



月背掘寶成果幾何？ 嫦六首篇月壤論文發表

對比嫦五樣本 揭秘月球正反兩面差異

今年6月，中國嫦娥六號任務取回人類首批來自月球背面的月壤樣本。甲辰年中秋節到來之際，中國科學家團隊發表嫦娥六號月背樣本的首篇研究論文，給人們帶來不一樣的中秋祝福。研究顯示，嫦娥六號月背樣本具有較低密度，表明其結構較為鬆散，孔隙率較高；樣本中的微量元素含量，與位於月球正面風暴洋克里普地體中的阿波羅任務和嫦娥五號任務的樣本表現出巨大差異，為理解月球正反兩面地質差異開闢了新視角。

大公報記者 劉凝哲北京報道

6月26日，在中國航天科技集團五院舉行的嫦娥六號返回器開蓋儀式現場，科研人員取出月球樣品容器準備稱重。



9月17日，嫦娥六號返回樣本的首篇論文，由中國科學院國家天文台李春來、中國探月與航天工程中心胡浩、北京控制工程研究所楊孟飛領導的聯合研究團隊在《國家科學評論》(National Science Review, NSR)上發表。該論文報道了嫦娥六號返回樣本的物理、礦物和地球化學特徵。

「解碼」月球內部物質組成

嫦娥六號採樣任務的著陸點位於月球背面南極—艾特肯盆地。採樣點位於盆地內部阿波羅撞擊坑邊緣，該區域月殼極薄，有望揭露月球背面早期撞擊盆地的原始物質。嫦娥六號樣本不僅包括了記錄火山活動歷史的玄武岩，還混合了來自其他區域的非玄武岩物質。這些樣本，如同月球遠古時期的「信使」，為研究月球早期的撞擊歷史、月球背面火山活動以及月球內部物質組成提供了重要的第一手資料。

論文指出，嫦娥六號樣本具有較低密度，表明其結構較為鬆散，孔隙率較高。顆粒分析顯示，月壤的粒徑呈現雙峰式分布，暗示樣本可能經歷了不同物源的混合作用。與嫦娥五號樣本相比，此次樣本中斜長石含量明顯增加，而橄欖石含量顯著減少，表明該區域的月壤明顯受到了非玄武岩物質的影響。

填補月球背面研究歷史空白

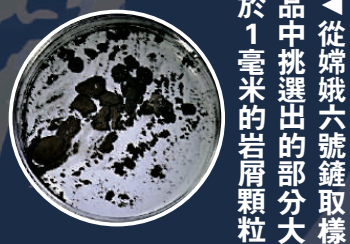
此外，嫦娥六號採集的岩屑碎片主要由玄武岩、角礫岩、黏結岩、淺色岩石和玻璃質物質組成。其中，玄武岩碎片佔總量的30-40%，其礦物以輝石、斜長石和鈦鐵礦為主，橄欖石含量極低。角礫岩和黏結岩由玄武岩碎屑、玻璃珠、玻璃碎片以及少量的斜長岩和蘇長岩等淺色岩石碎屑物質構成，進一步揭示了樣本來源的複雜性。

礦物學分析顯示，嫦娥六號月壤

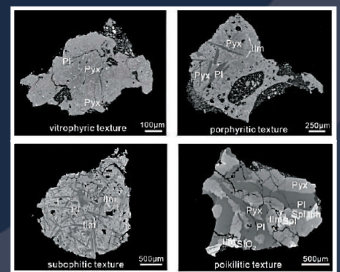
樣本的主要物相組成為斜長石(32.6%)、輝石(33.3%)和玻璃(29.4%)，其中玻璃含量接近阿波羅樣本的下限。此外，樣本中還檢測到少量的斜方輝石暗示了非玄武岩物質的存在。地球化學分析進一步揭示，嫦娥六號樣本中的鋁氧化物(Al_2O_3)和鈣氧化物(CaO)含量較高，而鐵氧化物(FeO)含量相對較低，這與月海玄武岩和斜長岩混合物的特徵一致。此外，樣本中的鈾(Th)、鈾(U)和鉀(K)等微量元素含量顯著低於KREEP(鉀、稀土元素、磷)玄武岩，與位於月球正面風暴洋克里普地體中的阿波羅任務和嫦娥五號任務的樣本表現出了巨大差異。

