**拟申报山东省自然科学奖项目**

**公示材料**

**1、项目名称：**

基于饮用水中微污染有机物降解的光电催化体系构建和机制研究

**2、提名者：青岛农业大学**

提名意见：

我单位认真审阅了该项目的推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，完成人所在单位进行了公示，确认完成人排序无异议。青岛农业大学马东、辛言君、吴娟、陈清华和中国海洋大学高孟春5 人完成的项目“基于饮用水中微污染有机物降解的光电催化体系构建和机制研究”，在国家自然科学基金和山东省自然科学基金资助下，开展了界面调控的全固态Z 型可见光催化体系研究，建立了纳米碳为电子介体的Z 型光催化体系高效分离光生电荷的新策略，发现了卤代有机物在Z 型光催化系体中的同步还原脱卤和氧化降解新途径。研究工作取得了一系列创新性成果，推动了环境污染物控制及相关学科的发展，解决了卤代有机污染物的降解难题。相关成果在Appl. Catal. B- Environ.、Chem. Eng. J.等学术期刊发表SCI收录论文28篇。8篇代表性论文中JCR分区Q1区7篇，工程技术领域TOP期刊7篇，Q2区论文1篇。被Energy Environ. Sci.、Adv. Mater.、Small、J. Mater. Chem. A、Chem. Comm.等高水平学术期刊SCI引用411次，其中他引387次，ESI高被引论文3篇。根据被推荐项目的主要科学发现、科学价值、科学界公认程度等情况，参照山东省科学技术奖授奖条件，同意推荐该项目申报2020年山东省自然科学奖二等奖。

**3、项目简介：**

本项目针对光催化/光电催化技术存在的瓶颈，设计和构建了一系列Z 型光催化/光电催化体系、异质结型光电极和纳米纤维，在量子效率提升、水中卤代有机污染物降解领域取得了较大理论和技术突破。主要研究内容如下：

（1）开展了界面调控的全固态Z型可见光催化/光电催化体系研究，建立了纳米碳为电子介体的Z型光催化体系高效分离光生电荷的新策略。首次设计构建了以纳米碳（氧化还原石墨烯RGO/碳纳米管CNTs/水热碳层HC）为电子介体、以钨酸铋/钼酸铋（Bi2WO6/Bi2MoO6）为基底氧化半反应端，以石墨相氮化碳（g-C3N4）为还原半反应端的全固态Z型光催化体系。基于TiO2纳米管/纳米带光电极基底，开发了WO3/CuS异质结构和以氧化还原石墨烯（RGO）为电子介体的Z型光电极。通过探针污染物降解，阐明了Z型反应降解速率提升的新机制。Z型反应对污染物的降解速率比单体光催化剂提升3-8 倍，突破了光催化技术光生电子空穴容易复合的瓶颈。

（2）开展了Z型可见光催化/光电催化体系降解卤代有机物的研究，发现了卤代有机物在Z 型系体中的同步还原脱卤和氧化降解新途径。以典型的卤代有机污染物（如三氯酚、二溴酚、土霉素、甲草胺等）为探针反应物，通过Z型反应将卤代有机污染物在导带电位更低的还原半反应端高效还原脱氯脱溴，同时在价带更高的氧化半反应端将脱卤产物氧化分解。这种高效的同步还原和氧化降解速率比单体光催化剂的降解速率提高接近一个数量级，实现了卤代有机污染物的快速、高效脱卤与降解。

（3）开发了一系列二元/三元Z 型光电极体系，利用静电纺丝法制备了一系列一维纳米纤维光催化剂，在提升光生电荷分离效率的同时，实现了光催化剂固体与污水的快速固液分离。基于TiO2纳米管/纳米带光电极基底开发了WO3/石墨烯/CuS/Au复合的二元/三元Z型光电极，通过光电催化反应快速降解污染物。开发了一系列TiO2/钒酸盐/磷酸盐基静电纺丝纳米纤维，具备较好的固体强度和稳定性，通过沉淀极易与废水实现固液分离，为光催化反应器设计和构建提供了理论依据。

**4、客观评价：**

本项目的研究结果，得到了国内外同行的大量引用和正面评价。

项目的相关研究成果，在环境工程技术领域期刊发表论文共计38 篇，其中SCI 收录论文共计28 篇，其中JCR Q1 区Top 期刊16 篇，Q2 区期刊8 篇。本次奖励申报提供的8 篇代表性论文中，JCR 分区Q1 区7 篇，工程技术领域TOP 期刊7 篇。

