

本报讯 近日，中国科大熊宇杰教授团队成功构建了一种结合了光电催化和酶催化的接力催化体系，实现了生物质重要平台分子甘油向六碳高值产物山梨糖的高效转化。该体系利用铈掺杂的氧化铈光阳极选择性电氧化甘油，生成两种三碳中间体——甘油醛和二羟丙酮；随后通过突变型果糖-6-磷酸酯酶催化羟醛缩合反应实现碳链增长，将三碳分子进一步转化为六碳高值产物——山梨糖。相关成果发表在《自然·可持续性》上。

甘油是生物柴油的重要副产物，来源广泛，但附加值相对较低。因此，将甘油转化为更高价值的长碳链化合物，成为提升生物质资源利用效率的重要方向。如何在温和的条件下

中国科大提出甘油转化制糖新方法

避免甘油过度氧化并实现其碳链增长，成为长期面临的挑战。

研究团队设计了铈掺杂氧化铈光阳极，用于调控甘油的光电催化氧化路径。该光阳极保持了95.5%的三碳产物选择性，并生成合适比例的甘油醛和二羟丙酮，为后续酶催化的羟醛缩合反应提供了重要三碳中间体。研究人员进一步引入了经过半理性突变的果糖-6-磷酸酯酶突变体，使甘油醛和二羟丙酮能够发生羟醛缩合反应，生成六碳产物——山梨糖。通过光电催化与酶催化反应

的接力耦合，该体系成功实现了甘油连续转化为单一六碳产物——山梨糖。在此基础上，他们构建了无偏压太阳能驱动体系，该体系仅需光照即可连续运行。反应过程中，山梨糖的产生速率达到了31.66毫摩尔/克酶/小时，太阳能转化为化学能的效率约为1.9%。该体系表现出了较好的稳定性，并能够持续生成产物，为甘油等生物质重要平台分子的绿色升级提供了新的思路。

该研究创新性地结合了无机光电催化和生物酶催化，通过前端光电催化选择性生成生物相容

的三碳中间体，再由后端酶催化羟醛缩合实现碳链的精准构建，无需分离中间体，具有条件温和、能耗低和碳利用率高等优点。这种模块化的接力催化策略有望应用于更多平台分子的长碳链升级转化过程，为生物炼制及可持續化产品的合成提供了一种新的技术路径。

中国科大博士研究生刘彩怡、教育部化学高层次人才中心博士后刘光宇和博士研究生刘泽华是本论文共同第一作者，中国科大熊宇杰教授、刘东特任教授、高超特任教授和香港城市大学刘彬教授为共同通讯作者。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院 仿生界面材料科学全国重点实验室 纳米科学技术学院 苏州高等研究院 科研部）

中国科大研制仿鱼鳞巨压容传感器 助力机器人实现“类人触觉”感知

本报讯 近日，中国科大王洪波研究员课题组提出了一种基于仿鱼鳞结构电场调控的新型巨压容传感器（GPCS），能够实现接近人类手指水平的高精度触觉感知。该传感器不仅能够识别微米级表面纹理，还可在机器人抓取过程中实时判断猕猴桃成熟度，并完成自动分拣与

