

第(三)章 無人地面及水面 / 水下載具發展

許智翔*

壹、前言

近年來，無人航空載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）在各地戰場的活躍，使發展無人載具成為各國武裝部隊顯學。而除了 UAV 之外，各國競相發展的還包括無人地面載具（Unmanned Ground Vehicle, UGV）、無人水面載具（Unmanned Surface Vehicle, USV）以及無人水下載具（Unmanned Underwater Vehicle, UUV），可說未來無人載具將在各作戰領域中，都扮演關鍵地位。

值得注意的是，隨著技術進步，投入各種無人載具研發的國家，並不僅限於主要大國而已，更包含了非軍工大國的中小型國家，均紛紛投入研發，反映出無人載具的軍民兩用、科技新創特質。目前已能見到各國推出的大量研發計畫、原型或測試驗證用的系統，甚至已有部分裝備投入烏克蘭等戰場，進行實戰運用。故此，本章將挑選部分裝備，探討其趨勢與關鍵發展，及台灣可能的發展建議。

貳、無人地面載具

儘管技術與運用概念的發展成熟度不若 UAV，UGV 仍已成為各國陸軍未來建軍規劃中的一塊關鍵拼圖。正因如此，西方下一代作戰車輛、尤其是重型裝甲車輛的核心，逐漸走向整合「有人—無人團隊」（Manned-Unmanned Teaming, MUM-T）及「可置換載人」（Optionally manned）概念。而近年受到最高度矚目的，仍是已進行數年的美軍「下一代戰鬥車輛」（Next-Generation Combat Vehicle, NGCV）計畫。NGCV 包含 5 個子

* 國防安全研究院中共政軍與作戰概念研究所助理研究員。

計畫，其中與 UGV 高度相關的有二，分別是將取代「M2 布萊德雷」(M2 Bradley) 步兵戰鬥車 (Infantry Fighting Vehicle, IFV) 的「可置換載人戰鬥車輛」(Optionally Manned Fighting Vehicle, OMFV)，及搭配 OMFV、分輕、中、重 (L/M/H) 三種的「機器人戰鬥車」(Robotic Combat Vehicle, RCV)。OMFV 能如同傳統 IFV 般、由組員操作，亦可作為 UGV 加以運用，而三種 RCV 將搭配輕兵器到 120 mm 戰車砲等武裝，作為無人僚車協助 OMFV 與步兵作戰。

2021 年 7 月，OMFV 計畫選擇美國萊茵金屬車輛 (American Rheinmetall Vehicle)、貝宜系統 (BAE Systems)、通用動力陸上系統 (GDLS)、奧什科希防衛 (Oshkosh Defence)，以及 Point Blank Enterprises 等五團隊，進行 15 個月「概念設計」(concept design) 至 2022 年 10 月，並在 2022 年 7 月 1 日公布了為期 54 個月的第三階段 (詳細設計) 及第四階段 (原型車建造與測試) 的最終提案徵求。¹ 根據美軍規劃，預期 OMFV 將在 2027 年開始初始低速量產 (low-rate initial production) 階段，2030 年進入全速生產。²

值得注意的是，在 RCV 方面，儘管中型「RCV-M」計畫已研發出如德事隆 (Textron) 「粗鋸齒 M5」(Ripsaw M5) 等車輛進行測試，美軍仍決定延後「RCV-M」、先專注研發輕型「RCV-L」。2022 年 2 月 10 日，美軍宣布在「RCV-L」目前的「替代原型車」(surrogate prototype) 原型設計外，另讓「匡提科北美」(QinetiQ North America) 及「奧什科希防衛」進行「全系統原型車」(full-system prototype) 設計競爭；美軍希望藉此得到更多諸如士兵使用回饋、自主軟體、系統安全、網路與頻譜相關改進能力等測試結果，藉此協助整體 RCV 計畫，³ 這意味美軍將如

¹ Ashley Roque, "US Army Eyes OMFV Downselect in April–June 2023," *Jane's Defence Weekly*, July 6, 2022.

² Ashley Roque, "US Army Details Plans for 'Full and Open' OMFV Competition," *Jane's*, March 1, 2022, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/us-army-details-plans-for-full-and-open-omfv-competition>.

³ Ashley Roque, "US Army 'Defers' Robotic Combat Vehicle-Medium Fleet Development," *Jane's Defence Weekly*, May 4, 2022.

