

# 美國發射X-37B軌道測試載具的戰略意涵

著者／翟文中

海軍官校74年班【美國能源部桑蒂亞Sandia國家實驗訪問學者(2002年)】  
歷任海軍總部情報署、國防部情報次長室、戰略規劃室與整合評估室服務  
現任海軍備役上校

2010年4月22日，美國空軍在歷經了十餘年的研發測試，終於將X-37B軌道測試載具（Orbital Test Vehicle）成功地發射升空，並送入低地球軌道展開為期數月的飛行測試。X-37B軌道測試載具由擎天神五型（Atlas V）火箭的頂部載運艙攜行，由美國佛羅里達州的卡納維拉爾角（Cape Canaveral）空軍基地發射，進入地球軌道將執行先前規劃的各項測試任務，其後將以自動駕駛模式重返地球，最後將在美國加州的范登堡（Vandenberg）空軍基地著陸。雖然，美國空軍並未對外說明此次飛行測試何時結束，但根據專家的研判X-37B軌道測試載具應可在地球軌道運行270天之久。

## 壹、前言

嚴格而論，X-37B軌道測試載具實際上就是一種小型的無人航天飛機。根據美國空軍對外公布資料，此型無人航天飛機係設計在距離地面110至500海哩高度的地球軌道飛行，速率可達20多倍音速。倘若X-37B軌道測試載具能成功地完成各項測試，無疑地係當前軍事科技的一項革命性突破，美國空軍透過對新型耐熱材料的開發與運用，將可有效解決長期以來「熱障」對航天飛機高速飛行形成的限制，此次飛行測試獲得的各項數據亦將對未來航天飛機與空天

飛機的發展提供相當程度助益。根據美國空軍規劃，第二架X-37B將於2011年完成建造並且執行測試。截至目前為止，印度、德國、日本與俄羅斯亦積極地進行航天載具的開發，當此載具能夠實用化並運用於軍事領域，由於其具有優越的機動性與無遠弗屆的打擊力，勢將對全球的戰略平衡形成深遠影響。

## 貳、航天飛機與空天飛機

航天飛機又被稱為太空梭或是太空穿梭機，其係一種能夠垂直起飛與水平降落的載人航天

器，它以火箭發動機為動力發射進入太空，可往返於地球表面與近地軌道間，其最大特色在於可重複使用。一般而言，航天飛機係由三個主要部份構成：（1）外部燃料箱：用以攜行航天飛機發動機所需的燃料，當燃料消耗殆盡後，外部燃料箱與太空飛機機體脫離；（2）固體火箭助推器：兩部固體火箭助推器平行安裝在外部燃料箱的兩側，為航天飛機垂直起飛與飛出大氣層提供額外推力，當達到一定飛行高度後，火箭助推器與飛機機體脫離並以降落傘使其落在海面上，可以回收重複使用；（3）軌道器（航天飛機機體本身）：整個航天飛機的最重要部份，其內可攜行人員與配置各項裝備，就外表言，它很像一架大型的三角翼飛機。由於航天飛機所處的飛行環境相當地複雜，它必須擁有適於在大氣層內進行高速飛行的氣動外型，加上高速飛行時與大氣層磨擦產生的高熱，其又要有能承受高溫的絕熱系統。因此，軌道器是整個航天飛機系統中，結構最複雜與設計最困難的部份。

藉由先前說明，可知航天飛機的研發必須面對諸多的技術瓶頸。然而，1950年代中期，美國軍方和科技界已著手合作進行航天飛機的研

發，這就是稱為「戴納－索爾」（Dyna-Soar）的有人軍用太空飛行器計畫，此計畫的目標係研製出一型能在太空與大氣層內飛行，用以執行偵察與作戰任務的航天飛機。其後，由於經費過高與成效不彰，美國空軍決定以「載人軌道實驗室」（Manned Orbiting Laboratory）計畫接替航天飛機的研發工作，這個計畫最後亦被中止。

