

嫦娥七號探測器計劃搭乘長征五號運載火箭從文昌航天發射場出發，奔赴月球南極這一常年不見陽光的極寒之地，執行一項史無前例的任務——深入永久陰影坑，實地尋找月球水冰。被譽為地月空間「太空石油」的水冰，堪稱月球就地資源利用的核心基石，覆蓋生命保障、燃料製造、科研實驗多個關鍵場景，將

是未來人類長期駐留月球的寶貴資源。

嫦娥七號將以前所未有的「四器組合」構型，對月球南極開展人類首次綜合性詳查。從「奔月」到「駐月」，從「探索」到「利用」，此次出征被認為是中國開始叩響月球資源時代的大門。

●文：香港文匯報記者 劉凝哲 北京報道 圖：央視截圖

近年來，相關國家的探測不斷改變「月球荒蕪」的認知。印度的月船三號在月球南極附近檢測到了氫信號，美國的月球勘測軌道飛行器在多個極地隕石坑底部發現了水冰存在的強烈證據。但這些證據大多是間接的，月球上到底有沒有水、有多少水、以什麼形式存在，始終缺少「一手實證」。

月球南極之所以成為「找水」的焦點，源於它獨一無二的地理環境。專家表示，月球自轉軸傾角極小，南極深處的一些隕石坑底部常年不見陽光，溫度低至零下230攝氏度以下，如同天然的巨型冷庫。數十億年來，彗星撞擊帶來的水、太陽風與月壤反應生成的水汽，飄進這些深坑後就被永久凍結，日積月累形成了可能的冰層。遙感數據預估，南極陰影區水冰總量可達上萬億噸，但具體分布、純度、賦存形態一直沒有原位數據驗證。

水冰利用助降低依賴地球貨運

「從地球運送1瓶礦泉水到月球的成本，足夠在地球上買一輛汽車。若能在月球就地開採水冰，不僅能解決航天員的飲水問題，還能利用電解水技術分解出氧氣——這都是太空生存的必需品。」中國科學院物理研究所研究員金士鋒這樣說。

未來國際月球科研站要實現無人長期值守、航天員中長期駐月，完全依靠地球貨運補給成本極高，物資補給鏈路風險大。如果能夠就地開採提純月球水冰，一部分經過淨化處理，直接作為航天員飲用水；一部分通過電解工藝分解，產出氧氣，補充生命維持系統呼吸損耗。即便閉環生命循環系統可以回收大部分水汽，依然存在損耗，本土水資

源可以補齊缺口，大幅降低對地球運輸的依賴，拉長人類駐留月球的工作周期。

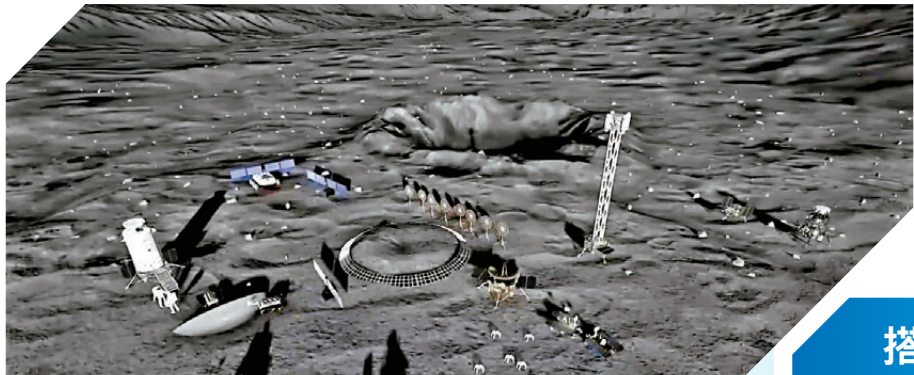
開發潛力多元 可製取氫氧推進劑

水電解得到氫氣與氧氣，這正是大推力火箭經典的高能推進劑組合。月球重力僅為地球六分之一，從月面發射航天器需要的燃料遠低於地球。未來可以把開採得到的水冰就地加工，製取氫氧推進劑，實現航天器月面加注。無論是月球表面移動飛行器、地月往返載人飛船，還是奔赴火星、小行星的深空探測器，都可以在月球獲得燃料補給。月球就此成為人類走出地球的深空中轉站，拓展整個太陽系探測的航程邊界。