歐陸盟國般、先專注於較小車種的研發。儘管如此，就 2023 財年（Fiscal Year 2023）而言預算，美軍削減大量原先用於升級現有主力車輛的預算，以支應這些前瞻性計畫的支出，如 2023 財年用以將 M1A2 主戰車（Main Battle Tank, MBT）升級至 SEP V3 規格的經費，就僅有 6.56 億美元，而非美國國會通過的 11 億，⁴ 可見 NGCV 等針對未來戰場的研發計畫，仍受美軍最重視。除此之外，2022 年 10 月，GDLS 更以 M1 主戰車為原型，推出了「艾布蘭-X」（Abrams-X）技術演示車，同樣透過開放式的 KATALYST 次世代電子架構（Next Generation Electronic Architecture, NGEA），不僅易於持續螺旋升級其功能、快速強化戰力，更藉此整合了有人—無人以及地面與空中的各項資產，⁵ 儘管仍未能確定美國陸軍是否將採用此種 M1 戰車的未來升級構想，仍顯示了此種概念在現行主戰車輛的進一步發展上，將是必然。

歐陸在 UGV 發展上，是美國外的另一重鎮。「2022 年歐洲陸軍展」（Euroatory 2022）中，德國「萊茵金屬」（Rheinmetall）推出的「KF51 豹式」（KF51 Panther）MBT 設計時已融合 MUM-T，及「可置換載人」等概念，此種 MBT 著眼於取代現有的「豹 2」（Leopard 2）等系統，但若德法合作之「歐洲主力地面作戰系統」（Main Ground Combat System）計畫進度生變，則可能進一步成為原本歐製 MBT 用戶的未來選擇。⁶ 50 餘噸的 KF51 由先前「KF31/KF41 大山貓」（Lynx）IFV 進一步發展而來，其底盤運用了承襲自成熟的「豹 2」MBT 的變速、傳動、路輪、履帶等

4 Ashley Roque, “Dollars and Cents: US Army Outlines Multi-year Plan to Cut ‘Enduring’ Ground Combat Vehicles,” *Jane’s Defence Weekly*, May 31, 2022.

5 Tyler Rogoway, “AbramsX Next Generation Main Battle Tank Breaks Cover,” *The Drive*, October 9, 2022, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/abramsx-next-generation-main-battle-tank-breaks-cover>.

6 目前德國「豹 2」MBT 用戶共有：德國、奧地利、加拿大、丹麥、芬蘭、希臘、匈牙利、印尼、荷蘭（惟已編入德國陸軍）、挪威、波蘭、葡萄牙、卡達、新加坡、西班牙、瑞典及瑞士等國，考量波蘭因烏俄戰爭與德國在援烏裝備「戒指交換」（Ringtausch）計畫產生摩擦，而決定自韓國引進 K2「黑豹」（Black Panther）MBT，並合作研發下一代 K3 外，其餘使用國仍有繼續採用德製 MBT 的可能性；此外，如考量法製「雷克勒」（Leclerc）MBT 亦有法國、阿拉伯聯合大公國及約旦等用戶，以及東歐各國仍有大量舊式俄製戰車的替換需求，KF51 實際上具備相當。

部分，然概念設計則已更進一步：配有發射箱、能運用情監偵（ISR）或徘徊式械彈（Loitering Munition，又稱「遊蕩彈藥」或「自殺無人機」）等 UAV 或飛彈。同時，以北約通用車輛架構（NATO Generic Vehicle Architecture, NGVA）為核心的全數位化作戰系統，讓「KF51」三名車組員中，任一名都能完全接手其他乘員的工作；⁷ 這種架構更使車體內的戰駕能完全操控砲塔，同時擔任車長與砲手，因此未來更可依此進一步發展無人砲塔，甚至 UGV 型。⁸

在 UGV 的研發方面，「歐洲防衛基金」（European Defence Fund, EDF）投資的共同 UGV 計畫「整合模組化無人地面系統」（Integrated Modular Unmanned Ground System, iMUGS）在 2022 年 6 月的系統演示中，以 3 輛愛沙尼亞米爾倫（Milrem）的 THeMIS UGV 協助比利時地面部隊與假想敵交戰。在這場技術演示中，THeMIS UGV 不僅廣泛提供多種頻譜的 ISR 支援，更展現提供壓制火力支援的能力，同時 UGV 所取得的情資數據可透過控制中心提供予戰場指管系統；此次演示，也顯示現有系統已能透過集群（swarming）方式，與人類組成團隊作戰。⁹

「iMUGS」的後續項目「iMUGS II」會進一步擴大規模、增加資金，然計畫將會延後 1 年以上的時間。當前的「iMUGS」由比利時、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、拉脫維亞與西班牙等七國參與，並整合了米爾倫新式「Type-X」UGV 與挪威康斯堡（Kongsberg）的「Protector RT40」砲塔；後續的「iMUGS II」計畫，將可能投入 5 億至 15 億歐元的龐大金額，讓更多國家加入，並預期重心將置於自主能力，產製「戰鬥機器人僚車」（combat robotic wingman），欲讓每輛 MBT 或 IFV，都能得到 3 個至 5

⁷ 「KF51 豹式」使用萊茵金屬研發的新式 130 mm 滑膛砲、搭配自動裝彈機，因此不需裝填手。然砲塔內仍保留一個乘員的位子與空間，供武器系統專家（Subsystemspezialisten，可能操作 UAV 等）或指揮官運用。

⁸ Gerhard Heiming, “Weltpremiere des mittleren Kampfpanzers KF51 Panther,” *Europäische Sicherheit & Technik*, June 13, 2022, <https://esut.de/2022/06/meldungen/34795/weltpremiere-des-mittleren-kampfpanzers-kf51-panther/>.

