

無人機與陸航遂行國土防衛作戰之研究-以反登陸作戰為例

筆者/張琨杰

提要

- 一. 綜觀世界，無人機作戰已被世界各國廣泛運用，已經是不可或缺的戰具，然而隨著科技技術不斷進步，無人機不再是僅能實施空中觀測、偵查及攻擊等單一任務外，更因為匿蹤技術發達，性能提升及戰術的運用，儼然變成一種未來作戰的潛力戰具。
- 二. 在各國致力於發展無人機下，近年作戰中，以納卡戰爭以色列的蒼鷲無人機最廣為人知，而中共在 2021 年起不斷入侵我國西南空域，甚至更出現無人直升機蹤影，同年更實施無人機與直升機 A 射 B 導的協同作戰驗證模式，顯見中共對無人機的戰術運用已突破舊有思維，轉而發展新的運用方式。
- 三. 本文從各國無人機發展現況，進而探討美軍於演習的驗證下，如何實施無人機與直升機協同作戰之運用，並研究我國在無人機與直升機協同遂行反登陸作戰之可行性，以為未來作戰中創機造勢。

關鍵詞：無人機、MUM-T、AMUST、MUSIC EXERSE、UAV、情監偵。

壹、前言

一、研究動機與目的

(一)研究動機：

中共近年軍事科技不斷日益創新，在無人機運用上，更是研究出蜂群作戰模式，而未來在軍事用途上，更可能為侵擾我中華民國手段之一，2021年3月中共更使用無人直升機配合有人直升機實施協同作戰驗證等科目，其作戰模式均已不再是傳統作戰，相對地，國軍在現有無人機及未來中科院所研發之無人機能否與陸航實施協同作戰值得實施研究。

(二)研究目的：

解析各國無人機現況及美國無人機與直升機協同作戰之研究，並藉由相關資料蒐整以研擬無人機與陸航直升機協同作戰方式，為爾後增加可用之作戰模式乃為本次研究之宗旨。

二、研究範圍與限制

(一)研究範圍

- 1、無人機發展現況。
- 2、中共國家對我國之威脅
- 3、於反登陸作戰無人機與陸航之搭配運用。

(二)研究限制：

由於無人機發展及運用為近幾年運用趨勢，我國陸軍聯兵營亦將無人機載具納入聯合監偵排使用，而海軍戰術偵搜中隊也於歷年演訓中展現聯合情監偵運用，顯見我國對於無人機使用已逐步重視運用。本研究就無人機與直升機協同作戰以美軍實驗及驗證過之模式，結合陸航部隊作戰之運用，但侷限於個人階層、兵科及部隊歷練與立場角度，所思考與取向將有所限制。

三、研究方法與架構

(一)研究方法：

本次研究主要，採「文獻分析法」實施研究，藉由相關準則、文獻、期刊及相關學者著作，並由客觀之角度來探究無人機與陸航部隊遂行國土防衛之可行性，進而增進我陸航部隊戰術運用之建議。

(二)研究架構：

圖 1、研究架構圖



資料來源：作者自行整理

貳、先進國家無人機概況

自 2001 年美國「911 事件」後，全球掀起無人機運用之熱潮。而先進國家以色列、美國及中共等國家皆部屬無人機，各種類型和多用途無人機不斷問世，並取得良好實戰效果，¹以下將針對無人機技術較為純熟的國家如以色列、美國、英國及中共等國家之現況實施探討：

一、各國無人機現況

(一)以色列無人機發展現況

以色列國家雖不是擁有無人機規模最大的國家，但或許是無人機研發技術最強之一的國家，以色列無人機最成名戰役為 1982 年貝卡山谷戰役，²該

1. 王偉忠，〈無人飛行系統(UAS)對台海戰場環境之影響〉，《國防大學空軍學院正 91 年班軍事專題研究學術論文》，頁 29。

2. Rebecca Grant，The Bekaa Valley War，AirforceMagzine，At <https://www.airforcemag.com/article/0602bekaa/>。

戰役使用無人機先期進入敘利亞防空陣地誘敵開啟防空系統雷達，再藉由無人機收取雷達波頻並回傳基地，以色列再行對敵發射反輻射飛彈以摧毀敵防空陣地，兩小時之內即摧毀敵 17 處防空陣地，續由以色列對敵指管系統實施電戰干擾，以切斷敘利亞空軍與指管人員之聯絡，在失去通聯的引導下，以色列將敘利亞空軍完全擊潰獲得空前勝利，以下將介紹以色列眾多無人機中最具代表性之飛機：

1、哈洛普(Harop)無人機

表 1、「哈洛普(Harop)」性能諸元表

		
翼展：3 公尺	機長：2 公尺	機高：不詳
全重：不詳	巡航速度：不詳	滯空時間：6 小時
實用升限：不詳	速度：225 公里/小時	
飛行距離： 1,000 公里		
動力裝置：1 具 UEL AR731 Wankel 轉子引擎，38 匹馬力		
武器：可掛載 23 公斤彈藥		
特點：飛機機鼻下方的視窗可 360 度掃描地面目標可自動選擇最佳路線發動攻擊		

資料來源：<HAROP Loitering Munition System>，《IAI》，<<https://www.iai.co.il/p/harop>>，，檢索日期：2022 年 1 月 10 日。

哈洛普(Harop)無人機由「以色列航空航天工業公司」研發，是哈比(Harpy)反輻射無人機的改良型，此無人機在 1997 年的巴黎航空展上首次亮相，即引起各國的高度重視。哈比無人機在 2009 年時則改良成哈洛普(Harop)無人機，哈洛普無人機主要為制壓敵防空系統，可由海上及陸地上多種平

台及任何角度發射，發射後再藉由導航至任務區域。哈洛普(Harop)無人機全長約 2 公尺，翼展約 3 公尺，作戰半徑達 1,000 公里，可攜帶 23 公斤彈藥，滯空時間長達 6 小時，其優點機動靈活，航程遠，巡航時間長，反雷達頻段寬，戰場存活能力強，可不受天候下使用，使用一般燃油或航空燃油作為動力來源。此無人機的組成由基本火力單元(18 架無人機)、1 輛地面控制車、3 輛發射車和輔助設備組成。每輛發射車裝有 6 個發射箱，每個發射箱內裝有 1 架「哈洛普」無人機，其機身前端下部配有被動雷達導引頭，可對不同電磁波信號進行分類、判斷出敵方信號，以便進行目標辨識和追蹤。機身中部裝有導航系統和戰鬥設備，其中導航系統採用慣性導航和 GPS 衛星定位技術，配合自動駕駛儀、三軸光纖陀螺和磁羅盤，可使無人機依照先前規劃好的計畫實施飛行任務。機身後部安裝 1 台活塞發動機和 1 個兩片式螺旋槳，飛機機體內滿油箱可巡航時間長達 6 小時。「哈洛普」系統可採取單機或蜂群作戰模式，18 架無人機可在 20 分鐘內全部發射，對目標區域實施打擊。整套系統具有高效能機動性和隱蔽性，能根據作戰需要迅速轉移並展開發射，可以在嚴苛的作戰條件下使用。其優異表現在 2020 年納哥諾卡拉巴克戰爭（簡稱納卡戰爭），³在戰場上阿塞拜疆憑藉著無人機優勢將亞美尼亞的導彈發射架、裝甲車、火箭炮及大量有生力量殲滅，取得最終碾壓性勝利。

