

研析美國空軍亞太戰力延伸戰略

軍事科技作者 耿志雲

提 要

美國空軍在機隊更新換代的期程中，一面維持原本既定之各場演習活動，一面加速新世代機隊在亞太各基地的進駐輪訓，以期鞏固美國海外利益的目的，這種交織運用跨代空中力量的策略，早在2010年當時派出空戰司令部(ACC)「戰術空軍」的F-22短期進駐琉球嘉手納基地即可窺見其端倪，太平洋空軍(PACAF)所轄之各聯隊亦循序展開「對抗」(Cope)系列以外的多種新形態部署戰術，意圖透過既有之裝備與編制聯繫日、韓等駐地盟國之空中力量，同時積極拓展各座離島小型簡易機場，發揮兵力疏散和調度的活用性，不僅測試了各基地與駐地的戰備完整性，也達到間接維護「印太戰區」內各據點的戰略穩固，尤其待盟國的F-35系列機隊成軍以降，藉由「聯合演習」達到「聯合空權」的目的甚為鮮明。

關鍵字：下一代空中優勢(Next Generation Air Defense—NGAD)、敏捷戰鬥部署(Agile Combat Employment—ACE)、前進基地武裝加油站位(Forward Armament Refueling Position—FARP)、聯合全域指揮與管制(Joint All Dominance Command and Control—JADC2)先進戰鬥管理系統(Advanced Battle Management System—ABMS)、聯合打擊戰鬥機(Joint Strike Fighter—JSF)

前 言

從1990年以降，美國太平洋空軍在亞太的駐防基地就以東北亞為重點區位，在經歷近30年的國際地緣勢力變遷，原本以機種功能屬性為前提的配置，逐漸朝向以滿足美國地區利益與鞏固太平洋權力範圍為戰略目標，既有的軍種定期演習亦會隨附軍種預算的增減，以及裝備更新換代的期程和進度而調整，配合非傳統安全任務的多樣化演習也會漸趨增強，藉以結合印太戰略防區內其他軍種和盟國的空中力量，達到對中共海空軍事力量威懾與隱性

封鎖的雙重目的。

今年4月中旬，在阿拉斯加州舉行的「北方利刃」(Exercise Northern Edge)演習中，全新生產的F-15EX不僅「擊落」了一些對手，自己也有若干戰損，目前美國空軍正在分析這架新機，在主要力量演習中首次上陣的結果。一直以來，美國空軍的演習重點就不是每場競賽都讓「藍軍」獲勝，是要了解美國空軍的弱點在哪，以及如何緩解這些與對手的能力差距。藉由大規模聯合演習讓飛行機組員重新學習的另一層涵義是：各軍種都有不同的「行話」，必須學習這些「行話」才能

正確地進行協調。

本文藉由美國空軍領導人近期發布之「機種運用」、「疏散演習」、「鏈路建構」、「戰力保存」等實際作為，分析美國空軍如何在兼顧預算與延伸戰力之間，取得政策的平衡與戰略的創新。

戰術思想融合機種運用

由於軍種屬性的差異，讓大國的海、空戰鬥機隊也有不同的戰術與戰法的發展，以期達到特定戰區內的戰術優勢，進而嚇阻對手，乃至全面壓制敵方航空力量的發揮，透過各個型號戰鬥機的高低性能互補，逐漸模擬出各種在空力量接戰時的克敵先機，因此，充分發揮戰鬥機與飛行載具的性能，成為美國空軍的重點課題。

一、敏捷部署訓練啟發

加速跨代機隊和系統的聯兵運用，達到真確而穩定的可部署特性，讓整個亞太戰略防區內隨時都能有增援兵力，是美國空軍在下一代空中優勢(NGAD)概念完成建軍部署之前的常態策略，例如，不久前在日本岩國陸戰隊航空站(MCAS Iwakuni)執行了將近一個月的臨時駐防任務後，數十名作戰、機務和支援人員以及

F-22「猛禽」戰鬥機隊於2021年4月4日部隊返回夏威夷珍珠港希肯原基地。在日本，這批「猛禽」機隊是由夏威夷空中國民兵(HIANG)的第154聯隊和現役的第15聯隊的空勤人員組成的聯合部隊，與美國陸戰隊航空隊和日本航空自衛隊一起進行了在當地的訓練¹。

進駐岩國陸戰隊航空站的重點，是讓空軍的F-22戰鬥機隊與陸戰隊F-35B和F/A-18D的融合，戰鬥力代表大量部隊的進駐和聯合兵力的互用性。它使美軍的飛行員和機務員能夠相互培訓、學習和運用的最佳實踐，並且藉之確保聯合部隊在太平洋地區仍然保持敏捷和反應靈敏。該項演習是對空軍「敏捷戰鬥部署」(Agile Combat Employment)作戰概念的執行。空軍通過ACE展示了全球範圍和敏捷性，提供了戰鬥空權力量來支持美國對地區安全與穩定的承諾。多年來，ACE概念不斷發展。但是，敏捷性、韌性和威懾力的核心原則一直保持不變²。

本次演習證明了全部兵力能夠將戰鬥力快速，而超乎預期地投射到太平洋空軍司令部選擇的地點和時間的能力。分配給HIANG的第203空中加油中隊，和其他空中加油機中隊的KC-135R「同溫層給油

1 Hailey Haux, "Hawaii F-22s complete DFE Operations out of MCAS Iwakuni", Pacific Air Forces Public Affairs, 2021/4/9, 檢索日期2021/5/19, <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2565551/hawaii-f-22s-complete-dfe-operations-out-of-mcas-iwakuni/>。

2 Jennifer-Leigh Oprihory, "AFSOC Experimenting with Agile Combat Employment", Air Force Magazine, 2021/2/17, 檢索日期2021/5/20, <https://www.airforcemag.com/afsoc-experimenting-with-agile-combat-employment/>。

者」機隊，協助提供了橫跨太平洋的空中橋樑，有效地將「猛禽」機隊「導入」了他們在岩國的臨時駐防基地。當戰鬥機飛越太平洋時，隨行的其他飛行員和裝備緊隨其後，搭乘著由希肯基地派出的空運中隊操作的C-17「環球霸王」(Globemaster) III飛抵日本。

機務維護、場站作業，後勤和支援全部都通過了這一操作來實現美國空軍對於ACE概念的可部署性³。諸如此類的外站部署存在複雜性，戰術機隊的整合結構與空中國民兵的內部能力相結合，使美國空軍能夠獨特地執行這項任務。多年來，希肯基地聯隊已經積累了豐富的ACE經驗。訓練活動(例如最近對F-22的加油)有助於磨練所有人員的ACE專業知識。儘管在岩國基地作業是最新的，但肯定不會是最後一次。可以說這對美國太平洋空軍開展任務的方式，是非常具有變革性的經驗。隨著每一個連續的ACE演習，美國空軍都會學習，並且每次都變得越來越有效率。第一批飛行員和裝備在復活節週末返抵夏威夷基地，其餘人員在接下來的幾週內陸續返場歸建。

