2018年度陕西省科学技术奖公示信息

**一、项目名称**

污水处理厂污泥及污泥水资源利用的关键技术和装备研发

**二、项目简介**

本项目属于环境保护技术领域。

污水处理厂产生的大量污泥得不到妥善处理和处置，造成污泥无组织堆放、偷排以及污泥堵厂、污泥围城等一系列问题，侵占了土地、污染了区域地下水环境及大气环境，甚至增加了一定区域居民的环境卫生风险及罹患疾病风险。此外，污泥处理产生的污泥水中高浓度的氮磷不仅给污水处理厂氮磷达标排放造成困难，也浪费了大量资源。鉴于此，探索科学利用日益增加的污水处理厂污泥新方法和新技术，以应对污泥问题正在累积的潜在环境威胁，对于生态文明建设的践行十分必要。

本项目在5个不同来源课题资助下，经过8年的研究与实践，提出污水处理厂污泥分质资源、多功能利用的污泥处置技术框架和污泥水资源回收技术思路。在大量调研陕西省关中地区污水处理厂污泥特性和精确解析污泥组成的基础上，针对污泥中的有机资源和氮磷营养进行资源化开发和研究，获得的主要成果为：（1）理论上提出了污泥中脂质资源化利用方向是制取生物柴油，建立了污泥制取生物柴油新方法；（2）技术上研发了生物污泥堆肥设备和污泥水中氮磷结晶的新型工艺设备，为污泥堆肥利用以及污泥水资源回收提供了可行的技术装备；（3）应用上实现了城镇污水处理厂污泥零排放、污泥堆肥产品化的示范。

本项目在污水处理厂污泥减量和资源利用方面形成了系列突破：获得授权发明专利1项（附件26）、开发新型装备2套（附件5）；发表学术论文27篇，其中4篇检索论文（附件2）中1篇入选2017年ESI高被引论文（附件1），1篇获2015年度中国给水排水杂志社苏伊士优秀论文二等奖（附件3），1篇获西安市第十六届优秀学术论文一等奖（附件3）；培养硕士研究生8人，其中1人学位论文获西安建筑科技大学2016年优秀硕士学位论文（附件4）；培育专用生物有机堆肥品牌1个（附件9）。

本项目形成的适合于污水处理厂污泥资源化利用的关键技术，已经被陕西紫瑞生物科技有限公司在陕西省眉县污水处理厂进行了推广应用，应用中将污泥堆肥与农村有机废弃物（羊粪、中药渣、锯末等）资源化相结合，实现了该厂污泥零排放的同时，制取了“佳禾家旺”品牌的专用生物有机肥（附件9）。该品牌的有机肥热销全国14个区县，近三年累积堆肥3.56万吨，为企业新增销售额4983万元，为企业新增利润1491.9万元（附件27）。因此，该技术的实际应用，为城镇污水处理厂污泥减量和资源化利用示范起到了积极作用，取得了良好的环境、经济和社会效益。

**三、客观评价**

1. 论文引用评价

课题组在固体废弃物处理领域国际著名期刊waste management上发表的论文《Scum sludge as a potential feedstock for biodiesel production from wastewater treatment plants》入选2017年度ESI高被引论文（HCP），被国内外同行多次引用和评述。

（1）提出污水处理厂浮渣污泥及初沉污泥作为生物柴油生产潜在原料的理念

苏丹的Taibah University 、Al Neelian University和Nyala University的研究者在他们的论文中提及“Only a few studies paid attention to scum sludge as a potential source for biodiesel production (Bi et al., 2015; di Bitonto, Lopez, Mascolo, Mininni, & Pastore, 2016; Wang, Feng, Bai, Zhao, & Xia, 2016)”，认为目前仅仅有几个研究关注了浮渣作为生物柴油生产的潜在来源，我们的研究作为两个最具代表性的研究之一；西班牙 Rovira i Virgili大学工程系的Bengoa课题组在他们的论文中提及“The possibility of using municipal sewage sludge as non-edible lipid feedstock is gaining more attention due to the large amounts of sludge generated in the developed countries, and high amount of lipids contained within these wastes, up to 30%.……while in primary sludge usually ranged between 15 and 30 wt%”，其中30%是我们报道的浮渣中的油脂含量，初沉污泥的油脂范围也引用我们的研究结果。安徽农业大学、美国的华盛顿大学和Minnesota大学的研究者们在他们的论文中提及“low-quality oil are regarded promising high potential feedstock for biodiesel production”，其中的低质量油作为制取生物柴油的潜力原料，该引述的部分工作是本课题组完成的。

