

戰場輕型無人飛行載具發展及現況

作者／黃朝君少校

提 要

- 一、無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)於 1917 年問世，主要運用於軍事偵察，隨著科技日精月益的發展，無人載具系統的性能不斷提昇，運用範圍和領域亦越來越廣，其具有重量輕、隱蔽性好、機動性佳及成本低等特性，目前世界各國紛紛投入無人載具發展，至今已有數百種類型。
- 二、由於戰鬥人員訓練不易，補充困難，而操作簡單且價格相對低廉的無人載具可以替代戰鬥人員深入險境執行危險的空中監偵、目標獲得、兵力防護及戰損評估等任務，能有效支援面作戰。
- 三、無人載具形式多種，功能亦有所不同，從可攜帶彈藥執行攻擊任務至負責滲透偵查的機種，重量亦從上千公斤至數百公克，本報告以體型較小、重量較輕、操作簡單的戰場輕型無人載具為主。

關鍵字：無人飛行載具、戰場監偵、UAV

前 言

無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicles, UAV)俗稱無人飛機，是近年航太產業的熱門產業，無人飛行載具即是不需飛行人員直接於飛行器上操控，而藉由遙控、自動飛行控制等其他方式執行特定任務的飛行器。早期的無人飛行載具僅為軍事需求製造，用於演習時當作靶機使用，經過演進成為無人偵察機，逐漸演進成為軍民通用的多樣化發展。由於無人飛機不受人體重量限制，其體積大小受限較少，且由機器替代飛行員執行任務，可以於不損耗人員的狀況下達成任務，勢必是未來作戰趨勢，學者預測無人載具的市場規模將由 1997 年的 2.9 億美元 5 千餘架，成長為 2006 年至 2015 年間的 12.5 億美元 1 萬 7 千架，其成長將不僅限於美國，目前另有以色列、德國、英國、俄羅斯、法國、義大利、日本、中國大陸、新加坡、韓國等發展至較成熟階段，台灣目前除中研院進行無人載具研發外，亦有許多民間大學與產業界合作進行發展，可見無人飛行載具已受到國際各國重視，而無人飛行載具的競爭時代也揭開了序幕。

無人飛行載具發展歷史

一、發展緣起

第一架無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)於1917年由英國研製成功，最初乃當做靶機，用於訓練防空砲手，而經過近一個世紀的發展，無人飛行載具已由最初的靶機發展成兼具偵察、監視、目標指示、戰損評估、資訊傳輸平台等多種任務的作戰平台^[1]。

二、各戰役運用情形

在越戰期間，美國曾大量運用無人載具進行高價值或嚴密防禦目標進行偵查工作，有效降低人員傷亡及減少人員遭受俘虜風險。當時無人載具多由靶機所改裝，通常運用C-130運輸機裝載，完成任務後至預定空域或藉由施放降落傘再由直昇機進行回收，但隨著越戰的結束，無人載具仍未受到相當的重視。

1982年以色列航空工業公司(IAI)首開先例，以無人載具進行軍事任務，在黎巴嫩戰爭期間，以色列曾以無人飛行載具進行空中偵察任務、情報蒐集、跟監與通訊等任務，尤其在1982年以色列攻擊黎巴嫩貝卡谷地的「加利利」戰役，以軍先行藉由無人飛行載具執行照相偵查，以確實掌握敘利亞防空飛彈基地正確位置^[2]。除此，以軍亦運用無人飛行載具擔任欺敵與誘騙任務，藉由發射類似以軍戰機雷達影像，誘使敘軍開啟雷達偵測，藉此以軍立即測知敘軍雷達波發射位置，由於以軍掌握敘軍雷達位置，並以金屬干擾片擾亂敘軍雷達圖像，使其無法辨識以軍戰機，以軍進而能將敘軍的薩姆六型防空飛彈射控雷達摧毀。但當時的無人載具能存在許多的缺點，如無法於夜間飛行、訊號傳輸易受干擾、可靠度不佳，但經過此役以可充分證明無人飛行載具可執行艱難的作戰任務，並奠定日後各國對其發展的重視性。

1991年美軍的沙漠風暴行動中，曾藉由發射無人飛行載具，擾亂、誘騙伊拉克的雷達系統，可見無人飛行載具亦有欺敵、擾敵的功效。此次戰役聯軍運用了多種無人飛行載具參戰，大幅減低聯軍傷亡。

