

华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室

工作简报

2020 年第 4 期

（总第 67 期）

华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室编 2020 年 11 月 16 日

粤港澳光电磁功能材料联合实验室第二期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第八期“发光明师讲堂”学术讲座成功举办.....	1
粤港澳光电磁功能材料联合实验室第三期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第九期“发光明师讲堂”学术讲座成功举办.....	4
实验室唐本忠院士团队提出的“聚集诱导发光”入选 2020 年化学领域十大新兴技术.....	6
苏州市人社局副局长田嘉勇一行来实验室参观调研	9
实验室兰林峰研究员成功入选优青	10
“光电学术讲座”第四十三讲开讲	12
发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍	14
I. 基于镱亚晶格能量迁移的红外 II 区响应上转换发光.....	14
II. 基于共配体策略的高效率准二维钙钛矿发光二极管.....	17
10 月份境内外学者来国重室访问交流情况.....	19

粤港澳光电磁功能材料联合实验室第二期 “材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家 重点实验室第八期“发光明师讲堂”学术 讲座成功举办

2020 年 10 月 16 日下午 15:00-17:00，粤港澳光电磁功能材料联合实验室第二期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第八期“发光明师讲堂”学术讲座成功举办。

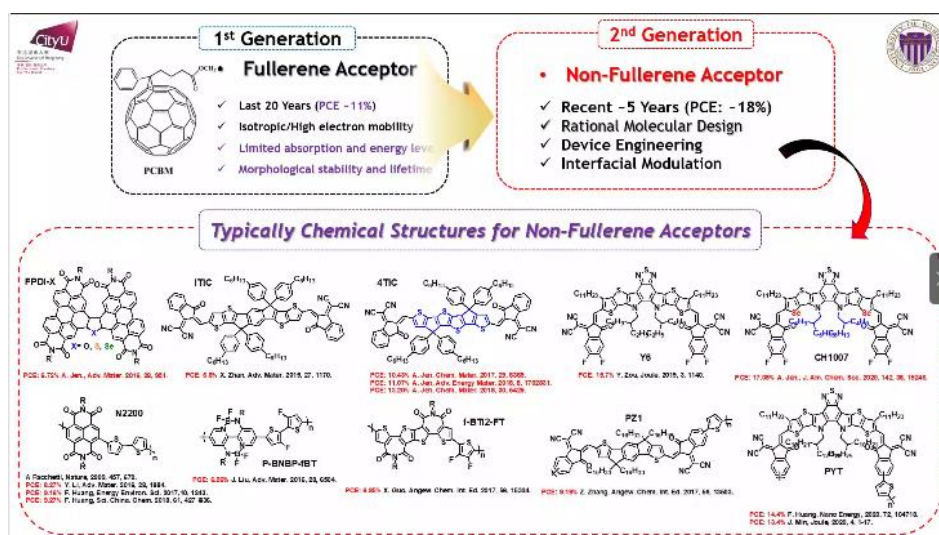
本次讲座由粤港澳光电磁功能材料联合实验室主办，华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室组织承办，发光材料与器件国家重点实验室主任马於光教授主持，香港城市大学学务副校长、欧洲科学院院士 Prof. Alex K-Y. Jen（任广禹教授）担任主讲嘉宾。由于疫情原因，本次讲座以腾讯会议的方式在线举行，并通过腾讯直播、bilibili 直播科研云频道两个渠道同步直播，百度等多个海内外媒体平台也对本次讲座进行了实时转播。





马於光教授线上主持（上图）和任广禹教授跟观众互动答疑（下图）

讲座主持人马於光教授首先介绍了粤港澳光电磁功能材料联合实验室的建设背景、研究领域、组成人员等，以及“材料科学前沿论坛”和“发光明师讲堂”相关情况。随后，主持人介绍了本期主讲嘉宾任广禹教授的学术科研经历以及他在发光材料、有机高分子材料等领域取得的突出成就。任广禹教授作题为“Recent Breakthroughs in Organic and Perovskite Solar Cells”的讲座，在讲座中，任广禹教授与参会观众们分享了有机光伏材料和钙钛矿电池的最新研究进展，讲述了有机光伏材料在能量损耗降低、提高光电转化效率等方面取得的突破，并详细介绍了钙钛矿电池的原理形貌、应用领域、环境保护等方面的情况。