二、機載武器評估建模

觀察1980年代至今，美國海、空軍

的戰術模擬對手，除了昔日的宿敵「蘇聯」之外，原本巴勒維王國時代起使用了大量美製機隊的伊朗，儼然也已經成為在中東地區妨礙美國海外利益的重點敵國之一，工業能力不差的伊朗不僅可以「逆向工程」成功仿製了多種美製戰鬥機隊，甚至早在波灣地區形成較優勢的空權力量，眾所皆知的，伊朗仍然保持了數十架的F-14A戰鬥機，配合其自行改良的「鷹式」飛彈(Fakour-90飛彈)用於機載，以彌補「鳳凰」飛彈的消耗庫存，然而，能夠讓F-14A達到威懾波斯灣、荷莫茲海峽的前提，仍在於它的AWG-9機載雷達所能擔任的「區域網路中心資料傳遞」的功能，這種近似於現代化聯合作戰場域「網路中心架構」的在空機載性能，讓美國海軍的「武器教官班」(Fighter Weapon School)也開始在波灣戰爭後，展開新的空電模擬，意即利用較為先進而優勢的大型多功能機載雷達，運用多種航電模式，模擬假想對手在空戰中的可能策略和戰術作為，而不再僅限於傳統飛機性能和攜帶武器的對抗模擬，這在世界的空戰戰術演進歷程中，開啟了創新的一步，趁此建立機載雷達和武器系統的「評估與建模」(Simulation and Modelling)⁴。

3 Scott D. Adamson, Shane “Axl” Praiswater, “With air bases at risk, Agile Combat Employment must mature”, Defense News, 2020/11/12, 檢索日期2021/5/17, <https://www.defensenews.com/opinion/commentary/2020/11/12/air-bases-are-at-risk-without-the-agile-combat-employment-approach/>。

4 建模和仿真(M&S)是使用模型(例如系統、實體、現象或過程的物理、數學或邏輯表示)作為仿真的基礎，藉以研發用於管理或技術決策的數據。

“Department of Defense INSTRUCTION NUMBER 5000.61: Modeling and Simulation (M&S) Verification, Validation, and Accreditation”, Department of Defense, 2009/12/9.

環顧亞洲，日本是美國在此地區的重要軍事盟國，但日本卻是全世界第一個啟用大型雙發戰鬥機用於「假想敵訓練」的空中力量，有鑒於1976年「蘇聯」遠東地區空軍的MiG-25投誠事件，連帶讓防衛省思考到既有的防空網路不足以完全彌補與俄羅斯遠東距離偏近的地緣區位⁵，當局開始啟用F-15J取代三菱T-2教練機的「飛行教導隊」，這項創舉堪稱將空戰戰術融入空電模擬的新時代，配合F-15戰鬥機所搭載的APG-63(V)雷達，不僅逐步達成了美式空權的「多機種搭配」的部署，也將駐日美軍的聯合訓練科目提升到另一個更高級的層次。

由於長年駐防日本的美國海軍航空機隊多於常駐空軍，因此，可以推測F-15的「航電模擬」科目已經和美國艦載戰鬥機演訓科目充分融合，成為「美日聯防」的戰術前緣，原本日本的「飛行教導隊」(意即「假想敵中隊」)就部署在九州東南部的「新田原基地」，在區位的選擇上就存在防範潛在對手(中共)和便於聯合演習(美國海軍和陸戰隊航空力量)的雙重目的。其次，航空自衛隊在各型現役機隊的後勤維修策略，採取了各部隊輪替接收使用的原則，每一架定期完成周檢的飛機，多數不會再撥發回到原單位使用，如此可以避免同一個飛行中隊的操作慣性對機身結構的耗損，平均各架飛機的使用時數和

延長使用壽期，近年來，隨著日本航空自衛隊不斷改良、升級其F-15J機隊的雷達性能，同時部署在琉球那霸、宮古島等各個西南前線，可以見得日本的空權力量還會隨著新購置的第5代機隊而大幅躍進。

三、掌握對手空權活動

放眼今日，亞洲的日、韓均已開始換裝接收F-35A匿蹤戰鬥機，日本的採購數量甚至高達百架以上，未來的「出雲級准航艦」甚至也要搭載F-35B短場起降型的機隊，這些具備外構型匿蹤、資料雲端化、視距外武裝的第5代機隊儘管尚未見諸公開資料用於戰術模擬對手，但是從世界空戰演變的規律性觀察，在達到對敵防空網路「匿蹤穿透」的目標之前，仍然必須掌握對手空權的活動樣態。

現階段的美國空軍學界，並不期望空軍採購大批不同型號的飛機，但是，卻同意逐步增加設計幾種第6代原型機，並且附帶研究出能不斷使它們戰鬥力成熟的準則，即使沒有獲得空軍採購也該如此進行，將「下一代空中優勢」(NGAD)計畫升級成空軍參謀部計畫執行辦公室的決策，該單位可以逐步實現多個目標，並支持資助預算的專門帳戶。美國空軍從1990年的「沙漠風暴」行動起到新世紀阿富汗戰區的這30年之間，學習如何集中戰術情報、部隊動員和部署戰略的各項決策，以及如何將美國空權力量從每個小零件成本

5 <ミグ25はスチール製 重さ、大型馬力でカバー>，《朝日新聞》，1976（昭和51年）9/21版13；地上配備のレーダーは、地平線の影に隠れるような超低空飛行を行う航空機の捕捉は原理的に不可能であった。

的想法，轉變成為預計符合成本的概念，滿足「打、裝、編、訓」各個面向的一貫自給自主化建軍標準，達到「空權力量兵工廠」的理想目標⁶。

而觀察從今年春季起展開的「美日聯合空戰演習」的參演機種，也能明顯看見美國陸戰隊常態駐防日本岩國基地的F-35B，已經以標準「中隊」的編制投入空中聯合兵力的部署和運用，甚至擔任模擬中共J-20、俄羅斯Su-57等假想敵「匿蹤」性能的戰鬥機編隊，對西日本的重要戰略基地進行滲透突擊科目，也因此，美日同盟在亞洲的部署密度和強度只會越來越大，隨著日本新購置的RQ-4B「全球鷹」長航時高空偵察載具的逐漸投入戰備⁷，和Link-22資料鏈路環境在日本列島的建置漸趨穩定，跨世代機隊和系統聯合演習的規模和頻率也就會越發密集，對新世紀的空戰演練成效將會有新的發展趨勢。

亞太基地實施疏散演習

駐防在日本和夏威夷基地的美國空軍前不久進行了兵力疏散演習，將其部署在亞洲各座基地的戰鬥機分散在太平洋地區的好幾座小機場，藉此讓中共解放軍更難以瞄準它們的活動。實際上，以「為惡

