

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 4 期

(总第 103 期)

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室编

2026 年 6 月 9 日

新闻动态

湖南省委常委、省委统战部部长隋忠诚一行来实验室参观调研.....	1
陈永胜院士做客发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛.....	2
实验室主任马於光院士及吉林招生组一行前往东北师大附中交流.....	4
实验室研究生广宇航 登上《人民日报》.....	8

研究进展

发光理论与机制

王志明研究员团队：硼锁氮杂八元环策略构建高效率、低淬降和抗聚集猝灭特性的窄发射 OLED	14
王志明研究员团队：1,2-硼氮杂芳烃中协同调控电子-振动耦合与电荷转移实现高效稳定窄带电致发光	16
王志明研究员团队：热激子材料分子和器件设计的最新概念进展.....	19

新型显示、探测与成像

赵祖金教授团队：新型折叠热活化延迟荧光分子实现高性能 OLED.....	22
夏志国教授团队：Cs ₃ YCl ₆ 中 Eu 原位氧化还原构建的单层多色闪烁体.....	27
周博教授团队：上转换发光实现红外亚带隙光电探测.....	30

有机光伏材料与器件

李宁教授团队：反序逐层沉积策略打破倒置有机太阳能电池效率瓶颈.....	32
李宁教授团队：多功能SAM界面工程打破倒置有机太阳能电池效率-稳定性权衡.....	34
李宁&黄飞教授团队：一种兼顾钙钛矿太阳能电池机械与电学稳定性的复合中间层.....	35
李宁教授团队：形貌调控全喷涂制备高功质比有机太阳电池.....	38

无机发光与光纤激光

夏志国教授团队：激光驱动准透明陶瓷光子引擎赋能千米级白光通信.....	40
-------------------------------------	----

前沿交叉

秦安军教授团队：基于羟基-炔点击化学构建多功能荧光纤维素材料.....	45
郑凤珊教授团队：飞秒激光辅助霍普夫子稳定形核.....	47
李宁教授团队：高湿度稳定性和低放大自发辐射阈值的准二维钙钛矿高通量开发.....	50

人员介绍

实验室新引进人才简介：宁莹莹教授.....	53
-----------------------	----

境内外来访参观与学术交流.....	54
-------------------	----

新闻动态

湖南省委常委、省委统战部部长隋忠诚一行来实验室参观调研

5月18日，湖南省委常委、省委统战部部长隋忠诚一行来发光材料与器件全国重点实验室参观调研，华南理工大学党委副书记、纪委书记徐国正陪同调研。

实验室主任马於光院士对调研组的到来表示诚挚欢迎，并详细介绍了实验室的发展历程、组织架构、核心研究方向以及近年来实验室在承担国家重大科技任务中所做出的努力与取得的进展。



参观实验室

马於光院士为调研组介绍了实验室在先进激光光源、发光材料与器件、显示驱动与集成、光电成像与传感等多个研究方向取

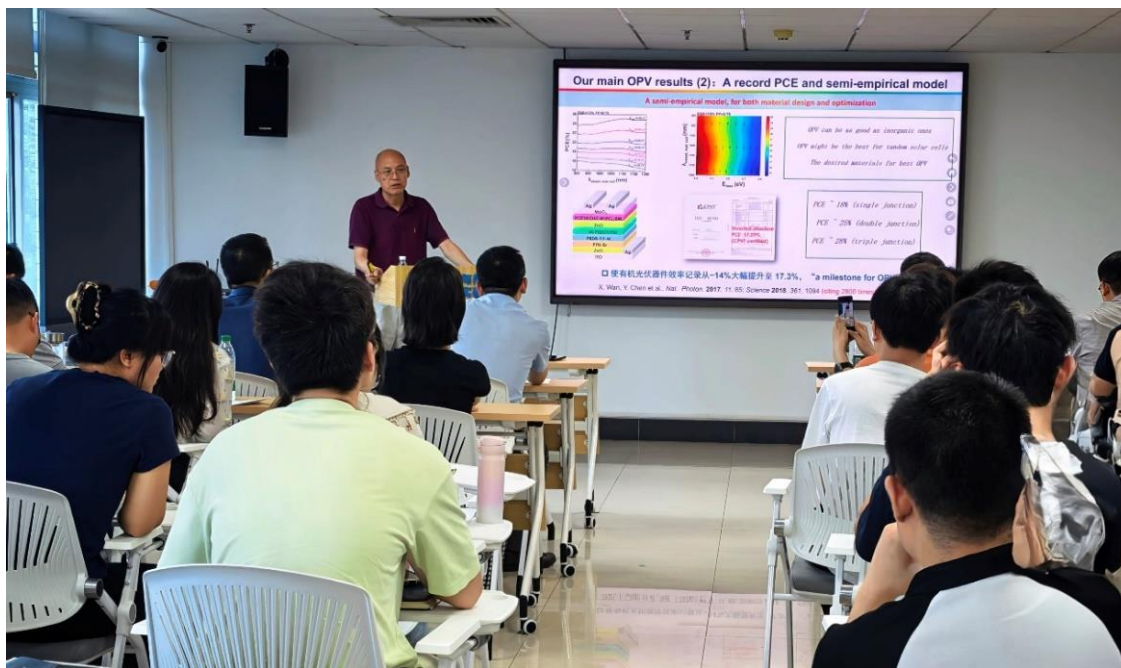
得的最新研究成果。

调研组对实验室的运行管理以及取得的原创性成果给予了高度的评价。

陈永胜院士做客发光材料与器件全国重点实验室前沿科技论坛

5月15日，中国科学院院士陈永胜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“光电能源高分子材料”的学术报告。

此次报告由中国科学院院士、发光材料与器件全国重点实验室主任马於光教授主持。马於光院士首先对陈永胜院士的来访表示热烈欢迎，并简要介绍了其学术履历与重要科研成果。他指出，陈永胜院士数十年潜心科研、深耕学术前沿，这份笃行致远的科研精神，值得全体青年科研人员学习。



陈永胜院士作报告

报告中，陈院士指出绿色能源技术是未来社会与经济发展的重要基石，太阳能发电及其相应的电化学储能是一个重要方案。他系统介绍了其团队近年来在新型高效有机光伏材料设计、合成及其用于光伏器件方面的研究进展，并进一步分享了其团队利用功能高分子材料在能源管理器件和固态电池方面的最近研究成果。

互动环节中，在场师生结合报告内容积极提问，陈永胜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，并勉励全体师生坚守科研初心、敢于探索、勇于创新。

报告人简介：

陈永胜，南开大学讲席教授，1997 年获得博士学位（维多利亚大学）。2025 年 11 月陈永胜教授当选中国科学院院士。

陈永胜教授一直致力于碳纳米材料、有机功能材料及其在能源转化与存储等方面的研究。他至今已在包括 Science/Nature (共 5 篇, 通讯 2), Science/Nature 子刊(共 15 篇, 通讯 13), JACS/Angew (共 43 篇, 通讯 27), Adv. Mater.(共 37 篇, 通讯 25)等杂志发表论文 500 余篇，他引 9 万余次，40 篇论文入选 ESI 高被引论文，H-index > 130。于 2014-25 年间连续 12 年入选科睿唯安全球高被引科学家。获授权发明专利>40 项。作为第一完成人分别获得 2018 年国家自然科学二等奖和 2010 年天津市自然科学一等奖。先后主持承担国家重点研发计划、国际科技合作计划、973 计划课题、863 计划项目、国家基金委重点项目等多项国家项目；目前担任《Carbon》《Energy Storage Materials》《Science China Chemistry》《Science China Materials》等期刊的编辑/编委。

实验室主任马於光院士及吉林招生组一行前往东北师大附中交流

2026年5月7日下午，我校（华南理工大学）吉林招生组一行在中国科学院院士、实验室主任马於光教授带领下，赴东北师范大学附属中学开展交流访问。东北师大校长助理、附属中学校长邵志豪，高中部副校长刘玉新，高中部校长助理潘振东，以及高三班主任代表吴迪、薛玉财、暴大小等老师热情接待并参与座谈。

邵志豪校长代表学校对马於光院士及华南理工大学吉林招生组的到来表示热烈欢迎。他指出，华南理工大学作为国家“双一流”A类建设高校，在工程科技、化学、材料科学等领域实力雄厚，是众多附中学子向往的学术高地。此次马院士与招生组老师来访，充分体现了华工对东北师大附中人才培养质量的高度认可，也必将进一步推动两校在拔尖学生的培养。





座谈会上，马於光院士对东北师大附中的办学理念和育人成果给予高度评价。他表示，附中基础教育扎实、学生综合素质突出，近年来输送至我校的学子展现出极强的学习能力与发展潜力，已成为学校科研与创新团队中的重要力量。我校生物医学科学与工程学院党委书记刘哲、铭诚书院副院长马莹莹教授等招生组负责人也一致认为，东北师大附中是华南理工大学在吉林地区极具价值的优质生源基地，期待未来有更多优秀学子加入华工大家庭。我校自动化科学与工程学院党委副书记申宏宇、建筑学院教授任鹏、未来技术学院研究生、附中 2021 届优秀校友王乐涵等陪同来访并座谈。



在深入交流环节，双方围绕新高考改革背景下的选科指导、高校专业发展趋势、高中生生涯规划路径等话题展开热烈讨论。附中高三班主任结合一线教学经验，就学生个性化发展需求与高校招生政策衔接提出了宝贵建议；我校招生组老师则详细介绍了2026年招生计划、书院制培养模式及未来技术学院等特色项目，现场互动务实而高效。



作为有机光电材料与器件领域的权威专家，马於光院士特别与附中化学竞赛生代表进行了面对面交流。他结合自身科研经历，勉励青年学生注重基础学科，投身基础研究，以青少年的想象力和探求欲，积极抓住机遇、敢于应对挑战，打牢科技强国建设根基。马於光院士还耐心解答了同学们关于学科前沿、交叉融合与科研成长路径的疑问。学子们深受鼓舞，现场气氛热烈而温馨。



活动最后，双方合影留念，定格下这一共育英才、携手前行的重要时刻。此次我校招生组来访，为附中学子搭建了直通“双一流”名校的桥梁。未来，华南理工大学将持续加强与东北师大附中等高水平中学的战略合作，为培养担当民族复兴大任的时代新人提供坚实支撑。（文章转自东北师范大学附属中学公众号 标题和部分文字有改动）

以实验为根，深耕科研结硕果

2023年，邝宇航凭借优异成绩保研进入实验室，师从夏志国教授。读研期间，他紧盯激光投影显示、可见光通信等领域的关键材料难题，专攻稀土发光材料的设计、制备与性能优化，一路突破。



邝宇航（右）参加学术会议

科研没有捷径，每一项成果都源于日复一日的坚守与钻研。邝宇航的日常，大多在实验室中度过：从荧光粉的原料称量、高温烧结，到样品的物相、形貌、发光性能表征，再到数据整理与机理分析，以及 XRD、SEM、荧光光谱仪、DSC 等各类仪器的操作，他都烂熟于心。

面对实验失败、数据偏差、机理不明等科研常态，他也从不气馁，而是沉下心反复调试参数、优化方案，在一次次尝试中逼近真理。



邝宇航做实验

这份深耕与执着，让他在学术上硕果累累。他聚焦激光投影显示用荧光玻璃复合材料、单相白光玻璃陶瓷、氧化物红色荧光粉等关键方向，成功解决了高功率激光下材料热稳定性差、发光效率低等行业痛点。他主导的窄带发光荧光玻璃复合材料研究，实现了高量子效率和耐激光辐照性能，激光投影显示色域覆盖远超传统光源水平，相关技术已进入商业化价值评估阶段。

凭借突出的科研能力，他连续两年荣获硕士研究生国家奖学金，斩获“何镜堂科技创新奖”，硕士三年还以第一作者身份发表 SCI 顶刊论文 3 篇、EI 核心论文 1 篇。

以交流为翼，笃学互鉴拓眼界

在深耕实验的同时，邝宇航始终保持开放的学术心态，积极走出去交流学习，在思想碰撞中拓宽科研视野。



邝宇航作学术报告

他多次参加全国性学术会议，从制作学术墙报、梳理研究成果，到站上讲台做口头报告，每一次都精益求精。在第十二届全国稀土发光材料学术研讨会上，他以《面向激光投影显示的双蓝宝石夹层荧光玻璃复合膜兼具高效率和热可靠性》为题作学术报告，清晰阐述研究思路与创新成果，凭借扎实的内容、流畅的表达，荣获研究生优秀口头报告奖；在广西大学第三届研究生学术文化节跨学科论坛上，他同样展现出出色的学术素养，斩获论坛三等奖。从福建厦门到湖南长沙，从台下聆听到台上分享，他在学术交流中不断汲取养分，也让自己的研究被更多同行看见与认可。

步入研三，邝宇航在专注自身科研的同时，主动扛起传帮带的责任，成为师弟师妹们的“引路人”。

面对刚接触科研的师弟师妹，他耐心讲解实验原理、手把手教学仪器操作，从样品合成的细节把控，到数据处

理的方法技巧，再到论文撰写的逻辑梳理，毫无保留地分享自己的经验。他说：“科研从来不是一个人的孤军奋战，互帮互助才能走得更远。”在实验室里，他主动解答大家的实验困惑，帮助师弟师妹规避实验误区、梳理研究方向，用自己的经历告诉他们，科研既要耐得住寂寞，也要懂得协作与分享。

这份责任与担当，让他在实验室里收获了大家的信任与认可。

以初心为炬，薪火相传向前行

从进入化学创新实验班的本科阶段到深耕稀土发光材料的硕士阶段，邝宇航对科研始终抱着一份纯粹又滚烫的热爱。三年读研路，他用系列成果见证成长，用热爱对抗枯燥，用担当传递温暖，不仅练就了扎实的科研硬实力，更读懂了坚守与传承的分量。



邝宇航所在课题组合影

回望三年读研时光，邝宇航的每一步成长背后都藏着温暖与支撑。

“导师夏志国教授从方向把关、实验优化到论文打磨，用严谨治学态度点亮了我前行的科研灯塔；发光材料与器件国家重点实验室的小伙伴们一路并肩同行，实验上互相搭把手，迷茫时彼此打气。浓厚的科研氛围和超有凝聚力的团队，是我勇往直前最硬核的底气。”他说。

未来，邝宇航将带着在华园沉淀的专业功底与科研热忱，奔赴半导体芯片研发一线，把实验室里的研究成果落地转化，以实干笃行开启职场新征程，在产业创新的赛道上继续发光。（文章转自华南理工大学公众号 标题和部分文字有改动）

