

项目名称：黄土高原地区农村污水人工湿地强化处理与回用新技术研究

提 名 者	陕西省土木建筑学会		
通讯地址	西安市北大街 199 号南 4 楼 403 室	邮政编码	710003
联 系 人	施云逸	联系电话	13659147737
电子邮箱	sceas@vip.163.com	传 真	029-87284808

提名意见：国家乡村振兴战略和黄河流域高质量发展战略的实施，对黄土高原地区的人居环境尤其是水环境改善提出了更高的要求，但是受干旱、寒冷气候条件制约，这一地区的农村污水收集、处理率长期处于全国最低水平，已建污水处理设施大多难以正常运行。西安交通大学联合陕西环保集团生态建设管理有限公司、西安建筑科技大学等 5 家单位组成的研发团队在开展大量实地调查的基础上，开发出的黄土高原地区农村污水人工湿地强化处理新技术，以及基于当地大力发展庭院经济的特点所提出的以庭院为基本单元的农村污水原位处理与灌溉回用新模式，突破了地区污水排放量少、难以集中收集，冬季气温低、设施出水水质不稳定，地表水体少、净化后污水退路难寻等关键理论与技术瓶颈难题。该成果获得国家发明专利授权 10 项，实用新型专利授权 1 项，在国内外核心期刊发表研究论文 36 篇，并在西安市长安区、鄠邑区、蓝田县以及咸阳市兴平市、旬邑县、泾阳县等地 15 个村落的污水处理工程中得到了示范应用，经鉴定达到国际先进水平。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二 等奖。

项目简介

随着国家乡村振兴战略的全面实施，农村污水的收集、处理工作受到各级政府的高度关注。中共中央办公厅、国务院办公厅先后实施了“农村人居环境整治三年（2018~2020）行动方案”和“农村人居环境整治提升五年（2021~2025）行动方案”，旨在用 8 年的时间彻底改变农村地区人居环境尤其是水环境污染状况。黄土高原地区独特的丘陵沟壑地貌特征和干旱、寒冷的气候特点，限制了传统以 A^2/O 、MBR 等技术为代表的一体化集中污水处理设备在这一地区的推广应用，农村污水的整体收集处理率不足 10%；对于已建农村污水处理设施，由于技术选择不当、运维保障不足等原因，处理出水也难以稳定达到排放要求，大多处于“半瘫痪”甚至“晒太阳”的状态。因此，开发构建适合黄土高原气候、环境与社会经济发展特点的农村污水收集、处理新技术与技术推广应用新模式，对地区人居环境的改善和社会经济高质量发展有着重要的战略意义。

项目团队选择在农村地区最具应用前景的人工湿地技术作为研究对象，针对该技术在寒冷气候条件下污染物的降解效率低、基质堵塞严重、处理出水难以找到理想受纳水体等关键瓶颈问题，在传统人工湿地结构形式优化及其应用模式开发方面开展了近 15 年的理论与技术工作，开发出模块化人工湿地和耐寒型人工湿地以及以庭院为基本单元的农村污水原位人工湿地处理与回用新模式。

（1）模块化人工湿地有效解决了传统人工湿地基质易堵塞、难维护技术难题。新型人工湿地装置将传统大面积人工湿地系统分割为若干个可独立运行的模块单元。通过模块间的优化组合，以及每个模块内基质铺设、溶解氧状态和水流流态的优化调控，实现污水中有机物和氮、磷的高效去除。可根据农村污水的实际排放量调整模块数量，易于维护管理。同时，模块化人工湿地还具有“即装即用”的特点，对于出现堵塞问题的模块可及时更换，通过多个湿地模块的空间布局和湿地植物类型优化配制营造不同形式的湿地景观，在实现污水处理的同时改善村落生态环境。

（2）耐寒型人工湿地有效解决了传统人工湿地净化效果随季节波动大难题。新型人工湿地配备太阳能光电转换和储能装置，在低温季节可利用太阳能进行污水保温、提升、曝气和消毒处理，实现工艺系统的近零成本运行。新型湿地在传统人工湿地的植被种植土层和基质层之间增设了一个 3~5cm 厚的多孔材料保温层，保温层的设置可确保湿地基质内的水温度维持在 10℃以上，出水水质包括 COD、油分、阴

