

## 嫦娥五号月球样品最新研究成果发布 刷新月球演化传统认知

# 20 亿年前玄武岩揭示月球演化奥秘

新华全媒+

新华社记者张泉、董瑞丰

月球上火山活动何时停止?曾经的岩浆活动如何维持?月幔到底有多“干”?

19日,中国科学院发布嫦娥五号月球科研样品最新研究成果,多项突破性进展给出了对月球演化的全新认识。

### 月球 20 亿年前仍存在岩浆活动

岩浆活动是月球的“生命”特征之一,月球古老的岩浆喷发活动留下的黑色玄武岩形成了人们所见的月海,月海玄武岩浆的持续时间和地球化学特征是理解月球热-化学演化的“钥匙”。

对来自美国、苏联的月球样品和地球上月球陨石的研究已证实,月球岩浆活动至少持续到大约 28 亿至 30 亿年前,但对于月球岩浆活动停止的确切时间,科学界一直存在争议。

嫦娥五号在月球上的着陆点位于风暴洋西北处吕姆克山附近,远离“阿波罗”和“月球号”采样点。研究证明,嫦娥五号月球样品为一类新的月海玄武岩,填补了美国和苏联月球采样任务的“空白”。

在最新的研究中,科研人员利用超高空间分辨率铀-铅(U-Pb)定年技术,对嫦娥五号月球样品玄武岩岩屑中 50 余颗富铀矿物(斜锆石、钙钛矿、静海石)进行分析,确定玄武岩形成年龄为 20.30±0.04 亿年,表明月球直到 20 亿年前仍存在岩浆活动,比以往月球样品限定的岩浆活动延长了约 8 亿年。

科研人员介绍,科学家曾以一种统计区域撞击坑的大小和数量的方法,推断嫦娥五号着陆区是月球最年轻玄武岩单元之一,这一区域的年龄为 10 亿至 30 亿年,这种方法存在着极大不确定性。此次嫦娥五号月球样品玄武岩的精确年代学数据为撞击坑统计定年曲线提供了关键锚点,将大幅提高内太阳系星体表面的撞击坑统计定年精度。

最新研究表明,月球直到 20 亿年前仍存在岩浆活动,比以往月球样品限定的岩浆活动延长了约 8 亿年

嫦娥五号月球样品富集“克里普物质”的特征,是由于岩浆后期经过大量矿物结晶固化后,残余部分富集而来。这一结果排除了嫦娥五号着陆区岩石的初始岩浆熔融热源来自放射性生热元素的主流假说,揭示了月球晚期岩浆活动过程

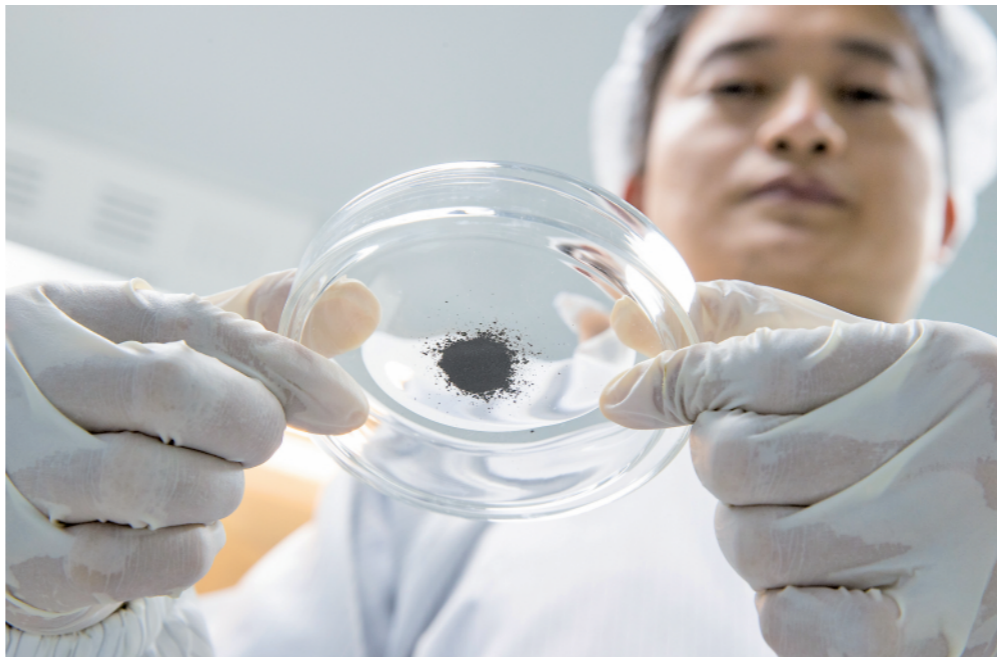
研究发现,月幔源区的水含量仅为 1 至 5 微克/克,也就是说月幔非常“干”。这一发现也排除了月幔初始熔融时因含水量高而具有低熔点,导致该区域岩浆活动持续时间异常延长的猜想

