

● 作者/Chris Gordon ● 譯者/趙炳強 ● 審者/丁勇仁

以小博大：難纏的無人機

Cheap UAVs Exact High Costs

取材/2023年1月美國空軍暨太空軍月刊(*Air & Space Forces Magazine*, January/2023)

(Source: Shutterstock)



在烏俄戰爭中，世人已目睹無人機之廣泛運用，俄軍透過投射大量便宜、低技術水準之自殺式無人機，突破烏克蘭之防空系統，破壞大量基礎設施。故有效之無人機反制訓練與技術，已成為刻不容緩的重點項目。

俄羅斯在懲罰性入侵烏克蘭時最強大的武器之一，是伊朗製造的一款嘈雜、航速緩慢，以及由螺旋槳驅動的自殺式無人機。

見證者-136(Shahed-136)與同系列較小型的見證者-131(Shahed-131)，相較於俄羅斯先進的先鋒(Avangard)高超音速滑翔載具、伊斯坎德(Iskander)彈道飛彈，或是俄羅斯總統蒲亭於2022年2月發動攻勢之前展示的其他高科技武器大相逕庭。這種戰力展示之目的，是勸阻美國及其夥伴國不要向基輔提供援助。

烏克蘭軍方表示，雖然大部分伊朗製無人機已遭擊落，但仍有大量無人機穿透烏軍防禦，襲擊了烏克蘭的大部分電網。這些無人機系統(UAS)的部署類似於滯空攻擊彈藥，不僅對多數烏克蘭各式防空系統產生遲滯效果，亦在俄羅斯長程攻擊系統短缺的情況下，強化了俄軍火力。

美國中央情報局(CIA，下稱中情局)前反恐中心主任哈德森(Bernard Hudson)2022年10月於哈佛大學貝爾佛中心(Belfer Center)表示，「稀有與昂貴的東西已經變得廉價，空中兵力已不再受到地面機場制約。」

最令人擔憂的事態發展可能尚未到來。美國警告，俄羅斯採購之無人機可能是俄羅斯與伊朗「全面防禦夥伴關係」(Full-Fledged Defense Partnership)的第一步，有可能使俄羅斯在其領土建立聯合生產線，以及兩國間雙向之安全合作。

俄羅斯向伊朗軍方提供技術支援的舉措，將可能對戰爭帶來不尋常且無法預料的轉變，這



烏克蘭總統澤倫斯基站在遭擊落的俄軍見證者-131旁，該武器為伊朗製造。(Source: Office of the President of Ukraine)

場戰爭已經導致一千多輛俄羅斯戰車遭到摧毀，數千平民喪生，也讓西方的武器儲備能量左支右絀。

此舉同時可能強化伊朗對美軍及其中東盟友與夥伴國之威脅能力，而面對華府及其盟友針對伊朗核武計畫所實施之國際制裁，此舉也可幫助德黑蘭強化其承受制裁之能力。

2022年12月16日，中情局局長伯恩斯(William Burns)在美國公共廣播公司(PBS)的NewsHour節目中表示：「從歷史角度而言，俄羅斯與伊朗間存在許多不信任，但雙方現在卻需要彼此。我認為這已經再次對烏克蘭戰場產生衝擊，這場戰爭已導致許多無辜烏克蘭人喪生。我認為，如果情況持續下去，也可能對中東產生更危險的影響。所

以，我們非常認真地看待此事。」

伊朗的無人機計畫始於1980年代，以及與伊拉克近八年的戰爭期間。1970年代的伊朗，是美國軍事裝備最大的國際客戶，它擁有一支由美製F-4幽靈式(Phantoms)、F-5虎式(Tigers)及F-14雄貓式(Tomcat)戰機組成的現代化空軍。

但1979年親歐美的伊朗國王巴勒維(Mohammad Reza Pahlavi)遭推翻後，美國與伊朗之關係不如以往。這場革命、美駐伊朗大使館遭占領事件，以及後續引發的人質危機，使伊朗無法再涉足西方武器市場。

隨著時間推移，伊朗發展出了自己的彈道飛彈能力與無人機。

美國國防情報局(Defense Intelligence Agency)

