

河南省科学技术进步奖公示内容

一、项目名称：城镇水系治理与水生态修复关键技术研究
与示范

二、专家提名：中国工程院王浩院士

三、提名意见

本人认真阅读了成果科技报告和相关证明材料，结合应用情况调研，提出以下提名意见。

依据科技报告，成果在国家政策、河南省科技项目等支持下，历经两年的联合攻关，取得了城市分布式水文水质模型、城镇水系多技术融合治理模式、城镇水系综合治理 PPP 合同环境服务模式、复杂水体环境下无线传感器网络技术 etc 4 项主要成果。

结合客观性评价等材料，认为该成果整体处于国际先进地位。原创特色主要包括：①融合多项治水新技术，构建“多技术融合”城镇水系治理模式，创新城镇水系生态修复范式。②构建水环境治理 PPP 项目绩效评估体系，提出“PPP+资源再生利用”合同环境服务模式。③提出了复杂水体环境无线传感器节点三维定位方法，构建网络恶意节点检测的区块链信任匹配模式。④基于二元水循环理论，构建城市“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型。

该项目成果被河南省水利厅《河南省河流生态治理工作

安排方案》采纳，并应用于平舆县、睢县、洛阳、许昌等生态治理项目上，其中平舆县水环境治理和生态修复工程项目、洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目、许昌市市区河道综合治理项目分别荣获国家第四批 PPP 示范项目、“2018-2019 年度国家优质投资项目特别奖”、“2018-2019 年度国家优质投资项目奖”，社会经济效果显著，推广应用前景广阔。

成果完善了城镇水系生态治理体系，推动了生态修复创新技术的进步；培育了一支处于国际视野的专业研究团队。

提名该项目为河南省科学技术进步奖一等奖。

四、项目简介

随着工业化、城镇化不断发展和全球气候变化影响加剧，未来我国面临的水安全形势将更趋严峻，传统的治水理念和用水方式，已难以适应时代发展要求。因此，项目结合城镇经济社会发展的需要，依托 3 项河南省产学研合作计划项目，注重产学研用协同创新，围绕城镇“水”的可持续发展能力，聚焦城市水系整治问题，突出水环境治理、水生态修复两大主题，基于 3 大水系统循环理论，衔接当前最先进的治河理念，强化水文物理规律、水生态环境改善、合同环境服务模式创新、智慧水环境建设等四大方面展开研究。该项目历经多年跨学科、多单位联合攻关，形成了多项具有自主知识产权的科技成果：

(1) 创新了城镇水系生态修复范式，提出了“多技术

融合与高效协同”城镇水系治理模式，分析了水体絮凝剂净化作用机理。针对传统工程水利治水的问题，创新性提出了城镇水系生态修复范式，研发了新型移动防洪墙技术并建立渗流模型，并融合了多项治水新技术，构建了“多技术融合与高效协同”城镇水系治理模式；基于水量“二元”循环理论，构建了城市内部“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型；在紊流和静态条件下，解析絮凝剂与水体中胶体颗粒的吸附与凝集机理，明确高分子聚合物凝集水体胶体颗粒的特点及最适条件。

(2) 建立了城镇水系综合治理 PPP 项目的绩效评估指标体系。基于可持续商业模式创新理论及绩效评估理论，提出了城镇水系综合治理 PPP 项目的四种可持续商业模式，创新了“PPP+资源再生利用”合同环境服务模式与管控方案；建立了城镇水系综合治理 PPP 项目的绩效评估指标体系，制定了评价结果与服务费用挂钩的依效付费机制。

(3) 提出了网络恶意节点检测的区块链信任模型和传感器节点网络分片的跨链通道匹配模式。针对复杂水体环境下异构传感器网络内部技术栈较为复杂、结构各异，信息安全问题较为突出的现状，提出了一种复杂水体环境下无线传感器节点的三维定位方法，构造了一种无线传感器网络恶意节点检测的区块链信任模型，提出了传感器节点网络分片的跨链通道匹配方法，增强了 NB-IoT、Lora、mesh 等异构无线

网络形成的水利无线传感网的信息安全保障，解决了异构传感器网络中的不同网络分片节点信任问题。

(4) **创新了污泥或建筑垃圾资源化利用技术。**研究污泥及建筑垃圾资源化利用技术，提出了提高再生混凝土性能的预拌浓浆制备新工艺、多种再生透水混凝土配比技术以及基于 Image 法的再生透水混凝土性能分析技术，建立了再生透水混凝土平面孔隙特征与宏观性能之间的联系。

