



多軸飛行器運用於戰演訓練任務之探討

筆者/李育宣

提要

- 一、多軸飛行器是一種具有兩個俾葉軸以上的旋翼飛行器，旋翼軸由電動馬達驅動，轉動旋翼產生升力，由於旋翼角度是固定的，須透過旋翼之間的高低速差，產生旋翼推進力矩差，控制飛行軌跡。
- 二、多軸飛行器操作簡單，經短期訓練即可操作，也隨滯空時間及飛控距離與高度增加，交通航管便介入訂定法規加以管制，早期多軸飛行器以軍事用途為主，近年來資訊、通信與網路技術整合，使得飛行器從休閒娛樂用途轉變為商業、農業及國防領域高度運用。¹
- 三、部隊因組織扁平化，人力相對精減，若結合科技產物輔助，對於平戰任務而言，可收事半功倍之效；本文將以多軸飛行器應用於戰演訓練任務，可擔任的任務、效能與運用方式加以研討。

關鍵詞：多軸飛行器、空拍機、旋翼機、無人飛機。

壹、前言

多軸飛行器(Multicopter)，相對於傳統旋翼與定翼機(不論是有人或無人機)需要操縱桿、踏舵及節流閥控制飛機，它採取旋翼速度差操控飛行器，並以電力驅動，具備體積小、重量輕、攜帶方便、容易控制等特點，常見的種類有四軸、六軸、八軸飛行器，它能進入的各種惡劣環境與人員不易到達之地點，執行電影取景、即時監控、地形勘探等及定期空勘等任務。²本研究將多軸飛行器運用於軍事用途上，可藉由其特性，提升執行作戰效能。

貳、垂直旋翼起降飛行器發展沿革

垂直旋翼起降飛行器是多軸飛行器的前身，發軔期間由於油門難以控制，導致性能不佳，難以操控及實用化，而日後設計則導向直升機發展，運用垂直旋翼，然單一旋翼會產生機體旋轉效應，貝爾工程人員發明以同步尾旋翼水平旋轉，抵銷主旋翼扭矩問題，提供安全穩定的飛行，直升機便取代垂直旋翼起降飛行器，近年來多軸飛行器在無人機領域上獲得了新生，採用電動馬達驅動及差速飛控，克服了垂直旋翼起降飛行器的缺點，多軸飛行器飛行穩定，操控靈活，可以在戶內、外使用，以下簡介垂直旋翼起降飛行器之發展歷程。

¹張小玫，〈無人機是商機，還是危機？〉，<http://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10265>，2021年7月。

²維基百科，〈四軸飛行器〉，Quadcopter wiki，2021年7月。

一、 路易斯-查爾斯-布雷由蓋 1 號直升機-

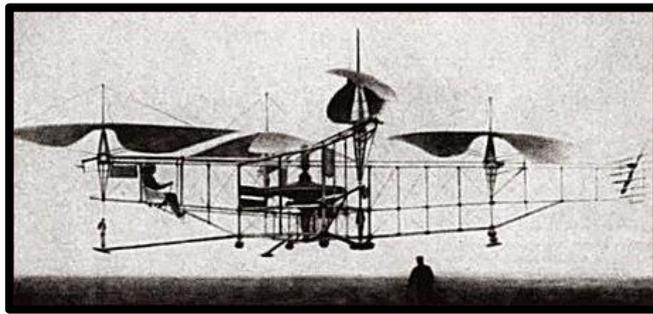
(Breguet-Richet Gyroplane No.1 helicopte,1907 年)

布雷由蓋設計的一個四旋翼直升機。這是第一個離開地球表面的旋翼飛機，雖然它只離地幾英尺而已。1908 年宣稱試飛多次，但卻沒有提供詳細的飛行報告與數據。³

二、 歐肯美赫 2 號轉子飛行器(Oehmichen No.2 Quadrotor,1920 年)

