

## 中国科大发现土卫二可能存在“生命之磷”

**本报讯** 卫二是太阳系中最可能存在生命的地外星球之一，近期中国科大研究员郝记华等人研究发现，土卫二的冰下海洋中可能含有丰富的溶解态磷酸根，能够支持潜在微生物的起源与繁衍。这个发现填补了土卫二海水宜居性研究的空白，为人类未来探测土卫二可能存在的生命提供科学参考。

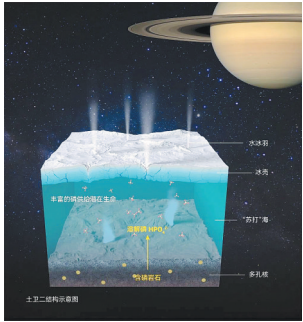
土卫二是土星第二颗被人类发现的卫星，它的一大特点是表面覆盖着厚厚的冰壳，又被称为“冰卫星”。

20 世纪 80 年代以来，国际科

**本报讯** 近日，我校熊宇杰教授/龙冉教授等作为协作团队，与南京大学邹志刚院士/姚颖方教授团队紧密协作，发现“嫦娥五号”取回的月壤可以进行原位资源化利用，作为电催化剂驱动地外燃料和氧气的生产。他们与我校江俊教授、罗毅教授和杨金龙院士合作，进一步展示利用机器人实现从催化剂制备到地外燃料和氧气生产的全过程无人化操作。

这种高效的地外燃料和氧气生产系统有望推动人类文明向地外定居点发展。这项研究由中国科大、南京大学、中国空间技术研究院合作完成，相关成果 9 月 23 日发表于《国家科学评论》。

此次的“嫦娥五号”取回的月壤（样品由国家航天局提供，编号：CE5C0400），是自 1976 年前苏联 Luna 24 任务以来第一个从月球带回的月壤样品。鉴于该



土卫二结构示意图  
学界通过航天探测器发现土卫二

隐藏着冰下海洋，分析它从冰缝中喷发出的冰粒，发现含有生命六种基本构成元素中的碳、氢、氧、氮和硫，唯独还未发现磷。

磷对构成生物体的 DNA、生物膜、骨骼等不可或缺，因此国际科学界一度认为土卫二可能不适宜生命存在。

近期，郝记华带领的国际科研团队，创新性地构建海水—岩石相互作用模型，模拟出土卫二

的海水化学环境。  
“磷只有溶于水才能被生物利用。与地球海水相比，土卫二

的海水含碱量高且没有氧气，成分有点像‘苏打水’。”郝记华说，他们发现，在这种“苏打水”环境中，土卫二星核中的含磷岩石，只需要约 10 万年就能向海水溶解出不少磷，而土卫二的海洋已存在 1 亿年以上，因此推断其已含有丰富的磷。

9 月 19 日，国际学术期刊《美国科学院院刊》发表了该成果。“这项研究从非常新颖的角度，揭示了土卫二的生命宜居潜力。”审稿人认为，其方法也可以应用于研究其他行星海洋的元素构成以及地球早期生命的起源。  
(徐海涛 戴威)

## 全自动月壤资源化利用 实现高效地外燃料和氧气供应

工作的主要目的是实现月壤的原位资源化利用，研究人员以月壤作为催化剂，直接在月壤上负载铜，用于电催化二氧化碳转化测试。

研究发现低电压输入下，铜负载月壤在二氧化碳供气条件下的电流密度明显高于 Ar 供气条件下，表明了月壤作为该反应催化剂的巨大潜力。核磁共振与气相色谱检测证明该反应的主要产物的为氢气、甲烷和一氧化碳。

在确定了月壤原位资源化利用作为催化剂的潜力后，研究人员进一步分析月壤在电催化过程中的主要活性成分，以优化碳氢燃料

的选择性。首先经过多种表征测试，确定了其主要成分为辉石、斜长石、橄榄石和钛铁矿。研究人员发现辉石是月壤作为电催化剂的主要活性成分，进一步研究发现辉石中的硅酸镁具有优异的电催化二氧化碳转化活性。随后，通过在硅酸镁上负载铜，实现了高效的甲烷和氧气生产。该性能可以与地球上现有的电催化剂性能相媲美，展现出了月壤资源化利用的巨大潜力。

