

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY

砲兵營以上射擊指揮所運用
衛星即時動態測量運用於砲兵測地



第 202 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 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 黃文聖

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

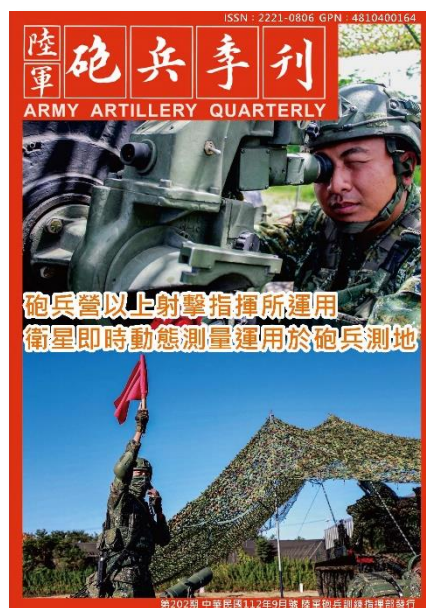
發行日期：中華民國 112 年 9 月 30 日

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



封面說明

陸軍第 58 砲指部執行實戰化訓練，結合狀況發布、計畫驗證及機動命令下達，完成裝載及戰術機動，驗證連、排級指揮程序與官兵戰技，

強化部隊作戰效能。（照片及文字轉載自《中華民國陸軍臉書》，攝影者陸軍第 58 砲指部張榛倪中尉）

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

▲野戰砲兵技術研究

01 砲兵營以上射擊指揮所運用之研究／朱慶貴

砲兵火力支援以射擊指揮為中樞，連結各部共同完成火力支援任務；而射擊指揮乃以砲兵戰術運用及戰、技術射擊指揮為主體，整合發揮測量、觀測、通信與火砲操作等戰技，並藉火力支援協調與管制作為，達成指揮砲兵部隊實施射擊之戰鬥支援作業技術。筆者觀察各作戰區火力支援協調鑑測，發現砲兵射擊指揮能充分發揮在營以下技術射擊指揮，然砲兵營以上射擊指揮之架構與作業程序亦須持續精進，因此撰文供砲兵幹部參考。

13 衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析／黃盈智

衛星即時動態測量（Real Time Kinematic, RTK），係時下諸多衛星測量的方法之一，RTK 通常由一個基準站、數個移動站及無線電通訊設備組成，為近年新興主流測量手段。筆者針對此新興技術，從砲兵測地面向思考傳統技術如何轉型，藉由導入工程及地籍測量的主流技術衛星即時動態測量，希能修正現行砲兵測地作業精確卻耗時冗長的問題。

▲戰史研究

37 從諾曼第登陸作戰探討國軍野戰砲兵防衛作戰之作為／胡宏德

盟軍諾曼第登陸戰役屬大規模登陸作戰，時隔多年雖因時空更迭，仍然有不少啟思之處，可供探討反登陸作戰成功的具備要件；因此，筆者認為砲兵可參考德軍在諾曼第防禦之經驗，考量臺灣沿岸地區特殊的地形及濱海城市發展的情形，結合臺澎防衛作戰場景，陣地可於海岸至濱海城市之間的 RC 建築物加強工事構築，融入城鎮的地形及地貌，運用軍民現有偽裝資材，嚴密戰力保存作為，同時持續發揚野戰砲兵火力。

▲中共研究

54 中共吉林一號系列衛星之研究／王炳昌

中共遙感探測衛星發展近年來發展迅速，持續朝向高空間解析度、高光譜解析度及高時間解析度方向發展。吉林一號系列衛星密集發展遙感探測技術與發射衛星，完成衛星組網達 138 顆衛星，衛星組網數量多代表著對同一目標之重訪時間，隨著一顆顆系列衛星發射而不斷縮短，而吉林一號系列部分衛星更具備「視頻」功能，最長可對單一目標「凝視」達 120 秒，在軍事上對我火力部署、戰備演訓及部隊移防造成影響，須及早研究因應對策。

▲徵稿簡則

▲撰寫說明



砲兵營以上射擊指揮所運用之研究

作者：朱慶貴

提要

- 一、砲兵火力支援以射擊指揮為中樞，連繫各部完成火力支援任務，而射擊指揮之良窳，攸關作戰成敗之因素。射擊指揮乃以砲兵戰術運用及戰、技術射擊指揮為主體，整合發揮測量、觀測、通信與火炮操作等戰技，並藉火力支援協調與管制作為，以達成指揮砲兵部隊實施射擊之戰鬥支援作業技術。
- 二、砲兵部隊如何有效運用「迅速、精確」之火力，集中所望地區，以充分發揮火力效能，除善用「戰、技術射擊指揮系統」迅速遂行射擊指揮外，若火炮能彈性編組與配置，將更持續火力發揚，並提升砲兵戰力與射擊能力。
- 三、射擊指揮所成員依其職掌，須熟稔作業程序與操作方式，以符合作業需求；另優先計畫選優派職相關專業專長員額，依陸軍砲兵訓練指揮部年度專業專長，管制員額流路規劃派員受訓，取得專長證書建立單位師資種能，以滿足戰、演訓需求，為戰備整備之根本。
- 四、砲兵火力支援為戰場作戰火力運用之骨幹，具有決定戰爭勝負之關鍵。在臺澎防衛作戰環境下，為能發揚砲兵火力，有效支援友軍之作戰，砲兵火力運用彈性及強度甚為重要，因此精進火協運作及射擊指揮管制分配，為發揮指揮官作戰命令之效能依據。

關鍵詞：作戰區、作戰分區射擊指揮所、砲兵組、射擊指揮自動化

前言

防衛作戰中以「拒敵於彼岸、擊敵於海上、毀敵於水際、殲敵於灘岸」之作戰方式，¹及優勢之機動作戰力，掌握主動，制敵機先，而砲兵火力運用主在迅速應變、提供地面部隊快速、精確之火力支援，侷限敵軍行動，爭取反應時間，亦在所望之時機，對所望之地區，於最短之時間內，澈底集中優勢火力，予敵以有效性之打擊，瓦解敵人戰鬥意志，以獲致決定之戰果。

砲兵火力支援以射擊指揮為中樞，連繫各部完成火力支援任務殲滅敵軍，而射擊指揮之良窳，攸關作戰成敗之因素；本研究是筆者觀察各作戰區火力支援協調鑑測，發現砲兵射擊指揮著重在營以下技術射擊指揮，然砲兵營以上射擊指揮之架構與作業程序亦須持續精進，因此提出個人教學心得與見解，供砲兵幹部參考與運用。

1 《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 1 月 17 日），頁 55。

射擊指揮定義與區分

一、定義

射擊指揮乃以砲兵戰術運用與戰、技術射擊指揮為主體，整合發揮測量、觀測、通信與火炮操作等戰技，並藉火力支援協調與管制作為，指揮砲兵部隊實施射擊之戰鬥支援作業技術；其目的在有效運用砲兵火力，確保射擊精度與準度，適時適切支援戰鬥，以完成火力支援任務。²

二、區分

係對一個或多個火力單位，做戰術上運用與技術上操作，故射擊指揮區分如次。

（一）戰術射擊指揮：營（不含）以上射擊指揮所藉由目標處理、完成火力支援協調並對選定目標確認所望效果、實施火力分配、安全管制、選擇攻擊手段及射擊命令下達之作業程序。

（二）技術射擊指揮：營以下射擊指揮所係將上級賦予之射擊任務，計算為射擊諸元，下達射擊口令，交付武器投射系統之作業程序。

營以上射擊指揮所編組與職責

一、作戰區（軍團）砲兵射擊指揮所

（一）少校射擊組長（砲指部作戰科作戰訓練官擔任）：1.督導砲兵射擊指揮所開設及作業；2.於接獲上級或火力支援中心射擊命令時，決定如何射擊及下達射擊命令；3.依計畫、命令及通信等手段以管控射擊；4.督導調製火力支援狀況圖及安全管制措施標繪，完成各種計畫並保存各種記錄；5.對砲兵無法射擊之目標，協調作戰區火力支援協調中心；6.隨時向後勤官明瞭彈藥需求。

（二）下士射擊士：1.負責射擊資料記錄與整理；2.擔任戰術射擊指揮儀電腦操作手。

（三）上兵水平兵：負責火力支援狀況圖、射擊圖、射擊能力圖，調製與安全管制措施標繪。

（四）上兵無線電話務兵兼駕駛：負責無線電機之操作，遙控器之裝置，接受並複誦由無線電傳遞之射擊任務。

二、作戰分區射擊指揮所

作戰分區射擊指揮所，戰時任作戰區砲兵預備射擊指揮所。³

（一）少校射擊組長（砲指部火力支援組作戰訓練官擔任）：1.督導作戰分區射擊指揮所開設及作業；2.接替作戰區砲兵射擊指揮所之任務後，其職責與作戰區射擊組長相同。

² 《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範》（桃園：陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），頁 1-1。

³ 同註 2，第二章，頁 2-16。

(二) 士官長射擊士：1.協助作戰分區射擊指揮所開設及作業；2.當組長不在時，接替組長之職責；3.其職掌同作戰區砲兵射擊指揮所射擊士。

(三) 上士水平士：執掌同作戰區砲兵射擊指揮所水平兵。

(四) 上兵無線電話務兵兼駕駛：職掌同作戰區砲兵射擊指揮所無線電話務。

三、防衛部砲兵組射擊指揮所

負責防衛部地區內之射擊指揮管制。

(一) 上尉訓練官：1.督導射擊指揮所開設及作業；2.餘同作戰區砲兵射擊組長。

(二) 中士射擊士：職掌同作戰區砲兵射擊士。

(三) 下士水平士：職掌同作戰區砲兵水平兵。

(四) 上兵無線電話務兵：職掌同作戰區無線話務兵。

砲兵營以上射擊指揮所開設與執行

一、射擊指揮所開設

各級射擊指揮所野戰開設使用中型戰術輪車，機動至戰術位置，或於各作戰區既設地下指揮所實施開設作業，其作業開設配置圖如圖 1（圖示以作戰區射擊指揮所為例，作戰分區及砲兵組，可比照配置方式開設）。

二、執行建立資料

(一) 火力支援狀況圖：通常使用五萬分之一比例之地圖，圖上需標繪出戰鬥地境線、禁射線、火力支援協調線、指揮所、火力單位位置、射擊能力圖、觀測所及目標位置等。⁴皆為目前最新資料，其用途為執行射擊任務之依據，故通常與現行火力計畫併同使用。

(二) 射擊圖：使用二萬五千分之一比例方格紙調製，圖上需有各營陣地位置、觀測所、檢驗點、射擊能力透明圖、計畫射擊目標。

(三) 射擊能力透明圖：各種火砲之射擊能力通常依火砲之種類及口徑以顏色區分之，圖上應包含軍團砲指部及各打擊旅砲兵營。此外，所屬各地區守備部隊之射擊能力圖，亦應分別置於射擊圖之一側，以便欲行全軍射擊時，查閱其射擊能力之用。

(四) 參三日記：1.記載作戰時各項命令與任務事項；2.建立各案火力計畫附錄之諸元表資料。

(五) 掛表：開設完成應隨狀況，將彈藥消耗數據填入彈藥消耗統計表，及完成測地作業填入測地成果資料，爾後射擊命令下達逐次填寫射擊紀錄表，經射擊效果回報詳實填寫目標總表，其表格格式如表 1 至表 4。

⁴同註釋 2，第二章，頁 2-16。

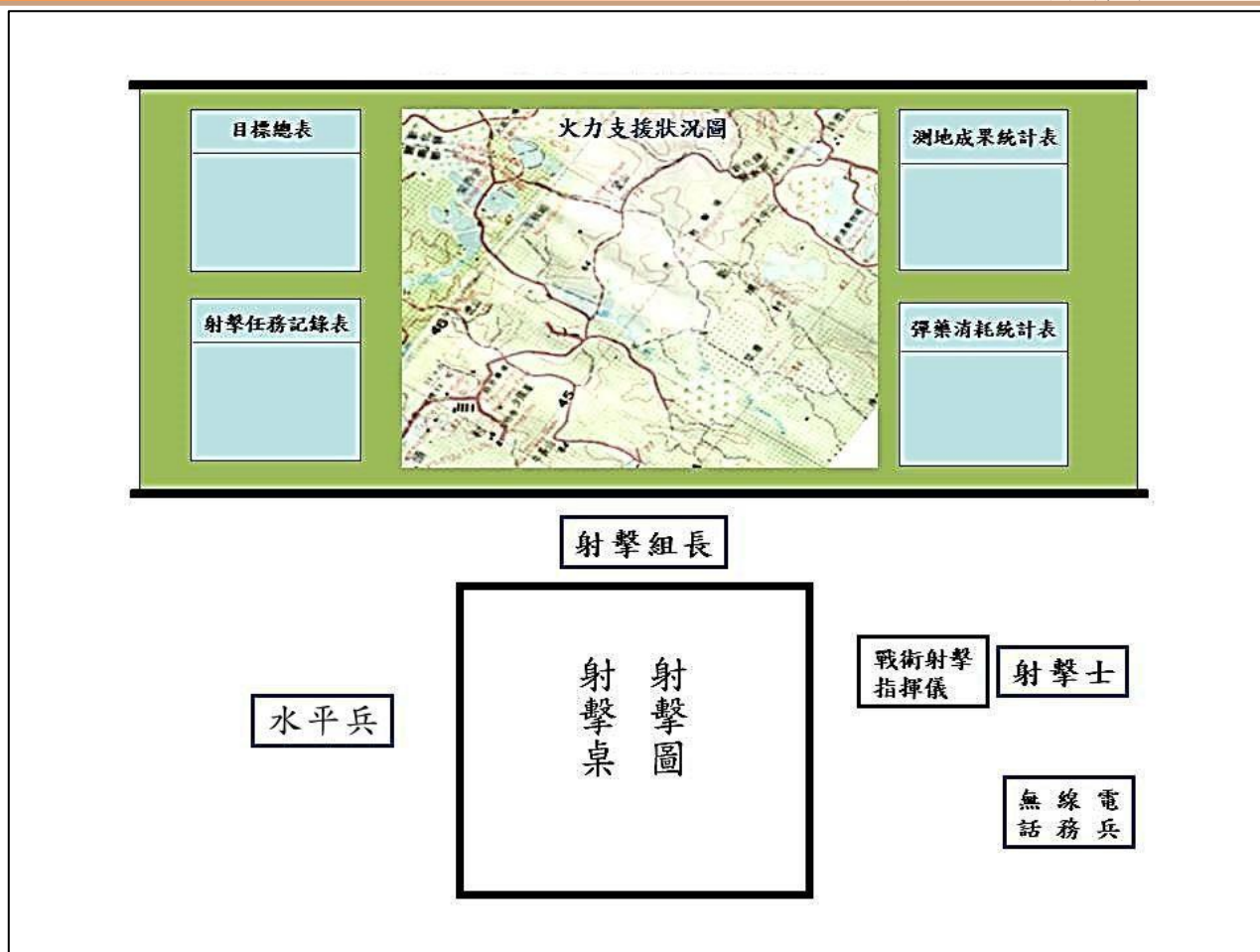


圖 1 射擊指揮所開設配置圖

資料來源：作者自繪

表 1 彈藥消耗統計表

彈 藥 消 耗 統 計 表			
砲兵營			
彈種			
批號			
現有			
新領			
總數			
消耗			
結存			
附記			

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。

表 2 測地成果表

砲兵		營測地成果表				年 月 日 時					
區	分	橫 座 標		縱 座 標		標 高		觀檢方位角		方位基準	
O1											
O2											
⊕								基 線		基 線 長	
T1								O1-O2			
T2								O2-O1			
								方向基線 方位角		砲檢方位角	
G1											
G2											
G3											
								測地作業精度			
抄 1								精度比 (徑誤差)			
抄 2								作業時間			
測地統 制 點	點名			屬性				座標系統			
	X			Y				H			
區分		各連陣地基線一端、觀測所方位基準點說明								砲（觀）檢距離	
O											
G											

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》(桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日)。

表 3 射擊任務記錄表

射 擊 任 務 記 錄 表									
目標 編號	來源	目標 說明	目標 位置	射擊 單位	射擊時間		彈藥		射擊效果(觀 測報告及附記)
					自	至	種類	數量	

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》(桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日)。

表 4 目標總表

目 標 總 表											
行數	目標 編號	目標 說明	目標 座標 位置	目標 標高 (公尺)	橫寬 縱深	目標 縱軸	來 源 及 精 度	附記	優先 等級	攻擊 準備 射擊	待命 要求 射擊
1											
2											
3											
4											
5											
附記： 1.優先等級欄區分 A、B、C、D 等 4 類，依上級指示填入。 2.攻擊準備射擊、待命要求射擊等欄位，依依上級指示打 V。 3.附記依上級指示填入彈藥種類或彈藥組合等資料。											

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。

三、瞭解事項

（一）砲兵戰鬥編組：對參加之砲兵部隊，賦予戰術任務，予受支援部隊充分火力支援。

（二）指揮官火力運用政策。

（三）陣地區域：在圖上或現地指示。

（四）射擊區域：通常即為支援部隊之作戰區域，對主攻部隊之射擊要求應優先處理。

（五）火力經常保持指向之目標及區域。

（六）彈藥之補給及分配事項。

四、射擊命令包含決心事項及考慮因素

（一）射擊能力依各營火砲口徑繪製射擊能力圖。

（二）依目標性質及所望效果，考慮火力之密度及奇襲程度。

（三）考慮各營戰術任務，如守備旅砲兵營之火力，若非必要則不使用。

（四）現有彈藥：數量、彈種、信管、補給率。

（五）火制區域：應行火制地區之大小，可依目標實際之大小、已知目標存在、可能存在之地區大小而定。此等資料，可參考觀測官之報告、照相判讀、情報機構之報告等決定之。

（六）發射開始時間：是否試射或逕行不經試射效力射。

五、射擊命令實施程序

(一) 狀況研判：各級射擊指揮所，於接獲上級指示、友軍、及下級射擊要求時，應基於既得之目標情報，將欲射擊之目標，定於火力支援狀況圖上，分析目標性質，考慮與友軍之關係位置，射擊能力及指揮官之政策，以決定是否射擊。

(二) 決定對目標射擊所望之效果。

(三) 指定射擊單位。

(四) 規定使用彈藥種類及數量，攻擊方法及時間。

(五) 完成作業並下達射擊命令。

(六) 監督射擊實施。

(七) 報告或通報射擊效果。

六、射擊命令下達包括之事項

(一) 已知目標確定位置，且不經試射者。

(二) 單位番號：我是作戰區射擊指揮所（或用代號）。

(三) 射擊預告：射擊任務。

(四) 射擊單位：全體砲兵營或砲 X 營。

(五) 目標位置：對座標 **25000-45000** 標高 **50**。

(六) 目標說明：敵集結地區。

(七) 攻擊方法：射擊方式、使用彈種信管及群數。（榴彈、空炸信管、2 群）。

(八) 控制法：同時彈著時間（**T O T**）待令放或準備好發射，現在時間 **0800**。

(九) 目標編號：**A Y 6 0 2**。

範例：

1.計畫性射擊任務：

(1) 作戰區射擊指揮所：射擊任務、雷霆一號案生效、現在時間 **0800**。

(2) 指定觀測所實施效果監視並回報。

(3) 計畫火力射擊指揮程序圖（如圖 2）。

2.臨機性射擊任務：

砲兵營接獲增援火力任務，先向火力支援組回報，經許可後即要求試射營下達射擊任務，報告為「我是砲一營射擊組長，對概略座標 **25000-45000** 標高 **55** 敵集結部隊，空炸信管正試射中，**AY202** 號目標要求增援火力，決定座標隨後報告。」作戰區射擊指揮所，接受射擊要求後，先策定射擊決心，並依射擊能力圖選定射擊單位再下達預備命令如下：

「我是作戰區射擊指揮所：概略座標 25000-45000 標高 55，敵集結部隊，榴彈、空炸信管 AY202，決定座標隨後通知」。

待試射單位報告，決定座標後，再向各射擊單位下達：

「作戰區射擊指揮所：射擊任務，AY202 號目標，決定座標 25060-45030 標高 55，準備好發射」。(射擊指揮程序圖如圖 3)

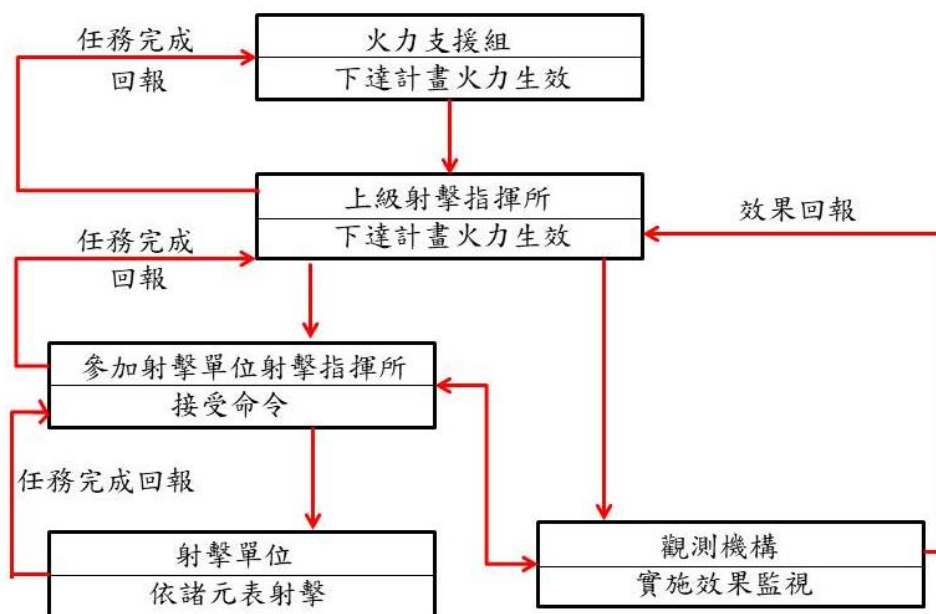


圖 2 砲兵計畫火力射擊指揮程序圖

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。

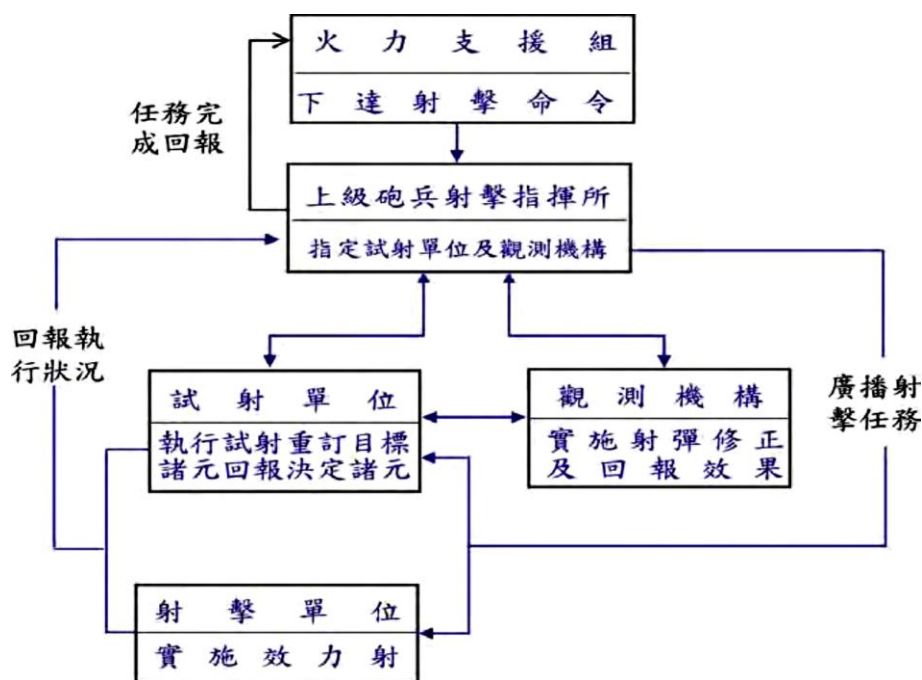


圖 3 臨機火力計畫射擊指揮程序圖

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。

七、射擊指揮自動化系統作業

營以上射擊指揮所各部需建置乙台戰術射擊指揮儀，其火力支援觀念是高機動性、獨立性強、可實施全自動化作戰之型態，系統內需建立資料如次。

(一) 計畫性作業：依據火力支援計畫、火力計畫調製諸元表，並於戰術射擊指揮儀建立檔案資料，待計畫生效時間，傳遞射擊命令。

(二) 臨機性作業：係指戰術指揮儀、觀測官數據輸入器、技術射擊指揮儀、陣地射令顯示器、砲班射令顯示器，形成一自動化射擊指揮作業系統，經由通信或數據網路傳輸，遂行自動化射擊指揮作業，作業程序當觀測所發現目標須執行射擊任務，可藉觀測官數據輸入器，分別將任務數據傳輸至火力支援協機構戰術射擊指揮儀及砲兵營射擊指揮所技術射擊指揮儀，過程火力支援協機構無停止或暫停射擊任務，砲兵營續由技術射擊指揮儀求算射擊諸元，傳遞至陣地射令顯示器執行射擊任務，後續經觀測所射彈修正直至目標被殲滅，將射擊效果回報火力支援協機構，如圖 4。

