



中核集团核工业北京地质研究院月球样品检测实验室武勇博士在手套箱中观察月球样品 李仁摄

检测样本氦-3含量 打开月球能源宝库大门

走近月壤研究①

◎ 实习记者 孙明源
本报记者 陈 瑜

7月30日，据中国探月与深空探测网报道，探月工程三期地面应用系统目前已完成第二批月球科研样品的处理，嫦娥五号任务第二批月球科研样品信息正式上线发布。

就在不久前，第一批1731克的月球科研样品成为我国科学界的“香饽饽”。

7月12日，国家航天局探月与航天工程中心在北京国家天文台举行嫦娥五号任务第一批

月球科研样品发放仪式，13家科研机构成为首批开展月球科研样品研究的单位。其中，中核集团核工业北京地质研究院(以下简称核地研院)得到了50毫克月球样品。

7月16日，核地研院开箱启用月球样品，揭牌成立核地研院月球样品分析检测实验室，宣布正式启动嫦娥五号月球样品科研工作。

月球，这片古人眼中的极阴之地，究竟蕴含着何种能量？核地研院的科研人员准备用什么方法探寻这些能量？月球样品究竟能揭示月球哪些奥秘？带着这些问题，科技日报记者专访了核地研院。

缺乏大规模试验

人类对月球核能元素认识有限

对看过动画片《机动战士高达》的人来说，氦-3并不是什么神秘的名词。

“月球基地以氦-3作为能源”几乎是科幻作品设定的“标配”。作为核聚变最理想的燃料之一，氦-3是许多科幻作品中的常客。它在地球上的含量非常稀少，在月球上却十分富足。

据探月工程首任首席科学家、中国科学院院士欧阳自远估算，全世界一年的总发电量只需消耗约100吨氦-3，而月球中的氦-3含量可

满足长达万年的地球能源需求。开发月壤中所蕴含的丰富氦-3，对人类未来能源的可持续发展具有重要意义。

核地研院院长李子颖告诉记者，目前科学家对包括月球氦-3在内的核能元素的认识，大多基于非常有限的月球取样以及天文物理和天体遥感探测数据，资源评价精准程度远远不够。现有的月壤氦-3提取技术也仅仅是建立在少量月球样品基础上的实验室数据，缺乏大规模试验和系统性的验证。

“解剖”月壤样品

为未来月球氦-3利用打前站

核地研院获得的50毫克粉末样品被置于该院实验大楼一楼一间实验室的手套箱内。该手套箱与用于核酸检测的移动方舱手套设计原理相似。不同的是，该手套箱内充满氮

气，科研人员穿上白大褂，将手伸进手套箱，就能利用高倍光学显微镜进行矿物学观察和分类，然后再分别利用惰性气体质谱仪、电子探针、高精度激光剥蚀电感耦合等离子体谱

仪等设备，相继开展氦-3含量、矿物组成、微量元素含量等的测定，为进一步的科学研究提供原始数据。

核地研院月球样品分析检测实验室主任郭冬冬告诉记者，核地研院想要从事上述研究离不开一件杀手锏——国内为数不多的Helix SFT稀有气体质谱仪。该质谱仪分叉管道设计，专门测试氦同位素，具有极高的灵敏度和分辨率，检测器配备法拉第杯和极低噪音电子倍增器，可实现对氦-3和氦-4的同时检测，显著提高测试准确度。与此同时，围绕该质谱仪，实验室还自主设计研发了双真空铝片加热炉和紧凑的气体纯化系统，并采用相关软件联合控制，实现了对样品中氦同位素的全流程自动化测试，显著提高了测试精度。这些条件为月壤样品中氦-3含量的准确测试提供了重要保障。

样本增加新“成员”

