

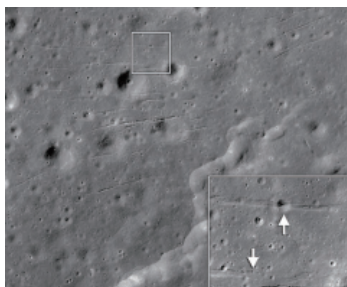
本刊记者/李娜

月球, 平静之下或藏暗涌

地球的自然卫星——月球, 被称为灰色的死亡星球, 其火山和地质构造活动发生在遥远的过去。但最新研究显示, 月球的平静表面之下似乎暗流涌动: 月球内部可能仍有大部分熔岩组成, 其冷却和收缩使月球地貌产生了一些细小变化。

月球表面出现狭小地堑

月球主要的火山和地质构造活动早已完成, 这一点已经被月球表面长期没有大面积地貌变化而证明。但是, 来自 NASA 月球勘测轨道飞行器 (LRO) 的最新图像最近却显示出以前人们疏于观察的一些较小的变化。一些地区显示出既深又狭、坡度较大的小壕沟, 这些小壕沟都是在相对近期形成的。



新形成的地堑贯穿陨石坑

图片来源: NASA/GSFC/Arizona State University/Smithsonian Institution

一组研究人员分析了 LRO 的最新高清图发现, 月球的表面正在被拉伸, 从而出现上述那些小而狭窄的壕沟, 这些壕沟通常长度大于宽度, 被称为地堑。这种地质活动出现的时间被认为是在 5000 万年前, 尽管这种活动不是特别近期的, 但是它推迟了月球构造发生大面积变化的最后时间, 此前这个时间被认为是在 12 亿年前。相关研究发表在 *Nature Geoscience* 上。

2010 年 8 月, 这个研究团队利用 LROC 的图像, 识别出月球表面发生收缩的物理信号, 月球表面出现片状斜坡, 这些地堑是月球在不久以前全面收缩的证据, 或许到现在这种收缩还在继续。研究团队看到狭长地堑遍布于月球, 所以得出结论: 月球因为内部渐渐冷却而正在收缩。

根据这些斜坡的尺寸, 可以发现月球中心到月球表面的距离收缩了大约 300 英尺。这些意料之外发现的地堑, 同时也提供了自相矛盾的证据——因为月球表面地区也正在被拉伸。“这种拉伸告诉我们, 月亮现在仍然是活跃的”, NASA 哥达德太空飞行中心 LRO 工程科学家 **Richard Vondrak** 说, “LRO 让我们更进一步地观察这个过程”。

随着 LRO 任务的进展及覆盖面的提高, 科学家将会获得更多关于这些新的地堑是多么常见, 以及附近还有哪些其他类型的地貌构造等方面的更好图片。研究团队发现的地堑体系可以帮助科学家重新确认月球表面的压力状态。

这项研究受 LRO 项目资助, 目前直接下设在位于华盛顿的 NASA 总部的科学任务董事会下。LRO 项目目前由 NASA 的哥达德太空飞行中心负责。

内部熔岩冷却收缩形成地堑

研究者指出, 月球内部或许仍处于大面积熔融状态, 正是熔岩的冷却和收缩在小范围内形成了月球表面的新地貌。

“我们认为月亮内部的温度仍然很高, 但月球外部却由于内部不断冷却而处于整体收缩状态”, 这项研究的领衔作者之一、来自华盛顿史密森国家航空航天博物馆的 **Thomas Watters** 说, 这些地堑表明, 在月球表面某些局部, 收缩的作用力被某种拉伸力超越, 从而导致月球表面不同断层之间的沉降, 形成了地堑, “这意味着月球收缩的作用力不会太大, 否则这些地堑就不会形成了。”

月球表面的地貌大致上分为月海和高地。月海是月球上颜色较深的地带, 是由玄武岩组成的盆地, 是早期火山喷发熔岩流的产物。高地有更多陨石坑, 同时也包含了更多地质构造活动的信息。月球正对地球的一面有更多的月海, 而背对地球的一面——月背则有待更多探索。

陨石坑可用于测量月球表面地貌年龄: 因为陨星撞击在过去更加常见, 被撞击的痕迹越明显, 证明年代越久远。同理, 陨

石坑的缺失也说明了这些地堑是近期形成的, 因为月球没有大气层, 因此不像地球上那样利用风化作用可消除陨石坑的痕迹。此次正是在分布有更多陨石坑的月背发现了大量新的地堑。

这项研究的论文作者指出, 从 LRO 图片可以看出这些地堑相对年轻。因为这些地堑都比较浅, 有些深度只有 1 米左右。假如年代久远, 这些浅的沟壑会随着时间推移而被碎屑填满。另外, 这些新发现的地堑缺口横跨陨石坑或者扭曲了附近陨石坑的边缘, 表明这些地堑形成的时间比月球受撞击形成陨石坑的年代更晚。小型地貌变化广泛发生于大面积地区, 再次揭示这些陨石坑的变化时间要比最初熔岩流更晚。

研究者排除了撞击力形成地堑的可能性, 因为附近没有新近出现的陨石坑。这意味着这些年轻的地堑一定是形成于地质构造过程。与相同地貌的比较表明, 这些地堑与月球的收缩同时存在, 这可能发生于月球内部的冷却和收缩。阿波罗登月任务中通过仪器测量到的较浅月震也证明了地质活动的存在, 正是地质活动形成了地堑。

根据所有符合月球信息和进化历史的模型来分析, 月球内部过去比现在无疑温度更高。但是很难确切地知道它是怎样熔化以及月球内部怎么分化的。但这项研究的论文作者认为, 新发现或许说明月球在刚形成时并未完全处于熔融状态。因为如果月球最初全部熔融, 5000 万年前内部就会产生更大收缩压力, 从而不会被月球表面局部拉伸力超越, 也就不会产生这种地堑。当然, 火山活动也与这种收缩压力有关, 但是地堑形成时及以后, 再没发现任何火山爆发的证据。研究者认为, 推论出月球在形成时并未全部熔融, 是对于月球演化史而言具有重要意义的发现。

无论月球内部具体如何, 这些新发现的地堑确实表明月球并不像表面看去那么平静。随着 LRO 和其他任务诸如重力恢复及月球内部实验室 (GRAIL) 的进一步研究, 人们可能会更精确地掌握月球的连续变化, 同时提升我们对于这颗地球卫星表面及内部的理解。(本文为编译报道) ■