



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

紫金山天文台等揭示月球西北雨海地区地质构造与成分特征

热点新闻

文章来源: 紫金山天文台 发布时间: 2018-04-02 【字号: 小 中 大】

我要分享

国科大举行2018级新生开学典礼

中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国...
中科院党组学习研讨药物研发和集成电路...
中国科大举行2018级本科生开学典礼
中科院“百人计划”“千人计划”青年项...
中国散裂中子源通过国家验收

视频推荐

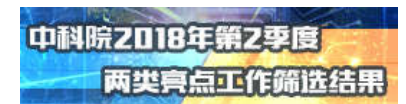


【新闻联播】“率先行动”计划 领跑科技体制改革



【中国纪录片】筑梦路上 (第三十集) ——创新驱动

专题推荐



直径1200 km的雨海是月球重要的地区, 其形成年龄是月球定年的时标, 其地质特征对于认识月球的演化具有重要意义。我国嫦娥三号月球探测器着陆于雨海西北部并开展巡视探测。为更好地科学解释嫦娥三号巡视探测数据, 非常有必要从宏观上认识着陆区地质特征。中国科学院行星科学重点实验室、中科院紫金山天文台研究员吴昫昭团队与美国布朗大学、俄罗斯科学院维尔纳茨基地球化学与分析化学研究所组成的国际团队联合对雨海西北部开展了系统性研究, 获得了多项成果及新认识, 以长文形式发表在Icarus (2018, 303: 67-90), 并被选为封面文章。

紫金山天文台领衔的国际团队基于我国嫦娥一号干涉成像光谱数据及元素分布图、印度月船一号高光谱数据(M3)、美国LRO卫星激光测高仪(LOLA)、广角相机(WAC)、高分辨率窄角相机(NAC)、地基雷达数据、LP伽马射线谱仪等大量先进数据, 对月球西北雨海地区地质构造与成分进行了深入分析, 取得了如下科学成果:

- 1. 厘定了地质年龄。确定了虹湾盆地的形成年龄为3.8 Ga, 从而支持了雨海盆地形成年龄为3.85 Ga的观点。
2. 绘制了详细地质图。该地质图内容丰富, 包含了详细的玄武岩地层单元、月溪、火山口、月脊、断裂、玄武岩流锋面等(图1)。与过去基于光谱色调划分的地质图相比, 该地质图结合了地形数据和热辐射数据, 划分更为准确。不同期次的晚期玄武岩色调一样, 基于光谱色调的传统地层划分方法将他们划分为同一地层, 利用高分辨率地形数据和热辐射数据清晰显示不同地层的玄武岩流动锋面。地质图也标记出共计38条月溪, 比过去的月溪数据库多出22条。根据玄武岩流动锋面是否清晰可见, 将持续时间最长的爱拉托逊纪玄武岩细分为上爱拉托逊纪(UEm)和下爱拉托逊纪(LEm), 并确定了划分时间为2.3 Ga。
3. 定义了新类型的高地——铁镁质高地。过去通常认为月球高地的成分较为简单, 其矿物成分主要为斜长石。新研究发现环雨海高地与月球背面典型的斜长岩高地截然不同, 具有升高的铁、钛及放射性元素, 识别出广泛分布的橄榄石、斜方辉石等铁镁质矿物, 还首次明确发现了橄长岩(图2)。提出了铁镁质高地(MH)的概念并推测其成因。
4. 绘制了玄武岩厚度分布图。针对各期次晚期玄武岩暴露情况的差异, 分别利用地形剖面分析法和月坑挖掘深度法对其厚度和体积进行了详细研究, 获得了高分辨率厚度分布变化图(图3)。上爱拉托逊纪地层(UEm)厚度为13-33 m, 它们由多期喷发叠置而成。其中, 单层熔岩流的厚度为11±4 m。下爱拉托逊纪地层(LEm)厚度为14.49-43.61 m。嫦娥三号着陆区是下爱拉托逊纪地层, 其厚度为40 m。估算出研究区晚期玄武岩体积为~3448 km³, 远低于前人的估计值。其中, UEm玄武岩出露体积占LEm玄武岩出露体积的比例<1/10, 表明雨海晚期玄武岩喷发规模随着时间逐渐减少。

5. 提出了M3数据矿物识别方法。M3数据是当前研究月球矿物的主要数据，然而其长波段受热辐射影响严重。以前文献对M3数据进行连续统去除时，最长端元波段通常随意指定。然而，这种随意指定存在很大误差。科研人员系统研究了适合M3数据的连续统去除方法，并对比了不同光学周期M3数据的差异，揭示了不同的连续统去除方法对矿物吸收中心的影响，向用户建议了适合M3数据的连续统去除方法。

6. 获得了玄武岩矿物组成。通过提出的矿物成分遥感识别方法，结合详细划分的地质图，获得了雨海北部矿物组成。包括嫦娥三号着陆区在内的晚期玄武岩富含橄榄石，早期的雨海玄武岩富辉石且其Ca含量比月球样品含量偏低。周边高地成分富斜方辉石。

