

北大有意落戶北都 擬大學城建研究院



A2

IATA總幹事建議香港 對接灣區客貨流拓優勢

A6

廉署追查宏福苑工程 拘法團現任前任主席

A7

海南自貿港今封關 灣區企業搶灘



A11

文匯報

WEN WEI PO
www.wenweipo.com

政府指定刊登有關法律廣告之刊物
獲特許可在全國各地發行

2025年12月 星期四

18 期星

乙巳年十月廿九 初二冬至
晴轉多雲 日間乾燥
氣溫18-23℃ 濕度55-85%

港字第27650 今日出紙2疊8張半 港售12元

爆料專線

(852)60635752



www.photoline@tkww.com.hk



立即下載
香港文匯網App

●雙機械臂操作系統能精準抓取樣品、部署工具。
香港文匯報記者郭木又 攝

自適應月球極端環境 的操作「大腦」

- 採用全新人工智能體系，讓機械人可於月面面對所有未知情況時，能立刻自主學習，根據實際情況決定操作模式——包括全自主、半自主或需要地面遙距操作
- 系統能隨環境變化自我學習、建立認知，實現智能決策

複合式主被動熱管理系統

- 運用特殊材料及受控流體回路，利用被動熱管理（隔熱、保溫、多層低發射率材料），減少主動元件依賴，提升可靠性
- 月晝以均溫與輻射散熱為主；月夜結合多層隔熱與保溫技術，確保機械人持續高效工作

雙機械臂操作系統

- 能精準抓取樣品、部署工具，更可執行精細裝配，參與月面科學探測與基建
- 結構經特殊設計以應對極端環境
- 雙臂還具備多載荷集成、充電、柔性夾爪等獨特功能
- 配合自研輕量化、低算力高效算法，應對月球複雜環境和保護關鍵部件

新實驗載荷設計

- 採用純固態製冷技術，屬無排放、綠色安全型製冷方案，為月面實驗提供高效環保的溫控保障

機械人移動與操控系統

- 其層級規劃系統能優化工作優先排定與路徑效率
- 實時適應新障礙及處理突發科學需求，最大化營運效率

資料來源：港科大
整理：香港文匯報記者 陸雅楠

港科大：牽頭「嫦八」國際合作項目獲新進展

月面機械人全球首配「雙手」 「操作大腦」自主學習操控

航天科技是國家戰略發展的重要支柱，香港正以優秀創科水平，為融入國家航天大局作出重要貢獻。國家計劃於2029年前後發射嫦娥八號探測器，為未來在月球表面建設國際月球科研站奠基，其中香港科技大學獲國家航天局委任，牽頭「嫦八」國際合作項目——月面多功能作業機械人暨可移動充電站，並透過特區政府InnoHK研發平台「香港太空機械人與能源中心」全力推進跨院校與跨地域合作。港科大專家團隊透露，已初步成功設計一套高度適應月球條件的機械人系統，當中分為三大主要部分，包括能以人工智能（AI）自主學習應對月面未知情況的「操作大腦」，多功能的雙機械臂操作，以及應對極端溫差的熱管理系統，確保機械人在能源效率、速度與絕對安全之間取得最佳平衡，最大程度完成科學任務。

●香港文匯報記者 陸雅楠

港科大昨日舉行發布會，闡述月面機械人的多項最新進展。香港太空機械人與能源中心主任、知名太空機械人專家高揚指，香港此次於國家重大航天任務中擔當重要角色，除了技術上的貢獻，更深層意義在於跨學科乃至跨行業的融合，向世界展示香港科研的競爭力與領導力。

「操作大腦」自主學習隨機應變

負責設計機械人核心「操作大腦」的她介紹指，月球表面隕石坑密布，大片永久陰影區常年無日照，對數據收集與機械人操控構成極大挑戰。於無人直接操控的太空環境下，「大腦」需要確保機械人在安全前提下，能在多項關鍵任務中作出智能取舍，包括能夠實時感知月球地形地貌、規劃及優化移動路徑，並要應付月球表面的極端溫度及缺乏衛星導航系統等狀況。

高揚表示，在有關要求下，團隊突破傳統導航與算法，開發全新AI系統，無縫整合機器學習、地面站與機械人本體，讓機械人能根據實時環境動態調整自主操作等級，實現前所未有的環境感知與自我調整能力，當機械人在月球面對各種未知因素時，都能根據現場情況，自主學習並根據實時環境動態調整狀態，例如通過地球端AI增強視覺處理的遠端輔助，也可利用星載3D建模與視覺慣性導航，以全自主模式操作高效執行任務。

高揚又指，團隊亦會為機械人的軟件與硬件進行多種環境模擬測試，當中涉及以多年來獲取的月球實際數據，加上基於低解析度真實還原的仿真數據，構建了高度逼真的模擬月球環境，確保地面控制系統與機載軟體設計，能於月球環境可靠運

行。

多功能機械臂 應對多樣化任務

除了有可靠的「大腦」指揮，港製的月面機械人更是全球深空探測領域中首次配備「雙手」的機械人。帶領研發雙機械臂系統的中心核心成員段默龍指，團隊精選各類航天級元器件，確保有效抵禦宇宙輻射，並通過創新結構設計，在小型化與高可靠性間取最佳平衡。