研究进展

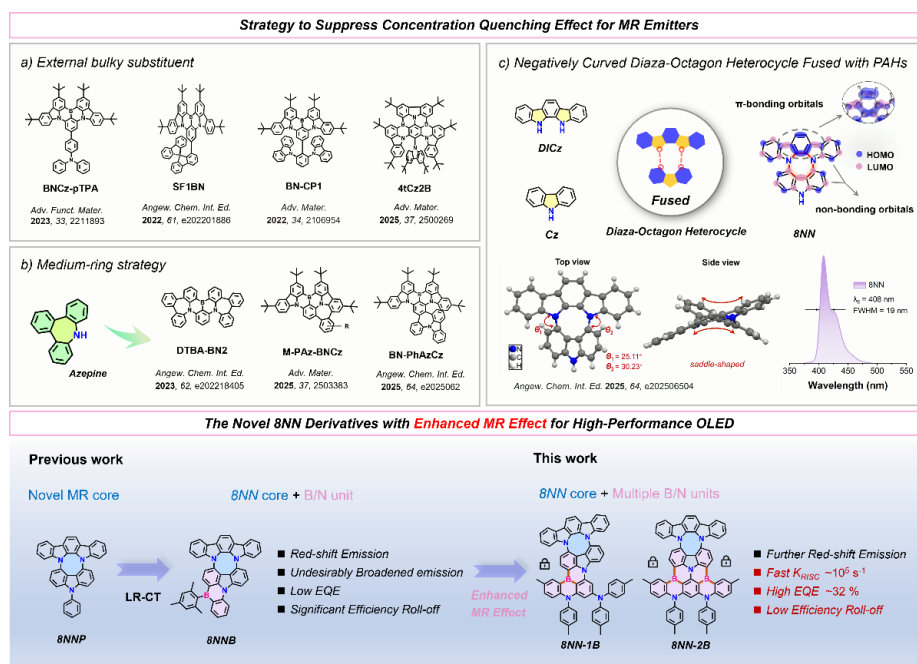
发光理论与机制

王志明研究员团队：硼锁氮杂八元环策略构建高效率、低滚降和抗聚集猝灭特性的窄发射 OLED

为构筑高色纯度兼具高性能 OLED，多重共振（MR）型有机发光材料因其优异属性而备受关注，但其平面结构在高掺杂浓度下易导致光谱展宽、聚集诱导淬灭（ACQ）和效率滚降的问题，通常只能在低掺杂浓度（ $< 5 \text{ wt}\%$ ）下工作，对工艺精度和成本要求苛刻。

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的王志明研究员课题组此前曾开发了具有马鞍形结构的氮杂八元环骨架——8NN。该骨架兼具深蓝窄带发射（峰值 405 nm，半峰宽 19 nm）和抑制聚集的独特优势。基于此氮杂八元环核心骨架 8NN，通过引入多个 B/N 单元，开发了两种兼具窄带发射和抗聚集特性的有机发光材料——8NN-1B 和 8NN-2B。在 8NN 核心固有的多重共振特性和马鞍形构型的基础上，通过硼锁定策略得到的两种衍生物表现出显著增强的 MR 效应，同时呈现出聚集诱导发光（AIE）和聚集窄化发光（ANE）的特性。其中，8NN-2B 的反向系间窜越速率（ k_{RISC} ）显著提升，其无敏化剂器件实现了 32.20% 的最大 EQE，在 1000 cd m^{-2} 亮度下 EQE 为 29.10%，滚降可忽略不计。值得注意的是，即使在 10 wt% 的高掺杂浓度下，仍保持了高的 EQE 和优异的效率滚降。

将多个 B/N 单元合理地引入氮杂八元环中，确保衍生物 8NN-1B 和 8NN-2B 的多重共振特性得以保持，甚至进一步增强，FWHM 分别为 20 和 22 nm。同时实现光谱调节，二者光色红移至蓝绿光范围。并且，通过合理的电子调控降低了两种材料的 ΔE_{ST} ，而氮杂八元环的扭曲构型增强了自旋轨道耦合 (SOC)，在无需重原子的情况下，使 8NN-2B 的 k_{RISC} 达到高值 ($7.7 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$)。此外，引入负曲率氮杂八元环有效抑制了 π - π 堆积，使 8NN-1B 和 8NN-2B 表现出有趣的 AIE 和 ANE 特性。最终，基于 8NN-2B 的无敏化剂 OLED 在低掺杂浓度 (2 wt.%) 下实现了高的最大外量子效率，为 32.20%，即使在亮度为 1000 cd m^{-2} 时，仍保持 29.10% 的外量子效率，滚降仅为 9.6%。在高掺杂浓度 (10 wt.%) 下，8NN-1B 和 8NN-2B 的电致发光发射峰值和 FWHM 几乎保持不变，最大外量子效率分别为 29.68% 和 31.01%。这些结果展示了一种相互协同的修饰策略，利用了氮杂八元环核心与硼氮框架的互补优势，有助于开发高性能窄带 OLED。



代表性抗聚集猝灭多重共振材料的分子设计策略以及该工作针

对 8NN 的硼锁衍生物的设计策略

相关研究成果以“*Boron-Locked Diaza-Octagon Strategy for Constructing Multi-Resonance Emitters Enabling Anti-Quenching Narrowband OLEDs With High Efficiency and Low Efficiency Roll-Off*”为题，发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上。第一作者为曲亚东博士生，肖陈发博士生和李保玺博士为共同第一作者。通讯作者为王志明研究员，张翰博士为共同通讯作者，该工作得到了唐本忠教授的指导。该研究工作得到了国家自然科学基金（52473173, U25A20569）、广东省自然科学基金（2022B1515020084）、广东省基础与应用基础研究基金（2023B15150003）、云南省科技厅重点项目（202303AC100021）、发光材料与器件全国重点实验室自主研究项目（Skllmd-2024-10、Skllmd-2025-05）、广州市科技计划（2023A04J0988）、广东省重点领域研究与发展计划（2024B010104001）、创新技术委员会（ITC-CNERC14SC01）等科研项目的资助。

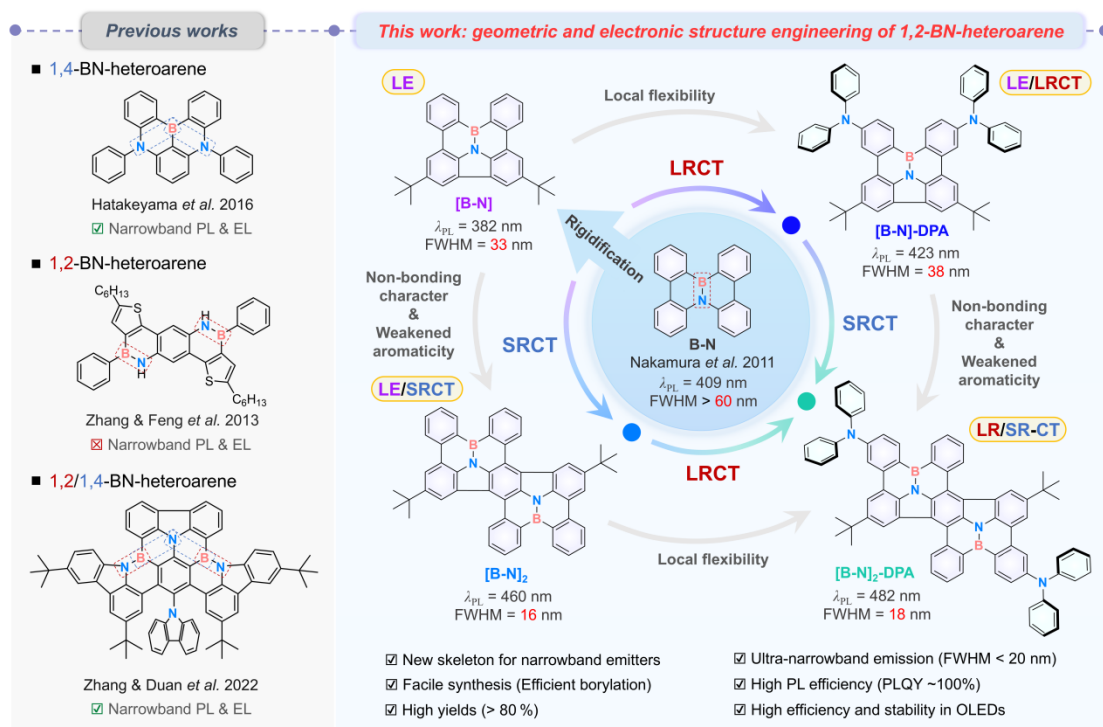
原文链接：<https://doi.org/10.1002/anie.3011418>

王志明研究员团队：1,2-硼氮杂芳烃中协同调控电子-振动耦合与电荷转移实现高效稳定窄带电致发光

新兴有机窄带发光材料显著提升了有机电致发光器件（OLED）的色纯度，为下一代超高清与宽色域显示提供了有力支持。然而，有机窄带发光材料的发展仍面临结构多样性拓展、合成效率提升、窄带发射机制阐释以及整体电致发光性能增强等

诸多挑战。

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室王志明研究员课题组通过整合平面锁定、外围旋转以及硼氮 (BN) 单元延伸等系统化分子设计策略，开发出一类基于 1,2-BN 杂芳烃的新型窄带发光材料，其最窄光谱半峰宽仅 16 nm。研究团队提出“热激子层”设计策略，以优化器件中的激子动力学。基于该材料制备的窄带 OLED 器件展现出高效率、低效率滚降等特点，且与对照的 1,4-BN 杂芳烃相比，表现出更优的器件稳定性。该研究结果为设计结构多样且具有高电致发光性能的窄带发光材料提供了新的思路。



硼化条件优化与机理研究：该研究采用合成简便且产率高的硼阳离子源促进、胺基导向的一锅硼化反应。计算结果表明，三溴化硼在 2,6-二甲基吡啶碱的作用下可生成亲电活性优于三溴化硼的硼物种，从而显著降低关键环化步骤的吉布斯自由能垒。

所有目标化合物均可在克级合成上实现超过 80% 高产率，部分甚至高达 93%。

发光机制研究：通过单晶 X 射线衍射确认了分子的平面化结构及其键合特征；通过自然跃迁轨道 (NTO)、核独立化学位移 (NICS) 和键长交替值 (BLA) 分析揭示了这些 1,2-BN 杂芳烃的电子结构、激发态性质、芳香性及键长交替变化，从而阐明了其光色可调性和光谱窄化的内在机理。电子-振动耦合分析表明，窄带发射来自三方面的贡献： π 骨架的刚性化以减少激发态的结构弛豫；局部柔性的引入以促进高频向低频的能量转换；以及苯环中非键特性的增强和芳香性的减弱，抑制高频振动电子耦合。

器件设计：结合材料较低 T_1 能级 (约 2.16 eV) 的特征，团队提出了一种“热激子层”器件设计策略，通过加速激子动力学过程实现器件效率与稳定性的协同提升，并借助瞬态电致发光 (EL) 测试阐明了其作用机理。基于 [B-N]₂-DPA 的 OLED 表现出窄带 EL 发射 (26 nm)，在 1000 和 10000 cd m⁻² 高亮度下效率分别高达 27.9% 和 20.8%，其器件寿命在相同测试条件下是对照 1,4-BN 杂芳烃 BCz-BN 器件的 12.5 倍。

相关研究成果以“*Tailored Synergistic Vibronic Progression and Charge Transfer in 1,2-BN-Heteroarenes for Efficient and Stable Narrowband Electroluminescence*”为题发表在 *Journal of the American Chemical Society* 上，其中通讯作者为华南理工大学王志明研究员、香港中文大学 (深圳) / 香港科技大学唐本忠院士、香港科技大学林荣业教授以及汕头大学倪绍飞教授为共同通讯

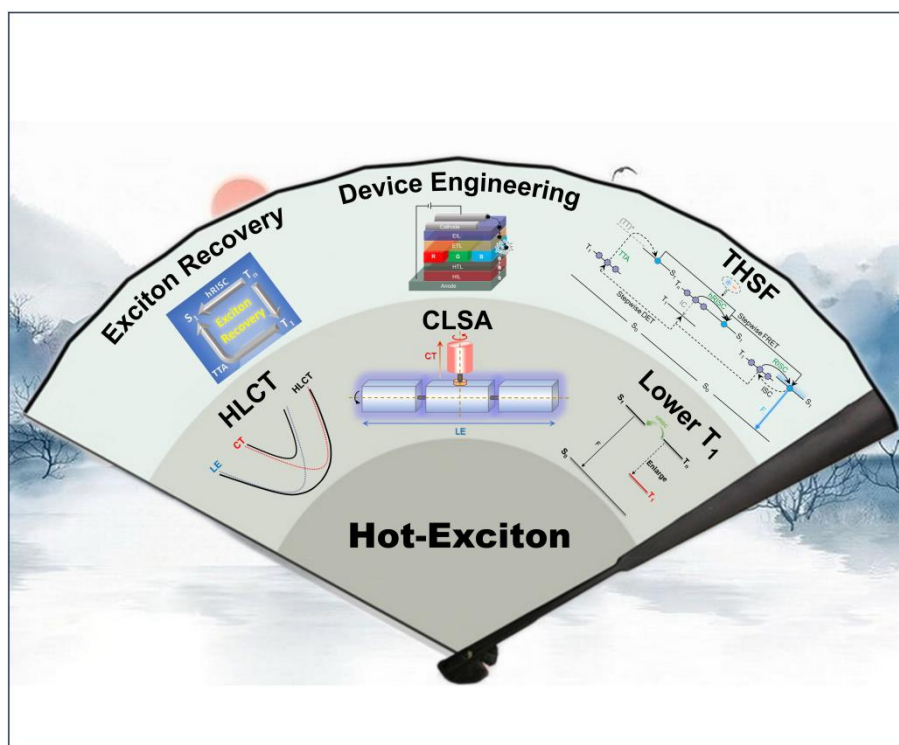
作者。第一作者为香港科技大学张翰博士、华南理工大学博士研究生肖陈发和李保玺博士为共同第一作者。本研究得到了国家自然科学基金，全重实验室自主研究项目和香港研究资助局及创新科技署的支持。

原文链接：<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.6c05118>

王志明研究员团队：热激子材料分子和器件设计的最新概念进展

由于长寿命三重态 (T_1) 激子易引发激子湮灭效应并加速分子键断裂，蓝光 OLED 仍面临高亮度下效率滚降严重以及器件工作寿命不足等关键挑战。热激子材料具备快速高能级反向系间窜越 (hRISC) 过程，理论上不仅能够实现 100% 的激子利用率，还能有效抑制 T_1 激子的积累。因此，热激子型蓝光 OLED 有望在高效率与高稳定性之间实现理想平衡。

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室王志明研究员课题组受邀撰写了以热激子材料与器件为主题的概念 (Concept) 综述。该文回顾了近年来热激子材料领域的相关研究进展，重点讨论其在分子设计理念和器件工程方面的创新成果，旨在为高性能热激子材料及 OLED 器件的发展提供理论依据与技术指导。



