

無人飛行載具運用於 動員軍需物資運輸之研究



撰稿人：謝秉昇 藍碧玲

摘 要

- 一、近年來，透過物聯網結合人工智慧之創新科技的發展應用，無人載具引領民間各行各業的運用已逐漸嶄露頭角，甚至廣泛應用於科學研究、民生經濟及物資運輸等各種不同領域。
- 二、運用無人飛行載具實施軍事運輸補給作業，可使運輸方式具多元與彈性，除可克服偏遠地區、天然災害後地形地貌改變之道路運輸限制外，還可提升運輸時效增加戰時物資運輸安全性。且各國均積極發展無人飛行載具，尤其是運用於未來軍事防衛作戰上之作戰模式，將成為戰場主流，其在現代高科技戰場扮演角色越來越重要。
- 三、反思我國在中共武力威脅之下，可藉無人飛行載具發展不對稱作戰之戰略思維，有效遂行反制。因此，快速發展無人飛行載具，無疑是重要且高效之一種投資方式。本研究期藉探討如何運用小型無人飛行載具精進動員軍需物資運輸作業效率及安全性，以供未來遂行動員軍需物資軍事運補作業順遂之參考。

關鍵字：無人飛行載具、軍事動員、軍需物資、物資運補

壹、前言

我國動員軍需物資運輸現行均以公路運輸為主，惟於臺海防衛作戰環境下，我軍物資運輸作業易處於海空劣勢狀況下實施，¹而常規運輸方式容易遭敵機鎖定攻擊；另作戰中戰場亦處於敵火威脅的高致命環境下，各型大型輸具易遭敵發現及破壞，致後勤運補支援任務無法順利達成。

惟國軍目前尚未建立編設無人飛行載具獨立專屬部隊，更遑論類似以後勤運補任務為主之軍用無人飛行載具，現階段僅能藉一般商業應用模式，作為本研究之探討與運用。故藉由無人飛行載具之應用及作戰模式探討，增加後勤動員運補方式之彈性及多元化，殊值作為研究之重要關鍵議題。

本研究主要目的在於動員實施階段生效後，如何運用無人飛行載具精進動員軍需物資運輸作業，提昇戰略物資運補效率及安全性，以供未來研究動員軍需物資運補，後勤支援作業之參考。

貳、無人飛行載具介紹與各國運用之探討

民間商業無人飛行載具應用於軍事發展的基礎上，其發展運用亦快速崛起，尤其在運輸科技領域發展方面，近年來已結合人工智慧應用搭載技術而形成無人載具(航空器、車輛、船舶或其他結合之無人自駕交通運輸工具)，

使用於物資運送及物流配送，以解決人力(駕駛)短缺及惡劣情況下執行運輸任務之困境。

因此，彈性運用無人飛行載具實施軍事運補作業，除可克服偏遠地區、天然災害後地形地貌改變之道路運輸限制，增加戰時物資運輸安全性，提升運輸時效，更使運輸方式具多元與彈性，有效確保後勤支援不中斷，維持部隊戰力。

一、無人飛行載具簡介

(一)載具發展概況

無人飛行載具(或稱為無人飛行器、無人機，英文簡稱UAV或Drone)是泛稱沒有駕駛員在載具內部操作的可飛行裝置。無人飛行載具過去主要應用在軍事領域，近年來商用(Commercial)與消費性(Consumption)無人飛行載具快速崛起，並以各類無人飛行載具為平臺，發展出許多新興商業服務應用。大多數無人飛行載具在外觀上與一般載人飛行器相似，但是在飛行操作上則採用遙控或自主控制。無人飛行載具飛行操作包括四種類型：

- 1.由地面人員在視距內操作飛行。
- 2.由控制人員在視距外操作飛行。
- 3.以包含預先路徑規劃的程式控制進行自動飛行。
- 4.透過地面人員追蹤器，讓無人飛行載具自動追隨運動中的人員(或車輛)飛行。²

1 舒孝煌，洪瑞閔，〈制空與防空作戰〉；許智翔，〈制海科技發展趨勢〉，〈2020 國防科技趨勢評估報告〉，2020 年 12 月，<https://indsr.org.tw/Download/2020%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%B9%B4%E5%A0%B1%E4%B8%8A%E7%B6%B2%E7%89%88>，檢索日期：2021 年 12 月 7 日。

2 於下頁。



無人飛行載具並非全新的技術與產品。1917年，美國海軍將新發明的陀螺儀裝置在一架寇蒂斯N-9型教練機上，並以無線電進行遙控飛行。第二次世界大戰末期，德軍發明的V1無人飛行器能透過簡單的自動控制裝置從歐陸飛抵英國。美軍在1960年代的越戰中，開始大量使用火蜂式(Firebee)無人飛行載具進行偵察任務。到1980年代之後，美國、以色列軍方開始擴大軍用無人飛行載具應用範疇，並研發出許多具有不同尺寸、載重量與航程，可以用來進行偵查或攻擊的無人飛行載具。³

無人飛行載具精巧靈活、機動性強、隱匿性高、維護費用少，並能避免人員傷亡及具有戰術運用等多項特性優點，近年來全球先進國家均積極投入研發，在各種服務應用領域正逐漸蓬勃發展，包括我國皆已投入研發數年之久。⁴

(二)用途範圍及分類⁵

無人飛行載具有機動性高、功能性強及低成本等特性優點，並能依不同任務需求選用不同之酬載，其主要應用範圍可替代人員執行危險、枯燥、骯髒之任務。其範圍及分類茲分述如後：

