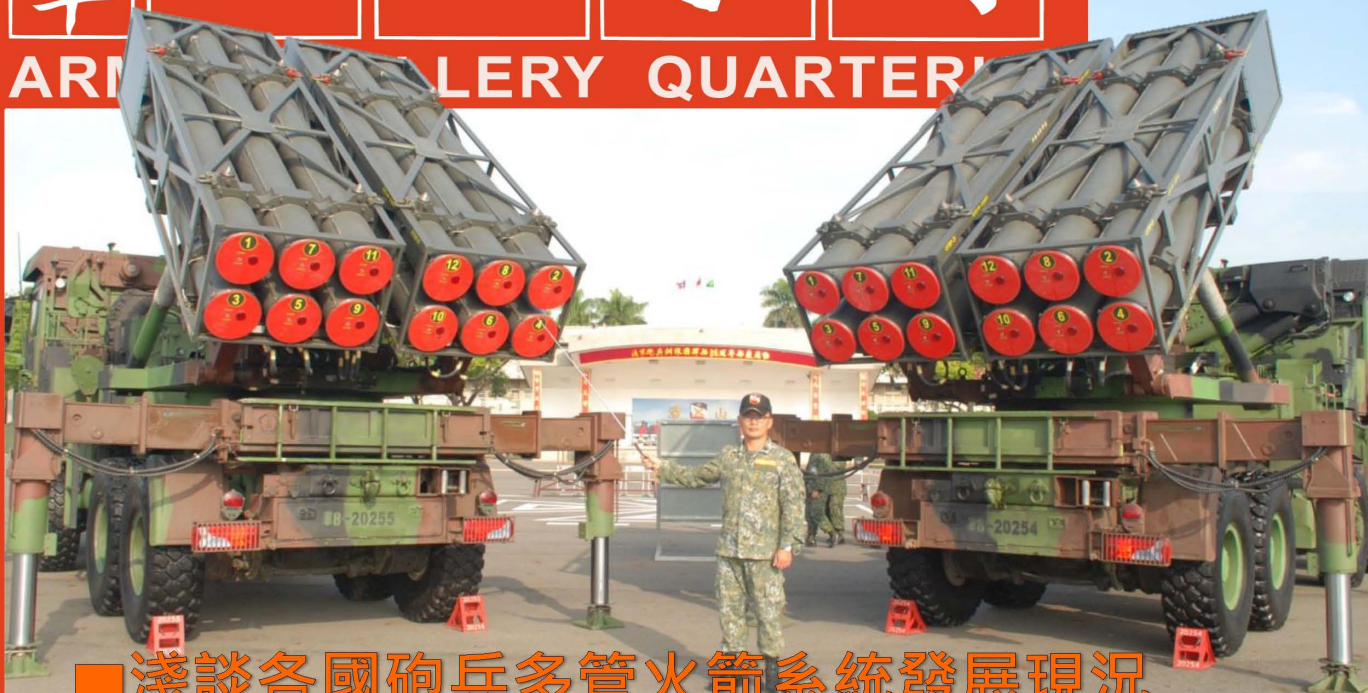


陸
軍

砲 兵 季 刊

ARTILLERY QUARTERLY



- 淺談各國砲兵多管火箭系統發展現況
- 國軍多管火箭檢驗射擊方式之研究
- 復仇者飛彈系統以射向自動指引功能(STC)執行精準導彈射擊之研究



陸軍砲兵季刊

目 錄

野戰砲兵技術研究

01 淺談各國砲兵多管火箭系統發展現況

張雲清

18 國軍多管火箭檢驗射擊方式之研究

李尚儒

27 運用戰鬥教練提升部隊指揮程序訓練成效之芻議－以掩護部隊砲兵連為例

蔡正章

52 「座標系統轉換與格式換算」之研究

耿國慶

71 新型雷觀機對國軍野戰砲兵作戰效益之研析

李育昇、陳姿萍

野戰防空技術研究

81 復仇者飛彈系統以射向自動指引功能(STC)執行精準實彈射擊之研究

楊培毅

砲兵小故事：M1 式 240 公厘牽引榴彈砲

徵稿簡則

撰寫說明

第180期

中華民國107年3月號

宗旨

以弘揚砲兵學術、精進部隊作戰、教育訓練、戰術思想及介紹世界各國科技新知為主，藉以培養砲兵部隊官兵學術研究風氣，精進本職學能素養，期能以學術領導，提升砲兵戰力。

聲明

- 一、各篇文章為作者研究之心得，本社基於學術研究刊登，內容不全部代表本社立場，一切應以陸軍現行政策為依歸，歡迎讀者來信。
- 二、軍刊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/PublishMPPPeriodical.aspx?title=E8%BB%8D%E4%BA%8B%E5%88%8A%E7%A9&id=14>
- 二、臺灣出版資訊網
<http://tpi.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

發行單位

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

編審委員 田英哲 邱和誠 吳方能

陳文華 張俊清 鄒本賢

特約審查 朱慶貴 耿國慶 潘貴隆

安全審查 蘇浚宏

總編輯 蘇亞東

執行編輯 張晉銘

發行日期 107年3月20日

社址 台南永康郵政 90681 附 8 號

電話 軍用 934325 民用 (06)2313985

GPN : 4810400164

ISSN : 22210806

封面照片：砲訓部射擊組教官范愛德中校、林哲輝士官長解說雷霆 2000 系統



本刊保留所有權利，欲利用本刊全部或部分內容者，須依創用 cc 臺灣

淺談各國砲兵多管火箭系統發展現況

作者：張雲清

提要

- 一、多管火箭系統通常用於對遠距離及面積目標射擊，在達到相同的射擊密度時，可較傳統火砲需求更少的裝備數量及操作兵力，並且具備重量輕、結構簡單、機動性高，較易增加射程及彈頭裝藥量、奇襲及震撼效果極佳等諸多優勢。但是不可諱言的，攻擊火力強大的多管火箭系統仍然具有無法全射程射擊、射擊精準度不佳、彈著散佈大、易造成過大「附帶損害」等諸多限制。
- 二、近年來，部署多管火箭的國家越來越多，皆有具體的成長，在發展趨勢方面，可發現各國朝向增加射擊距離、系統整合以及彈藥精準化等面向發展。
- 三、多管火箭彈的彈種，除了傳統的高爆彈之外，尚有多樣化的特種彈藥，包括子母彈、佈雷彈、油氣彈、精準導引火箭彈等，種類繁多，運用甚廣。
- 四、因為具備導引功能火箭彈的成功發展，多管火箭系統已由往日單純的密集火力打擊，轉型為具備相當程度之精準打擊武器，且能擔任的作戰任務也提升至反恐作戰及城鎮戰中，以局部目標打擊為主軸的精確點目標攻擊，作戰效能大幅提升。

關鍵詞：砲兵多管火箭系統、導引火箭彈、性能提升

前言

多管火箭系統與傳統火砲相比，具有射程較遠，並可一次投射大量火力的優點。傳統的多管火箭系統，是由火箭彈及發射架兩個部分組成；而隨著科技的發展日新月異，我們可以發現，近年來各國多管火箭系統，紛紛朝向分系統整合、強化載具機動及防護力、改良裝填方式及彈藥精準多元化等面向發展；本文研究動機即為探究當前各國多管火箭系統的發展，並藉以整合歸納出世界多管火箭系統發展的趨勢。

國軍自雷霆 2000 多管火箭系統成軍之後，陸軍已初具多管火箭火力規模，惟參考上述各國發展趨勢之後，顯仍有進步空間；本文研究目的即藉探究世界各國多管火箭系統發展趨勢，瞭解各國針對系統本體以及彈藥等方面之發展，期能提供國軍未來多管火箭發展精進建議，並為後續多管火箭建軍或性能提升之參考。

各國砲兵多管火箭系統現況及新型火箭彈發展

世界各國對多管火箭彈的發展不勝枚舉，惟可發現多朝向射擊精準化、加大口徑及強化射程等方向前進，本研究首先針對火箭發射系統及火箭彈兩大部

分實施發展現況介紹，以利後續延伸探討發展趨勢。在多管火箭發射系統發展部分，彙整美、共、俄、土耳其等國的多管火箭之發展現況；而在彈藥部分，則僅以研發歷史最久，彈種最新型且多樣化的美軍多管火箭彈（由美國洛克希德馬丁公司產製）為例實施探討，期能窺得近代多管火箭系統發展趨勢。

一、各國砲兵多管火箭系統發展

（一）美國

A.沿革：多管火箭系統（Multiple Launch Rocket System, MLRS）最初是由美國陸軍導彈與火箭研究局承擔主要開發任務，後來由英、德、法國、意大利等北約國家加入參與其開發工作。經過前後近七年的開發和測試，在 1983 年初步成型並服役於美國和北約國家陸軍。

B.提升歷程：美國多管火箭系統的初始構型為 M270 227 公厘履帶型自走式多管火箭系統，主要由火力控制系統及兩個發射彈箱組成，並於 1995 年改良為美造 M270A1 227 公厘多管火箭系統，經 1999 年完成作戰測評。M270A1 具備強化火力控制系統及強化發射架機械系統，同時加入了許多電子元件，可提供較快的裝填及瞄準速度，標準的 M270 A1 多管火箭系統具備兩個彈箱（每個裝載 6 枚 227 公厘火箭彈），可運輸及發射 2 枚的陸軍戰術飛彈系統（Army Tactical Missile Systems, ATACMS），用以接戰 165 公里外的目標。美軍另一種多管火箭系統為 M142 227 公厘高機動砲兵火箭系統（High Mobility Artillery Rocket System, HIMARS），為彰顯其「高機動」的特性，該款多管火箭系統採用輪型載具，行車速率每小時可達 85 公里，並於 2005 年正式於美軍服役，M142 高機動砲兵火箭系統所使用的強化火力控制系統及強化發射架機械系統組件與 M270A1 是相同的。

C.改良現況：美造 M142 高機動砲兵火箭系統，裝備 227 公厘的火箭彈彈箱，藉由輪型載具提供了機動上的便利，原本該款多管火箭系統安裝於美軍中型戰術輪車 6*6 越野底盤上，在性能提升後，目前駕駛艙已經增加防護設備¹（圖一），現服役於美國陸軍及海軍陸戰隊，在國外方面有約旦、新加坡及阿拉伯聯合大公國也使用此款系統。²

¹Jane's, "Enhanced cab for M270A1 MLRS nears completion", International Defense Review, 15-Oct-2015.

http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01754466 (2015/10/15)

²Jane's, "Lockheed Martin Missiles and Fire Control M142 227 mm (6-round) High-Mobility Artillery Rocket System (HIMARS)", MULTIPLE ROCKET LAUNCHERS, 12-Jun-2015.

http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01328285 (2015/6/12)



圖一 美國M142 227公厘HIMARS砲兵火箭系統
資料來源：詹式年鑑2018年電子資料庫

（二）中共

A.沿革：中共自 1949 年後期開始研究中共 A3 式 102 毫米火箭砲，數十年來持續致力於各型火箭系統研發及仿製未曾中斷。隨著研製經驗及技術的不斷累積與提升，所研發、生產的火箭系統不僅射程、精度日益增加，火力密度及殺傷力也大幅提高，系統戰力及其作戰效益日漸增強。所研製生產的火箭系統口徑、型式繁多，就整體性能而言已能跟上各型世界先進砲兵火箭系統的作戰水準。

B.提升歷程：中共於 1990 年 PHZ - 89 型 122 毫米火箭砲服役後，陸續有新系統的誕生，並且多採用輪型的機動方式，口徑從 122 毫米到 400 毫米都有，如仿俄製的 A - 100 式 300 毫米多管火箭系統，射程最遠可達 70 公里（傳統高爆火箭彈）及 130 公里（導引火箭彈），採 8*8 越野底盤，配賦的彈藥車可快速更換彈箱，以及 A200、衛士系列等均可射擊導引火箭彈。目前較新款的 90B 式 122 毫米（每個發射架 40 枚）多管火箭系統採用 6*6 越野載具實施機動，另中共 AR3 式多管火箭系統，屬大口徑的重型火箭系統，採 8*8 越野底盤，其火力可發射 370 毫米（滿架 8 枚）及 300 毫米（滿架 10 枚）的火箭彈，其中包含傳統及導引火箭彈（中共已具備產製導引火箭彈的能力）均可發射，導引火箭彈射程可達 280 公里。

C.改良現況：中共 SR5 式多管火箭系統同樣是採 6*6 越野載具，具備 2 個彈箱，每個彈箱可掛載 20 枚 122 毫米火箭彈或是 6 枚的 220 毫米火箭彈。該型火箭車的特點是其發射架可混搭掛載不同口徑的火箭彈，對攻擊手段的選擇較具彈性（圖二）。³

³同註 2



圖二 中共 SR5 122及220公厘砲兵火箭系統

資料來源：<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/SR5型多管火箭砲>

（三）俄羅斯

A.沿革：由於前蘇聯曾在二次大戰期間，如斯摩棱斯克戰役等，獲得極為成功的火箭系統作戰經驗，故十分肯定火箭系統的戰力及作戰效益。從二戰期間至今，俄羅斯持續致力於輪型火箭車的開發，俄製 BM - 21 式 Grad 多管火箭系統為其最小型式的多管火箭系統，廣泛的外銷世界上 60 餘個國家，並經各國自行發展後，已從早期 1960 年代的 122 公厘口徑（20.1 公里）射程的發射系統，發展至射程可達 40 公里，並可裝填不同種類的火箭彈；俄羅斯自行在於 BM - 21 式的開發上，已經配裝電腦化的射控系統，新式彈種以及新式 6*6 底盤的載具（圖三）。

B.提升歷程：1987 年服役的俄製 BM - 30 式 Smerch 300 公厘多管火箭系統（如圖四），每架 12 枚，採 MAZ - 543 系列 8*8 越野底盤，並配賦彈藥車。彈藥更換時，配合彈藥車的吊具實施吊掛，較前述以彈箱直接抽換的方式較慢。本款式的特點是其發射架可混搭火箭彈，並一次可發射單發或部分的火箭彈，最遠的射程可達 90 公里（其最新衍生型火箭最大射程已可達 120 公里）。

C.改良現況：俄羅斯近年來所研發的俄製 CV 9A52 - 4 式「龍捲風 - S」多管火箭系統，採 KAMAZ - 6350 8*8 底盤，有一個 300 公厘口徑，12 枚彈箱火箭彈，可裝填 800 公斤火箭，280 公斤彈頭，並在 20 秒內全數發射完畢，每管發射出的火箭在分裂出小火箭，小火箭再撒出無數炸彈，讓殺傷力無限擴散，摧毀 90 公里外目標，將 96 座足球場範圍內（約 207,360 坪）所有東西化為灰燼，亦可換裝兩個 122 公厘 15 枚火箭彈箱，並可透過彈藥車直接快速更換彈箱。⁴

⁴同註 2



圖三 俄羅斯 122 公厘 BM - 21 砲兵火箭系統
資料來源：www.ihao.org/dz5/thread-841947-1-99.html



圖四 俄羅斯300公厘 BM - 30砲兵火箭系統
資料來源：www.twiki.com/wiki/俄羅斯BM-30龍捲風式火箭砲

（四）土耳其

土耳其扶植國內的 Roketsan 公司，快速的發展、設計及建立自產的輕型砲兵多管火箭系統：T - 300 多管火箭系統，由 4 發 300 公厘發射管組成，可發射 TR - 300 火箭彈，如下圖所示。該款系統不裝配導引火箭彈，將發射架安裝於 6*6 越野底盤，射程可達 40 - 100 公里（圖五）。

另一款土耳其 Roketsans T - 122（公厘）多管火箭發射系統，同樣是 6*6 前置控制底盤，以兩個彈箱（每箱 40 枚）裝載火箭於後方，可裝填各式不同彈藥，包含高爆彈頭配備瞬發信管，或是備炸高爆彈頭（5000 鋼珠彈）配備近發信管。最新型的土耳其 T - 122 多管火箭系統有多項研改，包含全包覆的駕駛室，新的火箭吊艙及新的射控系統，已經可運用獲得的 GPS 訊號實施自主目標接戰。⁵

⁵同註 2



圖五 土耳其 Roketsan T - 300 公厘砲兵火箭系統

資料來源：[www.twwiki.com/wiki/T - 300火箭砲](http://www.twwiki.com/wiki/T-300火箭砲)

（五）巴西

A.沿革：巴西 Avibras 公司多年來所自行設計、研發及生產的「ASTROS II」多管火箭系統，於 1983 年服役於巴西陸軍，採模組化設計、6 輪底盤、駕駛艙於車頭，車尾放置動力控制的發射架，並配賦同樣車款的彈藥車，同時並有向外輸出至伊拉克、馬來西亞、沙烏地阿拉伯等國。具備傳統火箭彈含 127 公厘 SS - 30（每架 32 枚）、180 公厘 SS - 40（每架 16 枚）、300 公厘 SS - 60 及 SS - 80（每架均為 4 枚）的發射架（如圖六）。

B.改良現況：巴西陸軍 2016 所最新開發的 ASTROS 2020 戰略專案，可望將該型火箭車性能提升到射擊 ASTROS 全系列的火箭，包括 450 公厘的火箭彈 SS - 150 及戰術飛彈，其中戰術飛彈的射程可達 300 公里。⁶



圖六 巴西製 AVIBRAS ASTROS II 砲兵火箭系統

資料來源：http://en.wikipedia.org/wiki/Astros_II_MLRS

（六）阿拉伯聯合大公國

A.提升歷程：阿拉伯聯合大公國以往常以外購的方式為主實施其多管火箭系統的建軍及部署，包含俄製 BM - 30 Smerch 300 公厘多管火箭系統、美造 M142

⁶全球防衛視頻 [http://weibo.com/5940474579/EmNd1DCwM\(2016.12.19\)](http://weibo.com/5940474579/EmNd1DCwM(2016.12.19))

227 公厘 HIMARS 多管火箭系統，以及義大利 FIROS - 30 多管火箭系統，最近則是由土耳其的 Roketsan 122 公厘多管火箭系統，以新的火箭彈箱實施升級。

B.改良現況：近年阿聯與 Jobaria 防禦系統（阿聯國內武器公司）及其國外支援伙伴（如土耳其的 Aselan）合作，部署了新系統。其中較具特色的是大型的 122 公厘「多發射架」多管火箭系統（圖七），這款火箭系統使用美造 Oshkosh 重裝運輸車，以牽引的方式載運最多 4 個火箭發射架，當全部掛載 122 公厘火箭彈時，全車重約 105 噸。每個發射架可掛載 60 枚 122 公厘的火箭彈，或 16 枚 300 公厘的火箭彈，能在單一載具上穩定的實施射擊，本系統已完成與全球定位系統及慣性導航系統（GPS/INS）、火力控制系統及氣象系統的全整合。⁷



圖七 阿拉伯 122 公厘「多發射架」多管火箭系統
資料來源：詹式年鑑2018年電子資料庫

（七）波蘭

波蘭使用蘇俄提供的俄製 BM - 21 式 122 公厘多管火箭系統。每個彈箱具 40 枚火箭彈，並且採自行性能提升的方式，實施裝備延壽並重新更名為 WR40 Langusta 式 122 公厘多管火箭系統，其延壽案可見，原俄製底盤更換為波蘭製 6*6 越野底盤，車頭具強化防護裝置，武器系統由波蘭自製的射控系統來強化。原發射架的款式不變，但可發射新型的高爆火箭彈，射程達 41 公里（圖八）。⁸



圖八 波蘭 WR - 40 Langusta 122 公厘砲兵火箭系統
資料來源：詹式年鑑2018年電子資料庫

⁷同註 2

⁸同註 2

（八）小結

本研究從「各國多管火箭系統諸元比較簡表」（表一）中得知，各國砲兵多管火箭系統射程至少均可達 40 公里，若不討論戰術型導彈，依作戰需求可向上延伸約 100 餘公里。在機動方式方面，各國多採取輪型載具以適應現代化城鎮作戰環境，而在彈藥方面，多數國家已經將導引式火箭彈納入常規彈藥，就國軍而言，增大射程及火箭彈精準化仍是我們強化的目標。

表一 各國多管火箭系統諸元比較簡表

各國多管火箭系統諸元比較簡表								
國別	程 式	口徑（公厘） 滿架彈數	射 程	操 作 人 員	機 動 方 式	行 駛 速 率	導引式 火 箭	越野底盤
美國	M270	227mm*12 640mm*2	42km 300km	3	履帶	64.3km/hr	有	—
	M142 HIMARS	227mm*6 640mm*1	42km 300km	3	輪型	85km/hr	有	6*6
中共	90B	122mm *40 枚	40km	3	輪型	85km/hr	有	6*6
	SR5	122mm*20 220mm*6	40km 70km	3	輪型	85km/hr	有	6*6
	AR3	370mm*8 300mm*10	220km 130km	3	輪型	60km/hr	有	8*8
俄羅斯	BM - 30 Smerch	300mm*12	90km	3	輪型	60km/hr	有	MAZ - 43 8*8
	CV9A52 - 4 龍捲 風	122mm*15 220mm*8 300mm*6	90km	2	輪型	90km/hr	有	KAMAZ 8*8
土耳其	T - 300 Kasirga	300mm*4	100km		輪型		無	MBRO 6*6
	T - 122 Sakarya	122mm*40	40km	5	輪型	75km/hr	有	6*6
巴西	ASTROS	SS30*32 SS40*16	180km	3	輪型	90km/hr	無	6*6
阿拉伯	Jobaria	122mm*60 發射架*4	37km	3	輪型	50km/hr	無	OSHKOSH 載重車
波蘭	WR40 Langusta	122mm	41km	4	輪型	85km/hr	無	6*6

資料來源：筆者綜整

二、火箭彈發展介紹（以美軍最新發展為例）

以火箭彈的發展來說，不管是發射載臺或是目標區，「安全」一直是發展首要重點。在維護發射載臺操作人員安全性的部分，重點為彈藥的敏感性：部分北大西洋公約組織國家堅持應將所有的砲兵彈藥（包含火箭彈），不管是彈體或者是裝藥，都應朝鈍性彈藥（insensitive munition, IM）發展，惟其較高的成本是比較大的考量。而就目標區附近友軍單位及平民等非敵對武力的單位而言，考量的方面則偏向彈藥的種類；多管火箭類似砲彈具多種特種彈藥，不同的特種彈藥也因而產生了許多的使用限制。多管火箭系統內裝的彈藥最常見的是傳統高爆藥（high explosive, HE）以及群子彈（cluster munition, CM）兩種。然而群子彈因為其內含的次械彈，其高失效率⁹所造成的誤擊，在近年來廣受批評，目前受北約規範禁止使用。

多管火箭系統的彈藥種類其實不少，譬如反坦克及反人員佈雷彈，前者已經在於加拿大渥太華協定中被禁止使用，後者則是造價昂貴，也甚少使用。油氣彈（fuel air explosive, FAE）則是可以對目標區產生全面積的大爆炸效果，藉以清掃地雷，目前僅見中共具備此款彈藥。

近來多管火箭系統在彈藥方面最新的發展則為導引式火箭彈，主要的功能為利用全球定位及慣性導航系統（GPS/INS）實施尋標，結合彈體翼片的旋轉改變飛行路徑，並精準的打擊目標，大大的強化了火箭彈的精準度，使得戰場上在運用火力時能更為靈活，而且也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、美等國大量的運用在阿富汗戰爭上，以下就美軍的火箭彈發展歷史實施探討。

（一）M26 火箭高爆彈、M26A1 火箭增程彈：最早的 MLRS 火箭彈為非導引式的 M26 火箭彈，彈體具備 4 個翼片以穩定飛行，射程可達 32 公里，配備了 644 個 M77 雙效改良型傳統彈藥，包括人員殺傷及反物資的次械彈。M77 次械彈在目標上空從火箭彈體拋出散撒，以緞帶型式的阻力傘自由降落，並於碰觸時爆炸。該款火箭彈首見運用於 1991 年的沙漠風暴戰爭，獲得了「鋼雨」的稱號。M26A1 火箭增程彈又稱為「增加射距的多管火箭系統」（Extended Range MLRS, ER-MLRS），為 M26 火箭彈的性能提升版本，具備較長的推進馬達，並為了減重增加射距，減少了內含的次械彈（降為 518 個），改良後射距增加至 45 公里，兩款火箭彈的比較如圖九所示。¹⁰

⁹國軍軍語辭典(92 年修訂版本)，民國 93 年 3 月 15 日，頁 8-25：「失效」意指某裝備之分件工作狀況不良可能導致該裝備之失去作用，彈藥之未能在正常或預期之狀態下發生作用，或降落傘未能適時正常張開，均謂之失效或失靈。

¹⁰耿國慶，〈美軍「多管火箭系統」（MLRS）彈藥與發射系統發展簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第 156 期，陸軍砲訓部，民國 101 年 3 月 20 日，頁 6-7。

M77 次子彈的缺點為具備高失效率，散撒後約有 5%的次子彈不會立即作用，易造成非預期之效果；如平民，友軍等的誤擊。M26A1 火箭增程彈原規劃內含強化的 M85 雙效改良型傳統彈藥次子彈，對次子彈的信管實施改良，以降低其失效率。然而 M85 在研發測試階段並不如預期順利，因此 ER - MLRS 在早期仍然配備 M77 次子彈。配備 M77 次子彈的火箭增程彈的型號訂為 M26A2。美軍雖致力於此款「群子彈」型火箭彈的發展，撇開次子彈的失效率不談，大量的次子彈散撒在目標區所造成的誤擊仍舊無法避免，後續在國際公約上受到限制而鮮少運用。

(二) M27 彈箱模擬器、M28 訓練彈：M27 為訓練用彈箱，內裝鈍性電子元件，可使操作手模擬裝填及面板發射的程序，為訓練模擬器一種，方便教官教學運用。M28 訓練彈為 M26 火箭彈的訓練用彈，更換了彈頭，內含 3 個煙幕罐，投射至目標區後只產生煙幕而不產生爆炸效果，用以確認是否正確命中目標區。在後續的發展，M28 訓練火箭彈進一步發展為 M28A1 縮小距離練習彈，彈體具備高阻力的鈍端彈頭，降低射程至 15 公里，可在較小的射場練習運用。

(三) XM29 薩達姆型火箭彈、XM135 化學火箭彈：XM29 為內含薩達姆(Sense and Destroy Armor, SADARM)次子彈的火箭彈，其運作功能與砲兵薩達姆砲彈¹¹相同，次子彈具有自動尋標功能，用以破壞地面裝甲車，惟改存於火箭彈內，射程以及次子彈數量均較砲彈多；XM135 化學火箭彈，內含 2 種非致死性藥劑，在發射後混合為致死的神經戰劑。XM29 及 XM135 均發展於 1980 年代末期，但並未量產及常規運用（X 代表測試款，並未量產）。

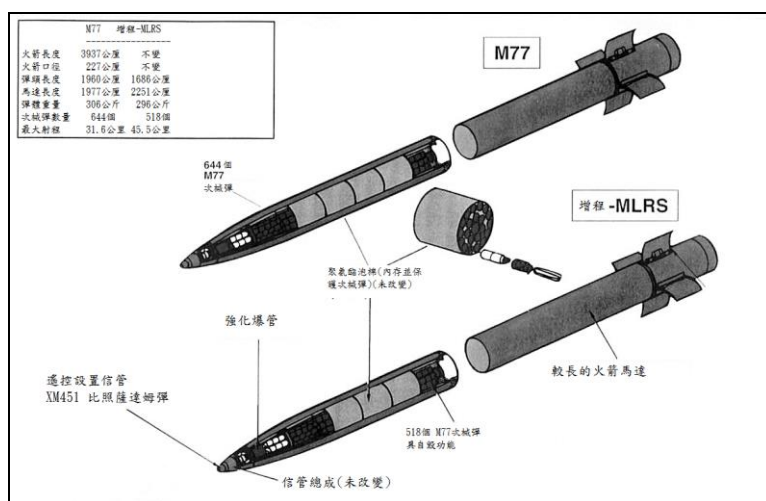
(四) M30、M31 導引式火箭彈：M30 及 M31 為導引式火箭彈，早在 1994 年，美國陸軍即啟動導引式多管火箭系統（Guided MLRS, GMLRS）先進技術驗證計畫，規劃將傳統的 M26 高爆火箭彈性能提升為導引式火箭彈，即為後續產出的 M30 導引式火箭彈。M30 的導引系統具備慣性測量單元(Inertial Measurement Unit, IMU) 以及全球定位系統(GPS) 接收器，彈頭及彈尾各具備 4 個穩定飛行翼。為了維持彈頭在長距離攻擊時仍具有導引精度，該型彈頭僅裝載了 404 個 M85 雙效改良型彈藥，射程可超過 60 公里。M30 導引式多管火箭系統的最短有效距離為 10 公里，最初的設計原型 XM30 首見於 1998 年，經過一連串的研發測試後，M30 導引式多管火箭彈在 2003 年開始小批量生產，並於 2004 年通過作戰測試評估，後續因群子彈禁用規範鮮少使用。M31 則是將 M30 加以改良，將彈頭裝填物改為 90 公斤重的高爆炸藥。在 2006 年 M30 火箭彈受限於前述次子彈

¹¹Jane's, "155 mm M898 SADARM HE projectile ", Weapons: Ammunition, 11-Nov-2016.
http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01333129 (2016/11/11)

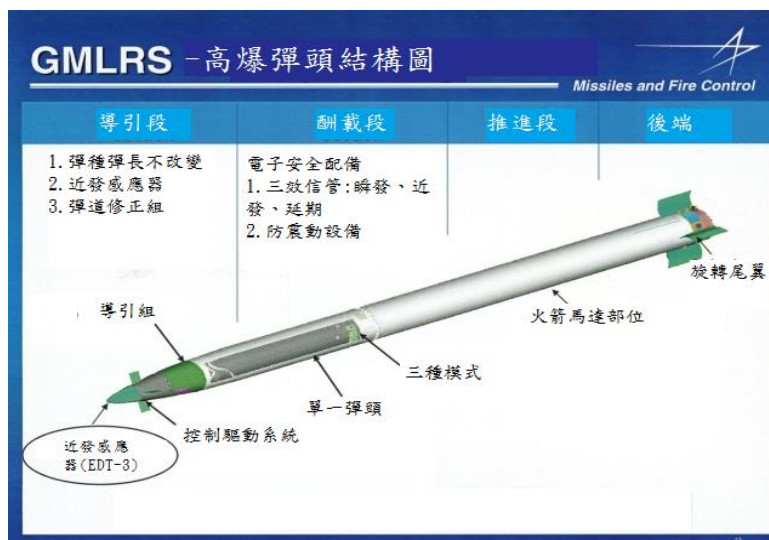
的失效率無法降低至 1%以下，後續停止生產及運用。¹²

2016 年 9 月，美國國內武器公司洛克希德馬丁宣稱已經開始開發導引式多管火箭系統 PLUS（GMLRS+），射程可達 120 公里。並宣稱射程（發射地點至投射點）可從先前 GMLRS 的 10 至 70 公里，提升至 120 公里。

GMLRS+火箭彈的特性之一為可適用於 HIMARS 的半自動雷射尋標器，飛行 40 公里並獲得雷射標定後，最多可轉修正 150 公尺後並精準命中目標，此種攻擊方式類似於砲兵銅斑蛇砲彈，相較於全球定位系統（GPS）仍存在 5 - 10 公尺的誤差，此種攻擊方式可更精準的命中目標，目前該款彈藥尚在研發階段，尚未服役。¹³



圖九 M26A1 火箭增程彈



圖十 227 公厘導引式火箭彈 - 高爆彈頭的組成圖

¹²Jane's, "227 mm MLRS/GMLRS rockets ", Weapons: Ammunition, 18-Apr-2016.

http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01754466 (2016/04/18)

¹³Jane's, " Lockheed Martin GMLRS+ rocket completes 120 km mission ", Defense Weekly, 11-Aug-2011.

http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01187823 (2011/8/11)



圖十一 美國 M270 多管火箭系統發射導引式火箭彈（M31）

資料來源：圖九、圖十、圖十一轉引自詹式年鑑2018年電子資料庫

世界砲兵多管火箭發展趨勢與精進建議

一、世界砲兵多管火箭發展趨勢

經上述討論後，我們發現，就火箭分系統整合的部分，通常以「目標獲得、射擊指揮」的整合為主；如美國已可將雷觀儀、目獲雷達及無人飛行載具（Unmanned aerial vehicle system, UAVS）等裝備所獲得之目標獲得情報，透過通資鏈結快速的回傳至火協單位，並透過營、連級的射控電腦運算後，將射擊諸元迅速傳達至火箭車上的電腦，使操作手據以執行射擊任務。

而就多管火箭系統的載具而言，傳統的履帶型車輛幾見淘汰，譬如美軍所運用的 M270 多管火箭系統即為履帶型載具，多數已除役。而在現今世界公路及交通越來越發達的情況下，輪型載具崛起，且變得越來越受歡迎；輪型載具為搭載火箭發射架並穩定射擊，多以 6*6 或 8*8 的越野底盤為主流。

除了上述自走式的多管火箭外，牽引式的多管火箭系統並未完全消失，譬如中共的 63 式 107 毫米火箭砲就是採取牽引方式實施機動，目前仍廣泛的運用於阿富汗、伊拉克、利比亞等國家。

就裝填方式而言，大口徑的火箭彈常使用安裝在彈藥車上的液壓吊具實施裝填。在各國在裝填方式上的發展，多採取直接更換彈箱的方式，以達成快速裝填的目的，而這也大大的增加了後勤的便利性。譬如美軍的 M270 多管火箭系統及是採取這種「彈匣」式抽換，並透過電子遙控的方式來更換具有 6 發 227 公厘火箭彈的彈箱，使得火箭車可以迅速的完成射擊準備，於此同時，可達成快速變換陣地及戰力保存的目的。¹⁴

而就未來發展構型而言，美陸軍在 2016 年起提出的「多領域作戰（Multi - Domain Battle）」戰略構想，已在 2017 年發展成熟並預劃頒訂相關準則；

¹⁴Jane's, "Fire works: Artillery rocket systems seek greater range and accuracy", International Defense Review, 15-Oct-2014. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01725415 (2014/10/15)

