



FOCUS

專題報導

● 作者/Marty Kauchak ● 譯者/黃文啟 ● 審者/馬浩翔

美國空優發展

Evolving Programmes for Future US Air Superiority

取材/2021年2月德國軍事科技月刊(*Military Technology*, February/2021)



美國刻正發展多元化次世代有人與無人航空器概念，以主宰未來戰場空間。本文檢視四項五角大廈代表性建案項目，以及一項骨幹科技，而這些項目皆是用於增加指揮官在本世紀遙遠未來所擁有任務手段之選項。

美國國防部策定一項區分為兩部分的武獲計畫，以因應來自勢均力敵或處於伯仲之間對手的挑戰。該計畫的第一項主軸，是讓五角大廈可以獲得三種不同型號的第五代F-35系列戰機，以更新並強化其舊有空中戰鬥序列機種。第二項主軸則包含目前正在執行初期武獲程序的四大建案項目：包含「次世代空中主宰系列系統」、B-21「突擊者」轟炸機、「未來長程突擊飛機」以及MQ-25「刺魴」式無人機。在美國國防部推動上述及其他前瞻性空中載臺之際，同時亦持續引進各項尖端科技，包含數位工程設計，以達成所望目標。

針對2030年代之後設計之第六代戰機

在美軍各軍種接收和部署第五代F-35「閃電II式」戰機之際，其目光亦開始聚焦於F-35型戰機的後續替代機種，亦即目前所稱之「次世代空中主宰系列系統」的第六代戰機。

美國「海軍航空系統指揮部」所屬「戰術飛機計畫專案主管辦公室」公共事務官韓蓓爾(Connie Hempel)在說明「次世代空中主宰系列系統」全般發展戰略時，首先強調美海軍目前各項作為，仍在評估相關戰力與科技之初期武獲階段。韓蓓爾表示，「專案辦公室與產業界已啟動研究合作，以尋求在先進空中主宰戰力和長期價格可負荷情形，並且在戰力維持間取得平衡。」從美海軍角度來看，「次世代空中主宰系列系統」為其發展航空母艦艦載機聯隊所需新戰力與能量策略的一環。韓蓓爾解釋道，未來在F/A-18E/F戰機除役後，F-35戰機和「次世代空中主宰系列系統」的組合將負責提供先進航空母艦兵力投射能力，並且確立航空母艦在嚴苛與複雜威脅環境中的重要地位，她也特別強調「次世代空中主宰系列系統獲得戰略、招商公告日期及其他時程等資料仍無法對外公開」。

更重要的是，美空軍也在檢討「次

(Source: AP/達志)



世代空中主宰系列系統」的能力，五角大廈高層關切與重視的是，如何確保兩軍種在各項作為上不會「各行其是」。事實上，美國國防部發言人麥斯威爾(Jessica Maxwell)特別重申，兩大軍種及「武獲暨戰力維持次長室」(Office of the Undersecretary of Defense for Acquisition and Sustainment)正致力讓未來聯戰部隊配備必要空優戰力。麥氏解釋說，美空軍和海軍各自管理其武獲專案，而兩大「次世代空中主宰系列系統」專案的「階段決策主管單位」就是各自之「軍種武獲主管」。

「然而，美海軍和空軍在開放式系統架構、共通作戰能力，以及科技成熟度等議題上仍保持密切協調。從過去F-22與F-35型戰機開發，以及其他武獲專案所累積之經驗教訓，仍是下個世代空中主宰系列系統發展戰略與計畫作為不可或缺的一部分」。

五角大廈計畫人員希望「次世代空中主宰系列系統」是一個周延且經充分協調的建案項目，可以一直持續到未來十年之後。麥斯威爾強調，美空軍的



「次世代空中主宰系列系統」在發展確保2030年代空中優勢所需之科技，以保護在任何作戰環境中的聯戰部隊，麥氏並補充說明「海軍的次世代空中主宰系列系統空中載具，將用於取代在2030年代屆臨最終壽期的F/A-18E/F超級大黃蜂式戰鬥機。但此期程的各主要階段規劃仍屬機密。」

