

# 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 1 期

(总第 100 期)

华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室编

2026 年 3 月 10 日

---

### 新闻动态

发光材料与器件全国重点实验室第一届学术委员会第二次会议顺利召开.....	1
张少康副省长来实验室慰问马於光院士.....	5
喜报! 我室团队荣获广东省优秀教学成果奖(研究生类)特等奖! .....	8
祝贺! 实验室 5 人入选“全球高被引科学家” .....	10

### 研究进展

#### 发光理论与机制

应磊研究员&马於光教授团队: 效率超过 20% 的非掺热激子蓝光 OLED.....	12
李远研究员团队: 芳香化硝酸自由基 Spiro-08 赋能石墨负极实现高性能钾离子电池.....	16
王志明教授团队: 热激子材料辅助的激基复合物体系 (HEAE) 实现高功率效率 OLED.....	19
马於光教授团队: 基于共振结构调空实现紫光窄发射 OLED.....	22

#### 新型显示、探测与成像

王伟超&周博&张勤远教授团队: 基于高透明微晶玻璃实现无封装、高 QE 的近红外二区光源.....	24
王志明研究员团队: 同步激活 MR 材料中的热激子与 TTA 过程实现高效稳定的窄带 OLED 器件.....	26
段春晖教授团队: 基于 n-型小分子半导体的短波红外有机光探测器.....	28

#### 有机光伏材料与器件

段春晖教授团队：调控线性共轭聚合物聚集行为实现高效率有机太阳能电池..... 30

### 无机发光与光纤激光

董国平教授团队：复合玻璃微腔中实现上转换与倍频激光同步输出..... 32

### 前沿交叉

黄飞教授团队：有机锂电池研究重大突破..... 35

李志远教授团队：深紫外-可见-中远红外全谱段白光强激光创制..... 38

黄飞教授团队：p-n 导电聚合物基电致变色器件-从自供电智能窗到微型光谱仪..... 40

### 仪器设备

热重分析仪..... 43

境内外来访参观与学术交流 ..... 47

## 新闻动态

### 发光材料与器件全国重点实验室第一届学术委员会第二次会议顺利召开

1月3日，发光材料与器件全国重点实验室（以下简称“实验室”）第一届学术委员会第二次会议在广州顺利召开。中国工程院院士、华南理工大学校长唐洪武出席会议并致辞。实验室学术委员会（以下简称“学委会”）主任、中国工程院院士张立群，副主任、中国科学院院士田禾、南策文，战略咨询委员会主任、中国科学院院士李永舫，中国科学院院士祝世宁、唐本忠、刘云圻、彭孝军、刘益春、胡文平、曹镛、马於光等18位委员出席会议，学校科学技术研究院、材料科学与工程学院负责人，实验室领导班子成员以及固定研究人员代表等40余人参加会议。



会议现场



唐洪武校长致辞

唐洪武代表华南理工大学衷心感谢各位专家过去一年对实验室建设发展给予的关心、支持和帮助。他肯定了实验室重组以来取得的显著成效，恳请各位专家指导实验室，进一步对标国家和区域“十五五”规划方向把脉定向，凝练符合重大战略需求的科研课题，进一步为实验室体制机制改革、激发内生动力建言献策，进一步指导和参与华工粤港澳大湾区科创产业院、交叉学科研究院的建设，链接资源促进转化。他表示，学校将持续举全校之力，以马不停蹄的干劲，以骏马奋蹄的姿态，全力支持实验室的建设与发展，努力将其打造为新型显示领域不可替代的战略科技高地。



张立群院士主持会议



黄飞教授作工作汇报

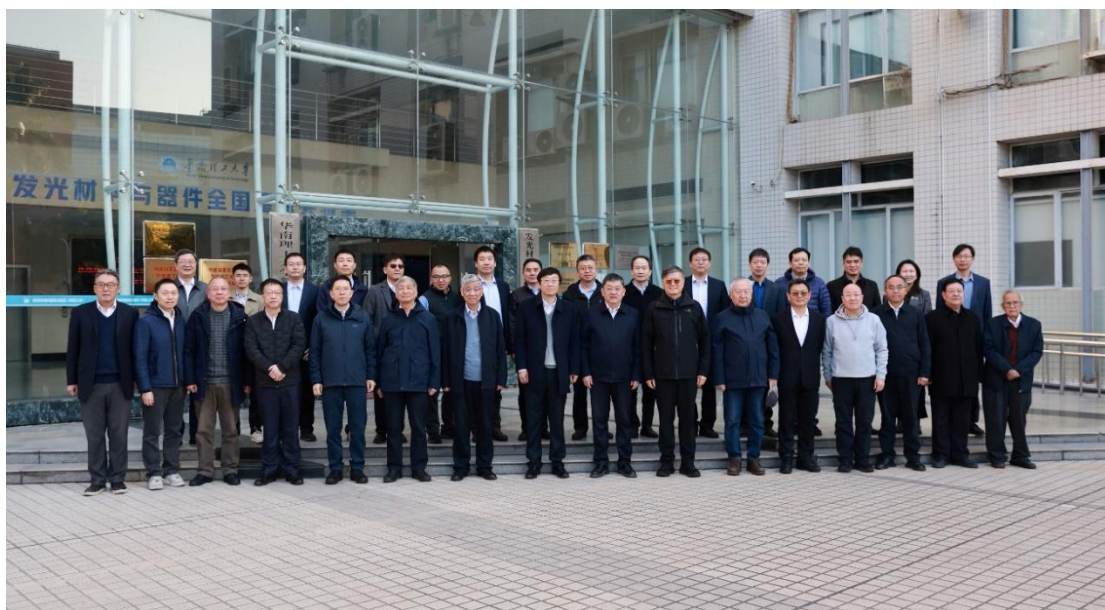
实验室常务副主任黄飞教授作实验室 2025 年度工作报告。

报告系统总结了实验室 2025 年度取得的科研进展、代表性成果、人才培养、开放交流合作等方面的工作成效，以及下一步工作计划。实验室固定成员殷盼超教授、应磊研究员、周博教授、冯光雪教授、郑风珊教授分别围绕“复杂材料体系多时空动力学表征”“面向应用的有机光电材料开发与产业转化”“稀土上转换发光”“面向光诊疗的分子聚集体”“电子显微学磁成像”等作学术报告，分享了最新研究成果与进展。



## 学术报告

学委会、战略咨询委员会的委员们听取并审议了实验室开放课题、年度工作报告及代表性成果报告，充分肯定了实验室自重组以来取得的成绩，并围绕实验室技术攻关、青年人才培养、开放交流等方面开展了深入研讨。



与会嘉宾合影

委员对实验室未来发展提出了宝贵建议：希望实验室进一步整合亮点工作，打造专属标签；进一步强化学科交叉与新兴方向的布局，拓展国际交流与合作的广度与深度，打造国际化研究高地。

实验室学委会主任张立群院士在讲话中表示，希望实验室在保持原有引领性基础研究优势的基础上，进一步推动科技创新与产业创新深度融合；同时继续坚持以基础研究支撑原创技术进步的发展路径，做好基础研究、应用基础研究与成果转化的统筹平衡，更好地服务国家强国战略。

### 张少康副省长来实验室慰问马於光院士

2月11日，九三学社广东省委员会主委、广东省人民政府副省长、省政协副主席张少康率队来到华南理工大学，看望慰问中国科学院院士、九三学社社员马於光，代表九三学社省委会送上新春祝福，并开展座谈交流。九三学社省委会副主委、省科技

厅厅长王月琴，专职副主委董美玲，学校党委副书记麦均洪一同参加慰问。



张少康副省长调研发光材料与器件全国重点实验室

张少康一行来到发光材料与器件全国重点实验室，详细了解实验室建设运行、科研攻关、成果转化等情况。马於光介绍了团队在有机聚合物光电功能材料领域的最新研究进展。张少康对团队取得的突破性成果给予高度评价。他表示，马於光院士是全省社员的杰出代表，是九三学社的光荣与骄傲，祝愿他在攀登世界科技高峰的道路上不断取得新成就，为推动广东高质量发展、实现高水平科技自立自强做出更大贡献。



### 座谈交流

麦均洪代表学校向张少康一行表示欢迎，并介绍了学校近期发展情况。他表示，华南理工大学将继续加大对基础研究和前沿探索的投入力度，全力做好科研服务保障，努力产出更多引领性、原创性重大成果，为国家和区域创新发展提供坚实的人才与智力支撑。

马於光衷心感谢九三学社省委会的关心与支持，表示将始终心怀“国之大者”，瞄准世界科技前沿，深耕有机光电材料基础研究，力争在关键核心技术领域实现更多突破，为建设科技强国贡献智慧和力量。

学校党委办公室（学校办公室）、党委统战部、科学技术研究院、材料科学与工程学院以及九三学社华工基层委有关负责人参加慰问。

## 喜报！我室团队荣获广东省优秀教学成果奖（研究生类）特等奖！

近日，《广东省人力资源和社会保障厅 广东省教育厅关于表彰全省学校（高等教育）优秀教学成果奖的决定》（粤人社发〔2025〕47号）正式公布，决定授予优秀教学成果奖（研究生类）179项（含特等奖10项、一等奖49项、二等奖120项）。

华南理工大学凭借在研究生教育领域的扎实积淀与改革创新，荣获优秀教学成果奖（研究生类）特等奖1项、一等奖4项、二等奖11项，获奖数量位居全省前列，充分彰显学校人才培养改革的显著成效。其中，由我室固定成员马於光、曹镛、黄飞、刘琳琳、苏仕健、彭俊彪、王丹、陈军武、兰林锋、孟勋共同完成的成果荣获优秀教学成果奖（研究生类）特等奖，彰显了我室在高层次人才培养方面的创新实践与显著成效。

广东省优秀教学成果奖是全省教育教学领域的最高荣誉，每4年评审一次，旨在表彰教育教学改革实践中创新性强、推广价值高的突出成果，引领全省高校深化教育教学改革、全面提升人才培养质量。

我室此次荣获特等奖，是对实验室长期以来在研究生培养模式、课程体系建设、科研育人机制等方面持续探索与创新实践的充分肯定。

序号	成果名称	完成人	校内推荐单位	获奖等级
1	有机光电材料研究生“四统一”创新人才培养模式探索与实践	马於光、曹曦、黄飞、刘琳琳、苏仕健、彭俊彪、王丹、陈军武、兰林峰、孟勋	材料科学与工程学院	特等奖
2	面向粤港澳大湾区的精益求精高层次工程人才培养的探索与实践	章熙春、许勇、文宏、高英、熊玲、何镜堂、林艺文、郑外生、黄跃珍、刘永江、胡健、李斌、崔巍、张莉莉、师娇	研究生院	一等奖
3	双赋能四驱动三循环：面向中国式现代化图景的复合型MPA人才培养模式创新与实践	文宏、高翔、李胜会、李文彬、李慧龙	公共管理学院	一等奖
4	“中国芯”育人新范式：教育链-产业链驱动的集成电路拔尖创新人才培养体系	易翔、李斌、薛泉、陈志坚、周绍林、邹毅、王彦杰、吴朝晖、丰光根、姚恩义	微电子学院	一等奖
5	六E协同：构建“产学研医检监”全链条生物材料领域研究生培养模式的实践	王进军、王均、杜昶、付晓玲、王琳、施雷涛、郑志雯	材料科学与工程学院	一等奖
6	两融三创多元驱动：面向城乡高质量发展的建筑类卓越创新人才培养改革与实践	彭长款、王世福、肖毅强、林广思、罗建河、陶金、赵澎希、叶红、魏宗财、赖文波	建筑学院	二等奖
7	一核双驱三融通：面向新型能源体系的复合型人才培养探索与实践	李立涅、唐文虎、朱建全、荆朝霞、武志刚、董美蓉、李天瑶、雷映、刘刚、涂颖文	电力学院	二等奖
8	降碳减污创新拔尖人才培养模式研究与实践	胡芸、朱能武、严克友、叶代启、万金泉、石振清、邱光磊、陈燕、卢柱宁、冯春华	环境与能源学院	二等奖
9	面向全球治理需求的理工科高校研究生拔尖创新人才培养改革与实践	朱献琰、陈艳艳、巫嘉丽、雷霄、战双鹏、苏博、贾海龙、陈宏俊、王立松、李京廉、朱善华、周爽、吴赞、甄玉宝、莫启扬	外国语学院	二等奖
10	“理念引领、战略驱动、交叉融合”——化学学科研究生培养模式创新探索与实践	伍婉卿、江煥峰、邓远富、祝诗发、张琨、曾伟、尹标林、林东恩、黄良斌、李建晓	化学与化工学院	二等奖
11	“一体三元四驱”食品类专业卓越研究生培养体系探索与实践	李晓望、娄文勇、赵谋明、王永华、杨晓泉、韩忠、林恋竹、朱良、苏健裕、蒲洪彬	食品科学与工程学院	二等奖
12	服务国家战略的湾区风景园林产教融合实践教学模式探索	林广思、高伟、李敏稚、赖文波、陈崇贤、Jason Zhisen Ho (何志森)、萧蕾、冯娟慧、王南希、孙卫国、夏宇、叶劲枫、胡峰	建筑学院	二等奖
13	“1+2+4”体系：面向大湾区的一流商科研究生人才培养创新路径探索与实践	黄婵丽、李炜文、许治、张俊生、张卫国、黎文婧、蒋恣、乐琦、曾萍、周琪、谢礼珊、叶飞	工商管理学院	二等奖
14	体教融合知行互促：体育研究生“双轨互哺”培养创新与实践	高晓波、樊莲香、万发达、霍德利、陈丹、边宇、余曦、黄炜略、徐雷、杨管	体育学院	二等奖
15	面向新一代移动通信的“三元协同”产业创新人才培养探索与实践	薛泉、车文荃、温森文、冯文杰、秦培、朱浩慎、唐轲、吴亮、廖昭伟、曹云飞、朱剑锋、刘尊、Ioannis Vardaxoglou	电子与信息学院	二等奖
16	构建校企协同育人矩阵，打造“三通三融三链”湾区智造人才培养模式	瞿金平、雷育胜、李巍华、魏争、冯彦洪、冷金岩、王迪、宋长辉、李宗涛、谢正超	机械与汽车工程学院	二等奖

