

# 华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室

## 工作简报

2025 年第 5 期

(总第 93 期)

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室编

2025 年 6 月 12 日

---

### 新闻动态

探秘未来之光 点亮科学梦想 实验室开展公众开放日科普活动 ..... 1

### 研究进展

#### 发光理论与机制

吴宏滨教授团队：超高辐射亮度的近红外有机发光二极管 ..... 6

苏仕健教授团队：超快反向系间穿越的窄光谱含硒电致发光材料 ..... 10

王志明研究员团队：基于负曲率的氮杂八元杂环稠合多环芳烃实现窄谱带深蓝光发射 ..... 12

王志明研究员团队：基于“交叉长短轴”分子设计策略实现高效率紫外有机发光二极管 .... 17

#### 新型显示、探测与成像

夏志国教授团队：窄带绿光/红光发射玻璃复合材料抑制激光荧光显示用图案化荧光转轮 ... 19

夏志国教授团队：Ce<sup>3+</sup>基杂化溴化物闪烁体的动态 X 射线成像 ..... 22

#### 有机光伏材料与器件

李宁教授团队：1-丁醇控制二次结晶以实现高效钙钛矿太阳能电池 ..... 24

#### 无机发光与光纤激光

周博教授团队：单波长激发的单颗粒纳米晶全彩发光 ..... 27

## 前沿交叉

彭俊彪、宁洪龙&姚日晖教授团队：预占据间隙位点抑制ALD多组分薄膜的成核延迟现象... 29

马於光教授团队：平面萘二酰亚胺阴离子自由基晶体中的自旋相互作用 孤立单体到  $\pi$  聚集体.. 33

殷盼超教授团队：复合质子交换膜赋能高温氢燃料电池..... 35

周城教授团队：基于共轭齐聚电解质和环糊精的主客体抗菌剂..... 37

## 仪器设备

紫外可见近红外分光光度计..... 40

## 境内外学术交流来访

## 新闻动态

### 探秘未来之光 点亮科学梦想 实验室开展公众开放日科普活动

为深入贯彻习近平总书记关于科技创新的重要论述，积极响应国家科普号召，发光材料与器件全国重点实验室于 2025 年 5 月 12 日至 2025 年 6 月 6 日，面向广大科技爱好者开展以“矢志创新发展 建设科技强国”为主题的公众开放日科普活动。

本次活动通过实验室参观、科普讲座、实验演示等形式，集知识与趣味为一体，带领公众近距离接触前沿科技。活动吸引了广州市第七十五中学、汕尾市陆河县河田中学和广州市第二中学等多所中学的共 130 余名中学学子前来参加。

在成果展示厅，老师们深入浅出地向同学们讲解指纹快速显现试剂、毒品检测试剂盒、细胞器荧光染料、柔性 OLED 显示等成果的研究背景与应用，让晦涩的科研知识变得通俗易懂，让同学们对发光领域有了初步认知。

在科普讲座环节，樊宝兵教授以“太阳光在电子器件中的应用”为主题，通过现实案例，主要介绍了可再生的太阳光在电子元器件中的应用，带领同学们了解太阳能资源在全球能源结构中的重要性，以及太阳光与电子器件相结合形成的光电子器件，尤其是光伏器件的基本特征及其在建筑集成和外太空方面的应用前景。



樊宝兵教授作科普讲座

宋宏伟教授以“肥皂膜人工光合作用及时间分辨光谱”为主题，通过大量的图片，向同学们科普了自然界光合作用将太阳能储存在化学键中的知识，介绍了利用肥皂膜与表面活性剂构造的人工光合体系，及其在“碳中和、碳达峰”国家战略中扮演的重要角色。



宋宏伟教授作科普讲座

李远副教授以“神奇的有机合成和光电探测器”为主题，生动讲解了有机半导体材料的有趣知识，包括有机化学的基本操作和有机半导体的合成和应用。



李远副教授作科普讲座

黄雄健副教授以“稀土掺杂无机发光材料”为主题，通过列举实例，向同学们科普稀土掺杂无机发光材料的发光原理、制备方法、发展现状及应用，并展示了稀土掺杂荧光粉的光致发光以及无源光纤的导光性能。



### 黄雄健副教授作科普讲座

在实验演示环节，黄雄健副教授进行了“稀土掺杂荧光粉发光与光纤导光”演示：用紫外灯照射不同种类的稀土掺杂荧光粉，发出红、绿、蓝等不同可见光；将红光光源导入光纤一端，在光纤另一端观察到红光输出。梁立老师进行了“AIE 绿色荧光磁性指纹粉末实操”演示：用磁性刷子蘸取少量 AIE 磁性指纹粉，在留有指纹的玻璃片上轻轻涂抹，即呈现出黑色的指纹图像，再用 365 nm 波长的紫外灯照射，可观察到清晰的绿色荧光。

老师们以渊博的学识，将深奥的科学理论转化为一个个通俗易懂的实例。讲座现场，同学们积极提问做笔记，老师们耐心回答学生的提问，讲座现场气氛热烈。

同学们在这里不仅了解了华南理工大学发光材料与器件科学研究发展历程，实验室研究方向、建设成就等知识，还通过理论小讲座、动手操作等近距离感受到了光的神奇魅力，激发出对科学知识的浓厚兴趣，纷纷表示今后要认真努力学习，把考入华

南理工大学发光材料与器件全国重点实验室作为自己的奋斗目标。



### 实验演示

实验室一直以来高度重视科研普及。据统计，2023 年以来，实验室平均每年举办科普活动 25 场，年均服务公众 300 余人，人员类别包括学生群体、高校及科研机构、政府及企业等社会各界。

## 研究进展

### 发光理论与机制

#### 吴宏滨教授团队：超高辐射亮度的近红外有机发光二极管

目前文献报道中的有机近红外发光二极管(OLEDs)仍面临量子效率低、辐射光功率低、寿命短等缺点。特别是受限于器件内激子或载流子间诸多湮灭、竞争性损耗过程导致的效率滚降，当前满足实际应用场景的高效且明亮近红外有机发光二极管仍面临极大的困难，迫切需要新的材料体系和技术路线，实现高亮度的近红外有机发光二极管。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室吴宏滨教授团队提出了抑制有机发光二极管发光效率滚降的新策略，通过降低长寿命三重态激子对单重态激子的猝灭，将器件在直流和脉冲驱动下的临界电流密度分别提高到  $100 \text{ A/cm}^2$  和  $10 \text{ kA/cm}^2$  量级，实现了亮度达到地表太阳辐照水平 147 倍的超高亮度近红外电致辐射。

研究人员选用了高跃迁振子强度和高发光效率的给体-受体-给体(A-D-A)型稠环电子受体(BTA3、i-IEICO-4Cl、Y11)作为发光材料。结合系统的热管理和优化载流子注入策略，基于 BTA3 的电致发光器件其最大外量子效率达到 1.34 %。器件呈现极低的效率滚降特性，在 6 个数量级的电流密度范围内保持与最大效率相当的性能，下降至最大值一半时对应的临界驱动电流  $J_{50}$  达到  $59 \text{ Acm}^{-2}$ ，远超其它类型半导体材料（图 1）。器件在连续直流驱动

模式下，最大工作电流密度达到  $100 \text{ A/cm}^2$  以上，在脉冲宽度为  $1 \text{ us}$  的脉冲驱动模式下，最大工作电流密度达到  $10 \text{ k A/cm}^2$  级别，并实现了创纪录的  $46786 \text{ W Sr}^{-1} \text{ m}^{-2}$  辐射亮度，相当于地表太阳光谱辐照强度的 147 倍。

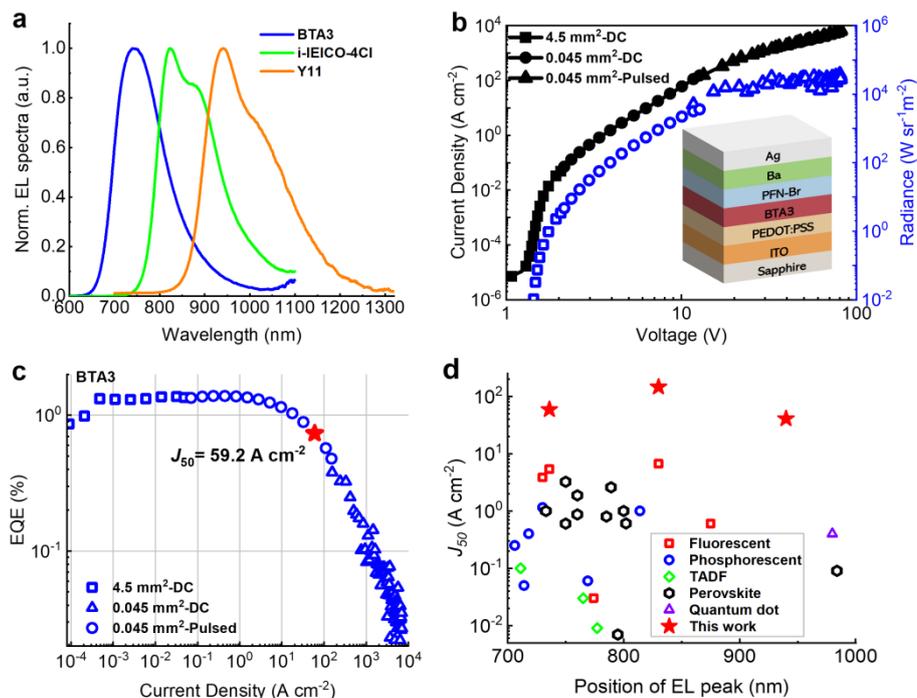


图 1. (a) 器件的电致发光光谱。(b) BTA3 的器件电流密度-电压-辐射度特性。(c) 器件的外量子效率-电流密度特性。(d) 文献报道中不同种类的近红外发光器件临界驱动电流密度水平的比较。

为验证器件的超高电流密度工作机理，研究人员设计了系列实验探究材料和器件的有关特性。通过瞬态吸收光谱和基于时间分辨技术的激子湮灭动力学等研究，研究人员发现 BTA3 分子较低的三重态能级以及短的重态激子寿命  $\tau_T$  ( $0.13 \text{ us}$ )，有效避免了三重态激子的累积，从而极大地减缓了单重态-三重态湮灭对效率滚降的影响。较大的三重态激子扩散长度促进了三重态-三重态湮灭过程，有益于提升激子利用率，缓解效率滚降。研究

还发现, A-D-A 型分子增强的分子刚性和平面性增强了共振能量传递, 分子堆积的调控降低了体系的能量无序度, 促进了单重态激子的扩散。计算仿真还表明, 当器件电流密度过大时(大于  $10 \text{ A/cm}^2$ ), 单重态-单重态湮灭成为器件效率滚降的主导因素, 表明要获得更高的工作电流密度以及实现电泵浦有机激光二极管, 需要着重抑制单重态-单重态湮灭过程。