論文表示，嫦娥六號帶回的月球背面樣本，不僅填補了月球背面研究的歷史空白，更為研究月球早期演化、背面火山活動和撞擊歷史提供了直接證據，也為理解月球背面與正面地質差異開闢了新的視角。未來，嫦娥六號任務的成功不僅為月球科學研究開闢了新方向，更為人類未來更大規模的深空探測宏偉藍圖奠定了堅實基礎。科學家相信，隨着對這些珍貴樣本的深入研究，有望不斷加深對月球內部結構、物質成分及形成演化過程的理解，推動月球及行星科學的蓬勃發展。

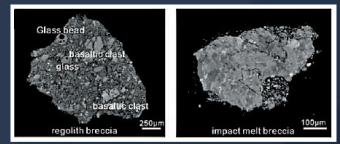
嫦娥六號返回樣品 典型圖像



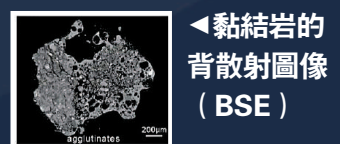
從嫦娥六號返回樣品中挑選出的部分大於1毫米的岩屑顆粒



不同結構特徵的玄武岩屑



角礫岩



黏結岩的背散射圖像(BSE)



典型玄武岩



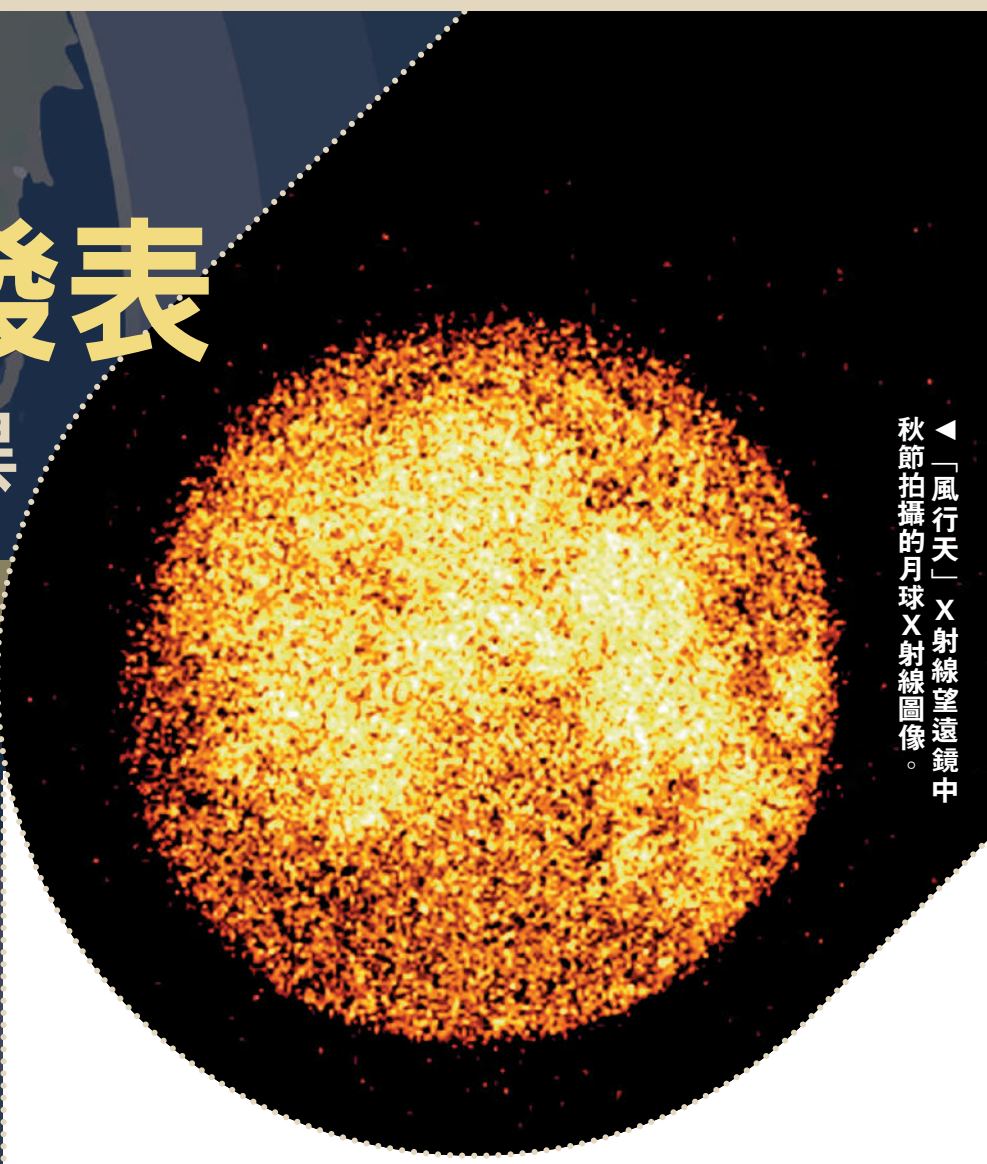
黏結岩



淺色岩屑



玻璃物質



「風行天」X射線望遠鏡中秋節拍攝的月球X射線圖像。

國產空間望遠鏡 中秋搶拍「超級月亮」X光照片

揭開面紗