### 华南理工大学优秀教学成果奖（研究生类）获奖成果名单

未来，实验室将继续发挥示范引领作用，以此次获奖为动力，进一步深化教育教学改革，弘扬科学家精神与教育家精神，持续推动研究生教育内涵式发展，为学校“双一流”建设、为广东省乃至国家光电材料与器件领域的高层次人才培养作出新的更大贡献！

## 祝贺！实验室 5 人入选“全球高被引科学家”

近日，科睿唯安正式发布 2025 年度“全球高被引科学家”名单，遴选全球高校、研究机构和商业组织中，对所在研究领域具有重大和广泛影响的顶尖科学人才。

序号	中文姓名	学科领域
1	<u>曹镛</u>	跨学科领域
2	陈敏	跨学科领域
3	<u>黄飞</u>	跨学科领域
4	李映伟	跨学科领域
5	<u>吴宏滨</u>	跨学科领域
6	吴虹	跨学科领域
7	杨成浩	跨学科领域
8	<u>岳衍</u>	跨学科领域
9	<u>张勤远</u>	跨学科领域
10	赵伯特	跨学科领域
11	朱敏	跨学科领域
12	宗敏华	跨学科领域
13	成军虎	农业科学
14	扶雄	农业科学
15	黄强	农业科学
16	唐传核	农业科学
17	杨晓泉	农业科学
18	尹寿伟	农业科学
19	陈凯	工程学
20	李巍华	工程学
21	汪双凤	工程学
22	杨辰光	工程学
23	唐杰	计算机科学
24	郑倍雄	计算机科学
25	曾永平	环境科学与生态学

2025 年全球高被引科学家，华南理工大学入选人员名单

华南理工大学共有 25 位学者入选，入选人数再创新高，在内地高校排名跃升至并列第 9 位。其中，发光材料与器件全国重点实验室曹镛、黄飞、吴宏滨、岳衍、张勤远等 5 名学者入选。

今年，全球共有 7131 人次被授予这一称号，中国内地有 1424 人次入选，占总人次的 20%。

近年来，学校大力实施“优势学科攀登计划”，加强“一校三区”跨学科公共平台体系建设，立足学校工科优势特色，推动学科深度交叉融合，推进以突出贡献为导向的教学科研绩效改革，精准实施学科国际影响力合作提升专项，激励广大教师勇攀科研高峰，助力高被引科学家数量持续攀升。

实验室 5 名高被引科学家，集中在跨学科领域，凸显实验室在学科交叉融合取得显著成效。

### **全球高被引科学家榜单：**

每年科睿唯安都会发布全球高被引科学家榜单，揭晓全球最具影响力的科学家。入榜科学家的研究成果在所在研究领域和对应年份被引用量位列全球前 1%，他们不仅代表学术影响力的巅峰，更引领着跨学科、跨地域的研究方向。但仅凭论文被引用次数高，还不足以入选榜单。除了指标与认可，全球高被引科学家榜单更植根于对维护科研诚信的长期坚守。在科学成果可信度面临日益严苛审视的时代，科学信息研究所（ISI）通过严谨的评选流程，确保榜单不仅关于研究数量或曝光度，更注重维护科研诚信。

## 研究进展

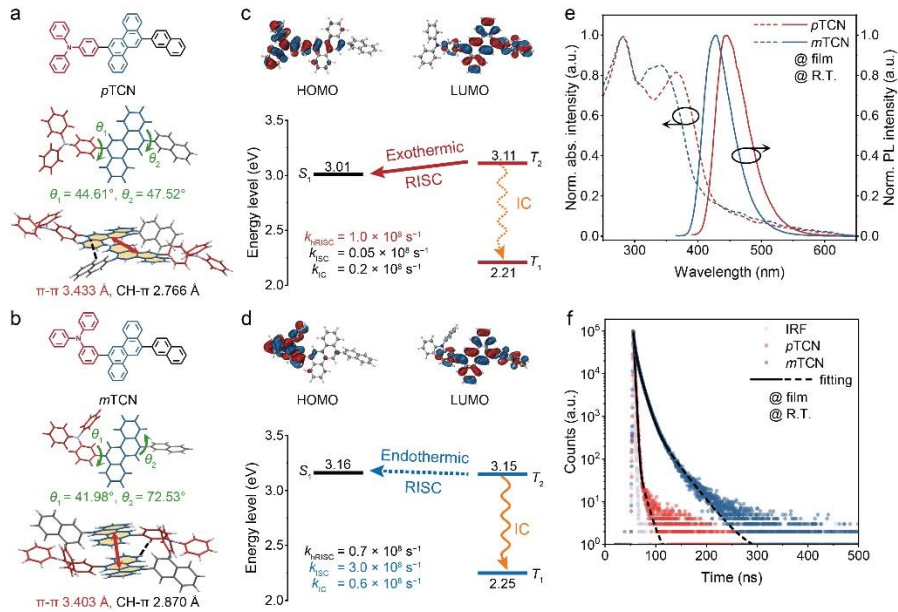
### 发光理论与机制

#### 应磊研究员&马於光教授团队：效率超过 20%的非掺热激子蓝光 OLED

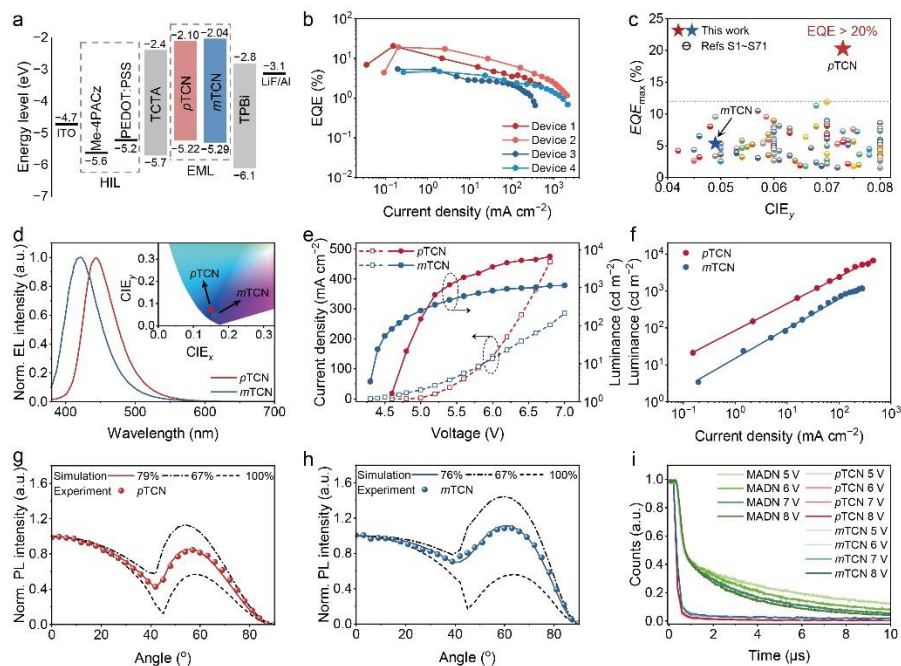
高效蓝光 OLED 仍是难题。非掺杂单组分器件可简化制备，但三线态积累易猝灭，需快速实现三线态向单线态转化。热激子机制可经高位  $T_n$  的  $hRISC$  加以利用。本文以蒽为核心合成  $pTCN$  与  $mTCN$ ，通过取代位点调控能级。 $pTCN$  满足  $\Delta E_{T_n-S_1} > 0$ ， $k_{hRISC}$  约  $1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  且 PLQY 超过 80%，其非掺杂深蓝器件  $EQE_{max}$  20.3%，CIE 坐标 (0.150, 0.073)。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的应磊研究员、马於光教授课题组利用蒽基热激子发光体的能级排列调控，获得非掺杂深蓝 OLED 最高外量子效率 20.3%且色坐标 (0.150,0.073)，有望拓展高色纯显示与简化制备工艺的蓝光 OLED 应用。

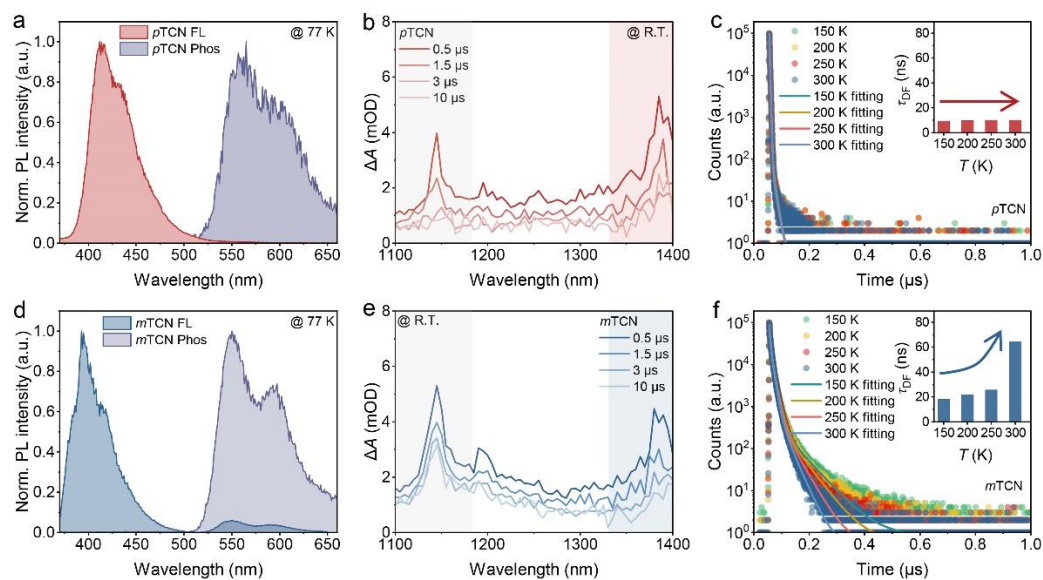
$pTCN$  与  $mTCN$  两者以蒽为核心，外接三苯胺与萘。 $mTCN$  因间位取代更扭曲，共轭与 HOMO-LUMO 重叠减弱；溶致变色给出激发态偶极矩  $pTCN$  12.55 D、 $mTCN$  17.97 D，表明均具 HLCT 特征。晶体中弱  $\pi-\pi$  堆叠与  $C-H \cdots \pi$  作用抑制猝灭，蒸镀膜 PLQY 为 81.5%与 51.9%。 $pTCN$  的  $k_{hRISC}$  达  $1.0 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ，高于  $mTCN$  的  $0.7 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ，且  $k_{ISC}$  与  $T_2 \rightarrow T_1$  的  $k_{IC}$  更低。



