

中国材料大会 2024
暨第二届世界材料大会
CMC 2024 & WMC 2024

July 8-11, 2024
Guangzhou, China

A04-有机太阳能电池
A04-Organic Solar Cell

Organized by

Chinese Materials Research Society

Website: <https://cmc2024.scimeeting.cn>

A04. 有机太阳能电池

分会主席：李永舫 陈红征 陈永胜 黄飞

最终交流类型：邀请报告

A04-I01

可拉伸有机光伏电池及其凝聚态结构调控

叶龙*

天津大学

基于有机/聚合物光电材料的共混薄膜是构建太阳能电池、光探测器、场效应晶体管等有机电子器件的核心部分。活性层共混薄膜的凝聚态结构是联系材料分子结构和宏观性质的桥梁。为了实现高性能可拉伸光伏器件，需要在建立凝聚态结构的准确描述基础上，详细阐明分子结构-凝聚态结构-光电/力学性质的内在关联，发展结构与性能的调控与预测方法。近年来，以共轭聚合物材料为主要研究对象，我们结合大科学装置同步辐射、中子散射等方法，表征了多类共轭高分子共混体系的相互作用参数 χ 和凝聚态结构，并建立了 χ 参数、薄膜结构参数、性能参数三者之间的定量关系。以此为基础，初步确立和验证了基于 χ 参数来优选和预测高性能有机光伏共混体系的原理，并成功应用于指导多类共混体系的光电与力学性能优化，实现了拉伸应变超过 1000% 的有机光伏薄膜。

最终交流类型：主题报告

A04-KN01

氯介导有机共轭材料及其稳定准平面异质结器件

何凤*

南方科技大学

有机聚合物功能材料的性能是由其链结构以及链内与链间的相互作用共同决定，众多高性能有机聚合物材料往往都具有协同的分子间弱相互作用，其对材料的优良特性起着至关重要的作用。我们基于精确调控分子弱相互作用进而优化材料结构形貌和性能的基本研究理念，分别通过端基氯原子的 $\text{Cl}\cdots\text{S}$ 、 $\text{Cl}\cdots\pi$ 等分子间相互作用调控有机光电材料分子的排列聚集方式，构筑了系列具有特定传输结构的受体体系。特别是在具有特定氯介导相互作用的非富勒烯受体中发现了三维网络结构，这种聚集态结构为分子间电子跳跃传输提供更多的结点和通道，从而增大激子扩散距离以及有效提高电子迁移率，是提升有机受体材料性能的决定性聚集态结构。我们还系统研究了氯取代位置、数量、异构性等对三维网络结构形成的影响，给出了实现三维网络结构的分子设计方法。实验测定氯介导相互作用的有机受体中三维网络聚集态的激子扩散距离可超越 40 nm，为发展准平面异质结（Q-PHJ）器件提供了合适的材料体系，相比本体异质结（BHJ）器件，准平面异质结具有热力学更稳定的给受体双层相区结构，实现了高效率下器件稳定性的大幅提高。

最终交流类型：主题报告

A04-KN02

大面积有机太阳能电池和模组研究

谢志元*

中国科学院长春应用化学研究所

有机薄膜太阳能电池具有重量轻、可弯折、可半透明、可印刷制备等优点，近年来得益于高性能给受体光伏材料的不断涌现和薄膜聚集态结构的优化，光伏器件的能量转换效率显著提升。柔性有机薄膜太阳能电池的规模制备需要解决界面材料和透明电极材料的可印刷加工等问题。同时，给体/受体共混组成的活性层在印刷过程中薄膜干燥和相分离行为明显区别于旋涂方式制备的活性层薄膜，迫切需要发展基于印刷工艺制备的活性层的聚集态结构调控方法，而且未来规模制备需要采用非卤代溶剂印刷加工。本工作主要介绍我们在采用非卤代溶剂制备大面积有机太阳能电池方面的一些进展[1-5]。我们采用非卤代溶剂(邻二甲苯)作为加工溶剂，系统研究了刮涂成膜过程中温度对 PM6:Y6 相分离行为的影响。通过控制刮涂基板温度和引入非卤代添加剂二甲基萘可有效调控了活性层薄膜的相分离结构，提高了光伏电池的能量转换效率。提出逐层顺序刮涂和三元策略制备了基于非卤溶剂 1,2,4-三甲苯(TMB)加工的有机太阳能电池，能量转换效率得到进一步提高。结合激光烧蚀

工艺制备了面积为 28.15 cm² 和几何填充因子达到 93.6% 的有机太阳能电池模组器件, 能量转换效率达到 14.4%。最近我们通过采用一种新型固体添加剂烟酸甲酯(MN)调控逐层顺序刮涂的 PM6(MN)/BTP-eC9 薄膜的结晶取向和受体分子的渗透程度, 将非卤溶剂制备的大面积有机太阳能电池模组的效率提升至 16% 以上。

参考文献

- [1] Li, Y.; Liu, H.; Wu, J.; Tang, H.; Wang, H.; Yang, Q.; Fu, Y.; Xie, Z. ACS Appl. Mater. Interfaces 2021, 13: 10239.
- [2] Li, Y.; Wu, J.; Tang, H.; Yi, X.; Liu, Z.; Yang, Q.; Fu, Y.; Liu, J.; Xie, Z. ACS Appl. Mater. Interfaces 2022, 14: 31054.
- [3] Wu, J.; Li, Y.; Liu, H.; Fu, Y.; Xie, Z. Chem. J. Chinese Universities 2023, 44: 20230078
- [4] Li, Y.; Wu, J.; Yi, X.; Liu, Z.; Liu, H.; Fu, Y.; Liu, J.; Xie, Z. J. Mater. Chem. C, 2023, 11: 13263-13273
- [5] Liu, Z.; Fu, Y.; Wu, J.; Yi, X.; Zhao, M.; Huang, M.; Liu, J.; Xie, Z. Adv. Funct. Mater. 2024, DOI: 10.1002/adfm.202401558

最终交流类型: 口头报告
A04-O01

半透明有机光伏中电流损失机制研究

王嘉宇*
四川大学

半透明有机光伏具有质量轻、柔性、彩色、可以透过可见光、工艺简单等优点, 在智能玻璃、设施农业和光伏建筑一体化等方面有广阔的应用前景。半透明有机光伏与不透明有机光伏相比, 在光子吸收、激子产生、电荷分离、电荷复合和电荷抽取等物理过程方面均有不同, 因而器件的电流形成过程也有不同, 但对相关机制的研究仍比较少。

我们以不同厚度的银为背电极制备了一系列半透明有机光伏器件, 将其与不透明器件对比, 发现半透明器件中电流降低的比例远高于吸收光子数减少的比例。进一步通过电容谱详细分析并量化了不同器件的 Langevin 复合前因子 (ξ)、体缺陷密度 (N_t, bulk) 和表面缺陷密度 (N_t, surf)。随着银电极厚度从 100 nm 逐渐降低至 10 nm, 器件 Langevin 复合前因子从 0.03 降低至 0.01, 体缺陷密度基本不变 (10^{15} cm^{-3}), 表面缺陷密度从 10^9 cm^{-2} 显著增加至 10^{15} cm^{-2} , 说明半透明有机光伏中的双分子复合随活性层内的光强降低而减弱, 活性层与银电极界面处的电流损耗随电极厚度降低而增加且更为显著, 因此半透明器件中电流降低的比例远高于吸收光子数减少的比例。这一结果表明半透明有机光伏活性层和背电极的界面是影响器件整体电流的重要因素, 进一步针对该界面处开发相关器件构筑策略, 有助于提高半透明有机光伏的综合性能。

最终交流类型: 邀请报告
A04-I02

半透明有机光伏

程沛*
四川大学

太阳能作为热门的清洁能源之一, 近年来迎来巨大发展, 其中有机光伏凭借重量轻、半透明、轻薄和柔性等优点成为目前热门的研究和发展领域之一。半透明有机光伏在光伏建筑一体化、农业大棚、智能窗户等多种场景中具有广泛应用, 成为了有机光伏的一个重要研究方向。最近, 我们通过构筑宽带隙无机半导体/窄带隙受体“层层”活性层; 通过小分子添加剂构筑吸收红移且展宽变窄的给体层; 构筑宽带隙第三组分/中带隙给体/窄带隙受体三元共混活性层等策略制备了高性能的半透明有机光伏, 并深入研究了半透明光伏与不透明光伏性能差异的机理问题。

- [1] Li, Y.; Wang, J.;* Yan, C.; Zhang, S.; Cui, N.; Liu, Y.; Li, G.; Cheng, P.* Joule 2024, DOI: 10.1016/j.joule.2023.12.011.
- [2] He, W.; Li, H.; Ma, R.; Yan, X.; Yu, H.; Hu, Y.; Hu, D.; Qin, J.; Cui, N.; Wang, J.; Lu, S.; Yan,

C.;* Li, G.; Cheng, P.* Adv. Funct. Mater. 2024, DOI: 10.1002/adfm.202313594.

[3] Yu, H.; Wang, J.;* Zhou, Q.; Qin, J.; Wang, Y.; Lu, X.; Cheng, P.* Chem. Soc. Rev. 2023, 52, 4132-4148.

[4] Kong, W.; Wang, J.;* Hu, Y.; Cui, N.; Yan, C.; Cai, X.; Cheng, P.* Angew. Chem. Int. Ed. 2023, 62, 2307622.

[5] Hu, Y.;† Wang, J.;† Yan, C.; Cheng, P.* Nature Rev. Mater. 2022, 7, 836-838.

[6] Zhao, Y.; Cheng, P.;* Yang, H.; Wang, M.; Meng, D.; Zhu, Y.; Zheng, R.; Li, T.; Zhang, A.; Tan, S.; Huang, T.; Bian, J.; Zhan, X.; Weiss, P. S.; Yang, Y.* ACS Nano 2022, 16, 1231-1238.

[7] Cheng, P.; Wang, H.-C.; Zhu, Y.; Zheng, R.; Li, T.; Chen, C.-H.; Huang, T.; Zhao, Y.; Wang, R.; Meng, D.; Li, Y.; Zhu, C.; Wei, K.-H.; Zhan, X.; Yang, Y.* Adv. Mater. 2020, 32, 2003891.

[8] Liu, Y.;† Cheng, P.;*,† Li, T.; Wang, R.; Li, Y.; Chang, S.-Y.; Zhu, Y.; Cheng, H.-W.; Wei, K.-H.; Zhan, X.; Sun, B.;* Yang, Y.* ACS Nano 2019, 13, 1071-1077.

最终交流类型：邀请报告

A04-I03

离子水凝胶的合成与应用

张超红*

北京大学深圳研究生院

我们近几年合成了不同类型的离子水凝胶，包括离子基团完全固定于高分子网络的聚两性离子水凝胶、单一离子固定于高分子网络的聚阳/阴离子水凝胶、含完全游离离子的水凝胶；我们通过引入超分子液态胶束、引进多功能共溶剂等方法提升了离子水凝胶多方面的性能，并使其多功能化。随后，根据不同类型的离子水凝胶的特性，将其应用于三类电容/电化学器件中，获得了高灵敏、高稳定性、无离子泄露的电容式传感器，高可拉伸、高稳定性的电容式发光器件，节能、颜色切换快、高稳定性的热致&电致变色器件和电致变色-发光叠层器件。

最终交流类型：墙报

A04-P01

改善电接触以提高大面积柔性有机光伏组件的效率和稳定性

陆鑫、谢聪、刘洋、郑会、冯凯、熊泽栋、韦晚霞、周印华*

华中科技大学

大面积柔性有机光伏组件存在电分流和相邻子电池之间的电接触不良，导致效率和稳定性损失。在这里，我们通过抑制电分流和改善电接触来提高大面积柔性有机光伏组件的性能。我们将大面积银纳米线电极嵌入聚合物基板中，以降低表面粗糙度，从而抑制电分流。我们在相邻的子电池之间沉积铬线和银线以改善电接触。结果表明，铬抑制了银薄膜的聚集，增加了其激光通量耐受性，并在热退火、机械弯曲和照明下保持了其导电性。这些改进提高了柔性有机光伏组件的光伏效率和光照稳定性。大面积柔性模块的认证效率分别为 14.04%（有效面积：41 cm²）和 13.10%（有效面积：370 cm²，开路电压为 103.51 V），连续照明 912 小时后可保持 90.4 ± 2.3% 的初始效率。

最终交流类型：邀请报告

A04-I04

重原子杂化有机小分子光伏材料合成与性能研究

王金亮*

北京理工大学

单分散有机光电转换材料具有明确结构和分子量，在探究分子结构与性能构效关系、厘清高效电池工作机制等方面具有重要的科学意义。针对新颖的活性层单分散材料有限、精准解析构效机制难、综合性能优异有机太阳能电池(OSCs)稀缺等瓶颈科学问题，近年来围绕“新型重原子杂化活性层材料体系创制及在高效有机太阳能电池中的多功能应用”开展了系统研究。1) 针对性能优异小分子材料稀缺等科学问题，提出了“非对称硫/硒杂化核心”的小分子受体合成新策略，创新创建了硒杂稠