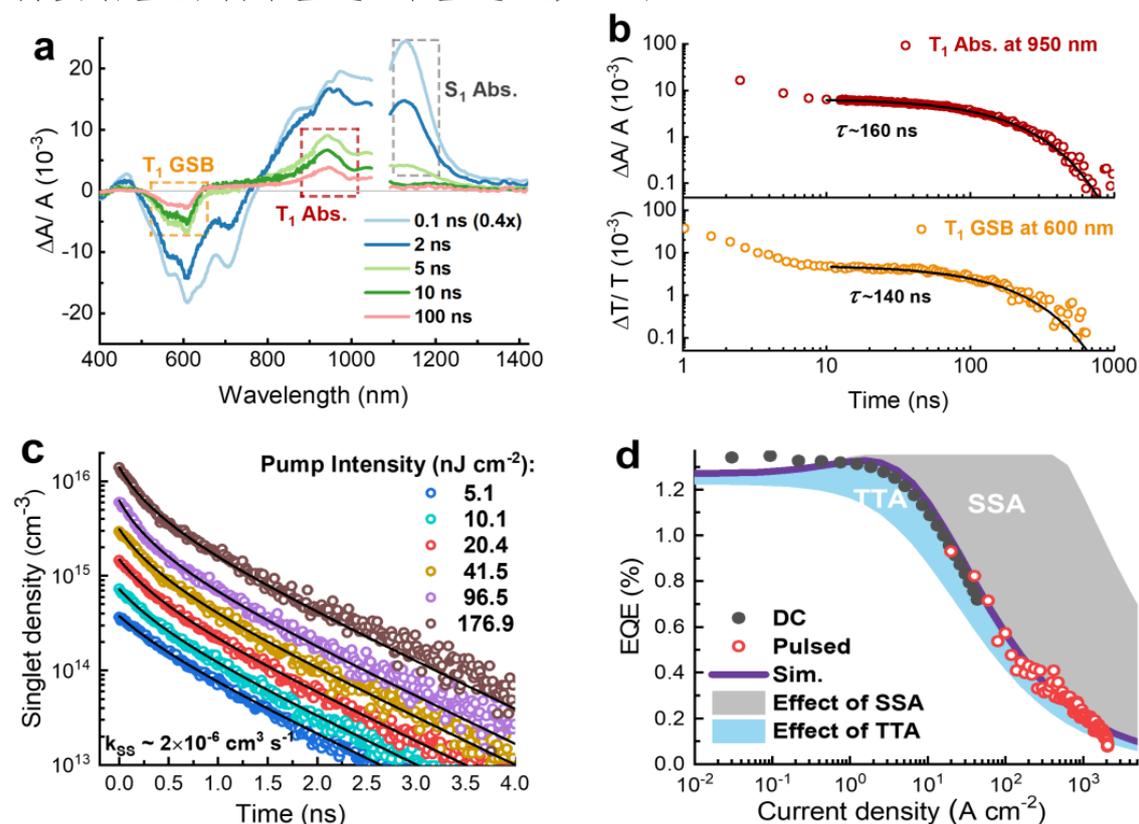


图 2. (a) 红外发光材料 BTA3 在溶液状态下的瞬态吸收光谱。(b) 通过单指数拟合提取的三重态激子寿命(约为 140~160 ns)。(c) 泵浦强度依赖的单重态激子衰退曲线。(d) 有机近红外发光器件效率滚降特性及其动力学仿真。

团队制备了  $10 \text{ cm}^2$  的大功率器件, 以及基于柔性衬底制造的可弯曲光源, 用于主动夜视照明、非侵入式生物成像、以及与人紧密贴合的生物医学应用场景(图 3), 展示了这类高亮度近

红外器件的广阔前景。

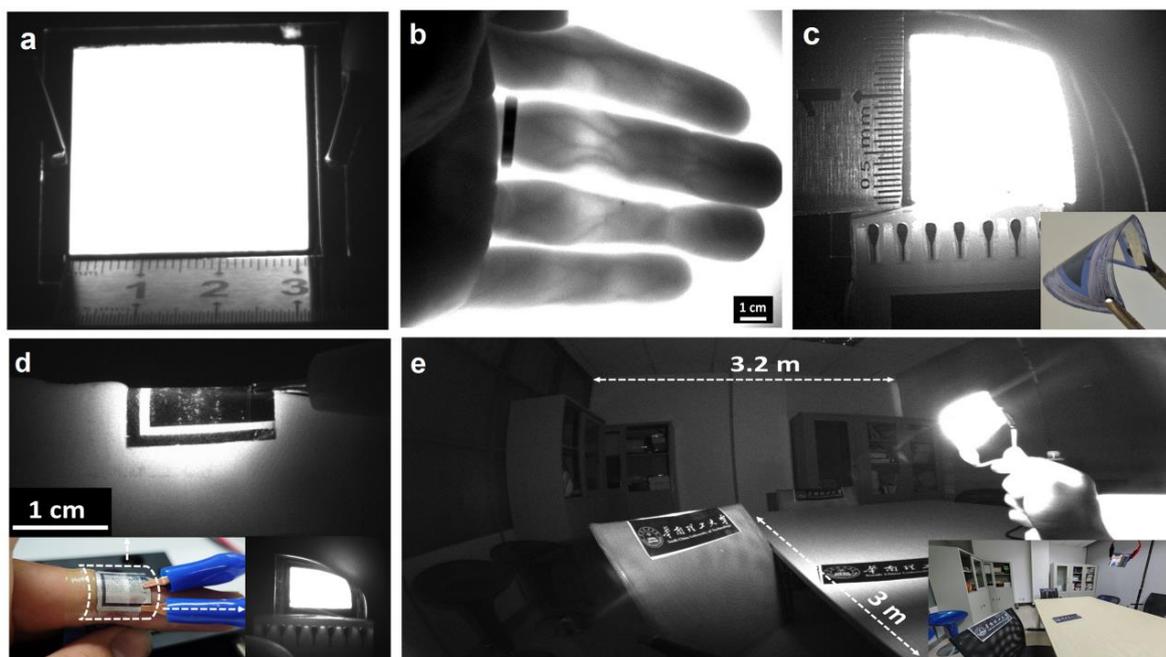


图 3. (a) 预研阶段研制的  $10\text{ cm}^2$  的近红外 OLEDs 实物照片以及 (b) 人手指血管透射成像。(c) 基于柔性衬底制造的  $1.5\times 1.5\text{ cm}^2$  可弯曲面光源及 (d) 可穿戴 OLEDs 贴片概念演示。(e) 用于室内主动夜视照明等应用的示例。

相关研究成果以“*Ultrahigh-radiance near-infrared organic light-emitting diodes*”（超高辐射亮度的近红外有机发光二极管）”为题发表在 *Nature Photonics*（《自然·光子学》）上，其中通讯作者为谢源专职研究员和吴宏滨教授，第一作者为刘万胜博士后。该研究工作得到了国家科技部重点研发项目、国家人力资源和社会保障部博士后创新人才支持计划、国家自然科学基金委重点项目、面上项目以及学校、学院专职研究员项目的资助。

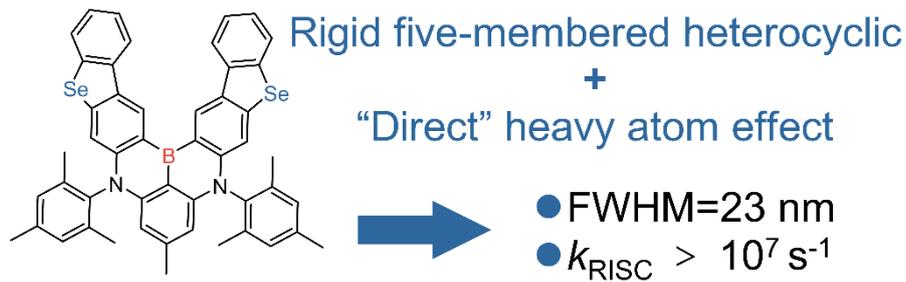
原文链接：<https://www.nature.com/articles/s41566-025-01674-5>

## 苏仕健教授团队：超快反向系间窜越的窄光谱含硒电致发光材料

受限于较大的单三线态能隙，窄谱带 TADF 材料的 RISC 速率通常较慢，导致 OLED 器件在高亮度条件下存在严重的效率滚降，亟需新的分子设计策略，以实现兼具超快 RISC 和窄光谱特性的发光材料。其中，引入硫、硒等重原子可通过增强 SOC 显著提升 RISC 速率，从而提高三线态激子利用率。

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在 BN 基团构建的多重共振热活化延迟荧光分子中嵌入具有刚性平面结构的五元含硒杂环，在窄光谱发光材料中实现了超快的反向系间窜越过程，并成功应用于高效低滚降有机发光二极管中。

本研究首次在 BN 基团构建的窄发射 TADF 分子中嵌入具有刚性平面结构的五元含硫和含硒杂环，成功合成了 DBTBN 和 DBSeBN。五元杂环的平面刚性结构可显著抑制分子在激发态下的构象弛豫，进而抑制光谱展宽，并且增大了分子尺寸，从而降低了不利于窄带发光的分子间相互作用，使得即使在高掺杂浓度的薄膜中，仍可维持 23 nm 的窄半峰宽。五元杂环中硫和硒原子引发的重原子效应进一步加速了 RISC 过程。含硫的 DBTBN 的 RISC 速率为  $1.4 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ ，而含硒的 DBSeBN 的 RISC 速率更高，达到  $1.1 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ 。



Versatile OLEDs with suppressed efficiency roll-off

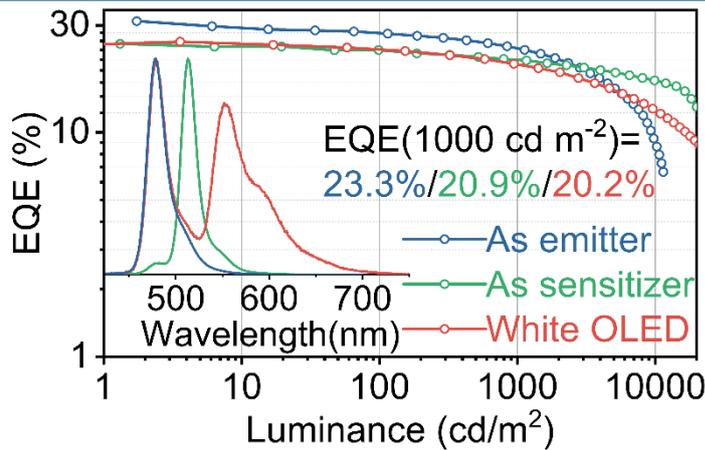


图 1.

