發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765



前言

2022

年7月至8月，中共民用無人機多次

侵擾我外島軍事基地，金門、烈嶼、

北碇及東引上空均曾發現中共無人機活動蹤跡，國軍發現後即依現行標準作業程序應處，官兵丟

Phoca PDF

發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765

石頭及使用信號彈警示的做法引發社會熱議，然而國軍這種反制方式遭到輿論媒體質疑。在此同時，俄烏兩國交戰期間，我們亦見證到無人機在現代戰爭中具有的重大價值，低成本微型與小型無人機技術的擴散，加上其具有的作戰能力日增，現已成為各國在空防領域面臨的嚴苛挑戰。由於中共軍方與民間擁有數量龐大的無人機，這些不同型式的無人機可依其目的運用在不同場景，例如承平時期的「灰色地帶」（gray-zone）戰略執行，

或是戰爭期間的各項作戰任務遂行，因此我方須建構一套多層次防禦系統（layered defense system）方能對其進行有效反制。[1]

因此，本文由無人機的運用及其威脅做為起點，接著說明當前反制無人機採行的各種不同措施，最後則歸納先前討論獲得的各項觀點，為台灣建構無人機反制系統與能力提供若干的建言與思考方向，重點置於對微型與小型無人機的反制作為。

無人機的運用及其威脅

無人機的運用

無人機係無人系統的一個分支，各國軍方使用的無人系統包括了無人地面載具（unmanned ground vehicles, UGVs）、無人海洋載具（unmanned maritime vehicles, UMVs）與無人空中載具（unmanned aerial vehicles, UAVs；為方便計本文稱無人機）

等三大系統，這三

者中為人耳熟能詳且經常出現在媒體

版面者莫過於無人機。1982年6月，無人機在以敘貝卡山谷（Bekaa

Phoca PDF

發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765

Valley

）之役嶄露頭角，此役開啟無人機參與

現代空戰的大門。

近年出現的武裝衝突

中，無人機可說是無役不與，例如2019年9

月葉門胡塞（Houthi

）叛軍曾

使用無人機攻擊沙

烏地阿拉伯的油田與煉油設施，導致

全球油價暴漲。其後，2020年外高加索的「納卡戰爭」（Nagorno-Karabakh

War）與2022年俄羅斯入侵烏克蘭戰爭，

無人機在戰鬥過程均扮

演著重要角色。當前，無人機的運用已涵括了

戰略、

作戰與戰術各個階層，其執

行的任務更是包羅萬象，包括了情報蒐集、監視偵察

、早期預警、通信中繼、

精準打擊與戰損評估。對使用者來說，無人機可視為一個戰力倍增器（force

multiplier），對他方來說則是一個迫切而嚴重的威脅。

無人機的威脅

Phoca PDF

發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765

由於無人機擁有製造簡單

、運用靈活與籌獲與維持成本低等特點，其已成為各國軍方武器資產中不可或缺的一項庫存，因此微型與小型無人機的數量近年更成指數性增長。相較傳統航空器，無人機的機體尺寸小與飛行高度低，多以塑膠與複合材料製造，故其機體產生的雷達截面積（radar cross section, RCS）甚小不易進行偵測

，這使得傳統防空偵測系統對無

人機的潛在威脅無法進行預警。

美國國防部曾指出，小型無人機創造出一個嶄新風險，科技趨勢徹底改變了其合法運用方式，成為國家

、非國家成員以及罪犯集團掌握的強大武器。

此外，小型無人機將對美軍在空中

、地面與海洋領域的行

動造成危害，即使其操作係由疏忽或魯莽者為

之。[2]

再者，小型無人機具軍民兩用特性，且極易由商用市場取得，稍加改裝即具相當程度的殺傷力，因此無人機的威脅非僅限於戰時，承平時期對民用基礎設施的威脅必須予以重視，無人機的威脅需要軍方與政府部門共同合作方能有效因應。令人憂心的，當無人機採行「蜂群」模式運作時，防守方必須摧毀全部無人機方能解除威脅，這使得無人機具有的威脅更加地難於反制。

無人機的反制措施

嚴格而論，反制無人機遠較提升無人機能力來得困難，這種情況一如反潛作戰與潛艦作戰間的競

Phoca PDF

發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765

爭，這種源自科技的「不對稱性」短期內甚難逆轉，因此反制無人機需要更的資源投入與整合作為。即令如此，各國在發展無人機及強化其軍事運用之際，同樣積極地發展反制無人機的科技與戰法，用以削弱對手運用無人機取得軍事優勢的能力，期能在無人機的攻防兩面皆能取得有利態勢。一般而言，反制無人機可概分為偵測（detection）、追蹤（tracking）、識別（identification）與阻截等數個不同階段。[3]

