

中共無人機支援各作戰任務之探討

陸軍少校 許宏銘

提 要

- 一、現代無人機運用包含針對敵軍情監偵任務，名稱有無人機(drone)、自動駕駛飛機(robot plane)、無人機駕駛飛機(pilotless aircraft)、遙控載具(remotely piloted vehicle)等各種稱謂，近十至十五年間科技快速發展，進而可配合需求遂行各種作戰任務，達到既可免除飛行員冒著生命危險執行任務，同時也突破載具需要人員操作飛行的限制，現今無人機系統裝備採購與操作成本，相較有人駕駛之航空飛行器來得便宜實惠。¹
- 二、目前中共掌握無人機戰略優越性，在無人機領域的具體成果已不容各國小覷，可以實現臺海定期、即時之探測與預警，並配合戰略武器實現精準作戰效能，尤其自2018年至今，頻繁使用多架次無人機對臺灣西南空域、臺海周邊空域執行偵蒐、襲擾及長時巡航任務，對國安構成極大威脅。
- 三、本文將透過現代無人機支援作戰任務等相關策略，探討中共對臺海軍事作戰之影響，以利我國防衛作戰參考。

關鍵詞：現代無人機、無人機支援作戰任務

前 言

世界大國各強林立，中共不願戰爭時受制於美國及其餘強國，並重視臺海兩岸局勢，故建立無人機集群做為情監偵工具，現代戰爭中使用無人機的模式已成常態，因無人機具備人員訓期短、花費少、降低人員傷亡、隨時可起降執行任務的機動性及運用彈性極大等優點，不論是無人機直接執行任務或是配合戰略性武器聯合執行任務，都已是現在不可或缺的重要角色，雖然相較於傳統戰機容易受天候影響，臨時遇到故障也無法自行排除等問

題，就整體而言，仍是未來戰爭趨勢。

無人機通常用於執行各種非致命的軟殺傷任務以及硬殺傷戰鬥任務，現已發展至滿足軍事上各式偵蒐、監視、攻擊、破壞、擾亂、傳遞、導引武器與電子作戰等多項任務。²相較於有人機，可以擔負更危險、配合更大風險之任務，因此中共逐年增加以無人機擾臺頻次，不僅頻繁騷擾施加壓力，同時制衡美國，並將無人機「匿蹤、集群、偵打一體」的能力特性融入作戰運用，並發展與有人戰機搭配作戰的戰術戰法，以提升戰略威懾、全域作戰及資訊作戰能力。³利用其特性達成既可

1 Zachary L.Morris，「美軍無人機發展芻議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁68。

2 應紹基，「中共反介入戰略的新武器：新一代軍用無人機」，台北論壇，2016年12月7日，https://www.taipeiforum.org.tw/article_d.php?lang=tw&tb=3&cid=24&id=4984，檢索日期：2022年12月27日。



獨立作業，也可以支援三軍之功能，包含配合地面部隊執行偵查與監視任務，支援艦隊執行防空與水面作戰，引導空中部隊精準武器打擊目標，故本文將探討中共無人機群之支援作戰任務之能力。

各國無人機現代發展重點項目摘要

自無人機問世以來，已於各國迅速崛起、發展，不論是國營企業、民營企業與軍隊，均各自研發各種不同類型的無人機，用於各軍事領域，或軍、民合用共同執行各項任務，其中不乏靶機、反輻射無人機、直升機、偵察機及攻擊機等，依照能力不同區分為戰略或戰術使用，再依航速、昇限及航程等限制決定作業區域範圍，配合三軍需求執行各項作戰任務，世界各國之未來無人機發展均朝向結合人工智慧、大數據、雲端計算等新興科技脈動前進，以下簡要說明美、俄、中共未來無人機配合作戰任務之重點發展項目：

一、美國「超級蜂群項目」

美國國防部鑒於預算限制及作戰需求考量，無人機計畫將面臨現實選項，需抉擇第一選項「主張部署數量少，但造價較高且多功能的無人飛行器」，裝備高解析度合成孔徑雷達可以看穿雲層和風沙，還有光電紅外線模組提供長程、長時間、全區域動態監視，美國已在全球部署超過

1,000架，在這種成長趨勢下，未來敵對雙方在侷限空域內發生空戰次數將會與日俱增，或是選擇第二選項「部署為數眾多的小型、低造價且功能精簡的無人機群」，以近期俄烏戰爭為借鏡，針對未來戰略與作戰環境考量，美國認為應研發存活率較高的系統，配合當前高階裝備作戰效能，才能創造出更大的作戰彈性。⁴

無人機已然成為美國國家安全戰略核心地位，因無人機可支援地面與空中反恐行動、戰術及作戰情監偵及無人機空中打擊任務等，在目前競爭激烈的空域環境中缺乏機動性、效率、匿蹤及武器性能，以2015年美軍案件說明，一架掠奪者無人機遭敘利亞破舊不堪的防空系統擊落墜毀，造價昂貴的無人機失聯、遭摧毀的代價太過龐大，反而俄烏戰爭中烏克蘭境內小型無人機大多能成功發揮功效，藉由提

美軍無人機造價概算表

機型	載具總數	控制站數量	每架大約成本(美元)
RQ-4 全球鷹	36	7	1 億 4,000 萬至 2 億 1,100 萬
MQ-9 死神	276	61	2,800 萬
MQ-1 掠奪者	108	61	2,000 萬
MQ-1 灰鷹	26	24	2,000 萬
RQ-7 幻影	364	262	1,100 萬
掃描鷹	122	39	10 萬
RQ-11 渡鴨	5,346	3,291	16 萬 7,000
美洲獅小型無人機	39	26	25 萬
T-Hawk 微型飛行器	377	194	-

(出自海軍學術雙月刊第52卷第2期)

3 中華民國110年國防報告書編纂委員會，「中華民國110年國防報告書」，110年10月，頁38。

4 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁100。

高存活率，同時降低折損成本，如想維持規模強大的無人飛行器兵力結構與戰力，至少須具備7,500架以上無人飛行載具，於全球各地執行戰術、作戰支援，並依「作戰能力」、「機體構型」、「任務屬性」及「製造成本」編列各大類群體，即表示無人機群戰力為國力之展現，因此體型較大的無人機成本高且存活率低，小型無人機則展現可持續進行情資蒐集且提供戰術知覺給指揮官，造價低廉足堪損耗的戰術型無人機，適當將其有效運用於戰術、作戰層級。⁵美已於年預算報告中編列龐大的「超級蜂群」項目，利用數以千計的廉價無人機「在戰場上無所不能」，其想法源自俄烏衝突，觀察戰場內可以利用低成本小型無人機體，廣泛地執行偵查、引導火炮射擊，甚至摧毀坦克等任務，完美體現了自身的價值，且無須飛行員親身執行，甚至可將成百上千的無人機以一個單元操作，喬治·梅森大學研究員札卡里·卡倫博恩表示：「這種無人機群幾乎可以應用於任何戰場任務」，可從水面艦艇、潛艇、飛機和地面車輛發射無人機群，配合所需裝備執行任務。⁶

