

月球正反面为何大不同?月球演化都有哪些关键谜题?国际学术期刊《自然》日前正式发表了中国嫦娥六号月球背面采样任务的又一重大科学成果。该成果为全面了解月球早期的壳-幔演化历史提供了关键信息。

该成果由中国科学院国家天文台和中国科学院地质与地球物理研究所共同完成。科研团队对嫦娥六号从月球背面南极-艾特肯盆地带回的玄武岩样品进行了深入分析,揭示了月球背面月幔深部物质的“超亏损”特征,并提出了其成因的两种可能模型,有望揭开月球正背面巨大差异之谜。

月球正反面为何大不同? 背面样本是解谜钥匙

月球的正面和背面差异巨大,正面相对平坦,有广阔的玄武岩平原;背面则高地遍布,月海稀少。科学家提出了很多理论来解释这种“二分性”,比如月球形成早期岩浆洋冷却结晶不均匀、月幔内部物质对流不对称、正背面巨型撞击作用的差异等。然而,过去所有的月球采样任务都只在月球正面进行,月球背面样品的缺乏,使得月球背面深部月幔特征一直是未解之谜。

2024年6月25日,嫦娥六号任务成功实现人类首次月球背面采样返回,从南极-艾特肯盆地内月海区域带回了珍贵的月球背面样品。这为研究月球背面的深部月幔物质打开了一扇前所未有的窗口。

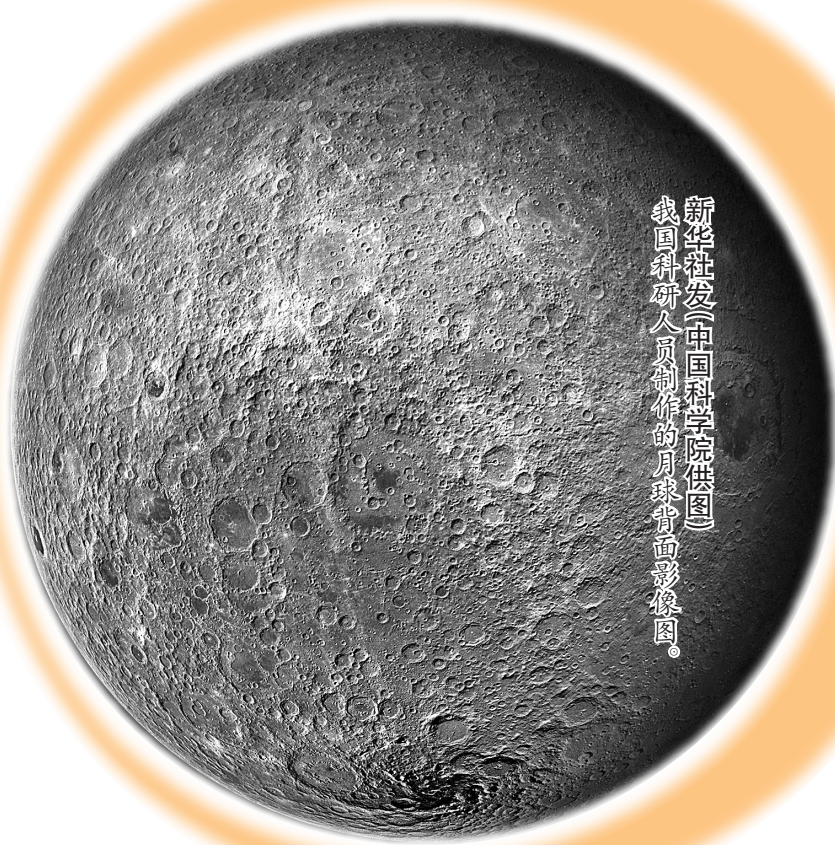
嫦娥六号玄武岩样品 揭示月幔“超亏损”特征

“尽管我们对月球的认识不断更新,但仍有很多问题有待解答。”中国科学院院士吴福元介绍,通过嫦娥六号带回的月背样品,我国科学家首先在样品中发现了月球上一种新类型的岩石——月球南极-艾特肯撞击熔岩,并据此确定了月球南极-艾特肯盆地的形成时间为42.5亿年前;然后还发现这种大型撞击事件可能造成月幔“超干、超亏损、超还

