



美、中競相研發高超音速飛行器之研析

空軍備役上校 應紹基

提 要

- 一、今年1月9日，美國軍方探測到中國大陸進行了新型高超音速飛行器的首次試飛，此在美國引發相當震撼。據美國國防部稱，該新型高超音速飛行器WU-14以10馬赫的高超音速，在中國大陸上空滑翔和機動飛行。
- 二、研究發展高超音速飛行器美國是始作俑者。自1990年代美軍開始倡議「快速全球打擊」以來，一直在研發與建構在一小時內對全球任何目標實施打擊的武器與能力，美國國防部訂有近期與遠期兩套方案來發展「快速全球打擊」武器平臺。近期方案是將海軍每艘俄亥俄級戰略核潛艦的24具發射筒中的2具，各換裝4枚彈著精度提升的中程常規彈頭彈道飛彈，使俄亥俄級潛艦既能打擊戰略目標，也能打擊戰術目標；遠期方案是發展一種稱為「獵鷹 (FALCON)」的快速全球打擊武器平臺。
- 三、2004年由於美國參議院的杯葛，「獵鷹」計畫衍變為「高超音速技術試驗載具 (HTV)」，先後曾進行2次HTV飛行試驗，皆以失敗收場。但美國另有2項可用為「快速全球打擊」的武器載台研發計畫，一為X-51乘波者飛行器，另一為X-37B軌道測試載台，各自皆有成功的飛行試驗紀錄。
- 四、中國大陸研發高超音速飛彈可能為時已久。因為中共早已設有「空天飛行器實驗室」，並於2012年5月建成研發高超聲速飛行器的「JF-12激波風洞」。中國大陸研發中的超音速飛行器至少包括「神龍號」空天飛機和WU-14高超聲速飛彈兩部分。
- 五、高超音速飛彈具有2項特性：一是它們能在高高空進行高速度、長時間的大距離滑翔與大範圍的機動；另一是它們的導控系統精確，能直接命中目標，以動能就能摧毀目標。一旦投入使用將改變戰爭形態，能在一小時內打擊全球任何目標；並且剋制它的武器與技術，數十年內尚不可能出現，因此是當前各強國積極競相研發的新一代武器。

關鍵詞：高超音速飛行器、「快速全球打擊」平台、「高超音速技術載具」專案、空天飛機、中共研發中的高超音速飛行器

前言

2014年1月13日，美國《華盛頓自由燈塔報》報導：美國軍方探測到中國大陸於1月9日進行了新型高超音速飛行器(newhypersonic vehicle)的首次試飛。美國國防部官員稱，該新型高超音速飛行器以10倍音速的高超音速在中國大陸上空滑翔和機動飛行。此一高超音速滑翔載具被美國軍方賦予的代號為WU-14。¹此一有關中國大陸在高新尖端武器快速發展的報導，在美國引發相當震撼。

美國相關人員對中國大陸首試高超音速飛行器的評論

《華盛頓自由燈塔報》是引用美國國防部的報導。就該實驗進行討論的官員們稱，美國探測到的中國大陸新型高超音速飛行器WU-14、看起來是是由一枚洲際彈道飛彈送入太空的，之後重返大氣層，隨後在「亞軌道」以10馬赫(10倍音速)滑翔和機動飛向目標。²(所謂「亞軌道」是指距離地球表面約100公里的太空邊緣處與其下方的高高空。係由於飛行器的速度未達到被稱為「第一宇宙速度」的7.9公里／秒，不能圍繞地球軌道飛行，只能降到太空的邊緣與地球的高高空內飛行。)

軍事事務分析師瑞克·費雪(Rick Fisher)稱，高超音速飛行器測試是中國大陸取得的一項重大軍事進展。他說：「高超音速滑翔飛行器的優勢在於它可以執行高超音速精確打擊，同時保持相對較低的高高空、平滑的彈道，使其不易被飛彈防禦系統攔截。」³

美國前空軍軍官、華盛頓「2409專案研究所」戰略武器系統專家馬克·史托克(Mark Stoke)稱，中國大陸正在著手研發兩個超高音速飛行器專案，它們都是遠距離戰略武器。上周的測試像是一型利用飛彈發射與加速到高超音速的飛行器；另一型研發中的是由轟炸機發射、「超音速燃燒衝壓發動機(scramjet)」提供動力的超高音速飛行器。高超音速飛行器主要在亞軌道滑翔飛向目標。史托克斯指出：理論上利用「助推－滑翔」的高超音速飛行器，是為了規避敵方的中段飛彈攔截系統的攔截火力。⁴

