

天問一號一飛沖天 火星首迎中國來客

明年2月「剎車變軌」環火等待探測窗口 挑戰「繞落巡」三連勝

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 文昌報道）中國首次火星探測之旅正式啟程！7月23日12時41分，中國在文昌航天發射場用長征五號遙四運載火箭成功發射首次火星探測任務「天問一號」探測器。火箭飛行約2,167秒後，成功將「天問一號」探測器送入預定軌道，開啟火星探測之旅，邁出了中國行星探測第一步。

「天問一號」探測器將在地火轉移軌道飛行約7個月後，到達火星附近，通過「剎車」完成火星捕獲，進入環火軌道，並擇機開展着陸、巡視等任務，進行火星科學探測。

探測窗兩年一遇 中美阿將齊征火

火星是離太陽第四近的行星，與地球鄰近且環境最為相似，是人類走出地月系統開展深空探測的首選目標。國際火星探測已取得豐富成果，在火星上發現了曾經有水、甚至現在還存在水的若干證據，極大激發了人們在火星尋找生命的熱情，也成為當前國際深空探測的熱點。

受天體運行規律約束，火星探測窗口每26個月出現一次，並且窗口時間較短。1996年以來，幾乎每個發射窗口都有火星探測器發射，今年更是迎來了中國、美國、阿聯酋多國齊聚火星發射窗口，共同奔赴火星，開啟深空探測的新高潮。

中國首次火星探測任務的科學目標，主要是實現對火星形貌與地質構造特徵、火星表面土壤特徵與水冰分布、火星表面物質組成、火星大氣電離層及表面氣候與環境特徵、火星物理場與內部結構等研究。

首次火星探測任務的工程目標，一是突破火星制動捕獲、進入/下降/着陸、長期自主管理、遠距離遙控通信、火星表面巡視等關鍵技術，實現火星環繞探測和巡視探測，獲取火星探測科學數據，實現中國在深空探測領域的技術跨越；二是建立獨立自主的深空探測工程體系，包括設計、製造、試驗、飛行任務實施、科學研究、工程管理以及人才隊伍，推動中國深空探測活動可持續發展。

捕獲機會僅一次 全程需自主執行

火星捕獲是火星探測任務中技術風險最高、最為重要的環節之一，在火星探測器從地球飛向火星的過程中，能夠被火星引力所捕獲的機會只有一次。利用火箭助推，探測器獲得了擺脫地球引力的能量，使用精心設計的轉移軌道，探測器能夠最終順利抵達火星附近。然而，受限於攜帶的推進劑有限，環繞器在抵達火星後，必須把握住唯一的機會對火星進行制動捕獲。此次火星探測任務捕獲時探測器距離火星僅400公里，而此時探測器相對火星的速度高達每秒4到5公里，一不留神就會撞擊火星或飛離，捕獲的成功與否成為火星探測任務成敗的關鍵。

在這一制動捕獲過程中，火星環繞器面臨諸多挑戰。由於捕獲時探測器距離地球1.93億公里，單向通信時延達到10.7分鐘，地面無法對這一制動過程進行實時監控，只能依靠探測器自主執行捕獲策略。此外，在制動過程中，環繞器需要在自身出現突發狀況時自主完成相應處理，最大限度保證火星捕獲成功。

理大研火星相機 助力監視「落火」



■ 容啓亮帶領科研團隊研發「落火狀態監視相機」，支持國家首個火星探測任務。

理大供圖



■ 在中國文昌航天發射場測控大廳，航天科技人員慶祝發射成功。

首次火星探測任務新聞發言人、國家航天局探月與航天工程中心副主任劉彤彤介紹，捕獲過程中，火星環繞器需要準確地進行點火制動，如果制動點火時間過長，探測器速度下降過多，探測器就會一頭撞上火星，如果制動點火時間過短，探測器速度過快，就會飛離火星從而無法進入環繞軌道，這對環繞器的自主導航與控制提出了極高要求。

