

# 华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室

## 工作简报

2023 年第 5 期

(总第 82 期)

华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室编      2023 年 10 月 8 日

---

发光材料与器件国家重点实验室开展 2023 级研究生新生培训会 ..	1
发光材料与器件国家重点实验室举行消防疏散及灭火演练 .....	5
九三学社穗外青年社员来实验室参观学习 .....	7
“广东石油化工学院新任中层领导干部培训班”学员来实验室参观 学习 .....	9
“有机光电学术讲座”第五十九讲 .....	10
“有机光电学术讲座”第六十讲 .....	12
发光材料与器件国家重点实验室青年骨干人才简介：姚亮教授 ..	16
发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍 .....	17
I. 小极性大位阻敏化材料实现高色纯度高效率超荧光器件 ....	17
II. 面向激光照明应用的稀土掺杂氧化物基红光陶瓷 .....	20
9 月份境内外学者来国重室访问交流情况 .....	24

# 发光材料与器件国家重点实验室开展 2023 级研究生新生培训会

9 月 20 日晚，发光材料与器件国家重点实验室在国重 N308A 报告厅举行 2023 级研究生新生培训会。此次培训会由实验室陈韶副主任主持。



陈韶副主任主持

陈韶副主任对新生加入实验室表示热烈的欢迎。她向新生强调了科学规范实验的必要性、重要性，希望新生严格遵守实验室各项规章制度。同时寄语新生：发扬科学创新精神，增强安全、责任和底线意识。



马於光院士讲座

实验室主任马於光院士代表实验室对新生的到来表示热烈的欢迎。马於光院士向新生详细地介绍了发光材料与器件国家重点实验室的情况，并围绕实验室的基本情况、研究方向和人才培养等方面进行介绍。马院士结合焦耳、田中耕一等科学家的生动事例指出：研究生要具有潜心专研的能力，锲而不舍的精神，以及解决重大难题的能力。最后，马院士寄语研究生：要努力学习，增强能力；保持乐观的心态，快乐生活；学会创造生活、享受生活。



张杰老师解读

实验室张杰老师向新生解读了化学实验室安全基础知识。张杰老师列举了两例安全事故，分析事故发生的原因，详细向新生讲解实验室里可能面对的危害。并向新生解读实验室的基本工作守则、实验室人员的责任及遵守规章条例、化学品的危害和使用原则、特殊化学品购买和保管规定、化学药品泄露处理方法及个人防护，强调营造良好实验室环境的重要性。



王剑斌老师培训

实验室王剑斌老师为新生们进行了超净室及物理公共测试平台培训。王老师从超净室的定义出发，向新生讲解超净室的设计基础、使用方法、洁净人员管理条例以及实验注意事项。此外，王老师还向新生介绍实验室公共仪器设备预约平台和超快光学平台的测试方法和管理措施。



秦安军教授讲座

实验室副主任秦安军教授为新生带来实验室安全专题讲座，对实验室安全进行了系统、详细地归纳和讲解。秦教授提出问题，引发新生对实验室安全隐患的思考。秦教授从实验室常见安全事故及急救方法出发，总结高校实验室的特点、实验室常见安全事故类型及其危害，分析事故原因。同时，秦教授还针对实验室的消防安全，高温高压设备管理，易燃易爆、有毒性、腐蚀性等危险化学品管理等内容，向新生详细讲解火灾、中毒、触电等安全事故的应对方法，以及化学废弃物的处置工作。此外，他还播放视频为同学们

生动地展示了如何使用 AED 进行紧急抢救。



培训现场

此次培训，不仅让 2023 级新生对发光材料与器件国家重点实验室有了更全面的了解，强烈激发了同学们科学创新的热情，也让他们对实验室的安全有了更深刻的认识，增强了新生对实验室的安全责任意识，有效提高对紧急突发事件的应变和处理能力，为创造安全健康的实验室提供了坚实的保障。

## 发光材料与器件国家重点实验室举行消防疏散及灭火演练

为增强实验室师生安全防范意识，掌握应急逃生能力和扑灭初起火灾技能，保障师生生命财产安全。9 月 20 日下午发光材料与器件

国家重点实验室进行消防疏散及灭火演练。

20日下午4:30，警铃拉响，实验室师生迅速、有序地到达实验室大楼前的广场位置。在广场前，实验室梁老师强调实验室安全的重要性，并重点强调电动车停放及充电注意事项。



师生迅速撤离

学校物业管理人员为实验室师生详细讲解并示范过滤式消防自救呼吸器和灭火器的正确使用。在保卫人员和相关教师的指导下，师生们纷纷动手，试戴过滤式消防自救呼吸器，并进行灭火实战演练。





