

共軍偵攻一體無人機之研究 ——以攻擊2型無人機為例

空軍少校 沈柏均 空軍中校 王炳昌

提 要

一、無人機戰場革新：從偵察到打擊一體化

近年來，全球軍事衝突如俄烏戰爭、以哈戰爭顯示，無人機的角色已從單純偵察，進化為能執行精準打擊的「偵攻一體」平臺。中共「攻擊-2」無人機正是這股趨勢下的代表機種，具備長航時、高機動性與多用途作戰能力。這種技術發展將如何影響戰場態勢？又將如何衝擊兩岸安全格局？本文將深入剖析「攻擊-2」無人機的發展、應用與未來挑戰。

二、「攻擊-2」型無人機：中共版MQ-9B？

「攻擊-2」無人機常被視為中共對美國MQ-9B「死神」無人機的回應，但兩者在性能、作戰概念上仍有差距。本文將從技術特性、武器載荷、航程與作戰模式等面向，深入比較「攻擊-2」與MQ-9B的異同，並探討中共如何運用無人機提升軍事影響力。此外，我國的「騰雲」無人機是否能有效應對這類威脅？我們將從戰略與戰術層面分析雙方的優勢與弱點。

三、無人機戰術升級：聯合壓制與電子戰挑戰

「攻擊-2」不僅能單獨執行任務，還能與「殲-16」戰機等載人平臺協同作戰，形成「聯合壓制」戰術。透過電子戰干擾、精準打擊與戰場監控，它能提升作戰效能，削弱敵方防禦能力。此戰術不僅改變了傳統空戰模式，也對我國的防空系統構成巨大挑戰。面對這種新型戰法，我國該如何應對？本文將提供深入分析與剋制對策。

四、臺海防禦新挑戰：無人機如何影響空防戰略？

「攻擊-2」無人機的出現，可能會迫使我國空軍分散兵力，增加攔截負擔，使防空壓力倍增。此外，這款無人機的高性價比與持續出口，將使其成為中共對外軍事影響力的象徵。我國該如何發展自身無人機技術、提升電子戰與防空系統，來應對這場無人機競賽？本文將探討可能的建軍備戰方案，提供策略性的防禦建議。

關鍵詞：偵攻一體無人機、精準打擊、反無人機、協同作戰

前言

近年來的雙亞戰爭、以哈戰爭乃至俄烏戰爭，世界各國無人機的運用已不再只是偵察型或攻擊型的單一形式，而是協同運用偵攻一體複合式無人機，可同時對敵方目標及環境執行監偵並執行打擊任務。¹

中共於軍事現代化戰略中，無人機運用可依作戰需要，運用具備偵察預警、精準攻擊、偵攻一體、飽和攻擊、電戰干擾、通信中繼、甚至有人／無人協同作戰等能力，²形成「高、中、低」的配置模式，並將其納入陸、海、空軍與火箭軍的編制中，遂行不同任務。³其中，偵攻一體無人機的技術，使「集群」攻擊模式更趨成熟，強調偵攻一體無人機的靈活性及多樣化用途，透過降低風險與成本，提升其戰場感知能力。攻擊2無人機即為此背景下的代表性機種，能在多種地形與複雜環境中執行監控及打擊任務；中共近年來與其周邊鄰國也緊密的進行無人機協同演練，比如2024年在寮國舉行的「友誼盾牌-2024」聯合演習中設置有「無人機反

制」課目，中寮雙方還組織了混編的無人機反制組，這種中外混編的無人機反制組，體現了中寮兩國軍隊做到分隊級的實戰化協同，更有利於為雙方部隊提供針對無人機的安全防護。⁴

我國方面，由於國防需求特殊，亦積極發展自製無人機，如騰雲無人機，聚焦於災害應變及國土防衛。美國售臺的MQ-9B無人機則作為全球頂尖的無人作戰平臺，其設計考量了長程飛行和高端感測器偵察運用，在各類戰術情境中展現出色表現。

本篇將了解我國與中共雙方無人機的技術與戰術考量，分析其性能差異與應用場景，並進一步針對我國如何有效應對提出建議。臺海安全局勢日趨複雜，雙方的無人機技術競爭對未來戰略佈局影響深遠。透過本研究，可為軍事決策層提供具體的參考依據，協助我國強化自身戰略優勢。

情報摘要

一、中共偵攻一體無人機發展及沿革

中共偵攻一體無人機的發展可追溯

1 李宗憲，〈俄烏戰爭雙方空中偵察載具監偵作為運用及對我之啟發〉，載於國防大學(主編)，《俄烏戰爭專題研析》，頁47-80，2024年，<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20240712002-N202407120015-00002>(檢索日期：2025年1月4日)。

2 康曉嵐，〈無人飛行載具在防衛作戰運用的探討〉，頁73-106，2021年6月，<https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202203/4c4d5333-c339-4fa0-9df9-b0b071e0cf49.pdf>(檢索日期：2025年1月7日)。

3 陳津萍、張貽智，〈從AI應用看中共UAV發展〉，《軍事社會科學專刊》，(20)，頁3-22，2022年，[https://doi.org/10.6915/PMSS.202203_\(20\).0002](https://doi.org/10.6915/PMSS.202203_(20).0002)(檢索日期：2025年1月7日)。

4 李文輝，〈中外軍演緊貼實戰及作戰趨勢共軍無人裝備接連亮相〉，《工商時報》，2024年7月20日，<https://www.ctee.com.tw/news/20240720700335-430801>(檢索日期：2025年1月7日)。

至1990年代，當時中共開始投入偵察型無人機的研製與應用。初期的發展目標主要集中在提升戰場感知能力，這些無人機主要用於戰術偵察、情報蒐集與監視等任務。

(一)偵察型無人機的起步

中共偵察型無人機的發展可以追溯至美國在越戰執行戰場偵查時進入中共領土，中共當時以殲6型機將其擊落而獲得的「火蜂」無人機。火蜂無人機作為冷戰時期美軍重要的偵察工具，對中共的無人機技術啟蒙起到了關鍵作用。憑藉對火蜂無人機的逆向工程，中共逐步掌握了早期無人機設計與製造的基本技術。此後，在1990年代，中共從以色列和俄羅斯引進無人機技術，例如以色列的「哈比」無人機，為中共初步建立了無人機研發的技術基礎。⁵其後，中共開始自主研製如「長虹」系列的偵察無人機，長虹一號作為中共第一代偵察無人機之一，採用傳統固定翼設計，具備中低空短距離飛行能力，能執行簡單的戰術偵察任務。這些無人機性能相對簡單，主要用於短距離的戰術偵察但為後續更先進無人機的研發奠定了基礎。

(二)朝向「偵攻一體」的轉型

進入2000年代後，中共逐漸意識到

現代戰爭中融合偵察與打擊功能的需求日益重要。以共軍空軍與「航天科技集團」為核心，中共加速了偵攻一體無人機的研發。例如，2011年首次公開亮相的「翼龍（軍用代號：攻擊）」系列無人機便是這一發展方向的重要成果。⁶翼龍系列無人機具備高空長航時性能，能夠同時執行偵察、精確打擊與情報蒐集等多重任務。⁷

二、中共「攻擊2」無人機發展及介紹

「攻擊-2」無人機的發展可以追溯到「攻擊-1」的推出。攻擊-1(GJ-1)是「中國航空工業集團(AVIC)」研製的一款偵攻一體無人機，其設計目的是提供高效的情



圖1 美國「火蜂」無人機

資料來源：〈中共版BQM-147G火蜂無人偵察機，最意外的收穫〉，《每日頭條》，<https://kknews.cc/military/xj64vog.html>。

5 王建新，〈中共無人機發展報告〉，《北京：航空工業出版社》，2019年。

6 楊幼蘭，〈偵攻一體中共翼龍1無人機已服役〉，《中時新聞網》，2017年12月29日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171229003888-260518?chdtv>(檢索日期：2025年1月7日)。

7 〈中共翼龍無人機靠AI指揮？總設計師揭密未來能力〉，《香港01》，2022年1月13日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171229003888-260518?chdtv>(檢索日期：2025年1月7日)。



圖2 中共「長虹1號」無人機

資料來源：〈長虹1系列無人機〉，《無人機網》，<https://m.youuav.com/news.php?id=963>。



圖3 翼龍1無人機

資料來源：〈解放軍翼龍無人機〉，《香港文匯網》，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BF%BC%E9%BE%99%E7%B3%BB%E5%88%97%E6%97%A0%E4%BA%BA%E6%9C%BA>。

報收集與精確打擊能力。攻擊-1的外觀與性能明顯受到美國MQ-1掠奪者(Predator)的啟發，採用長機翼、V型尾翼和螺旋槳推進設計，能夠攜帶多種導引式武器，如AR-1空地導彈和GB3滑翔炸彈。

「攻擊-2」無人機是「中國成都飛機設計研究所」研製的一款中高空、航時

長的多用途無人機，於2017年2月完成首飛，隨後投入量產。作為翼龍系列的升級版本，「攻擊-2」型在設計上融入了多項尖端技術，結合了偵察與打擊的能力，被定位為一款「偵攻一體」無人機，能夠滿足現代戰爭中多樣化的作戰需求。

在性能諸元方面，這款無人機的尺寸較大，翼展達20.5米，機長11米，最大起飛重量為4.2噸，配備一臺ROTAX914UL渦輪增壓活塞發動機，採用螺旋槳驅動，可達到370公里每小時的最大航速，並具有長達20小時的續航時間與7,400公里的航程。這些性能讓「攻擊-2」型能夠在中高空執行長時間的巡航偵察任務，覆蓋廣泛的作戰區域。⁸

在作戰用途上，「攻擊-2」無人機具備強大的打擊能力，最多可攜帶480公斤的武器彈藥。它擁有多個武器掛點，能靈活掛載精確導引炸彈和空對地導彈，其中包括AR-1空對地導彈和FT系列滑翔炸彈。此外，它還能攜帶電子干擾設備，用於壓制敵方雷達與通信系統，或用作通信中繼平臺，提升戰場協同能力。該無人機的主要特點之一是模組化設計，能根據任務需求搭載不同的偵察設備與武器。其先進的光電與紅外偵察設備，讓「攻擊-2」無人機可以執行高效的目標搜索、情報收集與實時監視。此外，無人機具備高度自主導航能力，可根據預設航線進行自主飛行，也支持遠程操控，讓操作者在安全的