7. 识别出大量年轻构造。对整个雨海进行了月脊制图。根据形态提出将月脊分为三类。雨海盆地周边月脊都十分古老，年轻月脊都分布在内部，其中在嫦娥三号着陆区附近识别出大量年轻月脊，根据与Apollo着陆区撞击坑年龄对比确定其年龄 $<50\text{Ma}$ （图4）。考虑到这些年轻月脊都分布在雨海内部，其成因可能与雨海盆地的基岩地质特征有关。

8. 推测嫦娥三号着陆区年轻玄武岩的起源。过去普遍接受的观点认为，该玄武岩起源于雨海南部的欧拉山附近，玄武岩流动1200 km。研究工作根据地形数据、光谱分析及火山、月溪分布情况，认为嫦娥三号着陆区所在的年轻玄武岩并非起源于南部欧拉山，而是起源于虹湾西南部，该处密布火山口和月溪，玄武岩流动方向为自西向东（图5）。

综合上述物质成分、地质年龄、喷发体积、地层划分等综合性研究，研究工作获得以下新认识：大约4.5 Ga前，月球岩浆岩固化后形成分异的月球，最表层为富斜长岩质的月亮，随着深度加深，物质成分逐渐富铁镁质。大约3.85 Ga雨海盆地形成，表层斜长岩月壳被剥离，暴露了下部的富铁镁质物质。大约在雨海盆地形成50 Ma后，虹湾盆地形成。随后的几百个Ma，雨海盆地被玄武岩逐渐充填。雨海盆地在爱拉托逊纪充填了富铁、富橄榄石的光谱独特的年轻玄武岩。

早期的爱拉托逊纪玄武岩喷发大约发生在3.02 Ga，主要发生在雨海边缘部位，在当前的月表图像上呈现为离散的片状。自2.69 Ga始，爱拉托逊纪主体玄武岩喷发，直到1.99 Ga停止。雨海最年轻的上爱拉托逊纪玄武岩起源于南部欧拉坑附近。而下爱拉托逊纪源区出现在雨海北部，该区存在大量火山机构（月溪、火山口、玄武质碎片），与Schaber建议的南部源区不同。在晚期玄武岩喷发结束后，大量月溪形成。最后雨海演化由火山演化进入了构造演化阶段，形成了大量月脊，这些月脊随着时间逐步变大，最年轻的月脊（ $<50\text{Ma}$ ）出现在雨海内部，包括嫦娥三号着陆区附近。