其中提及美國陸軍在近代面臨複雜的作戰環境中，須能掌握網路資電等機會之窗，創造局部海、空優，並實施陸軍獨立作戰的概念。而多管火箭系統在此戰略構想所扮演的角色，需須具備同時針對陸、海、空實施火力發揚的能力。在此類型的未來構型發展設計方面，已可發現洛克希德馬丁公司刻正針對此種多領域多管火箭系統實施科研發展，該系統除可對陸地實施射擊外，另可整合制海反艦飛彈、制空防空飛彈等不同類型的彈藥，以同一個機動式火箭發射載臺實施射擊。倘未來此種多管火箭系統研發成功並量產，除可運用於美陸軍多領域作戰環境，亦與國軍「重層嚇阻」戰略構想相符，對國軍獨立創造海空優能力亦將有十足助益。¹⁵

砲兵多管火箭系統發展迄今約半個世紀，從各國致力發展出的新式火箭系統相互比較下，可歸納出下列幾項趨勢，亦可作為國軍未來建軍之參考。

（一）輪型自走載具：在公路交通發達的 21 世紀，輪型自走載具為各國首要之選，除了重型砲兵多管火箭系統外，一般輕型多管火箭系統移動速度均可達每小時 85 公里以上，除可快速到達戰場，發揚火力並迅速轉移陣地實施戰力保存外，在後勤維保的複雜度，亦較履帶型車輛降低許多。

（二）防護能力增加：一般多管火箭系統載具構型，常以車頭為駕駛艙，後方載運發射架或同時載運彈藥，就美軍在中東地區實際從事戰爭行動後，可發現越來越重視駕駛艙部分防護能力的強化，除了可在行軍時有效防護輕兵器攻擊外，艙內操作火箭彈發射時，亦可以提供減震，減噪音及部分的防護能力，使操作手更能在安全無虞的環境下，在車上發射火箭彈。

（三）導引式火箭彈：多數國家在發展砲兵多管火箭系統時，都遭遇到火箭彈火力散布面積過大，造成誤傷的問題，就美軍多領域作戰的思維以及安全管制的需求而言，導引式火箭彈的問世解決了上述的問題，惟部分國家或因攻勢、守勢，戰略及戰術不同等等的考量，仍未引進導引式火箭彈，值得後續探討。

（四）射程增加：我們可從「各國多管火箭系統諸元比較簡表」（表一）中得知，目前各國砲兵多管火箭系統射程基本均可達 40 公里，若不討論戰術型導彈，依作戰需求可向上延伸約 100 餘公里。古語有云，「一寸長，一寸強」，在當前台海的作戰環境下，國軍雖採守勢作為，惟若欲將火力在泊地階段實施發揚，增加射程確實有其必要。

（五）彈箱裝填方式：我們可以發現多管火箭系統的裝填方式，從最早的人工手動裝填，到吊具機械裝填，最後採取彈箱更換的快速裝填方式，演變的

¹⁵ United States Army Training and Doctrine Command, "Multi-Domain Battle: Combined Arms for the 21st Century", 24-Feb-2017. http://tradoc.army.mil/MultiDomainBattle/docs/MDB_WhitePaper.pdf

方向十分明顯，就是要在最短的時間內完成裝填。彈箱裝填是目前最快的方式，不僅可以降低後勤維保的難度，操作難度也較傳統的人工及吊具裝填降低許多，同時也降低了操作的風險。

（六）全系統的整合：如本文前言所述，多數的新式多管火箭系統已經整合了射控、氣象、目獲等等系統，可在靈活有效的通資環境下迅速獲得目標情資，計算射擊諸元並實施攻擊，最後獲得目標損害評估，全系統的整合有別於硬體設施的強化，是一個國家軟實力的展現，國軍在未來建立各種火力發揚單元時，全系統整合應該列為第一考量。

（七）彈藥類型多元化：除前段章節所介紹的各式火箭彈（含精確導引火箭彈）外，未來的射擊平台已經朝向能結合反艦飛彈以及防空飛彈的方向發展，雖然囿於目前科技發展限制，尚未有能整合上述多類型火箭彈之火箭系統問世，我們可以預見，如果未來有此款類型火箭系統的出現，對目前原建置的部隊組織，戰術戰法，將有相當程度的衝擊。

二、精進建議

依前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歸納陳述如後。

（一）增加駕駛艙防護能力：訓練一個合格的操作手已是不簡單，養成一個優秀的專職操作手更是需要長時間的訓練及培養，我們可見在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需求，已經是刻不容緩也是現階段可立即實行的。

（二）強化輪型機動能力：臺灣交通發達，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，國軍雷霆 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）建構未來彈藥需求

A.訓練彈藥：在民意高漲、重視環境評估、訓場日漸減少及變小的環境下，美軍的 M28 系列訓練彈，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。

B.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。我國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）系統符合作戰需求：就國軍未來新購多管火箭系統，或就原有雷霆 2000 多管火箭系統而言實施性能提升之時機，系統整合應為首重之考量，如何將國軍目獲系統，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），並考量後勤輜重之維持計算，戰力保存之所需，值得後續詳細探討；我國目前已有自製反艦飛彈及防空飛彈的能力，未來如能參考美軍多領域作戰概念，發展制空、制海、制陸三合一的多管火箭系統，對陸軍未來執行台澎防衛作戰任務，勢將為一股強大助力。

（五）彈藥裝填快速化：雷霆 2000 多管火箭系統的裝填時間最快需要 12 分鐘才可完成裝填戰備狀態與各國的 2 至 3 分鐘相差甚大，就現行雷霆 2000 裝填方式必須裝填 2 至 3 個彈箱，不僅增加裝填次數及時間，建議可參考衛士系列型彈箱設計，採一體化設計，全部安裝於同一彈箱內，來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。

（六）運用現有科技以降低發展成本

武器的發展，其關鍵點則在於技術與成本，一個技術的從無到有，或是直接對國外進行採購，其難度必然提高，花費也將是可觀；若能以另一個面向思考，直接以民間現有科技，納入國軍武器發展，除可有效突破技術藩籬外，成本亦可有效降低。

舉例來說，美軍現有的陸射型小口徑炸彈（SDB, Small Diameter Bomb），大部分元件均屬商規，且具易製性和價格低廉的特性，此類炸彈在使用載臺（飛機或是地面發射架）發射後，能以定位定向/慣性導航（GPS/INS）及末端短波紅外線尋標器的方式，對目標遂行精準攻擊。此類「混血」型火箭彈係以現有 GBU-39B 小口徑炸彈結合 M26 火箭推進引擎，研製出新型態精準火箭彈。

另南韓亦有空射型導引火箭彈（LOGIR, LOW-cost Guided Imaging Rocket）的問世，其彈頭同樣具備精確導引的功能，可快速打擊近岸的水上目標，並且具有低製造成本的特性，原因在於這項彈藥是使用低成本的紅外線顯像導引（IIR）而發展。若國軍科研單位在未來能以上述類型的彈藥為借鏡，進而發展陸射型及空射型火箭彈，並能與國軍現有多管火箭系統相結合，不管在技術和成本的考量上，均屬十分可行，且能同時達到對陸海空實施火力制壓的目標。（圖十二）

（七）創新戰法與武器系統：武器發展與戰術戰法的配合為相輔相成，不論是配合創新發展的武器而發展出相對應的新式戰術戰法，或是以創新戰法而配合打造出的新式武器，均能夠達到我國防目標。以目前美國陸軍正熱烈討論

中的「多領域作戰」概念來說，與國軍執行防衛作戰的環境及戰術戰法均頗有相似之處，倘能參考此戰術戰法，而創新研究出國軍新式火箭系統，而能同時達成制陸、制空及制海的功能，對我防衛能力將是莫大助益，筆者亦認為這是未來國軍火箭系統發展，為達成防衛作戰任務的必經之路。



圖十二 運用現有技術研發低成本精準火箭（左圖：美國、右圖：南韓）

資料來源：詹式年鑑2017年電子資料庫

結語

各國砲兵多管火箭發展日新月異，經由筆者的研究，可窺探目前各國發展的現況，不管是在分系統整合、射程增加、加強防護力、機動及裝填方式以及彈種多元化等各種方面，在近 10 年以來都有著激烈的競爭，各國朝自力發展（新建武器或性能提升），或採向外籌購等方式，砲兵多管火箭系統的建軍已經是不可或缺的一塊，國軍在雷霆 2000 多管火箭系統成軍後仍須精益求精，未來不管是新購武器、性能提升或是火箭彈藥發展，應參酌各國發展現況，詳實考量台海防衛作戰時的作戰需求，以獲得最佳並最適合國軍的砲兵多管火箭系統。

參考文獻

- 一、應紹基，《砲兵火箭與砲兵飛彈》（臺北：啓新出版社，民國75年6月）。
- 二、應紹基，《多管火箭的優點與弱點》（臺北：啟新出版社，民國75年10月15日）。
- 三、《國軍軍語辭典》（92年修訂版本）（臺北：民國93年3月15日）。
- 四、曾達勝，〈共軍長程火箭發展與對我威脅之評估〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第48卷第522期，民國101年4月。
- 五、耿國慶，〈美軍「多管火箭系統」（MLRS）彈藥與發射系統發展簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第156期，民國101年2月。
- 六、Jane's, "Fire works: Artillery rocket systems seek greater range and accuracy", International Defense Review, 15 - Oct - 2014.<http://janes.mil.tw/File/?File=I>

ntaSource.html#Details?GID=REC_01725415 (2014/10/15)

- 七、Jane's, "Enhanced cab for M270A1 MLRS nears completion", International Defense Review, 15 - Oct - 2015. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01754466 (2015/10/15)
- 八、Jane's, "Lockheed Martin Missiles and Fire Control M142 227 mm (6-round) High-Mobility Artillery Rocket System (HIMARS)", MULTIPLE ROCKET LAUNCHERS, 12 - Jun - 2015. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01328285 (2015/6/12)
- 九、全球防衛視頻<http://weibo.com/5940474579/EmNd1DCwM> (2016.12.19)
- 十、Jane's, "155 mm M898 SADARM HE projectile", Weapons: Ammunition, 11 - Nov - 2016. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01333129 (2016/11/11)
- 十一、Jane's, "227 mm MLRS/GMLRS rockets", Weapons: Ammunition, 18 - Apr - 2016. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01754466 (2016/04/18)
- 十二、Jane's, "Lockheed Martin GMLRS+ rocket completes 120 km mission", Defense Weekly, 11 - Aug - 2011. http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01187823 (2011/8/11)
- 十三、United States Army Training and Doctrine Command, "Multi-Domain Battle: Combined Arms for the 21st Century", 24 - Feb - 2017. http://tradoc.army.mil/MultiDomainBattle/docs/MDB_WhitePaper.pdf

作者簡介

張雲清士官長，陸軍專科學校士官長正規班 20 期、崑山科技大學，歷任助教、班長、士官督導長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部兵器教官組。

國軍多管火箭檢驗射擊方式之研究

作者：李尚儒

提要

- 一、隨著科技發展，多管火箭已為世界各國廣泛運用之主戰武器，並佔有重要地位，惟仍有須持續精進之處，以國軍多管火箭為例，其一、在射擊後無法修正或改變火箭彈射彈曲線，其二、火箭彈本體並無導引或自行修正能力，因此，在射程與各項因素影響下，所獲致射彈彈著準度差、散佈大，對敵毀傷效能大幅降低。
- 二、火箭彈異於管式火炮彈藥，火箭彈係運用火箭發動機，產生反作用力以生成動能，給予火箭發動機工作條件，為能使火箭發動機，提高工作可靠度，因此運用射控系統，以直接控制火箭發動機點火裝置。
- 三、國軍自 104 年起，年度均規劃「雷霆操演」驗證火箭部隊戰力，並藉實彈射擊評定各單位射擊效果，惟因目前採用無導引式火箭彈，且無專屬氣象裝備，故非標準狀況難以全般掌握。筆者乃就提升射擊效果為發想，探討多管火箭除運用氣象修正量外，其他修正量獲得方式，提供部隊運用參考。

關鍵詞：雷霆 2000 多管火箭、檢驗射擊、參數運用

前言

彈藥是武器系統對目標實施毀傷的重要因素，野戰砲兵傳統彈藥一詞係指「榴彈」，其構造簡單、操作簡便、破壞力大等特點，在戰場上便能發揮極大作用，近年隨著科技發展，「多管火箭」已為世界各國廣泛運用，並佔有其重要地位，但其不足之處也越趨明顯，以國軍多管火箭為例；其一、在射擊後無法修正或改變火箭彈射彈曲線，其二、火箭彈本體並無導引或自行修正能力，因此，在射程與各項因素影響下，所獲致射彈彈著準度差、散佈大，對敵毀傷效能大幅降低。

國軍自 104 年起，每年規劃「雷霆操演」，以驗證火箭部隊戰力，並藉實彈射擊評定各單位射擊效果，惟目前採用無導引式火箭彈，且未具專屬氣象裝備，故非標準狀況難以全般掌握；本研究乃就提升射擊效果為發想，藉年度漢光 33 號演習射擊歷程，探討多管火箭除運用氣象修正量外，其他修正量獲得方式，並假定射彈觀測及戰場景況均可滿足條件下予以實施，提供各部隊運用參考。

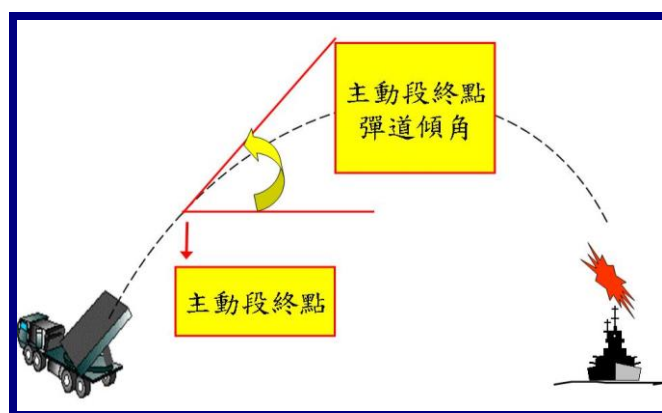
國軍多管火箭作用原理

火箭與火炮差異甚大，火箭彈係運用火箭發動機，產生反作用力以生成動能，火箭發射裝置賦予射向、射角並提供點火機構，給予火箭發動機工作條件，為能使火箭發動機，提高工作可靠度，因此運用射控系統，以直接控制火箭發

動機點火裝置，後續說明火箭推進原理及穩定方式，分述如后。¹

一、火箭彈推進原理

火箭彈發動機係火箭彈動力推進裝置，在火箭彈發射時，點火控制系統將進行運作，點火具藥劑燃燒時，產生燃氣，流經固體推進劑裝藥並將其點燃，主裝藥燃燒產生的高溫高壓燃氣，流經固體發動機中，燃氣壓力大、溫度與密度下降，流速增大，在噴管出口截面上形成高速氣流向後噴出，當大量燃氣噴出時，火箭彈燃氣在反作用力推動下，獲得反向運動加速度；²由於火箭發動機高速噴出氣流物質，是由火箭發動機內固體推進劑裝藥燃燒而成，故火箭發動機質量不斷遞減，因此火箭彈運動係屬質量變換運動，而火箭發動機結束工作時，火箭彈彈道即達主動段末端（圖一），並獲最大速度，直至射彈落達目標區。



圖一 多管火箭主動段示意圖

資料來源：作者自行繪製

二、火箭彈穩定方式

火箭彈飛行時，其靜態穩定不足，則其動力飛行（藥柱燃燒期間）完畢後，即開始翻滾；若動態穩定亦欠佳，則翻滾現象更為明顯，使該枚火箭彈阻力更大，影響射程與精度。而靜態穩定，決定於彈體重心與氣動力壓力中心相對位置，若壓力中心位於彈體重心後方正確距離，即達靜態穩定；因此，若壓力中心在彈體重心前方，當氣動力垂直方向分力產生，射彈即產生翻轉力矩，肇生側轉現象，為使旋轉穩定，國軍多管火箭採用尾翅穩定方法，致壓力中心移至彈體中心點後方，而產生飛行穩定。³

火箭彈著與公算偏差關係

多管火箭係用以進行奇襲射擊武器，該系統在設計初期，均已連續發射為著眼，故一具發射架在射擊時，所有火箭彈均在 1 分鐘內，落達於目標區，因

¹張亞，《兵器概論》（北京：國防工業出版社，西元 2013 年 9 月），頁 338。

²《陸軍 TGS8×8 自走式雷霆 2000 多管火箭系統操作手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 09 月 17 日），頁 3-43。

³浦發，《外彈道學》（北京：國防工業出版社，西元 1980 年 9 月），頁 160。

此，火箭彈射程、殺傷力、散布情況等，均為射擊效能重要參據，且與公算偏差有直接關係，分述如下。

一、射程

由於每發火箭彈製造差異、火箭離架時發射架震動影響、飛行彈道氣象情況差異，使連續發射後彈著點，形成概略散佈區域，且具固定型態與大小，亦能在該範圍內計算一平均彈著點，故計算該武器系統射程時，應以其平均彈著點為準，若平均彈著點落於目標中心，即表示全數射彈均能涵蓋於目標區內。⁴

二、傷害率

就射程而言，得知火箭彈著均散佈在一定區域內，且以靠近平均彈著點附近彈著更為集中，為表示多管火箭彈著區域大小，通常採用圓形公算偏差計算，其內涵為將火箭彈平均彈著點為中心劃一正圓，該圓涵蓋 50%彈著點；因此若此圓的半徑為 R ，且每發射彈落入該圓機率為 50%，因此數學定義為 $CEP=R$ ($P=0.5$)⁵，因此將所有射彈涵蓋面積總和（扣除重疊部分），除此假想圓面積，即得個別目標擊中機率，亦為多管火箭武器系統傷害率。

三、公算偏差

由射程與傷害率得知，多管火箭在滿架射擊狀況下，彈著分布方式，且概略為圓形，具有範圍、對稱等特性，在統計學中稱之為常態分配，野戰砲兵即表示為「公算偏差」，常態分配圖形為一對稱鐘形曲線，⁶用以描述不同抽樣中母體參數估計值之機率分配，而決定該項機率，即與火箭彈著射程中，射彈精、準度有關，若單發火箭彈落點較為密集，且平均彈著點落於目標區域，則傷害率越高，公算偏差越小；反之，則傷害率越低，公算偏差越大，另全數射彈散佈範圍，通常約落於平均彈著點 4 至 8 個公算偏差範圍內。⁷

實彈射擊現況探討

國軍多管火箭具 3 種彈型，計 2 類型火箭彈，惟各型火箭彈均不具導引能力，該系統在設計初期，均已連續發射為著眼，惟攻擊火力強大的多管火箭系統仍然有無法全射程射擊以及射擊精準度不佳、彈著散佈大等諸多缺點與限制，探究相關原因後，就實彈射擊影響分述如下。

一、射彈散佈難以掌控

傳統的砲兵火箭沒有彈道導控或修正能力，彈體發射離架後即由推進藥燃

⁴應紹基，《多管火箭概論》（臺北：啟新出版社，西元 1986 年 10 月），頁 160。

⁵余雲鵬，〈圓形公算誤差（CEP）之計算〉《新新季刊》（桃園）第四期，第 100 期，中山科學研究院，95 年第 1 季，頁 21。

⁶吳玉僑，《統計學（三版）》（新北市：全華圖書，民國 101 年 05 月），頁 138。

⁷國防部陸軍司令部，《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 5-17。

燒產生之推力，推動彈體沿飛行彈道曲線自由向前飛行。火箭彈由於彈體體積較大，在飛行彈道中受氣象因素影響程度遠較砲彈嚴重通常射擊距離愈遠、誤差愈大，且射擊精、準度遠不及傳統管式火砲，⁸故無法掌握誤差影響狀況下，射彈散佈相對增大。⁹

二、氣象資料無法同步

砲兵氣象作業，在增進射擊精度、減少試射及檢驗射擊之時間、節省彈藥、擴大無觀測射擊效果，以充分發揮砲兵射擊火力，現役 MW-12(32) 氣象自動探測系統，以 100 公克氣球為例，在能見度良好、普通風力的狀況下，穩定上升率為每分鐘 334 公尺直至氣球無法作用為止，惟所測得之氣象資料，已非即時，且尚缺低層風氣象資訊，故對後續射擊實施產生準度誤差，亦無法預先予以修正。

檢驗射擊作業方法

國軍多管火箭為一無導引式之自由火箭，目前僅能運用氣象修正作業技術或改善彈道氣象資料新穎等方法，增進射擊精、準度，惟此種方法求取修正量，尚無法掌握所有誤差總和，因此，若可藉發射 4 至 6 發單發射彈，決定平均彈著點，即可求算誤差總和，進而求得修正量，有利增進後續射擊效果；相關整備與作業程序分述如下。

一、整備條件

- (一) 火砲選定：選定排（連）基準砲即可，且該砲位置即為陣地中心。
- (二) 射擊彈藥：單位內排（連）各砲，務須使用同一彈種與彈藥批號。
- (三) 觀測位置：採人工交會觀測或其他觀測手段，能測報每發彈著位置。
- (四) 射擊位置：務須考量修正量轉移界線，方能有效實施轉移射擊。
- (五) 射擊諸元：1、由測地成果決定基準砲及各觀測所（機構）位置；2、由基準砲量至目標，採用同一射擊諸元射擊。
- (六) 通信連絡：運用制式跳頻無線電機，建構無線語音、數據傳輸網路。

二、作業程序

- (一) 射擊指所量取並宣讀火箭砲車至預期平均彈著點射向及距離。
- (二) 利用距離、預期平均彈著點與火箭砲車標高差計算高低。
- (三) 平均彈著點檢驗，以預期平均彈著點標高為其標高。
- (四) 通常第 1 發射彈，僅供檢查定向用，稱為「定向彈」，不列為 6 發有效射彈內。

⁸李秦強，〈砲兵多管火箭精準化-淺談導引火箭彈〉《砲兵季刊》（臺南）第 150 期，陸軍砲兵訓練指揮部，99 年第 3 季，頁 5。

⁹應紹基，〈多管火箭概論〉（臺北：啟新出版社，西元 1986 年 10 月），頁 160。

(五) 兩觀測官標定初發射彈位置後，即可配合觀測官標定作業與記錄儘快發射，直至獲得 6 發有效射彈為止。若判定有效射彈不足 6 發，最少須選定 4 發有效射彈為計算修正量基礎。

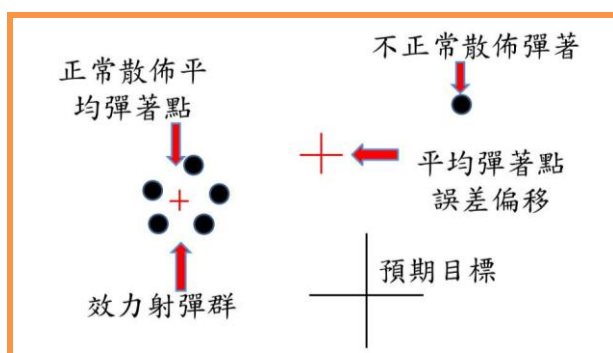
(六) 任何不規則射彈，均不視為有效射彈，射擊組長應判定每發射彈之彈著點是否正常，其判定標準係依據公算偏差大小等因素而決定（圖二）。

(七) 平均彈著點圖上位置決定後，即可從射擊圖上量取圖上諸元：射向方位角、距離、高低。

(八) 平均彈著點檢驗，射擊時所使用之諸元（含已使用修正量）即為決定諸元。

三、作業範例

範例：如決定實施平均彈著點檢驗時，射擊組長選定檢驗地區後，即決定以第○砲、MK○○高爆彈、A 批號、對座標：○○○○-○○○○ 標高 0 地區，行平均彈著點檢驗求取修正量（本範例結合本次○○演習區域，如圖三）。



圖二 不規則射彈示意圖



圖三 ○○演習射擊示意圖

資料來源：圖二及圖三為作者自行繪製

(一) 組長命令：第○砲、MK○○高爆彈、A 批號、CVT 信管、待令放、座標○○○○-○○○○、估計標高 0、準平檢。

(二) 定向諸元：觀平檢、左觀閏 1310、ε-9 測ε、右觀閏 1210、ε0、準備好報告。

(三) 射擊口令：#2、MK○○高爆彈、A、CVT、#2①待、方位修正量 0、方位 3115、高低(+3)、時間 19.9、仰度 298。

(四) 發射 6 發射彈後，觀彈諸元如下。

觀測結果			
發數	左觀	右觀	高低角
1	1310	1210	-5
2	1355	1218	-9
3	1346	1253	-5
4	1315	1224	-10
5	1344	1201	-5
6	1366	1218	-4
7	1327	1232	-8
平均	1342	1224	-7

(五) 運用正弦定律計算主觀測所(機構)至平均彈著點距離。

求左觀至CI距離	Log基線長	2	79239	☆由主觀測所01至CI之平均方位角及距離（公尺）用極座標在圖上定出CI，校對座標計算所得之CI位置。
	Log sin對角	9	91223	
	Colog sin頂角 +	0	93709	
	Log D	3	64171	
	☆D（求邊）4382m			

(六) 計算平均彈著點座標及標高。

(七) 求取距離 K 及修正量。

量得○連至CI點圖上諸元 方位 3120 距離 17800 高低 +2
決定仰度 = 射角-圖上高低= 298-2 = 296
射表計算尺裝定值 MK○○高爆彈 A批號 ，距離 17800 仰度 296
K=決仰相應距離-(圖上距離)/圖上距離千除數= 17930-17800/17.8=7.3
方向修正量 =決定方位角-圖上方位角 = 3115-3120= -5

1、圖上諸元：平均彈著點圖上位置決定後，即可從射擊圖上量取圖上諸元。

(1) 射向方位角：量取檢驗砲至平均彈著點圖上方位。

(2) 距離：量取檢驗砲至平均彈著點圖上距離。

(3) 高低：依檢驗砲至平均彈著點標高差及圖上距離，以高低計算尺求算圖上高低。

2、決定諸元：為射擊時所用射擊諸元。

(1) 射向方位角：射擊所用方位角。

(2) 仰度：射擊所用之射角（射擊仰度加射擊所用高低）減去平均彈著點圖上高低。

3、修正量之求取

(1) K 值為距離總修正量除以圖上距離千除數，求得膛內、外距離總影響量。

(2) 以決定方位角（射擊方位）減去圖上方位角再減去偏流而得方位修正量（多管火箭偏流影響量與野戰砲兵不同，故方位修正量計算時需在扣除仰度計量線相應之偏流密位數，即可不調製方位修正尺），求得射向總影響量。

修正量運用方式

當檢驗射擊完成後，即可依據修正量運用原則與要領，將成果併入射擊諸元運算，不僅可改善彈著準度，更可增大無觀測射擊效果，分述如下。

一、面積射擊

彈道氣象直接影響膛外彈道，尤對射擊精度及火力發揚更為顯著，惟該項誤差不能涵蓋膛內影響部分，因此，藉平均彈著點檢驗方式獲得總修正量，即可運用修正量對面積（活動）目標實施射擊，作業方式如下。

範例：裝況續前範例，雷霆射擊指揮儀接收戰術射擊指揮儀，傳來目標座標○○○○-○○○○，經射擊指揮儀圖解目標後，量得射向為 3200 密位、距離 17500 公尺，單位已完成檢驗射擊，求得 K 為 +7.3、方位修正量為 4.75（扣除偏流）；運用上述條件計算火箭砲車射擊諸元。

(一) 仰度 = $k \times \text{圖上距離千除數} + \text{圖上距離} = +7.3 \times 17.5 + 17500 = 17630$ ，故仰度為 290 密位。

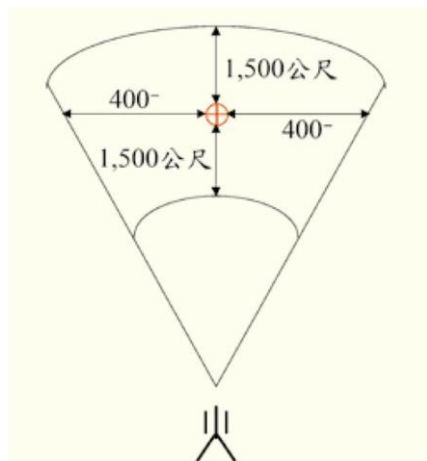
(二) 時間 = 修正後距離相應信管時間 $\Rightarrow$ 修正後距離 17630 公尺，查表距離 17600 公尺相應時間為 32.2 秒；17700 公尺相應時間為 32.5 秒，故信管時間為 $(32.5 - 32.2) \times 0.3 + 32.2 = 32.3$ 秒。

(三) 射向方位角 = 圖上方位角 + 方位修正量 + 仰度相應偏流 = $3200 + \text{右 } 4.75 + \text{右 } 0.23 = 3205$ 密位。

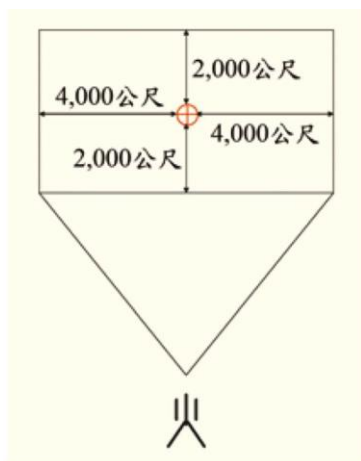
二、轉移射擊

利用檢驗射擊所得修正量，僅適用某一範圍內，該項區域即為轉移界限，

在轉移界限內目標，均可運用修正量逕行效力射；¹⁰國軍各型多管火箭射程甚遠通常均為 10,000 公尺以上（MK15 火箭彈射程約 6 至 15 公里），因此檢驗距離在 10,000 公尺（含）以內時，其轉移界限在該位置前後距離各 1,500 公尺，方向左右各 400 密位（圖四）。在 10,000 公尺（不含）以上時，其轉移界限在該位置前後距離各 2,000 公尺，方向左右各 4,000 公尺（圖五）。



圖四 轉移界限 10,000 公尺以內適用



圖五 轉移界限 10,000 公尺以上適用

資料來源：圖四及圖五為作者自行繪製

三、發射架參數運用

當獲得檢驗射擊成果後，即表示完成膛內、外因素總影響量，在一般狀況下，均可藉由總修正量扣除非標準狀況影響（氣象射向、距離修正量），而得膛內因素影響量；多管火箭係以發射架結合火箭彈箱方可實施射擊，因此可將該上述組合視為膛內因素單變數，作為爾後射擊修正量應用參考，惟須注意每批號彈藥所造成誤差量是否合理運用。

如 A 批號彈藥分別求得，膛內因素 K 為 19、12、11、15、24、20、16，通常採以平均方式求得平均膛內誤差影響，計算後即得（19+12+11+15+24+20

¹⁰ 《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月），頁 5-45。

+16/7=16.7)，當各項誤差有極大或極小值時，膛內因素平均數將偏向極端值方向。

故建議運用中位數概念，該項方式並未使用上述數值，且誤差值相當時，平均數即為中位數；中位數計算方式為，將所有膛內因數重新排列，11、12、15、16、19、20、24 共計 7 筆資料 $\Rightarrow (7+1)/2=4$ ，表示第 4 筆資料 16 為中位數，綜上可得，當膛內誤差資料因一個或多個極端值產生偏移時，則以中位數方式作為衡量膛內因素 K 基礎，優於計算平均值，避免造成修正量嚴重失真。

結論

砲兵多管火箭系統射擊精度不佳，是世界各國在使用此一武器作戰時經常要面對的難題，多管火箭為地面部隊指揮官，左右戰局之重要火力支援單位，通常以熾盛奇襲之火，用於攻擊敵縱深與遠程目標，予以摧毀、破壞、制壓等，以利戰鬥部隊遂行反登陸作戰或跨區增援任務。

國軍多管火箭由於遠射程時過大的彈著誤差，使得火箭彈砲火誤擊機率大增，造成戰場指揮官運用多管火箭系統射擊的困難與疑慮，大幅限制多管火箭運用彈性，為改善多管火箭系統射擊精度的問題，目前各國在實際作戰中已開始使用具基本彈道修正能力，較一般無導引火箭彈射擊精度更高的導引火箭，在尚未獲得該項裝備前，若能適時掌握並修正誤差來源，即可有效發揮武器效能。未來若建置導引火箭彈，即可運用少量彈藥、獲得更有效的打擊效果，以符合經濟實惠原則，使多管火箭成為戰鬥與成本效益皆高之砲兵主要武器。

參考文獻

- 一、張亞，《兵器概論》（北京：國防工業出版社，西元2013年9月）。
- 二、《陸軍TGS8x8自走式雷霆2000多管火箭系統操作手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國101年09月17日）。
- 三、浦發，《外彈道學》（北京：國防工業出版社，西元1980年9月）。
- 四、應紹基，《多管火箭概論》（台北：啟新出版社，西元1986年10月），。
- 五、余雲鵬，〈圓形公算誤差（CEP）之計算〉《新新季刊》（桃園），第141期，中山科學研究院，97年第2季。
- 六、吳玉僑，《統計學（三版）》（新北市：全華圖書，民國101年05月）。
- 七、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月）。

作者簡介

李尚儒少校，志願役預官 92 年班，砲兵正規班 194 期，歷任副連長及連絡官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。

運用戰鬥教練提升部隊指揮程序訓練成效之芻議

－以掩護部隊砲兵連為例

作者：蔡正章

提要

- 一、面對未來戰場狀況複雜、作戰節奏快速之型態，如何訓練野戰砲兵連（排）長，適切運用部隊指揮程序，發揮獨立思考的思維及積極主動的精神，以果斷遂行狀況處置，適時支持上級（受支援）部隊長作戰企圖，為國軍野戰砲兵部隊戰力發揮之重要議題。
- 二、砲兵連戰鬥教練係以既有計畫為基礎，遂行狀況處置與命令下達，以期適時提供火力支援。然目前砲兵連戰鬥教練多著重在時間急迫下之狀況處置，未能全程依據部隊指揮程序，完整探討計畫、準備階段訓練要項，無法驗證部隊指揮程序訓練成效。

關鍵詞：部隊指揮程序、砲兵連戰鬥教練、邏輯樹分析

前言

訓練乃戰力之泉源，戰勝之憑藉。面對未來戰場狀況複雜、作戰節奏快速之型態，第一線領導幹部如何果斷處置，避免浪費大量時間等待上級決策，為未來作戰成敗關鍵要素之一。基此，如何訓練野戰砲兵連（排）長，適切運用部隊指揮程序，發揮獨立思考的思維及積極主動的精神，以遂行狀況處置，適時支持上級（受支援）部隊長作戰企圖，為國軍野戰砲兵部隊戰力發揮之重要議題。