⁸ 韓瑩、彭耀祖，〈今29架次共機擾台海 首偵獲攻擊2型無人機〉，《公視新聞網》，2023年10月4日，<https://blog.udn.com/H101094880/179974873>(檢索日期：2025年1月7日)。



圖4 翼龍2無人機ROTAX914UL發動機

資料來源：〈中國察打一體無人機發展史〉，《無人機網》<https://m.youuav.com/news/detail/201908/34485.html>。

後方指揮作戰。

2024年10月4日國軍偵獲中共派出29架次軍機、5艘次軍艦，持續在臺海周邊活動，其中1架「攻擊-2」無人機首次被國防部公布出現在我國防空識別區內，我國軍運用任務機、艦及岸置飛彈系統嚴密監控與應處。看得出中共運用無人機侵擾周邊國家的手段日益新增，不僅消耗我國國防，造成兩岸情勢緊張，並對國安構成極大威脅。

三、「攻擊2」無人機應用

2024年4月14日，伊朗向以色列發動了大規模攻擊，發射了超過300架無人機與導彈。以色列國防部表示，這些攻擊大部分被成功攔截，只有少數導彈擊中目標，造成輕微損害。⁹在利比亞內戰中，「攻擊-2」無人機由阿拉伯聯合大公國(阿聯酋)部署，用於支援「利比亞國民



圖5 翼龍2(攻擊2)無人機

資料來源：〈攻擊-2無人機將首秀珠海航展，殲-20也將「三新」亮相〉，《Ettoday新聞雲》，<https://www.ettoday.net/news/20181103/1296713.html>。

軍」(LNA)對抗「民族團結政府」(GNA)的作戰。該無人機在戰爭中主要執行空中偵察與精準打擊任務，尤其針對GNA的車輛和武裝設施發動打擊。¹⁰2019年8月，利比亞民族團結政府曾宣稱成功擊落一架「攻擊-2」無人機，該事件表明「攻

9 〈Libya's GNA Claims Downing UAE-Supplied Drone〉，《路透社》(Reuters)，2020年1月29日，<https://www.dawn.com/news/1531203>(檢索日期：2025年1月9日)。

10 〈Saudi Arabia's Use of Chinese Wing Loong II Drones in Yemen〉，《中東眼》(Middle East Eye)，<https://drones.rusi.org/countries/saudi-arabia>(檢索日期：2025年1月9日)。

表1 翼龍(攻擊)系列無人機性能表

類別	功能	長度	翼展	起飛重量	速度	升限	最大航程	續航時間
翼龍 1 (攻擊 -1)	偵攻一體	8.7 公尺	14 公尺	1,100 公斤	280 公里 / 小時	5,300 公尺	4,000 公里	20 小時
								
翼龍 1D	偵攻一體	8.7 公尺	17.6 公尺	1,500 公斤	280 公里 / 小時	7,500 公尺	4,000 公里	35 小時
								
翼龍 1E	偵攻一體	8.8 公尺	18.1 公尺	4,000 公斤	460 公里 / 小時	10,000 公尺	7,000 公里	45 小時
								
翼龍 2 (攻擊 -2)	偵攻一體	11 公尺	20.5 公尺	4,200 公斤	370 公里 / 小時	9,000 公尺	7,400 公里	20 小時
								
翼龍 3	偵攻一體	12.2 公尺	24 公尺	6,200 公斤	370 公里 / 小時	12,000 公尺	10,000 公里	20 小時
								
翼龍 10 (無偵 -10)	偵攻一體	9 公尺	17.8 公尺	3,200 公斤	650 公里 / 小時	14,500 公尺	7,400 公里	6 小時
								
攻擊 -11 (利劍)	偵攻一體	12.2 公尺	14.4 公尺	10,000 公斤	980 公里 / 小時	18,000 公尺	4,000 公里	6 小時
								

資料來源：

- 1.〈國防軍工，軍用無人機系統深度研究報告〉，《上海東方財富證券投資諮詢有限公司》，https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202205051563618559_1.pdf。
- 2.〈翼龍-1D無人機的全複合材料技術領先，載彈提升200%，升限提高50%〉，《搜狐網》，https://www.sohu.com/a/351059241_100298393。
- 3.林永富，〈首款全複材翼龍 I-D 成功首飛〉，《旺報》，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190102000156-260301?chdtv>。
- 4.〈中共翼龍1D具備獨特優勢複合材料比例超過殲20五倍〉，《無人機網》，<https://www.youuav.com/news/detail/201812/28342.html>。
- 5.〈陸翼龍-1E無人機首飛秀亮點，要成陸版MQ-1C灰鷹〉，《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtime-news/20220122002152-260417?chdtv>。
- 6.〈中共擾臺首見攻擊2型無人機〉，《大紀元》，<https://www.epochtimes.com/b5/23/10/4/n14088101.html>。
- 7.中共無人機「翼龍-10」首次出口海外買主是沙國，《梅花新聞網》，<https://www.i-meihua.com/Article/Detail/3635>。
- 8.〈中共向巴基斯坦出售48架翼龍2無人機〉，《國防安全研究院》，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=657&pid=3247>。
- 9.〈翼龍-3不簡單〉，《華人今日網》，https://www.chinesedaily.com/focus_list.php?no=c444935.txt&lanmu=Z09&readdate=11-10-2022。
- 10.吳妹璇，〈中共無人飛行載具發展，對我防衛作戰威脅之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第55卷 第568期，2019年12月，頁85-86。
- 11.〈珠海航展亮點，無人機「國家隊」翼龍掛16導彈〉，《聯合新聞網》，<https://udn.com/news/story/7331/6748741>。
- 12.作者綜整匯製。

擊-2」無人機已經被投入到高強度的實戰環境中。¹¹

在沙烏地阿拉伯與葉門的衝突中，「攻擊-2」無人機被沙國廣泛應用於打擊胡塞武裝(Houthi)勢力的地面目標。¹²

「攻擊-2」無人機的長航時性能，讓它可以對胡塞武裝的藏匿地點進行持續監視，並在發現目標後迅速發動攻擊。透過掛載的AR-1空對地導彈和精確導引炸彈，「攻擊-2」無人機能夠有效摧毀胡塞武裝的導彈發射裝置和補給車隊，降低了沙國

軍隊的地面風險。¹³

此外，「攻擊-2」無人機還出現在埃及的反恐行動中。埃及將該無人機部署於北西奈半島，用於打擊該地區的恐怖組織。透過精確打擊與監視，「攻擊-2」無人機有效壓制了當地武裝分子的活動，協助埃及軍方控制局勢。¹⁴

2023年8月央視曝光「殲-16」與「攻擊-2」無人機共同訓練的畫面，「殲-16」戰鬥機與「攻擊-2」無人機協同作戰，形成聯合壓制的作戰模式，是中共軍

11 〈Armed Drones in the Middle East: Proliferation and Strategic Impact〉，《國際戰略研究所報告》(International Institute for Strategic Studies, IISS)，2020年4月20日，https://ah.lib.nccu.edu.tw/item?item_id=153476(檢索日期：2025年1月9日)。

12 〈Egypt Deploys Wing Loong II for Counterterrorism〉，《艾哈拉姆報》(Al-Ahram)，2020年1月29日，<https://english.ahram.org.eg>(檢索日期：2025年1月9日)。

13 〈China's Role in the Drone Wars of the Middle East〉，《華盛頓郵報》(The Washington Post)(檢索日期：2025年1月9日)。

14 〈Unmanned Warfare: The Impact of Iranian and Chinese Drones in Regional Conflicts〉，《中東政策評論》(Middle East Policy Review)。



圖6 攻擊2無人機與殲-16協同訓練

資料來源：〈罕見公開！攻擊-2無人機與殲-16同框訓練，協同作戰融入體系〉，《東方網》，<https://500miao.com/?p=1138>。

事體系中強調多平臺、多層次打擊能力的重要證明。¹⁵這種協同作戰方式融合了「殲-16」的空中優勢和「攻擊-2」的長時滯空、多用途能力，以達到對敵方目標的高效壓制。

(一)「殲-16」與「攻擊-2」的角色分工

「殲-16」作為一款雙座雙發多用途戰機，其設計以執行遠程攻擊、空中優勢作戰與壓制敵方防空為主。該機配備了先進的雷達系統、電子戰設備以及多種類型的空對空與空對地導彈，使其在複雜作戰環境中具備強大的打擊與防護能力。而「攻擊-2」無人機則以其中高空長航時能力和多用途模組化設計，適合執行偵察、監視和對地精準打擊等任務。

在聯合壓制行動中，「殲-16」與

「攻擊-2」的角色通常會明確分工。「殲-16」擔負前線壓制任務，包括打擊敵方防空系統、雷達站及高威脅地面目標，同時對「攻擊-2」提供空中掩護。而「攻擊-2」無人機則利用其長時滯空能力，進行目標偵察、戰場監控以及發動點對點的精準打擊。這種分工不僅能有效分散敵方火力，還能提高整體作戰效能。

(二)協同作戰的戰術應用

1.戰場偵察與情報共享

「攻擊-2」無人機通常負責在作戰區域的前線或側翼進行偵察，收集敵方地面與空中的態勢信息。其多光譜攝像機與合成孔徑雷達能持續監控目標動態，並通過數據鏈將信息實時傳輸給「殲-16」與地面指揮中心。「殲-16」藉助這些情報進行火力規劃，快速確定優先打擊目標。¹⁶

15 〈無人機與殲-16同框畫面曝光 中共空軍的無人僚機時代到來？〉，《陸軍學術雙月刊》，2023年8月15日，<https://www.bastillepost.com/hongkong/article/13239840%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E8%88%87%E6%AE%B216%E5%90%8C%E6%A1%86%E7%95%AB%E9%9D%A2%E6%9B%9D%E5%85%89%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E7%A9%BA%E8%BB%8D%E7%9A%84%E7%84%A1%E4%BA%BA%E5%83%9A%E6%A9%9F%E6%99>(檢索日期：2025年1月13日)。

2. 電子壓制與火力打擊同步進行

「殲-16」配備的電子戰系統能夠對敵方雷達和通訊設備進行干擾，削弱其防空能力。同時，「攻擊-2」無人機可利用其精準導引的導引武器(如雷射導引炸彈或小型空對地飛彈)對敵方火力點進行點擊式打擊。在這一過程中，「殲-16」的遠程導彈可以壓制更高價值的目標，例如敵方的指揮中心或長程防空導彈系統。¹⁷