以 DBSeBN 为发光材料构建的 OLED 器件，其发光峰位于 480 nm，发光半峰宽为 24 nm，最大 EQE 达到 31.4%，在 1000 cdm<sup>-2</sup> 的高亮度下，EQE 仍保持在 23.3%，展现出极低的效率滚降。DBSeBN 凭借其超快的 RISC 速率和极低的掺杂浓度敏感性，还展现出在 OLED 中多功能应用潜力。作为敏化剂时，基于 DBSeBN 的绿色荧光敏化 OLED 器件实现了 CIE<sub>y</sub> 坐标为 0.70，FWHM 仅为 20nm 的纯绿光，并展现出优异的效率滚降抑制，其 EQE 在 1000 cd m<sup>-2</sup> 和 10,000 cd m<sup>-2</sup> 亮度下分别保持在 20.9% 和 16.6%，优于 Ir 配合物磷光材料作为敏化剂的器件。在单发光层的白光 OLED 中，DBSeBN 作为高效蓝光发光材料，能够充分利用器件中高能三线态激子，实现 CIE 色度坐标为 (0.33, 0.44) 的白光，显色指数为 48。同时，该器件展现出优异的效率滚降抑

制能力，在最大 EQE 为 25.4% 的情况下，在 1000 cd m<sup>-2</sup> 亮度下 EQE 仍然能够维持 20.2%。综上所述，DBSeBN 展现出优异的窄谱发光特性、快速的三线态激子利用能力以及在 OLED 中多种应用场景下的出色性能，充分证明了其作为 MR-TADF 材料在低效率滚降 OLED 中的广阔应用前景。

相关研究成果以“*Narrow-Band Dibenzoselenophene-Based Emitter with Rapid Triplet Conversion for Versatile OLED Applications with Superior Roll-Off Suppression*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为苏仕健教授，第一作者为陈子健博士生。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金和博士后创新人才支持计划的资助。

原文链接：

<https://doi.org/10.1002/anie.202507626>

## 王志明研究员团队：基于负曲率的氮杂八元杂环稠合多环芳烃 实现窄谱带深蓝光发射

高色纯度发光材料对于超高清显示与广色域光电应用至关重要。OLEDs 作为极具发展前景的显示技术，其器件色纯度可通过引入窄带发射材料显著提升。然而，有机分子中固有的电子-振动耦合效应易导致发射光谱展宽，成为制约色纯度提升的重要因素。为克服这一问题，当前研究主要通过调控分子的电子结构与几何构型来实现发射谱带的有效窄化，并相继开发了一系列窄带发射骨架，包括硼/杂原子体系、羰基/氮、磷氧/氮及吡啶并

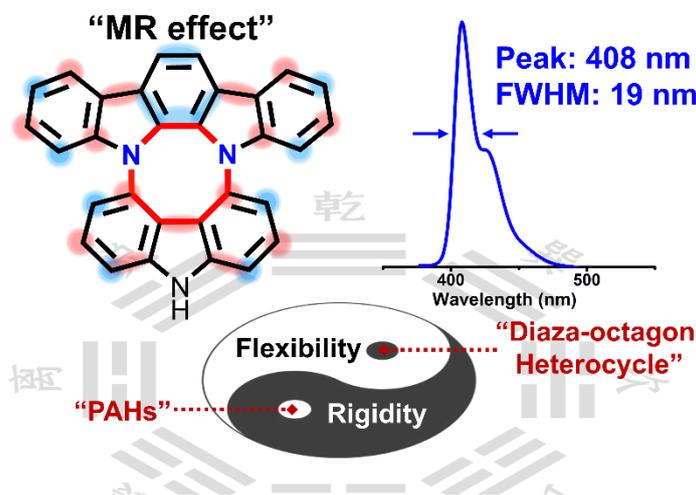
咔唑等。尽管该领域已取得显著进展，但在电子限域与分子刚性协同构筑方面仍存在进一步提升空间，亟需探索并构建新型窄带发射骨架，以实现光谱调控性能的新突破。

本文的研究亮点：

1. 从调控“几何构型”与“电子结构”角度出发，开发一种新型的氮杂八元杂环稠合多环芳烃骨架，实现了超窄带深蓝光发射。

2. 结合晶体结构数据与理论计算分析，深入揭示了该新型骨架中氮原子的精准嵌入和弯曲成键显著增强了 MR 效应，实现了电子限域，同时，刚性发光平面抑制了高频振动引起的核坐标位移，柔性反转促进高频能量耗散，从而协同促进了优异的深蓝光窄谱带发射。

3. 该新型骨架的苯基取代衍生物 8NNP 与米基硼取代衍生物 8NNB 在甲苯溶液中分别实现了 411 nm 和 461 nm 的超纯深蓝光发射，FWHM 仅为 17 nm 和 31 nm。基于衍生物 8NNP 和 8NNB 器件的最大外量子效率分别为 3.47% 和 24.24%，CIE 坐标为 (0.172, 0.043) 和 (0.132, 0.256)。



近日，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研究并设计了一种新型的氮杂八元杂环稠合多环芳烃骨架，命名为 8NN（图 1）。该骨架通过引入氮杂八元环，构建出具有负曲率的鞍形结构，并实现了电子结构与几何构型的协同精准调控。

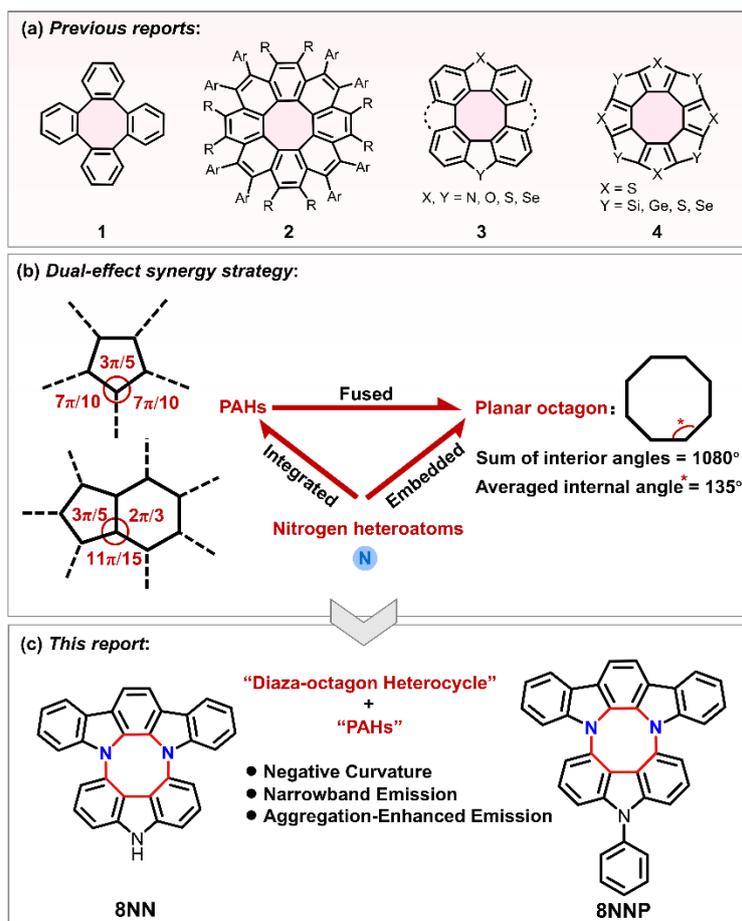


图 1. a) 已报道的八元环稠合 PAHs 结构；b) 分子设计理念；  
c) 目标分子的化学结构

在电子结构层面，得益于氮原子的合理性嵌入和其独特的“弯曲”成键形式（图 3），显著增强了多重共振型的电子结构特征，减少了价键上电子的分布，有效抑制了电子-振动耦合所导致的谱带展宽。而在几何构型调控层面，该骨架结构实现了“刚柔结合”的构筑策略：外围刚性的发光基元有效限制了跃迁前后

的核位移变化，内部柔性的八元杂环则有助于耗散高频振动能量，协同促进了发射光谱的窄化。最终，该骨架成功地实现了优异的深蓝光谱窄带发射特性，其在甲苯溶液中主发射为 408 nm，半峰宽仅为 19 nm。同时，基于该骨架，课题组进一步设计并合成了苯基取代衍生物 8NNP 和硼基取代衍生物 8NNB，系统验证了其光谱调控能力及在高性能 OLED 应用中的潜力。

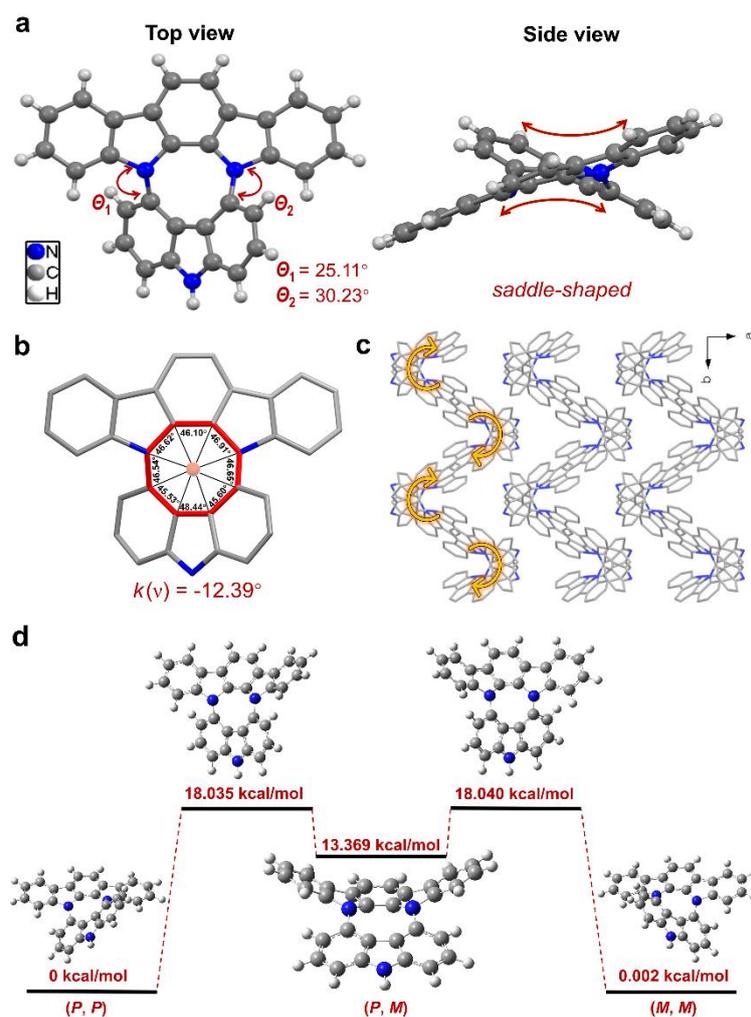


图 2. a) 化合物 8NN 的单晶结构分析：a) 晶体结构；b) 高斯曲率；c) 堆积方式；d) 构象转换的理论模拟

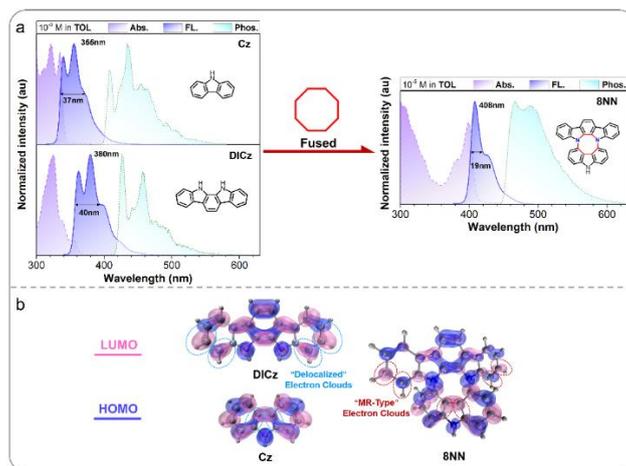


图 3. a) 负曲率八元杂环的解构分析；b) 解构前后的前线分子轨道分布模拟

此外，该骨架独特的空间构型赋予其一定的聚集增强发光特性，并展现出构建手性发光材料的潜力。基于这些特性，该骨架不仅适用于开发高色纯度发射材料，还可用于圆偏振光发射材料及聚集态发光材料的应用，为高性能光电材料的发展提供了新的设计理念与结构基础。

相关研究成果以“*Negatively Curved Diaza-Octagon Heterocycle Fused with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Ultra-Narrowband Deep-Blue Emission*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中，香港科技大学张翰博士和香港中文大学（深圳）唐本忠院士与华南理工大学王志明研究员为论文的共同通讯作者。华南理工大学博士生李保玺、娄敬丽和曲亚东为该论文的共同第一作者，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自主研究项目等科研项目的资助。