(二)英國無人機發展現況

1、英國雷神(Taranis)無人機

3.王偉忠，〈無人飛行系統(UAS)對台海戰場環境之影響〉，《國防大學空軍學院正 91 年班軍事專題研究學術論文》，頁 29。

表 2、「雷神(Taranis)」性能諸元表

		
翼展：12 公尺	機長：5 公尺	機寬：4 公尺
重量： 8,000 公斤	飛行距離： 500 公里	滯空時間： 6 小時
實用升限： 14,000 公尺	最高速度： 1,235 公里/小時	巡航速度： 250 公里
動力裝置：1 具勞斯萊斯 Adour MK951 型發動機		
武器：可掛載 1.2 噸彈藥		
特點：低探測性複合材料，可有效躲避雷達探測、慣性導航系統、全球定位系統及電子地圖等組成的導航控制系統。		

資料來源：Staff Writer，2020 年 8 月 26 日，〈BAe Systems Taranis〉，《Military Weapons》，〈https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=986〉，檢索日期：2022 年 1 月 15 日。

雷神無人機外型採用複合式材料及捨棄尾翼以降低遭敵雷達偵測之可能，並且能有效減低風阻，減少燃油消耗以增加在空續航時間，在用途上可實施目標偵查、情報共享及目標打擊之任務，另外雷神無人機具有超音速飛行之能力，目前雷神(Taranis)無人機在 2014 年已完成試航，但距離投入實戰仍需一段時間。

(三)中共無人機發展現況

中共已將無人機列為關鍵性研發武器，並投入龐大資源發展相關領域之科技，在歷屆珠海國際航空展的展出均可發現最新之無人機。再者，中共無人機發展早已含括戰略、戰術、小型及匿蹤等多機種，並具備偵查、攻擊、觀測、目標導引等功能，而作戰能力含括陸、海、空、天、電等各類型作

戰支援。⁴在中共作戰部隊全力配合下，同時發展多功能、全方位無人機，除無人機本體外，其相關之發動機、偵察裝備、武器系統、通信及控制等技術均已列入其國家軍民航太工業發展重點。⁵

1、翼龍Ⅱ（Wing Loong Ⅱ）無人機

表 3、「翼龍Ⅱ(Wing Loong Ⅱ)」性能諸元表

A yellow Wing Loong II unmanned aerial vehicle is shown in flight against a clear blue sky. The aircraft has a high-wing configuration, a V-shaped tail, and a single propeller engine mounted on the fuselage. It is equipped with a sensor pod under the nose and a small antenna on the tail. The landing gear is visible, and the aircraft is angled slightly upwards and to the right.

翼展：20.5 公尺	機長：11 公尺	機高：4.1 公尺
------------	----------	-----------

起飛重量：4,200 公斤	飛行高度：9,000 公尺
---------------	---------------

飛行速度：370 公里/小時	飛行距離：5,000 公里
----------------	---------------

續航時間：32 小時

動力裝置：渦槳-9A 渦輪螺旋槳發動機

武器：12 枚空地導彈

特點：具有全自主水平起降和巡航飛行能力、空地協同能力、地面接力控制能力，可按需裝載多型光電/電子偵察設備以及小型空地精確打擊武器。

資料來源：Gu Liping，2017 年 2 月 28 日，<China's domestic Wing-Loong II UAS conducts maiden flight>，
<<http://www.ecns.cn/2017/02-28/247122.shtml>>，檢索日期：2022 年 2 月 21 日。

翼龍Ⅱ（Wing Loong Ⅱ）是中國航空工業成都飛機設計研究所研製的一型察打一體無人機，在先進有人機研製過程中，利用其總體氣動、機體結構、電子飛控和綜合航電等技術，從 2005 年開始自行投資研製翼龍系列察打一體無人機，進而發展出第一代察打一體無人機-翼龍Ⅰ無人機。翼龍

4. 許然博，〈中共無人飛行載具發展對我海軍威脅〉，《海軍學術雙月刊》，第 51 卷第 5 期，2017 年 10 月。

5. 李建鵬、翁翠蓮，〈中國大陸無人飛行載具對我防空作戰影響之研究〉，《空軍學術雙月刊》，頁 68-83，2020 年 8 月 1 日。

I 無人機在實際使用後，存在平台性能不夠強大、飛行高度較低、飛行速度不夠快、機動性能和抗風能力不足、掛載能力和打擊能力較不足等問題。於是，成都飛機設計所啟動研製翼龍 II 無人機。⁶2012 年，成都飛機設計所開始新一代察打一體無人機研發，並以美國 MQ-9 無人機的技術指標為參照，設計研製翼龍-II 無人機。⁷2017 年 2 月 27 日，翼龍-II 無人機成功首飛。隨後，翼龍-II 無人機開始了一系列測試飛行任務，完成了無人機平台、任務載荷、武器和地面控制站等科目驗證，並藉由高強度且密集測試，使得翼龍-II 無人機各項數據指標及能力得到良好測試，並使其達到設計指標。

二、我國無人機現況

臺灣在航空業界中發展於無人機設計研究的單位計有國家中山科學研究院(簡稱中科院)、工業技術研究院航太中心、漢翔航空工業公司，在學術機構方面則是以中正理工學院、空軍官校、成功大學、淡江大學及元智大學為主。其中以中科院研發的無人機為主，並具備多用途、情報蒐集能力。在飛行載具系統、航空電子、遙測技術、及先進材料等技術領域已建立成熟之專業研發能力，可依據不同之需求，提供各類型無人飛機系統之研製與整合測試服務。

1、銳鳶無人機

6. 李屹東，〈新一代察打一體無人機翼龍 II 準備交付[J]〉，《國際航空》，頁 16-18，2017 年 5 月。

7. 劉昱，〈中國步入先進無人機國家行列[J]〉，《現代艦船》，頁 60-65，2017 年 4 月。

表 4、「銳鳶」性能諸元表

		
翼展：8.7 公尺	機長：5.3 公尺	機高：1.6 公尺
起飛重量：450 公斤	飛行高度：4,572 公尺	
飛行速度：180 公里/小時		
最大續航時間：10 小時		
飛行距離：180 公里		
特點：全自動飛行、自動導航、衛星導航。		

資料來源：余世英，〈無人飛行載具於艦艇單位之戰術運用〉，《海軍學術雙月刊》，第 46 卷第 2 期，頁 72，2012 年 4 月。

銳鳶為中華民國中科院研製並以翔鷹計劃代號開發，原名「中翔二號」無人機，因量產後更名為銳鳶。銳鳶結構採用複合式材料及模組化設計，掛載可見光/紅外線整合型光電酬載，具備長時間飛行、全球定位系統導航、自動飛行控制、即時資訊/影像傳輸及通信中繼等特性。在軍事用途上可執行晝/夜間偵蒐、戰場監控、目標搜索、戰損評估等任務，其情資可即時回傳地面控制站，搭配情資傳輸系統，將監偵與指、管、通、情通聯（C4ISR）整合，發揮先發制人及聯合作戰的效應。⁸

2、劍翔反輻射無人機

8.<航空系統中型中翔無人機>，《中山科學研究院》，<https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_Id=20&catalog=56>，檢索日期：2022 年 3 月 6 日。

表 5、「劍翔」性能諸元表

		
翼展：2 公尺	機長：2.2 公尺	機高：0.4 公尺
重量：150 公斤	飛行高度：3,000 公尺	
飛行速度：160~250 公里/小時	飛行距離：1,000 公里	
最大續航時間：5 小時		
特點：可鎖定敵船艦雷達、武器系統電磁波展開攻擊		

資料來源：徐永憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉，《空軍學術研討會論文集》，頁 29，2021 年 10 月。

