

# 陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

## 一、项目基本情况

项目名称	景观水体污染修复治理及底泥资源化技术开发与应用
主要完成人	王怡，崔海航，寇晓梅，严耿升，王文怀，陈炜，靳国强，袁宏奎，朱政，薛芙蓉
主要完成单位	西安建筑科技大学，中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，陕西境洁环保科技有限公司，西安环城公园建设管理处.

## 二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
提名意见： <p>针对气候变暖背景下藻类增殖速率增大导致的景观水体富营养化及黑臭化问题，本项目围绕强化降低水体和底泥中营养物对藻的供给这一关键问题，创新性地提出了功能填料强化生态浮床降低上覆水氮磷、新型底泥改良剂修复底泥并控制内源磷释放、微纳米曝气修复底泥并控制内源氮释放等系列技术及内源污染严重水体底泥疏浚制备植生袋并就地护坡利用的技术思路，开发了系列适配技术，打通了理论基础-技术开发-工程应用的关键环节。</p> <p>成果形成了多项技术与应用示范，获得授权国家发明专利4项，国家标准2项，专著1部。发表相关科研论文34篇，核心技术论文单篇引用超百次。在陕西省内外十余项景观水体修复治理项目中得到应用，产生显著的社会、环境和经济效益。相关成果获2022年度陕西高校科学技术一等奖、2023年度陕西省环境保护科学技术二等奖和2024年陕西省优秀博士论文奖等奖项。</p> <p>该项目提名材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科技进步奖二等奖。</p>			
<p>说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。</p> <p>软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。</p>			

### 三、项目简介

(限 2 页)

本项目属于环境与资源利用领域

#### 1. 研究背景及意义

景观水体具有调节气候、涵养水源、提高生态系统多样性和环境舒适度的作用，随着人们生活水平的提高以及我国生态文明建设的推进，近年来我国景观水体数量和规模与日俱增。景观水体涵盖城乡大多数河湖，大多具有水深浅、流速低、生态系统单一、自净能力差的特点。在全球变暖背景下，补给水输入的外源污染物及底泥沉积引起的内源污染物导致景观水体藻增殖速率增大、富营养化潜力增强，这不仅降低了景观水体景观效应，还导致水生生态系统崩溃和黑臭化形成，进而带来一系列环境安全问题。

鉴于此，本项目针对景观水体的富营养化及黑臭化问题，开发了功能填料强化型生态浮床原位净化上覆水技术，开发了微环境与生物群落同步改善的新型底泥改良剂和性能稳定的微纳米气泡发生装置进行底泥的原位修复技术。此外，针对河湖治理底泥清淤中异地填埋造成的二次污染和河湖堤岸客土填筑对耕植土的破坏，项目还开发了底泥原位处理和填装植生袋岸坡防护的资源化利用技术。

以上研究工作可以有效解决景观水体富营养化及黑臭化难题，开发的适配技术成功应用于陕西省内外十余项景观水体修复治理项目中，为景观水体的原位修复治理和底泥的资源化利用提供了理论及技术支持，具有显著的社会、经济和环境效益。

#### 2. 研究内容

在截污纳管控制外源消除黑臭取得巨大进展后，内源污染成为我国景观水体恶化的重要来源。本项目围绕引起景观水体富营养化及黑臭化的内源污染这一核心问题，对上覆水利用功能填料强化型生态浮床进行原位净化，对内源底泥分类修复治理并资源化利用：薄底泥采用过氧化钙及其复合物同步改善底泥环境并原位化学锁磷，采用微纳米气泡发生装置进行生物群落改善基础上的原位脱氮修复；厚底泥在疏浚基础上原位处理填装植生袋护坡景观利用。以上技术具体如下：

