攻擊-11隱身無人機彰顯新質戰鬥力



宋忠平 | 資深評論員

當現代空戰向着無人化、隱身化、智能化快速轉型，一款外形酷似科幻飛行器的國產裝備，持續吸引着海內外防務觀察人士的目光，它就是攻擊-11隱身察打一體無人機。如今，攻擊-11已經形成完整作戰能力，這款全球爲數不多的隱身察打一體無人機，正在重塑我們對空中作戰的認知邊界，也爲後續新型艦載無人作戰平台的發展鋪就道路。

綜合作戰能力更上層樓

攻擊-11突防能力超強，從外觀上看，攻擊-11最鮮明的標識，是無尾飛翼布局。這種布局本身就是爲隱身而生。它沒有傳統戰機的垂尾，減少了雷達波的強反射源；機身、進氣道、彈艙經過一體化修形，配合隱身塗層、內置彈艙設計，實現多維度的高度隱身。不同於依靠低空迂迴、電子干擾輔助突防的常規無人機，攻擊-11的核心戰法，就是依託隱身優勢穿透對手嚴密防空網。它既可以悄無聲息潛入目標區域，完成隱蔽偵察，收集防空陣地、指揮節點的情報，也可以在不暴露自身的前提下，打開內置彈艙，對高價值目標實施精準打擊。偵察與打擊一體，隱身貫穿全程，這是它和普通無人機最本質的區別。

很多人會好奇，隱身無人機是不是只能在晴朗白天執行任務？答案是否定的。攻擊-11擁有全天候作戰能力。機載光電、雷達、導航系統經過複雜環境適配，無論暗夜、雲層遮蔽、風雨天氣，都能夠穩定完成航線規劃、目標識別、自主返航。在現代戰爭中，夜間往往是攻防轉換的關鍵窗口，傳統有人戰機夜間出擊，飛行員會面臨疲勞、心理壓力等生理局限；而無人機不受人體生理閾值約束，只要平台狀態完好，就可以持續值守、伺機出擊。全天候能力，把隱身突防的時間窗口徹底打開，讓對手很難預判它什麼時候會出現、從哪個方向抵近。

與有人戰機不同，無人機的「戰鬥力」，一半在空中平台，一半在地面的操作員。攻擊-11 的操作員隊伍呈現多元化特徵，其中不乏女性操作員。無人機操控，更考驗耐心、精細的態勢感知、冷靜的判斷，而非單純的體能。女性操作員在細節觀察、多任務協同、持續監控等方面，往往具備獨特優勢。「巾幗不讓鬚眉」，是無人裝備發展帶來的職業變化。無人化作戰，把作戰能力從考驗人體生理限制裏解放出來，也讓不同背景、不同性別的人員，都能在空防體系裏找到適合自己的崗位。當然，操作員不是簡單的「遊戲玩家」，他們需要長期培訓，熟悉防空態勢、武器使用、應急處置，在複雜對抗環境下做出決策。

作爲模塊化設計的平台，攻擊-11的任務彈性十分廣闊。它的內置彈艙可以根據任務需求更換不同載荷模塊，適配偵察、電子干擾、對地打擊等不同任務。在傳統軍事場景，它可以單機隱蔽滲透，也可以和有人戰機編組，充當「忠誠僚機」前出探路、消耗敵方防空火力；在非傳統安全領域，比如反恐、邊境管控、災害勘察，它同樣大有可爲。依託隱身能力，它可以在不驚擾目標的前提下持續監控，避免暴露偵察行動；相比衛星，它的偵察更靈活，響應速度更快；相比有人戰機，它不存在人員傷亡風險，適合高風險、長時間的監視任務。多樣的任務屬性，讓它成爲空中體系裏靈活的多功能節點。

推動迭代 不斷更新技術

攻擊-11爲攻擊-21鋪路搭橋。攻擊-11成熟服役，更深層的價值，在於爲下一代艦載隱身無人機攻擊-21打下堅實基礎。航空裝備的研發從來不是空中樓閣，飛翼隱身布局、自主飛行控制、隱身材料、內置彈艙、智能航電，這些關鍵技術，都先在攻擊-11上完成驗證、迭代打磨。現在，攻擊-21已經登上076型四川號兩棲攻擊艦，實現艦載部署。攻擊-11積累的飛控算法、隱身維護經驗、作戰使用流程，都可以平移、優化，加速攻擊-21形成戰鬥力。從陸基隱身無人平台，走向可在大型兩棲艦上起降的艦載無人平台，一條清晰的技術演進路線已經成型。未來，兩棲攻擊艦不再只是投送登陸兵力的平台，還能釋放隱身無人機，在遠海執行隱蔽偵察、縱深打擊任務，拓展海軍的作戰半徑。