17日上午，中國科學家利用年初發射的「愛因斯坦探針」(EP)衛星上搭載的「風行天」空間X射線望遠鏡(FXT)，從太空傳回完整的X射線滿月圖像。這是中國科學家首次用自己研發的空間望遠鏡觀測得到的完整月亮的X光照片。「風行天」空間X射線望遠鏡是由中國科學院高能物理研究所陳勇團隊牽頭、聯合中國科學院理化技術研究所研製的，歐空局(ESA)和德國馬普地外物理研究所(MPE)也參與其中。

在X射線能段給月亮拍照，非常困難。太陽發出的X射線能激發月面元素產生X射線熒光輻射。由於不同元素的X射線特徵能量是不同的，通過研究月面不同能量的X射線圖像，可揭示多種元素在月面的分布。然而，X射線輻射無法穿透地球大氣層，因此無法在地面探測。

揭示氧鐵鎂鋁硅等元素分布

今年中秋節恰逢月亮處在地月軌道的近地點附近，此時月亮比普通滿月面積增大約14%，視直徑達33.4角分，而且亮度更高，因而被稱為「超級月亮」。這是拍攝清晰月球X射線照片的好時機。

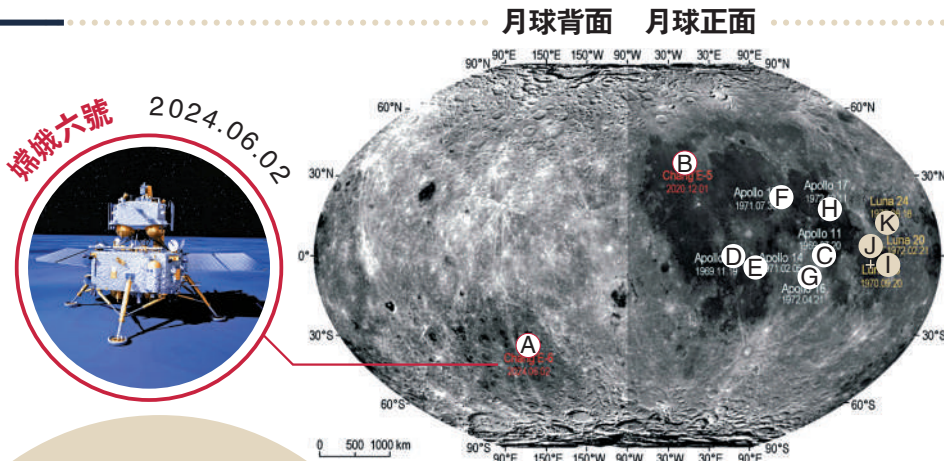
「風行天」滿足拍攝「超級月亮」所有要求，是揭開月亮神秘面紗的最佳選擇。一，成像視場為正方形，邊長約是月亮直徑的2倍，從而可以把「超級月亮」一覽無餘；二，角分辨率很高，約為20角秒，對應月球上直徑約為37公里的圓形區域。與國際上在軌運行的其他X射線衛星相比，愛因斯坦探針衛星搭載的「風行天」同時擁有較好的X射線能量分辨和較高的有效面積，可以揭示氧、鐵、鎂、鋁和硅等元素在月表的分布。