##### (1) 功能填料强化型生态浮床的开发和应用

首先针对景观水体水质特点及传统生态浮床冬季净化效果差的缺陷，开发了功能填料强化型生态浮床。通过具有配重和吸附功能填料的悬挂，不仅提高了生态浮床的净化效率、保障了浮床系统的稳定性、提高了生态浮床冬季低温期的氮磷去除，而且在保障景观水体水质安全的同时避免了浮床倒伏引起的二次污染。此外，研究通过长期历时监测现场应用中植物生长变化规律，制定了适宜的收割管理策略，可为类似浮床植物的收割管理提供依据。最后，将收割后植物在高温限氧环境下裂解制取的对重金属具有强吸附性能的生物炭，为浮床植物的资源化利用提供了思路。整个研究历经小试和中试后，最终在西安市护城河、西安市港务区新河街道马寨

村坑塘、西安市蓝田县全域治水综合治理工程等项目中的应用。应用中对功能填料强化型生态浮床净化景观水体的稳定性进行了系统评估，结果可为类似水体富营养化预防与控制提供技术支持。

## （2）新型底泥改良剂的开发和应用

针对景观水体薄层底泥中污染物特征和内源磷释放严重的问题，开发了过氧化钙为核心的修复底泥污染、控制内源释放及温室气体排放的新型底泥改良剂。研究首先通过小试提出了过氧化钙控制底泥中磷释放及水体黑臭的机理，并通过现场试验证明了该技术的经济可行性。其次，在多因子正交试验基础上，构建了底泥氮磷释放及过氧化钙削减释放的数学模型，为实际工程应用中底泥内源释放预测和修复剂剂量确定提供了依据。最后，研究开发的新型过氧化钙复合物可以解决粉末过氧化钙溶解快、微环境pH上升快的缺陷，为其在实际工程中大规模应用提供了可能。该成果最终在西安市灞桥区席王街道毛西村坑塘治理等项目中的应用。

## （3）微纳米气泡发生装置开发和应用

针对传统微细气泡发生装置易堵塞、能耗高的问题，创新性地将导流翼型及嵌入式气路通道引入曝气器设计，基于内流流体动力学仿真、多相流试验测试进行了曝气设备的几何结构优化设计，开发出内置翼型式多进气射流曝气器。该曝气器作为充氧的核心设备，可有效防止污泥对流道的堵塞、提高污染水体的溶解氧含量、保证空气与污泥和污水的充分接触等。特别是对于宽浅河道等水体环境，由导流翼型结构所决定的狭长微细气泡出口，克服了常用的曝气器圆形出口的弊端，其准二维出流流态更加贴合河道的流动特征，减少了不必要的流动掺混损耗，从而提高了曝气增氧修复水体的效率。同时，还利用动态光散射、电子顺磁共振技术系统研究了不同曝气器结构对生成微细气泡的尺寸分布、停留时间、 $\zeta$ 电位、 $\cdot\text{OH}$ 等参数的影响。该装置最终在西安市护城河及西安市港务区新河街道马寨村坑塘等工程中的应用。

## （4）疏浚底泥的资源化利用技术

针对河湖治理底泥疏浚中异地填埋占用处置空间、易造成二次污染和河湖堤岸客土填筑对耕植土破坏等问题，本项目开发了改良河湖疏浚底泥填装植生袋岸坡防护技术，对岸坡进行生态防护和生态环境恢复治理。项目提出了河湖疏浚底泥工程改性复合材料的组成及配比，为疏浚底泥资源化利用提供重要参考。此外，项目还构建了植生袋与河湖岸坡堆填结构物理模型和异性材料界面力学计算方法，改进了适用于底泥植生袋生态护坡稳定性计算的无限边坡模型，为底泥植生袋设计、施工及稳定性评价提供了技术支撑。该技术最终在铜鼓县城区水生态修复和提升等工程中的应用。

总之，该项目针对气候变暖背景下我国大量景观水体长期运行中的管理难题，通过对水体水质及底泥性质的长期跟踪调研，提出了内源污染为主的景观水体修复治理系列技术，推动了景观水体修复治理的技术革新及工程应用，低成本解决了景观水体内源性富营养化及黑臭化问题，显著缓解了大量水补给这一传统思路解决上述问题造成的水资源浪费，为气候变暖背景下节水型景观水体运行管理模式提供了新技术，具有显著的社会、环境和经济效益。