美國目前遭遇的難題除了需要技術、控制、系統上的突破外，另一個大難題則是「成本」，因小型無人機經常被當作消耗品使用，需要足夠便宜才能大量部

署，所以設定之目標將置於可以「大規模製造自主系統」運用3D打印機和數字設計工具來大量製造低成本無人機，規劃擁有一種可以隨時隨意修改的設計原型，依照任務需求來針對不同部分進行優化，進而達到可於前線大量製造小型無人機，達以數十架、數百架甚至數千架無人機，可突破、摧毀敵防空雷達或其他防禦系統，為巡航導彈、載人戰機和其他傳統武器的攻擊方式、路線鋪平道路。

二、俄國「見證者-136群」

見證者136無人機群(HESA Shahed 136)為伊朗沙赫德航空工業公司研發的遊盪彈藥(自殺式無人機)，屬於一次性消耗裝備，由於成本相當低廉，無人機使用的是很低廉的民用GPS和慣性參考系統進行導航，整體造價低，且可以量產來進行一次性的範圍攻擊，見證者對發射裝置無特殊要求，可於改裝後的民用卡車上進行升降，防守方難以辨識與追蹤，並且可提前設定座標進行攻擊，通常以群的模式執行任務，如執行偵察任務或高價值目標摧毀任務時，通常為10、20架集群飛行，並選擇飛越繁忙的高速公路或河流以掩蓋聲音，核心作用為遠距離攻擊地面目標，通過發射架上多次發射或自殺式攻擊，於攻擊過程中消耗防空資源來使防空系統過載失效。

5 Zachary L.Morris，「美軍無人機發展芻議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁68。

6 「俄烏戰爭啟示錄!美正發展超級蜂群無人機」，Newtalk新聞網，2022年10月28日，<https://tw.news.yahoo.com/俄烏戰爭啟示錄-美正以史無前例的規模-秘密發展-超級蜂群-無人機-110839583.html>，檢索日期：2022年11月24日。



圖1 操控小型無人機替代人力執行橋樑探勘任務，確保橋下無爆裂物、坍塌危安及敵軍伏兵。



圖2 任務執行採分工合作，駕駛員及操作員位於安全環境下操作機身及設備，並由武裝人員戒護。

以近兩年俄烏戰爭案例，烏克蘭部署美國提供的小型輕型無人機「彈簧刀」，又稱為「神風敢死隊」無人機，烏克蘭軍方正在有效地使用且獲得成果，即便派遣小部隊使用，也能夠對俄國隊造成嚴重破壞，自殺式及蜂群無人機於實戰使用案例還有包括布蓋格和胡賴斯空襲、俄羅斯入侵烏克蘭，特點為傳統防空系統很難有效防禦，好比傳統防空雷達無法探測

60公尺高度以下的飛行器，而且攔截成本高，不值得以防空飛彈進行攔截，光從經濟層面來看，防禦成本相當不划算，以俄烏戰爭為例，俄國在見證者無人機投入約1,790萬美金，烏克蘭投入2,814萬美金進行防禦，由此可知見證者之優點。

另外俄國航天部門也持續提出「閃電」蜂群系統概念，機身設計基於小型巡航導彈，可由各類軍事飛機發射，俄國的蘇-57戰機最多就可攜帶8架，採用隱形技



圖3 小型無人機以投射、彈射等簡便方式起飛，適合前線部隊即時運用。



圖4 RQ-20A美洲獅無人機投射便利，供特種作戰部隊使用，運用於執行巡邏、搜救及作戰損害評估等多元任務。

術減少雷達和紅外線信號，可於複雜多變環境中，通過相互協作和任務自動分配來擴大行動效率，且可通過增加或減少群數量來重新設置任務，蜂群的個體硬件平台門檻低，技術含量相較低，蜂群作戰的核心是如何使數量眾多的無人機個體能夠融合成相互協作的群體，進而實現單架無人機無法完成的複雜任務，控制系統其實才是蜂群的關鍵。

三、中共「成飛145計畫」

中國成都航空工業集團自2016年提出戰略性發展計畫，每次計畫週期為5年，主要目標是通過研發和生產先進的軍用裝備，提高中國軍隊的戰鬥力和裝備水準，發展重點為推進多種類型軍用無人機的研發和生產，包括偵察型、攻擊型、物資運輸型、通信中繼型等，並研發自主導航、多機編隊、資訊化作戰、智慧化等，提高其作戰能力和自主性，同時加強國際市場拓展和合作，推動全球範圍的應用和發展。我們可從中共無人機近年研製歷程中發現，中共無人機在偵察型與攻擊型的類型中，先穩固其具備偵打一體的基本要求，其次滿足長航時的條件，在不同空域中執行戰略或戰術偵察掌握戰場，最後朝向具備高空、高速的偵打能力發展，以利執行奇襲戰術，因此成都飛機工業集團第14次的5年計劃中提出的戰略性發展計

畫，目標是通過研發和生產先進的軍用裝備，提高中共戰鬥力和裝備水準，尤其是推進軍用無人機的研發和生產，針對偵察、攻擊、物資運輸及通信中繼等類進行研改，以支撐後續自主導航、多機編隊、資訊化作戰、智慧化等技術和概念。

中共現無人化作戰首要就是「集群作戰」，將多架無人機視為個體進行操控，此概念為軍事人工智能的核心技術，是未來無人化作戰的突破口，最大的特點就是在於任務或性能較為單一性的作戰平台比較下，無人機作戰群具備個別功能，並且分布較廣、戰場存活率高、作戰支出成本相對低等優點，且補充速度快，當部

成飛145計畫無人機型表⁷

機型	優勢與用途
轟-6G 長程重型轟炸機	強化戰場周遭電磁頻譜優勢。
ASN 系列無人機	裝配合成孔徑雷達 (SAR)、光學 (EO) 傳感器、電子戰 (EW)、電子情報系統 (ELINT) 及地面目標識別 (GTD)，配合任務實施戰術偵察、目標校準及擔任誘餌等任務，為地面部隊偵打任務增添戰力。
BZK-005 長鷹、天鷹及 TB-001 雙尾蠟無人偵察機	裝配衛星通訊數據鏈、通信中繼模組、光電吊艙、攝影機及合成孔徑雷達 (SAR)，並可酬載多種炸彈、導彈，配合執行戰術偵察及打擊任務。
彩虹-5 及神鵬無人機	配備衛星通信數據鏈，執行偵察、情報搜集和武器導引，同時具有打擊能力，可攜帶大量導彈和精準導引炸彈。

