

反制中共無人載具威脅之省思 - 以「俄烏戰爭」為例

Reflections on Countering the PRC's Unmanned Vehicle
Threats-Taking Russia-Ukraine War as an Example

海軍上校 王宇安、海軍上校 王得樞

提 要：

- 一、無人載具的迅速發展已經轉變成為現代戰爭的常態，並在各種軍事行動中扮演至關重要的角色，在「俄烏戰爭」中，各式無人載具廣泛用於偵察、監視和打擊任務，其卓越的機動性和多功能性，讓人員無需暴露於危險中，且能更有效地執行任務，亦成為現代戰爭中不可或缺的重要組成。
- 二、檢視「俄烏戰爭」中，俄羅斯與烏克蘭雙方對於「無人飛行載具」(UAV)、「無人地面載具」(UGV)及「無人水面載具」(USV)等戰術運用，均能順利發揮功效，不僅提高戰場作戰效能，也凸顯運用無人載具在軍事衝突中能發揮的特殊功能。
- 三、國軍應汲取俄烏戰場的無人載具反制技術，以應對中共在此類戰具上的迅速發展，更應在「防衛固守、重層嚇阻」軍事戰略中，積極思考強化國土防衛作戰縱深及密度。期望本研究有關整體防衛因應之道，及未來建軍規劃建議，能有助國軍及早思考並妥適因應中共無人載具對我國安全之挑戰。

關鍵詞：無人載具、「俄烏戰爭」，反制無人載具技術

Abstract

1. The rapid development of unmanned vehicles has transformed the nature of modern warfare and plays a crucial role in various military operations. Particularly in the Russia-Ukraine War, unmanned vehicles have been widely used for reconnaissance, surveillance, and strike missions. Their excellent mobility and versatility enable the effective execution of military tasks without exposing personnel to danger, making them an indispensable part of modern warfare.

2. In the Russia-Ukraine War, both Russia and Ukraine have utilized unmanned aerial vehicles(UAVs), unmanned ground vehicles(UGVs), and unmanned surface vehicles(USVs). These applications have not only enhanced battlefield efficiency but also underscored the critical role that unmanned vehicles can play in modern military conflicts.
3. Therefore, as unmanned vehicles continue to evolve and be utilized, it is essential to learn from the counter-unmanned vehicle technologies employed in the Russia-Ukraine War and consider the future threats and development trends of Chinese unmanned vehicles. In the military strategy of resolute defense and multi-layered deterrence, it is crucial for our military to address the lack of territorial defense depth and strengthen our defensive density. This research aims to propose comprehensive defense strategies and future military planning directions to address the security challenges posed by Chinese unmanned vehicles.

Keywords: Unmanned Vehicle, Russia-Ukraine War, Counter-Unmanned Vehicle Technology

壹、前言

從近年的作戰經驗教訓中可以發現，無人載具在戰場上的運用愈來愈廣泛。以2020年「雙亞戰爭」(Nagorny-Karabakh War)為例，中亞國家亞塞拜然憑藉無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)運用，不僅長時掌握戰場局部「制空權」，同時充分發揮無人機低成本、續航時間長之特性；並在戰場上採多批次輪換、交替及部署等方式，有效對鄰國亞美尼亞之作戰目標實施全時監控、破壞與摧毀，同時降低對地面制壓的難度和成本，更凸顯運用UAV技術，不僅能掌控戰場，還能在戰術和心理層面上取得顯著優勢。¹

在2022年2月24日爆發的「俄烏戰爭

」中，最引人注目的是烏克蘭無人載具對俄羅斯境內、外目標進行的襲擊，不論是無人機、無人地面載具(Unmanned Ground Vehicles, UGV)或無人水面載具(Unmanned Surface Vehicles, USV)。回顧戰事初期，烏國就大量運用各式無人載具對前線、海上及俄國境內的軍事目標發動攻擊，有效削弱俄方的作戰能力；而這些襲擊不僅減輕兵力懸殊的不利戰況，亦顯見無人載具在現代戰爭中的價值。近年來，各式無人載具除已成為新興的高科技產業外，其低造價、便捷操作、高隱蔽性及遠端控制等特性，使其在現代軍事行動中扮演不可或缺的角色；更讓各國紛紛投入大量資源於無人載具的製造與改良，並發展出各自獨特的作戰方式與戰術，讓防守方的應對

註1：彭群堂，〈從「雙亞衝突」省思國軍防衛作戰〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第55卷，第6期，2021年12月1日，頁79。

表一：「俄烏戰爭」中雙方運用無人載具概要表

分類	型式	俄羅斯	烏克蘭
空中	戰鬥	前哨、獵戶座	怒火式、懲罰者、旗手、鳳凰幽靈
	偵察	Eleron-3、Granat models、海鷗-10、30、Tachyon、Zastava	鶴式、PD-1、Spectator、美洲獅、圖柏列夫-143、微型無人機
	自殺式	KUB、柳葉刀、見證者-136	Warmate、Switchblade
	商用	大疆無人機(DJI Mavic 3)	大疆無人機(DJI Mavic 3)
海上	戰鬥	--	MAGURA V5
陸上	戰鬥	天王星-9、馬克	FANTOM、AGEMA

資料來源：參考Kerry Chávez〈Learning on the Fly: Drones in the Russian-Ukrainian War〉，Arms Control Association，February, 2023, <https://www.armscontrol.org/act/2023-01/features/learning-fly-drones-russian-ukrainian-war>；管淑平編譯，〈新型態海戰！烏克蘭無人艇力挫俄27艦艇奪下黑海主動權〉，自由軍武頻道，2023年11月19日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4494624>，檢索日期：2024年7月24日，由作者彙整製表。

更加困難。²

鑑於國際上無人載具技術不斷向上發展，加上中共亦大幅增加對無人載具的投資與研發，且共軍的運用概念包括偵打一體、「人工智慧」(AI)的自動飛行技術、「忠誠僚機」(艦)概念³，以及「蜂群」作戰等戰術，都不斷放大其作戰能力。因此，撰寫本文主要目的即是透過深入分析無人載具在「俄烏戰爭」的運用概況，及實戰中的反制例證，進而探討國軍面對無人載具威脅時，如何建置和提升反制的技術與策略；同時提出整體防衛作戰因應之道，及未來建軍規劃方向，期透過未來軍事投資建案中反制無人載具技術的整合與應用，能讓國軍充分應對此類載具對我國國家安全帶來的挑戰。