自民國 104 年陸軍指揮參謀組織與作業教範（第三版）頒行後，已明確律定「部隊指揮程序」區分為受領預備命令、受領任務、擬定初步計畫、處置下列事項、實施偵察、完成計畫、命令下達及督導實施等 8 個步驟，陸軍砲兵訓練指揮部亦已於《陸軍雷霆 2000 多管火箭砲兵營、連作戰教範（第二版）》中，納入火箭砲兵連（排）部隊指揮程序運用說明，並預劃於新編修之《陸軍砲兵部隊指揮教則（第三版）》，結合現行作業程序，修訂野戰砲兵部隊指揮程序部份內容。

然就現況而言，於駐地（專精¹）訓練時，甚少探討砲兵連（排）戰鬥教練訓練要項²如何於運用部隊指揮程序，遂行計畫管制、部隊指揮及狀況處置等，

¹ 自民國 106 年起，訓練計畫大綱將專精管道訓練名稱修訂為基地前置訓練，為避免前後名詞差異，本研究仍以稱為「專精管道訓練」。

² 訓練要項係依據單位能力需求，訂定評鑑現行作戰能力標準，進而完成訓練之規劃、資源分配、執行、考核與評鑑作業。詳見《陸軍部隊訓練教則(第二版)》（桃園：陸軍司令部印頒，民國 100 年 7 月 22 日），頁 5-3-6

僅著重報告內容，未發展作業細項，影響部隊訓練成效及任務執行能力。故本研究以《陸軍砲兵部隊指揮教則（第三版）》草案為基礎，運用邏輯分析方式，配合砲兵連戰鬥教練執行現況，以掩護部隊砲兵連為例，對國軍砲兵連訓練要項實施分析，說明部隊指揮程序訓練具體作為，期作為學校教育及部隊訓練執行參考。

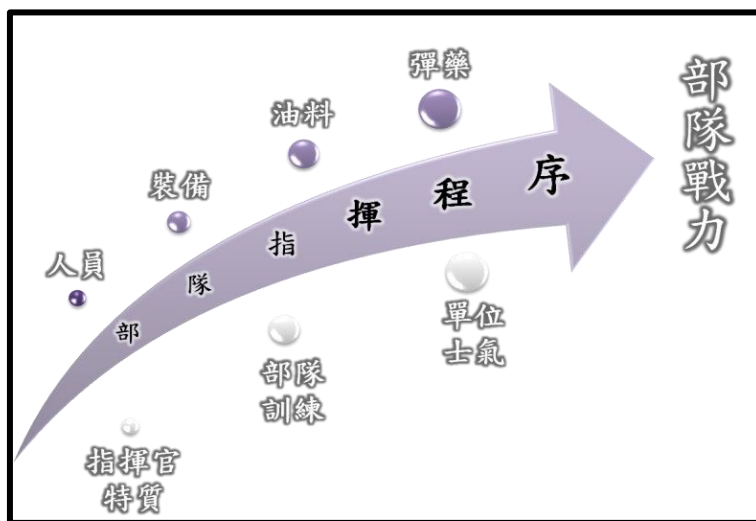
部隊指揮程序與掩護部隊砲兵連戰鬥教練運用分析

砲兵連戰鬥教練係以指導計畫為基礎，遂行狀況處置與命令下達，以磨練部隊指揮與戰鬥程序。然目前砲兵連戰鬥教練多著重在執行階段時，陣地偵察、占領與變換等作業，及時間急迫下之狀況處置，未運用部隊指揮程序，完整探討計畫、準備階段訓練要項，無法驗證部隊指揮程序訓練成效，以下除說明砲兵連（排）部隊指揮程序外，另以掩護部隊砲兵連為例，運用砲兵連戰鬥教練想定架構，分析部隊指揮程序之訓練要項，以作為部隊訓練參據。

一、砲兵連（排）部隊指揮程序運用說明

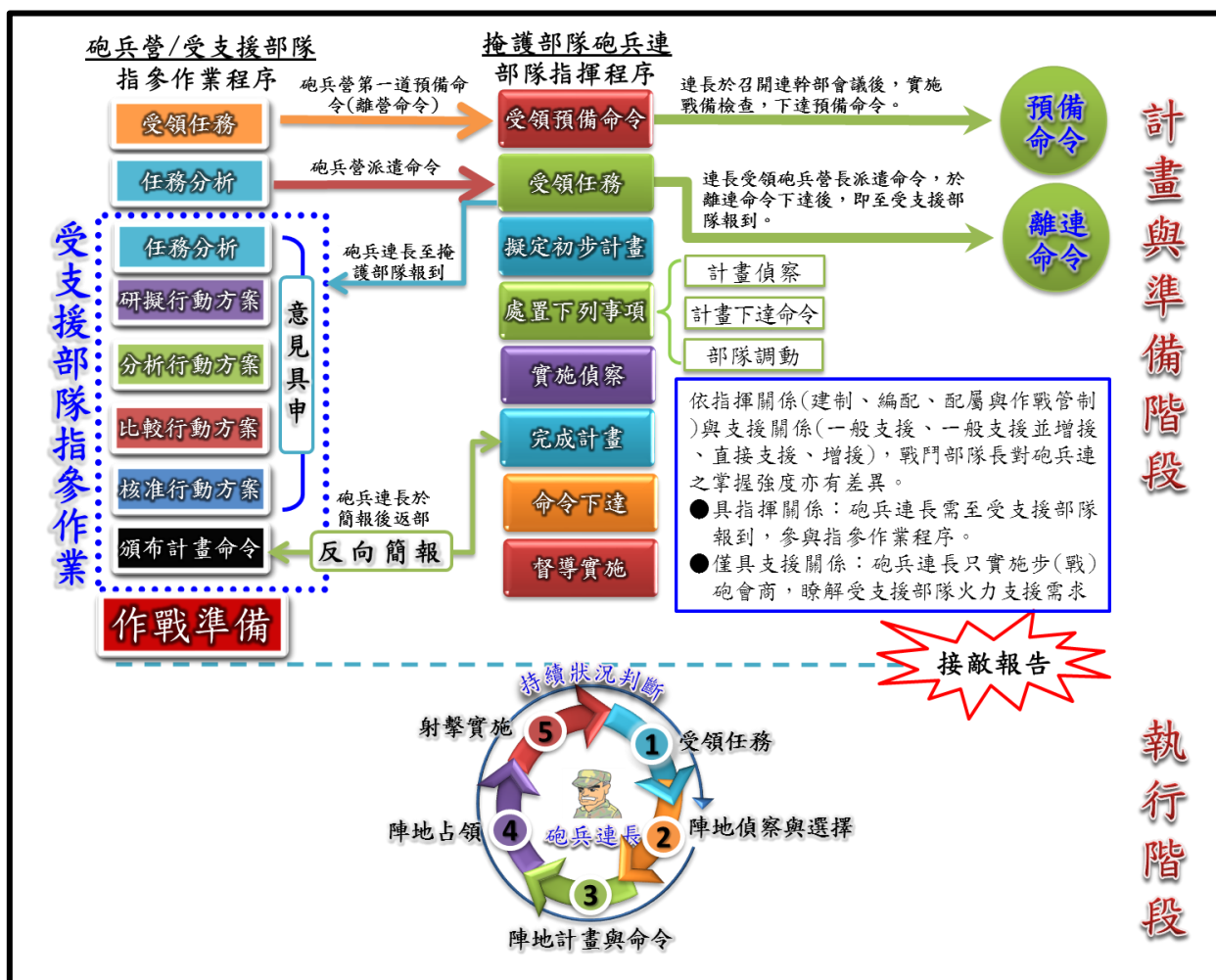
部隊指揮程序為連、排級部隊指揮官遂行部隊指揮的思維程序，藉由狀況瞭解、任務分析及內心思維判斷，以擬訂最佳的部隊行動方案，運用口述命令要點，配合督導作為，將決心貫徹到砲兵排、及各分組之行動上。

（一）部隊指揮程序於砲兵連（排）之運用：部隊指揮程序並非作戰能力組成要素，但如與部隊有形及無形戰力結合後，則可於預想時間、地點，有效發揮部隊戰力，成為戰力倍增器。故於計畫作為階段，砲兵連（排）長於瞭解當前狀況及上級所望戰果後，可運用部隊指揮程序，統合單位戰力（人、裝、油、彈、訓練、士氣及指揮官特質）及配合受支援部隊作戰行動，以作為擬定戰鬥支援方案的基礎，後續將戰鬥支援方案轉換為計畫與命令，藉以遂行作戰準備。



圖一 部隊指揮程序功能示意
資料來源：作者繪製

(二) 掩護部隊砲兵連與受支援部隊之關聯性：為使指揮有利，兵、火力密切結合，納入戰鬥編組之戰鬥、戰鬥支援及勤務支援等部隊，均須參加受支援部隊指參作業，俾使作戰達到「同步」、「協同」與「聯戰」之作戰效能。³砲兵連長於受領上級預備命令後，即召開連幹部會議，初步律定部隊行動時程管制及下達預備命令。在受領砲兵營長派遣命令，任掩護部隊砲兵連時，於預備（離連）命令下達後，即前往受支援部隊報到，參與指參作業及瞭解部隊長火力運用指導，並依作戰地區天氣、地形及敵情研判，適時意見具申與參謀協調，並依計畫成果預判部隊執行窒礙與建議解決方案，適時向受支援部隊長實施反向簡報。支援方案獲得受支援部隊長核可後，即返部召集重要幹部，宣達作戰計畫（命令），遂行部隊預演、臨戰訓練及戰備檢查，以務實強化部隊戰力。作戰執行階段，砲兵連長以計畫作業成果為基礎，持續遂行狀況判斷，指導所屬部隊執行陣地偵察、選擇、占領及變換等戰術動作，協力受支援部隊達成作戰任務，作業關聯性如圖二所示。



圖二 掩護部隊砲兵連與上級及受支援部隊作業關聯性示意
資料來源：作者繪製

³ 《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則(第二版)》(臺南：國防部陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日)。

(三) 砲兵連(排)運用部隊指揮程序之步驟內容⁴：部隊指揮程序為思維架構及計畫作業步驟，砲兵部隊藉由受領預備命令等步驟，將受支援部隊(上級)計畫及預備命令等，藉由分析任務、敵情、地形與天氣、可用資源、可用時間及民事等要素，轉換為戰鬥支援方案。並配合受支援部隊遂行現地(圖上)偵察，修訂並完成計畫(命令)，下達至各排(組、砲)長，作為部隊預演、臨戰訓練及戰前檢查之依據；另可配合狀況需求及可用時間，結合受支援部隊指參作業程序，依序、同時或彈性調整作業步驟。

1.受領預備命令

部隊長於受領預備命令後，必須儘速對狀況進行初步瞭解，完成時間分配與管制，並召集必要人員下達預備命令，以利所屬展開相關作戰準備工作等，其受領預備命令後動作如下：

(1) 瞭解簡要敵情及上級任務：部隊長依據上級預備命令內容，瞭解當前狀況與任務、作戰方式與作戰地區範圍、初步的時間管制與作戰準備與要求程度等。

(2) 擬定初步時間管制：時間分配原則採用 1/3 及 2/3 區分，實際時間分配，則視單位任務及狀況適切調整。

(3) 擬定作戰準備要求事項：擬定作戰整備要求事項主在依據可能執行之戰鬥支援方式擬定部隊補給、保修及特定任務所需裝備之整備。

(4) 下達預備命令：為使下級迅速瞭解未來作戰準備方向，部隊長多以口述命令方式下達預備命令，配合單位標準作業程序以簡化命令內容。

2.受領任務

「受領任務」過程啟始於受領上級預備命令或部隊行動要求。部隊長受領任務後，即開始依照時間、任務、地形、敵情等，分析部隊行動要求，並視狀況下達離連命令(前往上級或受支援部隊指揮所時)，動作如下：

(1) 確實瞭解任務：質疑、覆誦、協調、對錶，確認單位任務要旨及協調管制事項。

(2) 實施內心分析：運用上級指揮官之意圖、本部任務與全般作戰之關係、為圖滿達成任務所應獲得之戰果、多重任務或多項目標之主從、為達成任務之必要手段，遂行內心思維，並據以修訂部隊行動、作戰準備事項及作戰時程管制表。

3.擬定初步計畫

配合上級(受支援部隊)計畫作業，部隊長依據任務、敵軍狀況、地形與

⁴ 《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則(第三版)》草案，民國 106 年 4 月 18 日準則審查提報資料，頁 1-48

天候、可用時間、我軍狀況及民事注意事項等，分析運用砲兵部隊時之影響，逐步擬定砲兵戰鬥支援要項之行動、目的、手段及效果，以利草擬任務執行方式，包含目標位置、執行射擊任務之時機、觀測單位、攻擊單位、攻擊手段（彈種）、通信方式、機動路線、陣地占領及變換時機、安全管制、後勤支援、預演及自衛戰鬥等；同時須對作戰期間可能發生之風險，預擬處置作為。

4.處置下列事項

擬定初步計畫後，依據地形、敵情與初步計畫成果，擬訂偵察規劃與部隊行動。

（1）計畫偵察：於圖上研究後，依初步計畫成果，規劃偵察時之行軍編組、機動路線及陣地概略區域。

（2）計畫下達命令：考量偵察使用時間、敵情及任務協調事項，預判偵察完成之時間與地點，並預劃協調事宜（測地、氣象、後勤補保），以利命令下達。

（3）部隊調動：對挺進班、偵察組或計畫內須先期調動者，律定出發時間與地點，並完成行軍或陣地變換規劃。

5.實施偵察

依可用時間及任務需求，運用圖上、現地或空中偵察等方式，偵察機動路線、檢驗點、計畫射擊、安全管制、集結（宿營）地或陣地區域等，並選擇或修正測地開始點（測地統制點）、分進點。同時協調工事支援、道路警戒及友軍單位掩護，並研擬自衛戰鬥方案，以降低戰術風險，達成火力支援任務。

6.完成計畫

依據偵察成果、主要幹部意見具申與最新情資，結合擬定之初步計畫加以修正，完成計畫（命令），並適時向上級（受支援部隊）指揮官實施反向簡報，以確認部隊行動之適切性。

7.命令下達

命令為向下級傳達作戰構想之方法，也就是要下級去做什麼、何時做、如何做。於受命者到達後，配合要圖、地圖或現地指示，以口頭命令下達並力求簡潔，明確律定下級任務。後續藉由質疑、覆誦、對錶，確認下級瞭解命令內容及行動優先順序，並適時更新時間管制表及預演期程，以利任務遂行。

8.督導實施

部隊長下達命令後，即確認計畫準備狀況及督導戰備檢查，以補正下級對命令之誤解，並糾正下級之缺失。就計畫準備而言，最重要的部份即為預演；透過單位任務及戰場景況的實際演練，可增加對成員對任務的熟悉度與自信心，並檢視計畫有無疏漏處。而戰備檢查著重在確認任務所需武器、裝備、服裝、及各幹部對任務瞭解程度，確保團體及個人維持在最佳狀態以執行任務。

二、部隊指揮程序運用於砲兵連戰鬥教練訓練要項分析

為提升砲兵連任務執行訓練效能，在砲兵營、連戰鬥教練架構下，藉由綜合整理現有訓練要項，結合部隊指揮程序作業步驟，以邏輯樹分析⁵方式實施，作業方式如次。

（一）綜合整理：筆者參考年度野戰砲兵訓練實施計畫及基地進訓手冊，蒐整戰鬥教練訓練要項（駐地、專精及基地測考），配合部隊指揮程序作戰階段（計畫與準備階段），綜合整理計受領營長機動裝載命令後之處置等 8 項，以作為邏輯分析之作業基礎。

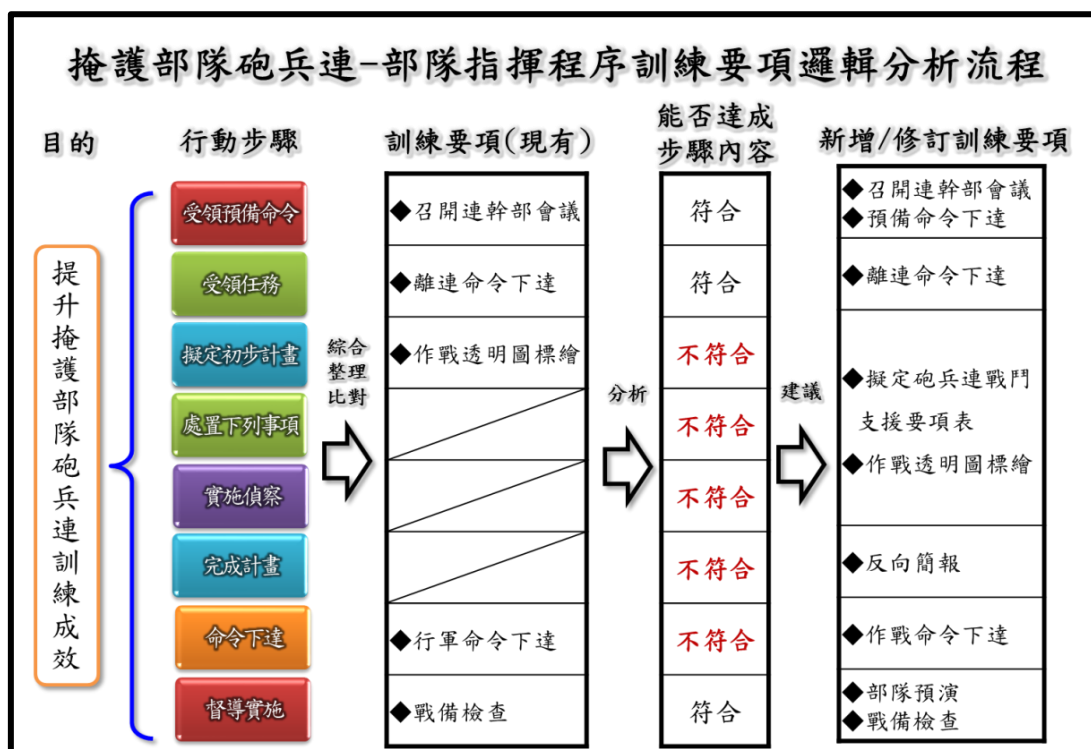
（二）邏輯樹分析：以提升掩護部隊砲兵連訓練成效為目的，運用部隊指揮程序為行動步驟，配合表一之現有行動要項，以可接受性（與掩護部隊砲兵連作業時序相符）、一致性（符合部隊指揮程序之步驟）、可行性（不偏離砲兵部隊訓練內容）為分析原則，檢討能否達成部隊指揮程序行動步驟。後續以行動步驟內容為基礎，以腦力激盪方式，建議新增及修訂訓練要項，以結合部隊訓練實需（圖三）。

表一 砲兵連戰鬥教練－部隊指揮程序訓練要項總表

作戰階段	駐地訓練	專精管道	基地訓練	綜合整理（現有）
計畫與準備	■機動裝載命令下達 ■步（戰）砲會商 ■集結地區自衛戰鬥處置 ■行軍命令下達	■受領營長機動裝載命令後之處置 ■連幹部會議召開 ■戰備檢查 ■作戰透明圖標繪 ■行軍命令下達	■機動裝載 ■召開連幹部會議 ■步砲會商 ■行軍命令下達	■受領營長機動裝載命令後之處置 ■召開連幹部會議 ■連長下達離連命令
作戰執行	■陣地偵察命令下達 ■陣地占領命令下達	■砲兵連連長陣地占領前之處置 ■陣地占領命令下達 ■下達離連命令	■遭遇戰鬥迅速占領陣地 ■陣地偵察、選擇與占領 ■連瞬間目標射擊 ■梯次變換命令下達	■機動裝載命令下達 ■步砲會商 ■作戰透明圖標繪 ■戰備檢查 ■行軍命令下達

資料來源：1.陸軍106年度野戰砲兵（防空）部隊訓練實施計畫（草案）；2.《陸軍砲兵部隊訓練中心基地進訓手冊（草案）》（桃園：陸軍總司令部印頒，民國94年），頁3－7； 3.作者整理

⁵ 邏輯樹分析係以已知問題為發展主軸，將問題相關之行動，及其關聯項目一一列出，以理清思路，將項目細分為利於操作部份，確保解決問題之完整性。詳見麥肯錫邏輯樹分析法，[http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%BA%A6%E8%82%AF%E\(%94%A1%E9%80%BB%](http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%BA%A6%E8%82%AF%E(%94%A1%E9%80%BB%)，下載日期 106 年 7 月 25 日。



圖三 掩護部隊砲兵連 - 部隊指揮程序訓練要項邏輯分析流程

資料來源：作者繪製

掩護部隊砲兵連戰鬥教練之部隊指揮程序運用作為

戰鬥教練為一切訓練所指向之目標，針對敵情，以實戰為構想，設計想定狀況，以磨練幹部指揮才能及強化士兵戰鬥技能。⁶為提升砲兵幹部對部隊指揮程序的熟練程度，自砲兵連長受領營長第一道預備命令後，至部隊完成作戰準備期間，筆者運用建議之訓練要項（圖三）為主要演練事項，擬定砲兵連戰鬥教練－計畫與準備階段指導構想圖（圖四），配合各節次輔助狀況，誘導學者實施狀況處置。

一、想定狀況

（一）一般狀況

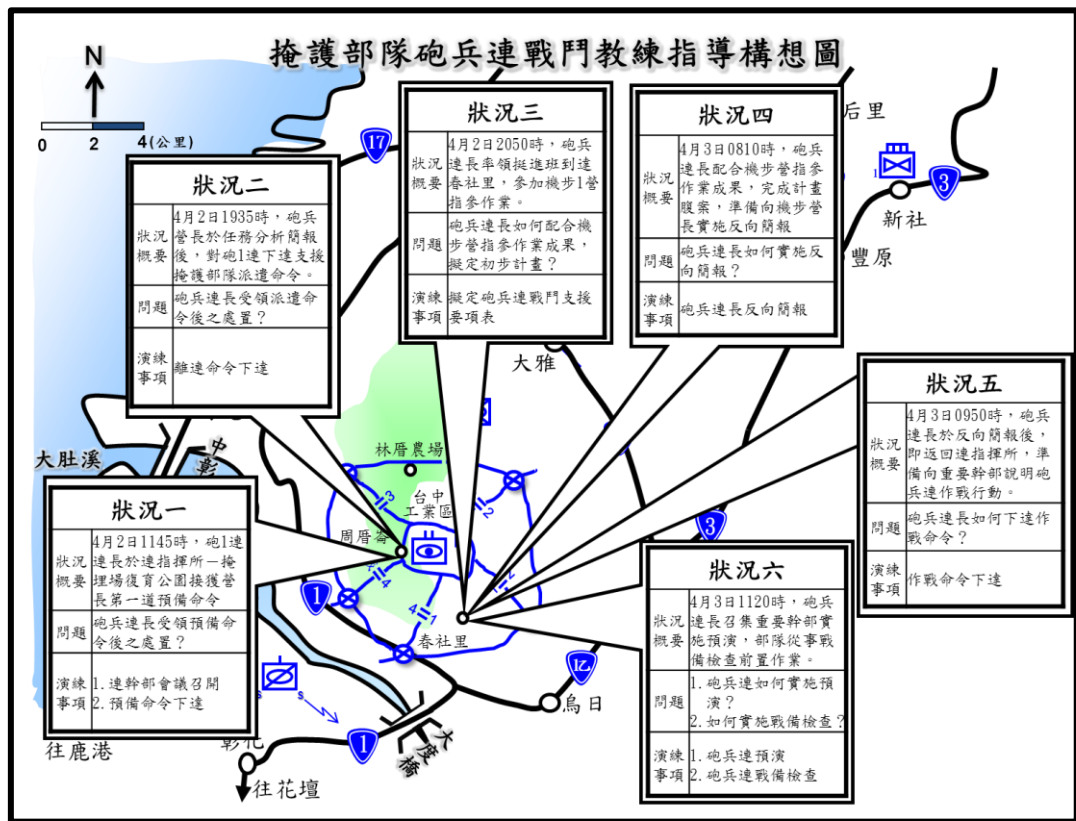
紅軍機步 2 旅（判轄機步營*3、坦克營*1、戰鬥支援及勤務支援部隊）有積極北進，奪取台中要域之企圖，現刻正於林園周邊地區實施集結。藍軍機步 1 旅（轄機步營*4、戰車營*1 及戰鬥與勤務支援部隊）現正於台中工業區周邊地區實施集結整補中。藍軍機步 1 旅所屬之機步 1 營、砲兵營，現正分別於春社里、周厝崙實施集結整補中。

（二）特別狀況

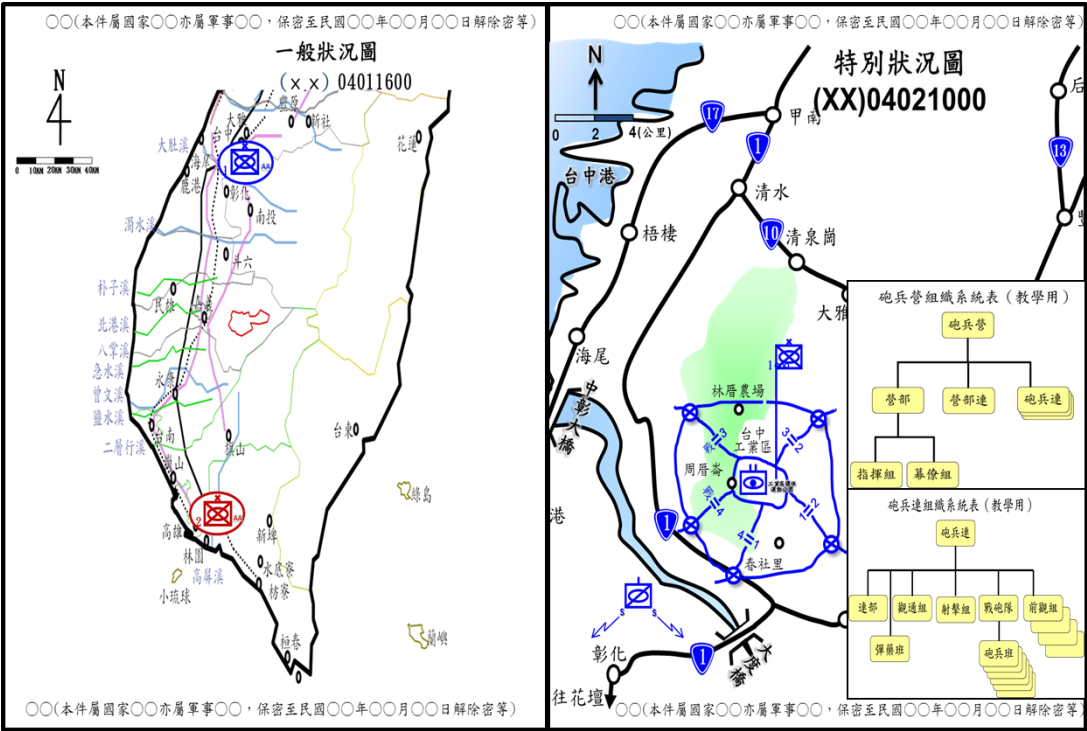
藍軍機步 1 旅旅長預期於整補完成後，即向南發動攻勢，殲滅南部地區之敵。4 月 2 日 1030 時，旅長於指揮所聽取各參報告後，即下達第一道預備命令，

⁶ 《陸軍部隊訓練教則(第二版)》(桃園：陸軍司令部印頒，民國 100 年 7 月 22 日)，頁 2-4-50

要求各單位於 4 月 3 日入夜前完成機動準備（一般與特別狀況，如圖五）。藍軍機步 1 旅砲兵營營長於接奉旅長電令後，實施參謀作業指導與下達第一道預備命令（如表二）後，隨後率參謀主任及情報官至旅指揮所參加旅部指參作業。



圖四 掩護部隊砲兵連戰鬥教練 - 計畫與準備階段指導構想圖



圖五 一般、特別狀況圖

表二 砲兵營第一道預備命令

機步1旅砲兵營預備命令第1號		
一	狀況	(一)紅軍有積極北進，奪取台中要域企圖，現刻正於林園周邊地區實施集結。 (二)旅刻正於台中工業區周邊集結，預於4月3日入夜前完成機動準備，向南部敵軍發起攻擊。
二	任務	營即於周厝崙週邊實施集結整補，以利旅爾後作戰。
三	執行	(一)作戰構想： 營以儘速整補，以利旅爾後作戰之目的。即以一個排之兵力占領射擊陣地，支援反空降、反突擊作戰，以確保集結地區安全。 (二)各部隊行動： 砲3連即以一個排任戰備部隊，完成各項射擊準備，對台中高爾夫球場、水湳機場等地區預置反機降火力，依警戒部隊要求，支援反空降、反突擊戰鬥。其餘各連持續完成整補事宜。 (三)協調指示： 1.各連限於04031200前完成各項整補事項。 2.由營部統一編組各連巡查人員，每小時巡查營區乙次。 3.營部編組幕僚，於04021800起檢查各連整補情形。 4.連絡官即刻向各受支援部隊長報到，各連連長於04021800時至營部受命。 5.情報蒐集要項： (1)集結地區有無敵空降部隊行動？若然，何時？何地？其部隊大小為何？ (2)集結地區有無敵滲透人員？若然，何時？何地？其企圖為何？ 6.作戰時間管制： (1)04021900時召開任務分析簡報 (2)04030800時召開決心簡報 (3)04030930時各連反向簡報 (4)04031300時實施戰備檢查 (5)04031430時實施砲兵營預演 (6)04031630時實施旅火協預演 (7)04032100時各連完成機動裝載 (8)04032330時營偵察組人員出發 (9)04032400時依營部連、砲1、2、3連順序至旅出發點報到。

資料來源：圖四、圖五、表二為作者繪製

二、各節次狀況與指導概要

(一) 受領預備命令

1.狀況一

4月2日1110時，砲1連連長於連指揮所—掩埋場復育公園，接獲砲兵營長第一道預備命令，要求於4月3日1200時前完成整補，並於今日1900時至營部受命。現在時間：4月2日1115，請問砲1連連長受命後之處置為何？

2.指導概要

(1)確實瞭解任務：依據預備命令，瞭解當面之敵位於林園，營於4月4日夜間，以火力支援旅，向南實施戰術行軍。單位須於4月3日12時前完成整補，並於4月2日19時前至營指揮所受命。現在時間為1115時，距1900時尚有7小時，為掌握單位狀況及管制工作進度，須召集重要幹部即刻實施連幹部會議，並下達預備命令，以期於時間內完成各項整備事宜。

(2)擬定初步時間管制：依據營部作戰時間管制，瞭解自4月2日12時起至3日12時，約有24小時整補時間，另於3日12時後，需配合實施預演及完成機動裝載事宜，在24時前至旅出發點報到，準備加入旅之行軍序列。依現有可用時間，連須儘速召開連幹部會議，宣達預備命令，爭取最大整補時間，並

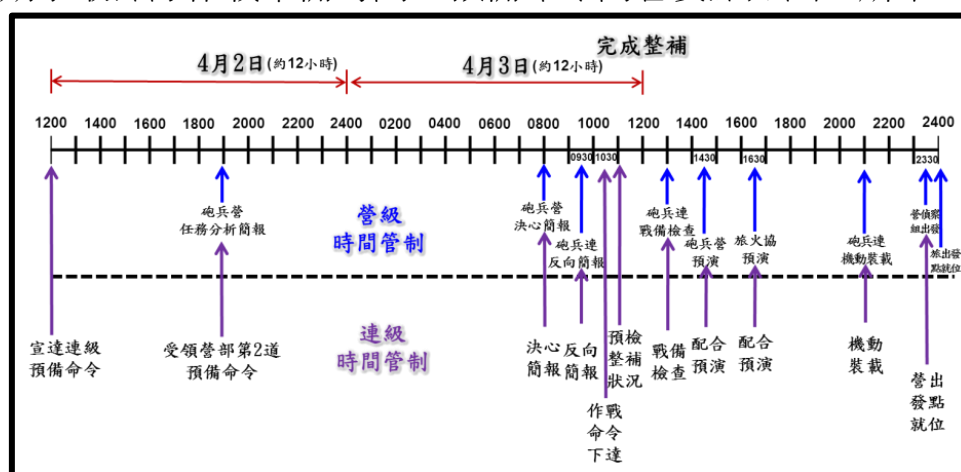
於前 1 小時，先期檢查整補狀況；3 日 2100 時前，完成機動裝載，待命受領營行軍命令，預判於 2330 時前至營出發點就位，準備於 24 時加入旅行軍，初步時間規劃如圖六所示。

(3) 擬定作戰準備要求事項：配合連幹部會議召開，依人員、裝備及補給現況，針對第 1、3、5 類、保修及部隊行動，預擬部隊要求和協調事項，納入預備命令內容（會議內容重點如表三所示）。

(4) 下達預備命令：為使部隊及早獲得爾後行動之指示，配合連幹部會議召開，綜合上級預備命令內容及會議重點，於會後以口述命令方式，直接下達連預備命令（表四）。

3.說明

本段狀況以砲兵連預備命令下達為主要演練事項。受領上級預備命令時，除掌握當前敵、我狀況及上級任務外，並須依上級作戰時間管制，分析單位管制節點及部隊行動要求，配合連幹部會議召開，瞭解單位最新狀況並宣達預備命令，以期爭取部隊作戰準備時間，預備命令內容要點如圖七所示。



圖六 初步時間規劃示意

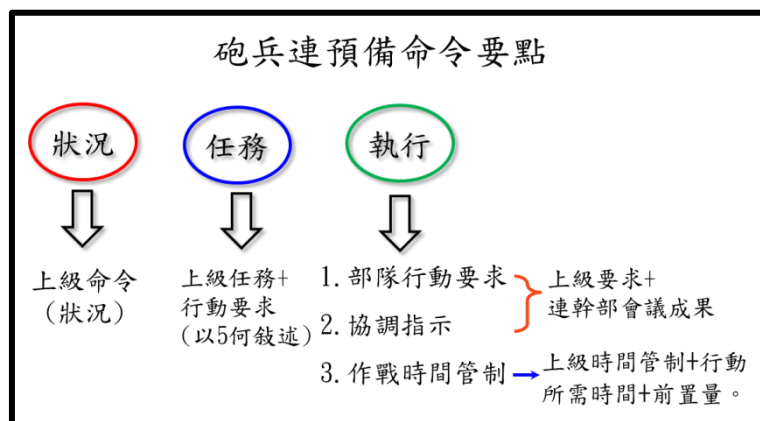
表三 連幹部會議內容重點

連幹部會議內容重點

1. 連現有車輛尚有半數以上之備油桶未補實(預計本連於1800時可完成油料補充作業)。
2. 一日份戰備口糧尚未領取(待營部通知)。
3. 彈藥尚待營部撥補中(含輕兵器彈藥)。
4. 火砲現有1門損壞(擊針斷裂)，待二級廠料件撥補中。
5. 新進人員計7員(射指組水平手*1、砲手*4、話務兼駕駛*2)，適應狀況良好。
6. 配合旅、營預演時，採無線電通聯方式，目前有、無線電話機正檢整中。
7. 本連須派遣交管3員，納入營偵察組於4月3日1700時前至營部報到。