3. 多軸進攻與誘敵作戰

「攻擊-2」無人機可被用於吸引敵方防空火力，暴露敵方雷達與防空導彈陣地的位置。當敵方啟動防空系統時，「殲-16」可利用反輻射導彈快速摧毀敵方的雷達與導彈發射裝置。¹⁸同時，「攻擊-2」還能從不同方向進行突襲，形成多軸進攻態勢，使敵方難以全面防守。

4. 持續壓制與戰場控制

在攻擊階段完成後，「攻擊-2」無人機可以長時間滯空，持續監控戰場，確保敵方無法迅速恢復戰鬥能力。「殲-16」

則可以在完成主要打擊任務後進行後撤或補給，再次進入戰場時配合無人機完成後續攻擊。

(三) 聯合壓制的戰術優勢

「殲-16」與「攻擊-2」的協同作戰，融合了載人與無人作戰平臺的優勢。

「殲-16」提供了快速、強大的火力輸出和電子壓制能力，並透過前座及後座的任務分配，進行精確打擊任務及空中任務指揮，而「攻擊-2」無人機則憑藉其低成本、長滯空時間和精準打擊能力，能夠有效填補載人戰機的不足。這種高低搭配的作戰模式，不僅能提升壓制作戰的效能，還能減少載人戰機進入高威脅區域的風險。¹⁹此外，聯合作戰還能達到戰場信息的高度共享，使整體作戰系統更加智能化與協調化。²⁰這種模式特別適用於對敵方防空網絡的快速打擊，以及對地面重要戰略目標的多層次壓制。

由於「攻擊-2」無人機在性能與價格之間取得了良好的平衡，它成為許多中東

16 張斌，〈提前試驗忠誠僚機，殲-16與攻擊-2同框，對地打擊效果飆漲〉，《知乎》，2023年8月24日，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/652118715>(檢索日期：2025年1月13日)。

17 馬皓亮，〈殲16領軍 砥劍未來空戰〉，《大公文匯》，2024年1月15日，<https://www.tkww.hk/a/202401/15/AP65a4736be4b05c88581cca39.html>(檢索日期：2025年1月13日)。

18 紀永添，〈紀永添專欄：殲-16機群將是攻臺要角我國要怎麼應對〉，《上報》，2021年11月16日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=129874(檢索日期：2025年1月13日)。

19 張斌，〈提前試驗忠誠僚機，殲-16與攻擊-2同框，對地打擊效果飆漲〉，《知乎》，2023年8月24日，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/652118715>(檢索日期：2025年1月13日)。

20 〈殲16後座飛行員稱呼悄然發生變化 原來準備控制無人作戰飛機〉，《資訊咖》，2025年1月16日，<https://inf.news/zhant/military/8702d0e3efe1fe576e5c59a0bbe0a74d.html>(檢索日期：2025年1月16日)。



圖7 殲-16雙座版飛行員任務分工

資料來源：馬浩亮，〈殲16領軍礪劍未來空戰〉，《大公文匯》<https://www.tkwk.hk/epaper/view/newsDetail/1746593906931404800.html>。

與非洲國家的首選無人機裝備。與美國的「MQ-9死神」無人機相比，「攻擊-2」無人機在性能上略遜一籌，但其成本更低且不受美國出口限制的影響，使得許多希望加強軍事能力的國家選擇購買該型無人機。²¹這款無人機的出口，不僅提升了中共在國際防務市場的地位，也間接影響了地區衝突中的戰爭格局。

研究分析

一、敵我相關事項比較

隨著現代科技的迅速發展，無人機技術已成為國家安全領域中極具戰略價值

的核心利器之一。本章首先就我國中科院研發的「騰雲」無人機及向美國進口MQ-9B無人機進行發展及介紹說明，接續深入分析中共無人機技術在性能、運用範圍及實際應用與我國無人機技術的差異及優勢。接著，進行「特、弱點分析」，針對中共無人機技術優於我國無人機的部分或可能存在的缺陷與不足進行探討。最後，將探討中共無人機技術「對我之影響」，包含其可能帶來的安全風險、戰略威脅及技術層面的挑戰。

(一)我「騰雲」無人機及「MQ-9B」無人機的發展介紹

1.中科院研製騰雲無人機發展沿革：

為了達成空軍對臺海周邊海上偵察需求，²²中山科學研究院(NCSIST)於2009年至2013年間推動了「長征計畫」，研發大型無人航空載具(UAV)，該計畫總預算達新臺幣28億7千萬元。²³該計畫的研發成果即為「騰雲無人機(騰雲一型)」，並於2015年在臺北國際航太暨國防工業展首次公開亮相。隨後，該機於2017年臺北航太展與阿布達比國際防務展中展出。該無人機在主翼下方配備兩具被稱為「救生焚艙」的裝置，²⁴可在災害發生時空投救援

21 〈UAE Wing Loong UAVs Supporting LNA in Libya〉，《詹氏防務周刊》(Jane's Defence Weekly)，2020年8月27日。

22 陳治程，〈可與美製MQ-9無人機混搭中科院揭露騰雲無人機海上監偵畫面〉，《自由時報》，2023年9月15日，<https://i.ifeng.com/c/8NHwjsCq8nu>(檢索日期：2025年1月10日)。

23 朱明，〈中科院騰雲無人機換新引擎與美軍服役的MQ-9「死神」同級〉，《上報》，2019年5月25日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=63974(檢索日期：2025年1月10日)。

24 羅添斌，〈中科院戰略型無人機首度公開亮相〉，《自由時報》，2015年8月10日，<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/1408072>(檢索日期：2025年1月10日)。



圖8 我國騰雲無人機

資料來源：〈國造騰雲無人機 國防部：2024可量產〉，
《自由電子報》，<https://today.line.me/tw/v2/article/v8NpB8>。

物資。

中科院持續發展各種軍用軍規的中、大型無人機，其中，外觀及體積最大的「騰雲二型」無人機持續進行作戰測試評估。並於2024年3月進行複測，同年5月中旬已正式完成；未來將持續依我空軍實需來精進性能，為未來量產做足準備。²⁵

2.騰雲無人機作戰能力

騰雲無人機透過地面導控站具備多機協同操控、聯網導控及即時影像傳輸等先進功能，能夠在日夜間執行情報蒐集、長時間監偵以及地形勘查任務，其性能表現非常值得注意。²⁶騰雲的翼展為20公

尺，機身長14公尺，最大航程達到4,500公里，滯空時間極長，可連續繞行我國本島4至5圈。這顯示它在動力系統、自主飛行技術、衛星數據傳輸硬體以及飛控軟體整合等方面，已達到相當成熟的階段。它採用衛星導控技術，具備中高度飛行能力，能長時間巡航並執行多樣化任務。²⁷

特別值得一提的是，騰雲二型的外觀尺寸及動力系統與美國的MQ-9「死神」無人機相似。它搭載TPE-331發動機，使其載重量超過1,500公斤，未來可能攜帶天劍系列，甚至包括國內研製的萬劍彈與反艦飛彈等新型武器。這意味著，騰雲無人機不僅具備優秀的偵察能力，同時也擁有強大的火力支援能力，顯著提升我方在不對稱作戰中的戰略優勢與行動選項。

此外，騰雲無人機還擁有多籌載能力，可搭載多種感測器與設備，包括光電/紅外線感測器、電子偵蒐裝置、合成孔徑雷達(SAR)及語音航管通訊等技術。²⁸在防衛作戰中，有效協助國軍執行C5ISR戰場管理系統的各項核心功能，如目標獲得、標定及火力發揚，成為我軍在現代戰場中的重要作戰利器。

25 陳治程，〈「騰雲二型」無人機作戰測評順利離量產更進一步〉，《自由時報》，2024年6月10日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4700693>(檢索日期：2025年1月10日)。

26 黃雅詩，〈騰雲二型無人機繞島測飛，學者：國防自主里程碑〉，《中央通訊社》，2022年6月26日，<https://www.cna.com.tw/news/aip/202206260156.aspx>(檢索日期：2025年1月10日)。

27 黃耀鋒，〈中共無人戰鬥飛行載具發展及我因應作為〉，《碩士論文，淡江大學》，2018年，華藝線上圖書館(檢索日期：2025年1月7日)。

28 羅添斌，〈換裝美軍MQ-9同型發動機，二代「騰雲」無人機近期作戰測評〉，《自由電子報》，2023年2月17日，<https://today.line.me/tw/v2/article/BEPr3Oz>(檢索日期：2025年1月10日)。



圖9 騰雲無人機地面導控站

資料來源：劉宇婕，〈地面操控站首度曝光！「騰雲」無人機將與MQ-9高低配〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4401184>。



圖10 TPE331型渦槳發動機

資料來源：〈後備軍友俱樂部〉，<https://army.chlin.com.tw/BBS/viewthread.php?tid=8321&extra=&page=15>。

3.美售臺MQ-9B無人機發展沿革

美國向我國出售的MQ-9B無人機，是美國通用原子航空系統公司(General Atomics Aeronautical Systems, Inc：以下簡稱GA-ASI)研製的中高度長航時(MALE)無人機，具備卓越的偵察與打擊能力，代表了現代無人機技術的頂尖水準。這款無人機源自MQ-9系列的升級發展，其設計不僅考慮到軍事需求，還符合國際航空安全標準，是一款兼具技術先進性與操作靈活性的多功能作戰平臺。²⁹

MQ-9B的發展脈絡可以追溯到1990年代的MQ-1「掠奪者」無人機。作為美國早期的無人機代表，掠奪者開啟了無人機在情報蒐集與監控中的應用。到了2000年代，通用原子公司推出了MQ-9「死神」無人機，其性能大幅提升，不僅航時更長、速度更快，還具備更大的武器載

29 王嘉源，〈我國向美採購MQ-9B無人偵察機 由「海上衛士」變「空中衛士」〉，《工商時報》，2024年3月14日，<https://today.line.me/tw/v2/article/BEPr3Oz>(檢索日期：2025年1月11日)。

荷，成為美國空軍的重要作戰裝備。³⁰然而，隨著作戰需求的多樣化與國際市場的拓展，GA-ASI在2010年代中期推出了MQ-9B型無人機。這款升級版本不僅強化了全天候作業能力，還加入了自動防撞系統(Detect and Avoid, DAA)，使其能在民航空域中安全運行。此外，MQ-9B的最大航程超過40小時，載重能力更強，³¹可執行偵察與打擊的多重任務，進一步提升其在戰場上的應用價值。