⁹ Alexander Stronell, “Better together: EU’s UGV Programme Demonstrates Swarming Capabilities,” *Jane’s International Defence Review*, June 23, 2022.

個無人系統支援，更將嘗試研發「無人—有人團隊」（unmanned-manned teaming）的顛覆性概念，希望研發並尋找人類組員在無人系統指揮的情況下、如何在團隊中輔助無人系統的方式。¹⁰

而 UGV 搭配徘徊式械彈等各種武裝的運用潛力，近年已十分清晰。如德國萊茵金屬的「任務大師」（Mission Master）UGV，過往就曾搭配如波蘭的「Warmite」徘徊式械彈等，¹¹ 近年更裝載了 MBDA 的「硫磺石」（Brimstone）反戰車飛彈、¹² 達利思（Thales）的 70 mm 雷射導引火箭，¹³ 以及在「2022 年歐洲陸軍展」展出搭配以色列「Hero 120」徘徊式械彈等，¹⁴ 如加上原有的輕兵器等裝備，可預期類似的 UGV 將逐漸形成部隊的輕小火力投射平台。「任務大師」系統自 2019 年底起得到英軍青睞，購置 ISR、貨運，以及配備遙控武器站等多種車型測試，並實驗以單名操作員操作多輛的「狼群」（wolf pack）式操作。¹⁵

此外，UAV 研發大國以色列，在 UGV 的發展上自然也不會缺席。2022 年 5 月時，網路社群上曾出現以色列的不明 6 輪 UGV 照片，後來被證實是該國廠商的新式 UGV「BLR MK2」。¹⁶ 以色列國防部在 2022 年 6 月 13 日正式證實，並在「2022 年歐洲陸軍展」中展出，該車在展場上搭

¹⁰ Alexander Stronell, “‘iMUGS II’ to be Larger and Better Funded, but Delay Confirmed,” *Jane’s Defence Weekly*, July 8, 2022.

¹¹ “Rheinmetall Unveils Autonomous Mission Master UGV Armed with Warmate Combat Drone,” *Defense Post*, September 4, 2022, <https://www.thedefensepost.com/2019/09/04/rheinmetall-mission-master-autonomous-ugv-warmate-uav/>.

¹² Nicholas Fiorenza, “DSEI 2021: Rheinmetall Integrates Brimstone into Mission Master UGV,” *Jane’s*, September 17, 2021, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/dsei-2021-rheinmetall-integrates-brimstone-into-mission-master-ugv>.

¹³ Nicholas Fiorenza, “Rheinmetall Mission Master Qualified to Fire Thales Laser-guided Rockets,” *Jane’s*, April 13, 2022, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/rheinmetall-mission-master-qualified-to-fire-thales-laser-guided-rockets>.

¹⁴ Nicholas Fiorenza, “Eurosatory 2022: Rheinmetall Mission Master XT displayed with Hero 120 Loitering Munition,” *Jane’s*, June 16, 2022, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/eurosatory-2022-rheinmetall-mission-master-xt-displayed-with-hero-120-loitering-munition>.

¹⁵ Nicholas Fiorenza, “UK Orders Seven more Mission Master A-UGVs from Rheinmetall,” *Jane’s Defence Weekly*, May 4, 2022.

¹⁶ Colton Jones, “Mysterious Armed Robot Tank Spotted in Israel,” *Defence-blog*, May 6, 2022, <https://defence-blog.com/mysterious-armed-robot-tank-spotted-in-israel/>.

配了 UAV 發射器、回收工具、30mm 機砲、Elbit 的 Iron Fist 主動防護系統 (Active Protection System) 以及自主套件，可自主識別、計算、確定目標優先度與選擇合適接戰武器；「BLR MK2」定位將是車隊的前線平台，參與作戰與觀測等、作為「中型機器人作戰車輛」(Medium Robotic Combat Vehicle) 運用，此外亦將研發能發射集群式 UAV 之「UAV 航空母艦」衍生型。¹⁷