於2019年的一份報告中警告，「無人機是伊朗發展最快的空中能力。」

2019年，伊朗無人機襲擊沙烏地阿拉伯阿布蓋格(Abqaiq)的石油加工設施。2021年，美國指控位於阿曼海岸的默瑟街號(Mercer Street)油輪襲擊事件，是由伊朗無人機所為。伊朗也向敘利亞、伊拉克、葉門及黎巴嫩的民兵組織提供無人機。自2021年以來，伊朗製造的無人機多次襲擊敘利亞東南部阿爾坦夫基地(Al-Tanf Garrison)及伊拉克阿比爾(Erbil)的美軍與盟軍。

美智庫捍衛民主基金會
(Foundation for the Defense of

Democracies)研究分析師布羅斯特(Ryan Brobst)表示：「伊朗沒有能力建立自己的空軍來與美空軍抗衡，伊朗也無法從中共或俄羅斯購買足夠數量的飛機，這迫使伊朗轉朝其他非對稱方式以彌補對他國之軍力差距。伊朗採取的做法是……透過無人機與彈道飛彈來達到同樣的效果，意即在不使用傳統飛行器的情況下，從遠處打擊目標。伊朗亦必須以高效率且廉價的方式執行任務，因為伊朗並非一強大經濟體。」

小兵立大功

2021年，時任美中央司令部

司令的美陸戰隊麥肯錫(Kenneth F. McKenzie Jr.)上將於參議院軍事委員會指出，無人機「對美軍、夥伴國及盟友的部隊，構成了新的複雜威脅。這是自韓戰以來，我們第一次在沒有全面空優的情況下展開作戰」。

隨著無人機威脅加劇，美軍與該地區盟軍以戰機發射空對空飛彈將無人機擊落，此舉雖昂貴卻是保護生命的必要解決方案。低成本無人機讓美國與其盟國付出了沉重代價，因為空對空飛彈的成本遠超過無人機。對抗這些小型無人機的訓練，已成為軍方的首要任務之一，也是補足地面防禦如反制火箭、火炮及迫砲(C-RAM)的陸上方陣快砲等快速射擊武器的一種方式。

美空軍中央指揮部(AFCENT)指揮官格林克維奇(Alexus G. Grynkewich)中將透過電子郵件表示，「美空軍中央指揮部應對伊朗無人機系統威脅的戰略，著眼於嚇阻作為，透過與整個地區合作夥伴一起維持強大、完成戰備且致命的前線部隊，我們能嚇阻伊朗及其代理人使



2019年，夏威夷美陸軍國民兵作戰訓練模擬空襲訓練時，副行政官哈拉(Kenneth Hara)准將與其他領導幹部，於可反制火箭、火炮及迫砲的陸上方陣快砲旁採取掩護姿態。(Source: HANG/Theresa Gualdarama)

拜登決定提供烏克蘭愛國者及聯合直接攻擊彈藥(JDAMs)

美國同意向烏克蘭提供愛國者防空與飛彈防禦系統，也提供精確導引彈藥，這是武裝烏克蘭重要的一步，自俄軍於2022年2月入侵以來，烏克蘭與俄羅斯的戰爭已接近1週年(至2023年1月)。

時值俄羅斯對烏克蘭基礎設施發動無人機、彈道飛彈及巡弋飛彈攻擊之際，烏克蘭總統澤倫斯基訪問華府，這是其十個月以來首次出訪，他穿著標誌性的綠色戰術毛衣與長褲，除了表達謝意也要求更多協助。

美國國務院表示，美國正在進行「聯合直接攻擊彈藥(JDAM)的首次交裝，這將為烏克蘭空軍提供強化的精準打擊能力，以應對俄羅斯的入侵部隊」。2022年1月，美國加大挹注，決定提供烏克蘭布萊德雷戰鬥車(Bradley Fighting Vehicles)。不過，儘管美國國會已授權烏克蘭飛行員使用美製F-16進行訓練，由於美國顧慮這種長程作戰能力被俄羅斯視為



2022年12月21日，烏克蘭總統澤倫斯基與美國總統拜登於白宮合影。(Source: White House Photo)

意圖提升局勢，因此尚未提供這些武器。

價值十億美元的愛國者是一套整合式防空系統，由攔截飛彈、雷達、指管系統，以及其他支援元件組成。組成一個愛國者飛彈連大約需要90個人；然而，烏克蘭還需要幾個月的時間才能部署此系統。