原文链接：

<https://doi.org/10.1002/anie.202506504>

## 王志明研究员团队：基于“交叉长短轴”分子设计策略实现高

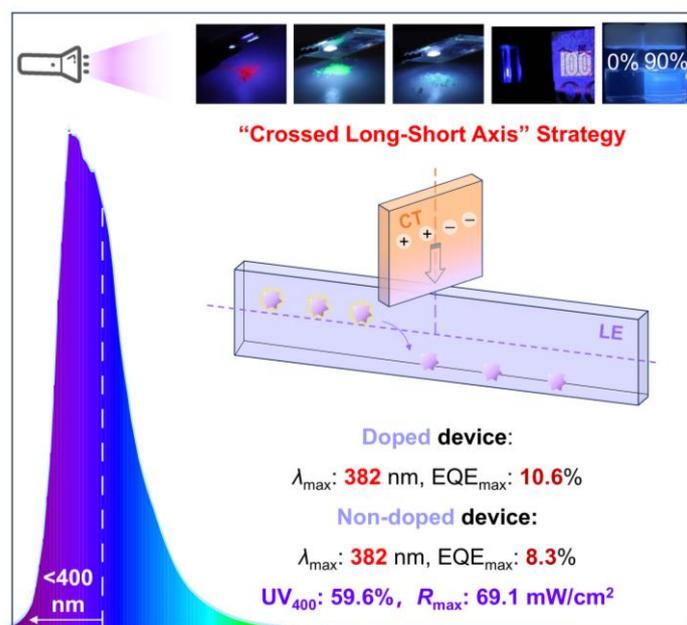
### 效率紫外有机发光二极管

紫外 (UV) 光在光化学和光催化的发展中起着关键作用。目前, 实现紫外光的主要手段包括有毒汞灯和发光二极管 (LED)。相比之下, 有机发光二极管 (OLED) 由于其轻薄、可弯曲、低功耗和高对比度等特性而被视为新一代的显示和照明技术, 有望成为紫外光光源的新载体。然而, 短波长有机发光材料宽带隙的特点增加了其电致发光过程中载流子注入和重组的困难。目前仍缺乏有效的分子设计策略来平衡短波长有机发光材料的光色和激子动力学, 如何实现高效率、高紫外光占比和高亮度的 UV-OLED 仍然是一个巨大的挑战。

近日, 华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的王志明研究员课题组基于“交叉长短轴” (CLSA) 分子设计策略, 采用间位连接进一步缩短共轭程度, 设计了能够有效抑制聚集红移的紫外光材料 *m*-Cz。基于 *m*-Cz 的非掺杂器件实现了发光峰在 382 nm、最大外量子效率为 8.3%、UV<sub>400</sub> 为 59.6% 的紫外光发光, 是目前效率最高的非掺杂 UV-OLED。此外, 由于目前报道的紫外 OLED 光谱多由紫外光 ( $\lambda \leq 400$  nm) 和可见光 ( $\lambda > 400$  nm) 组成, 该团队提出了 UV<sub>400</sub> 的概念来定义紫外 OLED 中紫外光的占比, 即电致发光 (EL) 光谱中紫外发射的面积比例。

CLSA 策略是一种用于构筑高性能短波长光发光材料的分子设计策略, 通过在电荷转移 (CT) 态主导的分子短轴和局域态主导的分子长轴之间构建一个近似垂直的扭转角来分离载流子注

入和激子辐射。由发光基团组成的分子长轴保证了高的光致发光外量子效率 (PLQY)，而短轴的给-受体结构能够改善载流子的注入和传输，高能级的 CT 态有助于打开热激子通道，实现更高的激子利用率。因得益于 CLSA 策略在构建热激子通道方面的有效性，*m*-Cz 获得了 84.5% 的高激子利用率。间位连接限制了 *m*-Cz 的共轭程度、增加了空间位阻，这使得 *m*-Cz 在纯膜下依然能保持 387 nm 的紫外发光和 57.6% 的 PLQY。在掺杂和非掺杂 OLED 中，*m*-Cz 的发光峰均保持在 382 nm，这说明间位连接有效地抑制了聚集状态下的光谱展宽和红移。在掺杂器件中，*m*-Cz 的 EQE<sub>max</sub> 高达 10.6%，UV<sub>400</sub> 高达 57.5%，在非掺杂器件中，*m*-Cz 的 EQE<sub>max</sub> 高达 8.3%，UV<sub>400</sub> 高达 59.6%。此外，该工作也验证了非掺杂 UV-OLED 在不同场景中应用的可行性，包括激发荧光粉末、人民币防伪标识、验证聚集诱导发光现象，以及激发窄光谱材料等。这些结果为蓝、紫光等短波长有机发光材料的设计提供了参考，并引起人们对 UV-OLED 实际应用的关注。



相关研究成果以“*Realization of high-efficiency UV-OLED used*

*as excitation light sources via referenceable crossed long-short axis lighting emitter design strategy*”为题发表在 *Chemical Engineering Journal* 上，其中本文第一作者是博士研究生娄敬丽，硕士郭学成和博士研究生陈艺超为共同第一作者，通讯作者为王志明研究员，张翰博士为共同通讯作者。该研究工作得到了国家自然科学基金(52473173)、广东省自然科学基金(2022B1515020084)、广东省基础与应用基础研究基金项目(2023B1515040003)、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(SCUT) (Skllmd-2024-10)、广州市科学技术计划(2023A04J0988)、广东省重点领域研究与发展计划(2024B01040001)、创新技术委员会(ITC-CNERC14SC01)自主研究项目等科研项目的资助。

原文链接:

<https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/adma.202310417>

新型显示、探测与成像

夏志国教授团队：窄带绿光/红光发射玻璃复合材料创制激光荧光显示用图案化荧光转轮

激光荧光显示(LPD)技术以其高亮度、宽色域和无散斑特性等特征成为高端显示(如影院、AR/VR)的理想方案，但其核

心挑战在于缺乏能耐受高功率激光 ( $>10 \text{ W/mm}^2$ ) 的窄带发射荧光块体材料。商用红/绿荧光粉 (如  $\text{KSF:Mn}^{4+}$  和  $\beta\text{-SiAlON:Eu}^{2+}$ ) 虽具优异发光性能, 却难以通过传统烧结制备块体的问题, 而有机树脂封装又易因热积累导致效率骤降。因此, 开发兼具窄带发射、高热稳定性及高发光效率的荧光块材, 成为推动 LPD 实用化的关键瓶颈。

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利用超低熔点玻璃基体及快速复合技术, 实现了基于窄带红/绿荧光粉 ( $\text{KSF:Mn}^{4+}/\beta\text{-SiAlON:Eu}^{2+}$ ) 的高效玻璃复合材料 (PGCs) 的快速制备 (红光 IQE 94.6%, 绿光 IQE 87.8%), 并设计了覆盖 125% Rec. 709 色域的高稳定性图案化荧光转轮, 有望拓展高端激光显示 (如影院、AR/VR) 领域的应用。

LPD 技术的核心难点在于开发能耐受  $>10 \text{ W/mm}^2$  高功率激光的窄带荧光块材——商用红光材料  $\text{KSF:Mn}^{4+}$  在  $500^\circ\text{C}$  易发生  $\text{Mn}^{4+}$  变价导致分解, 绿光  $\beta\text{-SiAlON:Eu}^{2+}$  难以通过传统烧结制备块体, 而树脂封装则面临热积累引发的  $>40\%$  效率衰减。本研究创新性地采用超低熔点玻璃基体 ( $350^\circ\text{C}$ ) 结合快速复合技术, 玻璃熔体 10 余秒内即可包覆荧光颗粒形成高能垒界面层, 有效隔绝高温损伤并维持窄带发射特性, 获得的红光/绿光玻璃复合材料 (PGCs) 内量子效率分别高达 94.6% 和 87.8%; 进一步设计梯度浓度 PGCs 图案化转轮, 通过  $7200 \text{ r/min}$  旋转诱导空气对流散热, 突破材料本征导热极限, 在  $50 \text{ W}$  激光下仅升温至  $85^\circ\text{C}$ , 实现红光  $684 \text{ lm}$  ( $21 \text{ lm W}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ) 和绿光  $4770 \text{ lm}$  ( $172 \text{ lm W}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ) 的高光通量输出。最终构建的激光显示系统覆盖 125% Rec.709

色域（远超 YAG:Ce 的 103%），显著提升图像饱和度，为高功率激光显示提供了兼具高效发光与极端稳定性的材料解决方案，综合性能与 LPD 应用展示如图 1 所示。

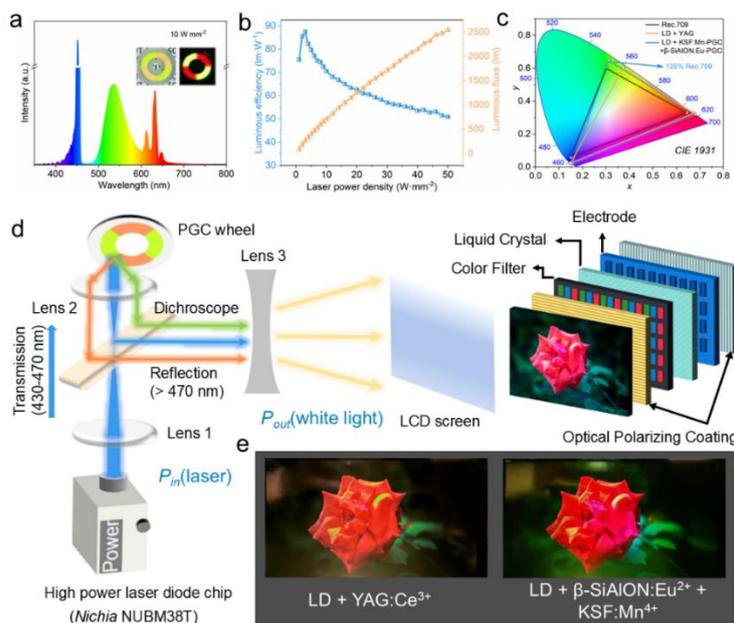


图 1. “455 nm LD + KSF:Mn<sup>4+</sup>-PGC +  $\beta$ -SiAlON:Eu<sup>2+</sup>-PGC 荧光转轮”光源的光谱及实际 PGC 图像。(b) “455 nm LD + KSF:Mn<sup>4+</sup>-PGC +  $\beta$ -SiAlON:Eu<sup>2+</sup>-PGC 荧光转轮”的光通量和发光效率。(c) 荧光转轮在 CIE 1931 色度空间的色域对比。(d) 基于“KSF:Mn<sup>4+</sup>-PGC +  $\beta$ -SiAlON:Eu<sup>2+</sup>-PGC 荧光转轮”构建的激光荧光显示系统示意图。(e) 基于商用 YAG 转换 LD 光源与本研究 PGC 转换 LD 光源在 LCD 屏幕上呈现的激光荧光显示视觉效果对比。

相关研究成果以“*Narrow-band green/red-emitting glass composites enabling highly stable patterned wheel for laser phosphor display*”为题发表在《*Science China Materials*》上，其中通讯作者为夏志国教授，第一作者为邝宇航硕士生（共同第一作者为陈炜彬博士生）。该研究工作得到了国家自然科学基金（52425206）

和中央高校基本科研业务费（2024ZYGZXR004）等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1007/s40843-025-3361-1>

### 夏志国教授团队： $\text{Ce}^{3+}$ 基杂化溴化物闪烁体的动态 X 射线成像

$\text{Ce}^{3+}$ 掺杂发光材料具有纳秒级的发光寿命，使得这类材料在闪烁成像应用中具有潜力，例如， $\text{LuAG}:\text{Ce}^{3+}$ 是一种商用的闪烁材料。此外，研究者还报道或正在商用一些  $\text{Ce}^{3+}$ 掺杂的卤化物体系，如  $\text{LaCl}_3:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{RbGd}_2\text{Br}_7:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{GdBr}_3:\text{Ce}^{3+}$ 等。然而，这些闪烁材料需要高温制备或者稳定性相对较差。近年来， $\text{Ce}^{3+}$ 基杂化卤化物发光材料成为一个研究热点，且其通常采用相对低成本、低能耗、简便的低温溶液法得到的。因此，创制新型  $\text{Ce}^{3+}$ 基杂化卤化物在闪烁发光材料上的应用具有重要的科学意义。

