

E-2型空中預警機

· 魏楞傑 ·

摘要

全球知名的空中預警機中，美國E系列最屬有名，使用國家最多，一〇三年國軍漢光演習中，首度降落國道的我國E-2就屬於此系列，而美軍最新服役的E-2D，則是此系列完成最新改良的翹楚。

空中預警機對制空權有非常重要的影響，這是因為空中預警機裝有遠距離搜索雷達、數據處理、通信導航、指揮控制、電子干擾……等完善的電子設備，集預警、指揮、控制、通信、情報於一體，可搜索暨追蹤空中及海上目標，指揮、引導己方飛機遂行作戰任務。它不但是一座活動的雷達站，更是戰場上重要的空中指揮中心。

二十世紀後半段時期，由於雷達、感測器、任務系統、機體製造……等相關科技的快速發展，降低開發成本後，原為美、蘇超級強國專用的空中預警（airborne early warning）飛機

，開始陸續推廣到全球多個國家，我國亦在一九九五年由美國引進E-2T空中預警機。

早期發展

空中預警機的原始發展歷程，可追溯到二次世界大戰前。一九三〇年代英國發明了雷達，但初期雷達的性能不佳，無法發現遠距離外來襲的敵機，英國因此轉而開發一款功率一百瓦的小型雷達，安裝在一架Avro Anson的飛機上，於一九三七年八月十七日進行全球第一具空用雷達的首飛。當飛機飛行於海面上，雷達幕上清楚顯示前方海域各種船隻的動態時，世人瞬間瞭解到雷達在海面作戰的潛在重要性。

一九四一年十二月，美國加入第二次世界大戰，日本對太平洋地區美國海軍實施轟炸攻擊，派遣小編隊轟炸機於夜間低空飛行突襲。美國海軍的艦上雷達無法偵測低空飛行的日軍轟炸機，因此要求發展可裝設於飛機上之雷達中繼系統，以延伸艦隊雷達

的偵察範圍。

一九四四年二月，麻省理工學院的輻射實驗室（Radiation Laboratory）在「凱迪拉克」（Cadillac）計畫下，開始發展代號NA-178的高功率空用雷達系統。一九四四年八月五日，研究人員在格魯曼公司（Grumman）的TBM-3復仇者（Avenger）單螺旋槳引擎魚雷轟炸機上，安裝開發出的AN/APS-20A雷



空中預警機的鼻祖（英皇家空軍）－Avro Anson。



全球第一架艦載空中預警機－TBM-3W。

達進行首次飛測。在一九四五年春天期間的多次飛測中，成功驗證了偵察一百六十公里外低空飛行物體的能力。TBM-3W於一九四五年三月正式服役。

TBM-3W是全球第一架空中預警機，但它僅具備初期預警雷達哨的功能，機上只有飛行員及雷達操作員各一名，管制功能均在戰艦上。TBM-3W藉著雷達影像資料鏈連結，將機上的影像及雷達角度等資訊，傳送到艦上的戰情中心（Combat Information Center, CIC）。

