

中共陸軍中型合成旅防空營之探討

作者：鄭棟元、林睦謹

提要

- 一、中共陸軍中型合成旅防空營採彈砲混編方式，配有紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等防空武器，建立低空、近程之防空火力，於作戰時，以梯次及重點部署在指揮所、重要部隊附近地區，擔負合成旅之野戰防空任務。
- 二、中型合成旅防空營之防空武器存在機動性不佳之問題，因此仍持續研發新型防空飛彈與自行高砲等輪式防空武器，結合搜索、追蹤、打擊於一車體，以提升野戰防空作戰效能，取代不適用之裝備。
- 三、以敵為師，反思我國陸軍防空作戰能力之不足，面對未來可能缺乏空優之防衛作戰，如何對抗空襲，將是保存我軍整體戰力之關鍵，因此無論在防空編制和武器發展與採購，均應重新研討與精進，作為建軍備戰重要議題。

關鍵詞：中型合成旅防空營、野戰防空、彈砲混編

前言

中共野戰防空又稱軍隊防空，為國家整體防空組成部分，亦是軍隊作戰行動組成部分，目的在抗擊敵之空襲，掩護部隊行動，確保主力、作戰部署之對空安全。在陸上野戰防空任務主要以陸軍防空兵為主體，在戰區聯合防空中擔負內層阻擊地帶的末端閉鎖攔截任務。¹

中共陸軍在 2017 年組織調整後，每個合成旅均配有 1 個防空營，擔負旅級野戰防空任務，而中型旅以輪式裝甲車輛為主戰武器，具備優勢打擊與機動力，在未來對臺登陸作戰中，應屬突擊上陸戰術第二梯隊，為掩護部隊作戰行動安全，所屬防空營將隨伴登陸，擔負野戰防空任務。筆者將研究中型旅防空營野戰防空能力與運用，以供建軍備戰參考。

中型合成旅野戰防空概述

一、防空營組織概況

經比對公開資訊，中型旅防空營主戰單位推測編有 1 個地空飛彈連、1 個人攜式地空飛彈連²及 3 個高砲連³，組織情況分述如後（圖 1）。

¹ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 9、199、203、204。

² CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021 年 12 月 13 日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，檢索日期：2022 年 3 月 6 日。

³ 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017 年第 11 期，頁 38。

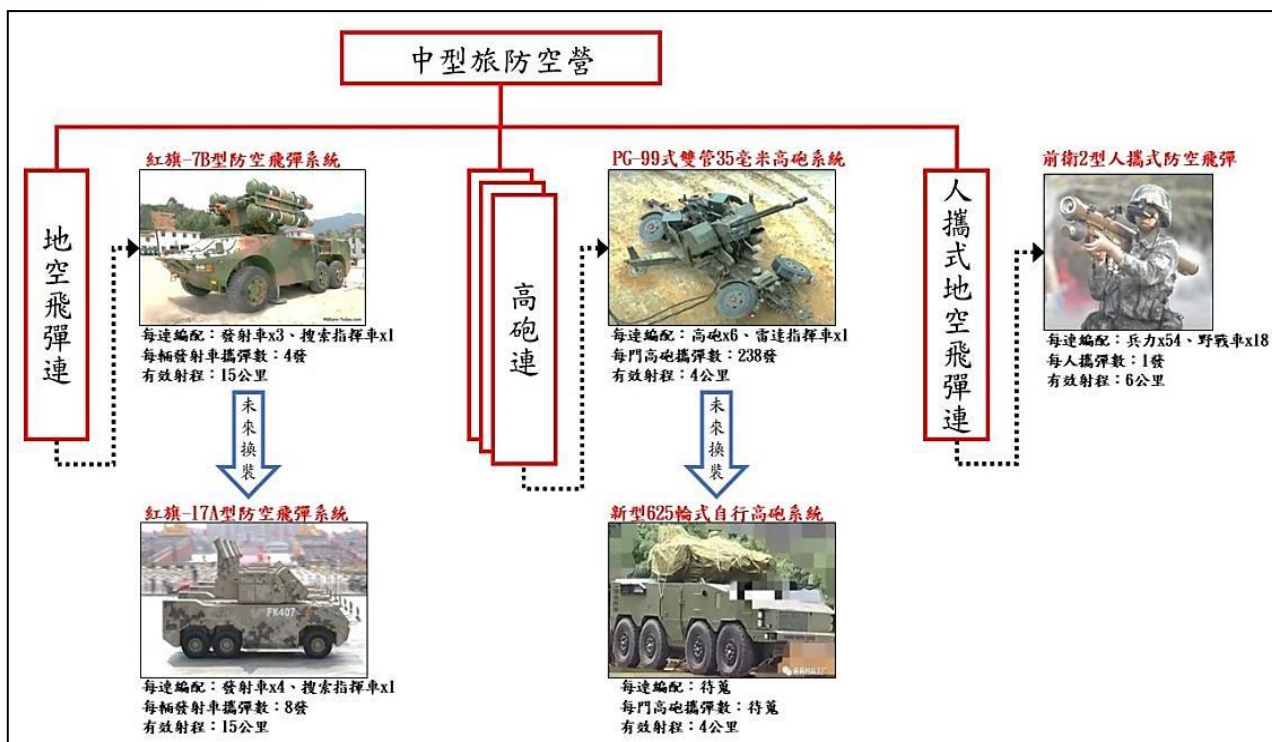


圖 1 中型旅防空營組織概況

資料來源：1.CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021年12月13日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，檢索日期：2022年3月6日。2.中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017年第11期，頁38。3.研究者自行整理。

(一) 地空飛彈連

主要防空武器目前為紅旗-7B型防空飛彈系統（圖2），每個連至少配有搜索指揮車1輛和發射車3輛，並有支援車10輛提供支援保障。⁴而近年亦有公開資訊顯示，已陸續接裝紅旗-17A型防空飛彈系統，以取代紅旗-7B型防空飛彈系統。紅旗-17A型防空飛彈系統，最早出現於2018年第12屆珠海航展FM-2000型號防空飛彈展示區旁（圖3），⁵2019年10月1日國慶70周年閱兵式，正式以紅旗-17A型對外展示（圖4），並表示編配於中、輕型合成旅防空部隊。⁶在2020年9月25日第78集團軍某合成旅地空飛彈連，首次對外展示在內蒙古科爾沁大草原實彈演練。⁷2021年8月23日第78集團軍某旅防空分隊，在內蒙古某訓練場執行實彈演練。⁸紅旗-17A型防空飛彈係在紅旗-17型基礎上

⁴ Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022年3月12日。

⁵ 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018年11月7日，<https://kknews.cc/military/5zroa.html>，檢索日期：2022年6月16日。

⁶ CCTV，〈揭秘國慶大閱兵·紅旗-17A 我國自主研製最新型野戰防空系統〉《東方時空》，2019年10月5日，<http://tv.cctv.com/2019/10/05>，檢索日期：2022年3月12日。

⁷ 央廣軍事，〈陸軍78集團軍舉行防空演練紅旗-17A實彈發射〉，2020年9月26日，<https://www.163.com/war/article/FNI0VLRP000181KT.html>，檢索日期：2022年3月12日。

⁸ 軍迷天下，〈厲害！解放軍新型輪式地空導彈曝光 實拍兩枚導彈相繼升空 摧毀來襲「敵機」〉，2021年8月23日，<https://www.youtube.com/watch?v=luFKicQlrbC>，檢索日期：2022年3月12日。