截至2019年10月，8篇代表性论文在WOS核心合集(SCI-E/SSCI/CPCI-S/CPCI-SSH)数据库中共被引用411次，其中被Energy & Environmental Science（IF 33.25）、Advanced Materials（IF 25.809）、AppliedCatalysis B: Environmental（IF 14.229）、Small（IF 10.856）、Journal of Materials Chemistry A（IF 10.733）、Chemical Communications（IF 6.164）等高水平研究论文他人引用387 次，最高单篇他引114 次，篇均他引约15 次/年。根据Engineering 领域和出版年中的高引用阈值，代表性论文1-4 均曾入选ESI 高被引论文（1%），其中代表性论文1 曾入选ESI 热点论文（1‰）。到目前为止，代表性论文1-3 仍入选Engineering 领域高被引论文。

**5、代表性论文专著目录：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称 | 发表刊物（出版社） | 发表（出版）时间 | JCR分区 | 作者（按刊物发表顺序） | 影响  因子 | 他引  总次数 |
| 1 | Fabrication of Z-scheme g-C3N4 /RGO/Bi2WO6 photocatalyst with enhanced visible-light photocatalytic activity | Chemical Engineering Journal  （ESI高被引论文、热点论文） | 2016.04.15 | 一区  Top | 马东，吴娟，高孟春\*，辛言君，马天津，孙玉颖 | 6.261  (2016) | 119 |
| 2 | Enhanced debromination and degradation of 2,4-dibromophenol by an Z-scheme Bi2MoO6/CNTs/g-C3N4 visible light photocatalyst | Chemical Engineering Journal  （ESI高被引论文） | 2017.05.15 | 一区  Top | 马东，吴娟，高孟春\*，辛言君，柴超 | 6.735  (2017) | 40 |
| 3 | Hydrothermal synthesis of an artificial Z-scheme visible light photocatalytic system using reduced graphene oxide as the electron mediator | Chemical Engineering Journal  （ESI高被引论文） | 2017.04.01 | 一区  Top | 马东，吴娟，高孟春\*，辛言君，孙玉颖，马天津 | 6.735  (2017) | 32 |
| 4 | Synthesis of Au-CuS-TiO2 nanobelts photocatalyst for efficient photocatalytic degradation of antibiotic oxytetracycline | Chemical Engineering Journal  （ESI高被引论文） | 2016.04.15 | 一区  Top | 陈清华\*，吴淑娜，辛言君 | 6.261  (2016) | 77 |
| 5 | Fabrication and photocatalytic properties of cationic and anionic S-doped TiO2 nanofibers by electrospinning | Applied Catalysis B: Environmental | 2014.04.05 | 一区  Top | 马东，辛言君，高孟春\*，吴娟 | 7.435  (2014) | 60 |
| 6 | Photoelectrocatalytic degradation of 4-nonylphenol in water with WO3/TiO2 nanotube array photoelectrodes | Chemical Engineering Journal | 2014.04.15 | 一区  Top | 辛言君\*，高孟春\*，王宜成，马东 | 4.321  (2014) | 39 |
| 7 | Construction of graphene-WO3/TiO2 nanotube array photoelectrodes and its enhanced performance for photocatalytic degradation of dimethyl phthalate | Electrochimica Acta | 2016.12.20 | 一区  Top | 王港，陈清华，辛言君\*，刘永萍，臧志林，胡春光，张斌 | 4.798  (2016) | 15 |
| 8 | Novel Z-Scheme g-C3N4/C@Bi2MoO6 composite with enhanced visible-light photocatalytic activity for β-naphthol degradation | Separation and Purification Technology | 2017.08.07 | 二区 | 马天津，吴娟，米屹东，陈清华，马东\*，柴超\* | 3.927  (2017) | 29 |