环受体新材料体系，有效解决了硒杂稠环受体类电池效率低和能损大的难题，持续引领该类材料器件记录性能。2) 针对活性层材料构效机制模糊等科学问题，提出了“多卤非对称杂化末端”的形貌调控新策略，发展了单晶堆积模型介导和机器学习智能辅助的解析构效关系和揭示电荷传输机制的新研究策略，实现了重原子杂化受体材料性能突破。3) 针对性能优异光伏器件稀缺等科学问题，提出了氟氯异卤化同源砌块共聚或双受体组分共混协同优化活性层的新构筑策略，构建了具有同期记录效率兼具卓越稳定性的多种类有机太阳能电池。

最终交流类型：主题报告

A04-KN03

高性能全聚合物太阳能电池研究

孙艳明*

Beihang University, China

近年来，随着非富勒烯受体小分子材料的快速发展，有机太阳能电池的光电转换效率不断取得突破。然而，小分子受体材料存在易结晶，光热稳定性以及拉伸性能差等缺点，与之相反，聚合物受体材料可以弥补小分子受体材料的这些不足，所制备的全聚合物太阳能电池具有优异的稳定性和机械柔韧性，在可穿戴以及柔性可拉伸器件方面具有较大的潜力。全聚合物体系因其溶液黏度高，流平性能好，非常适用于大面积印刷器件的制备。因此，全聚合物太阳能电池在商业应用上更具优势。尽管全聚合物体系具有诸多优点，但是目前全聚合物太阳能电池研究较少，性能也偏低。本报告将系统介绍我们课题组最近在全聚合物太阳能电池方面的研究进展，包括高性能聚合物受体材料设计，全聚合物体系形貌调控，器件稳定性研究以及绿色大面积加工等方面内容。

最终交流类型：口头报告

A04-O02

多晶卤化物钙钛矿埋底界面调控及临近空间应用探索

涂用广*

西北工业大学

多晶卤化物钙钛矿薄膜的上下两个界面，通常被认为是结晶性较差的缺陷富集区域，容易诱发钙钛矿薄膜的降解。近几年，对薄膜上表/界面的认知与优化已日趋成熟，而对于被隐埋的、非暴露的“埋底界面”则缺乏简捷有效的调控。目前，多种用于倒置钙钛矿光伏的 P 型空穴传输材料 (HTM) 如聚三芳胺 (PTAA)、自组装材料 (SAMs) 面临的一个共性痛点，即弱极性/疏水性 HTM 与高极性钙钛矿前驱体溶液之间的极性失配，直接导致非理想润湿及成核生长，严重影响载流子传输动力学过程。针对“埋底界面”处高密度电子缺陷、不利应变和有害异质性等根源性难点，我们提出了一种多功能共嵌入策略，通过预埋引入两亲性聚电解质 (PFN-Br) 和“岛状”咪唑盐 (IAI) 调节“埋底界面”的极性失配，增加基底润湿性，在底界面处形成致密、均匀的高质量钙钛矿薄膜。我们用化学浸泡法对“埋底界面”进行大面积无损暴露，借助 PFN-Br 上的烷基链的动态扭曲或拉伸促成残余应力的释放。此外，我们揭示了 PFN-Br/IAI 上自由阴离子 (I-/Br-) 及路易斯碱基对钙钛矿结晶过程中“埋底界面”处的卤素空位补偿和配位游离 Pb^{2+} 的化学机制。最终，优化的倒置钙钛矿光伏器件，展现出 23.74% 的光电转换效率和可忽略的迟滞，并且具备突出的耐湿气、热稳定性以及运行稳定性，有望将简捷有效的共嵌入设计成为构筑良好“埋底界面”的精准调控策略。

最终交流类型：邀请报告

A04-I05

印刷制备柔性可穿戴光伏器件

胡笑添*

南昌大学

薄膜太阳能电池在柔性可穿戴电子设备和节能建筑一体化方面具有独特的优势和巨大的应用潜力，然而，其本身的相不稳定性、结晶性等问题以及柔性透明电极材料的选择限制了柔性有机太阳能电池的进一步发展和商业化应用拓展。我们通过以柔性印刷工艺为支撑，以柔性仿生设计为创新点，围绕柔性太阳能电池集成设计与大面积印刷工艺开展研究：通过墨水协同分散和剪切冲量调控的方法，

实现了多种光电功能材料的形貌一致性印刷；开发了基于新原理、新概念，具有自主知识产权的高精度光电器件印刷系统，并实现大面积柔性透明电极和光伏模组的印刷制备。

最终交流类型：口头报告

A04-O03

基于水/醇的纳米颗粒墨水用于有机太阳能电池的加工

谢湛*

深圳技术大学

使用水/醇等绿色溶剂制备光活性层更有利于有机光伏（OPV）大面积加工的实现，同时能够促进溶剂的回收并降低加工成本。然而，有机半导体材料在水/醇中较差的溶解性降低了其绿色加工的可行性。因此，我们通过将有机半导体材料制备成纳米颗粒（NP）墨水分散于水/醇中来完成此加工过程。我们通过乳液法和再沉淀法制备了一系列的有机半导体纳米颗粒，并发现合成工艺、颗粒大小、溶剂和表面活性剂等参数能深刻影响 NP 薄膜的形成和 OPV 的器件性能。最终，我们独创的泊洛沙姆表面活性剂进一步改善了 NP 墨水的纯度并将 NP-OPV 的器件效率和稳定性提升至接近溶液加工器件的水平。此研究进一步促进了 OPV 向低成本、高性能、高稳定性以及环境友好的大面积绿色加工发展，标志着 OPV 向产业化迈进了坚实的一步。

最终交流类型：主题报告

A04-KN04

结晶和相分离相互竞争耦合调控有机太阳能电池活性层形貌

韩艳春*

中国科学院长春应用化学研究所

有机太阳能电池具有轻薄、半透明和可大面积溶液加工等独特优势，展现出广阔的发展和应用前景。有机太阳能电池的光电转换过程包括：活性层吸收光子产生激子，激子扩散至给受体界面分离产生自由载流子，自由载流子传输至电极被收集。从有机光伏器件光物理过程可以发现，由给受体共混形成的有源层相分离结构对最终器件的光电转换效率至关重要：相区尺寸需要为 10-20 nm 的高结晶度的双连续网络结构，以确保高效的激子解离和载流子传输。同时，高相区纯度和垂直方向上的梯度组分分布有利于提高载流子迁移率，减少传输过程中的电荷复合。

活性层的相分离形貌由热力学和动力学共同控制。在溶液加工的过程中，聚合物结晶和相分离相互竞争和耦合，另外由于溶剂的快速挥发，活性层中容易形成给、受体过度聚集或过度混合的不理想形貌，导致严重的成对复合或双分子复合，限制了有机太阳能电池性能的提高。本报告将针对共轭刚性聚合物结晶与相分离相互竞争关系难于控制的问题，从热力学和动力学角度，结合聚合物本身分子量、分子链运动能力及分子间相互作用对结晶行为的控制作用，利用给受体聚集行为对分子量、溶剂和温度的依赖性，调控液-液相分离、液-固相分离以及液-固相分离的顺序，从而优化相分离结构。进一步通过调控给受体晶体成核与生长速率、结晶速度差异和分子运动能力，实现了相分离结构的转变和结晶取向调控。上述基本结论在全聚合物、聚合物/非富勒烯和小分子等体系得到验证，从而建立了有机光伏器件形态结构和性能关系。

最终交流类型：邀请报告

A04-I06

高效有机光伏活性层分子聚集态行为的精细优化

崔超华*

Soochow University, China

活性层良好的纳米尺寸的相分离互穿网络结构是激子高效分离、传输的前提，是制备高性能有机光伏器件的关键。目前，稠环小分子受体材料是广泛使用的主流高效率光伏材料。因该类材料具有与常用的 p 型材料相似的共轭结构单元，且结晶性强，易于在成膜过程中形成大尺寸自聚集。并且，这类受体材料与给体材料在常用溶剂中的溶解度相似，使得传统的液体添加剂难以有效调控它们的相分离形貌，制约了器件光伏性能的进一步提升。

基于稠环小分子受体材料的易自聚集特性,以及目前广泛使用的液体添加剂方法存在的局限性,我们发展了可挥发的强结晶性固体化合物作为添加剂优化形貌的方法,实现了器件光伏性能的显著提升[1-3]。该形貌调控方法的作用机理是,强结晶性的固体添加剂在成膜过程中抑制非富勒烯受体材料的过自聚集,随后固体添加剂在热退火的作用下挥发,同时给体分子在热退火的作用下嵌入受体聚集阵列中,最终形成良好的纳米尺寸互穿网络相分离结构。基于该形貌调控方法,制备了一系列高性能有机光伏器件。

与此同时,有机光伏活性层材料的有序堆叠取向是光生载流子高速输运的关键。但有机光伏材料受其本征性质及溶剂极性等因素影响,溶液成膜过程的分子堆积难以有效调控,极大限制了光生载流子的快速输运及器件的光伏性能提升。基于该挑战问题,我们提出了分子模板诱导效应优化光伏材料的分子堆叠取向的作用机制:通过分子模板的有序堆叠及其与光伏材料之间的强分子间相互作用,诱导光伏材料在成膜过程趋向有序分子堆叠,从而改善分子共轭平面的堆叠取向,制备了高性能有机光伏器件[4]。

关键词:有机太阳能电池;活性层形貌;能量转换效率;固体添加剂

参考文献

[1] Fan, H.; Yang, H.; Wu, Y.; Yildiz, O.; Zhu, X.; Marszalek, T.; Blom, P. W.M.; Cui, C.; Li, Y. Zhang, S.; Adv. Funct. Mater. 2021, 31: 2103944.

[2] Bao, S.; Yang, H.; Fan, H.; Zhang, J.; Wei, Z.; Cui, C.; Li, Y. Adv. Mater. 2021, 33: 2105301.

[3] Yang, H.; Bao, S.; Cui, N.; Fan, H.; Hu, K.; Cui, C.; Li, Y. Angew. Chem. Int. Ed. 2022, 62: e202216338.

[4] Zhang, W.; Wu, Y.; Ma, R.; Fan, H.; Li, X.; Yang, H.; Cui, C.; Li, Y. Angew. Chem. Int. Ed. 2022, 62: e202309713.

最终交流类型:邀请报告

A04-I07

柔性有机太阳能电池核心材料与器件

李伟伟*

北京化工大学

有机太阳能电池,作为一种以有机半导体材料为核心吸光层的光电转换装置,具备独特的柔性、轻便特性,且可通过溶液制备,是柔性器件不可或缺的关键组成部分。其中,柔性特质尤为显著,使其与其他类型的太阳能电池区分开来,进而在特定场景中展现出巨大的应用潜力,如室内光伏系统、半透明电池设计、可穿戴设备以及物联网技术的集成等。在推动柔性有机太阳能电池的实际应用与产业化进程中,我们必须综合考虑多个方面,包括核心材料的研发、器件制备技术的优化以及大面积化生产工艺的革新,旨在实现高效率、高稳定性以及低成本的目标。本次报告中,我们将汇报在柔性有机太阳能电池的核心材料与器件制备方面的研究工作,包括柔性透明基底与电极的设计,新型金属氧化物界面层,以及高性能、高稳定性有机半导体材料的开发。同时,我们也积极探索了从小面积到大规模柔性器件的制备技术,以期在未来实现有机太阳能电池的应用与产业化的突破。

最终交流类型:邀请报告

A04-I08

巨分子受体的合成与光伏性能

李骁骏、李永舫*

中国科学院化学研究所

聚合物受体虽然具有高的玻璃化转变温度和形貌稳定性,但存在批次差异问题,因此构筑兼具高玻璃化转变温度与确定分子结构的受体分子成为有机光伏受体材料发展与应用的需要。基于这一问题,在小分子受体结构基础上,结合聚合物受体结构与分子量特点,将几个小分子受体结构单元通过合适的结构连接,合成的这类分子则会兼具较大分子量和确定分子结构,我们将这类分子定义为巨分子受体(Giant molecule acceptors)¹。

我们以聚合物受体 PY-IT 为参照,采用类似积木的逐步合成策略设计并合成了一系列巨分子

受体 DY (3734.13), TY (5642.19) 和 QY (7550.25), 这些分子的分子量介于 PY-IT (Mn: 8210, PDI: 2.08) 及其单体对应的小分子受体 YDT (1827.07) 之间。在这些巨分子受体的合成过程中, 反应中间单元特定的反应位点使得该逐步合成法精准可控。随后, 研究系统地探讨了从小分子受体到巨分子受体再到聚合物受体的结构-性能关系²。此外我们利用巨分子受体的结构特点, 使巨分子受体相比于小分子受体在非卤溶剂中表现出更为合适的聚集特性和可加工性, 提高了非卤溶剂加工的有机太阳能电池的器件效率¹。而对于含有三个小分子受体单元的巨分子受体, 我们对其分子构型对同分子(受体-受体)与异分子(受体-给体)相互作用的影响进行了系统研究, 揭示了分子构型对器件性能影响的内在因素。

1. Hongmei Zhuo, Xiaojun Li*, Jinyuan Zhang, Shucheng Qin, Jing Guo, Ruimin Zhou, Xin Jiang, Xiangxi Wu, Zekun Chen, Jing Li, Lei Meng*, Yongfang Li*. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, 62, 202303551.