### 刷新对月球晚期岩浆活动成因的认知

月球最晚期岩浆活动的成因一直是未解之谜,目前科学界存在两种可能的解释:月幔源区中富含放射性元素以提供热源,或富含水以降低熔点。对此,最新研究给出了全新认识。

研究表明,嫦娥五号月球样品玄武岩初始熔融时并没有卷入富集钾、稀土元素、磷的“克里普物质”,嫦娥五号月球样品富集“克里普物质”的特征,是由于岩浆后期经过大量矿物结晶固化后,残余部分富集而来。这一结果排除了嫦娥五号着陆区岩石的初始岩浆熔融热源来自放射性生热元素的主流假说,揭示了月球晚期岩浆活动过程。

同时,研究发现,月幔源区的水含量仅为 1 至 5 微克/克,也就是说月幔非常“干”。这一发现也排除了月幔初始熔融时因含水量高而具有低熔点,导致该区域岩浆活动持续时间异常延长的猜想。



10月15日,在中科院地质与地球物理研究所月球样品洁净室,研究员在处理月球样品。

新华社记者金立旺摄

“月球冷却如此之慢的原因并不清楚,需要全新的理论框架和演化模型,对未来的月球探测和研究提出了新的方向。”中科院地质与地球物理研究所研究员李献华院士说。

多位国际专家表示,该系列成果“提供了迄今为止月球上确定的最年轻的玄武岩的证据”“改变了我们对月球热历史和岩浆历史的认识”“对我们认识月球起源和演化具有重要意义”。

### 自主研发的分析技术实现国际领先

该系列研究由中科院地质与地球物理研究所和国家天文台主导,联合多家研究机构共同开展,相关成果形成 4 篇论文,在《国家科学评论》发表 1 篇,在国际学术期刊《自然》发表 3 篇。

研究团队分别针对年龄、源区性质和含水量三个科学问题设计了新途径。研究过程中,中科院地质与地球物理研究所研发的多项分析技术,为相关工作的顺利开展提供了

保障。

如,基于超高空间分辨率铀-铅(U-Pb)定年技术,对玄武岩岩屑中 50 余颗富铀矿物进行分析;基于超高空间分辨率同位素分析技术,证明了玄武岩形成时未卷入“克里普物质”;基于纳米离子探针分析技术,测定了样品中岩浆包裹体和磷灰石的水含量和氢同位素组成。

科研人员介绍,此次研究采用的超高空间分辨率的定年和同位素分析技术处于国际领先水平,为珍贵地外样品年代学等研究提供了新的技术方法。

2021年7月12日,嫦娥五号任务第一批月球科研样品正式发放,国内 13 家科研机构共获得约 17.4764 克样品。中科院于 2021 年 5 月正式设立重点部署项目“嫦娥五号任务月球科研样品综合研究”,以月球科研样品的基础物理特性、物质成分为研究对象,解构嫦娥五号月球科研样品的特性信息。此次发表的 4 篇文章,是该项目取得的首批研究成果。

新华社北京 10 月 19 日电

## 上海首设「基础研究特区」

瞄准「0到1」原始创新

新华社上海 10 月 19 日电(记者周琳、董雪)记者从 19 日召开的上海市政府新闻发布会上获悉,该市聚焦科研领域“从 0 到 1”的原始创新,出台《关于加快推动基础研究高质量发展的若干意见》,用“基础研究特区”等制度创新鼓励更多“引领型研究”。

