**科学技术进步奖公示内容**

1. **项目名称**：城市水动力及伴生过程模拟与调控关键技术
2. **提名者及提名意见（包含提名等级）：**

**提名者**：**中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司**

**通讯地址：西安市雁塔区丈八东路18号 邮政编码：710065**

该项目长期以来以国家级科技项目为依托，以国家重大需求为导向，结合多个海绵城市建设和城市黑臭水体治理工程，实现了产学研的协同攻关，构建了耦合地表径流、非点源污染物输移、合流制溢流过程的城市水动力及伴生过程高效高分辨率数值模型，实现了多组分伴生过程的高效稳健模拟计算；揭示了城市复杂下垫面和工程设施对排水排污过程的调控机制；提出了灰绿蓝设施协同作用的城市水动力及伴生过程系统化调控技术体系。

研究成果用于国家级海绵试点和示范城市陕西渭南、宁夏固原、山西长治，国家黑臭水体治理示范城市宁夏银川和山西长治，地方重点工程如顺德区南顺联安围水体综合整治工程的建设和运行管理中，有力地推动了城市水动力及伴生过程科学理论和技术方法的进步，产生了巨大的经济效益与社会效益，为我国生态与韧性城市建设做出了重要贡献。本项目满足2024年度陕西省科学技术奖励申报条件，同意推荐。

**提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。**

1. **项目简介：**

项目瞄准城市防涝与控污染过程存在的科学及技术难题，系统开展了城市水动力及伴生过程模拟与调控关键技术研究。在国家科技计划及企事业单位委托科研项目的支持下，通过现场试验、定位监测、数值模拟等方法开展了系统性研究，取得了如下创新性成果：

构建了耦合地表径流、非点源污染物输移、合流制溢流过程的城市水动力及伴生过程高效高分辨率数值模型，实现了多组分伴生过程的高效稳健模拟计算。构建了地表漫流和河网水系水动力过程与多组分伴生过程的高分辨率耦合数值模型；提出了多GPU加速技术的水动力及伴生过程高性能计算方法。揭示了城市复杂下垫面和工程调控设施对排水排污过程的调控机制，解析了城市地表污染物形成规律并提出了城市水体污染成因的量化评估方法；阐明了复杂下垫面下污染物累计-冲刷-输移过程规律，分析了绿灰设施协同作用下合流制溢流调控效应，创立了城市地表及河网的污染源区定位和贡献率量化评估方法。提出了灰绿蓝设施协同作用的城市水动力及伴生过程系统化调控技术体系，支撑了城市水系防洪和控污的可持续防控；构建了灰绿蓝协同作用的调控工程系统化技术系；提出了老城区合流制溢流最优调控目标的精细化运行调度方法，创新了面向城市水系防洪和控污双控目标的复合调度模式。

成果得到相关企事业单位部门高度评价，研发的城市水动力及伴生过程高效高分辨率数值模型、提出的灰绿蓝设施协同作用的城市水动力及伴生过程系统化调控技术体系等在城市水网建设、黑臭水体治理、海绵城市建设和运行维护中得到应用，并辐射推广。

1. **客观评价：**

（1）代表性成果被《Journal of Cleaner Production》、《Journal of Hydrology》、《Catena》和《International Journal of Sediment Research》等水利科学、环境科学、生态科学等领域的国际权威期刊论文多次引用和报道，具有重要的影响力。

（2）2023年，长治市住房和城乡建设局对“长治市合流制溢流污染防控与“三河一渠”活水循环模式优化研究”进行了项目验收，验收委员会认为本项目结题成果内容丰富，且具有一定的创新性和重要的应用价值，成果可为长治市合流制溢流污染控制及水生态环境保护与修复提供技术支撑，同意通过验收。

（3）2023年，陕西省西咸新区沣西新城管理委员会组织专家对“基于数值模拟的丝路科创谷多级地表排水系统雨洪调控模式研究项目”进行验收，专家组一致认为项目系统研究了丝路科创谷多级地表排水系统雨洪调控模式的应用问题，开发了适用于A板块的多级地表排水模型，分析评估了多级地表排水系统雨洪调控机制，确定了合理的雨水排放路径，并对沟渠系统和调蓄设施进行优化。基于区域洪涝风险分析，形成A板块洪涝风险图。研究成果可信，可作为下一步开展工作的依据，研究深度达到要求，同意通过结题验收。

1. **应用情况：**

本项目瞄准城市排水过程存在的科学及技术难题，系统开展了城市排水全过程模拟与调控关键技术与工程应用研究。相关技术在陕西渭南、宁夏固原和山西长治国家级海绵城市试点和示范城市建设、管理和效果评估中得到了应用，在宁夏银川和山西长治黑臭水体治理示范城市规划、运维和效果评估得到应用，用于指导海绵城市建设和黑臭水体治理措施规划设计、系统方案优化比选、工程实施及绩效考核等工作。取得了显著的经济、社会和生态效益。

1. **主要知识产权和标准规范等目录：**（**限10条，****所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在2023年12月31日之前。**）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产  权类别 | 知识产权  具体名称 |
| 1 | 论文 | Establishment of a sediment transport capacity equation on loessal slope via experimental investigation |
| 2 | 论文 | A novel two-dimensional numerical model developed for slope soil erosion |
| 3 | 论文 | A 1D-2D dynamic bidirectional coupling model for high-resolution simulation of urban water environments based on GPU acceleration techniques |
| 4 | 论文 | A high-resolution comprehensive water quality model based on GPU acceleration techniques |
| 5 | 论文 | 耦合高效高精度水动力模型的多组分污染物输移及衰减反应模型 |
| 6 | 发明  专利 | 一种智能多功能人工模拟降雨系统 |
| 7 | 发明  专利 | 一种基于多GPU的污染物对流扩散方程高性能数值求解方法 |
| 8 | 发明  专利 | 一种物理模型试验中的测速方法 |
| 9 | 发明  专利 | 一种基于空间拓扑的地表二维地下管网水动力学耦合方法 |
| 10 | 发明  专利 | 基于机器学习技术的排水泵站优化调度方法 |

