

精進砲兵目標獲得之研究，以無人機為例

作者：王保仁、陳煒曆

提要

- 一、直至 2024 年，烏俄戰爭及以哈衝突等軍事衝突仍未趨緩，我國面對中共日益加劇的軍事脅迫，以軍機、軍艦與無人機操作灰色地帶襲擾，並不定期在我國周邊海空域實施針對性軍事演習對我恫嚇；同時藉外交場合，施壓國際接受中共對臺政策立場，使臺海安全風險逐步升高。
- 二、回顧現代戰爭中之火力運用，仍為影響戰局之重要因素，然強大的地面火力發揚若輔以精準的戰場情報、目標獲得，即可達到精準打擊之效果。面對快速變動且複雜的臺海與區域安全情勢，國軍秉持「自己國家自己救」的決心，以及「勿恃敵之不來，恃吾有以待之」精神，持續建軍備戰目前仍是國軍之主要工作，也應持續思考如何增強作戰效能。
- 三、無人系統真正的成本和價值並不在於飛行器本身，而在於其搭載的傳感器組件、飛行控制系統及與地面控制站或其他平台的傳輸數據鏈。透過控制平台的建構，可同時操控多批次無人飛行系統執行任務；另因無人機上無搭載人員，故可去除人員傷損風險，並降低製造成本。這也是近年來，許多國家積極發展無人飛行系統的主要原因。

關鍵詞：砲兵火力、無人機、目標獲得

前言

目標為預判或已出現於戰場上之敵軍實體或地形，即時精確之目標獲得乃砲兵射擊效能達成重要因素，其目的在適時、適切獲得目標情報、發揚火力¹；而目標獲得係運用各種偵蒐與測地手段，獲知敵軍兵力、武器、裝備、設施等之數量與精確位置，以及運用氣象探測技術，求取砲兵彈道氣象資料之作為；其目的在提供各級砲兵單位適切之目標情報資料，俾計算精確之射擊諸元，達成火力殲敵之目的。²

目前陸軍砲兵觀測使用軍備局生產製造中心 401 廠研製的「TS102A1 式多功能雷觀機」³（如圖 1），使砲兵前進觀測官得以更精確獲得目標資訊。該項裝備包含熱像儀、雙目雷射望遠鏡，以及方位儀等總成。熱像儀可偵測 4 公里內的人員以及 7 公里內的車輛所發出的熱輻射轉化為影像。雙目雷射望遠鏡最遠可量測達 25 公里的目標物。其內建數位磁羅盤，可進行簡易角度量測功

¹ 《陸軍砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部民國 110 年 4 月 13 日），頁 5-277。

² 《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：陸軍司令部民國 106 年 11 月 21 日）頁 7-5-46 頁。

³ 《TS-102 式多功能雷觀機操作手冊》（桃園：陸軍司令部民國 108 年 11 月 25 日）頁 1-2。

能，有助快速獲取目標距離與角度等資訊。數位方位儀內建衛星定位系統及高精度數位磁羅盤，可精確進行定位、定向及角度量測，並與雙目雷射望遠鏡構聯，將距離資訊傳輸至數位方向儀，與角度資訊進行整合，計算出目標物座標，以利蒐整後續戰術參據。

圖 1 TS102A1 式多功能雷觀機外觀及諸元



資料來源：《TS-102 式多功能雷觀機操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 108 年 11 月 25 日），頁 2-2。

惟國軍現行武器裝備不斷更新，目前雷霆 2000 及最新接裝 HIMARS 火箭發射系統，武器射程均超過現有觀測裝備之使用距離極限，無法有效遂行後續射彈修正及效果觀測作為，現代戰爭中若僅靠傳統的人工觀測作業，是無法即時偵知瞬息萬變的戰場狀況，可能遭受天候、地形及障礙的影響，顯見靈活的運用無人機觀測才是現代戰爭中目標獲得的趨勢，亦是國軍未來可提升砲兵觀測效能之方向。

無人機發展

一、定義

美國國防部近來更將無人飛行載具（Unmanned Aerial Vehicle,UAV）定義為：一種具備動力，卻無需搭載操作人員的飛行載具。此種載具運用流體力學的力量提供上升力，能夠獨立自主飛行或藉由遙控方式飛行。此類載具為可拋式、回收式，以及可搭載致命性或非致命性酬載。無人飛行載具通常會被描述為一種單一的載具，包括裝設於載具上的監視感測器，或是將其描述為一套無人飛機系統（Unmanned Air-craft System,UAS），組成單位通常包含三至六架飛行載具，一套地面控制站、數據鏈路、支援裝備以及作業人員。⁴無人機

⁴ 周巧盈，巫思揚，陳琦玲，〈應用無人飛機航拍影像協助農業勘災—以香蕉災損影像判釋為例〉《航測及遙測學刊》（台北），第 23 卷 2 期，中華民國航空測量及遙感探測學會，民國 107 年 6 月，頁 83。

(drone) 也就是無人飛機或無人飛行器 (Unmanned Aerial Vehicles, UAV)，具備自動飛行系統的簡易模型飛機，自動飛行系統內可能包含一電腦作業系統、一套衛星導航裝置、羅盤功能、氣壓高度計、偵測器及設計飛行之軟體等等，簡稱無人機。⁵

二、分類

無人飛行系統分類並非只有單一標準，在軍事應用可運用不同的類型，執行適當的任務，取得較良好的效果，廣義的分類以飛行方式區分⁶：定翼型無人載具與旋翼型無人載具；在國防軍事體系有自己的標準，依美國國防部分類方式，按照其負載飛行重量區分為 5 類⁷，如表 1，大型無人機優勢在於可運送執行長途任務，劣勢在於其作戰能力及模式容易預測；小型無人機則具備匿蹤、滲透及低成本等特性，其複雜度造成多面向的威脅無遠弗屆。