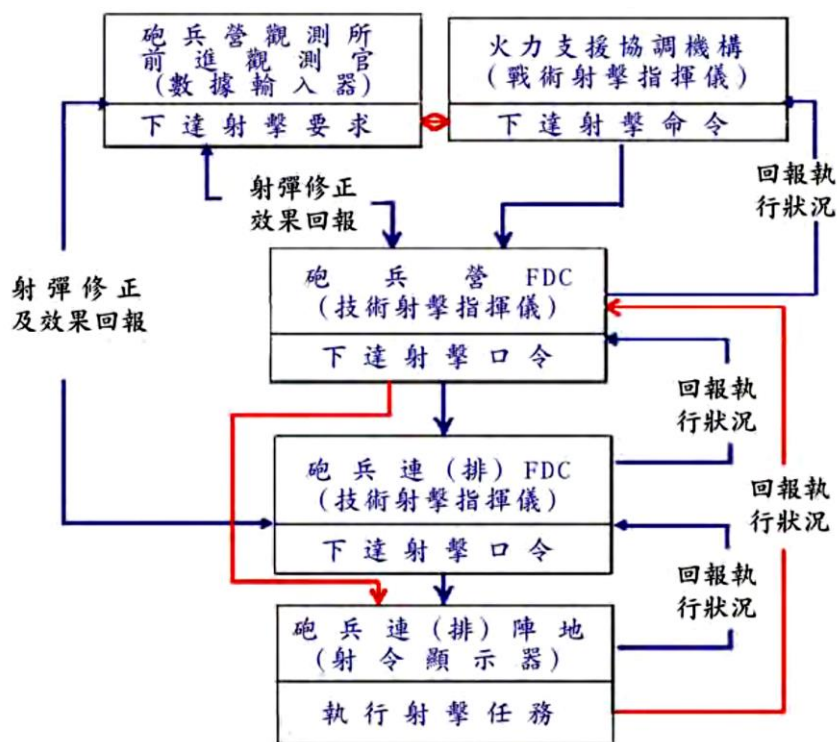


圖 4 自動化技術射擊指揮程序圖

資料來源：《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。

小結：為肆應敵情與戰場變化，砲兵部隊如何有效運用「迅速、精確」之火力，集中所望地區，以充分發揮火力效能，除善用「戰、技術射擊指揮系統」迅速遂行射擊指揮外，若火砲能彈性編組與配置，將更持續火力發揚，並提升砲兵戰力與射擊能力。

持續精進作為之我見

一、持續培訓專業人員

射擊指揮所各成員依其職掌，須熟稔作業程序與操作方式，以符合作業需求。另優先計畫選優佔相關專業專長員額，依砲訓部年度專業專長管制員額流路規劃派員受訓，以取得專長證書建立單位師資種能，以滿足戰、演訓需求，以是為戰備整備之根本。

二、提升射擊指揮所作業方式

（一）首要了解射擊指揮層級架構（其架構如圖 5），架構程序明瞭才能將相關射擊任務傳遞至各級機構，適切遂行射擊任務。

（二）修正射擊指揮所作業自動化，為使射擊指揮流程簡化與快速，射擊指揮所可直接傳遞射擊諸元至火炮，以利執行射擊指揮作業迅速，以及未來火炮單砲放列，射擊諸元可由射擊指揮所直接傳遞至砲班射令顯示器。

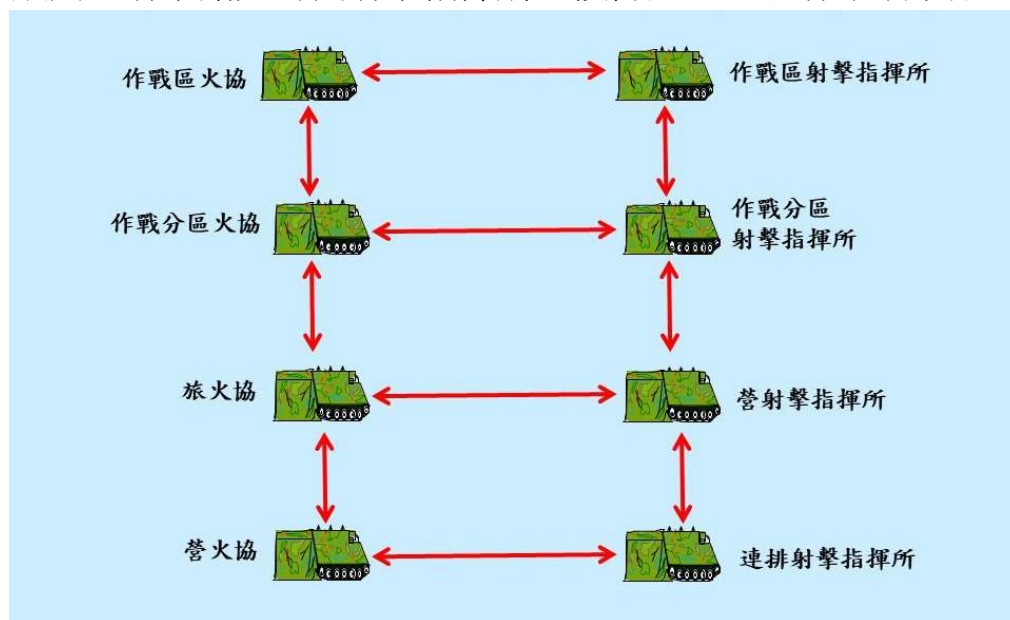


圖 5 射擊指揮層級架構圖

資料來源：作者自繪

三、完善自動化系統作業

現階段國軍情蒐指管係以資訊化指管系統為核心，友軍之海軍、空軍指管情監偵系統所獲情資，均已進入系統實施整合，各作戰區則藉由系統數據終端，故對提升作戰區情蒐指管效能而言，實質助益有待擴展；⁵為確保戰時即時情資之獲得，應增加各作戰區內三軍情資之整合，整合系統如以下兩大類。

（一）聯戰指管系統：作戰區（含）以上戰略單位，運用系統之指管軟體，提供三軍聯戰共同圖像。可運用作戰區中心火力支援指管系統，鏈結系統分享

⁵ 范愛德，〈射擊指揮自動化系統運用於未來防衛作戰火力支援之探討〉（臺南），民國 101 年 10 月 17 日，頁 18。

情資，執行自動化、決策支援與資訊處理作業；同時各單位可藉由火力支援指管系統部署規劃，收集相關參數，提供未來陸軍地面部隊 C4ISR 參考。⁶

(二) 戰、技術射擊指揮系統：戰、技術射擊指揮系統為陸軍自行開發之自動化資訊系統，可由作戰區階層指管所屬砲兵（含火箭）部隊。系統架構係將砲兵目標獲得裝備、火力指管裝備及武器載台三大部份，藉由制式通資裝備，實施數據鏈結，上自作戰區火力支援協調組，下至連排火砲陣地（含火箭），架構成自動化之射擊指揮體系，可在共通的圖台上，執行目標獲得處理、火力決策分配、射擊指揮、效果監控與安全管制等作業。

(三) 統一訊息格式為數據作業之基礎，應研究參考美軍軍規訊息格規範，發展適用陸軍之訊息格式，進而建立共同之通資平台，使各作戰單位間之異質系統均能相互通聯。

四、提升測地作業

(一) 防區測地乃精確提供砲兵部隊平、戰時測地成果，其首要任務，為完成固安作戰計畫中各火力支援方案之預定陣地、目標獲得設施、檢驗點、陸上集火點等位置之測地作業，其成果須交付所屬砲兵射擊指揮所及火力支援協調機構，以利防衛作戰火力支援目標獲得連運用測地車，對作戰區各單位戰術位置周邊廣設 SCP 點，並定期年度實施一次校正。

(二) 目標獲得連及本部連測量排應依上級規劃，分區執行控制點調查與測地基準點測設之作業，共同建構全作戰區之測地統制網，其成果須隨時保持完整、新穎及符合精度要求。

五、健全數據通資連接

(一) 提升無線數據傳輸效能：建制跳頻無線電機其運用特性乃以語音傳輸為主，半雙工模式；然砲兵所開發之砲兵射擊指揮系統係以數據傳輸為主，著重射擊任務之遂行，故其半雙工之特性易造成信號碰撞且信息相互抵銷，故應考量需求使用寬頻無線數據通信機，以可克服二個以上用戶同時發送訊息及遠距離傳輸之問題，大幅提升作業效益，確保通、資電滿足網狀化作戰以達快速、精確火力分配能力。

(二) 在無線數據電通資裝備未提升前，各部隊仍可藉現有通資裝備實施數據鏈結，以實際作為進而逐步建構及強化數據傳輸概念。

結論

砲兵火力支援為戰場作戰火力運用之骨幹，具有決定戰爭勝負之關鍵。在臺澎防衛作戰環境下，為能發揚砲兵火力，有效支援友軍之作戰，砲兵火力運

6 同註 5，頁 18

用彈性及強度甚為重要，因此精進火協運作及射擊指揮管制分配，視為發揮指揮官作戰命令之效能依據。砲訓部秉兵監之立場，戮力各項戰、演訓輔導，火協鑑測期間為求推演順遂，鑑測官均提供受測部隊改進作法，期能提升單位整體作業成效，冀盼單位主官重視火協機制射擊指揮之訓練，全程參與指導，從中發掘不足處，進而提升火協機制射擊指揮運作之成效。

參考文獻

- 一、《中華民國 110 年國防報告書》（臺北：國防部，民國 110 年 1 月 17 日）。
- 二、《陸軍野戰砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部，110 年 4 月 13 日）。
- 三、《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日）。
- 四、范愛德，〈射擊指揮自動化系統運用於未來防衛作戰火力支援之探討〉（臺南），民國 101 年 10 月 117 日。

作者簡介

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

衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之研析

作者：黃盈智

提要

- 一、俄烏戰爭迄今已逾週年，儘管現代戰場大量運用無人載具及先進武器裝備，野戰砲兵地面火力仍具主導功能，惟今日砲兵面對的戰場環境與過去大不相同，諸如反火力雷達普及、戰技術射擊指揮資訊化、定位定向器及彈道計算機高度發展等因素，均威脅傳統砲兵的戰場存活性。
- 二、國軍砲兵持續精進各項裝備及訓練，惟在未獲得先進武器裝備前，「接戰過程耗時冗長」、「火砲需佔領同一陣地」、「精準射擊仍需仰賴測地成果」為需要優先精進之重點。筆者針對砲兵「測地」面向，思考傳統技術如何轉型，藉由導入民用工程及地籍測量的主流技術「衛星即時動態測量」（Real Time Kinematic, RTK），希能解決現行砲兵測地作業精確卻耗時冗長的問題。
- 三、衛星即時動態測量（RTK），係時下諸多衛星測量的方法之一，RTK 通常由一個基準站、數個移動站及無線電通訊設備組成。作業時，須於精確已知點上設置一部接收機作為「基準站」，持續接收衛星訊號；餘接收機設定為「移動站」，當移動站位置變換時，需保持接收訊號不中斷，及至少同時接收 4 顆衛星訊號，以利即時獲得求點座標與高程。
- 四、本研究旨在研究 RTK 如何運用於砲兵測地，筆者仍須強調，導入民用科技，並非捨棄現有傳統作業，主要希冀於創新與傳統間取得平衡，在現有測地基礎增列 RTK 作業，當衛星及網路條件許可時，儘可能使用衛星測量縮短作業時間、增加作業能量；另外，如衛星及網路受限或干擾，則立即轉用定位定向系統或傳統測地因應，期使兩者長短相符、密切配合、發揮綜效。
- 五、本研究旨在以「測地」立場，提出對砲兵建軍備戰之建言，審視國軍砲兵現況，仍有諸多提升精進的空間，期待本研究能拋磚引玉、啟發更多共鳴，並鼓勵國軍成員勇於面對創新與變革。

關鍵詞：衛星即時動態測量（Real Time Kinematic, RTK）、M2 方向盤（Aiming Circle）、全站儀（Total Station）、導線法（Traverse Survey）、載波相位測量

前言

俄烏戰爭迄今已逾週年，儘管現代戰場大量運用無人載具、先進武器裝備，亦未改變野戰砲兵於地面火力的主要地位，惟今日砲兵面對的戰場環境與過去大不相同，反火力雷達的普及、戰（技）術射擊指揮的資訊化、先進的定位定向器及彈道計算機，均使傳統砲兵的戰場存活面臨威脅。

國軍砲兵持續精進各項裝備及訓練，在未獲得先進武器裝備前，「接戰過程耗時冗長」、「火砲需佔領同一陣地」、「精準射擊仍需仰賴測地成果」等，¹為需要改進之重點。基此，各級幹部應該積極思考如何在現有的火砲基礎下，有限度地「縮短射擊準備時間」、「分散配置提升戰場存活」與「精進測地作業的速度與精度」，方能滿足現代化戰爭需求。

參考美軍準則內容，目前美軍砲兵營測量班編制僅 2 員，有關「測量班裁減」議題一度浮現。我們必須思考，國軍現有管式砲兵因火砲性能有待提升且無自主定位定向能力，加上國內砲兵專屬訓場量少，故仍需仰賴測量班提供測地成果。如未考量國軍與美軍裝備性能及主、客觀條件差異，貿然裁減測量班，恐對砲兵戰力及射擊安全造成影響，實宜審慎評估。

砲兵測地為軍事與民用相通之專業領域，本研究旨針對砲兵「測地」面向，思考傳統技術如何轉型，藉由導入民用工程、地籍測量的主流技術－衛星即時動態測量 (Real Time Kinematic, RTK)，希能解決現行砲兵測地作業精確卻耗時冗長的問題，在現有自動化 (傳統) 測地的基礎下，將「衛星測量」運用於各級砲兵測地，達成「快打快撤」、「精準射擊」之目標，以符合現代化戰爭需求。本研究採「文獻回顧法」，首先探討歷年研究中，與本主題相關書籍、文獻及網路資訊，作為策進、執行與作業之參據；接續，說明本研究運用構想及對砲兵測地之影響；最後，提出綜合結論與建議。

衛星即時動態測量 (Real Time Kinematic, RTK)

衛星測量之定位原理，係利用衛星接收器同時接收 3 顆以上衛星所發射之無線電訊號 (載波相位)，測量出各衛星至接收器之距離 (空間向量)，及量測距離瞬間各衛星之位置，並以各衛星之位置為測站，向接收器作方向交會，即得接收器之位置。²

衛星即時動態測量 (以下簡稱 RTK)，係時下諸多衛星測量的方法之一，RTK 通常由一個基準站、數個移動站及無線電通訊設備組成。作業時，須於精確已知點上設置一部接收機作為「基準站」，持續接收衛星訊號；餘接收機設定為「移動站」，當移動站位置變換時，須保持接收訊號不中斷，及至少同時接收 4 顆衛星訊號，以利即時獲得求點座標與高程。³

RTK 依其裝備組成及作業模式進程，可區分為傳統型、改良型與網路型等三階段，說明如次。

1 揭仲，〈M109A6 生變，國軍砲兵現代化重挫〉，<http://www.lepenseur.com.tw/article/1080>，民國 112 年 5 月 9 日。

2 施永富，《測量學》(臺北：三民書局，民國 97 年 06 月)，頁 367。

3 同註 2，頁 371。

一、初期－傳統型 RTK

傳統型 RTK，又稱單主站式 RTK，⁴裝備組成通常區分為衛星天線、手持控制器、接收器（發送端）、接收器（接收端）等四部分，各部組成間由數據纜線（有線）連結；須具備 2 套裝備方可作業，一套為基準站（通常架設於精確已知點），另一套為移動站，基準站與移動站間僅能使用數據纜線（有線）連結，故兩者間通常受限於纜線長度，無法相距過遠，缺乏便利性（圖 1）。

傳統單主站式即時動態定位技術最大瓶頸，在於主站系統誤差改正參數之有效作用距離，因 GNSS 定位誤差的空間相關性會隨著基準站與移動站距離的增加，⁵逐漸失去線性誤差模型有效性，因此，在較長距離的情況下（一般大於 10 公里），經過差分計算處理後之觀測數據仍然含有很大的系統誤差，尤其是電離層的殘餘誤差，將導致週波未定值（Ambiguity）求解的困難，甚至無法求解，以致於造成定位成果不佳。⁶

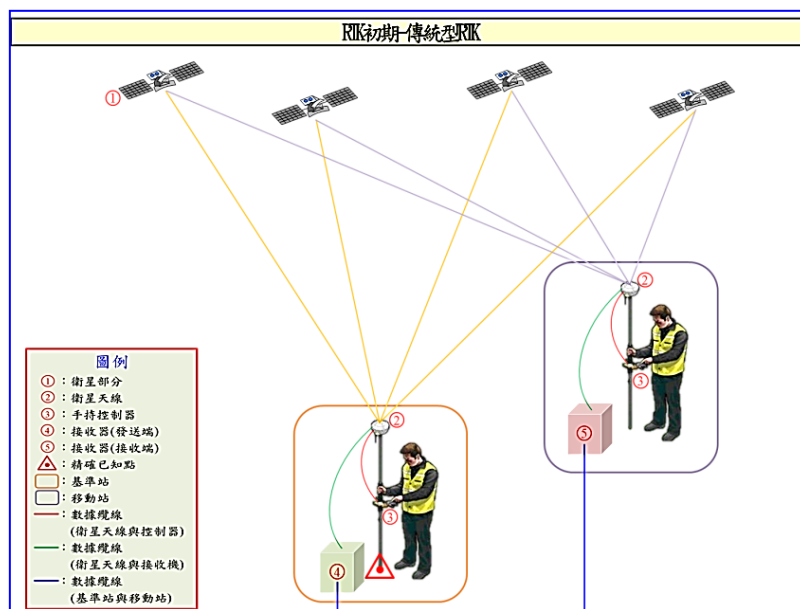


圖 1 傳統型 RTK 示意圖

資料來源：參考施永富，《測量學》（臺北：三民書局，民國 97 年 06 月），頁 364~376 繪製。

二、中期－改良型 RTK

以傳統單主站式 RTK 為基準實施改良，稱為改良型 RTK，裝備組成通常區分為衛星接收器（已將傳統衛星天線與接收器整合為一）、手持控制器、無線電模組等三部分，控制器與接收器間改採藍芽（無線）連線，基準站與移動站間由原數據纜線（有線）改為以無線電（無線）廣播，大幅提升作業便利性，惟仍須

4 內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

5 GNSS 為全球衛星導航系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）之簡稱。

6 同註 4。

具備 2 套器材方可作業 (基準站與移動站)。兩者間雖較傳統數據纜線傳輸距離提升, 但仍受限於無線電設備廣播距離、作業環境等因素 (圖 2)。

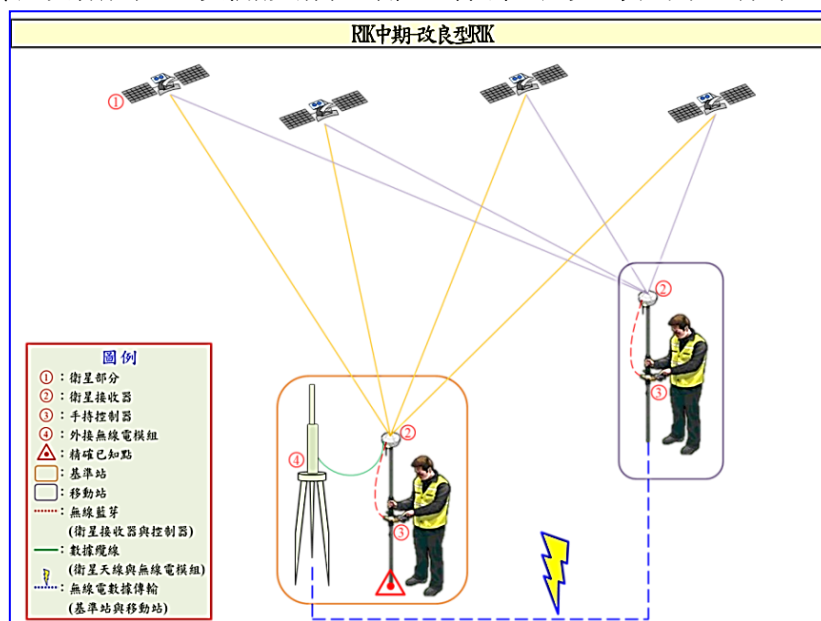


圖 2 改良型 RTK 示意圖

資料來源：參考施永富，《測量學》（臺北：三民書局，民國 97 年 06 月），頁 364~376 繪製。

三、現況 - 網路型 RTK (e-GNSS)

網路型 RTK, 也稱為 e-GNSS, 虛擬基準站 VBS-RTK (Virtual Base Station, VBS) 為其核心技術, 除保留改良型 RTK (無線電) 作業優勢外, 新增網路功能, 可藉由連結專屬網路帳號 (我國由內政部國土測繪中心提供), 提供虛擬基準站 (VBS) 及修正訊號服務, 以獲得公分等級之定位精度。⁷

e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度電子化全球衛星即時動態定位系統名稱, 基本定義為架構於「網際網路通訊」及「無線數據傳輸技術」之衛星即時動態定位系統, 其中字母「e」係具有「電子化」及「網路化」之含意, GNSS 代表著多星系的衛星導航定位系統 (GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS)。⁸ 其核心定位技術, 係採用多個衛星定位基準站所組成的 GNSS 網絡 (圖 3), 評估基準站涵蓋地區之定位誤差, 再配合最鄰近的實體基準站觀測資料, 產製一個虛擬的基準站做為 RTK 主站, 所以移動站並不是接收某個實體基準站之實際觀測資料, 而是經過誤差修正後的虛擬觀測數據。換言之, RTK 主站是經過人為產製的虛擬化基準站, 其意義如同在移動站附近架設實體基準站一樣, 故稱之為虛擬基準站即時動態定位技術, 簡稱 VBS-RTK。⁹

⁷ 同註 4。

⁸ 同註 4, 即美國 GPS 全球定位系統+俄國 GLONASS 格洛納斯系統+歐盟 Galileo 伽利略定位系統+中共 Bei Dou 北斗定位系統+日本 QZSS 準天頂衛星導航系統。

⁹ 同註 4。

網路型 RTK (e - GNSS)，通常可依有、無網路可供運用，區分兩種作業方式，說明如次。

(一) 有網路：主要區分衛星接收器、手持控制器等二部分，通常以 4G 網路連接至內政部國土測繪中心 e-GNSS 帳號 (e - GNSS 收費標準如表 1)，¹⁰ 故僅需具備 1 套器材即可實施作業。網路型 RTK 於網路及衛星條件良好之環境下，作業迅速且定位精度極高，可達公分等級 (圖 4)。惟運用於作戰用途時，仍須考量其受干擾、遭敵竊取之可能性，不可過度依賴。

(二) 無網路：網路型 RTK 通常保留改良型 RTK 之無線電功能，遇無網路情況時，可運用 2 套設備，以內建無線電 (通常為 1~2 瓦功率)，或加購外接無線電模組 (可達 35 瓦功率)，一套置於已知點作為基準站，另一套作為移動站，基準站以無線電廣播修正訊號予移動站，如基準站位置及座標足夠精確，亦能獲得公分等級之定位精度 (圖 5)。

四、小結

本研究將網路型 RTK (同時兼具改良型 RTK 之無線電功能) 列為主要研究項目，當網路及衛星訊號良好下，以連接內政部國土測繪中心 e - GNSS 帳號為優先；如無網路可用時，則立即改採基準站以無線電廣播修正訊號，供移動站實施定位即時差分修正，各種不同類型 RTK 分析比較如表 2。

RTK 定位精度極佳，當衛星及網路訊號良好，且無受環境干擾下，定位精度小於 5 公分 (RTK 與衛星測量之差異如表 3)，惟 RTK 定位成果受衛星、網路訊號及作業環境影響甚鉅，筆者將針對 RTK 如何運用於砲兵測地及作業限制，提出研析。

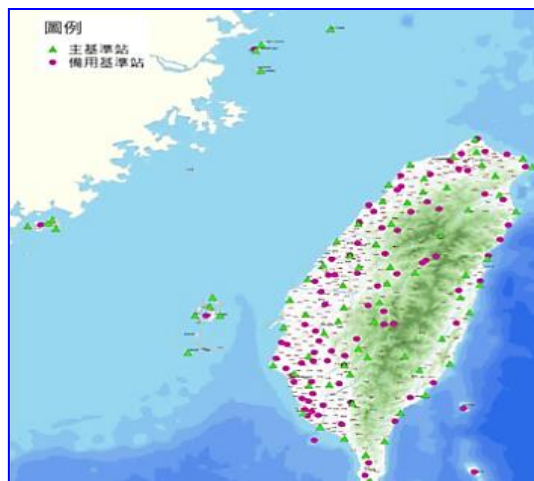


圖 3 內政部 e - GNSS 基準站於本、外島分布示意圖

資料來源：內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

¹⁰ 同註 4。

表 1 內政部國土測繪中心 e - GNSS 收費標準表

規 費 徵 收 項 目	計 費 單 位	收費標準（新臺幣元）
會員許可	每 5 年	2,000 元
VBS - RTK	每組/每日	300 元
DGNSS	每組/每日	100 元
衛星觀測數值資料檔	每站/每日	45 元
衛星觀測資料後處理服務	每點	30 元

