依火力支援計畫要求規範，視目標位置、性質、大小與數量，規劃或修訂火力打擊方式、攻擊效果與管制協調等，使砲兵計畫火力能與其它火力相互協調，並整合安全管制作為，以發揮「1+1>2」的聯合火力效能。

(三) 適用性：戰場景況瞬息萬變，砲兵火力計畫作業須因應敵、我軍動態、火力需求及當前目標情報（性質、數量、位置及其它），及時修訂與完成火力分配、彈藥使用及管制作為，以適應實際作戰需求。

二、作業程序

砲兵火力計畫作業程序係基於火力支援要項，對分配由砲兵攻擊之目標，規劃射擊單位執行射擊任務的要求與管制，並將其納入火力計畫的具體過程。¹為使計畫內容組織有序，藉由作業程序、步驟安排，明確資訊掌握與分析重點，並將分析成果以圖、表與文字表述，以期建立計畫火力運用圖像(作業程序如圖 1)。

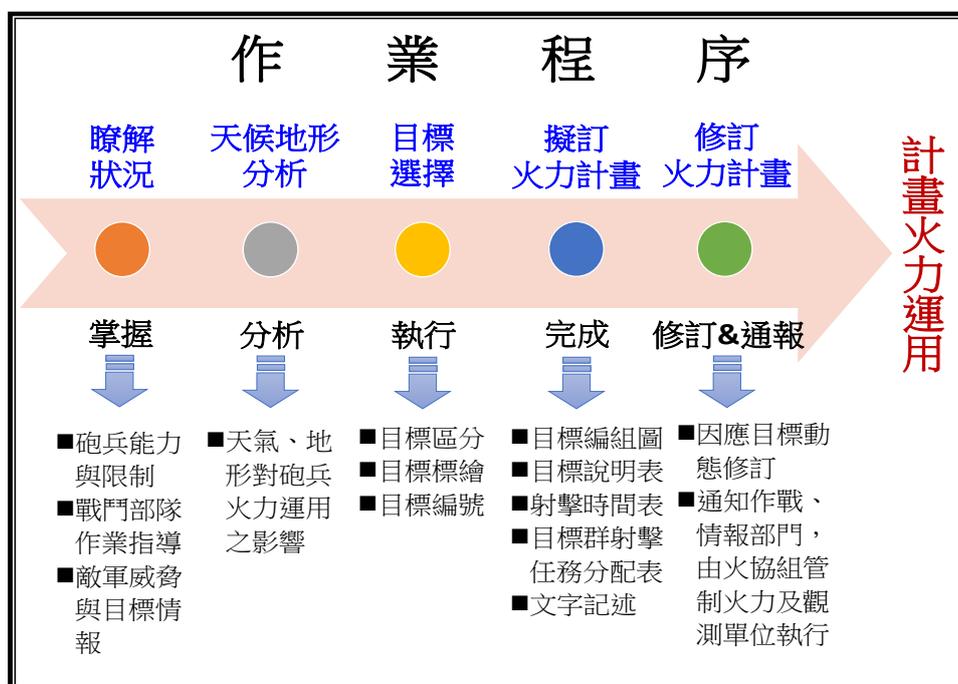


圖 1 砲兵火力計畫之計畫作業程序

資料來源：1.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-9~7-13 頁；
2.作者整理繪製。

¹《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-5 頁。

(一) 瞭解狀況：基於戰鬥部隊任務、指揮官決心、作戰指導、火力支援要項與目標處理作業指導等指參作業成果，考量現有砲兵支援能力及作戰限制等，並協調情報部門獲得當前敵軍威脅及目標情報資料表等。²此一作業強調持續狀況獲得，藉由情報、作戰、其它參謀作業組與下級火協組（前進觀測官）等，提供之戰場共同圖像，明瞭上級火力作業指導、下級火力支援需求，預劃砲兵計畫火力生效時機（間）、可用射擊單位、射擊時長等，以利射擊任務次數計算；又或掌握火力支援協調與安全管制要求等基礎作業資訊。前進觀測官則以掌握營級火協組作業指導及受支援連連長之要求為此時首要工作。³

(二) 天候、地形分析：運用戰場情報準備作業成果，分析天候、地形因素對砲兵部隊作戰之影響。⁴為使砲兵火力可涵蓋目標地區，作業時須以戰場情報準備作業成果為基礎，結合砲兵作戰特性，規劃觀測與射擊陣地概略區域，前一陣地至射擊陣地之概略路線、機動時間，目標所在位置之天氣與地形影響，及其它影響砲兵火力打擊要素，以明瞭計畫火力啟動前置準備時間與射擊準備事項。前進觀測官應以任務為基礎，運用目視或圖上偵察，儘可能掌握責任地區內敵軍動態或顯明地形、地物。⁵

(三) 目標選擇：火協組藉由參與指參作業與目標處理作業，評估所獲得之目標是否納入計畫火力攻擊，繼而完成目標標繪與編號賦予，以利火力計畫擬訂。⁶目標選擇為火力運用與規劃重點，旨在確認納入計畫火力打擊之目標（計畫目標）。基於已獲得之目標情報資料，以目標狀態（確定目標、可疑目標、可能目標與地形目標，如表 2）結合高效益目標（High Payoff Target, HPT）⁷之戰術優先，⁸依上級指定、主要作戰、協力作戰與情蒐部隊獲得之順序，實施目標標繪與編號賦予，並結合前述作業成果，擬訂「目標編組圖」草案。⁹前進觀測官基於作戰需求，在地形分析後，對責任地區之敵軍動態實施目標偵蒐，並記錄於「目標寫景圖」¹⁰與「觀測官情報記錄表」，¹¹以作為後續計畫作業參據。

2 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），7-9 頁。

3 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日），7-8~7-9 頁。

4 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），7-10 頁。

5 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日），7-9 頁。

6 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），7-10~7-12 頁。

7 高效益目標係我軍為達成任務，應摧毀之敵主要戰力，敵軍喪失此一目標後，將有助於我軍作戰任務達成。詳見：《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），附 1-6 頁。

8 戰術優先係依目標在任務執行時之對我軍威脅程度與攻擊後戰術效益，以 A、B、C、D 律定其優先等級，詳見：《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），3-20 頁。

9 此時目標編組圖雖已標繪目標、戰術圖形及安全管制措施等，然尚未確認是否編組目標群，故筆者仍以目標編組圖草案稱之。

10 目標寫景圖係作為目標指示與作業接替之重要作業成果，調製時應於圖上顯示基準點、檢驗點、集火目標、敵可能活動之地形要點與敵軍實際位置等，詳見：《野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：陸軍總司令部，民國 92 年 10 月 01 日），6-9~6-12 頁。

11 觀測官情報記錄表係觀測人員將獲得之目標，以何人、何時、何地、何事與為何等要項，簡明、扼要地記錄

表 2 目標狀態說明表

目標狀態	說明	備考
確定目標	凡經證實敵實際存在、活動、占領，或有確實位置、性質等資料，而對受支援部隊任務達成有妨礙之目標。	可依據所獲得之敵軍目標現況，結合目標選擇條件內之精度與監控時間，確認火力投射具體位置。
可疑目標	凡發現有敵人活動之地區，但其確切位置及性質，尚未獲得證實之目標。	通常運用敵俘、聲光測、砲擊報告等資料，研判有敵軍活動，然暫無目標具體位置，或不符目標選擇條件內之精度與監控時間要求，無法確認火力投射位置。
可能目標	乃基於對敵戰術之了解及地形之研判，就戰術上敵兵力部署之位置或敵可能出現之位置。	經敵可能行動研判後，若敵軍高效益目標部署於平坦、廣闊地區，且無明顯地形限制可判定具體位置時，可設置利害目標區，以利規劃火力運用。
地形目標	乃對任務達成有顯著利益或容易識別，可作為射擊基準點之顯明地形地物。	基於我軍行動方案，經地形與敵可能行動分析，為敵軍行動必經路線，且受地形限制之橋樑、隘口或其它地形等，可設置計畫目標以利火力先期標定作業。

資料來源：1.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，3-18~3-19 頁；
2.作者分析整理。

(四) 擬訂火力計畫：計畫作業人員依據我軍兵、火力運用，對攻擊指導表內分配由砲兵攻擊之計畫目標，擬訂砲兵火力計畫。¹²作業時依指揮官作戰指導、作戰部門要求，將上級指定攻擊目標及已確認之計畫目標，結合作戰階段、可用射擊任務次數及安全管制等，依目標攻擊指導，確認表定射擊與待命射擊任務分配，排定計畫火力射擊時間表，並完成文字說明；另防禦時可結合防禦陣地之工事阻絕及防護火網等，規劃計畫火力，以擴大射擊效果。若目標眾多，且對任務達成有立即妨礙者，可規劃目標群，遂行「同時彈著」射擊。¹³營級(含)以上於計畫作業時，可依「完成目標編組圖、填寫目標說明表、排定射擊時間表、完成目標群射擊任務分配表、完成文字記述」等步驟(作業成果如表 3)，初步擬訂砲兵火力計畫。其中，射擊時間表為砲兵火力射擊管制依據，於計畫擬訂後應與砲兵射擊指揮所協調確認可行性，並可藉由數據化系統輔助射擊時間表作業，以提升作業效率及作業精度。前進觀測官(連級)運用既有之作業成果，在受支

於本表，以作為目標情報資料回傳參據，詳見：《野戰砲兵觀測訓練教範》(桃園：陸軍總司令部，民國 92 年 10 月 01 日)，6-14~6-15 頁。

¹² 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-12 頁。

¹³ 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-56~7-60 頁。

援連連長指導下，對影響任務達成之目標，納入「目標說明表」內回報，必要可附目標編組圖，以利上級掌握當前目標動態。¹⁴

(五) 修訂火力計畫：如因目標情報、行動方案、火力支援手段、戰鬥支援方式及其它更改事項，致影響地面火力運用時，應協調修訂計畫火力，並將修訂成果通報相關單位。¹⁵此一作業仰賴持續狀況掌握，在計畫火力生效前，因應目標動態改變、新增計畫目標與其它不意狀況，須大幅度調整計畫火力規劃與配置時，即應召開計畫火力參謀作業協調會議，迅速協調作戰、情報、火協及其它部門共同配合。並在確認計畫火力運用後，將最新修訂之目標說明表、射擊時間表及其它所需資料，分發至上級火協組、砲兵射擊指揮所、第一線觀測所/前觀及其它部門，以確保支援火力效能有效發揚。前進觀測官獲得上級通知計畫修正後，即通知受支援連連長及相關人員，俾利作戰準備遂行。¹⁶

表 3 砲兵火力計畫作業成果

作業成果	目標編組圖	目標說明表	射擊時間表	目標群射擊任務分配表	文字記述
運用說明	用以完整呈現目標位置與分布狀況，以作為目標分析、火力規劃與分配之參據。	對目標資料作有次序排列的表格，以便對計畫目標定點、檢查與記錄。	用以規劃射擊單位預定之「射擊目標、射擊時間、彈藥種類與數量」，並分配待命射擊之目標。	指區域內，有兩個(含)以上目標，單一集中火力不能涵蓋時，將其計畫為目標群，分配射擊單位，依要求同時射擊(視狀況)。	用以完整說明計畫火力運用規劃與協調連絡規定，以確保砲兵火力能有效執行與協調連絡。

資料來源：1.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-14~7-36 頁；
2.作者分析整理。

作業與運用分析

基於上述說明，可明瞭砲兵計畫火力須在火力支援協調作業規範下，藉由目標處理作業成果，確認計畫攻擊目標並完成火力規劃作業；於作戰執行時，在指揮官作戰指導下，依現有目標情報，迅速執行或調整計畫火力，以支持作戰任務達成。為使砲兵火力計畫作業成果符合作戰實需，應將砲兵火力計畫作業與運用有關因素納入檢討分析，藉以提升聯合火力作業整體效能。

一、與火力支援協調之作業關係

火力支援計畫為砲兵火力計畫的上層指導，於計畫作業階段，火力支援協調作業以邏輯性作業思維，整合地面、海上及空中等火力支援單位，據以發展火力

14 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日)，7-12~7-13 頁。

15 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-13~7-14 頁。

16 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日)，7-12~7-13 頁。

支援計畫與附錄計畫（砲兵、海軍艦砲及空中火力計畫）。¹⁷故火力支援協調作業基於敵可能行動與我軍行動方案，對作戰全程規劃聯合火力支援協調作為，強調聯合火力之分配與整合，並提供砲兵火力計畫作業指導；砲兵火力計畫作業在上級火力作業指導下，以敵、我軍實際戰況為基礎，著重砲兵計畫火力分配與執行，以高效益目標為重點打擊對象，並能支持第一線火力支援需求。目前陸軍在經常戰備時期之計畫與準備階段，即以敵可能行動與我軍行動方案，完成相應之火力支援與砲兵火力計畫成果；然火力支援與砲兵火力計畫作業資訊所需精度不同，如何避免防衛作戰時期，於作戰執行時之目標情報與原有計畫差異過大，或減少砲兵火力計畫無效作業，應律定具體作業方向。（差異比較，如表 4）

表 4 火力支援協調與砲兵火力計畫作業差異比較表

作業程序	計畫作業內容			分析說明
	作業基礎	資源調配	協調作業	
火力支援協調作業程序	<ul style="list-style-type: none"> ■敵可能行動 ■我軍行動方案 	聯合火力分配	聯合火力協調	產製上層火力運用指導，據以指導及規範各火力計畫。計畫成果涵蓋面廣、作業彈性大。
砲兵火力計畫作業程序	<ul style="list-style-type: none"> ■火力支援計畫成果 ■敵、我軍實際動態與目標情報 	砲兵火力分配	砲兵火力執行	依作戰需求與已知地形目標，可結合火力支援協調作業程序，同步規劃計畫火力；若原計畫成果與目標情報差異過大，則應重啟計畫作業。計畫成果內容具體、彈性小。

資料來源：作者分析整理。

二、與目標處理之作業整合

目標處理作業自受領任務後即行開始，並持續於作戰全過程遂行「選擇高效益目標、偵蒐目標情報、攻擊高效益目標及評估攻擊效果」之作為，¹⁸重點在尋求高效益目標之獲得與處置作業。砲兵任務為「密切支援、縱深戰鬥與反火力戰」，¹⁹規劃火力運用時，對戰術上具有決定性影響之目標，亦需以最有效之攻擊手段，獲致所望射擊效果，²⁰藉以支援作戰行動與協力形塑戰場。不論目標處理作業，亦或砲兵計畫火力運用，對具備一定戰術價值之目標，均強調優先攻擊與火力重點，然砲兵火力計畫作業程序之「目標選擇」，僅說明目標狀態與高效益目標之戰術優先，在作戰節奏快速、可用時間緊迫，須在大量目標情資內篩選

17 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），5-1~5-21 頁。

18 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），3-3~3-5 頁。

19 《陸軍野戰砲兵營、連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 4 月 13 日），1-4~1-5 頁。

20 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），7-3 頁。

計畫攻擊目標，如何運用高效益目標表、攻擊指導表等，快速篩選目標情報、彙整攻擊目標清單，實為作業整合關鍵。故應依目標狀態與戰術優先等級判定基礎，建立高效益目標與砲兵計畫火力之「目標選擇作業整合流程」，俾利攻擊目標匯整，使砲兵計畫火力可結合高效益目標攻擊之作為。(目標處理與砲兵火力計畫作業分析，如表 5)

表 5 目標處理作業與砲兵火力計畫作業分析作業表

作業程序	作業步驟			
目標處理 作業程序	選擇 高效益目標	偵蒐 目標情報	攻擊 高效益目標	評估 攻擊效果
砲兵火力計 畫作業程序	<ul style="list-style-type: none"> ■瞭解狀況 ■天候、地形 分析 	目標選擇		<ul style="list-style-type: none"> ■擬訂火力計畫 ■修訂火力計畫
分析說明	<ul style="list-style-type: none"> ■「偵蒐目標情報」以情報偵蒐與目標分析為主；「目標選擇」則在上述基礎，對目標情報實施目標區分、標繪與綜整，建立攻擊目標清單。 ■砲兵火力計畫在作戰節奏快速、可用時間緊迫，須在大量目標情資內篩選計畫攻擊目標，如何快速篩選目標情報、彙整攻擊目標清單，實為作業整合關鍵。 			

資料來源：作者分析整理。

三、於作戰執行之運用指導

作戰執行係指揮官下達決心與作戰指導，參謀與所屬部隊據以採取諸般手段，將作戰計畫之兵、火力運用及其它作為，轉化為具體作戰行動，達成作戰任務之過程。²¹砲兵、迫砲火力為扭轉戰局的重要手段之一，戰鬥部隊指揮官可藉由作戰指導下達，指導火協組運用砲兵火力計畫作業，統一規劃所轄砲兵與迫砲火力，使其能依指揮官指導，適時攻擊所望目標、發揮火力效能，以支援作戰任務達成。²²基此，在作戰執行時，火協組應基於敵、我軍當前動態，對此一作戰階段，持續修訂與管制執行既有之砲兵火力計畫；另結合執行階段決策程序，針對後續或次一作戰階段，基於既有之火力支援計畫作業成果，依全程火力運用構想，及指揮官作戰指導內有關火力運用要求等規範，遂行次一作戰階段之砲兵火力計畫作業，俾作為火力支援協調依據，有利計畫火力效能持續發揚。然現行砲兵火力計畫作業程序僅著重作業內容，如何在現有作業準則規範內，配合決策程序之作業指導與要求，同步規劃次一作戰階段砲兵計畫火力，實為火協組在作戰

21 《陸軍指揮參謀組織與作業教範(第三冊)》(桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)，2-4-110 頁。

22 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-9 頁。

執行階段時，火力支援協調與火力運用之重要作業考量。(執行階段之決策程序與砲兵火力計畫作業分析，如表 6)

表 6 執行階段之決策程序與砲兵火力計畫作業分析作業表

作業程序	作業步驟		
執行階段之決策程序	瞭解當前狀況與預期之差異、決定採取何種決心類型與行動、修訂行動方案、確認行動方案與下達作戰指導		頒布作戰命令
砲兵火力計畫作業程序	瞭解狀況 (含天候地形分析)	目標選擇	擬訂火力計畫 修訂火力計畫
分析說明	<ul style="list-style-type: none"> ■ 兩者在程序上並無明確作業區隔，然決策程序在指揮官下達次一階段「作戰指導」後，始啟動砲兵火力計畫作業之「目標選擇」與後續計畫作業程序。 ■ 砲兵火力計畫作業程序如何配合決策程序之作業指導與要求，同步規劃次一作戰階段砲兵計畫火力，實為火協組在作戰執行階段重要作業考量。 		

資料來源：作者分析整理。

策進作戰執行階段之砲兵計畫性火力作業之芻議

一、結合目標狀態，律定計畫成果

為使砲兵火力計畫作業簡明有序，各階段作業成果應結合作戰階段與作業程序，依目標狀態（確定、可能、可疑與地形目標）發展具體作業內容。其中，目標狀態係以目標情報成果（目標經偵蒐、證實，可滿足目標選擇條件），或基於戰術運用需求（對戰術任務達成有顯著利益之地形），可否支持與確認砲兵火力投射地區，作為確定、可疑、可能與地形目標之界定標準。於計畫與準備階段，在上級或指揮官指導下，結合我軍支援能力與作戰需求，依據火力支援協調作業程序各步驟要求，產製火力支援計畫與附件成果（含砲兵火力計畫）。計畫作業時，基於高效益目標預判之部署區域與接近路線，可選定適切地點納為「地形目標」、賦予目標編號，完成砲兵火力計畫；無法判定具體位置即納為「可能目標」，設置為利害目標區（Target Area of Interest, TAI），²³續由情報部門建立指定偵察區（Name Area of Interest, NAI），²⁴納入情蒐要項由偵搜部隊持續蒐報。於

23 利害目標區通常指部隊指揮官運用兵、火力支援的地區或地點，亦為適合攻擊高效益目標的位置。詳見：《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），附 1-6 頁。

24 指定偵察區係用於肯定或否定敵可能行動之徵候，通常為沿著接近路線或機動走廊的要點或區域、道路等。詳見：《陸軍野戰情報教則(第二版)》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日），附 1-5 頁。

作戰執行階段，情蒐人員獲得目標情報後，由情報部門分析、記錄於「目標情報資料表」，由火協組進行後續作業；或由第一線前進觀測官依部隊長指導，綜整當前目標完成「目標說明表」填寫，呈報營級火協組進行後續計畫作業。上述目標情報經火協組實施「目標選擇」作業，對規劃由砲兵火力攻擊之目標，依「目標選擇條件表」之目標精度需求與監控時間，²⁵區分為「確定目標」與「可疑目標」，以利後續砲兵火力計畫修訂。(如圖 2 所示)

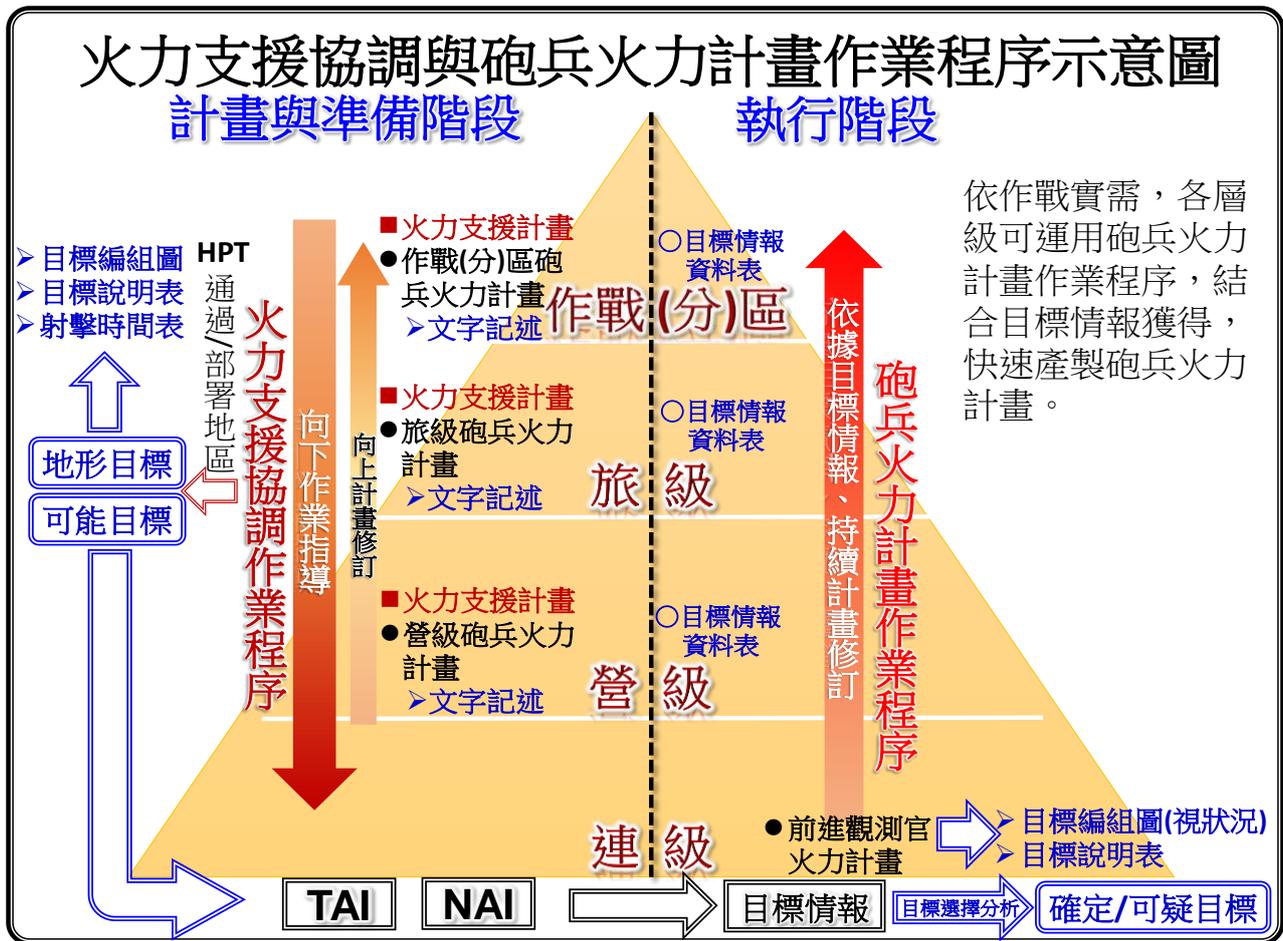


圖 2 火力支援協調與砲兵火力計畫作業程序示意圖

資料來源：1.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-36~7-54 頁；
2.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日)，7-7~7-14 頁；3.作者整理繪製。