消防演练

整个过程紧张有序，学生参与度较高。通过此次活动，全体学生进一步增强了安全意识，对初起火灾的处理有了更深刻的认识和体会，为实验室的消防安全工作加上了一道防护墙。

## 九三学社穗外青年社员来实验室参观学习

9月16日下午，五十余名九三学社穗外青年社员来发光材料与器件国家重点实验室参观学习，了解相关科研前沿技术及应用。

实验室副主任秦安军教授对社员们的到来表示欢迎，并向社员们详细介绍了发光材料与器件国家重点实验室的整体情况，近年来在队伍建设、人才培养、承担科研项目及科研创新等方面取得的成绩。



#### 秦安军教授介绍实验室基本情况

秦安军教授、实验室技术团队的梁立老师分批次带领社员们依次参观了发光材料与器件国家重点实验室的成果展示厅，超净室、小角 X 射线衍射仪设备、核磁室等公共测试平台。

在成果展示厅，秦安军教授、梁立老师为社员们介绍了聚集诱导发光的指纹快速显现试剂、毒品检测试剂盒、细胞器荧光染料、柔性 OLED 显示、Micro-LED 显示、热激子蓝光材料等成果的研究背景及应用。

社员们表示通过本次走进国家重点实验室的参观学习活动中，开阔了眼界，了解我国在发光材料与器件前沿领域的技术及应用，受益匪浅。

# “广东石油化工学院新任中层领导干部培训班”学员来实验室参观学习

9月3日上午，“广东石油化工学院新任中层领导干部培训班”副校长周如金一行五十余名学员来发光材料与器件国家重点实验室参观学习，调研实验室建设情况与经验交流。



陈焯副主任介绍实验室基本情况

实验室副主任陈焯对学员们的到来表示欢迎，并向学员们详细介绍了发光材料与器件国家重点实验室的整体情况，近年来在队伍建设、人才培养、承担科研项目及科研创新等方面取得的成绩。

学员们依次参观了发光材料与器件国家重点实验室的成果展示厅，超净室、小角X射线衍射仪设备、核磁室等公共测试平台。

在成果展示厅，梁立老师为学员介绍了聚集诱导发光的指纹快速显现试剂、毒品检测试剂盒、细胞器荧光染料、柔性OLED显示、Micro-

LED 显示、热激子蓝光材料等成果的研究背景及应用。

学员对发光材料与器件国家重点实验室的建设、运行管理以及取得的原创性成果给予了很高评价。并表示希望今后能有更多的机会与实验室在建设及运行管理方面进行学习交流。

## “有机光电学术讲座”第五十九讲开讲

9月8日下午 3:00, “有机光电学术讲座”第五十九讲在发光材料与器件国家重点实验室报告厅 N308 开讲。发光材料与器件国家重点实验室李涛、吴俊颖、李保玺、邓棋云等四名博士生分别向师生们作学术报告。

博士生李涛为师生作题为“MXenes 在 OPV 界面工程中的应用”的报告。在报告中,李涛向师生介绍其研究工作:合成了乙醇胺(EA)功能化的 Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>TX MXenes 量子点 (E-MQD),以开发用于倒置 OSC 的高效 CIL。理论模拟和实验结果表明,封装在 MQD 上的 EA 分子能够通过极性胺基团与 MQD 表面之间的电子耦合形成供体-受体复合物,从而使 E-MQD 具有优化的电子结构,可对准有机活性层。

博士生吴俊颖为师生作题为“有机太阳能电池中界面能级调控及性能的研究”的报告。在报告中,吴俊颖向师生介绍其研究工作:研究各种界面层的性能控制、界面能级调控策略的性能控制及其对器件

性能影响，主要通过合成新型高效界面材料、界面掺杂、双层界面以及界面改性等策略来提高器件性能，为制备高性能、低成本和环保的 OSCs 提供新思路。

博士生李保玺为师生作题为“基于激发态调控的纯有机深蓝光材料的分子设计策略及光电性能研究”的报告。在报告中，李保玺向师生介绍其研究工作：以激发态性质与能级调控为分子设计策略，首先结合具体实例有效地验证了激发态调控对激子利用率以及器件稳定性的重要性。并基于该理念，开发出一种以热激子机制为主导的并具有“激子回收”特性的深蓝光有机发射体，其在非掺 OLED 中展现出了高效且低滚降的电致发光性能。更重要的是，得益于该特性的材料在实现高效激子利用率的同时，能够极大地减少了高能级三线态的积累，从而在敏化蓝光器件时实现了出色的器件稳定性。此外，为了进一步满足超高清显示的需求，基于激发态调控理念提出了一种新型的“柔性锁环”策略，其能够在有效窄化光谱的同时保持蓝光发射，并最终实现了具有超纯蓝发射的高效 OLED。

