

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 6 期

(总第 83 期)

华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室编 2023 年 11 月 2 日

中国工程院 2023 年院地合作重大战略研究与咨询项目研讨会暨创新讲堂举行.	1
广东省科学技术厅副厅长杨军一行来实验室参观调研.....	5
省政府办公厅副主任、直属机关党委书记吴炳钿一行来实验室参观调研.....	7
贵州轮胎股份有限公司党委副书记、总经理王鹏一行来实验室访问交流.....	9
华芯半导体科技有限公司常务副总经理董敬文来实验室参观交流.....	11
祝贺！实验室李梦珂博士后获选 2023 年度“博士后创新人才支持计划”....	12
“有机光电学术讲座”第六十一讲开讲.....	14
“有机光电学术讲座”第六十二讲开讲.....	18
发光材料与器件国家重点实验室青年骨干人才简介：周城教授.....	22
发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍.....	23
I. 洞察碳材料在异质结太阳能电池中的应用.....	23
II. 新型有机半导体应用短波红外电致发光器件.....	26
10 月份境内外学者来国重室访问交流情况.....	31

中国工程院 2023 年院地合作重大战略研究与咨询项目研讨会暨创新讲堂举行



研讨会现场

10月18日，中国工程院2023年院地合作重大战略研究与咨询项目研讨会暨华南理工大学京津冀国家技术创新中心2023有机电子材料创新讲堂在华南理工大学发光材料器件与国家重点实验室举行。

本次会议主要围绕前期项目启动会中专家提出的问题的落实情况、项目研究范围的进一步界定、项目研究形式创新、项目研究预期成果等方面进行了研讨。项目负责人、华南理工大学校长、中国工程院院士张立群，黄维、李永舫、彭孝军、唐本忠、王迎军、曹镛、马於光等院士，京津冀国家技术创新中心主任王芻祥、华南理工大学副校长许勇、科学技术部高技术研究发展中心专项主管杨斌等领导、专家及项目组成员出席研讨会。



张立群校长发言

张立群在发言中表示，在专家意见的指导下，项目研究目前已经取得了初步进展。在下一阶段的研究中，要注重战术和战略的结合，一方面进一步凝练项目研究范围，善于借助行业协会的力量，掌握电子材料产业链前端最真实的情况，找出我国电子材料技术与产业发展面临的关键问题；另一方面，要借鉴国内优秀龙头企业的经验，从战略层面上对电子材料领域内的基础研究及产业发展趋势、人才培养、核心专利的布局等关键内容进行前瞻性预测。



黄飞教授汇报项目研究进展

研讨会上，华南理工大学黄飞教授代表课题组围绕项目研究范围界定、项目研究进展、咨询报告提纲等方面进行了汇报。与会专家对项目研究范围的界定、研究对象的聚焦给出了进一步建议，同时建议项目组对国内电子材料行业的同质化竞争、核心技术欠缺等关键问题进行深刻剖析，通过战略性预测国际关键电子材料产业的未来发展趋势，对国家未来电子材料行业发展方向提出指导性意见。



签约仪式

会上进行了华南理工大学-京津冀国家技术创新中心共建协议签约仪式，许勇和京津冀国家技术创新中心广州分院常务副院长赵一兵共同签署合作协议。多位与会嘉宾共同为京津冀国家技术创新中心华南理工大学协同创新中心揭牌。



揭牌仪式

京津冀国家技术创新中心、华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室共建“京津冀国家技术创新中心华工有机光电材料与器件前沿实验室”协议签约仪式，以及京津冀国家技术创新中心-广州光达创新科技有限公司 Pre-A 轮融资协议签约仪式也随后进行。

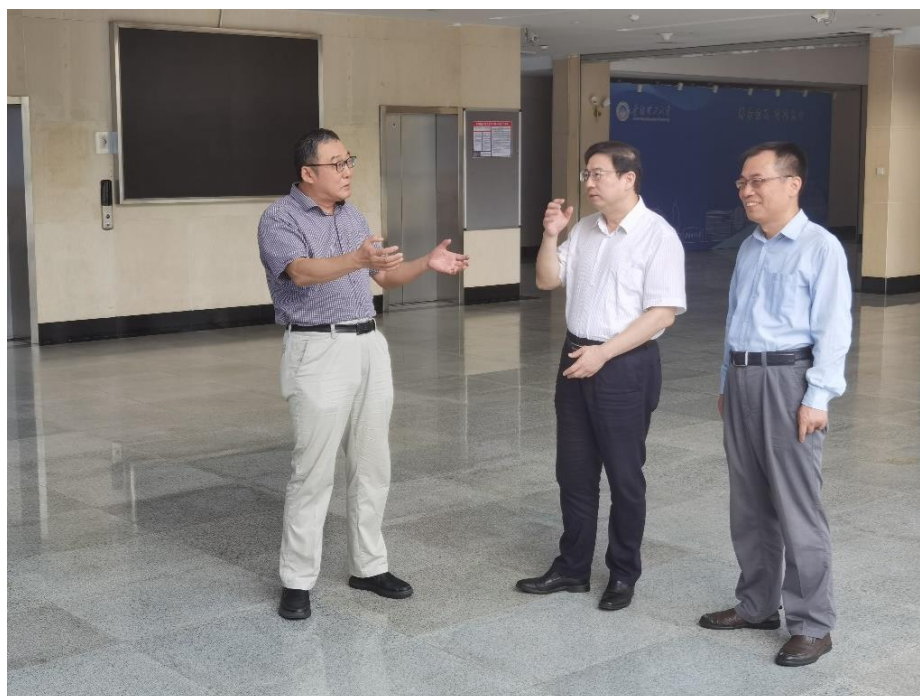
华南理工大学京津冀国家技术创新中心 2023 有机电子材料创新讲堂由京津冀国家技术创新中心联合华南理工大学共同举办。讲堂聚焦有机电子材料方向，邀请多名院士、学者以及业界资深专家，从多元视角探讨有机发光、光伏、柔性显示等新一代有机半导体材料机遇与挑战，为技术创新和产业发展提供前瞻性思想，报告内容涵盖了有

机发光材料、有机光伏、有机半导体晶体、聚集诱导发光材料等多个领域，既有对有机光电材料前沿技术最新进展的分析和展望，又有高水平创新性研究成果的展现。

来自华南理工大学、科技部高技术研究中心、中国工程科技发展战略天津研究院、京津冀国家技术创新中心、粤港澳大湾区协同创新研究院、天津大学、京东方科技集团的多位专家学者参加了会议。