改良而成，由履帶式底盤改為 6×6 輪式底盤，參考重型旅防空營地空飛彈連紅旗-17 型防空飛彈配置，⁹推測中型旅防空營地空飛彈連應配有飛彈發射車 4 輛、連指揮車 1 輛、飛彈運輸車與裝填車各 2 輛及保障車 3 輛組成。

惟自 2019 年閱兵展示後，僅發現第 78 集團軍所屬中型旅防空營有換裝紅旗-17A 型防空飛彈，另觀察第 73、82 集團軍中型旅防空營，分於 2020 年 8 月 11 日及 2021 年 12 月 13 日防空實彈射擊中，仍採用紅旗-7B 型防空飛彈搭配高砲形成防空火網，¹⁰研判尚未全部換裝紅旗-17A 型防空飛彈系統。

（二）高砲連

主要防空武器目前為 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統（圖 5），每個連至少配有高砲 6 門¹¹與雷達指揮車 1 輛，¹²因此推算 3 個連應至少配有高砲 18 門與雷達指揮車 3 輛。此型高砲需由卡車拖曳機動與人工展開放列，且需額外連接電源車及雷達指揮車，始可指揮與射擊，其機動性有所限制，因此近年中共陸續發展新型輪式防空武器，朝集中搜索、追蹤、打擊於一車體，使其具備獨立防空作戰能力。¹³

於 2021 年第 13 屆珠海航展，首次展示 CS/SA5 型 30 公厘輪式自行高砲（圖 6）。另同年有公開資料透漏，西藏某中型旅已配備新型 625 輪式自行高砲（圖 7），¹⁴外觀與 CS/SA5 型相似，砲管由 30 公厘改為 25 公厘。惟近年公開防空演訓未發現此型高砲活動，研判尚未正式換裝使用。

（三）人攜式地空飛彈連

主戰防空武器為前衛 2 型人攜式防空飛彈，1 個作戰單元計有 2 人（射手與觀察手各 1 名）與 2 個人攜式防空飛彈（圖 8），¹⁵1 個班為 6 人，配有 2 輛野戰車，1 個排計 18 人（圖 9），¹⁶推測作戰時係以 3 人（含駕駛、射手與觀察手

⁹ 新浪軍事，〈紅旗 17 發射連整建制亮相 12 部車輛構築最強野戰防空〉，2020 年 11 月 17 日，<https://mil.news.sina.com.cn/zhengming/2020-11-17/doc-iiznctke1834927.shtml>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。

¹⁰ CCTV，〈直擊演訓一線：第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRWA200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹¹ 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉，坦克裝甲車輛，2017 年第 11 期，頁 38。

¹² CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBIIzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹³ CCTV，〈20201210 防空“鐵拳”軍工造〉《國防科工》，2020 年 12 月 10 日，<https://tv.cctv.com/2020/12/10/VIDEB9dDTYdkIsahCn34A9ab201210.shtml?spm=C52346.PkcMQpbmq9A.EGH13uL2DA1K.50>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

¹⁴ 每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防砲〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

¹⁵ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GIunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KP.U.29>，（檢索日期：2022 年 3 月 12 日）。

¹⁶ CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 4 月 20 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/>

各 1 名) 搭配 1 輛野戰車為 1 組，實施低空目標打擊；而 1 個連至少有 54 人與 18 輛野戰車，作戰時至少可攜有 54 枚該型防空飛彈。



圖 2 紅旗-7B 型防空飛彈系統

資料來源：Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。



圖 3 FM-2000 型防空飛彈

資料來源：每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。



圖 4 中共 70 周年閱兵式紅旗-17A 型防空飛彈系統展示

資料來源：每日頭條，〈官方證實紅旗 17A 通殺全類型精確制導武器，顏值秒殺俄軍原版〉，2019 年 10 月 5 日，<https://kknews.cc/military/xgzvj3q.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。



圖 5 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統

資料來源：1.CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBllzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。

VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25，（檢索日期：2022 年 3 月 12 日）。



圖 6 CS/SA5 型 30 公厘輪式自行高砲

資料來源：每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。



圖 7 新型 625 輪式自行高砲

資料來源：每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。



圖 8 東部戰區某防空營人攜式防空飛彈訓練情況

資料來源：1.CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。



圖 9 第 82 集團軍某合成旅人攜式防空飛彈訓練情況

資料來源：1.CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.研究者自行整理。

二、防空營防空武器性能

(一) 紅旗-7B 型防空飛彈系統

紅旗-7B 型防空飛彈系統屬近程低空防空武器，係紅旗-7 型之改良型，主要差別在提升其射程、射高與命中精準度，車輛底盤由 4×4 改為 6×6 輪式底盤，增加車輛機動性(性能比較如表 1)，各系統主要由搜索指揮車和發射車所組成。

搜索指揮車具備搜索雷達、敵我識別、數據處理、通訊和數據傳輸等系統，用於發現與識別來襲目標，並進行火力分配。其採 S 波段主動相位陣列雷達 (AESA)，可同時偵測 48 個目標，追蹤 24 個目標，最大搜索距離 25 公里，制導距離 20 公里。

飛彈發射車主要由火控雷達及發射筒組成，採傾斜式發射方式，每輛車可搭載 4 枚飛彈，兩側發射筒間為火控雷達，用於接收搜索指揮車傳送之目標訊息，對目標實施追蹤，並導引飛彈飛行姿態直至擊中目標。飛彈導引方式有雷達、電視/雷達、紅外成像/雷達、電視及紅外成像手動追蹤等 4 種，最大射程 15 公里，射高 6 公里，飛行速度 3 馬赫。¹⁷

(二) 紅旗-17A 型防空飛彈系統

紅旗-17A 型防空飛彈屬近程防空飛彈系統，係在紅旗-17 型基礎上改良而成，每臺發射車由履帶式底盤改為 6×6 輪式底盤(性能比較如表 2)，整個車體包含目標搜索雷達、制導雷達和飛彈發射模組等 3 部分。

搜索雷達採被動相位陣列雷達 (PESA)，位於車體後方，¹⁸最大搜索距離 25 公里，可同時偵測 48 個目標，而制導雷達採主動相位陣列雷達 (AESA)，位於車體前方，最大追蹤距離 20 公里，可同時追蹤 24 個目標。飛彈發射模組位於車體中部，包含 2 個發射箱，可裝載 8 枚飛彈，採垂直冷發射(cold-launched)方式，最大射程為 15 公里，射高為 10 公里。¹⁹

另 2021 年 3 月 6 日央視報導，首次由中國航天科工集團第二研究院展示紅旗-17AE 型防空飛彈系統測試，表示可同時制導 4 枚飛彈與攔截 4 個目標，另可在行進時速 25 公里下實施射擊(圖 10)。²⁰紅旗-17AE 型應屬外銷型號，²¹若

¹⁷ Military-Today.com, 〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉, http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

¹⁸ 強國網, 〈新版紅旗 17AE 獲出口許可, 可擊落隱形飛機, 性能碾壓印同類型裝備〉, <https://www.163.com/dy/article/G4O9V3GD0515CILV.html>, 檢索日期: 2022 年 6 月 16 日。

¹⁹ Military-Today.com, 〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉, http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

²⁰ CCTV, 〈20210306 低空獵手〉, 《軍武零距離》, 2021 年 3 月 6 日, <https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDE1eXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.11>, 檢索日期: 2022 年 3 月 12 日。

