

從烏克蘭蛛網行動分析敵後無人機滲透對我空軍基地防衛之啟示

空軍中校 黃俊瑋 空軍上校 張建農

提 要

烏克蘭發動之「蛛網行動」展現FPV無人機於不對稱作戰中的高度戰略價值，其以低空滲透、難以被雷達偵測的特性，成功突襲俄境內空軍基地，對戰略轟炸機造成實質損害。此行動整合物流車輛隱匿運輸、現地重組與遠端操控攻擊，顯示無人機可突破傳統火力正面對抗，改以靈活、隱蔽與飽和特性實施敵後打擊。對我而言，若空軍基地仍存有低空雷達盲區、無人機反制裝備不足等弱點，將難以抵禦類似滲透攻擊。我軍應儘速強化低空探測雷達網、部署多型反無人機干擾與攔截裝備，並配合戰術誘標、偽裝設施與分散部署架構，提升防空韌性與戰力續航能力，避免在飽和突擊下作戰節點癱瘓，確保基地存續與空中優勢。

關鍵詞：FPV無人機、敵後滲透、基地防衛、無人機反制、不對稱作戰

前 言

俄烏戰爭中實證FPV無人機在高強度衝突中具有不對稱性作戰執行能力，¹特別是烏軍運用FPV無人機執行對俄遠程空軍基地飽和攻擊，顯示FPV無人機具備構造簡單(如圖1)、縱深滲透及精準打擊高價值資產能力。在「蛛網行動」運用逾百架FPV無人機，透過車輛偽裝、滲透、分段遙控與導航精準攻擊，即便部署於後方基地戰略轟炸機等亦難倖免。

若我國空軍基地遭遇類似烏克蘭「蛛網行動」之FPV無人機滲透打擊，因

地狹人稠、空域壓縮及雷達低空盲區等結構性限制，恐將嚴重削弱我空中戰力與整體防空效能。為強化防衛韌性，亟須推動低空防禦系統建制，優先佈建涵蓋雷達、光電、聲波與頻譜交織之多波段感測網，並配合機動雷達與高空偵測載具提升低空盲區監控能力。

同時於基地周界部署短程高密度電磁干擾器、指向性能量及近迫武器，建構分層低空攔截體系。關鍵設施如戰機、指揮所與油料彈藥庫應實施分散儲設與轉場備援配置，提升抗炸與持續戰力。作戰指

¹ FPV無人機(第一人稱視角無人機)在近年軍事衝突中的實戰應用顯示其已由原本的娛樂用途，迅速轉化為非對稱作戰中低成本、高破壞力的戰術載具。此類無人機因具備操作者實時視野、低空穿透能力與靈活操控特性，能對傳統防禦系統形成顛覆性挑戰。



圖1 FPV無人機組件

資料來源：I.O. Oleksenko, O. Huk, V. Snitsarenko, D. Ikaiev, & V. Rahul, “REGARDING THE FEATURES OF THE COMBAT APPLICATION OF FPV DRONES IN THE WAR BETWEEN RUSSIA AND UKRAINE,” Наукові праці Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, December 30, 2024, p.101.

2.作者綜整譯圖。

間防衛力量，確保可即時偵制與應變。中科院亦應加速發展反無人機系統與模擬訓練平台，確保基地關鍵節點不因FPV低空飽和攻擊而癱瘓，避免重演俄軍高價值目標遭破壞之教訓。

「蛛網行動」構想與執行分析

一、行動規劃與準備過程

(一)FPV無人機偽裝與滲透

「蛛網行動」由烏克蘭軍事情報總局策劃執行，採用低成本、高精度與低可偵測性之FPV無人機對俄後方空軍基地發動突擊，展現出新型態敵後打擊作戰模式。烏軍FPV無人機單價僅數百美元，卻具備有攜彈攻擊與即時影像回傳功能(如圖2)，操作員可依目標與環境狀況調整航



圖2 FPV無人機攜帶反戰車砲彈

資料來源：Ryan Hodson, “The Weaponisation of Toys and Implications for the Air Force,” Air/Space, No.3, September 09,2024,p.2.

向與俯衝角度，實現高精度命中，機體體積小與聲音特徵極低，可沿地飛行避開雷達與熱成像偵蒐。

行動初期，烏軍將FPV無人機模組分解後由敵後人員偷運至俄境內部，再於預定位位置重組並隱匿於經改裝之民用貨車

中，車輛由俄籍司機駕駛，車頂設遙控啟閉裝置並無任何軍事標識，有效降低偵測與警覺風險。FPV無人機部署點選於靠近基地與機堡邊界之隱蔽地段，操作員則於數公里外安全區以無線鏈接啟動飛行程序，透過實時影像精準導引無人機攻擊圖-22M3、圖-95、圖-160與A-50等戰略轟炸與預警機(如表1)。整體擊殺鏈由滲

透、偽裝、部署與打擊，並具高度連貫性與操作簡化性，有效規避防空雷達與基地警衛巡邏節點，突顯傳統空防體系已難因應低空微型載具威脅，在未來小型化、模塊化、可遠控或自主運作之無人機系統將成為破壞敵後戰略節點與癱瘓高值軍事資產作戰選項。²

(二)情報獲得與目標選定

表1 俄戰略轟炸以及空中預警機相關數據

機型	圖片	類型	最大航程	最大速度	武器載荷	主要任務用途
圖-22M3		超音速戰略轟炸機	約6,800公里	約2,300 km/h	約24噸 (Kh-22導彈等)	中程打擊、反艦作戰、核／常彈突防
圖-95MS		渦槳戰略轟炸機	約15,000公里	約830 km/h	約15噸 (Kh-55等巡弋飛彈)	遠程巡弋飛彈發射、核嚇阻
圖-160		超音速戰略轟炸機	約12,300公里	約2,200 km/h	約45噸 (Kh-101/102等)	核打擊、遠程精準打擊
A-50		空中預警管制機	約7,500公里	約800 km/h	無 (配備雷達)	空域監控、戰術指揮、目標引導

資料來源：1.M. Džunda & P. Dzurovčin, “Why Is It Not See Everything A-50 - Heavenly Eyes And Ears Of Russia,” Acta Avionica, Vol.42, No.1 ,July 31, 2020,pp.2-8.
2.謝爾蓋·普季奇金，「圖-22M3：俄超音速導彈載機的優點」，透視俄國，2024年7月23日，<http://tsrus.cn/junshi/kongjun/2024/07/23/680813> (檢索日期：2025年06月12日)。
3.作者自行綜整資料製表。

2 Helene CooperJulian E、BarnesEric SchmittLara Jake、Adam Entous, “Ukraine Shows It Can Still Flip the Script on How Wars Are Waged”, THE New York Times, June 2, 2025, <https://www.nytimes.com/2025/06/02/us/politics/ukraine-russia-drone-attack.html> (檢索日期：2025年06月12日)



