

俄烏戰爭無人機作戰 反思我國未來戰爭之因應

空軍少校 鍾蕎安 空軍中校 羅德駿

提 要

隨著俄烏戰爭的開展，無人機在非對稱戰爭中的應用日益增多，已成為現代戰爭的關鍵工具。技術的創新，促使不同樣式類型無人機，並具精確的打擊系統，這些無人機系統在殺傷力可與更大型的傳統武器系統媲美。

鑒於中共可能在未來的區域衝突中扮演更複雜的角色，臺灣除加強防禦能力，重視自主飛行、目標識別和電子戰的能力，透過戰場情資圖像傳遞，民用技術創新，軍民合作專案共用研發資源，強化島嶼的整體防禦能力。

隨著信息技術的快速發展，戰場環境的變化迅速，運用無人機成為現代戰爭中的關鍵資產，大數據分析及人工智慧應用，有效運用部署監測，核心防護區除原先的指管中心，無人機工廠亦為重要防護區域。前線戰場指揮官依據即時數據做出決策，適時的戰場打擊，實現去中心化指揮管理。

關鍵詞：俄烏戰爭、無人機、去中心化指管

前 言

2014年起俄羅斯吞併克里米亞半島，並支持東烏克蘭的分裂主義運動，因此，烏東地區持續爆發衝突。2022年2月24日俄烏戰爭開戰，不僅是地緣政治重要性而受到國際關注，更展示了現代戰爭中無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)先進技術的廣泛應用。

美國國家科學研究委員會曾預言：

「21世紀核心武器在無人作戰系統」，¹這預言正逐漸成為現實。從越南戰爭到2020年納卡衝突，無人飛行載具(UAVs)被廣泛且大量地運用於戰場；亞塞拜然大量使用無人機攻擊，並廣泛的運用媒體即時的傳播攻擊畫面，有效的摧毀亞美尼亞軍事設施。當時雖然不是作戰主力，亦產生顯著的作戰效益與軍事價值。²

此外，無人機平時廣泛運用於邊界

防禦³、海域守備⁴以及情報蒐集等任務。

1 〈21世紀戰場核心武器！美軍測試作戰機器人系統，固有模式被打破〉，《每日頭條》，2019年1月14日，<https://kknews.cc/zh-tw/military/b59m6mo.html>

2 包國宏，〈2020年納卡衝突事件研究，探討無人機運用對我防衛作戰之影響〉，《空軍學術雙月刊》，第685期，2021年12月，頁66-83。

3 Chad C. Haddal and Jeremiah Gertler, "Homeland Security: Unmanned Aerial Vehicles and Border Surveillance," July 8, 2010.

整體而言，大型無人機需要具備完整的分層防空和電戰能力，以應對各種威脅，而小型UAV，因其難以偵測特性，成為新形態威脅。⁵這些小型無人機具有軍民兩用特性，且市場上的小型機種大量擴散，存在威脅不分平戰時，皆須強化關鍵基礎設施和要人的防護等層面。因此，建立反制無人機能力，亦使得各國紛紛挹注相關技術的開發與獲得經費。2024年2月以美國為例，美軍與雷神公司(RTX)迅速簽署合約，以總價7,500萬美元(約新臺幣23.5億元)購買600套「郊狼2C」(Coyote 2C)反無人機系統。在長遠規劃上，美軍不排除於未來5年內編列更多預算，增購同系列反無人機系統，持續提升防空戰力。⁶

烏克蘭試圖戰勝俄羅斯侵略，由於缺乏有效的防空，唯有一直靠大量使用無人機來彌補砲彈短缺。⁷英國國防大臣夏普斯(Grant Shapps)表示，無人機在戰爭初期不是要角，但「現在正發揮愈來愈重要且微妙的作用」，並承諾將撥款2億英鎊(約新臺幣81億元)提供「規模最大的無人機外國援烏案」。顯示著未來的戰爭中，無人機扮演著越來越重要的角色。

俄烏戰爭中無人機的現況

一、無人機類型和功能

無人機並非單指一架飛機本體而已，須視作一個系統來看，其中包括有與其配套之地面控制站、發射和回收設備、數據通信鏈及地面支持設備，彼此互相配合，才能完成飛行任務。俄烏戰爭中，無人機卓有成效的執行了多種作戰任務，包括照相偵察，信號蒐集、防空火力誘餌、為武器系統提供目標定位、目標指示、目標動態監視和目標毀傷評估的實時情報通信中繼以及對地攻擊。以下就俄羅斯及烏克蘭在戰場中經常運用的無人機，分別進行說明。

(一)俄羅斯

1. Forpost-R(哨兵-R)：為俄羅斯在以色列Searcher II型無人機基礎上研改而來的一款偵打一體無人機。⁸

(1)設計：配備了高掛式單翼V尾，與其前身以色列IAI Searcher II相似。具有支持跑道操作的常規起落架系統。

(2)續航力和範圍：具有顯著的續航力，最長可飛行18小時，高度約6,000公

4 同註3。

5 舒孝煌、許智翔，2022/3，〈無人機反制概念與系統之發展〉，《國防安全研究院-國防情勢特刊》，第16期，頁59-71。

6 劉宇捷，〈美軍嚇壞了！緊急採購600套「郊狼2C」反無人機系統〉，《自由時報》，2024年02月16日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4580350>，檢索日期：2024年4月24日。

7 聯合新聞網，〈救救烏克蘭！澳洲加入無人機國際聯盟 荷蘭提供F-16彈藥〉，《聯合新聞網》，2024年03月21日，<https://udn.com/news/story/122663/7847754>，檢索日期：2024年4月24日。

8 Militaryfactory, “Destroyed Russian-Israeli drone “Forpost” for \$7 million”, <https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1486>，檢索日期2024年4月24日。

尺。其操作範圍可達250公里，配備定向天線，適合進行長滯空的偵察任務。

(3)載荷能力：可攜帶高達120公斤的有效載荷，包括白天和夜間監視所需的先進光電和紅外線攝影鏡頭。該無人機還可以裝備導引式飛彈，增強其在戰鬥中的多功能性。

(4)模組化：不太強調模組化的具體細節，但其在監視和打擊角色之間切換的能力表明，具有一定的操作靈活性(偵打一體)。

(5)地面控制站：從地面控制站操作的，具有即時數據中繼和通過安全鏈路，確保長距離和安全通信，具有強大的指揮控制能力。

(6)戰鬥和作戰使用：對烏克蘭有效地用來進行有針對性的打擊和監視行動。裝備導引武器，使其能夠對特定目標進行精確打擊。

2.Orlan-10(海鷹-10)：⁹奧蘭無人機，也譯為海雕無人機。是俄羅斯聯邦聖彼得堡特種技術中心開發的一款中程無人偵察機。

(1)設計：採用高翼、模組化設計，配備有尾翼和垂直穩定器。使用可折疊彈射器發射，並通過降落傘回收，適應各種現場條件。

(2)續航力和航程：作戰範圍最長可達600公里，飛行時間約18小時，適用於大範圍的長時間任務。該無人機可以在各種天氣條件下運行，並承受高達10公尺/秒的風速。

(3)載荷能力：最大可攜帶6公斤有效載荷，通常配備監視攝影鏡頭和感測器。並且支援電子戰模組，可以干擾敵方通信。

(4)模組化：無人機的模組化設計允許根據不同任務需求輕鬆更換載荷，增強了其在各種作戰環境中的靈活性和效能。

(5)地面控制站：地面控制站可以同時管理多架無人機，提供即時資料和指令，對於協調複雜任務至關重要。

(6)戰鬥和作戰使用：已在烏克蘭和敘利亞等衝突區域積極使用，從空中偵察到電子戰等各種軍事功能。在收集情報、進行監視和執行對抗敵軍的電子干擾方面得到了有效展示。¹⁰

3.Eleron-3SV(副翼-3型)：俄羅斯艾尼克斯公司的產品，2012年進入俄軍服役，是一種小型偵察無人機，主要用於戰術層面的偵察。它體積小，可手持發射，提供即時的視頻回傳，非常適合前線單位用於實時情報收集。¹¹

(1)設計：採用模組化設計，高翼配

9 Eric Sof, "Orlan-10: A UAV for reconnaissance and electronic warfare", <<https://special-ops.org/orlan-10-uav/>>, 檢索日期2024年4月24日。

