

一吨玻璃珠含1斤水 月球发现“迷你水库”

意外的发现

2021年冬季的一天,地质地球所地球与行星物理重点实验室博士生何会存用纳米离子探针检测嫦娥五号月壤样品中的撞击玻璃珠时发现,珠内的水丰度从外至内逐渐递减,形成“环带特征”。

她把这个结果提交给导师

胡森。胡森的第一反应是“不敢相信”。

很快,胡森把消息告诉了惠鹤九。尽管二人对月球样品都很熟悉,但这位合作伙伴的反应和他一样:“会不会是实验错了?”

从月球到火星乃至更遥远的其他行星,寻找与“水”相关的线索一直是科学家研究行星历史和生命宜居性的一个出发点。

目前,研究表明月表虽然有水,但含量低,且呈动态变化。例如,月表水含量仅为10ppm—1000ppm(即一吨月壤中含有0.01千克—1千克水)。同时,其高纬地区含水量明显比低纬地区高,极区可能存在水冰。月表水含量呈现出与月球昼夜相关的变化,相同位置晨昏时刻的水含量明显比中午高。

尽管月球几乎没有大气,但月表同样存在水循环现象。

美国宇航局月球大气与尘埃环境探测任务曾检测到,月球

空间环境中的水分子逃逸时间与流星雨事件相关。但经计算,流星雨的输入水量明显小于月球空间的水逃逸量,美国宇航局科学家推测流星雨撞击月球时会把月壤中储存的一部分水蒸发到月球空间导致逃逸,并提出了月表水循环猜想。该猜想认为,月表10厘米到3米区域或存在未被发现的储水层。

然而,近年来,包括胡森在内的国内外很多人对月球不同矿物或组分的研究都不支持这一假设。“这些矿物中的含水量极少。”胡森说,此前他与合作者发现嫦娥五号月球玄武岩中的全岩含水量仅为62ppm—133ppm。

那么,月表水循环猜想究竟是否成立?月壤中是否存在未被发现的储水物质?

胡森与合作者尝试用撞击玻璃珠回答这个问题。撞击玻璃珠是太空中的陨石、小行星等撞击月球后熔融月表的土壤和岩

石,熔体溅射形成液滴冷却后形成的。它们有的内部成分单一,有的含有气泡、金属、硫化物等不同成分。嫦娥五号和阿波罗任务中返回的月壤中含有岩石、矿物碎片、火山玻璃珠、撞击玻璃珠等不同成分。此前撞击玻璃珠中的水丰度尚未被详细研究。

初步结果完全超出了他们的预期——玻璃珠内水丰度的“环带特征”说明它很可能来自太阳风。

为了验证这一结果,他们一遍遍反复实验,接连从110多个月壤玻璃珠中选取表面光滑、化学成分与月球玄武岩一致的32个玻璃珠,通过扫描电子显微镜、离子探针和拉曼光谱等多种方式进行测试后发现,结果和最初一致。

他们发现,玻璃珠的水丰度较之月壤岩屑更高,最高近2000ppm。“这相当于一吨样品中约有两公斤水。”胡森解释说。



中国科学院地质与地球物理研究所(以下简称地质地球所)研究员胡森、南京大学地球科学与工程学院教授惠鹤九等科学家合作发现,撞击玻璃珠可能是月球的“迷你水库”:一吨玻璃珠中平均可含一斤水。相关研究成果近日发表于《自然—地球科学》。

随着对月球探测的日益推进,研究者认为,通过大量玻璃珠提取水前景可期。

打通「水循环」

关于月表水的来源,科学家有很多猜想。例如,太阳风携带的氢离子注入月表矿物,月球早期形成时含水并保留至今,彗星和小行星撞击月球时携带而来。

事实上,无论是岩浆活动还是撞击天体(携带水源),都可能通过高温熔融形成撞击玻璃珠。研究者如何凭借“环带特征”确定撞击玻璃珠中的“水”来自太阳风呢?

对此,惠鹤九解释说:“通常,通过高温熔融形成玻璃珠时‘水会向外跑’,因此玻璃珠内更可能出现水丰度‘里高外低’的情况。”

同时,作为元素周期表中质量最轻的氢,科学家可以通过鉴

定其同位素(氕、氘、氚)特征识别其来源。通过对玻璃珠内氢同位素进行检测,研究人员发现其与太阳风的氢同位素组成一致,且为极端贫氘。

这些现象使得他们推测撞击玻璃珠或能验证月表水循环猜想:过去数十亿年里,在陨石或小行星撞击作用在月表形成玻璃珠后,太阳风中的氢离子源源不断到达月球并注入表层的玻璃珠中,形成月球水的来源,维持着月球表面的水循环。