除此，在阿富汗戰役中，無人飛行載具除執行監偵及資料傳輸等任務，更發展成可執行攻擊任務，尤以掠奪者無人飛行載具在戰場上屢屢建功，使各國開始積極投入無人飛行載具的研發。

由於無人飛行載具提供美軍低成本、靈活性、可擔負多重任務及減少飛行

註¹：翁予恒、邱天嵩，多無人飛行載具(Multi-UAVs)作戰效能動態評估模式之研究，第十六屆國防管理學術暨實務研討會與國防軍備管理年會，台灣，2008。

註²：王亞民、謝三良，無人飛行載具之發展及在本軍的應用，海軍軍官季刊，台灣，2003年，第22卷第3期，16-25頁。

人員傷亡等特性，使美軍不斷對無人飛行載具投入研發人力與成本，經過長期的研究測試與改良，無人飛行載具由最初的誘敵、偵查已逐漸多元發產成兼具通訊、資料傳輸等多樣性載台，甚至可搭載各式武器進行攻擊，如美軍捕食者無人飛行載具搭載地獄火空對地飛彈，甚至從僅能執行空對地轟炸任務，已進展成可執行空對空戰鬥任務。

表 1 無人飛行載具戰場運用記錄

戰場	使用國	機種	用途	成果
越南戰場	美國	中程	偵蒐	減少有人機員傷亡
黎南貝卡山谷	以色列	中程	誘敵/佯攻	偵測敵雷達電子參數
第一次波灣戰爭	美國/聯軍	中/長程	偵蒐/戰果評估	偵察防空系統/軍隊部署/戰場態勢/戰果評估
科索沃戰場	美國	中/長程	ISTAR	低空偵察/戰場監控/反電子作戰/目標定位
阿富汗戰場	美國	中/長程	ISTAR/空襲/狙擊	開啟無人機攻擊先河
第二次波灣戰爭	美國	中/長程	戰鬥機數據連結	C4ISR 整合運用
現在及未來	全球	微型/迷你/長 滯空/戰鬥型	反恐/攻擊/戰場 前沿偵察	精確攻擊

資料來源：胡堯，〈陸軍無人飛行載具運用研討〉《陸軍學術月刊》，第 41 卷第 476 期，2005 年 4 月，頁 70。

各國戰場輕型無人飛行載具運用現況

由於輕型無人飛行載具具有操作簡單、價格低廉的特性，並可以有效執行空中監偵、目標獲得、兵力防護、戰損評估等任務，能有效支援地面作戰，所以各國紛紛積極投入發展，就各國近期發展之輕型無人飛行載具整理介紹：

一、德國

「阿拉丁」(Aladin)為一套微型飛行器，由一只電動馬達所組成，其重量僅有3公斤，能在5公里的飛行範圍內滯空45分鐘，飛行高度約為30-200公尺，目前為德國陸軍所採用，此載具具有紅外線感測功能、螢幕顯示及錄音功能；由於此套系統組裝便利，僅兩員操作手即能於5分鐘內完成發射為其特點(如圖1所示)。而此系統採預先輸入飛行路線，並藉由地面控制站人員進行飛行路線修正。目前德國的Fennek偵查車均配備此套系統，荷蘭於2006年5月購買10套此系統用於阿富汗，並於2008年再計畫向德國購買24套，其性能諸元如表2。



圖 1 德國研製的「阿拉丁」(Aladin)輕型無人飛行載具

資料來源：/defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 2 「阿拉丁」(Aladin)諸元性能

翼長	1.46 m	起降風速最大風速	8 m/s
長度	1.53 m	飛行風速最大風速	10 m/s
高度	0.36 m	飛行速度	45-90km/hr
重量	3.2kg	偵查範圍	15km
飛行時間	30-60min		