貳、「俄烏戰爭」中無人載具的角色

「俄烏戰爭」交戰雙方均廣泛使用無人載具於戰場之上，這些載具在偵察、監視及精準打擊等任務中，均發揮重要作用，同時促成創新戰術的演進；不僅凸顯無人技術在作戰中的地位，也對戰局發揮關鍵影響。有關此次戰爭中雙方無人載具應用，分析說明如后：

一、應用案例

在俄烏戰場上，雙方各自使用多種無人載具，不僅提高作戰效率，也改變傳統的作戰模式。有關此類載具在戰場運用(如表一)，概要如后：

(一)UAV

1. 「戰鬥型」UAV如俄羅斯「前哨」(Forpost)係以色列設計並在俄國生產，主要用於執行偵察任務，並即時回傳目標位置，以便摧毀；⁴至於「獵戶座」(Orion)則是另一款作戰型UAV，用於情報、監視、偵察及戰鬥任務。

註2：姚中原，〈自由廣場〉「俄烏戰爭」經驗 無人系統時代來臨，自由評論網，2022年11月29日，<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1554095>，檢索日期：2024年7月23日。

註3：袁崇峰，〈中共戰機現代化對我之挑戰〉，《展望與探索月刊》(新北市)，第20卷，第1期，2022年1月1日，頁50。

2. 俄國「偵察型」UAV如Eleron-3、Granat、海鷗-10、30(Orlan-10、30)、Tachyon、Zastava等，分別做為情報、監視、偵察和打擊等任務。烏軍則運用「怒火式」(Fury)、「懲罰者」(Punisher)、「旗手」(TB2)、「鳳凰幽靈」(Phoenix Ghost)等多款UAV進行監視、偵察及目標定位；而此類情報蒐集、對監控俄軍隊動態和指揮砲擊的精準度至關重要。⁵

3. 「自殺式」UAV又稱「徘徊式」、「游蕩彈藥」或「繞行式械彈」(Loitering Munition)，⁶交戰過程中雙方都廣泛地運用，如俄國使用的KUB、「柳葉刀」(Lancet)，及伊朗製的「見證者-136」(Shahed-136)等用於進行精確打擊，也造成烏國地面目標重大損害。⁷烏克蘭則運用波蘭製造「Warmate」和美國的「彈簧刀」(Switchblade)進行類似任務，成果同樣豐碩。⁸然而近期烏方也指出，因美製UAV未能克服俄軍電戰干擾和GPS遮蔽技

術，讓烏軍必須選擇使用中國大陸商用UAV(大疆製造)，價格便宜、性能好、更穩定及料件供應無虞，也讓烏軍以陸企零件建立其國造無人機的生產線。⁹

(二)USV、UGV

1. 烏克蘭開發的多功能無人艇「MA-GURA V5」，不只能執行戰鬥，還能廣泛執行監視、偵察、巡邏、搜救、反水雷和艦隊護衛等多樣化任務，並讓烏軍成功運用「以小搏大」戰術，同時造成俄國海軍重大損害。¹⁰

2. 烏國利用多功能戰術無人車「FAN-TOM」進行物資和傷兵運輸外，「國防情報總局」的特種部隊則採用「AGEMA」八輪構型且設有載運平台的無人載具，擔任物資運補與醫療後送的角色，讓前線官兵專注於戰鬥任務。¹¹俄國則運用履帶式「天王星-9」(Uran-9)UGV進行遠程偵察和提供火力支援；另有「馬克」(Marker)無人戰鬥車，則運用於烏東戰場，以增強地

註4：〈Forpost ISR偵察無人機〉，資訊咖，2024年3月13日，<https://inf.news/military/2a034a0c4ce0f86f4e17fca3fe488a5c.html>，檢索日期：2024年7月23日。

註5：Kerry Ch?vez〈Learning on the Fly: Drones in the Russian-Ukrainian War〉，Arms Control Association，February,2023，<https://www.armscontrol.org/act/2023-01/features/learning-fly-drones-russian-ukrainian-war>，檢索日期：2024年7月23日。

註6：許智翔，〈小型自殺攻擊無人機發展趨勢〉，《國防安全雙週報》，第37期，財團法人國防安全研究院，2019年3月8日，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=690&pid=2290>，檢索日期：2024年7月23日。

註7：陳成良編譯，〈俄軍新殺器「手術刀」巡飛彈開發完成〉，自由軍武頻道，2024年3月4日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4596675>，檢索日期：2024年7月23日。

註8：李思平，〈【武備巡禮】抗俄利器 美製彈簧刀無人機〉，《青年日報》，2022年4月11日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1495976&type=forum>，檢索日期：2024年7月23日。

註9：邱怡萱，〈美製品貴又差！外媒爆烏克蘭用大疆無人機 網驚：強到超乎想像〉，中時新聞網，2024年4月15日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20240415001771-260410?chdtv>，檢索日期：2024年7月23日。

註10：管淑平，〈新型態海戰！烏克蘭無人艇力挫俄27艦艇 奪下黑海主動權〉，自由軍武頻道，2023年11月19日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4494624>，檢索日期：2024年7月24日。

註11：涂鉅旻，〈救護、運補一把罩！烏特種部隊獲阿聯AGEMA無人車助拳〉，自由軍武頻道，2024年1月10日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4547951>，檢索日期：2024年7月24日。

面部隊的作戰能力。¹²

由兩國無人載具運用頻繁，顯示其應用在現代戰爭中，不僅能提升作戰部隊情報獲取、準確打擊及物資輸運，亦大幅度改變戰場態勢，成為現代軍事行動中不可或缺的一部分，亦象徵其在未來戰爭中的重要性和適用範圍將進一步拓展。

二、無人載具對戰局的影響

(一) 提升情報、監視與偵察能力

烏軍運用土耳其製造的「旗手」(TB2) UAV對俄軍的集結行動進行監視，並提供即時影像情報，協助精確定位，並順利攻擊俄軍的補給車隊和裝甲車輛；另外也用於對黑海沿岸的俄軍艦船進行監視、海上活動情蒐，及對戰場態勢感知、指揮決策、目標識別及戰術調整，都起到至關重要的作用。