「凱迪拉克」計畫發展成功後，



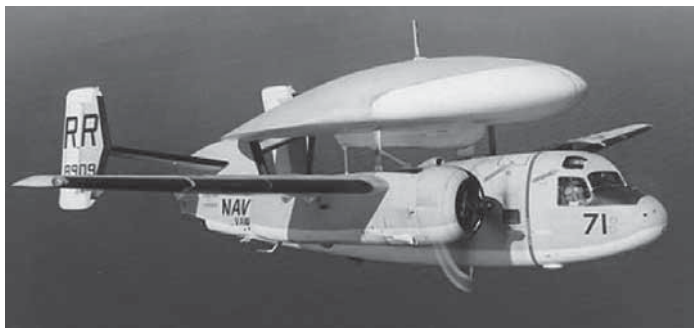
PB-1W（B-17G 改裝）預警機，雷達裝於機腹處。

美國海軍接著展開「凱迪拉克二號」計畫，目標在研製一個飛行指揮中心，計畫的產品就是PB-1W預警機，機上仍然安裝AN/APS-20A雷達，但載臺改用陸基型的四具螺旋槳引擎B-17轟炸機，機上並增設了戰情板、繪圖桌、時鐘、無線電等執行戰情中心任務所需的裝備。PB-1W雖然不能飛離陸上基地太遠，但它大幅提升了海軍追蹤敵機的能力，機上的戰情官（CIC officer）可利用無線電直接引導戰機鎖定目標，成為名符其實的空中戰鬥指揮中心。

美國海軍第一個預警中隊VPPB-101巡邏轟炸機中隊（Patrol Bomber Squadron）於一九四五年六月二十日正式成立，但配賦的第一架全裝備PB-1W預警機，直到一九四六年二月五日才正式到隊。

E-1型機

二次大戰後，格魯曼公司繼續為美國海軍開發搭載APS-20A雷達的預警機，其中一型E-1B掃描者（Tracer）陸續演進成為今天的鷹眼（Hawkeye）E-2系列預警機。E-1B首飛於一九五七年三月，它是由S-2追蹤者（Tracker）反潛機發展而來，修改機尾以裝



E-1B空中預警機。



早期的E-2A預警機。



現役E-2系列空中預警機均換裝八槳葉的NP2000螺旋槳。

設機頂大型圓盤雷達罩，機上的AN／APS-82雷達，有固定天線及空中移動目標指示器（Airborne Moving Target Indicator），可在海面雷達波反射干擾下，偵測低空飛行的目標。

不過到E-1B為止，這些早期發展的預警機，都只是在現役的海軍飛機上，裝上可搜索敵機蹤跡的遠距離雷達，不是真正為預警功能而設計的飛機。一直到一九六一年首飛的格魯曼雙渦輪螺旋槳引擎E-2A鷹眼，才

是全球第一架在一開始設計時，就以空中預警為目標的飛機。

E-2系列

E-2系列是全球唯一可以在航艦上操作的空中預警機。E-2A是格魯曼公司為了汰除E-1而發展的，機上裝載APS-96雷達，一九六〇年首飛，一九六四年開始服役，一九七一年全部換裝L-304高速電腦，性能提升到E-2B的標準。E-2C鷹眼II型（

Hawkeye II）在一九七一年首飛，一九七三年開始服役，最初機上裝載的是奇異公司（General Electric）的APS-120雷達和艾利生（Allison）的T56渦輪螺旋槳引擎，一九七六年換裝APS-125雷達，具有自動化偵蒐陸上目標和移動目標指示的能力。

E-2系列預警機如今僅剩E-2C仍在服役，格魯曼公司共為它開發了六種構型：基本型（Basic）、群組零（Group 0）、群組I（Group I）、群組II（Group II）、鷹眼II千（Hawkeye 2000）、E-2D先進鷹眼（Advanced Hawkeye）。

一九七八年美國海軍啟動E-2C性能提升專案，將五十五架基本型E-2C改裝到群組零的標準，裝載洛馬（Lockheed Martin）的APS-138雷達，此後所生產的機型為Group I的標準，一九八九年開始服役，機上裝載的是三千八百千瓦的T56-427A引擎和洛馬的APS-139雷達。一九九一年生產標準提升到群組II，裝載洛馬的APS-145雷達、聯合戰術資訊傳播系統、無線電、彩色顯示器以及一部全球定位系統（GPS）接收機。第一百七十架E-2C在一九九四年出廠，位於紐約州的生產線隨之關閉，遷移到佛羅里達州。