在分子设计方面，该文介绍了三种主要策略：

一是构建杂化局域与电荷转移（HLCT）态：其理想特征在于， S_1 态以局域激发（LE）态为主导，实现高发光效率；高能级电荷转移（CT）三重态（ 3CT ）与单重态（ 1CT ）之间接近于零甚至反转的能级差，激活 hRISC 过程。基于 HLCT 设计理念已开发出多种兼具高发光效率与高激子利用率的蓝光发射材料，其构筑单元包括咪唑、四苯基苯、二苯砜、二苯并喹啉及螺芬-咪唑等。

二是引入较低的 T_1 能级：利用本征具有较大 T_2-T_1 能隙的结构（如蒽、芘和蒽）作为构筑基元，可有效抑制三重态间的内转换（IC）过程，使 hRISC 速率能够与 IC 过程相竞争，进而促进高能级三重态激子的高效利用。

三是交叉长短轴（CLSA）结构设计：其特征包括：1、生色团之间通过较小扭转角相连，构建出分子沿长轴方向的 LE 发

光骨架；2、沿短轴方向构筑具有大扭转角的给体-受体结构引入合适的 CT 组分,使其与长轴方向的 LE 组分杂化形成 HLCT 态,从而协同促进 hRISC 与辐射跃迁过程；3、长轴与短轴之间连接单元的空间效应及杂化方式,为长轴 LE 态与短轴 CT 态的有效分离提供结构基础；4、长/短轴不同方向的跃迁偶极矩增大相邻三重态之间的能级差,从而抑制高能级三重态的 IC 过程。该设计策略展现出普适性,在紫外至蓝光热激子材料开发中取得了系列进展。

在器件设计方面,为解决热激子材料中部分三重态激子因 IC 过程而损失的问题,研究者引入了三重态-三重态湮灭 (TTA) 机制,通过“激子回收”策略重新利用“浪费”的三重态激子,实现了多通道激子利用。在此基础上,进一步发展了 TTA 辅助热激子敏化荧光 (THSF) 策略,通过双通道阶梯式能量传递流畅管理单线态和三线态激子,实现了高效率、低滚降和长寿命的平衡。

相关成果以“*Recent Conceptual Advancements in Molecular and Device Design of Hot-Exciton Materials*”为题发表在 *ChemPhotoChem* 上,其中通讯作者为华南理工大学王志明研究员,第一作者为香港科技大学张翰博士。本研究得到了国家自然科学基金,发光材料与器件全国重点实验室自主研究项目和香港研究资助局及创新科技署的支持。

原文链接：<https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cptc.202500368>

新型显示、探测与成像

赵祖金教授团队：新型折叠热活化延迟荧光分子实现高性能 OLED

有机发光二极管（OLED）凭借自发光、柔性轻薄等优势已成为显示与照明领域研究热点。纯有机热活化延迟荧光（TADF）材料可实现 100% 激子利用率，在发光材料和敏化剂应用中前景广阔。传统线性给体-受体（D-A）型 TADF 分子虽能通过高度扭曲的结构获得小 ΔE_{ST} ，但连接给受体的单键容易旋转导致非辐射能量耗散，且强长程电荷转移使得光色与效率难以兼顾。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的赵祖金教授课题组利用折叠分子设计策略，开发了新型三明治折叠构型 TADF 材料——*f*-TRZ-1 和 *f*-TRZ-2。该刚性折叠骨架通过分子内弱相互作用锁定构象，有效抑制了结构弛豫与非辐射能量耗散。同时，空间上紧密堆叠的 D/A 结构使其在不同主体材料中均能维持稳定的光色和效率。作为发光材料和敏化剂都表现出优异的电致发光性能，充分展示了这类折叠型 TADF 材料在高性能 OLED 制造中的应用潜力。

以 11,12-二氢吡啶并[2,3-*a*]咔唑（HIC）为桥联基团，9-苯基咔唑（PC）为给体，2,4,6-三苯基-1,3,5-三嗪（TRZ）为受体，调控 TRZ 连接位点，合成了两个新型异构化合物 *f*-TRZ-1 和 *f*-TRZ-2（图 1）。TRZ 嵌在两个 PC 单元间，形成规则的折叠夹心结构。这种构型赋予它们优异的热稳定性，使其热分解温度高达 550 °C 以上；PC 与 TRZ 间的紧密排列（3.1–3.4 Å）促进了分子内空间相互作用，有利于实现分子内空间电荷转移（TSCT）机制发光。

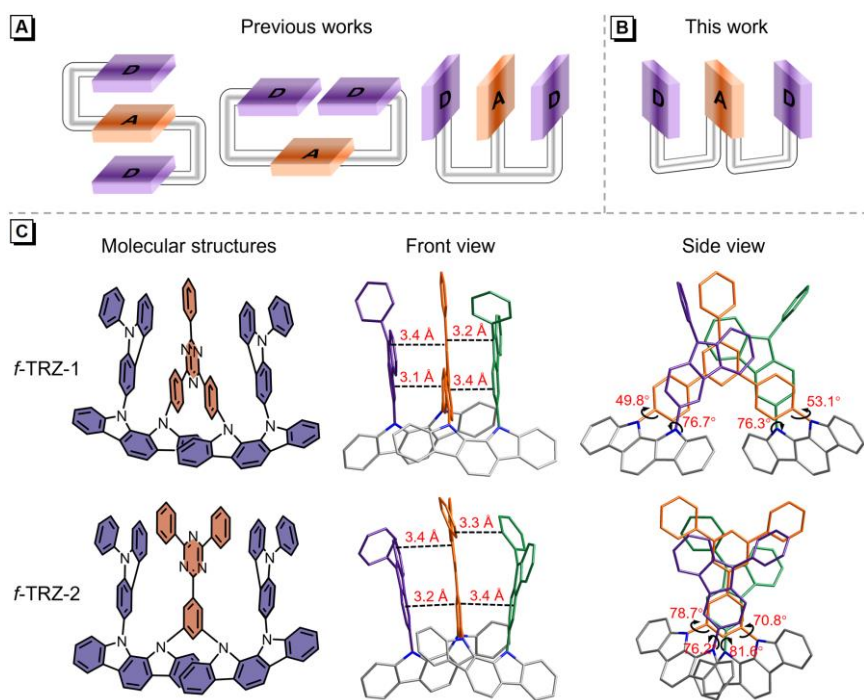


图 1 文献报道的以 TRZ 为受体的典型 TSCT-TADF 分子构型；
B) 本文的分子构型；C) 新化合物的分子结构及晶体结构

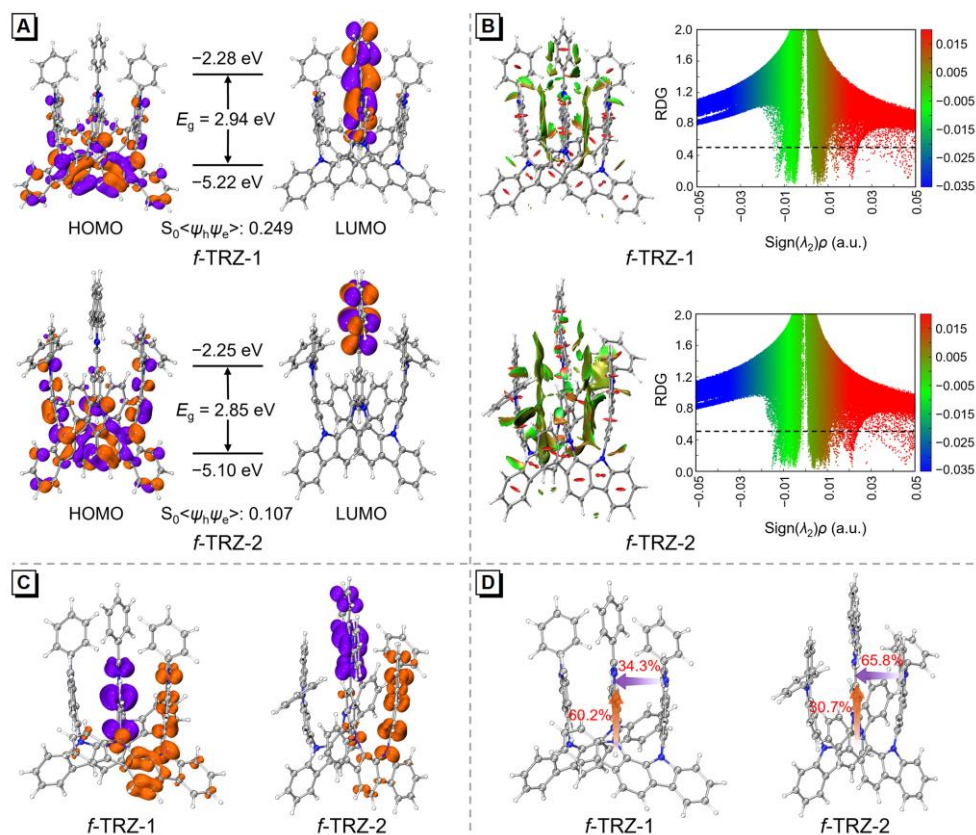


图 2 理论计算

理论计算（图 2）分析表明两个分子具有较为分离的 LUMO 与 HOMO 电子云分布，减小了分子的单线态-三线态能级差，促进 RISC 过程。*f*-TRZ-2 较小的能隙表明其具有更红地光色。*f*-TRZ-1 中更大的重叠积分有利于实现快速地辐射跃迁过程。RDG 分析表明 PC 和 TRZ 间存在明显的分子内空间相互作用。

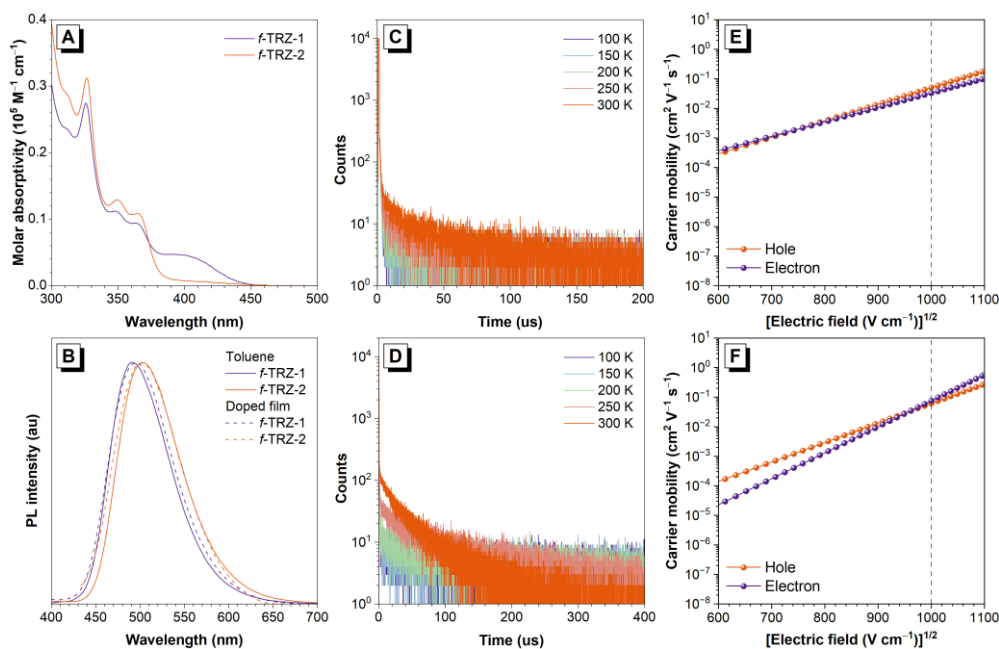


图 3 光物理性质和载流子传输性能

f-TRZ-1 和 *f*-TRZ-2 在掺杂膜中均表现出 TADF 性质，对应的发射峰分别位于 495 nm 和 502 nm，绝对荧光量子产率分别为 89%和 48%。*f*-TRZ-1 和 *f*-TRZ-2 在电场强度为 $1.0 \times 10^6 \text{ V cm}^{-1}$ 时的电子迁移率分别为 $0.033 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 和 $0.075 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ，空穴迁移率分别为 $0.051 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 和 $0.061 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ，表明二者均具备快速且平衡的载流子传输能力。与 *f*-TRZ-2 相比，*f*-TRZ-1 展现出更平衡的载流子迁移率（图 3）。

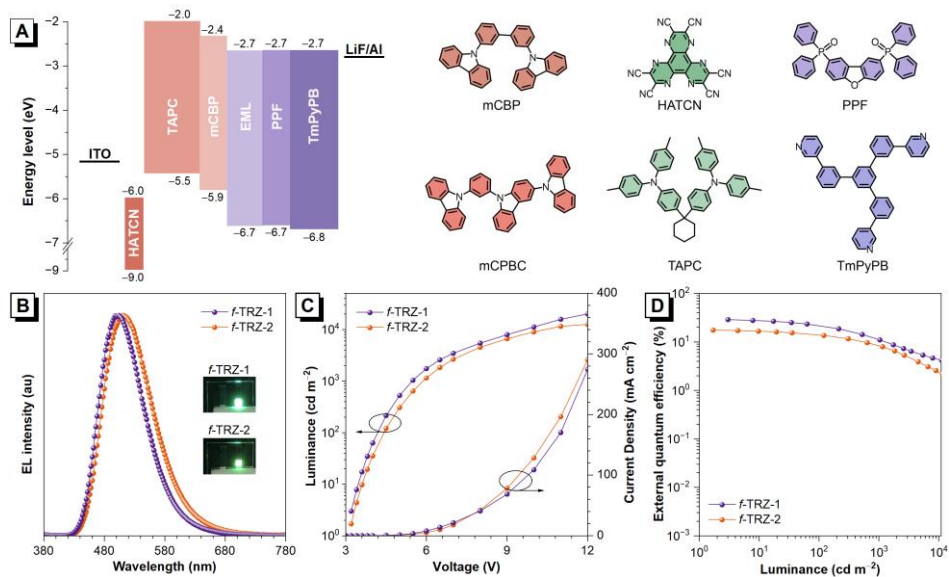


图 4 掺杂器件性能

如图 4 所示，以两个材料作为发光客体制备了一系列掺杂 OLED 器件，不管在低极性主体 *mCPBC* 还是高极性主体 *PPF* 中，*f-TRZ-1* 均表现出优于 *f-TRZ-2* 的性能。两个材料在不同极性的主体中均表现出相似的电致发光性能，表明其电致发光性能对主体材料极性的依赖性较弱。以 *f-TRZ-1* 为发光客体掺杂到 *PPF* 主体中制备的掺杂 OLED 器件实现了高达 28.9% 的最大外量子效率，优于 *f-TRZ-2* 的器件 (17.6%)。以 *f-TRZ-1* 和 *f-TRZ-2* 作为敏化剂敏化 MR-TADF 分子 *tCzphB-F1* 制备的 HF OLED 器件亦展现出卓越的电致发光性能，最大外量子效率分别达到 37.8% 与 37.4%，且效率滚降得到有效抑制 (图 5)。表明这类新型折叠构型 TADF 分子在构建高效 OLED 器件中，是一类有潜力的发光材料与敏化剂材料。