環繞器超級天線 助調姿變軌通信

環火飛行階段，由於地球和火星的運行規律，探測器距離地球最遠達到4億公里。為了解決超遠距離通信問題，火星環繞器裝備了測控數傳一體化系統，實現了系統重量輕、通信效率高、通信鏈路可靠的目標。為補償空間衰減，火星環繞器配置了大功率行波管放大器以及大口徑可驅動的定向天線，大幅度提高探測器到地球通信能力。

此外，環繞器與地面站通信有其空間的特殊性，導致通信中斷（「日凌」）的時間最長可達30天，其間需依靠自身完成長期任務管理，並在出「日凌」後及時調整天線指向，迅速重新與地面建立聯繫。

據悉，在此次火星探測任務的關鍵節點，自主管理同樣需要發揮巨大作用。在火星探測器進行環繞器與着陸巡視器分離時，環繞器需在短時間內完成3次調姿和2次變軌，對姿態及位置測量及控制精度要求非常高。正是依靠自主在軌管理能力，火星環繞器才能夠精準、及時地完成與着陸巡視器的分離。

此次火星環繞器上共搭載7種有效載荷，可對地火轉移空間、火星軌道空間、火星表面及其次表層開展科學探測，獲取行星間射電頻譜數據、火星表面圖像、火星地質構造和地形地貌、火星表層結構和地下水冰分布、火星礦物組成與分布、火星空間磁場環境、近火星空間環境和地火轉移軌道能量量子特徵及其變化規律。

中國火星探測作為開放性的科學探索平台，更能港澳地區高校在內的全國多地研究機構積極參與了研製過程，中國也與法國、奧地利、阿根廷、歐空局等國家和組織開展了多項合作。

理大供圖



海外關注中國首探

世界各國「探火」近期進展

火星，我們來了！



「哇！太壯觀了！太震撼了！」隨著「天問一號」的升空，文昌淇水灣海濱昨日一片沸騰，人們由衷地發出讚歎的呼聲，紛紛舉起手機和各種「長槍短炮」攝影器材，記錄下這一歷史性的時刻。

2,000多年前，古人向天地自然發問，留下無數未解之謎；如今中國人將踏上火星這顆紅色的星球，開啓宇宙深空的探索。想到這些，來自廣西南寧天文愛好者李先生就無比激動。他告訴記者，這次聽說火星探測器將首次發射，他半個月前就打好了民宿，與朋友一起帶著放暑假的孩子自駕來到文昌。孩子們對世界充滿了好奇，這次帶孩子來觀看航天發射，正好可以一飽賞火箭升空的壯麗情景，一達給孩子們講解各種航天知識，培養興趣愛好，受益匪淺。

看到火箭升空的一幕，浙江的郭小姐忍不住背誦着屈原的《天問》，大聲喊道「探詢九天閭，列星安陳，火星我們來啦！」廣州六中天文社的周同學是第一次現場看發射，他激動地表示，今天親眼見證了中國第一個自主研發及發射的行星探測器的升空；此後，長正系列還將承擔嫦娥五號、太空站核心艙的發射任務。「我們正在見證中國航天新時代的來臨，心中油然而生一種神聖感，感到非常榮幸」。

「得到成長教育發展有限公司」的廖先生帶著24個孩子和家長共50餘人，從南寧來文昌觀看發射，之後準備再去海南南部的森林公園遊玩。香港文匯報記者遇見了圍觀姓黃的學生小兄弟，他們說開學就念二年級了，還沒有看過火箭發射，心裏特別期待，跟着爸爸媽媽一起來看看。

■香港文匯報記者何政、通訊員安莉 文昌報道

美國喬治·華盛頓大學太空政策專家約翰·洛格斯登：

中國此次火星探測任務包含環繞、着陸和巡視等部分，是「首探火星能夠做到的最具雄心的事情」。如果「天問一號」按計劃抵達火星，將把中國太空探索事業向前推進一大步。

◆西班牙國家研究委員會天體生物學中心的胡安·安赫爾·巴克里索：

如果「天問一號」任務成功，中國將成為世界上首個首次探索火星即完成探測器軟着陸的國家。

◆英國薩里衛星技術公司執行主席、薩里太空中心教授馬丁·斯威廷：

「天問一號」任務將充滿挑戰，之後準備再去海南南部的森林公園遊玩。人類對火星環境的認識、導航和控制技術的改進，以及此前任務中的經驗累積，都有助於提升新任務的成功概率。中國此前的嫦娥四號任務非常成功，獲得了很好的經驗，已經展示出中國具備成功實施火星任務的所有關鍵能力。