Etienne Edmond Oehmichen 於 1920 年由實驗室內六種旋翼機機型當中，選用其中一種 Oehmichen No.2 的構型設計，由一具引擎帶動四個轉子與八個螺旋槳，螺旋槳的角度是可變的，機體使用鋼管構成，每軸上由一個轉子帶動兩片螺旋槳，第五個螺旋槳安置在飛機中心，這五個水平的螺旋槳提供了飛機主要的升力與側向穩定性，第六個螺旋槳垂直機身安裝在機鼻部位，抵銷偏航扭矩，剩下的一對螺旋槳提供推力，該機展現穩定性與可控性，在 1920 年試飛超過 1 千次，1924 年 4 月 14 日達成離地 360 公尺(390 碼)的創舉。⁴

圖 1、Oehmichen No.2 飛行器

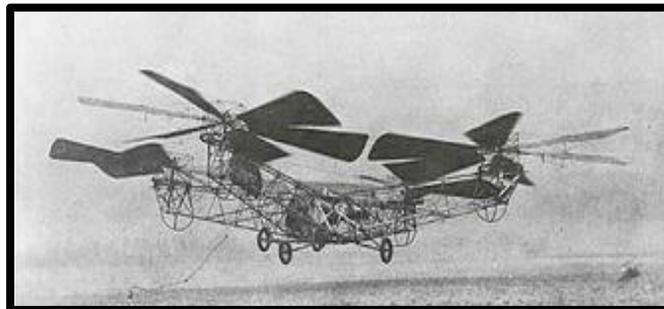


資料來源：Quadcopter wiki

三、 波思恩特直升機(George De Bothezat helicopter,1922 年)

由 George de Bothezat 和 Ivan Jerome 所設計，為 X 構形的四旋翼，首次飛行在 1922 年 10 月，經過 100 次的試飛後，在 1923 年年底達到離地 5 公尺的成績。雖然證明它的可行性，但由於動力不足、反應遲鈍、機械複雜和可靠度的問題，最終究告失敗。⁵

圖 2、George De Bothezat helicopter 飛行器



資料來源：Quadcopter wiki

³同註 2。

⁴同註 2。

⁵同註 2。



四、科為塔溫 A 式轉子旋翼機(Converawings Model A Quadrotor,1956 年)

此設計原是希望能廣泛應用於民間與軍方，其設計特色為兩具引擎驅動四個轉子，不需要尾旋翼設計，透過改變轉子之間的推力達到控制的目的。在 1950 年中期多次試飛，這架直升機是往後四旋翼的基礎，他也是第一架成功展示的四旋翼直升機。但由於缺乏訂單，計畫只能無奈終止。⁶

圖 3、Converawings Model A Quadrotor 飛行器

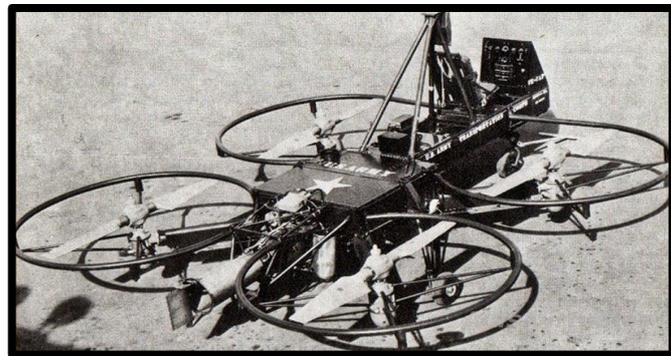


資料來源：Quadcopter wiki

五、寇蒂斯-溫萊特(Curtiss-Wright VZ-7,1958 年)

VZ-7 是 Curtiss-Wright 公司為美國陸軍打造的一種垂直起降飛機，透過改變四個螺旋槳的推力達到控制的目的，然未獲採用。⁷

圖 4、VZ-7 飛行器



資料來源：Quadcopter wiki

六、小結

垂直旋翼起降飛行器，採用汽油活塞式引擎驅動，在當時體積龐大，以皮帶、鍊條或傳動軸驅動俾葉，必須以人力操控各旋葉轉速，定翼機發明之後，迄今日只是發動機改變，操控方式不變，而此一劃時代革命飛行器的設計，已超過當時科技水準，它的失敗並不是垂直起降旋翼機毀滅的開始，許多技術與經驗移植於直升機的研發，真正進入到實用時代要等到二戰結束後，美軍的 R-4 直升機(又稱骷髏機)，在韓戰曾擔任傷患後送，真正大量運用為越戰的 UH-1 休伊直升機，此後各國陸續開發各式軍民用直升機並大量使用。