此外，鉴于地外空间有限的劳动力资源，开发全自动的电催化二氧化碳转化系统尤为关键。受限于较为复杂的工艺流程，二氧化碳

转化系统的无人操作被认为是实现该技术在在地外应用的瓶颈之一。因此，该研究团队将电催化二氧化碳转化系统尽可能地简化，以满足机器人系统操作需求，实现了该系统中催化剂制备、电解槽组装与电催化反应的全自动无人操作。

我校熊宇杰教授、江俊教授、龙冉教授与南京大学邹志刚教授、姚颖方教授为共同通讯作者。我校博士研究生钟元、刘敬祥特任副研究员与朱青特任副研究员为共同第一作者。

(化学与材料科学学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 国家同步辐射实验室)

## 科大校园发现全球易危物种



9 月 21 日，我校林生富同学在校内观鸟时，发现了全球易危物种褐头鸛，它的出现意味着安徽鸟类家族又添“新成员”。

## 在大规模储能电池方向上 中国科大取得系列进展

**本报讯** 近日，中国科大化学与材料科学学院陈维教授课题组受邀在国际著名综述期刊《化学评论》发表综述文章，深入探讨了二次电池用于电网级大规模储能应用的现状、前景和挑战，尤其是新兴电池技术实用化过程中的问题和解决策略，并系统性的总结和讨论了一系列典型的具有优越前景的大规模储能电池技术。

日益增长的全球能源消耗推动了可再生能源技术的全面发展，以应对温室气体的大量排放和环境污染，助力碳中和。电化学性能优异的电池储能技术可以很好的结合间歇性的可再生能源，如：太阳能、风能等，实现大规模储能应用。近年来，众多

电池技术在电网级规模化储能中展示了巨大的应用潜力。然而，由于学术研究与工业化应用的差异性，电池储能技术的实际应用受到了巨大的阻碍。该综述对电网级大规模储能电池的研究进行了深入的探讨和综合的分析。此外，该综述还讨论了一系列典型的具有优越前景的电池储能技术的最新进展和挑战，包括金属离子电池（锂离子电池，钠离子电池，钾离子电池，铝离子电池，镁离子电池，锌离子电池）、铅酸电池、熔融盐电池、碱性电池、液流电池、金属空气电池和氢气电池等，并制定了一些电池标准化的测试和参数分析准则，为电池的大规模储能应用提供了一条有效的途径。

近年来，陈维教授课题组致力于大规模储能电池的研究和应用开发，已在可充电氢气电池储能体系和水系金属离子电池储能体系等研究方向取得了一系列重要的阶段性成果。

中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心的博士后朱正新、化学与材料科学学院的博士生蒋涛立和 Mohsin Ali 为该综述论文的共同第一作者，化学与材料科学学院、合肥微尺度物质科学国家研究中心的陈维教授为该论文的通讯作者，中国科大化学与材料科学学院的硕士生孟亚寒、美国斯坦福大学的崔屹教授和苏州大学的金阳教授为合作作者。

(化学与材料科学学院)

## 我校新研究解析出竹节内多级次纤维结构

**本报讯** 近日，中国科大俞书宏院士团队运用多尺度成像和多模态力学性能研究的协同策略，系统分析并明确了竹节内的空间多级次纤维组装结构。相关成果发表于《国家科学评论》。

毛竹凭借较轻的重量、卓越的机械性能和迅速生长等优势，逐渐成为替代木材和化学合成品的一种可持续资源。与竹间相比，短小的竹节似乎机械性能较为薄弱，其在工程纤维层合板加工中往往被废弃。但实际上，在高大笔直的毛竹生存发展进程中，竹节发挥了定点机械支撑强化和流体多向输运等方面作用。