原”等系列特征,使人类对月球的了解向前迈了一大步。

研究团队对嫦娥六号返回样品中距今约28亿年的玄武岩屑进行了详细分析,包括观察岩石结构、矿物成分和同位素分析。结果发现,形成这些玄武岩的“初始原料”,即被称为月幔源区的月球内部物质,其状态极其“贫瘠”,科学上称为“超亏损”。这意味着它非常缺乏那些容易熔融、随岩浆上涌的“不相容”元素。

月球内部‘异常贫瘠’? 嫦娥六号月球背面岩石有望揭秘



新华社发(中国科学院供图)
我国科研人员制作的月球背面影像图。

两种模型解释“超亏损”成因 指向月球演化关键谜题

为了解释这种极端的“超亏损”特性是如何形成的,研究团队提出了两种可能的模型:

一是“先天贫瘠”。月球形成的主要假说认为,月球在形成初期是一个巨大的岩浆洋。岩浆洋在冷却结晶时,重的矿物沉到底部,形成下月幔;轻的矿物浮到顶部,形成月亮。在这个过程中,不容易进入早期结晶矿物的“不相容”元素被带走了,留在深部的残余物质本身就非常“贫瘠”。

研究团队认为,如果这一模型成立,意味着嫦娥六号玄武岩可能来自这种深部、未受后期事件显著扰动的、由岩浆洋直接结晶形成的超亏损月幔,这种超亏损状态是月球形成初期就“天生”具有的特征。

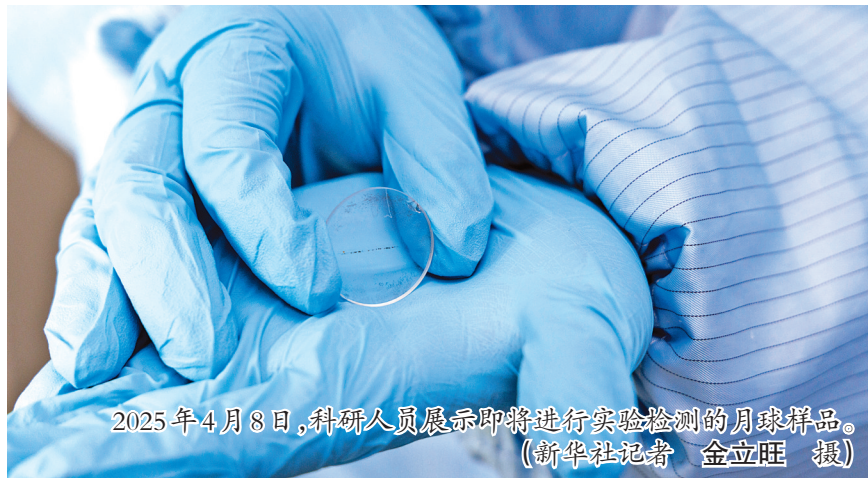
二是“后天改造”。这一模型认为,形成南极-艾特肯盆地的巨型撞击事件引发的后期强烈火山

活动,可以影响并改造相对较浅的月幔区域,相当于做了一次“大抽血”——大量岩浆(熔体)被抽取出来并喷发到表面或侵入到月壳中。被抽走岩浆后剩下的月幔物质,其“不相容”元素几乎被榨干了,变得极度“贫瘠”,形成了现在的超亏损状态。

研究团队认为,如果该模型成立,表明月球背面南极-艾特肯盆地形成时的巨型撞击事件不仅重新塑造了月球的表面形态,还深刻影响了月球内部的物质组成,这为理解太阳系内其他类地天体的早期壳-幔分异演化提供了新的思路。

“无论嫦娥六号玄武岩源区是月球最初形成的‘先天状态’还是后期巨型撞击作用的‘改造结果’,南极-艾特肯盆地下方发现的这种‘超亏损’月幔,都是人类首次直接获取月球背面深部物质特性的关键证据,这为我们了解月球早期内部如何分层、冷却和演化提供了独一无二的信息。”中国科学院国家天文台研究员李春来说。

□新华社记者 胡喆 刘祯



2025年4月8日,科研人员展示即将进行实验检测的月球样品。
(新华社记者 金立旺 摄)