

中国科学院大连化学物理研究所

优秀博士后支持计划申请表

申请人： 严楠

研究组： DNL1606 组

学科专业： 化学

合作导师： 刘生忠 研究员

填表日期： 2025 年 7 月 21 日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓 名		严楠		性 别		女	
				民 族		汉	
学历/学位		博士研究生		授予博士学位时间		2024. 06	
博士毕业院校		陕西师范大学		专 业		材料学	
(拟) 进站时间		2025. 03		进站性质		☐ 统招统分 ☒ 在职人员	
学 习 经 历 从 本 科 起	起止年月		所在单位/专业			所获学位	
	2013. 09-2017. 06		西安建筑科技大学/功能材料			学士	
	2017. 09-2020. 06		西安建筑科技大学/材料物理与化学			硕士	
	2020. 09-2024. 06		陕西师范大学/材料学			博士	
工 作 经 历	起止年月		所在单位			职务	
	2024. 08-至今		西安建筑科技大学			无	
	2025. 03-至今		中科院大连化学物理研究所			无	
博 士 学 位 论 文 摘 要	博士论文题目		缺陷调控制备高效反式钙钛矿太阳能电池 Defect Engineering for Efficient Inverted Perovskite Solar Cells				
	(限 800 字) 反式钙钛矿太阳能电池 (PSCs) 具有稳定性好、成本低、易大面积制备及光电性能优异等优势, 且便于与硅电池叠层突破效率极限, 推动商业化进程。然而, 钙钛矿薄膜缺陷导致的非辐射复合和分解问题制约了性能提升。本文针对反式 PSCs 钙钛矿层, 通过结晶调控与缺陷钝化策略降低缺陷密度, 改善器件性能, 主要成果如下: 1. 二胺盐诱导取向生长制备高效窄带隙钙钛矿电池: 受 Pb 基钙钛矿择优生长启发, 引入二胺阳离子至前驱体溶液。理论模拟表明, 其可锚定于 (100) 晶核表面作为生长模板, 促进 Pb-Sn 钙钛矿取向生长, 并在薄膜表面形成钝化层, 使反式器件光电转换效率 (PCE) 突破 20%, 达当时 Pb-Sn 体系最高记录之一。因 Pb-Sn 体系重复性差, 后续研究转向 Pb 基钙钛矿。 2. 异质晶种辅助结晶制备高效反式钙钛矿电池: 基于 LaMer 成核理论, 采用 2,4-二氨基嘧啶 (DAP) 形成 (δ)DAP-FA⁺[PbI₃]⁻ 异质晶种, 抑制溶剂中间相。该晶种在退火中转化为 DAP-α-FAPbI₃ 模板, 诱导生长低缺陷 α-FAPbI₃ 薄膜, 器件 PCE 提升至 25.29%。 3. 螯合分子靶向钝化制备高效反式钙钛矿电池: 利用螯合分子浴铜灵 (BCP) 靶向钝化富 Pb 缺陷区。研究表明, BCP 分子在钙钛矿表面全覆盖会引起 n 型掺杂导致能级失配, 而靶向吸附可避免富 Pb 区不良积累, 最大化钝化效果。此策略具普适性, 处理后 NiO_x 基反式电池 PCE 达 25.64%, 空气存放 1500 小时后仍保持 >80% 初始效率。 4. 氟化物梯度钝化制备高效宽带隙钙钛矿电池: 针对 1.68 eV 宽带隙 PSCs 中缺陷限制 Voc 的问题, 提出氟化苯乙胺碘盐 (FPEAI) 梯度钝化策略。氟原子从邻位移至对位可增强钝化负电缺陷能力, 反溶剂萃取实现表面/晶界梯度钝化, 获得 PCE 21.63% 的反式宽带隙器件 (0.09 cm², 当时最高)。半透明电池 (0.09 cm²) 与柔性电池 PCE 分别为 17.97% 和 21.02%, 1 cm² 刚性器件达 19.31%。最终与商业 Si 电池集成, 实现 26.91% PCE 的四端叠层电池。						