²¹ 每日新聞, 〈印媒關注中國新型紅旗 17AE 飛彈: 可打隱身戰機〉, <https://kknews.cc/zh-tw/military/zrljvnq.html>, 檢索日期: 2022 年 6 月 16 日。

前述性能屬實，可合理推斷紅旗-17A 型防空飛彈系統應已具備相同防空能力。

（三）PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統

中共於 1987 年從瑞士引進 GDF-002 型雙管 35 公厘高砲，包含火砲、火控、彈藥生產技術、關鍵工藝設備和測試儀器，並展開仿製與改進，1999 年以 PG-99 式定型，列裝部隊使用（性能比較如表 3）。整個系統包含高砲、電源車及雷達指揮車等 3 部分，高砲與電源車無法單獨機動，需由卡車分別牽引至發射陣地。

每門高砲採用雙軸四輪砲架，後方連接電源車供電，於放列展開時，收起四個車輪，驅動自動調平（展開時間小於 90 秒），左右分別設置獨立 56 發容量自動供彈箱及 63 發容量副彈箱，射速可達每分鐘 550 發，高低射界-5 度至+92 度，方向射界 360 度，高低瞄準速度每秒 60 度，方向瞄準速度每秒 120 度，有效射程 4 公里，射高 3 公里；而雷達指揮車由敵我識別搜索雷達、跟蹤雷達、前視紅外跟蹤、數字式火控計算機和光學瞄準具等系統組成，最大搜索距離為 18 公里，最大追蹤距離 15 公里。²²

防空作戰時，高砲由 3 員砲手負責操作（含射手 1 員與裝彈手 2 員），可採「全自動」與「半自動」等 2 種模式，在「全自動」模式，砲手根據雷達指揮車指示，自動截獲與射擊，在「半自動」模式，則由砲手實施觀測與射擊（圖 11）。²³

（四）新型 625 輪式自行高砲

此型高砲採用 ZBL-08 之戰車底盤，配有車載相控陣雷達及光電瞄準系統，主砲由 6 管 25 公厘轉膛砲所組成，射速可達每分鐘 5,000 發，有效射程 4 公里，有效射高 3 公里，另於主砲兩側各有 2 具雙聯裝 FN-6 可攜式防空飛彈，有效射程 500 至 6,000 公尺，射高 10 至 4,000 公尺。²⁴整體而言，此自行高砲系統係集中搜索、追蹤、打擊於一車體，屬彈砲合一系統，就現有已知性能，主要在解決 PG-99 式機動性不佳的問題（性能比較如表 4），並朝獨立作戰車體發展。

（五）前衛 2 型人攜式防空飛彈

此型人攜式防空飛彈是在前衛 1 型基礎上改良而成，飛彈總重 18 公斤，彈長 1.59 公尺，彈重 11.32 公斤，彈徑 72 毫米，彈頭重 1.42 公斤，使用半預制

²² Army Recognition, 〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉, https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html, 檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²³ CCTV, 〈20210626 陸戰神盾〉, 《軍武零距離》, 2021 年 6 月 26 日, <https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEBQEWHu2fg8CXsmBI1zk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jyIDx.2>, 檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁴ 每日新聞, 〈西藏軍區裝備輪式 625 彈砲合一系統, 大八輪配海軍俄式近防炮〉, <https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>, 檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

破片（爆炸時會形成毀傷破片），²⁵制導模式為被動紅外尋標，系統反應時間小於 5 秒，飛彈發射後採自動跟蹤目標，並具備抗紅外誘餌干擾能力，速度可達每秒 600 公尺（約 1.76 馬赫），最大射程 6 公里，最大射高 3.5 公里²⁶（性能比較如表 5）。



圖 10 红旗-17AE 型防空飛彈系統測試情況

資料來源：CCTV，〈20210306 低空獵手〉，《軍武零距離》，2021 年 3 月 6 日，<https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDELeXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.11>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。



圖 11 高砲系統操作

資料來源：CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉，《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBllzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁵ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉，《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlnXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

²⁶ Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

表 1 紅旗-7 型與紅旗-7B 型防空飛彈性能比較表

項目 \ 裝備	紅旗-7 型	紅旗-7B 型
		
服役時間	1988 年	2009 年
有效射程	0.3-12 公里	0.7-15 公里
有效射高	30 至 5,500 公尺	15 至 6,000 公尺
搜索距離	18.4 公里	25 公里
制導距離	17 公里	20 公里
飛彈速度	2.3 馬赫	3 馬赫
彈頭類型	高爆破片彈 (HE-FRAG)	高爆破片彈 (HE-FRAG)
車載飛彈數	4 枚	4 枚
車輛底盤	4×4 輪式	6×6 輪式
最高道路速度	80 公里/小時	90 公里/小時
最大行程	600 公里	600 公里

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-7 Short-range air defense missile system〉，<http://www.military-today.com/missiles/hq7.htm>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

表 2 紅旗-17 型與紅旗-17A 型防空飛彈性能比較表

項目 \ 裝備	紅旗-17 型	紅旗-17A 型
		
服役時間	2014 年	2019 年
最大射程	12 公里	15 公里
最大射高	6 公里	10 公里
搜索距離	25 公里	25 公里
制導距離	20 公里	20 公里
飛彈速度	3 馬赫	3 馬赫
彈頭類型	高爆破片彈 (HE-FRAG)	高爆破片彈 (HE-FRAG)
車載飛彈數	8 枚	8 枚

車輛底盤	履帶式	6×6 輪式
最高道路速度	65 公里/小時	80 公里/小時
最大行程	600 公里	800 公里

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-17 Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Military-Today.com，〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17a.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

表 3 GDF-002 與 PG-99 型雙管 35 公厘高砲性能比較表

項目	GDF-002	PG-99
平面照		
有效射程	4 公里	4 公里
有效射高	3 公里	3 公里
搜索距離	18 公里	18 公里
制導距離	15 公里	15 公里
射速	單管 550 發/分	單管 550 發/分
射擊仰角	-5 度至+92 度	-5 度至+92 度
高低瞄準速度	56 度/秒	60 度/秒
方向瞄準速度	112 度/秒	112 度/秒
攜彈量	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發

資料來源：1.Army Recognition，〈Oerlikon 35 mm Twin gun Skyguard anti-aircraft defencesystem〉，http://www.armyrecognition.com/germany_german_army_light_heavy_weapons/oerlikon_35_mm_twin_cannon_gdf-001_gdf-003_gdf-005_gdf-007_data.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

表 4 PG-99 與 625 高砲性能比較表

項目	PG-99 牽引式	625 輪式
平面照		
有效射程	4 公里	4 公里
有效射高	3 公里	3 公里
搜索距離	18 公里	待蒐
制導距離	15 公里	待蒐
初速	1,175 公尺/秒	1,150 公尺/秒

射速	單管 550 發/分	5,000 發/分
射擊仰角	-5 度至+92 度	待蒐
高低瞄準速度	60 度/秒	待蒐
迴旋角度	360 度	待蒐
方向瞄準速度	112 度/秒	待蒐
攜彈量	左右主彈箱各 56 發 左右副彈箱各 63 發	待蒐

資料來源：1.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

表 5 前衛 1 型與前衛 2 型人攜式防空飛彈性能比較表

項目	前衛 1 型	前衛 2 型
平面照		
總重	16.5 公斤	18 公斤
彈長	1.532 公尺	1.59 公尺
彈徑	71 毫米	72 毫米
彈頭類型	半預制破片	半預制破片
制導類型	被動紅外線尋標	被動紅外線尋標
飛彈速度	約 1.76 馬赫	約 1.76 馬赫
有效射程	500-5,000 公尺	500-6,000 公尺
有校射高	30-4,000 公尺	10-3,500 公尺