10 Wikipedia "Orlan-10", <<https://en.wikipedia.org/wiki/Orlan-10>>, 檢索日期2024年4月24日。

11 "Eleron-3 remote observation system", <<https://premium.globalsecurity.org/military/world/russia/eleron.htm>>, 檢索日期2024年4月24日。

置，適合在不同大氣條件下保持穩定性和耐久性，其流線型機身增強了其空氣動力學性能和操作效率。

(2)續航力和航程：該無人機最長可飛行2小時，覆蓋範圍約25公里。這使其適用於需要快速部署和回收的短程任務。

(3)載荷能力：可以根據任務需求攜帶不同的載荷，包括白天和熱成像所需的攝影鏡頭和感測器，對於情報、監視和偵察(ISR)任務至關重要。

(4)模組化：其模組化載荷艙允許快速適應各種監視和偵察角色，對於應對動態戰場條件至關重要。

(5)地面控制站：該無人機通過透過步兵單位控制，實現即時資料傳輸，使操作人員能夠即時接收情報並相應調整任務參數。

(6)戰鬥和作戰使用：已在多個衝突區域積極使用，包括烏克蘭和敘利亞的衝突。在這些地區，它被用於即時偵察，為部隊提供有關敵軍動態和位置的關鍵資訊。可在各種環境條件下執行監視任務的能力，使其成為俄羅斯軍隊在這些作戰區域中的獲得寶貴情報。

4.Kronstadt Grom(獵戶座)：由俄羅斯喀琅施塔得集團於2011年開始研發，已經於2021年演習中正式亮相，目前持續研

改中。是一款無人作戰飛行器(UCAV，Grom combat drone)，預計將與等戰鬥機協同作戰，為攻擊梯隊的忠誠僚機，提高飛行員的安全性和任務效率，設計用於攜帶重要載荷，包括導彈和炸彈，並且還可以控制一群較小的無人機，增強其操作靈活性和打擊能力。^{12、13}

(1)設計：採用大型隱身設計，長度為13.8公尺，翼展為10公尺，具有V形尾翼和內部武器艙，以減小雷達信號，增強其隱身能力。

(2)續航力和航程：該無人機最大作戰範圍可達800公里，可攜帶大量有效載荷，支持深入敵領土的長時間任務。可以在各種天氣條件下運行，並承受高達10公尺/秒的風速。

(3)載荷能力：最大可攜帶2,000公斤的有效載荷，包括各種制導和非制導彈藥，使其在打擊能力方面非常靈活。

(4)模組化：該無人機以能夠控制多達十架較小的Molniya無人機的能力而聞名，這些無人機可以用於偵察或打擊任務，突顯了其在執行複雜作戰任務時的模組化特點。

(5)地面控制站：地面控制系統具備複雜的指揮和控制能力，使其能夠與圖-35和圖-57等有人飛機一起操作，有效

12 Nikolai Novichkov, "Army 2021: Kronshtadt displays expanded range of weapons for Grom UAV", JAMES, 27 AUGUST 2021, <<https://www.janes.com/defence-news/news-detail/army-2021-kronshtadt-displays-expanded-range-of-weapons-for-grom-uav>>, 檢索日期：檢索日期2024年4月24日。

13 "Kronstadt begins building the Grom combat drone", Global Defence New, 26 Aug 2022, <<https://turdef.com/article/kronstadt-begins-building-the-grom-combat-drone>>, 檢索日期：2024年4月24日。

整合有人-無人協同作戰策略。

(6)戰鬥和作戰使用：被設計用於在高度爭奪的環境中執行任務，能夠對高價值目標進行精確打擊，並進行電子戰以干擾敵方防禦。它與其他飛機協同作戰和控制群體無人機的能力使其成為現代戰爭中的強大工具，顯著增強了軍事指揮官的戰略選擇。

5.HESA Shahed 136(見證者-136，又名Geran-2)：是由伊朗製造的滯留式彈藥(遊蕩彈藥)，主要用於精確打擊任務。¹⁴

(1)設計：採用飛翼設計，提高了空氣動力效率並減少了雷達特徵。它裝備了位於翼尖的翼型穩定器。

(2)續航力和航程：作戰範圍約為2,500公里，允許它從發射地點遠距離攻擊目標。

(3)載荷能力：該無人機能夠攜帶重約40公斤的載荷，通常用於地面攻擊任務。

(4)模組化：雖然關於其模組化的具體細節有限，但其設計允許某些載荷配置的變化，以適應不同的任務需求。

(5)地面控制站：可事前輸入座標、慣性導航，亦可使用約150km的無線電中繼導控，使其能夠遠端操作，覆蓋長距離。

(6)戰鬥和作戰使用：在戰鬥中得到

了廣泛使用，特別是在烏克蘭持續衝突中，已被俄羅斯軍隊使用。它在打擊地面目標方面表現出色，利用其長距離和滯留能力規避空防並精確打擊。該無人機的使用突顯了其在現代戰爭中的作用，作為一種經濟高效的工具，用於破壞敵方行動和目標關鍵基礎設施。

(二)烏克蘭

1.PD-1：為烏克蘭UkrSpecSystems公司製作，可軍民兩用，例如空中監視、情報收集和偵察。該系統以其模組化而聞名，全機身採「快速鏈接鎖」鎖定，可在15分鐘內組裝完畢，有多種模式可供調整使用，使其能夠適應各種任務需求。¹⁵

(1)設計：採用固定翼設計，為監視和偵察任務提供穩定的平臺。配備了陀螺穩定的光電/紅外線系統，包括能夠在白天和夜間運作的高清攝影鏡頭。

(2)續航力和範圍：該無人機可以連續飛行長達10小時，適合進行長時間任務。具有極大的操作範圍，無需經常重新定位其控制站，即可覆蓋廣泛區域。

(3)載荷能力：可攜帶高達7-45公斤的有效酬載。根據每個任務的具體需求，可以集合各種傳感器和設備。

(4)模組化：允許快速進行配置更改，以適應不同的操作需求，包括集合各種傳感器套件。例如高清攝影鏡頭、紅外

14 “HESA SHAHED 136”, Smart Encyclopedia, OCTOBER 21 2022, <<https://smartencyclopedia.org/content/hesa-shahed-136/>>, 檢索日期：2024年4月24日。

15 “PD-1 Unmanned Aerial System”, airforce technology, April 4 2017, <<https://www.airforce-technology.com/projects/pd-1-unmanned-aerial-system/>>, 檢索日期2024年4月24日。

表1 筆者彙整俄烏戰爭中，俄羅斯廣泛運用之無人機及反無人機電子干擾裝備

國家	類型	名稱	特性	圖片
俄羅斯	偵察與監視	Forpost-R	以色列 Searcher Mk II 的授權副本，用於偵察	
		Orlan-10	輕型，用於偵察和砲兵定位	
		Eleron-3	小型，用於偵察任務	
	偵打一體	Kronstadt Grom	隱形戰鬥無人機，類似 XQ-58	
		HESA Shahed 136	又名 Geran-2，由伊朗製造神風式無人機，主要用於精確打擊任務	

圖資來源：Forpost-R <https://en.topwar.ru/191066-chuzhaja-platforma-i-svoi-komponenty-razvedyvatelno-udarnyj-bpla-forpost-r.html>,Orlan-10 <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/?cf-view&cf-closed>,Eleron-3, <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/91494a1e46f43f3e0f5dbf3e9e39cbe9>,Kronstadt Grom, <https://turdef.com/article/kronstadt-begins-building-the-grom-combat-drone>,HESA Shahed 136, <https://smartencyclopedia.org/content/hesa-shahed-136/>；krasukha-4, <https://spectrum.ieee.org/the-fall-and-rise-of-russian-electronic-warfare>.