1.用途範圍

無人飛行載具之應用非常廣泛，目前就應用領域範圍可分為數種用途，綜整如表1。

表1 無人飛行載具用途範圍

用 途	範 圍
軍 事 方 面	當可用於戰鬥支援、戰場損害評估、國土監控、戰場管理、目標標定及搜尋、救援及搜索、電子戰、欺敵行動、核、生、化偵測、特種作戰、通信、資訊中繼轉發及射彈修正等。
非 軍 事 方 面	可運用於幅射戰劑偵測及監控、森林火災之撲救、火災偵測及撲救、生化、搜救、災害評估、暴(颶)風早期警報、警報、攝影及拍照、資料蒐集等。
民 生 用 途	可支援於農、漁及海洋觀測、空氣汙染監控與地貌偵照、道路交通管制，或應用於貨物運送(物流)商業服務等。

資料來源：作者研究整理

2.分類

無人飛行系統能依載具原始機體之航程、性能，以及任務用途與酬載組件，歸納成幾種不同之類型，美軍則依無人飛行器之續航及升限能力進行分類，綜整如表2。

無人飛行載具依其用途及掛載能力之不同，型式及種類均不相同，其結構類型分析及特性整理如表3及圖1。

綜合所述，本研究以探討載運軍需物資之小型無人飛行載具(定翼／旋翼複合式)為主要研究對象，其他機型不納入本次探討範圍。

二、各國無人飛行載具運用之探討

為瞭解我國與他國無人飛行載具貨物運輸

2 熊治民，〈商用無人飛行載具應用發展趨勢〉，《電工通訊季刊》，2016年第3季，2016年9月，頁1。

3 同註2。

4 蔡凌漢，〈無人飛行載具對艦艇戰術之運用〉，《海軍學術雙月刊》，第50卷第2期，2016年4月，頁58。

5 石家豪、陳煥庭，〈運用無人載具對提升國軍災害防救效能之研究〉，《黃埔學報》，第69期，2015年，頁37。

應用情況之差異，本研究以美、德、澳及中共為例，對商用無人飛行載具服務應用情形實施分析及比較：

(一)美國商用無人飛行載具貨物運輸運用情況

亞馬遜是全球電子商務零售的領導廠商，因此該公司對於使用無人飛行載具送貨具有長期與完整的發展規劃。

2015年11月，亞馬遜公布新一代採用定翼／旋翼複合式結構設計的無人飛行載具，使用四組垂直舉升螺旋槳及一組水平推進螺旋槳。因此該機可垂直起降、載重量5磅、航速可達90公里／小時，運送距離可達24公里。亞馬遜計劃使用Prime Air 無人機，讓客戶在網路下單後的30分鐘內，就能在家中收取貨物。目

表2 無人飛行載具分類標準表

載具類型	載具重量 (公斤)	滯空能力 (小時)	使用高度 (公尺)	航程距離 (公里)	任務
微型	<5	1	240	10	空照
輕型	<25	<2	150-300	10-150	化生放 核偵測
短航程	50-250	3-6	3048	30-70	欺敵行動
近航程	25-150	2-4	3048	10-30	搜索與 救援
中航程	150-500	6-10	4560	70-200	電子戰
中航程 長航時	500-1500	10-18	7620	>500	戰場管理
低空遠航程	250-2500	0.5-1	45-9144	>250	射彈修正
高空遠航程	5000	24-48	20000	>2000	資訊中 繼轉發

資料來源：國際無人機系統協會，〈無人機分類〉，<http://www.uavs.org/>，檢索日期：2022年2月8日

表3 無人飛行載具結構分類及特性簡介表

結構 類型	定翼型	旋翼型 (單軸與多軸)	定翼／旋翼複合式
特性	酬載量大、飛行速度快、航力佳。	酬載量小、飛行速度較慢、續航力較差。	酬載量大、飛行速度快、航力佳。
起飛 方式	包括滑行(中大型無人飛行載具)及彈射／手擲(小型與微型無人飛行載具)。	具備垂直起降及空中定點停懸功能。	具備垂直起降功能。
降落 方式	採用滑行(中大型無人飛行載具)及自由降落／攔截網(小型與微型無人飛行載具)。	具備垂直起降及空中定點停懸功能。	具備垂直起降功能。
備註	按尺寸大小分：大型無人機、輕型無人機、小型無人機以及微型無人機等。		

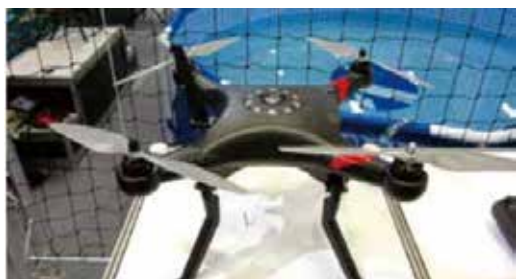
資料來源：作者研究綜整



定翼型無人飛行載具
(中山科學研究院)



定翼型無人飛行載具
(經緯航太科技)



4軸旋翼型無人飛行載具
(雷虎科技)



4軸旋翼型無人飛行載具
(中光電智能科技)



定翼／旋翼複合式無人飛行載具
(Quantum-Systems 公司)



定翼／旋翼複合式無人飛行載具
(河南三和航空工業公司)