資料來源：1.Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.百度百科，〈前衛-1（QW-1）單兵防空導彈〉，<https://baike.baidu.com/item/%E5%89%8D%E5%8D%AB-1%E5%8D%95%E5%85%B5%E9%98%B2%E7%A9%BA%E5%AF%BC%E5%BC%B9/15123448>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

三、野戰防空武器運用

中共陸上野戰防空行動，通常在國家聯合防空行動下，依綜合偵察預警、靈活機動抗擊、全譜重點防護、持續可靠保障等要點，組織防空行動。在兵力運用上，依全方位、大縱深、有重點、有彈性之要求，運用區域掩護、抗擊作戰、機動作戰等部署形式，保衛重點目標，對合成部隊之主要部署實施不間斷掩護。在火力運用上，對敵空襲威脅方向，盡力延伸火力、擴大攔截範圍，集中力量重點抗擊，掩護重要目標安全。²⁷

²⁷ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 119、120、206。

陸軍防空兵主要裝備中、近程點防禦防空武器，以中低空近程防空飛彈搭配高砲之彈砲混編，建立中、低空、近程之防空火力，採梯次、重點部署於指揮所、作戰部隊。²⁸近程防空飛彈主要用於攔截鄰近空域之高速目標，如戰機、飛彈，而高砲係採高射速密集火力形成彈幕，擔負末端防空之最後防線，通常部署於重要指揮節點或行進路線節點上，主要在對付不易被雷達搜獲之低空目標，如無人機、巡航飛彈。²⁹

人攜式防空飛彈可由單兵進行目標觀測、瞄準與射擊，具備機動靈活、操作簡便等優勢，主要在填補防空飛彈與高砲之火力間隙，打擊低空飛行之固定翼飛機、武裝直升機。³⁰另參考中共第 73 集團軍某合成旅防空營於 2020 年 8 月 11 日在蘇北地區實施跨晝夜防空實彈射擊演練，在防空陣地轉換過程中，主要由人攜式防空飛彈組成分隊，擔任防空警戒，掩護部隊機動轉移，³¹顯示紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統無法實施行進間射擊，因此在合成部隊機動過程中，人攜式防空飛彈之運用更顯得重要。

研究分析

一、共軍中型旅與國軍聯兵旅防空能力比較

（一）防空部隊組織比較

中共陸軍在 2017 年組織調整後，每個中型旅均下轄防空營，擔負戰時野戰防空任務，而國軍聯兵旅現行均無下轄防空部隊編制，戰時主要運用建制輕、重武器，實施部隊防空，另由作戰區所屬防空營或防衛部所屬防空連，編組防空火網，遂行重要目標防護與支援各部隊防空作戰。³²

（二）防空武器性能比較

共軍中型旅防空營目前配有紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等武器，就紅旗-7B 型防空飛彈系統性能而言，最大搜索距離可達 25 公里，最大射程 15 公里，射高 6 公里（性能如表 6）。

國軍聯兵旅建制內計有 50 機槍、T74 排用機槍、M249 班用機槍等輕、重武器（性能如表 7），有效射程可達 1,830 公尺，而作戰區所屬防空部隊之防空武器系統計有檟樹飛彈及復仇者飛彈（性能如表 8），最大搜索距離可達 60 公里，

²⁸ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 205。

²⁹ 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018 年 1 月），頁 103。

³⁰ CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉，《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GIunXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFn.E6WHhxAE7KP.U.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³¹ CCTV，〈直擊演訓一線·第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉，《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRWa200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³² 謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉，《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 57。

有效射程可達6公里。³³另美國於2019年同意出售我國250枚人攜式刺針飛彈，惟交貨時程未定，若未來列裝後，將可增加低空防空作戰能力，有效射程可達4.8公里³⁴（性能如表9）。

（三）防空武器運用比較

共軍陸上野戰防空行動係在國家聯合防空框架下執行，擔負內層阻擊地帶的末端閉鎖攔截任務，通常採彈砲混編，運用不同武器性能，建立綿密防空火網，對合成部隊實施不間斷掩護。現行中型旅防空營即採用紅旗7B型防空飛彈、PG-99式雙管35公厘高砲及前衛2型人攜式防空飛彈等武器混編，推測戰時可針對不同武器性能，採梯次及重點部署於指揮所、主力作戰部隊附近地區，掩護整體部隊作戰。

而國軍聯兵旅野戰防空作戰，主要是運用建制內輕、重武器編成防空火網，實施部隊防空，另可搭配作戰區所屬防空部隊，在考量任務、敵情、防空兵力及地形，依平衡防務、早期接戰、相互支援、火網重疊、重點防禦、縱深部署等六項基本原則部署兵力，³⁵對低空來襲之敵空中目標，實施多層次打擊，掩護各階段重要目標及部隊作戰行動。

表6 中型旅防空營武器性能表

裝備 能力	紅旗-7B 型 防空飛彈	PG-99 式雙管 35 公厘高砲	前衛 2 型 人攜式防空飛彈
			
搜索距離	25 公里	18 公里	-
有效射程	15 公里	4 公里	6 公里
有效射高	6 公里	3 公里	3.5 公里
最大射速	3 馬赫	單管 500 發／分	約 1.76 馬赫

資料來源：1.Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022年3月12日。2.Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 m m anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022年3月12日。3.Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022年3月12日。

³³ 謝志淵、洪安妮，〈2019年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉，《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第573期，2020年10月，頁57-58。

³⁴ 聯合報，〈陸軍人攜式刺針飛彈終付首期款 延至114年交裝〉，2021年12月30日，<https://udn.com/news/story/10930/5998343>，檢索日期：2022年5月1日。

³⁵ 陸軍司令部，〈陸軍野戰防空砲兵部隊指揮教則（第二版）〉，2009年3月24日，頁2-5-57。

表 7 聯兵旅建制內輕、重武器性能表

裝備 能力	50 機槍	T74 排用機槍	M249 班用機槍
			
有效射程	1,830 公尺	1,200 公尺	1,000 公尺
射擊速率	450-550 發／分	850 發／分	750-1,000 發／分

資料來源：謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 59。

表 8 陸軍防空營野戰防空武器性能表

裝備 能力	復仇者飛彈	檣樹飛彈
		
搜索距離	蜂眼雷達 50 公里以上	萊茲雷達 60 公里
有效射程	4.8 公里	6 公里
有效射高	3.8 公里	3 公里
最大射速	2.2 馬赫	1.5 馬赫

資料來源：謝志淵、洪安妮，〈2019 年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第 573 期，2020 年 10 月，頁 58。

表 9 刺針飛彈性能表

裝備 能力	DMS 雙聯裝	肩射式 (FIM-92)
		
操作人數	2 人	1 人
有效射程	4.8 公里	4.8 公里
射擊速率	2.2 馬赫	2.2 馬赫
服役情況	目前部署於外島	列裝期程未定

資料來源：自由時報，〈DMS 雙聯裝刺針飛彈戰備演練 馬防部確保防空安全〉，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3181953>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。