(統計至202年)⁸

⁷ Zachary L.Morris, 「美軍無人機發展芻議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁61。

⁸ 「從首飛到實戰僅用5年，TB001無人機首現東海，御用攝影師有點忙」，iNEWS-軍事，2021年11月10日，<https://inf.news/zh-tw/military/1d08e2f07bb993a8fa441c69c925bb3a.html>，檢索日期：2022年12月29日。

分無人機損耗時，剩餘的無人機依舊可以執行任務支援，後續補上的無人機也能迅速進入戰場接替，因此隨科技持續發展下，無人機群作戰模式將為中共帶來作戰優勢，中共成都飛航公司主張機身設計採用全動壓翼和可動邊條翼，因此整體較為修長，降低雷達反射面積，以躲避雷達偵蒐，達隱匿效果，提高戰場的生存率與任務達成率，匿蹤化與靜音飛行為低空域的軍事或運輸任務中不可或缺的能力，隱匿技術的開發是最關鍵的技術，因各國防空武力大幅提升，大型無人機皆有被防空系統擊毀，以及用電子手段迫降的案例，因此不具備匿蹤的無人機，勢必無法運用餘相對敵對區域，大多使用無尾翼設計來減少RCS值，均為須要持續開發的關鍵項目。⁹

中共無人機可支援作戰任務類型概述

在現代戰爭中，無法單靠一種功能的無人機影響戰爭的勝負，針對未來戰爭形態，中共勢必將無人機以多功能、用途的方式，配合各軍種執行更多元的戰術運用，因此無人機的能力不只具備偵察、監視和攻擊能力，得能在戰場上配合各種任

中共支援無人機衛星一覽表

衛星型號	數量 (顆)	搭配無人機型	作戰成效
北斗衛星	45	彩虹、翼龍、鯊魚系列及未來中小型無人機型	提供高精度、高可靠定位、導航和量測服務，並支援無人機定位和控制
中國移動通信衛星(中移星)	10		支援無人機通信與遙感控制
中國高分辨率對地觀測衛星	6		
中國遙感系列	大於200		

(結算至2022年)

務需求，執行掩護任務、精準導引，甚至無線電中繼與戰果評估，中共於2017年完成119架無人機集群飛行實驗，所使用的固定翼無人機不僅飛行速度更快、製成容易，價格也相對低廉，常作為偵察、監視及攻擊武器，甚至可運用3D列印技術製作¹⁰。中共集群控制技術正在快速提升，並能在不同載台發射施放，鎖定目標進行戰術偵打，也嘗試透過數據鏈路指揮，構建「無人機集群作戰」與「不對稱」的作戰手段，規劃利用衛星導控，使空中與地面單位提供同步狀態，達成一整片天空是一個集群編隊的可操控武器。¹¹

現中共正致力於發展集群技術，將

9 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁98。

10 「改變戰爭顛覆性力量 無人機群擁蜂群般的編隊飛行能力」，ETtoday新聞雲-軍武新聞，2017年6月13日，<https://www.ettoday.net/news/20170613/943738.htm>，檢索日期：2022年12月29日。

11 「陸實用化無人機「蜂群」曝光 完成對地察打、精確打擊驗證」，ETtoday新聞雲-軍武新聞，2020年10月14日，<https://www.ettoday.net/news/20201014/1831323.htm>，檢索日期：2022年12月29日。

中共無人機分類表¹²

諸元 \ 類型	無人偵察機	中空長航時 戰術偵察	高空長航時 戰略偵察	無人攻擊機 偵打一體	高空高速 戰術偵打
起飛重量 (KG)	小於 800	大於 1,250	15,000- 20,000	1,100- 4,200	大於 4,400
最大航速 (KM/HR)	220-320	180-290	大於 600	215-370	大於 600
續航時間 (HR)	小於 20	大於 24	大於 24	20-40	小於 21
最高昇限 (M)	7,000- 10,000	7,000- 8,000	15,000- 25,000	5,000- 9,000	12,000- 20,000
最大航程 (KM)	小於 2,000	大於 6,000	大於 6,000	大於 4,000	2,000- 7,000
代表機型	VD-200 ASN-229A 彩虹 10	BZK-005 天鷹 彩虹 4 彩虹 5 TB-001 雙尾蠍 D	神鵬	鵠鷹 II 翼龍 I 翼龍 II 翼龍 -1E 翼龍 -3	攻擊 -11 彩虹 -6 無偵 -7 無偵 -8 無偵 -10 飛鴻 -97A

投入大量研發經費擴增數量、研發戰術編隊能力，研判未來朝向智能化「蜂群」技術發展，使群體之間擁有自主智能的作戰能力，沒有控制中心，運用仿生科技模擬計算生物集群行為，能自行組建網路、自行溝通決策，架構彈性且能任意分散重組，即使編隊中無人機故障受損，也能適應環境場景自行修復編隊，不會相互干擾，大幅增加威懾能力，對我國防造成極大威脅，現階段中共無人機可配合作戰部隊執行的任務種類如下：

一、信息(資訊、電子)作戰任務

無人機可配合作戰部隊執行空中照相偵查和電子情報偵蒐任務，將減少有人

機的損失及人員傷亡率，且可即時掌握戰場目標前、後方軍隊和武器裝備的部署、調動、戰場態勢，以及空襲效果評估等提供主要參考依據，規劃發展如美陸軍獵人無人機能支援戰爭中的光電偵查任務、德國雄蜂無人機能進行戰鬥損傷評估，或提供高精度圖像資訊、法國紅隼無人機能在各種惡劣天氣條件下低空遂行偵察任務、英國不死鳥無人機可進行區域搜索、目標定位、識別任務。

自2018年至今，中共頻繁使用無人機對臺海周邊空域執行偵蒐、襲擾任務，常使用殲16機、運8反潛機配合無人機進行長時間巡航，或使用多架次無人機在臺

12 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(民國112年6月)，頁81。



灣西南空域、臺灣海峽，並逾越海峽中線進行軍事偵察任務。¹³

無人機支援此類作戰是將資訊化作戰發揮到極限效能，也將會是未來戰爭中的重要因素，此類系統是運用適切配置的資訊化系統，使無人機本身與其他系統互補和兼容，形成功能更好、性能更佳的新型作戰方式，創造對自身有利且可控制的電磁環境戰場，藉由無人機投入戰場加持下，進行一連串的電子攻擊，癱瘓國軍有生力量，獲得戰場優勢與主動權，進而達到不戰自勝的目標。

二、掩護任務(提高主力部隊機動能力)