圖1 無人飛行載具結構類型圖示

資料來源：熊治民，〈商用無人飛行載具應用發展趨勢〉，《電工通訊季刊》，2016年第3季，2016年9月，頁2。

前亞馬遜已在英國等地區利用Prime Air
無人機為客戶提供送貨服務。⁶

(二)德國商用無人飛行載具貨物運輸運用情
況

全球快遞領導廠商DHL也非常重

視使用無人飛行載具運送貨品的市場潛
力，從2013年開始啟動研發計畫。2016
年5月，DHL對外宣布，該公司已經在
德國南部Reit im Winkel小鎮，順利完成
為期3個月的無人飛行載具送貨試驗。

6 同註2，頁4。

DHL使用的是名為Parcelcopter 3.0的定翼／旋翼複合式無人飛行載具。這款無人飛行載具在兩側主翼上各安裝一組電動馬達與螺旋槳；主翼在無人飛行載具起降時能旋轉90度，使原來由螺旋槳產生的水平推力變成垂直升力，讓無人飛行載具能垂直起降。Parcelcopter 3.0酬載量為4.4磅，時速達64公里；在進行送貨實驗時，能在8分鐘內將運動用品和藥物等送抵8公里外山谷與高原內的居民。如果使用車輛運送，約需要30分鐘。⁷

(三)澳洲商用無人飛行載具貨物運輸運用情況

Flirtey是一家澳洲無人飛行載具快遞新創公司，2015年公司總部由澳洲遷至美國內華達州。該公司使用自行研發的6軸多旋翼型無人飛行載具進行送貨。2016年3月，Flirtey公司的無人飛行載具在美國內華達州一處住宅區成功進行自動化貨物運送測試。無人飛行載具攜帶一件包含水、食物和急救包的包裹，透過GPS定位、沿著預先設定路線，自主飛行約800公尺後，抵達一間

民宅的上空，再藉由繩子將包裹垂降至民宅門外。

除了城市住宅區貨物運輸，Flirtey公司的無人飛行載具也參與從沿海船舶運輸貨物到陸地，進行緊急救援工作的實驗計畫。2016年6月，Flirtey的無人飛行載具從停留在美國新澤西州外海的船舶上起飛，並攜帶醫療用品飛到岸邊碼頭一處模擬救災營地，然後再飛回船上。實驗目的是希望未來當陸地沿岸發生災難(例如遭受暴風侵襲)後，能夠經由外海船舶提供緊急援助。⁸

(四)中共無人飛行載具貨物運輸運用情況

中共無人飛行載具在貨物運輸運用方面，正走在快車道上，京東⁹和順豐¹⁰正在打造一個由大大小小的無人飛行載具組成的物流網絡，同時配合監管機構制定送貨無人飛行載具廣泛使用方面的規定，尋找更多的地方讓無人飛行載具飛行，測試它的性能及識別風險，並找出應對這些風險的方法，為大型無人飛行載具制定一套清晰的規則。¹¹另國際航空快遞公司中外運敦豪(DHL)於2021年1月與中國本土創新智能飛行器公司

7 同註2，頁4-5。

8 同註2，頁4-5。

9 京東物流是一家中國物流公司。2007年京東開始自建物流，起初只對京東商城服務。2016年11月開始對社會開放。2017年10月，建成了全球首個B2C全流程無人倉。2018年6月，京東配送機器人開始運營於北京市公共道路。2019年8月22日，與七家機構一起發起成立中國電商物流行業包裝標準聯盟。

10 順豐控股股份有限公司是中國一家以速遞服務為主業的大型企業，成立於1993年，總部位於廣東省深圳市，旗下的順豐速運是中國最大的綜合物流服務商及現時全球第四大快遞公司，業務覆蓋全國335個地級市及全球逾200個國家和地區，從事航空運輸業務的順豐航空為目前中國最大的貨運航空公司。

11 〈京東順豐做大無人機送貨：未來成本或低於人工配送〉，2018年7月5日，<https://kknews.cc/tech/lr28pje.html>，檢索日期：2022年3月9日。



億航達成協議，發布了國內全自動智能無人飛行載具物流解決方案，並成功實現首航。首條無人飛行載具配送服務航線從DHL位於廣東省東莞市的寮步服務中心至松山湖片區，全程飛行距離約8公里，使用億航天鷹(Falcon)物流無人飛行載具進行派送，可將單程派送時間從40分鐘大幅縮短至8分鐘。無人飛行載具物流在降低一定成本的同時，也面臨不小挑戰。據此，有業內人士認為，目前仍然面臨一些不可控的因素，尤其是在航線批准方面，可能會經歷漫長的過程。此外，無人飛行載具運送的安全問題也值得關注。¹²

於2021年中共另一應用實例，在西藏地區應用小型無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)，在偏遠與道路交通困難的高原地形透過運用無人飛行載具蜂群實施食品物資空中投送。該地區食品物資之運補，原若從起點走到最前線，一般需耗費人力120人，通過二至三天接力，始能完成物資背運任務；此次使用十餘架多旋翼無人飛行載具運送，無人飛行載具飛行不到1小時，就能點對點直線將物資投送到

位。此型多旋翼無人飛行載具承載能力是15至25公斤，而在滿載情況下仍可持續航行1小時且飛行20公里，藉由快速地更換電池，達成飛行及空中投送任務與效率，並有效確保物資運輸途中的人力、物力安全問題。¹³