(二) 多變的戰術部署

在烏克蘭東部的城鎮戰鬥中，UAV用於快速偵察敵方巷戰布防，能讓烏軍迅速調整部署，協助地面部隊找到最佳攻擊路徑；且「自殺式」UAV也能對敵方重要目標進行精準攻擊，不僅提高戰術的靈活性，同時也迫使敵方防禦策略必須進行相應的調整。至於地面無人載具(UGV)同樣運用在城市中，以進行部署偵察及情報蒐集，俾有效避免遭到對手伏擊和突襲；另外，烏軍USV也在緊鄰的海岸線進行偵察與

監視，掌握俄艦海上活動的動態，有利發起攻擊行動。

(三) 「不對稱作戰」的發展

正因為面對俄國在兵、戰力之嚴重不足，因此烏軍廣泛的使用軍、商用UAV，追蹤俄軍動態並進行攻擊，不僅彌補烏軍空軍戰力的不足，更強化對俄軍地面和海上目標的打擊能力。此外，「自殺式UAV」攻擊，也對俄軍造成一定程度的傷亡，凸顯無人載具在烏軍靈活運用下，充分展現出「不對稱作戰」的多樣性，並對占有優勢的俄軍造成一定損傷，其在現代戰爭中對小型作戰單位的運用價值亦顯露無疑。

(四) 新型戰爭型態的崛起

各式無人載具在這場戰爭中充分展現全方位的戰場監控與情報蒐集能力，讓烏軍在「不對稱作戰」中發揮重要作用；此外，烏軍也透過頻繁釋出的作戰視頻，有效提振烏國內、外部的支持和軍隊士氣，並有顯著的心理戰和宣傳戰效果¹³。再者，視頻的廣泛運用也對俄軍造成心理壓力，不僅讓其部署無所遁形，並讓俄軍戰鬥意志受到嚴重打擊。一場「俄烏戰爭」顯示無人載具的技術和戰術優勢外，更盡顯未來戰場已被無人化取代；面對此一新型態作戰模式崛起，世界各國都在加大應對的籌碼，否則都將承受戰場失利的後果。

註12：〈軍情動態〉增強部隊戰力 俄派遣Marker無人戰鬥車抵達頓巴斯》，《自由時報》，2023年2月7日，<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/4203963>，檢索日期：2024年7月24日。

註13：許智翔，〈烏軍活用民間無人機能量強化戰力〉，財團法人國防安全研究院，2022年6月6日，<https://indsr.org.tw/focus?uid=11&pid=362&typeid=25>，檢索日期：2024年7月24日。



圖一：「薔薇」(Shipovnic-Aero)電戰系統(圖左)及「頂籠裝甲」(圖右)

資料來源：參考張威翔，〈俄國電戰太強 西方武器都失效 專家坦言：愛莫能助〉，中時新聞網，2023年11月25日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20231125003435-260417?chdtv>；〈反無人機成顯學 俄國防展推野戰防空車、頂籠裝甲〉，自由軍武頻道，2023年8月15日，<https://def.ltn.com.tw/article/breaking-news/4397288>，檢索日期：2024年7月24日，由作者彙整製圖。

參、「俄烏戰爭」中無人載具反制作法

「俄烏戰爭」自2022年2月24日爆發以來，UAV被廣泛地用於偵察、攻擊，也對雙方造成嚴重的打擊；尤其與俄軍實力懸殊的烏軍靠著無人載具，仍能負隅頑抗至今，使其儼然成為現代戰爭中各國爭相使用的戰場利器；¹⁴換言之，反制無人載具也成為戰場上的重要課題。檢視戰爭期間相關反制作為運用，分別探討如后：

一、反制無人載具案例

確實無人載具的運用已在此次戰爭中確立其關鍵地位，至於「反無人機技術」(Counter-Unmanned Aerial System, C-

UAS)也同時迅速發展。相關概況，臚列說明如后：

(一)反制UAV

1. 俄羅斯運用「薔薇」(Shipovnic-Aero)電戰系統對烏國的低成本UAV進行有效反制，其中也包括干擾導航系統和操作員的無線電控制信號；¹⁵此外，也發展出以八輪甲車為載台的防空砲車加裝「頂籠裝甲」，以阻止來自上方的UAV襲擊(如圖一)。¹⁶

2. 為因應俄軍UAV對烏國的威脅，「北約」(NATO)各國相繼提供最新反無人機技術，如立陶宛「EDM4S Sky Wipe」、英國「戰鷹聖騎士」(Terrahawk Paladin)、澳洲「投食者」(Slinger)、挪威「CORTEX

註14：王念涵、何至中，〈共軍「裝備現代化」對我防衛作戰之影響-以無人機為例〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第57卷，第6期，2023年12月1日，頁77。

註15：〈Russia is starting to make its superiority in electronic warfare count〉，The Economic，November 23, 2023，<https://www.economist.com/europe/2023/11/23/russia-is-starting-to-make-its-superiority-in-electronic-warfare-count>，檢索日期：2024年7月25日。

註16：〈反無人機成顯學 俄國防展推野戰防空車、頂籠裝甲〉，自由軍武頻道，2023年8月15日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4397288>，檢索日期：2024年7月25日。

表二：各國「反制無人機技術」彙整表

型式	特性能力	型式	特性能力
立陶宛 	EDM4S Sky Wiper採手持式射頻及衛星導航干擾，有效距離3-5公里。	英國 	「戰鷹聖騎士」採用遠端操作的機砲系統，有效距離3公里。
澳大利亞 	「投食者」採用車輛架設或機動部署機砲系統，有效距離800公尺。	挪威 	CORTEX Typhon採用車輛架設或機動部署機砲系統，有效距離不詳。
美國 	「吸血鬼」採車載或快速部署火箭發射系統，有效距離12公里。	以色列 	「鐵束」採用固定或機動部署雷射系統，有效距離不詳。
以色列 	Drone Guard Gen 5採固定或機動的電子干擾與物理攔截系統，距離不詳。	以色列 	「粉碎螳螂」採遠端火控系統，適用多種平台，有效距離5公里。

資料來源：參考魏光志，〈【軍事論壇】反無人機系統需求增肆應戰場威脅〉，《青年日報》，2024年1月4日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1642391&type=forum>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製表。

Typhon」、美國「吸血鬼」(VAMPIRE)及以色列「鐵束」(Iron Dome)、「Drone Guard Gen 5」、「粉碎螳螂」(Smash Hopper)等裝備，以協助烏軍爭取戰場優勢；另外各國也持續投入研發低成本、易操作、便攜式防禦系統，讓戰爭中「矛與盾」的對抗，不斷升級(如表二)。¹⁷