表四 砲兵連預備命令（口述）

砲1連預備命令		
一	狀況	(一)紅軍有積極北進，奪取台中要域之企圖，現刻正於林園周邊地區實施集結。 (二)旅刻正於台中工業區周邊集結，預於明日(0403)入夜後，向南部敵軍發起攻擊。 (三)營即於周厝崙週邊實施集結整補，以利旅爾後作戰。
二	任務	連於04031200前於現地完成部隊整補及機動準備，以利營爾後作戰
三	執行	(一)連以儘速整補，以利營爾後作戰之目的。各排、組即刻對火砲、機槍、通信裝備、個人武器及其它重要裝備等，完成檢修及申請作業，於04031100前各類裝備須全數回復妥善，成受檢狀態。 (二)部隊行動要求： 1.副連長：督導全連完成整補及戰備檢查受檢各項事宜。 2.輔導長：對新進人員須加強輔導，以防心緒不穩情事發生。 3.士官長：協助各砲班完成火砲檢查及保修申請作業，另對1、3、5類補給，請管制完成。 4.通信班長：對有、無線電通信及話務人員，須加強裝備檢整及人員訓練。 5.其餘各員現行作業程序，完成各排、組整備及受檢事宜。 (三)協調指示： 1.各排組於04031100前完成各項整補事項。 2.營部統一編組營區巡查，連上各哨點警戒依點名簿順序執勤。 3.營部編組幕僚，於04021800起檢查各連整補情形。 4.納編營偵察組人員由砲1排負責派遣，於04031700前至營部向情報官報到。 5.各班組新進人員，配合旅、營預演，同步驗證任務執行能力。 6.情報蒐集要項： (1)集結地區有無敵空降部隊行動？若然，何時？何地？其部隊大小為何？ (2)集結地區有無敵滲透人員？若然，何時？何地？其企圖為何？ 7.作戰時間管制： (1)04021840時輔導長隨我至營部參加營任務分析簡報 (2)04030740時輔導長隨我至營部參加營決心簡報 (3)04031030時各幹部至此地受領作戰命令 (4)04031100時實施戰備檢查預檢 (5)04031300時實施戰備檢查 (6)04031430時配合實施砲兵營預演 (7)04031630時配合實施旅火協預演 (8)04032100時完成機動裝載 (9)04032330時依挺進班、砲1、2排順序至營出發點報到。



圖七 砲兵連預備命令要點

資料來源：圖六、表三、表四、圖七為作者繪製

(二) 受領任務

1. 狀況二

4月2日1935時，砲兵營長於任務分析簡報後，對砲1連下達支援掩護部隊派遣命令，要旨如下：「旅於4月3日2300時，分沿臺1、19號道向急水溪以

南機動，貴連任掩護部隊砲兵連，配屬掩護部隊一機步第 1 營，隨伴行軍支援作戰，機步第 1 營現位於春社里，限今日 2100 時報到完畢。」現在時間：4 月 2 日 1940，請問砲 1 連連長受領派遣命令後之處置為何？

2.指導概要

(1) 確實瞭解任務：依據上級派遣命令，本連任掩護部隊砲兵連，配屬機步 1 營。為有效達成本次支援任務，考量掩護部隊須先期出發，須協調砲兵營部參謀，將本連納為優先整補單位；另現在時間為 1950，距 2100 時報到時間，尚有 70 分鐘可運用，須儘速返部下达離連命令。

(2) 實施內心分析：運用上、本、為、多、為，實施內心分析如下：為能達成上級意圖，單位須於今(2)日晚上 9 點前至春社里，向機步 1 營營長報到，參加營指參作業；此行之目的在使掩護部隊瞭解本連之能力與特性，以掌握在掩護任務遂行中，須執行之砲兵火力支援；為執行達成上述行動，須先期完成本連當前人員編組、任務分配、報到路線規劃及部隊行動律定；因本連需同時完成整補作業，在向掩護部隊長報到同時，單位須由副連長持續完成整補作業；為使各員瞭解當前行動及任務分配，須召集全連，以口述方式下达離連命令，期使全連能共同完成本次任務。

(3) 離連命令下达：返回連指揮所後，召集全連下达離連命令(如表五)，轉移指揮權給副連長。為配合受支援部隊指參作業需求，率領輔導長、觀通組長、測量班長、通信班長等，至機步 1 營報到，俾利同時規劃砲兵連戰鬥支援方案。

表五 砲兵連離連命令(口述)

砲1連離連命令		
一	狀況	(一)紅軍有積極北進，奪取台中要域之企圖，現刻正於林園周邊地區實施集結 (二)營即於周厝崙週邊實施集結整補，預於明日(0403)2400時，隨伴旅向急水溪以南機動，以利旅爾後作戰。
二	任務	連即任支援掩護部隊砲兵連，配屬機步第1營，於4月3日1200前完成部隊整補及機動準備，以利爾後作戰。
三	執行	(一)連以支援掩護部隊作戰，儘速完成整補之目的。編組挺進班，先期至掩護部隊，參與計畫作業與協調連絡；各排、組持續對火炮、機槍、通信裝備個人武器及其它重要裝備等，完成檢修及申請作業，於04031100前各類裝備須全數回復妥善，成受檢狀態。 (二)部隊行動要求： 1.挺進班：由觀通組長編組，使用4車(連長車、觀測車、通信車、測量車)，於2025時，在連集合場集合，準備前往機步1營。 2.其餘部隊由副連長指揮，持續完成整補及戰備檢查受檢各項事宜。 (三)協調指示： 1.各排組於04031100前完成各項整補事項。 2.挺進班行軍時，車速60公里，車距20公尺。 3.時間管制：除戰備檢查及旅、營預演時間不變外，其餘時間規劃另行通知

資料來源：作者繪製

3.說明

本節次狀況以砲兵連離連命令為主要演練事項。砲兵連長受領上級派遣命令，任掩護部隊砲兵連時，應即把握時間，運用「上、本、為、多、為」之內心思維，規劃單位之人員編組及任務分配，俾利返回連上後，可迅速下達離連命令，離連命令要點如圖八所示。

（三）擬定初步計畫、處置下列事項與實施偵察

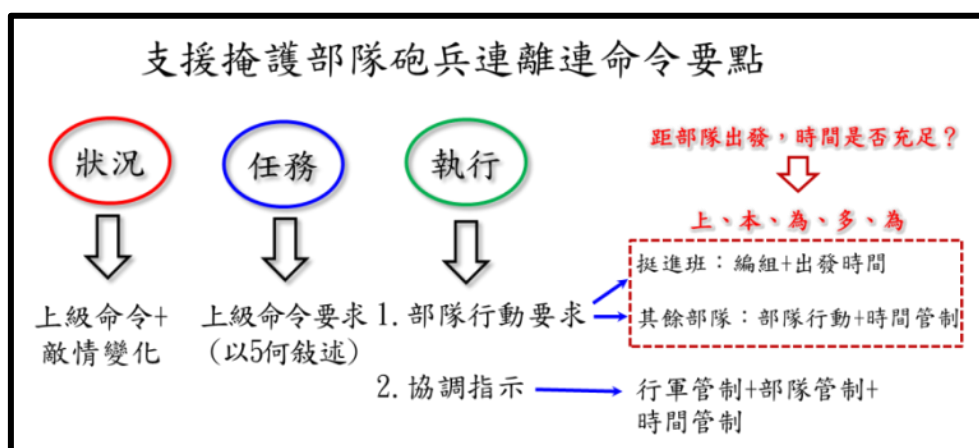
1.狀況三

4月2日2050時，砲兵連長率領挺進班到達春社里，參加機步1營指參作業。獲知機步營長參謀作業指導如下：「營於4月3日2100時，出發向南機動，須控領八掌溪以南地區，偵察敵主力動向；於八掌溪南岸與敵遭遇時，即相機殲敵一部，確保厚生橋、洪水港大橋及八掌溪二橋等要點，以利爾後作戰。」砲兵連長正配合機步營指參作業，逐步擬定砲兵連計畫作業，預計於4月3日0730時，完成砲兵連初步計畫擬定。

2.指導概要

（1）任務變數分析

A.分析任務：掩護部隊作戰階段，區分為行軍與遭遇戰鬥。於行軍階段，瞭解機步1營於4月3日2100時，沿台1、19號道，向柳營行軍，營出發點為同安橋；配合掩護部隊行軍，須規劃單位行軍序列區分為偵察組、挺進班及戰砲隊，並配合律定出發時間，加入掩護部隊行軍。於遭遇戰鬥時，營採正面攻擊，以三併列分別奪控厚生橋、洪水港大橋及八掌溪二橋，以鹽水地區為主要作戰方面，火力須能支援營之攻擊發起，並有效涵蓋此一地區，砲兵連長內心任務分析，如表六所示。



圖八 砲兵連離連命令要點

表六 砲兵連長任務分析（內心思維）

砲兵連長作戰行動內心任務分析			
作戰階段	特定行動	推斷行動	關鍵行動
行軍	於4月3日2100時，沿台1、19號道，向柳營行軍，營出發點為同安橋	規劃單位行軍序列，偵察組於機步1連後跟進、挺進班於營機動指揮組後跟進，戰砲隊在2連後方跟進，配合律定出發時間，加入掩護部隊行軍。	連於2100時，在同安橋，加入機步1營行軍序列，沿台19號道，至柳營地區。
遭遇戰鬥	於八掌溪與敵遭遇時，火力須能掩護營之分進、展開，確保厚生橋、洪水港大橋及八掌溪橋	於尖兵連前觀回報與敵遭遇時，即於義竹地區(光榮國小)占領陣地。	於八掌溪與敵遭遇時，須以火力掩護營分進、展開，爾後火力須能支援營之攻擊發起。
		以厚生橋、洪水港大橋及八掌溪橋南側300-500公尺之獨立家屋、十字路口設為檢驗點。	
		初期以砲兵煙幕遮障，掩護第一線部隊分進、展開	
	於台19與19甲交會路口預置彈幕，遲滯敵後續部隊		
	於機步1營攻擊發起時，火力須涵蓋鹽水地區要點。	於攻勢進展順遂時，沿台19號道，變換至義竹國中	
作戰限制			
1. 厚生橋、洪水港大橋、八掌溪橋、鹽水武廟及南榮技術學院納為禁射區，火力支援協調線為急水溪東西之線，待命生效。			
2. 砲兵彈藥消耗1/3時，須向機步營指揮組提出報告。			
3. 新營工業區納為火力協調區，禁用黃磷彈，待命生效。			

資料來源：圖八、表六為作者繪製

B.分析敵情威脅：依據機步營情報官分析，當面之敵判為機步營，與我軍於八掌溪南岸與敵遭遇，可能以第一線部隊發起立即攻擊，接戰地區概為厚生橋、洪水港大橋及八掌溪二橋南側，敵主力概沿官田－柳營，指向後壁。研判敵砲兵陣地位於柳營至後壁一帶，火力約與本連概同，火砲型式判為 155 榴牽引砲，機動性與射程部份，我均較敵為優。另為有利我軍迅速攻擊敵目標，將厚生橋、洪水港大橋及八掌溪二橋南岸 400~500 公尺處之十字路口、獨立家屋設為檢驗點（TRP001~003）。

C.分析天氣地形：依天氣預報單，4 月 4 日天氣晴朗，平均風速 3－4 級，氣溫 26－28 度，不影響部隊行動；作戰地區為八掌溪南、北岸，除漁塭、農田及城鎮聚落外，多為平坦地形。光榮國小及義竹國小，配合義竹地區之屋舍、人工建物，可避免敵直接通視陣地位置，有利陣地放列、占領作業；另依據機步營行動方案，分析地區內明顯地形，縣 163 號道可預劃為禁射線，急水溪東西之為可標示為火力支援協調線。

D.分析我軍狀況：本連人員編組、部隊訓練及裝備妥善率，已達任務執行標準。遭遇作戰時，砲兵陣地區域可獲得防空排空中掩護；另彈藥攜帶一個基本

攜行量，煙幕彈○枚，可建立○X○平方公尺煙幕區，持續○分鐘，砲宣彈○枚，散撒區域為○X○平方公里，可滿足機步營火力支援需求。

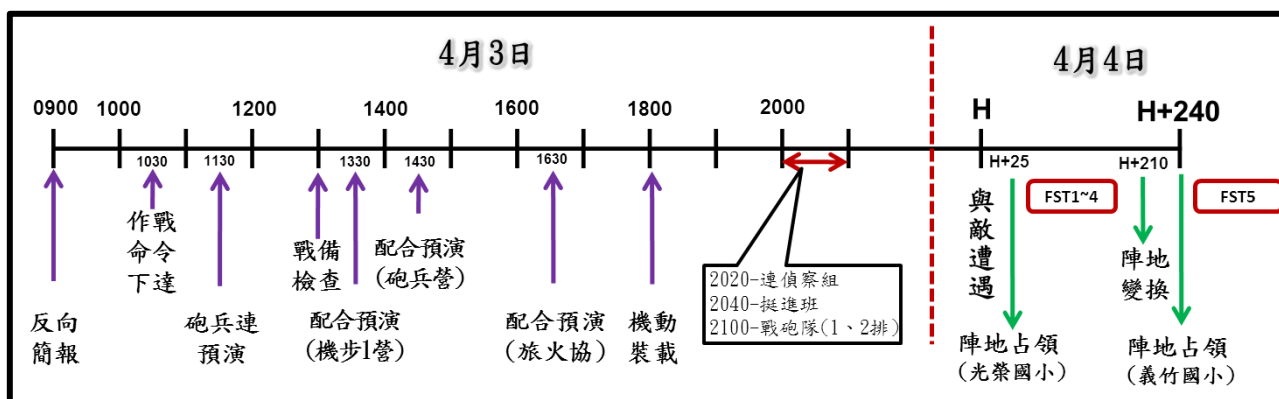
E.分析可用時間：機步營出發點位於同安橋，距本連位置概約 10 分鐘路程，預判於連偵察組、挺進班及戰砲隊，分別於 2020、2040 及 2100 時出發；與敵遭遇時，戰砲隊預判行軍至於義竹一帶，約於 25 分鐘內可於光榮國小占領陣地；戰況有利，砲兵陣地向前變換至義竹國小時，變換時間概需 30 分鐘，行軍與遭遇戰鬥重要時間節點，如圖九所示。

F.分析民事注意事項：配合心戰宣傳，於攻擊發起時，對鹽水地區實施砲宣彈射擊，宣導避難路線及災民收容區（南榮技術學院）；另為保護文化古蹟，將鹽水武廟納為禁射區。

(2) 圖上偵察：運用空照圖、衛照圖及其它圖資，偵察敵我接戰地區（厚生橋、洪水港大橋、八掌溪二橋），砲兵陣地（光榮國小及義竹國小）及計畫射擊區域（檢驗點及彈幕位置）地形，及確認沿途機動路線狀況。

(3) 平行計畫作業：基於砲兵立場，配合機步營行動方案研擬、分析、比較，對砲兵陣地占領、變換時機，砲宣彈及彈幕射擊時機與安全管制作為，提出火力運用意見具申，並實施參謀作業協調；另為降低戰術風險及提升精準打擊效能，建議除砲兵陣地狀況（光榮國小及義竹國小），由連偵察組偵蒐回報外，對計畫射擊之地區（檢驗點及彈幕位置），及柳營至後壁一帶之敵砲兵可能位置，納入機步營情報蒐集要項，分配情蒐單位偵察回報。

(4) 完成砲兵連初步計畫：依掩護部隊長之火力運用指導，火力初期須能掩護第一線部隊分進、展開，搶占厚生橋、洪水港大橋及八掌溪二橋等橋樑要點，爾後火力須支援營對鹽水地區之攻擊發起及後續進展。砲兵戰鬥支援要項表如表七所示。

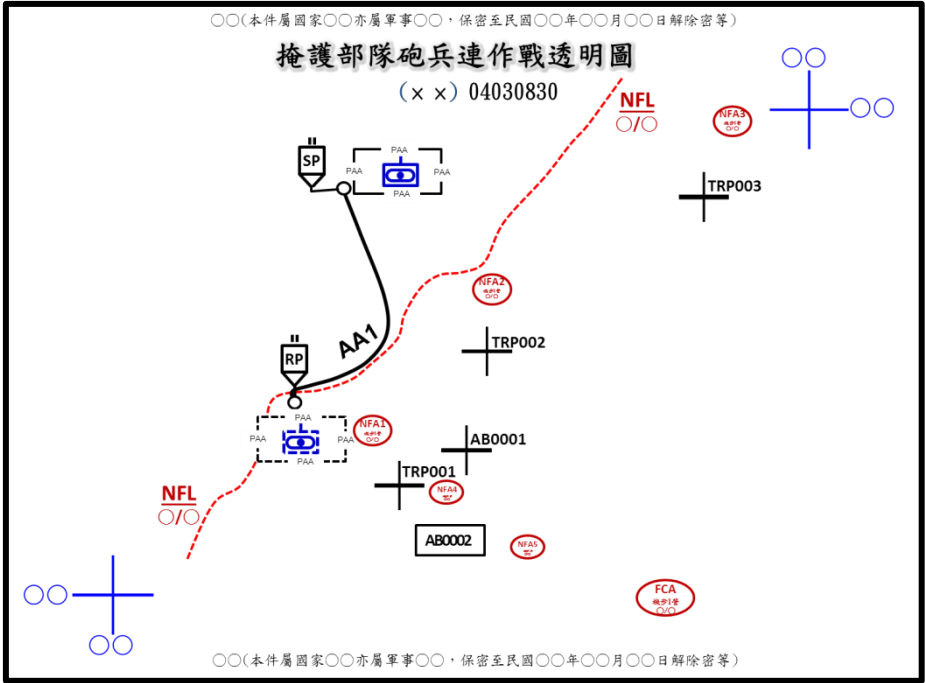


圖九 重要時間節點分析
資料來源：作者繪製

表七 掩護部隊砲兵連戰鬥支援要項表

砲兵連戰鬥支援要項表								
作戰階段：遭遇戰鬥								
行動與目的：1. 提供反制火力，限制敵反裝甲火力運用，以維護第一線部隊安全。 2. 提供煙幕遮障，掩護第一線迅速通過八掌溪，於南岸分進、展開。 3. 運用心戰宣傳，使主要作戰地區民眾無法影響我軍戰術行動。 4. 提供制壓火力，使敵曲、直射火力無法影響主要作戰地區之我軍行動。 5. 運用彈幕阻絕，阻止或遲滯敵增援部隊，以利我軍先期殲敵一部。								
執 行								
砲兵戰鬥支援要項編號	目標編號	攻擊時機	目標座標	觀測單位	射擊單位	攻擊指導	頻率/代號	備考
FST1	TRP001-3 檢驗點	依機步連前 觀射擊要求 實施	(123, 456) (234, 567) (345, 678)	機步連前觀 (主要)/砲兵 觀測所(次要)	營迫砲排(主 要)/砲兵連 (次要)	榴彈2群	○○29-迫砲 網(主要)/ ○○33-砲兵 射擊網(備用)	
FST2	TRP002 檢驗點	依砲兵觀測 所射擊要求 實施	(234, 567)	砲兵觀測所 (主要)/機步 1連前觀(次 要)	砲兵連(主 要)/營迫砲 排(次要)	煙幕彈2群	○○33-砲兵 射擊網(主 要)/○○29- 迫砲網(備用)	煙幕彈射擊 時，須先期 確認風向、 風速，必要 時增加射擊 發數。
FST3	AB0001	依砲兵觀測 所射擊要求 實施	(123, 123)	砲兵觀測所 (主要)/機步 1連前觀(次 要)	砲兵連(主 要)/營迫砲 排(次要)	砲宣彈1群	○○33-砲兵 射擊網(主 要)/○○29- 迫砲網(備用)	砲宣彈射擊 地區、時機 須由政戰人 員確認實施。
FST4	TRP002 檢驗點	依機步2連前 觀射擊要求 實施	(234, 567)	機步2連前觀 (主要)/砲兵 觀測所(次要)	砲兵連(主 要)/營迫砲 排(次要)	榴彈2群	○○33-砲兵 射擊網(主 要)/○○29- 迫砲網(備用)	
FST5	AB0002 彈幕	依機步2連前 觀射擊要求 實施	(456, 789)	機步2連前觀 (主要)/砲兵 觀測所(次要)	砲兵連(主 要)/營迫砲 排(次要)	榴彈5群，持 續20分鐘	○○33-砲兵 射擊網(主 要)/○○29- 迫砲網(備用)	
分配：迫砲排火力初期優先偵察排，爾後優先主要作戰方面；砲兵連行一般支援，優先主要作戰方面。								
陣地占領指導：初期陣地位於光榮國小，爾後變換時機，由連長指示，變換時沿台19號道至義竹國中占領陣地。								
作戰限制/火力支援協調措施：禁射線為縣163號道以北，待命生效；禁射區為南榮技射學院(災民收容所)、厚生橋、洪水港大橋、八掌溪二橋及鹽水武廟，待命生效；火力支援協調線為急水溪東西之線，待命生效；新營工業區納為火力協調區，禁用黃磷彈，待命生效。								
效果評估：初發射彈於射擊要求下目標5分鐘內落地，射彈修正不超過2次，即可實施效力射；使敵無法運用反甲火力/曲射火力遲滯第一線部隊行動。災民運動時，不妨害友軍行動。								

資料來源：1. WHITE PAPER—Fire Support Planning for BCT and Below, (US Army Field Artillery School ,Fort Sill , 29 January 2009) ,p.14；2.作者繪製

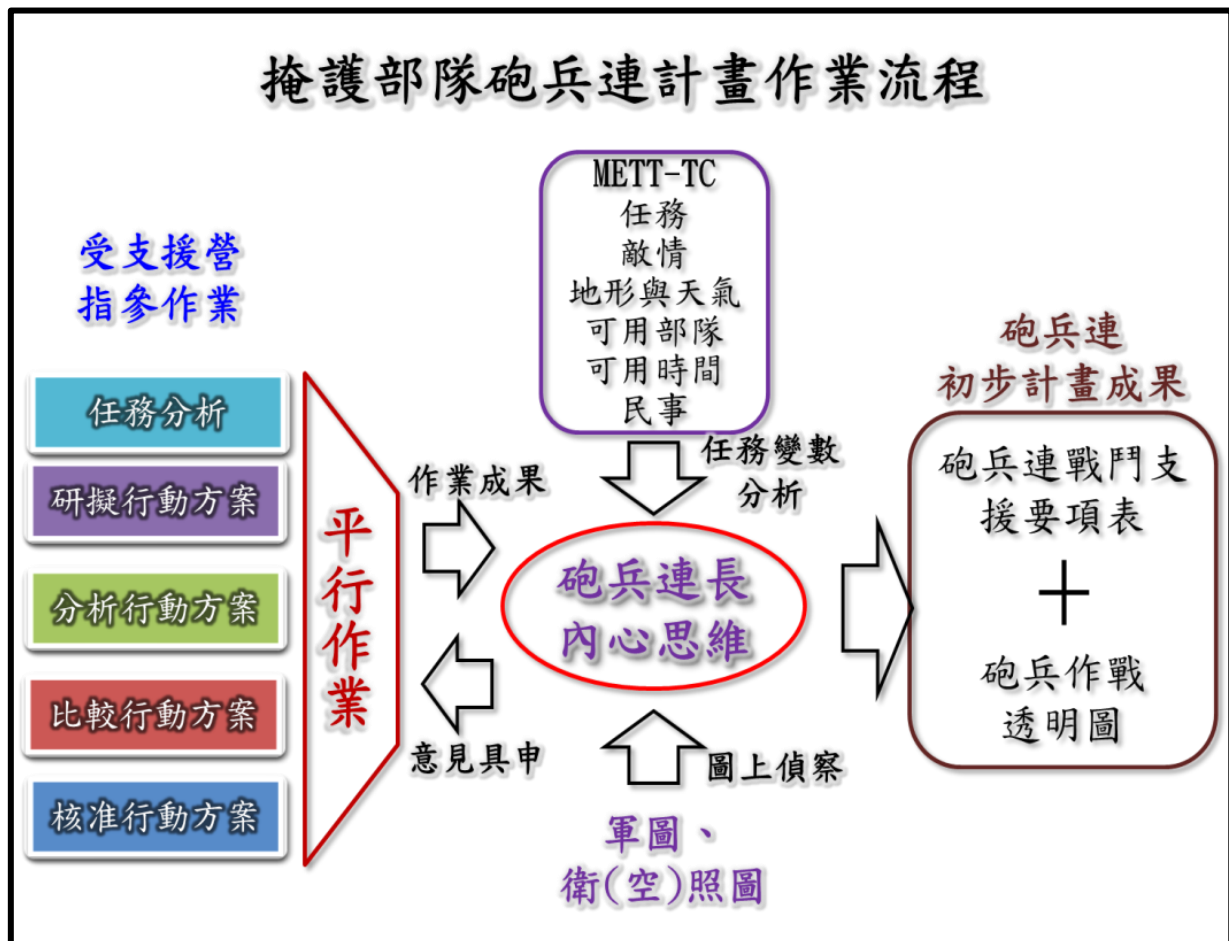


圖十 掩護部隊砲兵連作戰透明圖

資料來源：1. 《陸軍基本戰術（戰鬥）圖解手冊（第二版）》，（桃園：陸軍司令部，民國103年10月17日），頁1-22；2. FIELD ARTILLERY PLANNING OVERVIEW,美軍砲兵高級班2009年上課投影片,頁62；3.作者參考繪製

3.說明

部隊指揮程序為彈性、整合之作業步驟，可配合實際狀況需求，因應調整、簡併。本段狀況考量掩護部隊計畫作業時，係遠離接戰地區，故運用圖上偵察作業，簡併「處置下列事項與實施偵察」，以符合狀況作業需求。另砲兵連長配合機步營指參及火力支援協調作業，採平行作業方式，運用機步營計畫作業成果（敵可能行動、徵候圖解與分析表、敵軍戰術運用分析表、高價目標分析表、我軍行動方案、決心支援圖解、協同計畫管制表及火力支援要項表）等，運用內心思維對任務變數實施分析（分析事項如表八所示），同步擬定、分析砲兵連之行動及火力管制作為，完成砲兵連戰鬥支援要項表與砲兵作戰透明圖，並與砲兵連絡官協調火力支援之時機、觀測單位及其它作為，藉以縮短作業時間，有效支持掩護部隊長作戰企圖。後續運用空照圖、衛照圖之，圖上偵察砲兵陣地、計畫火力地區及安全管制措施地區，確保計畫性砲兵火力有效發揚，掩護部隊砲兵連計畫作業流程如圖十一所示。



圖十一 掩護部隊砲兵連初步計畫作業流程

資料來源：作者繪製

表八 砲兵連長任務變數內心思維分析事項

砲兵連長任務變數內心分析事項	
任務 (MISSION)	指揮官作戰企圖、行動方案
	特定、推斷、關鍵行動(砲兵戰鬥支援要項)
	作戰限制(射擊安全管制、風險管控、勤務支援限制)
敵軍狀況 (ENEMY)	分析敵可能行動圖解、徵候圖解與分析表
	砲兵攻擊目標之編組、部署與效果
	對砲兵連之威脅(陣地占領、機動變換與戰場生存)
地形 與天候 (TERRAIN & WEATHER)	分析地形：遮蔽角、坡度、土壤組成、機動性、通信盲區、不可通視線、機動走廊、地形要點、接近路線、砲兵陣地及攻擊目標區域。
	分析天氣：天氣影響火砲、裝備及機動能力部份
我軍狀況 (TROOP AVAILABLE)	分析砲兵連當前位置、人員編組、士氣、訓練、補給保修、通信指管、彈藥攻擊效能及其它
可用時間 (TIME)	分析表定射擊、行軍、機動變換、陣地占領等時機與使用時間。
	分析上級作戰時程管制
民事 注意事項 (CIVIL CONSIDERATION)	分析砲兵攻擊時，影響之基礎建設、文化及經濟設施
	分析誤擊民眾之機率，及可行之預防措施

資料來源：1.The Defense,美軍砲兵高級班2009年上課投影片,頁6；2.Fire Support Planning in The Offense,美軍砲兵高級班2009年上課投影片,頁8；3.作者整理

(四) 完成計畫

1.狀況四

4月3日0730時，砲兵連長配合機步營指參作業成果，已完成砲兵連初步行動腹案，並與砲兵連絡官完成砲兵火力支援協調。現在時間：0815，砲兵連長正準備向機步營長實施反向簡報。

2.指導概要

(1) 完成內心腹案：連區分偵察組、挺進班與戰砲隊，分別於3日2020、2040及2100時，在機步1連、營機動指揮組及機步2連後方跟進，加入機步營之行軍序列，沿臺19號道，向柳營方向前進，與敵於八掌溪南岸遭遇時，初期於光榮國小占領陣地，以火力掩護營分進展開，爾後依戰況進展，沿臺19號道，變換至義竹國小，支援營對鹽水地區之攻勢行動。

(2) 實施反向簡報：為使機步營長掌握砲兵連之支援行動，於機步營指揮所內，就砲兵支援構想及戰鬥支援要項等，配合砲兵戰鬥支援要項表及砲兵作戰透明圖，以口述方式，向機步營長實施反向簡報，並針對火力支援單位之陣地變換管制權責，及機步營火協組預演時間，向機步營長提出建議，反向簡報內容如下。

表九 掩護部隊砲兵連反向簡報（口述）

掩護部隊砲兵連反向簡報	
受支援部隊作戰構想	營於4月3日2100時，出發向南機動，須控領八掌溪以南地區，偵察敵主力動向；於八掌溪南岸與敵遭遇時，即相機殲敵一部，確保嘉南大橋、厚生橋、洪水港大橋及八掌溪橋等要點，以利爾後作戰。
受支援部隊指導與要求	1. 遭遇戰鬥時，須迅速提供砲兵火力。 2. 砲兵火力須能支持對鹽水地區之攻勢作為
單位支援構想	連區分偵察組、挺進班與戰砲隊，分別於3日2020、2040及2100時，在機步1連、營機動指揮組及機步2連後方出發，加入機步營之行軍序列，沿臺19號道，向柳營方向前進，與敵於八掌溪南岸遭遇時，初期於光榮國小占領陣地，以火力掩護營分進展開，爾後依戰況進展，沿臺19號道，變換至義竹國小，支援營對鹽水地區之攻勢行動。
砲兵戰鬥支援要項	1. 提供反制火力，限制敵反裝甲火力運用，以維護第一線部隊安全。 2. 提供煙幕遮障，掩護第一線迅速通過八掌溪，於南岸分進、展開。 3. 運用心戰宣傳，使主要作戰地區民眾無法影響我軍戰術行動。 4. 提供制壓火力，使敵曲、直射火力無法影響主要作戰地區之我軍行動。 5. 運用彈幕阻絕，阻止或遲滯敵增援部隊，以利我軍先期殲敵一部。
風險管控措施	禁射線為縣163號道以北，待命生效；禁射區為南榮技術學院（災民收容所）、厚生橋、洪水港大橋、八掌溪二橋及鹽水武廟，待命生效；火力支援協調線為急水溪東西之線，待命生效；新營工業區納為火力協調區，禁用黃磷彈，待命生效。
建議事項	1. 為確保支援火力不間斷，建議由營火協統一管制砲兵連與迫砲排之陣地變換時機，由單位回報執行成果。 2. 建議於1330時，與營火協實施火協預演。

資料來源：1. 《陸軍指揮參謀作業組織與作業教範（第三版）（上冊）》（桃園：陸軍司令部，民國104年12月2日），頁3－2－5；2. Back Brief Format, CARD 430（Battery PCC/PCI）TO 3－16 FA TASOP, P52；3. 作者整理

3.說明

為使砲兵連作戰計畫成果符合機步營長作戰企圖，本節次狀況著重於砲兵連長運用戰鬥支援要項表與作戰透明圖，向機步營長實施反向簡報。簡報內容須明確說明受支援部隊之作戰構想、砲兵運用指導、砲兵連支援構想、戰鬥支援要項、風險管控措施及建議事項等，使機步營長得以確認砲兵行動與火力運用重點，確保兵力運用與火力打擊密切配合。

（五）命令下達

1.狀況五

4月3日0950時，砲兵連長於反向簡報後，於返回連指揮所途中，向砲兵營長報告作業成果，並受領營長後續行動指導，經內心分析部隊行動後，於砲兵連指揮所向重要幹部說明作戰命令。

2.指導概要

（1）綜合砲兵營計畫作業成果：依砲兵營長指導，砲兵營於義竹國中占領陣地後，連即回歸營統一掌握，火力優先戰車營；旅攻擊進展順遂時，營即採梯次變換方式，沿臺19號道經仁愛路，向文昌國小實施變換，連為第1梯次變換。砲兵連長經分析、比對原有作戰計畫內容後，修正部隊行動指示。