2. Hongmei Zhuo, Xiaojun Li *, Jinyuan Zhang, Can Zhu, Haozhe He, Kan Ding, Jing Li, Lei Meng, Harald Ade*, Yongfang Li*. *Nat. Commun.* **2023**, 14, 7996.

最终交流类型: 主题报告

A04-KN05

N-型有机光伏材料及高性能器件

朱晓张*

中国科学院化学研究所

有机太阳能电池具有轻薄柔、可大面积溶液加工等显著优势, 在分布式发电如光伏建筑一体化等领域有着重要的应用价值。为实现有机光伏性能突破, 我们提出“增强推拉电子体系醌式共振”材料设计新策略, 发展了系列能级结构高度可调的近红外光伏材料, 实现了超越传统富勒烯受体的高光电转换效率; 深入研究了同时获得高光电压和高光电流的激子解离驱动力, 开发了电子和聚集态结构精准调控新方法, 取得了有机光伏性能的持续突破; 提出“窄搭配”策略, 建立了半透明光伏器件性能预测新模型, 构筑了兼具高透光率和高光电转换效率的高性能、多功能半透明有机太阳能电池。

最终交流类型: 墙报

A04-P02

星形寡聚非稠环受体材料及其性能研究

魏涵¹、夏浩^{1,2}、郝儒林¹、王旭萌¹、朱甜¹、刘永祥¹、朱梦冰¹、谭华¹、李刚²、朱卫国*¹

1. 常州大学材料科学与工程学院, 江苏省光电热能转换材料与应用工程中心, 江苏省光伏科学与工程协同创新中心, 材料科学与工程国家实验教学示范中心, 常州 213164

2. 香港理工大学电子与信息工程系, 香港 999077

非富勒烯受体(NFA)材料因其光吸收强、能级可调、溶解性好和形态稳定性高等优点, 已成为有机光伏材料的主要发展方向。目前, 主流的非富勒烯受体材料是 Y6 系列的线形稠环小分子及其聚合物, 单结有机太阳能电池(OSCs)的能量转换效率(PCE)已达到 20%, 但 OSCs 的效率和稳定性与商用标准相比, 还存在一定差距。

NFA 材料是 OSCs 的核心材料, 开发新型 NFA 材料对于提升 OSCs 光伏性能和器件稳定性至关重要。星形 NFA 材料因具有线形 NFA 材料的本征特性、富勒烯材料高的电子迁移率和各向同性的电荷传输特性, 被认为是新型 NFA 材料的发展方向¹⁻³。与线性 NFA 材料相比, 它的三维几何结构有利于分子内/间电荷转移、抑制过度自聚集和激子解离。因此, 开发星形 NFA 材料意义重大。

本文采用结构简单的给体/受体单元, 设计合成了一类 Ph(D-A)₃ 型星形有机寡聚非稠环光伏受体材料, 研究了其分子结构与光伏性能的关系。研究表明: 这类受体材料的光学带隙在 1.63-1.72 eV 的范围内可调节, 作为第三组分, 应用于本体异质结 OSCs, 实现了器件光伏性能和稳定性的极大提升, 其三元 OSCs 的 PCE 达到了 18.6%。

致谢

感谢国家自然科学基金(22275024, 51673031)、中国石油化工有限公司“种子计划”项目(223298)、常州市社会发展项目(CZ20220027)、江苏省研究生创新项目(KYCX22_3032)、常州市社会发展项目(CZ20220027)、材料科学与工程江苏省高校优势学科建设四期工程 (PAPD)、江苏省“双创”高层次人才计划对本工作的资助。

参考文献

- 1.Liao, X.; Xie, Q.; Guo, Y.; et al. *Energy & Environmental Science.*, 2022, 15 (1), 384-394.
- 2.Wang, C.; Ma, X.; Shen, Y.-f.; Deng, D.; et al. *Joule.*, 2023, 7 (10), 2386-2401.
- 3.Liu, W.; Xu, X.; He, S.; Sun, R.; et al. *Macromolecules.*, 2023, 56 (21), 8623-8631.

联系人简介

朱卫国, 常州大学材料科学与工程学院 教授/博士生导师, 研究方向: 有机高分子光电子材料与器件。电子邮箱 zhuwg18@126.com

最终交流类型: 主题报告

A04-KN06

有机光伏材料与太阳能电池器件

朱卫国*、宋欣、谭华、朱梦冰

常州大学材料科学与工程学院, 江苏省光电热能转换材料与应用工程实验室, 江苏省光伏科学与工程协同创新中心, 材料科学与工程国家实验教学示范中心, 常州 213164。

有机太阳能电池(OSCs), 因其光活性层材料选择范围宽、化学结构易于调节、重量轻、半透明、柔性、可大面积制备等特点, 已成为当今我国可再生能源和“双碳”战略的重点发展方向。目前, 本体异质结 OSCs 的能量转化效率(PCE)已超过 20%, 叠层 OSCs 的 PCE 接近 21%, 有机/钙钛矿叠层 PCE 也已接近 26%。但是, OSCs 产业化目前仍存在一些瓶颈问题, 主要是高性能的有机光伏给受体材料不足, 器件的光伏性能与硅太阳能电池和钙钛矿太阳能电池相比, 在成本、效率、稳定性方面还存在一定的差距。因此, 开发高性能的有机光伏给受体材料、创新 OSCs 器件工艺已成为推进 OSCs 产业化的关键。

为此, 我们近年设计合成了系列有机光伏给体、受体材料, 研究了分子结构对光物理、电化学、结晶性、光伏等性能的影响, 器件工艺、挥发性添加剂策略对活性层形貌和器件性能的影响, 获得了结构简单、性能优异的给体、受体材料, 揭示了挥发添加剂对活性层内部形貌和器件光伏性能的影响规律, 实现了光活性层分子聚集形态及相分离尺度的可控调节, 大幅提升了 OSCs 的光伏性能和器件的稳定性。

参考文献

- 1.H. Xia; Y. Zhang, W. Deng, et al. *Advanced Materials*, 2022, 34, 2107659.
- 2.H. Xia, Y. Zhang, K. Liu, et al. *Energy & Environmental Science*, 2023, 16, 6078-6093.
- 3.J. N. Zhu, Z. Y. Shao, J. F. Wang, et al. *Chemical Engineering Journal*, 2022, 444, 136509.
- 4.W. H. Peng, Y. B. Lin, S. Y. Jeong, et al. *Nano Energy*, 2022, 92, 106681.
- 5.X. Song, H. Xu, X. Y. Jiang, et al. *Advanced Materials*, 2022, 34, 2200509.
- 6.X. Song, K. Zhang, R. Guo et al. *Energy & Environmental Science*, 2023, 16, 3441.
- 7.R. L. Hao, H. Xia, X. M. Wang, et al. *Chemical Engineering Journal*, 2024, 488, 151067.

致谢

感谢国家自然科学基金面上项目 (22275024, 51673031)、中国石油化工有限公司“种子计划”项目(223298)、常州市社会发展项目(CZ20220027)、材料科学与工程江苏省高校优势学科建设四期工程 (PAPD)、江苏省“双创”高层次人才计划对本研究的支持。

报告人简介

朱卫国, 常州大学材料科学与工程学院 教授/博士生导师, 研究方向: 有机高分子光电子材料与器件。电子邮箱 zhuwg18@126.com。

最终交流类型: 墙报

A04-P03

厚电子传输层平滑银纳米线透明电极制备大面积柔性有机光伏模组

刘洋、覃飞、王源源、陆鑫、熊泽栋、谢聪、周印华*

华中科技大学

目前,制备高效的大面积柔性有机光伏模组仍然具有挑战性。由于银纳米线(AgNWs)透明底电极表面粗糙或产生尖峰,通常会出现漏电或短路的情况,从而导致器件效率低下。在这项工作中,我们引入厚电子传输层锌螯合聚乙烯亚胺(PEI-Zn),来平滑透明电极 AgNWs 的表面,经过平滑处理的 AgNWs 电极可以抑制器件漏电或短路。实验表明,当有机光伏模组器件面积增大时,需要更厚的 PEI-Zn 层来克服开路电压的损失。我们制备了 AgNWs 为透明底电极的大面积有机光伏模组,厚度高达 350 nm 的 PEI-Zn 可为器件提供较高的开路电压和功率转换效率。基于厚电子传输层 PEI-Zn 涂布的 AgNWs 透明电极,我们制备了 35.2 平方厘米的柔性有机光伏模组,第三方认证效率达到了 12.50%,该模组具有良好的光照稳定性和机械柔性。

最终交流类型:邀请报告

A04-I09

有机光伏活性层高速制备

闵杰*

武汉大学

目前,所报道卷对卷制造的有机光伏活性层体系的涂覆速度(如刮涂和狭缝涂覆)通常以 0.3-1.5 米/分钟的线性速度进行涂覆,远远落后于相关界面层和金属电极的印刷工艺(速度通常大于 10 米/分钟)。有机光伏活性层制备线性速度较差,会不可避免地限制了整条有机光伏组件生产线的生产能力,从而导致工业规模有机光伏制造平准化能源成本(LCOE)显著提高。基于此,汇报人课题组首先探究了活性层涂覆速度快慢对组件生产成本及其 LCOE 参数的影响。随后,汇报人课题组开发了多种高速逐层和共混涂覆活性层工艺,并探究了相关工艺的优点及其背后的物理机制。最后,我们还分析了不同类型活性层体系导致的高速涂覆能力的差异并揭示了相关成因。这一系列工作为有机活性层体系的设计开发以及成膜工艺选择,提供了重要研究思路和发展目标。

最终交流类型:墙报

A04-P04

基于银纳米线嵌入聚酰亚胺复合电极的柔性有机太阳能电池及模组

周歧锦、陈建平、周先敏、刘鑫璐、周印华*

华中科技大学武汉光电国家研究中心

柔性有机太阳能电池具有质量轻、柔性以及可印刷制备等特点,在穿戴便携式电子、光伏建筑一体化等领域有广阔应用前景。其中,柔性透明电极是关键组成部分,银纳米线(Silver nanowires, AgNWs)电极因其优异的光电性能及机械性能,是柔性透明电极的重要候选。然而,其表面粗糙度大易于导致器件漏电、短路,限制了其在大面积有机柔性太阳能电池中的应用。本工作将 AgNWs 嵌入至聚酰亚胺(Polyimide, PI)衬底中,制备出 AgNWs-em-PI 复合电极,电极兼具低表面粗糙度、优异机械柔性及光电性能。基于 AgNWs-em-PI 电极制备了面积为 6.3 平方厘米、效率为 12.46% 的柔性有机光伏模组。

最终交流类型:仅发表论文

A04-PO01

基于反溶剂法制备高效 CsPbBr₃ 钙钛矿太阳能电池

严俊杰、向志炜、蔡伟通*

广东工业大学

无机卤化物钙钛矿 CsPbBr₃ 因其良好的环境相稳定性在光伏领域引起了广泛的关注。本文致力于探索无机钙钛矿材料 CsPbBr₃ 的制备及其在太阳能电池中的实际应用。然而,传统的一步法制备 CsPbBr₃ 存在形貌差、结晶度低等问题,阻碍了器件性能的进一步提升。本文展示了一种反溶剂辅助的高质量 CsPbBr₃ 膜的多步骤沉积策略,其中首先在 PbBr₂ 前驱体成膜过程中引入反溶剂来构建

多孔多层结构的 PbBr_2 膜，然后通过多步沉积，将 CsBr 溶液引入到多孔多层的 PbBr_2 薄膜中，有效地促进了反应物的紧密接触，完成了退火反应。发现 CsBr 的旋涂次数和 PbBr_2 膜的孔隙度控制着钙钛矿膜的最终形貌和相组成。利用绿色无水乙醇(EtOH)溶剂处理高孔隙度薄膜，优化 CsBr 旋涂后，可获得高质量的 CsPbBr_3 薄膜。最后，采用上述方法制备的碳基全无机钙钛矿太阳能电池(PSCs)获得了 6.65%的转化效率。未封装的设备放置在温度在 20~25°C、湿度为 30%~40%的环境条件下，器件放置第 30 天，没有明显的效率下降，具有良好的长期稳定性。