二、敵特、弱點分析

(一) 特點

1、具備完整防空編制

中共陸軍於 2017 年實施重組後，在集團軍、合成旅下均有建置防空部隊，

每個集團軍轄有 1 個防空旅，每個合成旅則編有 1 個防空營，而中型旅防空營計下轄 1 個地空飛彈連、1 個人攜式地空飛彈連及 3 個高砲連，具備完整防空編制，配有不同性能之防空武器，兵、火力可供靈活部署與運用，可有效支援地面部隊遂行野戰防空任務。

2、彈砲混編火網綿密

中共陸軍防空兵主要係採中、低空近程防空飛彈搭配高砲之彈砲混合編組，建立防空火網，以對付高科技空襲目標，如隱形戰機、彈道飛彈、巡弋飛彈等目標。而對應中型旅防空營亦是採用彈砲混編方式，目前採用之紅旗 7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲及前衛 2 型人攜式防空飛彈等武器，藉不同作戰效能相互結合與運用，可建立綿密之近程、低空防空火網，近年亦不斷透過防空演訓，驗證作戰效能，並持續研發射程更遠與機動性較高之新型防空武器，以增加防空作戰之範圍。

3、提升隨伴掩護效能

中型旅係以輪式裝甲車輛為主戰武器，優勢之機動力為其特色，因此為達有效防空掩護，近年積極研改新型輪式防空武器，主要以整合搜索、追蹤、打擊於一車體上，使其具備獨立防空作戰能力，並達到行進中防空掩護之效能。就前述紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，推測已初步具備邊走邊打邊搜索、跟蹤之效能，並已列裝部分中型旅防空營，將可大幅提升其防空效能。

（二）弱點

1、搜索與發射系統分於不同車體

目前中型旅防空營仍以紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統為主要防空武器配置，其目標搜索和發射系統是分於不同車體上，若搜索單元遭干擾或破壞，即缺少空中目標辨識與導引，僅能以目視搜索及打擊，將大幅降低其打擊效能。

2、需腹地展開部署難以隨伴掩護

參考中共某紅旗-7B 型防空飛彈部隊演訓情況，雖屬車載防空武器，但需耗費人力和時間，固定車體及調水平，整個部隊亦需要足夠腹地展開放列³⁶（如圖 12），始可遂行防空掩護。

而 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統，高砲和電源車本身係需仰賴卡車拖曳至陣地，機動性較差，作戰時亦需要腹地固定部署，並耗費人力和時間展開放列，整體而言不具備隨伴掩護能力（如圖 13）。

³⁶ 中國北方車輛研究所，〈談中國陸軍新型 625 輪式自行高砲〉，《坦克裝甲車輛》，2021 年第 4 期，頁 18。

因此前述防空武器在面對障礙或建築物較多之地區時，將嚴重影響其展開放列，通訊聯絡、觀測射擊均易受干擾，難以發揮防空效能。雖然近年已陸續研發紅旗-17A 型防空飛彈與輪式自行高砲系統等新型武器，但目前尚未全數換裝，其防空效能將有所限制。

3、防空武器攜彈量有限

每項武器都有其攜彈量限制，當彈藥耗盡時，亟需重新裝填，此空檔將是部隊戰力最薄弱之時，而無論紅旗-7B 型防空飛彈、PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統，甚至是較先進的紅旗-17A 型防空飛彈與輪式自行高砲系統，都有其攜彈量限制，均將面臨但要耗盡，重新裝填情況。另一方面，若遭受數量較多之飽和攻擊，如無人機蜂群式攻擊，超過防空武器本身的攜彈量，其防空部隊亦將無法應付。



圖 12 紅旗-7B 型防空飛彈系統放列展開情況

資料來源：軍迷天下，〈全能“制空獵手”！直擊解放軍挑戰導彈極限距離射擊 國產製導系統亮相 看紅旗-7B 現場大顯神威！「國防科工」20220224〉，https://www.youtube.com/watch?v=tKrMYIsshfU&list=PLsiiVPzAxNzU9kWL9q2-BQ-JnIIR1PXX_&index=4&t=561s，檢索日期：2022 年 3 月 12 日，研究者自行整理。

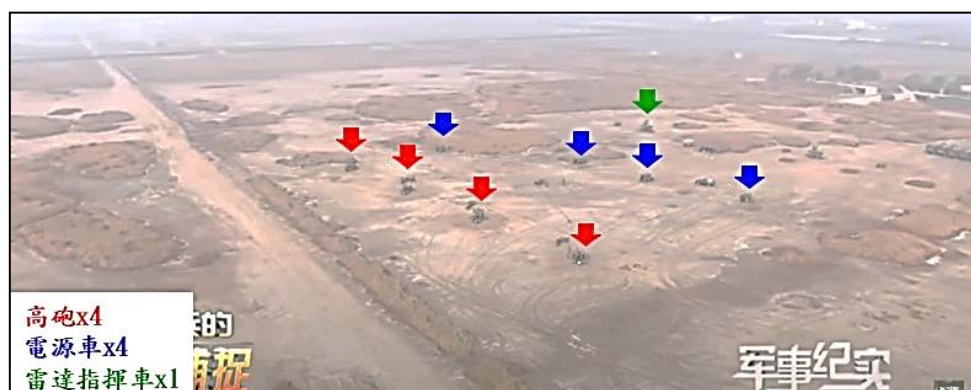


圖 13 PG-99 式雙管 35 公厘高砲系統放列展開情況

資料來源：1.CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBIIzk210626.shtmlspm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。2.CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉，《軍事紀實》，2021 年 12 月 13 日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNIbiPmyrB.E0i1s8IEx4Ub.45>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。3.研究者自行整理。

三、對我之影響

共軍中型旅係以輪式裝甲車輛作為主戰武器，兼具優勢打擊力與機動力，在未來對臺登陸作戰中，應屬突擊上陸戰術第二梯隊，在第一梯隊掩護下，實施突擊上陸與縱深攻擊，而所屬防空營將隨伴登陸，掩護部隊作戰時之對空安全，防敵以無人飛行載具、直升機等航空器，實施空中偵察與打擊。

其防空營採彈砲混編方式，具備完整防空編制，運用不同武器效能，相互結合與掩護，建立近程、低空防空火網，就所屬紅旗-7B 型防空飛彈系統之性能而言，可於部隊所在半徑 25 公里範圍內進行目標搜索與辨識，在距離 15 公里、高度 6 公里範圍內對目標進行打擊，並搭配 PG-99 式雙管 35 公厘高砲於距離 4 公里、射高 3 公里範圍內，實施末端攔截，而前衛 2 型人攜式防空飛彈，屬肩射式武器，方便人員攜帶與操作，可在良好之隱、掩蔽環境下實施伏擊，填補防空飛彈與高砲之火力的間隙。而近年發展之紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，更整合搜索、追蹤、打擊，使其具備獨立防空作戰車體，克服部分武器機動性不佳之問題，並逐步達到行進中防空掩護之效能。

在我國未來防衛作戰中，各型直升機主要執行反登陸、反擊、反空（機）降作戰，並可實施空中偵察、支援地面部隊戰鬥、兵力轉用等任務，現行射程最遠之空對地武器為地獄火飛彈，最大射程可達 8 公里（飛彈性能比較如表 10），惟在遂行任務飛行過程中，面對共軍中型旅防空營的防空武器配置，就其搜索和打擊範圍，我直升機恐難以給予先制攻擊，若於低空或城鎮中支援地面部隊作戰，敵人即可利用地形或建築物實施隱、掩蔽，伺機伏擊。綜上所述，對於未來直升機執行作戰行動，飛行員無論採低空飛行躲避雷達搜索，或提高飛行高度增加視野，均有極大威脅，作戰能力將受到限制。