法國軍備總局 (Direction générale de l'armement, DGA) 在 2022 年 6 月，宣布授予「賽峰電子與防務」(Safran Electronics & Defense) 「未來創新機器人系統輔助工具」(FUturs systèmes Robotiques Innovants en tant qu'OUtilS, FURIOUS) 計畫合約，為乘車與徒步作戰人員研發創新機器人系統；此計畫目前的階段，仍專注於模組化軟硬體架構概念，確保能部署於不同 UGV 平台，並將其自主功能最佳化，如能在複雜、不穩定環境下追蹤、監控、自主目標歸向等。¹⁸ 澳洲近年也同時進行數個 UGV 的研發計畫，不僅由貝宜系統改裝 20 輛舊式 M113 AS4 裝甲運兵車為「可置換組員作戰車輛」(Optionally Crewed Combat Vehicle) 進行測試，¹⁹ 也授予了 Cyborg Dynamics Engineering 330 萬澳幣的合約，研發半自主的模組化輕型 UGV，以協助士兵作戰。²⁰

不過，近年發展亦顯示並非僅大國在研發無人載具。2022 年時，馬來西亞也展出了其自力研發的 4×4 UGV 「Kawbra」。這種 UGV 使用 48V/200Ah 鋰電池驅動、可運作 2 小時，使用更好的電池則可延至 4 小時，能讓士兵使用帶有 2 個螢幕與鍵盤的遠距操作站使用，而 UGV 本身

¹⁷ Alexander Stronell, "Eurosatory 2022: BLR Mk 2 Unmanned Ground Vehicle Breaks Cover," *Jane's*, June 14, 2022, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/eurosatory-2022-blr-mk-2-unmanned-ground-vehicle-breaks-cover>.

¹⁸ "Safran Receives FURIOUS Contract," *European Security & Defence*, June 23, 2022, <https://eurosd.com/2022/06/articles/exclusive/26672/furious/>.

¹⁹ "Autonomous M113 Variants Put to the Test," *Defence Connect*, November 19, 2021, <https://www.defenceconnect.com.au/land-amphibious/9116-autonomous-m113-variants-put-to-the-test>.

²⁰ Joe Saballa, "Australia to Invest \$2.4 Million in New Unmanned Ground Vehicle," *The Defense Post*, October 18, 2021, <https://www.thedefensepost.com/2021/10/18/australia-cyborg-unmanned-ground-vehicle/>.

可配備遙控武器站與各式感測器，時速達每小時 50 公里，能攜帶 400 公斤酬載。²¹

另外就台灣的主要威脅解放軍而言，其 UGV 發展與蓬勃的 UAV 相比，導入上相對較晚。也因此，中國陸軍使用 UGV 的性能與部隊規模等，相對十分受限。然而 2022 年 1 月，中國央視節目中展現了共軍使用「龍馬 2 號」UGV 的片段，這與整整 1 年前、同樣在一年之初發布的影片中展出中共陸軍運用 UGV 的片段相同。這種 8 × 8 UGV 最早在 2018 年珠海航展出現，有相當高的機動性與地形適應能力，時速可達每小時 50 公里，在道路上能持續行駛 200 公里、越野則為 100 公里，可攜帶達 1,000 公斤的有效籌載，及整合多種作戰模組運用。²² 也因此，UGV 在未來亦是台海防衛作戰中，需考量的敵人地面重要裝備之一。

必須注意的是，UGV 並不僅全是新設計，改裝舊式作戰車輛是另一種近年能注意到的可能發展，如中國早年就有測試淘汰的 59 式戰車進行遙控，未來有可能進一步投入運用。²³ 德國萊茵金屬在 2019 年美國陸軍協會年會（AUSA 2019），曾推出將「鼬鼠武裝載台」（Waffenträger Wiesel）改裝為 UGV 的「鼬鼠僚車」（Wiesel Wingman），²⁴ 更在 2021 年 10 月推出「自主作戰戰士鼬鼠」（Autonomous Combat Warrior WIESEL, ACW WIESEL）。後者可以用自主模式、按設定之航線行動，或可由操作手進行手動控制或遠距操作，可與萊茵金屬的各種車輛如「拳師犬」8 輪

21 “DSA 2022: Malaysian MoD Unveils New Locally-made Kawbra UGV Unmanned Ground Vehicle,” *Army Recognition*, March 28, 2022, https://www.armyrecognition.com/dsa_2022_news_official_show_daily/dsa_2022_malaysian_mod_unveils_new_locally-made_kawbra_ugv_unmanned_ground_vehicle.html.

22 “Chinese Army Uses New Dragon & Horse II 8x8 UGV Unmanned Ground Vehicle to carry ammunition,” *Army Recognition*, January 6, 2022, https://www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/chinese_army_uses_new_dragon_horse_ii_8x8_ugv_unmanned_ground_vehicle_to_carry_ammunition.html.

23 “How China is Using AI to Turn its Massive Type 59 Tank Divisions Into an Army of Lethal Combat Robots,” *Military Watch Magazine*, April 5, 2021, <https://militarywatchmagazine.com/article/how-china-is-using-ai-to-turn-its-massive-type-59-tank-divisions-into-an-army-of-lethal-combat-robots>.

