“月亮土”为何如此“金贵”

■本报记者 甘晓

2020 年底，嫦娥五号任务的成功令亿万国人倍感自豪。不过，对于科学家而言，漫长的研究工作才刚刚开始。

日前，中科院比较行星学卓越创新中心骨干成员、中国地质大学（武汉）行星科学研究所教授肖龙团队利用已有的遥感探测数据，对嫦娥五号着陆点及其区域地质背景进行了研究，总结出嫦娥五号样品六大潜在科学价值，为今后围绕样品开展深入科学研究提供参考。相关研究成果发表于《地球和行星科学快报》。



月球表面获得的铲取样，样品呈细粒粉末状。

图片来源：中国探月与深空探测网

改写人类对月球的认识

肖龙向《中国科学报》介绍，此次研究没有利用嫦娥五号样品，而是通过遥感探测等手段，详细分析了区域地质背景、撞击坑年代学、岩石类型和成因、月球动力学及热演化和月壤形成方面的 27 个科学问题，在任务科学目标基础上进行进一步细化，提出样品在解答这些科学问题中可能提供的证据。

肖龙团队认为，嫦娥五号样品最为重大的 6 个科学价值如下：

第一，限定月球火山活动时限。此前对月球陨石的研究已经证实，远古月球大约在 43.5 亿年前开始发生火山活动，但结束时间尚不明确。对嫦娥五号样品中富铀矿物的定年可能将月球火山活动的结束时间延伸至约 15 亿年前甚至更年轻。

第二，修正月球撞击坑年代曲线。目前，撞击坑大小—频率统计定年法是对行星表面定年的唯一方法，应用中主要依靠基于已知年代样品作为“定标点”形成的“年代曲线”。针对该“年代曲线”在 10 亿 ~30 亿年范围内缺乏定标点的现状，年龄在 10 亿 ~20 亿年范围内的嫦娥五号样品将为年代曲线提供一个甚至多个可靠的定标点，提高“年代曲线”可靠性。

第三，制约月球磁场结束时间及内部状态。目前，月球没有全球性磁场，而阿波罗样品的研究却表明，大约 30 亿年前的月球存在全球性磁场，月球磁场如何产生、又在何时消失，成为月球热演化过程中最受关注的事件之一。嫦娥五号样品也有望在月球磁场变化曲线上投上一个甚至数个可靠的定标点，增进人类对月球磁场及内部热状态的认识。

第四，揭示深部月幔性质及优化月球岩浆洋模型。“岩浆洋模型”是月球演化历史中重要的科学问题，中高钛玄武岩的采样能为这一模型提供诸多证据。相对于年代距今大于 30 亿年的阿波罗样品，年代距今小于 20 亿年的嫦娥五号样品更可能起源于更深处月幔，从而反映深部月幔性质，加深对月幔分层及不均一性的了解。同时，嫦娥五号样品将有可能提供钛铁矿倒转及中高钛月幔源区的关键性证据。

第五，探索风暴洋克里普地体性质。“克里普地体”（KREEP）以钾（K）、稀土元素（REE）和磷（P）而得名。目前为止，对 KREEP 元素的富集机制并没有很好的认识。嫦娥五号“年轻”玄武岩富集这类元素，将可能为该问题的解决开启窗口。

第六，了解外来溅射物及其反映的地质历史。嫦娥五号样品可能由原位玄武质月壤和外来物质组成，其中外来物质包括外来溅射物、外来高地及富硅物质和外来陨石质物质。这些外来的撞击坑溅射物质如果被采集，将具有限定撞击坑年代学曲线、区域次表层结构、远处玄武岩性质及源区等重要意义。

肖龙告诉《中国科学报》：“我们相信，围绕嫦娥五号样品的研究有希望改写人类对于月球的认识。”

“软硬”皆备

2020 年 12 月 1 日，嫦娥五号在着陆于风暴洋北部的吕姆克山地区成功采集 1731 克月壤样品后，圆满完成我国首次月球采样返回任务。这也是 1976 年苏联月球 24 号带回 100 多克月球样本以来，人类再一次得到来自月球的“土”。

“嫦娥五号月球样品来之不易，围绕样品的研究应当以科学问题为导向。”肖龙强调，“方法上也要尽量选用少损坏、少污染样品的原位分析。”

在肖龙看来，这就要求科研团队在“软硬”两方面条件都要具备。“软件”指的是科学思维，包括理论储备、基础数据解读和分析能力等方面；“硬件”则指的是研究需要的相关技术手段。