制备  $pTCN$  与  $mTCN$  非掺杂 OLED。 $mTCN$  器件在 422 nm 深蓝发射, CIE(0.159,0.049),  $EQE_{max}$  5.3%;  $pTCN$  峰位 444 nm, CIE(0.150,0.073),  $EQE_{max}$  20.3%; 更换传输层, 效率仍达 19.3%。 $pTCN$  稳定性更优, 按  $n=1.75$  估算在  $100 \text{ cd m}^{-2}$  寿命约 1030 h, 约为  $mTCN$  的 12 倍。 $\eta_{out}$  约 31% 与 21%, 对应激子利用率约 80.2% 与 50.0%。TREL 显示延迟荧光占比约 1%, 随电压变化不大, TTA 特征较弱。

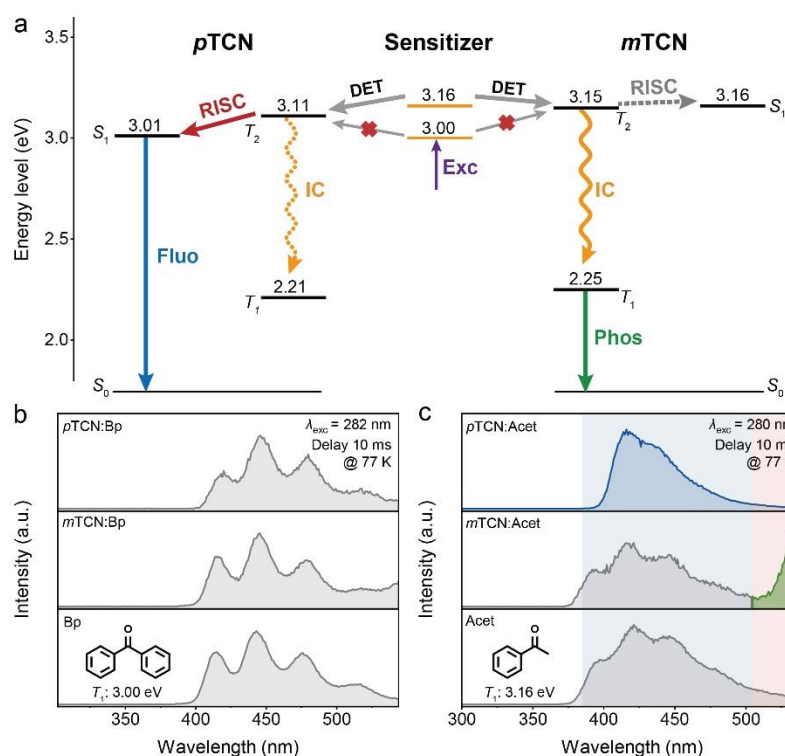


为解释  $p$ TCN 与  $m$ TCN 电致发光差异，计算结果显示两者  $S_1$  与  $T_1$ - $T_5$  的 NTO 与 SOC 相近，说明 SOC 差异较小，发光差异来源于能级排列。77 K 甲苯荧光与磷光谱得到  $p$ TCN 的  $S_1/T_1$  为 3.01/2.21 eV， $m$ TCN 为 3.16/2.25 eV，且  $\Delta E_{T_1-S_1} > 0.8$  eV，排除 TADF。ns-TA 显示 10  $\mu$ s 内在约 1380 nm 处有强吸收，据此估算  $T_2$  分别为 3.11 与 3.15 eV。 $p$ TCN 中  $T_2$  高于  $S_1$ ， $T_2 \rightarrow S_1$  的 hRISC 具有热力学优势； $m$ TCN 中  $T_2$  低于  $S_1$ ，hRISC 需热激活。温度依赖 TRPL 表明  $p$ TCN 延迟寿命基本不变，而  $m$ TCN 随温度升高显著变长，反映两者 hRISC 与 ISC 竞争及热力学差异。



为研究电致发光中三线态动力学，在 77 K 下引入三线态敏化剂测稳态谱。以苯乙酮 Acet ( $T_1=3.16$  eV) 和二苯甲酮 Bp ( $T_1=3.00$  eV) 为敏化剂。Bp 与  $p$ TCN 或  $m$ TCN 混合延迟 10 ms 仅见 Bp 发光，说明因 Bp 三线态能级偏低，难以向发光体发生 Dexter 能量转移。Acet: $p$ TCN 体系出现仅归属  $p$ TCN 的延迟荧光，表明其高位三线态可经 hRISC 有效回到  $S_1$ ；而 Acet: $m$ TCN 仅见 Acet 发光，77 K 下几乎无显著 hRISC。由于  $m$ TCN 中  $T_2$  略低于

$S_1$  且  $k_{hRISC}$  与  $k_{IC}$  相近，低温时内转换  $T_2 \rightarrow T_1$  占优，长寿命信号归因于  $T_1$  磷光，室温因非辐射加速而不显现。



总之，以蒽为核心合成热激子材料  $pTCN$  与  $mTCN$ ，薄膜均呈高 PLQY 深蓝光。因取代位点不同， $pTCN$  中  $T_n$  略高于  $S_1$ ，放热 hRISC 达  $1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  并抑制内转换，非掺杂器件  $EQE_{max}$  20.3%，CIE(0.153,0.073)； $mTCN$  因  $T_n$  低于  $S_1$ ，hRISC 受限， $EQE_{max}$  仅 5.3%。结果强调快速三线态到单线态转化对高效非掺杂蓝光 OLED 至关重要。

相关研究成果以 “Non-doped hot exciton blue organic light-emitting diodes with efficiency over 20%” 为题发表在 *National Science Review* 上，其中通讯作者为俞越副教授、应磊研究员、马於光教授，第一作者为李明珂和李宇龙博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金 (52503365、92463310)、广东省基础与应用基础研究基金 (2024A1515110241)、国家重点研发计划

(2024YFF1504700) 以及广东省分子聚集发光重点实验室基金 (2023B1212060003) 的资助。

## 李远研究员团队：芳香化硝酸自由基 Spiro-O8 赋能石墨负极实现高性能钾离子电池

钾离子电池因钾资源丰富、石墨嵌钾理论容量高而被视为实现大规模储能的潜在应用技术。然而，天然固态电解质界面脆弱、 $K^+$ -溶剂共嵌易导致石墨层剥离，电池循环寿命与倍率性能严重受限。因此，如何具有构建稳定的高离子导通的人工界面层成为突破瓶颈的关键。

李远研究员团队在前期报道了 Spiro-O8 等一系列无空间位阻基团保护基团的芳香化硝酸自由基 (J. Mater. Chem. A, 2017, 5, 3780-3785; Sci. China Chem., 2019, 62, 1656-1665; Angew. Chem.Int. Ed., 2022, 61, e202113653; Angew. Chem.Int. Ed., 2021, 60, 26718-26724), 发现这类材料展现出优异的空气和电化学稳定性。其稳定性来源于这类自由基丰富的共振形式，包括其类似硝基的闭壳共振结构，及其未成对电子分别位于偶数和奇数位置的单线态和三线态基态的开壳结构。

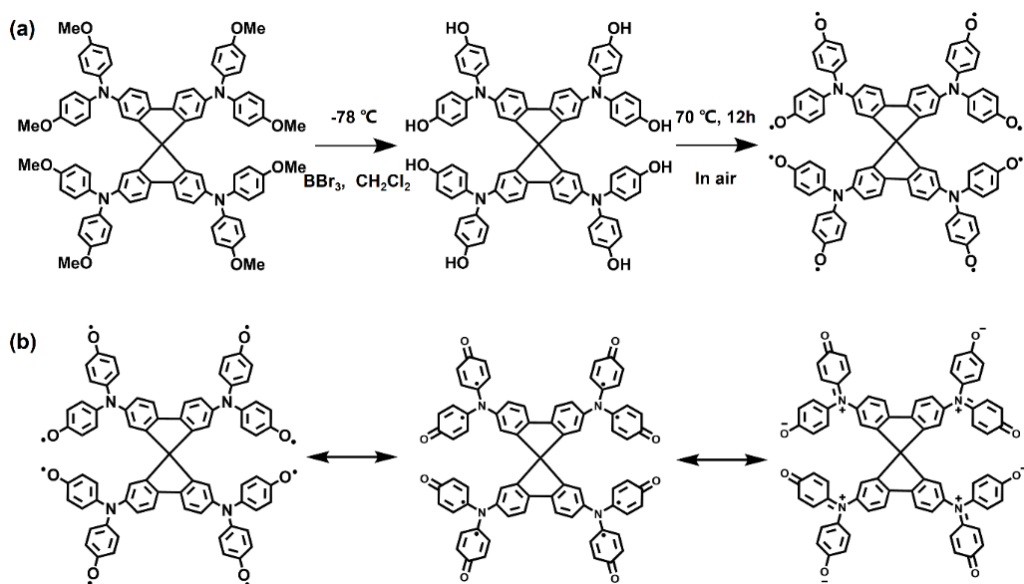


图 1 Spiro-O8 自由基的合成及其共振结构

在本研究中，合作研究团队提出“机械化学诱导自由基耦合”策略：以多自由基 Spiro-O8 为“分子胶”，在球磨过程中与石墨碳自由基发生化学键合，形成 Spiro-O8-C 界面层；该界面层表面酚氧自由基进一步诱导 KFSI 盐分解，原位生成约富无机组分外层，构筑“有机-无机”双界面保护层。经此工艺改性的石墨负极 (Spiro-O8@Gr) 在 1 M 低浓度电解液中即可实现：1) 可逆比容量  $241.0 \text{ mAh g}^{-1}$  ( $100 \text{ mA g}^{-1}$ ，接近理论值)；2) 600 圈后容量保持率 89.4%， $1 \text{ A g}^{-1}$  大电流下 1500 圈仍输出  $120 \text{ mAh g}^{-1}$ ；3) 抑制  $\text{K}^+$ -溶剂共嵌， $\text{K}^+$ 扩散系数提升 2.3 倍，界面电荷转移阻抗下降 46%。

本研究针对石墨负极在 1 M 低浓电解液中  $\text{K}^+$ -溶剂共嵌与脆弱 SEI 双重失效瓶颈，提出“机械化学-自由基耦合”一次性成膜策略：将 Spiro-O8 多自由基与石墨共球磨，石墨生成的碳自由基与酚氧自由基偶联，原位生长约 8.7 nm 非晶有机内层；该层残余酚氧位点继续诱导 KFSI 分解，自催化沉积约 3.1 nm 富 KF 无机组分外层，构筑“内柔外刚”双膜。外膜阻断溶剂共嵌并提升  $\text{K}^+$

迁移，内膜缓冲体积变化，协同实现  $241 \text{ mAh g}^{-1}$  可逆容量、600 圈 89.4 % 保持率及  $1 \text{ A g}^{-1}$  下 1500 圈稳定循环；原位 XRD 与 HRTEM 证实仅发生可逆 K-GIC 相变，而无层间剥离，全电池能量密度达到  $186 \text{ Wh kg}^{-1}$ ，循环 100 圈后容量保持率 93.3%。该研究工作为低浓电解液石墨负极长寿命钾离子电池负极的设计和开发提供了有效的策略。

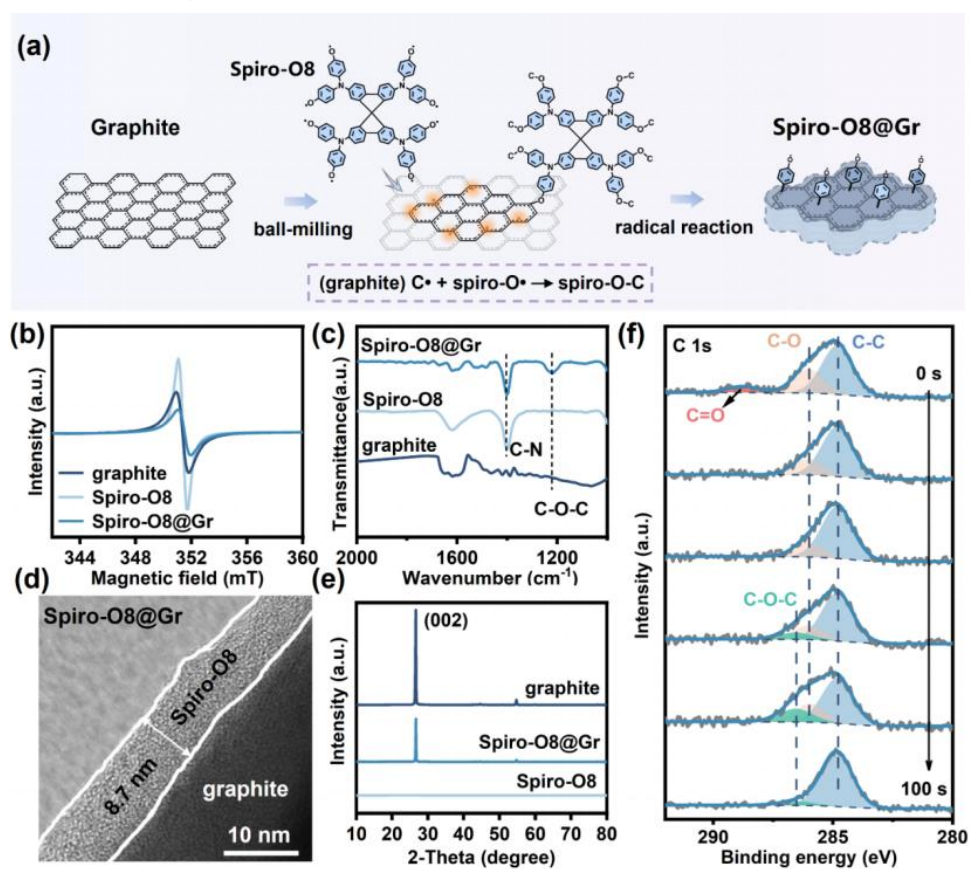


图 2 (a) Spiro-O8@Gr 合成过程示意图；(b) 球磨石墨、Spiro-O8 及 Spiro-O8@Gr 的 ESR 谱图；(c) FTIR 谱图；(d) Spiro-O8@Gr 的 HRTEM 图像；(e) 石墨、Spiro-O8 及 Spiro-O8@Gr 的 XRD 图；(f) Spiro-O8@Gr 的 C1s XPS 深度分布图