當然，我們也要理性看待無人裝備的定位。無人機不是「無敵神器」，隱身也不等於完全無法被探測。反隱身雷達、光電探測、組網預警技術同樣在持續發展。攻擊-11的優勢，是在體系配合之下發揮的，它需要衛星、預警機、地面指揮系統協同支撐，才能最大化隱身突防的價值。它的出現，不代表有人戰機就會被淘汰，而是形成「有人+無人」搭配的全新作戰模式。

放眼全球，能夠獨立研製、列裝這種級別隱身察打一體無人機的國家寥寥無幾。攻擊-11的定型成軍，是國內航空工業長期積累的成果。它不只是一款新式武器，更代表着空戰範式的轉變：戰爭不再一定需要飛行員直面炮火，智能、隱身、可複用的無人平台，正在成爲空中力量的重要組成部分。隨着攻擊-11持續打磨戰法，攻擊-21加快形成艦載作戰能力，國產無人航空裝備，還會繼續給我們帶來更多驚喜。

浙江創新實踐 啟示香港高質量發展



鄧健榮 | 全國政協委員

筆者近日到浙江省參觀浙江大學和永新光學等機構，收穫甚豐。這趟行程讓筆者體會到，科技創新的成果，背後是人才培育、科研探索與產業實踐的長期積累。對香港而言，如何借鑒這些經驗，把自身優勢轉化爲服務國家、建設香港的強勁力量，值得認眞思考。

產學研融合的重要啟示

浙江大學令筆者印象最深的，不僅僅是研發某一項尖端技術，而是把教育、研究和應用連接起來。從機器人到腦機接口，都可以看到大學研究如何走出象牙塔與實驗室，精準回應當下產業和社會的迫切需求。的確，一所大學的價值，不應僅僅停留在國際排名、論文數量或學術獎項上，更要看其能否持續培育出推動社會進步的人才，能否提出引領時代的研究課題，能否成功將知識轉化爲推動社會前行的動力。

如果說浙大代表了高校科研與人才供給的源頭，那麼永新光學則展現了內地企業在關鍵技術深耕上的創新和堅持。

那看似微小的光學元件，凝聚了極其深厚的技術與工藝積累。尤其在高端顯微鏡領域，從核心物鏡的研發到整機系統的整合，永新光學展示的不僅是產品，更是一套經年累月沉澱下來的自主研發與精密製造體系。高端顯微鏡是支撐生命科學、材料科學等前沿探索的「眼睛」，永新光學的努力，其戰略價值不僅在於提供了優質的國產替代品，更在於爲國家科研機構爭取了寶貴的自主選擇權。

在當前地緣政治局勢複雜多變、供應鏈充滿不確定性的環境下，這種「自主可控」的能力尤爲關鍵。攻克「卡脖子」難題，不僅是爲了應急時「造得出來」，更要在平時耐得住寂寞，把技術做深、把品質做精。當然，自主創新絕非閉門造車，唯有擁有扎實的技術底氣，我們才能以更平等的姿態參與更高水平的國際合作。

發揮橋樑作用 實現共贏發展

這次浙江之旅，也促使筆者思考香港如何更好地融入和服務國家發展大局。一方面，香港與內地創科企業的合作，不應只停留在產品採購，而應從科研和應用需求出發，促進內地創科企業與本港高校、科研團隊及機構對接，探索聯合研發、應用驗證及成果轉化的可行途徑。讓香港科研人員在實際使用中提出需求，讓企業在合作過程中改進產品，形成「研發—應用—優化」的良性循環。

另一方面，香港更應充分發揮聯通內地與國際的橋樑作用，充分利用香港國際化的優勢，協助內地掌握核心技術的企業對接全球科研網絡、國際資本與海外市場，讓更多海外用戶認識並認可國產高端科研儀器的堅實實力。香港主動將自身所長與國家所需緊密結合，支持國家自主創新與產業升級，促進雙向開放，實現香港和內地的互利共贏發展。

善用親水性科技 節省日常生活成本



陳 曦 | 嶺南大學伍絜宜跨學科學院講座教授

創科新視野

人類曾以荷葉「出淤泥而不染」爲啟發，研究出「超疏水表面」防污黑科技；而在大自然中，其實還隱藏着另一套截然不同，卻同樣精妙的超親水（Superhydrophilic）「黑科技」。

自然界中不乏「超親水表面」的實例。例如魚鱗表面具備極佳的親水性，讓其在水下能展現出「超疏油」的特質，因此不易被油污黏附；眼角膜表面的淚液，亦是藉此擴散成均勻的液膜以保持濕潤；苔蘚植物「泥炭蘚」更能像海綿般迅速吸水，研究顯示，其最大吸水重量可達自身乾重的二十多倍。