劣的天氣做準備」是官方主要的理由。其實，這種「疏散演習」也是五角大廈不斷研究針對中共發動高科技戰爭計畫的一部分，美軍飛機會先疏散以規避中共的攻擊，然後再聚集起來進行反攻。

一、活用各座離島機場

根據美國空軍的報導：太平洋空軍司令部(PACAF)編制下的官兵和飛機，在關島的安德森空軍基地(Andersen AFB)匯聚，參加了在密克羅尼西亞聯邦各離島的疏散演習。該場演習名稱為「彈性颱風」(Exercise Resilient Typhoon)，旨在驗證太平洋空軍適應快速演變的戰區狀態(如惡劣天氣)的轉場飛行能力，同時保持戰鬥力量，隨時準備支援整個亞太地區的盟國和夥伴國。

這場演習測試了太平洋空軍能同時從多處據點，執行飛行任務以保持正常戰備的能力，並且動員集中在安德森空軍基地的飛行員和飛機，先行疏散，然後迅速恢復在關島、天寧島、塞班島、密克羅尼西亞聯邦和帛琉的飛行基地和小機場的運作。有各種型號的飛機參加了這場演習，包括日本三澤(Misawa)基地的F-16CJ、嘉手納(Kadena)基地的F-15C、日本橫田(Yokota)基地的C-130J，和夏威夷珍珠港

6 Valerie Insinna, "The US Air Force has built and flown a mysterious full-scale prototype of its future jet", Defense News, 2020/9/15, 檢索日期2021/5/20, <https://www.defensenews.com/breaking-news/2020/09/15/the-us-air-force-has-built-and-flown-a-mysterious-full-scale-prototype-of-its-future-fighter-jet/>。

7 我が国の防衛と予算, 令和2年度予算の概要(東京都:防衛省・自衛隊, 2020), p.16. https://www.mod.go.jp/j/yosan/yosan_gaiyo/2020/yosan_20200330.pdf。

海空聯合基地的C-17和F-22A。一面疏散一面同時部署的空軍作業概念，可以有助於各個飛行中隊迅速移動戰鬥機群⁸。

由於全球戰區環境和對手威脅都在迅速提升，這就讓太平洋空軍在戰略和計畫上，必須確保所有前沿部署的空、地勤部隊，都能夠在不被額外通知的情況下，為潛在的突發事件(也包括非傳統安全任務)做好準備，並且可以在戰區中更為敏捷地行動，以便於在任何環境中奪取、保持和利用戰區的主動權。早在2013年時，美國空軍位於阿拉斯加的第3聯隊就設計了一種新編制，在安克拉治當地部署了40架F-22「猛禽號」(Raptor)匿蹤戰鬥機，以期能以最有效率地利用數量有限的F-22機隊，維護東北亞與北美洲的海空航路暢通與安全，美國空軍僅只大約有180架現役的F-22A被賦予「戰鬥代號」，並且配備了最新的任務軟體和機載武裝輪值戰備。

二、演習計畫規律簡捷

按照先前的慣例，聯隊層級的參謀作業，並未費力地規劃部署太平洋空軍所轄的全部20個飛行中隊，參演機數達到一個聯隊規模的40架戰鬥機，反而是編寫了新的演習作業程序，從夏威夷派出4架F-22和1架支援的C-17運輸機，幾乎可

在24小時之內前進部署到西太平洋島上的任何一處有合適作業機場的防區。第3聯隊替這個演習構想取了一個「快速猛禽」的代號，並且頗為自豪地將這個構想簡報給了當時的美國空軍第20任參謀長馬克·威爾士上將(Mark Anthony Welsh III)。其目的，是在戰爭期間使第3聯隊能迅速將F-22分散到亞太戰區內的許多基地，而不是將它們集中在可能容易遭受中共飛彈彈幕威脅的一座機場上。

很快的，太平洋空軍所轄的所有6個採用「前沿部署」戰術的F-22中隊，都採用了「快速猛禽」的作業概念。早在2015年9月，飛行隊部設在佛羅里達州的第95戰鬥機中隊(駐防在丁道基地，編制屬第1聯隊轄下)就曾經派出兩架F-22A飛到東歐波蘭進行快速部署⁹，這是美國全球軍事計畫的一部分，其目的是對付俄羅斯入侵烏克蘭後威懾俄軍不可再輕舉妄動。

這個「快速猛禽」的作業概念至今已經在美國空軍開始普及。2017年7月，英國皇家空軍也曾經練習部署到一個嚴峻的機場，以便支援駐防在英格蘭的美國空軍第48聯隊快速加油和重新武裝F-15C。這是英國皇家空軍特種作戰隊及其MC-130J運輸機首次與美國空軍的F-15C戰鬥機隊合作，建立所謂的「前進基地武

8 John Linzmeier, "Hawaiian Raptors' relocate to Mariana Islands during Resilient Typhoon", Pacific Air Forces Public Affairs, 2021/4/25, 檢索日期2021/5/19, <https://www.pacaf.af.mil/News/Article-Display/Article/1824752/hawaiian-raptors-relocate-to-mariana-islands-during-resilient-typhoon/>。

9 Joe W. Mcfadden, "Reserve part of history-making F-22 flight into Poland", 301st Fighter Wing, U.S. Air Force, 2015/9/18, 檢索日期2021/5/29, <https://www.301fw.afrc.af.mil/News/Article-Display/Article/690858/reserve-part-of-history-making-f-22-flight-into-poland/>。

裝和加油站位」即「FARP」(Forward Armament Refueling Position)的作業概念在西歐第一次的嘗試實施。美國空軍官員認為，他們將會把「快速猛禽」的概念應用到其他駐防海外的戰鬥機聯隊和中隊層級單位。對此，2013年11月曾對於太平洋空軍在阿拉斯加州部署F-22中隊，提出「快速猛禽」部署概念(Rapid Raptors)的前空戰司令部司令赫伯特·卡萊爾(Herbert Carlisle)上將曾在2015年9月時說：「美國空軍正在研究『快速猛禽』的下一步」，還不限於F-22戰鬥機隊。到2017年，美國空軍就把「快速作業」計畫納入了「敏捷作戰部署」(Agile Combat Employment)的準則當中¹⁰。(圖1)

三、火砲力量分散部署

同時，美國陸戰隊也正在為太平洋地區的「分佈式」作戰發展自己的部署概念。2018年12月7日，陸戰隊第352空中加油機運輸中隊從加利福尼亞州的潘德爾頓營將兩架M142「高機動砲兵火箭系統發射器」空運到了進行戰爭實驗的猶他州「達格威」(Dugway)試驗場。參加演習的12噸重HIMARS輪式載具中的至少一輛，以KC-130J運輸機運抵戰區，迅速發射了訓練用火箭，然後裝回KC-130J以飛