中共常運用誘餌型無人機，誘使敵軍開啟雷達，以達暴露雷達部署位置之目的，另因遠距離狀況下，水面目標偵測距離常有誤差，甚至部分雷達於特殊模式運作時，對海上目標容易自動濾除，形成遠程海域目標偵蒐力不足，如該目標經判斷有必要進一步辨識，則須派遣艦艇前往識別，故中共艦船均嚴格執行發射管制，且艦、岸通信逐漸採取衛星通訊，造成我軍通信、電子截收作業日趨困難，若再以漁船、貨輪或郵輪之航行模式偽裝，更是增加辨識困難，相對威脅大增，所以可使用無人機來掩護主戰力部隊，形成聲東擊西之勢，或誘使敵方暴露部署位置。

自2016起，中共常於軍演中進行掩

護任務操演，配合中共空軍戰機演練，主要針對空軍戰機實戰演練、標靶掩護、協助目標識別、導彈射擊及掩護射擊等任務，以達主力作戰裝備完成聯合偵查、制空作戰、對地突擊及支援掩護等實戰訓練，為戰時做好準備。¹⁴

無人機可以用於支援阻撓、遲滯與打擊我軍任務，遂行掩護主力、確保配合執行部隊之行動安全，形成縱深打擊，是中共支援作戰重要的一部分，戰場環境最重要的兩個因素就是「機動能力」與「打擊能力」，藉由兵力配置、指管、火力分配及無人機高度機動能力得到更佳的效果，間接獲得作戰的主導權，可用於制空、制海、資訊戰、電子戰、兩棲登陸作戰等，使敵方一直處於被動狀態，以維持自身優勢。

三、精準打擊任務

中共部分無人機上配備熱感應攝影機具有夜視功能，導航系統能對目標地理位置精確定位，為空中打擊提供近乎即時的情報信息，配合空中預警機引導戰機突襲地面機動目標，且於北斗衛星輔助下，中共對精準作戰及系統整合能力要求相對提升下，無人機支援精準打擊作戰將朝高度自主化方向發展，確保任務過程中能將精準打擊能力與無人化作戰理念相結合，運用在後續軍事行動上，以達成摧毀、阻

13 「中國解放軍13機艦擾台 殲16戰機、運8反潛機闖海峽中線」，上報快訊，2023年2月9日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=24&SerialNo=165499，檢索日期：2023年3月8日。

14 「共軍強調科技軍演！新型武器、無人機作戰 18架次外籍航班被嚇跑」，CTWANT，2022年8月5日，<https://www.ctwant.com/amp/article/199207>，檢索日期：2023年3月8日。

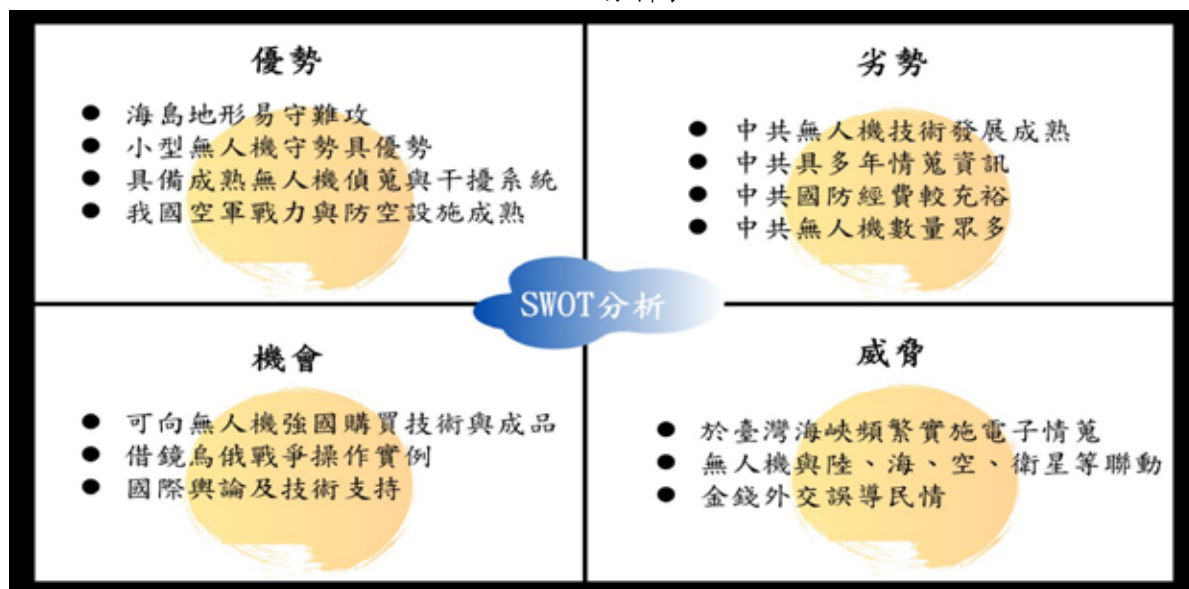
滯敵人行動等目的，實現中共陸、海、空、天、電「五維一體化」的作戰方針。¹⁵

另無人機可降低須親自執行精準打擊任務之人員傷亡，具備深入敵火力涵蓋範圍內進行攻擊之特性，且可用於武器導引或實施射後之評估作業，傳送即時的影像以做為修正與再攻擊之參考依據，可提高武器之命中率，故無人化戰場將帶來前所未有的超大空間、多維度、全局性及一體化的戰場特徵，也就是說，擁有無人化作戰能力越高的一方，即具有掌握越高度透明戰場的能力，也因為無人機具有多項優異的性能，可擔任戰場的情資傳送與資訊交換的角色、加強與延伸戰場的感知與視覺能力，集偵查、打擊能力於一體的無

人化作戰平台，在精準打擊、遠距離攻擊能力、長時投入戰場環境等因素的催化下，無人機可謂所向披靡。

以下為中共使用無人機群與我軍交戰時SWOT分析，由於我國位於國際地理樞紐，極富戰略價值，且海島地形易守難攻，中共考量油料後勤補給等因素，均於臺灣海峽帶執行騷擾與偵蒐任務，我國空軍具較大優勢，不論戰機性能、補給及起飛條件均可即時作戰，無畏中共之威嚇，且我國空軍可搭配成熟之防空系統、現有無人機偵蒐及固定式無人機防禦系統之輔助，有效驅逐中共之襲擾，惟中共無人機發展較為成熟且數量眾多，可結合中共各類軍種聯合作戰，是我國需追趕之目標，中共並以金錢迫使臺灣外交國與我斷交，

SWOT分析表



15 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁98-103。



誤導國際局勢及我國民情，幸好國際言論支持我國，並願意提供技術支持及交流，近年多個無人機強國與廠商與我國接洽，可運用國防預算採購無人機成品與技術，並借鏡俄烏戰爭，提早做好準備，以維我國安全。