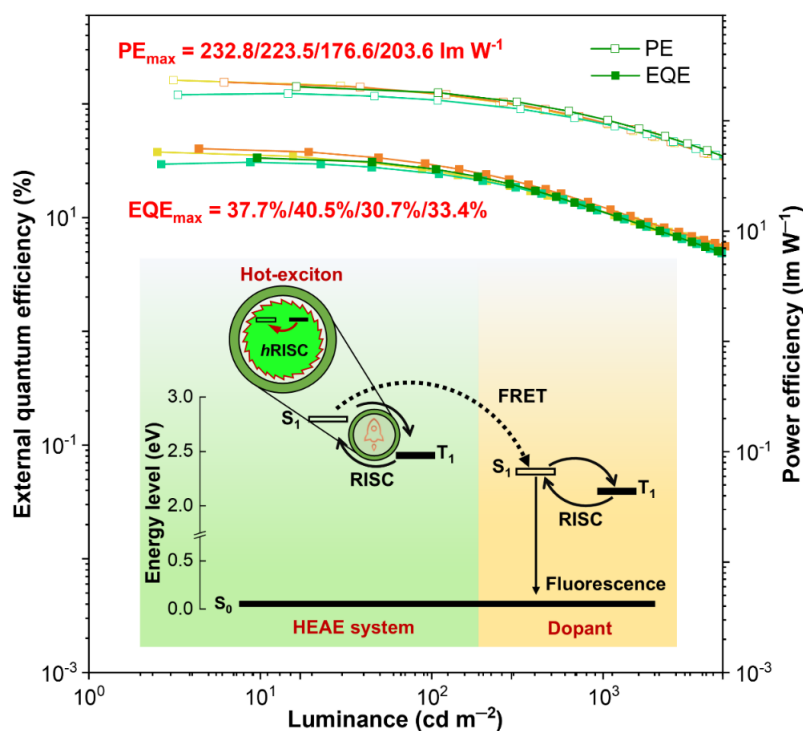
该研究工作以 “*Interfacial Radical Reaction Enables High-Performance Graphite Anode for Potassium-Ion Batteries*” 为题发表

于国际知名化学期刊 *Angewandte Chemie International Edition*。  
论文通讯作者为华南理工大学熊训辉教授及李远研究员；共同第一作者为林建豪、丁晓波、曾欣悦。该研究获国家自然科学基金（22375065, 5255000382, 52322406, 52264035）、国家重点研发计划（2024YFB3612400）等项目资助。

## 王志明教授团队：热激子材料辅助的激基复合物体系（HEAE） 实现高功率效率 OLED

有机发光二极管（OLED）因其可柔性、高分辨率和高对比度等优势，在显示与照明领域得到广泛应用。在节能意识日益增强的背景下，市场对低功耗电子产品的需求持续攀升。功率效率（**Power Efficiency, PE**）是描述 OLED 功耗的重要参数，它与外量子效率（EQE）、平均光子能量（ $\bar{E}$ ）和驱动电压（U）相关，在  $\bar{E}$  相同的情况下，提高 EQE、降低 U 即可获得更高的 PE。

激基复合物是一种通过供体分子与受体分子之间的电荷转移作用形成的发光体系。通常，供体为空穴主导的注入/传输材料，受体为电子主导的注入/传输材料。因此，发光层与相邻功能层之间的能级势垒较小，在 OLED 中表现为较低的驱动电压和工作电流密度，激基复合物是实现低 U 的理想候选体系。然而，激基复合物基 OLED 中激子猝灭严重，要实现高 EQE 仍较困难，PE 值  $\geq 200 \text{ lm W}^{-1}$  的 OLED 仍较少见。



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利用热激子材料构筑了新型的激基复合物体系，并通过敏化窄发射材料实现了一系列高功率效率的 OLED，有望拓展热激子材料在构筑高性能 OLED 领域的应用。

针对激基复合物体系 EQE 偏低的核心瓶颈，可通过引入额外的反向系间窜越 (RISC) 通道，回收供体或受体上局域复合的激子能量改善。热激子材料因具备快速的高能级 RISC 通道，理论上可实现上述激子回收策略；然而目前已报道的、引入热激子材料的激基复合物体系仍较少，且尚无将热激子材料作为供体优势的系统理论和实验相关研究。本工作将三种热激子材料作为供体，分别与经典受体材料 PO-T2T 配对，开发出一类热激子辅助的激基复合物 (Hot-Exciton-Assisted Exciplex, HEAE) 体系。在该体系中，具备快速高能级 RISC 通道的热激子材料可高效捕获三线态激子，并将能量传递给激基复合物，大幅提升激子利用率；

基于 HEAE 体系构建的 OLED，其最高 EQE 是传统激基复合物器件的 2 倍左右。在 HEAE 体系中，课题组首次提出利用热激子材料的最低三线态 ( $T_1$ ) 能级局域激发态 (LE) 特征，且其与激基复合物的电荷转移态 ( $^1CT$ 、 $^3CT$ ) 能级接近特征，使热激子材料的  $T_1$  能级与激基复合物的 CT 态之间可产生更强的自旋轨道耦合 (SOC) 效应，从而有效加速激基复合物的 RISC 过程，并利用磁电致发光测试结果直接证实了该效应的存在。

此外，研究发现 HEAE 体系具有宽而分布均匀的激子复合区，这也是该体系系列 OLED 普遍具备高功率效率特性的核心原因之一。基于该体系的独特优势，我们选取四种具有高光致发光量子效率的窄带发光材料作为发光客体，制备了四类敏化型 OLED 器件。器件性能结果显示，其最高 EQE 分别为 37.7%、40.5%、30.7% 和 33.4%，最高 PE 分别为 232.8、223.5、176.6 和 203.6  $\text{lm W}^{-1}$ ，是目前已报道 OLED 中的 PE 最高纪录。上述结果表明，HEAE 体系为开发高功率效率 OLED 器件提供了一种全新且高效的技术路径。

相关研究成果以“*Ultra-High Power Efficiency Organic Light-Emitting Diodes Based on Hot-Exciton-Assisted Exciplex (HEAE) System*”为题发表在 *Materials Horizons* 上，其中通讯作者为张翰博士和王志明研究员，第一作者为娄敬丽博士生，何俊伟博士生和李保玺博士为共同一作。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 (2023B15150003)、云南省科技厅重点项目 (202303AC100021)、发光材料与器件国家重点实验室自

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。

## 马於光教授团队：基于共振结构调控实现紫光窄发射 OLED

供体-受体 (D-A) 结构设计策略是有机发光二极管 (OLED) 中开发高性能发射体的有效方法。然而 D-A 结构分子的光谱容易因供体和受体之间的能量失配导致展宽，最大半峰宽变大 (FWHM)。同时，它们的光谱表现出对环境 (如溶剂、主体材料、聚集) 的敏感性，无法满足超高清显示对宽色域和低能耗需求。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的俞越副教授、马於光院士团队通过调节给受体平衡共振态，设计并合成了 BO-2Cz，在不同溶剂和 OLED 器件中实现了稳定的短波长窄光谱。BO-2Cz 单掺杂器件在 404 nm (FWHM=31 nm) 处实现了紫光电致发光，CIE 坐标 (0.162,0.017)，最大外量子效率为 7.3%，同时实现了短波长和窄发射。

这项工作借鉴了菁染料的模型，尝试从共振结构调制的角度理解多重共振材料的窄光谱性质。因此基于 DOBNA 受体，咔唑给体合成了 BO-2Cz 和 TB-tCz 两种分子，而这两种分子的共振结构差异，导致它们表现出不同的环境抗性，其中 BO-2Cz 具有较好的环境抵抗性能，这种环境抵抗性与孤子特征有关。如图 1 所示，TB-tCz 的光谱随着溶剂极性变化表现为明显的光谱展宽

以及峰位红移，但 BO-2Cz 的光谱几乎不随溶剂环境发生变化。同时，为了量化两者共振结构的差异，本文引入了共振参数  $c^2$  作为标准， $c^2$  越接近 0.5 说明越接近平衡共振结构，计算结果表明，TB-tCz 的  $c^2$  值为 0.03，BO-2Cz 的  $c^2$  值为 0.45，说明 BO-2Cz 中的两种共振结构贡献更平衡。此外 BO-2Cz 掺杂器件的 EL 峰位于 404 nm，FWHM 为 31 nm，对应的 CIEy 值达到 0.017，最大外量子效率 (EQEmax) 为 7.3%，是紫蓝色域内的最高值之一。通过借鉴简单的菁染料双态模型，本工作为理解材料的光谱性质和结构之间的关系提供了一个新的视角，对设计新型窄发射材料具有一定的启发。

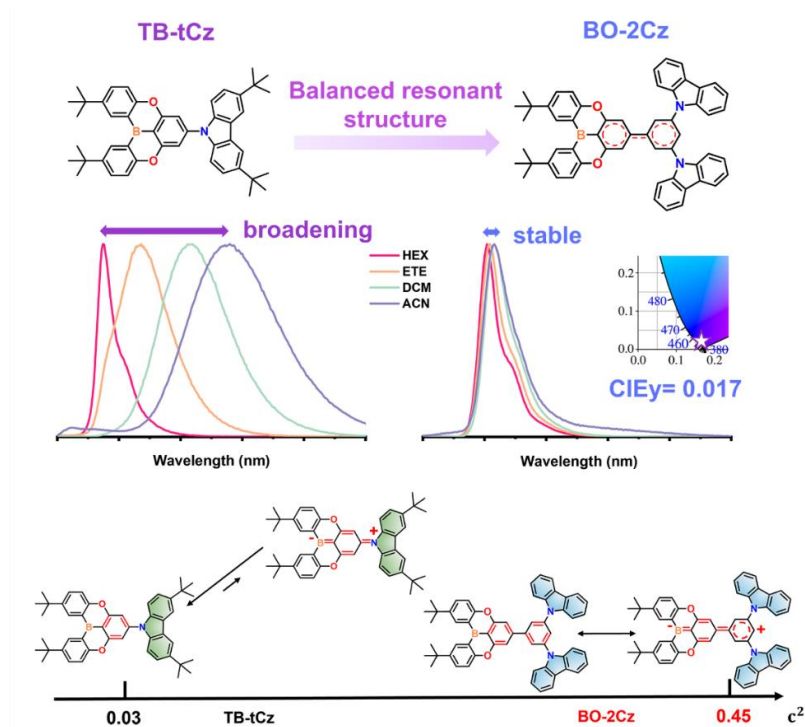


图 1. BO-2Cz 和 TB-tCz 的结构、溶剂化光谱、器件 CIE 坐标、共振结构示意图以及  $c^2$

相关研究成果以“*Modulating the Resonance Structures Toward Highly Efficient Violet-Blue Organic Light-Emitting Diodes with*

*Narrow Emission*”为题发表在 *Chemical Science* 上，其中通讯作者为俞越副教授，第一作者为博士生王馨瑜。该研究工作得到了国家重点研发计划项目、国家自然科学基金项目、广东省基础与应用基础研究基金项目、广东省分子聚集体发光重点实验室项目资助。等科研项目的资助。