2020年，美國國務院批准對臺軍售MQ-9B無人機，這一決策具有深遠意



圖11 美國MQ-1掠奪者無人攻擊機

資料來源：Alen chen，〈移植Mojave能力，MQ-1C 灰鷹現在具備航艦起降能力〉，《科技新報》，<https://technews.tw/2024/10/22/ga-asis-new-mq-1c-25m-now-has-the-ability-to-land-and-take-off-from-carriers/>。

義。我國將獲得4架MQ-9B無人機及相關地面控制設備，總價值約6億美元。³²這些無人機的引進將顯著增強我軍的情報、監視與偵察(ISR)能力，尤其是在臺海及周邊海域的態勢感知方面，能有效監控共軍的軍事活動。此外，MQ-9B的多功能特性讓它不僅具備偵察能力，還能執行精確打擊任務，可搭載地獄火飛彈與多型精準導引武器，用於反制敵方威脅，進一步強化我國在不對稱作戰中的優勢。

從技術層面來看，MQ-9B的亮點在於其長航時、高載重、多任務能力以及符合國際航空標準的設計。它能在惡劣氣候下執行任務，並具備大範圍監控能力，為戰場提供即時的態勢資訊。同時，由於其符合國際航空標準，MQ-9B還能進入民航空域執行跨區域任務，這對於在區域防衛中的靈活部署具有重大價值。

4.MQ-9B無人機作戰能力

作為現代無人機技術的代表作之一，充分展現了多功能作戰平臺的技術深度與廣泛應用性。其設計不僅結合了更好的氣動結構與高效能的動力系統，還融入了先進的感測與導航技術，確保其能勝任多樣化的軍事任務需求。

30 許邁德，〈【武備巡禮】偵監、搜索、攻擊兼備 MQ-9B「海上衛士」無人機〉，《工商時報》，2020年11月16日，<https://tw.news.yahoo.com/%E6%AD%A6%E5%82%99%E5%B7%A1%E7%A6%AE-%E5%81%B5%E7%9B%A3-%E6%90%9C%-mq-160000195.html>(檢索日期：2025年1月11日)。

31 〈我國採購MQ-9長程無人機的戰略意義，爭奪看不見但重要的這個戰場！〉，《戰略風格編輯部》，2020年11月16日，<https://strategy.style/archives/mq-9-sea-guardian-taiwan>(檢索日期：2025年1月11日)。

32 吳哲宇，〈加入Link-16系統，空軍買MQ-9B無人機決標金額略增1億元〉，《自由時報》，2023年12月4日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4510013>(檢索日期：2025年1月11日)。

MQ-9B的機體以複合材料打造，既減輕了結構重量，又提升了抗疲勞強度和耐用性，其翼展達到24公尺，提供了優異的升力與穩定性。³³動力系統方面，該無人機搭載了一具Honeywell TPE331-10渦輪螺旋槳發動機，輸出功率高達950軸馬力，使其能在高空穩定飛行，並支援長時間作業，最大航時可達40小時以上，航程則超過11,100公里，具備跨區域作戰部署的能力。³⁴

在偵察與感測技術方面，MQ-9B配備了多光譜目標指示與偵察設備，包括電子光學與紅外線成像系統、高精度的合成孔徑雷達(SAR)，以及地面目標移動指示功能(GMTI)。³⁵這些感測器使其能全天候進行監視與偵察，並能在惡劣天候與夜間作業。此外，該無人機還整合了多種模式通信與電子偵蒐技術，能夠攔截並分析敵方信號，甚至在必要時執行電子戰干擾任務。

武器掛載方面，MQ-9B具備強大的掛載能力，最多可攜帶12個武器掛點，總掛載重量超過2,155公斤。其武器裝備包

括AGM-114地獄火飛彈、GBU-12雷射導引炸彈、GBU-38 JDAM聯合直接攻擊炸彈，以及小直徑炸彈等多型精準導引武器，適合執行多樣化的精準打擊任務。此外，MQ-9B還能搭載電子戰裝備，用於壓制敵方雷達與通信系統。

MQ-9B的操作，是透過地面導控站、衛星通信車及地面接收站之無線電訊號遠端操作，又稱為「遠距遙控無人飛行器」(Remotely Piloted Aircraft, RPA)，MQ-9B結合了全球衛星導航系統與自動防撞系統，使其能夠在民航空域中安全運行，並符合國際民航組織(ICAO)的相關標準。其自動駕駛功能支援長時間的遠程自主作業，並可透過衛星數據鏈與Link-16等技術，³⁶與其他部隊共享即時動態資訊，達到高效的聯合作戰能力。如果戰場地域與控制站遠隔兩地，任務是由在本土的地面導控站進行。導控站內包括飛行員、感測器操作員，以及任務情報協調員，操作人員可以輪班，相較於有任務時間限制的載人飛機，優勢顯而易見。

綜觀其性能參數，MQ-9B具備最大

33 <我國採購MQ-9長程無人機的戰略意義，爭奪看不見但重要的這個戰場！>，《戰略風格編輯部》，2020年11月16日，<https://strategy.style/archives/mq-9-sea-guardian-taiwan> (檢索日期：2025年1月11日)。

34 舒孝煌，<【韜略談兵】MQ-9B海上衛士，滯空偵巡>，《青年日報》，2023年8月24日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1609692> (檢索日期：2025年1月11日)。

35 吳亦軒，<MQ-9B無人機售臺，國防院解析：它是對中共海空軍作戰包圍網的關鍵拼圖>，《青年日報》，2020年11月5日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=160692> (檢索日期：2025年1月11日)。

36 陳成良，<顛覆戰場！MQ-9B「海上衛士」環太軍演展現多域作戰實力>，《自由時報》，2024年8月18日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4772554> (檢索日期：2025年1月11日)。

約15,000公尺的作戰升限，以及約380公里每小時的巡航速度，展現了長航時、高載重與多任務執行能力的綜合優勢。這款無人機不僅是一個高效的情報、監視與偵察平臺，還能達到「偵攻一體」的作戰模式，從作戰環境偵查到目標打擊均能高效完成，極大地增強了作戰靈活性與效率。

更重要的是，MQ-9B的設計展現了現代戰爭對無人機技術的高標準需求。其不僅具備應對高風險區域的能力，還可在多種作戰環境中靈活部署，無論是情報蒐集、目標監視，還是精準打擊與電子戰，都能展現出色的性能。作為一款技術成熟的戰略性裝備，MQ-9B無疑為美軍及其盟國提供了在現代戰場上占據優勢的利器，也代表了未來無人機技術發展的方向。

(二)「攻擊-2」無人機與「騰雲」無人機比較

中共的「攻擊-2」無人機與我國的「騰雲」無人機皆屬於中高度長航時(MALE)無人機，兩者在設計理念、技術應用與作戰性能上各有其特色與差異，反映了不同國家的戰略需求與技術能力。³⁷

「攻擊-2」無人機由中國航空工業集團(AVIC)研製，是「翼龍」系列的改進型。該無人機以具備偵察與打擊一體的多功能作戰能力為核心，能同時執行情報蒐集、監視、偵察(ISR)及精確打擊任務。滯空時間約20小時與我騰雲無人機相比



圖12 MQ-9B無人機地面導控站示意圖

資料來源：〈MQ-9B海上衛士型無人機地面控制站國防部選定嘉義、花蓮2處〉，《MOBILE網》，2022年7月5日，<https://kknews.cc/military/xj64vog.html>，檢索日期：2025年2月15日。

(滯空24小時)略遜一籌，最高飛行速度可達每小時370公里，優於「騰雲」無人機(時速296公里/小時)。作為一款重視火力投射的無人機，「攻擊-2」能攜帶多達12枚武器，其掛載能力達到480公斤，遠優於「騰雲」無人機之武器掛載數量及重量，故「攻擊-2」無人機適合執行高密度火力支援與精準攻擊。

「攻擊-2」無人機在感測器配置方面，能力與騰雲無人機概同，同樣搭載了電子光學/紅外線(EO/IR)偵測裝備、合成孔徑雷達(SAR)以及信號偵蒐裝置，能夠在惡劣天候與夜間條件下進行目標探測與追蹤。此外，「攻擊-2」的控制系統與數據鏈技術支持遠程操控與即時數據回傳，能達到跨區域的態勢感知與火力協同，而目前國產騰雲無人機尚未與武器系統整

37 韓瑩、吳嘉堡，〈共軍無人機繞臺一周 張延廷：為偵蒐情資並消耗戰力〉《公視新聞網》，2023年8月29日，<https://news.pts.org.tw/article/653663> (檢索日期2025年1月11日)。

合。

相較之下，我國「騰雲」無人機則由中科院自主研發，強調在區域防衛中的多任務靈活性與自主性。「騰雲」的最大航程達4,500公里，航時超過24小時，其在長時間滯空監控與持續情報蒐集測評中表現尤為突出。

感測器技術上，「騰雲」無人機裝配了先進的多光譜偵測設備，包括電子光學/紅外線攝影機、SAR雷達與電子偵蒐系統，此外還具備語音航管通訊功能，能與C5ISR系統進行高效整合，提供戰場目標標定與火力引導支援。「騰雲」的優勢在於其高可靠性與多任務載荷能力，特別是在區域性持續監控與情報搜集領域，展現了卓越的自主性能。³⁸

從綜合性能比較來看，「攻擊-2」更偏向於火力投射與多目標打擊，其較大的武器掛載量使其在攻擊任務中占有一定優勢。然而，「騰雲」無人機在長航時、持續監控以及戰場數據整合上更具特色，尤其是在臺海防衛作戰中，能以靈活部署與多重載荷的特性，³⁹有效應對各類潛在威脅。

總體而言，「攻擊-2」與「騰雲」分別代表了中共與我國無人機技術的不同發展路徑：前者強調偵攻一體化與火力輸出

能力，後者則注重長航時、多任務適應性與區域防衛需求。這樣的差異既體現了兩岸軍事戰略的不同定位，也反映了各自在無人機技術發展上的專注方向與技術優勢。⁴⁰

(三)「攻擊-2」無人機與「MQ-9B」無人機比較

中共的「攻擊-2」無人機與美國的「MQ-9B」無人機，作為全球無人機領域的代表性型號，兩者在技術性能、作戰能力與應用場景上存在顯著差異，反映了兩國在無人機技術發展與軍事運用上的不同戰略需求。「攻擊-2」無人機的作戰性能由如前一節文章中所述，如與「MQ-9B」無人機相比飛控技術與偵察精度仍存在提升空間，尤其是在複雜的戰場環境中，其自主操作能力與電子對抗性能仍需進一步完善。