一位美國高階國防官員告訴記者，「愛國者是世

用無人機攻擊美國與夥伴國部隊。我們多樣化的情蒐作為，可偵測無人機的生產、運輸及存放位置。」

美空軍中央指揮部定期進行反無人機演習，其中包括指揮官親自執行的不定期任務。除了在反伊斯蘭國(ISIS)運動的堅定決心行動(Operation Inherent

Resolve)中支持盟軍飛行任務外，反無人機演習是格林克維奇的首要任務之一，也是美國、盟軍及夥伴國在該地區進行協調，進一步推動並完善空中與飛彈防禦整合作為的一部分。

格林克維奇表示，「我們保持各種以拒止及遲滯無人機攻擊為目的之動能能力，包括非

動能選項和使用武裝飛行器擊落無人機，我們在聯合部隊及夥伴國與聯盟成員國中定期且全面的遂行這兩種訓練。最後，我們透過各種系統來保護人員及設施，這些系統建構出多層次的防禦架構，與跨學術與多國團隊共同精進，以最大化效率與成果。無人機威脅不斷演

界上最先進的防空系統之一，可賦予烏克蘭防禦領空的關鍵長程能力，攔截巡弋飛彈、彈道飛彈及飛行載具。將愛國者兵力置於空中防禦環境中非常重要。防空領域沒有所謂的萬靈丹，我們的目標是幫助烏克蘭納入自己的舊有能力及北約標準系統，加強分層、整合式的防空手段。」

自戰爭於2022年2月爆發以來，美國向烏克蘭提供的武器和其他安全援助總額已超過215億美元。

提供聯合直接攻擊彈藥象徵強化烏克蘭空軍的重大舉動。美國並未透露要提供的具體彈藥種類、航空彈藥的數量，或這些武器的價值。聯合直接攻擊彈藥套件會安裝在非導引炸彈上。

大部分援助是動用拜登的總統撥款權(Presidential Drawdown Authority, PDA)提供美國現有武器軍援烏克蘭，而餘額則來自其他帳戶，例如烏克蘭安全援助倡議(Ukraine Security Assistance Initiative, USAI)。

美國的援助顯示其改善烏克蘭防空與飛彈防禦計畫的重要一步，滿足了基輔長期以來的要求。愛國者是美國最先進的戰術防空與飛彈防禦系統，每

枚攔截飛彈的成本超過4百萬美元。在俄羅斯攻擊烏克蘭的飛彈中，有許多是從俄羅斯飛行載具發射的。愛國者則提供了烏克蘭前所未有的長程防禦能力。

為防止局勢升級，拜登政府並沒有向烏克蘭提供長程系統。例如，雖然美國提供了高機動性多管火箭系統，但迄今為止都拒絕提供長程的陸軍戰術飛彈系統。

烏克蘭運用自身的武器對俄羅斯領土進行大膽攻擊，炸毀了連接俄羅斯與克里米亞的一座橋樑(俄羅斯於2014年占領並吞併了克里米亞)。俄羅斯境內的一個空軍基地成為攻擊目標，幾架戰略轟炸機在襲擊中受損，而烏克蘭未否認執行該次攻擊。美國官員堅稱烏克蘭可以自由地就非美國提供之武器做出軍事決定。

美國表示並不擔心提供愛國者系統會造成任何的局勢提升。一位資深軍方官員表示：「這將是一種防空能力，是整合式防空系統的一部分，在本質上就只是一種防禦系統。」

進，用以緩解該威脅的手段與措施也隨之不斷變化。如同戰區彈道飛彈與對地攻擊巡弋飛彈的威脅一樣，在中東地區作戰的任何國家或軍隊，都無法獨力完全降低無人機威脅；因此，我最關心的領域，同時也是作戰指揮部重點關注的領域，便是區域整合式防空與飛彈防