三、在軍事運用區分

(一)偵蒐型無人機可區分為：

1. 目獲無人機：用以強化部隊監偵需求，以遂行反擊、反空機等任務，另可執行火力效果監視與後續掌握海上敵船團動態，利用指管系統分享情資，爭取反應時間。

2. 監偵無人機：陸用是利用無人機搜索識別目標，提供各型制海飛彈車組目標情資，確保提供機動飛彈車發揚火力；艦載型監偵無人機則將搭載於兩棲運輸艦，並搜索水面、登陸灘頭及港口，掌握戰場環境，供登陸部隊從有利位置遂行兩棲作戰，減少軍方傷亡、增進作戰效益。

(二)戰術無人機：中空長航時，指無人機可在 3,000~9,000 公尺的空域執行任務，並可持續飛行 24~48 小時。裝配衛星通訊數據鏈路、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，執行戰術偵察及打擊任務。

(三)戰略偵察無人機：高空長航時，指無人機可在 9,000 公尺以上的空域執行任務，並可持續飛行 24~48 小時，可在 15,000 公尺以上的高空進行戰略偵察，且續航時間長達 40 小時。可配備衛星通信數據鏈路，執行偵察、情報蒐集和武器導引，同時具有打擊能力，可攜帶大量導彈和精準導引炸彈。

⁵ 資訊工業策進會科技法律研究所，何謂「無人機」？，<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=55&tp=1&d=7310>，檢索日期：民國 113 年 10 月 5 日。

⁶ Zachary L. Morris，〈美軍無人機發展芻議〉，《國防譯粹》(台北)，第四十五卷第九期，國防部，107 年 10 月，頁 68。

⁷ 范薰彥，〈強化聯兵營戰術偵蒐效能-無人飛行載具運用作為之研究〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，陸軍步訓部，第 283 期，民國 111 年 2 月，頁 4。

表 1 美國國防部無人飛行系統分類表

分類	尺寸	最大負載飛行 重量(磅) 最大負載飛行 重量(公斤)	飛行高度(呎) 飛行高度(公尺)	航速 (公里/小時)
第 1 類	小	0-20 磅 0-9 公斤	小於地平面 1200 呎 小於地平面 365.76 公尺	小於 185.2 (公里/小時)
第 2 類	中	21-55 磅 9-25 公斤	小於 3500 呎 小於地平面 1066.8 公尺	小於 463 (公里/小時)
第 3 類	大	小於 1320 磅 小於 600 公斤	小於平均海平面 18000 呎 小於地平面 5486.4 公尺	小於 463 (公里/小時)
第 4 類	巨大	大於 1320 磅 大於 600 公斤	小於平均海平面 18000 呎 小於地平面 5486.4 公尺	任何航速均有
第 5 類	最大	大於 1320 磅 大於 600 公斤	大於 18000 呎 大於地平面 5486.4 公尺	任何航速均有
一、尺寸越小：負載重量、飛行高度及航速均越小，較適合短程的任務。				
二、尺寸越大：負載重量、飛行高度及航速均越大，較適合遠程的任務。				

資料來源：《強化聯兵營戰術偵蒐效能-無人飛行載具運用作為之研究》及本研究自行整理

(四)偵打型無人機：無人機運用先進的推進系統，例如噴射引擎、火箭發動機，以滿足高速條件，能在 1 萬公尺以上的高空飛行，搭配低雷達截面積的機身隱形匿蹤效果，可裝配酬載對地攻擊武器及精準導引武器，其運用目的並不在於持久作戰或進行長時間偵察，而是可以用於高速情報、監視和偵察 (ISR)，並且鎖定特定目標，進行快速偵打。⁸

(五)自殺攻擊無人機：無人機體積小，能以 80-130 公里的時速飛行；滯空 30 分鐘；載重能力為 3 公斤，能懸在空中停留一段時間，由目標上方垂直攻擊，例如擊穿戰車脆弱的頂部裝甲等。此種武器之本質可說是「小型、慢速、廉價的巡弋飛彈」。⁹

四、無人機之特、弱點

(一)特點

1.降低人員損傷：無人機控制由地面控制站透過操作人員藉由衛星或是無線電訊號以操控無人機運作，可於前線作戰或是執行高風險任務時使用無人

⁸ 謝佳良，〈中共無人機對臺海作戰威脅與因應之研究〉《陸軍雙學術月刊》(桃園)，陸軍司令部，第 589 期，民國 112 年 6 月，頁 80-82。

⁹ 許智翔，〈小型自殺攻擊無人機發展趨勢〉《國防安全雙週報》，(台北)，第 37 期，國防安全研究院，108 年 3 月，頁 27。

機實施作戰，避免與敵接觸，進而提高人員性命安全。

2.靈活精巧：無人機因體小，且雷達截面積較小，不易遭敵偵獲，且無人機活動可採三度空間不同軸方向實施運動，使得運動過程中不易遭敵偵測，在執行任務時亦能以滲透方式或敵不易察覺狀況下完成任務。

3.修護費用低：載具採模組式實施製造，操作時透過無線電對無人機實施遙控，相對於與有人機相比之下，可減少操作上之失誤。

4.機動性能高：無人機可隨時運用空曠地區或是發射載台實施發射，對於場地之起降較有彈性空間可供運用，在任何時間均可實施起飛執行任務。

5.戰術運用廣泛：無人機在空中續航時間長，並可長時間對目標實施偵查，在戰術運用上可採無人機單機作戰、蜂群模式運作及無人機與有人機協同方式實施運作，搭配模式可依作戰任務需求做不同編組，以求獲得最大效益。