劍翔反輻射無人機由中科院研製，俗稱「自殺式無人機」，主要用於「癱瘓大陸沿岸觀測通訊、預警和戰場管控雷達及防空飛彈系統」。此款反輻射無人攻擊機於 2012 就以「劍翔計劃」代號公開，劍翔無人機採用了天劍-2A 的部分技術，其外觀形狀和大小與以色列哈比無人攻擊機類似，機身都採用圓柱形和三角翼布局。由於機型較小，所以採用英國製 40 匹馬力的轉子引擎，採螺旋槳設計。⁹劍翔正式亮相為 2019 年「台北國際航太暨國防工業展」展出，並於 2021 年進入量產階段，將分 6 年生產 104 架，配屬在空軍防空暨飛彈指揮部所屬的防空部隊¹⁰。劍翔其特性具有射後不理、全天候及反干擾特性，專門摧毀敵防空及雷達系統，可於高威脅環境下作戰，於執行任務時可單獨或採用蜂群作戰模式完成任務。

9. 高智揚，〈劍翔反輻射無人機的作戰效益評估〉，《亞太防務 137 期》，頁 15，2019 年 9 月。

10. 徐永憲，〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉，《空軍學術研討會論文集》，頁 28，2021 年 10 月頁。

表 6、各國無人機性能諸元比較表

性能 機型	種類	翼展 (公尺)	重量 (公斤)	速度 (公里/ 小時)	升限 (公尺)	飛行距離 (公里)	續航時間 (小時)
哈洛普 	自殺攻擊	3	-	225	-	-	6
雷神 	偵攻合一	12	8,000	1,235	14,000	-	6
翼龍 II 	偵攻合一	20.4	4,200	370	9,000	5,000	32
銳鳶 	偵查	8.7	450	180	4,572	180	10
劍翔 	自殺攻擊	2	150	250	3,000	1,000	5

資料來源：作者自行整理

三、無人機運用之特、弱點

(一)特點

1、降低人員傷亡

無人機控制由地面控制站透過操作人員藉由衛星或是無線電訊號以操控無人機運作，可於前線作戰或是執行高風險任務時使用無人機實施作戰，避免與敵接觸，進而提高人員性命安全。¹¹

2、靈活精巧

無人機因體小，且雷達截面積較小，不易遭敵偵獲，且無人機活動可採三度空間不同軸方向實施運動，使得運動過程中不易遭敵偵測，在執行任務時亦能在敵不易察覺狀況下完成任務。

3、修護費用低

11. 王亞民、謝三良，〈無人飛行載具之發展及在本軍的應用〉《海軍軍官》，第 22 卷第 3 期，頁 21，2003 年 8 月。

載具採模組式實施製造，操作時透過無線電對無人機實施遙控，相對於與有人機相比之下，可減少操作上之失誤。

4、機動性能高

無人機可隨時運用空曠地區或是發射載台實施發射，對於場地之起降較有彈性空間可供運用，在任何時間均可實施起飛執行任務。

5、戰術運用廣泛

無人機在空中續航時間長，並可長時間對目標實施偵查，在戰術運用上可採無人機單機作戰、蜂群模式運作及無人機與有人機協同方式實施運作，搭配模式可依作戰任務需求實施不同編組，以求獲得最大效益。

6、天候限制條件低

無人機可於天候能見度不佳、雲層較低及夜間狀況下實施起飛，不同於有人機往往受限於天候因素無法執行任務，故能全天候不分晝夜實施作戰。

7、具保密性

無人機在設計時，均設有自動返回基地之功能，可於指揮中斷或是遭敵干擾可爬升高度重新與控制站建立連線繼續執行任務，或是無法連線時可自動返回，全程執行任務時採點到點模式運作，以避免遭敵偵獲以暴露我軍基地。¹²

(二)弱點

1、自我防護能力低

無人機多數設計被用來對敵實施偵查及對地攻擊之任務，無掛載自我防衛性武器，因任務需求須長時間於敵軍上空實施偵查，極有可能遭敵紅外線武器偵測，而遭防空武器擊毀。

2、易受電子干擾

無人機導航時藉由無線電訊號或是全球定位系統(GPS)實施導引，敵實施電子干擾可中斷無人機之導引，訊號容易遭敵遮斷，若電子干擾過強，則影響地面控制站人員之操控。

3、載重限制

無人機載重受限於引擎動力及機體小的限制，載重無法同有人機武器掛載較為多樣且豐富，使得作戰時彈藥僅能針對重要目標實施攻擊，無法對多重目標實施打擊。

12.鄭君邁，〈無人飛行載具之運用與前景〉，《空軍學術月刊》，第600期，頁151，2007年10月。

參、敵情威脅

一、中共軍事能力與威脅

中共從未放棄對臺使用武力之選項，藉實兵對抗、聯合登陸演習、網路駭客攻擊及在臺海周邊執行遠海長航等作為，持續強化對臺軍事整備及威脅，其在軍事現代化能力逐漸提升下，對臺軍事作為將更趨頻密與強硬。現階段依共軍發展概況，其對臺作戰能力概述如下：

(一)情報監偵能力

藉高解析度光學及雷達偵照能力偵察衛星，及在臺海周邊海域常態部署情報船電子偵察船，不定期派遣偵察機、無人機實施偵巡等方式強化情報監偵力度，透過陸海、空及航太等多維手段，擴大情蒐範圍與頻次，掌握我軍事動態及戰場情報經營。

(二)聯合封鎖能力

加強海、空軍制空、制海及對陸打擊戰力，並加速火箭軍新型飛彈部署，提升精準打擊及戰昭制壓能力，已具備對我重要港口、機場及對外航道實施聯合局部封鎖，截斷海、空交通路線能力，影響軍備後勒資源整補與作戰持續力。

(三)聯合火力打擊

各式彈道飛彈、巡弋飛彈及空射攻陸飛彈射程均可涵蓋臺灣全島，協同海、空軍戰力，可攻擊我政、經、軍等重要目標，減損我軍作戰持續力及支援後續作戰之遂行。

(四)聯合登陸作戰

強化陸軍兩棲合成旅、空突旅及海軍陸戰隊聯合登陸作戰訓練，及建構海空戰略投送能量，在取得制空、制海及制電磁權優勢後，以正規兩棲艦船搭配軍管商貨輪方式，遂行聯合登陸作戰。

(五)應對外軍干預

部署中、長程對地、反艦彈道飛彈及巡弋飛彈，並藉海、空軍航艦及轟炸機常態化赴西太平洋從事跨島鏈海空聯訓，對印太周邊國家形成軍事威懾，以遲滯第島鏈間外軍干預行動。

(六)戰略支援能力

透過「軍民融合」發展航大作戰平臺，加速偵察、導航、通信等名型衛星部署以強化戰場資訊優勢，並藉由「北斗」全球定位導航及指管數據鏈路

系統建置協助各軍兵種遂行資訊攻防、遠程預警、遠海作戰、飛彈精準突擊及防空反導等能力。¹³

二、中共無人機對我國之威脅

目前中共無人機主要用於強化東南海地區之情監偵，其研改著重於加強掛載能力、航行距離以及遠程的續航力上，而其目的則在於強化情監偵、軍事通訊、電子作戰以及作戰任務。¹⁴現階段中共可利用電子作戰與反輻射無人機，對我國各種雷達及通信設施，遂行電磁參數偵蒐及軟、硬殺任務。其對我防衛作戰之威脅分述如后：

