

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



- 從砲兵作戰效能探討我軍砲兵彈藥未來發展
- 蜂眼短程防空系統戰備整備之研究
- 「現代化雷達」：是否一種雷達即可勝任全部任務？
- 跨領域聚合：砲兵制海

陸軍砲兵季刊

目 錄

野戰砲兵技術研究

01 從砲兵作戰效能探討我軍砲兵彈藥未來發展

吳皇慶

20 「砲兵營戰鬥間現行作業程序」編製要領

李志虎

40 精進海上火力支援地面部隊作戰之研究

李德龍

野戰防空技術研究

56 蜂眼短程防空系統戰備整備之研究

曹哲維

譯粹

78 「現代化雷達」：是否一種雷達即可勝任全部任務？

耿國慶

94 跨領域聚合：砲兵制海

胡元傑

砲兵小故事：蜂眼雷達系統

徵稿簡則

撰寫說明

第179期

中華民國106年11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/Mp/MPPeriodical.aspx?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 蕭朝明

特約審查 朱慶貴 耿國慶 陳耀銘

張觀群 潘貴隆

安全審查 施定國

總編輯 陳登科

執行編輯 張晉銘

發行日期 106年11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：砲訓部防空組教官呂沅瀚士官長介紹蜂眼雷達系統



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 臺灣授權條款運用。授權條款詳見：<http://creativecommons.org/>

從砲兵作戰效能探討我軍砲兵彈藥未來發展

作者：吳皇慶

提要

- 一、綜觀現今世界主要軍事先進國家之砲兵部隊，除持續強化火炮射程、射速、自動化及定位定向等性能外，並針對彈藥、信管之種類及追瞄功能等，同步研發精進，期能以最先進之火炮，配合最適宜之彈種及信管，以提升砲兵整體火力支援能力及作戰效能。
- 二、1990 年代以來，世界各國陸軍及兵工研發體系普遍認為，在火炮平臺的發展已達到基本極限的狀況下，提高火炮系統作戰能力最省錢、最省時及最有效的途徑就是精進彈藥的發展，因此陸續有導引砲彈、多功能信管及精準制導套件等精確打擊砲彈及信管問世。
- 三、各國新一代砲彈及信管的發展，均運用導引技術提升精度及射程，使砲兵消耗少量彈藥，即可摧毀目標，因此，各國均非常重視彈藥的研究與發展，視為提高部隊戰鬥能力和適應現代作戰環境的重要途徑。

關鍵詞：作戰效能、導引砲彈、多功能信管、精準制導套件

前言

火力是地面部隊指揮官作戰決勝重要手段，在現今數位化資訊戰場環境中，作戰部隊為爭取作戰先機的優勢，須仰賴砲兵部隊適時及適切之火力支援。彈藥是火炮系統的重要組成部份，關係對目標的殺傷力，因應現代戰爭特質、目標性質及戰場環境，發現以往傳統高爆榴彈已逐漸無法符合現代化作戰實需，因此更需搭配各式新型彈種及信管，以增進火力支援效果。

綜觀現今北約及中共等砲兵部隊，除持續增加火炮倍徑、射程、射速、機動性、自動化及定位定向等裝備性能外，並針對射擊彈藥及信管之種類、殺傷範圍、機件作用、追瞄功能、裝定方式及穩定度等，同步研發精進，期能以最先進之火炮，配合最適宜之彈種及信管，以提升砲兵整體火力支援能力。

鑑此，筆者以世界各國砲兵彈藥及信管運用現況為主題，並結合我國當前防衛作戰型態及砲兵任務與運用方式，研究未來配合新式火炮籌獲，同步發展、研發更符戰場實需之彈藥及信管，以強化火力支援效能。

國軍野戰砲兵作戰效能檢討

一、防衛作戰任務

野戰砲兵防衛作戰任務，砲兵依作戰指導，據以執行反舟波射擊、坐灘線火殲及反擊等作戰任務，火炮須具備機動、遠距、精準、高效等特性；¹以下僅

¹《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日），頁 1-4。

針對本軍各類型砲兵部隊之任務實施歸類。

（一）軍團砲兵營：以遠大射程對海上登陸之敵行計畫與臨機性之反舟波射擊，以射擊距岸較遠目標為主，主要擔任一般支援任務，並依需求執行增援或一般支援併增援任務，故火砲射程要能有效涵蓋支援之作戰正面。

（二）聯兵旅砲兵營：以高機動性及遠大射程，對海上登陸之敵行計畫與臨機性之三軍聯合泊地（反舟波）攻擊及反擊作戰時之戰鬥支援任務。

（三）地區指揮部及守備旅砲兵營：對守備地區內來犯之敵，行計畫與臨機性之三軍聯合泊地（反舟波）攻擊及防禦戰鬥支援射擊任務。²

二、火砲效能檢討

國軍野戰砲兵部隊除近期部署之雷霆 2000 多管火箭外，其餘各型火砲均已老舊，目前陸軍使用現役火砲約為六百餘門，³其中各軍團、聯兵旅及地區指揮部等砲兵部隊所使用之主戰火砲以 M114 式 155 公厘牽引砲及 M109A2、A5 式 155 公厘自走砲等為主（如表一），惟上述各火砲服役迄今均已近 20 年以上，主戰裝備逐漸老舊，未來將影響整體作戰支援效能，分述如后。

（一）M114 式 155 公厘牽引榴彈砲：服役迄今已近 65 年，射程 14600 公尺，最大射速每分鐘 4 發，射程尚可滿足作戰之需求，惟其射擊準備耗時，火砲鈍重性大，牽引機動能力差，致戰場存活率低。

（二）M109A2 式 155 公厘自走砲：服役迄今已近 36 年，射程 18100 公尺，增程彈 23700 公尺，最大射速每分鐘 4 發，為國軍野戰砲兵主力之一。

（三）M109A5 式 155 公厘自走砲：服役迄今已近 20 年，射程 22500 公尺，增程彈 30000 公尺，最大射速每分鐘 4 發，可射擊北約標準各式 155 公厘彈藥，惟國軍並未購置相關特種彈藥，致無法發揮應有之效能，現為國軍最新型之火砲。

三、彈藥效能檢討

（一）彈藥射程不足，支援能力受限：共軍最新型 PLZ-05 式 155 公厘自走砲配合增程或導引砲彈，最大射程可達 50 公里，火力可輕易涵蓋我第一、二線作戰部隊；反觀我現役各型火砲受限於砲管型式及射擊彈藥等因素，射程不足，最遠僅能射擊舟波目標，且共軍登陸上岸後，為有效支援打擊部隊作戰，砲兵部隊須向前推移佔領陣地，增加遭敵射擊風險。

（二）彈藥種類有限，缺乏運用彈性：M109A5 自走砲雖可射擊北約之制式精準砲彈，惟國軍並未購置，其餘 155 公厘口徑火砲，僅可射擊高爆榴彈、

²王世璋，〈從世界各國火砲發展探討陸軍砲兵部隊未來建軍發展〉《砲兵季刊》（臺南），第 175 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 4 季，頁 15。

³同註 2，頁 10。

煙幕彈及照明彈等傳統彈藥，⁴惟這些彈藥已老舊，品質均有一定程度的衰退，且現有數量不足以達成反舟波射擊「灘岸決勝」及「坐灘線火殲」之要求；⁵以現代的戰爭型態而言，砲兵部隊所要面對或射擊的目標種類繁多，未來的砲兵彈藥種類及特性應更加多元化，以維持戰鬥支援效能。

（三）未具導引功能，影響射擊精度：共軍砲兵彈藥現已發展成雷射導引技術的智慧型彈頭，可一次摧毀一個或數個目標，使火炮除了增加射程外，也能提升命中率及殺傷力；相對國軍砲兵部隊所使用之導引砲彈現僅有「銅斑蛇」砲彈，該砲彈屬「半自動導引」，須由人工輔助或自空中以雷射指示器實施導引，且現役火炮僅 M109 系列自走砲可實施射擊，在面對機動性越來越強之移動目標時，以未具導引功能之彈藥射擊時，將影響射擊效果。

四、小結

國軍砲兵部隊主要負責反舟波射擊及反擊作戰支援等任務，因應未來戰場環境變化，應具備長程火力制壓、戰場阻絕及火力密切支援等特性；另目前所使用之各式砲彈及信管，除因老舊翻修影響相關性能外，在導引功能、射程、精準度、殺傷力、破壞力及震撼力等仍精進空間，以提升整體火力支援效能。

表一 國軍 155 公厘火炮性能比較表

區 分	M114 式牽引砲	M109A2 式自走砲	M109A5 式自走砲
操 作 人 員	9 員	7 員	7 員
砲 管 倍 徑	25	39	39
射 程	14600 公尺	普通：18000 公尺 增程：23500 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺
射 速	最大：2 發/分 持續：1 發/分	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：4 發/分 持續：1 發/分
自動射控系統	無	無	無
彈 道 計 算 機	無	無	無
定位定向系統	無	無	無
射擊精準彈藥	無	僅銅斑蛇導引砲彈	特種及精準彈藥
備 考			

資料來源：作者自行整理

⁴ 《陸軍彈藥鑑整手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 104 年 10 月 21 日），頁 4-5。

⁵ 侯效儀，〈對先進國家火炮與彈藥技術發展之體認〉《陸軍砲兵學術雙月刊》（臺南），第 106 期，陸軍砲兵飛彈學校，民國 89 年 2 月，頁 56。

各國砲兵彈藥及信管之發展概況

自 1990 年代以來，世界各國陸軍及兵工研發體系普遍認為，在火砲平臺的發展已達到基本極限的狀況下，提高火砲系統作戰能力最省錢、最省時及最有效的途徑就是加快彈藥的發展，彈藥已成為決定野戰砲兵作戰效能的重要因素之一；另各國針對引信之發展亦不遺餘力，從傳統機械構造之瞬發、空炸及時間信管，逐漸演進到電子信管、多功能信管，至現代乃有感測型信管之產生。⁶ 現針對世界各主要國家砲兵彈藥發展現況說明如次。

一、美國

美國陸軍砲兵部隊除逐次換裝新式自走砲及牽引砲外，並同步研擬先進火砲彈藥計畫，將研製射程更遠、質量更輕及高效能的砲彈。該系列的砲彈透過彈道模擬的製造過程，使同系列但不同種類的砲彈，可以使用單一射擊平台來達到彈道相同的效果，⁷各式導引砲彈及信管分述如下。

（一）銅斑蛇砲彈：美國「銅斑蛇」砲彈（圖一）是世界第一種雷射導引砲彈，精準度高，主要用於攻擊戰車或裝甲目標，射程達 16 公里，銅斑蛇砲彈為「半自動精確導引砲彈」，需要人工輔助或空中（OH—58D 戰搜機）實施導引，地面導引時，目標前方必須由前進觀測官使用 AN/PAQ-1 雷射指示器標定目標，⁸而作戰地區環境常受限於地形及天候等因素而無法對目標實施雷射照明，影響射擊能力，且彈體碩大，不利運載，一般 M109 系列自走砲隨砲僅配賦兩發，⁹該型砲彈在波灣戰爭中曾少量使用，目前美軍已停止生產。

圖一 M712 銅斑蛇（Copperhead155 公厘導引砲彈



資料來源：美國中文在線論壇，〈www.tycool.com/bbs/thread204501.html〉

（二）薩達姆砲彈（終端導引）：1998 年美軍正式使用的全自動導引砲彈 M898 薩達姆（SADARM）砲彈（圖二），不需要人工的標定程序，而是利用次子彈上之探測裝置實施目標識別，射程達 22.5 公里。薩達姆砲彈內含兩個次子彈，彈體發射至目標上空約 1000 公尺處，由彈底拋出這兩個次子彈，該裝置

⁶ 林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 151 期，陸軍砲訓部，民國 99 年第 4 季，頁 61。

⁷ 同註 6，頁 62。

⁸ 同註 6，頁 68。

⁹ 郭慶輝，〈精確導引砲彈應用於城鎮戰之研討〉《砲兵季刊》（臺南），第 155 期，陸軍砲訓部，民國 100 年第 4 季，頁 9。

具有傘投功能及偵搜功能，偵搜技術運用主動、被動厘米波感應器（雷達）及紅外線感測器這三種探測裝置，偵搜範圍可達 150 公尺，並於目標確定後於上空引爆，以火焰噴流貫穿目標。¹⁰美軍曾於 2003 年的伊拉克戰爭中先後射擊了 121 枚 M898 式 SADARM 砲彈，雖為此型彈藥第一次被用於戰爭中，但其優異作戰性能卻迅速獲得各軍事大國的廣泛關注。

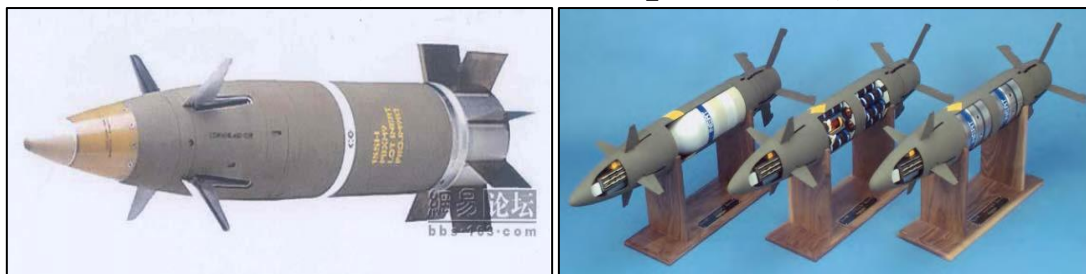
圖二 M898 薩達姆（Sadarm155 公厘導引砲彈）



資料來源：詹氏年鑑武器系統，〈http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01680413〉

（三）神劍導引砲彈：為目前美軍現役的最新型精準砲彈，M982 神劍（Excalibur）¹¹導引砲彈（圖三），已由最初導引砲彈廣泛應用的半主動雷射導引方式改為採用較先進的全球定位系統與慣性導航系統複合方式導引（GPS / INS），除抗干擾性更佳之外，圓週誤差（Circle Error Probability, CEP）極小，¹²可發射「神劍」砲彈之 39 倍徑 155 公厘火炮包括非線性火炮（NLOS-C）、M777A2 牽引砲、M109A6 自走砲以及與 M109A6 自走砲配備同樣砲管（M284）之 M109A5 自走砲，最大射程可達 50 公里，最小射程可達 6 公里。「神劍」砲彈信管為內建之電子信管，不需人工設定，其功能包括近發、瞬發及延期三種功能。在美軍未來的規劃中，信管將更新為感測型信管，該型信管將可賦予神劍砲彈更高的命中精度。¹³

圖三 M982「神劍（Excalibur）」155 公厘導引砲彈



資料來源：詹氏年鑑電子資料庫

¹⁰ 同註 9，頁 9。

¹¹ Danny Sprengle·Donald Durant 著，胡元傑譯，〈陸軍增程精準砲彈：石中劍〉《砲兵季刊》（臺南），第 130 期，陸軍飛彈砲兵學校，民國 97 年 8 月，頁 5。

¹² 余忠勇譯，〈城鎮戰在轉型時面臨的挑戰〉《陸軍譯粹》，第 15 輯，民國 95 年，頁 7。

¹³ 同註 9，頁 10。

（四）彈道修正引信

1.美國是最早進行彈道修正引信研製的國家，早期的運用構想是以配有全球定位系統的砲彈實施試射，藉以迅速且精確地計算出後續效力射的修正量。這樣的作法後來逐漸演化成使用衛星定位等技術直接為飛行中的砲彈實施彈道修正，以提升傳統砲彈的射擊精度。秉持此一研發構想，由美國海軍水面作戰中心主導的一項「導引一體化引信（GIF）」研發計畫，企圖研製出近似「神劍」導引砲彈射擊精度的彈道修正引信。¹⁴雖然在歷經數年的努力後仍無法有效達成此一目標，但其研發過程中所獲得的若干研究成果仍為後來「精確導引組件（PGK）」彈道修正引信研發計畫所採用。

2.PGK（Precision Guidance Kit）全名為「M1156 精準制導套件」的系統（如圖四），係美國陸軍於 2006 年 6 月向雷神、BAE Systems 與 Orbital ATK 等三家防務商展開招標，研發一種能直接應用在現行 155 公厘榴彈上、相對廉價，且要求能將榴彈終端精準度提升 5 倍（267 公尺降為 50 公尺 CEP）的導引套件，並於 2013 年開始小批量服役。傳統 155 公厘榴彈在發射前皆須拆除提塞環，在裝入內含雷管的引信才能使用，而 PGK 的尺寸、裝設方法、重量與傳統引信大同小異，且能應用在目前所有現役的 155 公厘榴彈上（如圖五），差別僅在 PGK 套件有 GPS 導引功能、四面安定翼面以及能自由旋轉的引信頭。¹⁵「PGK」彈道修正引信是一種採用全球定位系統導引的二維彈道修正引信，可降低砲彈射擊之圓週誤差（如圖六），並具備彈著圓週誤差 30 公尺之精準射擊能力。¹⁶

3.使用「PGK」之目的並非要徹底取代 M982 155 公厘「神劍」砲彈或 120 公厘精準導引增程彈等這類專門的精準彈藥，而是讓砲兵擁有互補方案，例如在反恐戰爭時若需要非常精準地命中公寓群中的某一棟，則需要精準度可達到 5 公尺 CEP 的「神劍」砲彈，但若只是要消滅公寓群而不誤傷其他範圍，則選擇便宜至少 7 倍，但精準度仍有 30 公尺 CEP 的「PGK」即可。¹⁷不過，於此同時，以 M782 多功能砲兵引信為基礎，由美國貝怡（BAE）系統公司所主導的另一組二維彈道修正引信（如圖 7），研發也在積極進行中，並已完成初步試射。貝怡公司所研發的彈道修正引信與其他二維彈道修正引信的最大不同處，在於彈體外部共使用三組彈道修正減速片，且在全球定位系統的控制下，捨棄

¹⁴ 李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向-彈道修正引信〉《砲兵季刊》（臺南），第 143 期，陸軍砲訓部，民國 97 年 11 月 20 日，頁 75。

¹⁵ 尖端科技軍事資料庫，「讓 155 榴彈變聰明的廉價法寶：PGK 精準導引套件」，〈[http：//www.dtmtdatabase.com](http://www.dtmtdatabase.com)〉（2017 年 6 月 9 日）。

¹⁶ 我的天空，「人小鬼大一彈道修正引信讓笨蛋變聰明」，2008 年 2 月 24 日，〈[http：//hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html](http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html)〉（2017 年 2 月 23 日）。

¹⁷ 同註 15。

全時修正彈道的作法，只分別在彈道的三個特定時間點啟動減速片，執行飛行彈道修正，這樣的設計除仍可維持一定程度的彈著精度外，更較其他型式的二維修正引信具有更佳的成本優勢。

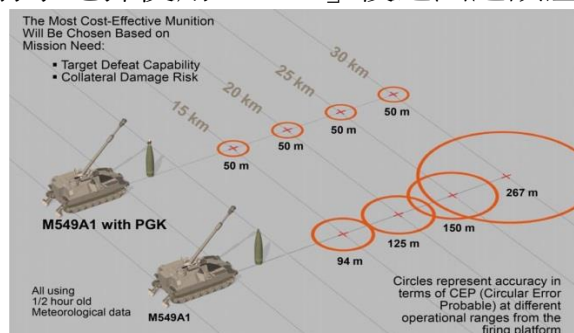
圖四 「PGK」精準導引套件結構圖



圖五 精準導引套件與 155 榴彈結合圖



圖六 射擊砲彈使用「PGK」後之圓週誤差比較圖



資料來源：圖四、五、六參考來源為《尖端科技軍事資料庫》〈讓155榴彈變聰明的廉價法寶：PGK精準導引套件〉

圖七 美製精確導引組件（PGK）二維彈道修正引信砲彈及美國貝宜（BAE）系統公司彈道修正引信



資料來源：李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向-彈道修正引信〉《砲兵季刊》

二、中共

（一）WS-35 式 155 公厘導引砲彈：中共配合新型自走砲（PLZ-05 式）發展，同步研發新型 155 公厘導引砲彈，其中以中國長征貿易進出口公司（ALMT）在東南亞武器展上所推出 WS-35 式 155 公厘導引砲彈（圖八）最受矚目，據報導該型砲彈射程可達 100 公里，長 1.6 公尺，重 18 公斤，理論射速為每分鐘 5 發，圓週誤差約 40 公尺，與美軍新型導引砲彈（神劍）相似，顯見中共對新式砲彈的發展亦不遺餘力。¹⁸

（二）155 公厘 ERFB—BB 增程砲彈¹⁹（圖九）：標準的彈重 45.5 公斤，最大射程達 30 公里；底排型式彈重 48 公斤，最大射程達 39 公里，結合 M739 式 PD 引信，除了可由 WA-021 式 155 公厘牽引榴彈砲射擊外，並適用於其他的 155 公厘火炮系統。中共近年來大幅針對 155 公厘口徑火炮進行研製，中共若以全新打造的 PLZ-05 型榴彈砲發射最新研製的火箭底排複合增程彈，其射程將可達到 70 公里。²⁰

（三）「紅土地」導引砲彈（Krasnopol）：由俄羅斯研製的「紅土地」半自動雷射導引砲彈（圖十），彈長 1.3 公尺，彈重 50 公斤，最大射程 20 公里，彈徑 152 公厘，使用 1D15、1D20 及 1D22 型雷射指示器，適用俄制 2S19 榴彈砲，由於蘇聯的 152 公厘火炮射程普遍小於北約 155 公厘火炮，因此，蘇聯在設計「紅土地」時，砲彈採用火箭增程以超越北約砲兵射程。其作用原理與銅斑蛇砲彈皆為半自動導引砲彈，在發現目標位置後，將目標方位報告砲陣地，接續發射砲彈，再由前方觀測單位（如觀測站、車輛、直升機等）使用「雷射定位指示器」以雷射光束瞄準目標進行終端導向，「紅土地」砲彈會依循雷射訊號反射點所在位置修正飛行彈道，直至命中目標。²¹

圖八 WS-35 式 155 公厘導引砲彈



資料來源：詹氏年鑑武器系統，〈<http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#>〉

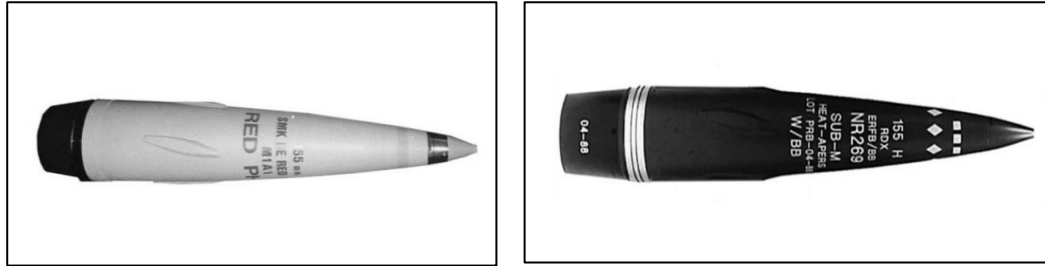
¹⁸ 世界軍火庫，〈<http://www.was110.com/web/infosmains/shows/3102.html>〉（2017 年 3 月 1 日）

¹⁹ 詹氏年鑑(軍網)，〈http://10.22.155.7/jdsasp/FullImg/jah2008/jah_0470.htm〉（2017 年 3 月 1 日）

²⁰ 呂致中，〈砲彈增程技術發展之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 144 期，陸軍砲訓部，民國 98 年第 1 季，頁 86。

²¹ 同註 9，頁 11。

圖九 ERFB—BB 式 155 公厘增程砲彈



資料來源：詹氏年鑑武器系統，〈http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01333137〉

圖十 紅土地（Krasnopol）導引砲彈



資料來源：李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向-彈道修正引信〉《砲兵季刊》（臺南），第143期，陸軍砲訓部，民國97年11月20日。

三、德國

（一）SMART 155 公厘集束彈：SMART 155 公厘集束彈（感測式信管）係德國研發之新型 155 公厘砲彈（如圖十一），可針對各式載具之頂部實施打擊，SMART 集束彈內部含有一個重達 47 公斤的母彈，裡面有兩個採用感測引爆的子彈藥，每個子彈藥中有具備高穿甲力的爆炸形成穿透彈頭，可對重型裝甲載具造成破壞，當砲彈飛抵目標上方時會自動釋出，當子彈藥被釋出後，會打開降落傘，當它在空中緩緩降落時，子彈藥會同時旋轉，並使用紅外線感測器及毫米波雷達掃描下方區域，落至目標頂部後，再以爆炸形成穿透彈頭對目標進行破壞。SMART 集束彈的子彈藥有額外的自毀機制，以迴避歸類於 2008 年集束彈藥公約中規範的彈藥種類。²² SMART155 公厘集束彈為符合北約標準之 155 公厘砲彈，可使用德國 PzH2000 自走砲及 M109 系列自走砲實施射擊。

（二）「DM84」多功能引信：德製「DM84」多功能引信（如圖十二）採用全球定位系統信號作為彈道修正的依據，預計發展目標是能將彈著圓週誤差控制在 50 公尺內，而其彈道修正功能則是藉由以彈體旋轉的離心力伸展一組可摺疊的阻力片來完成，此外，此系統除引信內的全球定位系統外，並配有一組電子定時器作為全球定位系統失靈時的保險裝置，可即時在預設的彈道飛行時間之內啟動阻力片，以免砲彈越過目標錯失攻擊機會。²³在研製一維彈道修正引信頗有進展的同時，德國也與美國合作進行二維彈道修正引信的研發工

²² 維基百科，〈<https://zh.m.wikipedia.org>〉(2017 年 3 月 1 日)

²³ 同註 14，頁 77。

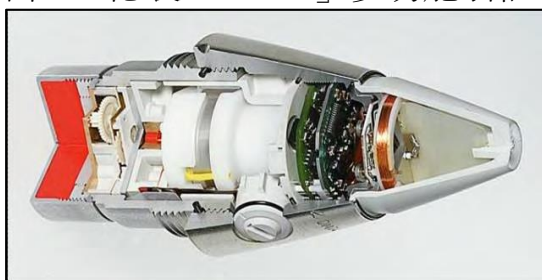
作，以期在彈道修正引信的研發舞台上能進一步佔有一席之地。

圖十一 SMarT 155 公厘集束彈



資料來源：詹氏年鑑武器系統，〈http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01101198〉

圖十二 德製「DM84」多功能引信



資料來源：林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第151期，陸軍砲訓部，民國99年11月20日。

四、法國

（一）「BONUS」155 公厘末敏彈：末敏彈是「末端敏感彈藥」或「敏感器引爆彈藥」的簡稱，是一種智能型的砲彈，配備有一種智能敏感器，可在到達目標上方時，實施第二次定位，進而使打擊更為精準。²⁴法國與瑞典於 1993 年起聯手研發「BOUNS」155 公厘末敏彈（如圖十三），1999 年開始小批量生產；「BONUS」155 公厘末敏彈是一種高性能低成本的智能型砲彈，主要用於攻擊敵坦克及現代化裝甲目標，為能有效對付集群裝甲目標之利器。

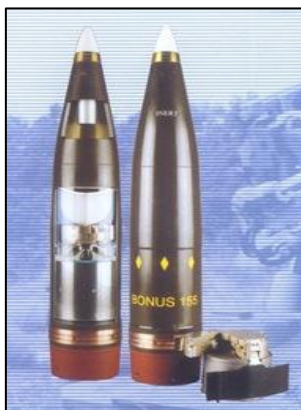
「BONUS」155 公厘末敏彈設計上，穩定裝置將阻力傘改為薄鋼片的減速翼，下降速度相對較快，從而有效降低了被敵方和風力干擾的機率，同時風力對子彈的影響也減小了；另其只採用了一個多波段的被動式紅外線探測器，而沒有使用較複雜的複合式敏感裝置，因此，它的目標識別率相對也比較低。由於末敏彈是採「從天而降」的方式，擊中的部位剛好是裝甲車輛的頂蓋，而這個部位相對比較薄，很容易被擊穿，所以末敏彈又被稱為「坦克殺手」。

（二）「SPACI DO」彈道修正引信：法國最初對於獲得彈道修正信號的研發方向分別有運用全球定位系統及都卜勒式追蹤雷達等兩種方式，而這兩種方式的

²⁴ 每日頭條，「末敏彈：可以二次瞄準的彈藥，被稱作是『坦克殺手』」，〈<https://kknews.cc>〉（2017 年 3 月 25 日）

彈道修正引信發展均採用一維彈道修正方式，對砲彈的飛行距離進行修正。之後法國基於成本考量，確定採用精度稍差但成本較低廉，代號「SPACI DO」的彈道修正引信（圖十四）系統研發計畫。此一系統係利用地面都卜勒雷達量測砲彈射出砲口後最初約五千公尺左右的實際飛行彈道，並藉以解算出與預期彈著點的距離誤差量及啟動阻力板的最佳時點後，由地面雷達向此一飛行中的砲彈發射阻力板啟動信號，啟動阻力板執行距離誤差修正。²⁵法國對於此計畫的最終目標是希望能將此一彈道修正引信運用於所屬砲兵的所有口徑火炮，以提升其砲兵精準射擊能力。

圖十三 法國與瑞典聯手研製「BOUNS」155 公厘末敏彈



資料來源：新浪博客，〈<http://blog.sina.com.cn/s/blog48fc29af0100neai.html>〉

圖十四 法製「SPACI DO」彈道修正引信



資料來源：李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向-彈道修正引信〉《砲兵季刊》（臺南），第143期，陸軍砲訓部，民國97年11月20日。

五、南非

南非成功研製符合北約標準的「Assegai」²⁶系列 155 公厘全膛增程彈及雙模組裝藥系統，為了提高精度，並將砲彈配備彈道修正引信。該彈藥系列可供各種 155 公厘牽引和自走榴砲使用，並適合 52 倍徑火炮，已於德國「PzH2000 式」等 155 公厘自行榴砲上進行試射；²⁷也可由 39 倍、45 倍和 47 倍徑火炮發射，「Assegai」系列砲彈主要有「M2000 式全膛增程榴彈」（圖十五）、「M2001 式全膛增程雙效子母彈」（圖十六）、「M2002 式全膛增程遮蔽發煙彈」（圖十七）、「M2003 式全膛增程照明彈」（圖十八）、「M2004 式全膛

²⁵ 同註 14，頁 77。

²⁶ 詹氏年鑑(軍網)，〈http://10.22.155.7/jdsasp/FullImg/jah2008/jah_5165.htm〉(2017 年 3 月 1 日)

²⁷ 同註 20，頁 78。

增程黃磷發煙彈」(圖十九)及「M2005 式全膛增速遠程砲彈」(圖二十)等彈種，「M2000-2004 式」增程全膛彈的射程相同，用 52 倍口徑身管 155 公厘榴砲發射時，無助推的船尾型彈的射程大於 30 公里，彈底排氣彈的射程大於 40 公里；「M2005 式」砲彈結合彈底排氣減阻與火箭增程兩種機制，以 52 倍倍徑 155 公厘榴砲發射時，射程可達到 53 公里以上。南非 G6-52L 式 155 公厘自走砲在最新的一次的試驗中，發射增速遠程彈時，射程達到了 75 公里，概率誤差為 0.38%。²⁸

圖十五 M2000 式全膛增程榴彈



圖十六 M2001 式全膛增程雙效子母彈

圖十七 M2002 式全膛增程遮蔽發煙彈



圖十八 M2003 式全膛增程照明彈

圖十九 M2004 式全膛增程黃磷發煙彈



²⁸ 同註 20，頁 79。

圖二十 M2005 式全膛增速遠程砲彈



資料來源：圖十五至圖二十來源為呂致中，〈砲彈增程技術發展之研析〉

六、塞爾維亞

塞爾維亞在 2007 年於防務展上展出了一型名為「核心」（Nub）的新型 155 公厘火箭助推/底排砲彈。²⁹（圖廿一）該砲彈可使 39、45 及 52 倍徑 155 公厘火炮系統增程 10 公里。39 倍徑火炮發射該增程全膛-底排砲彈時，其射程可達 52 倍徑火炮之射程（約 40.8 公里），比該火炮發射底排砲彈所達到的 30.3 公里射程提高了 33%，³⁰大幅提升了火炮射擊距離。

圖廿一 核心（Nub）155 公厘火箭助推/底排砲彈



資料來源：呂致中，〈砲彈增程技術發展之研析〉

七、小結

各國新一代砲彈及信管的發展，均運用導引技術提升精度及射程，使砲兵消耗少量彈藥，即可摧毀目標，因此，各國均非常重視彈藥的研究與發展，都把它看做是提高部隊戰鬥能力和適應現代作戰環境的重要途徑。隨著高技術在軍事領域的廣泛運用，未來戰爭發生了許多明顯的變化，對砲兵彈藥也提出了更高的要求，且現代戰場的目標種類繁多，數量龐大，目標質量發生了明顯變化，要求必須重視多種類、多用途彈藥的研發及提升砲彈命中率；從美軍最初所研發雷射導引之「銅斑蛇」砲彈，發展至以厘米波（雷達）及紅外線感測之

²⁹ 詹氏年鑑(軍網)，<<http://10.22.155.7/jdsasp/FullImg/jmr2007/jmr70642.htm>> (2017 年 3 月 1 日)

³⁰ 同註 20，頁 83。

「薩達姆」砲彈，到使用衛星定位系統導引之「神劍」砲彈，可見未來的精確導引砲彈，將會朝著射程更遠，破壞力愈強，精準度至上，導引方式更簡單，甚至成本更為低廉的方向演進。³¹

綜合分析

砲彈是火砲武器系統的一個重要組成部分，是直接摧毀目標並能展現火砲威力的重要因素。綜觀世界戰爭史，在大大小小的戰爭中，消耗最多的是彈藥，發揮作用最大的也是彈藥。因此，彈藥的特性將是決定武器效能關鍵因素，分析說明如后。

一、就射程言

火砲的射程越遠，對敵方的威懾力量就越大，是放諸四海皆準的概念，火砲具有較遠大的射程，方能對敵縱深重要目標進行射擊。綜觀各國現役及正在研製的榴砲，155 公厘 52 倍徑榴砲已成為各國火砲發展的主流，但火砲砲管長度的增加也將帶來重量大、機動性差、砲管燒蝕嚴重、砲管撓曲和抖動而降低射擊精度、最小射程不穩定及小號裝藥初速偏差過大等缺點，而砲管的發展，52 倍徑可能是極限長度，故射程的提升將取決於砲彈、拋射藥的綜合表現，³²相較兩者之中，砲彈彈體的改進空間最大，變化也更多，在提高射程方面之效果也最為顯著。