(5) **研发了基于水力条件变化的自动升降防洪墙。**研发了基于水力条件变化的自动升降防洪墙，创新设计了移动式防洪墙受力与渗漏特性一体的原位观测试验方法，建立了水位-挡水时间关系式和水位-渗漏关系模型，明确了防洪墙立柱、钢筋混凝土基座等关键部位耦合受力特征以及由弹性到塑形的发生发展规律。

该项研究成果经专家会议评价：总体上达到了国际先进水平。同时，研究成果已被河南省水利厅《河南省河流生态治理工作安排方案》采纳，且应用于平舆、睢县、洛阳、许昌等生态治理 PPP 项目，在水环境治理、生态修复、PPP 模式等方面节省投资约 4.25 亿元。研究成果的应用改善了水环境水生态现状，提高了项目的科技含量，推动了本领域的科技进步，其中平舆县水环境治理和生态修复工程 PPP 项目入选国家第四批 PPP 示范项目、洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目特别奖”、

许昌市市区河道综合治理 PPP 项目荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目奖”等，社会经济效果显著，推广应用前景广阔。

五、客观评价

（一）验收

本成果依托的《城镇水系治理与水生态修复关键技术研究及示范项目》的四个子课题“河南省分布式水循环模拟模型研究及应用”，“河道水污染治理与水生态修复多技术融合、高效协同及应用研究”，“城镇水系综合治理的合同环境服务模式创新与管控方案研究”，“城镇水系综合管理智慧平台架构与质量评估研究”都已整体通过验收。本成果依托的河南省科技厅产学研合同项目：合同节水管理投融资机制与风险研究（162107000051）、基于云平台的阳光水利工程项目管理系统研究与开发（152107000037）、水生态文明城市建设投融资与建管机制研究（162107000050）三个项目都已经通过科技厅验收。

（二）查新报告

2019 年 5 月教育部科技查新工作站（Z12）的查新报告（编号：201936000Z120813）显示：在所列检索范围内检索到的国内外公开发表的中文和英文文献，分别涉及该查新项目的部分研究内容与方法，未见与该查新项目查新点相同的中英文公开文献报道。

（三）科技成果评价

2019年5月12日，河南省高技术创业服务中心组织的科技成果评价中，王复明院士、袁群教高等专家一致认为“城市内部“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型”，“融合了 PGPR 原位生态修复、食藻虫引导水下生境构建、微纳米曝气及分布式污水处理等治水新技术，构建了多技术融合与高效协同城镇水系治理模式，创新了城镇水系生态修复范式”，“构建了水环境治理 PPP 项目绩效评估体系，提出了“PPP+资源再生利用”城镇水系综合治理的合同环境服务模式与管控方案”，“构建了网络恶意节点检测的区块链信任模型和传感器节点网络分片的跨链通道匹配模式”。洛阳、许昌、驻马店、商丘等市的城镇水环境生态治理项目得到了广泛应用，社会经济效益显著，推广应用前景广阔，该项目研究成果总体达到国际先进水平。

（四）应用单位技术评价

河南水投舆源水生态有限公司，洛阳水生态投资开发有限公司，睢县水环境发展有限公司，许昌市水生态投资开发有限公司等单位在应用证明中指出，“该成果得到广泛应用”，“降低了工程投资”，“实现了利润增长”。

