

X-51A完成極音速飛試(下)

· 魏楞傑 ·

重大成就

X-51A專案經理白朗克(Charlie Brink)平日一向以穩重著稱，此刻也興奮地表示：「這次的飛行測試，我們幾乎完成全部的測試點，展示的引擎科技革新，可與二次大戰後由螺旋槳進步到噴射動力相媲美。」

X-51專案的首次飛試真的具備如此重大的意義嗎？答案幾乎是肯定的。由多方面來看，X-51的一系列飛試完成後，接下來順理成章就會是穿越大氣層的極音速飛試。X-51專案奠基於之前許多專案的研發成果，包括由太空總署、海軍、空軍共同合作的X-15專案；以及由超音速燃燒衝壓噴射引擎推動、於二〇〇四年三月及十一月分別創下接近七馬赫及十馬赫速度紀錄的太空總署X-43A專案。事實上，好幾位參與X-43A設計及飛試的太空總署工程師，就直接支援X-51專案，而大部份的X-51A地面測試，也是由太空總署的風洞負責擔綱。

X-43A飛試過程約十秒鐘，使用的是氫燃料；而X-51則是使用傳統且容易搬運及運用的碳氫燃料，且飛試時間足以代表真正飛彈的飛行時間。另外，X-43A的引擎為吸熱式(heat-soak)設計，意思是引擎的金屬壁材會吸收燃油燃燒時大量的高熱，因此只要引擎運轉持續超過幾秒鐘，引擎就會被高熱所融化；相反地，X-51引擎採用熱平衡設計，以燃油進行主動式冷卻，只要持續不斷供應燃油，引擎就能繼續運轉。

兩引擎間的另一項重大差異是起動方式。X-43以高揮發性的矽烷(silane)來起動引擎，X-51則是使用較穩定的乙炔，而且X-51的構型比較像真正的飛彈，幾乎可直接轉化成實際的飛彈。

不過兩種載具還是有一些雷同之處：兩者都是脫離B-52載機後，由增力火箭推進到極音速；兩者皆採踏浪者的外形設計，都屬非常先進的氣動力外形。以X-43而言，它的外形就是X-30國家太空飛機的縮小版；而X-51則是直接取材自踏浪者的前機身設計，氣動力及進氣性能非常優異。

X-51A飛試成功的背後，是許多工程人員不懈的努力。太空總署和國防部的測試單位，為深入瞭解X-51A的飛行性能，進行多次的地面測試，載具上佈滿無數儀電，以獲得最多的數據，並配合極音速領域的最新發展，以功能強大的軟體進行詳盡的分析。對於與極音速無關的其他系統，則盡可能採用可減低風險的現貨件，譬如載具上的數位飛控系統，就直接取材自現役戰機，雖然不是最新的科技產品，卻可靠又便宜。

研發歷程

要真正瞭解X-51飛試的重要性，得先思量它在高速飛行歷史的地位。美國在二次大戰後的一九四九年二月，以擄獲的德國V-2飛彈充當女伍長(WAC corporal)高空探測火箭的增力段(boost stage)，成為歷史上首次達到極音速的飛行載具，之後美蘇進行太空競賽期間所發



X-43A於2004.11.16創下世界最快飛行速度紀錄9.6馬赫

射的太空船，或是如今往來地球與太空站之間的太空梭，返回地球時都會進入極音速。

不過這些太空載具進入極音速的時間非常短暫，且呈減速的狀態，而目前的極音速發展重點，則是企圖藉由載具攜帶的燃料及大氣層中的氧氣，維持極音速引擎的長時間運轉，要達到此目的，X-51和X-43都採用公認最適合極音速飛行的超音速燃燒衝壓噴射引擎。

一九五八年時，任職於國家航空顧問委員會(National Advisory Committee for Aeronautics, NACA，太空總署的前身)蘭利研究中心的兩位科學家——韋伯(R. J. Weber)和麥克卡(J. S. McKay)發表編號四三八六的工程須知(technical note)，說明讓流過衝壓噴射引擎的氣流維持超音速，可讓衝壓噴射引擎飛到更快的速度。