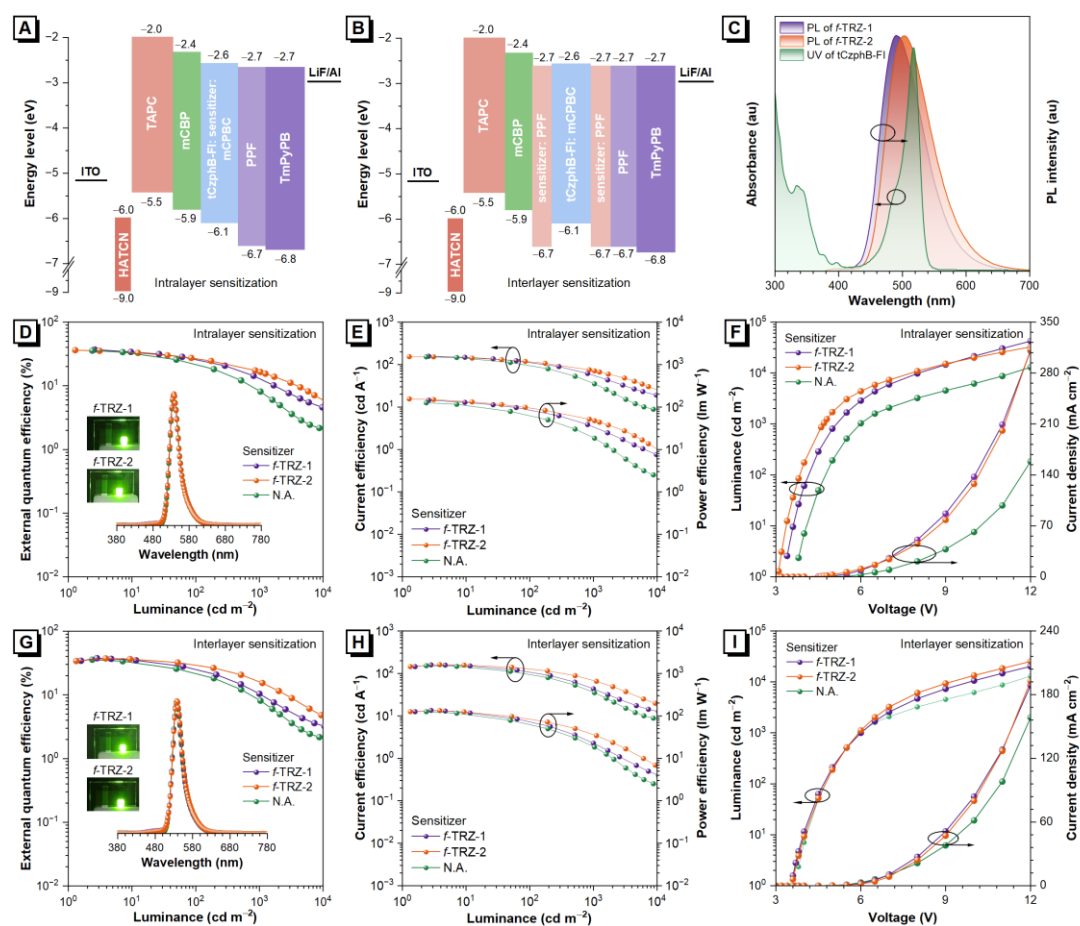


图 5 敏化器件性能

相关研究成果以“*Novel Robust Folded Thermally Activated Delayed Fluorescence Molecules for High-Performance OLEDs*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为赵祖金教授和许乐天副研究员，第一作者为博士研究生兰霞和硕士研究生关晓阳。该研究工作得到了国家自然科学基金（22375066、U23A20594、22405091）和广东省基础与应用基础研究基金（2023B1515040003、2025A1515010011）等科研项目的资助。

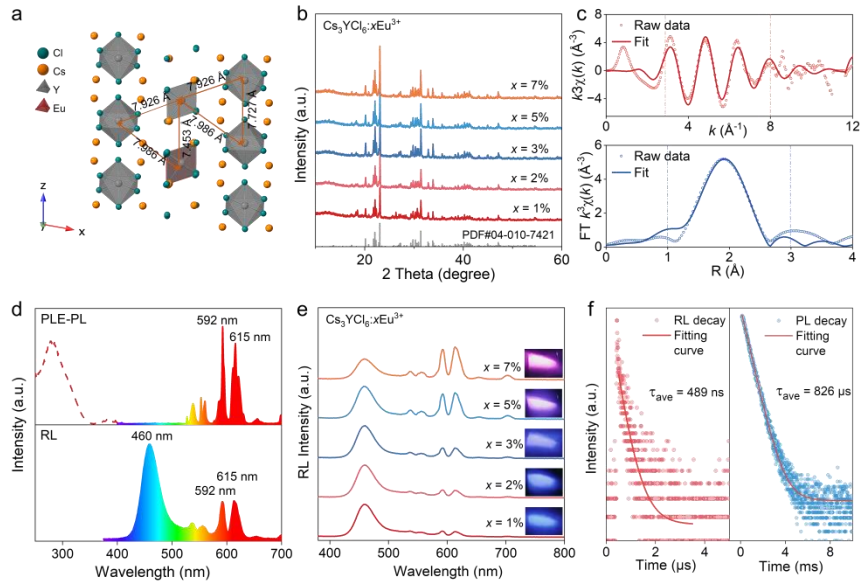
原文链接：<https://doi.org/10.1002/anie.8748107>

夏志国教授团队： Cs_3YCl_6 中 Eu 原位氧化还原构建的单层多色闪烁体

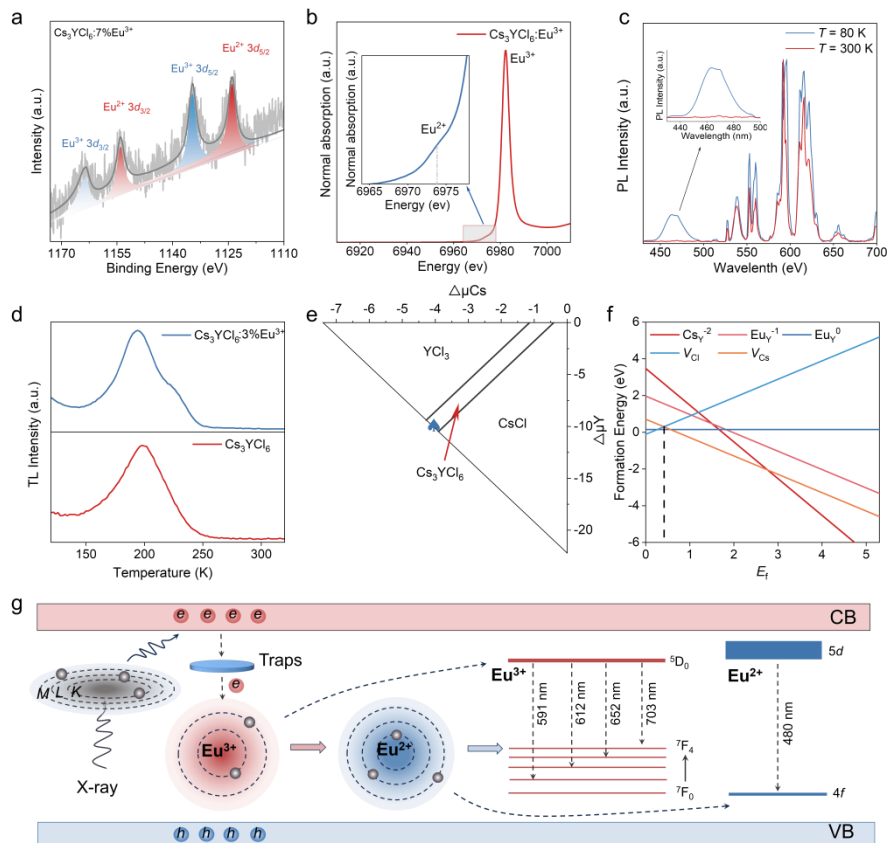
X 射线成像在医学诊断、安检与工业无损检测中至关重要，传统单色成像仅累积 X 射线强度，难以区分密度相近材料。多层结构彩色闪烁体虽可提升成像辨识度，但存在层间激发、光子串扰等固有缺陷，在一定程度上削弱能量分辨能力。相比之下，单基质彩色闪烁体可从结构上规避串扰问题，简化制备流程、降低成本，是下一代高精度 X 射线成像的核心发展方向。稀土 Eu 离子可实现 $\text{Eu}^{3+}/\text{Eu}^{2+}$ 共存与多色发光，而本工作所采用的零维金属卤化物 Cs_3YCl_6 兼具适中的陷阱深度与无超长余晖特性，契合实时成像需求，是构建单基质多色闪烁体的理想材料体系。

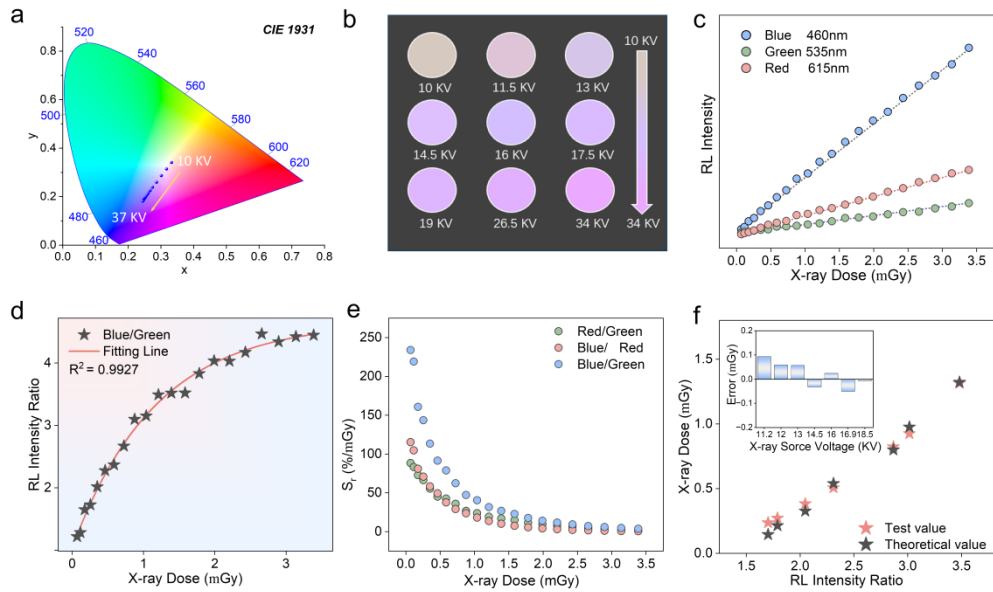
华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室夏志国教授课题组，设计并制备出单基质 $\text{Cs}_3\text{YCl}_6:\text{Eu}^{3+}$ 彩色闪烁体，通过 X 射线原位诱导 Eu^{3+} 可逆还原为 Eu^{2+} ，实现蓝 / 绿 / 红多色本征发光。该材料在 0.068–3.387 mGy 剂量范围内实现 X 射线实时剂量监测，最大相对灵敏度达 $233.9\% \text{ mGy}^{-1}$ ，多色 X 射线成像空间分辨率达 10 lp/mm，在对 X 射线进行多色成像的同时实现剂量探测。

课题组采用室温重结晶法，成功合成纯相 $\text{Cs}_3\text{YCl}_6:\text{Eu}^{3+}$ 微晶， Eu^{3+} 取代 Y^{3+} 位点，晶体为单斜结构，空间群 C2/c。在 X 射线激发下，材料中部分 Eu^{3+} 被原位瞬态还原为 Eu^{2+} ，同步产生 Eu^{2+} 460 nm 蓝光、 Eu^{3+} 535 nm 绿光与 612 nm 红光，实现单基质无串扰多色发光。

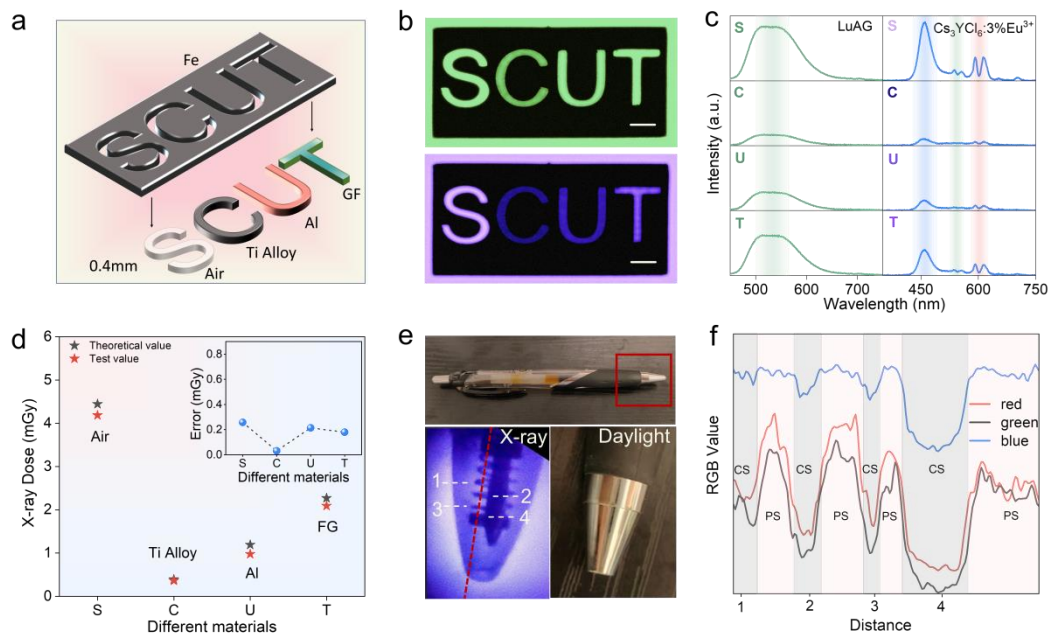


热释光与密度泛函理论计算证实，材料存在浅缺陷陷阱，室温下可快速释放载流子，无明显余晖，保障实时成像响应。随 X 射线剂量提升，蓝光发光强度增速显著高于绿、红光，发射颜色呈规律演变，可通过蓝 / 绿光强度比精准定量探测剂量，误差低于 0.1 mGy。





基于该材料制备的闪烁屏在多材料分辨成像中表现出优于传统单色 $\text{LuAG}:\text{Ce}$ 闪烁体的色彩对比度，能够更清晰地区分铝与玻璃纤维等密度相近的材料。笔尖结构多色成像中，金属部件呈深蓝色、塑料部件呈紫红色，直观实现材料组分区分，空间分辨率达 10lp/mm ，为高精度多色 X 射线探测提供全新技术路径。