(一)研發技術提升，載具發展迅速

目前中共無人機偵察機或攻擊機在技術不斷創新且經過測試後，其機具皆已相當成熟，並已開始實戰部署，其重點置於東南沿海地區。2018 年中共在珠海航空展展出「彩虹-7」、「彩虹-10」、「CH-95 無人機」、「雲影」及「啟明星」太陽能多款無人機；其中「彩虹-7」大型無人機，可以在 13,000 公尺高度巡航，並於高危險下執行火力壓制、偵察監視以及長時間預警等作戰任務，其能力可媲美美軍 MQ-9 死神無人機，顯示在一、二十年內，中共在研製尖端民用與軍事科技方面，逐漸有後來居上的趨勢。

(二)有、無人機混編運用

中共若以有人機與無人機協同作戰，將有人機藏身於無人機群中，除可採預編攻擊程式配合無人機，先期誘我預警及射控雷達開機，遂行攻擊外，亦可扮演欺敵佯攻機，迫我軍高價防空飛彈及戰機截擊，持續消耗我防空資源。¹⁵中共目前除攻擊-1 型翼龍無人機外，亦將退役殲-6 戰機改裝成無人機運用，對我國空防更具壓力。¹⁶而「利劍」無人機則透過遠端遙控進行難以捉摸的攻擊，在戰略運用上，使用退役「無人機」和真正遙控式「無人機」一同行動，甚至比彈道飛彈所造成的傷害更可怕，也更難防禦。

(三)空降部隊投送，增加我防禦難度

13. 國防部，《中華民國 110 年國防報告書》，頁 39-40，2021 年 10 月。

14. 宋蔚泰，〈共軍運用無人飛行載具遂行「一體化聯合作戰」研析〉，《海軍學術雙月刊》（臺北），第 51 卷第 5 期，海軍司令部，2017 年 10 月 1 日，頁 141。

15. 何應賢，〈由世界軍用無人機發展趨勢論中國大陸軍用無人機發展與威脅〉，《空軍學術雙月刊》（臺北），第 652 期，空軍司令部，2016 年 6 月，頁 129。

16. 楊幼蘭，2021 年 10 月 21 日，〈衛星照曝陸殲-6 變身無人機 大批部署台灣附近〉，《中時新聞網北》，〈<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20211021002802-260417?chdtv>〉，檢索日期：2022 年 3 月 11 日。

近期中共空軍戰略「空天一體、攻防兼備」的轉變，運-20 運輸機具備現代化航電與優異的飛機操控性能，具有 60 噸的運載量及 6,000 公里的航程性能，將可滿足及解決共軍遠程戰略運輸需求。依共軍目前的戰略指導原則來看，在打贏「信息化局部戰爭」的思維下，利用空中載具戰術機群編隊能力，以彩虹系列無人機實施偵察、監視、目標定位及情報蒐集，再以運-20 搭載快速反應部隊(如空降部隊或特戰部隊)投射到我軍機場及戰略要域上，過程中若發現高價值目標，則利用「察打一體」功能，立即以標定、摧毀或是導引目標打擊方式，特別是針對我軍機動打擊部隊、防空與砲兵陣地或是指揮所等目標，可直接運用機載飛彈打擊目標，遂行戰略打擊或輔助登陸等任務，對我地面防衛威脅程度。¹⁷

三、敵登陸作戰近程

共軍目前有 6 個兩棲合成旅，分別隸屬東部戰區 72 集團軍的兩棲合成第 5 旅及 124 旅，73 集團軍的兩棲合成第 14 旅及 91 旅，以及南部戰區 74 集團軍的兩棲合成第 1 旅及 125 旅，各旅編制約 7,000 人(1 個或多個砲兵營、偵察營、防空營、保障支援營、教導營及旅直屬單位)，¹⁸尤以東部戰區 72 及 73 集團軍為主要攻臺部隊，其部隊在近 3 年登島演習中，演練重點包括「跨戰區同步演習」、「多兵種聯合」、「地空聯合火力打擊」、「有人、無人載具混合運用」及「城鎮作戰」等項目，¹⁹均展現出其登島作戰之戰術戰法運用，另外，共軍登陸作戰戰術戰法不斷精進，惟保障其突擊上陸、迅速有效的奪取及控制登陸場之作戰目的始終不變。突擊上陸為兩棲作戰行動中最複雜，也是最重要的作戰階段，通常以海面突擊群為主，配合掠海突擊群及垂直突擊群為輔，運用各式兩棲輸具（空中載具），以強化海上（空中）兵力運送效能，輔以火力支援、電子作戰、網路攻擊及心理攻勢等，以創造突擊上陸之理想登陸條件，因戰役任務不同，共軍聯合登島戰役梯隊編組可區分為「登陸戰役第一梯隊」與「後續梯隊」兩部分，首先以「精兵利器（具兩棲作戰能力之部隊）」用於首波登陸，建立登陸場，

17. 蔡誌銓，〈中共軍事威脅對我國家安全情勢發展之研析〉，《海軍學術雙月刊》（臺北市），第 52 卷第 2 期，海軍司令部，2018 年，頁 51。

18. 于鵬飛，〈2020 年共軍東、南部戰區登島演習研析—兼論對國軍防衛作戰之啟示〉，《陸軍學術雙月刊》，第 57 卷第 577 期，頁 37，2021 年 6 月 16 日。

19. 蔣莉蓉，2020 年 10 月 11 日，〈央視昨天發布 " 東南海域多兵種聯合登島演練 " 視頻，島內媒體迅速讀出 " 關鍵 " 資訊〉，《環球網》，〈<https://taiwan.huanqiu.com/article/40ErkqrRzhd>〉，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。

開放機場、港口，再使其後續梯隊能迅速上陸，釋放整體戰力，作戰效程區分為裝載、海上機動航渡、展開、突擊上陸等階段。

(一)裝載(配合先期作戰)：共軍登陸作戰發起前，為奪取戰場控制權，並創造有利態勢和條件，採取導彈突擊、航空突擊、海上封鎖、海上打擊、奪取制信息權等行動。在「制空」、「制海」與「制電磁」控制權確保後，登陸部隊於「待機位置」分散隱蔽完成裝載，駛向「待機海域」發航。

(二)海上機動航渡：集中運用海、空警戒掩護兵力，建立「海峽輸送航道」運送登陸部隊。通常登陸戰役第一梯隊採取「艦到岸」或「綜合到岸」輸送方式，向展開及換乘區運動，後續戰役梯隊，則採「岸至岸」方式，於安全海區待港口開放後上陸。

(三)展開(錨泊區屏衛、直接火力準備、掃雷破障)：通常距登陸地域海岸約 50~10 公里處實施換乘、展開、泛水及編波作業，而「展開」為兩棲登陸部隊由航渡隊形，疏散轉換成「突擊上陸」隊形之行動。登陸編隊到達展開海域後，排雷艦艇隊首先排除指定海域水雷障礙，各型護衛艦展開警戒，形成三度間立體屏衛；火力艦艇向岸挺進，海、空火力發起直接火力準備，直接攻擊灘頭堅固陣地、火力點、工事與阻絕。