1. **主要完成人情况：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 技术职称 | 行政职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目的贡献 |
| 1 | 王添 | 副教授 | 无 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 项目负责人及主要完成人领导团队围绕该理论的科学内涵、实验论证及实践运用开展了系列研究，主持多项与主题关联的科研项目，主要贡献为构建了耦合地表径流、非点源污染物输移、合流制溢流过程的城市水动力及伴生过程高效高分辨率数值模型，实现了多组分伴生过程的高效稳健模拟计算。 |
| 2 | 申若竹 | 高级工程师 | 分部  副总经理 | 北京首创生态环保集团股份有限公司 | 北京首创生态环保集团股份有限公司 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。构建了灰绿蓝协同作用的调控工程系统化技术系。 |
| 3 | 薛树红 | 工程师 | 副所长 | 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 | 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。提出了老城区合流制溢流最优调控目标的精细化运行调度方法。 |
| 4 | 周庆诗 | 无 | 无 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 项目主要完成人，阐明了复杂下垫面下污染物累计-冲刷-输移过程规律。 |
| 5 | 樊超 | 高级工程师 | 副所长 | 中规院（北京）规划设计有限公司 | 中规院（北京）规划设计有限公司 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。提出了老城区合流制溢流最优调控目标的精细化运行调度方法。 |
| 6 | 周伟 | 高级工程师 | 分院院长 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。参与构建了地表漫流过程与多组分伴生过程的高分辨率耦合数值模型。 |
| 7 | 孙学良 | 工程师 | 无 | 中规院（北京）规划设计有限公司 | 中规院（北京）规划设计有限公司 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。参与创新了面向城市水系防洪和控污双控目标的复合调度模式。 |
| 8 | 栾广学 | 无 | 无 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 项目主要完成人，揭示了城市复杂下垫面和工程调控设施对排水排污过程的调控机制，创立了城市地表及河网的污染源区定位和贡献率量化评估方法。 |
| 9 | 张洪斌 | 高级工程师 | 无 | 中国水利水电科学研究院 | 中国水利水电科学研究院 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。构建了地表漫流-河网水系的水动力耦合方法。 |
| 10 | 郭庆元 | 高级工程师 | 科长 | 西安市气象局 | 西安市气象局 | 项目主要完成人，参与项目研究方案的构想与实施。分析了绿灰设施协同作用下合流制溢流调控效应。 |

1. **主要完成单位及创新推广贡献：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排 名 | 完成单位 | 创新推广贡献 |
| 1 | 西安理工大学 | 构建了耦合地表径流、非点源污染物输移、合流制溢流过程的城市水动力及伴生过程高效高分辨率数值模型，实现了多组分伴生过程的高效稳健模拟计算。揭示了城市复杂下垫面和工程调控设施对排水排污过程的调控机制，解析了城市地表污染物形成规律并提出了城市水体污染成因的量化评估方法。 |
| 2 | 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 | 阐明了复杂下垫面下污染物累计-冲刷-输移过程规律，参与创立了城市地表及河网的污染源区定位和贡献率量化评估方法。 |
| 3 | 北京首创生态环保集团股份有限公司 | 参与构建了提出了灰绿蓝设施协同作用的城市水动力及伴生过程系统化调控技术体系。 |
| 4 | 中规院(北京)规划设计有限公司 | 参与构建了灰绿蓝协同作用的调控工程系统化技术系，创新了面向城市水系防洪和控污双控目标的复合调度模式。 |
| 5 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 参与构建了地表漫流过程与多组分伴生过程的高分辨率耦合数值模型。 |
| 6 | 西安市气象局 | 参与分析了绿灰设施协同作用下合流制溢流调控效应。 |
| 7 | 中国水利水电科学研究院 | 参与构建了地表漫流-河网水系的水动力耦合数值模型及高性能计算方法。 |

1. **完成人合作关系说明：**（**合作方式**包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

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 | 合作成果名称 |
| 1 | 论文合 著 | 王添/1、周庆诗/2、栾广学/8 | 2023.08.11 | 2023.11.20 | A 1D-2D dynamic bidirectional coupling model for high-resolution simulation of urban water environments based on GPU acceleration |
| 2 | 论文合 著 | 王添/1、申若竹/3 | 2023.09.14 | 2023.11.20 | 小区尺度雨洪过程模拟及径流分配特性研究 |
| 3 | 共同立 项 | 王添/1、薛树红/4 | 2019.12.01 | 2020.04.10 | 海绵城市水质迁移演变过程高精度模拟计算研究 |
| 4 | 论文合 著 | 王添/1、樊超/5、栾广学/8 | 2022.09.01 | 2023.02.01 | A high-resolution comprehensive water quality model based on GPU acceleration techniques |
| 5 | 论文合 著 | 王添/1、周伟/6 | 2023.08.16 | 2023.12.01 | 城市雨洪管理与系统应对研究进展 |
| 6 | 论 文合 著 | 孙学良/7、栾广学/8 | 2021.10.21 | 2022.05.01 | 河道水质高效高分辨率数值模拟及评估模型研究 |
| 7 | 共 同立 项 | 王添/1、郭庆元/10 | 2021.6.1 | 2021.12.31 | 耦合气象预报模式的城市水动力水质模拟研究 |
| 8 | 专 著合 著 | 王添/1、张洪斌/9 | 2020.07.01 | 2022.06.01 | 耦合水文过程的地表水动力数值模拟方法及应用 |