二、整合目標選擇，標準作業流程

為確保目標有序選擇、可用火力發揮最大效能，應依指揮官作戰指導與目標處理作業成果（高效益目標表、目標選擇條件表與攻擊指導表等），建立目標選擇作業流程。在瞭解狀況與天氣、地形分析成果後，對已偵獲之目標情報資料，評估現有與新增目標是否滿足高效益目標與目標選擇條件要求，確認攻擊目標

²⁵ 目標精度與監控時間需求，係配合武器系統之性能而定，於目標選擇作業與攻擊前均須再次確認，以確保攻擊精準有效。詳見：《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，3-1 1 頁。

清單，以利火力計畫擬訂。其中，對現有目標之一般目標、可疑目標及攻擊後目標，再次確認有無因戰況改變、最新目標情資獲得或作戰階段轉換，須檢討再次納入攻擊目標清單；對新增目標即進行目標價值分析與目標選擇條件分析，找出具備戰術價值且符合砲兵攻擊條件之目標，綜合上述現有與新增目標，實施目標標繪與目標編號賦予，綜整攻擊目標清單。(如圖 3 所示) 另面對短時間內獲得之眾多目標情資，除運用標準化作業，加速目標選擇流程外，另可運用數據化系統，蒐整、篩選與新增目標資訊，縮短人工作業所需時間。

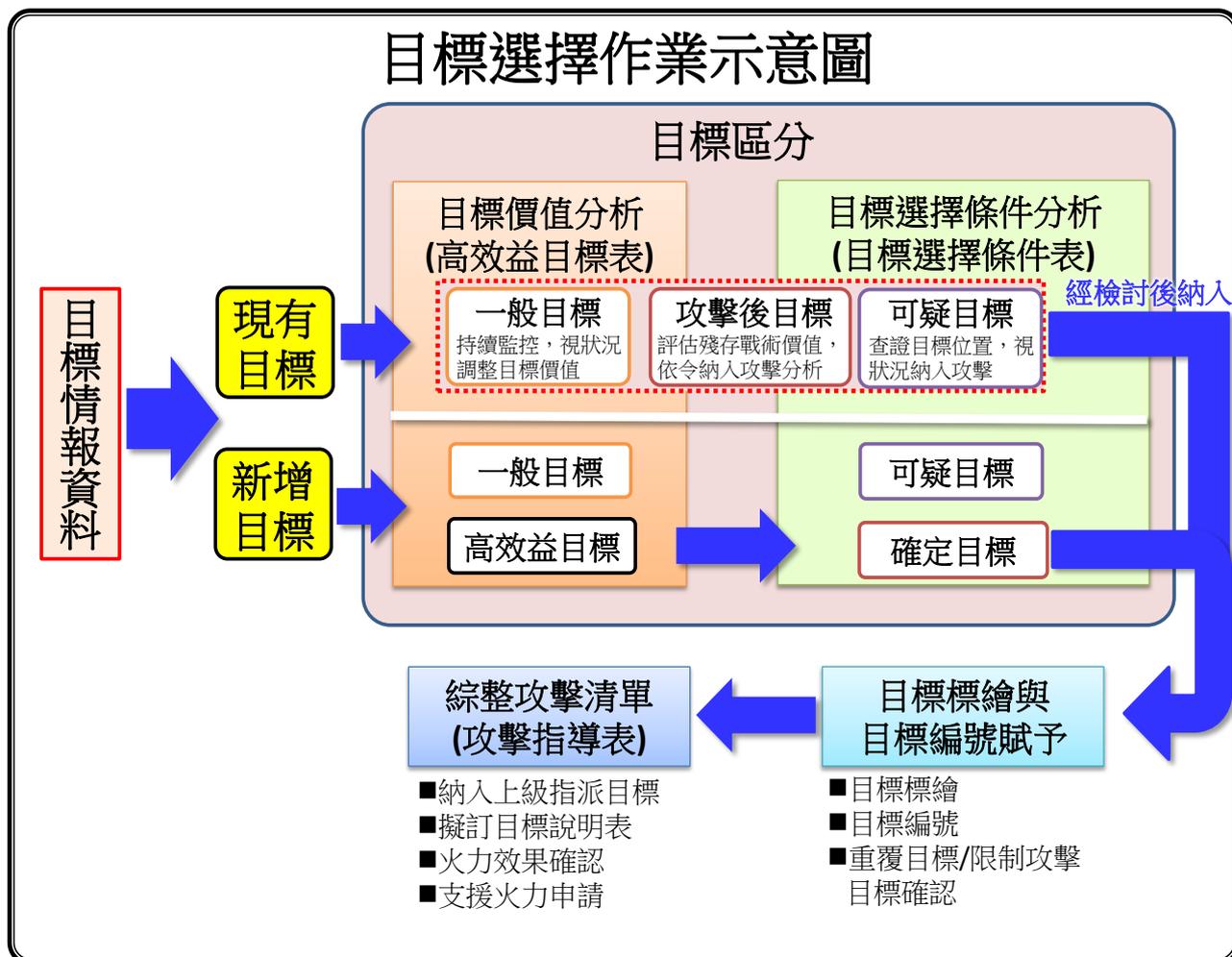


圖 3 目標選擇作業示意圖

資料來源：1.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日)，7-10~7-12 頁；2.作者整理繪製。

三、同步作戰決策，規範作業要項

砲兵火力計畫作業程序以處理立即性戰術性火力需求為主，應結合執行階段決策程序同步作業，以協助指揮官形塑戰場局勢。火協組於作戰執行時，除管制計畫火力執行外，並需隨時掌握戰場局勢，持續戰鬥間火協作業與提出目標情報需求。另結合定期與不定期作戰會議召開，依當前戰場情勢、敵可能行動與我軍行動方案，基於作戰任務之火力運用需求，提供火力運用意見具申；在指揮官

下達決心與作戰指導後，即運用砲兵火力計畫作業程序，選定符合作戰規劃之攻擊目標，擬訂次一作戰階段火力計畫，並結合最新目標情資持續修訂。然於作戰期間，可用於目標分析的時間有限，除運用即有之計畫作業與目標分析成果外，另應配合決策程序之要求，結合既有作業要項，迅速確認攻擊目標、分配攻擊手段、規劃攻擊時序，及確認所需情資，並將相關計畫分發至相關單位，俾利計畫火力可支持作戰任務遂行。(如圖 4 所示)

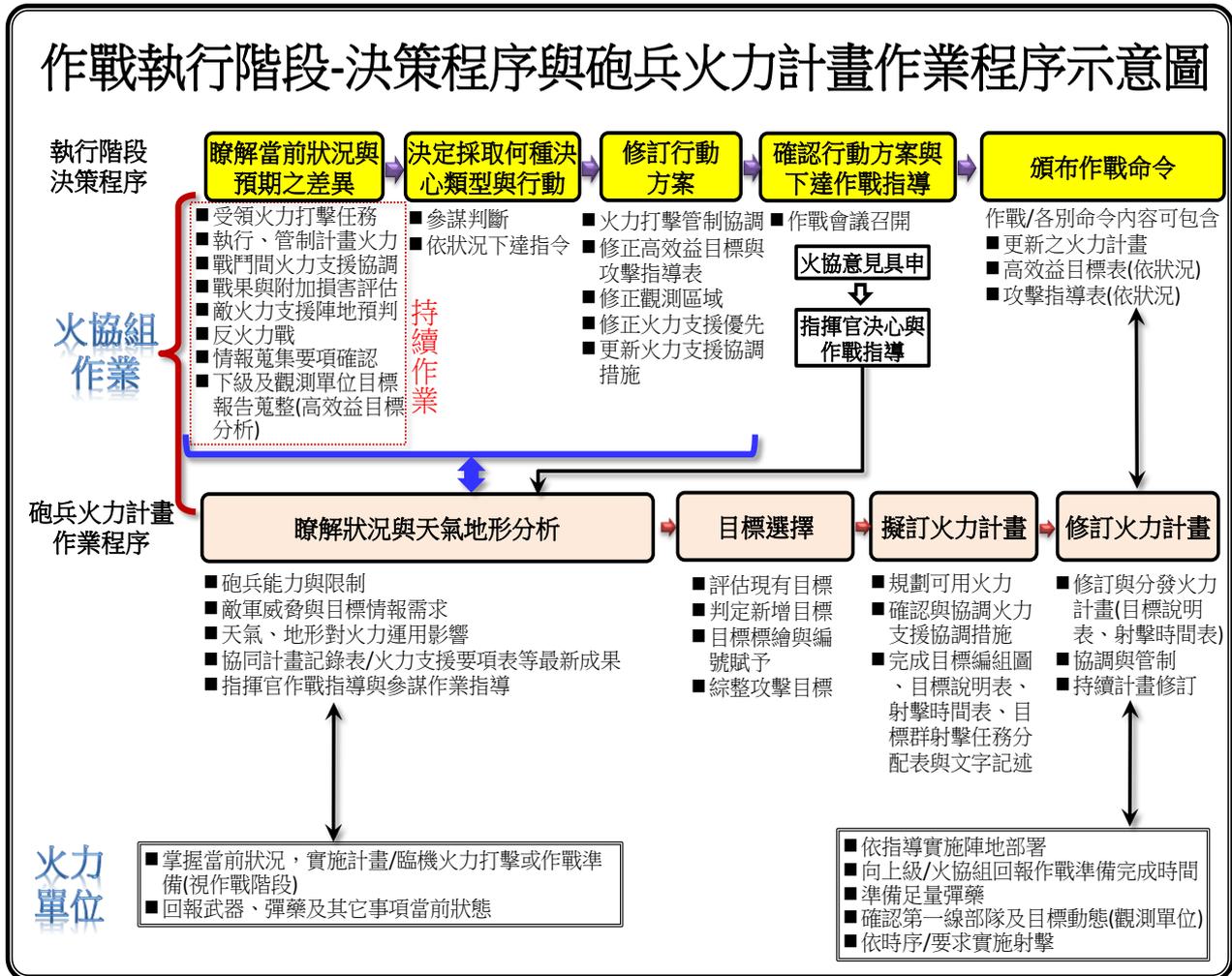


圖 4 作戰執行階段 - 火協作業程序關係示意圖

資料來源：1.《陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三冊）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日），2-4-117~2-4-123 頁；2.《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），7-9~7-13 頁；3.作者整理繪製。

結語

有效規劃與運用砲兵火力，對形塑戰場局勢、維護防禦地區完整與提供持續火力支援至關重要。在作戰環境益發複雜、武器效能與數據系統不斷進步的當下，更加劇對砲兵火力效能與精準性的要求，亦對計畫作業有著更高的標準。在既有火力支援協調作業程序，「以快制快」、「周密協調」之聯合火力打擊效能要求下，戰時指揮官對火力運用的指導，及戰場上眾多的目標情資，如何引導砲兵火力計畫修正作業，或在短時間內重新發展砲兵火力計畫，以利計畫火力管制運

用，均為當前須釐清之爭議。本研究依據現有火力支援協調作業程序、目標處理作業程序與決策程序等內容，對作戰執行時之火力計畫作業程序如何鏈結整合，提供另一種計畫作業整合思維，期能有助於砲兵火力計畫擬訂、協調與管制作業，以利指揮官火力運用決心下達，進而爭取作戰優勢。

參考文獻

- 一、《陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三冊）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日）。
- 二、《陸軍野戰情報教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 1 日）。
- 三、《陸軍野戰砲兵營、連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 4 月 13 日）。
- 四、《野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：陸軍總司令部，民國 92 年 10 月 01 日）
- 五、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日）。
- 六、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 95 年 11 月 29 日）。

作者簡介

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

運用 Trimble S9 測距經緯儀精進方格統一計算之具體作為

作者：李孟儒

提要

- 一、測地作業在無法及時獲得精確測地開始點資料時，僅能以地圖與現地對照、R2 衛星接收儀及自行假設諸元方式使用開始作業，俟獲得真諸元後再行方格統一。
- 二、方格統一可使用計算法（對數表、電算機），惟使用對數表計算時，較費時費力；電算機作業迅速，只要不發生輸入錯誤，其精度較佳，故方格統一時，應考慮當時狀況適宜選擇。
- 三、Trimble S9 測距經緯儀為國軍近年獲得之先進裝備，可提供便捷及高精度的測量作業，在一般作業中，配合各種測量方法，能提供多元化的作業模式，以應用於各階層的測地任務。
- 四、筆者觀察現行方格統一計算方式較為複雜，計算耗時且正確率不穩定，如能運用 Trimble S9 內部計算軟體輔助執行方格統一計算，其程序簡單與正確率特性，可使成果計算更佳及多元化。

關鍵詞：方格統一、Trimble S9 測距經緯儀、座標測量、座標轉換

前言

資訊突飛猛進及現代科技日新月異，定位定向系統實施砲兵營、連測地作業，為國軍砲兵測地作業主流，然而單位有可能發生定位定向系統故障的狀況，導致須改採傳統作業方式實施測地。

砲兵戰術運用常以一砲兵連（排）直接支援營級戰鬥部隊遂行獨立作戰，其測地作業由其測量班以無定位定向系統作業方式實施；在無法及時獲得精確之測地開始點之資料時，僅能以地圖與現地對照、R2 衛星接收儀及自行假設諸元方式使用開始作業，俟獲得真諸元後再行方格統一，以利將各點諸元納入統一坐標系統，目前基地鑑測仍列為測量班必測項目之一。

筆者長期從事測地教學工作，為精進方格統一方法及簡化計算之程序，針對方格統一現行作法提出個人檢討與見解，創新提出精進與具體作為，並利用客觀之實驗法驗證其精度，本研究架構如圖 1 所示。

現行方格統一作業方式與探討

砲兵測地開始點常以地圖現地對照、R2 衛星接收儀及自行假設方式獲得，方位則以經磁偏校正後之方向盤量取後，立即實施測地作業並完成成果計算，俟上級賦予測地開始點統制諸元後，則須藉方格統一手段，使成果納入統一坐標系統，其原理、時機及方式分述如次。

一、方格統一時機

當下級部隊假設諸元與上級賦予之統制諸元，其差值超過下列範圍時，應行方格統一（表 1）。¹

二、現行方格統一方式

方格統一可使用計算法（對數表、電算機），惟使用對數表計算時，較費時間，亦可能計算錯誤；後者作業迅速，只要不發生輸入錯誤，其精度較佳。故方格統一時，應考慮當時狀況適宜選擇其中一種或兩種併用之，現僅就現行使用方式實施探討，分述如次。

（一）計算法

1. 標高統一

先將統制點之統一標高，減去該點之假設標高，求得標高修正量，再將所有以假設標高為準而求得之各點標高，加（減）標高修正量，即為各點之統一標高。例如：某砲兵營之測地統制點假設標高為 40 公尺，依據統制點假設標高求得檢驗點之標高為 43 公尺。上級賦予該營統制點標高為 36 公尺。現以範例說明：

（1）計算標高修正量： $36 - 40 = -4$ 公尺。

（2）修正檢驗點為統一標高： $43 + (-4) = 39$ 公尺。

2. 方格統一

（1）方位相同、座標不同之統一

若上級賦予之統一方位角與假設方位角相同，僅兩者座標不一致時，可自統制點之統一座標減去該點之假設座標，求得縱橫座標之修正量後，將所有以假設座標為準而求得之各點座標加（減）座標修正量，即得各點之統一座標。此法僅改換座標軸之位置與高度，故可稱為「方格平移」，將所有以假設座標為基準而求得之各點（如：檢驗點 ⊕、觀測所 O、陣地 G）座標加該修正量，即得各點之統一座標，計算原理示意（圖 2）。

（2）方位、座標均不同之統一

當假設與上級賦予之方位、座標均不同時，其各點之座標修正量並非為一常數，不僅須將方格平移，使各點座標一致外，並須藉旋轉修正因方位不同，而產生之位移，現行方格統一原理，乃藉測地統制點（SCP）及檢驗點（⊕）之假設座標，以方位角距離計算方式，求算兩點間之假設方位角及距離，再將假設方位角再加上方位角修正量經座標計算後，此時座標系統即旋轉至統一之座標系統中，故轉換成統一後之座標如圖 3，方格統一計算表範例如表 2。²

1 《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），頁 9-721。

2 如註 1，頁 9-726。

(二) 電算機

使用電算機實施計算，需進入野戰砲兵進入各項測地程式畫面（圖 4），並依序點選方格統一（坐標統一計算）程式（圖 5），進入程式計算畫面，依序輸入 1-11 項（圖 6），³並點選計算即可得到計算結果（圖 7）。

三、現行方格統一方式檢討

依筆者教學及駐地督訪等任務發現，其存在許多限制與不便，檢討如次。

(一) 計算程序較繁瑣：計算法其程序稍嫌繁瑣，不利初學者學習。

(二) 易發生計算錯誤：計算法及電算機執行方格統一之過程中容易因計算及輸入錯誤而造成成果錯誤。

(三) 耗費時間：計算及前置準備時間較長，每次僅能實施一筆資料成果計算。

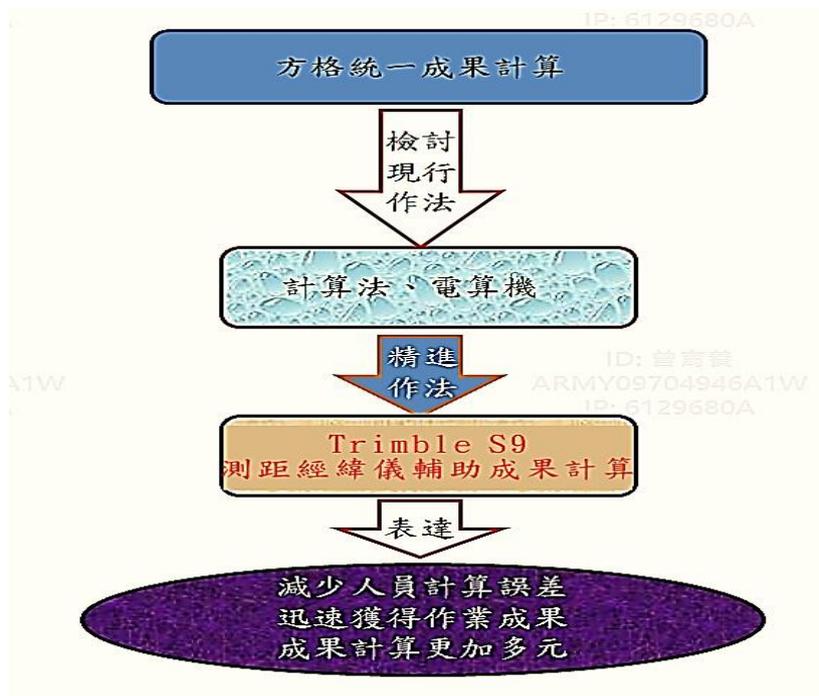


圖 1 研究架構圖

資料來源：作者自繪

表 1 方格統一差值範圍

區分	軍團砲兵、砲兵營	砲兵連（排）
座標	±5 公尺	±10 公尺
標高	±1 公尺	±2 公尺
方位角	±1 分	±2 密位

資料來源：1.《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），頁 9-721。2. 作者整理繪製。

³ 如註 1，頁 9-732、733。

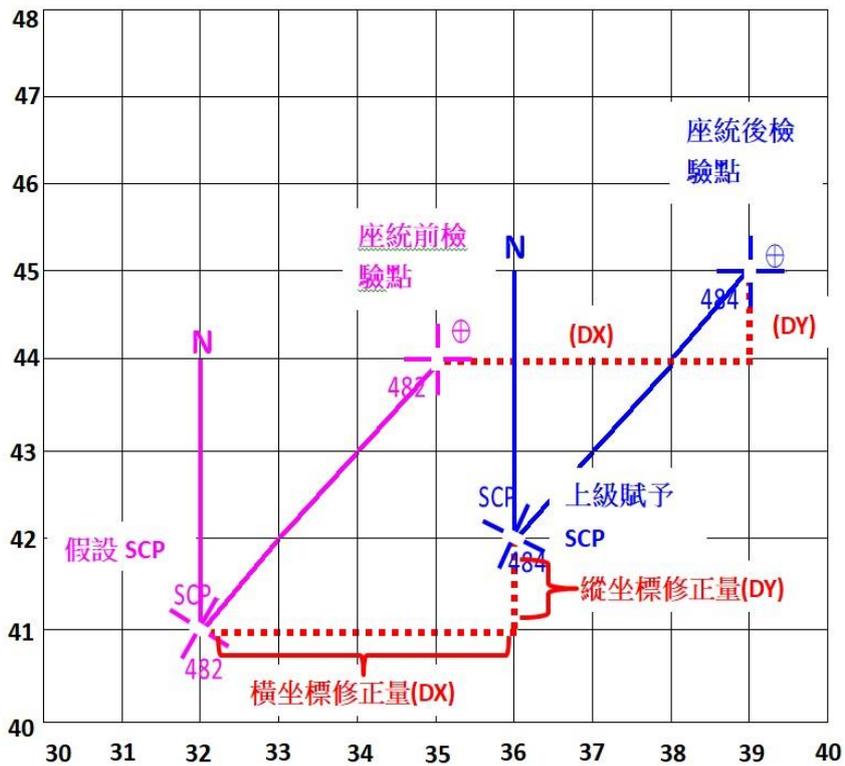


圖 2 方格平移示意圖

資料來源：作者自繪

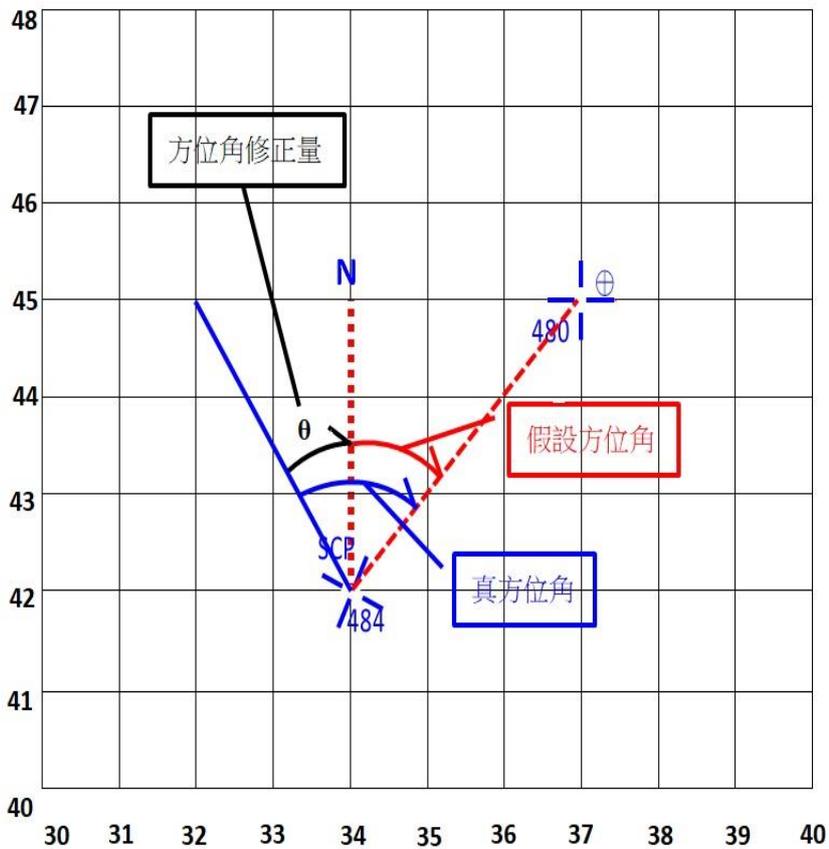


圖 3 方位、座標均不同轉換示意圖

資料來源：作者自繪

表 2 方格統一計算範例

方 格 統 一 計 算 表

第 1 頁共 1 頁 計算者：張德功 校核者：李得勝

1.求方位角及標高修正量			
統制點之統一方位角	400°	統一標高	45
統制點之假設方位角	-380°	假設標高	-50
方位角修正量	+20°	標高修正量	-5
2.以假設座標求出假設方位角及距離對數			
求點⊕假設座標=X 28316 Y 34815			
-X 24756 Y 32452			
DX⊕3560 DY⊕2363			
LDX	3.55145	DX 大於 DY 時	DX 小於 DY 時
LDY	3.37346	LDX	3.55145
LTan α	0.17799	Lsin α	9.92070
求點假設方位角	1003°	距離對數	3.63075
3.求統一方位角及標高			
假設方位角	1003°	假設標高	47
方位修正量	+20°	標高修正量	-5
統一方位角	1023°	統一標高	42
4.以統一方位角距離對數求統一座標差			
距離對數	3.63075	距離對數	3.63075
LSin 統一方位角	+9.92624	LCos 統一方位角	+9.72970
LDX	3.55699	LDY	3.36045
5.求統一座標			
統制點之統一座標	26742.00	31851.00	
座標差	⊕ 3605.70	⊕ 2293.24	
求點(⊕)之統一座標	30347.70	34144.24	
求點(⊕)之座標標高			
X=30347.71 Y=34143.65 H=42.00 			