資料來源：內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

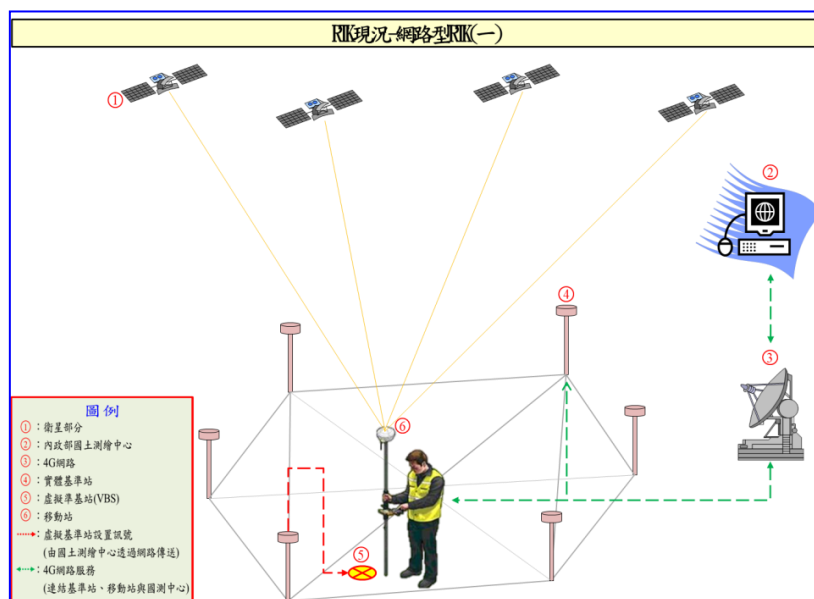


圖 4 網路型 RTK（有網路運用）示意

資料來源：參考內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

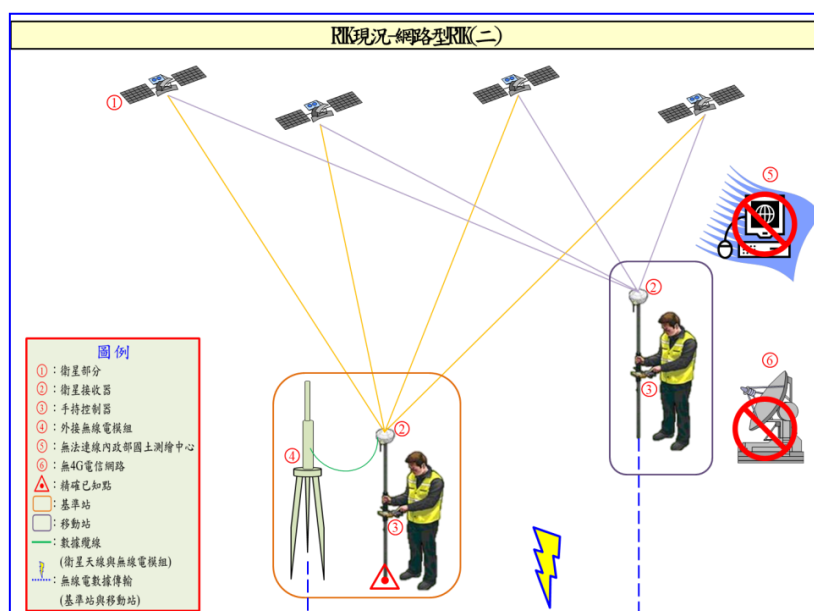


圖 5 網路型 RTK（無網路運用）示意

資料來源：參考內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

表 2 各種不同類型 RTK 分析比較表

階段	名稱	裝備組成	作業模式		備考
			連線方式 (訊號傳輸)	作業條件 (衛星訊號良好)	
初期 80 年	傳統型 RTK	■由 2 套設備組成： 手持控制器*2 接收器(發送端)*1 接收器(接收端)*1 衛星天線*2	■數據纜線 (有線)	■需使用精確已知點	
中期 90 年	改良型 RTK	■由 2 套設備組成： 手持控制器*2 衛星接收器*2 無線電模組*1	■無線藍芽 ■無線電	■需使用精確已知點	
現況 98 年迄今	網路型 RTK	■有網路(僅需 1 套設備)： 手持控制器*1 衛星接收器*1 ■無網路(至少具備 2 套設備)： 手持控制器*2 衛星接收器*2 無線電模組*1(非必要)	■4G 網際網路 ■無線藍芽 ■無線電	■網路為主 (連線國測中心，付費使用) ■無線電為輔 (需使用精確已知點)	兼具網路與改良型 RTK 功能，故建議優先納入砲兵測地運用

資料來源：筆者自製。

表 3 RTK 與衛星測量之差異比較

項次	區分	衛星即時動態測量 (RTK)	衛星測量
作業環境		對空通視良好、遠離電磁波源	對空通視良好、遠離電磁波源
定位原理		空間後方交會法	空間後方交會法
差分修正訊號		需要	非必須
付費服務		需要	無
定位所需時間		即時	即時
網路需求		需要(網路型 RTK)	非必須
定位精度		極高(可達公分等級)	高(約 1~3 公尺)
定向精度		2 密位內(50 公尺地線)	10~50 密位
高程誤差		通常為定位誤差之 2~3 倍	通常為定位誤差之 2~3 倍
可否作為定向用途		可作為定向用途	不建議作為定向用途
敵反制作為		運用干擾、欺騙、遮蔽手段	運用干擾、欺騙、遮蔽手段
備考		※兩者間最大差異為定位(定向)精度。	

資料來源：筆者自製。

現行砲兵測地作業型態

現行國軍砲兵營測地作業，區分為「有定位定向系統」、「無定位定向系統」兩種作業型態，¹¹說明如次。

一、「有」定位定向系統測地作業

有定位定向系統測地，營測量班區分測量官、系統組、測量組、砲兵連測量班，運用定位定向系統、測距經緯儀、M2 方向盤同時作業，作業後將測地成果紙本繳交至射擊指揮所調製測地射擊圖，所需時間約 1~2 小時（圖 6）。

二、「無」定位定向系統測地作業（即傳統測地）

無定位定向系統測地，營測量班區分測量官、前地組、連接組、陣地組，運用測距經緯儀、M2 方向盤同時作業，作業後將測地成果紙本繳交至射擊指揮所調製測地射擊圖，所需時間約 2~2.5 小時（圖 7）。

三、小結

由近期俄烏戰爭中，烏克蘭方面影片顯示，烏國砲兵發射第一枚砲彈後約 30 秒，俄軍第一發反擊的砲火力便到達。¹²以國軍現行砲兵營全部測地所需時間約為 1~2 小時；即便於時間急迫下，執行速度較快、精度略差之「應急測地」，仍無法滿足現代化砲兵快速變換陣地需求，故現階段砲兵營測地有精進空間與必要。有鑑於此，本研究提出於現有測地作業型態之外，新增第三種測地模式「RTK 衛星測量」，創新導入民用測量的主流技術，運用於野戰砲兵平時與戰時測地，期能發揮 RTK 快速、精確之優勢，大幅縮短測地時間、提升作業能量。

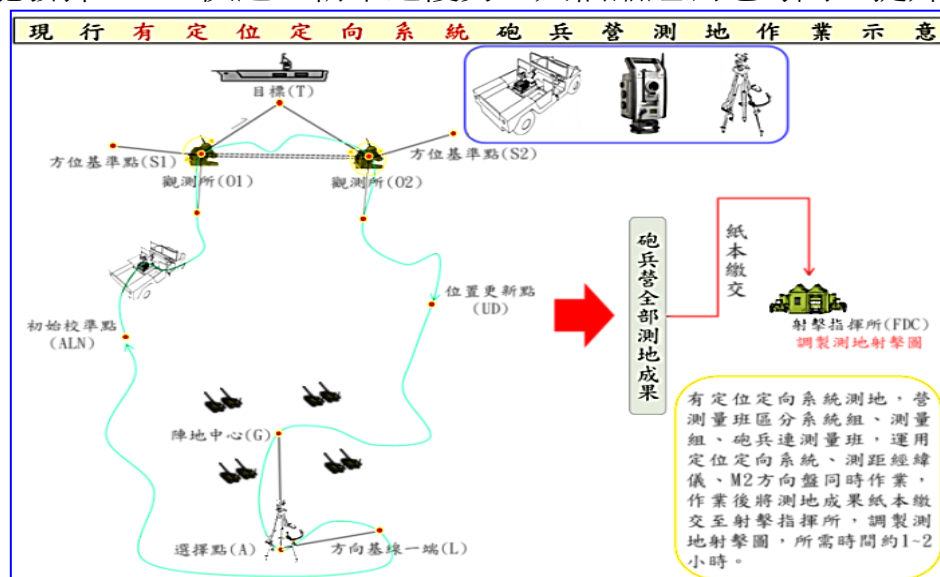


圖 6 有定位定向系統砲兵營測地作業示意

資料來源：筆者自製。

11 《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），頁 7-514。

12 全球防衛雜誌，〈俄烏戰場的攻擊主力兵種：永遠不停止追求打得更遠、更準確的砲兵〉，<http://opinion.udn.com/opinion/story/120902/6377582>，民國 112 年 05 月 09 日。

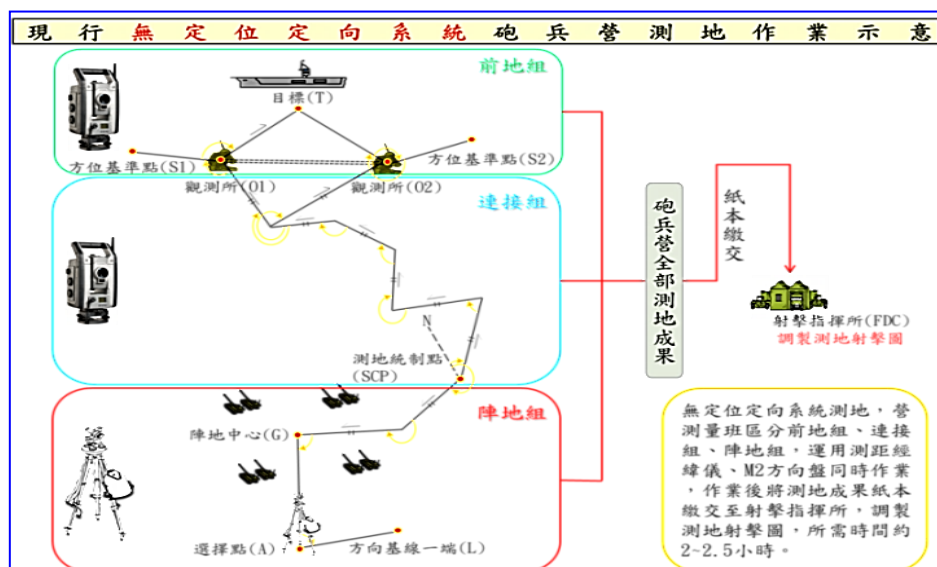


圖 7 無定位定向系統砲兵營測地作業示意

資料來源：筆者自製。

衛星即時動態測量（RTK）運用於砲兵測地之作業構想

本研究旨在探討 RTK 如何運用於砲兵測地，筆者仍須強調，導入民用科技並非捨棄現有傳統作業，主要希冀於創新與傳統間取得平衡，在現有測地基礎上增列 RTK 作業，當衛星及網路條件許可時，儘可能使用衛星測量縮短作業時間、增加作業能量（將聯兵營迫砲火力納入測地統制）；如衛星及網路受限（干擾），則立即轉用「定位定向系統」或「傳統測地」因應，期使兩者長短相符、密切配合、發揮綜效。RTK 衛星測量與現行測地作業型態關係如圖 8 所示。

本節針對「RTK 衛星測量」之運用方式與編組、測地任務職掌與備案、與現行砲兵營測地作業差異比較、作業風險與因應等內容，說明如次。

一、運用方式與編組構想

假設未來砲兵營編制數套衛星即時動態測量（RTK），並依能否連結 4G 網際網路（衛星訊號及作業環境良好情況下），區分為「有網路」與「無網路」兩種作業方式，說明如次。

（一）有網路 RTK 作業：獲得 RTK 後（有網路時），營測量班區分測量官、定位定向系統組、前地 RTK 組（區分 2 組）、陣地 RTK 組（區分 3 組），運用定位定向系統搭配 RTK 同時作業，定位定向系統主要建立檢核點（C）與方位線（C'），提供 RTK 執行位置檢核，作業後將測地成果以語音回報指揮所，調製測地射擊圖，所需時間僅 10~15 分鐘（不含路程時間，作業示意如圖 9）。

（二）無網路 RTK 作業：獲得 RTK 後（無網路時），營測量班區分測量官、定位定向系統組、前地 RTK 組（區分 2 組）、陣地 RTK 組（區分 3 組），運用定位定向系統搭配 RTK 同時作業，定位定向系統主要建立基準點（CP），提供

1 套 RTK 作為「基準站」使用，餘 4 套 RTK 設定為「移動站」，基準站以無線電傳送修正訊號予移動站（距離 3~6 公里），待完成作業後，將測地成果以語音回報指揮所，調製測地射擊圖，所需時間僅 20~30 分鐘（不含路程時間，作業示意如圖 10）。

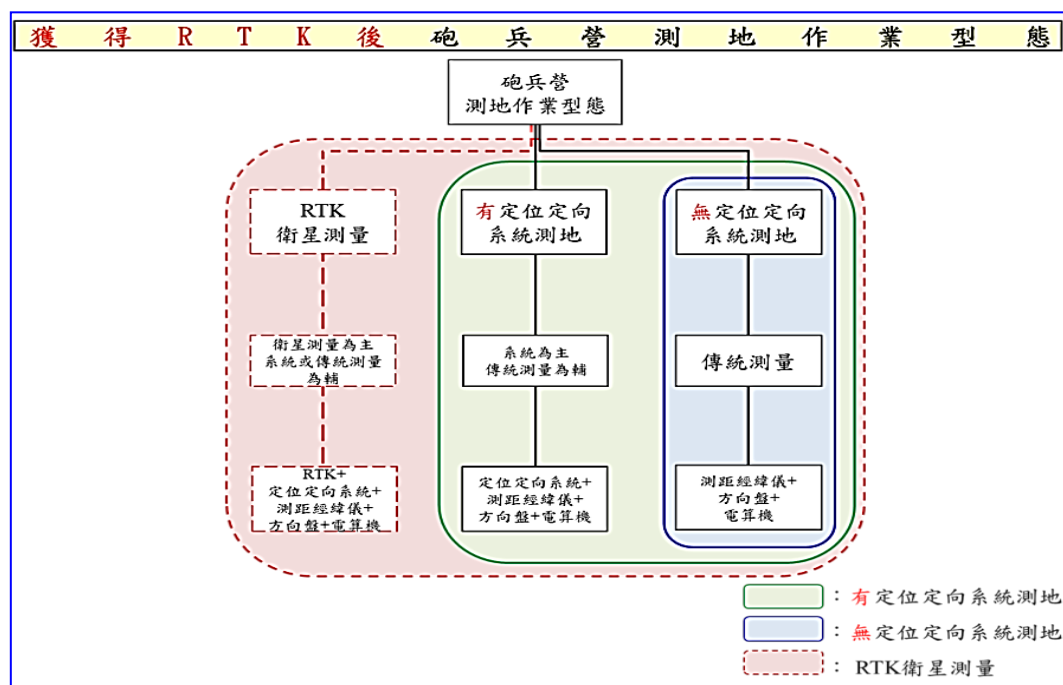


圖 8 RTK 衛星測量與現行測地作業型態關係示意

資料來源：筆者自製。

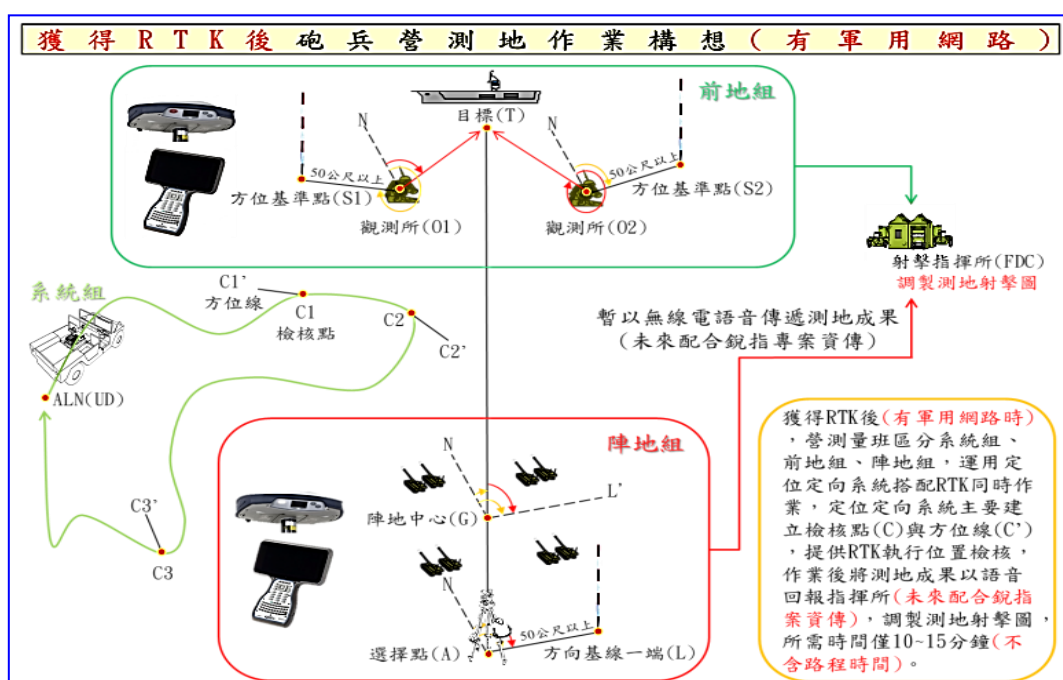


圖 9 有網路時 RTK 衛星測量砲兵營測地作業示意

資料來源：筆者自製。

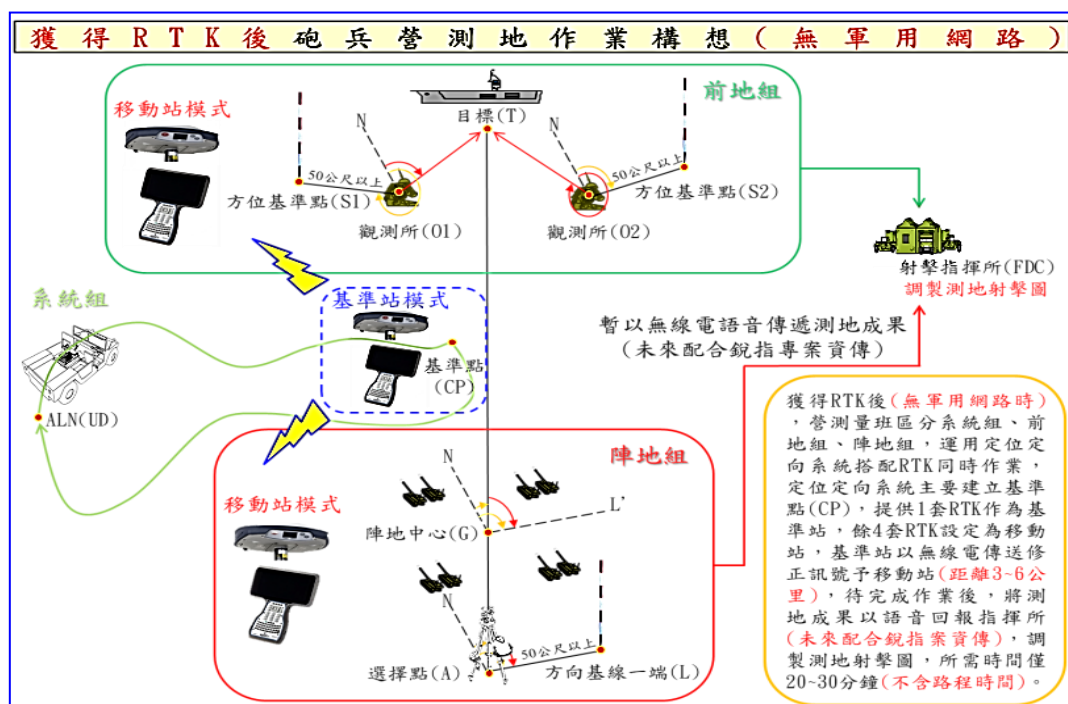


圖 10 無網路時 RTK 衛星測量砲兵營測地作業示意

資料來源：筆者自製。

二、測地任務職掌構想與備案

獲得 RTK 後，砲兵營測量班各作業組測地任務職掌，及遇衛星訊號不佳（受干擾）時之備援方案，說明如次。

（一）營測量官

1. 負責全營測量人員訓練、裝備保養、測地任務之計畫、協調、執行與督導。
2. 於作業區內偵選可用已知點（衛控點或測地基準點），供定位定向系統初始校準運用。
3. 作業前，完成測地計畫撰擬；作業中，督導營測量班全般作業事宜，特需留意衛星訊號遭敵干擾或竄改，如有疑慮，應立即停用衛星測量，並變更作業型態；作業後，實施成果檢核及驗證後，繳交至射擊單位及測地資料中心。

（二）定位定向系統組

由營部連測量班編成，區分 1 組 3 員，攜行測量裝備為定位定向系統及測距經緯儀。當衛星訊號良好時，主要任務為前往觀測所、各砲陣地周邊，優先建立檢核點供 RTK 實施定位檢核，避免遭敵干擾或竄改定位資訊；如衛星訊號受干擾時，則立即轉換為定位定向系統作業型態，接續完成任務（「定位定向系統組」作業職掌與備案如表 4）。

（三）前地 RTK 一組

由營部連測量班編成，區分 1 組 2 員，攜行測量裝備為 RTK 及測距經緯儀。當衛星訊號良好時，主要任務為執行主觀測所及方位基準點定位作業，並計算方

位基準點方位角，提供觀測官實施雷觀機定位（定向）作業，俾利迅速標定射擊目標位置，待獲得射擊目標諸元後，以無線電回報陣地 RTK 組及射擊指揮所；如衛星訊號受干擾時，則與「前地 RTK 二組」合併為「前地組」（使用測距經緯儀），立即轉換為定位定向系統（或傳統測地）作業型態，接續完成任務（「前地 RTK 一組」作業職掌與備案如表 5）。

（四）前地 RTK 二組

由營部連測量班編成，區分 1 組 2 員，攜行測量裝備為 RTK 及 360 度（單）稜鏡組。當衛星訊號良好時，主要任務為執行輔助觀測所及方位基準點定位作業，並計算方位基準點方位角，提供觀測官實施雷觀機定位（定向）作業，俾利迅速標定射擊目標位置，待獲得射擊目標諸元後，以無線電回報陣地 RTK 組及射擊指揮所；如衛星訊號受干擾時，則與「前地 RTK 一組」合併為「前地組」（使用測距經緯儀），立即轉換為定位定向系統（或傳統測地）作業型態，接續完成任務（「前地 RTK 二組」作業職掌與備案如表 6）。

（五）陣地 RTK 組

由各砲兵連測量班編成，區分 3 組每組 4 員，攜行測量裝備為 RTK 及 M2 方向盤。當衛星訊號良好時，主要任務為執行各砲兵連（排）陣地測地，並計算方向基線方位角，待前地 RTK 組回報射擊目標諸元後，計算射向方位角及方向基角，提供射擊指揮所調製測地射擊圖，俾利迅速發揚火力；如衛星訊號受干擾時，則立即更換裝備為 M2 方向盤，轉換為定位定向系統（或傳統測地）作業型態，接續完成任務（「陣地 RTK 組」作業職掌與備案如表 7）。

表 4 獲得 RTK 後「定位定向系統組」作業職掌構想與備案

獲得 RTK 後「定位定向系統組」作業職掌構想與備案			
職務	區分	測量裝備	RTK 可用
系統操作手		●ULISS-30 定位定向系統 ●測地電算機 ●無線電機 VHF	●負責安裝及操作定位定向系統，並於觀測所、陣地周邊偵察選定檢核點及方位線。 ●完成檢核點及方位線設置。
測手		●S9 測距經緯儀 ●測地電算機	●協助系統操作手執行調諧校正、放射測量、方位轉換等作業。

		●於觀測所、陣地周邊完成檢核點與方位線測定，供 RTK 執行定位檢核。	●於觀測所、陣地周邊迅速建立測地基準點及方位線，俾利前地、陣地組執行作業。
駕駛	●1-1/4T 悍馬車	擔任系統車駕駛。	同左。
備考	※遇 RTK 失效時，測量班所需裝備及作業職掌，以紅色字體表示。 ※遇 RTK 可用時，主要任務為前往觀測所、各砲陣地周邊，優先建立檢核點供 RTK 實施定位檢核，避免遭敵干擾或竄改定位資訊。 ※遇 RTK 失效時，則立即轉換為定位定向系統作業型態，接續完成任務。		

表 5 獲得 RTK 後「前地 RTK 一組」作業職掌構想與備案

獲得 RTK 後「前地 RTK 一組」作業職掌構想與備案				
職務區分		測量裝備	RTK 可用	RTK 失效
小組長兼 RTK 操作手 (前地組組長)		●RTK 手持控制器 ●外接無線電模組 ●無線電機 VHF	●負全組成敗之責，偕同觀通組偵察觀測所及檢驗點（目標）位置，並決定方位基準點。 ●負責整置及操作 RTK 並完成相關連線設定。依序測定主觀測所、方位基準點座標及標高。	●擔任前地組組長，負全組成敗之責，偕同觀通組偵察觀測所及檢驗點（目標）位置，並決定方位基準點。
衛星接收器手 (測手)		●衛星接收器 ●測地電算機 ●S9 測距經緯儀	●負責協助小組長兼 RTK 操作手架設衛星接收器。依序於主觀測所、方位基準點架設衛星接收器。 ●計算方位基準點方位角。	●擔任測手，負責整置及操作 S9 測距經緯儀，並由系統組建立之測地基準點起測，迅速完成前地測地。

備考	※遇 RTK 失效時，測量班所需裝備及作業職掌，以紅色字體表示。 ※遇 RTK 失效時，前地 RTK 一、二組合併為「前地組」，搭配定位定向系統使用測距經緯儀作業。
----	--

表 6 獲得 RTK 後「前地 RTK 二組」作業職掌構想與備案

獲得 RTK 後「前地 RTK 二組」作業職掌構想與備案				
職務	區分	測 量 裝 備	R T K 可 用	R T K 失 效
小組長兼 RTK 操作手 (反射器手)		●RTK 手持控制器 ●外接無線電模組 ●無線電機 VHF ●360 度稜鏡組	●負全組成敗之責，偕同觀通組偵察觀測所及檢驗點（目標）位置，並決定方位基準點。 ●負責整置及操作 RTK 並完成相關連線設定。依序測定輔助觀測所、方位基準點座標及標高。	●擔任反射器手，負責偵察、選定測站，並整置 360 度稜鏡，供測手執行作業。
衛星接收器手 (標桿手兼計算手)		●衛星接收器 ●測地電算機 ●單稜鏡組	●負責協助小組長兼 RTK 操作手架設衛星接收器。依序於輔助觀測所、方位基準點架設衛星接收器。 ●計算方位基準點方位角。	●擔任標桿手兼計算手，負責於後視點整置單稜鏡，供測手實施覘視，並完成測地成果計算。
備考		※遇 RTK 失效時，測量班所需裝備及作業職掌，以紅色字體表示。 ※遇 RTK 失效時，前地 RTK 一、二組合併為「前地組」，搭配定位定向系統使用測距經緯儀作業。		

表 7 獲得 RTK 後「陣地 RTK 組」作業職掌構想與備案

獲得 RTK 後「陣地 RTK 組」作業職掌構想與備案				
職務	區分	測量裝備	RTK 可用	RTK 失效
小組長 (陣地組組長)		●外接無線電模組 ●無線電機 VHF	●負全組成敗之責，偕同挺進班偵察連(排)陣地中	●擔任陣地組組長，負全組成敗之責，偕同挺進班偵

