

嫦娥五号月球土壤样品的表面微结构研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19168.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！

数十亿年来，月球上的土壤受到微陨石轰击、太阳风、宇宙射线中的带电粒子辐射等太阳风化的作用，其表面微结构和化学组分与地球土壤有较大区别。前期研究表明，太空风化使月球上的铁橄榄石和其他矿物表面形成厚的非晶层，厚度为50-200纳米，层内包裹着大量尺寸为2-10纳米的金属Fe颗粒，这种表面微结构对遥感测量和可见-近红外光的吸收有较大影响。目前，关于金属Fe的形成机理存在争议，主要存在两种观点即铁橄榄石受微陨石等轰击直接热分解和带电离子辅助下的分步还原。

我国嫦娥五号采集的月壤样品属于最年轻的玄武岩（~20亿年），且取样点的纬度最高（43.058°N），为探究月壤在太空风化作用下的物质和结构演化提供了新机会。中国科学院物理研究所研究员郭建刚、特聘研究员应天平、研究员陈小龙，与国家纳米科学中心研究员郑强、国家天文台研究员李春来、中科院院士/广州地球化学研究所研究员徐义刚等合作，对月壤（CE5C0400）中主要矿物铁橄榄石、辉石和长石开展了系统的表面微结构表征。在25个尺寸较小（~1 μm）和

外形规则的不同矿

物样品中，科研团队仅在铁橄榄石表

面观察到非常薄的SiO₂

非晶层（厚度~10纳米），其中包裹着大小为2-12纳米的晶粒（图1）。辉石和长石表面的化学组分与内部相同，表面不存在明显的非晶层。该团队通过透射电镜高分辨原子像及对应的快速傅立叶变换（FFT）图谱，得到了铁橄榄石表面非晶层内部纳米晶粒的面间距分别是2.45 Å、2.11 Å和1.49 Å，该数值与面心立方方铁矿FeO的(1-11)、(002)和(2-20)晶面间距完全一致，不同于体心立方金属Fe的面间距。同时，与金属Fe、FeCO₃

标准样品和铁橄榄石的电子能量损失谱中Fe的化学位移和吸收边的比值进行比对，研究进一步确

2非晶层，区域II是SiO₂非晶和FeO共存，区域III是SiO₂

非晶和铁橄榄石共存，这是首次在月球土壤中观察到此种特殊的微结构（图2）。本工作发现的FeO纳米晶粒和分层的边缘微结构表明所研究的铁橄榄石可能处于热分解的中间阶段，支持了铁橄榄石在太阳风化作用下发生分步还原的观点。此外，化学元素和形貌分析发现辉石和长石的表面不包含非晶层和易挥发的外来元素（如硫、氯等），样品内部也没有出现太阳耀斑穿过的痕迹，表明所研究的样品可能处于太阳风化的中早期阶段。

相关研究成果以Surface microstructures of lunar soil returned by Change-5 mission reveal an intermediate stage in space weathering process为题，在线发表在Science

Bulletin

上。探月与航天工程中心为本研究提供了月壤样品（CE5C0400）。研究工作得到中科院重点部署项目的支持。

[论文链接](#)