最终交流类型：邀请报告

A04-I10

激发态动力学过程与有机光伏器件电压损失关系

唐正*

东华大学

有机光伏器件具有质轻价廉，柔软可印刷制备等特点，在新能源及移动可穿戴电子技术领域应用前景广阔。目前，高性能有机光伏器件光电转换效率已经突破 20%，器件的量子效率高达 90%，填充因子超过 80%。然而，关于有机光伏器件性能最终能否达到硅基或钙钛矿光伏器件性能水平的争论仍然激烈。其主要原因在于：在有机光伏器件中，光生激子通过形成于给受体材料界面处的电荷转移(CT)态拆分形成自由载流子。因存在 CT 态，载流子有了新的复合通道，导致载流子复合速率过快，电压损失过大，从而限制器件的开路电压。因此，进一步提升器件性能的关键在于降低 CT 态复合引起的器件电压损失，提高开路电压。在本报告中，我们将首先讨论有机光伏器件开路电压的决定因素，辐射和非辐射复合电压损失的来源，以及导致有机光伏器件电压损失过高的原因。随后，我们将介绍本课题组在电压损失方面的研究工作，包括：电荷转移能量损失引起的辐射复合电压损失；载流子扩散引起的表面非辐射电压损失；以及 CT 态复合引起的，与给受体材料薄膜微观结构，材料分子结构及给受体分子界面结构相关的非辐射电压损失。

最终交流类型：邀请报告

A04-I11

低成本氧化锌导电薄膜及其在免 ITO 有机光伏器件中的应用探索

马在飞*

东华大学

经过二十年的发展，有机光伏(OPV)器件的能量转换效率已经超过 20%。然而，目前这些高性能器件多基于氧化铟锡(ITO)而构建，但 ITO 的高成本和其稀缺性，限制了 OPV 技术的市场化发展。因此，发展 ITO 的替代策略，对推动有机光伏技术的进一步突破至关重要。本报告将详细阐述一种基于溶胶-凝胶法并辅以紫外光掺杂技术所制备的高导电率、高光学透过率的氧化锌(ZnO)透明电极薄膜，旨在替代 OPV 器件中的 ITO 电极。有别于传统的基于元素掺杂的 ZnO 导电薄膜，这种紫外光掺杂的 ZnO 薄膜具有更高的近红外光透过率。我们利用多次沉积法，成功将紫外光掺杂 ZnO 薄膜的稳定电导率提升至 500 S cm^{-1} ，并深入研究了 ZnO 的导电机制，理清了其界面氧空位浓度的内在关系。基于这一技术，我们构建了性能与 ITO 器件相媲美的 ZnO 基光伏器件。此外，通过 ZnO 表面的氮掺杂技术，进一步将 ZnO 薄膜的电导率提升至 1000 S cm^{-1} ，显著提高了有机光伏器件的整体性能。最终，凭借对 ZnO 薄膜沉积工艺方案的细致优化，我们大幅提升了高性能 ZnO 基 OPV 器件的制备可重复性和稳定性，为有机光伏器件的免 ITO 化发展提供了新的解决方案。

最终交流类型：主题报告

A04-KN07

稠环电子受体光伏材料

占肖卫*

北京大学材料学院

1995-2015 年富勒烯一直占据着有机光伏领域电子受体材料的统治地位，因而这 20 年被称为“富勒烯时代”。然而，富勒烯在可见光区吸收弱，能量损失大，器件效率已触碰天花板。另外，富勒烯

球形分子易聚集，形貌稳定性差，器件寿命受限。早期对替代富勒烯的新型受体的探索很少，器件效率很低，且长期停滞不前。整个领域因为受体这块短板遭遇发展瓶颈，创制高性能的新型受体材料是亟待解决的挑战性难题。本团队于 2006 年率先在国内开展了新一代电子受体的研究，经过十年探索，于 2015 年发明了被誉为“里程碑”和“划时代”的“明星分子”ITIC，开创了“稠环电子受体”这一高性能新颖受体体系。稠环电子受体颠覆了富勒烯等经典体系，开启了领域的“后富勒烯时代”，突破了有机光伏的瓶颈，实现了器件效率的飞跃，为领域发展带来了前所未有的新机遇。20 余个国家 350 余个研究组在诸多领域使用稠环电子受体材料，如：有机/钙钛矿/量子点太阳能电池、光解水、场效应晶体管、光电探测器、发光二极管、双光子吸收、光热/光声/光动力治疗等。

最终交流类型：口头报告

A04-O04

固体添加剂与有机光伏活性层形貌调控

于润楠*

北京化工大学

精细调控活性层微观形貌是提升有机光伏器件性能的关键环节。现有的形貌调控手段在功能性、稳定性、可重复性，以及大面积加工适用性上还存在不足，迫使研究者着力发展新思路、新技术，以追求光伏器件效率、寿命以及良率的同步提升。固体添加剂因其具有良好的加工稳定性以及多样的形貌调制功能，被认为是用以制备稳定、高良率光伏电池器件的有效形貌调控方法。本报告将介绍如何从分子设计的角度实现固体小分子表面电荷分布、挥发性和自组装空间的协同调控，以实现诱导有序分子排列的分子间非共价相互作用，以及热力学相变动态过程中活性层分子二次自组装过程的精准控制，从而构筑高性能光伏器件。此外，本报告将介绍固体添加剂在高性能光伏器件中的应用及其作用机制的探索。综上，固体添加剂的系统研究为高性能有机光伏器件中活性层形貌调控提供创新思路，其分子设计及应用仍有广阔的探索空间。

最终交流类型：墙报

A04-P05

多硒吩策略使基于二聚受体的有机太阳能电池效率超过 18.5%

白玉阳、阚斌*

南开大学材料与科学学院

二聚受体材料由于其明确的化学结构、高批次重现性和低分子扩散特性，正逐渐成为小分子和聚合物受体的替代材料。然而，二聚受体材料通常表现出吸收蓝移的性质，限制了它们的光利用能力。本研究采用多硒吩策略合成具有红移吸收的二聚受体材料。从小分子(YSe)到二聚体(DYSe-1 和 DYSe-2)，重组能和激子结合能的降低使得基于二聚受体材料的有机太阳能电池 (OSC) 具有更优的电荷动力学特性。基于 DYSe-1 和 DYSe-2 的 OSCs 的有效吸收可达到约 920 nm，其短路电流密度(J_{sc})均超过 27mA cm^{-2} ，这是目前二聚受体材料中的电流最高值。此外，与基于 YSe 的 OSC 相比，基于 DYSe-1/2 的 OSCs 具有更高的电致发光量子效率，从而降低了非辐射复合损耗。基于 DYSe-1 和 DYSe-2 的 OSCs 的开路电压(V_{oc})约为 0.88 V，结合其较高的 J_{sc} 值，其功率转换效率分别为 18.56% 和 18.22%。我们的研究成果在基于二聚受体材料的 OSCs 中是较优值之一，同时也证明了多硒吩策略在开发高性能红移二聚受体材料中具有巨大潜力。

最终交流类型：墙报

A04-P06

High stability of dark current enables stretchable near-infrared self-powered organic photodetectors

Chen Wang, Xiaoyan Du*

Shandong University

Ultra-flexible and stretchable organic photodetectors (s-OPDs) sensitive in the near-infrared (NIR) region hold great potential for wearable health monitoring with excellent physiological signal and skin conformability. However, the development of OPDs that combines NIR sensitivity, low power consumption, low cost, simple fabrication structure, and good mechanical properties is still challenging and has not been well explored. In this work, we report a self-powered s-OPD with a simple fabrication

structure used for organic solar cells and a detectivity of more than 1×10^{12} Jones (corrected by noise current) in the NIR region at 10% tensile strain and short response time (2.46 μ s), representing state-of-the-art performances. Reducing energetic disorders other than discrete traps in photo active layers is more crucial to further reduce the dark current at zero bias. The dark current of the OPDs exhibits higher mechanical stability than photocurrent due to the slower degradation of the parallel resistance than the series resistance under tensile strain. The higher stability of dark current enables the s-OPDs as a stretchable organic photoplethysmogram heart rate sensor, showing excellent detectivity under 30% strain or 800 stretching-release cycles at 10% strain, indicating the great potential for application in wearable optoelectronics.

最终交流类型：邀请报告

A04-I12

有机太阳能电池填充因子调控研究

张渊*、张旭宁、张伟超

北京航空航天大学

Fill factor (FF) is an important parameter governing the power conversion efficiency (PCE) in non-fullerene organic solar cells (NF-OSCs), which however is less studied than the other two parameters (short-circuit current, J_{sc} and open-circuit voltage V_{oc}). To understand how energy offsets, exciton and charge carrier dynamics impact the FF, four groups of bulk heterojunctions (BHJs) NF-OSCs are investigated with FFs varying from 0.61 to 0.78 under progressive changes of HOMO-HOMO offsets ($\Delta HOMO$, from 0.09 to 0.24 eV). By pump-probe optical spectroscopy, we find that the FF exhibits a positive dependence on $\Delta HOMO$ and charge-separated state lifetime (τ_{CS}) in the blends, a result of inhibited back charge transfers and recombination at the donor-acceptor interface under higher $\Delta HOMO$ s. Moreover, we observe a fast charge extraction with decreased sensitivity to internal electric-fields in high-FF devices. Despite these merits, the gains of FF are at the expense of increasing the voltage loss to non-radiative recombination in our studied systems. The combined results suggest that remaining appropriate energetic offsets is essential for controlling the carrier dynamics with longer-lived CS-states, restraining charge back transfer and reducing charge recombination toward high FFs and photovoltaic efficiencies.

最终交流类型：邀请报告

A04-I13

面向柔性大面积有机光伏电池的打印技术

赵新彦*、邓巍巍、于博洋

南方科技大学

可溶液法印刷制备是有机光伏电池 (OPV) 最突出的优点之一。随着 OPV 器件光电转换效率的不断提升, 兼顾器件性能和柔性、大面积制备潜力的打印技术成为推动产业化进程的关键挑战。我们研究了针对 OPV 器件活性层、电荷传输层和低熔点合金顶电极的打印技术, 包括雾化沉积、柔性微结构刮涂和直写打印等方法。全打印制备的 OPV 器件光电转换效率与旋涂有机层和蒸镀顶电极的器件相当。这些打印技术兼具与柔性基底兼容、可共形打印、材料浪费少、成本低等优点。并且具有普适性, 不仅适用于有机/钙钛矿光伏电池, 也适用于光电探测器、有机发光二极管等光电器件, 可为印刷法制造高性能柔性光电器件提供新的工艺方法和研究思路。

最终交流类型：邀请报告

A04-I14

超薄柔性有机太阳能电池研究

黄文超*

武汉理工大学

有机光电器件具有低成本、质轻及柔性等特点, 在超薄柔性基底上的制备, 不仅极大程度地顺应了人体的复杂形态, 提供更为舒适的穿戴体验, 在极端弯曲、折叠或拉伸条件状态时, 仍能保持

优异的光电性能。本报告将介绍在超薄柔性有机太阳能电池和光电探测器方面的研究进展。通过界面工程、活性层材料微观结构调控和柔性器件工艺优化,实现了超薄器件在光电转换效率与力学稳定性的协同提升,获得了效率超过 17% 的超薄柔性有机太阳能电池,其功率重量比突破性地达到了 40 W/g 以上。此外,基于相同的器件制备工艺,开发出一种可紧密贴合人体皮肤的超薄柔性近红外光电探测器,该器件能够有效监测光电容积脉搏波等多种生理参数。

最终交流类型:邀请报告

A04-I15

有机太阳能电池界面研究

周惠琼*

国家纳米科学中心

溶液法制备的有机太阳能电池,由于具备制备成本低、柔性可弯曲、透明度较高等特点而备受关注。目前,该领域面临的挑战是实现稳定高效的器件。光伏器件的界面决定了激子和载流子行为、界面复合及降解等重要过程,是决定器件性能的关键因素。由于材料或者制备方式的限制,有机太阳能电池器件内各界面会存在不同的问题,如界面层与活性层之间的层界面存在能量势垒影响电荷提取,或活性层内给受体微观界面影响电荷传输等。这些界面问题制约了器件的效率和稳定性。本报告将介绍我们在有机太阳能电池界面研究的工作,包括提供新型界面材料改善电荷提取、界面层表面能对活性层形貌调控提升电荷传输以及构筑半透明光伏器件促进实际应用等内容。

最终交流类型:邀请报告

A04-I16

构建高效稳定的甲脒基钙钛矿太阳能电池

王睿*

西湖大学

基于有机无机杂化的钙钛矿材料在未来高性能光伏领域表现出巨大的潜力。甲脒基钙钛矿由于其具有理想的带隙和热阻,因此成为钙钛矿材料中最有希望的高效光伏器件的候选材料。然而,在室温下,具有光活性的黑相甲脒钙钛矿在热力学上不易形成。其他中间的非光活性相很容易产生,这损害了其光伏性能。通过对钙钛矿结晶过程的多模式原位监测,我们发现了一种定向成核机制,它是避免不良相的关键。这一策略可以适用于在不同的薄膜加工方式下,均可以有效改善光伏器件的性能。在这次报告中,我将介绍我们在提高甲脒基钙钛矿太阳能电池的稳定性和效率方面的最新进展,并探讨其商业化的潜力。