資料來源：維基百科，<http://en.wikipedia.org/>，99 年 8 月 14 日。

「KEO」(Kleinflieger Zielortung)無人飛行載具戰場偵察系統，為德國陸軍快速反應的短程無人機，能提供高精度的旅級砲兵定位與戰場損失評估，此套系統能自動除冰，可以應付惡劣天候，且晝夜均能實施偵查任務(如圖2)；此系統使用「歐洲航太防衛集團」製造的抗干擾寬頻資料鏈路，即使在惡劣電磁干擾條件下，其資料傳輸距離仍可超過100公里；由於機身採用塑料，且具體積小的特性，反射面積較小，並配合消音器減少推進器聲音，也減少廢熱氣排放，令雷達系統難以偵測，是此系統最大特色，其性能諸元如表3。



圖 2 德國研製的「KEO」無人飛行載具

資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

此系統採用彈射器或以火箭推進器由發射筒中射出升空，每架配備2組地面支援系統、1組地面控制站、1部發射車、1部保修車、1部回收車，並由4名控制人員操作。此系統曾佈署於阿富汗北部，四周內完成25項任務，可見系統相當穩定。

表 3 「KEO」諸元性能

翼長	3.42 m	起降風速最大風速	
長度	2.26 m	飛行風速最大風速	
機身直徑	0.36 m	飛行速度	
重量		偵查範圍	
飛行時間	3.5 hr	飛行距離	100-200 km

資料來源：維基百科，<http://en.wikipedia.org/>，99 年 8 月 14 日。

二、以色列

「鳥眼」(Bird Eye)為以色列IAI公司研製之輕型無人飛行載具，配備解析度極高之攝影鏡頭，最大特點為操作極為簡便，可採手持或彈射方式發射，操作上無需特殊技巧，訓練人員時間短(如圖3)。單兵可於數分鐘內完成起飛作業，其間諜操作模組可指定航點以自主飛行方式控制，另配賦之電動推進系統靜音效果極佳，能減少被敵發現機率，並能持續飛行一小時，其偵測範圍可涵蓋10公里，其性能諸元如表4。



圖 3 以色列研製的「鳥眼」(Bird Eye)500 型輕型無人飛行載具

資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 4 「鳥眼」(Bird Eye)500 型諸元性能

翼長	2 m	起降風速最大風速	
長度	1.5 m	飛行風速最大風速	
高度		飛行速度	25-45 節
重量	5kg	偵查範圍	10km
飛行時間	60min		

資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

I-VEW亦為以色列IAI公司研製之無人飛行載具，屬於短程戰術無人飛行載具，可執行監視、目標獲取、火炮修正等任務，由於體積較大、重量較重，無法以單兵投擲進行發射為缺點，必須藉助彈射器，其回收時以配備之自動化傘具進行降落，無須使用跑道(如圖4)。由於I-VEW具有86公升的容積（可荷重10公斤），可進行客製化酬載，較富彈性，並可選擇安裝多種光電、紅外線偵測系統或合成孔徑雷達，亦可進行即時照相及錄影之功能，其性能諸元如表5。



圖 4 以色列研製的 I-VEW 250 型無人飛行載具

資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 5 I-VEW 250 型型諸元性能

翼長	4 m	起降風速最大風速	
長度	2.7 m	飛行風速最大風速	
高度		飛行速度	
重量	65kg	偵查範圍	50km
飛行時間	6-8 hr		

資料來源：israeli-weapons，<http://www.israeli-weapons.com/>，99 年 8 月 14 日。

「蚊式」(Mosquito)為以色列IAI公司所研製之微型式無人飛行載具，是一種使用簡單的手持式微型無人飛行載具(如圖5)，可承受25海里陣風，可以使單兵於數分鐘內進行戰場環境偵查，可傳送偵查影像，並回傳顯示於電腦螢幕上，此載具可滯空達1小時，偵測範圍約1公里，運用此微型無人飛行載具進行偵查可以使小部隊掌握四週戰場狀況，減少人員傷亡，其性能諸元如表6。



圖 5 以色列研製的「蚊式」(Mosquito)型無人飛行載具
資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 6 「蚊式」(Mosquito)諸元性能

翼長	0.3 m	起降風速最大風速	
長度	0.2 m	飛行風速最大風速	25 海里
高度		飛行速度	
重量	0.45 kg	偵查範圍	1km
飛行時間	1 hr		

