

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



砲兵發展現況研究

美陸軍管式砲兵射程增程專案與M1299

新型火砲之簡介

共軍軍改後陸軍砲兵部隊現況與對我防衛
作戰之影響

陸軍砲兵季刊

目 錄

專題：砲兵發展現況研究

01 美陸軍管式砲兵射程增程專案與 M1299 新型火砲之簡介

朱子宏

15 共軍軍改後陸軍砲兵部隊現況與對 我防衛作戰之影響

張兆宇

43 淺談美軍 HIMARS 多管火箭

邱楷超

野戰砲兵技術研究

57 新加坡自走砲車保修肇事案例原因 與我軍裝備差異風險分析

林俊安

72 電算機（IMT-8R）於野戰砲兵測地 運用及維保要領

黃盈智

譯粹

96 如何應用砲管磨損初速變量使砲口 初速更精準

胡元傑

砲兵小故事：IMT-8R 測地電算機

徵稿簡則

撰寫說明

第187期

中華民國108年11月號

宗旨：

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

聲明：

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

本期登錄：

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

發行：陸軍砲兵訓練指揮部

發行人：程詣証

社長：王立文 副社長：莊水平

總編輯：蘇亞東 主編：張晉銘

編審委員：洪堯璵 張俊清 鄒本賢

唐承平 王聖元 田英哲

安全審查：謝孟哲 陳宜珍 攝影：許祐樺

發行日期：108年11月30日

社址：臺南永康郵政 90681 號

電話：軍用 934325 民用(06)2313985

定價：非賣品

ISSN：2221-0806

GPN：4810400164

封面照片說明：陸軍砲訓部部慶系列活動，學員生軍歌比賽以「砲科首學、兵監治校」精神自勉並邀請海軍陸戰隊儀隊蒞部表演。



美陸軍管式砲兵射程增程專案與 M1299 新型火炮之簡介

作者：朱子宏

提要

- 一、美國陸軍因應其假想敵（中共與俄羅斯）等反介入／區域拒止之戰略，發展多領域作戰之概念，除加強五大領域（空中、地面、海洋、太空與網路）的情監偵作為外，亦加強傳統（致命）火力與非傳統（非致命）火力之整合。火炮的性能與射程將會影響傳統（致命）火力多領域作戰與聯合作戰的成效，因此，美軍致力於研發長程精準火炮。
- 二、美國陸軍為能夠採專人專責的模式，來面對當下與未來最迫切作戰需求，於 2017 年 10 月 6 日成立陸軍長程精準火力發展小組，其目的在於全面整合作戰需求，為各級指揮官研發出精準、及時、高效與肆應作戰環境的地面火力。
- 三、美國陸軍未來指揮部規劃西元 2020 年至 2024 年間實現陸軍戰力發展六大方向（長程精準火力、次世代戰鬥車輛、未來垂直機載能力、指揮管制網路架構、整體防空與單兵戰力提升），國軍可搭配現今的「濱海決勝、灘岸殲敵」之作戰指導，成立類似美軍長程精準火力發展小組之研究發展單位，支持國防自主政策。

關鍵詞：管式砲兵增程專案、多領域作戰、反介入／區域拒止、長程精準火力發展小組、M1299

前言

隨著科技發展日新月異與戰場空間的擴張，世界各國不斷地在軍事科技與武器裝備上挹注大量的心力與資金。然而，有別於美蘇在冷戰期間的太空軍備競賽，目前戰場空間已經擴展到五大領域（空中、地面、海洋、太空、網路），尤其是美軍發展多領域作戰（Multi-Domain Operations）概念，欲突破中共與俄國的反介入／區域拒止（Anti Access/ Area Denial, A2/AD）戰略。¹然而，在聯合火力概念的框架下，當美軍致力於網路空間攻擊能力（非致命火力）發展的同時，也並未忽略傳統砲兵火力（致命火力）的發展。

據此，美國陸軍長程精準火力發展小組（The Army's Long-Range Precision Fires, LRPF, Cross-Functional Team）組長拉佛提（John Rafferty）上校，於 2018 年 10 月 10 日陸軍年會（Association of the United States Army's annual conference）接受

¹ TRADOC Pamphlet 525-3-1, The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028(Washington, DC, Department of Army, December 6, 2018), pp. vi-viii.

記者訪問，說明美國陸軍未來五年內，將致力於「管式砲兵射程增程專案」(Extended Range Cannon Artillery program, ERCA) 之發展（以下簡稱增程專案），其目標在於將管式砲兵射程延伸到 120 至 130 公里。² 除了增加射程外，美國陸軍同時搭配 155 公厘管式砲兵彈藥發展專案 (Cannon-Delivered Area Effects Munition, C-DAEM)，使火砲與彈藥能夠完美搭配，進而發揮火力效能。³ 本研究將針對美軍增程專案及新型火砲 M1299 型的諸元與能力進行簡介，進而提供國軍於未來建軍備戰與砲兵火力發展之建議與方向。

管式砲兵射程增程專案

一、緣起

美國的傳統地面火力，諸如管式砲兵與火箭等在冷戰期間發展最為活躍，因為發展勝過蘇聯地面火砲的射程與殺傷力，是美國當時確保蘇聯不輕易以地面部隊侵犯北大西洋公約組織 (The North Atlantic Treaty Organization, NATO) 的利器。⁴ 然而，自 2001 年美國本土遭受史上最嚴重的恐怖攻擊後，美國於 2003 年攻打伊拉克，開啟反恐戰爭的序幕，然而，傳統地面火砲在反恐戰爭的內涵中無法發揮其效用，因為在伊拉克境內等待美軍的不是傳統武力，而是道路上土製炸藥、自殺炸彈客與汽車炸彈等。⁵

歷經了將近十餘年後，美國長期依賴特戰人員與空中火力炸射，來面對恐怖組織與民兵的威脅，因此，美軍忽略冷戰期間引以為傲的砲兵火力之發展。直到反恐戰爭慢慢走進尾聲後，美軍於 21 世紀的對手俄羅斯和中共不僅在精準導彈、電子戰、網路攻擊與長程火砲的發展已逐漸追上，甚至在火砲射程上超越了美軍現役的火砲。據此，美軍為了避免未來在發生戰爭，卻無法因應對手的多重威脅的情況下，於 2016 年啟動增程專案，期能發展出利用管式火砲執行戰術、作戰層級與戰略層級的火力打擊，並超越其對手（俄羅斯與中共）的火砲射程，在火力戰中取得優勢，如圖一。⁶

² Daniel Wasserbly, "AUSA 2018: US Army Extended Range Cannon Artillery programme eyes 130 km range", Jane's 360, 10 October, 2018, <https://www.janes.com/article/83718/ausa-2018-us-army-extended-range-cannon-artillery-programme-eyes-130-km-range>

³ Ibid.

⁴ Todd South, "Return of fires: How the Army is getting back to its big guns as it prepares for the near-peer fight", Army Times, 27 August, 2018. <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/08/27/return-of-fires-how-the-army-is-getting-back-to-its-big-guns-as-it-prepares-for-the-near-peer-fight/>

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.



圖一 美、俄火力系統射擊能力對照圖

資料來源：Joseph Trevithick, “The Army Now Wants Hypersonic Cannons, Loitering Missiles, And A Massive Supergun”, The Drive, 3 April, 2018, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/19847/the-army-now-wants-hypersonic-cannons-loitering-missiles-and-a-massive-supergun>.

首先說明圖一的符號意涵，藍色實心箭頭代表美軍現役的地面火力（管式砲兵與飛彈）射程；紅色實心箭頭代表俄羅斯現役火砲射程（管式砲兵、多管火箭與飛彈）；紫色虛線箭頭代表美軍未來地面火力發展之規劃射程。就圖一顯示，俄羅斯現役的 2S35 自走砲的射程達 70 公里，而美軍現役的 M109A7 帕拉丁提升型（Paladin Integrated Management, PIM）的射程僅 30 公里，遠不及俄羅斯傳統火砲之射程，即使目前應用火箭推進砲彈（XM1113）進行射擊，其射程也僅能達到 40 公里。

然而，若依據管式砲兵射程專案之規劃，將 M109A7 改良提升，現役 38 倍徑砲管置換成 58 倍徑的砲管，在射程上將能達到約 70 公里，而搭配自動裝彈器，射擊速度將由每分鐘 3 發提升到每分鐘 6-10 發。此外，若是再搭配噴射推進砲彈，其射程可達 100 公里以上。但是，在沒有此專案前，俄羅斯製造的 2S35 自走

砲，射程就可達 70 公里，勝過 M109A7 之射程，也勝於包含美國在內的諸多國家現役之多管火箭射程。

有鑑於此，管式火炮增程專案，對於提升美國陸軍地面火力之能力而言，可以說是刻不容緩。倘若美軍順利研發出圖一最下方的戰略管式砲兵，其射程可以達到 1,600 公里，約臺北市至北京市的直線距離。若是配有這一型的戰略管式砲兵，對於敵人而言，更具有威脅性也更具威攝之能力。為了能夠達到此目標，在計畫與發展階段必須仰賴以下討論的陸軍長程精準火力發展小組。

二、陸軍長程精準火力發展小組之誕生

在美國陸軍成立未來指揮部（Army Future Command）後，致力於擘劃未來戰場環境藍圖，並提出符合美軍特性與任務之各項作戰需求，為下一場戰爭做準備，尤其是在美國於 2017 年 12 月出版的《美國國家安全戰略報告書》（National Security Strategy of the United States of America）中，明確指出其未來的威脅為俄羅斯、中共、伊朗與北韓。⁷ 上述四個國家的國力與軍事戰力便成為美軍建軍規劃的參考指標。據此，美國陸軍未來指揮部明確的指出 2020 至 2024 年陸軍戰力發展六大方向（長程精準火力、次世代戰鬥車輛、未來垂直機載能力、指揮管制網路架構、整體防空、單兵戰力提升），這六項發展在美軍的各項文件與報導中，俗稱為「Big Six」。⁸ 其中六項之一的長程精準火力，就是筆者主要探討的項目。然而，任何的國防科技與武器發展，都需要國防預算來支撐。因此列出六大方向的國防預算金額供未來軍事投資金額之參考，如圖二所示。

美國陸軍為能採專人專責的模式，來面對當下與未來最迫切作戰需求，於 2017 年 10 月 6 日成立陸軍長程精準火力發展小組（以下簡稱發展小組），其目的在於全面整合作戰需求，為各級指揮官研發出精準、及時、高效與肆應作戰環境的地面火力，來突破對手反介入／區域拒止之戰略。⁹ 發展小組在馬瑞尼（Stephen J. Maranian）准將的帶領下，率領不同領域的專業且極富經驗之成員，正式於 2017 年 11 月在美國西爾堡（Fort Sill）開始運行，致力於深遠打擊能力、長程精準飛彈與管式火炮增程等三大領域。¹⁰ 其願景分述如后。

⁷ The White House, “National Security Strategy of the United States of America,” 2017/12, p.2.

⁸ Sydeny J. Freedberg Jr, “Army ‘Big Six’ Ramp Up in 2021: Learning From FCS”, Breaking Defense, 14 March, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/03/army-big-six-ramp-up-in-2021-learning-from-fcs>

⁹ Fort Sill, “Long Range Precision Fires (LRPF) Cross Functional Team (CFT)”, Redleg Update, Issue01, January 2018, https://sill-www.army.mil/USAFAS/Redleg/doc/2018/LRPF_CFT%20web.pdf

¹⁰ Ibid.

（一）深遠打擊能力：為陸軍與聯戰部隊指揮官提供戰略層級之地面火力，突破對手反介入／區域拒止之戰略，並且摧毀戰略層級之目標。

（二）長程精準飛彈：取代各軍級單位內陳舊之陸軍戰術飛彈系統（Army Tactical Missile System, ATACMS），著眼於增加射程、強化後勤補給能量、提升射速、提升反干擾能力並降低飛彈成本。

（三）管式火炮增程：改良現役師級單位 M109A6 Paladin 155 公厘自走砲與提升 M109 A7 機動力，進而填補火力間隙。完成改良後，將大幅提升戰力，包含增加射程、提升射速、強化殺傷力、提升可信度、強化戰場存活力及降低成本。

此三大領域的發展方向，使美軍地面部隊火力可以涵蓋戰術層級、作戰層級與戰略層級，使美軍的整體地面火力與射程能夠超越其對手，也可以使指揮官在運用地面火力的選項更具多元性。美國陸軍長程精準火力發展小組之使命就是快速擴張地面火力作戰能量，增長砲兵戰力，及提升現役與未來各級砲兵裝備之火力與射程。目前，除於 2019 年執行發展長程精準火力的 5 億美元外，美軍未來將於 2020 年至 2024 年投入 57 億美元持續發展。¹¹綜合上述之能力，戰區與聯戰部隊指揮官將能夠在戰略層級的地面火力戰上剋敵致勝，其現役與未來發展規劃如表一。¹²

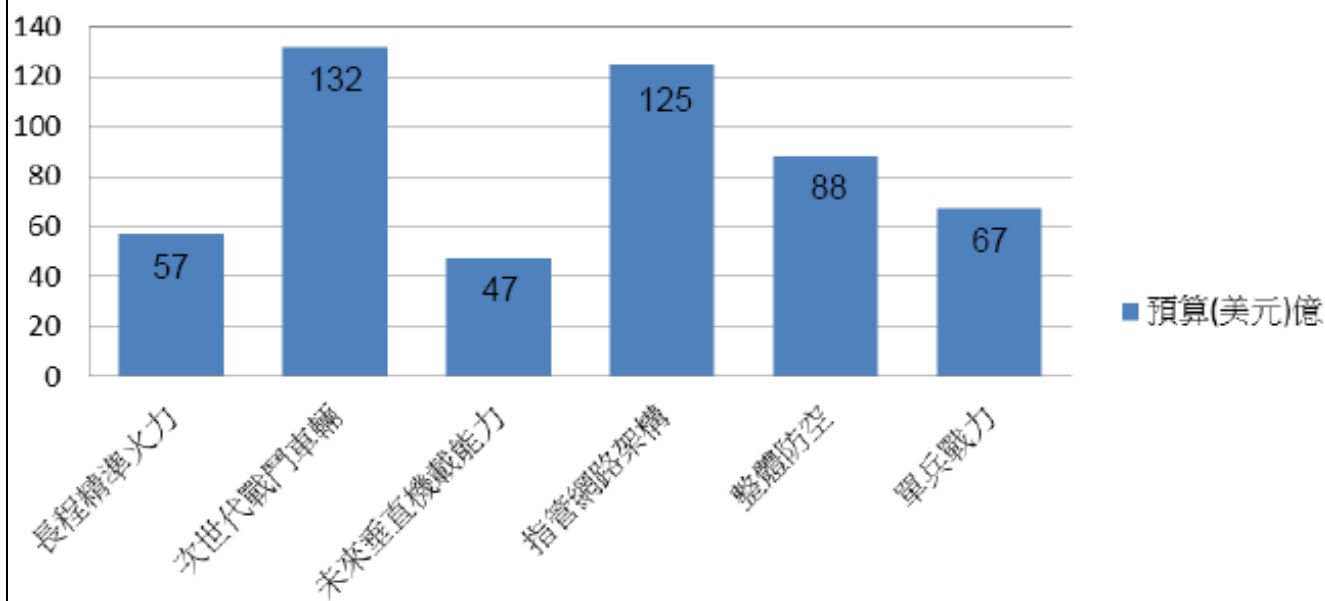
就表一的數據顯示，美軍現役地面砲兵火力，射程約 30.4 公里，未來期望能夠達到 130 公里。而現役多管火箭彈，也朝著能從現役的 68.8 公里達到約 150 公里的射程進行研發。最後則是飛彈的射程，欲從現有的近 300 公里延長至 2,240 公里。若此專案順利地推展，美軍將能在 2023 年至 2024 年間具備超越俄製火炮、多管火箭與飛彈之射程。因此，美軍得以結合其多領域作戰概念，以多領域特遣部隊運用地面火力摧破敵軍火力威脅與情監偵系統，為海、空軍以及後續的主戰部隊開闢安全走廊，進而打造安全無虞的戰場空間。

據此，美軍已成功於 2018 年在印太司令部責任區內進行多領域特遣部隊之第一階段實裝驗證，運用多管火箭、AH-64E 攻擊直升機與海軍搭配擊沉船艦，代表多領域特遣部隊在五大領域中的整合開啟成功的道路，若增程計畫順利發展，可以推斷在 2019 年底或 2020 年初，於歐洲司令部責任區域內進行第二階段多領域特遣部隊實裝驗證期間，將會納新研發的武器裝備。

¹¹ Sydeny J. Freedberg Jr, “Army ‘Big Six’ Ramp Up in 2021: Learning From FCS”, Breaking Defense, 14 March, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/03/army-big-six-ramp-up-in-2021-learning-from-fcs/>.

¹² Ibid.

美國陸軍戰力發展六大方向預算長條圖 2020至2024年



圖二 美國陸軍戰力發展六大方向預算長條圖

表一 美軍現役與未來砲兵火力發展規劃表

彈種（中文）	彈種（英文）	年度	射程 (公里)	適用層級
火箭推進砲彈	M549 Rocket Assisted Projectile	現役	30.4	戰術層級
火箭推進砲彈	XM1133 Rocket Assisted Projectile	2020	40	戰術層級
增程管式砲彈	XM1133 Rocket Assisted Projectile	2023	68.8	戰術層級
噴射推進砲彈	Ramjet	時程 待定	129.6	戰術層級
精準導引火箭彈	Guided Multiple-Launch Rocket System (GMLRS)	現役	68.8	戰術層級 深遠地區
精準增程火箭彈	GMLRS-Extended Range	時程 待定	148.8	戰術層級 深遠地區
陸軍戰術飛彈	Army Tactical Missile System	現役	297.6	作戰層級
精準打擊飛彈	Precision Strike Missile	2023	496	作戰層級

戰略長程飛彈	Strategic Long-Range Missile	時程 待定	1,600	戰略層級
超音速飛彈	Hypersonic Missile	時程 待定	2,240	戰略層級

資料來源：圖二 1.Sydeny J. Freedberg Jr, “Army ‘Big Six’ Ramp Up in 2021: Learning From FCS”, Breaking Defense, 14 March, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/03/army-big-six-ramp-up-in-2021-learning-from-fcs/>. 2.作者綜整後調製。；表一 1.Sydeny J. Freedberg Jr, “Army ‘Big Six’ Ramp Up in 2021: Learning From FCS”, Breaking Defense, 14 March, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/03/army-big-six-ramp-up-in-2021-learning-from-fcs/>. 2.作者綜整後調製。

三、裝備測試階段

美國陸軍未來指揮部指揮官莫瑞（John Murray）上將於 2018 年 10 月 9 日美國陸軍年會論壇告知大家，長程精準火力發展小組負責的增程專案，運用 M109A7 帕拉丁進行性能提升，並在猶馬（Yuma）射擊場進行實彈測試（圖三）。此次的實彈射擊，命中 62 公里外之目標，為陸軍管式砲兵的射程創下新猷，而 M109A7 原先的射程僅有 30 公里。¹³ 美軍在增程專案中，選定 M777 牽引砲與 M109A7 進行改良與測試，針對砲管倍徑、彈體與發射藥等進行研改。以下就這三大項目進行分項說明。

（一）砲管倍徑：依據增程專案構想，美國陸軍將原 M777 與 M109A7（PIM）的 39 倍徑砲管，置換成 58 倍徑砲管，砲管長度比原先的要長 6 呎，透過加大其砲管倍徑提升火砲射擊初速，進而提升射程。¹⁴ 砲管長度差異可參見圖四。

（二）彈體：美軍想要汰換老舊的 M549 火箭推進高爆榴彈，以 XM1113 火箭推進高爆榴彈取代，XM1113 搭配增程計畫的設計與其推進原理，目前射程可達 70 公里，未來朝向 100 公里以上為目標，XM1113 構造圖如圖五。

（三）發射藥：美軍未來除了現在運用的 M232 模組化發射藥外，更開發了 XM654 超級發射藥與 XM659 一般發射藥，其用意是希望藉由搭配不同彈種來達到不同的射程。

依據上述主要的三項改良的項目，不難發現美軍在追求增加射程的同時，考

¹³Kris Osborn, “Major Breakthrough: Army Artillery Hits Target at 62 Kilometers - Doubles Range”, Warrior Maven, 9 October, 2018. <https://defensemaven.io/warriormaven/land/major-breakthrough-army-artillery-hits-target-at-62-kilometers-doubles-range-MGoYR-EXEb0egMRgky7XnYQ/>

¹⁴ Joseph Trevithick, “Army's New Huge Barrel Packing 155mm Howitzer Doubles Range To 40 Miles In Tests”, The Drive, 15 October, 2018, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/24238/armys-new-huge-barrel-packing-155mm-howitzer-doubles-range-to-40-miles-in-tests>

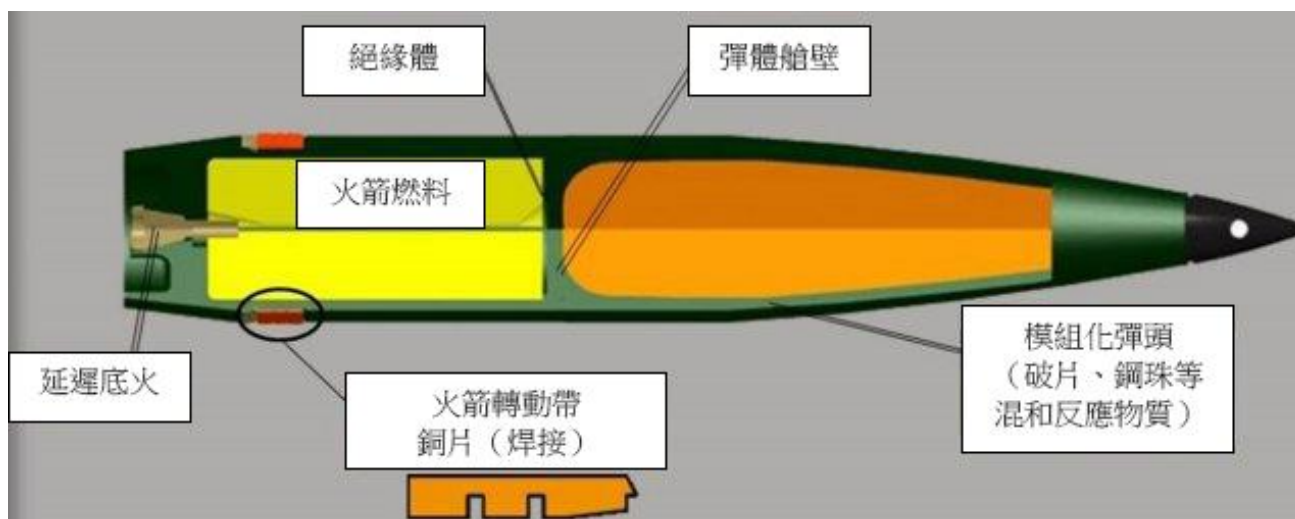
慮到火砲的砲管倍徑與初速之特性、發射藥的相容性及增加彈體推進的設計。進而逐步的運用實彈射擊來修正各項數據，期能達到其研發與投資的目標。下一段將就美軍新型 M1299 火砲與其週邊設備的部份進行簡介。



圖三 M109A7 搭配增程專案之實彈射擊照片



圖四 M777 39 倍徑與 58 倍徑砲管比較圖



圖五 XM1113 火箭推進高爆榴彈彈體構造圖

資料來源：圖三 <https://defence-blog.com/army/picatinny-arsenal-reveal-details-of-armys-extended-range-artillery-system.html>；圖四 <https://www.thedrive.com/the-war-zone/24238/armys-new-huge-barrel-packing-155mm-howitzer-doubles-range-to-40-miles-in-tests>；圖五 1. https://www.army.mil/article/174013/army_developing_safer_extended_range_rocket_assisted_artillery_round
2. 作者翻譯說明。

四、M109A8 還是 M1299？

美軍於 2017 年底推動增程計畫時，由於美軍尚未將測試裝備定調，因此許多國內外報章雜誌之報導，都將增程計畫的火砲暫定為 M109A8，其定名應該是因為增程計畫採用 M109A7 做為改良基礎。然而，依據美軍的 2019 年 3 月的 2020 年度國防預算報告書，增程計畫將之正式名稱為 XM1299。¹⁵

依據 2019 年 7 月 24 日美國軍事論壇之報導，美軍正式將增程專案中以 M109A7 為基底進行改良提升的火砲名稱從 XM1299 型改為 M1299 型，¹⁶而這個命名是在貝宜公司（BAE）獲得美國國防部 4,500 萬美元的訂單，生產新型 M1299 火砲，¹⁷其構造與設計如圖六，火砲與設備說明如表二。

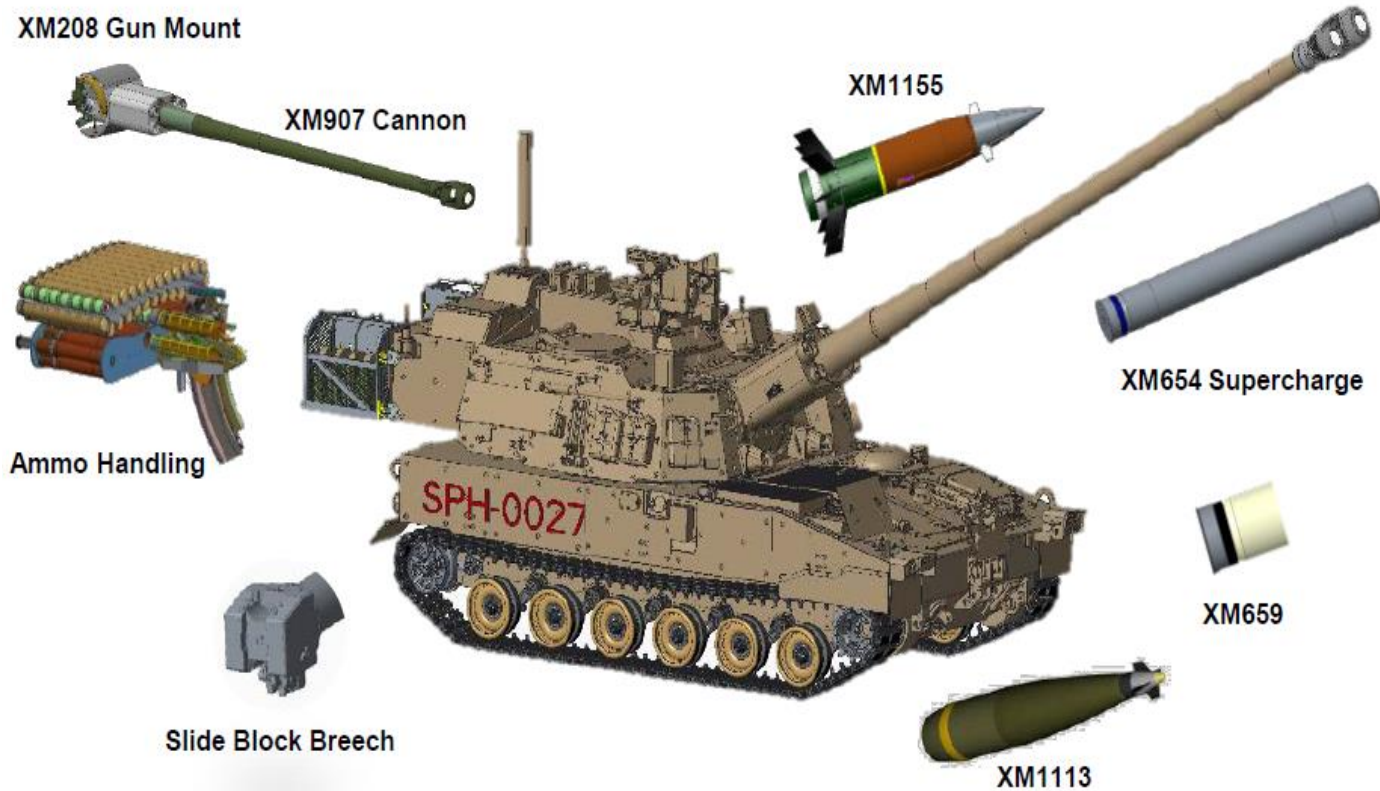
從圖六 M1299 的火砲設備來看，除了彈體與裝藥是針對彈藥的部份進行研改外，在外觀上 XM208 砲座與 XM907 砲管都與 M109A7 現有的設備有明顯的不同

¹⁵ Department of Defense, “Fiscal Year (FY) 2020 Budget Estimates-Research, Development, Test & Evaluation, Army RDT&E – Volume II, Budget Activity 4”, Department of Defense, March 2019, <https://www.asafm.army.mil/Portals/72/Documents/BudgetMaterial/2020/Base%20Budget/rdte/04%20RDT&E%20-%20Vol%20-%20Budget%20Activity%204.pdf>

¹⁶ Jared Keller, “Meet the M1299, the new Army howitzer with twice the range of the Paladin”, Task and Purpose, 24 July, 2019, <https://taskandpurpose.com/army-m1299-howitzer-designation>

¹⁷ Jen Judson, “BAE gets green light to help build extended-range cannon prototype for US Army”, Defense News, 15 July, 2019, <https://www.defensenews.com/land/2019/07/15/bae-gets-green-light-to-build-us-army-extended-range-cannon-prototype/>

外，例如 M109A7 的砲管為 M284，而砲座為 M182A1。然而，文章前段所提及的砲門、自動裝彈器與自動裝填設備的構造，目前尚未能在公開的資訊中獲得。



圖六 M1299 型火砲構造示意圖

表二 M1299 型火砲及設備說明表

項次	英文名稱	中文名稱	說明
1	XM1155	增程火箭彈	X 為試驗階段所使用之稱號，若試驗通過，將依 X 後的代碼為其型號，如 XM1155 就成為 M1155。
2	XM1113	火箭推進高爆榴彈	
3	XM654	超級發射藥（大）	
4	XM659	一般發射藥（小）	
5	XM907	砲管	
6	XM208	砲座	
7	Slide Block Breech	砲門	
8	Ammo Handling	自動裝彈器	

資料來源：圖六 <https://defence-blog.com/army/u-s-army-to-designate-its-new-self-propelled-howitzers-as-m1299.html>；表二作者自行翻譯調製。

分析與建議

從美軍發展多領域作戰概念，針對多領域特遣部隊進行實兵測驗，與設立長程精準火力發展小組來負責管式砲兵射程增程專案的時間脈絡來分析，美軍的砲兵部隊將在多領域特遣部隊中，於提供致命火力打擊的領域中扮演極為重要的角色。然而，就目前發展的進度及公開資訊的構造來看，其優點與後續列裝可能面臨問題，分析如次。

一、優點

首先，依據火砲射程，可由砲兵提供戰略、作戰與作戰層級的火力，可以減少運用空中兵力，增加聯戰部隊之戰略運用空間，同時使陸軍部隊得以運用建制火力遂行半獨立作戰。其次，由於增程計畫使美陸軍管式砲兵部隊與火箭部隊之射程都較以往更遠，且射擊速度更快，可以有效帶給敵人奇襲之效果，同時可以有效制壓敵軍地面火力、防空火力與地面偵搜部隊。最後，砲兵部隊的部署可以更具彈性，藉由其射程長遠的優勢，增加其戰場存活率且在安全無虞的狀況下獲得後勤補給。

二、可能面對之問題

首先，雖然美軍在砲彈、火箭彈與飛彈上都能突破既有的射程，達到深遠打擊的效果。但是，目前公開資訊中，尚未針對目標獲得與效果監視部份進行研究與發展。這對於美軍而言，讓無人機、偵照機與衛星來進行效果監視及目標獲得，同樣會使上述的單位與裝備暴露在敵火之中。因此，研發能夠配合 M1299 射程的地面目標雷達，便成為美軍後續要考量之問題。

再者，精準導引砲彈，倘若射程過遠，造成目標在砲彈擊中前轉移陣地，是否會造成攻擊無效，若目標採終端導引，勢必也需要地面部隊派遣前進管制官進行鎖定；若要針對敵後方地區所發動的火力攻擊，也勢必需要派遣特戰人員深入敵境進行導引，這也成為後續美軍須考慮之方向。因此，於新型的 M1299 問世後，在長程目標方面，針對固定目標如主指揮所、雷達站、固定式飛彈發射井、後勤設施等進行攻擊，會獲得較佳的攻擊效果，也可以確保敵後人員不暴露其行蹤。

其次，雖然美軍研發長倍徑的火砲，但是，原先的 M109A6 與 M109A7 是否要全數改良或是混和搭配運用，卻成為美軍要後續去整合與試驗，因此在彈種與發射藥的相容性是另一個要克服，運用超級發射藥對於砲管與藥室的損耗是否會迫使其維修率提高，這又是另一個問題。

三、對我砲兵部隊之啟示

在世界各國競相研發新型武器裝備與軍事科技的潮流下，無論是管式火炮搭配增程砲彈，或者是多管火箭搭配底部排氣彈，均超越了上個世紀的武器射程。過去兩年，美軍致力於發展管式砲兵射程增程專案，將其假想敵俄羅斯之地面火炮射程列為超越的目標。在我國「防衛固守，重層嚇阻」的戰略構想，結合現今「濱海決勝、灘岸殲敵」的用兵理念下，武器裝備的革新與提升也成為實現戰略構想與符合用兵理念的重要因素。

據此，在目前國軍砲兵部隊多數武器裝備購自國外現況下，筆者建議比照美軍國防投資的模式，結合當下國機國造與國艦國造的概念，區分近、中、遠程之目標。在近程目標上，優先成立砲兵火力專案發展小組，參考美國、法國、俄羅斯與中共等現役火力裝備（牽引砲、自走砲與多管火箭），研究分析其能力與諸元。在中程目標上，針對國軍現役輕、重型火炮與多管火箭等進行研改，自力發展契合國軍戰術戰法與作戰需求之各類型火炮與模組化砲彈後勤補給料件，進而提升砲兵火力打擊能力與後勤補給能量。在遠程目標上，結合國家軍事科技研發單位，採建教合作模式，培植科技研發人才、厚植國防軍事工業基礎，使國軍在國防自主上得以永續經營。

無論是美軍發展的多領域作戰，或俄羅斯運用的混合戰，都是強調跨域與多域的作戰。即便我國近年成立了通資電軍，但是，目前仍缺乏太空及網路空間的作戰能量與優勢，若要運用不對稱作戰的方式取得戰場優勢，在硬體部份勢必在空中、地面與海洋上的武器裝備上去著手，運用其他三個領域的發展來彌補不足之處。空軍與海軍現行均有國機國造與國艦國造的政策支持，而屬於戰鬥部隊的航空旅、裝甲旅與機步旅也都有陸續完成 AH-64E 攻擊直升機與 UH-60M 通用直升機之換裝，近期也規劃採購美軍的 M1A2 型坦克與中科院研發自製之雲豹甲車等。反觀砲兵部隊，近年僅有中科院研發的雷霆 2000 多管火箭，尤其在管式砲兵的部份未有大幅進展。為了能夠彌補地面火力間隙，與搭配海、空軍遂行各項聯合作戰，發展中、長程的管式砲兵與精準彈藥，或許可以成為我軍未來投資之方向。

然而，國防預算投資不能一味追求射程與精準度，應就各國現役火炮裝備的優、缺點進行研析，並且結合我國戰略環境、地理環境、戰術戰法與目標獲得能量分批採購或研改。國軍除可依據前述作為提升傳統（致命）火力打擊能力，未來也可以突破現有武器運用之思維，運用管式火炮與多管火箭用來發射無人飛行載具或者是電磁干擾彈，不僅能快速部署無人飛行載具，進而能提升其戰場存活

率，成為我遠距目獲與情監偵手段的新選項，也可以在網路電磁空間突破既有之弱勢，強化非傳統（非致命）火力。

結語

美軍在反恐戰爭告一段落後，能夠檢視其戰術戰法，並針對其國家安全具威脅性的俄羅斯與中共等國家，進行各項作戰能力的特弱點分析，從而發展多領域作戰概念與訂定軍事科技發展六大方向。同時，依據政策與發展方向，透過陸軍未來指揮部的主導，成立長程精準火力發展小組，推動管式砲兵射程增程專案。綜觀美軍整體國防發展，不難看出美軍能在世界軍力保持領先地位的主要原因。

雖然我國近年致力運用創新、不對稱之作戰思維，強調發展三軍新興兵力，然而在地面火力方面，尤其砲兵火力的發展上稍嫌緩慢，期望本研究可以獲得政策制定者之重視。未來能夠規劃將相關國防預算區分近、中與遠程目標逐次投入，尤其是人才的培育刻不容緩。因此，在近程目標上，成立專責的研發小組刻不容緩，如此才可開啟陸軍砲兵火力自主發展之大門。在中程目標上，針對現有裝備研改與新式武器裝備之購置應該相互搭配，避免出現世代裝備銜接之間隙。在遠程發展上，除須結合國防軍工業與研發單位，將部分預算挹注於自力發展管式火砲與目標獲得裝備上，更須在國防自主發展的能量奠定良好基礎，正所謂「十年樹木、百年樹人」，武器研發人才之培育曠日廢時，若是沒有明確的培育計畫與目標，國防自主的政策便無法永續經營。無論是「防衛固守、重層嚇阻」或是「濱海決勝、灘岸殲敵」，這些國防政策與作戰指導的核心都是以人為本，因此，專責單位的建立與人才的培育，將會成為厚植國防戰力的重心。

參考文獻

- 一、TRADOC Pamphlet 525-3-1, The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028(Washington, DC, Department of Army, December 6, 2018)
- 二、Daniel Wasserbly, “AUSA 2018: US Army Extended Range Cannon Artillery programme eyes 130 km range” , Jane's 360, 10 October, 2018, <https://www.janes.com/article/83718/ausa-2018-us-army-extended-range-cannon-artillery-programme-eyes-130-km-range>.
- 三、Todd South, “Return of fires: How the Army is getting back to its big guns as it prepares for the near-peer fight” , Army Times, 27 August, 2018. <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/08/27/return-of-fires-how-the-army-is-getting-back-to-its-big-guns-as-it-prepares-for-the-near-peer-fight/>
- 四、The White House, “National Security Strategy of the United States of America,” 2017

/12.