年 月 日

資料來源：1.《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)，頁 9-726。2.作者整理繪製。



圖 4 測地程式畫面圖



圖 5 方格統一程式圖



請先填入上方各欄位數值，按下計算後，結果將顯示於此

圖 6 輸入順序圖



正確求點坐標、標高(x,y,h)=(30347.71, 34143.65, 42.00)

圖 7 方格統一計算結果圖

資料來源：圖 4 至圖 6 參考製作來源《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），頁 9-732、733。

Trimble S9 測距經緯儀執行方格統一作業要領

砲兵獲得新式裝備換裝後，Trimble S9 其硬碟容量達 1G，資料輸出具 RS232、USB 傳輸介面等，各項軟體如座標測量、方位角計算、後方交會、自由測站及幾何計算等多種程式功能強大，可立即將現地作業資料儲存，且可依使用者需求選用多種軟體執行成果計算，使未來砲兵方格統一計算更加多元化，作業原理、作業所需器材、操作程序、分析比較與注意事項，分述如次。

一、作業原理

選擇適當的映象函數 (Mapping Function) 即適當的控制點 (Control Point) 來建立兩座標系間之轉換關係，亦即先藉控制點之座標值映像函數方程式，並求

解方程式中轉換係數（參數），⁴利用求解所得轉換參數，逐點將代轉換點座標代入映像函數，完成座標轉換。

（一）映像函數： $u=a \cdot x+b \cdot y+c \rightarrow$ （a.b.c.d 轉換係數）

$$v=-b \cdot x+a \cdot y+d$$

（二）控制點座標值： $(X_i, Y_i), (U_i, V_i); i=1, n$

（三）求解 a.b.c.d 轉換係數

常用之映像函數（數學模式），區分線性轉換及非線性轉換，下列僅敘述與砲兵相關之轉換：

（一）Helmert 轉換（四參數轉換）⁵

$$\text{映像函數：} u=\lambda \cdot \cos \theta \cdot x+\lambda \cdot \sin \theta \cdot y+x_0$$

$$v=-\lambda \cdot \sin \theta \cdot x+\lambda \cdot \cos \theta \cdot y+y_0$$

矩陣表示式

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} +=\lambda \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix}$$

四參數（非線性參數）

（二）水平平差座標系統：現地觀測資料、基準轉換和地圖投影匯出的 NE 值之間的差異。執行不加權的平面水準最小二乘平差完成。但在只有一點的情況下，平移參數只是兩個調整值之間向量的東分量和北分量。

（三）計算水平平差採用簡單的四參數轉換（圖 8）。這將解算座標對之間的兩個平移（ $\Delta N, \Delta E$ ），一個旋轉（ ϕ ）和一個比例係數 k。

兩個座標系統之間的幾何分佈產生兩種轉換等式：

$$\bullet N' = aN + bE + \Delta N$$

$$\bullet E' = -bN + aE + \Delta E$$

式中： $a = k \cos \phi$ ， $b = k \sin \phi$ ，它們用來簡化矩陣的表達， ΔN 和 ΔE 表示 N 和 E 系統中 N' 和 E' 軸的移位。兩個座標系統的公共點用於最小二乘平差，以解算四個未知參數（a, b, ΔE 和 ΔN ）。一經確定了 a 和 b 的估算值，兩個系統之間的旋轉和比例便可按照如下計算：

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{a}{b} \right) \quad \text{and } k = \sqrt{a^2 + b^2}$$

（二）垂直平差⁶

4 李良輝、黃明哲（補充整理），《誤差理論與測量平差講義》（臺南：嘉南藥理大學測量製圖學分班，2013 年 1 月），頁 3。

5 同註 4，頁 4。

6 同註 4，頁 9。

二、作業所需器材

Trimble S9 測距經緯儀、雷射標定板反射箔片目標、物鏡防雨罩、濾光鏡、攜行箱、360 度稜鏡（2 米測桿含袋及雙叉支架含袋）、單稜鏡（4 米測桿含袋及雙叉支架含袋）、木質三腳架、野戰背包。

三、作業執行構想

使用 Trimble S9 測距經緯儀完成「座標測量」後，搭配 Trimble Access 軟體程式中幾何計算的座標轉換，⁷可達快速轉換完成方格統一，如後操作程序述之。

四、操作程序（表 3、表 4）

測量現地作業使用自行假設 SCP1（X:34343.43, Y:45454.54, H:121.21）P 點方位角 1242° 實施座標測量，⁸並以假設諸元測得 T1（X:31961.35, Y:44785.89, H:144.28），其操作要領如表 3 所示。

此平差需要已測的高度和控制高程。在一點情況下，平差只包括固定高度移位。對於兩個或多個點，也計算東和北的傾斜度。

斜面參數由解算矩陣等式確定： $AX = B$

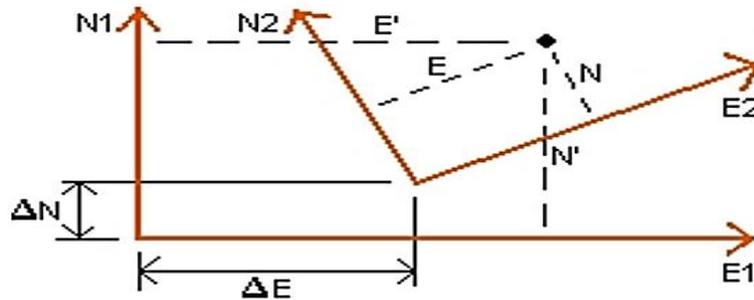


圖 8 座標轉換示意圖

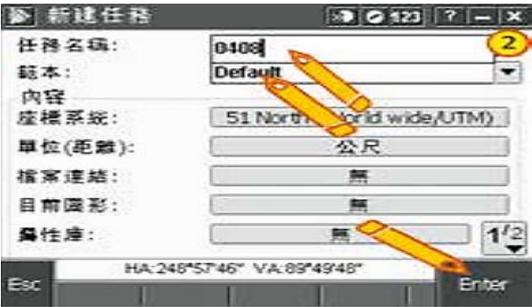
資料來源：作者整理繪製

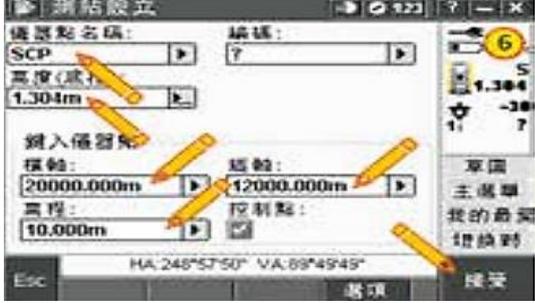
表 3 「座標測量」程式操作要領

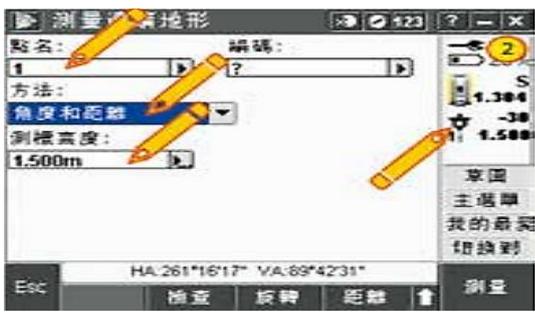
步驟	顯示畫面	說明
1		開機後欲執行座標測量，進入 Trimble Access 軟體程式，點選一般測量

⁷ 同註 4，頁 4。

⁸ 同註 4，頁 4-146~148。

2		<p>點選『任務』</p>
3		<p>新建任務(依任務編號輸入)，並確認範本為『Default』，最後點選 Enter 及接受，即完成新建任務。</p>
4		<p>接續任務中點選『測量』</p>
5		<p>選擇『VX&S Series』，標定規(後)視點(P)</p>
6		<p>完成測站設立</p>

7		完成定心定平
8		完成溫度設置（預設值無須更改）
9		儀器點名稱、儀器高度、座標、標高
10		覘（後）視點、稜鏡類型稜鏡高度、方位角鍵入，設置完畢後即點選測量
11		點選『測量連續地形』

12		<p>依序設置測站點名、方法、稜鏡類型、稜鏡高度，完成後轉向稜鏡精確標定稜鏡中心，點選測量即完成測站 1 測量</p>											
13		<p>選擇儲存</p>											
14		<p>待所有點位測量完畢後即點選結束傳統測量</p>											
15		<p>點位查詢可於顯示幕右側，點選『我的最愛』，進入『點資料管理員』</p>											
16	 <thead> <tr> <th>名稱</th> <th>經緯</th> <th>標高</th> <th>高</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2548705.300 217196.790</td> <td>22.400</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2548713.450 217192.870</td> <td>22.310</td> <td></td> </tr> </tbody>	名稱	經緯	標高	高	1	2548705.300 217196.790	22.400		2	2548713.450 217192.870	22.310	
名稱	經緯	標高	高										
1	2548705.300 217196.790	22.400											
2	2548713.450 217192.870	22.310											

 The coordinates at the bottom are HA: 234°19'58" VA: 90°05'48". A yellow pencil icon is pointing to the '顯示' (Display) button at the bottom left." data-bbox="229 684 564 818"/>

 查詢所有成果資料 |

資料來源：1.《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 10 月 21 日），頁 4-14 6 至 148。2.作者整理繪製。

上述 1-16 完成座標測量作業，接續以 Tirmble Access 軟體程式「座標轉換」程式完成，上級賦予 SCP2 (X：36000.00，Y：47056.45，H：89.73)，

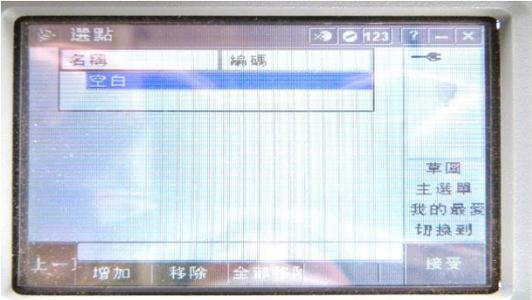
P 點方位角 4224° ；自行假設 SCP1 (X : 34343.43, Y : 45454.54, H : 121.21)
P 點方位角 1242° ，作業人員先行完成旋轉角度計算範例如下：

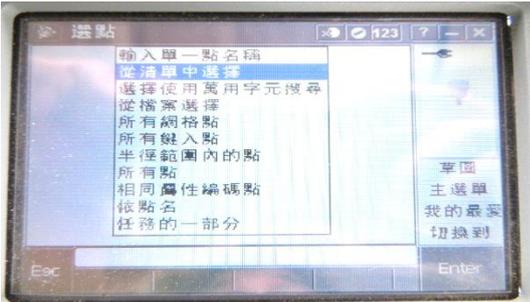
上級賦予 4224 減去自行假設 $1242=+2982$ ，若相減得到負值則需輸入負號，其操作要領如表 4 所示。

表 4 Trimble Access 軟體程式「座標轉換」操作要領

步驟	顯示畫面	說明
1		開機後欲執行座標測量, 進入 Trimble Access 軟體程式, 點選一般測量
2		點選『幾何計算』
3		點選右下角『1/2』至下一頁
4		點選『座標轉換』

<p>5</p>		<p>選擇轉換模式，將『旋轉、比例、轉換』皆勾選，勾選完畢後點選『下一個』鍵</p>
<p>6</p>		<p>點選原點右方箭頭『清單』</p>
<p>7</p>		<p>進入清單後，選用假設座標點名</p>
<p>8</p>		<p>旋轉角度為上級賦予方位角減去假設方位角即可（須注意方位角單位選用）輸入完畢後，點選右下角『Enter』鍵</p>
<p>9</p>		<p>點選原點右方箭頭『清單』，選取上級賦予之 SCP 點名稱</p>

10		<p>比例因子無須更改，選取完畢後即點選『下一個』</p>
11		<p>方法選用『兩點』，點選『從點』右方箭頭清單，選擇假設 SCP 點名稱</p>
12		<p>點選『到點』右方箭頭清單，選擇上級賦予 SCP 點名稱</p>
13		<p>從點及到點皆選取完畢後，點選『下一個』</p>
14		<p>點選下方『增加』鍵</p>

<p>15</p>		<p>點選『從清單中選擇』</p>
<p>16</p>		<p>選擇欲轉換點名</p>
<p>17</p>		<p>確認已選用完畢，點選『接受』，跳出確認視窗詢問『是否套用已定義的轉換?』，點選『是』</p>
<p>18</p>		<p>跳出確認視窗『轉換一個點』，點選『確定』</p>
<p>19</p>		<p>點選『任務』</p>

20		點選『點資料管理員』
21		查看方才轉換點

資料來源：1.《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 10 月 21 日），頁 2-72。
2. 作者整理繪製。

五、效益評估

以練習題卡為基礎，設計配合 2 種座標統一題型計算 4 次，以電算機成果為基準，區分砲訓部目標教官組及教三連助教各一員實施驗證，計算模式分別以新、舊座標統一表格實施，獲得下述數據（時間、精度）成果，提供後續分析比較參考（表 5）。

（一）速度探討

就速度而言，此 8 種題目以現行座標統一計算模式，教官平均時間約 5 分鐘，助教完成時間約 6 分鐘，而以新式座標統一計算模式，教官平均時間約 4 分半鐘，助教平均時間約 5 分鐘（表 6），由此可知新式座標統一計算模式，對於初學座標統一計算之人員而言，其所縮短之時間越多，完成計算之速度較之前模式快，分析其原因乃現行座標統一計算觀念較複雜，而新式座標統一計算觀念較簡單所致。

（二）精度分析

就精度而言，此 8 份題卡均以電算機成果為基準，比較現行座標統一計算模式成果精度，教官平均誤差 $DX=0.31$ 公尺、 $DY=0.38$ 公尺，助教平均誤差 $DX=0.32$ 公尺、 $DY=0.32$ 公尺；而以新式之座標統一計算模式計算，教官平均誤差 $DX=0.04$ 公尺、 $DY=0.05$ 公尺，助教平均誤差 $DX=0.06$ 公尺、 $DY=0.04$ 公尺（表 6），由此可知新式座標統一計算模式，較接近電算機之成果，即精度較佳。分析其原因乃現行座標統一計算，須先藉由方位角距離計算求得

其假設方位角及距離對數，因對數表之設計不夠精確造成方位角及距離對數產生誤差，而導致座標值誤差較大之故。

(三) 難易度比較

就難易度言，現行座標統一計算表包含五個步驟：1.求方位角、標高修正量；2.假設座標求方位角與距離對數；3.求統一方位角及標高；4.以統一方位角及距離對數求統一座標差；5.求統一座標。其中之計算方式涵蓋方位角距離計算及座標計算兩種觀念，但常因學生在方位角距離計算學習過程不夠紮實，導致座標統一計算表無法如期完成或經常算錯，而打擊對座標統一計算學習興趣。然新式座標統一計算模式僅包含三個步驟：1.求方位角及標高修正量；2.求座標修正量；3.求統一座標及標高。其計算方式簡單明瞭，僅運用座標計算之概念即可獲得成果，相較之下較易計算。

(四) 正確率比較

將表 5 中之成果實施整理，並記錄其正確與錯誤題數（表 7），數據顯示教官以現行座標統一模式計算，錯誤 2 題正確率達 75%，助教錯誤 4 題，正確率達 50%；而以測距經緯儀轉換計算教官及助教均僅算錯 1 題，正確率達 87.5%，由此可知測距經緯儀轉換模式計算較不易算錯，分析成因乃現行座標統一計算，須先藉由方位角距離計算，求得其假設方位角及距離對數，此部分計算通常於時間急迫狀況下容易誤判方位角，而導致最後成果錯誤之主因。

表 5 分析比較表

區分 ⊕計算成果 題目	電算機計算	測距經緯儀轉換	
		教官	助教
題目一 假設 SCP (42345.60, 19012.34, 110.00) 方位統制線假設方位角 960 密位 ⊕(44789.58, 21235.68, 80.35) 上級賦予 SCP (41964.54, 18452.95, 80.35) 方位統治線方位角 980 密位	X:44451.70 Y:20627.88 H:50.70	X:44451.73 Y:20627.91 H:50.70 DX:0.03 DY:0.03 時間:4分35秒	X:44451.73 Y:20627.91 H:50.70 DX:0.03 DY:0.03 時間:5分05秒
		X:47369.56 Y:17731.41 H:52.65 DX:0.02 DY:0 時間:4分32秒	X:47369.61 Y:17731.44 H:52.65 DX:0.07 DY:0.03 時間:4分55秒
題目二 假設 SCP (44546.31, 25341.35, 118.32) 方位統制線假設方位角 3542 密位 ⊕(47554.31, 20105.58, 51.43) 上級賦予 SCP (44954.25, 23265.64, 119.51) 方位統治線方位角 3654 密位	X:47369.54 Y:17731.41 H:52.65	X:47369.56 Y:17731.41 H:52.65 DX:0.02 DY:0 時間:4分32秒	X:47369.61 Y:17731.44 H:52.65 DX:0.07 DY:0.03 時間:4分55秒

表 6 速度及精度分析表

項目	時間及誤差	區分	
		測距經緯儀轉換	電算機計算
平均速度	教官	4 分 27 秒	4 分 52 秒
	助教	4 分 56 秒	5 分 51 秒
平均精度	教官	DX:0.04、DY:0.05	DX:0.31、DY:0.38
	助教	DX:0.06、DY:0.04	DX:0.32、DY:0.32
附記	DX:與電算機成果比較之橫座標差 DY:與電算機成果比較之縱座標差		

表 7 正確與錯誤率比較表

區分	正確或錯誤	題目		
		一	二	正確率
測距經緯儀	教官	✓	✓	87.5%
	助教	✓	✓	87.5%
電算機	教官	×	✓	75%
	助教	×	✓	50%
附記	✓ 代表正確；× 代表錯誤			

資料來源：表 5、6、7 為作者整理繪製

結論與建議

國軍砲兵測地作業雖以定位定向系統為主流，礙於定位定向系統漸屆壽期及砲兵戰術運用考量，須以無定位定向系統方式實施作業，待獲得假設座標系統之成果後，再藉由方格統一計算，始可將所有測地成果置於統一之座標系統中，以求得精確之射擊諸元實施精準射擊，然經此研究驗證發現，現行方格統一計算方式較為複雜，計算耗時且正確率不穩定，運用 Trimble S9 內部計算軟體輔助執行方格統一計算，其程序簡單與正確率特性，可使成果計算更佳多元化。

方格統一計算非一蹴可及，惟有不斷勤訓精練下，才能使自我的專業學能不斷提升，筆者希藉本文提供砲兵測量同仁嶄新之方格統一觀念與計算方式，並建議此計算模式於未來發展更成熟後，可納入教學課程及基地測考使用，以提升砲兵測地作業後，實施成果整理的精度與速度。

參考資料

- 一、《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）。
- 二、李良輝、黃明哲（補充整理），〈嘉南藥理大學測量製圖學分班〉《誤差理論與測量平差講義》（臺南：2013 年 1 月）。
- 三、《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 10 月）。

作者簡介

李孟儒上士，野砲士官高級班 53 期畢業，曾任測量副班長、測量班長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

從世界各國火砲發展探討車載砲兵運用之研究

作者：呂怡靜

提要

- 一、隨著定位定向系統、精準彈藥和目獲裝備的提升，縮短砲兵部隊反應時間，尤其從俄烏戰爭紀錄影片中發現，第一發砲彈發射後的 30 秒內即可實施反制，¹陸軍目前現役的火砲不僅重量不利於機動，且無定位定向系統與自動化射控系統，降低砲兵部隊戰場存活力。
- 二、法國面對在海外執行軍事任務和區域性衝突的挑戰，因此研發了凱薩車載自走榴彈砲，成為世界上第一門具有時代意義的大倍徑車載榴彈砲，不僅能夠有效應對複雜地形和執行軍事任務，同時具有迅速部署和高度機動性的特點，成功平衡火力和機動性之間的需求。
- 三、車載型火砲所搭配的定位定向系統與自動化射控系統，使其具備快速反應能力，甚至單砲即可執行射擊任務，提升戰術的靈活運用，筆者透過對世界各國現行「車載型火砲」的研析以及針對我國陸軍火砲現況與問題的探討，更進一步探討國軍火砲裝備應朝向「提高機動力」、「增強打擊力」、「提升反制力」及「具備快速反應力」等方向發展，以提高防衛作戰火力支援效能。

關鍵詞：車載型火砲（Truck-Mounted Artillery）、輪型自走砲（Wheeled Self-Propelled Artillery）、法國凱薩自走砲（CAESAR）、烏克蘭 2S22 自走砲（Bohdana）、以色列 ATMOS-2000 自走砲、瑞典 ARCHER FH77 自走砲

前言

砲兵部隊的使命在於為戰鬥部隊提供緊密而有效的火力支援，隨著定位定向系統、精準彈藥和目獲裝備的提升，砲兵部隊的能力得到了顯著增強，依據 Stephen W. Miller 於〈車載火砲崛起〉一文中指出，能夠在第一發砲彈發射後的 90 秒內迅速偵測敵方陣地並進行反擊，另外，從俄烏戰爭的紀錄影片中更發現，實際反應時間甚至短於 30 秒。²