雖然，美國軍方在航天飛機的研發上遭受了巨大挫折，美國國家航空暨太空總署（National Aeronautics and Space Administration, NASA）在此領域仍投入了相當資源持續地進行研發。1969年4月，國家航空暨太空總署提出了一項計畫，開始進行可重複使用航天運載工具的研發。經過十餘年的不斷努力，1981年4月，哥倫比亞號太空梭進行了首次的飛行任務，人類歷史上首架具實用性的航天飛機正式問世。在哥倫比亞號太空梭後，美國國家航空暨太空總署又建造了發現號、亞特蘭提斯號、奮進號與挑戰者號等數架太空梭。1986年1月，挑戰者號太空梭在發射過程中，因為助推火箭發生事故凌空爆炸機體全毀。2003年2月，哥倫比亞號太空梭在結束16天任務後返

回地球時，在其進入大氣層後，因為外掛燃料箱的隔熱泡沫脫落，致使機體與大氣層摩擦產生的巨大熱量進入太空梭內部引發爆炸，哥倫比亞號太空梭因而解體墜毀。

除美國外，世界上許多國家都進行了不同規模的航天飛機研發計畫，但祇有美國與前蘇聯建造了能進入近地球軌道的太空梭，同時成功地進行發射、繞行地球軌道與回收作業。1988年11月，前蘇聯的暴風雪號航天飛機從拜科努爾航天中心（Baikonur Cosmodrome）發射升空，在圍繞地球飛行兩圈後，安全地返航完成了首次無人駕駛的飛行測試。根據原本規劃時程，暴風雪號太空梭接著應執行載人飛行測試。其後，由於前蘇聯的政經局勢與經濟動盪等因素的影響，整個航天飛機的研發計畫遂無以為繼，最後不得不全面地中止。事實上，前蘇聯在整個暴風雪計畫期間，一共建造了五架的航天飛機，但是祇有首架的暴風雪號建造完成，並順利地發射升空並完成回收作業，其餘包括二號機小鳥號在內的其他航天飛機，最後皆因經費不足無法完成整個建造作業。英國亦曾設計一型無人駕駛航天飛機，主要做為運輸之用，亦因技術問題無法克服宣告胎死腹中。

空天飛機是航空航天飛機的簡稱，它既可在大氣層內飛行，同時亦能在太空中飛行。相較航天飛機，空天飛機除了能在大氣層內飛行外，其亦可像普通飛機一樣地起飛，毋須像航天飛機必須使用火箭助推器協助，在重返大氣層降落時祇須普通的大型機場即可進行著陸作業。因此，空天飛機的操作費用低廉，保養維修方便，地面支援設施簡易，故能真正地實現高效能與低成本的太空飛行。根據專家初步估算，使用空天飛機發射近地軌道人造衛星的費用祇有航天飛機成本的二成，發射地球同步軌道衛星的成本則祇有一半。加上，空天飛機可執行遠程打擊、戰略偵察與遠程攔截等任務，在軍事領域具有不可限量的巨大潛力。無論基於商業或是軍事考量，當前空天飛機的研發早已成為各國太空計畫中不可或缺的重要組成，其亦是各國進入太空領域的敲門磚。

1986年，美國開始研製代號X-30的「國家航空航天飛機」（National Aero Space Plane, NASP），這個計畫最後因為技術問題與成本過高宣告中止。在此同時，英國政府進行了代號「水平起降」（Horizontal Take-Off and Landing, HOTOL）空天飛機的計畫；德國政府