◆美國資深太空記者萊昂納德·戴維：

從科學上講，「天問一號」任務是研究火星形態、地質、礦物學、空間環境以及水冰分布最全面的一項任務。

◆德國之聲：

「天問一號」是雄心勃勃的太空任務，不僅因為它將一次性實現環繞、着陸、巡視，還因為這項任務從正式立項到執行只用了短短幾年時間。

資料來源：新華社

「天問一號」任務科學目標

- 實現對火星形貌與地質構造特徵
- 火星表面土壤特徵與水冰分布
- 火星表面物質組成
- 火星大氣電離層及表面氣候與環境特徵
- 火星物理場與內部結構等研究等

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

「天問一號」任務後續難點

- 當火星探測器在地火轉移軌道上，快到火星時，需要**火星捕獲**。這一點非常關鍵，難度也非常大，必須一次成功。如果不能一次成功，任務很可能將需要重新調整軌道。
- 「天問一號」在進入火星大氣，**減速軟着陸**的過程。這個過程充滿不確定性，將完全由探測器自己識別地形、避障，來實現自主着陸。
- 火星車駛離着陸平台，行駛到火星表面上，**開展巡視探測**。火星車將面臨着完全未知的環境，如果遇到沙塵暴，它將及時地採取工作模式調整，以防止在沙塵暴中，沙塵覆蓋到火星車太陽能板上，影響能源獲取。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

「天問一號」飛行路線圖



地火轉移軌道飛行約7個月

院士聯名建議 十年火星圓夢

阿聯酋「希望號」

7月20日上午從日本種子島宇宙中心升空，計劃於2021年2月抵達火星軌道。

「希望號」將像氣象衛星一樣，繞火星做近赤道軌道運行，收集不同區域在不同季節和不同時間的全天候氣象數據和其他相關數據，幫助科學家更全面地掌握火星的氣候條件。

中國「天問一號」

「天問一號」在7月23日升空，預計經過7個月的飛行到達火星附近，通過「剎車」完成火星捕獲，進入環火軌道，並擇機開展着陸、巡視等任務，進行火星科學探測。

中國是在國際上首次提出通過一次發射完成「環繞、着陸、巡視探測」三大任務。如果這一目標能夠順利實現，中國將成為世界上第二個獨立掌握火星着陸巡視探測技術的國家。

美國「毅力號」

「毅力號」火星探測器預計在7月30日發射，計劃在2021年2月在火星傑澤羅隕石坑着陸，該處是火星上35億年前曾是河流三角洲的區域，「毅力號」希望探尋古微生物的遺蹟。

「毅力號」搭載兩台鐳射激光器和一台X射線儀器，用以分析岩石的化學成分，識別可能的有機化合物。同時搭載的還有一架實驗性迷你直升機「機智號」，NASA希望它能成為第一架在其他星球上飛行的直升機。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 文昌報道）在太陽系的八大行星中，火星與地球最為相似，探測並研究火星對於認識地球，有着不可替代的作用。據航天科技集團五院深空探測領域專家介紹，國際上對於火星的探測，起步於20世紀60年代，截至今年6月底國際上共發射了44個火星探測器，但任務成功概率只有50%左右。

採樣返回載人探測待突破

從上世紀九十年代開始至今，國際火星探測以發展新技術和獲得科學發現為主要驅動力，催生了又一個火星探測的新高潮，並在技術發展和科學研究等方面取得巨大的進步。其中，在技術發展水平方面，國際上已實現對火星的飛掠、環繞、着陸、巡視探測，技術難度更大的採樣返回和載人探測仍有待突破技術瓶頸。