- 五、Sydeny J. Freedberg Jr, “Army ‘Big Six’ Ramp Up in 2021: Learning From FCS” , Breaking Defense, 14 March, 2019, <https://breakingdefense.com/2019/03/army-big-six-ramp-up-in-2021-learning-from-fcs>.
- 六、Fort Sill, “Long Range Precision Fires (LRPF) Cross Functional Team (CFT)” , Redleg Update, Issue01, January 2018, https://sill-www.army.mil/USAFAS/Redleg/doc/2018/LRPF_CFT%20web.pdf.
- 七、Kris Osborn, “Major Breakthrough: Army Artillery Hits Target at 62 Kilometers - Doubles Range” , Warrior Maven, 9 October, 2018. <https://defensemaven.io/warriormaven/land/major-breakthrough-army-artillery-hits-target-at-62-kilometers-doubles-range-MGoYREXEb0egMRgky7XnYQ/>
- 八、Joseph Trevithick, “Army's New Huge Barrel Packing 155mm Howitzer Doubles Range To 40 Miles In Tests” , The Drive, 15 October, 2018, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/24238/armys-new-huge-barrel-packing-155mm-howitzer-doubles-range-to-40-miles-in-tests>
- 九、Department of Defense, “Fiscal Year (FY) 2020 Budget Estimates-Research, Development, Test & Evaluation, Army RDT&E – Volume II, Budget Activity 4” , Department of Defense, March 2019, <https://www.asafm.army.mil/Portals/72/Documents/BudgetMaterial/2020/Base%20Budget/rdte/04%20RDTE%20-%20Vol%202%20-%20Budget%20Activity%204.pdf>
- 十、Jared Keller, “Meet the M1299, the new Army howitzer with twice the range of the Paladin” , Task and Purpose, 24 July, 2019, <https://taskandpurpose.com/army-m1299-howitzer-designation>
- 十一、Jen Judson, “BAE gets green light to help build extended-range cannon prototype for US Army” , Defense News, 15 July, 2019, <https://www.defensenews.com/land/2019/07/15/bae-gets-green-light-to-build-us-army-extended-range-cannon-prototype/>

作者簡介

朱子宏中校，美國色岱爾軍校 2007 年班、美國陸軍指揮參謀學院 2018 年班、政治大學戰略與國際事務所碩士、美國陸軍指揮參謀學院軍事理論碩士；歷任排長、測量官、教官、連長、外事連絡官，現任職於國防大學陸軍指揮參謀學院聯合防衛作戰組。

共軍軍改後陸軍砲兵部隊現況與對我防衛作戰之影響

作者：張兆宇

提要

- 一、共軍於 2017 年 4 月宣布將原陸軍 18 個集團軍縮減為 13 個集團軍，實施跨戰區、集團軍、旅、營、連級部隊的組織再調整，朝向充實、合成、多能、靈活方向發展，各集團軍打破建制，重新組建為具備聯合作戰能力的現代化部隊。
- 二、在發展砲兵方面，共軍持續發展機動性強、射擊精度佳、射程遠的火砲及多管火箭，並在偵蒐、指管、彈種等方面同步研發，火砲性能已達世界水準。未來仍持續擴大演訓規模，納入海軍、空軍、火箭軍等跨軍、兵種火力體系，以強化軍種間聯合火力協調機制之運作。
- 三、國軍先處戰地，戰場經營多年，且具地利之便，為我防衛作戰最大優勢，共軍火砲性能雖較國軍為佳，然火砲只要無法於陸地完成佔領陣地，火力即無法發揚，故依「濱海決勝，灘岸殲敵」的用兵理念，國軍須發揮遠程精準打擊火力，阻殲共軍多數兵力於濱海或灘岸直前，使其砲兵無法登陸形成戰力。

關鍵詞：中共軍改、脖子以下軍改、共軍砲兵部隊、集團軍砲兵旅、合成旅砲兵營

前言

2015 年 11 月習近平在「中央軍委改革工作會議」中提出「軍委管總、戰區主戰、軍種主建」的領導格局，構建「軍委－戰區－部隊」的作戰指揮體系和「軍委－軍種－部隊」的領導管理體系，¹開啟中共「脖子以上軍改」，除重大人事調整外，將 4 總部調整為 16 個職能機關，²並在 2015 年 12 月 31 日北京八一大樓舉行授旗儀式，成立陸軍領導機關，由李作成、劉雷擔任首屆陸軍司令員及政治委員，著手建設現代化的新型陸軍。³

2016 年 2 月 1 日習近平在北京八一大樓召開「中國人民解放軍戰區成立大會」，向五大戰區司令員及政治委員授予軍旗，五大戰區正式成立，明確賦予各

¹ 文匯報，〈習近平提 12 字方針：軍委管總 戰區主戰 軍種主建〉（2015 年 11 月 27 日報導），<http://paper.wenweipo.com/2015/11/27/YO1511270001.htm>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

² 大紀元，〈中央軍委機構組悄然發生微妙變化〉（2016 年 4 月 27 日報導），<http://www.epochtimes.com/b5/16/4/27/n7756628.htm>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

³ 中國軍網，〈陸軍領導機構火箭軍戰略支援部隊成立 習近平授軍旗並致訓詞〉（2016 年 1 月 1 日報導），http://www.81.cn/big5////2016xczjy/2016-01/01/content_6872442.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

戰區戰略任務，⁴至此，「脖子以上軍改」大致完成。

2016 年 12 月 2 日中共召開「軍隊規模結構和力量編成改革工作會議」，習近平於會中指示軍隊依調整優化結構、發展新型力量、壓縮數量規模之要求，由數量規模型轉為質量效能型、人力密集型及科技密集型，開啟集團軍以下層級的 second 波軍改，又稱「脖子以下軍改」。⁵其中陸軍依機動作戰、立體攻防的戰略要求，以「精幹化、一體化、小型化、模組化、多能化」作為軍事武力發展目標，⁶顯見小型多能及機動立體的一體化聯合作戰編組，⁷為中共陸軍未來建軍方向。

2017 年 4 月習近平在「中央軍委關於調整組建軍兵種部隊和省軍區系統軍級單位的命令、決定。」會議中，宣布將原陸軍 18 個集團軍縮減為 13 個集團軍，⁸實施跨戰區、集團軍、旅、營、連級部隊的組織再調整，朝向充實、合成、多能、靈活方向發展，各集團軍打破建制，重新組建具聯合作戰能力的現代化部隊。筆者撰文旨在分析共軍「脖子以下軍改」後陸軍砲兵部隊組織現況，並提出剋敵之淺見，俾為國軍建軍備戰略盡棉薄。

共軍軍改後砲兵部隊編制現況

共軍軍改後集團軍下轄 6 個合成旅、砲兵旅、陸航旅、特戰旅、防空旅、工化旅及勤務保障旅，⁹另中部戰區第 83 集團軍、¹⁰南部戰區第 75 集團軍另轄空中突擊旅（圖一），¹¹將陸軍部隊由區域防衛型轉型為全域作戰型，提高精確作戰、立體作戰、全域作戰、多能作戰及持續作戰能力。¹²

原中共各集團軍所屬砲兵師、砲兵旅、砲兵團在 2017 年 4 月軍改中重新調

⁴ 上報，〈解讀解放軍「陸軍」軍改規模〉（2017 年 8 月 24 日報導），http://www.topmedia.com.tw/news_info.php?SerialNo=23176，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

⁵ 中共國防動員網，〈中央軍委軍隊規模結構和力量編成改革工作會議〉（2016 年 12 月 5 號報導），http://www.gfdy.gov.cn/big5/2016-12/05/content_7391786.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

⁶ 中共國防部網站，〈中國軍事戰略白皮書〉（2015 年 5 月 26 日報導），http://www.mod.gov.cn/auth/2015-05/26/content_4586723_2.htm，檢索日期：2017 年 3 月 13 日。

⁷ 謝遊麟，〈中共陸軍「作戰理論」轉型之研究〉《國防雜誌》（桃園：國防大學），第 30 卷第 3 期，2015 年 5 月，頁 12。

⁸ 上報，〈解讀解放軍「陸軍」軍改規模〉（2017 年 8 月 24 日報導），http://www.topmedia.com.tw/news_info.php?SerialNo=23176，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

⁹ 大公網，〈新一代陸軍旅鍛造立體戰〉（2017 年 10 月 2 日報導），<http://www.takungpao.com.hk/mainland/text/2017/1002/116839.html>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

¹⁰ 新華網，〈空中突擊梯隊：空中突擊旅首次進入人民軍隊序列〉（2017 年 7 月 30 日報導），http://news.xinhuanet.com/politics/2017-07/30/c_1121402200.htm，檢索日期：2017 年 10 月 11 日。

¹¹ 大公網，〈新一代陸軍旅鍛造立體戰空中突擊首進序列〉（2017 年 10 月 2 日報導），<http://news.takungpao.com/mainland/focus/2017-10/3499762.html>，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。

¹² 中國軍網，〈陸軍司令員政委：建設強大的現代化新型陸軍〉（2016 年 2 月 15 日報導），http://www.81.cn/jwgz/2016-02/15/content_6909504_2.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

整，取消砲兵師、砲兵團編制，全數改編為砲兵旅；各合成旅所屬砲兵營同步實施調整，由原單一砲種的砲兵營，調整成配備多種口徑火炮及火箭的合成砲兵營，以下針對集團軍所屬砲兵旅及合成旅所屬砲兵營實施分析。

一、集團軍砲兵旅

筆者以南部戰區第 74 集團軍砲兵旅，於 2017 年 9 月新疆庫爾勒軍演影片實施分析（圖二），該旅至少編制 1 個遠程多管火箭營，及 2 個 66 式 152 公厘加榴砲營、2 個 PLZ - 05 式自走加榴砲營及相關勤務保障營、作戰支援營等部隊，砲兵旅組織判斷如圖三，¹³此為各集團軍砲兵旅之基礎編制架構，各集團軍再依其作戰地區特性及裝備有所異同。

在傳統火炮方面，目前部分集團軍砲兵旅所裝備射程 27 公里的 130 公厘牽引式加農砲優先汰除，由射程 30 公里的 PLZ - 05 式 155 公厘自走式加榴砲取代，¹⁴另射程 17 公里的 152 公厘加榴砲亦將陸續除役，由射程 18 公里的 PLZ - 07 式 122 公厘榴彈砲取代，其 155、122 公厘口徑的火砲為當前發展主流，而舊式 152、130 公厘口徑火炮逐步汰除。

另原有至少 17 個營的 PHL - 03 式遠程多管火箭，¹⁵跨戰區重新調整，目前 11 個集團軍（72、73、75、76、77、78、79、80、81、82、83）、西藏軍區、¹⁶新疆軍區的砲兵旅均裝備 1 個遠程多管火箭營，¹⁷71 集團軍、¹⁸74 集團軍砲兵旅¹⁹裝備 2 個遠程多管火箭營，另一部分遠程火箭營調整至海防旅，如東部戰區海防 303 旅（福建）。²⁰

¹³ 鳳凰網，〈74 集團軍砲兵旅亮劍西北：加榴遠火輪番打擊，檢驗新型彈藥效果！〉（2017 年 9 月 16 日報導），http://v.ifeng.com/video_8613105.shtml，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

¹⁴ 搜狐網，〈軍改-6：鐵甲雄兵中國新型合成裝甲旅〉（2017 年 4 月 7 日報導），http://www.sohu.com/a/132533403_600506，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

¹⁵ 蔡和順，〈中共遠程多管火箭發展對我影響之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 5 46 期，2016 年 4 月，頁 7。

¹⁶ ETNEWS，〈遠火重裝運到！西藏解放軍在 4600 公尺高原實彈演練〉（2017 年 8 月 5 日報導），<https://www.ettoday.net/news/20170805/981704.htm?t=%E9%81%A0%E7%81%AB%E9%87%8D%E8%A3%9D%E9%81%8B%E5%88%B0%E7%BC%81%E3%80%80%E8%A5%BF%E8%97%8F%E8%A7%A3%E6%94%BE%E8%BB%8D%E5%9C%A84600%E5%85%AC%E5%B0%BA%E9%AB%98%E5%8E%9F%E5%AF%A6%E5%BD%88%E6%BC%94%E7%B7%B4>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

¹⁷ 每日頭條，〈新疆國際軍事比賽齊射 72 枚遠火，一套北京四合院飛上天〉（2017 年 7 月 31 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/m3p9on2.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

¹⁸ 中華網，〈跨過海峽：國產遠程火箭砲大批列裝〉（2017 年 5 月 23 日報導），http://military.china.com/important/11132797/20170523/30556026_all.html，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

¹⁹ 超級大本營，〈南部戰區陸軍 74 集團軍砲兵旅火力強悍！居然編有二個 03 式 300 毫米遠程火箭砲營〉（2017 年 12 月 10 日報導），<https://lt.cjdbby.net/thread-2424905-1-1.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

²⁰ 中華網，〈東部戰區某海防旅遠火分隊遠赴西北大漠練兵〉（2017 年 8 月 20 日報導），http://military.china.com/news/568/20170820/31136343_all.html，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

二、合成旅砲兵營

共軍為縮短作戰指揮鏈，推動師、團改旅，由「軍－師－團－營」四級指揮鏈，形成新的「軍－旅－營」三級指揮體制，藉扁平化、小型化、模組化的部隊編組，強化指揮靈活性，提升作戰效能。²¹

合成旅為基本戰術部隊，各合成營為基本作戰單元，合成旅依作戰地區及作戰屬性不同，區分重、中、輕及兩棲等類型的合成旅（圖四），重型合成旅以履帶型裝甲車輛為主（圖五），中型合成旅為輪型裝甲車輛（圖六），輕型合成旅區分空中突擊旅、機降旅及山地旅（圖七），分別配備以山貓突擊車或猛士突擊車為底盤的車輛，兩棲合成旅裝備具泛水能力的兩棲底盤裝甲車輛為主（圖八），²²除輕型合成旅及兩棲合成旅因具特定作戰地區限制，調整幅度較小，已調整至定位外，餘重、中型合成旅普遍仍以履帶及輪型裝甲車輛混合搭配。

各合成旅砲兵營下轄 1 個 155 公厘口徑火砲的砲兵連（或為 152 公厘、又或 122 公厘口徑的砲兵連）、2 個 122 公厘口徑火砲的砲兵連、1 個 122 公厘的多管火箭連，及 1 個反坦克導彈連，並依據重、中、輕或兩棲型的合成旅，裝備不同底盤的砲車，以因應不同作戰型態需求，²³各連火砲數量由 6 門擴編為 9 門；另合成營則下轄 1 個火力連，裝備 9 門 120 公厘自走迫榴砲，戰時可能額外獲得 1 個砲兵連的火力直接支援，²⁴合成旅組織判斷圖如圖九。

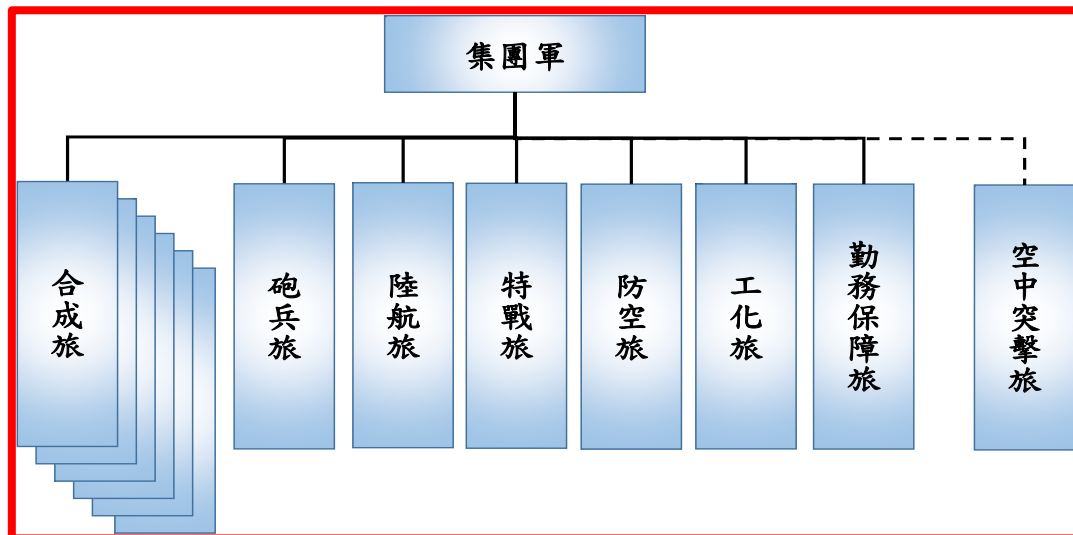
對我國形成主要威脅的兩棲合成旅方面，共軍目前編有 5 個旅，包括第 72 集團軍合成第 5 旅、第 124 旅（原第 72 集團軍兩棲機步第 1 師拆成第 1 旅、第 5 旅，第 1 旅再與 74 集團軍 124 旅互調），第 73 集團軍合成第 14 旅（原第 13 集團軍裝甲 14 旅），第 74 集團軍合成第 1 旅、第 125 旅（原 42 集團軍兩棲機步第 124 師拆成第 124 旅、第 125 旅，第 124 旅再與第 1 旅互調），旅屬砲兵營裝備具兩棲泛水能力的 PLZ－07B 式 122 公厘兩棲自走榴彈砲 27 門，配合兩棲合成旅的 05 式兩棲戰鬥車輛，構成登陸作戰完整戰力。

²¹ 中時電子報，〈師、團改旅 減少指揮鏈戰力升級〉（2015 年 12 月 5 日報導），<http://www.chinatimes.com/newspapers/20151205000882-260301>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

²² 搜狐網，軍改-11：軍改新聞匯總合成輕步兵旅〉（2017 年 6 月 20 日報導），http://www.sohu.com/a/150480791_600506，檢索日期：2017 年 10 月 8 日。

²³ 臺讀網，〈軍改-5：集團軍屬砲兵旅〉（2017 年 3 月 10 日報導），<https://read01.com/zh-tw/z6O OE2.html#.WdQ4yluC71>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

²⁴ 每日頭條，〈解放軍首個中型合成旅亮相！編制裝備太強悍無可比擬！〉（2017 年 8 月 25 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/oozv9p6.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。



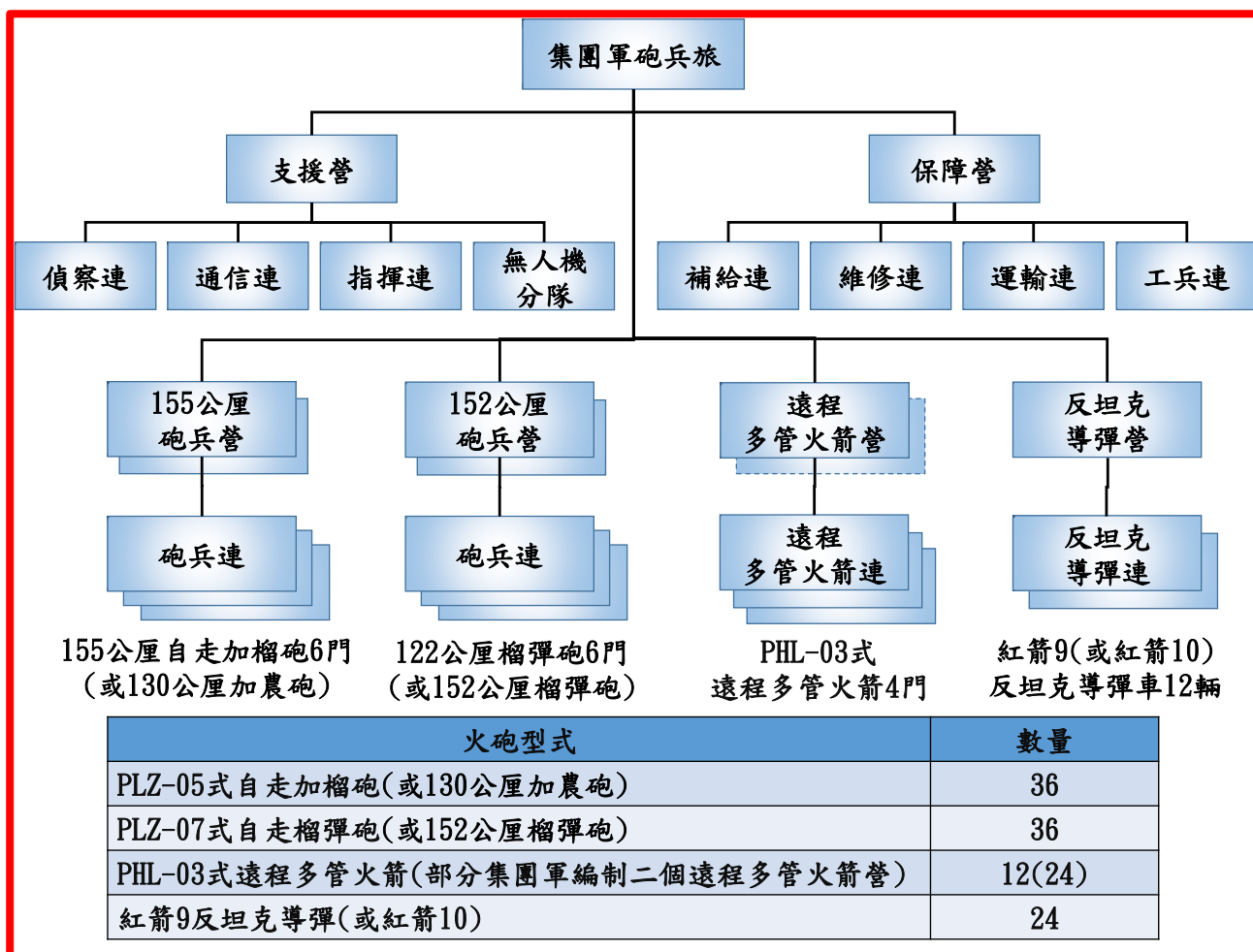
圖一 中共集團軍組織判斷圖

資料來源：1.大公網，〈新一代陸軍旅鍛造立體戰〉（2017年10月2日報導），<http://www.takungpao.com.hk/mainland/text/2017/1002/116839.html>，檢索日期：2017年10月2日。2.搜狐網，〈軍改-11：軍改新聞匯總合成輕步兵旅〉（2017年6月20日報導），http://www.sohu.com/a/150480791_600506，檢索日期2017年10月3日。3.筆者綜整繪製。



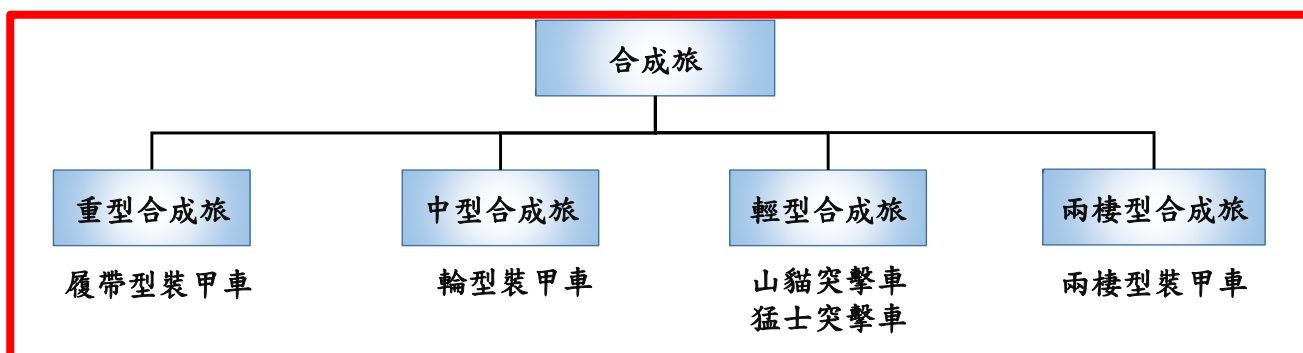
圖二 74 集團軍砲兵旅演習實況

資料來源：鳳凰網，〈74 集團軍砲兵旅亮劍西北：加榴遠火輪番打擊，檢驗新型彈藥效果〉（2017年9月16日報導），http://v.ifeng.com/video_8613105.shtml，檢索日期：2017年10月4日。



圖三 集團軍砲兵旅組織判斷圖

資料來源：1.壹讀網，〈軍改－5：集團軍屬炮兵旅〉（2017年3月10日報導），<https://read01.com/zh-tw/z6OOE2.html#.WdJ1KluCy70>，檢索日期：2017年10月3日。2.央視網，〈74集團軍炮兵旅亮劍西北：加榴遠火輪番打擊，檢驗新型彈藥效果〉（2017年9月16日報導），<https://www.youtube.com/watch?v=DbDt7qFceAU>，檢索日期：2017年10月3日。3.中華網，〈跨過海峽：國產遠程火箭炮大批列裝〉（2017年5月23日報導），http://military.china.com/important/11132797/20170523/30556026_all.html，檢索日期：2017年10月3日。4.筆者綜整繪製。



圖四 合成旅類型

資料來源：1.搜狐網，〈軍改－11：軍改新聞匯總合成輕步兵旅〉（2017年6月20日報導），http://www.sohu.com/a/150480791_600506，檢索日：2017年10月8日。2.筆者綜整繪製。



PLZ-05式155公厘履帶型自走加榴砲



PHZ-10式122公厘40管履帶型多管火箭



PLZ-07式122公厘履帶型自走榴彈砲



PHZ-89式122公厘履帶型自走榴彈砲

圖五 重型合成旅主要火炮

資料來源：ArmyRecognition, 〈PLZ - 07 PLZ07 122mm self - propelled howitzer technical data sheet specifications information UK〉, [https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/plz - 07_plz07_122mm_self - propelled_howitzzer_technical_data_sheet_specifications_information_uk.html](https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/plz-07_plz07_122mm_self-propelled_howitzzer_technical_data_sheet_specifications_information_uk.html), 檢索日期：2017 年 7 月 17 日。



PLC-09式122公厘車載榴彈砲



PLL-09式122公厘自走榴彈砲



PHL-11式122公厘40管輪型多管火箭



PCL-181式155公厘車載榴彈砲

圖六 中型合成旅主要火炮

資料來源：微民網, 〈解放軍陸軍 PLC09 式車載 122 毫米榴彈砲〉(2013 年 3 月 12 日報導), <http://www.vimiy.com/a/dazahui/162255.html>, 檢索日期：2017 年 7 月 17 日。



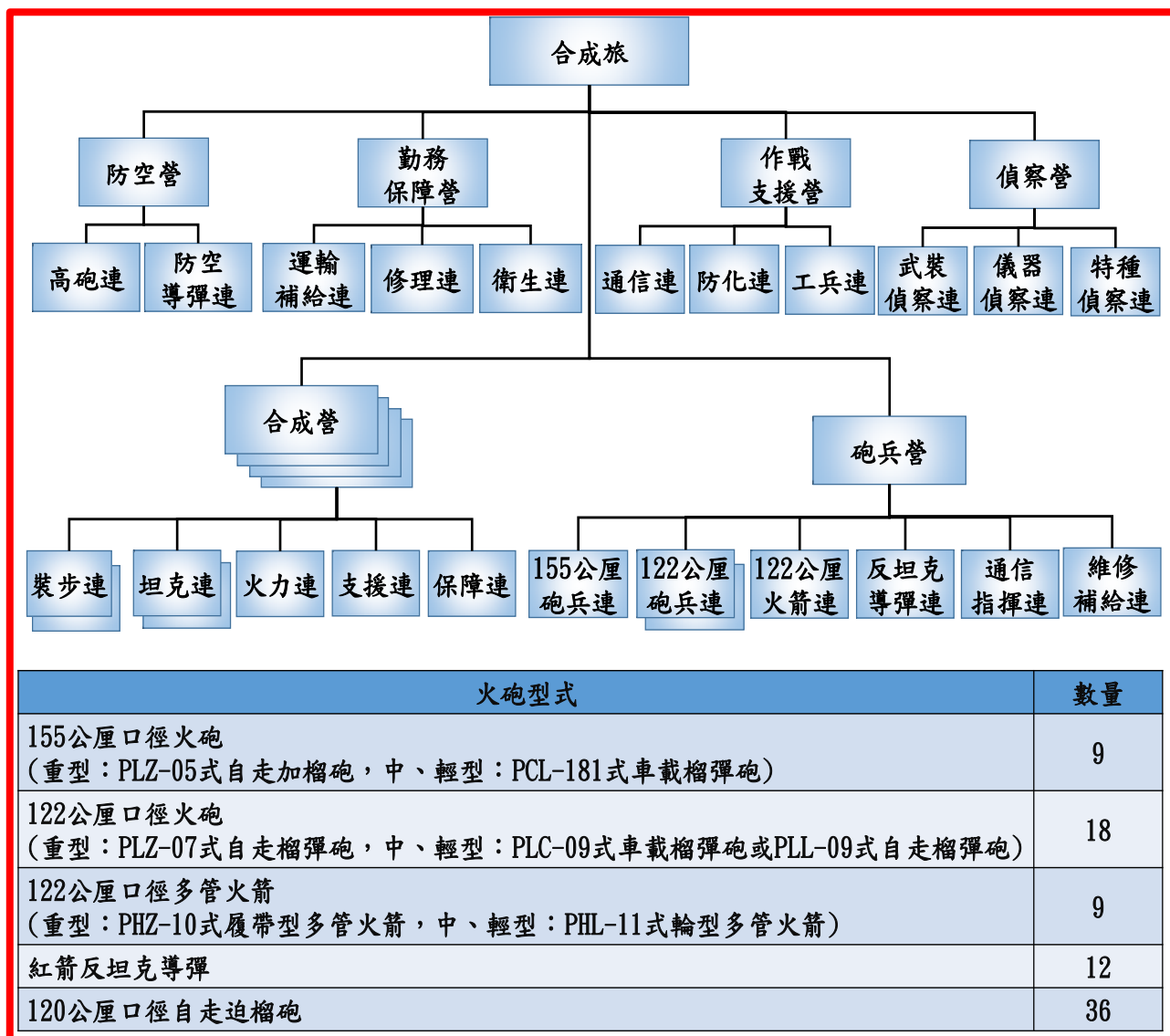
圖七 輕型合成旅主要火砲

資料來源：壹讀網，〈軍改 10：立體戰尖刀 空中突擊旅〉（2017 年 5 月 28 日報導），
<https://read01.com/BkEE3L.html#.Wo94dq6WbIU>，檢索日期：2017 年 7 月 17 日。



圖八 兩棲合成旅主要裝備

資料來源：中網資訊，〈中國 ZBD05 兩棲步兵戰車〉（2014 年 5 月 1 日報導），
http://www.cnnews.com/html/society/cn_js/wqzb/20140501/585989.html，檢索日期：2017 年 6 月 18 日。



圖九 合成旅組織圖及火炮數量統計

資料來源：1.觀察者網，〈“跨越－2017·朱日和”開打陸軍合成旅首次亮相〉（2017年8月24日報導），http://www.guancha.cn/military-affairs/2017_08_24_424290.shtml，檢索日期：2017年10月4日。2.壹讀網，〈我軍首次全面展示新型輕型合成旅，清一色裝甲猛士突擊車奪人眼球〉（2017年8月28日報導），<https://read01.com/zh-tw/KBoB0AJ.html#.WdRC0luCy70>，檢索日期：2017年10月4日。3.每日頭條，〈解放軍首個中型合成旅亮相！編制裝備太強悍無可比擬！〉（2017年8月25日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/oozv9p6.html>，檢索日期：2017年10月4日。4.觀察者網，〈陸軍最強資訊化合成旅軍改後首次亮相〉（2017年7月11日報導），http://newrss.guancha.cn/toutiao/toutiaopost/military-affairs/2017_07_11_417499.shtml?tt_group_id=6441314264166662402，檢索日期：2017年10月4日。5.每日頭條，〈中國重炮衝上了青藏高原：國產155毫米卡車炮首次曝光！〉（2017年8月24日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/8e8eyln.html>，檢索日期：2017年10月4日。6.臺讀網，〈軍改－5：集團軍屬炮兵旅〉（2017年3月10日報導），<https://read01.com/zh-tw/z6OOE2.html#.WdQ4yluCy71>，檢索日期：2017年10月4日。7.筆者綜整繪製。

特、弱點分析

一、特點分析

（一）火力射程涵蓋登陸作戰縱深：登陸作戰中 PLZ－07B 式兩棲自走榴彈

砲為兩棲合成旅登陸主要遠程火力，如能順利上陸完成放列，火力射程涵蓋 18 公里，可在我機動打擊部隊尚未投入前即實施火力攔阻、先制攻擊，而 PLZ - 05 式 155 公厘自走加榴砲及各型 122 公厘多管火箭組成之上陸砲兵群隨第二梯隊後登陸，完成陣地佔領後火砲射程達 40 公里以上（圖十），分別可提供合成旅、集團軍建立及鞏固登陸場所須中遠程砲兵火力，另 PHL - 03 式遠程多管火箭增程彈射程可達 150 公里，惟體積大，船運裝載困難，且無登陸必要性，故推判將放列於大陸東南沿海地帶，對桃園、新竹地區重要目標實施遠程火力打擊。

（二）數位化指管提供近即時支援：在共軍「火力·青銅峽」軍演影片中，多次運用砲兵射擊指揮自動化系統實施射擊指揮，全套資訊化系統包括火砲、營/連指揮車、偵察車（圖十一）、反砲兵雷達車、氣象雷達車、前觀偵察車等（圖十二），已完成數位化通信及資訊鏈結，²⁵藉由自動化目標資訊傳遞及諸元運算，縮短命令傳達時間差，提供「近即時」之火力支援，快速滿足作戰需求。

（三）多維立體偵蒐手段目標獲得：共軍合成旅戰時將編組合成偵察群，搭乘多類型裝甲偵察車於前線實施偵察，²⁶包括 ZZC01 型履帶式光學偵察車及 ZZC02 型雷達偵察車（圖十三），²⁷而合成旅砲兵營的 JWP - 01 戰術型無人機（偵蒐距離 150 公里），可提供合成旅作戰所需之遠程預警、偵搜能量。另集團軍砲兵旅偵察分隊已確定裝備 SLC - 2 型反砲兵雷達（偵搜距離 50 公里以上，藉計算敵軍砲彈彈道，可 8 秒內算出敵軍火砲陣地位置），²⁸遠程多管火箭營專用的 JWP - 02 戰術型無人機（偵蒐距離 200 公里），²⁹以及砲射無人機、電視偵察、砲射偵察彈等多種偵蒐裝備，建構近、中、遠程之立體多維偵察手段，協力砲兵部隊目標獲得、射彈修正及效果評估。

（四）衛星雷射導引火力精準打擊：中共北方工業集團研發多款精準彈藥包括 120 公厘（GP4、GP9）、122 公厘（GP5）、155 公厘（GP1、GP6）等多種口

²⁵ 中國網，〈 PLZ-05 式 155mm 自行加榴砲：大口徑自行壓制火砲〉（2015 年 8 月 27 報導），http://military.china.com.cn/2015-08/27/content_36422483_2.htm，檢索日期：2016 年 11 月 1 日。

²⁶ 觀察者網，〈第 76 集團軍某合成旅作為陸軍首批資訊化部隊首次亮相〉（2017 年 7 月 11 日報導），http://www.guancha.cn/military-affairs/2017_07_11_417499.shtml，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

²⁷ 新浪網，〈中國陸軍最強資訊化合成旅軍改後首次亮相〉（2017 年 7 月 10 日報導），<http://dailynews.sina.com/bg/chn/chnmilitary/sinacn/20170710/23287949112.html>，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。

²⁸ 西陸網，〈國產最新砲兵偵校雷達〉（2010 年 8 月 30 日報導），http://junshi.xilu.com/2010/0831/news_339_104783.html，檢索日期：2016 年 12 月 24 日。

²⁹ 中國軍網，〈某砲兵旅實戰化訓練：偵察先行助精準打擊目標〉（2015 年 11 月 3 日報導），http://www.81.cn/big5/jwzg/2015-11/03/content_6751197.htm，2016 年 12 月 12 日下載；日本週邊國の軍事兵器，〈ASN-207 多用途戰術無人偵察機〉，<http://seesaawiki.jp/w/namacha2/d/ASN-207%20%bf%cd%dl%5d3%0ef%bd%dl%cc%b5%bf%cd%4e5%bb%a1%b5%a1>，檢索日期：2016 年 12 月 12 日。

徑砲彈（圖十四），³⁰搭配特戰部隊雷射指示器，可於 5 公里外照射目標引導砲彈實施精準打擊，其中 GP1 已列裝砲兵部隊，射程 20 公里，可攻擊時速 36 公里以下移動目標，命中率達 90%以上，³¹GP6 為 GP1 改良版，體積較小且射程增加至 25 公里。在多管火箭方面則有 300 公厘（BRC3、BRC4）、370 公厘（BRE3、BRE6、BRE8）火箭砲彈，採慣性及北斗／GPS 衛星導航實施精準導引，圓公算誤差（CEP）分別在 30 及 50 公尺以內，³²可用於執行精準打擊。

（五）兩棲裝甲部隊快速機動應變：共軍在 2017 年 4 月實施「脖子以下軍改」後，目前兩棲合成旅包括第 72 集團軍合成第 5 旅、第 124 旅，第 73 集團軍合成第 14 旅，第 74 集團軍合成第 1 旅、第 125 旅，均裝備 05 式新型兩棲戰鬥車輛，包括 ZTD - 05 兩棲突擊砲車、ZBD - 05 兩棲步兵戰鬥車、05 式兩棲指揮車、05 式搶救車、05 式救護車、05 式通信車、05 式彈藥車及 05 式加油車等（圖十五），³³新型的 05 式水陸兩用底盤泛水速度（水中 40 公里/小時）較舊式 ZTS - 63A 式水陸坦克（水中 22 公里/小時）快近一倍，³⁴並搭配新型 PLZ - 07B 式兩棲自走榴彈砲，上陸後可密切配合 05 式兩棲裝甲戰鬥車輛實施機動及火力支援；另 PLZ - 05 式自走加榴砲、PHZ - 10（PHL - 11）式多管火箭等新式火炮均為自走式，藉載運輸具抵達港、灘後，可迅速卸載及機動部署，有利其戰場存活率提升及火力快速支援。

（六）近戰防護強化遠距主動追瞄：共軍自 2003 年 PHL - 03 遠程多管火箭列裝，後續新式火炮除射程、射速、機動力、資訊化程度均有提升，多數火炮均配備三防裝置（防核、防化學、防生物）、自動滅火防爆裝置、煙幕彈發射器及 QCB - 88 式 12.7 公厘高、平射兩用機槍等配備，近戰、防護能力已有提升，尤其 PLZ - 05 式自走加榴砲配備砲長直接瞄準鏡及夜視觀察鏡等輔助瞄準裝置，近戰可搭配穿甲彈實施直瞄射擊；另中共在第 11 屆珠海航展曾展示 GS1（或稱 GP155G）末端敏感彈藥，可搭載 2 個精確導引子彈藥，子彈藥配備有紅外線及毫米波探測系統（圖十六），³⁵末敏彈藉火炮投射至目標上空，分解成 2 個子

³⁰ "Smart ammo: precision-guided munitions for field artillery", Jane's Defence Weekly, http://www.janes360.com/images/assets/423/54423/precision-guided_munitions_for_field_artillery.pdf.