亦提出了代號「桑格爾」(Singer)的空天飛機研發計畫，這兩個計畫雖仍持續進行中，由於研究經費過於龐大，英德兩國政府正透過國際合作方式解決研發經費不足的問題。雖然，前述國家已從航天飛機的發展過程中獲得了許多寶貴的經驗，但是空天飛機的發展與實用化仍然有許多技術瓶頸必須予以克服。這些技術挑戰計有：(1) 動力配置：目前空天飛機的動力來源包括衝壓發動機＋火箭發動機或是渦輪發動機＋衝壓發動機＋火箭發種機兩種模式，然而衝壓發動機的研製面臨了許多的技術瓶頸，多種發動機的組合則使動力供給過於複雜與不可靠；(2) 機身一體化的設計：由於空天飛機安裝了不同類型發動機，這些發動機的進氣道與排氣道必須與機身整合成為一個流線化的外型，否則機體將因外型不夠平滑導致空氣阻力急遽升高，將使航天飛機的速率降低與耗能增加；(3) 絕熱材料與結構：由於空天飛機需不斷地進出大氣層，機體經常與空氣摩擦導致表面長期處於高溫狀態。因此，空天飛機的頭部和機翼前緣等局部高溫區，必須運用冷卻防熱系統或是先進複合材料，使其能將機身上的熱量轉移並維持機體結構必要的強度。

## 參、X-37軌道測試載具發展歷程

在說明X-37軌道測試載具發展經過前，我們有必要對X-40太空機動載具計畫進行扼要說明，這兩個計畫最初分別由美國國家航空暨太空總署與空軍研究實驗室軍用太空飛機技術辦公室(Air Force Research Laboratory's Military Space Plane Technology Office)主導，原本各自獨立與互不關聯的兩個計畫最後合而為一。1996年10月，波音公司獲得美國空軍合約，進行太空機動載具(Space Maneuver Vehicle, SMV)驗證機的開發，此計畫的目標係在建造一型無人駕駛與可重複使用的航天飛機，其可以太空梭或運載火箭送入地球軌道，並於其間運行一年之久，最後於事前設定的機場完成降落回收。同年，美國國家航空暨太空總署著手進行代號「Future-X」的研究計畫，發展可重複使用發射載具(Reusable Launch Vehicle)的相關技術。為了執行這項研發計畫，波音公司提議以美國空軍X-40太空機動載具做為基礎用以發展X-37軌道測試載具，這項提議在1998年12月獲得美國航空暨太空總署批准。

1999年7月，波音公司與美國國家航空暨太空總署簽約，由位於加州的波音公司幽靈工廠（Phantom Works）團隊研製X-37軌道測試載具，此一載具的設計衍生自X-40A太空機動載具，惟其尺寸為後者的120%，約為美國哥倫比亞太空梭體積的四分之一。2000年初，美國空軍決定加入X-37計畫，並將X-40A整個計畫移交給美國國家航空暨太空總署。根據計畫最初時程規劃，X-37應於2002年初進行飛行測試，其將由太空梭攜行至太空釋放，然後自行返回地球著陸。2001年，美國空軍由於預算問題退出此一計畫，美國國家航空暨太空總署祇好將計畫時程向後推延，首次大氣測試於2004年進行，首次軌道飛行測試於2006年執行。

2004年初，美國國家航空暨太空總署將長期目標由近地軌道項目轉變成登月計畫，X-37計畫遂被排除在其長期研發項目之外。同年九月，美國國家航空暨太空總署將X-37A計畫移交國防部國防先進研究計畫局（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）管理，此計畫隨後成為了一個機密研發專案。2006年11月，美國空軍宣佈重返X-37計畫，同意出資建造一架全新的驗證機，此即後來的

X-37B軌道測試載具。X-40和X-37兩個原本分屬於美國空軍與國家航空暨太空總署的研發計畫至此合而為一。X-37B軌道測試載具的研製與測試由美國空軍快速反應能力辦公室（Air Force Rapid Capabilities Office）主導，參與研發的單位包括美國國家航空暨太空總署、國防部先進研究計畫局與空軍研究實驗室（Air Force Research Laboratory, AFRL），波音公司係X-37B研發計畫的主合約商。2010年4月，X-37B由擎天神五型運載火箭攜行進入地球軌道進行首次飛行測試。

