

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室

工作简报

2026 年第 3 期

(总第 102 期)

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室编

2026 年 5 月 14 日

新闻动态

华南理工大学南客学术论坛第 87 期暨发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛成功举办 1
朱为宏院士做客发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛..... 7

研究进展

发光理论与机制

苏仕健教授团队：一锅法合成扭曲螺旋构型和准平面构型的硼氮多环芳烃窄带电致发光材料 . 9
马於光教授团队：高带尾态密度的 HLCT 态发光体实现高性能蓝光 OLED：激子能量分布视角 . 11
陈东成副教授团队：有机平面 pn 异质结中的层层直接复合..... 14
陈东成副教授团队：光激发下苯胺衍生物中电致激基缔合物的形成：实验证据..... 16

新型显示、探测与成像

夏志国教授团队：近红外发射 $\text{MgO}:\text{Li}^+, \text{Cr}^{3+}$ 透明陶瓷闪烁体创制与双模融合成像..... 20

有机光伏材料与器件

应磊研究员团队： π 共轭增强的自组装单层，实现高性能的反式钙钛矿太阳能电池..... 23

前沿交叉

马於光教授团队：通过拓扑化学还原实现高性能室温有机铁磁半导体薄膜..... 25

人员介绍

实验室新引进人才简介：宋宏伟教授..... 28

境内外来访参观与学术交流..... 29

新闻动态

华南理工大学南客学术论坛第 87 期暨发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛成功举办

4 月 1 日，华南理工大学南客学术论坛第 87 期暨发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛，在华南理工大学逸夫科学馆二楼报告厅成功举办。本次论坛特邀美国西北大学黄永刚院士、清华大学冯雪教授莅临现场，与学校师生开展学术交流。报告会现场气氛热烈，来自材料、化工、物理、轻工、软物质等学院师生 200 余人参加本次论坛。



马於光院士主持

本次论坛由中国科学院院士、发光材料与器件全国重点实验室主任马於光教授主持。马於光院士首先对黄永刚院士、冯雪教授远道而来指导学术工作表示衷心的感谢，并为两位教授颁发“南客学术论坛”纪念品。马院士对两位教授的学术历程和卓越贡献给予高度评价，他表示，黄永刚院士与冯雪教授均是各自领域的杰出学者，他们深耕科研、勇于创新，用专业与坚守为学术发展、产业进步赋能。



颁发纪念品

黄永刚院士以“**Bioelastic state recovery for haptic sensory substitution**”为题作学术报告。报告聚焦可穿戴触觉界面的前沿进展，围绕人体皮肤机械感受器的工程化激活机制，系统介绍了团队在触觉感知替代领域的最新研究。黄永刚院士团队提出了一种微型机电双稳态结构，将皮肤本身作为弹性储能单元，与器件协同工作，从而实现低功耗、自感知的形变调控。该结构能够对皮肤施加动态或静态、法向或剪切等多种机械刺激，并有望针对不同类型机械感受器实现程序化激活。报告还进一步展示了无线、柔性贴肤触觉系统的实现路径：通过集成双稳态换能单元阵列，并结合智能手机三维扫描与惯性传感信息，可将环境与运动信息转化为高密度触觉反馈，在视觉受损、本体感觉受损等人群的感

知补偿与康复辅助中展现出重要应用潜力，为新一代生物电子、人机交互和智能康复技术的发展提供了新的思路。



黄永刚院士作报告

随后，冯雪教授以“基于 Chiplet 架构的柔性集成器件设计理论、跨尺度制造和应用”为题作学术报告。面向高性能计算与具身智能发展需求，冯雪教授结合团队近年来在柔性电子、转印集成与工程化制造方面的研究进展，系统阐述了 Chiplet 架构在突破传统单片集成电路瓶颈中的潜力。报告重点介绍了课题组围绕芯粒系统提出的力—热—电—磁多物理场协同设计模型与优化方法，以及面向半导体性能调控、多材料界面失配分析和三维封装结构设计的神经网络优化框架；同时介绍了高精度、跨尺度、多模态转印制造技术及其界面力学理论，展示了 III-V 族化合物与硅基器件异质异构集成的实现路径。报告还分享了相关技术在

柔性集成器件、生物电子器件和光电器件等方向的应用探索，体现出该体系在健康医疗、具身智能和重大装备领域的广阔前景。



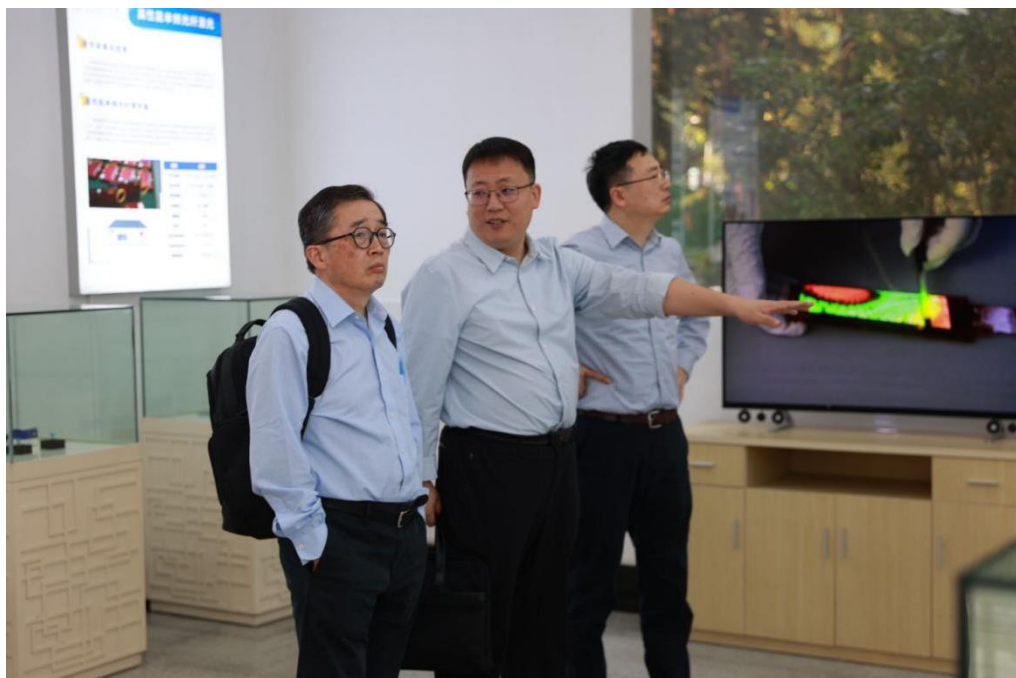
冯雪教授作报告

两位教授的报告深入浅出、旁征博引，既有前沿理论的深度剖析，也有实践应用的生动解读，引发了在场师生的广泛共鸣。互动环节中，在场师生结合报告内容，围绕触觉感觉替代、柔性可穿戴器件设计、Chiplet 多物理场协同优化、转印异质集成关键技术及其在健康医疗和具身智能中的应用前景等方面积极提问，两位教授与师生展开深入的互动问答，逐一解答每一个问题。



报告会现场

论坛后，黄永刚院士、冯雪教授参观了发光材料与器件全国重点实验室，并与实验室团队进行座谈，就高校青年科研人员的成长路径与职业发展等问题进行了深入探讨。



参观实验室

中国科学院院士、发光材料与器件全国重点实验室主任马於光教授，华南理工大学材料科学与工程学院、科学技术研究院、国际交流与合作处相关负责人参加了本次论坛。

报告人简介：

黄永刚，西北大学机械工程、土木与环境工程的 Achenbach 教授，材料科学与工程系的教授。美国国家工程院、美国国家科学院、美国艺术与科学院院士，英国皇家学会、英国皇家工程院、加拿大皇家学会、中国科学院等多家顶尖学术机构的外籍院士。英国皇家学会和英国皇家工程院历史上第五位同时被选为外籍院士，伦敦皇家学会 360 多年来唯一一位担任选举委员会主席的外籍院士。西北大学历史上唯一一位两次获得科尔-希金斯教学

