

R 新知

中国科学院发布嫦娥六号月球样品系列最新研究成果

揭秘月球背面

吴月辉 刘加如

从地球上观测，我们看到的月球正面，有着广袤的月海和众多环形山，而月球的背面，却因潮汐锁定始终背对着我们，充满了神秘色彩。

如今，月球背面的神秘面纱正逐步被揭开。

前不久，中国科学院地质与地球物理研究所、中国科学院国家天文台与南京大学等科研团队，利用嫦娥六号采回的月球背面样品取得了4项最新研究成果，以封面文章形式发表于国际学术期刊《自然》杂志。

这4项研究分别揭示了月背岩浆活动、月球古磁场、月幔水含量及月幔演化特征，首次为人类揭开了月球背面的演化历史，取得多个“首创性”的关键进展。

此前，科学界对于月背的认识主要基于遥感研究。“如今我国科学家从嫦娥六号月球样品中获得的一系列重要发现，正不断颠覆和刷新人类对月球的认知。”中国科学院院士王赤说。

月球的“两副面孔”——
正面和背面差异巨大

月球的正面和背面差异巨大，正面相对平坦，有广袤的玄武岩平原；背面则高地遍布，月海稀少，月亮也更厚。

月球为何会有“两副面孔”？

此前，科学家提出了很多理论来解释月球的这种“二分性”特征，包括月球形成早期岩浆洋冷却结晶不均匀、月幔内部物质对流不对称等。

然而，过去所有的月球采样任务都只在月球正面进行，月球背面样本的缺失使得背面深部月幔特征一直是未解之谜。

2024年6月，嫦娥六号携带人类首份月背样品返回地球。

“这些样品采集于月球上最大、最古老的撞击遗迹——南极—艾特肯盆地，为厘清月球正面和背面物质组成的差异、破解月球‘二分性’之谜提供了难得的机遇。”中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员吴福元说。

嫦娥五号从月球正面带回的样品和嫦娥六号样品，仅从外观看就有天壤之别。

吴福元进一步举例：“五号样品颜色深黑，几乎是纯粹的玄武岩；而六号样品颜色发浅、泛白，因为其中包含了大量由白色斜长岩组成的高地物质。”

不同于嫦娥五号月壤样品因静电效应“活蹦乱跳”，嫦娥六号的月壤样品异常“温顺”，没有明显的静电现象。如果说嫦娥五号的月壤像干沙子一堆就塌，那么嫦娥六号的月壤则可以堆得很高，甚至形成直立的陡坡而不垮塌。

研究人员推测这可能与颗粒形状、矿物间的吸附力有关，但具体原因仍在探索中。这不仅是一个有趣的物理谜题，更直接关系到未来月球基地建设，比如如何用月壤制造“月球砖”。

研究人员推测这可能与颗粒形状、矿物间的吸附力有关，但具体原因仍在探索中。这不仅是一个有趣的物理谜题，更直接关系到未来月球基地建设，比如如何用月壤制造“月球砖”。

月幔究竟富水还是贫水——
月球背面月幔非常“干”

月幔处于月壳与月核之间，位于月球表

面以下约60千米至1000千米处。月幔水含量在揭示月球起源、岩浆活动、资源环境效应等方面具有重要意义。

“学术界普遍认为，约45亿年前，一颗火星大小的天体撞击原始地球，抛射出的物质经过重新吸积形成了月球。由于撞击过程伴随着极高的温度，月球‘理应’极度贫水。”中国科学院地质与地球物理研究所研究员胡森说，但近20年来，学术界一直存在月幔富水和贫水的争议。

此次，研究团队选取了嫦娥六号月球样品中的玄武岩屑开展月幔源区水含量研究。

胡森说：“月球演化过程中，一部分月幔岩石通过熔融形成熔体，部分熔体被转移到月表形成玄武岩。因此，利用这些玄武岩，我们可以探究月幔的奥秘。”

研究结果显示，嫦娥六号玄武岩的月幔源区极度贫水——水含量仅为1微克/克至1.5



微克/克，是已报道数据中的最低值，比月球正面月幔更“干”。研究人员猜测，原因可能是发生在艾特肯盆地的撞击事件改造了月幔源区的水。

《自然》审稿人认为，此项研究首次测得月球背面月幔的水含量，具有高度的原创性，是该研究领域中一项意义重大的发现。

“烧干”后的谜题——
极度贫水，岩浆从何而来

月海玄武岩由月幔发生部分熔融产生的岩浆上升喷发至月表形成，是探索月球内部物质组成和热演化的重要窗口。因此，嫦娥六号返回样品研究的主要任务就是确定玄武岩岩屑的年龄和岩浆源区性质。

研究团队根据5克月壤中分选出大于300微米的108颗玄武岩岩屑开展研究的结果，揭示嫦娥六号着陆点28亿年前存在火山活动，且岩浆来自亏损克里普物质（富集钾、稀土和磷等元素的物质）的源区。

