

2022 年度江西省科学技术奖提名项目公示

项目名称：微观结构调控及半导体复合提高 TiO_2 光催化性能研究

候选单位：江西科技师范大学

候选人：胡长员，郑世政，多树旺，张翠青

项目简介（不超 800 字）：

本成果属于半导体纳米材料光催化降解污染物应用领域。

半导体二氧化钛（ TiO_2 ）因其价格低廉、化学稳定性高、空穴氧化能力强，是光催化处理污染物的理想材料。然而，由于其只响应紫外光以及光生电子-空穴对快速复合，因而大大限制了其光催化性能。本项目为提高 TiO_2 光催化性能开展了微观结构调控以及半导体复合等系列工作：

(1) 首次实现了 65°C 低温溶胶-凝胶法制备高结晶度锐钛矿 TiO_2 ，由于其高分散性、小粒径以及表面高浓度羟基基团， TiO_2 表现出优于传统样品的光催化性能；得益于碳纳米管与石墨烯优异的导电性，经修饰后的 TiO_2 表现出更高的电子-空穴对分离效率，进而提高光催化性能；

(2) 开创了醇热体系中微量水调控 TiO_2 形貌结构之先河，系统研究石墨烯醇溶液残留水、直接加入水以及 NH_4HCO_3 原位分解水对 TiO_2 微观结构与光催化性能的调控机制；成功揭示微量水通过提高 TiO_2 结晶度、暴露{001}活性晶面增加 TiO_2 的性能增强机制；

(3)首次开发了微观结构可控的 TiO_2 及 $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_4$ 复合物，深入研究了 TiO_2 纳米带、花球状 TiO_2 以及烟花状 TiO_2 对 Bi_2O_4 的载体作用以及空间限域效应；探讨了系列样品的光电化学性质并提出了 $\text{TiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_4$ 复合物光催化性能提高机制。

本项目开发的 65°C 低温溶胶-凝胶制备锐钛矿 TiO_2 的新方法，与国内外同类方法相比，不仅制备的 TiO_2 粒径小、催化性能高，而且方法简单、综合能耗低，适合规模化生产，目前正在与本土企业合作，将产品运用到室内除甲醛领域。

本项目共发表 SCI 收录论文 22 篇，培养硕士研究生 23 人，其中毕业 19 人。五篇代表性论文被包括国际顶级期刊 Chem(Cell 子刊, 2021 年影响因子为 25.832) 在内的国际权威学术期刊正面他引 166 次。

代表性论文专著目录

序号	论文名称/刊名	作者(按发表顺序)	年卷页码 (**年*卷*页)	发表时间	第一署名单位是否江西省内单位
1	Nanocrystalline anatase TiO ₂ prepared via a facile low temperature route/ Materials Letters	胡长员, 多树旺, 张荣发, 李明升, 向军淮, 李文魁	2010, 64, 2040-2042	2010年	是
2	Comparison of photocatalytic performance of anatase TiO ₂ prepared by low and high temperature route/ Applied Surface Science	胡长员, 多树旺, 刘庭芝, 向军淮, 李明升,	2011 , 257 , 3697-3701	2011年	是
3	Water-phase strategy for synthesis of TiO ₂ -graphene composites with tunable structure for high performance photocatalysts/ Applied Surface Science	胡长员, 陈飞, 卢铁文, 连承江, 郑世政, 胡全红, 多树旺	2014, 317: 648-656	2014年	是
4	TiO ₂ -graphene composites with exposed {001} facets produced by a one-pot solvothermal approach for high performance photocatalyst/ Physical Chemistry Chemical Physics	卢铁文, 张荣斌, 胡长员, 陈飞, 多树旺, 胡全红	2014, 15 , 12963-12970	2013年	是
5	Construction of TiO ₂ nanobelts-Bi ₂ O ₄ heterojunction with enhanced visible light photocatalytic activity/ Colloids and Surfaces A	张翠青, 李晓玉, 郑世政, 马伢伢, 胡长员, 李承瑜, 多树旺, 胡全红	2018, 548, 150-157.	2018年	是

主要完成人情况

排名	姓名	职务	职称	工作单位	对本项目贡献
1	胡长员	无	教授	江西科技师范大学	项目总体内容设计并组织实施。5 篇代表性论文的第一作者或通讯作者，对低温溶胶-凝胶法制备锐钛矿相 TiO_2 、微量水调控 TiO_2 形貌结构以及设计不同形貌的 TiO_2 ，构建系列 $\text{TiO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_4$ 复合结构等全部创新点做出突出贡献。主持完成两项国家自然科学基金，2 项江西省自然科学基金，3 项江西省教育厅课题。
2	郑世政	无	校聘副教授	江西科技师范大学	项目主要参与者与实施人之一。2 篇代表性论文的共同作者，对微量水调控 TiO_2 形貌结构以及设计不同形貌的 TiO_2 ，构建系列 $\text{TiO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_4$ 复合结构等创新点做出突出贡献。主持 1 项国家自然科学基金，主持完成 1 项省教育厅课题。
3	多树旺	副院长	教授	江西科技师范大学	项目重要参与者。5 篇代表性论文的共同作者，对低温溶胶-凝胶法制备锐钛矿相 TiO_2 、微量水调控 TiO_2 形貌结构以及设计不同形貌的 TiO_2 ，构建系列 $\text{TiO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_4$ 复合结构等创新点做出较大贡献。主持完成 2 项国家自然科学基金。
4	张翠青	无	助教	江西科技师范大学	项目重要参与者与实施人。代表性论文 5 的第一作者，对设计不同形貌的 TiO_2 ，构建系列 $\text{TiO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_4$ 复合结构等创新点做出突出贡献。主持完成 1 项省教育厅课题。