(2) 砲兵連作戰命令下達：砲兵連長運用圖、表等輔助工具，以命令五段格式口述說明，內容如表十所示。

表十 掩護部隊砲兵連作戰命令（口述）

掩護部隊砲兵連作戰命令											
作戰地區介紹、狀況、任務(略)											
執行	一、作戰構想：連區分偵察組、挺進班與戰砲隊，分別於3日2020、2040及2100時，在機步1連、營機動指揮組及機步2連後方出發，加入機步營之行軍序列，沿臺19號道，向柳營方向前進，與敵於八掌溪南岸遭遇時，初期於光榮國小占領陣地，以火力掩護營分進展開，爾後依戰況進展，沿臺19號道，變換至義竹國小，支援機步1營對鹽水地區之攻勢行動。待砲兵營於義竹國中占領陣地後，連即回歸營統一掌握，火力優先戰車營；狀況有利時，續向文昌國小實施梯次變換。 二、各部隊行動-(依砲兵連戰鬥支援要項表說明) 三、協調指示： 1. 指揮官重要情資需求 (1) 敵掩護部隊主力是否沿臺1、19號道方向機動？ (2) 敵第一線部隊是否與我軍於八掌溪南岸遭遇？ (3) 光榮國小及義竹國小可否為砲兵陣地，有無敵潛伏人員？ (4) AA1路線上之橋樑及道路，於陣地變換時是否遭敵破壞？ 2. 風險管控： (1) 陣地變換路線遭敵特攻破壞，須研擬備用路線。 (2) 遭敵小部隊襲擊時，由各近戰班先期實施自衛戰鬥，並依令實施陣地變換 (3) 與敵接戰時，主戰裝備有遭敵虜獲之可能時，即採反資敵作為。 3. 安全管制措施： (1) 火力支援協調線：急水溪東西之線，待命生效。 (2) 禁射線：縣163號道以北，待命生效。 (3) 禁射區：NFA1：厚生橋(XXX, XXX)，待命生效；NFA2：洪水港大橋(XXX, XXX)，待命生效；NFA3：八掌溪二橋(XXX, XXX)，待命生效；NFA4：鹽水武廟(XXX, XXX)，待命生效；NFA5：南榮技射學院(XXX, XXX)，待命生效 (4) 火力協調區：新營工業區，禁用黃磷彈，待命生效。 4. 其他協調事項： (1) 陣地位置：PAA1-光榮國小(XXX, XXX)；PAA2-義竹國小(XXX, XXX)；PAA3-文昌國小。 (2) 機動路線：AA1-光榮國小大門-臺19號道-義竹鄉公所-義竹國小。 (3) 前進觀測官與敵遭遇後，即回報各單位位置；連觀測所即行開設作業。 (4) 作戰時間管制： <table border="0"> <tr> <td>04031130時，砲兵連預演</td><td>04031800時，機動裝載</td></tr> <tr> <td>04031300時，戰備檢查</td><td>04032020時，連偵察組出發</td></tr> <tr> <td>04031330時，機步營火協預演</td><td>04032040時，連挺進班出發</td></tr> <tr> <td>04031430時，砲兵營預演</td><td>04032100時，戰砲隊出發</td></tr> <tr> <td>04031630時，旅火協預演</td><td></td></tr> </table>	04031130時，砲兵連預演	04031800時，機動裝載	04031300時，戰備檢查	04032020時，連偵察組出發	04031330時，機步營火協預演	04032040時，連挺進班出發	04031430時，砲兵營預演	04032100時，戰砲隊出發	04031630時，旅火協預演	
04031130時，砲兵連預演	04031800時，機動裝載										
04031300時，戰備檢查	04032020時，連偵察組出發										
04031330時，機步營火協預演	04032040時，連挺進班出發										
04031430時，砲兵營預演	04032100時，戰砲隊出發										
04031630時，旅火協預演											
勤務支援、指揮與通資電(略)											

資料來源：1.《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第三版）》草案，民國106年4月18日準則審查提報資料，頁附5－8；2《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國98年4月8日），頁5－3；3.作者整理

3.說明

掩護部隊砲兵連長，除參與掩護部隊計畫作業外，另應與砲兵營切取連繫，獲取砲兵部隊全般火力運用。本節次狀況著重要求砲兵連長綜合分析掩護部隊與砲兵營之兵、火力要求後，於作戰命令下達時一併說明，並藉由質疑、覆誦，

確認幹部對命令瞭解程度。

（六）督導實施

1.狀況六

4月3日1120時，砲兵連長已於指揮所外空地，完成沙盤整置，並召集重要幹部實施沙盤推演，部隊正從事戰備檢查前置作業。

2.指導概要

（1）沙盤推演：砲兵連長依據作戰地區地形，先期指導沙盤整置作業，並依計畫成果標示受支援部隊兵、火力管制措施與攻擊目標。沙盤推演時，由連長說明受支援部隊作戰規劃，後續由幹部依據砲兵連戰鬥支援要項，對所屬排、班、組之執行作為、窒礙因素與建議事項等，實施細部說明（預演程序表如表十一所示），藉以檢視部隊行動能否契合砲兵連長預期要求。

表十一 掩護部隊砲兵連預演程序表

掩護部隊砲兵連預演程序表		
順序	報告內容	提報者
一	點名，說明預演目的、方式、程序與注意事項	副連長
二	天氣、地形介紹	觀通組長
三	受支援單位/上級全程作戰規劃 1. 任務編組 2. 任務 3. 指揮官作戰企圖 4. 敵可能行動	連長
四	砲兵連戰鬥支援要項 1. 行動及目的 2. 火力優先支援單位 3. 攻擊目標 4. 安全管制 5. 攻擊效果	射擊組長
五	各部隊行動 1. 挺進班 2. 偵察組 3. 戰砲隊(戰砲排) 4. 測量作業 5. 通信作業 6. 射擊指管	相關幹部
六	指揮管制、後勤補保	副連長
七	風險管控/傷患後送作業	副連長
八	作戰命令修正部份	連長
備註	依戰鬥支援要項，重覆四至六項	

資料來源：1. 《陸軍指揮參謀作業組織與作業教範（第三版）（上冊）》（桃園：陸軍司令部，民國104年12月2日），頁3-2-5；2. Rehearsal, CARD 430 (Battery PCC/PCI) TO 3-16 FA TASOP, P49；3. 作者整理

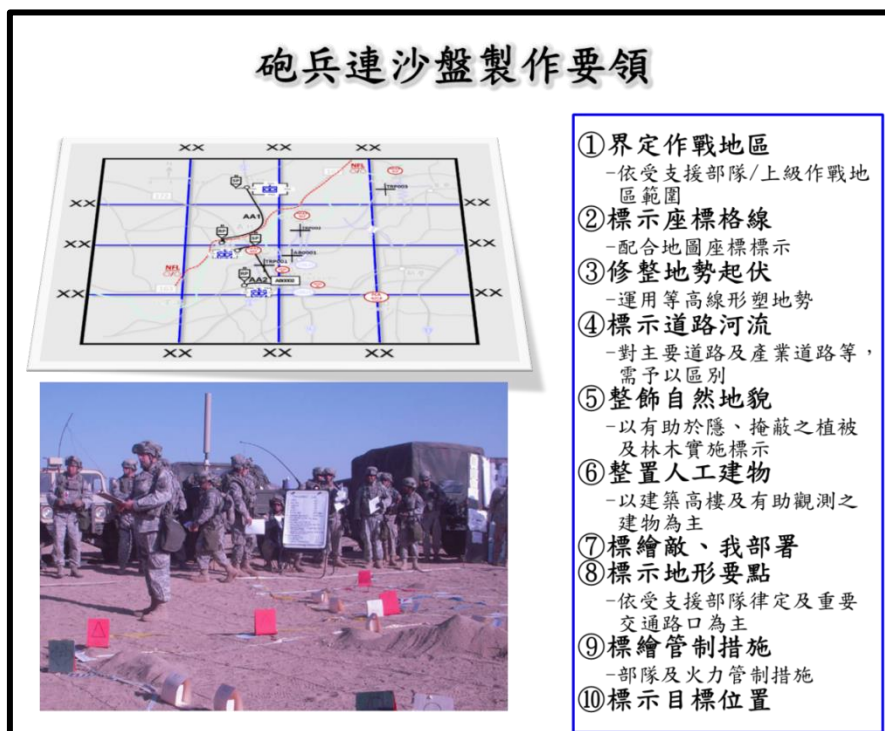
（2）戰備檢查：砲兵連長於沙盤推演後，即陪同砲兵營長實施戰備檢查，驗證單位主戰裝備妥善率及個人裝具是否完善、堪用；另藉由各狀況下之單兵動作、組合訓練及聯合操作等測試與評鑑，驗證單位戰備訓練水準是否符合任務執行要求。

3.說明

本節次狀況須結合部隊訓練實作，區分沙盤推演與戰備檢查等二部份。

(1) 砲兵連沙盤製作，係配合作戰地區地形及兵、火力管制，以現地取材方式製作(製作要領如圖十二)，比例、範圍以能清楚顯示陣地部署配置為原則。沙盤推演時，藉由幹部回報執行作為，除加深對任務理解外，並有助於砲兵連長直觀掌握部隊行動，藉以下達及修正部隊行動指導，建立部隊行動及火力管制之共識。後續配合旅火協、砲兵營及機步營火協實施預演，驗證及確認單位射擊指管流程，使幹部得以掌握計畫火力運用流程與檢視計畫作業不足處。

(2) 戰備檢查係藉由檢查武器裝備與部隊訓練，減少部隊整備對作戰效能之影響。單位可依據任務類型，預判及建立標準化之個人物資攜行清單與作業程序，以提升任務執行成效。



圖十二 砲兵連沙盤製作要領

資料來源：1. MAJ David E. Violand and MAJ Charles E. Noll, "Redefining the Brigade Fire Support Rehearsal", (Fort Sill, OK: Fire, November - December 2013), p.35 ; 2. Building A Terrain Model, 美軍砲兵高級班2009年上課投影片；3. 作者整理繪製

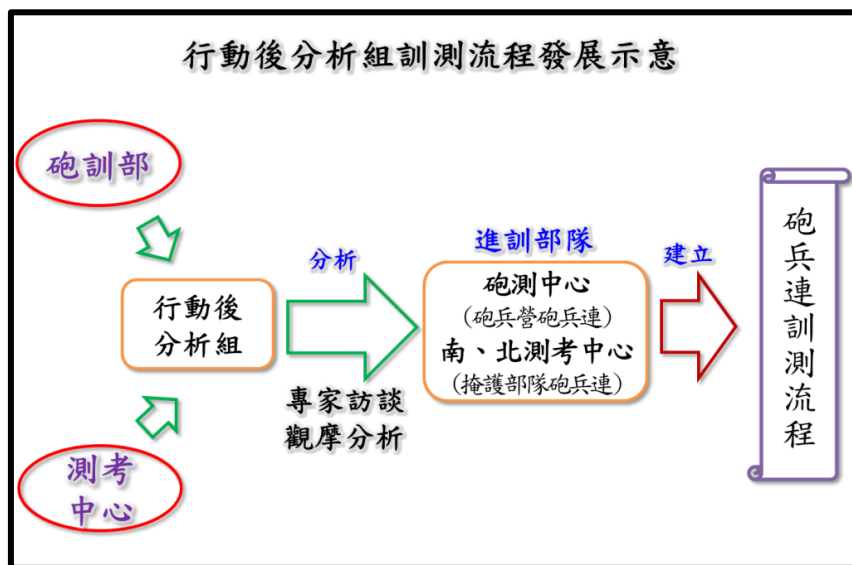
策進建議

部隊指揮程序係以周詳之計畫與準備作為，提升部隊作戰反應時效。故為落實訓練部隊指揮程序，磨練連(排)長之計畫作為及處置能力，以下針對訓練流程、評鑑要項及預演作為，建議後續精進作為如下：

(一) 發展部隊指揮程序訓練步驟

《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則(第三版)》草案，目前已納入部隊指揮程序作業內容，然在現行部隊訓練及測考規定，尚未同步建立及調整訓練要項，不符部隊訓練需求。為結合軍事決心策訂程序與砲兵部隊指揮作業思維，建議配

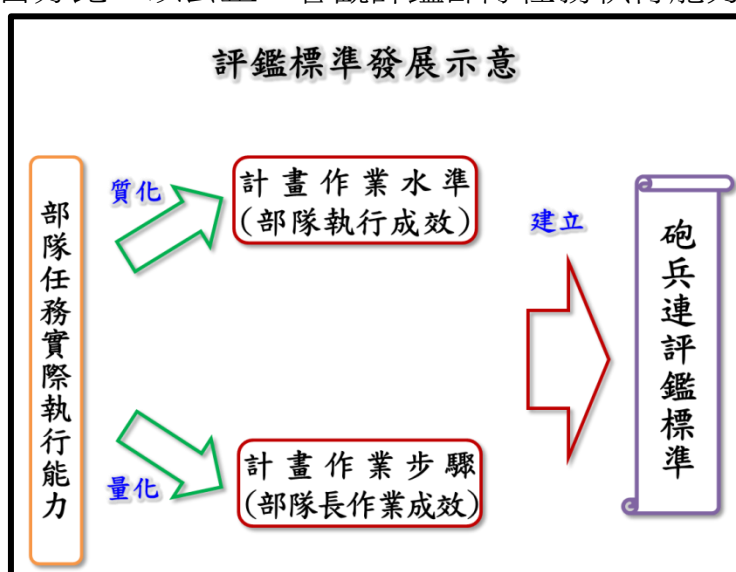
合南、北測考及砲測中心之砲兵連進訓時機，由砲訓部及測考中心，編組行動後分析組，以專家訪談及部隊觀摩分析方式，評估及研究砲兵部隊作戰流程與部隊指揮程序之關聯及適用性，藉以發展部隊指揮程序訓測步驟與作為要領。



圖十三 行動後分析組訓測流程發展示意
資料來源：作者繪製

(二) 建立部隊指揮程序評鑑標準

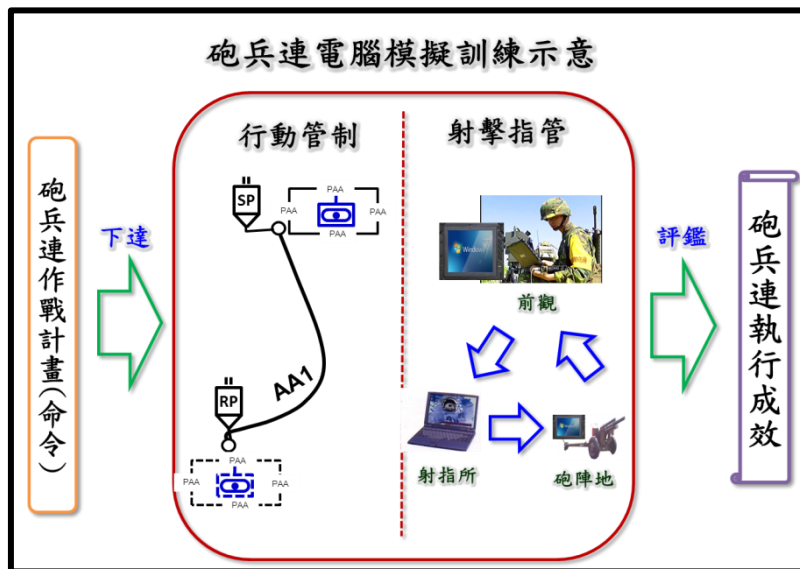
評分表為評鑑部隊訓練成效最直觀之方式，目前測考中心評分表多以量化方式對進訓單位部隊行動實施評鑑，無法客觀顯示部隊實際訓練水準。為真實反映部隊任務執行能力，建議在訓測標準統一基礎上，同時運用質化與量化評鑑方式，重新審視及建立部隊指揮程序評鑑標準及計算方式，將評估項目區分部隊長作業成效與部隊執行成效等二部份，分別計算砲兵連計畫作業步驟與水準，並分別賦予百分比，以公正、客觀評鑑部隊任務執行能力。



圖十四 評鑑標準發展示意
資料來源：作者繪製

（三）擴大電腦模擬訓練效益

電腦預演在時間急迫及資源受限狀況下，運用電腦程式運算，掌握戰場可能狀況，以利早期預警，先期掌握兵、火力協調運用，與砲兵部隊聯合操作之射擊流程，提升目標處理時效。為瞭解砲兵連長計畫可行性及砲長任務理解程度，建議部隊測考項目納入電腦操作，由各排（砲）長及重要幹部，依職掌實施 JCATS 及砲兵戰、技術指揮儀操作，驗證進訓之砲兵連幹部對計畫（命令）的理解程度，及計畫（命令）能否有效執行部隊行動與射擊流程管制。



圖十五 電腦模擬訓練示意

資料來源：作者繪製

結語

作戰理論來自於作戰經驗歸納，並用以指導與實踐作戰行動。基此，國軍在借鑑美軍部隊指揮程序運用成效後，如何將部隊指揮程序融入國軍作戰思維，訓練砲兵連、排幹部主動規劃部隊行動與命令下達，已屬刻不容緩之事情。然國軍在砲兵部隊指揮程序的探討上，尚處於理論研究，未結合戰鬥教練及基地演訓實施驗證，實屬缺憾。後續配合部隊訓練期程與評鑑作業調整，對部隊在訓期及標準上，將有更大的衝擊，如何維持或提升部隊戰力，有待後續驗證。故在砲兵部隊訓練上，不能僅被動地等待上級訓練政策的修訂，應針對性檢討個人、組合與聯合操作的訓練與評鑑標準，並納入部隊訓練要項修訂，方可提升訓練效益。筆者藉由掩護部隊砲兵連之訓練要項探討，提出個人對訓練要項之看法與未來策進建議，期能拋磚引玉，納入更多專業意見，對部隊訓練建立更為紮實的基礎，以因應未來作戰環境與實戰需求。

參考文獻

- 一、《陸軍雷霆2000多管火箭砲兵營、連作戰教範（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國100年10月24日）

- 二、《陸軍部隊訓練教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部印頒，民國100年7月22日）。
- 三、《陸軍基本戰術（戰鬥）圖解手冊（第二版）》，（桃園：陸軍司令部，民國103年10月17日）。
- 四、《陸軍指揮參謀作業組織與作業教範（第三版）》（桃園：陸軍司令部，民國104年12月2日）。
- 五、《陸軍砲兵部隊訓練中心基地進訓手冊（草案）》（桃園：陸軍司令部，民國94年）。
- 六、《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國98年4月8日）。
- 七、《陸軍機步營、連訓練教範（第二版）》（鳳山：陸軍步兵訓練指揮部，民國104年8月12日）。
- 八、WHITE PAPER—Fire Support Planning for BCT and Below,（US Army Field Artillery School, Fort Sill, 29 January 2009）
- 九、MAJ David E. Violand and MAJ Charles E. Noll, ” Redefining the Brigade Fire Support Rehearsal”,（Fort Sill, OK：Fire, November – December 2013）
- 十、《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第三版）》（草案），民國106年4月18日準則審查提報資料。
- 十一、CARD 430（Battery PCC/PCI）TO 3 – 16 FA TASOP
- 十二、美軍砲兵高級班2009年上課投影片

作者簡介

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

「座標系統轉換與格式換算」之研究

作者：耿國慶

提要

- 一、民國 86 年內政部就技術與經建雙重考量，採用與國軍新一代武器系統（WGS84）不同之 TWD97 座標系統，衍生「座標系統轉換與格式換算」問題，造成使用「控制點」困擾。基於當時電算機條件限制，僅能暫時使用非制式電腦座標轉換程式因應。近期新型「測地電算機」（IMT-8R）陸續接裝，已具備「座標系統轉換與格式換算」能力，亟需檢討現行《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》章節、內容，俾能發揮新型「測地電算機」效能，提升砲兵測地能力。
- 二、現行準則《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（第二版）》存在「座標統一」術語不適切、章節內容未對應作業層級設計與欠缺「座標系統轉換與格式換算」作業要領等缺失，建議將「座標統一」修訂為「方格統一」、增加「座標系統轉換與格式換算」章節與依據實際需求、裝備能力適切補實作業要領等方式精進。
- 三、為能正確使用控制點，建立精確之測地統制，測地作業人員應建立「座標系統轉換與格式換算」基本觀念，熟悉作業要領，可參考本研究提供之「地理座標與 UTM 換算」、「TM2 度與 UTM6 度方格座標格式換算」、「方格帶至方格帶轉換」與「大地基準至大地基準轉換」等要領實施，經核對軍圖無誤後，方可使用。
- 四、本研究現階段將配合接裝訓練、操作手冊編纂，提供「座標系統轉換與格式換算」課目內容，未來仍將經由教學、測考與防區測地檢查等任務，蒐整、驗證與制定更具體有效之作業模式，期能補實「陸軍野戰砲兵測地訓練教範」章節、內容，充分發揮新型「測地電算機」效能，為砲兵測地任務達成提供更有利之保證。

關鍵詞：座標系統轉換與格式換算、測地電算機（IMT-8R）、大地基準、橢球體、地圖投影、方格、WGS84、TWD97

前言

砲兵測地長久以來採「座標統一」方式，將「假設諸元」所建立之測地成果，修正為「統制諸元」，俾納入上級所建立之測地統制。¹惟此作法僅提供砲兵營（連）修正誤差較大之假設成果，至於軍團砲兵（防衛部）目標連（本部連）測量排之「座標系統轉換與格式換算」，則未建立制式作業規範。

¹ 《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 9-25。

鑒於民國 86 年起，內政部就技術與經建雙重考量，²籌建與國軍新一代武器系統（WGS84）不同之 TWD97 座標系統，衍生「座標系統轉換與格式換算」問題，造成使用「衛星控制點」困擾。惟基於當時電算機（卡西歐 FX880P）性能限制，僅能藉由非制式之電腦轉換程式因應。近期砲兵新型「測地電算機」（IMT-8R）即將分梯次接裝（如圖一），已具備「座標系統轉換與格式換算」能力，亟需重新檢討現行「陸軍野戰砲兵測地訓練教範（第二版）」章節內容與作業要領，俾能發揮新型「測地電算機」效能，提升砲兵測地能力。



圖一 砲兵新型「測地電算機」（IMT-8R）

資料來源：砲訓部士官長教官黃盈智提供

現行教範檢討

《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（以下簡稱「測地訓練教範」）自 99 年使用迄今已逾 7 年，在面臨存在已久的「座標系統轉換與格式換算」問題與新型「測地電算機」（IMT-8R）陸續獲得（106 年 7-12 月）後，已無法滿足現行測地作業需要，且降低訓練參考效能。相關檢討，分述如後。

一、「座標統一」術語不適切

砲兵營通常由軍團砲兵（防衛部）目標連（本部連）測量排長賦予「測地統制點」，基於測量排正實施測地作業中，無法及時提供測地統制點之「統制諸元」（座標、標高、方位角），致砲兵營須採「假設諸元」起始作業，待獲得上級「統制諸元」後，如檢查「假設諸元」與「統制諸元」超過許可範圍時（如表一），應行測地成果之「座標統一」。³

現行「座標統一」僅在將「假設諸元」所建立之成果，換算至「統制諸元」，實際上包含座標、標高、方位角等三項諸元換算，如僅使用「座標統一」術語有欠周延，不僅無法代表「座標系統統一」外，且誤導使用者僅實施「座標」單項統一，而「標高」、「方位角」則不包含在內。

² 許哲明，〈實施新國家坐標系統 TWD97 之影響〉《測量技術通報》（臺北），第 100 期，聯勤總部測量署，民國 87 年 6 月），頁 1。

³ 同註 1，頁 9-25。

表一 「座標統一」誤差範圍

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

資料來源：《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月），頁9－26。

二、章節未對應作業層級設計

軍團砲兵（防衛部）通常由目標連（本部連）測量排自行選定控制點作為「測地統制點」；⁴砲兵營則通常由上級賦予，未賦予時可於作業區域內選擇精度良好之已知點（控制點或測地基準點）作為「測地統制點」。⁵因此軍團砲兵（防衛部）層級重點在控制點之「座標系統轉換與格式換算」；砲兵營（連）層級則在「方格統一」。惟現行「測地訓練教範（第二版）」第九章「測地統制與檢查」內容為：第一節、第一款「測地統制」、第二款「座標系統」，第二節「測地基準點建立」，第三節「座標統一」（餘略），並未考量軍團砲兵（防衛部）目標連（本部連）層級之「座標系統轉換與格式換算」作業，無法滿足測量排、測地資料中心之使用需求。

三、欠缺適切作業要領

現行《測地訓練教範（第二版）》第九章內容中，僅第二節「測地基準點建立」中略述「座標系統轉換」相關內容，並無「座標轉換與格式換算」要領，第三節「座標統一」，則在敘述「假設諸元」成果換算至「統制諸元」之作業要領。惟「座標系統轉換與格式換算」並非「座標統一」，不僅包含：大地基準、參考橢球體與地圖投影等複雜考量，⁶亦須藉由專業軟體、程式轉換或換算。如欠缺適切作業要領，將無法提供目標連（測量排、測地資料中心）或砲兵營防區測地使用控制點時，進行「座標轉換與格式換算」參考。

精進作法

「測地訓練教範（第二版）」目前正值修編規劃階段，為能發揮新型「測地電算機」（IMT－8R）效益與達成砲兵測地任務，宜依據其性能與實際需要，並參考「美軍測地教範－戰術、技術與程序（FM6－2）」內容，務實精進。精進作法，分述如後。

一、修訂「座標統一」為「方格統一」

⁴ 同註1，頁8－4。

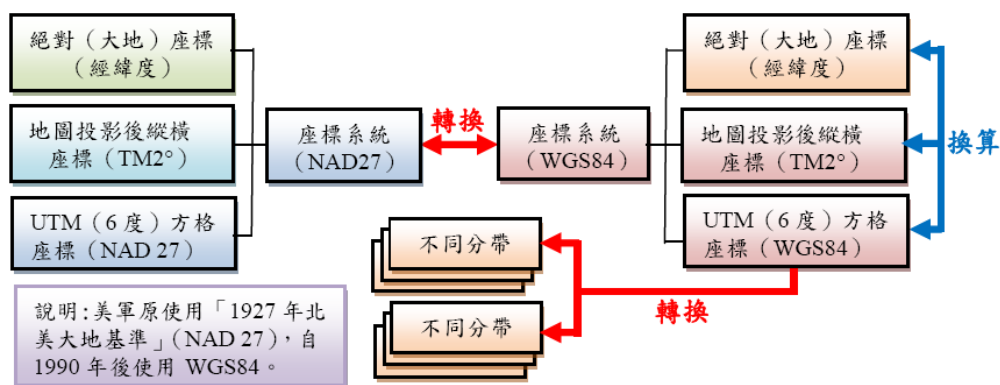
⁵ 同註1，頁7－13。

⁶ 姜震昇、儲慶美，〈基準、橢球、投影與GPS〉《測量技術通報》（桃園），第100期，聯勤總司令部，民國87年6月），頁161。

「座標統一」與其他許多砲兵術語一般，多由美軍準則翻譯而來，為能釐清問題須查證原文出處。就美軍「野戰砲兵測地－戰術、技術與程序(FM6-2)」第十章「換算至共同統制」(Conversion to common control)而言，開宗明義即要求所有射擊與目標諸元之定位、定向，必須符合大地基準或方格，且此「方格」包括軍圖 UTM 方格系統之「大地基準」(Datum)、方格(Grid)與其定義之座標、標高、方位角等。⁷將原文與「座標統一」術語兩相對照，顯見早期術語翻譯並不周延、適切，亦無法涵蓋座標、標高、方位角等三項諸元統一，建議將「座標統一」修訂為「方格統一」。

二、增加「座標系統轉換與格式換算」章節

教範章節設計要求，應以實用、完整與適切為目標。以美軍為例，自 1990 年「波灣戰爭」即將「1927 年北美大地基準」(NAD27)改為 WGS84，且因「強化全球嚇阻」(Global deterrence)任務致作戰範圍廣袤，⁸須將全球區分 60 個方格帶，大地基準則劃分 99 個代號，相關大地基準、國家或區域、參考橢球體、參考橢球體參數與轉換參數等，均儲存於「測地電腦」(Backup computer system, BUCS)之「大地基準至大地基準轉換」唯讀記憶體(DDCT ROM)內。⁹基此，美軍將「野戰砲兵測地－戰術、技術與程序(FM6-2)」，細分為第十章「換算至共同統制」、第十一章「換算與轉換」(Conversion and transformation)，就其定義邏輯觀察，不同大地基準、方格帶屬「轉換」作業；同一座標系統內格式改變，則屬「換算」作業(如圖二)，章節設計不僅針對層級且區分適切。建議未來「測地訓練教範」修編宜將原第九章、第三節修訂為「方格統一」，另增加第四節「座標系統轉換與格式換算」。



圖二 美軍砲兵測地對座標系統「轉換」與「換算」定義示意
資料來源：作者繪製

⁷ “Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY (FM6-2)”, (Headquarters, Department of the Army, 23/9/1993), p10-1。

⁸ Loren B. Thompson 著，陳嘉生譯，〈不能沒有你：美國需要陸軍的八個主要理由〉《國防譯粹》(臺北)，國防部，第42卷第6期，民國104年6月，頁6。

⁹ 同註7，pE-3。

三、依據實際需求與裝備能力適切補實作業要領

「座標系統轉換與格式換算」作業要領編纂著眼，應符合測地實際需求與新型「測地電算機」(IMT-8R)能力。參考美軍「野戰砲兵測地－戰術、技術與程序(FM6-2)」第十一章「換算與轉換」，內容包含：第一節「換算地理座標至UTM座標與UTM座標至地理座標」(Conversion geographic coordinates to UTM coordinates and UTM coordinates to geographic coordinates)、第二節「方格帶至方格帶轉換」(Zone-to-zone transformations)、第三節「大地基準至大地基準轉換」(Datum-to-datum transformations)。¹⁰章節內容不僅涵蓋各種座標系統換算與轉換問題，且詳述各種換算或轉換作業要領與範例(如表二)。建議未來「測地訓練教範」編修，應適切補實「座標系統轉換與格式換算」內容(如表三)，提供部隊測地運用參考。

表二 美軍與國軍測地教範「座標系統換算與格式轉換」內容比較

區分	章 節	相 關 章 節 內 容		附 記
美軍	第十章 換算至共同統制	未區分各節		美軍採全球戰略，將全球區分 60 個方格帶，大地基準則劃分 99 個代號，相關大地基準、國家或區域、參考橢球體、橢球體參數與轉換參數等，均儲存於測地電腦(BUCS)之「大地基準至大地基準座標轉換」唯讀記憶體(DDCT ROM)內。
	第十一章 換算與轉換	第一節	換算地理座標至 UTM 座標與 UTM 座標至地理座標	
		第二節	方格帶至方格帶轉換	
		第三節	大地基準至大地基準轉換	
國軍	第九章 測地統制與檢查 (僅摘述與本文有關之前三節)	第一節	第二款 座標系統	
		第二節	測地基準點建立	
		第三節	座標統一	

表三 「陸軍野戰砲兵測地訓練教範」第九章新、舊內容對照

舊(99年版)		新(107年版)	
第一節	通則	第一節	通則
第二節	測地基準點建立	第二節	座標系統轉換與格式換算
第三節	座標統一	第三節	方格統一
第四節	測地檢查法	第四節	測地檢查法
備考	舊版第二節「測地基準點建立」，已納入新版第一節「通則」之第二款。		

資料來源：表二及表三為作者繪製

¹⁰ 同註7，p11-1、11-6、11-9。

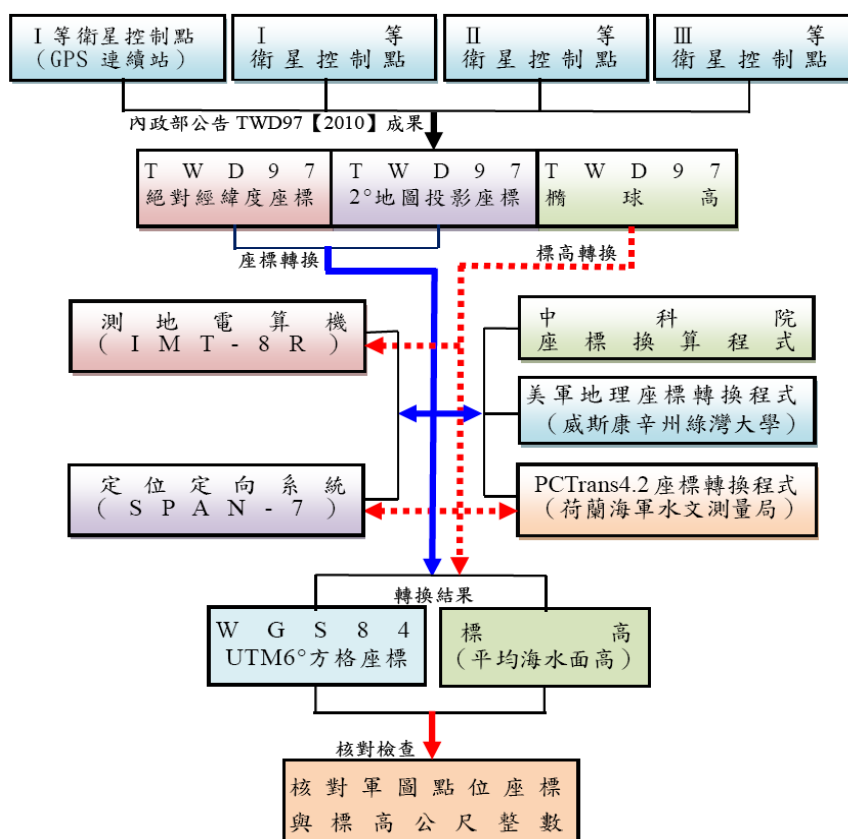
「座標系統轉換與格式換算」要領

軍團砲兵（防衛部）通常由目標連（本部連）測量排自行選定「控制點」作為「測地統制點」，建立作戰區測地統制。惟現階段內政部國土測繪中心公告之「衛星控制點」成果，與國軍現行使用之座標系統參數、格式迥異，為能正確使用與建立精確之測地統制，測地人員務必熟悉「座標系統轉換與格式換算」要領。

本段係延續前述教範檢討之精進作法（二、三項），提供研擬章節之具體內容，除配合現階段新型「測地電算機」（IMT-8R）接裝訓練教材與操作手冊編纂需要外，並提供未來「測地訓練教範」編修參考。

一、轉換與換算基本觀念

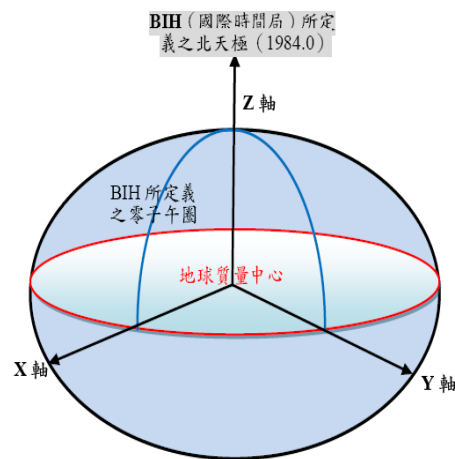
製圖基本四大要素：大地基準（Datum）、參考橢球體（Ellipsoid）、投影（Projection）與方格（Grid）中，最重要的為「大地基準」或「國家座標系統」須先確立。¹¹「座標系統轉換與格式換算」須先瞭解相關要素之內涵，即使無法運用深奧、繁瑣公式計算，仍可透過原有電腦轉換程式與新型「測地電算機」（IMT-8R）之內建程式迅速達成（圖三）。