“目前，国内许多实验室已经具备开展上述科学问题研究的理论基础和技术手段。”肖龙表示。

为充分发挥月球样品科研价值，规范科研样品管理工作，前不久，由 9 位专家组成的第一届月球样品专家委员会正式成立。委员会将作为月球样品管理的专家咨询机构，遵循公平、公正、公开的原则，行使月球样品相关的评审和咨询等职权。

目前，嫦娥五号任务第一批月球样品信息也已上线发布。科研人员可访问中国探月与深空探测网进入月球与深空探测科学数据与样品发布系统，获取有关信息，进行数据和样品申请。

相关论文信息：
http://doi.org/10.1016/j.epsl.2020.116702
https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.116855

发现·进展

中科院上海光学精密机械研究所等

快速提取硒化锑 太阳能电池热电子

本报讯 近日，中科院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室与华中科技大学合作，从器件设计和太赫兹光谱研究等方向出发，发现了低毒、低成本硒化锑（Sb_2Se_3）薄膜太阳能电池中快达几个皮秒的热电子提取过程，并成功抑制其缺陷复合过程。相关研究成果发表于《美国化学会能源快报》。

太阳能电池的基本工作原理是半导体吸收光子后转换成光生载流子，并将其传输到电极上，从而产生光电压和光电流。因此，到达电极前光生载流子的有效提取和输运过程对太阳能电池转换效率的影响至关重要。Sb_2Se_3 太阳能电池具有低毒性和低成本的显著优势，然而其中缺陷复合过程却严重制约了 Sb_2Se_3 薄膜太阳能电池的发展，目前光能转换效率纪录仅为 10%。

为此，研究人员通过能带工程学设计和太赫兹时间分辨光谱技术探测，率先提出了能够成功避开缺陷复合的热电子快速提取方案。在这项研究中，研究人员发现了 Sb_2Se_3 太阳能电池中两种截然不同的光生载流子提取和复合方式。虽然，目前大部分高效率的 Sb_2Se_3 太阳能电池都是基于 CdS/Sb_2Se_3 PN 结为核心构建的，在该项研究中科研人员发现 CdS/Sb_2Se_3 PN 结与本征的 Sb_2Se_3 半导体内存在着类似的 20 皮秒左右的载流子与缺陷复合过程，这个过程与光生载流子传输过程的竞争关系，会大大降低太阳能电池器件的光电转换效率。而在 SnO_2/Sb_2Se_3 PN 结中，只有几个皮秒的超快热电子提取过程可以成功避开缺陷复合过程，从而提升光生载流子的有效提取和传输效率，最终可将有效提取率提升到 ~90%。此外，热电子提取过程还能有效降低电声相互作用引起的热损耗。

研究人员表示，该基础研究成果将为进一步改进此类太阳能电池效率的器件设计提供重要研究依据。（黄辛）

相关论文信息：https://doi.org/10.1021/acsenergylett.0c02660

简讯

中国科学仪器行业 第八届研发特别贡献奖颁奖

本报讯 近日，2021 第十五届中国科学仪器发展年会在江苏无锡举行。年会期间，举行了仪器及检测风云榜颁奖盛典，共颁发 13 个奖项，中科院大连化学物理研究所研究员关亚风荣获科学仪器行业“第八届研发特别贡献奖”。

科学仪器行业“研发特别贡献奖”每年颁发给一人，旨在鼓励仪器研发一线、为科学仪器行业技术创新作出特别贡献的科研人员和企业研发人员。

据了解，关亚风长期从事微小型分析仪器、传感器和其中关键部件的研究，攻克多项“卡脖子”技术，为国产分析仪器和传感器的发展作出实质性贡献。近年来，他参与研制的深海原位荧光传感器搭载深海勇士号 / 探索一号和二号多次海试成功。（卜叶）

“中国航天日” 海南自贸港专场活动启幕

本报讯 4 月 24 日，2021 年“中国航天日”海南自贸港专场系列活动在海南省博物馆正式开幕。

国家发展改革委相关负责人出席活动，并现场解读了国家发改委和商务部联合印发的《关于支持海南自由贸易港建设放宽市场准入若干特别措施的意见》（以下简称《意见》）。为了更好支持海南文昌航天城的建设，推动海南商业航天的发展，《意见》专门提出优化海南商业航天领域的市场准入环境，推动实现高质量发展。

