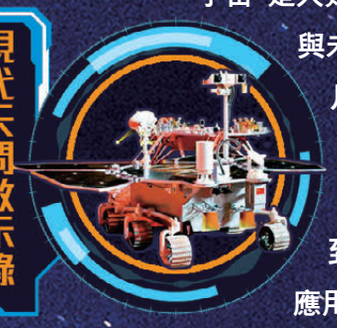
現代天問啟示錄



— 編者按 —

宇宙，是人類最古老的仰望，也是對生命起源與未知世界的永恒叩問。從「嫦娥」探月採樣、籌備載人登月，到「天問」奔赴火星探秘；從「天宮」搭建於空間站軌道進行各樣科研探索，到商業航天開拓深空經濟，以衛星應用賦能千行百業；國家把想像化作工程，把神話寫進現實，逐步搭建通往未來的「太空階梯」。在此星辰大海的征途上，香港科研全方位以己所長融入國家航天事業，包括於今年5月升空、正在軌執行任務的首名港產航天員黎家盈及科大研發的「天韻相機」領航，為國家以至全人類的航天探索貢獻香港力量。

同圓航天夢，共襄復興業；從實驗室的突破開始，成果終會於星河中體現。香港文匯報今日起推出系列報道，深入呈現本港大學科學家一連串最尖端前沿的航天科技研究，帶領讀者一同仰望星空、追問宇宙，從細微處讀懂國家航天藍圖，想像人類未來家園的無限可能。



●五位參與「香港操作機械人」國際科研項目的科大學者合照。左起：科大土木及環境工程學系副教授王者；科大機械及航空航天工程學系助理教授段默龍；科大電子及計算機工程學系教授施凌；科大機械及航空航天工程學系教授兼HKSREC主任高揚，以及科大機械及航空航天工程學系講座教授孫慶平。 科大圖片

港產「巧手」擁「慧眼」助力國家逐夢太空

香港文匯報專訪HKSREC主任講解月面機器人研發進展

本報專訪

太空，是真正意義上擁有「無限可能」的疆域，寄託了人類對未知的好奇和未來想像，而圍繞地球相伴數十億年的月球，正是邁向遙遠深空無盡探索的關鍵第一步。由香港科技大學牽頭成立的InnoHK「香港太空機械人與能源中心」(HKSREC)，獲國家航天局委任，正加緊推進其主導的國際合作項目「月面多功能移動操作機器人暨移動充電站」研發工作，透過多功能雙臂系統結合人工智能（AI）導航，能於月球南極的極端環境靈巧操作科學儀器，以配合國家月球探測工程後續登月任務的部署，為未來建設國際月球科研站奠基。香港文匯報專訪「香港太空機械人與能源中心」主任高揚，多角度講解月面機器人研發進展，探討香港這顆「東方明珠」如何助力國家照亮逐夢太空的前路。

●香港文匯報記者 陸雅楠

今年5月，國家宣布統籌現有載人登月與無人探月任務、資源及隊伍，整合後統稱「月球探測工程」，以充分運用載人航天工程及嫦娥工程數十年積累的技術與實踐經驗，爭取實現2030年前中國人首次登陸月球的目標。其中，針對月球南極的國際協作項目，將搭載包括月面機器人等來自11個國家和地區、一個國際組織的10個國際月面科考設備，進行科學探測及資源開發利用驗證試驗，為月球科研站建設奠定基礎。

具靈活越障轉向能力

香港主導研發的月面機器人重約100公斤，採用仿人形設計，配備靈巧雙臂與簡潔四輪底盤，並嵌入AI，可在複雜月面環境下自主執行任務。高揚介紹，為應對月球南極的多變地形，團隊設計的四輪平台，使機器人可攀爬逾車輪半徑兩倍的障礙物，並可精準轉向，配合嵌入式AI作自主導航；上半身雙臂系統則用於拾取與放置由合作夥伴提供的科學儀器。

機器人設計壽命兩年，將負責把探測儀器與傳感器搬運至指定位置，意味着需在每次長達14天的月夜環境執行任務，並至少完成24次「喚醒」（即從月球夜晚邁向白天，在太陽能下重新啟動），對系統可靠性與能源管理的要求極高。機器人同時配備移動充電站並具靈巧操作能力，相關技術正按任務需求逐步成熟。

在技術層面，高揚表示，其團隊按專長分工協作，綜合考量專業能力、配置與投入條件。按現階段安排，由科大牽頭多個核心環節，包括以AI自主學習應對月面未知情況的「操作大腦」、適應極端溫差的熱控系統、多功能雙機械臂操作系統，以及配套地面站與自建數據中心，並完善機器人登月後與地面互動的整體方案。

「電子皮膚」分辨物體特性

香港理工大學主要負責機器人感知相關研發，包括用於感知的特殊雙目相機設計，並就車載運算系統提供技術支援，亦有學者提供猶如「電子皮膚」的觸感系統等，以分辨物體特性。香港中文大學則聚焦儲能的前沿實驗，將新材料搭載於機器人，在月面環境測試其於電池設計的應用潛力，為後續研發提供關鍵數據。