通過已開展的火星探測活動，人類已取得大量科學成果，加深了對火星的認識。例如，火星曾有足夠的內部熱能、地質構造活動強烈，具有全球性內秉個極子磁場、岩漿—火山作用活躍，形成了太陽系最高的火山山峰—奧林帕斯山（Olympus Mons）和太陽系最長的峽谷—水手大峽谷（Valles Marineris）。火星曾有比現在濃密得多的大氣層，表面存在過液態水，火星表面觀測到乾涸的水系、湖泊和海洋盆地，火星有過適宜生命繁衍的環境，並可能孕育過生命。火星還存在小天體撞擊形成的巨大撞擊坑和洪水沖刷的痕跡等。

這些成果大

火促進了太陽系起源與演化、地外生命信息探尋、比較行星學等深空探測。

重大科學問題的

進一步激發了人類深入探測火星，甚至是開展載人探測的熱情。中國早在「嫦娥一號」任務取得圓滿成功之後，即開始謀劃深空探測後續發展。2010年8月，8位院士聯名向國家建議，開展月球以遠深空探測的綜合論證，國防科工局立即組織專家組開展了發展規劃和實施方案論證，航天科技集團五院的院士、專家團隊積極參與論證工作，對實施方案進行了三輪迭代和深化，最終於2016年1月正式立項實施。

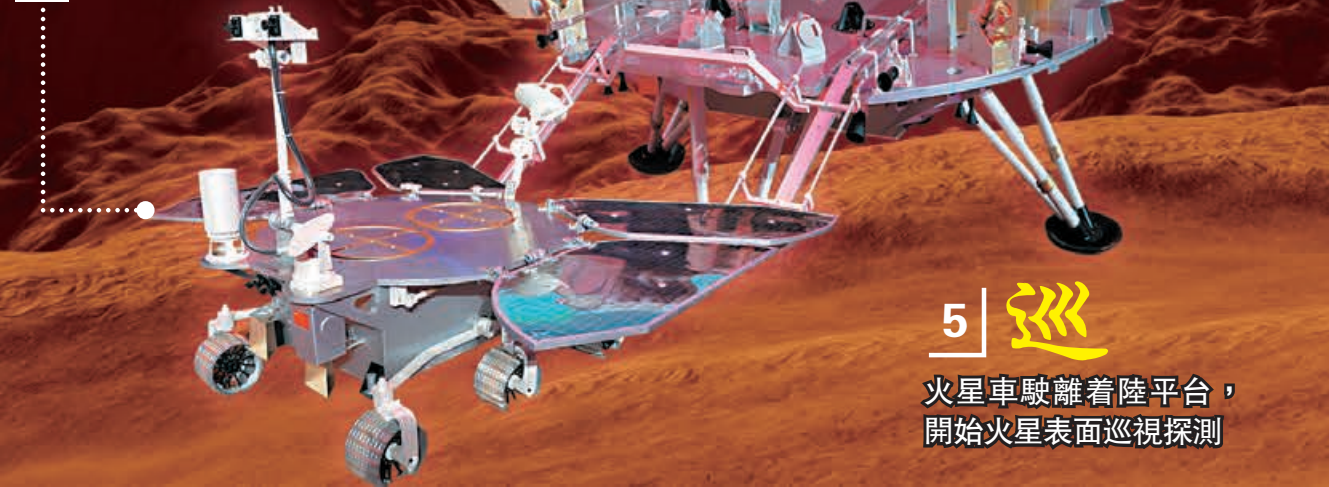
中國不簡單重複外國老路

值得一提的是，中國首次火星探測任務沒有簡單重複其他國家火星探測的老路，起點設置很高，擬通過一次發射，實現火星探測的繞、落、巡三個目標，這體現出中國航天技術的發展水平以及航天工程技術人員的自信。

4 | 落

着陸巡視器與環繞器分離後進入火星大氣，經過氣動外形減速、降落傘減速和反推發動機動力減速，最後下降着陸在火星表面

火星車



5 | 巡

火星車駛離着陸平台，開始火星表面巡視探測