博士生邓棋云为师生作题为“酮基-水杨醛联胼类化合物在生物成像及诊疗中的应用”的报告。在报告中，邓棋云向师生介绍其研究工作：一、设计并合成了 DPNAP 分子，通过在水杨醛（S）端引入碱性较强的二乙氨基，实现了对真菌的选择性荧光成像，且通过在酮基（K）端引入邻位的酚羟基，使荧光量子产率明显提高，且在体内外实验中均具有优异的选择性抑菌能力。二、通过在 S 端引入吸电性较强的苯氰基，实现更红的发射波长，更高的荧光效率以及更快的进

细胞速度,且通过在 K 端引入间/对位酚羟基,通过与蛋白相互作用,实现对内质网的特异性成像,并首次提出了酚羟基与内质网靶向间可能存在的联系,该策略为内质网靶向成像和治疗应用提供了一种新的思路。



博士生作报告

报告结束后,四名博士生均与现场师生展开了互动交流,回答了现场师生们提出与其报告相关的问题。

## “有机光电学术讲座”第六十讲开讲

9月15日下午2:30,“有机光电学术讲座”第六十讲在发光材

料与器件国家重点实验室报告厅 N308 开讲。发光材料与器件国家重点实验室吴济发、刘超然、陈保中等七名博士生分别向师生们作学术报告。

博士生吴济发为师生作题为“界面工程制备高效、稳定的有机太阳能电池”的报告。在报告中，吴济发向师生介绍其研究工作：通过选取合适的金属氧化物，并利用有机小分子改性金属氧化物，以实现光电转换效率和稳定性的提升。理论计算与表征研究表明有机小分子能够与金属氧化物表面的金属悬空键等缺陷相互作用，从而有效钝化表面缺陷，并且调节金属氧化物的功函数和表面能，改善了活性层与界面的电荷传输。

博士生刘超然为师生作题为“金属有机框架光电学效应及其在有机光电探测器中的应用研究”的报告。在报告中，刘超然向师生介绍其研究工作：采用低介电常数 MOFs 作为 OPTs 的介电层修饰材料，通过介电层/活性层界面优化，改善其表面缺陷，从而提高器件性能。

博士生陈宝中为师生作题为“多刺激响应电子皮肤系统的设计与构建”的报告。在报告中，陈宝中向师生介绍其研究工作：设计和构建了一种基于离子迁移的压力-温度多刺激响应柔性传感器，该传感器能够同时检测压力和温度。在 35kHz 的测试条件下，测温范围为-10-50° C，压力检测范围为 0-500 kPa 且灵敏度可达  $0.495\text{kPa}^{-1}$ ，并在 1000 次的循环按压测试中电信号偏移量只有 1.23%。然后成功制备出了  $8\times 8$  的传感器阵列，并成功同时检测不同温度物体的温度和压力。最后在一种远程交互手套中实现了远程温度和压力的感知。

博士生黄博为师生作题为“面向快速存算的可拉伸突触晶体管”的报告。在报告中，黄博向师生介绍其研究工作：基于 IGZO 高电子迁移率和低能耗的优势，设计了一种结构化的可拉伸衬底，以离子凝胶作为信息编译器，实现低功耗低操作电压 IGZO 突触晶体管的构建。该突触晶体管展示了良好的突触塑性和学习记忆联想能力，并可实现优异的兴奋、抑制信号双模式操作。

博士生杨跃鑫为师生作题为“溶液法多组元金属氧化物薄膜及器件研究”的报告。在报告中，杨跃鑫向师生介绍其研究工作：为了进一步提高 NBIS 稳定性，将钨 (W) 掺入氧化铟镓 (InPrO) 中，制备了 InPrWO TFT。提出 W 掺杂可以使薄膜致密化并抑制氧空位缺陷。通过在 InPrO 中掺入 W 并进行适当的后处理，提高了 TFT 的薄膜质量和 NBIS 稳定性，满足了未来显示器高透明度和高稳定性 TFT 的发展趋势。

博士生符晓为师生作题为“无机/聚合物复合栅介质柔性突触晶体管研究”的报告。在报告中，符晓向师生介绍其研究工作：通过调节二维纳米填料氧化石墨烯的浓度和叠层薄膜结构，制备了电学特性和耐弯折性优良的无机/聚合物复合栅介质 GO-PVA/PVA 突触晶体管。

博士生李牧云为师生作题为“氧化钨基液态电致变色研究”的报告。在报告中，李牧云向师生介绍其研究工作：使用了偏钨酸铵 (AMT) 作为变色原材料，氯化亚铁 ( $\text{FeCl}_2$ ) 作为电荷互补剂，以水系电致变色为切入点，通过优化配方研究偏钨酸根离子与亚铁离子在变色液的运动状态，通过增强氢键与提高电导率获得高效稳定的变色液，通

过改进器件制备工艺及控制手段获得快速响应，高寿命的水系液态电致变色器件。再通过对比参照，将水替换为有机溶剂，通过掺入稳定剂获得最终的有机系液态电致变色器件。最终利用机器学习技术汇总变色液配方、器件参数，构建数据库，通过建立变色液优化模型实现变色液配方与器件参数的互导功能，