E-2C重量二十五公噸，機上兩名飛行員、一名雷達操作員（Radar Operator）、一名戰情官（Combat Information Center Officer）、一名空中管制官（Air Control Officer），最大續航力六小時，任務半徑五百公里下可連續執勤四小時，巡航高度為七千五百到九千三百公尺。E-2C除了美國海軍有七十五架外，另外還外銷埃及（七架）、法國（三架）、以色列（四架）、日本（十三架）、新加坡（四架）、臺灣（六架）。現已除役的以色列E-2C有空中加油設備，理論上可再增加四小時的執勤時間，但實際上則因機組員的疲勞而有所限制。美國海岸防衛隊曾把E-2的雷達裝在它們的P-3海上巡邏機上，續航力和機上的機員人數都比E-2C要好，不過這種組合在國際市場上卻乏人問津。

一九九四年十二月，美國海軍委請諾格公司（Northrop Grumman，諾斯洛普於一九九四年併購格魯曼後的公司名稱）進行鷹眼二千構型開發。新構型的主要改良部分有：任務電腦更新、新增先進控制指示組合（Advanced Control Indicator Set）、ARC-210通訊組合（Communications Set）取代舊有的迷

你型要求指派多點存取通訊（Mini-DAMA communications）系統、以洛馬的ALQ-217電子支援措施系統（Electronic Support Measures System）取代舊有的ALR-73。另外機上的散熱系統也加以改良，以因應新增空電裝備的冷卻需求，同時改用較環保的R-134a冷媒。

鷹眼二千最重要的改良，為新增USG-3通用裝備組合（Common Equipment Set），以融入海軍的協同接戰能力（Cooperative Engagement Capability）網路內，該網路是依網路中心戰（Network-centric Warfare）理念下所開發出的聯合作戰系統，能將戰區內各個作戰平臺的感測器資訊，整合成一即時、抗干擾、可供火控應用的單一整合空中圖像（Single Integrated Air Picture），讓各作戰平臺對共同目標具備聯合攻擊的能力。USG-3是由雷神公司（Raytheon）發展的一套感測器網路聯繫系統，提供海軍戰鬥群一個整合式雷達資訊網路，讓海軍的船艦及飛機可以交換遠方進襲中的敵機資料，並可讓神盾艦發射、導引其他戰艦上的飛彈。

鷹眼二千並換裝漢米頓公司（Hamilton-Sundstrand）的數位控制八槳葉NP2000複合材料螺旋槳，此螺旋



鷹眼系列預警機最新型E-2D，雖然外形與E-2C幾近相同，但性能今非昔比。

槳是根據ATR 42/72區間交通機上，由漢米頓和瑞特（Rater-Hegeac）共同開發的586E六槳葉螺旋槳所發展的。新槳和引擎、槳葉負載、機身負載完全相容，它的長處不在於性能，而是有更好的可靠度和維修度、更好的速度控制及回應、更平順的引擎起動及關閉、更低的震動及噪音、更低的順槳阻力（feather drag）。由於E-2C上原有的HS-4000螺旋槳已經停產，對美國海軍未來的後勤支援將造成很大的困難，因此E-2C完全換裝NP2000螺旋槳。

美國海軍在一九九七年一月進行鷹眼二千構型飛試，一九九九年決定採購二十七架的鷹眼二千，並把五十架Group II的E-2C，改裝到鷹眼二千的標準，首架鷹眼二千於二〇〇一年十月交機。

E-2D

在鷹眼二千之後，美國海軍規劃了E-2D先進鷹眼和與其搭配的雷達現代化專案（Radar Modernization Program）。諾格公司的整合系統部（Integrated System Sector）在二〇〇三年八月獲得總金額十九億美元的合約，進行先進鷹眼的系統發展及驗證（System Development and Demonstration）階段，另外洛克西德馬汀的海軍電子暨偵搜系統部（Naval Electronics & Surveillance Systems）也獲得總金額四億多美元的合約，進行下世代超高频（UHF）雷達的系統發展及驗證，生產及測試五部新雷達。洛馬並和諾曼的電子系統部、雷神公司太空暨空用系統部（Space and Airborne Systems）合組新雷達的工作團隊，另由L-3通訊公司（L-3 Communications）負責電子式掃描天線，英國航太系統（BAE Systems）負責敵我識別系統。