六、推广应用情况、经济效益和社会效益

1. 应用情况

在河南省科技厅、教育厅、水利厅、华北水利水电大学、

郑州大学、中国水利水电科学研究院、河南省水利科学研究所等相关单位支持下，研究了在“二元水循环理论”的基础上，考虑城市管网汇流影响，构建了城市内部“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型；开发了新型移动防洪墙及污泥资源化利用技术，融合了 PGPR 原位生态修复、食藻虫引导水下生境构建、微纳米曝气及分布式污水处理等治水新技术，构建了“多技术融合与高效协同”城镇水系治理模式，创新了城镇水系生态修复范式。构建了水环境治理 PPP 项目绩效评估体系，提出了“PPP+资源再生利用”城镇水系综合治理的合同环境服务模式与管控方案，解决水环境治理与生态修复公益类项目的经济、环境、社会可持续发展问题，实现了水环境基础设施的提质增效；提出了复杂水体环境下无线传感器节点的三维定位方法，构建了网络恶意节点检测的区块链信任模型和传感器节点网络分片的跨链通道匹配模式，提升了复杂水体环境下传感器网络的信息安全保障能力。本项目研究成果在平舆、睢县、许昌、洛阳等地市的水环境生态治理项目得到了广泛应用。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用对象及规模
河南水投源生态有限公司	水文水质模型；多技术融合与高效协同（PGPR 原位生态修复、食藻虫引导水下生境构建、分布式污水处理、污泥资源化利用等）；智慧水生态监管系统。	2016.10-至今	崔民华 /19903964083	生态治理河道 37.15km；新建及改造湖体规模 257.2 万 m ³ ；水体生态修复 130.9 万 m ² 、353.9 万 m ³ ；分布式及一体化污水处理 1850t/d；污泥资源化利用，生产各类建材约 6 万 m ³ /年。

睢县水环境发展有限公司	水文水质模型；多技术融合与高效协同（新概念污水处理厂、微纳米曝气、PGPR 原位生态修复、污泥资源化利用等）；智慧水生态监管系统。	2016.11-至今	贺鹏晟 /18638255500	2万 m ³ /d 污水处理厂一级 A 水体采用微纳米曝气技术进行水质提升；新概念污水厂处理规模 4 万 m ³ /d；实现污泥无害化、资源化处置的生物有机质中心处理规模为 100t/d；治理河道、消除黑臭 8.2km；修复与恢复湖泊、湿地生态 106ha。
许昌市水生态投资开发有限公司	PPP 项目绩效评估体系、合同环境服务模式及管控方案。	2015.10-至今	周鹏伟 /13937125775	清泥河流域总治理长度 38.052km、清溪河流域总治理长度 20.29km、学院河及饮马河流域总治理长度 19.12km。
洛阳水生态投资开发有限公司	PPP 项目绩效评估体系、合同环境服务模式及管控方案。	2015.10-至今	任乐忠 /18639558191	洛河东湖河道治理长度 6595m，伊河东湖河床整治长度 7690m，伊洛运河工程连通工程线路总长 4350m。

2. 近三年经济效益

单位：万元人民币

年 份	完成单位		其他应用单位	
	新增销售额	新增利润	新增销售额	新增利润
2016	-	-		6443.35
2017	-	-		19314.39
2018	-	-		16715.02
累 计	-	-		42472.76

3. 社会效益

(1) 以本研究项目为基础，河南水利投资集团有限公司成功搭建了河南省水环境治理与生态修复院士工作站、河南省水环境模拟与治理重点实验室、河南省水-土环境协同治理产业技术创新战略联盟三大科技创新服务平台，与华北水利水电大学联合设立了研究生教育创新（联合）培养基地、

水资源高效利用与保障工程河南省协同创新中心、湖库水生态环境保护与修复河南省工程实验室，与国内知名企业大禹节水、ETS 生物科技等高科技企业签订了战略合作协议。

(2) 本项目研究成果在许昌、洛阳、驻马店、商丘等市的水环境生态治理项目中得到了广泛应用，社会效益显著。

(3) 该项目自实施以来，积极将相关研究成果进行推广应用，引起了中国经济网、中国水网、中国网等社会媒体的广泛关注，产生了积极的示范效应。

(4) 研究成果在河南省水利厅《河南省河流生态治理工作安排方案》制定中得到应用，为河流生态治理思路、原则、技术路线及主要措施提供重要参考，协助河南省水利厅完成了河流生态治理试点筛选。同时，相关成果与河南省《实施“四水同治”，加快水利现代化步伐的意见》高度契合，为“四水同治”具体实施提供了重要的科技支撑。