### 博士生作报告

报告结束后，七名博士生均与现场师生展开了互动交流，回答了现场师生们提出与其报告相关的问题。

## 发光材料与器件国家重点实验室青年骨干 人才简介：姚亮教授

姚亮，博士，华南理工大学教授，海外高层次人才引进人才。2015年毕业于吉林大学化学学院，获化学工程与工艺专业理学学士学位；2015年获吉林大学高分子化学与物理专业博士学位，导师为马於光教授；2015年至2019年在瑞士洛桑联邦理工从事博士后研究，合作导



师为Kevin Sivula教授；2019年至2023年在德国马克斯普朗克固体研究所从事科学研究，合作导师为Bettina Lotsch教授，曾获得洪堡奖学金资助、担任Senior Scientist。2023年9月加入华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室工作。主要研究领域为有机分子电催化

剂的设计合成与在能源转化领域中的应用。目前已发表SCI收录高质量科研论文70余篇，其中以第一/通讯作者在本领域重要学术期刊发表论文11篇，包括*J. Am. Chem. Soc.* (2篇)、*Energy Environ. Sci.* (1篇)、*Angew. Chem. Int. Ed.* (2篇)、*Adv. Energy Mater.* (1篇)、*Adv. Funct. Mater.* (1篇)等，论文总他引超过2000次，并获授权欧洲专利1项。

## 发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍

### I. 小极性大位阻敏化材料实现高色纯度高效率超荧光器件

超荧光 (HF) 器件是一种利用热活化延迟荧光 (TADF) 材料来敏化具有窄发射光谱的纯有机分子，例如多重共振 (MR)-TADF 分子，从而实现高效率和高色纯度电致发光的技术。具有红、绿光发射的 MR-TADF 分子由于其外围往往修饰有较强的给电子或吸电子基团，在大极性的环境下容易生长程电荷转移 (LRCT) 态，导致发射光谱的半峰宽 (FWHM) 增大，色纯度降低 (图 1A)。而传统 TADF 分子由于其特有的给体-受体 (D-A) 结构，分子极性往往较大，不利于提高超荧光器件的色纯度。利用一些小极性的咪唑类主体材料能够一定程度上改变这个劣势，但是其较大的能量势垒导致器件启动电压升高、功率效率降低，对器件稳定性的提升也是非常不利 (图 1B)。

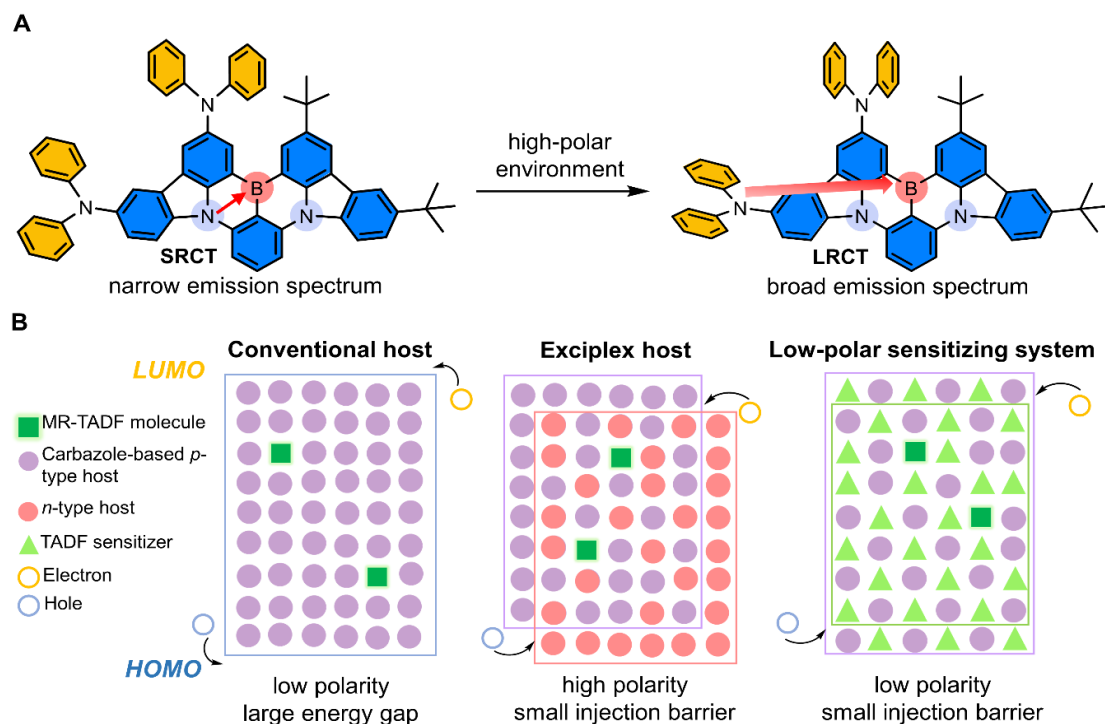
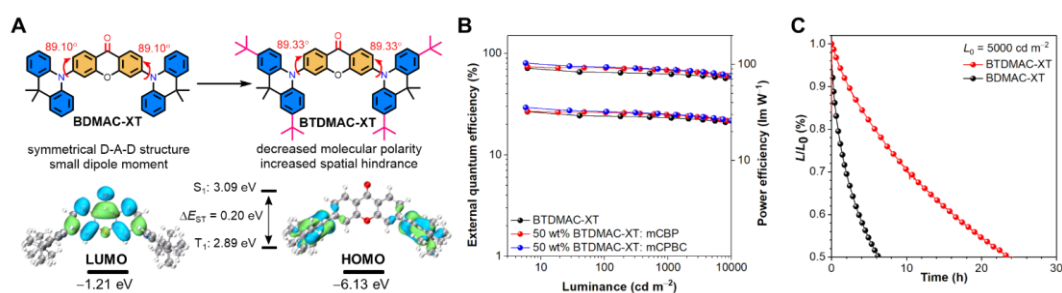