美國的「MQ-9B」無人機屬於中高度長航時(MALE)無人機，定位於高性能多功能作戰平臺。「MQ-9B」航時超過40小時，遠優於「攻擊-2」無人機(滯空時間20小時)，具備極高的長航時與持續滯空能力，使其能夠在廣域範圍內執行持久偵察與火力支援任務。在作戰性能方面，「MQ-9B」擁有先進的自動防撞系統(DAA)，使其能安全進入民航空域執行

38 <耗資34.5億，中科院新騰雲機明年十月出機>，《Mobile01》，2018年10月24日，<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=637&t=5609154>(檢索日期：2025年1月11日)。

39 李哲全、舒孝煌、楊長蓉、林佳宜、劉穎傑，〈軍事運用無人機之國際法議題研究〉《111年度國防部委託研究專案》，2022年9月30日。

40 舒孝煌，〈中共新式武器研發現況與相關戰術戰法變化〉《洞見與攻略》，第15期，2022年9月。

表2 攻擊2、MQ-9B、騰雲無人機比較表

機型	攻擊2 無人機	MQ-9B 無人機	騰雲無人機
性能			
功能	偵打一體	偵打一體	偵打一體
機身長	11 公尺	11.7 公尺	14 公尺
翼展長	20.5 公尺	24 公尺	20 公尺
起飛重量	4,200 公斤	5,670 公斤	1,590 公斤
實用升限	9,000 公尺	15,000 公尺	15,000 公尺
速度	370 公里 / 小時	388 公里 / 小時	296 公里 / 小時
最大航程	7,400 公里	11,000 公里	4,500 公里
續航時間	14-20 小時	40 小時	24 小時
武器掛載數	12 枚： 1. 反坦克導彈 2. 小型對地導彈 3. 小型對地精確導引彈藥 4. 天燕系列防空導彈 5. 250 公斤級重型導引炸彈	6 枚： 1. AGM-114 地獄火飛彈 2. JDAM 聯合直接攻擊彈藥	2 枚：天劍系列飛彈 (研議中)
武器性能	1. AG-300M 反坦克導彈： 射程約 18 公里。 2. AR-1、AR-2 空對地飛彈： 射程約 8 至 10 公里。 3. AKD-10 空對地飛彈： 射程約 7 公里。 4. TY90 空對空飛彈： 射程約 6 公里。	1. AGM-114 地獄飛彈： 射程約 8 公里。 2. JDAM 聯合直接攻擊彈藥： (1) MK82：500 磅空投炸彈 (2) MK83：1,000 磅空投炸彈	天劍系列飛彈： 天劍一型：射程約 8 公里。 天劍二型：射程約 60 至 100 公里。
最速射程	18 公里	50-72 公里	8 公里
掛載公斤數	480 公斤	約 1,000 公斤	約 200 公斤

資料來源：

1. < MQ-9B 海洋守護者式無人機再度參加環太平洋演習未來國軍也將取得同型機 >，《中天新聞網》，<https://tw.news.yahoo.com/mq9b%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E5%AE%88%E6%AD%B7%E8%84%85%E5%BC%8F84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E5%86%8D%E5%BA%A6%E5%8F%83%E5%8A%A0%E7%92%B0%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E6%BC%94%E7%BF%92%E6%9C%AA%E4%BE%86%E5%9C%8B%E8%BB%8D%E4%B9%9F%E5%B0%87%E5%8F%96%E5%BE%97%E5%90%8C%E5%9E%8B%E6%A9%9F061621946.html.php?f=637&t=5609154>。
2. 陳成良，< 顛覆戰場！MQ-9B「海上衛士」環太軍演展現多域作戰實力 >，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4772554>。
3. 朱明，< 中科院騰雲無人機換新引擎與美軍服役的MQ-9「死神」同級 >，《上報》，https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=63974。
4. < 中共擾臺首見攻擊2型無人機 >，《大紀元》，<https://www.epochtimes.com/b5/23/10/4/n14088101.html>。
5. 許邁德，< 【武備巡禮】偵監、搜索、攻擊兼備 MQ-9B「海上衛士」無人機 >，《工商時報》，<https://tw.news.yahoo.com/%E6%AD%A6%E5%82%99%E5%B7%A1%E7%A6%AE%E5%81%B5%E7%9B%A3%E6%90%9C%E7%B4%A2%E6%94%BB%E6%93%8A%E5%85%BC%E5%82%99-mq-160000195.html>。
6. 陳成良，< 烏軍證實動用美援JDAM精準炸彈「威力稍弱」可能原因曝光 >，《自由時報》，<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=637&t=5609154>。
7. 作者綜整匯製。

跨區域任務。該無人機的感測器配置十分先進，包括多光譜瞄準系統(MTS)、合成孔徑雷達(SAR)、信號偵蒐設備等，能夠在惡劣天候下執行多樣化的監控與情報蒐集任務。此外，「MQ-9B」具備強大的武器掛載能力(武器掛載約1,000公斤)，可攜帶包括地獄火導彈、精準導引炸彈等多型武器，用於執行精確打擊與支援任務，其火力攜帶(武器掛載約480公斤)輸出與打擊範圍均優於「攻擊-2」。

在技術成熟度與可靠性方面，「MQ-9B」基於美國多年的無人機研發經驗，展現出更高的穩定性與作戰適應性。特別是在數據鏈整合、自主飛行技術以及多任務協同作戰中，「MQ-9B」顯然處於領先地位。而「攻擊-2」雖具備較高的性價比，適合進行中短程作戰，但在電子對抗、抗干擾能力以及跨區域作戰的靈活性上，仍難以與「MQ-9B」匹敵。

綜合來看，「攻擊-2」側重於成本效益與多目標打擊能力，主要針對中短程的偵察與打擊需求，適合中小型衝突及不對稱作戰環境。⁴¹而「MQ-9B」則憑藉卓越的長航時、多任務適應性與全球部署能力，成為現代戰爭中不可或缺的高性能無

人作戰平臺。兩者的性能差異充分體現了中美在無人機技術與軍事需求上的不同戰略定位，分別反映了不同戰場環境與作戰需求的具體要求。

二、敵特、弱點分析

(一)特點

1.生產與營運成本低

「攻擊-2」無人機生產及研製成本低的原因，核心在於中共的製造業優勢、勞動力成本低廉、技術模仿能力強以及產業鏈高度整合。此外，大規模生產和國家政策支持進一步降低了成本，⁴²使得「攻擊-2」能以低成本在國際市場上提供高性價比的產品，滿足不同國家的需求。

中共的軍工企業大多由國家航太工業設計研發能量營運，研發過程中的資金壓力較低。此外，「攻擊-2」的成本定價是考量到出口市場的競爭力和政治外交影響力。因此，其生產與研發成本受到政府層面的有效控制。另外，中共擁有高度整合的航空製造產業鏈，從原材料供應、零組件製造到全機組裝，幾乎所有生產環節都可以在國內完成。這樣的供應鏈優勢不僅減少了對國外技術和材料的依賴，還顯著降低了運輸成本與交易成本。⁴³此外，

41 張立德，〈共軍無人機作戰運用及反制〉《洞見與攻略》，第5期，2020年3月。

42 曲颯蓉，〈中共突破無人機發動機技術限制，引擎成本降至國際平均價2折以下〉，《科技島》，2023年10月31日，<https://www.technice.com.tw/technology/drone/77299/>(檢索日期：2025年1月13日)。

43 舒孝煌，〈共軍無人機發展及對臺影響〉，《大陸委員會》，chrome-extension://efaidnbMnnnibpCajpcGclefindmkaj/https://ws.mac.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjk1L2NrZmlsZS9iNDZkNGExNS1hYTlkLTQxNjEtYjM1MC1mMTQxMGJjMDA4ODAucGRm&n=MDYt6liS5a2d54WMLnBkZg%3D%3D(檢索日期：2025年1月13日)。

產業鏈的集中化還提升了生產效率，使得大量生產無人機成為可能。中共的製造業勞動力成本遠低於西方國家，這直接降低了無人機生產中的人工成本。⁴⁴尤其是「攻擊-2」無人機的大量生產依賴熟練工人，而中共的工人不僅數量多且技能成熟，能以相對低廉的薪酬完成高質量的製造工作。

2. 協同作戰能力佳

「攻擊-2」的協同作戰能力已經在多國軍事行動或演習中得到證明。例如，沙烏地阿拉伯對葉門胡塞武裝的行動或是埃塞俄比亞內戰中的運用。優勢來自於其信息化能力。憑藉先進的數據鏈路技術，它可以與指揮中心、地面部隊、其他無人機以及有人機進行實時的信息共享。在作戰中，「攻擊-2」能迅速傳遞戰場情報，幫助其他單位掌握態勢，進而協同採取行動。例如，當敵方目標被發現後，「攻擊-2」能將目標座標即時傳回後方指揮部，同時指導地面砲兵或空中支援單位對目標進行打擊。這種快速、準確的信息傳遞能力，使整個作戰系統的反應速度和作戰效率大幅提升。

此外，「攻擊-2」在聯合作戰中的表

現也十分突出。它可以與其他平臺進行緊密的配合，比如充當有人機的「前哨」，在高風險區域進行偵察，減少有人機進入敵方防禦圈的風險。同時，它還能與其他無人機協同作戰，形成蜂群攻擊的模式，利用分佈式的作戰方式對敵方進行壓制。多架「攻擊-2」可以分工合作，一部分負責目標探測和電子干擾，另一部分執行精確火力打擊，從而達到多層次、多方向的作戰效果。⁴⁵

3. 多用途掛載能力

中共「攻擊-2」無人機以其多用途武器掛載能力，成為現代戰場上一種極具靈活性與效能的裝備。該機型設計了多達6個武器掛架，可根據不同任務需求攜帶多種類型的精確導引武器，包括空對地導彈、滑翔炸彈及導引火箭，從而滿足偵察與打擊一體化的作戰需求。

