

2023 年广西科学技术奖提名公示

成果名称	纳米光伏材料与器件关键制备技术及光/电调控机理研究
提名者	广西壮族自治区教育厅
提名意见	自然科学奖 一 等 、 二 等
候选个人姓名	孙堂友、易早、薛小刚、徐智谋、刘兴鹏、傅涛、蔡平
候选单位名称	桂林电子科技大学、西安科技大学、华中科技大学
成果简介	<p>基于太阳能光生电子-空穴（光伏）效应的能量转化和利用，是构建光伏材料与器件，实现能源结构优化、低碳转型和环境治理的主战场。纳米结构光伏技术特有的表面等离激元、快速激子分离等效应，可以极大地提高光伏系统能量效率，是当前国家战略高新技术之一。针对常规纳米制造技术吞吐量低下、太阳能电池光电转换效率不足、光催化材料内部电子-空穴复合严重等技术难题，本项目在国家 863 计划、重点研发等基金项目的资助下，团队围绕纳米结构大面积低成本可控制备技术、宽光谱完美吸收太阳能电池、纳米异质结光催化降解等领域，系统探索了光伏材料与器件的微结构光/电构效关系及调控机制，取得了以下主要突破和科学发现：</p> <p>1. 探索了 A1 谷粒限制的 AAO（多孔阳极氧化铝）自组装及 PS（聚苯乙烯）小球空间受限生长机制，提出了 3D 纳米结构的自组装可控制备方法。发现了 A1 谷粒边界处的 O₂-离子快速通道效应，首次实现了纳米/微米 AAO 复合结构的大面积（>2 英寸）制备；提出了基于有限孔深 AAO 纳米结构的</p>

PDMS 两步旋涂法，实现了 AAO 纳米结构的大面积复制转移；发现了单齿配体诱导的 MOFs（金属/有机框架结构）在 3D 有序 PS 模板中的原位结晶特性，提出了宏-微孔 3D 纳米材料的合成新方案，解决了纳米结构大面积、低成本可控制备关键技术难题。

2. 突破贵金属介电常数的光学设计限制，实现了高热稳定性、超宽光谱完美吸收纳米结构太阳能电池。针对传统太阳能吸收器吸收率不高、吸收光谱较窄、依赖入射光极化和热稳定性差等难题，创新性地采用低成本、难熔金属（钛、钨、钒等）构建纳米结构超材料光伏器件，突破贵金属（金、铂等）介电常数的物理限制，设计了多款基于表面等离子体激元增强的超宽带（300nm~3000nm）、高光效（>99%）太阳能吸收器，探索了器件结构对光谱可调谐、全方向性、热稳定性等参数的影响规律，揭示了高光效纳米结构太阳能电池光谱调控机理。

3. 设计了核壳结构和 2D-2D 氮化碳（g-C₃N₄）基纳米异质结光催化剂，实现抗生素等污染物高效降解，揭示了光催化机制和四环素降解的分子路径。针对传统氮化碳光生电子-空穴内部复合严重、分离效率低等难题，设计界面陷阱型异质结和 Z-型异质结，促进界面电荷累积和反应限域、加快电子-空穴分离，实现四环素等污染物高效光催化降解，研究了光催化降解过程的电子-空穴分离复合动力学与四环素分解的分子路线，揭示了异质结构促进四环素降解的物理机制。

8 篇代表作（均发表于近四年）SCI 他引 540 次，包括 ESI 高被引论文 3 篇、中科院一区 Top 论文 4 篇（e.g. Adv. Energy Mater., Chem. Eng. J.）、二区 Top 论文 3 篇，研究成果得到麻省理

	<p>工学院 (MIT)、昆士兰大学、京都大学、伦敦大学、德国马普所、加州大学、清华大学等学术机构引用和跟踪研究。代表性成果被日本工程院院士徐强评价为：“是一种新颖的纳米结构可控制备方法”；欧洲科学院院士 Alberto Bianco 评价为：“可以极大地拓展太阳能吸收器的光谱应用范围”；超材料先驱 David Smith 和中国科学院院士刘益春等评价为：“可以有效地进行光催化四环素等污染物降解”。依托本项目成果，项目完成人员获玛丽居里学者 1 人次、爱思唯尔中国高被引学者 2 人次、广西八桂青年学者等省部级人才 3 人次。</p>
<p>候选个人合作关系说明</p>	<p>本成果共有 7 个候选人，分属 3 家候选单位。第 1 候选人与第 3、5、6、7 候选人均来自于第一候选组织桂林电子科技大学，属于同一团队或重点实验室；第 1 候选人与第 3、7 候选人共通承担纵向项目；第 1 候选人与第 5、6 候选人共通发表论文；第 3 候选人与第 7 候选人共通发表论文。第 1 候选人与第二候选组织西南科技大学易强（第 2 候选人）共通承担纵向项目。第三候选组织华中科技大学徐智谋（第 4 候选人）为第 1 候选人攻读博士期间的导师，长期保持着紧密的合作，共通承担国家项目、发表高水平论文。</p>