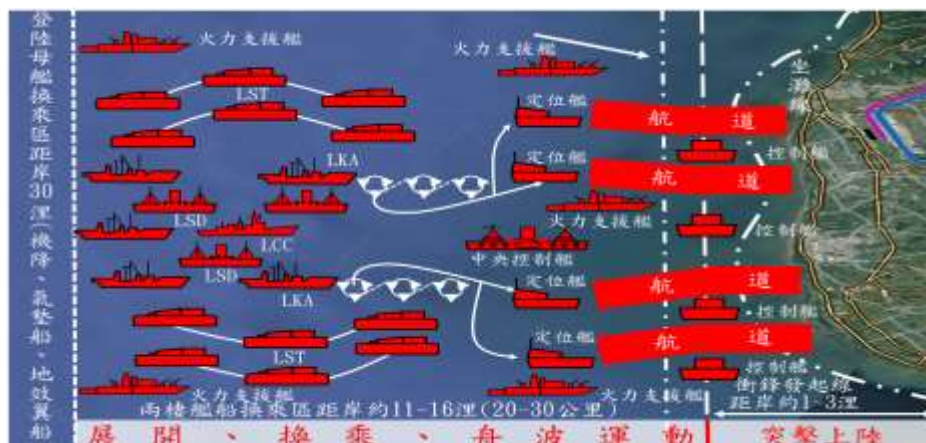
(四)突擊上陸：「登陸戰役第一梯隊」採「艦到岸」登陸為主，可區分為換乘、編波與衝擊上陸等登陸行動，但若在短航程近岸島嶼(對外、離島)或使用特殊輸具(野牛級氣墊船)狀況下，可不須換乘，直接編波、衝擊上陸，實施「岸至岸」或「綜合到岸」登陸。突擊上陸為共軍兩棲作戰編隊登陸戰鬥中關鍵階段，登陸編隊各級指揮員對兵力行動之安排、計畫和編組尤為重視，以確保突擊上陸任務達成，共軍突擊上陸作戰程序如下：

- 1、兩棲作戰編隊進行戰術展開。
- 2、進行獵掃雷、水區警戒、信息作戰、直接火力準備及破障作業。
- 3、登陸部隊從登陸、輸送艦換乘至突擊上陸之兩棲及空中載具，並實施上陸編波和直升機編波。
- 4、突擊上陸群在編隊指揮艦、控制艦引導下，以艇波、車波或機波實施衝擊上陸，向灘岸登陸點或垂直登陸點機動。

(五)突擊上陸作戰全程，兩棲作戰編隊須依據登陸部隊需求，實施直接、近距離、遠距離火力支援行動，並對完成輸送任務之氣墊船、登陸艇和直

升機等載具，引導返回登陸母艦、直升機母艦等，如圖 2。²⁰

圖 2、共軍突擊登陸作戰示意圖



資料來源：筆者自製。

肆、無人機與陸航遂行作戰之運用

一、無人機與陸航協同作戰應用流程

有人機和無人機混合作戰的模式是把有人機作為指揮核心，在高威脅作戰環境下可使用成本較低、機動性強、隱身性好，攜帶精確武器的無人機作為攻擊主力對目標實施攻擊。這樣的協同作戰模式，有人機可在敵人火力威脅範圍外，而無人機可透過一體化指揮平臺，以完成獲取資訊、指揮控制、武器發射與武器標定等任務。就目前大型無人機的技術性能水準，協同作戰時可以由指揮所統一指揮無人機和作戰飛機，並由無人機提供作戰飛機目標指示，而無人機在機載負荷能力滿足情況下，也可由作戰飛機通過資料鏈直接將目標指示資訊回傳給無人機任務規劃站再由控制站操控無人機對目標實施攻擊。

(一)協同作戰編組

以直升機與無人機在任務指揮所統一指揮下的協同作戰為應用背景，分析探討作戰體系組成以及基本作戰流程。其體系編組包括指揮資訊系統、無人機系統和直升機作戰飛機三類，如圖 3 所示。

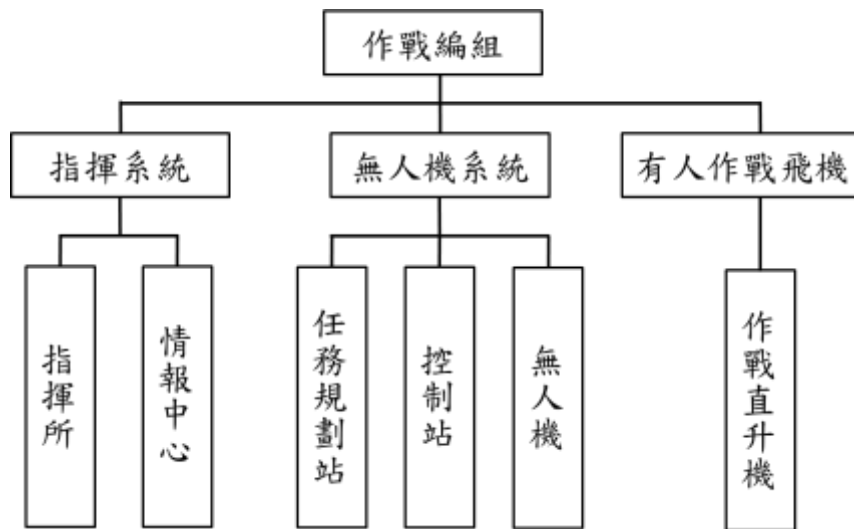
1、指揮資訊系統：包括指揮所和情報中心。

2、無人機系統：包括任務規劃站、控制站及無人機。

20. 王保仁，《共軍 075 型兩棲攻擊艦之研究－以反登陸作戰為例》，《陸軍砲兵季刊》，第 195 期，頁 37，2021 年 12 月。

3、作戰飛機(戰鬥直升機)。

圖 3、無人機/作戰直升機作戰編組圖



資料來源：筆者自製。

(二)協同作戰流程

在任務指揮所的統一指揮下，作戰飛機與無人機協同作戰應用的流程如圖 4 所示。

1、任務規劃階段

指揮所受領上級所分配之作戰任務後，完成無人機與作戰飛機協同作戰計畫。無人機任務規劃站接收指揮所下發的協同作戰計畫及作戰目標等資訊，根據上級資料以及情報中心所提供戰場情報，進行任務/路徑規劃。規劃完成後將飛行任務計畫發送到控制站，並完成任務參數資料輸入設定。

2、指揮監視階段

任務規劃站接收無人機的回傳資訊，對其位置、姿態，無人機機體之各系統、偵察載荷、武器系統及操控鏈路等的狀態進行監控，並將無人機系統的空中部分和地面控制部分的狀態資訊回傳指揮所。指揮所對無人機和有人機的作戰行動進行監視。

3、實際指揮階段

無人機的偵察資料回傳至任務規劃站後進行資料處理，經情報中心將資料分析後傳給指揮所。指揮所根據戰場態勢變化及偵察效果，向無人機控制站下達命令修正，後續再由人機平臺調整飛行高度、速度，調整偵察設備的視角、焦距、解析度等。

任務規劃站控制載荷跟蹤目標並進行識別定位，將目標資訊發送給指揮所。指揮所人員經過判斷和決策，向作戰飛機提供目標指示資訊，同時向無人機下達攻擊命令。作戰飛機鎖定目標並發射飛彈後，無人機對目標進行雷射標定並導引飛彈實施攻擊，作戰飛機發射後迅速變換射擊陣地，無人機同時發射飛彈補充攻擊。

4、效果評估階段

作戰飛機脫離戰鬥後，由無人機持續對目標實施戰場觀測，將圖像、影像回傳至指揮所實施戰果報告。若評估效果仍需進行二次攻擊，將視無人機狀況及彈藥存量由指揮所指揮無人機再次攻擊。

圖 4、無人機/直升機協同作戰流程圖



資料來源：筆者自製。

二、反登陸作戰運用

無人機與直升機在資訊利用與作戰控制上利用相互支援方式實施作戰，並在直升機的指揮控制下向前配置，既可迅速掌握戰場動態，增加敵情偵蒐範圍，又可對目標以火力進行精確的指示引導攻擊，延伸有人操作武器的打擊力，可做到先敵發現、先敵攻擊，佔據戰場主動，而全面作戰階段區