⁶同註 2。

⁷同註 2。

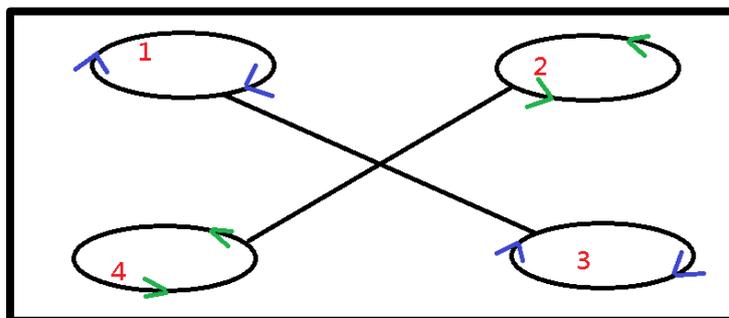
參、多軸飛行器種類介紹

多軸飛行器如今有四旋翼、六旋翼及八旋翼等多種形式(如表一)，每個軸可搭配一至兩組動力系統，因此稱為多軸飛行器，早期機型因機械複雜、性能不佳、不易操控及大型化等不利因素，未能成為實用商品。近年來在無人機的領域裡，多軸飛行器的革新，新的科技克服了以往的主要缺點，性能穩定、活動靈活、體積變小、重量變輕、輕易攜行，並可搭配不同零(組)件，迅速執行各項任務而獲得重視，多軸飛行器有它先天的優點，然而也因為輕巧，帶來的是酬載低、速度慢、航程短、導控距離等受限制，用於軍事用途必須克服續航力、航程與酬載問題，如搭載光電偵蒐裝備，必須要有定位、定向、測距、標定座標能力及即時回傳等功能。

一、多軸飛行器飛行原理

多軸飛行器軸數多為雙數軸(如四、六、八軸等)，其飛行原理就是要抵銷電動機馬達彼此間所轉動的扭矩，在相對軸上各自安裝正(反)旋翼，以抵銷扭矩，其差異就是，順時針旋轉時產生上推力，逆時針旋轉，則產生下推力。然而即便各旋翼的轉速相同，也不易穩定飛行，當前在無人機市場所採用電子控制方式，就是用來偵測飛行器於飛行時的角度變化，即時調整馬達轉速，以速差的原理維持機身之平衡。以四軸飛行器為例，說明飛行器如何實施飛行，當機上第 1 及 2 顆的馬達轉速稍慢，第 3 與 4 顆馬達轉速稍快時，飛行器則向前方向飛行；然若以中心點實施繞轉，第 1 與 3 顆馬達轉速比第 2 與 4 顆馬達快時，則飛行器會繞著中心點，達到懸停之目的，其運動方式與現行之雙翼旋翼機不同。四軸飛行器運用了四個大小長寬度完全相同的旋翼，每個旋翼與對面的旋翼為一組與其他組旋翼所產生的反扭矩互相作用達成平衡。⁸如圖 5 中一號旋翼與三號旋翼順時針旋轉；圖中二號旋翼與四號旋翼以逆時針旋轉，兩組旋翼產生的反扭矩互相作用平衡機身，並透過調節四個旋翼轉速以達到控制升降及移動目的。

