

美軍無人飛行載具研究發展 (三)

· 魏楞傑 ·



領先系統公司的蚋蚊750

成熟型琥珀一號(Amber 1)一九八八年八月首飛，一九八九年底前交給美國軍方六架。琥珀一號翼展九公尺，長四點五公尺，空重兩百二十公斤，酬載兩百公斤，最大起飛重量五百四十公斤，在一九八九年六月的國際無人飛行載具協會(Association of Unmanned Vehicle

International)

年會上，於大眾面前創下九十三公里時速、一千五百公尺高度、三十八小時又二十八分鐘滯空時間的世界紀錄。琥珀一號可攜帶的酬載有：電視或前視紅外線攝影機(或兩種同時上機)、前視紅外線、電子支援措施、無線電中繼或紅外線線性掃描(Linescan)系統，機上還有L波段、L/S

波段及C波段資料鏈。

領先系統公司也規劃更先進的琥珀三號，可裝載更多燃油，一具降落傘，以及包括：慣性導航系統、全球定位系統、敵我識別器、飛行影像紀錄器等多種酬載。琥珀三號翼展十一點二公尺，長五點七公尺，空重兩百四十三公斤，最大酬載兩百五十六公斤，最多燃油一百八十公斤，最大起飛重量五百四十公斤。琥珀四號是高空長滯空型，翼展二十公尺，長九點五公尺，最大酬載和最大起飛重量都是琥珀三號的兩倍，全機組件與琥珀三號有百分之九十的共通性，不過這兩型都未能實際飛試。

琥珀號在一九八七年九月由國研署轉移給美國海軍後，因為無法爭取到維持經費，而從海軍的行列中消失。在一九八七年底時，國會對軍方部署的無人飛行載具多以失敗收場，以及無人飛行載具的發展方向非常關切，因此把全部的無人飛行載具發展專案彙總到國防部長辦公室下的聯合專案辦公室(Joint Program Office)，作戰概念也偏向於短航程、短滯空時間的戰術性作戰運用。琥珀三號是短航程任務設計，琥珀四號則適合擔任高空長滯空時間的任務，性能遠超過當時海軍為戰艦執行火砲定標的先鋒號無人飛行載具，但海軍對琥珀四號的作戰運用毫無概念，因此未列入作戰發展的名單中。一九八九年九月，海軍選定由麥道(McDonald Douglas)協同發展科學開發的天鷹號(SkyOwl)、以及以色列飛機公司協同TRW



機身上方加裝淚滴形寬頻衛星天線的蚋蚊750

公司開發的獵人號(Hunter)競爭短航程無人飛行載具，結果琥珀號名落孫山，發展計畫於一九九〇年完全結束。

琥珀號還有一型專用於外銷的低科技版，稱為蚋蚊七五〇(Gnat 750)，由領先系統公司自行投資開發，搭配商用低成本引擎，機長五公尺，空重兩百公斤，起飛總重四百公斤，最高平飛時速兩百九十公里，在一千五百公尺高度及八十三到一百一十公里時速下，滯空時間最長達五十五小時。先導生產型搭配Rolls Royce引擎於一九八九年進行飛試，在美國政府許可下，該公司將蚋蚊七五〇的性能規格數據分送四十二個國家，尋求外銷或共同生產，結果土耳其採購六架，用在波西尼亞(Bosnia)情搜任務。

由於銷售業績不佳，領先系統公司後來被通用原子公司(General Atomics)併購，研究團隊繼續測試蚱蜢七五〇，並驗證四十小時的滯空時間。一九九四年二月到三月間，蚱蜢七五〇被派到波西尼亞監視當地的衝突情況，把即時的光電及紅外線影像經由有人飛機、衛星的中繼，傳送到國防部，雖然過程繁瑣，卻展示出它的應用潛力，因此在美軍南方司令部(Southern Command)聯合精確打擊展示(Joint Precision Strike Demonstration)專案下，接著開發出放大版，在機身上方加裝淚滴形寬頻衛星天線，使它具備視線外(beyond-line-of-sight)通訊能力。