(二)2022年10月29日，烏克蘭就成功運用USV對俄軍在黑海的克里米亞「塞瓦

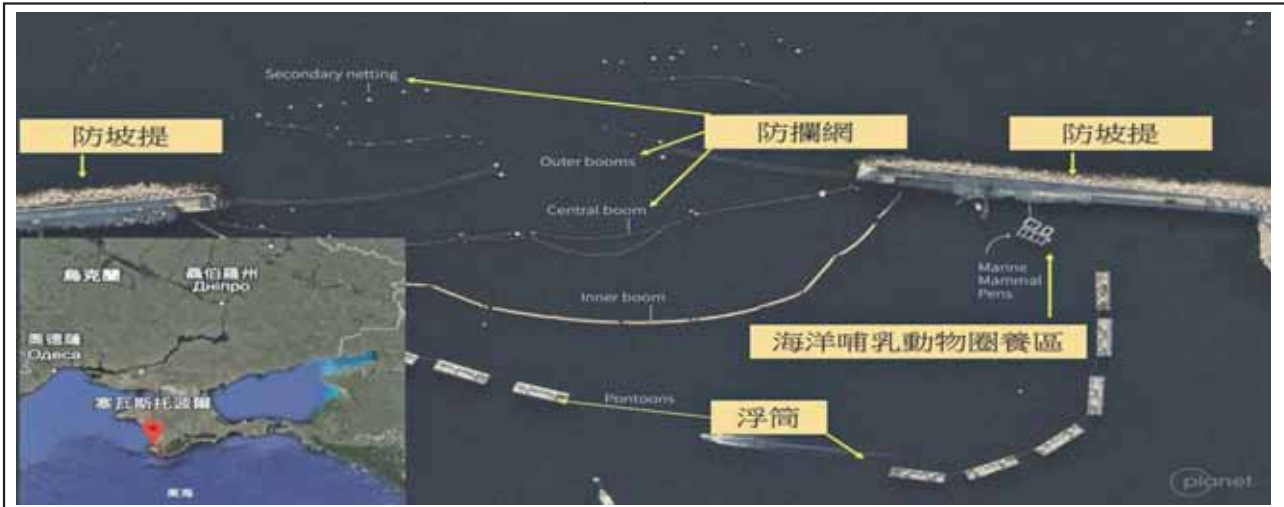
斯托波爾」(Sevastopol)海軍基地發動攻擊；¹⁸因此，俄國後續為防禦此類攻擊，遂加強港口的安全措施，包括布設水下防禦網，及部署訓練有素的海豚來探測敵方潛水人員(如圖二)。另一方面，俄國海軍也加強對烏軍USV的反制能力檢討，讓後續烏軍發起的攻擊行動，均未再對俄國黑海艦隊造成重大損傷(如表三)。¹⁹

(三)戰爭初期，雙方都部署簡單的無

註17：〈烏克蘭無人艇再奏捷！烏方稱擊沉「占領的象徵」重創俄軍1巡邏艦〉，聯合新聞網，2024年3月5日，<https://udn.com/news/story/122663/7810386>，檢索日期：2024年7月25日。

註18：Mariano Zafra and Jon McClure，〈Sea drones and the counteroffensive in Crimea〉，REUTERS，2023年8月18日，<https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/CRIMEA/gdvzwmrlpw/>，檢索日期：2024年7月26日。

註19：侯雨宸，〈源頭打擊 先發制人！烏軍戰略丕變 利用無人艇及無人機重創俄軍〉，Newtalk 新聞，2022年12月8日，<https://newtalk.tw/news/view/2022-12-08/847490>，檢索日期：2024年7月26日。



圖二：俄國軍港防範USV攻擊防護措施圖

資料來源：參考Mariano Zafra and Jon McClure，〈Sea drones and the counteroffensive in Crimea〉，REUTERS，August 7, 2023，<https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/CRIMEA/gdvzwrmlpw/>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製圖。

表三：俄羅斯針對烏克蘭USV反制方式

反制措施	反制案例	影響與效果
直接摧毀USV	俄國防部宣稱海軍在黑海北部水域使用導彈和炸彈摧毀3艘烏克蘭無人艇。	俄羅斯攔截烏克蘭USV的能力提升。
加強港口安全措施	俄羅斯加強了塞瓦斯托波爾軍港入口及其基地戰艦周圍的安全措施。	增加港口安全防護。

資料來源：參考〈Russia claims destruction of three Ukrainian boats off Crimea〉，ALJAZEERA，October 24, 2023，<https://www.aljazeera.com/news/2023/10/24/russia-claims-destruction-of-three-ukrainian-boats-off-crimea>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製表。

線遙控輪式和履帶式UGV，執行如運送物資、布雷和運送傷員等非戰鬥任務，2024年3月底，俄軍UGV才在一次地面攻擊中首次開火，卻在移動過程中遭UAV攻擊而告終。²⁰因此，反制UGV可運用包括傳統地面和空中火力對這些目標進行直接摧毀，以阻止其任務進行。

二、反制無人載具的經驗教訓

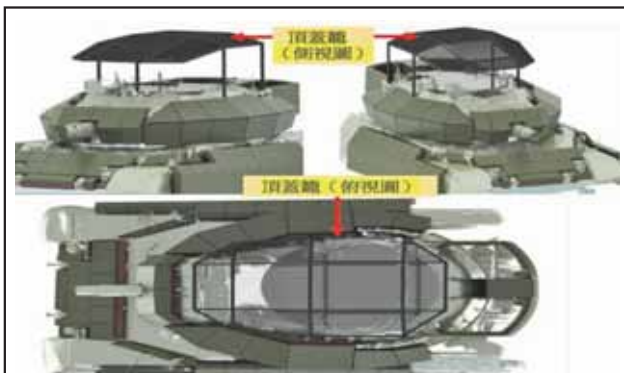
戰場就是無人載具應用與反制的重要試驗場，各國藉迅速開發與運用這些反制

技術，讓此類戰具全然改變戰場態勢。透過對俄烏戰場的觀察，獲取之反制技術經驗教訓，綜整概要如后：

(一) 反制技術創新與適應性

烏軍成功利用小型UAV掛載炸彈，展現高效且靈活運用方式，不僅躲避敵方偵測，並在發現目標後，直接衝向車隊或戰車的最脆弱部分，如艙口、彈藥存放的砲塔或發動機，這種作戰方式的成本，遠少於傳統火砲或飛彈。故希臘「EODH」國防

