發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545



隨著電池動力、感測系統、人工智慧等各項技術的精進，結合這些技術所產生的小型商用無人機近年成為極熱門之產品。高盛（Goldman Sachs）研究預測，由於民間（包括個人娛樂與商用）與政府運用需求不斷擴增，全球無人機市場從2016年開始至2020年間，將可能突破1000億美元之鉅。在此龐大市場之下，小型無人機的運用也日益普及。在各種不同用途上均有極大潛力的小型無人機，便因此成為安全問題上不可忽視的議題。近年來包含中東戰場在內的諸多事件顯示，小型無人機的不當運用，已在許多不同方面構成國安

Phoca PDF

威脅，須思考應對之道。本文將著重在軍事層面之外，檢視小型無人機對我國國家安全的威脅。

壹、難以防範的多用途小型無人機

一、小型無人機的特性

當前無人機以二類為最常見的主要機型：旋翼機，如常見的四軸無人機（quadcopter）及直升機造型無人機等，常見的小型無人機多以旋翼機為主；另外則是定翼無人機如MQ-9死神（Reaper）等大型軍用無人機。其中小型無人機相較於各國軍方積極研發運用的大型無人機，其成本較為低廉、容易取得，在近年廣為擴散，成為十分受歡迎的電子產品；小型無人機在不同應用領域及任務上皆有巨大潛力，極具運用彈性：除個人空中攝影、娛樂及商用市場外，在諸如救災、各種環境、動植物及海岸、邊境等各種監測工作及貨運、軍警執法任務，甚至農業及工業運用等用途。也正因此，小型無人機在不當運用下，能造成多種不同面向之安全威脅。

市售的小型無人機根據其不同型號的功能，部分機種甚至能提供達10公斤左右之載重，可載運包括相機在內的多項物件，因而提供相當高的運用彈性。同時，由於尺寸較小、少用金屬材料、並且相對之下相當安靜等各種特性之故，小型無人機並不容易偵測。因此，當小型無人機遭到不當運用時，事先的偵測與防範即為其最重要、也最困難的課題。

二、多用途帶來多面向威脅

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

軍事運用上，不同於新聞媒體上常見到、美國與西方國家部隊的知名大型、精密的高性能軍用無人機，在敘利亞及伊拉克等地之經驗顯示小型無人機的戰場價值：極端團體如伊斯蘭國等，在戰場上運用改裝市售小型無人機、或是自製土造無人機等方式，在敘利亞及伊拉克等地，對包括美軍及俄軍在內等各方交戰對象發動攻擊。根據西點軍校報告指出，伊斯蘭國於2016年10月以小型無人機裝載爆裂物、並炸死了庫德族敢死隊（ peshmerga ）戰士開始，該團體開始大規模改裝運用商售小型無人機用於戰場；雖然無人機攻擊在2017年春達到高峰之後開始衰退，但類似裝備的改造、運用甚至自製無人機仍然十分活躍，2018年1月簡易型自製無人機集群（swarm）對俄國軍事基地發動的襲擊即是一個明顯例證。

然在軍事上的運用之外，近年來多起事件揭示小型無人機在濫用下所可能造成之危害。這些安全問題在承平的現代社會所造成的多面向威脅，對台灣可能更加關鍵與切身。雖然每個無人機遭到不當運用案例在安全上的意涵皆是複合面向，難以歸納成單一種安全威脅；例如在要人的保護上，無人機可能侵犯其私人隱私，但也可能發動攻擊，威脅其生命安全，或破壞其所在之設施等。然而筆者在此仍欲藉由幾個不同的案例，檢視不同的威脅面向：

(1)特定人物及軍警人身安全：

除了前述伊斯蘭國組織戰士在中東戰場上，改裝小型無人機攻擊敵人兵員之外，最近期的明顯例子應該是2018年8月，委內瑞拉總統馬杜洛（Nicolás Maduro）在演說時遭遇載有爆裂物的小型無人機襲擊，並因此造成當場多人受傷；2019年1月，葉門「青年運動」組織亦利用無人機，在葉門政府的閱兵活動中發動攻擊，並造成多人死亡及數位高階官員受傷。回顧過往，從美國於中東及阿富汗的反恐戰爭開始後，精良的高性能軍用無人機多次被用於狙殺重要目標人物這點，即