二、就導引技術言

雖然現代砲兵的觀測、計算能力精進，然而砲兵實施傳統火砲射擊時，仍難免受到來自外在環境及武器裝備本身各種隨機誤差因素的影響，因而每門火砲或每批彈藥的實際射擊狀態都各不相同。此外，為求火砲射程的延伸，有時還得犧牲一些彈頭酬載以換取容納額外的火箭助推或彈底噴氣裝置空間，以致影響彈頭威力，因此，為提升砲兵射擊精準度及射擊威力，使砲兵能在現代甚至未來戰爭環境下繼續扮演重要且多元的角色，除了精進砲兵的觀測及定位能力之外，加強具備彈道導引功能的砲彈研製工作，大幅提高的火砲射擊精度，已成為主宰作戰勝利所不可輕忽的重要因素，³³未來精確導引砲彈發展仍是砲兵彈藥發展的主軸之一。

三、就引信功能言

傳統機械引信包括瞬發、近發、時間及延期等功能，近代引信之發展除了將信管改良成電子信管之外，還有發展多功能信管³⁴（除瞬發與時間功能外，同時具備近發、延期及簡易導引等功能），以增加火力運用彈性，至於引信的

³¹ 同註 6，頁 70。

³² 同註 20，頁 64。

³³ 同註 14，頁 69。

³⁴ 同註 6，頁 66。

最新發展則是已經到了可以修正彈著的感測型信管。由於科技不斷的發展與應用，砲兵在具備精準射擊能力之後，成本控制便成為下一個努力的目標，在新型導引砲彈以全備彈的型式始終無法有效降低製造成本的狀況之下，另一個發展方向則是利用現有的傳統砲彈，將具有彈道修正功能的引信裝入砲彈原本容納引信的空間內，使其具有彈道修正的能力，在提升傳統砲彈射擊精度之餘又可降低成本，具有重要的軍事及經濟價值，³⁵而這種改良傳統引信成為具有彈道修正功能引信就是所謂的「彈道修正引信」。

四、小結

美國核子專家瓦爾斯特得（Wohlstetter）曾言道：「大體上，改良十倍的準確度，與增加千倍的核子爆炸威力具相同的效果。」³⁶，各國砲兵部隊在有限的軍事預算下，為提升整體作戰支援效能，除持續精進火砲射控系統及相關性能外，對於射擊彈藥仍朝遠射程、具導引、多功能及高破壞等方向發展。

未來發展願景

為了適應現代化戰爭的需要，彈藥正在朝著遠程化、精準化、殺傷破壞效能高及多用途等方向快速發展。除了火砲本身的發展以外，彈藥系統亦是砲兵技術的重要構成因素之一，這項技術的優劣直接影響火砲在戰場上的表現，砲兵火力是支援地面作戰不可或缺的一環，隨著科技的進步，戰爭型態的改變，砲兵火力勢將隨科技之進步不斷提升，以更有效地支援地面作戰，基此，下面就本軍砲彈未來發展願景區分增加火力射程等面向，分述如次：

一、增加火力射程

射程是論斷砲兵武器優劣之要素，也是比較各型火砲性能的指標，³⁷由於增加火砲射程，可增加擊敵縱深，擴大火力涵蓋打擊面，可提前對敵開火，並置身於大多數之敵火力威脅之外，加大了砲兵部隊支援地面部隊作戰之空間調整及反應時間裕度。砲彈射程的提升，可從彈體外形的改變來降低空氣阻力，或發展具有彈底噴氣能力與火箭輔助推進技術的砲彈，以增加砲彈飛行速度。

二、具備導引功能

精準打擊是作戰的首要要求，今日由於電子科技的進步，各種配賦導控裝置之彈藥相繼問世，攻擊火力強大及防禦性能佳之戰（甲）車，尤其需要具備先進導引裝置的彈藥。綜觀先進國家所發展之砲彈尋標器，大抵有雷射、紅外線及毫米波等 3 種，從美軍「銅斑蛇」的半自動導引到「神劍」砲彈的全自動

³⁵ 李杰・馬寶華，「迫擊砲彈一維射程修正引信技術研究」，兵工學報（北京），第 22 卷第 4 期，2001 年 11 月，頁 553。

³⁶ 同註 9，頁 12。

³⁷ 袁緯，〈淺談新世代野戰砲兵砲彈發展趨勢〉《砲兵季刊》（臺南），第 153 期，陸軍砲訓部，民國 100 年第 2 季，頁 55。

導引均可看出導控方式的精進，因此，未來砲兵部隊提升火砲性能後，再配賦精準導引砲彈，將可大幅增進火力攻擊效益，並降低彈藥消耗成本。

三、擴大擊敵效果

對目標射擊效果為評估砲兵火力支援能力要項之一。在執行特定軍事行動時，需要搭配適宜之火力及強大的破壞力，而要達到所望效果又需消耗大量彈藥；面對未來更複雜的作戰環境，砲兵所要射擊之目標種類繁多，諸如仍有住民滯留的城鎮戰，更須特別注意作戰手段的運用，而想獲得更符合作戰需求的效果，端賴更多元化的彈藥，可依戰場目標的種類及特性，選擇最具擊敵效果之彈藥實施射擊，³⁸如此一來，指揮官手中可運用之砲兵火力及射擊方式將更具運用彈性，並能提升戰場獲勝機率。

四、研發多功能引信

多功能引信具有近發、時間、瞬發、簡易導引及彈道修正等多重功能，其技術發展的成熟性將可減少現有引信的種類，並大幅提高命中精度及毀傷效能。以美國為首的北約軍事集團，為減少三軍引信的種類，從 80 年代起開始研究多功能引信，目前榴彈配有 M782 多功能引信，結合紅外線、雷射、毫米波技術與末端導引的整合，僅更換一個引信，就能使普通無控榴彈變成終端導引榴彈，³⁹且隨著 GPS 及 MEMS 技術的精進，高精度的彈道修正引信將可滿足未來作戰需求。

彈藥性能提升之作戰效益

就防衛作戰而言，現階段砲兵部隊之任務係對第一線守備部隊或執行反擊作戰的打擊部隊行密接火力支援，未來若能建置導引砲彈，可追求在更少彈藥用量下，獲得更有效的打擊效果及減少所設定目標之外非預期的意外損害，並能以適量、遠程、具導引功能之砲彈對敵高價值目標行遠距、精準射擊，有效提升砲兵部隊作戰支援效能及彈藥使用效率；現就幾個可能之作戰景況下使用導引砲彈，所能獲致之作戰效益，分述如次：

一、避免作戰行動傷及無辜

例如進行城鎮戰，必須運用砲兵火力對靠近醫院、學校等民間設施周邊敵軍目標射擊時，為避免造成不必要的百姓傷亡或民生設施破壞，就可選用較一般砲彈射擊精度更高的導引砲彈實施射擊，於可接受之最高精度及最小破壞程度下，消滅目標。

二、增進對複雜地形周邊目標射擊成效

敵軍若利用高地、丘陵等地形掩護時，可運用導引砲彈的彈道修正能力改

³⁸ 同註 5，頁 50。

³⁹ 同註 20，頁 89。

變砲彈飛行彈道，並結合原有引信各種起炸功能，對敵軍目標實施精準打擊。

三、提升砲兵部隊密接支援能力

砲兵以原有之傳統彈藥行密接火力支援時，可能因過大的散佈誤差，使得砲火誤擊的機率大增，易造成指揮官運用砲兵火力的困難與疑慮。⁴⁰使用導引砲彈後，可有效增加砲兵支援效能及範圍，提升砲兵在戰場密接支援方面的適應性。

結語與建議

一、結語

因應科技進步，各國新式彈藥多朝精準導引、小口徑（輕巧）、全縱深（增程）及低成本等趨勢發展，砲兵部隊射擊時，彈藥選用是否適當亦是決定效果好壞之關鍵因素，所以在未來砲兵武器之研發及採購，亦應包含彈藥，因彈藥決定了武器性能與用途。⁴¹其中精確導引彈藥若可與作戰平台相鏈結，將可充份提供戰場指揮官更多火力運用手段，而精準打擊是陸軍在未來資訊化戰爭中立足的基礎，精準導引砲彈的發展亦已受到各主要國家高度重視，隨著這些精準導引砲彈與增程砲彈的研製成功與陸續服役，未來陸軍不僅對縱深目標具備了精準打擊能力，傳統火砲也將具備遠程及精準火力支援效能。因此，從各國彈藥發展現況及方向中汲取有利經驗，並結合我國防衛作戰型態與國防預算負荷，未來配合新式火砲籌購及提升現役火砲性能等手段，同步檢討採購各國新式彈藥或依國防自主理念研發、提升彈藥性能，以發展出最符我戰場實需之砲兵支援火力。

二、建議

盱衡國家財政負荷及有限之國防資源，有效提升砲兵部隊戰力，達成防衛作戰任務，是砲兵部隊在軍事投資上思考重點，砲彈是火砲武器系統的一個重要組成部分，是直接摧毀目標，展現火砲性能的重要關鍵，而彈藥的發展的良窳，對武器性能的提升，亦有著密不可分的關係。因此，世界各國對砲兵彈藥的研究與發展，都有著高度的重視，將它視為提高部隊戰鬥能力和適應現代作戰環境的重要途徑，以下提出幾點建議，說明如后。

（一）建案採購國外新式砲兵彈藥：現行傳統彈藥未具備導引功能，僅能對敵船團實施面積射擊，命中率低，攻擊效果有限，建議應積極建案或配合新式火砲籌購，向國外採購新型精準導引砲彈，具備增程、定位定向、慣性導航及熱源尋標等功能，且射程達 30 公里以上，主要用以攻擊敵泊地換乘區之海

⁴⁰ 同註 14，頁 79。

⁴¹ 孫偉先，〈野戰砲兵間接射擊武器-彈藥〉《砲兵學術雙月刊》（臺南），第 87 期，陸軍砲兵飛彈學校，民國 85 年 12 月，頁 63。

上移動目標，未來配合新型火砲換裝及自走砲性能提升後，將可有效執行聯合泊地（反舟波）攻擊、坐灘線火殲及反擊火力支援等作戰支援任務。

（二）自行研發多功能彈藥及信管：砲兵現有砲彈及信管種類有限，且大多因老舊導致性能衰減；建議可在國防自主之理念上，由中科院自行研究提升現有砲彈性能，並研發新多功能等新型信管。在有限的預算之下，要達到獲取智慧型彈藥，使砲兵具備精準打擊能力的目標，將傳統砲彈換裝彈道修正引信，可說是除導引砲彈外，亦能提升砲兵作戰能力及投資效益之最佳選項，值得我採購決策及研發單位重視，並審慎考慮。

（三）新式彈藥須能結合現有射表：我軍砲兵彈藥自「銅斑蛇」精確導引砲彈後即無重大之改進，主因係精確導引砲彈之研發需要大量成本及科技，建議可以評估成本後思考外購精確導引砲彈，或由聯勤 202 廠仿效美軍之新式砲兵彈藥項目著手進行研發，並達到在不同彈種之選擇下，仍可使用同一本射表計算射擊諸元及獲致同樣射擊效果，以簡化我射擊指揮複雜性及後勤需求。

（四）強化戰力保存作為：因應各國及中共砲彈射程及精準導引技術不斷提升，我砲兵部隊如何在敵第一擊之海、空攻擊中保存完整戰力，亦為防衛作戰成功關鍵因素之一。現我軍砲兵除雷霆 2000 多管火箭外，餘各型火砲均尚未具備遠射程及精準射擊能力，無法於敵以砲兵火力向我射擊時或之前，即向敵予以反擊；因此，在遭敵猝然襲擊及對我實施三棲進犯時，須憑藉掩體、工事、堅固建築物及併用疏散、偽裝、欺敵等輔助措施，確保人員、武器裝備及物資安全，以減少戰損，並能適時以完整戰力與火力支援打擊部隊作戰，對防衛作戰影響甚鉅。

參考文獻

軍事準則

- 一、《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國98年4月8日）。
- 二、《陸軍彈藥鑑整手冊》（桃園：陸軍司令部，民國104年10月21日）。

期刊

- 一、王世璋，〈從世界各國火砲發展探討陸軍砲兵部隊未來建軍發展〉《砲兵季刊》（臺南），第175期，陸軍砲訓部，民國105年11月20日。
- 二、侯效儀，〈對先進國家火砲與彈藥技術發展之體認〉《陸軍砲兵學術雙月刊》（臺南），第106期，陸軍砲兵飛彈學校，民國89年2月。
- 三、林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第151期，陸軍砲訓部，民國99年11月20日。
- 四、郭慶輝，〈精確導引砲彈應用於城鎮戰之研討〉《砲兵季刊》（臺南），

第155期，陸軍砲訓部，民國100年11月20日。

- 五、Danny Sprengle·Donald Durant 著，胡元傑譯，〈陸軍增程精準砲彈：石中劍〉《砲兵季刊》（臺南），第130期，陸軍砲訓部，民國97年8月。
- 六、李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向-彈道修正引信〉《砲兵季刊》（臺南），第143期，陸軍砲訓部，民國97年11月20日。
- 七、呂致中，〈砲彈增程技術發展之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第144期，陸軍砲訓部，民國98年3月20日。
- 八、袁緯，〈淺談新世代野戰砲兵砲彈發展趨勢〉《砲兵季刊》（臺南），第153期，陸軍砲訓部，民國100年6月20日。
- 九、孫偉先，〈野戰砲兵間接射擊武器-彈藥〉《砲兵學術雙月刊》（臺南），第87期，陸軍砲兵飛彈學校，民國85年12月。
- 十、林展慶，〈美國M109A6自走砲性能提升專案「PIM」發展簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第157期，陸軍砲訓部，民國101年3月20日。
- 十一、余忠勇譯，〈城鎮戰在轉型時面臨的挑戰〉《陸軍譯粹》，第15輯，民國95年。
- 十二、李杰·馬寶華，〈迫擊砲彈一維射程修正引信技術研究〉《兵工學報》（北京），第22卷第4期，民國90年11月。

網路

- 一、維基百科，〈<https://zh.m.wikipedia.org>〉（2017年3月1日）。
- 二、詹氏年鑑（軍網），〈http://10.22.155.7/jdsasp/FullImg/jah2008/jah_0470.htm〉（2017年3月1日）。
- 三、我的天空，「人小鬼大一彈道修正引信讓笨蛋變聰明」，2008年2月24日，〈<http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html>〉，（2017年2月23日）。
- 四、世界軍火庫，〈<http://www.was110.com/web/infosmains/shows/3102.html>〉（2017年3月1日）。
- 五、每日頭條，「末敏彈：可以二次瞄準的彈藥，被稱作是『坦克殺手』」，〈<https://kknews.cc>〉（2017年3月25日）。
- 六、尖端科技軍事資料庫，「讓155榴彈變聰明的廉價法寶：PGK精準導引套件」，〈<http://www.dtmtdatabase.com>〉（2017年6月9日）。

作者簡介

吳皇慶中校主任教官，陸軍官校專科90年班、砲校正規班193期、陸軍指參學院101年班、陸軍指參學院戰研班102年班，歷任排長、教官、連長、連絡官、編裝參謀官、營長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。

「砲兵營戰鬥間現行作業程序」編製要領

作者：李志虎

提要

- 一、「準則」主在敘述各種狀況下，如何執行與達成作戰行動之一般性通則，對作業節點、呈繳時間、地點並未具體律定；而「作戰計畫」則在實現指揮官之作戰企圖，依其決心與作戰指導，律定何人(單位)或何時執行戰術行動並完成戰術行動之要求事項(達成之作戰目的)；「戰鬥間現行作業程序」則是參謀依據「作戰計畫」，以「準則」、「上級命令(法規)」為基礎，針對單位特性與實際狀況，對經常性、一般性事項，建立標準程序、步驟與具體作法，經指揮官核定後頒發，以利任務達成。
- 二、制定一套縝密、周全、完整的「戰鬥間現行作業程序」，可達成以下四個目的：一、簡化命令與指示，並減少正式計畫的時間及通信資訊的負荷；二、簡化部隊臨戰訓練之行政事務，並使其更臻完善；三、增進單位間與指揮官及參謀間之互信、合作與瞭解；四、簡化指參作業項目，增進指參作業速度與效率，減少混亂與錯誤。
- 三、「戰鬥間現行作業程序」之分發對象，包含呈送上級核備、分送友軍、頒布下級等三大部分。就營部及營部連部分，其分發對象為副營長、參謀主任、人事、情報、訓練、連絡、測量、通信、後勤、政戰(保防)等營部參謀及營部連長、副連長、通信排長、保養排長、食勤(勤務)排長等；各戰砲連則為連長、副連長、觀通組長。

關鍵詞：現行作業程序、標準作業程序

前言

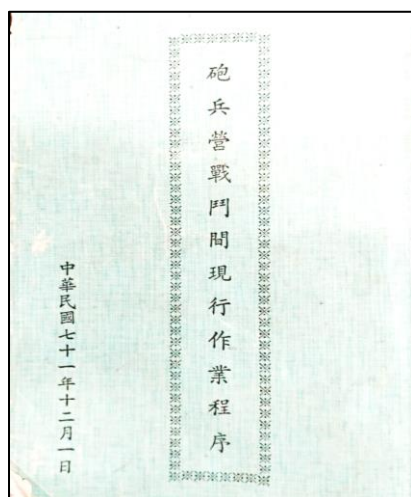
觀察火協專精管道進訓部隊與砲兵部隊基地測考，在計畫作為階段，砲兵營長反覆強調如何縮短指參作業程序，卻在過程中對一般性、經常性的作業程序反覆強調，未能體會其縮短指參程序之精神與作業方法；作戰執行階段砲兵營長授命動作時，為縮短命令下達之時間，其命令內容一再強調「依戰鬥間現行作業程序第一號辦理」，但檢視參加受命之參謀與連長，攜行之「戰鬥間現行作業程序」並沒有相關之具體規範。¹「砲兵營戰鬥間現行作業程序」在運用時，已成為形式上之詞彙，內容可謂乏善可陳。

「現行作業程序」為國軍各級幹部耳熟能詳之名詞，其寫作格式與要領在《陸軍指參作業程序教範》第三篇第七章中，僅針對戰鬥部隊說明原則與要項，

¹民國 105 年 5 月 31 日及 6 月 1 日，率領專業軍官班 104-1 期學員實施基地實務觀摩，觀察五八砲指部砲一營。

但並無具體範例可供參考運用；另多數砲兵幹部對「砲兵營戰鬥間現行作業程序」具體內容應載明內涵為何？亦無深入之研究，更遑論及參與其編製作業，就筆者個人之經驗，部隊編組型態雖有調整，但「砲兵營戰鬥間現行作業程序」(圖一)，其編製之精神不變，深覺有推廣之必要，於是參照《陸軍指參作業程序教範》對戰鬥部隊編製要領之規範，融入現行砲兵營之編裝與砲兵任務特性，撰擬本文，藉以拋引作法，供諸砲兵同仁參考運用。

圖一 砲兵營戰鬥間現行作業程序



資料來源：作者自行拍攝

「現行作業程序」編製之意義與目的

「現行作業程序」依據《國軍軍語辭典》的定義：為一完整具有命令強制性之規定，藉以簡化命令之草擬及減少因傳遞命令所需之通信負荷量。現行作業程序之效力視同命令，若無特別指示時，均應遵循規定程序實施之。²另《陸軍指參作業程序教範》第三篇第七章標準作業程序對其意義說明為：「標準作業程序」(Standard Operation Procedure) 簡稱 S O P³，乃參謀依據指揮官政策、單位特性與實況，對經常性事項所建立之標準作業規範與步驟，使單位內例行戰術與勤務支援程序標準化。「標準作業程序」視同命令，當上級無其他指示時，均應遵行。⁴；「戰鬥間標準(現行)作業程序」主在律定部隊作戰及支援行動之編組、職掌與作業準據等。⁵換言之，「戰鬥間現行作業程序」乃基於指揮官之政策與指導，所擬定之作業規範與步驟，當主官交接時，對於用兵方式、戰術思維

² 國防部，《國軍軍語辭典》(臺北：國防部，民國 93 年 3 月 15 日)，頁 6-7。

³ 依國防部頒《國軍軍語辭典》(臺北：國防部，民國 93 年 3 月 15 日)，頁 6-7 對【現行作業程序】之定義：為一完整具有命令強制性之規定，藉以簡化命令之草擬及減少因傳遞命令所需之通信負荷量。現行作業程序之效力視同命令，若無特別指示時，均應遵循規定程序實施之。與國防部陸軍司令部頒之《陸軍指參作業程序教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)頁附 1-8。【標準作業程序(Standard Operation Procedure)】其內涵定義相同，僅稱謂用詞不同，本篇研究以【現行作業程序】定名。

⁴ 國防部陸軍司令部，《陸軍指參作業程序教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)，頁 3-7-80。

⁵ 國防部陸軍司令部，《陸軍指參作業程序教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)，頁 3-7-80。

之不同及當前作戰環境、部隊戰力之現實等，應依據新任指揮官之政策與指導，修訂作戰編組、職掌與行動準據等作業細節與規範，並頒布運用。

「準則」、「作戰計畫」與「現行作業程序」之關係：國軍教戰總則，對「準則」之運用略以：作戰時萬事簡約而又精練者，始可期其成功，各種準則皆應本此旨趣，以制定作戰指導與軍隊行動之原則、要領及制式。⁶「準則」主在敘述各種狀況下，如何執行與達成作戰行動之一般性通則，對作業節點、呈繳時間、地點並未具體律定；而「作戰計畫」則在實現指揮官之作戰企圖，依其決心與作戰指導，律定何單位或何時執行戰術行動並完成戰術行動之要求事項(達成之作戰目的)；「戰鬥間現行作業程序」則是參謀依據「作戰計畫」，以「準則」、「上級命令(法規)」為基礎，針對單位特性與實際狀況，對經常性、一般性事項，建立標準程序、步驟與具體作法，經指揮官核定後頒發，以利任務達成；也就是將準則或作戰計畫中經常性、一般性事項規定其作業細節，如負責幹部、資料收繳時間、表報資料作業統計起迄時間、呈報地點等明確律定，並在平時演訓作業中亦可據以執行，藉以測試、磨合，修訂，使其能更加符合實戰中作業之需求。

作戰時處理戰術狀況為首要，但一般性、經常性事務與定期與不定期呈報之表報資料亦不可少，惟有平時即對作戰時有關事項，制定一套縝密、周全、完整的「戰鬥間現行作業程序」，有助於達成以下四個目的：一、簡化命令與指示，並減少正式計畫的時間及通信資訊的負荷；二、簡化部隊臨戰訓練之行政事務，並使其更臻完善；三、增進單位間與指揮官及參謀間之互信、合作與瞭解；四、簡化指參作業項目，增進指參作業速度與效率，減少混亂與錯誤。⁷因此「戰鬥間現行作業程序」其編製作業，係於平時完成，其作業內涵與步驟必須嚴謹，並藉由演訓作業驗證，檢討其作業機制與流程，使其肆應平日作業所需與符合戰時戰場景況。

「戰鬥間現行作業程序」之功用

戰場狀況，瞬息萬變，現代戰爭講求機動、速決，必須藉由通信裝備遂行部隊指管，尤當通信指管中斷時，時間爭取與運用、戰術思想統一與作業程序的完備，均有利於戰機的掌握。

因此，策擬一部符合單位實需的「戰鬥間現行作業程序」，將有利於平時演習與駐地訓練執行，戰時也可迅速、熟練的執行任務。

作戰計畫，主在將指揮官的作戰企圖與戰術布局具體的規劃，使下級部隊

⁶國防部陸軍司令部，《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則》(第二版)(桃園：國防部陸軍司令部，民國98年4月8日)，教戰總則。

⁷陸戰戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學(第四冊)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國93年3月5日)，頁9-218。

行動時，有方向、有步驟的達成任務，「戰鬥間現行作業程序」主在律定在既定規劃下，部隊、參謀執行應遵循之作業程序與要領。其功能敘述如下：

一、配合上級參謀作業，平行各參分工協同

作戰計畫之策擬，乃依據指揮官之戰術決心與作戰企圖實施調整；然「戰鬥間現行作業程序」乃對經常性事項所建立之標準作業規範與步驟，其制定首先必須參照上級(指揮部、旅部)的「戰鬥間現行作業程序」所律定之作業規範、時間節點管制與要求事項，規範與要求本部之具體作法，完成後必須同步頒發各幕僚單位與下級部隊並呈上級(指揮部、旅部)審查與核備及通報友軍知照。基此，「戰鬥間現行作業程序」制定之精神與內容應環繞於上級「戰鬥間現行作業程序」所規範之要求與本部指揮官之理念，創造作戰計畫遂行之有利環境，也就是支持、協力、促成主作戰計畫的成功。「戰鬥間現行作業程序」之擬定將有助於逐級指導下級，按照指揮官之理念、完成具體可行、簡單明確之作業程序，上下連貫，逐級貫徹，而下級之「戰鬥間現行作業程序」也要充分符合上級規範，達成上級要求。

另外，在同級部隊及友軍、鄰軍間之計畫，更要發揮橫向協力、協調、配合及相互支援的作用，發揮整體戰力的效能，不能產生間隙，以免造成敵有可乘之機，達成整體一致的協同力量，促成主作戰計畫的執行成功。

二、減少計畫作業項次，提升計畫作業速度

完整的計畫作為所包含的計畫名目眾多，必須要有充分的作業時間。因此，要貫徹簡化程序，同步作業的原則，必須減少不必要的程序與簡化作業項次，將時間做到科學的安排使計畫儘快形成，同時發布。

為了加快決策的速度與爭取可用的作戰時間，應置重點於主要作戰計畫及必須要指揮官指導與提示之戰術運用決心與行動方案的選擇等相關計畫之研擬與策頒，並儘速據以完成各項附件計畫(如情報、人事、後勤、政戰計畫)及其他特業計畫(如欺敵、火力支援、勤務支援、電子戰、防空、交通運行、後方地區防衛及地區損害管制、應變計畫等之計畫與作業。

「戰鬥間現行作業程序」其作用，乃藉由上、下級部隊間及同級幕僚先行實施協調、整合，將各計畫中作業階層一般性、經常、例行性的作業項目、程序與作業規範，做有系統的說明與律定，協調好各層次之間作業的關係與作業程序，不須在各個計畫中反覆說明、描述相關作業規定，簡化程序，避免一級等待一級，縮短層級間縱向的作業流程及橫向協調時間，使各層級的各項計畫，以科學的排列組合，為作戰整備爭取時間。

三、肆應戰場變化，保持作業彈性

「戰鬥間現行作業程序」其作用，雖在律定各計畫中作業階層一般性、經

常、例行性的作業項目、程序與作業規範，然其設計亦考量「計畫」作業時，須具預測性、執行時必須具備彈性之特點，以應付內、外可變因素的影響，留有餘地，使能在面對各種不意狀況發生時，不致慌亂無措，因此，亦必須律定各種可能發生狀況之應處作為、反應與權責規範，保持作業彈性。

四、妥適責任分工，落實節點管制

「打勝仗」為戰場官兵之共同責任，但並非每位官兵都到第一線與敵人廝殺，必須妥適分工，明確責任，摒除本位主義，是確保計畫落實與達成任務的前提和條件。

「戰鬥間現行作業程序」，要把各個階段的各項工作，分配落實到執行單位或執行人員。因此，在擬製時，要根據職責，按照各項計畫作為的性質，妥適分工，把各項工作都分配到具體執行單位或執行人員，並使他們瞭解各項計畫的相互關係，做到幹部清楚工作任務、完成時限、工作標準與責任要求。

五、不斷模擬驗證，力求機制完善

「戰鬥間現行作業程序」所律定為一般性、經常性之作業程序與規範，除戰備演訓的模擬驗證外，一般部隊例行性的訓練及一般的行政事項，均可套用其作業模式與要求標準，透過經驗法則，量化成具體指標，不斷精進其作業程序與要求標準，以藉由平日之運作使其熟悉標準作業程序，縮短作業時間。

砲兵營「戰鬥間現行作業程序」範例格式與編製要領

一般而言，旅、營級單位均應建立現行(標準)作業程序，其擬訂須遵照上級現行作業程序中有關規定、指揮官企圖暨指示，參考過去作業經驗，其內容繁簡，視部隊階層大小與訓練程度而定，其格式與內涵，乃依據單位指揮官之需求與律定，目前並無統一一致之標準，本篇論述主在完整的介紹砲兵營「戰鬥間現行作業程序」之編製要領。

戰鬥間現行作業程序通常由作戰部門負責擬訂與協調修訂，各參依職掌，協助其擬訂程序中之相關部份。編製時，本文宜簡潔扼要，於準則明訂事項不需重複；凡特定性作業有關之技術、程序等業務性指示，可列為附件。當上級現行作業程序修訂、單位主官異動、作業程序調整變動時或新增配屬、作戰管制或協同支援單位時，均應視實際狀況需要適時修正，並須使新增配屬、作戰管制或協同支援單位其對單位標準作業程序有充份瞭解，使作業步驟與行動協調一致。⁸

《陸軍指參作業程序教範》規定之「戰鬥間現行作業程序」基本格式，主在協助指揮官與參謀實施思維的檢查，以擬訂單位本身之現行作業程序，本篇

⁸國防部陸軍司令部，《陸軍指參作業程序教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國98年4月17日)，頁3-7-85。

論述乃依據砲兵部隊編裝特性與任務需求，將砲兵部隊之戰術思維融入，整理出符合砲兵部隊特性之編撰格式與理則，予以調整增刪，所要強調的重點是基於砲兵指揮官(營長)的企圖，而非全然依據準則。基本格式及作為要領如下：

封面：述明單位番號、編製時間與單位

第一章 一般規定

一、目的與適用範圍：旨在說明本標準作業程序之目的、使用規定及本標準作業程序應用時之限制與對下級部隊標準作業程序之要求。

二、編組：列舉砲兵營支援戰鬥部隊作戰或在各種狀況下遂行戰術行動時，偵察組、連絡組、挺進班、設營隊、火力支援小組之人員編組、使用車輛、攜行裝備、報到時機與通信連絡方式等之律定；指揮所之編組，則分別說明主指揮所、射擊指揮所及後方梯隊(營輜重)之人員編組、車輛、通材、裝備、器材之組成，為使表述能簡潔清晰，各種編組人員之工作與職責，通常以編組職掌表律定之。

(一)偵察組之編組：

(二)連絡組之編組：

(三)挺進班之編組：

(四)指揮所之編組：區分主指揮所、射擊指揮所及後方梯隊(營輜重)列述。

(五)火力支援人員之編組：

(六)設營隊之編組：

(七)營群編成時之編組：主在說明當奉上級之命令，編組營群時(擔任營群長或任營群之一部時)與營群間各項指揮、聯絡機制建立所需之編組。

(八)戰砲連擔任獨立任務時，須脫離營之指揮掌握時，配屬之單位：係說明各種狀況下戰砲連單獨支援作戰時，律定連絡組、測地、通信連絡與勤務支援(彈藥、食勤、醫護)等支援單位之派遣。

第二章 戰術作業之協調

第一節 指揮與掌握

一、指揮所：說明有關指揮所開設位置、時間、指揮所轉移變換與掌握、預備指揮所之建立及指揮權接替、承接等，應向上級報告及通報下級之資料及律定指揮所各項設施與選定之責任。

二、連絡與協調：說明參謀主任派遣連絡官之原則與應注意事項、對各支援對象(支援旅級、營級及連級)由何人建立部隊間之連絡及連絡組派遣之權責、連絡官、觀通組長及前進觀測官任務執行之作業程序。其內涵列舉如後：

- (一)連絡原則：
- (二)連絡之維持：
- (三)連絡組之運用：
- (四)連絡官任務執行之作業程序：
- (五)前進觀測官任務執行之作業程序：

三、通信：說明通信官應向連絡官、觀通組長及前進觀測官說明通信有關之規定、砲兵營各有線電及無線電網路架設之優先順序、架設編組與責任區分及開(架)設注意事項、通訊中心作業規範及有關通信保密規定、受電子戰威脅之處置與通信作業規定。其內涵列舉如後：

- (一)對連絡組通信之交代：
- (二)有線電通信：
- (三)無線電通信：
- (四)通訊中心：
- (五)通信保密規定：
- (六)受電子戰威脅之處置：
- (七)通信作業規定：

四、指揮與支援關係之建立與解除：律定砲兵營(連)群與戰鬥支援關係等任務編組生效時，各編組成員報到程序與任務完成後解除編組時指揮權轉移、通報之規定等有關事項。

五、陣中命令、報告及分發：說明陣中命令下達之方式、各類報告呈報之時機與作業週期及命令發布(配布)標準。

六、安全：維護指揮所安全及自衛戰鬥之有關規定。

第二節 情報

一、情報蒐集一般規定：(其內涵主要依據上級現行作業程序摘要與本部有關事項)。

- (一)情報與偵搜：對地面、空中、通信電子等上、下級及友軍蒐集機構，有關情報資料蒐集、處理、分發之規定。
- (二)戰俘：規定審訊標準，及為迅速獲得適切之情報所做之細部規定事項。
- (三)當地民眾：主對通過敵我接觸線之民眾，有關情報之規定。
- (四)鹵獲文件：對情報人員處理鹵獲文件及呈繳所做之各項規定。
- (五)技術情報：對搜獲敵新式武器、裝備及特殊裝備等之處理規定。
- (六)地圖：對各式戰術地圖攜行之分配、保管、繳回與緊急狀況下之各種規定

(七)天氣：有關天氣情報資料之發布規定。

二、觀測：

(一)觀測責任區分：

- 1.營之觀測責任(分別敘述直接支援、增援、一般支援及一般支援並增援時之觀測責任)。
- 2.情報官對觀測人員之參謀責任：
- 3.連絡官對觀測人員之參謀責任：