离子表面活性剂以及药品和个人护理品等特征污染组分稳定达标，满足绿化和作物灌溉用水水质要求。

(3) 揭示了湿地植物在光照和黑暗两种环境下向湿地基质的泌氧特征。湿地植物在不同生长阶段对污水中磷的去除贡献均相对较高，分布在 10%~20%之间，对有机物和氮的去除贡献则较小。这主要与湿地植物不仅在光照条件下可（通过根系）向湿地基质释放氧气，在黑暗条件下也可以借助气孔传输作用释放氧气有关。湿地基质内溶解氧环境的改善促进了湿地植物和根际微生物对磷的固定吸收；且对于凤眼莲、大漂、金钱蒲等测试物种，由光合作用和气孔传输作用贡献的泌氧量均分别占 75%和 25%左右，符合相同的比例特征。

(4) 提出了庭院污水原位处理与灌溉回用新模式及耕作层盐分淋洗调控技术。基于黄土高原地区大力发展庭院经济的特点，将庭院生活污水经人工湿地深度处理后直接用于庭院作物灌溉，不仅避免了污水收集管网铺设、提高了农村污水处理率，还在一定程度上缓解了地区灌溉用水短缺现状；同时，整个工艺的污水收集、提升、紫外线辐照消毒和灌溉输送用能完全由太阳能光伏系统提供，无外加电耗、药耗。长期观测结果证实，采用再生水灌溉对冬小麦和小白菜等农作物的生长过程和营养成分含量并无不利影响，反而可使作物产量有小幅提升；针对再生水长期灌溉过程中出现的耕作层土壤盐渍化问题提出了雨水间歇淋洗调控技术。

目前，项目成果已获得国家发明专利授权 10 件、实用新型专利授权 1 件，在国内外核心期刊发表人工湿地结构优化、性能评价、污染物降解机理分析相关论文 36 篇，其中 SCI 检索论文 24 篇；2020 年团队与子洲县人民政府签订技术服务协议，2021 年与陕西环保集团生态建设管理有限公司签署技术联合研发与推广协议。截至目前，项目成果已成功应用于西安市鄠邑区、蓝田县，商洛市柞水县，以及咸阳市泾阳县、兴平市、旬邑县等地 15 个村落的生活污水处理和回用工程，还将为榆林市子洲县的农村污水处理和综合利用提供技术范式，所提交“黄土高原生态治理存在的突出问题及对策建议”已被教育部办公厅和上级部门采纳。项目成果国内外查新报告和第三方技术鉴定结果认为，项目成果具有原创性和重要的推广价值，已达到国际先进水平，对推动黄土高原地区农村污水处理技术和技术应用模式进步，助力实现区域人居环境改善和乡村振兴，做出了卓有成效的创新与探索。

客观评价

项目围绕黄土高原地区农村污水处理中存在的技术瓶颈问题，完成了模块化人工湿地和耐寒型人工湿地开发，探明了新型人工湿地对有机物、氮磷以及阴离子表面活性剂、油分等污染组分的去除性能，揭示了湿地植物在光照和黑暗环境下的释氧机制及其净化贡献，提出了庭院污水原位处理与灌溉回用新模式。模块化人工湿地技术开发工作主要依托陕西省科技成果转化引导专项“高效脱氮除磷人工湿地污水处理装置模块化研究与工程示范（2016KTCG01-17）”实施，项目于 2020 年通过验收（附件 1-1.2，附件 1-1.3 附件 2-2.6）；耐寒型人工湿地的开发工作主要依托陕西省重点研发计划“黄土高原地区农村污水人工湿地处理和就地回用技术研发与示范（2022FP-34）”实施，项目于 2024 年通过验收（附件 1-1.1，附件 2-2.7、附件 2-2.8）。人工湿地净化出水所采用的紫外辐射深度处理与消毒技术依托国家自然科学基金项目“腐殖酸分子结构的光辐射转化特性及化学凝聚性变化规律研究（21007050）”实施，于 2014 年通过结题验收（附件 2-2.5）。相关成果共获得国家发明专利授权 10 件、实用新型专利授权 1 件，在国内外核心期刊发表学术论文 36 篇，包括 SCI 检索论文 24 篇，得到了国内外同行的广泛关注（附件 2-2.9）。