相关研究成果以“*In-situ Eu Redox in Cs_3YCl_6 Enabling Colorful Scintillators for Multicolor Radiography and Real-Time*

Dosimetry”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为夏志国教授，韩凯博士后，第一作者为赵永琦硕士。该研究工作得到了国家自然科学基金(项目编号: 52425206、22361132525, 52502183)、中国博士后科学基金(编号: 2025T180020, 2024M760954)以及中央高校基本科研业务费专项资金(编号: 2025ZYGXZR038)。

原文链接:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.3791639>

周博教授团队：上转换发光实现红外亚带隙光电探测

高性能的红外光电探测在光通信、夜视、生物成像、环境监测等领域具有重要应用前景。然而，传统半导体光电探测器受限于材料带隙，难以响应能量低于带隙的红外光子(即亚带隙光子)。利用镧系离子掺杂上转换纳米颗粒(UCNPs)将红外光转换为可见光，再被宽带隙半导体吸收，已证实是一种可行的策略。但传统共掺杂上转换纳米粒子中存在严重的有害能量转移，导致上转换发光效率低，极大限制了光电探测材料的开发与应用。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室周博教授团队提出了一种通过选择性界面能量转移(IET)增强上转换发光的概念模型(图1)。通过在多层核壳纳米结构中，将激活剂 Er^{3+} (NaErF_4 核)与敏化剂 Yb^{3+} (NaYbF_4 壳)进行纳米级的空间可控分离，有效抑制了反向能量传递等非辐射损耗，实现了上转换发光强度2个数量级提升。在此基础上，将高亮度上转换纳米颗粒与 WSe_2 二维光电探测材料结合，成功实现了对 980 nm 亚

带隙红外光的高效响应，为突破传统光电探测器的带隙限制提供了新路径。

团队构建了 $\text{NaErF}_4:0.5\%\text{Tm}@NaYF_4@NaYbF_4@NaYF_4$ 多层核壳结构：晶核为高掺杂 Er^{3+} 的发光层，中间壳层为纳米级惰性 NaYF_4 隔离层，外层为掺杂 Yb^{3+} 的敏化层，最外层为惰性 NaYF_4 保护层。实验表明，通过精确调控隔离层厚度可以有效平衡正向与反向能量传递作用，可显著提高上转换量子效率。在低功率密度 0.1 W/cm^2 激发条件下，与传统 $\text{NaYF}_4:20\%\text{Yb},2\%\text{Er}@NaYF_4$ 核壳纳米颗粒相比，上转换发光强度比高出 2 个量级。将上述 UCNPs 与 WSe_2 光电探测器结合后，在 980 nm 激光照射下，光电流显著增强。器件的响应度达 1.78 mA/W ，探测率达 $1.76 \times 10^8 \text{ Jones}$ ，分别为单一 WSe_2 器件的 8.5 倍和 7.8 倍。该结果证实，通过上转换将亚带隙红外光子转换为可被 WSe_2 吸收的可见光，能够有效拓展光电探测器的光谱响应范围，为未来开发高性能、低功耗、宽光谱光电探测器提供了新思路。

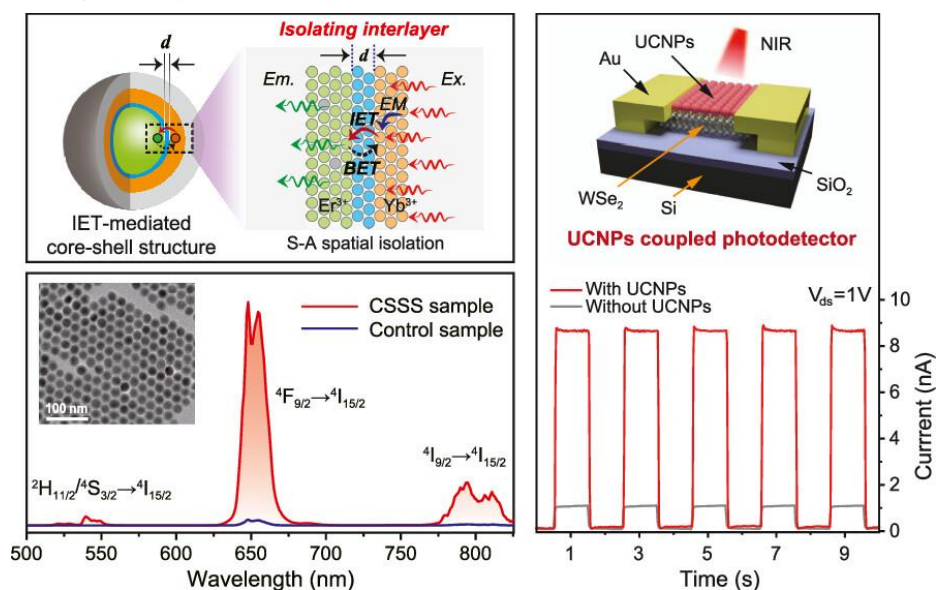


图 1 界面能量传递增强上转换发光及红外亚带隙光电探测

相关研究成果以 “*Boosting Upconversion through*

Selective Interfacial Energy Transfer toward Infrared Sub-bandgap Photodetection”为题发表在 *Nano Letters* 上，通讯作者为周博教授，第一作者为 2022 级博士生魏浩鹏。该研究工作得到了国家自然科学基金、发光材料与器件全国重点实验室基金等资助。

原文链接：

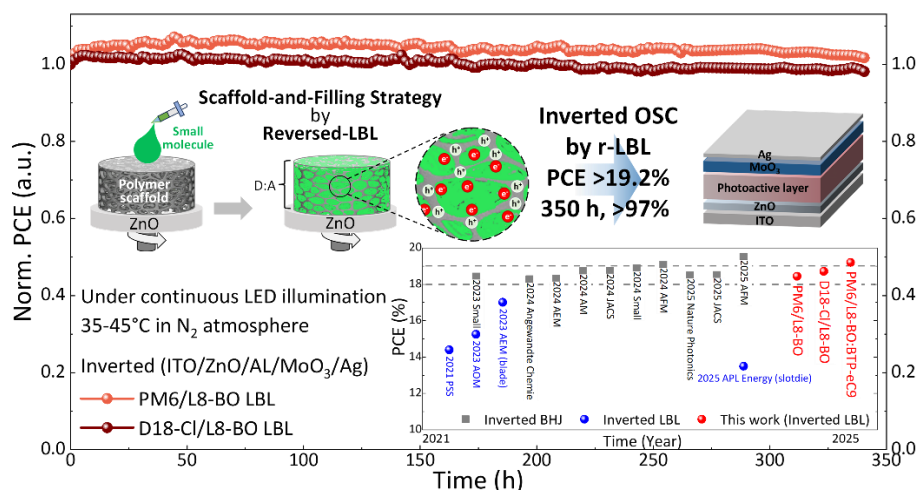
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.6c01276>

有机光伏材料与器件

李宁教授团队：反序逐层沉积策略打破倒装有机太阳能电池效率瓶颈

倒置结构有机太阳能电池凭借优异的运行稳定性成为有机光伏产业化的优选架构，但采用逐层沉积工艺制备时，效率始终大幅落后于常规正向结构。该瓶颈源于传统沉积顺序下，底层小分子受体层易被后续溶液侵蚀溶解，且活性层垂直组分分布与器件内光场分布存在固有失配，严重限制光捕获与电荷传输性能，成为行业长期未解决的核心难题。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室李宁教授团队提出反序逐层沉积（r-LBL）新策略，成功打破倒装有机太阳能电池的效率瓶颈，有望推动有机光伏器件的大面积商业化应用。



针对传统倒置逐层沉积工艺的两大核心缺陷，研究团队颠覆传统沉积顺序，创新性提出“聚合物骨架 - 小分子填充”的加工范式：先在透明电极侧构建坚固的半结晶聚合物给体骨架，再通过小分子受体溶液的可控溶胀渗透完成活性层制备。该策略一方面使给体分布与器件内光强最大值区域精准对齐，最大化光子捕获效率；另一方面从根源上避免了底层薄膜的溶解侵蚀，形成结晶性提升、优势 **face-on** 分子取向的理想形貌。基于该策略制备的三元体系器件实现 19.20% 的冠军光电转换效率，二元体系最高效率达 18.71%；同时器件展现出优异运行稳定性，340 小时连续光照后仍保留 97% 以上初始效率，该策略在多元材料体系中均展现出优异普适性。

相关研究成果以“*Breaking the efficiency bottleneck of inverted organic solar cells by reversed sequential deposition*”为题发表在 *Energy & Environmental Science* 上，通讯作者为华南理工大学李宁教授、浙大宁波理工学院王海桥教授、德国埃尔朗根 - 纽伦堡大学 Christoph J. Brabec 教授，第一作者为尹志鹏博士。该研究工作得到了浙江省自然科学基金、宁波市自然科学基金、宁波市科技项目、中国 - 中东欧国家联合高校教育项目、国家重点研发

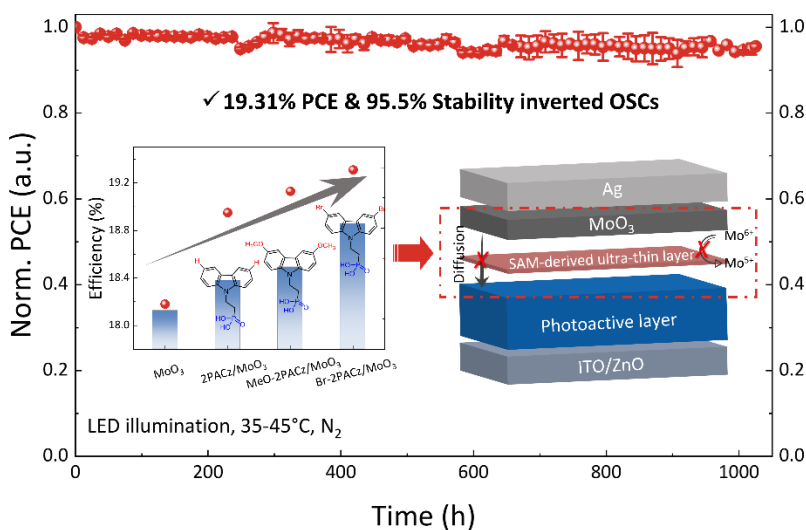
计划、国家自然科学基金、TCL 科技创新基金等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1039/D5EE07561K>

李宁教授团队：多功能 SAM 界面工程打破倒置有机太阳能电池效率-稳定性权衡

倒置结构有机太阳能电池凭借与大面积溶液加工的良好兼容性、更优异的运行稳定性，成为有机光伏商业化发展的核心技术路线之一。但目前其光电转换效率仍落后于常规正置结构，且空穴传输界面三氧化钼向活性层扩散引发的界面降解，是制约器件长期稳定性、形成效率-稳定性权衡瓶颈的核心原因，亟需通用型界面工程策略突破这一行业难题。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室李宁教授团队，通过分子级调控的多功能自组装单分子层（SAM）界面工程策略，成功打破倒置有机太阳能电池的效率-稳定性权衡瓶颈，有望拓展有机光伏材料与器件的商业化应用场景。



针对倒置有机太阳能电池空穴传输界面的核心降解机制，研究团队采用了一系列具有不同端基的咪唑基 SAM 衍生物。研究发现，提升端基电负性可增强面外界面偶极效应，优化界面能级排列，有效提升电荷提取效率、抑制界面复合；更关键的是，SAM 的膦酸锚定基团可与蒸镀的三氧化钼形成强化学键，无需后退火即可构建坚固的物理化学屏障，从根源上抑制钼物种向活性层的扩散与界面还原。

基于该策略制备的 Br-2PACz 基器件实现了 19.31% 的冠军光电转换效率，显著优于对照组的 18.18%；在 1000 小时连续光照老化后，器件仍保留 95.5% 的初始效率，是目前兼具高效率与优异运行稳定性的倒置有机太阳能电池代表性成果，为有机光伏商业化提供了可规模化的通用界面设计范式。

相关研究成果以 “*Multifunctional SAM Engineering Breaks the Efficiency-Stability Trade-Off in Inverted Organic Solar Cells*” 为题发表在 *Advanced Energy Materials* 上，其中通讯作者为华南理工大学李宁教授，第一作者为尹志鹏博士生。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、TCL 科技创新基金、广东省分子聚集发光重点实验室基金等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1002/aenm.70986>

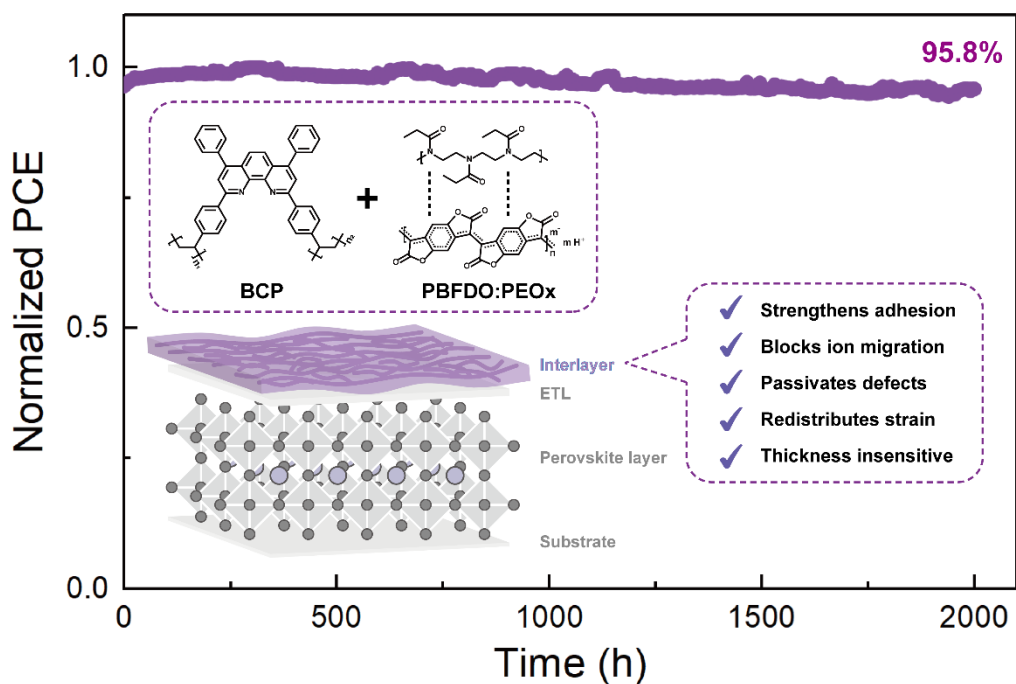
李宁&黄飞教授团队：一种兼顾钙钛矿太阳能电池机械与电学稳定性的复合中间层

钙钛矿太阳能电池兼具高效率、低成本和溶液加工优势，是新一代光伏的重要方向，但长期稳定性仍限制其产业化应用。倒

置器件中的电子传输/阴极界面同时承担电荷抽取、能级调控、缺陷钝化和离子阻挡功能，在光热机械耦合应力下极易成为失效起点。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室李宁、黄飞、孟伟团队构筑了热原位交联 **c-BCP** 与醇溶液加工 **n** 型导电聚合物 **PBFDO:PEO_x** 组成的复合阴极界面层，实现界面应力释放、离子迁移阻挡与定向电子传输协同调控，有望拓展高效稳定钙钛矿太阳能电池的规模化应用。