(5) 本项目培养了一批高素质科研、教学、建设和管理人才，培养 45 名硕士研究生。

七、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权 (标准)类别	知识产权(标准) 具体名称	授权号 (标准编号)	授权(标准发布) 日期	证书编号 (标准批准发 布部门)	权利人(标准起 草单位)	发明人(标准起草 人)	发明专利 (标准)有 效状态
实用新型	一种再生混凝土 吸水透水性检测 的试验装置	ZL201620953977.X	2017年4月19日	第6087679号	河南水利投资集 团有限公司、华北 水利水电大学	郭磊; 陈守开; 汪伦焰; 王浩; 常承艳; 薛志龙; 王军; 杨晴	有效
实用新型	一种建筑垃圾强 度测试装置	ZL201620953934.1	2017年2月15日	第5926195号	河南水利投资集 团有限公司、华北 水利水电大学	郭磊; 陈守开; 汪伦焰; 薛志龙; 王军; 常承艳; 杨晴	有效
实用新型	移动防洪墙的渗 透试验装置	ZL201721074156.X	2018年03月23日	第7116371号	华北水利水电大 学	陈守开; 李慧敏; 白卫 峰; 汪伦焰; 李祥雨; 刘新飞; 何启东; 郑永 杰; 陈峰乔; 张占军; 陈鹤栋	有效
实用新型	一种检测建筑垃 圾再生骨料吸水 特性的装置	ZL201620970941.2	2017年4月5日	第6051702号	河南水利投资集 团有限公司、华北 水利水电大学	陈守开; 郭磊; 汪伦焰; 王浩; 薛志龙; 王军; 常承艳; 杨晴	有效

实用新型	一种多功能混凝土搅拌设备	ZL201620953486.5	2017年03月29日	第6024854号	河南水利投资集团有限公司、华北水利水电大学	陈守开；郭磊；汪伦焰；王浩；薛志龙；王军；常承艳；杨晴	有效
实用新型	一种建筑垃圾再生混凝土孔隙特性的评价装置	ZL201620970942.7	2017年02月15日	第5925808号	河南水利投资集团有限公司、华北水利水电大学	陈守开；郭磊；汪伦焰；王浩；杨晴；薛志龙；王军；常承艳	有效
实用新型	一种防洪墙立柱的破坏试验装置	ZL201721075036.1	2018年3月23日	第7116132号	华北水利水电大学	郭磊；陈守开；李慧敏；王远明；张凤德；丁泽霖；白卫峰；汪伦焰；段亚娟；薛志龙；瞿庆英	有效
实用新型	移动防洪墙的整体试验装置	ZL 2017 21075025.3	2018年07月20日	第7619310号	华北水利水电大学	李慧敏；陈守开；王远明；张凤德；郭磊；汪伦焰；曹永超；翟萧东；武杨凯；卓玛；刘小会	有效
实用新型	一种移动式防洪墙预埋件安装辅助支架	ZL201721269062.8	2018年04月17日	第7229726号	华北水利水电大学	曹永超；翟啸东；李慧敏；汪伦焰；武杨凯；薛志龙；张婵	有效
实用新型	水力自动升降防洪墙	ZL201620853742.3	2017年3月29日	第6020757号	华北水利水电大学	韩立炜、马春雨、秦宇、卓帅宇、邢晓欢、张宏洋、郭磊、徐存东	有效

八、论文专著目录

序号	论文专著名称/ 刊名/ 作者	影响 因子	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表 时间	通讯作 者	第一作 者	国内作者	SCI 他 引次 数	JCR 分区	核心 期刊
1	Dynamics of polyelectrolyte adsorption and colloidal flocculation upon mixing studied using mono-dispersed polystyrene latex particles/ Advances in Colloid and Interface Science/Lili Feng, Martien Cohen Stuart, Yasuhisa Adachi	7.527	2015年226卷101-114页	2015年9月25日	Yasuhisa Adachi	Lili Feng	Lili Feng		2区	
2	Compensation Mechanism for Urban Water Environment Treatment PPP Project in China/ Journal of Cleaner Production/ An Xiaowei; Li, Huimin; Wang Lunyan	6.352	2018年201卷246-253页	2018年8月3日	Li, HM	An, XW	An Xiaowei; Li, Huimin; Wang Lunyan		1区	
3	Block chain Trust Model for Malicious Node Detection in Wireless Sensor Networks /IEEE Access/ Wei She, QiLiu, ZhaoTian, Jiansen	3.557	2019年7卷38947-38956页	2019年3月18日	WeiLiu	Wei She	WeiShe, QiLiu, ZhaoTian, Jiansen Chen, BoWang, WeiLiu		2区	

