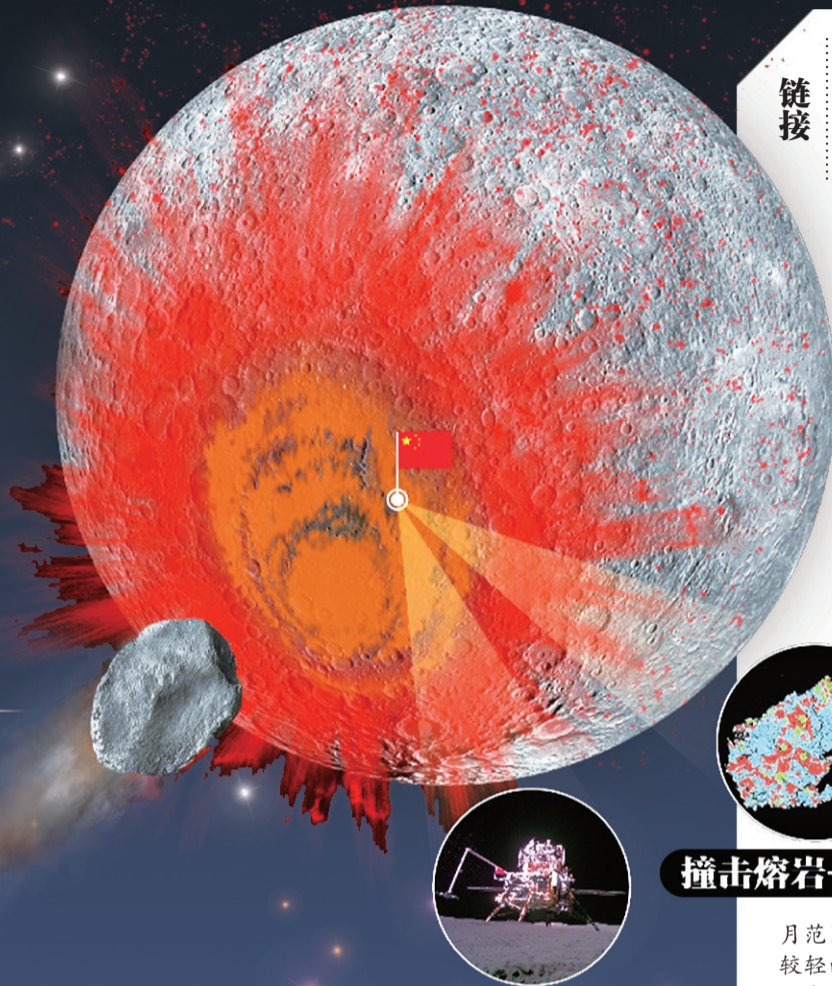


我国科研团队通过研究嫦娥六号月球样品取得又一项重大突破

月球最大撞击“疤痕”形成于42.5亿年前

记者21日从中国科学院获悉,我国科研团队通过研究嫦娥六号月球样品,确定月球背面南极—艾特肯盆地(SPA盆地)形成于42.5亿年前,为太阳系早期大型撞击历史提供了初始锚点,对探索月球乃至太阳系早期演化历史具有重要科学意义。

此项研究由中国科学院地质与地球物理研究所研究员陈意带领团队完成,相关成果论文已在学术期刊《国家科学评论》发表。



嫦娥六号苏长岩记录42.5亿年前月球南极—艾特肯大型撞击事件。

嫦娥六号着陆器

为啥要研究SPA盆地形成时间

据介绍,撞击作用是天体形成与演化过程中最重要的外部动力过程之一。月球表面遍布大小不一的陨石撞击坑,是太阳系撞击的历史印记。其中,直径约为2500公里的南极—艾特肯盆地是月球最古老、最大的撞击“疤痕”。

“南极—艾特肯盆地的形成时间是月球演化历史的关键节点和撞击历史的起始锚点,可作为校准太阳系撞击史的‘黄金参照’,也可作为火星、水星等行星撞击坑建立统一年龄标尺,是珍贵的‘宇宙时钟’。”陈意说,精确限定南极—艾特肯盆地的形成时间,长期以来是国际深空探测领域的重要科学目标。

从1600余颗岩屑中找“答案”

此前,科学界通常使用撞击坑统计定年法,或利用月球陨石样品和采自月球正面的样品推测南极—艾特肯盆地的形成时间。此前,中国嫦娥六号任务成功返回采自月球背面SPA盆地内部的月壤样品,这是人类最可能确定该盆地形成时间的一次机遇。然而,嫦娥六号着陆器位于南极—艾特肯盆地内部阿波罗盆地内月海玄武岩区,这一区域在大型撞击之后,还经历了多次撞击和28亿年的玄武岩喷发覆盖,导致嫦娥六号月壤蕴含着不同时期的物质碎片。遥感光谱数据和撞击溅射模拟结果显示,南极—艾特肯盆地和阿波罗盆地内部的非月海物质主体均为苏长质岩石,嫦娥六号月壤样品有可能捕获来自阿波罗盆地、南极—艾特肯盆地以及周边区域其他撞击坑的溅射物,这些非月海物质可能蕴含着月球早期的撞击密码。如何精准破译代表南极—艾特肯盆地的撞击密码,成为限定该盆地形成时间的首要挑战。