前述美、德、澳三國將無人飛行載具之運用上，在商業、民生方面運用的淋漓盡致，惟筆者在研究議題時發現目前世界各國僅中共解放軍用於軍事用途上，(於2020年9月份)在西藏兵站部執行「餐食配送演練」(如圖2)，解放軍派出了無人飛行載具分隊，透過無人飛行載具空中投送熟食，強調送到士兵手上時「還是熱的」，以展現出解放軍之後勤補給支援能力；此次演練甚至還模擬其補給車隊遭遇道路損壞，無法繼續向第一線部隊運送食物之突發事件，由解放軍派出了無人飛行載具分隊，用無人飛行載具掛載投放箱，將熱食品及飲用水放入投放箱，讓無人飛行載具蜂群成群起飛，飛往指定的位置。¹⁴

(五)我國無人飛行載具貨物運輸運用情況

臺灣在商用服務應用方面，短期內精準農業與設施檢查(風力發電機、太陽

12 〈DHL 中國首條無人機配送航線獲批，航線、安全等問題引關注〉，2021年1月8日，<https://ppfocus.com/0/di94f1723.htm>，檢索日期：2022年3月9日。

13 許智翔，〈解放軍東部戰區配備新式無人地面載具〉，2021年1月29日，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3316/%E8%A7%A3%E6%94%BE%E8%BB%8D%E6%9D%B1%E9%83%A8%E6%88%B0%E5%8D%80%E9%85%8D%E5%82%99%E6%96%B0%E5%BC%8F%E7%84%A1%E4%BA%BA%E5%9C%B0%E9%9D%A2%E8%BC%89%E5%85%B7，檢索日期：2021年12月8日。

14 蔡紹堅，〈解放軍邊境「無人飛行載具送熟食」，「四菜一湯」展現後勤實力〉，2020年9月12日，<https://www.ettoday.net/news/20200912/1807414.htm>，檢索日期：2022年2月8日。



圖2 解放軍邊境訓練無人飛行載具送餐

資料來源：施漪婕，〈解放軍強調士兵伙食「四菜一湯不能少」〉，2020年9月12日，<https://tw.appledaily.com/international/20200912/5ZAVZVZ3PFHNZKDMCUFK2MLZRQ>，檢索日期：2022年2月8日。

能電廠、油氣與電力管線)將是主要領域。除了減少人力需求、降低成本、增加效率等誘因外，無人飛行載具在進行農業應用與設施檢查時，比較沒有飛行管制疑慮(飛行高度較低，以及飛行區域偏僻)，也是激勵這類服務應用快速成長

的重要因素。在中長期應用上，貨物運輸則是焦點。目前許多廠商都在積極發展更適合的無人飛行載具與進行運送服務驗證。未來只要各國法規許可，無人飛行載具送貨將可在物流領域佔有重要地位。¹⁵

15 同註2，頁8。



雖然貨物運送是極具潛力的無人飛行載具應用，但是臺灣在這方面的發展則較國際主要國家緩慢。在2019年，國內產、官、研界開始合作推動多項無人飛行載具運輸應用示範，將有機會衍生出實際應用市場。¹⁶

1. 無人飛行載具運輸抗蛇毒血清：

衛福部疾病管制署與交通部合作進行「偏鄉無人飛行載具物流測試計畫」。在2019年4月19日，使用無人飛行載具將抗蛇毒血清，從嘉義縣阿里山鄉衛生所運送到更靠近山區的山佳衛生室。雖然兩地的直線距離僅有7公里，但實際聯絡道路需要經過蜿蜒崎嶇的山區，車程至少需要1小時，容易耽誤患者醫治；而改用無人飛行載具運送血清，則只需要10分鐘。

不過要使用無人飛行載具運送血清，仍需要克服一些困難。例如抗毒血清需要保存在2~8℃低溫環境下；因此需要設計適合無人飛行載具搭載的輕量化保冷設備。這次偏鄉無人飛行載具物流測試，是由航見科技負責提供無人飛行載具與飛行操作。無人飛行載具飛行採用遠端網路操控，並全程透過4G通訊聯網。無人飛行載具除了以自動飛航模式完成飛行外，並將高度、距離、速度等重要資料即時回傳，使地面人員能隨時掌控飛行狀況。

除了抗毒血清外，未來無人飛行載具還可在偏鄉地區運送糖尿病、結核病等當地患者所需的慢性病治療藥物。¹⁷

2. 無人飛行載具運送藥物：

新北市為解決偏鄉因為交通不便、年長病患不良於行所衍生的醫療問題，提出「新北醫動養-遠距智能全人醫療照護」計劃；內容包括視訊遠距會診、無人飛行載具運送藥物。並在2019年10月進行以無人飛行載具送藥至偏鄉地區衛生所的示範飛行。

此次飛行由經緯航太提供無人飛行載具與負責操作；無人飛行載具可搭載15kg藥物或物資，飛行時間可達50至60分鐘。新北市衛生局原預計半年後規劃運用無人飛行載具在20公里距離內範疇運送藥物試行服務，¹⁸惟囿於國內飛航法規限制，目前該計劃無法成行；但市內如遇重大災害時，可因應緊急救災任務投入使用。

3. 無人飛行載具運送農產品：

枋寮地區農會與工研院合作，使用無人飛行載具協助果農運送芒果。由於國內許多農民已邁入高齡，在大面積果園中搬運水果十分辛苦，因此枋寮農會人員希望能透過使用無人飛行載具來協助果農，並與工研院機械所合作進行無人飛行載具運送芒果的試驗。