為提高在戰場上的生存率，砲兵部隊必須具備快速反應和高度機動的能力，因此發展出「以卡車為底盤」的「車載型砲兵」，相較之下，我國的火砲均已超

1 〈烏俄砲兵較勁「30 秒定生死」俄國記者大秀 TOS-1 火力反被定位砲襲毀！〉《關鍵時刻》，<https://www.youtube.com/watch?v=VaPDmNoMIAc>。

2 Stephen W. Miller 著、袁平譯，〈車載火砲崛起 The Rise of Truck-Mounted Artillery〉《國防譯粹》（臺北），第四十九卷第四期，國防部，西元 2022 年 4 月，頁 93。

過使用年限，性能遠遠落後於其他國家，筆者主在透過對世界各國現行「車載型火炮」的研析探討，更進一步探討「車載型火炮」運用於國軍之可能性，以提高防衛作戰火力支援效能。

各國車載砲兵之研析

法國在 80 年代面對在非洲執行軍事任務和區域性衝突的挑戰，提出了一項具有開創性的概念，即以卡車為底盤的輕型 155 公厘自走榴彈砲，主要目標是在保持機動性的同時，使火炮的重量僅需一架 C-130 運輸機就能夠運輸，同時具有在崎嶇地形中靈活操作的能力。³

為了實現此概念，法國成功地研發了凱薩車載自走榴彈砲，成為世界上第一門具有象徵性的大口徑車載榴彈砲，不僅能夠有效應對複雜地形和執行軍事任務，同時具有迅速部署和高度機動性的特點，成功平衡了火力和機動性之間的需求，為軍事作戰提供了全新的解決方案。

一、車載砲兵文獻探討

依據 Stephen W. Miller 於〈車載火炮崛起〉一文中指出「輪型自走砲」(Wheeled Self-Propelled Artillery) 是將砲管及砲座裝設在戰術輪車或是其他輪型底盤上，常見設計可分為兩大主要類型(如表 1)，第一種類型是仿效傳統履帶型自走砲的設計，將榴砲以裝甲砲塔形式安裝在輪型底盤上，能夠應對較為複雜的地形。⁴

另一種概念則將火炮固定或裝載在卡車的平台，亦可稱為「車載型火炮」(Truck-Mounted Artillery)，法國 CAESAR、烏克蘭 2S22 自走砲、以色列 ATMOS 及瑞典 ARCHER FH77 自走砲均採用此種設計。

蘇仁章在〈淺談 105 公厘輪型自走榴彈砲發展現況〉中深入研究世界各國 105 公厘口徑車載型火炮的優缺點，並分析其在防衛作戰中的實際應用和影響，文章特別著重於評估各國 105 公厘口徑火炮的實際效能，以及在不同戰場環境中的應用情境。同時，文章中也討論了車載型火炮對國軍砲兵部隊未來發展的啟示，提出了具體的建議和發展方向。⁵

3 宋磊，〈【武備巡禮】機動性優異 遠距打擊利器 法國凱薩輪型自走砲〉《青年日報》，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1559997&type=forum>，(檢索日期：西元 2023 年 11 月 6 日)。

4 Stephen W. Miller 著、袁平譯，〈車載火炮崛起 The Rise of Truck-Mounted Artillery〉《國防譯粹》(臺北)，第四十九卷第四期，國防部，西元 2022 年 4 月，頁 92-96。

5 蘇仁章，〈淺談 105 公厘輪型自走榴彈砲發展現況〉《砲兵季刊》(臺南)，第 200 期，砲訓部，西元 2023 年 3 月，頁 35-45。

表 1 輪型自走砲與車載型火砲外型差異比較

	
<p style="text-align: center;">輪型自走砲 Wheeled Self-Propelled Artillery</p>	<p style="text-align: center;">車載型火砲 Truck-Mounted Artillery</p>
<p>資料來源：</p> <p>一、王臻明，〈替代履帶型自走砲的主流潛力軍：馳騁俄烏戰場的輪型自走砲〉，西元 2023 年 2 月，〈https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6993273〉，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 16 日）。</p> <p>二、宋磊，〈【武備巡禮】機動性優異 遠距打擊利器 法國凱薩輪型自走砲〉《青年日報》，西元 2023 年 1 月，〈https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1559997&type=forum〉（檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日）。</p>	

二、各國車載砲兵簡介

在俄烏戰爭陷入持久的對峙後，雙方在烏克蘭東部、南部等戰區開展了激烈的陣地戰，砲兵成為攻守雙方的關鍵要素，背後支持烏克蘭的盟友不僅陸續提供了多款拖曳式榴砲、履帶型自走砲和多管火箭系統，還包括近年來在眾多國家中受到青睞的車載型火砲，像是法國的凱薩自走砲和以色列的 ATMOS 2000 自走砲等先進裝備也被引入烏克蘭軍隊，另據烏克蘭軍事媒體《防務快報》(Defence Express) 報導，其自製的 2S22 自走砲已在前線展開作戰，⁶以下將針對幾款曾在實戰經驗中展現良好性能的車載型火砲實施說明。

(一) 法國凱薩自走砲 (CAESAR)⁷

1994 年，法國成功研發了全球首款「車載型火砲」，即 CAESAR 自走榴彈砲，以六輪或八輪驅動的卡車底盤為基礎，裝備一門 52 倍徑 155 公厘火砲，可適用所有標準的北約 155 公厘彈藥，標準射程達 35 公里，因車載式火砲重量較傳統履帶式輕，可透過 C-130 等中型運輸機快速部署，具備「機動作戰」與「快速部署」能力，惟僅於駕駛艙周圍有輕型裝甲防護，火砲防護力薄弱，只能仰賴其高度機動性來彌補。

6 李思平，〈【武備巡禮】烏克蘭 2S22 輪型自走砲 自主研发製造 實戰驗證打擊能力〉《青年日報》，西元 2023 年 6 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1595768&type=forum>（檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日）。

7 宋磊，〈【武備巡禮】機動性優異 遠距打擊利器 法國凱薩輪型自走砲〉《青年日報》，西元 2023 年 1 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1559997&type=forum>（檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日）。

凱薩自走砲搭載半自動裝填系統，其初始射速可達每分鐘 6 至 8 發，持續發射時則為每分鐘 3 發。車體中央設有儲彈空間，最多可裝載 18 發 155 公厘口徑的砲彈，如配備彈藥車協同部署，最多能攜帶 72 枚砲彈，提升戰術運用的靈活性。

凱薩自走砲配備數位射控機算機、自動掃描系統及 GPS 定位系統等系統輔助，發射後可自動掃描追蹤目標，從行駛狀態迅速轉換為發射狀態僅需約 50 秒，而在緊急情況下更能在 30 秒內迅速撤離戰場，提供迅速應對變動戰況的能力。

法國軍隊曾在阿富汗、馬利和伊拉克的反恐行動中部署凱薩自走砲，以支援國際安全援助部隊 (ISAF)，不僅在山區、沙漠和城市均展現出優異的機動性和火力支援能力，在高溫和惡劣環境下，特別是馬利的沙漠地區，更顯示其強大的適應能力。近期，法國更以此援助烏克蘭，協助其反制俄羅斯的軍事侵略。⁸

(二) 烏克蘭 2S22 自走砲 (Bohdana)

蘇聯解體後，烏克蘭陸軍一直延續蘇聯的裝備序列和戰術，2014 年頓巴斯戰爭爆發後，⁹因裝備老舊突顯出烏克蘭陸軍面臨裝備老舊和曲射火力不足的困境，因此，於 2016 年自行研製 2S22 (Bohdana) 155 公厘自走砲。¹⁰

2S22 (Bohdana) 自走砲以六輪傳動的卡車底盤為基礎，搭載 330 匹馬力柴油引擎和手動變速箱，最高時速可達 80 公里。具有出色的行駛續航力，能在道路上行駛 800 公里，越野行駛續航力為 300 公里。武器系統採用北約新一代自走砲主流的 155 公厘口徑 (52 倍徑) 砲管，射程可達 40 公里，且全車防護標準符合北約 STANAG 4569 第 2 級，能防止 7.62 公厘穿甲彈從 30 公尺外射擊、從 80 公尺外引爆的 155 公厘榴彈，底部能抵擋 6 公斤戰防雷而不解體。¹¹

最值得注意的實戰成就是在 2022 年的「蛇島戰役」中，藉由無人機的觀測協助，成功將火力集中砲擊位於離岸 35 公里遠的蛇島，其配備電腦化的射控系統，包括主砲穩定系統、彈道計算機、自動砲管導向系統和導航系統，使車輛能夠快速確定位置，有助於更迅速地鎖定並攻擊目標。¹²

8 王臻明，〈替代履帶型自走砲的主流潛力軍：馳騁俄烏戰場的輪型自走砲〉《鳴人堂》，西元 2023 年 2 月，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6993273>，(檢索日期：西元 2024 年 2 月 5 日)。

9 2014 年頓巴斯戰爭爆發於烏克蘭，起源於政治動盪和對親歐洲示威的回應。俄羅斯吞併克里米亞後，東部地區的親俄分離主義武裝佔據頓涅茨克和盧甘斯克等城市宣布獨立，形成「頓巴斯人民共和國」。這場武裝衝突引發了國際關切，烏克蘭政府指控俄羅斯提供武器和支援。雖然在 2014 年 9 月達成停火協議，但實際上和平難以實現，爭端仍持續，使得頓巴斯戰爭成為持久的地區衝突。

10 Army Technology，〈2S22 Bohdana Self-Propelled Howitzer, Ukraine〉，<https://www.army-technology.com/projects/2s22-bohdana-howitzer-ukraine/?cf-view> (檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日)。

11 STANAG 4569 是北約 (NATO) 制定的軍事標準，用於評估和分類車輛裝甲的防護能力，包括不同級別的防彈能力，以評估車輛對不同威脅的保護程度，<https://www.laboratuar.com/zh-TW/testler/savunma/stanag-4569-zirhli-arac-balistik-koruma-seviyeleri-testleri/> (檢索日期：西元 2024 年 2 月 5 日)。

12 李思平，〈【武備巡禮】烏克蘭 2S22 輪型自走砲 自主研发製造 實戰驗證打擊能力〉《青年日報》，西元 2023 年 6 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1595768&type=forum> (檢索日期：

（三）以色列 ATMOS-2000 自走砲¹³

ATMOS-2000 自走砲全名為「自動化卡車裝載自走砲系統」(Autonomous Truck Mount Howitzer System, ATMOS)，其底盤提供六輪或八輪的構型選擇，而火砲口徑則可選擇 39、45 或 52 倍徑，同時能整合各國的 C4I 系統，迅速適應指管系統與火協網路，實現即時戰鬥能力。

ATMOS-2000 自走砲車廂裝甲能有效抵擋 30 公尺外 7.62 穿甲彈的射擊，60 公尺外能防護 155 公厘榴彈破片，同時還具有防護 8 公斤反戰車地雷爆破的能力，符合 STANAG4569 第 3 級標準。¹⁴

ATMOS-2000 自走砲接收目標資訊來自監偵排或觀測官，並透過電腦化的射控系統 (AFCS) 中的導航、瞄準和彈道計算系統等，從急停到第一發砲彈射擊僅需 30 秒，且可於 75 秒內完成 6 發射擊，110 秒內完成撤離與移動，符合高機動性和快速反應的需求。

（四）瑞典 ARCHER FH77 自走砲¹⁵

ARCHER FH77 自走砲選用瑞典 Volvo A30D 6X6 全地形鉸接式卡車 (All-terrain Articulated Hauler) 為載具底盤，最高時速可達 75 公里，行駛距離達 500 公里，爬坡度可達 22 度，涉水深度可達 1.2 公尺，不僅具備了卡車的靈活機動性，還能適應多樣的地形環境，彰顯其在軍事應用上的多功能優勢。

ARCHER FH77 自走砲搭載 52 倍徑的 155 公厘榴彈砲，配備先進的全自動裝填系統，砲塔內裝有專用彈匣，最多可搭載 20 發砲彈和裝藥，發射一般砲彈的最大射程達 30 公里，最大射速為 2.5 分鐘 20 發 (1 個彈匣)，另其駕駛艙和榴砲砲塔的防護裝甲，可抵擋 7.62 公厘口徑穿甲彈和砲彈破片，車體可承受相當於 6 公斤黃色炸藥的地雷爆炸衝擊。ARCHER FH77 自走砲具備先進的射控和砲口初速測量雷達系統、慣性導航系統，可實現自動數據傳輸、精確定位、自動火砲瞄準和射擊後自動重新瞄準等功能，且具有卓越的獨立作戰能力，一輛車即可獨立執行任務，從靜止狀態完成發射準備僅需 30 秒，並在發射後的回收時間縮短至 25 秒，其快速反應有助於避免敵方反砲兵雷達偵測，提高戰場存活率。¹⁶

西元 2024 年 1 月 3 日)。

13 李思平，〈ATMOS 2000 自走砲：現代輪型自走砲常勝軍〉，《尖端科技軍事雜誌社》，<https://www.dtmdata.com/News.aspx?id=1048>，(檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日)。

14 STANAG 4569 是北約 (NATO) 制定的軍事標準，用於評估和分類車輛裝甲的防護能力，包括不同級別的防彈能力，以評估車輛對不同威脅的保護程度，<https://www.laboratuar.com/zh-TW/testler/savunma/stanag-4569-zirhli-arac-balistik-koruma-seviyeleri-testleri/> (檢索日期：西元 2024 年 2 月 5 日)。

15 王保羅，〈【武備巡禮】瑞典弓箭手自走砲 射擊精準火力持續 積極爭取軍武市場〉《青年日報》，西元 2021 年 5 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1371899&type=military> (檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日)。

16 陳成良，〈世界射速最快榴砲！瑞典「弓箭手」現身烏克蘭戰場〉《自由時報》，西元 2023 年 12 月，<https://www.mnd.gov.tw>

表 2 法國凱薩自走砲（Caesar）性能諸元

			
操作人員	5-6	射程	35 公里
車長	10 公尺 (6x6)	倍徑比	52
	12.3 公尺 (8x8)	最快射速	3 發/15 秒
車重	17.7 公噸 (6x6)	最大射速	6-8 發/分
	30.2 公噸 (8x8)	射角	-3.5°至+73°
速率 (道路)	100 公里/時	續航力	600 公里
速率 (越野)	50 公里/時	彈藥攜行量	18 發
資料來源： 一、詹式年鑑電子資料庫，Land Warfare Platforms: Artillery & Air Defence - CAESAR 155mm(52 calibre)。 二、宋磊，〈【武備巡禮】機動性優異 遠距打擊利器 法國凱薩輪型自走砲〉《青年日報》，西元 2023 年 1 月，〈 https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1559997&type=forum 〉(檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日)。			

表 3 烏克蘭 2S22 自走砲（Bohdana）性能諸元

			
操作人員	5	射程	40 公里
車長	9.1 公尺	倍徑比	52
車重	28 公噸	最大射速	6 發/分
速率 (道路)	80 公里/時	續航力	800 公里 (道路)
速率 (越野)	30 公里/時		300 公里 (越野)
彈藥攜行量	20 發	射角	5°至 65°
資料來源： 一、Defense Express，〈Ukraine's Unique 155mm 2S22 Bohdana SPG in Combat Use〉，〈 https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/ukraines_unique_155mm_2s22_bohdana_spg_in_combat_use-2824.html 〉。 二、李思平，〈【武備巡禮】烏克蘭 2S22 輪型自走砲 自主研發製造 實戰驗證打擊能力〉《青年日報》，西元 2023 年 6 月，〈 https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1595768&type=forum 〉(檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日)。			

/def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4525450 (檢索日期：西元 2024 年 2 月 5 日)。

表 4 以色列 ATMOS-2000 自走砲性能諸元

			
操作人員	4-6	射程	30-41 公里
車長	2.5 公尺	倍徑比	39、45、52
車重	23 公噸	最快射速	8 發/分
速率（道路）	80 公里/時	續航力	1000 公里
仰角	70°	彈藥攜行量	27 發
資料來源：			
一、ARMY RECOGNITION，〈ATMOS 2000 155MM ELBIT SYSTEMS〉，西元 2023 年 12 月， https://www.armyrecognition.com/ukraine_-_russia_invasion_conflict_war/index.php?option=com_content&view=article&id=25604 ，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。			
二、Army Technology，〈Atmos 2000 155mm Self-Propelled Artillery System〉，西元 2004 年 4 月， https://www.army-technology.com/projects/atmos2000/ ，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。			

表 5 瑞典 ARCHER FH77 自走砲性能諸元

			
操作人員	4	射程	30 公里
車長	14.55 公尺	倍徑比	52
車重	30 公噸	最快射速	20 發/2.5 分
速率（道路）	75 公里/時	續航力	500 公里
射角	0°至+70°	彈藥攜行量	20 發
資料來源：			
一、Army Technology，〈Archer FH77 BW L52 Self-Propelled Howitzer〉，西元 2021 年 3 月， https://www.army-technology.com/projects/archerhowitzer/?cf-view ，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。			
二、王保羅，〈【武備巡禮】瑞典弓箭手自走砲 射擊精準火力持續 積極爭取軍武市場〉《青年日報》，西元 2021 年 5 月， https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1371899&type=military （檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。			

車載型火砲用於防衛作戰之效能

為加強砲兵部隊在戰場中的存活率，應朝向提高機動力、增強打擊力、提升反制力及具備快速反應力等方面發展，以利火力發揚。

一、就偵蒐力言

車載砲兵通常搭配反砲兵雷達、光學感測器、紅外線感測器和全球定位系統（GPS）等先進偵測裝置，使其具備早期預警、目標定位、火力調整和反制敵方偵蒐等能力，可檢測並追蹤敵方目標，提供即時的空中和地面目標資訊並回傳指揮中心，提供整合的情報畫面。同時，車載砲兵之間的通信聯動，使得它們能夠協同作戰，迅速應對變化的戰場狀況。

車載砲兵的雷達系統能夠即時偵測到進犯敵軍的動向，立即定位目標並提供高精度的目標資訊，使得火力支援得以更迅速、更有效地進行，另車載砲兵能夠即時調整自身位置，以獲得更佳的射擊角度和遮蔽，同時避免敵方火力反制。這種能力使得車載砲兵能夠迅速適應戰場變化，提高對敵方的打擊效果。

二、就機動力言

臺灣的山區地形提供了天然的掩護和防守優勢。車載砲兵可以利用山地的複雜地勢，選擇隱蔽的位置，使其難以被敵方偵測和打擊，能夠更靈活地調整陣地，快速應對敵方的威脅，同時有效地避免敵方火力的打擊。

其次，丘陵地形雖然相對平緩，但高低變化仍然存在，為車載砲兵提供了一定程度的掩護和防禦優勢。同時，丘陵地區可能擁有較為開闊的視野，有利於砲兵的觀測和火力支援。

此外，臺灣的海岸線地形也為車載砲兵提供了戰略優勢。平坦的海岸地形和靠近水域的部署，使得車載砲兵可以迅速反應並提供火力支援，有效地掌握海陸交通要道，增強對來襲敵軍的打擊力。

三、就打擊力言

車載砲兵通常裝備高倍徑的火砲，具有優越的遠程打擊能力，更得益於先進的射控系統和定位定向系統的應用，配備先進的射控系統，使其能夠精確瞄準目標，確保火砲的射擊精準度。同時，定位定向系統有助於確定火砲的精確位置，具有快速調整位置的能力，可迅速應對戰場上的變化，提升戰術運用彈性，不僅提高了對目標的精確打擊，也降低了誤傷和誤殺的風險。

四、就補充力言

車載型火砲廣泛採用符合北約標準的 155 公厘口徑榴彈砲，確保不同國家和軍隊的武器系統能夠共同使用彈藥，提升協同作戰的效能，同時維持裝備的互通性和相容性。在國軍現行作法中，戰時開設前支點並實施彈藥預屯，強化了火力支援的靈活性和效率。

另外，面對敵軍威脅或作戰需求時，裝備損壞的迅速修復是確保部隊作戰能力的必要條件。車載砲兵相較於履帶型火炮，在維保方面更為容易且迅速。

結語

車載型火炮的高度機動性與價格低廉等特點，搭配定位定向系統與自動化射控系統的運用提高砲兵部隊的反應能力，從俄烏戰爭的影片中可以發現，車載型火炮不僅能於 1 分鐘內對敵實施反制，更可於 110 秒內完成撤離，實現「打了就跑」的策略，更提升戰場存活率，車載型火炮逐漸成為各國發展的主流，以臺灣的地理環境特性，由作戰區（防衛指揮部）指揮官運用地面遠程、精準火力，協力海、空軍實施聯合舟波攻擊，削弱敵登陸作戰能力，因此建議陸軍砲兵部隊可朝以下幾個方面發展，以提供最有效火力支援。

一、具備遠距離精準射擊能力與射控自動化

目前各國現行之「車載型火炮」通常配備有雷達、光學感測器、紅外線感測器和全球定位系統（GPS）等先進偵測裝置，¹⁷使其具備早期預警、目標定位、火力調整和反制敵方偵蒐等能力，可檢測並追蹤敵方目標，將即時的空中和地面目標資訊回傳指揮中心，提供整合的情報畫面，且能夠即時調整自身位置，以獲得更佳的射擊角度和遮蔽，縮短射擊準備時間，提高了射擊精準度，降低了誤傷和誤殺的風險。

二、具備快速機動力與反應力

車載型火炮以卡車為基底，其道路行駛速度可達時速 100 公里，相比之下，目前陸軍現役的自走砲僅能達到約時速 50 公里的速度。此外，自動化射控系統使車載型火炮自占領陣地至發射第 1 發砲彈的時間短於 1 分鐘，讓砲兵部隊能夠實施「打了就跑」的戰術策略。¹⁸

三、定位定向與射擊能力

現代車載型火炮搭載數位射控機算機、自動掃描及 GPS 定位，能自動追蹤目標、精確定位，發射後實現自動瞄準和迅速重新瞄準，提高作戰靈活性和反應速度。

四、簡易後勤維保能力

車載型火炮與履帶型火炮相比，在維保方面相對而言更加容易且迅速，使用電動液壓履帶夾具不僅提高了效率，還確保了更換過程的精確性。輪型車輛更換輪胎的程序更是快速而簡單，可在短短的 10 至 15 分鐘內完成，且無需複雜的

17 吳皇慶，〈提升火炮射向賦予效率及射擊速度之我見〉《砲兵季刊》（臺南），第 193 期，砲訓部，民國 110 年 6 月。

18 范愛德，〈從世界各國火炮發展探討本軍砲兵部隊未來建軍發展〉《砲訓部學術研討》（臺南：砲訓部，民國 109 年 9 月 14 日），頁 15。

設備或大量的人力可在最短的時間內重新投入作戰。¹⁹

參考文獻

期刊

- 一、Stephen W. Miller 著、袁平譯，〈車載火炮崛起 The Rise of Truck-Mounted Artillery〉《國防譯粹》（臺北），第四十九卷第四期，國防部，西元 2022 年 4 月。
- 二、蘇仁章，〈淺談 105 公厘輪型自走榴彈砲發展現況〉《砲兵季刊》（臺南），第 200 期，砲訓部，西元 2023 年 3 月。
- 三、范愛德，〈從世界各國火炮發展探討本軍砲兵部隊未來建軍發展〉《砲訓部學術研討》（臺南：砲訓部，民國 109 年 9 月 14 日）。
- 四、吳皇慶，〈提升火炮射向賦予效率及射擊速度之我見〉《砲兵季刊》（臺南），第 193 期，砲訓部，民國 110 年 6 月。

