

陸軍砲兵季刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



- 野戰防空運用無源雷達作戰效益之探討
- 共軍陸航旅陸空作戰能力之研究
- 37C保密模組更新對野戰砲兵通信影響之研析

陸軍砲兵季刊

目 錄

野戰防空技術研究

01 野戰防空運用無源雷達作戰效益之探討

許正一

16 共軍陸航旅陸空作戰能力之研究 黃鈺之、池國龍

野戰砲兵技術研究

35 「無定位定向系統」作戰區測地之研究

耿國慶

49 新一代多功能雷觀機提升國軍砲兵作戰之我見

林政諭

6237C 保密模組更新對野戰砲兵通信影響之研析

姚甸立

譯粹

79 超越 GPS - 虛擬衛星計畫簡介 胡元傑

砲兵小故事：雙聯裝刺針飛彈系統

徵稿簡則

撰寫說明

第181期

中華民國107年6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、文章為作者研究心得，本社基於學術研究刊登，內容不全部代表本社立場，一切應以陸軍現行政策為依歸，歡迎讀者來信。
二、軍刊依法不刊登抄襲文章，投稿人如違背相關法令，自負文責。

本期登錄

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

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 陳文華 張俊清 鄒本賢

鄭可權 田英哲 邱和誠

安全審查 蘇浚宏

總編輯 蘇亞東 主編 張晉銘

發行日期 107年6月20日

社址 台南永康郵政 90681 附 8 號

電話 軍用 934325 民用 (06)2313985

定價：非賣品

GPN：4810400164

ISSN：22210806

封面照片：106年三軍聯合精準飛彈射擊



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/licenses/by-nc-sa/3.0/tw>

野戰防空運用無源雷達作戰效益之探討

作者：許正一

提要

- 一、國軍陸軍現役防空武器系統，均為採有源雷達系統構型之防空預警雷達系統，然因其功能運作所散發出的輻射源，可能成為敵反輻射武器攻擊的弱點，即使具有多重防護措施，未來國軍面對中共反輻射武器攻擊時，亦是一大隱憂與威脅，可能導致防空作戰中喪失指管能力。
- 二、無源雷達系統（亦稱為被動雷達系統）具備靈敏度極高的天線和接收機裝置，是一種不用發射機發射能量，而靠接受目標物本體或他源反射微波能量，以探測目標物的雷達系統構型。
- 三、無源雷達系統運用原理：（一）運用被探測目標自身之輻射源；（二）運用鄰近區域所發射之輻射源；（三）運用系統發射站之輻射源。
- 四、目前共軍 DWL002 無源雷達系統具備以下特性：一、隱蔽性好；二、探測距離遠；三、抗干擾能力強；四、機動性佳；五、工作頻帶寬；六、信號處理器能力強；七、定位精確度高。
- 五、國軍陸軍現役野戰防空武器系統計有檄樹、復仇者及雙聯裝刺針飛彈武器系統等 3 類；另預警雷達系統計有檄樹飛彈系統配賦萊茲雷達系統、復仇者飛彈系統配賦蜂眼雷達系統（PODARS Array Radar Set）、雙聯裝刺針飛彈武器系統配賦 PSTAR（Portable Search Target Acquisition Radar）雷達系統，擔任我國低空防禦作戰任務。

關鍵詞：有源、無源、雷達、防空、飛彈導引

前言

近期越南公開了自捷克引進的維拉系列無源雷達系統（圖一），引起了各方的關注，維拉系列雷達系統構型是具備相當優異反制隱形戰機能力之無源雷達系統，中共當年也曾計畫引進此種雷達系統，但最終礙於國際政治因素未能成行，不過卻未因此而阻止中共發展無源雷達系統的決心，根據相關展會及媒體報導資訊來看，中共已發展出一系列的無源雷達系統，並且與現有的防空系統相結合，形成了綜合防空體系，大幅度提升防空作戰效能。

國軍陸軍現役防空武器系統，均係採有源雷達系統構型之防空預警雷達系統，然因其功能運作所散發出的輻射源，可能成為敵反輻射武器攻擊的致命傷，即使具有多重防護措施，未來國軍面對中共反輻射武器攻擊時，亦是一大隱憂與威脅，甚至使國軍在防空作戰指管上喪失指管能力。

另大陸第五代隱形戰機服役後，為周邊各方帶來沉重空防壓力，國軍目前

整合整體雷達系統，將 X 波段長程預警雷達、C 波段的愛國者及天弓雷達系統、鷹式飛彈雷達系統及民航雷達等所有系統進行整合以應對殲 - 20；此外，中科院也正在研發無源雷達，利用殲 - 20 航跡必然會干擾天空背景輻射的原理來找出殲 - 20。¹故在反雷達系統技術發展有成的狀況下，如何在作戰過程中，取得制電磁權與制空權，並確保我防空預警雷達系統應有之作戰效能，可為吾人思考之課題。筆者即藉由中共無源雷達系統發展的概況，以敵為師，探討無源雷達系統在防空作戰上之作戰效益與價值。



圖一 「維拉 - E」雷達系統 (VERA - E)



圖二 塔馬拉雷達系統

資料來源：圖一引自《詹氏雷達及電子戰系統年鑑》，08-Oct-2009，<http://10.22.155.6:80>，106.11.12。圖二引自http://mil.huanqiu.com/world/2008-11/269617_4.html，106.11.14。

無源雷達系統源起與運用原理說明

傳統雷達系統原理是藉由雷達系統自身發射機輻射電磁波，當電磁波接觸到目標之後會產生反射效果，而雷達系統接收器接收到反射信號後，即可運用具備強大運算能力的信號處理機，計算出目標的相關資訊。無源雷達系統（亦稱為被動雷達系統）具備靈敏度極高的天線和接收機裝置，是一種不用發射機發射能量而靠接受目標物本體或他源反射微波能量，以探測目標物的雷達系統構型。²

一、無源雷達系統的源起

無源雷達系統的運用概念，源起於 1935 年英國人「羅伯特·瓦特」發現可利用英國廣播公司所發射的短波射頻，偵測到 10 公里外的英國轟炸機；另於二次世界大戰中，德國也曾實驗過「克萊思·海德堡」(Kleine Heidelberg) 防空預警雷達系統，但受限於當時雷達系統的信號處理機功能發展未臻完善，故無法

¹ 張國威，〈我天弓不如 S - 400 對付殲 - 20 沒轍〉《旺報》（臺北），<http://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?cnid=716>，民國 107 年 3 月 23 日。

² 胡來招，《無源定位》（北京：國防工業出版社），民國 93 年，頁 1。

精確的計算出目標情資。第一代無源雷達系統為 1960 年代所誕生的科帕奇雷達系統；第二代為 1970 年代中期所發展的拉莫那雷達系統，此時的拉莫那雷達系統性能已較第一代的科帕奇雷達系統進步許多；第三代為 1980 年代誕生的塔馬拉雷達系統（圖二），塔馬拉雷達系統已具有高效率的信號處理機及現代電子設備，³能於 500 公里半徑範圍內同時追蹤 70 個目標，含空中的隱形飛機及地面上的有源雷達系統。⁴

二、無源雷達系統的運用原理

雷達系統運作的核心功能，主要是利用電磁波來探測目標的情資。傳統雷達系統是依靠自身定向輻射電磁波，照射空中目標進行探測、定位與追蹤等軍事作為，此類雷達系統通稱為有源雷達系統（主動雷達系統）。無源雷達系統（被動雷達系統）是自身不發射電磁波，而是借助外部非協同式⁵的輻射源來進行探測與定位，因此無源雷達系統具有抗干擾、不易被敵偵測與摧毀之特性，功能特性分述如次。⁶

（一）運用被探測目標自身之輻射源：若被探測目標本身就是輻射源或是攜帶輻射源的狀況下，無源雷達系統即可利用探測目標自身輻射的電磁波進行探測和追蹤，自身輻射波來源可能來自飛機上的雷達系統裝置、通信器、答詢器、有源干擾機等電子設備。但若是目標物實施良好的輻射波管制時，縱使雷達系統具備靈敏的接收機裝置，亦無法發現目標信號，此為該型雷達系統之致命傷。

（二）運用鄰近區域所發射之輻射源：此類無源雷達系統工作原理即是透過接收機接收來自外部的非協同輻射源⁷（第三方）的直射波，照射目標後形成的反射波，經信號處理器計算目標訊息並消除無用信號與干擾，完成對目標的探測、定位與追蹤等軍事作為。

（三）運用系統發射站之輻射源：將發射站與接收站分別布署於不同地區工作，可保護並維持接收站持續訊號接收工作，通常會將發射站部署於遠離前線、隱蔽的後方，此種部署方式，可降低發射站遭敵反輻射武器攻擊之可能，增加其戰場存活率，此種系統功能運作、設計與戰術運用模式，可謂介於有源雷達系統與無源雷達系統特性之間，筆者將其歸納為「類無源雷達系統」，另亦

³防空預警雷達系統，運用發射機將能量強大的高頻信號輻射至空中，藉由輻射波反射信號定位空中目標之方位，而當反射波信號自空中四面八方湧進雷達系統接收器時，除須藉由信號處理氣強大的運算功能加以計算目標物的方位及速度等資料外，更須濾除無謂的雜質訊號，以節省雷達系統資源及提升作戰運用判斷效益。

⁴樂俊淮，〈雷達系統怪傑捷克維拉宣告隱形並非無敵〉，<http://news.xinhuanet.com/mil/2005-03/08/content-2667795.htm>，民國 106 年 8 月 28 日。

⁵非協同式，即是外部訊號源產生與內部接收機接收之相對過程，並非統一由中樞主控系統指揮，而是各自獨立運作，故依此非協同式原理，接收機接收外部訊號源時，則相對具有隱密性。

⁶〈隱形飛機能隱身多久〉，pc.yzdown.com/hot/science/military/2002/011.htm，106 年 8 月 28 日。

⁷同前註 3。

有文獻定義此構型為雙基雷達系統或多基雷達系統。⁸

中共無源雷達系統發展概況

中共自 70 年代起開始著手研究無源雷達系統構型，當時主要係利用民用廣播信號，對空中目標進行探測和研究，進入 1990 年代後，移動通信技術與設備蓬勃發展，相關研發單位，將研究領域擴展到利用 GSM 等移動通訊系統上，並且設立了研究部門，針對空中目標訊號進行深入實驗，並且為加快自產構型研究發展，又從烏克蘭引進了與維拉系統相近的鎧甲無源雷達系統（圖三），在自產技術與引進技術相輔相成下，為中共爾後無源雷達系統發展奠定了根基，成為催生未來 YLC - 20、YLC - 29 及 DWL002 等無源雷達系統的關鍵因素。⁹



圖三 烏克蘭「鎧甲無源雷達系統」

資料來源：《詹氏國際防衛評論雜誌》，July - 01 - 2000，<http://10.22.155.6:80>，106.11.12。

一、YLC - 20 無源雷達系統

YLC - 20 無源雷達系統是中國電子科技集團研發生產（圖四），又稱為雙站無源測向及定位雷達系統，使用測向及時差定位技術，用於進行目標監視、定位與識別，西元 2006 年 YLC - 20 無源雷達系統首次公開露面，其功能特性係屬典型的無源被動探測系統構型，設計上類似捷克的維拉系列無源雷達系統構型，YLC - 20 無源雷達系統的探測頻率範圍為 0.38 至 12GHz，可以對所有空中目標，不論是快速戰鬥機、慢速預警機或是低空之無人飛行載具，均可進行追蹤監視，¹⁰因其不須由自身本體發射輻射電磁波，不會被敵方電子戰偵察設備反測定位，故反輻射攻擊武器可謂對其是毫無用武之地，另其還具有快速機動作戰特性，可於 1 小時內，全系統機動至戰術位置，完成系統放列撤收。¹¹

⁸劉宴慈，〈從中共飛彈對我防空雷達系統之威脅談無源雷達系統〉《國防雜誌》（桃園），第 25 卷第 1 期，國防大學，民國 99 年 2 月 1 日，頁 136 - 137。

⁹<http://news.qq.com/a/20141109/017229.htm>，106.10.31。

¹⁰同前註 8，

¹¹中共研發部門還在針對美國的隱形戰機進行研究，開發如 YLC - 29 構型的無源雷達系統，它可利用空中目標反射的民用廣播信號，實現對目標實施追蹤與定位的功能，因為隱形戰機會透過無線電管制、不輻射或控制無線電信號方向，使無源雷達系統無法接收無線電信號而失去效能，不過隱形戰機無法控制民間廣播信號，故一樣會因為民間廣播信號照射到機體的反射信號，而被無源雷達系統探測到其目標位置。



圖四 YLC - 20無源雷達系統

資料來源：[http：//news.qq.com/a/20141109/017229.htm](http://news.qq.com/a/20141109/017229.htm)，106.10.31。

二、YLC - 29 無源雷達系統

從工作原理來講，YLC - 29 無源雷達系統（圖五）不發射電磁波信號，而是依靠被動接收目標物反射的輻射源信號，來進行目標物定位、追蹤及識別，而所謂「目標物反射的輻射源信號」指的是目標物自身對空探測雷達所發出的，也可以是其他輻射源照射到目標物所反射出來的，例如大量無線電廣播信號、電視台及手機基地台等發射的各種信號。目前，YLC - 29 無源雷達系統係採雙（多）基構型，單站亦可作業，除了自身不發射電磁波信號，可提高戰場生存力外，最大的優勢是可利用數量眾多的民用廣播信號作為探測源，¹²因此，YLC - 29 無源雷達系統可以對保持電磁靜默的目標進行定位、追蹤與識別，系統能力可同時對 200 批以上的目標實施探測，覆蓋範圍達 4 萬平方公里，對雷達反射截面積為 3~5 平方公尺的空中目標，探測距離可達 200 公里，另其亦具備快速與高機動性的作戰反應能力，能夠將其大口徑的雷達天線，於 20 分鐘內完成陣地撤收與放列，以因應戰場上瞬息萬變的作戰需求。¹³



圖五 YLC - 29無源雷達系統

資料來源：[http：//news.qq.com/a/20141109/017229.htm](http://news.qq.com/a/20141109/017229.htm)，106.10.31。

三、DWL002 無源雷達系統

在 YLC - 20 無源雷達系統的基礎上，中共又發展性能更優異的 DWL002 無

¹²據統計，全世界目前有上萬個各類廣播信號台和電視台，可提供充足的 50 - 800 兆赫的調頻廣播信號。

¹³<http://m.thepaper.cn/newsDetail-forward-1735752>，106.12.5。

源雷達系統（圖六），採用更先進的獨立脈衝信號處理機，可精確分析各種電磁輻射信號，並進行指紋式識別（Finger Printing），包括可對兩部同一型號的發射器各自發射的同類型信號，都可精確分析脈衝寬度內的信號特徵。¹⁴相比之下，傳統的情報監測系統，通常僅針對脈衝信號的脈衝寬度、間隔及重複頻率等參數，故只要掌握這些參數，就可以對這類信號源實施有效的電子干擾，而不需要做到區分同類型脈衝發射器所各自發射的同類信號。

DWL002 無源雷達系統係屬「多基」構型，¹⁵在該系統完成布署後，每個工作站都可以透過 GPS 或者其他衛星定位系統知道自身的空間位置，並得到與其他站之間的相對位置參數，如果目標發射或反射電磁波，多個工作站都會監測到電磁波信號，透過計算電磁波信號到達各站的時間差，即可計算出輻射源與各站的距離差。當然，該系統也可以和有源雷達系統相結合運用，如以雙基或多基方式布署無源和有源雷達系統，當外界電磁波輻射不存在或無法利用時，利用無源雷達系統接收己方有源雷達系統的直射信號與目標的反射信號，對目標進行探測，如此既可發揮無源雷達系統的隱蔽性，又可增強有源雷達系統的利用率。綜上所述，該構型無源雷達系統具備以下特性：一、隱蔽性好；二、探測距離遠；三、抗干擾能力強；四、機動性佳；五、工作頻帶寬；六、信號處理器能力強；七、定位精確度高。



圖六 DWL002無源雷達系統

資料來源：<http://www.twword.com/wiki/DWL002%E8%A2%AB%E5%8B%95%E6%8E%A2%E6%B8%AC%E9%9B%B7%E9%81%94%E7%B3%BB%E7%B5%B1>，106.10.31。

國軍陸軍野戰防空武器暨雷達系統發展概況

國軍陸軍現役野戰防空武器系統計有檄樹、復仇者配置於及雙聯裝刺針飛

¹⁴其工作原理，因為標準的方波脈衝、三角波脈衝等都只在理論上存在，而實際的脈衝形狀受到電子元件工藝及製造質量的影響，即使同一型號的脈衝發射器之間也都都會有些微的差異，而 DWL002 無源雷達系統就可針對這些差異進行分析，精確定位目標物的情資。

¹⁵DWL002 無源雷達系統可依據其作戰任務，區分為雙基式、三基式或多基式，如果欲完成二維定位（例如對地面或水面目標），則至少需要 3 個偵察接收站來實施聯合探測，各個偵察接收站之間的距離，最大可達 50 公里，運用微波通信系統，使各站之間的訊息得以互相傳遞。

彈武器系統等 3 類，擔任低空防禦作戰任務；另預警雷達系統，樅樹飛彈系統配賦萊茲雷達系統、復仇者飛彈系統配賦蜂眼雷達系統(PODARS Array Radar Set)、雙聯裝刺針飛彈武器系統配賦 PSTAR (Portable Search Target Acquisition Radar) 雷達系統，期能早期獲得敵航空器進襲情資，發揮防空預警功能，進而發揚武器系統火力。各武器系統單元(含雷達系統)介紹及說明，分述如次。

一、樅樹飛彈系統

樅樹飛彈系統(Chaparral Guide Missile system)自走式地對空飛彈系統，使用 MIM-72 系列飛彈(圖七)，載具為 M730 履帶車，1969 年進入美國陸軍服役，於 1990 年到 1998 年間陸續撥交國民兵使用。樅樹飛彈系統由飛彈、發射站及履帶車 3 大部分組成，¹⁶雖然裝備已成軍使用多年，逐漸面臨消失性商源及老舊等問題，但透過國軍精良的人員訓練與裝備維保等作為，歷年三軍精準彈藥實彈射擊仍締造極高命中率之佳績。萊茲雷達系統主要係偵測低空飛行器(圖八)，並透過敵我識別器實施目標物識別(區分敵機、友機或不明機)，將訊息以無線電傳送方式傳遞至樅樹飛彈系統內，以利操作手掌握當前的空中預警情資，先期實施追蹤監視、敵情判斷並實施威脅評估，以利防空作戰任務遂行。¹⁷

二、復仇者飛彈系統

復仇者防空武器系統(Avenger Air Defense Weapon System)(圖九)，主要以攻擊敵人具威脅性之低空無人飛行載具、高速定翼機及旋翼機等航空器為目的，並具有輕便、全天候(日／夜間)與不良天候限制狀況下均可實施作戰的防空飛彈武器射擊系統。復仇者飛彈系統飛彈塔具有全方位轉動的能力，利用裝載於悍馬車上的陀螺儀穩定系統，使射手能夠於行進間鎖定目標並發射飛彈，或是將復仇者置於一定點位置，然後使用遠端控制系統實施射擊操作，以提高人員戰場存活率，復仇者飛彈系統所配附的武器系統包含二個飛彈發射架以及一挺 M3P 式五〇同軸機槍。¹⁸

蜂眼系統是由蜂眼雷達系統(PODARS Array Radar Set)(圖十)、蜂眼指揮管制中心及美製復仇者火力單元(Avenger)共同組成一個以連級為單位的戰鬥體系。全系統皆屬車載式武器裝備，機動力強、作戰半徑大、作戰幅員廣，符合陸軍野戰防空部隊使用之短程低空防空武器。蜂眼雷達系統屬三維(方向、距離、高度)雷達系統能偵追空域範圍內之定翼機、旋翼機、無人載具及巡弋飛彈，並將空中目標動態即時傳遞至蜂管中心供指揮所人員運用。蜂管中心向上連接空軍防情系統獲得遠程防空情報，與友軍蜂眼系統通連獲得近程防空情

¹⁶ 〈陸軍樅樹飛彈系統操作手冊〉《桃園：國防部陸軍司令部》，民國 105 年 11 月，頁 1-1~5。

¹⁷ 〈陸軍萊茲雷達系統操作手冊〉《桃園：國防部陸軍司令部》，民國 90 年 10 月，頁 1-1~3。

¹⁸ 《陸軍復仇者飛彈系統操作手冊(第二版)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月)，頁 1-1、1-2

報。蜂管中心將獲得的火力分配及目標接戰，透過通信機直接分別對各復仇者防空班下達接戰命令，各復仇者防空班受命後飛彈車會執行「自動射向指引」（Slew To Cue, STC）動作，¹⁹將發射塔射向直接指向空中目標所在位置，射手再透過追瞄程序遂行接戰。²⁰

三、雙聯裝刺針飛彈系統

雙聯裝刺針飛彈系統（圖十一）係一定點、半固定式、低（超低）空之防空武器，採用紅外線熱源對目標實施追蹤，具備射後不理能力，另其模組化結構之設計，使裝備具維修容易、快速與妥善率高之特性。系統主要組件有刺針飛彈總成、俯仰托架總成、飛彈冷卻系統、發射腳架總成、敵我識別系統、瞄準具總成及電池電力系統。²¹

人攜式搜索預警雷達系統（Portable Search Target Acquisition Radar）簡稱PSTAR 預警雷達系統（圖十二），為美國洛克希德馬丁公司於1988年生產的二維預警雷達系統，提供偵蒐空域範圍內之空中目標位置（方向、距離）予地面短程防空武器使用。²²陸軍於2003年自美引進多部，運用於野戰防空任務。

PSTAR 預警雷達系統搭配雙聯裝刺針飛彈和雷情顯示器，構成完整的人攜式短程防空系統。PSTAR 預警雷達系統是由6大組件組成，平時各裝備分別儲存於各自的攜行箱。如需執戰備、演習及訓練任務時，由操作手自各攜行箱中取出裝備後，再行合力組裝成一套完整的雷達系統作業系統，不用時再拆卸各組件後置回攜行箱。

PSTAR 預警雷達系統負責偵蒐作戰地區內空中目標（定翼機、旋翼機），並將偵測到的目標情資用37C無線電機以廣播方式向外發射訊息。雙聯裝刺針飛彈班用37C無線電機接收，再顯示於雷情顯示器畫面上。防空班長觀看顯示器畫面後，研判空中目標未來走向，對射手下達接戰命令，射手即轉動發射架開始追瞄目標遂行接戰。PSTAR 預警雷達系統僅做目標的偵蒐而無作戰指揮管制功能，簡單說雷達系統只要將目標告知防空班後，任務就算結束，後續所有接戰動作皆由防空班獨立完成。²³

¹⁹復仇者飛彈車具「自動射向指引」功能，中科院在研發蜂眼系統時，為能與飛彈車自動射向指引功能相銜接，有效發揮其作戰功能，於是在飛彈車中加裝「火力整合次系統」，負責將蜂管中心傳來的目標訊息與復仇者陣地位置，經過反覆計算求出空中目標正確位置後，復仇者飛彈車即自行轉動發射塔將射擊方向指向目標，再由射手依接戰程序追瞄目標遂行接戰。

²⁰《陸軍野戰防空蜂眼雷達系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月24日），頁1-1。

²¹《雙聯裝刺針飛彈操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國96年6月），頁1-1~1-3。

²²《PSTAR 預警雷達系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國92年10月16日），頁1-1~4。

²³韓昌運，〈蜂眼雷達系統取代人攜式雷達系統可行性研究〉《砲兵季刊》（臺南），民國104年6月，第169期，頁26。



圖七 柳樹飛彈系統



圖八 萊茲雷達系統



圖九 復仇者飛彈系統



圖十 蜂眼雷達系統



圖十一 雙聯裝刺針飛彈系統



圖十二 PSTAR 預警雷達系統

資料來源：圖七至圖十二為作者自行拍攝整理製作

四、小結

國軍陸軍現行野戰防空武器系統所搭配之預警雷達系統，其構型與運用原理皆屬有源雷達系統類型，故一旦戰爭發起，勢必須承受敵反輻射飛彈攻擊等電子戰手段，屆時很可能因此失去雷達系統早期預警之功能，而陷入僅能單兵運用紅外線武器特性實施獨立作戰，而使防空戰力發揮大打折扣，效益分析說明如表一。

針對此一未來防空武器作戰運用上可能面臨之窒礙及隱憂，觀察中科院在過去幾年間，已配合歐美的軍事科技發展趨勢，進行「收發分離多基雷達」的研發工作，此型雷達即為無源雷達構型，將可結合相列雷達，構成主動、被動的多基架構雷達，放大不明飛行物的雷達截面積，進而持續追蹤、鎖定。中科院現已完成 2 套「收發分離多基雷達」系統（圖十三），並於 107 年進行先期測試評估，若未來各項測評數據均符合研發預期及作戰需求，將可大幅提升國軍防空武器系統戰力。²⁴

表一 野戰防空武器系統各型雷達系統介紹與分析

裝備名稱	萊茲雷達系統	PODARS 蜂眼雷達系統	PSATR 雷達系統
所屬系統	榊樹武器系統	復仇者武器系統	雙聯裝武器系統
飛彈種類	榊樹飛彈	刺針飛彈	刺針飛彈
構型	有輻射源（主動型）	有輻射源（主動型）	有輻射源（主動型）
小結	綜觀國軍現役野戰防空武器系統所配賦雷達系統，均採用有源雷達系統（主動式），運作過程須朝向目標物發射輻射源，現階段應變作為不外乎採取雷達系統關機，或實施射頻管制（僅開放有限度頻道，供測試、教育與訓練之用，保留戰備頻道，避免射頻頻譜遭敵偵蒐破解），故除非已具備優異反制能力或提升電子戰防護能力（輻射管制）外，屆時戰爭一旦爆發，必定首先成為敵反輻射武器精準攻擊目標，而喪失作戰能力。		

資料來源：作者自行整理



圖十三 中科院自主研發無源雷達

資料來源：<http://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?cnid=716>，民國107年5月13日。

²⁴羅添斌，〈多基雷達 抓得住共軍匿蹤戰機〉《自由時報》（臺北），<http://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?cnid=716>，民國 107 年 5 月 13 日。