³¹ 平可夫，〈52 倍口徑自走榴彈砲出口國際市場〉《漢和防務評論》（加拿大），2012.10（96）

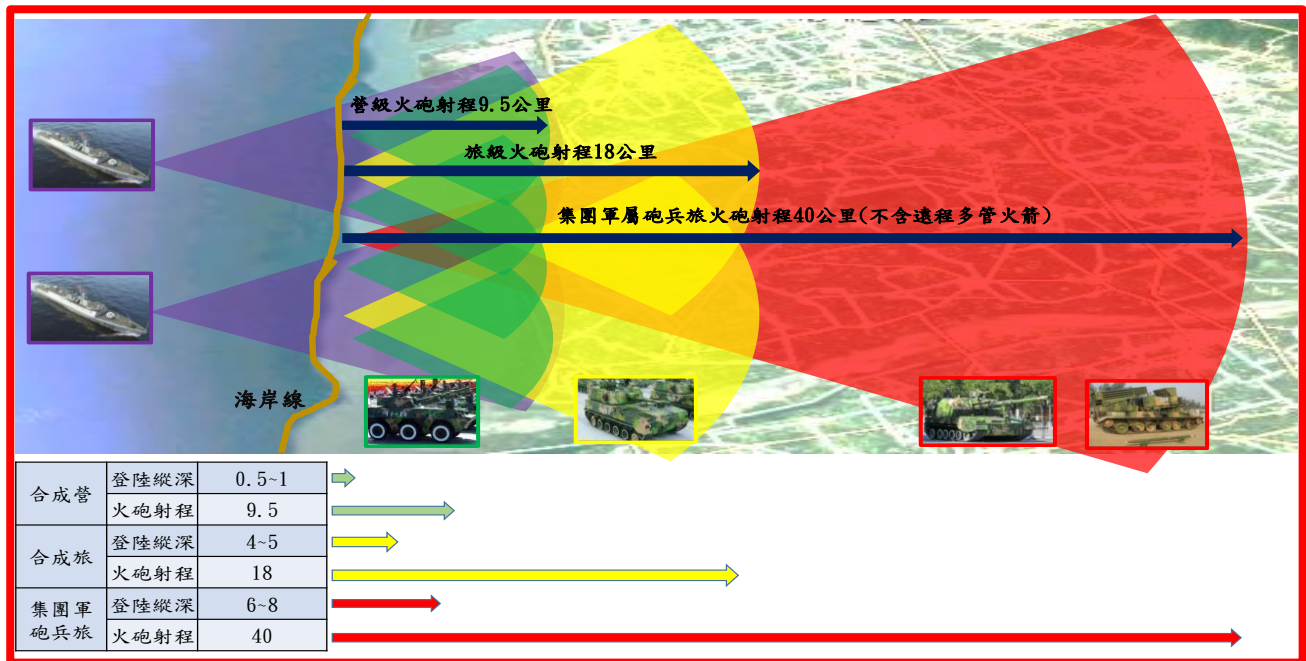
³² 蔡和順，〈中共遠程多管火箭發展對我影響之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 12~17。

³³ 王偉賢，〈共軍兩棲裝甲戰鬥車輛發展歷程與運用上陸之探討〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 53

³⁴ 王偉賢，〈共軍兩棲裝甲戰鬥車輛發展歷程與運用上陸之探討〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 42。

³⁵ 臺灣中評網，〈中國制導砲彈生產線曝光〉（2015 年 10 月 13 日報導），http://www.crntt.tw/doc/1039/6/2/2/103962275_3.html?coluid=91&kindid=2710&docid=103962275&mdate=1013140427，檢索日期：2017 年 1 月 20 日。

彈藥，自動追瞄運動坦克、裝甲車輛頂部實施攻擊，³⁶對我裝甲車輛極具威脅。



圖十 共軍登陸部隊作戰縱深及火炮射程示意圖

資料來源：1.蔡和順，〈共軍師登陸作戰之研究〉《陸軍學術月刊》，第 50 卷第 537 期，2014 年 10 月，頁 69。2.平可夫，〈中國積極研究奪佔外島〉《漢和防務評論》（加拿大），第 144 期，2011 年 3 月，頁 62~65。3.作者綜整繪製。



圖十一 共軍砲兵營裝甲車輛

資料來源：中國網，〈PLZ-05 式 155mm 自行加榴砲：大口徑自行壓制火炮〉（2015 年 8 月 27 報導），http://military.china.com.cn/2015-08/27/content_36422483_2.htm，檢索日期：2016 年 11 月 1 日。

³⁶ 中國兵器工業集團公司網站，〈GP155G 型 155 毫米末敏彈〉，<http://www.norincogroup.com.cn/cn/zhuhai/pro09.html>，檢索日期：2017 年 1 月 20。



圖十二 共軍砲兵履帶式裝甲偵察車

資料來源：觀察者網，〈某合成旅作為陸軍首批資訊化部隊首次亮相〉（2017年7月11日報導），http://www.guancha.cn/military-affairs/2017_07_11_417499.shtml，檢索日期：2017年10月4日。



圖十三 共軍合成旅 ZCC 系列偵察車

資料來源：西陸網，〈國產最新砲兵偵校雷達〉（2010年8月30日報導），http://junshi.xilu.com/2010/0831/news_339_104783.html，檢索日期：2016年12月24日。



圖十四 共軍精準砲彈

資料來源：北方工業，〈防務產品－工業〉（報導日期不詳），<http://www.norinco.com/GB/20/24/index.html>，檢索日期：2018年2月23日。



圖十五 共軍兩棲裝甲車輛

資料來源：每日頭條，〈開路先鋒——中國新型兩棲裝甲破障掃雷車〉（2016年12月30日報導），<https://kknews.cc/military/n56eyo3.html>，檢索日期：2018年2月23日。



圖十六 共軍末端敏感砲彈

資料來源：資料來源：北方工業，〈防務產品－工業〉（報導日期不詳），<http://www.norinco.com/GB/20/24/index.html>，檢索日期：2018 年 2 月 23 日。

二、弱點分析

（一）複雜電磁環境影響作戰效能：共軍新式火炮配備 GPS/北斗衛星定位系統、導航系統及三維電子地圖等高資訊化裝備，用以輔助火炮定位定向及作戰指管，然登陸作戰時軍兵種多、指揮幅度廣、指揮鏈長，電磁干擾為其必須克服之難題，干擾來源區分三個面向，首先為陸軍、海軍、空軍、火箭軍和戰略支援部隊等各軍種間存在通訊干擾的問題，及所屬電子對抗部隊的電子作戰裝備亦可能構成自我干擾，其次為受外在雷電、氣象、海象等自然環境因素干擾，及登陸作戰期間遭受我軍電子作戰部隊的電子壓制、電子干擾等，³⁷對其部隊指揮掌握、部隊行動管制及情資傳輸等方面造成影響。

（二）渡海輸具不足突擊力量受限：共軍原有南海艦隊的二個陸戰旅（第 1 旅、第 164 旅），在 2017 年 2 月 15 日北部戰區第 26 集團軍摩托化步兵第 77 旅轉隸海軍後，擴編為 3 個陸戰旅，³⁸並於 2017 年 5 月成立「軍級」海軍陸戰隊，

³⁷ 壹讀網，〈複雜電磁環境對聯合作戰行動影響及對策研究〉（2015 年 4 月 20 日報導），<https://read01.com/PM7PKz.html#.WbFpfrIjG70>，檢索日期：2017 年 9 月 8 日。

³⁸ 大公網，〈解放軍海軍陸戰隊擴編 7 旅 10 萬兵 陸軍王牌轉型〉（2017 年 3 月 20 日報導），<http://news.takungpao.com.hk/mainland/focus/2017-03/3432285.html>，檢索日期：2017 年 7 月 28 日

將上海警備區海防 2 旅、福建省軍區海防 13 師、青島警備區海防團³⁹改建為陸戰旅，合計 6 個陸戰旅約 3 萬餘人，⁴⁰然當前共軍兩棲艦艇約 150 艘，約可載運約 1 萬 7,000 名全副武裝士兵及 579 輛戰車，⁴¹僅可滿足現有的 3 個海軍陸戰旅實施正規登陸，換言之，尚有 3 個陸戰旅，及東部、南部戰區所屬的 5 個兩棲合成旅，尚無適切輸具可載運，更惶論龐大的非正規登陸部隊、作戰支援部隊、勤務保障部隊等，且在有限的輸具限制下，若裝載過多的砲兵部隊，勢必壓縮其兩棲步戰車、突擊車之數量；若砲兵部隊數量過少，上陸後中、遠程壓制火力不足，灘頭堡建立困難。

（三）欠缺大型聯合立體登陸演練：觀察共軍於 2016 東海、南海多場次聯合立體登陸軍演影片，⁴²僅以海軍艦艇及陸航火力支援登陸部隊作戰，而空軍方面僅以殲擊機實施空中掩護，未提供對地支援火力，顯示其聯合火力機制尚未完全整合；垂直打擊方面，僅以陸航搭載特種部隊機降為主，空降部隊亦未配合登陸部隊實施演練，⁴³凸顯共軍聯合作戰訓練亦尚未到位，而砲兵部隊亦無泛水登陸或靠港登陸之演練，僅先期於岸上放列實施火力支援，故就聯合作戰的觀點而言，軍演的深度、規模及實戰化程度仍不足。

（四）正規登陸支援保障能量不足：在 2016 年的登陸軍演中，各軍演場次出現的兩棲裝甲戰鬥車數量不多，推斷其規模為合成營或團級兵力，亮相裝備為兩棲步兵戰鬥車及兩棲突擊車，現有的兩棲榴彈砲車、兩棲排雷破障車、兩棲搶修車、兩棲加油車、兩棲彈藥車等作戰支援車輛及後勤保障車輛均未在影片中出現，顯示其作戰支援及後勤保障能量尚未到位，砲兵部隊上陸後，即面臨油、彈等補給限制之問題，作戰持續力有限。

對我防衛作戰之影響

中共陸軍依據機動作戰、立體攻防軍種戰略指導，不斷發展機動性強，精度佳、射程遠的火砲及多管火箭，分析對我之影響如次。

（一）火砲射程深遠、不利我軍作戰：共軍各型火砲射程較我軍為遠，一旦登陸完成陣地佔領後，可瞰制各作戰地區內多數重要地形及目標，我軍除雷

³⁹ 萬維讀者網，〈中國海軍陸戰隊擴編 總兵力 1.4 萬人〉（2017 年 3 月 12 日），<http://news.creaders.net/china/2017/03/12/big5/1797486.html>，檢索日期：2017 年 7 月 28 日。

⁴⁰ 騰訊網，〈中國海軍陸戰“遠征軍”成型：三大艦隊 6 個陸戰旅亮相〉（2017 年 12 月 4 日報導），<http://new.qq.com/omn/20171203/20171203A0P2V8.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

⁴¹ 潘世勇、廖麒淋，〈中共兩棲登陸戰力之研析〉《海軍學術雙月刊》（左營），第 46 卷第 3 期，2012 年 6 月，頁 76。

⁴² 央視網，〈中國海軍 - 南海艦隊：南海海域演練立體登陸作戰〉（2016 年 8 月 31 日報導），<https://www.youtube.com/watch?v=fymzpPCyOCA>，檢索日期：2016 年 9 月 8 日。

⁴³ 央視網，〈中國海軍東海艦隊與陸軍空軍多兵種在東海演練立體登陸〉（2016 年 11 月 12 日報導），<http://tv.cctv.com/2016/11/12/VIDEOLKPUeV1nNz2An736f61161112.shtml>，檢索日期：2017 年 9 月 8 日。

霆 2000 多管火箭射程可比擬外，各式火炮射程均較敵為近，且臺灣本島縱深不足，各部隊易處於敵火力射程內，縱深守備部隊、逆襲部隊、反擊部隊於攻擊發起前即遭敵遠程砲兵火力打擊，我砲兵部隊縱然採取反火力戰亦處於不利態勢，我軍防衛作戰倍感威脅。

（二）即時火力打擊、壓制我軍戰力：共軍砲兵部隊配備營/連射擊指揮自動化系統，由營/連指揮所電腦完成諸元計算後，傳輸至火炮執行諸元自動裝定、自動修正、自動射擊及射後自動複瞄等功能，進入陣地後 30 秒內可發射首發砲彈或不經試射效力射，可迅速提供支援火力，且具備單砲計算諸元能力，可執行自動、半自動和手動瞄準射擊；另新式火炮配備的導航系統、衛星定位導航系統及三維座標數位化電子地圖，⁴⁴可即時測定火炮的座標及方位，減少人工測量作業時間，提供快速的火力支援，我軍部隊位置遭敵偵獲後，打擊火力即隨之而來。

（三）精確打擊、瓦解我軍防禦體系：共軍在火炮研改之際，同時發展精準彈種及增程砲彈，如 155、120 公厘口徑雷射或衛星定位的精準彈種，多類型的增程榴彈、增程火箭彈，另末端敏感砲彈提供共軍砲兵具備打擊我軍裝甲車輛能力；照明彈、子母彈、燃燒彈、發煙彈等特種彈利於共軍建立戰場上的作戰優勢，高資訊化的情傳系統、先進的火炮性能及精準打擊能力對我防衛作戰構成威脅。

（四）完整偵察體系、創造制敵先機：目標獲得為火力打擊先決條件，亦為火力射擊的開端，共軍砲兵部隊已具備立體、多維的全方位偵察能力，包括人員武裝偵察、特種偵察、反砲兵雷達偵察、無人機偵察、砲射偵察彈偵察、空中偵察、衛照偵察等，從目標偵察、情資回傳、目標監控至效果評估等方面已建立全套系統及一體化情傳指管程序，實現戰場高度透明化，若我軍未有因應之反制作為，各項作戰行動將無所遁形。

剋制對策

一、策進方案

共軍近年在國際軍武展覽大量推出新式裝備，以價格優勢外銷多國，並藉國內演習及外銷國家實戰驗證，不斷研改及量產，反觀國軍因資源有限，裝備在品質或數量上已有落差，如以軍備競賽模式提升軍力，更是難以取勝，故筆者提出以下建議。

（一）防敵首波攻擊、強化堅固工事：共軍於登陸作戰直前，以聯合火力壓制我軍第一線據點，摧毀我軍縱深地區軍事設施，並制止、遲滯我軍機動打

⁴⁴ 青年軍事網，〈詳解 PLZ-05：自動裝彈系統尚需改進〉（2013 年 3 月 28 日報導），http://youth.chinamil.com.cn/view/2013-03/28/content_5281535.htm，檢索日期：2017 年 7 月 28 日。

擊部隊，以掩護登陸部隊順利上陸，首當其衝為第一線守備部隊，應於共軍可能登陸地段，以鋼筋、混凝土建構伏地堡、碉堡等堅固掩體，縱深地區軍事設施及部隊則以地下堅固工事為主，須能抗敵遠程多管火箭及艦砲等打擊火力之摧破，以保存我軍反擊戰力。

（二）建立可恃打擊力量、重層阻擊：共軍登陸船團於航渡、換乘、展開為其最脆弱階段，我軍應集注火力於此時，在局部海、空優掩護下，藉雷霆 2000 多管火箭、M110 自走砲、M109 自走砲、155 牽引榴彈砲、105 牽引榴彈砲等中、遠程火力，由遠至近構成重層打擊網，阻殲登陸敵軍於濱海、灘岸地區，若共軍砲兵無法上陸完成陣地放列，其戰力幾近為零。

（三）對敵電子作戰、破壞指管通聯：共軍突擊上陸之際，登陸部隊軍兵種多、數量大、指揮層級廣，聯合作戰指揮難度高，我軍應於共軍登陸船團展開、換乘、編波之際，干擾敵軍指管通資系統，延長共軍海上滯留時間，以利我軍砲兵執行反舟波射擊，削弱突擊力量，且上陸後若指管受阻，合成旅之縱深梯隊、砲兵部隊無法即時登陸投入作戰，使其登陸作戰持續力受限，以利我軍實施逆襲及反擊作戰。

（四）防敵衛星偵察、遠程火力突擊：共軍為創造登陸作戰有利條件，著眼於登陸部隊突擊上陸前之聯合火力打擊，以破壞我軍防禦體系 50%以上為目標，⁴⁵然聯合火力打擊先決條件為先期偵獲目標情報，中共遙感衛星已發展多年，在 2007 年尖兵系列衛星首次搭載合成孔徑雷達實施太空衛照，迄 2018 年「高分」系列衛星和「遙感」系列光學遙感衛星⁴⁶，以及商用「中景」系列衛星解析度可達 0.3 公尺以下，且在「軍民融合」的支援體系下，民用衛星亦可提供軍方偵察，⁴⁷故我軍應於平時強化保密及反情報作為，各種工事及設施藏於九地之下，落實偽裝及隱真示假反情報作為，防範共軍衛星影像偵察及火力打擊，確保我軍戰力完整。

二、對我建軍備戰之建議

國軍先處戰地，具地利之便，且戰場經營多年，為我防衛作戰最大優勢，共軍火砲在性能上雖較國軍為佳，然火砲只要無法於陸地完成佔領陣地，火力即無法發揚，故依「濱海決勝，灘岸殲敵」的用兵理念，國軍若能發揮遠程精準火力，阻殲共軍多數兵力於濱海或灘岸直前，使其後續砲兵部隊無法上陸，戰力無法形成，故筆者提出以下建軍備戰建議。

⁴⁵ 張志偉，《陸軍火力戰》（北京：軍事科學出版社，2009 年 10 月），頁 306。

⁴⁶ 每日頭條，〈我國偵察衛星總算趕上美軍了〉（2018 年 1 月 30 日報導），<https://kknews.cc/military/8xj8jlq.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

⁴⁷ 中國太空網，〈2017 年中國衛星應用若干重大進展〉（2018 年 1 月 4 日報導），<http://www.taikongmedia.com/Item/Show.asp?m=1&d=25205>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

（一）採購新式火炮、強化機動存活

我陸軍砲兵部隊目前主要火炮，在全球定位／導航系統方面有待精進，變換陣地需再次實施測量作業，敵軍目標隨時處於運動狀態，若火力支援無法即時，目標稍縱即逝，水上目標射擊、反舟波射擊等射擊手段效果有限，且存在射擊準備時間長的問題，戰時若無法迅速完成射擊任務及變換陣地，在高透明度的現代化作戰中，存活率較低。

美軍砲兵現役 M109A6 式自走砲、⁴⁸M777 式牽引砲（圖十七）均配備全球定位／導航系統、火炮自動射擊管制系統等，⁴⁹可遂行單砲獨立作戰，毋需配合射擊指揮車執行射擊任務，M109A6 式自走砲從接獲射擊命令到第一發砲彈發射僅需不到 1 分鐘，⁵⁰M777 式牽引砲則僅需 2 分鐘，均具備高機動性及存活率。

筆者認為或可委中科院研發具定位與導航功能的輪型自走砲，提升火炮機動能力，且輪型火炮亦適用於臺灣本島作戰地形，縮短砲兵部隊陣地佔領及變換速度，增加戰場存活，乘敵未上陸之際，發揮遠程火力，大量削弱敵軍戰力。

（二）研發精準彈種、濱海灘岸殲敵

精準打擊為現代化作戰必備能力，然國軍砲兵部隊目前主要使用傳統型高爆榴彈，仍以大面積火力傷敵為主，目前共軍的 05 式兩棲裝甲車輛為首波突擊上陸之部隊，機動力雖高，然裝甲防護能力有限，傳統高爆榴彈的破壞力雖足夠，然精準度不足，故應盡速研製或採購精準彈種，以提升國軍遠程精準打擊能力。

筆者建議自行開發具主動尋標功能的末端敏感砲彈，簡化人工雷射標瞄的攻擊流程，共軍突擊上陸階段，灘岸為其火力壓制重點，我軍第一線部隊難以執行雷射標瞄作業，故藉由末端敏感砲彈內建之紅外線探測器、雷達波感測器實施主動導引、主動標瞄、主動打擊，以精準火力制敵於濱海、灘岸地區。

在採購部分可參考美軍現役 M982 神劍砲彈，採 GPS 導引系統實施精準打擊，有助我軍打擊海上船團及兩棲裝甲車輛；⁵¹或採購精準制導套件（M1156 Precision Guidance Kit, PGK）取代傳統榴彈引信部分，使普通榴彈具備 GPS 導引精準打擊能力，且價格遠較 M982 神劍砲彈為低，精準度僅略低，射程 30 公里

⁴⁸ 每日頭條，〈BAE 公司獲得美軍 2.45 億美元 M109A7 自行火炮〉（2016 年 9 月 27 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/pbo42p.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

⁴⁹ 維基百科，〈M777 榴砲〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/M777%E6%A6%B4%E5%BD%88%E7%A0%B2>，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。

⁵⁰ 維基百科，〈M109 自走砲〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/M109%E8%87%AA%E8%B5%B0%E7%A0%B2#M109A6.E5.B8.95.E6.8B.89.E4.B8.81.EF.BC.88Paladin.EF.BC.89>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

⁵¹ 每日頭條，〈遠方的長劍，M982 亞瑟王神劍衛星制導砲彈〉（2016 年 7 月 8 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/lpym8g.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

時，圓形偏差公差仍在 50 公尺內（圖十八）。⁵²

（三）反制天軍能力、制敵精準打擊

火炮實施精準打擊須建立於具備定位系統及導引系統之基礎，目前中共衛星能力已完全涵蓋亞太地區，偵察衛星的影像解析度及北斗衛星的定位精準度已達國際水準，如何反制中共「天軍」之能力已是我防衛作戰重要課題，中科院提出「反制衛星偵測及通信干擾 GPS 定位導引武器系統」，包括「單兵導航衛星干擾系統」、「衛星導航干擾系統」，以電子頻譜干擾方式⁵³，使北斗系統之定位、導航功能運作失效，另藉「合成孔徑雷達衛星反制系統」進行頻段的偵測，搭配高頻段及低頻段的合成孔徑雷達干擾車進行反制，讓偵察衛星影像無法成象，⁵⁴使其偵察及精準打擊能力受限，繼而影響其火力打擊能力。

（四）建置電戰能力、防敵電偵打擊

共軍在 2015 年底成立的戰略支援部隊，⁵⁵該部隊下轄電子對抗旅負責電子作戰，⁵⁶各集團軍的勤務支援旅則下轄電子對抗分隊，⁵⁷另合成旅作戰支援營則下轄電子對抗連，⁵⁸國軍方面於 2017 年 6 月 29 日時成立第四軍種資通電軍同樣下轄電子作戰部隊，凸顯電子作戰在現今戰場的重要性及不可或缺性。⁵⁹

共軍在進入登陸作戰階段時，我海、空軍戰力已相形薄弱，機載、艦載電子作戰裝備難以發揮，故我軍應於地面部隊建置車載型電子干擾設備，藉地形隱、掩蔽奪取局部電磁優勢，爭取戰場主動，因電戰設備研發技術高，建議可採購國外先進電戰設備，或採購我中科院自行研發偵蒐測向機動車與干擾機動車等，⁶⁰支援電子作戰任務，反制敵軍電子偵察、定位能力，進而防敵火力突擊。

⁵²尖端科技軍事雜誌社，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉（報導日期不詳），<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=440>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

⁵³蘋果新聞，〈反制中國北斗衛星 中科院研發完成北斗干擾車〉（2017 年 3 月 12 日報導），<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20170312/1074603/>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

⁵⁴蘋果新聞，〈臺製干擾車 癱瘓中共北斗衛星〉（2017 年 3 月 13 日報導），<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20170313/37581173/>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。

⁵⁵新華網，〈陸軍領導機構火箭軍戰略支援部隊成立大會在京舉行習近平向中國人民解放軍陸軍火箭軍戰略支援部隊授予軍旗並致訓詞〉（報導日期：2016 年 1 月 1 日），http://news.xinhuanet.com/politics/2016-01/01/c_1117646667.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。

⁵⁶中國軍網，〈為軍服務座談會都有啥看點〉（報導日期：2017 年 5 月 16 日），http://www.81.cn/zghjy/2017-05/16/content_7603928.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。

⁵⁷新華網，〈南部戰區陸軍某勤務支援旅加速推進新質戰鬥力建設〉（2017 年 8 月 23 日報導），http://news.xinhuanet.com/mil/2017-08/23/c_129686958.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。

⁵⁸中國軍網，〈老兵退伍，該為連隊留下什麼〉（2017 年 8 月 25 日報導），http://www.81.cn/jfjbmap/content/2017-08/25/content_186401.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。

⁵⁹自由時報，〈資通電軍成立 馬英漢任指揮官〉（2016 年 6 月 29 報導），<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2115574>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

⁶⁰國家中山科學研究院，〈偵蒐測向機動車與干擾機動車〉，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=74&catalog=11，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

（五）強化戰場偵蒐、健全反擊能量

我軍砲兵在美製反砲兵雷達除役及軍團戰術偵蒐部隊移編海軍後，目前可即時偵獲目標情報並完成目標定位、火力指示及效果評估之單位由前進觀測官擔任，惟人員偵蒐能力有限，偵蒐距離過近，無法深入敵縱深地區，且單一偵搜手段風險過高，若通信遭敵壓制或破壞，砲兵火力將無法發揮。

目前特戰部隊除運用於引導空軍對地攻擊火力，建議精進砲兵目標指示、火力導引、射向修正與效果評估之技能訓練，協力引導火力打擊，並建置砲兵專屬無人機及相關操作人員編制，以提升中、遠程偵搜能力。

另可採購美國洛克希德馬丁公司新型「AN/TPQ-53 機動式反砲兵定位雷達」，美軍砲兵部隊已列裝該型雷達，並逐步取代舊式的 AN/TPQ-36 和 37 雷達，⁶¹AN/TPQ-53 可定位火箭及榴砲、迫砲發射位置，搜索模式區分全向掃描及定向掃描，360 度全向掃描探測距離為 20 公里，90 度定向掃描最大探測距離達 60 公里，⁶²可依共軍砲彈飛行路徑及高度執行快速反向計算，測定共軍砲兵部隊陣地位置，藉即時精確之目標情報，提供我軍實施反制作為，瓦解共軍戰力。

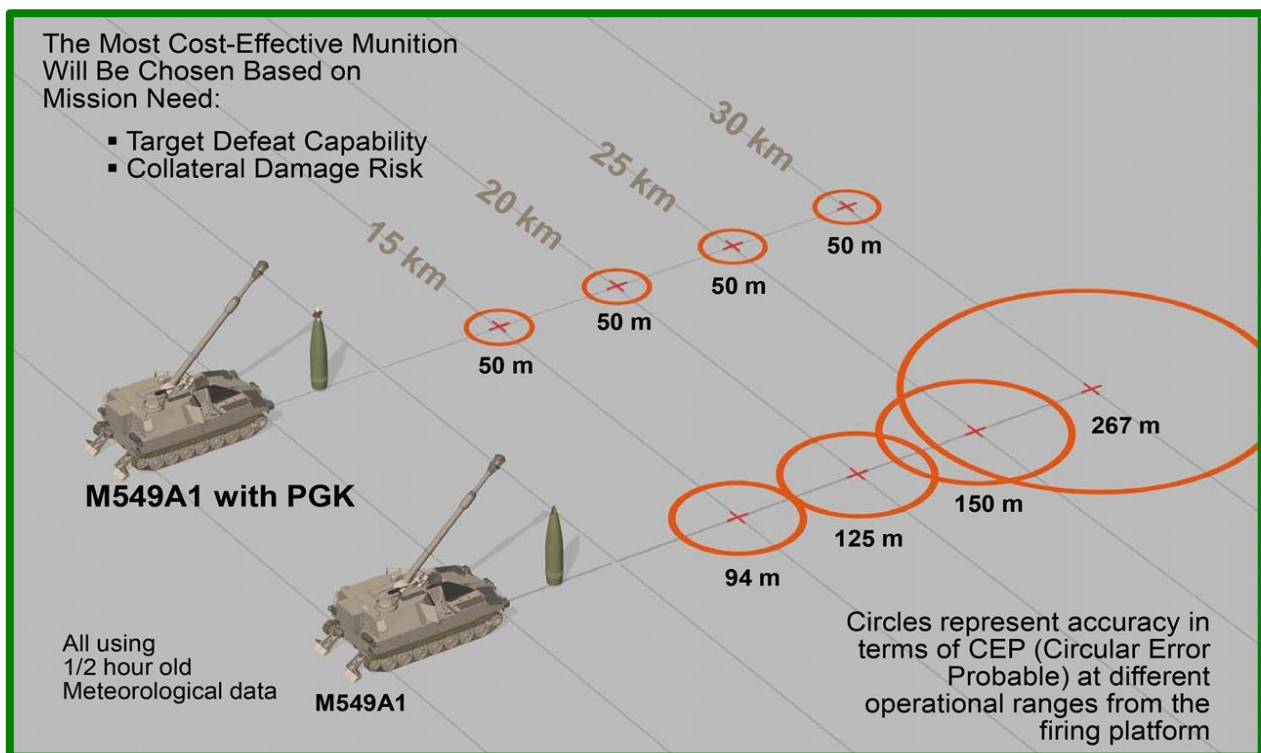


圖十七 美軍 M109A6 自走榴彈砲及 M777 牽引式榴彈砲

資料來源：風傳媒，〈軍購翻盤！M109A6 自走砲敗部復活 擠下 M777 榴彈砲〉（2017 年 7 月 10 日報導），<http://www.storm.mg/article/295764>，檢索日期：2018 年 2 月 23 日。

⁶¹ 壹讀網，〈誰敢向我開砲！神奇雷達「秒殺」敵砲兵〉（報導日期：2016 年 1 月 24 日），<https://read01.com/0M40JJ.html#.WgFY2luCzIU>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。

⁶² LOCKHEED MARTIN，〈AN/TPQ-53 Radar System〉，<https://lockheedmartin.com/us/products/tpq53.html>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。



圖十八 美軍精準制導套件射擊圓型偏差公差示意圖

資料來源：尖端科技軍事雜誌社，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉（報導日期不詳），<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=440>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

結語

2017 年 10 月 18 日，習近平在北京人民大會堂的「中國共產黨第十九次全國代表大會」中對於國防建設提到「2020 年基本實現機械化，資訊化建設…，全面推進軍事理論現代化、軍隊組織形態現代化、軍事人員現代化、武器裝備現代化，力爭到 2035 年基本實現國防和軍隊現代化」，⁶³顯示在中共國防建設已訂立明確、長遠之目標，未來整軍經武仍將不遺餘力；在次段又提到「我們堅決維護國家主權和領土完整，絕不容忍國家分裂的歷史悲劇重演。一切分裂祖國的活動都必將遭到全體中國人堅決反對。我們絕不允許任何人、任何組織、任何政黨、在任何時候、以任何形式、把任何一塊中國領土從中國分裂出去！」，⁶⁴充份表明中共仍未放棄以武力犯臺，實現其民族復興大業，國軍建軍備戰、戰訓本務仍一刻不得鬆懈。

共軍基於信息主導、火力主戰的作戰理論，除持續發展機動性強、射擊精度佳、射程遠的火砲及多管火箭，並在偵蒐、指管、彈種等方面同步研發，火砲性能已達世界水準。綜觀共軍演訓概況，雖有大規模之三軍聯合登陸軍演，

⁶³ 新華網，〈習近平強調堅持走中國特色強軍之路，全面推進國防和軍隊現代化〉（2017 年 10 月 18 日報導），http://news.xinhuanet.com/politics/19cpcnc/2017-10/18/c_1121820910.htm，檢索日期：2017 年 11 月 8 日。

⁶⁴ 中共國防部，〈習近平：絕不容忍國家分裂的歷史悲劇重演〉（2017 年 10 月 18 報導），http://www.mod.gov.cn/topnews/2017-10/18/content_4794916.htm，檢索日期：2017 年 11 月 8 日。

然其軍演內容之深度、廣度及相關後勤相關整備尚不足，聯合火力協調機制對三軍火力指管能力仍有限，研判共軍砲兵未來仍持續擴大演訓規模，納入海軍、空軍、火箭軍跨軍兵種火力體系，以強化軍種間聯合火力協調機制之運作。

我國際空間屢遭中共打壓，對外軍購不易，兩岸軍力持續失衡，筆者藉分析中共陸軍砲兵部隊現況後，進而提出多項建軍備戰建議，冀以提供我國防發展之參據，建立「小而精、小而強、小而巧」之不對稱可恃戰力，支持「濱海決勝、灘岸殲敵」之用兵理念，達成「防衛固守、重層嚇阻」之軍事戰略指導。

參考文獻

- 一、文匯報，〈習近平提 12 字方針：軍委管總 戰區主戰 軍種主建〉（2015 年 1 月 27 日報導），<http://paper.wenweipo.com/2015/11/27/YO1511270001.htm>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 二、大紀元，〈中央軍委機構組悄然發生微妙變化〉（2016 年 4 月 27 日報導），<http://www.epochtimes.com/b5/16/4/27/n7756628.htm>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 三、中國軍網，〈陸軍領導機構火箭軍戰略支援部隊成立 習近平授軍旗並致訓詞〉（2016 年 1 月 1 日報導），http://www.81.cn/big5////2016xczjy/2016-01/01/content_6872442.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 四、上報，〈解讀解放軍「陸軍」軍改規模〉（2017 年 8 月 24 日報導），http://www.topmedia.com.tw/news_info.php?SerialNo=23176，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 五、中國國防動員網，〈中央軍委軍隊規模結構和力量編成改革工作會議〉（2016 年 12 月 5 號報導），http://www.gfdy.gov.cn/big5/2016-12/05/content_7391786.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 六、中共國防部網站，〈中國軍事戰略白皮書〉（2015 年 5 月 26 日報導），http://www.mod.gov.cn/auth/2015-05/26/content_4586723_2.htm，檢索日期：2017 年 3 月 13 日。
- 七、謝遊麟，〈中共陸軍「作戰理論」轉型之研究〉《國防雜誌》（桃園：國防大學），第 30 卷第 3 期，2015 年 5 月，頁 12。
- 八、上報，〈解讀解放軍「陸軍」軍改規模〉（2017 年 8 月 24 日報導），http://www.topmedia.com.tw/news_info.php?SerialNo=23176，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 九、大公網，〈新一代陸軍旅鍛造立體戰〉（2017 年 10 月 2 日報導），<http://www.takungpao.com.hk/mainland/text/2017/1002/116839.html>，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。

- 十、新華網，〈空中突擊梯隊：空中突擊旅首次進入人民軍隊序列〉（2017 年 7 月 30 日報導），http://news.xinhuanet.com/politics/2017-07/30/c_1121402200.htm，檢索日期：2017 年 10 月 11 日。
- 十一、大公網，〈新一代陸軍旅鍛造立體戰空中突擊首進序列〉（2017 年 10 月 2 日報導），<http://news.takungpao.com/mainland/focus/2017-10/3499762.html>，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。
- 十二、中共軍網，〈陸軍司令員政委：建設強大的現代化新型陸軍〉（2016 年 2 月 15 日報導），http://www.81.cn/jwgz/2016-02/15/content_6909504_2.htm，檢索日期：2017 年 10 月 2 日。
- 十三、鳳凰網，〈74 集團軍炮兵旅亮劍西北：加榴遠火輪番打擊，檢驗新型彈藥效果！〉（2017 年 9 月 16 日報導），http://v.ifeng.com/video_8613105.shtml，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 十四、搜狐網，〈軍改 - 6：鐵甲雄兵中國新型合成裝甲旅〉（2017 年 4 月 7 日報導），http://www.sohu.com/a/132533403_600506，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 十五、蔡和順，〈中共遠程多管火箭發展對我影響之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 7。
- 十六、ETNEWS，〈遠火重裝運到！西藏解放軍在 4600 公尺高原實彈演練〉（2017 年 8 月 5 日報導），<https://www.ettoday.net/news/20170805/981704.htm?t=%E9%81%A0%E7%81%AB%E9%87%8D%E8%A3%9D%E9%81%8B%E5%88%B0%EF%BC%81%E3%80%80%E8%A5%BF%E8%97%8F%E8%A7%A3%E6%94%BE%E8%BB%8D%E5%9C%A84600%E5%85%AC%E5%B0%BA%E9%AB%98%E5%8E%9F%E5%AF%A6%E5%BD%88%E6%BC%94%E7%B7%B4>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 十七、每日頭條，〈新疆國際軍事比賽齊射 72 枚遠火，一套北京四合院飛上天〉（2017 年 7 月 31 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/m3p9on2.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 十八、中華網，〈跨過海峽：國產遠程火箭炮大批列裝〉（2017 年 5 月 23 日報導），http://military.china.com/important/11132797/20170523/30556026_all.html，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 十九、超級大本營，〈南部戰區陸軍 74 集團軍炮兵旅火力強悍！居然編有二個 03 式 300 毫米遠程火箭炮營〉（2017 年 12 月 10 日報導），<https://lt.cjdbby.net/thread-2424905-1-1.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。
- 二十、中華網，〈東部戰區某海防旅遠火分隊遠赴西北大漠練兵〉（2017 年 8 月 2