以上引用表明，我们提出的浮渣污泥及初沉污泥作为生物柴油生产潜在原料的理念，受到国内外同行的认可，拓宽了生物柴油制取的原材料。

（2）采用的酸催化方法作为国内外同行污泥制取生物柴油研究的重要参照和对比方法

韩国Gangneung-Wonju国立大学生化工程系的Pansuwan Supaporn和Sung Ho Yeom等以该论文中的研究结果“采用25mL甲醇作为反应底物，2.3%的H2SO4为催化剂时，二沉污泥制取生物柴油的产率可达1.9%”为依据，设计了他们异位制取生物柴油的试验，并在此基础上对硫酸、甲醇添加量、温度、时间等参数进行了优化，获得了良好的污泥制取生物柴油效率；美国Cincinnati大学化学与环境工程学院的Lu Mingming课题组在他们的论文中提及“In-situ conversion may be an effective method to convert the lipids in sewer grease directly into biodiesel”，该部分的原位转化是我们制取生物柴油采用的方法之一；中国人民大学环资学院Zhu Fenfen课题组在两篇论文中分别提到“We also processed the base catalyst through in situ transesteriﬁcation to be comparable with the acid catalyst”和“The yield of biodiesel obtained from sludge via in situ transesterification has been previously reported to be higher than that obtained via conventional transesterification because reagents have access to all lipids in the sludge”。

以上引用表明，我们在污泥制取生物柴油中采用的酸催化原位酯化酯交换方法，得到国内外同行的认可，作为污泥制取生物柴油研究的重要参照和对比方法。

2. 主要验收意见

（1）西安市城市建设协项目“西安城市污水处理厂污泥在市政园林绿化中的应用与示范” 2016年通过了西安市城市建设协会组织的结题验收，主要结论如下：项目“分析了西安市主城区八座污水处理厂污泥的基本理化特性，为污水厂污泥资源化利用提供了基础数据，针对性地提出了污泥肥料化的途径；开发了污泥园林绿化堆肥及颗粒化的制作工艺和技术参数，污泥堆肥用于红栌、桃李、红叶石楠、红叶李试验示范表明，污泥堆肥在促进前三种植物的生长发育方面表现良好；污泥堆肥用于猕猴桃果树，对提高产量、改善果实品质效果明显，而且果实重金属没有明显变化。”

（2）陕西省教育厅产业化项目“生物营养物处理(BNR)工艺剩余污泥营养素回收和处理技术集成中试” 2017年初通过了陕西省教育厅组织的结题验收，结论如下：项目“设计了适合于污泥水中氮磷回收和处理的专用“套筒式气提反应器与MBBR反应器组合装置与工艺”，该工艺具有“一气两用”低耗脱除高浓度氮磷的特点。鸟粪石种植夏玉米的盆栽试验表明，鸟粪石可以改善碱性土壤的生化特征，其效果优于等效的传统化肥。研究结果对于鸟粪石的推广应用具有实际意义。

（3）陕西省教育厅重点实验室科学研究计划项目“城市污水处理厂污泥制取生物柴油的关键技术研究” 2016年通过了陕西省教育厅组织的结题验收，结论如下：项目“针对污泥制取生物柴油成本较高的问题，提出了利用高C/N的基质连续培养污泥，以此培养污泥制取生物柴油，获得了收率相对较高、成本较低的生物柴油制备工艺。”

3. 主要查新结论

陕西省教育厅重点实验室项目“城市污水处理厂污泥制取生物柴油的关键技术研究”结题查新结果表明（附件7），该项目的主要技术特点在于：（1）污水处理厂不同污泥原位酯化和异位酯化制取生物柴油；（2）高碳氮比培养的污泥制取生物柴油的产率。经检索并对相关文献分析对比结果表明：在国内公开发表的中文文献中与本项目创新点完全相同的未见报道。