1月27日出版的美國《航空與空間技術週刊》發表題為《美國海軍視中國高超音速飛行器為更廣泛威脅的一部分》的報導指出，在美國海軍看來，中國大陸1月9日對一種高超音速飛行器進行10馬赫速度測試，反映了其對未來戰爭的預見。一旦中國中國大陸將這項技術發展為武器成軍服役，北京將擁有一種能夠挑戰現有飛彈防禦體系和擴大其彈

1 Bill Gertz, 「China Conducts First Test of New Ultra-High Speed Missile Vehicle」, January 13, 2014, <http://freebeacon.com/national-security/china-conducts-first-test-of-new-ultra-high-speed-missile-vehicle/>。

2 同註1。

3 「美稱中國軍方首測高超音速武器速度達音速10倍」, 北京新浪網, 2014年01月13日, <http://dailynews.sina.com/bg/chn/chnmilitary/sinacn/20140113/17395363294.html>。

4 同註3。

道飛彈打擊陸、海目標範圍的武器。這種高超音速飛行器試驗似乎標誌著中國大陸的反艦彈道飛彈(ASBM)專案向前邁進了一步，而且可能表明第二代反艦彈道飛彈即將問世。⁵

美國眾議院軍事委員會主席霍華德·麥基恩(Howard P. McKeon)、海上力量投送軍事委員會主席蘭迪·福布斯(Randy Forbes)與戰略力量委員會主席邁克·羅傑斯(Mike Rogers)針對中國軍方首試超高音速導彈一事發表聯合聲明稱：一次又一次的縮減國防經費令美國技術優勢受挫，而中國和其他對手正在加速前進，並和美國軍事力量越來越接近。譬如這次中國高超音速導彈試射，他們就超過了我們。⁶

美國太平洋司令部司令塞繆爾·洛克利爾(Samuel Locklear)在被問及中國1月初試驗高超音速武器系統時說，他對中國此類試驗並不擔心，世界上許多國家都在進行高超音速武器試驗，這一技術最終被用來對抗美國是遲早的事。但此事表明中國技術更新能力強於美國，中國的決策體制決定了可以比美國做得更快。⁷

美國首創「快速全球打擊」計畫

研究發展高超音速飛行器始作俑者是美國！

1990年代美軍開始倡議「快速全球打擊(Prompt Global Strike, 簡稱PGS)」⁸。其重點為：提高遠端常規快速打擊能力作為其軍事力量發展的重點及戰略目標、建構在一小時內對全球任何目標實施打擊的能力。

2003年1月，美國小布希總統在一份秘密指示中、要求美軍戰略司令部研析進行全球打擊任務的課題。⁸該指示將「全球打擊」定義為「研製快速的、遠距的、精確的、動態的(核武器和常規武器)和非動態的(太空和資訊行動)打擊能力，以及支援戰區和國家目標的能力」。繼而衍生的「快速全球打擊」能力是指：使用高速武器平臺投擲非核武器系統，對全球範圍內任何地區的重要目標進行快速、遠端和精確打擊。

美國國防部訂有近期與遠期兩套方案來發展「快速全球打擊」武器平臺。近期方案是將海軍每艘俄亥俄級戰略核潛艦的24具發射筒，22具各搭載1枚三叉戟-II型戰略洲際彈道飛彈，另2具發射筒各換裝4枚彈著精度提升的中程常規彈頭彈道飛彈，使俄亥俄級戰略核潛艦既能潛射戰略洲際彈道，打擊戰略目標；也能潛射中程彈道飛彈，打擊戰術

5 「美稱中國第2代反艦彈道導彈將問世遠超DF21D」，環球網，2014-01-26，<http://mil.huanqiu.com/observation/2014-01/4791769.html>。

6 Bill Gertz，「Congress Voices Concerns About Chinese Hypersonic Missile Test」，January 14, 2014，<http://freebeacon.com/national-security/congress-voices-concerns-about-chinese-hypersonic-missile-test/>。

7 Brent Scher，「Admiral: Chinese Hypersonic Weapons “Complicate” Security Environment」，January 23, 2014，<http://freebeacon.com/national-security/admiral-chinese-hypersonic-weapons-complicate-security-environment/>。

8 「Prompt Global Strike」，Wikipedia, the free encyclopedia，http://en.wikipedia.org/wiki/Prompt_Global_Strike。

目標；遠期方案是發展一種全新的稱為「獵鷹」(FALCON, Force Application and Launch from CONTinental United States, 全文的本意係「兵力運用與從本土發射」)「打擊武器平臺」。⁹