		心、選擇點，並決定基線一端。	察連（排）陣地中心、選擇點，並決定基線一端位置。
RTK 操作手 （測手兼紀錄手）	●RTK 手持控制器 ●M2 方向盤	●負責整置及操作 RTK 並完成相關連線設定。依序測定連（排）陣地中心、選擇點、基線一端座標及標高。	●擔任 M2 方向盤測手，負責整置及操作器材，並將測量數值翔實紀錄。
衛星接收器手 （前標桿手）	●衛星接收器 ●標桿 ●捲尺	●協助操作手依序於連（排）陣地中心、選擇點、基線一端架設衛星接收器。	●擔任前標桿手，負責偵察、選定測站位置，並豎立標桿。
計算兼紀錄手 （後標桿手）	●測地電算機 ●標桿 ●測針	●翔實紀錄 RTK 測量數據，並完成射向方位角、方向基線方位角及方向基角計算。	●擔任後標桿手，於後視點豎立標桿，供測手實施覘視，並完成測地成果計算。
備考	※遇 RTK 失效時，測量班所需裝備及作業職掌，以紅色字體表示。 ※遇 RTK 失效時，陣地 RTK 組立即轉換為「陣地組」，搭配定位定向系統使用 M2 方向盤作業。		

資料來源：表 4、表 5、表 6、表 7 為筆者自製。

三、RTK 衛星測量與現行砲兵營測地作業差異比較

為確保 RTK 衛星測量精度符合砲兵射擊需求，筆者運用砲訓部現有 SPECTRA PRECISION SP-80（網路型 RTK）搭配 Ranger-7 手持控制器（圖 11），於民國 112 年 1~4 月期間，針對 RTK 定位（定向）完成三階段實驗測試，惟礙於文章篇幅限制，故僅針對實驗結果提出說明，經實測驗證成果，RTK 單點定位時間可於 1~3 分鐘內完成（含裝備開機與設定），其座標精度平均<5 公分圓形公算偏差；標高精度平均小於<1 公尺公算偏差；方位誤差平均<2 密位（運用 50 公尺以上地線，定向作業示意如圖 12）。RTK 衛星測量與現行砲兵營測地作業時間、精度差異如表 8。

據實驗結果推論，RTK 衛星測量運用於砲兵測地，係一具體可行之方案，可有效縮短砲兵營測地時間、提升作業能量。在國軍砲兵尚未換裝具備「自主定位定向」之新式火砲前，可作為砲兵測地定位（定向）之輔助工具。對於砲兵達成「快打快撤」、「精準射擊」、「提升戰場存活」等目標將有所助益。



圖 11 SPECTRA PRECISION SP – 80（網路型 RTK）與 Ranger – 7 手持控制器

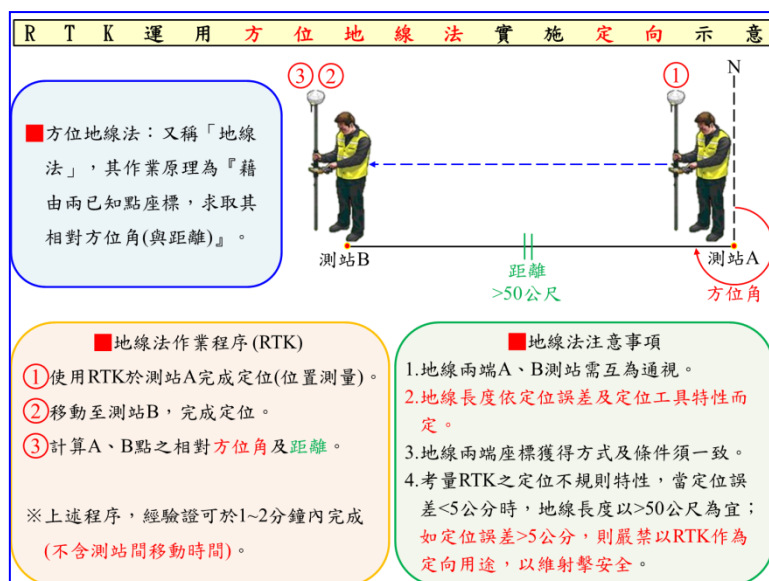


圖 12 RTK 運用「地線法」定向作業示意

資料來源：圖 14 及圖 15 筆者自製。

表 8 RTK 衛星測量與現行砲兵營測地作業時間、精度差異比較表

RTK 衛星測量與現行砲兵營測地作業時間、精度差異比較表					
區分 型態	作業 時間	定位精度		定向 誤差	備考
		座標	標高		
RTK 衛星測量	有網路 10~15 分 無網路 20~30 分 (衛星訊 號良好 - 固定解， 不含路程 時間) ¹³	<5 公分 CEP	<1 公尺 PE	2 密位內	RTK 單點定 位時間平均 可於 1~3 分 鐘內完成(含 裝備開機與 設定)

¹³係 RTK 衛星測量之解算方式，載波相位測量時，週波未定值因符合測量條件，可解算至整數值，即稱為「固

「有」 定位定向 系統	1~2 小時	<7 公尺 CEP	<3 公尺 PE	2 密位內	使用 10 分鐘 零速更新
「無」 定位定向 系統	全部測地 2~2.5 小時 應急測地 1 小時內	全部測地 >1/1000 應急測地 >1/500	全部測地 ±2 公尺 應急測地 ±4 公尺	2 密位內	區分全部測 地與應急測 地
說明	●RTK 衛星測量及有定位定向系統測地無「全部測地」與「應急測地」之分。●CEP：圓形公算偏差。●PE：公算偏差				

資料來源：參考《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），頁 7 - 526。

四、RTK 衛星測量之風險與因應

不可否認的，衛星測量具備簡便、低廉與普及化等優勢，但從近期的俄烏戰爭中，也不難發現其「受制於人」、「易受干擾」等弱點與限制。¹⁴所以，在享用其便利、快速與高精確度同時，亦不能不將其可能風險列入全般考量。基此，為使國軍部隊預知風險、及早因應，並確保任務遂行，本節綜整 RTK 衛星測量作業可能風險，及其限制與因應之道，說明如次；另將 RTK 與現行砲兵營測地作業特點、限制比較如表 9。

（一）受網路、衛星測量條件限制風險

1.風險：RTK 衛星測量之作業精度受對空通視影響甚鉅（仰角 15 度以上須無對空障礙）；如作業環境內鄰近廣播電臺、電視轉播臺、雷達站、微波站、高壓電及其他電磁波源，亦可能對 RTK 造成干擾。¹⁵另網路型 RTK 主要係透過 4G 網路連結國土測繪中心 e - GNSS 帳號，以取得即時差分定位修正訊號；如無網路可用時，恐對其功能造成限制，故須自行改由基準站廣播修正訊號，供移動站使用。

2.因應：RTK 衛星測量應慎選有利作業環境，儘可能遠離電磁波源及確保近距離內無電磁波反射物體，以減低「多路徑效應」之影響。¹⁶如作業區無法對空通視時（例如觀測所為減少敵空中威脅而開設於高樓夾層），可善用測距經緯儀（多功能雷觀機）內建之「自由測站」（Free Station）功能，¹⁷未來砲兵連計畫採購的新型測距經緯儀，亦應將此功能納入，以利截長補短、充分發揮「現役裝備」與「RTK」之效能，快速獲得砲兵定位（定向）所需諸元。此外，RTK 除連

定解(fix)：如週波未定值僅能解算至小數部分，即週波脫落，稱為「浮點解(float)」。

14耿國慶，〈析論「全球定位系統」(GPS)〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，砲訓部，民國 103 年 09 月，頁 23。

15同註 2，頁 373。

16「多路徑效應」係指地表附近反射物，造成衛星無線電波產生多重反射，所引起之定位誤差。

17「自由測站（Free Station）」即「2PT 反交會法」，為測距經緯儀（多功能雷觀機）主要功能之一，係將儀器設置於未知點，並對兩個（含）以上已知點執行「邊角觀測」，反求測站（即未知點）座標、高程之方法。

結 4G 網路外，應同時具備「基準站」與「移動站」模式，透過內建或外接無線電模組，將基準站提供之修正訊號，透過無線電傳遞予移動站使用，惟基準站選定時應儘可能設置於「制高點」，以減少地形、地障對無線電傳遞之影響。

（二）缺乏自主性、受制於人風險

1.風險：「自主性」為軍事運用極重要之考慮因素。以美國 GPS 為例，基於軍事與經濟之雙重考量，美國國會與國防部制定一系列限制政策，堅持對 GPS 行使控制權力，即使目前暫時關閉 SA，¹⁸惟當美國安全遭受威脅時，美國防部仍將保留關閉部分區域 GPS 信號之權力，且 GPS 存在「始終受制於衛星發射國與必須依賴接收機、衛星間完整信號」兩項致命傷。¹⁹就中共為例，其為擺脫美國 GPS 的箝制與自我掌控軍機與飛彈之定位精度，已自力發展「北斗衛星導航系統」；²⁰而日本近期亦規劃升級國內自建的準天頂衛星導航系統（Quasi-Zenith Satellite System, QZSS），將原布建的衛星數量由 4 顆提升至 11 顆，使國內用戶不需仰賴美國的 GPS 網絡，也能精準掌握位置資訊。²¹上述實例，足以警惕國軍不可忽視衛星「受制於人」之隱憂。

2.因應：基於衛星測量隱含「缺乏自主性、受制於人」等限制，及始終存在「一國擁有與國際共享」之間的矛盾，²²國軍砲兵應於平時善用 RTK 作業優勢、落實擴大防區測地作為；戰時，則視衛星情況謹慎使用，並保有衛星受限下之預備方案。以國軍現行測量班編制之「定位定向系統」為例，因其無需額外輔助裝置，完全自我包容，使用時較少環境與敵干擾顧慮，不僅具備充分自主性，於特定條件下，甚至較衛星測量擁有運用優勢。²³

（三）遭敵竊取（干擾、竄改）資訊風險

1.風險：衛星導航在現代戰爭中舉足輕重，除協助空中、海上及地面載具精確導航外，也提供精準武器準確擊中目標，同時對部隊指揮管制也極為重要。中共、北韓、俄羅斯均戮力進行 GPS 干擾計畫，同時也利用民用 GPS 訊號協助執行軍事行動。²⁴加上先進國家電子戰能力早已今非昔比，對衛星測量設備影響

18美國防部設計 GPS 初衷，即不希望「標準定位服務」(SPS)之精度優於 100 公尺。惟民用 C/A 碼接收機定位精度通常可達到 20 至 40 公尺，足夠滿足軍事使用之需求。1990 年 3 月美國防部為確保精確、即時之 GPS 數據僅能使用於經過核准之用戶，開始啟用「選擇使用性」(Selective Availability, SA)，在衛星發射軌道與時間資料中加入些許誤差，企圖藉此降低 SPS 之精度。

19同註 14，頁 20。

20忠頻，〈反制中共「北斗」衛星導航系統〉《軍事家》（臺北市），197 期，軍事家出版社，民國 90 年 01 月，頁 86。

21經濟日報，〈日本計劃強化準天頂衛星導航系統，可不受 GPS 獨立運作〉，<http://money.udn.com/money/story/5599/7149885>，民國 112 年 05 月 09 日。

22同註 14，頁 23。

23同註 14，頁 20。

24舒孝煌，〈由俄烏戰爭觀察俄軍電子戰能力〉，<http://indsr.org.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。

甚鉅，輕者恐造成衛星訊號失效（無法接收）；更甚者，遭敵竊取重要武器設施位置資訊或將測量所獲成果實施竄改或干擾，致發生砲兵運用錯誤諸元，誤擊友軍等情事。

2.因應：未來應研究將 RTK 衛星測量，納入專屬安全加密網路，嚴防戰時遭敵竊取竄改，另採購多星系 RTK 設備，可同時接收不同國家、系統的衛星訊號，²⁵執行交叉比對、相互驗證，確保測地成果之可靠度。針對敵電子戰威脅，國軍更應積極研擬「反反制措施」，透過反制干擾、傳遞假訊號等手段，擾亂敵反制作為，確保軍事運用安全。

表 9 RTK 衛星測量與現行砲兵營測地作業特點、限制比較表

區分 型態	測地所需技能	特點	限制	因應
RTK 衛星測量	●定位：單點定位 ●定向：地線法	●作業快速、成果精確 ●學習時間與成本最低 ●無須測量理論基礎 ●採購成本相對低廉 ●無須可用已知點 ●測站間無須通視，且無作業時間及測站數量限制	●作業環境限制（對空通視、網路） ●缺乏自主、受制於人 ●遭敵竊取（竄改）資訊	●複式檢核 ●預擬備案 ●勿過度依賴 ●使用加密網路 ●須加強反制敵電子戰措施
「有」 定位定向 系統	●定位：路測點儲存、調諧校正、放射測量 ●定向：地線法、經緯儀瞄準法、方位轉換鏡法	●獨立自主、自我包容，無須仰賴衛星 ●較不受作業環境限制（受電磁脈衝攻擊除外）	●學習時間與成本較本次之 ●需學習測量理論基礎 ●須可用已知點 ●作業所需時間較長 ●採購成本最高 ●因系統特性，故精度將隨作業時間增加而發散（降低）	●複式檢核 ●防區測地作為 ●搭配傳統測地輔助
「無」 定位定向 系統 （傳統測地）	●定位：導線法、前方交會法、三角測量、三邊測量 ●定向：角導線、天體觀測	●不受作業環境限制	●學習時間與成本最高 ●需學習測量理論基礎 ●須可用已知點 ●作業所需時間最長 ●採購成本高 ●測站間須可通視 ●測站數增加將造成誤差累積	●複式檢核 ●防區測地作為

資料來源：筆者自製。

²⁵多星系：係指衛星測量設備具備可同時接收 2 個以上不同國家、系統的衛星訊號，如美國 GPS+俄國 GLO+歐盟 GAL+中共 BDS+日本 QZSS。

結論與建議

英國首相溫斯頓·邱吉爾：「進步需要改變，要達到完美就要不斷改變」。(To make improvement, you have to change; to be perfect, never stop changing. Winston Churchill)。²⁶俄烏戰爭殷鑑不遠，面對未知的挑戰，守成不變並非明智的選擇，國軍砲兵需要改變，砲兵測地亦須轉型，然改變必須付諸行動，在尚未獲得新式火砲前，現階段將「RTK 衛星測量」納入平、戰時測地，將可有限度提升整體作業效能。野戰砲兵涵蓋射擊指揮、測地、觀測、通信、砲操等五大專業領域，筆者以「測地」立場，提出對砲兵建軍備戰之建言，審視國軍砲兵現況，仍有諸多亟待檢討、改進的空間，期待本研究能拋磚引玉、啟發更多共鳴，並鼓勵國軍成員勇於面對創新與變革。筆者針對提出綜合結論與建議如次。

一、精進學能、融會貫通

建議於砲訓部各測量專業班隊新增「衛星 (RTK) 測量概論」課程，期使受訓學員 (生) 融會貫通「衛星測量」之作業原理、規範、運用與限制，俾利未來裝備推廣與運用。

二、律定規範、提升效能

砲兵定位 (座標) 與定向 (方位) 間存在必然因果關係，如 RTK 定位足夠精確，運用「地線法」獲得之定向諸元必然精確。惟 RTK 定位誤差受衛星、網路訊號及作業環境影響甚鉅，應儘可能避免外部干擾及確認衛星參數符合規範 (RTK 定位、定向建議參考標準對照如表 10)；時間餘裕時 (平時戰演訓、實彈射擊)，仍應運用定位定向系統或傳統測量實施複式檢核，以確保射擊安全。

三、增加長度、減少誤差

運用 RTK 定向時，應依據密位公式估算其誤差範圍 (圖 13)，當橫寬 W 為固定時，地線長度 R 越長，所得角度誤差 θ 越小。基此，可證明當 RTK 定位誤差固定時，地線越長，所得方位誤差必然相對減少。

四、著重細節、追求完美

運用 RTK 定向時 (使用「地線法」)，應於觀測所、陣地選擇點等位置，律定專門標桿 (具備醒目塗裝、水準氣泡、雙叉式標桿腳架)，當使用雷觀機、方向盤標定標桿時，須確實瞄準其最低可見處底部中央 (非左、右緣)，以減少人為作業誤差產生 (圖 14、15)。

五、預知風險、研擬備案

RTK 衛星測量有其風險，絕不可過於依賴，如遇衛星訊號不佳或遭敵干擾，測量班尤應審慎因應、預先研擬預備方案，確保測地任務如期如質完成。如平時

²⁶溫斯頓·邱吉爾 Winston Churchill：英國前首相，亦是知名的政治家、演說家、外交家、軍事家、作家和畫家。

運用 RTK 於防區測地時機建立測地骨幹，戰時再以定位定向系統或傳統測地接續完成細部作業。

六、接軌民用科技、突破創新

砲兵測地為軍事與民間相通之專業領域，測量幹部應持續瞭解科技新知，創新運用「不對稱作戰」思維，²⁷結合最新測量科技與民間資源，戰時測量班以「小群多路、快速彈性、靈活機動」執行作業，提升測地能量與肆應戰場變化。

表 10 RTK 定位、定向建議參考標準對照表

衛星數量	P D O P 精 度 因 子	水平誤差*2	地 線 長 度	R T K 解 算 方 式	定 向 誤 差
>10 顆	<1.5	<2 公分	50 公尺	固定解	<0.8 密位
>10 顆	<1.5	<3 公分	50 公尺	固定解	<1.2 密位
>10 顆	<1.5	<4 公分	50 公尺	固定解	<1.6 密位
>10 顆	<1.5	<5 公分	50 公尺	固定解	<2 密位
備 考	1.衛星數<10 顆、PDOP>1.5、解算方式為浮點解或水平誤差>5 公分以上時，嚴禁以 RTK 實施定向作業。2.地線長度須>50 公尺以上。3.本表係以砲兵密位公式概估求算。4.本表驗證使用裝備：SPECTRA PRECISION SP-80 搭配 Ranger - 7 手持控制器。				

資料來源：筆者自製。

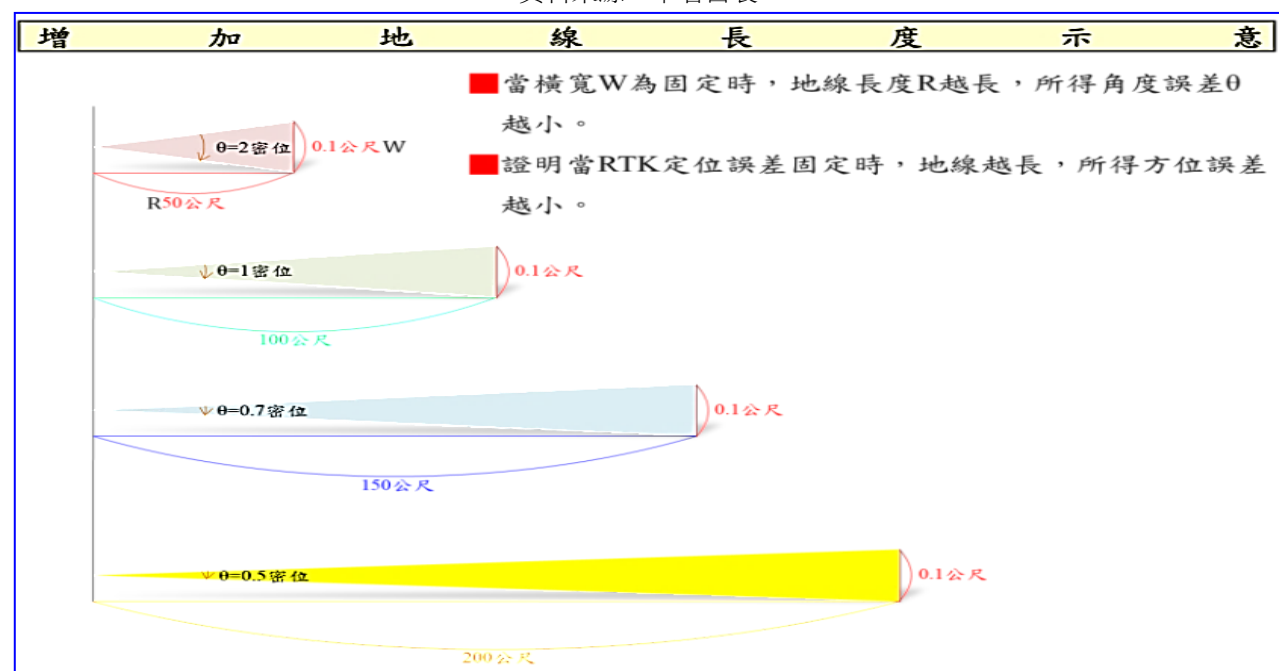


圖 13 增加地線長度減少定向誤差示意

資料來源：筆者自製。

²⁷依據美五角大廈 2001 年出版《四年期國防檢討（QDR2011）》之定義：「透過劣勢方的戰術或作戰能力，集中攻擊敵方弱點，達到不成比例的戰果以打擊強勢方意志，並達成弱勢方的戰略目標，謂之不對稱作戰（Asymmetric Warfare）」。

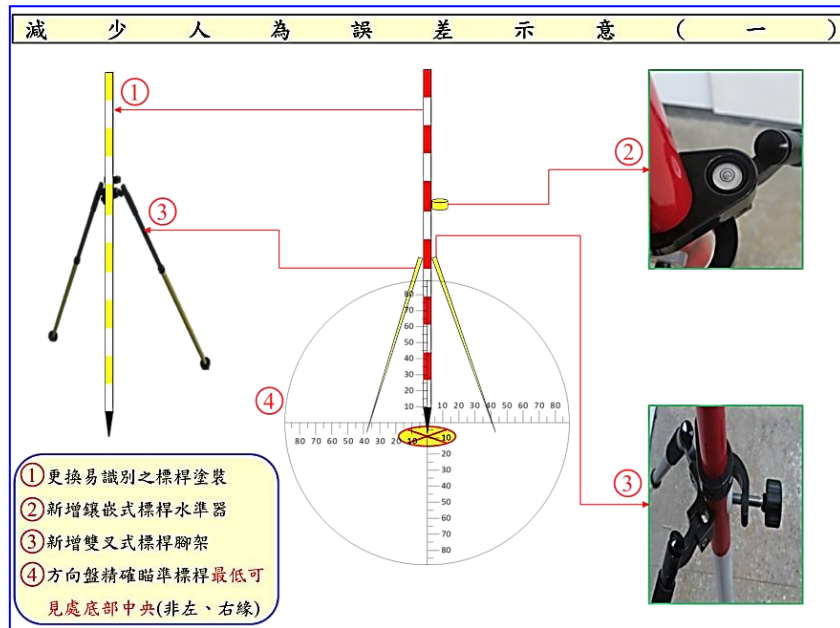


圖 14 降低人為作業誤差示意 (一)

資料來源：筆者自製。

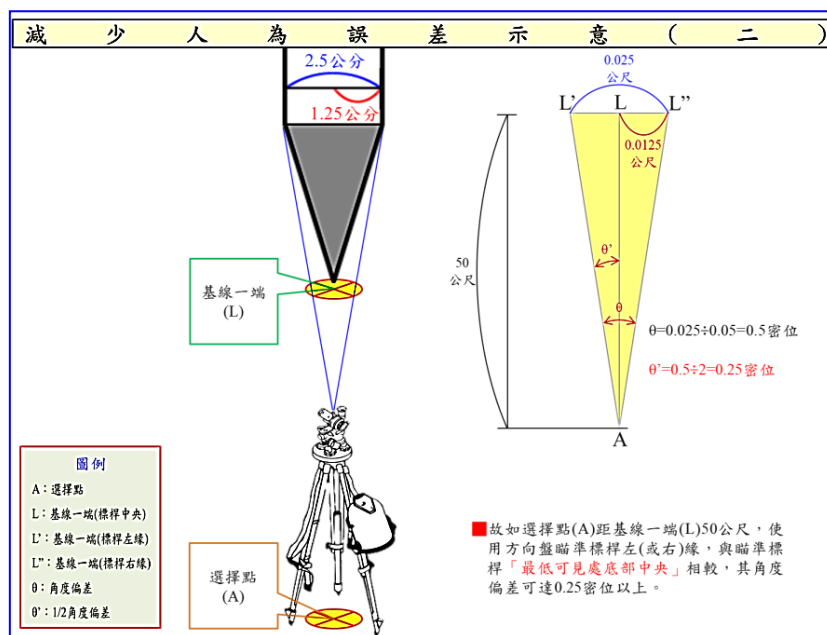


圖 15 降低人為作業誤差示意 (二)

資料來源：筆者自製。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 111 年 10 月)。
- 二、TM 6-200 Artillery Survey (Washington DC: GHQ Army GRC, June 2016.)
- 三、TC 3-09.81 Field Artillery Manual Cannon Gunnery (Washington DC:

GHQ Army GRC, April 2016.)