圖 5、Dji phantom 3 professional 多軸機飛行原理



資料來源：<http://newsletter.hsr.gov.tw/article/index/id/482>

⁸王律衡、陸適戎等，〈四軸飛行器〉《崑山科技大學-機械工程系智慧車輛組-實務專題報告》，105年6月，頁7。



表 1、多軸飛行器比較一覽表

區分	4 軸飛行器	6 軸飛行器	8 軸飛行器
照片			
品名	DJI Mavic Pro 御風空拍機	Align M690L 亞拓六軸空拍機	DJI 大疆 S1000+ 八軸航拍飛行器
重量	752g	3,400g	4,000g
最高速度	18m/s	15 m/s	14m/s
最大升、降速度	上升：5 m/s 下降：3 m/s	升降：6 m/s	升降：6 m/s
最大信號有效距離	FCC: 7,000 m CE: 4000 m	800m	2,000m
飛行時間	27 分鐘	17 分鐘	15 分鐘
工作頻率	2.4 GHz to 2.483 GHz	500KHz	30Hz~450Hz
電池	2,970mAh	12,000mAh	15,000mAh
相機	影像傳感器 1/2.3 英寸 CMOS	GoPro HERO3	Zenmuse Z15-5D
畫素	1235 萬像素	1200 萬像素	1200 萬像素
儲存容量	64GB, Micro SD 卡	64GB, Micro SD 卡	64GB, Micro SD 卡
產地	中國	台灣	中國
售價(新台幣)	34,500 元	43,790 元	32,000 元

資料來源：作者自行整理製表

二、特性與限制

(一)特性:

- 1.性能(滯空)穩定、行動靈活、隨地可起降。
- 2.體積小、重量輕、成本較低，維修容易。
- 3.內建計算機可行自動飛行(飛行模式計有自穩、定高、懸停、繞圈、自動及自動返航等選項)。
- 4.組裝快速、訓練容易、攜行方便、機件損害較小。
- 5.可透過智慧型手機遙控及個人電腦校正、回傳資訊。
- 6.搭配不同零(組)件，用途廣泛。

7.有別於傳統戰法，可依需求採用不對稱戰法。

(二)限制:

- 1.中央處理器電路複雜，且較一般飛行器需更多無線電頻率(GSM、GPS、WiFi)支援控制系統，易受干擾。
- 2.制式遙控器是 2.4G 頻段，其特性距離短、穿透力低，與現今(如家用 WiFi、數位電話等)頻段重疊，干擾過多。
- 3.體積輕，易受天氣影響。
- 4.採電力驅動，蓄電池為鋰聚合物笨重且耗能，滯空時間有限。
- 5.飛行器自行判別阻障能力，僅能依操作員目視或 FPV 系統閃躲。
- 6.設備發展迅速，目前無完善政府法規規範。
- 7.非制式裝備，與國軍現有通資裝備不易整合，情資後傳能力受限。⁹

三、多軸飛行器廣泛應用

現在市面上幾乎所有熟知的大廠都不約而同地選在 2015 年發表無人機應用，更別提那些也許根本沒聽過的名字，早已在檯面下佈局許久，人人都等著搶占天邊無限商機。若無線網路是地表上競爭最激烈的戰場，各產業從穿戴裝置、智慧城市到車聯網，那麼無人機就是現在天空中最競爭的戰爭，飛行器早期皆以軍事用途為主，近年來受到無線網路及科技發展迅速，同時資訊、通信與網路技術得以整合，使得飛行器從消費性休閒娛樂玩具滲透到商業、農業、國防領域高價值應用，成為指日可待的普及化產品。¹⁰

圖 6、Dji phantom 3 professional 空拍機



資料來源：

Loz Blain, Review: A critical look at DJI's Phantom 3 Professional, new atlas,
<https://newatlas.com/review-dji-phantom-3-professional/38694/>

⁹成湘鄉，《多旋翼飛機基本架構及概括設定與操作簡述》(中華多旋翼遙控安全發展協會，新北市，西元 2014 年 11 月 18 日)，頁 1-12。

¹⁰數位時代編輯部，《數位時代，第 250 期》(出版地：巨思出版社，西元 2015 年 03 月)，頁 47-54。



肆、多軸飛行器風險管理

多軸飛行器在上述軍事任務執行層面仍有討論的空間，相對之風險管理也格外重要，除了對裝備的能力與限制要多所瞭解外，有計畫的安全管控是基本要求，不然飛行器因人為或外力所產生的意外，將是一大損失；『風險管理』則可使指揮官及操作者於平日管理及訓練當中，可藉有效防險措施使可能發生的意外降至最低，故需對『人員教育訓練、裝備操作及環境』等因素持續管理，避免肇生意外。