目前果農需要以人力用推車將採收

16 熊治民，〈臺灣無人機服務應用現況與趨勢〉，《機械工業》，第448期，2020年，頁13。

17 同註16，頁13。

18 同註16，頁13-14。

後的芒果運到果園旁的理貨場。改用無人飛行載具運送後，果農只需要將採收後的芒果在果園中堆成小堆，再裝入無人飛行載具機腹的貨架，無人飛行載具會自動飛去果園旁的理貨場。

依據工研院機械所試驗結果，當果園中的運送距離為700~1,000公尺時，採電力推進的無人飛行載具，機載電量能支持至少10次的來回飛行，同時載送量達30公斤。如果採用「油電混合」動力，續航力還可以再增加。工研院也評估未來建立代工搬運服務商業模式的可能性。目前機械所已研發兩款高負載多軸無人飛行載具，8軸8槳載重量25公斤，8軸16槳載重量30公斤。¹⁹

據此，以我國與美、德、澳及中共對商用無人飛行載具服務應用情況實施分析及比較，發現我國於貨物運輸無人飛行載具的運用發展領域，相較其他國家較晚起步；但是目前於無人飛行載具硬體與軟體系統發展上均已有相當的成果，惟在商用無人飛行載具服務應用發展上仍以公部門之應用服務為主。另無人飛行載具物資運送服務，在未來需要解決的問題也相當多，包括飛行控制（視距外飛行）及地面人員安全確保，物資取放、運送模式與物資安全，以及無

人飛行載具與倉儲據點、配送貨車間的運作配合等，這些議題都需要逐一解決。因此未來需要透過終端客戶、運送服務商、無人飛行載具系統廠商，以及政府主管監理單位，透過更多元化的示範應用，來建立更成熟可靠的無人飛行載具物資運送解決方案。²⁰

參、軍需物資動員作業方式與運補作業之探討

一、軍需物資動員作業方式

（一）軍需物資動員之目的

為適應戰時需要，統一運用全國現有物資為主旨；平時加強物力調查，儲備戰備物資，戰時實施統籌分配，徵購、徵用及配給、配售，並調整對外貿易，充足物資存量，限制不當消耗，力求支援軍需並維持國民基本生活，乃經濟動員最主要之一環²¹。物資動員必須與工業、人力、交通、財力動員等密切配合方能產生高度的效果。

而徵購徵用品項之整備原則，以平時無法按正常程序獲得之重要物資、固定設施為主。其具體做法，各後備指揮部配合縣市政府實施調查、蒐整，建立轄區各項物資資料，完成簽證作業。²²

（二）軍需物資動員之方式²³

19 同註 16，頁 13-14。

20 同註 16，頁 17。

21 國防部，《物力動員教範》，（臺北：國防部，2019 年 12 月），頁 1。

22 同註 21，頁 11。

23 同註 21，頁 4。



下達動員事項後，作戰部隊針對「缺裝補實」與「作戰需求」，透過「軍需工業動員」、「軍事運輸動員」及「軍需物資徵購徵用」等方式完成動員需求獲得。其軍需物資動員機制平時動員準備採會報方式實施，藉行政動員的中央與地方準備會報實施準備，再由全民戰力綜合協調組織(臺閩、地區及縣市級戰力綜合協調會報)掌握基本戰力，簽定供需分配簽證事宜，作為作戰部隊與行政、事業、監理等單位支援介面，整合作戰區總力，擔任政、軍平臺間之橋梁及協調工作，以支援軍事作戰。

(三)軍需物資動員供需簽證²⁴

軍需動員物資需求應以「戰時物力動員、軍勤隊需求項量統計表」，依據戰時任務需求逐項檢討與編裝表之缺裝數詳實檢討填註，並逐級呈報審核，以精進物力需求申請作業精度。

二、國軍現行動員軍需物資運補作業方式及問題

軍需物資動員為適應戰時需要，戰時立即動員全國物資充分供應作戰需求，惟滿足作戰部隊後勤物資所需，端賴靈活運輸之配合。「運輸」為動員之樞紐，戰爭之骨幹，為直接支援動員作戰的利器，軍事作戰環節中之動

員、集中、機動、補給及醫療等均無不直接與運輸發生連鎖關係，如其中任一種缺少運輸的配合，作戰的連鎖立即脫節，而無法遂行。²⁵因此，國軍平時即須建立健全運輸作業模式及能量，戰時始足以適應作戰任務需要；現就我陸軍現行動員軍需物資運補作業方式及問題實施探討及分析，茲分述如後：

(一)運補作業方式

1.平時：

我國軍平時運輸作業模式係採「物資配送」方式，「物資配送」係經由後勤補給體系主動運補，將軍品物資自撥補單位載運至各受補單位(以公路運輸為主，鐵路運輸為輔)。²⁶

國軍目前後勤補給之體系，大致可分為補給、油料、彈藥、保修、衛勤及運輸等六個部分；各類軍品補給分由不同之單位執行，第一類糧秣及第三類油料由地區補給分庫及油料分庫負責；第五類彈藥由地區彈藥庫負責；保修零附件由地區聯保廠負責；衛材則由地區衛材庫負責；²⁷上列單位如建制輸具(以3.5噸載重車為主)不足，則由地支部運輸科負責地區內運輸器具(公、鐵運)調配執行主動運補作業。²⁸