## 四、客观评价

### 1、获奖情况

(1) 项目成果“再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”获 2022 年度陕西高等学校科学技术一等奖；(2) 项目成果“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”获 2023 年度陕西省环境保护科学技术二等奖；(3) 项目成果“ $\text{CaO}_2$  控制景观水体沉积物中氮磷释放的效果及作用机制研究”获 2024 年度陕西省优秀博士论文。

### 2、单项技术创新性客观评价

#### (1) 疏浚底泥的资源化利用技术

2024年4月对“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”科学技术评定中，认为“本项目研究的底泥植生袋与岸坡土体界面强度与变形特征、构建的基于无限边坡模型的底泥植生袋稳定计算模型，为底泥植生袋设计及稳定性评价提供了依据。该研究成果为河道污泥处理处置提供了低成本、低风险、高附加值的可行技术选择，总体上处于国际先进水平。”

2024年3月的“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”科技查新报告显示，“除本查新项目课题组成果外，在国内外公开发表的中外文文献中与本项目查新点完全相同的未见报道。”其中的底泥植生袋技术也是河道污泥处理处置与资源化的重要内容。

#### (2) 微纳米气泡发生技术

该技术2022年6月获得中国发明专利《一种内置翼型式多进气进液射流曝气器》(ZL 2021 1 0789473.4) 授权，其核心内容也写入《微细气泡技术 微细气泡使用和测量通则第2部分:微细气泡属性分类》(GB/T41914.2—2022)标准中，该标准2022年12月30日发布，2023年7月1日已实施。

#### (3) 功能填料强化型生态浮床技术

技术的核心内容以科技论文“Effect of strengthened ecological floating bed on purification of urban landscape water supplied with reclaimed water”和“Research and application status of ecological floating bed in eutrophic landscape water restoration”发表于著名国际期刊 Science of the total environment 上，两篇论文他引总数 142 次。

厦门大学 Zhao Rui 等在其研究中肯定了我们的生态浮床植物根系在微生物群落生长附着和群落的多样性方面的贡献；云南大学 Sheng jiong Deng 等在其研究中肯定了我们的生态浮床在污染河流修复中的作用；中国环境科学研究院 Liang jing Zhang 等在其研究中指出我们的修复技术已经成为解决传统生态修复方法缺陷的一种有前景的方法；哈尔滨工业大学 Zheng yu Yan 等在其研究中肯定了我们的浮床在污水原位修复中的作用；西北农林科技大学 Manogaran Lakshmikandan 和西安理工大学 Ming Li 等在其研究中认为我们的研究有能力有效降低富营养化水生系统的营养水平；中国水利水电研究所 Jixin Yang 和首都师范大学 Jixin Yang 等在其研究中认为我们的研究是一种较新的原位水生态修复技术；浙江大学 Yan Zhang 等在其研究中将我们生态浮床功能材料作为他们研究的重要参照和对比；同济大学 Liangjing Zhang 和中国环境科学

研究院 Peng Lv 等在其研究中肯定了我们生态浮床的广泛应用前景；四川大学 Xiangdong Pan 等在其研究中肯定了我们功能浮床在生态修复中的作用。

#### （4）过氧化钙(CP)为核心的新型底泥改良剂技术

该技术的核心内容以科技论文“Effect and mechanism of calcium peroxide on purification of severely eutrophic water”和“Effect of calcium peroxide on the quality and bacterium community of sediment in black-odor water”发表于 Science of the total environment 和 Environmental Pollution 上，两篇论文他引总数 102 次。