野戰防空武器暨雷達系統運用效益與未來發展建議

一、運用效益

（一）飛彈武器系統（單兵）獨立作戰

刺針飛彈乃為紅外線導引飛彈，具有被動尋標、自動導向與射後不理之三大特性，所謂「被動尋標」係指飛彈尋標器的鎖定因子為目標物所散發的熱源，攻擊方（飛彈尋標器）僅能被動的等待被攻擊方提供鎖定因子（目標物熱源）。空中的任何航空器為了提升其飛行性能，都得依賴效能極大的動力引擎，因此相對的也會產生極高的溫度，紅外線導引飛彈主要就是依據這個理論所研製出來的，因為航空器引擎會產生極高的溫度，只要讓飛彈尋標器感應的到目標因高溫而產生的紅外線波長，就可以鎖住目標，這就是被動尋標的意思。然相對的，若目標溫度不足，飛彈尋標器也就無法鎖定目標。

其次，自動導向與射後不理之特性有連帶關係，紅外線導引飛彈靠的就是追蹤目標的熱源，目標熱源往哪個方向移動，飛彈就跟著往哪個方向移動，飛彈本身與發射載台並無提供操作人員可以控制飛彈飛行的裝置，因此只要將飛彈擊發出去，飛彈本身就依自身科技所賦予的特性，不受任何控制的往熱源飛行而去，這就是自動導向與射後不理的原理。²⁵故即便戰鬥序列裝備並無配屬防空預警雷達系統，實施指揮管制與目標接戰導引，戰術運用上仍可遂行單兵獨立戰鬥，達到防空火力發揚之目的，惟效果會大打折扣。

（二）飛彈武器與預警雷達系統聯合作戰

以現行野戰防空武器系統而言，均輔以預警雷達系統遂行早期之目標追蹤及監測，以期達到禦敵機先之目的。以復仇者飛彈系統所配賦之蜂眼雷達系統聯合運用為例分析，復仇者飛彈系統是一種短程防空飛彈，利用飛彈上的紅外線尋標器（IR Seeker）偵追目標，導引飛彈。紅外線尋標器是一種被動式的感應器，感測距離易受天氣、雲層高度、空氣中 CO₂濃度及水汽濃度影響而大幅變化。在天氣晴朗或空中水汽稀薄時，其對目標的感應距離可達 12 公里；當天氣不好時，對目標的感應距離會縮短，嚴重影響到復仇者飛彈的攔截距離。

另依據美國海軍陸戰隊的模擬測試分析指出，復仇者飛彈系統在有雷達及指管系統支援下執行接戰，命中成功率可提高。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，亦可提升作戰效益。²⁶

蜂眼雷達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、

²⁵楊培毅，〈提升本軍野戰防空實彈射擊安全之作為－以刺針飛彈為例〉《砲兵季刊》（臺南），第 168 期，砲訓部，民國 104 年 2 月，頁 46。

²⁶雷神公司，〈強化中華民國短程防空建議〉，民國 92 年商情簡報資料，P28－34。

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，可自動分配目標或人工介入，以因應戰場之變化。綜前所述，輔以預警雷達系統聯合運用，實可使防空武器火力發揚發揮加乘之效果。²⁷

（三）小結

綜前所述，野戰防空武器系統沒有預警雷達系統輔助，僅利用紅外線武器特性，遂行單兵作戰，雖亦可行，但火力發揚效果卻是大打折扣，然如復仇者飛彈系統，輔以先進蜂眼雷達系統實施聯合作戰運用，雖然提升了戰力的發揮，但亦埋下了遭受敵反輻射武器攻擊之威脅因子，一旦戰爭發生，敵方勢必用盡其電子戰諸般手段，干擾或摧毀我方預警雷達系統，故若能輔以無源雷達系統作為備援手段，²⁸以彌補失去現役有源預警雷達系統時之防空預警罅隙，持恆發揚我野戰防空武器之防空火力，達到嚇阻進犯、殲敵於空中之防空任務。

二、未來發展建議

綜前所述，野戰防空現行雷達系統均係以有源雷達系統構型為主，為彌補戰爭發生時，失去現役有源預警雷達系統時之防空預警罅隙，筆者研擬甲、乙、丙三種方案因應並予以分析比較，敘述如后（綜合分析如表二）。

（一）甲案：不改變現行任何武器系統裝備，僅加強人員單兵作戰訓練，以保失去現役有源預警雷達系統輔助目標監測及導引時，單兵作戰仍可以發揮相同戰力之發揮。

（二）乙案：仍以現行有源雷達系統構型為主，另增加無源雷達系統構型為輔，以因應有源雷達系統構型遭受敵反輻射武器等電子戰手段攻擊時，無源雷達系統構型可接續遂行防空目標早期監測及射向導引之任務，確保防空火力發揚順遂，以達到多重防護之效果。

（三）丙案：將現行有源雷達系統委商研請中研院、中科院或民間廠商等進行構改，轉換為無源雷達系統構型。²⁹

²⁷曹哲維，〈蜂眼雷達系統於野戰防空運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 158 期，砲訓部，民國 101 年 10 月，頁 11。

²⁸瑞士於 106 年 11 月所提出之「空防 2030」構想中表示，該國正積極關注被動式雷達不發射電波以偵測目標之系統特性，因其係藉由蒐集包括廣播及電視訊號等民用商用電波的波形，來描繪出目標空域的動態，由於本身並不會發射任何訊號，因此被敵方偵知的可能性微乎其微，乃此一構型雷達的一大優勢，瑞士國防部發言人卡柏馬登表示，該國「空防 2030」專案團隊正積極評估與洽商該構型雷達，有希望將其納為瑞士空防的主要架構一部分。簡文菁、傅台鳳，〈瑞士強化空防屬意被動式雷達〉《青年日報》（臺灣），民國 107 年 5 月 11。

²⁹無源雷達系統仍然有很大的缺陷，飛機上的火控雷達一般是 X 波段，部分武裝直升機甚至使用頻率更高的 Ku

（四）小結：甲案無法滿足未來戰爭電子戰趨勢之需求，人員遂行單兵獨立作戰，可發揚之防空火力效能畢竟有限；另丙案，將現行有源雷達系統構型進行研改，因本體構型功能原理差異甚大，發射機及信號處理器等關鍵組件，研改所需經費及人力成本過大且不易，不符經濟投資效益；故筆者建議採乙案為宜，既可保留現有有源雷達系統構型戰力，又可以無源雷達系統構型補強不足，達到 50%+50%等於 100%之效益，較符合國防經費運用及國土防衛作戰之需求。

表二 因應方案綜合分析比較表

因應方案綜合分析比較表			
擬案 比較因子	甲案	乙案	丙案
所需經費預算	佳	佳	不佳
	不須另外採購、僅需加強人員教育訓練投資經費	不須大量採購，僅需適量補充，經費預算較節省	構改難度高，需投入大量研發與改良經費預算
可否提升戰力	不佳	佳	不佳
	無法滿足未來作戰需求	可滿足未來作戰需求	無法滿足未來作戰需求
執行難易度	佳	佳	不佳
	僅需加強人員教育訓練，可執行性高	僅需適量採購，可執行性高	構改難度高，可執行性低
備考	綜合評估經費預算、執行難易度及戰力可否提升等因子， <u>乙案</u> 較佳，較符合國防經費運用及國土防衛作戰之需求。		

資料來源：作者自行整理繪製

結語

未來台澎地面防衛作戰，面對的必是中共「多批次、多層次；不同方向，同一時間」的不對稱「空襲與反空襲」戰場景況，在中共逐年提升其空中武力，在武器系統「時效、精準、遠距、有效」的三軍全方位聯合立體作戰下，「空間無限寬廣，戰力無遠弗屆，時間急速壓縮，勝負決於頃刻」的境地，³⁰野戰防

或 Ka 等波段，這些火控雷達的發射波束極為狹窄，而且一般是低旁波瓣雷達，換句話說，即使在十分理想的條件下，無源雷達系統相距較遠的兩個接收站，接收到同一部火控雷達信號的可能性並不大，而如果兩個接收站距離太近，時差和角度差測距定位的精度就會受到影響，精度就更值得商榷，甚至現有有源雷達，使用先進的射頻管理，具備掃描速度快、瞬間峰值功率低、頻率變化快和超低旁波瓣等特點，更難被無源雷達系統所截獲，所以無源雷達現有技術，雖有其優點，但亦有缺點待克服，仍無法完全取代有源雷達系統。

³⁰曾祥穎，〈野戰防空於台澎地面防衛作戰中之地位〉《陸軍月刊》（桃園），第41卷第476期，陸軍司令部，民國9

空武器存活率與機動性較中高空飛彈系統高，且掩蔽與隱蔽性良好，對敵空中威脅可發揮防不勝防之奇襲效果。面對中共航空器高科技之發展，有賴我野戰防空部隊自動化發展的建置及短程防空火力之整合，以有效嚇阻敵空襲。當前野戰防空武器（檟樹系統）正值轉型評估之際，依打、裝、編、訓之建軍備戰理念與敵情威脅，思考未來會面臨什麼狀況的防空戰場，而我們需要什麼性能的防空武器與指管雷達系統，始能因應瞬息萬變的戰爭型態，隨著科技的進步，無源雷達系統運用已相當廣泛，諸如反輻射飛彈、巡弋飛彈、無人飛行載具等均屬其應用範圍，其所蘊含的軍事運用價值值得吾人參考與運用。

參考文獻

- 一、胡來招，《無源定位》（北京：國防工業出版社），民國93年。
- 二、向敬成、張明友，《雷達系統》（臺：北五南圖書公司），2004年7月。
- 三、Merrill Skolnik，左群聲等譯，《雷達系統導論》（北京：電子工業出版社），2006年7月。
- 四、丁鷺飛、耿富录，《雷達原理》（西安：西安電子大學出版社），2002年6月。
- 五、劉宴慈，〈從中共飛彈對我防空雷達之威脅談無源雷達系統〉《國防雜誌》（桃園），第25卷第1期，國防大學，2010年2月。
- 六、李秦強，〈被動雷達系統簡介〉，《砲兵季刊》（臺南），第152期，砲訓部，2011年3月20日。
- 七、曹哲維，〈蜂眼雷達系統於野戰防空運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第158期，砲訓部，2012年6月20日。
- 八、韓昌運，〈蜂眼雷達系統取代人攜式雷達系統可行性研究〉《砲兵季刊》（臺南），第169期，砲訓部，民國104年6月20日。
- 九、曾祥穎，〈野戰防空於台澎地面防衛作戰中之地位〉《陸軍月刊》（桃園），第41卷第476期，國防部陸軍司令部，民國94年4月。
- 十、樂俊淮，〈雷達系統怪傑捷克維拉宣告隱形並非無敵〉，<http://news.xinhuanet.com/mil/2005-03/08/content-2667795.htm>，民國106年8月。
- 十一、〈隱形飛機能隱身多久〉，pc.yzdown.com/hot/science/military/2002/011.htm，民國106年8月。
- 十二、張國威，〈我天弓不如S-400 對付殲-20沒轍〉，<http://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?cnid=716>，民國107年3月。
- 十三、羅添斌，〈多基雷達 抓得住共軍匿蹤戰機〉，<http://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?cnid=716>，民國107年5月。

- 十四、雷神公司，〈強化中華民國短程防空建議〉，民國92年商情簡報資料。
- 十五、〈陸軍復仇者飛彈系統操作手冊（第二版）〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國99年11月。
- 十六、〈陸軍檳樹飛彈系統操作手冊〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國105年11月。
- 十七、〈雙聯裝刺針飛彈操作手冊〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國96年6月。
- 十八、〈陸軍野戰防空蜂眼雷達系統操作手冊〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國99年11月。
- 十九、〈PSTAR預警雷達系統操作手冊〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國92年10月。
- 二十、〈陸軍萊茲雷達系統操作手冊〉（桃園：國防部陸軍司令部），民國90年10月。

作者簡介

許正一少校，中正理工 87 年班、國軍電子戰參謀軍官正規班 96 年班，國防管理學院法研所碩士 95 年班，歷任陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組，現任職於國防部軍備局生產製造中心 205 廠工務中心。

共軍陸航旅陸空作戰能力之研究

作者：黃鈺之、池國龍

提要

- 一、共軍東部戰區主要執行對臺作戰任務，整合過去南京軍區之精銳陸軍力量，裝備近年共軍自主研發的遠程火箭、重型反裝甲飛彈、陸航直升機等新型武器，部隊資訊化程度最高、數量最多，其戰區為掌握東部海域之企圖更為顯而易見。
- 二、共軍初期僅有一個陸航團，至 2000 年中期發展已發展 7 個陸航團的兵力部署於各個軍區（現為五大戰區）；至 2017 年 5 月下旬，共軍陸航兵力已擴充至 12 個陸航旅、1 個陸航團，陸航部隊運用於作戰之能力大幅提升。
- 三、筆者以共軍陸航旅部隊為研究對象，將中共如何運用陸航實施空中對地作戰模式實施分析，使國軍野戰防空部隊能更加瞭解短程防空主要接戰對象以具備之能力、特性及戰術戰法，其能發展有效之克敵對策與防護作為，進一步提升野戰防空戰術運用思維。

關鍵詞：東部戰區、南部戰區、陸航旅、武裝直升機、陸空作戰

前言

2016 年 2 月 1 日中共中央軍委主席習近平在「共軍戰區成立大會」上，正式宣布建立五大戰區，使中共軍制上產生變革。¹共軍此次軍改將原七大軍區改劃為五大戰區，主要以對臺執行作戰任務的東部戰區，在各戰區陸軍序列中排名第一，整合了東部陸軍精銳力量，裝備遠程火箭砲、重型反坦克飛彈、陸航直升機等新型利器，裝備的資訊化程度最高，由過去南京軍區轉變成的東部戰區，更加突顯掌握東部海域之企圖。²

在航空兵部隊組織調整，戰區中的集團軍以編制航空旅部隊遂行空中突擊作戰，配合執行對臺作戰部隊組成，在登陸作戰初期以陸航空中打擊支援兩棲部隊突擊上陸，發揮多維之機動性以加快戰鬥節奏，迅速將作戰推向縱深地區，對我防衛作戰威脅程度倍增。³筆者藉由分析中共陸軍航空旅部隊編組與直升機作戰能力，獲取共軍運用陸航遂行空中打擊之戰法運用，以利我野戰防空部隊研擬克敵制勝之道。

¹〈中共五大戰區授旗－陸軍掛帥〉《中國時報》，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160202000431-260108>，2018 年 2 月 6 日。

²〈東戰區陸總駐閩應對東海臺海五大戰區陸軍機關組建完成〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160204000798-260301>，2017 年 12 月 30 日。

³蔡和順，〈對共軍陸航發展及我因應作為之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），517 期，100 年 6 月，頁 59。

共軍陸航部隊發展概述

一、發展沿革

（一）共軍直升機工業源於 1956 年，由蘇聯（現為俄羅斯）援建的米 - 4 直升機生產線實施仿造，1958 年 12 月第一架直升機首飛成功，於後經由外援及自主研發生產各式直升機機種，成為陸航兵力建立的基礎。1985 年共軍首度批准將成立陸軍航空兵部隊，第一個陸航單位於 1988 年成軍，陸航部隊組建初期，受限於本身科技研發能力落後，僅以蘇聯提供或自國外購得；由於技術能力較低，加上獲得機種體系龐雜，裝備妥善率低，早期陸航部隊並未形成戰力。⁴

（二）中共解放軍初期在北京軍區第 38 集團軍、瀋陽軍區第 39 集團軍與濟南軍區第 54 集團軍等 3 個重點集團軍成立了直升機大隊，後又於廣州軍區第 42 集團軍及瀋陽軍區第 23 集團軍成立相同類型的直升機部隊，此建構的編制為陸航團成立的基礎。共軍初期僅組建一個陸航團，至 2000 年中期發展已發展 7 個陸航團的兵力部署於各個軍區，其主要裝備為 153 架直升機和舊式運輸機組成。2009 年在蘭州軍區陸航團的基礎上組建了陸軍第一個陸航旅，⁵至 2017 年 5 月下旬，共軍陸航兵力已擴充至 12 個陸航旅、1 個陸航團；另共軍在發展渡海作戰思維上，採用他國航空部隊編組方式，積極轉型為空中突擊旅，作戰重點用於攻擊敵人戰場關鍵節點與癱瘓作戰體系，與陸航旅運用模式不同，目前於中部戰區與南部戰區各有一個空中突擊旅。⁶

二、共軍現役直升機主要機型

共軍目前依機型區分為攻擊、多用途及運輸直升機等 3 大類型，至 2017 年中共陸航旅、陸航團生產與採購直升機數量總計約 1000 餘架，但各戰區陸航部隊建置之機型各有不同，針對當面對臺主要作戰的東部戰區及南部戰區陸航部隊主要機型，分述如次。

（一）攻擊直升機

1. 瞪羚式（SA - 342）：中共自 1987 年從法國引進 8 架瞪羚式輕型攻擊直升機，以遂行反坦克、觀測、空中火力支援與偵察等任務為主，但因數量過少與機型老舊，目前僅提供部隊訓練之需（圖一）。

2. 武直 - 9（WZ - 9G）：該型機以共軍直 - 9 型研改而來，駕駛艙頂加裝觀測與瞄準裝置，並掛載 4 枚紅箭反坦克導彈或火箭彈發射器，以遂行反坦克、

⁴ 〈陸軍第一千架直升機列裝發展三喜臨門〉《東方網》，<http://kknews.cc/military/xz9znxr.html>，2018 年 1 月 25 日。

⁵ 〈大陸將擴充直升機部隊〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170615005398-260417>，2017 年 12 月 15 日。

⁶ 〈空中突擊旅 陸媒：1 小時內渡台海〉《旺報》，<http://tw.mobi.yahoo.com/news/空中突擊旅-陸媒-1小時內渡台海21512112-finance.html>，2018 年 2 月 3 日。

壓制地面火力與突襲地面零散目標等任務為主，為攻擊直升機之主力機型之一（圖二）。⁷

3.武直-10(WZ-10)：由中共自主研製的武直-10 武裝直升機以戰場火力支援為主要任務，配裝自主生產的渦輪發動機，具良好的低空飛行性能，火力突擊和戰場生存能力強，可配掛多種對空、對地精準射擊武器及具備晝、夜間作戰能力（圖三）。⁸

4.武直-19(WZ-19)：由共軍以直-9 武裝偵察型直升機為基礎實施改良，於 2010 年 5 月完成首飛，配備一門 23 毫米機砲和裝載約 1 噸彈藥（通常為掛載導彈），航程約 700 公里，可執行空中作戰與戰術偵蒐行動，與武直-10 攻擊直升機同樣均已投入各戰區陸航部隊使用（圖四）。⁹

（二）多用途直升機

1.直-8(Z-8)：於 1989 年仿製法國超級大黃蜂(SA-321)而造，屬大型多用途直升機，可內載貨物 3 噸或外掛 1.5 噸。另機身採全金屬半硬殼式船形機身，機腹以水密隔艙構成，可於水上或海面起降，惟因價格昂貴、發動機耗油率大，航程、滯空效率和高空性能不佳等，且各系統與整體可靠性仍有許多窒礙問題（圖五）。¹⁰

2.直-9(Z-9)：於 1980 年獲得法國海豚型(SA365N1)直升機提供生產後，由哈爾濱飛機製造公司承製，採共同合作方式生產。因 80%機身採用玻璃纖維與輕合金(AU4G)製成，具有重量輕、載荷大、機動佳、速度快與航程遠等特性，可擔任偵察、近距火力支援、反坦克、搜索、偵察、反潛、火砲修正及通訊連絡、救護等任務（圖六）。¹¹

（三）運輸直升機

米-17(Mi-17)為共軍向俄羅斯採購之運輸機型，為米-8之改良型，迄今尚未建立該機種生產線，同款各類機型均為進口獲得，迄今共計約 150 架，在軍事物資運輸、兵力投送及救災等方面均有顯著表現，為共軍主力運輸直升機。該直升機運輸載重量機內 5 噸、外掛 6 噸，主要運用於空降突擊，且多數均配備干擾絲／紅外線誘餌發射器及 6 個外掛點，可攜帶飛彈、佈雷器與火箭發射器等武器裝備（圖七）。¹²

⁷ 〈武直-9 直升機〉《豆丁網》，www.docin.com/touch_new/preview_new.do?id=1799741，2018 年 2 月 2 日。

⁸ 鄧詠政，〈中共武直-10 直升機之研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），544 期，陸軍教準部，104 年 12 月，頁 77。

⁹ 〈美媒：中國武直-19 武裝偵查直升機比武直-10 更強〉《中新網-軍事資料》，big5.china.com.cn/gate/big5/military.china.com.cn/2012-12-03/content_27291779.htm，2018 年 1 月 15 日。

¹⁰ 同註 3，頁 65~66。

¹¹ 同註 3，頁 66。

¹² 同註 3，頁 69。



圖一 瞪羚式直升機（SA - 342）

資料來源：同註3，頁64。



圖二 武直 - 9直升機（WZ - 9G）

資料來源：《北方網軍事資料》，www.news.enotth.com.cn，2018年1月3日下載。



圖三 武直 - 10直升機（WZ - 10）

資料來源：《空軍世界》，www.airceworld.com/pla/wz10-helicopter-china.htm，2018年1月28日下載



圖四 武直 - 19直升機 (WZ - 19)

資料來源：《中新網 - 軍事資料》，www.chinanews.com/mil/hd2011/2012/11-12/146939.shtml，2018年2月2日下載。



圖五 直 - 8直升機 (Z - 8)

資料來源：同註3，頁66。



圖六 直 - 9直升機 (Z - 9)

資料來源：〈直 - 9型直升機〉《空軍世界》<http://www.airforceworld.com/pla/z9-helicopter-china.htm>，2018年2月6日下載。



圖七 米 - 17運輸直升機 (Mi - 17)

資料來源：〈米 - 17直升機〉《新浪軍網》，mil.news.sina.com.cn/p/2007-09-24/1025465453.html ?from=wap，2018年2月6日下載。

對臺作戰主要陸航旅部署現況研析

共軍陸航部隊的編制過去採三級制，其最高領導機關為中央軍委會總參謀部「陸軍航空部」，平時專責戰備整備與相關演訓及組織各軍區低空作戰兵力與分配；另於戰時指揮低空突擊、偵察與運輸等作戰任務。¹³於軍改後將陸軍航空旅配屬各戰區司令部指揮，除負責軍需補給品供應外，並與友軍單位實施協同演訓。

近年來，中共軍事武力大幅提升，持續朝高度專業、科技化發展，並強化機動、快反及立體作戰能力，具執行現代化作戰及遠程投射能力。研判當面東部戰區駐南京、福建及南部戰區駐廣東均有陸航旅之編制，¹⁴均可納為對臺作戰首要運用之陸航兵力，對我威脅程度最高。

一、共軍東、南戰區陸航旅部署

(一) 戰區內轄第71、72、73等3個集團軍，在中共軍事改革後，由原來的第1、12、31軍級實施改編，組建新的集團軍編制模式。¹⁵戰區主要職責，為對大陸東部所屬海域實施「區域拒止和反介入」戰略行動，對東海面向的臺灣，更是戰區主要負責之任務，並兼具對美日同盟、釣魚島爭議及用於解決臺灣問題等任務。而南部戰區由過去廣州軍區改變而來，主要為應對南海、越南方面防禦任務。¹⁶以東、南戰區之相鄰地緣，南部戰區的74集團軍仍可支援對臺灣海峽

¹³ 同註3，頁59。

¹⁴ 〈美國智庫：大陸軍方部署針對臺灣〉《ETtoday 新聞雲》，www.ettoday.net/news/20170329/894446.htm，2017年12月12日。

¹⁵ 〈大陸東部戰區，確定轄3個集團軍〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170612004649-260417>，2017年12月12日。

¹⁶ 〈廣州軍區改南部戰區－防禦南海〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160114000854-260301>，2017年12月30日。

之作戰。¹⁷

（二）於2013年中共官方報導指出，陸軍航空兵由過去團調整為旅之編制，其蘭州、廣州、南京、成都等軍區（現已改為戰區編制）已完成陸航旅之組建，陸航的編組朝「單一型式向合成型式」、「支援保障型向主戰突擊型」¹⁸等戰略運用方式轉型。¹⁹發展至2017年，共軍陸航部隊逐步增加其直升機機型與數量，研判至2018年中共解放軍已具備約1000架直升機。²⁰分析其東、南部戰區內集團軍駐軍位置，其陸軍航空旅應部署於軍部所在地區，以應對其執行軍事行動之支援任務（圖八）。



圖八 中共東、南戰區陸航旅部署判斷圖

資料來源：筆者修改繪製。

二、陸航旅編制架構

（一）經歷數次世界現代化戰爭驗證，武裝直升機可在戰場上發揮強大的作戰效能，共軍於80年代中期開始組建陸軍航空兵部隊，時至今日直升機已突破1000架之數量，成為位居世界第二大的陸航部隊。共軍現今有10多個陸航旅及陸航團，每個旅編制的直升機數量有所落差，陸航旅一般下轄6至8個直升機大隊，區分武裝直升機與運輸直升機的編組方式，每個大隊裝備有12架直升機，²¹以

¹⁷〈解放軍特殊編制－鎖定台海戰事〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170219000626-260301>，2018年2月6日。

¹⁸單一型式向合成型式及支援保障型向主戰突擊型為中共推展軍事改革的戰略指導方針，即過去共軍陸航部隊發展中區分為攻擊、多用途及運輸直升機等三大類，但現今共軍新一代武裝直升機雖以攻擊支援效能為主，但仍可遂行戰搜、少兵力運輸及通信資訊傳輸等功能發揮；另一說明為共軍組建陸航旅部隊之戰略方針，以部隊型態朝向多種類型機種之合成型式部隊，可遂行多樣化任務之全方位部隊為目標。資料來源：ETtoday新聞雲，〈中國軍事戰略白皮書全文〉，www.ettoday.net/news/20150526/511925.htm，2015年5月26日。

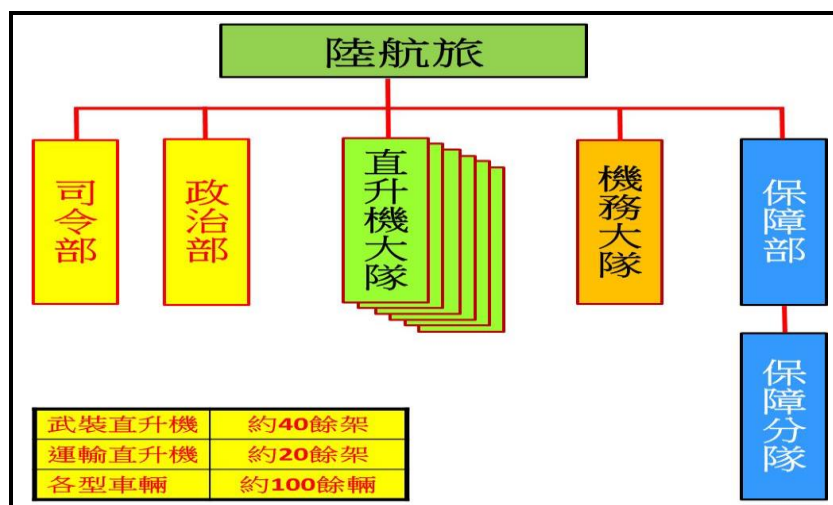
¹⁹〈中共陸航部隊－團改旅〉《旺報》，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20130827004110-260409>，2013年8月27日。