6.天候及地形限制條件低：相較於傳統砲兵觀測所需選定制高點，觀測組人員方能架設器材觀測，無人機要能抵抗下雨、灰塵、高溫等環境狀況。而且不只外部材質，無人機內部所使用的電子零件也要如此。無人機可於天候能見度不佳、雲層較低及夜間狀況下實施起飛，不同於有人機往往受限於天候因素無法執行任務，故能全天候不分晝夜實施作戰。

7.具保密性：無人機在設計時，均設有自動返回基地之功能，可於指揮中斷或是遭敵干擾可爬升高度重新與控制站建立連線繼續執行任務，或是無法連線時可自動返回，全程執行任務時採點到點模式運作，以避免遭敵偵獲以暴露我軍基地。

8.具化生放核防護力：無人機為無機體，不懼感染及核生化作戰所帶來的長期且毀滅性的傷害。

(二)弱點

1.自我防護能力低：無人機多數設計被用來對敵實施偵查及對地攻擊之任務，無掛載自我防衛性武器，因任務需求須長時間於敵軍上空實施偵查，極有可能遭敵紅外線武器偵測，而遭防空武器擊毀。

2.易受電子干擾：無人機導航時藉由無線電訊號或是全球定位系統（GPS）實施導引，敵實施電子干擾可中斷無人機之導引，訊號容易遭敵遮斷，若電子干擾過強，則影響地面控制站人員之操控。

3.載重受限：無人機載重受限於引擎動力及機體小的限制，電池蓄電量關乎滯空續航時間長短；大型的偵蒐儀器若重量無法裝載於無人機上，也間接影響如拍攝影像或機體導控距離的遠近。

4.作戰須仰賴高強度資訊安全：烏克蘭在戰爭中使用中國之大疆無人機，曾傳出部分受限或被接露使用位置，進而遭俄軍標定砲擊。

5.遭偵測後，無反偵測能力。

6.操作人員及控制台遭受攻擊後，喪失作業能力。

各國對無人機之運用

一、美軍無人機觀測運用

美國陸戰隊現役的各種小型無人系統，包含黃蜂(Wasp)(如圖 2)、渡鴉(Raven)(如圖 3)和美洲獅，都有判別目標位置、射彈修正和執行戰損評估的能力，無人機現有飛行操控軟體具備測距和定向工具。可用於測量某個攝影畫面內的兩個定點距離。在截取某個畫面後，可以使用測距和定向工具判斷兩地點之間的距離和方位角。方向從「S」點（發射點）到「T」點(目標點)，可以作為增、減和左、右等射彈修正的必要參數。若搭配具備 GPS 等射控系統輔助的武器系統，測距和定向工具讓使用小型無人飛機系統執行射彈修正時，完全無須再做任何計算動作。¹⁰

在無人飛行載具操作員熟練各項操作流程後，在所實施的 10 次射擊任務中，有 7 次只要再射擊一發修正彈，即可進入效力射階段。

在美軍測試驗證的量化數據中，一個過去從未接觸射擊要求程序的無人機操作員，在目標確認後提出火力射擊要求(如表 2 步驟 3)，在多數狀況下能在 15 秒就完成，一般觀測官使用雷觀機觀測訓練及戰備標準的要求為 60 秒，相較傳統觀測方式快了 45 秒；在射彈命中後，提供前進觀測官最接近距離的射擊修正量可在 10 秒內完成(如表 2 步驟 7)，已經優於既有訓練與戰備標準約 5 秒鐘。



圖 2 黃蜂無人機

資料來源：defense-update.com，https://defense-update.com/20090102_wasp3.html
(檢索日期：2024年11月3日)

¹⁰ Paul Niggl, Frank Miner, and Mark Sousa，〈呼叫火力支援：如何有效運用小型無人機〉，《國防譯粹》(台北)，第四十六卷第八期，國防部，108 年 8 月，頁 6-8。

表 2 美軍使用小型無人飛機系統執行射彈觀測測試驗證作業程序

步驟 1	任務協調官執行計畫作為，以決定所望目標區或飛行路線，然後指定負責操作小型無人飛機系統的任務操作官和操作員。（確保任務操作官知悉支援間接火力單位的位置，以消除各單位至目標間的砲目線不要相互干擾，並確保所有可能射擊任務都有明確之射擊矩陣）
步驟 2	發射無人飛行載具以蒐集情資並搜索目標。
步驟 3	操作員在確認潛在目標後立即通知目標位置。任務操作官可以運用地面控制站手提電腦，向火力支援小組說明目標的相關參數。
步驟 4	操作員使用飛行載具的感測器來決定目標座標位置，並將資訊提供給火力支援小組。（試驗之小型無人飛機系統有能力提供地面目標的十位數座標位置、此一座標的精確度會因小型無人飛機系統與目標的接近程度而有所不同。）
步驟 5	當火力支援小組決定接戰目標後，無人飛機系統所提供的目標位置將用於呼叫火力射擊任務。 （火力支援小組在預備命令中必須宣布「無人飛機系統刻正觀測中」、任務操作官律定無人飛行載具的「飛行路線」姿態，其必須與砲目標平行，並保持 200 至 1000 公尺的離地距離。）
步驟 6	操作員持續使用廣角鏡頭觀測目標，以觀測射彈。在射彈落地後，鏡頭角度應縮小以截取目標及命中後的畫面。
步驟 7	操作員使用測距和定向工具來決定修正量，該數據會顯示於手持式控制器畫面上。修正量在 10 公尺以內的精確度時，必須向火力支援小組逐一覆誦。（操作員必須將「S」點設於命中點，「T」點設於目標點。）
步驟 8	火力支援小組依既有準則將修正量數據通報射擊單位
步驟 9	在任務結束前，使用無人飛機系統實施戰損評估。