(二)地面觀測：說明營觀測所、前進觀測所之任務、觀測所開設單位、開設位置、觀測區域劃分、觀測所作業程序及各種狀況之變換時機與作業程序

- 1.營觀測所：
- 2.前進觀測所：

(三)空中觀測：當獲分配有陸軍航空部隊或戰術空軍支援時空中觀測官之分配與作業程序。

(四)砲擊報告：說明砲擊報告小組之編組、作業責任區域與作業程序。

三、測地：說明各種狀況下測地(前地、連接、陣地測地)作業之編組與使用時機、作業精度與要求標準、測地統制之規定與測地之優先順序等。

四、警報系統：說明負責單位、作業程序、警報信號(防空警報、核生化警報、空降或地面攻擊警報與火警等)發放規定。

五、戰術反情報：戰術反情報之一般與特別措施。

(一)反情報措施：軍事及民間反情報。

(二)安全維護措施。

六、情報計畫(命令)與報告：對情報計畫(命令)與情報摘要報告所記載事項之一般規定。

第三節 作戰

一、戰術任務：

(一)戰鬥支援方式(戰術任務)之賦予：

- 1.說明擔任戰鬥支援方式(直接支援、增援、一般支援、一般支援並增援)之時機、射擊要求處理優先順序、應建立之連絡單位、射擊區域、前進觀測官應派遣前往之單位、陣地變換與火力計畫策擬之權責等行動準據之律定。
- 2.說明戰鬥支援方式修改之時機、戰術運用原則與彈藥運用之限制及待命執行之戰術任務(戰鬥支援方式)。

(二)對情報官、連絡官及前進觀測官派遣之責任：說明參謀主任對連絡官與情報官之派遣責任與對連絡組與觀測組之任務提示要項。

(三)作戰執行階段，作戰準備與戰場監偵作為：

- 1、作戰會議：召開之時機、參加人員、會議程序、使用時間等之規定。
- 2、作戰準備：說明部隊執行作戰任務前，應完成之具體準備事項與作業步驟。
- 3、戰場監偵：包括兵力派遣、目標搜索、監視與鑑定。

二、射擊指揮：

(一)營指揮所及營射擊指揮所作業所使用之圖：

- 1.說明狀況圖、水平控制射擊圖、高低控制射擊圖，使用圖紙之比例尺、圖上標示要項。
- 2.說明觀測射擊圖，檢驗連之假設座標、標高律定。
- 3.說明射擊能力透明圖調製要領：連之射擊能力以連內○○%火炮，在方向、距離上射程能達到之地區為度。營之射擊能力以2個連之射擊能力所能涵蓋之地區為度。

(二)禁射線：

- 1.禁射線之建議權責及協調權責。
- 2.禁射線建立後，旅火協、營火協與砲兵射擊指揮所之通報程序。
- 3.參謀主任通報禁射線有關事項之內容，應包含：觀測人員或連絡官通報前方友軍部隊之正確位置、戰場監偵(巡邏與斥侯人員)單位或人員之位置及海、空軍、陸航支援火力之位置與動態。

(三)射擊指揮之管制：

- 1.射擊要求，優先傳遞至營射擊指揮所，由營統一控制或授權各連分別控制之律定及實施檢驗射擊時，臨時陣地之選擇與觀測所之律定。
- 2.使用距離差時之律定：說明經試射時，各連對應於試射連(中距離連)之射擊距離律定及不經試射時各連射擊之距離(相應於中距離連)。
- 3.射擊指揮所人員之輪班與訓練要求：

(四)砲兵彈幕之律定(防衛作戰時可為海上集火點或海上彈幕帶)：

- 1.彈幕執行之優先順序。
- 2.砲兵營攜行彈藥於各種戰鬥支援方式，可執行彈幕之數量與核定權責。

(五)額外集火射擊之程序：計畫射擊外，由砲兵營請求軍團砲兵或軍團砲兵發起之集火射擊、同時彈著等參加射擊單位與行動準據之律定。

三、火力支援協調：

(一)火力支援協調與計畫：

- 1.說明受支援旅、營火力支援協調組負責開設之單位及負責之連絡官(人員)及其編組與職責。
- 2.說明火力協調之作業程序、核准權責與各項安全管制措施建立之行動準據。
- 3.說明旅、營火力支援計畫之作業規定。

(二)砲兵火力計畫：

- 1.說明擔任直接支援時戰鬥連、營砲兵火力計畫與旅砲兵火力計畫之作業程序與作業要項。
- 2.目標編號之賦予，說明目標代字、代號與特定目標、反砲戰目標、化學目標及目標群與目標組編號賦予之規定。

(三)空中支援：區分當獲得戰術空軍與陸航支援時，前進空軍管制官所需之作業資料與裝備獲得方式及陸航支援空中觀測時降落場(運補時之空投場)之選定位置與權責。

(四)海軍支援：當獲艦砲支援時，有關艦管組位置選定之權責與通信、測地支援等相關勤務之規定。

(五)防空砲兵：營內各部設施掩護之優先順序與空域管制之規定。

(六)煙幕與戰場照明：非計畫性之煙幕射擊與戰場照明之核准權責與協調事項規定(火力計畫所規劃之煙幕射擊與戰場照明於第一、二點規範)。

(七)火力支援之通信：火力支援協調組所須建立之各種通信網路，開設之優先順序。

四、部隊運動：部隊運動依砲兵部隊之特性，通常區分為軍隊運輸與行軍兩部分規範。軍隊運輸主在律定部隊接戰前、後所運用汽車運輸、鐵運或水運等方式，所實施較長距離之部隊調動，所作之一般規定。本篇研究僅置重點於部隊行軍之說明：

(一)行軍準備所應律定與完成事項：

- 1.與上級及有關單位協調事項。
- 2.計畫完成時限與行軍路線偵察。行軍偵察主要事項包括如下：
 - (1)行軍路線與預備路線之狀況：
 - (2)可能發生行軍阻礙之地點：
 - (3)行軍路線之兩側地形：

(4)休息及勤務支援設施之位置：

(5)指揮掌握通信連絡有關事項：出發點、檢查點、統制線、分進點及指揮所位置、設置交通管制哨地點及現有既設通信連絡利用之可能性。

2.預備命令下達之時限與任務單位之編組與先期派遣。

3.後勤整補與部隊完成行動準備之要求。

4.裝備收繳、保密規定與駕駛勤前提示。

(二)行軍命令：主在律定由單位駐地至戰術集結地區(戰術位置)或已完成行軍計畫之行動方案，其內容同《陸軍野戰砲兵指揮教則》行軍命令之要求

(三)車隊密度與速度：將常用之間距、車距、車速等依營、連之戰鬥編組計算成具體數據，轉換成時空因素表，如表一，以利運用。

表一 常用之間距、車距、車速時空因素表

行軍隊形		疏散隊形		密集隊形		滲透隊形
使用時機		日間 空中顧慮大		夜間 短距離運動 通過城鎮		欺敵 地形暴露 敵砲火攻擊
每公里車輛密度		12 輛		17 輛		3~5 輛
時速 (公里)	平均	32		32		32~52
	最大	52		52		
車間距離(公尺)		80		50		不規則
時隔	梯隊間	5 分鐘 (約 2000 公尺)		5 分鐘 (約 1350 公尺)		不計算
	單位間	2 分鐘 (約 800 公尺)		1 分鐘 (約 400 公尺)		
單位 區分		長徑 (公里)	時長(分鐘)	長徑 (公里)	時長(分鐘)	不計算
全營(95 輛車)		11.685	29.45	4.56	17.10	
營部及營部連(38 輛車)		4.674	12.18	1.824	7.34	
戰砲連 (18 輛車)		1.577	4.39	0.399	1.52	
營連挺進班 (14 輛車)		1.162	3.34	0.294	1.12	
隊 戰 砲	全營(46 輛車)	5.658	14.26	2.208	8.2	
	戰砲連(12 輛車)	0.996	2.52	0.252	1.36	
後方梯隊 (23 輛車)		1.909	5.23	0.483	2.24	

資料來源：作者參照《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日）製作。

(四)行軍管制：

- 1.律定道路偵察、交通管制、標兵與路標負責設置與撤收之幹部。
- 2.律定行軍間報告位置之時機與車隊進行間信號傳遞方式與規則。
- 3.主要幹部位置之律定與遇突發狀況時，須脫離行軍路線時之應變與回報機制。
- 4.故障車輛之處置與歸隊時機。
- 5.遇突發狀況時，急迫占領陣地之應變規範。

(五)行軍軍紀：針對交通管制、人員管制、購買食物與愛民紀律等律定。

(六)行軍時安全措施：舉凡陣中要務、遭敵突擊、襲擊之處置、通過化學感染區與長坡、危險橋梁或城鎮等複雜地區之安全維護事項律定。

(七)超越規定：

- 1.律定行進中，可以超越之車輛與懸掛標示。
- 2.休息期間，可以實施超越之車輛與核定權責。
- 3.行進時，道路使用之優先權律定。

(八)有關故障車輛之處置、車輛裝載之規範、車輛之標誌與行軍時之警戒等之細節律定。

(九)休息之規定：

- 1.休息時間之律定。
- 2.休息位置之選定。
- 3.休息時停車距離之規定與警戒之派遣。
- 4.人員活動之規範。
- 5.交通管制與警戒措施。
- 6.休息期間其他應注意之事項。

(十)行軍間通信連絡：

- 1.連內各車之連絡規範。
- 2.營、連長與上級或前觀組、連絡組、偵察組與戰砲隊之連絡。
- 3.行軍間之通信連絡，旗號規定，如表二。

表二 行軍間之通信連絡，旗號規定表

00 部隊行進間通信連絡旗號規定表		
編號	連絡記號名稱	記號動作要領(手勢或指揮棒)
1	注意	右臂上舉，左右搖動三次
2	立正	右手高舉不動
3	稍息	右手高舉向右平伸
4	疏散掩蔽	兩手在腹前，向左右平伸三次

5	車前集合	兩臂左右平伸，向前平曲三次
6	車後集合	兩臂左右平伸，向後平曲三次
7	人員集合	右臂上舉，畫圓形三次，再指向集合地
8	幹部集合	右臂上舉三次
9	檢查	兩臂左右平伸不動
10	上車	右臂側平伸(手心向上)上舉三次
11	下車	右臂側平伸，向下擺動三次
12	發動	右手在腹前作搖柄發動狀旋轉三次
13	前進	右臂上舉向前進方向倒下成水平狀連倒三次
14	左轉彎	右臂向側上方斜舉 45 度不動
15	右轉彎	右臂側平伸不動
16	准許超車	右臂側平伸，由後向前擺動三次
17	加速	右臂向右上方成 45 度，微微向上擺動
18	減速	右臂向右下方成 45 度，微微向下擺動
19	停車(止)	右臂向右下方成 45 度不動
20	熄火	兩臂向腹前伸直，(五指併攏，手心向內)左右擺動呈交叉狀三次
21	加大車間距離	兩臂前後平伸，右臂在前
22	縮小車間距離	兩臂上舉在頭上方，兩手成合併狀三次
23	加強警戒	右手放於眼上，做觀望狀
24	立即射擊	兩臂作握槍射擊狀
25	空襲警報	兩臂左右向上舉成 45 度不動，或紅色三角旗直豎(解除左右搖動)
26	毒氣警報	兩手握拳與頭同高或黃色三角旗直豎(解除左右搖動)
27	發現敵人	右臂向前平伸(手心向下，畫圓形三次兩手握拳向敵方伸出)
28	解除警報	兩臂側平伸，(五指併攏，手心向下) 向下擺動三次
29	向前占領陣地	兩手握拳上舉，向前平伸三次
30	就地占領陣地	兩手握拳，舉與肩同高
31	後車未跟進	右臂向前斜舉，手掌左右搖動

資料來源：作者參照《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日）製作。

(十一)行軍時之火力支援：

1.行軍前之協調事項律定：

- (1)預期與敵遭遇之位置。
- (2)通過隘路或複雜地形與橋梁，可能遭伏擊之地區。
- (3)砲兵之編組與支援方式(跟進、躍進或占領陣地)
- (4)觀測所位置、火力基準點與道路使用優先權。

2.敵情明瞭時之陣地偵察選擇與占領程序。

3.敵情欠明時之陣地偵察選擇與占領程序。

4.對敵滲透伏擊或通過複雜地形時之火力支援。

(十二)阻絕與障礙排除：障礙之設置及雷區與障礙之清除之規定。

五、陣地偵察、選擇及占領：

(一)挺進班之陣地之偵察：

- 1.接受上級指揮官命令已指定陣地區域時：
- 2.如受命時未指定陣地區域時：
- 3.個別偵察命令力求簡明，營、連陣地偵察之責任分配，如表三。
- 4.回報時間依實際位置之遠近，適切律定。
- 5.偵察時，主陣地各部位置以旗幟及標誌表示，預備陣地則先以暗記標示，各部標示牌、車位旗、砲位旗規範，如表四。

表三 營陣地偵察之責任分配表

項次	營陣地偵察責任分配		連陣地偵察責任分配	
	偵察事項	負責幹部	偵察事項	負責幹部
一	各連陣地區域 進出路口與分近點 前地要點	營長	放列陣地及射向 陣地位置 各砲位置 周邊防衛設施	連長
二	民社情、安全事項	輔導長	民情、安全事項	輔導長
三	指揮所位置(作戰及 射擊指揮所)	參謀主任 營部連連長 通信官	決定方向相位置 發令所 射擊指揮所 進出路 向引導任務提示 測遮蔽角、最小射角 各砲間隔縱深 輔助陣地與射擊區域	射擊組長
四	觀測計畫(營觀測所 位置、觀測區域及 檢驗點)、初期目標	情報官	插砲位旗 偵察方向盤位置 黃昏前標示作業	射擊士
五	測地計畫	觀測官	偵察選擇點 設方向基線樁 插陣地中心樁 迅速占領時偵察方向 盤位置並整治	觀測班長
六	救護站 降落場 警戒位置	營士官督導長	警戒派遣 偵檢放射性劑量 警戒機槍火箭筒位置 周邊防衛陣地選擇 引導戰砲隊	士官督導長

七	通信計畫 交換機位置與線路 電台及通訊中心 布板站	通信官	搜索雷區 交換機位置 無線電中繼站 通信線路 迅速占領時偵察警戒 機槍及火箭筒位置	通信班長
八	錨重位置	營部連連長	停車場 彈藥班位置 引導車輛進入停車場	傳達兵

資料來源：作者參照《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日）製作。

表四 各部標示牌、車位旗、砲位旗規範表

營、連砲位旗、車位旗、標示牌顏色標示分配表						
砲別	顏色	砲位旗作用	車位旗作用	標示牌	營部連	戰砲連
第一砲	紅色	※砲位旗所插位置，為火砲兩輪位置。 ※砲位旗斜插45度，斜度所指為砲口方向 ※繩索表示架尾方向，並用以劃駐鋤圓弧。	※大小同砲位旗，旗之顏色用規定之單位識別顏色。 ※每車製作一面，旗上書明車名，如第1砲車。 ※所插位置，為車頭位置，斜度所指為車頭方向	指揮所	1	1
				射擊指揮所	1	1
				發令所		1
第二砲	黃色			第×連陣地		1
				營部連位置	1	
				分進點	1	
第三砲	藍色			通訊中心	1	
				交換機位置	1	1
				無線電中繼台	9	2
第四砲	白色			布板站	1	
				降落場	1	
第五砲	橙色			彈藥班位置		1
				救護站	1	
				停車場	2	1
第六砲	綠色			機槍位置	7	3
				火箭筒位置	6	8
		排發令所		2		
第七砲	青色	排陣地		2		
		錨重	1			
		人事組	1			
第八砲	紫色	補給組	1			
		彈藥隊	1			
		保養廠	1			
		食勤組	1			

資料來源：作者參照《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日）製作。

(二)陣地之占領：

- 1.陣地占領命令之下達：
- 2.占領陣地時引導人員之派遣：
- 3.火砲進入陣地之順序：
- 4.射向之賦予：
- 5.各砲應保持之彈藥：
- 6.瞄準具校正：
- 7.副連長應報告之事項：
- 8.安全措施：

(三)陣地之編成：

- 1.陣地編成之優先順序：
- 2.預備陣地：
- 3.偽陣地：

(四)陣地變換之規定：

- 1.陣地變換之時機與權責律定：
- 2.營區分兩梯次變換，主梯隊在後之行動準據：
- 3.營區分兩梯次變換，主梯隊在前之行動準據：
- 4.營區分三梯次變換之行動準據：

六、警戒及自衛戰鬥

(一)警戒人員編組：

- 1.營、連警戒軍官之律定：
- 2.對空警戒，區分行軍、集結、宿營與陣地占領期間，說明律定之。
- 3.經常性編組之自衛戰鬥部隊(警戒待命班)之人員編組與攜行之武器、彈藥。

(二)警戒作業程序：

- 1.各作戰時期與階段，應與鄰接友軍與受支援部隊密切協調之事項與負責主要協調責任之幹部律定。
- 2.規範「營環形防衛警戒配備要圖」、「連警戒配備要圖」之比例尺、圖名與標示要件、圖上應顯示之要項(火砲位置、高射機槍、火箭筒之主次要責任區域、對空監視哨與警戒砲位置、自衛戰鬥部隊集合區域、阻絕設施位置及其他有關設施之關係位置，如指揮所、發令所、交換機與彈藥班位置等)。

- 3.警報之發放程序及信號律定及警戒回報之時機等。
- 4.觀測責任與緊急狀況下之處置原則律定。
- 5.營錙重地區之防衛責任與指管權責律定。
- 6.化、生、放、核防護：包括防護措施、防護作為、化生放核武器之運用規定，以及偵消任務固定班之運用。
- 7.欺敵：欺敵作業之一般及特別規定。
- 8.電子戰：對無線電、雷達、電子導向及定向系統之電子戰攻擊及電子戰防護規定。

七、作戰報告：

- (一)參謀主任隨時向上級回報部隊進展報告之內涵(變換陣地之時間、地點與指揮所位置及與友軍(受支援部隊)失聯時之報告)。
- (二)每日定期報告：律定每日資料彙整之截止時間及回報、呈繳上級之時間。
- (三)彙整後分發下級部隊之作戰資料內涵與時限。
- (四)向副營長提供「部隊報告」所需之作戰資料律定。

第三章 勤務支援作業之協調

第一節 後勤

- 一、砲兵營之後勤責任說明與各專業參謀(後勤、通信、醫官)之督導責任。
- 二、軍品與勤務支援作業，各後勤設施之開設、編組與職掌：說明勤務支援設施編成單位，開設程序與職責。
- 三、補給：各類補給品之計算標準、申請程序、領取與分送及優先補給順序律定與補給品裝卸載責任及方法及三、五類基本攜行量與第一類補給日量之規範。

四、運輸：

- (一)部隊運輸(機動)能力自足時之運送規範。
- (二)梯次運輸時之任務優先之律定與行動規範。
- (三)道路使用優先權與交通管制計畫。
- (四)緊急徵用與回程車之運用。
- (五)對空運、水運、鐵路運輸及空投等各種運輸方式所作之規定。

五、勤務：

- (一)對二級保修作業之職責、程序與管制：
- (二)對醫療後送、營救護站作業之規範：

六、後勤報告：後勤官呈報「後勤報告」、「裝備狀況報告」、「戰鬥車輛狀況報

告」資料彙整截止時間、作業時限與回報、呈繳上級時間律定；報告副營長「部隊後勤狀況報告」之事項。

第二節 人事

一、部隊兵力之維持：戰鬥人員日報表、傷亡報告及兵員補充之申請資料彙整截止時間、作業時限與回報、呈繳上級時間律定；失蹤或戰鬥失蹤人員之處理時限。

二、人事管理，依身分別，區分戰場任命及職務代理規定、戰俘處理與僱用民工之規範。

三、士氣與人事勤務：區分戰場休假之規範、勳獎建議與處置及薪餉之發放與戰場留薪之處理程序及軍郵業務。

四、軍墓勤務：

(一)律定陣亡人員之收集、辨認權責與後送程序。

(二)律定後送至軍墓收集站之作業程序與負責人員。

(三)陣亡人員之財務處置。

(四)火葬之條件。

五、法紀維護：對軍譽、軍容、軍禮、軍紀與法令之要求，及對違紀、違法人員之處置。

六、人事報告：將戰鬥人員日報、傷亡報告及兵員補充之申請及戰場任命相關資訊，報告副營長「部隊人事狀況報告」之事項。

第四章 政戰作業之協調

一、政治作戰：區分精神動員、組織運用、心理作戰(含砲宣彈運用)、政訓文宣、民事、服務、福利實施敘述。

二、戰場紀律：律定戰術監察之責任與軍紀糾察之編組。

三、反情報：律定機密資料分發與收繳規定、防範與舉報之回報機制與獎勵制度。

附件一—通信作業規定(SOI)：

附件二—現行通信規定(SSD)：

附件三—營自衛戰鬥編組表：

附件四—核生化之防護：

附件五—營部連作戰與射擊組揮組作業程序：

附件六—營部連測量班作業程序：

附件七—營部連通信排作業程序：

附件八一營部連醫務組作業程序：

配布：

砲兵營「戰鬥間現行作業程序」之分發與運用

指揮效能通常區分為指揮幅度與指揮速度兩部分，指揮速度的核心問題，所強調的就是時間上的運用。作戰計畫是運用「統籌法(網絡法)」之理念，頒布各部隊遵行，使戰場上諸兵種得以協同一致的參與作戰；「陸軍指參作業程序」與「戰鬥間現行作業程序」是運用同步法的概念，「陸軍指參作業程序」是發揮群體智慧，使指揮官能周延、快速地下達決策；「戰鬥間現行作業程序」的適切編製，可避免指揮官陷入計畫作業中細微末節的作業規定與行政庶務之中，使其專心於至當決心之下達與戰機之掌握，並縮短上、下級部隊間時間軸的差異。

「戰鬥間現行作業程序」其分發對象，包含呈送上級核備、分送友軍、頒布下級運用等三大部分。頒布下級運用，就營部及營部連部分，其分發對象為副營長、參謀主任、人事、情報、訓練、連絡、測量、通信、後勤、政戰(保防)等營部參謀及營部連長、副連長、通信排長、保養排長、食勤(勤務)排長等；各戰砲連則為連長、副連長、觀通組長，以上列舉之分發對象，主要考量乃依據營對其直接指揮之程度、或基於受命之需求。以戰砲連副連長為例，當營向後變換陣地或戰砲隊採二或三梯次變換陣地時，均可能由其率領連挺進班實施陣地偵察、選擇與占領，因而有領用之必要；若基於保密之需求，則可集中管制，依戰況之需要適時分發運用。

就呈報上級與友軍部分，通常需分送上級指揮所之各中心或作業組，呈報上級之目的有二，一為核備，並使上級指揮所各中心(作業組)了解營之作業規範與程序，二為當通信中斷時，得以推判營之行動程序。戰鬥部隊友軍相對營級則透過連絡官(領有砲兵營之現行作業程序)之派遣，實施聯絡與協調。

結語

「準則」、「作戰計畫」、「戰鬥間現行作業程序」，都是支撐作戰行動遂行的重要工具，各有所用，「準則」包含戰術、技術與戰鬥等層面之一般原理與原則，「作戰計畫」則著重於指揮官用兵理念之實踐(奇、正之配合)與戰術任務之分配，「戰鬥間現行作業程序」則在於戰場上作業程序、執行作法與細節之律定。

「作戰節奏短與速決」為未來作戰必然型態之一，「戰鬥間現行作業程序」是縮短計畫命令與指參程序作業時間與作業項目所必須採取之重要手段，先期規範、製頒，對時間之有效運用與細節之規範，將有明顯之助益，亦有助於指揮官專注於敵情、戰機與至當決心之下達。本篇內容因受限於篇幅，引著重於砲兵部隊專業與專長內涵實施說明，期能對讀者有所助益。

參考文獻

- 一、國防部，《國軍軍語辭典》(臺北：國防部，民國 93 年 3 月 15 日)。
- 二、國防部陸軍司令部，《陸軍指參作業程序教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 104 年 12 月 2 日)。
- 三、國防部陸軍司令部，《陸軍野戰砲兵部隊指揮教則》(第二版)(桃園：國防部陸軍司令部，民國 98 年 4 月 8 日)。
- 四、陸戰戰術學編纂委員會，《陸戰戰術學（第四冊）》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 93 年 3 月 5 日)。

作者簡介

李志虎備役上校，陸官專 77 年班、陸院 90 年班、戰院在職 98 年班，歷任營長、主任教官、教官組長、總教官，發表著作計有「共軍未來登陸作戰發展及我因應作為」(98 年 8 月陸軍砲兵訓練指揮部戰術戰法研討會)、「防衛作戰『戰場情報準備』作業及運用」(99 年陸軍學術雙月刊第 513 期)、「國土防衛作戰三軍火力整合之研究」(101 年 12 月陸軍年會)、「精進防衛作戰反舟波砲兵火力運用效能之研究」(102 年 3 月砲兵季刊第 160 期)、「聯合泊地攻擊如何打－以第三作戰區為例」(103 年 7 月陸軍砲兵訓練指揮部戰術戰法研討會)、「兵科訓練指揮部教官應具備之學能與認知」(104 年 9 月砲兵季刊 170 期)、「兵科訓練指揮部參謀應具備之學能與認知」(104 年 11 月砲兵季刊 171 期)。

精進海上火力支援地面部隊作戰之研究

作者：李德龍

提要

- 一、反艦飛彈系統是一種積極型對敵的反介入手段，能力由岸或艦上延伸至海甚至敵處的對岸；而在艦砲火力部分，因受限至岸距離、海峽水文環境、地面引導方式與射擊精度等因素，大大減少對地火力支援效能，如何於聯合泊地攻擊開始後，統合三軍火力適時、適切發揮於防衛作戰，實乃至關重要。
- 二、火力支援計畫之作為，除應配合兵力運用計畫，適切有效支援作戰外，尚須注意計畫之彈性，以力求適應狀況變化。火力支援計畫為作戰計畫（命令）之附件，作戰區作業使用條列式格式，旅以下層級通常使用表格式或僅於作戰計畫（命令）第三段（執行）中列述。因反艦飛彈主要於聯戰機制轉換後於聯合泊地攻擊階段執行，使由作戰區指管，僅於火力支援計畫（命令）第三段（執行），火力運用在聯合泊地攻擊階段中列述，而不另行制定於艦砲火力計畫中。
- 三、現國軍藉由先進戰術資料鏈路系統將指、管、通、資、情、監、偵做有效之建立與應用，結合聯戰指管系統與軍種指管系統多重配置，在統一與分工之組織原理下，使縱橫系統層次明確，俾有效發揮系統戰力。
- 四、聯合泊地攻擊時，海軍戰存與輕快兵力仍以實施再截擊作戰為主，依據作戰區火力協調中心之敵目標賦予，檢討可用戰存兵力支援地面作戰，是故艦砲火力常於時間急迫下計畫，依有限海軍支援火力，考量指揮彈性與攻擊效益，建議戰鬥支援以直接支援旅（或以上層級）方式，旅依戰術射擊指揮儀所建立各營艦管官之觀測能力，賦予觀測修彈任務。

關鍵詞：作戰區火力支援計畫、反艦飛彈、海軍艦砲火力計畫、先進戰術資料鏈路系統

前言

因導引飛彈問世，改變海軍依循其為主軸的作戰方式，只要獲得目標或被敵發現，即能命中攻擊目標或立即遭敵飛彈攻擊，雖命中後擊沉機率不大，但對高度電子化的現代戰艦而言，足以喪失戰力使其退出戰場，其中反艦飛彈系統是一種積極型的對敵反介入手段，能力由岸或艦上延伸至海甚至敵處的對岸。而在艦砲火力部分，因受限至岸距離、海峽水文環境、地面引導方式與射擊精度等因素，大大減少對地火力支援效能，且侷限國防經費以及發展防空武器與飛彈為建軍主要導向，近十數年海軍艦艇皆未提升或精進支援地面作戰運用之

火炮或武器系統，然我國軍陸上各作戰區是國土防衛的最後屏障，如何於聯合泊地攻擊開始後，統合三軍火力適時、適切發揮於防衛作戰，實乃至關重要。因此，筆者撰文探討目前陸軍現行指參作業程序中，如何結合海軍反艦飛彈與艦砲火力支援各階段地面部隊作戰。

反艦飛彈發展歷程與艦砲火力能力、限制

反艦飛彈源起前蘇聯，在 1959 年量產攻船飛彈 SS-N-2 冥河（Styx）問世後（重量 2,125 公斤，彈頭重量 480 公斤，最大射程 25 浬），隨即利用 P6 魚雷快艇改裝冥河飛彈，催生出世界第一種飛彈快艇—蚊子（Komar）級（排水量約 80 噸）。於 1967 年 10 月在第三次中東戰爭中，埃及使用俄製蚊子 Komar 級飛彈快艇在賽德港內以冥河飛彈將正在備戰狀態下 1710 噸的以色列驅逐艦 Eilat 號擊沉，此「蚊子吃大象」的事件，顯示了飛彈快艇運用反艦飛彈以小擊大的特殊威力，同時也引起世界海軍作戰的重大變革。¹

近期於 1982 年「英、阿福克蘭島戰役」中，阿根廷以法製「飛魚（Exocet）」陸基及空射型反艦飛彈，擊沉英國新型驅逐艦及貨櫃輪改裝之運兵船，給予英國遠征艦隊重大打擊，幾乎扭轉戰局。同時也從八〇年代起，配備反艦飛彈的艦艇性能出現質的提高，除飛彈射程增大外，更加裝了防空武器或攜帶直升機，也不斷的提升艦艇載具的噸位。

現代除飛彈艦艇的進步迅速外，遠距反艦飛彈儼然成為快艇或艦艇的主要武器，而反艦飛彈的運用發展朝更遠程（300 公里以上）與近程卻更智慧精準兩極發展，²所搭配載具也更多元，如陸基型又區分固定發射陣地與機動飛彈車兩種，或裝置於較大型飛彈巡防艦（如我國成功級）以增加其遠程攻擊能力，甚或利用載空機，如法國飛魚、瑞典 RBS-15 和美國魚叉皆具有一彈多用的能力。

一、國軍雄風反艦飛彈及其載具能力與限制

（一）雄風二型、三型反艦飛彈（如圖一）：

射程可達 120 公里以上，最大速度為 0.85 馬赫，利用慣性及末端雙模式導引。雄風三型反艦飛彈（如圖二）射程可達 150 公里以上，最大速度為 2.5 馬赫，利用慣性及末端雙模式導引。

（二）發射載具能力與限制：

1. 錦江級近岸巡邏艦（如圖三）：最大速率達 25 節，使用柴油主機，從泊港停駛狀態至完成戰備出港需求時間短，配備雄二或雄三飛彈，依特性執行港口偵巡與近岸反潛巡邏任務；³該艦由於吃水淺，受海象影響，航行穩定度較差。

2. 光華六號飛彈快艇：簡稱 FACG（如圖四），最大速率 33 節，配備雄風二型

¹ 張志偉、韓傳道編著，《現代火力戰》（北京：星球地圖出版社，2009 年 1 月），頁 103。

² 張瑞麟，〈大型飛彈快艇遂行遠距作戰之研析〉《海軍學術雙月刊》，第 45 卷第 2 期，海軍教準部，中華民國 100 年 4 月，頁 98-100。

³ 《海軍艦隊錦江級近岸巡邏艦作戰教範（第三版）》（臺北：海軍司令部，103 年 8 月 31 日），頁 1-2。

反艦飛彈，⁴與錦江級巡邏艦同樣易受海象影響而不利作戰任務遂行，若艇隻橫斜角度超過系統限制時，射擊之準確性將為之減低。⁵

3.成功級飛彈巡防艦（如圖五）：最大速率可達 30 節，為迅安系統艦可擔任海軍通信中繼艦，進行信文傳遞；配有雙聯裝雄二與雄三飛彈發射架。⁶執行水面作戰任務同時考量氣象、水文、及地理等環境現象影響，如中度之降雨會降低反艦飛彈雷達尋標器及雷達目標偵測之性能。⁷

4.岸置型陣地能力：固定陣地編成含射堡、儲彈室、主控室、發電機房等設施，而機動車組編成包括指揮車、射控指管車、飛彈發射車，⁸皆配賦雄風二型反艦飛彈，可對敵主體或旗艦以單一陣地連續發射，具協同兩個（含）以上陣地或聯合水面支隊同時攻擊，使敵艦隊同時遭受多路飛彈攻擊，降低其反制能力。

圖一 雄風二型反艦飛彈



圖二 雄風三型反艦飛彈



資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/PG603.htm>

圖三 錦江級飛彈快艇



資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/PG603.htm>

圖四 光華六號飛彈快艇



資料來源：維基百科，<http://2h.m.wikipedia.org/zh-tw/光華六號飛彈快艇>

⁴ 《海軍艦隊飛彈快艇作戰教範》（臺北：海軍司令部，93 年 11 月 31 日），頁 1-2~1-6。

⁵ 同註 4，頁 1-7、1-8。

⁶ 《海軍艦隊成功級艦戰術運用手冊》（臺北：海軍司令部，102 年 07 月 31 日），頁 1-1、1-2。

⁷ 同註 5，頁 43~44

⁸ 《海軍機動飛彈車組作戰運用手冊(第一版)》（臺北：海軍司令部，100 年 10 月 1 日），頁 3-1~3-5。

圖五 成功級艦



資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/FFG1101.htm>

圖六 基隆級艦



資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/DDG1801.htm>

圖七 濟陽級艦



資料來源：<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/FF932.htm>

圖八 五吋五十四倍砲



資料來源：www.mdc.idv.tw/mdc/navy/usanavy/E-antisurface-MK45.htm

二、國軍艦艇艦砲能力與限制

海軍目前現有主戰艦計有基隆級艦（如圖六）及濟陽級艦（如圖七）配備 5 吋艦砲，適合擔任艦砲之兩棲登陸作戰與陸上作戰之強大支援火力。其配置的五吋五十四倍砲（如圖八）射程遠、彈道平直低伸，對垂直目標與前斜面之目標射擊破壞性大，因其彈著縱向散佈差約為橫向之 10 倍，故適合射擊與艦砲射擊線平行之縱深目標以及正斜面目標，有效於近接支援射擊，且艦砲採自動裝填、射速快，一顆砲彈威力相當一個 155 榴砲兵排殺傷能量。⁹

艦砲支援地面部隊作戰之限制計有：1.易受天候與視界之影響，如夜間及氣候惡劣能見度不良時，致使無法觀測，影響射擊之實施；2.彈道低伸，對反斜面或掩蔽物後之目標射擊困難；3.彈著縱向散佈約為橫向之「十倍」，對第一線友軍部隊支援，應「保持六〇〇公尺」安全距離；4.支援艦於航行中射擊，不易準確測定船位，無法利用射擊成果行轉移射擊；5.彈藥倉庫容量有限，且必須保留 1/3 彈藥量作為自衛及對空防衛之用，支援地面火力能量受限；6.陸地以 37 系列無線電機、AN/VRC-174 無線電及視號通信，易受地形影響通信品質。