資料來源：.flightglobal，<http://www.flightglobal.com/>，99 年 8 月 14 日。

三、美國

「沙漠之鷹」(Desert Hawk)為美國洛馬公司研製之輕型無人飛行載具，具有 GPS接收機和完全自動飛行特性，主要由發泡塑料所組成，以鋰電池為電源供應，使用一個電動馬達驅動螺旋槳做為動力推動，因此較為安靜(如圖6)。可提供即時空中影像及熱影像，對偵測軍事偽裝特別具有效果，並可進行偵查、兵力防護、戰場評估等功能。此系統包含6架無人飛行載具，一組地面控制站、1組影像遙控站、晝/夜間照相機、運送箱、發射設備及地面分件等器材^[3]。此無人飛行載具由2員操作手以彈射器將其發射升空，並可以手提電腦進行任務調整或由地面人員手動操作，極富機動性，其性能諸元如表7。



圖 6 美國研製的「沙漠之鷹」(Desert Hawk)輕型無人飛行載具
資料來源：維基百科，<http://en.wikipedia.org/>，99 年 8 月 14 日。

註³：黃淑芬，〈戰場輕型無人飛行載具〉《國防譯粹》（桃園），第卅七卷第六期，國防部，2010 年 6 月，頁 5。

表 7 「沙漠之鷹」(Desert Hawk)諸元性能

翼長	1.32 m	起降風速最大風速	
長度	0.86 m	飛行風速最大風速	
高度		飛行速度	40-80 km
重量	3.2kg	偵查範圍	10km
飛行時間	60min		

資料來源：designation-systems，<http://www.designation-systems.net>，99 年 8 月 14 日。

「渡鴉」(Raven)為美國航空環境公司研製之輕型無人飛行載具，主要用於低空監偵，適合目標獲得、兵力防護、戰損評估與車隊安全維護等工作，此載具最大特色在於單兵可以手持投射，部署快速、機動性強為其特點(如圖7)，渡鴉可由地面指揮站控制飛行路線或配合GPS衛星定位系統預設飛行路線，可精準導航，僅需設定偵查路線即可進行偵查，尤其適合營級單位使用，此系統操作距離可達10公里，並能傳輸即時影像，亦可配備紅外線儀器偵查；回收方式採用垂直著陸方式著陸，其性能諸元如表8。

目前英國、丹麥、荷蘭均有部隊配備，且澳大利亞、意大利、丹麥、西班牙和捷克共和國也計畫進行採購。



圖 7 美國研製的「渡鴉」(Raven)輕型無人飛行載具

資料來源：righthealth，<http://www.righthealth.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 8 「渡鴉」(Raven)諸元性能

翼長	1.3 m	起降風速最大風速	
長度	1.09 m	飛行風速最大風速	
高度		飛行速度	45-95 km
重量	1.9 kg	偵查範圍	10km
飛行時間	60-90 min		

資料來源：維基百科，<http://en.wikipedia.org/>，99 年 8 月 14 日。

「掃描鷹」(Scan Eagle)為美國波音公司與InSitu合作研製輕型無人飛行載具，目前廣泛用於美軍各軍種(如圖8)，由於具有電子設備艙及兩個電子插槽，故可視任務需求進行酬載不同的感測器，可選擇紅外線相機或慣性攝影機等感測設備，亦可為數據通訊中繼載台；掃描鷹飛行控制方式可配合GPS衛星定位系統預先輸入位置或地面人員操作，其發射方式使用氣動式楔形彈射架，回收方式則採纜線勾掛回收(如圖9)，以載具翼尖掛鉤勾住50呎高柱纜線，此種回收方式可使掃描鷹載具能於船艦或移動之車輛上進行回收作業，其性能諸元如表9。



圖 8 美國研製的「掃描鷹」(Scan Eagle)輕型無人飛行載具
資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。



圖 9 美國研製的「掃描鷹」(Scan Eagle)輕型無人飛行載具
資料來源：defense-update，<http://defense-update.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 9 「掃描鷹」(Scan Eagle) 諸元性能

翼長	3.1 m	起降風速最大風速	
長度	1.2 m	飛行風速最大風速	
機身直徑	0.2 m	飛行速度	80-120 km
重量	12 kg	偵查範圍	1500 km
飛行時間	28 hr		