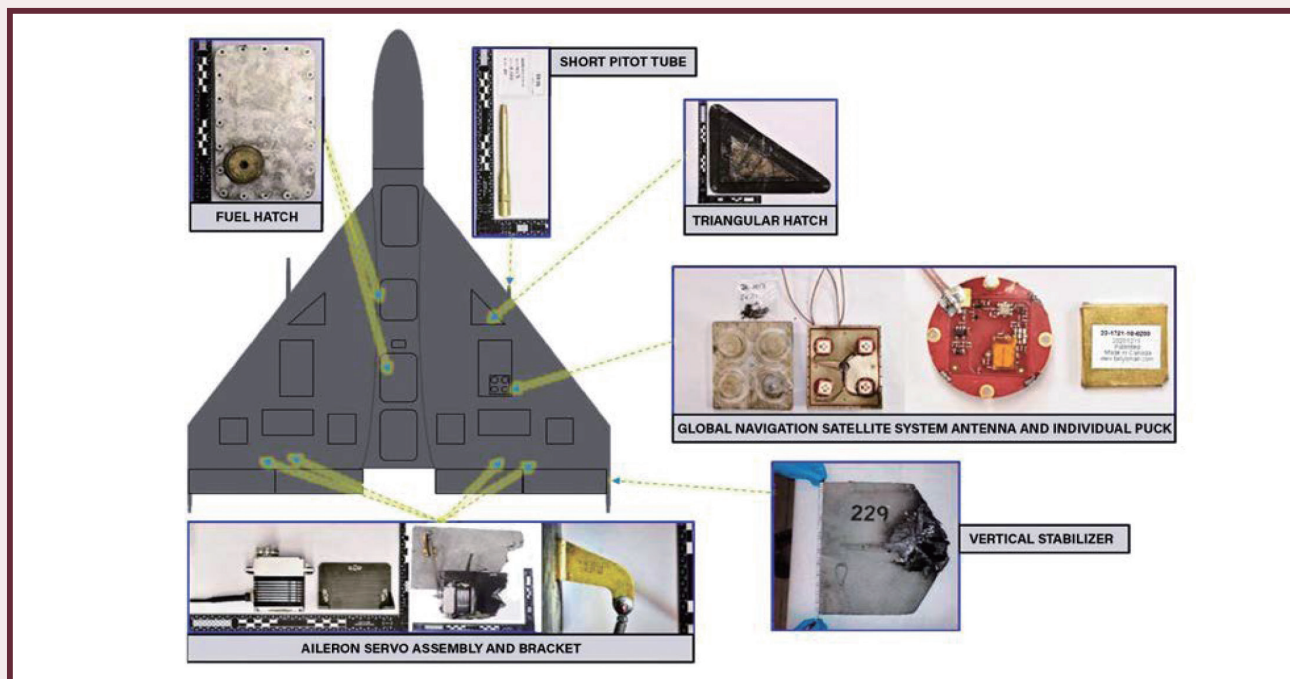
禦。」

但與美軍及中東的盟友不同，烏克蘭沒有美空軍中央指揮部所仰賴的整體防空系統，也沒有能支援嚇阻戰略的火力作為後盾。

見證者-136與見證者-131(俄羅斯術語中的Geran-2和Geran-1)能夠在飛行途中改變攻擊

目標，但其對抗強化軍事目標的作用有限。然而，它們對軟基礎設施目標(例如沙烏地阿拉伯石油基礎設施及默瑟街號油輪)的攻擊卻是有效的。

華盛頓研究所(The Washington Institute)中東軍事及安全專家奈茨(Michael Knights)表示「這些無人機不能攜帶大型彈



美海軍未爆彈處理小組收集之碎片辨識圖，此處顯示收集之碎片表明襲擊商用油輪的無人機是伊朗製造的見證者-136。(Source: USN Graphic)

頭，即便攻擊非常準確，但也很容易遭擊落。所以它理想的打擊目標會是不設防、有價值的目標。」

拜登政府表示，伊朗已向俄羅斯提供了數百架無人機，也派遣伊斯蘭革命衛隊(Islamic Revolutionary Guard Corps)的技術專家前往克里米亞提供技術支援，並訓練俄軍使用無人機。

捍衛民主基金會的安全專家哈迪(John Hardie)表示：「伊朗觀察無人機在更現代化戰場上的表現有許多好處。對於伊朗，因其具有各種無人機及飛彈，以及前述武器不斷量產的方式，始終是一個學習機會，這是其一。其二也許是地位，該舉措促使伊朗政權及其革命合法化。其三，是意圖刺激西方國家，或許能分散美國及其西方盟友的注意力，以轉移相關國家對中東的關注。」