攝影鏡頭、合成孔徑雷達(SAR)等。模組化設計允許操作員根據特定任務的需要選擇和裝配最合適的感測器套件。這種靈活性是進行有效監視和資料收集的關鍵。

(5)地面控制站：該系統從地面控制

站操作，提供實時數據和視頻，使操作員可以根據來自現場的實時信息做出明智的決策。

(6)戰鬥和操作使用：已被烏克蘭武裝部隊積極使用，在戰鬥情況中展示了顯

著的能力。提供連續的空中監視和收集衝突區關鍵情報方面特別有效。該系統在各種天氣條件和不同時間的可靠性和效能已有充分記錄，反映了其堅固的設計和適應不同操作環境的能力。

2. Leleka-100¹⁶：(鸛式Ciconia)：烏克蘭2014年新創公司DeViRo的產品，曾參與首都基輔的閱兵式。

(1)設計：採用固定翼設計，具有V尾配置。它由輕質材料(如Kevlar、玻璃和碳纖維)製成，既增強了耐用性，又保持了低雷達信號。

(2)續航力和範圍：該無人機可以在單次任務中連續飛行長達2.5小時，覆蓋約45公里的範圍。它設計用於自主執行任務，具有在惡劣條件下保持飛行的能力。

(3)載荷能力：能夠攜帶高達6公斤的各種有效載荷，適用於不同類型的任務。其中包括白天和夜間監視所需的高分辨率攝影鏡頭，這對其在ISR操作中的主要角色至關重要。

(4)模組化：該無人機的模塊化設計允許快速重新配置和調整載荷，以滿足特定的操作需求，增強了其在各種情景中的靈活性和效能。

(5)地面控制站：該系統包括一個先進的地面控制站，使操作員能夠有效地控

制無人機及其載荷。該站提供實時數據和視頻，對於在任務期間基於現場實時信息做出明智決策至關重要。

(6)戰鬥和操作使用：在實際應用中，已被證明非常有效。它在白天和夜間任務中廣泛部署，提供可靠的ISR能力。它在電子戰環境中的表現值得注意，配備了對抗干擾的系統，確保了任務的連續性。該無人機在烏克蘭軍隊中的操作成功突顯了其在戰鬥情景中的堅固性和適應性，發揮了在火砲調整和戰場監視中的關鍵作用。

3. Bayraktar TB2 (拜拉克塔，又名旗手)：是由土耳其公司Baykar設計和製造的中高空長航時(MALE)無人機(UAV)，由於在全球各種戰鬥行動中的能力和表現而受到廣泛關注。TB2在各種操作環境中證明了其為堅固可靠的無人機，這使其在全球多個國家中越來越受歡迎。在有爭議的環境中運作，通常被用來壓制敵方防空，收集關鍵的戰場情報，並執行有針對性的打擊，這些都對軍事衝突的結果產生了明確的影響。¹⁷

(1)設計：採用單殼式設計，具有倒V尾翼結構，有助於其在飛行中的氣動效率和穩定性。機身主要由碳纖維製成，確保了輕量化且堅固的結構，能夠承受長時間

16 “Leleka-100 Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Ukraine”, Army Technology, May 5 2022, < <https://www.army-technology.com/projects/leleka-100-unmanned-aerial-vehicle-uav-ukraine/> >, 檢索日期2024年4月24日。

17 “Bayraktar TB2 Armed Unmanned Aerial Vehicle”, Turkish Defence News, < <https://www.turkishdefencenews.com/bayraktar-tb2-armed-unmanned-aerial-vehicle/> >, 檢索日期2024年4月24日。

飛行和戰鬥操作的壓力。

(2)續航力和範圍：可以在空中停留長達27小時，操作範圍約為150公里，通過衛星通信功能可以擴展到300公里。這使其能夠執行持續的監視和偵察任務。

(3)載荷能力：該無人機可以攜帶各種有效載荷，包括光電偵察、監視系統和激光指示器。它的最大載荷能力高達150公斤，包括集成了MAM-L和MAM-C等輕型精密制導彈藥的打擊能力。

(4)模組化：以其模組化載荷艙(payload bay)而聞名，可以根據任務需求快速更換監視和武器系統。這種模塊化還

延伸到地面控制站，系統設計易於升級。

(5)地面控制站：地面控制站配備了先進的通信工具和接口，可實時控制和監視無人機。該站有助於計劃和控制自主和手動任務，向操作員提供詳細的影像和遙測數據。

(6)戰鬥和操作使用：在敘利亞、利比亞以及亞美尼亞和亞塞拜然之間的納戈爾諾-卡拉巴赫衝突等幾場衝突中得到了廣泛的戰鬥使用。它在使用其載荷的情況下成功地瞄準了各種地面目標，顯著影響了現代戰爭的動態，具有提供精確打擊能力的的能力。

表2 筆者彙整俄烏戰爭中，烏克蘭廣泛運用之無人機及反無人機電子干擾裝備

國家	類型	名稱	特性	圖片
烏克蘭	偵察與監視	PD-1	該系統以其模組化而聞名，全機身採「快速鏈接鎖」鎖定，可在 15 分鐘內組裝完畢，有多種模式可供調整使用。	
		Leleka-100	烏克蘭製造，常用於監視任務的偵察無人機	
	偵打一體	Bayraktar TB2	土耳其製造，廣泛用於各類型攻擊、偵查任務	

資料來源：PD-1 <https://www.airforce-technology.com/projects/pd-1-unmanned-aerial-system/>, Leleka-100 <https://www.army-technology.com/projects/leleka-100-unmanned-aerial-vehicle-uav-ukraine>, Bayraktar TB2 <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/mali-inaugurates-more-bayraktar-tb2-uavs>, Bukovel-AD <https://en.topwar.ru/217358-rjeb-kotoryj-protiv-nas-bukovel-ad.html>.

無人機技術的運用，為俄烏衝突雙方提供了前所未有的偵察、監視、打擊和電子戰能力。無人機的廣泛使用，改變了傳統的戰場概念，以往局限於有人飛機的情況下實現，這一轉變減少了在高風險區域直接存在的需求，從而在偵察任務期間減少了傷亡。另外無人機提供了戰場的鳥瞰圖，提供了過去衝突中不容易獲得的實時數據。持續監控廣闊區域的能力，有助於更好地進行作戰計劃，並更快地應對敵人的動向，引入了新的戰術和策略，同時也對軍事和民間兩方面產生了深遠的影響。其角色和影響力展現在以下方面：

(一)偵察與監視：這類無人機主要用於收集情報和監視敵方活動。其可以攜帶高清攝影鏡頭、紅外線攝影鏡頭和雷達，進行日夜全天候監視。提供了即時的戰場情報，包括敵方部隊的移動、防禦工事的佈局和後勤支援的位置。這些情報對於規劃軍事行動和調整戰術部署至關重要。

(二)目標定位與打(攻)擊：使用無人機進行精確的目標定位，為砲兵和其他遠端打擊武器系統提供了高精度的座標，顯著提高了打擊效率和減少了誤傷。

(三)電子干擾：專門用於干擾敵方的電子設備，包括雷達、通信和導航系統。通過發送強力的電子信號，破壞或誤導敵方的電子設備，影響其作戰能力。

(四)民用轉軍用：衝突雙方不僅使用專業軍用無人機，還將民用無人機改裝用於軍事目的，包括偵察、傳遞小型爆炸裝置等，這反映了低成本無人機在現代戰爭

中的潛力。

二、無人機作戰應用

無人機在烏克蘭與俄羅斯衝突中發揮了複雜而多面的作用，它們在提高軍事效率、減少戰場損失方面發揮了積極作用，然而同時也帶來了對平民生活和安全帶來許多影響。兩國情況，分述如下：

(一)俄羅斯

1.因應戰場快速變動，強化應對

(1)廣泛的偵察和電子戰：俄羅斯利用無人機進行廣泛的偵察活動，收集情報並監視烏克蘭軍隊的動向。Orlan-10等無人機在這方面發揮了重要作用，它們不僅用於圖像偵察，也進行電子監視，增強了俄羅斯對戰場的認識和控制。

(2)組合打擊和心理戰：俄羅斯通過使用無人機進行前線偵察，然後結合長距離火箭和導彈進行精確打擊。無人機的使用也用於心理戰，通過展示俄羅斯軍隊的技術優勢來削弱烏克蘭士兵和平民的士氣。

2.顯著案例

Orlan-10在電子戰中的應用：Orlan-10無人機在偵察烏克蘭軍事設施和通信系統中發揮了重要角色，為俄羅斯提供了關鍵情報。這些無人機的使用不僅提高了俄羅斯的戰場透明度，還通過電子干擾等手段干擾烏克蘭的軍事行動。在烏克蘭東部的衝突地區被廣泛部署，特別是在頓巴斯地區進行了電子戰任務。可攜帶電子戰設備，包括電子偵察(ELINT)設備和電子干擾(ECM)設備，用於收集敵方通信

資訊和干擾敵方電子系統。

(1)執行電子偵察：Orlan-10攜帶的電子偵察設備可以監聽烏克蘭軍隊的無線電通信，收集情報資訊，如敵方的位置、移動和操作計畫。這些資訊被用來為俄羅斯的戰術決策和打擊任務提供支援。