广东省科学技术厅副厅长杨军一行来实验室参观调研

10月25日下午，广东省科学技术厅副厅长杨军一行来发光材料与器件国家重点实验室参观调研。



马於光院士介绍实验室情况

实验室主任马於光院士对广东省科学技术厅的来访表示欢迎。并

简要介绍了实验室的整体情况。杨军一行参观实验室的超净室及成果展示厅。

在成果展示厅，实验室主任马於光院士为杨军副厅长详细介绍了指纹快速显现试剂、高性能单频光纤激光、柔性 OLED 显示、热激子蓝光材料等成果的研究背景及应用。



参观成果展示厅

调研期间，杨军副厅长与实验室骨干人才座谈，就实验室人才培养、科研创新、成果转化等方面进行交流。



马於光院士汇报

座谈会上，马於光院士汇报了实验室历史与研究方向、人才培养及科研创新等方面取得的成绩。实验室秦安军教授、陈军武教授、董国平教授分别就各自研究领域取得的成绩进行了汇报。



杨军副厅长讲话

杨军副厅长充分肯定实验室在人才培养、原创性成果、科技成果转化等方面的建设成效。希望发光材料与器件国家重点实验室从科技的功能上做好学科建设，人才培养以及教育与科技相结合的平台建设。希望实验室持续深入开展前沿引领技术、颠覆性技术研究，促进科技成果转化及产业化，支撑区域经济的高质量发展。

省政府办公厅副主任、直属机关党委书记吴炳钿一行来实验室参观调研

10月31日上午，省政府办公厅副主任、直属机关党委书记吴

炳钿一行来发光材料与器件国家重点实验室参观调研。



黄飞教授介绍实验室情况

实验室副主任黄飞教授对省政府办公厅的来访表示欢迎。并详细介绍了实验室的整体情况，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。



参观实验室

吴炳钿一行参观了实验室的成果展示厅，超净室、小角 X 射线衍射仪设备。

在成果展示厅，黄飞教授为吴炳钿一行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。

吴炳钿对实验室在人才培养、原创性成果、科技成果转化等方面取得的成绩给予了充分的肯定。

贵州轮胎股份有限公司党委副书记、总经理王鸪一行来实验室访问交流

10 月 11 日上午，贵州轮胎股份有限公司党委副书记、总经理王鸪一行来发光材料与器件国家重点实验室访问交流。

实验室陈军武教授对贵州轮胎股份有限公司一行的来访表示欢迎。并介绍了实验室的整体情况，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。



陈军武教授介绍实验室情况

王鹄一行参观了发光材料与器件国家重点实验室的超净室公共平台，并重点参观了成果展示厅。



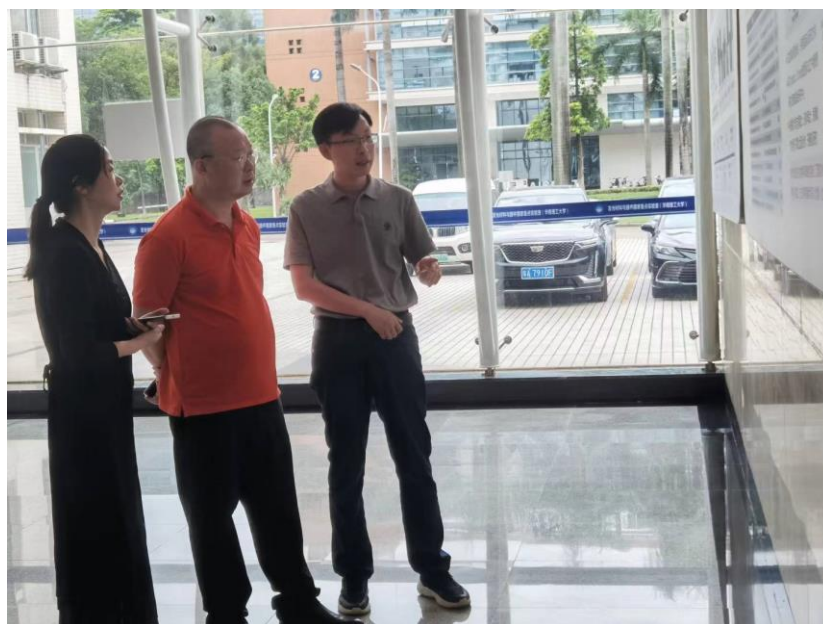
参观实验室

在成果展示厅，陈军武教授向王鹄一行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、细胞器荧光染料等成果的研究背景及应用。

王鹄对实验室原创性成果给予了高度赞赏。

华芯半导体科技有限公司常务副总经理董敬文来实验室参观交流

10月13日下午，华芯半导体科技有限公司常务副总经理董敬文来发光材料与器件国家重点实验室参观交流。



周博教授介绍实验室情况

实验室周博教授对董敬文常务副总经理的来访表示欢迎。并介绍了实验室的整体情况，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。



参观实验室

董敬文参观了发光材料与器件国家重点实验室的超净室、小角 X 射线衍射仪、核磁室等公共测试平台，并重点参观了成果展示厅。

在成果展示厅，周博教授向董敬文介绍了聚集诱导发光的指纹快速显现试剂、高性能单频光纤激光、柔性 OLED 显示、有机光伏电池等成果的研究背景及应用。

随后，在实验室陈焱副主任的主持下，董敬文常务副总经理与周博教授、段春晖教授、李宁教授就实验室的科学研究、研究生的培养与就业等方面进行了座谈交流。

座谈会上，董敬文介绍了华芯半导体科技有限公司的基本情况。董敬文表示：发光材料与器件国家重点实验室人才济济，成果斐然，并表达了今后寻求合作机会的愿望。

祝贺！实验室李梦珂博士后获选 2023 年度“博士后创新人才支持计划”

近日，中国博士后科学基金会网站发布了《全国博士后管委会办公室关于 2023 年度博士后创新人才支持计划获选结果的通知》。实验室李梦珂博士后入选，入选学科为材料科学与工程。

博士后创新人才支持计划（简称“博新计划”）是人力资源和社会保障部、全国博士后管委会设立的一项青年拔尖人才支持计划，旨在加速培养造就一批进入世界科技前沿的优秀青

年科技创新人才，是我国培养高层次创新型青年拔尖人才的一项重要举措。该计划结合国家实验室等重点科研基地，瞄准国家重大战略、战略性高新技术和基础科学前沿领域，择优遴选一批应届或新近毕业的优秀博士，专项资助其从事博士后研究工作。2023 年度，全国共有 499 人获选“博新计划”。“博新计划”，国家给与每人每年 28 万元（即通过博士后日常经费拨付的生活补助经费）的资助，资助期为 2 年。另外，由中国博士后科学基金配套 8 万元科研启动经费。全国博士后管委会办公室将在获选人员资助期满前对其开展科研业绩评估考核，择优予以奖励性资助。