委托西安交通大学图书馆对项目的科学技术要点包括“开发出的模块化人工湿地污水处理装置，不仅实现了湿地装置的模块化，还实现了基质填料的模块化装填，具有即装即用、运维灵活的特点，有效解决了现有人工湿地一旦出现基质堵塞难以维护管理技术难题”、“开发出适用于寒冷地区的耐寒型人工湿地，在人工湿地植被层和基质层之间增设 3-5 cm 多孔材料保温层，解决了传统人工湿地污染物去除效果随季节大幅波动问题”、“提出了基于间歇淋洗技术的耕作层盐分调控策略，实现了再生水灌溉下耕作层土壤盐分的有效调控”、“将农村污水的分散处理与太阳能光伏发电、水资源综合利用有机结合，提出适用于陕北地区的人工湿地推广应用新模式”进行查新表明：“在国内外公开发表的中外文文献中，与委托项目查新点完全相同的未见报道”（附件 2-2.10）；陕西省土木建筑学会评价委员会对本项目所开发的耐寒型人工湿地技术与技术推广应用模式的鉴定结果认为：“耐寒型人工湿地农村污水处理技术与应用模式”总体达到国际先进水平（附件 2-2.14）；与国内外现有技术相比，本项目成果在技术、经济和应用前景方面均有着显著优势（表 1）。

表 1 本成果与国内外同类技术比较		
对比指标	传统人工湿地	本项目成果
技术先进性	•运行五年后基质堵塞严重,难以更换维护,系统出现崩溃。 •低温环境下传统人工湿地的微生物活性下降,对各类污染组分尤其是氮的去除能力显著下降。 •人工湿地净化出水难以找到排放去向。	•模块化人工湿地特定湿地模块出现堵塞后,可随时更换,运维灵活、安装方便,具有更高的净化性能。 •通过增设保温层可将人工湿地基质内的水温维持在 10℃以上,保障了湿地植物和微生物的污染物净化活性。 •借助黄土高原地区大力发展庭院经济的特点,进行污水原位处理和灌溉回用,实现水资源高效利用。
工程应用	•传统人工湿地需要现场建造,施工周期长、出现故障后维护难度大。 •推广应用受限于气候条件,在北方尤其是黄土高原地区应用效果不佳。 •黄土高原地区污水仍以集中处理为主,缺少适宜的技术应用模式。	•模块化人工湿地以标准化模块为基础,工厂预制、现场拼装,实现快速部署和灵活扩展。 •耐寒型人工湿地在黄土高原地区可实现全年稳定达标运行。 •新人工湿地推广模式实现了污水处理和水资源、太阳能资源综合利用的有机统一,解决了地区污水集中收集困难,无理想尾水排放出路等技术难题。
经济效益	•传统湿地出水大多未考虑资源化利用,排放出水易造成二次污染。 •传统湿地建设成本较高,维护费用偏高,难以推广。	•将再生水用于经济性作物灌溉,实现资源回收利用。 •模块化设计减少了施工和维护成本,系统可实现近零能耗运行,降低使用成本。
项目所开发的新型人工湿地不仅实现了黄土高原地区农村生活污水的高效处理,还为庭院农田灌溉和景观绿化提供了重要的再生水资源,提高了农户进行污水处理的积极性。目前,该技术模式已被教育部办公厅和上级部门采纳(政策咨询建议“黄土高原生态治理存在的突出问题及对策建议”采用证明,涉密文件未上传)。		

应用情况和效益

1. 应用情况（限 2 页）

项目成果已成功应用于西安市长安区、鄠邑区、蓝田县，咸阳市旬邑县、泾阳县、兴平市，以及商洛市柞水县等地共计 15 个村落生活污水的净化处理工程（表 2）。兴平市东西张村的实际运行效果表明，该模式通过“处理-蓄水-灌溉回用”的设计，解决了该地区农村污水缺乏受纳水体的问题，满足 500 亩的农田灌溉用水需求。在泾阳县王桥镇屈家村生活污水处理站、桥底镇村级生活污水处理站、云阳镇大里村污水处理站、三渠镇武寨府村污水处理站的应用效果表明，项目所开发的污水深度处理+灌溉回用新模式有效解决了农村污水处理后无受纳水体可以排放的技术难题，设项目辐射的农田灌溉面积合计约 120 亩。