针对传统 **BCP** 阴极界面导电性低、热稳定性差、厚度窗口窄和机械支撑不足等瓶颈，该工作提出“小分子交联骨架 + π 共轭导电聚合物网络”的复合界面策略。苯乙烯功能化 **BCP** 衍生物热原位交联为 **c-BCP**，提供连续黏附骨架；**PBFDO:PEO_x** 构建柔性电子传输通路，在保持电子选择性的同时提升电导和载流子抽取。**QNM** 与 **GIXRD** 表明，复合层可降低界面模量、增强黏附并维持低残余拉伸应力，将光热诱导晶格应力转移并耗散至界面。**XPS**、温度依赖电导、**KPFM** 与 **C-V** 进一步证明，**PBFDO** 可与未配位 **Pb²⁺/I⁻** 相互作用，提高离子迁移势垒，抑制电荷积累和非辐射复合。基于该界面的倒置器件获得 26.37% 冠军效率，在约 25nm 厚复合界面层下仍保持优异性能，突破传统超薄 **BCP** 层的工艺限制。未封装器件经 1sun 照射 2000h 后保持初始效率的 95.8%，在 85°C 光热应力 1000h 后保持 92.9%，体现出效率、稳定性和工艺容忍度的协同提升。



相关研究成果以“*A composite interlayer reconciling mechanical and electrical stability in perovskite solar cells*”为题发表在 *Advanced Materials* 上。通讯作者为孟伟博士、黄飞教授、李宁教授，第一作者为袁彰雨博士生、唐浩然副教授、孟伟博士。研究得到国家自然科学基金(52394273、52373179、52433012、52303227)、TCL 科技创新基金(20242065)、中央高校基本科研业务费专项资金(2025ZYGXZR024、2024ZYGXZR076)、中国教育部基础与交叉学科突破计划(JYB2025XDXM410)、中国博士后科学基金博士后研究项目(GZB20240229)以及中国博士后科学基金(2025M770101、2023M741201、2024T170286)等项目资助。黄飞教授感谢新基石科学基金会通过 XPLORERPRIZE 提供的支持。

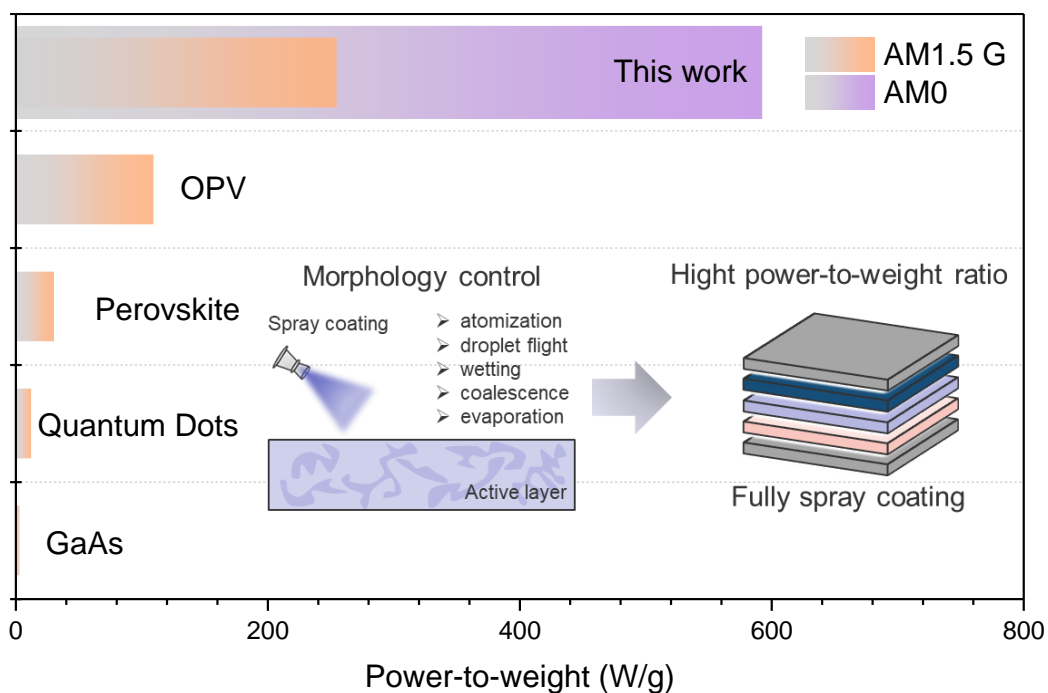
原文链接：<https://doi.org/10.1002/adma.73119>

李宁教授团队：形貌调控全喷涂制备高功质比有机太阳能电池

功质比是重量受限领域光伏技术的关键指标，超柔有机太阳能电池虽性能优异，但实验室成果的可扩展制造面临挑战。喷涂因其非接触式的加工方式，适配大面积制造备受关注。但加工过程中成膜动力学复杂，活性层形貌难调控，效率低于旋涂器件，亟需形貌调控策略提升喷涂器件性能与功质比。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的李宁教授课题组以喷涂活性层形貌调控为核心，成功喷涂活性层制备高效有机太阳能电池，并进一步实现全喷涂制备高功质比器件。有望拓展可印刷、柔性轻量化有机光伏的实际应用。

该研究聚焦形貌可控、可大面积制备的全喷涂高功质比有机太阳能电池，针对当前喷涂工艺存在的核心难题展开探究。现有喷涂器件受复杂成膜动力学影响，雾化液滴挥发、铺展与结晶过程难以调控，易造成薄膜形貌不均、相分离失衡、缺陷增多，导致电荷复合严重、传输受阻，效率普遍低于旋涂器件。同时喷涂涉及多维度工艺参数，多层结构全喷涂界面匹配困难，且高效率与轻量化带来的高功质比难以兼顾，制约其在卫星、无人机、可穿戴设备等重量受限场景的应用。



本研究以 D18:L8BO:PYIT 三元共混体系为研究对象，提出 PYIT 第三组分协同溶剂蒸汽退火处理的形貌调控策略，从分子组装与薄膜动力学层面突破喷涂成膜瓶颈，精准实现活性层形貌调控，最优喷涂活性层器件光电转换效率达 18.27%，处于无辅助条件下喷涂有机太阳电池先进水平。机理研究表明，优化后的喷涂条件可实现温和均匀的分子组装，形成有序晶体结构，改善分子排列方式，有效抑制电荷复合、提升电荷传输性能。进一步通过逐层优化 ZnO、PEDOT:F 及 AgNWs 电极的喷涂参数，实现器件空气中全喷涂制备，成功构筑功质比大于 250 W g^{-1} 的超轻器件。该工作解决了喷涂工艺规模化制备的关键瓶颈，为形貌精准调控、高性能全印刷有机光伏器件开发提供新思路，推动轻量化有机太阳电池在特殊应用领域的实际落地。

相关研究成果以 “*Morphology-Controlled Fully Spray-Coated Organic Solar Cells with High Power-to-Weight Ratio*” 为题发表在 *Green Chemistry* 上，其中通讯作者为李宁教授，第一作者为王钦硕士生和

安康博士后。该研究工作得到了中国国家自然科学基金（52394273 和 52373179）、TCL 科技创新基金（20242065）、中央高校基本科研业务费专项资金（2025ZYGXZR024）以及中国教育部基础与交叉学科突破计划（JYB2025XDXM410）等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1039/D6GC00940A>

无机发光与光纤激光

夏志国教授团队：激光驱动准透明陶瓷光子引擎赋能千米级白光通信

实时、高速、大容量的无线通信是下一代 6G 系统和低空经济（如无人机物流、空中交通管理）发展的核心驱动力。在海拔 1000 米以下的低空空域，传统射频通信面临频谱拥堵和电磁干扰等问题，而可见光通信（VLC）技术以其频谱资源丰富、安全性高、无电磁干扰等优势，被视为极具潜力的解决方案。将照明与通信功能合二为一，实现“照明即通信”，对光源的亮度、速度、距离和稳定性提出了极其严苛的要求。传统的 LED 光源受限于“效率骤降”和有限的调制带宽，而有机封装荧光粉则因热导率差难以承受高功率密度激发，这使得打造一款能同时满足远距离照明与高速通信的“光子引擎”成为巨大挑战。

透明陶瓷是理想的激光驱动光子转换体，但其传统制备方法（如热等静压、放电等离子烧结）依赖高温高压和纳米前驱体原料，成本高、难以规模化且形状灵活性差。华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室夏志国教授团队在 *Matter* 期刊上发表

了一项突破性成果。研究团队创新性地提出了一种温和的熔融淬冷-分步晶化策略，实现了从非晶玻璃到高结晶度 Ce^{3+} 掺杂石榴石型准透明陶瓷的绿色制备，并以此为核心构建了激光驱动的光子引擎，成功实现了流明效率高达 202 lm W^{-1} 的白光照明，并基于此引擎在 1.2 公里的传输距离上实现了高速可见光通信，峰值带宽达到 71.8 MHz。

从玻璃到陶瓷，剪裁结晶能垒实现致密化陶瓷：研究团队通过在铝硅酸盐玻璃体系中引入网络修饰体 Ca^{2+} ，结合分子动力学模拟和实验验证，揭示了玻璃网络的演变规律： Ca^{2+} 的加入拓宽了离子迁移通道，显著降低了体系的结晶活化能（从 755.7 降至 648 kJ mol^{-1} ）。通过设计的分步热处理工艺，团队成功绕过了传统晶化过程中因组分贫化导致的致密化中断难题，将前驱体玻璃转化为致密的 $\text{Lu}(\text{Ca}_{2-x}\text{Mg}_x)\text{Al}_3\text{Si}_2\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (LCMAS:Ce) 准透明陶瓷。

