
嫦娥五月壤撞击玻璃太空风化纳米机制研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40134.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！

嫦娥五月壤撞击玻璃太空风化纳米机制研究获进展

。月壤是记录月球表面长期空间环境作用的载体。对于月球、水星和小行星等无大气天体而言，太阳风辐照、微陨石撞击、撞击熔融、溅射沉积和快速淬冷等过程，持续改变表层物质的结构、成分和光谱性质。厘清这些过程在微纳尺度上的作用机制，是理解月表太空风化、遥感光谱演化以及月表资源赋存状态的基础。

近日，中国科学院南京地质古生物研究所等围绕嫦娥五号月壤颗粒表面的撞击玻璃开展研究，分别从撞击诱导硅酸盐相分离和纳米金属铁形成机制两方面，揭示了月表物质在撞击与太阳风共同作用下的纳米尺度演化过程。

研究团队利用球差校正透射电子显微镜、扫描透射电子显微镜和能谱分析等手段，在嫦娥五号月壤撞击玻璃中发现了化学成分互补的硅酸盐纳米液滴结构——富铁纳米液滴分布于富硅玻璃基质中，富硅纳米液滴分布于富铁玻璃基质中的反向结构。这些纳米液滴具有非晶原子排列，呈现部分熟化的团聚体特征。这表明，微陨石撞击会导致月壤局部熔融，还可在极短时间尺度内诱发硅酸盐熔体的液相不混溶；随后快速淬冷将这一瞬态分相结构保存于撞击玻璃之中。

在此基础上，研究聚焦撞击玻璃中的纳米金属铁（ npFe^0

的三维空间分布、颗粒形貌、局部丰度和铁价态特征。三维重构结果显示，在一个重构区域内识别出1506个 npFe^0 颗粒，颗粒平均直径约3.4纳米，中位直径约2.9纳米；不同层位中的颗粒尺寸、数密度和体积分数差异显著，局部大颗粒层中 Fe^0 体积分数可达30vol%。

为判别不同层位中 npFe^0 的形成机制，研究团队结合三维结构、元素分布和铁价态信息，引入表征外源电子贡献的参数。结果表明，富硫的不规则大颗粒层主要来源于硫化铁分解；多个小颗粒富集层则主要由 Fe^{2+}

歧化反应形成；

靠近颗粒表面的区域还记录了太阳风辐照对玻璃基质结构和 npFe^0

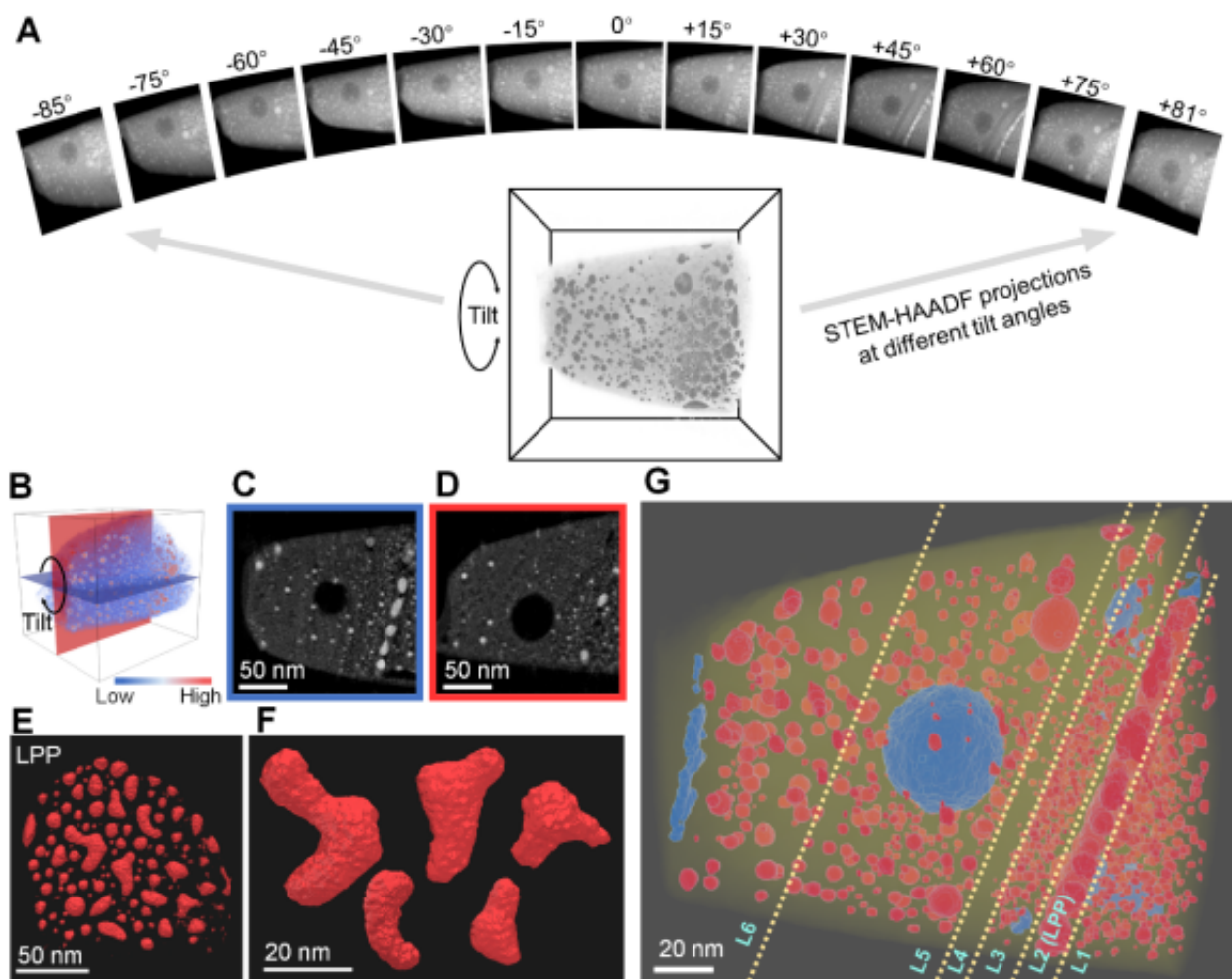
颗粒熟化、生长的后期改造作用。研究估算，成熟撞击玻璃微区中金属铁重量分数可达7.1wt%，高于此前基于光谱方法估算的嫦娥五号整体月壤平均值，说明 npFe^0 在月壤中具有强烈的微区非均一富集特征。