此外，月球水冰提取出來的水資源，還可用於月球基地設備熱管理循環；支撐月面生物培育、太空農業實驗，開展地外生命生存相關研究。而永久陰影坑的水冰本身，就是極其珍貴的天體化學樣本。水冰當中還裹挾著彗星帶來的有機物、各類揮發物質，這些物質在普通月表環境下會被破壞，只有在永久陰影坑低溫環境能完整保存，可以用來研究太陽系小天體成分、撞擊演化歷史。

將與嫦娥八建國際月球科研站基本型

按照規劃，嫦娥七號將與計劃在2028年前後發射的嫦娥八號協同作業，共同構建國際月球科研站基本型。嫦娥七號獲取的南極高精度地形數據、水冰資源分布及月壤物理特性，將為科研站著陸點選址等工作提供關鍵依據。嫦娥七號任務，不僅助力2030年前中國實現載人登月，更是2035年前建成長期自主運行、短期有人參與月球綜合性科學實驗設施的關鍵一步，將推動人類深空探測邁向「駐留時代」。



●嫦娥七號將與計劃在2028年前後發射的嫦娥八號協同作業，共同構建國際月球科研站基本型。

月球上的兩種「水」

話你知 月球沒有大氣層，不存在江河湖海，沒有地球上人們熟悉的液態水。科學家們研究發現，月球上的水，以多種微觀形式存在，每一種都蘊含着不同的科學價值和利用潛力。

■月壤礦物中的微量吸附水分子

在被陽光照射的普通月表，太陽風高速氫離子轟擊月壤硅酸鹽礦物，在礦物顆粒表層生成氫基、微量水分子。嫦娥五號返回樣品實測顯示，這類水含量極低，無法直接匯聚成液態水，也不能像地球的水一樣直接取用。

■南極永久陰影坑內的水冰

這就是嫦娥七號的探尋目標。它並不是大塊晶瑩剔透的冰塊，絕大多數情況是冰粒與月壤、月塵、岩石碎屑相互混雜，如同凍土當中夾雜冰晶，屬於冰壤混合物。局部區域可能存在薄層冰層，但分布極不均勻，並非整個陰影坑遍地都是水冰，只富集在局部冷阱點位。

水冰埋藏深度同樣存在不確定性，有的可能裸露在月表，有的則被幾十厘米厚的乾燥月壤覆蓋。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

嫦娥七號將赴月球南極尋水冰 為人類長期駐留探路

從「探索」到「利用」 中國叩響月球資源時代大門

搭載載荷國際化 攜手開放共享

嫦娥七號不僅是中國航天的驕傲，更是全球科學界攜手探索月球的嘗試。嫦娥七號搭載了來自埃及、巴林、意大利、俄羅斯、瑞士、泰國及國際月球天文台協會等7個國家和國際組織的6台科學載荷，分別搭載於嫦娥七號的著陸器和軌道器上，與中國科學設備協同工作。多國科學家共同參與儀器標定與數據共享，不僅大幅提升了探測設備的精度，更推動了全球月球科研數據的開放共享。