2023 年度获选者简介



李梦珂，女，出生于 1995 年 8 月，2022 年 6 月毕业于华南理工大学材料科学与工程专业（博士导师为苏仕健教授），获工学博士学位，于 2022 年 7 月进入华南理工大学材料科学与工程学院从事博

士后研究工作（合作导师为马於光院士）。攻读博士学位期间，李博士主要致力于有机电致发光材料与器件相关的研究工作，以第一/共同第一作者身份在 *Angewandte Chemie International Edition*, *Nature Communications*, *Chemical Science* 等期刊发表论文 10 余篇；获得 2023 年度博士后创新人才支持计划、国家自然科学基金-青年科学基金、发光材料与器件国家重点实验室自主研究课题项目资助。

获选感言：

从事科研工作是我一直确立的理想，获得博士学位后，我选择进入博士后流动站继续开展科研工作。博士后阶段是从学生转型为青年科研工作者的一个重要学术发展阶段，利用这段时期，能够进一步专注和深化自己的研究方向，为长远的学术发展奠定基础。知行当统一，要快速成长为一名优秀的科研工作者，仍需自己的不懈努力、认真实践、不断创新。

“有机光电学术讲座”第六十一讲开讲

10月7日下午 2:30，“有机光电学术讲座”第六十一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刘威、覃建文、封志斌等七名博士生分别向师生们作学术报告。

博士生刘威为师生作题为“基于激基复合物的有机发光二极管的损耗机制与激子调控”的报告。在报告中，刘威向师生介绍其研究工

作：1. 通过选择不同的给体和受体材料制备了激基复合物器件，分析了器件中的激子动力学和影响器件效率和滚降的各项参数。2. 用能级匹配的激基复合物为主体，荧光客体材料为发光材料，制备了基于激基复合物敏化的红光荧光 OLED，分析了其激子损耗途径，通过在 EML/ETL 界面处引入热激子材料，改善了器件的效率和亮度下的滚降。3. 对窄谱带材料进行光物理分析，通过引入反系间窜越速率较快的敏化剂，制备的器件 EQE 高达 33.7%。

博士生覃建文为师生作题为“有机发光二极管中三线态激子的调控及其机理研究”的报告。在报告中，覃建文向师生介绍其研究工作：首先，针对 TTA 材料器件效率低的问题，调控器件中三线态激子的湮灭通道，提升三线态三线态湮灭转化成单线态的比例，抑制了分子间三线态的无效碰撞，提升了器件的外量子效率和器件寿命。然后，针对 TADF 红光分子电子迁移率低导致的载流子不平衡问题，引入偶极矩较大的 N 型主体，提升了器件的电子迁移率，减少了器件中的三线态-极化子湮灭，器件效率滚降得到改善。最后，调控敏化器件中的能量传递过程，降低了器件中的三线态与极化子的湮灭过程，提高了器件的稳定性

博士生封志斌为师生作题为“稳定的中性有机自由基及其氧化还原性质的研究”的报告。在报告中，封志斌向师生介绍其研究工作：将三(2,4,6-三氯苯基)甲基(TTM)自由基与茈二酰亚胺(PBI)通过单键部分共轭连接，获得了多 PBI 取代的单自由基(n-TP1, b-TP1, b-TP2 和 b-TP3)以及位置异构的双自由基(1,6-TTM-PBI 和 1,7-TTM-

PBI)。

博士生邱鸿林为师生作题为“星型共轭分子的结构调控及多官能化研究”的报告。在报告中，邱鸿林向师生介绍其研究工作：在前期的研究工作基础上我们进一步对 NSA 核的结构进行调控、同时进行各种官能化研究。首先设计并合成了两类内部不对称和外围不对称的目标分子，详细研究星型芳烃分子结构的不对称性对其电子跃迁及光物理性质的影响，随后进一步利用不对称合成策略合成了外围苯并噻唑取代的不对称分子，并与不同数目的 PBI 的分子进行稠合关环，从而得到了一系列独特的星型芳烃分子。

博士生何俊霞为师生作题为“通过单质硫/硒参与的多组分串联聚合制备含硫/硒高分子及其结构调控”的报告。在报告中，何俊霞向师生介绍其研究工作：通过单体的设计和多组分串联聚合过程的调控，首次将硫族单质的多组分串联聚合用于构筑序列可控聚合物和超支化序列可控聚合物；其次，发展了新型的硫族单质的多组分串联聚合反应，经过单体和过程调控实现原位构筑聚亚胺基噻唑和聚亚胺基硒唑新结构。后期，将继续调控上述硫族单质的多组分串联体系，实现聚咪唑硫酮和聚咪唑硒酮的构筑。并进一步将重心转移到新材料的应用探索。

博士生徐双双为师生作题为“单质硫/硒的多组分聚合制备聚噻唑、聚硒唑”的报告。在报告中，徐双双向师生介绍其研究工作：以经济环保的单质硫/硒作为单体成功开发了基于异腈与羧酰胺盐酸盐的多组分聚合方法，高效的合成了一系列聚(1,2,4-噻唑)及聚

(1, 2, 4-噻唑)。此类聚合物具有较好的成膜性、溶解性、热稳定性以及较高的折光指数。期望通过聚硫代酰胺的后修饰构筑聚苯并噻唑, 以实现含硫、硒多元芳香杂环聚合物的种类多样性。我们根据聚合物的结构, 期望该类聚合物具有抗菌生物活性。

博士生杨玉连为师生作题为“基于单质硫和查尔酮的多组分聚合制备含硫杂环聚合物”的报告。在报告中, 杨玉连向师生介绍其研究工作: 从有机反应出发, 探索了 2 种基于单质硫和查尔酮的多组分反应, 温和、高效、高区域选择性地合成了 2 类含硫杂环化合物。将这一系列单质硫参与的有机反应成功应用于多组分聚合反应的开发, 成功开发了 3 种新型多组分聚合反应, 制备了 3 类结构新颖的含硫杂环聚合物, 包含聚噻吩、聚噻唑硫酮以及聚噻唑, 所得的聚合物均具有好的成膜性、溶解性与热稳定性。