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利用溶液法，得到两例杂化  $\text{Ce}^{3+}$ 基溴化物发光材料，分别为  $[\text{Emim}]_3\text{CeBr}_6$  和  $[\text{Emmim}]_3\text{CeBr}_6$  ( $\text{Emim} = 1\text{-ethyl-3-methylimidazolium}$ ;  $\text{Emmim} = 1\text{-ethyl-2,3-dimethylimidazolium}$ )，研究了其晶体结构、发光性能与机理，并探索了其在动态 X 射线闪烁成像领域的应用。

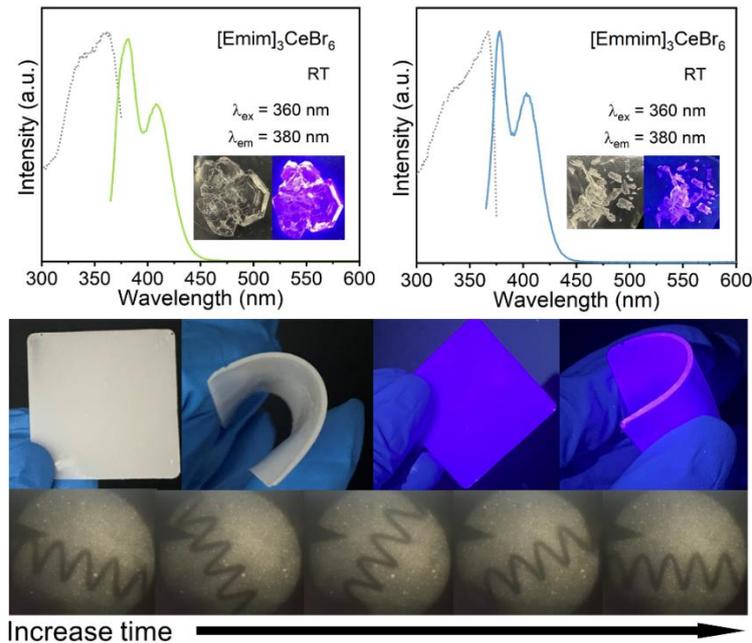
首先，研究团队利用溶液法得到了两例  $\text{Ce}^{3+}$ 基溴化物。单晶 X-射线衍射表征发现：两种材料均为含有六配位  $[\text{CeBr}_6]$  八面体结构的零维杂化材料体系，游离有机阳离子实现电中和构建出稳定的晶体结构。

发光光谱表明，两种材料在 360 nm 激发下发射出 380 nm 的

紫光，量子产率均高达 100%，变温光谱分析表明，材料的光学性能随着温度变化没有发生明显的偏移，发光机理均属于  $4f-5d$  跃迁，在室温下具有大约 30 ns 的发光寿命，且随着温度降低而更小。

进一步计算了两种材料的理论带隙，其中以  $[\text{Emim}]_3\text{CeBr}_6$  为例。 $[\text{Emim}]_3\text{CeBr}_6$  的带隙为 2.89 eV，其态密度图以及导带底和价带顶的电荷分布显示电子由 Ce 的  $4f$  和  $5d$  轨道组成，进一步说明材料的发光源自  $4f-5d$  跃迁。

闪烁性能测试表明，两例材料的光产额分别达到  $42000 \text{ ph MeV}^{-1}$  ( $[\text{Emim}]_3\text{CeBr}_6$ ) 和  $48000 \text{ ph MeV}^{-1}$  ( $[\text{Emmim}]_3\text{CeBr}_6$ )，且检测限为  $971 \text{ nGy s}^{-1}$  ( $[\text{Emim}]_3\text{CeBr}_6$ ) 和  $626 \text{ nGy s}^{-1}$  ( $[\text{Emmim}]_3\text{CeBr}_6$ )。最后，利用  $[\text{Emmim}]_3\text{CeBr}_6$  所制备的发光薄膜进行了动态 X 射线闪烁成像的应用探索，其由于短寿命的优点，能快速捕捉运动的物体，且避免重影的产生。



导读图： $\text{Ce}^{3+}$ 基溴化物的发光性能和快速 X 射线闪烁成像

相关研究成果以“*Cerium(III) Bromide Hybrid with Near-Unity Photoluminescence Quantum Efficiency for High-Resolution and Fast X-ray Imaging*”为题发表在国家自然科学基金委员会主管、主办的综合性英文学术期刊 *Fundamental Research* 上，其中通讯作者为夏志国教授，第一作者为金建策博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金（编号：22361132525、52425206）、广东省科技计划项目（编号：2023A0505050084）、中央高校基本科研业务费（2023ZYGXZR002）以及俄罗斯科学基金会（24-43-00006）的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1016/j.fmre.2025.02.007>

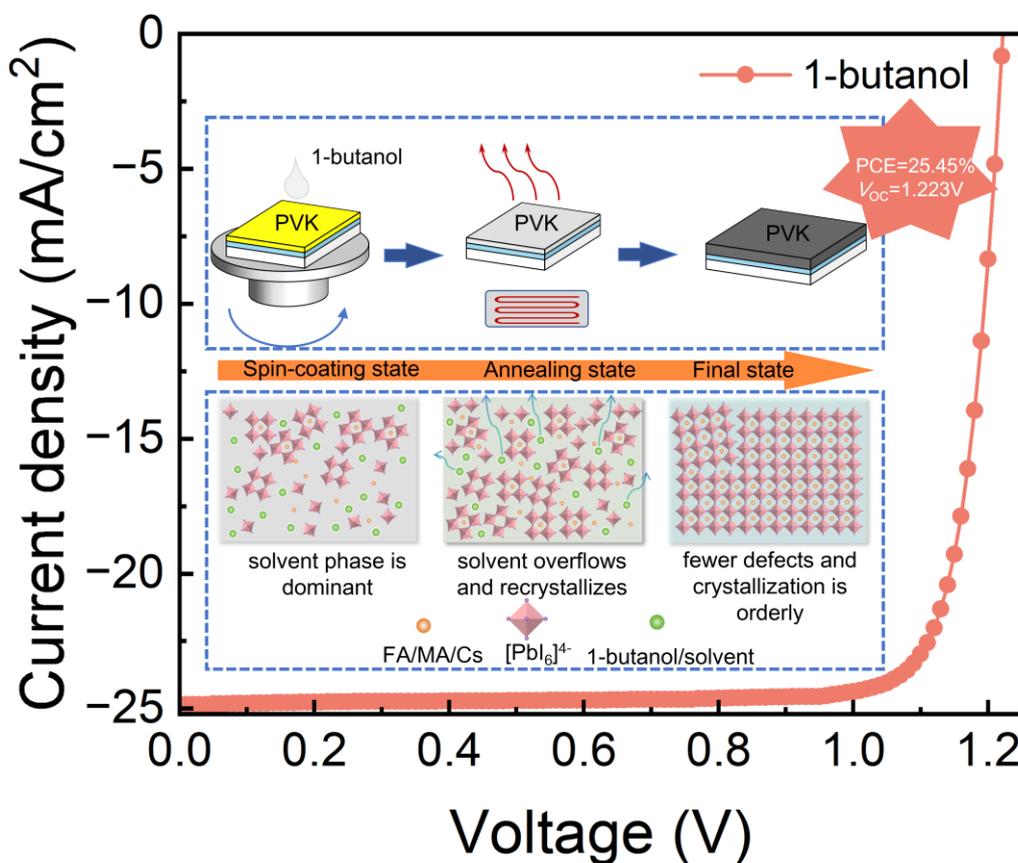
## 有机光伏材料与器件

### 李宁教授团队：1-丁醇控制二次结晶以实现高效钙钛矿太阳能电池

实现高效率钙钛矿太阳电池（PSCs）在很大程度上取决于钙钛矿薄膜的质量，因此精确调节钙钛矿薄膜成核和结晶过程以优化晶粒形态、抑制缺陷至关重要。在众多工艺中，反溶剂法由于操作简单、成膜质量高而得到广泛关注。相比于氯苯（CB）与苯甲醚（Anisole）等主流反溶剂，醇类溶剂具有成本低、环境友好等特点，是最有前途的替代品。

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 1-丁醇（BuOH）反溶剂引发钙钛矿二次结晶，减少缺陷并提高薄膜质量。在带隙为 1.59 eV 的钙钛矿太阳能电

池中实现了 25.45% 的冠军功率转换效率 (PCE) 和 1.223 V 的开路电压 ( $V_{oc}$ )，突出了醇类反溶剂在提高器件性能和为高效器件制造提供可持续、可扩展的解决方案方面的潜力。



本研究中系统对多种醇类反溶剂的应用效果进行评估，发现 1-丁醇 (BuOH) 作用的薄膜具有最均衡应用效果，包括正常的吸收带隙、最强的稳态光致发光强度、最长的瞬态荧光寿命 (2711ns) 以及最大的光致发光量子产率 (16%)，同时还具有最为致密均匀的表面形貌。随后对 BuOH 旋涂过程进行原位表征，发现随着反溶剂应用体积的缩小，初始结晶的时间缩短，这一方面减少了原始晶核数量，从而生成较大尺寸的晶粒，另一方面由于成膜应力来不及释放而导致薄膜表面粗糙度反向提高。综合之下确定 150uL 为最优的工艺，可以实现结晶颗粒以及表面粗

糙度的协调。在退火过程中的原位测试中 BuOH 作用的薄膜出现了二次结晶现象。系统的研究表明，高沸点的醇类反溶剂 BuOH 和钙钛矿前驱体添加剂 MACl 之间的协同效应可以平衡溶剂蒸发与结晶动力学，延长成膜过程中中间相的重组与转换过程，这种机制能够同时降低缺陷密度并抑制电荷复合，最终产生低应力、高结晶的钙钛矿薄膜。在单电子器件的空间限制电流 (SCLC) 测试中，BuOH-薄膜产生了更低陷阱填充极限电压和较低的缺陷密度。阻抗谱 (EIS) 表明 BuOH-薄膜具有更低的更小的接触电阻( $R_{co}$ )，改善了电荷传输。器件的光强依赖电压测试表明 BuOH-薄膜的理想因子降低为 1.16，可以抑制界面的陷阱复合。瞬态光电压 (TPV) 和瞬态光电流 (TPC) 测试中 BuOH-薄膜较长的载流子寿命意味着较低的非辐射复合损耗，而较短的提取时间则表明载流子可以更有效地收集。这些都有利于器件性能的提高。因此，使用 BuOH 制造的钙钛矿太阳能电池表现出卓越的薄膜质量、增强的电荷传输和改进的器件性能， $V_{oc}$  显著增加到 1.223 V，PCE 显著增加到 25.45%。此外，这些器件表现出优异的热稳定性和环境稳定性，凸显了 BuOH 辅助钙钛矿加工作为高效、可扩展太阳能电池制造的可行策略的潜力。从这项研究中获得的见解为提高钙钛矿光伏的商业可行性并加速将其集成到下一代太阳能技术中提供了一条新的途径。

相关研究成果以“*Controlling Secondary Crystallization with 1-Butanol for High-Efficiency Perovskite Solar Cells*”为题发表在 *ChemSusChem* 上，其中通讯作者为李宁教授，第一作者为李豪硕