一、法律規章

目前國內並無相關法規或是證照制度來規範空拍機的部分，禁飛區部分係依據「民用航空法」第 34 條規定，遙控飛機於機場四周施放均視為有礙飛航安全物體，原則上禁止施放，除經該局評估未影響飛安情況且機場無航空器活動時，始得核准；如違反前述規定，將依「民用航空法」第 118 條規定，處新臺幣 30 萬元以上 150 萬元以下罰鍰。

二、人員管理

- (一)多軸飛行器雖操控容易，惟仍需實施階段訓練，瞭解相關諸元、飛行設備、配備攝(錄)影機及圖影傳輸器及考取無線電業餘執照。
- (二)操作人員需演練相關執行程序及緊急應變程序。

三、裝備妥善

- (一)飛行器本身無防衛能力，僅靠操作人員目視或鏡頭協助掌握狀況，易遭人為或外物影響，而造成損失。
- (二)電子設備對潮濕等環境較為敏感，為避免意外狀況，需有防水或防潮措施。
- (三)飛行器多為組裝裝備，對於組件穩固需加以注意，避免影響飛行。
- (四)飛行器的動力由鋰聚合物電池維持，續航能力較差，不能夠長時間飛行，操作人員需依當時狀況，適時歸航，降低意外。
- (五)裝備使用前、中、後檢查及保養需依操作手冊實施，以延長裝備壽限。

四、環境因素

- (一)多軸飛行器由多項主(次)總成所組成，多為電子設備，常因內部組件或外在之電波、電流之影響，應注意干擾狀況，以降低飛行時風險。
- (二)飛行器強調機身小、材質輕，故對於風速限制也相對大，容易在強風環境下受損，操作人員需依天候發展狀況適時處置降低意外。

多軸飛行器風險管理主要以評估意外程度及發生的可能性，決定風險之大小，並針對每一項評估要點加以監控，可藉由此管理作法運用於國軍風險因素管控作為之管理方式，確認飛行器所執行之任務，是經由風險管理評估後而執行，以確保安全。¹¹

¹¹全國法規資料庫，《民用航空法-法律類》第 34、118 條，2014 年 1 月 29 日。

伍、多軸飛行器運用於軍事用途

從軍事用途來作區別為戰場監偵、射彈觀測、目標指示、訊號中繼、飛彈導引、戰果回報及多機羣攻，要做到這些用途，必須具備以下條件：

一、必須具備功能

- (一)軍用保密鏈路資傳與飛控信號傳遞。
- (二)航程須達8公里以上。
- (三)留空時間須達兩小時。
- (四)酬載須達5公斤以上。
- (五)航高須達3,000呎。
- (六)偵蒐裝備須以軍規訊號傳遞情資。

二、戰場監偵

現行國軍應用無人飛機(如銳鳶、紅雀等)實施戰場情蒐運用，¹²並結合近年戰演訓任務，驗證其性能是否滿足旅、營(連)級戰鬥情蒐作為，以作為未來部隊情蒐裝備之參據，惟戰術偵搜大隊移編後，本軍對於 UAS 情蒐須與友軍分享提供，本軍戰術基本單位改為聯兵營之後，監偵排所需無人飛行載具或多軸飛行器，仍處建案階段，但可先規劃未來如何訓、如何用以及建構期間須與情報及通信單位整合，戰時可藉由多軸飛行器其模組化能力，迅速呈現作戰地區兵要資訊，及時更新「戰場情報準備」(IPB)資料，並藉由多軸飛行器以資訊化鏈結之優勢，使得各級指揮官可迅速掌握戰場，適時適切投射兵(火)力；防衛作戰灘岸階段運用如下：

圖 7、運用飛行器蒐集當前情資(1)