「蛛網行動」得以成功的核心，在於烏克蘭對情報研析、目標篩選與戰術運用的高精度整合。行動前，烏克蘭安全局使用的衛星圖像對俄軍空軍基地進行長期情報收集與圖資辨別，³並以攔截通訊掌握人員任務出勤情況，再透過在地協力者完成基地建模，建構起完整目標資料庫。烏方選定戰略轟炸機與預警機為打擊主體，藉此削弱俄國對地長程打擊與空中預警能力。此次行動涵蓋橫跨俄境數千公里多座空軍基地，顯示烏方具備遠程滲透與跨域操控作戰能力。在戰術上，選擇於外交斡旋前夕發動，以戰備鬆動之時機創造突襲縫隙，並以多目標同步攻擊壓縮俄方應對空間。滲透管道採改裝民宅與貨車為偽裝平台進行無人機運輸與釋放，使用遠端遙控開艙攻擊，並配合即時影像錄製與國際輿論操作放大效果與壓力，達成戰術與心理雙層打擊。此一作戰模式對我國形成直接示警，若未強化低空預警系統、戰力機動部署與聯合反滲透機制，極可能在無預警情況下重蹈俄方覆轍。

二、攻擊規劃與執行

(一)多點佈局與同步打擊

「蛛網行動」於2025年6月1日清晨同步展開，烏克蘭軍方協同部署百架FPV無人機，針對俄國五座戰略空軍基地實施蜂群式遠距打擊，橫跨三個時區、打擊俄

國全境，展現超長距作戰與節點癱瘓能力(如圖3)。

攻擊全程以高密度、短時程、全覆蓋為操作節奏，數分鐘內完成啟動、飛行導控與攻擊，壓縮俄軍雷達預警與干擾反制空間(如表2)。發射平台採改裝商用卡車，外觀低可辨識，頂部配置可遙控彈出裝置，確保在敵後環境中快速打擊與隱蔽作業。

由烏克蘭安全局負責規劃編排與攻擊序列，實際操作由各獨立小組以商用衛星鏈路與多重跳頻加密通信系統執行無人機遠端操控，克服俄軍干擾裝置影響。戰略意義層面，此行動顯示烏方具備突破防區限制與攻擊高價資產的縱深滲透能力，對俄軍戰略後方構成心理與實質雙重壓力。

(二)發射平台與指管協同



圖3 俄國遭襲基地位置

資料來源：保羅·亞當斯、雅羅斯拉夫·盧基夫，「烏克蘭稱無人機突襲了三分之一俄境內戰略轟炸機，如何看待這場「大勝」」，BBCNEWS 中文，2025年06月02日，<https://www.bbc.com/zhongwen/articles/c1kvg24ddmxo/trad> (檢索日期：2025年06月10日)。

3 Katja Bego, "Ukraine's Operation Spider's Web is a game-changer for modern drone warfare. NATO should pay attention", Chatham House, June 6, 2025, https://www.chathamhouse.org/2025/06/ukraines-operation-spiders-web-game-changer-modern-drone-warfare-nato-should-pay-attention?utm_source=chatgpt.com (檢索日期：2025年06月12日)。

表2 「蛛網行動」執行時序

執行現況圖	操作內容	說明與戰術目的
任務規劃 	目標區選定與打擊時間協調，無人機模組與任務參數設定。	由烏克蘭安全局統籌跨區域打擊節奏，明確任務窗口與同步節點。
發射平台準備 	模組化 FPV 無人機拆解藏入物流卡車走私進入俄羅斯，車頂改裝遠端艙蓋與滑軌發射系統。	提升戰術匿蹤性與部署機動性，偽裝於民用車輛降低敵偵察成功率。
匿蹤部署移動 	貨車進入作戰區域內多點潛伏，採無車隊集結、分批佈點戰術配置。	分散部署避免集火打擊，確保至少部分平台可成功釋放載具。
戰術啟動 	車頂遠端艙蓋打開，滑軌發射裝置推送 FPV 無人機升空。	完成快速整備後即啟動打擊，降低停留時間與暴露風險。
多點打擊同步 	多架無人機於不同時區目標同時發起攻擊。	實現聚合打擊壓力，使共軍反應資源分散，降低單點防禦強度。

資料來源：1. 勞拉·戈齊，「烏克蘭如何實施「蛛網行動」攻擊俄羅斯轟炸機」，BBCNEWS 中文，2025年6月3日，
<https://www.bbc.com/zhongwen/articles/cdr5mg4yr0ro/trad> (檢索日期：2025年06月12日)。
2. 作者自行綜整資料製表。



「蛛網行動」中無人機發射平台的部署展現高度匿蹤性與戰術靈活性，烏克蘭軍方將FPV無人機模組化拆解後藏於改裝民用貨車中，車輛外觀與一般物流卡車無異，頂部設置遠端啟動艙蓋與多軌滑槽發射機構，可於任務區域內迅速完成整備與多點釋放作業，每輛車具備攜載數架無人機之能力，可獨立遂行滲透、打擊與轉移行動，有效提升部署彈性並降低被敵偵獲與反制風險。指揮系統採遠端分散操作，經由敵後操作員透過第一人稱視角顯示器執行即時飛行導控與目標識別，⁴烏克蘭安全局負責整體時序規劃與協調攻擊節奏，確保跨區域、多時區任務可同步施壓並產生打擊效益。為對抗俄方電子戰與干擾作為，烏軍通聯採跳頻通訊、低功率信號與高強度加密設計，並結合民用商業衛星傳輸建立多重備援導控路徑，確保操作不中斷、數據不外洩。顯示具低偵測、高機動與遠距滲透特性之小型無人機已成為破壞敵縱深關鍵目標的有效手段，亦對現有固定式防空體系構成全新挑戰。

三、俄軍應對與影響

(一)空中軍事行動延後與作戰節奏中斷

「蛛網行動」對俄國空軍造成的衝擊已不僅限於軍機毀損層次，而是影響戰略執行與作戰節奏。根據烏克蘭安全局與BBC、Capella Space等多源交叉驗證資料，烏方透過FPV無人機滲透攻擊俄境多

座空軍基地，俄國防部已被動承認該基地確實遭受攻擊(圖4)。此次打擊不僅使俄方執行戰略轟炸機隊數量減少，更造成遠程打擊週期受阻，俄軍延後預定空中行動，進而使原有聯合作戰波次與目標壓力同步降低，迫使作戰節奏與調度能力出現斷層。若A-50亦損失將使預警與戰場指管出現空窗期，俄方需抽調原部署於其他地區的機型填補缺口，導致其他戰線空防能力下滑與指揮反應延宕。人員方面，由於無預警突襲導致基地內機組與後勤人員心理壓力升高，機場戰備輪替效率受到干擾。此外，此行動發生於俄烏談判敏感時機，透過縱深打擊削弱俄方外交與軍事籌碼。FPV小型無人機已能對空軍戰略結構性與心理產生雙重打擊，顯示防空體系正



圖4 俄國貝拉亞空軍基地停機坪上受損轟炸機

資料來源：Katja Bego, "Ukraine's Operation Spider's Web is a game-changer for modern drone warfare. NATO should pay attention", Chatham House, June 6, 2025, https://www.chathamhouse.org/2025/06/ukraines-operation-spiders-web-game-changer-modern-drone-warfare-nato-should-pay-attention?utm_source=chatgpt.com (檢索日期：2025年06月12日)。

4 DE Millynia & A Risdhianto, "Operational Security in Modern Warfare: Lessons from the Ukraine-Russia Conflict," FJMR, Vol.4, No.1, April 28, 2025, p.1983.