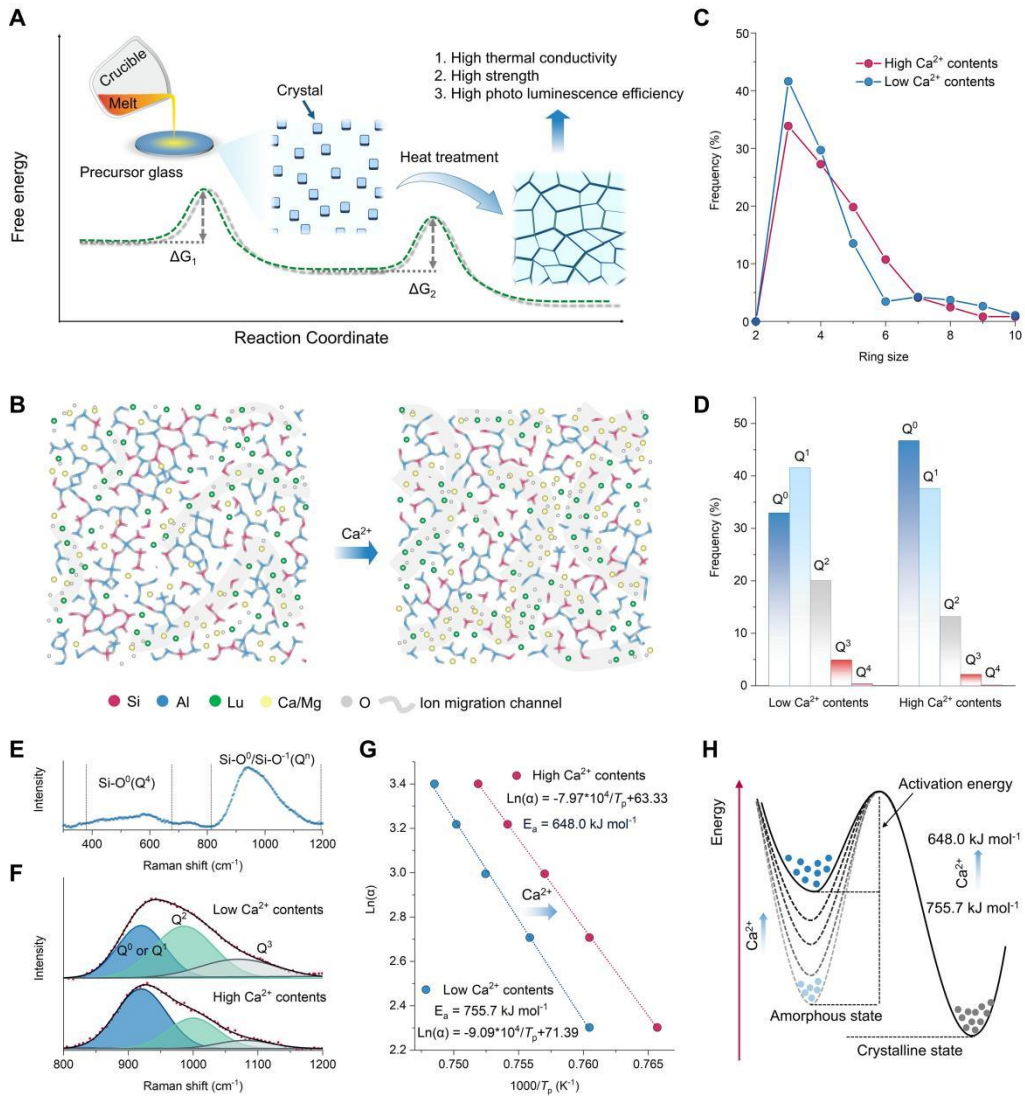


图 1 玻璃相向准透明陶瓷转变机理研究

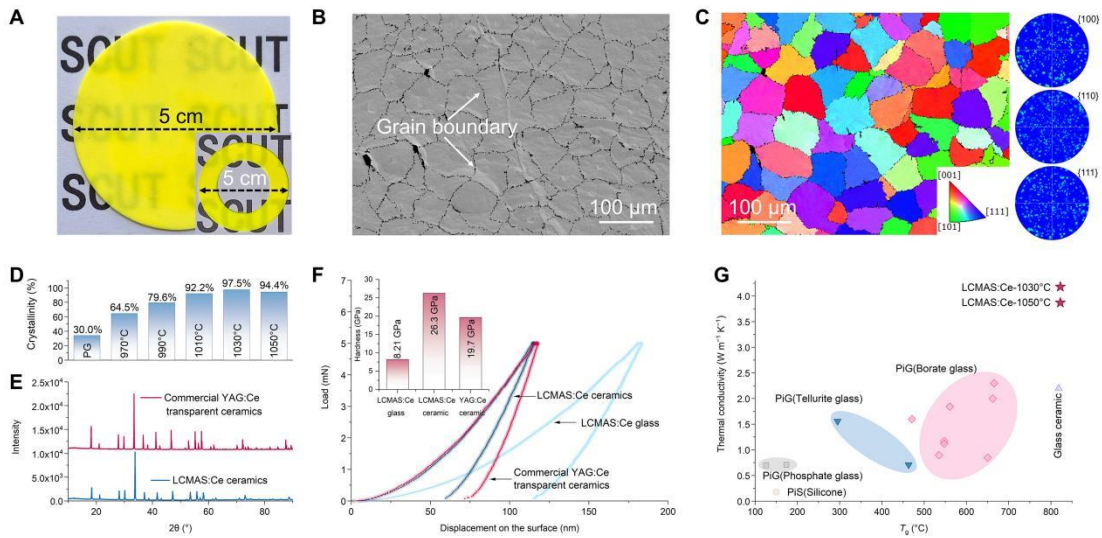


图 2 晶圆级 LCMAS:Ce 准透明陶瓷及其结构表征

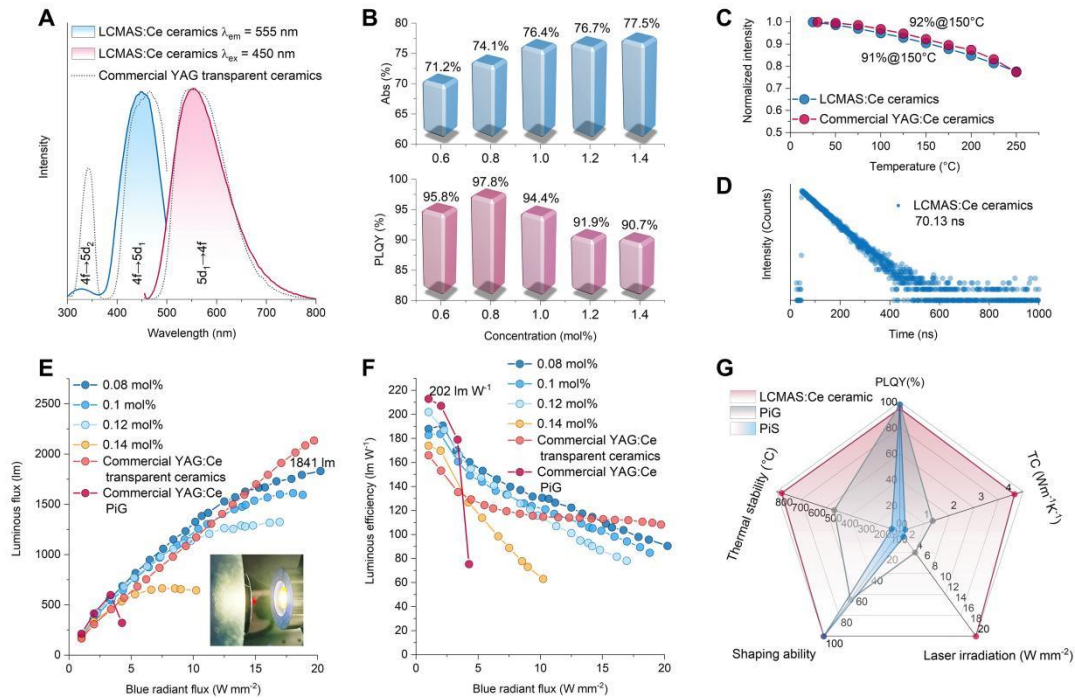


图 3 LCMAS:Ce 准透明陶瓷的光学性能

卓越的材料性能：得益于这种独特的全晶化策略，所制备的准透明陶瓷展现出了令人瞩目的综合性能。陶瓷的晶化度高达 97.5%，硬度达到 26.3 GPa，比商用 YAG:Ce 透明陶瓷高出 30%，展现出极佳的可加工性和封装稳定性。其热导率高达 $4.19 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ，是有机硅胶封装的二十倍，解决了高功率激发下的热管理难题。在光学性能方面，该陶瓷在 450 nm 蓝光激发下呈现出明亮的宽谱黄光发射。其内量子效率 (IQE) 最高可达 97.8%，且在 150°C 高温下仍能保持 91% 的发射强度，表现出优异的热稳定性。在激光驱动测试中，以该准透明陶瓷构建的激光驱动白光引擎展现出卓越性能。在蓝光激光器激发下，其最大光通量达到 1841 lm，流明效率高达 202 lm W^{-1} ，且激光饱和阈值高达 20 W mm^{-2} ，远超传统荧光玻璃复合材料。

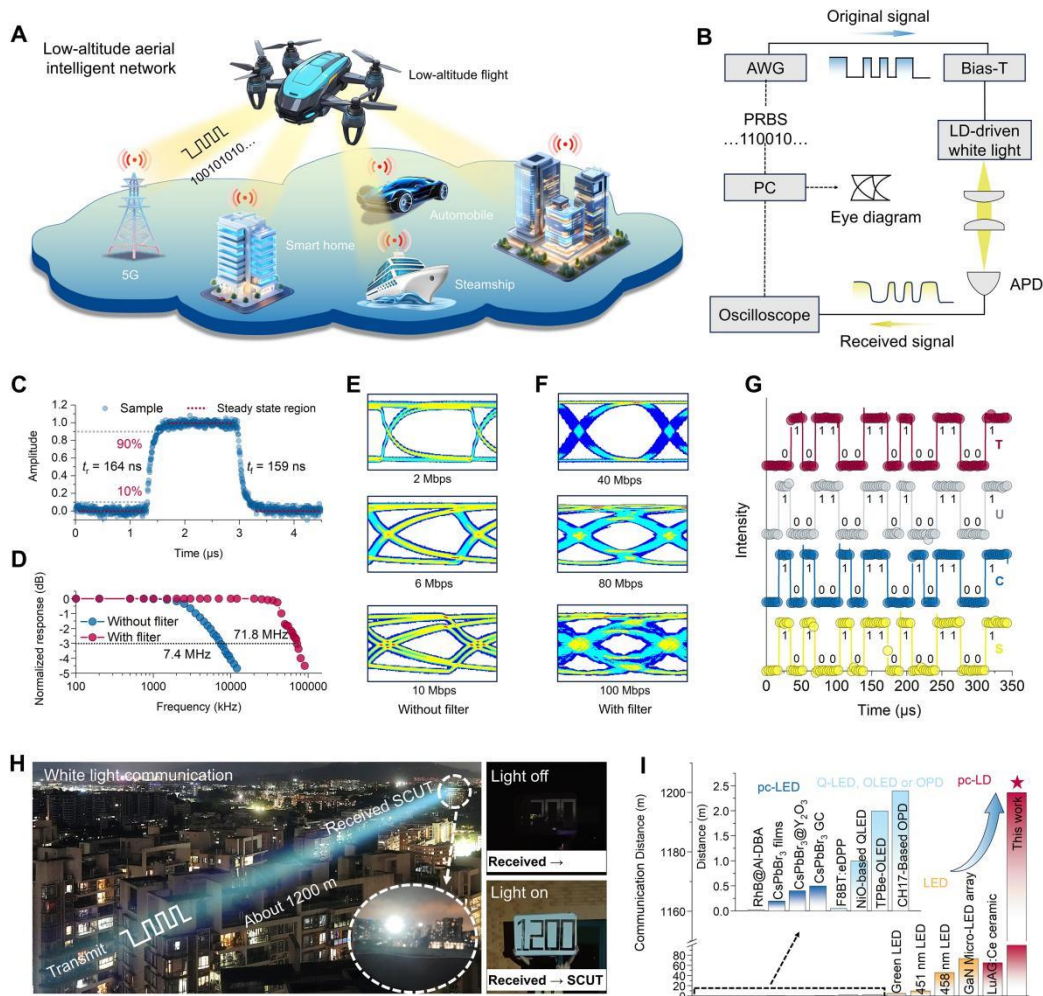


图 4 激光驱动的白光光源及可见光通信应用

应用验证：研究团队进一步将该光子引擎集成到可见光通信系统中。通过滤除慢速响应的荧光成分，系统的-3 dB 调制带宽从 7.4 MHz 大幅提升至 71.8 MHz。在 100 Mbps 的数据速率下，眼图依然保持清晰张开，验证了其高保真的信号传输能力。最终，利用这一高功率光子引擎，研究团队在华南理工大学校园内成功演示了横跨 1.2 公里的白光照明与通信，清晰接收并解码了“SCUT”字符信号。这一通信距离相较现有技术提升了数个数量级，完全满足千米以下低空飞行器智能组网的覆盖需求。这项工作不仅为光学透明陶瓷提供了一种绿色、可规模化且形状

可造的合成新范式，更展示了玻璃全晶化策略在突破高性能光子材料瓶颈方面的巨大潜力。所开发的激光驱动准透明陶瓷光子引擎，将高效照明与远距离高速通信融为一体，为未来的 6G 无线通信、低空经济智能网络以及车联网等新兴领域奠定了坚实的技术基础。

相关研究成果以“*Tailoring quasi-transparent ceramic as a laser-driven photonic engine for kilometer-level white light communication*”为题发表在 *Matter* 上，其中通讯作者为夏志国教授，第一作者为孙永胜博士。该研究工作得到了国家自然科学基金（No. 52425206）等项目的资助。

原文链接：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590238526001852?via%3Dihub>

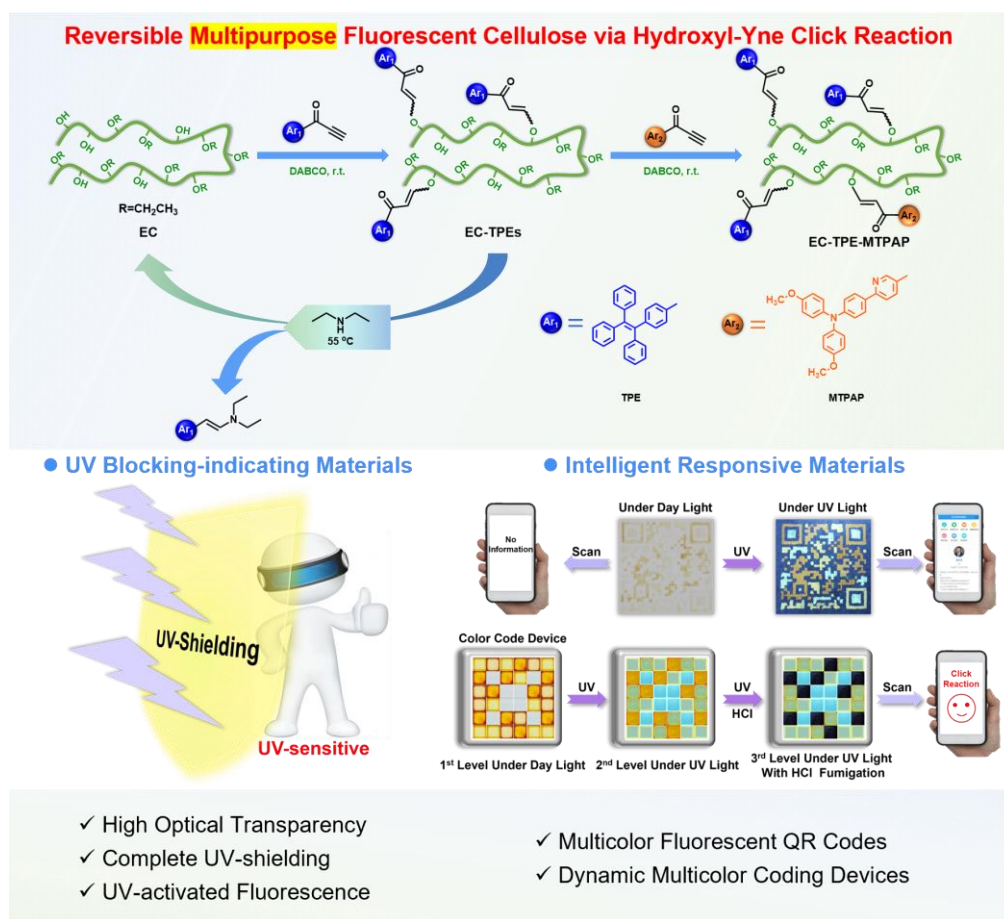
前沿交叉

秦安军教授团队：基于羟基-炔点击化学构建多功能荧光纤维素材料

合成聚合物荧光材料在光电器件、信息加密等领域展现出广阔的应用前景。然而，化石资源枯竭和环境恶化，促使生物基荧光材料成为研究热点。纤维素作为地球上最丰富的天然聚合物是理想的候选者，但传统物理掺杂或化学修饰面临稳定性受损、能耗高及聚集导致猝灭等挑战。因此，亟需开发一种温和的纤维素改性策略。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的秦安军教授课题组利用有机碱催化的羟基-炔点击反应，高效地将一系列具有聚集诱导发光（AIE）特性的功能单元引入到纤维素骨架中，得到了兼具高可见光透过率、全紫外屏蔽能力、发射波长可调以及刺激响应特性的多功能荧光纤维素材料，并通过胺交换反应实现了纤维素的非破坏性可逆去功能化，有望拓展其在可持续先进紫外阻抗及智能信息加密领域的应用。

通过有机碱催化的羟基-炔点击反应，将具有 AIE 特性的 TPE 单元高效引入到纤维素骨架中，成功构建了荧光纤维素材料 EC-TPEs。该材料拥有超高光学透明度 (>95%)、全波段紫外线屏蔽能力和强荧光发射，能够同时实现紫外线防护和实时光学指示。值得注意的是，通过调节接枝率可实现发射波长从 495 nm 到 615 nm 的红移，从而构建出高分辨率的多色荧光二维码。为进一步拓展编码维度，通过相同的点击反应将 MTPAP-yne 基团共价接枝到 EC-TPE 骨架上，制备了具有酸响应特性的材料 EC-TPE-MTPAP，从而构建出具有高信息存储能力和动态加密功能的智能编码装置。此外，点击反应形成的动态烯醚键赋予了该材料独特的“可逆功能化”特性。在温和条件下通过胺交换反应，可选择性去除功能基团并完全恢复纤维素原本的羟基活性。总体而言，本研究提出了一种整合性纤维素功能化策略，涵盖分子设计、材料构筑及可逆修饰三大环节，拓展了纤维素材料在先进紫外阻抗及智能信息加密领域的应用，为开发高附加值生物基材料提供了通用平台。



相关研究成果以“*Versatile Fluorescent Cellulose-Based Materials via Hydroxyl-Yne Click Chemistry*”为题发表在 *Advanced Functional Materials* 上，其中通讯作者为秦安军教授，第一作者为田琦博士生。该研究工作得到了 National Natural Science Foundation of China (22431004), and the Fund of Guangdong Provincial Key Laboratory of Luminescence from Molecular Aggregates (2023B1212060003)等科研项目的资助。