士研究生。该研究工作得到了国家自然科学基金（52394273 和 52373179）和 TCL 科技创新基金（20242065）的资助。

原文链接：

<https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cssc.202500860>

## 无机发光与光纤激光

### 周博教授团队：单波长激发的单颗粒纳米晶全彩发光

镧系发光材料因其丰富的能级结构，在激光、生物成像、信息安全等领域展现出广泛应用前景。然而，传统的上转换和发光材料在固定组成下通常表现出特定的发射颜色。近年来开发的纳米材料需要双波长或多波长激发，导致泵浦系统复杂，而且材料结构复杂容易出现光谱串扰，极大限制了全彩发光材料的开发与应用。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的周博教授团队提出了一种通过时域调控多层核壳结构纳米晶的上转换动力学来实现单波长全色调谐的概念模型。利用 **Er-Tm-Yb** 三元体系的协同调制效应，在单一 **980 nm** 激光激发下，通过调节脉冲宽度实现 **Er<sup>3+</sup>** 从红光到绿光的动态切换，并利用时间门控技术过滤短寿命信号获得 **Tm<sup>3+</sup>** 的蓝光发射。该方法无需传统多波长激发，显著简化了泵浦系统，在全色立体显示、高级防伪等领域具有重要应用。

研究团队构建了  $\text{NaYF}_4:\text{Yb}/\text{Tm}@\text{NaYF}_4@\text{NaYbF}_4:\text{Er}/\text{Tm}/\text{Yb}$

NaYF<sub>4</sub> 多层核壳结构：核心层掺杂 Yb<sup>3+</sup>/Tm<sup>3+</sup> 产生蓝光发射，外壳层掺杂 Er<sup>3+</sup>/Tm<sup>3+</sup>/Yb<sup>3+</sup> 调控红绿光，中间以 NaYF<sub>4</sub> 惰性层隔离避免串扰，最外层惰性壳层则用于抑制表面猝灭。实验表明，在 Er/Tm/Yb 三元体系中，Er<sup>3+</sup> 的红绿光转换源于 Tm<sup>3+</sup> 介导的能量转移循环 (ETL) 过程对其上升时间的调制；而 Tm<sup>3+</sup> 的蓝光通过低浓度掺杂抑制浓度猝灭，并结合时间门控技术实现分离。通过调节激发模式 (连续波、短脉冲、时间门控)，单一纳米颗粒可实现红、绿、蓝三色输出，并成功应用于图案的全色显示和信息加密，验证了单波长激发的全色调控在光电子领域的应用潜力。

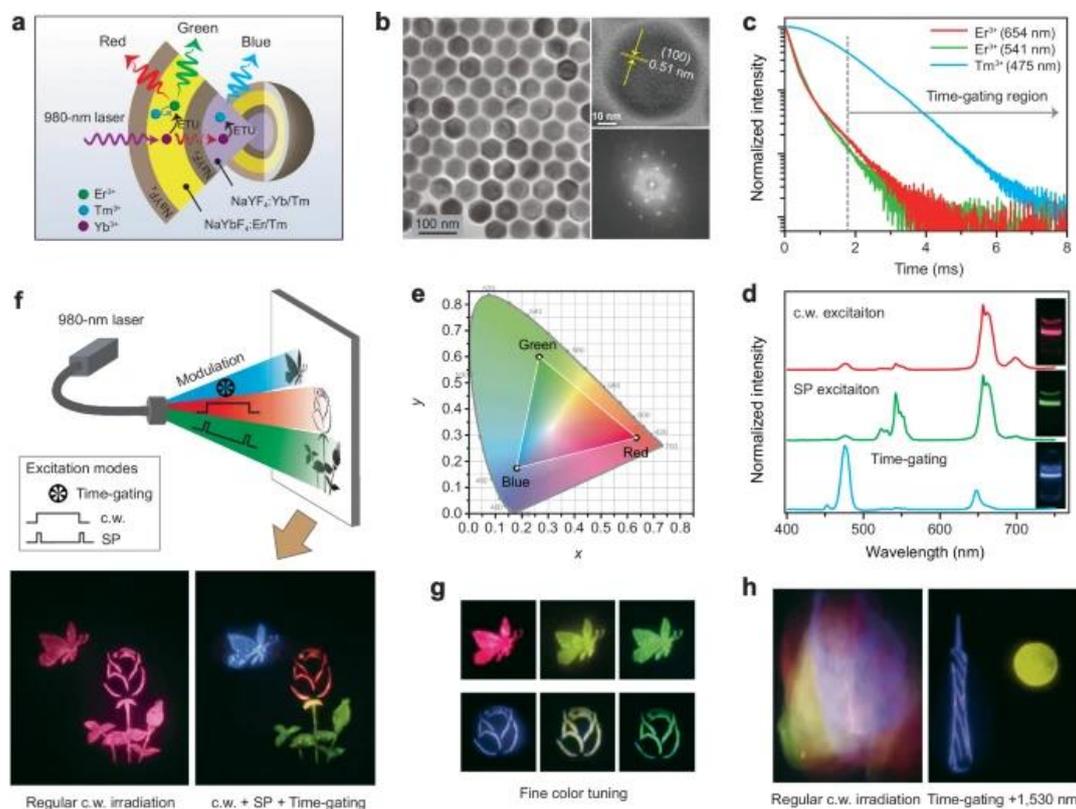


图 1 单波长激发的全彩调谐及其潜在应用

相关研究成果以“*Full-color tuning in multi-layer core-shell nanoparticles from single-wavelength excitation*”为题发表在 *Nature Communications* 上，其中通讯作者为周博教授，第一作者为黄今

殊博士后。该研究工作得到了国家自然科学基金、中国博士后科学基金、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/10.1038/s41467-025-57622-y>

## 前沿交叉

### 彭俊彪、宁洪龙&姚日晖教授团队：预占据间隙位点抑制 ALD 多组分薄膜的成核延迟现象

为了实现高密度的单位单元，器件的尺寸逐渐减小到几纳米，晶体管的结构也从传统的平面结构发展到更复杂的三维结构。在这种情况下，迫切需要在具有高纵横比的沟槽结构中沉积薄膜。原子层沉积(ALD)是一种基于表面半反应的各向同性沉积技术，它不仅可以在高纵深比结构中具有良好的保形性，也可以灵活和精确控制薄膜的成分和厚度。然而，ALD 多组分薄膜沉积过程中的成核延迟导致薄膜厚度和成分偏离预期，其机理仍不清楚。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的宁洪龙研究员和姚日晖教授课题组从原子薄层表面特性和前驱体分子空间位阻的角度揭示了多组分薄膜沉积过程中成核延迟现象的主要机制，并基于此设计了基于三步(ABO) ALD 循环的互补超循环工艺，成功抑制了成核延迟并提高了成膜质量。由互补超循环工艺制备的增强型 ITZO 薄膜晶体管(TFT)实现了出色的电

气特性(迁移率( $\mu$ ): $27.31 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , 阈值电压漂移( $\Delta V_{\text{th}}$ ):  $+0.8\text{V}/-0.4\text{V}(@\pm 1 \text{ MV cm}^{-1}, 3600 \text{ s})$ 。这项工作为 ALD 制备低缺陷密度的单/多组分氧化物建立了一个通用框架, 直接解决了高性能电子制造中的一个关键瓶颈。

当使用超循环工艺沉积多组分薄膜时, 由每个两步子循环形成的表面通常被认为是没有可反应位点的原子单层。然而, 由于前体的空间位阻, 通常难以提供理想化的致密原子单层。事实上, 如图 2a 所示, A 前体的空间位阻阻碍了其余 A 前体对剩余表面反应位点的利用。这导致衬底上吸附的分子之间的间隙。这些间隙在配体去除后进一步扩大, 这是因为羟基的体积比原始配体的体积小。在注入前驱体 B 后, B 分子之间的空间位阻阻止 B 完全占据底部单层上的所有反应位置。因此, 间隙反应位点可以部分被 B 分子占据, 导致两个单层的原子空位。因此, 在常规超循环过程的执行过程中, 部分前体 B 负责填充前一步骤中的间隙位置, 而另一部分吸附在现有表面上, 导致较慢的 GPC。众所周知, 在二元材料的沉积过程中, 不足的前体剂量会导致比饱和 GPC 更低的 GPC, 这是由于缺少未完全占据所有可用反应位置的前体。同样, 在多组分材料的沉积过程中, 原子空位的出现会导致 GPC 和薄膜密度显著下降(图 2a)。在互补超循环过程(图 2b)的情况下, B 前体在 A 前体氧化之前占据间隙反应位置, 形成几乎饱和的单层, A 和 B 前体都没有原子空位。因此, 由前体 B 发起的下一个子周期避免了填充效应, 并且 GPC 接近理想情况(图 3)。