面臨不對稱破壞挑戰。⁵

(二)防空體系疏漏與設施保護脆弱

「蛛網行動」突顯俄軍防禦體系存在多項結構性缺陷，尤其在面對低空、慢速、小型無人機威脅方面防禦能力薄弱。

俄軍目前部署的防空主力為S-300與S-400中遠程飛彈系統(如表3)，⁶設計目的主要針對高空高速之固定翼戰機與彈道飛彈威脅，具有優異的探測範圍與射程覆蓋能力。然而，這類系統對於雷達反射截面極

表3 S-300與S-400型號諸元

型號	圖片	射程 (對空目標)	攔截能力 (目標類型)	導彈型號	主要部署區域與任務特性
S-300PMU-2		約 200 公里	戰機、巡弋飛彈、部分彈道飛彈	48N6E2	配備俄西部、克里米亞等地，對北約空中目標進行區域防空。
S-300V4		約 250-400 公里	強化彈道飛彈攔截能力 (如 ATACMS 等)	9M82MD	主要部署於俄西部戰區與遠東，兼具野戰與戰區防空能力。
S-400 Triumf		約 250-400 公里 (視導彈)	高性能戰機、巡弋飛彈、彈道飛彈、預警機	40N6、 48N6DM	部署於莫斯科防空圈、加里寧格勒、克里米亞、敘利亞赫邁米姆基地等戰略要地，具遠距打擊與層疊防禦能力。

資料來源：1.“S-400 Missile System: India’s Sudarshan Chakra”, Rau’s IAS, Jun 4, 2025, <<https://compass.rauias.com/current-affairs/s400-missile-system/>> (檢索日期：2025年06月12日)

2.作者自行綜整資料製表。

5 Ryan Hodson, “The Weaponisation of Toys and Implications for the Air Force,” Air/Space, No.3 , September 09, 2024, p.3.

6 於淑傑，〈俄羅斯新版國家安全戰略評析〉，《俄羅斯東歐中亞研究》，第1期，2022年02月，頁46。



小、飛行速度緩慢且貼地飛行的FPV無人機難以有效偵測與攔截，特別是在無人機採集群攻擊、飽和突襲戰術下，更容易造成雷達過載與射控節點癱瘓。

烏方成功滲透無人機零組件進入俄境並於周邊完成組裝部署，顯示俄國內部對敵後人員、運輸及關鍵設施邊界安全控管薄弱，未能有效防堵敵後人員與在地協力者相關行動。電子戰應對方面，俄方未能中斷FPV無人機之跳頻與低功率操控信號，顯示其干擾裝備對FPV無人機缺乏制壓能力，整體電子對抗體系未與新型無人系統快速適配。基地設施防護方面，停機棚與機堡多無低空防護設施(如圖5)，缺乏遮蔽掩體或可攔截低空目標，導致機體直接暴露於打擊範圍，未能藉由目標偽裝與機動轉場降低目標辨識率與攻擊風險。



圖5 奧列尼亞空軍基地衛照

資料來源：勞拉·戈齊，「烏克蘭如何實施「蛛網行動」攻擊俄羅斯轟炸機」，BBC NEWS中文，2025年6月3日，<<https://www.bbc.com/zhongwen/articles/cdr5mg4yr0ro/trad>>(檢索日期：2025年06月12日)。

指揮層於外交談判前夕，並未強化基地防備等級或提前應變演練，顯示戰略預警與情勢評估能力不足，缺乏針對可能突發滲透攻擊之戰備應變思維，反映俄軍整體國防架構下，在不對稱作戰下的反應韌性與防衛能力仍顯落後。

(三)預警系統效能不足與戰備狀態鬆懈問題

「蛛網行動」暴露俄軍在低空預警與戰備管理層面的系統性缺陷，特別是在面對貼地飛行、雷達反射截面極小的FPV無人機時，其傳統雷達系統無法有效區辨，⁷依據我國防安全研究院分析，該FPV無人機常以三十至五十公尺高度滲透，其飛行軌跡極易被雷達演算法誤判為鳥群雜訊自動排除，導致偵測失效，且多數基地未建立即時通報與跨區防空協防機制，即便局部雷達或哨所有短暫偵獲，亦因情傳延宕與攔截程序不明確而未能及時應對。⁸戰備層面上，烏方選擇在外交敏感時點發動攻勢，反映其已掌握俄軍戰備鬆懈，而俄軍後方空軍基地因戰時部署重心前移，常年未實施低空防禦演訓與機場衛哨強化，缺乏反無人機部署與警戒規劃，⁹致使戰機於靜態狀態下無掩護可言。此次行動透過低成本無人機攻擊戰略轟炸機，跳脫傳統火力對等思維，以不對

7 周楨，蔡玉潔，楊陽，王創維及張雲飛，〈2022年世界防空反導綜述及對我國發展啟示〉，《現代防禦技術》，第51卷 第6期，2023年12月，頁29。

8 李宗憲，〈俄烏戰爭雙方空中偵察載具監偵作為運用及對我之啟發〉，《俄烏戰爭專題研析》，2024年10月，頁63-64。

9 周英傑，〈無人飛行載具在軍事作戰之戰術運用-以地面作戰為例〉，《義守大學資訊管理學系學位論文》，2024年07月，頁42。

稱作戰削弱俄軍後方戰力與安全感。¹⁰在情報上以FPV無人機零件分批進入俄國，於境內重新組裝並以改裝物流車輛，完全繞過既有預警網與邊境監控體系。並在未引發任何指揮層警覺的情況下即完成部署與突擊，突顯俄方未建立涵蓋國內物流監控、敵情滲透警戒與軍民融合防衛之完整安全體系，遠程戰略平台遭受削弱之同時，亦反映整體防禦思維尚未轉型應對新型戰爭形態，造成俄國嚴重損失。

四、國際戰略觀察與不對稱作戰應用

(一)創新戰術與混合戰結合

「蛛網行動」作為FPV無人機敵後滲透打擊的代表案例，此舉突破傳統防空作戰模式，行動中烏方未與俄第一線空軍與防空部隊正面衝突，而是選擇打擊後方基地。烏軍將傳統滲透理論與現代創新科技結合，改裝民用卡車為發射平台進行模組化部署，車頂安裝遠控彈出艙與無軍事外觀處理，於俄境縱深就地釋放無人機，並運用跳頻與加密通訊系統維持遠距導控穩定，達到戰場突入與戰術打擊雙重目標。在混合戰框架下，¹¹烏方同步網路公布高

解析衛星影像與損壞畫面，對俄國民心理與軍方士氣產生反向滲透效果，使後方人員產生恐慌心理，對國內信心結構造成衝擊，若各國國防體系未針對低空防禦、情報滲透與彈性部署進行系統性強化，¹²將無法因應此類打擊與心理威懾的複合攻勢，進而喪失戰略主動與後方穩定控制能力。

(二)區域滲透作戰與不對稱應用

據烏克蘭國防部代表稱，烏克蘭空軍擁有約70種不同類型的無人機系統，以及20多種攻擊無人機彈藥，¹³對於處於地緣壓力下的小型與中型國家具有高度借鑑價值，其行動模式體現不對稱作戰的實戰應用與低成本高效能打擊概念(如圖6)。烏克蘭透過FPV無人機搭配改裝民用車輛與偽裝部署，發動對俄空軍基地襲擊，更凸顯俄低空預警、基地防護與應變指管上的多重缺口。