高揚表示，是次月面機器人最特殊之處，是首次由香港於國家航天任務中主導一個完整航天器，相比過去多以支援配套為主，例如提供小型載荷、概念方案或單項技術，無論工程體系、管理能力還是資源統籌均屬不同層次，對香港「具顛覆性意義」。此外，月面機器人更有機會進行其他「搭載實驗」，可望協助國家乃至全球合作單位取得第一手實驗數據，讓香港成為體現跨地域協作的平台，實現科研成果共享。

香港主導航天工程仍屬起步，高揚表示，中心透過依託InnoHK，聯合多所本地及內地大學與航天機構和國際夥伴，建立更系統化的組織與協作模式，累積相關經驗，培育從需求定義、系統架構、風險管理到工程驗證的本地化航天工程人才與系統能力，逐步構建可復用、可持續的航天工程體系，令香港航天科研願景落點更扎實、路徑更清晰。

讓航天走進社區校園 機器人盼本地徵名

是次月面機器人任務為香港帶來重要意義，高揚表示，除科研團隊主導的技術攻關外，希望香港能在文化、教育與傳播層面，更深度融入國家航天大局，包括透過具本地特色的徵集命名，廣泛動員學生以至全體市民參與，讓航天不再只停留在實驗室與報告之中，而是真正走進社區、走進校園。

高揚表示，國家的探月飛船和月球車以「嫦娥」、「玉兔」等命名，而美國與歐洲的航天器和月球車亦各有其名字，故香港的月面機器人亦應有自己的名字與敘事，建議可透過特色推廣活動，例如公開徵集命名、紀念章設計賽，和機器人吉祥物、行為設定與故事文本創作等，將作品於「香港太空機械人與能源中心」牆面展示，供公眾參觀交流，亦可有序地把相關內容引入教材，讓市民有機會更貼近航天，形成城市記憶。

高揚相信，未來當香港設計的月面機器人寫入課本，曾投稿命名機器人、參與相關設計創作的市民與學生都能產生自豪與連結，沉澱成香港的集體回憶，讓航天不再只是一串冷冰冰的技術參數，而是一個可被理解、可被想像、也值得被記住的香港故事。

嫦七「打前站」提供後續探測工程依據

話你知

國家探月工程一向採取「成對」的設計：嫦娥一號、二號以繞月探測為主；三號、四號着陸探測；五號、六號為採樣返回，而接下來的月球探測工程任務則聚焦極地探測，互相銜接。高揚表示，是次任務的幸運之處在於嫦娥七號會先去「打前站」，其在發射、地月轉移、着陸，以至對着陸區環境的認知與數據採集等方面累積的經驗，對後續月球探測工程任務至關重要，尤其是月球環境資料能提供扎實的工程依據與優化方向。

然而，在月面機器人的研究上，嫦娥七號並未搭載類似研發，相關信息未必能作「一比一」直接借鑒，因此不能產生依賴心態。高揚表示，團隊會以現有月球公開數據為設計基礎，並綜合全球各國月球計劃及國家嫦娥任務已公開的資料，持續學習、驗證與吸收，保持高標準自我要求，按節點推進機器人研製與下一階段測試，隨時做好配合。

可種糧食烤蛋糕 太空生活逐步實現

國家航天探索厚積薄發，迎來全面開花。過去一年多，中國空間站實現了多項「生活化」的突破：由去年神舟二十一號航天員利用世界首台「太空烤箱」製作烤雞翅與牛排，推動太空食品加工從「低溫複熱」跨越至「高溫烹飪」，而香港首位載荷專家黎家盈早前亦於空間站吃上了烤蛋糕，為冷寂太空添一抹溫情。

此外，「太空菜園」也實現了多種植物的全周期培養豐收，並完成在軌水稻種子採集與播種，引領人類未來於太空糧食生產的可行性。

這些相關技術均逐步指向於太空環境更可靠的長期駐留能力與可持續生活圖景，為航天探索之旅寫下「未來可期」的序章，說明太空不再只是人類想像中遙遠的科幻舞台，而正逐步有望成為可抵達、可工作、可生活的現實場域。

載人登月作為當中關鍵一站，國家抓住歷代航天發展奠下的基石，錨定了在2030年前實現中國人登陸月球的堅定目標，並開展在月球建立國際月球研究站的工作。根據規劃，2035年前中國將以月球南極為核心，建成功能基本齊備、要素基本配套的綜合科學設施，開展常態化科學實驗活動及一定規模的資源開發；2045年前則以月球軌道站為樞紐，建成功能完善、相當規模、穩定運行的設備設施，推進月基綜合性科學研究與深度資源開發利用，並為載人登陸火星開展相關技術驗證與科學實驗研究。



●高揚 香港文匯報記者郭木又 攝

港產太空「打工仔」協助實驗

在人類仰望星空探索未來之際，高揚表示，香港自主研發的機器人可成為太空「搬磚」的「打工仔」，發揮「百變、專業、盡責、勤勉」的香港特色，不但可成為協助月球實驗的小助手，更能成為月球基建的得力臂膀與小小測量師，甚至化身月面藝術家，在荒涼月壤上添上一筆人類的瑰麗色彩，「把一切地球上無法實現的設想在月球上實現。」