有望解开更多月球奥秘

月球的年代学研究既是一个复杂的系统性工程，又是一个在行星科学中极为重要的基础性研究工作，对于揭示月球的形成及演化规律具有重要意义。

基于现有的从月球返回样品的年代学研究工作，科学家构建了月球地质年代的基本框架，但由于样品分布范围有限，并不能代表整个月球的情况，且留下了30—10亿年间无月球样品的空白。

嫦娥五号采样返回意味着具有明确采样位置的月球样品又增加了新的“成员”，并且此次重返月球有可能采集到更多来自不同地质背景、形成于不同历史时期的月球样品，对完整还原月球历史，真正全面认识月球，认识地月系统，甚至认识整个太阳系的存在有着重要的意义。

值得一提的是，嫦娥五号采样位置位于风暴洋北部吕姆克山附近，有可能采集到克里普

岩(KREEP)，该岩通常以富集钾(K)、稀土元素(REE)、磷(P)、钍(Th)、铀(U)元素为特征，这为研究铀钍分布和富集特征以及KREEP岩的形成机制等这些目前未能解决的关键问题提供了有利条件。

同时，黄志新也表示，月球样品具有特殊性，主要风险为微细颗粒操作失误(坠落、洒落等)和污染风险。为防止操作失误，操作人员必须经过模拟操作训练，并获得操作许可证后，再开始正式处理月球样品；为控制污染，研究人员在使用样品过程中，需要尽可能避免使用易污染的材料和试剂，同时建立预防未知风险因素预警机制。

从长远看，虽然月球的地质作用没有地球的那么复杂和频繁，但充分认识月球的地质作用过程和月表特征，包括样品形成时的环境和条件，对认识月球的地质历史和演化仍非常重要，也可为月球和地球的比较研究及两者的成因关系提供依据，甚至对认识地月系统乃至整个太阳系有着重要的意义。

月球是一个巨大的绕地轨道“空间站”，一个地球引力之外的天然卫星，在人类向宇宙开拓时，可利用月球的原材料为星际探索提供助力。开展核能裂变和聚变元素资源评价研究可为未来地球应用和星际开拓提供参考和支撑。

目前已知形成的系外行星只有PDS 70b和PDS 70c(其他4000多颗已知的系外行星质量均为太阳的80%，年龄只有大约540万年，差不多是太阳年龄的千分之一。PDS 70的

亚轨道飞行器

可实现航班化天地往返运输

◎ 本报记者 付毅飞 实习生 谢雨篁

近期，美国蓝色起源公司、英国维珍银河航天公司分别完成了亚轨道载人飞行。记者从中国航天科技集团公司一院(以下简称一院)获悉，目前我国也在开展相关研究，以满足未来“快速、可靠、廉价”的可重复使用航天运输需求，实现航班化运输能力。

据一院有关专家张涛介绍，亚轨道一般是指距地面20—100公里的空域，处于现有飞机的最高飞行高度和卫星的最低轨道高度之间，也被称为空天过渡区，大致包括大气平流层区域、大气中间层区域和部分电离层区域。虽然在亚轨道飞行仍然会受到地球引力的影响，但在一定时间内(失去空气阻力时)可以体验到失重的感觉。亚轨道飞行与轨道飞行的最大区别在于亚轨道飞行不能环绕地球一周。从速度上来说，达不到环绕地球所需的第一宇宙速度，所以飞行器在到达最高点(远地点)之后高度就会一直下降，并且在绕回发射点之前就会落地。

亚轨道飞行器是指在高度上抵达空天过渡区顶层，但速度尚不足以完成绕地球轨道运转的飞行器，任务完成后可返回地球，能够重复使用。亚轨道飞行器外形目前包括轴对称式和升力式，按照着陆方式可采用水平着陆和垂直着陆方式。

轴对称外形以运载火箭外形为基础，增加返回地面使用的支腿，垂直降落到地面，如“新谢泼德”飞行器；升力式外形以带翼外形为主要特征，返回像飞机一样在机场跑道上着陆，如美国国防部高级研究计划局(DARPA)发布的试验性太空飞机(XS-1)和维珍银河公司的“太空船二号”飞行器。