網路

- 一、宋磊，〈【武備巡禮】機動性優異 遠距打擊利器 法國凱薩輪型自走砲〉《青年日報》，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1559997&type=forum>，（檢索日期：西元 2023 年 11 月 6 日）。
- 二、李思平，〈【武備巡禮】烏克蘭 2S22 輪型自走砲 自主研發製造 實戰驗證打擊能力〉《青年日報》，西元 2023 年 6 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1595768&type=forum>（檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日）。
- 三、詹式年鑑電子資料庫，Land Warfare Platforms: Artillery & Air Defence - CAESAR 155mm (52 calibre)。
- 四、李思平，〈ATMOS 2000 自走砲：現代輪型自走砲常勝軍〉《尖端科技軍事雜誌社》，<https://www.dtmndatabase.com/News.aspx?id=1048>，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。
- 五、王保羅，〈【武備巡禮】瑞典弓箭手自走砲 射擊精準火力持續 積極爭取軍武市場〉《青年日報》，西元 2021 年 5 月，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1371899&type=military>（檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日）。
- 六、王臻明，〈替代履帶型自走砲的主流潛力軍：馳騁俄烏戰場的輪型自走砲〉，西元 2023 年 2 月，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6993273>，（檢索日期：西元 2024 年 1 月 16 日）。
- 七、陳成良，〈世界射速最快榴砲！瑞典「弓箭手」現身烏克蘭戰場〉《自由時報》，西元 2023 年 12 月，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4525450>（檢索日期：西元 2024 年 2 月 5 日）。
- 八、Army Technology，〈2S22 Bohdana Self-Propelled Howitzer, Ukraine〉，

¹⁹ 蘇仁章，〈淺談 105 公厘輪型自走榴彈砲發展現況〉《砲兵季刊》（臺南），第 200 期，砲訓部，西元 2023 年 3 月，頁 43。

<https://www.army-technology.com/projects/2s22-bohdana-howitzer-ukraine/?cf-view> (檢索日期：西元 2024 年 1 月 3 日)。

- 九、ARMY RECOGNITION,〈ATMOS 2000 155MM ELBIT SYSTEMS〉, 西元 2023 年 12 月, https://www.armyrecognition.com/ukraine_-_russia_invasion_conflict_war/index.php?option=com_content&view=article&id=25604, (檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日)。
- 十、Army Technology,〈Atmos 2000 155mm Self-Propelled Artillery System〉, 西元 2004 年 4 月, <https://www.army-technology.com/projects/atmos2000/>, (檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日)。
- 十一、Army Technology,〈Archer FH77 BW L52 Self-Propelled Howitzer〉, 西元 2021 年 3 月, <https://www.army-technology.com/projects/archerhowitzer/?cf-view>, (檢索日期：西元 2024 年 1 月 4 日)。
- 十二、Defense Express,〈Ukraine' s Unique 155mm 2S22 Bohdana SPG in Combat Use〉, https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/ukraines_unique_155mm_2s22_bohdana_spg_in_combat_use-2824.html。

作者簡介

呂怡靜少校，陸軍官校 103 年班、砲校野砲正規班 108 年班；歷任戰砲排長、副連長、連長、陸軍官校教育訓練參謀官、火協官，現就讀於國防大學陸軍指參學院。

再次衝向突破口

防空砲兵部隊在大規模作戰行動中支援戰鬥部隊*

Once More unto the Breach: Air Defense Artillery Support to Maneuver Forces in Large-Scale Combat Operations

取材：美國《軍事評論》雙月刊，2023年3-4月號

(Military Review, March-April 2023)

作者：Glenn A. Henke 上校

譯者：劉宗翰

In William Shakespeare's *Henry V*, the titular king motivates his army on two memorable occasions. The second occasion is the famous Saint Crispin's Day speech: "We few, we happy few, we band of brothers."¹ The first instance invokes the speech from which this article takes its title. The 1989 Kenneth Branagh film adaptation portrays this scene as an event in which most are eager to participate following the king's speech, despite the steep odds against them as they attack a determined defender: "Once more unto the breach, dear friends, once more."² The air defense artillery (ADA) branch currently finds itself reattacking ground it previously held as it determines how to support maneuver forces in a multi-domain fight with divisions as the primary unit of action. This requires a critical look at command relationships and authorities, the role of Maneuver-Short Range Air Defense (M-SHORAD) and the Integrated Air and Missile Defense Battle Command System (IBCS) supporting corps and divisions, and how best to train and equip ADA forces for large-scale combat operations (LSCO).³ The task to reintroduce air defense capability into a multi-domain Army occurs amid the backdrop of a growing experience gap; the captains who deactivated the divisional SHORAD batteries are now colonels, and their senior NCOs are almost all retired. As a result, branch leaders must

* 本文屬於公開出版品，無版權限制。

develop the capability as part of an integrated learning campaign to inform immediate outcomes at the unit level while simultaneously supporting critical combat development activities impacting Army 2030.

前言

在威廉·莎士比亞的《亨利五世》劇本中，主角國王（有名無實）在兩次令人難忘場合激勵軍隊，第二次慷慨激昂的演講為聖克里斯日：「我們是少數幾個人，幸運的少數幾個人，我們是一支兄弟的隊伍。」¹本文主標題為引用劇中鼓舞軍心的知名語句，而且在 1989 年肯尼斯·布萊納拍攝的改編電影中，其中一個場景為國王在演講中說道：「再次衝向突破口，親愛的朋友，勇往向前衝吧」，多數人紛紛響應參戰，毫不畏懼將面對堅固防衛之敵。²防空砲兵部隊若要在多領域作戰中有效支援戰鬥部隊（師為主要的作戰行動單位），則須重新評估以往地面火力支援模式，至於相關工作為檢視指揮關係與授權事項、機動短程防空系統、整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統（支援軍級與師級部隊），以及防空砲兵部隊因應大規模作戰行動的相關訓練與裝備。³不過，重新將防空能力引進陸軍多領域作戰，當前正面臨經驗傳承落差不斷擴大情況，意即以往師底下的短程防空系統連上尉軍官現在都已官拜上校，而資深士官幹部也幾乎都退伍了。鑒此，防空砲兵領導幹部應致力於發展這種能力並列入整體戰役學習科目，以利單位在取得立即成效的同時，也能支援「陸軍 2030 年計畫」中重要的戰鬥發展項目。

The experience gap is also an opportunity to look at the challenges of ADA support to maneuver forces with fresh eyes. This perspective is critical, since the tactics and procedures from the 1990s and early 2000s may not be entirely suitable on a battlefield with a proliferation of air threats that diminishes the utility of broad categories like short-range and high-altitude systems. The further development and fielding of the IBCS makes the SHORAD and high-to-medium air defense distinctions even less meaningful. If this article argues anything effectively, it is that ADA support to maneuver is much greater than the creation of SHORAD units organic to divisions and instead involves nearly the entire ADA portfolio of weapons systems. From a training perspective, this

1 William Shakespeare, Henry V, ed. Barbara A. Mowat and Paul Werstine (New York: Simon & Schuster, 2020), 225.

2 Ibid., 325.

3 The Integrated Air and Missile Defense Battle Command System (IBCS) will replace the Army Patriot's current command and control system and in time will control most U.S. Army air defense artillery systems. IBCS enables new sensor-to-shooter kill chains through a self-healing network that provides increased flexibility not available to Army commanders. 整體防空暨飛彈防禦作戰指揮系統 (IBCS) 將取代美陸軍愛國者部隊當前使用的指管系統，因為其能及時管控大部分陸軍防空砲兵系統，而且其所帶來的新式偵打一體擊殺鏈，為藉由自我修復網絡方式來提供陸軍各指揮官前所未有的靈活性。

will be most visible in the Mission Command Training Program (MCTP) exercises for corps and division commanders supported by ADA brigades, as well as the Roving Sands series of exercises conducted by 32nd Army Air and Missile Defense Command (AAMDC).

經驗傳承落差也出現一個以嶄新視角看待防空砲兵部隊支援戰鬥部隊的機會，值得注意的是，從 1990 年代至 2000 年代初的戰術戰法，可能已無法適用於充斥著空中威脅的戰場，這意味著短程及高空火力的實用性將大不如前。再者，整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統進一步發展與部署，更讓短程防空系統與中高空防空系統相形見绌。本文主要立論在於防空砲兵部隊對戰鬥部隊的支援，不只是向師提供短程防空的建制火力而已，還涉及整個防空砲兵部隊的武器系統組合。從訓練觀點而言，最明顯的觀察為由防空砲兵旅支援軍級與師級部隊的任務式指揮訓練計畫演習，以及由第 32 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部主導的流沙演習。

A final opportunity presents itself in how the branch leverages the training approaches of the past two decades that have enabled sustained operations across the globe. The ADA branch has sustained continuous readiness by forward-stationed units, maintained an enduring rotational presence in the U.S. Central Command area of responsibility since 1991, and generated ready units for global employment without interruption. While most of these missions have been fixed or semifixed site defense, much of what the branch knows can be applied or used as the starting point for support to the multi-domain fight the Army envisions. My ultimate purpose is to support discussions among experienced professionals who may disagree on how to address the challenges presented. Although this article makes recommendations that may not be adopted, I will judge this effort a success if the work that follows informs and supports the debates leading to the ultimate solutions.

最終我們看到的是，防空砲兵單位採用過去二十年的訓練方法，以維持其在全球各地的戰備能力，而且自 1991 年以來藉由前進部署來保持應變能力，並在中央司令部責任區維持持久性輪調部署，致力於為全球部署打造不間斷的有生戰力。儘管防空砲兵部隊大多數任務為固定或半固定式陣地防禦，但相關經驗應可作為支援陸軍多領域作戰構想的起始點。本文目的旨在支持專家學者間各種因應挑戰的論述，不管本文所提建議是否被採納，只要能在眾多爭論中有所貢獻並促成最終解決方案，則本文的撰寫就算成功了。

Fighting the Air and Missile Threat in LSCO

Command, support, and authorities. One of the most critical tasks in any military operation is establishing the relationships that enable commanders at echelon to successfully execute their assigned missions. These include the normal command relationships (operational control [OPCON] and tactical control [TACON], primarily) and support relationships (direct, general, etc.). For ADA units, a discussion of command relations (COMREL) must also include the authorities granted within the joint force commander's area air defense plan (AADP). The combination of command relationships, support relationships, and AADP-granted authorities establishes the framework for decision-making and is in most cases the single most important part of any plan. Experience shows that leaders with the right authorities and a firm understanding of the commander's intent will be more successful than equally talented leaders operating under overly restrictive or unclear command and control structures.⁴

在大規模作戰行動中因應防空飛彈威脅

一、指揮關係、支援關係及授權事項

在軍事作戰行動中，最關鍵任務之一為建立關係，這讓部隊指揮官可以成功執行所屬任務，這些關係包含正規指揮關係（主要為作戰管制和戰術管制）與支援關係（直接支援和一般支援）。在論及防空砲兵部隊的指揮關係時，須包含聯合部隊指揮官區域防空計畫的授權事項。指揮與支援關係和區域防空計畫的授權事項之結合，將形成決策架構，而且在大多數情況下，這是任何計畫中最重要部分。根據過往經驗顯示，就算一個有才能領導者若面臨處處掣肘或指管架構不明確的處境，其表現將不如做到正確授權與理解上級意圖的一般領導者。⁴

Existing doctrine described in Field Manual (FM) 3-01, U.S. Army Air and Missile Defense Operations, provides a useful starting point for describing a COMREL structure that enables ADA commanders to achieve their missions within the existing joint constructs.⁵ The joint nature of the air defense mission is a critical factor and must be addressed in exercises when ADA brigades support maneuver forces to avoid building unrealistic expectations in what division and corps commanders can expect from their air defenders as well as

⁴ This statement is the author's summary of the broader lessons described throughout Army Doctrine Publication 6-0, Mission Command: Command and Control of Army Forces (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office [GPO], 2019). This document defines the elements of command as authority, responsibility, decision-making, and leadership. 這段文字為作者為參考 ADP 6-0 準則並結合自身經驗所得，該準則將指揮要素區分成授權、責任、決策、領導統御。

understanding their own authorities.

當前「第 3-01 號野戰手冊：美陸軍防空暨飛彈防禦作戰」（以下簡稱 FM3-01 手冊）可提供一個有用的理解起始點，以說明防空砲兵指揮官在當前聯合作戰的指揮架構下，如何有效完成所屬任務。⁵我們在演習中須考量防空任務的聯合本質為一關鍵因素，當防空砲兵旅支援戰鬥部隊時，應避免師長與軍長對防空砲兵部隊抱持不切實際的期望，反而應理解其支援的範圍。

The structure described in FM 3-01 places the AAMDC as OPCON to the coalition forces land component commander (CFLCC) and TACON to the combined forces air component commander (CFACC). The TACON relationship is typically for the purposes of controlling ADA fires (see figure 1, page 71). Although not described in doctrine, the AAMDC may also be in direct support of the CFACC. Since the CFACC is doctrinally (and in general practice) both the area air defense commander and the supported commander for air and missile defense, an explicit command relationship between the AAMDC enables the CFLCC to meet the requirements of the joint force commander. The ADA brigades are in turn OPCON to the AAMDC, with fire control coordinated and controlled through the air defense artillery fire control officers (ADAFCO) collocated with a U.S. Air Force Control and Reporting Center (or similar organization). This structure varies by theater, most notably on the Korea Peninsula, but the basic structure generally remains in place at the theater level.

FM3-01 手冊所述指揮架構，陸軍防空暨飛彈防禦指揮部可作為盟軍地面部隊指揮官的作戰管制，亦可作為聯合空中部隊指揮官的戰術管制，而戰術管制通常是為了管控防空砲兵單位火力（參見圖 1）。雖然準則並未說明，但從上述指揮關係可知，陸軍防空暨飛彈防禦指揮部可作為聯合空中部隊指揮官的直接支援。就準則（與一般實務）角度而言，聯合空中部隊指揮官身兼兩種職能，分別為區域防空指揮官與受支援的防空暨飛彈防禦指揮官，因此釐清陸軍防空暨飛彈防禦指揮部的指揮關係，將有助於盟軍地面部隊指揮官達成聯合部隊指揮官的作戰要求。防空砲兵旅受陸軍防空暨飛彈防禦指揮部的作戰管制，同時由防空砲兵火力管制官（配屬於美空軍管制報告中心或類似單位）負責火力協調與管制。這種指揮架構在不同戰區可能有所變化，尤其是在朝鮮半島，但在戰區層級的基本架構變化不大。

⁵ Field Manual 3-01, U.S. Army Air and Missile Defense Operations (Washington, DC: U.S. GPO, 2020), chap. 4.

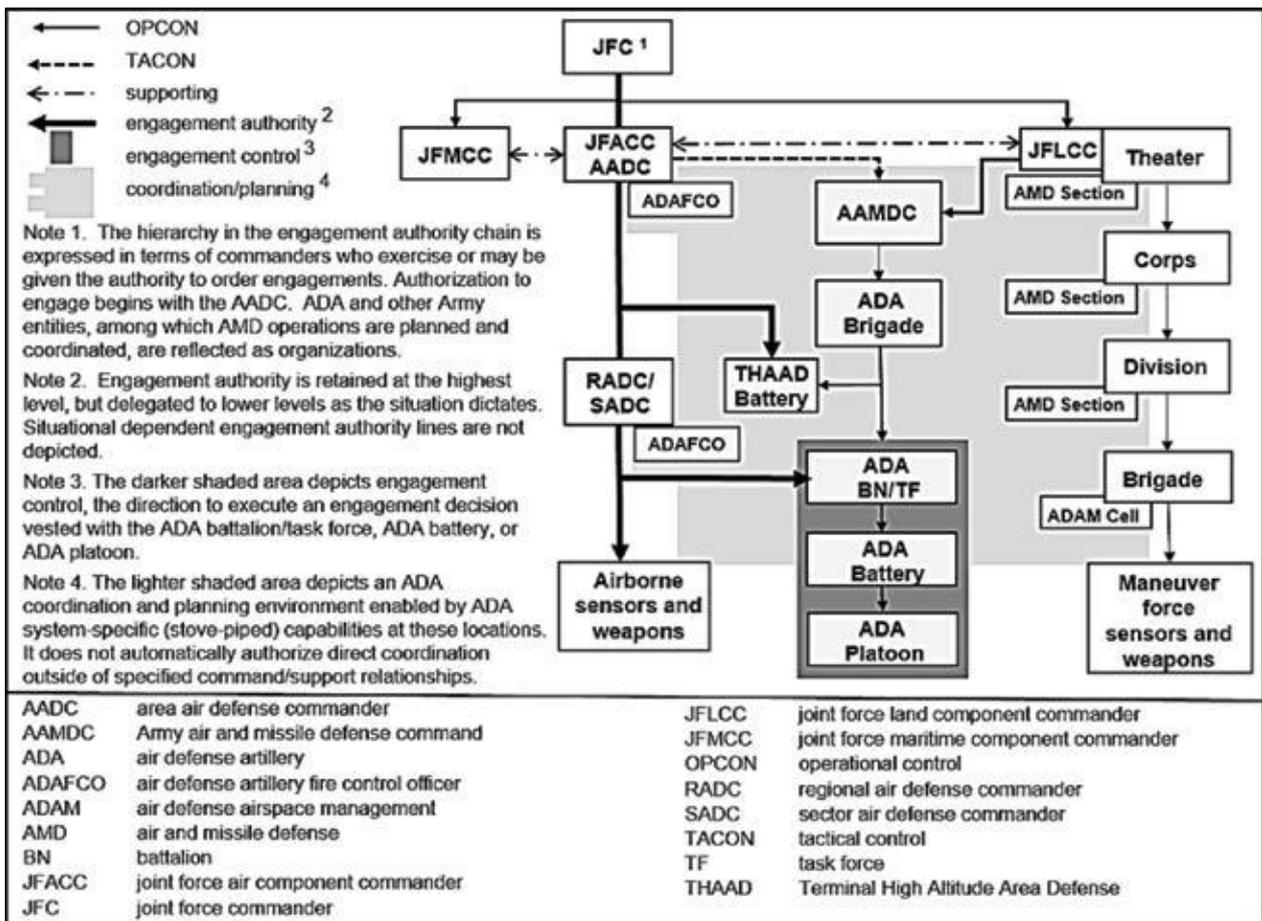
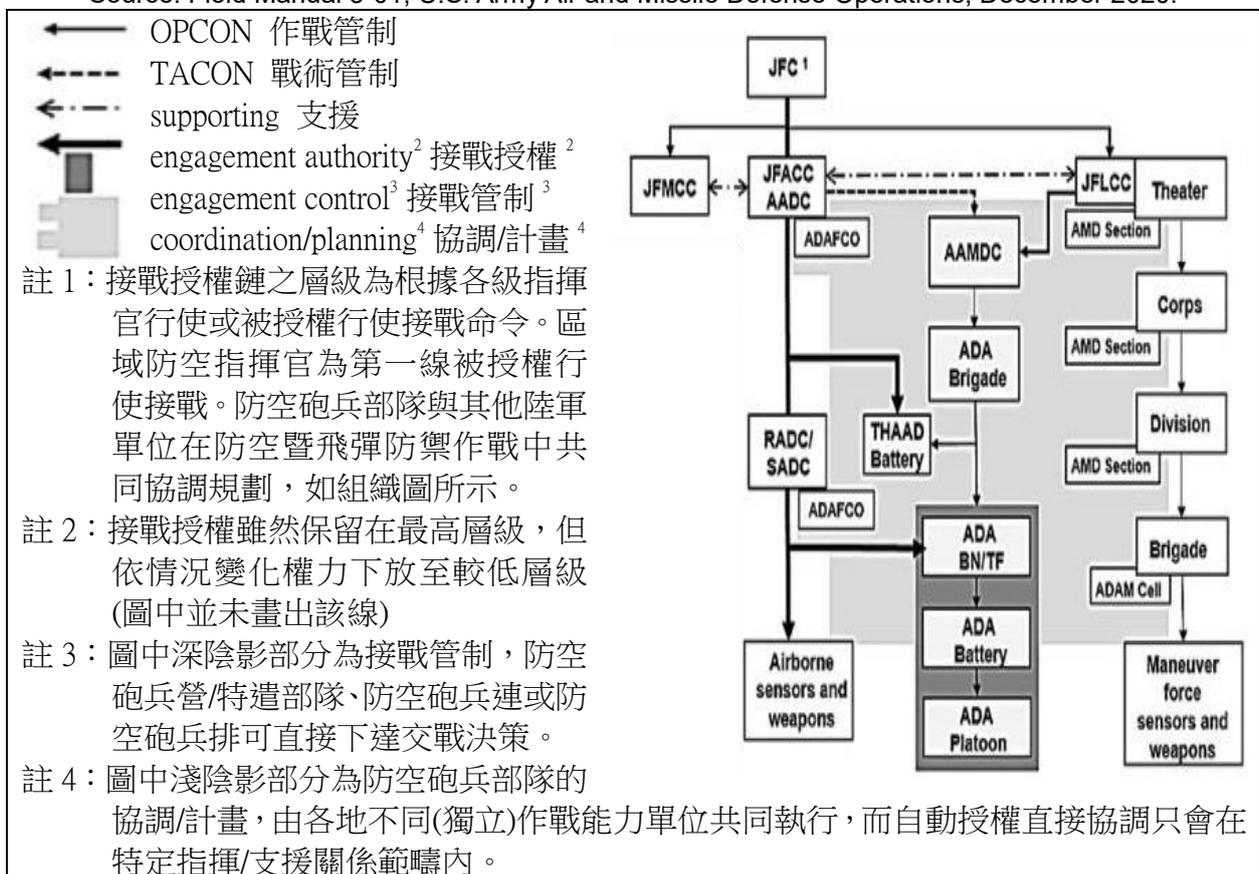


Figure 1. Theater Air and Missile Defense Command Relationships

Source: Field Manual 3-01, U.S. Army Air and Missile Defense Operations, December 2020.



AADC 區域防空指揮官	JFLCC 聯合部隊地面部隊指揮官	Theater 戰區
AAMDC 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部	JFMCC 聯合部隊海上部隊指揮官	Corps 軍
ADA 防空砲兵部隊	OPCON 作戰管制	Division 師
ADAFCO 防空砲兵火力管制官	RADC 地區防空指揮官	Brigade 旅
ADAM 防空空域管理	SADC 扇區防空指揮官	Maneuver force Snesors and weapons
AMD 防空暨飛彈防禦	TACON 戰術管制	戰鬥部隊的感測器與武器
BN 營	TF 特遣部隊	AMD Section
JFACC 聯合部隊空中部隊指揮官	THAAD 終端高空區域防禦	防空暨飛彈防禦組
JFC 聯合部隊指揮官		AMD Cell
		防空暨飛彈防禦小組

圖 1 戰區防空暨飛彈防禦指揮關係

資料來源：參考 Field Manual 3-01, U.S. Army Air and Missile Defense Operations, December 2020.

During Roving Sands 22 as well as recent MCTP Warfighter exercises, the ADA brigade was placed OPCON to the corps commander, deviating from Army doctrine. While this was primarily done to facilitate exercise design and minimize the need for a robust AAMDC High Command response cell, it had two effects that hampered execution. First and most critically, it divorced the ADA brigade from the theater fight by effectively severing links to the joint structures that execute AMD operations. Second, it created expectations with maneuver commanders that they have a freer hand than joint operations will usually provide during real-world operations. Given the difficulty in imagining a scenario where the CFACC would not be the supported commander for air and missile defense, this omission is a significant shortcoming and rather questionable from the perspective of joint doctrine. As a result, this should be avoided in training.