图 1. A) 环境极性对多共振热活化延迟荧光(MR-TADF)分子 BN2 电荷转移状态的影响。B) 传统主体、激基复合物主体和新型的小极性和小势垒主体的机制对比。

近日，华南理工大学赵祖金教授团队在国际著名期刊《Advanced Materials》上发表题为“小极性敏化体系提升色纯度及功率效率实现节能稳定的超荧光器件”(*Energy-Efficient Stable Hyperfluorescence Organic Light-Emitting Diodes with Improved Color Purities and Ultrahigh Power Efficiencies Based on Low-Polar Sensitizing Systems*) 的研究论文。该研究设计了一种新型的低极性大位阻敏化材料(BTDMAC-XT)。该分子有一个 D-A-D 型的对称结构，其外围修饰大位阻的叔丁基，具有降低分子间的作用力和整体的极性、有效抑制发光猝灭的特性(图 2A)。BTDMAC-XT 本身具有优异的电致发光性能，基于 BTDMAC-XT 制备的非掺杂器件能够实现 26.7% 的外量子效率(EQE)。将 BTDMAC-XT 与小极性的咪唑主体相结合，所制备的高浓度(50 wt%)掺杂器件具有 29.3% 的 EQE (图 2B)，最大亮度 ( $L_{\max}$ ) 超过 200000 cd/m<sup>2</sup>。同

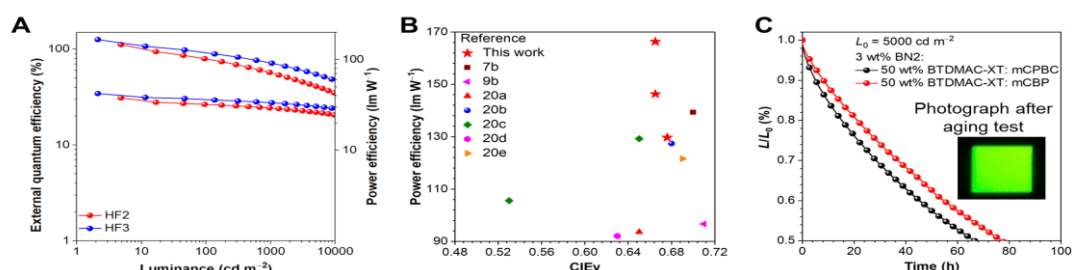
时在  $1000 \text{ cd/m}^2$  的初始亮度下，器件的工作寿命相比于没有叔丁基修饰的对照分子（BDMAC-XT）有大约三倍的提升（图 2C）。从理论数据和实验结果可以看出，BTDMAC-XT 具有成为超荧光器件敏化材料的潜力。



**图 2.** A) BDMAC-XT 和 BTDMAC-XT 的分子结构式和 BTDMAC-XT 的 HOMO、LUMO 轨道分布。 B) BTDMAC-XT 的非掺杂器件和掺杂器件的外量子效率（EQE）—亮度（L）—功率效率（PE）曲线。 C) BTDMAC-XT 和 BDMAC-XT 的寿命曲线。

