

中國破解70年科學難題「拉索」揭宇宙線源於黑洞

解秘能譜圖「膝」結構 為理解極端物理過程闢新徑

香港文匯報訊 綜合記者劉

凝哲、央視及新華社報道，11月16日，中國高海拔宇宙線觀測站（LHAASO，拉索）發布最新科研成果。科研人員發現，在銀河系中有五個由黑洞與被其吸積的恒星構成的微類星體可以將宇宙中的粒子加速到極高能量，這一發現破解了困擾科學界近70年的一個未解之謎——宇宙線質子能譜上形似人的膝蓋的拐折結構從哪裏來。這項成果不僅揭示了宇宙線起源的關鍵機制，也為理解黑洞系統的極端物理過程開闢了新的途徑。



● 11月16日，在中國科學院高能物理研究所舉行的發布會上，「拉索」首席科學家、中國科學院高能物理研究所曹臻院士在介紹科學成果。新華社

浩渺星空蘊藏無盡奧秘。在廣闊的宇宙中，無數以近光速飛行的微觀粒子穿梭不息——人們稱之為宇宙線。宇宙線自從發現以來，通過空間和地面的實驗探測，科學家們繪製出了跨越11個數量級的宇宙線全粒子能譜。在能譜圖上，3拍電子伏特（PeV）能量附近出現了一個獨特的拐折結構，因形似人的膝蓋，被稱為「膝」結構。儘管這一現象已被發現近70年，但其物理成因至今仍是未解之謎。

黑洞每秒釋放能量相當400萬億顆氫彈

直到近期，中國科學院高能物理研究所曹臻院士科研團隊依託大科學裝置「拉索」的超高靈敏度，發現銀河系內存在五個具有強大粒子加速能力的微類星體。這些微類星體是由黑洞和正在被黑洞吸積的恒星組成。黑洞利用其強大的吸積作用，不斷吞噬着它旁邊的恒星，與此同時黑洞中還不斷釋放出高能量的粒子噴流，其每秒釋放的能量大約相當於四百萬億顆地球上最大威力氫彈的能量。這就成為高能量宇宙線粒子的「產生器」。同時，「拉索」還發現了宇宙線質子能譜在「膝」附近一個超出預期的「高能組分」。兩項成果相互印證，為科學界此前監測到的宇宙線全粒子能譜上能量拐折「膝」結構的來源與成因提供了最佳詮釋，也使得黑洞成為這些高能量宇宙線源的最佳候選者。

曹臻院士介紹，以前科學家們主要認為，宇宙線來自超新星遺蹟，也就是大質量恒星爆炸後的殘骸。但是觀測和理論都顯示，它們很難把粒子加速到「膝」及以上的高能量。

由於宇宙線粒子帶電，在傳播過程中會受磁場影響而「拐彎」，所以無法直接根據宇宙線粒子行跡找到其起源天體。不過，當宇宙線與星際物質發生碰撞時，所產生的高能伽馬射線卻是不帶電的，可以在太空中保持「直線飛行」。

「這些高能伽馬射線就像宇宙線在銀河系內留下的一串串『足跡』，通過它們，科學家可以反推出宇宙線的加速源位置，為尋找宇宙線起源天體提供重要依據。」曹臻說。

這一突破性進展不僅為破解困擾學界近70年的「膝區成因」難題提供了關鍵性觀測證據，更為揭示黑洞在宇宙線起源中的核心作用奠定了堅實的觀測基礎，將推動我國天體粒子物理研究的發展。

美專家：帶來根本性新認識

美國威斯康星大學麥迪遜分校講席教授、IceCube項目負責人弗朗西斯·哈爾岑（Francis Halzen）表示，「拉索」合作組此次發表兩

項科研「為我們理解銀河系宇宙線的起源這個懸而未決的重大謎題帶來了根本性的新認識。」

專家表示，憑藉在伽馬天文探測與宇宙線精確測量兩方面的高靈敏度，「拉索」在高能伽馬射線天文和宇宙線物理領域處於領先地位，且持續取得具有全球影響力的突破性成果。這些成就彰顯了中國在基礎科學研究領域的創新實力，體現了中國智慧對人類文明的貢獻，尤其是在對宇宙極端物理過程的認知層面。而這只是中國深度參與科學研究的一個縮影：即便在遠離日常生活的自然科學前沿領域，中國也在積極作為。通過打造世界級平台、組建國際團隊、推動人類認知邊界不斷拓展，中國正為全球科學事業作出重要貢獻。