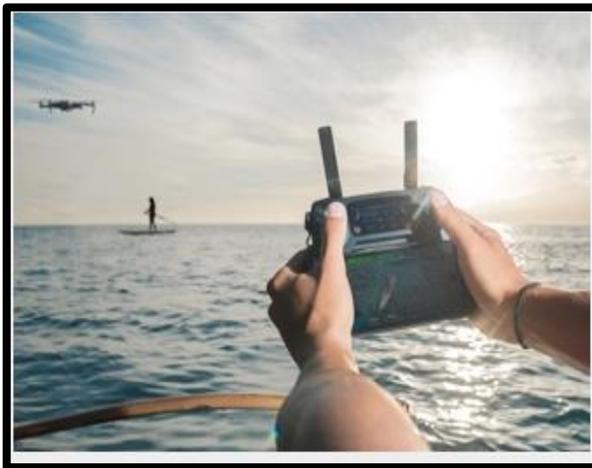


圖 8、運用飛行器蒐集當前情資(2)



資料來源：聖安專業攝影器材，http://www.avi.com.tw/drone/DJI_Mavic.htm

(一)泊地連續監偵：

以單機於敵泊地換乘區域持續監視，發現目標後將即時影像後傳至指揮所，並持續實施火力導引及效果評估，為最基本的運用模式，且易於實施空域管制，

¹²吳成旺，《陸軍戰術偵搜部隊(ATRG)訓練教範(第一版)上冊》(龍潭：陸軍司令部，民國 102 年 11 月)，頁 1-6、1-7。



唯泊地區域範圍廣大，單機無法環視全戰場，且火力導引佔用時間，打擊效能受限。

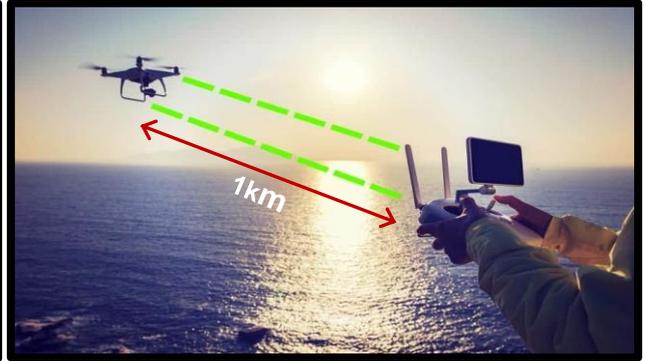
(二) 監控掠海載具：

共軍執行掠海突擊作戰，通常以氣墊船(艇)為輸具，於登陸母艦換乘區(距岸 40~60 公里)換乘後，快速上岸突擊，以奪取港口或地形要點，國軍第一線部隊可運用多軸飛行器監控敵換乘動態，並追蹤高速載具航向，提供火力支援單位先期將砲彈投射至有利位置予以攔截。

圖 9、執行出海觀測任務(1)



圖 10、執行出海觀測任務(2)



資料來源：

1. Yachting world, Drones – make a movie and save a man overboard with the new unmanned aerial vehicles. <https://www.yachtingworld.com/yachts-and-gear/drones-save-a-man-overboard-66433>
2. Let us drone, Trevor Hall, Best Antenna Placement For Your DJI Drone. <https://www.letusdrone.com/best-antenna-placement-for-your-dji-drone/>

(三) 掌握垂直突擊：

共軍執行機降作戰，通常先於直升機登陸母艦完成換乘後，於我縱深地域實施機降，國軍可運用多軸飛行器追蹤敵直升機航向，確認機降地區後，導引火力實施打擊，以遲滯共軍集結，並引導反擊部隊打擊敵薄弱處，阻敵與登陸部隊會師，使敵戰力分離，以利我地面部隊各個擊破。

圖 11、美軍運用飛行器執行任務 (1)



圖 12、美軍運用飛行器執行任務(2)



資料來源：

divids, defense visual information distribution service, Lance Cpl. Michaela Gregory, Deployment for Training, 1st Battalion, 6th Marine Regiment