为了验证 BTDMAC-XT 的小极性的特性，该工作分别用 BTDMAC-XT 和 BDMAC-XT 作为目标 MR-TADF 分子 BN2 的敏化主体制备了超荧光器件 HF1 和 S1。HF1 的光色和效率都优于 S1，并且 BN2 的发光色坐标也从最初报道的 (0.38, 0.62) 提升至 (0.279, 0.676)，FWHM 也从 45 nm 缩小至 38 nm，印证了 BTDMAC-XT 作为敏化主体的优越性。为了进一步提升效率，该工作将 BTDMAC-XT 与咪唑类主体材料相结合，设计了 50 wt% BTDMAC-XT:mCBP 和 50 wt% BTDMAC-XT:mCPBC 敏化体系，制备了超荧光器件 HF2 (mCBP) 和 HF3 (mCPBC)。这两种敏化体系兼具高敏化效率和低环境极性的特点，同时由于 BTDMAC-XT 的浓度较高，能够有效降低载流子的注入势垒，HF2 和 HF3 器件分别实现了高达  $146.3 \text{ lm/W}$  和  $166.31 \text{ lm/W}$  的功率效率（PE）（图 3A），这是目前报导的绿色超荧光器件的最高 PE（图 3B）。基于这类敏化体系制备的超荧光器件的稳定性也很优异，由  $5000 \text{ cd/m}^2$  亮度下的寿命

可以预测出在  $100 \text{ cd/m}^2$  的初始亮度下的寿命长达 40309 h，并且在测试前后器件中未发现坏点，证明了该体系在实际器件应用时的稳定性（图 3C）。



**图 3.** A) HF2、HF3 的外量子效率—亮度—功率效率曲线。B) 该工作报导的超荧光器件的功率效率与具有代表性的绿光器件对比，以及对应的 CIEy 值的关系。C) 基于新型敏化主体的超荧光器件的寿命以及寿命测试后的器件照片。

该工作的第一作者是华南理工大学博士研究生刘昊，通讯作者为华南理工大学赵祖金教授。该工作受到国家自然科学基金的支持。

## II. 面向激光照明应用的稀土掺杂氧化物基红光陶瓷

近日，华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室夏志国教授及其团队在新型稀土发光材料及激光照明应用领域取得了重要进展。该团队延续了其在  $\text{Eu}^{2+}$  激活无机发光新材料结构设计新思路，发现了一类适用于激光照明应用的  $\text{Eu}^{2+}$  掺杂双钙钛矿红色荧光粉  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  (或  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_{5.5}$ ) 及其荧光陶瓷。这一创新性研究成果在《*Advanced Materials*》期刊上发表 (*Advanced Materials*, 2023, 35, 2301837.)，题目为“*Thermally stable red-emitting oxide ceramics for laser lighting*”。

## Thermally Stable Red-Emitting Oxide Ceramics for Laser Lighting

Zhiyu Yang, Tristan de Boer, Patrick M. Braun, Binbin Su, Qinyuan Zhang, Alexander Moewes, and Zhiguo Xia\*

Laser-driven phosphor-converted white light sources are highly desirable for their unprecedented energy efficiency and lighting quality. However, important challenges remain due to a lack of efficient and stable red-emitting materials. Here  $\text{Eu}^{2+}$ -activated oxide-based double perovskites are explored as red emitters with thermally stable photoluminescence.  $\text{Sr}_3\text{TaO}_{5.5}:\text{Eu}^{2+}$  ceramics exhibit a red emission band peaking at 620 nm upon blue laser pumping owing to the  $\text{Eu}^{2+}$  occupation at highly ordered substitutional lattice sites. A constructed laser-driven white light wheel under an incident power density of  $19.2 \text{ W mm}^{-2}$  presents a record luminous flux of 1115 lm with an excellent color rendering index of 90. This study invigorates the development of  $\text{Eu}^{2+}$ -activated oxide-based ceramics with thermally stable luminescence for laser-pumped lighting and display applications.

materials to achieve white light emission—is dominating beyond the direct mixing of red, green, blue laser lights. Generally, increasing incident power causes optical saturation in materials, leading to reduced luminous efficacy. Therefore, it remains an urgent challenge to develop blue LD-driven materials possessing high quantum efficiency (QE) and superior thermal stability.

The state-of-the-art LD-pumped color converters focus on the bulk materials in the form of phosphor-in-glasses<sup>[5]</sup> and phosphor films,<sup>[6]</sup> as well as the ceramics including green  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  (LuAG:Ce), yellow  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$

团队成果在 *Advanced Materials* 期刊上发表

半导体固态照明技术在发光效率、亮度、器件结构、成本和应用等方面不断取得进步。然而，尽管荧光转换白光发光二极管 (pc-wLED) 已经在发展过程中取得显著成功，但 pc-wLED 面临着“效率骤降”、低阈值和光束发散严重等问题，在需要高光通量光源的场景下难以实际应用。这些挑战促使了激光二极管 (LD) 驱动照明技术的兴起。通常情况下，增加入射激光功率会导致材料光饱和，进而降低光效。因此，开发具有高量子效率 (QE) 和优异热稳定性的蓝光 LD 驱动材料仍然是一项紧迫的任务。在白光 LD (w-LD) 照明光源方面，黄光  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  (YAG:Ce<sup>3+</sup>) 和绿光  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  (LuAG:Ce<sup>3+</sup>) 陶瓷已经受到广泛研究。然而，这种白光源由于缺乏红光成分，通常表现出高的相关色温 ( $CCT = 6000 \text{ K}$ ) 和低的显色指数 ( $CRI < 65$ )。虽然氮化物红粉在 pc-wLED 器件中取得了成功，但是氮化物陶瓷烧制困难，限制了其在 w-LD 中的应用。因此，探索高效红色氧化物基陶瓷成为推动 w-LD 器件的可选方案之一。