美軍參謀首長聯席會議副主席認為蚱蜢七五〇的作戰能力可視為一項軍務革新，因此迅速安排參與先進觀念科技驗證(Advanced Concept Technology Demonstration)，衛星天線改放置在機鼻，機身及機翼都加長，一九九四年七月首飛，成為現在大家很熟悉的掠奪者。掠奪者專案由啟動到正式成軍只有短短六個月，許多人認為不可思議，但鮮少人知道它的背後是國研署十五年來在無人飛行載具上的投資，還有琥珀號的研發成果，才能讓掠奪者迅速投入戰場，成為目前全球使用最多的無人飛行載具之一。

禿鷲號

琥珀號進行開發期間，波音也在發展一型全自動化、長滯空時間的禿鷲號(Condor)無人飛行載具。這架大型載具翼展六十一公尺，安裝兩具六汽缸活塞式引擎，配有適合高空飛行的二級渦輪增壓，提高螺旋槳轉速的齒輪箱，機翼展弦比為三十六點六，升阻比為四十。

禿鷲號於一九八六年三月三十一日出廠，採用輕質複合材料及蜂巢結構，具有自動飛控

，符合高空空氣動力學，還有一高效率推進系統。禿鷲號由波音自行出資製造，用來證明該公司有能力的將上述科技整合到全尺寸飛機上。國研署於一九八六年七月提供波音經費，請該公司研究高空長滯空時間無人飛行載具在軍事上的應用。禿鷲號可以搭載多種搜索、偵察、或其他的任務酬載，波音因此企圖將代表性的任務酬載裝備，以及視線內(line-of-sight)和衛星高頻資料鏈整合到這架載具上。國研署也想評估禿鷲號的生存性及脆弱性，因而定義了幾種任務的典型酬載裝備，並執行一系列的取捨研究，以定義作戰用高空長滯空時間無人飛行載具的構型。

在國研署的藍綠雨專案提供經費下，禿鷲



採用全複合材料製成的禿鷲號

號於一九八八年十月九日在波音的華盛頓州莫斯湖(Moses Lake)測試中心完成首飛。禿鷲號一百四十飛行小時的飛試過程中，創下活塞式引擎載具兩萬公尺的最高高度飛行紀錄，五十八點二小時的滯空時間，最大航程估計達三萬五千米。

禿鷲號的任務資料，是在執行任務的飛行途中上傳到機上的電腦，因此若有需要，可在飛行中改變任務目標，但更重要的是它可應付零組件失效，如一具引擎失效的突發狀況。禿鷲號的控制面皆由電機唧筒(electromechanical actuator)驅動，機上的次系統也全由電力操作，所以是一架全電力化飛機，這是因為它在最高飛行高度時，外界溫度會低到攝氏零下八十度，若以液壓驅動唧筒會需要龐大的動力。禿鷲號起飛重量約九千一百公斤，內含五千四百公斤的燃油，機翼採用全膠合式先進複合材料，每平方公尺重量小於一公斤(波音七四七為九公斤)，全機可分解裝入一架C-130銀河式(Galaxy)運輸機內載運，纖長的機身兩側有多片門板，很容易裝卸總重達八百公斤的酬載。

美國海軍原本打算採購五十架的禿鷲號，但聯合專案辦公室成立後就打消了此念頭，不過就如珮瑞爾孕育了先鋒號，琥珀號催生了掠奪者，禿鷲號則證實了高空長滯空時間無人飛行載具的可行性。

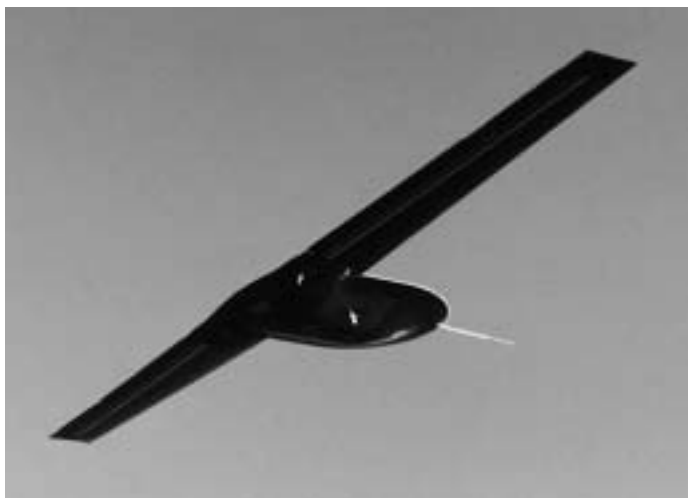
踏入新世界

一九九三年，美國國防部長把空中情報、搜索、偵察載具的開發及操作，整合到新成立的國防空中偵察辦公室(Defense Airborne Reconnaissance Office)，此辦公室完成廣泛的情報、搜索、偵察需求研究，以決定各需求適當的載具數量比例。