- 0 日報導)，http://military.china.com/news/568/20170820/31136343_all.html，檢
索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 廿一、中時電子報，〈師、團改旅 減少指揮鏈戰力升級〉（2015 年 12 月 5 日報
導），<http://www.chinatimes.com/newspapers/20151205000882-260301>，檢
索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 廿二、搜狐網，軍改 - 11：軍改新聞匯總合成輕步兵旅〉（2017 年 6 月 20 日報
導），http://www.sohu.com/a/150480791_600506，檢索日期：2017 年 10 月 8
日。
- 廿三、臺讀網，〈軍改 - 5：集團軍屬砲兵旅〉（2017 年 3 月 10 日報導），[https://r
ead01.com/zh-tw/z6OOE2.html#.WdQ4yluC71](https://read01.com/zh-tw/z6OOE2.html#.WdQ4yluC71)，檢索日期：2017 年 10 月
4 日。
- 廿四、每日頭條，〈解放軍首個中型合成旅亮相！編制裝備太強悍無可比擬！〉
（2017 年 8 月 25 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/oozv9p6.html>，
檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 廿五、中國網，〈 PLZ - 05 式 155mm 自行加榴砲：大口徑自行壓制火砲〉（2015
年 8 月 27 報導），[http://military.china.com.cn/2015-08/27/content_36422483_
2.htm](http://military.china.com.cn/2015-08/27/content_36422483_2.htm)，檢索日期：2016 年 11 月 1 日。
- 廿六、觀察者網，〈第 76 集團軍某合成旅作為陸軍首批資訊化部隊首次亮相〉（2
017 年 7 月 11 日報導），[http://www.guancha.cn/military-affairs/2017_07_11_
417499.shtml](http://www.guancha.cn/military-affairs/2017_07_11_417499.shtml)，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 廿七、新浪網，〈中國陸軍最強資訊化合成旅軍改後首次亮相〉（2017 年 7 月 10
日報導），[http://dailynews.sina.com/bg/chn/chnmilitary/sinacn/20170710/232879
49112.html](http://dailynews.sina.com/bg/chn/chnmilitary/sinacn/20170710/23287949112.html)，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。
- 廿八、西陸網，〈國產最新砲兵偵校雷達〉（2010 年 8 月 30 日報導），[http://junshi.
xilu.com/2010/0831/news_339_104783.html](http://junshi.xilu.com/2010/0831/news_339_104783.html)，檢索日期：2016 年 12 月 24 日。
- 廿九、中國軍網，〈某炮兵旅實戰化訓練：偵察先行助精準打擊目標〉（2015 年 1
1 月 3 日報導），http://www.81.cn/big5/jwgz/2015-11/03/content_6751197.htm，
2016 年 12 月 12 日下載；日本周辺國の軍事兵器，〈ASN - 207 多用途戰
術無人偵察機〉，[http://seesaawiki.jp/w/namacha2/d/ASN-207%
c2%bf%cd%20d1%cc%b5%bf%cd%20c4%e5%bb%a1%b5%a1](http://seesaawiki.jp/w/namacha2/d/ASN-207%20c2%bf%cd%20d1%cc%b5%bf%cd%20c4%e5%bb%a1%b5%a1)，檢
索日期：2016 年 12 月 12 日。
- 三十、"Smart ammo: precision - guided munitions for field artillery"，Jane's Defen
ce Weekly，[http://www.janes360.com/images/assets/423/54423/precision-guide
d_munitions_for_field_artillery.pdf](http://www.janes360.com/images/assets/423/54423/precision-guide_d_munitions_for_field_artillery.pdf)。

- 廿一、平可夫，〈52 倍口徑自走榴彈砲出口國際市場〉《漢和防務評論》（加拿大），2012.10（96）
- 廿二、蔡和順，〈中共遠程多管火箭發展對我影響之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 12~17。
- 廿三、王偉賢，〈共軍兩棲裝甲戰鬥車輛發展歷程與運用上陸之探討〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 53。
- 廿四、王偉賢，〈共軍兩棲裝甲戰鬥車輛發展歷程與運用上陸之探討〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 52 卷第 546 期，2016 年 4 月，頁 42。
- 廿五、臺灣中評網，〈中國制導炮彈生產線曝光〉（2015 年 10 月 13 日報導），http://www.crntt.tw/doc/1039/6/2/2/103962275_3.html?coluid=91&kindid=2710&docid=103962275&mdate=1013140427，檢索日期：2017 年 1 月 20 日。
- 廿六、中國兵器工業集團公司網站，〈GP155G 型 155 毫米末敏彈〉，<http://www.norincogroup.com.cn/cn/zhuhai/pro09.html>，檢索日期：2017 年 1 月 20 日。
- 廿七、壹讀網，〈複雜電磁環境對聯合作戰行動影響及對策研究〉（2015 年 4 月 20 日報導），<https://read01.com/PM7PKz.html#.WbFpfrIjG70>，檢索日期：2017 年 9 月 8 日。
- 廿八、大公網，〈解放軍海軍陸戰隊擴編 7 旅 10 萬兵 陸軍王牌轉型〉（2017 年 3 月 20 日報導），<http://news.takungpao.com.hk/mainland/focus/2017-03/3432285.html>，檢索日期：2017 年 7 月 28 日。
- 廿九、萬維讀者網，〈中國海軍陸戰隊擴編 總兵力 1.4 萬人〉（2017 年 3 月 12 日），<http://news.creaders.net/china/2017/03/12/big5/1797486.html>，檢索日期：2017 年 7 月 28 日。
- 三十、騰訊網，〈中國海軍陸戰“遠征軍”成型：三大艦隊 6 個陸戰旅亮相〉（2017 年 12 月 4 日報導），<http://new.qq.com/omn/20171203/20171203A0P2V8.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。
- 卅一、潘世勇、廖麒淋，〈中共兩棲登陸戰力之研析〉《海軍學術雙月刊》（左營），第 46 卷第 3 期，2012 年 6 月，頁 76。
- 卅二、央視網，〈中國海軍 - 南海艦隊：南海海域演練立體登陸作戰〉（2016 年 8 月 31 日報導），<https://www.youtube.com/watch?v=fymzpPCyOCA>，檢索日期：2016 年 9 月 8 日。
- 卅三、央視網，〈中國海軍東海艦隊與陸軍空軍多兵種在東海演練立體登陸〉（2016 年 11 月 12 日報導），<http://tv.cctv.com/2016/11/12/VIDE0LKPUeV1nNz2An736f61161112.shtml>，檢索日期：2017 年 9 月 8 日。
- 卅四、青年軍事網，〈詳解 PLZ - 05：自動裝彈系統尚需改進〉（2013 年 3 月 28

日報導)，http://youth.chinamil.com.cn/view/2013-03/28/content_5281535.htm，
檢索日期：2017 年 7 月 28 日。

卅五、張志偉，《陸軍火力戰》（北京：軍事科學出版社，2009 年 10 月）。

卅六、每日頭條，〈我國偵察衛星總算趕上美軍了〉（2018 年 1 月 30 日報導），<https://kknews.cc/military/8xj8jlq.html>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

卅七、中國太空網，〈2017 年中國衛星應用若干重大進展〉（2018 年 1 月 4 日報導），<http://www.taikongmedia.com/Item/Show.asp?m=1&d=25205>，檢索日期：2018 年 2 月 22 日。

卅八、每日頭條，〈BAE 公司獲得美軍 2.45 億美元 M109A7 自行火炮〉（2016 年 9 月 27 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/pbo42p.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

卅九、維基百科，〈M777 榴砲〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/M777%E6%A6%B4%E5%BD%88%E7%A0%B2>，檢索日期：2017 年 10 月 13 日。

四十、維基百科，〈M109 自走砲〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/M109%E8%87%AA%E8%B5%B0%E7%A0%B2#M109A6.E5.B8.95.E6.8B.89.E4.B8.81.EF.BC.88Paladin.EF.BC.89>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

四十一、每日頭條，〈遠方的長劍，M982 亞瑟王神劍衛星制導炮彈〉（2016 年 7 月 8 日報導），<https://kknews.cc/zh-tw/military/lpym8g.html>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

四十二、尖端科技軍事雜誌社，〈讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件〉（報導日期不詳），<https://www.dtmtdatabase.com/News.aspx?id=440>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

四十三、蘋果新聞，〈反制中國北斗衛星 中科院研發完成北斗干擾車〉（2017 年 3 月 12 日報導），<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20170312/1074603/>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。

四十四、蘋果新聞，〈臺製干擾車 癱瘓中共北斗衛星〉（2017 年 3 月 13 日報導），<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20170313/37581173/>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。

四十五、新華網，《陸軍領導機構火箭軍戰略支援部隊成立大會在京舉行習近平向中國人民解放軍陸軍火箭軍戰略支援部隊授予軍旗並致訓詞》（報導日期：2016 年 1 月 1 日），http://news.xinhuanet.com/politics/2016-01/01/c_1117646667.htm，檢索日期：2016 年 10 月 15 日。

四十六、中國軍網，《為軍服務座談會都有啥看點》（報導日期：2017 年 5 月 16 日），http://www.81.cn/zghjy/2017-05/16/content_7603928.htm，檢索日期：

2017 年 10 月 15 日。

- 四十七、新華網，《南部戰區陸軍某勤務支援旅加速推進新質戰鬥力建設》（2017 年 8 月 23 日報導），http://news.xinhuanet.com/mil/2017-08/23/c_129686958.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。
- 四十八、中國軍網，《老兵退伍，該為連隊留下什麼》（2017 年 8 月 25 日報導），http://www.81.cn/jfjbmap/content/2017-08/25/content_186401.htm，檢索日期：2017 年 10 月 15 日。
- 四十九、自由時報，〈資通電軍成立 馬英漢任指揮官〉（2016 年 6 月 29 報導），<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2115574>，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 五十、國家中山科學研究院，《偵蒐測向機動車與干擾機動車》，http://www.ncsis.t.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=74&catalog=11，檢索日期：2017 年 10 月 4 日。
- 五十一、壹讀網，〈誰敢向我開炮！神奇雷達「秒殺」敵炮兵〉（報導日期：2016 年 1 月 24 日），<https://read01.com/0M40JJ.html#.WgFY2luCzIU>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。
- 五十二、LOCKHEED MARTIN，〈AN/TPQ-53 Radar System〉，<https://lockheedmartin.com/us/products/tpq53.html>，檢索日期：2017 年 11 月 7 日。
- 五十三、新華網，〈習近平強調堅持走中國特色強軍之路，全面推進國防和軍隊現代化〉（2017 年 10 月 18 日報導），http://news.xinhuanet.com/politics/19cpcnc/2017-10/18/c_1121820910.htm，檢索日期：2017 年 11 月 8 日。
- 五十四、中共國防部，〈習近平：絕不容忍國家分裂的歷史悲劇重演〉（2017 年 10 月 18 報導），http://www.mod.gov.cn/topnews/2017-10/18/content_4794916.htm，檢索日期：2017 年 11 月 8 日。

作者簡介

張兆宇少校，陸軍官校 92 年班、砲訓部正規班 102 年班、國防大學陸軍學院 106 年班、戰研班 107 年班、高雄第一科技大學運籌管理研究所碩士；歷任排長、情報官、連長、教官、營參謀主任，現任職於陸軍砲兵第五八指揮部。

淺談美軍 HIMARS 多管火箭

作者：邱楷超

提要

- 一、多管火箭在「濱海決勝、灘岸殲敵」擔任重要關鍵角色，當一線部隊與敵軍近距離接觸前，火箭砲兵以「遠距殲敵」的戰術思維，先期破壞敵軍作戰能力，而在反登陸作戰中，多管火箭系統射程有別於一般傳統火炮，可於海上形成大面積彈幕，將「遠距殲敵」特性發揮極致，使敵軍無法靠近。
- 二、近年來綜觀世界多數國家，均致力於多管火箭系統的發展與改良，無論在性能、射程、機動性及防護力皆為當前世界主流，也成為多數國家多管火箭系統當前發展之趨勢。
- 三、HIMARS 火箭系統採用六輪底盤戰術卡車，由於配備改良型射控系統，執行作戰任務時，系統電腦能依據指揮單位傳輸的目標資訊及指定任務模式發動攻擊；在發射系統方面，採用模組化發射器、再裝填系統，能安裝火箭發射模組或陸軍戰術飛彈發射管。

關鍵詞：多管火箭系統、陸軍戰術飛彈、模組化彈箱

前言

由美國洛克希德馬丁公司研發的 M142 HIMARS 多管火箭系統（意譯：高機動型砲兵火箭系統），其設計是以符合快速兵力援派作戰需求為主，以符合多數國家國土面積狹小且戰略空間有限之作戰需求，且可藉 C-130 運輸機執行空運，落地後即可發揮戰力，任務彈性大於 M270 履帶式多管火箭系統，而後者服役已逾 35 年（圖一）。

就多管火箭系統的載具而言，傳統的履帶型車輛日趨減少，雖履帶型火箭系統機動性受地形限制較小，但轉移速度及空運手段相對受限，不利於射擊後立即實施陣地轉移，在敵火攻擊下停留於陣地時間越長，則火箭砲車與操作人員戰場存活率降低。¹目前各國公路運輸越來越發達的情況下，輪型載具受到歡迎，且以 6*6 或 8*8 越野底盤為主流。

另外，在彈藥裝填方面，大口徑的火箭彈使用液壓吊具掛載，此類裝置在各國普遍發展，而裝填方式採取直接更換彈箱的方式，藉以達成快速裝填的目的，大幅提升便利性。例如美軍的 M270 多管火箭系統即是採用此種「模組化彈箱」進行快速更換，並透過電子遙控的方式更換具有 6 發 227 公厘火箭彈的彈箱，使得火箭車得以迅速完成射擊準備，並達成快速轉換陣地及戰力防護目的。

M270 多管火箭系統為美國及北約盟國合作研製的地面支援火力打擊系統，

¹ 高機動型多管火箭系統，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/M142>

最初是由美國陸軍飛彈與火箭研究局承擔主要開發任務，後來逐漸有北約其他國家加入參與開發工作，經過近 7 年的開發和測試，M270 系統在 1983 年正式裝備美國陸軍和北約國家。美國陸軍自 1983 年美軍首度使用 M270 多管火箭之後，北約多個成員國亦相繼開始採用，而逐漸成為北約制式武器，之後美國與歐洲諸國總共生產了約 1,300 套 M270 及 700,000 枚火箭彈。西元 2003 年在最後一批 M270 交付埃及陸軍之後，M270 系統也正式停產。隨後，美軍委由洛克希德馬丁公司針對該型多管火箭系統進行性能提升及研改，型號訂為 M142 並於 2005 年陸續量產成軍，其性能也較 M270 多管火箭大幅提升（表一及表二）。

除提升載具性能，在彈藥發展方面為研製導引式火箭彈，主要的功能為利用全球定位及慣性導航系統（GPS/INS）導引火箭飛行，結合彈體控制翼改變飛行路徑，並精準的打擊目標，大幅強化火箭彈的精準度，使得戰場上運用火力時能更為靈活，且具備降低誤擊及減少彈藥後勤補給的優點。就實戰來說，導引式多管火箭系統（GMLRS）早已經被英、美等國廣為運用在阿富汗戰爭上，筆者專精多管火箭系統操作，在教學及運用方面深感我國現役雷霆 2000 火箭系統在操作、彈藥箱更換速度、人力運用、射程精準度等方面仍有精進空間，故撰文建議未來多管火箭發展方向。



圖一 M270 多管火箭系統

資料來源：https://zh.wikipedia.org/wiki/File:MLRS_05.jpg

M142 HIMARS 多管火箭系統介紹

一、發展沿革

HIMARS 多管火箭系統符合美軍「重型部隊應變輕一些，而輕型部隊應變重一些」的原則，及陸軍發展戰略中強調攻擊能力的思想，故受到美國陸軍部採納，之後因為美國海軍陸戰隊提出不再使用口徑大於 155 公厘火砲的決定，且要獲得理想支援火力，所以也偏向採用 HIMARS 多管火箭系統。2002 年美國海軍

陸戰隊獲得改良型發射系統，2007 年七月海軍陸戰隊將 HIMARS 火箭系統部署到伊拉克安巴爾省，此次是 HIMARS 火箭系統第一次參與海外作戰，發射箱共可攜帶 6 枚有導引或無導引火箭彈，或 1 枚 MGM-140 陸軍戰術飛彈（ATACMS），飛彈射程達到 300 公里遠，而飛行高度可達到 50 公里，同時該車也可以攜帶同 M270 多管火箭發射系統發射艙一樣各種規格的 MFOM-227 公厘口徑的火箭彈。

第十八野戰砲兵旅在北卡羅來納州對 HIMARS 火箭系統進行初始測試，1998 年，HIMARS 火箭系統參與了第二十七野戰砲兵團（快速兵力援派計劃）先進概念技術演習，HIMARS 火箭系統亦用於測試發射車載對空飛彈系統（AMRAAM），在美國攻伊期間，將三輛 HIMARS 送至伊拉克戰場，並投入美軍進攻巴格達的戰役，此時便展開了 HIMARS 的最終驗證，陸續有許多國家向美軍採購此款火箭系統（如表二）。

表一 採用 HIMARS 系統之國家

國家	火箭系統建制單位
美國	陸軍第十七、十八、七十五野戰砲兵旅
	國民警衛隊第六十五野戰砲兵旅猶他州陸軍國民警衛隊、第四十五野戰砲兵旅－奧克拉荷馬陸軍國民警衛隊、佛羅里達州陸軍國民警衛隊、阿肯色州陸軍國民警衛隊、田納西州國民警衛隊、堪薩斯陸軍國民警衛隊堪薩斯州陸軍國民警衛隊、堪薩斯陸軍國民警衛隊、新罕布夏州陸軍國民警衛隊、密西根陸軍國民警衛隊、懷俄明陸軍國民警衛隊、威斯康星州陸軍國民警衛隊
	海軍陸戰隊第十一陸戰團、第五營第十一海軍陸戰隊、陸戰團第十四（美國）第十四陸戰團、第二營第十四海軍陸戰隊
新加坡	陸軍第二十三營砲兵旅
阿拉伯	阿拉伯聯合大公國
約旦	皇家陸軍
波蘭	陸軍

表二 HIMARS 多管火箭系統基本諸元



（二）俄羅斯 BM-30 龍捲風多管火箭系統

由發射車、安裝有吊車和裝填裝置的運輸裝填車、殺傷高爆火箭彈三個部分組成。其中，發射架裝在車體後部，可以快速向左右旋轉和上下升降。本系統有 12 個發射管，配置在 8 輪的 MAZ - 543M 型底盤上，車體長達 12.4 公尺，高約 3 公尺，12 個發射管分 3 組配置，每個發射管內裝有 1 枚重型火箭彈，火箭彈彈徑 300 公厘，長達 7.8 公尺，全重 800 公斤，使用的火箭彈包括集束式火箭彈、殺傷爆破火箭彈、自動瞄準集束式火箭彈。此型火箭砲的特點是射程遠、射擊精度高、威力大，火箭彈配備有輔助發動機，可在飛抵目標前校正飛行高度和方向，並且在集束式火箭彈內有 72 個重量為 2 千公克的次子彈，其攻擊地面目標，如掩體、裝甲目標的角度與普通火箭彈有所不同。藉專用裝置的使用能夠垂直打擊目標，在 12 發火箭彈的齊射，可一次於 38 秒內拋出 864 枚子彈，最大射程 90 公里。由於精度高、威力大，因此用一次齊射就可以完全摧毀敵人的一個指揮中心，2 至 4 門砲一次齊射可以摧毀一個砲兵連，用 10 至 16 發彈可以消滅一個機械化步兵連³（圖三）。



圖三 BM - 30 龍捲風多管火箭

資料來源：<https://i1.kknews.cc/>.jpg

（三）南韓天舞多管火箭系統

2017 年 4 月初南韓軍事演習採用該型火箭砲發射裝置，與美國 M270 多管火箭武器系統的發射裝置相似，不同的是採用 8X8 輪式卡車底盤（M270 為履帶式底盤），重量更輕，戰略機動性更高。韓國研發的天舞多管火箭系統，為南韓壓制北韓的遠程火砲重要手段，設計理念與美國 M270 類似，發射系統也採用模組化設計。

發射架裝載有兩個標準發射模組，兩個模組可分別裝載 40 枚 130 公厘或 12 枚 230 公厘口徑的火箭彈，每個模組發射完後，可直接更換模組進行再裝填，提

³ BM30 龍捲風多管火箭，網址: <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?search=BM30> 龍捲風

高裝填效率（再裝填時間約 5 分鐘），其中 130 公厘火箭彈的最大射程為 36 公里，230 公厘火箭彈的最大射程為 80 公里，兼具不同射程火箭彈，對距離不同的目標實施打擊。本系統還可發射導引火箭彈，彈種包括高爆火箭彈，其精確範圍可在 15 公尺以內，此外，子母火箭彈可於彈著點上空施放 300 顆次子彈，能對約 3 個足球場面積的敵軍陣地實施面積式攻擊。230 公厘導引火箭彈採用 GPS/INS（慣性導引系統）導引方式，藉彈體 4 個控制翼調整和控制火箭的方向，誤差率僅為 1%，具備遠程精確打擊點目標的能力。其次子彈可配備雙效子母彈、反戰車佈雷火箭彈、高爆火箭彈等，火箭彈帶摺疊尾翼，以自旋加平衡尾翼穩定火箭彈彈道。

火控系統主要由射控裝置、遙控發射裝置、穩定基準裝置、電子裝置和火控面板五大部分組成，採用網路指揮手段，營射擊指揮中心可藉多種手段將命令和射擊任務直接下達到火力單位，大幅縮短指揮反應時間，射擊指揮系統可自行判斷彈種，自我測試與維護、快速檢修，自動根據彈種計算射擊諸元，可全天候進行射控指揮，並自動調整發射單元的高低角度與射界⁴（圖四）。



圖四 天舞多管火箭系統

資料來源：<https://i1.kknews.cc/.jpg>

（四）美國 HIMARS 高機動型多管火箭系統

1999 年 12 月研發 HIMARS 目的為克服 M270 太重，無法在戰區間戰略運輸的問題，改採此高機動型系統可快速投入其他戰區，提供輕裝部隊及時大面積殺傷火力。HIMARS 具有機動性能高、火力性能強、通用性佳等特點，與 M270 的最大區別是底盤由履帶式改為輪式，裝備減重後，不僅提高 HIMARS 的機動性能，且可以迅速部署履帶式火箭砲系統無法到達的戰區。系統採用 6x6 輪型 5 噸卡車底盤，車重減輕到 10 噸。

⁴ 天舞多管火箭，網址：<https://zh.wikipedia.org/w/index.php?search=天舞多管火箭>

在射控方面，配備改良型射控系統（Improved Fire Control Systems，IFCS）⁵，採自動化與電腦化設計，並整合 GPS 全球定位系統的導航裝置、超高速通訊傳輸裝置及先進任務軟體等。控制介面為聲控或電腦鍵盤，在自動模式下，HIMARS 操作人員不需查閱射表，電腦可根據指揮單位傳輸的目標資訊，及指定的任務模式（預先儲存於射控電腦內），就能實施射擊。HIMARS 可由 IFCS 控制進行全自動接戰，從計算、瞄準到發射僅需 16 秒；在半自動模式下，IFCS 根據人員輸入的目標參數進行射擊，必要時也能切換為人工操作，在一般情況下，HIMARS 操作簡單且自動化，先由友軍觀測單位以資料鏈系統將目標資訊傳至 HIMARS，而 HIMARS 的射控系統即根據此資訊，快速將發射架瞄準目標並展開射擊。此外，HIMARS 也能依照電腦中儲存的各個目標資料，照順序完成這些攻擊任務。

在彈藥方面，系統可以發射 GMLRS 導引火箭彈，GMLRS 為採全球定位系統 GPS 導引的一種彈藥，彈體上加裝 GPS 慣導組件，而且在導彈前端安裝有小型制翼，提供飛行靈活性，且提高系統精確度。GMLRS 是一種低成本的精確導引武器，能增強打擊效率和提高火箭砲射程範圍，使 HIMARS 為作戰部隊提供火力支援的範圍從 32 公里增加至 70 公里，如果使用陸軍戰術飛彈，具有打擊 300 公里以外目標的能力⁶（如圖五）。



圖五 HIMARS 多管火箭系統

資料來源：<https://newsimags.sina.tw/article/images/news-15543712239053.jpg>

（五）國造雷霆 2000 多管火箭系統

雷霆 2000 多管火箭系統於 1997 年研製成功，係參考各國現代化設計，自力研發的多管火箭系統，其火箭彈規格為 MK-15、MK-30、MK-45 等 3 型火箭彈。砲車初期公開構型以 M977 輪型載重車為載臺，配賦搭載中科院自行研發的多用途發射架，可配合三種不同的快速裝彈模組，採用全面整合的全中文顯示射擊指揮系統，可自行判斷彈種，自我測試與維護、快速檢修，自動依彈種計算射

⁵ 世界尖端武器觀測站 <http://www.mdc.idv.tw/mdc/army/himars.htm>

⁶ 同註 1 高機動性多管火箭系統，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/M142>

擊諸元，可全天候進行射控指揮，並自動調整發射器高低角度與射界。火箭模組化設計，可操作車上吊桿快速更換模組，減少彈藥車操作壓力。後期改用另型載重車，並在車身加裝慣性導引／全球定位定向器、連級射擊指揮系統、發電機、油壓吊桿及油壓駐鋤（圖六）。



圖六 雷霆 2000 多管火箭系統
資料來源：<https://www.upmedia.mg/.jpg>

表三 各國同級火箭系統之差異

裝備名稱	口徑	發射管數	最大射程 導引模式	操作人員	再裝填時間	作戰效能	防護力
中共 SR5	122-220 公厘	6-20 管	70 公里 GPS 導引	2 員	5 分鐘	彈箱更換 速度快	輕裝甲
俄羅斯 龍捲風	300 公厘	12 管	90 公里 GPS 導引	4 員	36 分鐘	彈箱更換 速度慢	輕裝甲
韓國 天舞	130-230 公厘	12-40 管	160 公里 GPS 導引	3 員	5 分鐘	彈箱更換 速度快	輕裝甲
美國 HIMARS	227 公厘	6 管	7-300 公里 GPS 導引	3 員	3-5 分鐘	彈箱更換 速度快	輕裝甲
國造雷霆 2000	117-230 公厘	12-60 管	45 公里 慣性飛行	3 員	12 分鐘	彈箱更換 速度慢	輕裝甲

資料來源：筆者彙整

HIMARS 多管火箭系統作戰運用

多數國家幅員小，戰略空間有限，因此重視機動性強、火力強且精準度高的裝備，而 HIMARS 火箭系統是一種重量輕、火力強、射程遠、機動性佳、具精準縱深攻擊目標，具能全天候作戰的高性能武器系統，其作戰效能及安全性研析如次。

一、機動性及精準度

（一）具高度機動性

HIMARS 在各國同性質火箭系統中重量最輕，戰術機動性高，佔領和移陣地費時較短，具備「打了就跑」能力，戰術部署轉移方式可由 C-130 運輸機運載，具備支援遠征軍能力（圖七），並在運輸機著陸後的 15 分鐘內即可完成作戰準備。⁷該型火箭射速為 8 秒 1 發，再裝填時間不超過 8 分鐘，射擊後操作人員可在 20 秒內駕車轉移陣地，並可以艦載運輸。2017 年 10 月美軍陸戰隊曾在演習中將 HIMARS 裝載於兩棲船塢運輸艦「安克拉治號」（LPD - 23），從海上發射火箭攻擊陸地目標，成功命中 70 公里外目標，驗證系統在船艦上的射擊能力，可完成對灘岸目標精準投射火箭的功能（圖八）。其越野能力雖不及履帶型底盤，但適合於公路發達、路況好的國家，以防止敵人反火力戰。美國輕裝師的作戰模式是非線性的，越過戰線，直接從空中和地面打擊敵後方樞紐中心，或者躍過一線敵人，直接攻擊二線未展開之敵，破壞對方防禦體系。

（二）射擊精準度高

可裝載 6 枚遠程導引火箭彈或 1 枚陸軍戰術飛彈（ATACMS），遠程導引火箭彈採用 GPS 和慣性導引，在火箭的頭部設計有控制翼，可穩定飛行提高精度高；如採用戰術飛彈，除射程大幅增加，其標準 I 型彈包含 950 枚次彈藥，射程達 165 公里，而標準 IA 型彈包含 300 枚次彈藥，射程可達 300 公里。戰術飛彈為地對地飛彈，採用固體推進劑，高 4 公尺，直徑 24 吋，射程超過 160 公里，在沙漠風暴行動期間首次使用 ATACMS 為 M270 火箭系統，共發射了 32 次，在伊拉克自由行動期間，也發射了 450 多枚導彈，截至 2015 年初，已戰鬥中射擊超過 560 枚 ATACMS 導彈⁸（圖九）。



圖七 HIMARS 空運部署

資料來源：<https://i2.kknews.cc/>.jpg

⁷ 同註 1，高機動性多管火箭系統，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/M142>

⁸ 同註 1，高機動性多管火箭系統，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/M142>



圖八 HIMARS 艦載部署

資料來源：<http://5b0988e595225.cdn.sohucs.com/images/.jpeg>



圖九 MGM - 140A - Block I 型

資料來源：<http://n.sinaimg.cn/.jpg>

二、操作安全性及防護能力

(一) 彈藥箱裝卸載

彈藥設計能提高戰鬥效率、減輕人員工作負荷並降低後勤需求，符合快速反應部隊的特性。HIMARS 火箭發射架本身沒有發射管，而採用火箭彈、發射管與儲彈箱組合為模組化的設計，使裝填火箭彈箱的速度提升。每具火箭發射架可裝載一具發射箱，每箱有 6 枚火箭彈，操作人員僅須兩人就可實施彈箱模組的吊掛作業，裝彈時使用電力操控，將發射架上的伸縮式桁架及輔助吊具起重機鋼纜伸出後，就可進行吊掛作業。吊起的彈箱與桁架收回箱型夾艙內再進行螺栓固定作業，便完成火箭彈箱再裝填程序，時間僅須 3 至 5 分鐘。HIMARS

高機動砲兵火箭系統的彈箱裝填方式與設計同 M270 且可以共用，但因重量減輕及載具寬度的關係，其發射架夾艙內僅可裝填一組 6 聯裝之火箭彈箱模組或一箱 1 枚陸軍戰術飛彈之模組（圖十）。

（二）裝甲防護力

HIMARS 載具為中型戰術輪車（FMTV）⁹，配備附加裝甲套件，提供乘員裝甲防護力（CPK），目的為保護乘員和主要組件。裝甲套件利用螺栓簡易安裝於現有的駕駛室外，能增強防護能力並提高乘員的生存力，防禦輕兵器、地雷、爆炸裝置、手榴彈和火箭助推榴彈等武器攻擊，增加人員及裝備之戰場存活率。另駕駛室增壓系統使艙壓高於車外環境，能防止火箭推進劑燃燒後毒煙霧滲入艙內。（圖十一）。



圖十 HIMARS 多管火箭系統彈藥裝卸載
資料來源 <https://ss0.bdstatic.com/.jpg>



圖十一 HIMARS 多管火箭系統具輕裝甲
資料來源：<https://ss2.bdstatic.com/jpg>

⁹ FMTV 裝甲駕駛室套件，網址：<http://www.dsti.net/Information/News/23017>

國軍多管火箭精進建議

雷霆 2000 多管火箭設計的時空背景，為考量火箭射程較遠且部署於後方地區，故未設計裝甲防護能力，倘若戰時遭遇敵小部隊襲擾或攻擊，恐造成裝備嚴重損壞及人員危險。依上述討論及火箭彈藥介紹，筆者針對國軍多管火箭現在及未來發展建議如次。

一、增加駕駛艙裝甲防護力

訓練合格的操作手實為不易，培養優秀的專職操作手更是需要長時間的訓練，各國逐漸重視人力資產的情況下，原本防護能力較薄弱的砲兵多管火箭系統也逐漸針對駕駛艙的防護能力實施強化，一方面近代的戰爭已經不分前線後方，以往遠距離投射的武器可免除敵方攻擊的思維已需要改變，在城鎮戰及不對稱作戰的環境下，強化駕駛艙以保護操作手及內部細部電子零件的需求，已經是刻不容緩，也是現階段可立即實行。

二、強化輪型載具機動能力

臺灣交通基礎建設發達，欲到達任務所望地區，均可視當前戰況採取各種不同的機動路線而不受影響，雷霆 2000 已採輪型自走方式實施機動，未來可視系統性能提升情形，適度調整車輛馬力，使載具可於國內各式道路上機動。

三、規劃未來彈藥需求

（一）訓練彈藥：在重視環境評估、訓場日趨減少及縮小的環境現實下，美軍的訓練彈足可為國軍未來建案的參考，一方面能減少訓練成本及環境污染，另一方面可增加操作手練習的機會並符合未來社會發展的期望。

（二）導引式火箭彈：就前述討論，在導引式火箭彈方面，美軍發展過薩達姆式火箭彈，並以 GPS/INS 導引方式完成 GMLRS，為求精準及射距增長，目前刻正實施半自動雷射導引 GMLRS+ 的研發，衛星發展依屬性不同，或有科學實驗衛星、地球觀測衛星、氣象衛星等，在科技發展迅速的情形下，研發衛星的成本及體積勢將減少，未來可探討與軍事結合，打造出符合國軍作戰需求的導引式火箭彈。

四、系統整合全般作戰需求

就國軍未來籌購多管火箭系統，或就原有雷霆 2000 多管火箭系統實施性能提升之時機，系統整合應為首重之考量，如何將目獲系統，如無人飛行載具、雷觀機、目獲雷達等裝備，納入未來通資整合設備及砲兵射控系統（戰技術射擊指揮系統），並考量後勤輜重維持計算，戰力保存所需，值得後續詳細探討。

五、彈藥裝填快速化

雷霆 2000 多管火箭系統的裝填時間與各國比較，仍有精進空間，現行雷霆 2000 裝填方式必須裝填 2 至 3 個彈箱，耗費裝填次數及時間，建議可參考美、

韓等模組化彈箱，採一體化設計，全部安裝於同一彈箱內，減少裝填次數及時間，並提升吊具荷載能力及採自動化裝填，才能達到安全及快速裝填任務。

結語

基於「遠距殲敵」火力的概念，國軍雖未參照其他國家使用大型運輸機為載臺，以空運躍進方式將多管火箭系統投入各戰場，惟我國腹地幅員現況不如其他國家廣闊，以現行火箭系統部署密度，火力應可涵蓋領土。相較之下較無其他國家迫切需要採快速空中機動方式，將武器系統盡速投入戰場，但可參考美軍及多國現役中所使用之 HIMRAS 多管火箭系統，針對中科院自行研發之雷霆 2000 多管火箭射控系統加以改良，將火箭彈提升精準火箭增加射程，並賦予導引之功能，例如 GPS 定位、飛行航跡修正、終端尋標器等，提升精準度進而降低作戰成本及避免附帶損害；另將其彈箱改良為莢艙式彈箱，以降低更換彈箱速度並降低人員操作所產生的危險因子。

參考文獻

- 一、《陸軍雷霆 2000 營、連作戰教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 102 年 11 月 19 日）。
- 二、雷霆 2000 多管火箭系統 - 維基百科，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki>。
- 三、龍捲風多管火箭砲 - 維基百科，網址 <http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/BM-30> 多管。
- 四、M142 高機動性多管火箭，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki>。
- 五、M270 多管火箭，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki>。
- 六、SR5 多管火箭，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki>。
- 七、張誠，長程多管火箭彈臺海保衛戰第一擊 - 新聞雲 <https://forum.ettoday.net/news/953482>。
- 八、軍武介紹，「海馬斯」高機動火箭砲系統（HIMARS）<http://pp-gold-1.blogspot.com/2011/04/himars.html>，2011 年 4 月 18 日。
- 九、曹豐皓，〈淺談雷霆 2000 多管火箭系統彈箱裝、卸載方式〉《砲兵季刊》（臺南），第 182 期，陸軍砲訓部，民國 107 年 9 月 20 日。
- 十、每日頭條，海馬斯火箭砲戰場機動訓練，網址：<https://kknews.cc/zh-tw/military/kygvlnb.html>。
- 十一、每日頭條，美軍最新研發海馬斯火箭砲投實戰，不愧戰爭之神可發射戰術飛彈，網址 <https://kknews.cc/zh-tw/military/4m4jae3.html>。
- 十二、世界尖端武器觀測站，網址 <http://www.mdc.idv.tw/mdc/army/himars.htm>。

作者簡介

邱楷超士官長，領導士官班 90 年第 2 期、陸軍士二專 2 期、野砲士高班 27 期、士官長正規班 43 期，歷任砲長、作戰士、連士官督導長、中隊長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部兵器組教官組。