首先，「攻擊-2」無人機最具代表性的武器是其精確導引的空對地導彈，如藍箭-7與AG-300/M導彈。這些導彈配備紅外或雷射導引系統，能夠針對地面目標進行高精度打擊，無論是移動的裝甲車輛，還是固定的指揮中心，都能達到迅速摧毀的效果。⁴⁶其次，其滑翔炸彈(如FT系列

44 舒孝煌、許智翔，〈通用科技與政策配套〉，《國防安全研究院》，chrome-extension://efaidnbmnNibpcajpcgclefindmkaj/https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202204/a2729720-667e-4936-92bb-2587be170f78.pdf (檢索日期：2025年1月13日)。

45 舒孝煌，〈中共無人機偵攻支援能力評估〉，《國防安全研究院》，chrome-extension://efaidnbmnNibpcajpcgclefindmkaj/https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202212/9d957b1f-5f96-46ab-89ed-ad05c90172fe.pdf (檢索日期：2025年1月13日)。

46 葉庭欣，〈34共機艦擾臺！陸偵攻一體無人機「翼龍2」首度現身越中線〉，《中時新聞網》，2023年10月4日，chrome-extension://efaidnbmnNibpcajpcgclefindmkaj/https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202212/9d957b1f-5f96-46ab-89ed-ad05c90172fe.pdf (檢索日期：2025年1月13日)。

炸彈)則使用衛星導航進行導引，適合對大範圍目標實施高效壓制。這些炸彈能在遠距離精確命中地面設施或火力點，特別適合在敵防區外執行打擊任務。

「攻擊-2」的掛載能力不僅僅局限於單一武器，而是可以靈活組合以適應不同的作戰環境。例如，執行反恐任務時，無人機可以攜帶輕型導彈(AR1、AR2對地導彈)與滑翔炸彈，用於精準摧毀恐怖分子的藏匿地點或車輛。而在大規模戰場壓制中，「攻擊-2」可以攜帶重型導彈(AG-300M反坦克導彈、AKD-10空地飛彈)和高威力炸彈(250公斤級)，針對敵方陣地或重要設施進行大範圍打擊。⁴⁷這種武器掛載的多樣性和靈活性，使得「攻擊-2」能夠輕鬆切換角色，從戰術偵察到精確打擊均能勝任。

(二)弱點

1. 滯空時間較短

「攻擊-2」無人機的滯空時間受到動力系統與燃料容量的直接影響。其動力系統採用一臺功率500千瓦的「渦槳-9」渦輪螺旋槳發動機，這種類型的發動機具有結構簡單、成本低廉的優勢，但其燃油效率和功率密度相較於渦輪軸或渦噴發動

機略顯不足。⁴⁸在性能方面，這類發動機的功率通常介於100到150軸馬力之間，與「MQ-9B」及「騰雲」所使用的TPE331型渦槳發動機相比(功率：900軸馬力)，雖然能夠滿足基本飛行需求，但在高空環境下可能出現效率下降的情況，即使有渦輪增壓的幫助，其高空性能仍受到限制。

「攻擊-2」的燃料容量約為480公升，在同類型中空無人機中屬於中等水平，與「MQ-9B」無人機的2,721公升相比，能夠攜帶的燃油量仍略遜一籌。考量到無人機的最大起飛重量為4,200公斤，燃料容量在整體結構重量中的比例並不算高。根據官方數據，「攻擊-2」的最大滯空時間可達20小時，但在滿載武器或偵察設備的情況下，這一數據會大幅下降，實際續航時間可能僅能達到10至12小時。⁴⁹這是因為重載任務會增加飛行阻力，進一步加速燃油的消耗。「攻擊-2」設計上支持多種任務載荷，包括光電莢艙、合成孔徑雷達以及各類精準導引武器，⁵⁰這些裝備在增加無人機執行能力的同時，也對飛行性能與能源效率帶來挑戰。

2. 抗干擾能力不足

「攻擊-2」無人機的抗電子干擾能力

47 陳佳玲，〈陸「翼龍」無人機狂銷海外 投入戰場成殺人武器〉《TVBS新聞網》，2021年3月19日，<https://news.tvbs.com.tw/world/1480348> (檢索日期：2025年1月13日)。

48 〈沈舟：珠海航空展的中共山寨軍機〉，《大紀元》，2021年10月1日，<https://www.epochtimes.com/b5/21/9/30/n13272514.htm> (檢索日期：2025年1月13日)。

49 吳哲宇，〈共機擾臺首見中共版「死神」收割者無人機 未來恐全天候滯空〉，《自由時報》，2023年10月4日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4447741> (檢索日期：2025年1月13日)。

50 吳哲宇，〈解密「翼龍」家族，中共無人機的研發秘境〉，《梅花新聞網》，2023年11月29日，<https://www.i-meihua.com/Article/Detail/274> (檢索日期：2025年1月13日)。

較低，主要因其依賴的衛星導航系統和通信鏈路可能容易受到外部電子攻擊的影響。這款無人機在作戰過程中通常依賴中共研發的北斗衛星導航系統來提供定位和導航。然而，衛星導航系統本身容易受到GPS欺騙(Spoofing)或強烈干擾(Jamming)的威脅，⁵¹尤其在高強度電子戰環境下，無人機可能會因為定位不準確或失去導航功能而面臨運行困難。即使「攻擊-2」配備了一定的反干擾技術，其抗干擾能力仍然受到當前電子戰技術發展的限制，特別是在面對先進的敵方電子戰手段時，可能無法完全抵抗來自敵方的高功率射頻干擾或反制技術。

此外，「攻擊-2」的通信鏈路也容易受到電子干擾的影響，這會造成指揮控制信號的中斷，進而影響無人機的操作和任務執行。儘管無人機可能配備了加密技術和頻率跳變等措施來加強防護，但這些對抗手段對於一些高端電子戰技術來說，仍然可能存在脆弱點。

3.載重量較低

「攻擊-2」無人機的武器掛載重量僅為480公斤，這主要是由於其設計目標和作戰需求所決定的。首先，「攻擊-2」無人機的設計強調輕便和機動性，它主要用

於區域性精確打擊任務，⁵²並且在作戰範圍內對地面目標進行精確打擊。由於其需要保持較高的機動性和靈活性，這就限制了它能夠攜帶的武器重量。相較於其他更大型的無人機，如MQ-9B，「攻擊-2」的機體較小，推力較低，因此它無法像MQ-9B那樣搭載大量的重型武器。

此外，「攻擊-2」的武器系統設計也受到成本控制的影響。該無人機的開發目標之一是提供一款成本效益較高的無人機平臺，並且能夠在高效、低成本的基礎上執行精確打擊任務。這意味著，在選擇武器搭載時，「攻擊-2」更傾向於選擇較輕型的精確導引炸彈和導彈，⁵³以減少重量並保持其成本的競爭力。

再者，「攻擊-2」無人機的作戰範疇主要集中在較短的作戰範圍和快速反應的任務中。它的設計並不需要攜帶大量的重型武器來應對遠程或長時間的作戰，因此其武器掛載能力相對較低，但仍能有效完成針對地面目標的精確打擊。

綜合來看，「攻擊-2」無人機的武器掛載重量限制，是多方面設計考量的結果。它旨在提供一種高效、靈活、成本效益優化的無人機平臺，以適應快速反應和精確打擊的戰術需求，而非長時間滯空或

51 謝佳良，〈中共無人機對臺海作戰威脅與因應之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，2023年2月，chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mnd.gov.tw/NewUpload/202306/P77-97%E4%B8%AD%E5%85%B1%E7%84%A1%E4%BA%BA_221359.pdf(檢索日期：2025年1月13日)。

52 〈如何反制無人機集群作戰〉，《人民網》，2020年4月16日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2020/0416/c1011-31676209.html>(檢索日期：2025年1月13日)。

53 楊俊斌，〈翼龍-2陸年產量破百 助巴鐵抗印〉，《陸軍學術雙月刊》，2020年10月7日，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20201007000140-260301?chdtv>(檢索日期：2025年1月13日)。

多樣化武器的搭載能力。

三、對我之影響

(一)分散空軍兵力，增加攔截負擔

1.無人機具備隱蔽性和高機動性

「攻擊-2」無人機設計上使用複合式材質機身，具有較高的隱蔽性和機動性，能夠降低敵方雷達的偵測，並在較低的飛行高度下執行打擊任務。這意味著，無人機能夠迅速穿越敵方防線，對重要目標發起精確打擊。⁵⁴對我國軍部隊來說，這樣的特點將迫使空軍不易獲得敵機目標位置，限縮了我預警時間，從而無法提前精準集中兵力在主要的威脅區域。無人機的靈活性使得其在戰術上具有高度的威脅，尤其是針對防空系統或空中優勢的挑戰。

2.空軍兵力的分散化

「攻擊-2」無人機的出現將迫使我空軍在多個方向上加強巡邏和防空作戰，從而使得其兵力需要在防空和打擊任務之間進行分散。我空中兵力的派遣應對將需要針對來自不同方向的無人機威脅進行防範，這會造成我無法集中兵力應對來自更大威脅的高效打擊。此外，無人機可能會被用來進行誘敵和攪亂空防，⁵⁵使得反應時間縮短，難以集中力量反制真正的威脅。

(二)導引精準打擊，增加防空壓力

1.大規模無人機攻擊會消耗防空資源

「攻擊-2」無人機在大規模使用時，能夠從多個方向發起攻擊，這將大大增加我國防空系統的負擔。尤其是對於防空火力而言，無人機的數量多且具有一定的隱蔽性，會迫使防空系統將資源分配到對抗每一架無人機的攔截任務上。由於無人機的體積和雷達反射面積較小，現有的防空火力在有效攔截上可能會受到一定的挑戰。⁵⁶這不僅需要消耗大量的防空火力資源，還可能會使得部分防空系統無法有效應對其他更為危險的目標(如戰機或巡弋飛彈)。

2.防空火力需要對多種威脅進行同時應對

「攻擊-2」無人機可能與其他中共武器系統，如戰機、導彈等協同作戰，形成多點攻擊的態勢。這會使我防空系統不得不同時應對多種威脅。當「攻擊-2」無人機發動襲擊時，我空軍的防空火力需要分散到不同的目標上，既要攔截無人機，又要保護重要的地面設施、機場等。此外，隨著無人機的數量增多，防空系統的容量和反應速度將受到嚴重考驗，⁵⁷增加防空資源的消耗並可能降低作戰效率。

54 楊俊斌，〈翼龍滿天飛 美中兵器決戰利比亞〉，《中時新聞網》，2020年5月22日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200522000139-260514?chdtv>(檢索日期：2025年1月13日)。