2007年，美國國會通過了2008財政年度國防預算，其中首次單獨撥款1億美元用於將三叉戟-Ⅱ型潛射彈道核飛彈研發常規化改裝的相關技術。¹⁰計畫研發的三叉戟中程彈道飛彈彈徑約為825.5公厘(小於三叉戟-Ⅱ型戰略彈道飛彈直徑的一半)，射程為1,800公里(三叉戟-Ⅱ型的射程約為12,000公里)，能夠在10至15分鐘內向射程範圍內的目標精確地投送常規彈頭。計畫的設想是：每艘潛艦上保留配備22枚核彈頭的三叉戟-Ⅱ型戰略飛彈，只有2具發射筒進行改裝，各配備4枚常規彈頭。三叉戟-Ⅱ型飛彈的彈著精度約為90公尺左右，三叉戟常規彈頭配置精良的導控系統，且因射程甚短，其彈著精度可達到10公尺，基本上可以達到一擊命中目標，且因不會產生核污染，是隨時可以運用的武器。¹¹由於研發「獵鷹」打擊武器平臺還面臨技術、經費等諸多不確定因素，因此不久的未來，常規彈頭三叉戟飛彈將是美國「快速全球打擊」計畫的主要支柱。

「獵鷹計畫」的內涵與目的¹²

研發「獵鷹」打擊武器平臺的「獵鷹計畫」，由美國國防部先進研究計畫局(DARPA)與美國空軍聯合主導，主要目標是研發用以進行快速打擊的「高超音速巡航載台(Hypersonic Cruise Vehicle, 簡稱HCV)」。¹²其目標是研發一次性小型運載火箭(Small Launch Vehicle, 簡稱SLV)和一次性的通用航空飛行器(Common Aero Vehicle, 簡稱CAV)，利用SLV發射CAV進入「亞軌道」與加速達到高超音速後兩者分離，CAV再進入大氣層，透過其「高升阻比」的氣動外形進行長時間的大距離滑翔與大範圍的機動，以規避各種可能的攔截火力，CAV到達目標附近時釋放攜帶的導控彈藥對目標進行精確打擊。獵鷹計畫所研發的「高超音速巡航載台(HCV)」是為了突破飛彈防禦系統而設計的，它技術的先進性比當前各國建構中的飛彈防禦系統高一個層次，飛彈防禦系統無法攔截，是下一代的新武器。

當前的飛彈防禦系統攔截來襲的彈道飛彈，需要儘早探測到彈道飛彈來襲、跟蹤並預測其彈道，再精確計算攔截飛彈的發射窗口，發射攔截飛彈執行攔擊。相對而言，

9 「DARPA Falcon Project」，Wikipedia, the free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/DARPA_Falcon_Project。

10 全克林，「略論美國的“快速全球打擊”計畫」，中國社會科學網，2013年06月03日，http://mil.cssn.cn/jsx/jszk_jsx/jsll_jsx/201310/t20131023_468075.shtml。

11 「美對華海空一體戰的七種武器」，環球網，2012-3-23，<http://bbs.huanqiu.com/thread-1257654-1-1.html>。

12 同註9。

彈道飛彈要對飛彈防禦系統突防，則必須在其彈道上「求生路」。中、短程彈道飛彈全程在大氣層內飛行，不僅規避了大氣層外的中段攔截，並且飛行時間短而難以探測、跟蹤與攔截；中、遠程彈道飛彈則須採行變軌和再入後機動，來增加彈道預測的難度、而增強其突防的機率。「獵鷹計畫」的「高超音速巡航載台」則是這兩種突防手段的綜合體，CAV與SLV分離後，很快再返回亞軌道的高高空大氣中，並以高超音速機動滑翔，既避開了大氣層外中段攔截，也大大降低了陸基預警雷達的探測距離，並以遠高過傳統再入機動彈頭的機動能力進一步增強了其突防能力。

「獵鷹計畫」中的CAV以20馬赫的高超音速飛行，要實現5,500公里的滑翔距離和2,200公里的橫向機動能力。在30~60公里高度的高高空進行這樣的高超音速遠端滑翔，現有和研製中的飛彈防禦系統對它是完全無可奈何。攜帶武器的CAV將嚴重抵消飛彈防禦系統的戰略功能，在突防能力上更具有顛覆性的效益。但研發「高超音速巡航載台」的技術難度也甚高，即使是技術雄厚的美國也遭遇重重困難。