(2)執行電子干擾：通過搭載的電子干擾設備，Orlan-10能夠對烏克蘭的雷達系統、無線電通信和其他電子設備發起干擾，使其失效或工作不正常。這種干擾能夠降低烏克蘭軍隊的作戰效率，增加其在執行軍事操作時的困難。

俄羅斯使用Orlan-10進行電子戰，通過干擾烏克蘭軍隊的通信和電子系統，減少其在戰場上的行動協同和效率，從而削弱敵方的整體作戰能力。增強自身優勢：收集敵方通信資訊和進行電子干擾可以說明俄羅斯軍隊更好地理解敵方行動，制定更有效的戰術策略，同時保護自己的通信和電子系統不受敵方干擾。

(二)烏克蘭

1.無人機高航程結合傳統戰術靈活應用

(1)靈活應用與混合戰法：烏克蘭將無人機與傳統戰術相結合，使用無人機進行偵察和監視，確定俄羅斯軍隊的位置，然後利用這些情報指導砲兵打擊。這種結合了高科技和傳統戰法的方法極大地提高了打擊的準確性和效率。

(2)民用轉軍用：烏克蘭還動員民眾捐贈民用無人機，這些無人機經過簡單改裝後用於偵察或甚至羽量級攻擊，展示了

資源的靈活利用。

(3)多用途運用：無人機的多功能性在戰場上提供了廣泛的戰術和策略選擇。偵察和監視無人機的資料支援使指揮官能夠做出更加精確的決策，而打擊型無人機的參與則直接影響戰鬥結果。電子戰無人機的干擾操作為己方創造了電子優勢，顯示了無人機在現代戰爭中的多面作用。

(4)不對稱戰爭：無人機的應用體現了非對稱戰爭的策略，即在技術和數量上可能處於劣勢的一方，通過使用成本相對較低、易於操作的無人機，有效地對抗技術更先進、數量更多的敵人，體現了無人機在現代衝突中的戰略價值。

2.顯著案例

(1)Bayraktar TB2的使用：是一款由土耳其製造的中型攻擊無人機，烏克蘭軍隊廣泛使用它來進行戰術攻擊和長時間的偵察任務。並以其高效的戰鬥表現聞名。戰場上成功地打擊了俄羅斯的裝甲車輛和防空系統，這不僅減少了烏克蘭的人員損失，也顯著影響了俄羅斯軍隊的戰術佈置。

(2)烏克蘭首次襲擊俄內陸無人機工廠：

2024年4月2日，這是一次前所未有的跨境軍事行動中，對俄本土進行的最深入的襲擊之一，烏克蘭軍隊成功使用無人機深入俄羅斯內陸1,100公里，攻擊了位於鞏韋斯坦共和國(Tatarstan)的無人機組裝工廠。這家工廠是自2022年起在伊朗技術支援下生產見證者(Shahed)無人機，並

且俄羅斯已與伊朗簽訂了價值17.5億美元的合同，計畫每年生產6,000架自殺式無人機。此次襲擊顯然是針對俄羅斯增強其無人機戰鬥能力的戰略設施。¹⁸

烏克蘭的遠端無人機在飛行過程中巧妙地躲過了俄軍的多處防空系統，最終成功抵達設定的襲擊地點。根據無人機回傳的圖像，目標地點不僅被精確打擊，而且在爆炸後引發了大火。此次行動不僅展示了烏克蘭在無人機技術上的進步，也暴露了俄羅斯防空系統的漏洞。

儘管俄羅斯官方聲稱襲擊未造成嚴重的物質損害，但此事件已經標誌著烏克蘭在軍事戰略上的一次重大轉變。此舉表明烏軍無人機的作戰範圍已大幅擴展，且能夠在敵方深後進行精確打擊，這對於改

變當前烏克蘭與俄羅斯之間衝突的態勢可能具有重要影響。

此次烏克蘭的行動不僅是技術上的一次突破，也是戰術上的大膽嘗試，意在削弱俄軍在無人機戰場上的優勢。烏克蘭此舉也表明了其不僅在防守上有所準備，更在積極尋求通過戰略打擊來改變戰場平衡的方式。

三、小結

無人機使軍隊能夠即時監控廣闊的戰場，即使在夜間或惡劣天氣條件下也能獲得清晰的圖像，大大提高了作戰單位的態勢感知能力，與傳統的偵察手段和有人飛行器相比，無人機提供了一種成本更低、風險更小的偵察和打擊手段，降低作戰成本。即使是資源相對有限的一方，也

可以利用低成本的民用無人機進行有效的軍事行動，增強了不對稱戰爭的能力。

展示了民用技術向軍事領域的相互轉化，促進了技術創新，同時也引發了對民用無人機管理和軍事化使用的法律、倫理討論，軍事與民用技

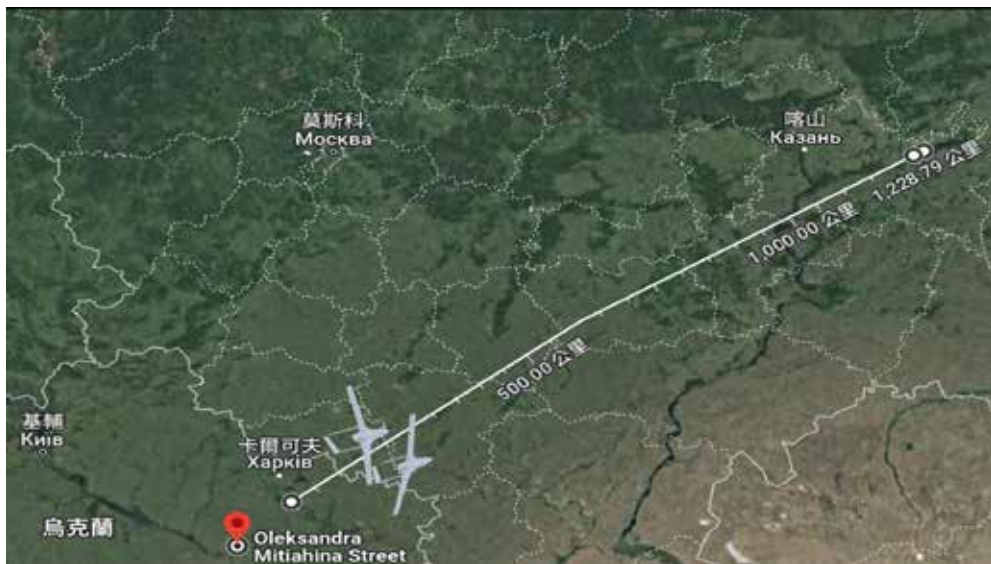


圖1 2024年4月烏克蘭首次襲擊俄境內示意圖 (Google地圖繪製)

18 中央社 綜合外電報導，〈俄中部遭烏克蘭無人機攻擊 開戰迄今最深入俄領土〉，《經濟日報》，2024年03月21日，<https://money.udn.com/money/story/5599/7873075>，檢索日期：2024年4月24日。

術的融合。

中共無人機的現況發展

一、近年中共無人機發展

中共2019年國防白皮書強調，「發展遠程精確、智慧、隱身或無人武器裝備是大勢所趨」。然而，無人機群技術，其定義為一組集體行動、相互互動並朝著共同目標努力的無人機，仍處於發展的階段。二十年來，中共一直在開發和生產非武裝ISR和武裝無人機。北京聯合軍備技術研究院2018年發表的一篇關於無人機系統發展的論文為中共國防工業設定了到2035年成為全球軍用無人機技術領導者的具體目標。中共的“十四五”規劃(2021-25)也強調發展新的無人機能力和技術。

2020年9月，中共在模擬作戰環境中測試了多達 200架無人機的大型“自殺式無人機”編隊。無人機(類似於CH-901遊蕩彈藥)，由中共電子和資訊技術研究院，從一系列管狀發射器部署。2017年也進行了類似的測試，涉及100多架無人機同步執行偵察任務。據報導，中共打算從軍艦、地面車輛、直升機和轟炸機上部署無人機群。國際戰略研究所(IISS)的研究表明，中共國防工業正在開發或生產20多種不同的無人機/無人駕駛汽車變體，其中至少有15種能夠從中共大陸到達臺灣並在臺灣上空作戰。GJ-11是2030年情景中提到的隱形無人駕駛飛機，正在中共西部