現中共積極開發戰場上無人機可運用的領域，制定了「中國制造2025」、「國家高技術研究發展計劃(863計劃)」及「無人系統發展規劃(2016-2025年)」等相關計畫，提出並要求相關機關及民間企業協助支持無人機發展。

如從四類後勤前運面向來看，中共以二型無人機來運送前線所需物資，正常運送方式的情況下，前線部隊大多在山之巔、海之濱，車輛機動運送所需時間較長，如以穩定且高載重之無人機進行運送，可省時且省力，雖說能運載物資較傳統方式少，但仍是未來趨勢，此外，無人機於海域船艦上可以彈射的方式飛起，在航艦上自行起飛或降落，傳統大多採用滑軌發射、攔截網回收的方式來操作無人機，現可在一般水面艦艇的狹小甲板上自由垂直起降，甚至是在潛艦上浮時，或缺乏跑道的前線戰地操作，讓無人機的使用更具穩定度與運用彈性。

另外中共未來的發展重點是高超音速無人機「無偵-8」，如同近年來各大國競相發展的高超音速飛彈雷同，發展能以

超越五倍音速飛行的無人機，雖距離真正的高超音速無人機還有一段不小的距離，但一旦研發完成，將擁有極高的戰略與戰術價值，這種高超音速無人機難以攔截，其次速度即代表攻擊迅速、航程遠，等同於擁有跨洲打擊，甚至是全球作戰能力，這樣的技術不論是在偵察、運輸、攻擊等方面，都會讓無人機的應用，更上一層樓。¹⁶中共主要將無人機做為一種輔助手段配合空軍戰力，在空中開闢作戰空間，提供更準確的情報和資訊，增強空軍的戰鬥力和作戰效率，可以根據作戰需求，選擇適合的軍用無人機進行配合作戰。

國軍因應對策

無人機具有精巧靈活、隱密性高、無人員安全顧慮、維護費用低、作業時間長、機動性高及具備戰術運用特性等優勢，且三軍運用執行目標區之情、監、偵、測及目標定位、早期預警、小型攻擊等任務時，可降低軍備成本、減少人員傷亡與獲取戰場即時情資，如能有效運用無人機協助執行，對於即時情資獲得及爭取更多臨戰準備時間，將會有更多的助益，配合不同任務特性時，調整攜帶不同形式載具，可增加任務彈性，加強支援能量，未來針對整合C4ISR及數據資料鏈路工作，為聯合作戰任務遂行之必然趨勢，平時則可執行災區觀測(如颱風、地震、水

16 「全球積極發展無人機技術，國軍如何急起直追以面對中共威脅？」，鳴人堂，2022年6月8日，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6370011>，檢索日期：2023年2月19日。

災等)，降低國軍兵力負荷、節約人力資料。

預估未來空戰場景為具備空中預警機管制下，由有人駕駛戰機指揮若干架前身數百公里之無人機執行空戰，形成「預警機-戰機-無人機-遠程空對空飛彈」的攻擊縱深，以取得更大的空戰優勢。¹⁷如以無人機研發與反制層面評估作戰方式，概略方針如下：

一、軟體建設與可用技術(系統面偵知)

「偵打一體」是目前無人機的重要技術，如果可使無人機同時具備偵查與攻擊能力，將使支援任務能力更加彈性且具威脅性，發現目標可經由機上的光電酬載系統將拍攝目標影像回傳指揮中心，經確認後可即時使用機上掛載作戰武器進行攻擊，即可完成「偵打一體」任務，這樣就能有效減少昂貴戰機出勤耗損的人力、油料等資源，這類的無人機應用，就已經改變了現有軍事、安全的準則，這種特性使其更適合戰場上長時間偵查、巡邏任務，因此如何設計此類無人機整合系統，以達無人機可掛載精準引導武器、彈藥，來針對敵軍高價值設備或人員進行關鍵打擊，為研發重點項目，即是軟體面的關鍵點。

「智能化」計畫旨在發展無人僚機機群編隊的自主作戰能力，從起飛降落、融合空域的飛行管制，甚至能空中接戰，需要大量利用人工智慧AI技術讓無人機

在複雜的戰場環境中可以快速採取適當的應對決策，展望無人機未來智能化的發展，以形成有人機與無人機偕同編隊作戰的概念，進而使無人機成為有人戰機可靠的支援力量，建立在一定的自主能力上，能接受有人戰機的指管命令協助執行偵蒐或打擊任務，以減少作戰人員的負擔，將是研究的大方向。

「作戰雲」起初為英國皇家空軍規劃導入無人機蜂群中服役的新概念，用以積極加速進入網路戰新世紀的步伐，將為未來戰場的發展趨勢，作戰概念是利用筆電或平板，所有使用者均可以即時操作共同畫面及地方站，預劃由廉價的小型無人機組成蜂群，配合戰機進行協同作戰，不論是替戰機製造防禦缺口，好讓戰機脫離並穿越，接著由其它無人機補上缺口，達聯合作戰的效果，因此蜂群系統必須完善，須具備「數量龐大之無人機」、「多功能」、「自動重構能力」及「自動完備」這四項功能，才能完整作戰雲的效益，因此系統須從實體面與網路操作面完美結合，當前技術距此功能尚有進步空間，公開表演性質的不是蜂群技術，僅執行事先寫好的程式，科技會持續進步，總有一天會實現。¹⁸