“撞击玻璃珠主要成分是硅酸盐,就像海绵一样。氢注入其中可能会与氧结合形成水,也可能在其他条件下被释放出来。”胡森解释说,他们也发现有些玻

璃珠在后期甚至经历过一定程度的撞击或加热事件,导致含水量剖面叠加了一次去气过程。

数十亿年来,太空天体撞击带来的“翻耕作用”让月壤中普遍存在撞击玻璃珠(含量约为3vol%—5vol%)。研究者估计,月壤中撞击玻璃珠所承载的水量可达 2.7×10^{10} 千克。“这远超过地球四大洋的水储量(约 1×10^{21} 千克)低,但相对来说是挺可观的。”胡森说。

根据这些结果,他们认为,这些直径相当于头发丝粗细的撞击玻璃珠(约30微米—150微米)是月球表面土壤中的主要水库,但不包括月球两极的冰。

前景可期

下一步,如果宇航员常驻月球,是否可以“就地取水”?

惠鹤九表示,通过大量玻璃珠提取水具有前景,但这种水与地球上通常看到的水不同,玻璃珠中的水主要以羟基(-OH)形式存在,如何开发利用仍需进一步研究。

审稿人认为这项研究十分有趣,且提出了重要的新发现。“1972年,一项研究曾报道了挥发性元素向内扩散的现象,但一直以来尚未报道过撞击玻璃珠内

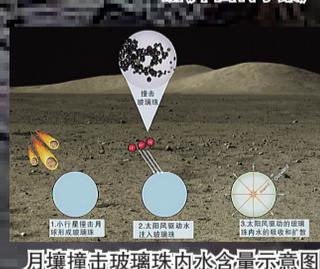
水的发现。作者通过一组全面的分析有力证明了羟基存在。”一位审稿人写道。

此外,随着探测能力的提升,科学家发现越来越多无大气的天体表面可能存在水,例如灶神星、水星等。研究者表示,这项研究对于了解这些行星低纬度地区水的来源和成因有重要启示。

“后续更深入的精细研究,例如无大气天体表面水的来源、保存、迁移机制等,对未来深空探测任务原位水资源利用的方案设计

和提取策略等都有重要参考价值。”胡森说。

据《中国科学报》



月壤撞击玻璃珠内水含量示意图

01

世界上最古老的树是哪一棵?

根据吉尼斯世界纪录大全,世界上最古老的树种是刺果松,位于美国加利福尼亚州的怀特山脉。

而其中只有一棵刺果松的年龄最大,名叫玛士萨拉,现在还活着,但确切位置没人知道。因为怕有人去搞破坏,所以它的确切位置由美国林业部保密。

根据1957年采集的树干中部位置的样品测定,玛士萨拉的年龄超过4789岁。

这些耐寒的树木在逆境中茁壮成长,生活在恶劣的环境和高海拔地区,其他树木几乎无法生存。

它的木材非常致密,因此可以抵抗昆虫、真菌和其他潜在的害虫入侵。

几千年来,刺果松一直与自然作斗争,它们暴露在极端寒冷的气温、干燥的土壤、狂风中。也因为如此,刺果松的生长十分缓慢。

02

为什么有时闭眼可以看到光?

这种现象被称为光幻视。

把你的视觉系统比作照相机。当你闭上眼,你的视觉系统相当于盖上了镜头盖。但摄像头(视网膜)还在工作中,依旧在接收并上传数据。

如果此时视网膜受到刺激产生了电信号,大脑视觉中枢就会接收到信号,让你看到不存在的光。

你闭眼后看到的光影的强弱,取决于视网膜产生的电信号的强弱,也就是说刺激越强,闭眼后的光影越明显。

这种刺激来源于外力、药物或电刺激。最常见的情况是,如果你闭眼后只是转动眼球到最左侧或右侧,也许会看到一点光影。但如果用手稍微用力按压或揉眼睛,就会看到很明显的幻影。

外力在压迫视网膜时,会产生电信号,这种电信号是具有不确定性的,也就是说大脑接收到信号的时候,转化为图像和颜色也是随机的。除了外力,药物和电刺激也可以产生光幻视。

03

鱼能认出自己的脸吗?

日本大阪市立大学研究证明,鱼在照片中看到自己时会想:“这是我。”研究人员发现,决定因素不是看到自己的身体,而是看到自己的脸。

在这项研究中,研究人员用通常称为“清洁鱼”的裂唇鱼进行相关实验。这种鱼能够在镜子中辨认出自己,并经常攻击入侵自己领地的陌生“清洁鱼”。

实验中,每条“清洁鱼”都被出示4张照片:自己的照片;陌生“清洁鱼”的照片;自己的脸与陌生者身体的组合照片;陌生者的脸与自己身体的组合照片。有趣的是,“清洁鱼”没有攻击带有自己脸部的照片,而是攻击带有陌生“清洁鱼”脸部的照片。

这些结果综合起来表明,和人类相似,“清洁鱼”根据照片中的脸部而非身体来确定身份。据“大科技”