2.戰時：

24 同註 21，頁 15。

25 國防部，《國軍運輸勤務作業手冊》，(臺北：國防部，2009 年 11 月)，頁 4。

26 國防部，《國軍陸上運輸作業規定》，(臺北：國防部，2020 年 6 月)，頁 2。

27 柳文生，〈軍品補給管理問題之探討—以陸軍軍品補給為例〉，《國防雜誌》，第 20 卷第 3 期，2005 年，頁 64。

28 同註 26，頁 2。

動員實施階段徵購徵用獲得之軍需物資運補作業，則應由需求單位先行檢討輸具(包含單位建制及動員徵用輸具)實施載運，如輸具不足，再由作戰區(防衛部)聯合運輸指揮處統籌、管制、運用作戰區內軍、公、民營公、鐵、水、空運輸能量執行運補作業。²⁹

(二)運補作業問題

1.人力不足：

「運輸人力」為運輸作業之根本，一般概念皆認為只要輸具足夠即可解決運輸問題，惟當前基層部隊招募及留營成效欠佳、人員編現比率偏低，運輸作業管理人員及駕駛人力多有不足；再者傳統運輸編組、組織架構、作業方式及部隊通信設備的缺乏與限制，致使車隊運輸仍然維持原傳統作業方式，將無法有效滿足軍事運輸的需求。³⁰

2.輸具不足：

任何一個國家平時的運輸能量，不可能完全適應戰時需求，³¹在戰時大型輸具易遭敵發現及破壞，而致使輸具更為缺乏，恐將嚴重影響作戰支援任務。

3.道路損壞或受阻：

在戰時空襲威脅下，交通路線(道路)如遭敵破壞中斷、地形地貌改變致使道路無法通行，或偏僻地區交通限

制，都將使運輸受阻，影響後勤補給支援任務。

4.運輸時效不佳：

傳統之運輸方式因具有較大載運量，因此，一般運輸作業仍以公路運輸為主；軍車於公路實施車隊運輸速率為每小時時速24公里，³²故以車輛執行運輸作業，所需耗費時間都較鐵運及空運為長，運輸時效較差。

5.作業場所規劃不周：

若於平時未先期完成動員軍需物資接收及交付之徵集場所(地)、各類物資囤放區塊細部配置及載運作業車輛進出動線之相關規劃，當戰時啟動動員機制時，作業場面混亂問題，將影響物資接收及交付作業時效。

綜合所述，我陸軍現行動員軍需物資運補作業，仍存有「人力不足」、「輸具不足」、「道路損壞或受阻」、「運輸時效不佳」及「作業場所規劃不周」等問題。而如何精進改善，筆者建議所採之精進措施綜整如表4：

綜上所述，我陸軍現行動員軍需物資運補作業問題，在作業方面尚有精進之空間，相關業管單位(陸軍後勤指揮部、陸軍司令部、後備指揮部)如能先期完成問題研析及規劃改善方案，未來將有助於動員作業遂行。

29 國防部，《動員實施階段國軍機動運輸及軍品運補交通管制作業規定》，(臺北：國防部，2021年1月)，頁3。

30 李彥柏，〈建構車隊即時管理系統之研究〉，《陸軍後勤季刊》，第1期，2014年，頁23-48。

31 同註29，頁3。

32 同註25，頁23。



表4 國軍現行動員軍需物資運補作業問題之精進措施

問題面向	精進措施
人力不足	在駕駛人力不足部分，各單位除積極研擬人才招聘及留營作為外，可對非駕駛職缺之士官兵實施駕駛培訓，取得駕照後為該員建立第二專長，後續即可納入駕駛管理考核選用；另將來如能運用無人飛行載具投入運補作業，亦可緩解駕駛人力不足之困境。
輸具不足	各需求單位平時應先行計算載運車輛需求，並納入年度物力動員簽證，於動員時以徵購徵用方式獲得；另將來如能運用無人飛行載具投入輔助運補作業，亦可補足輸具數量不足之問題。
道路損壞或受阻	在平時運輸部隊即應規劃良好之交通網及預備運輸路線，並確保運輸路線暢通；或改採鐵、空、水運方式，應急替代公路運輸。另將來如能運用無人飛行載具投入輔助運補作業，亦能克服道路中斷及地形限制之問題。
運輸時效不佳	國軍運補車輛3.5噸載重車，現已有部分裝置「智慧型運輸系統車機載具」，如能普及裝置三軍所有車輛；配合系統管控車輛運行（系統具有車輛位置定位、追蹤、即時與駕駛通訊聯絡、危險示警及運輸路線規劃等功能），將可提升運輸時效。另將來如能運用無人飛行載具投入輔助運補作業，亦能更迅速完成運輸支援。
作業場所規劃不周	對計畫徵用之動員軍需物資接收及交付作業徵集場所，平時即須按物資類別，分門別類劃分配置物資囤放位置，並詳實規劃載運作業車輛進出動線，以提升作業效能及暢通行車動線。

資料來源：作者研究整理。

三、無人飛行載具應用動員軍需物資運輸之效益

已知無人飛行載具多項特性優點，均在各種服務應用領域蓬勃發展；然國軍目前尚無應用於軍需物資運補作業，為突顯無人飛行載具應用於動員軍需物資運輸之效益，現就本研究蒐集所得之相關期刊、專書等資料實施分析及探討，並整理概述如表5所示。