根據倫敦皇家聯合軍事研究院(Royal United Services Institute)的報告指出，見證者-136的航程超過600英里，一般巡航速度約每小時100英里，比基本型式賽斯納(Cessna)飛機慢；該型無人機也具備慣性導引及衛星導航接收器，對攻擊固定目標最為擅長。據美陸軍訓練與準則司令部(Army's Training and Doctrine Command)稱，見證者-131是見證者-136的縮小版，只是機體較小但外觀相同。

衝突軍備研究所(Conflict Armament Research)於烏克蘭針對伊朗製造的無人機殘骸進行檢查後發現，這些無人機「包含來自伊朗境外的高端元件，例如半導體及戰術級慣性測量裝置」。

2022年10月10日，俄軍利用無人機、口徑(Ka-libr)巡弋飛彈及伊斯坎德爾彈道飛彈實施一項新戰

略，置重點於攻擊烏克蘭的電網和發電站，目的是要剝奪數百萬烏克蘭平民的暖氣與電力供應。

這些無人機、巡弋飛彈及彈道飛彈之目的，是要完全制壓烏克蘭防空系統。俄羅斯的攻擊是從克里米亞、俄羅斯領空或黑海的艦船進行。俄羅斯也會在半夜發動多次攻擊，讓烏克蘭守軍措手不及，也使防空部隊難以發現目標。

這些發射陣地通常超出烏克蘭武器的射程，這代表俄軍能在安全的地方躲藏。美國並未向烏克蘭提供可深入俄羅斯的長程陸軍戰術飛彈系統(ATACMS)飛彈，拜登政府官員表示，這項政策的用意在降低烏克蘭衝突可能升級為美俄直接對抗的風險。基輔同樣也承諾，美國搭配高機動砲兵火箭系統(HIMARS)發射器的導引多管火箭系統(GMLRS)火箭並不會用於攻擊俄羅斯領土。

只要俄羅斯能夠發射無人機，就會對烏克蘭軍隊造成龐大的防禦成本。

這些無人機相對便宜，儘管為伊朗與俄羅斯的軍事合作提

供準確的金額估計很難，但奈茨與哈迪等專家認為它們的成本約為2萬美元。

奈茨說：「俄羅斯手上有許多伊朗想要的東西，尤其在技術、共同生產物料、核子研究方面。伊朗的其他夥伴也包括北韓。如果你是伊朗，並且處於被高度孤立的狀態，那在聯合國安理會擁有否決權的俄羅斯便會伸出援手。」

就算烏克蘭的防空系統處於最佳狀態，相對簡陋的伊朗無人機也能為烏克蘭帶來困難。例如，烏克蘭國產的S-300等陸基防空系統發射的每枚飛彈估計成本高達1百萬美元。即使是較不先進的系統，如美製刺針(Stinger)人攜式防空飛彈(MANPADS)發射器，每枚飛彈的成本仍然高達數萬美元。

奈茨說：「這種迫使對手付出高昂代價，來阻止你運用極低成本就能做到的事，是極為有效的競爭戰略，這為對手帶來了比你更高的成本負擔。」

烏克蘭擁有多種地對空飛彈、配備空對空飛彈的有人駕駛飛行器、人攜式防空武器、高射砲及電戰措施等其他防禦

手段。

戰略暨國際研究中心(Center for Strategic and International Studies)防空與飛彈防禦專家卡拉科(Tom Karako)說：「烏克蘭目前正在進行大量反無人機作為……」，俄羅斯的無人機攻擊本質上是一場消耗戰。卡拉科指出，就連美國都承認，在防空與飛彈防禦領域中，即使只是為了滿足自身需求都顯得捉襟見肘。

卡拉科表示，先進、昂貴的地對空飛彈系統並不適合對抗小型、緩慢及便宜的無人機。相反的，更好的解決方案是透過電戰措施來使無人機失效，或使用成本較低的高射砲、刺針，以及可使用車載刺針飛彈發射器的復仇者(Avenger)系統。

在談到反制無人機系統的努力時，卡拉科說：「單次擊殺成本是一種挑戰，這是普遍性的問題」。

版權聲明

Reprinted by permission from *Air and Space Forces Magazine*, published by the Air and Space Forces Association.