

本报讯 中国科大徐集贤教授团队与合作者针对钙钛矿太阳电池中长期普遍存在的“钝化-传输”矛盾问题，提出了一种命名为PIC的新型结构和突破方案，基于严格的模型仿真和实验给出了PIC方案的设计原理和概念验证，实现了p-i-n反式结构器件稳态认证效率的世界纪录，并在多种基底和钙钛矿组分中展现了普遍的适用性。2月17日，该成果发表于《科学》。

钙钛矿太阳电池技术近些年引起了广泛关注，其主要器件类型包括钙钛矿单结、晶硅-钙钛矿叠层、全钙钛矿叠层电池等，有望在传统晶硅太阳电池之外提供新的低成本高效率光伏方案。钙钛矿电池中，异质结接触问题带来的非辐射复合损失已经被普遍证明是主要的性能限制因素。由于“钝化-传输”矛盾问题的存在，超薄钝化层纳米级别的厚度变化都会引起填充因子和电流密度的降低。因此各类钙钛矿器件都亟需一种新型的接触结构，能够在提高性能的同时大幅减少钝化厚度的敏感性。

团队经过长期思考和大量实验探索，提炼出这种PIC接触结构方案。其主要思想是不依赖传统纳米级钝化层和隧穿传输，而直接使用百纳米级厚度的多孔绝缘层，迫使载流子通过局部开孔区域进行传输，同时降低接触面积。研究团队的半导体器件建模计算揭示了这种PIC结构周期应该与钙钛矿载流子传输长度匹配的关键设计原理。PIC方案与晶硅太阳电池领域的局部接触技术有异曲同工之妙，但是不同的，钙钛矿中的载流子扩散长度较晶硅要短很多，从毫米级别大幅度减小到微米甚至更短，这就要求PIC的尺寸和结构周期要在百纳米级别。传统的晶硅局部接触工艺不能够直接满足这种精度要求，而使用高精度微纳加工技术在制备面积和成本方面存在不足。对此挑战，团队巧妙利用了纳米片的尺寸效应，通过PIC生长方式从常规“层+岛”模式向“岛状”模式的转变，成功由低温低成本的溶液法实现了这种纳米结构的制备。

团队在叠层器件中广泛使用的p-i-n反式结构中开展了PIC方案的验证，首次实现了空穴界面复合速度从60cm/s下降至10cm/s，以及25.5%的单结最高效率。这种性能的大幅改善在多种带隙和组分的钙钛矿中都普遍存在，展现了PIC广泛的应用前景。另外，PIC结构在多种疏水性基底都实现了钙钛矿成膜覆盖率和结晶质量的提高，对于大面积扩大化制备也很有意义。

值得注意的是，PIC方案具有普遍性，可进一步在不同器件结构和不同界面中推广拓展；同时模拟计算指出目前实验实现的PIC覆盖面积还远未达到其设计潜力，可进一步优化获得更大的性能提升。

化学与材料科学学院研究生彭伟、毛凯天和蔡逢春完成了论文的核心实验工作；徐集贤教授为通讯作者。

(化学与材料科学学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 碳中和研究院)

科研简讯

○2月1日，中国科大路军岭教授课题组与李微雪教授课题组、韦世强教授课题组合作，在理解双金属纳米催化剂的尺寸效应方面取得重要进展，在原子分子水平上揭示了在苯甲醇选择性氧

光驱动二氧化碳转化速率创新纪录 中国科大在红外人工光合成领域取得新成就

本报讯 近日，中国科大熊宇杰/龙冉研究团队设计了一类等离激元催化材料，发现其独特的界面耦合态直接电子激发机制，实现了可见光区和红外光区二氧化碳与水的高选择性转化。该技术使用广谱低强度光，甲烷产率高达0.55 mmol/g/h，碳氢化合物的产物选择性达100%，是目前光驱动二氧化碳资源化利用的最高纪录。相关研究成果发表在《自然·通讯》期刊上。

通过人造材料，进行与自然界光合作用相似的化学反应，利用阳光、二氧化碳和水生成人类所需物质，是大家长期以来的梦想。然而，这种人工光合体系进行应用尝试时，面临着一些重大挑战，其关键是利用太阳光中低能