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。

“有机光电学术讲座”第六十二讲开讲

10月8日下午 2:30，“有机光电学术讲座”第六十二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韶光、张立荣、陈慧卉等七名博士生分别向师生们作学术报告。

博士生吴韶光为师生作题为“菲啰啉衍生物的合成、结构与光电性质表征”的报告。在报告中，吴韶光向师生介绍其研究工作：通过制备 Phen-NaDPO、Eu(tpip)₃Phen-NaDPO 及 Phen-NaDPO • CF₃SO₃H 晶体，研究了 Phen-NaDPO 的分子间相互作用方式、配位方式及强酸对该分子的影响。另外，制备了 1,10-菲啰啉的衍生物 pPhen-NaDPO。相较于 Phen-NaDPO，pPhen-NaDPO 制备成本更低，产率更高，热稳定

性更好。经 n 型掺杂后，将其作为叠层 OLED 中的 CGL 使用时，在蓝光与绿光器件中表现良好。

博士生张立荣为师生作题为“高分辨 Micro-LED 显示驱动与补偿技术的研究”的报告。在报告中，张立荣向师生介绍其研究工作：提出一种适用于高分辨 Micro-LED 模拟 PWM 驱动和外部补偿架构，该架构主要特点是采用流水线式的驱动方法，分离每一行像素的发光时间与分辨率的关系，确保每一行像素有足够的发光时间，提升了数据电压信号调制时间裕度，可增加调制精度，兼容现有的 OLED 驱动方案，降低工艺成本，适用于高分辨率的显示。

博士生陈蕙卉为师生作题为“短波红外 OLED 器件性能优化与传输性能研究”的报告。在报告中，陈蕙卉向师生介绍其研究工作：选取极具代表性的 COTIC-4F 为发光分子，选用经典的主体材料 CBP 通过掺杂法进行优化，实现了发光峰位于 1096nm，外量子效率 (EQE) 可达 0.059%，最大辐照出射度为 $1.47\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ 的高性能短波红外 OLED 器件。开展了陷阱态分布与载流子运输的相关研究，发现 CBP 的引入可同时降低空穴与电子陷阱的影响，从而有效抑制非辐射陷阱辅助复合，是实现优化的重要原因之一。

博士生何轶瑜为师生作题为“基于非富勒烯受体的有机光探测器和电致发光二极管器件及光通信性能研究”的报告。在报告中，何轶瑜向师生介绍其研究工作：一、从无线光通信系统的接收端考虑，利用有机光探测器中光生载流子的空间分布受薄膜厚度和光学性质调制这一特性，采用 PBDB-T:IT-M 体系，通过改变活性层厚度，实现了

无需滤光片的近红外窄谱响应探测，相应的响应度峰值在 760 nm 达到 0.24 A/W，半峰全宽 (FWHM) 仅为 47 nm。并且基于 STM32F103 单片机搭建了光通信系统，实现了字符的“实时”传输，探测器对发送端不同波长光信号的接受有明显选择性响应发光波段，验证了该器件用于光信号选择性探测的功能。二、从发射端考虑，使用了非富勒烯小分子受体 Y11 作为发光层，发光峰在 940nm 处，通过掺杂 n 型聚合物 N2200，很好的平衡了载流子迁移率，器件发光性能得到了提升。

博士生付燕为师生作题为“基于羰基的高效蓝光材料的设计策略及在 OLED 中的应用”的报告。在报告中，付燕向师生介绍其研究工作：立足于该难点，以高效的蓝光材料设计为入手点，提出了两大设计策略：（1）兼顾拓宽分子平面及延长分子长度，以此来大幅提升分子的水平跃迁偶极取向比率，进而提升器件的光取出效率，获得高效的 OLED 器件；（2）在分子内的柔性基团处闭环，可同时增强分子的平面性及刚性。不仅进一步提升了光取出效率，而且刚性结构可抑制分子的振动弛豫，降低重整能，使得光色蓝移。

博士生李建清为师生作题为“新型磷啉衍生物的设计合成及应用研究”的报告。在报告中，李建清向师生介绍其研究工作：基于氧化磷啉结构设计并制备了一系列安全、高效的光敏剂，其具有优异的抗肿瘤和抗菌效果。此外，发现部分氧化磷啉衍生物具有丰富的光化学反应活性，我们深入研究了其光化学反应机理，并探究了其在细胞内独特的光驱动自报告脂质过氧化过程。

博士生焦韶韶为师生作题为“基于折叠六联苯空间共轭通道的电

运输性质研究”的报告。在报告中，焦韶韶向师生介绍其研究工作：设计了价键-空间共轭型的分子骨架，并合成了具有折叠六联苯空间共轭结构的分子，并将其应用于一系列分子器件，并探讨其中电运输机制。利用扫描隧道裂结技术，首先测试了修饰有不同供电性、吸电性基团的分子的导电性能，并将实验结果与理论计算结合分析，确定该骨架的本征性质与电运输机制；另外通过引入杂环稳定分子构象，探究稳定构象下价键共轭和空间共轭的电运输机制，进而调控分子电运输性质，拓展了空间共轭分子在分子电位计，分子介电材料以及分子晶体管等分子电子学领域中的应用。



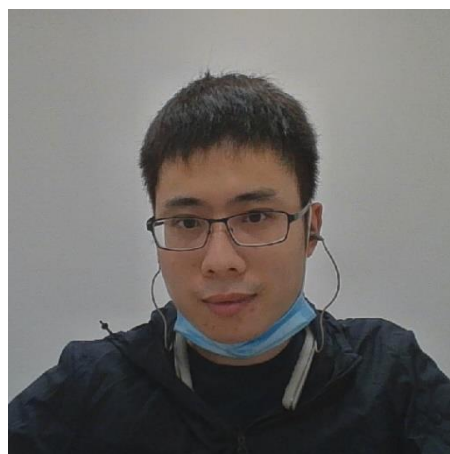


博士生作报告

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：周城教授

周城，博士，华南理工大学教授，入选2022年国家高层次海外引进青年人才。2011年本科毕业于吉林大学化学学院，2016年从华南理工大学获得博士学位，2022年入职华南理工大学材料科学与工程学院，现从事共轭功能材料的设计合成及其在有机光电和生物诊疗领域的应用研究。博士期间，指导