	Chen, BoWang,WeiLiu									
4	再生骨料掺配比对再生透水混凝土性能的影响/复合材料学报/陈守开, 刘新飞, 郭磊, 汪伦焰	1.196	2018,35(06):1590-1598.	2018年2月8日	陈守开	陈守开	陈守开, 刘新飞, 郭磊, 汪伦焰			是
5	Project Delivery System Selection with Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Set Group Decision-Making Method/ Group Decision and Negotiation/ Xiaowei An; Zhuofu Wang; Huimin Li; Jiyong Ding	1.869	2018年27卷689-707页	2018年6月12日	Li, HM	An, XW	Xiaowei An; Zhuofu Wang; Huimin Li; Jiyong Ding			SSCI
6	Transaction cost in construction projects under uncertainty/ Kybernetes/guolei、lihuimin、lipeng	0.553	2016,45(6):866-883.	2016年9月26日	李慧敏	郭磊	郭磊、李慧敏、李鹏等		4区	
7	基于物元可拓模型的水生态文明城市建设评价--以许昌市为例/人民长江/汪伦焰	0.531	2016,47(18):18-21	2016年09月28日	袁杰	汪伦焰	汪伦焰,袁杰,李娜,李慧敏,郭磊			是
8	Testing the key Performance of Mobile Flood Protection System/ Advances in Civil Engineering/Shoukai Chen,	0.827	2018,1-11	2018年7月2日	Huimin Li	Shoukai Chen	Shoukai Chen, Huimin Li, Lei Guo, Lunyan Wang, Yongchao Cao		4区	

	Huimin Li, Lei Guo, Lunyan Wang, Yongchao Cao									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

九、主要完成人情况

第 1 完成人：汪伦焰，教授，河南水利投资集团有限公司。项目总负责人，提出项目总体目标、制定研究思路与技术路线，组织项目实施与推广应用，对主要科技创新均有贡献。在本项目技术研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 85%以上。具体工作包括：提出城镇水系生态治理范式及多技术融合模式，指导城镇水文水质模型构建、先进治水技术试验与理论、合同环境服务模式以及水环境水质传感器监测等方面的研究目标及融合思路，主持移动防洪墙技术、污泥再生利用技术研发，为研究成果提供示范条件。

第 2 完成人：郭磊，副教授，华北水利水电大学。作为项目的技术负责人，协助总负责人解决研究过程中的关键问题，投入工作量占本人同期工作量的 80%，对所有创新点均有贡献，具体贡献为：负责城市水循环利用、水环境修复、建筑垃圾处置与资源化利用、环境监测预警、生态环境监测、商业模式创新、城市数据支撑平台与智慧城市运营平台等研究成果的综合集成，提出城镇水问题的解决方案，并在许昌、洛阳、平舆、睢县等水环境治理项目中组织实施项目示范并反馈应用效果。

第 3 完成人：陈守开，副教授，华北水利水电大学。作为项目的主要负责人，在本项目技术研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 80% 以上。具体贡献为：协助项目负责

人完成城镇水系生态治理范式与多技术融合治理模式的搭建以及负责开展其中涉及的微纳米曝气、原位生态修复、水下生境构建等技术的原位试验验证与分析工作，以及主要负责完成移动防洪墙技术、再生混凝土技术的试验与理论分析工作，对主要创新点 1、4、5 有贡献。

第 4 完成人：刘佳嘉，高级工程师，中国水利水电科学研究院。作为分布式水循环模拟模型研发项目主要参与人，投入工作量占本人同期工作量的 75%，对主要科技创新 1 做出了贡献，具体贡献为：基于二元水循环理论，考虑城市取用水以及管网等因素对水循环过程的影响，开发了“地表-土壤-地下-管网-河网”紧密耦合的分布式水量水质模型，更为真实地模拟城市水量水质变化过程，为城镇水系多技术融合生态水利治理效果提供模拟评价工具。

第 5 完成人：李慧敏，副教授，华北水利水电大学。作为城镇水系综合治理的合同环境服务模式创新与管控方案研究主要负责人。投入工作量占本人同期工作量的 75%，具体贡献为：以城镇水系综合治理的合同环境服务模式创新为目标，基于可持续商业模式创新理论，对四种“合同环境服务 PPP+”模式进行创新和分析；基于绩效评估理论，根据政府目标和项目的产出标准，建立了城镇水系综合治理 PPP 项目的绩效评估指标体系，制定了评价结果与服务费用挂钩的依效付费机制。