作者研究发现：一类新型的双钙钛矿  $\text{Sr}_3\text{TaO}_{5.5}$  (STO) 和  $\text{Sr}_3\text{NbO}_{5.5}$  (SNO) 中阳离子有序性使掺杂引入的  $\text{Eu}^{2+}$  具有较高的 EQE 和优

异的热稳定性，而  $\text{Sr}_2\text{LaTaO}_6$  (SLTO) 中的 Sr 和 La 随机占据  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  框架的 A 和 B 位，导致  $\text{Eu}^{2+}$  表现出中等的热稳定性和较低的 EQE。

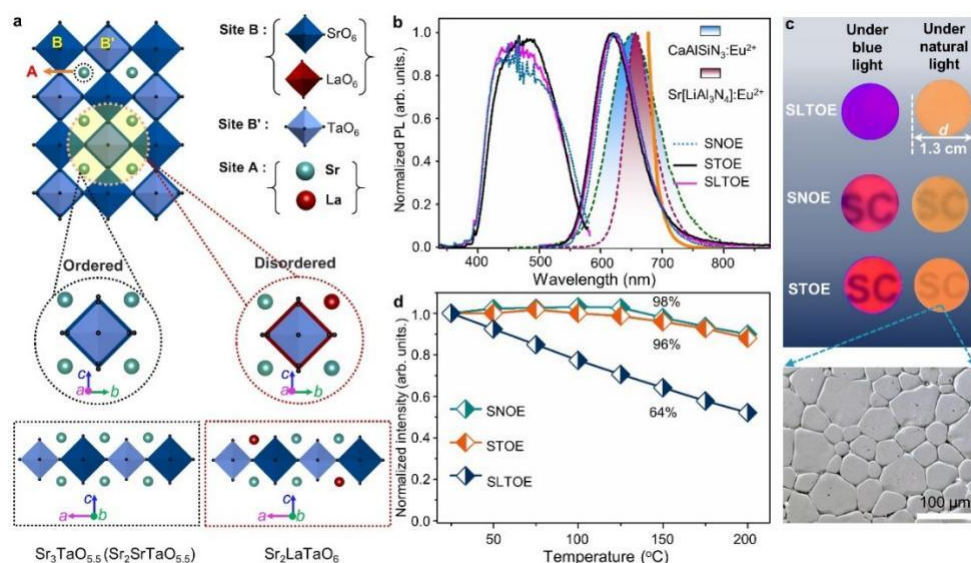


图 1. 红光陶瓷的结构与发光性能研究

为探讨  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  的局域结构对发光性质的影响，作者结合实验和理论研究了  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  的局域结构与性能的构效关系。首先，通过高分辨率透射电镜 (HRTEM) 图像证实了  $\text{Sr}_3\text{TaO}_{5.5}:\text{Eu}^{2+}$  (STOE) 具有高度有序的结构，而  $\text{Sr}_2\text{LaTaO}_6:\text{Eu}^{2+}$  (SLTOE) 具有无序结构，无序的 La 和 Sr 原子在  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  框架中促进了结构的伪对称性。拉曼光谱进一步表明 SLTOE 结构具有较高的伪对称性。通过测试低温拟合出的德拜温度 ( $\Theta_D$ ) 和黄坤因子 ( $S$ ) 结果还证实了 SNOE 和 STOE 具有高度有序和对称的结构，而 SLTOE 则表现为结构无序。研究发现： $\text{Eu}^{2+}$  在有序的  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  结构具有高的 EQE 和热稳定性，而在无序的  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  结构中表现出中等的热稳定性和较低的 EQE。上述结论揭示了局域结构对  $\text{Eu}^{2+}$  发光性能的影响，为光学性质差异的深入理解提供了合理的解释。