代表性有机太阳能电池材料

讲座结束后，马於光教授为任广禹教授在线颁发了“发光明师讲堂”纪念牌。随后，任广禹教授回答了观众们提出的有机太阳能电池和钙钛矿电池的区别、钙钛矿电池的机理和应用等问题，同时，任广禹教授与观众们交流了有机太阳能电池和钙钛矿电池近年来的发展状况，并邀请观众们对这一领域的研究保持关注，表示对这一领域的研究前景充满信心。至此，粤港澳光电磁功能材料联合实验室第二期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第八期“发光明师讲堂”学术讲座圆满结束！

本次讲座以线上形式进行，为国内外线上观众的参与提供了便利。据实时数据显示，腾讯会议、腾讯直播、bilibili 直播科研云频道三个直播平台 and 百度等海内外转播平台的观看播放量累计达 10.5 万人次。本次讲座是粤港澳光电磁功能材料联合实验室“材料科学前沿论坛”的第二期讲座，通过这两次线上讲座，增进了国内外光电磁功能材料领域的同行对粤港澳光电磁功能材料联合实验室及“材料科学前沿论坛”的了解，以及对粤港澳大湾区该领域的研究进展的关注。

粤港澳光电磁功能材料联合实验室第三期 “材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家 重点实验室第九期“发光明师讲堂”学术 讲座成功举办

2020年10月23日下午15:00-17:00, 粤港澳光电磁功能材料联合实验室第三期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第九期“发光明师讲堂”学术讲座在华南理工大学北区科技园一号楼发光材料与器件国家重点实验室 N308 会议室成功举办。

本次讲座由粤港澳光电磁功能材料联合实验室主办, 华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室组织承办, 发光材料与器件国家重点实验室主任马於光教授主持, 国家纳米科学中心赵宇亮院士担任主讲嘉宾。

主持人马於光教授首先介绍了本期主讲嘉宾赵宇亮院士的学术科研经历和取得的突出成就, 并代表发光材料与器件国家重点实验室向赵老师颁发了“发光明师讲堂”纪念牌。



马於光教授（右）给赵宇亮院士（左）颁发纪念牌

随后，赵宇亮院士做题为“纳米材料的生物效应与肿瘤药物输运纳米机器人技术”的讲座。在讲座中，赵宇亮院士向在座师生详细介绍了纳米材料的研究背景、科学问题与分析方法瓶颈、纳米生物安全的化学生物学机制、医学应用等内容。赵宇亮院士还对纳米材料的前景做了展望。



赵宇亮院士作讲座

讲座结束后，赵宇亮院士与现场师生进行了互动交流，回答了听众们提出的纳米材料相关问题，并向现场听众们介绍了广东粤港澳大湾区国家纳米科技创新研究院的成立背景与概况。随后，粤港澳光电磁功能材料联合实验室第三期“材料科学前沿论坛”暨发光材料与器件国家重点实验室第九期“发光明师讲堂”学术讲座在热烈的掌声中圆满结束！

本场讲座也是粤港澳光电磁功能材料联合实验室“材料科学前沿论坛”的第三期讲座，也是该论坛开设以来首次以线下形式开展，吸引了广大来自华南理工大学教师与学子、广州科技中心等学界业界专业研究人员等校内外人员前来学习，现场气氛热烈，双方互动交流活跃。

实验室唐本忠院士团队提出的“聚集诱导发光”入选 2020 年化学领域十大新兴技术

日前，国际纯粹和应用化学联合会（IUPAC）正式公布 2020 年度化学领域十大新兴技术（Top Ten Emerging Technologies in Chemistry）评选结果。这是由 IUPAC 于 2019 年发起的全球性活动，希望能在全世界范围内遴选出具有巨大潜力的创新技术，以此来改变当前的全球化学与工业界格局，推动实现联合国可持续发展目标

（SDG）。遴选出的新兴技术被期待更好提升人类生活和社会质量，帮助我们更合理、更高效地利用和转换资源，为新材料、电池、传感器和医学等诸多应用领域提供可持续发展的解决方案。

2020年化学领域十大新兴技术

聚集诱导发光 (Aggregation-induced emission)

人工智能 (Artificial intelligence)