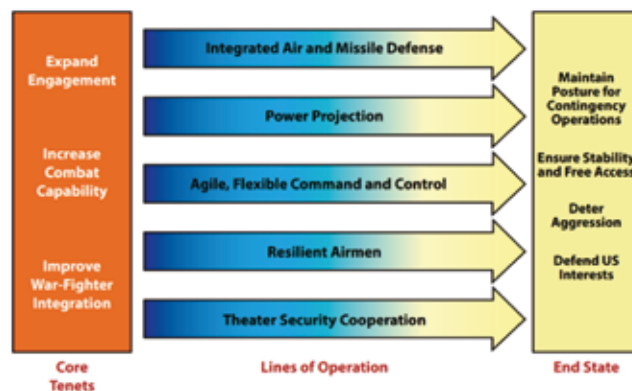


圖1 美國太平洋空軍自2015年起展開的新戰略架構布局，重點明顯置於將既有指管與飛彈防禦系統整合，增加力量投射效益，活用各駐防單位同時擴大和亞太各盟國的演習合作。

資料來源：Lt Col. David A. Williamson, Pacific Air Forces Power Projection, Sustaining Peace, Prosperity, and Freedom, Air and Space Power Journal, (D.C. : January-February 2015)p.49. <https://www.files.ethz.ch/isn/187315/ASPJ-Jan-Feb-2015.pdf>。

返駐地。

還有一種藉由飛機部署的火箭發射器，可以迅速射擊然後重新裝彈部署，率先採用此方法的美國陸軍將其稱為「HIMARS快速滲透」或「HIRAIN」戰術。在結合了其他新戰術和新火箭之後，HIRAIN可以使美國陸軍快速定位長程火砲，從而挫敗敵人的行動。該部署戰術甚至也可能讓美軍阻止中共在西太平洋的擴張。可以想像一下，在不久的未來戰爭想

¹⁰ Scott Maucione, "Air Combat Command latest DoD component to warn against shutdown", Federal New Network, 2015/9/18, 檢索日期2021/5/30, <https://federalnewsnetwork.com/defense/2015/09/air-combatant-command-latest-dod-component-warn-shutdown-sequestrations-return/>; David Axe, "F-22 Inspired: This Can Only Make an F-15 Even More of a Killer", The National Interest, 2019/5/18, 檢索日期2021/5/27, <https://nationalinterest.org/blog/buzz/f-22-inspired-can-only-make-f-15-even-more-killer-58207>。

定中，一支中共艦隊駛向日本或菲律賓附近的一座偏遠島嶼群。陸戰隊的砲兵可以迅速部署到KC-130J運輸機可以降落的一座小島上，並且在運輸機還在附近空中盤旋時，就向中共艦艇發射幾枚火箭彈。位在加州的軍事智庫蘭德(RAND)2017年的一份報告中對此描述道：「在每次射擊後，導引的火箭砲兵將移動至新的藏匿地點，在那裏等待命令再次發射」¹¹。(圖2)

而今，陸戰隊也開始在越來越多的美國和盟國艦艇上，部署不斷增加的F-35B匿蹤戰鬥機的力量。美國海軍兩棲攻擊艦已經搭載了多達10個F-35B的中隊。陸戰隊還考慮過從南韓和英國的艦艇上飛來匿蹤戰鬥機支援。無論是散佈在密克羅尼西亞群島的空軍戰鬥機，還是散佈



圖2 2020年2月8日在加州潘代爾頓營由陸戰隊KC-130J測試搭載M142「高機動砲兵火箭系統」(HIMARS)，未來將會在西太平洋各座戰略離島建立戰術區位。

資料來源：美國陸戰隊官網，<https://www.dvidshub.net/image/6083262/marines-load-himars-into-kc-130j>。

在島嶼鏈和兩棲攻防艦上的陸戰隊飛彈砲兵和匿蹤戰鬥機，其基本部署原理都是相同的。

加速建構先進戰管系統

美國空軍和太空軍的高級官員們在5月底對「先進戰鬥管理系統」(Advanced Battle Management System—ABMS)達到了關鍵的標準感到滿意，顯現出美國在下一代航太和太空計畫的野心勃勃，他們將這一項新穎的計畫推向了一個全新的、更加可操作的階段，使得該系統的工具和技術朝「現實世界」的可實用階段更邁進了一大步。歷經18個月的探索，新的方法可以將聯合部隊與不斷增長的工業合作夥伴更緊密地聯繫，接著，美國空軍準備將ABMS從純粹的紙上計畫移交給實戰單位。

一、先進戰管系統新階段

美國空軍參謀長查爾斯·布朗(Charles Q. Brown, Jr.)表示：「近兩年的嚴格研發和測試，已經毫無疑問地證明了ABMS的前景。美國空軍已經實測了ABMS的效用，可以從空中、陸地、海洋、太空和互聯網路領域，收集大量數據，也能對各項資訊進行處理，並且可以用更快、更好的決策的方式讓各單位共享情資。布朗說：「這種能力給美國空軍(包括所有的航空太空單位)帶來了明顯

11 John Gordon IV, Igor Mikolic-Torreira, D. Sean Barnett, Katharina Ley Best, Scott Boston, Dan Madden, Danielle C. Tarraf, Jordan Willcox, Army Fires Capabilities for 2025 and Beyond (Calif, Santa Monica : RAND Corporation, 2019),pp.58-68.

的優勢，現在已是部署ABMS的時機，如此，美國空軍就可以實現，並且最終使用它將提供的快速情資功能。

美國空軍的高級階層認為，在將ABMS從純粹處於理論和發展狀態，大幅度轉變成購買專用設備，以及付諸更多實際測試的狀態時，這種過程證明了將基層兵員和軍備技師相互搭配，並且運用在研發最新戰鬥技術方面的優勢。ABMS是美國空軍的一項總體工作成績，它包括了一種新的技術概念，實施新戰備要求各作戰單位整合工作，這將使得指揮官和作戰人員能夠更快地共享更多、更好的情資，並且有可能像一個世紀以前雷達甫問世時一樣，改變未來的作戰形態。

包括ABMS在內的任何軍事計畫進展的關鍵步驟，都在於建立持衡該計畫的人力、資源和準則等基本要件。負責ABMS這項任務的美國空軍領導人組成了一支跨

職能的團隊，並且請出了杰弗瑞·瓦倫西亞(Jeffery Valenzia)准將¹²領導建制需求，和作戰人員的整合工作。瓦倫西亞說：「指揮與管制的關係就像戰爭一樣永恆，它會隨著戰爭性質的改變，C2的藝術和科學也是如此」。在一個依賴數據且充滿數據的世界中，勝利屬於具有決策優勢的一方，能夠掌握住態勢感知、理解複雜和對戰場環境的適應性，就能更聰明、更快、更有效率地行動。

二、全面實現網狀化作戰

ABMS通過將數據(現代戰爭的數位化生命線)提供給戰士(各個基本單位)在需要的時間和地點來實現決策的優勢。ABMS將是美國空軍各部門現代化工作的重中之重，它將與國防部的所有部門合作，成為以網路為中心的戰鬥管理方法的主幹思想。這種更廣泛的規劃想定，被稱為「聯合全域指揮與管制」(JADC2)¹³。