資料來源：美軍陸戰隊月報呼叫火力支援：如何有效運用小型無人機，及本研究自行整理



圖 3 渡鴉無人機

資料來源：militaryknowledge.blogspot，<https://militaryknowledge.blogspot.com/2013/01/aerovironment-rq-11-raven.html>（檢索日期：2024年11月3日）

二、俄軍無人機運用

（一）情報蒐集任務

從俄羅斯無人機大廠「喀琅施塔得」公司（Кронштадта）目前推動的新產品可以管窺出俄羅斯在無人機發展乃朝向全方位、現代化發展的趨勢，所生產的大型無人機有仿美國「死神」（MQ-9）的「太陽神」（Гелиос-РЛД）高空巡弋偵察無人機，展翼達 30 公尺、長度 12.6 公尺、重達 4 噸，飛行高度達 1.1 萬公尺，航程半徑達 3,000 公里，具側視雷達，最長飛行時間達 30 小時，性能不遜於 MQ-9。在匿蹤無人機方面，則推出雷霆（Гром）高速無人攻擊機。但是在遠程戰略無人機方面，目前俄國即將服役的機種（如牽牛星 Altius），性能上仍略遜於美國全球鷹（RQ-4）。

（二）精準打擊任務

同樣由無人機大廠「喀琅施塔得」公司生產的小型無人機「閃電」（Молния）屬蜂群式（Swarm）攻擊無人機，其特點為僅 1.5 公尺的機身，可從伊留申 IL-76 運輸機或 SU-57 上發射。

俄軍也對於既有的無人機，擴展其功能，例如原本用於偵察「獵戶星」（如圖 4）除加裝旋風（Вихрь）反戰車飛彈，使其具備反戰車戰力；另外一種改進則是在「獵戶星」的基礎上，推出中型的天狼星（Сириус）攻擊無人機，重量翻倍達 2 噸，航程半徑達 1,000 公里，航時長達 20 小時，具有衛星控制和僚機的能力，可攜帶 300 公斤彈藥。¹¹

¹¹ 汪哲仁，〈俄羅斯無人機急起直追〉《國防安全雙週報》，（台北），第 42 期，國防安全研究院，110 年 11 月，頁 44-45。



圖 4 獵戶星無人機

資料來源：自由時報，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4838621>
(檢索日期：2024年11月3日)

三、烏軍無人機運用

(一)情報蒐集任務

俄烏戰爭中「空中偵察」(Aerorozvidka¹²)的小型無人機部隊，在2014年6月由具備IT與無人機專業的民間人士，以及UAV、Delta情報系統與網路等三個單元所組成。在克里米亞成功對抗俄軍部隊後，「空中偵察」被整合到烏克蘭參謀本部下協助作戰，目前已發展為擁有數十個專業飛手小組的精銳部隊，運用各種商售及改裝之多軸UAV，進行ISR任務、協調火力進行打擊，甚至改裝投放爆裂物攻擊。而「Delta」情報系統，則成為烏克蘭部隊的重要作戰力量，並在「星鏈」(Starlink)衛星服務支援下，在戰爭中發揮重要作用。

(二)執行防衛作戰及反裝甲任務

烏克蘭軍方使用體型較大、具備較高酬載能力的「R-18」重型8軸UAV(如圖5)。「R-18」雖是拼湊出來的產物，但這種8軸UAV可以飛行約4公里、滯空40分鐘並投放5公斤的炸彈，根據2022年5月上旬公佈的作戰影像，顯示其所運用之「R-18」重型8軸UAV，在烏克蘭南部戰線投擲反裝甲火箭推進榴彈(RPG)改裝之簡易炸彈、擊毀了先進的T-90戰車；若藉由熱影像，該單位也能在夜間精確找出高價值目標協調火力打擊，或使用投擲爆裂物的小型UAV進行攻擊。

¹² 國防安全研究院，烏軍活用民間無人機能量強化戰力，
<https://indsr.org.tw/focus?uid=11&pid=362&typeid=25>，檢索日期：民國113年10月5日。



圖 5 R-18 無人機

資料來源：shotam，<https://shotam.info/nekhay-hyne-zalizo-a-ne-nashi-liudy-yak-ukrainska-aerorozvidka-peremahaie-okupantiv-u-viyni-droniv/>（檢索日期：2024年11月3日）

四、共軍無人機運用¹³

（一）情報蒐集任務

中共已發展各種型式無人機，不管事軍用還是民用。目前多用於偵蒐、監控、追蹤、災防搶救、測繪、農林漁業調查及資源探勘等領域。用於偵蒐、監控任務上是目前對我最為威脅，也是我軍相對薄弱之處。承平時期，中共可以灰色地帶衝突方式，對我空域實施襲擾，也測試我國對無人機的偵測及反應能力，同時也運用無人機，進行各種情監偵活動。軍事作為上，若中共對我發起軍事行動，其衛星、無人機均可以輔助情監偵任務，對臺灣重要軍事、政治、經濟、通訊、交通、後勤、能源等設施進行綿密偵察，以便在戰事發起時，對臺實施精確而有計畫的飽和打擊，有效摧毀臺灣防禦能力；或是在第一波打擊後，中共進行作戰效果評估，無人偵察機可在目標區上方滯空，持續實施效果評估，例如：高空高速無人偵察型的翔龍無人機（如圖 6）。