除了直升機外，對我無人機亦是威脅。以國軍現役銳鳶無人機（性能如表 11），主要用於戰場情報偵蒐與監控，最大飛行高度 4 公里，最大飛行速度每小時 180 公里（約 0.14 馬赫），以及預計向美採購之 MQ-9B 無人機³⁷，可用於對地偵察與打擊，作戰高度為 7.5 公里，最大飛行速度每小時 482 公里（約 0.39 馬赫），對應共軍中型旅防空營之防空武器，均在其打擊範圍內，將嚴重影響我國未來防衛作戰情報監偵作為，難以掌握戰場態勢與及時應處。

³⁷ 上報，〈我 4 架 MQ-9B 無人機 6 月可獲美軍發價書 拚 2025 年交機添戰力〉，2022 年 5 月 29 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=145754，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。

表 10 飛彈性能表

使用國家	中華民國	中共
飛彈型號	地獄火飛彈 (AGM-114M)	飛獾飛彈 (FM-2000)
圖片		
裝備武器	阿帕契 (AH-64E) 直升機	紅旗-17A 型防空飛彈
重量	51.2 公斤	165 公斤
直徑	17.8 公分	23 公分
長	1.9 公尺	2.9 公尺
彈頭重量	9 公斤	15 公斤
彈種形式	高爆反戰車頭	高爆破片彈
飛行速度	1.3 馬赫	2.5 馬赫
有效射程	8 公里	15 公里
有效射高	-	6 公里
備註	雷射尋標導引	雷達無線電導引

資料來源：每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。

表 11 國軍無人機性能表

型號	銳鳶	MQ-9B
圖示		
服役情況	現役	尚未列裝
最高速度	180 公里/小時 (約0.14 馬赫)	482 公里/小時 (約0.39 馬赫)
最大飛行高度	4 公里	作戰高度 7.5 公里
最大飛行半徑	150 公里	1,852 公里
滯空時間	12 小時	35 小時
用途	情報偵蒐、戰場監控	對地偵察與打擊

資料來源：1.維基百科，〈銳鳶無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%8A%B3%E9%B3%B6%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。2.科技新報，〈死神登艦，通用原子開發短場起降版 MQ-9B〉，2022 年 5 月 11 日，<https://technews.tw/2022/05/11/ga-asi-is-developing-stol-version-mq-9b-reapers/>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。3.研究者自行整理。

克制對策及建軍備戰之建言

一、克制對策

(一) 打擊敵方指管系統

中共中型旅防空營目前仍以紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲作為主要野戰防空武器，在搜索與發射系統分別於不同車體的情況下，仍須

仰賴雷達指揮車提供目標資訊，予以追蹤及打擊，若雷達指揮車遭干擾或破壞，僅能透由人工搜索與射擊，將大幅降低其防空效能。

在未來防衛作戰中，我軍雖在軍力上趨於弱勢，但對於地理環境熟悉程度具備優勢，可藉先期預判敵可能登陸地區，著手戰場經營及兵力部署，於敵登陸作戰時，優先運用我遠程火力打擊，抑或派遣特戰部隊，滲透至敵軍後方襲擾，適時破壞敵指管系統與防空武器，截斷其後方補給線，減損其防空戰力，進而掩護我航空部隊實施打擊。

（二）迫使敵於城鎮決戰

我國隨著現代化城鎮發展，大部分可供登陸海灘均緊鄰城鎮、橋樑，因此於敵軍登陸後，城鎮作戰將成為主要作戰型態。面對城鎮中林立之建築物，縱橫交錯之街道，地面部隊作戰展開腹地有限，兵力容易分散，以中型旅防空營目前所屬紅旗-7B 型防空飛彈與 PG-99 式雙管 35 公厘高砲等大型防空武器，甚至未來可能換裝之紅旗-17A 型防空飛彈與新型 625 輪式自行高砲系統，將可能受限城鎮特性，影響預警雷達涵蓋範圍，形成局部盲區，防空戰力整合不易，甚至無法掌握受支援部隊狀況，難以有效提供防空掩護。

國軍平時應深入研析作戰區域中之建物特性，完成調查、協調與運用規劃，置重點在武器、雷達放列位置、對空警戒監視位置、通信節點設置及彈藥屯儲位置等項目，強化城鎮作戰訓練與戰場經營，並整合可運用資源，於戰時先期佔領有利位置，打擊敵重要指管系統及防空武器。

二、建軍備戰之建言

（一）發展反輻射無人機

無人機具備造價低、零傷亡、用途廣等優勢，於現代戰爭中亦被廣泛運用。例如 1982 年 6 月 9 日貝卡山谷戰役，以色列先期以無人機當作誘餌，觸使敘利亞防空飛彈系統開啟雷達，藉以收取雷達參數，據以實施電子反制，並導引空中等待之戰機發射反輻射飛彈，此戰重創敘利亞防空武力，為近代大規模無人機運用成功案例；³⁸2020 年 9 月 27 日納卡戰爭，亞塞拜然運用以色列製「哈比」（Harpy）反輻射無人機，採無人機群體戰術，對亞美尼亞地面部隊實施偵察與打擊，發揮高效戰力，迫使敵方付出更多成本實施防禦。³⁹

反輻射無人機是壓制及摧毀敵雷達預警與防空武器系統之重要手段，其特點在於機身安裝被動式電磁波尋標器，可搜尋敵雷達發射電磁信號，加上體型設計較小，不易被搜索，且安裝高爆炸性彈頭，可在目標區上空長時間盤旋，

³⁸ 青年日報，〈貝卡山谷之役 重創敘軍防空武力〉，2020 年 11 月 15 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1286874&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

³⁹ 青年日報，〈無人機縱橫納卡 重塑戰場樣貌〉，2021 年 1 月 2 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1306916&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

只要確認雷達發射訊號，隨即俯衝飛向目標執行自殺式攻擊。而我國國家中山科學研究院已於 2012 年起公開反輻射無人攻擊機計畫，代號為「劍翔」，於 2019 年「台北國際航太暨國防工業展」正式展示劍翔無人機，其滯空時間可達 5 小時，作戰半徑達 1,000 公里，飛行高度 3 公里，巡弋速度達每小時 160 至 250 公里，俯衝速度達每小時 370 至 463 公里，飛行時雷達截面積 RCS 小於 0.1，不易被發現；預計 2025 年完成 104 架生產，配屬空軍防空部隊⁴⁰（如圖 14）。

無人機固然不是戰爭中之主力，然從偵蒐、追蹤至摧毀高價值目標等運用，效益比相對較高，亦能提高戰場人員存活率，對於共軍遠渡臺灣海峽實施登陸作戰，其後勤補給即是很大挑戰，若能有效運用體積小而數量多之無人載具，誘敵彈藥消耗，將可遲滯共軍作戰進程，降低入侵成功公算。

（二）提升全民防衛意識

參考 2022 年 2 月 24 日起發生之俄烏衝突，烏克蘭面對俄羅斯正規軍隊壓境，卻未遭快速擊潰，其主因除國際上不間斷的援助外，烏國全民防衛的決心更是不容小覷。俄軍原規劃於 3 至 5 天奪下位於烏克蘭東北部的蘇梅（Sumy），進而長驅直入到首都基輔，惟俄軍並未如此順利，反而遭受當地百姓所組成游擊隊強烈襲擊而遲滯。⁴¹而在 3 月 2 日亦有影片顯示，1 輛俄軍鎧甲近程彈砲防空系統（Pantsir-S）原計畫從尼古拉耶夫（Mikolaiv）前往巴希坦卡（Bashtanka），卻於途中遭遇汽油彈攻擊而棄置於路上⁴²（如圖 15）。