新型轟炸機

目前發展快速的B-21「突擊者」轟炸機武獲專案將提供美國核武鐵三角中的空中主力及遠距常規打擊戰力。現行B-21轟炸機合約與主合約商諾斯洛普格魯曼集團(Northrop Grum-

man，以下簡稱「諾格集團」)所議定之項目，包含工程設計與產製開發(EMD)，加上五架小批量試製(Low-rate Initial Production, LRIP)階段的量產飛機。美空軍部發言人貝尼德提(Joshua Benedetti)上尉表示，空軍部刻正密切掌握工程設計與產製開發階段的初期測試機製作進度，「工程設計繪製已完成，已與供應商簽署合約，許多主要總成組件已交貨，目前首架B-21轟炸機測試機正在加州龐代爾市的工廠進行組裝作業。」經過各種不同媒體管道多次報導的2021年12月首飛日期，是一個「不會早於該時間點的日期」，貝氏進一步補充道，「首飛將取



相較於貝爾公司的V-280所採用之傾轉旋翼設計，塞考斯基與波音公司的「挑戰者X」(右上為其多機編隊的概念圖)則採用複合直升機設計，於其前方配有兩組直升機的主旋翼，尾部則為推進螺旋槳。(Source: US Army/Luke J. Allen and Sikorsky-Boeing)

決於參數和工項，而非時間。目前希望能在2022年左右首飛。」

諾格集團的產業團隊在美國境內共有六個一級供應商：包含普惠公司(Pratt & Whitney)、柯林斯航太公司、史皮瑞特航空系統公司(Spirit Aero-Systems)、英國航太集團系統部門、詹尼基工業公司(Janicki Industries)和GKN航太公司。美空軍「快速戰力辦公室」(Rapid Capabilities Office, RCO)主任兼B-21「突擊者」轟炸機專案執行長華登(Randy Walden)也表示，「諾格集團和我們重要的一級供應商，持續從全美各地將主要總成組件運送到加州龐代爾市的第42號工廠，該廠已經開始將紙上設計圖轉化為一架真正的B-21型飛機，逐步朝向最終組裝線邁進。本專案辦公室與

諾格集團密切合作，要將這項關鍵長程打擊與穿透式轟炸機戰力交付空軍全球打擊司令部的作戰部隊。」

未來長程突擊飛機

「未來長程突擊飛機」(Future Long Range Assault Aircraft, FLRAA)為原先「重大國防武獲計畫」(Major Defense Acquisition Programme)項目之一，目的在開發並部署次世代美陸軍所使用的合宜價格垂直運輸戰術突擊/通用飛機。美陸軍預定在2022年針對「未來長程突擊飛機」做出最後決定，獲選的機型設計將於2030年正式服役。值得一提的是，此種機型後續將成為五角大廈開發從偵察載臺到微型無人飛行系統等更廣泛「未來垂直運輸計畫」的一環。

塞考斯基與波音公司在2021年1月25日，公布其先進直升機「挑戰者X」(Defiant X)型相關細節。該型飛機將與貝爾特斯特通集團的V-280「英勇式」(Valor)競爭「未來長程突擊飛機」計畫的正式標約，該計畫目前正在執行競標展示及風險消弭合約。

「挑戰者X型」係以較新型且廣為人知的SB>1「挑戰者」的操作及其他能力為基礎所設計。塞考斯基公司發言人查威克(Melissa Chadwick)表示，舉例來說，「挑戰者X」的機身與SB>1相較，採用了多項強化措施，以提高其飛行靈活性並降低熱訊號。

這兩大產業團隊都已開始進行「未來長程突擊飛機」原型機的試飛。2020年12月，貝爾特斯特通和「英勇型」飛機的團隊慶祝V-280首飛三週年



紀念。貝爾公司在聲明中表示，這段期間，該團隊執行了相當嚴謹的飛行測試計畫，總共已累積高達200小時的150次飛行測試。相較之下，由於構型選擇和初期產製問題，SB>1到目前為止，在兩年中僅執行31次飛行測試，總飛行時數只有26小時。

