

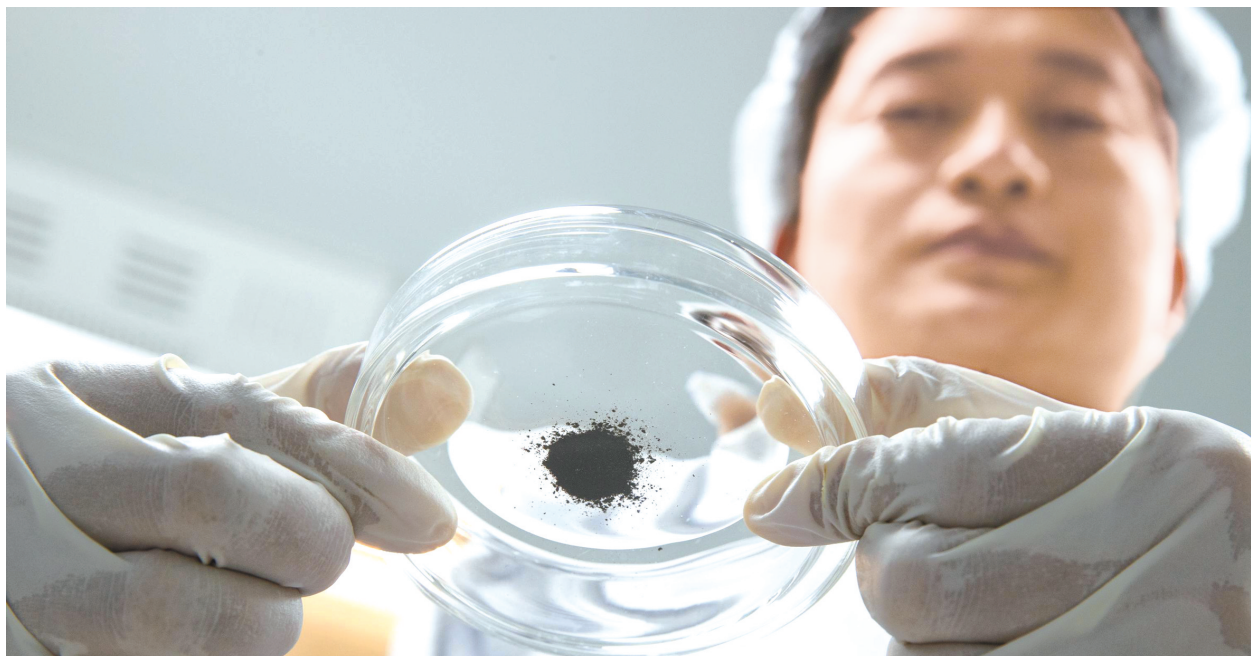


月球上火山活动何时停止？曾经的岩浆活动如何维持？月幔到底有多“干”？

日前，中国科学院发布嫦娥五号月球科研样品最新研究成果，多项突破性进展给出了对月球演化的全新认识。

20亿年前玄武岩 揭示月球演化奥秘

前沿科技



研究人员正在处理月球样品。新华社发

月球20亿年前仍存在岩浆活动

岩浆活动是月球的“生命”特征之一，月球古老的岩浆喷发活动留下的黑色玄武岩形成了人们所见的月海，月海玄武岩的持续时间和地球化学特征是理解月球热—化学演化的“钥匙”。

对来自美国、苏联的月球样品和地球上月球陨石的研究已证实，月球岩浆活动至少持续到大约28亿至30亿年前，但对于月球岩浆活动停止的确切时间，科学界一直存在争议。

嫦娥五号在月球上的着陆点位于风暴洋西北处吕姆克山附近，远离“阿波罗”和“月球号”采样点。研究证明，嫦娥五号月球样品为一类新的月海玄武岩，填补了美国和苏联月球采样任务的“空白”。

在最新的研究中，科研人员利用超高空间分辨率铀—铅(U—Pb)定年技术，对嫦娥五号月球样品玄武岩岩屑中50余颗富铀矿物(斜锆石、钙钛锆石、静海石)进行分析，确定玄武岩形成年龄为 20.30 ± 0.04 亿年，表明月球直到20亿年前仍存在岩浆活动，比以往月球样品限定的岩浆活动延长了约8亿年。

科研人员介绍，科学家曾以一种统计区域撞击坑的大小和数量的方法，推断嫦娥五号着陆区是月球最年轻玄武岩单元之一，这一区域的年龄为10亿至30亿年，这种方法存在着极大不确定性。此次嫦娥五号月球样品玄武岩的精确年代学数据为撞击坑统计定年曲线提供了关键锚点，将大幅提高内太阳系星体表面的撞击坑统计定年精度。