國防部根據研究結果，分三階段開發長滯空時間無人飛行載具，以滿足即時搜索、偵察、目標獲得、指揮與控制、電子情報……等任務的迫切需求。第一階段主要在解決當時的波西尼亞情勢，建立快速反應的能力；第二階段是中高度、長滯空時間系統；第三階段是高空、長滯空時間系統。國防部當時認為通用原子的蚱蜢七五〇和掠奪者各可滿足第一、二階段的需求，第三階段則有待開發一精密型大型匿蹤載具，但由於經費有限，第三階段無疾而終。

不過後續的使用經驗證明掠奪者無法滿足第二階段的需求，而要滿足第三階段的無人飛行載具十分昂貴，因此發展策略迅速改變，轉而開發稱為二階段強(Tier II+)及三階段弱(Tier III-)的系統，此兩系統的單機價格皆為一千萬美元。二階段強系統性能優異，但生存性適中；三階段弱系統性能適中，但生存性優異。兩系統混合搭配下，應該可以滿足戰場上各種任務需求，國防部並要求國研署和空軍聯合開發此二系統。波音和洛馬以過去開發經驗，聯合提出一體型較小、性能稍遜，但屬匿蹤的高空長滯空三階段弱載具，攜帶光電／紅外線或具備移動目標指示的合成孔徑雷達，可在敵區上空執行日夜全天候偵察任務，飛行高度一萬五千公尺，航程九百公里，滯空時間八小時。

一九九四年六月，波音和洛馬獲得經費將載具實體化，黑暗星(DarkStar)無人飛行載具未滿一年後即告出廠，一九九六年三月二十九日完成首飛，不幸的是在四月份第二次飛行時，起飛後就突然墜毀。黑暗星的設計及製造進度很快，因此機體的氣動力及起落架設計不是很完美，經過改良後穩定性較佳的第二架於一九九八年六月二十九日首飛，共完成五架次飛



1998年6月29日進行首飛的黑暗星

試。黑暗星若要擔負作戰任務必須重新設計，這部分估計將所費不貲，而且此時的單機價格已超過一千萬美元的規格上限，不過它證明了應用差分(differential)全球定位系統導引，無人飛行載具由起飛到落地可全自動完成。

國研署在一九九四年三月，邀請五個團隊針對二階段強進行為期半年的第一期研究：羅拉系統公司(Loral Systems Co.)暨邊界系統公司(Frontier Systems, Inc.)、諾格太空公司(Northrop Grumman Aerospace Corp.)暨西屋電氣公司(Westinghouse Electric Corp.)、軌道科學公司(Orbital Sciences Corp.)暨西屋電氣公司、雷神飛彈分部(Raytheon Co. Missile Systems Division)暨洛克希德先進系統分部(Lockheed

Advanced Development Co.)、特樂達茵太空(Teledyne Ryan Aeronautical)暨E系統公司(E-Systems Corp.)。

一九九五年四月，二階段強的合約由特樂達茵太空勝出，該公司提出全球鷹(Global Hawk)無人飛行載具構想，它可同時攜帶具備移動目標指示的光電／紅外線及合成孔徑雷達，該公司另外還獲得為全球鷹及黑暗星開發通用型地面系統(Common Ground System)合約。

全球鷹可同時攜帶原本為黑暗星規劃的兩種酬載，在威脅程度較低的戰區執行任務，航程較遠，滯空時間也較長。全球鷹於一九九八年二月首飛，由兩架原型機進行密集的飛試，結果顯示它的情報偵蒐能力極佳，因此又加造兩架原型機。美國空軍很快就接受全球鷹，並用它在全球各地執行多種任務。

二〇〇一年底時，三架全球鷹部署於阿富汗，支援持久自由(Enduring Freedom)戰役，不久之後又飛到伊拉克支援伊拉克自由(Iraqi Freedom)戰役。全球鷹航程兩千兩百公里，可在兩萬公尺高空盤旋二十四小時以上，以高解析度影像將戰場情資傳回指揮中心。一架全球鷹一天的搜索範圍可達十四萬平方公里，大約是臺灣四倍大的區域。