双离子电池 (Dual-ion batteries)

高压无机化学 (High-pressure inorganic chemistry)

液体门控技术 (Liquid gating technology)

更利于塑料回收的大分子单体 (Macromonomers for better plastic recycling)

微生物组和生物活性化合物 (Microbiome and bioactive compounds)

纳米传感器 (Nanosensors)

快速诊断测试 (Rapid diagnostics for testing)

核糖核酸疫苗 (RNA vaccines)

本次评选结果中有两项是由我国科学家们引领的新兴方向，其中“聚集诱导发光”是由实验室唐本忠院士团队提出。

聚集诱导发光

当今，有机发光材料已经在发光二极管和生物成像技术等方面得到了广泛的应用。通常，这类材料含有大量的芳香基元，但其在高浓度下倾向于堆叠，从而导致荧光猝灭，这一效应被称之为聚集导致发光猝灭。早在 2001 年，唐本忠教授团队就观察到了一个与之相反的现象：某些分子在稀溶液中发光微弱，但堆积后发光显著增强，并称之为聚集诱导发光（AIE）。尽管这一现象报道之初，并没有引起足够的关注，但目前已经成为一个热点研究领域，AIE 改变了人们对发光材料的传统认识。分子的“形状”是理解这一效应的关键。与传统的发光分子不同，AIE 分子呈现非平面的构型，它们就像微型螺旋桨一样，不停地转动。但

当它们聚集时，旋转大大抑制，从而能量以光的形式释放出来。自从 **AIE** 概念提出以来，化学家们已经制备了数类具有这种效应的化合物，其中包括经典的多环芳烃化合物和有机金属复合物，以及聚合物、寡糖和纳米粒子等。**AIE** 为发光材料的发展开辟了新的道路，**AIE** 材料已经在有机发光二极管、传感器和新型生物成像技术等方面得到了应用。实践证明 **AIE** 材料在光电器件、荧光传感器、生物成像等领域都有着巨大的应用潜力。聚集诱导发光是中国原创的、耕植于祖国大地的新兴技术。据不完全统计，截至 2020 年 5 月 31 日，全世界共有 145 个国家约 12000 家单位从事该技术的相关研究工作。作为聚集诱导发光研究的全球引领者，唐本忠院士立足于当今时代浪潮，致力于将聚集诱导发光的基础研究进行产业转化。

国际纯粹和应用化学联合会（IUPAC）

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) 国际纯粹与应用化学联合会，又译国际理论（化学）与应用化学联合会，是一个致力于促进化学相关的非政府组织，也是各国化学学会的一个联合组织。以公认的化学命名权威著称。命名及符号分支委员会每年都会修改 **IUPAC** 命名法，以力求提供化合物命名的准确规则。**IUPAC** 也是国际科学理事会的会员之一。

苏州市人社局副局长田嘉勇一行来实验室参观调研

10月22日上午，苏州市人社局副局长田嘉勇一行来实验室参观调研。



应磊研究员介绍实验室基本情况

发光材料与器件国家重点实验室应磊研究员向调研组介绍了实验室的基本概况，组织结构，主要研究领域，近年来在科研创新、人才培养和队伍建设及承担科研项目等方面取得的成绩。并详细介绍了实验室国际合作情况，以及有机发光显示、有机/聚合物太阳能电池、生物光电和成像诊疗等研究方向所取得的突破性进展。

调研组参观了发光材料与器件国家重点实验室的超净室、超快光学平台、质谱室、小角度 x 射线散射式等仪器测试平台，并重点参观了成果展示室。



参观实验室

在成果展示室，应磊研究员向调研组详细介绍了柔性 AMOLED 显示屏、氧化物 TFT 背板、热激子发光材料、OLED 护眼台灯、半透明有机太阳电池等研究成果的研究背景及材料特点。

调研组对实验室取得的原创性成果给予了很高的评价，并表达了希望双方今后进一步加强交流合作的强烈愿望。

科技成果转化办公室、材料科学与工程学院相关负责人参加了调研。

实验室兰林峰研究员成功入选优青

日前，国家自然科学基金委员会公布了 2020 年国家自然科学基金集中受理期项目评审结果，共有 625 个项目（含港澳）获得优秀青年科学基金项目的资助。其中，华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室兰林峰研究员成功入选。