导师为曹镛院士和黄飞教授，从事共轭聚合物和小分子的设计合成及其在有机光伏领域的应用。2015-2016年，在加州大学圣巴巴拉分校

开展博士交换学习，指导导师为Guillermo C. Bazan教授，从事有机光电分子的形貌调控研究。2017-2022年，先后在南洋理工大学和新加坡国立大学开展博士后工作，合作导师为Guillermo C. Bazan教授，从事膜嵌入共轭齐聚电解质分子的设计合成及其在生物诊疗领域的应用。以第一作者在*Chem. Soc. Rev.* (1篇)，*Adv. Mater.* (2篇)，*Adv. Energy Mater.* (2篇)，*Adv. Funct. Mater.* (2篇)，*Angew. Chem. Int. Ed.* (2篇)，*Sci. Adv.* (1篇)期刊共发表论文10篇。

发光材料与器件国家重点实验室主要研究进展介绍

I. 洞察碳材料在异质结太阳能电池中的应用

碳材料异质结太阳能电池（HJSC）是一种备受关注的太阳能电池技术。碳材料具有多功能应用前景和独特的光学、电学和化学性能，使其在太阳能转换和收集方面具有很大潜力。

华南理工大学李国强教授团队对碳材料在异质结太阳能电池中的应用进行了综述调研，从碳材料在太阳能电池中的关键作用、碳材料异质结太阳能电池的优化策略及面向大面积柔性异质结太阳能电池的应用挑战三个方面，系统阐述了碳材料在异质结太阳能电池中的应用以及未来发展方向。

首先，文章从材料特性角度出发介绍了碳材料在异质结太阳能电池

中的关键作用。包括直接应用于薄膜中的电荷收集层（图 1a）和载流子传输层（图 1b），以及用作功能复合层的基底或掺杂剂（图 1c）；总结了碳材料基异质结太阳电池的演变和一些代表性结果，阐述了基于无机/有机混合材料和复合材料的异质结太阳电池的优势；并重点介绍了碳材料在硅基异质结太阳电池和第三代太阳电池中的应用研究进展和效率提高情况，阐述了基于碳材料的太阳能电池具有轻质、可弯曲形状、多样的材料合成、简单的器件制备技术和低成本大规模工业生产等优势。

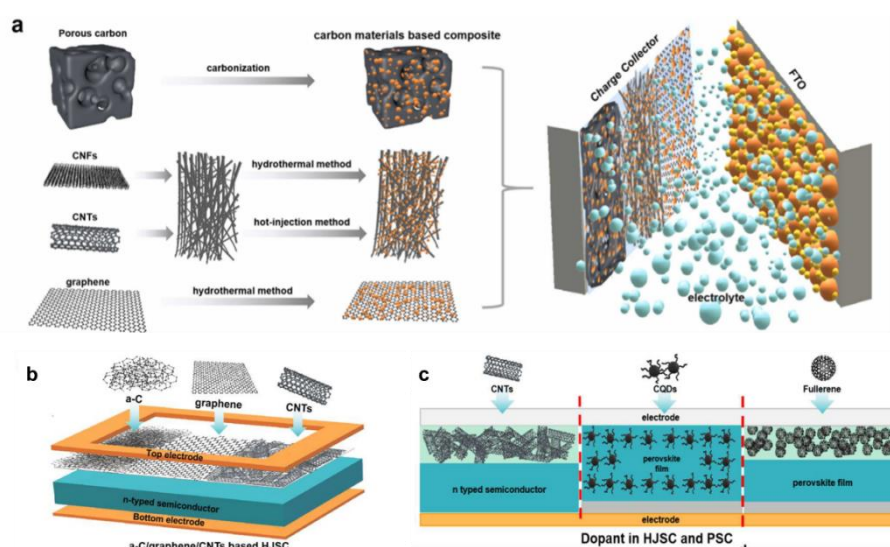


图 1 (a) 多孔碳、碳纳米纤维、碳纳米管和石墨烯用作染料敏化电池 (DSSC) 的电荷收集器的示意；(b) 太阳能电池中使用碳纳米管、石墨烯和 a-C 作为载流子传输层的示意图；碳纳米管、CQD 和富勒烯分别用作硅太阳电池、钙钛矿太阳电池的掺杂剂的示意图

其次，可以采用多种优化技术来提高基于碳纳米管的高效率太阳能电池 (HJSCs) 性能，包括表面光学工程、费米能级调节、形态设计、传输物质的导电性优化和界面工程等。采用这些优化技术可以显

著提高基于碳纳米管的太阳能电池的性能，使其具备简化制造工艺、降低成本和高 PV 性能等特点。

最后，碳材料基太阳电池可用于发展大尺寸和柔性太阳电池。已有报导的不少优化方法都只适用于小于 1 平方厘米的有效区域。这限制了大面积器件的发展，因此有一些新的设计被提出用以改善器件性能，如使用碳纳米管条代替金属网格以进行电荷收集、引入 Nafion 进行电池的钝化以及大面积生产（图 2）。柔性异质结太阳电池的灵活性使其适用于各种应用。

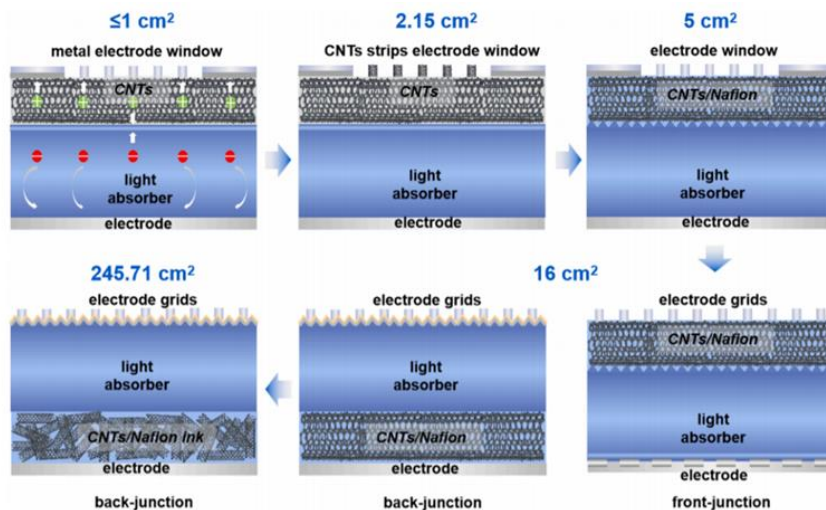


图 2 大面积 Si/CNTs 异质结太阳电池设计改进示意图

未来碳材料基太阳电池的优化还可通过以下方面进行：

1. 多种机理的协同优化。如酸性掺杂和气体吸附协同进行；
2. 固态 PVA 电解质设计。使用固态 PVA 电解质和嵌入式 PVA 的肖特基结构，可以实现化学修饰和电子耦合的混合工作机制；
3. 多结太阳电池设计。采用多结串联设计，扩展吸收光谱范围，实现更高的光电转换效率。