烏軍以數百美元機體換取數十億美元戰略資產損失，形成顯著作戰交換比，具高度經濟效益與心理震懾力，行動背後具備長期情報收集、物流滲透與本地組裝

10 John TPsaropoulos, "Ukraine's 'Spiderweb' drone assault forces Russia to shelter, move aircraft", Al Jazeera, 18 June 2025, <https://www.aljazeera.com/news/2025/6/18/ukraines-spiderweb-drone-assault-forces-russia-to-shelter-move-aircraft> (檢索日期：2025年06月20日)。

11 Alan Chen, 「《烏克蘭啟示錄》中國正在學習的俄羅斯「混合戰」，究竟是什麼?」，科技新報，2022年03月14日，<https://technews.tw/2022/03/14/how-russian-hybrid-wafare-works-in-russo-ukrainian-war/> (檢索日期：2025年06月12日)。

12 洪安妮、謝志淵，〈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56卷 第571期，2020年10月，頁50-51。

13 M Samus, "Lessons learned from the war in Ukraine. The impact of drones," New Strategy Center, 2024, p.6.



圖6 烏軍運用無人機執行不對稱作戰

資料來源：M Samus, "Lessons learned from the war in Ukraine. The impact of drones," New Strategy Center, 2024, pp.1-6.

計畫，結合加密通訊與跳頻導控技術確保遠距操控穩定，充分展現技術轉化與彈性運用優勢。此次打擊亦突顯武器民用化趨勢與作戰科技邊界模糊特性，FPV無人機原屬商用平台，經由簡化改裝即可達成軍事用途，反映出新型衝突型態中靈活部署與戰術創新已成關鍵要素，對軍事劣勢者提供模組化武器研發、數位化指管系統與大數據作戰節奏掌握三大方向的實務參考，¹⁴特別是在兩岸軍事實力不對等條件下。

未來戰場不再侷限正規部隊與火力對決，而是逐步向小型、隱蔽、機動與分散式攻勢邁進，對包括共軍而言，亦形成滲透與後方破壞警訊，¹⁵提醒需強化我國

防禦多層體系、低空偵測能力與戰備狀態維持，以應對共軍滲透型攻擊所帶來的整體戰略衝擊。

我空軍基地防衛與敵後滲透風險評估

一、我國空軍基地部署與地理位置分析

(一)基地防護與戰備跑道分析

我國空軍基地體系採固定基地、戰備跑道與後備場站相結合的立體化部署架構，雖具備一定程度的分散性與持續作戰能力，但面對共軍火箭軍大規模精準打擊仍存在高度風險。特別是固定機場一旦遭受彈道飛彈、巡弋飛彈與自殺式無人機的聯合襲擊，跑道與關鍵設施將難以維持運作，可能瞬間喪失空中戰力。為因應此一挑戰，我軍積極推動機動轉場備援作戰模式，依託高速公路戰備跑道快速轉換為戰術起降節點，並結合油彈補給車組、機動維修模組與野戰指管單位，使作戰單位具備「獨立部署、自主作戰、快速轉場」的條件。

然而，戰備道周邊多位處開闊地形，缺乏硬質掩體、天然地貌遮蔽與電戰防護設施，使其易成為低空無人機與遠端彈藥兼施攻擊的目標。特別是在面對FPV無人機實施多點滲透打擊時，常規雷達難以即時偵測，防禦空隙明顯。為強化機動

14 蔡景銘，〈大數據分析於陸軍通信零附件補給之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第56卷 第571期，2020年06月，頁92-93。

15 謝游麟，〈析論「防衛固守，重層嚇阻」軍事戰略〉，《海軍學術雙月刊》，第52卷 第6期，2018年12月，頁26。

場站生存力與戰力延續性，需建構涵蓋基地外圍的低空監視網，整合輕型相位陣列雷達與全天候光電感測器，形成複合型目標識別體系，並推動AI輔助低空自動威脅分類與應變模組。此外，應部署短程反無人機攔截系統，建立具備反應速度快、部署靈活、成本效益高的低空自衛火網(如圖7)，確保戰備跑道在戰時具備可持續作戰運作條件，維持空優運用與聯戰效能。

(二)民用設施整合與縱深防衛效能評估

我國空軍多數基地鄰近民用設施，部分與民航機場共用跑道與空域(如圖8)，以清泉崗與臺中機場即為典型，形成軍民界限模糊、安管責任交錯之現況，為共軍滲透與隱蔽行動提供縫隙。

共軍可於正常航班掩護下，透過跨



圖7 德國Heckler & Koch 40mm榴彈機槍搭配Kongsber M151遙控槍塔

資料來源：賀增原，林傳凱，謝沛學，〈運用CMO模擬雷射反制無人機威脅之研究〉，《陸軍後勤季刊》，2022年01月，頁65。



圖8 交通部民用與軍民用機場分佈

資料來源：「機場分佈圖」，交通部民用航空局，2024年02月02日，<https://www.caa.gov.tw/Article.aspx?a=982&lang=1> (檢索日期：2025年06月12日)。

境物流託運、¹⁶地面接應與航跡設計等方式組合無人機進行遠距打擊，特別針對指揮所與燃料庫儲構成威脅。「蛛網行動」所揭示之貨物拆組攻擊模式對我形成具體警示，顯示若未建構快速轉換與異常辨識系統，難以即時封鎖作戰破口。現行空域管制雖具法律依據，但隨無人機普及及警監人力侷限，實際攔阻效益顯著遞減。統計顯示非法無人機進入空軍空域事件年年上升，突顯我方於偵測、識別與處置流程上存有延滯與斷層。當目標貼地飛行、跳頻通訊與低雷達反射特性時，傳統雷達與圍界警戒效能有限，需導入多源感知系統，整合紅外熱成像、無線電頻譜分析與數據交叉比對建構分層預警架構，並強化異常飛行軌跡偵知與攔截武器自動啟動功能。¹⁷軍民共構機場亦須納入戰時權責轉

16 楊宏基，「烏克蘭「蛛網行動」5個關鍵疑點與戰爭新樣態啟示」，Newtalk新聞，2025年06月08日，<https://newtalk.tw/news/view/2025-06-08/975178> (檢索日期：2025年06月12日)。

17 Alex Carter，「10種無人機檢測方法」，SZMID，2025年01月20日，<https://www.szmjdammer.com/zh-TW/blog/uav-detection-methods/> (檢索日期：2025年06月12日)



換機制，明確場域封控、指揮整併與彈油支援責任分工，平時即可模擬平戰轉換與資源接替流程，確保戰時能迅速完成場域整編與任務轉進，提升基地整體存續性與防禦韌性。

二、基地構造與防護配置

(一)雷達覆蓋密度與地形遮蔽分析

我國空軍基地防空預警體系以多層雷達網構建為核心，涵蓋遠程預警雷達、中程搜索雷達與低空監視雷達。惟目前系統仍存在五項主要限制：

第一、地形遮蔽造成低空雷達視野死角，在山區、丘陵與海岸地帶，雷達波極易被地物阻擋，無法涵蓋完整區域，若無光電感測、無源接收站或高空平臺補強則難以修正視域缺陷。

第二、小型無人機之雷達截面極小、飛行速度低，與傳統雷達設計基礎不符，¹⁸容易被系統演算機制濾除為鳥類雜訊或背景干擾，導致偵知延遲或誤判。

第三、不同體系雷達節點間缺乏即時資料整合，導致無法快速形成完整空情圖供指揮所運用，回報延遲與訊號碎裂將降低戰術反應速度與精準度。

第四、針對電子干擾與反輻射飛彈之防禦配置不足，一旦共軍進行干擾壓制

或發射反輻射武器，雷達節點易受攻擊癱瘓，若無備援感測器、誘偏裝置或主動遮蔽設備將形成預警斷鏈與情報空窗。

第五、預警系統整合度不足，未能導入人工智慧感測器融合機制，¹⁹缺乏與紅外熱成像、無源雷達、聲納與通資電監視系統整合能力，無法有效辨識低截面目標與突發滲透行動，尤其對共軍使用低功率信號、跳頻傳輸與群體協同操作時的反應靈敏度仍待提升。