新疆馬蘭機場與解放軍空軍第178旅的無人機測試單位進行測試和評估。

中共無人機持續發展，其境內仍有許多無人機試飛機場及工廠，依照美國巴德學院(Bard College)的無人機研究中心(Center for the Study of the Drone)於 2019年年中所出版的無人機數據手冊(Drone Databook)，顯示中共無人機發展所在位置：大量的無人機部署於大陸的邊境地帶，尤其是沿海的省份，每個基地至少配備1架無人機，負責監測省內管轄海域，以推進海域無人機值監與維權之應用，其中浙江岱山為東海艦隊無人機團基地，海南陵水為南海艦隊無人機團基地，概況如圖2。

二、中共無人機戰略意圖與戰術應用

中共目前的無人機發展和解放軍關於在未來衝突中使用無人機的著作共同表明，解放軍正在考慮將無人機用於廣泛的任務，包括情監偵(ISR)、機載預警、打擊、忠誠僚機(涉及支援有人駕駛飛機的半自主/自主無人機)以及網路和電子戰角色，常見無人機性能諸元，如表3。

中共解放軍的著作特別關注無人機群的進攻性使用。未來可能仿效美軍的無人機聯合作戰戰術，從 BZK-005 平時活動的資料來看，多半以單機執行任務，但因其任務空域與運 8 反潛機、電子偵察機相近，不排除其正在演練無人機與有人機聯合作戰行動¹⁹，無人機群可以進行「全

19 陳彥名，〈中共無人機近期於臺灣附近空域活動之研究〉，《展望與探索》，第21卷第6期，2023年6月，頁110-126。

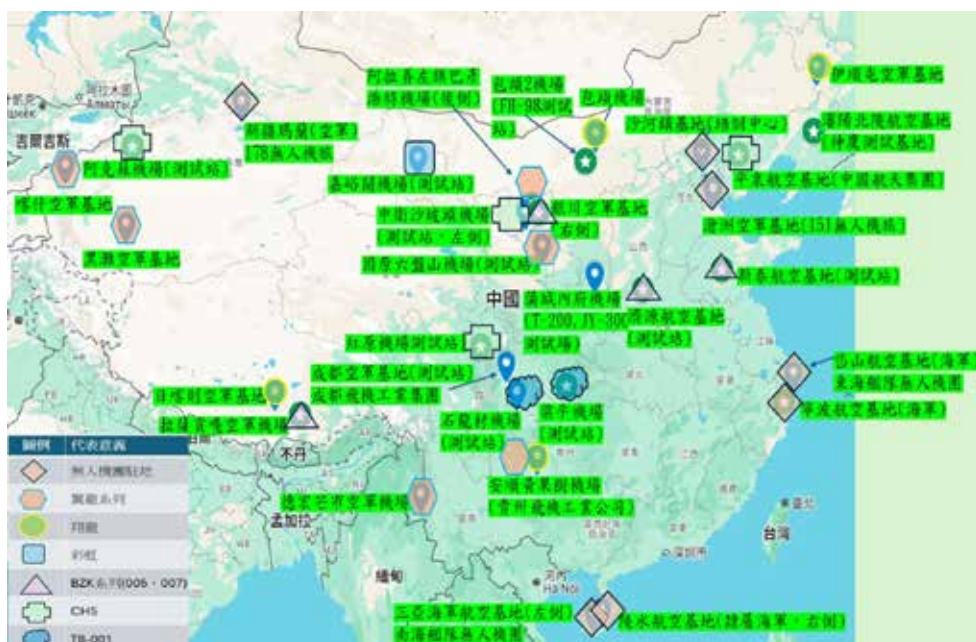


圖2 中共無人機基地位置

說明：上圖列出了支援無人機操作的基地、測試場和訓練場地。
每個位置都包含一些用於無人機操作的實體基礎設施，例如跑道、機庫、訓練射程。

資料來源：

一、DanGettiner, "CHINA", The Drone Databook (NY: Bard College. Center for the Study of the Drone, 2019), pp. 11-20.

二、同註19。

方位防禦滲透」，並執行多向、飽和的聯合攻擊，可能產生網路、電子和動能效應。

中共人民解放軍(PLA)宣布計劃在2035年之前發展機器人、無人機和利用人工智慧的特種作戰裝備，希冀未來十年使無人機能夠在跨境執行複雜任務，從而替代人力。無人機擁有有長距離飛行、

人工智慧化(AI)和無人作戰技術的研究，並考慮仿效美軍「太空軍」，將「戰略支援部隊」分拆成立「航天軍」，進一步可能成立專門的人工智慧作戰軍種，整合所有人工智慧和無人平臺裝備。²¹

近年中共的無人機活動頻仍，特別是針對臺灣及周邊地區(如穿越日本宮古海峽進入西太平洋)所展現的行動，反映

深潛和長時間隱匿的能力，並且在接到命令後快速打擊目標並撤退。如果敵軍試圖逃逸，無人機還能追擊並消滅之，以確保戰略勝利。戰略專家警告說，若中共與其鄰國發生衝突，這些無人機將成為戰場上的關鍵力量。²⁰

解放軍的長期目標是到2050年成為一支與美軍匹敵的世界一流軍隊。為實現這一目標，積極推進

20 曲颯蓉，〈中共解放軍披露部分作戰細節 無人機成關鍵要角〉，《科技島》，2024年2月6日，<https://www.technice.com.tw/technology/drone/95690>，檢索日期：2024年4月24日。

21 張國威，〈整合無人平臺 陸可能成立AI軍種〉，《科技島》，2021年3月4日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20210304000092-260301?chdtv>，檢索日期：2024年4月24日。

表3 筆者彙整中共常見之無人機類型及特點

國家	無人機類型	無人機名稱及描述	圖片
中共	偵察與監視	BZK 無人機 (如 BZK-005) 最大航速：220 公里 / 小時 最大航程：超過 4,000 公里 最大載荷：約 150 公斤 (主要用於偵察任務，搭載光學攝影機和雷達等設備) 適合任務類型：中遠程情報監視 運用場景及時機：常態巡邏、邊境監控、支援長時間偵察	
		ASN-206 (戰術偵察無人機，適合情報收集和目標定位) 最大航速：180 公里 / 小時 最大航程：150 公里 最大載荷：未公開，估計在 50-80 公斤之間，主要用於攜帶光學 / 紅外攝影機、信號收集裝置等。 適合任務類型：戰術偵察 運用場景及時機：前線即時情報、短程邊境巡邏、目標識別與定位、特種作戰支援	
		WZ 無偵 -7 翔龍 (高空長航時，適合高強度戰鬥場景及戰略性監視) 最大航速：750 公里 / 小時 最大航程：7000 公里 最大載荷：未公開，根據其尺寸和用途推測，應在 650-1,000 公斤之間，主要為電子偵察設備和高分辨率光電系統。 適合任務類型：戰略偵察 運用場景及時機：電子戰與電子情報收集 (ELINT/COMINT)、高空長航時的戰略目標監視，如軍事基地或航母戰鬥群	
	偵打一體	Wing Loong II (翼龍 II) (中空長航時，配備精確制導武器，用於長距離精確打擊) 最大航速：370 公里 / 小時 最大航程：4000 公里 最大載荷：480 公斤 掛載點：6 處 (雙翼下) 最大彈藥數量：6 枚 (輕型彈藥) 或 4 枚 (重型彈藥) 常用彈藥型號：BA-7 空對地導彈 (類似 AGM-114 地獄火導彈)、YZ-212 精確制導炸彈、GB3 雷射制導炸彈、LS-6 滑翔炸彈	