- 四、施永富，《測量學》（臺北：三民書局，民國 97 年 06 月）。
- 五、焦人希，《平面測量學之理論與實務（五版）》（臺北市：文笙書局，民國 84 年 03 月）。
- 六、高書屏，《GPS 衛星定位測量概論（三版一刷）》（臺北市：詹氏書局，民國 106 年 09 月）。
- 七、《ULISS - 30 定位定向系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 87 年 12 月）。
- 八、《軍事地理資訊系統》（桃園：陸軍總部戰法暨準則發展委員會，民國 93 年 09 月）。
- 九、黃國興，《慣性導航系統原理與應用》（臺北：全華科技圖書股份有限公司，民國 84 年 08 月）。
- 十、耿國慶，〈析論「全球定位系統」（GPS）〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，民國 103 年 09 月。
- 十一、耿國慶，〈淺談運用 GPS 接收機實施砲兵測地〉《砲兵季刊》（臺南），第 141 期，民國 97 年 05 月。
- 十二、《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 07 月）。
- 十三、陳天祐，〈運用測距經緯儀精進砲兵測地作業之具體作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 143 期，砲兵訓練指揮部，民國 97 年 10 月。
- 十四、《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月）。
- 十五、陳見明，〈精進 ULISS-30 定位定向系統運用於砲兵測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 157 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 101 年 06 月。
- 十六、《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）。
- 十七、《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）。
- 十八、雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網，<http://terms.naer.edu.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。
- 十九、內政部國土測繪中心 e - GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://egnss.nlsc.gov.tw>，民國 112 年 05 月 09 日。
- 二十、許國楨，〈GPS－現代武器系統作戰效能倍增器〉《現代軍事》（香港），現代軍事雜誌社，民國 83 年 06 月。

- 廿一、管長青、張嘉強、吳永源、蘇承強，〈經天緯地、端始測量－工程測量發展歷程與展望〉《中華技術期刊》(臺北)，第 98 期，財團法人中華顧問工程司，民國 102 年 04 月。
- 廿二、忠頻，〈反制中共「北斗」衛星導航系統〉《軍事家》(臺北市)，197 期，軍事家出版社，民國 90 年 01 月。
- 廿三、揭仲，〈M109A6 生變，國軍砲兵現代化重挫〉，<http://www.lepenseur.com.tw/article/1080>，民國 112 年 5 月 9 日。
- 廿四、經濟日報，〈日本計劃強化準天頂衛星導航系統，可不靠 GPS 獨立運作〉，<http://money.udn.com/money/story/5599/7149885>，民國 112 年 05 月 9 日。
- 廿五、舒孝煌，〈由俄烏戰爭觀察俄軍電子戰能力〉，<http://indsr.org.tw>，民國 112 年 5 月 9 日。

作者簡介

黃盈智雇員教師，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

從諾曼第登陸作戰探討國軍野戰砲兵防衛作戰之作為

作者：胡宏德

提要

- 一、盟軍諾曼第登陸戰役是人類有史以來最大規模的登陸作戰，時隔多年後的今天，雖因時空更迭，惟作戰條件與我國面臨對岸場景類同，對我「防衛作戰」仍然有不少的啟思，由戰役中盟軍登陸編組及德軍的防禦模式，可供國軍探討反登陸作戰中成功的具備之要件。
- 二、現代登陸作戰條件是聯合作戰最複雜且最困難的作戰類型，主要原因在於作戰行動受自然條件影響大，就整個登陸作戰來說，登陸日時和登陸地段的選定，是整個登陸作戰最敏感且最關鍵的問題，必須在考量各項天候因素後，選擇一個影響登陸作戰行動程度較小的水文、氣象條件及時日與地點，如此才能有利於突擊上陸階段的戰鬥行動。
- 三、筆者認為參考德軍在諾曼第防禦經驗，考量臺灣沿岸地區特殊的地形及濱海城市發展的情形，在臺澎防衛作戰中，砲兵陣地應在海岸至濱海城市之間的 RC 建築物、房等，加強工事構築，結合城鎮的地形、地貌，運用軍民現有偽裝資材，並可運用戰力保存的設施作工事防護與城鎮相結合。

關鍵詞：防衛作戰、野戰砲兵、諾曼第登陸

前言

第二次世界大戰盟軍登陸諾曼第戰役，實為現代戰史中最重要之一役。雖臺澎防衛作戰係為島嶼防衛作戰性質，而敵人欲發動突擊必先通過臺灣海峽，如同盟軍需先通過英吉利海峽，爾後突破灘岸阻絕與防禦陣地一線，取得堅強立足點後再進而奪取港口及機場設施，以集結其後續兵力與資源，增長其戰力。

盟軍與德軍戰史概述

一、作戰概述

(一) 盟軍：西元 1941 年 12 月英、美第一次華盛頓首長會議，決定盟國「先擊敗德國，再進軍日本」，即「歐主亞從」之政策。1943 年 1 月英、美為回應史達林(Josef Stalin)開闢第二戰場之要求，於「卡薩布蘭卡會議」(Casablanca Conference)中，開始討論於西歐開闢第二戰場的可能性。同年 5 月和 8 月，歷經華盛頓「三叉會議」(Trident Conference)與「魁北克會議」(Quebec Conference)，決定在西歐發動陸海空三棲突擊的「大君主作戰」(Operation

Overlord)，¹日期為 1944 年春季，以配合蘇軍在東線實施反攻。²同年 11 月 1 日，蔣中正、羅斯福（Franklin D. Roosevelt）及邱吉爾（Winston Churchill）在開羅會議（Cairo Conference），決定於巴爾幹半島開闢第二戰場，以達到擊敗德國與防止蘇俄侵入中歐之雙重目的。11 月 27 日羅斯福、邱吉爾和史達林於德黑蘭會議（Tehran Conference）正式決定 1944 年 5 月由美、英盟軍在法國北部地區登陸 同時在法國南部進行牽制性登陸。並於 1944 年 2 月 13 日正式任命美國陸軍上將艾森豪（Dwight D. Eisenhower）為盟軍統帥，諾曼第登陸計畫與準備工作進入最後階段。³

（二）德軍：1939 年 9 月 1 日德國發動閃擊戰入侵波蘭，僅 36 天即攻佔波蘭。1940 年義大利、匈牙利、羅馬尼亞等先後與德國聯盟，同時佔領丹麥、挪威、盧森堡、荷蘭、比利時、法國等 6 國。1941 年 4 月德國佔領南斯拉夫與希臘；6 月 22 日以 159 個師發起征俄戰爭，蘇俄採戰略持久避免決戰，消耗德國戰力，致使德漸陷入困境。⁴1943 年 5 月德義聯軍於突尼西亞投降，德軍退出北非。8 月再敗於西西里島，9 月 3 日義大利投降，但義大利領土大部仍為德軍控領。1944 年 1 月 22 日盟軍登陸安齊奧，德國在地中海之勢力盡失 其海空軍兵力經長期消耗漸趨劣勢。迄 6 月，⁵東線德蘇兩軍仍膠著於蘇俄邊境。德軍西線防衛（荷、比、法）海岸線長達 3,944 公里。

二、雙方兵力與部署

同盟國確立登陸西歐的「大君主作戰」，並任命艾森豪將軍為負責作戰的聯軍歐洲戰場最高指揮官；在德軍方面，指揮官為倫德斯特（Karl Rudolf Gerdvon Rundstedt）元帥，下轄「B」、「G」兩個集團軍，其中「B」集團軍由隆美爾（Erwin Johannes Eugen Rommel）元帥指揮，防守法國北部、比利時和荷蘭一帶。

（一）盟軍

1.陸軍：第 21 集團軍轄軍團 X2、軍 X4、步兵師 6、空降師 X3（圖 1）。⁶

2.海軍：主力艦 X6、砲艦 X2、巡洋艦 22、驅逐艦 x93、登陸用舟艇、商船及海軍艇計 6,000 艘以上。⁷

3.空軍：第一線保有各型戰機約 1 萬 7 千架。⁸

1 郭春龍，〈諾曼第登陸戰役德國防衛作戰之研究〉《國防雜誌》（桃園），第 19 卷第 12 期，國防大學，西元 2004 年 12 月，頁 16。

2 王洪光，《經典戰例評析》（北京：軍事科學出版社，西元 2009 年），頁 1036。

3 李德哈特著，鈕先鍾釋，《西方戰略思想史》（臺北：麥田出版社，西元 1995 年），頁 540。

4 國防大學，《中外重要戰史彙編》（桃園：國防大學編印，西元 1988 年），頁 152。

5 郭春龍，〈諾曼第登陸戰役德國防衛作戰之研究〉《國防雜誌》（桃園），第 19 卷第 12 期，國防大學，西元 2004 年 12 月，頁 16。

6 國防部，《登陸及反空降作戰戰史》（臺北：國防部史政編譯局編譯，西元 1984 年），頁 111。

7 國防大學，《中外重要戰史彙編》（桃園：國防大學編印，西元 1988 年），頁 151。

8 李德哈特（Basil H.Liddell Hart），鈕先鍾釋，《第二次世界大戰戰史－第三冊》（臺北：麥田出版社，西元 1

(二) 德軍

1.陸軍：西線總司令部轄集團軍 X2、西線裝甲兵團、軍團 X5、步兵軍 X11、師 X58（33 個守備師、15 個步兵師、10 個裝甲師）（圖 2）。⁹

2.海軍：海軍西線司令部轄海峽岸防指揮部、警備部隊指揮部、地區指揮部 x2、驅逐艦指揮部及魚雷快艇部隊，計有驅逐艦 X8、魚雷艇 x2、魚雷快艇 X31、小型潛艇 x15、各式船艦 60 餘艘及海岸火炮 547 門。

3.空軍：第 3 航空司令部轄飛行軍 X4、防砲軍、防砲師 X2，雖有各式飛機 815 架，但妥善率僅達 50%，亦即只有半數飛機可參與作戰。¹⁰

4.諾曼第地區德軍兵力配置計有步兵師 x2、守備師 X4 及裝甲師 XI。¹¹

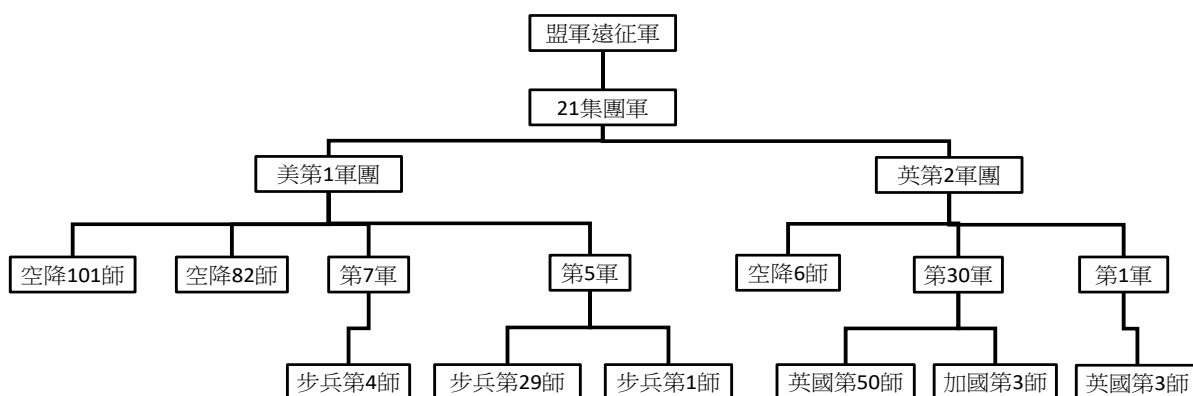


圖 1 盟軍陸軍編組

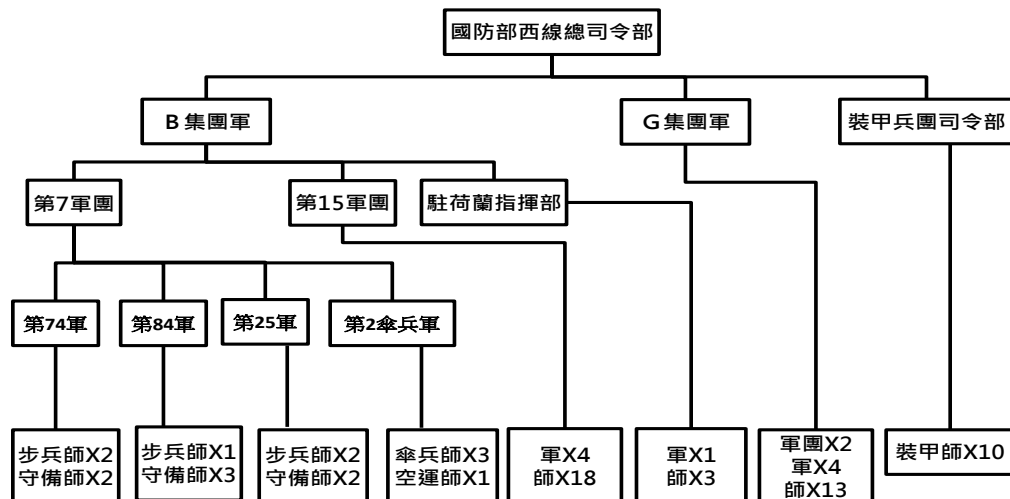


圖 2 德軍陸軍編組

資料來源：圖 1 及圖 2 為作者整理自繪

995 年），頁 47。

9 陳柳〈諾曼第戰役期間德國防衛作戰之探討〉《歐美研究》（臺北），第 32 卷第 3 期，西元 2002 年 9 月，頁 506 - 509。

10 湯普森（R.W.Thompson）著，李長生譯，《諾曼第登陸 - 最長的一日》（臺北：新光出版社，西元 2004 年 6 月第二版），頁 18。

11 陳柳〈諾曼第戰役期間德國防衛作戰之探討〉《歐美研究》（臺北），第 32 卷第 3 期，西元 2002 年 9 月，頁 509 - 511。

三、雙方作戰企圖及構想

（一）盟軍

先使用空降師進行突擊作戰，以掩護諾曼第登陸地區側翼，接著第一梯隊分別於法國諾曼第海岸地區 5 處灘岸登陸（圖 3），俟登陸成功並突破德軍海岸防線後，則分兵朝東向瑟堡及不列塔尼半島方向進攻，以取得各海港及機場作為後續作戰的補給根據地。

當前述目標完成後，再使用左翼部隊在康城地區中作威脅性的突破，以吸引德軍預備隊，一旦牽制住德軍主力於康城地區之後，右翼部隊和後續部隊，即在西面右翼上實行突破，一直向南推進到羅亞爾河（Loire）上，以獲取足夠的作戰空間，最後全部作戰正面以康城為樞軸而逆時鐘旋轉，使右翼部隊向東轉進達到塞納河（Seine）上直趨巴黎，最終目標是朝向德國重工業中心魯爾（Ruhr）地區進攻，以求徹底摧毀德國賴以進行戰爭的神經中樞，為結束歐洲戰事奠定勝利基礎。¹²

（二）德軍

德軍的作戰指導一直處於倫德斯特的縱深防禦與隆美爾海岸線防禦歧見紛爭中：倫德斯特認為大西洋長城長達三千多公里，盟軍在戰略上具有用兵之極大彈性，且在其優勢海空軍支援下，德軍實無法亦無力加以阻止；因此，倫氏判斷盟軍將在海峽最狹窄之加萊至第厄普間地區登陸，而予以堅強設防，同時在海岸後方行大縱深配置，另控制強大裝甲部隊，乘盟軍主力向內陸繼行突破之際，予以反擊而殲滅之。¹³而隆美爾根據在北非的作戰經驗認為反登陸作戰最初的二十四小時，是具決定性的時刻，¹⁴同時判斷盟軍將在諾曼第登陸，因此主張應事先積極加強海岸防禦設施，而以主力配置於海岸附近，根本阻止盟軍登陸企圖，而將之殲滅於水際。¹⁵

最後希特勒決定了在「大西洋長城海岸與盟軍決戰」的方針，同時又決定了「將裝甲部隊分置於海岸後方，以防止盟軍突破」之作戰指導的折衷方案，¹⁶結果成為既無強大之戰術預備隊，及又無一個強大的戰略預備隊的一個不徹底之兵力運用方案，一直到盟軍登陸前夕，德軍陸軍高階將領間對防禦指導以及預備隊控制之位置與運用，仍在爭論不休之中，議論未定，盟軍已渡峽登陸了。

12 歐陽國南，《野戰戰略研究－第三部》（桃園：國防大學戰爭學院），頁 263。

13 尤金勇等著，《登陸諾曼第》（臺北：廣廈國際出版集團，西元 1995），頁 183。

14 鈕先鍾，《西洋戰史》（臺北：燕京文化事業公司，西元 1977），頁 620。

15 新政見一，賴德修釋《二次大戰各國戰爭指導史－下》（臺北：黎明文化事業公司，1988），頁 564。

16 郭春龍，〈諾曼第登陸戰役德國防衛作戰之研究〉《國防雜誌》（桃園），第 19 卷第 12 期，國防大學，西元 2004 年 12 月，頁 187－188。



圖 3 盟軍登陸示意圖

資料來源：小灰，〈諾曼第登陸，五個軍事冷知識〉，<https://www.cup.com.hk/2019/06/06/grey-5-knowledge-for-normandy/>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

作戰地區天候、地形分析

現代登陸作戰條件是聯合作戰最複雜且最困難的作戰類型，主要原因在於作戰行動受自然條件影響最大，就整個登陸作戰來說，登陸日時和登陸地段的選定，是整個登陸作戰最敏感且又最關鍵的問題，必須在考量各項天候因素後，選擇一個影響登陸作戰行動程度較小的水文、氣象條件及時日與地點，如此才能有利於突擊上陸階段的戰鬥行動，當然這也是登陸作戰中最重要的階段。¹⁷

一、英吉利海峽天候及地形

英吉利海峽，又名拉芒什海峽（英語：English Channel；法語：la Manche），是分隔英國與歐洲大陸的法國、並連接大西洋與北海的海峽。海峽長 560 公里，寬 240 公里，最狹窄處又稱多佛海峽，僅寬 34 公里。英國的多佛與法國的加萊在此處隔海相望。

（一）天候

海峽位於中緯度帶，位於西風帶，屬於溫帶海洋性氣候，終年盛行西風，氣候溫和，雨量豐沛。由於受到北大西洋暖流支流的影響，氣溫會較同緯度地區高些，濕度也會更重一點。

（二）地形

英吉利海峽的長度通常以蘭茲角及韋桑島作為西端開始算起，最東端為多佛海峽。多佛海峽是整個英吉利海峽中最狹窄的部分，其最寬處大約在水道中段的萊姆灣(Lyme Bay)以及聖瑪洛灣(Saint Malo)之間。相較於一般的海洋，英吉利海峽較淺，最寬處的平均深度只有約 120 公尺；而到多佛海峽時，深度則減至約 45 公尺；向東到霍夫登(Broad Fourteens)時，深度減少到約 26 公尺。

¹⁷海洋知圈，〈台灣海峽地形、岸灘、水文、氣象 情況及對登陸作戰的影響〉，<https://read01.com/D048R8.htm>，2022 年 10 月 11 日。

在海峽中的幾個重要島嶼中，最著名的是懷特島。遠離英國本土西南方的錫利群島則通常因距離太遠而不被列入海峽中的島嶼。海峽的海岸線，特別是法國沿岸特別崎嶇。法國的高屯廷半島突出到海峽中，而維特島則形成與英吉利海峽平行而聞名的索倫特海峽。英吉利海峽在地質上仍相當年輕，一般認為 450,000 年至 180,000 年之前由兩次因為儲存大量冰湖的韋爾德－阿圖瓦背斜(Weald-Artois Anticline)山脊斷裂所導致冰湖引發的大水淹沒，現在背斜因此沉沒在北海中。當連接英法的地峽被破壞，大水湧入把原本的溪谷切成現在的海峽，留下取多流線型的小島，以及縱向侵蝕的溝槽，形成現在所看到的樣子。¹⁸

二、諾曼第天候及地形

(一) 天候

1. 夏季短、舒適和多雲；冬季寒冷、有風和多雲時陰。全年溫度一般在 1°C 至 24°C 的範圍內，很少低於 -6°C 或高於 30°C。溫暖天氣活動的最佳時間是 6 月下旬至 9 月上旬。

2. 平均溫度：(1) 暖季從 6 月 13 日至 9 月 1 日持續 2.9 個月，平均每日高溫在 20°C 以上。一年中最熱的月份是 7 月，平均高溫為 23°C，平均低溫為 13°C；

(2) 涼季從 11 月 18 日至 3 月 8 日持續 3.7 個月，平均每日高溫在 9°C 以下。一年中最冷的月份是 1 月平均低溫為 1°C 平均高溫為 6°C。

3. 雲量：全年天空為雲所覆蓋的平均百分比有顯著的季節變化。一年中較為晴朗的部分從 4 月 2 日左右開始，持續 6.3 個月，在 10 月 11 日左右結束。(1) 一年中最晴朗的月份是 7 月，天晴氣為晴、晴時多雲或多雲的時間平均為 58%；(2) 一年中較為多雲的部分從 10 月 11 日左右開始，持續 5.7 個月，在 4 月 2 日左右結束；(3) 一年中最多雲的月份是 12 月，天氣為陰天或多雲時晴的時間平均為 71%。

4. 降水：頻率沒有顯著的季節變化，頻率範圍是 24% 至 33%，平均值為 28%。將雨日區分為僅為降雨、僅為降雪和雨夾雪。僅為降雨天數最多月份 11 月，平均為 9.0 天。基於此分類，全年最常見的降水形式是僅為降雨，峰值概率為 31%，出現在 5 月 26 日。

5. 雨：諾曼第每月雨量有季節變化，降雨最多是 10 月，平均降雨量 50 公釐，降雨最少是 4 月，平均降雨量為 34 公釐。¹⁹

(二) 地形

諾曼第位於法國巴黎西北，北起索姆河南岸南迄不列塔尼半島以東廣大地

¹⁸英吉利海峽，<https://zh.wikipedia.org/wiki/英吉利海峽>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

¹⁹地球上任意地點的全年天氣，諾曼的全年氣候和平均天氣，<https://tw.weatherspark.com/y/49770/諾曼的全年氣候和平均天氣>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

區，東西橫寬約 200 公里，縱深約 150 公里，海岸線綿延 300 公里。地區內主要河川有索姆河、塞納河、裡爾河、奧恩河、索爾河、維爾河，其流向大都為由南向北流入英吉利海峽，水量充沛、流速快，除河流上橋樑可供部隊運動外，其餘徒涉困難。

各河流將防衛地區分割成數個獨立之地區，不利於機甲部隊快速運動；奧恩河與維爾河間有塞芮西森林，維爾河以西地區則有高爾琪沼澤區對部隊運動構成障礙不利於通行；地區內主要港口瑟堡、哈佛，港區規劃精良、起卸設備完善，有利於大型船隻靠港實施行政下卸。對防禦者而言由於海岸線長，所需之海岸守備兵力數量龐大，且沿岸附近地區地勢平坦無險可守；受河流上橋樑的限制裝甲部隊跨區支援不易。對攻擊者言，登陸部隊易被河流所分割，無法集中戰力，易遭守軍各個擊滅；作戰地區海灘雖長但可供大型部隊實施正規登之地區有限。²⁰

三、小結

作戰地區天候，盟軍因軍種根據自身特點提出要求。陸軍要求在高潮上陸，以減少部隊暴露在海灘上的時間；海軍要求在低潮時上陸，以便儘量減少登陸艇遭到障礙物的破壞；空軍要求有月光，便於空降部隊識別地面目標。最後經過綜合考慮，擬定在高潮與低潮間登陸。

D 日安排在滿月，由於 5 個灘頭的潮汐不盡相同，所以規定 5 個不同的登陸時刻。符合上述條件的登陸日期，在 1944 年 6 月中只有兩組連續三天時機，6 月 5 日至 7 日和 6 月 18 日至 20 日。6 月 3 日因亞速爾群島上空的高壓帶出現紊亂。「一連串的三个低壓帶正慢慢地從蘇格蘭穿過大西洋，向紐芬蘭島移動」，將導致直到 6 月 7 日英吉利海峽都會有強風出現，而且伴有覆蓋率達 100%，低度為 150~300 米的雲層。故造成德軍情報部門未詳加研判氣候，以致盟軍於 6 月 4 日上午，在氣象圖上突然發現了一個意想不到的情況，有一股冷氣流正在向英吉利海移動，可能在下午或夜間通過。同時，大西洋上的低氣壓雲團已越來越重、降低了的英格蘭低壓帶的速度。得出推論：從冷氣流通過到低氣壓雲團來臨之前這段時間。英吉利海峽的天氣將好轉，這一天很可能是 6 月 6 日。

作戰地區地形中從康尼至科騰丁半島之間的諾曼第西部地區，為聯軍登陸最為有利的地區，因為在此地段內，聯軍不僅可獲得空軍的有效掩護，而其附近亦有良好的港口足提供大量物資的起卸，且海岸情況頗合理想，有寬廣的灘頭，易於鞏固最初的灘頭陣地；但卻受限於航程將使聯軍活動不易，且距離較遠，空軍支援必須先期規劃，想攻佔主要港口需要相當的時間。對德軍而言，諾曼第多數的地形都不利於使用裝甲部隊採取反擊行動。

²⁰諾曼第地區，<https://zh.wikipedia.org/wiki/諾曼第地區>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

德軍與國軍防衛部署方式之分析觀察

一、德軍與國軍火炮型式分析²¹

(一) 德軍火炮

1.FH18：德意志國防軍於第二次世界大戰中配備的制式榴彈砲，為德軍的野戰砲兵裝備，至戰爭結束時共生產了 22,133 門，主要供德軍及其盟邦的師級砲兵營使用（圖 4）。口徑：105 公厘、射程：10675-12325 公尺、射速：3 發/分、操作人員：6 員。

2.sK 18 重加農砲：德意志國防軍於第二次世界大戰中使用的野戰加農砲。（圖 5）口徑：100 公厘、射程：19000 公尺、射速：2 發/分、操作人員：8 員。

3.SFH18 榴彈砲：為納粹德國在第二次世界大戰中的主力重型榴彈砲，每個步兵師皆配置了 12 門作為師重火力支援（圖 6）。口徑：155 公厘、射程：13350-18200 公尺、射速：1 發/分、操作人員 8 員。

4.K18 重型加農砲：納粹德國研發且用於第二次世界大戰的重型加農砲（圖 7）。口徑：170 公厘、射程：29600 公尺、射速：1 發/分、操作人員：10 員。

5.Mrs18 重型榴彈砲：主要發配給獨立砲兵營或砲兵連使用，此外，岸防部隊也裝備了一定數量。（圖 8）。口徑：210 公厘、射程：14500 公尺、射速：1 發/分、操作人員：14 員。

6.SIG33：是納粹德國在二戰時期的步兵支援火炮，也是納粹德軍步兵科使用之最大口徑支援火器，主要用於壓制據點（圖 9）。口徑：150 公厘、射程：4700 公尺、射速：2-3 發/分、操作人員：7 員。

7.15 公分 41 年式噴煙者：投擲式武器，其中六管火箭砲較為有名（圖 10）口徑：150 公厘、射程：4,000-6,500 公尺、射速：1 秒/枚、操作人員：5 員。

8.黃蜂自走砲：以二號戰車車體為基礎開發出來的自走砲，主要武裝為一門 105 公厘榴彈砲（圖 11）。口徑：105 公厘、射程：10675-12325 公尺、射速：3 發/分、操作人員：5 員。

9.野蜂自走砲：以三號/四號戰車混種車體為基礎，開發出來的一款自走砲，主要武裝為一門 150 公厘榴彈砲。（圖 12）。口徑：150 公厘、射程：13350-18200 公尺、射速：1 發/分、操作人員：6 員。

10.一號自走重步兵砲：是廣泛被德軍砲兵單位使用的自走重步兵砲，以一號戰車的底盤為基礎、配搭 sIG33 150 公厘榴彈砲作為主砲改裝而成（圖 13）。口徑：150 公厘、射程：4700 公尺、射速：2-3 發/分、操作人員：4 員。