三、射彈觀測

平時用以南、北及砲兵測考中心曲射武器空中觀測訓練，以輔助地面觀測之不足，亦可於聯勇操演或重砲保養射擊運用：防衛作戰時同時間以多架飛行器於共軍換乘區實施同區域、不同角度觀測，加大區域搜索強度，對高效益目標以交會觀測模式，以提升定位精準度，並減少效果評估時間；若單架遭敵擊落時，仍可以由其他單機持續執行火力導引任務，以保持火力不間斷。

四、目標指示

藉由空偵鳥瞰的功能發現遮蔽物後方目標引導兵(火)力攻擊，尤其防衛作戰灘岸殲敵階段若上陸敵軍向城鎮縱深發動進攻，多軸飛行器便可發揮辨識-導引-攻擊功能，使入侵之敵，無所遁形，若偵搜部隊能建制此裝備，可增強偵蒐能力及強度，並確保人員安全。¹³

圖 13、美軍運用飛行器執行任務(3)



圖 14、美軍運用飛行器執行任務(4)



資料來源：

1. Homeland preparedness news, Dave Kovaleski, US Army to continue relationship with drone manufacturer Skydio, <https://homelandprepnews.com/stories/63304-us-army-to-continue-relationship-with-drone-manufacturer-skydio/>
2. Aviation today, Brian Garrett-Glaser, In Effort to Bolster U.S. Small Drone Industry, Pentagon Clears Five Models for Government Use, <https://www.aviationtoday.com/2020/08/21/effort-bolster-u-s-small-drone-industry-pentagon-clears-five-models-government-use/>

¹³何宜玲，〈美軍新武器入列!不是槍而是無人機〉，

<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20180306003264-260417>，西元 2021 年 7 月。



五、通信中繼

VHF 與微波頻段信號易受地形、地物阻斷，若於飛行器加裝無線電中繼轉播設備，將可延伸通信距離，亦可作為資訊網路中繼之用，若指揮幅度擴大，指揮官亦可作為空中指揮備援手段。

圖 15、2009 年台北航太展-中科院 CS/VRC-194C 車裝中繼無線電機



資料來源：尖端科技軍事圖庫-尖端科技軍事雜誌

圖 16、車裝中繼型 CS/VRC-194C 連接圖



資料來源：陸軍 37 系列跳頻無線電機操作手冊

六、飛彈導引

線控式飛彈已不適合台灣作戰環使用，地面反裝甲武器及空對地智能彈藥現多以雷射導引且具射後不理功能，為保護飛彈發射陣地及戰機安全，載台投射彈藥後立即脫離，或變換陣地進行次波攻擊，此時可用雷射指示器乘波導引飛彈攻擊目標，並回報效果。

圖 17、國軍標槍飛彈射擊圖



資料來源：梅復興，鳴人堂，
<https://opinion.udn.com/opinion/story/121595/5305313>

圖 18、AGM-65「小牛」空對地飛彈

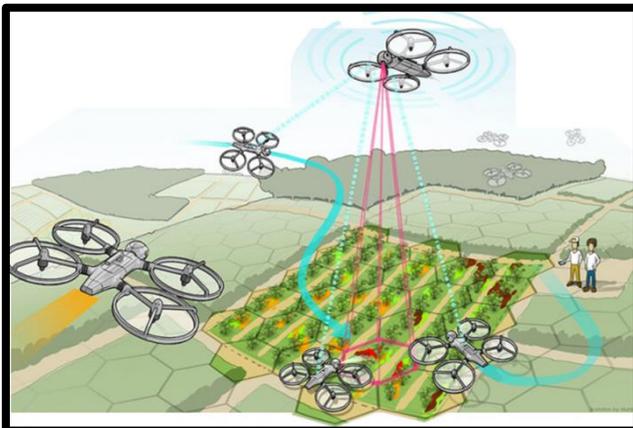


資料來源：王敏為，〈F-16 要射「小牛飛彈」？空軍司令部出面澄清〉《自由時報》；
<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2046330P.html>