資料來源：維基百科，<http://en.wikipedia.org/>，99 年 8 月 14 日。

「銀狐」(Silver Fox)為美國針對海軍所發展的消耗性輕型無人飛行載具，價格低廉與高耐用性為其特點，此外；載具採用模組化設計，可以輕易更換機翼、發動機組、控制組件、酬載裝備，使其便利性大幅提升，全套系統可拆裝，並可裝入一只固定規格的運送箱，具有運載便利性(如圖10)。此載具能以60節航速進行長時間飛行，可酬載2公斤的感測裝置，其控制站能一次操控10架載具，並接收回傳的影像，大幅降低成本。



圖 10 美國研製的「銀狐」(Silver Fox)輕型無人飛行載具

資料來源：acrtucson，<http://www.acrtucson.com/>，99 年 8 月 14 日。

四、俄羅斯

「酥油草」(Tipchak) 為俄羅斯「維加無線電工程公司」俄羅斯國防部所研製之無人飛行載具系統(如圖11)，主要支援砲兵部隊目標標定，亦可提供火箭、飛彈等武器系統目標標定作業，最廣可達350公里，偵查作業範圍則為70公里，此套載具可以進行全天候監偵與目標獲得作業，系統包含1組控制中心、1座氣動彈射器、1輛回收車與6架無人飛行載具(如圖12)，另可依任務選擇酬載紅外線相機、雷射標定器及即時數位資訊鏈路系統，回收方式則以降落傘進行，其性能諸元如表10。



圖 11 俄羅斯研製的「酥油草」(Tipchak)輕型無人飛行載具
資料來源：satnews，<http://www.satnews.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 10 「酥油草」(Tipchak) 諸元性能

翼長		起降風速最大風速	
長度		飛行風速最大風速	
機身直徑		飛行速度	25-55 m/s
重量		偵查範圍	70 km
飛行時間	3 hr	系統部署時間	20 min

資料來源：satnews，<http://www.satnews.com/>，99 年 8 月 14 日。

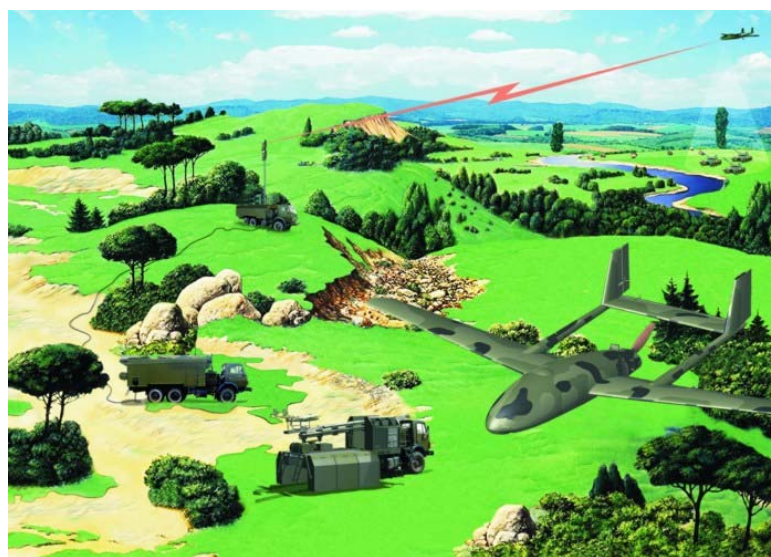


圖 12 「酥油草」(Tipchak)地面監偵模式系統圖
資料來源：satnews，<http://www.satnews.com/>，99 年 8 月 14 日。

五、法國

「追蹤者」(Tracker) 為法國軍方向歐洲航太防衛集團所購置之無人飛行載具系統，此套系統可由單兵以雙手持握進行拋射，15分鐘內即可完成飛行準備(如圖13)，具有即時加密式資料鏈路、可結合GPS全球定位系統設定自主飛行，並具有1公斤的荷重能力，可以任務酬載感測儀器；另便於維修、操作及作業費低是此套系統的特點，主要用於偵查、監視、戰損評估、標定及追蹤等任務，其

性能諸元如表11。



圖 13 法軍現役「追蹤者」(Tracker)輕型無人飛行載具
資料來源：deagel，<http://www.deagel.com/>，99 年 8 月 14 日。