X-37B軌道測試載具重要諸元如下：全長29英呎3英吋（8.92公尺）；翼展14英呎11英吋（4.55公尺）；高度9英呎6英吋（2.9公尺）；全重為11,000磅（4,990公斤）。X-37B軌道測試載具的引擎為1部Rocketdyne AR2-3液體燃料火箭（liquid-fueled rocket），可以產生6,596呎磅（29.341仟牛頓）的推力，早先X-37A係以高純度的過氧化氫（hydrogen peroxide）和JP-8煤油做為火箭推進劑，X-37B則以甲基胍（MMH）和N2O4雙組元自燃推進劑做為燃料，雖然甲基胍有劇毒但在技術上則更為成熟。X-37B軌道測試載具的電力則由砷化

鎳太陽能板鋰鐵電池（Gallium Arsenide Solar Cells with lithium-Ion batteries）提供。X-37B軌道測試載具於近地軌道運行，速度17,500英哩/小時（28,160公里/小時），滯留軌道時間可達270天。

## 肆、X-37B軌道測試載具運用於軍事領域的潛力

未來，X-37B軌道測試載具若能實用化並運用於軍事領域，將是近半世紀來美國軍用太空技術最重要的突破。與先前的太空梭與運載火箭相比，X-37B軌道測試載具擁有下列各項優點，例如發射準備時間較短、運用具有彈性，其可在數天內完成發射準備，兩次任務間隔祇需72小時，可在地球軌道停留一年，升空發射和維護操作的成本相對低廉。目前，美國空軍刻在推動「有翼高超音速太空載具計畫」（winged hypersonic space vehicle），其主要目的係透過航天技術的研發，使美國空軍具有最佳的機動性用以執行各項不同任務。當前此計畫的裝備技術發展重點，置於可重複於大氣層內外運行的高超音速航天飛機，X-37B軌道測試載具即是此計畫的產物。

由於X-37B軌道測試載具可於太空與地表間不斷地往返，故可用來摧毀敵方的各式太空載台，亦能對本國受損的各式衛星進行修復或是重行部署，加上其可快速地改變運行軌道對同軌道敵方無防護能力的各型衛星展開近距離攻擊，此兩種作戰模式係未來各國規劃太空作戰時的主要考量因素。總體而論，X-37B軌道測試載具實用化後運用在作戰領域將具有下列潛力：（1）快速反應：可在兩小時內抵達全球任何地點執行作戰任務，能對敵發起奇襲並可對全球範圍內的危機衝突進行快速反應；（2）用途廣泛：其可執行全球打擊、衛星部署、反彈道飛彈與全球範圍內的物資與人員快速運輸等不同任務；（3）運用靈活：由於此型載具飛行高度較高，不致因為侵入他國領空遭到外交抗議，由於航程航速較傳統航空器為大，降低了對前進基地與後勤設施的需求；（4）生存力強：X-37B軌道測試載具可在敵方火炮與飛彈射程外執行任務，故其在執行任務時將可有效地降低人員的傷亡；（5）機動力強易於發射：此型載具可向任何方向發射，同時發射時點亦無軌道要求限制，當其從地球軌道返回地表時，可於期間進行橫向與縱向的機動，進入大氣層

則可像普通飛機般地飛行；（6）具優異的實時情蒐能力：相較其他各型偵察衛星或是載台，X-37B軌道測試載具由於機動性強，可於目標區上空的地球軌道或是大氣空間內不斷地進出，有效掌握作戰地區實時情資；（7）空戰和太空戰兩者融為一體：由於此型載具可於大氣層與地球軌道飛行，具有執行航空與航天任務的雙重能力，徹底打破存於空戰與太空戰間的傳統界限。