刷新对月球晚期岩浆活动成因的认知

月球最晚期岩浆活动的成因一直是未解之谜，目前科学界存在两种可能的解释：月幔源区中富含放射性元素以提供热源，或富含水以降低熔点。对此，最新研究给出了全新认知。

研究表明，嫦娥五号月球样品玄武岩初始熔融时并没有卷入富集钾、稀土元素、磷的“克里普物质”，嫦娥五号月球样品富集“克里普物质”的特征，是由于岩浆后期经过大量矿物结晶固化后，残余部分富集而来。这一结果排除了嫦娥五号着陆区岩石的初始岩浆熔融热源来自放射性生热元素的主流假说，揭示了月球晚期岩浆活动过程。

同时，研究发现，月幔源区的水含量仅为1至5微克/克，也就是说月幔非常“干”。这一发现也排除了月幔初始熔融时因水含量高而具有低熔点，导致该区域岩浆活动时间异常延长的猜想。

“月球冷却如此之慢的原因并不清楚，需要全新的理论框架和演化模型，对未来的月球探测和研究提出了新的方向。”中科院地质与地球物理研究所研究员李献华院士说。

多位国际专家表示，该系列成果“提供了迄今为止月球上确定的最年轻的玄武岩的证据”“改变了我们对月球热历史和岩浆历史的认识”“对我们认识月球起源和演化具有重要意义”。



在北京展览馆展出的月壤样品。

新华社发

自主研发的分析技术实现国际领先

该系列研究由中科院地质与地球物理研究所和国家天文台主导，联合多家研究机构共同开展，相关成果形成4篇论文，在《国家科学评论》发表1篇，在国际学术期刊《自然》发表3篇。

研究团队分别针对年龄、源区性质和水含量三个科学问题设计了新途径。研究过程中，中科院地质与地球物理研究所研发的多项分析技术，为相关工作的顺利开展提供了保障。

如，基于超高空间分辨率铀—铅(U—Pb)定年技术，对玄武岩岩屑中50余颗富铀矿物进行分析；基于超高空间分辨率同位素分析技术，证明了玄武岩形成时未卷入“克里普物质”；基于纳米离子探针分析技术，测定了样品中岩浆包裹体和磷灰石的水含量和氢同位素组成。

科研人员介绍，此次研究采用的超高空间分辨率的定年和同位素分析技术处于国际领先水平，为珍贵地外样品年代学等研究提供了新的技术方法。

2021年7月12日，嫦娥五号任务第一批月球科研样品正式发放，国内13家科研机构共获得约17.4764克样品。中科院于2021年5月正式设立重点部署项目“嫦娥五号任务月球科研样品综合研究”，以月球科研样品的基础物理特性、物质成分为研究对象，解构嫦娥五号月球科研样品的特性信息。此次发表的4篇文章，是该项目取得的首批研究成果。

据新华社

五百公里！木星『大红斑』深度刷新认知

木星表面的标志性特征“大红斑”是一场持续数百年的风暴。美国国家航空航天局“朱诺”木星探测器发现，这个风暴旋涡的深度比几年前测到的还要深。

据美国有线电视新闻网报道，美国西南研究院10月28日在新闻发布会上说，“朱诺”探测器携带的微波和引力测量装置测量结果显示，“大红斑”底部深入木星大气层内部约350公里至500公里，直径1.6万公里，3D成像好似一张厚厚的煎饼。两篇相关研究报告刊载于当天出版的美国《科学》杂志。

美国国家航空航天局喷气推进实验室研究人员马尔齐娅·帕里西说，“大红斑”的深度相当于国际空间站距地球的距离。

研究报告主要作者之一斯科特·博尔顿说：“从科学角度看，这个风暴如何能持续这么长时间，保持这么大规模，令人费解。”他说，这个风暴旋涡可能没有一个戛然而止的底端，而是一直向下，逐渐消失。

研究人员先前以为，“大红斑”处于木星大气最上层，即水和氨开始凝结、生成云层的高度。然而，最新数据显示，“大红斑”深入更下方，甚至达到阳光难以穿透之处。“朱诺”探测项目2017年曾发布声明说，数据显示“大红斑”深入木星大气层内部约320公里。

“大红斑”位于木星南半球，呈椭圆形，“腰围”比地球还要粗，其边缘风速高达每小时430公里，高于地球上的任何风暴。

人类从1830年开始观测“大红斑”。天文学家估计它的存在时间超过350年。

不过，“大红斑”的块头似乎一直在萎缩。美国“旅行者1号”和“旅行者2号”探测器1979年经过木星时，它的直径是地球的两倍，但现阶段“瘦”到只剩约1.6万公里，约1.3倍于地球直径。

“朱诺”探测器2011年发射升空，目前已经飞越木星37次，曾多次从“大红斑”上方飞过，完成对“大红斑”的近距离观测。下一步，“朱诺”要尝试测量木星极地气旋的深度，这一深度恐怕会更深。

木星是一颗巨大的气态星球，任何时间都有数千场风暴肆虐，有的如同色彩斑斓的旋涡，有的如丝絮覆盖木星表面。“朱诺”先前曾探测到深入木星大气层约3200公里的喷射气流。

据新华社