## 新型显示、探测与成像

### 王伟超&周博&张勤远教授团队：基于高透明微晶玻璃实现无封装、高 QE 的近红外二区光源

近红外二区（NIR-II，1000–1700 nm）发光因其组织散射小、穿透深度大、信噪比高等优点，在生物学成像、无损检测与夜视探测等领域具有重要应用前景。随着这些应用从实验室验证向实际场景推进，对近红外光源在输出功率、光谱覆盖、热稳定性以及器件微型化与集成度方面提出了更高要求。现有近红外光源多由蓝光发光二极管（LED）激发荧光转换材料实现，其中  $\text{Cr}^{3+}/\text{Ni}^{2+}$  共掺能量传递体系被视为在蓝光激发下覆盖 NIR-II 宽带发射的可行途径。然而，该体系性能高度依赖基体的晶相与局域结构。更关键的是，当前构建荧光转换 LED（pc-LED）普遍依赖聚合物封装；在 NIR-II 波段，封装材料的本征吸收与低热导率严重限制了器件在高功率条件下的输出、光谱稳定性与长期可靠性。因此，仅在器件层面改进难以突破根本瓶颈。开发一种无需聚合物封装、可直接与芯片集成的整体式高性能荧光转换体，对实现紧凑、稳定、高可靠

的 NIR-II 光源至关重要。

华南理工大学王伟超、周博、张勤远教授团队基于玻璃成分设计与相图调控，提出以高结晶度透明微晶玻璃作为整体式转换器的无封装 NIR-II 光源方案，成功制备并演示了近红外二区微晶玻璃转换发光二极管（GCc-LED）。该工作从材料设计源头切入，解决了传统 pc-LED 对封装材料的依赖，为突破 NIR-II 光源在结构集成、热管理与长期可靠性方面的限制提供了新路径。

研究团队以玻璃形成区与相图为理论依据，系统分析  $\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$  体系及  $\text{Ga}_2\text{O}_3-\text{MgO}$  相图，指导微晶玻璃的成分设计与结晶行为调控，成功制备出结晶度高达 83.46% 且透明度优异的  $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Cr}^{3+}/\text{Ni}^{2+}$  透明微晶玻璃（图 1）。该材料可作为单片、刚性的一体化荧光转换器直接与蓝光 LED 芯片集成，从物理结构上消除了对聚合物封装的需求，从根本上避免了封装材料带来的光吸收与散热障碍。

通过精确调控基体的晶相分布与离子配位环境，实现了  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Ni}^{2+}$  之间的高效能量传递，使材料在 NIR-II 波段获得了宽光谱、稳定且高效的发射（图 2）。该材料的外量子效率达到 49.4%，在同类无封装、单片集成的微晶玻璃光源中表现突出。此外，高结晶度微晶玻璃相较于有机封装材料与常规玻璃具有更高的热导率，有利于器件散热，显著缓解传统 pc-LED 的热积累问题，从而提升热稳定性与运行可靠性。

基于该微晶玻璃转换器构建的 GCc-LED 器件，在标准驱动电流（320 mA）下实现了 114.1 mW 的 NIR-II 光输出，展现出作为紧凑型光源的实用功率水平，验证了材料-器件协同设计策略

的有效性。更重要的是，所构建的无封装器件在 NIR 无损检测、夜视成像和生物成像等对光源尺寸、稳定性与集成度有严格要求的应用中表现优异（图 3），凸显其在实际微型化光电系统中的应用潜力。

相关成果以“*A High-Crystallinity Transparent Glass-Ceramic Enables Encapsulant-Free, High Quantum Efficiency NIR-II Miniature Light Source*”发表在 *Advanced Functional Materials*。论文通讯作者为王伟超、周博教授，第一作者为博士生张平。研究得到国家自然科学基金（52130201、52572004）、广州市基础与应用基础研究基金（2024 A04 J 4226）及发光材料与器件全国重点实验室（Skllmd-2024-3，Skllmd-2025-11）的资助。

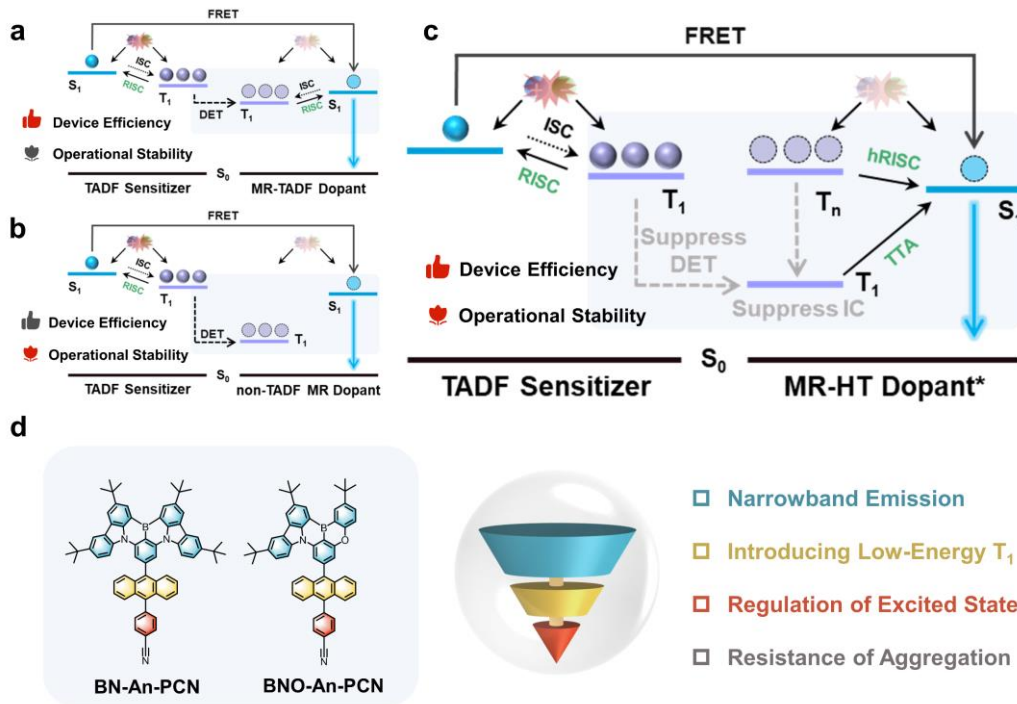
### 王志明研究员团队：同步激活 MR 材料中的热激子与 TTA 过程实现高效稳定的窄带 OLED 器件

当前超高清显示的有机发光二极管（OLED）研发已成为前沿方向，其核心挑战在于实现有机发光材料的窄发射。多重共振热活化延迟荧光（MR-TADF）材料因其结构多样、光色可调和能高效利用三线态激子，已成为研发的理想方案。然而，由于长寿命三线态激子易发生湮灭过程，基于 MR-TADF 的 OLED 在高亮度下仍面临显著的效率滚降和器件寿命不足的挑战。

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成功开发了兼具热激子（Hot-Exciton）和三线态-三线态湮灭（TTA）特性的多重共振（MR）材料 BN-An-PCN 和 BNO-An-PCN，它们可统称为 MR-HT 材料。它们与其对应的母

核材料相比在器件中能实现更低的效率滚降。在寿命测试中，BN-An-PCN 在初始亮度  $1000 \text{ cd m}^{-2}$  下的  $\text{LT}_{50}$  寿命为 310 h，是 tBCzBN 掺杂器件的 4.2 倍。该实验成果证明了 MR-HT 材料在构建兼具高效率，长寿命和低滚降的窄发射 OLED 的应用潜力。

由于长寿命三线态激子易发生湮灭过程（如三线态-三线态湮灭(TTA)和三线态-极化子湮灭），导致基于 MR-TADF 的 OLED 在高亮度条件仍面临效率滚降严重与器件寿命不足的问题。课题组基于经典 MR-TADF 材料（tBCzBN 和 BNO）同时引入蒽和苯氰基基元，成功开发了兼具热激子（Hot-Exciton）和 TTA 特性的 MR 材料 BN-An-PCN 和 BNO-An-PCN，它们可统称为 MR-HT 材料。它们在保留了低于 30 nm 半峰宽的窄发射的同时，极大缩短了 MR 材料的三线态激子寿命。随后在 OLED 器件制备中，在 TADF 敏化体系中引入 Hot-Exciton 的高能级反向系间窜越过程（hRISC）与 TTA 上转换过程，实现了多通道三线态激子的高效利用和回收。这种对三线态激子的精细控制在缓解窄发射器件的效率滚降和延长器件运行寿命方面效果尤为显著。它们与其对应的母核材料（tBCzBN 和 BNO）相比在器件中具有更低的效率滚降。在寿命测试中，BN-An-PCN 在初始亮度  $1000 \text{ cd m}^{-2}$  下的  $\text{LT}_{50}$  寿命为 310h，是 tBCzBN 对照器件的 4.2 倍。这些结果充分证明了 MR-HT 材料在构建兼具高效率，长寿命和低滚降的窄发射 OLED 的应用潜力。



兼具 Hot-Exciton 和 TTA 过程的 TADF 敏化体系的激子过程示意图和 BN-An-PCN 和 BNO-An-PCN 的材料设计

相关研究成果以“*Achieving High-Efficiency and Stable Narrowband Organic Electroluminescence via Synchronously Activating Hot-Exciton and Triplet-Triplet Annihilation Processes in Multi-Resonance Emitters*”为题发表在 *Advanced Functional Materials* 上，其中通讯作者为王志明研究员，第一作者为肖陈发博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金等科研项目的资助。

### 段春晖教授团队：基于 n-型小分子半导体的短波红外有机光探测器

短波红外光（1-3  $\mu\text{m}$ ）具有独特的大气穿透能力，在夜视、遥感、自动驾驶等领域应用广泛。然而，传统无机探测器面临工艺复杂、成本高昂、机械刚性等瓶颈。有机半导体材料凭借其柔

性、轻量及溶液加工优势成为新兴替代方案，其中 n-型小分子因结构明确、高结晶性、优异电子传输和低缺陷态等特性，展现出突出的发展潜力。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室段春晖教授课题组受邀在 *Materials Horizons* 上发表综述，系统总结基于 n-型小分子半导体的短波红外有机光探测器研究进展，重点探讨窄带隙材料的设计策略与性能提升路径。

针对短波红外有机光探测材料稀缺、非辐射复合严重、暗电流过高等关键难题，作者从材料设计与器件优化两个层面系统阐述了性能提升路径。在材料设计方面，作者聚焦窄化带隙这一核心目标，围绕分子内电荷转移强化和醌式结构引入两条主线展开讨论：前者通过构筑强给/吸电子单元有效降低带隙，后者则借助醌式共振效应扩展吸收，并利用刚性骨架抑制振动损耗减少非辐射复合。在此策略下，分子设计呈现多条技术路线并行发展的格局：早期以 A-D-A 型稠环分子为代表，随后发展的 A-DA'D-A 型和 A- $\pi$ -A'- $\pi$ -A 型等部分稠合或非稠合结构实现了带隙进一步收窄与器件效率的协同提升。在器件工程方面，作者从活性层形貌调控、界面修饰和光学管理三个维度，系统评估了优化激子解离、抑制暗电流和增强光吸收的有效策略。此外，垂直成分梯度器件等创新结构为光谱选择性探测提供了新思路。在此基础上，作者进一步综述了有机短波红外光探测技术在生物传感、光谱分析、成像系统、光通信等领域的应用探索。最后，作者指出，尽管有机短波红外光探测技术已取得重要突破，未来仍需进一步降低暗电流、提升稳定性并拓展响应波段，推动该技术向高性能、低成