最终交流类型:邀请报告

A04-I17

铜配合物电荷传输材料在钙钛矿和染料敏化光伏中的应用研究

于泽*

大连理工大学

空穴传输材料(hole-transport material, HTM)和电解质材料是钙钛矿和染料敏化太阳能电池中的重要组成部分。它们不仅可以从钙钛矿/染料吸光层有效提取和传输光生空穴,还起到提升器件稳定性的重要作用。针对铜配合物电解质材料稳定性差和酞菁铜空穴传输材料传导率低的问题,本课题组做了如下工作:(1)首次报道了基于五齿配体铜配合物 $[\text{Cu}(\text{tme})]^{2+/+}$ ($\text{tme} = \text{N}$ -苄基-N,N',N'-三(6-甲基吡啶基-2-甲基)乙二胺)的电解质体系。五齿配体的螯合效应有效阻挡路易斯碱添加剂对二价铜配合物的配位,从而显著提高了器件的长时间光照稳定性。在连续光照超过 400 小时后,仍保持初始效率的 91%,优于基于目前普遍使用的 $[\text{Cu}(\text{tmbpy})]^{2+/+}$ 电解质器件(小于 80%);(2)首次报道了将酞菁铜衍生物 tBu-CuNc 作为 HTM 用于钙钛矿太阳能电池中。研究发现,从酞菁环到酞菁环的 p 共轭扩展,增强了分子间相互作用,极大的提高了空穴迁移率,同时其玻璃化转变温度也显著提升到 252 °C。将 tBu-CuNc 作为空穴传输层制备成钙钛矿太阳能电池,获得了 24.03% 的光电转换效率。这是目前基于金属配合物 HTM 的钙钛矿太阳能电池最高效率。

最终交流类型：邀请报告

A04-I18

有机钙钛矿光伏材料软晶格特性的机遇与挑战

薛晶晶*

浙江大学

Metal halide perovskite has recently emerged as a promising candidate for photovoltaic applications due to its intriguing optoelectronic properties. The general chemical formula of perovskites is ABX_3 , where A^+ is a monovalent cation, such as methylammonium, formamidinium or cesium; B^{2+} is a divalent cation, such as Pb^{2+} or Sn^{2+} ; and X^- is a halide anion. Compared with classical perovskite oxides, the larger and more polarizable ionic components, as well as the lower charge on the X-site, lead to weaker coulombic interactions and softer ionic bonding within perovskites. The presence of organic cationic species further contributes to the softness of the perovskite lattice. These softer interactions give rise to many unique features but also pose challenges, such as ultrafast crystallization kinetics, fragile lattice, structural complexity, and defect proliferation. In this presentation, our recent solutions to these soft-ionicity-induced issues in photovoltaic perovskite materials will be introduced. I will also discuss how we can turn some of these perceived drawbacks into advantages, leveraging their unique properties to enhance the performance of perovskite-based photovoltaics.

最终交流类型：主题报告

A04-KN08

低成本、高效率有机太阳能电池材料与器件

薄志山*

Beijing Normal University, China

有机太阳能电池因其轻盈、可弯曲的特质，以及在弱光环境下出色的能量转换效率而备受关注。其活性层由给体和受体材料混合而成，这种独特的体相异质结结构有效地解决了激子扩散距离有限的问题。常见的给体材料包括共轭高分子和小分子，而受体则涵盖富勒烯衍生物、稠环受体以及非稠环受体等多种类型。近年来，随着稠环受体的研发，光电转换效率已提升至 19% 以上。然而，制备高性能的稠环受体需要进行复杂的有机合成和产率较低的关环反应，这使得成本高昂，对产业化发展构成了一定的阻碍。

为了解决这一问题，我们研发出了低成本、结构简化的非稠环电子受体。通过利用分子内的非共价相互作用，我们构建了平面的分子骨架，调节了溶解性和聚集行为，并优化了活性层的形貌。这一系列创新使得非稠环受体的能量转换效率能够与稠环受体相提并论。

另外，我们采用了一种新颖的增压加热溶解技术，成功地将难以加工的高分子量明星聚合物 D-18 应用于有机光伏器件的制造中。这一技术显著提升了器件的性能，使得单结器件的效率突破了 20% 的界限。这些显著的成果为有机太阳能电池的商业化铺平了道路，预示着有机光伏领域的持续创新和突破。

最终交流类型：墙报

A04-P07

氧化锡纳米粒子的溶液合成及其在有机光伏器件的应用

张子娴、刘鑫璐、周先敏、陈建平、刘洋、周印华*

华中科技大学

有机太阳能电池因其轻质、柔性、可溶液涂布制备以及可大面积卷对卷连续生产的优势，应用潜力大，近年来受到研究人员的广泛关注。氧化锌是有机太阳能电池中常用的电子传输层，但其在使用时需要紫外光的激活，无紫外光激活时电导率低，器件的电压-电流密度曲线出现 S 形，造成有机太阳能电池效率低下。然而紫外光会使活性层发生光降解，这与氧化锌需要紫外光激活存在矛盾。本工作采用水热法合成醇相氧化锡纳米粒子，电导率可达 10^{-4} S/cm ，使用该氧化锡作为电子传输层

制备出了无需紫外光激活的刚性有机太阳能电池，效率为 15%。

最终交流类型：邀请报告

A04-I19

材料基因工程加速有机光伏技术的研究与应用

李宁*

华南理工大学

目前实验室小面积有机光伏器件的光电转换效率正接近 20%的里程碑。然而器件的稳定性、环保的印刷技术、以及放大化加工等因素仍是制约有机光伏技术商业化的瓶颈。为了解决这些关键问题，有必要研究和阐明有机薄膜和器件的结构-工艺-性能的关系。然而，这些研究既费时又复杂，而且很难收集足够的统计数据以评估它们在不同场景下的重要性。在这次汇报中，我将讨论与有机光伏技术商业化相关的技术要点和难点，并且探讨如何应用材料基因工程技术加速有机光伏技术的研发与应用。

最终交流类型：邀请报告

A04-I20

有机光伏：从高性能材料到物理机制探究

高珂*、阚媛媛

山东大学

高性能窄带隙给体材料的设计与合成一直是有机光伏（OPV）领域的重点与难点，迄今为止，OPV 领域中的高效率的窄带隙给体材料非常稀缺。本报告将首先介绍基于卟啉的窄带隙给体材料的设计、开发与多功能化应用展开；并介绍多维尺度形貌在有机太阳电池中实空间与倒易空间中的验证，及对器件优化的指导与广泛应用；最后，报告将聚集基于非平衡态相图的普适性理论模型，结合热力学与动力学，用于理解 OPV 中的形貌演变过程，为深入理解有机太阳电池中形貌生成过程与器件优化提供理论支撑。

最终交流类型：邀请报告

A04-I21

电活性紫罗烯光伏界面材料

刘瑶*

北京化工大学

有机太阳能电池具有轻质、柔性、可印刷制备等优点而受到学术界和产业界的广泛关注。调控和优化金属电极与有机半导体活性层之间的软/硬材料界面是有机太阳能电池界面工程的研究前沿，其核心是新型界面材料的设计合成与器件集成。紫罗烯聚合物是一类新兴的非共轭聚合物电解质界面材料，其离子部分位于聚合物主链。相对于传统共轭聚合物电解质，紫罗烯聚合物合成方法简单，条件温和而且绿色，具有更高的离子浓度和更强的界面诱导极化能力，适用于有机太阳能电池的界面修饰。在本工作中，我们首先介绍本课题组近期在电活性紫罗烯的分子设计与合成方面取得的系列进展。在此之后，我们将讨论电活性紫罗烯修饰金属电极的机理和功效。然后，我们探索了调控电活性紫罗烯界面层形貌的策略。最后，我们比较了一些代表性电活性紫罗烯的掺杂效应、电导率和电荷传输及其作为太阳能电池器件界面层的性能。通过本报告，我们希望根据有机光伏界面材料的最新进展和悬而未决的问题，提出我们目前的理解、未来的方向和机遇。

最终交流类型：口头报告

A04-O05

多边共振软 X 射线散射在有机光伏薄膜构效分析中的应用

钟文楷*¹、刘烽²、应磊¹、黄飞¹

1. 华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室
2. 上海交通大学化学化工学院

由给体和受体材料组合的有机光伏/光探测活性层共混薄膜展现出复杂的相分离与界面形貌, 这些特征对器件的光电转换机制具有显著影响。然而, 由于给体与受体化学结构的相似性, 传统的透射电镜和硬 X 射线散射技术在辨别不同组分之间的相分离时面临挑战。因此, 我们发展了多边共振软 X 射线散射 (RSoXS) 技术, 有效表征了给体与受体共混薄膜的复杂形貌, 并阐明了薄膜形貌结构与性能之间的关联。我们基于非富勒烯受体中富氮化学环境的特征近边 X 射线吸收精细结构, 开发了氮边 RSoXS 技术, 显著提升了薄膜中非富勒烯受体相的衬度。结合不同吸收边的散射衬度互补, 多边 RSoXS 技术实现了对不同组分形貌信息的提取。此外, 氮边 RSoXS 技术还能利用分子在不同相分离区域的取向特点, 有效区分来自不同区域的结构信息, 从而更全面、精准地揭示了薄膜的构效关系。本报告还探讨了氮边 RSoXS 在有机光伏纵向形貌和有机光探测器薄膜复杂网络形貌表征中的应用, 并展望 RSoXS 的最新进展将为有机光伏/光探测薄膜的结构表征与性能关联分析提供新的视角和有力工具。

最终交流类型: 主题报告
A04-KN09

界面调控获得高效率高稳定性有机光伏器件

万相见*
南开大学

如何获得高效率与高稳定性材料与器件是有机光伏领域面临的重要挑战。我们以提升有机太阳能电池的效率与稳定性为目标, 设计发展了系列界面修饰材料, 通过二羧酸与电子传输层材料氧化锌或氧化锡作用形成杂化电子传输层。利用上述杂化电子传输材料制备反向光伏器件, 可同时提升器件的效率和稳定性。其中界面层 NMA 修饰 ZnO 的光伏器件, 效率超过 18% 且光照稳定性 T80 寿命大于 7000h。上述界面修饰材料具有相当的厚度耐受性, 不仅可通过旋涂方法用于小面积器件, 还可通过刮涂方法制备大面积反向结构模组, 效率超过 15%。最近, 利用上述界面层, 通过器件进一步优化, 我们获得了效率超过 19% 的高稳定性刚性反向光伏器件, 柔性反向器件效率接近 19%。

最终交流类型: 邀请报告
A04-I22

反式结构钙钛矿光伏器件的异质结界面功函数调控研究

张杰*
中国科学院深圳先进技术研究院

反式结构钙钛矿光伏器件因具有更优稳定性、易制备于柔性衬底和适配于叠层电池等优点而在柔性电子器件与低成本叠层太阳能电池等方面具有广阔的应用前景。然而相比于正式器件, 反式器件在光电转换过程中会产生更多的能量损失而显著降低其光电转换效率。在这里, 我们通过稳态和瞬态量子效率谱学方法表征分析了反式钙钛矿器件中界面复合行为与器件性能间的关联, 证实界面非辐射复合是反式钙钛矿光伏器件光电能量转换损失的主要来源, 进而通过钙钛矿自生长策略与新型路易斯碱小分子钝化策略有效调控器件异质结界面功函数, 进而抑制反式钙钛矿光伏器件中上下界面处的非辐射复合损失 1, 2, 提升器件开路电压与光电转换效率。

最终交流类型: 主题报告
A04-KN10

酰亚胺基 n 型高分子半导体及光伏器件

郭旭岗*
Southern University of Science and Technology (SUSTech)

酰亚胺基 π -共轭高分子是有机电子领域中极具应用前景的半导体材料。萘二酰亚胺和茱二酰亚胺基聚合物半导体是有机场效应晶体管、全聚合物太阳能电池及钙钛矿太阳能电池中的“明星材料”,

表现出优异的 n 型器件性能。尽管萘二酰亚胺和茈二酰亚胺半导体取得的巨大成功，但它们的空间位阻限制了高分子半导体性质的进一步优化和器件性能的提升。研究表明，具有优化分子空间结构、物理化学性质、及光电特性的新型单体的设计和合成能极大地推动有机电子领域的发展。在此，我们报道一系列具有多达 5 个酰亚胺基团和 15 个环的新型梯状双噻吩酰亚胺及其衍生物（BTIn, n = 1-5），以这些单体构建的 n-型高分子半导体具有高共面性并显示出可调节的前线分子轨道能级和薄膜形貌结构。我们还进一步设计和合成了新型酰亚胺基噻唑和氟原子取代的双噻吩酰亚胺衍生物，为构建高性能 n 型聚合物半导体提供极其优异的新颖单体。基于这些单体开发的 n-型高分子半导体具有优异的电子迁移率和良好的光吸收特性。以这些酰亚胺基聚合物作为电子受体材料，全聚合物太阳能电池实现了大于 19% 的能量转换效率。当作为电子传输层，这些结构新颖的酰亚胺基高分子半导体在钙钛矿太阳能电池领域实现了接近 26% 的能量转化效率。钙钛矿太阳能电池的器件性能超过了以传统 PCBM/C60 作为电子传输层的电池性能并实现了器件性能稳定性的提升。这些研究结果表明酰亚胺基 n 型高分子半导体作为电子受体材料在有机太阳能电池和作为电子传输层在钙钛矿太阳能电池都极具应用前景。