¹³ 林昭安，〈從近年中共軍事演訓中探究其無人載具之運用〉《化生放核防護半年刊第 117 期》（桃園），陸軍化訓部，第 117 期，民國 113 年 5 月，頁 26-27。

圖 6 翔龍無人機

資料來源：轉角國際，https://global.udn.com/global_vision/story/8662/6907957（檢索日期：2024年11月3日）

(二)精準打擊任務

共軍無人機開始搭載可對地攻擊的雷射或光學引導飛彈，使其具備偵打一體功能。也因全球定位系統、空中預警機及衛星通信系統的支撐下，經傳輸影像、視訊與計算機運算處理後分送至各部門，讓無人飛行載具實施精準打擊得到有利的支持，例如偵打一體類型的雙尾蠍無人機（如圖 7）。



圖 7 雙尾蠍無人機

資料來源：當代中國，<https://www.ourchinastory.com/zh/5214/>（檢索日期：2024 年 11 月 3 日）

五、國軍軍現有無人機

(一)陸軍

聯兵營監偵排編制魔羯 UVA 無人機（如圖 8），藉此增加的預警時間與偵蒐能力，魔羯無人機重量 25 公斤、機身長 231 公分、寬 39 公分、高 57.5 公分，可抵抗六級強風、作戰範圍達 30 公里、最大飛行高度 1500 公尺、滯空時間為 60 分鐘，並搭載了可見光與熱顯像鏡頭，提供日夜極惡劣天氣情況下的全天候偵察能力，但在作戰時僅能透過導控站操作手，將無人機偵查情資透過語音通訊方式回傳指揮所，無法分享共同圖像至指揮所，亦無直接與陸航或空軍有人機鏈結協同作戰能力。¹⁴

參考聯兵營無人飛行載具反擊作戰偵察要項計畫表¹⁵中，目前無人機運

¹⁴ 張琨杰，〈無人機與陸航遂行國土防衛作戰之研究-以反登陸作戰為例〉《航空兵暨特種作戰部隊半年刊》（桃園），航特部，第 77 期，民國 112 年 6 月，頁 25-26。

¹⁵ 范薰彥，〈強化聯兵營戰術偵蒐效能-無人飛行載具運用作為之研究〉《陸軍步兵季刊》（高雄），陸軍步訓部，第 283 期，民國 111 年 2 月，頁 13。

用僅限於情報傳遞手段，使用範圍僅限於偵知戰場敵情，針對各陣地、設施、敵軍兵力動向、兵力大小及戰況，目前尚無射彈修正和執行戰損評估的能力。



圖 8 魔羯無人機

資料來源：Linetoday新聞網，<https://today.line.me/tw/v2/article/XY3keeQ>

（檢索日期：2024年10月5日）

(二)海軍

國軍海軍戰術偵搜大隊編制銳鳶為戰術型 UAV（如圖 9），具有快速部署、電子反干擾、目標監偵定位與即時影像傳輸等功能，並且可以長時滯空巡偵。目前以戰場偵蒐與提供天然災害救災資訊為主，原配屬陸軍部隊，2017 年 9 月 1 日起移交海軍海上戰術偵蒐大隊。

現在為擔負我國情報偵蒐、戰場監控、目標搜尋及戰損評估、不對稱作戰與提供天然災害救災資訊等任務。¹⁶

銳鳶 II 機體微幅放大，導控距離延長至 300 公里、滯空時間提升至 16 小時以上，偵蒐設備亦換裝為多功能海搜雷達、紅外線熱像儀（EO/IR），並增加抗干擾電戰能量，此外，其可結合人工智慧，以提升偵蒐效能。



圖 9 銳鳶無人機

資料來源：台視新聞網，<https://news.ttv.com.tw/news/111092800020001>

（檢索日期：2024年10月5日）

(三)空軍

空軍編制騰雲無人機（如圖10），為我國中科院自行研製情監偵無人

¹⁶ 王乃文、邱志典、何修竹，〈我國無人機跑道選擇與發展之研究——以大型無人機為例〉《空軍學術雙月刊》（台北），空軍司令部，第 691 期，民國 111 年 12 月，頁 109-110。

機，具備全海域遠程偵蒐能力，可提供距臺 600 海浬（1100 公里）內之目標情蒐。其具衛星導控之長滯空、多酬載無人機系統，可攜帶電子光學/紅外線酬載、合成孔徑雷達及電子偵蒐裝備等系統化模組。騰雲無人機除基本的偵察功能外，也可視任務需要，改裝為具備攻擊戰力的作戰型無人機。引擎與美軍 MQ-9 無人偵察機相同，採購 TPE-331 型渦槳發動機引擎。騰雲無人機可具有日、夜間空中影像監視偵察、電子參數偵蒐、電子干擾、氣象觀測及空中中繼等任務功能。¹⁷

騰雲無人機全長 12 公尺、翼展 20 公尺、升限高於 20000 呎，滯空時間可長達 20 小時以上，巡航速度時速為 100-120 浬，性能諸元如下：

起飛滾行距離：小於 3000 呎（平坦硬地面）、

導控距離：視距：大於 300 公里、衛星：1000 公里以上、

酬載種類：EO/IR、SAR、電偵裝備、外掛載（派龍架）、

起飛總重：9000 磅。

該機目前是以監控偵察為主，機上主要搭載光學影像系統、小孔徑雷達、還有電子偵蒐裝置等等；由於其目標巡航高度為 20000 呎以上的高空，因此對於各項機件要求也比小型無人機還來的嚴格，對於氣動力學的外型跟機體總重量都有特別控管，盡量力求輕量化。



圖 10 騰雲無人機

資料來源：國家中山科學研究院，https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=306&catalog=56（檢索日期：2024年10月1日）