本和实用化方向迈进。

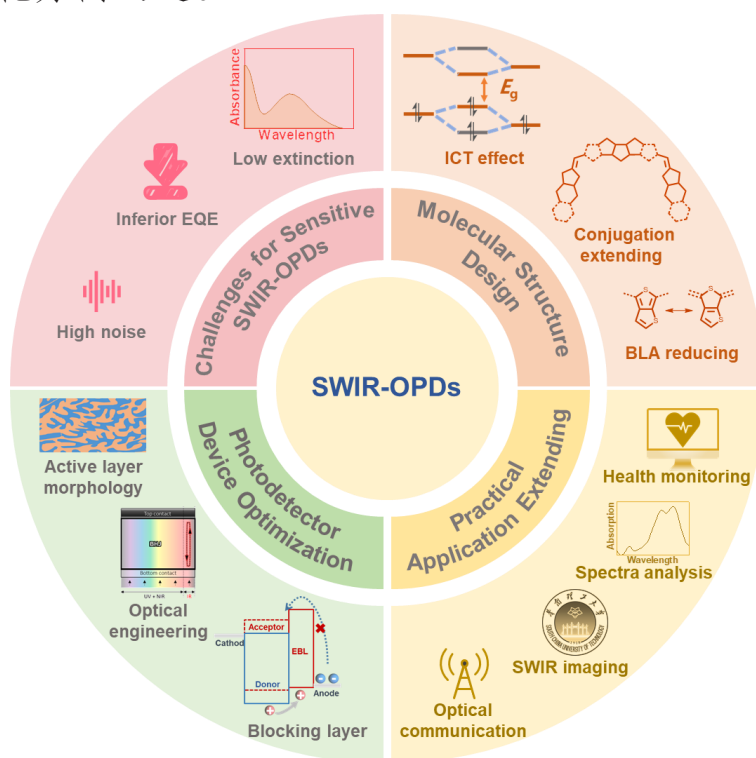


图 1. 短波红外有机光探测器的挑战与研究进展

相关研究成果以“*Short-wave infrared organic photodetectors based on n-type small molecular semiconductors*”为题发表在 *Materials Horizons* 上，其中通讯作者为段春晖教授，第一作者为尹冰艳博士。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、广东省基础与应用基础研究基金和中国博士后科学基金等科研项目的资助。

## 有机光伏材料与器件

段春晖教授团队：调控线性共轭聚合物聚集行为实现高效率有机太阳能电池

有机太阳能电池因轻质、柔性及可溶液加工等优势，成为下一

代光伏技术的有力候选者。然而，高性能材料往往复杂结构、成本高昂，这成为制约其产业化的关键瓶颈。线性共轭聚合物虽具有结构简单、合成便捷、成本低廉的优势，但其活性层形貌难以精准调控，器件性能始终与复杂材料体系存在差距。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的段春晖教授课题组通过精准调控线性共轭聚合物在溶液中的聚集行为及其固态薄膜形貌，成功实现了基于低成本聚合物材料有机太阳能电池效率突破，为发展高性能、低成本光伏技术提供了新路径。

该工作设计合成了不同氯取代比例的 PTTz-Cl<sub>x</sub> 系列聚合物。氯原子的引入不仅有助于调节能级，其参与的 Cl $\cdots$ S 非共价相互作用还可增强分子平面性和链间堆积，从而系统调控聚合物在溶液中的聚集状态及结晶动力学。

随着氯取代比例增加，聚合物的溶液聚集能力逐步增强，但与受体的热力学相容性相应下降。适度氯取代的 PTTz-Cl<sub>50</sub> 在聚集能力与相容性之间取得了最佳平衡，使给体与受体在成膜过程中能够有序组装，最终形成相区尺寸适中、界面丰富的双连续互穿网络结构。这种形貌促进了高效的激子解离、平衡的电荷传输，并抑制了非辐射复合。基于 PTTz-Cl<sub>50</sub> 的有机太阳能电池实现了 20.42% 的光电转换效率。器件在持续光照 400 小时后仍保持 80% 的初始效率，并展现出对绿色溶剂体系的良好加工适应性。

这项工作不仅刷新了线性共轭聚合物有机太阳能电池的效率纪录，更揭示了聚集行为-成膜动力学-活性层形貌-器件性能之间

的构效关系，为设计高性能、低成本有机光伏材料提供了指导。

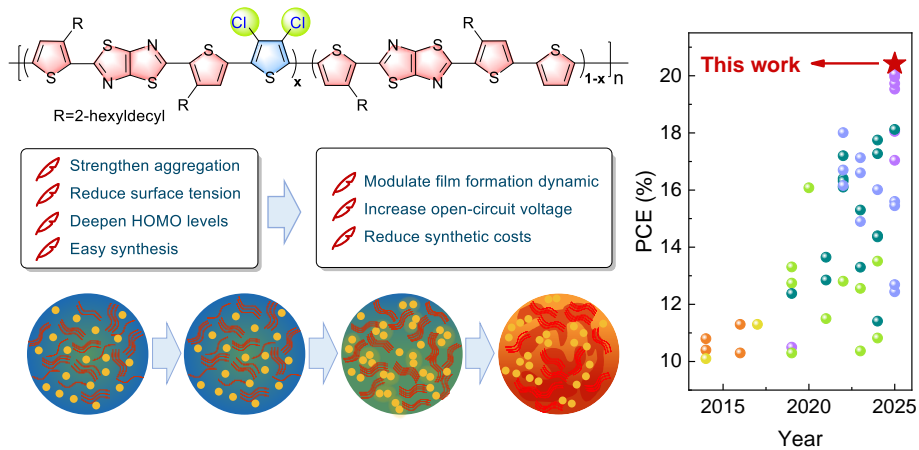


图 1. 线性共轭聚合物设计及有机太阳能电池效率统计

相关研究成果以“*Chlorination-controlled aggregation and film-formation kinetics enabling high-efficiency organic solar cells with low-cost linear conjugated polymers*”为题发表在 *Nature Communications* 上，其中通讯作者为华南理工大学段春晖教授、吴宝奇博士，武汉工程大学刘治田教授及中国散裂中子源王黎明博士。第一作者为华南理工大学尹冰艳博士和武汉工程大学陈志力博士。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、广东省科技计划、广东省基础与应用基础研究、广东省创新创业研究团队以及中国博士后科学基金等科研项目的资助。

## 无机发光与光纤激光

### 董国平教授团队：复合玻璃微腔中实现上转换与倍频激光同步输出

随着信息技术不断追求更高的传输速率、集成密度与能效水平，集成光子学已成为下一代信息技术的核心方向之一。传统光

学微腔虽具备优异的光场局域能力，却往往局限于单一光子行为，难以在同一器件中实现多功能光场调控，成为光子集成系统向多功能演进的主要瓶颈。因此，如何在单个微腔内协同激发多种光子过程，成为推动集成光子学从概念走向应用的关键命题。

近日，华南理工大学发光材料与器件全国重点实验室的董国平教授课题组利用晶体复合玻璃制备的微球腔，实现上转换激光与宽带倍频激光的同步输出，有望拓展多功能集成光子芯片领域的应用。

现有微腔功能集成度低，大多仅支持单一光学过程（如上转换激光或二次谐波产生），难以满足量子信息、光通信等领域对多波长协同输出的需求。尽管已有研究尝试通过材料复合实现功能集成，但稀土掺杂上转换材料与非线性材料间的兼容性与制备工艺复杂性仍是制约其发展的主要瓶颈。

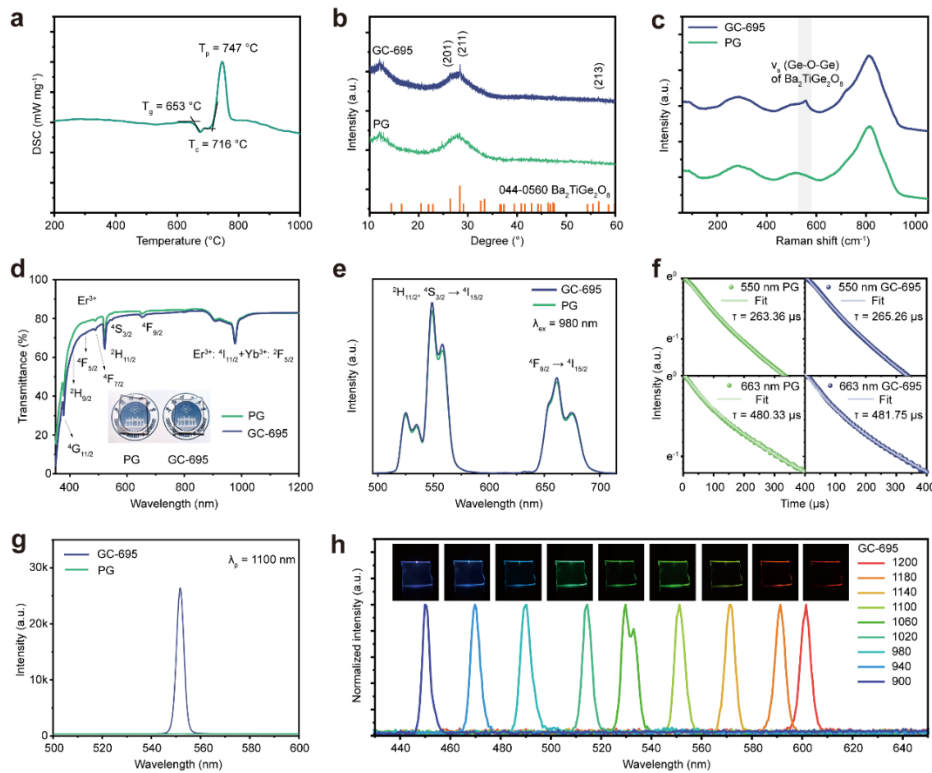


图 1. 块状玻璃性能表征

针对该难题，团队通过精准可控的热处理工艺，在 Er/Yb 共掺的低声子能量锗酸盐玻璃中原位析出具有强二阶非线性的  $\text{Ba}_2\text{TiGe}_2\text{O}_8$  微晶。析晶前后材料的光学透过率、上转换荧光强度及寿命无明显衰减，表明非线性晶相的引入未影响稀土离子发光效率。同时，微晶的无序分布满足“随机准相位匹配”机制，使复合材料具备高效的宽带二次谐波产生能力。基于此材料，团队制备出直径 30 微米的微腔，将锥形光纤近场耦合与飞秒激光自由空间泵浦相结合，在单个微腔中同步实现了上转换激光（绿光/红光）与宽带倍频激光输出，双模式信号间无明显干扰。通过调节泵浦波长与功率，输出激光的色坐标可在宽范围内连续调控，并可实现近白光激光输出，展现了该器件在可调谐多色激光领域的应用潜力。

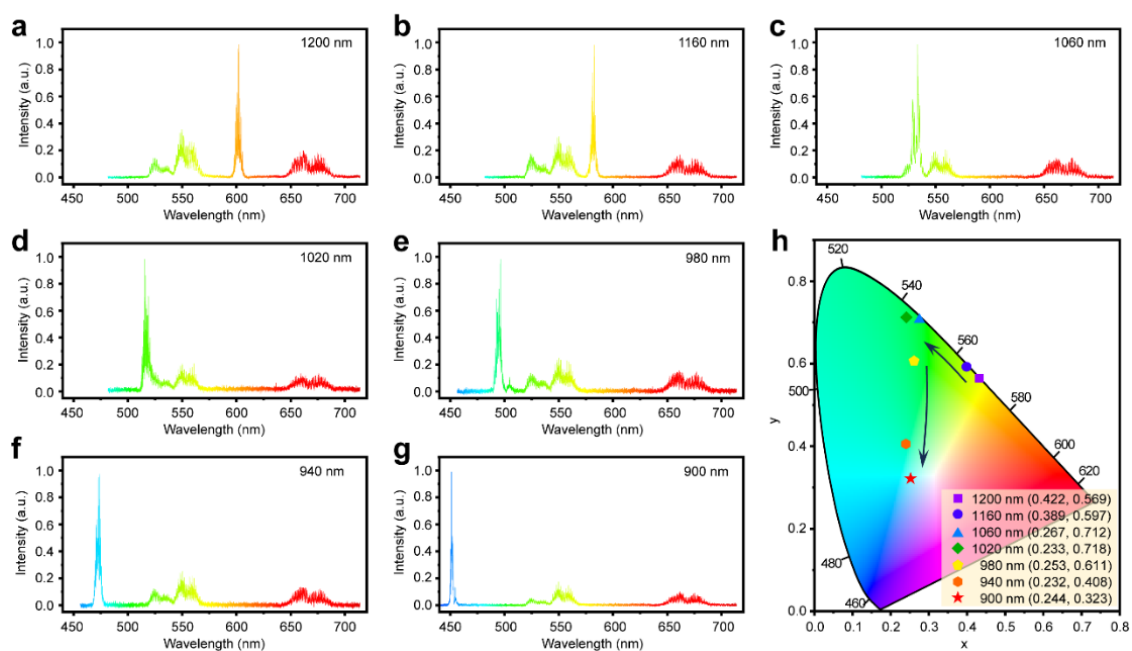


图 2. 微腔上转换与倍频激光同步输出

相关研究成果以 “*A monolithic microcavity laser with simultaneous upconversion and frequency-doubled lasing via crystal-*