中共	偵打一體	CH 彩虹 -4(多功能操作，可攜帶炸彈和導彈，適合偵察及打擊) 最大航速：235 公里 / 小時 最大航程：5000 公里 最大載荷：345 公斤 掛載點：4 處 (雙翼下) 最大彈藥數量： 4 枚 (輕型) 或 2 枚 (重型) 常用彈藥型號： AR-1 空對地導彈 (8 公斤彈頭，適用於輕型目標)、 FT-9 制導炸彈 (25 公斤)、GB4 激光制導炸彈	
		TB-001(雙尾蠟) 無人機 最大航速：300 公里 / 小時 最大航程：6,000 公里 最大載荷：1,200 公斤 (可攜帶多種武器與偵察設備) 掛載點：6 處 (雙翼下) 最大彈藥數量： 8-10 枚 (輕型) 或 4-6 枚 (重型) 常用彈藥型號： FT 系列滑翔炸彈、LS 系列制導炸彈 、AKD-10 空對地導彈 (更重型化的精確打擊彈藥)	
		CH 彩虹 -92A (中型偵打一體無人機，適合中短距離的戰場監控、情報收集和精確打擊) 最大航速：150 公里 / 小時 最大航程：2000 公里 最大載荷：300 公斤 掛載點：4 處 最大彈藥數量：4-6 枚 (輕型導彈)、2-4 枚 (中 / 重型) 常用彈藥型號： AR-1 空對地導彈、AR-2 空對地導彈、FT-9 制導炸彈、FT-10 制導炸彈、CM-502KG 輕型導彈	
		CH 彩虹 -5(長航程、重型載荷，具備強大打擊能力) 最大航速：220 公里 / 小時 最大航程：10,000 公里 最大載荷：1000 公斤 掛載點：6-8 處 (依配置) 最大彈藥數量：最多 16 枚 (輕型導彈)、4-6 枚 (中 / 重型) 常用彈藥型號： AR-2 空對地導彈、FT-10 制導炸彈 、GB6A 空投炸彈、LS 系列精確滑翔炸彈	

資料來源：CH 彩虹-92A <https://www.ettoday.net/news/20200707/1753579.htm>、ASN-206 <https://baike.baidu.com/item/ASN-206%E7%B3%BB%E5%88%97%E6%97%A0%E4%BA%BA%E6%9C%BA/2839793>、Wing Loong II(翼龍 II)<https://defensetalks.com/wing-loong-ii-unmanned-combat-aerial-vehicle-ucav/>、CH 彩虹-4 <https://www.military.africa/2023/06/drc-receives-ch-4-drones-from-china/>、TB-001(雙尾蠟)無人機<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20240714000825-260407?chdtv>、BZK-005 https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=24&SerialNo=180644、CH 彩虹-5 <https://www.militarydrones.org.cn/ch-5-uav-engine-p00483p1.html>、WZ 無偵-7 翔龍<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%A1%E5%81%B5-7>

出其戰略意圖與戰術運用方面的多層次考量。這些行動不僅僅是一種戰術部署，更透露出中共在整體區域戰略中的長期目標。

(一)戰略意圖分析

1.武力震懾與心理戰

中共針對台灣的無人機繞島飛行、襲擊模擬，展現了強烈的武力威懾與心理戰意圖。無人機具備低成本、低風險的特性，中共可以在不冒與美國等國發生正面軍事衝突的風險下，頻繁使用無人機對台進行戰略威懾。這些無人機活動旨在強化台灣民眾及政府對於中共軍事力量的恐懼感，施壓台灣政府，逼迫其屈服於「一國兩制」或是進行政治讓步。

2.區域反介入/拒止戰略(A2/AD)

中共無人機穿越日本宮古海峽進入西太平洋，代表其強化對區域內重要海峽、空域的掌控意圖。這與中共的反介入/區域拒止(A2/AD)戰略息息相關。中共希望通過在這些戰略要地進行無人機行動，展示其在這些區域具備打擊及監視能力，從而降低美日等國家在緊急情況下介入台海事務的能力。

3.戰爭預演與聯合作戰準備

中共頻繁對台實施無人機的偵察與模擬襲擊，實際上也是在為可能的台海衝突進行戰爭預演。無人機的廣泛使用能提供即時戰場情報，使得中共可以迅速定位並打擊台灣的軍事設施與關鍵基礎設施。無人機還能在兩棲登陸作戰中提供支持，成為中共在戰時整合其他軍種力量的關鍵

一環。

(二)戰術運用分析

1.高頻次、多樣化的無人機運用

中共針對台灣及宮古海峽的無人機行動，表現出其高頻次、多樣化的戰術運用。不同型號的無人機(如偵察型、偵打一體型、攻擊型)能夠協同作用，分別負責情報收集、目標定位及精確打擊模擬。這些無人機不僅在和平時期進行信息戰，也能在戰時執行多層次的打擊任務，從而有效支持空軍、火箭軍及海軍的聯合作戰。

例如，無人機可用於：

(1)情報收集：偵察無人機如翼龍 II 或 CH-92A 能夠持續在臺灣周邊巡邏，提供即時情報，進行敵情預警。

(2)目標定位：偵打一體無人機如 CH-4、CH-5 可在戰時鎖定臺灣的雷達站、防空系統、通信設施，為導彈打擊提供精確座標。

(3)精確打擊：攻擊型無人機如 WZ-7「翔龍」能夠進行精確打擊，削弱臺灣的軍事設施，甚至對海上和空中目標進行有效打擊。

2.無人機與傳統作戰力量的協同作戰

無人機的戰術運用強調與其他軍種力量的協同作戰。例如，中共可能會利用無人機的情報收集能力，結合其遠程導彈、戰鬥機和艦隊力量進行聯合打擊。無人機不僅能夠用於先期打擊，摧毀台灣的指揮控制中心和防空系統，還能在後續進攻中提供戰場監控，協助兩棲登陸部隊進

行精確作戰。

此外，無人機的應用能降低中共傳統力量(如飛機、船艦)的暴露風險，特別是在涉及高風險的海空領域時。這也是中共降低其軍事行動代價、最大化收益的一種策略。

3.制定區域封鎖及威懾戰術

中共無人機穿越日本宮古海峽進入西太平洋，不僅是對台威懾的一部分，也是對區域內其他國家的戰略展示。無人機可通過長航時的偵察，強化中共對區域海上通道的監控，並在必要時實施局部封鎖。這也是中共進行區域控制和軍事擴張的一部分。必要時，無人機還可以快速部署至東海、南海，協助中共進行多方向的戰場準備與反擊行動。

中共無人機對臺及周邊地區的活動，體現了其在戰略威懾、反介入作戰及聯合作戰準備方面的進一步深化。無人機技術的發展，使中共能夠在不引發直接衝突的前提下，持續進行壓力施加和戰爭準備，這是一種高效且具成本效益的軍事選項。

三、中共無人機產業現況與爭議

中共在無人機領域的發展在近年來取得了顯著進展，無論是在商業市場還是軍事應用上都有廣泛的投入和創新。無人機產業呈現出快速發展的趨勢，不僅在技術和市場規模上取得了重要進展，也在國際舞臺上扮演越來越重要的角色。

(一)商業和民用無人機

中共是全球最大的無人機製造國之

一，其中以大疆創新(DJI)最為著名。大疆創新生產的消費級和專業級無人機在全球市場占有領先地位，被廣泛應用於航拍、農業、建築、應急救援等多個領域。大疆的技術創新涵蓋了無人機的設計、飛行控制系統、攝影裝備和用戶界面。

(二)軍事無人機

中共也積極發展軍事用途的無人機，包括偵察無人機、武裝無人機以及最近發展的自主作戰無人機。中共的一些著名軍用無人機包括彩虹系列(CH系列)、翼龍系列和其他專門設計用於電子戰、目標指示、地面攻擊和空中對抗的無人機。中共的無人機在許多國際軍事展覽上展示，並已被出口到多個國家。

(三)無人機技術創新、法規和政策

中共在無人機相關技術，如人工智慧、自主導航系統、高效能電池和先進材料等方面進行了大量研發投資。這些技術提升了無人機的飛行效率、安全性和多功能性。隨著無人機技術的普及和應用範圍擴大，中共政府也在加強對無人機飛行的監管。這包括實施飛行限制、註冊要求和操作資格認證，以確保航空安全和公共安全。

(四)國際合作與爭議

中共的無人機製造商不僅在國內市場活躍，也在全球範圍內進行商業擴張和技術交流。然而，這也引發了一些國際爭議，特別是關於技術安全和數據隱私的擔憂，一些國家對中共製造的無人機施加了限制或禁令。

四、小結

中共在無人機技術領域在軍事用途上展現出創新和戰略擴展，商業和民用市場中亦積極推進技術發展和應用。這包括發展能夠執行多維度作戰任務的高度自主無人機，如電子戰和網路戰。中共已經做好準備，在未來臺海衝突或其他地區危機中運用無人機作為關鍵工具，從戰略和戰術層面實現其政治與軍事目標。

儘管技術取得了進展，中共的無人機發展也面臨國際爭議，特別是在技術安全和數據隱私方面的擔憂，引起了一些國家的限制和警戒。這反映了無人機技術在國際政治經濟中的敏感性和影響力。對未來的國際關係和區域安全格局將產生深遠的影響。