相關科研成果16日發表於學術期刊《國家科學評論（英文）》及《科學通報（英文版）》。

「拉索」重要科研成果

- 2021年▶ 在銀河系內發現大量超高能宇宙加速器，記錄到能量達1.4拍電子伏（PeV）的伽馬光子（人類觀測到的最高能量光子）。
- 2021年▶ 精確測量蟹狀星雲亮度，為超高能伽馬光源測定新標準，發現拍電子伏伽馬輻射。
- 2022年▶ 探測到迄今最亮的伽馬射線暴（GRB 221009A），打破多項觀測紀錄。
- 2023年▶ 發布第一個伽馬射線源星表，包含90顆甚高能伽馬射線源。
- 2024年▶ 發現巨型超高能伽馬射線泡，認證第一個超級宇宙線加速源。
- 2024年▶ 對重暗物質粒子的高能伽馬射線信號搜尋，給出暗物質粒子性質最嚴格限制。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲



● 「拉索」測量宇宙線膝區質子能譜以封面文章形式在《Science Bulletin》上發布。香港文匯報北京傳真

月球也會「生鏽」？

嫦娥六號樣本首現赤鐵礦

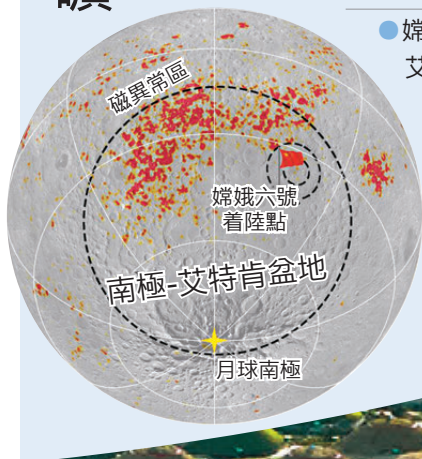
香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）香港文匯報記者從國家航天局、山東大學、中國科學院獲悉，近日，中國科研團隊通過分析嫦娥六號採回的月背南極-艾特肯盆地月球樣品，取得月球科學研究重大突破——首次發現大型撞擊事件成因的微米級赤鐵礦（ α -Fe₂O₃）和磁赤鐵礦（ γ -Fe₂O₃）晶體，通俗地講即是月球上的土壤和岩石也會「生鏽」。同時揭示了全新的月球氧化反應機制，為環繞南極-艾特肯盆地磁異常的撞擊成因提供了樣品實證。

自人類登月以來，月球被認為整體還原，極度缺少氧化作用的關鍵證據，特別是赤鐵礦等高價態鐵氧化物。近期，科研團隊在嫦娥六號月球樣品中發現了赤鐵礦和磁赤鐵礦礦物，並聯用微區電子顯微譜學、電子能量損失譜技術、拉曼光譜技術，確認了月球原生赤鐵礦顆粒的晶格結構以及獨特的產狀特徵。該成果已發表在國際綜合性期刊《Science Advances》，將為後續月球科學研究提供重要科學依據，深化對月球演化歷史的認知。

揭月球氧化還原狀態及磁異常成因

研究提出，赤鐵礦的形成可能與月球歷史上的大型撞擊事件密切相關。大型撞擊形成瞬時高氧逸度氣相環境的同時，鐵元素在高氧逸度環境中被氧化，使隕硫鐵發生了脫硫反應，經氣相沉積過程形成微米級晶質赤鐵礦顆粒。值得關注的是，該反應的中間產物為具有磁性的磁鐵礦和磁赤鐵礦，可能是南極-艾特肯盆地邊緣磁異常的礦物載體。該研究首次利用樣品證實了在超還原背景下月球表面存在赤鐵礦等強氧化性物質，揭示了月球的氧化還原狀態以及磁異常成因。

據介紹，嫦娥六號著陸的南極-艾特肯盆地，是太陽系岩石質天體上已知最大、最古老的撞擊盆地，其形成時的撞擊規模遠超月球其他區域，為探索特殊地質過程提供了獨特場景。2024年嫦娥六號任務成功從南極-艾特肯盆地內部採回月球樣品，為此次突破性發現創造了前提。該研究成果由山東大學行星科學團隊聯合中國科學院地球化學研究所、雲南大學科研人員共同完成，得到國家航天局月球樣品的支持。



● 嫦娥六號任務著陸點位於月球南極-艾特肯（South Pole-Aitken, SPA）盆地東北方向的阿波羅盆地中，與SPA盆地西北部的磁異常區相鄰。本研究基於嫦娥六號樣品中鐵氧化物的發現提出了一種新的月球磁異常的撞擊成因假說。山東大學供圖