在持久自由戰役中，全球鷹飛行六十餘架次作戰任務，累積超過一千兩百飛行小時，傳回超過一萬七千張即時高解析度影像。在此戰役中，全球鷹的高空偵察飛行架次僅佔美國空軍總架次的百分之五，但支援攻擊任務所傳回的時間急迫性目標影像，超過全部的一半以上。到二〇〇七年夏天時，這些全球鷹總飛行架次超過一千次，總飛行時數超過一萬小時，它是目前惟一符合軍方及美國聯邦航空總署(Federal Administration Aviation)適航法規，可

定期飛航於美國空域的無人飛行載具。

除了最初的批次零(Block 0)七架原型機外，美國海軍也採購了三架批次十(Block 10)構型的全球鷹，賦予新編號MQ-4C，擔任廣域海上偵察(Broad Area Maritime Surveillance)系統的概念驗證機，未來將搭配新世代海上反潛機P-8A海神號(Poseidon)執行海域搜索，也可能會被用來汰換EP-3電子偵察機。

增強性能

國研署對於如何使無人飛行載具執行複雜、危險的任務(如：對地攻擊)也頗有興趣，因此由一九九四年開始進行這方面的研究，一九九八年更啟動無人戰機(Unmanned Combat



Aerial Vehicle, UCAV)專案，主要目的之一是大幅降低摧毀目標的成本。專案最初規劃的預定任務是敵方空防壓制

載軍飛行空軍
無人美國主力
全球鷹已成爲
全已爲的偵察具

(Suppression of Enemy Air Defense, SEAD)和縱深打擊(Deep Strike)，這是戰機飛行員最艱險的任務。

一九九九年三月，波音獲得開發三架X-45A科技驗證機的合約，二〇〇二年五月首飛，成功展示地面操控人員可同時遙控兩架全自動化X-45A的首例。專案的作戰目標是一位操控員最多可同時遙控四架，且共同合作辨認及攻擊目標，另外還希望能以合宜的價格提升它的匿蹤性能。

無人戰機專案創下許多航空紀錄。二〇〇四年四月，一架X-45A自動拋投一枚聯合直攻炸彈(Joint Direct Attack Munition, JDAM)直接命中目標，二〇〇五年七月，兩架X-45A的控制權，經由衛星通訊轉移給距離一千七百公里外的另一位操控員。這兩架無人戰機同時執行協調多目標的多機攻擊，包括模擬炸彈拋投及戰果評估，另外也由電腦模擬一位操控員同時控制四架X-45A的情況。

國研署另在二〇〇〇年六月啟動海軍無人戰機(UCAV-N)研究，由諾格製造一架X-47A飛馬座(Pegasus)展示機，二〇〇三年二月首飛。爲了統合海、空軍的無人戰機發展，國防部在二〇〇三年十月成立聯合無人戰機系統(U-CAS)專案，由國研署直接督導，目標在開發出使用先進設計概念的整合式武器系統，在單一共通的操控系統下，展示一有效、平價、高性能、武裝化無人飛行載具，可執行海、空軍二十一世紀戰鬥任務的科技可行性、軍事用途及作戰價值。

專案進展相當順利，但海、空軍對無人戰機的作戰需求差異太大，導致空軍於二〇〇五年十二月退出專案，海軍之後將專案更名爲無人戰機系統展示(U-CAS-D)，二〇〇七年八月



可全自動拋投聯合直攻炸彈的X-45A

與諾格簽訂製造三架X-47B展示機，二〇一一年二月四日完成首飛。專案目標在展示先進的無人戰機，可安全地執行航艦上例行作戰任務。

國研署也在二〇〇一年啟動無人戰鬥旋翼機(Unmanned Combat Armed Rotorcraft)專案，爲美國陸軍開發可執行武裝偵察及攻擊任務的高自動化先進匿蹤無人直升機，它能靠近目標，有效地辨識及攻擊掩蔽的地面目標。專案目標在開發出關鍵科技，強化貼地及低高度自動飛行的生存性及遠距離目標確認能力，以遂行下世代自動協同化作戰。專案進展相當順利，但美國陸軍卻在二〇〇四年底時退出專案，導致全案就此告終。(待續)