研究进展综述发表在 *Materials Science & Engineering, R. Reports*

期刊上 (*Mater. Sci. Eng. R Rep.*, 2023, 152, 100711, DOI:10.1016/j.mser.2022.100711)。通讯作者为李国强教授、王文樑副教授。相关工作得到了国家重点研发项目、广东省杰出青年基金等项目支持。

II. 新型有机半导体应用短波红外电致发光器件

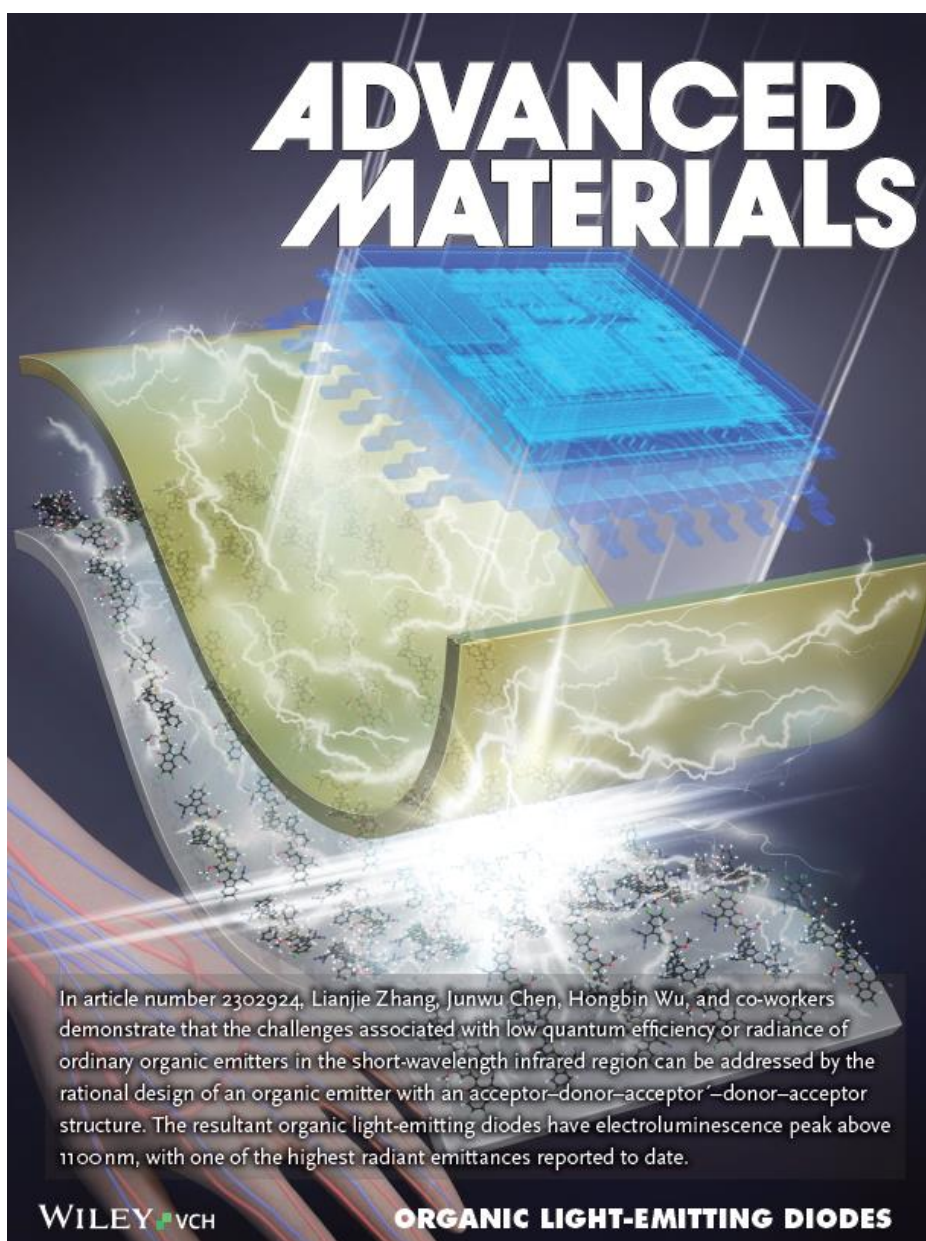
近日，华南理工大学材料科学与工程学院、发光材料与器件国家重点实验室张连杰副教授、和陈军武教授、吴宏滨教授的最新研究成果以“*Short-wavelength infrared organic light-emitting diodes from A-D-A'-D-A type small molecules with emission beyond 1100 nm*”为题，以扉页文章的形式在国际学术期刊 *Advanced Materials* 上发表，并被 *Nature Reviews Materials* 以“*Efficient infrared emission by molecular design*”为题作为研究亮点介绍。该工作通过设计具有 D-A 效应的分子框架，调控分子光学带隙；利用非共价构象锁，提高扩展 π -电子系统的平面度和刚性；合成了一类新型非稠环短波红外发光小分子，结合精心调控的器件结构，构筑了兼具高效率和低效率滚降的短波红外有机发光二极管。

RESEARCH ARTICLE

ADVANCED
MATERIALS
www.advmat.de

Short-Wavelength Infrared Organic Light-Emitting Diodes from A–D–A'–D–A Type Small Molecules with Emission beyond 1100 nm

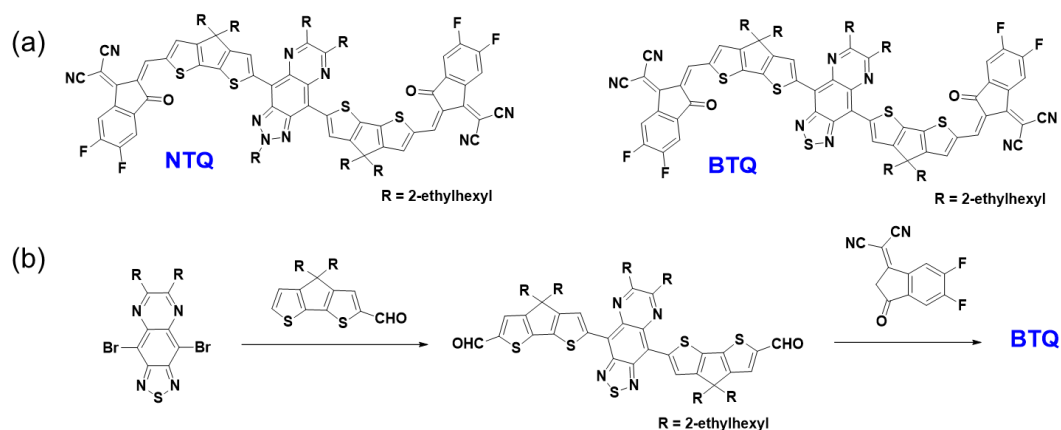
Wansheng Liu, Suinan Deng, Lianjie Zhang,* Cheng-Wei Ju, Yuan Xie, Wanyuan Deng, Junwu Chen,* Hongbin Wu,* and Yong Cao