55 蔡宗憲，〈翼龍滿天飛 美中兵器決戰利比亞〉，《中時新聞網》，2024年3月13日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4605941>(檢索日期：2025年1月13日)。

56 許宏銘，〈中共無人機支援各作戰任務之探討〉，《空軍學術雙月刊》，2024年6月，頁73-74。

57 張瑞釗，〈無人機蜂群與作戰雲構念〉，《新新季刊》，第50卷，第2期，2022年4月，頁93-96。

(三)有無人機搭配之聯合壓制

中共無人機與有人機之間可以靈活搭配，根據作戰需求隨時分開或合流，形成多種戰術運用模式。不過，它們都具備數據鏈功能，能夠在空中保持聯繫，達成任務分工與訊息共享，⁵⁸從而大幅提升作戰靈活性。例如，在特定作戰環境內，若有多架殲-16戰機與攻擊-2無人機協同作戰，便能夠執行戰術級別的打擊任務，或者對關鍵戰術目標進行連續攻擊。共軍目前正在積極探索與演練各種無人機與有人機協同作戰的戰術與戰法，這會造成空戰態勢複雜化，並對我逐次進行消耗，透過大量無人機分散我戰機與防空系統的火力，使我難以應對高強度、多波次攻擊。另無人機可擔任誘餌，引誘我戰機暴露位置，進而遭受中共戰機或遠程防空導彈攻擊。

中共偵攻一體無人機可掛載精確導引武器(如AR-2空對地導彈)，對我空軍機場、雷達站、防空陣地進行快速打擊，削弱我戰機的起降與作戰能力。這些無人機可先行壓制我防空系統，使中共各型戰機

能夠更安全地執行後續攻擊。由於偵攻一體無人機可長時間滯空並進行即時攻擊，故能持續施加壓力，使我空軍需維持高強度戰備，消耗大量資源與人力。若無足夠的空中預警機與防空攔截能力，我將難以立即應對突發性空襲。

剋制對策與建軍備戰之建言

一、剋制對策

(一)電子干擾與欺騙

干擾是指透過刻意發射無線電波來增加背景雜訊，影響衛星接收器對訊號的處理能力，進而削弱或完全阻斷(degrading or denying)其正常運作。⁵⁹欺騙則是透過偽造訊號來干擾GPS系統，主要分為量測欺騙(measurement spoofing)與資料欺騙(data spoofing)。⁶⁰量測欺騙是指發送與真實衛星訊號相似的無線電波，使衛星定位接收器計算出錯誤的位置、速度與時間資訊；而資料欺騙則是直接在接收器內部植入虛假數據，影響其計算結果。

攻擊2型無人機起飛、落地的操控導引均依靠機場附近的地面接收站的訊號

58 許建虹、陳士濤，〈關注有人機和無人機協同作戰發展趨勢〉，《人民網》，2024年3月13日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4605941>(檢索日期：2025年1月13日)。

59 Alan Grant, Paul Williams, George Shaw, Michelle De Voy & Nick Ward, "Understanding GNS S availability and how it impacts maritime safety," Paper for International Technical Meeting of the Institute of Navigation, January 24-26, 2011, https://rntfnd.org/wp-content/uploads/GNSS-Ma_ritime-GLA.pdf.

60 National Cybersecurity & Communications Integration Center, National Coordinating Center f or Communications, "Improving the Operational and Development of Global Positioning System (GPS) Equipment Used By Critical Infrastructure," U.S. Department of Homeland Security, https://us-cert.cisa.gov/sites/default/files/documents/Improving_the_Operation_and_Development_of_Global_Positioning_System_%28GPS%29_Equipment_Used_by_Critical_Infrastructure_S508_C.pdf.



圖13 中科院研發之衛星導航干擾系統

資料來源：王炯華，〈獨家／衛星戰！中共衛星對臺全時域定位國軍建置防護系統干擾反制〉，《菱傳媒》，<https://rwnews.tw/article.php?news=4070>。

定位外，大部分中遠航程外的無法透過地面接收站導控的部分，則須直接依賴北斗衛星或GPS定位來達到精準定位導引；鑑此，我國中科院研發出可直接干擾美國研發的全球定位系統(GPS)與中共研發的北斗衛星定位系統(BDS)的「衛星導航干擾系統」，目前已部署於衡山指揮所、佳山基地等重要軍事設施。⁶¹未來如爆發戰事，「北斗干擾車」與「GPS干擾車」將可用於防禦及削弱共軍精準打擊的能力，確保第一波攻擊難以精確命中目標。此外，還有一款「單兵導航衛星干擾系統」，能夠干擾軍用級的美國GPS、俄羅斯GLONASS及中共的北斗導航系統(BDS)。這套系統由單兵攜行，具備高度機動性，可在不同陣地靈活操作，透過干擾各式精確導引武器的衛星導航裝置，可使敵方飛彈失準或偏離目標。

(二)戰機預警攔截及打擊

1.雷達預警偵測

利用空軍戰管雷達(約600海浬)搭配E-2K型機(偵蒐範圍約300海浬)進行空中預警偵察攻擊-2的飛行軌跡，並提前部署攔截。

2.戰鬥機攔截

我國空軍部隊3型主力戰機計F-16戰機、M-2000幻象戰機、IDF經國號戰機等，可掛載AIM-9X「響尾蛇」短程紅外線飛彈、AIM-120先進中程空對空飛彈、天劍一(TC-1)短程紅外線空對空飛彈、天劍二(TC-2)中程空對空飛彈進行超視距攻擊，或於近距離時使用20mm機砲精準射擊，使其失能或墜毀。

(三)多層次防空系統攔截

1.防空武器

我國主要防空武器計有天弓飛彈、

61 王炯華，〈獨家／衛星戰！中共衛星對臺全時域定位 國軍建置防護系統干擾反制〉，《菱傳媒》，2022年2月27日，<https://rwnews.tw/article.php?news=4070>(檢索日期：2025年2月6日)。

愛國者飛彈、車載劍一飛彈、麻雀飛彈、35快砲、20機砲等。

2.防禦空層

天弓系列飛彈(射程約200公里)、愛國者飛彈(射程約160公里)為中長程防空；麻雀飛彈(約20公里)、車載劍一(約6公里)、35快砲(約4公里)、20機砲(約2公里)為短程防空。

3.防禦方式

依據共軍無人機飛行高度及對我防空武器的距離實施接戰作業，並依不同防空武器性能(反機、反彈)及防禦空層提供持續性的區域防禦，以保護我重要目標。

二、建軍備戰之建言

(一)強化自主無人機研發

面對中共偵攻一體無人機的威脅，我國不能僅依賴防禦手段，而應主動發展自主無人機技術，強化偵攻一體無人機、電子戰無人機、自殺式無人機的能力，並與現有武器系統整合，建立完整的無人機

作戰體系。透過不對稱作戰思維，我國可以以更低的成本達到戰略防禦目的，提升國防自主性，並確保在未來戰場上能夠有效應對中共的無人機威脅。

1.發展偵攻一體無人機

為因應中共的無人機威脅，我國必須發展具備偵察與打擊能力(偵攻一體)的無人機，以確保戰場情報優勢並具備快速打擊能力。就我國目前研發成果，例如：騰雲無人機(騰雲2.0)：具備長航時、高速巡航能力，未來可搭載精準武器，類似中共的攻擊-2、劍翔反輻射無人機：專門針對敵方雷達與防空系統，可用於壓制中共的防空火力網。我國未來應強化中大型無人機的研發，提升其航程、續航力、掛載武器種類，使其能夠有效執行長時間監視、戰場攻擊與電子戰任務。

(二)引進反無人機技術裝備

隨著各式武器彈藥及飛行器的技術提升，無人飛行載具已成為必然趨勢；

鑑此，各國如中共、美國、日本、以色列及韓國等國家，針對中小型蜂群式或單一式的無人機攻擊均已發展雷射或微波武器作為因應，以美軍為例，其陸軍已配賦相關雷射武器系統，其中一種可能是由美國BlueHalo公司打造名為「臺板裝載式高能雷射」(Palletized High Energy Laser, P-HEL)之武器，在中



圖14 我國空軍防空火力空層示意圖

資料來源：〈對臺海防禦之疑問〉，《巴哈姆特》，<https://forum.gamer.com.tw/Co.php?bsn=60208&sn=80044>。

表3 我空軍防空武器性能暨優劣勢分析表

防空武器	射程	攔截目標	優勢	劣勢
天弓二型	約 100-150 km	中高空目標 (戰機、巡戈飛彈、無人機)	射程遠，可對抗中高空目標，適合區域防空	反應速度較慢，不適用近距離目標
天弓三型	約 200 km	彈道飛彈、巡戈飛彈、高空無人機	具備攔截高超音速目標能力，射程遠，適合戰區防禦	成本高，不適用低空小型目標
愛國者飛彈	約 20-35 km	彈道飛彈、巡戈飛彈、大型無人機	末端攔截精度高，適合防禦關鍵設施	射程較短，主要針對彈道飛彈設計，不適合大範圍無人機防禦
麻雀飛彈	約 70 km(AIM-7) 約 20 km(RIM-7)	低空戰機、無人機、巡戈飛彈	AIM-7 可掛載戰機使用，RIM-7 適用艦載防空、反應快	需雷達導引，易受干擾，無法有效應對飽和攻擊
車載劍一飛彈	約 9 km	無人機、直升機、低空巡戈飛彈	可機動部署，適合野戰防空，成本低	射程短，無法對抗中高空目標
35 快砲	約 4 km	無人機、巡戈飛彈、低空飛行	連發射速快，可形成彈幕攔截，適合近距離防空	射程短，單獨難以應對多架無人機
20 機砲	約 1-2 km	無人機、巡戈飛彈、低空飛行	連發射速快，可用於點防禦，適合防禦無人機蜂群	射程極短，對高速目標攔截率低

資料來源：

- 1.〈國家中山科學研究院〉，https://www.ncsist.org.tw/csisdup/products/catalogs_Middle.aspx?catalog_Id=8。
- 2.〈美宣布新一波3億美元烏克蘭軍援 含愛國者、麻雀飛彈〉，《自由時報》，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4319695>。
- 3.作者綜整匯製。