國軍未來可期待以「作戰雲」整合多種作戰資訊，包含實時情報、地圖資訊、無人機鏡頭錄像及衛星雷達等資料，

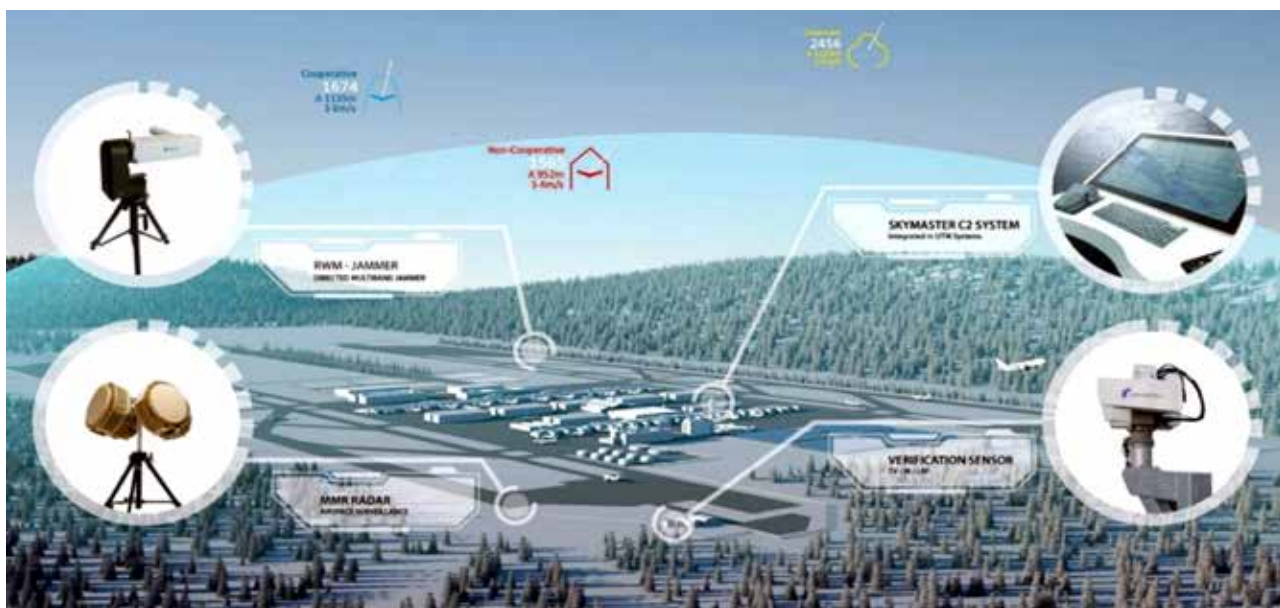
17 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁96-98。

18 張瑞釗，「無人機蜂群與作戰雲構念」，新新季刊，第50卷，第2期(民國111年4月)，頁93-96。

提供更完整、更即時的作戰情報，通過網路和數據庫等雲計算技術建立的綜合管理平台，將各種無人機系統整合至統一平台進行管理和控制，實現對無人機的任務下達、飛行控制、故障處理、數據收集、信息分析等功能，提高作戰無人機的戰場效能和作戰能力，以「訓練雲」用於培訓操作人員，提供虛擬訓練環境，並將各種無人機進行統一的訓練管理和控制，也可以實現訓練無人機的飛行模擬、任務模擬、故障模擬、數據收集、信息分析等功能，提高無人機訓練效率和質量，最終使用「行政雲」來針對所獲取的大量訊息進行統整、分析，藉由平台對無人機進行管理、調度、維護、數據管理、信息分析等等，以提高管理的效率和精準度，這種方

式可以提高無人機系統的管理效率、運行效率和作戰效能，有助於提高整體運用價值和戰場應用能力。

「無人機防禦系統」可規劃設置在全國重要基地、港口及機場，系統可藉由中科院發展研製，先以現有光電、偵搜、干擾、防衛技術進行整合，可嘗試採陣地式及車載型部署，目的為防範無人機入侵，對入侵營區之無人機實施偵搜、干擾，以提升基地陣地、飛航安全維護及戰時防衛作戰能力。¹⁹近年臺灣周遭空、海域經常受到中共無人機襲擾，不論大型或是小型無人機，大小襲擾不斷，此現象已經是種警訊，急迫的告訴國軍應該盡快發展出相對應的反制手段，尋找面對無人機防禦能力和保護近域領空免受潛在



空中監視雷達及反制設備整合系統(出自 C-UAS solutions for Airports Rheinmetall Group)

19 「軍方43億採購遙控無人機防禦系統 資通電軍率先簽約」，自由時報，2022年5月19日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3931763>，檢索日期：2023年1月4日。

無人機 整合防禦系統

Blue Sky - Protecting Your Skies

前端設備



雲端網絡



有線/無線網絡
光纖網、區域網
4G/5G/WLAN

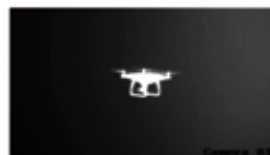
終端用戶

指揮控制終端
綜合管理平台
APP 用戶終端



系統應用

地圖管理
防區設定
設備配置
黑白名單
飛行顯示
威脅評估
事件處置
數據回放



聯合處置

數據分享

區域管理雲端平台

- 多重感測整合
- 即時偵測防護
- 全區域監視
- 高、低空防禦
- 固定、機動部署
- 互聯網組網部署
- 全域聯合防護

區域影像監控系統

- 統一管理平台
- 達到區域防護
- 自動化無人值機
- 信息共享管理
- 大數據共享服務
- 提升管理效率
- 建造安全藍天空域

無人機防禦系統概念流程圖(出自帕斯卡科技)

攻擊的方法，各國都在努力，現德國萊茵金屬公司正在研發一個完整的解決方案「Securing Airport Operations」，是一種革命性的空中監視雷達及反制系統，概念為偵測及干擾等硬體設備透過網路與操作臺形成雙向回饋，目的在於偵獲各式無人機並予以電磁干擾／攻擊，統合管理監視及處置，其高階軍用版還可以導引武器系統實施攻擊。²⁰

二、反制能量與作戰武器建構

軍用無人機發展主要係由各軍種依敵情威脅、作戰任務需求提出研製規劃，經國防部審查後交由中科院執行系統研發與量產工作，並依政府推動無人機產業發展指導，扶持國內相關產業與企業，期藉此提高無人機在戰場上的生存能力與降低建造成本，朝降低耗損率之目標發展。

我國各軍種作戰場景，主要以支援軍種偵查、巡防、電子作戰、通信中繼與攻擊等戰場任務，其中我國自主研发的反輻射無人機在戰場上除了可以搜尋目標外，更可以即時攻擊具有高度威脅的雷達站、飛彈、基地及戰艦，最大的優勢就在於一般飛彈只能在空中短時間滯留，但反輻射無人機為長時間滯空，有充裕的時間可尋找攻擊目標，持續對敵方進行戰術壓

制，大型長滯空無人機系統為我國目前自主開發之最大型軍用無人機，除具備自動起降、衛星導控等新世代技術外，更依照我國軍之作戰任務需求，大幅提升酬載能力，滿足多變之作戰環境應用，我國應朝衛星干擾系統設備進行研發，掌握中共所使用之衛星相關作戰情報，達可自臺灣本島執行干擾、阻斷其衛星導控訊號作為，期望未來我國中小型無人機均具備相關反制能量，有效打擊中共無人機襲擾行徑。

「匿蹤化、靜音飛行」為低空域的軍事或運輸任務中不可或缺的能力，隱匿技術的開發是最關鍵的技術，因各國防空武力大幅提升，大型無人機皆有被防空系統擊毀，以及用電子手段迫降的案例，因此不具備匿蹤的無人機，勢必無法運用於相對敵對區域，大多使用無尾翼設計來減少RCS值，均是須要持續開發的關鍵項目。²¹

「反無人機系統」須具備火控系統、AI瞄準具、雷達探測器，以幾近100%的命中率來摧毀無人機群，例如以色列空軍使用國防承包商透過波蘭提供的「聰明殺手」，甚至可以使用防空app來協助攔截飛彈。²²也有以雷射防空系統來擊落無人機、火箭、迫擊砲彈和反戰車飛