「高超音速技術載具(HTV)」 專案¹³

由於2004年美國參議院的杯葛，「獵鷹」計畫取消了計畫中的研發武器部分，新

的「獵鷹」專案規定不能用於武器化的CAV開發，CAV改名為「高超音速技術試驗載具(Hypersonic Test Vehicle，簡稱HTV)」。

刪除武器化的內容後，獵鷹專案開始進行「高超音速技術試驗載具(HTV)」的相關研發。競標後洛克希德·馬丁公司贏得HTV系列的研發工作。洛·馬公司原規劃先後實驗一次性無動力滑翔的20馬赫極速的HTV-1和HTV-2，再實驗「超音速燃燒衝壓發動機(scramjet)」推進的HTV-3。2006年因短期內無法解決HTV的「高曲率體前緣曲面防熱材料結構」技術難題，先進研究計畫局(DARPA)和洛克希德·馬丁公司達成協議：放棄兩架HTV-1的製造與試飛，直接製造兩架HTV-2飛行器進行HTV-2的飛行試驗。至2008年10月，在國防經費縮減的大形勢下，整個HTV系列削減為只剩下HTV-2研發部分。

HTV-2高超音速飛行器由洛·馬公司的臭鼬工廠研製，用以進行在高高空驗證高超音速飛行的相關技術，如高超音速下的空氣動力學、長時間高超音速下的防熱處理、高超音速飛行下的導控律、導航與控制技術等。

HTV-2高超音速飛行器設計為「優化乘波體外形」以提高其「升阻比」，據透露在高超音速下其升阻比高達3~4(同一速度下，聯盟號太空船約為0.25、阿波羅太空船為0.368、太空梭為1)。高升阻比是HTV-2飛行

13 松鼠，「美HTV高速音速飛行器：20倍音速的坎坷探索路」，163軍情觀察網，<http://war.163.com/11/0818/21/7BP4M3J300014J0G.html>http://。



器在高超音速下實現遠距離滑翔的最重要基礎。

防熱與飛行控制是HTV-2最難克服的二大技術難題。在防熱方面，雖然HTV-2外部可使用低燒蝕性的碳-碳複合材料，配合一系列隔熱措施以確保內部的常溫環境；但由於高速飛行時間長而且飛行高度低，同時還要滿足防熱、氣動力和控制的一體化設計，HTV-2的防熱、結構設計和製造難度遠遠高於太空梭。高超音速下進行飛行體反應控制的相關空氣動力學，人類所知甚少，地面風洞又無法有效模擬20馬赫高超音速的環境，因此HTV-2的氣動控制極具挑戰性。

「高超音速技術載具(HTV)」的2次飛行試驗^{14,15}

洛·馬公司經過數年的努力，先後於2010年4月22日與2011年8月11日進行了2次HTV-2高超音速飛行器的飛行試驗，計畫目標是：測試HTV-2重返大氣層內以20馬赫的速度，飛行30分鐘與7,700公里(自加州範登堡空軍基地越過太平洋到瓜加林(Kwajalein)島)的熱防護機制與氣動力控制情況。但2次HTV-2的飛行試驗皆於重返大氣層後不久失去聯繫而結束試驗。

2010年4月22日的第一次HTV-2試飛：HTV-2A透過牛頭怪IV型火箭(Minotaur 4 solid-rocket，利用退役的和平衛士洲際飛彈改裝而成)發射與加速送入太空，開始時速度

高達22馬赫；HTV-2A成功和火箭分離再進入大氣層飛行139秒鐘後與地面測試中心失去聯繫，此時距離HTV-2A從範登堡空軍基地發射約9分鐘(任務全程時間約30分鐘)，大部分規劃的測試都沒有進行。不過先進研究計畫局(DARPA)認為分離再入後的139秒飛行測試資料已具有極大的價值，其中HTV-2A在5,800公尺每秒(約合18馬赫)的高速下持續接受GPS信號，確認了與HTV-2A雙向通信的可行性，研判「黑障」的等離子體對雙向通信的影響不大，增強了研究人員的信心。

第二次HTV-2試飛於2011年8月11日進行。由於HTV-2的設計沒有重大缺陷，因此無需對硬體與軟體進行大規模改進，只對HTV-2B飛行器進行重心調整，減小飛行攻角，以及使用氮氣噴射反作用力控制系統、增強飛行器的襟翼等改進。HTV-2B仍以牛頭怪IV型火箭發射與加速送入太空，雖然發射、分離和再入皆成功，但HTV-2B飛行器也在發射後約9分鐘(相同的時間段)失去聯繫，飛試失敗的原因至今仍未公布。