耐寒型人工湿地在旬邑县底庙镇底庙村的应用效果表明，新型人工湿地有效改善了系统冬季出水水质的稳定性，实现了水资源的综合利用。在蓝田县汤峪镇、辋川镇人工湿地连续 6 年的运行效果表明，本项目所开发的耐寒型人工湿地技术可有效改善冬季各类污染物的净化效率，保障工艺净化出水稳定达到《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》特别排放限值。西安市鄠邑区祁村、两庵村以及白云农村生活污水处理采用本项目成果后处理效果稳定，取得了良好的环境效益。依托本项目成果在柞水县营盘镇朱家湾村云水阁农家乐建设的模块化人工湿地，采用 3 个 $L \times W \times H = 1.0 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 水平布置的潜流湿地模块进行餐饮废水的二级处理，二级净化出水进入由 200 个 $L \times W \times H = 0.2 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \times 0.12 \text{ m}$ 的小湿地模块通过竖向布置构建的湿地墙进行深度处理和灌溉回用，目前已连续使用 8 年，有效解决了餐饮废水外排造成的环境污染问题。

表 2 主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	咸阳市生态环境局兴平分局	生活污水高效处理与灌溉回用新模式	咸阳市兴平市张店街道东西张村 120 t/d	2019 年-至今	鲁永刚 029-38735995
2	咸阳市生态环境局	耐寒型人工湿地技	咸阳市旬邑县底庙镇底庙村	2022 年-至今	王娜娜 029-34423351

	旬邑分局	术			
3	西安市蓝田县生态环境局	耐寒型人工湿地技术	西安市蓝田县汤峪镇汤一村污水站，100 m ³ /d；汤二村污水站，200 m ³ /d；辋川镇印沟村污水站，20 m ³ /d；冷水沟村，5 m ³ /d	2019 年-至今	赵亮 029-89665751
4	咸阳市生态环境局泾阳分局	生活污水高效处理与灌溉回用新模式	咸阳市泾阳县王桥镇屈家村污水处理站，60 m ³ /d；桥底镇村级污水处理站，485 m ³ /d；云阳镇大里村污水处理站，195 m ³ /d；三渠镇武寨府村污水处理站，150 m ³ /d	2021 年-至今； 2022 年-至今； 2019 年-至今； 2023 年-至今	王正佳 029-36227681
5	陕西环保集团（西安）秦和污水处理有限公司	耐寒型人工湿地技术； 生活污水高效处理与灌溉回用新模式	西安市鄠邑区祁村污水处理站； 两庵村农村污水处理站，100t/d； 白云农村生活污水处理站，40t/d	2019 年-至今	叶斌 029-89665751
6	柞水县水云阁	模块化人工湿地技术	商洛市柞水县营盘镇朱家湾村，1 m ³ /d	2017 年-至今	薄汝忠 18329988339

2. 经济效益和社会效益（限 2 页）

模块化人工湿地和耐寒型人工湿地的吨水建设成本均可控制在 3000 元以内，与传统人工湿地相当。整个污水收集、处理和灌溉回用的能耗可完全由太阳能系统提供；若由农户自行管理，整个污水处理与回用系统的年运维费仅为设备正常老化和配件更换支出，平均每年在 150 元左右。同时，光伏模块所富余的电量还可满足庭院内的夜间照明用电需求，污水再生后灌溉回用可提高作物产量 10%以上，具有一定的经济效益，推广应用前景良好。基于新型人工湿地所形成的农村污水高效处理与回用的新模式，可以有效实现农村污水的高效收集与回用灌溉，满足了约 620 亩农田灌溉用水需求，有效替代地下水开采，社会效益与环境效益显著，推广应用前景广阔。项目成果的社会效益主要体现在以下三个方面：