搭載有意大利研製的激光角反射器陣列，用於為月面高精度測量和軌道器定軌導航提供支持；

俄羅斯研製的月球塵埃與電場探測儀，用於研究月表塵埃的帶電機制，這對未來月面設備防護至關重要；

國際月球天文台協會與香港大學合作研製的月基天文觀測望遠鏡，則用於開展月基銀河系、地球、全景天空觀測。

搭載有埃及航天局、巴林國家空間科學局聯合研製的月表物質超光譜成像儀，可識別月表礦物的化學成分，幫助繪製資源分布圖；

泰國研製的空間天氣全球監測傳感裝置，用於預警由太陽風暴引起的磁擾動和宇宙輻射，可提前1小時預警太陽風暴；

瑞士達沃斯物理氣象觀象台（世界輻射中心）研製的月基雙通道地球輻射能譜儀，用於從月球監測地球氣候系統輻射量收支變化，數據將與地面觀測站共享。

著陸器

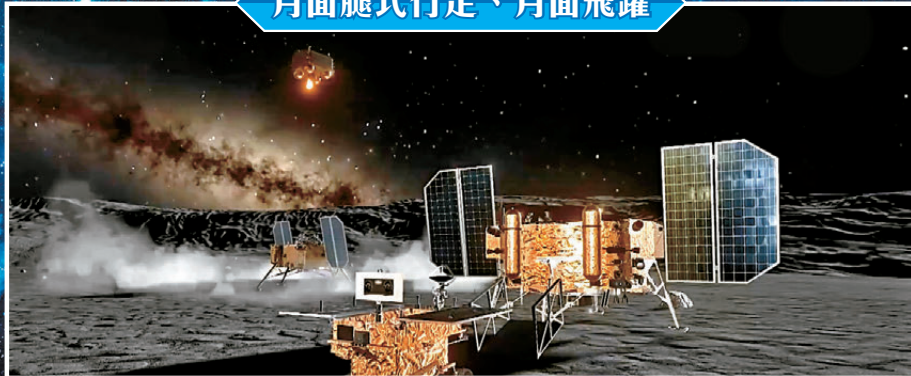
軌道器

高精度月面軟著陸

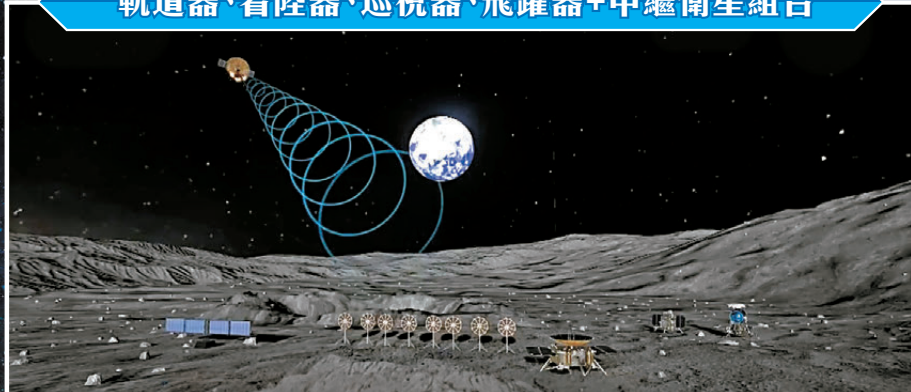


●嫦娥七號將突破多項關鍵技術：高精度月面軟著陸、月面腿式行走、月面飛躍、永久陰影坑原位探測，採用軌道器、著陸器、巡視器、飛躍器+中繼衛星組合，實現「繞、落、巡、飛躍」一體化探測模式。

月面腿式行走、月面飛躍



軌道器、著陸器、巡視器、飛躍器+中繼衛星組合



飛躍探測器短距離起降 深入永久陰影坑

特稿

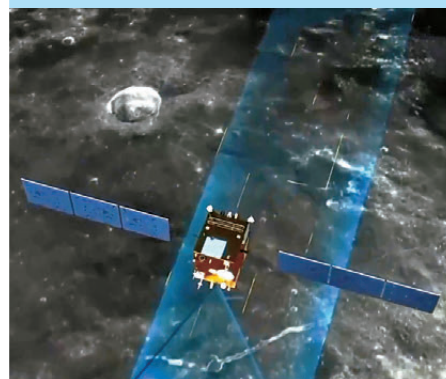
據介紹，嫦娥七號採用「軌道器+著陸器+月球車（巡視器）+飛躍探測器」四器組合構型，一次性實現「繞、落、巡、飛躍」四維探測。其中最受關注的飛躍探測器，專門針對陽光永遠照不到的永久陰影坑設計，可以短距離起飛降落，深入永久陰影坑內部，用搭載的月壤水分子分析儀直接探測水冰的存在。

「在月球南極有些很深的洞穴，我們認為可能是有水的，只不過它終年不見陽光，如果見陽光它就揮發了。終年不見陽光的話，這水可能是以冰的形式存在。我們希望嫦娥七號能夠飛到這1至2個洞裏面去現場勘查，看能不能找到水。」中國探月工程總設計師吳偉仁說。

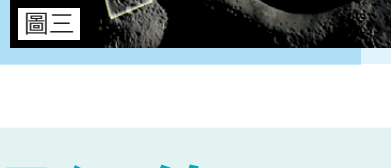
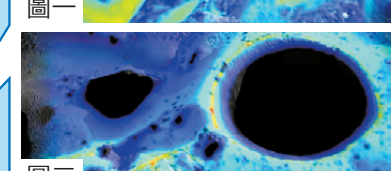
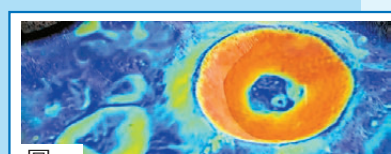
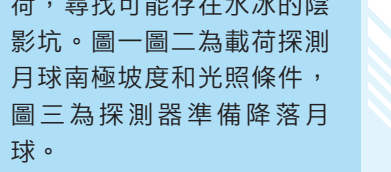
嫦娥七號任務副總設計師唐玉華此前介紹，相較於嫦娥五號、六號以採樣返回為主的單一任務模式，嫦娥七號依託四器以及鵲橋二號中繼衛星協同布局，各平台均搭載專屬科學載荷，其載荷的種類和數量都是最多的。

