

2026 年度山东省自然科学奖提名公示信息

项目名称	基于高效人工光合成的材料设计及器件构筑研究		
提名者	山东大学	提名等级	二等奖
提名意见	该项目基于高效人工光合成的材料设计及器件构筑，系统性地从催化材料结构设计、表面反应机制研究到人工光合成器件搭建的全链条研究，取得了一系列原创性的科研成果，产生了重要的国际影响。该项目的主要发现点有：基于缺陷化学，定向调控材料的电子结构，创制了高效的人工光合成催化材料；发展了原位光谱技术，深入理解二氧化碳还原的反应机制和材料结构的动态演变行为，厘清了催化材料的缺陷结构与产物性能间的构效关系；在此基础上，有效耦合催化材料与半导体吸光单元，构筑了人工光合成反应器件，实现了太阳能到化学能的高效转换。该项目服务于国家重大战略，为我国地外人工光合成重大工程提供了关键材料和系统，对推动人工光合成的实际应用具有重要意义。		
项目简介	当今全球面临严重的能源危机和温室效应难题，在此背景下，我国也提出了“双碳”战略目标。受植物光合作用启发，基于半导体光（电）催化的人工光合成能够在太阳能驱动下，将二氧化碳还原为高附加值的碳氢化合物，被视为实现我国“双碳”战略目标与社会可持续发展的理想途径之一。然而，当前人工光合成仍然面临着产物选择性差、反应机制不清晰和光化学转换效率低等关键科学问题的限制，制约了其进一步发展。区别于以往研究，本项目基于高效人工光合成的材料设计及器件构筑，进行从催化材料、反应机制到器件搭建的全链条研究，取得一系列原创性的科研成果，产生了重要的国际影响。该项目的主要发现点有：（1）基于缺陷化学，定向调控材料的电子结构，创制了高效的人工光合成催化材料；（2）发展了原位光谱技术，深入理解二氧化碳还原的反应机制和催化材料结构的动态演变行为，厘清了催化材料的缺陷结构与产物性能间的构效关系；（3）在此基础上，有效耦合催化单元与半导体吸光单元，设计构筑了高效的人工光合成反应器件，实现了太阳能到化学能的高效转换。 基于高效人工光合成材料设计和器件构筑方面的相关研究，取得了一系列原创性的科研成果，受到了国内外同行的广泛关注，产生了重要的国际影响。5 篇代表性论文，目前总引用次数超过 570 次，其中 Angew. Chem. Int. Ed. (2022, 61, e202209446) 和 Angew. Chem. Int. Ed. (2023, 62, e202217569)均入选 ESI 高被引论文，相关工作被 ChemEurope、ChemistryViews 等国外网站专题报道，授权国内发明专利 10 件。		

代表性论文专著目录

序号	论文（专著）名称	刊名（出版社）	Doi/ISBN	发表时间	作者（按刊物发表顺序）	通讯作者（含共同）	第一作者（含共同）
1	Low-Coordination Single Au Atoms on Ultrathin ZnIn ₂ S ₄ Nanosheets for Selective Photocatalytic CO ₂ Reduction towards CH ₄	Angew. Chem. Int. Ed.	10.1002/anie.202209446	2022/10	Shenghe Si, Hongwei Shou, Yuyin Mao, Xiaolei Bao, Guangyao Zhai, Kepeng Song, Zeyan Wang, Peng Wang, Yuanyuan Liu, Zhaoke Zheng, Ying Dai, Li Song, Baibiao Huang, Hefeng Cheng	宋礼, 程合锋	司圣和
2	Electron-Rich Bi Nanosheets Promote CO ₂ ^{•-} Formation for High-Performance and pH-Universal Electrocatalytic CO ₂ Reduction	Angew. Chem. Int. Ed.	10.1002/anie.202217569	2023/03	Zaiqi Li, Bin Sun, Difei Xiao, Zeyan Wang, Yuanyuan Liu, Zhaoke Zheng, Peng Wang, Ying Dai, Hefeng Cheng, Baibiao Huang	程合锋	李在琪
3	Electronic Structure Manipulation via Site-Selective Atomically Dispersed Ni for Efficient Photocatalytic CO ₂ Reduction	ACS Catal.	10.1021/acscatal.3c02000	2023/06	Yuyin Mao, Minghui Zhang, Shenghe Si, Guangyao Zhai, Xiaolei Bao, Kepeng Song, Lirong Zheng, Yuanyuan Liu, Zeyan Wang, Zhaoke Zheng, Peng Wang, Ying Dai, Hefeng Cheng, Baibiao Huang	程合锋	毛玉印
4	Enabling unassisted solar water splitting with concurrent high efficiency and stability by robust earth-abundant bifunctional electrocatalysts	Nano Energy	10.1016/j.nanoen.2023.108296	2023/05	Xiao Meng, Zaiqi Li, Yuanyuan Liu, Zeyan Wang, Peng Wang, Zhaoke Zheng, Ying Dai, Baibiao Huang, Hefeng Cheng, Jr-Hau He	程合锋, Jr-Hau He	孟晓
5	An integrated Si photocathode with lithiation-activated molybdenum oxide nanosheets for efficient ammonia synthesis	Nano Energy	10.1016/j.nanoen.2022.107639	2022/11	Yuyin Mao, Haona Zhang, Weiyi Jiang, Renna Zhao, Yuanyuan Liu, Zeyan Wang, Peng Wang, Zhaoke Zheng, Kepeng Song, Wei Wei, Ying Dai, Jr-Hau He, Hefeng Cheng, Baibiao Huang	程合锋, Jr-Hau He	毛玉印

主要完成人情况				
位次	姓名	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	程合锋	山东大学	山东大学	提出了人工光合成材料和器件的解决方案，进行了从催化材料结构设计、表面反应机制研究到人工光合成器件搭建的全链条研究。
2	黄柏标	山东大学	山东大学	指导了高效人工光合成的催化材料和反应器件的解决方案。
3	宋礼	中国科学技术大学	中国科学技术大学	同步辐射结构表征与理论计算模拟。
4	宋克鹏	山东大学	山东大学	材料的精细结构表征，对高效催化剂材料的原子结构进行解析。
5	李在琪	山东大学	山东大学	原位反应机制研究和人工光合成器件构筑。
6	毛玉印	中国科学院青岛生物 能源与过程研究所	山东大学	高效催化材料的结构设计及人工光合成器件的构筑应用。
主要完成单位情况				
排名		单位名称		
1		山东大学		
2		中国科学技术大学		