

当前位置: 首页 > 新闻动态 > 科研动态

空间中心科研人员发现月球上可能存在10亿年内年轻火山作用

文章来源: | 发布时间: 2021-08-16 | 【打印】 【关闭】

我们肉眼看到的月球暗色部分是广大的火山岩平原，是大小规模不等的撞击盆地被火山物质（主要是玄武岩）填充后形成的。月球上的火山作用始于40亿年之前，但是其熄火时间节点一直存在争议。确定月球火山作用可靠的时间线是约束月球成分和热演化模型的重要前提。已返回月球样品揭示月球火山作用主要发生于31至38亿年期间，已发现的与火山作用有关的最年轻月球陨石形成于25亿年左右。虽然利用撞击坑大小-频率分布统计分析方法得出最年轻的月海玄武岩单元可达12亿年，但一些地球物理模型显示月球上的火山作用止于20亿年之前。由于撞击坑统计方法在计算小面积表面暴露年龄上存在不可避免的缺陷，因此月球上是否存在更为年轻（即10亿年以内）的火山作用一直存在争议。

近日，空间中心空间天气学国家重点实验室张锋研究员、邹永廖研究员及合作团队基于一种新近被发现且认识尚浅的火山地貌特征，采用月球表面侵蚀和发展模型等多种定年方法，为月球上存在10亿年内年轻火山活动提供了直接证据。

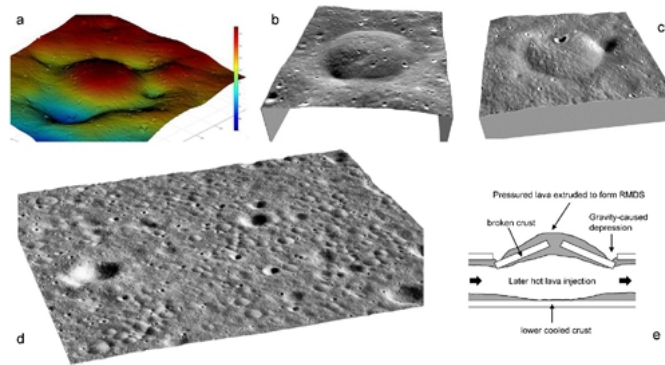


图1. (a-c) 基于三维成像的独立环形凹陷穹丘；(d) 三维显示：高密度聚集分布的环形凹陷穹丘群；(e) 环形凹陷穹丘成因机制示意图。

张锋研究员于2017年首次利用高分辨率遥感影像观测到此类火山地貌特征并将其命名为环形凹陷穹丘 (Ring-moat Dome Structures, RMDSs)，它们是以离散 (图1a-1c) 或成簇聚集 (图1d) 形式分布于火山平原上的圆形丘 (类似地球上的圆形土堆)，但与传统火山穹隆不同的是它们直径小 (平均直径~200米，多数高度小于16米)、顶部平坦、和普遍缺少喷口且周围被凹陷地形环绕。基于比较行星学研究，它们的形成与喷发到月球表面的熔岩成分及其在月表的动力学行为 (包括冷却结晶、膨胀作用、集气、减压和排气过程等) 有关。火山喷发后期相对富含挥发分 (特别是水) 的熔岩注入到已淬火、冷却的熔岩壳下面，在月表真空和低重力环境下，里面的压强增大导致上覆冷凝壳破裂，从而引起内部减压并产生泡沫岩浆 (挥发分含量较高或孔隙度较高的熔岩)，在压强的驱使下泡沫岩浆沿裂隙上涌并在表面聚集，内部物质的排放和表面重力的加载导致周围地形下沉并形成环形凹陷 (图1e)。

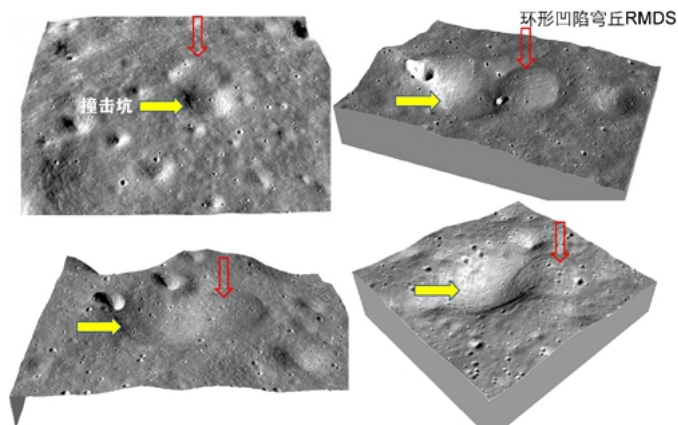


图2.高分辨率三维显示：一些环形凹陷穹丘部分填充到小型撞击坑内部。

环形凹陷穹丘是在熔岩流动过程中形成的，理应与下伏玄武岩单元具有相同的年龄（同时期形成，而这些玄武岩单元年龄绝大多数>30亿年）。但后续研究中发现一些环形凹陷穹丘部分填充到直径小于300米的小型撞击坑内部（图2），因此，与这些环形凹陷穹丘相关的火山作用在发生时间上应该晚于这些小型撞击坑，即如果得到小型撞击坑的年龄就可以确定环形凹陷穹丘的形成年龄上限，本研究采用现有多种形貌测年方法，包括形貌测量方法、表面地形扩散侵蚀模型、蒙特卡洛模型（改进型表面侵蚀模型）、月壤形成和发展模型以及撞击坑大小-频率分布测年方法，测得环形凹陷穹丘的年龄范围为1.3-15亿年，多数<10亿年（图3），也就是它们形成于月球年代学的最年轻时期，即哥白尼纪（约11亿年至今）。

但如此年轻的火山作用是如何发生的？发生晚期内部熔融事件的热源又来自哪里？根据目前月球热演化理论，还没有证据显示月球晚期内部曾发生过大规模熔融事件。因此，针对目前存在的科学问题，团组还将继续展开深入研究。

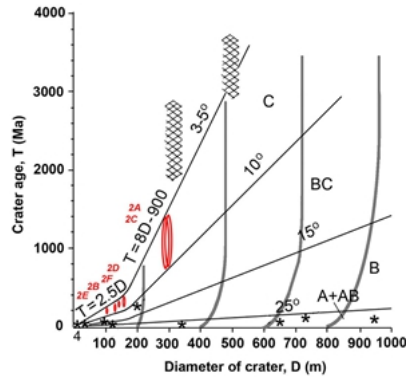


图3.地形参数测量结果得到的被环形凹陷穹丘覆盖的小型撞击坑的模型年龄，其中四个年龄<5亿年，两个10亿年左右（红色部分）。

该研究不仅为月球上存在10亿年内火山作用提供了直接证据，同时也列出了发生如此年轻火山作用应该满足的地球物理条件，以及为未来载人或无人探月任务选择科考点提供了参考，特别是为进一步完善或改进已有月球热演化模型提供了约束和依据。该项研究成果发表在国际著名期刊Journal of Geophysical Research: Planets上，论文链接：

Citation:

Zhang, F., Head, J. W., W? hler, C., Basilevsky, A. T., Wilson, L., Xie, M., et al. (2021). The lunar mare ring-moat dome structure (RMDS) age conundrum: Contemporaneous with Imbrian-aged host lava flows or emplaced in the Copernican?. Journal of Geophysical Research: Planets, 126, e2021JE006880. <https://doi.org/10.1029/2021JE006880>

(供稿：天气室)