不同于“跟跑型研究”,基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。“在世界科技发展越来越迅速、颠覆性技术创新不断涌现的新形势下,上海要加快形成国际科创中心的核心功能,就必须全力做强创新引擎,把提升原始创新能力摆在更加突出的位置,千方百计把基础研究搞上去。”上海市政府副秘书长陈鸣波说。

根据意见,上海将试点设立“基础研究特区”,选择基础研究优势突出的部分高校和科研院所,面向重点领域和重点团队,给予长期、稳定和集中支持。同时,赋予“基础研究特区”充分科研自主权,支持机构自由选题、自行组织、自主使用经费,在科研组织模式和管理体制机制上给予充分改革探索空间。

“基础研究特区”计划的关键词是“特”,针对基础研究的主要特征,与传统项目管理有所区别,尤其在实施方法、经费使用和评价标准方面有所不同。”据中科院上海分院院长胡金波介绍,中科院上海分院正在探索“基础研究特区”计划的试点工作,希望以此引导科学家勇闯“无人区”。

据介绍,为保证科研人员及团队获得相对充足的探索和研究时间,“基础研究特区”计划强调长期稳定的实施周期,以五年为一个资助周期。该计划还将探索松绑放权的管理制度,鼓励各试点机构创新内部管理机制,重点探索非共识项目的遴选机制、实施项目专员制度、改革人才和成果评价制度,建立容错机制等。

此外,根据意见,上海将从完善布局、夯实能力、壮大队伍、强化支撑、深化合作和优化环境六个方面推动基础研究高质量发展,具体包括引导企业与政府联合设立科研计划、多管齐下壮大基础研究人才队伍、加快建设长三角区域创新共同体等。

## 长时间在太空工作生活 对宇航员身体有何影响

神舟十三号载人飞船 16 日成功发射,3 名航天员将在中国天宫空间站核心舱在轨驻留 6 个月。宇航员长时间在太空环境工作生活,身体会有何变化?如何确保他们的健康?

美国宇航员斯科特·凯利曾在国际空间站连续驻留 340 天,保持着美国宇航员单次航天任务最长时长纪录。为研究太空环境对人体的影响,美国航天局曾对斯科特·凯利及其双胞胎兄弟马克·凯利进行对照研究。2015 年 3 月至 2016 年 3 月期间,斯科特·凯利在国际空间站停留 340 天,同期马克·凯利生活在地球。两人身体状况比较研究显示,约一年的太空任务使斯科特·凯利出现体重下降、颈动脉扩张、DNA 甲基化水平变化、肠道菌群改变等。一些指标在斯科特·凯利返回地球的 6 个月内恢复到此前水平,但仍有一些指标未恢复,一些基因表达存在干扰。

美国航天局相关研究显示,太空环境对宇航员的影响主要有 5 个方面,包括太空辐射、与外界隔离对身体的影响、远离地球的不便、微重力环境对健康的影响以及长时间封闭环境对人体的影响。

宇航员在太空承受的辐射远高于地球,驻留时间越长辐射量越大,面临的风险包括辐射引起的疾病、中枢神经系统变化等。研究人员在模拟宇宙射线环境,研究其对人体健康的影响,通过更精确测量辐射量、研发更先进的辐射屏蔽材料等手段来应对太空辐射影响。

宇航员执行太空任务期间与外界隔离,长时间处于封闭环境,可能出现睡眠问题、疲劳、情绪低落、免疫系统变化等状况。美国航天局相关研究通过调节太空舱光线亮度、运用虚拟现实设备模拟放松的环境等方式来改善封闭环境对人体的影响,鼓励宇航员通过写日记、在太空“种菜”等方式减压。

太空微重或失重环境也会给人体带来影响。据美国航天局介绍,宇航员在太空期间,负重骨骼的矿物质密度平均每月降低 1% 至 1.5%;肌肉量流失速度也更快;人体体液在微重力环境下会上流至头部,可能给眼睛带来压力并导致视力问题。研究人员正通过一系列措施应对这些影响,包括让宇航员穿戴负重装置来控制体液流向、研发柠檬酸钾对抗肾结石风险等。