24 Gerhard Heiming, “Wiesel Wingman-Lösung für Roboter-Kampffahrzeuge,” *Europäische Sicherheit & Technik*, October 14, 2019, <https://esut.de/2019/10/meldungen/industrie/16001/wiesel-wingman-loesung-fuer-roboter-kampffahrzeuge/>.

甲車（GTK Boxer）、「大山貓」族系（即 KF31/KF41 步兵戰鬥車）、或其 HX 系列大卡車整合。²⁵

貝宜系統也在 2022 年 5 月展出「機器人技術演示車」（Robotic Technology Demonstrator, RTD）的最新改良型；RTD 以 M113 裝甲運兵車底盤為基礎改裝，在 2019 年首次推出，更基於美國陸軍對 RCV-M 的需求、持續進行改良工作，而澳洲陸軍也將 M113 AS4 改裝為「可置換乘員作戰車輛」（Optionally Crewed Combat Vehicles），並在 2021 年開始測試。²⁶ 儘管這些以 M113 運兵車為藍本的车辆，主要用途仍在技術研發、測試、驗證、演示上，然同樣顯示了將被淘汰的舊式作戰車輛，在未來戰場上仍有重新擔綱重任的可能性。

參、無人水面與水下載具

在海軍作戰方面，USV 及 UUV 同樣在近年受到高度矚目，已有諸如「海獵人」（Sea Hunter）USV、「虎鯨」大型 UUV（Orca XLUUV）等各種較大的測試、技術驗證用系統逐步推出，不過仍可注意到，近年各國在相關領域實際投入運用的，仍以小型系統為主。

2022 年 7 月 26 日，「無人操作掃雷系統」（Unmanned Influence Sweep System, UISS）成為美國海軍第一種達到初始作戰能力（Initial Operating Capability, IOC）的 USV；這種無人小艇為反水雷戰任務模組（Mission Package）的一環，可從濱海作戰艦（Littoral Combat Ships, LCS）、岸上或其他可能的「機會船舶」（vessels of opportunity）上加以運用。²⁷

²⁵ “Autonomes Gefechtsfahrzeug ACW Wiesel Vorgestellt,” *Europäische Sicherheit & Technik*, December 13, 2021, <https://esut.de/2021/12/meldungen/31419/autonomes-gefechtsfahrzeug-acw-wiesel/>.

²⁶ Alexander Stronell, “BAE Systems Showcases Unmanned Vehicle Built on M113 Chassis at EDGE22,” *Jane’s Defence Weekly*, May 24, 2022.

²⁷ Michael Fabey, “US Navy Notes First IOC for Unmanned Surface Platform,” *Jane’s Navy International*, July 29, 2022.

對美國而言，無人艦艇的重要性從近年的發展觀之不言可喻。在美中競逐環境日趨強化的狀況下，自前總統川普（Donald Trump）時期開始，美國就視 USV 為對抗中國龐大海軍艦隊的重要途徑。在前國防部長艾斯培（Mark Esper）的「2045 戰鬥部隊」（Battle Force 2045）建軍計畫中，美國海軍就規劃於 2035 年至 2045 年間，艦隊兵力應從 355 艘傳統有人艦隊，進一步強化為包含有人與無人艦艇、共 500 艘的兵力。²⁸ 在 2022 年 7 月發布的「導航計畫 2022」（Navigation Plan 2022）文件中，仍可看到美國海軍對 2045 年的兵力規劃仍大抵維持此原則，將有 373 艘有人艦艇，以及 150 艘 USV/UUV，²⁹ 可見在美軍未來的作戰序列中，無人艦艇的重要性。也因此，美國國防高等研究計畫署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）目前正進行「不需人員船艦」（No Manning Required Ship, NOMARS）計畫第二階段，將建造一條約 200 噸的中型無人水面艦（MUSV），以研究包含海上補給（underway replenishment）均不需要人力的方式，以及如何強化可靠度，包含發電、推進、機械配置與控制方式等，讓無人船艦能在所有天候、溫度與海象下長期執行任務。³⁰ 而美國海軍也投入巨資，選定 6 家廠商繼續研發大型無人水面艦（large unmanned surface vehicle, LUSV）；在美國海軍的構想中，LUSV 將介於 1,000 噸至 2,000 噸間、約為巡邏艦（corvette）的尺寸，應為低成本、高耐用性、「可重組」（reconfigurable）的船艦，可以攜帶多種模組化有效籌載、擔負不同任務，並且將重心至於反潛（ASW）與反艦 / 攻陸等打擊

²⁸ Megan Eckstein, “SECDEF Esper Calls for 500-Ship Fleet by 2045, With 3 SSNs a Year and Light Carriers Supplementing CVNs,” *USNI News*, October 6, 2020, <https://news.usni.org/2020/10/06/secdef-esper-calls-for-500-ship-fleet-by-2045-with-3-ssns-a-year-and-light-carriers-supplementing-cvns>.