配備18台載荷 全方位探測

據報道，為實現尋找月球水冰的目標，嫦娥七號配備了18台科學載荷。軌道器上的高分辨率立體相機、月球微波成像雷達等科學載荷，用於從高空精準繪製月球南極的地形地貌和地下結構，找到可能存在于水冰的陰影坑。著陸器上的月表環境探測系統、月震儀等科學載荷，能監測月球表面的溫度、輻射、地震等環境數據，並可為後續著陸器的安全提供保障。巡視器上的拉曼光譜儀、測月雷達等科學載荷，能在月表實地分析月壤成分，尋找水冰痕跡。



●嫦娥七號配備18台科學載荷，尋找可能存在于水冰的陰影坑。圖一圖二為載荷探測月球南極坡度和光照條件，圖三為探測器準備降落月球。



人形機器人「百米飛人」大戰 中國機器人破人類紀錄

香港文匯報訊（記者 馬曉芳、郭瀚林、蘇雨潤 北京報道）第二屆世界人形機器人運動會22日在北京國家速滑館「冰絲帶」開幕，舞蹈、足球、乒乓球等形式豐富的互動表演多維度展示了中國



●百米賽中奔跑的榮耀「閃電」 香港文匯報記者馬曉芳 攝

人形機器人前沿技術成果。榮耀「閃電」在備賽環百米跑出9秒32，打破了牙買加「飛人」博爾特（Usain Bolt，港稱保特）9秒58的人類百米紀錄。今年4月，在2026北京亦莊人形機器人半程馬拉松賽事中，「閃電」曾以50分26秒的成績一舉奪冠，超越人類半馬世界紀錄。

天工機器人跳高破人類世界紀錄

開幕式以「智競向未來」為主題，在數十個手指靈活的人形機器人樂手與人類管弦樂隊的合奏序曲中拉開帷幕。開幕式上來自不同品牌的上千台機器人同台演出，人形機器人與少年兒童一起表演，展示出一幅未來機器人從實驗室走向競技賽場、走向真實應用，不斷迭代升級、人機共生的美好願景。參賽隊伍入場環節，多支機器人方陣踏步入場完成隊列變換、特技表演等高難度

動作，獲得現場觀眾陣陣熱烈掌聲。

開幕式上，來自中國的榮耀「閃電」機器人在100米田徑預賽以9.39秒排名第一，超越了博爾特保持的9.58秒的世界紀錄。一台1.8米高的天工機器人進行了跳高展示，只見它猛地下蹲，隨即彈射而起拔地騰空，跳出288.43cm高度，標準的一字馬定格在空中引起現場一片驚呼。天工機器人的這一成績也超越古巴運動員哈維爾·索托馬約爾245cm的世界紀錄。榮耀終端股份有限公司機器人首席技術架構師嚴斌日前透露，「閃電」的卓越速度來自四大核心板塊的協同升級：一是自研高爆發關節模組，解決整機布局與動力系統的衝突。二是開發高動態運動控制系統，平衡整機功耗與關節性能。三是優化自主感知與自主導航算法，保障高速運行中環境穩定識別。四是搭配液冷散熱方案，解決長時間高功率運行時的發熱

問題。

探液冷散熱技術助疾跑散熱

保證人形機器人能夠持續高速跑完全程，最難「啃」的就是散熱問題，在高速持續運動中關節模組熱量快速堆積，溫度極易突破100攝氏度。團隊進行多次攻關討論和實驗後，最終決定採用液冷散熱技術，結合輕量化的材料和器件工藝，給「閃電」打造一套液冷系統，讓冷卻液覆蓋關節模組主要發熱區域，快速全域散熱。

據了解，本屆運動會正賽將於8月22日至26日在國家速滑館「冰絲帶」舉行，來自全球六大洲16個國家的666支隊伍、2,056名人形機器人將在接下來的四天展開51個賽項、1,301場競技對決。



掃碼睇片