奖的终身教授。2024年，工程科学学会专门设立了“黄永刚工程科学奖章”；2025年，德克萨斯农工大学和国际计算与实验工程科学会议分别设立了以黄永刚命名的合作奖章。研究主要集中在可拉伸无机电子器件的力学以及力学引导的确定性三维组装技术，发表700多篇SCI论文，其中16篇发表在Science、10篇发表在Nature。

冯雪，清华大学长聘教授，国家973首席科学家、国家杰青、长江学者特聘教授等；入选美国工程科学学会会士(SES Fellow)、美国机械工程师学会会士(ASME Fellow)、美国实验力学学会会士(SEM Fellow)、欧洲科学与艺术院院士(European Academy of Sciences and Arts)等；担任Appl. Mech. Rev.、J. Appl. Mech. 副主编、Wearable Electronics 共同主编等；长期从事固体力学与柔性电子技术研究，建立了柔性集成器件的设计基础理论与核心制造技术，攻克了晶圆级芯片薄化工艺、应力调控、转印集成与柔性封装技术，建成了国际首条柔性集成器件制造中试线及标准检测认证体系，所发展的柔性集成器件、柔性生物传感器件、柔性可穿戴设备等被推广应用。获得何梁何利基金科学与技术创新奖、全国创新争先奖、美国机械工程师学会 Ted Belytschko 应用力学奖、美国机械工程师学会 Worcester Reed Warner 奖等；在 Nat. Mater.、Joule、Adv. Mater.、Sci. Adv.、Nat. Comm.、JMPS 等发表论文300余篇，授权国家发明专利200余项。

朱为宏院士做客发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛

4月26日，中国科学院院士、华东理工大学副校长朱为宏教授做客发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛，为师生带来题为“光敏化学产品工程”的学术报告。

此次报告由发光材料与器件全国重点实验室常务副主任黄飞教授主持，黄飞教授首先对朱为宏院士的来访表示热烈的欢迎，并简要介绍了朱为宏院士的科研履历及相关学术成就。



朱为宏院士作报告

报告中，朱为宏院士围绕光敏化学产品的稳定性强化、过程强化及高端化应用三大核心方向，系统介绍了其科研团队在该领域深耕多年的研究历程与系列重大科研突破。报告立足基础科学

核心问题，深度阐述了光敏化学产品在绿色制造、新型功能材料、清洁能源转化等领域的创新价值和广阔应用前景。

互动环节中，在场师生结合报告内容积极提问，朱为宏院士与师生展开深入的互动问答，逐一解答师生提出的每一个问题，并结合自身科研经验分享研究思路与攻关方法，同时鼓励青年科研人员坚定科研信心、勇于探索创新。

报告人简介：

朱为宏，现任华东理工大学副校长、精细化工研究所所长。国家杰出青年科学基金获得者，国家自然科学基金基础科学中心项目负责人，科技部重点研发项目首席科学家，曾入选教育部长江学者特聘教授、中组部万人计划科技创新领军人才、国务院政府特殊津贴。

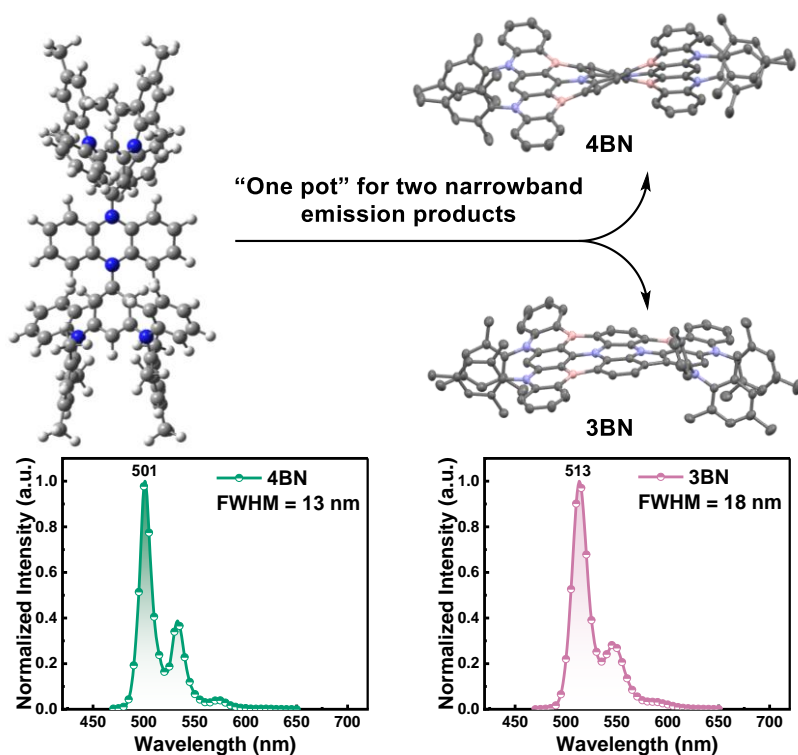
朱为宏院士长期深耕光敏化学产品工程研究，在光敏化学产品的稳定性强化、过程强化、高端化应用方面取得系统性创新成果。迄今已发表 SCI 论文 400 余篇，共被 SCI 引用近 3.1 万余次，H 指数为 91，系科睿唯安化学领域“高被引科学家”。同时注重成果转化，申请中国发明专利 50 余项，其中 40 余项已获授权。荣获国家自然科学基金二等奖两项、上海市自然科学奖一等奖两项、上海市科技进步奖一等奖、上海市牡丹奖等多项重要科技奖励。

研究进展

发光理论与机制

苏仕健教授团队：一锅法合成扭曲螺旋构型和准平面构型的硼氮多环芳烃窄带电致发光材料

多重共振热活化延迟荧光(MR-TADF)材料因窄谱带发射特性,有望满足 BT.2020 标准。然而,在保持窄谱带发射的同时抑制固态光谱展宽、提升效率仍是挑战。传统平面型 MR 分子易因 π - π 堆积导致发射展宽和红移,而引入大体积位阻基团可能破坏分子刚性。因此,开发兼具刚性骨架与三维扭曲拓扑结构的新型 MR 分子成为重要思路。



近日,华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的苏仕

健教授课题组利用一锅法，同时获得了两种具有显著差异拓扑结构的杂原子掺杂 MR-TADF 材料，有望拓展有机发光二极管领域的应用。

通过一锅法同时构建 C-B 和 C-C 键合成硼氮掺杂多环芳烃 (B,N-PAHs) 的新策略，成功同时获得了扭曲螺旋构型的四硼化合物 4BN 和准平面构型的三硼化合物 3BN，并揭示了分子拓扑结构对窄带发射的决定性作用。研究的核心难点在于：多硼掺杂的 PAHs 合成极具挑战，硼原子空 p 轨道易受亲核进攻，在高温反应中易氧化水解导致产率极低，且扭曲螺旋骨架进一步加剧空间位阻，使硼化试剂难以接近目标位点；同时，如何在保持极窄半峰宽 (FWHM) 的前提下实现高 PLQY 与 EQE，也是该领域的长期瓶颈。本工作首次实现一锅法同时获得两种产物，大幅简化了合成步骤。4BN 在甲苯溶液中 FWHM 仅 13 nm，在溶液加工电致发光器件中达 14 nm，TADF 敏化器件中为 15 nm，创下基于 MR-TADF 材料的 OLED 最窄 FWHM 纪录。通过对比 4BN 与 3BN，阐明刚性扭曲骨架结合四硼掺杂诱导的非键合轨道特性，能有效抑制结构弛豫和低频振动耦合，从而获得超窄带发射。B、N 交替掺杂形成 MR 效应，使前线分子轨道呈交替分布，激发态具有非键特征，大幅削弱电子-振动耦合。4BN 的“X”形扭曲拓扑从根本上阻止分子间紧密 π - π 堆积，在固态下仍保持窄带。理论计算进一步证实 4BN 的高频振动模式更少、重组能更小，而 3BN 中五元环引入增强了共轭与振动耦合，导致光谱展宽。此外，引入 TADF 敏化剂 3SFAc-TRZ 加速三线态激子利用，使 4BN 的器件最大外量子效率提升至 18.9%，并缓解了效率滚降。该工作为