圖三 衛星控制點座標、標高轉換方式與流程示意
資料來源：作者繪製

¹¹ 同註 2，頁 8。

(一) 座標系統轉換 (TWD97 轉換 WGS84)：內政部國土測繪中心建立衛星控制點使用「台灣大地基準 1997 年」(Taiwan Datum 1997, TWD97) 參考座標系統，採 ITRF94 地心座標框架，GRS80 參考橢球體；國軍新一代武器系統與軍用地形圖，則使用「世界大地基準 1984 年」(World Geodetic System 1984, WGS84) 座標基準 (如圖四)，其橢球體相關幾何與物理常數除第二階帶諧係數【 $C_{2,0}:(-484.16685 \pm 0.00130) \times 10^{-6}$ 】外，大都與 GRS80 相同，兩者微量差異僅在幾何扁率上 (如表四)。¹²因此就製圖而言，GRS80 與 WGS84 是互通的，¹³僅須將 TWD97 「絕對 (大地) 座標」(經、緯度) 或「地圖投影後之縱橫座標」(TM2°) 形式，轉換為 WGS84 (UTM6°) 方格座標。



圖四 WGS84 座標基準示意

資料來源：作者繪製

表四 WGS84 與 TWD97 座標系統參數比較

區分		1984 年世界大地基準 (WGS84)	1997 年台灣大地基準 (TWD97)
項目	橢球體	WGS84	GRS 1980
	長軸 (a)	6378137 公尺	6378137±2 公尺
	扁率 (1/f)	298.257223563	298.257±0.001 或 298.257222101
大地基準		地心座標系統	ITRF94 全球地面參考標 (地心座標系統) ★
基準原點		地球質心	地球質心
附記		★ITRF94 為另一種地心座標系統，原點為地球質心，尺度屬於一區域之地球標，採 BIH 定義在 1984.0 曆元之方位 (與 WGS84 同)。	

資料來源：參考許哲明，〈實施新國家座標系統TWD97之影響〉，《測量技術通報第100期》，(臺北市：聯勤總部測量署，民國87年6月) 頁5製作。

(二) 標高轉換 (「橢球高」轉換「平均海面高」)：衛星控制點使用以橢球面為基準之「橢球高」(Ellipsoidal height)，為一種幾何高度，表示從參考之橢球面沿「法線」(Normal line) 量至地面點之高度距離量。¹⁴「橢球高」(h) 與「正

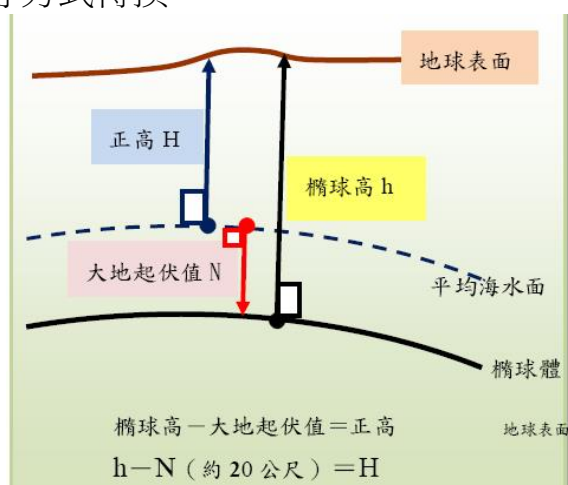
¹² 張嘉強，〈坐標轉換〉，<http://yahoo.com.tw/w3.uch.edo.tw/ccchang50/crd_trснаfer.pdf> (檢索日期 2014 年 9 月 1 日)，頁 3。

¹³ 同註 2，頁 5。

¹⁴ 同註 2，頁 5。

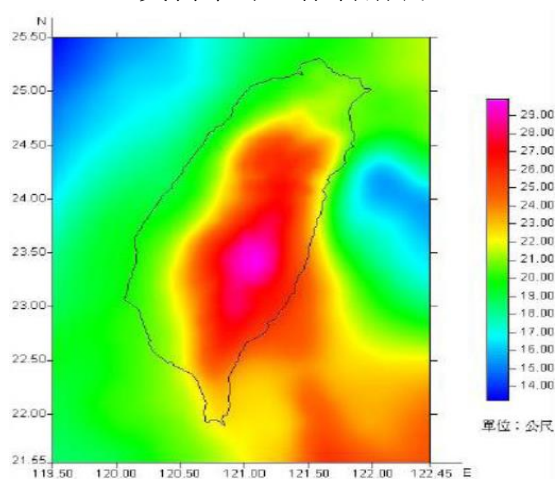
高」(H)之差，稱為「大地水準面高」或「大地起伏」(Geoidal undulation)通常以 N 表示 (如圖五)，兩者之近似關係為 $H=h-N$ 。

以全球觀點而言，相應一個最密切參考橢球體上之大地起伏值為 ± 100 公尺之等級。對臺灣地區而言，大地起伏之平均值約為 22 公尺 (如圖六)，換言之，橢球高減去 22 公尺，即可概略轉換為以「平均海水面」(臺灣水準原點)起算之「正高」(即砲兵測地使用之「標高」)。惟對精度需求較高之高程(標高)間轉換而言，則須利用重力資料配合大地水準面模式加以計算獲得 (目前內政部已提供較精密之大地起伏值內差計算程式)，¹⁵或使用新型「測地電算機」(IMT-8R)、PCTrans4.2 座標轉換程式 (荷蘭海軍水文測量局)、SPAN-7 (控制顯示與電腦單元) 等方式轉換。



圖五 台灣地區橢球體、正高、大地起伏值關係示意

資料來源：作者繪製



圖六 臺灣地區之大地起伏值示意

資料來源：張嘉強，〈座標轉換〉，<http://yahoo.com.tw/w3.uch.edo.tw/ccchang50/crd_trснаfer.pdf……> (檢索日期2014年9月1日)。

二、地理座標與 UTM 換算

¹⁵(「TWD97 大地基準及坐標系統成果更新座談會」會議紀錄)，〈內政部函〉(臺北：臺內地字第 1000226477 號，民國 100 年 11 月 23 日)，頁 5-6。

內政部國土測繪中心所公布之衛星控制點 TWD97【2010】成果（如表五），目前已全數儲存於新型「測地電算機」（IMT-8R）之「控制點成果查詢」資料庫內，因成果區分為「絕對（大地）座標」（ITRF94,1997.0,GRS80）與「地圖投影後之縱橫座標」（ITRF94,1997.0,GRS80,TM2°）兩種，標高則為「橢球高」。各級測地資料中心須將絕對（大地）之地理（經、緯度）座標換算為砲兵測地使用之 WGS84（UTM6°）方格座標與標高（平均海水面高），且核對軍圖無誤後，方可使用。

表五 內政部公告各級衛星控制點清單數量

項次	點位等級	數量
1	衛星追蹤站	18 點
2	I 等衛星控制點（GPS 連續站）	219 點
3	II 等衛星控制點	105 點
4	III 等衛星控制點	569 點
5	IV 等衛星控制點	2,012 點
合計		3,013 點

資料來源：（公告內政部大地基準及一九九一座標系統2010年成果），《內政部公告》，（臺北：臺內地字第1010137288 號，民101年3月30日），頁11。

（一）「地理座標換算 UTM」範例：內政部國土測繪中心所申請之衛星控制點（2010 年）絕對座標成果（如表六），可運用新型「測地電算機」（IMT-8R）之「座標系統與高程基準轉換」程式，將衛星控制點地理座標轉換為 UTM（範例為 II 等衛星控制點「頂山」）。步驟如下。（圖七）

1. 選擇座標系統：WGS84。
2. 選擇座標格式：經、緯度（度、分、秒）。方格分帶：51。
3. 選擇高程基準：橢球高。
4. 輸入經度：120 度 19 分 15.34385 秒。
5. 輸入緯度：23 度 0 分 17.89564 秒。
6. 輸入橢球高：97.825 公尺。
7. 按壓「計算鍵」。即顯示

WGS84 UTM-6 51 帶 (X,Y) = (E225384.79 (公尺), N2546580.43 (公尺))

表六 衛星控制點新（2010 年）絕對座標成果

點名	點號	緯度 (dd:mm:ss)				經度 (dd:mm:ss)				高程 (m)	所在地	921 後重測 (標石現況)
大坪山	S526	22	58	53.16045	N	120	21	21.59163	E	114.611	台南市關廟區	花崗石
頂山	S567	23	0	17.89564	N	120	19	15.34385	E	97.825	台南市關廟區	花崗石
附記：大坪山、頂山位於虎山靶場週邊，為測地教學場地附近點位。												

資料來源：作者繪製

控制點成果查詢 **坐標系統及高程基準轉換** 重算 **7** 計算

1 坐標系統 WGS84 4 經度= 120 度 19 分 15.34385 秒

2 坐標格式 經緯度(度分秒) 5 緯度= 23 度 0 分 17.89564 秒

方格分帶 51 6 橢球高 = 97.825

3 高程基準 橢球高

正高=77.34, 經度=120°19'15.344"(120.320929), 緯度=23°00'17.896"(23.004971)

WGS84 UTM-6 51帶(X,Y)=(E 225384.79(公尺), N 2546580.43(公尺))

WGS84 UTM-6 50帶(X,Y)=(E 840454.72(公尺), N 2547928.97(公尺))

TWD97 TM-2 台灣(X,Y)=(E 180388.29(公尺), N 2544994.80(公尺))

圖七 新型「測地電算機」(IMT-8R)地理座標換算 UTM

資料來源：士官長教官黃盈智提供

(二)「UTM 換算地理座標」範例：砲兵測地成果通常使用 UTM 6 度方格座標（單位為公尺），惟軍團砲兵（防衛部）目標連（本部連）與多管火箭砲兵營（連）下轄氣象組，測量排（班）須提供「氣象台」地理座標（經、緯度度小數）與定向線方位度（度小數）成果，俾利彈道氣象探測作業。惟為符合氣象台或其他設施之特殊需求，測量排（班）可使用新型「測地電算機」(IMT-8R)之「座標系統與高程基準轉換」程式，將「頂山」II 等衛星控制點之 UTM 轉換為地理座標。轉換範例與步驟如下。(圖八)

1. 選擇座標系統：WGS84。
2. 選擇座標格式：UTM-6 度分帶。方格分帶：51。
3. 選擇高程基準：正高。
4. 輸入 X 座標：225384.76。
5. 輸入 Y 座標：2546580.43。
6. 輸入正高：77.34 公尺。
7. 按壓「計算鍵」。即顯示

WGS84 UTM-6 51 帶(X,Y)=(E120 度 19 分 15.343 秒,N23 度 00 分 17.896 (公尺)度小數=(E120.320929, N23.004971)

控制點成果查詢

坐標系統及高程基準轉換

重算 **8** 計算

1 坐標系統	WGS84	5	X= 225384.76
2 坐標格式	UTM-6度分帶		
3 方格分帶	51	6	Y= 2546580.43
4 高程基準	正高	7	正高= 77.34

臺灣(經度, 緯度)
 度分秒=(E 120°19'15.343", N 23°00'17.896")
 度小數=(E 120.320929, N 23.004971)
 橢球高=97.82
 TWD97 TM-2 台灣(X,Y)=(E 180388.29(公尺), N 2544994.80(公尺))
 WGS84 UTM-6 50帶(X,Y)=(E 840454.72(公尺), N 2547928.97(公尺))

圖八 新型「測地電算機」(IMT-8R)將「頂山」II等衛星控制點 UTM6° 方格座標換算為地理座標

資料來源：士官長教官黃盈智提供

三、TM2 度與 UTM6 度方格座標格式換算

(一) 座標格式差異

1. TM2 度座標：內政部為提高台灣地區之地圖精度，在新測之五千、一萬分之一相片基本地形圖與重測之地籍圖採用 2 度分帶法投影，即「地圖投影後之縱橫座標」(TM2°) 格式(表七)。¹⁶中央經線本島與蘭嶼地區為 121 度，澎湖為 119 度，橫座標西移 25 萬公尺，中央子午線尺度比例為 0.9999。

2. UTM-6 度方格座標：國軍採「橫麥卡脫投影」(Universal transverse Mercator grid, UTM) 又稱「高斯克呂格投影」，為正投影之一種，具有正形特性，即地面上任一地區投影之後，形狀相似，方向不變，距離正確，適用於全球南北緯 80 度以內任何地區，自 1914 年問世以後，已普遍提供國防軍事、學術研究與施政建設之用。UTM 沿赤道自西經 180 度至東經 180 度，每隔經度 6 度為一帶，將全球劃分 60 個投影帶，並依次編以 1-60 之阿拉伯數字，中央經線本島與蘭嶼地區為 123 度(51 帶)，澎湖為 117 度(50 帶)。「UTM 方格座標」係依據「橫麥卡脫投影」制定，因採用此種投影所編成之地圖，所有角度與地面相應角值接近，有利砲兵、測量與航行使用。¹⁷

¹⁶ 《軍用地形圖閱讀手冊(增修版)》(臺北：國防部情次室，民國 81 年 6 月)，頁 32。

¹⁷ 同註 16，頁 30-37。

表七 衛星控制點新（2010 年）2 度 TM 座標成果對照表

地圖投影後之縱橫座標 (ITRF94,1997.0,GRS80,2°TM) 摘錄第 4 頁，共 19 頁)

點 名	點 號	縱座標值 (m)	橫座標值 (m)	所 在 地	921 後重測 (標石現況)
大 坪 山	S526	2542372.084	183971.852	台南市關廟區	花崗石
頂 山	S567	2544994.802	180388.275	台南市關廟區	花崗石

資料來源：作者繪製

(二) 換算範例

使用新型「測地電算機」(IMT-8R) 之「座標系統與高程基準轉換」程式，將「頂山」II 等衛星控制點之 TM2 度換算為 UTM6° 方格座標。換算步驟如下。
(如圖九)

1. 選擇座標系統：TWD97。
2. 選擇座標格式：TM-2 度分帶。
3. 選擇方格分帶：台灣。
4. 選擇高程基準：橢球高。
5. 輸入 X 座標：180388.275。
6. 輸入 Y 座標：2544994.802。
7. 輸入橢球高：97.825 公尺。
8. 按壓「計算鍵」。即顯示

WGS84 UTM-6 51 帶 (X,Y) = (E225384.76 公尺), N2546580.43 (公尺)

控制點成果查詢 坐標系統及高程基準轉換 重算 8 計算

1 坐標系統 TWD97 5 X= 180388.275

2 坐標格式 TM-2度分帶 6 Y= 2544994.802

3 方格分帶 臺灣

4 高程基準 橢球高 7 橢球高 = 97.825

正高=77.34
臺灣(經度, 緯度)
度分秒=(E 120°19'15.343", N 23°00'17.896")
度小數=(E 120.320929, N 23.004971)

WGS84 UTM-6 51帶(X,Y)=(E 225384.76(公尺), N 2546580.43(公尺))
WGS84 UTM-6 50帶(X,Y)=(E 840454.72(公尺), N 2547928.97(公尺))

圖九 新型「測地電算機」(IMT-8R) 將「頂山」II 等衛星控制點 TM2 度換算為 UTM6° 方格座標

資料來源：砲訓部士官長教官黃盈智提供

四、方格帶至方格帶轉換

「橫麥卡脫投影」(UTM) 基於每一分帶皆為獨立的座標系，當地區幅員較大時，將出現一次或數次「跨帶」(Zone - to - zone) 的複雜現象。台灣地區跨越 50、51 帶，砲兵有時須實施跨帶射擊，務必瞭解相關知識，俾利轉換作業。

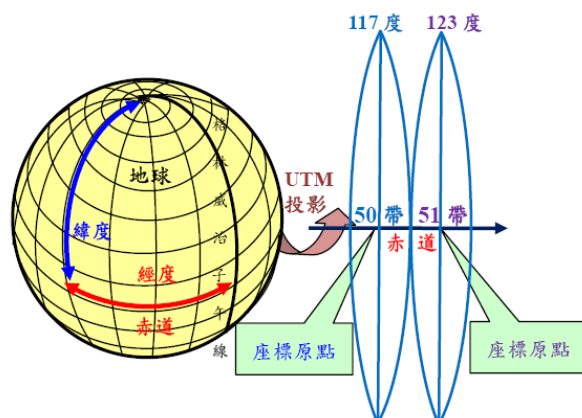
(一) 平面投影座標方格帶編號：我國現行採用經度 6 度之分帶法(圖十)，中央經線兩側各為 3 度(圖十一)，投影帶編號悉依「橫麥卡脫投影」分帶法，臺灣地區分帶編號現況分述如次。

1. 臺灣本島、彭佳嶼、琉球嶼、龜山島、蘭嶼與綠島等地區為 UTM 第 51 帶，中央經線為 123 度。

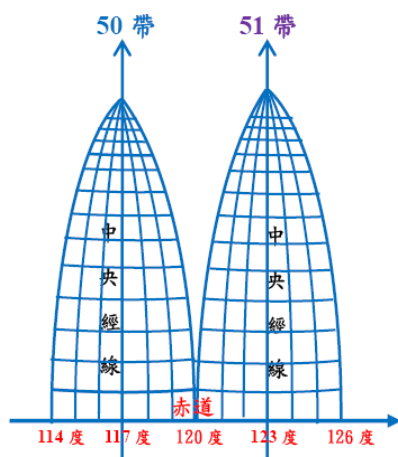
2. 澎湖、烏坵、金門與東沙地區為 UTM 第 50 帶，中央經線為 117 度。

3. 馬祖地區因跨越 50 與 51 帶，可依需要使用 50 或 51 帶之投影座標成果。

前述各帶之中央經線與赤道交點為該帶區內十萬公尺劃分之原點，同時為避免座標有負值出現，北半球之投影原點橫座標向西平移 500,000 公尺(500 公里)，縱座標值為 0 公尺(圖十二)，中央子午線尺度比率為 0.9996。¹⁸

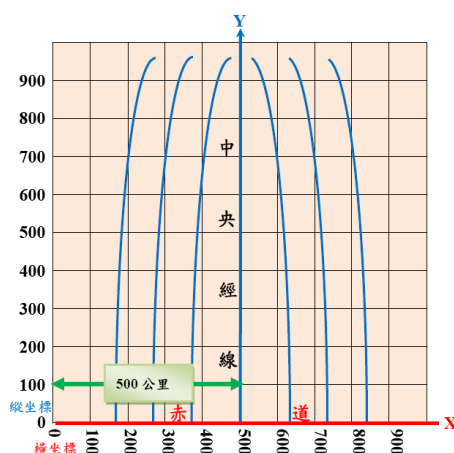


圖十 臺灣地區按 6 度分帶法編號涵蓋 50、51 帶



圖十一 50、51 帶中央經線與兩側 3 度示意

¹⁸ 《中華民國台灣地區三角點成果表(2°、3°、6°分帶成果)》(臺北：聯勤總部測量署，民國 74 年 12 月)，臺灣地區三角點成果說明。



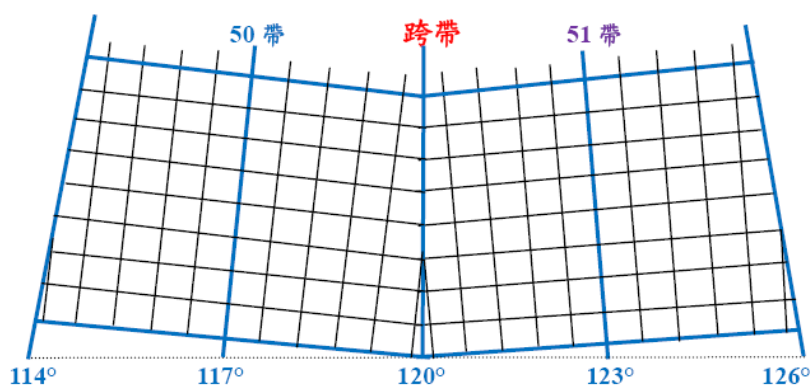
圖十二 各分帶投影原點橫座標向西平移 500 公里，縱座標值為 0 公尺

資料來源：圖十、圖十一、圖十二為作者製作

(二) 跨帶與跨帶方格：UTM 方格座標依據「橫麥卡脫投影」制定，每隔經度 6 度為一帶，各帶皆為獨立的座標系，故跨帶時相鄰兩帶地圖的方格網無法相互連接（如圖十三）。如 50 與 51 帶為相鄰兩帶的地圖，其座標線各自平行於本帶的縱、橫座標線，且座標直接由各帶座標原點起算，因此相鄰兩帶的地圖接合時，不僅座標值無法連接，且座標方格將出現如「圖十三」非正方形之狀況，致形成相鄰兩帶交界地區之地圖接合、指揮管制與砲兵測地、射擊、觀測、射向賦予等諸多不便，輕則影響火力發揚，重則造成危安事件。

1. 跨帶：中央經線兩側各為 3 度，帶與帶間各有 30 分之重疊，此一重疊部分謂之「跨帶」，未重疊之部分則稱為「本帶」。¹⁹

2. 跨帶方格：跨帶經度 30 分的重疊區域內，須將兩帶之方格同時印於地圖上，此種方格稱之為「跨帶方格」，²⁰臺灣西部、澎湖與馬祖地區均出現跨帶方格，當砲兵實施跨帶射擊時，務必熟悉轉換作業。



圖十三 50、51 跨帶方格接合示意

資料來源：作者製作

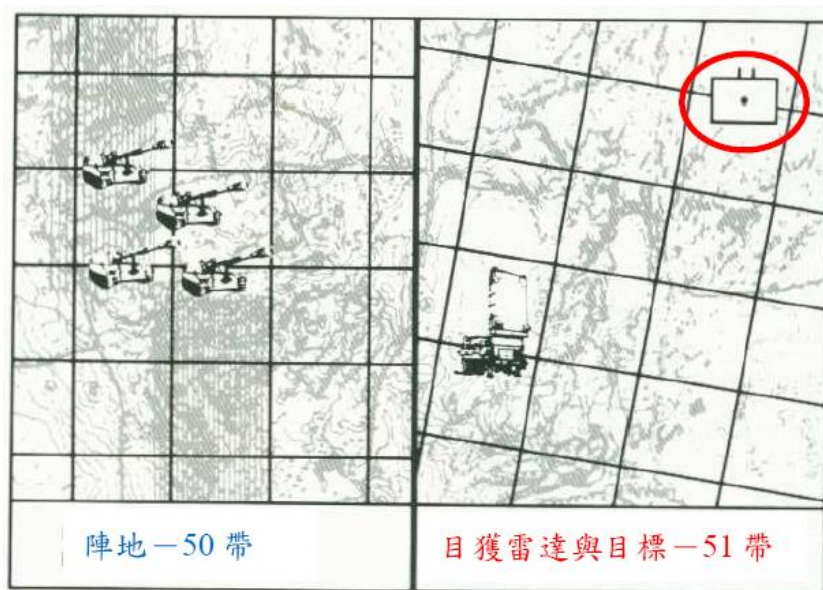
¹⁹ 同註 16，頁 30。

²⁰ 同註 16，頁 40。

(三)「跨帶」測地要領：砲兵有時須「跨帶」射擊，因陣地與目標並非同一投影帶（如圖十四），其方格網接合並非正方形，且各帶均有其獨立之方格座標系。對測地而言，須分別在所跨之各投影帶選擇「測地統制點」，起始測地作業，建立符合該帶座標系之測地成果，惟其所建立之測地成果，僅限用於本帶，無法適用於跨帶。當作戰指揮部律定作戰全程（或階段）以某一方格帶為「主帶」時，應嚴格監督所屬部隊將其所跨之「鄰帶」座標轉換至「主帶」，以求「方格帶統一」。各層級測地要領分述如下：

1. 建立測地統制：作戰區（防衛部）測量排使用主帶「衛星控制點」（基準點）為測地統制點，起始測地作業，並賦予砲兵營（連）「測地統制點」（SCP）、「磁偏校正站」等，將所跨之鄰帶相關點位納入（或轉換至）主帶座標系內，達成方格帶統一。惟成果表上須註明主帶編號，且 UTM6° 方格座標之橫座標小數點前第 6 位數與縱座標小數點前第 6、7 位數，不得省略。

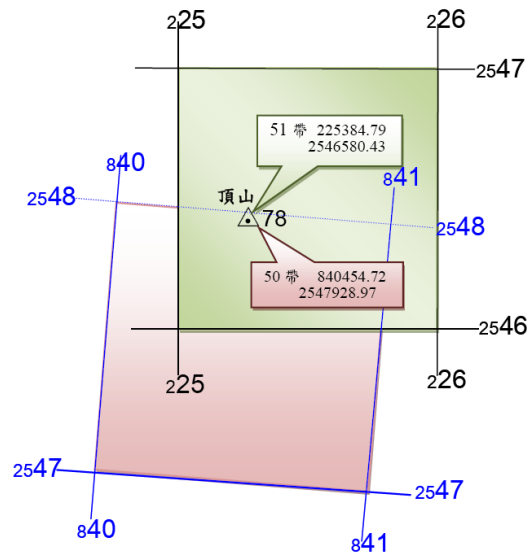
2. 完成測地成果：各砲兵營（連）使用上級賦予「測地統制點」（SCP），完成符合主帶座標系之測地成果，提供射擊指揮、觀測、磁偏校正與射向賦予使用。必要時，須適時實施「閉塞檢查」。



圖十四 陣地與目標並非同一方格帶示意

資料來源：Staff Sergeant Dwight D.Mckillip, “Survey for Remote Areas”, 〈Field Artillery June 1993〉, p26。

(四) 方格帶至方格帶轉換範例：新型「測地電算機」（IMT-8R）之「座標系統與高程基準轉換」程式，除可將地理座標轉換為 UTM，亦同時顯示台灣地區 50 與 51 帶 UTM 方格座標，使用者可依據需要自行選擇。範例為頂山（△78）II 等衛星控制點（編號 S567）跨帶座標轉換示意（圖十五）。轉換步驟，請參閱「地理座標換算 UTM」範例與圖七。



圖十五 「頂山」Ⅱ等衛星控制點 50 帶與 51 帶座標示意
資料來源：作者製作

五、大地基準至大地基準轉換

我國自民國 69 年起，採用「1967 年大地參考系統」(Geodetic reference system 1967, GRS67)，又稱之為「虎子山座標系統」因當時三角點檢測成果受限於科技條件，精度未臻理想，且歷經長期天災、人為破壞，三角點數量與分佈已不敷使用，最嚴重的則是經過專家學者認定，虎子山座標系統並非最適合臺灣地區。²¹內政部特於民國 87 年創立「TWD97 大地基準」與參考座標系統，迄今已接近 20 年。依據內政部 101 年決議：「大地基準」與「國家座標系統」仍採用法定的「1997 年座標系統」(TWD97)，自 101 年 3 月 30 日起內政部「國土測繪中心」網站重新公告各等級衛星控制點合計 3,013 點，其成果數值將更新至 2010 年之最新成果（簡稱 1997 座標系統之 2010 年成果，「TWD97【2010】」）。²²

(一) 轉換作業：基於國軍使用 WGS - 84 座標系統之現況不會改變，因此新型「測地電算機」(IMT - 8R) 性能規格中，未納入「大地基準至大地基準轉換」功能 (GRS67 轉換 WGS84)。惟就防區測地檢查發現，花東、外島地區因控制點成果未臻完善，仍有轉換需要，因此建議部隊可採用砲訓部之前提供之中科院、美軍 (美軍與「威斯康辛州綠灣大學」— University of Wisconsin - Green Bay 合作研發)、「荷蘭皇家海軍水文測量局」(Royal Netherlands Navy, Hydrographic Service) PCTrans4.2 等三種轉換程式，亦可經由「定位定向系統」(ULISS - 30、SPAN - 7) 之控制顯示器轉換。惟無論使用何種方式轉換，其結果均須經由軍圖定點核對，以確保正確無誤。

²¹ 同註 2，頁 7。

²² (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：臺內地字第 1010137288 號，民國 101 年 3 月 30 日)，頁 1。

(二) 轉換範例：使用中科院座標轉換程式將原「頂山」Ⅲ等三角點（表八）之 GRS67 轉換為 WGS84 UTM 6 度方格座標，步驟如次。（圖十六、十七）

1. 點選座標系統：GRS67。
2. 輸入 GRS67、UTM6 度方格座標 X 224558.450 Y 2546799.769。
3. 點選方格分帶 6 度。
4. 點選座標系統：WGS84。
5. UTM 座標系欄位顯示轉換後之 WGS84、6°UTM 方格座標
X 225384.006 Y 2546580.881。

表八 中華民國台灣地區三角點成果表（2°、3°、6°分帶成果）

五萬分一展點圖圖號 9418-1、9419-II						
編號	等級	標石號碼	點名	高程	1924 年海佛原子	U T M 座標
					緯度 (ϕ)	縱線 (N)
					經度 (λ)	橫線 (E)
51	Ⅲ	526	大坪山	m 97.310	° ' " 22 58 59.4840 120 20 52.6090	m 2544150.400 228100.600 2545611.460 943296.150
5	Ⅲ	567	頂山	77.590	23 00 24.2000 120 18 46.3450	2546822.940 224550.790 2548137.760 839637.970

五萬分一展點圖圖號 9418-1、9419-II					
高程	1967 年原子 (GRS-67)	TM 座標		UTM 座標 6 度分帶	備考
		2 度分帶	3 度分帶		
	緯度 (ϕ)	縱線 (N)	縱線 (N)	縱線 (N)	
	經度 (λ)	橫線 (E)	橫線 (E)	橫線 (E)	
m 93.792	° ' " 22 58 59.5177 120 20 52.5137	m 2542580.080 183144.316 2543066.374 388204.924	m 2542834.364 283137.630 2544612.957 590792.580	m 2544126.936 228108.280 2545587.827 843280.406	本帶 (51 帶) 重帶 (50 帶)
77.761	23 00 24.2438 120 18 46.2470	2545202.733 179560.373 2545640.348 384584.927	2545457.278 279553.329 2547163.634 587153.009	2546799.769 224558.450 2548114.424 839622.267	

資料來源：《中華民國台灣地區三角點成果表（2°、3°、6°分帶成果）》，（臺北，聯勤總部測量署，民國74年12月），頁28。



圖十六 利用中科院座標轉換程式將Ⅲ等三角點「頂山」GRS67 轉換為 WGS84、6°UTM 方格座標（步驟 1 - 3）



圖十七 利用中科院座標轉換程式將Ⅲ等三角點「頂山」GRS67 轉換為 WGS84、6°UTM 方格座標（步驟 4 - 5）

資料來源：圖十六及圖十七為作者繪製

結語

砲兵新型「測地電算機」(IMT-8R) 獲得後，不僅提供符合戰場環境之標準作業工具，亦解決測地存在已久之「座標系統轉換與格式換算」問題。除應同步檢討現行「測地訓練教範」之適用性與完整性外，亦須依據實際需求研究適切之作業要領，俾供部隊測地運用參考。

本研究現階段將配合接裝訓練與操作手冊編纂，提供「座標系統轉換與格式換算」課目內容，未來仍將經由教學、測考與防區測地檢查等任務，蒐整、驗證與擬定更具體有效之作業模式，期能補實「測地訓練教範」章節、內容，充分發揮新型「測地電算機」(IMT-8R) 效能，為砲兵測地任務達成提供更有利之保證。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月）。

- 二、許哲明，〈實施新國家坐標系統TWD97之影響〉《測量技術通報》（臺北），第100期，聯勤總部測量署，民國87年6月。
- 三、“Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY (FM6 - 2)” , (Headquarters, Department of the army , 23/9/1993)。
- 四、姜震昇、儲慶美，〈基準、橢球、投影與GPS〉《測量技術通報》（臺北），第100期，聯勤總司令部，民國87年6月。
- 五、張嘉強，〈坐標轉換〉，http://yahoo.com.tw/w3.uch.edu.tw/ccchang50/crd_trsnafar.pdf（檢索日期2014年9月1日）。
- 六、《「TWD97大地基準及坐標系統成果更新座談會」會議紀錄》（臺北），內政部函，臺內地字第1000226477號，民國100年11月23日。
- 七、《軍用地形圖閱讀手冊（增修版）》（臺北：國防部情次室，民國81年6月）
- 八、《中華民國台灣地區三角點成果表（2°、3°、6°分帶成果）》，（臺北：聯勤總部測量署，民國74年12月）。
- 九、〈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），臺內地字第1010137288號，民國101年3月30日。
- 十、Loren B. Thompson著，陳嘉生譯，〈不能沒有你：美國需要陸軍的八個主要理由〉《國防譯粹》（臺北），第42卷第6期，國防部，民國104年6月。
- 十一、陳天祐、耿國慶，〈TWD - 97坐標系統建構與軍圖改版後運用國家控制點實施砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第133期，砲訓部，民國95年6月20日。。
- 十二、耿國慶，〈運用地圖支援砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第159期，砲訓部，民國101年11月20日。
- 十三、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，砲訓部，民國104年3月20日。
- 十四、耿國慶，〈地圖「跨帶」與「方位偏角圖」之研究〉《砲兵季刊》（臺南）第172期，陸軍砲訓部，民國105年3月20日。

作者簡介

耿國慶老師，陸軍官校 66 年班，歷任排長、測量官、連、營長、主任教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。

新型雷觀機對國軍野戰砲兵作戰效益之研析

作者：李育昇、陳姿萍

提要

- 一、國軍野戰砲兵部隊現役雷觀機於服役迄今已達 20 餘年，雖遇消失商源問題，挑戰裝備維修作業，但在後勤維保體系的維護下，妥善率勉可達標，然反觀，配合現代化科技所設計出之裝備陸續產生，部隊各式裝備逐年更新，現役雷觀機在性能上已無法滿足現代化作戰實需。筆者曾任建案研究軍官，希藉本研究說明目前所面臨之敵情威脅及現貨市場產品發展等面向，檢討國軍現役裝備現況，參照先進國家武器發展趨勢或以敵為師之概念，主要探討面向有二：第一為國軍野戰砲兵未來新型雷觀機應具備或提升何種功能，第二為運用新型雷觀機能提升砲兵何種作戰效益。
- 二、現今中共國防武力和武器裝備自主創新能力已大幅躍升，對國軍野戰砲兵部隊而言，未來陸軍防衛作戰主要敵情威脅來自海上，須具備先進自主日、夜間海上監偵及射彈觀測與修正之觀測裝備，使戰場情資透明化，夜間觀測能力不在受現役裝備限制，提升觀測人員日、夜間目標獲得與射彈修正能力，增進砲兵國軍野戰砲兵部隊整體戰力。
- 三、未來籌補與各國同功能之新型雷觀機，將提升至具備以下特性，以符合作戰效益：1.具備夜視能力，可使全時域戰場透明化，不在受夜暗所苦；2.具備定位能力，可快速精確推算目標位置，不須試射直接效力射，迅速取得攻擊先機；3.提升為數位電子羅盤定向，消彌舊型磁針式定向，增進射擊精度；4.裝備輕量化，減輕人員負荷，利於野戰運動與作業。