砲兵部隊目標獲得區分

一、砲兵觀測區分為地面觀測及空中觀測

(一)地面觀測

地面砲兵部隊現以觀通組或前進觀測組執行目標獲得任務，地面觀測手

¹⁷ 王乃文、邱志典、何修竹，〈我國無人機跑道選擇與發展之研究——以大型無人機為例〉《空軍學術雙月刊》（台北），空軍司令部，第 691 期，民國 111 年 12 月，頁 110-111。

段共區分四種¹⁸：

1.方格座標指示法：觀測官以地圖判讀要領，決定目標位置於圖上，以方格座標報告目標位置之方法，謂之地圖方格座標法。

2.極座標法：以觀目方位角、距離及觀目標高差指示目標位置。

3.已知點轉移：已知點，係在射擊圖上已知其位置，並在現地易於識別之點。該點通常為檢驗點或已射擊之目標。通常先有已知點，後發現目標。指示目標時，依據已知點，測出目標與已知點之水平夾角、高低角及觀目距離。

4.標示彈法：觀測官可要求對目標區域中央發射一發標示彈，藉此作為已知點，再依已知點轉移法要領以指示目標位置。

(二)空中觀測

傳統空中觀測技術係砲兵觀測官搭乘直升機，飛抵我方第一線部隊之內方地區觀測受地形遮障或縱深區域之目標，並執行目標指示及射彈修正作業，然隨著軍事科技演進，防空武力發展迅速，在空中飛行時間愈久，遭受敵防空火力威脅與敵機危害便愈大，且以直升機執行空中觀測任務所需協調整備事項與限制因素繁多可謂「事倍功半」，已不合作戰效益，因此發展無人機空中觀測技術取代傳統作法已為現今之趨勢，空中觀測共有 6 種指示法：座標指示法、以砲目線為準之已知點垂直轉移法、基準地線法、基本方向法、標示彈法、預定代號法。¹⁹

(三)現有目標獲得運用裝備

目前野戰砲兵觀測人員使用 TS102A1 式多功能雷觀機，觀測距離為 20 公里，但仍無法因為砲兵的武器裝備不斷更新，雷霆 2000 火箭最大射程 45 公里、未來即將接裝的 HIMARS 火箭發射系統中 ATACMS 是單體彈頭型的 M57 彈藥，射程可達約 300 公里，火箭砲兵射程均超過現有裝備觀測距離極限，將無法有效遂行射彈修正及效果評估作為。

二、未來目標型無人機發展趨勢

無人機機體上的配備元件是影響無人機性能的主要因素，本文列舉無人機所具備之科技化性能，供發展可執行目標獲得任務無人機之參考

(一)在監偵設備方面

1.合成孔徑雷達：用複雜的雷達數據後處理方法來獲得極窄的有效輻射波束，以得到較高的影像解析度，產生高解析度雷達圖像的空載或是衛載雷達。可用軍事目標的偵蒐與判讀、偽裝識破。雷達可以在光學及紅外線感測器不能

¹⁸《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：陸軍司令部民國 111 年 10 月 30 日）。

¹⁹林政諭，〈戰術型無人機（近程、微小型）引導砲兵火力射擊之作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 204 期，砲訓部，民國 113 年 3 月，頁 6-14。

穿透的條件下完成任務，可以在黑夜、雲霧、雨天、下雪時工作，高精度測距及全天候的工作能力為其重要特性。

2.光學雷達或稱光達或雷射雷達：是一種光學遙感技術，它通過向日標照射一束光，通常是一束脈衝雷射來測量目標的距離等參數。

3.雷達導引頭：可對不同電磁波信號進行分類、判斷出敵方信號，以便進行目標辨識和追蹤。

4.自動輔助目標識別技術：是一種從圖像場景中提取有用信息的像增強新技術，探測到目標，並用電腦演算法識別目標，能識別體積如坦克大小的戰術目標。

5.熱顯像儀：紅外熱像儀是一種利用紅外熱成像技術，通過對標的物的紅外輻射探測，並加以信號處理、光電轉換等手段，將標的物的溫度分布的圖像轉換成可視圖像的設備，可運用於夜間作戰。

(二)在定位定向方面

1.磁羅盤：磁羅盤能提供無人機方向感。它能提供裝置在 XYZ 各軸向所承受磁場的資料。可將測得資料匯入微控制器的運算法，以提供磁北極相關的航向角，用來偵測地理方位。

2.GPS 全球定位系統：具備 GPS 接收器的無人機可藉裝置來進行計算精確的位置，接收器則可決定 3D 位置（緯度、經度和高度）。

(三)在穩定系統方面

1.三軸光纖陀螺：陀螺儀感測器能偵測三軸的角速度，因此可偵測出俯仰、翻滾和偏擺時角度的變化率，藉以控制角度資訊的變化用來維持無人機穩定並防止晃動。

2.自動駕駛儀：無需人工操作員持續手動控制，使操作手能夠專注於監控軌跡、敵情，降低疲勞，避免人員損傷，並增加飛行穩定度。

三、小結

「觀測」為引導砲兵火力最直接且最有效之手段，觀測係砲兵射擊程序之一，為砲兵發揚火力之基礎，良好的觀測技術，可測度敵軍動態、搜索目標、射彈修正、監視戰場及預選我爾後陣地，為砲兵達成任務之必備條件，烏俄戰爭大量運用無人機於戰爭中，已克服地形障礙限制，烏克蘭士兵所言自身彷彿「空中之眼」般親臨敵陣，縮短了擊殺鏈的所需時間，提升對重要目標的攻擊效果，依戰術型無人機「損小、效高」之特性發展執行擊殺鏈之通用作法，符合提升我軍不對稱作戰之低成本、多領域及混和式作戰的領域，目前國軍無法以實戰方式取得經驗參數，未來仍須廣泛參考與蒐整各國發展現況及戰場投入結果，依據各型無人機能力及運用觀念，持續修正作業程序及相關技術，期望能達成目標蒐集、射彈觀