人机交互任务，为机器人在复杂真实环境中的精细操作与智能感知提供了新路径。相关成果发表在《先进材料》上。

面向机器人复杂环境下的精细操作需求，柔性传感器需要同时具备高灵敏度、宽检测范围、高速响应、优异机械耐久性以及易于制造等

特点。然而，目前大多数柔性电容传感器仍难以兼顾上述性能，尤其在复杂形变感知、长期稳定性和多模态触觉识别方面存在明显限制。

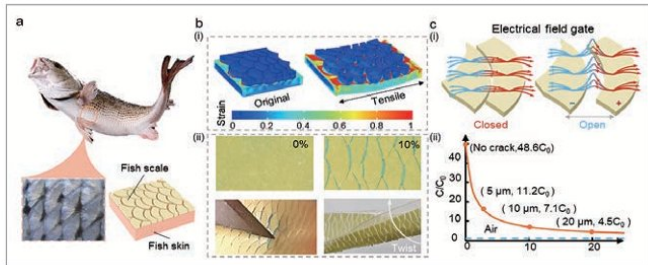
受鱼类皮肤“刚性鳞片-柔性真皮”结构的启发，研究团队设计了一种仿鱼鳞电场调控膜（SEGF）。该结构由高介电常数的PZT刚性鳞片与柔性硅橡胶基底组成，鳞片之间形成微米级空气间隙。这些空气间隙可充当“电场门”，在微小形变下动态调控电极之间的边缘电场，从而将其细观的机械变形转化为显著的电容变化，实现“巨压容效应”。基于该机制构建的GPCS传感器在±90°弯曲范围内可实现低至0.005°的超高分辨率，响应时间仅为0.6ms，并在10万次循环弯曲测试后仍能保持稳定性能。相比传统叉指电极结构，其弯曲灵敏度提高了177倍，同时兼具优异的机械鲁棒性，即使局部结构损伤后仍能正常工作。

得益于超高灵敏度和高速响应能力，研究团队进一步将GPCS集成于仿生手指上，实现了基于滑动触觉的表面纹理感知。实验结果表明，该系统不仅能够检测不同高度和周期的微结构表面，还能够识别厚度仅为1.8μm的打

印碳纤维纹理，其精度已超过人类手指的触觉分辨能力。此外，研究团队利用单个GPCS柔性集成实现了16种不同组织纹理的准确区分。不同组织在滑动过程中会产生独特的电容响应“触觉指纹”，通过简单的时域与频域特征分析即可完成材料识别。

为了验证其在机器人实际场景中的应用潜力，研究团队进一步将4个GPCS组成阵列并集成于柔性夹爪中，实现机器人抓取过程中的猕猴桃成熟度识别。由于不同成熟度水果具有不同硬度，夹爪在抓取时会产生不同程度的形变，而这些细微变化能够通过GPCS实时感知。基于传感器数据与机器学习算法，系统对猕猴桃成熟度的识别准确率达到了92%。在演示实验中，机器人能够自主完成“抓取-感知-分类-递送”等连续任务；未成熟和半成熟猕猴桃被自动放入对应区域，而成熟猕猴桃则能够在人手接触后自动递送给使用者，实现自然的人机交互。

工程科学院精密机械与精密仪器系博士生彭士远为论文第一作者，工程科学院人形机器人研究院王洪波研究员为论文通讯作者。（工程科学院 人形机器人研究院）



巨压容传感器（GPCS）的仿生理念和工作机理

中国科大通过晶体对称性破缺实现闪锌矿量子点定向发光

本报讯 近日，中国科大自旋磁共振实验室樊捷佳教授团队与河南大学申怀彬教授、曾在平教授、王奎副教授团队合作，在量子点定向堆垛发光中取得重要进展。研究团队首次发现，通过在闪锌矿量子点中引入堆垛层错，可以打破其原有晶体对称性，使传统上被认为难以实现定向发光的准球形闪锌矿量子点产生高效定向发光。相关成果发表在《自然·光子学》上。

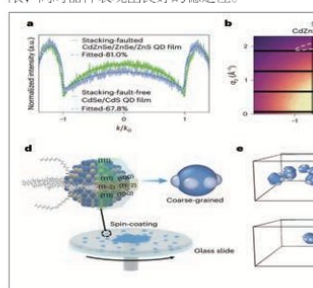
研究团队将通常被视为晶体缺陷的堆垛层错作为调控发光方向的关键结构因素。理论分析和密度泛函理论计算表明，堆垛层错能够将闪锌矿量子点的晶体对称性由Td降低至C3v，并改变其电子态对称性，从而诱导量子点产生强烈的面内偏振发光特性。换言之，堆垛层错打破了原本高度对称的晶体环境，使量子点的发光不再向各个方向均匀分布，而是更集中于沿层错面方向辐射。