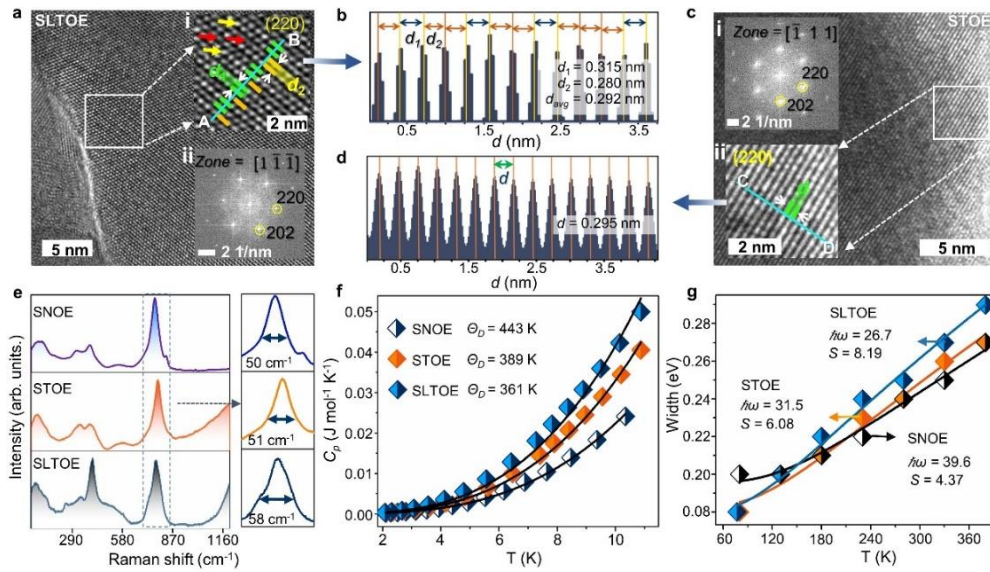


图 2.  $\text{Eu}^{2+}$  掺杂  $\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$  双钙钛矿的局域结构特性研究

作者进一步通过制作 w-LD 器件对红光陶瓷的激光照明应用性能进行了评估, 表明其在未来高功率白色激光照明中是非常有前途的候选材料。该研究对  $\text{Eu}^{2+}$  掺杂氧化物红光发光材料及其荧光陶瓷的探索具有指导意义, 有助于推动蓝光激光驱动白光照明技术的发展。

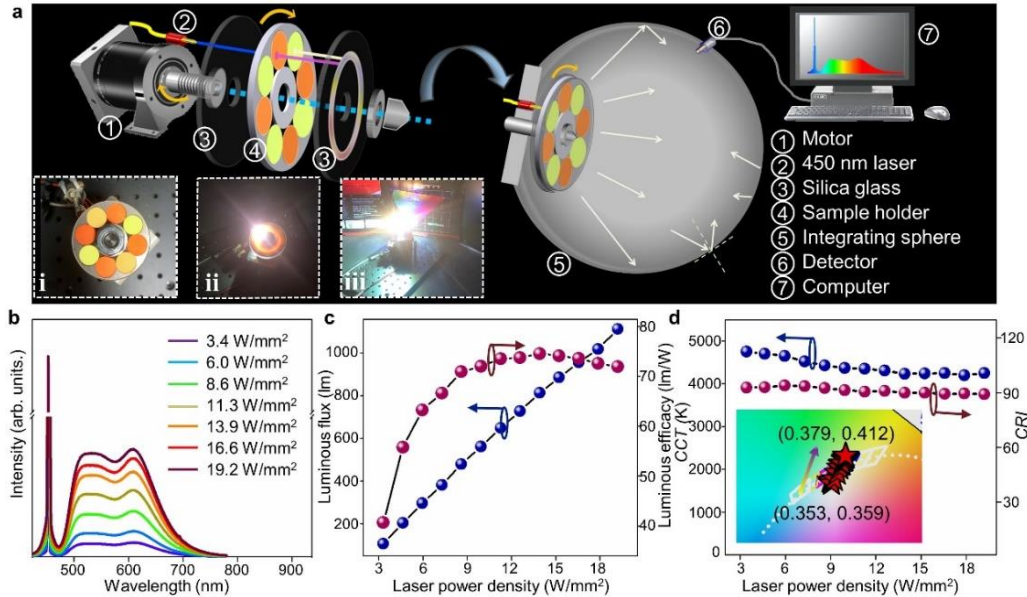


图 3. w-LD 器件制作与应用

本研究的第一作者为华南理工大学博士生杨至雨, 通讯作者为夏志国教授。该研究过程中, 张勤远教授为该工作提供了悉心的指导和大力支持, 同时也得到了加拿大萨斯喀彻温大学 Alexander Moewes 教授及其团队在同步辐射光源测试方面的协助。该研究得到了国家自

然科学基金资助（项目批准号：51972118），广州市科技计划项目（202007020005）及广东省珠江人才计划地方创新团队项目（2017BT01X137）的资助。

## 9 月份境内外学者来国重室访问交流情况

报告人	工作单位	职称	报告题目	时间
刘碧录	清华大学深圳国际研究生院	教授	二维材料无机液晶光学器件	9月15日
Eugenio Coronado	巴伦西亚大学	教授	Molecular spintronics	9月28日