²⁹ Sam LaGrone, “UPDATED: Navy’s Force Design 2045 Plans for 373 Ship Fleet, 150 Unmanned Vessels,” *USNI News*, July 26, 2022, <https://news.usni.org/2022/07/26/navys-force-design-2045-plans-for-373-ship-fleet-150-unmanned-vessels>.

³⁰ Nick Blenkey, “DARPA Moves to Next Phase of Unmanned Surface Vessel Project,” *Marine Log*, August 22, 2022, <https://www.marinelog.com/technology/darpa-moves-to-next-phase-of-unmanned-surface-vessel-project/>.

任務上，預計將配備有 16 管至 32 管的垂直發射系統（VLS），在必要時亦可配置船員。³¹

值得注意的是，近年在軍工上履有重大進展，尤其戰鬥無人機（Unmanned Combat Aerial Vehicle, UCAV）受到極高評價的土耳其，在推出多款武裝 / 非武裝的無人艦艇後，目前正研發宣稱可「改變遊戲規則」（game-changing）的 USV「MIR」。MIR 長 15 公尺，規劃將可用於水面、水下、電子、水雷與不對稱等各種領域的作戰任務，也能與該國 ASELSAN 生產，僅 7 公尺長、具集群操作能力的「信天翁」（Albatros）系列小型 USV 共同運用。研發單位宣稱這些 USV 將可「以共同思想」分擔、遂行指定的任務；在失去通聯狀況下，也能以自動駕駛及人工智慧完成任務，並透過各種不同的通聯方式，包含衛星通訊、4G LTE 等方式突破干擾、接收正確的定位訊號。³²

在 UUV 方面，繼美國推出「虎鯨」XLUUV 後，英國、澳洲等國也逐步在相關裝備上進行研發。英國在 2022 年第二季已進行了運用 MSubs S201 XLUUV 部屬 KraitArray 拖曳式聲納的能力，包含整合現有的通信與感測器系統、模擬水下目標並進行追蹤等。³³ 而在澳洲方面，主要投注於海底機器人系統的加拿大 Cellula Robotics 正與澳洲的「可信自主系統」（Trusted Autonomous Systems）合作，參與澳洲皇家海軍「海狼計畫」（Sea Wolf project）、建造以燃料電池驅動的 XLUUV。此系統初期將研發一個 12 公尺長的原型船體、以燃料電池動力系統推進，並具備兩個模組化的酬載艙，預計在 2022 年第四季或 2023 年第一季進行有限測試技術演示。³⁴ 目前，嘗試研發小型無人水上 / 水下船艦的國家其實不僅是西方大

³¹ Nick Blenkey, “6 Companies Win Navy Awards for Continued LUSV Studies,” *Marine Log*, July 31, 2022, <https://www.marinelog.com/shipbuilding/6-companies-win-navy-awards-for-continued-lusv-studies/>.

³² “Turkiye Develops New ‘Game-changing’ Unmanned Surface Vehicle (USV),” *Azernews*, July 7, 2022, <https://www.azernews.az/region/196482.html>.

³³ Dr. Lee Willett, “UK XLUUV Trials Demonstrate towed Array Sonar Deployment,” *Jane’s Navy International*, May 23, 2022.

³⁴ Oishee Majumdar and Nishant Kumar, “Cellula, TAS Partner to Develop XLUUV for RAN,” *Jane’s Defence Weekly*, May 31, 2022.

國與中俄，或近年在軍工上突飛猛進的土耳其等。事實上，如葡萄牙等中型國家都已投入無人船艇的發展，³⁵ 顯示了無人系統在未來海軍作戰領域中的關鍵性。

然而，儘管無人系統受到高度矚目、有包含前述項目的各種重要研發與投資，更被美軍認為是未來艦隊中的關鍵核心，然而其在未來作戰中、確實的角色與定位仍須進一步定義釐清。事實上，為加強評估未來 USV 在艦隊中的定位等工作，美軍於 2022 年 5 月 13 日在加州成立了「第 1 無人水面船艇分隊」（USDIV 1），其原因正是來自於美國國會對海軍構想的懷疑，因而美軍必須進一步進行測試、明確化其未來作戰角色與概念。³⁶

隨後，在 2022 年美軍年度環太平洋演習（RIMPAC）中，美軍同時投入了「海獵人號」、「海鷹號」（Sea Hawk）、「突擊兵號」（Ranger），以及「牧羊人號」（Nomad）等 4 艘 USV 以強化測試；透過將這些 USV 實際投入演習、攜帶有效酬載、提供情報，並在現實環境中收集數據、以評估無人船艦在大艦隊中如何發揮作用。³⁷ 顯見，儘管無人船艦在近年雖受各國重視，然而其在未來戰場上應該如何運用，及相對應的技術發展方向，仍需要進一步地透過測評與驗證加以最佳化。

