

高精度新版月球地质图发布

月球研究迎来中国标准,深空探索迈出关键一步

>> 中国标准:以毫米精雕成就全景呈现

本次全新编制的1:500万全月地质图体量宏大,主图长280厘米、高约120厘米,配套月球南北极局部地质放大图,按照1:500万的比例尺换算。依托嫦娥系列探测器获取的一手实测数据,我国科研团队对月球的地质年表进行了系统性重构。在地质图上,密密麻麻记载了海量月球信息:精准标注了13519个撞击坑、81个撞击盆地、14类构造、17种岩石类型。

想要将如此繁杂的地质特征清晰呈现,如果只是简单堆砌探测信息,整张图纸将会模糊难辨。因此,研究团队专门建立了一套“差异化最小表达尺度”科学制图规则,对不同类型地质单元划定标准化标绘门槛,符合标准的才予以标绘保留;撞击坑直径 ≥ 10 公里;皱脊、月溪、月堑长度 ≥ 5 公里;叶状陡坎长度 ≥ 10 公

里;推测深部断裂长度 ≥ 25 公里。在地质构造稀疏区域,对具备重大科学研究意义的小型地质特征适当放大展示;在密集区则适度归并。这套制图规则在一定程度上平衡了月球整体样貌的宏观可读性与关键地质线索的完整性,既可以让科研人员宏观把握月球全域地质格局,又不会遗漏具备重大科研价值的细节信息。

>> 三大突破:刷新月球认知与制图规范

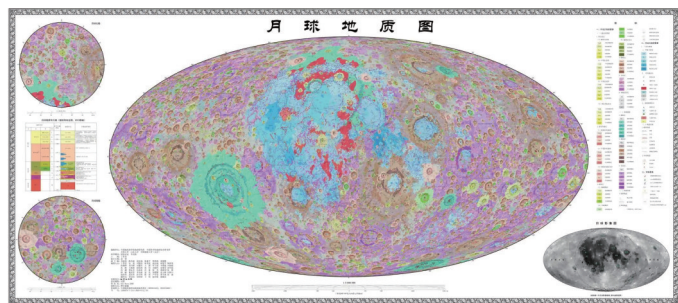
月球的地质年代如何划分?科研人员通过嫦娥五号月壤实测年数据证实,月球火山活动的终点从此前国际公认的约30亿年前刷新至20亿年前,将月球活跃地质演化时长延长了整整10亿年,月球晚期演化历史必须重新书写。结合国际最新同位素测年成果,团队对整套月球地质年代代表完成系统性重构:将艾肯纪起始年龄调至43.3亿年、酒海纪调整为41.7亿年、雨海纪微调至39.2亿年。本次研究实现全球首创,以20亿年为清晰界线,第一次将“爱拉托逊纪”划分为早、晚两个世,这也是全球月球地质年代表中,首次出现由中国自主月球样品测年数据锚定的年龄界线。针对月球最晚形成的哥白尼纪,科研团队量化分析撞击坑形态退化程度,建立标准化评估体系,将其细分为早、中、晚三个时期。依托以上全部修订成果,我国建立了全新《月球地质(编图)年代表》,让月球年代划分正式进入中国实测数据锚定的全新阶段。

新版地质图全面更新了人类对月球的“物质清单”认知,借助

嫦娥四号、嫦娥六号的最新研究成果,科研团队识别出辉长苏长岩,同时将亚铁苏长岩细分为辉长苏长岩与斜长苏长岩。首次通过岩性填图证实了该盆地撞击挖掘物质具有“分层掘出”特征,为月球早期演化研究提供了迄今最直接的证据。克里普岩(KREEP岩)是月球上最具经济潜力的独特地质体,富含稀土、钍、铀、磷等高科技产业不可或缺的战略资源,被科研人员称作月球“最富有的地层”。此前全球旧有探测模型认为克里普岩分布范围十分有限,而本次依托更高分辨率数据、排除干扰判断的“光谱噪声”,科研团队证实克里普岩的实际分布范围远大于以往判断,且分布具有明显连续性。风暴洋及周边区域克里普岩真实储量与元素丰度长期被严重低估。在未来,这些富集区有望成为应对地球资源危机的战略储备库。关于月球早期岩浆洋的结晶规模、月壳整体厚度、月球内部长期热演化历史,都需要基于新版地质图进行系统性重新评估。