新加坡自走砲車保修肇事案例原因與我軍裝備差異風險分析

作者：林俊安

提要

- 一、由新加坡國防軍、國防科技發展局與新科動力集團於 1996 年開始自製研發，2003 年成軍服役的「教長」(Primus) 自走砲，為新加坡陸軍部隊主力火砲，服役迄今的 15 年使用壽期中，計累積一萬兩千五百餘射擊發數，無發生危安肇事案例。
- 二、2019 年初，一名新加坡後備人員應召回訓並參演年度射擊演訓，於保修作業時遭砲門及砲管機構擠壓導致內出血死亡，引起輿論大幅報導及評論，新加坡國防部為此出面說明且主動移送法院成立之專案調查小組調查；事發同時，國軍亦援引新加坡案例，循戰情系統通報各單位周知。
- 三、本案調查結果於 2019 年 5 月初向新加坡國會提報並公布，排除機械因素，判定為人為操作失慎；自肇因分析及差異比較中可知，國軍所使用之美製 M109 自走砲設計原理不同於新加坡，且由本事件中，亦可借鏡參照該國部隊危安處理方式，藉以檢討國軍後備訓練召集精進空間，以為參考借鏡。

關鍵詞：新加坡自走砲車、SSPH、M109

前言

新加坡自建國以來，已建立一支小而精、小而強的國防武力，同時亦大力發展國防自主，諸如 Bionix 裝步戰鬥車、Bronco 通用履帶車等。其中，自 1996 年開始研發，於 2003 年成軍服役的「教長」(Primus) 155mm 自走砲車，更號稱性能優於國際同級裝備，為新加坡陸軍部隊主力火砲。

然而，於 2019 年初，一名該國後備人員在應召回訓並參演該國年度射擊演習，于保修作業時為砲門及砲管機構擠壓，導致內出血死亡，引起新加坡輿論報導，國防部為此出面說明並移送該國法院成立專案調查小組調查。此新聞亦引起國軍注意，事發當時，國軍亦為此循戰情系統通報各部隊重行檢視火砲操作安全規定，以避免發生同性質危安事件。

本案調查結果於 5 月初由新加國會提報並公布，排除機械因素，判定為人為操作失慎，然筆者認為新加坡此型火砲，在人因工程方面，亦有值得深入探討之處，設計上似有潛在的操作風險，須特別注意；因此針對本案例實施說明並分析原因，同時比較國軍現行使用裝備，自該案例中發掘可供國軍參考注意之處，以他山之石為借鏡，供後續參考運用。

新加坡自走砲車保修失慎案例

一、自走砲車發展沿革及裝備特性

世界各國為因應國際情勢與建軍備戰的要求，從過去應付大規模戰爭的兵力，轉變為解決小型區域衝突的快速反應部隊，未來火炮應朝向「射程遠」、「射速快」、「威力強」、「精度高」、「人員少」之單一口徑方向發展，而 155mm 火炮已為多數國家所採用之通用規格。與我國戰略環境相似者，如以色列、新加坡及韓國，亦致力於此型裝備研發，因此將火力提升為作戰自動化系統，使武器系統作業時間縮短，有效徹底解除軍事上威脅，資訊作業帶入軍事作戰，成為軍事裝備中重要一環，未來火炮須具備自主功能，配備自動裝填系統、自動射控系統、彈道計算器、彈藥管理、定位定向等功能。

新加坡陸軍現行所使用的自製「教長」自走砲車（SSPH Primus¹）是新加坡自製之 155 mm 自走砲車，由新科動力公司設計及生產，發展背景可追溯自 1990 年代，新加坡欲成立聯合打擊師（Combined-Arms Divisions），需求配備新式自走火炮取代舊式固定牽引砲，以提供精準火力打擊支援。當時於新加坡軍中引發正反兩派意見，反對方主張新加坡的地域狹小、縱深短淺，不需自走火炮做為防禦作戰；然最終還是決定建案執行，於 1995 年 至 1996 年間針對美國 M109 系列、英國 AS90、日本 75 式、俄羅斯 2S3M1 等車種進行訪商（market survey），而後評估該國地形需求，於車重等部分採納反方意見，排除外購而決心自行研發。後於 1996 年由新加坡國防軍（Singapore Armed Forces, SAF）、該國國防科技發展局（Defence Science and Technology Agency ,DSTA）與新科動力集團（Singapore Technologies Kinetics ,ST Kinetics）共同設計生產開發，經新加坡國防軍測評合格後下訂生產，並於 2003 年成軍服役，為新加坡陸軍部隊主力火炮。

新加坡國防工業目前亦以陸軍武器的研製能量最強，其中 FH-2000 型 155mm 榴砲即是新加坡與貝宜（BAE）公司技術轉移轉，合作生產之產品，於 1995 年裝備新加坡陸軍，為世上首次服役之 52 倍徑 155mm 榴砲。後續整合開發為新加坡「教士」自走砲車，其底盤參考 M109 系列底盤，由該國國防公司新科動力公司（ST Kinetics）自力研改，並運用已於新加坡國軍方服役之 Bionix 裝步戰鬥車（Bionix infantry fighting vehicle, IFV），以便於簡化後勤作業和訓練。發動機使用底特律柴油集團（Detroit Diesel Corporation）6V 92TIA 柴油引擎，可輸出 550 馬力，變速箱使用通用動力公司陸地系統部（General Dynamics Land System）HMPT5003EC 自動變速箱，最大陸地速度為 50 公里/小時，巡遊里程 350 公里。使該型自走砲車機動性能號稱優於 M109A6。

1 「Primus」為拉丁語，字義「第一（First）」，取自該國砲兵格言「Oriente Primus」「東方第一（First in the East）」，另有取其英文字義稱為「教長」自走砲。

28.3 噸的戰鬥重量主為配合星國軍方的工兵橋樑負重，以使其能配合部署，並可裝載於未來星國空軍所欲採購的 A400M 運輸機進行跨區增援及空運部署。完整的新加坡自走砲車系統係由砲車、彈藥供應車及指揮管制系統所組成。

該裝備配置一門 39 倍徑之 155mm 榴砲，可發射北約規格的 155 公釐彈藥，發射 M107 榴彈之最大射程為 19 公里，最大射程為 30 公里。車內計可裝載 22 發 155mm 砲彈，火砲的最大持續射速為每分鐘 6 發，瞬間發射最大射速為 20 秒內 3 發。車內配備數位控制系統，可自動完成裝彈作業與射角瞄準，並有一套彈藥儲存管理系統隨時監控車載彈藥之使用狀況。車上配備的自動化射控系統整合定位與導航功能，當砲車接收來自砲兵連或砲兵團指揮部的目標資料後，可於不到 60 秒內即發射首發砲彈，後可隨即在 40 秒內轉移陣地。²



圖一、新加坡自製「155mm 自走砲車」

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫³

二、保修肇事事件始末

新加坡男影星，亦為該國「後備一等兵工技術下士(Corporal First Class, CFC)」的馮偉衷(Aloysius Pang, Wei Chong)於 2019 年 1 月 19 日依新加坡國防軍(Singapore Armed Forces, SAF)年度演訓計畫，在該國 268 砲兵營(268th Battalion Singapore Artillery)接受 2 日回訓後，參加該國代號「霹靂戰士」(Thunder Warrior)

² 〈星國普拉特裡 綜合設計獲佳評〉，青年日報，2007/7/9。

³ 照片為詹氏年鑑電子資料庫引自新加坡國防部網站，查詢日期：2019/3/26。

的年度軍事演習訓練，並依流路移地前往紐西蘭懷烏魯（Waiouru）訓場參演，於 2019 年 1 月 19 日執行維修一門疑似故障的自製「教士」155 公厘自走砲（Singapore Self-Propelled Howitzer 1 Primus，簡稱「SSPH Primus」）時，被砲管俯仰機構意外擠壓，傷及胸腹，示意圖如圖二。

該員於意識清醒狀態下，訓練單位運用直升機緊急後送往紐西蘭當地協定合作之懷卡托醫院（Waikato Hospital）進行救治，緊急開刀 3 次手術後，轉入加護病房，靠儀器維持心肺和腎臟功能，最終仍不治身亡。新加坡國防部透過官方網站發放新聞稿，宣告「馮員於新加坡時間 2019 年 1 月 23 日晚上 8 時 45 分傷重不治，終年 28 歲。」⁴，引發當地新聞媒體大幅報導（圖三）。

由於該起意外為新加坡國防軍近期所發生的第三次訓練意外，並最為嚴重，另馮員曾於星國當地演出過數部膾炙人口的電影與電視劇而小有名氣，因此事件受到新加坡當地媒體高度矚目。新加坡軍方除於馮員接受治療期間全額負責其醫療看護照顧及相關支出外，同時亦於馮員不幸過世後，為其舉行軍禮公祭相送，然本事件於加坡當地引發眾多質疑與揣測，媒體主要質疑之處在於：

（一）該型自走砲車妥善狀況為何？是否安全性堪慮？

（二）為何當時馮員會站在砲管後方砲門位置？無法及時避開移動中的砲管而遭擠壓重傷？

（三）是誰負責按鈕啟動砲管下降？

（四）確保人員操作的標準操作程序是否確實？或有不足之處？

（五）其餘兩名組員為何無法及時阻止砲管下降並緊急停止？

軍方為此於當事人身故隔日進行公開說明，並公布兩項準則說明及新聞稿，同時國會亦指派接受該國法院成立專案獨立調查委員會（independent Committee of Inquiry, COI）進行調查。

三、部隊處置及後續

部隊為此於 2019 年 1 月 24 日由該國陸軍參謀長吳將軍（MG Goh Si Hou, Chief of Army）率相關業參舉行記者會進行公開說明，首先報告當砲管下降時，砲塔內空間雖然減少，但安全位置仍有充裕空間，現行操作程序亦可確保人員安全，惟是否具疏漏或未徹底執行？則為後續專案獨立調查委員會調查的重點，調查未結束前，細節不便說明。另由該國「戰鬥軍種支援指揮部」（Combat Services Support and Command）指揮官陳上校（COL. Terry Tan）說明不幸身故的馮員是訓練合格的兵工技術士（Armament Technician），而於參演本次演習前，於回訓（refresher training）簽證課目裝備檢查（equipment inspection）、故障排除（troubleshooting and common faults）等上手（hands-on）訓練皆合格。

⁴ 維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/馮偉衷>，查詢日期:2019/3/26。

而馮員發生意外時間據報為 1 月 19 日下午 2 點 5 分，惟因協定醫院路程遙遠，雖啟動緊急醫療程序，以直升機後送，然直至晚間 6 時方就醫，本段送醫過程亦被提出檢討，軍醫亦說明雖經過紐西蘭當地醫院緊急手術，然如此嚴重傷勢實難以預測。⁵總結初步調查結果意外發生情形如下圖四，並於一週後公布兩份說明稿（Fact Sheet）。

（一）重申作業安全規定

陸軍首先於新聞稿中強調在「新加坡自走砲車」裝備成軍服役迄今的 15 年使用期間，1000 多名現任或曾任操作人員，與迄今 12,500 餘發實彈射擊發數中，並未發生如肇事案例般為保養或射擊緣故而打低砲管，因而產生之類似意外事件，強調本裝安全無虞，並重申作業安全規定。

新加坡自走砲車組員共計 4 員，除位於車前左方的駕駛外，餘砲塔內自 12 點鐘開始順順時針方向，依序為「彈藥裝填手」（Ammo Loader）、「發射藥裝填手」（Charge Loader）及「車長」（Gun Commander）。其中，砲管由仰角狀態打低至待命位置時，主要由車長監督執行，全程以目視檢查砲管、砲門週視範圍內無障礙物，車內組員就定位，並無位於砲管、砲門行程內，並於執行前全程以英文口令「Clear Away」（淨空）警告組員後按鈕執行，再於砲管到達待命位置時，發令「Standby」（待命）結束。而當有維修保養需求時，陸軍技術人員會組成遊修小組到場執行診斷維修，並依情況更換直交件修護，此時則需要配合車長指揮，執行該車故障排除及維修。當緊急情況發生時，組內成員均可緊急喊停並中止程序操作。⁶

（二）人員訓練體系說明

軍方說明陸軍技術人員（Army Technicians）訓練兼顧理論與實務，服役人員均區分以下各階段：⁷

1. 基本技訓階段（Basic Technical Training, BTT）：入伍訓結訓後由該國兵科訓練中心負責訓練，計 12 週，主要教具為該國陸軍所使用之 BionixII 裝步戰鬥車與 Bronco 全地形履帶車，於本階段中，訓練人員工作安全觀念、基本維保、故障排除及依照技令實施料件更換。

2. 職前調適階段（On-Job Experience, OJE）：共計 4 週，於本階段中，人員由陸軍技術人員（保修士、技術官等）負責，除見學外，並依其所負責保管裝備繼續精研保修技能、基訓測驗課程。

⁵ Lee Min Zhang, The Strait Times, 〈Aloysius Pang's death due to lapses of all three servicemen in howitzer cabin: COI〉, <https://www.straitstimes.com/politics/parliament-alloysius-pangs-death-due-to-lapses-of-all-three-servicemen-in-howitzer-cabin-coi>, 查詢日期：2019/5/11

⁶ 新加坡國防部，Standard operations procedures for the SSPH gun barrel，2019/1/30。

⁷ 新加坡國防部，Fact Sheet on Training for army technicians，2019/1/30。

3. 模組課程階段 (Modular Course Phase)：對保管特用裝備，如自走砲、八輪甲等特用裝備人員，需再進行 2 至 4 週，針對該型裝備 2 級以上組件安裝、技令查閱、安全規定等接受課程訓練。

4. 在職訓練階段 (On-Job Training, OJT)：於剩餘役期中實施，以義務役為例，即為在剩餘的約計五個月的役期中針對「各項通報」、「修改工作命令」等更新項目不定期實施。

相關後備兵力主要訓練即為教育召集時，參予演訓時由兵科學校施予一至二週不等的「營內訓練」(In-Camp Training) 或定期之點閱召集 (Maintenance Vocational Training, MVT)⁸，由單位對其服役專長進行熟識訓練。以本次案例當事人馮員為例，總計於退伍後迄事件發生期間，經歷過 7 次的「營內訓練」。

四、委員會調查經過

經過將近三個半月的調查，負責本案的「專案獨立調查委員會」於 5 月 6 日提交調查結果予國會，⁹指出機械故障因素可排除，全案肇因為「包括馮員在內的三名人員因輕忽保養紀律所造成」。星國國防部長黃永宏 (Dr.Ng Eng Hen) 對此表示「若是當日砲車組員嚴守安全規定的話，這本是一場可以避免的悲劇」，同時表示將會參據本案肇因，補足該國常備與後備保修訓練過程不足之處。

回顧事件發生經過，2019 年 1 月 19 日因教育召集而參演的馮員奉令至一門報告無法正常做動的新加坡自走砲車處進行維修，經檢查後發現「更換介面卡」乙項工項超出其維修權責，因此再依照陸軍維保程序及技令書刊保修規定向上申請，派遣乙員合格的技術人員 (ME2，相當於二等士官長，服役 16 年，具 8 年維修自走砲車經驗) 至現場維修。

當操作砲身運動時，技術人員以英文與中文夾雜請馮員離開至車內指定安全位置，但被其拒絕，以中文回應自己所在位置空間尚夠，不會干涉到火砲行動；而後，車長目視檢查，自行假設馮員位置安全無疑，以英文口令發令「Stand by, Clear away」(待命，淨空) 後開啟電門開關，詳如圖六之 1。

然而，馮員背部開始被上升中的砲管砲門部觸及，馮員開始進行閃避動作，然並無其餘空間可供閃躲，技術人員一時震驚，竟以手企圖停止砲管，而非按下緊急停止按鈕。車長亦反常的使用螢幕上的控制面板去停止砲身運動，而非運用其獨立的緊急停止按鈕，導致最終釀成此起不幸事件，詳如圖六之 2。

⁸ 同註 5

⁹ 同註 5



圖二 肇事事事件示意簡圖
資料來源：星國當地新聞報導¹⁰



圖三 星國當地新聞媒體以頭條大幅報導該事件
資料來源：星國當地新聞報導¹¹

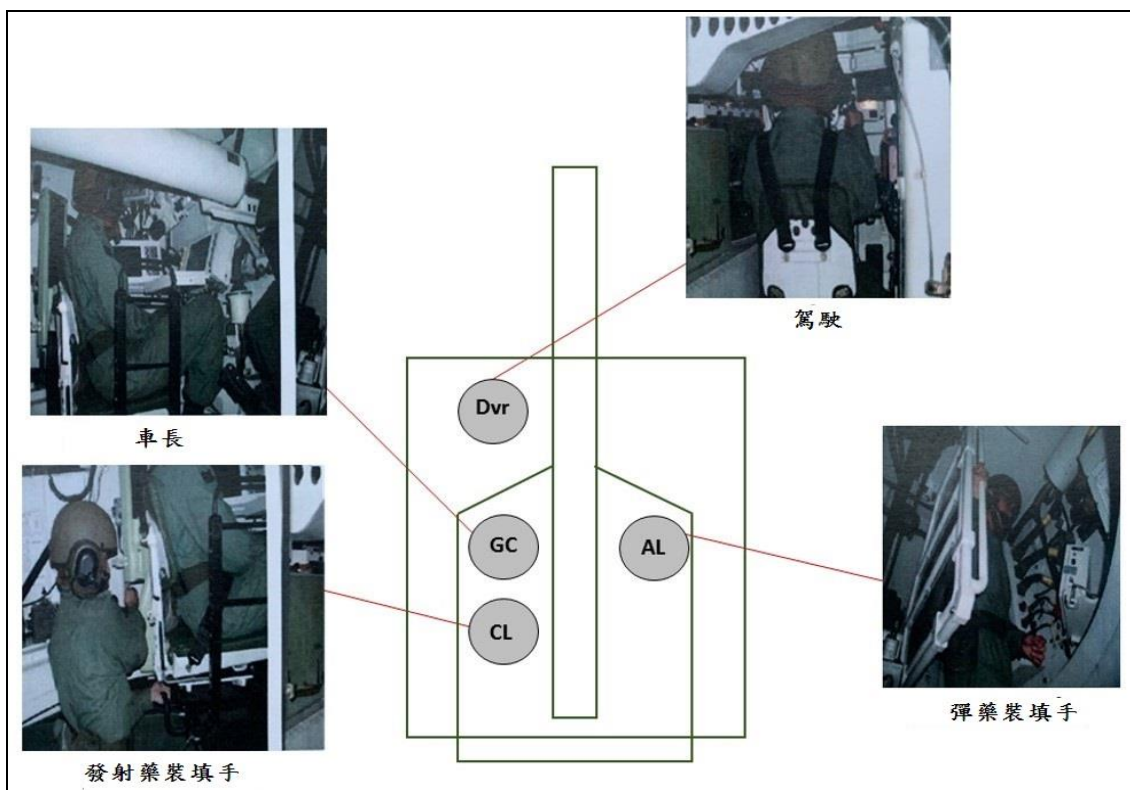
¹⁰ <https://www.straitstimes.com/singapore/saf-to-lower-training-tempo-to-better-focus-on-safety-in-wake-of-actor-alloysius-pang> s, 2019/1/26, 查詢日期: 2019/3/26。

¹¹ <http://channelnewsasia.com.sg/Aloysius-Pang-was-crushed-between-howitzer-gun-barrel-and-cabin>, 2019/1/24, 查詢日期:



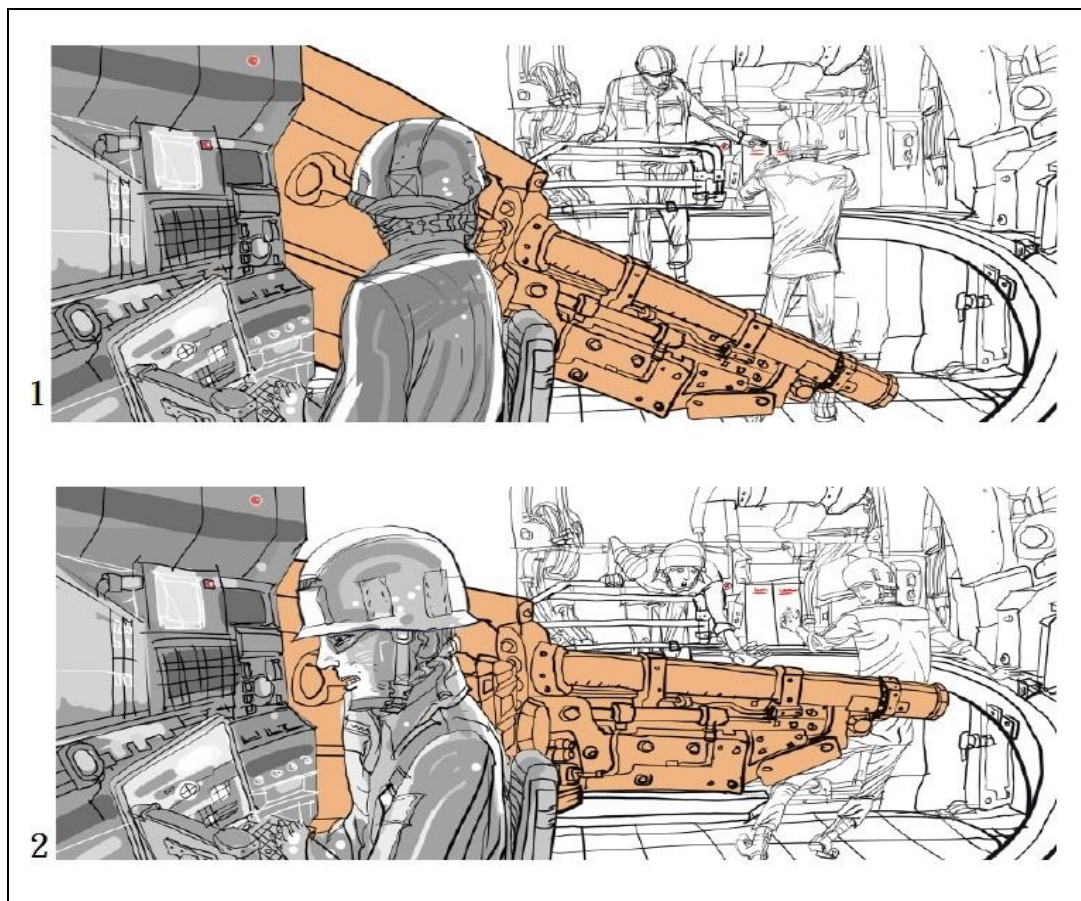
圖四 星國國防部記者會說明意外發生經過示意圖

資料來源：星國國防部資料，本研究整理



圖五、新加坡自走砲車內組員位置圖

資料來源：星國國防部，本研究整理



圖六、委員會所公布的肇事原因調查經過示意圖

資料來源：同註 14，本研究整理

差異與風險分析

本案肇因經官方委員會調查後，釐清主因為人員疏失，然筆者認為與他國同型自走砲車相較，新加坡自製自走砲在設計方面存在差異，以下，就國軍使用之自走砲車型式，即向美製 M109A2、M109A5 自走砲車與新加坡自走砲車進行差異比較與風險分析。

一、裝備諸元比較

我國目前採用的自走砲為 M109A2、A5，使用國家約計 30 餘個國家，我國自民國 70 年（1981 年）起分批購入 M109A1 及 A2，當時配屬陸軍機械化師、裝甲旅及海軍陸戰隊砲兵部隊使用，之後我國陸軍另於民國 77 年（1988 年）籌購 M109A5，為裝甲聯兵旅以及機步聯兵旅的野戰支援火力骨幹。¹²

前述新加坡自走砲設計參考歐美主流自走砲車，因此底盤差異不大，例如底盤採扭力桿式承載系統，兩側各擁有 7 具路輪，驅動輪在前，惰輪在後，駕駛艙位於車身左前方等。惟新加坡自走砲車體由防彈鋼板焊接而成，較原鋁製車身為優，砲塔裝配火砲形式、制退機等型式與 M109 系列均不相同，且為考量

¹² 後訓中心裝備資料庫，M109 自走砲車，<http://int.cals.army.mil.tw/log-base/World-weapon/ROCweapon/roc.htm>[軍]，查詢時間：2019/6/4。

可通過該國倍力橋、應未來空運裝載運輸等作戰需求特性，全車較長且窄，主要諸元如表一。

以防彈鋼板焊接而成的車體，加上由該國自製的 FH-2000 榴砲所研改而成的砲塔砲，使得車體體積雖與 M1019 系列自走砲相似，但重量卻增加許多，另較長且窄的車身，亦進而影響車體重心，致使雖相對具有較大馬力，然側爬坡能力（30%）卻不如 M109 系列自走砲車（40%）；同時影響砲塔內體積不如 M109 系列自走砲車砲塔，進而影響內部空間與攜彈量。

表一、M109 系列自走砲車與新加坡自走砲車主要諸元簡表

程式	M109A2	M109A5	SSPH Primus
砲管長	39 倍	39 倍	39 倍
射角	-3 至+75 度	-3 至+75 度	-5 至+75 度
射程	普通：18000 公尺 增程：23500 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺
射速	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：6 發/分 持續：2 發/分
操作人員	6 員	6 員	4 員
砲身程式	M185 式	M284 式	FH-2000
砲身諸元	長：9.12 公尺 寬：3.15 公尺 高：3.28 公尺	長：9.17 公尺 寬：3.15 公尺 高：3.28 公尺	長：10.21 公尺 寬：3.0 公尺 高：3.28 公尺
火砲重量	24948 公斤	24950 公斤	28300 公斤
行車速率	56.3 公里/時	56.3 公里/時	50 公里/時
巡航里程	349 公里	354 公里	350 公里
側爬坡能力	40%	40%	30%
載彈量	34+2（銅斑蛇）發	34+2（銅斑蛇）發	22 發
引擎	8V71T/405hp	8V71T/440hp	6V082TA/500hp

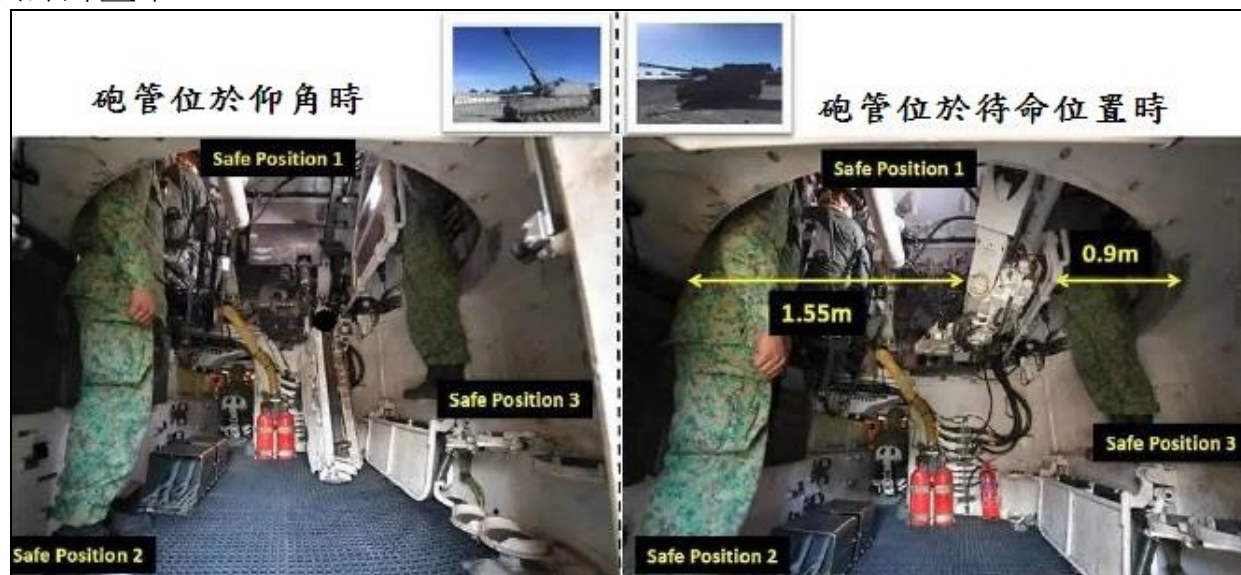
資料來源：林展慶，〈美國 M109A6 自走砲性能提升「PIM」發展簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第 157 期，砲訓部，民國 101 年 6 月 20 日。

二、砲塔人因工程

新加坡自走砲之砲塔砲使用該國 FH-2000 榴砲構型更改而成，同時加裝半自動進彈系統以減輕人力負荷，砲班僅需 4 名組員即可操作；然相較於 M109 系列的砲塔而言，該型火砲重量相對較重，且安裝進彈機構後佔用部分砲塔空間，進而影響操作及增加風險。比較我國 M109 砲塔半徑 2.5 公尺，砲門離砲塔後牆板有 1.4 公尺的寬度相較，新加坡砲塔砲於仰角位置時，車內組員可於砲塔內行動無間隔，然當砲身運動時，卻會將砲塔內空間切分為左側 1.55 公尺，右側 0.9 公尺的兩塊獨立區域，人員於砲身運動時，僅可位於其中的三處安全位置（圖七），增加人員操作風險，需待車長以目視確認、發號口令等標準作業程序執行，以確保人員安全。

但以此不幸事件為例，馮員認為自身不會被火砲觸及而未移位，加上可能語言溝通不良，無施展領導統御決心與能力強制要求召員確遵安全規定，導致

砲手於具風險場合冒險強行作業，因而肇生意外。新加坡當局亦瞭解砲塔設計具高風險，因此於砲塔設置三處緊急停止按鈕，俾利需要時關斷液壓系統。然而當馮員第一時間發現自己會被砲門擠壓時，當時車內的車長及另名技術人員均並未第一時間按下按鈕（圖八），足見平時缺乏必要的緊急應變處置訓練，以致第一時間無法反應處理，該國國防部長已要求相關部門將此項課目列入定期演練計畫中。



圖七、新加坡國防部公布砲塔內空間

資料來源：星國媒體報導¹³



圖八 新加坡媒體對於案例處置失當說明

資料來源：新加坡媒體 The Strait News，本研究重製整理。

¹³ Lo Jun An, <Aloysius Pang's Vehicle Had 3 Safe Positions; MINDEF Aims For Zero Training Deaths>, <https://mustsharenews.com/aloyusipangmindef2/>, 2019/2/11, 查詢時間：2019/3/26。



圖九 火砲後方外觀

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫轉引自新加坡新科動力

相較之下，參酌國軍「部隊訓練危安風險因素表」，M109 系列自走砲砲塔保養風險因素分析如次。

- （一）冷卻系統故障或冷卻劑量不足，易使散熱效果不彰，造成引擎過熱，導致引擎內機械故障而無法發動。
- （二）動力機引擎有異常噪音及震動，將造成功能及效果不足。
- （三）若將門體保持開啟，將造成調整器葉片彈簧損壞。
- （四）開門時間超過 5 分鐘，易造成簧力降低或失效。
- （五）未依保養手冊及潤滑令，添加液壓油時，易造成裝備損壞甚至傷及人員。
- （六）砲口制退器有裂縫、損壞或遺漏固定螺，將造成制退復進機射擊時近彈，甚至火砲無法射擊產生危安。
- （七）推彈機操作不順或產生異常噪音，將造成裝填不確實。

M109 系列於原生產國多次構改，並參據研發經驗與結合實戰經驗，砲塔內部較為寬敞且符合人因工程，可降低潛在風險，相對較為安全。

國軍對應作為

本案於新加坡新聞報導後隔日（民國 108 年 1 月 25 日），國軍循戰情體

系採速件通報，¹⁴內容如次。

案由：轉發司令部榴砲作業注意事項

鑒於新加坡維修自走榴砲作業時，肇生人員遭砲管壓傷致死乙情，提醒各單位注意事項如後：

一、要求保養人員，實施高低機檢查、瞄準鏡校正、平衡機排氣作業及液壓檢查前，需確認平衡機液壓壓力及氮氣是否足夠，並確遵技術手冊規範，按程式、步驟、要領逐項逐動實施保養作業。

二、三級技術人員實施平衡機及砲管更換作業時，督管幹部落實風險管控，並使用吊具拉撐（固定）複式作業，砲管作動前需確再次確認作業範圍內是否尚有人員留置，確保安全無虞，消弭危安因數。

三、後勤危安事件肇生多為「未按程序執行」、「課前準備會議與勤前教育流於形式」及「督管幹部敏感度不足」所致，各級應按本部令頒風險管理作業手冊，落實各項後勤工作及風險管控作為。

四、本案為重要命令，請各級主官親閱後要求所屬遵辦。

本通報雖引藉他國案例用以提點我軍需注意事項，惟「人員遭砲管壓傷致死」與實情有所出入，後續一、二所列「注意事項」檢查項目更與實情相差甚遠。實情僅屬單純單位級保修肇事事件，並未有三級以上技術保修情況，亦無執行「更換平衡機」或「換砲管」等危險作業，此種與事實不符之通報未能深就實情、原因與處置作為，最後僅能述及原則「未按程式執行」、「課前準備會議與勤前教育流於形式」及「督管幹部敏感度不足」等。然缺乏後續相關追蹤該事件於新加坡委員會之調查結果與追蹤後續進度，形同照本宣科，無法精確說明本案詳情及引為我用。而各業管單位不僅是處理業務，當為主管機關，負任務成敗責任，案例引用當求精確可行，以發掘真正問題，要掌握實況，方能掌握肇因，對症下藥，始具通報意義。

建議與結語

一、建議

（一）新加坡軍方處置方式，公開公正適足借鏡

本起不幸事件雖在該國一度引起質疑，部分網路上民意亦認為軍方因當事人的身分而有所偏袒，惟於該國軍方迅速召開記者會說明，同時主動配合司法部門委員會進行調查，並配合調查後得以消弭異音，同時於調查結果提報公佈後提出改進方案、強調後備教、點召不會因為個人身分而有所差異。此種新聞應對處置程序與機制，值得我方參考借鏡。

¹⁴ 國防部陸軍司令部，作 108045 戰情通報，民國 108 年 1 月 25 日。

（二）裝備安全前提下，加強動員後勤訓練

據 108 年國防部例行記者會公布，目前我國列管後備軍人共計約 230 萬，退伍 8 年內的精壯人力約 90 萬，可滿足國軍後備部隊人力動員需求。而歷年參與教召訓練或後備部隊同心演習，報到率都在 98% 以上，是守護國家的重要力量。¹⁵「防衛作戰係國人生死之戰，且決戰時程短，因此…應將列管之後備軍人…實施編實及擴編外，其餘一律納入軍勤組織，支援作戰¹⁶。」建議可參考新加坡動員訓練體系，附加我國自走砲裝備相對安全前提下，綿密建立後備人員專長資訊，輔以退伍專長，加強動員後勤訓練，始能發揮專業，直接支援軍事作戰，¹⁷以發揮全民國防戰力。

（三）肇因宜瞭解究細，確依作業規範紀律

國軍裝備相對之下雖較為安全，可降低潛在風險，然仍需借鏡本案例檢討將「緊急停止措施」等應變機制納入常態訓練，以完備周全，消弭危安，另通報宣導宜切合實際情況，而非爭取時效、空泛以對，更應追蹤事件後續發展結果，避免照本宣科，方可精確說明案情，引為我用。

二、結語

藉由檢討本案例，以他人的經驗為參據，可避免重蹈覆轍或耗費不必要的經驗成本，而從肇因分析中可知，陸軍使用之 M109 系列自走砲車裝備相較新加坡自走砲而言較為安全，另自他國軍方處理本意外，其公正公開的處置方式，亦足國軍借鏡參照。然相對之下，國軍後備召集頻次不若新加坡，訓練強度亦不足，後續仍有精進檢討空間。

參考文獻

一、報章期刊

- （一）〈星國普拉特里 綜合設計獲佳評〉，青年日報，2007/7/9。
- （二）林展慶，〈美國 M109A6 自走砲性能提升「PIM」發展簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第 157 期，陸軍砲訓部，民國 101 年 6 月 20 日。
- （三）張晏彰，〈強化後備部隊戰力 未來教召將以志願役為主〉，青年日報，2019/7/9。

二、網路資源

- （一）新加坡國防部網站 <http://www.mindef.gov.sg>，查詢日期：2019/3/26。
- （二）維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/馮偉衷>，查詢日期：2019/3/26。

¹⁵ 張晏彰，〈強化後備部隊戰力 未來教召將以志願役為主〉，青年日報，2019/7/9

¹⁶ 陸戰戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學第三冊 陸軍軍事理論叢書 三-二-三-一》（桃園：陸戰戰術學編纂委員會，民國 91 年 10 月 31 日），P7-290。

¹⁷ 陸戰戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學第三冊 陸軍軍事理論叢書 三-二-三-一》（桃園：陸戰戰術學編纂委員會，民國 91 年 10 月 31 日），P7-292。

- (三) 維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/SSPH_Primus，查詢日期:2019/3/26。
- (四) [http://channelnewaasia.com.sg/Aloysius Pang was crushed between howitzer gun barrel and cabin](http://channelnewaasia.com.sg/Aloysius_Pang_was_crushed_between_howitzer_gun_barrel_and_cabin),2019/1/24, 查詢日期: 2019/3/26。
- (五) Lee Min Zhang, The Strait Times, 〈Aloysius Pang's death due to lapses of all three servicemen in howitzer cabin: COI〉, <https://www.straitstimes.com/politics/parliament-aloysius-pangs-death-due-to-lapses-of-all-three-servicemen-in-howitzer-cabin-coi>，查詢日期：2019/5/11。
- (六) Aloysius Pang' s Vehicle Had 3 Safe Positions;MINDEF Aims For Zero Training Deaths, <https://mustsharenews.com/aloysiuspangmindef2/>,2019/2/11，查詢時間：2019/3/26。
- (七) 後訓中心裝備資料庫，M109 自走砲車，<http://int.cals.army.mil.tw/log-base/World-weapon/ROCweapon/roc.htm>[軍]，查詢時間：2019/6/4。