綜上所述，無人飛行載具對於動員軍需物資運輸作業之影響，具有補足駕駛人力及輸具不足之問題，可避免人員傷亡和降低作業風險、應用服務成本及維護費用低、機動性強、隱匿性高、維護費用少、運輸效率佳，且受天候限制因素較少等多項效益，對於運補作業之遂行，大幅增加任務彈性，提升成功公算。

肆、討論與建議

為精進動員軍需物資運輸作業，運用高效率、機動性強之運輸載具迅速實施動員軍需物

資運輸配送，本研究對如何運用小型無人飛行載具提昇運輸效率及安全性實施分析與探討，期藉由文獻探討、歸納及分析成果，提供未來持續推展動員作業之參考，以精進作業成效。以下綜整出幾項建議：

一、建立多元彈性運輸手段發展適型載具

建軍備戰工作必須依循「打、裝、編、訓」的程序，作長期、整體的規劃，不斷修正與訓練才能累積雄厚的戰力。同樣的，無人飛行載具之應用發展，亦無法脫離此一思維理則，必須依循其程序步驟，設定進程發展標的、建案分年籌購獲得，以達成提昇運輸效率之目的，精進動員軍需物資運輸作業。

首先，「打」的部分，就是為有效推展動員軍需物資作業，提昇運輸作業效率，須建立多元彈性運輸方式，以快速支援作戰後勤補給所需。

其次，「裝」的部分，即是由各軍種分年建案籌購具備垂直起降功能、酬載量大、飛行

表5 無人飛行載具應用於動員軍需物資運輸之效益

特性優點	內 容
在人力方面	國軍數年前因組織調整，各部隊作業人力均遭裁併，尤以後勤部隊裁減甚多駕駛人力；另動員時，徵集場之作業人力在各需求單位平時未詳實規劃及編組下，也將面臨無作業人力可用之問題；如能運用無人飛行載具投入運補作業，亦可補足駕駛人力不足之困境。
在輸具方面	戰時急需實施大量軍需物資運補作業，在輸具不足情況下，大型體輸具亦可能遭敵發現及破壞，將使可運用之輸具更為不足；如能運用無人飛行載具投入運補作業，亦可補足輸具數量不足之問題。
在地形方面	戰時在空襲威脅下，交通路線（道路）如遭敵破壞，或因天然災害後地形地貌改變致道路中斷，或偏僻地區有運補需要，無人飛行載具能克服地形上之限制，確保後勤支援不中斷。
在作業風險（安全）方面	由於科技發展日新月異，各種新型武器效能大為提升，對於戰時執行運補任務之人員、輸具亦造成極大威脅；然無人飛行載具是以無線電控制，無需人員駕駛，故對於具危險之的任務可交由無人飛行載具擔任，減少人員之傷亡、降低作業風險，無人載具亦能深入敵人防區的高度威脅環境下執行任務，無需顧慮人員生命安全的損失，確保人身安全。 ³³
在應用服務成本方面	使用無人飛行載具進行軍需物資運送，整體成本較傳統使用人力或載人飛行器（例如直升機）作業方式更為低廉。 ³⁴ 另維護費用較少，可省略因人而設計之安全裝備，零組件可大量減少，降低維護費用。 ³⁵
在機動性方面	無人飛行載具起降方式眾多且簡易，故能適應戰場多變條件，而達機動運用目的。於夜間與能見度不良的天候下，亦可依任務需求，隨時起飛執行任務，受天候的限制小，機動性高。 ³⁶
在隱密性方面	無人載具由於體積小，機身大多為玻璃纖維所構成，可針對外形與橫截面積進行「匿蹤」設計，使反射信號強度衰減或被所塗覆之雷達波吸收材料阻絕。而引擎推力消耗功率低，紅外線輻射量少，故被偵測捕捉機率相對減少，隱密性高，進而增強存活率。 ³⁷
在天候影響方面	因無人飛行載具無人員生命安全顧慮，故受天候限制因素較少，無論是夜間或能見度不佳的天候，不受惡劣天候影響，故能全天候隨時備勤、不分晝夜、長時間滯空飛行執行任務。 ³⁸
在運輸效率方面	無人飛行載具不受道路及地形之限制，整備時間短，且重量輕、體積小、機動性高，故運輸效率較地面輸具高。

資料來源：作者研究綜整

速度快、航力佳之「定翼／旋翼複合式」小型無人飛行載具，以作為後勤運補作業或投入災害防救任務使用，避免受臺灣山地多且城鎮密集之地形限制，確保運補任務遂行。

第三，「編」的部分，必須正式於後勤運輸部隊編設無人飛行載具專屬之人員裝備編裝，俾利國軍無人飛行載具得以持續擴大應用與永續發展，確保戰時後勤支援不中斷。

33 同註4，頁61。

34 同註2，頁4。

35 同註4，頁61。

36 同註4，頁62。

37 同註4，頁62。

38 同註4，頁62。



最後，「訓」的部分，應該積極規劃無人飛行載具操作人員之飛行技術培訓及參與各項演訓，以打造一支量小、質精、戰力強，適合「不對稱作戰」的無人飛行載具運輸部隊。

二、應用載具優點特性運補重要物資應援

受限於小型無人飛行載具航程短、負重能力不高與載運重量之限制(為數十公斤至數百公斤不等)，僅能針對小型補給品實施運送，故載運之軍需物資以重要支援作戰需求品項「食物類」、「化學藥品、藥品醫材類」及「緊急需求物資」等，作為小型無人飛行載具運送之應援對象。