20 「無人機偵獲與攔截，有效的防制作為」，蕃薯藤News，2023年2月17日，<https://n.yam.com/Article/20230217941005>，檢索日期：2023年2月19日。

21 林昱甫、李家崧、吳昌翰、洪雅芳、馬鈞文，「無人機系統發展趨勢」，新新季刊，第50卷，第2期(民國111年4月)，頁17、19。

22 「以色列給烏「聰明殺手」攔彈 俄將舉行核武部隊軍演」，TVBS新聞，2022年10月27日，https://www.youtube.com/watch?v=z_Uoe7zMVcU，檢索日期：2023年1月4日。

彈等武器，就如以色列國防部宣布研發的「鐵梁」(Iron Beam)雷射防空系統。²³目的不是要取代其他防空系統，而是輔助加強，由「鐵梁」擊落較小空中威脅，把較大空中入侵威脅留給其他更動態的防空飛彈陣地，或以「訊號干擾」方式迫使無人機降落或墜毀，有如中東杜拜油田布建無人機干擾網，使用電磁波擊落是最廉價的手段，利用頻率交錯的電磁波，可直接破壞無人機遙控機件擊落，若要針對小型無人機，此種方式較佳。

「防空火炮／火箭系統」是以可集群控制之多管火箭炮組成，傳統防空導彈通常採用破片殺傷、近炸引信很難起爆，且破片難以對小體積之無人機造成損壞，所以需要末端防空導彈與高射炮微小型導彈等多重模式的反無人機體系，且安裝反無人機型防空導彈，重點是在於反無人機彈的配置數量及能精確擊落無人機的能力，因此彈炮合一的防空系統性能將會優於雷射型，有如美國提供烏克蘭「吸血鬼」(Vampire)車載型導引火箭反無人機系統，由一個雷射導引的火箭發射器組成，可以快速安裝在民用車輛的載台上，迅速提供反制能量。²⁴

三、技術與能量納入三軍部隊運用

資通電軍負責國軍電子戰偵蒐、反制與支援任務，協助各軍防護重要目標，並對當面之敵進行非摧毀性攻擊，將衛星定位反制系統結合軍種防禦手段，反制小型無人機威脅，使敵無法有效運用控制訊號，並於平時執行國軍通信監察、電子參數蒐整及干擾源測證等作業，實施戰場經營、維護通信紀律，掌握作戰區電磁頻譜動態，當面對無人機威脅時，應立即採取反制手段，可透過電戰部隊協防重要機場等高價值目標，運用衛星定位反制系統實施干擾，避免導彈直接攻擊，結合軍種能量活用戰術陣地，達成與軍種之聯合作戰，透過與空軍戰機、雷截情相關平台靈活搭配、支援作戰，可讓空軍在空戰中表現更強大的威力，亦可有效支援地面部隊所需情蒐需求，且空軍戰機雷達及防空雷達電子參數之重要，雙方交戰時，資通電軍應與空軍互成犄角之勢、相輔相成。²⁵

三軍須建立「教育訓練」觀念，因無人化作戰從戰術層級向戰略層級方向延伸，從單純執行偵查監視、支援保障等單一性質任務轉為運用投送、先期布勢等方式來對敵實施作戰，達到戰略嚇阻的目的，且中共軍事無人機已不僅是偵蒐載台，經過武器酬載裝配，即可成為大量、

23 「反制中共無人機侵擾金門駐軍 國家隊提出這三招」，聯合報，2022年9月1日，<https://udn.com/news/story/7241/6579795>，檢索日期：2023年1月4日。

24 「俄無人機哭了！美將提供烏「吸血鬼」系統」，中時新聞網，2023年1月10日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20230110003341-260417?chdtv>，檢索日期：2023年1月4日。

25 陳宗恒、潘宜輝，「中共電子偵察機入侵我國西南防空識別區意圖與因應」，空軍學術雙月刊，第683期(民國110年8月)，頁65。

低成本的攻擊型或自殺型武器，也可利用小型、不易偵獲的無人機，作為敵特工秘密偵蒐或破壞手段，摧毀我高價值目標，因此我國三軍應避免精準武器消耗，擷節彈藥資源。

建立「無人機國家隊」概念，研製「軍用商規」無人機以強化國軍部隊偵蒐能力，如造價可負擔且功能各層級單位皆有需求且能執行。²⁶可規劃編列投資預算啟動量產計畫，「軍用商規」無人機分目標為艦載監偵無人機、陸用監偵無人機、目標型無人機、監偵型無人機，以及微型無人機，供第一線部隊使用，中科院航空所齊所長曾表示我國應借鏡烏俄戰爭無人機的發展與應用，快速建構台灣無人機「不對稱戰力」，並由中科院與國內民間產能鏈結，委託民間製造「軍用商規」無人機，嚴審「軍用商規」無人機廠商背景，排除「紅色供應鏈」，達有效防範中共無人機侵犯之目的。²⁷

國軍現有已換裝新型引擎之騰雲二型無人機，首度出海進行了長時間的滯空飛行測試，未來除了執行偵察任務，可配備空對地飛彈，讓我國空軍獲得無人機精準對地打擊能力，進而搭配空軍各項作戰任務，未來可朝下一階段邁進，如研發人

工智慧系統，並嘗試發展無人機的空戰能力，以減少空軍人才損失及預算消耗量，無人機空戰時由人工智慧系統來輔助操控，減輕飛行員工作負擔，能由一個無人機飛行員，操控多架無人機，或由已在空中的傳統戰機飛行員，同時操控無人機，讓無人機具備與傳統戰機協同作戰的能力稱為「忠誠僚機」(Royal Wingman)，將全面改變空戰形態，也可以朝向中小型干擾式無人機方向研發，在中小型無人機發展成熟，具有一定的載重能力，且雲端操作、系統整合能力完備時，不需要太大瓦數的干擾機可嘗試配賦在無人機上，以成群結隊之姿協助空軍作戰，只需要在敵機靠近時，短程範圍、干擾功率可有效干擾狀態下即時進行干擾，替空軍爭取剎那間的機會進攻或反制，或許空軍未來將成為國軍中最精實之戰力。²⁸

結 論

無人機從最初的玩具、模型市場開始發展，軍事用途原本也是用於靶機、誘標機的相關運用，因為科技進步的結合，逐漸從單純空拍任務朝向協助作戰的方向前進，也是為了取代人員執行「3D任務」，即是枯燥(Dull)、骯髒(Dirty)、危

26 「軍用商規五款無人原型機」，自由時報，2023年2月8日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1565802>，檢索日期：2023年2月19日。