陈意带领研究团队从5克月壤中分选出1600余颗>200微米的岩屑,基于细致的岩石学分类,从中挑选出20颗具有代表性的苏长质岩屑颗粒,开展岩石学、地球化学和年代学研究。

研究发现,尽管这些苏长质岩屑在全岩成分和矿物组成上与月球正面阿波罗样品中的苏长岩一致,但在矿物的主、微量元素成分上有明显区别。极低的挥发性元素含量、较高的Ni/Co比值和熔融残留矿物,均指示这些苏长质岩屑为撞击熔岩,是一类新型的月球苏长岩,团队将其命名为南极—艾特肯苏长岩(SPANS)。团队进一步通过岩屑中微小(1—5微米)含锆矿物开展铅同位素定年分析,识别出42.5亿年和38.7亿年两期撞击事件。其中42.5亿年苏长岩呈现不同的矿物粒度和结构,并且矿物的主、微量元素从粗粒到细粒呈现明显演化趋势,表明它们来自同一撞击岩浆池不同层位分离结晶的产物。

为了追溯这一古老撞击成因苏长岩的源区,团队基于447GB的遥感数据,开展了南极—艾特肯盆地内部及周边地区大范围岩性填图和溯源,发现42.5亿年苏长岩来自南极—艾特肯盆地内环的成分异常区。综合以上证据,团队最终限定南极—艾特肯盆地形成于42.5亿年前。

开启月球演化研究新篇章

该项成果证明,在太阳系形成之后约3.2亿年,一次大型撞击事件形成了月球最大的撞击遗迹——南极—艾特肯盆地,为月球撞击坑统计定年法提供了来自月背的初始锚点。基于月球正面样品校正的撞击曲线计算南极—艾特肯盆地模式年龄与同位素定年结果基本一致,表明月球早期正面和背面的撞击通量大致相当。“此项研究为月球撞击坑统计定年法提供了初始锚点,将为更好开展月球乃至太阳系早期演化研究提供参考基点和科学依据。”陈意说。

链接

验证了全月尺度月球岩浆洋假说

由国家航天局组织的联合研究团队通过研究嫦娥六号月背样品中的玄武岩,验证了全月尺度月球岩浆洋假说,并提出形成月背南极—艾特肯盆地的巨大撞击可能改造了该区域的早期月幔,为探索月球起源和演化提供了关键科学依据。

相关论文2月28日在国际学术期刊《科学》上发表。该期刊审稿人评价:“该手稿报道了来自嫦娥六号样品的一些首批科学数据,这些来自月背的样品非常重要且有趣。样品的极端新颖性及其对我们认识月球的影响,使这些成果值得发表。”

打破僵局!月球岩浆洋假说第一次有了“背面”证据——

论文第一作者兼共同通讯作者、中国地质科学院地质研究所副研究员车晓超介绍,月球岩浆洋假说最早提出于1970年,是月球起源与演化的一个重要假说。

该假说提出,月球形成之初,曾呈现为全月范围的岩浆海洋。随着岩浆洋冷却结晶,较轻的矿物上浮形成月亮,较重的矿物下沉形成月幔,残余熔体形成月亮和月幔间的克里普物质层。

以往对月球正面样品的研究支持这一假说,而后期基于月球陨石、遥感观测等的研究发现,月球背面和正面的演化不完全一致,月球岩浆洋假说受到质疑。

嫦娥六号从月球背面南极—艾特肯盆地带回的首份月背样品,终于打破僵局。

拨开迷雾!来自月背的玄武岩成为突破关键——

“玄武岩是月幔岩浆上涌并喷发到月表冷却形成的,能够为研究月球岩浆演化提供直接证据。”论文共同通讯作者、中国地质科学院地质研究所研究员龙涛说。

研究团队对嫦娥六号月背样品进行分析发现,月球背面也存在克里普物质层,且月球背面和正面的样品中玄武岩成分相似,表明月球形成初期应存在全月尺度的岩浆洋。

此外,同位素定年结果显示,本次研究样品中玄武岩的主体形成年龄为28.23亿年,为月球背面晚期火山活动提供关键年代学证据。

巨大撞击!或许导致月球正面和背面的“不同表情”——

对月背玄武岩中铅同位素的研究还揭示,月球的正面和背面在岩浆洋结晶后的演化过程存在差异。而大型撞击会使月球铅同位素组成产生变化,研究团队由此判断,形成月背南极—艾特肯盆地的巨大撞击,可能改造了该区域月幔的物理化学性质,导致如今月球正面和背面呈现出显著的差异。

中国地质科学院地质研究所离子探针中心名誉主任刘敦一称,关于月球起源,有一种假说称,月球是早期地球受到行星尺度撞击后分离的碎块凝聚形成,没有经历过板块运动、风化等改造,能记录自其形成以来的完整演化历史。相关研究可以为月球、地球甚至太阳系的早期演化的研究提供线索,为世界带来更多新知。

本版文图据新华社、央视新闻