12 杰弗瑞·瓦倫西亞(Jeffery D.Valenzia)准將是美國空軍聯合部隊的戰略、整合和軍需主任兼副參謀長。瓦倫西亞出身ROTC支隊075的任官，並於1994年獲得聖地亞哥州立大學的運動訓練生理學的學士學位，並以指揮和管制官的身份進入了空軍服役。此後不久，他完成了聯合專業飛行員培訓，然後進行了F-16基本飛行訓練。

瓦倫西亞曾任職中隊、小組、聯隊、空中作戰中心、作戰司令部和聯合參謀部的多個職務；駐防南韓烏山空軍基地中隊長，喬治亞州穆迪空軍基地聯隊部第93空軍地面行動聯隊指揮官，駐防阿富汗喀布爾第438空中遠征聯隊訓練諮詢助理兼空軍指揮官。瓦倫西亞是一名指揮級飛行員，飛行時間為1,991個小時，曾出勤支援「北方守望」、「貴族鷹鷲」、「伊拉克自由」、「持久自由」、「自由前哨」和「堅決支持」等近年美軍聯合海外部署行動。在他現職的工作之前，瓦倫西亞是美國空軍駐防阿富汗的第9航空航天遠征特遣隊指揮官、北約航空司令部駐防阿富汗堅決支援總部指揮官。

Biographies, Brigadier General Jeffery D. Valenzia, USAF, October 2020,

<https://www.af.mil/About-Us/Biographies/Display/Article/1871730/brigadier-general-jeffery-d-valenzia/>。

13 Nicolie E. Mathison, “2021 C2 Summit enhances Air Force contribution to Joint All Domain Command and Control”, USAF, 2021/1/20, 檢索日期2021/5/16,

<https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2476713/2021-c2-summit-enhances-air-force-contribution-to-joint-all-domain-command-and/>；

Joe Lacdan, “Army, Air Force from partnership, lay foundation for CJADC2 interoperability”, Army News Service, 2020/10/1, 檢索日期2021/5/16,

https://www.army.mil/article/239598/army_air_force_form_partnership_lay_foundation_for_cjadc2_interoperability。

按照美國空軍的設想，JADC2將使來自所有部門、單位以及同盟和夥伴，皆能接收美軍的感知和理解，並且根據大量的數據和情報資訊採取行動，其速度要遠比對手所能察覺和反應的速度快。美國空軍的高層領導人說，一旦完全意識到這一點，JADC2不僅將為美國的聯合武裝力量行動提供基礎，而且還將成為聯合行動的威懾力基礎。等到實際完成部署後，JADC2將讓所有美軍部隊以及盟軍和合作的夥伴，都能接受美軍在海、陸、空、天和網路作戰等各個維度所有領域的統籌化軍事行動。

ABMS在研發過程中的需求、技術和整合工作，將藉由同時感測、理解和處理來自這些不同維度中個別的大量數據和情資，並且在機器學習和分析的幫助下，融合和分析數據，藉此技術實現這個概念，同時，人工智能會以前所未有的速度為各個單位提供最佳的選擇。美國空軍在2021財政年度為此撥發了1.7億美元，還打算在未來5年內增加這些資源，藉以強調其重要性和潛力。

雖然ABMS在形成可以活用力量的新階段之前似乎是乏味而漸進的，但美國空軍官員卻強調其重要性，論其原因有幾點，除了將程序從研發階段轉換到購置裝備、軟體和其他零組件，並且在美國空軍「快速能力(專案)辦公室」的指導下，將其安裝在各型飛機和其他裝備硬體上之外，這項最新的工作，還使空軍和太空軍敦促計畫官員測試ABMS的基礎要素，意

即，將數據從中央來源傳遞到多元化聯合部隊的能力。

三、建構數位化基礎設施

作為這一新階段的第一步，將設計和購買通信「莢艙」(感測器)，並將其安裝在一定數量的KC-46「飛馬座」空中加油機上。設計師將「莢艙」比喻為互聯網熱點，在這種情況下，美國空軍現役的F-22「猛禽號」和F-35「閃電II」機隊將可以「登錄」，並且輕鬆地(即時)接收和傳輸大量以前從未使用過的數據和情資，這是以前從未實現過的技術層級。快速能力辦公室計畫執行官藍迪·瓦爾登(Randy Walden)說：「除了把新通信莢艙裝備在KC-46上(也稱為「第1號能力發布」；Capability Release # 1)外，美國空軍還準備在數位基礎設施上進行重大投資，以支持ABMS(先進戰鬥管理系統)」。

要建構ABMS，必須首先建構用於存儲、計算和移動關鍵數據的數位結構和途徑。空軍部需要一個智能化、快速而且保有彈性的「系統化架構」來建立資訊和決策優勢，而ABMS將是這個解決方案。除了該系統支持不同單位的作戰思想和實踐途徑之外，ABMS正在利用一種方法開發複雜的系統，從而突破了傳統的防禦方法和實行之道。

美國空軍的ABMS計畫管理官員說，空軍的目標是提高情資傳遞的速度和實用性，這就意味著某些ABMS的零組件是根據適用的情況，甚至是可以從商業電子零附件市場上買得到的技術衍生產品中研發

出來的，它需要與工業合作夥伴保持緊密的合作關係，並且願意推動創新思想的試驗，以便在短期內了解「哪些系統和裝備有效，哪些無效」。其實ABMS對美國軍方的影響遠遠超出了空軍部，官員稱這是空軍和太空軍對國防部JADC2構想的貢獻。ABMS與美國陸軍的「融合計畫」(Project Convergence)和海軍的「超量計畫」(Project Overmatch)合作，目的在於取代傳統的「火爐式指管」(stove-piped command and control)，並且最終提供聯合部隊的決策優勢。(圖3)

觀察在今年4月舉行的「北方利刃」演習中，全新生產的F-15EX還啟用了「鷹鷲式主動預警生存能力系統」(Eagle Passive Active Warning Survivability System)，這是一種電子戰套件，目的在為噴射機提供更高級抵抗現代威脅的生存能力。它於2020年12月在內華達州「奈利斯」空軍基地投入「黑旗」演習試驗之後，這是EPAWSS的第2次戰爭競賽。這等規模的演習讓大約有50架「紅軍」飛機與數量相同的「藍軍」交戰。EPAWSS能夠在大規模的機隊環境中，整合多種無線電頻率，再通過特定頻道傳遞，而且能夠有條不紊地處理這些信號。

除了EPAWSS的自我保護功能外，另一個測試重點，是查看它是否可以幫助匿蹤的F-22和F-35在附近空域部署。額外的干擾反而有助於F-35更能逼近對手。雜波越多，演習機所受到的電子攻擊就越多，敵人的感測器就越難繞過它進行攻擊。