對臺灣防禦戰略的啟示

臺灣四面環海，雖處第一島鏈之地理位置要域，仍屬於相對孤立的島嶼作戰。當戰事發生時，通常需要多種軍種協同防守，陸、海和空軍之間的密切配合。另外，物資補給由於距離各國較遠，無相連接之處，可能比較困難，建立有效的補給系統，確保在被圍攻時也能獲得必需的食物、水和彈藥。

一、多功能性和模組化設計

俄烏戰爭顯示無人機技術在現代戰爭中的關鍵作用，特別是在偵察、監視、打擊及電子戰等方面。對臺灣而言，這強調了需要發展多功能無人機平臺，加強自主飛行、目標識別和電子戰能力的重要

性。發展可快速配置不同任務模組的無人機，以適應複雜多變的戰場環境。

二、小型化與隱身技術

小型無人機在烏克蘭衝突中發揮了重要作用，特別是在進行偵察和監視任務時。臺灣需要研發更小型、難以被雷達探測的無人機，提高其隱蔽性和生存能力。此外，臺灣應將無人機作為其綜合防禦戰略的關鍵組成部分，不僅用於增強偵察和監視能力，還應包括無人機的防禦和反制措施。考慮無人機在非對稱戰爭中的應用，以及運用無人機技術，加強島嶼防禦能力，這包括利用無人機進行海岸線的巡邏，以及在重要的戰略通道如臺灣海峽部署無人機，以增強對該地區活動的監控能力。這種持續的監視能力是確保島嶼安全的關鍵。

三、自主性人工智慧與軍民融合

提高無人機的自主決策能力，利用人工智慧進行目標識別和威脅評估，可以減少對人工作業的依賴，提高任務執行的效率和準確性。民用無人機技術的軍事化趨勢為臺灣提供了加強軍民融合的機會。臺灣可以通過鼓勵民用技術創新、支援軍民合作專案和共用研發資源，來加速無人機技術的發展和應用。同時，加強對民用無人機的管理和監管，確保技術轉化的安全性和有效性。

俄烏戰爭期間，烏克蘭原先使用北約盟國提供的大量單兵武器裝備如標槍飛彈、刺針飛彈等，屬於用過即丟消耗性武器，不需要後勤保養。²²隨著戰爭的推

移，俄羅斯空軍的威脅仍在，北約盟國運送武器採越庫作業陸上運輸，經由鐵路或公路運送至烏克蘭境內，再由軍用卡車轉運至前線各地。唯我國為島嶼作戰，可思考運用無人機深入戰地，運送物資，亦可利用現有資源技術。

目前現況實際可運用之說明：

(一)財團法人工業研究院機械所團隊研發無人機民間多軸多旋翼無人機，6軸可載重30公斤，8軸最重可達50公斤，實驗中更曾有載到80公斤的紀錄，²³枋寮火車站至芒果果園中700到1,000公尺的距離，可飛行至少10次的來回，未來也可能採「油電混合」方式，增加續航力，以機械代工班的方式進入市場，如圖3。

(二)我國高山地形崎嶇，醫療物資運輸需克服高低海拔落差、天候溫控挑戰。我國疾管署團隊在阿里山區依靠3D軟體模擬行進路線，協助排除有障礙物的途徑，其中最難的是起飛跟降落，操作無人機的操作手，成功克服起迄點沒有裝設即時動態定位系統(RTK)，使得原本需要1小時的車程，改以無人機運送，僅需要10分鐘即可完成；有利於掌握搶救生命的時刻，改善偏鄉醫療物資運送挑戰。這些技

術都可以運用在，戰時運用後勤物資或是醫療藥品，深入戰地執行補給作業，如圖4。²⁴



圖3 工研院團隊打造全部臺灣製造的無人機、研發，並創下運送重量的紀錄。(資料來源：同註23)



圖4 我國衛福部疾管署團隊在阿里山區依靠3D軟體模擬行進路線，協助排除有障礙物的途徑(資料來源：同註24)。

22 全球防衛雜誌，〈俄烏戰爭一年後給臺灣的啟示：烏克蘭後勤研析及國軍後勤反思〉，《鳴人堂》，2023年4月21日，網址：<https://opinion.udn.com/opinion/story/120902/7113268>，檢索日期2024年4月24日。

23 潘建志，〈無人機挑戰50公斤芒果 枋寮起飛〉，《中國時報》，2019年6月3日，網址：<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190603000508-260107?chdtv>，檢索日期2024年4月24日。

24 華視，〈飛進阿里山 突破！無人機成功運送血清〉，《華視新聞雜誌》，2019年5月4日，網址：<https://myppt.cc/SmdSwp>，檢索日期2024年4月24日。

四、資訊化推動去中心化指管

隨著資訊技術的發展，尤其是數據傳輸和處理能力的提升，現代軍事組織能夠實時收集、分析和共享大量情報。這使得決策者可以快速獲得前線所需的詳細信息，從而有信心將更多的決策權下放給前線指揮官。這些前線指揮官擁有即時數據支持，能夠作出更快速和更適應當地戰況的決策。無人載具的廣泛應用，如無人飛機(UAV)、無人地面車輛(UGV)等，也顯著增強了軍隊的偵察和監視能力。這些技術提供了前所未有的視野和持續監視能力，允許軍事單位更加靈活和自主地操

作，不必依賴傳統的、層級更多的指揮結構。同時，無人載具可以在高風險環境中執行任務，降低人員傷亡並提高作戰效率，這進一步推動了指揮結構的去中心化。

這些技術的結合不僅是量的增加，更是質的飛躍。去中心化不僅僅改變了指揮和控制的方式，也使得軍隊能夠更加快速和有效地回應戰場變化，提高了作戰的適應性和效率。這種變革是由信息技術革命和自動化技術的進步共同推動的，反映了現代軍事戰略和戰術逐漸適應新的技術環境的趨勢。



圖5 資訊化和無人載具推動軍事去中心化指管流程圖(筆者彙整)。



以一個流程圖解釋資訊化和無人載具如何推動軍事去中心化指管發展的關聯性。

(一)技術進步：這階段涵蓋了資訊化技術(如實時通訊、數據處理)和無人載具(如無人機和自動化地面車輛)的發展。這些技術提供了更強大的監視和數據收集能力。

(二)增強的監視和偵察能力：通過無人載具和其他感測器，軍隊能夠獲得更廣泛和持續的視野，這對於實時偵察和監視是至關重要的。

(三)數據處理與決策支持系統：利用高級數據分析技術和人工智慧，軍事指揮系統能夠快速解讀和處理大量數據，從而提供有力的決策支持。

(四)決策權下放到前線指揮官：擁有即時數據和強大的決策支持，前線指揮官可以在不經常規繁瑣決策流程的情況下，直接做出戰術決策，可以根據當地的具體情況作出快速反應。

(五)實現去中心化指揮管理：這些技術和操作的改進使得軍事指揮更加去中心化，提高了單位的反應速度和適應戰場變化的能力。

五、小結

無人機在俄烏戰爭中的廣泛使用，臺灣也需要發展針對無人機的防禦和反制措施。這不僅包括能夠攔截和摧毀敵方無人機的防空系統，還包括電子戰設施，能夠干擾和控制敵方無人機的操作。技術的應用在現代戰爭中扮演著日益重要的角

色，特別是在偵察和監視方面。臺灣應強化其遙感偵察和電子監視能力，利用衛星和高技術無人機來提高對潛在威脅的早期警報系統。軍民融合和資訊化是推動防衛策略的重要組成部分。通過去中心化的指揮和控制系統，臺灣可以提高其反應速度和靈活性，這在面對突如其來的威脅時尤其重要。此外，融合民用科技和資源到軍事領域，不僅能加快技術創新和應用，也能在危機時刻迅速動員所有可用資源，形成全民防衛的局面。

結論和未來展望

未來戰爭將以資訊為基礎，大幅仰賴「非接觸戰爭」。在戰爭執行上，從衝突區外進行遠程打擊(Precision Strike)。由於無人飛行載具、無人機迅速發展，搭配有效執行資訊傳遞，下級部隊與指揮官情監偵平臺，可加速目標獲取、偵察與達及能力。意味組織架構更加扁平化，「機動式指管」狀態會在未來化的戰爭裡面更普遍。

一、軍事技術與戰術的發展

俄烏戰爭中廣泛應用的無人機和資訊戰技術為臺灣提供了現代戰爭的新視角，尤其是在提高情報、監視、偵察能力和精確打擊能力方面的啟示。衝突展示了混合戰爭的概念，即傳統和非傳統手段的結合使用，以及非對稱戰爭能力的提升，混合戰爭與非對稱戰這對臺灣在面對潛在威脅時的戰略選擇和防禦準備提供了參考。