1) 创新理论与方法，推动乡村人居环境改善和高质量发展。揭示了湿地植物对污染物的机理与去除贡献，基于植物污染物净化功能首次提出将污水处理与乡村绿化和人居环境改善有机结合的治理理念。

2) 研发技术与体系，支撑农村污水高效处理与资源化利用。先后开发出模块化人工湿地和耐寒型人工湿地，突破人工湿地技术在农村地区推广应用的主要技术瓶颈问题，为保证农村污水的有效处理提供了切实可行的技术支撑。

3) 示范推广与应用，助力实现乡村振兴。技术成果系统全面、便于实施，可复制、可推广性强，同时符合国家乡村振兴战略要求，已在西安市、咸阳市和商洛市有初步应用，今后还可推广至陕北地区，市场体量及与应用前景巨大。

主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

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
1	发明专利	一种适用于北方寒冷地区的人工湿地强化脱氮装置和工艺	中国	ZL202010020451.7	2021.07.06	4532010	西安交通大学	王文东 毛忠安 刘思琪 刘宗宽 孙婴婴 陈志文 王皓
2	发明专利	一种模块化人工湿地水封性与水流均匀性控制方法	中国	ZL201510963536.8	2018.07.10	3001662	西安建筑科技大学	王文东 马翠 韩雨 王晓昌
3	发明专利	一种人工湿地基质集成化装填和铺设方法	中国	ZL201510963439.9	2018.06.26	2974982	西安建筑科技大学	王文东 马翠 韩雨 王晓昌
4	发明专利	一种可自动调节潜流人工湿地水位的溢流堰装置	中国	ZL202010064818.5	2022.01.15	6084009	陕西省土地工程建设集团有限责任公司，西安交通大学	李玲 魏雨露 王文东 陈志文 王欢元 王宇鹏 尹睿捷
5	发明专利	一种适用于北方寒冷地区的一体化污水初沉-除臭装置	中国	ZL202010020415.0	2021.05.04	4401201	西安交通大学	顾兆林 成生权 王文东 彭飏 王宇鹏 王璐瑶 陈志文 王波
6	发明专利	一种模块化人工湿地污水处理装置	中国	ZL201510963438.4	2018.08.28	3051994	西安建筑科技大学	王文东 马翠 冯佩 王晓昌

7	发明专利	一种用于污水处理的滤料及其制备方法	中国	ZL201410745608.7	2015.12.09	1879244	西安建筑科技大学	王文东 张银婷 范庆海 宋珊 卜龙利 杨琴
8	发明专利	一种集成化生物接触装置	中国	ZL201610060045.7	2017.12.26	2755573	西安建筑科技大学	王文东 马翠 常妮妮 冯佩 王晓昌
9	论文	模块化人工湿地水力学性能数值模拟与优化	中国	https://j.cnki.1001-3865.2018.12.002	2018.03.09	环境污染与防治	西安建筑科技大学	王文东 王霞 郑杰 杨世博
10	论文	Performance assessment of solar photovoltaic-based constructed wetland for sustainable rural wastewater treatment	中国	https://doi.org/10.1016/J.JWPE.2024.105068	2024.02.24	Journal of Water Process Engineering	西安交通大学	杨晔 李超鲲 韩柳 杨智鹏 肖宁宁 张楠 董莹莹 陈志文 席慧 王文东*

姓 名	王文东	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
技术职称	教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
工作单位	西安交通大学					行政职务	无
完成单位	西安交通大学					所 在 地	陕西西安
						单位性质	高等学校
对本项目技术创造性贡献： 项目第一完成人，负责项目总体设计与组织实施，对创新点 1~4 做出主要贡献。针对人工湿地技术在我国北方地区推广应用中存在主要技术瓶颈，开发出模块化人工湿地和耐寒型人工湿地两种新型湿地形式，探明了湿地植物对污染物的去除贡献及其对磷元素的强化净化机制。（附件 1-1.1~附件 1-1.3，附件 1-4，附件 2-2.1~附件 2-2.14）							