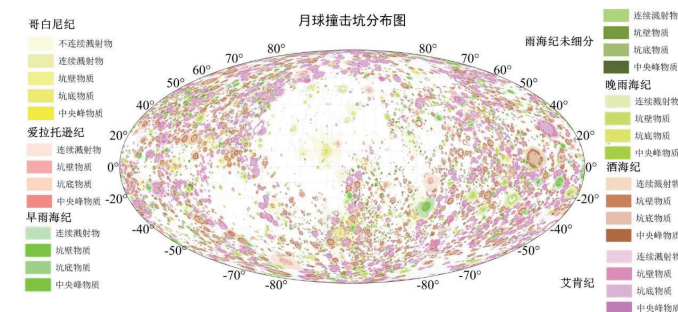
在此之前,月球地质编图工作均遵循国外规范,图例符号、地

层配色没有属于我国的自主体系。如今1:500万全月地质图配套的全套图式图例、地层用色标准,已通过中国地质学会团体标准认证(T/GSC 011-2025),从符号到配色完全自主。今后全世界引用这份月球地质档案,都需要遵循这套全新“中国标准”。整套配色方案深度融合中国传统色彩美学,遵循“新浅老深”的地质演化逻辑,直观区分不同年代地层:形成时间最晚、最年轻的哥白尼纪撞击坑物质使用明亮浅黄色标注;诞生于月球最远古时期的艾肯纪地层标记为深邃紫红色;富含放射性生热元素的克里普岩使用暗红基底色;广阔月海玄武岩则按照形成年代分层搭配不同深浅蓝色,视觉上容易区分月海演化阶段。这套经过官方认证的自主制图标准不仅服务于月球研究,还将全面支撑我国后续火星、小行星等各类地外天体地质编图工作,逐步搭建起完整、独立的我国深空探测地质编图知识产权体系,彻底摆脱对西方制图标准体系的长期依赖。



月球地质图

图源中国地质科学院地质研究所



月球撞击坑分布图

图源中国地质科学院地质研究所

链接

2024年版全球首套高精度月球地质图集

2024年4月21日,全球首套高精度月球地质图集正式发布。这套“写真集”的比例尺为1:250万,精度达到此前月球全月地质图的约2倍,包含1幅月球全月地质图(主图)、1幅全月岩石类型分布图、1幅月球构造纲要图和30幅月球标准分幅地质图。

与阿波罗时期的月球地质图相比,该系列图基于月球动力学演化的规律,创造性建立了“三宙六纪”的月球地质年代划分方案,建立了以内、外动力地质演化为主线的月球构造和岩石类型分类体系,构建了月球撞击盆地和盆地建造亚类的分类体系,搭建起月球地质图的“骨架”。

此图集采用中英文双语编制,其中主图《1:250万月球全月地质图》利用青、黑、黄、品红4个基色叠印出共150种颜色,对月球进行“三宙六纪”的地质年代划分;识别并标记全月12341个撞击坑、81个撞击盆地、17种岩石类型、14类构造,建立了统一的盆地建造亚类的分类体系。同时,图集还表达探测着陆点、特殊高程点等一些特殊要素。

综合报道:王琳

素材来源:央视新闻、中国地质科学院地质研究所、新华社、航天科普大会、中国科学院地球化学研究所

>> 硬核底气:从“照搬图纸”到“制定规则”

半个多世纪以来,月球地质年代划分、地层定义、演化标尺长期由西方标准主导全球科研领域。受限于之前有限的探测技术,这套传统体系存在大面积数据空白、关键年代估算偏差、月背信息缺失等短板,无法适配现代高精度深空探测的科研需求。而我国月球地质制图事业完成了稳步迭代升级:2024年发布全球首套1:250万高精度月球地质图集,时隔两年迭代推出精度更高、数据更完善、年代框架更科学的1:500万全月地质图。本次重大成果汇聚了国内行星地质领域完整科研力量。业内专家评价,新版地质图的问世标志着在月球地质年代精细划分领域,我国已从“跟图”进入“制规”阶段。

区别于国外传统地质图大量依靠模拟、推测的短板,高精度、零空谈的月球档案,从来不是模拟推演而来,而是中国十余年探月工程一步步实测积累的成果。从嫦娥一号到嫦娥六号,用真实探测结果替代理论推演,数据真实性、制图精准度实现质的飞跃。嫦娥一号、二号完成全球月球高清遥感全覆盖测绘,搭建起月球地质图的基础底图框架;嫦娥三号携玉兔号月球车实现我国首次月球正面软着陆巡视探测,完成了首幅月球地质剖面图,为月球演变历史提供科学依据;嫦娥四号实现人类首次月背软着陆与巡视探测,获取独家月背原位数据,填补人类月背地质研究空白;嫦娥五号取回月球正面样品,

精准标定月球年轻地层的绝对年龄,夯实年代划分基础;嫦娥六号完成人类首次月背采样返回,获取全球独一份的月球深部物质样本,成为本次地质体系修订、年代校准的核心依据。

按照计划,嫦娥七号计划于2026年前后发射,将前往月球南极寻找水冰存在的证据。嫦娥八号计划于2028年前后发射,将与嫦娥七号协同,开展月球资源原位利用的关键技术验证,为建设月球科研站打下基础。2030年前实现中国人首次登陆月球。2035年前后,建成国际月球科研站的基本型。中国研究月球脚步,正不断迈向星辰大海的更深处。