量的光子。红外光是太阳光谱中典型的低能光子，在太阳光谱中占比高达53%。通常的半导体光催化技术只能利用紫外区和可见区的光子来驱动化学转化，制约了太阳能利用效率。

近年来，国际上几个先进的等离激元催化研究团队（包括熊宇杰团队），提出利用金属纳米材料的等离激元效应来驱动催化反应的思路，以期解决半导体光催化面临的瓶颈问题。等离激元金属纳米材料具有吸收低能光子的能力，却难以将吸收的能量有效地利用到催化反应中去，导致化学转化活性很低。

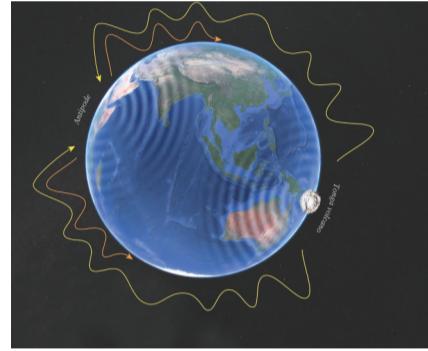
熊宇杰团队聚焦二氧化碳与水的转化反应，基于等离激元材料的催化活性位点设计，形成金属与二氧化碳分子的有效杂化耦合体系。

通过一系列工况条件下的谱学表征，发现在等离激元的局域电场增强效应下，其费米能级之上会出现准离散的陷阱态，有助于发生热电子的直接激发过程，并通过延长热电子寿命而发生二次激发过程，从而实现高效多光子吸收和选择性能量转移。

基于该作用机制，所设计的材料在可见光区和红外光区范围内，皆可驱动二氧化碳与水高选择性转化为碳氢化合物。有鉴于等离激元催化的多光子吸收特点，该团队设计优化反应装置，实现了散射光子的高效吸收，从而突破了当前光驱动二氧化碳资源化利用领域的瓶颈。

(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)

中国科大首次报道汤加火山喷发而激发的高层大气全球扰动



火山喷发激发的全球传播的热层大气波动汇聚于汤加火山对跖点，并进一步发散继续传播示意图

本报讯 2022年1月15日汤加火山喷发被认为是自1883年喀拉喀托火山以来最强的喷发事件，该灾害性事件导致了地震、海啸和剧烈的大气扰动，引发了学界广泛关注。过往关于火山喷发的影响研究主要集中在中

间层以下的低层大气和电离层方向，对于热层大气响应的研究则鲜有报道。

中国科大地球和空间科学学院、深空探测实验室雷久侯教授研究团队与德国波恩大学和美国麻省理工学院合作，基于星载加速计数据反演热层大气密度，首次报道了汤加火山喷发激发的热层大气波动和全球尺度的热层大气密度扰动现象，证实了地表附近的火山喷发事件足以对卫星所在高度大气层产生显著影响，将火山影响拓展至太空区域。研究成果发表于《地球物理研究快报》。

研究表明，汤加火山喷发导致火山附近出现大尺度的大气密度耗空区域，范围覆盖太平洋西部及印度洋东部；在火山对跖点，热层大气密度则显著增强，范围覆盖非洲北

部及欧洲。火山喷发事件导致的密度增加（降低）幅度约150%，与一次中等强度磁暴对热层大气的影响相当。

研究团队进一步分析表明，汤加火山喷发激发了速度范围为200–450 m/s的多个波模的热层大气波动。热层大气波动以汤加火山为中心呈同心圆状向全球传播，部分波模可传播并汇聚至火山对跖点，进一步从对跖点发散继续传播。根据传播速度特征，热层大气波动可能与低层大气重力波、Lamb波以及海啸波能量向上传播有关。

论文第一作者为中国科大博士后李若曦，通讯作者为雷久侯教授。

(地球和空间科学学院 深空探测实验室)

我校实现电阻抗高质量图像重建

术领域的巨大挑战。

近年来，研究团队利用深度学习技术在图像重建、图像去噪及计算机视觉等领域进行了广泛的先验信息提取方法的探索性研究。这类方法利用深度模型的特征提取能力，从已有数据中提取图像特征，用于构建深度图像先验，进而赋能模型优化。