分聯合泊地、聯合舟波、灘岸火殲及縱深作戰，本次就聯合舟波至灘岸火殲後，敵建立灘頭堡階段之作戰實施運用：

(一)聯合舟波階段：

1、敵情搜索：敵於泊地階段轉換持續向我進航時，運用高空無人機對敵編波持續實施監視，並持續向作戰區實施最新情資提供，以利作戰區對敵最大可能行動實施修訂或為修訂次一軍事行動之來源依據，透過無人機情資分享，各旅級部隊亦可獲取最新情資以分享至下級作戰部隊，陸航部隊在獲得敵情後可立即與無人機部隊對協同作戰計畫實施修訂或擬訂新作戰計畫。

2、任務分配：陸航部隊在無人機及有人機協同計畫制訂/修訂完成後，陸航部隊起飛後由無人機任先頭部隊，依計畫對進航路線實施先期敵情警戒及搜索敵情，陸航部隊抵達待命區後完成地空通聯辯證後續向射擊陣地實施運動，敵距岸 7 公里前(20-30 公里)，由無人機對海上敵船團之指揮艦及登陸艦實施標定，並回傳目標訊息至陸航攻擊部隊，陸航攻擊部隊依無人機回傳之目標實施確認，並實施任務分配，賦予目標。

3、舟波作戰：敵目標進入距岸 10 公里，初期以部分之無人機對敵實施自殺式攻擊，摧毀敵指揮艦及登陸艦，打亂其指揮程序並減少海上登陸梯隊，攻擊完畢後，續由無人機實施戰果回報至指揮所及陸航攻擊部隊，並由指揮所實施效果評估，敵舟波進入距岸 7-5 公里時，陸航攻擊部隊於射擊陣地對未摧毀之指揮艦及登陸艦實施攻擊，攻擊完畢後返回油彈整補點實施整補，並由無人機實施效果監視並由指揮所實施效果評估。

(二)灘岸火殲階段：

1、協同作戰：敵舟波進入距岸 3-1 公里，地面部隊對敵發起灘岸火殲時，同時由無人機對高價值目標實施標定，我於岸際後方 4 公里之陸航部隊，於無人機標定下對敵行遠距離射擊，完畢後返回實施油彈整補，由無人機實施效果監視，並同步由指揮所實施戰果評估。

2、灘頭堡建立：敵登陸上岸後，迅速建立灘頭堡以掩護後續梯隊登陸，並逐漸強化防空作為，我軍利用無人機先期對敵實施大規模空中佯動，以吸引敵防空火力，陸航部隊利用敵防空間隙對防空武器實施攻擊行動，以摧毀敵防空系統，減少防空武器陸航部隊之空中威脅，續由無人機持續對已登陸之敵實施目標標定，引導陸航部對敵實施攻擊，完成作戰任務後，

由無人機對目標實施監視行動，指揮所則完成效果評估以正後續行動方案。

三、美無人機與陸航協同作戰驗證

(一)AMUST 計畫

美軍有人直升機與無人機的協同作戰起源於有人無人組合(Manned-Umanned-Teaming，簡稱 MUM-T)思想。MUM-T 這一概念最早出現於 20 世紀 60 年代後期，是指有人與無人系統之間為實現共同目標而建立起聯繫，用於描述平臺互用性和共用資產控制以獲得共同的作戰任務目標。

1996 年，美國陸軍啟動了機載有人/無人系統技術(The Airborne Manned Unmanned System Technology，簡稱 AMUST)驗證。²¹AMUST 計畫的主要目的是開發可以使有人系統與各種無人機系統編隊所需的技術。初期主要進行功能需求定義、關鍵技術分析和試驗驗證，各項工作都基於模擬環境。

AMUST 實驗於 1996 年 2 月 22 日至 3 月 1 日在美國阿拉巴馬州魯克爾堡(Fort Rucker)由航空 229 團的一個營級單位實施驗證測試，由營長及 16 名飛行員使用 8 架 AH-64 攻擊直升機和一部空中管制系統(Army Airborne Command and Control System)參與實驗。空中管制系統為攻擊直升機營提供指揮和控制，無人機控制站藉由無人機接收了相關攻擊直升機資訊，2 個航空攻擊排搭配 1~2 架無人機進行了 11 次的數據傳輸，以模擬縱深攻擊任務。無人機傳送給機組員的內容包括數位地圖上出現的目標和駕駛艙的畫面螢幕，而無人機的指揮權由地面控制站移交給營長，再交由攻擊排排長，而此實驗結論得到以下結果：

- 1、可提高戰場生存能力。
- 2、增加殺傷力。
- 3、在交戰區完成任務的時間相對減少，且獲得更好的經濟效益。
- 4、摧毀目標實施戰果回報的時間更能縮短。
- 5、減少與敵威脅的接觸以避免戰力損失。
- 6、顯示傳送器傳送指令的範圍也可以使 AH-64 攻擊直升機能命中目標。

21. LTC Allen L. Peterson AND Kristopher F. Kuck,〈Airborne Manned Unmanned Technology(AMUST)Program〉, 1999 年 5 月

(二)MUSIC 演習

2011 年 9 月，美國陸軍在猶他州達格威試驗場進行了有人/無人系統整合能力的演習(MUSIC exercise)(如圖 5)。²²這是美國相當大規模的有人/無人操作演習，旨在展示將無人機、武裝直升機和地面指揮官一起運用的成果。參加此次演習的裝備計有 AH-64D 攻擊直升機和 OH-58D 奇歐瓦直升機；無人機則包括 MQ-1C 掠奪者無人攻擊機、MQ-5B 獵人無人機、RQ-7B 影子無人機；地面控制平臺包括通用地面控制站(Universal Ground Control Station)、單系統遙控視頻終端(OSRVT)、小型通用地面控制站(M-UGCS) (如圖 6)。²³在演習中，首先，一架 RQ-11B 烏鴉無人機在虛構的前線作戰基地附近跟蹤一輛紅色卡車，而操作烏鴉無人機的士兵並分享所跟蹤的畫面，當卡車駛離基地並超出烏鴉無人機操作範圍時，此時由地面控制站操控 RQ-7B 影子無人機接替跟蹤卡車任務，而卡車在抵達目的地後，司機於建築物附近下車，此時無人機俯視圖中無法觀測到司機行動，隨後特遣隊指揮官派出一架 AH-64D Block II 阿帕契攻擊直升機實施低空盤旋，並對司機實施觀測，而操作 RQ-7B 影子無人機的士兵則藉由無人機畫面來收阿帕契攻擊直升機所觀察之影像，接者一輛藍色的卡車從遠處地方出現並停了下來。此時藍色司機在與紅色卡車司機取得物品後駕車離開。特遣隊指揮官命令阿帕契直升機跟蹤藍色卡車，與此同時，特遣隊指揮官命令 RQ-7B 影子無人機飛回基地並由全球鷹無人機監視紅色卡車，而阿帕契攻擊直升機則因其餘任務而離開支援遭到襲擊的友軍部隊作戰，為了填補阿帕契的任務，特遣部隊指揮官派遣第二架全球鷹無人機監控藍色卡車，隨著場景的繼續，地面隨後發射了一架 MQ-5B 獵人無人機，對假想之敵戰車實施監控，並由奇歐瓦直升機藉由無人機監視畫面對假想敵戰車目標實施攻擊，整場演習直升機和地面部隊能透過鏈結系統來相互控制無人機的控制權，而作戰能力都得到了提升，結論如下：