Phoca PDF

可看出無人載具在類似任務上的運用彈性；考量搭配在中東戰場上，小型無人機用以攻擊敵對兵員的情況，可說未來對要人及執法軍警等的人身安全保護工作上，皆須針對小型無人機加以防範。

(2)關鍵基礎設施防護：

2018年7月，綠色和平組織在網路上公布了一段影片，內容中可明顯看到該組織成員操作之小型無人機，塗成超人的外觀，往法國里昂附近、儲存用過核燃料（spent-fuel）的設施一頭撞上去。上傳影片者宣稱其用意在於提醒世人法國核子設施的脆弱性，以及欠缺防備。儘管法國電力公司EDF宣稱，兩架無人機中有一架遭遇警方攔截，並且儲存設施為防範各種天災十分堅固，然而此事件仍然提醒了無人機對關鍵基礎設施防護的重要性。

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

(3)飛航安全：

在2018年12月下旬及2019年1月初，英國倫敦的蓋威克（Gatwick）及希斯洛（Heathrow）機場分別遭到無人機干擾，使得起降與調度大亂，前者甚至因而關閉長達33個小時，並取消了數百航班，造成了超過5000萬英鎊

的損失。2019年1月下旬，美國紐瓦克（Newark ）

機場同樣遭到無人機闖入，並使機場短暫暫停飛機起降。如同鳥擊一般，小型無人機對於飛航安全造成的威脅十分巨大，2018年9月，代頓大學研究所（The University of Dayton Research Institute）以大疆（DJI）的Phantom

2四軸無人機與飛機機翼進行飛行中撞擊的

實驗，顯示無人機將會在機翼前緣撕裂出缺口，並損壞機翼的主結構。

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

(4)隱私與機密保護：

大量擴散的民用小型空拍無人機，其攝影用途與三度空間的機動性自然引發了多起侵犯個人隱私的事件，從偷拍到竊取機密的狀況皆有；2018年8月，1架無人機出現在法國總統馬克宏度假地附近，並遭到干擾使其墜毀即為一例證。類似的事件除了侵犯個人隱私之外，也可用於竊取重要機密資訊，例如2016年8月在北愛爾蘭也曾發生藉無人機拍攝民眾在提款機輸入密碼的事件。小型無人機甚至可成為駭客的工具，進一步用作竊取商業機密的工具，根據2019年1月21日《泰晤士報》的報導，由於近年來藉由無人機進行偷拍、竊聽，甚至透過偽裝無線網路連線以取得員工密碼等方式竊取機密，使越來越多公司開始尋求反制無人機技術，以確保商業利益。

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

(5)其他犯罪作為：

除了軍警人員用以監控、協助執法之外，小型無人機同樣可能在犯罪者手上進行類似操作。2018年5月，美國FBI透漏其幹員於2017年冬天進行某次人質救援行動時，FBI所設置的監視站遭遇犯罪集團以小型無人機集群干擾，並拍攝影片上傳Youtube讓犯罪集團能監控幹員狀況，並使FBI無法進行突擊行動。除了對抗執法人員外，無人機所能提供的監控功能也使犯罪集團在作案前用以偵測並監控其目標。

另外，由於載貨是小型無人機另一項被矚目的用途，無人機成為美國邊境跨國犯罪集團運用的新式走私運毒工具，甚至曾發生無人機將毒品、武器及各項物品走私入監獄內等案件。

(6)資安漏洞成為隱憂

除了使用者本身的不當運用外，無人機也可能遭到有心駭客，藉由包含GPS與控制訊號、無線網路等方面的資安漏洞「劫機」，可能藉此取得無人機的控制權。

無人機製造商的資安漏洞，也可能會成為另一種無人機衍生出來的安全問題。知名軟體科技網站Check Point 2018年11月報導，全球最大的製造商中國大疆的身分認證程序有安全漏洞，如果遭到駭客攻擊，則可能會洩漏包含操作者的位置、拍攝到的影像等，甚至可能攔截載運的貨物，也