*in-glass engineering*”为题发表在 *Light: Science & Applications* 上，其中通讯作者为董国平教授，第一作者为叶昇达博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金委员会(52572162, 52572006, 62205109, 62405092)、发光材料与器件全国重点实验室(Skl1md-2024-12)、广东省基础与应用基础研究基金(2025A1515010444)等科研项目的资助。

## 前沿交叉

### 黄飞教授团队：有机锂电池研究重大突破

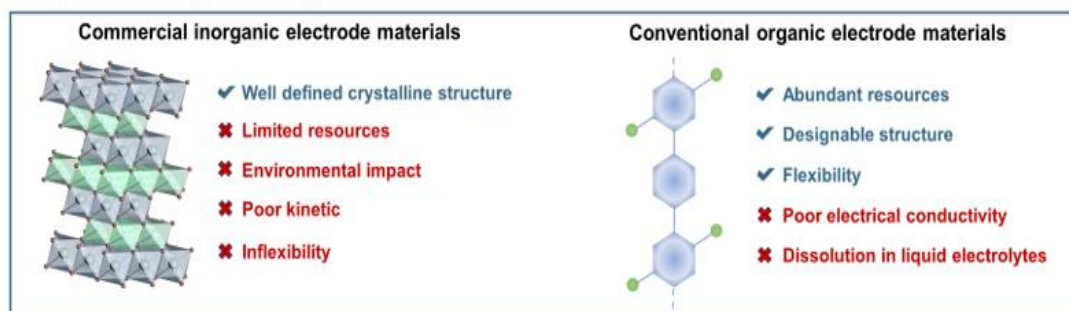
在全球科技革命与能源结构转型的双重驱动下，锂电池作为现代能源体系的“能量心脏”，其战略价值持续凸显。在国家“双碳”目标引领下，开发兼具高安全、高比能、环境友好特征的新型电池技术，已成为全球科研与产业界关注的焦点。目前商用锂电池多采用钴、镍等无机矿物作为正极材料，面临资源紧张、安全性不足及柔性差等挑战。相比之下，有机电极材料来源广泛、结构可设计、具有本征柔韧性，被视为下一代绿色电池的理想候选材料。然而，其本征导电性差，面临难以实现高负载电极制备等问题，长期制约其实用化进程。

光电高分子兼具无机半导体的光电特性与有机高分子的加工、柔性等优势，已成为全球科技与产业竞争的核心领域之一。黄飞教授团队长期致力于光电高分子研究，于 2022 年创新性提出“氧化聚合-还原掺杂”相结合的合成新策略，成功制备出兼具超高导电率与优异空气稳定性的 n 型导电高分子聚(苯并二呋喃

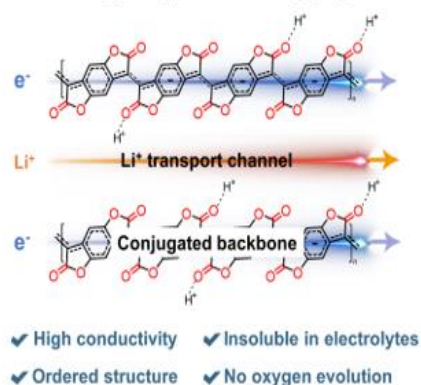
二酮)(PBFDO), 实现 n 型导电高分子领域的重大突破 (Nature, 2022, 611, 271), 并为导电高分子基电解电容器的国产化提供了关键技术支撑。

研究团队历经多年系统攻关, 进一步系统调控材料主链的电子载流子和锂离子的耦合行为, 成功开发出兼具高电子导电率、高比容量以及高锂离子扩散系数的有机正极体系。PBFDO 电极的电导率超过  $2000 \text{ S cm}^{-1}$ , 锂离子扩散系数高达  $10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , 可实现高达  $206 \text{ mg cm}^{-2}$  的电极质量负载和超过  $42 \text{ mAh cm}^{-2}$  的面容量 (图 1c), 有效突破了传统有机电极材料导电性差、高负载电极制备困难等关键技术瓶颈, 展示了有机电极材料在实用化储能系统中的可行性, 标志着有机电池技术从实验室研究向产业化应用迈出了实质性一步。

**a** Comparison of inorganic and organic electrode materials



**b** Our strategy: n-type conducting polymer



**c** Organic electrodes with high areal mass loading and areal capacity

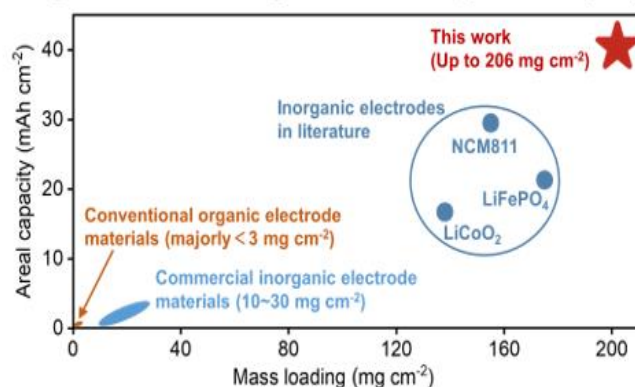


图 1. 高性能有机电极材料的设计策略

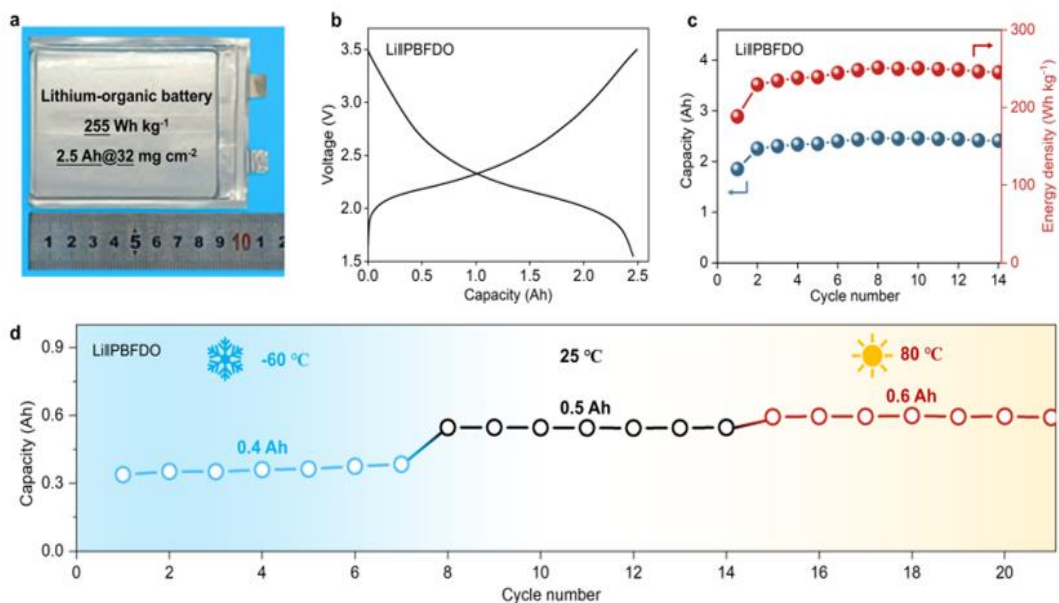


图 2. PBFDO 软包电池及电化学性能

如图 2 所示，研究团队进一步成功制备出安时级有机软包电池原型，该电池不仅在常温条件下循环稳定，更展现出在极端温度环境下的可靠工作能力，为下一代高性能、绿色可持续电池技术的发展开辟了新路径。

目前，团队正加快推进有机锂电池的实用化进程。n 型导电高分子 PBFDO 材料已获国家重点研发计划颠覆性技术创新专项论证支持，以及江海电容器、新宙邦等产业基金支持在聚镭光电（广州）新材料科技有限公司实现产业化，面向全球 100+ 科研院校/企业实现材料供应。

相关研究成果以“*Practical Lithium-Organic Batteries Enabled by an n-Type Conducting Polymer*”为题发表在 *Nature* 上，其中通讯作者为天津大学许运华教授和华南理工大学黄飞教授，第一作者为天津大学博士研究生李振飞与华南理工大学副教授唐浩然。该研究工作得到了教育部基础学科和交叉学科突破计划、国家自然科学基金、中国博士后基金、中央高校基

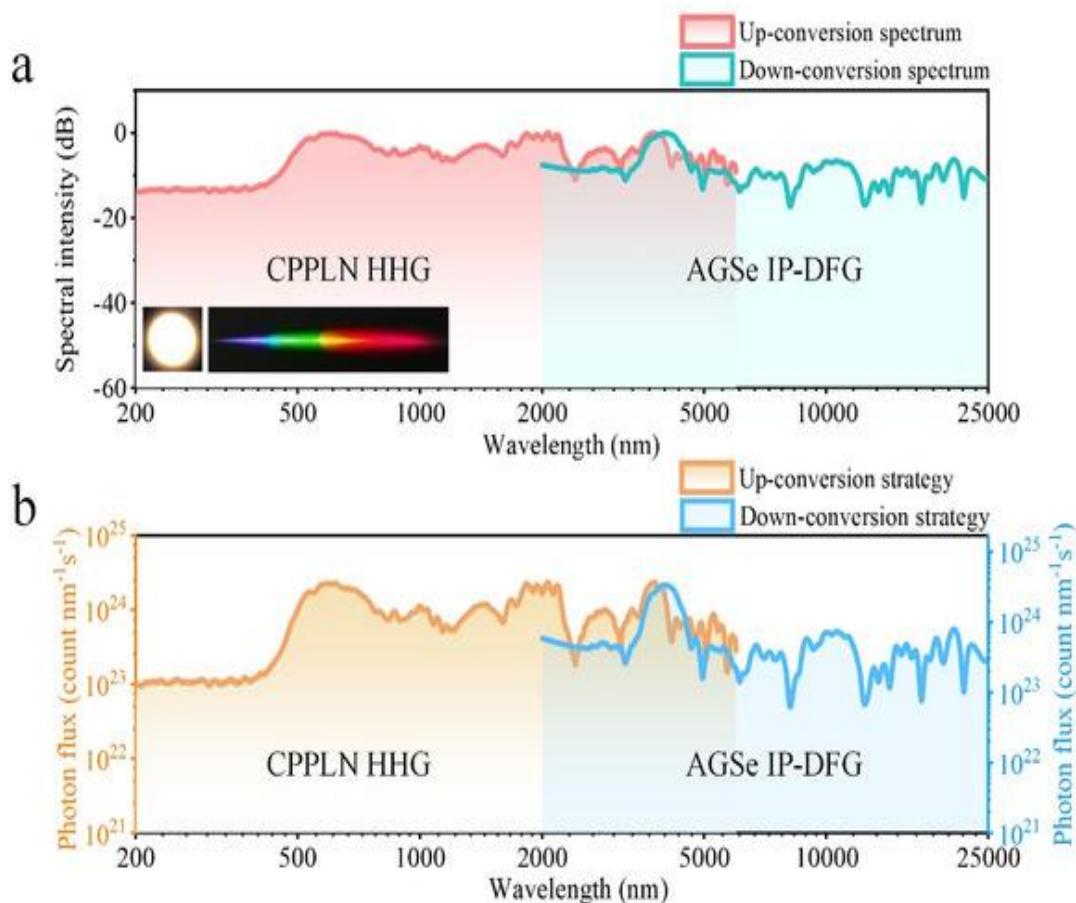
本科研业务费项目以及腾讯新基石科学基金科学探索奖的支持。

## 李志远教授团队：深紫外-可见-中远红外全谱段白光强激光创制

从原子的电子跃迁、分子的化学键振动，到晶体的晶格振动，不同的微观过程横跨从深紫外到远红外的不同特征波段。为了同步观测这些能量尺度迥异的微观过程，自激光诞生 60 余年来，科学界一直在追寻能够覆盖全光谱的激光光源。然而，传统激光光源存在光谱覆盖窄、脉冲能量不足、光谱平坦度低等问题，无法同时满足宽光谱、强脉冲、高平坦度的苛刻要求。

近日，发光材料与器件全国重点实验室固定成员李志远教授团队与中国科学院上海光机所李儒新院士团队合作，创造性地提出基于中红外飞秒强激光泵浦的“非线性频率上下转换协同”新策略，成功研制出覆盖 200-25000 nm 的 7 个倍频程、脉冲能量达 1 mJ、光谱平坦度达 17 dB 的超平坦全谱段白光强激光，突破了上述技术瓶颈。