中科院之聲

高角分辨	能量分辨	有效遮光	廣闊視場	跟蹤能力
望遠鏡要有較高的角分辨，這是拍到清晰圖片的重要前提。 資料來源：中科院之聲	探測器能量分辨要好，這樣才能得到不同元素的X射線熒光圖像，進而研究各元素的月面分布。	「超級月亮」的可見光輻射很強，探測器前方需要較厚的遮光膜遮擋可見光，同時要能透過X射線。	望遠鏡要有足夠大的視場(視場直徑至少要大於33.4角分)，這樣才能拍攝到完整的月球照片。	衛星需要對月跟蹤能力，即根據月球星歷，隨時調整望遠鏡指向，使月球一直處在視場中心。

X射線「賞月」五大條件

嫦六首創月背採樣返回



B	C	D	E	F
嫦娥五號 2020.12.01	阿波羅11號 1969.07.20	阿波羅12號 1969.11.19	阿波羅14號 1971.02.05	阿波羅15號 1971.07.30
G	H	I	J	K
阿波羅16號 1972.04.21	阿波羅17號 1972.12.11	月球16號 1970.09.20	月球20號 1972.02.21	月球24號 1976.08.18

■ 中國 ■ 美國 ■ 前蘇聯

「天宮」賞月 更明亮更透徹

特稿

每逢佳節倍思親，很多網友關心正在空間站中執行任務的航天员是否能與地面上的人們一起賞月、吃月餅。事實上，航天员在空間站不僅能賞月，還可以看到比地面上更清晰、明亮的月亮。在空間站建設階段，2022年的神舟十四號乘組航天员陳冬、劉洋、蔡旭旭就在中國空間站度過中國人的首個「太空中秋節」。在地面上賞月，都要在夜晚時分，才能看到「十五的月亮」高掛夜空。在空間站裏，航天员可以在白天去拍攝月亮，因為沒有大氣及雲的干擾和影響，在空間站看到的月亮更加明亮，更加透

徹。空間站每90分鐘可繞地球一圈，這就意味着，航天员一天可以欣賞到16次月升月落。

至於空間站航天员看到的月亮是什麼形態，與空間站和地球、月



▲2022年9月10日，神十四乘組在中國空間站度過中國人首個「太空中秋節」。

球的相對位置有很大關聯。有時候，人在地面看到的是滿月，空間站中卻不一定。空間站並非和地球進行同步運動，所以在空間站上看到的月亮升起和落下的時間跟在地面上很可能是不一樣的。

神舟十八號乘組將度過他們在空間站的中秋節，依照以往安排，除了在空間站賞月，航天员們還會品嚐地面科研人員為他們準備的太空月餅。據載人航天工程辦公室發布的最新消息，神十八乘組近期開展了空間科學實(試)驗、空間站內環境監測、空間站內設備檢查維護等工作。

大公報記者劉凝哲

「玉兔二號」月球車傳回最新拍攝的月背影像圖。



超期服役 玉兔二號「不言倦」

堅守崗位

「玉兔二號」月球車近日完成了第71個月畫的工作，並傳回最新拍攝的月背影像圖。「玉兔二號」2019年1月登陸月背，累計工作時間近5年零9個月，遠超三個月的设计壽命。在71個月畫工作期間，「玉兔二號」不僅獲取了

嫦娥四號着陸區月表形貌、淺層構造、物質成分等地質信息，還對月球背面地質演化乃至月殼早期演化歷史等科學問題提供了擁有重要價值的科學數據。截至目前，「玉兔二號」已經在月球行走了1613米，是世界上在月球工作時間最長的月球車。

央視新聞