關鍵詞：夜視裝備、雷觀機、GPS 定位、輕量化

前言

砲兵部隊現役 CS/PAS - 2A (2A1) 型與 TT - 77 型等兩型雷觀機，使用年限已逾 20 年，達到使用壽限，加上商源消失及電子元件日益衰退因素，使得後勤部門在維持裝備妥善上遭遇考驗，因此，啟動軍事投資建案檢討裝備現況，進行雷觀機汰舊換新。

據筆者觀察，戰鬥支援類型裝備進行汰舊換新建案時，僅檢討性能等於或優於現役裝備，反觀，從中共不斷提升夜視目獲系統與積極進行夜戰演習課目，以及各國積極提升觀測系統性能，即可瞭解目前國軍現役雷觀機在性能漸無法滿足現代化作戰實需。

為避免此種建案迷思，導致裝備獲裝後無法符合現代作戰趨勢及作戰實需，本研究參據敵情威脅，蒐集各國觀測系統發展現況，瞭解各先進國家雷觀

機功性能及系統運用規劃，歸納籌獲新型雷觀機之必要條件，探討國軍新型雷觀機性能上之關鍵需求，同時分析運用於國軍砲兵部隊可獲得之作戰效益，其研究動機與目的為提供後續各項軍事投資建案進行參謀研究之參據，以發揮拋磚引玉效果。

共軍夜戰威脅

遠望現今，在科技進步快速下，電子類光學系統不斷研發創新，從國、內外戰史中可得知，在 1950 年代開始戰爭已進入「全時域」模式，共軍受車臣、科索沃、美伊波灣等戰爭之刺激，自 1970 年代開始已經相當重視夜視技術一環，設立相關研發機構部門及生產工廠，奠定夜視研發技術，近年來更加強夜視運用上之基礎理論研究，致力於新技術探索與突破；中共研究迄今已具有能力自製單（多）人操作武器專用夜視產品，已多數量產部署至地面部隊使用，共軍夜視技術發展重要階段分析如表一。¹

環顧近年來，中共軍事武器投資預算歷年增加，國防武力和武器裝備自主創新能力同步大幅躍升。從中共夜間軍事演習相關報導，可觀察到夜間作戰是共軍必訓練之項目，參演部隊之夜間作戰裝備及器材亦逐步更新，以增加作戰效能。陸軍未來除面臨來自海上的敵情威脅外，還須防範敵夜間作戰攻擊，可見拂曉攻擊作戰模式已非敵軍較大可能行動方案。

表一 共軍夜視技術發展重要階段

時間	發展事項說明
1970 年	1.中共建立科研機構，為紅線現技術起步。 2.首先於「上海技術物理研究所」開始對紅外線技術進行研究。
1980 年	1.中共第一代被動式微光夜視儀開始量產。 2.初起大多使用於夜間觀測，較少數運用於武器瞄準系統。 3.1980 年代中期，解放軍開始使用被動式微光夜視儀。
1984 年	研製成功紅外線熱像儀，裝有微通道板的第二代影像增強器。
1990 年	1.第一代紅外線熱像儀裝備開始配裝於陸軍系統。 2.1990 初期，研製戰車、反坦克飛彈、攻擊直升機和紅旗 7 號光電追蹤器紅外線熱像儀，亦完成試驗投資生產。
2013 年	第 1 集團軍列裝新一代夜視裝備，舉行夜間戰鬥實兵實彈演練。

資料來源：1.<http://3g.autooo.net/utf8-classid123-id54836.html>.微光與紅外線的夜視技術。2.筆者參考中國大陸評論網及新華網網站綜合整理。

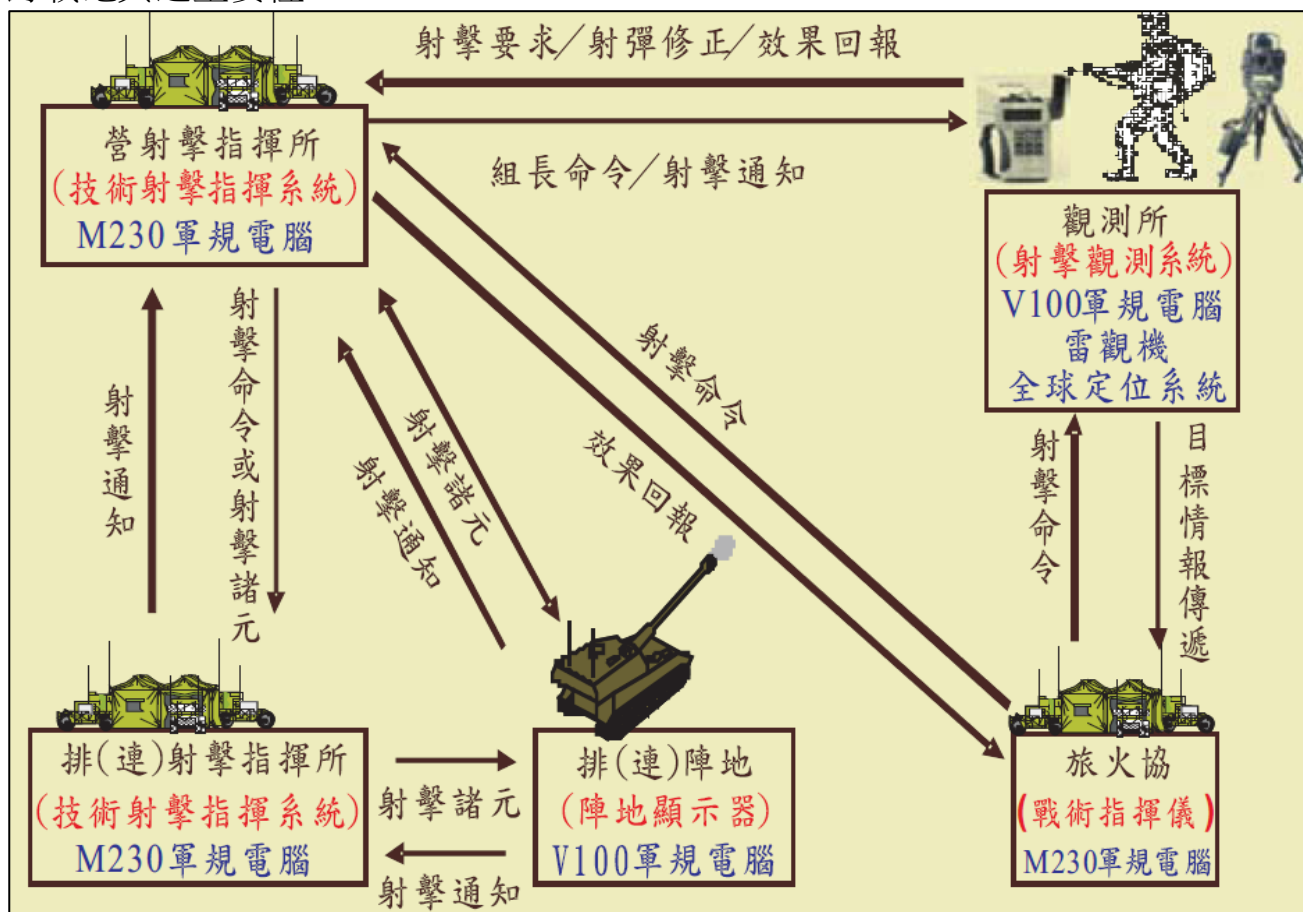
¹林山禾，〈共軍地面部隊夜視裝備發展對我防衛作戰影響之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第 53 卷 551 期，陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，民國 106 年 2 月號，頁 52。

國軍野戰砲兵觀測重要性及現況

一、野戰砲兵觀測任務

野戰砲兵遂行火力支援時，須藉由第一線目獲系統（觀通組）來觀察與測定作戰地區之敵軍動態，²藉以獲致軍事上有價值之情報資料，傳遞至指管單位（射擊指揮所）進行火力單元分配、管制及射擊諸元運算，提供火力單元（火砲）對敵射擊，始可發揮野戰砲兵火力，達成火力支援任務，三個單位之間互有依存關聯性，密不可分，無法彼此孤立而行，讀者可從野戰砲兵連級現行射擊觀測程序流程得知（圖一），其中以目獲系統（觀通組）扮演著最為重要角色，可謂是國軍野戰砲兵部隊之耳目。

在執行防衛作戰任務期間，各類型火砲武器火力效能之發揮，端賴觀測人員全時域，有效的戰場監偵、適時的目標獲得、快速的目標情報傳遞、精準的射彈觀測與修正，逕而以密切火力支援各地面部隊遂行作戰，³由此可見觀測對野戰砲兵之重要性。



圖一 射擊觀測程序示意圖

資料來源：《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國99年11月10日），頁1-6。

² 《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國99年11月10日），頁3-1~4-12

³ 同註2，頁1-1~1-6

二、雷觀機現況檢討

現役砲兵觀測系統部署使用已達 20 餘年，目前國軍野戰砲兵觀測皆須仰賴雷觀機，獲得目標精確方位角、高低角及距離，本研究參考國、內外相關產品，並瞭解國軍野戰砲兵部隊現役雷觀機無夜視功能，須仰賴夜間標竿、射擊照明彈或是戰場火光等傳統手段，限制了夜間作戰能力，影響未來整體作戰支援效能，逕而發掘現役雷觀機在功性能上，仍有甚多關鍵項目亦須改變及提升，檢討分述如后。

（一）傳統夜間觀測，夜戰能力有限：「夜戰」為現代戰爭必然趨勢，⁴雷觀機為砲兵觀測人員遂行情報蒐集、戰場監偵、目標獲得及射彈觀測、修正與效果監視之主要觀測系統，現役雷觀機夜間觀測作業方式，仍使用照明彈或夜間標竿來輔助射彈觀測與修正，使用照明彈方式實施射擊，常因天候因素，無法達到照明目的，同時也暴露我軍火砲位置所在，易遭敵反制（擊），且當對敵人發射照明彈時，敵部隊可迅速尋求隱蔽掩蔽，間接降低我軍砲擊的效力，且僅有 105 公厘及 155 公厘榴砲可發射照明彈（以小號裝藥為宜），來提供目標獲得；若利用夜間標竿輔助來觀測射彈，須開設二個以上觀測所，以交會觀測方式對目標射擊，行射彈觀測與修正，影響觀測人員射擊速度及精度，在夜間若以平高檢方式實施射擊求取修正量，花費時間較長。

（二）無定位功能，影響火力效果：GPS 全球定位系統精度不斷提升，已廣泛運用於軍事裝備，未具定位功能在猝然作戰時，無法及時取得攻擊先機。現役雷觀機自身未具備定位能力，在時間餘裕下，可由測量班完成測地成果，或是運用二個以上已知點，反推出觀測所位置；然急迫占領陣地、無測地成果或測量裝備損壞時，倘依傳統射擊方法，在射擊時須先完成試射取得射擊修正量再行效力射，過程中常因觀測人員經驗不足或觀測誤判，逕而影響射擊精度；相對先期試射作為，除浪費彈藥數量及射擊時間冗長外，讓火砲陣地暴露在遭敵掌握及反制風險下。

（三）傳統磁針定向，延宕作業速度：現役雷觀機使用傳統磁針式定向歸北，易遭受戰場環境（如：鋼筋、電線、槍械等）外界干擾影響，不僅作業費時且精準度不佳，逕而使射擊精度產生誤差，同步影響觀測人員器材整置時間。

（四）裝備鈍重，不利野戰運動：依據美國陸軍步兵學校文獻所述「攜行最大裝備負荷量為其體重之百分之 30 至百分之 40 之間」，故考量國人體型（19 - 30 歲平均體重 68 公斤），戰鬥時所攜行之最大裝備負荷量應介於 20.4~27.2 公斤之間。現役雷觀機其測距儀與方位儀為一體成型之設計，全重 22.6 公斤，若包

⁴張經濤，〈解放軍裝備新型夜視器材改變大規模群射打法〉，解放軍報，<http://big5.chinanews.com.89mil/2014/09-04/6560502.shtml>，民國 103 年 9 月 4 日。

括攜行戰具（約 8 公斤）及觀測器材（約 3.6 公斤）而言，觀測人員須背負約 34.2 公斤重量，其裝備負荷之鈍重性，將不利觀測人員野戰運動機動力與靈活力。⁵

三、小結

國軍砲兵部隊未來面對的是一場高科技戰爭場景，以現有傳統雷觀機性能而言，無論在射擊指揮管制流程、數位化程度、自動化程度、射擊精度及後勤維護等各方面都已經無法跟上時代腳步，惟有將雷觀機汰舊換新，滿足現代戰場需求。

國、內外雷觀機發展現況

從國、內外雷觀機發展現況來看，具備夜戰能力已成為現代各國部隊整建作戰能力之重點項目，相對國、內外的雷觀機系統，基本上都會考慮須具備夜視能力，現今國內、外廠商產品都同時已經將夜視功能與雷觀機做結合運用，目前世界先進國家所發展出之雷觀機，在夜視之影像品質技術上有長足進步，對雷觀機使用上有很大便利，當然欲使雷觀機能在夜間作戰能力中有所發揮，除了在夜視裝備光學技術之持續研發與突破外，人因工程實為影響雷觀機是否得以適切發揮之關鍵與限制因素。⁶

從現貨市場之雷觀機功性能可發覺，國軍現役雷觀機與各國雷觀機的系統能力已有大幅度不同，經過比對後，歸納出在人機介面、夜視功能、定位功能、定向功能、輕便性及模組化設計等項目，都有相當程度的改變，其基本具備功能如次。（性能統計表如表二）

（一）夜視裝置：多數廠商系統均採用主動式熱顯像儀系統，其運用原理主要是裝備自身會發熱，以至於發現目標所在位置。

（二）定位裝置：系統都具備 GPS 定位能力，因此可藉由 GPS 定位功能求得自身位置後，迅速反求目標精確位置。

（三）定向裝置：因傳統磁針式歸北定向精度影響因素甚多，故現貨市場產品均改用電子羅盤（DMC）來取代傳統式磁針，進行歸北定向，以降低外界環境干擾（如：鋼筋、電線、槍等）。

（四）裝備輕量與模組化：裝備材質輕量化外，其模組化系統方式，可依作戰需求將裝備組合搭配運用，減低觀測人員負荷，增加裝備運用彈性，強化觀測人員野戰運動及作業能力。

⁵原作者 CAPTAIN WILLIAM C.MAYVILLE，譯者林志達，〈美軍步兵的負荷〉《國防譯粹》（臺北），第 14 卷第 12 期，國防部，民國 76 年 12 月 1 日。

⁶林山禾，〈擊破夜暗的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），169 期，砲訓部，民國 104 年 6 月。

表二 國、內外性能統計表

區分	國內		國外	
	A 型號	B 型號	C 型號	D 型號
				
夜視裝置 (夜視功能)	1.偵測： 人員：3000M 車輛：7000M 2.辨識 人員：1600M 車輛：3500M	1.偵測： 人員：3000M 車輛：7000M 2.辨識 人員：1600M 車輛：3500M	1.偵測： 人員：4200M 車輛：9800M 2.辨識 人員：1900M 車輛：4300M	1.偵測： 人員：9800M 車輛：15500M 2.辨識 人員：1900M 車輛：4100M
定位裝置 (GPS 定位)	GPS 定位	GPS 定位	GPS 定位	GPS 定位
定向裝置 (數位定向)	使用電子羅盤 (DMC) 歸北	使用電子羅盤 (DMC) 歸北	使用電子羅盤 (DMC) 歸北	使用電子羅盤 (DMC) 歸北
系統重量 (輕量化)	13.66 公斤	14.9 公斤	13.1 公斤	12.4 公斤
裝備設計 (模組化)	區分三個系統 1.夜視儀 2.測距儀 3.方位儀	區分三個系統 1.夜視儀 2.測距儀 3.方位儀	區分三個系統 1.夜視儀 2.測距儀 3.方位儀	區分二個系統 1.夜視與測距一體。 2.方位儀

資料來源：筆者依現貨市場商情資料整理

新型雷觀機作戰效能分析

未來觀測人員若配備具「夜視功能」、「GPS 定位」及「數位定向」功能之雷觀機，將可提升國軍砲兵部隊觀測人員日、夜間觀測能力，以及在防衛作戰時之射擊速度及精度，同時可降低歸北時外界各種干擾因素；甚至配合裝備「輕量化」及「模組化」的設計，將可減輕觀測人員負擔，強化野戰運動及作業能力，針對新型雷觀機獲得後之作戰效益分析如次。

一、具備夜視能力，全時域戰場透明化

藉新型雷觀機「夜視功能」之輔助，使得原本夜間作戰弱勢轉變成優勢，增進觀測人員可以直接運用系統於夜間實施情報蒐集、戰場監偵、目標獲得及

射彈觀測、修正與效果監視，將不再飽受夜暗之影響，亦不受敵之牽制，對於照明彈射擊部分，不論是觀測時間長度或是照明時之觀測範圍，都有明顯助益，預判其作戰效益可使我軍於夜間精確掌握敵情、戰鬥節奏同步、制敵機先，使國軍砲兵部隊獲得日、夜間之作戰能力，達成戰場 24 小時透明化。

二、具備定位能力，迅速取得攻擊先機

舊型雷觀機無定位能力，為求射擊精準，須經過多次試射及射彈修正，再行效力射，此方式射擊流程造成諸多因素影響精度，而新一代雷觀機本身具備「GPS 定位」能力，在時間急迫下臨時改變陣地位置時，無測地成果或測量班無法及時協助完成測地提供測地成果時，可利用 GPS 定位直接求得觀測所座標，迅速反求目標位置數據，結合「數據輸入器」解算目標位置，提供火炮射擊，以取得攻擊先機，達到砲兵部隊不經試射逕而效力射能力，其作戰效益，在應急作戰時機，可迅速對目標射擊，減少試射次數。

三、新式定向系統，提升開設作業速度

目前現貨市場各類型雷觀機均使用電子式羅盤（DMC）定向，其較不易受外物干擾，此新式定向系統可自動歸北，對於開設地形傾斜度也會加以補償，消弭現役雷觀機開設地形所造成之影響，同時也降低傳統磁針方式歸北時，所造成之誤差，在作戰效益上，將可加快觀測人員開設觀測所及器材整置時間，同時增進火炮射擊精度。

四、裝備輕量化，利於野戰運動與作業

現代科技進步，新式雷觀機以輕便堅固材質製作，使其重量可以輕量到 15 公斤（含）以內，在整體作戰效益上，可減輕觀測人員負荷；另將舊式雷觀機一體成型之設計，研改為模組化設計（熱像儀、測距儀、數位方位儀等 3 部份），使各部系統可依作戰需求搭配，增加裝備運用彈性。

五、小結

綜上所述效能分析得知，觀測人員須具備全時域作戰、精準目標定位、定向及輕量化之新型雷觀機，可即時掌握敵軍動態，實施情報蒐集與傳遞、戰場監視、目標獲得、射彈觀測與修正，強化野戰運動能力，並藉鏈結國軍現役觀測數據輸入器系統，以有效縮短計算時程，降低計算錯誤率，達成射擊指揮自動化，適時發揚火力（新舊裝備效能分析如表三）。

表三 新舊裝備效能分析對照表

類別 分析項目		舊型雷觀機	新型雷觀機	作戰效能提升分析
夜視功能	時間	使用照明彈射擊，單砲照明僅可提供 60~120 秒照明，計算 7000 公尺至灘岸線可執行照明彈射擊，換算戰場透明化時間約為 A 秒。	新式雷觀機可提供假想目標 7000 公尺至灘岸線之持續戰場透明化，換算時間為 B 秒。	1.公式：新式雷觀機達成時間/舊式雷觀機達成時間=作戰反應時間提升倍數。 2.算式：A/B=3.5 3.效能提升 3.5 倍。
	範圍	1.使用照明彈照亮範圍： （1）單砲：約 0.45 平方公里。 （2）雙砲：約 0.9 平方公里。 （3）四砲：約 1.8 平方公里。 2.依據《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範》，執行四砲照明亮度最具效益，若以 1 個營計算提供觀測正面範圍最大可達 A 平方公里。	1.計算單 1 個觀測所：觀測距離為 7 公里(反舟波距離)，由左至右觀測區域為 800 密位，所構成扇形面積約 19.23 平方公里（ $7 \times 7 \times 3.14 \div 8 = 19.23$ ）。 2.以 1 個砲兵營編制觀測所計算，故最大觀測範圍可到達 B 平方公里。	1.公式：新式雷觀機必須觀測扇形面積/舊式雷觀機使用照明彈照明範圍=監視區域提升倍數。 2.算式：A/B=10.68 3.效能提升 10.68 倍。
定位功能		舊式雷觀機無定位功能，在應急作戰時，無定位諸元，若以傳統方式實施標示彈法射擊，概估完整射擊流程約需花費 A 分鐘。	可迅速獲得本身位置，快速換算目標位置數據，提供火炮射擊，取得攻擊先機，在應急作戰時，約 B 分鐘可迅速對目標射擊。	1.公式：舊式雷觀機花費時間/新式雷觀機花費時間=射擊流程提升效能倍數。 2.算式：A/B=12.5 3.效能提升 12.5 倍。
定向系統		易遭受戰場環境（如：鋼筋、電線、槍械等）因素干擾，不易於 A 秒內（標準時間）完成器材整置。	可藉由自動歸北功能，加快器材整置時間，約 B 秒可完成器材整置作業。	1.公式：舊式雷觀機花費時間/新式雷觀機花費時間=標定作業提升效能倍數。 2.算式：A/B=1.8 3.效能提升 1.8 倍。
輕量化		重量 A 公斤	重量 B 公斤以下	1.公式：舊式雷觀機重量/新式雷觀機重量=輕量化效能倍數。 2.算式：A/B=1.5 3.輕量化 1.5 倍。

資料來源：筆者依現貨市場商情概估計算（實際數據以A、B代表）

結語

傳統作戰中，夜晚就像天然不可逾越的迷霧，蓋因夜間能見度差，難以透視敵我雙方戰景況，不利部作戰，拜科技所賜，隨著電子光學技術進步，從 1950 年代開始，戰爭已進入「全時域」模式。「夜戰」為共軍近年部隊訓練重要訓項，國軍應「以敵為師」，認知「夜戰」為未來台澎防衛作戰之必然場景；其決勝之關鍵，端賴「全時域」即時情資掌握，期達戰場「透明」消除迷霧，以利砲兵精準打擊火力之發揮。

然而，過去的作戰方式，是以硬碰硬方式，直至敵方損失過大，完全失去抵抗意志，投降或潰敗，這種造成傷人一千，自損八百的窘境，在戰史多不勝數，而新時代的作戰方式，則是優先切斷敵目獲系統，使敵人失去情報蒐集能力，無法評估目前戰場情勢，其次才是攻擊通資指管及後勤資源。以現代作戰型態而言，砲兵必須具備快速反應的能力，惟現役雷觀機均已逾壽，效能持續弱化，且功能與性能提升困難，無法與本軍數據輸入器鏈結，滿足「射擊指揮自動化」全系統整合之能力，已影響砲兵戰備任務遂行。

新型雷觀機獲得後，將可爭取戰場主動權，使我砲兵部隊具備早期預警、先敵動作及獲得全天候 24 小時之作戰能力，在三軍夜間聯合作戰可依敵軍登陸戰法、灘岸地形狀況，設置觀測組監控航道，使火力攻擊準備射擊的時間變長，加大打擊目標縱深，對敵目標全時域實施精準射擊，才能剋敵致勝，摧毀敵人。

參考文獻

軍事準則

- 一、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國99年11月10日）。

期刊

- 一、林山禾，〈野戰砲兵觀測人員三能訓練之探討〉《砲兵季刊》（臺南），154期，砲訓部，民國102年9月。
- 二、梁介豪，〈淺談夜視裝備發展及砲兵運用之探討〉《砲兵季刊》（臺南），154期，砲訓部，民國100年8月。
- 三、林山禾，〈擊破夜暗的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），169期，砲訓部，民國104年6月。
- 四、原作者CAPTAIN WILLIAM C.MAYVILLE，譯者林志達，〈美軍步兵的負荷〉《國防譯粹》（臺北），第14卷第12期，國防部，民國76年12月1日。
- 五、劉昆明，〈加強夜戰訓練之訓練〉《陸軍學術月刊》（桃園），第30卷350期，陸軍司令部，民國83年10月16日。
- 六、林山禾，〈共軍地面部隊夜視裝備發展對我防衛作戰影響之研析〉《陸軍學

術雙月刊》(桃園)，第53卷551期，陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，民國106年2月號。

網路

- 一、張經濤，〈解放軍裝備新型夜視器材改變大規模群隊打法〉，解放軍報，[http：
：//big5.chinanews.com.89mil/2014/09 - 04/6560502.shtml](http://big5.chinanews.com.89mil/2014/09-04/6560502.shtml)，民國103年9月4日。
- 二、夜戰－百度百科，〈中國人民解放軍的夜戰〉[http：
：//wapbaike.baidu.com/view](http://wapbaike.baidu.com/view)，2014年2月14日。
- 三、中科院，多功能雷觀機，[https：
：//www.youtube.com/watch?v=_bCmQ8ifOZs](https://www.youtube.com/watch?v=_bCmQ8ifOZs)，
檢索日期2016年12月26日
- 四、軍備局401廠，[http：
：//www.chinatimes.com/realtimenews/20140812005342 - 260402](http://www.chinatimes.com/realtimenews/20140812005342-260402)，
檢索日期2016年12月26日

作者簡介

李育昇少校，陸軍官校 90 年班、陸軍學院 106 年班，歷任連長、營參謀主任、副營長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部作戰研究發展室。

陳姿萍中校，專業女官 87 年班、國防大學國管指參 98 年班、國防大學國管戰略 103 年班，歷任區隊長、通信官、系統分析官，現任職國防大學管理學院指參教官。

復仇者飛彈系統以射向自動指引功能（STC）

執行精準實彈射擊之研究

作者：楊培毅

提要

- 一、射向自動指引（Slew to Cue, STC）係運用目獲雷達實施空中早期預警，透過數據連接飛彈武器平臺，使其飛彈射向早於敵進襲攻擊之前，能夠自動轉向目標位置以利執行接戰準備。美軍復仇者飛彈系統增加 STC 性能後，能改善人工接戰的缺點，提升 55%接戰機會及 66%命中率。
- 二、雷達系統本身功能多而複雜，但都具有一致性的基本功能，如操作頻段、對抗低空快速目標能力、目標速度涵蓋範圍、與追蹤精準度等，以操作頻段而言，國軍蜂眼雷達及美軍哨兵雷達均採用 X 波段的原因在於「高頻率窄波束」的運用，使能量集中在數個波束之中，因此能夠探測與追蹤到遠距離目標，且對目標有極佳的解析度
- 三、雷達於現地部署的效能，常受到地形的影響，而無法獲取完整的空中情資，然實彈場景是將雷達裝備設置在海岸線周邊，更因海岸線地形蜿蜒曲度變化極大，再加上沿岸山崖起伏變化，雷達偵搜效能容易受到地形遮障影響而產生雷達盲區，為消彌雷達偵蒐死界之缺點，雷達站應選擇地形高處且採多重配置的運用方式，將雷達偵搜區域相互重疊，以求空域情資的完整。
- 四、歷年復仇者飛彈系統實彈射擊使用的靶標計有 BATS 靶彈、1/5 縮小靶機與國造 69 式照明彈，為使前述靶標能讓蜂眼雷達穩定獲取其情資，必須再深入探討各個之飛行特性。1/5 縮小靶機可視為空中無人載具（UAV），因在國軍所規劃的射擊場景當中，靶機飛行高度維持於 250 公尺，係屬於極低空的飛行目標，而蜂眼雷達站的設置在海岸線周邊的山頂周邊，朝向水平輻射時，易受海面雜波影響而間斷地失去目標航機蹤跡，故為維持靶機不間斷的空中跡航，可加掛輻射增波器使雷達穩固偵蒐其航跡。
- 五、任何的實彈場景應避免將武器射向朝向人員，飛彈系統亦是如此，當復仇者飛彈系統一旦執行射向自動指引（STC），操作人員暫時失去飛彈塔的操作控制權，直到系統執行轉架完畢，或操作人員強制終止該項功能為止。

關鍵詞：復仇者飛彈系統、射向自動指引、雷達

前言

射向自動指引（Slew to Cue, STC）為先進的射控概念，此概念係以目獲雷達實施空中早期預警，透過數據連接一個或數個飛彈武器平臺，致使其飛彈之射

向更早於敵進襲攻擊之前，能夠自動轉向目標位置以利執行接戰準備。

復仇者飛彈系統於 1980 年由美國陸軍與波音公司共同參與研製而成，在當年堪稱是世界上唯一可實施行進間射擊的陸基防空武器系統（Land-Based Air Defense System），¹復仇者飛彈系統所使用的刺針飛彈，其參戰紀錄可追溯於 1980 年代阿富汗戰爭，而近十年軍事行動中，如 2001 年的 911 攻擊事件期間及波灣戰爭中，美軍均部署復仇者飛彈系統。²美軍復仇者飛彈系統於 1999 年開始搭配哨兵雷達（圖一），藉以增加自動射向指引功能，為美陸軍戰鬥前緣防空體系（Forward Area Air Defense, FAAD）增加接戰效能，³依現有研究資料顯示，美軍復仇者飛彈系統在增加 STC 性能後，能改善人工接戰的缺點，更提升 55%之接戰機會與 66%之命中率。⁴

國軍與中科院合作研發與哨兵雷達同等級的「點防禦相列雷達系統」（Point Defense Array Radar System, PODARS）及指管系統，並與復仇者飛彈系統整併，稱之為「蜂眼短程防空系統」（圖二），於 2015 年完成全軍部署與運用，在 2017 年的三軍聯合精準實彈射擊操演中，首度將射向自動指引（STC）功能結合復仇者飛彈系統進行實彈射擊，成功驗證射向自動指引之接戰時效（圖三）。筆者藉由比較美軍哨兵與本軍蜂眼雷達與復仇者飛彈系統 STC 性能，探討未來精準實彈射擊與復仇者飛彈系統之射向自動指引功能結合之需求，及考量靶標之選配與飛行進場方式的設計，為本研究討論之主要問題。



圖一 哨兵雷達

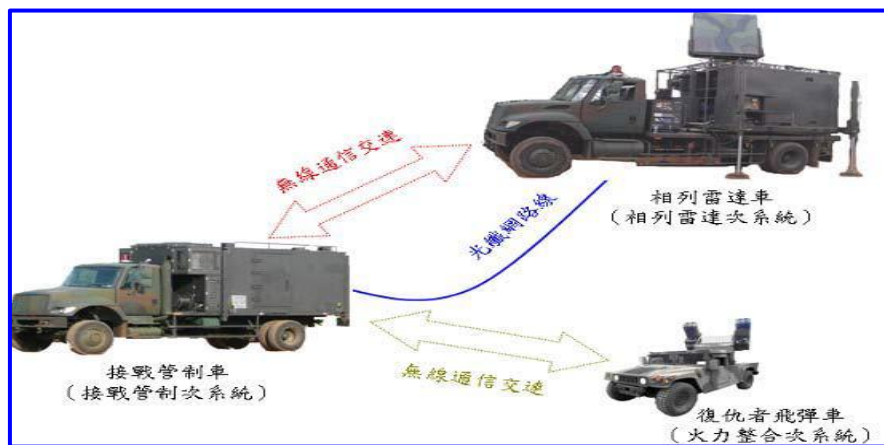
資料來源：Jane's C4ISR & MISSION SYSTEMS，〈AN/MPQ-64 Sentinel〉，<http://10.22.155.231/>

¹ Jane's Defence Weekly，〈AVENGER SAM SYSTEM〉，http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641601&Sess=8fc45637-37e6-4f3b-8727-456f0e6a44ee&IntSec=51tcDtBxmym6DEE0Y+T0vap1vR0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1991/10/12)

² JDW Jane's Defence Weekly，〈STINGER SAM〉，http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641603&Sess=7bcb6081-9170-4eef-9f0c-659b76467408&IntSec=/wB4EhOukNsuoKztC1pIYbjp9jw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1991/10/12)

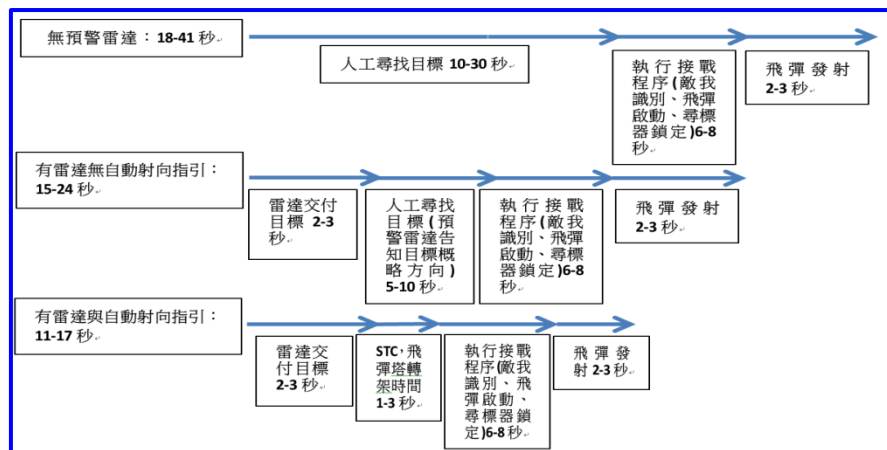
³ Jane's Missiles and Rockets，〈US 'Slew-to-Cue' Avenger upgrade proven in warfighting experiment〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01679652&Gid=REC_01679652&Sess=73a545f1-000d-4fbc-b782-3330a34443ab&IntSec=c2kftV8c1oA1cgk4bnTPQ9k01w=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2000/10/27)