27 「軍用商規無人機遴選結果出爐 將快速推升產業系統整合能力」，工商時報，2022年12月23日，<https://ctee.com.tw/industrynews/technology/779326.html>，檢索日期：2023年2月19日。

28 「全球積極發展無人機技術，國軍如何急起直追以面對中共威脅？」，鳴人堂，2022年6月8日，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6370011>，檢索日期：2023年2月19日。

險(Dangerous)等高風險性任務，就現代科技發展狀況，無人機對戰場環境適應能力及運用範圍越來越廣泛，躍升為世界各國推崇且致力研究發展的工業技術，更可作為評量國家國力的指標。

蓬勃的需求也拉動了無人機產業的發展，目前我國投注無人機開發的單位計有中山科學研究院(飛彈系統之研發、有關飛行導引控制、推進、氣動力設計與實驗等技術與經驗，擁有自行研發無人機的能力)、工業技術研究院航太中心、漢翔航空工業公司、雷虎科技公司(P-15型渦輪噴射引擎，專屬的無人機噴射動力系統)和廣營電子公司(電動馬達驅動模型飛機)，學術單位則有國防大學理工學院、空軍官校、成功大學、淡江大學及元智大學。²⁹

現今的空中戰場面對強大空中威脅能力，若無法有效整合有、無人機系統將形成巨大的風險，需要能明確識別及管制友軍於空域飛行之有人及無人載具，此為能否獲得空優之關鍵，必須加強無人飛機系統管制作業，執行強制指管能力最為重要，在無人機數量與能力持續增加、增強的狀態下，如何充分整合運用無人機系統，使其具備聯合作戰的能力，正是我國最重要的課題。

參考文獻

1. Zachary L. Morris, 「美軍無人機發展芻議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁68。
2. 應紹基，「中共反介入戰略的新武器：新一代軍用無人機」，台北論壇，2016年12月7日，https://www.taipeiforum.org.tw/article_d.php?lang=tw&tb=3&cid=24&id=4984，檢索日期：2022年12月27日。
3. 中華民國110年國防報告書編纂委員會，「中華民國110年國防報告書」，110年10月，頁38。
4. 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁100。
5. Zachary L. Morris, 「美軍無人機發展芻議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁68。
6. 「俄烏戰爭啟示錄!美正發展超級蜂群無人機」，Newtalk新聞網，2022年10月28日，<https://tw.news.yahoo.com/俄烏戰爭啟示錄-美正以史無前例的規模-秘密發展-超級蜂群-無人機-110839583.html>，檢索日期：2022年11月24日。
7. Zachary L. Morris, 「美軍無人機發展芻

29 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁101。

- 議」，國防譯粹，第45卷，第9期(民國107年10月)，頁61。
- 8.「從首飛到實戰僅用5年，TB001無人機首現東海，御用攝影師有點忙」，iNEWS-軍事，2021年11月10日，<https://inf.news/zh-tw/military/1d08e2f07bb993a8fa441c69c925bb3a.html>，檢索日期：2022年12月29日。
- 9.葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁98。
- 10.「改變戰爭顛覆性力量 無人機群擁蜂群般的編隊飛行能力」，ETtoday新聞雲-軍武新聞，2017年6月13日，<https://www.ettoday.net/news/20170613/943738.htm>，檢索日期：2022年12月29日。
- 11.「陸實用化無人機「蜂群」曝光 完成對地察打、精確打擊驗證」，ETtoday新聞雲-軍武新聞，2020年10月14日，<https://www.ettoday.net/news/20201014/1831323.htm>，檢索日期：2022年12月29日。
- 12.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(民國112年6月)，頁81。
- 13.「中國解放軍13機艦擾台 殲16戰機、運8反潛機闖海峽中線」，上報快訊，2023年2月9日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=24&SerialNo=165499，檢索日期：2023年3月8日。
- 14.「共軍強調科技軍演!新型武器、無人機作戰 18架次外籍航班被嚇跑」，CTWANT，2022年8月5日，<https://www.ctwant.com/amp/article/199207>，檢索日期：2023年3月8日。
- 15.葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁98-103。
- 16.「全球積極發展無人機技術，國軍如何急起直追以面對中共威脅？」，鳴人堂，2022年6月8日，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6370011>，檢索日期：2023年2月19日。
- 17.葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁96-98。
- 18.張瑞釗，「無人機蜂群與作戰雲構念」，新新季刊，第50卷，第2期(民國111年4月)，頁93-96。
- 19.「軍方43億採購遙控無人機防禦系統 資通電軍率先簽約」，自由時報，2022年5月19日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/3931763>，檢索日期：2023年1月4日。
- 20.「無人機偵獲與攔截，有效的防

- 制作為」，蕃薯藤News，2023年2月17日，<https://n.yam.com/Article/20230217941005>，檢索日期：2023年2月19日。
21. 林昱甫·李家崧·吳昌翰·洪雅芳·馬鈞文，「無人機系統發展趨勢」，新新季刊，第50卷，第2期(民國111年4月)，頁17、19。
 22. 「以色列給烏「聰明殺手」攔彈 俄將舉行核武部隊軍演」，TVBS新聞，2022年10月27日，https://www.youtube.com/watch?v=z_Uoe7zMVcU，檢索日期：2023年1月4日。
 23. 「反制中共無人機侵擾金門駐軍 國家隊提出這三招」，聯合報，2022年9月1日，<https://udn.com/news/story/7241/6579795>，檢索日期：2023年1月4日。
 24. 「俄無人機哭了！美將提供烏「吸血鬼」系統」，中時新聞網，2023年1月10日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20230110003341-260417?chdtv>，檢索日期：2023年1月4日。
 25. 陳宗恒、潘宜輝，「中共電子偵察機入侵我國西南防空識別區意圖與因應」，空軍學術雙月刊，第683期(民國110年8月)，頁65。
 26. 「軍用商規五款無人原型機」，自由時報，2023年2月8日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1565802>，檢索日期：2023年2月19日。
 27. 「軍用商規無人機遴選結果出爐將快速推升產業系統整合能力」，工商時報，2022年12月23日，<https://ctee.com.tw/industrynews/technology/779326.html>，檢索日期：2023年2月19日。
 28. 「全球積極發展無人機技術，國軍如何急起直追以面對中共威脅？」，鳴人堂，2022年6月8日，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/6370011>，檢索日期：2023年2月19日。
 29. 葉原松，「無人飛行載具遂行海上監偵任務之研究」，海軍學術雙月刊，第52卷，第2期(民國107年4月)，頁101。

作者簡介

許宏銘少校，國防大學理工學院電機電子學系102年班，國軍電子戰參謀正規班107年班。曾任分隊長、編訓官、副隊長、電修官、教官，現任於資通電軍資電訓測暨準則發展中心，少校教官。