偵測作業端視能否及時地發現無人機，這是無人機反制作業最困難也是最重要的步驟。由於無人機體積小且飛行高度低，故現行作法係結合目視、雷達、音響、光學、無線電與紅外線等手段進行偵測作業，當發現無人機後始能進行後續的追蹤、識別、威脅評估與決策下達等動次。[4]

依序完成前揭各程序並確認無人機身份後，就需進行接戰用以摧毀無人機或使其喪失作戰能力，通常使用手段包括「軟殺」與「軟殺」兩種不同方式。無人機的操作必須取得導航定位資訊，同時與地面

控制站間保持不間

斷通信，祇要中斷或遮蔽其資訊鏈路

，將使無人機陷於喪能（disable）或無效（neutralization）狀態，即使

形體完整但已不具戰力。

軟殺即是運

用此機理用來反制無人

機，例如透過電子戰技術干擾無人機接收GPS

信號

、切斷無人機與控制平台間的通信鏈路、透過網路安插後門程式接管或控制無人機以及使用高功率微波破壞無人機的控制元件等不同手段。

Phoca PDF

硬殺屬於動能殺傷作為，即是運用槍砲

、飛彈與雷射或微波裝置將無人機摧毀，

或使用己方無人機對他方無人機進行捕捉或自殺攻擊，這種方式係較為人耳熟能詳的無人機反制手段。此外，較另類的無人機反制方式包括了訓練老鷹進行捕捉或是佈設防空氣球使其無法安全操作。隨著小型無人機的擴散與威脅日增，未來在新科技的助陣下應有更多不同的反制方式問世。

台灣反制無人機的精進方向

中共係世界最主要的民用無人機製造國，人民解放軍亦擁有數量龐大的不同型式無人機，中共將兩者結合運用並支援軍事作戰不是難事。尤有甚者，無人機更是執行「灰色地帶」戰略的一個利器，其對國家基礎設施運作的潛在威脅亦是我們必須正視的一個議題。為防範外島軍事基地被中共無人機侵擾事件再度出現，有效因應平戰時期中共運用無人機對我重要設施進行攻擊，國軍與政府部門應共同合作建構整體性反制無人機能量，用以化解中共無人機對我軍事與非傳統安全領域的多元威脅。在下文中，將對台灣如何精進無人機反制量能提供若干建議與作法供相關部門參考。

1.裝備整合：2003年，伊拉克運用戰機擊落了一架美國空軍「掠奪者（Predator,

MQ-1）

無人機，2008年，俄羅斯以米格29戰機成功地擊落多架喬治亞的「競技神-450」（Hermes

450

）無人偵察機。除戰機外，傳

Phoca PDF

統防空系統亦有擊落無人機的記錄。[5]

因此，國軍在建構無人機反制能量時，除升級改良傳統防空系統外，對反制無人機各項資產亦應進行清點，其後透過系統化途徑（system of system approach）建立多層次的無人機防禦系統，對不同型式無人機建立地有效的反制手段。

2.實兵演習：透過實飛（live-fly）與實彈（live-fire）方式進行無人機反制技術展示，

應納入國軍年度「漢光演習」的重要驗證操項科目。2002年起，美國國防情報局（Defense Intelligence Agency, DIA）每年定期進行代號「黑色標槍」（Black Dart）的大型聯合反無人機演習，

此演習的目的係對無人機的作戰效能進行驗證，並從實兵操演過程中找尋缺點與問題，提升無人機的攻擊與反制能力。這項演習亦對美國國防部、工業界與政府機構的反無人機能力進行整體評估。[6]

3.軍種合作：

各軍種由於任務與角色不同，其進行的軍事活動亦大異其趣，因此軍種對無人機反制有其特殊的需求。例如美國三軍與陸戰隊皆有各自的無人機反制計畫，這種情況在其他國家軍方亦不是特殊案例。據此，國軍未來在建構無人機反制能量時，應能制定通用技術標準架構，一則可提升系統間的「操作共通性」（），一則引進新技術時具「兼容與拓展性」（compatibility and scalability）。

此外，國防部對反制無人機涉及的各項議題，例如戰術發展、準則制定與人員培訓等應有完整的規劃。

Phoca PDF

4.部會協調：

由於無人機的威脅存於軍事與民用兩個不同領域，因此其反制已不是單純軍事問題，國防部門應與政府其他部門攜手合作

方能尋得最佳解決方案。即令如此，當國防部

、交通部、內政部與行政院國土安全辦公室等政府單位就此議題進行討論與分工時，各部會在反制無人機的發

展與採購上能合作到什麼程

度，這些問題仍須部會間進一步地釐清。[7]