²⁰同註6，2018年1月30日。

²¹〈追上美軍－陸需要超過5000架直升機〉《中時電子報》，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170817003022-260417>，2018年2月6日。

過去陸航團編裝模式，包含司令部、政治部、保障部等單位，研判其陸航旅編制人數約1000餘人（圖九）。

（二）在共軍執行「跨越2015」朱日和演習中，已成功組織過一個營600多人乘坐直升機實施突襲奪取海島之作戰行動，共軍第1集團軍（現為72集團軍）下轄的陸航旅擁有32架武裝直升機、80架運輸直升機，相當於一次可突擊運送1600人實施作戰，將中共陸軍原有的區域防衛轉變為全域作戰，此模次即為陸航旅執行空中突擊的作戰運用，²²雖中共軍方釋出訊息，表示未來陸航旅將轉型成空中突擊旅，以針對敵人戰場重要設施及癱瘓指管體系為主要目的，但就目前共軍所具備的直升機數量，尚無法完成全面轉型。²³



圖九 中共陸航旅編制判斷

資料來源：由筆者整理繪製。

對地作戰效能研析

共軍航空兵為因應打贏高科技條件下作戰之兵種，成立迄今已逾20多年。近年來汲取各國軍事科技發展技術，並參研美軍直升機運用之戰術戰法，並透過外來技術支援，自主研發新一代直升機武力，並投入現役使用，以提升地空整體及快速反應作戰能力，達到「全域機動、立體攻防」之建軍指導。現就東、南戰區陸航旅主力機型作戰能力分述如下。

一、武裝直升機對地攻擊效能

（一）武直-9直升機（WZ-9G）：最大時速306公里，航程860公里，加裝紅箭8反坦克飛彈或火箭彈發射器，或23公厘機砲。可執行反裝甲、壓制地面火力、突襲地面零散目標等火力支援任務；因該機型原非攻擊用途，加上裝甲防護能力較為薄弱，於2010年更進一步提升該機性能，以採縱列配置方式，同時加

²² 〈軍報：跨台海共軍建空騎旅〉《中時電子報》，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160627005843-260409>，2018年2月6日。

²³ 同註6，2018年2月6日。

裝桅杆瞄準具等儀器，改善其觀測與射控能力不足缺陷，俾具備戰場偵搜與指管能力，以完善其全天候作戰使用。²⁴

（二）武直－10直升機（WZ－10）：最大時速320公里、航程630公里，配備自動導航、夜視、火控及搜瞄等系統，且於座椅兩側和後方和裝防護裝甲，短翼除掛載57和90公厘火箭及機砲吊艙外，另可加掛天燕90空對空飛彈、紅箭8反坦克飛彈及雷射導引飛彈，其反裝甲飛彈性能強大，可快速捕獲和自動跟蹤目標，打擊精度在3公尺以內，捕獲目標距離為3,000公尺具戰場遮斷、摧毀地面固定目標及敵人有生力量，並兼具區域性空戰能力和有限複雜天氣與夜間作戰能力。²⁵

（三）武直－19（WZ－19）：最大時速245公里、航程1000公里，其作戰半徑可達500公里；機上配有23公厘機砲1門，可掛載57和70公厘火箭（匣艙2～4組）、反裝甲飛彈紅箭－9、紅箭－10（8枚）、天燕－90空對空飛彈（4枚），可掛載桅頂偵蒐系統，戰場隱蔽性較佳。²⁶以直－9武裝偵察直升機為基礎發展的武直－19，機動性佳及速度快、巡航距離較遠，可擔任空中偵察、近距火力支援，並且可做大範圍搜索用途。

二、多用途直升機運用效能

（一）直－8（Z－8）：最高時速315公里、最大航程830公里，可乘坐29人（含飛行員2人）與載重4噸，機身採全金屬半硬殼式船形機身，機腹以水密隔艙構成。該型機在設計初期即以海上運輸使用為首要考量，可供兩棲戰役中運輸戰鬥人員或卸載裝備使用，並可於水上或海面起降。惟因價格昂貴、發動機耗油率大，航程、滯空效率和高空性能不佳。²⁷

（二）直－9（Z－9）：最高時速285公里、最大航程1000公里，共軍經由法國引進的技術，發展出在民間與軍事用途的多類機型，該機型原設計非攻擊用途，一般用於人員運輸、空中觀測與海上巡邏，在軍事用途機型加裝飛彈掛架可執行反裝甲與火力支援任務，另有海上搜索救護、反潛、偵查、通信等各類機型，為戰區陸航部隊運用最為廣泛之機種。²⁸

二、運輸直升機空運能力

目前研判共軍東、南戰區運輸直升機之種類，僅編制米－17型運輸直升機，該型時速250公里，最大航程可達550公里，乘坐人員可達30人（含飛行員2人）或12付擔架，載重4噸。該機原型為俄羅斯研製的米－8直升機，為共軍現役運

²⁴ 同註3，頁64。

²⁵ 同註8，頁82及頁86。

²⁶ 郭舜詠，〈共軍新型武裝直升機發展近況研究〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），519期，100年10月，頁72。

²⁷ 同註3，頁66。

²⁸ 〈解放軍－空軍世界〉，www.airceworld.com/pla/z9-helicopter-china.htm，2018年2月7日。

輸直升機裡，技術較成熟之機型。其機艙空間大、運輸能力高，且為提高其綜合作戰能力，在機身兩側裝備武器掛架，可執行武裝人員機降運送、對地突襲與火力制壓，亦提高自身防護力，使原本僅供運輸使用之直升機，具備戰術支援運用效能。²⁹

三、登陸時陸航部隊運用模式研析

近年來，中共軍事武力逐年提升，作戰模式與武器發展更出現大幅升級，現已初具執行現代化作戰及遠程投射能力，未來臺海作戰思維，判將依其戰略指導「遠戰速勝、首戰決勝」，集注可用優勢兵力，以獲致決定性勝利。共軍針對陸軍部隊建軍，優先發展其航空兵裝備數量及性能改良，並運用直升機結合空降與特種作戰部隊，強化機動、快反及立體作戰能力，分析其運用方式說明如次。

（一）戰術手段

1.空中機動作戰：共軍運用直升機遂行機降突擊，主要用於空中運輸之戰術範圍和攻擊性任務。

2.空中奔襲：以陸航直升機搭載空降作戰部隊人員，襲擊縱深重要部署和目標。

3.垂直包圍：編組陸航直升機大隊機降至敵側翼或後方，配合正面登陸部包圍敵軍，形成前後夾擊或直接達成包圍。

4.機動伏擊：採機降方式，在敵必經之路、有利地形上快速設伏。

5.直升機火力機動作戰：協同第一線部隊作戰，支援地面部隊的行動、突擊敵固定翼飛機和地面火炮、導彈難以打擊的目標。

（二）主要運用方式

1.近距離火力支援，以空中機動火力參與火力準備（先期火力掃蕩），掩護地面部隊向縱深地區推進，反擊敵部隊實施逆襲等。

2.實施縱深攻擊，以火力突擊敵指揮中樞或主要作戰部隊；行動時要充分利用地形、地物隱蔽，超低空接敵，以戰鬥躍升方式，從武器最大有效射擊距離開始攻擊。

3.攻擊敵配置於縱深地區或擔任預備隊之裝甲部隊，同時遂行偵察及摧毀作戰任務。亦可機動支援地面部隊縱深攻擊行動，或截擊敵空中機動增援。

4.陸航協同空軍戰機作戰，以武裝直升機配合戰轟機，運用偵查型直升機偵察目標與指示，查報敵行進方向、兵力、防空方式，並指引戰鬥直升機和戰轟機向目標飛行。

²⁹〈中國陸航主力裝備－俄製米 17 直升機〉，《新浪軍事網》，mil.news.sina.com.cn/p/2006-10-24/0755406324.Html?from=wap，2018 年 2 月 6 日。

5.以武裝直升機配合空軍壓制防空飛彈陣地，或直接攻擊地面目標（如防空部隊、行進間戰車縱隊），將登陸期間可反制陸航部隊之火力消除，掩護登陸部隊順利完成戰力增長。³⁰

四、中共陸軍航空部隊戰術戰法之特、弱點

（一）特點

1.戰法樣式多，能在作戰全程發揮作用：根據戰役進程和各階段態勢，直升機可以採取單一或多種作戰方式遂行任務。

2.多機種協同作戰，能應付各種複雜地形：直升機實施火力突擊和火力支援時，結合現地配合適當之戰法，實施機降作戰，將有利於主力部隊進展及防衛能力提升。

3.迅速、靈活、機動力強：發揮直升機特點，與第一線作戰部隊協同，以利支援地面行動及火炮、導彈難以攻擊之目標。

4.秘匿性高、不易發覺：運動過程中採地貌飛行方式，雷達偵搜困難，不易發現，可秘匿到達任務地區，遂行各項作戰。

（二）弱點

1.指管能力不足，尚無法擔任大部隊空中機動作戰：透過觀察共軍2015年「朱日和」演習內容，陸航旅如採取空中突擊編組，一次約能載運600餘人兵力，其僅實施營級單位實施空中機動作戰，並無營以上部隊之演習，基於其建制、編裝、機型不同，造成指管能力不足，而欠缺大部隊空中機動作戰能力。

2.航程防護弱易遭攻擊：缺乏武裝直升機護航，遠程機動作戰能力有限，航程中進入我作戰地區上空，在直升機機體裝甲防護力不足狀況下，易受空中火力攔截；低空飛行時，易遭我陸航部隊與防空武器反制，易遭火力擊毀。

3.補給不易持續戰力差：登陸作戰時，陸航本身防護能力薄弱，且遠離後方基地油料補給困難，作戰過程後勤補給支援能量小，若未在登陸地區開設前進油彈補給點，將無法持續發揮戰力。³¹

中共陸軍航空兵未來運用探討與對我之影響

一、未來運用探討

共軍陸航現已加強遠程部署、夜間突擊、多維空間、通信導航、電子作戰等能力，並賡續提升機載資訊電子技術，冀使整體作戰能力急遽躍升，更具有精確化、數位化與智慧化水準，以成為未來聯合作戰效能「倍增器」；並結合「突出重點、穩定發展、長期建設」之原則，將以快速反應部隊組成模式持續發展。亦將低空作戰、對地火力支援、反恐作戰、空中指揮及戰場偵搜等納入

³⁰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》（臺南），39期，93年3月。

³¹簡一建，〈共軍「兩棲作戰能力」發展之研析〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），556期，107年12月，頁70。

主要任務中，其作戰角色逐漸由輔助型轉變為主戰型兵種，因此，共軍陸航在未來聯合作戰中地位將愈形重要。研判其未來運用重點如次。

（一）建立數位化作戰平臺：近年來，共軍特別重視資訊裝備一體化建設，並積極發展陸航與地面、空中各部隊間數據相互連結，研判目前所有攻擊直升機已全面安裝寬頻通信系統、增程火控雷達、嵌入式全球定位系統、資料交換數據機、聯合資料處理器與即時圖像連結器等系統，³²以構成陸航指揮數位化自動系統，使其具備初步「網路中心戰」能力，以確保超低空戰場優勢。

（二）持續擴大任務編組：在成立「陸航局」後，已於各主要重點集團軍陸續組建陸航團，並成為快速反應部隊之一部。依據《2008中共國防白皮書》中有關陸航部隊兵力規劃，預計2020年前直升機規模需2000架，³³各集團軍將配屬1個陸航旅為目標；並於各師、旅級成立運輸直升機大隊，以全面提升地空整體作戰能力，提供高效、迅捷立體戰場保障與有效後勤支援，滿足未來戰場空間、多維作戰與複雜戰場勤務實際需求。

（三）朝立體化作戰發展：2008年共軍所建造071大型登陸艦，除可停放大型氣墊船外，並可擔任直升機母艦。如未來進入量產階段後，將可增加垂直登陸作戰可行性，³⁴並於距岸30至40浬，充分利用直升機低空機動靈活特性，結合氣墊船、地效飛行器等快速掠海輸具，對灘岸要點可實施超地平線突擊作戰，同時在空軍強擊機和攻擊直升機配合下，迅速擴大或鞏固登陸場，將啟發新式垂直登陸作戰概念。

（四）強化火力精準打擊：現行共軍攻擊直升機仍有諸多尚待改進之處，對地攻擊方面除不斷強化夜視鏡、地貌飛行訓練及全天候射擊能力外，並運用微波技術研製新型射控雷達與飛彈，使具備長射程「射後不理」之功能。³⁵另有關偵搜力方面，未來將於第一線作戰部隊全面配置地面雷射導引裝置後，以雷射導引裝置協助攻擊直升機指引目標，提升夜間精準打擊能力，並減低直升機暴露時間，減少遭攻擊之危險。

（五）加強戰場輸送能力：共軍陸航未來將研發載運力強運輸直升機，具有長途奔襲、快速反應與自行部署能力；在機載設備方面，將發展自動裝卸設備，加裝自動導航與空中加油裝置。依據空軍運輸機與兩棲登陸艦運載空間，設計可快速折疊旋翼與尾槳以方便部署，進而遂行各種條件下兵力輸送、物資補給、作戰保障與戰場救援等多項任務，希能迅速提升地面部隊戰場存活力。

³²張德和、雲大鵬，〈外國陸軍航空兵資訊化發展的新走向〉《國防科技》（北京），2008年3月，頁81。

³³羅海濤，〈2020年中國只需要2,000架軍用直升機〉《空軍世界》，<http://www.airforceworld.com/pla/helicopter-china.htm>，2018年2月9日。

³⁴威海衛，〈解放軍超視距兩棲作戰與遠程投射能力〉《尖端科技》（臺北），2008年6月，頁12。

³⁵馬湘生、張德和，〈現代戰爭中的直升機〉（北京：科學普及出版社，2005年7月第1版），頁251。

（六）研發多功能直升機：為能肆應各種作戰條件，共軍將技術改良現有機種，希如同美軍 RAH-66 直升機可提供指揮官即時戰場景象、精準打擊目標與快速投入戰場等特性。更研發新型直升機，使兼具武裝偵察、火力支援、護航與空戰等多樣化功能，除對地火力支援任務外，並成為未來空戰之一環，³⁶與砲兵、防空、中（高）空飛行器等各項火力整合，共同遂行聯合防空作戰。

二、對我之影響

共軍陸航為其陸軍最年輕兵種，歷經25年規模不斷擴編，有關裝備和訓練方面更是取得長足進步，目前已擁有包括偵察、武裝攻擊、反坦克、通信、電子戰及運輸等多方面直升機編制，初步形成對地（空）火力、突擊兵力與資訊作戰能力。觀察中共及俄羅斯於「海上聯合-2016」聯合軍演資料，在登陸演習方面，雙方海上派遣運輸能量均派出主力登陸艦艇參加，其中共軍派出071型船塢登陸艦（崑崙山998、雲霧山997）為共軍建構新一代軍事武力中最為引人矚目，該艦特點是能快速，立體輸送兵力及兩棲裝甲車，且能搭載多架直升機、氣墊船。

俄羅斯派出則是「佩列斯韋特」號登陸艦（077），可搭載10輛主戰坦克或12輛裝甲車及約300名陸戰隊員，並配備4座艦空導彈發射裝置等相關武器。³⁷研析未來共軍在執行登陸戰役，極可能利用其新式登陸載具與特有作戰方式，發揮多維之機動性以加快戰鬥節奏，迅速將作戰推向我縱深地區，對我軍威脅倍增，分析要點如次。

（一）立體多維作戰方式：未來共軍遂行跨海登陸作戰時，有關低空、超低空（共軍稱第五空間³⁸）部分，為作戰地區內連接地面、海上與空中戰場之主要關鍵。若共軍可順利投射武裝直升機進入本島地區，將可充分發揮直升機戰術戰法特長，配合其他登陸部隊力量和海上支援，將形成多維一體之作戰方式。³⁹

（二）跨海運輸突擊作戰：從觀察2015年「跨越-朱日和演習」，共軍以特戰營級部隊搭配直升機搭載進行長距離運送，對敵縱深地區或重要防護目標實施突襲作戰，以及運用地面部隊進行空地垂直機動作戰。⁴⁰就整體裝備規模及訓練情況觀察，共軍陸航已具備攻占島嶼、局部地區目標等突襲作戰能力，未來可能於登陸作戰發起時，實施空中垂直投射兵力，於登陸關鍵地點支援所需

³⁶張志偉、秦健，〈美軍陸航作戰運用及對我軍陸航建設與發展的思考〉《裝備指揮技術學院學報》（北京），2008年2月，頁7。

³⁷同註31，頁68。

³⁸所謂第五空間即為高度300尺以下之空域；馬湘生、張德和，〈垂直極限—縱談當代軍用直升機〉（北京：航空工業出版社，2006年8月第1版），頁13。

³⁹同註3，頁73。

⁴⁰同註6，2018年2月6日。

之兵（火）力，以發揮關鍵作戰效能。⁴¹

（三）掩護登陸部隊灘頭制壓：在登陸突擊階段，以運用登陸艦搭載武裝(多用途)直升機遂行低空火力支援與掩護任務，持續向我灘岸及縱深地區地面部隊或各項火力實施即時壓制，以增加海上登陸兵力成功上岸並建立灘頭陣地。⁴²

（四）增加我軍防衛作戰難度：共軍組建武裝直升機部隊，已形成陸軍航空兵遂行空中打擊主力，可於支援海上、地面實施火力打擊。⁴³我軍在反擊階段若無法掌握局部空中優勢，則機甲、戰車部隊進行集結、機動將形成首要攻擊目標，造成影響戰局之嚴重損害。後續共軍陸航與空中預警機相互連結後，更可利用空中飛行器搜索標定，將目標情報傳遞予攻擊直升機，屆時我軍遂行第一線守備及舟波火力部隊，除面對海上與登陸部隊攻擊，亦遭受共軍直升機威脅。

（五）實現縱深斬首行動：陸航登陸戰術思想以「立體包圍」和「機動部署分割」為首要作戰運用，納入登陸計畫中整體空中機動作戰後，使戰場更加立體化、行動更為迅速。利用其靈活性與火力快速反應，直接投射至我縱深地區，遂行重要防護目標打擊、阻斷各關節要點與遂行「斬首」之特種作戰行動。⁴⁴

（六）海空一體登陸作戰：空機降與直升機作戰為共軍達成「多層雙超，綜合到岸」的「海空一體登陸作戰」方式，其目的在建立「環形登陸場」。登陸作戰的先決條件必須獲得登陸地區絕對空優，以確保海上、空中運動安全，共軍空軍在登陸作戰的角色仍在掌握空優，並提供必要密支火力，及實施戰役空降應援海上登陸部隊上陸。⁴⁵共軍陸航部隊運用於登陸作戰，將擔任縱深火力打擊的任務，對我執行反擊任務的主要作戰部隊具有高度威脅，足以影響作戰成功與否。⁴⁶

三、反制對策與建議

（一）建構複合式防空能力：藉由地面部隊配屬（作戰管制）人攜式防空排，並主動接收防情與自力完成防空掩護，搭配野戰防空武器系統編組重層火網，發揮機動高能力、操作便利、隱密良好之特性，在部署運用上採取較大彈性，使防空武器形成戰場之隱形殺手。其運用手段如下：1.防空部隊與部隊防空

⁴¹同註 34，頁 15。

⁴²天鷹，〈跨海神兵—共軍陸軍航空兵在越海登陸戰役中任務與作用〉《現代兵器》（北京），2009 年 2 月，頁 52。

⁴³〈陸航部隊多重戰術模擬殲臺艦〉《大公網》，www.takugpao.com.hk/mainland/text/2018/0420/160108.html，2018 年 4 月 20 日。

⁴⁴同註 3，頁 74。

⁴⁵《21 世紀中共空軍用兵思想》（臺北：蘭德智庫出版，國防部譯印，民國 101 年 9 月），第 256 頁。

⁴⁶同註 3，頁 74。

採早期接戰，縱深部署方式，使防空火力涵蓋我作戰地區；2.野戰防空部隊運用建制雷達系統，執行全天候短程空中目標情資搜索，提供作戰地區內各部隊20~54公里之預警情資，先期掌握敵航空器空中動態；3.採區域防空或隨伴掩護方式遂行低空防護，防空火網須能涵蓋整體作戰地境或部隊執行任務地區，使作戰全程均受短程防空防護，確保行動自由。

（二）編組重層攔截火力：依據敵空中接近路線，先期以蜂眼雷達偵蒐空中目標，運用野戰防空系統編組低空火網，搭配人攜式防空武器於制高點部署，延伸火網涵蓋距離，打擊敵10000呎以下運輸機、直升機與無人飛行載具（UAV）等低速飛行目標，並與陸航及地面部隊，形成立體伏擊作戰編組。其運用說明如下：1.運用人攜式及野戰防空系統，編組重層攔截火力，彌補499呎（150公尺）以下防空火網間隙；2.運用機動野戰防空武器（車載式、人攜式）部署，以其飛彈數量與密集陣地涵蓋，以局部優勢制空火網，構成敵航空器無法突破之空域優勢。

（三）提升對海攻擊效能：於共軍實施錨泊換乘時，以我陸航部隊出海攻擊易暴露行蹤，且所能投入火力有限，攻擊風險高、作戰效益低；為能有效達成任務，應逐步改善直升機電戰系統、目標辨識與接戰能力，續以配備專屬精準武器、飛彈，以有效提升全方面對海攻擊作戰效能。

（四）提高自主研發能力：國內已有製造民用輕型直升機之能力，在現有基礎上，除高機敏關鍵技術外，若以軍民共用、共享方式，將可提升其參與研發意願。透過自製計畫、驗證與使用等過程，逐步增加機型與數量，在戰力上獲得實質的提升，維持我陸航裝備持續汰換，保持最佳作戰狀態。

（五）增加電戰反制手段：電子戰與反電子戰，在現代作戰中以具備左右戰局之影響，直升機在低空域環境下作戰，若能配備電戰干擾設備或或增購相關機型，亦可即時傳遞作戰情資、敵情狀況與避免敵軍反電子干擾，有效支援地面部隊各方面作戰。

結語

中共海、空軍雖有作戰能力在第一島鏈之行動，但藉由登陸部隊、艦船及船載直升機之對我西半部海峽能量顯然不足。若以船載直升機進行投射，距岸40~60公里啟航，作戰過程後勤補給支援能量小，無法有效支援戰力發揮。⁴⁷綜合分析，現階段中共遂行兩棲登陸作戰，海上運輸載具能量不足，為目前犯臺較大之限制因素。因此兩棲登陸必須結合空中突擊、空（機）降作戰，同時奪取登陸灘岸周邊之機場、港口，以利後續兵力大規模行政下載，形成局部區域有效戰力，以利後續發展。「港口、灘岸、機場及空、機降場」一體的環形登陸

⁴⁷同註 31，頁 70。

場區域，將會是共軍空中兵力與火力確保「多層雙超、綜合到岸」成功的重點區域。⁴⁸

現代陸軍戰場的重心已向低空超低空位移，直升機已經由支援兵種發展成主戰兵種，由「配角」變為「主角」。透過運用陸航實施廣泛靈活的空中快速機動，尋求和創造戰機，對敵人實施有效的綜合打擊，能夠迅速奪取主動和勝利。正因為這一發展需求，許多發達國家提出建設「飛行陸軍」，打造「空中機械化突擊部隊」的主張。共軍認為超低空之空域將成為未來戰場決定勝負的關鍵因素，必將持續藉各重大演訓與諸軍、兵種進行地空聯合作戰演練，續朝「立體化」垂直作戰方向發展。

共軍經過多次演習與實兵論證經驗後，詡稱已掌握超低空飛行「進入快、發射快、撤離快、操縱穩」之技術，初具超低空執行任務能力。在特種或機降部隊配合下，未來將可藉先進型直升機超低空飛行之隱秘性、用兵機動性、攻擊破壞性與作戰時效性，猝然對我（外離島）進行特種突擊作戰。

未來的局部戰爭，要求必須速戰速決，具有作戰物件、作戰地區的不確定性，要求軍隊建設必須著力打造多功能作戰能力。中共陸軍航空兵不受地面各項障礙限制，不需依靠專用機場，能夠適應全方位機動的動態化戰場需要，增強陸軍部署的靈活性，提高處理突發事件的時效性。近年來，共軍除加重陸航部隊參與重大演訓，並在各大軍區成立「戰術訓練協作區」，以互為假想敵方式，強化垂直作戰能力、提昇實戰效果，要求飛行員須具備「快速機動出擊」、「快速反應」、「超低空飛行」及晝、夜間飛行能力，已形成相當威脅，我應「以敵為師」發揮地空整體作戰效能，「以快制快」掌握主動地位，靈活拘束與打擊，以摧破敵軍，確保國家人民之安全。

參考文獻

一、書籍

- （一）馬湘生、張德和，《現代戰爭中的直升機》（北京：科學普及出版社，2005年7月第1版），頁251。
- （二）馬湘生、張德和，《垂直極限——縱談當代軍用直升機》（北京：航空工業出版社，2006年8月第1版）。
- （三）張德和、雲大鵬，〈外國陸軍航空兵資訊化發展的新走向〉《國防科技》（北京），2008年3月。
- （四）威海衛，〈解放軍超視距兩棲作戰與遠程投射能力〉《尖端科技》（臺北），2008年6月，頁15。

⁴⁸金振遠，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《砲兵季刊》（臺南），165期，陸軍砲訓部，103年7月，頁11。

- (五) 天鷹，〈跨海神兵—共軍陸軍航空兵在越海登陸戰役中任務與作用〉《現代兵器》(北京)，2009年2月，頁52。
- (六) 《21世紀中共空軍用兵思想》，蘭德智庫出版，國防部譯印，民國101年9月，第256頁。

二、論文

- (一) 蔡和順，〈對共軍陸航發展及我因應作為之研析〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，517期，陸軍教準部，100年6月，頁59 - 66。
- (二) 鄧詠政，〈中共武直 - 10直升機之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，544期，陸軍教準部，104年12月，頁77。
- (三) 郭舜詠，〈共軍新型武裝直升機發展近況研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，519期，陸軍教準部，100年10月，頁72。
- (四) 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》(臺南)，39期，陸軍航特部，93年3月。
- (五) 金振遠，〈防衛作戰時期作戰區三軍短程防空指管與運用芻議〉《砲兵季刊》(臺南)，165期，陸軍砲訓部，103年7月，頁11。
- (六) 簡一建，〈共軍「兩棲作戰能力」發展之研析〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，556期，陸軍教準部，107年12月。