中国科学院水生生物研究所 Yuheng Zhang 等在其研究中肯定了我们采用 CP 提高沉积物中氧化还原电位水平诱导微生物群落结构改变能够更好地控制水华；复旦大学 Zihang Ma 等在其研究中将我们的 CP 剂量作为他们研究的重要参照和对比；中国科学院水生生物研究所 Rou Wang 和为武汉理工大学 Jiying Zhu 在其研究中将 CP 溶解伴随的 pH 增加效果与我们的研究结论对比；天津大学 Chao Zhang 等在其研究中肯定了我们提出的 CP 技术在黑臭河流原位修复的可行性。

### 3、项目验收意见

本项目在陕西省重点研发计划项目“黑臭水体污染调查及治理与修复关键技术开发研究”（2021ZDLSF05-04）、西安市社会发展科技示范项目“再生水补给城市景观水环境水质保障应用示范”(SF1430)和“复合人工浮床在护城河再生水补给区的应用示范”（20SFSF0011）等纵向项目及中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司和西安环城公园建设管理处等企业资助的 10 余项水体治理技术开发项目共同自主完成。目前为止，所有项目均按拟定目标完成验收、示范和应用。

2024 年 11 月 7 日，陕西省科学技术厅对黑臭水体污染调查及治理与修复关键技术开发研究验收认为，“项目从底泥改良、高效复氧和生态修复三个角度完成了黑臭水体治理及治理后水体水质维持的技术开发，取得了底泥环境与生物群落同步改善的底泥改良剂、性能优良稳定性好的微纳米气泡发生装置及高效抗低温冲击的强化生态浮床 3 项技术，并进行工程示范 3 项，完成了合同规定的总体目标。验收专家委员会一致同意该项目通过验收。”2017 年 7 月 28 日和 2023 年 4 月 6 日西安市科学技术局对西安市社会发展科技创新示范项目的验收意见均为“达到合同规定的要求，通过验收”。

### 4、应用效益和经济社会价值

本项目自 2014 年开发以来，一直坚持校企联合，技术开发与企业示范应用从未间断。项目开发立足于陕西省，但不局限于陕西省，目前已产生经济效益的技术应用 10 余项，累计产生经济效益逾两千万。

本项目开发的四项新技术在实际工程应用中，不仅为业主节省了大量的材料成本、水资源、电费等有形资源，而且产生了良好的景观效应和社会价值。

## 五、应用情况

### 1. 应用情况（限 2 页）

项目成果已在陕西省内外推广应用，应用领域包括三个方面，分别为：（1）重度富营养化水体修复及黑臭治理水体后期水质维持；（2）薄底泥的原位修复；（3）厚底泥的疏浚后资源化利用。应用累积取得经济效益逾两千万元，主要应用单位情况如下表1所示。

表 1 主要应用单位情况

序号	应用单位	应用对象	应用起止时间	单位联系人
1	陕西境洁环保科技有限公司	西安市港务区马寨村为代表的四个黑臭坑塘治理项目(I型功能填料强化生态浮床)	2020 年 8 月- 2023 年 6 月	靳国强
2	陕西境洁环保科技有限公司	西安市港务区马寨村为代表的四个黑臭坑塘治理项目(微纳米气泡发生装置)	2020 年 8 月- 2023 年 6 月	靳国强
3	陕西境洁环保科技有限公司	西安市灞桥区毛西村为代表的五个黑臭坑塘治理项目	2020 年 8 月- 2023 年 6 月	靳国强
4	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	西安市蓝田县全域治水综合治理工程项目	2021 年 4 月 -2023 年 5 月	胥维纤
5	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	大冶市尹家湖水生态保护与修复项目	2021 年 2 月 -2023 年 3 月	彭攀
6	西安万钧电力设计有限公司	黄河一级支流呢嘛沙沟(永登段)生态修复与综合治理项目	2021 年 3 月 -2023 年 5 月	王明甫
7	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	青海省久治县桑池河(城区段)水生态修复 EPC 项目	2023 年 3 月 -2025.8 月	丁亚鑫
8	南昌新顺勘察设计有限公司	铜鼓县城区水生态修复和提升工程	2021 年 1 月 -2023 年 7 月	刘结明
9	西安环城公园建设管理处	西安市护城河南线水质维持项目	2022 年 4 月- 2024 年 6 月	陈炜
10	西安环城公园建设管理处	西安市护城河东线朝阳门段泥斑治理项目	2017 年 5 月- 2019 年 5 月	陈炜