圖3 安裝在KC-46「飛馬座」空中給油機上的通信艙，將使F-35「閃電II」和F-22「猛禽」能夠鏈接並且立即接收和傳輸最新資訊，以確保作戰單位保持決策優勢。在高級戰鬥管理系統框架下，此概念稱為「第1號能力發布」。ABMS是美國空軍對「聯合全域指揮與管制」(CJADC2)的貢獻，這是國防部的一項工作，旨在將美軍的所有單元(從感測器到射擊單位)在所有5個作戰維度進行數據鏈接：空中、陸上、海上、太空和網路空間的情資順暢、安全、不中斷。

<https://www.dvidshub.net/image/6083262/marines-load-himars-into-kc-130j>

資料來源：美國太平洋空軍PACAF官網，Charles Pope, Secretary of the Air Force Public Affairs, With its promise and performance confirmed, ABMS moves to a new phase, 2021/5/21, <https://www.pacaf.af.mil/News/Article-Display/Article/2628413/with-its-promise-and-performance-confirmed-abms-moves-to-a-new-phase/>。

EPAWSS能夠與整個機隊編組的協同電子攻擊整合。在性能削弱的環境中與其他軍種作戰單位建立聯繫時，美國空軍看到了很多做得非常好之處，但還有一些需要加強工作的地方。替代的通信方法，包括Link-16資料鏈路和「網關選項」，由

擔任「翻譯」的飛機將匿蹤飛機的特殊雷達波形相互轉換成第4代機可以接收的情資。整個編隊組合都具有作戰餘度和效益¹⁴。(圖4)

保存戰力減少高端飛行

美國空軍不僅需要滿足下一代空優(NGAD)的第6代戰鬥機，現階段也同樣需要增購新的第5代和4.5代機作為空權力量的補充，雖然空軍參謀長布朗日前曾經承認F-35A的一些新技術問題，而他所提出一項建議性的潛在解決方案，僅只是減少戰備的飛行架次。因此，適度避免簽派這些第5代機的任務，以確保美國空軍不會將「高端戰鬥機」全部用於「低端的戰鬥」(和低於第5代機的對手對抗)，藉此



圖4 參加今年4月份在阿拉斯加舉行的「北方利刃」(Exercise NE 21)美國空軍聯合演習的2架F-15EX全新先導量產型機，由佛羅里達州艾格林基地的第53聯隊轄下的第85測評中隊直接派出參演，由參演科目可以推論F-15EX已取代原本F-15C/D/E單位為目標，未來將逐步替換琉球嘉手納基地兩個中隊的現役C/D型，以彌補F-35A出勤成本偏高的預算。

資料來源：美國太平洋空軍PACAF官網，
<https://www.pacaf.af.mil/News/Photos/igphoto/2002638648/>。

達到「現在不想消耗戰力，保留到以後有機會發揮」的目的。

一、戰略性聯合空權

儘管戰力的保存並不代表美國空軍力量的弱化，但它們卻象徵著巨大的含意：空軍在F-35方面的立場發生了轉變。F-35的研發起源從最早稱為「聯合打擊戰鬥機」(Joint Strike Fighter—JSF)計畫開始，其概念就蘊含了由美國主導、歐洲以及其他多個合作夥伴國家共同參與生產、部署，以至於後續的聯合空權發展，都和美國未來的全球軍事力量部署息息相關。JSF名稱中「聯合」的明確目的，在於研製一架可以替代各機種的多功能戰鬥機，具備對地面目標打擊的能力，在考量到軍種的屬性層面，才會把F-35分為三種衍生型。

美國國防部和洛馬公司已經花了很多年的時間，將F-35描繪成一架「有高度彈性的多用途飛機」，各項指標性能更優於前一代機種。例如：F-22「猛禽號」雖然同屬第5代機，但生產數量更少，飛行任務成本也比F-35A更高。海軍和陸戰隊的F/A-18C「大黃蜂」和AV-8BII+「海獵鷹」都已經退役，所以F-35B/C理應加快進度取代它們。除了F-16原本就被美國空軍預定以F-35A取代之外，早在2010年，洛馬公司就希望F-35A能夠取代F-15C/D和F-15E機隊。

新世紀起的前20年，美國空軍以6種

14 John A. Tirpak, “F-15EX Wins Some, Loses Some in Northern Edge”, Air Force Magazine, 2021/5/20, <https://www.airforcemag.com/f-15ex-wins-some-loses-some-in-northern-edge/>。

不同型號的多功能飛機，涵蓋了所有3項戰術目標(空對空攔截、阻絕打擊和對地攻擊)。基於此，F-35研發的明確目的就在成為一架有高度任務彈性、戰略效果明顯、出勤成本相對低廉的飛機，而且有附屬的先進機務管理系統，可減少整備時間並且提高可靠性。如果說F-35到現在還暫時未能達到其目標，那就是對美國空軍建軍的一項挑戰，現在的任務執行率是69%，尚低於美國軍事準則設定的80%百分比基準，而且F-35A機隊僅有36%是屬於可執行「全功能」的任務，這也低於準則所要求的50%標準。當前和持續存在的問題，例如：比預期更快產生發動機磨損、駕駛艙分層透明度有待增強，以及有待改善機載電源模組的穩定性。對此，美國聯邦審計辦公室(GAO)將此歸咎於零組件備料短缺，明文寫道¹⁵：

「F-35的供應鏈沒有足夠的備份零組件可用於保持飛機足夠的飛行時間，以迎合戰鬥機的出勤要求。有幾點因素導致了零組件短缺的現象，包括F-35A零組件的損耗次數比預期的還多，而美國軍方對零組件損壞時的修復能力有限。」

二、策略性降低經費

對於F-35A潛在的問題，美國空軍已經開始藉由補充新的F-15EX予以緩解未來全面性的空權布局。它的多個研發夥伴國家曾經承諾購買F-35的訂單，卻也開始悄悄地轉移給其他型號的飛機，但美國空軍仍然繼續堅持將購買1,763架F-35A，從2019年至今，它的現代化研發費已接近20億美元，還在不斷增加¹⁶，這種決策的可行性也越來越令外界懷疑。經美國空軍自己估計，F-15EX的作業費用約為每架20,000美元／1小時飛行。F-35為44,000美元，洛馬公司已承諾使作業成本降低到25,000美元，但多年來一直還在朝此一目標努力。布朗表示，他對購買更多F-16不感興趣，因為就算是最先進的型號，也不見得能滿足美國空軍期望的全部功能，因此，洛馬公司隨之取消推銷給印度的「F-21」型號。反倒是布朗希望研發一種新的戰鬥機，連帶能啟發出新的科技思路。雖然各方都希望將來任何一架新飛機，都能估算出更低的作業成本，但是直到今天，包括研發費用在內，F-35全壽期成本的計畫總價值，估計已超過1.5兆美元，據美國空軍稱，看似更便宜的4.5代機價格，卻很容易在經過國會和國防部的冗長辯論

15 Report to Congressional Requesters, F-35 AIRCRAFT SUSTAINMENT DOD Needs to Address Substantial Supply Chain Challenges, (D.C. : United States Government Accountability Office, April 2019), pp.1-81.