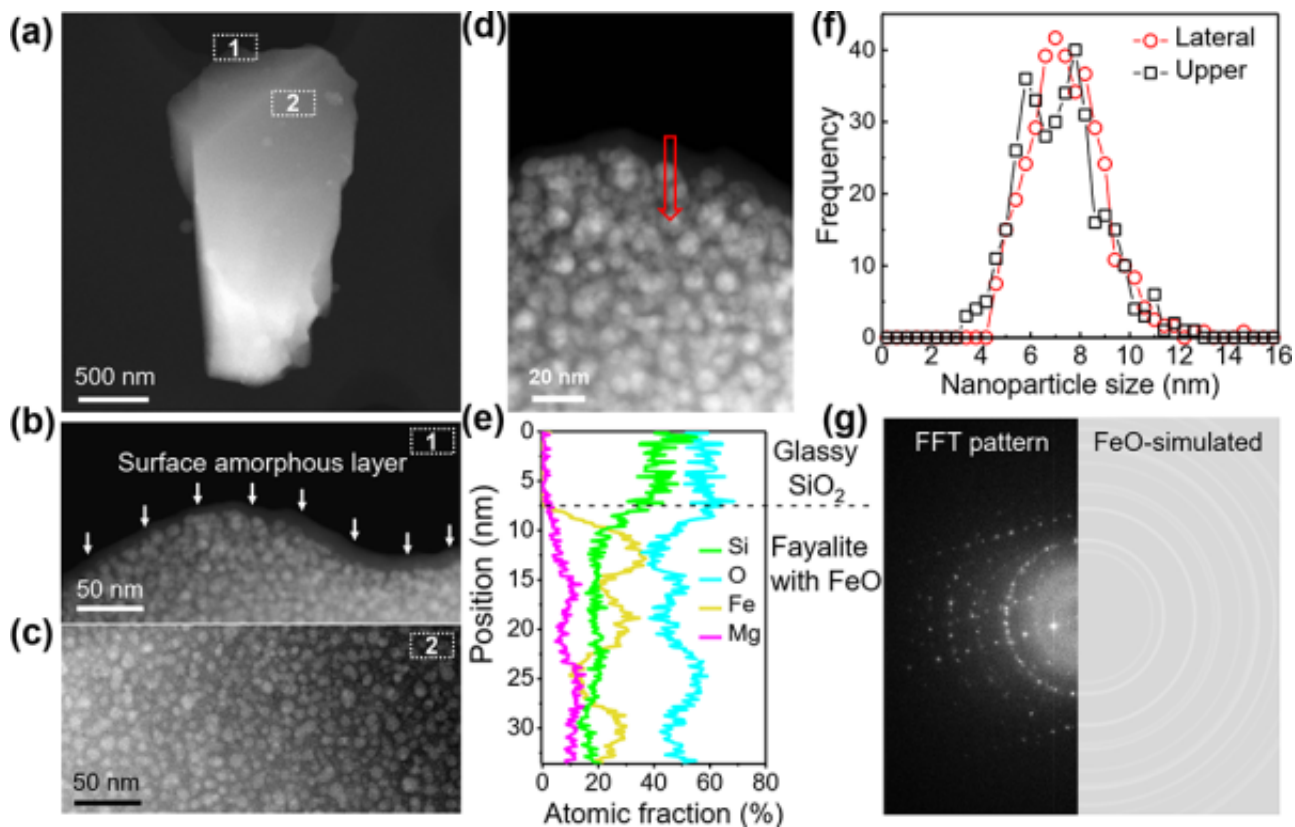


图1. (a-c) 铁橄榄石的形貌，表面特征和FeO纳米晶粒包裹物，(d-f) FeO纳米晶粒的组分和尺寸，(g) 区域2的FFT图谱表明存在FeO和铁橄榄石。

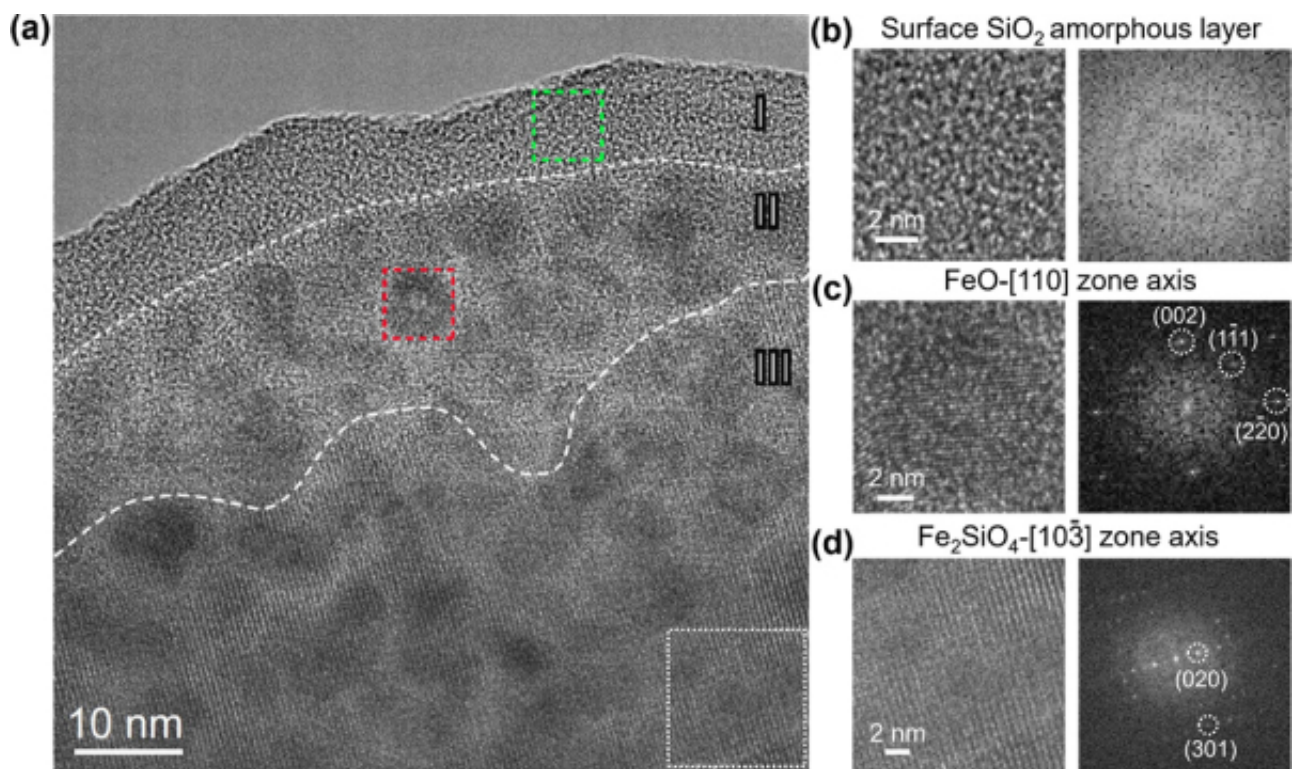


图2. (a) 铁橄榄石表面的微结构特征，(b) 区域I、II和III的透射电镜高分辨原子像和FFT图谱

。

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](http://www.iikx.com)转发