空间中心在嫦娥五号着陆区火山活动历史研究方面获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20023.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！

我国嫦娥五号月球探测器于2020年12月着陆于月球正面风暴洋克里普地体（Procellarum KREEP Terrane，PKT）的东北部地区，随后对着陆点附近的月表物质进行了采样并成功将1731克月壤样品带回地球。风暴洋克里普地体的东北部地区之所以被选择成为嫦娥五号任务的着陆区，主要在于它被认为是月球表面最年轻的玄武岩单元之一并且富含铀、钍、钾等生热元素。先前基于热化学与动力学的模拟研究认为，风暴洋克里普地体中富含的生热元素恰恰是维持月球火山活动的主要原因。因此，对于嫦娥五号着陆区玄武岩厚度及其喷发速率的研究将进一步增进人们对于月球火山活动与内部热演化历史的认识。 中国科学院国家空间科学中心太阳活动与空间天气重点实验室研究人员与中科院上海天文台、北京大学、山东大学（威海）研究人员合作，对嫦娥五号着陆区的玄武岩厚度进行了估算。研究人员依据嫦娥五号着陆区撞击坑溅射物中钛含量的分布特征，并结合月表撞击坑统计定年结果与嫦娥五号玄武岩样品的放射性同位素定年结果，确定了嫦娥五号着陆点及周边地区玄武岩单元的形成先后顺序（图1）。他们利用光学、地形、光谱以及重力等多源遥感数据，基于穿透与未穿透撞击坑的挖掘深度、部分淹没撞击坑的地形演化过程以及描述重力与地形相关程度的有效密度谱，估算了嫦娥五号着陆区各下伏玄武岩单元的厚度（图2）。 研究结果表明，嫦娥五号着陆区至少经历了四次火山岩浆喷发，厚度中值分别为230米、70米、4米以及36米（图3a）。从玄武岩厚度的空间分布趋势来看，研究发现随着与Rima、Mairan两条月溪的距离逐渐增加，玄武岩的厚度递减，这表明Rima与Mairan两条月溪的火山口为嫦娥五号着陆区玄武岩的喷发源头（图3b）。进一步地，结合各玄武岩单元的面积与年龄估算结果，研究计算了嫦娥五号着陆区玄武岩的喷发速率，发现该地区的岩浆喷发通量在月球火山活动晚期（约20亿年前）有显著（约2个数量级）增强（图3c）。 基于热化学与动力学模型的研究认为，月球正面风
暴洋克里普地
体中富含生热元素是月球晚
期火山活动依旧活跃的主要原因（2018，*JGR*
）。
然而，最
新的样品研究结果
表明，嫦娥五号着陆区的玄武岩并非
克里普玄武岩（2021，*Nature*
）。该研究提出一种可能性，即风暴洋克里普地体中的生热元素的确为月幔部分熔融区域提供了热源，但是岩浆在由月幔快速上升至月表的过程中可能并没有来得及与风暴洋克里普地体中的克里普成分充分混合，从而导致嫦娥五号玄武岩样品中并未测量到较多的克里普物质。此外，嫦娥五号着陆区的月壳厚度比平均月壳厚度小25%左右，且早期邻近的雨海盆地撞击事件可能在月壳

中形成了大规模的裂隙构造，这些因素都有利于月幔中的岩浆喷发至月表。月球晚期火山活动的维持机制一直是月球科学研究中的热点问题，而对于嫦娥五号玄武岩样品的进一步挖掘研究（如对粘滞度和热导率等参数的测量），有望为现有的月球热化学与动力学模型提供新的约束，从而为解释月球火山活动的持续时间与喷发规模提供有力证据。

相关研究成果发表在*Journal of Geophysical Research: Planets*上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项、民用航空航天技术预研项目、澳门特别行政区科学技术发展基金、空间中心“攀登计划”和山东大学（威海）青年学者项目的支持。 论文链接

