附件3

2022年度湖北省自然科学奖提名公示信息

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 基于原子－分子尺度的纳米TiO2光催化过程与机理研究 |
| 提名单位 | 武汉大学 |
| 提名意见 | （不超过600字，如实对科学发现点的原创性、科学价值、国内外自然科学界公认度以及推动学科发展的作用进行概述）该项目围绕TiO2光催化过程和机理研究关键科学问题，在“国家重大科学研究计划（973）”资助下，经过十多年的研究取得一批具有原创性的研究成果，特别是从原子－分子尺度研究TiO2基光催化材料的催化过程与机理方面形成了特色，受到了国内外研究者的关注和肯定。例如，首次利用高分辨透射电镜（HRTEM）从原子-分子尺度对有机污染物分子在TiO2晶格表面的吸附、降解和回复过程进行了系统观察和研究，提出了新的光催化机理；率先将正电子湮没技术应用于光催化领域，以及提出了Raman光谱测试新技术，受到了广泛的应用和引用。该项目完成人长期工作在教学、科研和人才培养第一线，该项目是他们多年潜心研究所取得的成果。该项目1部代表性专著由科学出版社出版，4篇代表性论文均发表在SCI最有影响刊物上，还在国内外学术刊物上发表论文1百多篇，受到了国内外同行的高度评价。该项目主要完成人政治立场坚定，忠诚党的教育事业，为人师表，在党务工作和教书育人等方面获得过多项荣誉，如2016年获得“湖北省高校优秀党务工作者”，2016年度宝钢教育奖“优秀教师奖”、武汉大学第三届“我心目中的好导师”（2013年）、湖北省2015年优秀博士学位论文指导教师等。对照自然科学奖授奖条件，决定提名该项目为2022年度湖北省自然科学奖一等奖/二等奖。 |
| 项目简介 | TiO2基光催化材料由于高效、无毒环保、廉价等优点，在污染物净化处理方面具有重要应用前景，一直是国际热门研究领域。但在其应用过程中仍存在以下突出问题：1）量子效率较低；2）能带结构（Eg=3.2 eV）决定其只能吸收利用紫外线，难以采用可见光驱动光催化；3）光催化反应机理尚不十分明确，使得改进和开发新型高效特别是可见光敏感光催化材料的研究工作盲目性较大。自2009年以来，该项目在《国家重大科学研究计划（973）》“纳米材料与结构在环境气体污染物检测与治理中的应用基础研究”（2009CB939700）资助下，经过十多年的研究取得了一批具有原创性的研究成果，特别是从原子－分子尺度研究TiO2基光催化材料的催化过程与机理方面形成了特色。先后有12位博士生和1位硕士生参与该项目研究。获得授权发明专利4项；发表学术论文一百多篇。在2013年“课题结题验收会”上，与该项目相关的课题5被专家评为“优秀”（93.1分）。2017年由科学出版社出版专著《新型纳米光催化材料：制备、表征、理论及应用》，对《国家重大科学研究计划（973）》的研究成果和后续的研究工作进行了总结。主要开拓性和创新性成果如下：1、率先将具有时间分辨的正电子湮没技术应用到了光催化领域，利用正电子与具有负电子特性“氧空位”相互作用所形成的寿命谱来定性和定量表征TiO2中的“氧空位”类型（单空位、空位团、孔洞等）及其浓度。目前，该方法已经成为光催化研究的重要表征手段之一。2、率先利用高分辨透射电镜（HRTEM）系统研究了TiO2在光催化降解过程中的微结构变化，结合理论计算提出了“基于晶格畸变驱动力的TiO2光催化降解机制”，与公认的“光生电子－空穴理论”相比，该理论不仅能够直观揭示光催化过程，还能够解释TiO2的失效过程。3、首次提出利用Raman光谱表征锐钛矿相TiO2中的晶格振动方式，并依此精确测量TiO2各活性面暴露比例的新方法。与其它方法相比，该方法具有测试误差更小、更为简单快捷、所需样品量更少、适用性更强，对样品形貌和尺寸没有特殊要求等优点，受到了研究者认可，已被广泛使用。该方法已成为金属氧化物半导体材料中晶面比例测试的普适性方法。4、提出采用微弧氧化（MAO）技术制备TiO2薄膜用于光催化降解污染物，拓展了该技术的应用领域；HRTEM观察发现薄膜由纳米晶组成，且表面非晶层经热处理晶化后可以大大提高光催化性能。发现MAO处理提供了一种制备纳米晶薄膜的新方法。5、提出了一种新的“基于高温热扩散机制”的异质结复合光催化材料制备方法。基本原理是：通过高温处理使纯金属转换为氧化物同时，在界面处由于原子短程扩散形成一个具有扩散层（或者中间相层）的异质结。与化学法和机械复合法相比，具有更高的电子-空穴传输效率和更长的服役稳定性。 |
| 主要完成人（完成单位） | 潘春旭（武汉大学），江旭东（湖北省博物馆），黎德龙（深圳大学），张峻（杭州电子科技大学），张豫鹏（深圳大学） |
| 代表性论文（专著）目录 |
| 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（ 年 月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | 新型纳米光催化材料：制备、表征、理论及应用/*科学出版社*/潘春旭，黎德龙，江旭东等著 | 2017年 | 2017年09月01日 | 潘春旭 | 潘春旭 | 潘春旭，黎德龙，江旭东 | —— | —— | 否 |
| 2 | Photocatalytic mechanism of high-activity anatase TiO2 with exposed (001) facets from molecular-atomic scales: HRTEM and Raman studies/***Frontiers of Materials Science (刊号：***CN 11-5985/TB***)***/ Jun Wu, Chentian Shi, Yupeng Zhang, Qiang Fu, Chunxu Pan | 2017年11卷4期358-365页 | 2017年11月29日 | 张豫鹏，潘春旭（共同通讯作者） | 吴俊，石晨天（共同第1作者） | 吴俊，石晨天，张豫鹏，傅强，潘春旭 | 1 | Web of Science | 否 |
| 3 | Characterization of Oxygen Vacancies Associates within the Hydrogenated TiO2: A Positron Annihilation Study/*Journal of Physical Chemistry C*/ Xudong Jiang, Yupeng Zhang, Jing Jiang, Yongsen Rong, Yancheng Wang, Yichu Wu, Chunxu Pan | 2012年116卷22619–22624页 | 2012年10月02日 | 潘春旭 | 江旭东 | 江旭东，张豫鹏，姜静，荣永森，王彦成，吴奕初，潘春旭 | 416 | Web of Science | 否 |
| 4 | Photocatalytic and Degradation Mechanisms of Anatase TiO2: A HRTEM Study/*Catalysis Science & Technology*/Jun Zhang, Yupeng Zhang, Yinkai Lei, Chunxu Pan | 2011年1卷273-278页 | 2011年02月14日 | 潘春旭 | 张峻 | 张峻，王永钱，雷殷凯，潘春旭 | 84 | Web of Science | 否 |
| 5 | Raman Spectroscopy：A New Approach to Measure the Percentage of Anatase TiO2 Exposed (001) Facets/*Journal of Physical Chemistry C*/ Fang Tian, Yupeng Zhang（与第一作者相同贡献）, Jun Zhang, Chunxu Pan | 2012年116卷7515–7519页 | 2012年03月08日 | 潘春旭 | 田芳，张豫鹏（共同第1作者） | 田芳，张豫鹏，张峻，潘春旭 | 564 | Web of Science | 否 |