陕西省教育厅产业化项目“生物营养物处理(BNR)工艺剩余污泥营养素回收和处理技术集成中试” 结题查新结果表明（附件6），该项目的主要技术特点在于：（1）套筒式气提反应器与MBBR反应器的结合；（2）鸟粪石种植夏玉米的盆栽试验。经检索并对相关文献分析对比结果表明：在国内公开发表的中文文献中与本项目创新点完全相同的未见报道。

以上查新结论表明，该项目涉及的技术在国内外目前处于领先的地位。

4. 科技奖励及论文获奖

（1）科技奖励

围绕污泥资源化研究，项目获得以下3项科技奖励：《西安市城市污泥处理厂污泥在市政园林绿化中的应用研究》获2012年西安市科学技术二等奖，《城市污水处理厂污泥资源化利用应用基础研究》分别获2017年度西安建筑科技大学科技进步一等奖和2018年度陕西高等学校科学技术二等奖。

（2）论文获奖

围绕污泥资源化研究，项目论文成果获得以下4项科技奖励：SCI论文《Scum sludge as a potential feedstock for biodiesel production from wastewater treatment plants》入选2017年度ESI高被引论文（HCP），CSCD论文《城市污水处理厂污泥制取生物柴油的试验研究》获2015年度中国给水排水杂志社苏伊士优秀论文二等奖，CSCD论文《城市污泥堆肥及农用前后重金属形态变化的研究》获西安市第十六届优秀学术论文一等奖，硕士论文《提高城市污水处理厂污泥制取生物柴油产率的试验研究》获得西安建筑科技大学2016年度优秀硕士学位论文。

**四、主要知识产权目录（限10条，与推荐书主件一致）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 发明专利有效状态 |
| 中国 | 发明专利 | 利用城市污水厂污泥制取生物柴油的方法 | 中国 | ZL 201110188716.5 | 2014.3 | 1357605 | 西安建筑科技大学 | 王怡,曲鹏程,彭党聪 | 失效 |

**五、推广应用情况**

项目的应用主要集中在污泥堆肥产品的示范和应用中，该工作主要由陕西紫瑞生物科技有限公司在陕西眉县污水处理厂进行推广应用。

污泥堆肥原料为陕西眉县污水处理厂污泥、羊粪、中药渣、锯末等有机废弃物，采用本项目研发的污泥重力翻板塔式发酵设备进行好氧发酵堆肥，堆肥产品主要进行农用。项目研发的泥重力翻板塔式发酵设备，为眉县污水厂污泥堆肥制取有机肥提供了强有力的技术支撑，并获得“佳禾家旺”品牌专用生物有机堆肥，深受市场欢迎。近三年累积堆肥3.56万吨，堆肥产品主要销往眉县、周至县、户县、岐山县、扶风县、武功县、礼泉县、大荔县、蒲城县、旬邑县、富县、江苏、上海、贵州等地区，为公司新增销售额4983万元，为公司新增利润1491.9万元，取得了良好的环境、经济和社会效益，为城镇污水处理厂污泥资源化利用起到了良好的示范作用。