据悉，优秀青年科学基金项目设立于 2012 年，支持在基础研究方面已取得较好成绩的青年学者自主选择研究方向开展创新研究，促

进青年科学技术人才的快速成长，培养一批有望进入世界科技前沿的优秀学术骨干。近年来该项目竞争异常激烈，平均资助率不足 10%。



兰林锋，男，1983 年出生，博士，研究员，博士生导师。主要从事半导体材料与器件、柔性电子的研究。发表 SCI 收录论文 110 余篇，被引用近 3000 次。编写“十三五”国家重点规划出版物《印刷显示材料与技术》（科学出版社）。获授权发明专利 30 件（其中美国专利 6 件）。获广东省科技奖一等奖 1 项，中国光学科技奖三等奖 1 项。入选广东省杰青、青年珠江学者，是教育部首批全国高校黄大年式教师团队成员。

“光电学术讲座”第四十三讲开讲

10月30日（星期五）下午15:30，“光电学术讲座”第四十三讲在发光材料与器件国家重点实验室报告厅N308开讲。材料学院院长、发光材料与器件国家重点实验室副主任彭俊彪教授、实验室兰林锋研究员分别向师生们做学术报告。



兰林锋研究员作报告

兰林锋研究员作题为“稀土掺杂氧化物半导体的光电机理”的报告，在报告中，兰林锋研究员介绍了氧化物 TFT 半导体材料导电机理的研究进展。兰林锋研究员从传统氧化物半导体主要存在的两个问题出发，探讨通过稀土 Pu 掺杂氧化物半导体的方法，解决了材料的光稳定性的问题。利用稀土元素吸收蓝光后，激发态电子能快速回到基态的特点，解决了蓝光造成的 TFT 工作电压漂移的问题，并做了工作机制的研究。

报告结束后，兰林锋研究员与现场师生展开了互动交流，回答了现场师生们提出的氧化物 TFT 半导体材料导电机制的相关问题。



彭俊彪教授作报告

彭俊彪教授作题为“发光显示进展与问题”的报告，在报告中，彭俊彪从有机发光的发展历史出发，介绍了其研究团队在 OLED、全彩量子点和钙钛矿发光三种显示技术通过喷墨技术打印制备发光器件研究的进展。并重点介绍了团队通过调控三种显示技术的墨水的粘度等特性，提高喷墨打印器件像素点质量的研究。

报告结束后，彭俊彪教授与现场师生展开了互动交流，回答了现场师生们提出的发光显示的相关问题。

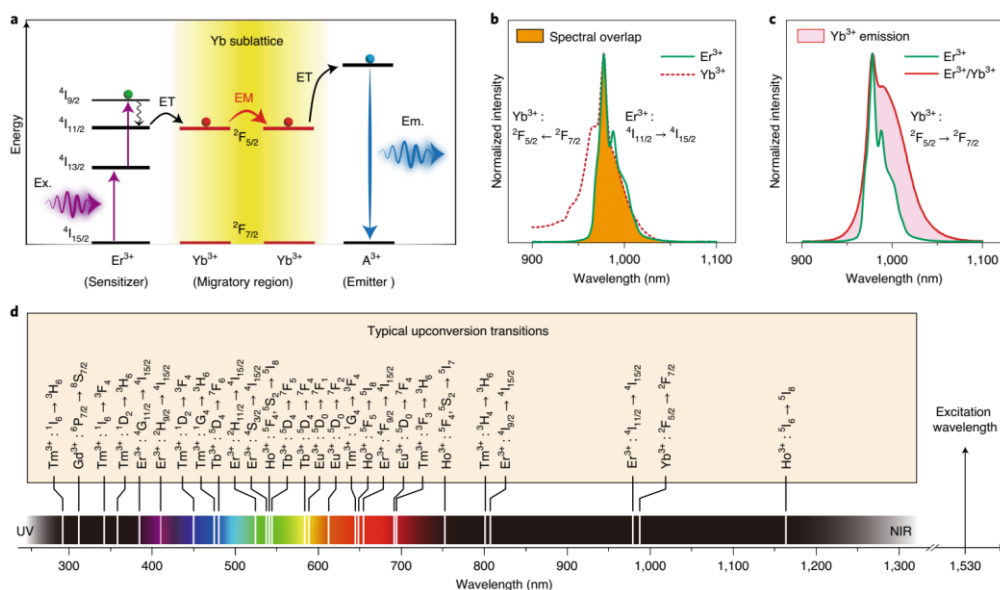
发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍

I. 基于镱亚晶格能量迁移的红外 II 区响应上转换发光

光子上转换是一种重要的非线性反斯托克斯发光现象，在激光、显示、光伏、信息存储与安全以及生物成像与诊疗等领域具有广阔应用前景。然而，目前上转换发光相关研究主要基于传统的 980nm 和短波长近红外 I 区波段（例如 808nm）激发调控。近期研究表明，红外 II 区在光通讯、纳米光子学、生物医学等领域愈来愈显示出重要应用。因此，如何实现更长的红外波段尤其是红外 II 区响应的上转换发光对于稀土发光基础研究及前沿应用具有重要研究意义。

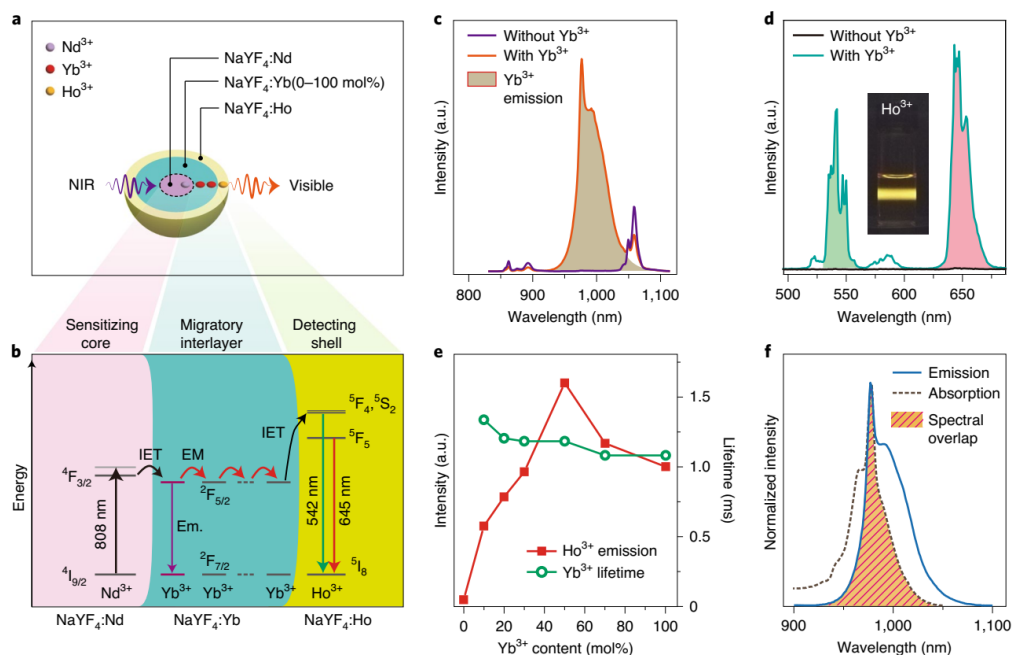
在众多稀土离子中， Er^{3+} 虽然在 $1.5\ \mu\text{m}$ 波段具有较强的吸收，但是并不适合直接以传统的共掺方式作为敏化剂使用， Er^{3+} 与发光离子直接共掺会因它们之间复杂的相互作用而严重猝灭发光。其他稀土离子因不具有相关能级或存在严重非辐射弛豫而无法直接吸收利用 $1.5\ \mu\text{m}$ 激发能量。稀土离子上述本征局限性使得红外 II 区响应的上转换发光成为一项挑战性课题。

近日，华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室周博教授和张勤远教授团队报道了一种可实现红外 II 区响应的上转换发光概念模型，成功获得了 Tm^{3+} 、 Ho^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Eu^{3+} 、 Tb^{3+} 等多种离子的上转换发光，在信息安全存储与防伪等领域展现出广阔应用前景。