科研人员认为，这种双功能或多功能的实现必然与竹节内部结构紧密相关，然而目前有关竹节的空间纤维结构和“结构-功能”关系仍然不清楚。

基于结构新发现，研究人员进一步提出了包括空间纤维保型性紧密互锁、空间三轴互垂脚手架连接和各向同性吸能交织在内的三种纤维增强结构设计方案，为今后开展仿生纤维复合结构材料的创制研究提供新的设计方案。

此外，研究人员还运用三维 X 射线计算机断层扫描术，发现竹节内多向排列的多级次纤维可实现液体输运交换，并证实了多级次纤维结构增强和液体输运的一体化设计。受此多功能集成的启发，设计了一种基于竹节的光热水蒸发装置，该装置表现出良好的结构稳定性和蒸发效能。该研究运用实验和理论相结合手段，详细解析了竹节内复杂纤维结构特征，提炼并验证了三种纤维增强结构方案。这些纤维增强结构由纤维素分子、纳米晶体、纳米纤维、微纤维和维管束逐级放大组装而成。多尺度增强增韧机制在维持竹节和竹体结构稳定性方面发挥了跨尺度协同作用，该研究将为高性能纤维复合结构材料的优化设计与制备提供指导。

论文第一作者为陈思铭和张思超，通讯作者为高怀岭和俞书宏。  
(王敏)

**本报讯** 日前，在中国科学院“数据驱动的化学、材料和生物科学的机器科学家”青年团队计划和国家自然科学基金委项目资助下，我校化学与材料科学学院罗毅、江俊教授团队与自动化系尚伟伟等合作，通过开发和集成移动机器人、化学工作站、智能操作系统、科学数据库，研制出数据智能驱动的全流程机器化学家。相关研究成果发表于《国家科学评论》。

化学研究的对象日益复杂化、高维化，传统的研究范式主要是依赖于“穷举”、“试错”的手段。面对庞大的化学空间，配方和工艺的搜索常常止步于局部最优，无法进行全局探索。中科大机器化学家平台实现了大数据与智能模型双驱动下的化学合成-表征-测试全流程开发，在软硬件方面已全面超过欧美同类装置，作为唯一搭载了计算大脑、理论模型和开放式操作系统的智能平台，它具有更强的化学智能和广泛的化学品开发能力，目前已涵盖光催化与电催化材料、发光分子、光学薄膜材料等，且适用范围将随平台升级和拓展继续扩大。

该平台可采用机器智能去查找和阅读文献，从海量研究数据中汲取专家经验，在前人知识与数据的基础上提出科学假说并制定实验方案；调度 2 台移动机器人和 15 个自主开发的智能化学工作站，完成高通量合成、表征、测试的化学实验全流程；通过配套的后台操作系统，实现了数据的自动采集、处理、分析和可视化，并装载了云端数据库，可实时调用和更新数据库信息；独有的计算大脑通过调用物理模型、理论计算、机器学习和贝叶斯优化，让智能模型融入底层的理论规律与复杂的化学实验演化，使得机器科学家更加理解化学，更加擅长化学创造。

以潜力巨大的高熵化合物催化剂为例，其多种元素的高度无序混合带来了高稳定性，也给人工试验找出最优配比带来了极大挑战。获得最优配方需要遍历测试极其庞大的化学配比组合，目前仅限于对最多 3 种金属组合进行优化。而机器化学家发挥其数据驱动和智能优化的优势，智能阅读 16000 篇论文并自主遴选出 5 种非贵金属元素，融合 2 万组理论计算数据和 207 组全流程机器实验数据，建立了理实交融的智能模型，指导贝叶斯优化程序从 55 万种可能的金属配比中找出最优的高熵催化剂，将传统“炒菜式”遍历搜索所需的 1400 年缩短为 5 周。

国际审稿人评价该成果的“机器人系统、工作站和智能化学大脑都是最先进的”，“将对化学科学产生巨大影响”。该工作脱离了传统试错研究范式的限制，展现了“最强化学大脑”指导的智能新范式的巨大优势，引领化学研究朝着知识理解数字化、操作指令化、创制模板化的未来趋势前进，确立了我国在智能化学创新领域的全球领跑地位。

(化学与材料科学学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心)

## 我校研制出初步实现智能化化学范式的机器化学家