为了验证这一机制，研究团队通过精密调控合成条件，分别制备了无堆垛层错和含堆垛层错的闪锌矿量子点。借助原子力显微镜和背散射成像等光学表征技术，研究人员直接观察到：无堆垛层错的量子点表现为各向同性发光，而含堆垛层错的量子点则呈现明显的定向发光特征。这一结果为晶体对称性破缺诱导量子点定向发光提供了直接实验证据。

进一步研究表明，在自组装薄膜中，由于量子点表面配体分布并不均匀，由此产生的各向异性范德华相互作用能够驱动量子点在薄膜

中自发取向排列。实验结果显示，CdZnSe体系和InP体系薄膜中的面内偶极占比分别高达81.0%和73.9%，均超过各向同性发射情况下66.7%的比例。这表明，该策略不仅能够实现单个量子点层面诱导定向发光，也能够实现薄膜中实现有效的跃迁偶极取向排列。

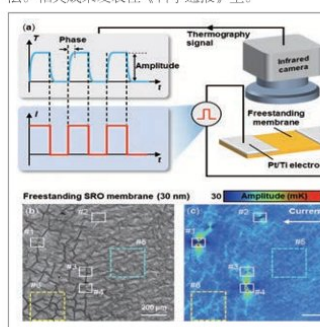
基于这一策略，团队制备的绿光QD-LED展现出超高性能：CdZnSe器件外量子效率（EQE）达到34.3%，InP器件达到31.0%，均超过传统各向同性发射模型所预期的效率上限，同时器件表现出良好的稳定性。



配体诱导的自组装机制与薄膜取向表征

中国科大提出自支撑氧化物薄膜缺陷检测新方法

本报讯 近日，中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心王凌飞、吴文彬教授团队与陕西科技大学团队合作，研发了一种基于锁相热成像的自支撑氧化物薄膜结构缺陷高通量检测方法。相关成果发表在《科学通报》上。



（a）利用锁相热成像测量自支撑氧化物薄膜中的微缺陷：周期性电流通过自支撑氧化物薄膜产生周期性焦耳热，利用红外相机记录表面温度变化，再通过锁相分析提取振幅和相位信号。（b）自支撑SrRuO₃薄膜的光学显微图像。在低倍光学图像中，高密度缺陷背景会掩盖大部分微缺陷信号；（c,d）自支撑SrRuO₃薄膜的锁相热成像振幅和相位图。与低倍光学显微图像对应的锁相热成像图像可以清晰显示多个裂纹诱导的热异常。

自支撑氧化物薄膜是一类在去除衬底后仍能保持单晶特性的功能薄膜材料，其在剥离、释放和转移过程中可能产生裂纹、褶皱、鼓包等局部结构缺陷。这些缺陷尺寸小、分布随机，在低倍光学显微镜下往往难以快速识别，

却可能显著影响局部电导、介电常数、应变状态及器件性能，进而降低大面积器件阵列的均匀性和可靠性。因此，发展一种兼具大面积、高效率和高灵敏度的高通量缺陷检测方法，是推动自支撑氧化物薄膜材料制备走向器件应用的重要环节。

针对上述问题，研究团队将锁相热成像技术引入自支撑氧化物薄膜的结构缺陷检测。该方法通过向导电自支撑氧化物薄膜中注入周期性电流，使薄膜产生周期性焦耳热。当电流流经裂纹、褶皱等结构缺陷附近时，局部电流分布和发热行为会

发生改变，并在红外热图中形成具有辨识度的“热指纹”。实验和有限元模拟结果表明，裂纹通常会产生类似“蝴蝶状”的热异常信号，而褶皱则表现为条纹状热信号。通过联合分析锁相热成像的温度振幅和相位信息，研究团队能够有效区分微裂纹、褶皱和长裂纹等不同类型的结构缺陷，并进一步实现对缺陷几何参数的定量评估。该方法仅需低倍红外镜头即可覆盖较大范围，对毫米尺度区域的成像仅需数十秒，大幅提升了自支撑氧化物薄膜缺陷筛查效率。研究团队在SrRuO₃、La_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃、YBa₂Cu₃O_{7-x}等典型导电氧化物自支撑薄膜中验证了该方法，并通过引入超薄导电层将高通量结构缺陷检测推广至绝缘性的自支撑氧化物薄膜。