十年後的一九六八年，一架X-15企圖以



1949.2 美國的女伍長高
空探測火箭成為首次飛
進極音速的航空載具

火箭為動力，測試裝於機腹的極音速研發引擎(Hypersonic Research Engine)，但在一次模擬引擎進行飛試時，飛機幾乎失事墜毀，因此在尚未造出具備真正功能的極音速引擎之前，X-15專案就被終止了。

到了1970年代時，太空總署和全球各地許多實驗室紛紛進行超音速燃燒衝壓噴射引擎的理論研究及地面測試，產生了一九八〇年代命運乖舛的X-30國家太空飛機計畫及其他後續專案，直到二〇〇二年七月澳洲昆士蘭大學(University of Queensland)於高射(HyShot)專案下，在南澳內地的澳貝克(Outback)伍木爾(Woomera)火箭測試場以一具火箭完成超音速燃燒衝壓噴射引擎飛行，才真正實現飛行中的燃料超音速燃燒。

該次飛行中，引擎產生的設計推力小於空氣阻力，卻證明了在超音速氣流中，燃料的確有辦法燃燒。隨後不久即是次尺寸的X-13二次極音速飛試，雖然飛行時間僅有短短的幾秒，但進一步證明藉由高能量氫燃料，超音速燃燒衝壓噴射引擎產生的推力會大於空氣阻力。X-15則是全尺寸飛行載具，可直接轉化成高速武器系統。

仍須努力

目前全球各地及美國有著許多的極音速飛試計畫，美國空軍的無人重覆使用載具X-37B軌道試驗載具(Orbital Test Vehicle)，在二〇一〇年四月二十二日首飛成功，它的大小為太空梭的四分之一，速度達二十五馬赫，可在地球軌道飛行兩百七十天再重返地面，若配備武器可在兩小時內攻

擊地球上任何目標，但美國國防部極力否認這架飛行載具與太空武器有任何關係，只承認其終極目的在透過各種輔助任務，協助地球上的戰機。而在同一天，美國國防先進研究計畫署的無動力極音速重返大氣層(re-entry)極音速測試載具(Hypersonic Test Vehicle) HTV-2，由於監控系統偵測到飛行模式出現異常，因此強制介入，導引飛機墜入海中，故首次飛試以失敗收場，目前預定二〇一一年再度飛試。

二〇〇八年啟動的HTV-2專案，目標是開發出可由牛頭人四號(Minotaur IV)火箭送到上大氣層(upper atmosphere)內的一重返大氣層無人載具，當載具與火箭脫離後，會以十七馬赫以上的終端速度滑翔返回地面，理論上可在兩小時內抵達全球任何地點，翱翔攻擊數千公里外遠方的目標，也因此獲得美國空軍的大力支持，未來會在傳統攻擊飛彈(Conventional Strike Missile)專案下，發展成攻擊型武器。

在美、澳兩國合作下，來自美國空軍、太空總署、澳洲國防科技組織(Defense Science and Technology Organization)的研究人



2010.4.22首飛成功的美國軌道試驗載具X-37B

員，在二〇〇七年啟動的高火(HiFire)專案下，繼二〇〇九年五月於澳洲伍木爾測試場的首次成功飛試開始，再度於二〇一〇年三月完成第二次火箭動力極音速飛試，後續預定還有八次的飛試，目標在開發出高燃油效率、速度超過五馬赫的飛行用引擎。

美國空軍在國防先進研究計畫署支援下，於二〇〇二年啟動了高飛(HyFly)專案，目標是製造並測試航程六百海哩，巡航速度六馬赫以上的戰術型極音速飛行載具，不過從二〇〇五年八月開始至今，三次飛試都不幸以失敗收場，雖然原因都與極音速引擎無關，但整個專案如今已奄奄一息。

X-15專案未來仍有漫漫的長路要走，後續還有三次飛試，每一次都會納入新的引擎和結構設計，譬如X-51A的鼻端進氣口是四方形的切面，雖然容易製造，但需冷卻的面積較大；X-51B的鼻端進氣口會改成圓切面設計，減少需冷卻的面積。美國空軍對後續的飛試非常樂觀，事實上，美國空軍研究院已經開始推動獅鷲獸(Gryphon)專案，目標是一具比X-51A大上許多，也是史上最大型的多用途