測、效果監視、戰場監控等作戰需求。

建議

一、持續整合產官學各部門以發展無人機領域

2022 年 8 月我國於嘉義正式成立「亞洲無人機 AI 創新應用研發中心」，建立「無人機國家隊」，行政院將無人機產業發展納入「六大核心戰略性產業」之中，藉由整合產、官、學、研各方面資源，推動無人機產業的全方位發展，同時與嘉義縣政府合作，鏈結創新研發、生產製造、飛測場域三大基地，打造無人機產業聚落，運用政府相關研發資源協助業者籌建軟硬體技術，結合公務單位無人機應用需求，強化我國自主研發及籌建關鍵技術能量，進而擴大爭取國際市場商機。由於俄烏戰爭衝擊，無人機扮演不對稱作戰重要角色，在產業方面，國科會、國防部共同成立軍用商規無人機遴選作業指導小組，依據國防部需求遴選出系統整合主導廠商，進行 3 類 5 款軍用商規無人機研發，國防產業的發展有賴政府、企業及學界的合作，軍方也需要持續不斷的擴展學術交流管道，建立與民間無人機開發或運用單位學術交流之管道，以結合無人機於實戰之應用。

二、專案採購符合砲兵作戰需求之無人機

觀通組及前進觀測組人員若操作無人機時，針對機體性能須考量其導控距離、定位定像精準度、續航力、飛行限高、飛行速率、拍攝影像解析度、天候地形限制、數據傳輸速率、偵蒐夜視能力、資訊安全等，以遂行戰時目標獲得、射擊要求下達、後續射彈修正及效果評估之完整程序所需。在採購專案選用具備專業度之採購人員，以採購符合作戰需求之無人機裝備。

三、修訂砲兵編裝及準則，納入以無人機目標獲得手段

砲兵部隊取得觀測無人機後，應進行組織編裝調整，於現有的部隊編裝觀通組內，增加「無人機目標獲得小組」，編制具備專長人員實施操作，負責操作無人機，並將在戰場上所偵獲的情資回傳指揮機構，其相關觀測的戰技都需要經過必要的訓練方能勝任，因在作戰任務中除要能有效遂行觀測任務外，還要避免無人機導控站操作手的無線電訊號被敵方反偵測，暴露觀測人員得行蹤還必須不斷移動，防止自己的所在位置被標定，成為被狙擊的目標，此類的戰術作為均可參酌目前現代戰爭中各國對觀測無人機之運用，將其目標獲得手段與使用方式作為修準則之參考，納入相關以無人機進行空中觀測的手段，取代舊有的觀測官搭乘直升機實施觀測的傳統作業模式。

在作戰區（旅）火協可增設影像情報士 1-2 員（須具備地面及空中觀測職能），協助處理空中影像識別、目標性質及關聯，提升情報準確性，縮短反應

時間，快速執行擊殺鏈，並可為專業觀測士官經管之延伸。²⁰

四、發展輔助作業程式

參考美軍「安卓戰術突擊套件」(Android Team Awareness Kit,ATAK)、烏軍使用美國的星鏈、北約 DELTA 等系統，均能整合無人機所偵知的情報及圖資，交付給相關的指揮機構整合運用，目前國軍尚缺此功能的軟體，以簡化情報傳遞作業流程、降低誤差，若能將程式建置於陸軍指管系統相關功能內，並接收來自民間無人機的目標獲得情報，供部隊作戰及訓練使用，即可進一步發揮全民國防戰力。探討烏俄戰爭中的實例，一名 15 歲烏克蘭男孩利用無人機，在俄羅斯入侵初期，幫助烏克蘭軍隊定位俄軍動態，他將無人機拍到的照片以及俄軍所在準確 GPS 座標座標提供給烏克蘭軍方，成功讓砲兵打擊俄羅斯車隊，延緩俄軍腳步。²¹

在面對現今的敵情變化，中共在軍力持續增長後，平時以灰色地帶的方式不斷騷擾及挑釁，顯見中共從未放棄武力犯台的手段，借鏡烏俄戰爭的過程可發現持續發展不對稱戰力至關重要，無人機在戰場上也可以廣泛應用在心理戰上，例如烏克蘭將空拍所獲得擊滅敵方部隊的影像，藉由新聞媒體宣傳，藉以打擊敵方士氣與鼓舞我方士氣，穩定民心喚起全民防衛的意識，而砲兵部隊尚未開始應用無人機於作戰，若能開始運用無人機於目標獲得上，再配合各項相關的指揮、管制、通信、資訊及情監偵作為，則必有益於我砲兵部隊，大幅提升我「擊殺鍊」效能（即縮短目標獲得、攻擊手段選定到摧毀目標之過程）。

參考文獻

軍事準則及專書

- 一、《陸軍砲兵營連作戰教範》（桃園：陸軍司令部民國 110 年 4 月 13 日）。
- 二、《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園市：陸軍司令部，中華民國 106 年 11 月 21 日）。
- 三、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：陸軍司令部民國 111 年 10 月 30 日）。

期刊

- 一、朱慶貴，〈世界各國自走火砲發展與運用之我見〉《砲兵季刊》（臺南），第 198 期，砲訓部，民國 111 年 9 月。
- 二、劉玉忠、鄒琮隆，〈淺析 2022 年俄烏戰爭地面火力運用研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 201 期，砲訓部，民國 112 年 6 月。