話你知

大科學裝置「拉索」

高海拔宇宙線觀測站（LHAASO，「拉索」）是世界上海拔最高、規模最大、靈敏度最強的宇宙射線探測裝置，是中國國家重大科技基礎設施，位於中國四川省稻城縣海子山，佔地面積約1.36平方公里。該設施由電磁粒子探測器陣

列、繆子探測器陣列、水切倫科夫探測器陣列和廣角切倫科夫望遠鏡陣列組成。核心科學目標為探索高能宇宙線起源、暗物質及伽馬射線源研究。與國際三大宇宙線研究中心形成互補，成為多國參與的國際高海拔宇宙線研究中心。

「拉索」由中國科學家自主設計、建設並運行。憑藉在伽馬天文探測與宇宙線精確測量兩方面的高靈敏度，「拉索」在高能伽馬射線天文和宇宙線物理領域處於領先地位，且持續取得具有全球影響力的突破性成果。 ●香港文匯報記者 劉凝哲

「技術孵化—場景驗證—商業化落地」

高交會灣區AI 機器人企業展全鏈條實力

香港文匯報訊（記者 毛麗娟、李昌鴻 深圳報道）2025年11月14日至16日，第二十七屆高交會在深圳舉行。作為主場企業，粵港澳大灣區多家AI 機器人產業鏈企業參展，攜數十項全球首發、國內領先、行業首創的成果集中亮相。從整機廠產品（生產整台設備的公司）到核心零部件，這些首發新品全方位展現了灣區AI 機器人「技術孵化—場景驗證—商業化落地」的全鏈條實力。與此同時，昇騰384超節點「首秀」，中國自主AI生態體系正加速孕育，為產業數字化、智能化提供堅實支撐與「真替真用」標杆案例。

靈巧手等核心配件成亮點

本屆高交會首發首展產品佔比達20%以上，展出的不少灣區產品，技術多為行業頭部研發，這在AI機器

人領域表現得尤為明顯。是次展會，機器人上下游產業鏈企業類型豐富，涵蓋整機廠、靈巧手、驅動傳動、視覺感知等核心零部件，以及算力基礎設施等。

從整機廠來看，現場參展人形機器人包括宇樹、賽博格機器人等，輪足機器人也有具微科技、光年創新等。核心零部件方面，靈巧手、夾爪等機器人核心配件也逐漸進化，成為展區亮點。

在深圳賽博格機器人科技有限公司的展區，該企業正式首發Cyborg-W01輪式人形機器人及Cyborg-H02高性能欠驅動仿筋腱靈巧手。據介紹，該款機器人採用可原地旋轉的輪式底座，能在0.75米寬的狹窄通道內靈活作業；仿筋腱靈巧手則致力於解決傳統機械手在重載與精細操作間的矛盾。

業內人士認為，兩款新品的協同組合，構建了一個完整的「移動+操作」能力單元，為倉儲物流、

工業製造等B端場景提供了可見效率提升與成本優化的實踐藍圖，直接賦能製造業的柔性化升級。可以看出，粵港澳大灣區AI 機器人已經打出了一套越來越成熟的「技術孵化—場景驗證—商業化落地」「組合拳」，彰顯全鏈條實力。

國產算力昇騰384超節點首秀

算力是本屆高交會的另一大亮點。光明實驗室聯合華為舉辦「基於昇騰的國產AI生態主題特展」，首次展出昇騰384超節點等「國之重器」。

在該主題展區，琴聲飄蕩，觀眾被一台自動彈出美妙音符的鋼琴所吸引。深圳紅線宏音科技市場部負責人植浩告訴香港文匯報記者，「這是全球首台擬人演奏超級鋼琴，它能让世界聽到中國科技的『聲音』，之所以能夠精準智能演奏，原因是鋼琴



裏搭載了昇騰310B AI處理器。」據悉，鋼琴最快將於今年年底正式進入市場。

大灣區昇騰算力應用創新研究院院長助理許傑透露，研究院目前在科研方面，已完成多領域模型遷移與優化，特別是昇騰算子算法自動化適配工具，極大地降低了適配的成本與提高適配效率。

另據新華社報道，記者從16日閉幕的第二十七屆中國國際高新技術成果交易會上獲悉，本屆高交會累計入場突破45萬人次，現場發布新產品新成果5,000餘項，共促成1,023項供需對接和投融資項目簽約，意向成交與投融資金額突破1,700億元。

● 華為昇騰384超節點高交會「首秀」。香港文匯報記者毛麗娟攝