中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员李献华说：“其中一颗高

铝玄武岩岩屑揭示42亿年前存在来自富集克里普物质源区的火山活动。这表明月背岩浆活动42亿年前就存在，至少持续了14亿年。”

那么，问题来了。

42.5亿年前的巨大撞击，将月球背面的这个区域“烧”得“超干”“超亏损”，几乎不含水和易熔物质。在此如此苛刻的条件下，岩浆是如何产生的？

“升温、减压或放射性元素衰变产生热量积累，这3个因素是可能促使岩浆产生的条件。但月球上都不具备，因为我们在研究嫦娥五号和嫦娥六号的样品时发现，其源区并没有富集这类元素的证据。”吴福元说，“所以，我们现在怀疑，是不是有第四种我们还未知的机制在起作用。”

探秘“月球磁场发电机”——
获取人类首份月球背面
古磁场信息

利用嫦娥六号月球样品，中国科学院研究团队分析了约28亿年前的月球背面磁场信息，为研究月球磁场演化、探秘“月球磁场发电机”提供了重要依据。

图①：中国科学院地质与地球物理研究所科研团队向超导磁力仪中放置月壤样品。

中国科学院地质与地球物理研究所供图

图②：中国科学院国家天文台科研人员查看岩屑显微成像照片。

中国科学院国家天文台供图

本版责编：刘诗瑶 版式设计：张芳曼

高原上还要出高峰

谷业凯

个数量级。作为一种新兴的全光学、非接触、三维力学成像技术，这一突破有望打开布里渊显微成像的新“视界”，为生命科学研究锻造出新的“利器”。

对更高技术水平的追求，是科技创新、产业创新的共同目标。最近，在新能源汽车领域，我国又取得了新的技术突破。全球第一个900伏混动高压架构近日在浙江发布，这款由电驱、电混专用发动机和增程发电机、增混电池构成的动力系统，打破目前业界普遍使用的400伏架构方案的技术瓶颈。

“高原上还要出高峰”，要打破固有认知，敢于推陈出新。宇宙中普遍存在的“太空冰”，长期被认为是像液态水一样“完全无序”的物质。英国剑桥大学与伦敦大学学院联合团队通过计算机模拟与实验室

证，首次捕捉到这些神秘冰体内部存在约3纳米宽的微晶体。这项研究有望为研究行星形成、星系演变等宇宙过程提供新的思路。

大胆想象、源源不断的好奇心，是促使创新的一股强大动力。“未来已来”是人们对于科技飞速发展的深刻感受。对于走到第十个年头的未来科学大奖来说，如何保持对“未来”的想象力至关重要，唤起人们的求知欲和探索欲也很重要。前不久，未来科学大奖十周年庆典上，组委会突破传统学术报告框架，聚焦“未来”命题，设置了5场专场研讨会。近20位历届获奖人、10多所国内外高校的科学家以报告加对话的形式，与青少年等展开交流，立体呈现科学探索的魅力，在人们心中埋下创新梦想的种子。

推动高水平科学研究，还需要善于发现机遇，并拥有“甘坐冷板凳”的定力。高考结束不久，选择专业是不少学生和家长最关心的问题。在国家科技传播中心举行的一场见面会上，有大学生提问中国科协主席万钢，如何在热门和冷门领域间选择？万钢表示，很多热门学科往往是从冷门开始的，关键是如何瞄准战略方向去寻找未来需求，哪怕自己的领域开始是小众和冷门的。

“高原上还要出高峰”，创新者既要有敢为人先的志气，又要善于借鉴的智慧，更重要的是坚持“攀登”的恒心与定力。当创新“高原”耸立起更多高水平原创性成果和尖端技术的“高峰”，也就能够实现更多产业化嬗变，科技创新也将再在大变局中塑造新优势，在发展中展现更大担当。

R一周科技观察

R 创新谈

建立非共识项目筛选机制，推进非共识项目研究，促进更多“从0到1”的创新突破，是我国科技发展新阶段的必然要求

党的二十届三中全会提出“建立专家实名推荐的非共识项目筛选机制”，为开展非共识项目资助管理指明了发展方向、提供了行动遵循。

前不久，国家自然科学基金委员会制定了重大非共识项目试点实施方案，将在2025年启动资助试点。这项旨在加强基础研究的重要举措，体现了对原始创新、颠覆性创新的高度重视。

所谓非共识项目，通常是指在基础研究领域里，创新性强却还没有达成共识，争议大、难识别、风险高的创新研究。这类研究项目通常难以通过专家评审程序，无法通过常规渠道获得资助。当前，非共识项目已成为世界主要科技强国的重要关注点，各国正在抓紧通过制度创新，加速布局非共识领域。