三、報刊

- (一) 張志偉、秦健，〈美軍陸航作戰運用及對我軍陸航建設與發展的思考〉《裝備指揮技術學院學報》(北京)，2008年2月。

四、網路

- (一) 中國時報，〈中共五大戰區授旗 - 陸軍掛帥〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160202000431-260108>，2018年2月6日。
- (二) 旺報，〈東戰區陸總駐閩應對東海臺海五大戰區陸軍機關組建完成〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160204000798-260301>，2017年12月30日。
- (三) 東方網，〈陸軍第一千架直升機列裝發展三喜臨門〉，<http://kknews.cc/military/xz9znxr.html>，2018年1月25日。
- (四) 《旺報》，〈大陸將擴充直升機部隊〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170615005398-260417>，2017年12月15日。
- (五) 旺報，〈空中突擊旅 陸媒：1小時內渡台海〉，<http://tw.mobi.yahoo.com/news/空中突擊旅-陸媒-1小時內渡台海21512112-finance.html>，2018年2月3日。
- (六) 〈北方網軍事資料〉，www.news.enotth.com.cn，2018年1月3日下載。

- (七) 豆丁網，〈武直－9直升機〉，www.docin.com/touch_new/preview_new.do?id=1799741，2018年2月2日。
- (八) 〈空軍世界〉，www.airceworld.com/pla/wz10-helicopter-china.htm，2018年1月28日下載。
- (九) 中新網，〈美媒：中國武直－19武裝偵查直升機比武直－10更強〉，big5.china.com.cn/gate/big5/military.china.com.cn/2012-12-03/content_27291779.htm，2018年1月15日。
- (十) 〈中新網－軍事資料〉，www.chinanews.com/mil/hd2011/2012/11-12/146939.shtml，2018年2月2日下載。
- (十一) 空軍世界，〈直－9型直升機〉，<http://www.airforceworld.com/pla/z9-helicopter-china.htm>，2018年2月6日下載。
- (十二) ETtoday新聞雲，〈美國智庫：大陸軍方部署針對臺灣〉，www.ettoday.net/news/20170329/894446.htm，2017年12月12日。
- (十三) 旺報，〈大陸東部戰區，確定轄3個集團軍〉，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170612004649-260417>，2017年12月12日。
- (十四) 旺報，〈廣州軍區改南部戰區－防禦南海〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20160114000854-260301>，2017年12月30日。
- (十五) 旺報，〈解放軍特殊編制－鎖定台海戰事〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170219000626-260301>，2018年2月6日。
- (十六) ETtoday新聞雲，〈中國軍事戰略白皮書全文〉，www.ettoday.net/news/20150526/511925.htm，2015年5月26日。
- (十七) 旺報，〈中共陸航部隊－團改旅〉，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20130827004110-260409>，2013年8月27日。
- (十八) 中時電子報，〈追上美軍－陸需要超過5000架直升機〉，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20170817003022-260417>，2018年2月6日。
- (十九) 中時電子報，〈軍報：跨台海共軍建空騎旅〉，<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160627005843-260409>，2018年2月6日。
- (二十) 〈解放軍－空軍世界〉，www.airceworld.com/pla/z9-helicopter-china.htm，2018年2月7日。
- (二一) 新浪軍事網，〈中國陸航主力裝備－俄製米17直升機〉，mil.news.sina.com.cn/p/2006-10-24/0755406324.Html?from=wap，2018年2月6日。
- (二二) 羅海濤，〈2020年中國只需要2,000架軍用直升機〉《空軍世界》，<http://www.airforceworld.com/pla/helicopter-china.htm>，2018年2月9日。

作者簡介

黃鉦之少校，陸軍官校92年班、砲兵正規班199期、陸軍指參學院105年班，歷任連長、防空官、飛彈參謀官、教官，現任職陸軍砲兵訓練指揮部訓練處。

池國龍上尉，專業專官班99年班、砲兵正規班210期，歷任曾任排長、副連長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組。

「無定位定向系統」作戰區測地之研究

作者：耿國慶

提要

- 一、民國 86 年獲得「定位定向系統」(ULISS-30) 後，國軍砲兵測地已正式進入測地「自動化」時代。惟 20 年後兩種「定位定向系統」(ULISS-30 與 SPAN-7) 均妥善率偏低，砲測中心著手研議軍團砲兵（防衛部）目標獲得連（本部連）測量排「是否取消基地測考？」。鑒於測量排接受基地測考目的在確保其測地專業水準，就專業立場而言，基地測考不宜取消，建議改採「無定位定向系統」方式因應，惟基於「無定位定向系統」型態之作戰區測地已變更長達 20 餘年，如何重新瞭解實施方式與要領實為當務之急。
 - 二、「精實案」後測地編裝與作業型態已大幅改變，就現況而言，測量排之「無定位定向系統」作戰區測地，並非將現有的「定位定向系統組」改為「測量組」，或將「定位定向系統」為主之作業型態改為「閉塞導線」為主即可，基於長達 20 年的時空變化，尚須依據國家測繪整備程度（控制點數量與密度）與現有編裝、能力、任務等，適切規劃轉型作業之可行方式。
 - 三、「測量排」主要任務為建立作戰區測地統制，其專業程度不僅影響測地成果精度，亦關係火力發揚與射擊安全甚鉅。目前對「定位定向系統」未達妥善狀態之「測量排」，建議考慮暫時改用「無定位定向系統」方式測考，除能確保測量排專業水準外，亦可磨練「定位定向系統」損壞下之應變作業能力。本文所研究之「無定位定向系統」作戰區測地實施程序與要領，將提供「測量排」實施駐（基）地訓練、防區測地與「砲測中心」規劃測考方式與評分標準參考，期能落實訓測本務，確保測地專業能力與砲兵戰力。
- 關鍵詞：無定位定向系統、作戰區測地、閉塞導線測量、測量排、測地資料中心

前言

砲兵測地型態通常以「器材」為導向，當民國 86 年獲得「定位定向系統」(ULISS-30) 後，已正式進入測地「自動化」時代，「傳統測地」則退居輔助手段。惟在 20 年後，兩種「定位定向系統」(ULISS-30 與 SPAN-7) 均妥善率偏低，造成訓測莫大困擾，砲測中心著手研議軍團砲兵（防衛部）目標獲得連（本部連）測量排「是否取消基地測考？」。鑒於測量排接受基地測考目的在確保其測地專業水準，且經過多次研討與規劃歷程，如今雖僅實施十年已顯現成效，實不宜輕言取消。然此一問題根本解決之道唯有提升「定位定向系統」妥善率，惟就專業立場而言，測量排基地測考不宜取消，建議在妥善率未恢復前，改採

「無定位定向系統」方式因應，基於「無定位定向系統」型態之作戰區測地已變更長達 20 餘年，如何重新瞭解實施方式與要領實為當務之急。

取消測量排測考之影響

測量排為作戰區建立「測地統制」之專業單位，平時依計畫執行「防區測地」，戰時則提供非計畫之目標獲得設施成果，賦予砲兵營與建立預期發展區域之測地統制（基準）點等，因其位居作戰區測地成效關鍵，須具備高度之專業水準，而「基地測考」為確保專業水準之最佳手段。就現況而言，「定位定向系統」妥善率偏低，也同樣影響「砲兵營測地」，因此改採「無定位定向系統」方式測考已行之有年，不宜因「測量排」作業幅員大、時間長、複雜度高則便宜行事。如測量排取消基地測考，其相關影響分述如後。

一、無法落實駐地專業訓練

（一）軍團砲兵目標獲得連下轄雷達排、測量排與氣象組等三個主要單位，其中雷達排為有編無裝，氣象組則依年度計畫支援砲測中心教勤。如測量排取消基地測考，勢將投入目標連之「衛哨勤務」任務，無法落實駐地之測地專業訓練。

（二）防衛部本部連之情況更為特殊，通常連長為「官通科」，全連僅測量排長為砲兵幹部，基於測考壓力，排長須排除其他干擾，致力按課表執行駐地專業訓練。如測量排取消基地測考，在缺乏落實駐地訓練動力狀況下，專業水準將無法確保。

二、影響防區測地效能

測量排在防區測地任務中極為重要，除須依據各單位需求擬定測地計畫、執行現地作業與分發測地成果外，「測地資料中心」則須配合測量排與下級作業同步開設，負責蒐集、鑑定、保管與分發測地資料，協力完成年度防區測地任務。惟防區測地要求專業、持續、精度與效率，如測量排取消基地測考，在關鍵環節專業能力不確定之狀況下，將降低防區測地效能，甚至造成連鎖性（測地統制點至測地成果）誤差之風險。

三、專長職能訓用脫節

目前基於測考要求與壓力，測量排從排長至各士官、兵，均依規定接受測地專業訓練且依專長任職。如測量排取消基地測考，在失去測考要求與壓力下，包含排長在內，專長培訓與任用勢將逐漸脫節。

四、測地檢查能力堪虞

當測量排未接受基地測考前，砲訓部督考曾發現某測量排漢光演習實彈射擊使用控制點座標格式錯誤、某測量排重砲射擊時賦予砲兵營測地統制點成果錯誤之案例，而此類案例成為規劃測量排接受基地測考之主因。基於各作戰區

實彈射擊時，皆派遣測量排建立測地統制，並檢查測地成果，如測量排取消基地測考，在專業能力無法確保之情況下，測地輔導與檢查能力堪虞。

有、無「定位定向系統」作戰區測地之差異

「精實案」後測地編裝與作業型態已大幅改變，就現況而言，測量排之「無定位定向系統」作戰區測地，並非將現有的「定位定向系統組」改為「測量組」，或將「定位定向系統」為主之作業型態改為「閉塞導線」為主即可，基於長達 20 年的時空變化，尚須依據國家測繪整備程度（控制點數量與密度）與現有編裝、能力、任務等，適切規劃轉型作業之可行方式。相關作業差異（如表一），詳細內容分述如後。

表一 測量排有、無定位定向系統測地作業差異對照

項目\區分	「有」定位定向系統	「無」定位定向系統
作業型態	一、定位定向系統為主。 二、三角測量與閉塞導線為輔。	一、閉塞導線為主。 二、三角測量為輔。
作業編組	一、系統小組x2。 二、測量班x2。 每一系統小組與一個測量班合併作業。	將系統小組與測量班人數合併（4+6x2=16），區分為導線小組x4（每組4人）。
主要器材需求	一、定位定向系統x2。 二、測距經緯儀x4。 三、電算機x3。 ^❶ 四、1.25T載重車x4。	一、測距經緯儀x4。 二、電算機x5。 ^❶ 三、1.25T載重車x4。
已知（控制）點最低需求	一、測地統制點（初始校準點）x1。 二、位置更新點x2。	一、測地統制點x2。 二、閉塞檢查點x2。
已知（控制）點方位基準	不需要	一、天體觀測。 二、兩已知點誘導。 三、已知點閉塞修正。
作業時間需求	視作業點位數量、載具行駛速度、作業範圍（距離）與各點作業方式，依據作業參數表計算。（通常4至6小時）	通常使用測距經緯儀時每小時作業速度2公里，可視天候、地形狀況，適度加快或減慢。（通常4至6小時）
作業精度	一、系統組： 座標<3公尺（徑誤差） 標高<1公尺。 方位角：<1密位。 二、測量班：>1/3,000。	精度比>1/3,000。
無線電網路	無線電機 VHF：車裝x4，手持x3。	無線電機 VHF：車裝x4，手持x3。
作業階段劃分	一、初期階段。 二、擴張階段。	一、初期階段。 二、擴張階段。
附記	❶測量排現編制電算機2部，無法滿足「有定位定向系統」作業需要，如採「無定位定向系統」作業，須再調借3部，分配各組（4組）、測地資料中心各1部（合計5部）。	

資料來源：作者自製

一、就編組方式而言

「精實案」前測量排編制高達 43 員，「精實案」後已大幅精簡為 23 員：排部（2 員）、測量班（12 員，區分兩個班）、系統組（4 員，區分兩個小組）、測地資料中心（5 員），為「有定位定向系統」作業型態最小限之人數。當採「無定位定向系統」作業型態時，編組方式與裝備需求如次。

（一）編組方式：須將測量班與系統組合併（12+4=16 員），均分為 4 個測量小組（每小組 4-5 員），各組使用 1 套測距經緯儀作業。如有少量缺員可由測地資料中心遞補，惟仍須維持測地資料中心執行任務之最低需求（3 員），大量缺員則由目標（本部）連檢討補充。

（二）裝備需求：「無定位定向系統」作業，僅「測地電算機」數量明顯不足（現編 2 部），最低需求為測量小組（4）、測地資料中心（1）合計 5 部，不足數（3 部）須先行調借，方可滿足作業需求。

二、就運用「控制點」而言

軍團砲兵（防衛部）目標獲得連（本部連）測量排為作戰區最高層級之測地單位，須適時、適切建立作戰區符合精度要求之測地統制，因此須使用現行內政部國土測繪中心所公告之「衛星控制點」作為「測地統制點」。早期國家測繪整備未臻完善，當時建立之「三角點」不僅數量有限且遺失嚴重，測量排之導線班須區分兩組，一組由三角點起始，另一組則由中間連接點起始，合力完成「迴歸閉塞導線」。現階段台灣地區各等級「衛星控制點」數量高達 3,013 點，¹且點位密度適中，測量排可比照「有定位定向系統」在每一作戰分區選擇兩個「衛星控制點」（初始校準點、位置更新點或測地起始點、閉塞檢查點），兩個導線小組分別由不同之「衛星控制點」起始，以「已知點閉塞」方式完成「迴歸閉塞導線」（如圖一），除縮短計算時間外，更可增進作業精度。

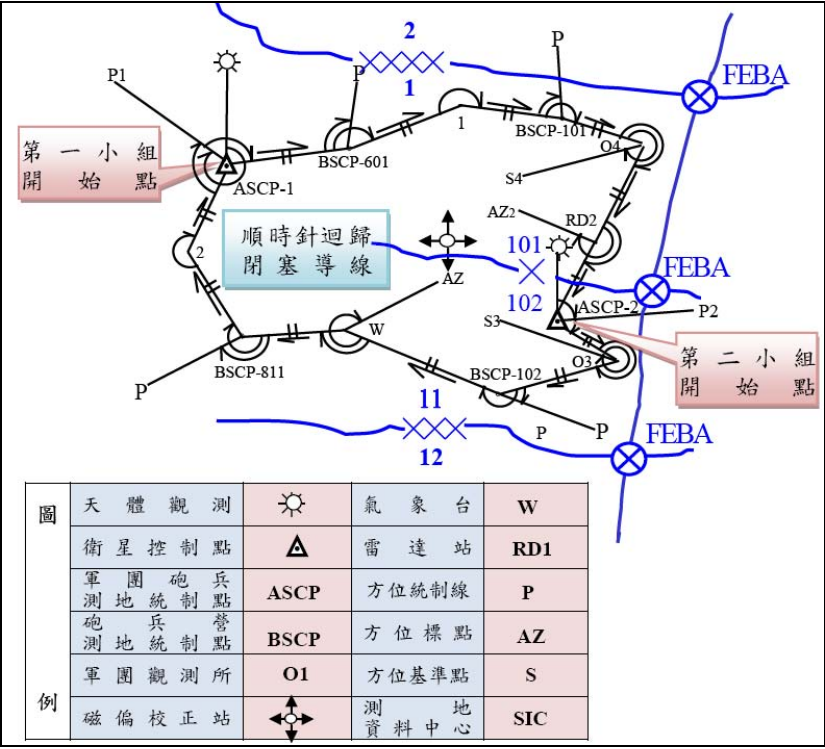
三、就定向技術而言

「衛星控制點」成果內並無方位基準資料，「有定位定向系統」時因無須提供起始方位角，致易受測量人員忽視；惟當「無定位定向系統」時，即須自行建立「衛星控制點」之方位基準點方位角，且導線作業中（6-7 站）或最末一站，須實施方位檢查。基於起始（閉塞）方位角精確與否？將影響測地成果精度，故測量排須熟練定向技術。

目前測量排在「無定位定向系統」狀況下，可用之定向技術，包括天體觀測、兩已知點計算與已知點閉塞修正等三種（如表二），前兩種已納入「陸軍野

¹（公告內政部大地基準及一九九一座標系統 2010 年成果）《內政部公告》，（臺北市：臺內地字第 1010137288 號，民 101 年 3 月 30 日），頁 11。

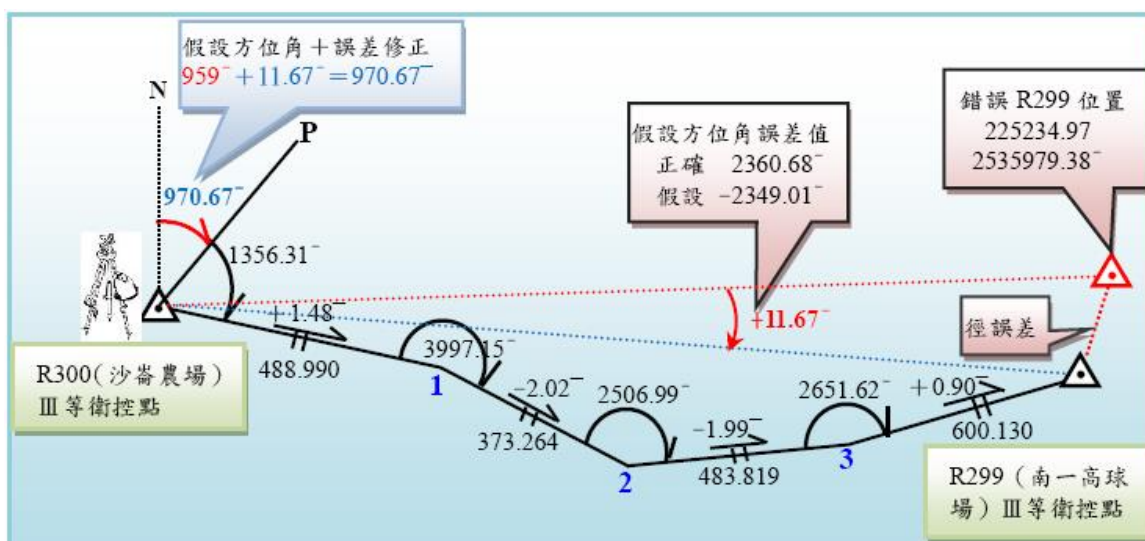
戰砲兵測地訓練教範」，「已知點閉塞修正」則屬於因應「無定位定向系統」所發展之運用技術（如圖二），俾提供使用者選擇空間。至於砲兵營、連級常用之 M2 方向盤磁針定向，因測量排並未編制且定向精度有限，通常僅使用於假設方位角測定。



圖一 導線班各組分別由不同之「衛星控制點」起始，以「已知點閉塞」方式完成作戰分區「迴歸閉塞導線」

表二 測量排可用定向技術之特性比較

比較 項目	區分	天體觀測	兩座已知點	已知點閉塞修正
作業精度		<0.15 密位	<1 密位	<1 密位
作業裝備		測距經緯儀、時錶 軍用簡要天文年曆 電算機、對數表 軍用地形圖	測距經緯儀 衛星控制點成果 電算機 軍用地形圖	測距經緯儀 衛星控制點成果 電算機 軍用地形圖
作業時間		<15 分鐘	<2 分鐘	<50 分鐘 (視閉塞距離而定)
作業方式		複雜	簡單	複雜
方格偏差修正		簡單	簡單	簡單
限制		天候不佳與光害嚴重致天體被遮蔽時，無法作業。	一、須獲得兩個可通視之控制點。 二、精度視已知點座標精度而定。	當兩已知點距離過遠時，將影響作業時間。



圖二 已知點閉塞修正定向方式示意

資料來源：圖一、圖二及表二為作者自製

四、就作業精度而言

作戰區測地之目的在建立測地統制，須提供目標獲得設施定位（定向）諸元、賦予砲兵營「測地統制點」與建立足夠之「測地基準點」，因此「精度」為重要考量。當「有定位定向系統」作業型態時，閉塞徑誤差應小於 7 公尺、標高閉塞差應小於 3 公尺，以「定位定向系統」所建立連接點實施迴歸閉塞導線時，則為 1/3,000 以上。²當採「無定位定向系統」時，除須依據該等級之作業規範（如表三）外，且必須實施閉塞檢查，且須依據狀況、條件與目的決定使用「已知點閉塞」（Close on second station）或「迴歸閉塞」（Close on starting station）檢查（如表四），即使閉塞精度達到 1/3,000 以上，惟為減低砲兵營測地作業之「起始誤差」，仍須實施「閉塞修正」。

表三 作戰區測地導線測量規範表

等級區分		規範	作戰區測地 (1 / 3 , 0 0 0 精 度)	附 記
必要條件				
導線閉塞修正			需要	1.K 為距離 千除數。 2.N 為測站數。 3.方位閉塞須使用天體觀測、已知方位基準或定位定向系統等方式檢查。
座 標 閉 塞	導線全長 < 9 公里		1/3,000	
	導線全長 > 9 公里		$\sqrt{K}$	
標 高 閉 塞	導線全長 < 4 公里		$\sqrt{K}$	
	導線全長 > 4 公里		$\sqrt{K}$	
方 位 閉 塞	≤ 6 個測站		±5 秒 × N	
	≥ 7 個測站		±5 秒 × $\sqrt{N}$	
方位角看讀位數			1 秒	
實施方位檢查測站數			25 站	
水 平 角	測量方式		一對回	

² 《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 8 - 12。

	紀錄（計算）至	1 秒	
天頂（高低）角	測量方式	正、倒鏡	
	紀錄（計算）至	1 秒	
距 離	捲尺（比較精度）	1/5,000	
	測距儀	看讀至 0.001 公尺	
座標計算位數		0.01 公尺	
標高計算位數		0.01 公尺	

表四 閉塞導線特性分析比較

區分 項目		已 知 點 閉 塞	迴 歸 閉 塞
已知點需求數		兩個（起始點、閉塞點）	一個（起始點即閉塞點）
已知（起始）點座標、標高精度		重視	不重視（可使用假設座標、標高）
已知（起始）點方位精度		重視	不重視（可使用假設方位角）
閉 塞 結 果 參 考 價 值		可顯示作業「精確度」與「精密度」	當起始點使用假設諸元（座標、標高、方位角）時，僅顯示作業精密度
導線 誤差 類型 與 判斷對 照	方位合格座標失敗	顯示距離錯誤	顯示距離錯誤
	方位失敗座標合格	顯示錯誤不在距離，出現在閉塞水平角	顯示錯誤不在距離，出現在起始或閉塞水平角
	方位失敗座標失敗	因作業時未測量閉塞水平角，故顯示錯誤出現在「起始或各站」水平角。如各站測角符合要求，錯誤判定出現在「起始」方位角。	因起始方位或閉塞水平角錯誤，不影響座標精度，故顯示錯誤出現在起始或閉塞之外的「各站」水平角。
附 記		一、「精確度」(Accuracy) 係指最終測量結果與「真值」(正確值) 間之差異。 二、「精密度」(Precision) 係指測量者之技能與使用儀器，可影響測量作業精密之程度。 ³	

資料來源：表三及表四為作者自製

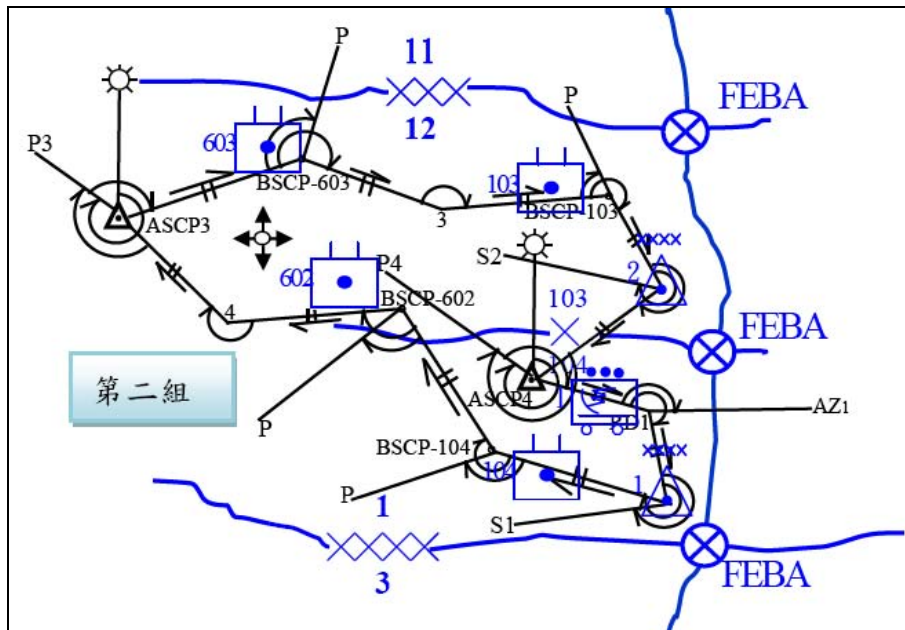
五、就作業時間而言

「有定位定向系統」作業型態時，作業時間可視作業點位數量、載具行駛速度、作業範圍（距離）與各點作業方式等，依據作業參數表精確計算，通常為 4 至 6 小時。⁴

「無定位定向系統」時則使用測距經緯儀作業速度標準—每小時 2 公里，惟可視天候、地形狀況，適度加快或減慢（通常為 4 至 6 小時）。測量排長在擬訂計畫時，須考量縮短測地時間要求，可將各砲兵營測地統制點或設施等選在作戰區（分區）內側（如圖三），俾縮小閉塞導線範圍，並恪遵「加大邊長、減少邊數，避免累積誤差」之要求。

³ 郭基榮，《測量學精義》，（臺南市：復文書局，民國 79 年），頁 12。

⁴同註 2，頁 8-11。



圖三 將測地統制點、設施選在作戰分區內側縮小閉塞導線示意

資料來源：作者自製

六、就資料處理而言

測量排編制「測地資料中」(共計 5 人)，為負責測地資料蒐集、鑑定、保管與分發之機構。⁵在「無定位定向系統」狀況下，「測地資料中」除支援測量組少部分人員外，仍須同步開設作業，提供下列資料。

(一) 蒐集作業地區內「衛星控制點」資料，提供排長選定「測地統制點」或「閉塞檢查點」。

(二)「衛星控制點」座標系統轉換或格式換算，並製作「測地基準點、控制點成果表」，提供測量排與所屬砲兵營使用。

(三) 鑑定測量排測地成果精度與實施座標、標高閉塞修正。

(四) 協調鄰接友軍與所屬砲兵營測地作業。

(五) 分發目標獲得設施定位(定向)成果、砲兵營測地統制點諸元與磁偏校正站資料。

(六) 鑑定所屬砲兵營測地成果，必要時列入基準點成果表。

測地實施程序與要領

本段所提供之測地實施程序與要領，為便於使用者參考以「陸軍野戰砲兵測地訓練教範(第二版)」第八章、第四節透明圖(範例)為基礎，亦為使範例可適用於各單位，未針對某一作戰區或基地測考狀況設計，重點置於「無定位定向系統」作戰區測地之實施程序與要領。