亚轨道飞行器不仅能大幅降低单位有效载荷的运输成本，还能大幅缩短发射准备时间，后续有望实现航班化的天地往返运输。未来，亚轨道可重复使用飞行器必将迎来蓬勃发展。



7月20日，美国蓝色起源公司的“新谢泼德”飞行器完成首次载人太空试飞。

新华社发(蓝色起源公司供图)

借这双“眼睛”

我们重新认识了宇宙

◎ 新华社记者 王珏玢

夏夜的银河像美丽的丝带划过天空，而借助一双特殊的“眼睛”，才能看清银河中原来缀满了明亮的星星——这双“眼睛”就是望远镜。如今，无论专业学者进行观测，还是天文爱好者拍摄“星空大片”，都离不开望远镜的帮助。这双神奇的“眼睛”从何而来？它如何让人类重新认识宇宙？

中科院紫金山天文台科普主管王科超介绍，最早的望远镜1608年诞生在荷兰一名眼镜商的作坊之中。很快，得知了这一消息的伽利略也发明了一架口径4.2厘米的望远镜。用这架望远镜，伽利略看到了月球的高地和环形山阴影、太阳黑子和木星的卫星等。后人评价说：“哥伦布发现了一个新大陆，伽利略发现了一个新宇宙。”

几百年来，望远镜不断发展，但望远镜的原理一直沿用至今。传统光学望远镜根据光路结构不同，大致分为三类。

第一类折射式望远镜是其中最古老的，和几百年前伽利略时代的望远镜并无太大区别。这种望远镜利用光的折射成像原理，大多口径不大，天文爱好者常使用的体形细长的望远镜，一般属于这一类别。

第二类反射式望远镜利用光的反射成像原理，它最早由牛顿发明。由于反射式望远镜在同等口径下造价更为低廉，因此，我们经常看到的一些口径较大的光学天文望远镜，往往是反射式望远镜，比如美国凯克望远镜、国际合作项目双子望远镜等。

第三类折反射式望远镜，将折射与反射相结合，来自天体的光线在望远镜中同时被折射和反射。折反射式望远镜能兼顾折射式望远镜和反射式望远镜的优点，非常适合天文观测和天文摄影，也深受广大天文爱好者的喜爱。紫金山天文台用于搜索小行星的近地天体望远镜就是这类望远镜。

如今，望远镜性能有了更大提升，观测范围不再局限于光学波段，而可以根据天体发出的辐射，在全波段进行观测。比如以追踪天体红外辐射为主要目标的红外望远镜，以探测无线电波为观测目标的射电望远镜等。我国的“天眼”，就属于射电望远镜。在太空中，还有探测X射线的望远镜，以及可以同时观测多个波段的望远镜。随着科技的发展，越来越多更加先进的望远镜可以收集到远方天体更为丰富的信息，帮助人类解锁更多的宇宙密码。



视觉中国供图

太阳系外的“月亮”或诞生在这个“盘”里

天闻频道

◎ 张曾华

生活在这个时代，我们很幸运。因为经常可以和全世界的天文学家一起见证宇宙深处各种前所未见的天文奇观，比如首次清楚地看到可以孕育系外卫星的行星圆盘——7月22日，据国外媒体报道，天文学家在一颗名为PDS 70c的遥远行星周围发现了一个行星圆盘，这颗年轻的系外行星可能正在形成它的卫星。相关结果发表于《天体物理学杂志通讯》。

系外卫星或许很普遍

400多年前，意大利宇宙哲学理论家布鲁诺提出：恒星是距离更远的太阳，它们周围也有

自己的行星，这些行星还可能孕育着生命。100多年前，天文学家通过观测太阳和恒星的距离与光谱证实了太阳就是一颗恒星。

1995年，伴随着首颗类太阳恒星周围行星飞马座51b的发现，布鲁诺关于系外行星的猜想也被证实。目前已知的系外行星有4000多颗。通过估算，银河系中的系外行星可能和恒星一样的普遍。