無人機概述

美國國防部在所有作戰領域中，都在快速擴大其無人飛行系統選項。其中一套具代表性的無人飛行系統，就是波音公司的MQ-25「刺紅式」無人機，該機型係用在提供強大的建制空中加油能力，使海軍能更充分運用其戰鬥打擊戰機，並延展航空母艦的作戰範圍。

波音公司MQ-25專案室主任布尤德(Dave Bujold)表示，該公司目前正在持續建造其所獲七架「刺紅式」無人機合約中的第一架。這七架包含2018年在最初合約中的四架工程設計發展模型(Engineering Development Model, EDM)飛機，以及其他三架美海軍於2020年4月啟動選購權的系統展示測試品項(System Demonstration Test Article, SDTA)飛機。布尤德解釋，「工程發展模型和系統展示測試品項機型，是MQ-25A無人機的所有產製測試機。後者測試儀器裝置比前者少，因其主要用於作戰測試。波音公司還產製了兩架地面測試機，分別用在執行靜態與疲勞測試項目。美海軍未來希望能採購70架以上該型機，以接替目前F/A-18型戰機執行的空中加油任務，讓

一架MQ-25「刺紅式」無人機正在進行地面操作測試。該系統將用於強化與擴大美海軍航空母艦艦載機聯隊的作戰能力。(Source: USN/Eric Shindelbower)





美海軍與空軍目前持續發展「次世代空中主宰系列系統」(NGAD)。美海軍方面將NGAD空中載具暫定名為F/A-XX，預定取代預於2030年陸續屆最終壽期的F/A-18E/F「超級大黃蜂」戰鬥機。(Source: USN/ Benjamin Stevens)

戰鬥打擊戰機得以發揮更大效用。」

波音公司邀集了相當多美國和其他國家MQ-25無人機供應商，且為這項計畫建立了堅強的產業團隊。布尤德表示，「主件生產方面，包含Heorux-Devtek公司為初型MQ-25無人機所製造的著陸裝置系統，都已在整體供應鏈中順利進行……波音公司也定期針對未來的生產機會評估現有及新供應商。」

針對近期重大階段目標，波音公司期望能完成首架MQ-25工程設計發展模型無人機的產製、交運與地面測試，並進行最終飛行測試。布尤德指出，「於此同時，本公司將持續執行MQ-25T1測試機的飛測作業，該機近日才完成空中加油構型的首

次試飛。未來飛行任務將持續測試該無人機的空氣動力性能，以及在飛行範圍內不同定點的空中加油作業，最後進行加油管與加油接頭的施放與回收，以便與F/A-18共同執行空中加油與伴飛任務。MQ-25T1無人機未來也會拖曳至航空母艦上，執行航母作業的初期學習與問題發掘。」

數位工程設計基本要件

美國國防部在2018年7月公布「數位工程設計戰略」(Digital Engineering Strategy)，期能推廣各種系統和組件的數位成形，同時運用數位物件設計並且維持各種國防系統。

雷神公司情報暨太空部門「先進概念及科技」代理副總裁費茲傑羅(Tay Fitzgerald)表

示，在如白駒過隙的最近三年中，數位工程設計已經快速進化到成為五角大廈各項重大建案的「關鍵」支柱，範圍涵蓋第六代戰鬥機及其他多種武器載臺和系統。在費氏的說明內容中，凸顯出雷神公司過去在提供空中及其他領域武器載臺所需感測器、通信與電戰次系統方面所扮演的角色。

費氏在開始時表示，數位工程設計是所有次世代武器系統壽期範圍內各項工作的必要項目，涵蓋概念產生到裝備維持及性能提升等——在面對逐漸崛起、勢均力敵與處於伯仲之間等對手挑戰下，她表示，「我們必須能真正快速適應各種全新且不斷變化的需求項目。現在我們不可能像過去一樣等上10至20年，甚至更長時間，來完