姓 名	李航	性别	男	排 名	3	国 籍	中国
技术职称	工程师		最高学历	本科		最高学位	学士
工作单位	陕西环保集团生态建设管理有限公司					行政职务	无
完成单位	陕西省西安市雁塔区雁翔路 99 号交大科技园博源科技广场 C 座 12 层					所 在 地	陕西西安
						单位性质	国有企业
对本项目技术创造性贡献： 项目主要参与人，负责项目成果在农村地区的推广应用，对创新点 4 做出主要贡献。针对现有污水处理工艺能耗、药耗大问题，将太阳能光伏发电-储能技术和人工湿地技术有机结合，实现了人工湿地技术的近零成本运行，极大的提升了技术成果在农村地区的应用前景。（附件 1-4，附件 2-2.12，附件 2-2.13）							

状况的影响特征评价。(附件 2-2.14)

主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学				
排 名	1	法定代表人	张立群	所 在 地	陕西省西安市
单位性质	高等学校	传 真	029-88968338	邮政编码	710049
通讯地址	陕西省西安市碑林区咸宁西路 28 号				
联 系 人	刘兴华	单位电话	029-88968338	移动电话	13759873621
电子邮箱	liuxinghua@xjtu.edu.cn				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 西安交通大学，作为第一完成单位，是中华人民共和国教育部直属的综合性研究型全国重点大学。人居环境与建筑工程学院设有陕西省污染物减排工程技术研究中心和黄土高原生态环境与美丽宜居村镇建设技术研究中心和陕西省科学家+工程师创新团队。牵头完成了项目的耐寒型人工湿地污水处理技术和庭院式污水处理与原位灌溉回用技术模式开发，丰富了人工湿地植物对污水中磷元素的去除机制，为推动人工湿地的技术革新及其在北方寒冷地区的推广应用奠定了重要理论基础。					

单位名称	陕西环保集团生态建设管理有限公司				
排 名	2	法定代表人	聂宏林	所 在 地	陕西西安
单位性质	国有企业	传 真	029-89665751	邮政编码	710054
通讯地址	陕西省西安市雁塔区交大科技园博源科技广场 C 座 12 层				
联 系 人	李航	单位电话	029-89665751	移动电话	13109520579
电子邮箱	lihang0232@163.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 陕西环保集团生态建设管理有限公司，作为第二完成单位，在农村污水处理与再生利用、城乡市容管理、生态恢复和生态保护服务等方面具有丰富的工程经验，为本项目所开发的新型人工湿地技术和技术推广应用模式等研究成果在陕西农村地区的推广应用提供了关键工程技术支撑。					

单位名称	西安建筑科技大学				
排 名	3	法定代表人	赵祥模	所 在 地	陕西省西安市
单位性质	高等学校	传 真	029-82202729	邮政编码	710055
通讯地址	陕西省西安市碑林区雁塔路中段 13 号				
联 系 人	Mawuli Dzakpasu	单位电话	029-82202729	移动电话	18392133090
电子邮箱	Mawuli.dzakpasu@xauat.edu.cn				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 西安建筑科技大学，作为项目第三完成单位。是中华人民共和国住房和城乡建设部、教育部和陕西省人民政府共建高校，是“建筑老八校”之一，其环境与市政工程学院拥有两个国家级平台和八个省部级科研平台，技术研发实力雄厚，为模块化人工湿地技术的开发、优化及在农村地区的推广应用提供了重要的理论与技术支撑。					

单位名称	陕西省建筑科学研究院有限公司				
排 名	4	法定代表人	李纪明	所 在 地	陕西省西安市
单位性质	国有企业	传 真	029-88644565	邮政编码	710082
通讯地址	陕西省西安市莲湖区环城西路北段 272 号				
联 系 人	刘军生	单位电话	029-88644565	移动电话	13572562937
电子邮箱	liujunsheng1016@163.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 陕西省建筑科学研究院有限公司，作为第四完成单位，设有六个研发中心、四个专家工作 室和三个国家级高层次科研平台，形成了集技术研发、工程实践和创新应用于一体的综合科研 体系，为本项目人工湿地示范工程的建设与实施提供了重要技术保障。					