值得注意的是，較小型且功能較單純的無人艦艇不僅在近年較有發展，近期在飽受戰火蹂躪的烏克蘭也已有實戰紀錄。2022 年 10 月 29 日，烏克蘭的無人自殺 USV 攻擊克里米亞塞凡堡（Sevastopol）的俄軍黑海艦隊基地，疑似擊傷該艦隊在「莫斯科號」（Moskva）巡洋艦沉沒後的新旗艦「馬卡洛夫海軍上將號」（Admiral Makarov）巡防艦；³⁸ 隨後，距離

³⁵ Victor Barreira, “Portugal Develops Armed USV,” *Jane’s Navy International*, July 12, 2022; Chinmay Kohad and Nishant Kumar, “WDS 2022: Chinese Shipbuilder Unveils New Unmanned Combat Surface Vehicle,” *Jane’s Defence Weekly*, March 23, 2022.

³⁶ Mallory Shelbourne, “New Navy Unmanned Division to Serve as Bridge Between Program Office, Fleet,” *USNI News*, July 22, 2022, <https://news.usni.org/2022/07/22/new-navy-unmanned-division-to-serve-as-bridge-between-program-office-fleet>.

³⁷ “Four Prototype USVs Are Participating In RIMPAC 2022,” *Naval News*, July 26, 2022, <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/07/four-prototype-usvs-are-participating-in-rimpac-2022/>.

³⁸ “Sevastopol: Unmanned Surface Vehicles Hit Admiral Makarov, Flagship of Russian Black Sea Fleet,” *Ukrainska Pravda*, October 30, 2022, <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2022/10/30/7374125/>.

克里米亞約 100 英里的黑海港口諾沃羅西斯克（Novorossiysk），也傳出遭到 USV 攻擊的消息。³⁹ 近期由於烏克蘭戰爭為首的各地武裝衝突中，均可見各式無人載具的運用、活躍與改裝，相關戰例與戰訓也是近期值得高度注意的項目。

肆、台灣的發展途徑

從前面的敘述可以明白發現，當前不論在 UGV、USV 還是 UUV 上，近期各國發展多以嘗試研發 MUM-T 技術及專注較中小型的機種為主。由於台灣目前在無人載具上的運用，仍相對較不廣泛、大量。因此在研發上，初步仍應首先考慮無人 / 機器人系統優先重視的「3D」任務：骯髒（dirty）、無聊（dull）與危險（dangerous）之需求，研發相關系統並加以驗證。

以發展路徑而言，如同他國般首先投注於較小型、功能可能較為單一的輔助裝備減輕士兵負擔，降低國軍人力需求、將寶貴人力資源投注於關鍵領域上；在技術較為成熟後，可再進一步根據我國需求，規劃未來戰場角色。例如，面對中國龐大軍力，可將無人系統定位為火力投射平台以搭載，讓兵力有限的國軍可以藉更大火力「抵銷」（offset）共軍兵力優勢，或是在我國逐漸取得各種長程打擊武器的情況下，藉由此類無人系統協助進行情監偵（intelligence surveillance and reconnaissance）任務，及維持源頭打擊能力「擊殺鏈」等任務。

在產業發展面上，值得注意的是法國媒體在 2022 年 7 月的報導，海軍集團（Naval Group）預計投資 1.4 億歐元，在蔚藍海岸瓦爾省（Var）建立無人潛艦與水下防衛科技如武器與自主系統的卓越中心（center of excellence, COE），集中該集團的創新與策略量能、強化研發效率。⁴⁰ 事

³⁹ David Axe, "Ukraine's Drone Boats Are Winning The Black Sea Naval War," *Forbes*, November 20, 2022, <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2022/11/20/the-ukrainian-navy-has-no-big-warships-its-winning-the-naval-war-anyway-with-drones/?sh=4f6088fe4fc5>.

⁴⁰ 經濟部國際貿易局，〈法商海軍集團將在蔚藍海岸設立無人潛水艇卓越中心〉，《中華民國對外貿易發展協會》，2022 年 7 月 15 日，https://www.taitra.org.tw/News_Content.aspx?n=104&s=40950。

實上，歐盟在 2017 年啟動《永久性結構防衛合作協定》（PESCO）、及歐洲防衛基金（European Defence Fund）後，不僅逐步嘗試以共同投資等方式，集中強化「歐洲防衛科技與工業基地」（European Defence Technology and Industrial Base, EDTIB）在內的能量。

台灣事實上也有類似作為，如 2022 年於嘉義縣太保建立的「亞洲無人機 AI 創新應用研發中心」，集中研發、產製能量、進一步整合測試驗證、國際合作等方面，形成「無人機國家隊」以強化國防，並帶動民間相關產業發展。⁴¹