近期，研究团队将深度图像先验技术与电阻抗成像技术相结合，首次实现了一种无需训练的高质量电阻抗图像重建方法。研究表

明，该方法不仅可以实现“一个模型完成多个任务”，具备极强的泛化能力，而且无需训练就可以完成新任务适配，在应用上具备轻量化潜力。该研究工作建立了电阻抗图像重建新范式，为电阻抗成像技术在脑损伤、中风、肺气肿、乳腺癌等疾病诊断应用领域提供了重要的理论支撑，对发展深度功能医学影像技术具有重要价值。

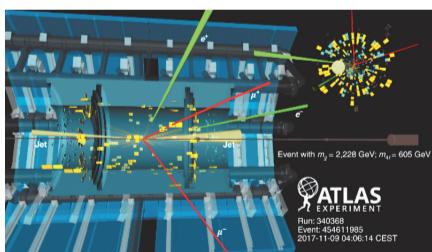
(中科院微观磁共振重点实验室 物理学院 生物医学工程学院)

在稀有双玻色子散射研究中 中国科大取得重要进展

本报讯 欧洲核子中心大型强子对撞机LHC上的ATLAS实验组近期于《自然·物理学》杂志上在线发表了关于首次观测到稀有ZZ双玻色子散射过程的论文，信号探测显著度是5.7 σ 。这次的发现是粒子物理标准模型电弱测量中的一个里程碑，对理解希格斯机制（电弱对称性破缺机制）具有重要意义，获得审稿人、国际同行的广泛认可与报道。

希格斯玻色子在描述微观世界的标准模型中扮演着举足轻重的地位，基本粒子与希格斯场发生相互作用而获得质量。

中国科大与山东大学、上海交通大学/李政道研究所，以及美国密歇根大学合作，在此



次发现中扮演了核心角色。其中，我校吴雨生教授与山东大学李冰研究员（中国科大本科06级）担任该物理分析的负责人，以及合作组文章通讯作者。在该工作中做出主要贡献的我校

博士生有陈婧（现上交博后）、刘明依、王文骁、祝鹤龄，以及指导教师赵政国院士、刘建北教授。在该工作中，研究团队利用机器学习大幅优化信号探测灵敏度，细致验证背景过程模拟准确度，积极应用最前沿理论计算，并利用统计方法结合不同衰变道，最终首次发现ZZ双玻色子散射过程。

中国科大ATLAS实验组是赵政国院士领导下的一支具有相当规模和凝聚力的稳定团队，目前包括11名教授副教授，2名特任副研究员，3名博士后，近30名博士和硕士研究生。中国科大组成员负责或参与探测器建造、运行维护及性能研究、触发优化、末态重建性能的标定，广泛的物理研究。在标准模型的精确检验和测量、希格斯粒子的发现和性质研究，以及超出标准模型的新物理的直接寻找的物理研究中，取得了多个以中国科大组为主导并得到ATLAS国际合作组高度评价的重要物理结果。

(近代物理系)

化反应中，Au@Pd核壳型双金属催化剂的催化性能随Au核尺寸和Pd壳层厚度变化的调变规律，首次揭示核壳型双金属纳米催化存在共轭双量子尺寸效应。相关研究结果发表于国际期刊《自然·通讯》。

○近日，中国科大国家同步辐射实验室、火灾科学国家重点实验室王占东特任教授课题组在低温燃烧研究取得重要进展，实现低温燃烧链分支中间体—过氧化物的光电离截面的测

量和准确定量分析，研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

○近日，中国科大微电子学院龙世兵教授课题组联合中科院苏州纳米所加工平台在氧化镓功率电子器件领域取得重要进展，分别采用氧气氛围退火和N₂离子注入技术，首次研制出了氧化镓垂直槽栅场效应晶体管。相关研究成果分别在线发表于《应用物理快报》《IEEE电子器件快报》期刊。

○近日，中国科大生命科学与医学部曾筑天课题组在《临床研究杂志》上在线发表研究论文，该研究揭示了肝转移癌逃逸肝脏驻留巨噬细胞（KC）免疫监视的新机制，相应开发了原位靶向扩增并重塑KC抗肿瘤功能的新方法，在多种终末期肝转移癌动物模型中实现了肿瘤清除，从而为临幊上转移性肝癌的免疫治疗策略开发提供了新思路。