成整個開發過程。」

費氏舉了一個最近發生在其企業部門的數位工程設計適用個案加以說明，該案是協助世界觀集團(WorldView Legion)公司製造一枚地球觀測衛星。其中使用數位工程設計的作法，如同過去其他文章所提到的趨勢，亦即引進更多並改用其他最佳作法和科技——當然這必須在符合保密安全及其他條件下——讓產業與軍事部門更充分交流。她進一步解釋道，針對這個商業界顧客，雷神公司運用數位工程設計環境，建立了一個「該衛星的數位雙胞胎，如此我們便可以在模擬(虛擬)生產環境中產製如此數位雙胞胎，然後才進入第一個實體單位的產製作業」。

數位雙胞胎是一個相當強大的概念，且已經運用在第六代戰鬥機的初期設計階段及其他軍事部門的武器系統設計。雖然數位雙胞胎的功用因不同建案項目而有所差異，但其所望結果都是盡可能仿真。費氏強調，數位雙胞胎的全般目的，就是要提供某個物件的複製體，精細到甚至連序號都一模一樣，讓產業界與軍方團隊能測試設計特質與評估性能、成本、生產與供應鏈反應速度，以及利用虛擬方式檢驗該載臺或組件在全壽期範圍內的各項必要工作。運用數位雙胞胎有助提升數位工程設計的投資報酬，讓其內容超越基本模型的工程設計方式。她指出，「雖然這點很重要，但卻非此概念的意圖，且尚未充分發掘數位工程設計所能帶來的全部好處。」

當雷神公司運用數位工程設計在為世界觀集團公司衛星進行基本設計所獲得的回饋中，亦同時對於空間配置及其他特徵有了更深入的瞭解。



數位工程設計是另一項用於支持第六代戰機及其他新武器載臺研發的眾多成熟科技之一——如人工智慧及擴增實境等技術。(Source: Raytheon Intelligence & Space)

費氏在回憶其所屬部門過去製造其他衛星的經驗時，特別強調數位工程設計使其能進一步「模擬生產環境，同時製造產品，以及該產品所需之測試裝備。我們甚至建立了一套人員介入式(human-in-the-loop)模擬，讓實際操作人員和生產員工，能在三維的浸入式核心設計環境中，以虛擬方式體驗整個製造過程。因此可以在測試硬體，甚至設計硬體實際測試前，獲得寶貴的回饋意見」。相較於傳統需求設計過程，從測試、製造，然後才能進入實際衛星製造，傳統上必須耗費五到六年，甚至七年，雷神公司利用數位工程設計，「得以在數月內先行發現測試裝備高度過高及其他問題。此舉大幅省下了不只數月，而是數年的學習時間」。

費氏最後表示，在不斷進展中的美國第六代戰鬥機專案更相關方面，雷神公司的專業能力使其能「接觸許多主要合作對象……在某些合約中，

我們只是針對某些次系統深入研究部分概念，但如外界所預期，我們也自行做出許多投資。本公司同時與這些主要合作對象保持密切合作，而在某些情況下，我們與其他公司在部分數位工程設計環境中進行鏈結，並且探討如何在2021年1月找出潛在解決方案時，進行各種實驗與交換研究心得。我們的目標就是要將最佳能力配備到任何一種獲選的載臺上。」

資金挹注的必要

美國國防部已推出多項次世代人駕與無人、定翼與旋翼機建案計畫，以協助在本世紀的長遠未來中掌握戰場優勢。這些作為已經到了關鍵的

十字路口。在某個建案計畫中，軍方與產業界團隊正運用數位工程設計以及其他輔助手段，來克服技術挑戰並推動其特有之建案工作。上述四大空中載臺建案計畫，以及五角大廈飛行體系其他建案計畫的成敗，是拜登總統新政府能否更上層樓或功敗垂成的關鍵。目前重點在於持續挹注預算，讓這些工作得以維繫，以渡過短期、甚至可能在未來五年，美國國防預算可能持續萎縮的艱難時期。

作者簡介

Marty Kauchak為美海軍備役上校。

Reprint from *Military Technology* with permission.

B-21「突擊者」轟炸機將可鞏固美國的核武鐵三角，並提供聯戰指揮官遠距傳統打擊戰力。(Source: USAF/ Northrop Grumman)