綜上，現行低空預警體系需同步強化感測密度、視域補強、資料融合與抗干擾能力，並導入多源偵知平台與動態判讀技術，確保在遭遇多波次、低空高頻次滲透攻擊時仍具備偵測應變能力，維持我空軍基地防空戰力完整性。

(二)機堡設施更新與防禦效能強化

我國空軍現行基地防禦體系面對新型滲透威脅與精準打擊風險顯著不足，既有機堡多為冷戰時期設計，鋼筋混凝土厚度與結構配置無法抵禦延遲引信或穿甲彈藥，特定脆弱點如通風口與出入口更易成為共軍目標，防空火砲部署20機砲與35快砲，²⁰但無法精確鎖定飛行軌跡不規則之FPV無人機，欠缺整合火控系統與即時接戰能力，預警時間不足，攔截率偏低。²¹

18 謝佳良，〈中共無人機對臺海作戰威脅與因應之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第59卷 第589期，2023年06月，頁93。

19 曾祥穎，〈人工智慧(AI)對未來戰爭之影響〉，《陸軍學術雙月刊》，第56卷 第572期，2020年08月，頁19。

20 葉郁甫，「35快砲換NASAMS！空軍欲「1比1汰換」專家：應對無人機仍需火砲」，TVBS新聞，2025年05月29日，<https://news.tvbs.com.tw/politics/2879924> (檢索日期：2025年06月12日)。

基地警戒長期仰賴高圍籬與監視器監控，無法及時發現車輛滲透與在地協力者攻擊風險，模組化無人機可由車輛滲透再現地組裝，現行人員與物資查核機制未設置針對性行為篩選標準，易形成內部縱深漏洞。

為強化整體防禦應導入高強度機堡翻修計畫並擴增遮蔽模組，部署具機動性的多波段感知雷達與近距雷射攔截系統，²²整合電磁干擾與光電反制機能，強化既有防空裝備之數位化升級，同時完善人員行動與物資流通紀錄分析系統，推動高風險模式即時預警聯動，建立可調配、可監控、可應變的基地安全架構。

三、結構弱點與滲透威脅

(一)電磁頻譜掌控不足與主動干擾效能低落

無人機作戰高度依賴電磁頻譜使其成為基地防禦核心，但現階段我國空軍基地在頻譜掌控與主動干擾方面存在明顯落差，現行偵監系統主要集中於傳統軍用頻段，對2.4GHz與5.8GHz等民用頻段監控能力不足，²³使敵後人員得以透過常見模組進行隱蔽操控與資料傳輸而不被即時偵獲。

加上未設高精度測向儀與頻譜指紋

資料庫，無法即時辨識與定位，影響後續反制作為，目前干擾設施多為定點定頻部署，難應對具跳頻、自適應與導引能力之無人系統，缺乏機動、模組化與智能化應對平台，相較俄烏戰場所展現之可變頻與方向性抑制能力有顯著差距。為強化面對無人機飽和干擾與低空突襲威脅之即時反應能力，我方須加速導入具備高解析度與寬頻涵蓋能力之電磁偵測設備，並配備具機動性與多頻段對應能力之干擾載具，建構全域部署、快速展開之電磁防衛節點。同時，應建立全區域電磁環境地圖，持續累積背景波譜數據，作為異常訊號判識與敵情預警之基礎。透過AI模型訓練，可快速辨識特定頻率、波形或時域特徵異常變化，實現無人系統操作訊號之早期識別。

(二)指管節點防衛與停機坪安全防禦

我國空軍基地在指揮管制設施與機堡結構方面，對於當前戰場上日益普及的FPV無人機、高精度滲透型彈藥以及微型電磁武器等新型態威脅防護力明顯不足。一旦遭遇精準突擊或低空滲透攻擊，不僅機堡可能受損導致戰機無法出動，更嚴重者將造成指揮節點中斷，導致作戰指令傳遞鏈路斷裂，影響整體空防作戰。²⁴

21 「前瞻威脅變化 建構可恃戰力」，青年日報，2022年05月29日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1504499&type=76> (檢索日期：2025年06月12日)

22 李琳，「創軍史先河 以色列以激光武器擊落無人機」，大紀元，2025年05月29日，<https://www.epochtimes.com/b5/25/5/29/n14520231.htm> (檢索日期：2025年06月12日)。

23 陳炫旻，〈防止無人機影響機場飛行安全之策略〉，《國立成功大學交通管理科學系碩士論文》，第56卷 第572期，2022年01月，頁14。



停機坪方面，因機堡不足與面積限制，戰機露天停放難防雷射導引或光學識別攻擊，且停放密集，若遭爆震彈打擊將出現連續戰損，低空雷達與夜間感知系統部署密度亦不足，難即時攔截小型高速目標。基地周邊多為開放地形，民用建物密集缺乏平戰轉用設計，共軍可藉偽裝與物流通道滲入接近要害設施，威脅甚鉅。為強化防護力，應推動指管設施抗爆結構與獨立備援電力設置，²⁵資訊節點分散化並具備即時轉接能力。停機區應增加硬式機堡與自展收合掩體，²⁶落實分區間隔與機動偽裝。

四、敵後滲透與情境模擬

(一)敵後人員滲透與多波次攻擊模擬

敵後滲透行動可仿效「蛛網行動」作戰模式，於戰前至戰爭初期即展開多軌道佈建與滲透。敵後人員可將分解偽裝後之FPV無人機模組透過國際快遞、漁船夾帶或非法非正規航線潛入臺灣本島與外離島地區，避開常規海關與邊境查緝。滲透後，結合本地協力者進行機體重組與通訊測試，並於民宅、廢棄廠房等處預置隱蔽倉儲與操控據點。藉由商規無人機普及、

市售零組件取得容易及改裝門檻低等特性，快速完成武裝化改裝與攻擊任務準備(如表4)。我方若未建立針對自導航與通訊自適應FPV無人機之整合防禦架構，包括低空雷達強化、紅外光電聯合識別、商用頻段即時監控與分區電磁壓制系統，並結合近程自動化射控模組，將難以有效應對滲透破壞帶來之節奏衝擊與多點癱瘓風險。

(二)共軍電子壓制與潛伏滲透研析

為提高FPV無人機滲透攻擊成效，共軍可能採取電子壓制、²⁷地面潛伏與物流滲透三軸聯動，構築敵後精準破壞模式。電子壓制上，透過機動電戰車或艦載平台對我雷達、GPS與指管頻段施加定向干擾，降低低空預警與聯繫效能，迫使我反應節奏產生延滯。地面潛伏方面，共軍可預先滲透至基地周邊民用建物，運用住宅、工廠或倉儲掩護無人機組裝與飛控調試，並藉視距偵察掌握裝備運作與指揮節奏，提供目標座標修正與時機參數。²⁸物流滲透則藉合法貨運系統將無人機模組拆解偽裝進口，由在地協力者組裝部署形成隱蔽攻擊節點，其民用外型與通訊模組使