HTV-2專案是美國「快速全球打擊」的關鍵核心技術，美國國防部對此寄予厚望。HTV-2高超音速飛行器2次飛行試驗皆先後失敗，美國國防部感到很大的挫折。由於沒有經費再研製實驗飛行器，HTV-2專案的前途十分堪憂。但先進研究計畫局(DARPA)的相關人員表示將繼續努力爭取預算，未來將研製1架HTV-2C，繼續進行相關的試驗。

14 同註9。

15 同註13。

美國研發的其他「快速全球打擊」載台

HTV-2專案雖然近期無法進行相關試驗，但美國另有2項可用為「快速全球打擊」的武器載台正在研發中，一為X-51乘波者(Waverider)飛行器，另一為X-37B軌道測試載台(Orbital Test Vehicle，譯為「空天飛機」更能就名字瞭解其特性)。

X-51乘波者飛行器是由飛機發射、以「超音速燃燒衝壓發動機」推進的無人高超音速飛行測試器，設計飛行速度約6馬赫，主要目的係測試用為其推進器的「超音速燃燒衝壓發動機」；由於X-51飛行器利用高速飛行時的衝壓波(shock waves)增加其升力而被稱為「乘波者」。X-51乘波者由美國空軍主導，美國國防部先進研究計畫局(DARPA)、美國航太總署(NASA)、波音公司與普·惠公司(Pratt & Whitney Rocketdyne)等聯合研發，X-51的相關技術將被應用於飛行速度5~6馬赫、由F-35戰機或B-2轟炸機發射、射程900至1080公里、預期於2020年代服役的「高速度攻擊武器(High Speed Strike Weapon，簡稱HSSW)」。

X-51乘波者的飛行試驗由B-52掛載，飛行至15,000公尺高空後予以釋放，先以固體燃料助推器將X-51乘波者加速至4.5馬赫，拋棄助推器後點燃其SJY61「超音速燃燒衝壓發動機」，將X-51加速至最高飛行速度接近6馬赫飛行300秒鐘。

X-51乘波者陸續進行過4次動力飛行試驗。第一次飛行試驗於2010年5月26日進行，X-51的飛行速度達到5馬赫，飛行高度21,000公尺，飛行時間超過200秒鐘，其中140秒鐘高超音速飛行是由SJY61衝壓發動機提供推力的，但未能加速到6馬赫以上，也未達到300秒鐘的預期飛行時間，這次飛行試驗可算是部分成功。第二次飛行試驗於2011年6月13日進行，因SJY61衝壓發動機未能啟動而失敗；第三次飛行試驗於2012年8月14日進行，助推器為X-51完成加速被拋棄後，X-51失去控制而墜海失敗了。第四次飛行試驗於2013年5月1日進行，首次達成了完全成功的飛試。X-51由B-52轟炸機釋放後，其助推器將它加速至4.8馬赫；助推器被拋棄後SJY61衝壓發動機點火運作，將X-51加速至5.1馬赫飛行了210秒鐘，直到燃油耗盡而墜海，全部飛行時間達370秒鐘。這次飛行試驗成功地驗證了X-51乘波者的衝壓發動機與相關技術，美國空軍研究實驗室(Air Force Research Laboratory)認為可運用於高超音速應用的研發：如高超音速飛彈、太空飛行器吸氣式第一級發動機等。¹⁶

X-37無人太空飛行器(unmanned spacecraft)，也被稱為X-37軌道飛行測試器(X-37B Orbital Test Vehicle，簡稱OTV)，是美國研發中由運載火箭發射進入太空近地球軌道飛行、在軌運行期間能實施多次變軌機動飛行、進行相關測試的無人太空飛行器；完成任務後X-37B點燃其火箭發動機脫離軌道，

16 「X-51 WaveRider」，Wikipedia, the free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_X-51。

以滑翔方式在美國本土基地自主著陸。X-37也被稱為「空天飛機(spaceplane)」，以彰顯其能在近地軌道飛行與返回地球、以及能重複使用的特性，中共通常稱它為X-37空天飛機。¹⁷

X-37無人太空飛行器原本是美國航太總署(NASA)始自1999年的研發計畫，2004年轉由美國國防部負責，仍由波音公司進行實質研發，公開的研發目標是：驗證可重複使用的太空技術(reusable space technologies)。