註20：David Axe，〈Robot war in Ukraine: Unmanned systems clash on the front lines〉，The Telegraph，April 7, 2024，<https://www.telegraph.co.uk/news/2024/04/07/russia-war-ukraine-uav-ugv-drone-robot-unmanned-weapons/>，檢索日期：2024年7月26日。



圖三：EODH公司設計「頂蓋籠」套件防UAV攻擊

資料來源：參考〈KMW and EODH unveil Leopard 1A5 modernization solution to Greek General Staff〉，Defense News Army，February 7,2024，https://armyrecognition.com/news/army-news/2024/kmw-and-eodh-unveil-leopard-1a5-modernization-soluton-to-greek-general-staff#google_vignette，檢索日期：2024年7月26日，由作者彙整製圖。

公司就與德國戰車製造大廠「KMW」及西班牙「Duma」電子公司合作，針對希臘陸軍「豹1A5」戰車推出包括在砲塔上安裝「頂蓋籠」等防護措施的升級套件(如圖三)，以反制俄軍UAV威脅。²¹

(二) 反制技術的多樣性

1. 電子戰在無人載具反制技術的應用中，確實具有關鍵角色。首先，信號干擾技術被廣泛使用，透過切斷無人載具與操控者之間的通信，使其失控或墜毀；其次，使用電子欺騙技術發送類似欺騙信號，引導UAV飛向錯誤目標，或進入設有防空武器的陷阱區，進而削弱其能力。由於電子反制技術必須靈活應用，才能確保己方

註21：〈KMW and EODH unveil Leopard 1A5 modernization solution to Greek General Staff〉，Defense News Army，February 7,2024，https://armyrecognition.com/news/army-news/2024/kmw-and-eodh-unveil-leopard-1a5-modernization-soluton-to-greek-general-staff#google_vignette，檢索日期：2024年7月28日。

註22：同註15。



圖四：烏國防空軟體「ePPO」

說明：左圖自左至右，分別代表巡弋飛彈、戰機或小型無人機。

資料來源：參考王鵬程，〈不對稱作戰研究-以2022年烏克蘭對抗俄羅斯入侵戰爭為例〉，《後備半年刊》(臺北市)，第107期，2023年6月1日，頁103，由作者彙整製圖。

能充分應對不斷變化的戰場態勢，亦代表較佳的電子戰技術，正成為戰場上反制無人載台的重點。²²

2. 面對無人載具多樣化威脅時，防守方必須建立全方位防禦機制，如運用雷達、光學與紅外線攝像機及聲學探測技術掌握無人載具，或以電子戰系統干擾導航與通訊系統，或採取物理攔截手段，如使用攔截網、雷射武器等摧毀無人機(船)；畢竟面對多樣化的無人載具攻擊，惟有運用多重手段結合，才能維護關鍵基礎設施和重要軍事目標安全。

(三) 研發防空APP「ePPO」

「俄烏戰爭」期間，烏國推出專為防空使用的應用軟體「ePPO」(如圖四)，該軟體只需在烏國數位政府服務網站完成註冊，即可下載使用，使用者(包含烏軍及

表四：「俄烏戰爭」無人載具反制技術改進彙整表

類型	威脅	反制措施	效果	反制技術精進
UAV (自殺式)	高	射頻干擾、物理攔截。	降低打擊準確性。	開發專門對抗式的防禦系統。
UAV (戰鬥型)	高	電子戰、射頻干擾。	干擾導航系統，導致失控墜毀。	增強電子戰能力，提升物理攔截精準度。
UAV (偵察型)	中	電子戰、射頻及衛星導航干擾。	減少偵察效能。	提高干擾技術能力。
USV	中至低	增強港口防護或加強巡邏。	減少攻擊成功率，提高港口安全。	改善港口安全措施，提高偵測能力。
UGV	低	電子戰、信號干擾或直接摧毀。	使其失去信號或功能失效。	加強對地面載具的監視和攻擊能力。

資料來源：由作者彙整製表。

民眾)在發現UAV或巡弋飛彈來襲時，可迅速開啟APP，並依序選擇目標類型，將手機指向目標來襲方向進行標記，便可上傳資訊，而系統後端則能迅速整合資訊，分享給烏軍進行追蹤與攔截，同時將偵獲訊息回傳至使用者。²³這款應用防空APP在戰場上具有極高的戰術價值，且能夠即時提供敵情資訊，提升防空反應效率，更重要的一點是花費代價極低。

三、無人載具反制技術精進(如表四)

(一)對UAV

1. 「自殺式」UAV對於戰場威脅程度極高，反制措施是射頻干擾和物理攔截，以降低UAV的打擊準確性，增加其被摧毀的機率；另外，可開發專門對抗此類UAV的防禦系統，以提升反制效果。

2. 「戰鬥型」UAV的威脅程度高，主要採取的措施包括電子戰和射頻干擾，這些措施能成功阻斷或干擾UAV的導航系統，致其失控墜毀；精進技術則包含增強電子戰能力或提升物理攔截精準度。

3. 因「偵察型」UAV的威脅程度中等，反制方法包括電子戰干擾、射頻干擾技術和衛星導航干擾，以減少UAV的偵察效能；如能加強訊號蒐集和分析其導控頻率，自然能夠提高干擾技術的準確性。

(二)對UGV、USV

1. 海上的USV威脅程度為中至低，反制措施包括增強港口防護，建立水下防禦網和加強港口巡邏。防守方另可透過改善港口的安全措施，提高對無人水面載具的偵測和反應時間。

2. 由於UGV的威脅程度較低，反制措施包括電子戰和信號干擾，可直接摧毀或損壞，使其失去方向或功能失效；一般而言，精進作法係加強對UGV的監視和攻擊能力，以降低其戰場效能。

面對無人載具的多元應用及戰場上較高的作戰效能，敵我雙方必須持續進行技術創新，才能維持作戰優勢，此種技術(反制)和戰術的快速發展，讓各國持續關注並積極投入更多的資源研究，以確保在