24 謝志淵，〈從美軍多領域作戰之[作戰框架]前瞻國軍戰場情報準備之發展〉，《陸軍學術雙月刊》，第55卷 第567期，2019年10月，頁64-65。

25 曾世傑、蔡營寬、施述立，〈防衛作戰戰力防護之研究—以北部灘岸後方地區構築地下掩體為例〉，《工兵半年刊》，第156期，2020年05月，頁38-39。

26 方玉龍、鍾玉萍、劉吉祥，〈國軍機場建構機(堡)庫抗炸重要性之探討〉，《空軍軍官雙月刊》，第218期，2021年09月，頁55-58。

27 曾怡碩，〈頻譜管理與電子戰〉，《網路安全與決策推演研究所》，2023年09月20日，頁5-7。

28 許智翔，〈無人航空載具在台灣國土防衛作戰運用之探討〉，《中共政軍與作戰概念研究所》，2022年03月，頁53-54。

表4 模擬滲透小型無人機攻擊基地時序

階段要素	小型無人機攻擊行動	威脅效應	我方應對機制
準備階段	分解無人機模組經國際快遞或海上滲透路線入台，結合在地協力者重組與測試；特工預置操控據點與倉儲。	難以從物流與治安層面辨識，潛伏深入我軍基地周邊或戰略設施附近。	建立物流入境監偵制度、強化軍警民聯防網、推動疑似倉儲區監視技術(紅外、聲學、異常頻段感測)整合運作。
暴露裝備	針對戰機、加油車、指揮車等外部未掩蔽目標發動高動能衝撞或爆炸衝擊。	造成戰力損毀、飛行節奏中斷與補給動線癱瘓。	機場推動快速遮蔽設施、部署光電+聲學即時預警設備、結合遙控武器站與短程自動化防禦火網。
後勤斷補	集中攻擊油料槽、燃料管路、機堡通風孔等結構脆弱點，造成維修與補給鏈破壞。	延緩飛機再出動與修復效率，基地補給中斷，作戰節奏進一步崩解。	機堡進行抗爆改造(氣密、鋼網、遮蔽)、設置燃料與備品分區儲存與轉移備案，提升修復彈性。
節點癱瘓	鎖定雷達節點、通訊轉接站、指揮中樞等進行精準干擾與炸裂破壞。	打亂指管體系與情監偵節奏，壓縮決策與反應時間窗。	強化指管系統分區備援、建構行動指揮車/機動雷達、推動低空認知雷達與空情融合中心，實現容錯空間與行動接續。
壓力加劇	透過持續多點小規模打擊，使防空部隊進入疲勞與應變過載狀態，誤判機率升高。	防禦資源消耗過快、接戰節奏混亂，為後續導彈或空襲營造窗口。	導入AI協助分類警報與射控優先權，規劃輪替勤務制度與區域備援分擔模式，確保人力與裝備可持續作戰。
基地癱瘓	識別、監控、接戰鏈，將無法有效反制自導航與頻段跳變之無人機威脅。	整體防禦失效與基地癱瘓風險提升。	建立低空雷達、紅外與光電聯動辨識系統、商用頻段掃描與遮蔽、區域電磁壓制與自動射控一體系統。

資料來源：作者自行綜整資料製表。

現有安檢與監控機制難以辨識，構成制度性漏洞。三軸聯合作戰將導致我方面對低可偵、高密度與節奏控制兼具之攻擊態勢，造成防禦體系反應緩慢與應變壓力升高。我方應即時建置低空異常識別網、戰術頻譜管理系統與物流端查核程序，建立具即時偵控、有效防禦體系。

強化空軍基地防護與支援聯防機制整合

一、基地防護體系強化與轉型

(一)低空監視能力提升與雷達盲區補強

空軍基地低空雷達系統為防範無人

機滲透之關鍵預警機制，現行部署仍受限於感測覆蓋不全、地形遮蔽與技術老化等問題，急需全方位強化(如表5)。為確保雷達設施在共軍反輻射與電戰環境下仍具存續力，應加強掩體防護結構，進一步鞏固基地低空防禦韌性。

(二)強化機堡與停機坪防護能力

面對機堡結構老化與停機坪暴露問題，須立即推動五項強化措施：

第一、針對老舊機堡實施抗爆補強工程，包含加厚混凝土與增設碳纖維結構(如圖9)，並於通風孔與管線通道增設金屬格柵與阻滲板，配合可啟閉式防爆門與短程定向干擾器。



表5 空軍基地低空雷達系統強化措施項目

類別	強化措施項目	說明與技術重點
部署提升	1. 擴建機動雷達站	1. 在基地外圍與地形死角部署高架或高地機動站，交錯配置以提升低空覆蓋率。
	2. 多點交錯式感測架構	2. 提高偵測縱深，減少目標穿透空隙。
偵測強化	1. 導入主動相控陣雷達	1. 提升低 RCS 慢速目標識別精度，具多目標同時追蹤與高抗干擾性能。
	2. 引進毫米波雷達	2. 小型無人機目標追蹤穩定，用於複雜天候與地形環境。
	3. 配置無發射被動雷達	3. 無需主動發射波束，隱蔽性高，降低電磁特徵洩露。
資料處理	1. 認知雷達系統	1. 整合 AI 演算能力，自主判別異常回波與變化樣態。
	2. 建立低空目標識別資料庫	2. 蒐集不同類型無人機模型與反射特徵供機器學習使用。

資料處理	3. 深度學習演算法導入	3. 支援自動分類、威脅排序、雜波壓制與虛警抑制功能。
整合運用	1. 建立多源感測融合中樞	1. 結合雷達、光電、聲學與無源感測生成即時空情圖。
	2. 整合指管系統	2. 空情圖與網路鏈結，即時通報、接戰判斷與火力指配。
持續防護	1. 建立掩體與電磁防護結構	1. 包含混凝土強化、偽裝網、抗輻射塗層等。
	2. 跳頻與 LPI 通訊技術	2. 減少被反輻射武器鎖定風險。
	3. 導入可轉移式備援雷達	3. 提供快速復能與部署彈性，支援異地接替預警任務。
	4. 主動干擾防衛模組	4. 包括自動煙幕彈、干擾源發射與電子欺敵設備。

資料來源：1. M Bockmair & C Fischer, "Cognitive radar principles for defence and security applications", IEEE&ESYSTE, December 2019, pp.21-25.
2. 作者自行綜整資料製表。



圖9 鋼筋混凝土構件碳纖維貼片補強狀況

資料來源：葉芳耀、江奇融、蕭勝元、陳俊仲、洪曉慧，「鋼筋混凝土外部黏貼碳纖維補強貼片之錨碇性能試驗研究」，中國土木水利工程學刊，第36卷 第4期，2024年08月，頁330。

第二、依據場區容量與空域條件興建半掩體或地下型新式機堡，外部採用光學散射、紅外抑制塗層與漁網架設(如圖10)，並對露天機群部署可快速展開的偽裝棚與誘餌設施，配套規劃轉場與低可偵測戰備配置。