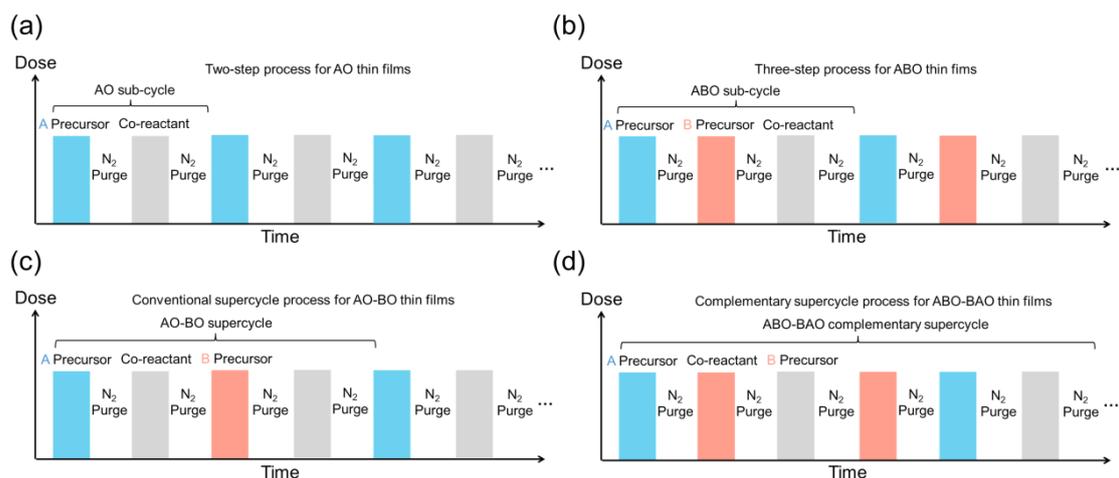


图 1. 薄膜沉积的工艺流程图

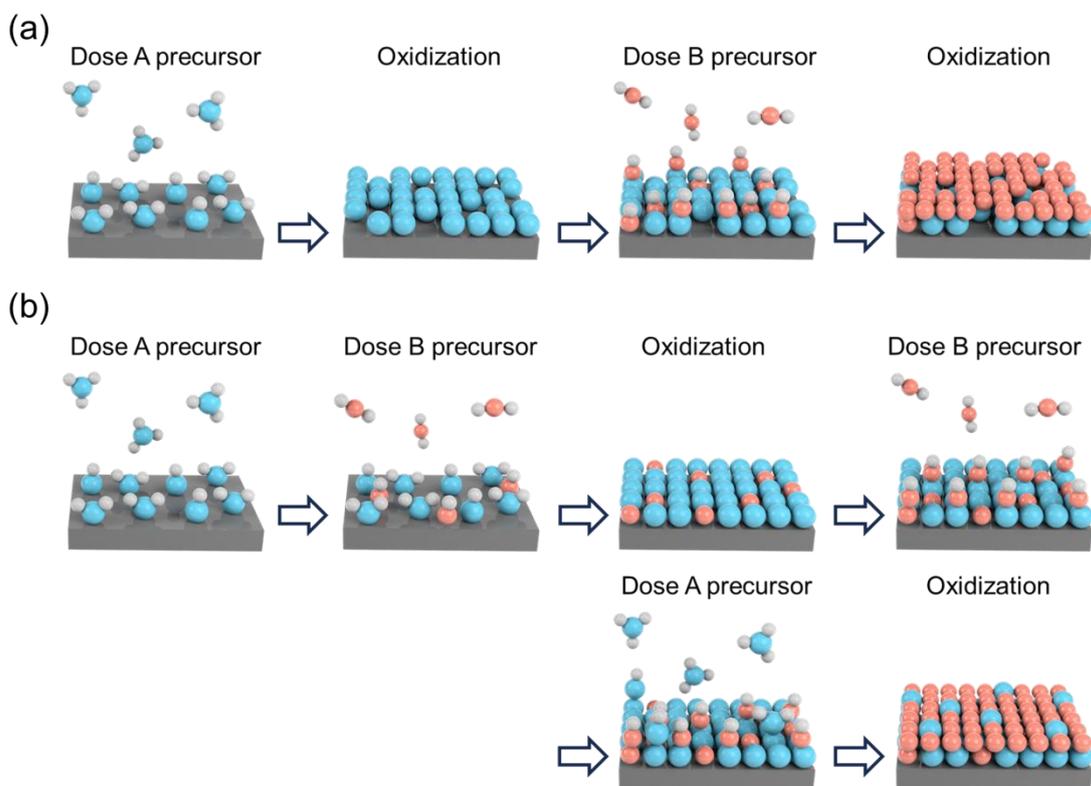


图 2. (a) 常规超循环中成核延迟行为形成机制的示意图；(b) 互补超循环中的分子(原子)堆叠示意图

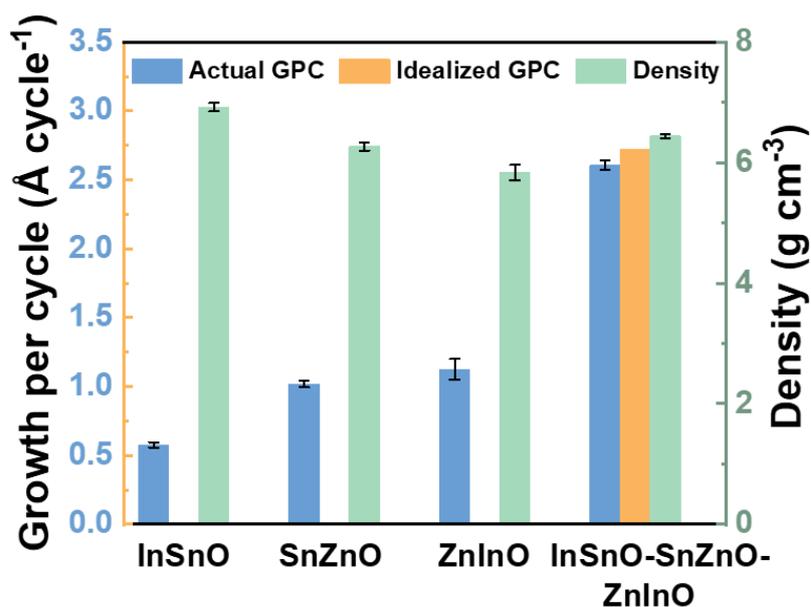


图 3. InSnO、SnZnO、ZnInO 和 InSnO-SnZnO-ZnInO 薄膜的 GPC 和密度

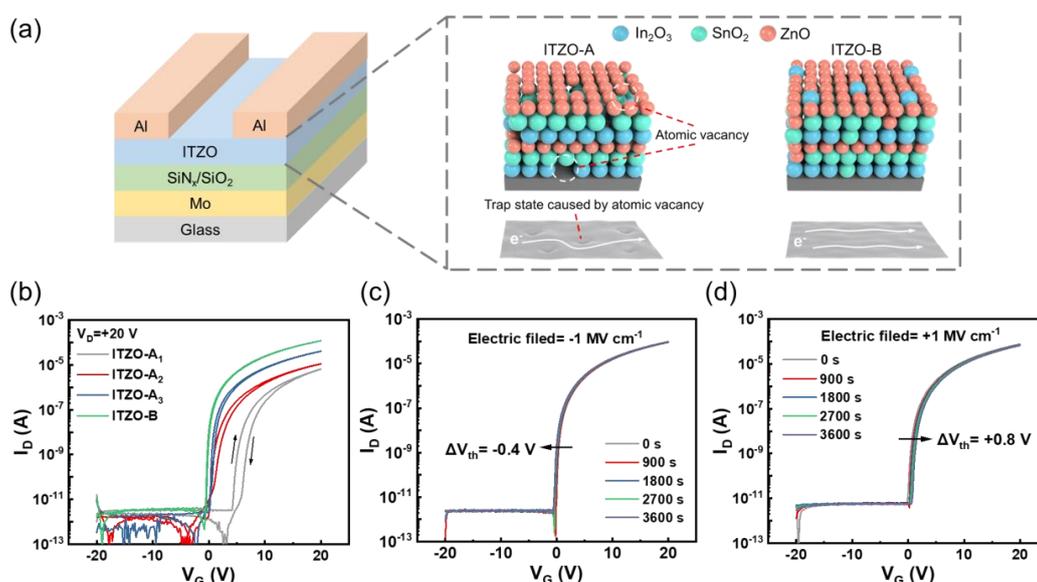


图 4. (a) 底栅顶接触 ITZO TFT 以及在 ITZO-A 和 ITZO-B 沟道层的原子堆叠结构和载流子运输的示意图；(b) 以 ITZO-A 和 ITZO-B 为沟道层的 TFT 转移曲线；(c) 以 ITZO-B 为沟道层的 TFT 的负偏压稳定性测试结果；(d) 以 ITZO-B 为沟道层的 TFT 的正偏压稳定性测试结果

相关研究成果以“*Eliminating Nucleation Delay for Atomic Layer-Deposited LowDefect Dense Multi-Component Thin Films through Preoccupation of Interstitial Sites*”为题发表在 *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2025, 17, 25922-25933 上，其中通讯作者为宁洪龙和姚日晖教授，第一作者为苏国平博士生。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自主研究项目等科研项目的资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1021/acsami.4c22420>

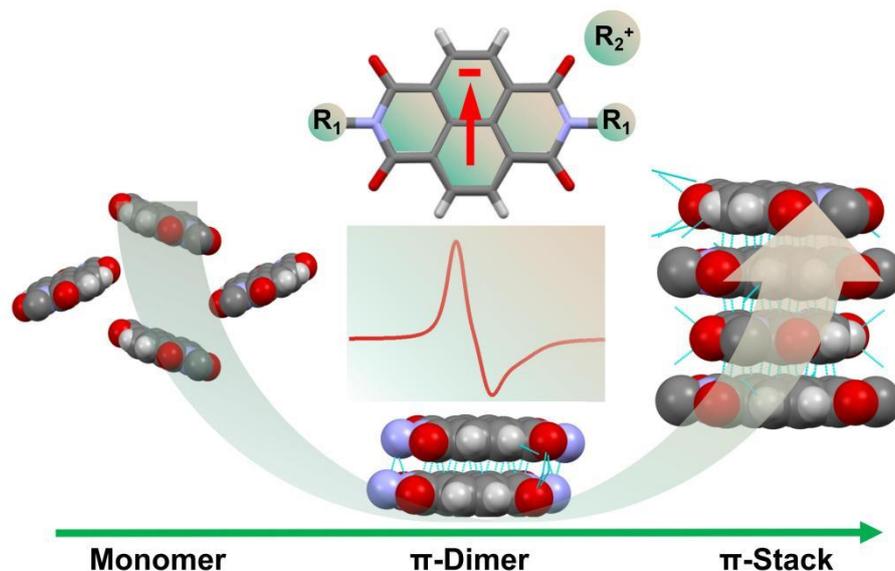
### 马於光教授团队：平面萘二酰亚胺阴离子自由基晶体中的自旋相互作用 孤立单体到 $\pi$ 聚集体

$\pi$ -共轭有机自由基由于独特的开壳层特性和在光学、导体和磁性领域的潜在应用而受到广泛关注。这些材料的非凡性质源自其开壳层共轭单元之间的平行堆叠相互作用。如何理解这种相互作用并将其与其它非共价力平衡以调节分子组装，从而实现多功能材料并阐明聚集结构与性质之间的关系，仍然是芳香自由基领域的一个关键问题。

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不同聚集类型的平面萘二酰亚胺（NDI）阴离子自由基单晶的构建，加深了对自旋相互作用与结构关联的理解，有望拓展有机磁性领域的应用。

稠环酰亚胺具有大平面共轭结构和较高的电子亲和力，其阴离子自由基颇具研究潜力。旧有的关于稠环酰亚胺自由基晶体的

研究主要基于在芳香核心位点存在强吸电子基团的分子，取代基不可避免地扭曲了芳香核心，使得晶体生长依赖于氢键、C-H... $\pi$ 相互作用和杂原子相互作用等，这些作用使酰亚胺分子彼此隔离，没有  $\pi$ - $\pi$  相互作用。因此，本文主要基于核心无取代的 NDI 分子构建自由基晶体，以探究其中的自旋相互作用。



本研究中，作者采用调节取代基和还原剂的双重策略，合成了三种具有不同堆叠结构的 NDI 阴离子自由基晶体。根据 NDI 存在的形式，它们分为单体、 $\pi$ -二聚体和  $\pi$ -Stack。对于后两者，与相应的中性 NDI 晶体的比较分析表明，NDI 自由基表现出更近的  $\pi$ - $\pi$  距离和更大的  $\pi$  轨道重叠区域，明确证实了自旋（单占据分子轨道，SOMO）相互作用的存在。此外，自旋中心的晶体环境的变化导致自旋-自旋相互作用的差异，主要通过固态吸收光谱和电子顺磁共振（EPR）波谱表征。单体晶体显示出类似于溶液中的单分子吸收光谱和未降低的 EPR 强度，表明自旋交换相互作用可以忽略不计； $\pi$ -二聚体和  $\pi$ -stack 表现出可见光吸收的显著蓝移和特征性的近红外吸收，这归因于聚集体新形成的

电子结构。此外，它们的 EPR 积分强度和温度依赖性行为表明反铁磁基态，对应于强的自旋-自旋配对效应。

相关研究成果以“*Spin interactions in planar naphthalenediimide anion radical crystal: from isolated monomer*”为题发表在 *CCS Chemistry* 上，其中通讯作者为马於光教授，第一作者为贺献东博士生。该研究工作得到了国家重点研发计划（2020YFA0714604）、国家自然科学基金（U20A6002 52203221）、广东省分子聚集体发光重点实验室（2023B1212060003）等科研项目的资助。