海上計畫火力作業與執行管制

火力支援協調作業旨在協助部隊指揮官有效整合所有支援火力，為一連續不斷之工作，將其「最佳化」的分配，又與情報及作戰科息息相關，必須在全程作業中相互配合，達到所望攻擊效果以支持作戰計畫之遂行。因此在其計畫作業時，務必與指參作業程序相結合，以制定出切合戰場環境之火力支援計畫與各火力計畫，以因應全般作戰任務需求，其分為兩作為階段（如圖九）。¹⁰

一、計畫作為與執执行程序區分

（一）計畫階段（經常戰備時期）

自受領任務起至完成火力支援計畫策頒、修訂及戰鬥開始之前，其作業要項包括：火力支援協調組開設、確認火力支援能力與限制因素、目標選擇與火力運用指導、火力支援方案研擬與分析、確認火力支援方案、火力支援任務之協調等，著重在「火力政策律定與火力分配」。於經常戰備時期計畫作為階段，又區分「初始階段」、「概念發展與審查階段」、「計畫發展與審查階段」等，協同情報及作戰科同步規劃，相互協調，共同檢視敵情、指揮官作戰構想及現有火力支援能量，發展各項火力計畫及目標情報需求等作為。

1.初始階段：依照年度固安作戰計畫修訂期程，指揮官受領任務，依據上級火力支援計畫，結合台澎防衛作戰火力運用政策，軍團火力支援協調組完成初步全程火力運用指導、火力支援能量、敵情、及兵要資料整備。

2.概念發展與審查：主要配合作戰處兵力運用、作戰概念及情報處戰場情報準備相關資料，進行火力支援任務分析、研擬火力支援方案、分析火力支援方

⁹ 《艦砲連絡官作業手冊》（臺北：海軍司令部，88 年 5 月），頁 3-13。

¹⁰ 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 101 年 9 月 19 日）。

案、比較火力支援方案及核准火力支援方案等步驟，確認指揮官作戰構想及全程火力運用指導，並持續提供情報科目標情報需求要項。

3.計畫發展與審查：依據核准的全程火力運用指導，完成火力支援計畫及相關附件，並分發下級部隊執行。

（二）計畫執行階段（防衛作戰時期）

待進入防衛作戰時期之計畫執行階段，區分「受領任務」、「敵情判斷」、「作戰指導」及「執行命令」等步驟，主要以指導執行情報需求，以供敵情判斷之用，並持續就各項徵候實施即時分析與修正敵可能行動，以滿足指揮官作戰指導與修正我軍行動方案及火力支援方案之需求。

1.受領任務：進入應急作戰階段，在接獲上級作戰指導後，立即掌握並確認敵軍現況與事實，檢視平時所建立各主、備用計畫之假定事項。

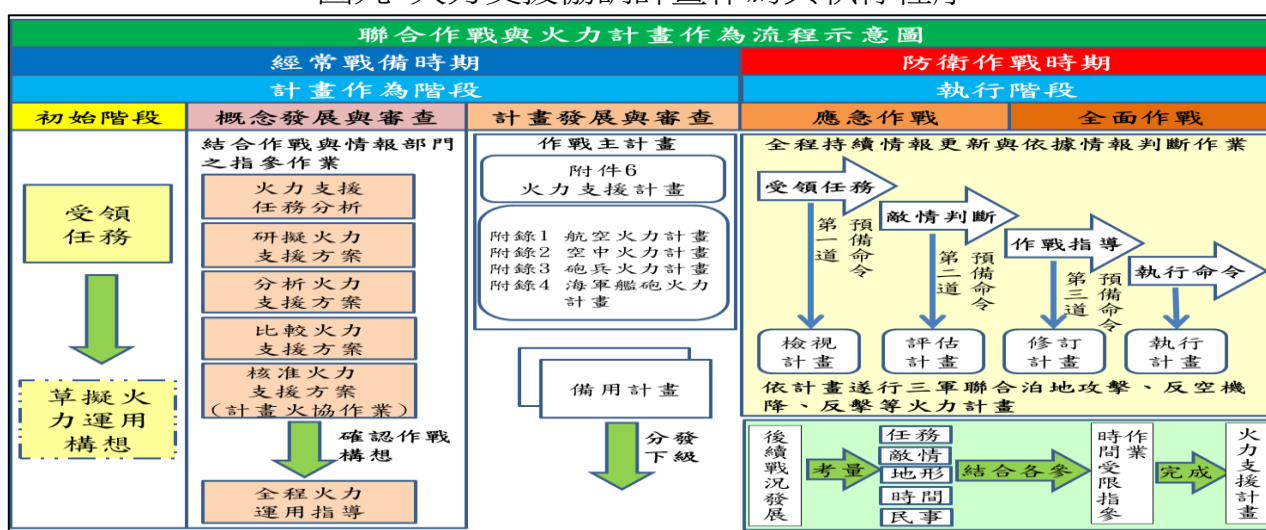
2.敵情判斷：依據情報處所提供敵軍後續發展狀況，提供作戰中心火力支援協調組情報蒐集需求，以評估各項計畫之可行性。

3.作戰指導：作戰處在確認指揮官決心及作戰構想後，火力支援協調組依據敵情同步修訂火力支援計畫及目標處理相關成果，並分發部隊作為修訂依據。

4.執行命令：依據上級所核定之火力支援計畫，持續與情報中心掌握敵軍狀況，並依照作戰進展執行計畫。

5.後續戰況發展：爾後戰況轉為陸上攻防時，若無平時建立計畫可用，此時在戰況激烈下，部隊以「時間受限下指參作業程序」完成相關計畫運用。「時間受限」與「時間餘裕」之指參作業程序，其作業步驟完全相同；單位必須熟練「時間餘裕」之「指參作業程序」作為要領，才能在「時間受限」狀況下制定「戰術決心」，完成計畫（命令）。¹¹

圖九 火力支援協調計畫作為與執行政序



資料來源：筆者參照準則整理繪製

¹¹ 陳坤良，〈指參作業程序中旅火力支援協調與目標處理作業之研究〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第150期，陸軍砲訓部，民國99年8月。

二、作戰區海軍反艦飛彈計畫火力作為要領

火力支援計畫為作戰計畫（命令）之附件，作戰區作業使用條列式格式，旅以下層級通常使用表格式或僅於作戰計畫（命令）第三段（執行）中列述。因海軍艦隊指揮部屬海軍作戰部隊，平時受海軍司令部行政管制，戰時屬聯合作戰指揮體系受國軍聯合作戰指揮中心作戰指揮與管制，負責統籌策劃聯合制海作戰有關之兵力派遣、任務賦予及作戰行動之管制，並協調友軍作戰行動；¹²是故，陸上作戰區（軍團）所完成各階段作戰計畫與火力支援計畫有關聯合海軍兵、火力運用部分，應函文予艦隊聯合作戰指揮部，以利作為特遣部隊固安計畫（聯合泊地攻擊、反擊階段或反空機降階段）作業與參謀判斷之依據及協調管制配置，並下發各作戰支隊發展支隊之作戰計畫（表格式），以有效支援地面防衛作戰。海軍聯參（連絡）官於火力支援協調程序中之作業要點如次。

（一）受領任務

作戰區海軍聯參官瞭解當前要旨或預備命令、固安作戰計畫內容及指揮官或火協官初步參謀作業指導；平時即不斷更新個人火協作業資料夾，內容包括海援申請表、密語表、相對性敵情資料及各營艦管官缺補與訓練情形，並持續掌握可獲得海軍支援火力，依艦砲支援範圍與旅作戰中心申請，派遣海軍連絡官，同時完成縱、橫向連絡網建立（如表一）。

表一 通信聯絡網

區別	有無線電及資訊網	連絡對象/目的
作戰區	海軍迅指系統、軍用有線電及迅安系統	北（蘇）戰情、海軍艦指部、地區作戰中心、各雷達站/海上目標獲得、效果監視
旅（含）以上火力支援協調組 海軍連絡官	艦砲管制協調網（平面）	艦管官、聯參官/協調海援作業及上下級連絡
	艦砲支援網	支援艦/監聽或射擊管制
艦砲管制官	艦砲管制協調網	海軍連絡官/協調海援作業及回報攻擊效果
	艦砲支援網	支援艦/終端管制引導攻擊

資料來源：筆者整理自繪

（二）火力支援任務分析

在分析上級作戰計畫、火力支援計畫，瞭解相關反艦飛彈與艦砲火力支援能力及限制後，結合戰場情報準備作業完成以下分析工作。

1.獲取作戰艦隊任務分析之敵軍狀況：敵指揮官特質、敵兵力部署與配置、敵情報偵蒐能力、敵通資電子戰能力、敵海上與空中作戰能力、敵導彈及岸基制海火力能量、敵高價值目標分析表、敵兵力與手段運用之關連性。

¹² 《海軍水面作戰支隊戰術運用手冊(草案)》（臺北：海軍司令部，101年10月31日），頁1-2。

2.確認上級所規範之作戰限制因素，限制因素則包含了「上級要求必須執行的」及「上級不許做的」兩項，於「任務分析」簡報中，重點將敵我海軍「能力」、「限制」、「相對性敵情」及「建議事項」四部份做說明。

（三）研擬、分析火力支援方案

可區分「上級律定本部執行火力支援要項」及「本部自行計劃之火力支援要項」兩部份實施作業，作業方式說明如次。

1.經任務分析過程所得「上級律定本部執行海上火力支援要項」，於本階段須完成任務執行細部推演；於攻擊發起前，規劃射彈彈道未與空中攻擊或管制措施相衝突，並從參二空業官瞭解目標情報獲得狀況、敵軍動向與意圖。

2.針對推演中，作戰部門依據海軍特遣部隊固安計畫各階段運用，與我反艦飛彈及艦砲支援火力構想，提供意見具申及規劃作法。

3.掌握及修訂「高效益目標分析表」及「攻擊指導表」內容，可參考「癱瘓海上艦艇所需彈藥數量參考表」、BOL 射擊模式所需精度以提供「目標選擇條件表」內反艦飛彈與艦砲火力所需目獲精度及目標監控時間參數。¹³

4.瞭解作戰部門所望攻擊具體效果，再依「癱瘓海上艦艇所需彈藥數量參考表」（如表二），具體或量化反艦飛彈所需攻擊目標之次數。

表二 癱瘓海上艦艇所需彈藥數量參考表

攻擊彈種		雄風反艦飛彈					2000 磅炸彈				
攻擊數量		1	2	3	4	5	3	4	5	6	7
造成損害程度	LPD			50%	100%			33%	66%	100%	
	LST		33%	66%	100%		25%	50%	75%	100%	
	LSM		50%	100%			50%	100%			
	LCM	100%					25%	50%	75%	100%	
	AOR				50%	100%				50%	100%
	AO			33%	66%	100%		25%	50%	75%	100%
	AF			50%	100%			50%	100%		

資料來源：筆者整理自繪

（四）計畫性火力支援協調會議

1.因聯合泊地攻擊時，海上作戰支隊配合作戰區陸上火力，趁敵登陸船團實施錨泊、換乘、舟波運動，向我岸運動期間，攻擊其輪具與人員之作戰行動。鑒於此階段，敵通常已奪取局部海、空優勢，常須在有限海軍支隊返港整補中，甚或幾無海、空支援下實施，火協調官於本階段尤須藉火協成員以妥善計畫火力，針對作業成果，以「火力支援要項表」為討論主軸，並依攻擊指導規劃預備支援手段（艦砲或火箭）進行多方協調。

¹³ 同註 13，頁 6-31。

2.海軍聯參官需向 JFOC 獲知「船位及意圖行動(PIM)」之航線選擇或藉支隊的「海域管理(WSM)機制」,確認支援艦的航行路線規劃、待命區、終端管制程序及步驟,以制定我軍對海上的安全管制措施,避免誤擊。¹⁴

3.海軍聯參官依作戰區交付攻擊目標或射擊責任區,就可用武器系統射程與飛彈特性(如迴避島嶼、轉折點等特性),規劃艦艇或機動飛彈車射擊位置。

(五) 完成火力支援計畫

因反艦飛彈主要於聯戰機制轉換後之聯合泊地攻擊階段,使由作戰區指管,僅於火力支援計畫(命令)第三段(執行),火力運用在聯合泊地攻擊階段中列述,而不另行制定於海軍艦砲火力計畫中;執行內容就敵高價值船艦航向,預期目標出現區域,以經緯度座標 4 角標示之,或採用僅知載具攻擊的方位線發射模式(BOL),或電偵方位線攻擊(ESMBOL)標記列述,¹⁵BOL 與 ESMBOL 發射模式僅需記載攻擊線之最近距離(Rmin)和最遠距離(Rmax)及相對於攻擊艦船位方位等三筆資料,一般射控系統設定自動攻擊範圍,凡在選定射向範圍內無我方友艦,可以 BOL 模式直接發射雄二/三飛彈,其距離目標約〇〇公里時,將自動開啟尋標器,若目獲資傳狀況允許下,再提供目標航向、航速,更提高命中精準度。¹⁶

三、海軍艦砲火力計畫作為要領

海軍艦砲支援主要任務是壓制敵人防空火力及反制敵人部隊攻擊;艦砲火力計畫係對申請獲得海軍艦艇支援兵力之部隊,依需要策訂海軍支援艦支援地面部隊作戰的計畫性火力,亦為貫徹部隊長運用艦砲火力打擊任務,所做的細部具體執行計畫,且主要於防衛作戰時期之後續狀況發展階段設計。海軍艦砲火力計畫為火力支援計畫之附錄,經部隊指揮官核准(簽署)後,隨作戰計畫(命令)發布(或單獨發布)。因海上火力基於火砲特性與海洋兵要限制(含海上威脅),計畫時應完成綿密協調,著重濱海重要地形分析、射程射界管控、海上安全管制等事項。計畫內容包含目標說明表、目標編組圖、射擊時間表及文字記述。¹⁷

(一) 目標說明表:艦砲火力計畫目標之選定,應與攻擊時間的決定同步考量,以滿足部隊指揮官戰術運用的需求。考量 5 吋 54 倍徑砲彈道較低伸,以及平行射向之散佈差大,通常將敵大型指揮所、作戰主力、飛彈(砲兵)陣地等列為計畫目標選項,並將射擊的計畫目標,按編號順序填入目標說明表(如表三),並詳註「橫寬、縱深」及「目標縱軸」等目標諸元。

(二) 目標編組圖與文字記述:將地面部隊攻擊發起線、地境線、火力支援

¹⁴ 同註 13,頁 5-29。

¹⁵ 《海軍艦隊成功級艦戰術運用手冊》(臺北:海軍司令部,102 年 7 月 31 日),頁 2-5、2-6。

¹⁶ 《海軍艦隊錦江級近岸巡邏艦作戰教範(第三版)》(臺北:海軍司令部,103 年 8 月 31 日),頁 5-6、5-7。

¹⁷ 同註 11,頁 7-86、7-87。

協調線、OBJ 位置、計畫目標、艦管官（SFCP）、指揮所、火力支援單位位置，以及禁射線、海上航道等相關安全管制措施標繪於目標編組圖上。文字記述內容應包含海軍支援火力編組、火力要求（含所望效果與建議射擊彈種）、目標指示方法（含 SFCP 位置）、安全管制與陸海聯絡信號等。

（三）艦砲射擊時間表：艦砲火力計畫射擊時間的決定，須結合指參作業與目標處理而定，可與砲兵攻擊準備射擊同時實施，或依特定任務需求規劃實施先制攻擊。然濟陽級 5 吋 54 倍徑艦砲雖 1 分鐘可達最大射速 34 發，然調製上需考量砲膛過熱、彈藥存量與射彈修正等問題，於目標編號下方填寫射擊發數與砲種（5”），並在附註欄位註明所望射擊彈藥與修正法（如表四），以減少彈藥浪費，達最大效果。

表三 目標說明表

行數	目標編號	目標說明	目標位置座標	目標標高	目標縱軸方位角	備考
1	KZ0001	高砲陣地	1896-3024	30		
2	KZ0002	砲兵陣地	2620-2980	50	1500	
3	KZ0003	防空導彈陣地	2585-3805	50		斜面目標

資料來源：筆者整理自繪

表四 艦砲射擊時間表

行 數	時 艦 間 別													附 記									
		-20		-18		-16		-14		-12		-10			-8		-6		-4		-2		H
1	930		JA0003						KZ0004						KZ0003				(a) 即時 信管				
			16-5” (c)						32-5”						32-5”								
2	931		KZ0002				JA0002						KZ0003					(b) 定時 信管					
			16-5”				16-5” (c)						18 (b) -5”										
3	990		KZ0001				KZ0004						JA0001					(c) 六發一習 會修正					
			18 (b) -5”				36 (b) -5”						18-5” (c)										

資料來源：筆者整理自繪

四、海上計畫火力執行與管制

聯合國土防衛作戰階段係接續聯合截擊作戰發展，我國聯合國土防衛係屬島嶼防衛作戰性質，具被動應戰、節奏快速、總體動員及速決殲敵等特性，因此地面部隊（作戰區）能否依計畫有效聯合部隊戰力發揮，如何落實軍種間指揮管制為防衛作戰成敗重要關鍵，而國軍現行迅安指管系統具同步實施交戰戰術情資傳遞、增強戰場監控與指揮速度等功能，可執行聯戰指管能力，以發揮最大整體戰力。

（一）作戰區反艦飛彈指管

國軍藉由先進戰術資料鏈路系統（如圖十）將指、管、通、資、情、監、偵做有效之鏈結，各聯戰指管系統與軍種指管系統即運用該數據鏈路作為傳輸，在統一與分工之組織原理下，有效發揮系統戰力，對這部分有興趣的讀者，可進一步於《海軍通資電教則》深入瞭解內容。¹⁸

1.海軍聯成系統：系統概分為資料處理顯示、雷情摘取及通信網路等三大分系統，係以分散處理方式將各偵蒐單位所獲取之雷、截情資料，經初步處理、鑑別，透過系統通信網路傳送集中於中央電腦進行綜合處理、儲存、識別、關聯、編號與評估，再分發各建置聯成系統與迅安系統相關單位顯示使用。¹⁹

2.迅安系統：為架構在聯戰指管軟體（ICS）上之各種支援應用軟體，包含港岸監偵系統（HCS）、作戰指管系統個人電腦版（C2PC）及地面任務應用軟體等，主要運用無線數據鏈路實行資傳，有線鏈路運用具自動繞徑功能之地面廣域網路串聯，旨在提供指揮管制功能。該系統建置於各陸岸重要陣地及主戰艦艇，如海軍地區作戰中心、海偵部所屬雷達站、海鋒飛彈陣地與基隆級艦等單位，及各聯戰指揮中心與陸軍作戰區指揮中心，提供共同作戰圖像（COP）與作戰指管功能予所有參與單位，並運用多重路徑彼此互享戰術情資與指管信息，能有效率的遂行各類聯戰任務之聯合指管、聯合接戰與聯合行動。²⁰

3.指管命令下達：考量三軍聯合泊地時艦艇戰損與整補問題，僅以岸基反艦飛彈火力支援程序為例說明。各戰管單位藉由聯成系統將海域內目獲及水面雷情目標彙整、分析與命名後，再由權責戰情中心將所獲情資廣播顯示於各戰管單位及雄二陣地之戰情顯示操控台，和作戰區共同作戰圖像上，²¹作戰區確認共同圖像情資無誤後，依敵情或計畫排定（或重選定攻擊目標），透過區域介管官席或指揮官席之地面作戰指管軟體系統，使用內建武管命令訊息功能攻擊指派同為迅安系統之海鋒固定陣地，²²飛彈陣地於完成備戰後，藉由目獲機構更新情資，或者海軍聯參官可將目標參數簡碼（含有「航向」、「航速」、「距離」等），

¹⁸ 《海軍通資電教則》（臺北：海軍司令部，102年9月30日），頁2-5、2-6。

¹⁹ 《海軍艦隊指管通情艦岸交鏈作業手冊(第二版)》（臺北：海軍司令部，99年11月1日），頁4-1~4-3。

²⁰ 同註20，4-14、4-15。

²¹ 《海軍岸置雄風飛彈戰管手冊》（臺北：海軍司令部，98年9月1日），頁2-8~2-11。

²² 《海軍艦隊通資電教範》（臺北：海軍司令部，104年11月30日），頁3-44、3-45。

使用純文字訊息同步傳送，供陣地作業以提高攻擊命中率；而指管非建置迅安發射載臺之機動飛彈車組，依當時授權戰管權責，利用訊息、訊文或語音功能（僅於特別狀況下使用）下指管命令至 JFOC、地區作戰中心、中、遠程雷達站等同樣建置迅安系統之戰管單位，再由權責戰管單位運用聯成系統之戰情顯示操控台及聯成指管信文下達攻擊命令。²³

作戰區共同作戰圖像，可藉由同樣建置聯戰指管軟體（ICS）之單位於接獲武器管制命令後，依據武器系統接戰的狀態，利用多重戰術數位資訊鏈路能力，顯示於共同作戰圖像，並回傳作戰區同步顯示；未建置聯戰指管軟體（ICS）的武器載臺，則使用通資手段，回報至作戰區紀錄，以確實掌握攻擊載臺指派與目標間狀態，並持續依後續顯示情資狀態決定是否重行攻擊。²⁴

（二）艦砲火力要求與管制

聯合泊地攻擊時，海軍戰存與輕快兵力仍以實施再截擊作戰為主，主在殲滅敵登陸部隊為目標，以剋制其準備進入泊地地區至突擊登陸之作戰行動，惟在局部有利時、空，依據作戰區火力協調中心之敵目標賦予，配合地面兵、火力及現況可用戰存兵力支援地面作戰，是故艦砲火力常於時間急迫下計畫，依有限海軍支援火力，考量指揮彈性與攻擊效益，海軍艦砲支援近岸射擊與地面攻防戰鬥時，建議戰鬥支援以直接支援旅（或以上層級）方式，旅依戰術射擊指揮儀所建立各營艦管官之觀測能力，賦予觀測修彈任務。

基隆級艦主要擔任海軍支隊之旗艦，較不易支援岸轟任務，然濟陽級因武進三系統（原 MK-68）移殖後，現行近岸射擊演練採戰情組合方式，輔以 AN/SPS-64 導航雷達、STIR 射控雷達及 EO 光指儀確認目標位置後訂入系統，帶五吋砲採「直接射擊」。²⁵

1.艦砲管制機構申請作業：在配合計畫並申請海援申請時，依需要向作戰區資電群通信作業連無線電排（原陸海排）申請無線電裝備或人員支援作戰。而艦砲岸上管制組由作戰區海軍聯參官與旅海軍連絡官統一協調後管制分配，應視海軍支援兵力之多寡、任務編組與火力支援需求，決定艦砲岸上管制組之運用，通常配合支援艦艇派遣向受支援部隊之海軍連絡官報到，選擇適當位置執行管制。

2.艦砲火力要求與指揮管制：海軍支援艦擔任艦砲支援期間，仍受海軍艦隊指揮，依計畫或受命擔任火力支援之艦艇，經作戰區與受支援部隊建立連絡後，旅海軍連絡組指派艦砲岸上管制組，向指定直接支援艦建立連絡，地面部隊僅實施火力管制，負責艦砲彈著觀測與修正。若當下無艦砲岸上管制組，可協調砲兵作戰代表，藉由第一線砲兵前進觀測官、觀通組長或戰鬥部隊迫砲觀測士，

²³ 《海軍艦隊戰術運動教範（第一版）》（臺北：海軍司令部，97年9月30日），頁4-28。

²⁴ 同註22，頁3-46。

²⁵ 《海軍艦隊濟陽級飛彈巡防艦作戰教範(第二版)》（臺北：海軍司令部，99年11月1日），頁5-28。

回報目標位置與管制射擊。

3.彈著觀測員最主要的任務是「射擊調整」，也就是調整艦砲平均彈著點（MPI），儘速導射彈於目標上。所以艦管官必須明瞭海軍艦砲支援的基本功能、彈著調整術語；若偏差、距離、仰角都不改變，彈著修正令是：「彈著不變。」偏差的修正令是「左」或「右」；仰角的修正令是「上」或「下」；距離的修正令分別為「加」、「減」、以及「不變」，所有修正令的單位都是使用「公尺」，如要使用碼，必須事先註明，而彈著修正的最小單位為：偏差 10 公尺，仰角 10 公尺，距離修正量為 25 公尺。²⁶

4.艦砲支援時使用彈種通常由岸置彈著觀測人員選擇，但在沒有岸置彈著觀測人員的狀況下，彈種的選擇仍由射擊艦本身決定。射擊時可能使用的彈頭有高爆彈（HE）、照明彈、以及煙彈（WP）三種，另外引信亦有即時（QUICK）、定時（TIME）、變時（CVT）三種。

國軍陸海聯合作戰機制探討

一、國軍演訓與測考現況檢討

（一）訓練方面

1.年度作戰區火協鑑測，因參謀人員離退且承接人員對指參作業及火力支援協調作業等練習不足，造成火協作業生疏，且鑑測前未能先行檢視與推演固安計畫相關內容，致使程序與計畫產生差異，且需協同情報處、通資處等相關單位，共同修訂之，使計畫更臻完整可行。

2.其次於鑑測中，相關對上對下通信網路開設，常以裝備陳列方式而未實機操作構聯，致陸海通話程序演練無法收仿真模擬效果，且部分海軍連絡官對地面部隊各階段作戰場景未明瞭，忽略通聯機制架構重要以及和海軍戰管單位間之訊文聯絡。

3.旅級以下各單位進訓聯勇基地前，必須至砲訓部實施火協專精管道訓練，海軍連絡官由軍團派遣，艦管官通常由單位自訓擔任，海軍連絡官多半任期一年即調職，每年都須重新教育訓練，且部分人員未能確實融入，人員業務交接亦欠落實，導致本職學能參差不齊。

（二）演訓方面

歷年來國軍各項陸海聯合操演（聯勇操演等），海軍艦艇多數採實兵不實彈，在火協運用海連官與艦砲管制官間要求艦砲火力，多以空操演練，地面觀測人員無法實施修彈作業，另射擊要求至射彈修正及效果回報常無法落實演練。現階段在地面部隊之陸海聯合作戰的演習次數少，相關聯合軍種訓練經驗與指管機制亦不足，有待精進。

二、精進作法與建議

²⁶ 同註 25，頁 5-29。

綜觀近代兩次波灣戰爭及阿富汗戰爭，C4ISR 戰場管理指揮自動化系統，提供了即時情報資與共同戰場圖像，藉三軍聯合火力之精準打擊，使戰場上的作戰節奏呈現快速、流暢，乃單一軍（兵）種作戰無法達成預期作戰效益，勢在作戰資訊能、軍種瞭解等交流於各作戰單位中，方能滿足現今作戰需求。筆者就近年演、訓、測觀察所見，仍可提升效能之觀點，提出建議。

（一）藉每季火協訓練週時機，磨練火力支援協調機制運作，火協成員依據作戰區固安作戰計畫附件火力支援計畫，同步瞭解防區全般火力運用規劃，進而修訂火力支援計畫與完成相關各案火力計畫完整策頒，利用年度漢光操演觀察驗證。海軍連絡官、艦砲管制官重點於火力支援艦間之指管連絡網建立、各項安全管制作為等等程序，並完備資料存用以因應人員異動。海軍聯參官與連絡官著實運用先進戰術資料鏈路系統，和海軍各戰管與艦指部之通聯及訊文傳遞作業，維護各作戰部隊通訊能力與指揮管制能量，並瞭解訊文簡碼撰擬與傳輸使用，在未來戰場上方能維持我部隊原有指管能力，進而提升作戰效益。

（二）演訓方面，海軍連絡官與艦砲管制官可藉由海軍各重大演訓海上實彈射擊時機，隨艦觀摩海上實彈修正，再間接結合陸上觀彈修正作業練習操作，以加深學者射擊實況印象，減少軍種間於修彈作業中因方法差異及修正量不同所造成認知上的落差問題。

（三）建構陸軍機動型陸基反艦飛彈系統，對敵軍而言，要攻擊一輛隱蔽於樹林內之飛彈發射車，相對於攻擊停泊港內的軍艦困難，讓陸基反艦飛彈系統部署於重要航線，可鎖控重要航線，擔任海上封鎖任務，迫使敵迂迴其他海上航道，縮限其可能行動，也為我方爭取整補與國際外交介入斡旋的時間。若陸軍擁有建制反艦飛彈系統，對敵艦艇可同步發起飽和攻擊（DTOT），使其防空及近迫防禦系統失去效果，提高對其防禦突穿率，也彌補海軍反艦飛彈數量不足之罅隙，且機動型飛彈車在一波射擊結束後，可變換至安全陣地，重新裝填再進入新陣地持續後續攻擊。²⁷

結語

教戰總則第十二條提到「協調合作為發揮統合戰力之基礎，亦為我三軍官兵必具之素養……」。聯合作戰為現代戰爭中武力戰必然之型態，協調良窳攸關防衛作戰成敗，陸軍無置身海空整體戰構想外的理由，就敵立場而言，我陸基反艦飛彈對其陸軍非主要考量高價值目標，但對敵海軍與兩棲部隊，我非必要將船艦擊沉，僅喪失其通聯與卸載能力，便直接影響敵投射有生戰力能力，進而牽制其陸軍無法執行後續聯合作戰。

在現行我國既有裝備與指管系統基礎上，應賡續強化三軍聯合火力攻擊之

²⁷ 柯林·馬坤上尉（Capt. Colin Marcum），林展慶譯，〈以陸制海－陸上武力支援海上作戰〉《陸軍砲兵季刊》（臺南），第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年 6 月。

思維觀念與強度，地面部隊指揮官不存「火力運用是砲兵的事」的想法，以明確的行動指導參與的共同全體，瞭解聯合指管程序、關鍵步驟及火力載臺性能等，將聯合兵、火力效能最佳化，使兵火力運用能密切結合，而海上火力需藉海軍聯參官與連絡官依指揮官作戰全程火力運用指導下，配合海軍部隊作戰計畫持續發展或修訂火力支援計畫有關海軍火力支援部分。平時各參謀應本「分層負責、持續訓練」原則，將「個人專業職能」、「火協開設」、「指參、情報與火協作業結合」及「狀況推演」要義納入火協鑑測及專精管道訓練，並將訓練成效延伸至兵科測考與三軍聯訓基地，落實通資構聯情傳，減少軍種間默契上隔閡，達成防衛作戰使命。

參考文獻

專書

- 一、《海軍艦隊錦江級近岸巡邏艦作戰教範（第三版）》（臺北：海軍司令部，103年8月31日）。
- 二、《海軍艦隊飛彈快艇作戰教範》（臺北：海軍司令部，93年11月31日）。
- 三、《海軍艦隊成功級艦戰術運用手冊》（臺北：海軍司令部，102年07月31日）。
- 四、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊（第二版）》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部暨飛彈砲兵學校印頒，民國101年9月19日）。
- 五、《海軍機動飛彈車組作戰運用手冊（第一版）》（臺北：海軍司令部，100年10月1日）。
- 六、《艦砲連絡官作業手冊》（臺北：海軍司令部，88年5月）。
- 七、《海軍水面作戰支隊戰術運用手冊（草案）》（臺北：海軍司令部，101年10月31日）。
- 八、《海軍艦隊成功級艦戰術運用手冊》（臺北：海軍司令部，102年7月31日）。
- 九、《海軍艦隊錦江級近岸巡邏艦作戰教範（第三版）》（臺北：海軍司令部，103年8月31日）。
- 十、《海軍通資電教則》（臺北：海軍司令部，102年9月30日）。
- 十一、《海軍艦隊指管通情艦岸交鏈作業手冊（第二版）》（臺北：海軍司令部，99年11月1日）。
- 十二、《海軍艦隊通資電教範》（臺北：海軍司令部，104年11月30日）。
- 十三、《海軍艦隊戰術運動教範（第一版）》（臺北：海軍司令部，97年9月30日）。
- 十四、《海軍艦隊濟陽級飛彈巡防艦作戰教範（第二版）》（臺北：海軍司令部，99年11月1日）。
- 十五、《海軍艦隊基隆級艦戰術運用手冊》（臺北：海軍司令部，101年10月31日）。

日)。

十六、《陸軍指揮參謀組織與作業教範(第三版)》(桃園：陸軍司令部，104 年 12 月 2 日)。

十七、《海軍岸置雄風飛彈戰管手冊》(臺北：海軍司令部，98 年 9 月 1 日)。

十八、《海軍岸置飛彈部隊作戰教則(第二版)》(臺北：海軍司令部，98 年 10 月 1 日)。

期刊論文

一、張瑞麟，〈大型飛彈快艇遂行遠距作戰之研析〉《海軍學術雙月刊》，第 45 卷第 2 期，海軍教準部，中華民國 100 年 4 月。

二、陳坤良，〈指參作業程序中旅火力支援協調與目標處理作業之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 150 期，陸軍砲訓部，民國 99 年 9 月 20 日。

三、徐茂松，〈如何發揮「火力支援協調功能」之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 146 期，陸軍教準部，民國 98 年 9 月 20 日。

四、柯林·馬坤上尉(Capt. Colin Marcum)，林展慶譯，〈以陸制海－陸上武力支援海上作戰〉《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年 6 月 20 日。

網際網路

一、維基百科，<http://2h.m.wikipedia.org/zh-tw/>，檢索時間：民國 106 年 2 月 20 日。

二、<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/rocnavy/>，檢索時間：民國 106 年 2 月 21 日。

其他

一、張志偉、韓傳道編著，《現代火力戰》(北京：星球地圖出版社，2009 年 1 月)。

二、砲訓部，〈聯合泊地攻擊如何打(以第三作戰區為例)〉《陸軍 103 年度戰術戰法研討會》。

三、李志虎，〈作戰區聯合泊地攻擊火力運用與整合之研究〉《陸軍砲訓部 103 年度戰法研究》。

四、王強編著，《世界現役制導武器全解析》(北京：人民郵電出版社，2015 年 12 月)。

五、偉恩·休斯(Wayne P. Hughes Jr.)著，易亮 譯，《艦隊戰術和近岸戰鬥》(北京：海洋出版社，2016 年 3 月)。

作者簡介

李德龍少校，陸軍官校 93 年班，砲兵正規班 199 期，中興大學物理研所 96 年班，歷任連絡官及連長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部戰術教官組。