就技術層面而言，台灣民間並非不具備無人載具的能力。2022 年爆發的烏俄戰爭中，多款台灣生產的小型 UAV 也出現在烏國的作戰序列當中，如「澄森國際」（DroneVision）研發、可投下 60 毫米迫砲彈等火力的「Revolver 860」等；⁴² 而經緯航太等國內廠商在 UAV 外，更在 UGV 以及 AI / 自主等方向上，已有一定時間的技術布局，更已推出相關產品。⁴³ 前述廠商僅是舉例，事實上，台灣作為「科技島」，在無人系統、資通電子等科技設備上，其實民間科技產業具備相當強大的能力，在發展相關系統的時候，應可進一步整合公私部門的能量，加速研發與產製。

除此之外，無人載具本身具備極高度的軍民兩用特性，如就本章探討的地面與水上 / 水下系統而言，UUV 實際上就可協助包含鋪設海底電纜、進行科學研究等非軍事用途；UGV 在地面上，同樣具備多種運用潛力，如土耳其中部的電子公司「Elfatek Elektronik」就將開始大規模生產其貨

⁴¹ 葉素萍，〈蔡英文：打造無人機國家隊 完備國防產業供應鏈〉，《中央通訊社》，2022 年 6 月 15 日，<https://www.cna.com.tw/news/aip/202206150243.aspx>。

⁴² “Ukraine Army Using Taiwan-made Drones Vision Revolver 860 Combat Drones,” *Army Recognition*, August 19, 2022, https://www.armyrecognition.com/ukraine_-_russia_conflict_war_2022/ukraine_army_using_taiwan-made_dronesvision_revolver_860_combat_drones.html.

⁴³ 如澄森國際在 UAV 方面就已有諸如輪鼓式投彈 UAV「Revolver 860」、可裝備反裝甲火箭的「AR-1」四軸武裝 UAV、TR-2 長時間偵察 UAV 等系統，亦可客製化設計生產；而經緯航太則有包含「翼龍」（Pterosaur）手拋 UAV、「ALIAS」六軸保全巡邏 UAV、「ALPAS II」農用無人直升機，以及定翼的「天箭」（Sky Arrow）系列 UAV 等多種產品問世。前述產品除澄森國際的 UAV 已被用於烏克蘭戰場外，其餘產品也顯示其高度軍民兩用特性及軍事用途的潛力。“Turkey Set to Mass-produce Electric Cargo Unmanned Ground Vehicle,” *Daily Sabah*, May 22, 2022, <https://www.dailysabah.com/business/transportation/turkey-set-to-mass-produce-electric-cargo-unmanned-ground-vehicle>.

運用電動 UGV 「AKIBA」。這種 UGV 有酬載能力 100 公斤與 500 公斤兩種不同型號，可以透過自主或遙控等方式運作，並可在 2 小時充電後執行 12 小時任務，而「AKIBA」更是會掃描並繪製工作區域的 3D 地圖，並且經過電腦快速計算，可選出最短路徑以及閃避人類活動干擾；這樣的系統當然就可以在諸如工業領域、減少成本與降低工傷事故等層面上發揮效果。⁴⁴

因此，台灣在研發類似科技時，並不必然需要先以軍事用途為核心任務，來設計 UGV 系統。由於無人載具在未來必然將與人類社會的全新生活型態緊密相連，因此如何協助民間科技新創、拓展能力與市場，再反饋回到軍事運用領域，與國軍的作戰需求整合、研發出適合我國國土無人作戰裝備，亦不失為一種發展方式。

伍、小結

隨著各國逐漸開始投入無人載具發展，並一一取得突破，而台灣主要威脅來源的中國，更是 UAV 發展大國，這使得台灣也加緊腳步，在相關領域的技術與產業上投注心力。如從各國 UGV、USV、UUV 等方面的發展來看，其軍事運用在目前事實上都仍處於較初期的階段。這意味著台灣如能盡快投入此領域的技術研發與競爭，時間點仍不算太晚。

然而除了我國自身的科技研發之外，無人載具在戰場上能有效發揮作戰能力的重要關鍵，可能仍是對未來戰場的概念以及想像，如何評估未來戰場的態樣與特徵，才能精準地確認需求與科技的研發方向；而這必須透過對於科技發展脈動、各國對未來戰場與新型科技（emerging technology）的掌握與評估，以及近年戰例如烏克蘭對俄國入侵的抵抗等加以觀察。無論如何，從少子化等持續影響國軍戰力的角度觀之，無人系統的投入研發與運用，實在是我國迫切需要的關鍵裝備。

⁴⁴ “Turkey Set to Mass-produce Electric Cargo Unmanned Ground Vehicle,” *Daily Sabah*, May 22, 2022, <https://www.dailysabah.com/business/transportation/turkey-set-to-mass-produce-electric-cargo-unmanned-ground-vehicle>.