这一突破有望开创“单源全谱、同步快照”的激光光谱学新范式，开辟高速摄谱技术和泵浦-探测超快光谱技术的新天地，为物理学、化学、材料学、生物学等基础科学研究以及生物医学成像、环境监测、工业检测等应用领域打开广阔前景。



## 非线性频率上、下转换协同实现高性能深紫外-中远红外全谱段 白光强激光

该白光激光系统采用 3.9  $\mu\text{m}$  中红外激光为桥接光源，通过上转换过程将短波边界推进至 200 nm 深紫外区域，通过下转换过程将长波边界延伸至 25  $\mu\text{m}$  远红外波段。团队创新设计的啁啾周期极化铌酸锂（CPPLN）晶体实现了 2-12 次高次谐波同时产生，上转换模块转换效率达 40%、输出能量 1.45 mJ；铌酸锂(LN)-硒镓银（AGSe）级联晶体架构的下转换模块转换效率达 18%、输出能量 0.75 mJ，综合技术指标远超同类型超连续激光装置。

整个系统的光子束流强度比同步辐射装置高出 7-8 个数量级，使得单个激光脉冲即可同时探测从深紫外电子跃迁、可见光电子

激发、近红外至中红外分子振动，到远红外晶格振动等跨越多个能量尺度的物理化学过程。

相关成果发表于国际顶级光学期刊 *Light: Science & Applications*。华南理工大学与中国科学院上海光机所联合培养的博士后洪丽红为论文的第一作者，实验室固定成员李志远教授、中国科学院院士李儒新为共同通讯作者。该研究工作得到了国家自然科学基金(12434016)等科研项目的资助。

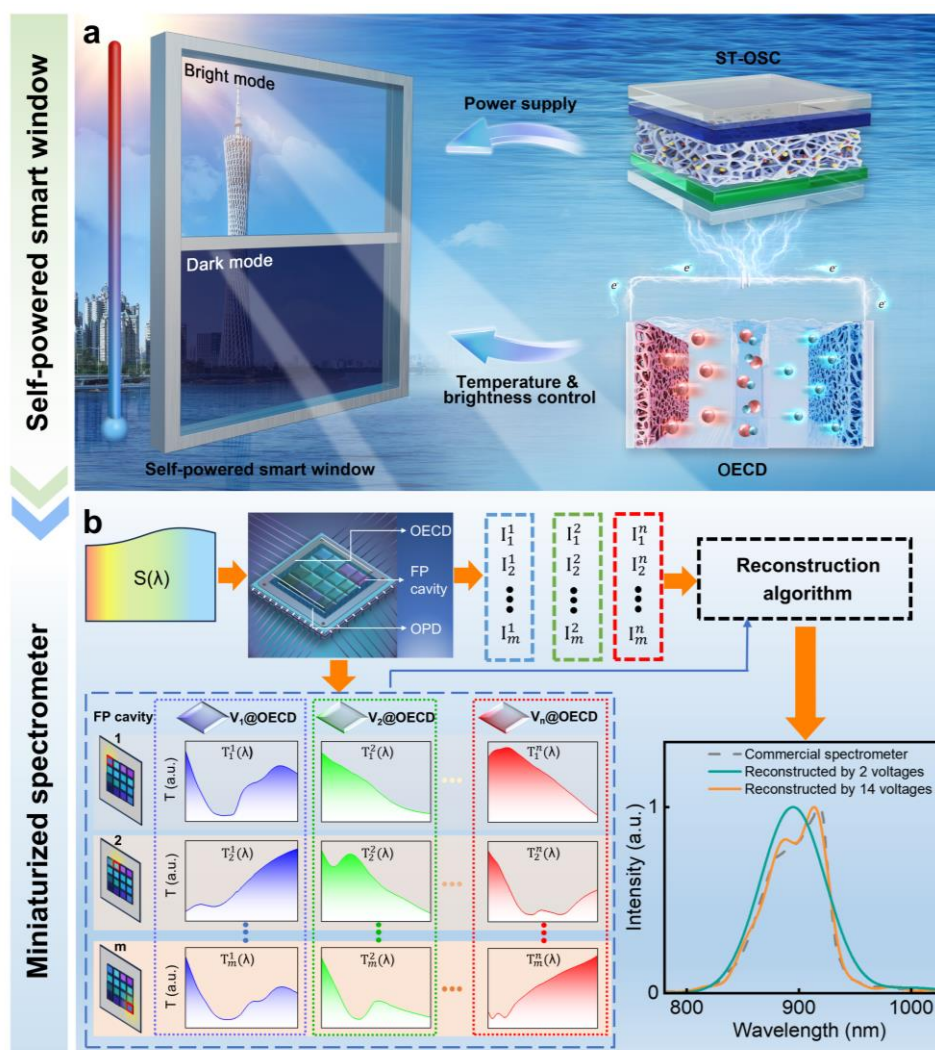
### 黄飞教授团队：p-n 导电聚合物基电致变色器件-从自供电智能窗到微型光谱仪

电致变色器件能够动态进行颜色变化，在智能建筑、信息显示及光学调制等领域具有重要应用前景。然而，其实际应用常受限于颜色变化单一、响应速度缓慢、着色效率低以及循环寿命有限等关键瓶颈。

近期，华南理工大学黄飞教授、唐浩然博士与西北工业大学王亚中副教授合作开发出一种基于 p-n 型导电聚合物的互补型有机电致变色器件。该器件采用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚(苯乙烯磺酸)和聚(苯并二呋喃二酮)两种导电聚合物，实现了卓越的综合性能：在 570 纳米波长处光学对比度高达 51%，着色/褪色切换速度超快（分别为 0.17 秒和 0.36 秒），在 550 纳米处获得了创纪录的  $1688 \text{ cm}^2 \text{ C}^{-1}$  的高着色效率，并在  $\pm 1 \text{ V}$  电压下保持了超过 10,000 次的优异循环稳定性。通过将该器件与半透明有机太阳能电池集成，研究人员成功构建了完全自供能的智能窗户，可在标准太阳光照下自主切换，并将室内温度降低 7 摄氏度。此

外，研究团队还将此电致变色滤光器与带有片上法布里-珀罗腔的 4×4 有机光电探测器阵列相结合，研制出光谱分辨率达 7.2 纳米的微型光谱仪。这一多功能电致变色平台，无缝桥接了智能窗户技术与光谱传感，为发展节能、紧凑的光电系统开辟了新道路。

这项研究展示了一个兼具高性能与高可扩展性的有机电致变色平台，它成功地将宏观尺度的节能应用与微观尺度的光谱传感技术融为一体。基于 PEDOT:PSS/PBFDO 的互补型电致变色器件，在智能窗应用中展现了高对比度、超快切换、低能耗和长寿命等卓越特性，与半透明太阳能电池集成后实现了真正的自供能动态调光调热。在微型光谱仪应用中，通过融合电压可调的电致变色滤波与静态法布里-珀罗腔调制，在微小尺寸上实现了高分辨率、宽波段的光谱探测与精确重建。该平台采用统一的材料体系，通过结构设计适配不同功能需求，实现了从基础材料到集成系统的跨越，为下一代自适应光电子学和实时环境监测技术奠定了坚实的基础。



相关研究成果以“*Multifunctional integrated electrochromic device by p-n conductive polymers for self-powered smart windows and miniaturized spectrometers*”为题发表在 *Nature Communications* 上，其中通讯作者为黄飞教授、唐浩然博士与王亚中副教授，第一作者为张晓健和郝璐博士生。该研究工作得到了国家自然科学基金、国家青年基金、中国博士后科学基金以及中央高校基本科研业务费专项资金等科研项目的资助。

## 仪器设备

### 热重分析仪

#### ● 仪器信息

品牌：瑞士 Mettler-Toledo

型号：TGA2

放置地点：发光材料与器件全国重点实验室 417 房



#### ● 应用领域

该设备用于材料热稳定性与组分分析。可精准检测样品加热过程中的质量变化，广泛应用于塑料、橡胶、涂料、医药、食品

等领域。能实现成分含量测定、热分解温度评估、挥发物与灰分分析，为材料研发、质量控制及工艺优化提供关键热性能数据。

### ●功能简介

通过精准温控与高灵敏度天平，实时监测样品在程序升温下的质量变化。核心功能包括热稳定性评估、热分解行为分析，可测定分解温度、残留量、挥发物及灰分含量。支持宽温域（室温至 1100°C）检测，配备多种气氛控制模式，适配不同材料测试需求。仪器操作便捷，数据精准可靠，能为塑料、医药、食品、涂料等领域的研发、质量控制及工艺优化，提供材料热性能关键数据，助力判断材料适用性与耐用性。

### ●技术参数

1.温度范围：室温~1100°C，最大升温速率（全程线性可控）：  
250°C/min

2.温度准确性（动态升温，非恒温）：±1°C

3.温度精度（动态升温，非恒温）：±0.4°C

4.冷却时间（最高~100°C，不通任何气体）：≤20 min

5.炉体冷却方式：循环水浴冷却炉体，增加实验效率

6.称重精度：0.0025%；称量范围不小于 1000 mg

7.天平灵敏度：0.1µg

8.称量准确度：0.005%

9.称量重复性：0.001mg

10.天平校准：内置 2 个砝码全自动校准，在不需外置砝码的情况下，仪器也能自动进行热重天平的校准

11.TG 动态升温基线漂移：10µg（室温~1100°C，升温速率

20°C/min)

●送样要求

1. 固体样品需干燥、均匀，无明显颗粒结块，建议研磨至粉末状（粒径<1mm）。液体样品需无挥发性杂质，且在测试温度范围内不发生暴沸、飞溅。常规用量 5-20mg，微量分析可降至 1-5mg，避免用量过多导致传热不均或信号饱和；

2. 不含强腐蚀性、强氧化性或剧毒成分，避免腐蚀坩埚、污染仪器内部。无磁性物质，防止干扰天平检测精度。挥发性有机物含量需提前明确，高挥发性样品需低温预处理后再测试；

3. 样品需放入专用氧化铝坩埚中，不可直接接触仪器炉体。避免含大量水分的样品直接升温，建议先进行预干燥处理，防止坩埚炸裂。

4.若有特殊要求请联系负责人。

●预约方式

1.预约咨询电话:13610349307;

2.预约方式:

①手机微信小程序“华南理工大学仪器共享平台”，搜索“热重分析仪”

②或手机扫描下面的二维码预约测试



- 3.收样地点：华南理工大学北区科技园 1 号楼 417 室；
- 4.收样时间：工作日上午 8：30—12：00，下午 2：30—
- 5：30。

## 境内外来访参观与学术交流

●1月4日，上海大学宋宏伟教授，在全重 501 学术报告厅作“稀土与钙钛矿的结合”学术报告。报告主要介绍其课题组自 2017 年以来在稀土与钙钛矿两个“家族”之间的系列研究。

●1月8日，湖南大学曾泽兵教授，在全重 W301 中心会议室作“自由基共轭体系”的学术报告。报告主要介绍了自由基结构的形成机制、稳定策略与可控构筑，以及通过自由基结构调控实现光电磁及自旋信息集成等相关研究。

●1月8日，天津大学张小涛教授，在全重 W301 中心会议室作“有机共晶材料的构筑与光热电性能研究”学术报告。报告主要介绍了其团队近期的系列研究工作：通过调整给受体结构增强电荷转移相互作用、缩小带隙并拓宽波长吸收，开发出具有优化太阳能吸收、无辐射和高性能光热共晶体材料；同时通过调整能级结构，将 MOF 材料催化性能和共晶材料的光热性能有机结合，实现二者协同，获得更高效率。

●1月14日，杜塞尔多夫大学 Thomas J. J. Mueller 教授，在全重 501 学术报告厅作“*One-pot Multicomponent Syntheses of Functional Chromophores – Synthetic Efficiency Meets Functionality Design*”学术报告。

●1月22日，乌得勒支大学王海教授，在全重 501 学术报告厅作“*Negative Photoconductivity as a Signature of Many-Body Interactions in Nanomaterials Studied by THz Spectroscopy*”学术报告。报告主要介绍了超快太赫兹 (THz) 光谱技术、多体相互作用

用，以及相关研究成果对二维有机半导体体系、有机自由基体系的指导意义与应用价值。

●2月6日，香港城市大学 Andrey L. Rogach 教授，在全重 W301 中心会议室作 “*Synthesis, optical spectroscopy, and applications of light-emitting colloidal nanomaterials*” 学术报告。报告介绍了其团队最新合成的发光胶体纳米材料的制备、光谱表征及应用，重点介绍了该类材料的光物理特性，并展示其在发光二极管、红外光电探测器以及光催化二氧化碳还原等领域的前沿应用。