⁴ Jane's Missiles and Rockets，〈AVENGER SLEW-TO-CUE BEGINS OPERATIONAL TESTING〉，http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01680266&Sess=d924a08e-9abb-4c73-b0b6-dc473ecf8a56&IntSec=tLliBbGm/3POxKAWElAlM3dk5yI=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1999/03/01)



圖二 蜂眼短程防空系統

資料來源：《陸軍野戰防空蜂眼預警雷達系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國104年10月15日），頁1-1。



圖三 射向自動指引之接戰時效

資料來源：《陸軍復仇者飛彈系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月10日），頁8-2。

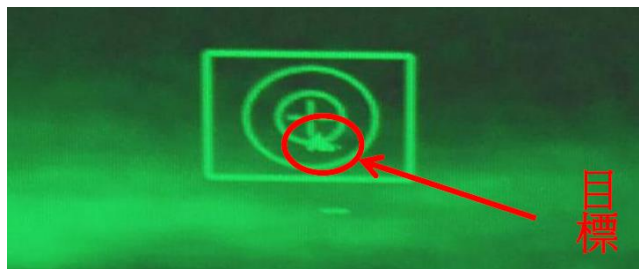
復仇者飛彈系統自動射向指引性能提升

一、復仇者飛彈系統自動射向指引性能提升概要

復仇者飛彈系統依官方資料顯示，雖可接戰旋翼機、定翼機、無人載具（UAV），甚至巡弋飛彈等空中目標⁵，但仍受限於須以傳統的人工方式，藉由前視紅外線接收器（FLIR）於視距內所獲得的目標影像（圖四），實施目標搜索、獲得、敵我識別、接戰與監控等防空任務；而為了讓系統更能夠攻擊小型目標與達到可全天候接戰之特性，雷神公司不斷地將刺針飛彈實施研改與性能提升，然飛彈科技不管從單一模式的紅外線尋標器，歷經紅外線、紫外線雙重尋

⁵ Jane's Defence Weekly, 〈AVENGER GOES WORLDWIDE〉, http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641704&Sess=17408793-5625-4113-853d-1c40075d45ba&IntSec=31NyUAXOHx5sSsUNGY12yp/72vs=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1991/10/26)

標器，一直到影像式紅外線尋標器（IIR）的技術運用，也僅將單一枚刺針飛彈的命中率數值提高而已。復仇者飛彈系統傳統的人工接戰方式，不僅需要耗時的對空搜索，相對的更容易因此暴露飛彈陣地所在位置而遭受攻擊，甚至喪失最佳的接戰時機，進而影響飛彈的射效。美軍為了改善前述的接戰缺點，便於 1996 年開始著手復仇者飛彈系統與哨兵雷達的射控整合計畫，並在 1999 年成功地完成復仇者飛彈系統射向指引整合功能，在 2000 年至 2005 年期間，美軍的 767 套復仇者飛彈系統當中，就有 574 套系統已經完成自動射向指引（Slew to Cue）功能之提升。⁶



圖四 復仇者飛彈系統前視紅外線熱影像畫面

資料來源：作者自攝

國軍於民國 89 年透過軍購案，自美國獲得復仇者飛彈系統，於民國 90 年正式成軍，現為野戰防空主要戰力之一，然於成軍之初，因國防自主政策，未將哨兵雷達連同系統一併購置，故當時復仇者飛彈系統的接戰能力，僅限於視距範圍內，需透過前視紅外線接收器所獲得的目標影像，同樣地如前述再以人工方式實施目標搜索、獲得、敵我識別、接戰與監控等防空任務。然國軍與中科院自 2000 年至 2011 年耗費 11 年的研究，成功地自行研產出一套類似哨兵雷達功能的雷達，取名叫做「蜂眼雷達」，並於隔年開始將雷達與指管系統進入量產階段，終於在 2015 年完成全軍部署，係為所有野戰防空武器當中，最具現代化的防空武器系統。

二、國軍與美軍復仇者飛彈系統 STC 功能比較

復仇者飛彈系統射向自動指引（STC）功能取決於雷達的基本特性，筆者從雷達性能、STC 操作便利性、導引精度、機動與隱蔽性的角度，比較美軍哨兵雷達與國軍蜂眼雷達的同異之處。

（一）雷達性能比較（表一）：雷達系統本身功能多而複雜，但都具有一致性的基本功能，如操作頻段、對抗低空快速目標能力、目標速度涵蓋範圍、與追蹤精準度等，以操作頻段而言，兩套雷達系統均採用 X 波段的原因在於「高頻率窄波束」的運用，可以將能量集中在數個波束之中，因此能夠探測與追蹤

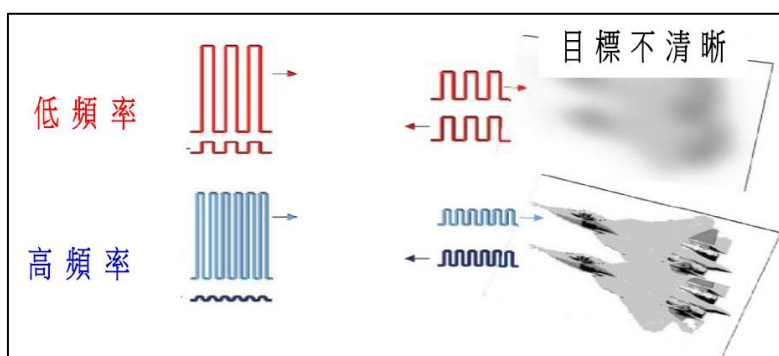
⁶ 同註四。

到遠距離目標，且對目標有極佳的解析度（圖五），所以 X 波段雷達大都著重於對空中目標的追蹤與識別能力⁷，其次這兩套雷達亦均使用搜索帶追蹤方式（TWS），能更容易將低空快速或滯空盤旋的目標從背景雜訊中過濾出來。從表一內容的綜合比較結果，除了在偵測範圍、放列/撤收時間方面外，美軍的哨兵雷達略勝本軍蜂眼雷達一籌，而其他的能力則是不相上下。

（二）STC 操作便利性比較：美軍當初原先在設計復仇者飛彈系統執行射向自動指引（STC）的方式，乃希望能夠透過射控整合器裡的快捷鍵來完成飛彈塔的轉架與接戰動作，但因當時的電腦傳輸科技以類比訊號為主，數位傳輸有極大的限制，無法做到最佳的理想化，但國軍復仇者飛彈系統在研製階段早已克服此項缺點，因此美軍復仇者飛彈系統在執行 STC 的程序上比國軍多一項程序（圖六），故國軍的 STC 操作便利性勝過美軍。

（三）STC 導引精度比較：復仇者飛彈系統自動射向指引（STC）精度比較，需要探討兩個面向，就是雷達指引飛彈塔完成轉架後之「方向指向」與「俯仰指向」，在美軍方面，STC 僅能做到「方向指向」階段，仍需再由射手依賴前視紅外線螢幕與手操器的控制，將飛彈塔之俯仰角帶到目標正確位置；然國軍復仇者飛彈系統執行 STC 功能，僅需射控整合器一快捷鍵就能將指向帶到目標正確位置，故國軍 STC 導引精度更勝於美軍（圖七）。

（四）機動與隱蔽性比較：美軍哨兵雷達的機動方式，係以尾車裝掛於悍馬車後方，以牽引的方式來行機動能力，體積約為蜂眼雷達的 1/3 倍（圖八），在部署運用與偽裝以及隱蔽的執行上，有較大的機動性與彈性空間；而蜂眼雷達是裝於 3.5 噸載重車上，因此，常侷限於地形、山路與無法以直升機吊掛的方式而限制其部署與運用。



圖五 雷達採用窄波束以利獲得較佳的解析度

資料來源：KURT HEINE and DR. PHIL REINER, “MODER RADAR,” Fires (Fort Sill, OK), (2106/11-12), P33.<http://sill-www.army.mil/firesbulletin>. (2016/11-12)

⁷ C4ISR & MISSION SYSTEMS: LAND, 〈AN/MPQ-64 Sentinel〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01504697&Gid=REC_01504697&Sess=669cacbf-c5db-41e0-b8dc-c49a94c5b44b&IntSec=QYixpMYO9e3NlcNpKhCR+yEI/QY=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2017/01/25)

表一 國軍蜂眼雷達與美國哨兵雷達

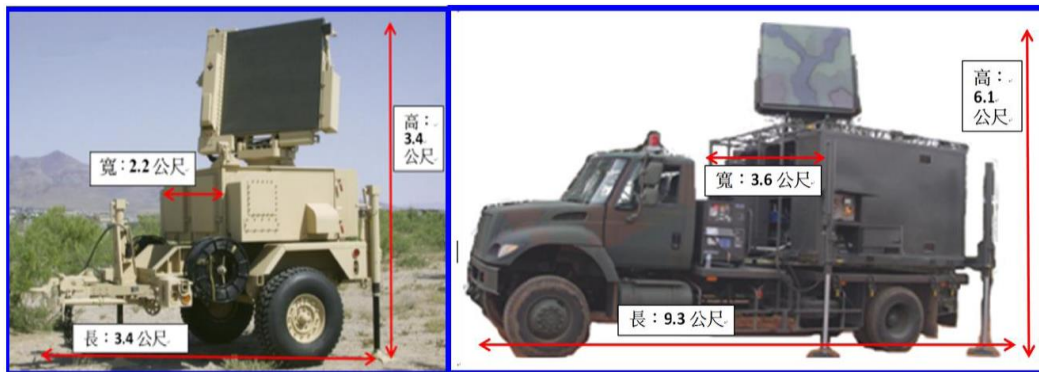
區 分	 PODARS 蜂眼雷達	 MPQ-64 哨兵雷達
操 作 頻 段	X波段(8至12.5GHz)	X波段(8至12.5GHz)
對 抗 低 空 快 速 目 標 能 力	搜索帶追蹤(TWS)	搜索帶追蹤(TWS)
目 標 速 度 涵 蓋 範 圍	3馬赫	3馬赫
追 蹤 精 度	距離：20公尺 方位／俯仰：0.2度	距離：40公尺 方位／俯仰：0.2度
偵 測 距 離 偵 測 高 度	距離：54公里 高度：10公里	距離：75公里 高度：15公里
搜 索 俯 仰 角	-10度至+60度	-30度至+65度
放 列 / 撤 收	15分鐘／10分鐘	15分鐘／5分鐘
目 標 處 理 能 力	64個目標	50個目標
載 具	3.5噸戰術輪車	悍馬車 / 尾車

區別	程序 1	程序 2	程序 3
我 軍	 快捷鍵，即可執行 STC。	飛彈啟動／鎖定／飛彈發射	無
美 軍	 快 捷 鍵	 再搭配手操器始可執行 STC	飛彈啟動／鎖定／飛彈發射

圖六 國軍與美軍復仇者飛彈系統執行 STC 便利性比較

區別	STC 導引精度比較
我 軍	
美 軍	 俯仰誤差

圖七 國軍與美軍 STC 導引精度比較



圖八 國軍蜂眼雷達與美國哨兵雷達規格比較

資料來源：表一、圖六、圖七、圖八為筆者依據現有資料製作

復仇者飛彈系統 STC 功能與實彈射擊場景結合之考量

復仇者飛彈系統因彈種特性屬於被動式紅外線飛彈，具備射後不理、自動導向、射程遠（最遠可達 13 公里）等特性，⁸為維護實彈射擊安全考量，不宜在臺灣內陸地區射擊，應以沿海地區朝海外射擊為最佳；然考量復仇者飛彈系統需與雷達構聯以執行 STC，故為求取海上空中情資，蜂眼雷達的位置亦應該開設於海岸線周邊，再來就是將歷年實彈射擊刺針飛彈所使用的靶標選配，納入復仇者飛彈系統與蜂眼雷達之間來相互分析考量。

一、雷達部署方式

雷達於現地部署的效能，常受到地形的影響，而無法獲取完整的空中情資，而實彈場景是將雷達裝備設置在海岸線周邊，更因海岸線地形蜿蜒曲度變化極大，再加上沿岸山崖起伏變化，雷達偵搜效能容易受到地形遮障影響而產生雷達盲區，為消彌雷達偵搜死界之缺點，雷達站應選擇於地形高處且以多重配置的運用方式（圖九），將雷達偵搜區域相互重疊，以求得空域情資的完整。

二、復仇者陣地選擇與射界的設定

復仇者飛彈系統實彈射擊的射場規劃，係依據「美軍射擊靶場教範 AR-386」相關內容而定，⁹以下區分射擊陣地與刺針飛彈射程安全分界說明。

（一）射擊陣地偵選與幅員縱深之需求：射擊陣地的偵選需要有足夠幅員、縱深以利規劃各項設施，並且能避開建物及人群聚集處，為求得良好射界及視野，靶場前、側方應避免有山突、建物或高塔，尤其特別注意附近村落及住宅區，以能遠離人群聚集區為優先考量，確保意外發生時人員安全，對於靶場對外通聯道路，應以便於人員管制為選定考量，以能有相關管制設備如交管哨所、

⁸ 陸軍後勤指揮部，《本軍精準彈藥「飛彈射擊安全規範」中譯本》，14 章 5 節-刺針導引飛彈，http://www.alc.army.mil.tw/FrontUser/MODLRD/Default.aspx?PATTEN_ID=4&M_MENU_ID=1&S_Menu_ID=29&TH_Menu_ID=0&FO_Menu_ID=0。(2014/10/02)

⁹ GERALD B O' KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014), P158. http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf.(2014/04/16)

衛兵哨點及預設通信及電源線路為佳，利於實施靶場人、車安全管制。而陣地的幅員縱深需求，取決於射擊線上所需放置之裝備數量與設施的構築而定，依歷年的射擊經驗參數，射擊陣地一字排開至少需要 600 公尺以上的幅員距離與 150 公尺以上的縱深距離（如圖十），以利提供各項安全管制措施。

（二）刺針飛彈射程安全分界：刺針飛彈射擊所涵蓋區域的界定是根據飛彈的最大射程而定，故整個刺針射場分為射擊區、衝擊區（Impact area）、次要危險區 A、遠方次要危險區 B 與主要射擊危險區 F（圖十一）共五個區域。

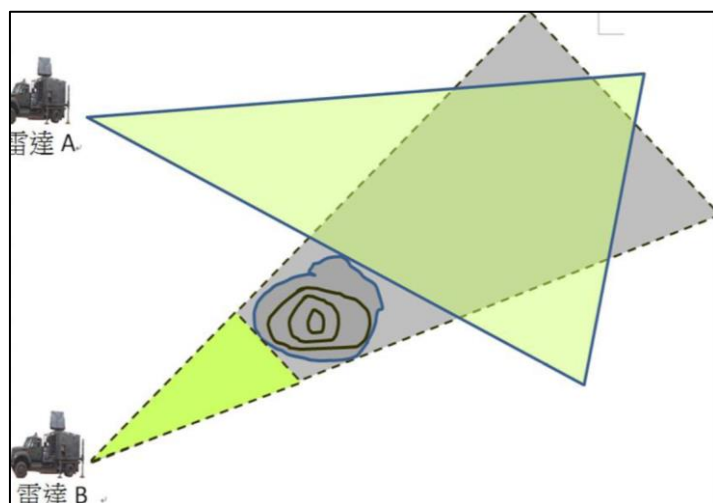
1.射擊區：射擊區的劃分乃取決於以射擊陣地為基準點，各從左右海岸線向內縮 45 度角之後，所剩餘的角度既為射擊區，射擊區為目標接戰區域，該角度不可小餘 20 度，以提供飛彈與空中靶標有充裕的飛行空域，簡言之，飛彈所要追擊的空中靶標必須限制在射擊區域內飛行，以免飛彈因射後不理追擊熱源超出射擊區而影響危安。

2.衝擊區（Impact area）：衝擊區（亦可稱撞擊區）主要在提供射擊區內之飛彈在發射之後，因撞擊目標所產生爆炸之碎片及殘骸所需要的空間，衝擊區包含射擊區及兩側各 45 度角之區域，並向下延伸至飛彈最大射程。然若靶標為穩定盤旋之航空器（如靶機），則射擊區之兩側可自海岸線各至減少 40 度。

3.次要危險區－A 區：A 區為側面之次要危險區域，是衝擊區內彈頭爆炸影響範圍之邊緣區域，包含衝擊區外側各 50 公尺之區域並向下延伸至飛彈最大射程，也可稱之為側方緩衝區。

4.遠方次要危險區－B 區：B 區為遠方次要危險區域，是衝擊區內飛彈沿追擊方向飛行之邊緣區域，亦為彈頭爆炸影響範圍，包含衝擊區及 A 區外緣 100 公尺之區域，也可稱之為遠方緩衝區。

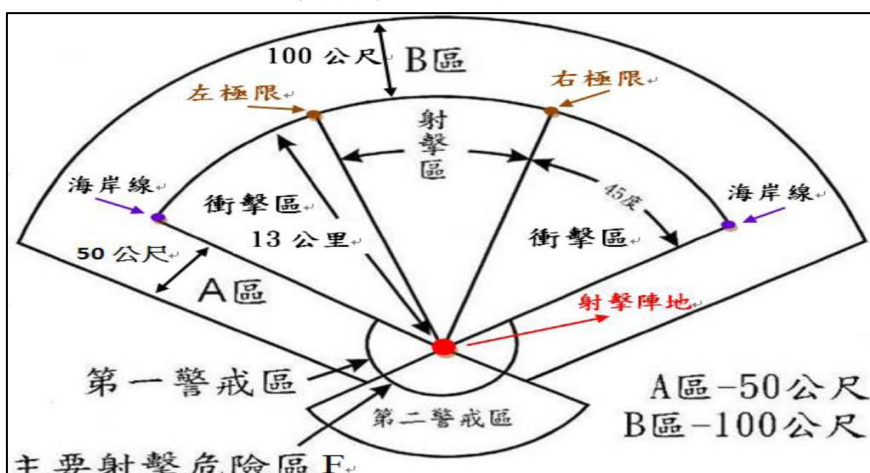
5.主要射擊危險區－F 區：F 區為射擊陣地向後延伸之射擊危險區。



圖九 雷達多重配置消彌雷達偵搜死界示意圖
資料來源：作者自繪



圖十 射擊陣地幅員縱深需求
資料來源：作者自繪



圖十一 刺針飛彈射程安全分界

資料來源：作者參考文獻繪製GERALD B O' KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014), P159. http://www.apd.army.mil/pdf/p385_63.pdf. (2014/04/16)

三、射擊靶標的選配

依歷年復仇者飛彈系統實彈射擊所使用過的靶標計有 BATS 靶彈、1/5 縮小靶機與國造 69 式照明彈（圖十二），為使前述所列之空中靶標能讓蜂眼雷達穩定獲取其情資，必須深入探討各別飛行特性。

（一）國造 69 式照明彈：經由 120 迫砲發射，藉由降落傘懸掛以自由落體方式緩慢下降之空中靶標，其燃燒與滯空時間約 60-80 秒，熱源體積會隨時間消逝而逐漸剝落縮小，照明彈熱源特性雖可被紅外線飛彈鎖定與攔截，但國軍復仇者所使用的刺針飛彈具備紅/紫外線雙重尋標功能，初起的鎖定與飛行導引，係依賴尋標器內的紅外線感應元件來控制作動，而在飛彈接近目標熱源之前一秒，將切換成由紫外線感應元件來控制飛彈的終端路徑來攔截由紫外線所成影

的目標本體，¹⁰簡言之，刺針飛彈就是「追熱不打熱」；此外，因照明彈的雷達截面積（RCS）會隨著燃燒時間而趨近於無，故不適合復仇者飛彈系統執行 STC 功能與接戰射擊。

（二）BATS 靶彈：由中科院研製而成，以 3 至 5 管之 D70 火箭推進器（圖十三）發射與產生大量紅外線熱源，飛行方式成拋物線路徑，滯空時間僅有 26 至 28 秒，射程約 3 公里，常用以模擬巡弋飛彈的攻擊，亦為國軍復仇者飛彈系統年度實彈射擊的主要接戰訓練靶標；然因滯空時間極為短暫，透過雷達獲取情資後再進行分析，傳達給指管車將目標分配給復仇者飛彈系統執行 STC 接戰之際，靶彈早就已過了接戰時限而掉入海中，故 BATS 靶彈亦不適合復仇者飛彈系統執行 STC 功能接戰。

（三）1/5 縮小靶機：依歷年實彈射擊經驗，接戰過的 1/5 縮小靶機型式計有 SU-25 靶機、BANSHEE 靶機、火蟻靶機等（圖十四），皆有以下相同的特點，可採遙控飛行方式模擬定翼機的攻擊路徑，如盤旋、俯衝、爬昇，臨近攻擊等方式之戰術飛行，限定靶機飛行的空間運用方式彈性較大，其動力來源係來自自身的發動機噴射引擎或螺旋槳引擎，滯空時間可達 30 分鐘以上，並可加掛熱源系統供紅外線飛彈接戰。而要讓復仇者飛彈系統執行 STC 功能，就得再朝以下幾點方向討論，靶機偵測訊號與雷達受海面雜波影響、靶機飛行區域限制、系統安全轉架的管制。

1. 靶機偵測訊號與雷達受海面雜波影響：1/5 縮小靶機可視為空中無人載具（UAV），因在國軍所規劃的射擊場景當中，靶機飛行高度維持於 250 公尺，係屬於極低空的飛行目標，而蜂眼雷達站的設置在海岸線周邊的山頂周邊，朝向水平輻射時，容易受海面雜波影響而間斷地失去目標航機蹤跡，故為維持靶機不間斷的空中跡航，可加掛輻射增波器（圖十五）讓雷達穩固偵蒐其航跡。

2. 靶機飛行區域限制：靶機飛行區域的管制將有助於靶場射擊安全的維護，礙於刺針飛彈屬於射後不理之特性，必須限制靶機於靶場所規劃出來的「射擊區」內（圖十六）飛行，以免飛彈攔截目標後所產生之破片散發危害至地面建物或人員，此外，靶機起飛後的飛行航路亦應避免於地面部隊之正上方位置，應保持離射擊陣地 1.2 公里以上之距離，以免進入雷達盲區，無法讓復仇者飛彈系統有效執行射向自動指引（STC）接戰。

3. 系統安全轉架的管制：任何的實彈場景應避免將武器的射向朝向人員，飛彈系統更是如此，當復仇者飛彈系統一旦執行射向自動指引（STC），系統將暫時無法由人員對飛彈塔行使操作控制權，直到系統執行轉架完畢，或操作人員

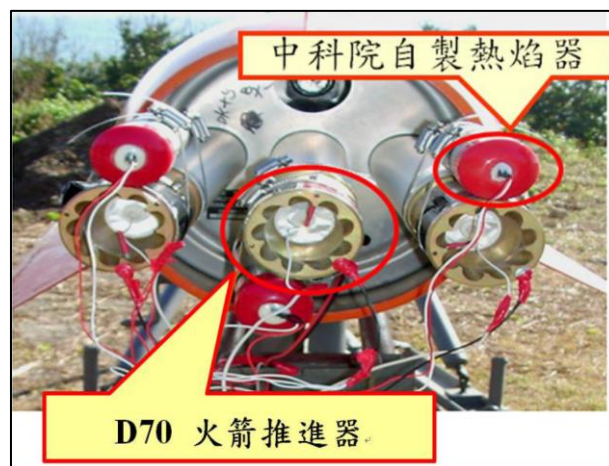
¹⁰ Burn; Alan Alexander, 〈Aircraft defense system against manpads with IR/UV seekers〉 <http://www.patents.com/us-7523692.html> (2009/04/28)

強制終止該項功能為止。然在實彈場景上，復仇者飛彈系統上裝掛著「實彈」執行 STC，再加上操作人員於飛彈塔內的座艙裡，對移動目標進行接戰時，人員容易產生與外部環境脫節的空間迷失，更容易將飛彈塔轉向人員與地面設施的方向，所以系統安全轉架的管制就有必要的存在。基於系統執行 STC 期間是全自動化來完成飛彈塔的轉架，管制措施方面可將空中目標的飛行路徑，如前面所述的安排於「射擊區」內，以避免飛彈塔轉向人員與設施方向，再者，靶場安全軍官亦可藉由復仇者飛彈系統上的遠端控制單元（如圖十七）的遙控功能，管制或終止飛彈塔的轉向失誤。



圖十二 復仇者飛彈系統實彈射擊空中靶標

資料來源：許正一，〈野戰防空射擊靶標選擇之研究〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第156期，民國101年3月20日，頁7。



圖十三 D70 火箭推進器

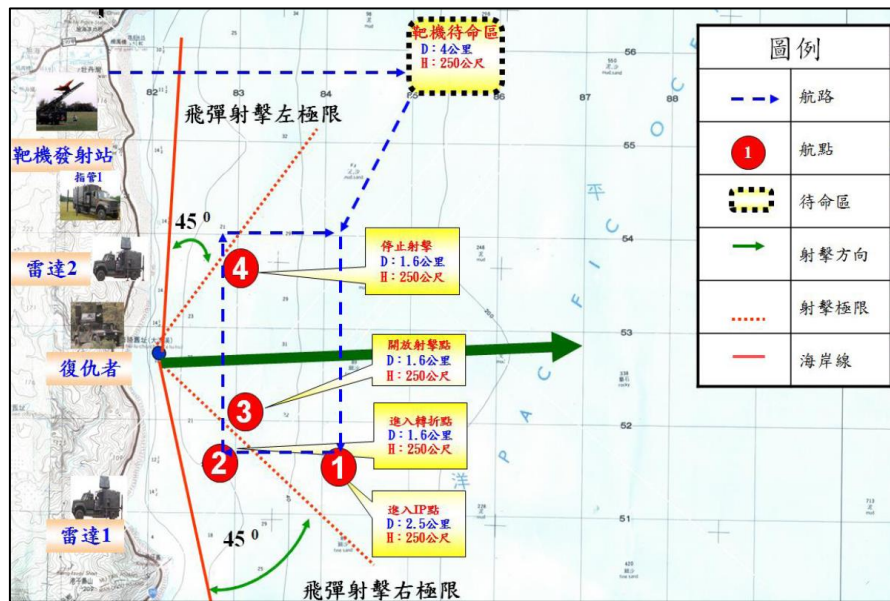


圖十四 野戰防空實彈射擊各式 1/5 縮小靶機

資料來源：圖十三、圖十四為作者拍攝



圖十五 靶機加掛輻射增波器



圖十六 靶機飛行區域限制



圖十七 遠端控制單元

資料來源：圖十五、圖十六、圖十七為作者拍攝或製作

結語

野戰防空實彈射擊從以往陸軍主導的「神弓操演」驗證射擊訓練，演變成近三年來所執行的「三軍聯合精準實彈射擊」，以達到灘岸殲敵的作戰場景，在射擊陣地、雷達站與射擊時序安排，以及陸海空域的射場等方面，亦從陸軍獨立運用變成須與空軍、海軍與陸航等友軍單位，共同運用相同的射場與時序，因此雷達指管與復仇者飛彈系統的部署與戰術運用就受到極大的限制，例如：為求取最佳的空中情資，而將雷達部署於地形之至高點，容易形成被敵所攻擊的目標；在友軍單位射擊期間，也會管制蜂眼雷達的開設與輻射；在空軍的戰鬥機射擊課目，也會限制復仇者飛彈系統執行 STC；陸航阿帕契攻擊直升機的射擊場地與復仇者飛彈系統共用同一射坪，時序壓縮無充足時間讓靶機飛行與排練 STC 等窒礙因素，都將造就任務執行的困難度，為於有限射序內與友軍各單位共同在同一射場內執行實彈射擊，更為防止誤擊事件之肇生，故筆者撰文復仇者飛彈系統 STC 功能與實彈射擊場景結合之考量要項，提供野戰防空部隊參考運用，以利未來實彈射擊任務之遂行。

參考文獻

- 一、Jane's Defence Weekly，〈AVENGER SAM SYSTEM〉，
http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641601&Sess=8fc45637-37e6-4f3b-8727-456f0e6a44ee&IntSec=51tcDtBxmym6DEE0Y+T0vap1vR0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1991/10/12)
- 二、JDW Jane's Defence Weekly，〈STINGER SAM〉，
http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641603&Sess=7bcb6081-9170-4eef-9f0c-659b76467408&IntSec=/wB4EhOukNsuoKztC1pIYbjp9jw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1991/10/12)
- 三、Jane's Missiles and Rockets，〈US 'Slew-to-Cue' Avenger upgrade proven in warfighting experiment〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01679652&Gid=REC_01679652&Sess=73a545f1-000d-4fbe-b782-3330a34443ab&IntSec=c2kftVV8c1oA1cgg4bnTPQ9k01w=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2000/10/27)
- 四、Jane's Missiles and Rockets，〈AVENGER SLEW-TO-CUE BEGINS OPERATIONAL TESTING〉，
http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01680266&Sess=d924a08e-9abb-4c73-b0b6-dc473ecf8a56&IntSec=tLliBbGm/3POxKAWEI AIM3dk5yI=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(1999/03/01)
- 五、Jane's C4ISR & MISSION SYSTEMS，〈AN/MPQ-64 Sentinel〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01504113&Gid=REC_01504113&Sess=9851f984-e2e8-4cad-83a6-0c5fe3f9098a&IntSec=9BdbZXHm0YDtc sDK eLrW4CpVb1Y=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2014/08/28)

- 六、林家賢，《陸軍野戰防空蜂眼預警雷達系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部印頒，中華民國 104 年 10 月 15 日）。
- 七、陳信彬，《陸軍復仇者飛彈系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部印頒，中華民國 99 年 11 月 10 日）。
- 八、Jane's Defence Weekly，〈AVENGER GOES WORLDWIDE〉，
http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01641704&Sess=17408793-5625-4113-853d-1c40075d45ba&IntSec=3lNyUAxOHx5sSsUNGYl2yp/72vs=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（1991/10/26）
- 九、KURT HEINE and DR. PHIL REINER, “MODER RADAR,” Fires(Fort Sill, OK),
(2106/11-12) .
<http://sill-www.army.mil/firesbulletin>. (2016/11-12)
- 十、C4ISR & MISSION SYSTEMS: LAND，〈AN/MPQ-64 Sentinel〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01504697&Gid=REC_01504697&Sess=669cacbf-c5db-41e0-b8dc-c49a94c5b44b&IntSec=QYixpMYO9e3NlCnNpkhCR+yEl/QY=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2017/01/25）
- 十一、陸軍後勤指揮部，《本軍精準彈藥「飛彈射擊安全規範」中譯本》，14 章 5 節-刺針導引飛彈。http://www.alc.army.mil.tw/FrontUser/MODLRD/Default.aspx?PATTEN_ID=4&M_MENU_ID=1&S_Menu_ID=29&TH_Menu_ID=0&FO_Menu_ID=0。（2014/10/02）
- 十二、GERALD B O' KEEFE, Range Safety （Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014），P158. http://www.apd.army.mil/pdf/p385_63.pdf.
(2014/04/16)
- 十三、GERALD B O' KEEFE, Range Safety （Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014），P159. http://www.apd.army.mil/pdf/p385_63.pdf.
(2014/04/16)
- 十四、許正一，〈野戰防空射擊靶標選擇之研究〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第 156 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 101 年 1 月。
- 十五、Burn; Alan Alexander，〈Aircraft defense system against manpads with IR/UV seekers〉，<http://www.patents.com/us-7523692.html>。（2009/04/28）

作者簡介

楊培毅士官長，85 年士兵轉服士官，86 年領導士官班 5 期，89 年野砲士高班 8 期，92 年士官長正規班 23 期，93 年英語儲備訓練班，94 年美國復仇者飛彈系統保修班，遠東科技大學應用外語系學士，現任職陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組。

砲兵小故事：M1 式 240 公厘牽引榴彈砲

M1式240公厘牽引榴彈砲為國軍接受美援時，所獲得的重要武器裝備，首批於民國49年搶灘登陸金門成功，後續分批部署於金門及馬祖砲兵部隊。本式火砲口徑240公厘、砲管長331吋、砲全重14969公斤、射程23公里、最大射速每分鐘1發，為國軍現役最重型管式火砲，最近一次實彈射擊於106年11月聯信操演實施。（照片及參考來源：陸軍M1式240公厘榴彈砲操作手冊－105年版、青年日報社電子報）



榴彈砲左視圖



榴彈砲右視圖



榴彈砲俯視圖



榴彈砲操作手合影



陸軍砲兵訓練指揮部

陸軍《砲兵季刊》徵稿簡則

一、《砲兵季刊》辦刊宗旨在於交流野戰砲兵及防空砲兵戰術戰法、教育訓練、科技新知等學術論著，藉以培養砲兵學術研究風氣，歡迎各界賜稿及提供消息。

二、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，通過審查才予刊登。



三、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、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、投稿本刊者，作者擁有著作人格權，本刊擁有著作財產權，凡任何人任何目的之轉載須事先徵得本刊同意。

七、本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明，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、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、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、政府對「我國國號及對中國大陸稱呼」相關規定：

（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、本刊電子期刊下載點：

（一）國防部全球資訊網

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

（二）臺灣出版資訊網

<http://tpi.culture.tw>

（三）陸軍教育訓練暨準則資料庫

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

（四）陸軍砲兵訓練指揮部首頁連結「砲兵軍事資料庫」

[http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/砲兵軍事準則資料庫/](http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/砲兵軍事準則資料庫/WebSite1/counter.aspx)
[WebSite1/counter.aspx](http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/砲兵軍事準則資料庫/WebSite1/counter.aspx)

十二、投稿郵寄「710 台南市永康區中山南路 363 號砲兵季刊社」，電話 934325 - 6（軍線）06-2313985（民線），電子檔寄「cjm8493@webmail.mil.tw」或「army099023620@army.mil.tw」。

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

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

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

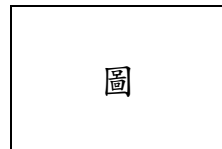
參考文獻 (至少 10 條)

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 18、粗黑。
- 內文：新細明體 14、固定行高 21。
- 英文原文及縮寫法：中文譯名(英文原文，縮語)，例：全球定位系統(Global Position System, GPS)。
- 圖片(表)說明格式及資料來源：以註譯體例撰寫或作者繪製。標題位置採圖下表上。

表一 ○○○○



圖



表

圖一 ○○○○

資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

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

此編號為「註釋」標註方式。

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

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

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

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

1. 中文書籍：作者姓名，《書名》（出版地：出版社，民國/西元×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