目前美國空軍已有2具被命名X-37B的無人太空飛行器(美國航太總署研發的稱為X-37A；美國國防部負責的稱為X-37AB)，正由美國空軍操作持續進行相關飛行測試中。X-37B機體長8.8公尺，翼展4.5公尺，重約5噸，形似「迷你太空梭」，但大小只有太空梭的1/4，由運載火箭發射進入太空近地球軌道，在軌速度高達每小時28,200公里。X-37B使用小型太陽能電池帆板產生電能，以供應飛行操作與測試所需能源，曾在太空繞地球飛行長達469天(第1架第2次飛行)。X-37B可容納227公斤的實驗設備，在軌運行期間曾實施多次變軌機動飛行，進行相關測試。完成任務後，X-37B點燃火箭發動機脫離軌道，以滑翔方式在加州范登堡空軍基地自主著陸。美國至今對X-37B的功用高度保密，專家們推測它可用為通用天基平臺，快速把

不同的載荷送入地球軌道，在軌實施偵察、控制，以及摧毀或擄獲他國航天器等軍事行動，以及攻擊地面目標等，X-37B很可能將是人類首架多功能太空戰鬥機。^{18,19}

中國大陸研發高超音速飛行器的JF-12激波風洞

中國大陸國防部於1月15日證實進行了一次高超音速飛彈試驗，在新華網上發表的聲明稱：中方在境內按計劃進行科研試驗是正常的，這些試驗不針對任何國家和特定目標。²⁰

中國大陸研發高超音速飛彈的資訊外界毫無所悉，但決定研發高超音速飛行器應該為時已久。因為北京近郊的錢學森工程科學實驗基地，設有「空天飛行器實驗室」；而多年爭取的「復現高超聲速飛行條件激波風洞」，終於獲得中國大陸「國家重大科研裝備研製項目」的支持，於2008年1月開始在「空天飛行器實驗室」園區興建。這個被稱為「JF-12激波風洞」，已於2012年5月14日完成驗收。

JF12是以新穎的反向爆轟驅動方法為核心、整合五大關鍵創新技術、復現高超聲速飛行條件的激波風洞，從設計、加工、建造到調試均由中國人負責，在安裝、調試、驗收和獲取試驗結果流程中，均一次成功，是

17 「Boeing X-37」，Wikipedia, the free encyclopedia，http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_X-37。

18 「X-37B空天戰鬥機」，百度百科網，<http://baike.baidu.com/view/3518078.htm>。

19 同註17。

20 「中國證實試射高超音速導彈強調屬於科研性質」，新華網，2014年01月17日，<http://big5.chinanews.com:89/mil/2014/01-17/5750035.shtml>。

一個具有獨立智慧財產權、技術指標先進的高超聲速風洞，為研製高超聲速飛行器，提供了關鍵性條件。

據《世界報》報導：²¹JF-12激波風洞主體由約半人多高、金屬質地、時粗時細、隔一段換一種顏色的「金屬長管」組合而成，整體長度達265公尺，因而得以提供較國外同類風洞更長的實驗時間。

JF-12激波風洞可復現25~40公里高空、5到9倍聲速的高超聲速飛行條件。通常高超聲速發動機需要的實驗時間至少要達60~70毫秒，JF-12激波風洞已經能做到100毫秒(國外的相關風洞大約為30毫秒)；JF-12激波風洞的噴管直徑達2.5公尺，實驗段直徑3.5公尺，明顯皆大於國外同類風洞；JF-12激波風洞實驗段的「風」(吹試模型的氣流)速度最高可達9馬赫，溫度可達3,000攝氏度左右；JF-12激波風洞的整體性能顯然優於國外同類風洞。

JF-12激波風洞的吹試氣流的馬赫數在5~9之間，這類風洞主要用於高超聲速飛彈、空天飛行器等模型的氣動力實驗；中國大陸研製JF-12激波風洞，明確顯示其已在研發高超聲速飛彈與空天飛行器。

中國大陸研發中的高超音速飛行器

據「俄羅斯之聲」電臺援引美國公開資料稱，中國大陸研發中的超音速飛行器至少包括空天飛機和高超聲速飛彈兩部分。²²

被稱為中共空天飛機的「神龍號」無人太空飛行器，已研發多年。中共網站早在2007年12月曾發表一幅照片，1架標有「神龍」字樣的小型無人駕駛太空飛行器，被懸掛於停在地面的H-6轟炸機的機腹下方。「神龍號」屬於國家863-706項目，係共軍優先發展的項目之一，²³但至今一直沒有「神龍號」進行飛行試驗的正式報導。