三、軍事準則

- (一) 國防部聯合後勤司令部，美陸軍部技術手冊翻譯叢書 陸械-六八八《M109A2、155 公釐自走榴彈砲車載承載裝置及附屬分件直接與一班支援保修手冊 (TM9-2350-303-34-1)》，(APR.1980，民 100 年 6 月 24 日翻印)。
- (二) 陸軍後勤司令部保修署，《M109A2、M109A3、A109A4、M109A5 155 公釐中型自走榴彈砲操作手冊 (TM9-2350-311-10)》，(NOV1994，民國 86 年 4 月 20 日譯印)。
- (三) 陸軍後勤司令部保修署，《M109A2、M109A3、A109A4、M109A5 155 公釐中型自走榴彈砲砲塔部分單位保養保養手冊 (TM9-2350-311-20-2)》，(DEC1993，民國 86 年 6 月 20 日譯印)。
- (四) 陸軍兵工學校，《M109A2 自走砲平衡高低系統排氣方法 (TM9-2350-303-20-2)》，民國 73 年 3 月譯印。

作者簡介

林俊安少校，中正理工學院機械系 89 年班、軍備局技訓中心生產管理正規班 93 年班、國立雲林科技大學企管所 97 年班、美國國防語文中心特殊英語及軍售作業管理 2012 - 3 年班，現任職陸軍後勤訓練中心保修教官組。

電算機（IMT-8R）於野戰砲兵測地運用及維保要領

作者：黃盈智

提要

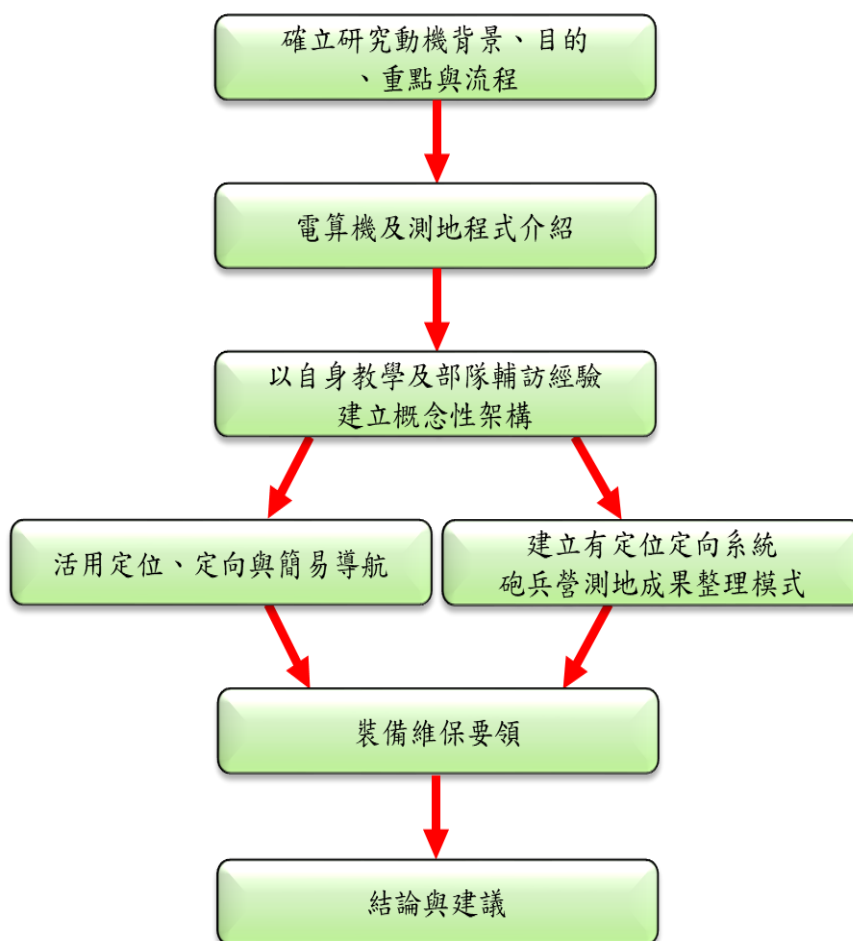
- 一、砲兵測地電算機 IMT-8R（IMT-8R Artillery Survey Calculator）簡稱電算機，於民國 106 年 12 月撥交迄今，憑藉其內建測地程式與優異性能，對於砲兵測地效能確實有顯著提升。筆者近期至各部隊輔訪，偶爾發現單位存在裝備不使用即不損壞的迷思，長期屯儲於高價值裝備庫房，使用紀錄及定期開機保養不確實，恐產生訓練瑕隙且間接造成裝備損壞。
- 二、電算機（IMT-8R）新增全球定位系統（Global Positioning System, GPS）、電子指北儀定向、控制點資料庫與坐標、標高轉換程式等實用功能，均能顯著提升砲兵測地作業能量，惟部分單位因定期實施裝備訓練與操作不確實，致測量人員對電算機不熟悉，未能將其效能發揮，實應藉此機會導正觀念。基此，筆者依據自身教學與部隊輔訪經驗，提出「定位、定向」、「鄰近控制點與導航」及「砲兵營測地之運用」等 3 項電算機實用功能，提供各級部隊參考運用。
- 三、一般測量人員認為，電算機與測地程式係針對無定位定向系統作業設計，可提供完整之成果整理功能，惟使用定位定向系統測地時，電算機將無法協助其成果計算與整理；其實不然，在妥善運用裝備功能前提下，電算機同樣可於有定位定向系統作業時，提供測地成果計算、整理與製表等功能。有鑑於此，本研究擬提出一套新的成果整理模式，作為各級砲兵部隊實務上運用之參據。
- 四、本研究旨在提供善用電算機功能提升各級砲兵測地作業之方法，伴隨衛星技術日新月異，未來新式裝備搭載「衛星定位（GPS）」與「定位定向器」已成必然趨勢，若能融合傳統技術與先進裝備之效能，靈活運用、長短相輔，則不僅電算機能發展諸多新用途，餘測地裝備亦然。筆者研究成果除可供準則編修、兵監教學、砲兵測地實作與訓練之參據外，將來更可於新式裝備籌補時，納為裝備需求功能之一，期使未來裝備功能更能滿足砲兵測地作業需求。

關鍵詞：IMT-8R 電算機、野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program）、定位定向系統（Position and Azimuth Determining System, PADS）、全球定位系統（Global Positioning System, GPS）

前言

砲兵測地電算機 IMT-8R（IMT-8R Artillery Survey Calculator）於民國 106 年

12 月撥交迄今，憑藉其內建測地程式與優異之性能，對於砲兵測地效能確實有顯著提升。筆者近期至各部隊輔訪中發現少數單位長期屯儲於高價值庫房，恐產生訓練瑕隙且間接造成裝備損壞。有鑑於此，特撰本文供各級部隊參考，期使部隊充分發揮裝備效能、重視維保要領，提升砲兵測地作業能量。本研究首先實施電算機及測地程式介紹，期使讀者建立全般概念；其次以自身教學及部隊輔訪實務經驗，作為立論依據，提出對精進砲兵測地效能之具體方案（含實驗數據分析）；接續說明裝備維保要領及注意事項；最後，提出綜合結論與建議（研究架構如圖一）。



圖一 研究架構圖
資料來源：筆者自製

IMT-8R 電算機與砲兵測地程式介紹

一、電算機

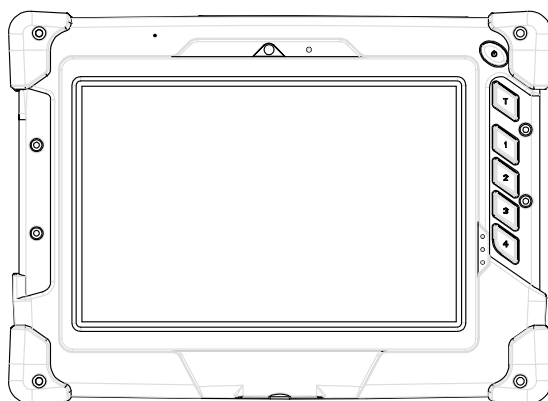
IMT-8R 電算機為國人專為野戰砲兵自製發展之測地計算器材（圖二），自民國 106 年 12 月起陸續撥交，供砲兵測地成果計算之用。該機種具有符合軍事規格、重量輕、模組化之優點，不僅可實施一般電算機之面板計算，更可安裝專屬應用程式（APP），充分滿足砲兵測地計算需求。¹本裝備配賦於砲指部目標獲

¹ 《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），頁 2-1。

得連及各砲兵營、連測量班，可於平時遂行防區測地，並支援各項戰、演訓任務，增進砲兵測地作業能量；戰時提供精確之測地成果資料，發揮砲兵遠距精準打擊能力。

二、野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）

野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）係專為野戰砲兵設計之測地計算程式（圖三），自民國 82 年起經歷數次研改與精進，安裝及操作平臺涵蓋商用電算機、PDA、桌上（筆記）型電腦等載具，程式撰寫語法由培基語言(Basic)、C++演進至 Java 程式語言，新一代之測地程式須搭配電算機 IMT-8R 操作使用，程式內含電算機中文操作（補給）手冊電子書、電子指北儀，及數十種砲兵測地常用之計算程式與國家控制點資料庫等功能，可大幅提升砲兵測地作業能量。²



圖二 陸軍新型砲兵測地電算機（IMT-8R）



圖三 野戰砲兵測地程式與其內建功能

資料來源：圖二轉引自電算機生產廠、圖三為筆者自製

² 黃盈智，〈陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程〉《砲兵季刊》（臺南），第 182 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年 09 月，頁 62-63。

電算機於砲兵測地之運用

相較於傳統測地計算器材（如德儀 SR-52、TI-59 型電算機、³卡西歐 FX-880P 型電算機），⁴ IMT-8R 電算機新增全球定位系統（Global Positioning System, GPS）定位、電子指北儀定向、控制點資料庫與坐標、標高轉換程式等實用功能，均能顯著提升砲兵測地作業能量，惟部分單位因定期實施裝備訓練與操作不確實，致測量人員對電算機不熟悉，未能將其效能發揮，實應藉此機會導正觀念。基此，筆者依自身教學與部隊輔訪經驗，提出「定位、定向」、「鄰近控制點與導航」及「砲兵營測地之運用」等 3 項電算機實用功能，提供各級部隊參考運用。

一、定位、定向

IMT-8R 電算機因內建 GPS 接收晶片與電羅經（Digital Magnetic Compass, DMC），⁵可實施快速定位、定向，以下說明電子指北儀之開啟方式、頁面功能與其操作要領。

（一）開啟電子指北儀：開啟電算機，於主畫面點選野戰砲兵測地程式，再於野戰砲兵測地程式中點選電子指北儀（圖四）。

（二）電子指北儀頁面功能介紹如圖五及表一。

（三）操作要領

1.定位：電算機開機，並開啟電子指北儀，平置電算機於各作業要點（測站）上方靜置 1~2 分鐘（至收斂係數小於 3 公尺）後，將頁面左下角之 UTM6 度方格坐標及高程完成紀錄並彙整（圖六），並於 1/25,000 軍圖上，使用 GPS 定位成果完成定圖，檢視圖上相對關係位置是否正確，待現地作業完成後，作為成果檢查與複式核對用途。

2.定向：電算機開機，並開啟電子指北儀，操作手站立於測站正上方，將電算機之概略中心對正目標（覘視點）後，以手指輕觸顯示幕停止更新（鎖定），接續，看讀並記錄頁面右上方之磁方位角（或正北方位角）值，即完成定向作業（圖七）。

（四）作業流程：目前砲兵測量人員慣用非閉塞導線、角導線與前方交會法等方式，⁶實施測地作業，惟上揭方法具風險高、檢查不易等限制，如無複式

3 民國 68 年，國軍首次採購美國德州儀器公司之「SR-52、TI-59 型磁卡式電子計算機」，再運用 PC-100A、PC-100B 熱感式印刷機列印成果，取代傳統費時、易錯之對數表成果計算。

4 民國 82 年，因應原「SR-52、TI-59 型電算機」已屆壽期，故立案採購商用「卡西歐 FX-880P 型電算機」，作為砲兵測地電算機之代用裝備。因該機型內建程式編輯之功能，無數砲兵先進竭盡心力，運用培基語言研改測地程式，致力於提升砲兵測地成果計算之精度與速度。

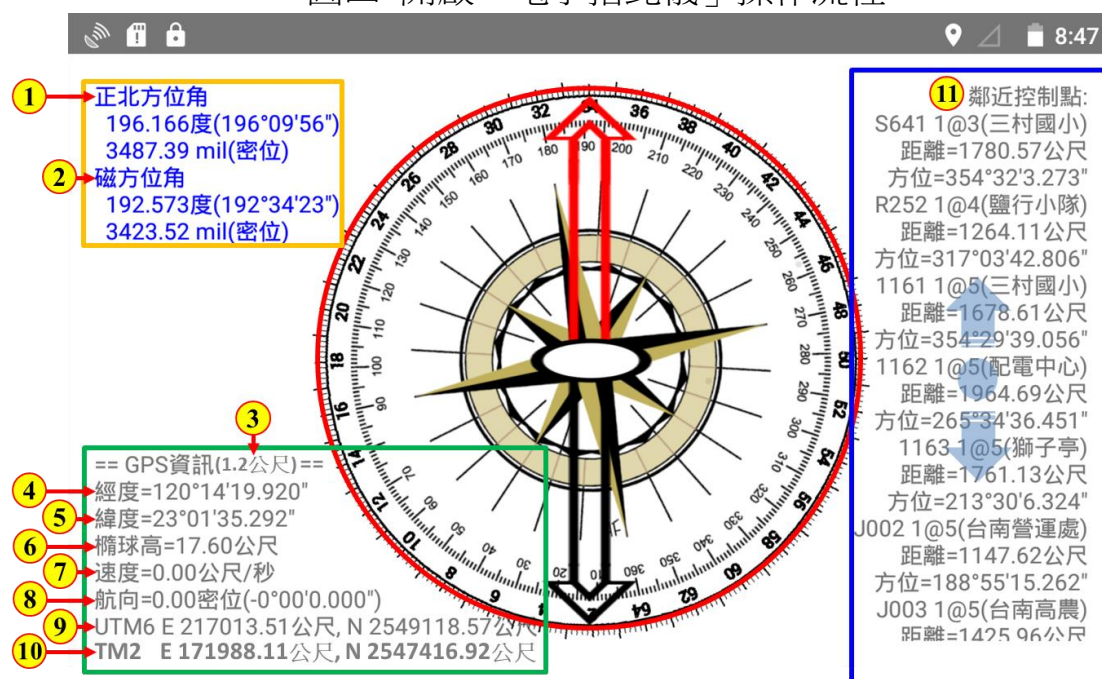
5 亦稱為「數位指北儀」或「磁力計」，為部隊共同裝備，多數內建於某些主系統內。因其具有體積小、重量輕、抗磁干擾、感應快速及高相容性（可合併其他功能之電路）等優勢，故近年來廣泛運用於各軍事領域。

6 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 4-1~4-41。

檢核機制，容易產生錯誤。現行雖可運用分組計算、地圖與現地對照等方式實施驗證檢查，惟較耗費時間。IMT-8R 電算機係目前現役測量裝備中，少數具備衛星定位（GPS）功能之器材，其商用 GPS 定位精度雖無法取代現行測地作業，惟仍可作為測量人員於作業後，實施成果複式檢查與核對用途，以達增進測量人員信心、提升成果可靠度之目的。為充分發揮裝備效能，實應將電算機之「定位」與「定向」功能，納入各級測地作業之檢核機制。基此，各級測量人員執行任務前，應於現地偵查階段，運用電算機之定位、定向功能，針對各射擊要點之坐標、⁷高程及定向諸元先期實施測量、彙整並紀錄（作業內容與容許誤差如表二），並於 1/25,000 軍圖上，先期檢視各要點之相對關係位置是否正確，待作業完成後，作為現地作業完成後成果檢核之參據（作業流程如圖八）。



圖四 開啟「電子指北儀」操作流程



圖五 「電子指北儀」操作頁面示意

⁷ 「射擊要點」泛指與砲兵射擊有關之火砲、觀測器材、氣象系統、雷達及雷射定位指示器等相關設施位置。

表一 「電子指北儀」操作頁面各部名稱與功能說明

項次	名稱	功能說明
①	正北方位角	由正北順時針至目標之水平夾角（密位/度分秒）
②	磁方位角	由磁北順時針至目標之水平夾角（密位/度分秒）
③	收斂係數	與 GPS 接收時間有關，其值介於 0~10（單位為公尺），愈小表定位精度愈佳，愈大則反之，本設備僅提供商用等級之衛星定位資訊。
④	現在位置（經度）	提供電算機現在位置之地理經度/度分秒
⑤	現在位置（緯度）	提供電算機現在位置之地理緯度/度分秒
⑥	橢球高	提供電算機現在位置之高程（橢球高）/公尺
⑦	速度	提供電算機之移動速度（公尺/秒）
⑧	航向	提供電算機之航向方位角（密位/度分秒）
⑨	現在位置（UTM）	提供電算機現在位置之 UTM 方格坐標（此為砲兵最常使用之坐標格式）
⑩	現在位置（TM）	提供電算機現在位置之 TM 方格坐標
⑪	鄰近控制點	為滑動式選單，此區域中將依操作人員「現在位置」，自動搜尋鄰近控制點，並提供包含控制點名（號）、坐標、距離與方位簡易等導航資訊。



圖六 運用電算機實施「定位」作業

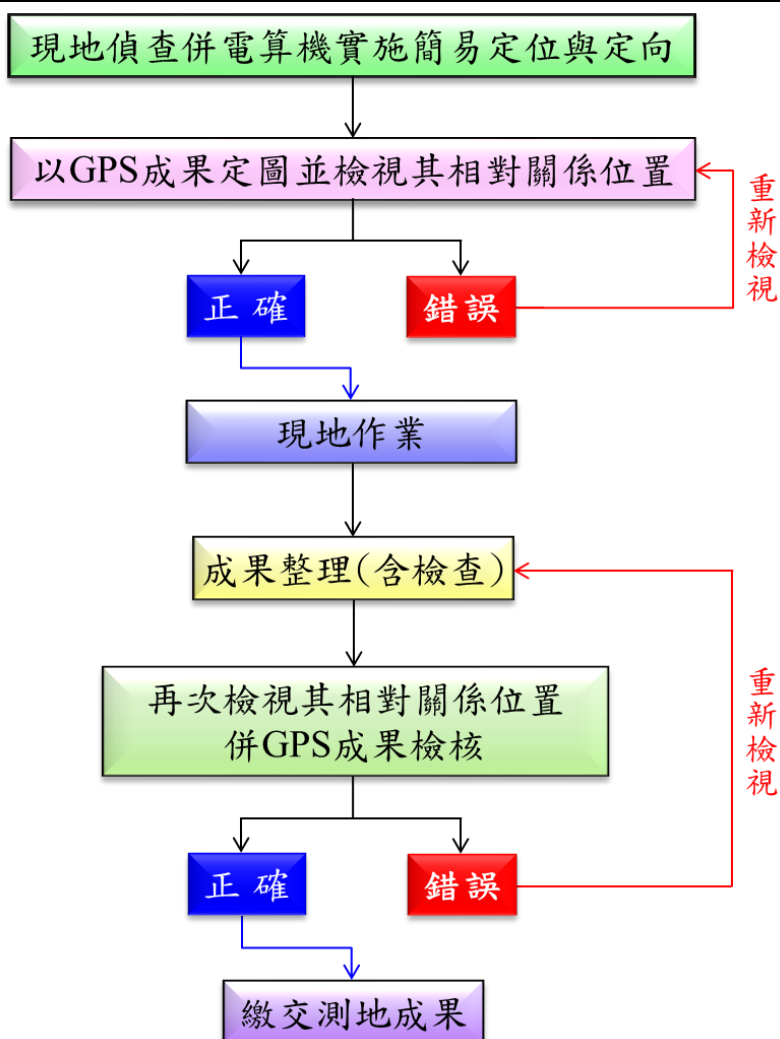


圖七 運用電算機實施「定向」作業

表二 電算機定位、定向作業內容與其容許誤差

作業型態 區分	定位	定向
作業內容	測地統制點（作業起始點） 連（排）陣地中心或砲位 連（排）陣地選擇點 各級觀測所 抄圖點	方位統制線方位角 方位基準點方位角 方向基線方位角 雷達站氣象台定向線 觀要（目、檢）方位角

	氣象台 雷達站 迫砲陣地 磁偏校正站	基線方位角
容 許 誤 差	視收斂係數大小而定，誤差通常為收斂係數之 2~5 倍	正負 20 密位
備 考	●電算機定位所得高程為「橢球高」，臺灣須概略以橢球高減 20 公尺，方能轉換為砲兵使用之標（正）高。 ●電算機定位、定向所得諸元，僅能於測地作業結束後，實施成果檢查與核對用途，嚴禁直接作為射擊使用。	



圖八 運用電算機實施測地成果檢核示意

資料來源：圖四、五、六、七、八及表一、二為筆者自製

二、鄰近控制點與導航

電子指北儀頁面右方區域為「鄰近控制點」與「導航資訊」，可協助測量人員快速尋找可用之控制點，執行各級測地任務，其操作要領及注意事項如下。

（一）於預訂作業區域中，開啟電子指北儀，並於鄰近控制點頁面中，選

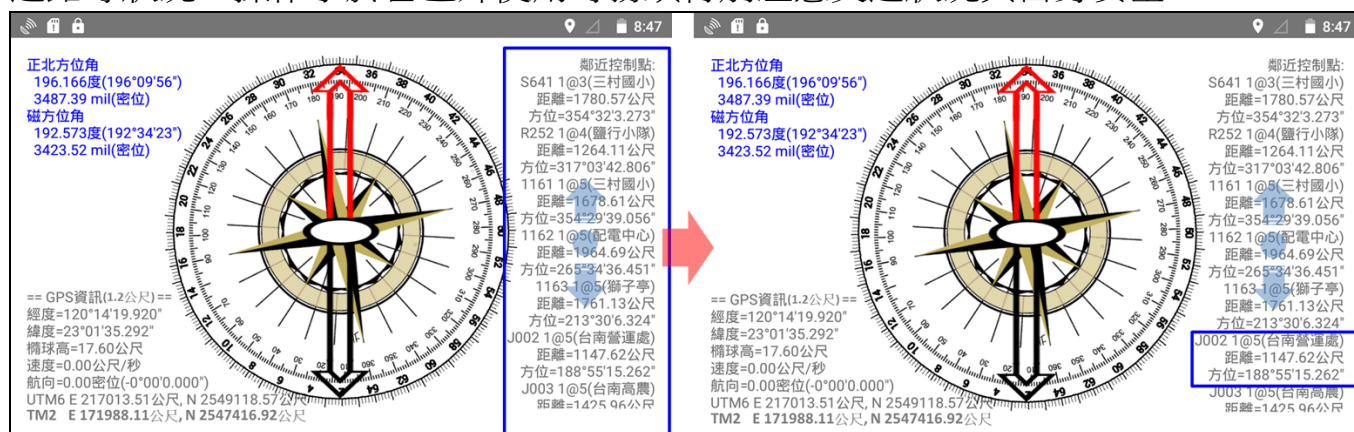
擇欲使用之控制點資料（圖九）。

（二）左右調整電算機方向，直至磁方位角與選定之控制點方位角<正負 3 度以內（圖十）。此時，表示操作手已對正控制點方向，且控制點之距離欄位即顯示操作手與控制點之直線距離。

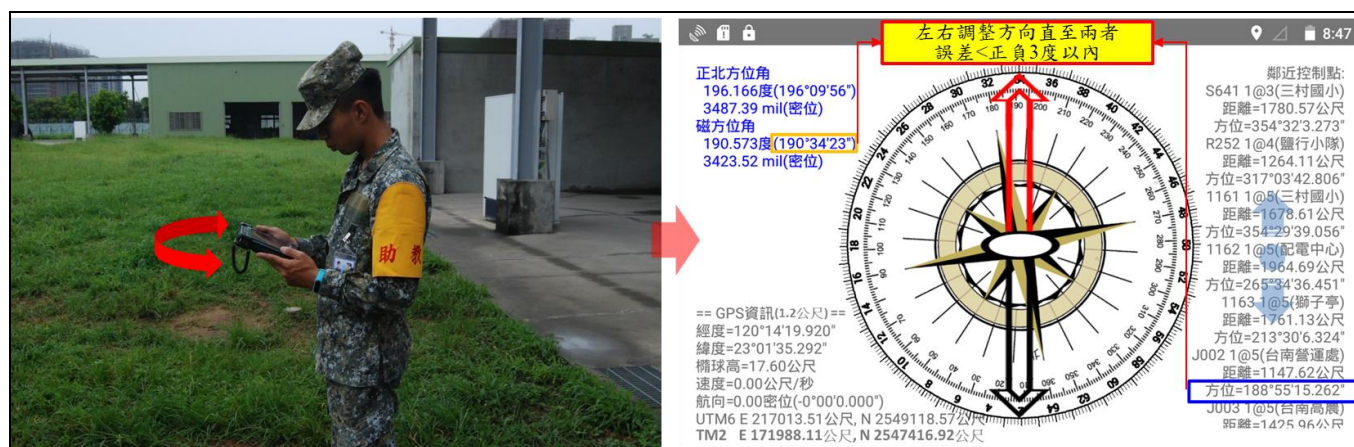
（三）方向確定後，操作手可朝控制點方向前進，每前進 100 公尺須檢查方位一次（重複項次二），確保前進方向正確，直至直線距離小於 30 公尺內，即可於週邊區域搜尋控制點標石。

（四）運用控制點前，須至電算機控制點資料庫中，再次查詢與確認該點位之坐標與高程，並依使用需求完成坐標系統與高程基準轉換。最後，於 1/25,000 軍圖確認其圖上關係位置是否正確，確認無誤後，方得運用該控制點執行任務。有關電算機「控制點資料查詢」與「坐標系統與高程基準轉換」功能，可參閱拙著「陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程」（砲兵季刊 182 期）。⁸

（五）電算機導航功能僅能顯示「方位」與「直線距離」，並無考慮交通與道路等狀況，操作手於營區外使用時務須特別注意交通狀況與自身安全。



圖九 於「鄰近控制點」頁面中選擇欲使用之控制點資料



圖十 左右調整電算機以對正控制點方向
資料來源：圖九及圖十為筆者自製

⁸ 同註 2，頁 64~70。

三、砲兵營測地之運用（有定位定向系統測地）

野戰砲兵測地區分「有定位定向系統（圖十一）」與「無定位定向系統（圖十二）」等兩種作業型態，⁹然不論使用何種作業（差異如表三），以砲兵營測地而言，所需提供射擊單位之測地成果均同。一般測量人員認為，電算機與測地程式係針對無定位定向系統作業設計，可提供完整之成果整理功能，惟使用定位定向系統測地時，電算機將無法協助其成果計算與整理；其實不然，在妥善運用裝備功能前提下，電算機同樣可於有定位定向系統作業時，提供測地成果計算、整理與製表等功能。有鑑於此，筆者擬提出一套新的成果整理模式，作為各級砲兵部隊實務上運用之參據。

（一）現行作法：有定位定向系統作業編組區分「定位定向系統組（系統組）」與「測量組」，前者於初始校準（Alignment, ALN）直後，¹⁰針對載具可到達位置行路測點儲存（或方位轉換），以獲得射擊要點之坐標、標高及定向諸元；細部載具無法到達地點則實施調諧校正併放射量，或賦予方位地線後，由測量組使用導線法、角導線、放射測量等方式作業；惟前地目標部分，系統有其作業限制，仍須由測量組比照無系統作業之前地組作業模式先行作業後，再搭配定位定向系統之作業成果，實施人工彙整成果、分組計算後，方能完成成果繳交，不僅費時且易產生錯誤，實有檢討精進之空間（現行作業流程如圖十三）。

表三 「砲兵營測地」作業型態差異

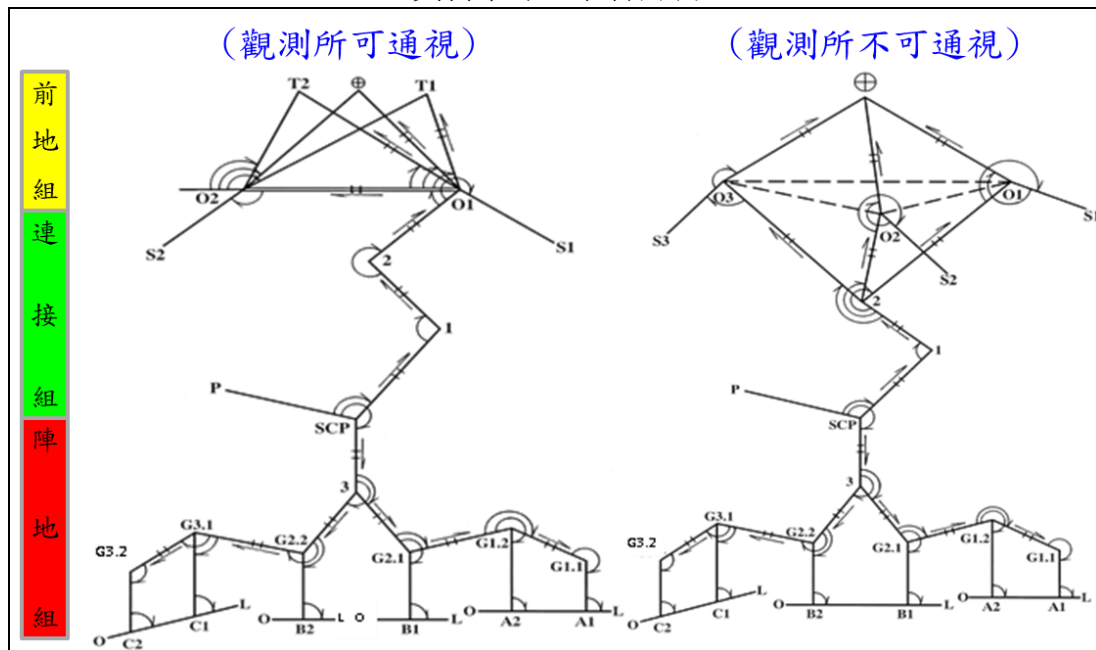
區分		作業型態	無定位定向系統測地	有定位定向系統測地
作業編組	前	地組	○	
	連	接組	○	
	陣	地組	○	
	定	位定向系統組		○
	測	量組		○
作業方式	導	線法	○	○
	角	導線	○	○
	放	射線法	○	○
	前	方交會法	○	○
	路	測點儲存		○
	調	諧校正		○
	放	射測量		○
	方	位轉換		○

⁹ 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-2。

¹⁰ 初始校準（Alignment, ALN）為定位定向系統之操作模式，目的在使系統依據輸入之起始位置資料執行尋北、平台穩定與等交互校準程序，直至系統各部達到正確之感測位置與狀態，使具備完整之測量能力。

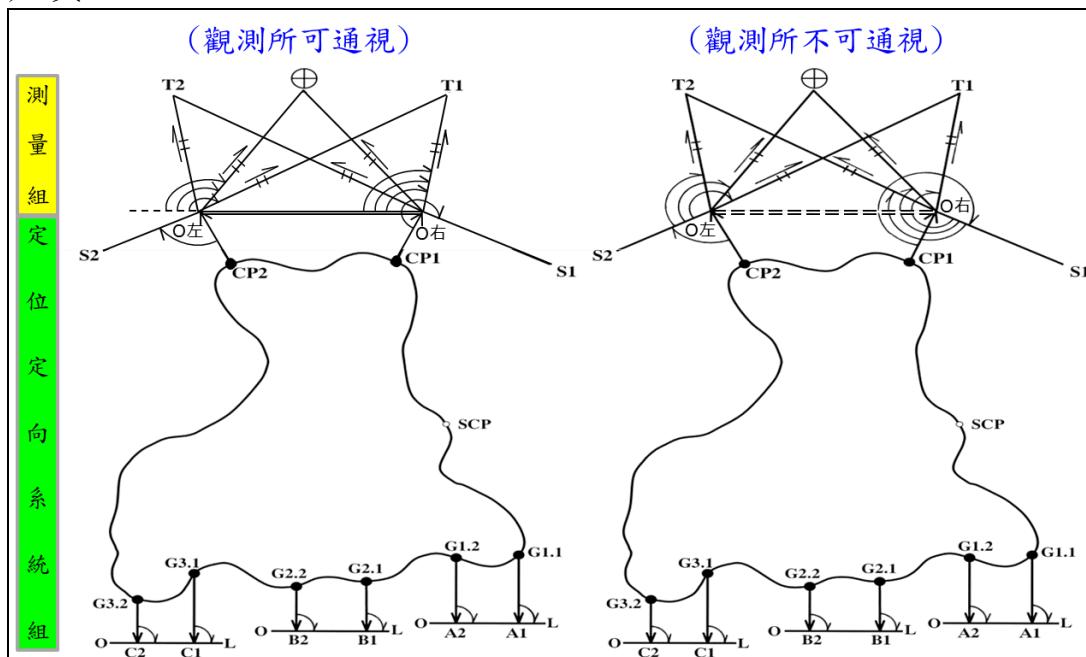
成 果 整 理 (電 算 機)	砲兵營全部測地程式	○	
	測地程式計算	○	○
	面板計算	○	○
	匯出表格	○	

資料來源：筆者自製



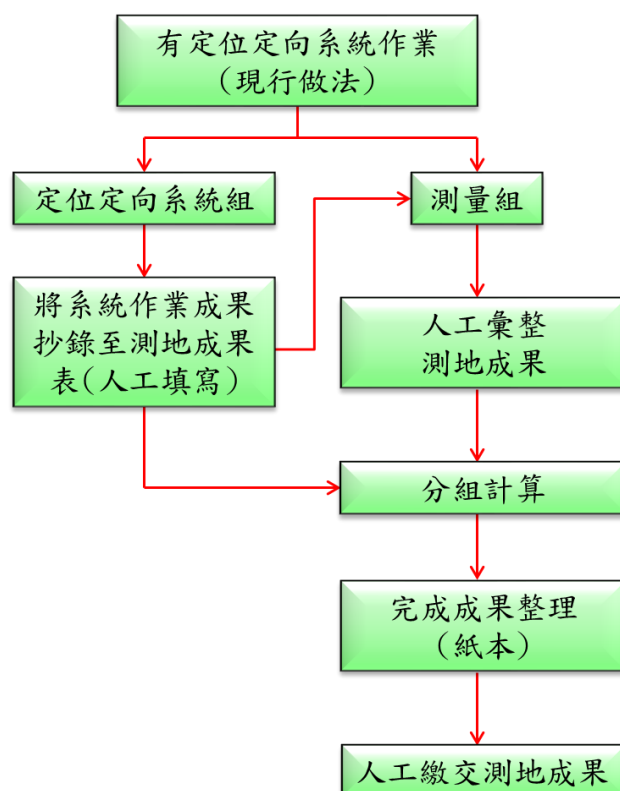
圖十一 無定位定向系統之砲兵營測地示意

資料來源：修改《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-11~12。



圖十二 有定位定向系統之砲兵營測地示意

資料來源：修改《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-85。



圖十三 使用定位定向系統現行作業流程

資料來源：筆者自製

(二) 精進作法：筆者擬精進有定位定向系統作業後，實施成果計算與整理之作法，由現行多仰賴人力分組計算，修正為完全使用電算機內部功能實施（如前地計算程式與 Excel）¹¹。以達成測地成果數位化、情報傳遞資訊化、減少人為錯誤與提升整體作業速度之目標。以下區分現地作業、使用前地計算程式及填入 Excel 表格等 3 項說明（精進作法流程如圖十四）。

1. 現地作業：編組區分「系統組」與「測量組」，運用定位定向系統放射測量、導航、方位角距離計算、方位轉換等內建功能，完成各連、排陣地中心（或砲位）、方向基線方位角、觀測所與方位基準點方位角等相關作業，因「系統組」作業較具彈性，必要時可考量時間、人員與裝備等實際狀況，適時搭配「測量組」運用導線法實施輔助作業。惟「前地目標」部分，為配合電算機前地計算程式（PADS），故務須考量觀測所「通視狀況」而行之，區分為觀測所間「可通視」（Inter-Visible）與「不可通視」（Not Inter-Visible）等兩種作業模式，作業內容分述如次。

(1) 觀測所間「可通視」作業（圖十五）：A. 測手於右觀測所（右觀）整置器材，標定左觀測所（左觀）標桿歸零後，順時針測至目標（T），並將水平角（如圖①）及垂直角（如圖②）紀錄之。B. 測手將器材變換至左觀測所（左觀），

¹¹ Microsoft Excel 為 Microsoft 公司為使用 Windows 與 Apple Macintosh 作業系統的電腦編寫之「試算表軟體」。國軍電算機（IMT-8R）內建之 Excel 檔案，可與一般軍民、用電腦之軟體格式相容。

裝定 180 度（或 3200 密位）標定右觀測所（右觀）標桿後，順時針測至目標，並將水平角（如圖②）及垂直角（如圖③）完成紀錄。

（2）觀測所間「不可通視」作業（圖十六）：A.測手於右觀測所（右觀）整置器材，標定方位基準點 S（右）歸零後，順時針測至目標（T），並將水平角（如圖①）及垂直角（如圖④）紀錄之。B.測手將器材變換至左觀測所（左觀），標定方位基準點 S（左）歸零後，順時針測至目標，並將水平角（如圖②）及垂直角（如圖③）完成紀錄。