E-2D的性能提升概分為四大重點：新型雷達、數位化座艙（Glass Cockpit）、開放式任務系統、引擎控制系統。E-2D的預警雷達性能有大幅度的提升。由洛馬公司全新研發的APY-9雷達採全模組化設計，根據該公司的說法，新雷達的科技超越E2-C現役APS-145雷達兩世代。此雷達裝有低雜訊數位接收機，搭配公司研製的先進型偵測系統（Advanced Detection System）ADS-18型電子掃描陣列天線，具有十八個頻道的超高频天線陣列，以及三十六個元件組成的敵我識別天線，均安裝於大型圓盤天線座內。

APY-9雷達具備機械式及電子式掃描能力，能夠在更遠的距離偵測到更多、更小型的海面、近岸、陸地區域的空中目標，並具備「停滯掃描」的能力，意思是雷達天線可以緩慢轉動或停止於固定方向，專注於特定目標掃描。雖然APY-9雷達的性能規格仍屬機密，但根據可靠的消息來源，與現役APS-145雷達相比較下，新雷達的偵測距離，增加了百分之五十的六百五十公里，偵測範圍增為兩倍半，偵測精確度也更高，對於來自海上及陸地空域的威脅，提供了更強大的偵測能力。



E-2D後艙的3名任務系統官。

E-2D的座艙經過全新規劃，採用完全整合的數位座艙設計。後機身有三座新型戰術操控臺，均裝有二十一吋彩色多功能顯示器。E-2D使用整合式導航座艙顯示系統（Integrated Navigation Cockpit Display System），讓副駕駛除了操控飛機外，必要時還能執行預警管制工作，成為第四位任務系統官，因此副駕駛的儀表板配備了三具十七吋液晶顯示螢幕的主飛行顯示器（Primary Flight Display）。

整合式導航座艙顯示系統除了為副駕駛的主飛行顯示器增設兩控制面板，以管理其功能外，另外還包括兩部後備飛行顯示器、兩部空電／飛行管理電腦（Avionics/Flight Management Computer）、兩部內嵌式全球定位系統（GPS）／慣性導航單元、一部可輸入／紀錄／重取導航及系統維修資訊的飛行資料負荷器（Flight Data Loader）、兩部雙頻道的大氣資料系統（Air Data System）。

E-2D機內的訊息分佈、處理暨顯示架構（Information Distribution, Processing and Display Architecture），運用Linux作業系統的光纖區域網路（Local Area Network），採用未來需要時可加以擴充的開放式架構。此架構主要特點為一部商規現貨（Commercial Off-the-Shelf·COTS）規格的整合式任務電腦／顯示器（Mission Computer/Display）、一套網路式檔案系統、以及一部光纖頻道網路切換器。另為配合APY-9雷達的大量資料傳輸需求，還有多套符合軍規MIL-STD-1553B的導航暨通訊資訊匯流排，以及用於訊息交通的多套ARINC 429匯流排。

機上的通訊系統經過全新改良，包括六套ARC-210型衛星通訊

系統、高頻（HF）／極高頻（VHF）／超高頻無線電通訊系統、多功能資訊分配系統（Multifunction Information Distribution System, MIDS）、鏈11（Link 11）、鏈16（Link 16），並將原有AIC-14A機內通話系統（Internal Communication System）更新為全數位式。採用光纖語音（voice-on-fiber）區域網路科技，使得E-2D成為美國海軍武力網路（FORCENet）中，資訊及決策網路的主要節點，可整合並傳送關鍵資訊、偵蒐數據、綜合決策數據，並提供空中前進管制及通訊能量。