作为突破现有认知、引领科技发展的重要载体，非共识项目具有不可替代的珍贵价值。当前，我国科技发展处于从量变到质变的关键阶段，如何在科技竞争中开辟并引领发展方向，如何弥补原创性引领性科技攻关成果的不足，已经成为摆在我国科技工作者面前必须解答的迫切问题。建立非共识项目筛选机制，推进非共识项目研究，促进更多“从0到1”的创新突破，是我国科技发展新阶段的必然要求。

基础研究是科技创新的源头活水。现有的知识体系、标准和规则下，对于传统基础研究，做什么、不做什么，专家们都有基本判断，但对于那些还未被涉足的、现有经验难以评判的、试验之后风险代价特别高的创新领域，却没有达成“该不该做”“怎么去做”的一致意见，更缺乏一套科学高效的制度去遴选、扶持和评价。但恰恰是这种看似“异想天开”“离经叛道”的创新研究，却蕴藏着催生原始创新、引领技术变革的战略机遇，对培育新质生产力具有重要推动作用。现代科学技术中的许多重大发现、重大突破都源于非共识思想的提出。

明晰非共识项目定位、优化遴选方式、完善过程管理、健全保障机制……建立非共识项目筛选机制环环相扣，每一环都很关键。能否从“非共识”中挖掘到真正的创新价值，并产出创新成果，对相关制度的科学高效、严谨公正提出了更高要求。

首先，要切实依托高水平科学家优秀的学术鉴赏力和专业判断力，发挥专家实名推荐的作用。国家自然科学基金委员会此次推出的相关措施成立由一线高水平科学家组成的重大非共识项目专家委员会，采用“深度交互式研讨+专家委员会会议”的非常规遴选模式等，从一定程度上既保证了专家的个人能动性，又发挥了行业群体的重要参考功能，能够实现优势互补，提升决策的客观性和公平性。

非共识项目筛选是否透明，是否可信，是否能真正做到问出处、不设门槛、不唯过往业绩，直接关系着这项制度能否真正发挥作用。因此，还要注重项目管理全流程监督，把激励担当和廉洁用权统一起来，防止“一言堂”、送人情等问题。如此，才能让真正从事非共识项目的科研人员没有后顾之忧，更好更多做出重大原创性、颠覆性科技成果。

探索一条支持非共识创新的有效路径，支持我国科研人员在国际科技竞争“无人区”开辟重要研究方向，引导和鼓励科研人员大胆探索，不盲目追逐热点、不做“跟班式”科研，国家自然科学基金委员会此次在非共识项目制度建设方面开了一个好头。目前，北京市已经开始探索专家实名推荐的非共识项目筛选机制，为各地探索支持非共识创新的有效路径提供有益经验。希望在各方努力下，努力构建有利于原始创新的良好生态，推动我国基础研究高质量发展，夯实高水平科技自立自强根基。

山东济南市莱芜区——

“智慧农网”助力农业提质增效

赵永新 崔文冉

炎炎夏日，山东省济南市莱芜区杨庄镇的科百智慧农业产业园大棚内，80亩小麦正拔节生长。“过去种姜靠经验，现在要看数据。”科百智慧农业产业园负责人谢斌介绍，园内布设着空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、土壤酸碱度等各类传感器，实时采集的数据通过5G信号传输到物联网云平台上。“依托搭建的智能温室环境控制模型、病虫害模型和作物全周期数字化生长管理模型，科研人员对这些数据进行分析、研判，就可以下达作物管理指令，或调温、浇水，或施肥、杀菌。”

莱芜生姜种植历史悠久，但受制于传统种植模式，小姜的亩产量低、种植效益不高。为此，科百智慧农业产业园从5年前开始研发数字化种植模式，精准测算小姜在不同生长阶段对光、温、水、肥的需求情况和病虫害爆发风险，营造最适合小姜生长的环境。采用数字化智慧管理模式以后，降本增效非常显著。”谢斌说，与传统种植模式相比，产业园内的小姜种植不仅节水60%以上、节肥40%以上，农药使用量也减少45%、劳动用工减少一半多，收获的小姜皮色鲜亮、肉色金黄，亩产达到7600斤，比过去增加了40%。

“数字化”小姜，是莱芜区建设农业物联网、打造现代农业的一个缩影。近年来，该区不断完善智慧农业基础设施建设，自然村光纤接入能力已达百兆，重点村镇和社区已实现5G信号基本覆盖。以数字乡村5G智慧平台为抓手，莱芜区逐步开发“1+N”数字乡村体系，基本建成“三农”协同应用平台，智慧农业从蔬菜、水果、中草药加快向大田作物推广。

今年3月，莱芜·遥感01、02号卫星顺利发射升空。据莱芜区相关负责人介绍，这两只“高空之眼”将提供实时的光学遥感数据支持，进而构建天地互联的“智慧神经网络”，实现从“靠天种地”到“知天而作”的跨越，助推传统农业向智慧农业转型升级。

支持科研人员勇闯“无人区”

刘诗瑶