蜂眼短程防空系統戰備整備之研究

作者：曹哲維

提要

- 一、國軍對防空部隊運用普遍侷限於火網涵蓋的討論，需逐步增加探討雷達計畫與指揮管制之具體作為。另野戰防空強調機動作戰與提供地面目標必要之防護，作戰間須視戰況不斷調整部署，而通信為建立指揮與管制之首要條件，一旦重新調整陣地位置，指揮與管制相關問題立即浮現，因此陣地的偵選影響了整個防空作戰的成敗。
- 二、蜂眼短程防空系統，為國軍自行籌建之武器系統，本系統改變以往該類裝備僅有早期預警，無指揮作戰之能力。然裝備有其特定之功性能，亦必有使用上之限制，為使其效能發揮至極致，有賴良好周密之計畫作為。
- 三、筆者嘗試從「完善雷達計畫作為」、「建立戰場共同圖像完整指揮管制」、「完備目標識別與接戰程序」及「提升電子反反制能力」等四個面向說明蜂眼短程防空系統戰備整備之重點，期能發揮拋磚引玉的效果，獲致更大迴響，使本系統在運用或與其他系統之整合，發揮更大效益。

關鍵詞：蜂眼短程防空、雷達計畫、電子戰

前言

「精粹案」組織調整後，三軍防空部隊均精簡一定幅度，尤以陸軍軍團防空兵力裁減較多；然而中共軍力現代化的腳步未緩，臺海軍事安全威脅持續存在，國軍在防衛作戰中處於質量相對弱勢的作戰環境，在此之時，由國家中山科學研究院自行研發之蜂眼短程防空系統正式加入復仇者防空連的戰鬥序列，各種戰術運用方式仍處於探索、磨合階段，使用單位應思考如何與相關部門充分協調與密切合作，制定周密完整之雷達計畫，方能使系統發揮整體作戰效能。

目前國軍對防空部隊運用普遍侷限於火網涵蓋的討論，較少探討雷達計畫與指揮管制之具體作為。另野戰防空強調機動作戰與提供地面目標必要之防護，作戰間須視戰況不斷調整部署，而通信為建立指揮與管制之首要條件；一旦重新調整陣地位置，指揮與管制相關問題立即浮現，因此陣地的偵選影響了整個防空作戰的成敗。

筆者自本系統開發初期即參與測評，對其功性能有深刻的了解，也參加多次相關演習，另外，筆者本身亦深入研究過美軍哨兵雷達的準則及運用。撰文目的旨藉參考美軍哨兵雷達計畫作為，結合蜂眼短程防空系統特性，探討我軍雷達作戰運用方式，以個人拙見，提供現行作業一套可行方案，作為砲訓部教學、部隊訓練及基地測考之參考。

防空作戰環境與敵情威脅

一、防空作戰環境分析

臺灣與大陸概以 200 公里海峽相隔，這種地緣關係於傳統戰爭形同天然障礙，確保臺海數十年安全，然隨著科技與武器發展，這道天然障礙已打破。過去 20 年，中共國防預算持續以百分比二位數字成長，積極挹注軍事現代化推動，形成兩岸軍力質與量平衡的逐漸傾斜，這種失衡在我空防安全上尤為明顯。¹

中共航太科技上的發展成就共軍太空監偵、定位導航及通信能力，更支援遠程精準打擊與兵力投射能力；空軍新世代戰機的研發與部署，穩固共軍在第一島鏈以西的軍事地位，及犯臺行動相對數量上的優勢。2013 年 4 月中共發表《中國武裝力量的多樣化運用》國防白皮書，強調維護國家主權、安全、領土完整；同年 9 月，共軍無人機隨即首次進入釣魚台海域活動，展現其監偵及指管能力可涵蓋第一島鏈，足以捍衛領土主權。²近二年來中共逐次加強南海地區演訓及海上維權行動，持續在所占島礁進行填海造陸工程，並派遣海上兵力強勢驅離周邊國家在南海活動之船舶，以營造其在南海地區實質擁有及有效管理之氛圍。³

二、空中威脅分析

共軍近年特別強調在複雜電磁環境下之作戰演練，戰時可對我實施電子干擾，癱瘓我指揮管制及資訊通信能力。近年來加強發展配備於定翼機、直升機和無人機上之機載電子戰裝備；加速研製電磁脈衝彈等電磁攻擊武器；積極研發低頻電磁脈衝、動能攔截器等創新概念武器，以搶先奪取戰場制電磁權，發揮主動攻勢作戰效能，⁴並陸續換裝新式戰機、防空飛彈等主戰裝備，火箭軍持續對臺部署飛彈，並重點提升遠程投射力量，規劃在 2020 年前，完備攻臺可恃戰力。⁵影響我野戰防空任務之各類型裝備概述如次。

（一）巡弋飛彈

中共在 80 年代先成立了 8359 設計局，負責巡弋飛彈的發展事宜。這個機構的前身係海鷹反艦飛彈的設計單位，在研製攻陸巡弋飛彈以前，其反艦飛彈技術已經非常成熟，奠定了良好的發展基礎，加上蘇聯解體後有許多巡弋飛彈相關技術和專家流入大陸，另外透過與以色列間的軍事合作，取得重要先進技術，使中共終能成功克服研發巡弋飛彈的技術瓶頸。⁶

1 陳積元，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《103 年陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討會》（桃園），頁 2。

2 國防部，〈國防報告書〉（台北：國防部，102 年 10 月），第 50-54 頁。

3 國防部，〈國防報告書〉（台北：國防部，104 年 11 月），頁 51。

4 國防部，〈四年期國防總檢討〉（台北：國防部，98 年 3 月），頁 24。

5 國防部，〈國防報告書〉（台北：國防部，104 年 11 月），頁 57。

6 邱文昌，〈攻陸巡弋飛彈威脅之探討〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 42 卷第 488 期，陸軍司令部，民國 95

目前中共已經完成 600 至 2,500 公里巡弋飛彈的研製，主要型號為鴻鳥、鷹擊及東海系列，數量約 200 餘枚。⁷依據美國智庫蘭德公司的評估，共軍犯臺需要 60 至 200 枚導彈（彈道飛彈及巡弋飛彈）以制壓我機場、防空陣地及監偵設施，創造一個安全的空中環境，讓空中兵力可以對我其他設施實施精準打擊及地面轟炸。⁸

（二）定翼機

共軍空軍及海軍擁有約 2,000 架餘各型作戰機，包含空防及多功能戰機、地面攻擊機、戰轟機、轟炸機，另有約 1,500 架老舊各型戰機、轟炸機、訓練機作為訓練及研發用途；此外擁有數量眾多運輸機及監偵機，具備情報、地面搜索及空中早期預警等能力，或在不須空中加油情形下，即可對臺進行軍事作戰任務之戰轟機；二線飛機前進部署、降低酬載或調整任務模式等運用情形下，數量大幅增加，⁹並可掛載空射型巡弋飛彈、電視導引、反輻射等精準導引或是傳統炸彈，足以對我實施飽和攻擊，或利用精確導引飛（炸）彈，壓制、削弱我防空戰力，奪取制空權，創造爾後作戰優勢（武器類型如表一）。¹⁰依照中共定翼機的武器酬載，作戰模式概區分兩種模式。

1.精準武器攻擊：中共空軍第三代戰機持續快速換裝中，刻正研製具匿蹤、超音速巡航與視距外接戰能力之新世代戰機及艦載機，並以新一代戰轟機與輔戰機，搭配無人攻擊載具與先進遠距精準武器，以強化遠距作戰能力；¹¹此種作戰模式因載台在我野戰防空部隊鎖定距離外發射飛彈後隨即脫離，對其飛彈亦因偵測不易，不具反制能力。

2.傳統武器攻擊：敵機運用傳統武器攻擊時，其投射方式為飛行員利用目視，搜尋、瞄準目標進行攻擊，為求攻擊精度，須在近距離投射方能達成任務，因此容易遭受我地面防空飛彈的威脅，為提高存活率，其攻擊航路之選擇須依戰場狀況及攜行彈藥，不同時機選擇不同攻擊航路。

年 8 月，頁 69-73。

7 國防部，《四年期國防總檢討》（台北，國防部，98 年 3 月），頁 25。

8 “The Chinese Air Force – Evolving Concepts, Roles, and Capabilities”，US National Defense University, August 2012, P 339.

9 陳積元，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《103 年陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討會》（桃園），頁 6。

10 國防部情報參謀次長室，《共軍基本資料 99 年版》（台北：國防部，民國 99 年 7 月），頁 36、46。

11 國防部，《四年期國防總檢討》（台北，國防部，102 年 3 月），頁 17。

表一 中共現有戰機威脅能力評估表

戰機 型式	數量（架）	最大速度/巡航 速度（馬赫）	作戰半徑 （公里）	武器裝備
殲轟7 殲7	JH - 7 : 90 J - 7 : 1000	JH - 7 : 1.7/0.8 J - 7 : 2/0.85	1,650	KH - 31A/P超音速反艦飛彈、YJ - 88電視導引飛彈、YJ - 91反輻射飛彈、LT - 2雷射導引炸彈雷石六型
殲8乙	200	2.2/0.83	800	KH - 31A反輻射飛彈及各式傳統炸彈
殲10	40	2.0	1,100	KH - 31A/P反輻射空對艦（地）飛彈
蘇愷27	140	2.35/1.14	1,500	AA - 12主動導引空對空飛彈、對地攻擊炸彈
蘇愷30	72	2.35/1.14	1,600	KH - 31P反輻射飛彈、Kh - 59ME電視制導飛彈、Kh - 29半主動雷達導引飛彈、反跑道炸彈、電視導引炸彈數枚
轟6	117	1.6/1.2	6,000	YJ - 63長程空對地飛彈、Kh - 55A（東海10號）空射型巡弋飛彈、YJ - 63、YJ - 100空對地巡弋飛彈
強5	300	1.97/1.28	600	各式子母彈及反跑道炸彈
殲20	不詳	不詳	不詳	2011年底開始試飛，可掛載PL - 10、PL - 12、PL - 15或PL - 21空對空飛彈

資料來源：筆者研究整理

（三）旋翼機

2012年9月13日，共軍海軍少將尹卓接受中央電視台（CCTV - 4）專訪表示「直升機運用於登陸作戰是必然的趨勢，共軍已經積極發展這樣的作戰力量」。美國國防部2013年「中共軍力報告書」明確指出，共軍在近年演訓中強調直升機與地面部隊協同訓練，並積極提升直升機現代化武裝系統，是為了犯臺準備。

因應登陸作戰需要，共軍海軍已部署可搭載4架直升機及數艘大型氣墊船的071型船塢登陸艦（Type - 071 LPD），預計未來總數可達6艘。另一型可載

12 架以上直升機及更多大型氣墊船的 081 型直升機登陸艦（Type - 081 LHD）發展計畫，也被諸多國際媒體及美國國防部證實，判斷 2020 年共軍各類可搭載直升機的船塢登陸艦總數可達 10 艘以上，顯示直升機運用於登陸作戰為共軍未來作戰模式。

共軍現有直升機總量超過 700 架，屬現代化攻擊直升機的武直 - 10、武直 - 19 計有 70 架以上，可掛載反裝甲飛彈、對地火箭、機砲的多功能直升機（直 - 9、米 - 17 等）約 400 餘架，另有 200 餘架運輸直升機，作戰半徑均達 200 海浬以上，可直接飛越海峽實施「岸對岸」登陸行動，摧毀我地面部隊、奪取重要指揮所或投射兵力於我縱深地區迫使我顛倒作戰正面，癱瘓我防禦體系。¹²

（四）無人飛行載具

共軍鑑於美軍在高科技戰爭中成功運用無人飛行載具作戰經驗，陸續展開偵察、攻擊、電戰等多種型式無人飛行載具之研製與部署工作，除組建無人飛行載具於建制部隊外，¹³亦積極向先進國家採購新式無人飛行載具。依其作戰任務區分為下列形式。

1. 無人攻擊機

（1）將 300 餘架老舊殲 6 機改良為無人飛機，用以消耗我防空資源及戰力。

（2）航程約 2000 公里的 WZ - 2000，採用輪式起降，機身採用匿蹤設計，是種速度快，而且難於偵察的無人飛行載具。可以攜帶偵察設備和對地攻擊武器，作戰時用來打擊防禦能力較強的戰術目標，甚至進行自殺式攻擊，減少飛行員的損失。由成都飛機設計研究所研發的翼龍 - 2 外部有六個武器掛載點，可攜帶約 480 公斤的彈藥。中國航太科技的彩虹 - 4 曾外銷至伊拉克用來對付伊斯蘭國，實戰表現獲得肯定；新研製的彩虹 - 5 荷載能力達到 900 公斤，可在空中巡航 30 個小時，最多可攜帶 16 枚飛騰 10 型精確導引炸彈，性能堪比美軍的 MQ - 1B 掠食者（Predator）。中國航空工業集團的雲影飛行高度可達 14000 公尺，可避開短程防空雷達的偵測，機翼下有六個掛載點，可酬載約 400 公斤的滑翔式精確導引炸彈。航太科工集團三院將巡弋飛彈改裝的 WJ - 600A/D 最快飛行速度 850 公里/小時（約 0.7 馬赫），是一般無人機的數倍，可連續飛行達 5 小時，攜帶 CM - 502 多功能飛彈，與戰鬥機協同作戰。¹⁴

2. 無人電戰機

包含以色列製之哈比反輻射無人攻擊機及 JWS01 反輻射無人攻擊機，飛行

12 陳積元，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《103 年陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討會》（桃園），頁 7。

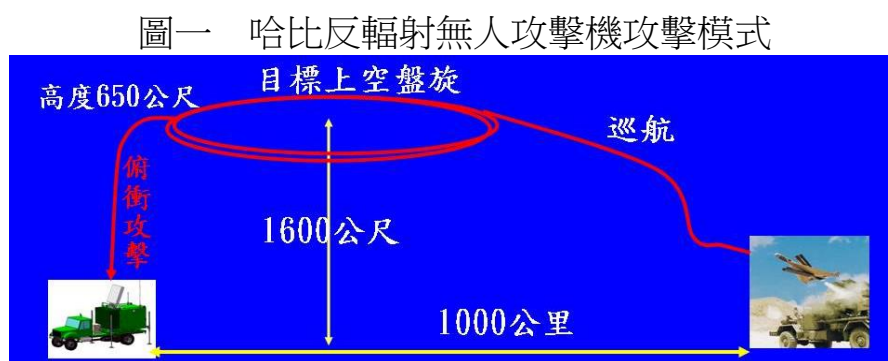
13 國防部情報參謀次長室，〈99 年中共軍力報告書〉（台北，國防部，99 年 9 月），頁 108。

14 陳志輝，〈2016 珠海航展專訪之一〉《尖端科技》（台北），第 388 期，尖端科技軍事雜誌社，民國 105 年 12 月，頁 13。

高度均為 300 至 3000 公尺，最大航程約 1000 公里，續航力 3－5 小時，透過內建程式控制，掛載 GPS 自動導航系統，能夠按照預先確定的模式進行盤旋飛行，偵獲雷達輻射源後直接攻擊目標。美國情報單位證實，共軍已在臺灣對岸部署此種以色列製反雷達武器系統，唯一的目的是攻擊電子偵察設備，降低國軍反制共軍飛彈與炸彈攻擊的能力（如圖一）。¹⁵

3.無人偵察機

包含長虹一型、ASN－104 及 ASN－206 等型式，主要用於軍事偵察、靶機、地質勘測、民用航空測量及大氣採樣等科學研究，任務半徑 60 至 150 公里。



資料來源：作者自繪

蜂眼短程防空系統作戰效能

一、系統概述

（一）發展沿革

國軍於民國 89 年向美國購入復仇者飛彈系統，基於國防自主，未同時採購哨兵雷達系統（AN/MPQ－64），而由中科院發展相對應之雷達系統，以提供復仇者所需雷達情資。國防部於民國 88 年執行「蜂眼專案」，陸軍司令部於民國 90 至 91 年委中科院研發機動型三維相列雷達雛型系統一套（如圖二），但未獲得陸軍採用。國防部復於 95 年核定「蜂眼專案－先導生產」工作計畫，於民國 96 至 98 年發展三套「先導生產」裝備，作為下達量產決心之參考，改採用中型戰術輪車為載具，除雷達車外，為達到指揮復仇者飛彈系統執行自動射向指引（STC）功能，另增加指揮管制車，於 97 年通過初期作戰測評，自 103 至 105 年執行量產。

（二）系統組成與特性

蜂眼短程防空系統由中科院產製之蜂眼雷達、指揮管制中心及向美採購之復仇者飛彈系統（以下稱之為復仇者火力單元）所組成。主要特性概述如次。

1.蜂眼雷達

¹⁵ 鄧詠政，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》（高雄），第 237 期，陸軍步兵學校，民國 99 年 8 月，頁 8。

(1) 蜂眼雷達俗稱 PODARS，此名稱緣起於中科院將本系統定義為點防禦相列雷達系統 (Point Defense Array Radar System)，用以執行野戰防空要點防禦之任務。蜂眼雷達可於偵搜範圍內執行 360 度搜索、追蹤及監控，並將雷情即時傳送至指揮管制中心供指揮官對復仇者下達作戰管制命令，確保野戰防空部隊作戰空域安全；具備定翼機、旋翼機、無人載具和巡弋飛彈偵測能力。

(2) 敵我識別器具備多種模式之詢問及解碼功能，依據問詢碼型，主動辨識目標的身份。

(3) 定位定向器整合慣性導航系統 (Inertial Navigation System, INS) 及全球衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS)，可縮短雷達進入陣地後執行定位及定向所需時間。

(4) 毒氣預警器可偵測空氣中之神經性、糜爛性、血液性、窒息性等化學戰劑及工業毒化物，以警示燈號顯示毒氣類別，並發出警報聲。

2. 指揮管制中心

(1) 指揮管制中心可用有線方式與防情顯示器連結取得遠程情資，或是透過無線區域網路與鄰連指揮管制中心及第二部指揮管制中心聯網，將蜂眼雷達所偵獲的雷情資料與上級或鄰連雷情資料整合，整合後之目標資料交接戰管制計算機完成威脅排序及火力分配，經由無線寬頻通信機以數據傳輸方式，下傳指令給復仇者飛彈系統，執行自動射向指引 (STC) 功能，遂行目標攔截任務。

(2) 具威脅評估及自動火力分配能力。

(3) 車廂配備化學防護裝置，在陣地遭受神經性、糜爛性、血液性、窒息性等化學戰劑及工業毒化物襲擊時，以聲響及燈號發出警訊並過濾有毒物質確保人員安全。

(4) 配有雷達遙控操控台，提供雷達班長遠端遙控雷達車運作功能，降低雷達遭反輻射飛彈攻擊時之人員損傷。¹⁶

3. 復仇者火力單元

(1) 飛彈塔配備前視紅外線接收器、雷射測距儀、敵我識別器及自動追蹤系統 (前視紅外線自動影像追蹤與尋標器自動追蹤)，可在沒有雷達情資協助下獨立作戰。

(2) 飛彈塔具全方位轉向能力，可遂行 360 度接戰，藉飛彈塔及陀螺儀來穩定系統，使射手於行進間偵搜及鎖定目標，發射飛彈摧毀目標。亦可於陣地佔領後，使用遠端控制單元 (Remote Control Unit, RCU) 實施射擊，提高人員戰場存活率。

16 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，民國 104 年 10 月)，頁 7-3~7-8。

(3) 配備敵我識別器，可對航空器實施識別。

(4) 地面導航系統 (Land Navigation System, LNS) 整合全球衛星定位與磁北儀，提供定位與定向資料。

(5) 配合本案執行，將中科院手持終端機 (HTU)、雷情顯示器 (RTU) 植入自行開發之程式，並將 SINCGARS 跳頻無線電機改為無線寬頻通信機，接收指揮管制車數據傳輸資料，遂行指管自動化及自動射向指引 (STC) 功能。¹⁷

圖二 雛形蜂眼雷達



資料來源：《野戰防空相列雷達全系統操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國98年），頁29。

二、作戰效能

（一）滿足作戰需求

蜂眼雷達使用現今中外科技主流相位陣列雷達技術所研製，可以滿足野戰防空對定、旋翼機、巡弋飛彈及無人飛行載具偵測之需求。雷達頻率涵蓋範圍廣，並具備自動跳頻功能、低旁波瓣設計及完整的電子反反制功能，可以適應複雜電磁環境下的作戰需求。電源、通信機、計算機均採複式配置，可有效填補戰場損壞，提高裝備妥善。雷達、指揮管制中心車廂配有毒氣預警器，可偵測外部環境是否受到毒物襲擾；指揮管制中心有濾毒筒，可以過濾戰場上常用之有毒化學物質，提高作業人員的戰場存活率。

（二）快速機動部署

使用輪型車輛，適合臺灣地區公路發達之戰場環境使用。另隨戰場變化及作戰任務調整，陣地的變換是無可避免的。而飛彈、雷達裝備每變化一次陣地，必須重新執行定向及陣地座標校正，傳統作業方式以軍圖及指北針為工具，作業時間 15 至 30 分鐘（含放列程序）。本裝備各次系統均配置自動定位裝置，裝備放列完成後透過通信機自動更新、回傳陣地資料，縮短初始設定所需作業時間，全系統可快速完成備戰。雷達及火力單元之定位裝置具慣性導航功能，可以提升 GPS 受干擾時之精確度。

（三）數位指揮管制

在資訊科技支援下的軍事事務革命，武器裝備愈來愈發達，戰場空間愈來愈

17 陳信彬，《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），頁 1-1~2-20。

愈大，指揮管制愈嚴密；然因敵我雙方互動愈來愈快，可供部隊作戰反映時間愈來愈短。傳統的防空營、連欠缺近程空中目標分配能力，必須依賴指揮官依據人工語音的航跡資料，判定其速度、高度及距離，並配合敵機識別，方可辨別該空中目標是否對防護目標產生威脅，此作業會因人為因素、通信傳遞等人工指管所耗時間而影響判斷及射擊之有效性。指管架構均以固定營作戰中心（連指揮所）方式建立，當進入戰術位置或掩護機動部隊執行機動時，受通信裝備能力限制，無法有效執行防空作戰。¹⁸

蜂眼系統具有完整之自動化作戰指管功能，從防空警報、戰備狀況、裝備連線狀態、目標分配、火力單元接戰情形等各項作戰指管命令，均以按鍵下達，或文字自動顯示各種訊息，提示指揮官當前部隊狀況，在作戰指管功能上可達自動化作業之目標，克服語音通信方式下達各種指管命令所造成之不便。同時具備自動威脅評估及目標分配能力，適時建議指揮官決心下達，即便遭遇敵以多批多架次多方向之飽和攻擊時，仍不致造成指管混亂之情況，故系統具備人工接戰與自動接戰兩種指管模式，可自動分配目標或以人工方式介入，以因應戰場之變化。

（四）提高作戰效率

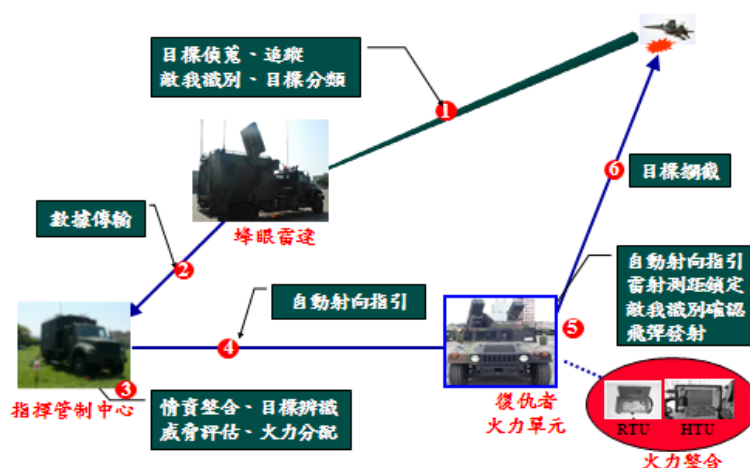
野戰防空現役的萊茲與 PSTAR 預警雷達雖然均具備 360 度低空目標搜索能力，將目標資料（方位、距離、敵我識別）傳輸到該系統連線之防空火力單位，使部隊得以提早獲得情資，完成防空作戰準備。然此二型低空預警雷達設計的目的都是為了偵測低空飛行的定、旋翼機，欠缺小型飛行器（如無人飛行載具及巡弋飛彈）偵測能力，且僅能提供方向、距離二維資訊，火力單元接收雷情後必須在不同仰角反覆進行搜尋，方能確認目標位置，作戰效益有限。根據美軍的分析，三維雷達支援作戰的效益性約為二維雷達的 13.5 倍。¹⁹另依據美國海軍陸戰隊的模擬測試分析指出，復仇者飛彈系統在沒有雷達及指管系統支援下執行接戰，距離愈遠，接戰成功機率愈低。整合指管系統及雷達三維資訊，可提供武器載台對目標方向及仰角導引，提供戰場覺知及自動指引功能，大幅提升系統作戰效率，5 公里接戰成功機率為 95%，另實彈射擊測試，自動指引功能提升接戰下一目標之效益超過 90%。²⁰本系統從目標偵追、敵我識別，一直到控制復仇者火力單元轉架均採數位化自動控制方式，可大幅提高作戰效率（接戰流程如圖三）。

18 林為新，〈從中共空軍高科技發展論我野戰防空應有之作為〉《國防大學陸正 93 年班軍事論文》（桃園），頁 32。

19 “The Advantages of a Pencil Beam Radar”，Hughes Aircraft Systems International, Jan. 8, 1988.

20 雷神公司，〈強化中華民國短程防空建議〉，2003 年簡報資料，P28-34。

圖三 蜂眼短程防空系統接戰流程



資料來源：作者自繪

三、現況檢討

綜合本系統相關演訓經驗，發現系統運用仍有以下精進空間。

(一) 仍以傳統方法及思維規劃系統配置，例如在模擬支援地面部隊作戰的操演中，防空部隊須視戰況不斷調整部署位置，然以人工現地偵查所獲得的結果，無法有效支援作戰；或是只考慮戰術需求，不考慮系統限制，將裝備置於有通信障礙或雷達遮障的陣地，影響系統運作。

(二) 營級以上指揮單位對低空或突現目標缺乏掌握能力，無法有效指導作戰。防空營僅能以有線的迅安系統獲得遠程情資，且無適當裝備構聯本系統，容易產生營/連級防空情資不同步，甚至離開駐地後，營級(AAOC)無法指揮連級作戰情況。

(三) 戰場是一個充滿變數與狀態不明的空間，為發揮協同作戰能力，有效管制兵火力運用，於聯合火協機制設有防空連絡官席位，惟演訓時並未將場景融入；受到組織調整影響，部分戰術軍官並無防空相關經歷，致本席位功能無法有效發揮。

(四) 除了傳統防空任務外，野戰防空系統未來與戰區高、低層飛彈防禦系統間的情資與作戰整合，及提供執行反恐或傳統區域地面作戰部隊對於火箭、火炮與迫砲攻擊在內的低空威脅防護能力的建立，都是野戰防空部隊即將面對的挑戰，本系統在此部份似力有未逮。

戰備整備應有之作為

為克服前述缺失，使防空部隊作戰效能完整揮發，應就「完善雷達計畫作為」、「建立戰場共同圖像完整指揮管制」、「完備目標識別與接戰程序」及「提升電子反反制能力」等四個面向，運用平時戰、演訓時機勤訓苦練，方能在戰時克敵制勝。

一、完善雷達計畫作為

雷達計畫係用以規劃短程防空系統（以雷達運作為主）操作前需先完成整備作為，俾利作戰任務之達成。主要內涵包含陣地的選擇、雷達輻射頻率規劃、電通信架構及頻率、機動計畫與後勤支援等內容。內容除考慮系統的功能與特性外，尚需與敵情威脅、防護目標及受支援部隊的兵力部署狀態相契合，因為變數與限制條件增加，使雷達計畫變成一複雜之過程，但對遂行防空任務卻是不可或缺。以往野戰防空部隊所使用的雷達僅能提供二維的預警資訊，因此在戰演訓的實際應用上常居於配角的地位，導致防空作戰強調目視接戰為主，防空計畫或作戰計畫中對陣地的規劃大都著重於火力的發揚，準則中對雷達的陣地選定與使用方式，僅止於原則說明；另外傳統的陣地偵選方式因為野戰防空作戰地境涵蓋範圍大，執行需耗費大量人力、物力，實際落實的困難度高。

單位應善用本系統情資整合計算機內建的「數值地形地圖用於無線電通信視距分析軟體」(Digital Terrain Map Line of Sight, 簡稱 DtmLOS) (如圖四)，輔助使用單位進行陣地選擇規劃，以精簡所需資源。該軟體是一種將數值地形地圖運用於無遮障通視傳輸的分析軟體，提供相對高點的搜尋及分析功能，可用於雷達站及無線電基地台選址前參考，減少設站數目與增加目標通視涵蓋範圍。可分析作戰區內低空進襲航道及通信遮障，必要時於進襲航道加強部署，增加攔截機率。選址完成後運用戰、演訓時機實地驗證，再將其成果納入計畫中，本計畫完成後並非產出另一獨立之文件資料，而是將其結果融入現行防空計畫與作戰計畫中。

圖四 數值地形分析運用示意圖



資料來源：擷取自情資整合操作畫面

筆者藉由研究美軍相關準則文獻及國軍現況，歸納使用單位在制定蜂眼短程防空系統雷達計畫時須考量要點說明如次。²¹

21 “Divisional Air and Missile Defense Sentinel Platoon Operations”, Headquarters Department of The Army, December, 2003,P2-12~2-21.

(一) 一般原則：指在執行所有防空作戰時，制定雷達計畫所需考慮之要點。

1. 「瞭解敵軍」，防空連連長須澈底瞭解敵軍的能力及其意圖，依照敵戰術圖解卡推測敵軍的動向，參考下列原則依其行動規劃出較佳的防空運用原則。

(1) 集中：藉由使用充足的火力單位及預警裝備，集中防空戰力，達到成功防護指定的重要目標。一般來說，一套雷達與指管次系統加上一個排的火力單元是最小的防空戰術單位，對特定之空中接近路線，標示利害區及目標利害區實施偵查。

(2) 混合：混合是指使用不同武器的系統互相支援，以達成作戰任務。例如整合防情顯示器增加遠程預警情資，混編防空兵力（如中高空飛彈部隊、空軍防砲、海軍防空部隊、本軍的防空槍砲或部隊防空兵力），對特定區域混合成數種偵測方式。混合方式將使敵軍所面對的是多種類之防禦系統，而非單一系統，迫使敵軍在攻擊時須採取多樣化的攻擊手段，因此建構混合部署之防空系統可增加敵戰略複雜程度，亦增加防空部隊生存力。

(3) 機動：機動為防空武器之特性，為使其能在防護目標之間移動，完成主要任務，防空部隊至少須具備有防護目標相等之機動力，即使是防護固定目標，也必須具備能快速變換到預備陣地的能力。由於蜂眼雷達與指揮管制中心無法於行進間運作，為確保復仇者火力單元隨伴掩護地面部隊時防情不中斷，雷達與指管中心應採梯次變換方式執行陣地變換，並保持兩部指管中心與復仇者火力單元的通信暢通。

(4) 整合：整合係透過的密切協調，將防空作戰的效率最大化。整合需將各指揮階層間與防空指揮官間的指管進行有效率鏈結，為達到此目的，防空指揮官須全程參與計畫作為及執行作戰。成功的整合能使蜂眼短程防空系統在適切時間到達所望位置，以支援戰鬥部隊作戰。

2. 除主陣地外，應有 1 至 2 個預備陣地。在空中威脅日益嚴重狀況下，野戰防空部隊為能有效遂行防空作戰任務與確保自身安全，防空武器必須保持機動能力，雷達陣地每 12 小時至少必須變換一次，降低輻射參數被敵偵測進而干擾的機率。

3. 實施地形研判。運用數值地形分析軟體，執行作戰地區的視界通信之研析，在敵飛行器進入作戰地區之前，調製可為防空兵力部署及雷達陣地透明圖，這對指揮官指揮管制作戰時，有非常大的助益。在選擇雷達陣地時應確認事項說明如次。

(1) 依地形界定敵、友機空中接近路線，並將其涵蓋於雷達偵蒐範圍內，同時界定雷達搜索範圍。

(2) 各陣地位置應將通信系統的限制因素納入考量，否則會造成雷達在「對的地點」但卻無法將雷情資料傳送至各單位。

(3) 在偵蒐距離能涵蓋作戰地區部隊情況下，雷達盡量部署於戰鬥地境線後方 10 公里以上，使雷達陣地四周與戰鬥地境線之間，有地面戰鬥部隊兵力可提供防護。但為了使雷達能在敵機發射攻擊武器前，有足夠距離完成敵我鑑別，雷達部署位置應使其偵蒐範圍約為最接近戰鬥地境線之復仇者火力單元向外延伸 10 公里。²²

(4) 雷達部署位置應使雷達能擁有充分時間追蹤並識別在空中走廊之飛行器，使防空武器能有最佳時機接戰。

(5) 雷達部署位置應使其能偵測低空慢速飛行及高空快速飛行之定翼或旋翼機。邏輯上位置越高，越能避免敵機利用地形遮障飛行通過而未被偵測，但應避免將雷達部署於山頂或稜線上形成一明顯突現物體，致暴露陣地位置。另若研判敵可能用巡弋飛彈對我實施攻擊，雷達陣地過高會因雷達波束仰角不足，錯失偵測時機。

(6) 避免將雷達部署於高壓電塔或是自然雜波過多之處，以免影響裝備操作。

(7) 結合陣地附近地形地物實施陣地偽裝。

(8) 將雷達及指管中心陣地防護所需之安全警戒及工兵支援等事項列入計畫作為之標準作業程序，並在可行狀況下實施兵棋推演。

3. 須對雷達及指管中心作業人員明確之律定管制事項及任務說明。管制事項是為了管制人員及裝備能在適當時機到達所望地點。任務說明時，須對人員說明空中可能接近路線、標示利害地區、目標利害地區等偵查事項及指示事項。上述所律定管制事項及任務，即為爾後作業人員行動之準據。

(二) 特殊要求：指防空部隊支援地面部隊作戰時，為達成地區作戰指揮官作戰企圖，制定雷達計畫所需額外考慮之項目。

1. 在支援地面部隊遂行防空作戰時，防空聯絡官於支援作戰部隊計畫階段，應要求防空連長參與計畫過程，最低限度要參與兵棋推演。兵棋推演可協助防空連長對戰場有全面性的瞭解，並確保雷達有適當的防護。

2. 瞭解受支援部隊的作戰計畫。雷達陣地位置及機動計畫必須與作戰部隊相結合，才能達到先期預警及戰力保存的效果。因此，防空官若不參與受支援部隊的計劃過程，即無法完全發揮雷達效能。