代表性论文（专著）目录（不超过 8 篇）

排序	类型	论文专著名称	年卷页 (版号)	发表日期	作者	署名单位	刊名	通讯作者	他引 次数	检索数据库	广西 单位 是否 署名	附 件 编 号
1	论文	Fabrication of Ordered Macro-Microporous Single-Crystalline MOF and Its Derivative Carbon Material for Supercapacitor	2020, 10: 1903750	20200901	Li Qian, Dai Zhaowei, Wu Jiabin, Liu Wei, Di Tuo, Jiang Rui, Zheng Xue, Wang Weizhe, Ji Xinxin, Li Pan, Xu Zheheng, Qu Xiaopeng, Xu Zhimou*, Zhou Jun*	华中科技大学、武汉光电国家研究中心、厦门大学	Advanced Energy Materials	Xu Zhimou, Zhou Jun	108	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	否	
2	论文	Morphology-dependent high antireflective surfaces via anodic aluminum oxide nanostructures	2019, 496: 143697	20190814	Li Haiou, Cao Le, Fu Tao, Li Qi, Zhang Fabi, Xiao Gong, Sun Yonghe, Liu Xingpeng, Wenning, Yu Zhiqiang, Zou Zhiping, Sun Tangyou*	桂林电子科技大学、江西理工大学、广西科技大学、北京大学	Applied Surface Science	Sun Tangyou	9	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	是	
3	论文	Wafer-scale high anti-reflective nano/micro hybrid interface structures via aluminum grain dependent self-organization	2020, 194: 108960	20200710	Sun Tangyou, Liu Jun, Tu Jie, Zou Zhiping, Cao Le, Liu Xingpeng, Li Haiou*, Li Qi, Fu Tao, Zhang Fabi, Yu Zhiqiang*	桂林电子科技大学、北京大学、广西科技大学	Materials and Design	Li Haiou, Yu Zhiqiang	5	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	是	
4	论文	Ultra-broadband and wide-angle perfect solar absorber based on TiN nanodisk and Ti thin film structure	2020, 211: 110535	20200408	Qin Feng, Chen Xifang, Yi Zao*, Yao Weitang, Yang Hua, Tang Yongjian, Yi Yong, Li Hailiang**, Yi Yougen	西南科技大学、兰州理工大学、四川省军民融合研究院、中国科学院、中南大学	Solar Energy Materials and Solar Cells	Yi Zao, Li Hailiang	157	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	否	

5	论文	Broadband polarization-insensitive and wide-angle solar energy absorber based on tungsten ring-disc array	2020, 12: 23077-23083	20201207	Yi Zao*, Li Jiakun, Lin Jiangchuan, Qin Feng*, Chen Xifang, Yao Weitang, Liu Zhimin, Cheng Shubo, Wu Pinghui, Li Hailiang	西南科技大学、华东交通大学、长江大学、中国工程物理研究院、泉州师范学院、中国科学院	Nanoscale	Yi Zao, Qin Feng	125	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	否	
6	论文	Double grating high efficiency nanostructured silicon-based ultra-thin solar cells	2020, 19: 103442	20200930	Sun Tangyou, Shi Hui, Cao Le, Liu Yun, Tu Jie, Lu Meijun, Li Haiou*, Zhao Wenning, Li Qi, Fu Tao, Zhang Fabi*	桂林电子科技大学、广西理工大学	Results in Physics	Li Haiou, Zhang Fabi	9	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	是	
7	论文	Design of core-shelled g-C ₃ N ₄ @ZIF-8 photocatalyst with enhanced tetracycline adsorption for boosting photocatalytic degradation	2021, 416: 129148	20210226	Yuan Xin, Qu Senlin, Xiaoyan, Xue Xiaogang*, Sun Changlai, Wang Songwei, Wei Zai, Guo Bing	桂林电子科技大学、中国科学院、杭州研趣信息科技有限公司	Chemical Engineering Journal	Xue Xiaogang	107	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	是	
8	论文	Defect-mediated Z-scheme carriers' dynamics of C-ZnO/A-CN toward highly enhanced photocatalytic TC degradation	2021, 877: 160321	20210511	Huang Xiaoyan, Zhang Xiuyun, Zhang Keqiang, Xue Xiaogang*, Xiong Jian, Huang Yu, Zhang Doudou, Zhang Jian**, Zhang Zheling, Yan Fengpo**	桂林电子科技大学、中国科学院、福建江夏学院	Journal of Alloys and Compounds	Xue Xiaogang, Zhang Jian	20	Web of Science 核心合集 (Science Citation Index-Expanded)	是	
合计									540	/	/	/