重度富营养化水体修复及黑臭治理水体后期水质维持方面，主要应用功能填料强化型生态浮床技术。在西安市护城河南线水质维持项目中，不仅景观效果良好，而且对水体重度富营养化修复效果显著。此外，该技术应用明显延长了护城河换水周期，使护城河的再生水补给水量明显降低；在西安市港务区马寨村为代表的四个黑臭坑塘治理项目中，将I型功能填料强化生态浮床用于黑臭水体治理后的水质保持，不仅景观效果良好，水体维持效果显著，且该技术明显减少了浮床材料的应用和后续人员的管理，2年10个月累积节约材料成本及人力投入约245万元；在西安市蓝田县全域治水综合治理工程项目中，通过将功能填料强化生态浮床与传统人工湿地等工艺相结合，使整个系统占地面积节省，项目石料、土料等使用用量减少了12%，项目施工建设期缩短15天。因此，功能填料强化型生态浮床技术不仅产生了明显的经济效益，而且还节约了水资源、原材料并缩短了施工工期。

薄底泥的原位修复中，因地制宜地将采用新型底泥改良剂或微纳米气泡发生装置或两者相结合。大冶市尹家湖水生态保护与修复项目中，两者结合达到Ⅲ类水质标准，比传统处理技术更节省电费；在西安市灞桥区毛西村为代表的五个黑臭坑塘治理项目中，采用CP新型底泥改良剂原位修复技术，避免了底泥的清淤、干化、运输等费用，工程累积节约80万元；在西安市港务区马寨村为代表的四个黑臭坑塘治理项目中，我们采用微纳米气泡发生装置技术，在黑臭水体治理中，曝气效率高、电耗小，2年多累积节约电费约120万元；在西安市护城河东线朝阳门段泥斑治理项目中，我们采用过氧化钙为核心的新型底泥改良剂，明显缓解了该区段夏季大补水量需求，节约护城河的大峪补水量。因此，薄底泥的原位修复在以上项目中不仅产生了经济效益，而且也大幅节省了耗电量。

厚底泥的疏浚后资源化利用方面：在铜鼓县城区水生态修复和提升工程中，将产生的清淤底泥5500吨资源化制备植生袋进行原位护坡，营造堤岸景观，节省底泥干化及运输成本的同时，也节省了营造新景观的外运材料；在黄河一级支流呢嘛沙沟(永登段)生态修复与综合治理项目中，将产生的7800吨清淤底泥资源化制备植生袋进行原位护坡，营造堤岸景观，其节省的干化及运输成本约112万元，其营造新景观可节约外运材料约182万元，共计节省294万元；平湖广陈塘重点流域生态修复工程中，采用新技术使底泥脱水电耗大幅下降；在青海省久治县桑池河(城区段)水生态修复EPC项目中，疏浚底泥植生袋技术原位护坡为项目节约560万元。因此，底泥的疏浚后资源化利用技术在以上项目中产生了显著的经济效益。