11.二號自走重步兵砲：改良型自走重步兵砲，以二號戰車的底盤為基礎、

²¹德國武器彈藥生產 1939 年 9 月 1 日 - 1945 年 4 月 1 日，<https://sturmvolgel.orbat.com/GermWeapProd.html>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

配搭 sIG33 150 公厘重步兵砲作為主砲構成（圖 14）。口徑：150 公厘、射程：4700 公尺、射速：2-3 發/分、操作人員：4 員。

12. 灰熊式突擊砲：正式名稱為 IV 號突擊戰車（Sturmpanzer IV），制式編號為 Sd.Kfz.166，是以步兵支援為目的，以 IV 號戰車底盤為基礎的自走砲。（圖 15）。口徑：150 公厘、射程：4700 公尺、射速：2-3 發/分、操作人員：5 員。



圖 4 LeFH 18 榴彈砲



圖 5 sK 18 重加農砲



圖 6 SFH 18 野戰砲



圖 7 K 18 加農砲



圖 8 Mrs 18 重榴彈砲



圖 9 sIG 33 步兵砲



圖 10 15 公分 41 年式噴煙者



圖 11 黃蜂式自走砲



圖 12 野蜂式自走砲



圖 13 一號自走重步兵砲



圖 14 二號自走重步兵砲



圖 15 灰熊式突擊砲

資料來源：〈德國武器彈藥生產 39 年 9 月 1 日-45 年 4 月 1 日〉，<https://sturmvoegel.orbat.com/GermWeapProd.html>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

（二）國軍火砲²²

1.M101A1 榴彈砲：M101 榴彈砲是二戰時美軍的制式榴彈砲之一，1941 年起生產，在各戰場作為師級支援火力大量生產並支援給個盟邦使用，其廉價設計簡便與火力適中的特性獲得砲兵肯定，直至今日仍有國家採用。（圖 16）諸元：口徑：105 公厘、射程：11270 公尺、射速：3 發/分、操作人員：7 員。

2.M114 榴彈砲：為西方國家最典型且使用最廣泛的 155 公厘榴彈砲，係石島（Rock Island）兵工廠於 1939 年所發展，並於 1942 年正式使用，當時稱為 M1 式，以後又有 M114A1 及 M114A2 式、共約生產 6000 門，現仍為北約組織及其他（含我國）約 30 餘國制式武器，於世界火砲發展史上佔有一席之地。（圖 17）。口徑：155 公厘、射程：14600 公、射速：1 發/分、操作人員：7 員。

3.M59 加農砲：歐亞等 12 國現仍使用中，砲架與 203 公厘砲相同，2 次大戰時以「長腳湯姆」聞名於世，採開架式砲架，運動時全部重量由 8 個砲輪承載；發射時，砲輪升起砲架直接著地，非常穩定。此砲餘 1920 年開始發展，二次大戰時美軍用來作為其本土之海岸防衛武器，有效剋制希特勒潛艇對其本土及近海船隻之攻擊。然而此砲陣地佔領耗時較長不利於戰場上戰術運動（圖 18）。口徑：155 公厘、射程：23221 公尺、射速：1 發/分、操作人員：7 員。

22 主教，克里斯，《二戰武器百科全書》（斯特林出版公司，西元 2002 年）。

4.M115 榴彈砲：此砲為二次世界大戰產物，美正規部隊改用 M110 式 8 吋自走榴砲，但其後備部隊仍使用此型火炮目前該砲仍有比利時、丹麥、希臘、印度、伊朗、義大利、日本、約旦、南韓及我國等十餘國使用中（圖 19）。口徑：203 公厘（8 吋）、射程：16800 公尺、射速：1 發/2 分、操作人員：7 員。

5.M109A2/A5 自走砲：發展於 50 年代，於 1962 年正式進入量產，至目前為止已生產超過 7000 輛以上，現合仍有 28 個國家現仍使用中。唯目前 A2 型之火炮已不能符合現代戰場之嚴酷生存考驗，美國因此將 M109A2 型陸續改良成 A3、A4、A5、A6、A7 型之自走砲（圖 20）。口徑：155 公厘、射程：A2：18000-23500、A5：22000-30000 公尺、射速：1 發/分、操作人員：6 員。²³

6.M110A2 自走砲：此為 M110A1 式 203 公厘自走榴砲之改良型，較 M110A1 式重 1.816 噸；更換新式之 M201 砲管，全車長較 M110A1 式長 3.264 公尺，此種火炮於 1976 年開始代替 M107 式 175 公厘自走砲，並曾在越戰中大量使用。由於彈藥進步及射速、裝甲防護等皆不如 M109，故目前美軍現已淘汰此自走砲，而完全由 M109 系列之火炮取代（圖 21）。口徑：203 公厘、射程：22000-29100 公尺、射速：1 發/分、操作人員：5 員。²⁴

7.雷霆 2000 多管火箭：為剋制來犯敵軍於海上所設計的新一代高性能多管火箭系統。本系統之自走式發射車採彈箱式發射架設計，具備射控、定位定向等裝備，可迅速測定砲車位置與方向，並有自動調架及射擊諸元計算功能（圖 22）。口徑：177 公厘（MK15）/182 公厘（MK30）/230 公厘（MK45）、射程：7-50 公里、射速：MK15：0.5 秒/枚/MK30：2 秒/枚/MK45：4 秒/枚、操作人員：3 員。²⁵



圖 16 M101A1 榴彈砲



圖 17 M114 榴彈砲

23陸軍火炮，M109 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojieshao/home/zi-zou-xing-huo-pao/m109>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

24陸軍火炮，M110 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojieshao/home/zi-zou-xing-huo-pao/m110>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

25國家中山科學研究院，雷霆 2000，<https://www.ncsist.org.tw/cisistdup/products/product.aspx>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。



圖 18 M59 加農砲



圖 19 M115 榴彈砲

資料來源：主教，克里斯，《二戰武器百科全書》（斯特林出版公司，西元 2002 年）。



圖 20 M109A2/A5 自走砲

資料來源：陸軍火炮，M109 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojieshao/home/zi-zou-xing-huo-pao/m109>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。



圖 21 M110A2 自走砲

資料來源：陸軍火炮，M110 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojieshao/home/zi-zou-xing-huo-pao/m110>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。



圖 22 雷霆 2000 多管火箭

資料來源：國家中山科學研究院，雷霆 2000，<https://www.ncsist.org.tw/cisistdup/products/product.aspx>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

二、德軍砲兵部署分析

諾曼第屬第七軍團第八十四軍的守備範圍，由西向東為七〇九守備師、步兵三五二師及七一六守備師，其砲兵部隊軍團轄 1 個砲兵旅下轄 2-3 個團、團下轄 3 個砲兵營，步兵軍轄 1 個砲兵團下轄 4 個砲兵營，步兵師轄 1 個砲兵團下轄 4 個砲兵營及 1 個火箭營，步兵團下轄 1 個砲兵連，合計諾曼第火砲數量約 276 門（圖 23）。

為防止盟軍橫渡海峽，故修築大西洋長城防止登陸，也因為長城的關係野戰砲兵的任務有著明顯區別，野戰砲兵主要是以火力支援海防及守備部隊火力不足之處，海上的目標主要由長城的海岸砲兵（汰除艦砲）及直瞄火砲（反戰車砲及防空砲）為主。由美軍 101 空降師 506 團 E 連在布雷庫爾（Brecourt）農場奪砲之戰鬥中，²⁶得知德軍野戰砲連陣地位置佈署距猶他海灘（Utah Beach）後方 5-5.6 公里處，該砲兵連使用 leFH18 野戰榴彈砲，射程為 10675 公尺（增程彈為 12325 公尺），研判德軍野戰砲兵負責低潮線至後灘線之間目標，故各式火砲部屬位置分別為，輕型火砲具低潮線 10 公里、重型火砲具低潮線 13-14 公里，加農砲因射程較遠，位置具低潮線 25 公里，均採用計畫性實施彈幕射擊，以致當空降部隊突擊砲陣地獲取德軍計畫，進而標定並摧毀各砲兵陣地位置。

三、國軍砲兵部署分析

中共武器裝備不斷精進提升，其戰術戰法由傳統登陸戰術，受地形因素限制，需考量海灘坡度比（區分紅、黃、藍色三種海灘）、潮汐、灘底、灘後狀況，實施正規及非正規登陸，屬一個泊地的平面渡海登陸作戰模式，也就是「梯隊部署、平面推進、築點奪取鞏固、層層剝皮」，運用平面輸具及傳統火砲，搭配部分空中載具強行登陸的消耗戰，演變為登陸輸具已具備可超越地障之能力，克服登陸海灘條件限制，由原一個泊地的平推登陸方式，改變為三個泊地換乘區的「環形立體登陸模式」，實施正規及非正規登陸，配合天、空、地、海多種手段，分區、同時對臺採取全方位、全時空、全縱深「立體縱深超越上陸」；然而在國軍地面打擊兵力有限之前提下，以「遠距、精準、有效」之火力，力求殲敵於舟波、泊地，戰力指向，由「不使敵立足」、「不讓敵冒頭」，前推為「不讓敵靠近」。

基於共軍登陸裝備性能提升與戰法改變，砲兵陣地偵選不易之前提下，依據上級火力運用指導並考量「戰、技術射擊指揮系統」運用、定向定位系統、跳頻無線機與砲位射令顯示器，將反舟波砲兵火力運用方式、觀測所配置、陣地放列與指管程式等適度調整修訂，以肆應防衛作戰需求。

砲兵陣地部署考量反舟波、反擊、反空（機）降各案火力轉用所需時間、機

²⁶佈雷庫爾莊園突擊，https://zh.wikipedia.org/wiki/Brécourt_Manor_Assault，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

動能力、射擊能力等因素，陣地部署由作戰區統一規劃各砲兵營陣地概略位置，配置採「1/3 在我，2/3 在敵」原則，放列火箭、榴砲等砲兵武器；綜合考量灘後地形、火力轉用彈性，適切調整。²⁷

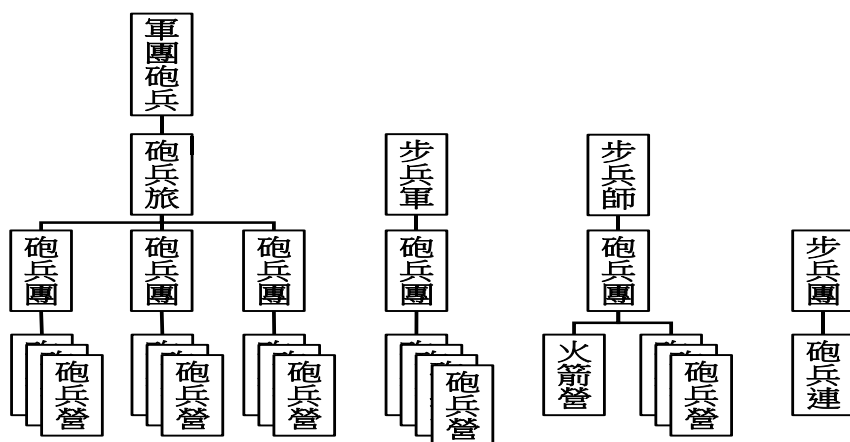


圖 23 德軍砲兵編制

資料來源：作者整理繪製

經驗教訓與精進作為之我見

1941 年德軍英倫空戰失敗後，希特勒便決定西歐海岸為阻止英軍主抵抗線，並確定大西洋長城的興建，但由於海岸線過長不可能全面設防，僅能採珍珠串的據點式防禦工事，如今臺灣本島隨經濟發展，濱海城市發展密布且城鎮多係政治、經濟、文化中心、軍事要地和交通樞紐，城鄉與村落幾無分野，以致沿海一帶不能仿倣大西洋長城的防禦工事。

一、兩軍部署差異分析

假設僅匡列國軍目前使用的傳統火炮，與當時德軍相比較，火炮性能概等，但在戰術運用不盡相同，國軍在民國初期向德軍學習也引進德製榴彈砲，惟隨著戰爭的影響，開始接受美援並將美軍砲兵戰術運用融入國軍戰術作為，隨時代變遷而有所不同。

（一）目標區別：德軍將海上移動艦船交由沿岸海防砲兵負責，在堅固工事下行直接觀測射擊，野戰砲兵負責對從低潮線隨者潮汐，向登陸地區之登陸艇部隊行計畫性彈幕射擊、阻擾破障隊破壞灘岸阻絕設施及殲滅登陸部隊為主。國軍因海岸砲兵相繼裁撤，故野戰砲兵要負責距岸 30 公里泊地區及距岸 7 公里至灘岸的登陸艦艇及上陸部隊實施彈幕射擊。在目標定義上，德軍先期完成海灘兵要調查，再以灘岸阻絕判定射擊目標位置，使觀測官及第一部隊可即時要求火力實施射擊；我必須依靠觀測官回報敵軍動態，再實施射擊，無法立即要求火力支援且易讓敵軍利用這段空隙，對我第一線部隊發動突襲。

²⁷李志虎，〈精進防衛作戰反舟波砲兵火力運用效能之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 160 期，陸軍砲訓部，西元 2012 年 3 月，頁 2、5、12。

(二)陣地選擇：德軍登陸火力配置採「1/2 在我，1/2 在敵」的原則，各陣地依火炮射程，選擇距低潮線 10-14 里處的農場、平原及村落，為能躲避偵察，故將火炮藏置不影響射界的灌木叢樹林、庫房及倉內，各砲之間與機槍陣地則以有線電及交通壕實施通聯。國軍以開闊地為主，因此受限於地形，使得各砲兵營為能達到計畫射擊需求，各營陣地為置相距不到 3 公里，且開闊地均為空降部隊優先選定空降區域，易遭敵軍鎖定而被摧毀。

(三)射擊方式：德軍無火協機制，而由第一線部隊長或觀測官要求火力射擊，經砲兵主官同意後實施射擊，並以計劃性火力為主。國軍的射擊要求須經火協中心核定後，再下達各射擊指揮所及各火協組始可實施射擊，若火協中心成員不熟練狀況處置，易造成空檔間隙，錯失良機。

二、國軍砲兵精進作為之我見

現行陣地多數結合戰力防護位置，或由戰力防護位置能迅速陣地發揚火力，因執行舟波射擊，在考量射擊能力下，各式火炮陣地距岸 3~7 公里，無縱深能實施掩蔽，聯合觀測所受地球曲度及海象影響，觀測 7 公里外之舟波目標易有散射且不易判明目標種類、目標性質，行舟波攻擊對水上活動目標無法有效集注火力殺傷登陸之敵。

(一)火力配合兵力：詳實研判敵可能登陸之灘岸，將灘岸區分重要及次要，重要之灘岸阻材以制式為主、非制式為輔，實施綿密之阻絕設置，次要之灘岸阻材以非制式為主，應急阻絕為原則，另對重要與次要地區分別搭配民用資源與機動阻絕運用，採民力支援、機動阻絕等方式實施阻絕，方可節約阻絕設置兵力及擴大阻材來源。另在阻絕計畫擬定之初，應詳實瞭解守備地區兵、火力運用，並實施現地偵察，確實瞭解地形特性，配合兵力部署及火力運用，彌補阻絕之罅隙，達到阻絕最大效能。

(二)強化陣地隱蔽：火炮陣地位置選定須與當地地形、地物相結合，以防衛作戰任務為主導，並求隱蔽，不可與背景造成差異，以免暴露陣地位置，應廣採天然植物植生偽裝，因砲陣地喇叭狀開口及駐地位置等特殊外型，極易遭敵從空中或衛星偵照判知。可配合陣地週邊植物背景，以同種類植物廣泛植生，並於砲床及進出路等林木無法種植之透空區域，運用區域週邊樹木設置棚架，植生攀藤類植物，藉其生長力快，隱蔽效果良好，達成偽裝之目的。

(三)機動分散部署：結合城鎮運用，牽引式大口徑火炮的運動頗受限制，自走砲可在公路、狹窄的小徑實施射擊，任何狀況下兩分鐘內第一發砲彈即可發射，多數是分散成各砲單獨使用，戰鬥開始砲兵火力要集中控制，部署火炮既要便於施展火力，又要便於機動，還要便於自衛。如遇地面不符要求就需要特別的處理，如駐鋤可固定在路邊，安放時亦可能需要使用打地機，使砲位放列的硬化

路面破碎；選擇陣地應隱蔽效果，最好有多條變換路線及備用隱蔽躲藏處。

（四）採用高射界射擊：因臺灣地形幅員受限，且沿岸高架及大樓林立，砲兵陣地佔領因射界受限，為能有效發揮熾盛火力，可運用高射界對灘岸實施集火射擊，另可針對步、機槍射擊死角射擊，我軍火砲可放置掩蔽物或反斜面後方，亦可防止敵砲火及遠程火箭攻擊，並加強戰力保存。

（五）阻斷敵軍增援：如同古寧頭戰役，運用反艦飛彈及雷霆 2000 對敵登陸運輸艦船實施摧毀性打擊，減少敵軍運輸能量，使其未能按計畫投入相關兵力及後勤補給；另運用遠程精準火力，對敵裝載港口、後續部隊集結地區及輜重地區等實施攻擊，破壞敵補給線，迫使敵軍無法達成跨海作戰之後續登陸戰力。

結論

諾曼第之役是近代戰爭中著名登陸戰，會讓人們牢記，主要是攻守兩方的準備與付出，孫子兵法：「善守者藏於九地之下；善攻者動於九天之上」，正巧對應了這場戰役。隆美爾的灘岸防禦佈署雖然無法阻擋盟軍登陸，卻造成盟軍大量傷亡人數；另艾森豪的「大君主作戰」作戰指導指向諾曼第地區，顛覆了德軍一致認為在加萊地區的想法，並在登陸前，運用空襲的效果，使得諾曼第戰場變成「戰略性的阻絕地區」，對德軍裝甲部隊戰術行動與後勤補給方面的妨礙產生重大影響，且登陸當天進行大規模轟炸及空降，造成指揮系統癱瘓以及補給能力遭受嚴重打擊，影響德軍戰鬥持續力。

雖然臺灣海岸線長達 1200 公里，而且國軍使用的傳統牽引砲與德軍的火砲性能概等，當時德軍的砲兵佈署結合灘岸防禦就已發揮其效用，阻擾盟軍在灘頭建立灘頭堡，所以國軍在反登陸作戰可參考各國戰史，應於灘岸附近地形要點、縱深要域或運用城鎮建築物，編成堅強砲陣地或據點，找出適宜的火力運用及佈防規劃，結合現代科技及兵種充分發揮聯合作戰效能，達成防衛作戰任務。

參考文獻

書籍

- 一、歐陽國南，《野戰戰略研究－第三部》（桃園：國防大學戰爭學院）。
- 二、尤金勇等著，《登陸諾曼第》（臺北：廣廈國際出版集團，西元 1995）。
- 三、鈕先鍾，《西洋戰史》（臺北：燕京文化事業公司，西元 1977 年）。
- 四、新政見一，賴德修釋《二次大戰各國戰爭指導史－下》（臺北：黎明文化事業公司 1988 年）。
- 五、國防部，《登陸及反空降作戰戰史》（臺北：國防部，西元 1984 年）。
- 六、國防大學，《中外重要戰史彙編》（桃園：國防大學編印，西元 1988 年）。
- 七、李德哈特（Basil H.Liddell Hart），鈕先鍾釋，《第二次世界大戰戰史－第三冊》（臺北：麥田出版社，西元 1995 年）。
- 八、王洪光，《經典戰例評析》（北京：軍事科學出版社，西元 2009 年）。

九、李德哈特 (Basil H.Liddell Hart)，鈕先鍾譯，《西方戰略思想史》(臺北：麥田出版社，西元 1995 年)。

十、主教，克里斯，《二戰武器百科全書》(斯特林出版公司，西元 2002 年)。

論文

一、李志虎，〈精進防衛作戰反舟波砲兵火力運用效能之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 160 期，飛彈砲兵學校，西元 2012 年 3 月。

二、郭春龍，〈諾曼第登陸戰役德國防衛作戰之研究〉《國防雜誌》(桃園)，第 19 卷第 12 期，國防大學，西元 2004 年 12 月

三、陳柳，〈諾曼第戰役期間德國防衛作戰之探討〉《歐美研究》(臺北)，第 32 卷第 3 期，西元 2002 年 9 月。

網路

一、布雷庫爾莊園突擊，https://zh.wikipedia.org/wiki/Brécourt_Manor_Assault，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

二、海洋知圈，〈臺灣海峽地形、岸灘、水文、氣象 情況及對登陸作戰的影響〉，<https://read01.com/D048R8.html>，2022 年 10 月 11 日。

三、英吉利海峽，<https://zh.wikipedia.org/wiki/英吉利海峽>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

四、地球上任意地點的全年天氣，諾曼第全年氣候和平均天氣，<https://tw.weatherspark.com/y/49770/諾曼的全年氣候和平均天氣>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

五、諾曼第地區，<https://zh.wikipedia.org/wiki/諾曼第地區>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

六、德國武器彈藥生產 39 年 9 月 1 日 - 45 年 4 月 1 日，<https://sturm vogel.orbat.com/GermWeapProd.html>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

七、陸軍火炮，M109 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojiesha/home/zi-zou-xing-huo-pao/m109>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

八、陸軍火炮，M110 自走砲，<https://sites.google.com/site/lujunhuopaojiesha/home/zi-zou-xing-huo-pao/m110>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

九、國家中山科學研究院，雷霆 2000，<https://www.ncsist.org.tw/cisistdup/products/product.aspx>，檢索日期：2023 年 3 月 6 日。

十、南島觀點，紀念諾曼第登陸七十週年 - 美俄王不見王地主國尷尬，<https://www.tgchen.net/2014/06/blog-post.html>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

十一、小灰，諾曼第登陸，五個軍事冷知識，<https://www.cup.com.hk/2019/06/06/grey-5-knowledge-for-normandy/>，檢索日期：2022 年 10 月 22 日。

作者簡介

胡宏德上校，陸軍官校 88 年班、正規班 183 期、陸院 105 年班、戰院 110 年班，歷任排長、測量官、連長、戰情官、作戰官、連絡官、情報科長、教官組長，現任職於陸軍第六軍團指揮部。

中共吉林一號系列衛星之研究

作者：王炳昌

提要

- 一、中共遙感探測衛星發展近年來發展迅速，除國營企業外（如中國航天科技集團），民用衛星科技公司亦快速成長，持續不斷朝向高空間解析度、高光譜解析度及高時間解析度方向發展。
- 二、遙感探測衛星主要位於距離地球約 700 公里左右之軌道運行，然因世界各國衛星不斷增加，在逐步飽和與追求解析度更加清晰下，對地距離有逐漸下降的趨勢。
- 三、吉林一號系列衛星所屬長光衛星技術股份有限公司，自 2015 年成立以來，不斷研究發展遙感探測技術與衛星發射，於中國大陸衛星遙感探測業界發展處於領先地位；而該系列衛星計畫在「十四五」期間，完成衛星組網達 138 顆衛星。
- 四、衛星組網數量多，代表著對同一目標之重訪時間，隨著多顆系列衛星持續發射而不斷縮短，而吉林一號系列部分衛星更具備「視頻」功能，最長可對單一目標「凝視」達 120 秒，在軍事上對國軍火力部署、戰備演訓及部隊移防等恐造成不小影響，須及早研究因應對策。

關鍵詞：吉林一號、長光衛星、遙感探測、靈巧影音

前言

中共吉林省人民政府與中國科學院長春光學精密機械與物理研究所及民間投資，於 2014 年 12 月 1 日，共同組成「長光衛星技術股份有限公司」（以下簡稱長光衛星公司），成立後隔年即發射吉林系列衛星組，迄 2023 年 1 月底止，已成功發射 89 顆吉林一號衛星組網。

長光衛星公司為中共首家遙感探測民間企業，所製造吉林一號系列衛星發射規劃，近程已成功發射至少 60 顆衛星，最終規劃將於「十四五」期間內全數發射 138 顆衛星；該公司領域橫跨設計製造、後續維修、衛星影像產製等各方領域，其後亦帶動中共民間企業遙感探測衛星發展。

吉林一號系列衛星做為民間遙感探測企業先趨，持續朝向衛星輕量化、傳輸效能高速化及成本性價極大化發展，且在中共「軍民融合」政策指導下，相關技術與圖資恐將持續挹注於共軍遙感衛星技術成長；另增加衛星動態監控功能，其所關注之動、靜態目標恐受到該系列衛星長期監控，殊值重視。

中共遙感衛星發展趨勢

所謂遙感技術，係以航空攝影飛機、衛星等載臺，從地球高空乃至太空接收地球表層的訊息，並將此訊息，透過影像、訊號等方式，進行遠距觀測、分析地表各地形、地貌及物質（人造、天然）等綜合技術。

一、遙感衛星三高科技

時序進入 21 世紀，遙感科技面向「三高」，意即高空間解析度（中共稱「高空間分辨率」，簡稱「高分」）、高光譜解析度及高時間解析度方向發展。

目前世界各國遙感衛星技術愈發成熟，商業衛星已可低於一公尺解析度（中共稱「亞米級」），而「高分」圖像可以提供遙感衛星所獲得富含地面之豐富紋理、特徵，結合精準之衛星定位，經由演算後，運用各不同類型之地理資訊系統，展示於使用客戶端；當然，在軍事運用上，可運用該系統識別敵方重要設施、武器裝備、船艦及其軍事活動。

而高光譜解析度發展，則在利用每項物體透過多個不同頻段之高光譜（短、中及長波紅外線）成像儀掃描，經分析後均產生不同色調之獨特性，以分析地面物體之物理與化學特性；在軍事運用上，可輔助可見光之多光譜遙感衛星偵察，包含陣地及裝備偽裝識別，戰場環境背景（部隊行進足跡、車轍痕跡、隱蔽設施武器及偽裝等）分析。

在高時間解析度上，則以多顆衛星乃至衛星組網方式，藉以縮短對地球任一目標重複觀測之時間間距；在一般運用上，可對土地、交通、農林水利及氣象觀測等發揮長期監控作用，而在軍事運用上，如果運用地球靜止軌道衛星搭配高解析度遙感衛星，結合識別及跟蹤技術，則可對高價值目標進行即時監控，目標將無所遁形；在遙感資訊取得上，亦朝向資訊快速處理、智能處理及傳輸速率與商業化、大眾化發展。