第 6 完成人：余维，副教授，郑州大学。作为主要科技创新点 3 的主要贡献者。参与了项目具体实施方案的讨论和确定。主要负责复杂水体环境下无线传感器网络的模型构建、恶意节点检测方法和传感器节点网络分片的研究，并进一步进行有关理论分析和讨论。本人在本项目技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 60%。发表相关期刊学术论文 2 篇，其中 SCI 检索 1 篇，EI 检索 1 篇。

第 7 完成人：王庆利，高级工程师，河南水利投资集团有限公司。作为项目的主要负责人，主要负责指导研究成果的应用实施，对主要科技创新点 1 和 2 有贡献。投入工作量占本人总工作量的 50%。具体工作：主要负责多技术融合治水模式、PPP 商业模式、合同管控方案在项目上的具体应用，使得平舆县水环境治理和生态修复工程项目入选国家第四批 PPP 示范项目、洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目、许昌市市区河道综合治理项目分别荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目特别奖”、“2018-2019 年度国家优质投资项目奖”。

第 8 完成人：韩立炜，副教授，华北水利水电大学。投入工作量占本人总工作量的 50%。针对主要科技创新 1 和 5 研发了一种新型的水力驱动自动升降式防洪墙理论与技术；作为平舆项目的设计负责人，将主要科技创新 1 中的多技术融合的生态水利治理模式、科技创新 4 污泥及建筑垃圾制备

混凝土产品等全面融合到平舆县水环境治理和生态修复工程中，为项目建设节约投资 2.74 亿元（见“六、应用情况、经济效益和社会效益”）。

第 9 完成人：杨世锋，讲师，华北水利水电大学。作为项目的重要参与人，投入工作量占本人总工作量的 50%。同时为平舆项目的主要设计负责人，将科技创新 1 中的多技术融合的生态水利治理模式、科技创新 4 污泥及建筑垃圾制备混凝土产品等全面融合到平舆县水环境治理和生态修复工程中，为项目建设节约投资 2.74 亿元（见“六、应用情况、经济效益和社会效益”）。

第 10 完成人：钟凌，讲师，华北水利水电大学。作为项目的重要参与人，具体贡献为：考虑管网在城镇水文水质循环中的时空再分配作用，构建了“地表-土壤-地下-管网-河网”紧密耦合的水文水质模块。水文水质模块利用数学语言更为真实的描述了城镇水文水质循环过程，显著地提高了模拟效率系数。

第 11 完成人：冯莉莉，讲师，华北水利水电大学。作为项目中作为主要完成人，投入工作量占本人同期工作量的 50%，协助项目负责人统筹整个项目关键技术研究，对创新点 1 有贡献：解析水环境中胶体颗粒与不同高分子聚合物作用的荷电状态、吸附行为、凝集沉降速度、主要影响因素及凝集机理。

第 12 完成人：和刚，高级工程师，河南省水利科学研究院。作为项目的重要参与人，具体贡献为：主要负责试点城市数据收集、基础数据库构建等工作。收集试点城市地形、水文、气象、城市管网、污染源、河流水质等数据，对 DEM、气象、水文、土地利用、土壤、经济社会用水等信息进行处理，并按照分布式水循环模型输入数据要求构建河南省试点城市分布式模型数据库，开发河南省试点城市分布式模型数据处理平台，为构建城市内部“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型奠定基础。

第 13 完成人：齐坚，高级工程师，河南水利投资集团有限公司。对主要科技创新点 1 有贡献，投入工作量占本人总工作量的 30%。具体工作：负责分布式水循环模拟模型的数据收集、整理及分析。完成平舆县、许昌市水文、气象、用水、土地利用、土壤等数据分析。

第 14 完成人：周鹏伟，高级工程师，河南水利投资集团有限公司。具体贡献为：主要负责研究成果在许昌市市区河道综合治理工程 PPP 项目的产业化应用。对主要科技创新 3 有贡献。投入工作量占本人总工作量的 30%。具体工作为：作为许昌市市区河道综合治理工程 PPP 项目负责人，结合主要科技创新 3，建立了项目绩效评估体系、合同环境服务模式及管控方案，解决了项目的绩效考核及运维等问题，许昌市市区河道综合治理项目荣获“2018-2019 年度国家优质投