<https://www.gao.gov/assets/gao-19-321.pdf>。

16 Christen McCurdy, “GAO report finds spiraling costs in F-35 Modernization Program”, UPI, 2021/3/18, 檢索日期2021/5/25, <https://www.upi.com/Defense-News/2021/03/18/F35-modernization-cost-growth/9071616111670/>。

之後，達到甚至超過F-35的成本¹⁷。

根據美國空軍於2021年5月提供給《空軍雜誌》的數據，以F-35A為首的空軍戰鬥機隊，在2020年的總體任務達成比率(即使受到Covid-19大流行的限制)還比2019年要好。F-15C的比率卻有所提高，美國空軍正在因其偏高的機齡而急於汰除，F-15E的比率則呈現下降。

美國空軍所謂「有任務能力」的比率，是指已在戰備中，並且可在一段時間內執行至少一項指定任務的百分比。至於「具有完整任務能力」是指某同一型號的機隊中，準備在同一時間內執行各項任務的飛機數目百分比。然根據美國空軍的數據，F-35A的任務能力從19財年的61.6%躍升至20財年的76.07%。美國空軍「聯合計畫辦公室」主任艾利克·菲克中將(Lt. Gen. Eric Fick)¹⁸在4月舉行的「眾議院武裝部隊委員會聽證會」上透露，百分比

的變化，大部分是因為增加了用於備份零組件的預算，但F-35A機隊中有更多的是較新近生產的，而且是比較不易出現問題的年份，空軍為此同時設置了更多的倉庫。

三、新技術促進研改

美國空軍許多早期生產批次的F-35A都需要修改，現在正在與單位機隊進行零組件的更新，優化這些修改的期程，以便最大程度地減少對飛行任務的影響。聯邦政府和軍備廠商的技術團隊，也正在努力加快最經濟的長期解決方案，以便幫助F-35A完成戰備，同時盡可能地提高F-35A的新培訓和可用性。這些變化推動了F-35A的全任務能力穩定提升，美國空軍預期會隨著F-35A維修系統和作業技術的成熟，將繼續攀升機隊的可靠度。在2021年5月中旬舉行的「麥卡利斯協會」(McAleese and Associates)¹⁹國防會議上，

17 Joel Hruska, "The U.S. Air Force Quietly Admits the F-35 Is A Failure", Extreme Tech, 2021/2/25, 檢索日期2021/5/25, <https://www.extremetech.com/extreme/320295-the-us-air-force-quietly-admits-the-f-35-is-a-failure>。

18 艾利克·T·菲克(Eric T. Fick)中將是位於維吉尼亞州阿靈頓的「F-35閃電II聯合計畫辦公室」的計畫執行官。本單位是美國國防部直屬的機構，負責研發、交付和維持F-35A/B/C機隊，是向美國空軍、海軍、陸戰隊和7個國際合作夥伴、6個現階段的外國軍事銷售客戶交付「第5代打擊飛機武器系統」的專案辦公室。

菲克於1990年9月從聖母大學獲得航空航天工程學士學位後進入了空軍。他曾擔任後勤計畫和計畫官、F-16戰鬥機機械系統工程師、計算流體動力學研究工程師、聯合系統計畫辦公室測試主任、空軍參謀部主任、空軍參議院聯絡辦公室副主任和主任，部長辦公室負責採購的空軍助理，以達成該項目的全球計畫。

菲克曾在中隊和群級擔任指揮官，此前曾兩次擔任空軍計畫執行官。此外，他已經在T-38、F-15、F-16和其他軍用和民用實驗飛機上飛行了350多個小時。在擔任現職之前，菲克曾是F-35「閃電II聯合計畫」的副計畫執行官。

Biographies, Lieutenant General Eric T. Fick, USAF, April 2021,

<https://www.af.mil/About-Us/Biographies/Display/Article/503373/lieutenant-general-eric-t-fick/>。

菲克不諱言地表示，F-35A的維持費用偏高，減少F-35機隊是他建議當局的最高優先事項。

美國空軍認為F-15C/D機隊已迫切需要汰除，因為它們都已超出了計畫的使用壽期，其總體任務勝任率分別為71.93%和70.52%。這仍比2020年好，當時這兩型飛機分別達到了70.05%和72.45%的任務達成率。美國空軍正在增購F-15EX來代替F-15C/D，這是替換舊型戰鬥機隊力量的最快捷方法。F-15C/D機隊大部分都在1980年代和1990年代初就已生產。F-15E的任務達成率從71.29%下降到69.21%。

至於F-16C/D機隊的平均任務達成率分別為73.90%和72.11%。19財年的比率分別為72.97%和70.37%。F-22A在20財年僅比上一年略有改善，增長率達51.98%，而19財年為50.57%。美國空軍最近也透露，由於機隊規模小，加上機務密集型的可觀測系統偏低等因素，將從2030年起逐步淘汰F-22。正在進行機翼更新計畫的A-10C任務達成率為72.04%，比19財年的71.20%略有上升。但是，美國空軍無法立即提供各型機隊任務達成率何以發生變化的細節。

川普內閣時，首任國防部長吉姆·馬蒂斯(Jim Mattis)曾指示美國空軍在2016

年之前，將現役的F-15、F-16和F-35機隊任務達成率提高到80%，但空軍在該年度未能實現該目標，並且在稍後評估了各型機種的任務達成能力，從更廣泛的意義上顯示，它與各單位的戰備強度有關²⁰。(表1~2)(圖5~6)

結語—聯合武裝力量極致化運用

在美國國防預算逐年遞減，且尚未預見有大幅增加軍事支出的前提下，充分運用現役的第3代半以上戰鬥機隊，成了五角大廈和空軍參謀部的唯一可行策略，尤其是在中共軍事力量意圖對周邊海空區域不斷擴張的當下，活用各作戰飛機的編制，讓各軍種的航空力量形成有效的互補條件，維持既有的空權優勢，以保障美國

表1 美國空軍戰鬥機的任務達成比率

機種	2019 財年任務達成率	2020 財年任務達成率
F-15C	70.05%	71.93%
F-15D	72.45%	70.52%
F-15E	71.29%	69.21%
F-16C	72.97%	73.90%
F-16D	70.37%	72.11%
F-22A	50.57%	51.98%
F-35A	61.60%	76.07%

資料來源：John A. Tirpak, Most USAF Fighter Mission Capable Rates Rise in Fiscal 2020, Led by F-35, Air Force Magazine, 2021/5/24, 檢索日期2021/5/25, Air Force fighters' mission capable rates rise in 2020 - Air Force Magazine。

19 麥卡利斯(McAleese)協會精通美國國防部的優先事項、預算和計畫性問題，並且可以支持美國的国家利益相關者的決策流程。 <https://mcaleese.com/>。

