

从地球上观测,我们看到的月球正面,有着广袤的月海和众多环形山,而月球的背面,却因潮汐锁定始终背对着我们,充满了神秘色彩。

如今,月球背面的神秘面纱正逐步被揭开。前不久,中国科学院地质与地球物理研究所、中国科学院国家天文台与南京大学等科研团队,利用嫦娥六号采回的月球背面样品取得了4项最新研究成果,以封面文章形式发表于国际学术期刊《自然》杂志。

这4项研究分别揭示了月背岩浆活动、月球古磁场、月幔水含量及月幔演化特征,首次为人类揭开了月球背面的演化历史,取得多个“首创性”的关键进展。

此前,科学界对于月背的认识主要基于遥感研究。“如今我国科学家从嫦娥六号月球样品中获得的一系列重要发现,正不断颠覆和刷新人类对月球的认知。”中国科学院院士王赤说。

## 月球的“两副面孔”

### 正面和背面差异巨大

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;背面高地遍布,月海稀少,月壳更厚。

月球为何会有“两副面孔”?

此前,科学家提出了很多理论来解释月球的这种“二分性”特征,包括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,月球背面样本的缺失使得背面深部月幔特征一直是未解之谜。

2024年6月,嫦娥六号携带动人类首份月背样品返回地球。

“这些样品采集于月球上最大、最古老的撞击遗迹——南极—艾特肯盆地,为厘清月球正面和背面物质组成的差异、破解月球‘二分性’之谜提供了难得的机遇。”中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员吴福元说。

嫦娥五号从月球正面带回的样品和嫦娥六号样品,仅从外观看就有天壤之别。

吴福元进一步举例:“五号样品颜色深黑,几乎是纯粹的玄武岩;六号样品颜色发浅、泛白,因为其中包含了大量由白色斜长岩组成的高地物质。”

不同于嫦娥五号月壤样品因静电效应“活蹦乱跳”,嫦娥六号的月壤样品异常“温顺”,没有明显的静电现象。如果说嫦娥五号的月壤像沙子一堆就塌,那么嫦娥六号的月壤则可以堆得很高,甚至形成直立的陡坡而不垮塌。

研究人员推测这可能与颗粒形状、矿物间的吸附力有关,但具体原因仍在探索中。这不仅是一个有趣的物理谜题,更直接关系到未来月球基地建设,比如如何用月壤制造“月球砖”。

## 月幔究竟富水还是贫水 月球背面月幔非常“干”

月幔处于月壳与月核之间,位于月球表面以下60千米至1000千米处。月幔水含量在揭示月球起源、岩浆活动、资源环境效应等方面具有重要意义。

“学术界普遍认为,约45亿年前,一颗火星大小的天体撞击原始地球,抛射出的物质经过重新吸积形成了月球。由于撞击过程伴随着极高的温度,月球‘理应’极度贫水。”中国科学院地质与地球物理研究所研究员胡森说,但近20年来,学术界一直存在月幔富水和贫水的争议。

此次,研究团队选取了嫦娥

# 揭开月球背面的秘密

中国科学院发布嫦娥六号月球样品系列最新研究成果



图①:中国科学院地质与地球物理研究所科研团队向超导磁力仪中放置月壤样品。 中国科学院地质与地球物理研究所供图

图②:中国科学院国家天文台科研人员查看岩屑显微镜成像照片。 中国科学院国家天文台供图

六号月球样品中的玄武岩岩屑开展月幔源区水含量研究。

胡森说:“月球演化过程中,一部分月幔岩石通过熔融形成熔体,部分熔体被运移到月表形成玄武岩。因此,利用这些玄武岩,我们可以探究月幔的奥秘。”

研究结果显示,嫦娥六号玄武岩的月幔源区极度贫水——水含量仅为1微克/克至1.5微克/克,是已报道数据中的最低值,比月球正面月幔更“干”。研究人员猜测,原因可能是发生在艾特肯盆地的撞击事件改造了月幔源区的水。

《自然》审稿人认为,此项研究首次测得月球背面月幔的水含量,具有高度的原创性,是该研究领域中一项意义重大的发现。

### “烧干”后的谜题 极度贫水,岩浆从何而来

月海玄武岩由月幔发生部分熔

融产生的岩浆上升喷发至月表形成,是探索月球内部物质组成和热演化的重要窗口。因此,嫦娥六号返回样品研究的首要任务就是确定玄武岩岩屑的年龄和岩浆源区性质。

研究团队根据5克月壤中分选出大于300微米的108颗玄武岩岩屑,年研究的结果,揭示嫦娥六号着陆点28亿年前存在火山活动,且岩浆来自亏损克里普物质(富集钾、稀土和磷等元素的物质)的源区。

中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员李献华说:“其中一颗高铝玄武岩岩屑揭示42亿年前存在来自富集克里普物质源区的火山活动。这表明月背岩浆活动42亿年前就存在,至少持续了14亿年。”

那么,问题来了。

42.5亿年前的巨大撞击,将月球背面的这个区域“烧”得“超干”“超亏损”,几乎不含水和易熔物质。在如此苛刻的条件下,岩浆是

### □相关链接

## 回望中国探月工程足迹

着陆区,实现了人类探测器首次在月背软着陆;

嫦娥五号:2020年12月17日,嫦娥五号成功从月球采样返回,圆满完成了探月工程“绕、落、回”三步走战略规划;

嫦娥六号:2024年6月25日,嫦娥六号从月球背面带回1935.3克月壤,实现世界首次月球背面采样返回。

### 双“玉兔”落月

有嫦娥的地方,自然少不了玉兔。目前我国有“两只”玉兔:玉兔和玉兔二号,它们跟着“嫦娥”家族也一起登陆月球了。

玉兔号:2013年12月15日,嫦娥三号着陆器与巡视器分离,玉

兔顺利驶抵月球表面;

玉兔二号:2019年1月3日,嫦娥四号着陆器与巡视器分离,

玉兔二号顺利驶抵月背表面,在月背留下人类探测器的第一道印迹。

### 5年内实现“载人登月”

按计划,中国载人月球探测工程将在2030年前实现载人登陆月球。“上九天揽月”的神话正一步一步照进现实。另外,“嫦娥”家族将有新成员,嫦娥七号、嫦娥八号分别预计于2026年前后、2028年前后发射,月球探测只是我国探索深空的第一步,期待未来不断前行,探索更多的宇宙奥秘。

据央视