原文链接：

<https://doi.org/10.31635/ccschem.025.202405226>

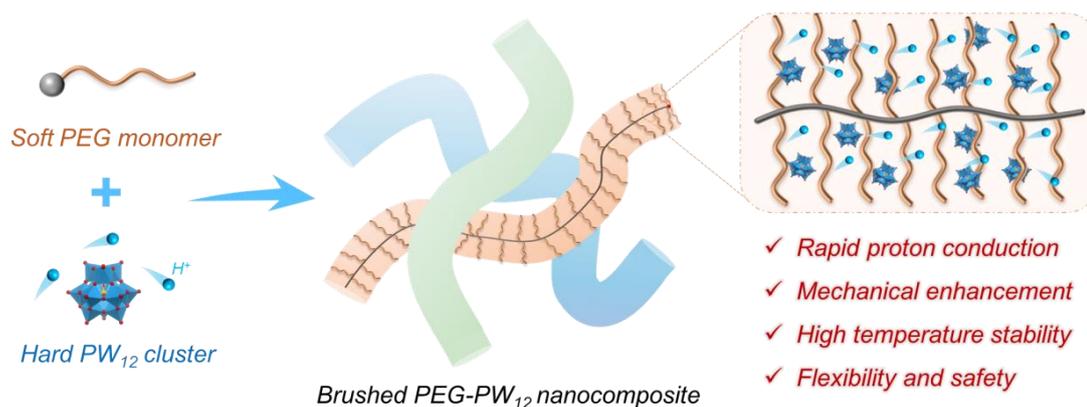
### 殷盼超教授团队：复合质子交换膜赋能高温氢燃料电池

高温质子交换膜燃料电池（HT-PEMFCs）因可在 100 °C 以上运行以提升电极反应动力学、降低水热管理成本和提高贵金属催化剂使用寿命，成为高能量密度场景的核心方向。然而，开发兼具无水质子传导性、高温机械稳定性、加工柔性及气体阻隔性的质子交换膜（PEMs）仍是全球挑战。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的殷盼超教授课题组采用“刚柔并济”分子工程策略：通过聚合物刷—金属氧簇超分子复合设计出综合性能优异的高温无水质子交换膜。

该材料以聚乙二醇（PEG）侧链的聚合物刷为骨架，与 1 nm 超酸性金属氧簇（PW12）通过氢键与离子作用构筑纳米复合材

料,实现了质子传导与机械性能的解耦。该体系有如下优势:1. 高效质子传输: PEG 侧链与 PW12 簇强亲和性构建密集质子通道, PW12 簇在 PEG 中以高负载均匀分散,促进质子在拥挤簇间跳跃。2. 高温结构稳定: 刚性聚合物主链与超分子键协同作用,使材料在 250°C 下保持结构完整,力学强度和高温稳定性相比于线性 PEG-POM 体系大幅度提高。3. 高安全兼容性: 致密超分子凝聚网络结构极大抑制了氢气交叉渗透,使用制备的柔性薄膜所组装高温燃料电池实现在 180 °C 稳定运行。这项研究工作不仅成功开发出一种具备优异质子传导性、机械性能、气体阻隔性能和可加工性的新型高温质子交换膜,更为高温燃料电池技术的发展提供了关键材料支持。同时,基于聚合物和金属氧簇的超分子复合策略为未来高性能、低成本、可持续的能量转换关键材料的开发提供了设计策略,有望推动高温氢燃料电池在全球能源转型中发挥更大作用。



相关研究成果以“*Nanocomposites from Polymer Brushes and Metal Oxide Clusters for Fabrication of High-Temperature Fuel Cell Proton Exchange Membranes*”为题发表在 *Small* 上,其中通讯作者为殷盼超教授,第一作者为博士生刘禄。该研究工作得到了国家自然科学基金、粤港澳中子散射科学与技术联合实验室、中国散

裂中子源松山湖科学城开放基金、TCL 科技创新基金等科研项目的资助。

原文链接：

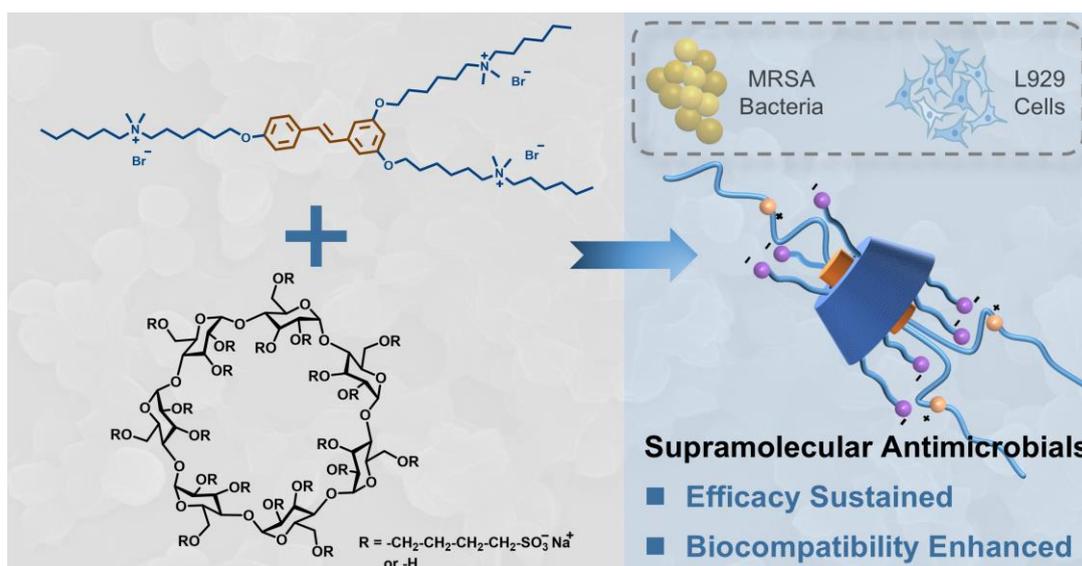
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202504372#pane-pcw-details>

### 周城教授团队：基于共轭齐聚电解质和环糊精的主客体抗菌剂

抗生素是现代医学的基石，其中多数最初源于微生物在生存竞争过程中衍生的化学防御策略。然而，细菌可通过基因突变和耐药基因的获取对抗生素产生耐药性，这一过程常因抗生素使用带来的选择压力而加速。尽管需求迫切，新型抗生素的研发却愈发困难，因为传统天然来源的易获取化合物库已趋枯竭。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的周城教授课题组利用超分子策略，通过将共轭齐聚电解质(COEs)分子 DY6 与磺丁基醚  $\beta$ -环糊精钠(S $\beta$ CD)复合，形成主客体包合物 DY6@S $\beta$ CD，实现了显著改善生物相容性的同时维持优异的抗菌性能，有望拓展超分子抗菌领域的应用。

本研究以天然多酚化合物白藜芦醇为结构基础，构建了具有增强类药性的抗菌共轭齐聚电解质(COE)分子 SY6 和 DY6。SY6 在水中易形成胶束状纳米聚集体，从而阻碍其抗菌活性；而 DY6 在水介质中更分散，对金黄色葡萄球菌表现出强效抗菌作用(MIC = 2  $\mu$ g/mL)。



尽管 DY6 表现出强抗菌活性，但其疏水性增强导致显著细胞毒性，凸显了两亲性抗菌剂中疗效与选择性间的常见权衡。为此，研究者将 DY6 与磺丁基醚- $\beta$ -环糊精钠 ( $S\beta CD$ ) 复合形成主客体包合物 DY6@ $S\beta CD$ 。该包合物将 DY6 对 L929 细胞的半数抑制浓度 ( $IC_{50}$ ) 从  $9.4 \mu g/mL$  提升至  $128 \mu g/mL$  以上，同时保持对金黄色葡萄球菌的强效抗菌活性 ( $MIC = 1 \mu g/mL$ )。NMR 和 UV-Vis 分析证实，DY6 的芳香骨架被包裹于  $S\beta CD$  的疏水空腔内，而亲水侧链暴露在外。ITC 等实验表明，分子尺寸匹配对包合物稳定形成至关重要，且疏水包合与静电相互作用共同贡献于主客体间的强结合亲和力。

DY6@ $S\beta CD$  对多种革兰氏阳性菌展现出高效抗菌活性，其通过去极化和增加膜通透性的膜破坏机制实现杀菌作用。在连续 14 天的金黄色葡萄球菌传代实验中未检测到耐药性，与诺氟沙星迅速出现的耐药性形成鲜明对比。在相同浓度下，DY6@ $S\beta CD$  不仅能抑制生物被膜形成，还能有效清除成熟生物被膜，效果优于一线抗生素万古霉素。在 MRSA 感染的伤口和角膜炎模型中，DY6@ $S\beta CD$  的体内疗效显著优于万古霉素，同时展现出良好的

安全性。这些发现表明，基于超分子策略的新型抗生素平台有望开发出安全、高选择性且高效的抗菌剂，以应对耐药菌感染挑战。

相关研究成果以“*Host-Guest Antimicrobial based on Conjugated Oligoelectrolyte and Cyclodextrin*”为题发表在 *Angewandte Chemie International Edition* 上，其中通讯作者为周城教授、徐绍勇医生和 Guillermo C. Bazan 教授，第一作者为刘鹏科硕士生和陈昱辉博士。该研究工作得到了国家自然科学基金等科研项目的资助。

原文链接：

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202504581>

## 仪器设备

### 紫外可见近红外分光光度计

#### ●仪器信息

品牌：日本岛津公司

型号：UV-3600i Plus

放置地点：华南理工大学北区科技园 1 号楼 517 室

设备管理员：张杰 13416132043



#### ●应用领域

紫外-可见分光光度计是基于紫外可见分光光度法原理，利用物质分子对紫外可见光谱区的辐射吸收来进行分析的一种分析仪器。主要由光源、单色器、吸收池、检测器和信号处理器等部件组成。适用于定量分析、材料表征、生物检测、工业控制等众多领域。

●功能简介

1. 测定室温及变温条件下的溶液样品、薄膜样品的紫外可见红外区域的吸光度，透射率及反射率。

2. 可作定量分析（浓度标定）、纯度分析及定性分析（结构分析）等。

●技术参数

1. 波长检测范围：190~3300 nm；

2. 杂散光 $<0.00008\%$  T (340 nm, NaNO<sub>2</sub>) ；

3. 光谱带宽：紫外、可见光区域：0.1~8 nm，近红外光区域：0.2~32 nm；

4. 光度范围：-6~6 Abs；

5. 配备薄膜支架。

●预约方式：

1. 预约咨询电话：13416132043

2. 预约系统：<http://222.201.134.158:8080/index.action>

## 境内外学术交流来访

●5月7日，吉林大学李峰教授在全重501会议室作“双线态自由基发光材料与器件”学术报告。报告主要介绍课题组打破了有机发光材料闭壳结构的限制，提出自由基（开壳分子）双线态也可用于电致发光，从根本上拓展了光化学教科书上Jablonski图中的激子跃迁模型，为有机电致发光材料的开发提供了具有自主知识产权的新材料体系与研究方向。

●5月12日，山东大学解士杰教授在全重501会议室作题为“CISS effect in organic chiral devices”的学术报告。报告主要介绍了CISS效应和其物理机制的研究进展，并介绍了课题组在这方面的研究工作。

●5月22日，西班牙马德里自治大学 Daniel Jaque 教授在全重501会议室作题为“**Inovative (Bio-) Imaging and Sensing with Infrared Nanoparticles and AI**”的学术报告。报告主要介绍了课题组在荧光纳米探针在生物医学治疗的研究进展，包括使用光镊进行单纳米颗粒传感，使用荧光纳米颗粒进行热治疗，使用荧光纳米温度计进行临床前诊断以及使用先进的光谱学来表征胶体纳米颗粒，为生物光子学的发展提供了新思路。

●5月29日，华中科技大学韩一波教授在华工14号楼305会议室作题为“脉冲强磁场对卤化物发光性质的调控”的学术报告。报告展示了其课题组近年来基于脉冲强磁场对卤化物发光性质调控的研究工作，基于这些研究提炼出卤化物钙钛矿材料中电荷和自旋秩序对自旋极化发光性质的影响规律，为开发新型发光和自旋光电子器件奠定了基础。