三、擷節有限預算支用委外專業科研發展

我國整體預算資源有限，而研發無人飛行載具需耗費龐大預算及投入專業人力，故國軍可採簽約方式，委由中科院或相關專業科研公司以既有之無人飛行載具專業研發團隊，實施運輸用途之無人飛行載具研發設計，以降低研發成本，擷節國軍預算使用。

四、訂定補給運輸準則確立運用管理模式

國軍陸、海、空運運輸勤務於輸具之派遣、輸具管理、作業流程、作業要領、作業時間及人員、裝備(物品)搭載數量及重量，均有明訂相關規範，故建議於運輸用途無人飛行載具發展之同時，亦可擬定其運輸準則規定，以維運輸安全。

伍、結論

孫子曰：「軍無輜重則亡，無糧食則亡，無委積則亡」，講述的是後勤補給在戰爭中的重要性，而後勤補給端賴靈活運輸之配合，運用高效率、機動性強之運輸載具迅速實施動員

軍需物資運輸配送，將物資安全的運達聯戰部隊，滿足作戰需求。近幾年隨著資訊科技發展，載具性能提高，已在各種服務應用領域蓬勃發展；我國目前於無人飛行載具硬體與軟體系統發展上均已有相當的成果，若能以無人飛行載具所具有之機動迅速、使用便利、造價低廉等諸多優點，應用於載運重要支援作戰軍需物資(「食物類」及「化學藥品、藥品醫材類」)，必能使動員作業達到事半功倍之效，大幅提升後勤運輸效率及保障作業人員之安全。

參考資料

一、專書

1. 國防部，《物力動員教範》，(臺北：國防部，2019年12月)，頁1。
2. 國防部，《國軍運輸勤務作業手冊》，(臺北：國防部，2009年11月)，頁4。
3. 國防部，《國軍陸上運輸作業規定》，(臺北：國防部，2020年6月)，頁2。
4. 國防部，《動員實施階段國軍機動運輸及軍品運補交通管制作業規定》，(臺北：國防部，2021年1月)，頁3。

二、期刊論文

1. 熊治民，〈商用無人飛行載具應用發展趨勢〉，《電工通訊季刊》，2016年第3季，2016年9月，頁1。
2. 蔡凌漢，〈無人飛行載具對艦艇戰術之運用〉，《海軍學術雙月刊》，第50卷第2期，2016年4月，頁58。
3. 石家豪、陳煥庭，〈運用無人載具對提升國軍災害防救效能之研究〉，

《黃埔學報》，第69期，2015年，頁37。

4. 熊治民，〈臺灣無人機服務應用現況與趨勢〉，《機械工業》，第448期，2020年，頁13。
5. 朱艷芳，〈因應戰區作戰型態成立物流中心之探討〉，《國防雜誌》，第13卷第5期，1997年，頁114。
6. 柳文生，〈軍品補給管理問題之探討－以陸軍軍品補給為例〉，《國防雜誌》，第20卷第3期，2005年，頁64。
7. 李彥柏，〈建構車隊即時管理系統之研究〉，《陸軍後勤季刊》，第1期，2014年，頁23-48。

三、網際網路

1. 舒孝煌，洪瑞閔，〈制空與防空作戰〉；許智翔，〈制海科技發展趨勢〉，〈2020 國防科技趨勢評估報告〉，2020年12月，<https://indsr.org.tw/Download/2020%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%B9%B4%E5%A0%B1%E4%B8%8A%E7%B6%B2%E7%89%88>，檢索日期：2021年12月7日。
2. 國際無人機系統協會，〈無人機分類〉，<http://www.uavs.org/>，檢索日期：2022年2月8日。
3. 許智翔，〈解放軍東部戰區配備新式無人地面載具〉，2021年1月29日，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3316/%E8%A7%A3%E6%94%B%E8%BB%8D%E6%9D%B1%E9%83%A8%E6%88%B0%E5%8D%80%E9%85%8D%E5%82%99%E6%96%B0%E5%BC%8F%E7%84%A1

%E4%BA%BA%E5%9C%B0%E9%9D%A2%E8%BC%89%E5%85%B7，

檢索日期：2021年12月8日。

4. 蔡紹堅，〈解放軍邊境「無人飛行載具送熱食」，「四菜一湯」展現後勤實力〉，2020年9月12日，<https://www.ettoday.net/news/20200912/1807414.htm>，檢索日期：2022年2月8日。
5. 施旖婕，〈解放軍強調士兵伙食「四菜一湯不能少」〉，2020年9月12日，<https://tw.appledaily.com/international/20200912/5ZAVZVZ3PFHNZKDMCUF K2MLZRQ>，檢索日期：2022年2月8日。

作者簡介

陸軍運輸少校謝秉昇

指職軍官班92年班、後備動員管理學校正規班98年班、陸軍指揮參謀學院111年班；曾任副連長、連長、後勤官、兵工官、人士行政官、運輸官。現任職國防大學陸軍指揮參謀學院管理組111年班學官。

空軍中校藍碧玲

國管院女官班85年班、國管院補給正規班88年班、情報參謀軍官班、空參院99年班、國防大學戰爭學院戰略與國際事務研究所104年班碩士、國管院戰略班108年班；曾任補給官、化兵官、基地訓練訓指揮部洞庫運作科科長，第四聯隊基勤中隊長、基訓部基勤中隊長，基訓部副指揮官、後勤保修指揮部綜作組副組長、國防安全研究院半年期駐研學官。現任職國防大學管理學院中校戰略教官。