二、衛星運行軌道

遙感衛星主要運用較低之地球軌道，而依各衛星運用軌道高度，基本可分為低地球軌道、中地球軌道、地球同步軌道及高地球軌道四種分類。

（一）低地球軌道（Low Earth Orbit, LEO）：一般定義在高度 2,000 公里以下之衛星，¹太陽同步軌道（Sun-synchronous Orbit, SSO，亦稱極地軌道）高度亦在此範圍（約 700 公里），主要是對地觀測衛星（遙感、全球定位衛星與部分氣象衛星）、太空站及部分通信衛星為主，但因為這樣的高度還是會受到稀薄空氣影響產生些許摩擦力，且因低地球軌道運用國家較廣，故此類衛星需依國際太空運行規範，並靠地面控制站不斷修正，才能保持在各自軌道上。

1 〈衛星軌道〉《中國航天科技集團公司》，<http://www.spacechina.com/n25/n148/n272/n348309/c1178199/content.html>，（檢索日期：2021 年 01 月 20 日）。

(二) 中地球軌道 (Medium Earth Orbit, MEO): 介於低地球軌道 (低於 2,000 公里) 與高地球軌道 (大於 35,786 公里) 之間的人造衛星軌道, 國際間主要是以導航衛星為主, 如美國 GPS 衛星 (約 20,200 公里)、中共北斗衛星系統 (約 21,500 公里)、伽利略系統 (約 23,200 公里)、俄羅斯格洛納斯系統 (約 19,100 公里) 等。

(三) 地球同步軌道 (Geosynchronous orbit, GSO): 軌道高度為距離地心 42,164 公里, 扣除地球半徑 6,378 公里, 得出軌道距離地球表面約為 35,786 公里; 地球同步軌道上的衛星與地球自轉速度完全相同 (23 小時 56 分 4 秒), 主要用於通訊、長期監控使用 (如氣象及少數遙感衛星, 解析度較差, 不足 20 公尺), 而該類型衛星因涵蓋面廣, 僅需 3 顆即可覆蓋全球; 地球靜止軌道 (Geostationary orbit, GEO) 亦在此範疇, 係指繞行於赤道上空 35,786 公里之圓形軌道, 兩者區別在於: 地球同步軌道上的衛星每天在同樣的時間通過地球上的同一個點, 而地球靜止軌道上的衛星一直固定在定點位置不動。²

(四) 高地球軌道 (High Earth orbit HEO): 高度超過地球同步軌道者; 其特性為軌道週期超過 24 小時; 本類型軌道受高度影響, 一般商業衛星無法負擔其發射費用, 故運用較少。

三、遙感衛星產業鏈

中共遙感衛星產業區分為配套系統與遙感系統兩部分, 而各系統亦區分太空段與地上段, 配套系統因為需要較大的資本與技術支撐, 主要由「國營企業」負責, 如衛星研發、監控, 發射場地與火箭系統製造等; 遙感系統則可由「民間企業」參與, 如遙感衛星設備、地面系統及應用系統之研發等, 有關遙感衛星產業結構如表 1 所示。

就中共太空產業鏈而言, 上游產業以衛星製造、發射及地面設備生產為主, 中游則為「政府」與「國營企業」研發, 下游則為國、民營企業各類數據增值服務。遙感衛星商業產業鏈區分衛星製造、衛星發射、地面設備 (以上屬上游)、營運服務 (中游) 及應用領域 (下游) 等五大部分。³

(一) 衛星製造: 可分為衛星總體製造 - 總裝、設計及配套零組件, 通常衛星製造業受客戶需求不同, 其衛星設計會有組成的不同, 而商用型衛星主要採用較低成本的小型衛星, 而小型衛星用於通信、導航及遙感等領域為主。

(二) 衛星發射: 運載火箭是將衛星發射至太空軌道的重要裝備, 火箭製造 (總裝、箭體研製、發動機、零組件) 目前仍以化學藥劑產生動力為主, 區分固

2 〈地球靜止軌道〉,《中國航天科技集團公司》, <http://www.spacechina.com/n25/n148/n272/n348309/c1178199/content.html>, (檢索日期: 2021 年 01 月 20 日)。

3 彭琪瑤,〈2020 年中國商業航天行業精品報告〉,《頭豹研究院》, https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202007291395061396_1.pdf, 2020 年 7 月 29 日發布。

體火箭、液體火箭及混合式火箭等；中共主要運載火箭發射場計有 4 處陸上發射中心及 2 處海上發射場，絕大部分發射任務，由「中國運載火箭技術研究院」（簡稱「航天一院」）主導，可針對不同屬性衛星、太空站等實施發射任務，而海上發射場於 2019、2020 及 2022 年各發射 1 次，顯示其火箭發射可運用靈活化，如於戰時運用則較易於隱匿其發射位置，縮短預警時間。中共主要運載火箭發射基地如表 2 所示。

目前火箭發射技術演進，可選用小型火箭單獨發射，或大型火箭一次發射多顆衛星（一箭多星）；例如美國知名的 SpaceX 公司，曾於 2021 年 1 月 24 日運用獵鷹九號火箭，成功將 143 顆各國家機構的小型衛星，一次送上太空；⁴中共則於 2020 年 9 月 15 日於黃海海域，運用長征十一號海射運載火箭，採取一箭九星方式，將吉林一號 03-1 號星等 9 顆衛星送上太空。

（三）衛星測控網：由「西安衛星測控中心」主導，並與陸基測控站與遠洋測量船及「天基測控站」組成測控網，⁵可控制各類衛星（如近地衛星、地球同步衛星、導航衛星等）軌道精度、通信鏈路與數據傳輸、多衛星同步測控與運行的測控網，包含「跟蹤測量系統」、「遙測系統」、「遙控系統」、「數據處理系統」、「通信系統」、「時間頻率系統」、「指揮監控系統」等；目前中共已由陸海基測控網向「天地一體化」綜合測控網發展，衛星發射、高軌衛星及小型衛星以陸基為主，太空站則以天基測控站（例如天鏈系列衛星）為主，陸基測控站為輔。

1. 陸基太空測控站：固定式近地衛星測控站位於密雲、喀什、三亞及昆明等站；⁶另在國外設有測控站，計有巴基斯坦、納米比亞、巴基斯坦、肯亞、阿根廷等國家及北極地區均已建置。

2. 遠洋測量船：被暱稱為「海上科學城」的「航天遠洋測量船基地」，位於江蘇江陰，隸屬中共衛星海上測控部，主要由「遠望」系列測量船為主，現役為遠望三、五、六及七號，另有遠望二一及二二共 2 艘火箭運輸船。

（四）營運服務：在整個遙感衛星五大產業鏈當中，資金比例較大，主要區分政府營運及商業營運兩種，雖然中共對於商業遙感衛星產業，運用「軍民融合」戰略加大推動腳步，但政府仍然是最大購買者。因為遙感衛星營運維護，需要大量資本挹注，目前僅國營企業及少數較大型民營企業除可研製衛星，並接收衛星數據後轉售使用端外，大部分民營企業因資金較少，則採取購買衛星數據後，運

4 Emma stein,〈SpaceX 破紀錄一次性發射 143 顆衛星，價格卻低到連客戶都怕〉《科技新報》，<https://technews.tw/2021/01/26/transporter-1-spacex-starlink-satellite/>，2021 年 1 月 26 日發布。

5〈測控通信網的組成〉《中國航天科技集團官網》，<http://www.spacechina.com/N25/n148/n272/n4785/c284938/content.html>，2012 年 9 月 17 日發布。

6〈新春走進空天院〉《空天院官方微信》，https://mp.weixin.qq.com/s/apMHqu1EyNNFT5-dAsv_u，（檢索日期：2021 年 03 月 01 日）。

用程式、平臺，並依據客戶端需求，提供客製化遙測影像商品。

（五）衛星應用：領域可分為衛星遙感、衛星通信與衛星導航三大類，本研究僅就衛星遙感部分作簡要分析。中共衛星遙感數據應用，主要在氣象觀測、國土測繪及海洋觀測上著力，並推向農業及環境方向，各下游廠商將數據、影像資料加工（幾何糾正、融合、鑲嵌、比對、分類）後，結合各類型大數據，運用影像平臺提供給各使用端使用。

上述衛星產業鏈，上游因技術成熟產業相對較少，總體製造主要仍以「國營事業」為主，如「中國航天科技集團」及「中國航天科工集團」及其隸屬公司，「民間企業」以衛星零件製造及數據加值為主；中、下游產業則為國營企業與民營企業百家爭鳴，表 3 為中共遙感衛星主要產業鏈。

表 1 中共遙感衛星產業結構表

衛星遙感系統	太空段	配套系統及其代表單位
衛星遙感設備系統		運載火箭系統
遙感衛星 遙感儀器 遙感平臺	地上段	中國航天科技集團
地面裝備		發射場地
衛星訊號接收 衛星運作控制		酒泉衛星發射中心 西昌衛星發射中心 太原衛星發射中心 文昌衛星發射中心
衛星資料處理		衛星訊號資訊處理
數據處理設備 遙感圖像設備		中國空間、中國衛星 長光衛星、世紀空間 上海航天等

資料來源：單琳，〈2020 年中國遙感衛星行業概覽〉《飛豹研究院報告》，作者依據前述來源整理。

表 2 中共主要衛星發射基地表

項次	主要發射基地	基地概略位置	備考
1	酒泉衛星發射中心	內蒙古阿拉善盟額濟納旗	中共最早運載火箭發射基地
2	太原衛星發射中心	山西省忻州市岢嵐縣	太陽同步軌道衛星發射任務，為試驗、應用衛星及運載火箭試驗基地。
3	西昌衛星發射中心	四川省涼山彝族自治州西昌市	發射任務最多之發射中心，包含通訊、廣播、氣象衛星的試驗及應用發射。
4	文昌衛星發射場 (隸屬西昌衛星發射中心)	海南省文昌市	主要承擔地球同步軌道衛星、大噸位空間站、深空探測器等發射任務。
5	東方航天發射港	山東省煙臺市海陽市	中國航天科技所屬中國長征火箭公司開發，目前有泰瑞號及德渤 3 號海上發射平臺。

資料來源：〈發射記錄〉《中國運載火箭技術研究院官網》，<https://calt-spacechina-com/n482/n505/index.html>；舒孝煌，〈由長征 11 號海上遙射觀察中共太空應急發射能力〉《財團法人國防安全研究院》，https://indsr.org.tw/tw/News_detail，作者自行整理。

表 3 中共遙感衛星產業鏈

	主要衛星製造商	主要衛星發射商	衛星地面設備及網路設備商
上游	中國空間、中國衛星、長光衛星、世紀空間、上海航天等	衛星發射：中國運載火箭技術研究院、上海航天、航天動力等。 控制系統：上海航天電子有限公司等。 配套設備：陝西航天動力、北斗星通、國騰電子、華力創通、南方測繪等。	網路設備：信關站、控制站、小孔徑終端。 消費設備：衛星電視天線、衛星無線電設備、衛星電話及物聯網移動終端。 相關產業：中國航天、中國衛星、華力創通、國騰集團、北斗星通、南方測繪等。
中游	政府營運單位		企業商（國企、央企、民企）
	中國科學院遙感與數字地球研究所、中國資源衛星應用中心、國家衛星海洋應用中心		北斗航天集團、航天宏圖、四維圖新、中國衛星中科遙感、國遙新天地、長光衛星、四維高景、歐比特、世紀空間等。
下游	數據增值服務		
	五大領域：氣象觀測、國土資源測繪、海洋觀測、農業觀測、環境觀測		
	重點單位：國家航天局對地觀測與數據中心、中國資源衛星應用中心等。 重點公司：華為、航天宏圖、歐比特、長光衛星、航天世景、中科星圖、世紀空間、國星宇航、零重空間、超圖軟件、四維圖新等。		

資料來源：〈中國衛星及應用行業產業鏈全景梳理及區域熱力地圖〉《前瞻產業研究院》；〈2020 年中國遙感衛星行業概覽〉《飛豹研究院》，作者自行整理。

吉林一號系列衛星

一、系統衛星發展概況

長光衛星技術股份有限公司成立於 2014 年 12 月 1 日，為中共首家商業遙感衛星公司，主要由吉林省政府、中國科學院長春光學精密機械與物理研究所（簡稱長春光機所）及民間投資共同組成。2010 年吉林省政府提出衛星產業發展計畫，並制定「吉林省人民政府關於扶持遙感衛星及應用產業發展的意見」，⁷列入該省工作報告與重大建設工程。2014 年 11 月，中共國務院發表「國務院關於創新重點領域投融資機制鼓勵社會投資的指導意見」，⁸在「推進信息和民用空間基礎設施投資主體多元化」中提到：「鼓勵民間資本參與國家民用空間基礎設施建設。完善民用遙感衛星數據政策，加強政府採購服務，鼓勵民間資本研製、發射和運營商業遙感衛星，提供市場化、專業化服務。引導民間資本參與衛星導航地面應用系統建設」，至此，中共商業化太空遙感衛星有其建設、發展依據。

長光衛星公司總部位於吉林長春，主要業務涵蓋廣泛，包含衛星系統研發製造、衛星附載設計製造、衛星地面接收系統開發製造、衛星跟蹤監控設備製造、衛星遙感產品生產銷售、衛星設備銷售與維修服務；下轄「信息化管理部」等 11 部門，「空間環境工程」等 20 個研究室，另有浙江及海南兩家分公司。⁹2014 年所成立的長光衛星公司，2015 年 10 月 7 日即成功發射吉林一號衛星組，¹⁰迄 2023 年 1 月止，已發射 24 次（20 次成功），共計 89 顆衛星在軌運轉，¹¹該系列衛星在軌運行情況如表 4 所示。

表 4 中共吉林一號系列衛星在軌運行情況表

項次	星序	衛星	發射時間	發射中心	火箭	軌道	狀態
1	1	吉林一號 光學 A 星	2015.10.7	酒泉	長征二號丁	太陽同步軌道	運行中
	2	吉林一號 靈巧影音 01 星					
	3	吉林一號 靈巧影音 02 星					
	4	靈巧驗證星					

7 〈1 到 41，探尋長光衛星的企業發展密碼〉《吉林省人民政府》，http://www.jl-gov.cn/mobile/zw/yw/jlyw/202203/t20220301_8403409.html，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

8 〈國務院關於創新重點領域投融資機制鼓勵社會投資的指導意見〉《中共國務院》，https://www.gov.cn/zhenqce/content/2014-11/26/content_9260.htm，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

9 〈組織架構〉《長光衛星公司官網》，<https://charmingglobe-com/about.aspx>（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

10 〈吉林一號商業衛星組星成功發射〉《中華人民共和國外交部》，<https://www.mfa-gov.cn/ce/cgcc/chn/zzxw/t1304045.htm>（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

11 〈我國成功發射眉山「天府星座」、「河南一號」、「西安航投一號」、「浦銀一號」、「雲遙一號」、「天津濱海一號」等 16 顆衛星〉《長光吉林衛星官網》https://www.jl1-cn/news_view.aspx?id=3034

2	5	吉林一號 靈巧影音 03 星	2017.1.9	酒泉	快舟一號甲	太陽同步軌道	運行中
3	6	吉林一號 靈巧影音 04 星	2017.11.21	太原	長征六號	太陽同步軌道	運行中
	7	吉林一號 靈巧影音 05 星					
	8	吉林一號 靈巧影音 06 星					
4	9	吉林一號 靈巧影音 07 星	2018.1.19	酒泉	長征十一號	太陽同步軌道	運行中
	10	吉林一號 靈巧影音 08 星					
5	11	吉林一號 光譜 01 星	2019.1.21	酒泉	長征十一號	太陽同步軌道	運行中
	12	吉林一號 光譜 02 星					
6	13	吉林一號 高分 03A 星	2019.6.5	泰瑞號 海上發射平臺	長征十一號	近地軌道	運行中
7	14	吉林一號 高分 02A 星	2019.11.13	酒泉	快舟一號甲	太陽同步軌道	運行中
8	15	吉林一號 高分 02B 星	2019.12.7	太原	快舟一號甲	太陽同步軌道	運行中
9	16	吉林一號寬 幅 01 星	2020.1.15	太原	長征二號丁	太陽同步軌道	運行中
10	17 22	吉林一號 高分 03B 推掃星 01-06 子星	2020.9.15	德渤 3 號海上 發射平 臺	長征十一號	太陽同步軌道	運行中
	23 25	吉林一號 高分 03C 影音星 01-03 子星					
11	26	吉林一號 寬幅 01B 星	2021.7.3	太原	長征二號丁	太陽同步軌道	運行中
	27 29	吉林一號 高分 03D 星 01-03 子星					
12	30	吉林一號 高分 02D 星	2021.9.27	酒泉	快舟一號甲	太陽同步軌道	運行中
13	31	吉林一號 高分 02F 星	2021.10.27	酒泉	快舟一號甲	太陽同步軌道	運行中
14	32 40	吉林一號 高分 03D 星 10-18 子星	2022.2.27	文昌	長征八號	太陽同步軌道	運行中

	41	吉林一號 魔方 02A01 星					
15	42 45	吉林一號 高分 03D 04-07 子星	2022.4.30	海上 發射 平臺	長征十一號	太陽同步軌道	運行中
	46	吉林一號 高分 04A 衛星					
16	47	吉林一號 寬幅 01C 衛星	2022.5.5	太原	長征二號丁	太陽同步軌道	運行中
	48 54	吉林一號 高分 03D 27-33 子星					
17	55 64	吉林一號 高分 03D09、35- 43	2022.8.10	太原	長征六號	太陽同步軌道	運行中
	65 70	吉林一號 紅外 A01-06					
18	71 75	吉林一號 高分 03D 08、 51-54 星	2022.11.16	酒泉	穀神星一號	太陽同步軌道	運行中
19	76 82	吉林一號高分 03D44-50 星	2022.12.9	黃海海上 發射平台	捷隆三號	太陽同步軌道	運行中
	83	吉林一號平台 01A01 星					
20	84	吉林一號高分 03D 34 星	2023.1.15	太原	長征二號丁	太陽同步軌道	運行中
	85 87	吉林一號魔方 02A03、04、07 星					
	88 89	吉林一號紅外 A07、08 星					

資料來源：〈發射記錄〉，《中國運載火箭技術研究院官網》，<https://calt-spacechina-com/n482/n505/index.html>，筆者自行整理。

二、吉林一號衛星分類

吉林一號衛星目前計有光學衛星、高分衛星、魔方衛星、靈巧影音衛星、推掃衛星、光譜衛星及寬幅衛星等各類衛星，其種類及數量眾多，迄 2023 年 1 月止，所成功發射之 89 顆衛星，號稱可對全球任意地點每日 18 至 20 次重訪，亦完成第一階段衛星組網建設；現依上述種類及其特性，分述如次。

（一）吉林一號光學衛星（表 5）

1.光學 A 星：¹²其解析度為 0.72 公尺（全色）及 2.88 公尺（多光譜：紅、綠、藍），該衛星軌道距離地球 650 公里，照相幅寬為 11.6 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

2.高分 02A 星：¹³該衛星具備長焦距光學雙相機，可提供高解析度，大幅寬及精準定位功能，其解析度為 0.75 公尺（全色）及 3 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 40 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

3.高分 02B 星：¹⁴該衛星可提供高解析度，大幅寬及高速傳輸功能，其解析度為 0.75 公尺（全色）及 3 公尺（多光譜：紅、綠、藍），該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 40 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

4.高分 02D 星：¹⁵該衛星可提供高解析度，大幅寬及高速傳輸功能，其解析度為 0.75 公尺（全色）及 3 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 40 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

5.高分 02F 星：¹⁶該衛星又名「航天星雲－常熟一號」衛星可提供高解析度，大幅寬及高速傳輸功能，其解析度為 0.75 公尺（全色）及 3 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 40 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

6.高分 03D 星：¹⁷該衛星採取輕量化設計（重量約 43 公斤）以降低設計成本，可提供高解析度，大幅寬及高速傳輸功能，其解析度為 0.75 公尺（全色）及 3 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 17 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

7.高分 04A 星：¹⁸又名「安溪鐵觀音二號」衛星，具備衛星 AI 功能，號稱可自主規劃任務、即時數據傳輸與單軌多點同時成像等功能，其解析度為 0.5 公尺（全色）及 2 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，

12 〈光學 A 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=166，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

13 〈高分 02A 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=1865，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

14 〈高分 02B 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=1992，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

15 〈高分 02D 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=2649，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

16 〈高分 02F 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=2681，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

17 〈高分 03D 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=2514，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

18 〈高分 04A 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=2920，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

照相幅寬為 15 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

8. 魔方 02A01 星：¹⁹該衛星又名「廈門天衛科技一號先導星」，採取輕量化設計（重量約 30 公斤）以降低設計成本，並用於驗證新型通用化衛星平臺之可靠性，可提供高解析度影像，其解析度為 1 公尺（全色）及 4 公尺（多光譜：紅、綠、藍）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 12 公里。

9. 高分 03D09 星、03D35-41 星、03D42 星、03D43 星：2022 年 8 月 10 日於太原衛星發射中心，運用長征六號運載火箭發射，分別又名「西安航投一號」及「天府星座」東坡 01-07 號星、「河南一號」及「浦銀一號」等 10 顆衛星，相關數據待證。

（二）吉林一號靈巧影音衛星（表 6）

1. 「視頻 01/02」號星：²⁰其解析度為 1.13 公尺之彩色影像（可獲取 4K 畫質影像），並具備「凝視」功能，可長時間對特定目標進行動態監控；該衛星軌道距離地球 656 公里，照相幅寬為 4.6x3.4 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

2. 「視頻 03」號星：²¹在「視頻 01/02」號星基礎上進行改進升級，其解析度提高為 0.92 公尺之彩色動態影像，具備「凝視、夜光、立體、空間目標成像」等多重功能，另凝視功能可對特定目標持續監控成像達 120 秒；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為 11x4.5 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度。

3. 「視頻 04-06」號星：²²又稱佐丹力 159 吉林一號衛星星座，其彩色動態影像與推掃式影像解析度均為 0.92 公尺，具備「凝視、推掃、夜光、立體、空間目標成像」等多重功能，另動態凝視功能可對特定目標持續監控成像達 120 秒（推掃成像為 80 秒）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為在雙星並聯時，成像為 11x（4.5x2）公里（推掃幅寬最大 19 公里，以單幅 10.6 公里扣除影像重疊量），衛星相機可左右側擺各 45 度。

4. 「視頻 07-08」號星：²³分別又名德清一號及林業二號，其彩色動態影像與推掃式影像解析度均優於 0.92 公尺，具備「凝視、推掃、夜光、立體、空間目標成像」等多重功能，另動態凝視功能可對特定目標持續監控成像達 120 秒（推掃成像長達 600 秒）；該衛星軌道距離地球 535 公里，照相幅寬為在雙星並

19 〈MF02A01 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=2514，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

20 〈視頻 01/02 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=165，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

21 〈視頻 03 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=163，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

22 〈視頻 04-06 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=366，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

23 〈視頻 07-08 星〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/product_view.aspx?id=620，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

聯時，成像為 11x (4.5x2) 公里（推掃幅寬最大 19 公里，以單幅 10.6 公里扣除影像重疊量），衛星相機可左右側擺各 45 度。

（三）吉林一號光譜衛星

1. 以光譜 01（吉林林草一號）、光譜 02（文昌超算一號）衛星為代表，²⁴兩顆衛星搭載多光譜成像儀，具備短、中及長波紅外線影像成像功能，其解析度：可見光近紅外線影像為 5 公尺，短、中紅外線為 100 公尺，長波紅外線為 150 公尺，可偵測 26 組紅外線頻段；衛星軌道距離地球 528 公里，照相幅寬為 110 公里，衛星相機可左右側擺各 45 度，雙星同時運作時，重返週期約為 2-3 日。

2. 紅外 A01-05 星、06 星：2022 年 8 月 10 日於太原衛星發射中心，運用長征六號運載火箭發射，分別又名「雲遙一號 04-08 星」及「天津濱海一號」，相關數據待證。

（四）吉林一號寬幅衛星

1. 「寬幅 01」號星：²⁵又名紅旗一號 H9 林業二號，採用大口徑長焦距離軸光學系統設計，具有高解析度（全色 0.5 公尺、多光譜 2 公尺）、超大幅寬（150 公里）、高速存儲與數位傳輸等特點。

2. 「寬幅 01B」號星：²⁶又名內蒙古一號，採用大口徑長焦距離軸光學系統設計，具有高解析度（全色 0.5 公尺、多光譜 2 公尺）、超大幅寬（150 公里）、高速存儲與數位傳輸等特點。

3. 「寬幅 01C」號星：²⁷採用大口徑長焦距離軸光學系統設計，具有高解析度（全色 0.5 公尺、多光譜 2 公尺）、超大幅寬（150 公里）、高速存儲與數位傳輸等特點。

表 5 中共吉林一號光學衛星性能諸元表

名稱	解析度	軌道高度	照相幅寬	左右側擺	特殊功能	又名	備考
光學 A 星	全色： 0.72 公尺 多光譜： 2.88 公尺	650 公里	11.6 公里	各 45 度	N/A	N/A	
高分 02A 星	全色： 0.75 公尺	535 公里	40 公里	各 45 度	具備長焦距光學雙	N/A	

24 〈光譜 01-02 星〉《長光衛星公司官網》，https://www.jl1-cn/product_view.aspx?id=1354，（檢索日期：2022 年 7 月 25 日）。

25 〈我國成功發射吉林一號寬幅 01 星搭載發射 3 顆小衛星〉，《中華人民共和國中央人民政府官網》，https://www.gov.cn.translate.google.com/xinwen/2020-01/15/content_5469307.htm，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

26 〈一箭五星！中國成功發射吉林一號寬幅 01B 衛星等 5 顆衛星〉，《中國新聞網》，<https://www.chinanews.com.cn/gn/2021/07-03/9512124.shtml>，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

27 〈我國成功發射“吉林一號”寬幅 01C 星、高分 03D27~33 星〉，《新浪網》，<https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-05-05/doc-imcwiwst5675701.shtml>，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