美国航天局还研发了一种收集和测量宇航员在太空中产生的尿液的方法,通过分析尿液物质的不同水平来确定宇航员在任务期内是否存在患肾结石的风险,并据此调整他们的饮食、锻炼习惯和饮水量来进行干预。(记者谭晶晶) 据新华社华盛顿电

## 我自主研制 500 吨推力整体式固体火箭发动机试车成功

新华社西安 10 月 19 日电(记者陈晨、付瑞霞)19 日 11 时 30 分许,我国自主研制、推力达 500 吨的整体式固体火箭发动机在陕西西安试车成功。

该型发动机由中国航天科技集团第四研究院研制,直径 3.5 米,装药量 150 吨,推力

达 500 吨,采用高压强总体设计、高性能纤维复合材料壳体、高装填整体烧注成型燃烧室、超大尺寸喷管等多项先进技术,发动机综合性能达到世界领先水平。

航天四院大推力固体发动机总设计师王健儒说,此次直径 3.5 米、推力达 500 吨大

型发动机的试车成功,打通了我国千吨级推力固体发动机发展的关键技术链路,标志着我国固体运载能力实现大幅提升,为未来大型、重型运载火箭型谱发展提供了更多的动力选择。

据介绍,目前,基于 500 吨推力整体式

固体发动机,航天四院已经在开展直径 3.5 米级分段发动机的研究,发动机分 5 段,最大推力将达到千吨以上,可应用于大型、重型运载火箭助推器中,满足我国空间装备、深空探测等航天活动对于运载工具的不同发展需求。

## “北斗”远在天外,“应用”近在身边

新华社长沙 10 月 19 日电(记者苏晓洲、谭畅)自动避让行人或障碍物,虚线变道超车,与前车保持安全车距,处置复杂突发路况……在湖南省长沙市梅溪湖和洋湖的街区,这些过去老司机才玩得转的操作,一辆辆白色的电动智能网联汽车“Robotaxi”能自动完成。

湖南阿波罗智行工作人员告诉记者,他们运营的“Robotaxi”融合了北斗卫星导航系统定位技术,能够对车辆进行高精度厘米级定位,为自动驾驶进行定位护航。

北斗系统是我国新型基础设施建设的重要组成部分,既赋能通信、导航、遥感技术一体化融合,也为未来其他新型基础设施提供战略性基础性时空数据支撑。记者近期通过首届北斗规模应用国际峰会及在湖南采访了解到,北斗应用已走进经济社会发展的方方面面。

在长沙湘江新区等地,融合北斗系统定位技术的自动驾驶出租车、自动驾驶公交车、自动驾驶零售车、智能无人清扫车等穿街走巷。

除了车辆导航、地灾预警,北斗系统还有很多“神通广大”的“武艺”:在湖南数以万计的“两客一危”车辆上安装使用,能对超速、未系安全带、抽烟、接打电话等 17 项不安全驾驶行为进行识别和实时语音报警;较好解决了湖南通用航空领域因“看不见、喊不到、联不上”造成“不敢放”“飞不起来”的问题;能应用到洞庭湖区粮食农业生产、流通、服务等环节,推动“无人化农业”代替看天浇水、靠经验施肥的传统耕作模式……

近日在湖南长沙召开的首届北斗规模应用国际峰会,展出了大量北斗应用产品。

## 2100 多年前,中国人已用北斗“导航”

中国北斗卫星导航系统,如今是世界四大卫星导航系统之一。而三幅出土于西汉马王堆三号墓的古代地图显示,中国人运用北斗恒星“导航”的历史,超过 2100 年。

长沙城中的湖南省博物馆,珍藏着 1973 年从西汉马王堆三号墓中出土的三幅地图——《驻军图》《长沙国南部地形图》《城邑图》。

据考证,西汉高后末年,割据岭南的南越王赵佗向长沙国南部发起进攻,朝廷及长沙国随即派兵征剿,《驻军图》等可能是此次征战使用的军事地图。

《驻军图》《长沙国南部地形图》《城邑图》绘在丝帛之上,十分精美,其制作年代距今已有 2100 多年。三幅地图一个突出的特征,在于准确区分方向——图所示的方位都是上南下北、左东右西。学界普遍认为,三幅地图是世界地图学史上罕见的瑰宝,具有划时代的意义。