二、對臺灣防禦戰略的影響

(一)防禦體系的多元化：臺灣可能需要進一步多元化其防禦體系，不僅加強傳統的軍事能力，也要提高網路防禦、空中偵察和打擊能力，特別是無人機技術的應用。

(二)軍民融合的戰略：俄烏戰爭顯示了民用技術軍事化的趨勢，臺灣可以探索如何更有效地實現軍民融合，利用民用科技和創新支持國防需求。

(三)國際合作與外交：衝突突顯了國際合作和支持的重要性。臺灣可能需要加強與國際夥伴的合作，共同應對安全挑戰，包括技術交流、情報共用和安全保障的支援。

(四)法律與道德考量：無人機等現代戰爭工具的使用引發了法律和道德的新討論，臺灣在發展和部署這些技術時，需要考慮其對國際法和人權的遵守。

三、地緣政治的重要性

地緣政治衝突突顯了在全球大國間的競爭，對於臺灣，特別是這場衝突提供了如何在大國競爭中保持自身安全和利益的重要前鑑。俄羅斯對烏克蘭的行動引發了對國際法原則、尊重主權和領土完整的討論，對臺灣而言，這關係到其在國際社會中維護自身地位和權益的戰略考量。

總體來說，俄烏戰爭不僅對全球安全局勢產生了深遠影響，也為臺灣提供了如何在複雜的國際環境中維護自身安全的寶貴經驗和啟示。臺灣需要從這場衝突中吸取教訓，靈活調整和優化其防禦戰略，

以應對未來可能面臨的各種安全挑戰。

參考文獻

一、中文部分

(一)專書

- 1.國防大學，俄烏戰爭專題研析，(桃園：國防大學，2024年4月)，頁5-70。
- 2.範彬、楊書奎，〈小型無人機集群作戰的關鍵技術分析〉，《無線互聯科技》，第17期，2019年9月，頁132。

(二)期刊論文

- 1.包國宏，〈2020年納卡衝突事件研究，探討無人機運用對我防衛作戰之影響〉，《空軍學術雙月刊》，第685期，2021年12月，頁66-83。
- 2.舒孝煌、許智翔，2022/3，〈無人機反制概念與系統之發展〉，《國防安全研究院-國防情勢特刊》，第16期，頁59-71。
- 3.陳彥名，〈中共無人機近期於臺灣附近空域活動之研究〉，《展望與探索》，第21卷第6期，2023年6月，頁110-126。
- 4.應紹基，〈中共大陸軍用無人機發展之現況與展望〉，《空軍學術雙月刊》，第657期，2017年4月100-115。
- 5.謝游麟，〈共軍對於人工智慧(AI)之發展與政策建議〉，《陸軍學術雙月刊》，第55卷，第568期，2019年12月，頁61-80。
- 6.孫亦韜，〈中共無人飛行載具發展與運用〉，《海軍學術雙月刊》，2020年4月，第54卷第2期，頁6-21。

(三)學位論文

楊清誠，《共軍無人飛行載具(UAV)發展之探討》，淡江大學國際事務與戰略研究所碩士論文(2019)。

(四)網際網路

- 1.〈21世紀戰場核心武器！美軍測試作戰機器人系統，固有模式被打破〉，《每日頭條》，2019年1月14日，<https://kknews.cc/zh-tw/military/b59m6mo.html>，檢索日期：2024年4月24日。
- 2.劉宇捷，〈美軍嚇壞了！緊急採購600套「郊狼2C」反無人機系統〉，《自由時報》，2024年2月16日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4580350>，檢索日期：2024年4月24日。
- 3.聯合新聞網，〈救救烏克蘭！澳洲加入無人機國際聯盟 荷蘭提供F-16彈藥〉，《聯合新聞網》，2024年3月21日，https://udn.com/news/story/122663/7847754?from=udn-relatednews_ch2，檢索日期：2024年4月24日。
- 4.中央社 綜合外電報導，〈俄中部遭烏克蘭無人機攻擊 開戰迄今最深入俄領土〉，《經濟日報》，2024年03月21日，<https://money.udn.com/money/story/5599/7873075>，檢索日期：2024年4月24日。
- 5.全球防衛雜誌，〈俄烏戰爭一年後給臺灣的啟示：烏克蘭後勤研析及國軍後勤反思〉，《鳴人堂》，2023年4月21日，網址：<https://opinion.udn.com/opinion/story/120902/7113268>，檢索日期2024年4月24日。
- 6.曲珮蓉，〈中共解放軍披露部分作戰細節，無人機成關鍵要角〉，《科技島》，2024年2月6日，<https://www.technice.com.tw/technology/drone/95690>，檢索日期：2024年4月24日。
- 7.中央社 綜合外電報導，〈俄中部遭烏克蘭無人機攻擊 開戰迄今最深入俄領土〉，〈<經濟日報>〉，2024年03月21日，<https://money.udn.com/money/story/5599/7873075>，檢索日期：2024年4月24日。
- 8.張國威，〈整合無人平臺 陸可能成立AI軍種〉，《科技島》，2021年3月4日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20210304000092-260301?chdtv>，檢索日期：2024年4月24日。
- 9.全球防衛雜誌，〈俄烏戰爭一年後給臺灣的啟示：烏克蘭後勤研析及國軍後勤反思〉，《鳴人堂》，2023年4月21日，網址：<https://opinion.udn.com/opinion/story/120902/7113268>，檢索日期2024年4月24日。

二、外文部分

(一)期刊論文

Haddal, Chad C. & Jeremiah Gertler, 2010. "Homeland Security : Unmanned Aerial Vehicles and Border Surveillance." July 8, 2010.

(二)網際網路

1. Militaryfactory, "Destroyed Russian-Israeli drone 'Forpost' for \$7 million", https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1486, 檢索日期2024年4月24日。
2. Eric Sof, "Orlan-10 : A UAV for reconnaissance and electronic warfare", <https://special-ops.org/orlan-10-uav/>, 檢索日期2024年4月24日。
3. Wikipedia, "Orlan-10", <https://en.wikipedia.org/wiki/Orlan-10>, 檢索日期2024年4月24日。
4. Nikolai Novichkov, "Army 2021 : Kronshtadt displays expanded range of weapons for Grom UAV", JAMES, 27 August 2021, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/army-2021-kronshtadt-displays-expanded-range-of-weapons-for-grom-uav>, 檢索日期2024年4月24日。
5. "Kronstadt begins building the Grom combat drone", Global Defence News, 26 August 2022, <https://turdef.com/article/kronstadt-begins-building-the-grom-combat-drone>, 檢索日期2024年4月24日。
6. "HESA SHAHED 136", Smart Encyclopedia, 21 October 2022, <https://smartencyclopedia.org/content/hesa-shahed-136/>, 檢索日期2024年4月24日。
7. "Krasukha Electronic Warfare (EW) System, Russia", Army Technology, 5 January 2024, <https://www.army-technology.com/projects/krasukha-electronic-warfare-ew-system-russia/?cf-view&cf-closed>, 檢索日期2024年4月24日。
8. Bryan Clark, "The Fall and Rise of Russian Electronic Warfare : The Ukraine Invasion Has Become an Old-fashioned Slog, Enabling Russia to Unleash its Electronic Weapons", IEEE Spectrum, <https://spectrum.ieee.org/the-fall-and-rise-of-russian-electronic-warfare>, 檢索日期2024年4月24日。
9. "PD-1 Unmanned Aerial System", Airforce Technology, 4 April 2017, <https://www.airforce-technology.com/projects/pd-1-unmanned-aerial-system/>, 檢索日期2024年4月24日。
10. "Leleka-100 Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Ukraine", Army Technology, 5 May 2022, <https://www.army-technology.com/projects/leleka-100-unmanned-aerial-vehicle-uav-ukraine/>, 檢索日期2024年4月24日。

作者簡介

鍾蕎安少校，空軍專業軍官班98年班、空航校通參班103年班、國防大學指參學院113年班。曾任氣象官、機務官、預報長。現為空軍指揮參謀學院少校學員。

羅德駿中校，指職軍官班 89 年班、國防大學空軍指參學院102年班。曾任副排長、作訓官、管制官、人參官、作參官。現任空軍指揮參謀學院軍事作戰組中校教官。