3. 機動計畫對於雷達是否能提供受支援部隊有效的預警具重大影響。在計畫

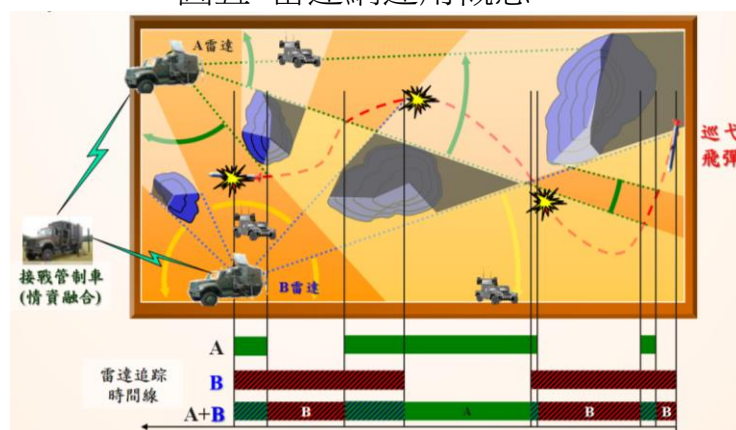
²² 此距離係為敵飛行器為雷達偵測後，指揮管制中心完成威脅評估交付火力單元接戰所需時間，依其飛行速度估算此時目標剛好進入攔截範圍。

作為階段，指揮官須將雷達機動、放列陣地及進入備戰狀態等所需之時間納入考量。在研擬時間管制表時，指揮官也須將機動性、障礙、敵軍序列及編組、放列陣地等事項納入考量。在計畫雷達部署時、防空連長須考量到受支援部隊的作戰進展，以確保能提供雷達系統充分的掩護。無論任何情況，雷達不能在沒有安全掩護兵力的情況下機動變換陣地。

二、建立戰場共同圖像完整指揮管制

陸軍早期的野戰防空雷達（如萊茲、PSTAR 預警雷達）係以數據廣播方式直接支援火力單元作戰，雷達彼此間不相互構聯，情資亦無法分享給其他系統運用，擁有雷達情資的雷達班也不負責指揮作戰。當空中目標可以妥善運用地形地貌掩護，從一雷達搜索範圍進入另一雷達的搜索範圍時，兩雷達間易因聯繫不足，造成目標脫鎖，影響接戰任務遂行（如圖五）。

圖五 雷達網運用概念



資料來源：作者自繪

在雛型發展時，本系統係以 SINCGARS 通信機執行數據傳輸，因此產生頻寬不足現象；先導生產時，中科院為本案研製了高頻寬的「無線寬頻通信機」。砲訓部復於初期作戰測評時發現，雖然寬頻機的功能滿足原本陸軍所提出的作需規格，但傳統的通信架構概念限制了系統的運用彈性，將所有裝備限制在以指揮管制中心為中心的通信距離內，因此於量產時參考美軍「增強型定位報告系統」(Enhanced Position Location Reporting System, EPLRS) 增加了寬頻機的「隨意網 (Ad-hoc)」功能。此功能能在不增加中繼通信機數量下將訊息轉傳三次，或在地形障礙地區透過其他站台（復仇者火力單元）建立網路，提高系統在複雜地區的部署彈性，並增加覆蓋範圍。

指揮管制中心包含情資整合、接戰管制及雷達遙控操控台三個操作席位，以區域網路方式與周邊設備聯結，進行資料交換。情資整合功能以情資整合計算機為本體，透過外部連接埠（光纖或網路）連接防情顯示器之上層防情；經光電轉換器以光纖電纜用有線方式或無線寬頻通信機用無線方式與蜂眼雷達構聯取得雷達情資，或經無線寬頻通信機以無線方式構聯另兩部指揮管制中心情

資。

作戰靠指揮，指揮靠通信，通信線路之重要性不言可喻。然台灣人口密集，丘陵眾多，亦會形成遮障，不利裝備操作／部署。因此部隊平時即應運用前節所敘 DtmLOS 軟體，結合作戰計畫，除律定主要陣地外，每陣地另規劃 1 至 2 個預備陣地，配合戰演訓，以實裝實境方式演練，以確保戰時通信鏈路暢通。本系統平時可以有線方式與防情顯示器構聯，以獲得遠程情資。戰時則以無線方式與鄰連指揮管制中心形成區域網路，提供復仇者火力單元接戰所需雷達情資。每個復仇者連配賦兩套蜂眼雷達系統，裝備故障時可相互支援，互為備援。在地形遮障嚴重地域，可以分割運用方式，賦予不同的防禦區，同時運作；透過無線數據網路，將雷情資料送至同一作戰地區的指揮管制中心，進行資料融合，形成雷達網，以克服地形遮障的影響。或是一套專司定、旋翼機偵測，一套前進部署於巡弋飛彈進襲航道，專職低空小型目標（巡弋飛彈、無人飛行載具）之反制。兩部指揮管制車均可對融合後的目標情資進行火力分配，再透過作戰指揮無線數據網路，廣播給所轄的復仇者飛彈系統，以進行攔截接戰。因此，即使沒有防情顯示器提供遠程情資，單一復仇者連也能獲得足夠偵測範圍，遂行防空作戰任務。

在硬體設計方面，於 37 系列跳頻無線電機的車裝架安裝 37C 跳頻無線電機主機與無線寬頻通信機主機各一台，構成一套數據兼語音傳輸的通信系統。蜂眼雷達及復仇者火力單元各安裝通信系統一套，指揮管制中心則安裝兩套，形成一個對下射擊指揮網及一個專門用來與其他指揮管制中心構聯的防情網，依實際需求，透過指揮管制中心自成一小型區域網路，整合不同陣地的蜂眼雷達或防情顯示器情資，形成綿密的雷達情報網，除擴大偵測範圍外，同時可消彌因自然環境所形成之遮障。另外為確保實際部署後作戰區域沒有留下防空間隙，蜂眼雷達可以實際雷達波掃描周邊地理環境，自動完成雷達涵蓋圖的繪製，指揮管制中心可聯結數個雷達涵蓋圖的資訊，整合防區內雷達涵蓋資訊。實務運用上，可視需求採行以下兩種架構：

（一）以連為單位，視任務及地形採統一運用或分割運用。指揮管制方式則採統一指揮或分層指揮。

1.統一運用：在作戰地區地形開闊且通信暢通下，以一部指揮管制中心同時指揮所轄復仇者火力單元遂行防空作戰；另一組雷達、指揮管制中心擔任備援任務，處於待命狀態或僅負責提供雷達情資，不指揮復仇者接戰，若主作戰系統故障則接替其作戰任務。

2.分割運用：受地形遮障影響，無法構聯所有火力單元作戰時；或支援其他地面部隊作戰時，由備援系統構聯部分火力單元（通常以排為單位），遂行作戰

任務。

3.統一指揮：由主作戰系統的指揮管制中心構聯所有復仇者火力單元，由連長指揮遂行防空作戰任務；備援系統由雷達排長指揮負責提供雷達情資，不構聯任何火力單元。

4.分層指揮：連長視任務及作戰環境，將部分火力單元的作戰指揮管制權限授權給雷達排長（或其他戰術軍官），執行防空作戰任務。

（二）以營為單位，由於防空營目前無機動自動化指管設施，一但須離開駐地即無防情顯示系統可提供情資參考運用，亦無法與防空連的指揮管制中心鏈結；作戰分區火協組防空連絡官目前僅能透過有無線電語音通信手段掌握遠近程防空情資，對於實際在空機航跡動態無法即時獲得。為建立完整防空情資，可將營所有資源統一運用，各連保留一組雷達、指揮管制中心指揮復仇者火力單元，使用一至二部指揮管制中心將雷情分享給營級或作戰區，其餘裝備擔任備援，以建構作戰區防空共同圖像。砲訓部已在建案時，將營級指揮管制中心納入需求項目，並預留與未來指管系統介接功能，屆時將可建立防空部隊完整之指揮管制能力，同時加強陸軍地面部隊對空情掌握之能力。

三、完備目標識別與接戰程序

在現代戰場環境中，敵我識別系統雖已被廣泛的建置與運用，希望能提高殲敵的效率，降低誤擊的比例，但戰場上誤擊事件仍時有所聞。美軍統計研究1990年至2000年間所有戰役與訓練狀況，發現97%的自相殘殺發生在地對地接戰及空對地接戰之領域中，而最主要的問題所在是目標辨識錯誤。²³為避免機械故障或人為疏失導致誤擊事件發生，防空作戰過程中通常要求併用絕對識別與程序識別。

敵我識別系統係由詢問者發射特定頻率之電磁波至待辯證者，以詢問其身分，待辯證者接收詢問脈波後，依據詢問之碼型與內涵自動回答，以表明自己的身分或其他訊息，以利指管、接戰並避免誤擊。蜂眼系統配賦敵我識別器，可以執行碼型的識別。平、戰時使用區分如下：

（一）經常戰備時期：

- 1.使用指定 MODE 實施導航及管制識別，演訓及測試依令配合開啟。
- 2.各型航空器飛行時將答詢機之指定 MODE 開啟備便。
- 3.敵我識別系統故障時，應即報告作戰區防空作戰管制中心，並關機檢修。

（二）防衛作戰時期：

- 1.由 JAOC 主任（或代理人）下令啟用特定 MODE 識別。

23 張弘毅，〈如何運用雷達技術提升我裝甲部隊敵我識別之能力〉《裝甲兵季刊第230期》（新竹），民國103年10月，頁2。

2.我軍以律定的 MODE 為主、輔識別。

3.由 JAOC（陸軍火協管制席）責成各級戰情中心（作戰區）通知所屬航空及防空部隊啟用律定識別。

4.各單位無法以律定 MODE 辨識目標或發現敵偽冒友善性敵我識別信號，企圖混淆我識別系統時，應即報告管制單位處理，並以其他方式加強辨識目標，以利指管與接戰。

5.雷達之敵我識別器故障，則運用火力單元之敵我識別器接戰；若火力單元之敵我識別器故障，則運用雷達之敵我識別器接戰；若兩者同時故障則關機檢修，防空任務由作戰管制中心調整鄰近部隊接替。

6.接戰時若敵我識別器故障或遭敵干擾失效，應即以目視方式識別，並依接戰程序對可確認威脅之目標接戰；如戰場條件無法進行可靠之目視判別，則暫停射擊，惟應保持警戒姿態，並立即報告防空作戰管制中心。²⁴

防空部隊依聯合空中作戰中心/空中管制中心（JAOC/ACC）之命令，將空域管制所律定之安全走廊、管制區域繪製於指揮管制中心之情資整合操控台，配合火力單元禁射區域與敵我識別器之使用，即可形成完善之管制措施。目標融合後之航跡資料，依目標敵我識別回覆、位置、航向、速度等特徵進行威脅排序，過濾出高威脅目標，提供作戰指揮官接戰建議，操作人員依排序結果或指揮官指示，指定火力單元接戰。復仇者飛彈系統受命接戰後，砲塔自動轉向目標來襲方向，待目標進入前視紅外線搜索範圍內即進行距離測定、敵我識別，確認並鎖定目標後，發射飛彈攔截目標。防空聯絡官現階段可用系統配置之「視訊延伸傳輸設備」，以有線方式取得情資，協助火協機制掌握空情，強化空域安全作為，惟此方式將限制防空連指揮管制中心部署彈性。未來將籌購具無線傳輸能力之「防情顯示」套件，使系統運用更加彈性。

四、提升電子反反制能力

中共 1957 年起設置電子戰專業單位，在 1981 年底，由共軍總參謀部頒布「六大作戰能力」綱領，並明定「電子戰對抗能力」為整個六大作戰能力之首，更是中共為贏得「高技術條件下的局部戰爭」之關鍵手段，並將電子戰相關科技列為國防現代化的核心計畫積極研發。1993 年起，歷次重要演訓均將三軍聯合作戰電子對抗列為重要課題，已達到所謂「每戰必聯，逢戰必電」的地步，顯見共軍確已積極整備，朝建立全軍、兵種的整體優勢電子戰能力的目標努力。因此在未來的臺海戰役中，國軍與中共間的電子對抗已是無可避免，尤其臺灣地形東西向縱深短淺，一旦被干擾而未能立即應變將錯失作戰良機，甚至導致戰事失利或戰局逆轉。基此，雷達操作人員應熟悉敵對我雷達的反制方式，及

24 《國軍敵我識別系統作業教範》（臺北市：國防部，97 年 12 月），頁 3-1 至 3-5。

相對應的反反制作為方能在未來戰爭中克敵制勝。

此外，防空幹部應對友軍裝備之特性亦應有基本的認知，並強化頻譜使用之溝通協調，避免出現裝備使用時出現「自己干擾自己」的尷尬場面。例如，陸軍蜂眼雷達與空軍防砲車載劍一、天兵雷達；無線寬頻通信機與陸區、機動數位微波系統部分頻率重疊。因此，當這些裝備出現在相同場域時，頻率使用的溝通協調關乎任務的成功與否。

（一）雷達的先天弱點：雷達是現代戰爭中不可或缺的一種設備，但仍存在一些無法避免的弱點，而敵人正可利用這些弱點，透過特殊手段降低我方雷達的性能。

1.不論是有用還是有害的信號，只要頻率在接收機的工作頻段內，都可以進入接收機，使一些有害信號影響了雷達對有用信號的提取。干擾機正是利用此一弱點，把有害信號送入雷達接收機，降低或破壞雷達正常工作。

2.不論什麼物體，只要能反射無線電信號，雷達都可以接收，因此干擾研製者就利用一些其他的反射體反射大量假訊息，給雷達的檢測帶來困擾，影響它發現有用的目標信號。

3.地雜波、海雜波、氣象等非人為的干擾會增加雷達提取有用信號的困難度，雷達設計者採取許多措施來消除雜波，在此同時也可能因此捨棄了微弱的真實目標信號。

4.人為的干擾就是把干擾頻率準確地對準雷達的頻率，再調制一些雷達不願收到的假信號，使真實信號很難提取甚至丟失。²⁵

（二）干擾方式：對雷達的電子攻擊手段按戰術應用方式可區分為旁立式干擾（Stand - Off Jamming, SOJ）與自衛式干擾（Self Screen Jamming, SSJ）；依干擾源的性質則可分為有源干擾與無源干擾。

1.按戰術應用方式區分

（1）旁立式干擾：由地面干擾站或專用電子干擾飛機對敵方雷達及其武器系統實施電子干擾，以掩護己方作戰平台和其他軍事目標的安全；干擾信號主要是從雷達天線的旁波瓣進入接收機。

（2）自衛式干擾：飛機、軍艦、車輛等作戰平台為自身安全對敵方雷達輻射源所執行之干擾措施；干擾信號主要是從雷達天線的主波瓣或旁波瓣進入接收機，為確保任務成功，會同時在特定距離實施無源干擾。

2.按干擾源性質區分

（1）有源干擾：以干擾設備主動發射或轉發某種形式的干擾信號，以擾亂或欺騙敵方雷達，使其無法正常工作的干擾手段，按其所產生之效果又可分雜

²⁵ 張錫祥等著，《新體制雷達對抗導論》（北京：北京理工大學出版社，西元2010年1月），頁4。

波干擾與欺騙干擾。雜波干擾又稱蠻力干擾，即以絕對優勢之干擾功率反制敵方雷達，敵方雷達功能降低，使無法正常工作或偵測距離縮短，依使用頻寬又區分為點頻、帶頻及拂掠頻雜波干擾。欺騙干擾係產生假信號混淆真實目標之位置、距離或是速度，使敵雷達操作人員或飛彈無法確認目標的位置、距離或預期攔截點，而達到干擾目的。常用的方式為距離欺騙、速度欺騙與多重假目標。

(2) 無源干擾：利用箔條或角反射器等特殊材料，反射或吸收雷達輻射的電磁波，擾亂電磁波的傳播，改變目標的散射特性或形成假目標和干擾屏障，以掩護真實目標的干擾手段。

(三) 電子反反制：雷達操作人員在執行電子反反制前，必須先確認受干擾的型式方能妥採相對應的反反制作為。²⁶

1. 干擾現象確認

(1) 雷達操作人員平時應注意雷達螢幕的訊號，以判斷雷達是受固定雜訊還是電戰干擾。A. 固定雜波干擾：平時輻射時即固定會出現在相同位置。B. 電戰干擾：平時輻射時不會出現，受電戰干擾時才會出現。

(2) 當螢幕上在特定方位角範圍中，「突然」出現電戰干擾時（一條、多條或一整片的視頻干擾訊號，而且連續幾圈都持續保持著），且此時目標會逐漸出現脫鎖現象，這種情形即可判定雷達正遭遇電戰干擾機（SOJ 或 SSJ）的干擾（如圖六）。

2. 雜波干擾的反制：雷達受雜波干擾時，同時干擾方向的目標消失或偵追距離縮短。雷達操作人員可以下列操作方式實施反制。

(1) 蜂眼雷達具有查詢雷達受干擾頻道的功能，可以手動換頻方式切換至離干擾中心頻率較遠的頻道。

(2) 雷達自動跳頻時雜訊可能會增加，因此雷達受雜波干擾時，建議仍先使用手動換頻方式更換輻射頻道，若無法擺脫干擾，則受干擾方式可能為帶頻或拂掠頻干擾，再啟用自動跳頻方式。

(3) 設定電戰干擾準位：依電戰干擾圖所顯示遭受的干擾強度大小（圖形長度），將此準位設到比干擾圖形長度（強度）短，但比一般無干擾的圖形長度長，以啟動電戰區域內的自動電子防護功能。

(4) 設定電戰區域：此功能會讓雷達針對所有被設定的電戰區域進行自動的電子防護措施，以被動追蹤波型自動偵追干擾區域內的「干擾光跡」，再經由「燒透」方式，使干擾區域內的目標能進入搜索帶追蹤和指定追蹤，完成雷達的電子防護功能。

26 曹哲維，〈雷達電子戰實務探討〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，砲訓部，民國 103 年 9 月，頁 8-10。

(5) 使用「局部搜索」指令來加強雷達電子防護的效果。

(6) 針對電子防護功能所偵測到的目標，若判斷為雜波，應下達「捨棄航跡」指令以節省雷達資源。

(7) 若受限於頻率資源無法使用跳頻或啟用電戰防護功能效果不明顯，則可將干擾方位設定為扇形遮沒區，唯使用此功能時，雷達亦同時喪失對此方位真實目標偵測能力，因此必須有其它雷達可以從其他方位涵蓋此區域才能使用。

3.欺騙干擾的反制

(1) 當敵對我成功執行欺騙干擾時，雷達螢幕不會出現異常特徵只有目標數量的變化，因此操作人員要透過目標的航向、距離、速度等參數的變化及敵我識別詢答情形判別真/假目標。

(2) 藉由多個雷達分時輻射及變更輻射頻率，組合成數種不同工作狀態，以避免雷達參數為敵偵獲，進而實施干擾。

3.透過雷達網的組成，加強對目標鑑別。

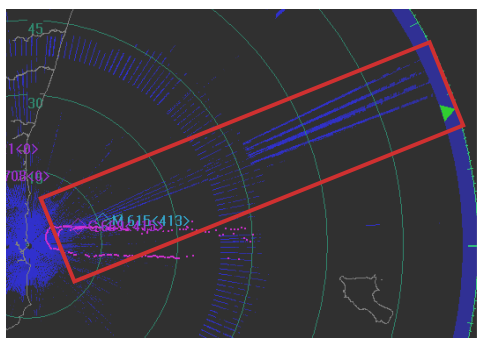
4.干擾絲的反制

(1) 當目標的後端突然出現一團或數團速度很慢的雜波目標，而且連續幾圈都持續保持時，即可判定目標投擲干擾絲進行干擾。

(2) 啟用「低速目標濾除」或設定目標速度的下限值可以快速消除干擾絲的影響，但若目標為旋翼機，此功能可能影響對低速或旋停旋翼機的偵測。

(3) 提高雷達天線的轉速，可加快處理器比對雜波的速度，等待雷達旋轉約 5 至 10 圈左右，即會陸續消除絕大部分的干擾絲雜波，或是以手動的方式進行雜波目標刪除。

圖六 受雜波干擾之雷達螢幕顯示



資料來源：曹哲維，〈陸軍野戰防空蜂眼雷達系統操作手冊（上）〉（桃園：陸軍司令部，民國 99 年 11 月）。

結論與建議

一、結論

隨著科技發展及武器的精進，必然伴隨新的戰術、戰法產生。但要將一種武器裝備靈活運用的前提是對其功性能必須深入的了解，並透過多樣化的演習

場景，磨練操作人員的戰技術。當此新式裝備獲得之際，筆者希望能發揮拋磚引玉的效果，獲致迴響，使蜂眼系統在運用或整合方面，發揮更大效益。

我野戰防空係以要點、區域及隨伴掩護為主要作戰任務，在此前提下，武器裝備強調機動靈巧，具獨立作戰能力，但這卻也限制性能發展方向。為有效因應日趨複雜的防空作戰環境，應朝向配備高性能雷達，建立數位化指管系統及戰場情資整合方向發展，以提供指揮官更精確、即時的戰場資訊與有效率作戰指揮；隨著空中目標視距外作戰能力的增加，及戰場威脅型態的改變，除提升飛彈射程外，更應具備快速小型目標（如巡弋飛彈、無人飛行載具、反輻射飛彈及火箭彈）的攔截能力，使野戰防空在整體防空作戰體系中，能彌補戰機及中、長程防空戰力的罅隙，達成確保地面部隊作戰行動安全，及重要資產防護之作戰目的。

二、建議

前國防部長唐飛先生於 106 年 3 月 30 日參加前監察委員黃煌雄舉辦之「臺灣國防變革 1982 - 2016」新書發表會時說，「軍事事務革新比國艦（機）國造更重要」。新式武器的購置固然有助於戰力提升，然更重要的是觀念的建立與改變。以下提供兩點，俾供參考。

（一）落實聯戰訓練場景規劃

俗話說：「內行看門道，外行看熱鬧」。一個波瀾壯闊，熱鬧非凡的演習場景或許看似部隊訓練精良，但各重要的是參與者在過程中能否獲得該有的經驗。例如，「聯電操演」原本是為了驗證裝備被電子干擾後的處置作為，如果為了使場景更為豐富，干擾機刻意避開雷達的輻射頻道實施干擾，或是對雷達施放熱焰彈，將使場景失真，參與者也將無法從中獲取應有之經驗。「長青操演」是地面部隊實兵對抗的驗證，防空部隊支援可驗證未來提供機動掩護的能力，但如果沒有將相關的場景納入計畫中，或防空部隊不了解受支援單位的作戰構想，將失去支援的實際意義。

（二）強化頻譜管理使用協調

隨著科技的進步，頻譜的使用越來越普及，但限於資源的分配及民生需求的增加，軍用頻率有被壓縮趨勢，相同頻段的共用者必須彼此協調，以免互相干擾。對頻譜的管理單位而言，應以訓練/協調代替管制，以避免限縮裝備原有功能。例如，蜂眼系統寬頻無線電機原本具有若干組頻道，為了避免誤用限縮部分，將限制被干擾時之反制能力。

參考文獻

- 一、陳積元，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《103 年陸軍聯合國土防衛作戰戰術戰法研討會》。

- 二、國防部，《國防報告書》（臺北：國防部，104 年 11 月）。
- 三、國防部，《四年期國防總檢討》（臺北：國防部，98 年 3 月）。
- 四、邱文昌，〈攻陸巡弋飛彈威脅之探討〉《陸軍學術月刊》（桃園），第 42 卷第 488 期，陸軍司令部，民國 95 年 8 月。
- 五、國防部，《四年期國防總檢討》（臺北，國防部，98 年 3 月）。
- 六、林國俊，〈共軍陸航發展運用及我應採取之因應作為〉《航特部隊學術半年刊》，第 39 期，民國 93 年 3 月。
- 七、陳志輝，〈2016 珠海航展專訪之一〉《尖端科技》（臺北），第 388 期，尖端科技軍事雜誌社，民國 105 年 12 月。
- 八、鄧詠政，〈中共無人飛行載具發展及作戰運用之研析〉《步兵季刊》（高雄），第 237 期，陸軍步兵學校，民國 99 年 8 月。
- 九、《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）。
- 十、《復仇者飛彈系統操作手冊（第二版）》（桃園，陸軍司令部，民國 99 年 11 月）。
- 十一、林為新，〈從中共空軍高科技發展論我野戰防空應有之作為〉《國防大學陸正 93 年班軍事論文》（桃園）。
- 十二、雷神公司，〈強化中華民國短程防空建議〉，2003 年簡報資料。
- 十三、蔣緯達，〈從以色列全國防空探討我國防空機制〉《砲兵季刊》（臺南），第 170 期，砲兵訓練指揮部。
- 十四、《國軍敵我識別系統作業教範》（臺北：國防部，97 年 12 月）。
- 十五、《陸軍地空整體作戰教則（草案）》（桃園：陸軍司令部，104 年 12 月）。
- 十六、張弘叡，〈如何運用雷達技術提升我裝甲部隊敵我識別之能力〉《裝甲兵季刊》（新竹），第 230 期，裝訓部，民國 103 年 10 月。
- 十七、張錫祥等著，《新體制雷達對抗導論》（北京：北京理工大學出版社，西元 2010 年 1 月），。
- 十八、曹哲維，〈雷達電子戰實務探討〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，砲訓部民國 103 年 9 月。
- 十九、“The Chinese Air Force – Evolving Concepts, Roles, and Capabilities”，US National Defense University, August 2012.
- 二十、“The Advantages of a Pencil Beam Radar”，Hughes Aircraft Systems International, Jan. 8, 1988.
- 二十一、“Divisional Air and Missile Defense Sentinel Platoon Operations”，Headquarters Department of The Army, December, 2003.

作者簡介

曹哲維備役中校，國防大學理工學院兵器研究所 95 年班、聯合後勤學校生產管理正規班 91 年班、理工學院兵器系 82 年班，歷任任飛彈修護官、工業工程官、組長、教官。

「現代化雷達」：
是否一種雷達即可勝任全部任務？
Modern Rader：Can One Radar Fit All？
取材：《火力雜誌》2016 年 11 - 12 月號
作者：Retired Col. Kurt Heine、Dr. Phil Reiner
譯者：耿國慶

提要

- 一、美國陸軍當前使用之雷達系統既廣泛且多樣化，各別雷達之科技已超越時代，許多軍事規畫者企圖合併雷達系統至共同平台，期能執行多重任務。基於現代化「多重任務雷達」係集合多重目標特性為需求依據，其他如機動力、運輸力、持續力與重量權衡等，亦相對重要。目前正值新科技可支撐功能合併且實現機率大增之際，美軍開始思考單一雷達如何解決、滿足現在與未來需求？究竟多久方可研發成功適合全部任務之雷達系統？
- 二、美國陸軍自 2002 年初開始規劃「多重任務雷達」，目前仍持續發展，研發團隊將由雷達（物理、數學）方程式為起點，考量任務需求、電子系統整合、先進感測器必要條件、材料科學、設計彈性、其他技術、生命週期、科技與後勤等相關問題，期能律定研發構想與方向，盡早達成既定目標。
- 三、國軍砲兵「機動目標雷達」長期有編無裝，影響防衛作戰火力支援任務甚鉅，為能有效解決重大目標問題，除廣蒐商情外，亦委託國家中科院積極研發。「他山之石，可以攻錯。」，美軍「多重任務雷達」研發之精神、思維與經驗，可供國軍研發參考。

關鍵詞：現代化雷達、多重任務雷達（MMR）、敵對目標獲得（CAT）、主動電子掃描陣列（AESA）、被動電子掃描陣列（PESA）、「主動相位陣列雷達」（APAR）

前言

自第二次世界大戰起，無線電偵測與波紋（雷達）在指導戰爭與國土防衛作為上產生重大衝擊。時至今日，將單一平台雷達系統合併其他雷達功能且進化為多重用途，成為當前最迫切之目標。本研究就當前各種雷達系統之性能為基礎，探討未來致力重要方向，期能決定美軍何時「可以」（或「將會」）實現既定目標。

今日雷達系統提供空中、海上、基地與空間防衛、目標追蹤與提示、空中交通管制、天氣監視、射彈方向與信管、環境感知與其他數項功能，無論作戰、戰術或軍事戰略運用，皆可適時啟動雷達系統與裝備附件，俾能滿足各種武器系統與平台之支援需求。惟作戰物資開發須面對寬廣多樣化的選擇與限制，方

可符合各種任務需求。此外，目前科技快速提升，雷達科技與論述進展順利，務必儘快推動雷達系統硬體與軟體共同升級。

基於各別雷達之科技已超越時代，達到特殊性能、價格、體積與能力之需求，惟增大技術能力連帶影響系統價格。基於許多軍事規劃者企圖合併雷達系統進入共同的平台，期能執行多重功能。例如，美國陸軍防空雷達必須有能力戰勝全範圍的敵空中戰略飛彈威脅、作戰與戰術狀況。威脅包括戰術彈道飛彈、巡弋飛彈 (Cruise missiles, CM)、無人飛行系統 (Unmanned aircraft systems, UAS)、火箭、砲兵與迫砲 (Rockets artillery and mortars, RAM)、定翼與旋翼武器等。惟就設計考量而言，雷達任務以綜合目標特性為需求依據，致影響達成任務所需之體積、重量與功率等條件，且礙於預算額度與軍事迫切性等因素，迫使美軍接受以價格考量決定之「實際壽命」(Real life)。無庸置疑，許多「非功能性需求」與其他因素亦造成風險，如機動力、傳輸力、持續力與重量權衡等，在新式雷達系統之獲得上仍相對重要。基於新技術成熟之潛在條件，不僅顯示實現功能合併之能力，且倍增達成目標之機率。本研究聚焦問題在「如何使用單一雷達解決與滿足當前與未來之需求」？「究竟需要多久才可真實研發成功一部適合全部任務之雷達系統」？

雷達歷史

在 19 世紀初，由 Heinrich Hertz 實驗展示金屬目標反射無線電波，直至 20 世紀初德國發明家 Christian Hülsmeyer 設計與製造一種簡單船用偵測裝置，目的在協助大霧中避免碰撞。第二次世界大戰之前，雷達為首次出現工具，使用低頻率 20-30 兆赫 (Megahertz, MHz) 範圍無線電波段，屬於現在的 AM 與 FM 無線電波段。第二次世界大戰開始後，英國在東部沿岸裝配 21 部早期預警雷達，利用網狀系統可涵蓋 300 公里範圍且最大負載功率達 350 千瓦 (KW)，該系統為雙靜電干擾，重點在傳輸與接收天線系統採分離設計。1935 年德國電子專家發明「多重腔孔磁電管」(Multi-cavity magnetron) 後，雷達性能快速躍前。至 1937 年，英國物理學家 John Randall 將其發揚光大。

自發展 10 吉赫 (GHz)「短波」(X 波段) 後，雷達系統產生重大變革，因系統具備緊緻且傳輸方便之優點，故可安裝於飛機上操作。相對的，因為「磁電管」(Magnetron)、傑出的「外差式」(Heterodyne) 無線電接收與傳輸機之發展，為雷達信號提供重要的產生、偵測、增幅與處理功能。1960 年貝爾實驗室 (Bell Lab) 運用此種技術製造第一部「主動電子操控陣列雷達系統」(Active electronically-steered array radar system)，其中一個進展為提供有效技術取代可旋轉的笨重機械，且將電子操控陣列小型化。最重要的是貝爾實驗室科學家利用提升信號處理技術執行長距離偵測，產生目標追蹤資料、識別射彈或誘騙物體與

提供追蹤向外飛行的攔截飛彈等，許多技術仍沿用於今，如「現代化信號處理技術」即為貝爾之前衛創作。

1963 年 John Guin 發明 Gunn「整流半導體」可快速產生結果，開啟雷達系統革命性改變，至 1969 年則分別由 Jolius Lange 與 Cheng Wen 發展為「微波帶狀線條」與「CO-平面波導管」。另有兩項發明以小尺寸微波裝置最著名，如 1975 年由 Ray Pengelly 與 Jams Turner 發明之「整體微波整合電路」(Monolithic Microwave Integrated Circuits, MMICs)，此裝置通過超過「因素 10」(factor of 10)標準，為結合信號處理部署於載具上之雷達研發提供配置方法，且容許雷達系統縮小體積與重量。雷達最終的變革在 1970 年後期至 1980 年初期，由數個研發團隊發展「固裝」(Solid state)式相位陣列雷達系統，此項革新奠定所有現代化雷達之基礎。

當前「現代化軍事雷達」之運用快速擴張，將導致高度進化與科技集中，在少數 MHz 至 100sGHz 頻率範圍，可跨越電磁光譜全部路徑，提供各波段作業能力。雷達目前可執行廣泛多樣之複合功能，如目標偵測、分類與辨識複合目標波紋與追蹤頻率跳躍、干擾、增加雜音、截斷拒絕與其他等。目前商業電子與通信，已由「全類比」設計進化至「混合類比/數位」設計，並持續推動雷達系統能力與成效。

雷達信號通常經由逐漸增強靈敏度、信號格式化與調節規劃、脈衝與各種不同方面等，持續將其變成極度複合，以獲得在更多縮小光譜內要求廣泛帶寬之效果，增大秘匿戰區之商業波段使用。惟材料之極限亦將增大阻礙，以建構「主動電子操控陣列」(Active electronically-steered array, AESA)為例，須依賴提升高速、低損失之「半導體」(Semi-conductor)與其他材料，方可提供「相位陣列天線」執行龐大的光束形狀與光束操控。基於複雜的操作環境範圍必須符合任務條件，包括：地面、海上混亂、干擾與衝突、多餘的無線電傳輸信號與其他類型之電磁波雜訊等，致「現代化雷達系統」必須具備徹底執行複合目標之能力，且就目前許多使用材料與技術而言，已可降低雷達橫跨截面。