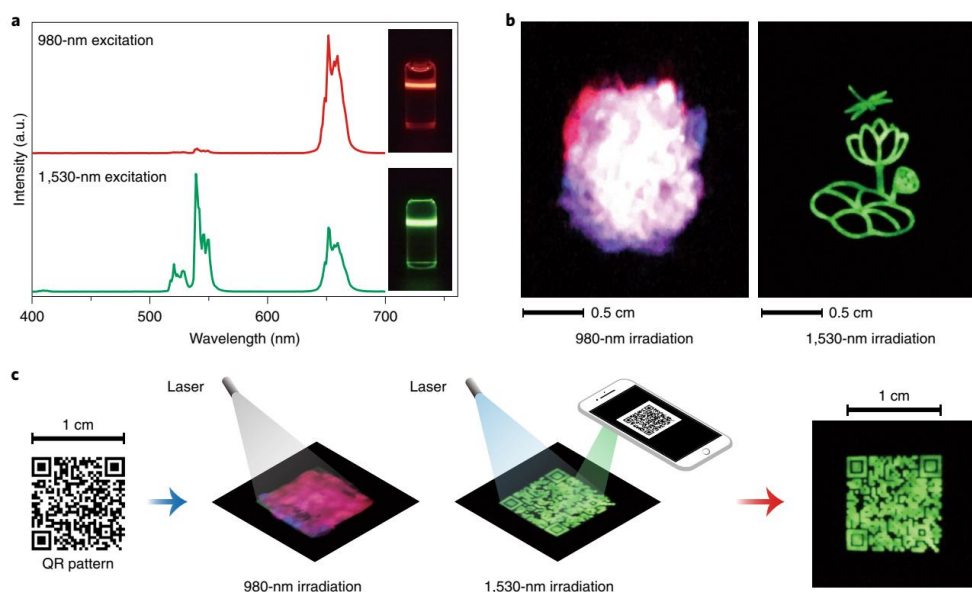
图示 1 镱亚晶格实现红外 II 区响应上转换发光原理图及上转换发光跃迁

本研究的核心思想是在核壳结构空间设计敏化剂 Er^{3+} 与发光离子的基础上同时引入具有能量迁移特征的镱亚晶格层调控它们之间的能量过程，并通过优化共沉淀方法在实验上实现这种纳米结构。实验结果表明，镱亚晶格既可以实现能量从敏化区向发光区的输运，同时也有效隔绝了敏化剂和发光离子之间因直接接触而产生的猝灭过程，从而有效促进了发光离子的发射。本概念模型可以获得高达 1219 nm 反斯托克斯位移的紫外上转换发光 (Gd^{3+} : 311 nm 发射)。进一步通过构建敏化-迁移-检测的核壳结构深入探讨了镱晶格能量迁移的基本物理规律。



图示 2 镱亚晶格能量迁移研究

深入研究表明，在本结构中引入微量 Ce^{3+} 可通过 Ce^{3+} - Er^{3+} 之间的交叉弛豫对敏化剂 Er^{3+} 的各能级布居进行调控，从而有效抑制了可见光波段的发光，成功获得了红外 I 区的准单带发射。利用镱亚晶格的能量迁移特性还可获得红绿可调上转换发光，在信息安全存储与防伪等领域展现出广阔的潜在应用前景。本研究成功构建了可用于红外 II 区响应的上转换发光概念模型，促进了对微观尺度能量迁移和稀土发光物理本质的理解，可望进一步推动稀土发光基础研究以及研发新型高效上转换发光材料体系。