他提到，機械臂的核心在於高度集成的關節模組，每個關節均包含驅動電機、處理器、編碼器及航天級減速器、軸承的精密旋轉單元，採用特殊鍍膜與潤滑技術，結合複合材料、鋁合金等輕質堅固的臂桿，最終集成出這套具備高自由度的靈巧雙臂。

由於機械雙臂具備柔性夾爪與臂後充電功能，可有效控制望遠鏡、感測器等多種科學載荷，為月面國際科研站的工作提供可靠技術支持。段默龍又進一步將機械人比喻為月球表面的智能搬運工、建築工及補給站，除了科學載荷，更可承擔搬運與組裝任務，為搭建科研站提供現場作業能力，另其具備移動充電功能，亦可為其他小型探測設備補充能源，增強整體任務的彈性與持續性。團隊正計劃在機械臂末端集成靈活充電界面，使機械人可自主移動並操控臂膀，將充電端對接至不同位置與類型的受電設備，實現無線能源補給。

「這正是我們的機械人設計比傳統採樣機械人更複雜的原因。它需要更高的運動自由度、更大的載荷適應性及雙臂協同能力，以應對多樣化、非結構化的月面任務。」段默龍說。



●港科大團隊昨在分享會上介紹月面多功能作業機械人暨可移動充電站科研項目。
香港文匯報記者郭木又 攝

發揮「超級聯繫人」作用 促進技術轉化推動產業

香港文匯報訊（記者 莫楠）國家將「商業航天」列為戰略性新興產業，香港太空機械人與能源中心主任高揚昨表示，香港於當中可發揮「超級聯繫人」的獨特作用，善用金融、法律等國際領先優勢，與航天高科技充分融合，推動產業發展；而中心的跨學科團隊亦可透過推動AI、機械人、計算機科學、微電子、通信工程等學科產生輻射效益，促進跨行業深度融合，帶動航天領域升級發展。她又提到，未來的太空製造屬於高價值製造業，全球有將新一代數據中心置於太空的趨勢，或會成為下一個航天領域競爭的焦點，這意味着需要能在太空中運作的機械人與具身智能，以服務這些大型基礎設施，而中心團隊的各項技術均有應用潛力，前景令人期待。

節能技術與「月面服務」有潛力

港科大機械及航空航天工程學系講座教授孫慶平表示，過去許多民用技術起源於航天領域，例如形狀記憶合金作為智能材料，由用於衛星可摺疊天線、星載驅動器等開始，經近十多年迅速發展，在空調、冰箱至高溫熱泵等民用領域均有廣泛應用前景，其團隊亦有基於形狀記憶合金研發固態製冷、製熱技術，發現各地對此類高效節能技術需求旺盛，已有推動商業化的嘗試，認為潛力巨大。

中心核心成員王者提到，團隊為航天器開發的高效散熱方案，對AI數據中心散熱及建築節能均有巨大轉化空間。

中心核心成員段默龍則指，月面多功能機械人可說是開拓了「月面服務」新概念，例如未來或有其他國家或機構的月球探測器需要協助解鎖載荷，或為其提供充電服務，這可能催生新的商業模式。

極端溫差如常運作 複合熱控系統成關鍵

香港文匯報訊（記者 陸雅楠）月面晝夜溫差多達300度，特殊的熱控制系統亦是月球機械人的一大挑戰。負責系統的香港太空機械人與能源中心核心成員王者特別提到，機械人搭載的精密電子元件如處理器、感測器等均有嚴格的工作溫度範圍，系統需要為其創造並維持可存活且可靠的「小環境」，確保機械人各功能於日間120℃至夜間零下180℃下，都能穩定運作。

王者表示，為此團隊通過應用特殊材料與受控流體回路組成的複合式主被動熱管理系統，針對月球無大氣、以輻射傳熱為主的特點，在機械人表面覆蓋特製的「多層隔熱材料」，能極大提升熱阻，在無陽光的月夜中有效鎖住熱量；月晝時團隊採用高導熱材料，將發熱大量的部件熱量迅速導引至大型

散熱面，利用宇宙背景輻射溫度，配合高發射率材料將熱量有效導出，實現能量自適應調節的被動散熱。團隊同時應用體積小、壽命長、不依賴陽光的高效熱源，為系統保溫，確保機械人在嚴苛環境下持續高效運作。

港科大機械及航空航天工程學系講座教授孫慶平負責月球機械人的創新實驗載荷設計，並探索形狀記憶合金技術在純固態製冷與製熱方面的應用，實現無流體參與的綠色安全解決方案。他直言，因當前國際相關研發稀少，要將新技術實現在月球上測試挑戰巨大，團隊正全力攻關，希望為未來月球及深空探測任務的熱管理發展提供關鍵數據。另一中心核心成員施凌，則專責機械人移動與操控系統無縫整合，以優化其工作優先順序與路徑效率，最大化運作效能。