满足 BT.2020 广色域标准的高色纯度发光材料提供了全新的分子设计思路。

相关研究成果以“*One-Pot Synthesis of Twisted Helical and Quasi-Planar Boron-Nitrogen Doped Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Narrowband Electroluminescence*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为苏仕健教授，第一作者为成祥毅硕士生。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国博士后科学基金会等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1002/anie.1773289>

马於光教授团队：高带尾态密度的 HLCT 态发光体实现高性能蓝光 OLED：激子能量分布视角

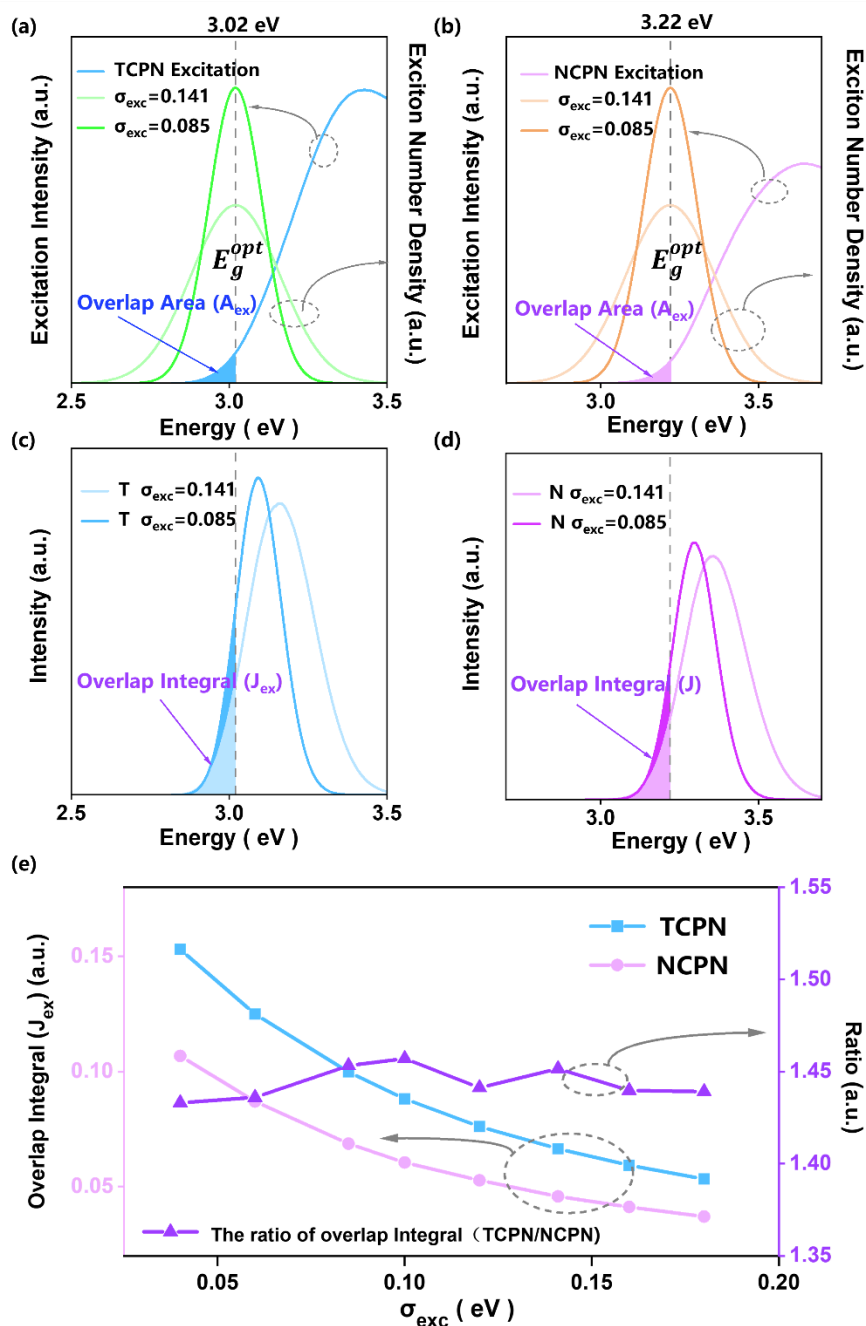
有机发光二极管(OLED)作为下一代显示与照明核心技术，蓝光器件因宽带隙和高能量要求，成为效率瓶颈。传统理论以“自旋统计规则”解释激子利用效率，忽略了有机半导体中分子热运动、无序堆积及堆积缺陷导致的激子能量分布。电注入激子实际呈现以光学带隙 E_g^{opt} 为中心的 Gaussian 分布，低能激子 ($<E_g^{\text{opt}}$) 易因能量失配被非辐射损失，限制蓝光 OLED 性能。课题组前期工作已证明，高带尾态密度发射体可显著提升低能激子利用，而具有 HLCT 态特征的发光体通常表现出高的激发带尾态密度。本文针对此，设计了 HLCT 态 TCPN 与 LE 态 NCPN，并优化激子能量分布模型，从激子谱新视角突破传统框架，为高性能蓝光 OLED 提供全新的设计策略。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的马於光教授课题组利用高激发带尾态密度的 HLCT 态发射体(TCPN)，实现高性能非掺杂蓝光 OLED，有望为高效 OLED 发射体设计提供全新激子能量分布视角，并拓展其在高效率低功耗显示与节能照明领域的应用。

在有机半导体中，电注入的激子受分子热运动、无序堆积及堆积缺陷影响，呈现以光学带隙为中心的高斯能量分布。传统观点认为，高能激子易通过内转换或能量转移被利用，而低于 E_g^{opt} 的低能激子（带尾态）因能量失配易被非辐射损失，导致激子利用效率（EUE）受限。如何高效捕获并利用这些“被浪费”的低能激子，成为制约蓝光 OLED 效率的核心难点。

马於光课题组突破传统“自旋选择规则”(单线态/三线态比例)解释框架，从激子能量分布谱全新视角切入，设计并合成了基于蒽核心的两个蓝光发射体：HLCT 态 TCPN 与 LE 态 NCPN。通过引入三苯胺给体单元，TCPN 的 S_1 态呈现 35.48% LE + 64.52% CT 的杂化特性，并在薄膜激发谱中表现出远高于 LE 态 NCPN 的激发带尾态密度。

为精准量化带尾态对低能激子利用的贡献，课题组优化了前期高斯激子能量分布模型：用薄膜激发谱取代溶液吸收谱，真实反映堆积缺陷诱导的能级展宽与“有用”激子（仅考虑辐射复合路径）；固定总激子数恒定，避免因分布展宽而人为增加激子数量的不合理假设；以重叠积分 J_{ex} （而非简单重叠面积 A_{ex} ）替代量化指标，权重不同能量下激子数密度与激发强度的匹配关系。



计算结果显示，无论 σ_{exc} 从 40 meV 至 180 meV，TCPN 的 J_{ex} 始终高于 NCPN，二者比值稳定在 1.43–1.46，与实际非掺杂器件 EUE 比值 1.45 高度吻合 (TCPN 器件 EQE_{max} 14.73%，NCPN 仅 9.10%)。这直接验证：高激发带尾态密度可大幅提升低能激子捕获与辐射复合效率，从而实现高的激子利用率。