最终交流类型：邀请报告

A04-I23

面向高性能半透明有机光伏的近红外光学调控研究

王生浩、徐韬、王生浩*

上海大学

半透明有机光伏器件（ST-OPV）是光伏领域的一个新兴热点，其既透光又发电的特性在光伏建筑一体化等应用新场景中展现了独特的优势。如何增强 ST-OPV 的近红外光吸收能力进而突破其平均可见光透过率（AVT）和能量转换效率（PCE）之间的竞争关系，是一个亟待解决的关键问题。对此，本工作提出一种面向半透明有机光伏的近红外光学协同调控策略：首先，构建基于高通量计算的光学分析模型，高效处理 ST-OPV 的复杂光学设计问题；其次，发展近红外光功能定制的等离激元纳米结构并实现其器件集成；结合高通量筛选指导的光耦合调控与等离激元光学增益，获得优异可见光透过的同时最大程度地提升器件的近红外光吸收。基于三元活性层体系 PM6:BTP-eC9:L8-BO 的 ST-OPV 获得了 16.14% 的 PCE（器件封装后的认证效率达到 15.9%）、33.02% 的 AVT、5.33% 的光利用率（LUE）以及优异的隔热性能，刷新了半透明光伏领域的效率记录。该工作为发展高性能 ST-OPV 提供了一个新的思路，在新型有机光伏材料不断涌现的基础上，通过发展高效的近红外光捕获手段并优化器件结构设计，可以有效解决 ST-OPV 中高光学透过和高光电转换相互竞争这一核心问题。

最终交流类型：口头报告

A04-O06

有机光伏受体材料的异构化与光伏性能调控

罗正辉*

深圳大学

非富勒烯受体具有在可见-近红外区域较强的吸收，能级易调节，结构易修饰等优点，其逐渐取代了富勒烯受体在有机太阳能电池（OSC）领域中的地位。同分异构化策略是调节分子的吸收光谱、电子结构、分子堆叠和电荷传输的有效方法，被广泛应用于非富勒烯受体材料的分子设计。在众多非富勒烯受体中，A-D-A 型非富勒烯受体在实现高的器件效率和低的能量损失方面展现了巨大前景。

本报告将系统介绍以同分异构化策略开发 A-D-A 型非富勒烯受体材料的工作，主要包括端基异构化和中心核异构化的工作。在中心核异构化中，（a）我们发展了一系列基于噻吩并吡咯的对称和非对称的 A-D-A 型小分子受体，并揭示了噻吩并吡咯中氮原子朝向对分子的光电性质和光伏性能的重要影响；（b）调控中心核上取代基的位置构筑了多种新型缺电子单元的受体，最终实现了接近 20% 的器件效率。在端基异构化中，我们发展了一系列面向可聚合的溴化端基：（a）三种异构化的单溴噻吩耦合端基和三种氯溴共取代苯环耦合端基，并将其应用到小分子受体中，最终实现了近 17% 的器件效率；（b）两种纯单溴苯环耦合端基以及氟溴（氯溴）取代的苯环耦合端基，并将其应用到聚合物受体中，最终发现基于规整聚合物受体的器件效率更高。

- [1] Z. Luo, T. Liu*, R. Ma, Y. Xiao, L. Zhan, G. Zhang, H. Sun*, F. Ni, Gaoda Chai, Junwei Wang, C. Zhong, Y. Zou, X. Guo, X. Lu, H. Chen, H. Yan*, C. Yang*, Adv. Mater. 2020, 32, 2005942.
- [2] Z. Luo*, R. Ma, J. Yu, H. Liu, T. Liu*, F. Ni, J. Hu, Y. Zou, A. Zeng, C.-J. Su, U.-S. Jeng, X. Lu, F. Gao, C. Yang*, H. Yan*, Natl. Sci. Rev. 2022, 9, nwac076.
- [3] W. Wei, C. Zhang, Zhan. Chen, W. Chen, G. Ran, G. Pan, W. Zhang, P. Buschbaum, Z. Bo, C. Yang, Z. Luo*, Angew. Chem. Int. Ed. 2024, 63, e202315625.
- [4] T. Xu, Z. Luo*, R. Ma, Z. Chen, T. A. Dela Pena, H. Liu, Q. Wei, M. Li, C. Zhang, J. Wu, X. Lu, G. Li, C. Yang*, Angew. Chem. Int. Ed. 2023, 62, e202304127.

最终交流类型：主题报告

A04-KN11

有机太阳能电池关键材料与高效器件

彭强*

四川大学

有机太阳能电池是第三代太阳能电池的典型代表，其活性层主要由有机给体材料与富勒烯衍生物或者有机受体材料通过物理共混而制备。所以给体材料、受体材料和界面修饰材料是有机太阳能电池的关键材料，一直是本领域的前沿热点课题。本报告中，我们将重点汇报近年来我们面向高效率有机太阳能电池器件开展的有机给体材料、非富勒烯受体材料和界面材料方面的设计合成工作，同时探讨这些材料在单层器件、三元共混器件及叠层器件中的应用。我们的研究结果将为有机给、受体材料、界面材料的分子设计和进一步发展提供参考。

最终交流类型：闪报

A04-F01

单晶衍射技术在有机太阳能电池受体材料中的应用

赖寒健、何凤*

南方科技大学

有机太阳能电池的光电转化效率已超过 20%。为了进一步推动其发展，有必要从原子层面上了解材料的堆积信息，来帮助设计和开发性能优异的受体分子。通过单晶 X 射线技术可观察到的分子在固态下的堆积排列方式和分子间的相互作用力，通常被用来指导设计具有预期物理化学性质的材料。主要讨论单晶 X 射线衍射技术在非富勒烯有机太阳能电池受体中的应用，着重强调受体材料结构设计、堆积排列和器件性能之间的关系。此外，我们发现了受体分子“三维网络堆积”的现象，对比了其在 A-D-A 体系和 A-DAD-A 体系中的不同，研究了其在氯取代、氟取代、溴取代和三氟甲基取代体系中的特性。对三维网络传输的理解可为高性能材料的设计提供指导，通过单晶分析理解和调整材料的聚集状态和分子间相互作用对开发新型受体具有重要意义。

最终交流类型：墙报

A04-P08

高度平面的低聚化受体实现效率超过 18% 的有机太阳能电池并获得电压和光吸收的协同增强

沈香玉、何凤*

南方科技大学

高度平面的分子结构有利于电子离域，从而促进有效的电荷输运。这项工作合成了一种新的基于噻吩端基连接的具有高度平面性的二聚化小分子受体(DSMA) DTY-2Cl。理论计算和局部构型的单晶解析结果表明，DTY-2Cl 的连接单元之间的扭转角几乎为零。并且基于 DTY-2Cl:D18 的器件表现出优异的光电性能，功率转换效率(PCE)达到 18.06%，同时表现出很好的稳定性，在手套箱中储存 2100h 后，仍能保留原有器件效率的 83.8%，持续光照 1380h 后，仍能保留原有器件效率的 86.2%。值得注意的是，DTY-2Cl 的薄膜表现出高达 840 nm 的红移吸收，这在 DSMA 中是罕见的，并且基于 DTY-2Cl 的器件获得了高达 0.913 V 的 VOC，从而实现了红移吸收和高 VOC 的双赢。这些结果表明，用联噻吩代替联苯作为 DSMA 的连接单元是一种有效优化低聚物受体平面性的策略，为后续

材料的改进提供了新的思路。

最终交流类型：邀请报告

A04-I24

有机太阳能电池的室内场景应用

杨曦*

广州追光科技有限公司

随着有机太阳能电池性能的不不断提升，其在不同场景的应用前景逐步明朗。作为最有前景的室内光伏技术，有机太阳能电池凭借其诸多不可替代的特性优势，有望在不同室内光环境提供电力供应，解决现有供能方案的痛点问题。我们综述了有机太阳能电池在室内应用的最新进展，并对其未来的巨大应用前景做了展望。

最终交流类型：墙报

A04-P09

有机太阳能电池活性层形貌：互溶性与结晶性的相互博弈

郎咏雯、何凤*

Southern university of science and technology

在此工作中，基于噻喔啉单元设计了两个中心核二维拓展的受体材料 ATIC-C11 和 ATIC-BO。仅因为侧链的不同，它们展现了完全不同的物化及光伏性质。C11 侧链在单晶中显示了椭圆形的 3D 框架，而 BO 为平行四边形框架，且 BO 展现了更强的自聚集性质。他们不同的结构也影响着他们与活性层其他组分间的兼容性，进而影响活性层形貌。ATIC-BO 更大的结晶性和自聚集性质使得其与给体 PBQx-TF 和第三组分 eC9-2Cl 间呈现不互溶的趋势，导致相分离过大，不利于电荷分离。ATIC-C11 以其适度的结晶性和良好的互溶性实现了和其他活性层组分的良好“合作”关系，展现出非常有利的相分离形貌，最终在甲苯处理的器件中实现 19.28% 的能量转换效率，属于目前绿色溶剂处理的最效率之一。此外该电池展现了良好的储存，光，热稳定性和大面积（1cm²）效率，说明其良好的工业潜力。

最终交流类型：主题报告

A04-KN12

M 系列受体材料与器件

郑庆东*

南京大学

梯形(Ladder-type)稠环分子通常由多个芳香环稠合获得，具有平面性和稳定性好以及电荷传输性能优异等优点。梯形稠环的大平面 π 共轭结构通常导致目标分子材料的过度聚集，进而影响材料性能，因此大家通常需要引入一些 sp^3 碳链来阻止分子的过度聚集。如何使无 sp^3 碳链的梯形稠环分子保持适当的聚集性能是该类分子材料走向器件应用面临的挑战性问题。近期我们课题组利用“邻位侧链”的位阻效应来抑制梯形稠环有机材料分子过度聚集的新策略，发展了系列梯形稠环骨架上无 sp^3 碳链的受体材料（M 系列受体材料）。通过调控这些受体材料的分子取向及分子间弱相互作用，提高了受体材料分子在垂直方向的电荷传输能力，将直线型 A-D-A 型受体材料的 PCE 提高到 18% 以上。此外我们还通过改变材料分子的稠环个数、杂原子、对称性以及侧链位阻成功地实现了目标含梯形半导体材料的能级、带隙、分子堆积、电荷传输及光伏性能的调控。

最终交流类型：口头报告

A04-O07

高效稳定有机光伏活性层的形貌研究

马睿杰*

香港理工大学

有机光伏得益于其可溶液加工，带隙易调控的优点，在面向未来的智慧城市、全自动农业等具有重大经济效益的实际应用中，拥有着广泛的前景。当前领域内的研究重点，是如何通过材料化学和器件物理的手段，获得高光电转化效率和高运行稳定性的有机光伏器件。本报告将重点介绍报告人近期关于采用添加剂固化策略、逐层涂布策略、三元/多元共混策略、材料设计搭配绿色低毒溶剂策略等方法，在聚合物小分子体系、全聚合物体系、全小分子体系中实现强结晶、弱相分离的活性层形貌特征，进而实现效率、稳定性、成本控制等方面的综合性能进展。

最终交流类型：邀请报告

A04-I25

Open-shell Singlet Diradical Ground State of Organic Solar Cell Materials

Qi Wei, Yuan Li*

South China University of Technology

Open-shell organic radical semiconductor materials have received increasing attention in recent years due to their unique properties comparing the traditional materials with closed-shell singlet ground state. However, it is still very challenging to enhance their chemical and photothermal stability in air due to their high reactivity with oxygen. Herein, a novel open-shell poly(3,4-dioxythiophene) radical PTTO2 was designed and readily synthesized for the first time using low-cost raw material via simple BBr₃-demethylation of the copolymer PTTOMe₂ precursor. The open-shell character of PTTO2 was carefully studied and confirmed via the signal-silent ¹H-NMR spectrum, highly enhanced electron spin resonance signal comparing with PTTOMe₂, as well as the ultra-wide UV-vis-NIR absorption and other technologies. Interestingly, under the irradiation of 1.2 W cm⁻², the powder of PTTO2 exhibits an extremely wide absorption range from 300 to 2500 nm and can reach 274 °C, which is much higher 108 °C of the PTTOMe₂. The low cost PTTO2 stands as one of the best photothermal conversion performance among the pure organic photothermal materials and provides a new scaffold for the design of stable open-shell polymers

最终交流类型：主题报告

A04-KN13

二维/三维杂化钙钛矿太阳能电池

刘永胜*

南开大学

在过去的 10 多年里，钙钛矿太阳能电池取得了快速的发展。然而，如何获得兼具高效率和高稳定性的光伏器件已经成为该领域亟待解决的主要挑战之一。近年来，二维/三维钙钛矿太阳能电池因为有望结合二维钙钛矿的稳定性和三维钙钛矿的高效率特性而备受瞩目。本课题组围绕钙钛矿材料和器件的稳定性问题开展研究，开发了系列有机配体材料并成功应用于二维和二维/三维杂化钙钛矿太阳能电池。主要研究进展包括：（1）开发了系列半导体有机配体材料，通过研究有机半导体与无机钙钛矿层的轨道耦合相互作用，发现基于半导体配体材料的二维钙钛矿存在量子限域破缺的现象；（2）通过配体材料设计和原位 GIWAXS 表征方法实现了二维钙钛矿薄膜形核与结晶过程调控，获得高质量钙钛矿薄膜；（3）结合新型配体材料的合成，开发了多种高质量 2D/3D 钙钛矿薄膜制备方法，提出了一种二维钙钛矿单晶辅助的原位相重构策略，通过形成二维钙钛矿不同相与三维钙钛矿间的梯度异质结，成功提高了 2D/3D 钙钛矿太阳能电池的能量转换转化效率，同时显著提升了器件的稳定性。