第三、提升停機區低空防護效能，部署機動式肩射飛彈、反無人機武器與多頻干擾車，結合紅外聲學雷達與微波感知模組，建構低空威脅預警，整合即時圖資與火力接戰網路，縮短處置時程。

第四、強化周邊監控與勤務巡邏密度，針對死角實施彈性巡檢，建立資產轉進與待命線配置機制，戰時實施快速重佈與戰機移轉。

第五、將堡區與停機坪納入基地整體聯防架構，整合遠距空情預警、電磁壓制與末端火力反制節點，建立一體化偵防打擊，有效應對共軍FPV無人機與導引武器滲透行動，確保戰力存續與再生。

二、反制無人機技術與戰術創新

(一)電磁頻譜監控與強化主動干擾

空軍事基地現行低空雷達系統對無人機滲透偵監能力不足，主因在於部署密度稀疏、遮蔽盲區廣泛與雷達性能落後，導致低空慢速小型目標難以即時捕捉。

應優先在基地周邊高地與死角區域建置高架式與可機動型低空雷達站，採交錯與重疊波束方式強化覆蓋深度與角度修正，並引進具高速運算與多目標識別能力之毫米波與主動相控陣雷達，用以辨識FPV與商規機型之非線性飛行軌跡，同時推動具情境學習與背景變化適應能力之認知雷達系統，透過累積波形資料進行雜波判別與干擾抑制，再輔以無源雷達部署，運用廣播波反射進行目標監測，有效降低主動雷達在電子壓制情境下之暴露風險與效能衰退，訊號處理部分應建構涵蓋特徵比對、行為推演與威脅分級能力之自動化識別模組，結合深度學習與資料庫回饋提升判斷準確度，並設置融合中心即時整合雷達、光電與聲學資訊，輸出高精度空情



圖10 漁網抵禦無人機攻擊

資料來源：趙建東，「俄媒：丹麥與瑞典向烏克蘭運送特殊軍援物資-舊漁網」，環球網，2025年05月25日，<https://news.sina.com.cn/w/2025-05-25/doc-inexuivy3849175.shtml> (檢索日期：2025年06月12日)。



圖供指揮層決策調度。²⁹

有效提升我國雷達站面對FPV無人機察打融合攻擊之生存力與作戰續航力，應優先推動雷達站隱蔽化與低可觀測性設計，強化其抗偵測能力。

在雷達運用上，應納入可快速轉移與部署之機動備援雷達系統，列入常態性聯合防空演訓項目，建構遭攻擊後可迅速重啟偵測與監控能力之復能機制。另應整合主動式低空探測雷達、光電偵測器與無線電頻譜感測器，並結合AI演算進行多源資訊融合與目標辨識，提升低空目標之預警精度與追蹤持續性。³⁰

(二)硬殺與軟殺系統整合

反制無人機防禦體系須區分為硬殺

與軟殺機制，並依不同威脅形態與接戰時間差構成分層整合配置。硬殺系統方面，應優先部署具備熱導引、自主辨識與近炸引信之35快砲及短程防空飛彈(如圖11)，結合光電自動追瞄之遙控機槍塔進行多方位覆蓋，並建立漁網機動攔截FPV載具，適用於蜂群飽和與低空滲透等場景。同時推動高能雷射裝置進駐重點設施周邊，用以即時燒蝕飛控模組或感測器，補足傳統彈藥接戰時間與耗彈壓力，提升連續防禦能力。

軟殺手段則應強化頻譜感測與壓制系統建置，包含全頻段掃描、波束自控與動態跳頻干擾模組，針對控制信道、影像回傳與衛星導航通道實施精準干擾與欺敵



圖11 35快砲及NAXAMS防空飛彈

資料來源：葉郁甫、羅士朋，「空軍欲1:1汰換35快砲 退役人員-專家：應對無人機仍需火炮」，TVBSNEWS01，2025年05月29日，<https://www.youtube.com/watch?v=wB3mPHedr-0&t=5s> (檢索日期：2025年06月12日)。

29 袁崇峰，〈中共戰機現代化對我之挑戰〉，《展望與探索月》，第20卷 第1期，2022年01月，頁64-65。

30 吳妹璇，〈中共無人飛行載具發展對我防衛作戰威脅之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第55卷 第568期，2019年12月，頁91-99。

導引，關鍵區域需設置模擬定位訊號與數據鏈欺敵設備以誘導誤航或失控，並配合脈衝式高功率微波設備損壞共軍電路板組，進一步部署接管裝置提升敵機收編與癱瘓成功率。指管層級應建構集中管理平台統合感測、辨識、射控與後效監控任務，依照威脅類型與來源進行接戰等級區分並即時賦予打擊指令，於各防區推動光電、雷達、聲學與無線信號融合感測鏈網建置，在基地外圍設置微波牽制區與多頻干擾陣列，輔以具獨立射控與快速回應能力之自動化塔台，實現防衛基地警戒、鎖定及攻擊。

三、軍民資源整合與聯防機制建構

(一)軍警民整合與多層次防禦網路建構

軍警民三位一體防禦網路為因應敵後滲透與非正規攻擊所建立之綜合聯防體系，其核心在於結合軍方防空與反滲透部署、警察執行外圍巡邏與交通監控任務，以及社區居民協助觀察與通報潛在可疑活動，透過跨層級橫向與縱向資訊鏈構建完整監偵與反應節奏。³¹軍方負責基地設施安全與戰術資產防護，警政系統掌控聯絡

幹道與重要節點通行查核，社區則透過鄰里網路落實日夜巡守與可疑行為即時通報，³²三方依威脅類型建立聯動回應流程，強化場域識別與突發事件處置效率。為提升協作效能，應設立常設跨機構聯絡中心與共用戰術圖資平台，整合各單位感測資料與異常通報，依據風險等級自動指派責任單位並同步更新情資地圖。技術端則應強化社區監視系統密度與功能模組，結合聲學、紅外線與RF感測器進行低空與地面異常偵測，導入異常軌跡與行為識別分析模組提升精準辨識率。³³

(二)建構情報聯繫與部門協同

情報是防禦作戰的首要支撐工具，空軍基地應對敵後滲透行動須建立可即時整合的跨部門情報支援體系，首要任務為建置橫向資料整合平台，涵蓋軍事偵蒐、刑事偵查、國安情監、邊境控管與資安監測，平台應配置分級授權機制與風險評估指標，結合圖像化威脅鏈建模、可疑行為樣態預測與潛伏節點關聯分析功能。³⁴前線操作端則提供任務摘要視覺化介面與快速資料調用模組，縮短查核節奏與提高判斷效率，進一步設置常設聯合情報中心，

31 葉雲兆、陳武洲、陳伯錚、曾三城，〈影像辨識在警政勤務之創新應用〉，《電工通訊季刊》，2015年01月05日，頁39-40。

32 楊境恩、李孝貽、田洪明，〈高雄市錄影監視系統建置成效之實證研究〉，《高苑學報》，第20卷第2期，2015年，頁31。

33 茂柏，「建構多層次防禦 反制無人機威脅」，青年日報，2023年04月01日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1575884> (檢索日期：2025年06月12日)。

34 社長青，「俄烏戰爭對開源情報和軍事模擬的影響：情報民主化的趨勢」，國防安全研究院，2024年11月25日，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=13&resid=3000&pid=5362&typeid=3> (檢索日期：2025年06月12日)。