## 六、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	一种内置翼型式多进气进液射流曝气器	中国	ZL 2021 1 0789473.4	2022.6.7	5213538	西安建筑科技大学	崔海航, 袁宏奎, 靳国强, 王怡, 张志政, 陈力, 李小磊
2	发明专利	一种提取分离抑藻物质的方法及其应用	中国	ZL 2016 1 0364143. X	2018.2.2	2804837	西安建筑科技大学	王怡, 史璐璐
3	发明专利	一种处理低浓度含氮废水的快滤式厌氧氨氧化反应方法	中国	ZL 2020 1 0209617. X	2022.4.1	5040631	西安建筑科技大学	王怡, 卢欣欣, 黄小钟, 赵珂鑫
4	发明专利	一种含铝废渣无焙烧制取含磷废水吸附剂的方法及应用	中国	ZL 2019 1 0487437.5	2022.5.13	5150407	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司, 西安建筑科技大学	牛天祥, 寇晓梅, 牛乐, 陈亮, 李红星, 吴世璋, 王利君, 邵甜, 王怡, 冯琳琳, 王琳平.
5	标准	微细气泡技术 微细气泡使用和测量通则 第2部分: 微细气泡属性分类	中国	GB/T4191 4.2—2022 (ISO2048 0-2:2018, MOD)	2022.12.30		西安建筑科技大学	李兆军、周兰、孙涛、吕永明、朱荣麟、司光祯、李继香、张立娟、陶东平、张志立、崔海航、肖巍、丁荣、陈春利
6	标准	砂砾石地层原位测试技术规程	中国	T/CSPST C 86-2022	2022.6.9		中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	赵志祥、严耿升、胡向阳、赵成、白云、曹钧恒、陈楠、宋文博、梁海、吴彩虹、何小亮郑敬罕、史娟、陈卫东、赵悦、陶雄、靳楠、狄圣杰、周广镇、沈家仁、陆雪军、王有林、钟建平、祁军、李征征鞠萍、杨永慧、李祖锋、张海静、黄旭斌、张兴安、徐柏龙、贺勇、慕生顺、张琦伟、曾涛、赵

								之举、陈波、刘杰、熊超军、赵曾、赵云飞、杨晓诚、王健、陈晓、杨学亮、袁忠、杨峥、刘传中、卢成绪
7	专著	疏浚底泥生态袋在生态岸坡建设中的应用	中国水利水电出版社	ISBN 978-7-5226-2956-8	2024-11-30		中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司	严耿升, 胡向阳, 王宝, 赵成, 高德彬 等
8	论文	Strengthen the purification of eutrophic water and improve the characteristics of sediment by functional ecological floating bed suspended calcium peroxide and sponge iron jointly	英国	doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116610	2022.10.31	Journal of Environmental Management	西安建筑科技大学	Zheng Zhu, Yi Wang, Xue-Yi Han, Wen-Huai Wang, Hao-Min Li, Zi-Qi Yue, Wei Chen, Fu-Rong Xue. 朱政, 王怡, 韩雪宜, 王文怀, 李浩民, 岳子琪, 陈炜, 薛芙蓉
9	论文	Effect of a strengthened ecological floating bed on the purification of urban landscape water supplied with reclaimed water	荷兰	doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.035	2017.10.18	Science of the Total Environment	西安建筑科技大学	WANG Wen-huai, WANG Yi, LI Zhi, WEI Cun-zhi, Yuan Luo-wei 王文怀, 王怡, 李智, 韦存智, 袁洛薇
10	论文	Effect and mechanism of calcium peroxide on purification of severely eutrophic water	荷兰	doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.040	2018.10.4	Science of the Total Environment	西安建筑科技大学	Yi Wang, Wen-Huai Wang, Fei-Long Yan, Zhuo Ding, Lin-Lin Feng, Jing-Chan Zhao. 王怡, 王文怀, 闫飞龙, 丁卓, 冯琳琳, 赵景婵

## 七、主要完成人情况表

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		
对本项目技术创造性贡献：			
项目负责人，主要承担项目研究方案和研究路线设计，组织实施课题研究的全过程，完成了项目功能填料强化型生态浮床技术和新型底泥改良剂的开发创新，以第一完成人获得 2022 年度陕西高等学校科学技术一等奖 “ 再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”， 指导研究生完成的博士论文“CaO <sub>2</sub> 控制景观水体沉积物中氮磷释放的效果及作用机制研究”获 2024 年度陕西省优秀博士学位论文，作为重要参与者获得 2023 年度陕西省环境保护科学技术二等奖“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”。			