註23：賴名倫編譯，〈烏國推民防App強化攔截無人機〉，《青年日報》，2022年10月30日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1542676>，檢索日期：2024年7月28日。

表五：中共偵蒐(或打擊) UAV類型

型號/載具	特點	型號/載具	特點
 ASN-206	具多用途、長續航、高偵察性能、自動化操作、彈射起飛。	 ASN-207	ASN-206衍生型，飛行續航時間為ASN-206的兩倍。
 ASN-209	戰場偵察、目標定位及通信中繼，自動起降、導航功能。	 長虹-1型	偵察、高空偵照及地質探測，為第一款高空偵察多用途UAV。
 無偵-7	高空、高速、隱型設計、長續航，可高危險區進行偵察監視。	 無偵-8	執行快速偵察和打擊，具備更強的攻擊能力，較無偵-7任務靈活性更高。
 ASN-301	用於電磁輻射信號偵測及攻擊，可從地面、空中和水面發射。	 CM-501G	可由單兵攜帶或由輕型車輛、直升機發射，以強化前線火力。

資料來源：參考舒孝煌、許智翔，〈共軍無人載具發展〉，《2021國防科技趨勢年度報告-中共新世代軍事科技評估》，財團法人國防安全研究院，2021年12月22日，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=837&pid=1416>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製表。

戰場上能夠保持相對優勢。

肆、面對中共無人載具我國的反制之道

中共積極推進各類型無人載具的發展，型式從小型偵察用拓展至大型武裝用途、或特殊目的如電子戰和海上巡邏等型式UAV；細究其發展目的，應是為滿足全域作戰的需求，並提升情報、監視與偵察能力，同時擴增對地打擊的任務選項。因此，除用途功能廣泛的UAV外，中共亦在UGV及USV等領域，進行技術創新與實戰應用演練；而這些無人載具已被視作未來戰爭中的重要力量「倍增器」，且隨著技術進

步和戰術應用的不斷深化，其在共軍未來軍事戰略中，將扮演越來越重要的角色。以下就其發展運用及國軍反制作為，分段說明如后：

一、發展概況

(一)各式用途的UAV

1. 中共無人機技術發展迅速且成效顯著，部署UAV對我國進行常規環島巡邏更已成為常態，倘若運用於應對臺海軍事衝突，將對我防衛作戰帶來巨大威脅。²⁴目前其在UAV運用方面已經形成多元化體系，範圍涵蓋高、中、低端；大、中、小型；以及偵察、打擊、電子資訊作戰等領域。如高空高速隱身的「無偵-7」及「無偵

註24：陳文俊、賴靈互，〈對中共「無人水面載具」(USV)發展之研究〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第57卷，第5期，2023年10月1日，頁85。

表六：中共「偵打一體」UAV類型

型號/載具	特點	型號/載具	特點
 TB-001	偵察、情報傳輸及火力打擊，掛載不同型飛彈及雷射導引炸彈。	 BZK-005	是中高空遠程無人偵察機、先進通信和數據鏈及強抗干擾能力。
 BZK-007	長航程、高空飛行、多用途、自動化操作，可長時間偵察和監視任務。	 翔龍	監視、戰略偵察、情報蒐集及訊息中繼，大型高空長航程隱形UAV。
 翼龍系列	用於偵察、監視和對地攻擊，可裝載空對地精準攻擊飛彈。	 利劍(攻擊-11)	遠航程偵察及監視，可攜約2噸彈藥，透過衛星資料鏈執行任務。
 彩虹系列	用於偵蒐及攻擊任務，能執行偵察、監視及打擊等任務。	 WJ700	電子偵察、干擾及打擊敵方雷達設施，是高空及高速UAV。

資料來源：參考舒孝煌、許智翔，〈共軍無人載具發展〉，《2021國防科技趨勢年度報告-中共新世代軍事科技評估》，財團法人國防安全研究院，2021年12月22日，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=837&pid=1416>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製表。

-8」，用於電磁輻射信號偵測、攻擊型「ASN-301」，或可單兵攜帶、輕型車輛發射具備偵蒐、打擊型的「CM-501G」種類多樣、不一而足(如表五)。

2. 共軍「偵打一體」型UAV，計有用於偵察、情報傳輸及火力打擊的「TB-001」、「BZK-005、007」，長航時、遠程隱身攻擊型的「攻擊-11」及「彩虹系列」等；²⁵且從2012年到近年的航空展中觀察，中共目前已成為僅次於美國的全球第二大無人飛行器出口國(「偵打一體」UAV，

如表六)。²⁶

3. 除軍用型式外，中國大陸企業於全球商用無人機市場市占率達八成以上，其中大疆(DJI)占比約七成二、昊翔(Yuneec)約一成；加上中共正利用軍民融合，廣蒐各國無人載具產業關鍵技術資訊，進一步研發與世界主要國家水準相當的無人載具，且隨時可能轉成軍用規格，影響不容輕忽。²⁷

(二) 特殊用途之USV與UGV



1. 無人載具本就具有成本低廉、機動

註25：〈無人機蜂群「羽量級」殺手〉，大公網，2021年1月25日，<http://www.takungpao.com/news/232108/2021/0125/545436.html>，檢索日期：2022年7月29日。

註26：呂吉利、邱志典、陳則佑，〈中共無人飛行載具蜂湧式攻擊 對我防空部隊之影響〉，《空軍軍官雙月刊》，第226期，2022年10月1日，頁6。

註27：林柏州，〈從2018年珠海航展看中國無人載具發展現況〉，財團法人國防安全研究院，2018年11月23日，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=676&pid=3287>，檢索日期：2024年7月29日。

表七：中共USV類型

型號/載具	特點	型號/載具	特點
	<p>最大航速45節，具有全自主、半自主、遠程手動遙控、人工駕駛等多種駕駛模式。</p>		<p>舊式人員艇改裝，換裝遙控模塊、前8及後兩側16枚火箭拋射器。</p>

資料來源：參考陳俊丞、吳光中，〈共軍兩棲合成旅突擊登陸戰法之研究-以2020年東南海域聯合登島演練為〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園市)第58卷，第583期，2022年6月1日，頁43；馬叔安，〈最大航速45節 導彈無人艇瞭望者II珠海展亮相〉，ETtoday新聞雲，2018年11月10日，<https://www.ettoday.net/news/20181110/1300368.htm>，檢索日期：2024年7月25日，由作者彙整製表。