借鏡烏克蘭國土防衛經驗，我國對於防衛作戰之準備，除持續採購和發展新式武器裝備，建立不對稱嚇阻力量，更應重視全民國防之重要性，提升全民防衛意識，透由全民參與及社會資源投入，戰時破壞或阻礙共軍重要指管系統、武器及後方補給線，始可降低中共侵略之成功公算。

（三）增加防空部隊編制

中共合成旅具備完整防空部隊編制，以支持旅遂行獨立作戰，保障對空安全，反思我國陸軍聯兵旅，現無防空部隊編制，戰時僅可運用建制內輕、重武器，編成防空火網，而陸軍現有防空部隊主要集中於各作戰區所屬防空營或防衛部所屬防空連，平時除依國防部賦予重要目標防護外，戰時仍須確保地面部隊安全，面對敵方空襲，防空作戰範圍大，難以同時兼顧，凸顯防空兵力嚴重不足。因此，在各聯兵旅編制中，應考量組建防空部隊，以因應未來防衛作戰

⁴⁰ 羅德駿、徐勇憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉，《空權與國防學術研討會論文集》，2021 年 10 月，頁 27-30。

⁴¹ Yahoo 新聞，〈俄曾估最快 3 天拿下蘇梅狼狽撤離 平民組游擊隊毀數十坦克捍家園〉，2022 年 4 月 19 日，<https://tw.stock.yahoo.com/video/%E4%BF%84%E6%9B%BE%E4%BC%B0%E6%9C%80%E5%BF%AB3%E5%A4%A9%E6%8B%BF%E4%B8%8B%E8%98%87%E6%A2%85%E7%8B%BC%E7%8B%BD%E6%92%A4%E9%9B%A2-%E5%B9%B3%E6%B0%91%E7%B5%84%E6%B8%B8%E6%93%8A%E9%9A%8A%E6%AF%80%E6%95%B8%E5%8D%81%E5%9D%A6%E5%85%8B%E6%8D%8D%E5%AE%B6%E5%9C%92-033857529.html>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

⁴² 國會調查兵團新聞台，〈超療癒！烏克蘭一顆汽油彈，燒爆 39 億元 俄羅斯鎧甲（Pantsir-S）近程彈砲防空系統〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.youtube.com/watch?v=Alzce67HHdw>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

敵之空中威脅，俾利戰力保存及後續反擊攻勢之遂行。

（四）籌購肩射防空武器

臺灣地區地狹人稠、城鎮密集，面對林立的建築物及複雜交通路線，觀測、射界、通信連絡及車輛運動空間均受限制，大型野戰防空武器恐難發揮其作戰效能，因此，結合城鎮作戰思維，應考量部署便於攜行之防空武器，以利伴隨地面部隊快速機動與部署，隱蔽於建築物間，實施低空防護射擊。

今（2022）年俄烏衝突爆發後，烏克蘭軍隊曾運用 FIM-92 型刺針防空飛彈擊落多架俄羅斯直升機、攻擊機，創造許多重要戰果。此型防空飛彈屬肩射式武器，可由單兵操作射擊，具備快速機動部署優勢，有效射程達 4.8 公里，飛彈速度達 2.54 馬赫，我國於 2019 年已獲美國同意出售 250 枚肩射式 FIM-92 刺針防空飛彈，惟交付時間遲遲未定。因此為避免在受限於美方軍售與維保限制下，應考量自主研發類似防空武器，以提升我防衛作戰之防空戰力。



圖 14 劍翔無人機

資料來源：上報，〈車載型劍翔反輻射無人機首登場 中科院自研武器放閃航太展〉，2019 年 8 月 21 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=69758，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。



圖 15 近程彈砲防空系統（Pantsir-S）損壞情況

資料來源：ETtoday 新聞雲，〈39 億全燒光！俄「Pantsir-S 導彈系統」在烏克蘭境內遭大火吞噬〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.ettoday.net/news/20220302/2199520.htm>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。

結語

中共陸軍合成部隊之組成，目的在於實現小型化、多能化、模組化發展，結合諸多專業兵種於一體，適應不同地區不同任務需要，建立能遂行獨立作戰與聯合作戰之作戰體系。每個合成旅為達獨立作戰能力，且確保整體部隊行動

時對空之安全，均轄有防空營編制。而中型旅防空營採彈砲混編方式，建立低空、近程之防空火網，惟防空武器仍有機動性不佳之問題，除透過各項演訓，提升人員素質與部署時效，亦同時積極發展新型防空飛彈與自行高砲等輪式防空武器，結合搜索、追蹤、打擊於一車體，以提高伴隨掩護效能，依據近年演訓情況，推測已逐步汰換舊型裝備，陸續撥交中型旅服役。

在瞭解中型旅野戰防空情況後，以敵為師，反思我國陸軍防空作戰能力之問題，面對未來可能缺乏空優之防衛作戰，如何對抗空襲，將是保存我軍整體戰力之關鍵，因此無論在防空編制和武器發展與採購，均應重新研討與精進，作為建軍備戰重要議題。

參考資料

一、書籍

- (一) 陳杰生，《防空學》（北京：科學出版社，2018年1月）。
- (二) 陸軍司令部，《陸軍野戰防空砲兵部隊指揮教則（第二版）》，2009年3月24日。

二、期刊論文

- (一) 中國北方車輛研究所，〈中國陸軍新編制管窺〉《坦克裝甲車輛》，2017年第11期。
- (二) 中國北方車輛研究所，〈談中國陸軍新型 625 輪式自行高炮〉《坦克裝甲車輛》，2021年第4期。
- (三) 謝志淵、洪安妮，〈2019年沙烏地阿拉伯油田遭無人機攻擊事件研究-論陸軍野戰防空〉《陸軍學術雙月刊》，第五十六卷第573期，2020年10月。
- (四) 羅德駿、徐勇憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉《空權與國防學術研討會論文集》，2021年10月。

三、網際網路

- (一) CCTV，〈20211213 防空兵的暗夜捕捉〉《軍事紀實》，2021年12月13日，<https://tv.cctv.com/2021/12/13/VIDEuYWOT8yXbsuh739Qf2Vu211213.shtml?spm=C52346.PjtNIbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.45>，（檢索日期：2022年3月6日）。
- (二) Military-Today.com，〈HQ-7B Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_7b.htm，檢索日期：2022年3月12日。
- (三) 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018年11月7日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022年6月16日。
- (四) CCTV，〈揭秘國慶大閱兵·紅旗-17A 我國自主研製最新型野戰防空系統〉《東方時空》，2019年10月5日，<http://tv.cctv.com/2019/10/05/>，檢索