多位空间领域知名专家围绕“加快文昌国际航天城建设，打造空间信息应用产业基地”这一主题，先后发表主旨演讲，为海南自贸港文昌国际航天城发展建言献策。（高雅丽）



4 月 25 日，在中兴公司展位，云端平台进行人物实时抠像，将影像合成到一起后，可以实现三个“自己”相互打招呼。

当日，第四届数字中国建设峰会在福建省福州市开幕，本次展会发布了包括 5G、区块链、人工智能、大数据等一系列新技术新产品。

新华社记者魏培全摄

中科院青藏高原研究所等

南亚季风中断 促进青藏高原植被生长

本报讯（记者韩扬眉）中科院青藏高原研究所三极观测与大数据团队与清华大学、西南大学等单位合作，利用多套土壤水分含量以及植被指数数据研究发现，南亚季风中断时期，青藏高原中东部土壤水分普遍下降，但植被生长活动却更旺盛。相关成果日前发表于《地球物理学研究杂志—生物地球科学》。

植被的生长活动受不同时间尺度气候变率（即变化速度）影响。过去 40 年，青藏高原普遍出现暖湿化趋势，其对植被的影响已得到广泛关注。同时，青藏高原的气候也存在季节内（月或周）变化，其中最典型的季节内变化就是季风中断，即在季风期间降水量显著减少，使得高原中东部土壤含水量短暂下降。然而，已有的研究很少关注这一变化对高寒生态系统的影响。

针对以上科学问题，科研人员分析了南亚季风中断的特征及其对高寒生态系统的影响。结合清华大学发展的新一代光能利用率模型，量化了季风中断时期各气候因子对高寒植被生长活动的贡献。

研究人员解释，南亚季风中断时期，高原中东部降水量减少，使得当地土壤含水量短暂下降。根据西藏那曲地区 2010 年至 2019 年观测的土壤湿度记录，以及 2002~2011 年的土壤湿度同化产品，每年 6 至 8 月份青藏高原都会出现南亚季风中断现象，大约持续 10~40 天，影响高原中东部的大部分地区。

研究结果表明，季风中断时期，青藏高原中东部土壤水分普遍下降，但植被生长更旺盛；季风中断时期，植被冠层吸收太阳辐射明显增加，有利于光合作用，且辐射增强的促进效应超过了土壤和大气干旱的抑制效应，这是季风中断时期植被生产力增加的主要原因。

该项研究首次发现并揭示了南亚季风中断对高寒植被生长活动的促进作用，强调了季节内气象因子变化对植被生长活动的重要性，研究结果对于正确认识高寒植被生态系统对气候变化的响应有重要意义。

相关论文信息：https://doi.org/10.1029/2020JG005951

北京 第十期钱学森论坛聚焦系统观念

本报讯（见习记者辛雨）4 月 24 日，在第六个中国航天日到来之际，由中国航天系统科学与工程研究院、中国航天工程科技发展战略研究院主办的第十期钱学森论坛深度会议在北京召开，来自科研院所、高等院校的 20 余位院士专家出席会议。

本次会议以“让软实力定制未来——钱学森智库聚焦系统观念”为主题，坚持系统观念，将理论与实践相结合，总结系统工程在国家治理、经济建设、科技管理、智库实践中的经验，研讨系统观念如何在加快构建新发展格局中起到关键作用。

国际宇航科学院院士、中国航天系统科学与工程研究院院长薛惠锋介绍，钱学森提出的从定性到定量的综合集成方法是理论的创新，而“综合集成研讨厅体系”和“总体设计部”是实现形式的创新。

会上，中国工程院院士、北京航空航天大学教授王华明在主题报告中谈及了增材制造（3D 打印）技术对重大装备材料及制造业的影响，他表示，重大装备关键金属零部件的发展趋势体现为大型化、高可靠、长寿命、高性能和低成本。而增材制造技术能够摆脱传统冶金原理制约，变革材料冶金、变革装备结构、变革装备制造。他指出，重大装备高性能大型关键金属构件增材制造前景广阔。“增材制造是一个系统，它打开了一扇窗，大量全新前沿基础科学和核心技术问题还有待潜心研究。”

国家发展改革委宏观经济研究院副院长吴晓华在演讲中阐释了“坚持系统观念”和“构建新发展格局”等概念。他表示，这些全新的时代命题都迫切需要系统思维发挥作用，要运用系统观念不断优化宏观经济治理体系的功能和结构，保证中国经济行稳致远。

上海 相控阵天气雷达助力花博会

本报讯（记者秦志伟）近日，上海第五部 X 波段相控阵天气雷达安装完毕。记者从上海市气象局获悉，这是上海第二部双偏振体制相控阵天气雷达，将赶在第十届中国花卉博览会（花博会）开幕前将雷达产品提供给全局预报员使用，助力花博会气象保障工作。