相关研究成果以“*High-Performance Nondoped Blue OLEDs*

Enabled by HLCT-State Emitters with High Excited Band-Tail Density: An Exciton Energy Distribution Perspective”为题发表在 *The Journal of Physical Chemistry Letters* 上，其中通讯作者为马於光教授与俞越副教授，第一作者为郭俊杰博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金和广东省基础与应用基础研究基金等科研项目的资助。

原文链接：

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jpcllett.5c03880>

陈东成副教授团队：有机平面 pn 异质结中的层层直接复合

有机半导体中电子-空穴复合是决定器件性能的关键过程。经典朗之万理论基于载流子均匀分布假设，但在给体-受体本体异质结中出现偏差，因此发展了多种修正复合模型。相比之下，平面 pn 异质结中复合受限于界面分子相互作用，现有模型对其界面复合动力学的解释尚不完善。一是现有复合模型在平面异质结发光二极管中的适用性缺乏实验验证；二是这些模型无法解释实验中观测到的长程复合过程。

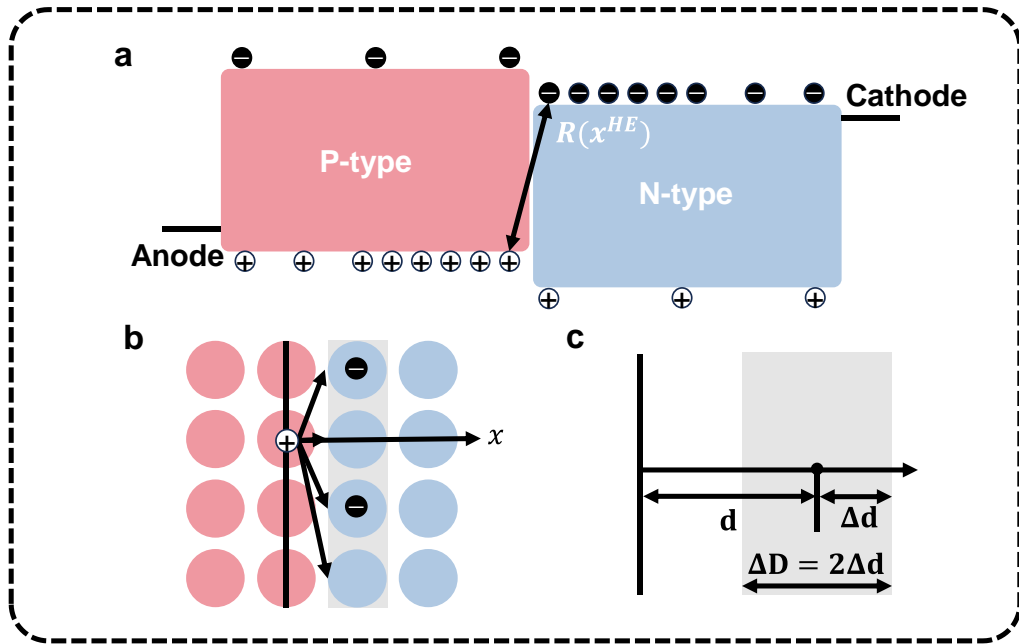
近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的陈东成副教授课题组发展了有机平面 pn 异质结的复合模型，提出了层层直接复合 (Layer-to-layer direct recombination, LLDR) 模型，实现了对有机平面 pn 异质结发光二极管的电学特性模拟，同时在理论上指出了长程复合的合理性，进一步加深了对有机平面 pn 异质结的理解。

对有机平面 pn 异质结进行建模，基于 Miller-Abrahams 跳跃

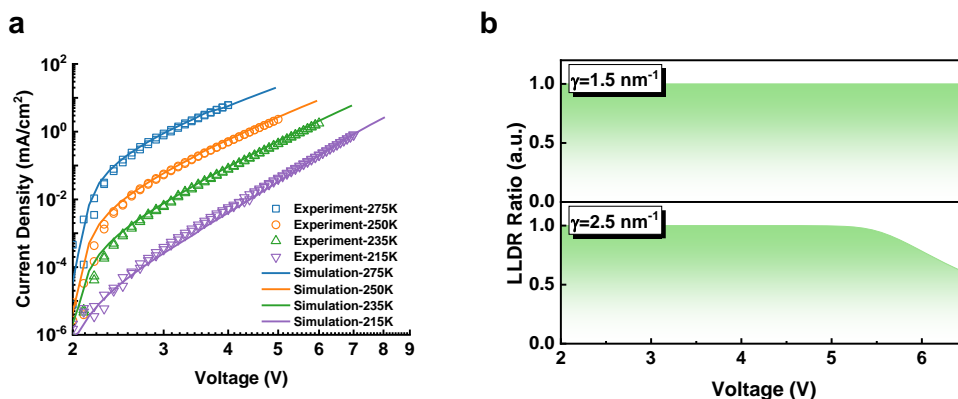
理论，从电流定义式作为出发点，推导得到有机平面 pn 异质结中层层直接复合下的电子-空穴复合系数 r 为：

$$r = \frac{\pi v_0}{2\gamma^2} e^{-2\gamma d} \left[e^{2\gamma \Delta d} \left(d - \Delta d + \frac{1}{\gamma} \right) - e^{-2\gamma \Delta d} \left(d + \Delta d + \frac{1}{\gamma} \right) \right]$$

其中， v_0 是尝试跳跃频率， γ 是离域常数， d 是距离界面最近的 p 型与 n 型单分子层之间的平均距离， Δd 是 ΔD 的一半，而 ΔD 是距离界面最近的 p 型与 n 型单分子层的平均厚度。



将所提出的 LLDR 模型与一维漂移-扩散仿真相结合，能够准确复现平面 pn-OLED 的温度相关电流密度-电压特性曲线。研究进一步表明，分子间相互作用的强度可通过离域常数进行量化表征，且最大允许复合距离随相互作用强度的增强而增大，从而为实验观察到的长程复合现象提供了机理层面的解释。此外，该模型还揭示了，在平面 pn 异质结器件中增强分子间相互作用可降低驱动电压，并提升不同偏压条件下的光谱一致性。



相关研究成果以“*Layer-To-Layer Direct Recombination in Organic Planar p/n Heterojunctions*”为题发表在 *Macromolecular Rapid Communications* 上，其中通讯作者为陈东成副教授，第一作者为陈绍枫硕士生。该研究工作得到了国家重点研发计划（项目号：2020YFB0408000）、广东省科学技术厅（项目号：2019TQ05C778）以及广东省基础与应用基础研究基金（项目号：2019A1515011639）的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1002/marc.202500950>