在近期 2022 年流沙演習和任務式指揮訓練計畫演習中，雖然將防空砲兵旅的作戰管制置於軍底下已偏離陸軍準則方向，但該作為主要是為精進演習設計，並減少陸軍防空暨飛彈防禦指揮部設立高級指揮應變組之需求，後續也衍生兩項執行障礙：其一且是最重要的是，這讓防空砲兵旅與戰區作戰脫節，切斷防空砲兵部隊在執行作戰行動時與聯合架構的鏈結；其二是讓戰鬥部隊指揮官有過多期望，認為在實際作戰行動將比聯合作戰行動擁有更大自主權。另一個問題為若無法事先預判聯合空中部隊指揮官可能無法兼具受支援的防空暨飛彈防禦指揮官的職能，從聯戰準則角度將是一個重大缺陷，這是在訓練中應避免之事。

The use of support relations provides an effective way to bridge this gap. The CFLCC can place specific ADA brigades into direct support of a corps commander while maintaining the OPCON link to the AAMDC. This enables

the AAMDC to execute and synchronize the theater AMD fight while ensuring the corps commander has the air defense support required to enable their own mission accomplishment. From a practical perspective, the differences between TACON and direct support are negligible for ground-based units. This is not necessarily true for capabilities operating in the air or maritime domains, which could explain the general reluctance of those component commanders to rely on support relationships when receiving or providing support.

為有效彌補這種落差，我們應善用支援關係，意即盟軍地面部隊指揮官可以將特定防空砲兵旅置於軍級部隊的直接支援下，同時維持其與陸軍防空暨飛彈防禦指揮部的作戰管制關係。如此一來，陸軍防空暨飛彈防禦指揮部就能統合戰區的防空暨飛彈防禦任務，並確保軍級部隊獲得所需的防空支援，以利完成所屬任務。從實務觀點而言，戰術管制與直接支援之間差異對於地面部隊的影響微乎其微，惟這對海、空作戰領域則未必成立，或許可用以解釋那些海、空軍部隊指揮官不願依賴支援關係來接收或提供相關支援。

Since joint doctrine is extant, meaning that it describes the accepted and agreed practices for joint operations, it functions somewhat differently than Army doctrine. Army doctrine provides a significant degree of flexibility to drive change in how the Army fights; this is not the function of joint doctrine. As a result, Army capabilities like ADA that are closely integrated with joint mission areas (like air defense) must operate within the construct of joint doctrine. The joint counterair framework cannot be overlooked for the convenience of exercise design. This requires a firm appreciation for the AADP by Army leaders, as well as an appreciation by the CFACC and joint force commander for the authorities required by Army units.

聯戰準則之存在說明聯合作戰是一個為人接受且可實踐的構想，但其功能在某些程度上與陸軍準則有所不同，陸軍準則可為精進陸軍作戰變革提供重大彈性，而聯戰準則並無此功能，因此像是陸軍的防空砲兵能力應在聯戰準則架構下，密切與聯合任務領域（如防空）做整合。聯合防空架構不能因演習設計的簡化而遭忽略，這部分需要陸軍領導幹部對區域防空計畫有全般理解，以及聯合空中部隊指揮官和聯合部隊指揮官也要對陸軍單位的權責有所理解。

The discussion of authorities described in the AADP becomes critical when it relates to fire control of ADA forces supporting maneuver units. In general, maneuver commanders require permissive fire control for SHORAD forces and are best served by local engagement authority for unmanned and rotary wing

threats below the coordinating altitude. This requires explicit delegation of engagement authority to local commanders codified in the AADP since the coordinating altitude does not by itself provide engagement authority. The protection of ground forces will require commanders to assume risk to friendly unmanned platforms when those systems are operating in a manner consistent with hostile criteria. This is less of a challenge for Patriot units as well as IBCS-enabled units that can engage well above the coordinating altitude and are already tied to the ADAFCOs and the joint fire control structure. While existing SHORAD platforms have limited ability to engage above commonly used coordinating altitudes, this will not always be the case, and therefore, fire control must be included in the organizational design of these units. The wide adoption of IBCS as the mission command platform provides a potential solution to this problem, given the flexibility of the system. Regardless of platform, all these authorities must be outlined explicitly in the AADP, and the Army would be well served to ensure future iterations of Joint Publication 3-01, *Countering Air and Missile Threats*, communicate these requirements to the joint force.

區域防空計畫的授權討論變得至關重要，因為其中涉及防空砲兵部隊支援戰鬥部隊時的火力管制。一般而言，戰鬥部隊指揮官須向在區域接戰的短程防空部隊請求火力支援，以在協定高度下因應無人機與旋翼機威脅，同時也要在區域防空計畫內明確將接戰權授予當地指揮官，因為協定高度與授權為一體兩面，缺一不可。此外，指揮官在地面部隊的防護上，也須承擔友軍無人機在敵火環境下作業時損失的風險。由於愛國者防空飛彈部隊與運用整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統的單位有能力在協定高度以上交戰，且已與防空砲兵火力管制官和聯合火力管制架構建立完善聯繫，進而可減少防空防禦所帶來的挑戰。一般而言，現有的短程防空系統在協定高度以上的作戰能力有限，但也有例外的時候，所以也應納入在協定高度以上交戰的單位編制設計。由此可見，我們在賦予體系彈性並讓整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統作為任務式指揮的平臺，或可成為問題的解決方案。當然不管平臺能否成立，所有的授權都須在區域防空計畫中詳細律定，陸軍方面應確保在未來版本的「第 3-01 號聯戰準則：反制防空飛彈威脅」中，再次向聯合部隊傳達這些作戰需求。

Another critical requirement for both maneuver and ADA commanders is positioning authority. Like engagement authority below the coordinating altitude, this cannot be assumed since AADPs in practice often withhold this

authority at the theater level. While this approach has merit when ADA units are exclusively focused on a theater-level defended asset list (DAL), this is overly restrictive when ADA units are defending a corps or division-level DAL. This also points to the need for the AADP to explicitly establish the authority for CFLCC subordinate commanders to establish their own local DAL without a requirement for CFACC approval. The AADP must establish the authority for positioning these units by the supported maneuver commander or the ADA commander in direct support. While all of this is consistent with existing joint doctrine, an AADP for a LSCO fight requires more detail in the AADP (usually within an authority's matrix) than is currently practiced in training and current operations. At a minimum, AADPs and orders for MCTP exercises and Roving Sands should explicitly define these authorities.

對於戰鬥部隊與防空砲兵部隊指揮官的另一項關鍵作戰需求為適當授權，諸如協定高度以下的接戰權，不能理所當然認為區域防空計畫往往已在戰區層級完備這種授權。防空砲兵部隊只專注於戰區級的防禦資產清單，這種方法有其優點，惟一旦變成防守軍級或師級部隊的防禦資產清單時，既有方法就會出現侷限性，這也指出區域防空計畫須明確律定盟軍地面部隊指揮官，授權讓所屬指揮幹部毋須再向上請求聯合空中部隊指揮官的同意，就得以建立自身防禦資產清單。此外，區域防空計畫也須律定支援戰鬥部隊指揮官單位的授權，或是防空砲兵指揮官直接支援單位的授權。所有的作為除了須以現有聯戰準則為依歸外，為大規模作戰行動而制定的區域防空計畫，應比當前訓練與作戰實務方面列出更多細節（在授權矩陣圖中列出詳細關係）。至少，我們在區域防空計畫、任務式指揮訓練計畫演習、流沙演習等計畫命令中應明確律定授權事項。

Brigades supporting corps and divisions. The theater structure described in the previous section should serve as the starting point for routine support to MCTP exercises and Roving Sands. To recap, this structure would place an ADA brigade in direct support to a corps with OPCON retained by the AAMDC. While the current doctrine is in no way comprehensive, nor does it cover the numerous variations that may arise, the approved Army doctrine should at least serve as the starting point for exercise design. While some maneuver commanders may desire to exercise OPCON of all capabilities supporting them, this direct support arrangement is hardly unprecedented in our previous and current operating environments. This structure will likely continue as the Army leverages capabilities following COMREL to other

combatant commanders, such as U.S. Cyber Command and U.S. Space Command. Fortunately, Army doctrine on support relationships provides supported commanders considerable authority over supporting units in the accomplishment of their missions, and ADA units are no different.

二、支援軍級與師級的防空砲兵旅

前段所述戰區架構部分可作為任務式指揮訓練計畫演習與流沙演習的常規支援起始點。簡言之，這種架構是由防空砲兵旅直接支援軍，並受陸軍防空暨飛彈防禦指揮部的作戰管制。由於當前準則不太可能面面俱到，也無法涵蓋眾多可能出現的變數，但至少已頒布的美陸軍準則仍可作為演習設計的依據。一些戰鬥部隊指揮官或許期望對所有支援兵力行使作戰管制，這種架構在過去或當前作戰環境並非前所未見，而且該架構會持續下去是因為陸軍往往會藉由指揮關係，向諸如美國網路司令部、美國太空司令部請求作戰能力支援。所幸，美陸軍準則在支援關係上賦予受支援的指揮官充分權力，以利渠等完成所屬任務，而防空砲兵部隊亦復如此。

In addition to the COMREL, an ADA brigade supporting a corps-level MCTP exercise requires an exercise AADP with sufficient authorities to achieve mission success, as also described in the previous section. This requirement for authorities in the AADP also applies to SHORAD units assigned to maneuver units. The exercise AADP must address engagement authorities of local commanders, the authorities inherent below the coordinating altitude, and positioning authority.

除了指揮關係授權外，防空砲兵旅在支援軍級任務式指揮訓練計畫演習的成功關鍵，為在區域防空計畫內律定充分授權，這也是本文前述所強調重點，而充分授權模式也同樣適用於短程防空單位配屬戰鬥部隊的時候。鑒此，區域防空計畫須能解決作戰區指揮官的接戰授權問題、協定高度以下授權事項及強調適當授權。

Once a workable framework for decision-making is established for the exercise, a credible threat is required to drive the commander's training objectives. As the OPFOR units at the combat training centers have demonstrated for decades, Army units challenged by dynamic and thinking enemy forces will achieve higher levels of proficiency than units fighting a less aggressive or capable foe. The replication of the air and missile threats is no different, and the emerging operating environment provides numerous examples of how our adversaries may employ capabilities to defeat or disrupt Army

forces. For training purposes, corps and divisions should encounter a threat that can employ increasingly accurate ballistic missiles, cruise missiles, groups 1-3 UAS, along with traditional rotary and fixed-wing threats.⁶ These threats should be replicated and appropriately moderated in federated simulations with corresponding effects adjudicated against training units. If the Nagorno-Karabakh conflict of 2020 and ongoing hostilities in Ukraine are any indicators, these threats should be replicated regardless of whether the unit has dedicated ADA units to counter them, though to varying degrees based on the training unit's ability to defeat them.

一旦建立用於演習的可行決策架構後，還需要一個可信威脅來推動指揮官的訓練目標。雖然戰鬥訓練中心的假想敵制度已存在數十年，但其威脅強度仍不足以因應陸軍當前所面對狡詰且具思考力的高端之敵；同樣道理，在防空飛彈的威脅想定亦復如此，因為新興作戰環境已提供眾多案例，說明敵人有各種能力可資用來擊敗或瓦解美陸軍部隊。就訓練目的而言，軍級與師級部隊的模擬威脅應為日益運用精準彈道飛彈、巡弋飛彈、第一至三類無人機及傳統旋翼機與定翼機之敵人，⁶而且這些威脅應適度在聯合式模擬器中進行演練，並對進訓單位進行統裁評分。2020年納卡區武裝衝突與當前烏俄戰爭的各項威脅指標更應納入模擬演練，無論單位是否有專屬的防空砲兵反制兵力，都應根據單位不同能力而設置不同的演練科目。

One argument against presenting a realistic threat, particularly when ADA capabilities are lacking, is that this would prevent the corps or division commander from achieving their training objectives during MCTP exercises. It is unlikely our adversaries will see this the same way. A realistic threat will also drive the changes the Army has already identified as critical to success in multi-domain operations, to include camouflage, command post disaggregation, and other passive defense measures. A “pushover” threat will not help build the combat proficiency required by Army forces. A moderated threat can be dialed up or down to drive training objectives and ensure units address all four pillars of air defense, particularly when a supported unit lacks active defense capabilities. Since some of the systems with the capability to defeat these threats prior to launch reside at the theater level, corps and divisions will also gain training on how to leverage required joint capabilities.

⁶ For a detailed breakdown of the Department of Defense categories of unmanned aircraft systems, see *ibid.*, table 3-1. 欲理解美國防部無人飛行系統的細部分類，參見註五文獻，表 3-1。

若不能在仿真演練下呈現缺少防空砲兵能力的問題，這將讓軍長或師長在任務式指揮訓練計畫演習時無法有效達成其訓練目的，當然我們不能寄望敵人也會存在相同問題。一個仿真威脅也有助於美陸軍在多領域作戰已成功推動的關鍵作為，諸如偽裝、指揮所分散配置及其他被動防禦措施；換言之，若只模擬一個「容易過關」的威脅，將無法磨練陸軍部隊的戰技。威脅模擬須能隨時調整難易度，才能達到訓練目的，以確保單位有效因應防空的四大威脅源（精準彈道飛彈、巡弋飛彈、第一至三類無人機、傳統旋翼機與定翼機），尤其是當這個受支援單位缺少主動防禦能力。由於具備打擊這類威脅的防空系統編制在戰區層級，軍級與師級部隊也應從事運用聯戰能力的相關訓練。

The return of ADA brigades and eventually M-SHORAD battalions to MCTP exercises provides the branch an opportunity to validate and refine doctrine as commanders and their staffs solve the military problems that unfold during the exercises. One example of this is where air defense as a mission belongs within the framework of warfighting functions (WfF). Staffs continue to struggle with the confusion stemming from the ADA branch as part of the Fires Center of Excellence while the air defense mission resides in the protection WfF. The question of whether the mission “belongs” to a given WfF is only problematic if one takes a dogmatic view of WfFs as a construct. The WfFs are a means to organize missions and associated functions, and the Army tends to be more practical regarding these matters, particularly for well-understood capabilities. The lack of a “maneuver” cell or comparable working group in a division headquarters demonstrates this practicality. Likely, units conducting MCTP exercises will develop new practices that enable mission success, and the WfFs will eventually sort themselves out. Through this evolutionary process, we may determine whether a protection working group structure facilitates the air defense mission or restricts it too narrowly. Commanders of ADA brigades and battalions supporting these exercises play a critical role in building this understanding and establishing best practices.

防空砲兵旅與機動短程防空營重新納入任務式指揮訓練計畫演習中，可讓該兵種指揮幹部與各參謀在演習期間，有機會驗證如何運用準則解決軍事問題，從而改善準則不足之處。其中一個案例為防空任務雖然隸屬作戰職能架構，但參謀人員持續受防空砲兵兵種任務所混淆，因為其訓練主要由火力卓越中心負責，其將防空砲兵任務定位為防護作戰職能，惟若採取教條式觀點認定防空砲兵任務為特定作戰職能，將有以偏概全的問題。作戰職能為一項運用各種軍事能力來

達成任務的手段，美陸軍重視的是這些作戰職能的實用性，尤其是須理解各項軍事能力之運用，而實用性之強化可編制一個直屬師部的機動組或類似的工作組，這類單位在遂行任務式指揮訓練計畫演習時，可望從中發展出成功達成任務的新作為，這些成果再納入作戰職能的範疇。在革新過程中，我們可以檢視這個防護工作組的架構是否有助於防空任務，或是其任務範圍有過於狹隘之問題。至於參與任務式指揮訓練計畫演習的防空砲兵旅長與營長，他們在建立這種理解並確定最佳實行作法上扮演關鍵角色。

Corps and divisions executing MCTP exercises will need dedicated education on fighting with ADA units as part of the leader training program along with the organized academic sessions that precede a Warfighter. This is also true for brigade combat teams executing combat training center (CTC) rotations with ADA formations. Just as today's ADA colonels deactivated their batteries and platoons, many of today's brigade commanders last trained with SHORAD forces as lieutenants and captains. TRADOC continues to refine precommand courses, particularly phase 2 that focuses on warfighting, and these revisions should include dedicated discussions of air defense as a mission and ADA as a capability. Part of this education at all levels should include the earlier discussion on COMREL and authorities.

軍級與師級部隊在執行任務式指揮訓練計畫演習時需要專門的教育，諸如與防空砲兵部隊協同作戰的領導幹部訓練計畫，以及在演習前舉辦各場軍事學術研討會；同樣地，旅級戰鬥隊在戰鬥訓練中心與防空砲兵部隊共同進訓時也適用這種作法。當前情況是防空砲兵上校並未讓其底下營、排發揮所長，許多現階旅長最後一次與短程防空部隊的訓練已是在他們任職尉官時。美陸軍訓練暨準則司令部也在主官職前教育課程上持續精進，尤其是著重於階段二的作戰階段，至於相關課程修訂應包含專門討論防空任務及防空砲兵部隊能力，甚至在各層級教育內容也應涵蓋指揮關係與授權事項的先期作戰討論事項。

ADA brigade commanders will need to deliberately train their staffs to support maneuver commanders during MCTP exercises. The Roving Sands exercises held by 32nd AAMDC provide a CTC-like experience that trains brigades and battalions to execute sustained field operations in support of a maneuver fight. Since Roving Sands is only held every two years due to the complexity and scale, only one in four Forces Command (FORSCOM) ADA brigades will have this training experience in a two-year Roving Sands cycle. Aside from the training opportunities that may arise from the joint exercise

program, ADA brigades require home-station training scenarios that challenge staffs and provide commanders the means to assess their formations. The MCTP team provides leader training as part of the exercise cycle, and most divisions and corps conduct a series of command post exercises that precede the Warfighter. These events will continue to provide the best training opportunities for ADA brigade commanders and their staffs. For contingency operations, the FORSCOM ADA brigades entering a Global Force Management Allocation Plan response-force mission period will continue to execute a culminating training event supervised by the 32nd AAMDC. The scenarios for these events must evolve to ensure that units are prepared for global employment as the operating environment evolves.

防空砲兵旅長須善用任務式指揮訓練計畫演習來訓練麾下參謀人員，以利支援戰鬥部隊指揮官的作戰需求。第 32 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部主導的流沙演習，可提供類似在戰鬥訓練中心的進訓經驗，即訓練旅帶營執行持續性野戰作戰以支援機動作戰。由於流沙演習的複雜性與規模，致使其每兩年舉行一次，這讓陸軍部隊司令部底下的四支防空砲兵旅，各旅每兩年才能輪訓一次。防空砲兵旅除了在聯合演習計畫中獲致訓練外，也需要在駐地的訓練想定中，磨練參謀人員為指揮官提出最佳行動方案，而且任務式指揮訓練計畫的團隊應在演習中加入領導人訓練科目，大多數軍級與師級部隊也要在演習前先完成一系列指揮所演練科目。這些作為將持續成為防空砲兵旅長及其參謀人員最佳訓練的機會。就應變作戰而言，陸軍部隊司令部下轄防空砲兵旅將擔任全球兵力管理分配計畫的應變部隊，而在任務期間所執行的高強度訓練將持續由第 32 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部監督，至於想定科目的演練也須與時俱進，才能確保各部隊全球部署整備符合作戰環境演變。

Integrating maneuver SHORAD. Prior to the Army's transformation to brigade combat teams as the primary unit of action, divisions had assigned SHORAD battalions. Batteries habitually supported specific brigades in a direct support role, while the battalion commander and staff supported the division (G staff) headquarters. The battalion S-2 (intelligence officer) supported G-2 analysis of air threats, the S-4 (logistics officer) advised the G-4 on missile allocation and parts, and the S-3 (operations officer) worked with the G-3 for plans and operations. Additionally, each SHORAD battalion provided a small cell in the division G-3 to support plans and operations, a precursor to current Air Defense Airspace Management (ADAM) cells. In this way, a SHORAD

battalion commander had responsibilities equivalent to the AAMDC commander's responsibilities to the CFLCC as theater army air and missile defense coordinator. In most cases, the ADA battalion commander was dual hatted as the division air defense officer.

三、戰鬥部隊短程防空營之整合

在美陸軍轉型旅級戰鬥隊作為主要作戰行動單位之前，師有配屬的短程防空營，營通常以直接支援角色支援特定旅，也就是營長及其參謀人員將支援師參謀部的各項作業，諸如營情報官支援師參二部分析防空威脅、營後勤官提供師參四部關於飛彈配撥量與零組件存量、營作戰官與師參三部共同研擬作戰計畫與行動。此外，各個短程防空營將為師參三部提供一個小組，以支援作戰計畫與行動，該小組也可作為防空空域管理組的先頭部隊。如此一來，短程防空營長的責任相當於陸軍防空暨飛彈防禦指揮部指揮官之於盟軍地面部隊指揮官的責任，也就是作為戰區陸軍防空暨飛彈防禦的協調者，而且在大多數情況下，防空砲兵營長會兼任師的防空官。

As the Army rebuilds divisional SHORAD capacity with M-SHORAD units, these battalion commanders will resume these traditional roles while supporting MCTP exercises and CTC rotations alongside their division-level counterparts. These division-level responsibilities require the branch to look at how it develops battalion commanders and field grade officers since none of these officers have direct experience with a pre-transformation divisional structure. Just as Baron von Steuben advised on the careful selection of NCOs in the Continental army, the selection and development of M-SHORAD battalion commanders is a task that cannot be overestimated in importance.⁷ This training program would benefit from sending selected commanders as observers to CTC rotations and MCTP exercises. Much of the course work for ADAM cells is also applicable and can be integrated into precommand training.

隨著美陸軍以機動短程防空單位重建師的短程防空能量，這些防空營會在支援師的任務式指揮訓練計畫演習與在戰鬥訓練中心進訓過程中，逐漸更新以往傳統角色。至於師的責任為要求防空砲兵部隊應重視營長與校級軍官的培育，因為這些人都缺少師結構在轉型前的實務經驗。誠如普魯士軍官斯圖本男爵的建議，美國陸軍應審慎挑選士官，同樣道理，機動短程防空營長的挑選與培育，也是不可低估的重要工作。⁷培訓計畫好處在於獲挑選的指揮幹部，可在任務式

⁷ Friedrich von Steuben, Regulations for the Order and Discipline of the Troops of the United States: Part I (Philadelphia: Styner and Cist, 1779), 129, <https://www.loc.gov/item/05030726/>.

指揮訓練計畫演習與在戰鬥訓練中心進訓中擔任觀察員，其中許多課程也同樣適用在防空空域管理組身上，並也可整合至主官職前訓練課程。

Another talent management challenge will be sourcing observer controller/trainers (OC/T). The ADA branch has long recognized the need to select high-performing officers and NCOs for duty at the CTCs and MCTP. Given the projected growth of the branch in the coming years and the associated demands to fill other critical requirements while also building a cadre of joint-qualified officers eligible for brigade command slating, OC/T duty positions will continue to be challenging fills, particularly at the field grade and senior NCO levels. For officers, this will likely drive the need to focus broadening assignments to the most critical requirements. The NCO corps will have to balance OC/T requirements with other critical fill requirements like drill sergeant and recruiting billets. Given the growth of ADA warrant officer positions and roles since 2003, the branch will also have to look at how this cohort should support CTCs and MCTP manning.