⁵同註 2，頁 8-21。

一、作業想定

（一）一般狀況（略）。

一般狀況透明圖（如圖四）。

（二）特別狀況

×月×日××××時，第一軍團砲指部目標獲得連測量排奉命實施作戰區測地，提供目標獲得設施定位（定向）資料與賦予砲兵營測地統制點諸元。

（三）假定事項

1. 作戰區因測量排「定位定向系統」損壞，致未完成防區測地，作業地區內未建立測地統制並無足夠「測地基準點」。

2. 各砲兵營無法自選「測地統制點」，須由測量排賦予。

3. 作戰區測地僅實施「初期階段」，建立足夠測地基準點則列為「擴張階段」實施。

（四）問題

目標獲得連測量排長如何實施「無定位定向系統」作戰區測地？

二、問題參考案－測地實施程序與要領

測地實施程序區分為偵察與計畫、現地作業與成果整理三個步驟，⁶「無定位定向系統」作戰區測地之各步驟實施要領，分述如後。

（一）偵察與計畫

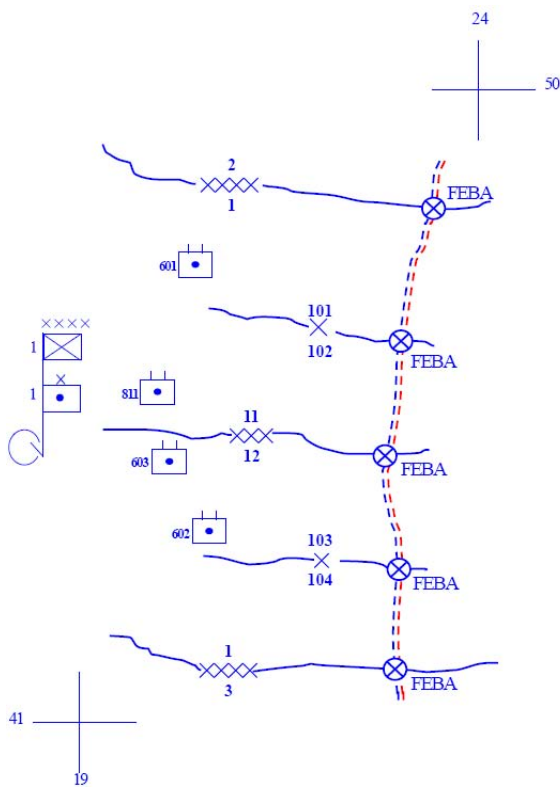
1. 蒐集資料：測量排長向指揮部（防衛部）參二、三與有關單位取得下列資料，並實施測地相關前置作業。

（1）參二（雷達排長、氣象組長）：軍團觀測所、雷達站、氣象台位置與敵情、天候（光度）資料。其中天候資料不但影響測地作業之精度與速度，且影響「天體觀測」實施，不可忽視。

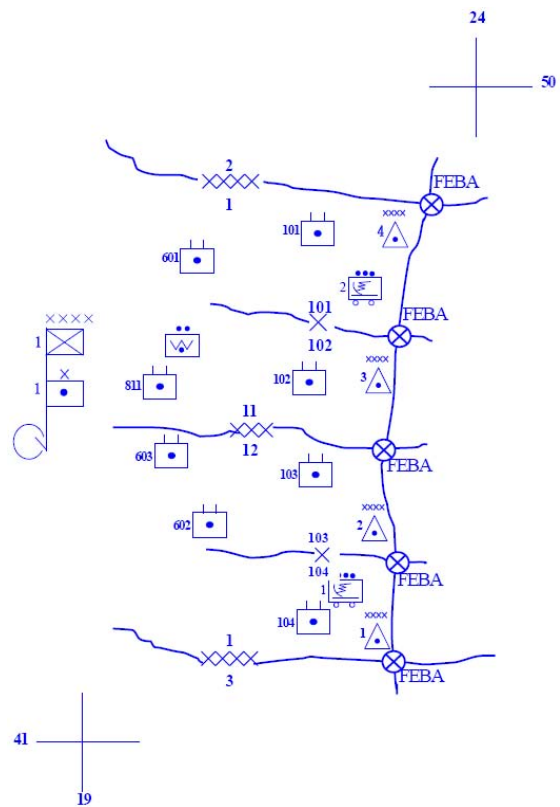
（2）參三：各砲兵營陣地、友軍位置與相關戰鬥地境線（作戰透明圖）等資料。

（3）測地資料中心：蒐集作業地區內衛星控制點成果，並將測量排長蒐集之前述資料調製成「陣地與目標獲得設施部署透明圖」（如圖五）。

⁶同註2，頁7-3。



圖四 一般狀況透明圖



圖五 陣地與目標獲得設施部署透明圖

資料來源：圖四參考《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 8-25，圖 8-4 修訂。

資料來源：圖五參考《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 8-26，圖 8-5 修訂

2. 圖上研究

（1）測量排長在 1/50,000 地圖上覆蓋「陣地與目標獲得設施部署透明圖」（圖五）與「控制點與測地基準點分布透明圖」（略），依據砲兵營測地統制點選擇要領，選定「作戰區（軍團砲兵）測地統制點」（ASCP）4 個、各「砲兵營測地統制點」（BSCP）與磁偏校正站（2 個），並依據地圖顯示地形、器材性能與閉塞導線作業要領，擬定測地作業腹案（如圖六），作為測地偵察依據。砲兵營測地統制點與方位統制線（P）選擇要領。

A.測地統制點：砲兵營陣地區域 2 公里範圍，獨立、明顯、易於辨識之地點，有足夠空間測量作業且可確保人車安全。

B.方位統制線：距離測地統制點 300-1000 公尺，獨立、明顯、易於辨識且無遮蔽、變位顧慮之地物，如水塔、電塔、大樓避雷針或塔尖。

（2）測地資料中心對測量排長選定之「作戰區測地統制點」（ASCP），提供「控制點成果表」。必要時使用新型「測地電算機」（IMT-8R），實施控制點「座標系統轉換與格式換算」，提供符合 WGS-84 座標系統之 UTM-6 度分帶方格座標。

3. 現地偵察

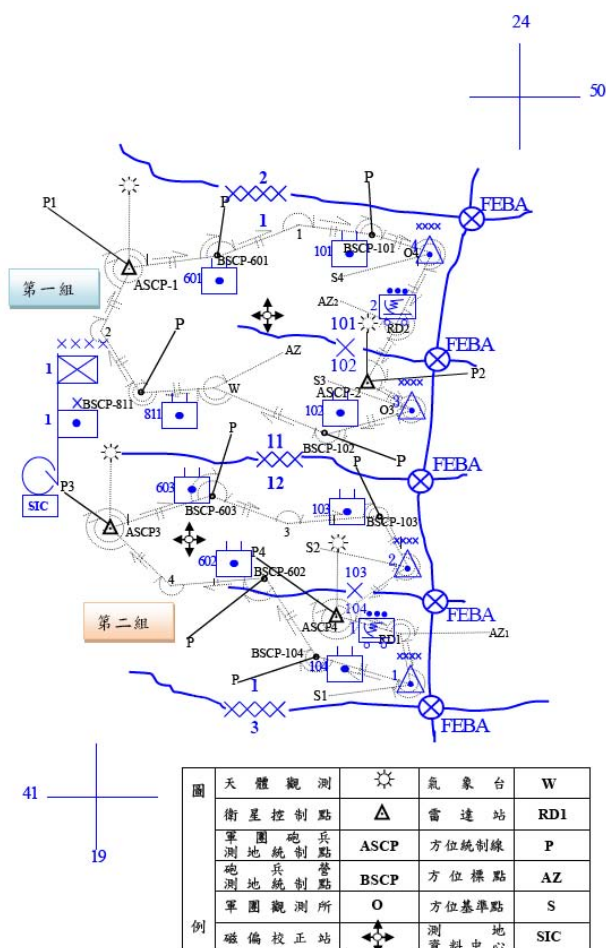
(1) 測量排長以作戰分區為單位，採「分組偵察」方式，指定各測量組（轄2個測量小組）偵察各組閉塞導線。對次要地區採乘車偵察，作戰區、各砲兵營測地統制點則詳細偵察，以確定測地腹案之可行性，偵察完畢向排長提出偵察回報。

(2) 現地偵察時，測量排長須先行通知各砲兵營測量官，依指定時間至預期分配之砲兵營測地統制點位置，由測量組現地確認各營測地統制點與方位統制線，並律定測地統制諸元通知方式與時間。

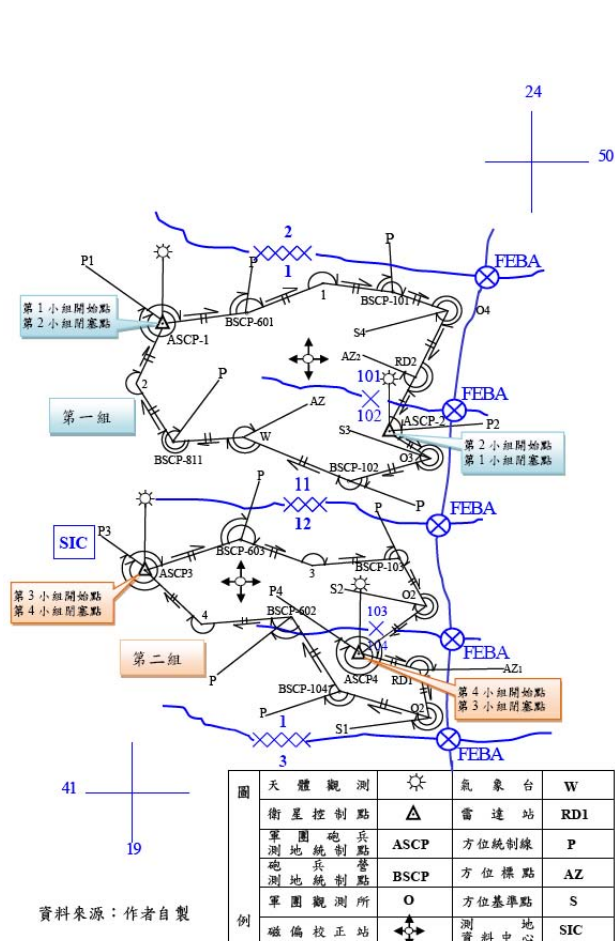
(3) 測量排長聽取各組長偵察回報後，修訂測地測地腹案。

4. 擬訂計畫

測量排長依據各組偵察回報，將測地腹案修訂為「測地作業草圖」（如圖七），列入測地計畫內。於測地計畫完成後，逐級呈報目標獲得連（本部連）連長、指揮官核示。如無法及時呈報，先以口頭報告，爾後相機補呈。



圖六 測地作業腹案（示意）



圖七 測地作業草圖（示意）

資料來源：作者自製

(二) 現地作業

1. 測量排長於「測地資料中心」對重要幹部（測量組長、小組長、測地中心班長），下達「測地作業命令」並督導作業。

2. 測地資料中心「無線電測地網」(S)開設，隨時掌握測量排與作戰區所屬砲兵營測地作業狀況，並對友軍進行相關協調事宜，所有事項皆依規定登載於「測地資料中心作業日誌」內。⁷

3. 現地偵察期間未能至現地確認測地統制點之砲兵營，可於現地作業期間補行確認。

4. 各組現地作業完成後，於現地(ASCP)實施初步成果整理，檢查無誤後即刻返回測地資料中心。

(三) 成果整理

1. 由測地資料中心依據成果蒐集、計算、檢查與分發程序實施。

2. 檢查方式可使用程序檢查法、地圖與現地對照法、閉塞檢查法、分組計算法與方位角檢驗法等五種，須使用兩種以上方法交叉比對，以確定符合 1/3,000 之精度要求，並依需要實施閉塞修正，減少砲兵營測地統制點「起始誤差」。

3. 「測地成果表」(如表五)敘述方式：軍團觀測所、砲兵營測地統制點、雷達站為 UTM6 度方格座標(橫座標 6 位、縱座標 7 位整數，小數點後 2 位)，方位角為密位；氣象台座標則為經、緯度(度小數)，定向方位角為度分秒。磁偏校正站成果則依據「陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範(第二版)」圖 2-39 製作。

4. 成果分發方式為：各砲兵營派人直接領取、測量幹部協調聯繫、測量班(組)直接交付與有、無線電語音傳遞等。⁸

5. 測地資料中心鑑定測量排與各砲兵營呈報之測地成果，如符合精度要求，可適當補行相關作業後，納入「測地基準點成果表」，並調製「測地資料透明圖」(如圖八)。

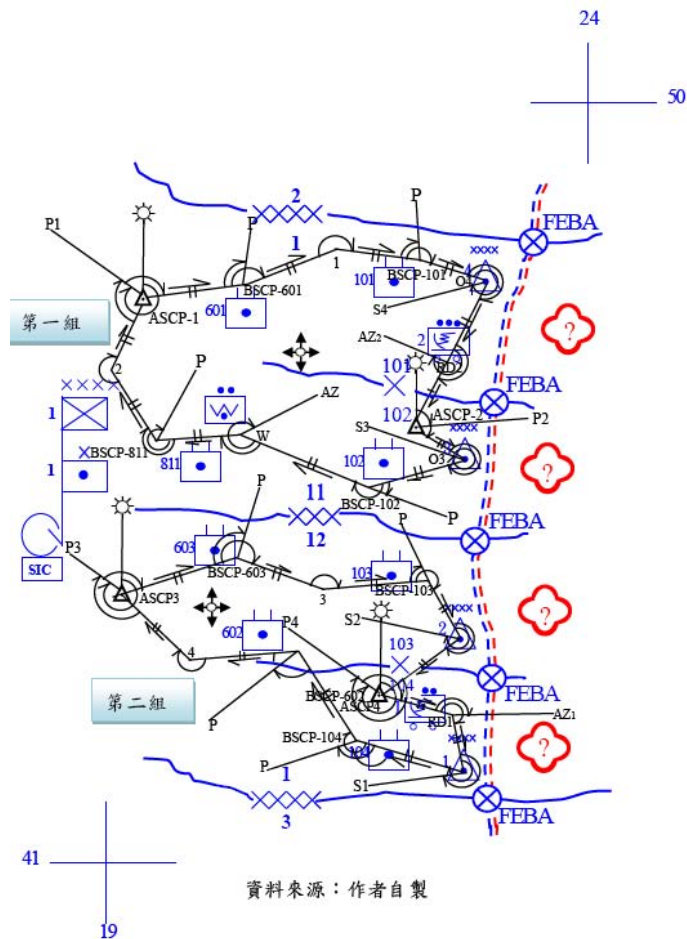
6. 測量排長指示測地資料中心擬定擴張階段「建立足夠測地基準點」相關事宜。

結語

軍團砲兵(防衛部)目標獲得連(本部連)測量排主要任務為建立作戰區「測地統制」，其測地專業程度是否符合標準，不僅影響測地成果精度，亦關係火力發揚與射擊安全甚鉅。目前砲兵部隊「定位定向系統」妥善率偏低，不宜冒然取消基地測考，建議對系統未達妥善狀態之「測量排」，暫時改用「無定位定向系統」方式因應，除能確保測量排專業水準外，亦可磨練「定位定向系統」損壞下之應變作業能力。筆者研究「無定位定向系統」作戰區測地實施程序與要領，將提供「測量排」實施駐(基)地訓練、防區測地與「砲測中心」規劃測考方式與評分標準參考，期能落實訓測本務，確保測地專業能力與砲兵戰力。

⁷同註 2，頁 8-34。

⁸同註 2，頁 8-35。



圖八 測地資料透明圖（示意）

表五 作戰區測地成果表（格式）

時間： 年 月 日 時									
地點： 作戰區測地成果表									
成果 區分	編號	座標		標高	方位角 (S、P)	方位基準位置			
		橫座標 (緯度)	縱座標 (經度)						
作戰區 觀測所									
砲兵營 測地 統制點									
雷達站									
氣象台									
成果 屬性	座標 系統	WGS-84	方格 分帶	51 帶	座標 格式	U T M 6 度方格	標高 系統	平均海 水面高	
測量排長：（簽署）									

資料來源：圖八及表五作者自製

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵部隊測地訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月）。
- 二、“ARTILLERY SURVEY”（Washington 25,D.C：Headquarters department of the army.8/1961）。
- 三、“FIELD ARTILLERY SURVEY（FM6-2）”（Washington 25,D.C：Headquarters department of the army.9/1978）。
- 四、“Tactics,Techniques,and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY（FM6-2）”，（Headquarers,Department of the army，23/9/1993）。
- 五、(「TWD97大地基準及坐標系統成果更新座談會」會議紀錄)《內政部》，(臺北市：臺內地字第1000226477 號，民國100年11月23日)。
- 六、《軍用地形圖閱讀手冊（增修版）》，(臺北市：國防部情次室印發，民國81年6月)。
- 七、郭基榮，《測量學精義》（臺南市：復文書局，民國79年）。
- 八、《陸軍新型砲兵測地電算機操作手冊》（桃園市：宏奇公司，民國106年10月）。
- 九、耿國慶，〈運用地圖支援砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第159期，砲訓部，民國101年11月20日。。
- 十、耿國慶，〈衛星控制點「1997坐標系統2010年成果」對砲兵測地之影響與因應之道〉，《砲兵季刊》（臺南），第168期，砲訓部，民國104年3月20日。
- 十一、耿國慶，〈精進「導線測量」誤差判斷技術之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第170期，砲訓部，民國104年第9月20日。
- 十二、耿國慶，〈精進「防區測地」作業能力之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第177期，砲訓部，民國106年6月20日

作者簡介

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

新一代多功能雷觀機提升國軍砲兵作戰之我見

作者：林政諭

提要

- 一、現行砲兵部隊觀測裝備為傳統望遠鏡及雷觀機，裝備逐日老化且不具夜戰能力，難符現代化作戰需求，故亟需具「全時域觀測」、「資訊傳輸」及「精準定位定向」之多功能觀測裝備，而新式多功能雷觀機可發揮全時域作業能力，亦同時提升砲兵目標情報獲得能力，達成戰場情資全時化、目標定位精準化、射擊指揮自動化、目標情資共享化，有效發揮火力效能、增進砲兵整體戰力。
- 二、陸軍現役 CS/PAS - 2A (A1) 型與 TT - 77 型雷觀機，分別於民國 73 年與民國 82 年撥交部隊，受限於功能性不足及裝備鈍重等，致產生相關作戰限制事項影響戰力發揮，探討如下：(一) 無熱顯像功能，不具備夜戰能力；(二) 目標指示精度不足，降低射擊命中率；(三) 無測地成果無法精確定位定向；(四) 裝備鈍重且運用缺乏彈性，不利野戰運動及作戰需求。
- 三、新式多功能雷觀機發展概況：(一) 具全時域戰場監偵能力，以實現戰場透明化；(二) 發揮精準打擊有賴精確之目標定位、定向能力；(三) 鏈結射擊指揮資訊化，減少作業誤差提升射效；(四) 裝備輕量化及模組化，有利於野戰運動與作業。
- 四、多功能雷觀機對國軍砲兵作戰影響，筆者從以下四個面向分析：(一) 砲兵防衛作戰任務；(二) 整體夜戰能力；(三) 目標獲得精度；(四) 射彈觀測與修正。
- 五、「夜戰」與「城鎮戰」具臺澎防衛作戰之必然性，唯有達成戰場「透明化」及「全時域、全天候」精準打擊之火力，才能剋敵致勝，達成任務，具全天候觀測之多功能雷觀機取代傳統觀測器材，可使砲兵部隊遂行戰演訓任務之際，實施情蒐與觀測射擊不受日、夜間影響，精準目標定向、定位，有效提升射彈命中率及修正精度，並鏈結射擊指揮資訊化系統，達成射擊指揮自動化，提升整體作戰效能。

關鍵詞：熱顯像、多功能雷觀機、模組化、定位、定向

前言

現行砲兵部隊觀測裝備仍為傳統望遠鏡及雷觀機，裝備逐日老化且不具夜戰能力，難符現代化作戰需求，故亟需具「全時域觀測」、「資訊傳輸」及「精準定位定向」之多功能觀測裝備，而新式多功能雷觀機可於日夜間進行目標測取，以精準的定位、定向功能，執行射彈觀測、修正與效果監視，發揮全時域

作業能力，亦同時提升砲兵目標情報獲得能力，利於掌握敵軍動態，實施戰場監偵、目標情報蒐集與傳遞，使戰場情資即時化，並適時提供各級指揮官與火力支援組，據以擬訂「火力運用指導」與「火力計畫」，達成戰場情資全時化、目標定位精準化、射擊指揮自動化、目標情資共享化，有效發揮火力效能、增進砲兵整體戰力。

舊式觀測裝備限制作戰能力之探討

陸軍現役 CS/PAS - 2A (A1) 型與 TT - 77 型雷觀機，分別於 73 年與 82 年撥交部隊，受限於功能性不足及裝備鈍重等，致產生相關作戰限制事項影響戰力發揮，不足之處探討如次。

一、無熱顯像功能，夜戰戰力難發揮

熱顯像技術無需光源，其原理係利用中波紅外線¹（3~5 μm ）焦面陣列感知器偵測目標物所散發之熱輻射²即紅外線，並將其轉換為影像（圖一），不同於星光夜視鏡必須利用光的傳輸，藉由光放管工作原理成像（圖二），因此可於日、夜間、全暗及煙霧等環境下使用且感測精良，以中科院 CS/PAS - 5M 多功能雷觀機熱像儀為例，若目標溫度高於周遭環境 0.15 度，即可以熱黑或熱白之方式成像（溫度高物體以黑或白方式呈現於顯示幕）（如圖三），偵測距離亦較星光夜視鏡遠，使觀測人員具備全時域、遠距離觀測、偵搜及目標辨識之能力。

現役 CS/PAS - 2A (A1) 型與 TT - 77 型雷觀機均不具備熱顯像功能，觀測及目獲作業僅可於日間執行，夜間執行射擊任務時，可使用方法計有二種，第一種為照明彈配合榴彈射擊，然此法之射擊要求、射彈觀測及修正頗為複雜，必須由極富經驗及熟稔技術之觀測人員執行，依地形不同研判可能產生之橫向或縱向陰影，或依當前戰況、環境因素等去選擇適合之照明彈射擊方法，且射擊照明彈將同時減少榴彈射擊次數，等同降低射擊效果（圖四）。

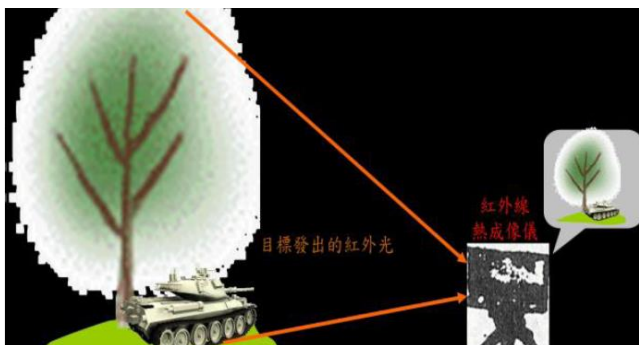
第二種為使用「觀測所夜間標定輔助器材」，此法必須於入夜前以觀目線為中心設置輔助觀測標桿燈（圖五至六），供觀測人員辨別射彈落點方位，並且於雷觀機架設處將觀目（檢）方位角、基線方位角及磁北方向標繪清楚（圖七），使觀測人員可於夜間迅速辨別方位。

然觀測所夜間輔助標桿燈組為非制式器材，各部隊所製作之器材良莠不齊，若行交會觀測射擊時，因累積誤差增大，更直接的影響了觀測及射擊精度，且若射彈未能落於輔助標桿燈範圍內，觀測人員僅能透過肉眼約略推估彈著點位置，更難以實施射擊效果判定，陸軍砲訓部雖於 106 年針對觀測所夜間標定輔

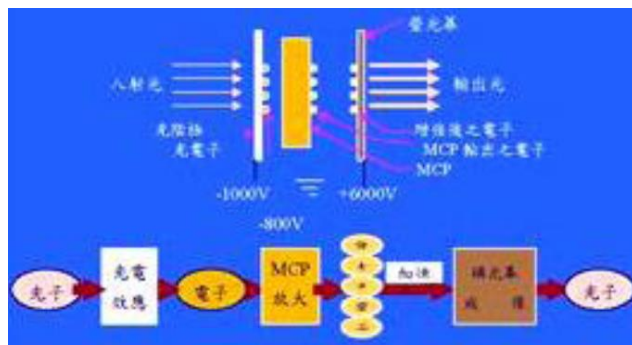
¹紅外線的波段涵蓋了三個波段：1~3 微米短波紅外線波段、3~5 微米中波紅外線波段、8~12 微米長波紅外線波段等。其中以 3~5 微米和 8~12 微米兩波段在大氣中的傳導性較佳，並且這兩個波段對雲霧和煙的穿透性率佳。

²任何物體只要溫度高於絕對零度（攝氏零下 273 度），就會發出紅外線輻射光，不同溫度其發出的熱輻射頻率不同。

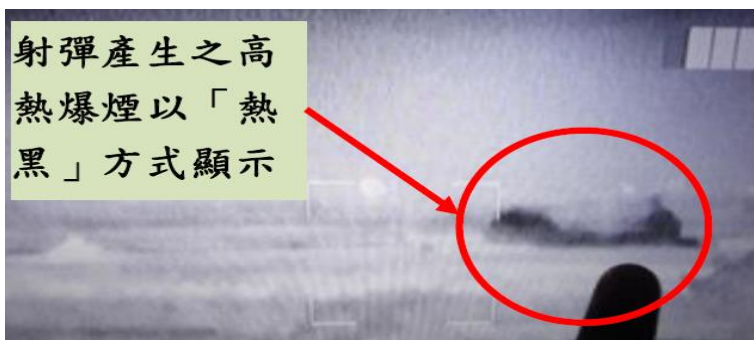
助器材常見缺點，諸如精度不佳、易受地形（質）限制、光源易外洩、無法防水等完成研改（圖八至十）³，但此法仍相當容易受限於戰場景況、敵情顧慮及不易攜行等因素而無法設置，實難肆應現代作戰環境。