研究表明，嫦娥五号月壤撞击玻璃保存了撞击熔融、硅酸盐液相不混溶、氧化还原反应、硫化物分解以及太阳风辐照改造等多阶段过程的复合记录。电子三维重构与高分辨谱学的结合，使研究能够突破传统二维显微观察的限制，在三维空间中定量解析月壤纳米结构及其成因联系。相关成果为理解月球及其他无大气天体表面光谱演化、撞击玻璃形成机制和月表铁资源赋存状态提供了新的样品学约束。

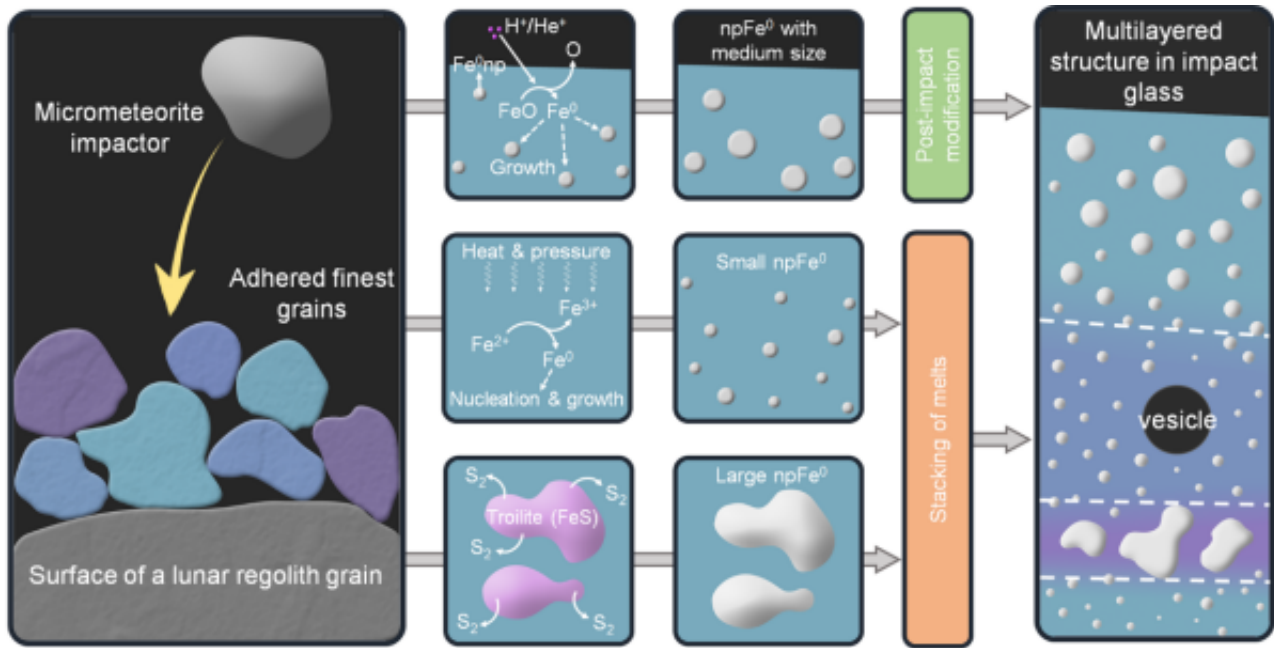
相关研究成果分别发表在《地球物理学研究杂志：行星》(JGR-Planets

)和《美国国家科学院院刊》(PNAS

)上。研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划和中国科学院相关项目的支持。



撞击玻璃电子三维重构结果



铁纳米颗粒分层结构的形成机制解析

研究团队单位：南京地质古生物研究所

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](http://www.iikx.com)转发