性高、零傷亡、可遂行多重任務等特性，若透過與其他「有人」及「無人」載具之間的協同能力，儼然形成一個新的戰鬥體系，有效延伸打擊力量。²⁸目前中共的USV更採取集體出擊(即「狼群戰術」)方式圍攻敵方水面目標，效果極佳。²⁹2018年「珠海航展」上亮相的「偵打一體」USV「瞭望者二號」，艇上搭載光電和雷達系統，艇艙四聯裝導彈發射裝置，最大射程5公里。³⁰另外，也使用在登陸前的掃雷破障(指排除水雷障礙)，即優先派遣無人破障船發射炸藥方式進行破障，以開闢海上安全航道，以利後續登陸梯隊順利上岸(如表七)。³¹

2. 中共「東部戰區」於2020年4月13日宣布已開始採用「銳爪1型」戰鬥偵察型UGV，可在戰場提供班級或排級單位執行近距離偵察、探測和監視任務；³²另「銳爪2型」則取代步兵部分作戰任務，如戰場偵察、巡邏及突擊等任務，並可裝載武器裝備和個人物資等，進入交戰區域(如表八)。³³

二、面對中共無人載具我國的反制之道

自從廉價且操作簡單的「自殺式」UAV在戰場上被廣泛運用後，以價值數百萬美元的防空飛彈攔截成本僅數萬美元的無人機，明顯不符合效益；因此，如何整

註28：王念涵、何至中，〈共軍「裝備現代化」對我防衛作戰之影響-以無人機為例〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第57卷，第6期，2023年6月1日，頁76。

註29：〈中國無人艇領先世界或顛覆未來海戰模式〉，《中國科技》，2022年6月14日，<https://www.ourchinastory.com/zh/4166/中國無人艇領先世界%20或顛覆未來海戰模式>，檢索日期：2022年7月29日。

註30：馬叔安，〈最大航速45節導彈無人艇瞭望者II珠海展亮相〉，ETtoday新聞雲，2018年11月10日，<https://www.ettoday.net/news/20181110/1300368.htm>，檢索日期：2024年7月29日。

註31：陳俊丞、吳光中，〈共軍兩棲合成旅突擊登陸戰法之研究-以2020年東南海域聯合登島演練為例〉，《陸軍學術雙月刊》(桃園市)，第58卷，第583期，2022年6月1日，頁38。

註32：林昭安，〈從近年中共軍事眼訓中探究其無人載具之運用〉，《化生放核防護半年刊》(桃園市)，第117期，2024年6月1日，頁111-113；〈軍武新知〉中國陸軍部署新無人載具 可載7.62mm班用機槍，《自由時報》，2020年5月11日，<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3162369>，檢索日期：2024年7月29日。

註33：〈替代步兵，察打一體，我國「銳爪」系列無人戰車〉，鳳凰新聞，2023年11月23日，<https://i.ifeng.com/c/8Uwd743yEcH>，檢索日期：2024年7月29日。

表八：中共UGV類型

型號/載具	特點	型號/載具	特點
	操作範圍1,000公尺，可在戰場上為班或排級單位執行近距離偵查、探測和監視任務。		6X6輪式底盤，車體後方安裝紅外線及雷射探測系統，可進行360度探測。

資料來源：參考林昭安，〈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》(桃園市)，第117期，2024年6月1日，頁111-113，由作者彙整製表。

合反制手段及降低成本，成為國軍當務之急。綜合各國主要反制手段，檢討可能採取之作為，摘整說明如后：³⁴

(一) 軟殺

1. 採用無線電頻率干擾(Jamming)無人機與操控人員的無線電指管鏈路，或干擾如「北斗衛星導航系統」(BDS)、美國「全球定位系統」(GPS)、「俄羅斯全球導航衛星系統」(GLONASS)和歐盟「伽利略定位系統」(Galileo)等系統，一旦無線電鏈路中斷或衛星導航失效，無人機將在空中徘徊、降落或墜毀。

2. 欺騙(Spoofing)也是一種電子戰策略，透過發送偽造的GPS信號來干擾UAV導航系統，此方法可誤導UAV位置，從而導致其偏離原定路徑，或被引導到操作者設定的新位置，達到干擾效果。

(二) 硬殺手段

1. 可使用高效能雷射束來破壞或損壞UAV的關鍵部件(如攝影鏡頭、導航系統或

飛行控制系統)，這種方法的優點是反應速度快，精確度高，能在較遠距離內有效地反制多架進襲之無人機。

2. 攔截網是一種物理攔截方式，通常由另一架UAV攜帶，在接近目標時釋放，以捕捉和控制目標，非常適合在人群密集的地區使用，並避免潛在的傷害。反制手段亦包含採取傳統的彈藥，或專為此類目標設計的非致命彈藥，直接摧毀或損傷無人機。

(三) 多種手段混合使用

除傳統軟、硬殺手段外，也可將上述各種手段混合使用，最常見包含無線電與衛星導航系干擾同時使用(對各型無人載具反制作法，如表九)。

(四) 結合「人工智慧」進行反制

鑑於中共無人載具對我國的重要行政及軍事基地、關鍵基礎設施將造成相當大的威脅，國軍應運用AI智慧化、自動化、深度學習等能力，改善軍隊武器裝備，強

註34：Kristin Huang，〈China in Race for Counter-Drone Tech and Laser Weapons as It Tries to Catch up US〉，South China Morning Post，2018年8月25日，<https://www.scmp.com/news/china/diplomacy-defence/article/2161331/china-race-counter-drone-tech-and-laser-weapons-it>，檢索日期：2024年7月29日。

表九：反制中共各型無人載具方式與效果一覽表

型 式	用 途	威 脅	反 制 方 式	預 期 效 果
ASN-206、207、209、無偵-8、翔龍、長虹-1型	偵察	中	電子戰、衛星導航干擾、雷射反制及砲彈擊落。	導航失效、迫使墜毀、物理攔截或摧毀。
ASN-301 CM-501G 利劍(攻擊-11)	打擊	高	優先使用砲彈或雷射摧毀、次之以電子戰或衛星導航干擾。	物理擊落或摧毀。
BZK-005、007 翼龍、彩虹系列、J700	偵打一體	高	優先使用砲彈擊落或雷射摧毀、次之以電子戰或衛星導航干擾。	物理擊落或摧毀。
無人破障船	排除水雷障礙	低	電子戰干擾或障礙物設置。	功能失效或減緩進攻速度。
無人作戰艇	打擊	中	優先使用砲彈擊落、次之以電子戰或衛星導航干擾。	物理擊落或摧毀。
陸上無人車	偵察與作戰	低	電子戰干擾或直接摧毀。	降低戰鬥能力，或直接摧毀。