據《簡氏防務》報導，成都飛機工業(集團)公司的611研究所負責領導「神龍號」的設計和測試，南京航空航天大學、西北大學、哈爾濱工業大學等知名大學均參與了相關工作。文章稱，為研究超音速巡航飛行器，中國航天科技集團公司還成立了第10研究所—近太空飛行器研究所。文章稱：「在中國頂尖的火箭和彈道飛彈研究院，單獨設立一個著眼於發展單項能力的研究所，充分說明了軍方和官方高層對新一代遠程精確打擊飛行器的重視」。²⁴

21 「俄媒曝解放軍97年提出研製8馬赫高超音速巡航導彈」，《世界報》，2013年09月26日，<http://mil.news.sina.com.cn/2013-09-26/0911742119.html>

22 「中國被指同時研製空天飛機和高超音速巡航導彈」，南報網，2013年1月17日，<http://www.njdaily.cn/2013/0117/306033.shtml>

23 陳偉寬，「從「神龍」太空飛機初探中共發展航太科技之戰略」，空軍軍官雙月刊第169期，(2013年4月)

24 「中國空天飛機性能堪比X-37B 中美展開太空鬥法」，《法制文萃報》，2012年05月08日，<http://mil.news.sina.com.cn/2012-05-08/1820689929.html>。

美國海軍學院副教授、中國問題專家安德魯·埃裡克森(Andrew Erickson)，於2012年5月4日曾在《洞察中國》雜誌上發表題為《「神龍」騰空》的文章，指出「神龍號」的研製有著極其重要的戰略意義，其性能堪比美國最先進的X-37B，將有力挑戰美國在太空的霸主地位。²⁵

至於高超聲速飛彈可概分為兩類：一類是以「超音速燃燒衝壓發動機」推進的高超聲速巡航飛彈(類似美國的HTV-2與X-51)；另一類是以大推力飛彈推進使之達到高超聲速後滑翔與機動的飛彈。前者首先要完成「超音速燃燒衝壓發動機」的研發，技術瓶頸多，需要長期才有可能突破而成功；後者只要擁有遠程彈道飛彈就可容易達成——將具有「高升阻比」氣動力外形的飛行器與遠程彈道飛彈整合後發射，進入亞軌道與獲得高超音速後拋棄飛彈彈體，「高升阻比」外形的飛行器進入高高空，然後在稀薄大氣中、以高超音速進行長時間的大距離滑翔與大範圍的機動。

美國宣稱中共的WU-14高超音速飛行器，就是安裝在洲際彈道飛彈之上發射，飛行速度約10馬赫；配合JF-12激波風洞能模擬的實驗範圍，合理的推論：WU-14設計的滑翔與機動飛行速度介於5~9馬赫。這樣的WU-14將是一個快捷而易於成功的高超音速飛行器研發項目。並且WU-14的飛行速度介於5~9馬赫，不到美國研發中HTV-2的一半，要解決WU-14的防熱與氣動力控制問

題，比HTV-2容易多了，加上可利用JF-12激波風洞進行實驗蒐集數據來驗證其設計，中共的WU-14很有可能會比美國的HTV-2先完成研發而部署服役呢！

美、中競相研發高超音速飛行器之原因

當今強國的主要戰略武器有：網路武器、反衛星武器、洲際飛彈、核動力潛艦、航空母艦等，但除了網路武器與反衛星武器仍係發展中的新武器外，其他三者皆已形成「矛與盾」的抵制關係。洲際飛彈與核動力潛艦發射的彈道飛彈皆配置核彈頭，使用後皆會產生核污染，對全球將形成嚴重的損害，沒有一個強國敢首先使用，數十年來已成為一項「相互保證毀滅(Mutual Assured Destruction，簡稱M.A.D)」機制的威懾性武器。並且美、俄、中等國皆在積極建構飛彈防禦系統，將能系統性地攔截敵方來襲的彈道飛彈。雖然美國擁有多達10艘的航空母艦，但由於中國大陸發展「反介入」戰略，爆發戰爭時若美國航母進入距離中國大陸500公里(艦載機作戰半徑)的海域，中方將以射程1,800公里的東風-21D反艦彈道飛彈加以攻擊，能對航母造成嚴重的損毀。因此，當今強國皆在研發21世紀的新一代武器，除了雷射武器、電磁炮等戰術武器外，更積極研發網路武器、反衛星武器、高超音速武器等戰略武器。美、中、俄等國皆競相研發高超音速飛行器來用為新一代戰略武器。