原文链接: <https://doi.org/10.1002/adfm.75691>

郑风珊教授团队：飞秒激光辅助霍普夫子稳定形核

在凝聚态物理与自旋电子学领域，拓扑磁孤子因独特拓扑结构、稳定性和可操控性而受到关注。其中，三维闭合缠绕的霍普

夫子被认为是高密度、低功耗信息器件的重要候选，但其稳定形核与可靠识别仍具有挑战。

近日，华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室郑风珊教授团队联合前沿软物质学院韩宇团队、南开大学付学文团队、华南师范大学侯志鹏团队，并与德国于利希研究中心 Nikolai S. Kiselev 博士、瑞典乌普萨拉大学 Filipp N. Rybakov 博士、卢森堡大学 Vlad M. Kuchkin 博士等理论团队合作，提出利用飞秒激光脉冲在手性磁体 FeGe 中诱导孤立霍普夫子稳定形核的方法，为三维拓扑磁孤子的光学写入与调控提供了新的实验路径。

霍普夫子是一类三维空间局域的拓扑磁孤子，其自旋构型在赛文空间中形成闭合缠绕。由于自旋结构复杂，仅凭洛伦兹透射电镜中的特殊磁衬度难以直接确认其真实三维构型。为此，研究团队将洛伦兹透射电镜、离轴电子全息技术以及微磁学计算相结合，对实验中观察到的磁孤子进行了系统判定。理论计算首先给出了嵌入螺旋磁背景中的孤立霍普夫子稳定解，并预测其菲涅尔离焦图像应呈现明显的不对称磁衬度。实验观测到的磁衬度与理论结果高度一致。进一步地，团队利用离轴电子全息技术测量了不同倾角下霍普夫子的定量相位分布，并与计算结果逐一比较。结果表明，这种磁孤子在不同倾转条件下表现出具有三维特征的衬度演化规律，为孤立霍普夫子的识别提供了有力证据。

为理解霍普夫子在激光作用下的形核过程，团队计算了体系的最小能量路径。结果表明，霍普夫子可能由斯格明子-反斯格明子对连续转变而来。在这一过程中，体系只需跨越相对较低的能垒。霍普夫子一旦形成，其坍塌或逃逸需要跨越更高的能垒，因

此更易稳定存在。飞秒激光脉冲提供的超快非平衡激发，可能促使体系进入霍普夫子态。

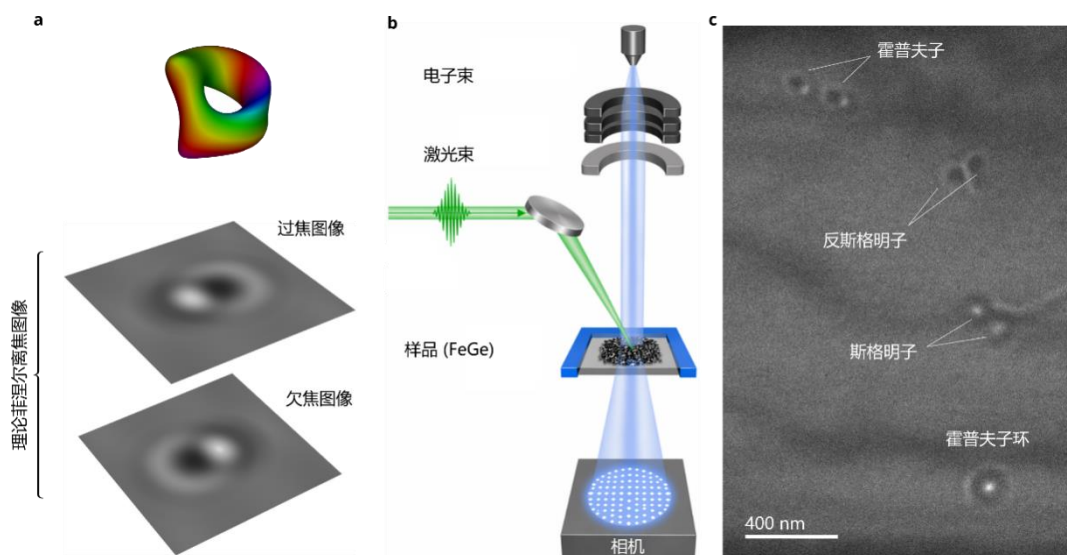


图 1 (a) 孤立霍普夫子的磁构型示意图及其理论菲涅尔离焦电镜图像；(b) 原位超快激光洛伦兹透射电镜示意图；(c) 超快激光脉冲诱导多种拓扑磁孤子形核

该研究表明，无需样品几何受限或接触式电极，仅借助飞秒激光脉冲即可在手性磁体中写入孤立霍普夫子，为其动力学、光学操控和器件研究提供基础。

相关研究成果以“*Laser-induced nucleation of magnetic hopfions*”为题发表在 *Nature Physics* 上，其中通讯作者为 Filipp N. Rybakov 博士，Nikolai S. Kiselev 博士，付学文教授和郑风珊教授，第一作者为陈晓雯博士生。该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、广州市基础与应用基础研究计划和小米基金的资助。

原文链接：

<https://www.nature.com/articles/s41567-026-03236-0>

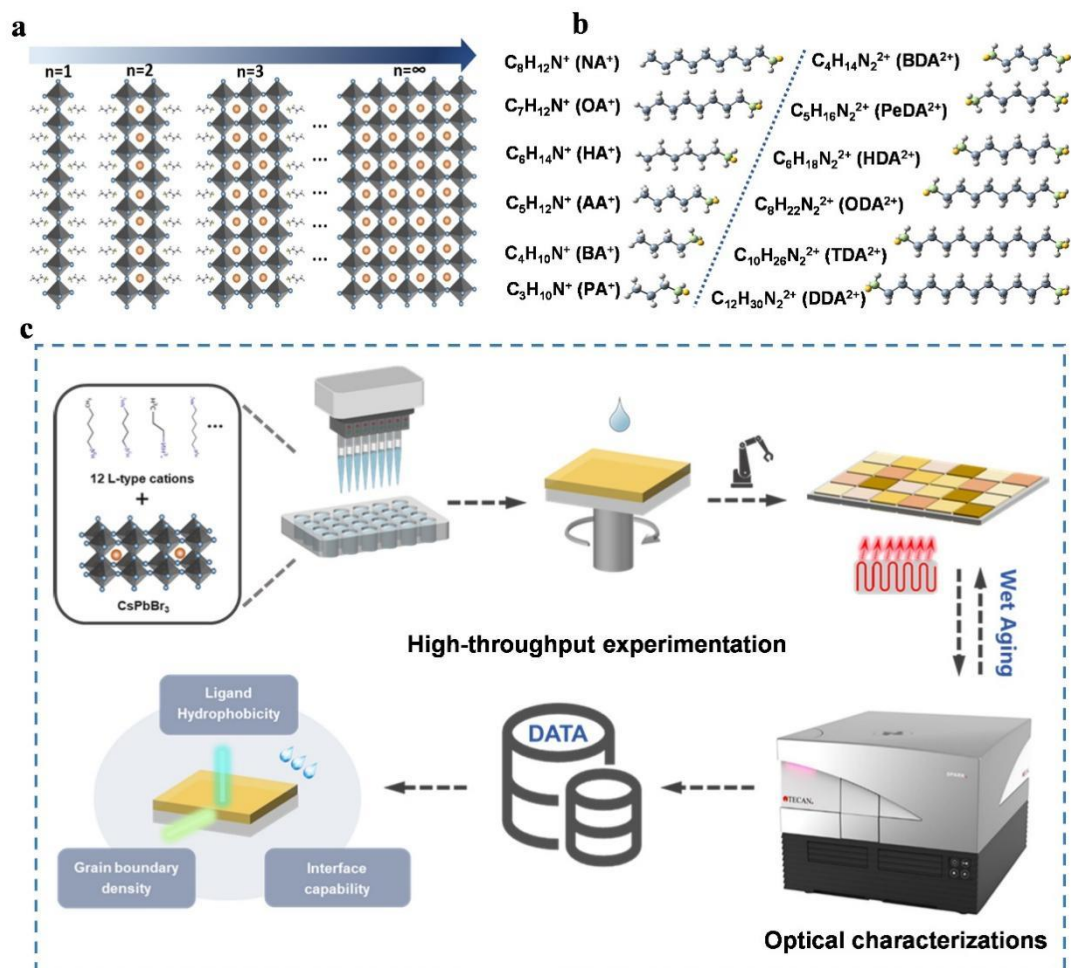
李宁教授团队：高湿度稳定性和低放大自发辐射阈值的准二维钙钛矿高通量开发

卤化物钙钛矿作为低阈值激光增益介质展现出巨大潜力，但其薄膜在极端高湿（如雾、露）环境压力下极易降解，这成为走向实际应用的主要瓶颈。引入大体积有机间层阳离子构建准二维（Quasi-2D）钙钛矿能有效提升耐湿性。然而，手动探索广阔的成分空间极具挑战，且目前研究多局限于少数几种阳离子或固定掺杂浓度。如何高效筛选并协同开发出兼具极端耐湿性与超低放大自发辐射（ASE）阈值的准二维钙钛矿增益介质，依然面临严峻挑战。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的李宁教授课题组利用自动化高通量实验平台，实现了对 12 种脂肪族有机阳离子的准二维钙钛矿薄膜进行高通量制备与稳定性筛选，并基于表面疏水性与晶界密度的竞争机制，开发出一种具有独特 RP/DJ 双阳离子混合相的准二维钙钛矿薄膜。该薄膜展示出优异的湿度稳定性和 $7.5 \mu\text{J cm}^{-2}$ 超低放大自发辐射（ASE）阈值，有望拓展高性能钙钛矿激光增益介质及长寿命光电器件领域的应用。

针对准二维钙钛矿在高湿环境下易降解、传统人工实验难以高效筛选大规模组分空间的问题，研究团队构建了自动化高通量实验平台，对 12 种脂肪族 RP 和 DJ 型有机间层阳离子及不同平均层数 ($\langle n \rangle$) 的准二维 CsPbBr_3 薄膜进行了系统研究。结果发现，薄膜湿度稳定性并非由单一因素决定，而是受到“表面疏水

性”与“晶界密度”之间竞争关系的共同调控。长链有机阳离子能够提高薄膜表面疏水性，抑制水分子吸附与渗透；但过高掺杂浓度又会导致晶粒减小、晶界增多，从而为水分扩散提供更多通道，加速材料降解。



进一步研究发现，超长链 R-P 型阳离子虽然具有优异疏水性，但会降低前驱体溶液对基底的润湿能力，导致薄膜形成孔洞和不连续结构，不利于实现低损耗激光增益介质。为解决这一问题，团队创新性提出 RP/DJ 双阳离子混合相策略，通过同时引入 nonylammonium (NA) 和 1,12-diammonium (DDA) 协同调控表面能与结晶过程，成功制备出致密平整的 NA-DDA/50-20 双相准二维钙钛矿薄膜。该薄膜不仅获得低至 $7.5 \mu\text{J cm}^{-2}$ 的超低放大自

发辐射 (ASE) 阈值, 而且在极端高湿老化 30 min 后仍保持稳定 ASE 输出; 在未封装条件下于空气中存放 9 个月后, 其 ASE 阈值几乎没有明显变化。该研究揭示了准二维钙钛矿在极端湿度环境下的稳定性调控机制, 并为高稳定、低阈值钙钛矿激光增益介质的高通量开发提供了新思路。

相关研究成果以“*High-Throughput Development of Humidity-Stable Quasi-2D Perovskites with a Low Amplified Spontaneous Emission Threshold*”为题发表在 *Advanced Optical Materials* 上, 其中通讯作者为李宁教授, 第一作者为李佳豪硕士生。该研究工作得到了中国国家自然科学基金 (52394273 和 52373179)、中部科技创新基金 (20242065)、中央高校基础科研基金 (2025ZYGXZR024)、广东省分子聚集体发光重点实验室基金 (2023B1212060003)、CPSF 博士后项目 (GZB20240229) 和中国博士后科学基金 (2025M770101) 等科研项目的资助。

原文链接: <https://doi.org/10.1002/adom.71157>

人员介绍

实验室新引进人才简介：宁莹莹教授



宁莹莹，博士，华南理工大学教授，入选2024年国家海外高层次人才。2014年于中国人民大学获得化学学士学位，2019年于北京大学获得无机化学博士学位（导师：张俊龙；研究方向：生物无机化学）。2019-2022年在美国哈佛大学医学院从事博士后研究（合作导师 Peter Caravan），聚焦磁共振造影剂的转化研究。以第一/通讯作者在 *Sci. Trans. Med.*, *PNAS*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Adv. Mater.*, *Chem. Sci.* 等期刊上发表 30 余篇论文。授权 5 项专利，转让 3 项。目前主要从事磁性分子的生物诊疗应用，聚焦通过调控化合物（尤其是金属配合物）的自旋态，精准控制其在疾病诊断与治疗中的功能，应用场景涵盖磁共振成像、炎症及癌症的治疗。

境内外来访参观与学术交流

●5月12日，澳门大学裴启兵教授在全重501学术报告厅作题为“*Nanocomposite Scintillators*”学术报告。报告介绍了伽马光电效应激发的纳米复合闪烁体的研制工作，分享了采用高浓度高原子序数纳米颗粒提升伽马作用截面、选用共轭有机发光化合物提高光产额的研究成果。并分析了材料合成、块体光学透过率、光产额及抗辐照性能等各类影响因素。

●5月12日，北京大学郭弘教授在全重501学术报告厅作题为“量子科技前沿进展”学术报告。报告梳理了量子物理从早期理论建立到现代量子科技快速发展的基本脉络，分享团队近年来在无磁屏蔽环境下高灵敏度量子磁探测、量子精密测量、商用光纤链路高精度时频传递、量子密钥分发与量子随机数等方面的代表性研究成果。同时，报告还结合生物医药、地质勘探、工程探查、考古探测、导航授时与安全通信等应用场景，阐述量子技术发展趋势，并展望量子网络及“量子+”交叉融合背景下值得关注的未来发展方向。

●5月28日，西班牙维戈大学 Lakshminarayana Polavarapu 教授在全重501学术报告厅作题为“*Halide Perovskite Nanocrystals: Tailoring Light Emission through Nanoscale Chemistry*”学术报告。报告主要介绍了课题组在过去十年中对 PeNCs 形貌控制、自组装和表面工程方面的贡献，并分享了实现偏振发光的不同策略，包括通过纳米晶自组装或螺旋结构工程来实现偏振发光。

●5月29日，广州市铁一中学、广州天省实验学校共80余

名师生来发光材料与器件国家重点实验室参观学习。实验室梁立老师热情接待了师生，并向师生详细介绍了实验室整体情况，叶俊志教授为师生作题为“光电器件介绍”科普讲座。