資料來源：由作者彙整製表。

化作戰能力，以滿足「量小、質精、戰力強」之防衛作戰要求。³⁵另為有效反制無人載具威脅，亦可結合「人工智慧」(AI)與「擊殺鏈」(kill chain，或稱F2T2EA，指搜索Find、定位Fix、追蹤Track、鎖定Target、攻擊Engage及戰果評估Assess)的概念，俾迅速達到反制效果(如圖五)。說明如后：

1. 結合AI的反制系統能根據預先定義的規則和戰術，自動選擇最合適的反制手段，這包括電子戰干擾、衛星導航干擾、物理攔截等多種手段，系統會根據目標的類型和威脅等級，優化反制方案，以達到最佳的防禦效果。

2. AI系統能夠處理來自多個偵測器和大量的數據，即時研判無人載具和可能的

攻擊路線，透過數據分析，系統能夠預測無人載具的未來行動，並提前部署反制措施，從而有效預防或降低威脅。

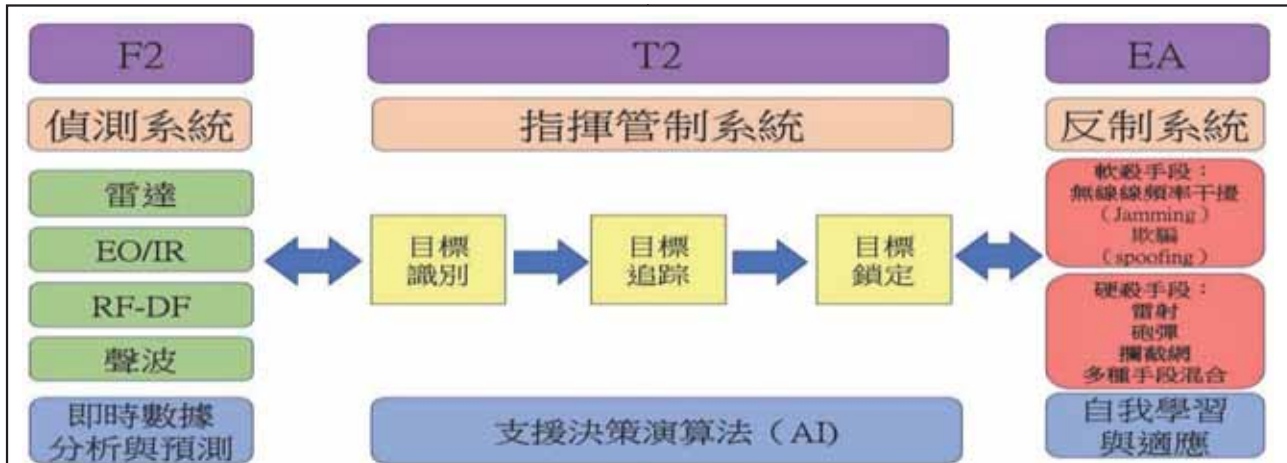
3. 隨著時間的推移和情報訊息的累積，AI系統能夠透過機器學習自我改進，提高對新型無人載具威脅的識別和反制能力；而這種學習能力將可確保系統能夠適應不斷變化的安全環境，達成有效反制之目的。

伍、結語

在當前錯綜複雜的區域安全環境下，中共的政治、經濟和軍事實力不斷擴張，更意圖掌握區域發展的主導權；對我國而言，中共若運用無人載具遂行「灰色地帶衝突」³⁶模式，以表達政治示警或企圖獲

註35：何至中，〈淺析中共「人工智慧」之國防運用對我防衛作戰之影響〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第56卷，第5期，2022年10月1日，頁77。

註36：周翊莆、林政榮，〈中共修訂《反間諜法》對我國家安全之影響〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第58卷，第4期，2024年8月1日，頁127。




圖五：以「人工智慧」結合擊殺鏈(F2T2EA)概念圖

資料來源：由作者彙整製圖。

取軍事上利益所採取的行動，經常是基層執行單位最難決斷與處理的一種模式。³⁷ 畢竟中共的無人載具種類繁多，更可能廣泛應用於軍事層面，更對我國防衛作戰產生極大影響。因此，除整合「軟、硬殺」手段外，未來應再結合「人工智慧」(AI)組成完整「擊殺鏈」(F2T2EA)，都將有助於指揮官制定相應的無人載具應對策略，同時提高防禦能力。

「勿恃敵之不來，恃吾有以待之」。我國必須以「俄烏戰爭」無人載具運用案例做為經驗教訓，持續發展無人飛行載具，以提升國軍戰場覺知和作戰效能，尤其在面對瞬息萬變的戰場態勢中，此類無人載具將能在敵情偵蒐、監視目標、攻擊、防禦與救援任務等方面發揮關鍵作用。此外，無人載具現已成為一種高效殺傷武器，尤其在面對臺海情勢不確定性與兩岸兵

、戰力差距懸殊的情況下，其所具備的遠距離、多層次、高速度及高靈活性的優勢，使其在軍事行動中扮演多重角色，不僅是偵察載台，更將成為未來戰場中的關鍵殺器；因此，國軍自應投入更多經費與關注、加強發展無人載具與反制技術，才能達成「防衛固守、重層嚇阻」的軍事戰略目標，確保國家安全。 

作者簡介：

王宇安上校，海軍軍官學校90年班，國防大學海軍指揮參謀學院104年班，國防大學戰爭學院110年班。曾任海軍168艦隊作訓官、海軍基隆後勤支援指揮部軍務科科長、海軍中建軍艦艦長，現服務於國防大學戰爭學院。

王得樑上校，海軍軍官學校92年班，國防大學海軍指揮參謀學院109年班，國防大學戰爭學院113年班。曾任海軍鳳江軍艦、海軍沱江軍艦艦長、海軍田單軍艦副艦長，現服務於海軍146艦隊。

註37：張子鴻，〈反制無人機威脅之省思-以北韓無人機襲擾南韓為例〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第57卷，第4期，2023年8月1日，頁86。