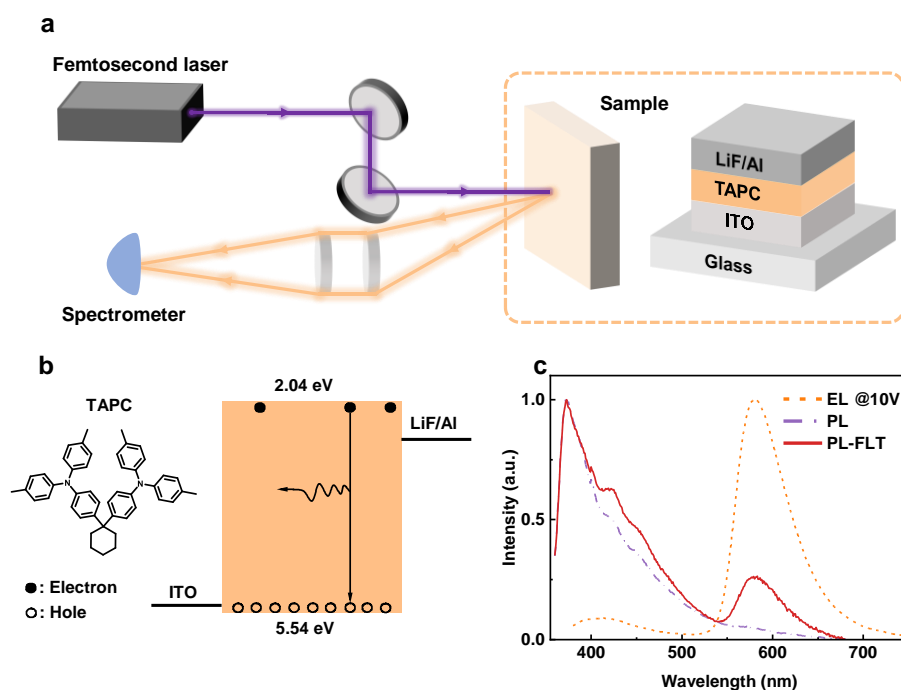
陈东成副教授团队：光激发下苯胺衍生物中电致激基缔合物的形成：实验证据

部分有机光电子材料的电致发光 (EL) 光谱中会出现光致发光 (PL) 中未观测到的独特发射峰。以 TAPC 基器件为例，其 EL 光谱在约 580 nm 处存在特征峰，而 PL 光谱中并未检测到。该现象由 Kalinowski 等人于 2000 年首次报道，并将其归因为电致激基缔合物 (electromer) 的形成。然而，长期以来，导致电致激基缔合物发射的具体化学结构始终未能明确，其本质仍存在争议。

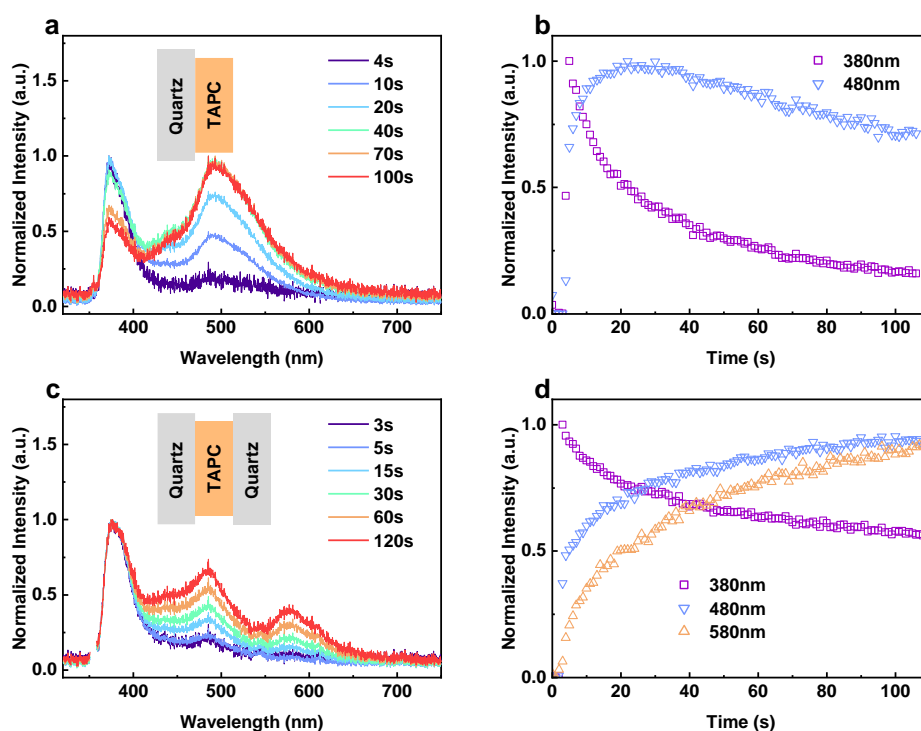
近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的陈东

成副教授课题组研究发现通常被认为源于电荷注入导致的电致激基缔合物发射，可以通过飞秒激光处理方法诱导产生。结构表征证实，激光处理后的 TAPC 分子中环己烷环发生了一个碳—碳键的断裂，该结构变化是 580 nm 处电致激基缔合物发射的起源。本研究为理解电致激基缔合物提供了不同于传统认识的视角，从实验上阐明了其形成起源。

对未处理样品和经过飞秒激光处理的（355nm 飞秒激光脉冲，1 kHz，110 fs 脉宽）样品在施加电压前测量其 PL 光谱。与仅在 372 nm 处呈现单一发射峰的未处理样品相比，飞秒激光处理样品在 372 nm 和 580 nm 处均表现出明显的发射峰。其中，电致下观察到的 580 nm 的发射峰被认为来源于电致激基缔合物的形成。然而，在经激光处理的样品的 PL 光谱中观测到 580 nm 处的发射峰，这与对电致激基缔合物的通常理解相矛盾，因为电致激基缔合物广泛被认为源于电荷注入。

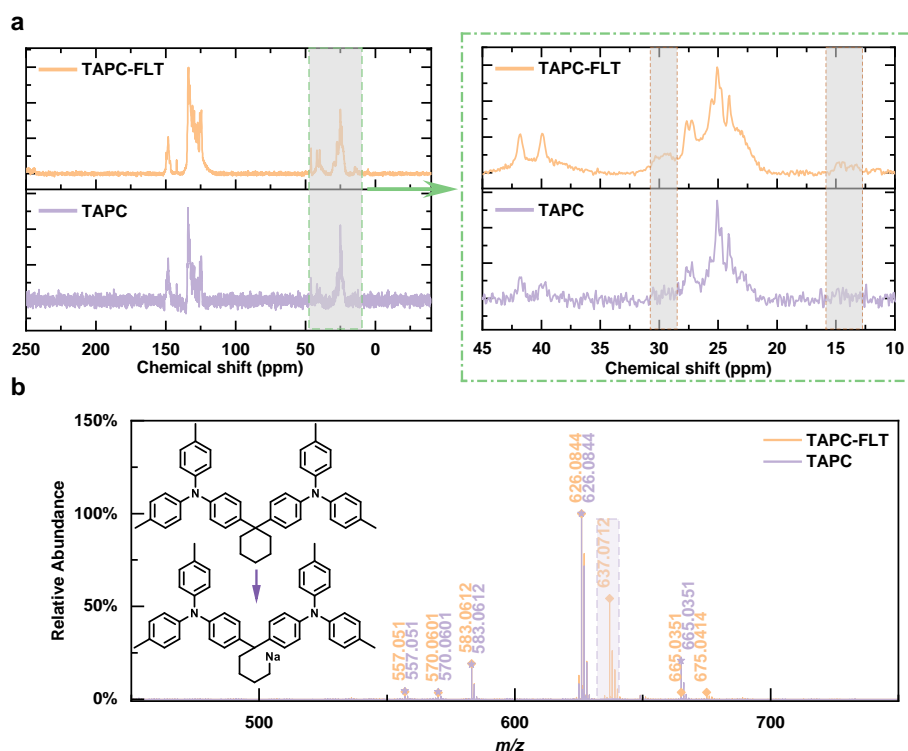


制备两种不同结构的薄膜：石英/TAPC (500nm; QT) 和石英/TAPC (500nm)/石英 (QTQ)。两种样品均经过飞秒激光处理并在空气中进行 PL 测量。相对于 QT 样品，QTQ 样品在激光处理下额外出现 580 nm 的发射峰。推断激光照射诱导产生了一种不同于 TAPC 分子的新物种，且对空气敏感。