²⁰ 林政諭，〈戰術型無人機（近程、微小型）引導砲兵火力射擊之作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 204 期，砲訓部，民國 113 年 3 月，頁 25。

²¹ 自由時報，烏克蘭英雄！15 歲少年用無人機定位俄車隊助烏軍砲轟阻敵（2022 年 6 月 8 日報導），<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3953556>。

- 三、林偉涵，〈俄烏戰爭對我防衛作戰砲兵運用之啟發〉《砲兵季刊》（臺南），第 201 期，砲訓部，民國 112 年 6 月。
- 四、劉啟仲、謝煥樺，〈共軍中型合成旅對臺作戰運用模式淺析〉《陸軍雙學術月刊》（桃園），陸軍司令部，第 590 期，民國 112 年 8 月。
- 五、謝佳良，〈中共無人機對臺海作戰威脅與因應之研究〉《陸軍雙學術月刊》（桃園），陸軍司令部，第 589 期，民國 112 年 6 月。
- 六、王乃文、邱志典、何修竹，〈我國無人機跑道選擇與發展之研究-以大型無人機為例〉《空軍雙學術月刊》（台北），空軍司令部，第 691 期，民國 111 年 12 月。
- 七、Paul Niggl, Frank Miner, and Mark Sousa，〈呼叫火力支援：如何有效運用小型無人機〉，《國防譯粹》（台北），第四十六卷第八期，國防部，108 年 8 月
- 八、汪哲仁，〈俄羅斯無人機急起直追〉《國防安全雙週報》，（台北），第 42 期，國防安全研究院，110 年 11 月。
- 九、Zachary L. Morris，〈美軍無人機發展芻議〉，《國防譯粹》（台北），第四十五卷第九期，國防部，107 年 10 月，頁 68。
- 十、林柏志，〈砲兵測地定位定向裝備未來發展可能性之我見〉《砲兵季刊》（臺南），第 203 期，砲訓部，民國 112 年 12 月。
- 十一、范薰彥，〈強化聯兵營戰術偵蒐效能-無人飛行載具運用作為之研究〉《陸軍步兵季刊》（高雄），陸軍步訓部，第 283 期，民國 111 年 2 月。
- 十二、林昭安，〈從近年中共軍事演訓中探究其無人載具之運用〉《化生放核防護半年刊第 117 期》（桃園），陸軍化訓部，第 117 期，民國 113 年 5 月。
- 十三、吳銘祥，〈淺談反無人飛行器系統（C-UAS）發展〉《砲兵季刊》（臺南），第 196 期，砲訓部，民國 111 年 3 月。
- 十四、郭素履、韓鳳翔，〈提升軍品供應商交貨品質關鍵因子之初探—以國軍無人機採購為例〉《後勤季刊》（桃園），第 112-4 期，後訓部，民國 112 年 11 月。
- 十五、張琨杰，〈無人機與陸航遂行國土防衛作戰之研究-以反登陸作戰為例〉《航空兵暨特種作戰部隊半年刊》（桃園），航特部，第 77 期，民國 112 年 6 月。
- 十六、林政諭，〈戰術型無人機（近程、微小型）引導砲兵火力射擊之作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 204 期，砲訓部，民國 113 年 3 月。
- 十七、周巧盈，巫思揚，陳琦玲，〈應用無人飛機航拍影像協助農業勘災—以

香蕉災損影像判釋為例》《航測及遙測學刊》(台北)，第 23 卷 2 期，中華民國航空測量及遙感探測學會，民國 107 年 6 月，頁 83。

- 十八、Josef “Polo” Danczuk，〈拜拉克塔爾 TB-2 無人機與投彈型四軸飛行器：烏俄戰爭與納卡衝突凸顯現行防空弱點及無人機需求〉《砲兵季刊》(臺南)，第 203 期，砲訓部，民國 112 年 12 月。

論文

- 一、陳立璋 (2023)，〈利用光達及無人機技術輔助 3D 地籍測量之研究〉，國立台灣師範大學文學院地理學系碩士論文。

網路

- 一、舒孝煌，〈中共無人機對臺海作戰威脅與因應之研究〉，中華民國大陸委員會，
https://www.mac.gov.tw/News_Content.aspx?n=78702647C7A5B61B&s=D9FFB53B4759D535，民國 112 年 1 月，檢索日期 113 年 10 月 5 日。
- 二、林彥廷，〈烏克蘭的啟示：民間「百萬架無人機保台」想像背後，要加速平戰轉換〉，報讀者，<https://www.twreporter.org/a/drone-warfare-taiwan-wartime-peacetime-conversion>，民國 111 年 12 月 27 日，檢索日期 113 年 10 月 5 日。
- 三、許智翔，〈烏軍活用民間無人機能量強化戰力〉，國防安全研究院，
<https://indsr.org.tw/focus?uid=11&pid=362&typeid=30>，民國 111 年 6 月 6 日，檢索日期 113 年 10 月 5 日。
- 四、中央社，〈馬斯克星鏈助威 烏克蘭無人機奇襲俄國怒尋反擊〉，中央廣播電台，<https://www.rti.org.tw/news/view/id/2127765>，民國 111 年 3 月 20 日，檢索日期 113 年 10 月 5 日。

作者簡介

陳煒曆上尉，陸軍官校 102 年班；歷任排長、連長、人事官、後勤官，現任職於陸軍金門防衛指揮部野砲混合砲兵營營部。

王保仁中校，陸軍官校 88 年班、砲校正規班 188 期、陸軍指揮參謀學院 101 年班、陸軍指揮參謀學院戰研班 102 年班；歷任排長、連長、營參謀主任、營長、作戰科長、副處長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。