當前雷達系統

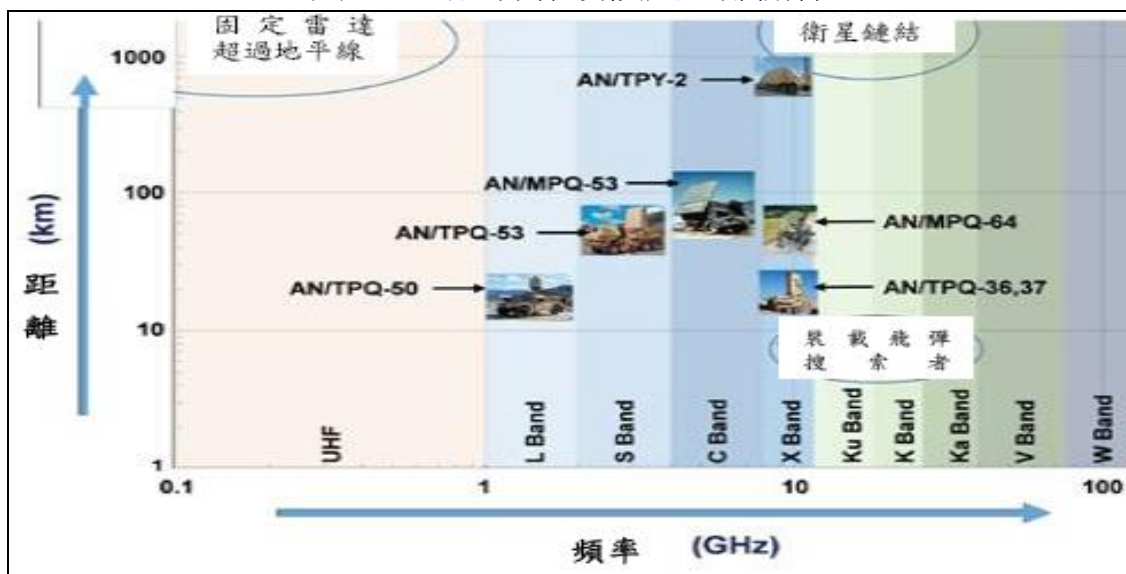
當前陸軍使用之雷達系統既廣泛且多樣化(表一)，其中包括若干砲兵部隊所熟悉的短、中、長距離系統。為符合議題，本研究僅納入「陸基雷達系統」(Ground-based radar system)，某些用於航空器與部分飛彈系統之雷達，則未納入。表一內僅顯示各型陸基雷達之任務、操作波段、有效距離、電力需求與(或)最大輸出功率等一般性能，因此部分系統之關鍵參數可能存在些許差異。陸基雷達系統通常限制在 L、S、C 與 X 波段波長(頻率)，範圍由 1GHz 延伸至 18GHz，原因有待探討。然就表內資料顯示，「長檢波距離」相對「電力需求」較大，惟

偵蒐距離與機動力之關係，為條件交換經常忽視之因素。通常長距離需求高電力惟相對系統則機動力較差，如 AN/TPY-2 為巨大的系統，為能運輸雷達與分置 1.3 兆瓦（MW）發電機，需要將雷達固定在一部重型牽引拖車（「重型展開機動戰術載重車」－Heave expanded mobility tactical trucks），以滿足長時間之作業需求。（雷達操作波段與距離之關係，如圖一，圖中部分系統因考量飛彈搜尋任務，致使用同款雷達固定座。）

表一 共用陸基防空與野戰砲兵雷達系統對照

雷達型式	任 務	操 作 波 段	距 離（公 里、英哩）	電 力 需 求 （ 千 瓦 ）	支 援 需 求
AN/TPQ-36	反火力戰目標獲得/迫砲	X	24 公里 15 英哩	10 千瓦 >23 千瓦 最大傳輸	2 部悍馬車 9 人操作
AN/TPQ-37	反火力戰目標獲得/火 箭、砲兵、迫砲	S	50 公里 30 英哩	60 千瓦 >120 千 瓦 最大傳輸	1 部悍馬車 1 部 M925A2 12 人操作
AN/TPQ-50 ★（如圖二）	反火力戰目標獲得/火 箭、砲兵、迫砲	L	24 公里 15 英哩	50 千瓦	人攜式 2 人操作
AN/TPQ-53	反火力戰目標獲得/火 箭、砲兵、迫砲/	S	10 公里 6 英哩	10 千瓦	1 部中型戰術載具 5 人操作
AN/MPQ-53	飛彈/巡弋飛彈，愛國 者導引，電子反制-反 制-測量	C	100 公里 60 英哩	2x150 千瓦 100 千瓦	1 部 M983 牽引車 1 部 M860 半拖車 4 人操作
AN/TPQ-64 ★（如圖三）	低標高、中距離防空	X	AN/MP-64 40 公里 36 英哩 AN/MP-64F1 75 公里 47 英哩	10 千瓦	1 部悍馬車 2 人操作
AN/TPY-2	彈道飛彈偵測，終端 高標高防空目標與追 蹤	X	1000 公里 600 英哩	1300 千瓦	2 部重型展開機動 戰術卡車 8 人操作

圖一 雷達操作波段與距離關係



圖二 AN/TPQ-50「輕型反迫砲雷達」(LCMR)



圖三 AN/MPQ-64「哨兵」(Sentinel) 防空系統雷達



資料來源：表一、圖一至圖三為原文附圖。

就歷史觀察，每一部雷達皆依據特殊任務設計，如技術改良建立在「專案經驗累積」之基礎上，即可升級增大距離與解析度。困難度在任務範圍、裝備應如何應變、維修、設定全部威脅種類與遇到威脅時相關應變作為等。「敵對目標獲得」(Counter target acquisition, CTA) 雷達原先設計為反砲兵連、反制砲兵與迫砲，然而基於「不對稱」之威脅，如飛彈與無人飛行系統，將刺激發展嶄新的系統能力、追蹤更多類型目標、連結整合空中與飛彈防禦狀況，以及指示相關系統傳輸其他防空指管單位，並授予「瞭解」完整防空作戰圖像之權力，俾利指揮官運用任何管制武器向指定之可疑目標射擊。

預算額度為現實問題，預算需求將影響陸軍實現增大支援效能、後勤、系統數量與經由聯合任務減少系統重複，因此 2002 年初規劃未來「多重任務雷達」(Multi-mission radar, MMR) 時，即要求須適時支援空中監偵、防空與敵對目標獲得 (CTA)、空中交通管制等任務。「多重任務雷達」發展目的主在彌補當前雷

達之「傳統間隙」(Traditional gaps)，包括：多重任務功能不足、單一雷達 360 度涵蓋、精確敵對砲兵與迫砲能力、威脅分類與明確認證等，現階段多重任務（模式）雷達仍持續發展，即使目前無法達成全部目標，惟可實現百分之百之防空任務。

雷達系統之物理學

試想「一級方程式」(Formula One Race) 賽車中，有人執意使用小型廂型車參賽，惟此型車輛無法在時速超過 100 公里時反複過彎，致下場淒慘。問題癥結在小型廂型車並未依據「一級方程式」任務設計，不符合賽車物理學要求。就如同雷達設計由「物理定律」控制，要求執行如：傳輸電力、增強傳輸天線、雷達橫跨扇形、雷達尺寸、孔徑、需求頻率帶寬、雷達質詢信號型式與預期任務至完成之演算執行等相關參數。此種參數提供交換空間，以決定系統如何執行與抗衡目標型式與距離、溫度、雷達噪音、雜訊與環境影響。當開始相關討論後，研發團隊將確定基本雷達距離方程式、瞭解雷達系統物理基礎，俾決定製造方向、確保執行功能與效果。基於方程式為雷達設計之起點，包括物理或數學原理在內，皆不允許任何變更。

基本雷達距離方程式

就概念而言，每部雷達發射天線傳輸與接收無線電振動外在的脈波，蒐集雷達視野內之目標反射信號。大多數的現代化系統，發射與接收天線「完全相同」(One and the same)，特殊開關則使用在「傳輸模式」與「接收模式」之交替。如全部傳輸脈波進行順利時，無線電頻率能源將反射目標再經由接收與分析。

一、基本雷達方程式所顯示返回信號大小，視下列四個關鍵變數而定：(一) 傳輸時的輸出功率；(二) 增加天線；(三) 操作波長；(四) 目標距離。

二、為將雷達最終信號與雜訊比對等，四項關鍵變數中亦包含數項限制，影響現代化雷達體積與功率之需求，且迫使美軍列出限制範圍與需要何種類型的雷達系統。如能符合「遠征的」、小型的、輕量化與價格低條件者將為首選。惟如何「小型化」，將依據討論所得之限制因素推動。限制因素分述如下。

(一) 輸出高功率與增加天線：高功率與增加天線後，返回信號變大（大信號為了雜訊比例）。惟相反的，傳輸與接收更遠的目標時返回信號將變小，即功率向外的距離減小了返回信號之強度。例如，雷達傳輸全部功率 1 千瓦，返回天線功率僅 100 瓦，當 1m² 目標在 1 公里距離，最佳的返回信號為 100nW/m²（事實上信號發出每 1 瓦特，僅可返回接收十億分之 1 瓦特）。就實際合約條件而言，顯示美軍需要一對增大天線，盡可能發出大量傳輸功率（惟最終仍將面對如何驅動拋物線狀「共同雷達掃描系統」裝置的反射與相位陣列天線）。另須獲得最佳的雷達返回信號，則須增大接收天線盡可能蒐集返回信號（反射距離

示意，如圖四）。圖中「藍色」脈衝表示離開或傳輸之雷達信號，「綠色」脈衝則為由目標返回之信號，可顯示信號因雷達波向外傳輸擴大而自然減弱，惟此反射發生與雷達系統之類型與體積（尺寸）無關。

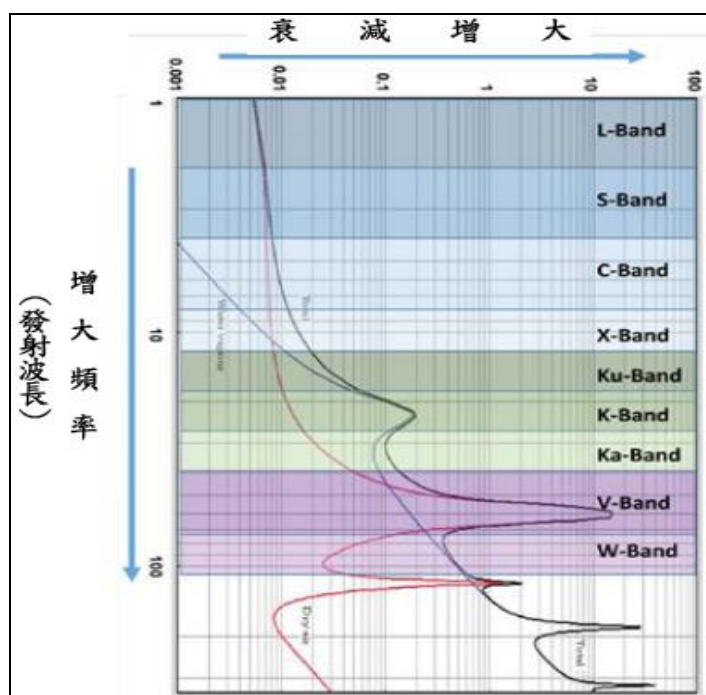
圖四 距離影響目標返回信號示意



資料來源：原文附圖

（二）返回信號變化絕對為「波長之平方」：返回信號變化絕對為「波長之平方」，為較小之特殊限制。表示可由增大波長達成增大距離，或採取加大傳輸與接收天線方式。如 S 波段雷達作業頻率為 4-8GHz（波長為 8-4 公分），缺少偵測長距離目標功能之先天條件；X 波段雷達作業頻率則為 8-12GHz（波長為 4-2.5 公分）。就雷達規格而言，X 波段較 S 波段雷達構成要素（體積項目）大兩倍，惟依案例推理（如圖五），天氣構成之要素（氧氣與水氣）仍將吸收雷達頻率能量。圖內「黑線」顯示高頻率、更多的合併發生，即使較小的傳輸能量即可到達目標位置。為能在既定距離內偵測目標，必須傳送更大能量或切換至低頻率，尤其在特殊地區波長吸收力特強，對雷達系統操作而言不切實際（圖中所顯示高尖端位置，為 K 與 V 波段非典型使用於陸基與海基雷達系統之理由）。

圖五 雷達信號之大氣衰減與頻率功能示意



資料來源：原文附圖

就前述論述，返回信號變化絕對為「波長之平方」，為現代化雷達體積與功率需求之重要考量。就「體積」而言，將由任務需求強制規定，例如希望獲得與追蹤接近 120 英哩偵測距離之彈道飛彈，同時需要偵測火箭、砲兵與迫砲大量之射彈（12-36 英哩），雷達設計為了距離與解析必須交換體積與功率（與作業頻率）。例如 AN/TPQ-53 為活動式 S 波段雷達系統（如圖六），為偵測火箭、砲兵與迫砲僅輸出少量 8 千瓦；AN/TPY-2 為偵測彈道飛彈距離獲得較佳之目標解析，使用 X 波段頻率作業與大功率輸出（典型輸出功率為 1.3MW），此兩種系統實為額外考量之典型範例，雷達系統基於體積與功率需求，迫使後勤進度須與機動性同步。因此 AN/TPY-2 系統需要多重牽引拖車，包括：發電機拖車、目標指揮模組與其他輔助（附屬）裝備。AN/TPQ-53 則為高機動性、自主性、雙重載具平台，無論何時皆可使用單一載具，惟該雷達並未列入未來作戰配備。

圖六 AN/TPQ-53 反火力戰目標獲得雷達



資料來源：原文附圖

（三）環境影響：「環境」（大氣擴散）影響為重大之限制，通常雨、雪、沙塵與煙霧在空氣中散布，雷達發送信號與目標返回信號強度皆減弱（如圖七），且雷達傳輸與接收信號受雨、雪、沙塵與煙霧減弱之情況，遠比想像中嚴重。另一個主要趨勢為雷達系統具備精確決定位置與距離之能力，位置係由若干填滿的雷達波束模型充分啟動，必要時高的天線增益，使填滿之雷達波束可更精確的決定目標位置。至於飛機掃描雷達為何使用「拋物線形狀天線」（Parabolic shaped antennae）？則不列入討論範圍。拋物線形狀提供製造雷達波束以暗示欺騙焦點之形狀，改善目標定位精度。同樣的高增益目前可使用「平板陣列」（Flat panel arrays）已命名為「相位陣列天線」（Phased arrays antennae），陣列由傳輸模組系列針對雷達波束減弱距離設計，優點為提升系統高敏捷旋轉拋物線狀反射器與同時支援更多的雷達功能，亦考量可較少或僅改變較少空間。

圖七 信號因大氣散布額外減低示意

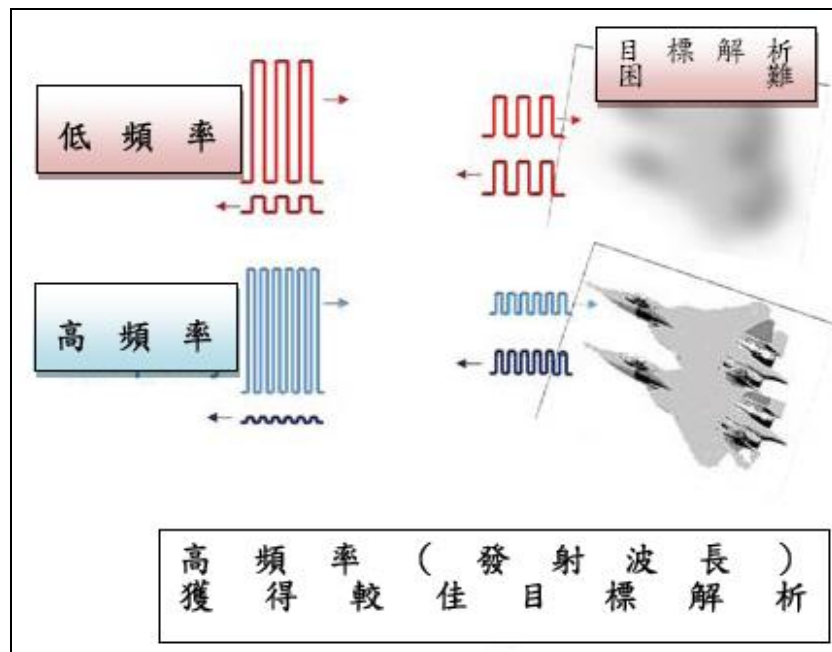


資料來源：原文附圖

三、決定偵測目標距離能力

決定偵測目標距離能力之兩個影響因素分別為：如何發射雷達脈波？雷達操作頻率為何？發射脈波與高操作頻率，可得到較佳之距離解析。同時雷達設計必須有能力提供解析多重、接近的隔離目標且使用精密的目標特徵分辨目標或誘餌。此外，高頻率表示較佳之目標解析與較佳能力可偵測目標之結構上特徵，指出必須針對雷達系統執行之主要交換分析，逐一傳遞我們預期使用低頻率傳輸信號且盡可能去獲得較佳距離涵蓋，惟需要高頻率獲得較佳之目標距離追蹤資料（如圖八），且顯示頻率影響分辨目標之能力。圖內低頻率信號可偵測某些類型目標，惟高頻率信號如分配在低部分則須解析進入兩個分離目標之返回信號。

圖八 頻率影響解析目標能力示意



資料來源：原文附圖

設計雷達：需求為何？

雷達系統次一考量為「預訂任務為何？」，美軍將重點置於需要具備不同偵

蒐距離之能力，惟不同雷達有其不同功能，且此功能領域仍不斷擴大，就現實面而言，難以討論，除非有能力提升科技至成熟水準且具備滿足需求之效能。設計雷達系統務必考量之必要條件，分述如下（其他需求討論則詳述於下一章節）。

一、設計雷達系統時，需考慮之重要因素：（一）天氣監視；（二）火力控制；（三）目標蒐尋與追蹤能力；（四）目標顯示；（五）目標照明；（六）目標辨識；（七）目標追蹤，包括單一目標與多重目標；（八）持續作業或短時間操作能力。

二、雷達必要之物理系統需求能力：（一）掃描能力，包括掃描角度與速率；（二）偵測或照明距離；（三）最大距離之目標解析；（四）目標追蹤速率與精度（如需求為「都卜勒」（Doppler）雷達其精度為何？）；（五）體積、重量與功率（Size, Weight, and Power, SWAP）限制；（六）機動力需求；（七）作業平台需求。

三、支援需求（依據實際要求）：（一）高機動力，如小型、輕量與低功率；（二）大或小的支援編組；（三）與高、低作戰單位之互相聯結性；（四）持續、解析作業；（五）輔助（備援）電力；（六）額外需求；（七）升級能力。

軍用電子系統之整合

「技術化狀態」之軍用感測器擁有史無前例之需求，須達到測量與處理大容量資料，俾掌握相關資料與盡可能提供戰士「戰鬥行動情報」（Actionable intelligence）。感測系統邏輯要求充分結合邏輯與「數位信號程序」（Digital signal processing, DSP）之密集、高速之收發兩用無線電機，講求「功率－對抗－執行」、設計彈性與高保證設計，貫徹滿足終端使用者之需求。美國軍用系統與載具，將容許雷達結合傳統倉庫中多數分離電子輔助系統。

對防空任務而言，目前多數「指向雷達」（Targeting radar）與「監視雷達」（Surveillance radar），其功能與重要性相同。雷達之多數能力中，長距離目標解析能力可快速偵測、評估與執行使用武器之數量與型式，由於增大材料科學、可計算的（摩爾法則－Moore's Law）與其他電子科技等，相關功能之作業時間將逐漸收斂。許多陸軍雷達系統目前已主動趨向多重模式之「主動電子掃描陣列」（Active electronically scanned array, AESA），¹此 AESA 系統充分提供優勢性能，當多重任務同時發生時，可使用各自的「傳輸與接收模組」（Transmit and receive module, TRM）快速處理多重波束，如同步掃描、偵測與製造「掃描陣列」

¹ 美軍「主動電子掃描陣列」（Active electronically scanned array）與「主動電子操控陣列」（Active electronically-steered array）英文縮寫皆為 AESA，惟技術內容不同。參考 Mr.Daryl Youngman, “Fires Radar Strategy,” Fires 2013 March-April（Fires Seminar 2013）。

等。無論如何，系統變為更多「合成體」，將需要增大系統之「數位與狀態邏輯」(Digital-and-state-logic)需求，對返回要求全力回應，歸功於擁有經驗證之成熟軟體解析、發電機、適切預置與「計畫邏輯裝置」(Programmable logic devices, PLDS)。

科技朝向滿足逐漸增加的不同任務

陸軍任務內容重疊(複)之主因，歸咎「不確定敵人」與「不對稱」(Asymmetric)戰爭特性，原本傳統「前線」與「後方」區域之界定方式將不復存在，且預期狡猾敵人之攻擊系統已發展多樣化，傳統彈藥(如迫砲與無人飛行系統-UAS)已提升為高精密之先進飛彈與戰機之可能性甚高，因此為執行作戰而暴增記憶與半導體容量、能力，可證實增大「多重任務」(Multi-role)系統之迫切性。「戰場程式閘門陣列」(Field-programmable gate array, FPGA)與明確結構的「應用特定整合電路」(Application-specific integrated circuits, ASIC)持續擔負重任，將構建網路骨幹之固裝傳輸與接收模組，俾運用於美軍多數之現代化雷達，如「主動電子掃描陣列」(AESA)雷達與眾所周知的「主動相位陣列雷達」(APAR)。複合的相位陣列雷達可將一千個傳輸與接收模組並聯作業，並依賴多樣化的成熟科技進行性能改良，包括：側葉零錯開脈衝重複間隔、頻率靈活、即時波形優化、多種頻率波雜音與目標辨識能力等。

先進雷達感測器之必要條件

設計軍用先進感測器是極嚴苛之考驗，例如某些科技設計限制，將影響雷達的體積、重量與功率，且影響其他如價格、支持度、維持度、靈敏度等之決定。科技限制實例分述如下：

一、高連續資料—流動能力：數位天線科技發展進入類比—數位轉換接收機，且為執行數位過濾要求更多信號分析。

二、複合數學演算：信號預先處理與矩陣演算需要大數據數位信號處理區塊元素，將由數位信號處理器扮演傳統角色遞補。

三、靈敏度因高溫消散：感測系統經常長時間作業，因持續作業必須散熱，否則無法持續任務生命。

四、邏輯密集目的在多重任務電子操控：即使多數軍事任務目前由相同陣列執行，惟在傳輸與接收電子操控之邏輯需求極高。

五、加速與延遲執行：感測器陣列之速度等級、延遲邏輯裝置與全部延遲介面、邏輯裝置一樣，皆影響反應時間與光束排列演算執行。

六、零件使用：感測器系統極複雜且影響甚鉅，即使一部接收進度落後，仍將嚴重影響作業、維持成本與作業準備。

七、使用機械之流暢舒適：如同一百萬邏輯元素整合進入系統設計，將設

計、編輯與眾多的邏輯符號樣本測試等，作為成本與計畫期程之重要驅動程式。

八、信號完整性：接收機將資料提供至最終處理單元時，即使發生少量信號錯誤，對感測器演算仍造成重大影響，因此信號完整對數位元件而言，至為重要。

每一個最重要的創新，皆須經過不斷修正之過程。回想雷達系統在 1970 年進入「單一微波整合電路」(Monolithic microwave integrated circuits, MMIC) 技術後，提供我們減少組件體積與探究縮小雷達系統之道。當時雷達系統依賴沉重中空「波導管」(Waveguide) 系統與類似方形管構造，而「波導管」控制雷達信號由微波源、信號處理器與天線元件起始。「單一微波整合電路」(MMIC) 技術主要整合晶片水準提供降低微波系統體積，並透過極度規律之等級降低損耗波導管與組件。當信號減弱（雜音）發生逆向穿透雷達增幅器時，「單一微波整合電路」(MMIC) 電路可增大進入雷達信號，此技術之關鍵效益在提供產生敏捷之掃描系統（相位陣列雷達）能力，且大幅降低體積、電力與重量，惟天線無法保留原先相同之口徑尺寸。

材料科學改善雷達設計

在材料科學發生有趣的突破性成功，可提供與期盼持續提升雷達設計與技術。例如「變化材料」(Metamaterials)，工程師已確定「變化材料」(如人造的工程材料特性) 在自然界中並非尚未發現，原因在其特性並非等同主要材料之合成特性，而須經由嚴格之結構設計。

「變化材料」將可運用於多種用途，包括：遠端航太應用、感測器偵測與永久性軍事設施監視、智慧型太陽能管理、公共安全、雷達天線罩、高頻戰場通信、高水準獲得天線鏡頭與提供超音波感測器防震之屏蔽結構等。

新式材料之關鍵特點在提供雷達系統掃描 2 至 3 次元之能力，而此點為掃描雷達之兩個基本技術選項。現階段雷達為活動式（通常如此），因為老舊「機械掃描雷達系統」(Mechanically scanned radar systems, MSRs) 天線（前述拋物線形狀碟盤或溝槽波導引）須藉旋轉 360 度涵蓋寬廣戰場視野，已逐步被「電子操控掃描雷達」(Electronically scanned radars, ESRs) 取代。

老舊機械系統由於機械速度致掃描圖像不自然，然而「電子操控掃描雷達」(ESRs) 不論被動或主動相位陣列皆符合電子光束操作。如「被動電子掃描陣列」(Passive electronically scanned array, PESA) 或「主動電子掃描陣列」(AESA)，依據頻率與孔徑尺寸，由一千個獨立增幅器、相位變換與其他伸展交叉天線等組成，將增加部分價格與複雜性。陸軍如何期待以極低價格的雷達技術實現「電子操控掃描雷達」(ESR) 之「廣角」(Wide-angle) 性能？畢竟 ESR 採不同整合方式，通常被指定作為高價值運用。

「變化材料」具備特殊之優勢，預期將可開發嶄新類型，提供簡潔化、輕量化掃描雷達產品，例如：「變化材質表面天線技術」(Metamaterials surface antenna technology, MSA-T)、天線升級輻射功率設計與輔助雷達「廣角」光束操作等。前述性能之重要性，基於傳統天線尺寸與波長相比十分微小，通常僅將大部分信號反射回信號源。A MSA-T 天線作用則遠超過實際尺寸，且具備特殊儲存優勢與「再輻射」(Re-radiates) 能源。

AESA 使用之設計彈性

就前述資料所見，「主動電子掃描陣列」(AESAs) 為創造高適應性操控光束之有效技術，光束將有能力執行追蹤多重目標或對某一點集中電磁能量。設計者為能獲得系統操控性能之全部優勢，致力移動大量信號處理，例如包括波形創造與壓縮、光束列、交互作用與預先處理等，將盡可能進入前送系統輻射元素。「主動電子掃描陣列」(AESAs) 執行可充分運用更多與更多功能，包括並聯的「戰場程式閘門陣列」(FPGA) 邏輯、可加速光束形狀演算、波形適應與增大系統反應時間等。高密度連續之「戰場程式閘門陣列」(FPGAs) 為提升雷達系統性能之適切工具，高邏輯密度可提供單一晶片更多功能，增大「數位信號程序」(DSP) 元素流線型矩陣數學功能與增大彈性，且高性能之 18×18 位元 (bit) 放大器並聯可分離進入 9×9 位元 (bit) 單元，或為了「浮點」(Floating-point) 作業合併進入電力與邏輯效率高的 54 位元 (bit) 放大器。

其他技術考量

主動陣列之感應器日漸激增，主要技術趨勢集中在邏輯裝置。就系統而言，大數量之陣列元件代表更多設計工作、更多光束形狀、演算更多整合與測試，並為系統增加後勤負荷。為能集中多種不同之計算需要，將授予陸軍改裝權限，俾利執行前極與後極處理裝置。針對關鍵感測器需求，程式邏輯須建立過渡設計步驟。

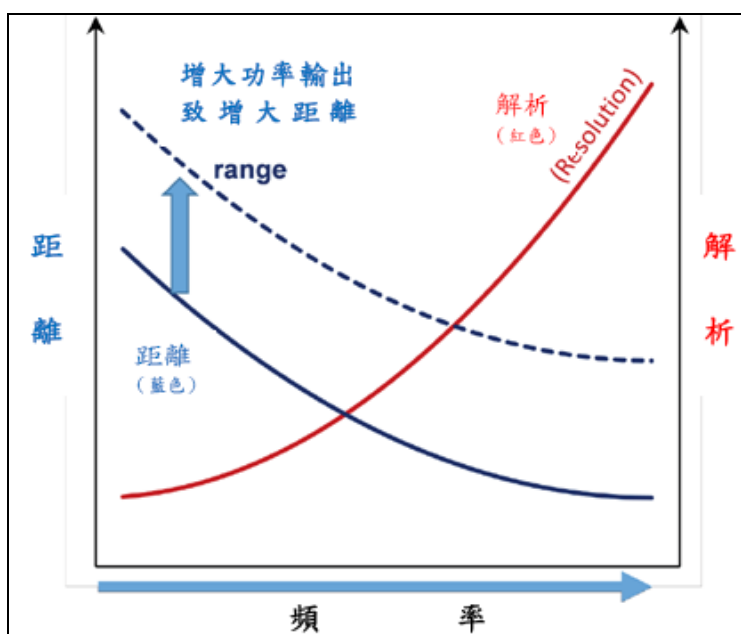
一種新式「多重輸入、多重輸出」(Multiple-input、Multiple-output, MIMO) 感測器陣列，已納入感測器設計實驗。其接收器在 MIMO 系統執行「相位延遲」(Phase-delay) 交互作用與多重矩形傳輸波形，開發先進的電子密集與計算能力。「委託製造商」(Original equipment manufactures, OEMs) 與開發方向將引導市場爭取更佳優勢、先進邏輯加強器裝置、簡單設計來源與更多有效率之編輯概念。

雷達設計須面對需求總數，大部分重要交換介於必要範圍與可獲得分析之間，此交換存在如同前述針對既定之功率標準、雷達減弱與增強頻率後之有效距離。同時目標分析因為頻率增強而普遍增大，因此設計務必選擇頻率，並考量解析效果適切平衡距離需求 (圖九)。「延伸點」(Sweet spot) 在距離對抗頻率

曲線圖以「藍線」表示，解析曲線對抗頻率曲線則以「紅線」表示。此「延伸點」可經由雷達系統增大功率輸出，而移動至高頻率，理由如 AN/TPY-2 雷達操作 X 波段、電力輸出 1.3 兆瓦特（Megawatts）一般，高輸出功率保證系統可維持高解析，需要提供 X 波段操作與達到超過 1,000 公里距離。如採另一種方式，將系統設計為 L 波段，達到 1,000 公里距離所需之電力則較少，惟系統僅獲得接近「因素 10」粗劣之解析。

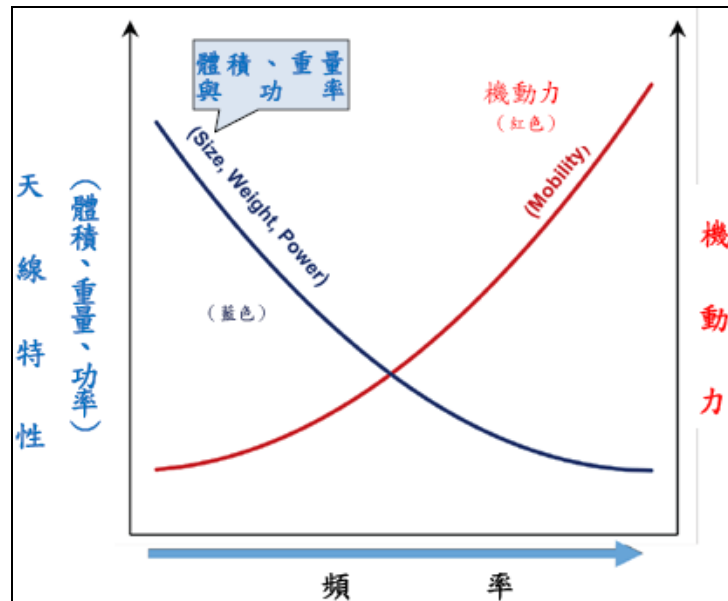
系統交換標準除包括「體積、重量與功率」（SWAP）外，亦須瞭解依據標準製造之特殊支援硬體，如發電機、載具、雷達指示與上升控制平台等。通常為達到最大需求距離，例如增大操作頻率，惟體積、重量與功率元件隨之減少，絕大部分基於提高頻率致波長變短之事實，不得不在系統「組成縮小」與「較長波長」兩者中擇一為之。同理可證，通常雷達平台變小時，搭配發電機之需求電力亦變小，表示儘管使用高頻率，其機動性將顯著提升（圖十）。圖中「藍線」表示為何因增大頻率，須減少「體積、重量與功率」（SWAP）需求，機動力（紅線）則同時提升。假設 PAC-3「愛國者」飛彈系統將原使用之 K 波段雷達改為 S 波段，須考慮 S 波段之系統不僅體積龐大且十分笨重。另一例為 AN/TPQ-64 與 AN/TPY-2 兩者支援需求不同，卻同樣使用 X 波段，惟 AN/TPY-2 偵蒐距離（100 公里）超過 AN/TPQ-64（64 公里），測量功率需求接近 20，致造成 AN/TPY-2 需要 2 部「重型展開機動戰術載重車」（HEMTTs）運輸，AN/TPQ-64 則僅需 1 部悍馬車（HMMWV）之極沉重後果。

圖九 頻率與距離、解析間之關係



資料來源：原文附圖

圖十 頻率與天線體積、機動性之關係



資料來源：原文附圖

生命週期考量

複合式雷達系統與複合式感測器之發展趨勢採不同方案處理（參閱表一），當前雷達系統勢將逾越預定使用年限與野戰測試期程，惟仍須賡續改良與突破技術，持續創造系統更大效能。目前陸軍傾向使用現有老舊雷達，藉由先進工程升級技術，期能發展屬於現階段之雷達，先決條件則須有效整合多項技術。某些技術如「變化材料」方面，為尚未驗證之「原始雛形」（Initial brass board prototypes），且後勤體系、支援度與維持力等關鍵之「非功能性需求」，不僅影響製造成本，甚至在維修雷達方面，皆須慎重考慮。

科技與後勤

顯然賡續前期開發之機會仍然存在，包括「陸軍軍需指揮部」（Army Materiel Command, AMC）已與企業與學術界合作，且「陸軍訓練與準則指揮部」內之陸軍獲得、後勤與科技助理部長贊成陸軍需求相同之發電機，決定未來雷達相關科技逐漸改變方式與「陸軍軍需指揮部」（AMC）確實管制科技同步化之方案。惟科技「過渡」唯一方法則是達成最佳材料與科技解析，且一旦發生戰爭系統可立即支援戰場。為考量未來系統材料昂貴與複合模組、軟體開發等需求，可能與企業之最佳選擇不同，因此須適時賦予既定之明確方針，陸軍軍需系統亦將透過類似依據「生命週期透視法」（Life-cycle perspective）分析活動，協助確認是否「正確」？方可符合陸軍會議討論之邏輯順序，俾委託企業決定我們未來的雷達。