古人是怎么“找着北”的?从目前考古成果来看,古人绘制地图,区分南北主要利用日光和“北斗”。由于地球自转轴向两侧无限延伸,其中一侧的延长线会从位于北斗七星“勺子柄”端位置的北极星附近经过。四季轮回、斗转星移,古人运用肉眼或专用测量工具“望筒”等,很早就注意到“北极星位置基本不变”这一现象,并将其运用于方位分辨和地图绘制。

“从平时定位、打车、快递查询、公交信息、旅游,到应急条件下预警、搜救,乃至未来在无通信网络情况下接收和发送文字消

息,北斗在我们的生活中几乎无处不在。”长沙海格北斗信息技术有限公司副总经理史国强说,目前北斗系统已在交通运输、农林

渔、水文监测、气象测报、电力调度、救灾减灾、公共安全等领域得到广泛应用,产生了显著的经济和社会效益。

汉代甚至汉以前的华夏先民,已经有能力比较准确地测量地理信息。先秦时期,古人运用“北斗”等星象与地理信息的对应关系判断方位;到了汉代,人们对于“北斗导航”的认识已经更加全面,例如在《淮南子》中,就记载有“夫乘舟而惑者,不知东西,见斗极则寤矣”的说法。这说明在古人日常生活中,依靠“北斗”判断方向已经成为常识。

古人对“北斗导航”这类天文现象的观察、运用,以及规(测定单位距离,并画圆画弧)、矩(测定直角)、准(水准仪,测水平面)、绳(铅垂线,测定垂直)、记里鼓车等工具的发明和使用,使得中国古代绘制的很多地图已经有了比较高的准确性。

长 53 厘米、宽 52 厘米的《城邑图》,图上绘有城墙,用蓝色画出城门上的亭阁,红色表示街坊和庭院,按正方形画出街道等;长 100 厘米、宽 78 厘米的《驻军图》采用红、黑、青三色绘画,图中所绘主区位于今湖南南部宁远九疑山与南岭之间,绘有山脉、河流、居民点,着重标出 9 支军队的驻地、军队番号、防区界线、军事设施和行动路线;《长沙国南部地形图》所绘主区,为汉初长沙国南部 8 县(道),即今湖南南部潇水流域、南岭、九疑山及附近地区。

研究显示,《长沙国南部地形图》虽未标明比例尺,但经测算,其主区比例尺约为 1:

180000,相当于汉代的一寸折十里;图上所绘河流骨架、流向及主要弯曲等,均和现在地图大体相似,所绘山脉和山体轮廓、范围及走向也大体正确;这幅地图东半部分的方位角误差,仅为 3% 左右。在托勒密探索出球面投影和普通圆锥投影之前,这是人类古代文明中地图精确测绘的一个突出成就。

西汉基于“北斗导航”等观测和计算的地图制作技术,在后世不断发展。到了西晋,出现了成熟的地图理论与测绘方法。地理学家裴秀在前人的基础上,提出了名为“制图六体”的地图测量要素,分率(比例尺)、准望(方位)、道里(距离)、高下(地势起伏)、方邪(倾斜角度)以及迂直(河流道路的曲折),跟现代地图要素已非常接近。

与“制图六体”同时期,还出现了一种名为“计里画方”的绘图方法:按比例尺绘制地图,绘图时,先在图上布满方格,方格中边长代表实地里数,相当于现代地形图上的方里网格。然后按方格绘制地图内容,以保证一定的准确性……

回望历史长河,在光辉而灿烂的中华文明中,融合先民智慧独立发展出的地图测绘技术,离不开熠熠生辉、指引方向的北斗“导航”。(记者苏晓洲、谭畅) 新华社长沙 10 月 19 日电

新华社长沙 10 月 19 日电