采用 ss-NMR 对激光处理前后的 TAPC 粉末样品进行了表征。激光处理后的 TAPC 粉末在 13ppm 至 14ppm 和 28ppm 至 31ppm 处呈现出不同的信号，分别归属于碳链的末端甲基和烷链的亚甲基。这些观察结果表明，在激光处理下，TAPC 中的环己烷发生了断裂，生成了烷基链。进一步采用 MALDI-TOF 对所推测的片段分子量进行测定。质荷比为 626 的峰对应于 TAPC 的分子量。在质荷比小于 626 的区域未观察到显著差异，经过激光处理的样品在 637 处观察到明显的峰， $637(\text{TAPC-FLT})=626(\text{TAPC})$

+23 (Na) -12 (C), 表明激光处理后样品的分子相比于 TAPC 分子缺失了一个碳原子。



相关研究成果以“*Electromer formation in a diamine derivative under optical excitation: Experimental evidence*”为题发表在 *Applied Physics Letters* 上，其中通讯作者为陈东成副教授，共同第一作者为陈绍枫硕士生和祝畅硕士。该研究工作得到了国家重点研发计划（项目号：2020YFB0408000）、广东省科学技术厅（项目号：2019TQ05C778）以及广东省基础与应用基础研究基金（项目号：2019A1515011639）的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1063/5.0291131>

新型显示、探测与成像

夏志国教授团队：近红外发射 $\text{MgO}:\text{Li}^+,\text{Cr}^{3+}$ 透明陶瓷闪烁体创制与双模融合成像

X 射线成像凭借深层穿透性和元素特异性，在无损伤检测与生物医学诊断中不可或缺。然而，在复杂场景下，非目标材料产生的散射伪影会严重降低 X 射线成像的空间分辨率和对比度。将具有深穿透能力的 X 射线与低散射特性的近红外 (NIR) 光相结合，构建双模融合成像系统，是解决这一技术瓶颈的有效策略之一。近年来，X 射线激发 NIR 闪烁体发展迅速，但这类材料普遍依赖重金属卤化物以提升光产额，存在环境稳定性差、固有毒性及辐照老化等缺陷。相比之下，氧化物透明陶瓷兼具优异的光产额、良好的机械强度与化学稳定性，其中可见光发射的 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}$ 和 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 等陶瓷均已实现商业化。因此，研制基于氧化物透明陶瓷的 X 射线激发 NIR 闪烁体，具有重要的科学意义与广阔的应用前景。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的夏志国教授课题组，成功制备出了直径 45 mm 的晶圆级 $\text{MgO}:\text{Li}^+,\text{Cr}^{3+}$ 透明陶瓷闪烁体，其光产额为 25683 Ph/MeV、检测限为 0.84 $\mu\text{Gy/s}$ ，并具有超过 120 分钟的余晖发光。基于该材料，研究人员进一步实现了 X 射线/近红外双模态融合成像，不仅有效抑制了散射伪影，还可穿透 5 mm 厚的猪肉组织模拟样本，实现对软体机器人的原位定位。

研究人员通过放电等离子烧结技术，制备出了直径为 45 mm 的晶圆级 $\text{MgO}:\text{Li}^+,\text{Cr}^{3+}$ 透明陶瓷闪烁体。 Li^+ 作为电荷补偿剂，可有效调控 Cr^{3+} 离子的局域晶体场环境，使陶瓷的近红外发射峰从 810 nm 蓝移至 722 nm，并在 750 nm 处呈现宽肩峰，该发射光谱与红敏 CMOS 探测器的最佳响应范围完美匹配，为成像性能优化提供了基础。此外， $\text{MgO}:\text{Li}^+,\text{Cr}^{3+}$ 陶瓷还具有 $25683 \text{ Ph}\cdot\text{MeV}^{-1}$ 的高光产额、 $0.84 \mu\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ 的低探测限，以及组织等效的原子序数 ($Z_{\text{eff}} \approx 10.8$)，适配生物医学成像需求。

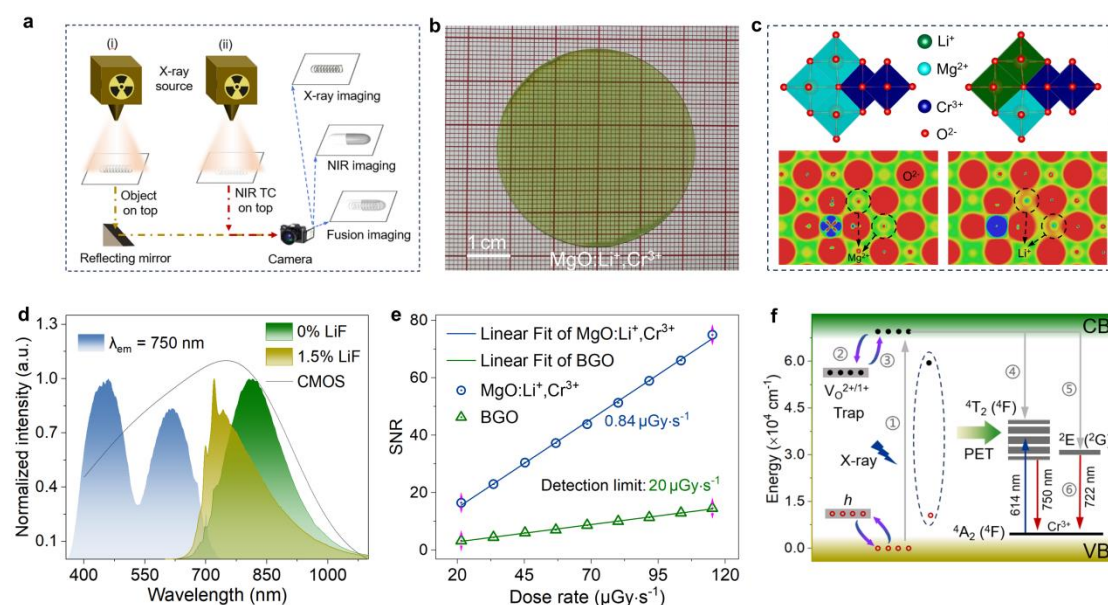


图 1 X 射线/近红外双模成像示意图和 $\text{MgO}:\text{Li}^+,\text{Cr}^{3+}$ 透明陶瓷的结构及荧光光谱

进一步研究表明，晶体结构中存在与氧空位相关的深陷阱 (1.18 eV)。在 X 射线激发下，该陷阱能够捕获电子并缓慢释放，由此实现了超过 120 分钟的持续发光，赋予该陶瓷优异的辐射信息存储能力。基于上述特性，研究人员构建了高性能 X 射线/近红外双模态融合成像系统，有效消除了传统 X 射线成像中的散射伪影；同时，利用其近红外余辉可穿透 5 mm 厚猪肉组织的

优势，成功验证了该材料用于软体机器人原位定位的可行性。本工作为高性能近红外透明陶瓷闪烁体的设计与制备提供了新的思路，同时凸显了其在生物医学成像、工业无损检测等前沿领域的应用潜力。