利用納米結構吸水特性

然而，在日常應用的常規材料中，超親水性並不常見，通常需要額外塗敷納米塗層來實現。這項技術可拆解爲兩個層面：首先是化學上的「表面能（Surface Energy）調控」（即物體表面對水分子的吸引力），透過在物料表面構建高表面能的納米結構，令水分子接觸的瞬間迅速向四周鋪展，形成均勻水膜而非聚集成水滴；其次是物理結構上的「毛細作用」，納米級的多孔或粗糙結構會產生強大毛細力，瞬間將水分吸入孔隙，並在表面形成連續水膜。

要將這層塗層成功塗敷，製作程序極其講究。工程人員須先以超聲波清洗或等離子技術徹底清潔，並活化基材表面，以達到理想的塗覆狀態；接着因應需求，調配含有特定納米材料（如金屬氧化物或矽基化合物等）的溶液，並精準控制粒徑與濃度。視乎基材形狀和塗層厚度要求，可選用浸漬提拉、旋塗或噴塗等工藝；最後需經嚴格溫濕度控制的乾燥與固化程序，使塗層牢固附着，才能形成穩定的超親水納米結構。

保持清潔 節省維護成本

憑藉自清潔防污、防霧及增強傳熱效率等優勢，超親水納米塗層技術在多個領域極具應用潛力。以高樓林立的香港爲例，建築物的玻璃幕牆或太陽能電池板若應用此塗層，只需一場大雨即可將表面的塵垢沖洗乾淨，大幅降低高層幕牆清洗的維護成本。實驗已表明，採用該技術的建築外立面能長期保持清潔，僅靠自然降雨即可完成大部分清潔工作。

在汽車與交通工具方面，擋風玻璃及後視鏡塗上超親水塗層後，能有效防止水霧形成，特別在香港潮濕的春季（如「回南天」），能顯著提升駕駛安全；而車身應用亦能減少污垢附着，省卻頻繁洗車的煩惱。

回到家居生活，超親水塗層可應用於冷氣機、雪櫃等家電的換熱器表面，大幅提升能源效益；浴室玻璃或洗手盆等衛浴產品使用這種塗層後，更可減少惱人的水垢積聚。此外，相機鏡頭或顯微鏡等精密光學儀器領域同樣受益：其光學元件使用超親水塗層後，能有效防止結霧，藉此技術在極端潮濕環境下保持視野清晰，告別結霧困擾。

值得一提的是，油水分離更是超親水材料的一個重要領域。科學家近年開發出「超親水、水下超疏油」的薄膜，讓水分快速穿透的同時阻擋油污，爲含油污水處理提供了新思路。筆者領導的嶺大伍絜宜跨學科學院研究團隊早前亦取得進展，成功將源於大自然的聚合物「殼聚糖」與無機納米材料「二氧化硅」結合，製備出複合塗層，塗敷在普通不鏽鋼絲網及聚偏氟乙烯（PVDF）微孔濾膜上，製備出極佳的「超親水／水下超疏油」濾網。這項技術不僅大大提升了油水分離的效率，在處理含乳化油及溶解油的工業廢水時，更展現出強大優勢。

當然，要把這項黑科技大規模普及，學界與業界仍有不少挑戰需要克服。例如微納結構在面對摩擦時的機械耐久度及化學穩定性仍有待加強；加上精密製程帶來的較高成本，如何讓這層「親水魔法」變得既耐用又便宜、「貼地」親民，是材料科學界未來的研究重點。隨着仿生學及納米技術不斷突破，超親水材料的潛能將被進一步釋放，並在未來有望應用於更廣泛的智慧城市生活領域。

了解玻璃循環過程 變廢為寶人人參與



馮家亮 | 中西區區議員 自由黨綠色環保小組召集人

在今年下半年，筆者帶領了中西區居民前往位於屯門龍鼓灘、環境保護署（環保署）的其中一家玻璃管理承辦商——碧瑤廢物處理及回收有限公司轄下的玻璃樽回收廠進行參觀學習。不少香港市民平日雖然有分類回收的習慣，但部分對於玻璃樽回收後的轉化生產過程卻知之甚少。在活動中，碧瑤職員向居民分享了玻璃樽被回收後經分揀、篩選及破碎成玻璃砂的過程，一同了解到這些玻璃砂可用於製造環保地磚、水泥原料及填料，居民透過這次近距離的親身體驗，對本港玻璃容器回收後的資源循環的現狀有更深的了解。

普及工作成效顯著

根據環保署《香港固體廢物監察報告2024》資料，本港每天約有184公噸廢玻璃容器被棄置於堆填區，佔都市固體廢物1.8%，因玻璃無法自然分解而造成空間負擔與資源浪費。碧瑤作爲環保署委聘的港島及離島區玻璃管理承辦商，一直面向住宅、學校、商場及酒吧餐廳等全面推動「乾淨回收」，回收對象涵蓋各類汽水、酒類的玻璃飲品樽及已清潔的醬料樽（不包括燈膽、鏡片及化學品容器）。收集到的廢玻璃會運往其位於屯門龍鼓灘的回收廠進行分揀、去雜質及破碎，轉化爲尺寸小於5mm或介乎5mm至25mm的玻璃砂。這些資源除了熔煉再造外，更能替代天然沙石用於生產環保地磚、混凝土、鋪設路面、填海工程，甚至製作成環保沙包與升級再造藝術品，落實本地資源循環。