发现了首个系外行星后，大家自然有了一个新的疑问：系外卫星是否存在？所谓系外卫星，就是围绕太阳系外行星运行的卫星。其实卫星在太阳系内很常见，太阳系的八大行星中，除了水星和金星，其他6颗都有卫星，而且总数有200余颗。通过与太阳系的情况做类比，我们有理由推测：系外卫星应该是存在的，而且可能和系外行星一样普遍。然而想要从科学上证明这个猜想却并不容易，主要原因在于天文观

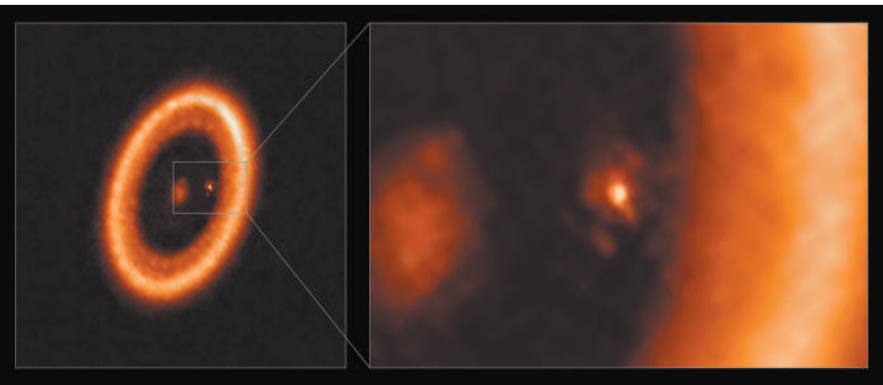
测的限制。银河系中至少有几千亿颗系外行星，但是我们目前只发现了其中的亿分之一。可见要发现系外卫星绝非易事。

探测系外卫星的方法与探测系外行星的方法类似。目前科学家使用微引力透镜、凌星计时、凌星法等间接探测方法发现的系外卫星候选体总数不足20颗。这些都还是疑似的系外卫星，目前还没有被确认。我们也可以使用直接成像的方法探测系外卫星。但是因为系外卫星太小又不发光，其寄生行星与寄主恒星的光度差别巨大。因此这种方法目前难以实现。以后使用今年即将发射的韦伯太空望远镜或许可以实现。

见证系外“月亮”的诞生

我们目前虽然难以观测已形成的系外卫星，但是可以通过最先进的毫米波望远镜观测到系外卫星的形成环境。近日，一个由国际天文学家组成的团队使用位于智利的阿塔卡马大型毫米/亚毫米阵列望远镜(ALMA)第一次清楚地观测到了一个可以孕育系外卫星的行星圆盘(行星周围由气体和尘埃组成的盘)。事实上，两年前就有另一个国际天文学家团队也利用ALMA发现了这个“可疑”的行星圆盘，不过那时的观测精度较低，不能把这个行星圆盘与周围的环境清晰地分开，也就不能确认它的存在；这次的观测精度可以清楚地将这个行星圆盘与周围的环境分开，并且可以限定其大小：这个行星圆盘半径约为1au(日地平均距离)，其质量足够形成3颗月球大小的卫星。

这个行星圆盘位于一颗年轻的气态巨行星PDS 70c的周围。PDS 70c的寄主恒星PDS 70位于人马座，距离太阳约367光年。PDS 70的质量约为太阳的80%，年龄只有大约540万年，差不多是太阳年龄的千分之一。PDS 70的



左图是使用阿塔卡马大型毫米/亚毫米阵列望远镜(ALMA)观测到的PDS 70系统。恒星PDS 70位于中心，外围明亮的环是其圆盘。PDS 70右侧的亮点是一颗行星PDS 70c的行星圆盘。右图是以PDS 70c为中心的区域的放大图。

图片来源:almaobservatory.org