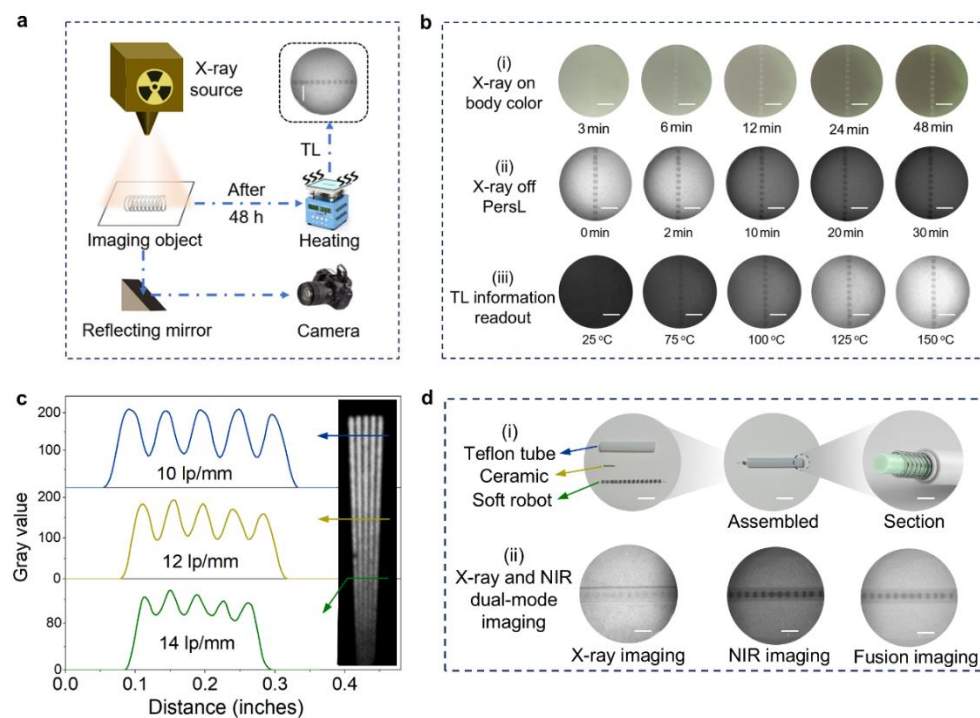


图 2 MgO:Li⁺,Cr³⁺透明陶瓷的持续发光性能表征和双模融合成像结果

相关研究成果以“*Wafer-Scale MgO:Li⁺,Cr³⁺ Transparent Ceramic Scintillators with NIR emission for X-ray Dual-Mode Fusion and Time-Lapse Imaging*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为夏志国教授，第一作者为刘高超博士。该研究工作得到了国家自然科学基金（No. 52425206、52502182、52502183）等项目的资助。

原文链接：

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.3481276>

有机光伏材料与器件

应磊研究员团队： π 共轭增强的自组装单层，实现高性能的反式钙钛矿太阳能电池

反式 (p-i-n) 钙钛矿太阳能电池因其低迟滞、高稳定性与产业化潜力而备受关注。但其瓶颈依旧集中在界面非辐射复合，以及 NiO_x 空穴传输层与钙钛矿之间的界面接触差、缺陷多等问题。近年来，自组装单分子层 (SAM) 成为调控界面的有效策略，但商业化的 Me-4PACz 等 SAM 分子因含有长绝缘烷基链，不利于空穴传输，限制了进一步效率突破。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室应磊研究员团队通过分子 π 共轭扩展与空穴-电子轨道分离设计策略，构建了新型高共轭结构 SAM 分子 MCz-ICA，实现高界面耦合、高空穴提取效率与显著降低界面非辐射复合。基于 $\text{NiO}_x/\text{MCz-ICA}$ 的反式钙钛矿器件获得 26.69% 的效率，并取得 26.47% 的第三方权威认证效率，同时在 ISOS-L-2I 条件下运行 1000 小时仍保持超过 92.5% 初始效率，显示出优异的稳定性。

团队采用逐步扩展 π -共轭体系与强化电子吸拉基团的方式，设计了四种新型 SAM，包括 MCz-PA、MCz-AC、MCz-CA 和 MCz-ICA，实现从苯环桥接到乙烯基扩展再到强吸电子基团的系统调控。相比传统 Me-4PACz，其 π 电子从局域态变为能贯穿整个分子骨架的连续通道，有效提升界面电荷注入与共轭耦合能力。随着 π 共轭长度与空穴-电子分离增强，分子偶极矩显著增

强，推动 SAM 在 NiO_x 上形成更致密覆盖和更强结合能。

MCz-ICA 兼具强 π 共轭与显著的空穴-电子分布分离，实现了最高的界面结合能、最深的能级匹配与最均匀的 NiO_x 表面电位分布。同时，与钙钛矿价带实现更好的匹配，大幅降低空穴注入能垒。

在钙钛矿生长过程中，MCz-ICA 的强偶极和亲极性表面促进高均匀度成核，使最终钙钛矿晶粒尺寸增至约 520 nm，同时完全抑制 PbI_2 残留。MCz-ICA 的羰基和氰基可与未配位 Pb^{2+} 形成稳定配位结构，有效钝化缺陷。高质量界面使得器件的辐射表明非辐射损失明显减少。

最终，基于 $\text{NiO}_x/\text{MCz-ICA}$ 的反式钙钛矿太阳能电池实现了 26.69% 的光电转换效率，并获得 26.47% 的第三方认证，同时展现出长期稳定性。研究提出的 π 共轭扩展-轨道解耦策略为界面光伏材料的分子设计提供了新范式。

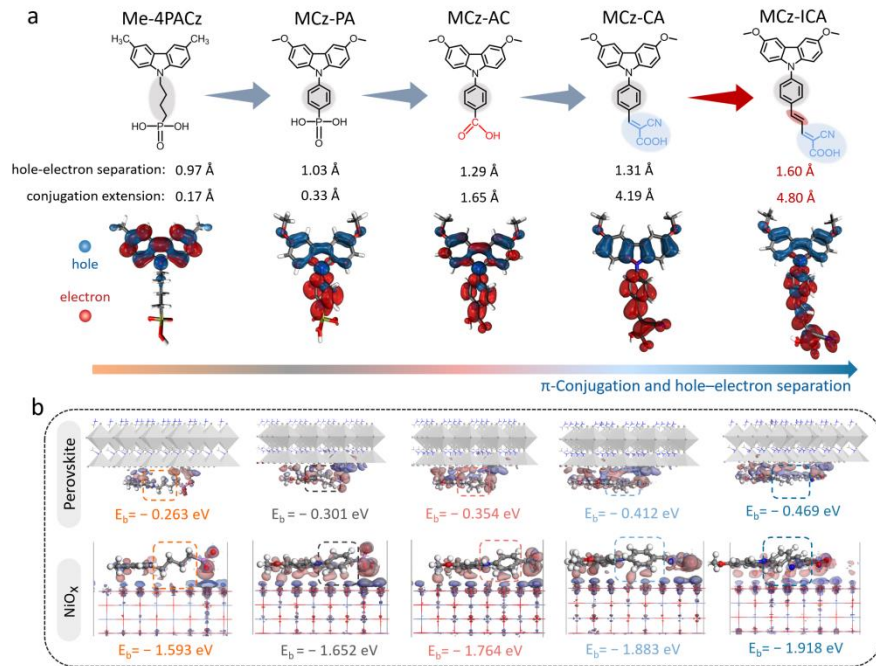


图 1 (a) Me-4PACz、MCz-PA、MCz-AC、MCz-CA 和

MCz-ICA 的化学结构、空穴-电子分布分析（红色和蓝色等值面分别代表电子轨道和空穴跃迁轨道）以及电子定位函数（蓝色等值面表示 π 电子分布）。(b) 各类 SAM 与钙钛矿或 NiO_x 接触时的电子密度差分等值面及其对应的结合能 (E_b)

相关研究成果以“ π -Conjugation and Hole-Electron Separation in Self-Assembled Monolayers Enables Efficient Inverted Perovskite Solar Cells”为题发表在 *Advanced Energy Material* 上，其中通讯作者为罗轩昂博士，应磊研究员，第一作者为唐溢伸，尹森和罗轩昂博士。该研究工作得到了 the Fundamental and Interdisciplinary Disciplines Breakthrough Plan of the Ministry of Education of China (JYB2025XDXM410) 等科研项目的资助。