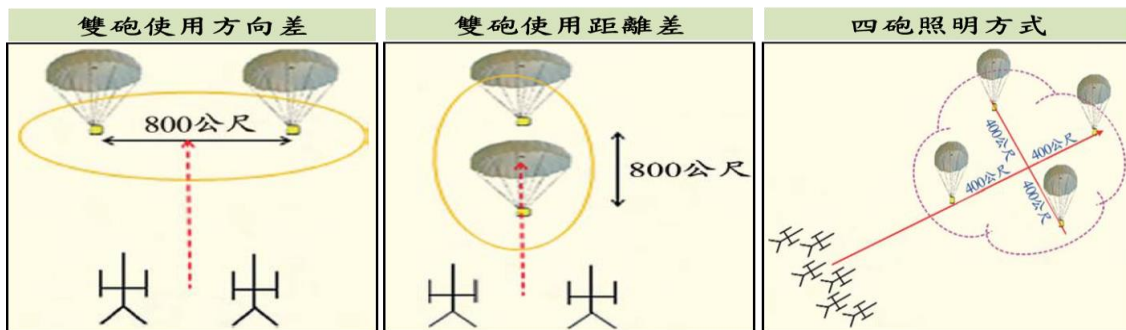
圖一 熱像儀工作原理示意圖



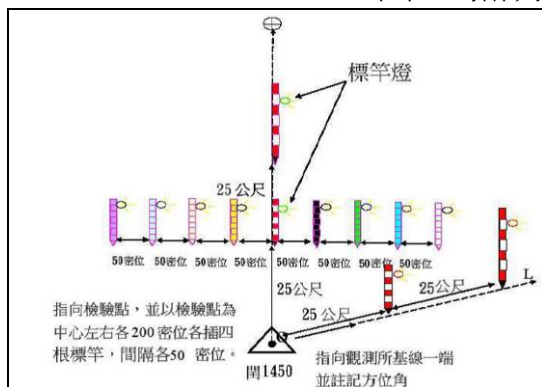
圖二 光放管工作原理示意圖



圖三 熱黑影像示意圖



圖四 照明彈射擊方式示意圖



圖五 雷觀機黃昏標定作業示意圖



圖六 夜間標輔助標桿設置

³牛彥凱，〈提升砲兵觀測所夜間標定設備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，砲訓部，民國 106 年 6 月 20 日，頁 53。



圖七 CS/PAS - 2A1雷觀機夜間標示作業



圖八 標桿可依狀況伸縮、輔助腳架可架設於硬質地面



圖九 專用攜行防水袋



圖十 較一般部隊使用之標桿燈辨識度及精度更佳

資料來源：圖一、二引自林山禾，〈擊破夜暗的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），第169期，砲訓部，104年6月20日。圖三為作者拍攝。圖四參照《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民99年 11月10日），頁8 - 16。圖五參照《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民99年11月10日），頁6 - 109。圖六為作者拍攝。圖七為作者拍攝。圖八、九、十引自牛彥凱，〈提升砲兵觀測所夜間標定設備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第177期，砲訓部，106年6月20日。

二、目標指示精度不足，降低射擊命中率

觀測人員必須負責觀察作戰地區敵軍動態，搜索與測定目標位置，因受限於舊式雷觀機功能性不足，必須攜帶許多輔助器材，如扇形板、座標梯尺、直尺、目標方眼紙等，以現行作業方式若於行軍途中遭遇敵軍，欲標定目標位置通常可利用「現地對照直接標定」、「極座標法（若在圖上可定出觀測人員位置，則於現地直接量取觀目方位角、觀目距離，再使用扇形板或目標方眼紙即可標定目標，如圖十一）」、「反交會法（於圖上及現地尋找二或三個不同象限之明顯地標、地物，分別量取各點方位角，再以反方位角方式畫三條延伸線，三線交

會點即觀測所位置，再以極座標法方式標定目標，如圖十二)」等方法⁴，亦可使用目標轉繪－透明圖紙法方式將不同比例尺地圖之目標轉繪於 1/25000 地圖上，此作法與三點反交會法類似。



圖十一 極座標法標示目標作業方法



圖十二 反交會法標示目標作業方法

資料來源：圖十一、十二作者自繪

上述各種方法除現地對照法直接標定目標外，餘皆須先決定觀測人員位置再標定目標，觀測人員位置精度直接影響目標指示精度，而此種圖上作業方式極易因人員作業而產生誤差，筆者試驗以觀測專長班 107－2 期 10 員學員，結合教學課程使用中華民國（臺灣）二萬五千分之一地形圖 105 年版，以現地對照法及極座標法標定目標位置，並判讀其座標，再與砲訓部 A004 測站座標（軍備局測量隊作業之成果，如圖十三）實施比對，比較兩法指示目標之徑誤差值，結果如次表（表一）。

本次協助筆者驗證之學員皆為部外單位送訓，對砲訓部地形不甚明瞭，較

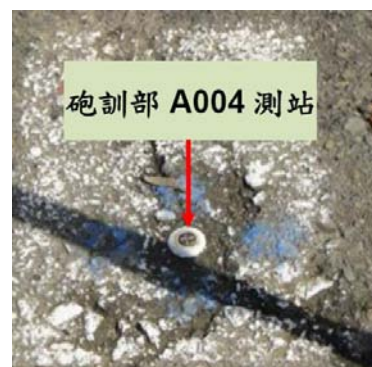
⁴《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月 10 日），頁 6－8。

能符合觀測人員於應急作戰階段之戰場景況，由本次驗證結果現地對照法（徑誤差 38.1 公尺）精度較極座標法（徑誤差 56.5 公尺）為佳，探究其原因為若學員可在短時間內於地圖上直接判別目標所在位置並量測其座標者，表示該學員對現地地形越熟悉，而最終該學員所測得目標座標精度亦較不熟悉地形之學員高；另因極座標法或反交會法等方法都必須先找出觀測人員位置，再測得目標方位角（距離）最後量取座標，經驗證發現作業程序越多之方法代表學員須於圖上作業次數越多（每次作業均產生誤差），其累積誤差也容易越大。

因此若觀測人員對於現地及地圖越不熟悉，使用傳統圖上作業方式指示目標誤差容易增大，且作業程序繁瑣，若於實際戰場環境下恐誤差更大，常使初發射彈偏離目標過遠，造成試射次數增加降低射擊效果，不僅拉長射擊時程、浪費彈藥亦容易曝露我砲兵陣地位置。

表一 現地對照法與極座標法比較（範例）

	現地對照法			極座標法		
	X 座標	Y 座標	徑誤差	X 座標	Y 座標	徑誤差
學員 1	○○○○○○○	○○○○○○○	24.2 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	68.2 公尺
學員 2	○○○○○○○	○○○○○○○	32.8 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	32.8 公尺
學員 3	○○○○○○○	○○○○○○○	34.6 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	46.9 公尺
學員 4	○○○○○○○	○○○○○○○	25.9 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	49.8 公尺
學員 5	○○○○○○○	○○○○○○○	56.9 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	82.3 公尺
學員 6	○○○○○○○	○○○○○○○	46.9 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	54.0 公尺
學員 7	○○○○○○○	○○○○○○○	32.8 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	32.8 公尺
學員 8	○○○○○○○	○○○○○○○	38.3 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	82.3 公尺
學員 9	○○○○○○○	○○○○○○○	41.0 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	54.0 公尺
學員 10	○○○○○○○	○○○○○○○	46.9 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	62.0 公尺
平均	○○○○○○○	○○○○○○○	38.1 公尺	○○○○○○○	○○○○○○○	56.5 公尺



圖十三 A004測站成果

資料來源：表一、圖十三為作者繪製、拍攝

三、無測地成果即無法精確定位定向

「測地」之目的，在提供射擊所須經確定、符合標準之定位與定向諸元，⁵砲

⁵耿國慶，〈提升砲兵連應急定位、定向技術之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 176 期，砲訓部，民國 106 年 3 月 20 日，頁 46。

兵射擊精度依賴良好之測地成果甚鉅，依測地成果調製測地射擊圖實施射擊指揮作業，可提升射彈命中率；然於應急作戰需迅速占領陣地而無測地成果之狀況下，僅能以目標方眼射擊法實施射彈修正及射擊指揮作業，其精度差且火力不能行營集中射擊，無法因應迅速、集中之作戰要求，遂行火力支援任務，⁶而若能適時利用全球衛星定位系統（Global Positioning System，GPS）搭配陸軍射擊指揮資訊化系統，可有效提升砲兵火力的精度與速度，增進支援效能。

目前 CS/PAS - 2A (A1) 型與 TT - 77 型雷觀機均不具備 GPS 定位功能，觀測人員可使用配發之 GARMIN GPSmap 60CSx 或 37 系列跳頻無線電機使用 GPS 定位自身位置，再以雷觀機量測目標方位角、距離及高低角，將上述數據傳送至數據輸入器，直接計算目標座標（圖十四、十五），在衛星訊號良好且未遭受干擾之狀況下，可提升目標指示之精度及速度，有利於我砲兵應急作戰階段射擊精度之提升，但亦如前所述，觀測人員必須攜帶許多輔助器材以彌補舊式雷觀機不足之功能性，造成裝備攜行、維護及作業上之負擔。

另現役雷觀機均使用傳統式磁針定向，必須在測量人員所建立之測站上完成磁偏校正，求取裝備磁偏常數，於實際作戰時若觀測所無測地成果，則裝定磁偏常數，方能將磁北數值轉換成方格北數值，供射擊指揮所計算之用，然磁針容易磁化產生誤差外，也易受周遭環境如金屬裝備、電塔等因素干擾，逕而使射彈觀測及目標指示精度產生誤差，另移動 40 公里以上或跨帶、裝備受到雷電或劇烈震動等均需重新實施磁偏校正⁷，而磁偏校正站亦並非隨處可尋。



圖十四 將GPS接收座標使用數據輸入器轉換成UTM座標



圖十五 以觀目諸元使用數據輸入器計算目標座標

資料來源：圖十四、十五引自《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民105年 11月21日），頁3 - 111、頁3 - 123。

四、裝備鈍重且運用缺乏彈性，不利野戰運動及作戰需求

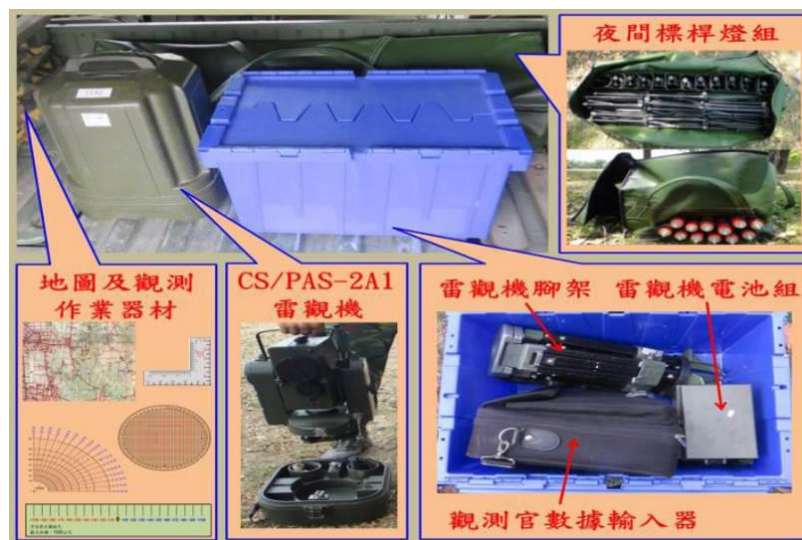
觀測人員通常派遣於部隊前緣擔任砲兵耳目，尤其前觀組更是直接曝露於敵火下，因此具備高度機動性便可提高人員存活率，然觀測人員攜行裝備甚多

⁶朱慶貴，〈砲兵射擊圖結合全球定位系統 GPS 運用之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 167 期，砲訓部，民國 103 年 11 月，頁 11。

⁷《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月 10 日），頁 2 - 55。

(圖十六)，相關觀測及作業器材通常由觀通組長(前進觀測官)及觀測士攜行，依目前現況觀通組長(前進觀測官)除個人戰具外(鋼盔、防護面具、步槍、刺刀、彈匣等約 8 公斤)，通常攜帶 CS/PAS - 2A1 型雷觀機(含腳架及電池組，全重約 23.5 公斤)及 TS71 式八倍望遠鏡(含攜行盒約 1 公斤)，合計約 32.5 公斤，觀測士除個人戰具外(約 8 公斤)，通常攜帶夜間輔助標桿燈(約 7 公斤)、觀測官數據輸入器(含附件及攜行袋約 8 公斤)、地圖及觀測作業器材(約 2 公斤)，合計約 25 公斤，依據美國陸軍步兵學校文獻：「攜行最大裝備負荷量為其體重之百分之 30 至百分之 40 之間」，以國人體型(19 - 30 歲平均體重 68 公斤)戰鬥時所攜行之最大裝備負荷量應介於 20.4~27.2 公斤之間，而砲兵觀測人員攜行裝備重量顯然已過重，鈍重性不利人員野戰運動及作業，將造成體力負荷過重及降低戰場存活率。

砲兵觀測組依任務不同可區分為「前觀組」及「觀通組」兩類型，「前觀組」通常至受支援部隊之第一線連，開設連觀測所，遂行火力直接支援任務，觀測目標常為受支援部隊遭遇之目標，範圍較小、距離較短，觀測所常隨第一線連戰鬥進展而變換；「觀通組」通常依砲兵營長或情報官指示開設營觀測所，可增強第一線觀測所及加大作戰地區觀測縱深，以彌補直接支援砲兵營觀測所之觀測死角及間隙⁸，因此前觀組及觀通組之觀測裝備本應依任務不同有所區隔，而 CS/PAS - 2A (A1) 型雷觀機測距儀與方位儀為一體成型之設計無法單獨使用，TT - 77 型雷觀機測距儀與方位儀雖為獨立個體，但若單獨使用測距儀僅能測得目標距離，欲測目標方位角及高低角也必須結合方位儀始能測得，因此裝備在運用上無法依任務需求適時調整，缺乏彈性。



圖十六 觀測人員攜行裝備示意圖

資料來源：作者自行整理

⁸同註 4，頁 2 - 1。

新式多功能雷觀機發展概況

舊式雷觀機因功能性不足，已無法肆應現代化作戰需求，各國觀測裝備發展均朝向系統整合之趨勢⁹，將測距、方位、高低、定位、定向、夜視、資訊化及導引標定等功能，以模組化方式整合於一套系統內，可減輕觀測人員裝備攜行及作業上之負荷，筆者研究現貨市場同類型裝備，瞭解到藉由新式多功能雷觀機所具備之諸多功能及優異性能，能改變以往觀測人員多使用傳統模式作業，有效提升作戰效能，其主要功能發展方向分析如次。

一、具全時域戰場監偵能力，以實現戰場透明化

夜戰為現代戰爭必然趨勢，尤城鎮戰愈顯其重要性，期藉多功能雷觀機熱顯像功能之輔助，使觀測人員可於夜間實施情報蒐集、戰場監偵、目標獲得及射彈觀測、修正與效果監視，充分發揮作戰效能。

二、發揮精準打擊有賴精確之目標定位、定向能力

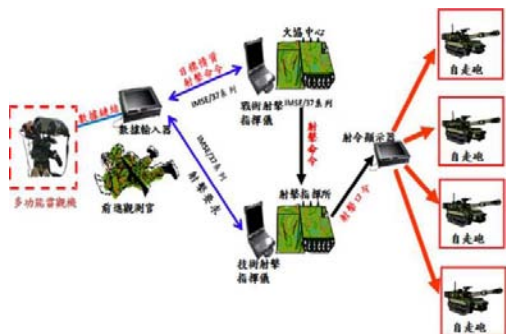
藉由多功能雷觀機之 GPS 與數位電子羅盤 (Digital Magnetic Compass, DMC) 定位、定向功能，可獲得觀測人員或目標之精確座標，再以準確定向之能力，快速下達射擊要求，發揮砲兵精準打擊能力。

三、鏈結射擊指揮資訊化，減少作業誤差提升射效

「砲兵射擊指揮自動化」為各國砲兵發展之主軸，亦為未來地面火力系統整合之趨勢，新式「多功能雷觀機」觀測數據以數位化傳輸方式，鏈結砲兵「戰、技術射擊指揮儀」，可大幅縮短作業時間、提升作業精度，俾發揮砲兵奇襲、急襲之攻擊效果及滿足「射擊指揮自動化」之目標（圖十七）。

四、裝備輕量化及模組化，有利於野戰運動與作業

多功能雷觀機採模組化設計，以利觀測人員依作戰需求，採用模組化方式將裝備組合搭配運用，減低觀測人員負荷，增加裝備運用彈性，強化觀測人員野戰運動及作業能力（圖十八）。



圖十七 觀測人員攜行裝備示意



圖十八 多功能雷觀機模組化設計示意

⁹林山禾，〈擊破夜暗的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），第 169 期，砲訓部，民國 104 年 6 月 1 日，頁 42。

資料來源：圖十七引自軍備局TS102式多功能雷觀機商情簡報，頁13。圖十八為作者自行整理

多功能雷觀機提升砲兵作戰分析

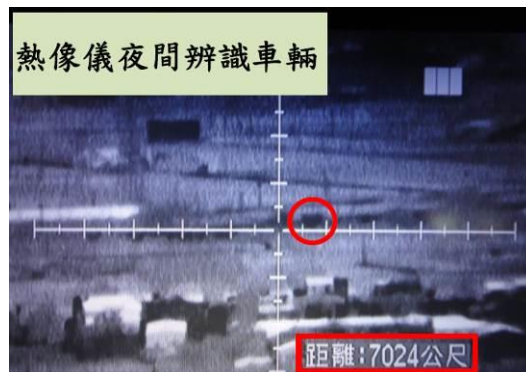
砲兵於防衛作戰時期主要任務為以火力執行反舟波射擊及支援反擊作戰，反舟波射擊階段主要負責距岸 7000 公尺至灘岸間之目標，反擊作戰階段則以密切火力支援地面部隊作戰，不論何種任務，觀測人員均負有對海上、陸上目標實施敵情偵蒐、狀態監視、射擊效果回報等任務。

一、就整體夜戰能力而言

國土防衛作戰「濱海決勝、灘岸殲敵」指導原則能否成功，取決於反舟波射擊（含座灘線火殲）成效，當前中共兩棲機步師、兩棲裝甲旅與海軍陸戰旅所使用 05 式兩棲突擊車均已配備火控計算機、雷射測距儀、被動式微光夜視儀及夜間圖像增加系統，¹⁰可掌握夜間作戰優勢，具備全天候遠距離泛水作戰之能力，因此將對我反登陸作戰產生不利態勢。另以 1982 年英阿福克蘭群島戰役為例，英軍登陸後憑藉著夜視裝備並利用其裝備特性，在夜晚發起攻擊，使無夜視能力之阿軍傷亡慘重，¹¹而新式多功能雷觀機之熱像儀將使觀測人員具備夜間作業能力，以其性能而言夜間偵測船艦距離可達 15 公里、辨識距離達 10 公里（圖十九、二十），可及早偵知敵情、預警與完成接戰準備，獲取戰場主動權，另因熱像儀原理為接受物體本身輻射出之熱能再予以成像，因此不受目標周圍照明條件影響，可輔助識別偽裝和穿透能見度不良之煙霧，適合全天候使用。



圖十九 CS/PAS - 5B熱像儀夜間目標呈現影像



圖二十 CS/PAS - 5M熱像儀夜間目標呈現影像

資料來源：圖十九、二十為筆者拍攝

二、就目標獲得精度而言

水上目標射擊乃砲兵遂行反舟波射擊任務時之重要射擊技術，射擊水上目標通常以不經試射逕行效力射之方式實施，其效果是否良好牽涉許多複雜因素，如目標特性、目標位置精度、航速、航向及火砲種類等，因此若以射擊單

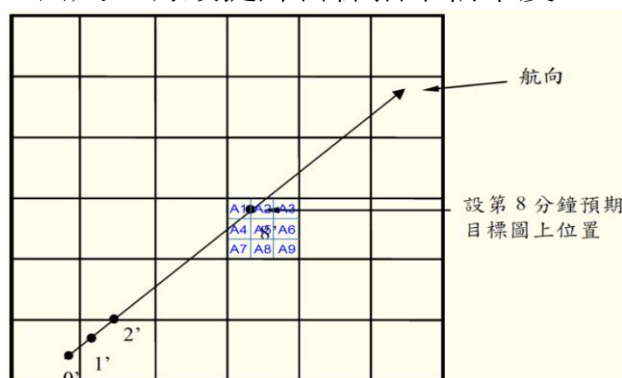
¹⁰林山禾，〈砲訓部 104 年下半年敵情研究－共軍「夜視裝備」發展運用與剋敵對策之研析〉，民國 104 年 7 月 20 日，頁 23。

¹¹同註 9，頁 43。

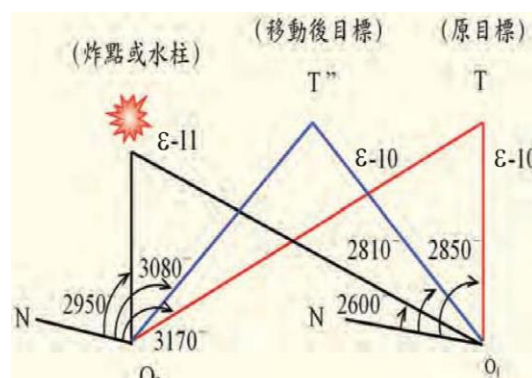
位數不增加之前提，而欲提升射擊效果，可透過以下方法，例如增加火砲精度、增加射彈威力範圍、縮短射擊操作時間及提升目標定位精度。¹²

水上目標射擊依目標離岸距離區分，距岸 7000 公尺至 3000 公尺使用「海上方格座標射擊法」及距岸 3000 公尺至灘岸使用「海上集火（彈幕）帶射擊法」，「海上方格座標射擊法」（圖廿一）係以地圖座標方格劃分 9 或 16 個小方格，賦予方格編號並推算射擊諸元¹³，當水上目標出現於任務區域時，觀測機構以極座標法或交會觀測法連續測定並回報目標位置（圖廿二），射擊指揮所圖解求取航向及航速，預測目標在數分鐘後之出現之位置，選定最接近之對應圖上方格實施射擊；¹⁴而「海上集火（彈幕）帶射擊法」則於敵形成舟波的可能航行路徑上，劃分數個垂直於舟波航向的帶狀火力射擊區域，對此區域排定射擊時間、指定射擊單位與完成射擊諸元計算¹⁵。

然因水域遼闊活動性不易限制，致使目標航速、航向不易掌握，因此使用具精準定位、定向能力之觀測器材，將對任務執行產生莫大助益，而新式多功能雷觀機之方位儀量測目標方位角可判讀至 0.1 密位、高低 0.1 密位及距離 1 公尺，與舊式 CS/PAS - 2A1 雷觀機相比較，可縮小對距岸 7000 公尺目標之徑誤差達 15 公尺，有效提升目標指示精準度。



圖二十一 海上方格座標射擊法



圖廿二 觀測人員測報水上目標

資料來源：圖二十一、廿二引自《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國103年10月30日），頁10 - 41、頁6 - 115。

三、就射彈觀測與修正而言

傳統作業方式之觀測人員若實務經驗不足，則常以輔助器材幫助其射彈觀測與修正，例如使用各種距離之方向修正輔助尺（圖廿三），並利用觀測沙盤模擬訓練（圖廿四），可逐步建立觀測人員實彈射擊射彈修正之信心，因此射擊效果是否良好與觀測人員訓練精良與否，有莫大之關係。

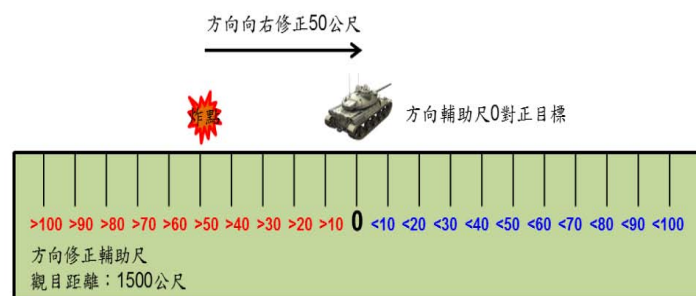
¹²許午，〈砲兵水上目標射擊火力效果評估模式研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 139 期，砲訓部，民國 96 年 11 月 1 日，頁 136。

¹³《陸軍部隊火力支援協調作業手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 101 年 9 月 19 日），頁 7 - 76。

¹⁴《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），頁 10 - 30。

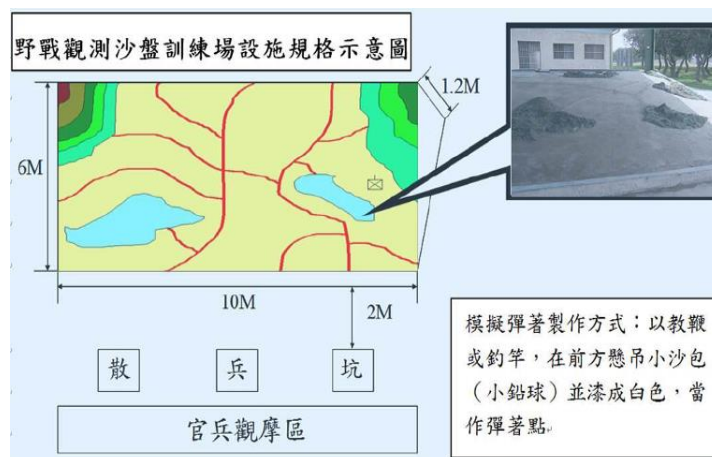
¹⁵同註 12，頁 111。

然以傳統觀測方式實施射擊時間過於冗長，概估完整射擊流程約需花費 15 至 25 分鐘，已無法因應快速打擊之作戰需求，以現代作戰型態而言，砲兵必須具備快速反應的能力，而結合「數據輸入器」或裝備內建程式解算觀測諸元（圖廿四），可大幅縮短作業時間、提升作業精度，迅速對目標射擊，以單砲對目標射擊之流程而言約 2 分鐘即可完成，俾發揮砲兵奇襲、急襲之攻擊效果及滿足「射擊指揮自動化」之目標。



觀測人員使用與目標相應距離之輔助尺取代指幅測角

圖廿三 觀測輔助器材－方向修正輔助尺



圖廿四 觀測訓練沙盤



圖廿五 以數據輸入器解算觀測諸元

資料來源：圖廿三為作者自繪。圖廿四引自梁介豪，〈如何精進砲兵觀測效能之探討〉《砲兵季刊》，161期，砲訓部，102年6月。圖廿五引自《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民105年 11月21日），頁3 - 111。