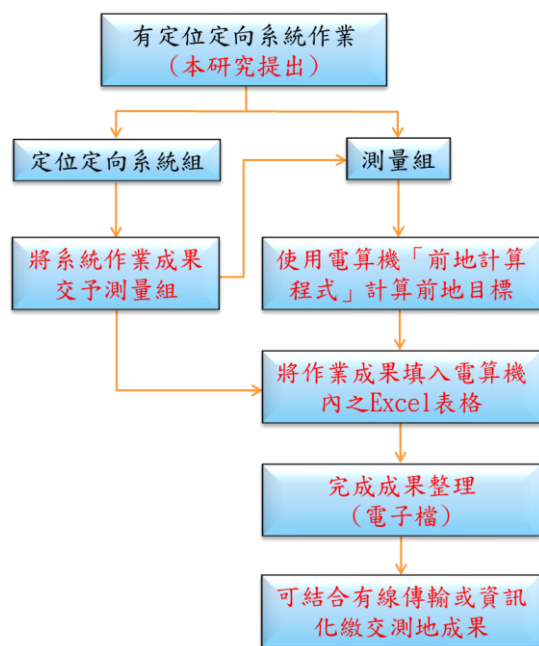
2.使用前地計算程式（PADS）：野戰砲兵測地程式內建之前地計算程式（PADS，如圖十七），可供測量人員快速且精確計算射擊目標諸元，尤其適用於定位定向系統作業模式。前地計算程式之執行與操作頁面、操作範例請參閱《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》第四章第三款。¹²

3.將測地成果填入 Excel 表格實施綜合計算並彙整：筆者依據制式測地成果表設計一 Excel 表格，相較於現行定位定向系統作業時須採分段、分組成果計算，本研究之精進作法將更快速、便捷及符合測地作業需求，以下將說明相關操作流程與要領。

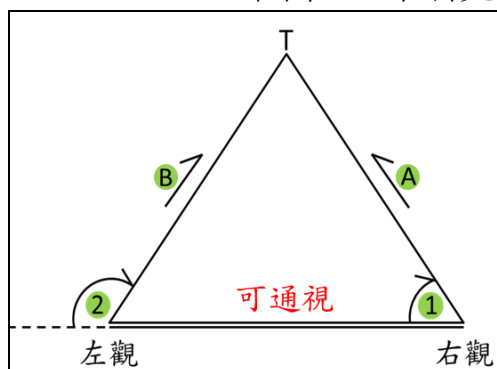
（1）開啟定位定向系統專用測地成果 Excel 表格：A.電算機開機後，於主畫面點選「程式集」，待進入程式集頁面點選「FX」（圖十八）。B.於「FX」頁面，點選「Main Storage」，接續於「Main Storage」頁面中以手指或觸控筆向上滑動尋找「測地成果表（定位定向系統專用）」Excel 檔案（圖十九）。C.點擊「測地成果表（定位定向系統專用）」檔案圖示，即可開啟定位定向系統專用測地成果表（圖二十）。

（2）表格內容與操作說明：定位定向系統專用測地成果表區分「綠色」與「白色」等 2 區域，綠色區域係由測量人員依據「現地作業」與「前地計算程式運算」之成果填入，白色區域則已預先編輯算式，待綠色區域成果填入後，即可自動計算觀檢（目）方位角、基線長與基線方位角、砲檢方位角與方向基角等諸元，表格內容與操作說明如圖廿一、表八。另筆者已於白色區域中，預先設置表格保護機制（密碼），防止測量人員於數據輸入時，不慎刪除或修改原始算（公）式，進而影響計算成果（圖廿二）。依上揭作業要領完成數據輸入，最後，將 Excel 表格實施「另存新檔」，即可同步完成本次作業之成果計算、整理與歸檔存查等工作，相關資料可永久保存於電算機內部之「Main Storage」中。後續，可運用「有線方式」將測地成果電子檔傳輸予射擊單位或傳輸至軍用電腦實施列印分發。

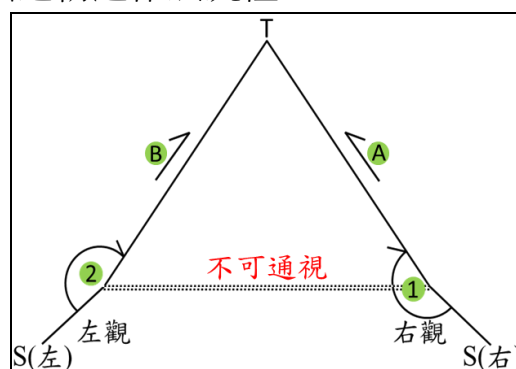
¹² 同註 1，頁 4-45~4-56。



圖十四 本研究提出之精進作法流程



圖十五 觀測所間「可通視」作業



圖十六 觀測所間「不可通視」作業

定位定向系統之前地計算

可通視 計算

觀測所(左) 觀測所(右)

橫坐標 縱坐標 標高

左觀測所外角 右觀測所內角

觀測所至目標垂直角

定位定向系統之前地計算

不可通視 計算

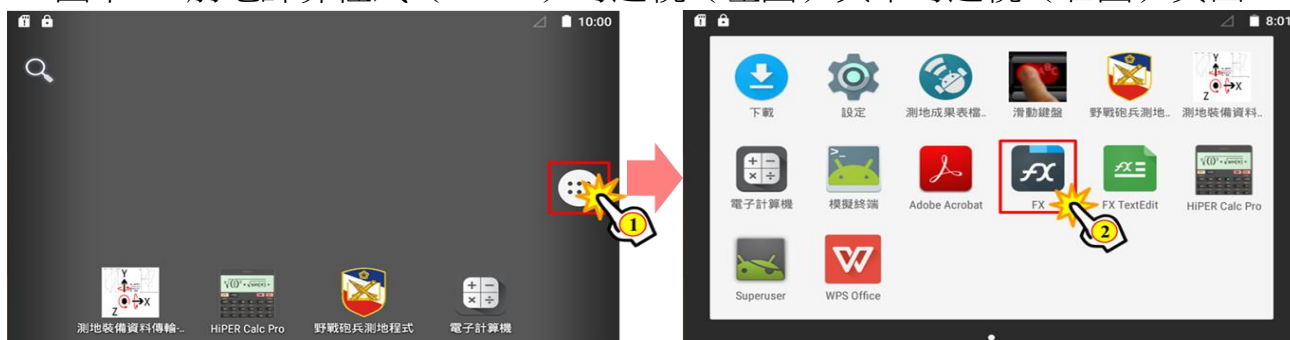
觀測所(左) 觀測所(右)

橫坐標 縱坐標 標高

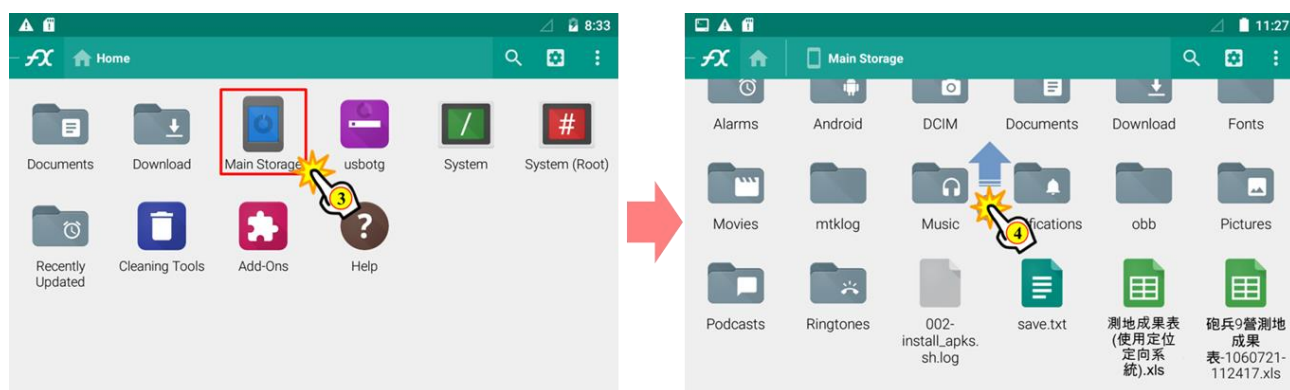
方位基準點方位角 方位基準點至目標水平角

觀測所至目標垂直角

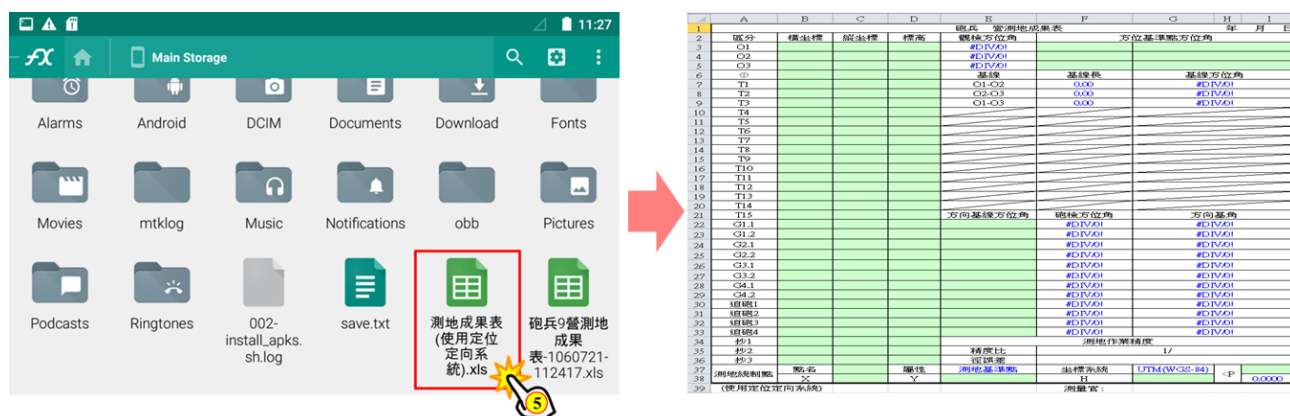
圖十七 前地計算程式 (PADS) 可通視 (左圖) 與不可通視 (右圖) 頁面



圖十八 作業流程 (一)



圖十九 作業流程（二）



圖二十 作業流程（三）

表八 Excel 表格操作說明

綠色區域	白色區域
由測量人員填入	自動執行計算
主觀測所 (O1) 坐標	檢驗點坐標 (⊕)
輔助觀測所 (O2 或 O3) 坐標	檢驗點坐標 (⊕)
主觀測所 (O1) 坐標	射擊目標坐標 (T1~T15)
輔助觀測所 (O2 或 O3) 坐標	射擊目標坐標 (T1~T15)
主觀測所 (O1) 坐標	輔助觀測所 (O2 或 O3) 坐標
主觀測所 (O1) 坐標	輔助觀測所 (O2 或 O3) 坐標
各連 (排或迫砲) 陣地 (或砲位) 坐標	檢驗點坐標 (⊕)
方向基線方位角	●各連 (排或迫砲) 陣地或砲位坐標 ●檢驗點坐標 (⊕)
	觀檢方位角 (主觀測所)
	觀檢方位角 (輔助觀測所)
	觀目方位角 (主觀測所)
	觀目方位角 (輔助觀測所)
	基線長
	基線方位角
	砲檢方位角
	方向基角

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	砲兵營測地成果表								
2	區分	橫坐標	縱坐標	標高	觀檢方位角	方位基準點方位角			
3	O1				#DIV/0!				
4	O2				#DIV/0!				
5	O3				#DIV/0!				
6	⊕				基線	基線長	基線方位角		
7	T1				O1-O2	0.00	#DIV/0!		
8	T2				O2-O3	0.00	#DIV/0!		
9	T3				O1-O3	0.00	#DIV/0!		
10	T4								
11	T5								
12	T6								
13	T7								
14	T8								
15	T9								
16	T10								
17	T11								
18	T12								
19	T13								
20	T14								
21	T15				方向基線方位角	觀檢方位角	方向基角		
22	G1.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
23	G1.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
24	G2.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
25	G2.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
26	G3.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
27	G3.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
28	G4.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
29	G4.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
30	追砲1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
31	追砲2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
32	追砲3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
33	追砲4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
34	抄1								
35	抄2				精度比	測地作業精度			
36	抄3				徑誤差	1/			
37	測地統制點	點名	屬性	測地基準點	坐標系統	UTM(WGS-84)	P	0.0000	
38	(使用定位定向系統)	X	Y	H	測量官:				
39									

綠色區域係由
測量人員填入

餘白色區域已
預先編輯算式
，可自動執行
計算

圖廿一 Excel 表格內容介紹

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	砲兵營測地成果表								
2	區分	橫坐標	縱坐標	標高	觀檢方位角	方位基準點方位角			
3	O1				#DIV/0!				
4	O2				#DIV/0!				
5	O3				#DIV/0!				
6	⊕				基線	基線長	基線方位角		
7	T1				O1-O2	0.00	#DIV/0!		
8	T2				O2-O3	0.00	#DIV/0!		
9	T3				O1-O3	0.00	#DIV/0!		
10	T4								
11	T5								
12	T6								
13	T7								
14	T8								
15	T9								
16	T10								
17	T11								
18	Microsoft Excel								
19	您嘗試更改的儲存格或圖表已被保護，無法更改。								
20	若要修改被保護的儲存格或圖表，請先使用 [視窗/保護工作表] 命令 (或 [校閱] 索引標籤，[變更] 群組) 來移除保護。可能會提示您輸入密碼。								
21	確定								
22	G1.2					#DIV/0!	#DIV/0!		
23	G2.1					#DIV/0!	#DIV/0!		
24	G2.2					#DIV/0!	#DIV/0!		
25	G3.1					#DIV/0!	#DIV/0!		
26	G3.2					#DIV/0!	#DIV/0!		
27	G4.1					#DIV/0!	#DIV/0!		
28	G4.2					#DIV/0!	#DIV/0!		
29	追砲1					#DIV/0!	#DIV/0!		
30	追砲2					#DIV/0!	#DIV/0!		
31	追砲3					#DIV/0!	#DIV/0!		
32	追砲4					#DIV/0!	#DIV/0!		
33	抄1								
34	抄2				精度比	測地作業精度			
35	抄3				徑誤差	1/			
36	測地統制點	點名	屬性	測地基準點	坐標系統	UTM(WGS-84)	P	0.0000	
37	(使用定位定向系統)	X	Y	H	測量官:				
38									
39									

圖廿二 Excel 表格「白色區域」具備密碼保護機制

資料來源：圖十四至廿二為筆者自製

(三) 效益分析：為強化本研究論證基礎，筆者採隨機抽樣方式由砲訓部測量師資班與士官高級班學員中遴選 5 組成員，每組納編 6 員，於有「定位定向系統」砲兵營測地作業後，分別使用「新式作法（本研究提出）」與「現行作法」，實施測地成果整理（含計算），並針對其「成果整理速度」、「成果計算精度」、「作業使用人力」與「整體運用效益」等 4 部分實施驗證分析，相關內容分述如

次。

1.就「成果整理速度」而言：針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「成果整理時間」之差異變化，並將實驗數據彙整（圖廿三）。由圖廿三中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」者（如圖廿三藍線所示），平均所需時間為 299.8 秒（約 5 分鐘），然使用「現行作法」者（如圖廿八紅線所示），則平均所需時間為 937 秒（約 15 分 40 秒）；故前者較後者之成果整理時間縮減約 68%。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「成果整理速度」方面較「現行作法」具較佳之表現。

2.就「成果計算精度」而言：接續，針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「成果計算精度」之差異變化，並將實驗數據彙整如表九。由表九中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」者，其平均坐標精度（圓形公算偏差，CEP），¹³前者約為 3.36 公尺，後者約為 3.38 公尺；標高精度（公算偏差，EP），¹⁴前者約為 1.13 公尺，後者約為 1.11 公尺，故前者與後者相較，無論於坐標（CEP）或標高（EP）之差值均僅為 0.02 公尺（約 2 公分）；由實驗數據中推論，上揭 2 種方法於「成果計算精度」方面，並未具有顯著差異。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「成果計算精度」完全符合現行砲兵射擊需求。

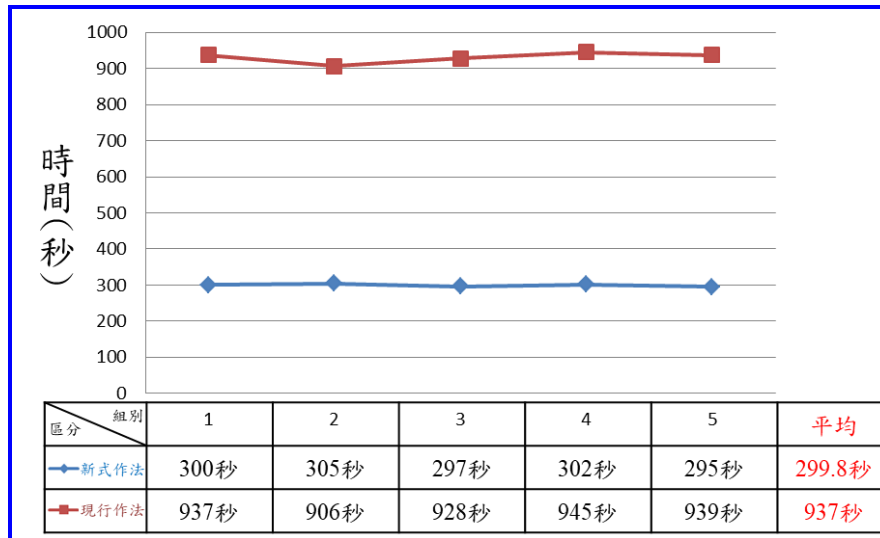
3.就「作業使用人力」而言：最後，針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「作業使用人力」之差異變化。由實驗觀察中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」之實驗對象，其成果整理之「作業使用人力」僅需 2 員（為複式核對），最少 1 員即可完成；反觀「現行作法」因複雜程度較高，且須採分組、分段計算，無法同步完成，故所需人力至少 4 員（需分組計算後再統一彙整）。故前者較後者之「作業使用人力」可縮減約 50%。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「作業使用人力」方面較「現行作法」具較佳之表現。

4.就「整體運用效益」而言：由實驗數據針對本研究「新式作法」之「成果整理速度」、「成果計算精度」與「作業使用人力」等 3 個項目分析比較後，再次印證「新式作法」無論於「成果整理速度」與「作業使用人力」等方面，均較「現行作法」優異，且「成果計算精度」亦符合砲兵射擊需求，可提升野戰砲兵戰鬥支

¹³ 圓形公算偏差（Circular Error Probable, CEP）通常為衡量彈著點散布度大小之指標，亦可表示機率發生在 50% 以內之某二維空間誤差量，定位定向系統亦以此表示座標成果（X，Y）之精確性。例如「座標 7 公尺圓形公算偏差」，即表示定位定向系統在一定作業時間與距離內，測量誤差小於 7 公尺半徑圓形範圍之機率為 50%。

¹⁴ 公算偏差（Probable Error, EP）通常用以表示發生機率在 50% 以內之某一維空間誤差量，定位定向系統亦以此表示標高、方位成果之精確性。例如「標高 3 公尺公算偏差」，即表示定位定向系統在一定作業時間與距離內，出現小於±3 公尺標高誤差範圍之機率為 50%。

援速度與節省人力需求。再者，目前國軍「迅合專案」方具雛型，就「現行作法」而言，測量人員使用定位定向系統作業時，須先分組計算後，再以傳統「紙本方式」彙整測地成果（表），不僅作業程序繁瑣且易產生人為計算（或謄寫）錯誤，彙整後之測地成果表不僅不易保存，亦無法配合國軍資訊化傳輸作業。反觀本研究所提之「新式作法」，完全可配合「定位定向系統」與「資訊化傳輸」作業，其成果計算與彙整更可同步完成（電子檔案支援分案永久儲存），不僅程序簡單、易學，更可大幅減少成果整理時間，及避免人為錯誤產生，完全符合現代化戰爭之時效與作戰需求（效益分析如表十）。



圖廿三 「成果整理速度」實驗數據分析

表九 「成果計算精度」實驗分析表（有定位定向系統之砲兵營測地）

零速更新週期	成果整理方式	組別	測量成果精度（單位：公尺）				
			橫坐標差 (RMSx)	縱坐標差 (RMSy)	標高差 (RMSz)	圓形公算偏差 (CEP)	公算偏差 (EP)
10分鐘	新式作法	1	2.453	3.437	1.812	3.467443	1.222194
		2	2.567	3.207	1.631	3.399154	1.100110
		3	2.762	3.216	1.597	3.519249	1.077177
		4	2.135	3.365	1.762	3.23785	1.188469
		5	2.267	3.122	1.543	3.172504	1.040754
		平均	2.4368	3.2694	1.669	3.35924	1.125741
	現行作法	1	2.213	3.382	1.735	3.293777	1.170258
		2	2.487	3.314	1.611	3.415049	1.086620
		3	2.682	3.136	1.626	3.425057	1.096737
		4	2.275	3.376	1.565	3.326744	1.055593

		5	2.537	3.271	1.662	3.41917	1.121019
		平均	2.4388	3.2958	1.6398	3.375959	1.106045
成 果 類 別		計	算		公 式		合 格 標 準
CEP (x,y)		1.1774 × (RMDx+RMDy) /2				< 7 公尺	
EP (z)		0.6745 × RMDz				< 3 公尺	
註 記		本案測試使用之已知點位置，係軍備局測量隊於民國 96 年實地採用「衛星控制點點位檢測」方式測量所得，各已知坐標點均合於三等衛星控制點精度規範，各點誤差值在 95%信賴區間≤30mm+6ppmXL。					

表十 效益分析表（有定位定向系統之砲兵營測地）

區分 項次		現行作法	新式作法 (本研究提出)	分析
成果整理 速度		約 15 分 40 秒完成	5 分鐘內可完成	本研究作法於成果整理時間上可減少約 68%
成果計算 精度	坐標	3.36 公尺圓形公算偏差	3.38 公尺圓形公算偏差	無顯著差異，故新式、現行作法均符合砲兵射擊需求。
	標高	1.13 公尺公算偏差	1.11 公尺公算偏差	
使用人力		4 人（需分組計算後再統一彙整）	2 人（為複式核對），最少僅需 1 人。	本研究作法可縮減人力約 50%
運用效益		1.須先採分組計算後再以紙本方式彙整測地成果，無法配合本軍資訊化傳輸作業。 2.作業程序複雜，容易產生人為錯誤。 3.彙整後之測地成果表為傳統「紙本」模式，保存不易。	1.成果計算與彙整可同步完成，大幅減少成果整理時間，未來亦可配合本軍資訊化傳輸作業。 2.作業程序簡單、易學，可大幅減少人為錯誤產生。 3.由電算機（IMT-8R）彙整後之測地成果表為「電子檔案（Excel）」模式，可支援分案永久儲存。	本研究作法較具前瞻性，可符合未來資訊化作業需求，且作業程序簡單，不易肇生人為錯誤，符合現代化戰爭之時效與作戰需求。

資料來源：圖廿三、表九、表十為筆者自製

裝備維保要領與故障排除

IMT-8R 電算機可執行精度高、效率佳之測地計算程式，其效能之發揮端賴於正確之操作和良好的裝備保養與維護。使用者務須依照規定之檢查與保養程序、項目徹底做好課後保養維護工作，並依照正確之操作程序與要領實施作業，避免故障衍生。如故障發生，則應依故障排除要領排除，以維持電算機作業能力與壽命。¹⁵本章將彙整自民國 106 年 12 月電算機撥交起，筆者於教學與部隊輔訪經驗中，合計 8 項常見之人為損壞態樣與精進作法，提供各部隊參考，期使單位重視保養教育，共同維護裝備妥善。

一、人為損壞態樣與精進作法

筆者據自身教學與部隊輔訪經驗，將電算機人為損壞態樣、影響與精進作法彙整如表十一。

二、野戰砲兵測地程式停止運作之故障排除要領

野戰砲兵測地程式於不正確操作下，可能發生程式停止運作之情事（圖廿四），其故障排除要領如后。

（一）電算機開機，於系統主畫面中以觸控筆或手指點選「程式選單鍵」，進入「程式集」（圖廿五）。

（二）於「程式集」中，點選「FX」（檔案管理），進入「檔案管理」（圖廿六）。

（三）於「檔案管理」中，點選「Main Storage」，進入「檔案儲存區」（圖廿七）。

（四）於「檔案儲存區」中，以觸控筆或手指於顯示幕上、下滑動，搜尋「save.txt」文字檔（圖廿八）。

（五）以觸控筆或手指長按「save.txt」檔案圖示（圖廿九）。

（六）待出現彈跳窗後（如圖三十），點選「Delete」鍵。

（七）於「Delete」視窗中，勾選「Check this box if you are certain you want to delete the following items」（圖卅一）。

（八）於「Delete」視窗中，點選右下角之「DELETE」鍵（圖卅二），即完成檔案刪除。

（九）按壓「主選單鍵」返回系統主畫面後，重新點選「野戰砲兵測地程式」，即可完成故障排除（如刪除 save.txt 後仍無法排除故障，請連絡原廠檢修）。

¹⁵ 同註 1，頁 6-1。

表十一 電算機（IMT-8R）人為損壞態樣、影響與精進作法

電 算 機 （ I M T - 8 R ） 人 為 損 壞 態 樣 與 精 進 作 法			
區分 項次	人為損壞態樣	影響	精進作法
1	長時間（超過 1 季）未開機使用	1.本體因受潮而損壞 2.電池因未定期充電而損壞	1.臺灣屬炎熱潮濕氣候，電子類裝備易受潮損壞，定期開機使裝備內部機件加熱而去除溼氣，延長裝備壽限。 2.每周應配合連主官裝備檢查實施裝備清點、電池充電與開機操作檢查。
2	收納前未再次確認電算機是在「關機」或是「休眠」狀態，造成電池電力耗盡。	未依正常程序關機，可能導致電算機內部之作業系統（軟體），發生檔案遺失而無法開機。	每次關機務須確實檢視電算機之操作指示燈，如藍燈未完全熄滅，則表示尚未完成關機。
3	未完成關機（或於休眠中）即拆卸電池。	未依正常程序關機，可能導致電算機內部之作業系統（軟體），發生檔案遺失而無法開機。	每次更換電池前，務須確實檢視電算機狀態，應確實完成關機後，方可實施電池更換
4	受重擊（摔）後，造成機殼（顯示幕）損壞。	裝備受重擊後，可能導致機殼破損或顯示幕破裂，嚴重者將造成裝備損毀。	每次操作前應先安裝腕帶或背帶等輔助配件，確保野外操作時裝備與人員安全。
5	腕帶安裝方向錯誤，致拆卸時難以拆卸用蠻力拆卸時造成腕帶扣環損壞。	腕帶扣環損壞後，將導致腕帶拆除後無法再次安裝；無腕帶輔助時，裝備易於野外操作時不慎跌落地面。	安裝腕帶有其方向性，操作前務須檢視其安裝方向係「由內向外」安裝，避免拆卸困難。
6	電池與行動電源未定期（每周）實施充電乙次，導致無法蓄電。	電池與行動電源未定期實施充電，長期可能導致電池無法蓄電，甚至造成損壞。	電算機均配賦3顆可充電電池與1個行動電源，應配合每周連主官裝備檢查實施充電乙次，避免長期未充電致電池無法蓄電或損壞。
7	顯示幕觸控筆尖遺失	顯示幕觸控筆尖遺失，將導致觸控筆失效，僅能使用「手指」實施裝備操作。	裝備操作前、中、後，均應依準則（技令），針對其主件與零附件逐一清查，以免遺失。

8	因人為不當操作，導致野戰砲兵測地程式停止運作。	野戰砲兵測地程式停止運作，將導致程式無法執行任何計算作業。	可依本章第二節內容實施故障排除
---	-------------------------	-------------------------------	-----------------

資料來源：筆者自製

砲兵營全部測地程式			
砲兵營	108	年	01月30日
統制點/P點	57210.17	經緯度	42876.35
統制點至P點	方位角	5002-3200+148.2340	147.72
統制點至測站2	水平角	323.4030	距離 1225.50 垂直角 91.2753
測站2至主觀測所O1	水平角	115.5045	距離 555.15 垂直角 91.3050
主觀測所O1至方位點	很抱歉,野戰砲兵測地程式已停止運作。		
主觀測所O1至檢點	垂直角	80.2030	
主觀測所O1至1號	垂直角	90.3030	
主觀測所O1至輔助觀測所O2	水平角	343.1050	距離 375.95 垂直角 89.3030
輔助觀測所O2至方位基準點	水平角	218.4025	
輔助觀測所O2至檢點	水平角	93.2000	
輔助觀測所O2至1號目標	水平角	102.2000	

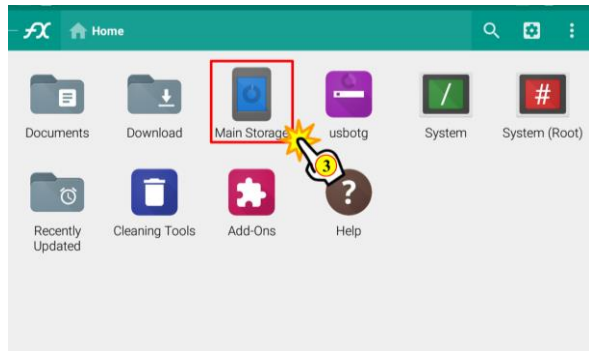
圖廿四 測地程式停止運作



圖廿五 測地程式停止運作之故障排除流程（一）



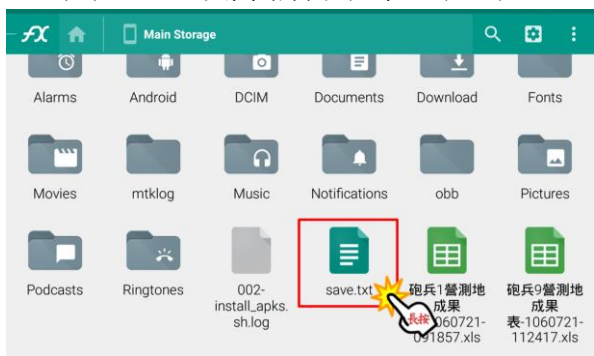
圖廿六 故障排除流程（二）



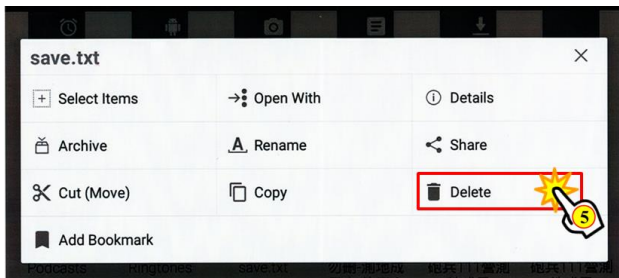
圖廿七 故障排除流程（三）



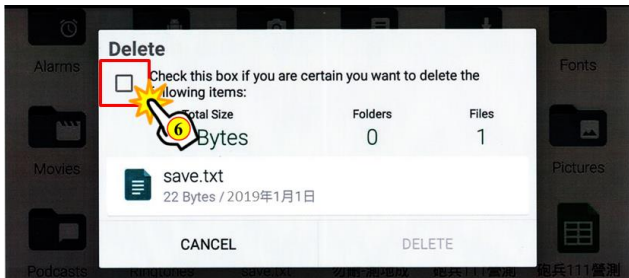
圖廿八 故障排除流程（四）



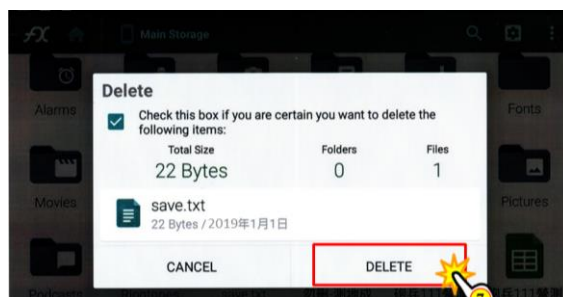
圖廿九 故障排除流程（五）



圖三十 故障排除流程（六）



圖卅一 故障排除流程（七）



圖卅二 測地程式停止運作之故障排除流程（八）

資料來源：圖廿四至圖卅二為筆者自製

結論與建議

國軍教戰總則第十八條（活用準則）有言：「…妄乖準則，固所嚴禁；拘泥形式，亦所不許，務宜深研窮究，融會貫通，以收實效」。本研究旨在提供善用電算機功能提升各級砲兵測地作業之方法，伴隨衛星技術日新月異，未來新式裝備搭載「衛星定位（GPS）」與「定位定向器」已成必然趨勢，若能融合傳統技術與先進裝備之效能，靈活運用、長短相輔，則不僅電算機能發展諸多新用途，餘測地裝備亦然。本文研究成果除可供準則編修、兵監教學、砲兵測地實作與訓練之參據外，將來更可於新式裝備籌補時，納為裝備需求功能之一，期使未來裝備功能更能滿足砲兵測地作業需求。

IMT-8R 電算機撥發部隊使用迄今已屆 2 年時間，惟近年來於駐地輔訪及各項演訓中發現，砲兵測量幹部對於電算機之操作與運用仍需精進。在現今科技日新月異，瞬息萬變的時代，戰爭講求機動、快速，戰時需迅速求得各項測地諸元，交付射擊指揮所及陣地、觀測所人員使用，如何能在不斷迅速變換與佔領陣地中實施精準、有效作業，端賴各級砲兵測量幹部及裝備發揮功效，以達作戰勝利之目標。¹⁶

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月）。
- 二、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月）。
- 三、Artillery survey (TM6-200)，Published June 2016 by GHQ Army GRC。
- 四、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 3 月）。
- 五、陳見明，〈SPAN-7 定位定向系統運用於火箭（砲兵）營、連測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 103 年 9

¹⁶ 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，頁 18。

月。

- 六、陳見明，〈精進砲兵測地電算機程式之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 145 期，砲兵訓練指揮部，民國 98 年 5 月。
- 七、黃盈智，〈砲兵測地程式之研改與回顧－兼論運用構想與未來規劃〉《砲兵季刊》（臺南），第 158 期，砲訓部，民國 101 年 9 月。
- 八、黃盈智，〈卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用〉《砲兵季刊》（臺南），第 155 期，砲兵訓練指揮部，民國 100 年 11 月。
- 九、黃盈智，〈卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機運用於測地成果計算之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 159 期，砲兵訓練指揮部，民國 101 年 11 月。
- 十、耿國慶，〈衛星控制點「1997 坐標系統 2010 年成果」對砲兵測地之影響與因應之道〉《砲兵季刊》（臺南），第 168 期，砲兵訓練指揮部，民國 104 年 2 月。
- 十一、《公告內政部大地基準及一九九一坐標系統 2010 年成果》，內政部公告，（臺北市：臺內地字第 1010137288 號，民國 101 年 3 月 30 日）。
- 十二、《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 9 月）。
- 十三、《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）。
- 十四、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 8 月）。
- 十五、Jianchen Gao, “GPS/INS/G Sensors/Yaw Rate Sensor/Wheel Speed Sensors Integrated Vehicular Positioning System”, Position Location And Navigation Group (Fort Worth TX), 2006, pp. 26~29.
- 十六、《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊（第一版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 102 年 9 月）。
- 十七、《陸軍徠卡 TPS-700 系列（TCRA705 型）測距經緯儀操作手冊（第一版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 98 年 10 月 12 日）。
- 十八、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 6 月。
- 十九、黃盈智，〈陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程〉《砲兵季刊》（臺南），第 182 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年 9 月。
- 廿、梁乙農，〈使用 ULISS-30 執行砲兵營「前地測地」之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 129 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 94 年 4 月。
- 廿一、維基百科，〈BASIC 電腦程式語言〉（維基百科資訊網，民國 108 年 9 月），

<http://zh.wikipedia.org/wiki/BASIC>。

廿二、維基百科，〈Microsoft Excel〉（維基百科資訊網，民國 108 年 9 月），
[http://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft Excel](http://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel)。

廿三、《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 7 月）。

作者簡介

黃盈智士官長，領導士官班 87 年第 12 期、陸軍專科學校士官長正規班 24 期畢業，崑山科技大學企業管理研究所碩士、高苑科技大學土木工程研究所碩士，乙級工程測量、乙級地籍測量、丙級測量證照；歷任班長、作戰士、測量組長、連士官督導長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。

如何應用砲管磨損初速變量使砲口初速更精準

The utility of MVVWEAR in enhanced muzzle velocities

取材：美國陸軍《火力雜誌》2018年9 – 10月號
(Fires, September - October 2018)

作者：上尉 Michael Wish

譯者：胡元傑

In “Enhancing Muzzle Velocity Management,” Army and Marine captains from the Fort Sill Gunnery Department identified current knowledge gaps across the field artillery in regards to the enhanced muzzle velocity mode used by the Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS) and Digital Fire Control Systems (DFCS). Most of the confusion concerning the new system revolves around the MVV_{WEAR} term, which is often conflated with tube wear or simply not understood at all. This article will elaborate further by first defining the type of muzzle velocity data that MVV_{WEAR} represents, then demonstrating how this data is determined and applied, and finally by assessing its current and future utility in meeting the third requirement for accurate predicted fire: accurate weapons and ammunition information.

在〈加強版砲口初速管理〉¹一文中，美砲校射擊組學官們點出當前砲兵部隊使用「先進野戰砲兵戰術資料系統」(AFATDS)及「數位化火力管制系統」(DFCS)²對如何加強砲口初速管理在認知上的不足。對新裝備的理解大多數圍繞 MVV_{WEAR} (譯註 1：因磨損造成之初速變化量) 這一術語，經常將此一術語與砲管磨損混為一談，或壓根不進入狀況。本文首先進一步說明 MVV_{WEAR} 所代表的初速數據類型，然後說明如何確定並應用該數據，最後通過評估說明現在與未來如何運用，方能滿足精準預測火力 (譯註 2：即不經試射效力射) 的第三項要求：精準的武器與彈藥資訊 (譯註 3：精準的不經試射效力射有五項要求：精確之 1.目標位置、2.陣地位置、3.武器及彈藥資訊、4.氣象、5.計算過程)。

A measured Muzzle Velocity Variation (MVV) developed through firing contains all 14 factors that affect muzzle velocity. Traditionally, only propellant efficiency (PE/MVV_{LOT}) and tube wear (measured as a shooting strength or in equivalent full charges (EFCs)) were included in the predictive calculation for an MVV . The other factors were either averaged out by firing six usable rounds, or ignored because they are

¹ 請參閱 Wish, Guglielmo, Williams, Kilgore, Muma, Dunham, and Leija 合撰之〈加強版砲口初速管理 (Enhancing Muzzle Velocity Management)〉，刊登於 Fires, 2018, pp 52-59.