20 John A. Tirpak, Most USAF Fighter Mission Capable Rates Rise in Fiscal 2020, Led by F-35, Air Force Magazine, 2021/5/24, Air Force fighters' mission capable rates rise in 2020 - Air Force Magazine。

表2 2013年至今美國太平洋空軍亞太主要演習區位



資料來源：PACAF Command Brief 2013, <https://www.slideshare.net/robbinlaird/pacaf-2013-command-brief>。

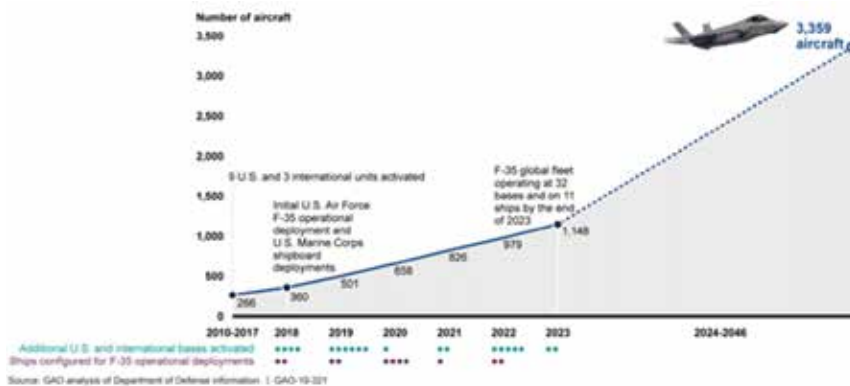


圖5 美國聯邦審計辦公室(GAO)根據美國國防部提供之數據顯示從2010~2046年全球F-35機隊增長和成軍數量的預期數值。

資料來源：Report to Congressional Requesters, F-35 AIRCRAFT SUSTAINMENT DOD Needs to Address Substantial Supply Chain Challenges, (D.C.: United States Government Accountability Office, April 2019), pp.10. <https://www.gao.gov/assets/gao-19-321.pdf>。

在海外的國家安全利益，是一項明確且可行的軍事決策，特別是在航空力量有限的條件時，美國國防決策者將會降低原本各軍種之間的競爭，轉為在聯合作戰場域內的聯合兵力極致化運用。

美國空軍的測評隊主官認為，如果一架任務機投入了任何大型的演習訓練，而卻又毫髮無傷地安全返航沒有損失，那麼假設以今日的實際戰場環境衡量，這樣的「威脅」並不像為了讓戰鬥機組員獲得真正學習，所需要的那般真實的強度。例如「北方利刃」原本的特質，是針對敵方具有「低可觀察性」的近距離(地面防空砲、彈)威脅進行的多軍種聯合演習。在公布的書面資料上，美國空軍暫時不能透露演習得失的詳情，但在這種強度的訓練環境下，大多數藍軍(美軍)的戰損可能會超出視距範圍，原因是威脅正在複製，目視的「纏鬥」卻極少發生。

美國空軍在亞洲，特別是對西太平洋地區的盟國，一直扮演「戰術制定者」的角色，1990年波灣戰後歷年來，其所編撰的「聯合參謀準則」也始終為各盟國視為奉行不悖的戰爭圭臬，在其F-35全面形成戰鬥力之前，美國太平洋司令部還會不斷動員地區內的盟國派出人機定期參加演習，以期化解暫時的戰備壓力。

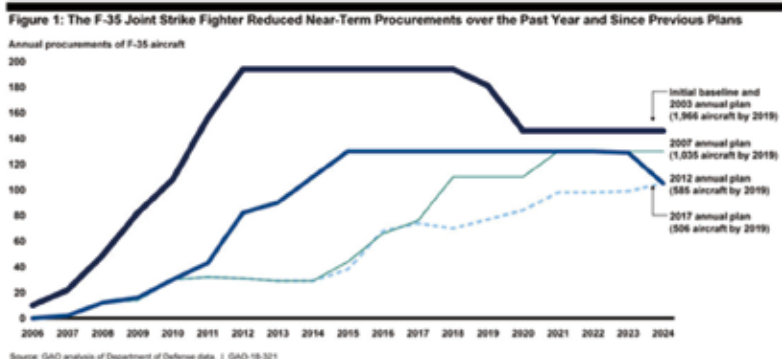


圖6 美國聯邦審計辦公室(GAO)根據美國國防部提供之數據顯示從2006~2024年實際採購F-35機隊數量和預期數值。
資料來源：GAO-18-321

參考資料

一、官方網路

1. Charles Q. Brown, Jr., “Watch, Read : Air Force Chief of Staff Gen. Brown’s Keynote at AFA’s ASC 2020” , Air Force Magazine, 2020/10/5, <https://www.airforcemag.com/afas-vasc-2020-gen-charles-q-brown-jr-chief-of-staff-of-the-air-force/>。
2. Orlando Corpuz, “Hawaii Air Guard wraps up temporary deployment to Japan” , Hawaii Air National Guard, 2021/4/9, <https://www.pacaf.af.mil/News/Article-Display/Article/2567790/hawaii-air-guard-wraps-up-temporary-deployment-to-japan/>。
3. Charles Pope, Secretary of the Air Force Public Affairs, With its promise and performance confirmed, ABMS moves to a new phase, 2021/5/21, <https://www.pacaf.af.mil/News/Article-Display/Article/2628413/with-its-promise-and-performance-confirmed-abms-moves-to-a-new-phase/>。

二、政府資料

1. Report to Congressional Requesters, F-35 AIRCRAFT SUSTAINMENT DOD Needs to Address Substantial Supply Chain Challenges,

(D.C. : United States Government Accountability Office, April 2019), pp.1-81. <https://www.gao.gov/assets/gao-19-321.pdf>。

2. Report to Congressional Requesters, Defense Acquisitions: Action Is Needed to Provide Clarity and Mitigate Risks of the Air Force’s Planned Advanced Battle Management System, (D.C. : United States Government Accountability Office, April 2020), pp.1-28.

20-389.pdf。 <https://www.gao.gov/assets/gao-20-389.pdf>。

3. Report to Congressional Committees, DEFENSE ACQUISITIONS ANNUAL ASSESSMENT Drive to Deliver Capabilities Faster Increases Importance of Program Knowledge and Consistent Data for Oversight, (D.C. : United States Government Accountability Office, June 2020), pp.1-251. <https://www.gao.gov/assets/gao-20-439.pdf>。
4. Congressional Research Service, Joint All-Domain Command and Control (JADC2), (D.C. : 18 March 2021), pp.1-3. <https://fas.org/sgp/crs/natsec/IF11493.pdf>。
5. Congressional Research Service, F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program, (D.C. : 27 May 2020), pp.1-46. <https://fas.org/sgp/crs/weapons/RL30563.pdf>。

作者簡介

耿志雲先生，國防大學復興崗政治研究所中共解放軍研究組100年班軍事學碩士，國際電子戰協會會員，曾任軍事專欄作者、軍事刊物編輯。