結論

「夜戰」與「城鎮戰」具臺澎防衛作戰之必然性，唯有達成戰場「透明化」

及「全時域、全天候」精準打擊之火，力，才能剋敵致勝，達成任務，然鑑於共軍逐步換裝具複合性質之數位式雷觀機設備，作為執行情蒐與觀測射擊任務之輔助，國軍以具全天候觀測之多功能雷觀機取代傳統觀測器材，可使砲兵部隊遂行戰演訓任務之際，實施情蒐與觀測射擊不受日、夜間影響，精準目標定向、定位，有效提升射彈命中率及修正精度，並鏈結射擊指揮資訊化系統，有效縮短計算時程，降低作業誤差，達成射擊指揮自動化，提升整體作戰效能。

參考文獻

- 一、林山禾，〈擊破夜暗的限制－砲兵觀測夜視裝備〉《砲兵季刊》（臺南），第169期，砲訓部，104年6月。
- 二、牛彥凱，〈提升砲兵觀測所夜間標定設備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第177期，砲訓部，民國106年6月20日。
- 三、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月10日）。
- 四、《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民105年 11月21日）。
- 五、耿國慶，〈提升砲兵連應急定位、定向技術之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第176期，砲訓部，民國106年3月20日。
- 六、朱慶貴，〈砲兵射擊圖結合全球定位系統GPS運用之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第167期，砲訓部，民國103年11月。
- 七、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國99年11月10日）。
- 八、林山禾，〈砲訓部104年下半年敵情研究－共軍「夜視裝備」發展運用與剋敵對策之研析〉，民國104年7月20日。
- 九、許午，〈砲兵水上目標射擊火力效果評估模式研究〉《砲兵季刊》（臺南），第139期，砲訓部，民國96年11月1日。
- 十、《陸軍部隊火力支援協調作業手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國101年9月19日）。
- 十一、《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國103年10月30日）。
- 十二、梁介豪，〈如何精進砲兵觀測效能之探討〉《砲兵季刊》（臺南），第161期，砲訓部，102年6月。

作者簡介

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

37C 保密模組更新對野戰砲兵通信影響之研析

作者：姚甸立

提要

- 一、砲兵為地面火力骨幹，為指揮官左右戰局之要素，而通資運用為達成火力支援之指揮、管制與連絡必要手段。
- 二、科技日新月異，現行通資系統上除加裝保密器外，亦早已加入跳頻技術，而此跳頻技術現已達成熟階段。
- 三、戰、技術指揮儀系統，是以數位化之傳輸及電腦之自動化計算，取代傳統人工語音作業方式，在性能提升案系統更新資料傳輸協定後，更有效提升系統相容性及傳輸速率。
- 四、未來之戰場上資訊化鏈結為主要趨勢，將現有之指揮程序藉由資訊化快速鏈結，對於部隊執行任務之效率可有效提升。

關鍵詞：保密模組、性能提升案、戰、技術射擊指揮系統

前言

砲兵部隊主要負有地面火力支援與防空掩護任務，為指揮官左右戰局主要手段，建立機動、迅速、準確、效率之現代化野戰防空砲兵武力，在未來之戰場上，可確保地面部隊行動之自由。良好之指揮管制、機動、觀測、連絡及適時適切之目標獲得與後勤支援外，通信是不可或缺之因素；野戰防空砲兵部隊均須具有完成任務之指通能力，若通信裝備無法滿足指管能力，雖有專精、技術優勢之火力、卓越之指揮官，亦無法達成其作戰任務。由上可知通信裝備性能之良窳，直接影響作戰任務遂行。

目前野戰砲兵部隊所使用之戰、技術射擊指揮系統、雷霆 2000 多管火箭及氣象資料之數據鏈路皆由 37C 跳頻無線電機做傳輸，現因 37C 跳頻無線電機之保密模組性能提升後，其加密機制運算加強下，在跳頻無線電機之通信協定有所改變，導致砲兵部隊在執行戰備任務時，在語音通聯上可保持正常通話，在藉由電腦做資訊鏈結傳遞資料時，會有封包接收不完整或是時間較保密性能提升前有較為延遲的情形。

目前中科院已編組派員和砲兵訓練指揮部共同研改系統問題。由於系統詳細參數、測試數據、研改項目皆屬敏感，筆者乃採範例方式說明數據及性能，說明保密模組性能提升後對野戰砲兵部隊通信之影響，期能藉由在研改過程中所得之經驗，探討保密模組更新後，與戰、技術指揮儀通資鏈結作業之策進作為，以提升通資鏈結效率。

37C 系列跳頻無線電機保密機制簡介

一、37C 系列跳頻無線電機裝備及諸元特性

此無線電機為中科院研發新一代野戰用跳頻抗干擾無線電機，具定頻與跳頻通信能力，定頻通信時可直接與多種野戰裝通信裝備互通，諸如舊式通裝 AN/VRC - 12 系列等。此無線電機區分背負型與車裝型兩種，分別適合野戰中短距離與較長距離的語音/數據通信，具內嵌式通信保密器可進行語音及數據加密使用加強通信保密。

（一）功能簡介：37 系列跳頻無線電機，具定頻與跳頻通信能力，定頻通信時可與多種無線電實施互通，機型區分背負型（CS/PRC - 37C）、車裝一型（CS/VRC - 191C）、車裝二型（CS/VRC - 193C）及車裝中繼型（CS/VRC - 194C）4 種，分別適合中、短距離與較長距離的語音/數據通信，可進行保密通信，另可依通資協定（技術規範）與多種有、無線電裝備與資訊設備鏈結，達成有無線電整合，固定與機動通連之指管需求。

（二）性能諸元：37C 系列跳頻無線電機其技術特性，包括頻率間隔、調制方式、波道數量、預置波道、功率、信號種類、通信距離等。¹

（三）性能簡介：37C 系列跳頻無線電機，除具全頻段或部份頻段跳頻抗干擾、定明/定密/跳明/跳密等四種通信模式，可提高複雜電磁環境下通資應變處置能力外，另內建數據模組，符合 RS - 232C 標準介面、內建跳頻同步模組、保密器模組、GPS 模組等，以便操作者能迅速正確地瞭解並掌握運用各項功能以進行各種通信，37 系列跳頻無線電機主要功能。²

（四）裝備組成：37C 系列跳頻無線電機可分為背負型無線電機（CS/PRC - 37C）此裝備是用階層為班、排、連級，車裝一型無線電機（CS/VRC - 191C）此裝備是用階層為連、營級，車裝二型無線電機（CS/VRC - 193C）此裝備是用階層為營、旅級以上單位，車裝中繼型無線電機（CS/VRC - 194C）為各聯兵旅通資連因任務需求，需開設中繼台，用以克服地障及延伸通信距離時使用等四種類型，裝備組成如表一。

二、37C 系列跳頻無線電機保密機制

此無線電機保密機制除內嵌式保密器外（保密模組），並運用中科院自行研發之跳頻模組，運用在無線電機上可提通四種通信模式（定明、定密、跳明、跳密），在保密及跳頻模組內可提供指標（密鑰）、跳頻參數、網路碼等，更複雜化的保密運算方式，敵人就算截收到我軍使用之頻率，也無法立即得知傳遞之訊息。以下即介紹無線電機之加密方式。

¹ 《37 系列跳頻無線電機操作手冊(第二版)》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 100 年 9 月），頁 1-2、1-3。

² 《37 系列跳頻無線電機操作手冊(第二版)》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 100 年 9 月），頁 1-4、1-5。

（一）密鑰參數（KEY）：於通信主機（RT-2000C）有內嵌式保密器，其設定方式是先將通信主機之通信模式選擇鈕轉至定密或跳密（圖一），再將功能選擇鈕轉至注入（圖二），按下 PWD 鍵輸入通行碼後，再按下數字鍵 2（KEY）（圖三）輸入七位數字指標（圖四），兩台無線電機之指標碼不同則無法實施通聯。

（二）跳頻參數（FREQ）：跳頻參數之設定，如同前項指標設定步驟先將功能選擇鈕轉至注入，再將通信模式旋鈕轉至跳明或跳密（於定明及定密模式下無作用），按下 FREQ 鍵（圖五）即可輸入四位數字之參數（圖六），兩台無線電機之跳頻參數不同則無法實施通聯。

（三）網路碼（ID）：網路碼之設定必須已進入注入模式下，按下數字鍵 4（ID 鍵如圖七）始可輸入網路碼四位數字（圖八），網路碼之使用方式為在同一個頻率集下，可切割數個通信網路，而通信網路不會相互干擾。



圖一 RT-2000C 通信主機

表一 37C系列跳頻無線電機主要組成

3 7 C 系 列 各 無 線 電 機 型 式		
型式	背負型無線電機 (CS/PRC-37C)	車裝一型無線電機(CS/VRC-191C)
圖片		
型式	車裝二型無線電機(CS/VRC-193C)	車裝中繼型無線電機(CS/VRC-194C)
圖片		



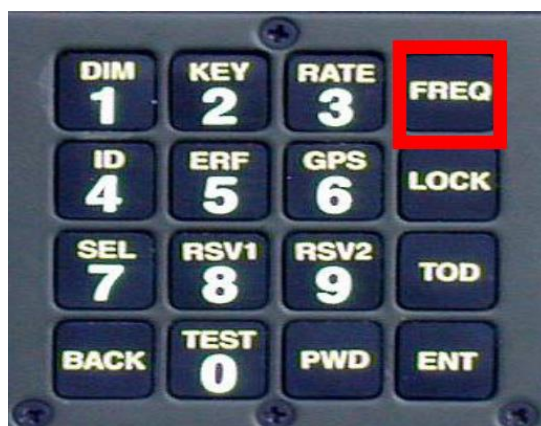
圖二 RT - 2000C 通信主機



圖三 RT - 2000C 通信主機



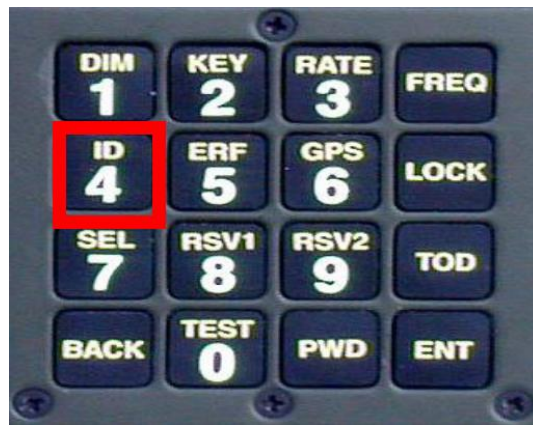
圖四 LCD 點矩陣式顯示器



圖五 數字/功能鍵盤



圖六 LCD 點矩陣式顯示器



圖七 LCD 點矩陣式顯示器



圖八 LCD 點矩陣式顯示器

資料來源：表一、圖一至圖八為作者參照《VHF 跳頻無線電機操作手冊》（CS/PSC - 37A、CS/GRC - 39、CS/VRC - 190、191、192、193、194）整理繪製。

三、37C 系列保密機制與數據通信之關聯

37C 無線電機之數據傳輸，乃藉由語音通道完成通聯測試後，且語音信號強度須達到 4 格以上，始可連接電腦終端設備傳遞資料，在同一個頻率集上，若使用語音通信時，則無法使用數據傳輸，兩者無法同時進行，因語音通聯使已使用加密機制，如指標碼與跳頻參數等，以至於當使用數據傳輸時，無線電訊號在電離層傳遞時，若遭敵截收訊號因加密機制不同，仍無法取得資訊內容。

37C 系列於野戰砲兵數據通信運用

野戰砲兵通資以達成各級砲兵部隊戰術行動、目標獲得、情報傳遞、射擊指揮、火力支援協調、指揮管制及勤務支援之通資需求為目的。如何將射、測、觀、通、砲做有效的資訊鏈結，有賴 37C 跳頻無線電機之數據資傳將各系統介接而成。而數據通信運用之範圍是將指揮管制、火力運用、敵情情資、氣象資料整合，使指揮官可就當前狀況立即下達決心。

一、野戰砲兵無線電數據通信網路

「自動化」乃國軍各項武器系統共同發展趨勢，戰術射擊指揮儀自 92 年研改至 98 年撥交部隊使用，野戰砲兵通信由傳統語音傳遞情資演變至語音及數據通信並行，藉由無線電機數據通信功能，將野戰砲兵各系統做資訊鏈結。

（一）砲兵自動化指揮系統

「砲兵射擊指揮自動化系統」整體規劃，係基於「偵測、射擊、評估同步」

之現代化作戰理念，以提升各級火力支援協調作業速度、精度為目的，上承「地面部隊戰術指管系統」，透過「目標獲得」機構，遂行火力協調、計畫、分配、管制，繼由「技術射擊指揮儀」換算射擊諸元，透過數位化通資傳輸取代傳統語音通連方式，減少作業時間、增加火力運用效能，以達成砲兵射擊自動化作業要求終迄效果評估，並藉「戰術區域通信系統（IMSE）」、「KY - 32MA 野戰數位交換機」及「37 系列跳頻無線電機」等野戰傳輸平台連線（圖九）。

在旅級火力支援協調組之通資系統架構下，砲兵營射擊網由連火力支援協調官（砲兵前進觀測官）參加砲兵營射擊網，與營火力支援協調組（砲兵連絡官）及砲兵營射擊指揮所（管制台）、砲兵排射擊指揮所構成通信連絡。

前進觀測所將所獲得之目標輸入至數據輸入器上，藉由背負式 CS/PRC - 37C 無線電機，傳輸至營火協中心內，火協中心藉由戰術射擊指揮儀系統，營火協將所實施目標處理、火力協調、射擊指揮等作業程序等，傳遞至營射擊指揮所之射擊指揮儀上，此射擊指揮自動化系統皆透過 37C 跳頻無線電機作數據資傳。

（二）氣象資料

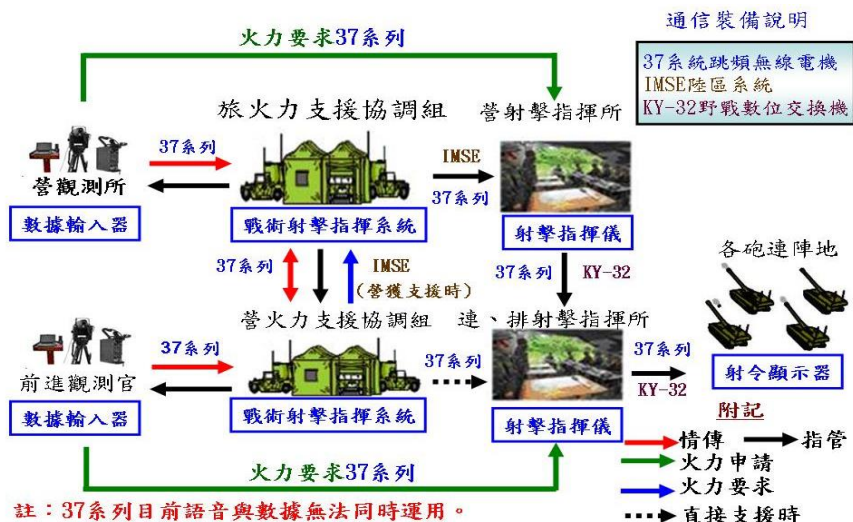
軍團砲指部對內開設之無線電氣象網，以語音通連為主。各級砲兵射擊指揮所則使用 37C 跳頻無線電機，接收氣象組定時發送之氣象資料（圖十）。氣象單位使用 RT - 20 無線電經緯儀氣象自動探測系統為芬蘭費沙納公司所生產之可攜式無線電經緯儀氣象探測儀器，且具避震效果，適於野戰作業，可精確測得氣壓、溫度、相對濕度、風向及風速，並經軟體程式自動處理計算，同時提供多種氣象資料，並在介面相容下可以與反砲兵雷達、砲兵連射控系統（BCS）、輕型整體戰術射擊指揮系統（LITACS）等各系統連線作業。在氣象資料系統與戰、技術射擊指揮系統介接時，則是運用 37 系列無線電之數據傳輸傳遞情資。其作業模式（圖十一）藉由 FB - 15 氣球釋放器上放置 RS80 - 67 探空儀（如圖十二），當氣球上升至所需探測之高度時，將所獲得之資料傳遞至 RT - 20 無線電經緯儀（圖十三），當 RT - 20 無線電經緯儀獲得氣象資料則透過桌上型電腦連接 37 無線電機，將資料傳遞至射擊指揮所內及雷霆 2000 指揮車上。

（三）雷霆 2000 多管火箭

1.射擊指揮系統：（1）火箭砲兵部隊之戰、技術射擊指揮系統及射擊控制器，藉由制式通裝資訊化構連；（2）多管火箭射擊指揮系統之連線傳輸要領：A.傳送及接收雙方，其無線電機先期完成語音通連測試，並設定與系統相同傳輸速率。B.將數據導線連接排（連）射擊指揮儀及 37 系列跳頻無線電機。

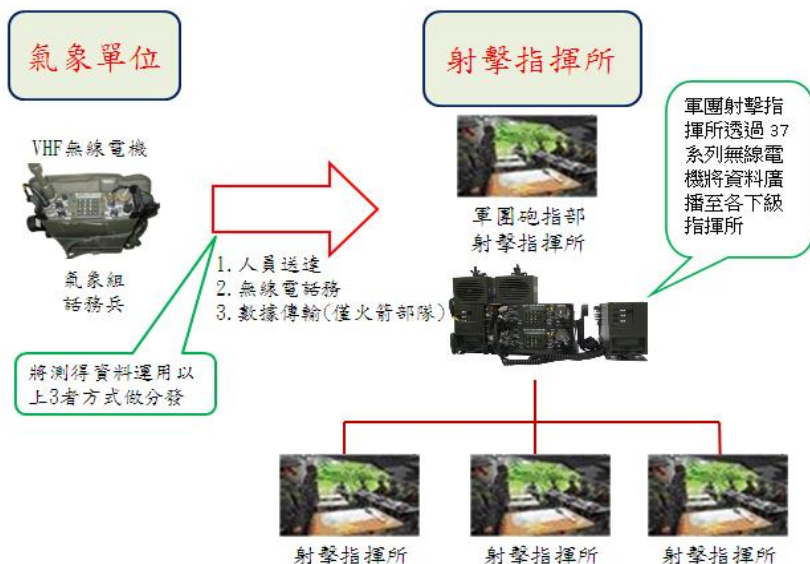
2.氣象資料：（1）火箭砲兵之氣象資料，運用 37C 系列跳頻無線電機之數據傳輸功能，傳輸至戰術射擊指揮儀；（2）氣象傳輸之連線傳輸要領：A.傳送及接收雙方，其無線電機先期完成語音通連測試，並設定傳輸速率。B.將數據導線連

接氣象組專用電腦主機及 37 系列跳頻無線電機。



圖九 射擊指揮自動化示意圖

資料來源：《戰、技術射擊指揮資訊化系統連線要領與操作教案》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年），頁 3。



圖十 氣象網資傳線路示意圖

資料來源：《雷霆 2000 多管火箭氣象情資傳輸操作教案》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年），頁 4。



圖十一 氣象探測示意圖

資料來源：《RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統操作訓練教案》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年），頁 6-15。



圖十二 RS80 - 67 探空儀及 FB - 15 氣球釋放器

資料來源：圖十一、圖十二為《RT - 20 無線電經緯儀氣象探測系統操作訓練教案》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年），頁 6 - 15。



圖十三 RT - 20 無線電經緯儀

資料來源：《RT - 20 無線電經緯儀氣象探測系統操作訓練教案》（臺南：陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年），頁 6 - 15。

二、鏈結戰術區域通信系統

戰術區域通信系統由軍團資通電軍指揮部資訊通訊聯隊資訊通信支援大隊負責開設節點中心，另派遣延伸節點支援砲兵營級（含防空）以上單位指揮所開設，為火力支援（含野戰防空）指管系統主要通信方法，提供語音、數據、傳真通信（圖十四）通信手段。

（一）野戰砲兵火力支援管制（協調）陸區系統運用原則

1. 作戰區將小延伸節點配置於砲兵營級以上指揮所以利經由陸區系統與各級火力管制機構構連。

2. 作戰區通資電中心應適時調整砲兵部隊指管電路構連優先等級。

3. 各砲兵連長運用調頻無線電機以陸區系統戰鬥無線電網路（ACNRI）與砲兵營長構連，以利火力支援會談運用。

4. 各級部隊以調頻無線電機採人工接轉方式運用陸區系統戰鬥無線電網路（ACNRI）與海軍支援艦構連，以利陸海聯合火力支援會談運用。

（二）戰術區域通信系統支援野戰砲兵運用原則

1. 語音電路：藉交換機個別呼叫、群組呼叫及用戶會談功能，設定射擊指揮必要之語音專用電路，提升時效。

2.數據網路：(1) 運用系統數據傳輸功能，提供射擊指揮自動化網路環境，增進射擊指揮、火力協調效能。(2) 提供射擊指揮系統與情報分研系統、指揮管制系統、勤務支援系統及野戰防空系統連結通道，支援作戰任務之遂行。



圖十四 陸區系統整合示意圖

資料來源：《陸軍部隊火力支援協調作業手冊（第二版）》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年），頁 9-3。

保密模組更新通信效能前、後差異

為使各部隊更了解跳頻無線電機在性能提升後使用的差異性，筆者採用性能比較法，設置比較組（性能提升）和對照組，在相同場地、通信距離、傳遞電文、數據資料等，經多次測試可得知其差異性可區分如次。

一、裝備設定操作

舊型 37C 跳頻無線電機在組裝部分，在背負型和車裝型安裝程序步驟與新型（性能提升）之裝備步驟相同，在通信主機之參數設定步驟差異除由手動輸入外，還多的一部 KFD（Key Filling Device）注碼器（圖十五），其功能主要是將指標（KEY）由手動輸入改由注碼器輸入，其餘系統所需之參數皆可由手動輸入作更改。

經操作手設定兩台無線電機之參數，保密模組性能提升後之操作步驟雖然較為繁瑣，所設定時間也較未性能提升之主機久，但保密性相對提高，就如同現在所使用智慧型手機一樣，非使用人若持有無線電機，也無法開機使用，更無法取得無線電機之系統參數資料。



圖十五 KFD（Key Filling Device）注碼器

資料來源：《注碼器操作教育訓練教材》，中科院，106年4月。

二、語音與數據資料傳輸

在語音通聯部分，經由發送聯合電稿內容約 50 字組，數據資料因無線電機最大傳輸量因素，無法使用視訊功能，則改由傳遞一般文字檔案及表格，語音與數據資料皆重複發送十次取得平均值，其時間無差異。

在語音通聯傳遞電稿內容，對於時間上很相近且落差在 1 秒內，且發話者和接收者在使用新、舊型無線電機時，發話沒有延遲感整體通話內容並無感覺差異。在數據傳輸時，因保密機制的複雜性及加密運算方式，造成新型無線電機傳遞時間較舊型無線電機慢。

三、戰、技術指揮儀、氣象探測儀（RT-20）、雷霆 2000 指揮車

戰術射擊指揮儀由砲訓部自 92 年研改至 98 年撥交部隊使用，將傳統語音傳遞情資演變至語音及數據通信並行，而這套自行研發的「砲兵射擊指揮自動化系統」整體規劃，乃是配合當時 37C 無線電機測試研改，藉由半雙工無線電機運作機制，修改戰、技術指揮儀軟體協定，透過電腦終端設備介接無線電機，以達資訊化鏈結效果。

因應 105 年中科院研發性能提升案 37C 的新加密晶片特性，配合中科院要求，將戰技術軟體控制 37C 部分的程式碼做修改，針對軟體控制無線電機收發模組時間的部分各別延長，以利性能提升案 37C 的資料傳輸過程能順利，也因如此才可排除無線電主機持續發射或持續接收的嚴重故障情形，但整體傳輸過程所耗時間也因此拉長，每個大小 1000Byte 的資料封包相較未提升前無線電機傳輸資料時，會額外增加約 1 秒的傳輸時間。

經中科院研究專員及砲訓部程式研改小組於中科院實驗所，針對軟體及硬體方面進行測試，主要模擬戰、術射擊指揮儀於演訓所需開設之前觀、火協中心、射擊指揮所等所需之電台，當所有情資數據資料透過 37C 無線電機傳遞，接收資料完整且無 37 無線電主機故障情形，為確保測試結果完備，協調六軍團二一砲指部、教準部砲測中心、砲兵指揮部等三個單位，進行實距離全系統驗證。

由測試結果得知，保密模組性能提升後，對於數據傳輸的速度有明顯的下降，但針對資料傳輸的內容保密性有加強的效果，且傳遞資料的正確性及連線的穩定性相對提升。在氣象資料傳輸和雷霆 2000 系統也是有相同的問題，從原本的電腦軟體與新型（性能提升）無線電機無法連線，經研改測試後可連線資傳。目前氣象探測系統及雷霆 2000 系統測試項結果顯示，時間會依傳遞資料大小封包決定時間，而資料量越大則誤差的時間越長，在系統初期測試至今，系統連線中斷率由 50% 下降為 3% 左右，較舊型連線妥善率提升，但在使用跳密模式作數據資傳時，穩定度較定明模式差。

37C 保密模組更新後與戰、技術指揮儀通資鏈結作業之精進措施

藉由配合中科院專案小組成員共同測試裝備系統得知，在執行測試任務時，裝備先期檢整準備非常重要，常常會因裝備檢查不確實，導致語音系統無法先行構連，在語音信號強度未達 4 格以上，數據鏈結無法穩定使用，故針對測試期間所獲得之經驗，提出下列兩個方向著手準備，期能提升部隊演訓順遂。

一、通信排（班）無線電機操作手

（一）人員訓練：平時各無線電機之操作手，由各兵監受訓畢業後，對於本身之專業通信課程，應按駐地訓練之課表實施單項、組合訓練，於每月戰備留職期間，配合連、營級實施營區綜合教練，將裝備結合資訊化鏈結，透過實距離無線電機連結戰、技術指揮儀系統，熟稔系統介面及設定步驟。在重大演訓前，應將各軍團通資電師資人員編組，集合參演單位無線電機人員實施加強訓練，針對戰、技術指揮儀與無線電機之鏈結按程序、步驟、要領實施合格簽證，以確保各無線電機之操作手皆能順利執行任務。

（二）裝備檢整：於演訓前先將參演所需之裝備（含備用）集中於中山室，真對裝備外觀、各部選鈕檢查有無損壞，各導線、連接線（圖十六）需用三用電表測試是否堪用，將裝備故障因素排除後，先實施縮短距離測試，因縮短距離只能測試通信主機各內建通信模組是否正常，縮短距離測試完成後，再將無線電台開置指揮所選定位置實施測試，當遠距離語音通聯測試完成後，才可實施砲兵射擊指揮自動化系統通資鏈結測試，以利爾後任務之遂行。