**六、主要完成人情况**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 王怡 | 排名 | 1 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 负责整个项目的规划、组织和实施工作，提出污泥制取生物柴油的方法和污泥水结晶回收鸟粪石的理念，分别与西安市政设计研究院有限公司、西北大学、陕西紫瑞生物科技有限公司开展合作研究工作，全面推进本项目的完成，以第一作者或通讯作者发表相关论文19篇，获得授权专利1项，参与研发装备2套。 |
| 姓名 | 王社平 | 排名 | 2 |
| 行政职务 | 副院长 | 技术职称 | 教授级高工 |
| 工作单位 | 西安市政设计研究院有限公司 | 完成单位 | 西安市政设计研究院有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 主要负责污泥堆肥及施用于土壤研究子课题的规划及实施方案制定，提出污泥堆肥利用的思想框架，并对试验研究结果进行评价。 |
| 姓名 | 赵景婵 | 排名 | 3 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授 |
| 工作单位 | 西北大学 | 完成单位 | 西北大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 主要负责本项目中污泥制取生物柴油子课题部分污泥脂质的分析方法建立、污泥制取生物柴油方法指导。 |
| 姓名 | 封涌涛 | 排名 | 4 |
| 行政职务 | 站长 | 技术职称 | 高级农艺师 |
| 工作单位 | 宝鸡市农业技术推广服务中心 | 完成单位 | 宝鸡市农业技术推广服务中心 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 主要与陕西紫瑞生物科技有限公司合作，参与污泥堆肥推广方案的制定，进行污泥堆肥应用的示范与推广，解决农户施用堆肥过程的具体问题。 |
| 姓名 | 程晓波 | 排名 | 5 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 助理工程师 |
| 工作单位 | 西安市政设计研究院有限公司 | 完成单位 | 西安市政设计研究院有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 污泥堆肥子项目执行，主要负责污泥堆肥及施用于土壤研究课题中污泥特性的分析、污泥堆肥（养分及重金属等）施用对园林绿化植物、农作物以及对土壤环境的影响研究。 |
| 姓名 | 王列平 | 排名 | 6 |
| 行政职务 | 董事长 | 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 陕西紫瑞生物科技有限公司 | 完成单位 | 陕西紫瑞生物科技有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 在污泥组成成分分析、元素配比、污泥好氧发酵设备研发和技术成果转化应用4个关键技术点做出贡献。 |
| 姓名 | 白小娟 | 排名 | 7 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 无 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 探索污泥制取生物柴油的试验方法，进行污泥脂质测定实验。 |
| 姓名 | 冯莎 | 排名 | 8 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 无 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 生物柴油制取试验研究 |
| 姓名 | 刘新安 | 排名 | 9 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 工程师 |
| 工作单位 | 西安市政设计研究院有限公司 | 完成单位 | 西安市政设计研究院有限公司 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 污泥堆肥子项目执行，主要负责污泥堆肥及施用于土壤研究课题中污泥特性的分析、污泥堆肥（养分及重金属等）施用对园林绿化植物、农作物以及对土壤环境的影响研究。 |
| 姓名 | 豆艳霞 | 排名 | 10 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 无 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 污泥堆肥试验和鸟粪石结晶试验研究 |
| 姓名 | 黄瑞雪 | 排名 | 11 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 无 |
| 工作单位 | 西安建筑科技大学 | 完成单位 | 西安建筑科技大学 |
| 对本项目主要学术和技术创造性贡献 | 进行污泥水中氮磷结晶试验开发试验研究 |

**七、完成人合作关系说明**

参与人王社平与项目负责人共同完成论文6篇、共同获奖2项、共同完成科研项目1项，共同进行污泥调研和堆肥研究；参与人赵景婵与项目负责人共同完成论文3篇、共同获奖2项，共同进行生物柴油制取；参与人封涌涛与参与人王列平共同完成污泥堆肥的推广应用工作；参与人程晓波与项目负责人共同完成论文3篇、共同获奖2项；参与人王列平与项目负责人共同完成论文1篇、共同进行鸟粪石结晶反应器及堆肥设备研制；参与人白小娟与项目负责人共同完成论文3篇、共同获奖2项；参与人冯莎与项目负责人共同完成论文3篇、共同获奖2项；参与人刘新安与项目负责人共同完成论文3篇、共同获奖2项；参与人豆艳霞与项目负责人共同完成论文2篇；参与人黄瑞雪与项目负责人共同完成论文2篇。