E-2D的機體及推進系統也有相當的改良，機身及中翼經過重新設計，不但減輕重量還增加了結構強度。動力來源雖然沿用之前的T56-427A渦輪螺旋槳引擎，但採用了最新的整合式推進、控制、監視、保養系統，將NP2000螺旋槳的控制邏輯（Propeller Control Logic）完全整合於一推進控制監視單元（Propulsion Control Monitoring Unit）內，不但大幅降低引擎控制系統的重量，還有自動儲備動力以供單引擎操控飛機的功能。

在美國海軍的規劃中，現役將維持約七十五架的E-2D規模，並至少



我國空軍完成性能提升的E-2K。

服役到二〇二〇年。

我國的E-2K

我國在一九九五年九月向美國購進的四架E-2T，是屬於群組二的標準；一九九九年再度向美國增購並於二〇〇五年交機的兩架，則是鷹眼二千外銷型的E-2K，機上刪除了鷹眼二千標準型上的協同接戰能力空電裝

備。

爲了我國空軍E-2機の後勤構型統一，提升機隊整體管理效能，降低維護成本及縮減維護工時，以滿足臺灣全方位、全空域和全地形預警作戰能力，符合臺海戰略所需，美國於二〇〇八年十月對臺軍售中，同意將四架E-2預警機性能提升到E-2K，代號爲「鷹眼三號」。首批兩架於二〇一〇年六月搭船赴美進行改裝，二〇一一年十二月返臺服役，剩餘兩架則於二〇一一年十一月赴美，二〇一三年三月十日運返國門，空軍第四三九聯隊二〇一三年三月二十日九舉行E-2K接裝典禮，我國空防從此邁入新的里程碑，對空中威脅的預警能力也大幅躍進。

結語

E-2D的設計理念在於提供美國海軍航母戰鬥群的戰場管理，以及飛彈防禦系統的基石。在美國海軍的「二十一世紀海權」(Sea Power 21)的建軍目標中，將藉由海上打擊(Sea Strike)、海上防禦(Sea Shield)、海上基地(Sea Basing)等三方面，全面提升海軍的戰鬥力量，而E-2D就在其中扮演了重要的角色，除了擔任艦隊的耳目外，還充當重要

的作戰節點，以機上先進的任務系統，整合戰區內各作戰平臺的資訊，提供給決策人員做爲下達最後命令的參考。

而在飛彈防禦系統方面，E-2D將搭配艦載的神盾(Aegis)戰鬥系統及標準六型(Standard Missile-6, SM-6)攔截飛彈，成爲海軍地平線外(over-the-horizon)整合式火控—制空(Integrated Fire Control-Counter Air, NIFC-CA)空防系統的關鍵單元。

參考文獻

- 一、"People and Planes," Aviation History, September 2004。
- 二、"Advanced Hawkeye promises quantum leap in US Navy's AEW capability," International Defence Review, June 28, 2006。
- 三、"Hawkeye's 50th !," Wings of Gold, Winter 2010。
- 四、"Above and beyond: next-generation Hawkeye readied for service," Jane's Navy International, August 13, 2012。
- 五、"Northrop Grumman E-2 Hawkeye Upgrades," Jane's Aircraft Upgrades, February 19, 2010。

六、"APY-9," Jane's Radar And Electronic Warfare Systems, May 27, 2008。

七、網站：<http://en.wikipedia.org>。

八、「空軍E-2K性能提升專案完成！舉行接裝典禮」，尖端科技軍事電子報，102/03/29。

圖片來源

- 一、空中預警機的鼻祖—Avro Anson：參考文獻七。
- 二、全球第一架空中預警機：參考文獻七。
- 三、PB-1W預警機：參考文獻七。
- 四、E-1B空中預警機：<http://home.planet.nl/~roden171/fotos/tracer13.jpg>。
- 五、早期的E-2預警機：參考文獻三。
- 六、E-2系列的NP 2000螺旋槳：參考文獻五。
- 七、我國空軍的E-2K：參考文獻八。
- 八、鷹眼系列預警機最新型E-2D：參考文獻五。
- 九、E-2D後座艙的三名任務系統官：參考文獻四。