

---

# 科学家在月壤中发现富含水分子的矿物

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28393.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

科学家在月壤中发现富含水分子的矿物。

月球上是否存在水，对于月球演化研究和资源开发至关重要。对1969年至1972年采集的阿波罗样品的研究表明，月壤中未发现任何含水矿物。此后，月球不含水成为月球科学的基本假设，这对认识月球火山演化、月地起源等问题产生了重要影响。1994年，研究人员通过克莱门汀探测器对月球两极进行观测，提出极区永久阴影区的月壤中可能存在水冰。2009年，月船一号搭载的月球矿物绘图光谱仪发现，月球表面存在太阳风导致的羟基和/或水分子信号。同年，月球观测和传感卫星以2.5公里/秒的速度撞击了月球永久阴影区，而对撞击尘埃的遥感测量显示了水的信号。近年来，遥感数据表明月球光照区有水分子存在的迹象。针对当年采集的阿波罗月球样品，科学家运用高

灵敏度的表征技术

，在部分玻璃和矿物中发现了百万分之一量级的“水”（ $H^+$ 、 $OH^-$ 或 $H_2O$ ），但没有水分子存在的确凿证据。

我国嫦娥5号采集的月壤样品属于最年轻的玄武岩（~20亿年），是迄今为止纬度最高的月球样品，为月球水的研究提供了新机遇。中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心研究员

陈小龙、副研究员

金士锋、博士研究生郝木难等，联合北京科技

大学副教授郭中楠、天津大学工程师

殷博昊、中国科学院青海盐

湖研究所研究员马云麒、郑州大学工程师邓丽君等，在嫦娥五号带回的月球样本中，发现了月球上一种富含水分子和铵的未知矿物晶体——ULM-1。这标志着科学家首次在月壤中发现了分子水，揭示了水分子和铵在月球上的真实存在形式。

研究基于单晶衍射和化学分析发现，这些月球水和铵以一种成分为 $(NH_4,K,Cs,Rb)$

$MgCl_3 \cdot 6H_2$

O的水合矿物形式出现。该矿物分子式中含有多达六个结晶水，水分子在样品中的质量比高达41%。红外

光谱和拉曼光谱上均可以清晰地观察到源于水分子和铵的特征振动峰。晶体的电荷密度可以清晰地看到水分子中的氢。ULM-1的晶体结构和组成与地球上近年来发现的一种稀有火山口矿物相似。地球上，该矿物是由热玄武岩与富含水和氨的火山气体相互作用形成。这为月球上的水和氨的来源提供了新线索。

---

为了确保这一发现的准确性，该研究进行了严格的化学和氯同位素 ( $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ ) 分析。纳

米二次离子质谱数

据表明，该矿物的Cl同位素组成和地球矿物显著不同，其

Cl值高达24‰，与月球上的矿物相符。研究人员对该矿物化学成分和形成条件进行分析，进一步排除了地球污染或火箭尾气作为这种水合物的来源。该六水矿物的存在为月球火山气体的组成给出了重要的约束。热力学分析显示，当时月球火山气体中水的含量下限与目前地球中最为干燥的伦盖火山相当。这揭示了复杂的月球火山脱气历史，对探讨月球的演化过程具有重要意义。

这种水合矿物的发现揭示了月球上水分子可能存在的一种形式——水合盐。与易挥发的水冰不同，这种水合物在月球高纬度地区（嫦娥5号采样点）非常稳定。这意味着，即使在广阔的月球阳光照射区，也可能存在这种稳定的水合盐。这为未来月球资源的开发和利用提供了新的可能性。

相关研究成果以Evidence of a hydrated mineral enriched in water and ammonium molecules in the Change-5 lunar sample为题，在线发表在《自然-天文学》（Nature Astronomy）上。研究工作得到中国科学院等的支持。

[论文链接](#)

ULM-1的照片和成分组成

研究团队单位：物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发