**八、主要完成单位排序及贡献**

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 西安建筑科技大学 |
| 排名 | 1所在地陕西西安 |
| 对本项目主要贡献： |
| 西安建筑科技大学为主持单位，负责项目的规划、组织、实施、推进工作，主要进行基础研究，包括污泥制取生物柴油技术方法的试验和发明、污泥堆肥现场试验研究、氮磷结晶回收新型工艺装备研发试验及集成，研究成果的总结和发表。 |
| 单位名称 | 西安市政设计研究院有限公司 |
| 排名 | 2所在地陕西西安 |
| 对本项目主要贡献： |
| 西安市政设计研究院有限公司为主要参与单位，进行污泥堆肥部分的基础研究和示范研究，提出污泥堆肥实际应用的技术框架，进行堆肥成果的总结和发表。具体工作有：系统研究了西安市八大污水处理厂污泥的特性，并通过污泥堆肥及其施用于多种不同植物的试验研究，证明了堆肥是实现污泥资源利用的重要途径，同时提出了施用污泥肥料对水土环境的影响，为西安市乃至全国污水处理厂污泥处置及堆肥资源化提出了指导性建议。 |
| 单位名称 | 西北大学 |
| 排名 | 3所在地陕西西安 |
| 对本项目主要贡献： |
| 西北大学为重要配合单位，主要参与污泥制取生物柴油子课题的部分试验指导，促进了污泥制取生物柴油关键技术的形成。 |
| 单位名称 | 宝鸡市农业技术推广服务中心 |
| 排名 | 4所在地陕西省宝鸡市 |
| 对本项目主要贡献： |
| 宝鸡市农业技术推广服务中心为重要配合单位，主要参与污泥堆肥产品的应用和土壤问题的解决，促进了污泥堆肥专用装备及堆肥产品的市场化进程。 |
| 单位名称 | 陕西紫瑞生物科技有限公司 |
| 排名 | 5所在地陕西省眉县 |
| 对本项目主要贡献： |
| 陕西紫瑞生物科技有限公司为项目实施单位，将项目开发的好氧堆肥技术设备化，并将污泥堆肥产业化，实现了技术向产品的转化，是污泥堆肥研究走向市场的最重要的实施单位。 |

**九、完成单位合作关系说明**

本项目由西安建筑科技大学、西安市政设计研究院有限公司、西北大学、宝鸡市农业技术推广服务中心和陕西紫瑞生物科技有限公司五个单位分工合作、共同完成。

西安建筑科技大学为主持单位，主要进行基础研究，包括污泥制取生物柴油技术方法的试验和发明、污泥堆肥现场试验研究、氮磷结晶回收新型工艺装备研发试验及集成，研究成果的总结和发表。

