

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。

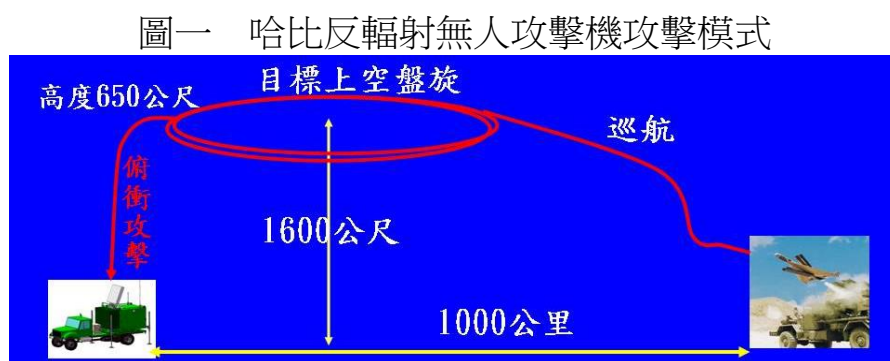
13 國防部情報參謀次長室，〈99 年中共軍力報告書〉（台北，國防部，99 年 9 月），頁 108。

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

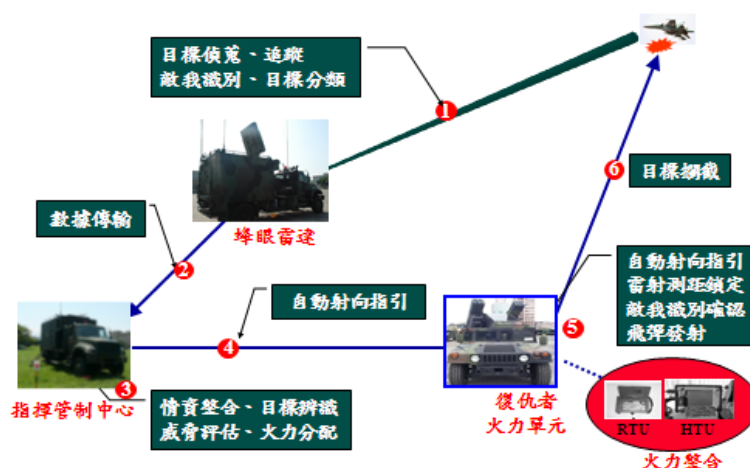
野戰防空現役的萊茲與 PSTAR 預警雷達雖然均具備 360 度低空目標搜索能力，將目標資料（方位、距離、敵我識別）傳輸到該系統連線之防空火力單位，使部隊得以提早獲得情資，完成防空作戰準備。然此二型低空預警雷達設計的目的都是為了偵測低空飛行的定、旋翼機，欠缺小型飛行器（如無人飛行載具及巡弋飛彈）偵測能力，且僅能提供方向、距離二維資訊，火力單元接收雷情後必須在不同仰角反覆進行搜尋，方能確認目標位置，作戰效益有限。根據美軍的分析，三維雷達支援作戰的效益性約為二維雷達的 13.5 倍。¹⁹另依據美國海軍陸戰隊的模擬測試分析指出，復仇者飛彈系統在沒有雷達及指管系統支援下執行接戰，距離愈遠，接戰成功機率愈低。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

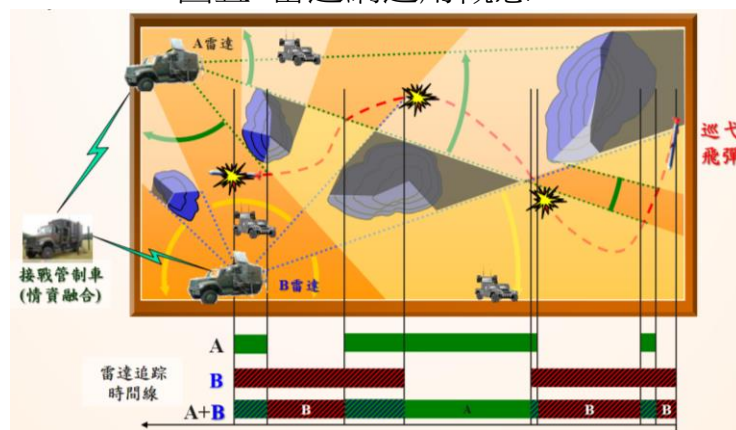
²² 此距離係為敵飛行器為雷達偵測後，指揮管制中心完成威脅評估交付火力單元接戰所需時間，依其飛行速度估算此時目標剛好進入攔截範圍。

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。

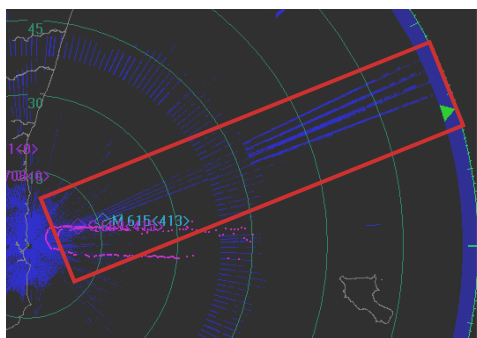
4.干擾絲的反制

(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。