最近試飛成功的太空船二號太空旅遊載具（照片中中央之艙體）及其載運母船白衣騎士二號

極音速飛試載具，重量已超過B-52機翼派龍的負荷，所以將由運送太空船二號(Space Ship Two)太空旅遊載具進入半軌道(suborbital)的白衣騎士二號(White-Knight Two)母船負責載運，飛試時間四十五分鐘，探索極音速航空器的實際應用，預定在二〇一〇年底前完成概念定義(concept definition)。

對極音速抱持懷疑態度的人總是說：「極音速是未來的希望，永遠如此……。」極音速界流傳著一個笑話：過去七十五年裡，達到實用的極音速飛行一直是未來十到十五年的目標。然而經過二〇一〇年五月二十六日X-51A的飛試，這些人再也無法質疑超音速燃燒衝壓噴射引擎長時間極音速飛行的能力。就如同普

惠公司的貝克先生當天飛試完成後說的一句話：「極音速是未來的希望，而現在就是未來。」(完)

· 魏光志譯 ·

二手戰機市場

瑞典GRIPEN INTERNATIONAL公司正和瑞典政府洽談，希望政府能放寬「二手戰機」外銷的法令，使得GRIPEN公司能在經濟衰退的西歐國家中找尋一些可能的買主。

受到全球經濟不景氣的影響，使得先前想購買全新戰機的國家考慮「二手戰機」可能是一個更好的選擇。

GRIPEN公司正尋求政府的同意，以銷售瑞典空軍GRIPEN A型戰機，在給予小幅度的修改後即可以對海外的顧客銷售，做為戰力空際的過渡機種。目前瑞典空軍在提供多餘的戰機供外銷之前，正進行GRIPEN戰機性能提升至C/D的標準。

GRIPEN戰機可能的買主，包含捷克、匈牙利、南非和泰國。這些國家正使用一些性能提升過的戰機。如果瑞典目前法令不修改，那麼GRIPEN公司則無法在許多國家想汰換舊戰機又缺乏足夠購買新機的二手戰機市場中去和別的國家競爭。

GRIPEN A型戰機只須經過一些修改即可符合北約戰機的規格，足以吸引一些國家臨時解決對戰機的需求。也可以降低價格和美國的F-16 A/B戰機競爭。

對於新加入北約組織的國家，如羅馬尼

亞、保加利亞、克羅埃西亞和斯洛伐克正在為即將到達使用年限的老舊戰機尋求臨時的代替品。這正是二手戰機的市場。

東歐國家正計畫逐步汰換蘇俄時期的戰機，如MiG-21和MiG-29。可是這些國家全都受到經濟衰退的影響而沒有足夠的經費採購全新戰機。

GRIPEN公司認為，二手戰機可滿足這些國家目前的需求，等到財政能力允許時再去採購新機或這些同型戰機的性能提升型。二手戰機的銷售可以透過「工業互惠」或更彈性的付款方式來吸引買主，如先交機後付款的方式。

歐洲戰機EUROFIGHTER TYPHOON

目前也正循GRIPEN二手戰機銷售方式尋找買主。英國、德國、義大利和西班牙目前正使用的第一批次TRANCHE 1歐洲戰機也正準備以二手戰機外銷，可能的買主包含保加利亞、克羅埃西亞和羅馬尼亞。目前歐洲戰機正在羅馬尼亞積極的進行銷售活動。

在目前的經濟情況下，戰機的外銷公司必須仔細的觀察購買國的財政情況，同樣地，購買國也會很仔細的考慮會買到具備何種能力的戰機。

二手戰機的銷售已不是新鮮事，在全球一些小國的空軍早就在使用二手戰機，特別是洛克希德馬丁公司製造的F-16戰機。

達梭公司的幻象戰機，GRIPEN公司的戰機以及其他的一些戰機，早已在二手戰機市場積極活動。當然相對於銷售全球的F-16戰機而言，幻象二手戰機是沒F-16戰機那麼活躍。