原文链接：

<https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aenm.70942>

前沿交叉

马於光教授团队：通过拓扑化学还原实现高性能室温有机铁磁半导体薄膜

有机铁磁半导体兼具电荷输运与自旋调控能力，被视为新一代低功耗自旋电子器件的重要候选。但现有体系长期受制于“自由基的生成与组装相耦合”的难题：局域自由基易组装却磁耦合弱，共轭的 π 自由基虽有望实现室温铁磁，却常因聚集失控而难以同时获得高饱和磁化强度、室温居里温度与半导体特性。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室马於光教授团队利用拓扑化学还原策略，在预组装有序分子薄膜内原位生成自由基，获得兼具室温铁磁性与半导体特性的有机薄膜，为有机自旋电子学与分子磁性材料发展提供了新路径。

该工作以酞酰亚胺（PDI）为模型体系，先通过热蒸发沉积构筑高度有序的前驱体薄膜，再利用肼蒸气进行拓扑化学还原，实现“先构筑有序结构、后产生自由基”。这一策略将自由基形成与结构有序化解耦，最大程度保留了薄膜原有长程有序堆积，并使分子 π - π 堆积距离缩短至 3.26 Å，从而显著增强相邻自由基之间的铁磁耦合。

磁学测试表明，所得薄膜在 300 K 下仍呈现清晰磁滞回线；X 射线磁圆二色谱进一步证明铁磁性来源于 PDI 骨架上的极化 π 电子。材料的饱和磁化强度达到 10.5 emu g⁻¹，达到理论上限的 73.4%，且居里温度超过 300 K。与此同时，薄膜在室温下电导率约为 1.05 S cm⁻¹，降温过程中电阻呈指数增加，表现出典型半导体行为。

进一步地，团队将该方法推广至萘酰亚胺（NDI）体系，同样实现了室温铁磁与半导体特性的统一。理论计算表明，优化后的扭转堆积构型与紧密分子排列，是实现强铁磁耦合和高性能的关键。该研究为纯有机室温铁磁半导体的设计与制备提供了通用方法，也为柔性自旋电子器件、低功耗信息存储等方向奠定了材料基础。

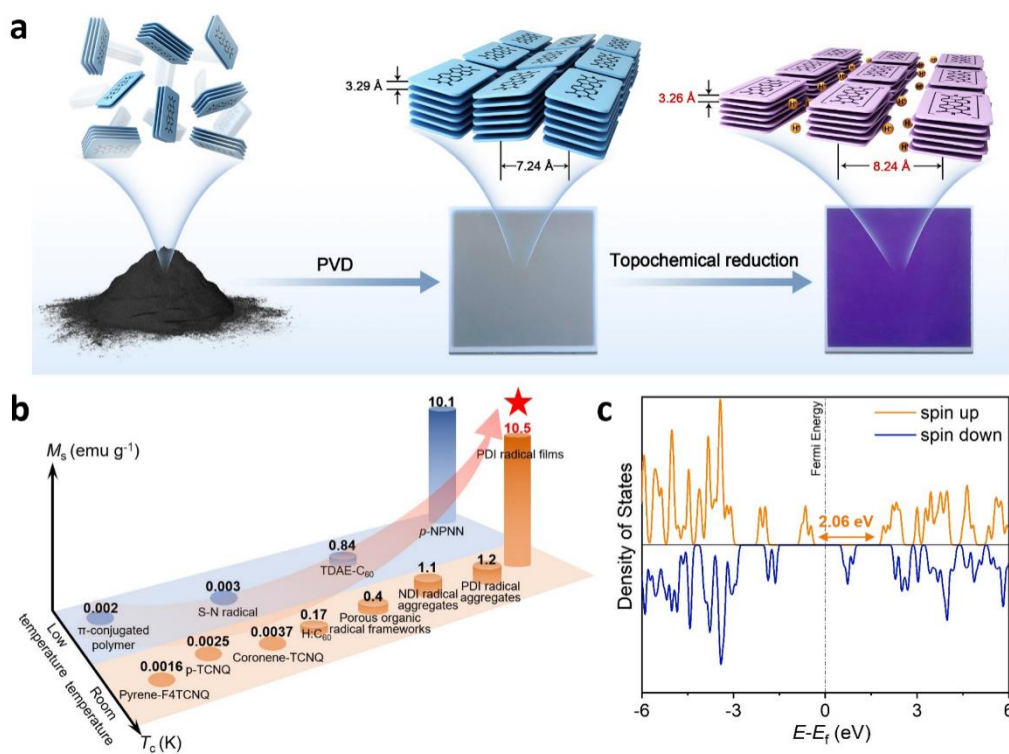


图 1. (a) 拓扑化学还原原理示意图 (b) 饱和磁化强度和居里温度对比图 (c) 薄膜材料态密度图

相关研究成果以“*Achieving high-performance room-temperature organic ferromagnetic semiconductor films via topochemical reduction*”为题发表在 *Nature Communications* 上，其中通讯作者为马於光教授，蒋庆林副研究员，张弼副教授，第一作者为朱亚诺博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金、国家重点研发计划、广东省量子科学战略专项、广州市科技项目等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1038/s41467-026-71866-2>

人员介绍

实验室新引进人才简介：宋宏伟教授



宋宏伟，博士，华南理工大学教授，入选 2024 年国家海外高层次人才。2014 年于吉林大学获得学士学位，2019 年于中科院化学所获得博士学位，导师为夏安东研究员。2019—2024 年在瑞典乌普萨拉大学（合作导师 Prof. Leif Hammarstrom）和韩国延世大学（合作导师 Prof. Dongho Kim）从事博士后研究。以第一作者在 *Nat. Chem.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Phys. Rev. Lett.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *J. Phys. Chem. C*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, *Chem. Phys. Lett* 等国际期刊上发表多篇论文。主要使用超快时间分辨光谱检测和探索新型半导体光电材料与器件、人工光合作用光催化体系的基本物理机制。包括电荷传输与复合机制，电子转移超交换相干机制、振动退相干对激子传输过程的影响等。

境内外来访参观与学术交流

●4月8日，非洲材料研究学会 Balla Diop Ngom 教授一行到发光材料与器件全国重点实验室参观调研。实验室副主任、材料学院副院长苏仕健教授热情接待了调研组，实验室副主任夏志国教授向调研组详细介绍了实验室整体情况。

●4月20日，第75期高校中青年干部培训班一行到发光材料与器件全国重点实验室参观调研。实验室副主任周玉热情接待了调研组，实验室副主任夏志国教授向调研组详细介绍了实验室整体情况。

●4月23日，陇东学院一行到发光材料与器件全国重点实验室参观调研。实验室副主任秦安军教授热情接待了调研组，并向调研组详细介绍了实验室整体情况。

●4月29日，天河区科工信局副局长肖练钢一行到发光材料与器件全国重点实验室座谈调研。实验室副主任、材料学院副院长苏仕健教授，实验室副主任夏志国教授热情接待了调研组，实验室副主任秦安军教授向调研组介绍了实验室的整体情况。

●4月9日，香港浸会大学蘇樹江教授，在全重301中心会议室作“*Revealing morphological insights on organic semiconductors using charge transport measurements*”学术报告。报告主要介绍课题组针对传统用于形貌研究的表征手段成本高、占用实验空间大的局限，探索将电荷载流子传输表征拓展应用于传统迁移率评估之外的场景，将其作为简易桌面表征方法用于有机薄膜初步形貌筛选的系列研究成果。

●4月9日，中国人民大学刘灿教授，在全重301中心会议室作“新一代芯片用二维材料制备”学术报告。报告主要介绍课题组围绕二维材料的晶圆级、批量化和功能性制备这一产业化关键难题，在二维材料制备方法学方面的系列研究进展。

●4月10日，瑞典乌普萨拉大学田海宁教授，在全重W301中心会议室作“*Organic Nanoparticles for Photocatalysis*”学术报告。报告主要介绍课题组的研究进展，包括：光催化聚合物/分子的结构优化、作用机理解析、颗粒形貌调控，以及有机纳米颗粒在生物杂化光催化体系中的应用探究。