**6、主要完成人情况：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 马东 | | 性 别 | | 男 | 排 名 | 1 |
| 工作单位 | 青岛农业大学 | | 二级单位 | | 资源与环境学院 | 行政职务 | 无 |
| 电子信箱 | dma@qau.edu.cn | 办公电话 | | 0532-88030461 | | 移动电话 | 13854248088 |
| 毕业学校 | 中国海洋大学 | 毕业时间 | | 2016.06 | | 文化程度 | 研究生 |
| 技术职称 | 副教授 | 专业、专长 | | 环境工程 | | 最高学位 | 博士 |
| 参加本项目起止时间 | | 自 2011.11 至 2017.10 | | | | | |
| 对本项目贡献：（限300字）  项目负责人，全面负责项目的总体方案设计和组织实施。承担设计构建以纳米碳（RGO/CNTs/HC）为电子介体的全固态Z型光催化体系，以典型的有机污染物为探针反应物，通过Z型反应实现了污染物的高效还原脱氯脱溴和氧化分解。负责部分论文撰写和专利申报的工作。  对第1、2、3项科学发现均作出了主要贡献。是代表性论文1、2、3、5、8的第一作者/通讯作者，是代表性论文6、8的共同作者，是授权发明专利1、2、4、5的第一发明人和3、6、7的共同发明人。在该项目的研究中占本人同期工作量的80%。 | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 高孟春 | | 性 别 | | 男 | 排 名 | 2 |
| 工作单位 | 中国海洋大学 | | 二级单位 | | 环境科学与工程学院 | 行政职务 | 无 |
| 电子信箱 | mengchun@ouc.edu.cn | 办公电话 | | 0532-66781061 | | 移动电话 | 13573866973 |
| 毕业学校 | 中国科学院生态环境研究中心 | 毕业时间 | | 2004.06 | | 文化程度 | 研究生 |
| 技术职称 | 教授 | 专业、专长 | | 环境工程 | | 最高学位 | 博士 |
| 参加本项目起止时间 | | 自 2012.09 至 2017.10 | | | | | |
| 对本项目贡献：（限300字）  本项目的主要参与者，为本项目1、2、3项重要科学发现提出了重要的指导性意见。负责构建了界面调控的全固态Z型光催化体系，在半反应区各自实现了对水中有机污染物的催化还原脱卤和催化氧化分解。  是代表性论文1、2、3、5、6、8的通讯作者。 | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 辛言君 | | 性 别 | | 男 | 排 名 | 3 |
| 工作单位 | 青岛农业大学 | | 二级单位 | | 资源与环境学院 | 行政职务 | 副院长 |
| 电子信箱 | yjxin@qau.edu.cn | 办公电话 | | 0532-88030461 | | 移动电话 | 13668891503 |
| 毕业学校 | 哈尔滨工业大学 | 毕业时间 | | 2011.10 | | 文化程度 | 研究生 |
| 技术职称 | 教授 | 专业、专长 | | 环境工程 | | 最高学位 | 博士 |
| 参加本项目起止时间 | | 自 2012.01 至 2017.10 | | | | | |
| 对本项目贡献：（限300字）  本项目的主要参与者，设计了一系列二元/三元Z型/异质结型光催化电极体系，光生电子和空穴的分离效率有很大提升，同时实现了光催化剂与水相的快速高效分离。以TiO2纳米管/纳米带为光电极基底，辅以WO3异质结构，并构建了以氧化还原石墨烯（RGO）为电子介体的Z型光电极。  是代表性论文4、6、7的第一作者/通讯作者，对代表性论文1、2、3、5有重要贡献。是授权发明专利3、7的第一发明人。 | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 吴娟 | | 性 别 | | 女 | 排 名 | 4 |
| 工作单位 | 青岛农业大学 | | 二级单位 | | 资源与环境学院 | 行政职务 | 教研室主任 |
| 电子信箱 | jwu@qau.edu.cn | 办公电话 | | 0532-88030461 | | 移动电话 | 13964896886 |
| 毕业学校 | 山东大学 | 毕业时间 | | 2009.12 | | 文化程度 | 研究生 |
| 技术职称 | 副教授 | 专业、专长 | | 环境工程 | | 最高学位 | 博士 |
| 参加本项目起止时间 | | 自 2011.11 至 2017.10 | | | | | |
| 对本项目贡献：（限300字）  项目的主要参与者，通过静电纺丝法制备多种一维纳米纤维光催化剂，实现了光催化非均相体系的自动固液分离。以TiO2/钒酸盐/磷酸盐为纤维基底，通过原位的掺杂和复合，构建了掺杂和纳米碳修饰的一维纳米光催化纤维，提高光催化效率的同时，实现了光催化剂与水相的快速分离，为光催化反应器设计和构建提供了理论依据。  对代表性论文1、2、3、5、8有重要贡献。授权发明专利6的第一发明人，发明专利1、2、4、5的共同发明人。 | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 陈清华 | | 性 别 | | 男 | 排 名 | 5 |
| 工作单位 | 青岛农业大学 | | 二级单位 | | 资源与环境学院 | 行政职务 | 无 |
| 电子信箱 | qinghua7818@163.com | 办公电话 | | 0532-88030461 | | 移动电话 | 15063079375 |
| 毕业学校 | 哈尔滨工业大学 | 毕业时间 | | 2014.07 | | 文化程度 | 研究生 |
| 技术职称 | 副教授 | 专业、专长 | | 环境工程 | | 最高学位 | 博士 |
| 参加本项目起止时间 | | 自 2014.08 至 2017.10 | | | | | |
| 对本项目贡献：（限300字）  项目重要参与者，设计构建了三元异质结Z型光催化电极体系，光生电子和空穴的分离效率有很大提升，同时实现了光催化剂与水相的快速高效分离。以TiO2纳米带为光电极基底，辅以WO3/CuS异质结构，并构建了以氧化还原石墨烯（RGO）/贵金属Au为电子介体的Z型光电极。通过对典型有机污染物的探针反应，降解速率比单体光催化剂有显著提高。  对代表性论文4、7有主要贡献。是授权发明专利8、9、10的第一发明人。 | | | | | | | |

**7、完成人合作关系说明**

完成人团队隶属于农村水资源保护与利用研究中心的饮用水污染控制研究团队，合作承担了国家、山东省和青岛市自然科学基金等科研课题11项。项目完成人合作指导博士、硕士研究生（含在读）8人。