1、直升機的能力表現得到以下結果：

(1)無人機的加入使其可以從情報監視單位於偵察任務中執行更高優先順

22.Todd Lopez, 2011 年 9 月 23 日, < Exercise integrates manned, unmanned aircraft>, 《U.S ARMY》, <https://www.army.mil/article/66061/exercise_integrates_manned_unmanned_aircraft>, 檢索日期:2022 年 3 月 12 日。

23. RICHARD WHITTLE, 2011 年 10 月 10 日, <BREAKING DEFENSE>, 《Army Makes MUSIC With Unmanned Aircraft At Dugway》, <https://www.army.mil/article/66061/exercise_integrates_manned_unmanned_aircraft>, 檢索日期:2022 年 3 月 18 日。

序的任務。

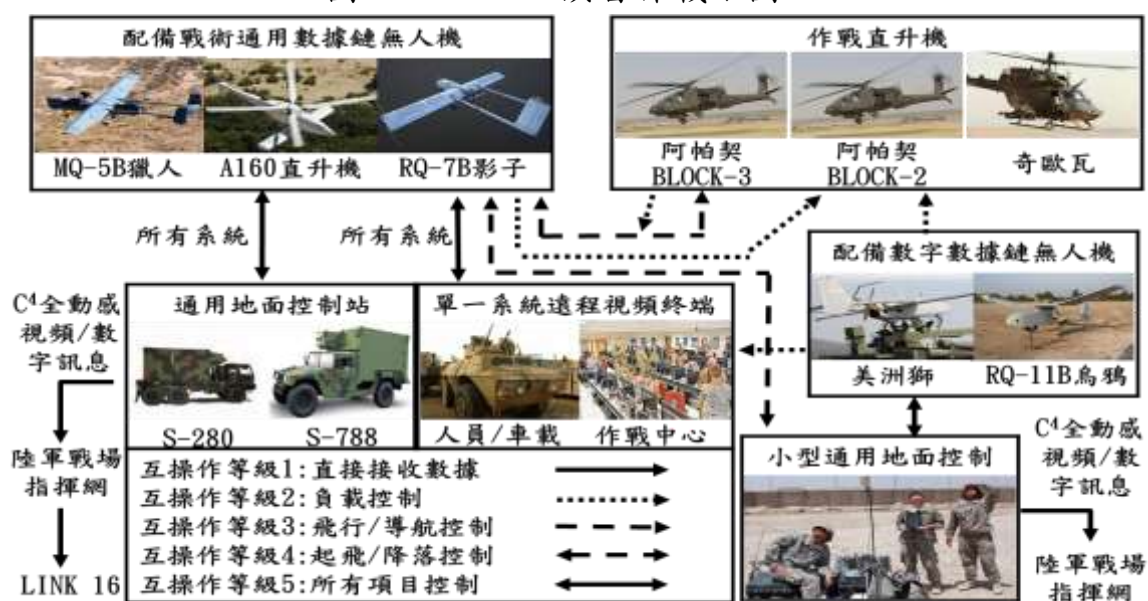
(2)無人機擴大了直升機的視野，直升機飛行員可以更快、更迅速的了解戰場情況。

2、無人機能力表現得到以下結果：

(1)無人機系統聯合起來，相互協助、補充，掌握了低、中空領域的情資。

(2)通過資訊情報共用體系結構，無人機之間避免了執行重複任務，提高了使用效率。

圖 5、MUSIC 演習作戰示圖



資料來源：筆者自製。

經由以上測試，無人機與航空器合作可以執行各種任務。這些任務包括：情報、監視、掃雷、間接火力、目標捕獲、障礙物部署、模糊分配、通信中繼、誘餌和欺敵、偵察、安全、反偵察和突破障礙。在這些任務中，指揮官專注於有效的運用裝備，同時將損失風險降至最低。戰場上的當前系統提供信息的速度不夠快速，便無法滿足指揮官的關鍵信息需求。

圖 6、MUSIC 演習視頻畫面



資料來源：Kristen Moulton，2011 年 9 月 15 日，<Army demos new battlefield technology in Dugway>，《Utah Local News》，< <https://archive.sltrib.com/article.php?id=52593292&itype=CMSID> >，檢索日期：2022 年 3 月 18 日

伍、結論與建議

直升機的數量是有限的，我們在任何作戰地區任何階段能用的數量都受到這些數字限制，換句話說，當作戰中損失一架飛機，就相對少了一架可以支援作戰的飛機，無人機的造價相對於飛機是物美價廉的發展，各國家戰略(術)運用亦呈現新的作戰形態，從美空軍的忠誠僚機、陸軍無人機協同作戰乃至無人機群體蜂群模式作戰，皆衍生出以往不同的作戰形態，國軍能否以創新的作戰思維，運用在不對稱作戰中，將是一大考驗。

一、研究發現

我國目前所運用之作戰直升機皆以美軍為主軸，而研究發現無人機與直升機實施協同作戰仍有下列差異：

(一)無人機與直升機協同等級

目前美國直升機對無人機協同等級操控標準計分為五級(如表 10)：

1、第一級：

間接接收與轉傳無人機所獲得的資料，亦即只能接收第三方所轉發、且過濾後的無人機資料，無法直接與無人機通聯。

2、第二級：

透過與無人機的直接傳輸，直接接收與顯示無人機獲得的影像，但無法控制無人機的感測器與實施飛行。

3、第三級：

可直接接收與顯示無人機所獲得的資料及影像外，還能操控無人機的感測器，並從這些感測器(調整視線方向、視角等)獲取所需要資料或影像。

4、第四級：

不僅可直接接收與顯示無人機獲得的資料或影像，並能直接控制無人機的感測器，重新設定無人機的飛行路徑。換言之，除了無人起飛及降落以外的功能均能完整獲得控制。

5、第五級：

能控制無人機包括起飛、彈射到落地的完整無人機操作，亦即所有包含四級以內的控制皆能操作。

表 7、無人機與直升機協同等級

等級	能力
第一級	接收及發送二次圖像資料
第二級	第一級能力+直接接收無人機的圖像或資料
第三級	第二級能力+控制無人機的任務載荷
第四級	第三級能力+控制無人機飛行
第五級	第四級能力+控制無人機發射及收回

資料來源：作者自行整理。

(二)無人機與直升機之鏈結傳輸

無人機系統視頻資料鏈元件(VUIT-2)在 2008 年時已安裝於阿帕契直升機，而奇歐瓦直升機則於 2010 年安裝了二級無人機元件 L2MUM(Level 2 Manned-Unmanned，簡稱 L2MUM)，僅能實施二級協同等級，而為了提升與無人機操作至等級 4 控制能力，在 2011 年時，阿帕契攻擊直升機(AH-64D)則安裝戰術通用數據鏈(Tactical Common Data LinkTactical Common Data Link，簡稱 TCDL)，完全整合至阿帕契攻擊直升機任務電腦內，是一種雙向寬頻資料鏈，可透過空中或地面模式傳輸無人機或直升機上的影像和資料，使得直升機飛行員可利用 TCDL 操控無人機的飛行及武器系統操作，以實現等級 4 控制能力，而目前僅美國國家 AH-64E Black3 型有安裝 TCDL 戰術通用數據鏈，臺灣國家直升機並安裝此元件，中科院亦無研發可由直升機操控無人機之相關元件。

(三)本國無人機與有人機協同現況

目前臺灣無人機皆由中科院實施研發，劍翔反輻射無人機功能主在對敵實施自殺式攻擊行動，而銳鳶無人機僅具有目標監偵定位、電子反干擾與即時影像傳輸等功能，並無具有可操控武器裝備及可受直升機操控支援組件，僅能由地面控制站實施無人機操控，且目前該裝備僅建置於海軍戰術偵搜大隊，陸軍聯兵營雖開始建置小型無人機，但在作戰時僅能透過第三者，並由地面部隊透過語音通訊方式使能獲得即時情資，並無法由無人機直接與有人機鏈結實施協同作戰。