单位名称	陕西地建土地勘测规划设计院有限责任公司				
排 名	5	法定代表人	郝晓华	所 在 地	陕西省西安市
单位性质	国有企业	传 真	029-88489674	邮政编码	71004
通讯地址	陕西省西安市莲湖区光泰路 7 号				
联 系 人	王映月	单位电话	029-88489674	移动电话	15934890336
电子邮箱	349935813@qq.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 陕西地建土地勘测规划设计院有限责任公司， 在生态保护服务、规划和工程设计领域积累了丰富的技术经验和实践成果。企业发挥规划、设计专业优势。作为项目的第五完成单位，为人工湿地技术在农村地区的推广和示范应用提供了重要技术支撑。					

完成人合作关系说明

项目完成人之间具备扎实的合作基础和良好的协同机制，合作形式涵盖联合发表学术论文及共同承担科研项目。作为第一完成人，本人与李超鲲、杨晔于 2024 年在完成相关技术研发工作的基础上，共同合作发表了论文 Performance assessment of solar photovoltaic-based constructed wetland for sustainable rural wastewater treatment。与 Mawuli Dzakpasu 于 2018 年合作完成论文 Coagulation performance of cucurbit[8]uril for the removal of azo dyes: effect of solution chemistry and coagulant dose。与李超鲲、田崑墙合作共同发表论文 Radial Oxygen Loss of Three Plants under Hydroponic Culture and Its Relationships with Pollution Removal; 2024 年与李超鲲、杨晔、刘军生共同发表论文 Optimized Irrigation Strategies for Saline Soil Remediation in Agricultural Lands Under Water-Limited Conditions。

在项目合作方面，本人与李航、刘军生、王博等人共同完成了“乡村振兴关键技术校企合作示范项目——陕西农村生活污水处理最适工艺方案开发、评价和示范应用”。与李超鲲共同完成了陕西省社科联新型城镇化建设重点课题：黄土高原丘陵沟壑区新型城镇化建设问题分析与对策研究--以榆林市子洲县为例。与李超鲲、王映月共同参与了“子洲县与西安交通大学共建黄土高原生态环境与美丽宜居村镇建设技术研究中心合作协议”相关研究工作。与李超鲲、李航、刘军生、王映月、王博、杨晔、田崑墙共同完成了“耐寒型人工湿地农村污水处理技术与应用模式”技术开发（见技术成果鉴定报告）。

项目完成人之间在技术研发、示范应用和学术论文发表等方面保持密切合作，有着多年合作基础，形成了职责明确、配合默契、成果显著的高效合作团队，为本项目的成功实施提供了坚实保障。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	李超鲲/2、杨晔/8	2023.08.01	2024.04.20	Performance assessment of solar photovoltaic-based constructed wetland for sustainable rural wastewater treatment	附件 2-2.1
2	论文合著	李超鲲/2、田崑墙/9	2022.09.01	2023.03.13	Radial Oxygen Loss of Three Plants under Hydroponic Culture and Its Relationships with Pollution Removal	DOI: 10.3390/w15030532
3	论文合著	Mawuli Dzakupasu/5	2018.02.01	2018.12.28	Coagulation performance of cucurbit[8]uril for the removal of azo dyes: effect of solution chemistry and coagulant dose : effect of solution chemistry and coagulant dose	DOI: 10.2166/wst.2018.314
4	论文合著	李超鲲/2、刘军生/4、杨晔/8	2024.03.01	2024.11.15	Optimized Irrigation Strategies for Saline Soil Remediation in Agricultural Lands Under Water-Limited Conditions	DOI: 10.3390/su162310256
5	共同立项	李航 /3, 刘军生 /4, 王博 /7,	2021.12.01	2023.11.30	乡村振兴关键技术校企合作示范项目-陕西农村生活污水处理最适工艺方案开发、评价和示范应用	附件 2-2.12
6	共同立项	刘军生 /4, 王映月 /6, 王博 /7	2020.12.15	2025.12.31	子洲县与西安交通大学共建黄土高原生态环境与美丽宜居村镇建设技术研究中心合作协议	附件 2-2.11
7	其他	李超鲲/2、李航/3、刘军生/4、王	2018.01.01	2024.12.31	耐寒型人工湿地农村污水处理技术与应用模式	附件 2-2.14

		映月/6、 王博/7、 杨晔/8、 田崧墙/9				
--	--	----------------------------------	--	--	--	--