西安市政设计研究院有限公司为主要参与单位，进行污泥堆肥部分的基础研究和示范研究，提出污泥堆肥实际应用的技术框架，进行堆肥成果的总结和发表。

西北大学为重要配合单位，主要参与污泥制取生物柴油关键技术的研发和部分试验指导，促进了污泥制取生物柴油关键技术的形成。

宝鸡市农业技术推广服务中心为重要配合单位，主要参与污泥堆肥产品的应用和土壤问题的解决，促进了污泥堆肥专用装备及堆肥产品的市场化进程。

陕西紫瑞生物科技有限公司为项目实施单位，将项目开发的好氧堆肥技术设备化，并将污泥堆肥产业化，实现了技术向产品的转化。

**十、主要论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 通讯作者 | 第一作者 |
| 1 | Scum sludge as a potential feedstock for biodiesel production from wastewater treatment plants | Waste Management | WANG Yi, FENG Sha, BAI Xiaojuan, ZHAO Jingchan, XIA Siqing. | 2016(47):91-97 | 2016.1 | WANG Yi | WANG Yi |
| 2 | Technological feasibility of biodiesel production from bioaugmented hydrolysate of waste sludge in a municipal wastewater treatment plant  | Transactions of Tianjin University | WANG Yi, ZHAO Jingchan, QU Pengcheng, ZHANG Baixin, PENG Dangcong，XIA Siqing | 2013,19(5): 332-338 | 2013.10 | WANG Yi | WANG Yi |
| 3 | 城市污水处理厂污泥醇化制取生物柴油的研究现状 | 中国给水排水 | 王怡，冯莎，白小娟，夏四清，彭党聪 | 2015,31(2): 22-27 | 2015.1 | 王怡 | 王怡 |
| 4 | 高碳氮比下生物污泥增脂制取生物柴油的研究 | 中国给水排水 | 王怡,冯莎,赵景婵,夏四清 | 2014,30(23): 24-28 | 2014.12 | 王怡 | 王怡 |
| 5 | 城市污水处理厂污泥制取生物柴油的试验研究 | 中国给水排水 | 王怡, 白小娟, 艾怡霏, 夏四清, 彭党聪. | 2014,30(1): 14-17 | 2014.1 | 王怡 | 王怡 |
| 6 | Characteristics and feasibility study of sewage sludge for landscaping application in Xi’an, China. 2013, 12(7): 1515-1520 | Environmental Engineering and Management Journal | Sheping Wang, Xinan Liu, Qin Zheng, Zhengliang Yang, Rixia Zhang, Bohan Yin | 2013,12(7): 1515-1520 | 2013.7 | Sheping Wang | Sheping Wang |
| 7 | 城镇污水处理厂污泥堆肥减量工业废弃物的研究 | 中国给水排水 | 王怡，陈斌，严应政，王列平 | 2015,31（21）：72-76 | 2015.11 | 王怡 | 王怡 |
| 8 | 硫杆菌淋滤对剩余污泥中重金属及养分的影响研究 | 中国给水排水 | 豆艳霞，王怡，陈斌，杜红霞，王社平 | 2014, 30(21): 27-31 | 2014.11 | 王怡 | 豆艳霞 |
| 9 | 施用城市污泥堆肥对土壤和青椒重金属积累的影响 | 农业环境科学学报 | 王社平,程晓波,姚岚,刘新安,王怡,王同悦 | 2015,34(09):1829-1836 | 2015.9 | 王社平 | 王社平 |
| 10 | 城市污泥堆肥及农用前后重金属形态变化的研究 | 中国农学通报 | 王社平,程晓波,姚岚,刘新安,王怡,王同悦. | 2015,31(23):116-121 | 2015.11 | 王社平 | 王社平 |
| 11 | 污水处理厂污泥处理过程中的潜在危害分析 | 市政技术 | 王社平,程晓波,刘新安,李立军,王怡,王同悦 | 2015,33(02):164-168 | 2015.2 | 王社平 | 王社平 |
| 12 | 西安市污泥特性及园林绿化应用的可行性分析 | 中国给水排水 | 王社平,刘新安,郑琴,杨正亮,张日霞,尹博涵. | 2012,28(23):134-137 | 2012.12 | 王社平 | 王社平 |
| 13 | Nutrient release, recover and remove from waste sludge of Biological Nutrient Removal system  | Environmental technology | Yi Wang, Shu-Jian Zheng, Li-Ying Pei, Li Ke, Dang-Cong Peng, Si-Qing Xia. | 2014, 35(21): 2734-2742 | 2014.10 | Yi Wang | Yi Wang |
| 14 | 超声及碱处理促进剩余污泥水解的试验研究 | 中国给水排水 | 王怡，刘潘，彭党聪 | 2010，26(15)：28-31 | 2010.8 | 王怡 | 王怡 |
| 15 | 剩余污泥的超声处理及资源化利用研究 | 中国给水排水 | 王怡，刘潘，彭党聪 | 2010，26(23)：20-23 | 2010.12 | 王怡 | 王怡 |
| 16 | 陕西省关中地区污水处理厂剩余污泥特性调研 | 中国给水排水 | 王怡, 王社平, 刘潘, 徐晓妮, 彭党聪 | 2011，27(19): 81-84， | 2011.10 | 王怡 | 王怡 |
| 17 | 除磷系统剩余污泥中营养元素的快速释放及回收 | 中国给水排水 | 王怡，曲鹏程，郑淑健，彭党聪 | 2012,28(11):29-32 | 2012.6 | 王怡 | 王怡 |
| 18 | 不同生物营养物处理工艺剩余污泥中温水解特性研究 | 环境工程学报 | 王怡，郑淑健，曲鹏程，彭党聪，夏四清. | 2014,8(2): 723-728 | 2014.2 | 王怡 | 王怡 |
| 19 | 气水比对污泥水中以鸟粪石形式回收氮磷的影响研究 | 环境工程学报 | 豆艳霞，王怡，黄瑞雪，杜红霞，王社平. | 2016,10(3):1053-1058 | 2016.3 | 王怡 | 豆艳霞 |
| 20 | 套筒式反应器处理实际污泥水的试验研究 | 中国给水排水 | 黄瑞雪,王怡，姚倩，王冠柏 | 2016,32(3): 11-14 | 2016.2 | 王怡 | 黄瑞雪 |