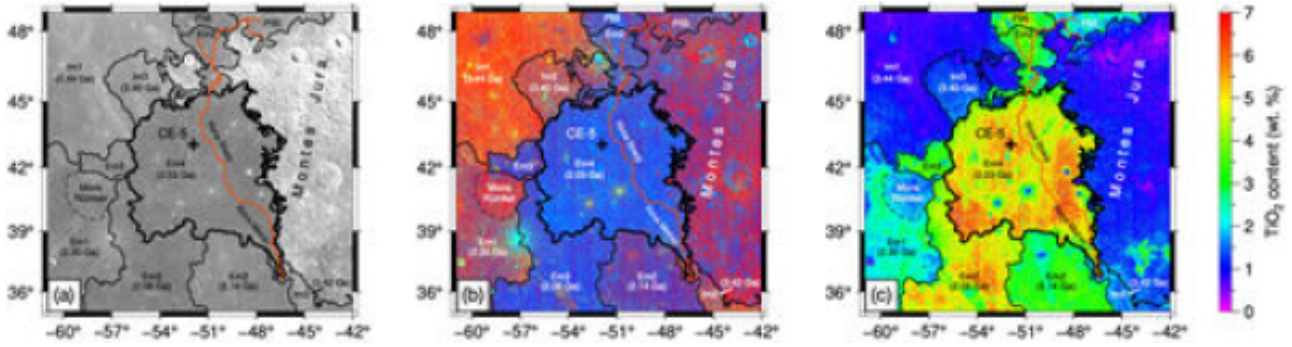


图1 嫦娥五号着陆区的（a）光学影像、（b）假彩色波段合成影像以及（c）钛含量分布图。

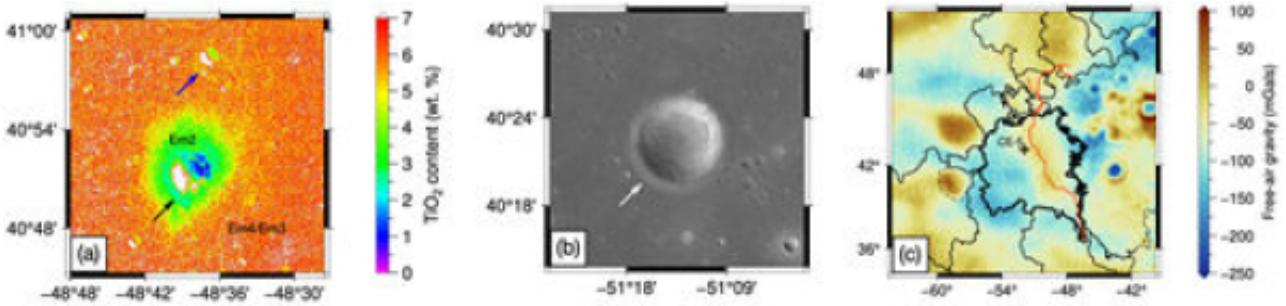


图2 （a）典型穿透坑（黑色箭头）与未穿透坑（蓝色箭头）的钛含量分布图；（b）典型部分淹没撞击坑的光学影像，其中白色箭头指示了撞击坑溅射物与玄武岩的边界；（c）研究区域的无空气重力异常，由此可进一步计算得到有效密度谱。

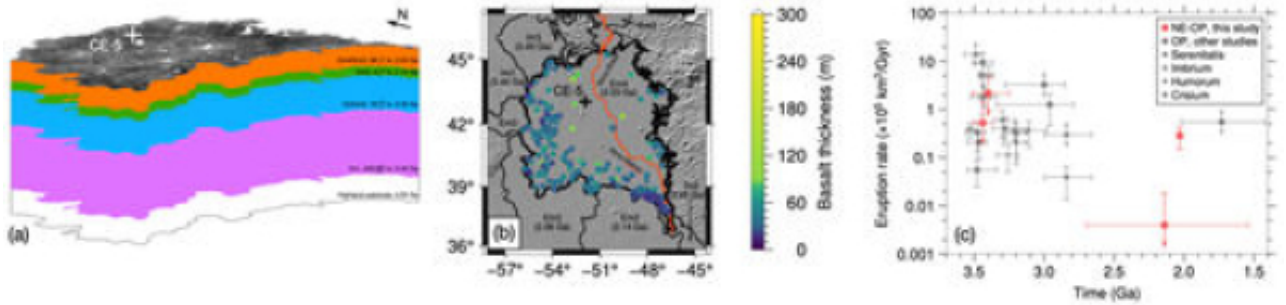


图3 （a）嫦娥五号着陆区各下伏玄武岩单元的厚度；（b）Em4与Em3单元厚度之和的空间分布，其中红色曲线为Rima与Mairan月溪；（c）嫦娥五号着陆区以及月表其它地区玄武岩岩浆的喷发率。

研究团队单位：国家空间科学中心

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