发射波段位于 1000–2000 nm 的短波红外 OLEDs 因其在：环境传感、监控、夜间和汽车视觉、食品 and 产品质量控制、集成光谱学和 3D 成像等方面的广泛应用而引起了极大的兴趣。此外，明亮且生物兼容的短波红外 OLEDs 也有望用于生物应用，例如血氧饱和度测量，光动力疗法，生物医学成像以及手指静脉和虹膜的识别。正是由于其广泛的应用前景，科研界和工业界投入大量精力开发了多类短波红外发光

材料，例如基于 III-V 族化合物的无机半导体，纳米晶体，量子点(QDs) 及量子点与钙钛矿形成的异质配合物和以过渡金属配合物为代表的有机金属配合物。然而，受制于昂贵且耗时的外延生长技术以及与重金属相关的生物毒性等问题，仍需要发展廉价、柔性且生物兼容的发光材料。在这方面，基于纯有机荧光材料的短波红外 OLEDs 被认为特别适用于可穿戴或与生物体接触的设备。然而，受制于“能隙规则”和聚集猝灭等因素的限制，有机短波红外发光材料和器件仍面临相当大的困难。

该项研究中基于新型 A-D-A'-D-A 结构，将两个环戊二噻吩桥单元通过直接芳基化偶联锚定在中心电子接受单元上，并通过典型的 Knoevenagel 与二氟茚达烯的缩合反应获得的新型短波红外发光小分子。利用多重 D-A 效应促进分子内电荷转移，降低分子光学带隙，结合构象锁提高和扩展分子 π -电子系统的平面度和刚性。分子几何结构的理论计算表明分子平面性较好，二面角小于 0.15° ；空穴和电子自然跃迁轨道分布在分子骨架上，表明 D 和 A 单元之间显著的电子耦合。此外，分子的空穴和电子波函数之间的空间重叠($O_{h/e}$)足够强，因此产生了较大的消光系数和振子耦合强度 f 。



(c)

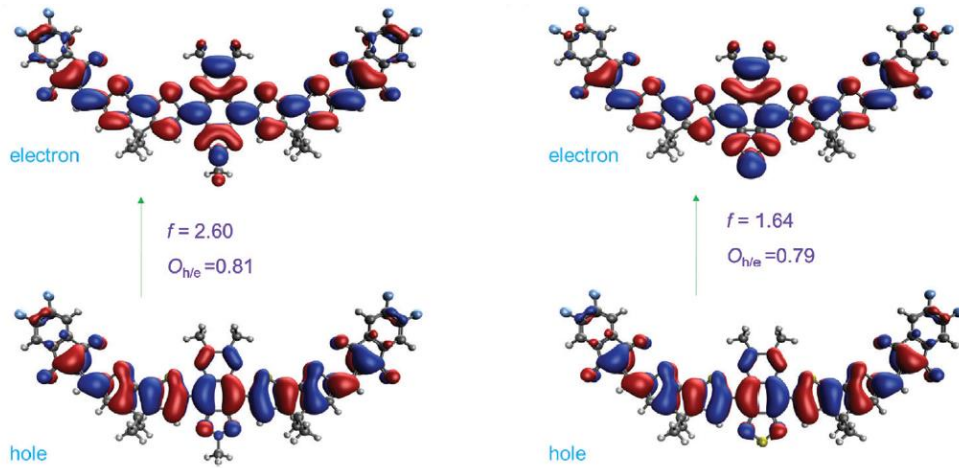


图 1, (a) NTQ 和 BTQ 的化学结构; (b) BTQ 的反应路线; (c) NTQ 和 BTQ 的空穴和电子自然跃迁轨道波函数。

基于这类新型发光分子的非掺杂器件短波红外发射峰值分别为 1140 nm 和 1175 nm, 最大 EQE 为 0.033%, 同时器件在整个驱动电流密度范围内的效率滚降可以忽略不计, 且最高工作电流密度可达 5200 mA cm^{-2} , 低效率滚降特性使得器件最大辐射出射度达到 1.12 mW cm^{-2} , 位于目前文献已报道有机短波红外荧光 OLEDs 最优光输出功率之列。