另一個人才管理挑戰為籌獲「觀察管制暨訓練員」(以下簡稱 OC/T)，防空砲兵兵種一直以來都認為須挑選優秀軍官和士官，以負責任務式指揮訓練計畫和戰鬥訓練中心的相關事務。鑒於未來幾年該兵種人員需求的增長，以及在填補其他關鍵需求人員的同時，還要建立具旅長資格的聯戰軍官候選幹部；由此可見，補實 OC/T 職缺將充滿挑戰性，尤其是校級與資深士官的缺額。在軍官人力方面，可能需要從廣泛補實任務需求轉變為優先填補最關鍵需求；在士官人力方面，OC/T 職缺填補須在教練士官和招募士官之間取得平衡。鑒於自 2003 年以來防空砲兵准尉的職缺與角色重要性逐漸增長，該兵種也應探討這些人如何在任務式指揮訓練計畫演習與戰鬥訓練中心發揮功能。

Consistent with the previous discussion on threat representation in MCTP exercises, realistic training demands a credible and lethal threat representation at the CTCs. The advances and proliferation of threat capabilities requires a flexible model that allows the CTCs to modify the threats presented at the speed of relevancy. Home station training will likely be constrained by local airspace restrictions and the ability to replicate threats, so the first real “red air” a soldier might see will likely be at the CTC. An installation-level red air team employing groups 1-2 UAS may partially mitigate this gap by providing critical training opportunities prior to a CTC rotation or overseas deployment. This capability would be beneficial at all installations with MTOE units, not just those

with assigned M-SHORAD forces.

與前文所述在任務式指揮訓練計畫演習的威脅呈現一樣，戰鬥訓練中心的仿真訓練也需要呈現可信與致命的威脅。面對威脅的進步與擴散，我們須建構一個靈活應變模式，才能讓戰鬥訓練中心及時修正威脅呈現的作法。由於駐地訓練可能會受到當地空域限制與複製威脅能力之影響，防空砲兵部隊接受首批防空假想敵的訓練應該會是在戰鬥訓練中心。為彌補這種訓練落差，防空砲兵部隊在戰鬥訓練中心進訓或海外部署之前，設置一支運用第 1、2 類無人機的防空假想敵，也可達到關鍵的訓練效果，這種防空能力不僅有利於配署機動短程防空部隊的基地，甚至是改良式編裝的基地也同樣受益。

Fire control and engagement authority for M-SHORAD forces presents topic for considerable debate as the branch decides how it will design these forces and the supporting structures. The solution likely lies within a continuum. At one extreme, engagement authority rests with each individual crew, while at the other extreme, all fires are controlled by ADAFCOs. As the defense of the National Capital Region demonstrates, local conditions and risk acceptance levels can drive a high-control solution.⁸ Given the anticipated need to operate in a communications-disrupted environment while simultaneously reducing friendly electronic signatures to increase survivability, a distributed fire control is probably more desirable and ultimately more feasible. This reinforces the earlier discussion on the Army's need to favorably shape authorities described in the AADP. Army Service component commands have a critical role in shaping this discussion with the supporting theater air components, and we have seen recent successes in delegating engagement authorities for the counter-small unmanned aircraft system (C-sUAS) fight. This should also reinforce the need to focus on division ADAM and joint air ground integration center training to shape the airspace control measures required to support divisions. The ultimate fire control solution and authorities must also account for the continued fielding of C-UAS capabilities operated by soldiers outside the ADA branch. The ADA branch will likely remain the proponent for training and certification of C-UAS platforms regardless of who operates them.

機動短程防空部隊的火力管制與接戰授權引起廣泛爭議，原因出於這種兵力支援架構的設計，其中一個極端例子是接戰授權由各防空砲兵組下達，另一個極端例子則是所有火力都由防空砲兵火力管制官管制。誠如國家首都區防禦的

情形，當地條件與風險接受度會催生高管制的防空方案；⁸此外，考量在通信中斷環境運作的預期需求，以及為提高存活率而降低我方電子信跡，較理想可行的方案為分散式火力管制，而這種方案也呼應前文所述，陸軍須適切律定區域防空計畫內的各授權事項，至於在支援戰區防空部隊上，美陸軍部隊指揮部扮演關鍵角色，近期案例為在反小型無人機接戰授權上取得成功，這個事實也說明應專注於師的防空空域管理與聯合空地整合中心的訓練。火力管制與接戰授權也須考量由防空砲兵單位以外部隊來部署反無人機能力，無論是由誰擔任操作者，防空砲兵兵種可能仍將是反無人機能力訓練與認證的主導者。

The future fielding of IBCS-enabled units drives additional tactical considerations, given the inherent flexibility of the system to integrate multiple sensors and effectors. Experimentation has already shown how IBCS can integrate joint sensors; conceivably, an IBCS-enabled M-SHORAD battalion could have attached Patriot launchers and IBCS fire control network nodes receiving joint sensor tracks (e.g., F-35) defending a division-level asset. A system as flexible as IBCS in turn requires a fire control model that provides equal flexibility to maximize the weapon system effectiveness. Further joint experimentation is critical in developing this model.

整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統的靈活本質，來自於具備多個感測器與受動器，這讓未來配備該系統單位有額外的戰術行動方案選項。經試驗證實整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統可以整合聯合感測器；如此一來，運用該系統的機動短程防空營將連接系統本身的火力管制網絡節點與愛國者發射器，並接收如 F-35 戰機的聯合感測器軌跡，進而防禦師的各項資產。鑒此，整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮的靈活性，同樣需要一個靈活火力管制模式，才能最大化武器系統效能，而後續的聯合試驗在發展這套模式時至關重要。

The fielding of M-SHORAD units to divisions will take place over many years, and in the interim, corps, division, and maneuver brigade commanders will continue to rely on their ADAM cells. Based on available ADA officers and warrant officers, these cells are currently undermanned across FORSCOM. The growth of M-SHORAD battalions will further stress the ability to align talent with ADAM cells. Each new M-SHORAD battalion has the same number of ADA

⁸ The National Capital Region is defended by ground-based air defense units as part of Operation Noble Eagle. The authority to engage targets is centralized in a single command center under strict rules of engagement to protect civil aviation. 國家首都區防禦由地面防空單位負責始於 2001 年高貴之鷹行動(美加在 911 事件的國土安全行動)，接戰目標授權集中在單一指揮中心，其受到須保護民航的嚴格交戰規則限制。

captain authorizations as the ADAM cells in one and one-third divisions, and enough ADA warrant officer authorizations to zero out all but one slot in a division. These talent management challenges come as division and brigade commanders become increasingly reliant on their ADAM cells to integrate the unit air picture into the joint air pictures and emerging C-UAS capabilities, as demonstrated by recent experiences by maneuver commanders supporting Operation Inherent Resolve and Ukraine support operations.⁹ The 108th ADA Brigade has piloted an ADAM cell mentorship program with XVIII Airborne Corps units to bridge this gap and assist maneuver commanders in adapting to the emerging operational environment. Based on the successes and positive feedback from the commanders of the supported corps and divisions, the 32nd AAMDC will expand this program to other FORSCOM units in the coming year. ADAM cells could also benefit from broader exposure to MCTP exercises and Roving Sands in an observer or guest OC/T role.

機動短程防空單位部署至師將耗費多年時間，於此過渡期間，軍、師及機動旅旅長將持續依賴防空空域管理組，對照防空砲兵軍官與准尉現有編現比，這個組目前在陸軍部隊司令部內仍處於缺員狀態。此外，機動短程防空營的增加將進一步擴大防空空域管理組人力需求的難度，因為各新式機動短程防空營的防空砲兵上尉數量相當於 4/3 個師編制的防空空域管理組防空砲兵上尉數量，而准尉數量相當於整個師除了一個職缺以外的所有職缺。隨著師與旅逐漸依賴其防空空域管理組將單位空中圖像整合至聯合空中圖像，以及新興反無人機能力，將浮現這類人才管理挑戰，誠如戰鬥部隊指揮官在堅定決心行動與烏俄戰爭的支援行動經驗所示。⁹為弭平這種落差問題，第 108 防空砲兵旅已協同第 18 空降軍啟動一個防空空域管理組監控計畫，以利協助戰鬥部隊指揮官因應新興的作戰環境。根據受支援軍級與師級部隊的成功經驗與正向回饋，第 32 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部將在來年讓該計畫擴大施行於陸軍部隊司令部下轄單位。防空空域管理組也能以觀察員或客座「觀察控制員/教練」身分，廣泛參與任務式指揮訓練計畫演習和流沙演習，從中獲益。

Training and Equipping ADA Units for LSCO

Training and mission essential task lists. A comprehensive view of ADA unit training is a precondition in preparing for large-scale combat operations.

⁹ Comment extrapolated from multiple after action reviews and assistance visit trip reports for Operation Inherent Resolve and Ukraine support missions. 該論述歸結自各行動後檢討，以及堅定決心行動與烏俄戰爭支援任務的援助訪問報告。

The challenge facing the branch is determining how we modify our training while still preserving the best practices that have allowed us to generate sustained readiness over the past few decades. Additionally, the branch must determine how an IBCS-enabled force should train, given the tremendous flexibility in task organization the system enables. Since IBCS fielding is expected to take nearly a decade, the branch has an opportunity to iterate training approaches in preparation for the eventual convergence of capabilities.

大規模作戰行動中防空砲兵部隊的訓練與裝備

一、訓練與任務要項清單

為因應未來大規模作戰行動，全般檢視防空砲兵部隊訓練為先決條件，該兵種當前挑戰為在修正訓練模式的同時，如何保留過去數十年維持最佳戰備狀態的作法。此外，兵種也應確定配備整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮部隊的訓練方向，因為該系統可提供單位在戰術運用的高度靈活性。由於整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統的全面部署將耗費十年時間，防空砲兵兵種應預先規劃未來融合這種能力時所需訓練方式。

Army doctrine uses mission essential task lists (METL) to focus training and allow commanders to accept risk in some tasks. The move away from commander-developed METL toward Department of the Army-directed METL allowed standardization across like-units and enabled predictable expectations on what any given unit was trained to do. For ADA units, this standardization has come at the expense of clarity. With only two METL tasks (one of which covers deployment activities), ADA commanders do not have the ability to accept risk on specific tasks since every task described in the supporting training and evaluation outlines is a critical task that must be trained to achieve a “T” in that task. By comparison, an infantry battalion has six METL tasks (see figure 2). For a Patriot battalion, the single air-defense-related task (Conduct Air and Missile Defense Operations) lists six subtasks, two of which are related to the battalion executive officer and one of which is arguably the responsibility of a brigade or AAMDC commander. Subtask number four covers most of what a Patriot battalion does, but this task does not inform a training strategy and is sufficiently vague to introduce wide interpretations by different commanders (see figure 3).

美陸軍準則說明在訓練時使用任務要項清單之重要性，因為可以讓指揮官理解一些任務的風險，若這種指揮官式的任務要項清單能轉變為陸軍部教令式

的任務要項清單，或許可以達成單位之間標準化，進而了解特定單位訓練可達到何種預期效果。不過，對防空砲兵部隊而言，任務要項清單的兩項標準化內容存在明確性不足問題，例如在防空砲兵營（配備愛國者飛彈）任務要項清單（僅列兩項，其中一項涵蓋部署活動）中，除了無法看出營長有承受特定任務的風險能力外，內容描述主要是作戰支援任務，而且單位在執行各要項清單前都須達到「戰術級」（以下簡稱 T）訓練認證；反觀步兵營（配備整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統）任務要項清單則有六項清單（參見圖 2）。防空砲兵營(配備愛國者飛彈)任務要項清單項次一為「負責防空暨飛彈防禦作戰」，底下又分成六個子要項，其中兩項為副營長職責，其中一項可認定為旅長或陸軍防空暨飛彈防禦指揮部職責。子要項四內容已涵蓋大部分愛國者營職責，惟其問題在於並未涉及訓練策略，表述模糊也容易引起指揮官之間不同見解（參見圖 3）。

Infantry Battalion METL (IBCT)	ADA Battalion METL (Patriot)
1. Conduct Area Defense	1. Conduct Air and Missile Defense Operations
2. Conduct a Movement to Contact	2. Conduct Expeditionary Deployment Operations at BN level
3. Conduct an Attack	
4. Conduct an Air Assault	
5. Conduct Area Security	
6. Conduct Expeditionary Deployment Operations at BN level	

Figure 2. Infantry Battalion and Patriot Battalion METL Comparison

Source: HQDA METLs, Army Training Network.

步兵營任務要項清單(步兵旅級戰鬥隊)	防空砲兵營任務要項清單(愛國者部隊)
1. 執行區域防禦	1. 負責防空暨飛彈防禦作戰
2. 移動與敵接觸	2. 負責營級遠征部署作戰
3. 進行攻擊	
4. 從事空中突擊	
5. 負責區域安全	
6. 負責營級遠征部署作戰	

圖 2 步兵營與愛國者營任務要項清單之比較

資料來源：參考 HQDA METLs, Army Training Network.

Conduct Air and Missile Defense Operations Task Summary

AAMDC (Task 44-EAC-8040)

1. Conduct Air and Missile Defense theater level planning.
2. Commander serve as the Deputy Area Air Defense Commander (DAADC) when designated.
3. Execute AMD operations.
4. Provide theater AMD coordination teams and liaison forces to the appropriate Joint Operations Area (JOA) elements.
5. Protect systems and capabilities in the JOA.
6. Adjust air defense coverage.

Brigade (Task 44-BDE-8040)

1. Plan air defense.
2. Coordinate air defense.
3. Integrate air defense assets in accordance with the Area Air Defense Plan (AADP).
4. Adjust air defense coverage.

Battalion (Patriot) (Task 44-BN-8040)

1. Battalion XO leads staff to plan air defense.
2. Coordinate airspace control activities with join and subordinate air defense fire units.
3. Provide Early Warning (EW) to supported assets.
4. Utilize weapon systems capabilities to provide AMD coverage to defended asset, protected maneuvering assets, and to protect the force from enemy surveillance, air attacks, and/or ballistic missile threats
5. Protect system and capabilities in the OE.
6. Battalion XO coordinates Battalion sustainment activities.

Figure 3. Comparison of Core ADA METL Tasks at Echelon

Source: Figure adapted by author from Training and Evaluation Outlines on the Central Army Registry

防空飛彈作戰任務執行摘要

陸軍防空暨飛彈防禦指揮部(Task 44-EAC-8040)

1. 負責防空暨飛彈防禦戰區級規劃
2. 指揮官依令擔任地區防空副指揮官
3. 執行防空暨飛彈防禦作戰
4. 提供戰區防空暨飛彈防禦協調組與聯絡官，並配屬至各聯合作戰區所屬單位
5. 防護聯合作戰區內各項系統與兵力
6. 調整防空覆蓋範圍

旅(Task 44-BDE-8040)

1. 防空規劃
2. 防空協調
3. 統整防空武器裝備，以滿足區域防空計畫所需
4. 調整防空覆蓋範圍

營(愛國者)(Task 44-BN-8040)

1. 副營長帶領參謀制定防空計畫
2. 與聯合暨所屬防空火力單位共同協調空域管制活動
3. 對受支援資產提供早期預警
4. 運用建制武器系統提供防空暨飛彈防禦能力，以防護設施、機動裝備及防護部隊避免受敵監視、空中攻擊及/或彈道飛彈威脅。
5. 防護作戰電子相關系統與兵力
6. 副營長協調營各項後勤支援作為

圖 3 各級防空砲兵部隊任務要項清單核心任務之比較

資料來源：參考 Training and Evaluation Outlines on the Central Army Registry，經作者彙整製表。

While the present mission essential tasks may not provide full clarity, the Combined Arms Training Strategy (CATS) should in theory assist commanders in building workable training plans. Using this approach, ADA units building readiness tend to focus almost exclusively on gunnery and mission-specific culminating training events or mission rehearsal exercises. Assuming a unit also trains on its deployment METL task, a Patriot battalion can achieve T1 (trained) following this approach. Recent experiences at Roving Sands 22 demonstrate that neither the current CATS tables nor gunnery tables incorporate every task required to support maneuver forces. As a result, Patriot battalions may achieve T1, but this does not mean they are trained to support a LSCO fight. This gap creates considerable challenges for commanders trying to accurately describe their readiness and for supported maneuver commanders trying to understand what kind of operations a specific ADA unit can support. ADA operations in a multi-domain battlefield are too complex to encapsulate in a single METL task. As a branch, we recognize the difference between conducting fixed site defense and defending maneuver units. Units conducting sustained fixed site defense often execute operational readiness evaluations to validate site crews' ability to provide enduring readiness in a combat zone. The use of operational readiness evaluations is not as easily applied (and may not be relevant) to a unit establishing tactical sites for a short period of time before jumping again to support maneuver commanders. Just as an infantry battalion has multiple tasks to cover the range of missions, a METL that differentiates between these missions enables commanders to accept risk and focus on upcoming missions. A unit preparing to deploy to the U.S. Central Command area of responsibility can accept some level of risk on its ability to support a maneuver force, whereas a unit entering a prepare-to-deploy mission must be prepared for a wider range of operations. Figure 4 details a proposed ADA battalion METL that outlines tasks that specifically address supporting maneuver. This approach would allow commanders to make risk decisions on training programs.

當前任務要項清單存在明確性不足問題，理論上，運用聯合兵種訓練戰略應可協助指揮官建立可行的訓練計畫，這種方法能讓防空砲兵部隊在建立戰備能力時聚焦於火砲射擊、特定任務的高峰期訓練項目或任務預演。部隊在訓練時應運用任務要項清單，藉由這種方法的愛國者營可達到 T1 訓練水平，根據近期

2022 年流沙演習的經驗顯示，不管是聯合兵種訓練戰略表或是射擊表，都並未將要支援戰鬥部隊的各項任務做整合，這意味著愛國者營就算達到 T1 訓練水平，也不代表其整體訓練足以支援大規模作戰行動。這種落差為防空砲兵指揮官的一項挑戰，因為他們在試著準確調整戰備來支援戰鬥部隊指揮官的同時，還須理解自身能量可以支援到何種作戰類型。在多領域作戰中的防空砲兵作為相當複雜，不可能以單一任務要項清單一言以蔽之，防空砲兵兵種須理解定點防禦與戰鬥部隊防禦之間存在差異。至於防空砲兵部隊定點防禦的戰備評估，為驗證砲組在作戰區能否提供持久戰備能力，但若遇到砲兵部隊為支援戰鬥部隊指揮官而從事短期停留的陣地轉移時，則定點防禦的戰備評估就不太適用。誠如步兵營任務要項清單有多種不同任務列表，防空砲兵部隊任務要項清單也應有所區別，才能讓所屬指揮官理解風險並面對未來任務，舉例而言，要讓準備部署至美國中央司令部責任區支援戰鬥部隊的防空砲兵部隊具備一定風險承受力，就必須在整備部署階段完成廣泛的任務演練。本文提議的砲兵營任務要項清單（如圖 4）為針對原本缺陷做改良，以解決砲兵部隊在支援戰鬥部隊時無足夠參考依據，並讓砲兵指揮官得以制定關於訓練計畫的風險決策表。

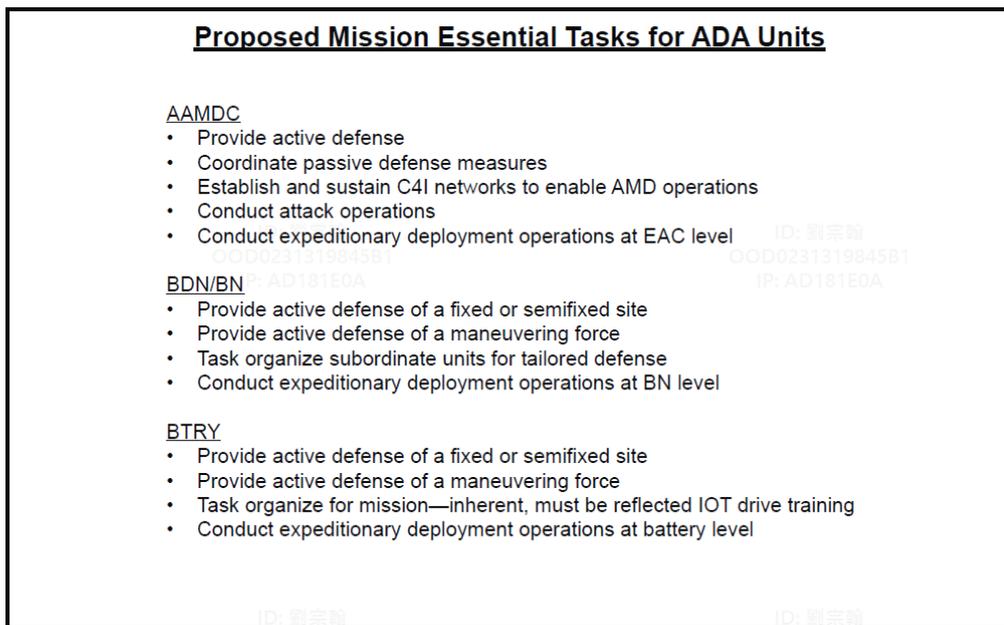
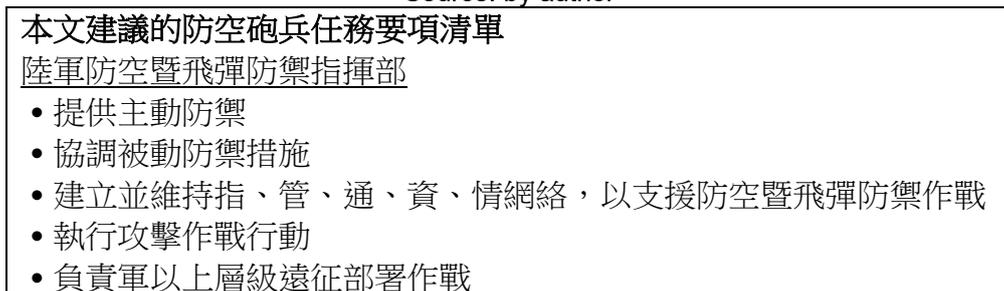


Figure 4. Proposed ADA METLs to Support LSCO

Source: by author



營

- 提供固定或半固定陣地主動防禦
- 提供戰鬥部隊主動防禦
- 依防禦任務屬性編隊
- 負責營級遠征部署作戰

連

- 提供固定或半固定陣地主動防禦
- 提供戰鬥部隊主動防禦
- 任務編隊應進行初期作戰測試，才能策進訓練
- 負責連級遠征部署作戰

圖 4 本文建議在大規模作戰行動下的防空砲兵任務要項清單

資料來源：由作者彙整製圖

Aside from LSCO requirements, the movement toward an IBCS-enabled force could also drive a different approach to training. Given the inherent flexibility in the task organization for specific missions, the standardized fire unit is no longer a given and may not even be desirable. Unit status reporting (USR) must accurately communicate training and readiness levels, which are in turn informed by METL assessments. Should the Army choose to organize IBCS-enabled batteries by capabilities (e.g., sensor battery, effector battery, command and control battery) instead of a standard fire unit design, we will have to become masters of building task-organized battery teams for tailored missions. This will also make the battalion level the first meaningful measurement of readiness from a USR perspective since the battalion commander would be the commander able to task organize subordinates into combat capable battery teams tailored for the assigned mission. This is not necessarily a change from a USR perspective, since the USR communicates readiness of the “AA” unit identification code (brigade headquarters, battalion, or THAAD battery) to the Army, joint staff, and combatant commanders. It does, however, change how battalion commanders must assess their subordinate units’ readiness. Battalions will not only have to measure the readiness of the batteries as organized for USR purposes (i.e., by unit identification code), they will also have to measure the readiness of task-organized battery teams for specific missions to effectively describe a meaningful combat capability. This would also drive what joint force commanders request when asking for forces; instead of requesting a certain number of ADA fire units, they will likely continue to request battalions since the specific capability must be task organized at the battalion level to suit the mission. This will remain a challenge for the joint force

during the decade the Army transitions from Patriot to IBCS-enabled units. Although IBCS gives the branch the opportunity to solve tactical problems with smaller organizations, the battalion will likely remain the “coin of the realm” when requesting AMD forces.