東地區已成功擊落敵方無人機。另針對無人機蜂群作戰，美國空軍實驗室也研發了名為「戰術高能作戰反擊系統」(Tactical High-power Operational Responder, THOR)的陸基微波武器，能夠同時摧毀大量來襲的無人機，並瞬間癱瘓特定區域內的所有電子系統。在以哈戰爭期間，以色列首次部署了最新研發的「鐵束」(Iron Beam)雷射防空系統，該系統能夠以極低成本攔截火箭與飛彈，為以色列領土提供有效防護。與傳統飛彈和機砲相比，雷射與微波武器具有多項優勢：每次攻擊的成本遠低

於飛彈，準確度比傳統武器更高，且無需補充彈藥。此外，它們具備極快的發射速度、優異的隱蔽性，不受天候影響，無法被電子干擾反制，且不會在戰場上留下飛彈殘骸或大量彈殼。特別是微波武器，除非經特殊設計，通常不會對人體造成傷害，從而有效減少不必要的傷亡。⁶²

可謂運用低成本、高準度、易隱藏等特性，發揮作戰最大效益，據公開資料顯示，發射一枚雷射彈藥所使用的成本僅1至10美元，比起麻雀、愛國者等飛彈，動輒一枚高達數十萬甚至數百萬美元，相

62 王臻明，〈反制無人機的新選擇：雷射與微波武器的發展現況〉，《鳴人堂》，2023年6月9日，<https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/7223381>(檢索日期：2025年2月6日)。



圖15 美國雷射武器P-HEL(左)、美國微波武器THOR(右)

資料來源：

- 1.丘學陞，〈美雷射武器P-HEL部署海外，反制無人機〉，《青年日報》，<https://tw.news.yahoo.com/%E7%BE%8E%E9%9B%B7%E5%B0%84%E6%AD%A6%E5%99%A8phel%E9%83%A8%E7%BD%B2%E6%B5%B7%E5%A4%96%E5%8F%8D%E5%88%B6%E7%84%A1%E4%BA%BA%E6%A9%9F-160000411.html>。
- 2.陳冠榮，〈「雷神」發威！美軍測試THOR，成功反制無人機群〉，《科技新報》，<https://technews.tw/2023/05/20/us-air-force-shoots-down-drone-swarm-with-thor/>。

較起來可節省大量成本；我國中科院於自民國109年起也正積極研發代號「雷護專案」的50KW雷射武器，目前已進入研發測試第二階段，未來可望搭載在雲豹甲車、固定防空站臺及海軍艦艇上等，⁶³對於空中攻擊的目標，能讓指揮者有更多的選項可以執行有效攔截。

(三)強化無人機與空軍的協同作戰能力

1.建立「無人機－有人機」協同作戰概念我國空軍應參考美軍「忠誠僚機」(Loyal Wingman) 概念，發展無人機與戰機協同作戰模式，⁶⁴使無人機執行以下

任務：

(1)前線偵察：無人機負責滲透敵方防空區，提供目標數據，減少有人機的風險。

(2)戰場管理：利用資料鏈即時傳輸技術，讓無人機自動回傳敵軍動態，提升戰場態勢感知。

2.強化C4ISR及資料鏈整合

(1)整合Link-16：確保MQ-9B、F-16V、鋪路爪雷達與防空火力(愛國者飛彈系統)等美系裝備共享美方目標數據，減少決策延遲。

(2)發展本土數據鏈：讓「騰雲」無

63 葉郁甫，〈雷射武器國造有望？雷護專案進入第二階段 助我研發「友好國家」是它〉，《TVBS新聞網》，2024年3月26日，[https://tw.news.yahoo.com/%E9%9B%B7%E5%B0%84%E6%AD%A6%E5%99%A8%E5%9C%8B%E9%80%A0%E6%9C%89%E6%9C%9B-Ix1OFRbxnOXvO2w-h\(檢索日期：2025年2月6日\)](https://tw.news.yahoo.com/%E9%9B%B7%E5%B0%84%E6%AD%A6%E5%99%A8%E5%9C%8B%E9%80%A0%E6%9C%89%E6%9C%9B-Ix1OFRbxnOXvO2w-h(檢索日期：2025年2月6日))。

64 〈打造「忠誠僚機」 掌握未來空戰優勢〉，《青年日報》，2022年12月27日 <https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1555287>(檢索日期：2025年2月6日)。



圖16 忠誠僚機示意圖

資料來源：〈歐美可消耗忠誠僚機的發展〉，《芯語》，2022年8月18日，<https://www.eet-china.com/mp/a154509.html>。

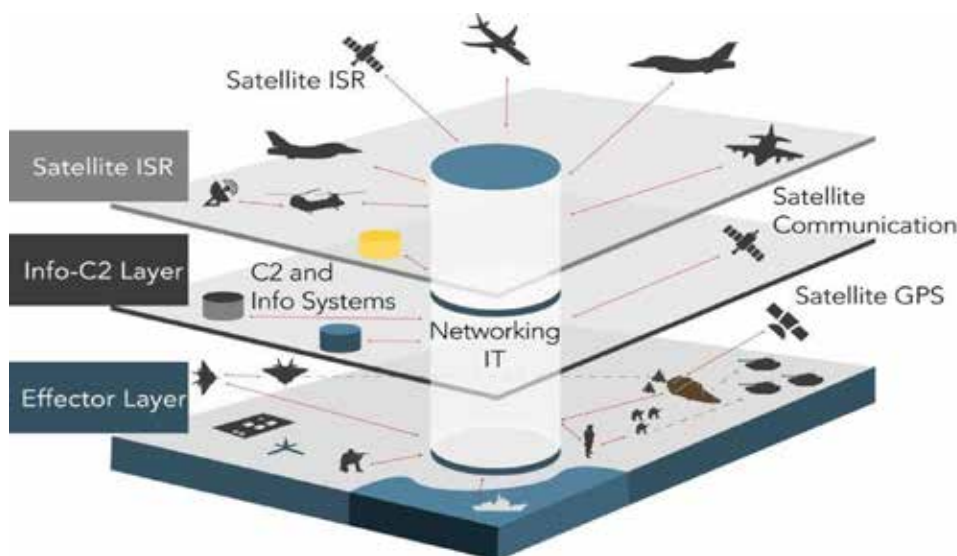


圖17 C4ISR示意圖。

資料來源：〈現代戰爭資訊化系統的C4ISR都由哪些系統構成？〉，《章魚評測》，2024年9月10日，<https://500miao.com/?p=1138>。

人機與國軍C4ISR系統縫銜接(如：Link-16、寰網系統)，提升指管效率。

3.強化聯合防空演訓：將無人機納入

相關重大演習科目，模擬與F-16V、幻象2000、IDF經國號之間的協同作戰。並讓MQ-9B無人機支援地面部隊，測試其與愛國者、天弓飛彈系統的協同能力，以增加戰場環境熟稔度。

結 論

隨著中共無人機技術的不斷發展，特別是「攻擊-2」無人機的部署與運用，我國空軍面臨的防空挑戰日益嚴峻。該機型具備偵察與打擊一體化的能力，能夠長時間滯空，透過先進的感測器與精確導引武器，提高作戰靈活性，並與中共空軍現有的戰機編隊協同運作，對我國空域構成複合式威脅。在此背景下，我國的國防策略需與時俱進，透過技術發展與戰術調

整，提升對抗無人機戰術的能力，確保國家安全。

「攻擊-2」無人機的特點在於其高效

能的偵察與打擊能力，使其能夠在臺海周邊執行持續性的監偵任務，並在必要時對我國防禦設施進行精確打擊。這不僅提高了共軍對我國的威懾效果，也增加了我國防空部隊的應對壓力。由於無人機的低成本與高度機動性，中共能夠使用大量無人機進行偵察與攻擊，甚至採取「飽和攻擊」戰術，以消耗我國的防空資源。此外，該機型的多用途掛載能力，使其在作戰中能夠根據戰場態勢靈活更換武器與設備，進一步提升作戰彈性。面對這一威脅，我國的應對策略需從多個層面進行，包括強化電子戰能力、提升防空體系、加強無人機自主研發以及強化與盟國的軍事合作。首先，電子戰技術的發展對於反制「攻擊-2」無人機至關重要。由於無人機高度依賴數據鏈和衛星導航，我國可利用干擾與欺敵技術，使其失去通訊與定位能力，從而降低其作戰效能。此外，我國應進一步發展高能雷射與微波武器等定向能技術，以精準攔截來襲無人機，減少傳統防空導彈的消耗。

在防空層面，我國需要建立多層次防空體系，涵蓋遠程、中程與近程防空系統，以有效攔截各類無人機威脅。例如，可結合愛國者、天弓防空飛彈，以及陸基與艦載防空系統，形成互補性攔截網。此外，發展專門針對無人機的防禦技術，如無人機攔截系統、反無人機飛彈等，也是未來防禦計畫的一部分。

在自主無人機發展方面，我國已積極研發「騰雲」無人機，並向美國採購

MQ-9B無人機，以增強情報蒐集與監控能力。然而，相較於「攻擊-2」，我國無人機在武器掛載與攻擊能力上仍有差距。因此，未來應持續投入資源，研發具備「偵攻一體」能力的無人機，並整合至現有的防禦體系，使無人機不僅能執行監偵任務，還能對來襲威脅進行精確打擊。此外，我國應強化與盟國的軍事合作，尤其是與美國、日本等國家的情報共享與聯合防禦能力。例如，美軍MQ-9B無人機的長航時與高效能感測器可提供即時監視情報，幫助我國掌握中共無人機活動。同時，透過聯合軍演測試無人機與傳統戰機的協同作戰模式，以提升戰時應變能力。

綜合而言，中共「攻擊-2」無人機的發展對我國空軍構成重大挑戰，其戰術運用將改變未來戰場態勢。我國必須透過電子戰技術、多層次防空體系、自主無人機發展與國際軍事合作，形成綜合防禦能力，以因應這一新興威脅。未來，隨著無人機技術的進一步發展，我國需持續關注全球無人機戰術與技術趨勢，調整防禦策略，以維持臺海空域的穩定與安全。

作者簡介

沈柏均少校，專業軍官班100班、後備動員幹部學校105年班。曾任後勤官、照判官、照製官、情報官。現為國防大學空軍指揮參謀學院正規班情報組114年班學員。

王炳昌中校，中正理工學院88年班、國防大學空軍指揮參謀學院正規班101年班。曾任情報官、分隊長、科長、情報教官。現任職於國防大學陸軍指揮參謀學院情報組教官。