一種雷達是否可適應全部任務？不可能，但……

雷達距離方程式不改變時，物理學上亦不改變，其支配電子信號、波長與

頻率之法則將不改變。就「相近觀點」(Near-term)去製造雷達，期待滿足、符合當前任何等級單一系統之全部條件與(或)「關鍵性能參數」(Key Performance Parameters, KPPs)，極為困難，並非表示雷達設計與製造不可能符合所有當前雷達的「關鍵性能參數」(KPPs)，惟須能尋求有效之替代方案。由於現代化「主動電子掃描陣列」(AESA)雷達大部分設計受限，漫長設計期程與龐大計畫管理需要眾多設計與查證編組。雷達設計時可接受之重大讓步，即體積可因應雷達任務適切修改。單一雷達必須擁有多數功能，如雷達計畫實現多重包容之「多重任務雷達」(MMR)等級，將需要更多的複合硬體、工具製造與測試雷達之軟體附件，以及預估增加的單位成本，交換空間則為重量、運輸與持續力，將作為嚴格製造單一系統之附加要求。

期待未來雷達將可實施空中運輸、輕型載具機動、偵測接近之巡弋飛彈且距離遠到足夠進行反制，同時阻止進來的迫砲或砲兵射彈，保護前方作戰基地安全？雷達可穿透大氣中地面低角度，且精準成功的獲得小型目標或重要目標？儘管指揮權責為「全球視野」(Global view)，雷達仍可傳送任務範圍內與其他更多「戰略視野」(Strategic view)內之雷達系統？你也可以使用迷你廂型車參加「一級方程式」大賽？

作者簡介

Hurt Heine 退役上校，為「陸軍軍需指揮部」之資深分析師，科技首長辦公室軍官，曾任陸軍飛行員與專案經理，擁有丹佛大學系統碩士學位，並且畢業於美國陸軍戰爭學院且在德州大學擔任計畫研究員。

Phil Reiner 博士，為「陸軍軍需指揮部」之資深分析師，科技首長辦公室軍官，曾任美國陸軍軍需指揮部軍需品軍官，擁有紐約 Rochester 大學物理博士學位。

譯者簡介

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。

跨領域聚合：砲兵制海

Cross domain synergy : Using artillery in the fight for sea control

取材：《火力雜誌》2017 年 7 - 8 月號

作者：Steven Huckleberry 少校

譯者：胡元傑

反介入的概念並不新鮮，中國的萬里長城與希臘雅典牆，都顯示這個戰略已經存在了數世紀。近代的案例是二戰期間的日本防衛圈戰略，以及波灣戰爭期間的伊拉克的「卡瑞綜合防空體系」(KARI)。這兩項案例，在戰略上入侵部隊都以輔助戰力來降低威脅，並突穿其防禦。

波灣戰爭以來，若干國家的戰略放在禁止敵人進入他們的區域，並在該區域剝奪對手的行動自由。當擁有先進武器作為低成本嚇阻，使得介入的部隊付出高代價，就能實現所謂「反介入/區域拒止」戰略（譯註：anti-access and area denial(A2/AD)，本文以下均使用 A2 / AD)。更重要的是，這些武器系統相對價廉的特性，讓很多國家能將該區域與外界隔離，從而破壞國際秩序，並製造國際經濟動盪。

國際秩序取決於自由進出全球公域所產生的穩定性與經濟活力。這些公域中最重要仍然是海上領域。全世界 90% 以上的貿易靠海上運輸，不受干擾的使用海洋對於全球經濟至關重要。自二戰以來，美國海軍已然保護進出此一領域的權利。由於經貿活躍，兩洋相接，維護自由航行符合美國國家利益。然而，在先進的 A2 / AD 體系的威脅下維持通航，對美國海軍而言，既危險且艱鉅。解決這一威脅必須採取新的思維來維持重要海上領域的行動自由。此一新思維就是充分運用跨領域的陸基火力。將陸軍與陸戰隊的砲兵整合到制海作戰中，以嚇阻並擊潰採取 A2 / AD 的對手。

陸軍與陸戰隊砲兵，包括防空砲兵在內，應該整合在「聯合部隊海軍指揮官」(Joint force maritime component commander, JFMCC，譯註：本文以下均使用 JFMCC) 之下遂行制海作戰。2016 年 10 月，陸軍若干研究機構及陸軍協會的研究中都支持此一想法。將上述部隊加以整合，有以下三項理由：一、砲兵部隊可以補聯合制海戰力之不足。二、可以各種不同的運用方式來支持 JFMCC 作戰構想。三、與聯合作戰各項功能相結合更有利於實現此伊作戰構想。本文最後針對反對看法提出答辯，同時向聯合部隊提出隊如何落實該提案的建議事項。

本論文有以下幾個假定事項。第一、是陸軍和陸戰隊將以其建制的 M270A1 多管火箭系統 (MLRS) 和 M142「高機動砲兵火箭系統」(譯註：以下均使用 HIMARS) 可以投射長程反艦飛彈。前國防部長阿許·卡特(Ash Carte)曾宣布有

發展這種戰力的意願。目前陸軍、陸戰隊及其他 14 個國家的軍隊擁有上述投射系統，同時前述戰力之研發符合陸軍參謀長馬克·米利（Mark Milley）的經濟有效改進現有平台，最大限度發揮海外聯合部隊和盟軍互通性的要求。第二、是反艦飛彈可以達到，甚至超越「陸軍戰術飛彈系統」（ATACMS）射彈的射程。該類型飛彈的射程可達 300 公里（162 浬），戰略能力辦公室(Strategic Capabilities Office)與洛克希德馬丁公司已經設計了具有反艦尋標頭的 ATACMS 新型號。第三個假設是以短程防空部隊可略做修改，成為反巡弋飛彈戰力。

「聯合作戰介入構想」(JOAC)的發展

「偉大衛國戰爭的經驗顯示，陸軍作戰勝利加上新近掌握到的沿海地區，有助於爭取制海權。」－前蘇聯海軍總司令戈許科夫上將

能遂行拒止及介入作戰的各種武器系統全球擴散，對美國領導人尋求維持目前的國際秩序和經濟利益產生挑戰。聯合部隊長提出的解決方案「聯合作戰介入構想」(Joint Operational Access Concept, JOAC)，規定運用跨領域、跨軍種協同作戰來對付敵之弱點，同時建立該領域的優勢。第一種做法是「空海作戰」，旨在以空、海兩個領域，擊敗對手的 A2 / AD 網絡。

聯合部隊長在其最新的「進出並運用全球公域之聯合部隊構想」(Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons)中，重點並沒有放在打擊對手的 A2 / AD 系統，而是思考另一種從計劃和意圖就挫折對手的作戰方式，同時在於確認能擊敗敵人的聯合部隊戰力，讓陸軍及陸戰隊有機會以他們的能力在全球公域中掌握戰鬥之行動自由。當地面部隊具備反艦及對付空中威脅的戰力，聯合部隊指揮官（JFC）就可以迫使敵人面對新的問題。

砲兵的貢獻

「一砲在岸，能抵三砲在水。」(One gun on land is equal to three on the water.)
－波特海軍上將於南北戰爭亨利堡之戰

地面部隊可以跨領域協同的概念來對付敵人的制海作為。配備長程反艦飛彈系統的砲兵部隊與防空砲兵的組合可以快速部署到戰略要點，不但可以剝奪敵之行動自由，同時也因處於自身的 A2 / AD 系統內而獲得保護。此外，在 JFMCC 支持下，與其他軍種協調，可以幫助聯合部隊建立戰鬥行動自由所需的海優。砲兵疏散、持續、韌性的火力，也是介入作戰所必需的要求，使得聯合部隊的戰力最大限度地發揮。

在重要的沿海地區放列若干砲兵連，可以提供分散式火力，增加敵人必須面對問題的複雜度。以機動的地面發射器，在特定時空集中火力，攻擊敵之戰鬥部隊。砲兵遂行作戰的特性在於其高度機動力、隱蔽掩蔽能力與分散部署。分散、隱蔽的堅固陣地使得敵難以標定及反制。高度機動使其目標情報稍縱即

逝。敵人搜尋、標定、射擊我之砲兵連需要一段時間，這個過程中我砲兵連陣地已然轉移。但是海上船艦卻無法快速移動躲避反擊，因此所謂「打帶跑」成為砲兵部隊專屬最佳存活戰術。此外，為了配合海軍的分散式殺傷力概念，砲兵部隊將增加更多平台充分發揚攻擊火力，使敵必須消耗更多資源予以應對。射擊平台的增加迫使敵人必須耗費更多資源予以標定，以至於無法針對已經發現的砲兵陣地集火。

陸軍與陸戰隊為 JFC 提供持久作戰的兵力。與具有相近攻擊力的海、空部隊相較，需要的後勤支援和基礎設施卻少得多。以模組化概念設計的部隊，可以依據任務需要編組其持續作戰所需包件(sustainment package)。這些模組可以在嚴酷的環境下長時間維持戰力。使得部隊可以前進部署到幾乎沒有基礎設施的地區，造成企圖進入鄰近海岸的潛在敵人必須始終在我威脅之下。因此對 JFC 而言，欲遂行強行突入作戰(forcible entry operations)，可以不必考慮到地形或基礎設施，可選擇的行動方案就更多了。

陸軍與陸戰隊的持續戰力可經由許多夥伴可以加以輔助。在全球 70 個國家，800 個基地裡都有美軍駐紮，有很多夥伴可以依靠。陸軍在這方面最多，因為許多國家無法負擔海、空軍部隊駐紮成本，卻必須有有陸軍來自我防衛。透過這些合作夥伴，美國陸軍部隊可以在世界任何地區存在。此外，在次要的戰略意義上，從敵人的角度看，在另一個主權國家的境內，而不是在國際水域或空中發動攻擊產生的威懾效果，遠大於模糊的海洋。敵若對我攻擊，可以增加我遂行突入作戰的正當性，同時讓敵人蒙受更多的國際譴責。

砲兵可以輔助其他軍種，使得制海權之爭奪更具彈性。以砲兵部隊參與海上戰鬥，海軍就能獲得額外的能力來遏制敵方行動，並侷限敵人達成目標的機會。將砲兵配置在海峽、具戰略價值之海岸、足以拒止敵人通過之群島間水道等重要位置，將減輕海、空軍確保這些要域的負擔，讓他們特有的裝備可以遂行其他作戰。此外，砲兵可以自行突入有爭議的地區，並在其 A2/AD 掩護下對敵之行動自由產生侷限效果。綽綽有餘的砲兵火力，可以替取代昂貴而複雜的平台，同時降低作戰指揮官失敗的風險。

防空砲兵則增強對敵之空中及飛彈防禦能量，使部隊更具韌性。防空砲兵有很多用途。第一，是在制海作戰時可以減少海、空軍防空所需彈藥的消耗，讓機艦得以持續作戰。地面部隊可以在幾分鐘內完成整補，而機艦卻必須返回基地方能加油掛彈。其次，如克拉克在《超越海灘向前推進》所描繪的，防空砲兵可以創造自己的區域拒止的防護罩(area denial bubbles)，補強區域安全所需之情、監、偵（ISR），並確保部隊或商船運作。海軍艦艇在沿海水域中往往重層防禦系統效果不佳，因此他們總是喜歡開放性海域，以有效發揮其戰力。最

後，防空砲兵可以環繞機場、港口等重要基礎設施部署，盡量靠近作戰地區，減少這些設施的脆弱性，而又增加其運用彈性。

在制海作戰中引進砲兵，海上指揮官就可以充分運用其戰力，克服對其不利的時間、空間、兵力等因素。砲兵可以其分散式火力，扮演具有韌性且持續不斷的力量，讓指揮官有充分的行動自由邁向作戰目標。砲兵是海上作戰的一股不對稱力量。

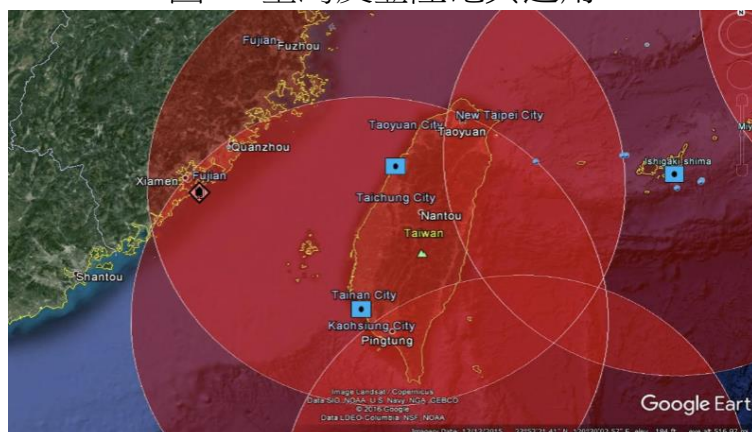
運用構想

海戰的作戰目的通常在掌握某部分海洋，消滅或使敵艦隊之重要部分失能，或切斷，或保護海上貿易。－米蘭·維哥《聯合作戰》

陸軍與陸戰隊協助 JFMCC 作戰的跨領域能力，全視運用的方法是否得當。找出他們的優點，對形塑狀況相當重要。詳細計畫砲兵部隊之運用，充分發揮其機動力、疏散及持久作戰能力，可讓 JFMCC 指揮官針對不同的作戰型態與不同的作戰環境有更多的方案選擇。本文所臚列之方案，並未考慮到可能影響到部署的外交問題，也不見得就是一劑藥方，不過對這些部隊如何運用在聯合部隊個階段作戰，提供一些看法。

形塑階段是聯合作業中最重要的階段之一。這階段聯合部隊以安全防護舉措阻遏敵人，並對盟邦提出保證。此時，砲兵部隊的重點工作，放在培養夥伴國家戰力，並將其整合成為協同部隊的一員。世界各地的盟邦都在思考如何在自己的後院處理 A2 / AD 問題，諸如荷姆茲、波羅的海與黑海等海域。美國諸多盟邦合計擁有多達 45 種以上的反艦飛彈，具備「制海權拒止」(deny sea control) 的能力。培養這些合作夥伴，美軍可藉以發展彼此關係，減少建立反入侵行動聯盟時可能產生的摩擦與整合的問題。完成準備並隨時可以應對潛在問題的地主國部隊，將成為一個戰力倍增器。聯合部隊指揮官可以在發生危機，如對手發動兩棲突擊時，運用砲兵迅速形成嚇阻力量。中共與俄羅斯組建兩棲攻擊艦艇，顯示此舉至關重要。圖一顯示以臺灣為例的狀況。

圖一 臺灣反登陸砲兵運用



當作戰轉變到嚇阻階段時，砲兵的高機動能力更可以使其迅速部署到戰區。美軍各型火箭發射器，可以 C-130 或 C-5 空運，以及陸戰隊的水面駁船運載。聯合部隊指揮官有相當彈性選擇，將砲兵運送到戰區，並依需要在戰區內機動戰鬥。2016 年陸戰隊就以 C-130 將 HIMARS 多管火箭運至菲律賓，隨後在各島機動並發揚火力。砲兵的機動力給海軍入侵行動提供有效且具彈性的嚇阻選項，以對我們在該區域的盟邦展現對其承諾的信守。

一旦嚇阻失效，真面目戰鬥就會開始，此時砲兵可以掌握地形要點，協助聯合部隊指揮官在過渡期爭取主動權。砲兵分權指揮的特性，聯合部隊可以在作戰地區各種位置部署砲兵。同時，砲兵能迅速變換彈藥，例如陸戰隊可以使用標準彈藥支援突擊部隊，攻擊敵之偵感器、管制節點及砲兵陣地。隨後又可以轉換成反艦任務，攻擊敵船艦。前進部署的防空部隊可以為突擊部隊提供空中防護，免受敵之空中反擊，並將其射程延伸至敵領空。這種方法有利於奪取過渡期間必須的整補基地，使得海軍部隊不必因必須整補而脫離戰場，增加其作戰範圍。在東南亞、歐洲及中東地區，沿岸之複雜地性下，此技巧均可行。

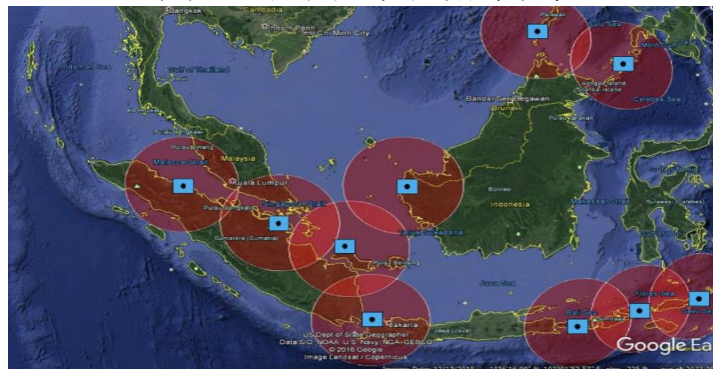
在第二及第三階段作戰時，擁有反艦能力的砲兵足可威脅敵之海上交通，讓敵領導階層處於兩難局面。沿著狹窄水道部署的砲兵，可以破壞敵之商船交通。封鎖亞太地區的扼控點，可以遏控澳洲以北的西太平洋所有海上交通。若與中共發生衝突，理論上可以阻斷 80% 對其經濟發展極其重要的石油進口量。若在馬來群島實施封鎖，粗估至少需要 16 艘面艦、4 艘補給艦，及其他備援艦艇，約為海軍全部 275 艘船艦的十分之一。如圖二所示，若以可以持續作戰的砲兵，配合若干小型艦艇，就可以取代大型船艦實施攔截與登船檢查任務。圖三顯示在東海實施封鎖的狀況，圖四則顯示整個區域封鎖狀況。以這種方式運用砲兵，使得負責打擊的部隊兵力增加，也提升封鎖效果，同時壓倒敵人。

在階段二及作戰中，砲兵也可用於海上拒止。砲兵可以建立區域拒止區，以阻斷敵之海、空交通。再以太平洋為例，圖五、六、七顯示周邊國家配置砲兵的狀況，從菲律賓控制的南海島礁，加上從南韓一直延伸到馬來半島的第一島鏈，可以建立相互支援，火力重疊的區域，使得東海及南海成為雙方相互拒止的空間。而且當其 85% 國際貿易被封鎖，海、空軍又被圍堵，美國就能主導外交解決方案，或攻勢戰力。圖八、九顯示一旦北約與俄羅斯之間情勢增高，砲兵如何針對波羅的海及黑海艦隊遂行海上拒止的狀況。圖十顯示針對伊朗的周邊狹窄的波斯灣及荷姆茲海峽伊朗的 A2/AD 時，本構想的靈活性。

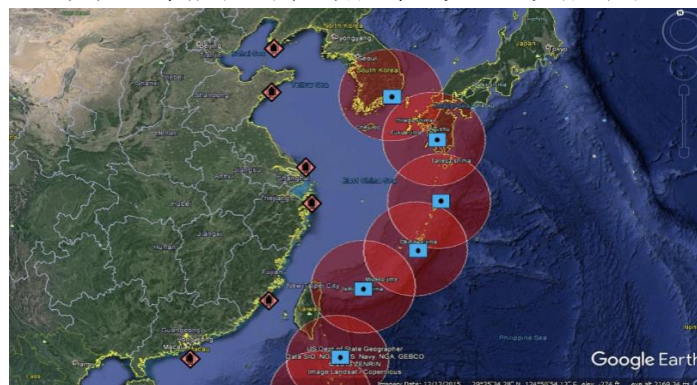
美聯合部隊之所以優於其他國家，在於其有能力同時遂行多條戰線之作戰，同時又能壓倒敵人。砲兵可以在制海權爭奪時，增加敵人必須面對的複雜性，為 JFMCC 之作戰成功創造條件。敵人可能被迫選擇究應消耗兵力與時間來消滅

砲兵，抑或逃往開放海域而將其弱點曝露給我之海、空聯合部隊。

圖二 運用砲兵封鎖南海



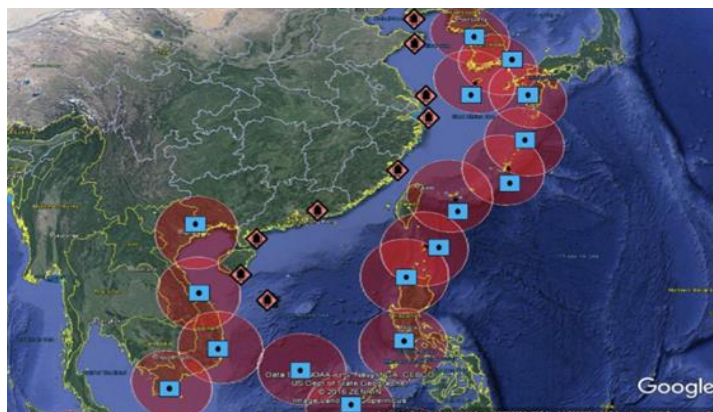
圖三 利用盟邦封鎖東海之砲兵運用



圖四 從整個區域諸要點運用砲兵阻截中共海上交通



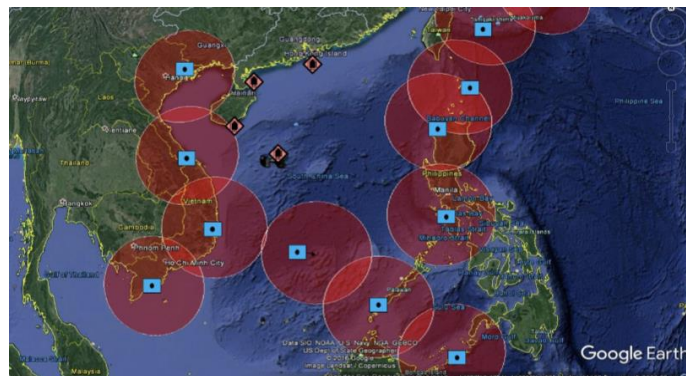
圖五 沿第一島鏈個鄰近國家，加上菲律賓在南海島礁部署的砲兵，以侷限敵在西太平洋之行動自由。



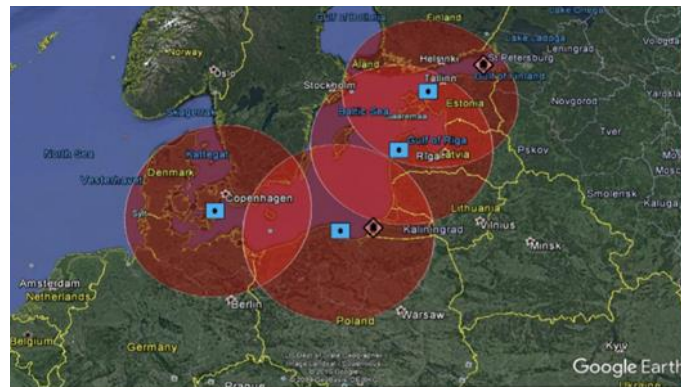
圖六 在東海及黃海淺海海域部署砲兵部隊，可以侷限敵之航行自由



圖七 砲兵在南海及菲律賓佔領之南沙島礁淺海區阻撓地航行自由



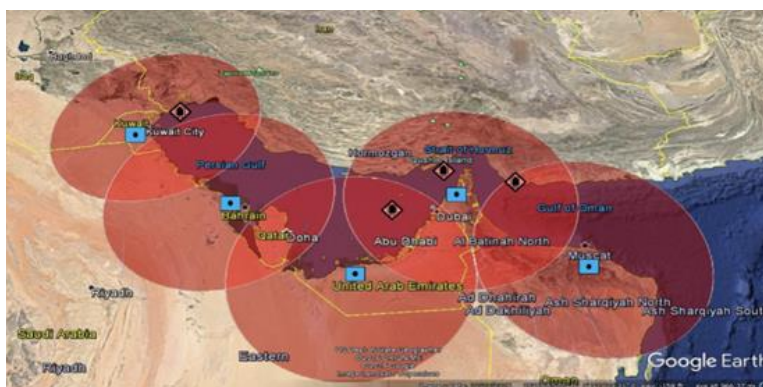
圖八 砲兵在盟邦部署，建立針對波羅的海艦隊海上拒止區



圖九 砲兵拒止俄國黑海艦隊



圖十 砲兵在中東友好地區部署，可提供持久之方空火網，同時標定伊朗之反艦飛彈發射平台



資料來源：圖一至圖十為原文附圖

支援聯合作戰各項功能

我們談海軍戰略與軍事戰略，習慣上區分為兩種截然不同的知識領域。實際上兩者關係密切，在更高的戰略層次上，將艦隊與陸軍是為一項武器，必須了解彼此全般戰力，協調行動，指示前進方向。－朱利安·科別《海上戰略原則》

以砲兵部隊支持海軍制海作戰時，聯合作戰功能必須加以整合並彼此同步配合。作戰構想的擬定，最重要在於指揮管制、情報互通、後勤支援，若這些功能失靈，勢必嚴重限制全般戰力的發揮，甚至讓指揮官蒙受無法承擔的風險。

指揮管制方面最重要的部分是艦、岸之間數據的無縫傳輸。同樣的，當敵人機動力強，且偽裝嚴密的反艦飛彈發射平台，遂行「打帶跑」戰術時，我軍必須及時搜索其精確目標情報，搜獲之目標情報更必須能交由自動化射控系統立即反應。數據系統可以讓各階層幹部，對當前狀況作出最合理研判，迅速採取適切之行動。砲兵共享由船艦偵獲之目標情報，就可以節約船艦所載彈藥，讓船艦能在遂行更持久的海上作戰。聯合空中及飛彈防禦社群正以其「整合式空中及飛彈防禦指揮系統」(Integrated Air and Missile Defense Battle Command System)來建立本身的能力。目前，整個聯合部隊都有相互共通的指揮管制系統，未來將減少介面數量，並將砲兵部隊納入體系。彼此共通的系統，可以減少時間上的延遲，提供更好的作戰圖像，及更多的防護。當敵對我實施漣波式射擊時，一方面緊急防衛，一方面由另一部隊從陸上或海上實施反砲戰。這將使得作戰的反應時間與存活度，產生大幅增進。

支持這些功能的另一項觀點，就是情、監、偵的整合與互通。如 JOAC 準則所述：「欲增強聯合部隊 A2 / AD 系統的致命度、精度和準度，必須提高各個領域的情報蒐集、融合，並分享各項準確、及時和詳細的情報。特別是來自監偵系統對介入作戰之重要情報。海軍軍艦必須先能索敵，方能先敵發揚有效火力。

為此，他們在空中、水面、水下重層配置偵感器陣列。相反地，由於設置時間長，地形遮障等因素，使得小型、機動的地面偵感器效果遠難匹敵。對砲兵部隊而言，欲有效消滅敵人，就有賴於 JFMCC 情監偵網路提供的精確且即時的完整情資。

持續作戰能力，是以砲兵支援 JFMCC 的另一項重要考量因素。陸軍準則指出，其遠征部隊可以在世界任何地方部署，並立即準備戰鬥。砲兵部隊可以在其他軍種極少支援下，迅速成為嚇阻力量，極有利於在財政緊迫環境下運用。初期取決於地主國支援及預定提供的補給。維持初期突入行動的成效，取決聯合部隊幕僚及地主國盟邦的先期作業。

隨著作戰持續不斷發展，部隊手邊補給逐漸消耗待援，此時就極需要聯合部隊協助其維持作戰節奏，一直到後續部隊抵達並建立。當砲兵登岸，卻未能獲得地主國支援，沒有預屯補給，或孤立無援時，擔任制海作戰支援時，聯合部隊必須規畫海上前進基地，或以其他空運方式提供過渡期之持續戰力。

要成功運用砲兵支援制海作戰，所有作戰功能必須相互協調。在有效的指管體系下，整合情報與目標數據，加上詳細規劃的持續作戰計畫，JFMCC 可以使得砲兵部隊充分發揮不對稱戰力。在各級參謀與下級部隊的同步配合下，指揮官可以沿多條作戰線發起協同攻擊，然後在特定時、空下集中打擊敵人的優勢兵力，奪得海優，同時進入被拒止的區域。

相反觀點

「至關重要的是，手段和目標之間不可斷裂，也必須相互配合，否則，戰役或作戰的最終目標即無法達成。」－米蘭·維哥《聯合作戰》

若干批評者認為，從陸地來獲得制海權並不切實際。如果沒有海上作戰能力，任何形式的優勢都很難形成。為支持他們的論點，他們指出二戰時期日本在區域拒止的戰略上就是失敗的。為確保已奪佔的領土，日本在周邊具有戰略價值的島嶼建造所謂「不沉沒的航母」，構建無可突穿的防禦圈。他們設想從這些位置，投入兵力消耗美軍，使美軍的入侵失敗。此一戰略之所以失敗，肇因於將究竟何島應予奪取，何島應予隔離，何島應予繞越等的選擇權拱手讓給美軍。同樣的，敵人海軍今天也可以選擇必須確保，或應予避戰的位置。

此外，批評者質疑在有爭議的 A2 / AD 環境中部署地面部隊的適切性。當敵人持續發展更精密的反介入網絡和遠程目標能力，其重要且不可替代的戰力，如船艦和飛機，遠距離就形成前所未有的大的風險。一旦爆發衝突，可能導致作為嚇阻選項之一的地面部隊被敵人從空中、水面，或地面部隊予以隔離。這種情況會給 JFC 帶來實質的困境。二次世界大戰期間菲律賓被孤立部隊的潰敗與被俘，仍屬此一威脅的重大警惕。

回應這些批評前，有一些細節必須考慮。在二戰期間，日本的防禦計畫的失敗，部分原因在於其帝國的規模已經超過了軍力能控制的範圍。在頂峰期間，日本海洋周界延伸達 14,200 多哩。基於當時技術的侷限性，日本帝國海軍沒有足夠的人力與物力確保此一範圍。今天 A2 / AD 戰略的不同之處在於武器、偵感器與通信技術的改進。這些進展使得海上拒止戰略產生新的手段，而不必以大型、現代化的海、空軍長期駐守。從伊朗的案例看，此一觀點就不證自明。伊朗在油輪戰爭之後意識到，在海軍的對稱行戰力上，根本無法與美軍匹敵。於是以其快艇及陸基飛彈，利用其地形位置的優勢，給美軍製造出相當挑戰的 A2 / AD 問題。

有關進入行動的聯合作戰概念細節上，初期進入的部隊必須自己具備，在某一時段持續作戰的能力。

當部隊戰力增長到最高點前，要爭取這段的时间，最重要的關鍵就在於與盟邦的關係。與盟邦關係良好，彼此裝備能互通，又能預置重要補給品，對作戰行動能否持久極其重要。部隊突入是一項聯合作戰型態的行動，各軍種都必須跨越所有領域制壓敵之作戰網絡。任何突入行動亦都需要友軍協助偵察對手的弱點，方能在目標地區獲得優勢。運用砲兵滲透進入敵之 A2 / AD 泡，然後破壞敵在該區域的作為，並運許盟邦進入該區，極有利於聯合部隊建立整補區，擴大其作戰範圍。這些不對稱戰力相較於其他領域，單一平台的成本，所產生的相對價值，是一個值得考慮的能力。

相互關聯的領域

跨領域聚合構想的核心就在火力。－《聯合作戰介入構想》

正如艾森豪總統在半個多世紀前所宣稱：「陸、海、空單獨作戰的時代已經永遠不再，如果再次投入戰爭，必然是由各軍種聯合，成為戰力集中的部隊。」在此一財政窘迫，海、空部隊蒙受敵人 A2 / AD 威脅的年代，我們必須跨越所有領域，將戰力整合到投射部隊，壓倒敵人，奪取行動自由。陸軍與陸戰隊中具備作戰韌性和持續戰力的砲兵部隊，就能以其分散部署的火力，在作戰環境中爭取到行動自由。

機動發射器可以隱藏在樹林、城鎮等複雜地形，具備存活度高的優點。他們可以快速部署以保護盟友或嚇阻對手。他們有能力分散部署在整個作戰地區，同時提供同步配合的大規模火力，能持久作戰，而維持需求又比較低。砲兵的存在可能造成敵人兩難困境。這些相對成本較低的資產，提供了一個更複雜，敵人必須面對的作戰環境。他們被迫消耗資源來定位並加以消除。正如退休海軍上校韋恩·休斯在他的書中所述：「在淺海作戰，艦隊的定義不再是一系列的戰艦所組成，因為陸基系統正產生相當重要的作用。」當砲兵提供的不對稱的優

勢，與參與作戰各種領域同步配合時，敵人根本無力承擔。

建議

以這種方式運用砲兵，必須在現有能力與結構上加以修改。以下就是針對跨領域的建議：

- 繼續研發多管火箭及 HIMARS 平台，使其能發射在嚴重電磁環境下，可以同時攻擊陸、海活動目標雙重功能的彈藥。

- 持續提升短程防空部隊的戰力與數量，以滿足在海外作戰之聯合部隊，執行本構想之所需。

- 陸、海、空三方面的目標獲得及火力管制系統裝備必須互通，同時必須整合在共同的作戰網內。其方式與飛彈防禦系統之互通與中央作戰網之整合相類似。

- 採用模擬及兵棋推演，來驗證此一作戰構想，決定遠征包件之需求，並研擬緊急處置可能的行動方案。

- 協調持續作戰所需補給並加以預置，以支援可能的行動方案。

- 對盟邦現有的機動反艦飛彈及發射器，要有充分了解。

作者簡介

Steven Huckleberry 少校現於美國海軍戰爭學院受訓。

譯者簡介

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

砲兵小故事：蜂眼雷達系統

蜂眼雷達程式為CS/MPQ-95，又簡稱PODARS，命名緣起於研發單位國家中山科學研究院將本系統定義為「點防禦相列雷達系統」(Point Defense Array Radar System)，用以執行野戰防空要點防禦之任務。蜂眼雷達可於偵搜範圍內執行360度搜索、追蹤及監控，將雷情即時傳送至指揮管制中心，供指揮官對復仇者飛彈下達作戰管制命令，確保野戰防空部隊作戰空域安全。本雷達具備定翼機、旋翼機、無人載具和巡弋飛彈偵測能力。(資料來源：陸軍野戰防空蜂眼雷達系統操作手冊)



蜂眼雷達



復仇者飛彈系統



指揮管制車



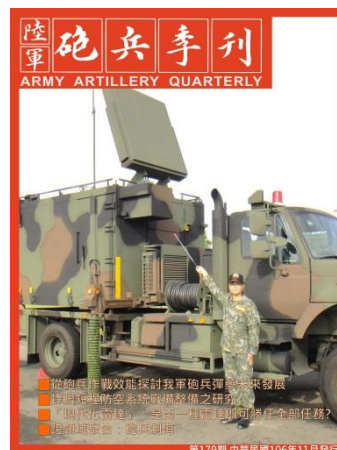
全系統操作示意圖



《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/Mp/MPPeriodical.aspx?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>

[/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 台南永康郵政 90681 附 8 號信箱砲兵季刊社」，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。

圖一 ○○○○

表一 ○○○○



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