為因應大規模聯合作戰行動之需求，建構一支整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊，將需要不同訓練方法。由於負責特定任務的特遣單位本身就具備靈活性，標準化火力單位將不再是一個必然選擇，甚至是非理想選項；再者，單位狀態報告應用以準確傳達訓練與戰備水準，而這些水準又受到任務要項清單的各種評估所影響。若美陸軍選擇建構各種不同能力的整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮連，諸如感測器連、受動器連和指管連，而不是建構標準火力建制單位，我們就須專精於建構不同任務的特遣任務連隊。如此一來，這個劃時代意義為首次依單位狀態報告來衡量營級戰備水準，營長也能根據不同任務性質編組相關作戰能力的連隊，但這並非意味著單位狀態報告的改變，其作用仍是向陸軍、聯合參謀和作戰指揮官通報如旅部、營或終端高空區域防禦連等戰備狀態（依各「防空」部隊識別代號）；惟真正改變為營長評估所屬單位戰備狀態方式。營不僅須依各部隊識別代號所產出的單位狀態報告來評估連隊戰備水準，還須評估負責特定任務的特遣連隊的戰備，以利說明有意義的作戰能力。這可能會影響聯合部隊指揮官所提的作戰需求，意即不再提出特定的防空火力單位支援，而是持續向營提出需求，因為營主導任務所需的各種特定能力編組。在美陸軍從愛國者轉型為整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊的十年間，聯合部隊將持續面臨挑戰，防空砲兵部隊在整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統單位架構下，雖然有機會使用較小單位解決戰術問題，但在請求防空砲兵支援時，營才是那個委以重任者。

With regard to training Patriot and IBCS-enabled units to support LSCO, the current Patriot gunnery framework provides a starting point and, with modifications, can continue to provide the foundational readiness required to accomplish assigned missions. This will require a more explicit focus on individual, team/ crew, and collective tasks. One of the author’s persistent observations as a battalion and brigade commander is that nearly all battery-level leaders and most field grade officers do not think of training in terms of individual and collective tasks; they think of ADA training almost exclusively in terms of gunnery tables. Individual training is often viewed as separate from ADA training, covering common soldier tasks or mandatory training. This drives a centralization of training at the battery level since the first measurable readiness objective is the battery Table VIII. This mindset will not enable the

flexibility needed for an IBCS-enabled force, no matter how the Army decides to organize these battalions. Therefore, it is helpful to reframe the gunnery tables as a progression of individual to collective tasks, with particular emphasis on certifying crews on major end items separate from a collective battery-certification event. An IBCS-enabled battalion with batteries organized by equipment type will absolutely demand this approach since the battery collective training event will not describe an employable and discrete combat capability from the perspective of the joint force employing these capabilities. Should the Army retain the fire unit model, this progression model will allow units to realize the flexibility of IBCS by allowing fully certified elements (e.g., launchers or radars) to plug into a task-organized unit. The modified gunnery tables would first address individual tasks, then crew and team tasks, and culminate in collective tasks (see figure 5). The battalion would also need to be able to validate that a task-organized battery is prepared to execute their mission, prompting the need for a battalion-driven collective training event.

關於如何訓練愛國者與整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊來支援大規模作戰行動，我們可以從檢視當前愛國者營射擊架構表著手，只要稍做內容修正，就能符合完成所屬任務所需的戰備基礎，調整後將更明確著重於個人、砲組及團體任務。根據筆者曾任營、旅長的觀察經驗，幾乎所有砲兵領導幹部與大部分校級軍官的訓練思維都不是以個人與團體任務為重點，反而幾乎都只專注於射擊表的防空砲兵訓練。個人訓練通常與防空砲兵訓練分開，涉及一般士兵任務或強制性訓練事項，由於圖 5 的表八射擊認證為首個戰備評定目標，促使砲兵連形成集中訓練現象，在這種心態下，無論陸軍決定怎麼打造這些營，都無法提供整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊所需的靈活性。因此，射擊表從個別任務重新修訂為團體任務的方法，將有所助益，也就是著重於組員在終端重大事項的認證，有別於以往集體連隊事項的認證。整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統營下轄連隊（依裝備類別區分）必然需要這種方法，因為在聯合部隊戰力運用觀點下，集體連隊訓練事項並無法彰顯獨立可靠的戰力。若陸軍保留火力單位模式，本文所建議方法將能實現整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊的靈活性，並讓所有經認證的裝備(如發射器或雷達)順利配屬至特遣編隊。經改良的射擊表首先解決個人任務，接著解決組員與團體任務，最後達到解決集體任務（參見圖 5）。此外，營還需要驗證特遣連隊是否完成任務前整備，這將推動由營主導的集體訓練事項。

Current Patriot Battery Gunnery Tables	Proposed Gunnery Table Progression
Table I (Basic System Skills)	• Individual tasks
Table II (Ready-For-Action Drills)	• Individual tasks common to all
Table III (Basic Air Battle Management/Missile Reload)	• System specific individual tasks (e.g., launcher or radar)
Table IV (Basic Gunnery Certification)	• Crew and team tasks
Table V (Air Battle Management/Missile Reload)	• Crew drills on major end items
Table VI (Prepare for Movement and Emplacement)	• Air battle management
Table VII Commander's Assessment (Precertification to Table VIII)	• Reload
Table VIII (Intermediate-Level Gunnery Certification)	• Conduct equipment masking
Table IX (Alert State Assumption/Ready for Action Drill)	• Collective tasks (battery)
Table XI Commander's Assessment (Precertification to Table XII)	• Prepare task-organized battery team for movement and emplacement
Table XII (Advanced-Level Gunnery Certification)	• Conduct air battle
	• Conduct emissions/signals masking

Figure 5. Gunnery Table Progression

Source: Current Patriot Battery Gunnery Tables [left side] adapted from Training Circular 3-01.86, Patriot Gunnery Program. Proposed Gunnery Table Progression [right side] developed by author.

當前愛國者射擊表	本文建議的改良式射擊表
表一（基本系統技巧）	• 個人任務
表二（行動整備演練）	• 所有人的共同個人任務
表三（基本空戰管理/飛彈再裝填）	• 特定個人的系統任務（如發射器或雷達）
表四（基本射擊認證）	• 組員與團體任務
表五（空戰管理/飛彈再裝填）	• 組員的終端重大事項演練
表六（陣地轉移與掩體進出）	• 空戰管理
表七 指揮官評估（表八的先期認證）	• 再裝填
表八（中級射擊認證）	• 進行裝備偽裝
表九（預警狀態假定／行動整備演練）	• 集體任務（連）
表十一 指揮官評估（表十二的先期認證）	• 連編隊陣地轉移與掩體進出之整備
表十二（前進級別的射擊認證）	• 執行空戰
	• 進行信號／信跡偽裝

圖 5 改良式射擊表

資料來源：左表參考 Training Circular 3-01.86, Patriot Gunnery Program，右表為本文建議的改良式射擊表。

This also leads to a critical analysis of the current advanced gunnery tables, which in theory should inform commander's assessments of T levels in assigned METL tasks. Presently, the advanced tables are almost entirely divorced from measuring readiness as reported in USR. While many leaders believe in the merit in conducting Table XII, we have not been able to describe a measurable readiness impact aside from more proficient crews. In other words, we agree we should do it, but we can't quantify what we get from it. We also lack a dedicated table for units fighting in an autonomous mode. Given the demonstrated capabilities to contest the electromagnetic spectrum presented by our most challenging strategic competitors, we must assume that units will fight in a communications-denied environment, which will prevent them from communicating with ADAFCOs. Finally, the advanced tables could be used to more explicitly describe how to achieve "T" in the METL task. This assessment

tends to be more qualitative in practice, and while recent efforts to create “Objective T” proved problematic, a more quantifiable assessment criteria based on training can greatly assist commanders assessing readiness.

這也引起對當前進階射擊表的深入分析，其理論上應為指揮官提供所屬任務要項清單的戰術評估水準，惟當前狀況是該表完全背離在單位狀態報告中說明戰備水準。許多領導幹部認為做到表十二有其價值，但這並無法說明當缺少熟手組員時的戰備水準，換言之，我們認為應該按表執行，但我們無法量化其中的戰備水準。此外，我們也缺少一個專門表格供在自主作戰模式下的單位使用。鑒於美軍最具挑戰的戰略競爭對手所擁有的電磁頻譜能力，我們的想定也應包含防空砲兵部隊會在通信阻斷環境下作戰，無法與防空砲兵火力管制官傳遞訊息。最後，前進射擊表應在任務要項清單中更明確說明如何達到「戰術」水準，該評估在實務上應更為量化，由於近期所採用「客觀戰術」評估出現問題，一個量化的訓練評估方式將更有助於指揮官評估戰備狀態。

Given the anticipated electromagnetic-contested environment, unit training will need include operating under electronic attack. It will also need to enable the ability to build flexible crews to support likely task organization options inherent in IBCS enabled units. In addition to air battle training, units will need to be proficient at how to support a maneuver force in the attack or defense. Another critical task is to enhance maintenance training to account for the flexibility of IBCS that may change current “fix or fight” criteria, given the anticipated geographic dispersion from battalion-level systems maintainers in a LSCO fight. Commanders will execute all this while simultaneously building depth in their crews. Given the tremendous opportunity costs of the current Table XII model, the branch must carefully develop a gunnery structure that does not detract from gaining proficiency on what are sure to become fundamental requirements in the operational environment.

鑒於未來可預期的電磁頻譜敵情環境，防空砲兵單位訓練科目須包含遭電子攻擊時的作戰演練，還應建立靈活編組能力，以利支援整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊所負責的特遣任務。防空砲兵單位除了空戰訓練外也要持續精進，以利支援戰鬥部隊的攻防作為。此外，還有一個重要工作為強化保修訓練，以符合整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統部隊本身的靈活性，「修護或作戰」的準據或許應調整改變，因為在大規模作戰行動中，營級保修人員未來將在分散的地理區作業。防空砲兵指揮官將在執行上述所有要求的同時，與麾下組員建立密切指揮關係。鑒於當前表十二仍有大幅調整空間，防空砲兵兵種應審慎修訂成合

適的射擊架構，確保不會影響作戰環境中基本要求的熟練度。

Equipping ADA units for LSCO. The future battlefield envisioned by Army leaders drives some equipping considerations beyond the core combat systems undergoing development, testing, and eventual fielding. The ability of enemy forces to detect U.S. systems through signals intelligence, geospatial intelligence, measurement and signature intelligence, and imagery intelligence is already driving Army leaders to reconsider command posts, networks, and camouflage. This section will briefly discuss equipping considerations beyond the major end items associated with IBCS, M-SHORAD, and Indirect Fire Protection Capability (IFPC).

二、大規模作戰行動的防空砲兵裝備整備

美陸軍領導高層的未來戰場想定，將推動一些既有在發展、測試及最終部署核心作戰裝備以外的其他武器部署思維。敵藉由信號情報、地理情報、測量、信跡情報及圖像情報等偵測美軍一舉一動，已促使陸軍領導高層重新思考指揮所、網路及偽裝等作為，以下將簡短討論主要終端武器系統，如整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統、機動短程防空系統，以及間接火力防護能力等以外的武器部署思維。

It is hardly controversial to suggest that tent-based command posts are ill-suited for LSCO. In 2022 FORSCOM convened a command post summit with all corps, division, and direct reporting unit commanders, and the unanimous consensus was that command posts must be mobile, masked, and distributed. While discussion of command post modernization tends to focus on the physical structures, the electronic communications infrastructure supporting the command post drives significant timelines associated with emplacement and movement. Units must have the ability to emplace and displace networks quickly and without extensive infrastructure configurations. When combined must ensure the entire staff is accounted for and where they should optimally reside on the battlefield. A disaggregated command post structure must remain sustainable, which necessarily requires a comprehensive organizational assessment. Roving Sands 22 demonstrated the numerous challenges an ADA brigade headquarters faces when employing a tactical command post.

帳篷式指揮所並不適用於大規模作戰行動幾乎是無爭議的觀點，因為在2022年時陸軍部隊司令部召開一個指揮所峰會，軍、師及直屬單位主官等與會者一致共識認為，指揮所須具備機動、偽裝、分散部署等特性。一般在論及指揮

所現代化議題時，往往著重於硬體設施，但關於指揮所電子通信設施在轉移前後的撤收與架設也至關重要；換言之，單位須具備快速撤收與架設的通信網能力，不能再用以往繁複的通信網架構。當面臨敵情嚴峻的通信環境時，一旦無法維持可靠通信時，指揮所組成的分散部署將成為權宜之計，例如現行整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統的火力管制指揮所持續不斷發展，防空砲兵兵種必須針對上述情況預做準備，這個方案應全般檢視各個參謀並確保每個人處於戰場最佳位置。由於分散式指揮所結構須具備可持續性，全面性組織評估不可或缺，例如 2022 年流沙演習就顯示防空砲兵旅部在執行戰術指揮所演練時面臨眾多挑戰。

ADA units must also operate on the same mission command systems used by maneuver units. During Roving Sands 22, the 11th ADA Brigade received Command Post Computing Environment (CPCE) to integrate with the 1st Armored Division, which was acting as III Armored Corps. Since CPCE has limited compatibility with the legacy Command Post of the Future systems included in our organic mission command system packages, CPCE was the only way the unit could share mission command data with the supported maneuver unit. The subordinate ADA battalions did not receive CPCE, which limited their ability to communicate with the ADA brigade headquarters. While FORSCOM is advocating for accelerated CPCE fielding for 32nd AAMDC units, an enterprise-level solution is required when those units deploy to support ADA brigade headquarters assigned to European Command and Indo-Pacific Command.

防空砲兵單位也必須使用與機動單位相同的任務式指揮系統，在 2022 年流沙演習期間，第 11 防空砲兵旅配備指揮所運算環境系統，用來與第 1 裝甲師（以該師充當第 3 裝甲軍角色）做整合。指揮所運算環境系統的問題在於，其不僅與傳統指揮所未來系統（包含建制任務式指揮系統集）的相容性有限，而且也是單位唯一可與受支援機動單位共享任務式指揮資料的方法。基層的防空砲兵營並未配備指揮所運算環境系統，這限制其與防空砲兵旅部的溝通能力。美陸軍部隊司令部主張加速為第 32 陸軍防空暨飛彈防禦指揮部所屬單位配備指揮所運算環境系統，可以想見，當這些單位進行部署以支援歐洲司令部與印太司令部所屬防空砲兵旅部時，將需要一個健全的行動方案。

The anticipated operational environment also requires a reassessment of camouflage systems. At some point in the past twenty years, these items disappeared from modified tables of organization and equipment (MTO&E, documents that authorize units' staffing and equipment). While the

authorizations for camouflage systems remain on common tables of allowance (documents that allow items not on an MTO&E) and can therefore be procured, this does not allow the Army to assess supply (S-level) readiness. Additionally, the removal of these systems from the MTO&E also reduced unit organic lift requirements, leading to a reduction in tactical vehicles. It remains to be seen whether a Patriot battalion has the capability to transport all the required camouflage systems, assuming they have them, while supporting maneuver forces. Returning camouflage to the unit MTO&E will allow commands to measure S-level readiness impacts, as well as forcing a reassessment of lift requirements.

在未來預期的作戰環境中也要重新評估偽裝品項，因為在過去二十年間不知何故各種偽裝品項並未被納入經改良的編裝表（規定單位人裝編制數的文件）中，雖然只要偽裝品項仍列在通用裝備表（並未列入改良式編裝表），就可經由採購程序獲得，但這種方式並不利於陸軍評估補給戰備水準。此外，偽裝品項未列在經改良的編裝表中，將削弱單位的建制運輸能量，也會導致戰術車輛的減少，值得後續注意的是，愛國者營是否有能力在運載所有偽裝品項(假設已獲得相關品項)的同時，又能適切支援戰鬥部隊。偽裝品項若能列入改良式編裝表，指揮部將能評估補給戰備水準並重新評估運載量需求。

Conclusion

As many senior branch leaders have observed in the past few years, there has arguably never been a better time to be an air defender. This is certainly gratifying for those leaders who witnessed the divesture of divisional SHORAD during transformation. The Army fully recognizes the importance of its capabilities in the emerging operational environment. The evolving C-UAS fight has focused the attention of maneuver commanders, and those with recent operational experience in Iraq and Europe have become vocal supporters of the need to address these challenges comprehensively. This trend will certainly increase as MCTP exercises and other training opportunities evolve to ensure Army forces are ready to meet the challenges ahead of us.

結論

過去幾年來，誠如許多資深防空砲兵幹部的觀察，當前可能是成為一位防空官兵的最佳時刻，因為他們能目睹師短程防空系統的轉型，無疑是個寶貴經驗。美陸軍理解在新興作戰環境中各項能力之重要性，不斷演進的反無人機作戰已引起戰鬥部隊指揮官的重視，那些近期歷經伊拉克與歐洲作戰經驗的人，已成為

全面應對這些挑戰的積極支持者。任務式指揮訓練計畫演習和其他訓練也將隨著這個趨勢不斷演進，以確保陸軍部隊能迎接當前的各種挑戰。

The fielding and integration of M-SHORAD battalions is a necessary step but not sufficient to ensure Army maneuver forces can fight and win on a multi-domain battlefield. As the branch proved in Operation Iraqi Freedom, nearly all ADA capabilities have a critical role to play in supporting LSCO. This requires the branch to take a holistic view of how it should support these fights. The Army and the joint force have changed significantly since 2003, and the air defense concepts optimized for earlier eras and older Army operating concepts will undoubtedly need adjustment to meet new challenges. These are significant tasks, which include shaping the practical application of joint doctrine to ensure Army ADA forces can have the necessary effects, an enterprise-wide look at training and exercises to reintroduce the entire ADA portfolio of capabilities to the maneuver force, and fundamental unit design activities to ensure that future capabilities can be employed to maximum combat effectiveness.

機動短程防空系統營之部署與整合為不可或缺之一步，但並無法保證戰鬥部隊就能在多領域戰場上克敵制勝，誠如防空砲兵兵種過往在伊拉克自由作戰中的表現，幾乎所有防空砲兵能力在支援大規模作戰行動時都發揮重要作用，所以防空砲兵兵種應持續通盤檢視未來支援這類戰事的方式。由於美陸軍與聯合部隊自 2003 年以來已發生重大變化，支援早期舊陸軍作戰構想的防空構想，必然要調整以因應新的挑戰，這些重大工作包含打造務實的聯戰準則，以確保防空砲兵部隊達成所望作戰效果；全面檢視演訓，以重新引進整體防空砲兵組成戰力，進而支援戰鬥部隊；扎實部隊行動設計，以確保未來戰力可發揮最大作戰效能。

The branch will execute these tasks while sustaining global operations and continuing to build ready forces for no-notice deployments. Additionally, the branch will begin modernizing Patriot units once IBCS completes testing and achieves initial operating capability. The Regionally Aligned Readiness and Modernization Model (ReARMM) will allow FORSCOM ADA units to execute this transformation during the eight-month modernization window, followed by a collective training period and then a mission phase. This will require units to rapidly modernize the materiel as well as the organization and training, which suggests the need to leverage as much existing knowledge as possible in our

training approaches while making the required changes to maximize the effectiveness of IBCS-enabled units. Put simply, the branch must reinvent these units quickly and immediately prepare them for deployment.

防空砲兵部隊在執行這些重大工作的同時，也要維持全球作戰能量並完成部隊整備，以隨時投入部署。此外，一旦整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統完成測試並達到初始作戰能力後，防空砲兵部隊應著手打造現代化的愛國者部隊，例如區域結盟戰備暨現代化模式計畫，將讓陸軍部隊司令部下轄防空砲兵單位在八個月期間轉型為現代化部隊，後續階段還有集體訓練及任務行動，至於單位要做的工作為迅速讓各項軍品現代化，另在組織培訓方面，盡可能運用現有知識並做出所需變更，以利配備整體防空飛彈暨防禦戰鬥指揮系統單位發揮最大化作戰效能。簡言之，防空砲兵部隊須迅速重新打造這些單位，以利隨時投入作戰部署。

Experienced leaders will likely disagree on the best approach to address the specific challenges associated with providing comprehensive air defense to maneuver forces. While the disagreements will not be as fierce as the combat we prepare for, there is certain to be strong opinions and passionate debate on the solutions. This debate is critical to the branch's learning campaign since the Army will undoubtedly iterate on these solutions as we determine what works best. Just as Shakespeare's version of King Henry V exhorted his army to "Hold hard the breath and bend up every spirit to his full height," we must enter this debate energetically, and every air defender should be excited to contribute to this effort.¹⁰

本文所提關於支援戰鬥部隊的各項防空問題解決方案，或許有經驗領導幹部並不一定認同，雖然這些不同見解並不像作戰整備意見分歧那樣激烈，但這個解決方案必然會遭受強烈反對意見與辯論之挑戰，這個過程有助於砲兵兵種的作戰學習，因為在確定最佳方案後，陸軍一定會反覆驗證其可行性。誠如莎士比亞《亨利五世》劇本中，主角國王激勵部隊的話，「屏住呼吸，像弓弦一樣繃緊每個神經」，我們要充滿活力參與這場辯論，每位防空官兵都應為這個努力做出貢獻。¹⁰

譯後語

美國國防戰略定調未來美軍將面臨大規模作戰行動，陸軍的因應之道為多領域作戰構想，至於防空砲兵部隊也應與時俱進，才能在未來大規模作戰行動中

¹⁰ Shakespeare, Henry V, 147.

有效支援戰鬥部隊之作戰。本文以此為發想，提出防空砲兵部隊在組織、接戰授權、裝備系統、任務要項清單、射擊要項表等各方面之建議。其中，防空砲兵部隊未來的利器為整體防空暨飛彈防禦戰鬥指揮系統，因為過往的防空系統並未考量到整合問題，導致不同系統無法共通，甚至同款武器的不同發展型號都不易互通，該系統可望整合現有防空系統，打造多層次攔截網，以對抗彈道飛彈、巡弋飛彈、火箭、火砲、迫砲，以及無人機等威脅，朝聯合全領域指管方向前進。

觀諸俄烏戰爭經驗，防空為確保國家安全的重要環節，尤其我國面臨中共彈道飛彈、巡弋飛彈及無人機等威脅，唯有建構重層攔截火網，形成高、中、低防護火網，才能防護部隊戰力，有效保衛政軍中樞及重要基礎建設。陸軍砲兵部隊職責為低空防護，除了在各演訓中持續強化「射指、測量、觀測、通信、砲操」五大專業領域外，也應借鑒美軍防空系統發展整合問題，意即陸軍防空砲兵部隊如何與中高空防空部隊進行順暢整合，打造一個完善的作戰管理及情資交換網，將是防空砲兵戰力發揮的關鍵。此外，防空砲兵部隊也應定期辦理戰術戰法研討會，在各方觀點下激盪出最適合的防空戰術，以發揮聯合防空防護效能。

作者簡介

Col. Glenn A. Henke is the deputy commanding officer of the 32nd Army Air and Missile Defense (AMD) Command. His recent assignments include commander of the 35th Air Defense Artillery Brigade; and assistant chief of staff, G-3, 32nd AMD Command.

格雷·漢克為陸軍第 32 防空暨飛彈防禦指揮部副指揮官，曾任第 35 防空砲兵旅旅長、第 32 防空暨飛彈防禦指揮部參三助理參謀長。

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 30 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

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

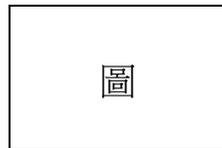
參考文獻 (至少 10 條)

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