此外，諸如民用無人機侵入軍民兩用機場或是對在航民用機飛安構成威脅時，相應的處理權責與作業程序亦應明確規範。軍民合作建立反制無人機能量可減少反應時間，提升對無人機威脅的處理效率。

5.引進新興科技：

當前，無人機的威脅隨著新興科技引入更加難於因應，反制方必須有效整合情監偵（intelligence, surveillance, and

reconnaissance）系統並於極短時間內，

完成由偵測到接戰的整個流程，其後透過軟硬殺各種方式將無人機擊毀或使其喪失既有功能。未來，小型無人機將廣泛運用人工智慧並以蜂群戰術進行攻擊，傳統電子干擾將會失去效用，硬殺手段亦因目標過多力有未逮。就當前成熟科技言，最佳解決方案即是開發雷射或高功率微波武器以為因應。[8]鑑於無人機的此種發展趨勢，

國軍在建立反制無人機能量時，應將科研重點置於定向能技術的開發。

Phoca PDF

發佈：2023-03-01, 週三 10:51
點擊數：17765

結語

無人機的軍事運用由來已久，近期武裝衝突皆可看到它的身影，俄烏戰爭中的優異表現將其推向顛峰，無人機的攻防已成為軍事戰略家與國際安全學者競相研究的熱門議題。無人機技術的快速擴散，其操作者已不限於武裝部隊，罪犯與恐怖份子皆可輕易地取得，稍加改裝即具有傷害力與破壞性。因此，無人機的威脅是多元的，其存在於軍事與非軍事各個不同面向。反制無人機不僅是跨軍種亦是跨部會的重要議題，因此必須由國安層次對相關戰略與發展進行全盤性的規劃與指導。當前中國運用無人機在台海周遭進行偵察與侵擾等不同型式活動，更不斷侵入我外島軍事基地上空，引發社會各界對國軍反制無人機不力的指責與批評。由於無人機係執行「灰色地帶」戰略最有效的工作，中共未來仍將大量地運用無人機對我進行侵擾，國軍及政府部門應儘速整合反制量能，從而化解其對國防安全與社會運作形成的潛在威脅。尤其重要的，未來無人機的運用朝向

蜂群作戰模式發展，這將使其更加難於有效因應，國軍對此趨勢應能充分掌握，並能儘早提出有效因應之道，從而為國家安全提供更確切的保障。

---

[1] John Keller, “Northrop Grumman to develop affordable high-energy laser sources for future counter-unmanned laser weapons,” Military + Aerospace Electronics, Nov. 23, 2022,

https://www.militaryaerospace.com/power/article/14286075/laser-weapons-unmanned-affordable.

[2] “Pentagon’s Counter Small Drone Strategy,” USNI News, January 8, 2021,

https://news.usni.org/2021/01/08/pentagons-counter-small-drone-strategy.

[3] Arthur Holland Michel, Counter-Drone Systems, Center for the Study of the Drone, December 2019, pp.3-4,

Phoca PDF

https://dronecenter.bard.edu/files/2019/12/CSD-CUAS-2nd-Edition-Web.pdf.

[4]Vitalii TIURIN, Oleksii MARTYNIUK, Volodymyr MIRNENKO, and Pavlo OPENKO, “General Approach to Counter Unmanned Aerial Vehicles,” Safety & Defense, December 2019, pp.6-12.

[5]劉清與張鳳坡，〈反無人機作戰系統加速發展問題探要〉，《人人焦點》，2022年1月14日，

https://ppfocus.com/0/mi76b4996.html。

[6] “Black Dart,” Defense Visual Information Distribution Service,

https://www.dvidshub.net/feature/BlackDart;

Richard Whittle, “Military exercise Black Dart to tackle nightmare drone scenario,” New York Post, July 25, 2015,

https://nypost.com/2015/07/25/military-operation-black-dart-to-tackle-nightmare-drone-scenario/.

[7]“Department of Defense Counter-Unmanned Aircraft Systems,” Congressional Research Service, Updated May 31, 2022, https://sgp.fas.org/crs/weapons/IF11426.pdf.

[8]劉清與張鳳坡，〈反無人機作戰系統加速發展問題探要〉，《人人焦點》，2022年1月14日，

https://ppfocus.com/0/mi76b4996.html。

作者　翟文中　為國防安全研究院國防戰略與資源研究所助理研究員

Phoca PDF