Phoca PDF

凸顯無人機存在的資安問題。

貳、各國致力發展反制作為與監管規範

一、反制技術裝備受到重視

目前已有多種包含偵測系統，及透過軟殺及硬殺方式排除小型無人機威脅的反制系統出現，其中軟殺包括了干擾其控制訓號或GPS定位信號、傳送信號等方式，也有透過「捕捉」方式抓取無人機以消除威脅等；硬殺則透過武器如飛彈、防砲、甚至雷射等擊毀無人機。就國內維安方面而言，軟殺方式仍然是較合宜的應對方式。然不論軟殺或硬殺，小型無人機具難以偵測之隱匿特性，使得及早偵測可疑的無人機的能力，成為目前反無人機系統的重要核心要素。

為了因應逐漸增加的威脅，各種反無人機系統廣泛受到各國軍警及維安單位採用，並用於各種重大場合如2017年的漢堡G20高峰會等。在可預見的近期，由於各種無人機不當應用的案例增加，民間企業在內的各方單位也將逐漸採購相

關防護裝備，

其中一個例子是德國福斯公司在2018年1月，採購機動式無人機偵測系統，以加強防止其商業機密遭人透過無人機竊取。因此，除了無人機產業將在未來數年持續擴大、發展外，可預期反無人機系統將成為新的產業發展重點之一。

二、管制運用與產業發展間的平衡

Phoca PDF

近年來包含歐美及中國在內，多國皆已推出相關管理法規，內容多半為使用者的登錄、針對不同尺寸級別無人機操作者進行規範等，並限制飛航區域。除各國各自研擬的法規外，國際標準化組織ISO也在2018年11月推出一針對無人機運用的規範草案供世界各國參考，並預計該規範在2019年生效。該草案包含了機場周遭禁飛區、限飛區、地理圍欄防止無人機接近敏感地區、使用者須維護他人隱私及確保人為活動安全、操作者訓練、飛行歷程記錄、機體維護以及數據保護等。此標準雖與多國現行規範類似且無法律效力，但仍可能作為日後建立法規的參考標準。

2018年，美國的《防止新興威脅2018法案》（preventing emerging threats act of 2018）
授權將使國土安全部及司法部門獲得權力以偵測、監控、識別以及減輕無人機對關鍵基礎設施的威脅，並讓國土安全局能夠測試、評估目前市面上各項偵測系統以制定標準來減低領空內的無人機威脅，並給予美國民航局FAA權力，以要求製造商在無人機上加上空中遠端識別系統，以協助有效管理。

但同時美國也嘗試鼓勵無人機產業的持續發展：針對無人機的應用，美國將放寬在人群上空及夜間飛行規定，以方便無人機合法運用。FAA將小型無人機依據其尺寸與風險程度分類，適度放寬風險較低的機種飛越人群；操作者如完成培訓、機上配備足夠照明工具者允許夜間飛行等。儘管一定程度上開放了無人機的進一步運用，FAA仍然維持不少舊有限制，如無人機必須在操作者視線內、禁航區以及飛行高度等。然遠端識別系統法規進度落後，引起業界不滿，雖然FAA在2018年底宣布相關測試項目，以加速推動規範擬定，然而此項規定仍需要一段時日才可能完成。

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

考量無人機運用的潛力與市場規模，管制、規範和產業發展中如何進行權衡，將是今後重要關鍵

。

參、小結

近年小型無人機的快速發展以及大量擴散，對各種可能的安全領域都造成了不少安全疑慮。儘管多個國家都開始嘗試對小型無人機進行管理，並各種不同反制系統問世，然而嚴格上來說，這些作為目前仍有待發展。作為一種當前極受歡迎的多用途電子產品，單純嚴加管制小型無人機顯然並非合適的因應之道，而是應進一步探討在推展小型無人機產業及其運用的同時，如何避免可能的危害與問題發

生。幸運的是，我國研發單位同

樣正在發展反無人機系統、推動《民用航空法》修法外

，立法院於2018年11月亦三讀通過了《無人載具科技創新實驗

條例》，顯見政府對此領域之重視。

然而新興科技發展迅速，在軟硬體上皆需時常關注並跟上最新發展，同時如同美國般詳細評估市面上各種硬體系統，並加強對關鍵基礎設施的防護，將是未來的重要工作。

Phoca PDF

發佈：2019-04-15, 週一 15:28
點擊數：32545

作者 許智翔　任職於國防安全研究院

Phoca PDF