	多光譜： 3 公尺				相機		
高分 02B 星	全色： 0.75 公尺 多光譜： 3 公尺	535 公里	40 公里	各 45 度	N/A	N/A	
高分 02D 星	全色： 0.75 公尺 多光譜： 3 公尺	535 公里	40 公里	各 45 度	N/A	N/A	
高分 02F 星	全色： 0.75 公尺 多光譜： 3 公尺	535 公里	40 公里	各 45 度	N/A	航天星雲 常熟一號	
高分 03D 星	全色： 0.75 公尺 多光譜： 3 公尺	535 公里	17 公里	各 45 度	N/A	N/A	輕量化 設計
高分 04A 星	全色： 0.5 公尺 多光譜： 2 公尺	535 公里	15 公里	各 45 度	衛星 AI 功 能，自主 規劃任務	安溪 鐵觀音二 號	
魔方 02A01 星	全色： 1 公尺 多光譜： 4 公尺	535 公里	12 公里	N/A	N/A	廈門天衛 科技一號 先導星	輕量化 設計

資料來源：《長光衛星技術公司官網》，<http://www.jl1.cn/index.aspx>，筆者自行整理。

表 6 中共吉林一號靈巧影音衛星性能諸元表

名稱	動態影像 解析度	軌道 高度	照相 幅寬	左右 側擺	特殊 功能	又名	備考
視頻 01/02 星	彩色： 1.13 公尺 (4K 畫 質)	656 公里	4.6x3.4 公里	各 45 度	凝視	N/A	
視頻 03 星	彩色： 0.92 公尺	535 公里	11x4.5 公里	各 45 度	凝視、夜 光、立體、 空間目標 成像	N/A	凝視功能 持續監控 120 秒
視頻 04-06 星	彩色： 0.92 公尺 (動態、推 掃)	535 公里	11x (4.5x2) 公里	各 45 度	凝視、推 掃、夜光、 立體、空間 目標成像	佐丹力 159	凝視 120 秒 推掃 80 秒
視頻 07-08 星	彩色： 優於 0.92 公尺 (動態、推 掃)	535 公里	40 公里	各 45 度	凝視、推 掃、夜光、 立體、空間 目標成像	德清一 號林業 二號	凝視 120 秒 推掃 600 秒

資料來源：《長光衛星技術公司官網》，<http://www.jl1.cn/index.aspx>，筆者自行整理。

三、吉林一號系列衛星特、弱點

(一) 衛星持續減重，火箭酬載量增：以 2015 年第一顆吉林一號光學 A 星為例，其衛星重量約在 420 公斤，到了 2020 年發射吉林一號高分 03 系列衛星，單一衛星控制在 40 公斤左右，僅為第一顆衛星十分之一重量，後續魔方 02A01 星重量更僅有 30 公斤；衛星縮小，代表一顆火箭可搭載更多顆衛星，以吉林一號系列衛星為例，2020 年 9 月 15 日，以長征十一號火箭搭載吉林一號高分 03B 推掃星（6 顆）及高分 03C 影音星（3 顆）等 9 顆子衛星，達「一箭九星」目標；其後 2022 年 2 月及 5 月，亦分別發射「一箭十星」及「一箭八星」，最高紀錄是 2022 年 2 月 27 日，包含吉林一號魔方 02A01 星在內，運用長征八號火箭，一次將 22 顆衛星發射升空。²⁸

(二) 傳輸速度加快，圖資更新量增：在影像傳輸能力上，2015 年首顆吉林一號光學 A 星傳輸速率落在 344Mbps，但 2022 年所發射吉林一號高分 02F 星，傳輸速率已達 1.8Gbps，提升了 5 倍以上；傳輸速率越快，表示獲取衛星影像後，地面站臺能更快接收完成，衛星影像圖資全球覆蓋時間將愈形增速。

(三) 衛星持續組網，縮短重訪時間：統計吉林一號系列衛星，2015 年發射 4 顆、2017 年發射 4 顆、2018 年發射 2 顆、2019 年發射 5 顆，2020 年及 2021 年分別發射 10 顆及 6 顆，2022 年發射量爆增，1 至 8 月發射 39 顆；以 2021 年（含）以前與 2022 年統計比較，2015 至 2021 年吉林一號系列衛星組網共 31 顆，每日可對全球任意地點進行 10 至 12 次重訪，號稱中國全境衛照圖資一年可更新 3 次、中國大陸各省每年圖資更新 5 次；²⁹2015 至 2022 年 8 月，衛星組網數已達 70 顆，每日可對全球任意地點進行 18 至 20 次重訪，中國全境衛照圖資更可一年更新至 6 次；³⁰目前長光衛星公司規劃 2022 年達成吉林一號 60 顆衛星組網（現已 70 顆），全球任意地點 30 分鐘重訪，在「十四五」期間，可完成 138 顆衛星組網作業，全球任意地點重訪時間再縮短至 10 分鐘。³¹

(四) 成像種類多元，可行多重比對：吉林一號系列衛星具備光學、高光譜及動態影像，成像種類十分多元，再搭配衛星組網，可針對特定目標進行長時間監控³²；以下就吉林一號所獲衛星圖資作概略介紹。

28 〈新紀錄！一箭 22 星！〉《新華網》，<https://finance-people-com-cnn1/2022/0228/c1004-32361117.html>，（發布日期：2022 年 2 月 28 日）。

29 〈十顆吉林一號衛星出征 加速衛星星座組網步伐〉《知乎網》，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/458773341>，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

30 〈企業簡介〉《長光衛星公司官網》，https://www.jl1-cn/about_tw.aspx?id=9，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

31 〈吉林一號 138 顆衛星計畫星耀十四五〉《新浪網》，<https://jl-sina-com-cn/news/b/2021-03-21/detail-ikkns-csi9066850.shtml>，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

32 李貝貝、韓冰、田甜、朱瑞飛、白楊，〈吉林一號視頻衛星應用現狀與未來發展〉，《衛星應用》，2018 年第 3 期，頁 23-27。

1.光學影像：可見光學影像一般定義是在 360nm~830nm 之影像（nm：奈米， 10^{-7} 公分），一般光學影像衛星主要蒐集全色態影像（單一波段之光譜資料，以黑白影像呈現，解析度較高）及紅、綠與藍色之可見光影像（融合後成為彩色影像，解析度約為全色態影像 1/4，如同一目標區全色態影像解析度為 1 公尺，可見光影像則約為 4 公尺左右）；上述影像經過影像融合之後，可成為高解析度之彩色影像。³³而以吉林一號視頻 07/08 號星運用推掃模式所拍攝影像為例，原始全色影像解析度約 0.92 公尺（吉林一號高分 03 星可達 0.72 公尺³⁴），衛照影像清楚可見飛機及其附近車輛；另有可見光夜光功能，可識別夜間目標、夜間城市偵測及光汙染研究。³⁵

2.高光譜影像：該類影像係運用一般光學影像以外之頻譜解析儀，可依據不同物品、材質所發出光學影像看不見之頻譜，據以分析不同物質所呈現之反射現象，以植物而言，相同植物在光學影像呈現相似，但運用高光譜探測儀時，可分辨出植物含水量；如果為大面積的高光譜衛星影像，可明確顯示水文、相應溫度、植物與作物、土壤與礦物等各類不同之樣貌，³⁶如運用在軍事用途，則可研判出地面武器裝備運用動態、引擎發動情況乃至於因運用不同材質（木頭、漆料）所製作出的偽冒武器。以吉林一號光譜 01/02 號星為例，研判為運用長波紅外線所獲影像，解析度約 150 公尺，可對地面土質、林相、人工建築、河水、海洋等物質實施分析比對，供國土測繪及遙感探測使用。³⁷

3.動態影像：吉林一號衛星動態影像，原始影像解析度可達 0.92 公尺，動態影像可達 4K 畫質；該系列衛星拍攝機場動態時，畫面可將所有飛機動態以白框標註外，另黃框可將移動中飛機，連運動軌跡及移動速度均予以同時標註。

（五）可用作軍事用途，圖資運用多元：長光衛星技術公司在 2016 年即已運用吉林一號衛星群拍攝美國費城造船廠內美軍航母及驅逐艦，³⁸2020 年 9 月，亦曾運用該衛星群，稱成功動態追蹤美軍 F-22 空中飛行情況，藉以展示該類衛

33 〈全球高解析衛星影像〉《RiChi 瑞竣科技》，https://www.richitech.com.tw/hr_satellite，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。

34 杜鳳艷，〈淺談像素工廠下吉林一號衛星數據的處理〉《測繪與空間地理信息》，第 44 卷第 8 期，2021 年 8 月，頁 107-110。

35 張國亮、朱瑞飛、杜一博、曲春梅、李貝貝，〈吉林一號高分辨率夜光遙感影像在城市監測中的應用〉《衛星應用》，2020 年第 3 期，頁 27-33。

36 〈高光譜儀的應用〉《國家實驗研究院》，<https://www.narlabs.org.tw/xscience/cont?xsmsid=01148638629329404252&sid=0K066863069791317059>，（檢索日期：2023 年 2 月 27 日）。

37 賀小軍、李竺強、秦小寶、馬經宇、江晟，〈吉林一號光譜衛星技術創新與應用成果〉《衛星應用》，2020 年第 3 期，頁 18-27。

38 〈中國商用衛星 4K 相片及視頻顯示美國軍用造船廠內艦艇〉《雅虎新聞》，<https://hk.news.yahoo.com/%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E5%95%86%E7%94%A8%E8%A1%9B%E6%98%9F4k%E7%9B%B8%E7%89%87%E5%8F%8A%E8%A6%96%E9%A0%BB%E9%A1%AF%E7%A4%BA%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E8%BB%8D%E7%94%A8%E9%80%A0%E8%88%B9%E5%BB%A0%E5%85%A7%E8%89%A6%E8%89%87-113655771.html>，（檢索日期：2023 年 2 月 27 日）。

星跟蹤檢測能力；³⁹2021 年 9 月該衛星公司公布位於沙烏地阿拉伯，美軍所部署之愛國者及薩德飛彈系統之衛星影像；⁴⁰以上述案例觀之，中共所發射之吉林衛星具備衛星系統開發、衛星跟蹤、控制、監視與衛星遙感產品開發服務，⁴¹然該公司運用中共媒體散布其衛星能夠監控機場、港口、飛彈陣地及飛機動態等例證表明，其衛星具備軍事用途，共軍亦可運用該型衛星，對全球各地軍事設施、陣地等實施長期監控，朝圖資來源多元化邁進。

（六）衛星壽期短，維護不易：以吉林一號高分 02 號星為例，其設計壽命為 3 年以上，對照該衛星為 2019 年 11 月發射，⁴²似已進入壽命週期，如需維持其組網運作，勢必需要持續發射新衛星，才能補足衛照圖資及影像需求。

對我影響與因應策略

一、減低兵力暴露在外

各重要軍事基地或陣地，在長期監控下，相應位置早已為敵掌握，是故須持續增加機動陣地位置之擬定，而如飛機、戰車、高砲、飛彈及車輛鎢重，平時均應停放於機（車、彈）庫或掩體之下。

在兵力移動之時，狀況允許下，儘量以小兵力、分批、多路方式，向指定地點集結，且集結時亦儘量在有掩蔽條件下執行，減低遭敵偵知風險；無法移動或移動困難之大型裝備、指管中心、網路通信中樞、油彈庫等恐為敵首要攻擊目標，則建議應尋求備援地點並採分散配置方式，避免遭敵破壞後無法運作。

在規避衛星影像偵察部分，我方各重要設施可能均已遭敵方掌握，如欲減少敵方衛星偵知，則須減少武器裝備暴露於掩體之外情形，應廣設掩體、車庫等，減少武器裝備數量遭敵偵獲，即使掩體下方未放置任何武器、載具，亦可使敵軍誤判，達欺敵效果；對於研究所列影音衛星具備動態監控能力，則可運用分散、分時、分段模式，小兵力、多方向運動及行進，減少該類衛星偵知我方企圖。

二、強化隱蔽掩蔽作為

在戰力保存之經典戰役中，最有名的莫屬「科索沃戰爭」，當時北約向塞爾維亞等國家為主的南斯拉夫聯盟（以下簡稱南盟），運用衛星及偵察機等手段實施偵察後，即對南盟重要指揮所、機場、陣地等重點目標，運用轟炸機或巡弋飛彈實施精準轟炸，但受到南盟境內地形崎嶇、林木茂密及天候不佳，及大量佈設

39 〈吉林 1 號曝光實力！成功跟蹤 F22 空中飛行，還搞了場直播〉《緬華快訊》，<https://www.mhwmm.com/zhonghezixun/48735.html>，（檢索日期：2023 年 2 月 27 日）。

40 〈「吉林一號」衛星又添新成員，它有多牛？拍到美在沙特的飛彈系統〉《緬華快訊》，<https://kknews.cc/military/kprzapv.html>，（檢索日期：2023 年 2 月 27 日）。

41 〈產品與服務〉《長光衛星官網》，<https://www.jl1-cn/product1.aspx>，（檢索日期：2023 年 2 月 27 日）。

42 Fay Done, Technical Note on Quality Assessment for Jilin-1 GF02, 13 Apr 2022, <https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/37627/Technical+Note+on+Quality+Assessment+for+Jilin-1+GF02.pdf/7a5b331c-b726-1d3a-7c78-d90e5f352e13>，（檢索日期：2022 年 8 月 31 日）。

假目標、實施天然植被覆蓋及隱蔽、變形迷彩偽裝及抗紅外線偽裝塗料等影響，南盟詡稱該戰爭爆發數月後，僅損毀數十輛坦克、步兵戰車及自行火炮，與北約組織所稱擊毀數量相距甚大。⁴³

就國軍而言，除平日即應將重要武器裝備做好隱（掩）蔽作為於各機（洞）庫及掩體內，遇演訓及機動時，則儘量尋求較能隱蔽路線（如大型路樹遮蔽之道路、高架橋下等），或停放至大型工廠、倉庫內，減低遭敵偵測機會；依本研究所列衛星，雖有光學、寬幅、紅外等各類衛星，然而對於水泥建物如有武器裝備進駐時，並無穿透偵測能力，故仍可運用水泥掩體（建物、洞庫、橋樑下方等），防敵衛星偵測；惟部隊機動時，仍易受影音衛星之動態監控，需以衛星運行軌跡監控軟體注意通過時間。

三、購置研發抗偵測資材

偽裝資材除常用偽裝網，可運用其與架設時結合環境相近色調，不易偵測外，就設施而言，對於我重要指管、雷達、飛彈陣地其常態化之設施，整建或修建時，現階段偽裝網（棚）、設施外牆及屋頂塗料，即應朝向對抗敵方多功能偵測防護（同時抗紅外線、雷達波、多光譜）研發，並朝與現地色調及環境能緊密結合，其材質應挑選可延長各項偽裝防護使用壽限，減低因長期在戶外受風吹、日曬、雨淋，導致褪色、變形、脫落、腐蝕，而無法使用狀況。

至機動位置時，偽裝場地及鋪設之偽裝網色調應相近（如能結合附近低矮草皮、植被更佳）；另應架設假目標，注意假目標材質應與原裝備、武器相近，理由在於現今衛星遙感探測科技，除可見光外，另有紅外線及合成孔徑雷達偵測，確實完成後，料可使敵運用衛照影像時誤判我軍數量。

本研究所列高光譜及紅外衛星，可與同系列光學與動態衛星進行交互比對，藉以研析出因溫度、材質不同，所造成之呈現互異；以偽裝資材而言，如以假目標製作時，使用木材或其他方式製作，真目標材質為金屬，此時同樣暴露在陽光底下，則因真假目標材質不同，表面溫度、材質屬性所反射出的色調也會不一樣。

在「隱真」部分，為了減少被上述衛星偵測，最常使用的是偽裝網，偽裝網需要具備能完整覆蓋、網下能增加支架，使武器裝備於架設偽裝網後，改變自身形狀，但最重要的是需要調整偽裝網材質，因為偽裝網與綴飾布本身須有抗紅外線與雷達波能力，在本研究所列各種衛星偵測時，就只能顯示出可能是偽裝網，但網下為何則不可知，而最重要的是，常出現偽裝場地色調與偽裝網不同（例如在水泥地架設偽裝網，水泥灰色與迷彩綠色調差異大），如此架設方式則失去了偽裝應有的功能，因為偽裝是要讓敵人看不出來的，如此作法易導致偽裝後更容

43 〈俄軍 3 分鐘變出一支坦克部隊？假目標欺騙北約浪費大量炸彈〉《每日頭條》，<https://kknews.cc/military/9xroogl.html>，（發布日期 2018 年 1 月 26 日）。

易被發現。

另外如果要能達到完整的「示假」效果，就必須以相同材質製作（包含塗裝所用漆料），其次是需要製作時，假目標最好能與真目標外觀極度相近，甚至各個環節能動（例如砲塔、輪胎），最後還需輕量化及可拆卸，方便移動、變換位置；其實在各類大型展覽當中，常運用全比例尺（1：1）模型進行靜態展示，可藉助其製作經驗加以製作假目標，將更加逼真。

結論

吉林一號系列衛星自長光公司創立迄今不足十年，即已成功發射 89 顆衛星，除不斷朝向衛星小型化及追求成本效益外，在加速衛星遙感探測與傳輸速度同時，再次縮短該系列衛星對地面目標重訪時間，持續蒐集、更新世界各地之衛星影像，該公司雖名為民間投資，除研發團隊有中國科學院之科研背景外，相信衛星影像蒐集不可能僅僅是對世界環境及國土資源探測之一般用途而已，在搭配中共現有軍用遙感探測衛星，做一複式比對及影像判斷，與特有之靈巧影音「視頻」衛星同步監控下，相信在軍事用途上，對於地面目標移動、航母等大型作戰艦艇乃至艦隊運行，乃至於戰機運動軌跡均可有效掌握，長久下來，將影響國軍及世界各國軍隊態勢、陣地部署、軍事訓練、演訓等作為，細節恐被共軍瞭若指掌，不可不慎。

參考文獻

期刊

- 一、李貝貝、韓冰、田甜、朱瑞飛、白楊，〈吉林一號視頻衛星應用現狀與未來發展〉《衛星應用》，2018 年第 3 期。
- 二、杜鳳艷，〈淺談像素工廠下吉林一號衛星數據的處理〉《測繪與空間地理信息》，第 44 卷第 8 期，2021 年 8 月。
- 三、張國亮、朱瑞飛、杜一博、曲春梅、李貝貝，〈吉林一號高分辨率夜光遙感影像在城市監測中的應用〉《衛星應用》，2020 年第 3 期。
- 四、賀小軍、李竺強、秦小寶、馬經宇、江晟，〈吉林一號光譜衛星技術創新與應用成果〉《衛星應用》，2020 年第 3 期。

網路

- 一、〈衛星軌道〉《中國航天科技集團公司》，<http://www.spacechina.com/n25/n148/n272/n348309/c1178199/content.html>。
- 二、〈地球靜止軌道〉《中國航天科技集團公司》，<http://www.spacechina.com/n25/n148/n272/n348309/c1178199/content.html>。
- 三、單琳，〈2020 年中國遙感衛星行業概覽〉《飛豹研究院報告》，http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202008191399559169_1.pdf
- 四、舒孝煌，〈由長征 11 號海上遙射觀察中共太空應急發射能力〉《財團法人國防安全研究院》，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3243/%E7%94%B1%

E9%95%B7%E5%BE%8111%E8%99%9F%E6%B5%B7%E4%B8%8A%E9%81%99%E5%B0%84%E8%A7%80%E5%AF%9F%E4%B8%AD%E5%85%B1%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E6%87%89%E6%80%A5%E7%99%BC%E5%B0%84%E8%83%BD%E5%8A%9B。

- 五、Emma stein，〈SpaceX 破紀錄一次性發射 143 顆衛星，價格卻低到連客戶都怕〉《科技新報》，<https://technews.tw/2021/01/26/transporter-1-spacex-starlink-satellite/>。
- 六、〈測控通信網的組成〉《中國航天科技集團官網》，<http://www.spacechina.com/N25/n148/n272/n4785/c284938/content.html>。
- 七、〈新春走進空天院〉《空天院官方微信》，https://mp.weixin.qq.com/s/apMHqu1EyNNFT5-dAsv_ug。
- 八、〈中國衛星及應用行業產業鏈全景梳理及區域熱力地圖〉《前瞻產業研究院》，<https://www.163.com/dy/article/FV65139T0519811T.html>。
- 九、〈1 到 41，探尋長光衛星的企業發展密碼〉《吉林省人民政府》，http://www-jl-gov-cn/mobile/zw/yw/jlyw/202203/t20220301_8403409.html。
- 十、〈國務院關於創新重點領域投融資機制鼓勵社會投資的指導意見〉《中共國務院》，https://www.gov.cn/zhengce/content/2014-11/26/content_9260.htm。
- 十一、〈組織架構〉《長光衛星公司官網》，<https://charmingglobe-com/about.aspx>。
- 十二、〈吉林一號商業衛星組星成功發射〉《中華人民共和國外交部》，<https://www-mfa-gov-cn/ce/cgcc/chn/zzxw/t1304045.htm>。
- 十三、〈發射記錄〉《中國運載火箭技術研究院官網》，<https://calt-spacechina-com/n482/n505/index.html>。
- 十四、《長光衛星公司》，<https://www-jl1-cn/>
- 十五、〈我國成功發射吉林一號寬幅 01 星搭載發射 3 顆小衛星〉《中華人民共和國中央人民政府官網》，https://www.gov-cn.translate.goog/xinwen/2020-01/15/content_5469307.htm。
- 十六、〈一箭五星！中國成功發射吉林一號寬幅 01B 衛星等 5 顆衛星〉《中國新聞網》，<https://www-chinanews-com-cn/gn/2021/07-03/9512124.shtm>。
- 十七、〈我國成功發射“吉林一號”寬幅 01C 星、高分 03D27～33 星〉《新浪網》，<https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-05-05/doc-imcwiwst5675701.shtml>。
- 十八、〈十顆吉林一號衛星出征 加速衛星星座組網步伐〉《知乎網》，<https://zhu-anlan.zhihu.com/p/458773341>，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。
- 十九、〈企業簡介〉《長光衛星公司官網》，https://www-jl1-cn/about_tw.aspx?id=9，（檢索日期：2022 年 7 月 26 日）。
- 二十、〈新紀錄！一箭 22 星！〉《新華網》，<https://finance-people-com-cnn1/2022/0228/c1004-32361117.html>。
- 廿一、〈全球高解析衛星影像〉《RiChi 瑞竣科技》，<https://www.richitech.com.tw>

/hr_satellite。

- 廿二、〈高光譜儀的應用〉《國家實驗研究院》，<https://www.narlabs.org.tw/xscience/cont?xsmsid=0l148638629329404252&sid=0K066863069791317059>。
- 廿三、〈中國商用衛星 4K 相片及視頻顯示美國軍用造船廠內艦艇〉《雅虎新聞》，<https://hk.news.yahoo.com/%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E5%95%86%E7%94%A8%E8%A1%9B%E6%98%9F4k%E7%9B%B8%E7%89%87%E5%8F%8A%E8%A6%96%E9%A0%BB%E9%A1%AF%E7%A4%BA%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E8%BB%8D%E7%94%A8%E9%80%A0%E8%88%B9%E5%BB%A0%E5%85%A7%E8%89%A6%E8%89%87-113655771.html>。
- 廿四、〈吉林 1 號曝光實力！成功跟踪 F22 空中飛行，還搞了場直播〉《緬華快訊》，<https://www.mhwmm.com/zonghezixun/48735.html>。
- 廿五、〈「吉林一號」衛星又添新成員，它有多牛？拍到美在沙特的飛彈系統〉《緬華快訊》，<https://kknews.cc/military/kprzapv.html>。
- 廿六、〈產品與服務〉《長光衛星官網》，<https://www-jl1-cn/product1.aspx>。
- 廿七、〈吉林一號 138 顆衛星計畫星耀十四五〉《新浪網》，<https://jl-sina-com-cn/news/b/2021-03-21/detail-ikknsesi9066850.shtml>。
- 廿八、〈吉林一號光譜 01、02 星發回首圖〉《大公網》，https://news-takungpao-com/special/cp5427/2019-01/69699_wap.html。
- 廿九、〈Jilin-1〉《YOUTUBE》，<https://www.youtube.com/watch?v=Y7oS80ulE3o>。
- 三十、〈俄軍 3 分鐘變出一支坦克部隊？假目標欺騙北約浪費大量炸彈〉《每日頭條》，<https://kknews.cc/military/9xroogl.html>。

作者簡介

王炳昌中校，國防大學理工學院 88 年班、空軍航技學院正規班 96 年班、空軍學院指參 101 年班，曾任判讀官、製圖官、分隊長、主任、科長，現任職於國防大學。

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

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

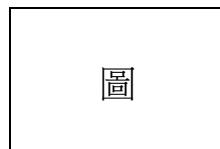
參考文獻 (至少 10 條)

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



表

圖一 ○○○○

資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

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

此編號為「註釋」標註方式。

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

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

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

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

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

（二）論文：

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

（三）報刊：

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

（四）網路：

作者姓名（或單位名稱），〈篇名〉，網址，上網查詢日期。

三、第1次引註須註明來源之完整資料(如上)；第2次以後之引註有兩種格式：

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

（二）同註x，頁x～x。

著作授權書及機密資訊聲明

- 一、本人_____（若為共同創作時，請同時填載）保證所著作之「_____」（含圖片及表格）為本人所創作或合理使用他人著作，且未以任何形式出版、投稿及發表於其他刊物或研討會，並同意著作財產權於文章刊載後無償歸屬陸軍砲訓部(下稱貴部)所有，且全權授予貴部將文稿進行重製及以電子形式透過網際網路或其他公開傳輸方式，提供讀者檢索、下載、傳輸、列印使用。
- 二、著作權及學術倫理聲明：本人所撰文章，凡有引用他人著作內容者，均已明確加註並載明出處，絕無剽竊、抄襲或侵害第三人著作權之情事；如有違反，應對侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並於他人指控貴部侵害著作權時，負協助貴部訴訟之義務，對貴部因此肇致之損害並負賠償責任。
- 三、文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用 CC 「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0 版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
 - (一)姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
 - (二)非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
 - (三)相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>
- 四、刊登內容業經撰稿人校閱，均符合國家機密保護法規範，且未涉及機密資訊，如有違反規定，本人自負法律責任。
- 五、囿於發行預算限制及相關法令規範，同意依實際獲得預算額度彈性調整稿費計算標準（上限以一萬字為基準彈性調整）。

六、授權人（即本人）：_____（親簽及蓋章）

身分證字號：

連絡電話：

住址：

中華民國

年

月

日

五八砲指部 實戰化訓練



ISSN 2221-0806



GPN 4810400164 定價：非賣品