25 同註24。

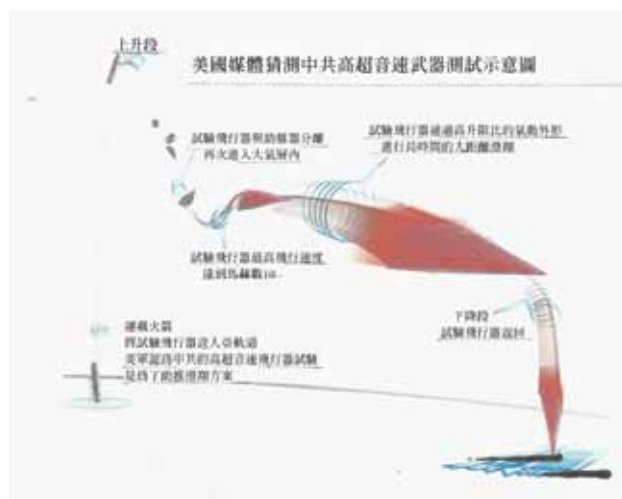
高超音速武器的特點是武器具有極高的飛行速度，至少在5馬赫以上，它能在數小時、甚至於1小時內對全球任一目標實施遠距離精確打擊。20世紀的武器追求「隱身技術」，21世紀的武器則追求「高超音速技術」；前者的邏輯是「對手不知道它在哪裡，因而無法防禦它」，後者則是「對手即便發現它，也因追不上而無從攔截或防禦它」，何況因為飛行速度太快了，對手根本來不及發現。高超音速飛行器的特質就是「速度威懾」。美國研發的HTV-2、X-51乘波者與X-37B空天飛機，中共研發的「神龍號」與WU-14皆係未來的高超音速武器或高超音速武器載台。

但HTV-2、X-51與WU-14是同屬一類、而和X-37B、神龍號空天飛機不同的高超音速武器，它們具有2項特性：一是它們能在高高空進行高速度、長時間的大距離滑翔與大範圍的機動；另一是它們的導控系統精確，能直接命中目標，不需要配置核彈頭或高爆炸藥彈頭，命中時的動能就能摧毀目標。後項特性的優點是攻擊目標後不會引出核污染的困擾；前項特性的優點是這類武器在亞軌道的高空，超高速大距離滑翔與大範圍的機動至目標區附近後，以俯衝的方式攻擊目標，各強國建構的飛彈防禦系統完全不能加以攔截，完全失效。

高超音速武器是21世紀的新一代武器，一旦投入使用將改變戰爭形態，一小時內打擊全球任何目標的「閃電直擊」將付諸實現；並且使高超音速武器失效的武器與剋制的技術，數十年內尚不可能出現。因此之

故，當前各強國積極競相研發高超音速武器。

附圖 美、中競相研發高超音速飛行器之研析



附圖一 美國媒體猜測中共高超音速飛行器測試示意圖(取材自網路)



附圖二 中共高超音速飛行器與助推飛彈分離前示意圖(取材自網路)



附圖三 高超音速飛行器在高空滑翔飛行示意圖
(取材自網路)



附圖四 美國高超音速技術載具(HTV)重返大氣飛行示意圖(取材自網路)



附圖五 美國X-51乘波者飛行示意圖(取材自網路)

結語

研發高超音速飛行器雖然美國是始作俑者，但目前美國、中國與俄羅斯皆在競相研發，中國於今年初已成為全球第二個進行高超音速飛行器試驗的國家。中國的WU-14比美國的HTV-2與X-51A在技術瓶頸方面少多了，並且能利用JF-12激波風洞進行實驗，以及研發人員充滿活力、研發經費充裕，很有可能WU-14超越美國在數年後先部署服役，因此很令美國有識之士感到震撼與焦慮。

由美國眾議院3位委員會主席為WU-14的首次飛試發表聯合聲明，指責美國頻頻縮減國防經費使美國技術優勢受挫，以致中國高超音速飛彈已超過美國了。美國太平洋司令部司令塞繆爾·洛克利爾也說：WU-14的首次飛試表明中國技術更新能力強於美國，中國的決策體制決定了可以比美國做得更快。由這些指責我們或許可以推論：美國軍方發布中國進行WU-14首次飛試的目的，是為美國目前已無經費支應的HTV-2與X-51A高超音速飛行器爭取「敗部復活」的機會，看來此已初步產生了正面反應。

作者簡介

應紹基先生，空軍備役上校，中正理工學院畢業，美國史丹佛大學航太研究所，服務於中山科學院。