七、戰果評估

以多架飛行器於共軍換乘區實施同航道、不同時段觀測，藉由精確計算火力打擊所須時間，賦予雙機飛行時間差，由前機擔任目標搜索定位，後機負責火力打擊後效果評估，免除單機執行目標定位、效果評估任務時的重新繞行時間。

圖 19、無人機觀測目標示意圖



資料來源：3S Market，全球智慧科技應用-市場資訊網，
https://3smarket-info.blogspot.com/2018/10/blog-post_756.html05313

圖 20、無人機對海上目標觀測



資料來源：風傳媒新聞網，
<https://www.storm.mg/article/2669470>



八、多機羣攻

羣攻無人機為不對稱作戰選項之一，具備價廉、高效及震撼敵軍效果，以最近各項慶典活動不斷展示單人多機操控能力，變化出多種聲光效果，若以多軸飛行器加裝彈頭，對敵猝然發起多波連續自殺式攻擊，將可收節約兵力，發揮最大戰力效果。

圖 21、多機羣攻示意圖



資料來源：DronesPlayer
<https://dronesplayer.com/uav-news/>

圖 22、無人機燈光秀



資料來源：ETtoday 新聞雲
<https://travel.ettoday.net/article/1883866.htm#ixzz72eX2wfjh>

陸、結論

現今世界各國為了提昇人員戰場存活率及減少人員傷亡，均朝向無人化機器方向發展，以科技優勢強化部隊安全，藉由成本較低的科技產物，先行至所望地區遂行任務，降低人員意外的發生，相對的因戰術風險或意外風險而造成機械損毀的風險亦相對提升，但基於任務的遂行及人員安全的考量前提下，這種損失是相對較小的，克勞塞維茲說：「真正的安全，才是勝利的保證」，在各項軍事任務若能建立在安全的基礎上，以科技輔助人員執行任務，可有效提升成效。現今國軍因應相關組織調整，在人、物力資源較無以往充裕，駐地訓練、戰演訓及災防等多重任務下，希能藉由本文以民間科技產物對於軍事任務執行上能翻轉舊思維逆向思考、運用，以科技產物之優勢在執行各項軍事任務上，並以風險管控手段，管理其多軸飛行器相較劣勢之處，以其達到相輔相成，事半功倍之效果。



參考文獻

- 1.張小玫，〈無人機是商機，還是危機?〉，
<http://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10265>，西元 2021 年 7 月。
- 2.維基百科，〈四軸飛行器〉，Quadcopter wiki，2021 年 7 月。
- 3.王律衡，〈四軸飛行器〉《崑山科技大學-機械工程系智慧車輛組-實務專題報告》，
105 年 6 月，頁 7。
- 4.成湘鄉，《多旋翼飛機基本架構及概括設定與操作簡述》(中華多旋翼遙控安全
發展協會，新北市，西元 2014 年 11 月 18 日)，頁 1-12。
- 5.數位時代編輯部，《數位時代，第 250 期》(出版地：巨思出版社，西元 2015
年 02 月)，頁 47-54。
- 6.全國法規資料庫，《民用航空法-法律類-第 34、118 條》，(西元 2014 年 1 月
29 日)。
- 7.國家通訊傳播委員會，《業餘無線電技術規範-業餘無線電技術規定-第 6 條》，
(西元 2007 年 9 月 27 日)。
- 8.吳成旺，《陸軍戰術偵搜部隊(ATRG)訓練教範(第一版)上冊》(陸軍司令部，民
國 102 年 11 月)。
- 9.魏瑞軒、李學仁，《無人機系統及作戰使用》(國防工業出版社，西元 2009
年 3 月)。
- 10.何宜玲，〈美軍新武器入列!不是槍而是無人機〉，
<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20180306003264-260417>，西元
2021 年 7 月。

筆者簡介



姓名：李育宣

級職：上士教官

學歷：儲備戰車領導士98-4、士官高級班103-2期。

經歷：副車長、車長、副排長、現任裝訓部指參組教官。

電子信箱：軍網：army102014996@army.mil.tw