入 站 前 期 及 入 站 后 科 研 情 况 简 介	1、主持或参与项目情况：					
	序号	项目名称	项目来源	项目金额	起止年度	角色
	1	高效窄带隙钙钛矿太阳能电池的制备	中央高校博士自由探索项目	2 万	2021.01-2022.12	主持
	2	低成本涂布印刷高效柔性钙钛矿太阳能电池的关键技术研究	国家自然科学基金项目（联合基金项目）	260 万	2022.01-2025.12	参与
	2、代表性论文（5 篇以内）					
	注：“作者排序”中，如为通讯作者请填写“C”。					
	序号	论文题目	期刊名	影响因子	发表年度/卷期/页码	排序
	1	Surface Reconstruction for High Efficiency NiO _x -based Inverted Perovskite Solar Cells	<i>Adv. Mater.</i>	26.8	2024, 36, 2403682	1
	2	Heterogeneous Seed-Assisted FAPbI ₃ Crystallization for Efficient Inverted Perovskite Solar Cells	<i>Energ. Environ. Sci.</i>	30.8	2024, 17, 5070-5079	1
	3	Wide-Bandgap Perovskite Solar Cell Using a Fluoride-Assisted Surface Gradient Passivation Strategy	<i>Angew. Chem. Int. Ed.</i>	16.9	2023, 62, e202216668	1
	4	Buried Interface-the Key Issues for High Performance Inverted Perovskite Solar Cells	<i>Adv. Funct. Mater.</i>	19	2024, 34, 2314039	1
	5	Ligand-Anchoring-Induced Oriented Crystal Growth for High-Efficiency Lead-Tin Perovskite Solar Cells	<i>Adv. Funct. Mater.</i>	19	2022, 32: 2201384	1
	其他论文发表情况					
	6	Role of Ammonium Derivative Ligands on Optical Properties of CH ₃ NH ₃ PbBr ₃ Perovskite Nanocrystals	<i>Langmuir</i>	3.9	2019, 35: 2201384	1
	7	S-scheme MAPbBr ₃ /ZIF-11 heterojunction enhanced organic pollutants photocatalytic degradation in polar environment	<i>J. Alloy. Compd.</i>	6.3	2025, 1024, 180117	C
	8	Fabrication of 3D printing single- and dual-color fluorescent filaments with excellent optical stability and mechanical property	<i>J. Alloy. Compd.</i>	6.3	2025, 1026, 18048	C

9	In Situ Synthesis of Perovskite Quantum Dots/K ₂ SiF ₆ :Mn ⁴⁺ Composites Enabled Efficient WLED Backlight for Wide Color Gamut Displays	ACS Appl. Nano Mater.	5.5	2025.8, 2806-2814	C	
	3、专利情况:					
	序号	专利名称	授权/申请	授权/申请号	起始日期	排序
	1	一种钙钛矿光吸收层及表面修饰方法及钙钛矿电池器件	申请	202311443456.0	2024.01.23	2/3
4、获奖情况:						
序号	奖励名称	奖励等级	授奖单位	奖励年度	排序	
1	陕西师范大学优秀博士毕业论文	校级	陕西师范大学	2024	1	
2	“隆基”奖学金	校级	陕西师范大学	2022	1	
3	优秀研究生	校级	陕西师范大学	2021-2022	1	
博士后工作的研究计划	博士后研究题目: 钙钛矿光伏缺陷的光热响应钝化与增稳提效机制研究 (简述研究计划的可行性、先进性和创新性, 理论和现实意义) 光热耦合引发的缺陷动态增殖是钙钛矿太阳能电池长期服役稳定性的核心挑战。针对这一挑战, 申请人提出光热响应的动态钝化策略, 拟结合钝化剂分子的光化学反应与热扩散, 利用光能触发钝化剂释放活性基团, 热能加速其迁移至缺陷位点, 突破单一刺激响应局限, 同时吸收紫外光和热能, 降低电池运行期间的光热损伤; 利用带电缺陷形成的局域微电场驱动, 实现缺陷靶向修复, 避免钝化剂无效扩散; 通过光热驱动的可逆化学键重组, 维持缺陷生成与修复的动态平衡; 调控钝化剂电子结构, 优化与钙钛矿的相互作用, 增强其环境适应性。最终, 指导开发高效钝化剂及制备高效可靠的钙钛矿太阳能电池, 为钙钛矿光伏器件及其他光电器件(如 LED、探测器)的动态缺陷管理提供普适性解决方案。					
	本人承诺	本人承诺: 申请表所填内容均真实可靠。对因虚报、伪造等行为引起的后果及法律责任均由本人承担。 本人签字: 严楠 2025 年 7 月 21 日				