根據軍事觀察家與分析師的推估，美國空軍研發X-37B軌道測試載台主要目標在於執行下列三項任務：（1）對敵方的衛星或是太空資產進行先制攻擊，摧毀或癱瘓敵人在太空中的指管通信節點，使其喪失作戰效能；（2）對我方受損的衛星進行修復或是重新部署，確保資訊與情資能夠安全與不間斷地傳輸，藉此可強化本身的制太空權；（3）以此載台做為開發下一代空天飛機的基礎，藉由地球軌道測試以及實用化成軍服勤的經驗，取得研發空天飛機所需的技術資訊與裝備需求，發展出毋須運箭火箭協助即能自行進入地球軌道的空天飛機。

X-37B軌道測試載具的問世，使得美國在太

空作戰領域獲得了倍於往昔的優越態勢，打破了美蘇間的長期太空戰略平衡，亦使美國的戰略防禦倡議（Strategic Defense Initiative, SDI；即俗稱的星戰計畫）與國家飛彈防禦（National Missile Defense, NMD）計畫提升到一個嶄新階段。由於，X-37B軌道測試載具可懸停於敵方軍事目標上方的地球軌道上，這種高度係目前防空武器與反彈道飛彈系統無法企及的。這種制高與空中垂直打擊的雙重優勢，使得X-37B軌道測試載具可輕易地由地球軌道對鎖定的地面目標進行短距離與快速地打擊。由於攻擊距離相對較短，加上十幾倍音速的飛行速度，截至目前為止並無任何措施可以對此攻擊進行有效反制。

美國國防部刻在進行空天飛機的研發計畫，此計畫包括兩種不同類型的空天載具，其一係空天轟炸機，其可在兩小時內飛行一萬六千公里，攜行5.4噸的炸彈或巡弋飛彈，從美國本土起飛對全球任一目標執行打擊任務；另一係空天偵察機，能在大氣層內與地球軌道攻擊敵方的太空資產與維修本國的各型衛星，確保並強化美國的制太空權。近年來，隨著航天領域相關科技的快速發展，太空做為未來戰爭主戰

場的可能性越來越高，X-37B軌道測試載具即是美國國防部因應此種挑戰所研發的新型航天載具，這是美國政府未來遂行危機處理與戰略打擊的最佳利器。目前，X-37B軌道測試載具由美國空軍太空司令部（US Air Force Space Command）負責管制，美國國防部業已訂購了第二架性能更佳的X-37B軌道測試載具，此載具計劃於今（2011）年進行地球軌道測試。由於，X-37B軌道測試載具擁有優異的機動性與變軌能力，這使得其他國家現有的陸基防空飛彈與反衛星武器無法對其構成威脅，美國在太空作戰中將享有不對稱（asymmetric）的戰略利得，此種發展將使全球戰略版圖為之改變，各國亦將競相研發並且部署太空武器以為因應。

## 伍、結論

對美國空軍而言，目前的F-22與F-35等新型先進戰機，雖具有匿跡、遠程打擊與超音速巡航等多項優異功能，惟在物理與工程領域已接近極限，未來性能能夠提升的空間相當地有限。X-37B軌道測試載具由於性能優異，實用化後極有可能成為美國空軍下一代戰機的可能選項。由於X-37B軌道測試載具在軍事領域具有

巨大的潛力，其發射升空自然地引發了全球各國的關切。然而，美國始終堅稱研製X-37B軌道測試載具的主要目的係科學研究，例如美國空軍副助理部長佩頓（Gary E. Payton）在被新聞媒體問及這個問題時表示：「我不知道為何此事件會被說成太空武器化，X-37B軌道測試載具亦祇是太空梭的升級版」。然而，根據美國「基督教科學箴言報」（Christian Science Monitor）的說法，X-37B軌道測試載具的升空，標誌著「太空武器化」的年代已經揭開序幕。根據美國空軍現行規劃，以X-37B軌道測試載具為基礎所發展的空天飛機可望在2015年定型，2025年時成軍加入戰鬥序列。倘若空天飛機真能問世，無疑地係1957年蘇聯發射史潑尼克號（Spunik）衛星後的另一個重要航天里程碑。 🇺🇸