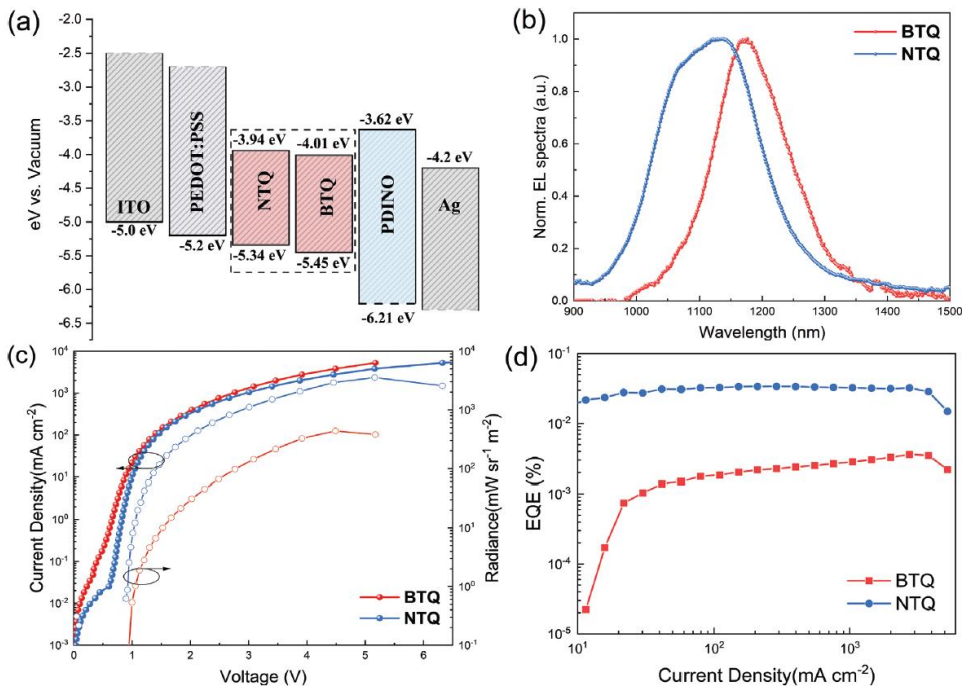


图 2, 基于 NTQ 和 BTQ 的短波红外发光二极管的性能参数。

受益于匹配的器件能级, 高效的载流子注入, 器件表现出极低的启亮电压 (0.85 V), 是迄今为止整个荧光 OLED 领域中报告的最低值之一。发射光子速率与电子、空穴的化学势和吸收光谱相关。由于声子的作用, 发射光子所需的化学势可能小于带隙能量。研究中通过对分子吸收光谱的拟合计算出启亮电压时器件内电子、空穴的化学势, 这接近广义基尔霍夫和普朗克方程得出的物理极限。这项研究为 A-D-A'-D-A 型小分子作为短波红外发光材料及其创新提供了思路。

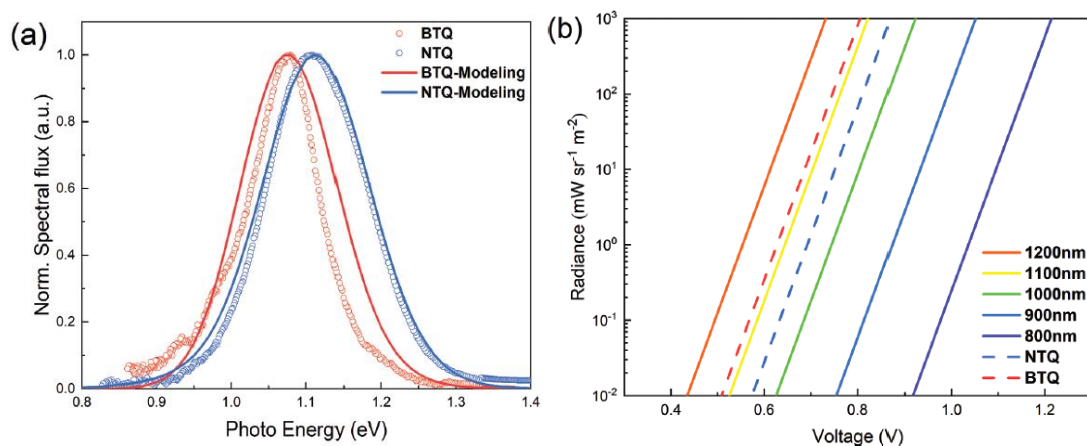


图 3, 经数值模型仿真得到的器件辐射光谱 (a) 和辐射亮度与外加偏压的函数关系 (b)。

本文博士生刘万胜和硕士生邓燧楠是本研究工作的共同第一作者, 张连杰副教授、陈军武教授和吴宏滨教授是本文的通讯作者。该研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部等科研项目以及学校学院人才计划的资助。

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
Nestor Guijarro	西班牙阿利坎特大学	教授	Water, Carbon Dioxide, Biomass... on How Photo(electro)catalytic Systems Could Turn Abundant Resources into Sustainable Feedstocks for Industry	10 月 9 日
赵德威	四川大学	教授	全钙钛矿叠层太阳能电池研究	10 月 10 日
万晓波	江汉大学	教授	异靛蓝的改造及其在有机半导体材料中的应用	10 月 19 日
彭谦	中国科学院大学	教授	有机发光的理论机制与分子设计	10 月 13 日 10 月 14 日
Frank Würthner	德国维尔茨堡大学	教授	Supramolecular Engineering of Functional Materials for Organic Electronics and Photonics	10 月 17 日
王芩祥	京津冀国家技术创新中心	主任	国家颠覆性技术创新组织模式与实践	10 月 18 日
唐本忠	香港中文大学(深圳)	院士	AIE 材料在光电领域的应用	10 月 18 日
彭孝军	大连理工大学	院士	智能分子工程	10 月 18 日
黄 维	西北工业大学	院士	厚植关键根部技术, 打造柔性电子强国	10 月 18 日
潘 峰	清华大学	教授	面向 5G 应用的声表面波材料与射频滤波器技术	10 月 18 日
李永舫	中国科学院化学研究所	院士	有机太阳能电池光伏材料	10 月 18 日
胡文平	天津大学	教授	有机半导体晶体的研究	10 月 18 日
杨喜业	广州光达创新科技有限公司	博士	有机光探测器及焦平面阵列	10 月 18 日
任广禹	香港城市大学	院士	Printable Organic and Perovskite Solar Cells for Clean Energy	10 月 21 日
徐保民	南方科技大学	教授	钙钛矿太阳能电池的组分设计和界面调控	10 月 21 日
杨楚罗	深圳大学	教授	有机光伏受体分子间非共价相互作用的调控	10 月 21 日
李 刚	香港理工大学	教授	有机光伏的活性层工程及应用研究	10 月 21 日
麦耀华	暨南大学	教授	高效率钙钛矿电池及组件的制备	10 月 21 日
高 峰	瑞典林雪平大学	教授	高效稳定的正型钙钛矿太阳能电池	10 月 21 日

颜 河	香港科技大学	教授	Materials Design and Device Optimizations for Non-fullerene Organic Solar Cells	10月21日
徐雪青	中科院广州能源所	研究员	Highly Efficient Bifacial perovskite solar cells	10月21日
霍延平	广东工业大学	教授	含羰基大环/稠环发光材料的电荷转移调控及其应用	10月21日
何 凤	南方科技大学	教授	氯介导有机光伏材料及准平面异质结器件	10月21日
钟新华	华南农业大学	教授	碳基钙钛矿太阳电池	10月21日
田颜清	南方科技大学	教授	基于钙钛矿太阳能电池的自供能电致变色智能窗	10月21日
叶轩立	香港城市大学	教授	有机/钙钛矿叠层太阳电池	10月21日
唐建新	澳门科技大学	教授	基于微纳结构光热调控的柔性有机太阳能电池	10月21日
岳 晚	中山大学	教授	有机混合离子电子导体	10月21日
刘升建	华南师范大学	研究员	基于“相似相溶”原理理性设计添加剂实现高效有机太阳能电池	10月21日
孙会靓	广州大学	教授	全聚合物有机太阳能电池	10月21日
许凯	燕山大学	博士	导电聚合物内离子/电子混合传导及耦合	10月23日