² 為求簡便，本文統一採 DFCS 代表 PDFCS (Paladin) 及 DFC (M109A3)，因後兩者均備相同之加強版砲口初速功能。

preventable through good training and supervision, or were simply too difficult to measure. Assuming the unit follows proper procedures and accurately accounts for tube wear through pullover gauge (POG) measurements and predicting EFCs, the remaining factors are captured in the MVV_{LOT} (PE) measurement.

射擊後產生的砲口初速變化量(MVV)包含了影響初速的所有 14 項因素(譯註 4：1.初速趨勢、2.砲彈批號、3.裝備之公差、4.砲管磨損、5.不正常之送彈動作、6.旋轉帶、7.藥溫及彈溫、8.發射藥溫度、9.藥包在藥室之位置、10.裝藥重量、11.殘留銅屑、12.發射藥殘渣、13.砲管狀況、14.其他，如砲管記憶與跳動，引自《FM6-40 射擊指揮 1996.4.23 版》)。傳統上，MVV 的預測計算只考量發射藥效率(PE / MVV 批號)和砲管磨損〔量測射擊強度(譯註 5：影響射擊強度 shooting strength 因素有 1. 砲管磨損、2.製造公差、3.後座力之影響)或「等同全裝藥」(EFCs)〕。其他因素則以射擊六發有效射彈求其平均值，³或根本予以忽略，因為它們可以經由良好的訓練和監督來預防，或者只是量測不易。⁴假設部隊能正確使用「拉膛規」(pullover gauge, POG)測量並預測 EFC，計算出砲管磨損，則其餘因素都包含在 MVV 批號(PE)數據內。

The enhanced muzzle velocity system attempts to isolate and quantify some of these factors from the MVV_{LOT} value yielding a new term called MVV_{WEAR} . MVV_{WEAR} is the effect, measured as a change in muzzle velocity, of machining tolerances in chamber and tube construction.

加強版砲口初速系統試圖從 MVV 批號值中分離出若干影響因素，並加以量化，因而產生 MVV 磨損此一新名詞。MVV 磨損其實是藥室與砲管結構公差的影響下，量測出來的初速變化。

“In a new tube, the size of the powder charge and the interior dimensions of the bore” can cause non-standard muzzle velocities wherein “a variation of 4 meters per second between the cannon developing the greatest muzzle velocity and the cannon developing the lowest muzzle velocity would not be unusual.”⁵

「新的砲管中，發射藥量與砲膛空間誤差」都會造成非標準的砲口初速，「最大變化達每秒 4 公尺並不罕見。」⁵

The differences in tube and/or chamber construction is represented by the MVV_{WEAR} term and can be determined with the enhanced system.

³ Less than six rounds could be used, with decreasing assurances of validity, MCRP 3-10E.4 Chapter 10, p10-6 (TC 3-09.81 Chapter 10, p10-4) .

⁴ A third case includes those that are measureable, but the increased accuracy is negligible and therefore does not justify the measurement. Projectile temperature is an applicable example.

⁵ MCRP 3-10E.4 Chapter 3, p 3-8 (TC 3-09.81 Chapter 3, pp 7-8)

砲管及藥室結構的誤差以 MVV 磨損術語表示，可顯示在加強型砲口初速系統。

Calculating MVV_{WEAR}

$$MVV(\text{Measured}) = MVV_{EFC}(\text{Measured}) + MVV_{LOT}(\text{Unknown}) + MVV_{WEAR}(\text{Unknown})$$

The fundamental problem in determining MVV_{WEAR} is that the equation yields two unknown variables with no easy method of isolating one in order to determine the other. In order to isolate the two variables, MVVs must be measured across multiple propellant lots and a relative comparison can be made by assuming that the average PE of a sufficiently large sample of lots is zero. In other words, if a howitzer fires a large number of lots and the all of the PEs it measures average to a large positive number, it is more likely that this howitzer simply fires faster than the standard howitzer.

MVV 磨損之計算

$$MVV(\text{量測}) = MVV_{\text{等同全裝藥}}(\text{量測}) + MVV_{\text{批號}}(\text{未知}) + MVV_{\text{磨損}}(\text{未知})$$

確定 MVV 磨損的根本問題是等式內有兩項未知變數，很難隔離任一項來確定另一項。除非經由多個發射藥批號量測 MVV，同時多批號彈藥射擊樣本數量要夠大，假定其平均 PE 為零來做相對性比較。換言之，若火砲射擊批號數量多，所有 PE 平均值為一個大的正數，那麼火砲初速值就較標準為大。

An example best illustrates the principle. Suppose a brand new howitzer arrives at a unit. Given it has not yet fired its first round, its shooting strength is zero.⁶ In this case the howitzer's powder chamber was constructed slightly smaller than the standard howitzer and it therefore fires 1.0 m/s faster than the standard muzzle velocity. If this howitzer then fires several rounds from six different lots of propellant, whose PEs average to zero, then the data might appear, see table below.

茲舉一個例子說明其中道理。假設部隊剛接收一門從未射擊過的全新的火砲，其射擊強度為零。⁶火砲的藥室較標準略小，因此比標準初速快 1.0 公尺/秒。若該門火砲以六個不同批次射擊數發砲彈，其 PE 均值為零，則數據如下表。

Note that the average PE is zero. However, because the DFCS does not yet know what its MVV_{WEAR} value is, it assumes MVV_{WEAR} is zero, so to the DFCS the data will actually appear as in the table below.

請注意，平均 PE 為零。但是由於 DFCS 還不知道它的 MVV_{WEAR} 值為何，故假定為零，因此 DFCS 實際顯示數據如下表。

⁶ 該範例假設射擊全程射擊強度均為零，此現象在射擊小號裝藥時，其等同全裝藥對砲口初速影響甚微（如 1L 裝藥等同 0.01 等效全裝藥，不論射擊何種彈藥家族，其砲口初速變化均小於 1/1000 公尺每秒）。

Because the PEs average to +1.0 m/s and the DFCS assumes they should average to zero, it strips out the +1.0 and stores it as MVV_{WEAR} , rightly assuming that the one meter per second bias is due to the howitzer firing faster than the standard. This method only works if the howitzer fires a sufficient number of different lots in order to achieve an appropriate sample size. Six lots is suitable per the assurance of validity table.⁷

由於 PE 的平均值為 +1.0 m / s，而 DFCS 假定其為零，它會分離 +1.0 並將其存儲為 MVV 磨損，正確地假設每秒一公尺的偏差是由於火砲的射擊速度快於標準值。只有當火砲射擊樣本的批號足夠，此方法才有效。宜以六個批號射擊，確認驗證表有效。⁷

Shooting Strength	MVV_{WEAR} R	MVV_{LOT} (PE)	MVV
0.0	1.0	-2.3	-1.3
0.0	1.0	1.2	2.2
0.0	1.0	1.5	2.5
0.0	1.0	-0.3	0.7
0.0	1.0	-3.9	-2.9
0.0	1.0	3.6	4.6
Average:		0.0	1.0

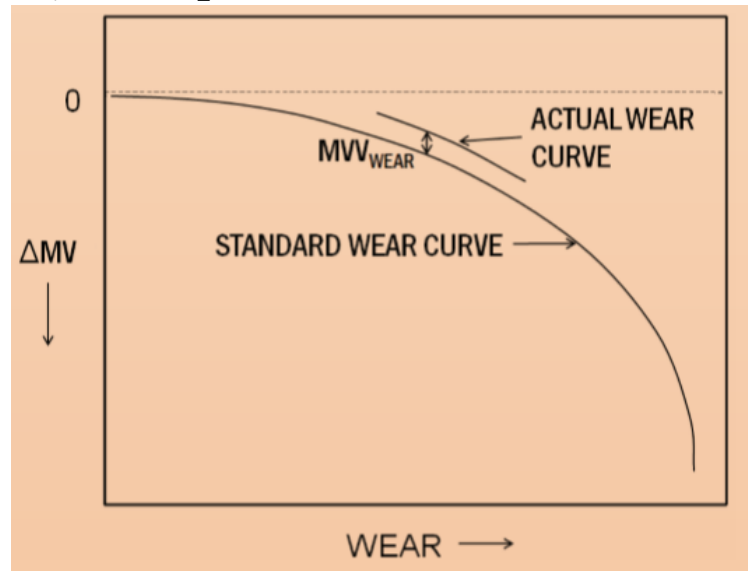
Shooting Strength	MVV_{WEAR} R	MVV_{LOT} (PE)	MVV
0.0	0.0	0.0	-1.3
0.0	0.0	0.0	2.2
0.0	0.0	0.0	2.5
0.0	0.0	0.0	0.7
0.0	0.0	0.0	-2.9
0.0	0.0	0.0	4.6
Average			1.0

The term MVV_{WEAR} derives from how this initial bias affects the wear curve of a howitzer. Tube wear still causes a loss in muzzle velocity in all cannon tubes⁸ in approximately the same way, depicted below by the “standard wear curve.” In essence, a variation in a tubes initial conditions (tolerances in new weapon systems) shifts this curve up or down by a specific amount (MVV_{WEAR}), producing the “actual wear

⁷ MCRP 3-10E.4 Chapter 10, p10-6 (TC 3-09.81 Chapter 10, p10-4) 同樣邏輯適用於以六發射彈平均值的傳統原級校正。

curve.” The figure below represents a positive MVV_{WEAR} value.⁹

MVV 磨損一詞源於初始偏差對火砲磨損曲線的影響。砲管磨損同時對所有火砲的初速都會與「標準磨損曲線」有差異，如下圖所示。⁸實質上，砲管初始條件的變化（新武器系統的公差）使這條曲線上移，或者按特定量（MVV 磨損）下降，產生「實際磨損曲線」。下圖表示 MVV_{WEAR} 之正值。⁹



Errors in MVV_{WEAR}

The underlying assumption that allows the system to capture the magnitude of tolerances in new weapon systems is that the average variation of PEs across many lots is zero. This assumption may not be warranted given the incorrect muzzle velocity of the Charge 1L (propellant model M231), degradation of propellant lots over time, and reported inconsistencies with Charge 1L when firing the M795 family of projectiles.

MVV 磨損之誤差

允許系統掌握新武器系統中公差大小的基本假設是，各批號彈藥的 PE 的平均變化量為零。當 1L 號裝藥（M231 發射藥）的初速不正確，發射藥批號隨時間的退化，加上在以 1L 號裝藥射擊 M795 系列砲彈時，回報的不一致，可能此一假設就無法成立。

The standard muzzle velocity for M231 Charge 1L is incorrect in the Tabular Firing Tables by approximately -2.0 m/s. This is reflected in the procedures for predicting an

⁸ 鎢金屬內殼砲管磨損甚少，其磨損曲線終其壽期損失低於 2 公尺每秒。目前極少單位裝備該式砲管。

⁹ Note: MVV_{WEAR} can change over time: the DFCS will compare future MVV_{LOT} values determined during firing and can update the original determination. However, the DFCS will have to fire a large quantity of new propellant lots and the updated value will have to significantly differ from the original estimate. The procedure used has a low likelihood of changing the original MVV_{WEAR} value.

MVV for 2L, which requires that “from 1L data” one must “apply a +2 m/s correction.” Averaging the most recent Modular Artillery Charge System PE tables confirms this bias and actually produces an average Charge 1L PE of -2.4 m/s.¹⁰ Due to the error in standard muzzle velocity, any unit predominantly firing Charge 1L during its first six lots will likely produce an MVV_{WEAR} value that is negatively biased. Because of the incorrect MVV_{WEAR} value, all future MVV_{LOT} measurements determined by the DFCS will be affected. This effect is likely to occur for units that tend to fire on smaller installations with limited opportunities to fire higher charges.

M231 1L 號裝藥的標準初速與射表所載，大約相差-2.0 m / s。當「以 1L 裝藥數據」預測 2L 號裝藥的 MVV 時，須作+2 m / s 修正。從最近的「砲兵模組化裝藥系統」(Modular Artillery Charge System) PE 表平均值看，確認了這種誤差，1L 號裝藥 PE 的實際平均值為-2.4 m / s。¹⁰由於標準初速的誤差，任何在前 6 次批號 1L 號裝藥實施射擊 MVV_{WEAR} 可能是負值。由於 MVV 磨損值不正確，DFCS 確定的 MVV 批號都將受到影響。對於那些傾向於在小型裝置實施射擊，且射擊較大裝藥機會較少的單位而言，可能會發生此一效應。

While more empirical data is needed, the general experience of most fire direction center Marines and Soldiers is that PEs tend to be more negative than the published list. While the causes may not be definitely known, it seems unlikely that propellant will somehow gain efficiency over time. Rather it is much more likely that humidity, temperature, storage procedures and handling procedures combine to degrade PEs, especially over prolonged periods. Some older lots of M231 propellant have produced astonishingly negative PEs, some as extreme as -25 m/s.¹¹ Should any of these older lots be present during the firing of a howitzer's first six lots, the MVV_{WEAR} value would be heavily biased and very likely inaccurate.

雖然需要更多的實證數據，但大多數陸戰隊射擊指揮所的總體經驗是，PE 往往比公佈的數據負得更多。雖然原因可能並不清楚，但發射藥似乎不太可能隨時間更有效率。反而可能因濕度、溫度、儲存程序和處理程序等因素結合後降低了 PE，特別是經過長時間儲存後。一些較老的 M231 發射藥出現驚人的負值 PE，甚至達到-25 m / s。¹¹如果火砲的前六批號屬於老舊批號， MVV 磨損值將嚴重偏移，且極可能不準確。

¹⁰ 請參閱 2016 年 7 月 7 日 6-02 版 155mm 模組化裝藥射表發射藥效能(Propellant Efficiencies, PE) 欄。

¹¹ 作者擔任副連長期間實施原級校正射擊時，使用的 M231 發射藥曾儲存在中東地區，儲存時間不詳，量測出之 PE 約為-25 m/s。

Finally, another general report from field artillery units is large variability in firing the M795 projectile family with Charge 1L and 2L.¹² Recently India Battery, 3rd Battalion, 11th Marines reported a discrepancy in MVV_{LOT} data while firing coordinated illumination missions. The fire direction officer (FDO) discovered that all four of their howitzers determined an average MVV_{LOT} of -6.4 m/s when firing the M485A2 illumination projectile, which is in the M107 projectile family. Yet, those same four howitzers determined an average MVV_{LOT} of -12.3 m/s when firing M795.¹³ More empirical data is needed in this case as well, but it is not uncommon for units firing M795 with M231 propellant to report measured MVV_{LOT} values in the negative double digits, far below that of the published tables and significantly different from the same lot when firing other projectile families.

最後，砲兵部隊的另一份一般性報告稱，以 1L 及 2L 裝藥射擊 M795 系列砲彈發現變化極大。¹²最近第 11 陸戰團，第 3 營，I 連回報，實施協調照明任務時 MVV 批號數據的差異。射擊組長（FDO）發現他們的四門榴砲在射擊 M487A2 照明彈時平均 MVV 批號為-6.4 米/秒，這也是屬於 M107 砲彈系列。然而，同樣的四門砲射擊 M795 砲彈時，平均 MVV 批號則為-12.3 米/秒。¹³這種情況也需要更多的實證數據，但在部隊報告中使用 M231 發射藥射擊 M795 砲彈測量出兩位數負值 MVV 批號並不罕見，遠低於射表的數值，同時與相同批號射擊不同系列砲彈時有極大差異。

The utility of MVV_{WEAR}

Even if one assumes a reasonable accuracy in measuring MVV_{WEAR} values, the utility of capturing this value still remains in question. In reality, the principle benefit of determining MVV_{WEAR} is not to allow a unit to fire more accurately, but rather to determine more accurate PEs. When conducting calibrations in basic mode, MVV_{WEAR} was never individually accounted for, yet units managed to accurately meet the third requirement for accurate predicted fire. All of the muzzle velocity data was simply captured in one term (MVV). The enhanced system even further reduces the need for MVV_{WEAR} , as it begins calibrating with the first rounds fired and continues to calibrate with each subsequent round. Without an MVV_{WEAR} , all remaining muzzle velocity data is simply captured in MVV_{LOT} . It does not matter to the firing unit where the data is captured, as long as it is captured and applied the howitzer will fire accurately.

MVV 磨損之應用

¹² 該兩裝藥通常出現負值，而 1L 裝藥變化更大且不穩定。

¹³ 該連以 M231，2L 裝藥，批號為 GDB04H-072295 發射藥射擊時，射表 PE 欄為-2.0 公尺/秒

即便假定測量 MVV 磨損數值具有相當合理的準度，但如何加以運用仍是問題。實際上，確定 MVV 磨損的主要好處並不在使射擊更準確，而只是確定 PE 更準確。在原級校正時，MVV 磨損從未被單獨考慮過，而在設法滿足準確預測火力的第三項要求。所有砲口初速數據都包含在一個術語（MVV）。加強版系統甚至進一步降低對 MVV 磨損的依賴，因為在第一波射擊時就開始校正，爾後更持續校正。不考慮 MVV 磨損，所有初速數據都包含在 MVV 批號中。對射擊單位而言，數據從何而來並不重要，只要能精準射擊就可以了。

If the capturing the total MVV allowed units to fire accurately, then the utility of determining MVV_{WEAR} appears to be diminished, but stripping out this value is still useful in that it produces a more accurate PE. However, if this PE is not useful in some capacity, then its accurate determination is not necessary. The only use for this PE is to provide the most recent propellant lot data to other units, who may choose to predict muzzle velocities for a more accurate first round until the unit begins firing rounds and determines its own PE data. The problem with this practice is that it is not often used for two reasons: Most battalions and regiments do not currently track PEs¹⁴ and when they are shared many units do not trust the values, preferring instead to simply fire and measure their own data. To borrow from the field of economics, the marginal benefit of producing and applying slightly more accurate PEs for only one round fired (the first round on a new lot) does not appear to justify the relatively large cost of managing and tracking the measured data on a large scale. This is especially true when units already have access to PE data from the established tables.

如果 MVV 總值可以讓部隊精準射擊，則準確的 MVV 磨損的用處就不大了，但是該數值仍然是有用，因為由它可以獲得更準確的 PE。但是，如果此 PE 在某些狀況下也不需要，那麼也就不必加以計較。PE 的唯一用途是向其他單位通報某批號發射藥的最新數據，接收的單位可以據以預測砲口初速，以獲得更準確的第一發效果，直到該單位從後續射擊中獲得自己的 PE 數據。這種做法的問題在於它通常不會被使用，原因有二：目前大多數營與團都沒有追蹤 PE 的習慣¹⁴，許多單位即便收到通報也不會信任這些數據，寧願直接進行射擊自己量測。從經濟學觀點看，只為了一發射彈（新批號的第一發）稍微精準的 PE 所產生的邊際效益，似乎不足以證明大量數據的追蹤與管理是有價值的。當部隊可以從現行射表中查取若干 PE 資料時尤其如此。

In the case where a unit does use a PE determined from another firing unit (or the

¹⁴ The 10th and 11th Marine Regiments have recently updated their muzzle velocity management policies in an effort to track PE data.

published PE tables), the unit cannot transmit the predicted data to the DFCS before it has fired its first six lots. Any forced MVV_{LOT} from AFATDS to the DFCS will reset the counter on the DFCS for the six lots it needs to determine MVV_{WEAR} . The irony is that if a few units develop largely accurate PEs for many lots, other units who have not yet fired six lots will simply force the PEs to the DFCS in an effort to be as accurate as possible on the very first round and delay their own ability to determine MVV_{WEAR} .

當部隊不採用其他單位的 PE (或射表的 PE 欄)，就無法在射擊頭六個批號射彈前傳輸預測數據給 DFCS。若從 AFATDS 強迫將 MVV 批號傳輸至 DFCS，將使 DFCS 上為了確定 MVV 磨損所需的六個批號的計數器重置。諷刺的是，如果少數單位為求取準確的 PE 實施多批號射擊，其他尚未射擊六個批號的單位僅僅將通報 PE 強制輸入 DFCS，以期盡可能達到第一發奏效的射擊，並延遲本身求取 MVV 磨損的能力。

Consider that the validity of the MVV_{WEAR} measurement entirely rests on the assumption that six randomly fired lots will produce PEs that average to zero; this assumption rests on the fact that the published PE tables average to zero. If howitzers with MVV_{WEAR} values determined in this way later on measure any PE that departs significantly from the PE tables, then its MVV_{WEAR} value accuracy is automatically suspect, because it conclusively demonstrates that the tables do not actually average to zero. In other words, if The battery was firing M231, Lot GDB04H-072295, Charge 2L. The PE table value for the charge and lot is -2.0. The 10th and 11th Marine Regiments have recently updated their muzzle velocity management policies in an effort to track PE data. the current tables are accurate and stable over time, then there is no need to measure Pes. If they are not accurate, then MVV_{WEAR} values are being determined incorrectly and the PEs being determined are not accurate. Finally, if the PE tables truly are accurate, then why aren't they simply stored in the DFCS as permanent MVV_{LOT} data? If there is an institutional acceptance that the values in the table are subject to change, then the initial premise for the validity of the MVV_{WEAR} calculation is at best questionable.

考慮到 MVV 磨損測量的有效性完全取決於六個隨機挑選批號射擊後 PE 平均為零的假設，而此一假設又是根據射表 PE 欄平均為零的事實。若火砲 MVV 磨損依據測此一方式量測，據以推算的 PE 與設表所載差異極大，則 MVV 磨損值得準確度必受懷疑，因為射表上顯示平均值並不為零。換句話說，假定射擊 M231 發射藥，批號為 GDB04H-072295，2L 號裝藥，射表 PE 欄顯示為 -2.0。陸戰隊第 10 和第 11 團最近更新了其初速管理政策，以追蹤 PE 數據。發現表列數據一直相當準確和穩定，因此無需量測 PE。如果不準確，則 MVV 磨損值及 PE 值亦不

準確。最後，如果表列 PE 值確實準確，那麼為什麼不將 MVV 批號數據永久存儲在 DFCS 中？如果大家都認為表列數值會變化，那麼 MVV 磨損計算的初始前提就值得懷疑了。

The determination and application of MVV_{WEAR} has unnecessarily caused a large amount of confusion in the fire direction community. The calculation of the value is entirely tied to an assumption that, pending further empirical data, may prove to be unreliable. In real world terms, there is little value added to the unit, which only cares that muzzle velocity data is captured and saved by lot. It matters very little if the MVV_{LOT} value is truly the PE, or also contains captured data from the other factors that affect muzzle velocity. In terms of data collection, the process of updating PE data provides little utility when units are willing to accept a small amount of inaccuracy on the very first round fired, especially given a system that will immediately begin calibrating with each round fired. This risk may be larger if units are experiencing severely negative PEs, but if this is the case it only buttresses the case against the calculation assumptions for MVV_{WEAR} .

MVV 磨損的確定和應用不必要地引起了火力社群的大量混亂。該數據的計算完全基於一個假設，即等待進一步的實證數據，可能證明是不可靠的。在現實世界中，部隊需求上並沒有那麼大，他們關心的，以及儲存的只是砲口初速。對 MVV 批號值是否即實際的 PE，或是否包含影響初速的其他因素，其實並非重要。在數據收集方面，當部隊願意接受第一波射擊少量的不準確程度，更新 PE 數據的過程幾乎沒有用處，特別是考慮到每一波射擊都會立即時修正的狀況。如果部隊遭遇嚴重的負值 PE，風險可能會更大，如果出現這種情況，就會支持 MVV 磨損的計算假設。

No matter the utility of MVV_{WEAR} , it is vitally important that units use the current system as designed in order to gather data for further analysis. No conclusive case can be made if units do not fire digitally with the enhanced muzzle velocity system. Artillery headquarters units should establish muzzle velocity management policies that track all MVV_{WEAR} and MVV_{LOT} data within the unit and all accumulated data should be submitted to the Fires Center of Excellence aboard Fort Sill, Okla.

無論 MVV 磨損的實用性如何，部隊以現行系統蒐集數據進行進一步分析至關重要。若射擊時不使用加強版初速系統，則無法該射擊結果無法應用。砲兵指揮部應建立初速管理政策，跟踪各單位所有 MVV 磨損和 MVV 批號數據，所有累積的數據應提交給位於奧克拉荷馬州西爾堡（Fort Sill）的火力卓越中心（Fires Center of Excellence）。

The way forward

In order to better account for the third requirement, the community needs to update the Charge 1L standard muzzle velocity, develop and consolidate as much firing data as possible in order to determine the validity of the PE tables over time, and assess any potential problems with the M795 projectile family. Simple tests can be conducted by training and force units to accomplish this collection. However, it is incumbent upon unit leaders to ensure data collection occurs under as ideal conditions (meeting the five requirements) as possible. With the right data, it is entirely possible that the issues presented here are unfounded or affect the determination of MVV_{WEAR} by a sufficiently small magnitude that the procedures for its computation still remain valid. Assuming these issues are validated, then the assumption concerning average propellant lots may no longer hold true.

未來展望

为了更好地考慮第三個要求，砲兵社群必須隨時更新 Charge 1L 標準初速，盡可能累積射擊數據，不對確定 PE 表的有效性，同時評估 M795 系列彈頭任何潛在的問題。透過訓練與強制力，要求部隊實施此數計之蒐集。主官有責任確保相對理想的條件下（滿足五項要求）進行數據收集。即便程序、計算正確，數據也正確，亦極可能無法解決上述問題，或小幅度影像 MVV 磨損。假定上述問題存在，則發射藥批號平均值就不一定永遠正確。

If this is the case, two options remain: disregard MVV_{WEAR} and allow those values to be trapped in the measured PEs, or find a new method for determining MVV_{WEAR} , one that relies on a different assumption. On this second option there exists another possibility for the measurement. Instead of assuming the average PE of a significantly large sample of propellants is zero, it may be more reasonable that the average MVV_{WEAR} value of a significantly large sample of howitzers is zero.

若此言不虛，仍有兩個選項：忽略 MVV 磨損並允許該值包含在經量測的 PE 中；或者以不同假設找尋確定 MVV 磨損的新方法。第二選項中，存在另一種量測的可能性。而不是假設大量發射藥樣品的平均 PE 值為零，反而 MVV 磨損平均值為零，更為合理。

Each howitzer coming off of the assembly line may fire slightly faster or slower than the standard howitzer, but the average change across many howitzers should be zero. In this assumption, there seems to be no reason for a negative bias like there is for the PEs. If this is the case, then a battery of six howitzers (or any larger unit) can fire one lot of propellant and compare each howitzer's PE measurement with the average of the

battery' s PEs across all howitzers and the difference may be stored as the MVV_{WEAR} value. Again, an example best illustrates the principle. As before, assume that shooting strength is zero to simplify the problem. Also suppose that the battery has drawn one of the propellant lots with a an extreme PE of -15.0 m/s. Notice that the MVV_{WEAR} value of the howitzer will influence the PE, which produces a battery average PE of -15.0 m/s. Each howitzer then compares its measurement to the average in order to determine its MVV_{WEAR} value.

從生產線上下來的每門火炮，初速可能比標準稍快或稍慢一些，但是平均變量應該為零。在這個假設中，PE 似乎沒有理由產生負值。如果是這種情況，那麼一個連六門砲（或其他更大的單位）可以發射同一批號發射藥，然後將各砲測得 PE 值與全連平均值相比較，其差異可以存儲作為 MVV 磨損值。另以一個例子說明其中原理。先假設射擊強度為零以簡化問題。同時假設砲兵連選出某一批號發射藥，其最大 PE 為 -15.0 m / s。請注意，火炮的 MVV 磨損值影響 PE，造成全連平均 PE 為 -15.0 m / s。然後各砲將其測量值與平均值做比較，以確定其 MVV 磨損值。

Shooting Strength	MVV_{WEAR} R	MVV_{LOT} (PE)	MVV
0.0	1.0	-15.0	-14.0
0.0	-1.0	-15.0	-16.0
0.0	0.6	-15.0	-14.4
0.0	-0.3	-15.0	-15.3
0.0	-0.6	-15.0	-15.6
0.0	0.3	-15.0	-14.7
Average:	0.0	-15.0	-15.0

In the example above, the first gun actually measure -14.0 m/s, but the battery average PE is -15.0 m/s. The gun can therefore imply that because it is shooting 1 m/s faster than the battery average PE, its MVV_{WEAR} must be +1.0 m/s.

依據上述範例，第一門砲實測值為 -14.0 m/s，但全連平均 PE 為 -15.0 m/s.，故該砲較全連平均值快 1 m/s，則該砲之 MVV 磨損為 +1.0 m/s.。

Given that this method does not suffer the drawbacks of the current average PE assumption, it may be a more accurate method for determining MVV_{WEAR} , although empirical testing is required. It does suffer from a practical drawback however, namely that the DFCS does not have access to the information it would require for the calculation of MVV_{WEAR} . Because each howitzer operates independently, it does not know what PEs

the other howitzers are firing and therefore cannot determine the battery average PE. Furthermore, the validity of this method is reduced when less than six howitzers are able to fire and determine data. A method like this would have to use the AFATDS to receive the battery PE information and transmit that data to the howitzers.

該方法沒有目前採用平均 PE 假設的缺點，儘管需要實證測試，但仍可能是確定 MVV 磨損更準確的方法。然而在應用上則有其缺點，即 DFCS 並無計算 MVV 磨損所需的資訊。由於每砲獨立運行，因此無發獲悉其他射擊中火砲的 PE，因此無法確定全連的平均 PE。而且若射擊砲數少於六門，該方法的有效性降低。此一方法必須使用 AFATDS 來接收全連 PE 資訊，並將該數據傳輸給火砲。

A system change such as this, even if needed and desired, cannot be accomplished in the short term. For units concerned about PE issues and determining MVV_{WEAR} , there is an option available now to work around the problems. All new tubes should be 'calibrated' as quickly as possible. This is not a calibration in the manual sense, however, using the DA Forms 4982-1 and -1-R. Instead, units should attempt to draw six different and relatively new lots of M231 and fire multiple rounds (ideally six) on charge 2L from each lot under controlled conditions in order to develop as accurate an MVV_{WEAR} value as possible.¹⁵ This calibration should also be conducted on howitzers with suspect MVV_{WEAR} values (it may be necessary in these cases to delete previous PE data). By calibrating the MVV_{WEAR} value under controlled circumstances, both MVV_{WEAR} and future MVV_{LOT} values should be more accurate.

即使基於需要與期望，諸如此類的系統改變也不能在短期內完成。對重視 PE 與 MVV 磨損的單位，有一個選項可以解決問題。所有新砲管均應盡快實施「原級校正」。但這不是使用 DA Forms 4982-1 及 -1-R 表人工原級校正的概念，而是選擇六個 M231 相對新的批號在受控條件下，以 2L 藥包射擊多發（理想情況下為 6 發），以便盡可能準確地算出 MVV 磨損值。¹⁵對 MVV 磨損數據可疑的或砲一可採用此一方法（此時可能必須刪除以前的 PE 數據）。經過在受控環境下校正的 MVV 磨損值，爾後的 MVV 磨損與 MVV 批號值都應該更準確。

In manual gunnery procedures, units were able to meet the third requirement for accurate predicted Fires, but were far less efficient than is now possible and those procedures were unable to isolate every variable that contributed to the total MVV.

¹⁵ According to FTaB's PE Tables, Charge 2L's average PE is closest to 0 (+0.1 m/s) and, disregarding charge 1L, has the smallest standard deviation (1.5 m/s). Charge 4H is next preferred charge for this procedure. Additionally, if problems with the M795 projectile family are validated, the M107 projectile family should be preferred.

Meeting the third requirement in the enhanced mode is far easier and faster than ever before, but the FA must ensure that reliance on the digital system does not create complacency in knowledge, skills and procedures, especially when there exists doubt on the validity of MV values which are so vital to accuracy in Fires. The enhanced MV system should be leveraged to employ accurate first round fire for effect for maneuver, especially with new lots of propellant. Maneuver commanders have little interest in the technical aspects of achieving first round fire for effect. As artillerymen, it is our duty to provide those effects no matter the conditions. Collecting the data is absolutely crucial to solving this problem and to more accurately meet the third requirement for accurate predicted fire.

在人工原級校正射擊程序中，部隊雖能滿足準確預測火力（譯註 6：不經試射效力射）的第三項要求，但效率遠低於現在的方式，且無法隔離導致 MVV 總值的每個變量。以加強版模式中滿足第三項要求比以往都更為容易且迅速，但野戰砲兵絕不能過度依賴數位系統，而忽略應有的知識、技能和程序，尤其在對 MV 值的有效性存在疑問時，這對火力的精準度至關重要。加強版的 MV 系統有助於支援戰鬥時第一發命中，尤其當使用新批號的發射藥時。戰鬥部隊指揮官對是否能第一發命中的技術層面，幾乎沒有任何興趣。但作為砲兵，無論條件如何，我們都有責任提供這些效果。蒐集充分數據，滿足精準射擊第三要求，對達成此一目標絕對重要。

作者簡介

Capt. Michael Wish is the Artillery Training School director of the 11th Marine Regiment and serves as the regimental fire direction officer. Previously, Wish was a fire direction officer and platoon commander with Sierra Battery, 5th Battalion, 11th Marines, and an executive officer for Tango Battery 5/11th Marines, deploying to Afghanistan with both units. He recently finished a tour as a gunnery instructor at Fort Sill, Okla.

Michael Wish 上尉現任陸戰 11 團砲兵訓練學校主任兼團射擊組長，曾任該團第 5 營 S 連排長、射擊組長，T 連副連長，駐防阿富汗，爾後調砲校擔任射擊組教官。

譯者簡介

胡元傑退役少將，陸軍官校 41 期、陸院 74 年班、南非陸院 1986 年班、戰院 84 年班、中山大學大陸研究所 100 年班，歷任連長、營長、師砲兵及軍團砲兵指揮官、聯參執行官、駐馬來西亞小組長、陸軍砲兵訓練指揮部副指揮官、國立中興大學總教官。

砲兵小故事：IMT-8R 測地電算機



野戰砲兵部隊以火力支援地面部隊作戰，然而射擊效果之良窳，有賴精確測地成果。野戰砲兵測地成果計算，如能運用電算機計算，可有效減少人為錯誤、提高作業速度與精度，發揮火力支援效能。

野戰砲兵測地電算機（Artillery Survey Calculator）最早可追溯至民國68年採購美國「德州儀器公司SR-52、TI-59型電算機」，能有效提升砲兵測地成果計算精度與速度，惟電子產品更新快速且壽期短，換補與維修困難，砲兵編制之「德州儀器公司SR-52、TI-59型電算機」於民國82年全數繳回後，旋即籌購民用「卡西歐 FX-880P型電算機」，期間亦已歷經二十餘載。近年砲兵亦與時俱進，跟隨資訊科技發展進程，著手籌獲新一代測地電算機，於106年12月獲得由國內自主產製之測地電算機「IMT-8R」，有效提升測地作業電算能力。

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

陸軍《砲兵季刊》徵稿簡則

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

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

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

十、**特別聲明**：政府對「我國國號及對中國大陸稱呼」相關規定如次。

（一）我國國名為「中華民國」，各類政府出版品提及我國名均應使用正式國名。

（二）依「我國在國際場合(外交活動、國際會議)使用名稱優先順位簡表」規定，稱呼大陸地區使用「中國大陸」及「中共」等名稱。

十一、**電子期刊下載點**

（一）國防部全球資訊網（民網）

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

（二）GPI 政府出版品資訊網（民網）

<http://gpi.culture.tw>

（三）陸軍教育訓練暨準則資料庫（軍網）

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

（四）陸軍砲兵訓練指揮部「砲兵軍事資料庫」（軍網→砲訓部首頁）

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

（五）臺灣教育研究資訊網(TERIC)」（民網）

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

（六）HyRead 臺灣全文資料庫（民網）

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

十二、**投稿方式**：郵寄「710 台南市永康區中山南路 363 號砲兵季刊社－張晉銘主編收」，電話 934325－6（軍線）06-2313985（民線），電子檔寄「army099023620@army.mil.tw」（軍網）、「cjm8493@gmail.com」（民網）。

撰寫說明

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

題目

作者：○○○少校

提要 (3-5 段)

- 一、
- 二、
- 三、

關鍵詞：(3-5 個)

前言

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

標題 (新細明體 14、粗黑)

一、次標題 (新細明體 14、粗黑)

○○ (內文：新細明體 14、固定行高 21)
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
(一)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
1.○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
(1)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
A.○○○○○○, ¹○○○○○○○。²
(A)○○○○○○○○○○○○

標題

標題

結語與建議

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

參考文獻 (至少 10 條)

作者簡介

注意事項：

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

表一 ○○○○



圖一 ○○○○



資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

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

此編號為「註釋」標註方式。

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

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

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

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

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

（二）論文：

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

（三）報刊：

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

（四）網路：

作者姓名（或單位名稱），〈篇名〉，網址，上網查詢日期。

三、第1次引註須註明來源之完整資料(如上)；第2次以後之引註有兩種格式：

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

（二）同註×，頁×～×。

著作授權書及機密資訊聲明

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

授權人（即本人）：

（親簽及蓋章）

身分證字號：

連絡電話：

住址：

中華民國

年

月

日



陸軍



志願役預備軍官班

學歷條件:國內公私立大學或教育部認可國外大學畢業。

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

志願役專業預備軍、士官班

學歷條件:軍官:國內公私立大學或教育部認可國外大學畢業。

士官:國內公私立或教育部認可國外大專以上畢業。

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

志願士兵

學歷條件:高中、職以上畢業或具教育部認可之同等學歷。

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

報名期程請洽國軍人才招募中心網站



陸軍司令部

03-480-7167

國軍人才招募中心

0800-000-050

北部地區招募中心

(02)2364-3837

中部地區招募中心

(04)2251-1813

南部地區招募中心

(07)583-0076