

已经“休眠”的月球，依然发生火山喷发，是何原因？从嫦娥五号到嫦娥六号，由中国探月工程月球探测器带回来的年轻玄武岩如同月球“心跳”的记录仪，最新研究结果显示：月球内核在探测时仍有余温，故事比想象中精彩。

月球“休眠”为何还有火山喷发？ 嫦娥六号样品揭秘月球精彩故事



2024年6月26日，在中国航天科技集团五院举行的嫦娥六号返回器开舱仪式现场，科研人员取出月球样品容器准备称重。



2024年9月24日，科研人员在月球样品实验室的解封操作台上处理嫦娥六号月球样品。

月球“休眠”期间依然发生火山喷发

此前，科学家们普遍认为月球在30亿年前就已“休眠”，火山活动基本停止。然而，我国嫦娥五号和嫦娥六号任务分别带回20亿年和28亿年前形成的玄武岩样品，证实月球在“休眠”期间依然发生了火山喷发。

这一谜题，关系到人类重新认知月球演化的过程。

对此，中国科学院广州地球化学研究所的汪程远副研究员与徐义刚院士团队，联合香港大学钱煜奇博士等，对嫦娥六号月球样品开展了系统性研究，成功揭示了月球年轻火山活动的源区特征与热驱动机制。相关成果于北京时间8月23日发表于国际学术期刊《科学进展》。

在嫦娥六号样品中，研究团队识别出两类形成时间

相近（约28亿和29亿年前）但成分和来源深度迥异的玄武岩：其中，一类源自月幔深处（超过120公里）的“超低钛玄武岩”；另一类“低钛玄武岩”则来自较浅的月幔（60至80公里）。

通过模拟月球内部的高温高压环境，研究人员发现，这两类岩石来自月球早期岩浆海洋冷却后形成的不同岩层：普通的辉石岩层和含钛铁矿的辉石岩层。

传统观点曾推测，月球晚期火山活动可能与源区富水或富含放射性生热元素有关，但嫦娥五号、嫦娥六号样品均否定了这一假说：它们的源区既“干燥”又缺乏放射性生热元素。

2

研究成果刷新对月球演化历史认知

基于对嫦娥六号两类玄武岩的对比，研究团队提出了一个新的热动力机制：随着月球冷却，其岩石圈不断增厚，深部岩浆难以直接喷出，只能滞留在月幔浅部辉石岩层的底部。这些“被卡住的”岩浆可向上传导热量，从而触发浅部月幔部分熔融，导致火山喷发。

为进一步验证该模型，团队还分析了全月球遥感数据，发现约30亿年前后月球火山活动的热动力机制发生明显转变：30亿年前热源复杂多样，可能包括放射性物质、潮汐力和陨石撞击等；30亿年之后则趋于单一，自下而上的热传输机制占据主导，使得年轻时期的月球火山活动源区集中在浅部月幔。

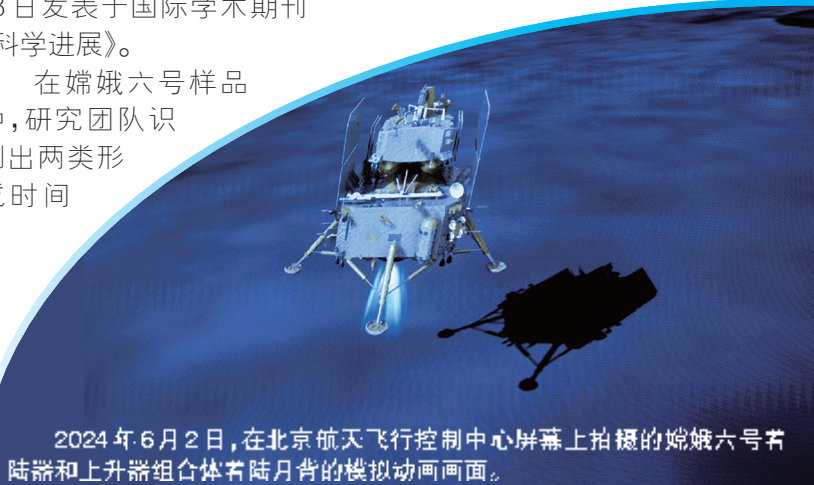
对全月球遥感数据的进一

步分析显示，月球正面的晚期火山岩石化学特征基本都与嫦娥五号玄武岩相近，而背面则更接近嫦娥六号的超低钛玄武岩。这表明月球正面和背面的月幔组成可能存在差异：正面月幔浅部含钛铁矿较多，而背面则相对较少。这一发现为理解月球的不对称演化提供了新线索。

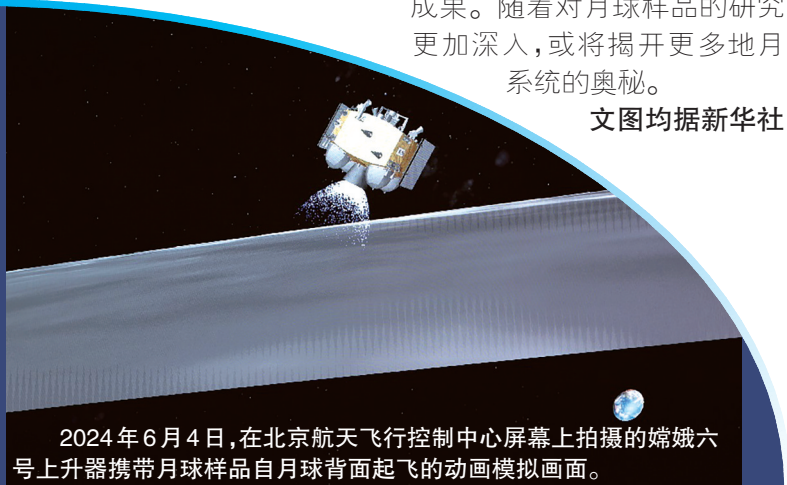
专家表示，该研究不仅刷新了人们对月球热演化历史的认知，也为解释其他无大气、小型天体的火山活动机制提供了重要参考。

从揭秘月球在“休眠”期依然有火山喷发，到首次精确测定月球阿波罗盆地形成时间，再到揭示月背演化密码，近期我国月球样品研究不断产出新成果。随着对月球样品的研究更加深入，或将揭开更多地月系统的奥秘。

文图均据新华社



2024年6月2日，在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的嫦娥六号着陆器和上升器组合体着陆月背的模拟动画画面。



2024年6月4日，在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞的动画模拟画面。