本届花博会将于 5 月 21 日在上海崇明举行，上海市气象局花博会气象服务保障团队正在各服务领域精心筹备。X 波段相控阵阵列天气雷达组网作为花博会气象监测网络的重要成员，也被纳入筹备工作日程。

早在 2020 年底，上海市气象局便提出在上海现有 4 部 X 波段相控阵阵列天气雷达网的基础上，在上海西北方向新增设一部雷达。“一方面，可增大三维扫描的探测范围，可提供 30 秒更新、100 米网格的精细化雷达观测产品，实时提供上海降水回波的三维强度分布和三维风场信息；另一方面，双偏振覆盖区域可为相态识别、降水估计等提供更丰富的信息。”上海市气象信息与技术支持中心副主任陈浩君介绍，更加完善的雷达组网、实时捕捉更加精细的气象信息，让“天气密码”更易被“破解”。

据悉，目前基于 5 个子阵的相控阵阵列天气雷达系统软件平台即将完成更新，进入测试运行阶段。

广东 2020 公民科学素质调查结果发布

本报讯（记者朱汉斌）4 月 23 日，2020 广东省公民科学素质调查结果新闻发布会在广东科学馆召开。记者从会上获悉，该省公民的科学素质水平持续快速提升，2020 年全省公民具备科学素质的比例达到了 12.79%，超过广东省“十三五”发展目标预测区间，比 2018 年的 10.35%提高了 2.44 个百分点，比 2015 年的6.91%提高了 5.88 个百分点。

上述数据来源于中国科协第 11 次中国公民科学素质抽样调查，其中，广东省设计样本量 16080 份，回收有效样本 16242 份。

据介绍，2020 年的调查显示，广东省公民对科技发展信息的感兴趣程度较高，互联网已成为信息时代公民获取科技信息的首要渠道。广东省公民参与科普活动和通过科普场所获取科学知识和科技信息的比例持续增加，对科普公共服务的满意度较高。

分地区来看，2020 年该省 21 个地市中，深圳市（21.1%）的公民科学素质水平超过 20%，进入高质量发展阶段；广州市、东莞市、珠海市等地的公民科学素质水平已超过广东省总体水平，佛山市、汕头市、惠州市、中山市等地的公民科学素质水平已超过全国总体水平。

广东省城镇居民和农村居民具备科学素质的比例分别达到了 15.49%和 7.12%。男性公民和女性公民具备科学素质的比例分别为 14.96%和 10.34%。18~39 岁、40~54 岁和 55~69 岁年龄段公民的科学素质水平分别为 17.45%、10.51%和 5.79%。大学专科及以上文化程度、高中（中专、技校）文化程度、初中及以下文化程度公民具备科学素质的比例分别为33.63%、13.55%、5.69%。

广东省公民科学素质整体快速提升的同时，珠三角与粤东西北地区之间发展不平衡的问题依然存在。2020 年城镇居民和农村居民的公民科学素质水平差距达 8.37 个百分点，城乡差距依然明显。此外，高中（中专、技校）文化程度公民具备科学素质的比例为 13.55%，略低于全国相应群体水平，需进一步加强对科学素质薄弱群体的教育和科普工作力度。

山东省科学院海洋仪器仪表研究所

自主研发先进设备 高效回收海底“沉潜油”

本报讯（记者廖洋 通讯员高丽）近日，记者从山东省科学院海洋仪器仪表研究所（以下简称海仪所）了解到，该所参与的国家重点研发计划 “海上交通溢油监测预警与防控技术研究及应用” 项目研制出一套可应用于海上溢油应急回收的设备，且核心部件国产化率达到 100%。

据介绍，可应用于海上溢油应急回收的设备由该所研究员郝宗睿带领的海洋流体机械创新团队自主研发，具备完全自主知识产权。

科研团队聚焦 “海上沉潜油围控、回收和清除技术研究”这一课题，针对渤海沉潜油处置技术和装备研发关键问题，完成了原理样机的研发、试制。原理样机由集油装置、高效吸油泵、控制系统和油水初分离装置四部分组成，可有效对潜于水中和沉在海底的沉潜油进行回收。设备产业化后，将为中国在海洋环境保护、海上溢油灾害应急处置等方面提供先进的应急装备。

近年来，中国渤海区域每年都在遭受沉潜油侵袭，给沿岸海洋环境和经济发展带来极大的影响。“海上交通溢油监测预警与防控技术研究及应用” 项目，由北海监测中心牵头，联合海仪所、中国海洋大学等实施，旨在确定沉潜油的形成机理，建立有效的监测手段和围控回收技术，形成一整套拦截、吸附、围控、回收的解决方案。