二、策進建議

(一)強化作戰資料傳輸系統

目前 AH-64E 攻擊直升機地空整體作戰之地空通聯僅能實施定頻語音通訊，若需掌握當前友軍、敵情、飛機狀況、油彈耗損及位置等資訊，須透過陸軍空中指管系統(Army Airborne Command and Control System，簡稱 A2CS2)鏈結 AMPS 系統後再整合至迅安系統，始能獲得相關資訊，目前我國並未採購 A2CS2 系統，若採購此系統，尚需將迅安系統建置於旅級部隊，使得作戰部隊可最直接且迅速獲得當前最新敵軍情資，可有效縮短情報傳遞時間，提高戰場管理效能。

(二)研發無人機與直升機鏈結元件

目前本軍軍用直升機與無人機並無法直接實施鏈結情報傳遞及指揮功能，需透過地面控制站語音傳送方能實施情資傳遞，礙於 AH-64E 攻擊直升機為現役主戰機種且受美國合約限制無法實施改裝，可由中科院先行針對 OH-58D 在不影響飛機電器系統及飛行操縱系統下，加裝可控制無人機鏈結及操控元件，藉由鏈結元件可直接實施無人機與直升機間情資傳遞或有人機操控無人機實施作戰，以利對前方敵情實施早期警報及掌握敵軍動態，降低直升機作戰風險，並可增加作戰運用手段，以揮發統合之戰力。

參考文獻

- 一. 許然博,〈中共無人飛行載具發展對我海軍威脅〉,《海軍學術雙月刊》,第 51 卷第 5 期,2017 年 10 月。
- 二. 李建鵬、翁翠蓮,〈中國大陸無人飛行載具對我防空作戰影響之研究〉,《空軍學術雙月刊》,頁 68-83,2020 年 8 月 1 日。
- 三. 李屹東,〈新一代察打一體無人機翼龍 II 準備交付[J]〉,《國際航空》,頁 16-18,2017 年 5 月。
- 四. 劉昱,〈中國步入先進無人機國家行列[J]〉,《現代艦船》,頁 60-65,2017 年 4 月。
- 五. 余世英,〈無人飛行載具於艦艇單位之戰術運用〉,《海軍學術雙月刊》,第 46 卷第 2 期,頁 72,2012 年 4 月。
- 六. 王亞民、謝三良,〈無人飛行載具之發展及在本軍的應用〉,《海軍軍官》,第 22 卷第 3 期,頁 21,2003 年 8 月。
- 七. 鄭君邁,〈無人飛行載具之運用與前景〉,《空軍學術月刊》,第 600 期,頁 151,2007 年 10 月。
- 八. 宋蔚泰,〈共軍運用無人飛行載具遂行「一體化聯合作戰」研析〉,《海軍學術雙月刊》(臺北),第 51 卷第 5 期,海軍司令部,2017 年 10 月 1 日,頁 141。
- 九. 何應賢,〈由世界軍用無人機發展趨勢論中國大陸軍用無人機發展與威脅〉,《空軍學術雙月刊》(臺北),第 652 期,空軍司令部,2016 年 6 月,頁 129。
- 十. 蔡誌銓,〈中共軍事威脅對我國家安全情勢發展之研析〉,《海軍學術雙月刊》(臺北市),第 52 卷第 2 期,海軍司令部,2018 年,頁 51。
- 十一. 蔡誌銓,〈中共軍事威脅對我國家安全情勢發展之研析〉,《海軍學術雙月刊》(臺北市),第 52 卷第 2 期,海軍司令部,2018 年,頁 51。
- 十二. 于鵬飛,〈2020 年共軍東、南部戰區登島演習研析—兼論對國軍防衛作戰之啟示〉,《陸軍學術雙月刊》,第 57 卷第 577 期,頁 37,2021 年 6 月 16 日。
- 十三. 高智揚,〈劍翔反輻射無人機的作戰效益評估〉,《亞太防務 137 期》,頁 15,2019 年 9 月。
- 十四. 王保仁,《共軍 075 型兩棲攻擊艦之研究—以反登陸作戰為例》,《陸軍砲兵季刊》,第 195 期,頁 37,2021 年 12 月。
- 十五. LTC Allen L. Peterson AND Kristopher F. Kuck,〈Airborne Manned Unmanned Technology(AMUST)Program〉,1999 年 5 月
- 十六. 王偉忠,〈無人飛行系統(UAS)對台海戰場環境之影響〉,《國防大學空軍學院正 91 年班軍事專題研究學術論文》,頁 29。
- 十七. 徐永憲,〈劍翔反輻射無人機發展對空軍未來作戰運用之研究〉,《空

- 軍學術研討會論文集》，頁 28-29，2021 年 10 月。
- 十八. 國防部，《中華民國 110 年國防報告書》，頁 39-40，2021 年 10 月。
- 十九. <HAROP Loitering Munition System>，《IAI》，< <https://www.iai.co.il/p/harop>>，檢索日期：2022 年 1 月 10 日。
- 二十. (二)Staff Writer，2020 年 8 月 26 日，<BAe Systems Taranis>，《Military Weapons》，<https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=986>，檢索日期：2022 年 1 月 15 日。
- 二十一. <(三)Gu Liping，2017 年 2 月 28 日，<China's domestic Wing-Loong II UAS conducts maiden flight>，<<http://www.ecns.cn/2017/02-28/247122.shtml>>，檢索日期：2022 年 2 月 21 日。
- 二十二. (四)<航空系統中型中翔無人機>，《中山科學研究院》，< https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=20&catalog=56>，檢索日期：2022 年 3 月 6 日。
- 二十三. (五)楊幼蘭，2021 年 10 月 21 日，〈衛星照曝陸殲-6 變身無人機 大批部署台灣附近〉，《中時新聞網北》，<<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20211021002802-260417?chdtv>>，檢索日期：2022 年 3 月 11 日。
- 二十四. (六)蔣莉蓉，2020 年 10 月 11 日，〈央視昨天發布 "東南海域多兵種聯合登島演練" 視頻，島內媒體迅速讀出 "關鍵" 資訊〉，《環球網》，<<https://taiwan.huanqiu.com/article/40ErkqrRzhd>>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- 二十五. (七)Todd Lopez，2011 年 9 月 23 日，< Exercise integrates manned, unmanned aircraft>，《U.S ARMY》，<https://www.army.mil/article/66061/exercise_integrates_manned_unmanned_aircraft>，檢索日期：2022 年 3 月 12 日。
- 二十六. (八)RICHARD WHITTLE，2011 年 10 月 10 日，<BREAKING DEFENSE>，《Army Makes MUSIC With Unmanned Aircraft At Dugway》，<https://www.army.mil/article/66061/exercise_integrates_manned_unmanned_aircraft>，檢索日期：2022 年 3 月 18 日。
- 二十七. (九)Kristen Moulton，2011 年 9 月 15 日，<Army demos new battlefield technology in Dugway>，《Utah Local News》，< article.php?id=52593292&itype=CMSID>，檢索日期：2022 年 3 月 18 日。

筆者簡介



姓名：張琨杰

級職：中校分隊長

學歷：陸軍官校 94 年班、裝訓部正規班 100 年班、國防大學陸院 111 年班

經歷：飛行官、聯絡官、輔導長、連長、副分隊長、參謀主任、分隊長

電子信箱：軍網：kk10162001 @webmail.mil.tw

民網：kk10162001@gmail.com