最终交流类型：主题报告

A04-KN14

柔性新型太阳能电池印刷加工

陈义旺*

南昌大学

活性层晶粒尺寸与晶界缺陷和离子迁移以及缓冲层界面致密性是提高钙钛矿电池的稳定性关

键，旋涂到不同尺度下印刷的工艺转化是钙钛矿太阳电池大面积化必由之路。系统解决柔性透明电极制备，界面层稳定性和缺陷修复以及阻隔作用，钙钛矿活性层离子迁移抑制和深能级缺陷修复，钙钛矿太阳电池柔性制造和自修复等等，最终实现高效稳定大面积钙钛矿太阳电池印刷制备。

提出柔性透明碳基材料纳米材料剪切剥离分散到 PEDOT 电极湿法加工印刷，通过一系列 PEDOT 构象调控和纳米复合，实现方块电阻降低至 $13\Omega/\text{sq}$ 和透明性大于 85% 的柔性透明电极卷对卷制造。通过贻贝仿生交联氧化物纳米晶通过克服了无机界面层固有的脆性和界面反应，原子层层沉积方法制备高致密无机界面层，提高钙钛矿太阳电池的稳定性。针对钙钛矿太阳电池离子迁移和水氧侵蚀导致稳定性问题，提出“穿针引线”策略全面提高钙钛矿太阳电池稳定性和耐弯折性。提出了碳纳米管和含氟半导体以及荧光上转化分子填补钙钛矿太阳电池晶界缺陷，抑制了离子迁移和实现晶界链接，大幅提高器件稳定性和拓宽吸收响应。有效采用 2D/3D 结构可以调控结晶动力学和载流子传输动力学，受限结晶取向策略从而获得高质量钙钛矿薄膜。系统采用集成技术，采用仿脊椎结构和钢筋支架释放应力以及解决钙钛矿活性层断裂自修复问题，全面实现钙钛矿太阳电池柔性制造。提出了自密性高分子和量子阱取向的表面二维化封装钙钛矿界面层，阻止了水氧对钙钛矿层的侵蚀，引入 EVA 胶合界面层，有效地改善钙钛矿太阳能电池的长期稳定性、阻水性以及弯曲耐久性。提出两步法印刷制孔新策略，有效调控结晶动力学，控制碘化铅充分转化和稳定性，构建了自主生长取向支架和弹性体修复钙钛矿晶界缺陷，赋予活性层耐弯折性问题。通过改进印刷装备，精准控制印刷模头，增强库埃特流，调控毛细流和马拉高尼流，调节界面张力、墨水流变学和印刷过程中钙钛矿胶粒行为以及晶粒生长动力学，从而实现印刷制备高效率刚性和柔性大面积太阳电池模组，进一步采用缺陷原位修复和超快均质退火工艺策略，解决大面积印刷工艺中均一性和重现性问题。

最终交流类型：主题报告

A04-KN15

高效有机/钙钛矿叠层太阳电池

叶轩立*

香港城市大学

基于宽带隙钙钛矿子电池的串联钙钛矿/有机、钙钛矿/硅和钙钛矿/钙钛矿叠层太阳电池因其具有超过 Shockley-Quesisser (SQ) 极限的潜能和高开路电压 (V_{oc}) 的优势而受到研究者的广泛关注。其中，宽带隙钙钛矿子电池和窄带隙有机子电池集成的串联有机/钙钛矿叠层太阳电池以其相对容易的器件制备方法和与柔性器件兼容的特性，成为目前一个新兴的叠层器件类型。然而，受限与宽带隙钙钛矿材料复杂的结晶过程，制备高性能钙钛矿薄膜仍具有挑战。在此，我们主要介绍本课题组关于调控宽带隙钙钛矿材料结晶动力学特性制备高效有机/钙钛矿叠层太阳电池，及探索中间层调控叠层器件载流子传输、复合机制的研究工作，以及引入近型窄带隙有机光伏材料，旨在为高效钙钛矿/有机叠层太阳能电池的发展提供系统的调控和优化策略。

最终交流类型：墙报

A04-P10

面向全印刷光伏电池的合金顶电极打印技术

于博洋、赵新彦、邓巍巍*

南方科技大学

当前，OPV 顶电极的主流制备方式是真空蒸镀，蒸镀的过程需要极高的真空，蒸镀设备昂贵，抽真空的时间长，生产效率低，无法卷对卷生产。我们选用了一种熔点为 62°C 的菲尔德合金。使用这种合金做电极具有无真空、无需退火、方阻小、成本低、生产效率高、不含有毒元素等优点，还具有和太阳能电池匹配的低功函数，是理想的有机光伏电池电极材料。

我们研究了多种基于低熔点合金的有机太阳能电池顶电极成型工艺，包括直写打印、柔性刮涂和气动喷雾。直写打印是一种可图案化的工艺，电极最薄可达到约 $100\text{ }\mu\text{m}$ ，直写打印合金顶电极的 OPV（活性材料为 D18:Y6）功率转换效率达到 16.44%。柔性刮涂是一种利用特氟龙柔性刮片的成型工艺，制备电极厚度约 $200\text{ }\mu\text{m}$ ，OPV（活性材料为 D18:Y6）光电转换效率达到 17.28%。气动喷雾是利用喷枪雾化熔融合金后再沉积在器件表面，厚度约为 $100\text{ }\mu\text{m}$ ，十分适合大面积生产，OPV（活性材料为 PM6:BTP-eC9）光电转换效率达到 16.26%。此外，所有功能层薄膜均采用喷雾或柔性刮

涂制备的全喷雾和全刮涂有机太阳能电池光电转化效率也分别达到了 15.09%和 16.07%。

该系列工作以打印方式代替真空蒸镀制备顶电极，为 OPV 在常压环境连续制备提供了新的机理和方法，可用于高性能全印刷 OPV。此外，该工作所研究的打印低熔点合金电极，也适用于有机和量子发光二极管（OLED 和 QLED）、钙钛矿太阳能电池（PSC）等光电器件，可为印刷法制造高性能光电器件提供新的工艺方法和研究思路。

最终交流类型：口头报告

A04-O08

羰基酰亚胺电子传输材料的设计

代水星*、姜基磊、王昱晓、黄明华

中国海洋大学

羰基酰亚胺是一种分子体积小，且平面性好的单边芳酰亚胺 (Fig. 1)，其具有以下优点：(1) 分子化学结构短小，是茱萸酰亚胺分子大小的一半，既保留了茱萸酰亚胺较好的分子平面性，有利于电子传输；又可以通过分子剪裁，降低自身的聚集，提高成膜的质量。(2) 具有良好的热稳定性，热分解温度普遍高于 200 °C。(3) 具有高的电子亲和势和匹配的能级，有利于电子的提取。(4) 分子结构易修饰，合成简单，成本低廉。近三年来，羰基酰亚胺衍生物作为电子传输材料的有机太阳能电池效率由开始不到 1%提高到近 18%，展现出良好的发展势头。

最终交流类型：邀请报告

A04-I26

自组装电荷传输材料及其高效钙钛矿/有机太阳能电池

唐卫华*、王万海

厦门大学

Perovskite and organic solar cells have emerged as the most promising new generation of photovoltaic technologies for commercialization. They are advantageous for solution processing large-area devices with high power conversion efficiency (PCE). The lab efficiency record of 26% and 20% has been broken for single-junction perovskite solar cells (PSCs) and organic solar cells (OSCs) with planar configurations in 1 cm² below device area. The charge transport layers between light-absorbing layers and electrodes play a crucial role for device efficiency and stability. In the pursuit of high-performance OSCs and PSCs, there are some challenges facing in use of traditional hole transport layer (HTL) materials (ca. PEDOT:PSS, PTAA and Spiro-OMeTAD) and electron transport layer (ETL) materials (ca. C60, PCBM and SnO₂). High-quality film forming of light-absorbing and efficient charge extraction and transport from the charge transport layers have thus attracted great attention from researchers in the photovoltaic community. The approaches are in great demand for suppressing the non-radiative recombination energy loss and promoting efficient charge transport as well as improving the operation stability of the devices. We report herein our recent progress in the development of new self-assembled charge (both hole and electron) transport materials to achieve high-efficiency and stable solar cells. Their design principles will be discussed for molecular design in modulating molecular energy levels, aggregation/orientation, charge transfer and solution processability. The potential for improving interface quality and suppressing non-radiative recombination energy loss has been explored in various types of solar cells, where record PCEs achieved together with outstanding device stability [1-6]. The rational design of self-assembled charge transport layer materials can thus be beneficial for mass-production of next-generation solar cells for practical applications.

最终交流类型：墙报

A04-P11

调控烷氧基侧链位点可实现高效的全小分子有机太阳能电池

田耕穗^{1,2,3}、李雨露^{1,2,3}、陈瑶¹、段泰男¹、胡定琴¹、黄佩豪¹、陈蹇蹇¹、刘恒⁴、陈海燕¹、路新慧⁴、陆仕荣^{1,5}、肖泽云*¹

1. 中国科学院重庆绿色智能技术研究院
2. 中国科学院重庆学院
3. 中国科学院大学
4. 香港中文大学
5. 台州学院

在有机光伏材料中用硒取代硫，是提高有机太阳能电池（OSCs）性能的一种有前途的策略。通常情况下，硒吩被加入共轭骨架以取代噻吩。与此相反，含硒烷基链在有机太阳能电池中受到的关注较少。在本研究中，我们通过将含硒侧链从对位（T1）移至间位（T2）来微调活性层形态。值得注意的是，与非富勒烯受体 BTP-eC9 结合使用时，T2:BTP-eC9 电池器件的能量转换效率（PCE）明显高于 T1:BTP-eC9（14.30% vs. 10.63%）。使用原子力显微镜（AFM）和透射电子显微镜（TEM）进行的分析表明，T2:BTP-eC9 混合物的表面更光滑，畴尺寸更大，从而提高了激子解离效率（T2:BTP-eC9 为 96.6% 对 T1:BTP-eC9 为 90.9%）。掠入射广角 X 射线散射（GIWAXS）表明，T1:BTP-eC9 混合物的纹理少于 T2:BTP-eC9 混合物，空间电荷限流测试证实，与 T2:BTP-eC9 相比，T1:BTP-eC9 混合物的空穴/电子迁移率较低且不平衡。电荷重组动力学和供体-受体混溶分析进一步证实了这些发现。最终，T2:BTP-eC9 OSC 显示出令人印象深刻的短路电流 26.73 mA/cm²。这些发现为了解侧链工程对光伏特性的影响提供了宝贵的见解，并为开发 ASM-OSC 的高效小分子提供了一种新的硒方法。

最终交流类型：仅发表论文

A04-PO02

氰化苯并咪唑类小分子受体调控优化分子结晶性在准平面异质结有机太阳能电池中的应用

邓梓豪、何凤*

南方科技大学化学系

氰基是一种与卤素具有相似化学性质的类卤素基团，可用于调节有机太阳能小分子非富勒烯受体材料的分子堆积模式和分子能级。本文首次报道了一种以氰基修饰的苯并咪唑结构中心核的新型小分子受体，并合成了两种不同烷基化取代的分子结构，分别命名为 BMIC-CN-Me 和 BMIC-CN-iPr。BMIC-CN-Me 通过烷基位阻精细调控分子的堆积从而表现出更良好的器件性能，通过单晶衍射表征该分子具有五种不同的堆积模式，平均分子间距约为 3.31 Å 优化了分子间的电荷传输性能，这使得基于苯并咪唑核心结构的非富勒烯受体小分子光电转化效率（PCE）达到了 17.6%。同时该材料表现出很好的稳定性，在手套箱中储存 900 h，仍能保留原有器件效率的 88.9% 以上，持续光照 600 h 后仍能保留原有器件效率的 80%。基于 BMIC-CN-Me 结构的器件性能良好的原因，可以归结为合适的能级和吸收，以及更好的分子堆积模式，从而导致更有效的激子解离，更快的电荷传输和抑制重组，因此具有更好的填充因子和光电转换效率，准平面异质结提升了器件本身的稳定性，氰基化苯并咪唑提供了更多的非共价相互作用位点提升了材料的稳定性能。研究表明，对苯并咪唑中心核进行氰基取代可以增强分子的堆积提升材料的稳定性，进而获得更好的有机太阳能电池性能。