表 11 「追蹤者」(Tracker)諸元性能

翼長	3.3 m	起降風速最大風速	
長度	1.4 m	飛行風速最大風速	
機身直徑		飛行速度	60 km
重量		偵查範圍	10 km
飛行時間	2 hr		

資料來源：flightglobal，<http://www.flightglobal.com>，99 年 8 月 14 日。

六、我國現況

由於無人飛行載具的功效已在數場戰役中獲得應證，致使我國學術界、產業界也紛紛投入研發行列，我國軍為提升部隊戰場偵察能力，陸軍方面也早與中科院密切配合研發無人飛行載具，以發展適合我軍作戰特性之載具，藉以提供即時偵察影像與目標獲得，提升我軍戰力。

目前中科院已完成研發之「中翔二號」與「天隼二型」無人飛行載具，可以長時間於晝夜進行監偵任務，並配賦GPS全球衛星定位系統，可實施自主飛行，並具電子反干擾、即時影像傳輸等功能，可以有效執行偵搜任務、戰場監視、目標獲取、戰場損害評估與定位等功能。

「中翔二號」為中科院航空研究所研製，並於民國88年5月試飛成功，機身採用複合材料減低整體重量，組件採模組化設計，拆裝換修容易，飛行動力則以後推式螺旋槳發動機(如圖14)，使其有滯空時間長、起降空間短、酬載能力高等特性。此系統具有電子反干擾、即時資訊傳輸、資料鏈加密等功能，可於晝夜執行監偵任務。整組系統包含1組地面操作站、起降控制台與傳輸天線等部份，其性能諸元如表12。



圖 14 中科院研發之「中翔二號」無人飛行載具

資料來源：TaiwanAirBlog，<http://taiwanairpower.org>，99 年 8 月 14 日。

表 12 「中翔二號」諸元性能

翼長	7.5 m	起降風速最大風速	
長度	5.7 m	飛行風速最大風速	
機身直徑	1.8 m	飛行速度	
重量		偵查範圍	
飛行時間	4-6 hr	酬載荷重	51 kg

資料來源：國防部軍備局中山科學研究院，<http://cs.mnd.gov.tw>，99年8月14日。

「天隼二型」則為中科院資訊通信研究所研製(如圖 15)，發射方式改採空氣彈射設計，藉以提升系統機動能力，並降低載具發射限制，系統包含無人飛行載具、地面操作站及彈射裝備等，其特點為系統可以三部廂型車輛快速裝載、機動部署，具機動力強及偽裝特性。此系統除掛載一具 CCD 彩色攝影機，可執行戰場監控、目標獲取及定位、追蹤任務，亦可依任務酬載紅外線或光電感測器，其性能諸元如表 13。



圖 15 中科院研發之「天隼二型」無人飛行載具

資料來源：國防部軍備局中山科學研究院，<http://cs.mnd.gov.tw>，99年8月14日。

表 13 「天隼二型」諸元性能

翼長	5 m	起降風速最大風速	
長度	4 m	飛行風速最大風速	
機身直徑		飛行速度	
重量		偵查範圍	
飛行時間	4-8 hr	酬載荷重	30 kg

資料來源：國防部軍備局中山科學研究院，<http://cs.mnd.gov.tw>，99年8月14日。

結 語

由上述各國現今無人飛行載具的諸元規格與我國比較，雖然性能較優於我國，但令人憂心的並非性能上的差距，而是各國無人飛行載具發展已歷經實兵驗證階段，甚至經歷戰役實際驗證，已由特種、特定單位及任務使用，進展至推廣到一般部隊使用，相對我國目前狀況仍停留在「原地踏步」。

雖然無人飛行載具在國內發展已有一定的成果，但至今仍然停留於開發階段，仍未結合部隊進行實地驗證，未來部隊使用成效如何？是否適用？與我指揮、管制、通信、資訊、情報、監視、偵測系統(C4ISR)是否相容？戰場指揮官能否適切運用？等諸多的問題，必須經歷不斷的試驗、檢討、改進，並納入各種演訓中，以實兵進行驗證，而非一味追求高規格、高性能、多用途為前提，才能發展出真正適合我軍特性的無人飛行載具。

作者簡介

黃朝君少校，中正理工學院土木科 27 期、國防大學理工學院軍事工程碩士；曾任區隊長、教官、中隊長，現任職於陸軍工兵學校教勤營參謀主任。