科学家利用月球玻璃解密月球“颜色”变化的奥秘

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/27813.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！

科学家利用月球玻璃解密月球“颜色”变化的奥秘。

近年来，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心汪卫华院士团队，联合中国空间技术研究院杨孟飞院士团队、南京大学邹志刚院士团队，对我国首次地外天体采样返回样品——嫦娥五号月壤开展了研究。

在前期揭示嫦娥五号月壤中多种类型玻璃物质的基础上，物理所非晶团队进一步对月壤中一系列玻璃样品进行了微观结构表征与分析，以期破解其所记录的太空风化信息。该研究发现，一颗月球玻璃珠能够同时储存不同尺寸、分布规律和显微特征的纳米金属铁颗粒，并借助玻璃珠明确的撞击起源和旋转特征，鉴别出在玻璃珠形成凝固前后分别产生的大、小粒径纳米铁颗粒。进一步，交叉结合天文学、空间科学等学科知识，研究发现具有不同光谱改造效应的大、小尺寸纳米铁颗粒具有独立的形成机制，分别对应于月球表面的（微）陨石撞击和太阳风辐照作用，揭示了（微）陨石撞击和太阳风辐照这两大空间活动在太空风化过程中均起到重要而不同的作用。这深化了科学家对空间环境与月表物质相互作用机理的认识，为未来探索和预测月球磁性异常区、月球阴影区以及不同太空环境下小行星等天体颜色的变化规律提供了启示。

该研究选择月壤中普遍存在的撞击玻璃颗粒为切入点，发现在嫦娥五号月壤中除前期报道的圆润玻璃珠外，还存在着两端含有大粒径纳米铁凸起的椭球或哑铃状玻璃珠。观测发现，在旋转玻璃珠的体内镶嵌着大量趋向两端分布的、尺寸在几十纳米量级的较大粒径铁颗粒。结合显微分析表明，这些大粒径纳米铁是在玻璃珠凝固前的高温撞击熔体中产生的，即高速陨石撞击产生的高温高压条件在熔化矿物的同时将含铁氧化物或硫化物等转化为单质铁。这些单质铁在熔液中迅速成核长大，形成大粒径铁颗粒，并在熔滴飞溅旋转过程中受离心力作用向两端迁移，最终伴随着熔滴凝固形成玻璃珠而被“冻结”保存下来。这种玻璃熔滴飞溅旋转导致的汇聚作用，会诱发形成尺寸达几百纳米甚至微米量级的超大粒径金属铁颗粒。

进一步的观测发现，在玻璃珠的表面密集分布着尺寸在几个纳米量级的小粒径纳米铁颗粒。然而，不同于阿波罗月壤颗粒边缘报道的富含纳米铁颗粒的表面沉积非晶层，这里观测到的浓密分布的小粒径纳米铁分布在月壤颗粒沉积非晶层以下，集中在月壤颗粒自身表面百纳米深度的辐照损伤层内。精密表征发现，在太阳风离子的有效注入深度内，辐照损伤导致的气孔或囊泡缺陷与小粒径纳米铁颗粒的析出存在明显的伴生关系和共性的分布规律。同时，当月壤颗粒的尺寸小于太阳风离子的穿透深度时，整个颗粒内部充满了密集的纳米铁颗粒。这说明了表面分布的小粒径纳米铁的太阳风辐照起源，表明了太阳风对月表光谱的改造作用远比先前认为的更为重要。此外，对不同类型的嫦娥五号月壤矿物颗粒的检测分析验证了上述研究的普遍性。

对嫦娥五号月壤太空风化产物纳米金属铁的综合研究，突破了经典观念中由撞击沉积或单一机制主控的纳米铁成因，强调了纳米铁颗粒的多重起源，并证实了大、小尺寸纳米铁的形成分别由撞击和辐照作用主导，澄清了（微）陨石和太阳风在太空风化及天体颜色变化中的关键作用。上述成果与近年来大量的遥感探测光谱数据相吻合，对于预判经历不同太空环境的天体或地区的光学性质具有指导意义。

相关研究成果以*Separate effects of irradiation and impacts on lunar metallic iron formation observed in Chang’e-5 samples*为题，在线发表在《自然-天文学》（*Nature Astronomy*）上。研究工作得到国家自然科学基金、中国科学院战略性先导科技专项、中国科学院特别研究助理项目等的支持。该研究使用了国家航天局提供的CE5C0400月壤样品。

论文链接

（微）陨石撞击和太阳风辐照对月球表面的风化作用及相应月球玻璃珠和纳米金属铁的形成与演化

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