该工作是团队在自支撑氧化物薄膜领域的重要后续工作，面向大面积自支撑薄膜从高质量制备走向可靠器件应用的实际需求，发展了一种兼具高效率和高灵敏度的缺陷检测方法。相关结果为自支撑氧化物薄膜的工艺优化、缺陷筛查和器件阵列质量控制提供了可靠高效的检测手段，也为柔性氧化物电子学和多功能异质集成器件的发展提供了重要支撑。

合肥微尺度物质科学国家研究中心博士研究生王傲、博士后研究员章金凤以及少年班学院大三本科生闫金翔为本文共同第一作者；王凌飞教授、吴文彬教授为本文共同通讯作者。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 科研部）

智能科研基础设施助力青年创新
讲人：中国科学技术大学精
准智能化学全国重点实验室副主任
江俊

当前，新一轮科技革命和产业变革加速推进，第四次工业革命加速兴起，其核心在于人工智能与科学的深度融合、协同突破，二者相互赋能，不仅重塑科研范式，更重构产业体系，培养全新发展动能。AI原生代的年轻人天然具备数字化思维，是引领科研范式变革并驱动新一轮工业革命的主力军。

不过，年轻人的创新构想往往受到知识、能力、资源三重“孤岛”制约而难以落地。构建人工智能驱动的智能科研基础设施，是破解这一困境的关键路径。这些年，中国科学技术大学机器化学家团队构建智能科研基础设施，打造开放共享、协同高效的创新生态，激发青年创新活力，实现知识平权、创新平权、创业平权。

打破“知识孤岛”的关键，是让青年科研人员快速跨越学科语言障碍、缩短知识积累时间。机器化学家平台就是要做智能“翻译者”与“整合者”，能自主阅读全球范围内的科研论文、专利文献，将原本杂乱无章的非结构化知识，转化为可计算、可验证、可迭代的结构化知识，并打破不同学科之间的语言壁垒，实现跨领域知识的融合整合。青年科研人员能快速获取前沿科研认知，站在巨人的肩膀上开展创新研究。

破解“能力孤岛”的核心，是将顶尖实验室的“隐性知识”转化为可复制、可迁移的数字能力，让青年科研人员无需花费大量时间就能掌握高端实验技能。譬如，我们打造OpenClaw“龙爪”技能库，将繁杂的科研知识与复杂的实验操作封装为标准化、可调用的技能模块。原本需要半年时间掌握的分离纯化、光谱分析等实验技能，如今一键调用技能库即可实现。

打破“资源孤岛”的关键，是让青年科研人员和初创团队能低成本、公平获取科研所需的工业化资源。我们构建分布式智能科研机器人网络，集成数据、模型、科研“龙爪”技能库，打造了一张人人可随时调用的“资源电网”，实现试剂、设备、算力、模型等资源的全国统一调配。青年科研人员和初创团队不用投入巨资购置高端设备、建设实验室，可根据自身需求调用资源，创新成本大幅降低。

为了激活全社会的创新动力，让每一个有梦想的青年科研人员都能平等地探索科学的奥秘。我们探索构建从0-1基础突破、1-10产品优化、10-100规模生态的三阶段递进AI创新创业体系，通过打造适配青年成长的科研环境、开设面向青年的AI驱动科学课程，让智能科研基础设施成为青年创新的沃土。

以人工智能引领科研范式变革，让青年成为科技创新的主力军，是时代赋予我们的使命。面向未来，我们将持续深化智能科研基础设施建设，让更多青年在科技创新的舞台上挑大梁、当主角。（原载于《光明日报》2026年6月3日 记者 陈海波 唐敏 杨舒 崔兴成 常河）

向
『无人区』挺进
——来自基础研究一线的声音
向未来何处『开花』