姓 名	崔海航	排 名	2
行政职务	热工流力教学科研中心主任		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献：  项目主要参与人  主要承担项目中微纳米气泡发生装置开发，获得授权发明专利 1 项；优化了设备主要几何结构参数对微细气泡生成过程的影响，系统表征了微细气泡在污水处理中的物化参数范围，参与 1 项相关的微细气泡国家标准的编写。			

姓 名	寇晓梅	排 名	3
行政职务	水利与城乡发展工程院总工		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		

完成单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司
对本项目技术创造性贡献： 项目主要参与人 主要承担本项目中核心技术的推广和应用工作，组织应用项目实施的全过程。在疏浚底泥的资源化利用技术方面发挥核心作用，以第一完成人获得 2023 年度陕西省环境保护科学技术二等奖“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”。	

姓 名	严耿升	排 名	4
行政职务	地质勘测工程院副总工		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		
完成单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献：			
项目主要参与人			
主要承担本项目中疏浚底泥的资源化利用技术开发，主编相关专著 1 部。作为主要完成人参与规范编制 1 项，作为重要参与人获得 2023 年度陕西省环境保护科学技术二等奖“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”。			

姓 名	王文怀	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	石河子大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要参与人 主要完成部分底泥改良剂和功能填料强化型生态浮床的实验室开发工作，发表与本项目相关论文多篇，参与的“再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”获 2022 年度陕西高等学校科学技术一等奖，博士论文“CaO <sub>2</sub> 控制景观水体沉积物中氮磷释放的效果及作用机制研究”获 2024 年度陕西省优秀博士学位论文。			

姓 名	陈  炜	排  名	6
行政职务	技术工程部经理		
技术职称	工程师		
工作单位	西安环城公园建设管理处		
完成单位	西安环城公园建设管理处		
对本项目技术创造性贡献： 项目参与人 主要在西安市护城河重度富营养化区域及部分黑臭区域推广应用本项目开发的功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂及微纳米气泡发生装置。参与的“再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”获 2022 年度陕西高等学校科学技术一等奖。			

姓 名	靳国强	排 名	7
行政职务	环境工程业务经理		
技术职称	工程师		
工作单位	陕西境洁环保科技有限公司		
完成单位	陕西境洁环保科技有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目参与人 主要在西安市区黑臭水体修复治理中，推广应用本项目开发的功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂及微纳米气泡发生装置。获得微纳米气泡发生相关的授权专利 1 项。			

姓 名	袁宏奎	排 名	8
行政职务	总经理		
技术职称	无		
工作单位	陕西境洁环保科技有限公司		
完成单位	陕西境洁环保科技有限公司		

对本项目技术创造性贡献：
项目参与人
主要在西安市区黑臭水体修复治理中，推广应用本项目开发的功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂及微纳米气泡发生装置。获得微纳米气泡发生相关的授权专利 1 项。

姓 名	朱政	排 名	9
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		
对本项目技术创造性贡献：			
项目参与人			
主要完成部分功能填料强化型生态浮床的实验室开发工作，发表功能填料强化型生态浮床论文 1 篇。			

姓 名	薛芙蓉	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	西安环城公园建设管理处		
完成单位	西安环城公园建设管理处		
对本项目技术创造性贡献：			
项目参与人			
主要在西安市护城河重度富营养化区域及部分黑臭区域推广本项目开发的功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂及微纳米气泡发生装置。发表功能填料强化型生态浮床论文 1 篇。			