论文链接

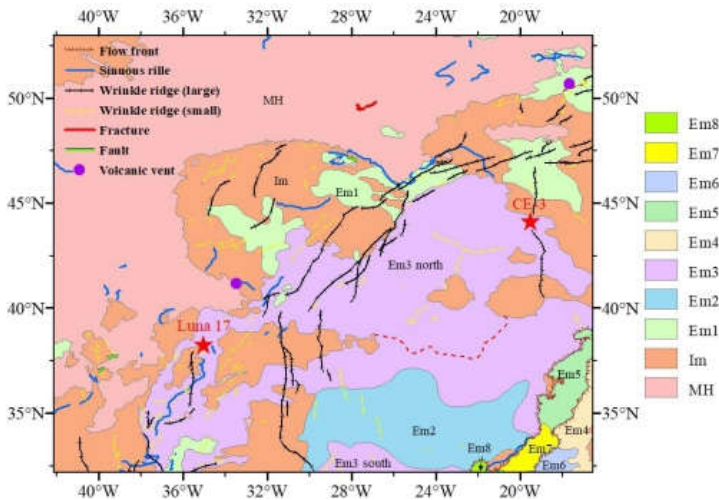


图1. 雨海北部地质图

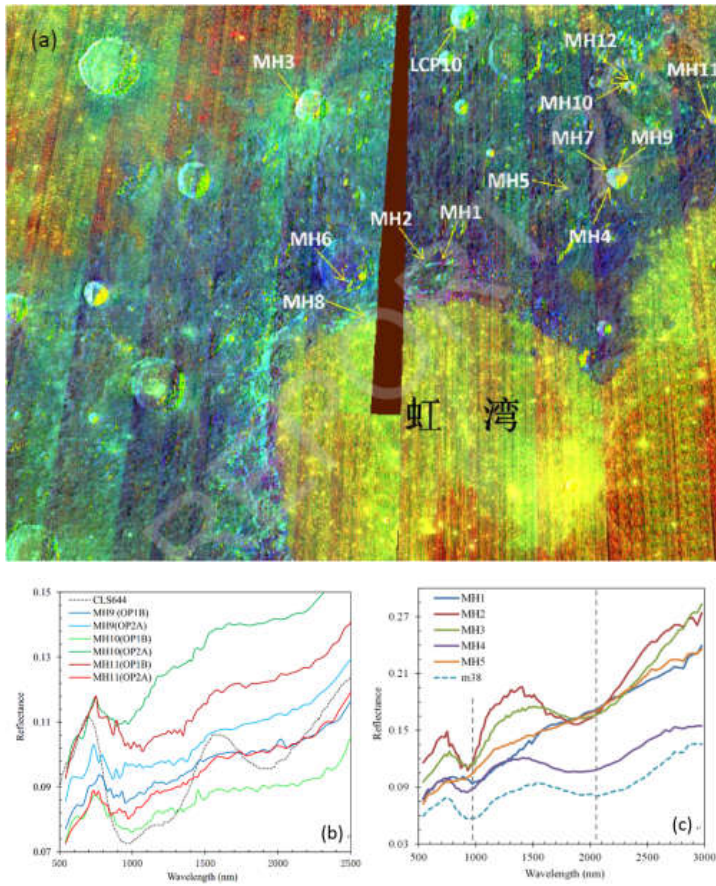


图2. (a) 雨海北部M3 积分吸收深度图 (R-1 μm 吸收面积; G-2 μm 吸收面积; B-1.5 μm 反射率)。亮青色为辉石, 紫红色为橄榄石。新鲜暴露面 (箭头所示) 展示了铁镁质吸收。(b) 和 (c) 为新鲜暴露的光谱, 展示了斜方辉石、橄榄石, 其中 (b) 为在雨海北部高地发现的橄长岩。作为对比, m38 是玄武岩新鲜坑光谱, 富单斜辉石。

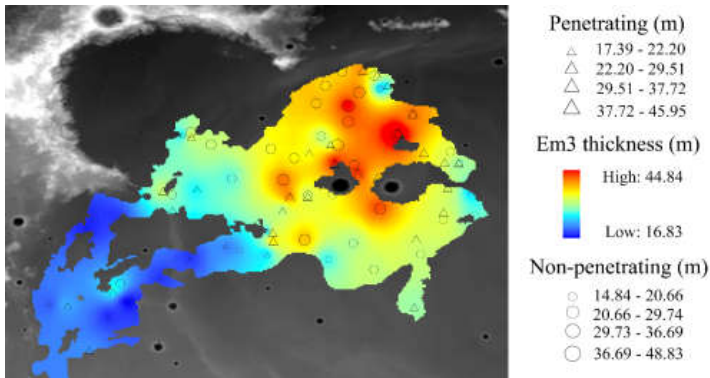


图3. 雨海晚期玄武岩厚度分布图

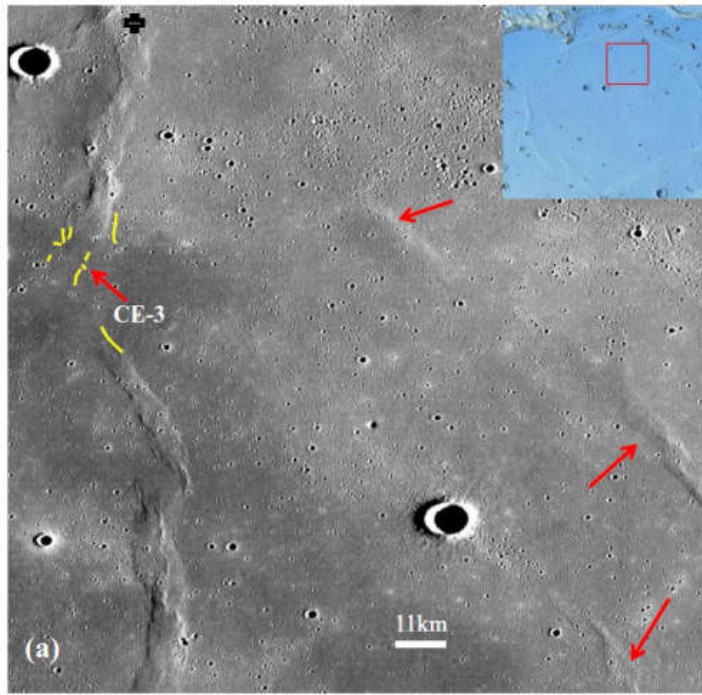


图4. 雨海年轻月脊分布

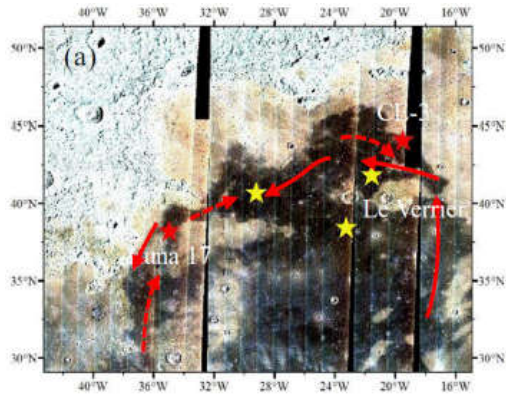


图5. 嫦娥三号着陆区流动方向示意图. 实线箭头为过去的建议, 虚线箭头为本文建议。

(责任编辑: 任霄鹏)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们
 地址: 北京市三里河路52号 邮编: 100864