日期：2022 年 3 月 12 日。

- (五) 央廣軍事，〈陸軍 78 集團軍舉行防空演練紅旗-17A 實彈發射〉，2020 年 9 月 26 日，<https://www.163.com/war/article/FNI0VLRP000181KT.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (六) 軍迷天下，〈厲害！解放軍新型輪式地空導彈曝光實拍兩枚導彈相繼升空摧毀來襲“敵機”〉，2021 年 8 月 23 日，<https://www.youtube.com/watch?v=luFKicQlrbc>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (七) 每日頭條，〈官方證實紅旗 17A 通殺全類型精確制導武器，顏值秒殺俄軍原版〉，2019 年 10 月 5 日，<https://kknews.cc/military/xgzvj3q.html>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (八) 新浪軍事，〈紅旗 17 發射連整建制亮相 12 部車輛構築最強野戰防空〉，2020 年 11 月 17 日，<https://mil.news.sina.com.cn/zhengming/2020-11-17/doc-iiznctke1834927.shtml>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (九) CCTV，〈直擊演訓一線·第 73 集團軍某旅複雜險難空情檢驗防空分隊精確打擊能力〉《正午國防軍事》，2020 年 8 月 11 日，<https://tv.cctv.com/2020/08/11/VIDEuuQg2g9utfvdxYBIJRWA200811.shtml>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十) CCTV，〈20210626 陸戰神盾〉《軍武零距離》，2021 年 6 月 26 日，<https://tv.cctv.com/2021/06/26/VIDEDBQEWHu2fg8CXsmBIlzk210626.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.2>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十一) CCTV，〈20201210 防空“鐵拳”軍工造〉《國防科工》，2020 年 12 月 10 日，<https://tv.cctv.com/2020/12/10/VIDEB9dDTYdklsahCn34A9ab201210.shtml?spm=C52346.PkcMQpbumq9A.EGH13uL2DA1K.50>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十二) 每日新聞，〈西藏軍區裝備輪式 625 彈炮合一系統，大八輪配海軍俄式近防炮〉，<https://kknews.cc/military/kp9mzaq.html>，檢索日期：2022 年 5 月 1 日。
- (十三) CCTV，〈20210917 前衛-2 單兵便攜式防空導彈〉《兵器面面觀》，2021 年 9 月 17 日，<https://tv.cctv.com/2021/09/17/VIDE9U1GlnXYiHgCoo1Ycgq210917.shtml?spm=C52346.P0sSaMoX4WFN.E6WHhxAE7KPU.29>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十四) CCTV，〈20210420 肩扛導彈的小女兵〉《軍事紀實》，2021 年 4 月 20 日，<https://tv.cctv.com/2021/04/20/VIDEZbgQLPMgpm829J8PtLyC210420.shtml?spm=C52346.PjtNlbiPmyrB.E0i1s8lEx4Ub.25>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十五) Military-Today.com，〈HQ-7 Short-range air defense missile system〉，<http://www.military-today.com/missiles/hq7.htm>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

- (十六) 強國網，〈新版紅旗 17AE 獲出口許可，可擊落隱形飛機，性能碾壓印同類型裝備〉，<https://www.163.com/dy/article/G4O9V3GD0515CILV.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (十七) Military-Today.com，〈HQ-17A Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十八) CCTV，〈20210306 低空獵手〉《軍武零距離》，2021 年 3 月 6 日，<https://tv.cctv.com/2021/03/07/VIDELeXr4HjLYVKn9RUUKdsG210307.shtml?spm=C52346.PI1K6gXnaqix.EQw0Jz3jylDx.11>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (十九) 每日新聞，〈印媒關注中國新型紅旗 17AE 飛彈：可打隱身戰機〉，<https://kknews.cc/zh-tw/military/zrljvnq.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (二十) Military-Today.com，〈HQ-17 Short-range air defense missile system〉，http://www.military-today.com/missiles/hq_17.htm，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿一) Army Recognition，〈Type 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun〉，https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿二) Army Recognition，〈Oerlikon 35 mm Twin gun Skyguard anti-aircraft defencesystem〉，https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_light_heavy_weapons/oerlikon_35_mm_twin_cannon_gdf-001_gdf-003_gdf-005_gdf-007_data.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿三) Army Recognition，〈Chinese QW-2 MANPADS missile in service with Turkmenistan army〉，https://www.armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/chinese_qw-2_manpads_missile_in_service_with_turkmenistan_army.html，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿四) 百度百科，〈前衛-1（QW-1）單兵防空導彈〉，<https://baike.baidu.com/item/%E5%89%8D%E5%8D%AB-1%28QW-1%29%E5%8D%95%E5%85%B5%E9%98%B2%E7%A9%BA%E5%AF%BC%E5%BC%B9/15123448>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (廿五) 聯合報，〈陸軍人攜式刺針飛彈終付首期款 延至 114 年交裝〉，2021 年 12 月 30 日，<https://udn.com/news/story/10930/5998343>，（檢索日期：2022 年 5 月 1 日）。
- (廿六) 自由時報，〈DMS 雙聯裝刺針飛彈戰備演練 馬防部確保空防安全〉，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3181953>，檢索日期：

期：2022 年 5 月 1 日。

- (廿七) Yahoo 新聞，〈俄曾佔最快 3 天拿下蘇梅狼狽撤離 平民組游擊隊毀數十坦克捍家園〉，2022 年 4 月 19 日，<https://tw.stock.yahoo.com>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (廿八) 國會調查兵團新聞台，〈超療癒！烏克蘭一顆汽油彈，燒爆 39 億元 俄羅斯鎧甲（Pantsir-S）近程彈砲防空系統〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.youtube.com/watch?v=Alzce67HHdw>，（檢索日期：2022 年 4 月 24 日）。
- (廿九) ETtoday 新聞雲，〈39 億全燒光！俄「Pantsir-S 導彈系統」在烏克蘭境內遭大火吞噬〉，2022 年 3 月 2 日，<https://www.ettoday.net/news/20220302/2199520.htm>，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (三十) 青年日報，〈貝卡山谷之役 重創敘軍防空武力〉，2020 年 11 月 15 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1286874&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (卅一) 上報，〈車載型劍翔反輻射無人機首登場 中科院自研武器放閃航太展〉，2019 年 8 月 21 日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=69758，檢索日期：2022 年 4 月 24 日。
- (卅二) 青年日報，〈無人機縱橫納卡 重塑戰場樣貌〉，2021 年 1 月 2 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1306916&type=forum>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- (卅三) 軍迷天下，〈全能“制空獵手”！直擊解放軍挑戰導彈極限距離射擊 國產製導系統亮相 看紅旗-7B 現場大顯神威！「國防科工」20220224〉，https://www.youtube.com/watch?v=tKrMYIssHfU&list=PLsiiVPzAxNzU9kWl9q2-BQ-JnIlR1PXX_&index=4&t=561s，檢索日期：2022 年 3 月 12 日，研究者自行整理。
- (卅四) 每日頭條，〈中國防空飛彈 FM-2000「首秀」引關注〉，2018 年 11 月 7 日，<https://kknews.cc/military/5zroaml.html>，檢索日期：2022 年 6 月 16 日。
- (卅五) 維基百科，〈銳鳶無人機〉，<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%8A%B3%E9%B3%B6%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。
- (卅六) 科技新報，〈死神登艦，通用原子開發短場起降版 MQ-9B〉，2022 年 5 月 11 日，<https://technews.tw/2022/05/11/ga-asi-is-developing-stol-version-mq-9b-reapers/>，檢索日期：2022 年 6 月 30 日。

作者簡介

林睦謹少校，國防大學理工學院 101 年班、電偵正規班 105 年、陸院 111 年班，曾任判讀官、分隊長，現任職於電展室。

鄭棟元中校，陸軍官校 95 年班、砲訓部正規班 202 期，曾任排長、連長、情報官、作參官、計參官，現任職於國防大學。