由空軍、特情、資安與執法人員組成任務小組，針對無人機威脅、物流異常與敵後人員潛伏等態樣設立專案應對分工，強化資訊交互與決策同步能力。³⁵對外應與國際戰略夥伴進行共軍頻譜樣態、通聯特徵與滲透手法資料互享，於境外重點轉運港設置通報哨與流向監控站點，推動聯合偵控作業，物流層面應整合海關與物流業者之出入貨資料庫，導入元件識別、包裝結構交叉比對與收件流向圖譜分析模組，配合通訊紀錄追查與社交行為軌跡比對，辨識高風險個體與異常聚集趨勢，並對情資取得、通報流程與準確性進行定期成效評估，建立情報品質指標，導入績效回饋與應對單位行動反饋制度，實現主動預警、區域協同與即時應處的國土情報支援架構。

四、戰力保存機制與作戰韌性體系建構

(一)強化戰損評估與修復機制

空軍基地於遭受敵襲後能否迅速恢復作戰功能，關乎防衛持續性與整體戰場節奏，針對「蛛網行動」揭示之戰力遞損風險，應建立具模組化、分散化與即時復原能力之整體戰損修復架構，首重跑道應變修復，須編組具工兵、爆炸物處理、設施搶修等技術背景之快速反應小組，配備快凝填補料、預鑄混凝土板與高機動工

建機具，輔以空拍無人機、SAR合成孔徑雷達判識損壞位置與結構深度，³⁶為強化空軍基地於戰損情境下之持續作戰能力，應依據「最小起降帶」原則將跑道區域劃分為多個模組化搶修區段，結合分區備援料源與機具配置，確保在遭受攻擊後仍具備最低限度降落與戰機轉場能力。關鍵設施如指揮所、雷達站、通資節點與短程防空模組，應採「可快拆遷移」與「鏡像備援」配置，並建立轉移與重啟標準流程。通訊體系方面，應整合地下掩蔽指揮所、機動通信載具與衛星備援通道，建構分層冗餘網絡以防單點癱瘓。能源供應應涵蓋固定柴油機、太陽能板與行動電源車等多源混合方式，構成可自給、可轉換、可擴充之韌性供電網路。

(二)分散部署與機動作戰

因應共軍遠距偵蒐與精準打擊能力不斷提升，傳統集中型基地部署模式已難以支撐戰場生存與作戰延續需求，應優先推動全島戰備跑道體系整建，全面盤點可用軍民用道路與場地，強化鋪面強度與設施模組化配置，設置可快速轉場啟用之導航標示、簡易塔台與地面支援接口，預置油料、彈藥與維修資源並編組機動支援單位，後勤體系應轉型為具高度行動力與彈性調配能力之支援架構，³⁷裝備多功能加

35 黃文彥、陳則佑、吳龍政，〈從俄烏戰爭探討無人機反制作為對我之啟示〉，《空軍學術雙月刊》，第702期，2024年10月，頁148-150。

36 翁仁遠，〈中共天地一體化衛星網路對我防衛作戰之影響研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第55卷第566期，2019年08月，頁71。

油車、模組彈藥艙與可於場外獨立作業之維保載具，搭配衛星通訊模組與高移動性資料節點以確保指揮與通資不中斷，同步於山谷、林帶與隱密區域建立後備機場與隱蔽維修區，整合地方與民用機構設施資源擬定轉用計畫，使共軍難以鎖定關鍵部署節點，形成機動性高、難以預測之多節點作戰網，指管系統應推行分權自主行動模式，於通聯中斷時以預設作戰資料與戰備手冊維持基層部隊獨立作業能力。³⁸並建構以衛星鏈接與低可截收通訊為骨幹之多層指管路徑，實現節點切換與任務導向調控，演訓上須實地驗證各項轉場、維保與獨立作業流程，設計通訊癱瘓、油料短缺與補保延遲等情境演練，並結合地方政府與民間單位建立戰時聯保與警衛支援網路，從空場使用到後勤支援全面導入彈性部署概念，實現不可預測、難以癱瘓與能持久作戰之現代化空軍體系。

結語

面對共軍日益強化之無人機戰力與多波次飽和攻擊戰術，若我國空軍基地缺乏高抗毀性、高速恢復能力與難以預測之部署模態，極可能在首波攻擊中即遭重創，導致戰力中斷與作戰節奏瓦解。

故分散部署與機動作戰已成為當前

防空體系核心作戰構型，首應推動全國戰備跑道與機場分布重整，除現行備用機場外，應全面盤點可轉用高速公路起降段、簡易機場及未來可鋪設地段，依作戰半徑與部署密度進行分區整備，所有場域須符合最小起降需求與具備導航輔助設施，預置快拆式加油模組、彈藥裝填器材與地勤維修人員編組，確保具隨時起飛與作戰轉進能力。

次應建構配套之機動後勤與維保體系，包含具模組化與輕量設計之多功能維修車、彈藥補給載具、油料輸送單元及可快速展開之機動指揮平台，整體通資體系須具抗干擾之跳頻加密能力並整合衛星通訊備援，實現跨區調度與持續通聯能力。

另應選定具地理隱蔽性與低訊號輪廓之場域作為後備場站與機密轉場據點，並以無人機空中巡察、雷達偵測遮斷與紅外遮蔽網進行多層防偵配置，阻斷共軍偵蒐鏈，製造錯誤判斷與節奏遲滯。

指揮與管制應自原有集中式體系轉為任務導向之分布節點架構，使各節點單位可依賦予任務進行獨立作戰與應變調度，在通聯中斷或遭電磁壓制狀況下仍能依預設流程進行戰術行動，各分遣隊須具備高度自持能力，包含基本醫療處置、武裝整備、警戒防衛與簡易補給等功能，確

37 邱信智、黃為南，〈從後勤支援觀點探討不對稱作戰下最適彈藥整補策略〉，《陸軍後勤季刊》，2022年02月，頁14-16。

38 侯玉霜，〈防衛作戰後勤支援之研究以戰場搶修為例〉，《陸軍學術雙月刊》第56卷 第573期，2020年10月，頁29-32。



保轉場後仍可維持基本作戰強度與聯繫效能，並於作戰間隙可自行轉場或就地重啟任務。

演訓規劃層面應納入分散部署科目，模擬戰時環境下作戰節點之快速轉換與反制能力建構。演訓過程須整合C4ISR聯合作戰架構，涵蓋飛行空域調配、資訊即時共享與三軍間跨域協同，強化部隊於高威脅態勢下任務承接與動態機動協調之能力。透過系統性操演與戰術演練，得以建立具任務彈性、指揮多元與部署模糊特性之現代空防架構，進一步強化多層次防

禦縱深，提升對抗低空滲透型無人機與飽和攻擊威脅之整體防護效能。藉由前述作為，能有效降低共軍預判與集中打擊我方作戰節點之機率，達成戰力延續、作戰節奏穩定與應變自主之整體戰備態勢，具體展現現代戰場下之防衛韌性與非對作戰能力。

作者簡介

黃俊瑋中校，國防大學空軍學院中校教官。

張建農上校，國防大學空軍學院上校副院長。



F-5戰鬥機 (照片提供：郭元宏)

※勘誤：708期第54頁鷹擊62圖，誤植為雄二反艦飛彈圖，特此致歉。