## 八、主要完成单位情况表

单位名称	西安建筑科技大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为第一完成单位，主要负责整个项目的构架、技术路线设计和研究方案实施。在研发过程中负责开展功能填料强化型生态浮床技术、新型底泥改良剂技术和微纳米气泡发生装置开发的实验室、小试及中试工作。配合设计院、环保公司及西安环城公园建设管理处等单位，制定适宜的剂量配方或操作条件，同时跟踪监测应用效果，进行积极反馈。</p>	
单位名称	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为第二完成单位，参与第一完成单位主持的陕西省重点研发计划项目“黑臭水体污染调查及治理与修复关键技术开发研究”（2021ZDLSF05-04），主要负责项目中疏浚底泥的资源化利用技术研究工作，同时负责开展功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂和微纳米气泡发生装置在各类水体修复项目中的设计，在总包工程项目中进行推广及应用。</p>	
单位名称	陕西境洁环保科技有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为第三完成单位，主要参与微纳米气泡发生装置的开发工作，同时负责开展功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂和微纳米气泡发生装置在黑臭水体治理修复中的应用推广。</p>	
单位名称	西安环城公园建设管理处
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为第四完成单位，参与第一完成单位主持的西安市社会发展科技示范项目“复合人工浮床在护城河再生水补给区的应用示范”（20SF0011），同时负责功能填料强化型生态浮床、新型底泥改良剂和微纳米气泡发生装置在护城河水体水质维持方面的应用推广。</p>	

## 完成人合作关系说明

本项目由王怡(完成人 1)、崔海航(完成人 2)、寇晓梅(完成人 3)、严耿升(完成人 4)、王文怀(完成人 5)、陈炜(完成人 6)、靳国强(完成人 7)、袁宏奎(完成人 8)、朱政(完成人 9)和薛芙蓉(完成人 10)共同完成。

第 2 完成人与第 1 完成人为西安建筑科技大学同事，共同开发了一种内置翼型式多进气进液射流曝气器，享有共同专利成果。第 3 和第 4 完成人均为中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司研究和设计人员，与第 1 完成人共获“市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究”奖项。此外，第 3 完成人还与第 1 完成人有共同的专利成果。第 5 完成人为第 1 完成人所带的博士研究生，共同完成本项目新技术的实验室开发，共同合著论文，与第 1 完成人共获“再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”奖项。第 6 完成人为西安环城公园建设管理处护城河管理部门技术骨干，与第 1 完成人共获“再生水补给的城市景观水体修复理论与技术”奖项。第 7 完成人为陕西境洁环保科技有限公司环保业务经理，与第 1 完成人共同开发了一种内置翼型式多进气进液射流曝气器，享有共同专利成果。第 8 完成人为陕西境洁环保科技有限公司总经理，与第 1 完成人共同开发一种内置翼型式多进气进液射流曝气器，享有共同专利成果。第 9 完成人为第 1 完成人所带的硕士研究生，共同完成本项目新技术的实验室开发，共同合著论文。第 10 完成人为西安环城公园建设管理处护城河管理部门技术骨干，与第 1 完成人共同合著论文。



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	共同获奖	王怡/1 王文怀/5 陈炜/6	2015.9	2022.12	再生水补给的城市景观水体修复理论与技术	见附件
2	共同获奖	王怡/1 寇晓梅/3 严耿升/4	2018.1	2024.12	市政及河道污泥处理处置与资源化利用关键技术研究	见附件
3	共同专利	王怡/1 崔海航/2 靳国强/7 袁宏奎/8	2016.1	2023.12	一种内置翼型式多进气进液射流曝气器	见附件
4	共同专利	王怡/1 寇晓梅/3	2018.1	2024.12	一种含铝废渣无焙烧制取含磷废水吸附剂的方法及应用	见附件
5	论文合著	王怡/1 王文怀/5 陈炜/6 朱政/9 薛芙蓉/10	2019.1	2022.12	Strengthen the purification of eutrophic water and improve the characteristics of sediment by functional ecological floating bed suspended calcium peroxide and sponge iron jointly	见附件
6	论文合著	王怡/1 王文怀/5	2016.8	2017.12	Effect of a strengthened ecological floating bed on the purification of urban landscape water supplied with reclaimed water	见附件
7	论文合著	王怡/1 王文怀/5	2017.1	2018.12	Effect and mechanism of calcium peroxide on purification of severely eutrophic water	见附件