最终交流类型：口头报告

A04-O09

功能性杂原子取代的给受体材料光伏性能研究

高威*

华侨大学发光材料与信息显示研究院

增强给受体材料分子的有序堆积可以优化载流子迁移率和活性层形貌等性质，对于提高材料的光伏性能十分重要。将 Cl 原子引入到小分子给体材料的三联噻吩 π -桥中，强的分子内 Cl-S 非共价相互作用显著提高了小分子给体的平面性和刚性，结合侧链工程，平衡了结晶性和互混性能，实现了高效的含卤和非卤溶剂加工的全小分子有机太阳能电池。硒原子取代增强核的给电子能力和醌式共振结构，提高材料分子的吸收性质和分子间 π - π 堆积作用，有利于构建结晶性强的近红外电子受体材料：（1）基于非对称分子设计策略，设计合成了具有强光生自由电荷产生能力的电子受体，实现了超过 29 mA cm⁻² 的短路电流；（2）外端侧链工程策略调控电子受体三维堆积框架结构和分子间

堆积间距,使无后处理的二元聚合物太阳能电池效率超过了 19%。功能性杂原子的引入是一种简单有效的光伏性能提升途径。

最终交流类型: 墙报

A04-P12

利用延迟结晶动力学实现高效的全聚合物有机光伏与模组制备

陈天一、李水兴、左立见、陈红征*

浙江大学

有机光伏(OPVs)虽已在小面积上获得了令人欣喜的高转化效率($\sim 19\%$),但当进一步放大为大面积模组时存在很大的效率损失($\sim 16\%—20\%$),制约了 OPVs 的发展。同时,考虑到全聚合物活性层体系在大面积加工性和机械稳定性方面更具优势,但其效率($\sim 18\%$)却长期落后于小分子受体体系($\sim 19\%$)。由此,我们采用多组分策略,开发了一种三元全聚合物体系器件,该器件的活性层包括两个聚合物给体 PM6 和 PBQx-TCI, 以及一个聚合物受体 PY-IT。表征结果显示,三元器件中的非辐射复合被抑制,实现了电压的提升;又得益于载流子动力学的优化,电流和填充因子也得到了同步提升。最终三元全聚合物器件的最高效率达到 19%, 是目前最高值之一。此外,表征结果显示,全聚合物体系从溶液到薄膜固化的时间长于小分子受体体系,具有延迟结晶的性质。因此,全聚合物体系在大面积模组制备时有更长的操作时间窗口,能抑制分子的过度聚集,获得更加均匀的形貌。最终在面积为 19.3 cm² 的模组上实现了 16.26% 的效率,是目前最高值之一。

最终交流类型: 口头报告

A04-O10

有机光伏器件的大面积印刷制备

刘志玺*

浙江大学杭州国际科创中心

有机太阳能电池发展迅猛,然而使用刮涂法、狭缝涂布法等大面积涂布工艺制备的有机太阳能电池模组性能仍然与小面积器件有较大差距,其关键问题在于有机光伏多层印刷的界面失润与大面积薄膜质量不均。基于此,我们开发新型涂布技术实现大面积组件效率提升。

最终交流类型: 墙报

A04-P13

基于 B-N 共价键的非富勒烯电子受体用于高效有机太阳能电池

胡正伟、刘春晨、黄飞*

华南理工大学材料科学与工程学院

非富勒烯电子受体在有机太阳能电池中的光电特性和光伏性能在很大程度上受到中心核单元结构调整的影响。本研究引入了一种新型的含有 B-N 共价键的六元稠环电子给体中心核,用于构建受体-给体-受体(A-D-A)型非富勒烯电子受体。通过调节氮原子上的烷基链支化位点,合成了两个非富勒烯电子受体(BN910 和 BN1014)。这两个分子都具有很强的近红外吸收能力、窄的带隙(约 1.45 eV)、合适的能级和可调的分子堆积行为,有望成为有机太阳能电池中高效非富勒烯电子受体的候选分子。研究发现,BN1014 具有较长的 C2 支化烷基链,在活性层中表现出优异的分子间堆积和薄膜形貌,从而增强了激子解离,改善了电荷传输,并减少了有机太阳能电池中的电荷重组。因此,基于 D18: BN1014 的二元有机太阳能电池能量转换效率(PCE)达到了 10.02%。值得注意的是,BN1014 可作为 D18: DT-Y6 二元体系中的第三种组分来制备三元有机太阳能电池,并实现了 17.65% 的 PCE,优于基于 D18: DT-Y6 的二元有机太阳能电池的 17.05%。这些发现凸显了以 B-N 共价键为特征的单元在构建高效有机太阳能电池的潜力。

最终交流类型: 墙报

A04-P14

具有厚度不敏感特性的新型原位自掺杂阴极界面材料助力高效有机太阳能电池

赵海洋、刘春晨*、黄飞

华南理工大学

由于单结有机太阳能电池（OSC）的功率转换效率（PCE）已超过 19%，因此有必要开发对厚度不敏感的活性层材料和界面材料，以满足大面积器件应用的需要。在此，我们通过羟醛缩聚法合成了两种原位自掺杂阴极界面层材料，分别名为 PBDPN-Br 和 PBDPVN-Br。与 PBDPN-Br 相比，PBDPVN-Br 中乙烯键的引入改善了共轭聚合物的平面性，从而提高了电子传输能力。将它们用作 OSC 阴极中间膜时，PBDPN-Br 和 PBDPVN-Br 的 PCE 分别达到了 17.59% 和 17.89%。当薄膜厚度增加到 50 nm 时，它们的 PCE 分别保持了初始值的 82% 和 93%，这表明调节共轭骨架的平面度以获得更好的厚度不敏感阴极中间膜材料的策略取得了成功。当 PBDPVN-Br 进一步用于基于 D18:BTP-eC9 活性层的 OSC 器件时，它显示出最高 18.44% 的 PCE，在 OSC 阴极界面材料中具有很好的竞争力。

最终交流类型：墙报

A04-P15

基于底层优化制备高效准双层全聚合物太阳能电池

窦悦嘉、张凯、黄飞*

广东省广州市华南理工大学

全聚合物太阳能电池因其在长期热稳定性和光稳定性方面的优势而受到广泛关注。然而，全聚合物太阳能电池的功率转换效率仍然落后于基于小分子受体的有机太阳能电池。聚合物之间的缠结带来了复杂的形态问题，导致填充因子的降低。在此，我们提出了一种有效的方法，通过使用不同溶剂独立制备给体和受体薄膜，尝试在全聚合物体系活性层中构建理想的活性层形貌和 p-i-n 垂直分布。通过溶剂工程，采用邻二甲苯和二硫化碳处理的 D18 给体层的准双层器件实现了 17.53% 的功率转换效率，远高于常用溶剂（氯仿和氯苯）处理的给体层 16.49% 和 16.04%。深入研究发现，邻二甲苯和二硫化碳处理的给体层器件的优异性能归功于双分子重组的抑制、更平衡的迁移率以及更低的陷阱态密度，这有助于提高器件的短路电流密度和填充因子。此外，良好的形态网络还能在连续光照条件下具有良好的效率保持。这项工作提出了一种简单有效的方法，通过优化全聚合物太阳能电池活性层的形貌，获得理想的活性层形态并构建有利的垂直组分分布。

最终交流类型：闪报

A04-F02

界面修饰工程提升有机太阳能电池的器件效率与稳定性

肖经洋^{*1,2}、任敏润²、叶轩立^{2,3}

1. 广东工业大学
2. 华南理工大学
3. 香港城市大学

随着有机半导体材料的不断发展，非富勒烯有机太阳能电池（NFA-OSCs）如今已实现约 20% 的器件效率，展现出较高的产业化应用潜力。在效率突破的同时，OSCs 的器件稳定性也成为了该领域密切关注的研究方向之一。我们最近研究发现，除了活性层之外，OSCs 器件稳定性还受限于电荷传输层的特性：（1）首先，不同的电子传输层会对 A-DA'D-A 型 NFA-OSCs 产生不同的衰减机理，如 ZnO 在紫外光活化的条件下会诱发受体分子结构的降解；（2）然后，采用功能化的界面材料对电子或空穴传输层进行相应修饰，可以有效抑制材料化学降解、减少界面缺陷态密度，并增强电荷传输性能，最终提升 NFA-OSCs 的器件稳定性、效率及重现性。

最终交流类型：主题报告

A04-KN16

共轭高分子的宏量、精准合成

黄辉*

University of Chinese Academy of Sciences, China

共轭高分子在有机光电领域具有广泛的应用前景，是目前的前沿研究领域。然而，由于目前合成方法的制约，产生的共轭高分子通常存在结构缺陷多、批次重复性差等问题，严重制约了共轭高分子的产业化，因此，开发共轭高分子的精准、宏量合成方法非常重要。本报告报道了多种新型交叉偶联聚合方法，初步实现了共轭高分子的宏量、精准合成，促进了共轭高分子的产业化应用。

关键词：（小四，宋体，不超过 5 个）共轭高分子、宏量、精准合成、交叉偶联、结构缺陷
参考文献

1. Nat. Mater. 2024, DOI: 10.1038/s41563-023-01794-9.
2. Angewandte Chemie International Edition, 2023, e202309922.
2. Angewandte Chemie International Edition, 2023, e202306307.
3. Nat. Communications, 2022, 13, 144.

最终交流类型：主题报告

A04-KN17

From green solvent processed organic solar cells to circularly polarized organic photodetectors

Feng Gao¹

¹ Department of Physics, Chemistry and Biology (IFM), Linköping University, Linköping 58183, Sweden
Email: feng.gao@liu.se

Solution processed organic electronic devices, such as organic solar cells (OSCs) and organic photodetectors (OPDs) have seen significant development in the past decades. A critical step in optimizing the parameters of these devices is the morphology of functional thin films. However, the complexity of bulk heterojunction structures and the rapid dynamics of morphological evolution present challenges in establishing guidelines for morphological control to achieve high-performance devices. By combining molecular dynamic simulations with *ex/in-situ* nano-scaled structural characterizations, we provide a comprehensive understanding of quasi-quantitative morphology control during deposition. We demonstrate that acceptor-solvent interactions and molecular conformations of donors and acceptors in the solution states are key determinants of the sensitivity of the morphology to various solvents. We also extend our strategy for morphological control to circularly polarized OPDs, broadening the range of materials applications to include near-infrared (NIR) detection.

最终交流类型：墙报

A04-P16

AgNWs/S-PH1000 透明电极实现高效本征可拉伸有机光伏

吴小玲、郑祥均、陈天一、杜淼、左立见、陈红征*

浙江大学

具有高功率转换效率（PCE）的本征可拉伸有机光伏（is-OPVs）在集成到便携式设备中显示出巨大的潜力。然而，在这个领域中，无法获得同时具有高导电性和良好延展性的高质量可拉伸透明电极（STEs）是主要的挑战。我们已经设计并优化了一种先进的 STEs，该 STEs 由改性 PH1000（以下简称 S-PH1000）和银纳米线（AgNWs）组成。其中，离子液体掺杂 PH1000，同时提高了其电学和力学性能。因此，设计的混合 STEs 达到了卓越的性能指数（FoM）246.7，这代表了当前的记录。此外，利用这种 STEs，我们成功制备了高性能的 is-OPVs，其功率转换效率创下了 16.32% 的记录，并具有卓越的可拉伸性。另外，基于 STEs 的 OPVs 与使用氧化铟锡（ITO）的 OPVs 相比，表现出更优越的热稳定性。我们的工作展示了一种非常有前景的 STEs，适用于实际应用，包括可穿戴电子设备，并且为高性能 is-OPVs 在各种应用中的发展助力。

最终交流类型：墙报

A04-P17

Synergistically Optimizing the Optoelectronic Properties and Morphology via Photo-Active Solid Additive for High-Performance Binary Organic Photovoltaics

Mengting Wang¹, tianyi Chen¹, Yaokai Li², Xiaoling Wu¹, Hongzheng Chen^{1,2}, Lijian Zuo^{*1,2}

1. Zhejiang University

2. Zhejiang University-Hangzhou Global Scientific and Technological Innovation Center

Organic photovoltaics (OPVs) have garnered considerable attention as a highly promising renewable energy source owing to their solution-processable, lightweight, and flexibility. Nevertheless, their practical applications have been hindered by the relatively low power conversion efficiency (PCE) and poor stability. The additive engineering is one of the most effective strategies to manipulate the morphology and the optoelectronic properties of bulk-heterojunction OPVs. In this work, we explore a novel class of non-volatile photo-active additive with thermally-activated delayed fluorescence (TADF) property for high-performance OPVs. We find the energy levels plays a key role in determining the device performance. With proper energetic structure and morphological feature, the photo-active TADF-additive, i.e. 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene (4CzIPN), can not only tune the morphology of active layer, but also facilitate the exciton diffusion and separation, as well as enhance the charge transport properties. As a result, the OPVs with 4CzIPN show better performance compared to that without the 4CzIPN, and an impressive power conversion efficiency of 19.4% is achieved, presenting one of the highest among binary OPVs. Therefore, this work opens up the avenue of using TADF-based photo-active solid additives for high-performance OPVs.