（三）測頻計畫（戰場經營）：各部隊應於每個月定期依固安作戰計畫或是演習所在位置，派員前往做通聯測試，除了依上級頒發之諸元表頻率做測試，並記錄每個頻率集於早、中、晚因電離層變化之關係，及地下電台之干擾所造成通信品質之影響程度，另可針對陣地所在地形測試不同的頻率，如在城市周邊或地形高低起伏落差較大之地形，可以試用頻率較高的頻率集做測試紀錄，在平坦開闊地則可試用頻率較低的頻率集做測試紀錄，並將相關之紀錄提供給單位之通信官，在每季相關會議時，各單位將通聯測試記錄提供軍團通信官作頻率分配依據，提升各單位通信品質及通達率。



圖十六 各連接導線

二、戰、技術指揮儀系統操作手

在平時駐地訓練時，須將戰、技術指揮儀之電腦領用，操作手配合電腦依作業命令輸入指令，使其熟悉各命令下達作業指令介面位置。在重大戰備任務演訓時，應集合軍團內通資電師資人員，編組針對參演單位無線電機人員實施加強訓練，包含戰、技術指揮儀與無線電機之鏈結按程序、步驟、要領實施合格簽證，並要求戰、技術指揮儀系統參數設定及故障排除等動作要領實施說明。

（一）戰、技術指揮儀系統參數設定

1.律定所有連線單位的單位代碼和無線電機之 ID 代碼：本次任務會共同連線的所有單位，戰技術軟體所使用的單位代碼與 37 無線電機 ID，請於任務開始前共同律定好。使用「同一波道」的所有單位，不可以有相同的單位代碼或相同的 37 無線電機 ID 數字，若 ID 數字相同則 IP 位置會相衝除，導致無法連線。

2.確認 37C 無線電機的語音訊號強度（3 格以上）：本次編組共同參演單位，請於任務開始前先行確認 37C 無線電機設備是否正常運作，各單位移動至戰術位置後，語音訊號是否皆能通話、接收訊號是否皆達 3 格已上（3 格以上才能正常數據傳輸）。另外戰技術軟體所使用的電腦，也要確保電源線充電正常，或是電池數量足夠。

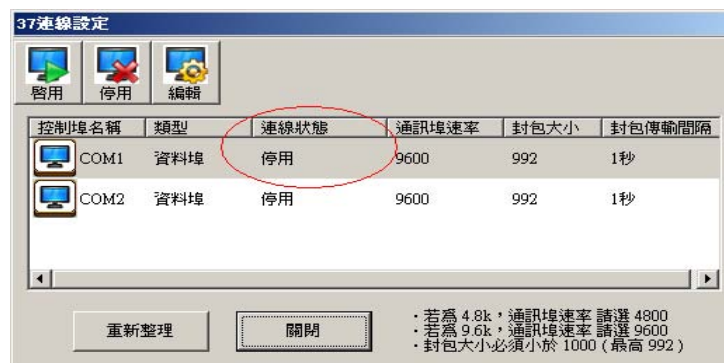
3.戰技術軟體於電腦之參數設定：點選戰技術軟體內的「37 進階設定」後，請根據 37C 裝備上之速率設定（DTE 異步___K），選取相對的通訊埠速率，9.6K 即選 9600，4.8k 即選 4800。封包大小請選 1000 以內（即最高可選至 992）。封包傳輸間隔請選 1 秒（圖十七）。

4.確認電腦與 37C 之間的連線：設定好參數後按下「啟用」按鈕（圖十八），軟體即會開始偵測電腦是否與 37 處於連線可傳輸狀態，正常情況下會顯示「已連線」，若畫面持續顯示「偵測連線中」，可能是數據傳輸線沒接好，或 RT2000C 上的硬體設定有誤，請按下「停用」後，重新檢查 37C 裝備上的設定與各接線後，再重新按下「啟用」按鈕。

5.連線單位列表的建制與再確認：戰技術軟體的連線單位列表，請律定各單位之單位代碼與 37 ID 於相關欄位輸入，並請記得勾選「使用 37」欄位與選擇正確的「通訊埠」（圖十九）。再次提醒，使用同一波道之各單位，不可有相同之單位代碼或 37 ID。設定好後請「不要馬上」按連線。



圖十七 戰技術軟體設定示意圖



圖十八 戰技術軟體連線示意圖



圖十九 單位代碼示意圖

資料來源：圖十七、圖十八、圖十九為作者自行繪製。

(二) 與各單位連線步驟

1.同波道內的連線，同一時段內僅能一對一依序構連：使用同波道連線之各單位，在同一段時段內僅能有兩個單位之間互相確認連線狀態，同波道的其餘單位若在此兩單位連線確認的過程中又按下連線，即可能導致連線不穩定或失敗。因此請由一上級單位統一律令各單位互相連線的順序，確保最後能將整個連線架構完成。

2.連線按鈕只要一方按即可（通常為由下級往上級構連）：兩單位要互相連線，僅需其中一方按下「連線」要求即可，待連線訊號相互接收到即可連線，不可雙方都按下「連線」動作，否則無線電機都會處於發送狀態，以致雙方無

法構連。

3.須確認連線雙方皆為連線成功的狀態：成功的連線為：「雙方」的畫面都顯示「連線中」的狀態。若僅有一方顯示連線中，另一方仍在「登入中」或「嘗試」，即表示尚未完全連線，請稍待約 15 秒，讓軟體自動重新傳送信文去嘗試，若等待數秒後仍未見雙方皆為「連線中」，即表示此次嘗試連線失敗，請雙方都按下「中斷」後再由其中一方重新傳送連線要求。

（三）戰、技術指揮儀系統故障排除

1.37C 無線電機無法同時接收及發射信文：因 37C 無線電機為半雙工機制之通訊裝備，無法同時發射及接收，若在接收信文的過程同時發送信文，即有可能發生發射燈恆亮或接收燈恆亮的卡機故障情形。因此各單位使用戰技術軟體搭配 37C 裝備傳送資料時，如欲主動傳送任何資料（包含連線要求、自由電文），請先確認 37C 裝備此時是否正在接收信文，確定沒有在接收信文之後，才可發送資料出去。

2.框架錯誤訊息：戰技術軟體上的 37 進階設定（通訊埠速率、封包大小、封包傳輸間隔…等），若設定錯誤，可能會在軟體上出現「37 框架錯誤」的訊息，請再於軟體內確認設定。

3.重送封包的時間內須等待，不可再傳別的資料：戰技術軟體之間在傳送資料時，接收方若是沒有收到資料，傳送方會每間隔一定時間重新再傳送一次封包，直到接收方成功收到該封包，或是直到重傳達 8 次都失敗後將連線中斷。因此在這個持續嘗試傳送封包的過程中，直到成功或是失敗斷線之前，若還傳送其他資料，有可能會造成無線電機運作不正常。

4.連線單位列表上的所有單位突然都斷線的狀況：在傳送資料的過程中，若有某一個封包傳送失敗後重新嘗試達 8 次都還是未能成功，軟體會主動將所有連線中的單位都中斷連線，因此會看到連線列表上所有的連線單位又全都變成「未連線」的狀態，請再通知各單位要執行重新連線的動作。

5.接收燈（黃燈）恆亮：若使用 37C 無線電機的過程中發現接收燈（黃燈）恆亮（如圖二十），表示 37C 處在接收資料功能異常的狀態，無法接收從其他 37C 傳送過來的信文。可以嘗試將原本的加密模式旋鈕轉至另一個模式，等 1 秒後再轉回來（例如，原為定密，轉至跳密等 1 秒後，再轉回定密），透過此動作重置 37C 內的韌體設定後，有一定機率可將接收燈恆亮的問題解決；若仍未能排除問題，請重新啟動 37C 無線電主機之電源開關。（同下面第 6 點）。

6.功率放大器（PA - 2000）發射燈（綠燈）恆亮：當無線電主機將電源開關轉至 50W 時，則會啟用功率放大器，當發射訊號時發射燈（綠燈）會亮燈顯示（圖二十），發射完畢後則會自動熄滅，若無線電主機將電源開關轉至低、中、

高功率時，則不會有該燈號提醒使用者，在使用過程發現 37C 無線電機無法順利發射信文，即表示遇到此問題。若使用 37C 無線電機的過程中發現功率放大器發射燈（綠燈）恆亮，表示 37C 處在發射資料功能異常的狀態，無法將信文發射出去，此問題目前僅能透過重新啟動 37C 無線電機的方式處理（關機再開機）。在重新啟動 37C 無線電機後，再將電腦上的戰技術軟體重新與 37C 無線電機進行連線即可排除。



圖二十 燈號異常示意圖

資料來源：作者自行繪製。

結論與建議

隨著時代科技的進步，國軍所使用之無線電機，由原本的 AN/VRC - 46（12 系列）定頻無線電機，演變至新型 CS/VRC - 191C（37C 系列）抗干擾跳頻無線電機，但共軍經過多年偵蒐及研改其無線電機之功能，已可達到接近及干擾我軍跳頻無線電機能力，故國安單位特別要求陸軍通資處須將 CS/VRC - 191C（37C 系列）抗干擾跳頻無線電機之保密性能提升，因此通資處建案協請中科院提升保密模組之性能。

37C 抗干擾跳頻無線電機自民國 98 年底研發至今，其硬體設備未更換，導致硬體性能無法跟上軟體提升後的效率，所以在初期研改的時候，為提升保密模組的加密複雜性，因加密性越複雜則運算的時間越久，所以節省的数据資傳之速度，藉由降低數據資傳所佔用主機核心運算效率，來提升保密模組之性能。

為了能使 37C 抗干擾跳頻無線電機其保密模組之加密機制可通過國家安全局認證標準，將無線電機內部元件性能做了調整，因在各部隊於演訓期間所使用之資訊鏈路或是視訊會議，其通信支援系統皆由數據頻寬較大之戰術區域通信系統（陸區）或機動數位微波（VRC - 518）開設，故降低 37C 無線電機之數據傳輸性能，但未考慮目前野戰砲兵部隊「砲兵射擊指揮自動化系統」所用之數據鏈路，皆使用 37C 無線電機做數據資傳通聯。在 37C 無線電主機第一階段韌體提升後，配合在民國 106 年 8 月分在金門聯信操演實彈射擊做測試，當使用舊型無線電機主機，野戰砲兵所使用之戰、技術射擊指揮儀及雷霆 2000 系統均可正常通聯，當更換為新型（性能提升案）無線電機主機時，發現電腦主機無

法與無線電機連線情事發生，操演結束後通資處協調砲訓部戰、技術射擊指揮軟體研發小組，配合中科院專案小組共同研改新軟體，用以配合韌體提升之通信主機。

研究測試結果發現，當針對軟體控制無線電機收發模組時間的部分各別延長，才能將電腦主機與無線電機連線，從定密模式下故障排除，到跳密模式下也能順利傳輸數據資料，但為了保密模組性能提升降低了無線電機數據傳輸之速度，由每秒可傳送位元數（byte）下降，導致新型無線電機在傳送資料時效較舊型無線電機傳遞時間增加五倍之多，雖然解決了無法通聯的問題，但傳輸時間造成野戰砲兵在目標情資獲得上無法即時更新，就如雷霆 2000 系統在指揮車與砲車間系統鏈結一次最慢在 3 分鐘內完成，但換成新式（性能提升案）無線電機，傳遞時間就變成 15 分鐘，對於使用雷霆 2000 系統之部隊是無法接受的。

民國 106 年 12 月中科院將新型（性能提升案）無線電機數據傳輸速率已有提升，在時間傳遞上可與舊型無線電機接近，也在上述測試中得知，每個大小 1000Byte 的資料封包較舊型無線電機傳輸資料時，會額外增加約 1 秒的傳輸時間，於民國 107 年 3 月至砲訓部虎山營區測試，已將戰、技術射擊指揮儀及雷霆 2000 軟體系統介接新型（性能提升案）之問題解決，經檢討後再至部隊實施換裝作業。

經過這段期間的測試及驗證中，在陸軍全面換裝新型（性能提升案）抗干擾跳頻無線電同時，筆者建議如次。

一、是否檢視 37C 保密模組性能案之規格

所謂的性能提升，應該是在舊有的基礎上將某些性能不足或是有新增的技術融入，而並非犧牲或是降低某個系統效能來提升新的技術，若是礙於主機板老舊，無法支援相關系統時，是否提出將主機板納入提升項目，並非為了節省經費，在老舊的地基上蓋現代化的 101 大樓。

二、性能提升是否考量各兵科使用特性

此次性能提升案僅考量一般戰鬥部隊使用特性，因戰鬥部隊最常使用之無線電網如指揮官網、行政網、搜索網等，並未考慮到目前砲兵部隊除了上述之無線電網外，其射擊網、火協網需用到無線電機之數據傳輸功能，在營級所使用到之射擊網、火協網是利用 37C 無線電機之數據傳輸功能做通聯，對旅級之數據鏈路則是用陸區系統做構連，若在性能提升案尚有改進空間時，是否可將各兵科在無線電機使用數據資傳之軟體納入研改提升，以利部隊任務之遂行。

三、研改後系統測試規劃

在上述所提到所測試雖然是全系統開設實距離通聯測試，但所驗證系統之距離皆是所短距離通聯，若沒有在遠距離測試情況下，就無法確定是否有其他

可能影響通信主機之狀況，假使可配合年度重大實兵操演於各作戰區或是三軍聯合訓練場地實裝開設，或是依各野戰砲兵部隊所負責之固安作戰計畫區域實地驗證，定可增加系統之穩定性。

四、提升師資總能強化故障排除

在性能提升案中，做了多次系統研改及通聯測試，而筆者文中提到相關注意事項及精進作為，若可由通資處委由中科院將所遇到之狀況及排除經過，依執行任務前、中、後制定標準作業流程，增進部隊故障排除能力。

五、建議增設新式通裝機動數位微波（VRC - 518）

目前各聯兵旅以建置完成機動數位微波（VRC - 518）之裝備，用以增強資訊化通信手段，以利旅對營級之通信網絡，唯砲兵營未納入建置考量，因砲兵營對旅之資訊網路是由資通電軍指揮部資訊通訊聯隊資訊通信支援大隊負責開設節點中心（陸區系統），另派遣延伸節點支援砲兵營級（含防空）以上單位指揮所開設，為火力支援（含野戰防空）指管系統主要通信方法，提供語音、數據、傳真通信等通信手段。

因新式通裝機動數位微波（VRC - 518）系統可與陸區系統構成通聯，故砲兵營火協中心對旅火協中心之資訊傳輸通信手段可由機動數位微波（VRC - 518）當備援手段，而砲兵部隊以 37 系列無線電機作數據傳輸之功能，亦可由機動數位微波（VRC - 518）系統當備援。此需求案已向通資處反映，砲兵部隊是否可增設機動數位微波（VRC - 518）系統，通資處已將此建議納入管制，於編裝修訂時在缺裝補實案中提出。

參考文獻

- 一、《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：陸軍司令部，106年11月21日）。
- 二、《陸軍野戰砲兵技術射擊指揮系統操作手冊第二版》（桃園：陸軍司令部，105年11月21日）。
- 三、《37系列跳頻無線電機操作及保養手冊》（桃園：陸軍司令部，99年8月31日）。
- 四、《陸軍野戰砲兵戰術射擊指揮系統操作手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，98年6月17日）。

作者簡介

姚甸立士官長，陸軍通訊電子資訊訓練中心 87 年班、陸軍通訊電子資訊訓練中心士官高級班 89 年班、陸軍專科學校士官長正規班 92 年班，曾任班長、台長、組長、副排長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部戰術組通信教官。

超越 GPS – 虛擬衛星計劃簡介 BEYOND GPS

取材：《陸軍獲得、後勤與科技季刊》2016 年 4 月號

Army AL&T Magazine April – June 2016

作者：MAJ Troy Houston

譯者：胡元傑

如果您的個人 GPS 出狀況，會讓你很不爽；如果一台軍用 GPS 出狀況，其後果可能就是一場災難。GPS 在日常生活中已經如此不可或缺，作戰中更屬如此。但是，當 GPS 衛星信號接收不順，或在作戰環境中，受地形條件或敵人有意讓你無法接收信號，必然影響部隊維持主動、協調彼此行動、目標獲得、火力運用，及運動中的相互溝通的能力。

隨著威脅環境的變化，敵人能更精密的攻擊 GPS，軍隊高層無不強調，必須擁有可信任的「定位、導航、計時」（positioning, navigation and timing, PNT）。美國陸軍有 200 種以上不同系統需要 PNT 數據，國防部更是 PNT 最大用戶。那麼，究竟什麼是可信任的 PNT？陸軍武獲部門又是如何讓部隊能迅速、價格低廉地獲得此一功能？「虛擬衛星」（pseudo-satellite）或許就是答案。

可信任之數據

在任何環境下擁有準確的 PNT 資訊，對任務之達成都極其重要，而遂行反介入和區域拒止（A2AD）的敵人，則無所不用其極地加以阻礙，以破壞我遂行機動與行動之自由。在種種挑戰下，士兵必須有足以信任的數據。

「可信任的 PNT」（A-PNT）訊號必須具備兩項特性：

- 一、忠實度（Integrity）：正確的信號。
- 二、可信度（Assurance）：準確的 PNT 資訊，受信任的連接。

「忠實度」為 GPS 設備上接收到的 PNT 信息的可靠性，也就是接收的訊號，是否就是你要的資訊？這些訊號是否來自經授權的可信任來源？

「可信度」則是 GPS 設備接收的 PNT 資訊的準確性。它也就是 GPS 接收器是否有辦法提供精確的 PNT？GPS 接收器與 PNT 來源之間，是否具有活躍的數位鏈接？

兩者合一的 GPS 訊號，方能減少作戰風險及周邊附帶損害，並讓任務成功機率最大化。

陸軍一直希望 A-PNT 計畫能成功，高層將其納入陸軍「在複雜世界中勝出」（Win in a Complex World）作戰構想中最重要，也是最優先的戰力整建。A-PNT 包含四個子計畫：虛擬衛星、車裝式 PNT、攜行式 PNT、抗干擾天線，四項子計畫相結合後，將強化 GPS，並提供士兵可信任的 PNT 資訊。

「虛擬衛星」方案（THE PSEUDOLITE SOLUTION）

A - PNT 計劃尚屬初期階段，軍事科技界正在研擬技轉方案和需求。目前為止走得最快的子計畫是「虛擬衛星」，該計畫可以增強旅以下階層部隊 GPS 功能。

「虛擬衛星」以無人載具或地面車輛作為平台，等於將 GPS 衛星拉到接近地面，使得「反介入和區域拒止」的一方或地形障礙無法阻擋高強度信號發送。以商用先進科技加上快速競爭型採購方式，「虛擬衛星」計畫進展成績斐然，使得除去 GPS 之外仍能接收到 PNT 訊號。

當 A - PNT 納入旅戰鬥隊（BCT）體系，虛擬衛星就能在一定防護區內增強 GPS 的 PNT 數據。以地面或接近地面基地的發射機作為類 GPS 信號的發射源，「虛擬衛星」為旅戰鬥隊營造某種形式的「防護泡」（protective bubble）。當 GPS 衛星信號被敵我電子輻射，或如峽谷、城鎮、濃密樹林等天然障礙物所削弱時，防護泡就啟動。

虛擬衛星包含抗干擾天線系統（Anti - Jam Antenna System, AJAS）、非 GPS 增強器、GPS 接收器、發射器，以及指管裝置。「虛擬衛星」以其抗干擾天線與 GPS 衛星盡可能保持連接，非 GPS 增強器進一步提供最終 PNT 附加信息。

「虛擬衛星」之收發器接收並處理旅戰鬥隊所轄通信電子裝備之指揮、配置及同步數據，然後以高強度之類 GPS 信號轉發出去，作戰地區範圍內之軍用 GPS 接收器就能加以識別與處理。

「虛擬衛星」計劃適用於旅戰鬥隊層級，以在快速變化的作戰環境下，具備充分的指管能力。欲使 A - PNT 能覆蓋整個旅戰鬥隊範圍，「虛擬衛星」必須裝在地面或空中平台，方能為戰鬥部隊營提供直接支援。「虛擬衛星」採模組化設計，重量輕、自給自足、可與空中平台相匹配，在固定或半固定結構、旅範圍內可找到的塔台或可自行漂浮的平台上裝設天線。

與目前的 GPS 不同的是，該系統不必射向太空，而是以一套「工具」使現行裝備發揮最大效能。使用者可以利用旅戰鬥隊現存網路及頻譜管理工具來控制「虛擬衛星」，現行的「軍用 GPS 用戶端裝備」（Military GPS User Equipment, MGUE）更新後可以接收訊號，爾後更能接收並處理「虛擬衛星」信號成為 PNT 信號發射源，但無論更新與否都不致造成用戶端裝備之損害。為了將該系統更順利整合成為部隊戰力，採取開放系統設計，並與「陸軍共同作戰環境」（Army's Common Operating Environment）中的「感測器計算環境基準」（Sensor Computing Environment baseline）一致。其模組化設計則在整合不同軟、硬體上更具彈性。陸軍可以不斷更新軟體，提升 A - PNT 功能，更能持續改良現行裝備，使其更小巧，更有效。

橫向連接能力

陸軍中無論史崔克戰車、網路戰士、步兵無線電及 M777 砲兵部隊都需要 PNT 數據，A - PNT 有利於各種獲得組合。由於現行或已研發成功的組件種類繁多，幾乎所有陸軍「專案計畫辦公室」都至少有一項子計畫，著眼於 A - PNT 之需求。

陸軍主管「武獲、後勤、科技」次長（ASA/ALT），最近指定 PNT 專案辦公室專案經理，作為向其報告的直接管道，等於正式認可了 A - PNT 全陸軍及跨軍種協調的重要性。如此可以使決策更順暢，可以在短時間內將此一增強的戰力交到士兵手上。

透過（ASA/ALT）管理本專案計畫，可以讓陸軍採取更廣泛作為，如陸軍 PNT 系統中系統架構，可以獲得可信任之 PNT，同時預防在未經協調下讓多餘的研發計畫成案。此一架構同時可以讓 PNT 的專案經理可以整合其他專案，以增加 PNT 計畫執行的效能。

「虛擬衛星」屬於 A - PNT 家族中，第一個獲得進入武獲里程碑的系統。2015 年 5 月該系統子計畫首先進入「技術成熟及風險降低」階段，PNT 的專案經理目前廣邀 GPS 及替代 GPS 的相關工業界，製作相互競爭的原型機，每一家公司負責將「虛擬衛星」的原型機提交實驗室測試，測試數據提供政府評估是否能達到「技術備便程度」（Technology Readiness Level）的關數數據，以備里程碑審查。

結論

PNT 是否成功，當然是以 GPS 作為標準。當科技及敵情不斷改變，A - PNT 計畫就是若干提供可信 PNT 數據替代方案的第一砲。

「虛擬衛星」又是 A - PNT 計畫的第一砲，採取了加速型的武獲程序，以模組化、分離式科技，將現行系統結合未來的天線及其他科技形成運用彈性，以滿足旅戰鬥隊指揮官需求。每一步驟都讓我們對「虛擬衛星」理想向前邁進一步，未來士兵不論在世界哪一個地方，不管能否找到 GPS 衛星，只要將開關打開就能得到 PNT 信號。

作者簡介

TROY HOUSTON 少校現任陸軍 A - PNT 計畫「虛擬衛星」專案之助理生產經理。渠曾獲得伊利諾州立大學金融學士及碩士，具有專案管理二級證照。

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：雙聯裝刺針飛彈系統

雙聯裝刺針飛彈為美國雷神公司與丹麥合作研製，採簡易實用模組化設計，可於短時間完成放列及撤收，並可接收PSTAR雷達預警情資。國軍陸軍於民國85年建案採購，民國89年獲得武器裝備，負責部隊野戰防空任務；另海軍陸戰隊於民國92年成軍，擔任港區及要點防空任務。(照片及參考來源：陸軍雙聯裝刺針飛彈操作手冊－民國90年版、砲訓部檔案照片)



右視圖



左視圖



前視圖



射手集訓



實彈射擊



射擊訓練模擬器



陸軍砲兵訓練指揮部

陸軍《砲兵季刊》徵稿簡則

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

二、本刊為季刊，每年3、6、9、11月各出版電子形式期刊，每期有一主題為徵稿核心，但一般論述性質著作仍歡迎投稿，每期出版前3個月截稿，稿件並送聯審，通過審查才予刊登。



三、本刊採雙向匿名審查制度，學術論文委託本部各教學組長審理，審查結果分成審查通過、修改後刊登、修改後再審、恕不刊登、轉教學參考等5項，審查後將書面意見送交投稿人，進行相關修訂及複審作業。



四、投稿字數以一萬字為限，於第一頁載明題目、作者、提要、關鍵詞，註釋採逐頁註釋，相關說明詳閱文後（撰寫說明、註釋體例）。

五、來稿以未曾發表之文章為限，同稿請勿兩投，如引用他人之文章或影像，請參閱著作權相關規定，取得相關授權，來稿如有抄襲等侵權行為，投稿者應負相關法律責任。

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

七、本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明，無法刊登之稿件將儘速奉還；稿費依「中央政府各機關學校出席費及稿費支給要點」給付每千字680至1,020元，全文額度計算以每期預算彈性調整。

八、文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用CC 「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：

（一）姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。

（二）非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。

（三）相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須

採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。

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

九、稿末註明投稿人服務單位、級職、姓名、連絡電話及通訊地址。

十、政府對「我國國號及對中國大陸稱呼」相關規定：

（一）我國國名為「中華民國」，各類政府出版品提及我國名均應使用正式國名。

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

十一、本刊電子期刊下載點：

（一）國防部全球資訊網

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

（二）臺灣出版資訊網

<http://tpi.culture.tw>

（三）陸軍教育訓練暨準則資料庫

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

（四）陸軍砲兵訓練指揮部首頁連結「砲兵軍事資料庫」

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

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

撰寫說明

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

題目

作者：○○○少校

提要 (3-5 段)

- 一、
- 二、
- 三、

關鍵詞：(3-5 個)

前言

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

標題

一、次標題(新細明體 14、粗黑)

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

標題

標題

結語與建議

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

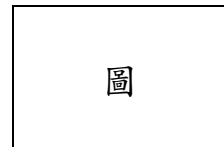
參考文獻 (至少 10 條)

作者簡介

注意事項：

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

表一 ○○○○



圖



表

圖一 ○○○○

資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

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

此編號為「註釋」標註方式。

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

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

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

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

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

（二）論文：

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

（三）報刊：

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

（四）網路：

作者姓名（或單位名稱），〈篇名〉，網址，上網查詢日期。

三、第1次引註須註明來源之完整資料(如上)；第2次以後之引註有兩種格式：

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

（二）同註×，頁×～×。

著作授權書及機密資訊聲明

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

授權人（即本人）：

（親簽及蓋章）

身分證字號：

連絡電話：

住址：

中華民國

年

月

日