图示 3 光色调控与应用

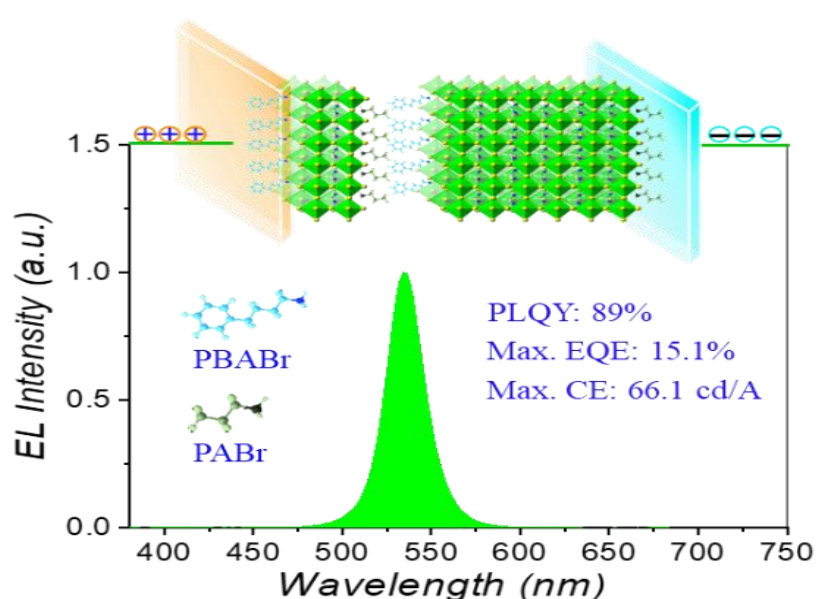
相关研究成果以“NIR II-responsive photon upconversion through energy migration in an ytterbium sublattice”为题发表在 *Nature Photonics* 上,其中通讯作者为周博教授和张勤远教授。该研究工作得到了国家自然科学基金、广东省珠江人才计划等科研项目的资助。

论文链接: <https://www.nature.com/articles/s41566-020-00714-6>

II. 基于共配体策略的高效率准二维钙钛矿发光二极管

近年来,有机-无机杂化钙钛矿由于其优异的光物理性质引起了科研工作者的广泛兴趣,并在钙钛矿电致发光领域取得了巨大突破。反溶剂技术是目前实现高效钙钛矿电致发光器件较为普遍、有效的方法,但是这种方法相对难以控制,不适合制备大面积器件,在未来钙钛矿电致发光器件的商业化道路上面临严峻挑战。

我们提出了一种使用共中间层配体工程来实现高效准二维钙钛矿材料及其电致发光器件的新方法。此方法的优势在于：a. 避免了制备发光层中使用反溶剂的问题；b. 相比于单中间层配体，在中间层配体的调控方面增加了配体选择的灵活性，在调控薄膜形貌、导电性、激子束缚能、缺陷钝化等方面具有显著优势；c. 在制备发光器件时采用一步旋涂法，不需要额外处理工艺，方法简单可控，重现性好。共中间层工程钙钛矿材料的结构通式是： $L_1L_2A_{n-1}Pb_nX_{3n+1}$ ，其中 L_1 和 L_2 为不同的中间层配体材料，这里选择 PBABr 和 PABr 为代表性材料进行研究。通过对共中间层 PBABr 和 PABr 比例的优化，其薄膜的最高光致发光效率为 89.3%。相应电致发光器件实现了波峰在 534nm 处的绿光发射，最大电流效率为 66.1 cd/A，最大外量子效率为 15.1%，为目前不使用反溶剂和光取出技术的绿光钙钛矿电致发光器件的最高效率之一。共中间层工程为实现高效钙钛矿电致发光器件提供了另一条简单可控的途径。



关键研究策略及性能示意图

论文作者为 Meng, Fanyuan (孟凡源); Liu, Xinyan (刘鑫妍); Chen, Yuxuan; Cai, Xinyi (蔡欣佚); Li, Mengke (李梦珂); Shi, Tingting (时婷婷); Chen, Ziming (陈梓铭); Chen, Dongcheng (陈东成);* Yip, Hin-Lap (叶轩立); Ramanan, Charusheela; Blom, Paul W. M.; Su, Shi-Jian*(苏仕健)。详情见论文 *Adv. Funct. Mater.* 2020, 1910167.

10 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
颜河	香港科技大学	教授	Achieving non-fullerene organic solar cells with over 18% efficiency: material design, device optimization and mechanism study	10 月 10 日
房喻	陕西师范大学	教授	薄膜基荧光传感——从基础研究到产业应用	10 月 12 日
陈骏	北京科技大学	教授	钙钛矿化合物负热膨胀、铁电压电性能与机理	10 月 12 日
任广禹	香港城市大学	教授	Recent Breakthroughs in Organic and Perovskite Solar Cells	10 月 16 日
赵宇亮	国家纳米科学中心	教授	纳米材料的生物效应与肿瘤药物输运纳米机器人技术	10 月 23 日
汪成	武汉大学	教授	三维共价有机框架	10 月 24 日