本港每年產生的廢玻璃容器約有85,000至90,000公噸，爲促進資源循環、推動持份者共同承擔環保責任，特區政府於2023年5月全面實施玻璃飲料容器生產者責任計劃。政策推行至今成效顯著，2025年玻璃飲品容器回收率已提升至36%；全港回收點亦由計劃實施前的約4,600個，增加至2026年第二季的約5,400個。在2025年，環保署玻璃管理合約的廢玻璃容器收集總量超過24,000公噸。其中「綠在區區」的廢玻璃容器收集量亦錄得顯著增長，廢玻璃收集量由2022年約5,900公噸，升至2025年約11,000公噸，大幅增加約5,100公噸，顯示大眾回收習慣日趨普及，而環保署亦會繼續在食肆、工商業區及社區物色合適地點增設收集點，並持續監察及優化運作。

設施網絡日趨完善

此外，本港的廢玻璃容器回收處理能力亦十分充裕。環保署所委聘的兩家玻璃管理承辦商在全港各區設立收集點，以推動廢玻璃容器回收。其設備每日最高處置量達320公噸，即每年處理能力超過110,000公噸，完全能消化全港產生的廢玻璃。

筆者認爲，要提升玻璃容器回收率，單靠增設回收桶並不足夠，部分市民可能因不清楚回收物去向，而沒有積極參與回收活動，建議應加強推廣回收廠參觀活動，主動邀請學校、屋苑及社區團體實地考察。透過實地參觀，市民能親眼看見玻璃容器如何處置並再造，有助建立對回收機制的信任。當市民明白回收的實際價值，自然更願意在日常做好源頭分類，鼓勵大家主動參與減廢，一同爲香港環保出一分力。

拼音輸入進課堂 人機協作啟新篇

豫 行

教育局近日公布《小學資訊與創新科技課程框架（擬定稿）》，建議小二學生體驗漢語拼音輸入法，社會上出現不少討論。作爲一位教育工作者，我認爲此舉方向正確，值得支持。

先談教學實效。香港推行兩文三語政策多年，小學普通話科早已教授漢語拼音，學生在低年級已有初步語音基礎，加上鍵盤上的英文字母人人可辨，以拼音輸入中文，可謂水到渠成。學生將課堂所學的拼音知識，即時應用於鍵盤操作，正是「學以致用」的最佳示範。一方面鞏固普通話語音，另一方面掌握中文輸入，兩者相輔相成、相得益彰。相比倉頡等形碼輸入法須另學一套拆字邏輯，拼音輸入大大減輕學習負擔，令低小學生不必「由零開始」，教學效能更高。

有人擔心，拼音輸入只講「音」而不講「形」，長遠或令學生疏於辨認字形結構，執筆忘字。這個憂慮並非無理，值得教學界留意。故學校在推行時，仍須在中文科加強識字寫字的訓練，讓「音」與「形」並重，不可偏廢。

然而，我們亦須從人工智能（AI）時代的大背景來看這項課程設計。生成式AI發展一日千里，未來的學習與工作，人機協作將是常態。而人機協作的第一步，正是懂得「向機器表達」。學生以拼音輸入中文，本質上就是學習如何把自己的思想，準確轉化爲機器能接收的訊息，這與日後撰寫提示詞、指揮AI工具有着共通的思維邏輯。及早讓學生適應與機器互動，培養駕馭AI工具的基本能力與正確態度，才能避免他們淪爲被動的「科技用家」，進而成爲善用科技的主動學習者。同時，AI輔助寫作日益普及，學生更需要穩固的語文根基來判斷、修改和優化AI生成的內容，否則便會本末倒置。故資訊科技課程與語文根基訓練，在AI時代反而是更緊密地相輔相成。

至於有聲音質疑，科技日新月異，語音輸入已日趨成熟，AI甚至能直接讀取腦電波，現在教鍵盤輸入會否很快過時？筆者認爲，這恰恰提醒我們：課程發展必須與時俱進。三節課的體驗，本就是開放式的起點，而非定於一尊的終點。日後若輸入方式革新，課程自然可以調整更新。教育的本質不是灌輸某一種「終極工具」，而是培養學生靈活適應、終身學習的能力。

說到底，這是一項務實而具前瞻性的課程設計。以拼音爲橋樑，串連普通話學習與數字素養，並以開放態度擁抱AI時代的演變，這正是香港教育面向未來應有的一道風景。