资项目奖”。并根据应用情况指导研究进展。

第 15 完成人：任乐忠，高级会计师，河南水利投资集团有限公司。作为项目的主要参与人，投入工作量占本人总工作量的 30%，对主要科技创新 3 有贡献。具体贡献为：作为洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目负责人，结合主要科技创新 3，建立了项目绩效评估体系、合同环境服务模式及管控方案，解决了项目的绩效考核及运维等问题，洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目特别奖”。并根据应用情况指导研究进展。

十、主要完成单位

河南水利投资集团有限公司

本项目是水投集团在王浩院士及其团队的大力支持下，开展的“城镇水系治理与水生态修复关键技术与示范”课题研究。河南水利投资集团有限公司主要技术创新和推广应用的贡献为：

(1) 作为项目的牵头单位，为项目提供人财物全方位支持，全力推进项目。负责课题的申请、立项、具体研究、结项、第三方评价、完成成果鉴定等所有环节。对项目进行全程管理、监督和指导，合理部署工作方案。组织专家对项目的实施设计、项目的成果报告进行论证、审查，对项目的实施过程和完成质量进行检查和监督。

(2) 在项目推广应用方面，该项目研究成果已在洛阳

市伊洛河水生态文明示范区项目、许昌市市区河道综合治理工程 PPP 项目、平舆县水环境治理和生态修复工程 PPP 项目、睢县水环境整体改善一期工程 PPP 项目等项目中应用。其中洛阳市伊洛河水生态文明示范区项目荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目特别奖”；许昌市市区河道综合治理工程 PPP 项目荣获“2018-2019 年度国家优质投资项目奖”。核心成果在河南省水利厅《河南省河流生态治理工作安排方案》制定中得到应用，为河流生态治理思路、原则、技术路线及主要措施提供重要参考，协助我厅完成了河流生态治理试点筛选。同时，相关成果与河南省《实施“四水共治”，加快水利现代化步伐的意见》高度契合，为“四水共治”具体实施提供了重要的科技支撑。本项目从理论研究到实际应用，充分体现了成果的前瞻性、科学性、可操作性，产生了显著地社会效应和经济价值。

华北水利水电大学

华北水利水电大学是本项目的主要完成单位，学校为移动防洪墙技术、再生混凝土技术的试验项目的顺利开展提供所需的办公场所、实验室、试验仪器设备，并为课题组成员提供了宽松的科研环境和良好的工作条件，使项目组成员有充足的时间完成本课题的研究工作。学校对本课题给予了全面的支持，协助课题组完成产学研项目申报，积极申请资金支持，随时解决项目研究过程中出现的问题。同时，组织邀

请国内外知名专家为项目提供技术支持，保障了项目的创新性。学校积极与省内多家单位联系，提供科技交流，搭建科技创新平台，为科技成果的转化和推广应用创造了良好的环境。

郑州大学

郑州大学作为本项目的主要完成单位，提出一种复杂水体环境下的无线传感器节点三维定位方法，将区块链智能合约和无线传感器网络四边定位方法相结合，构造了一种无线传感器网络恶意节点检测的区块链信任模型；提出了传感器节点网络分片的跨链通道匹配方法，解决了异构传感器网络中的不同网络分片节点信任问题，对通过融入异构网络实现扩容提供了支撑。同时在该项目的完成过程中，我单位为该项目的成功实施提供了基本的实验条件，为项目基础研究提供了强有力的支撑平台，保证项目的顺利实施；帮助组建项目组成员，与其他科研单位联系给予项目组成员更多深造、学习的机会；帮助项目组制定出完成该项目的具体步骤、时间安排，定期组织专业人员考察并听取项目的完成情况，使项目得以顺利完成。作为主要完成单位，参与完成成果鉴定，研发团队采用三维方法对传感器位置进行定位，该技术可有效区分有高度差异的同经纬度传感器，对于复杂水体环境下多类型密集传感器的区分尤其适用。该项成果经实践证明具有良好的应用前景，成果达到国际先进水平，共发表学术论

文 2 篇，其中 SCI 收录 1 篇，EI 收录 1 篇。相关成果在河南水利投资集团有限公司平舆项目上得到实际应用，并取得了显著的经济效益、环境效益和社会效益。

中国水利水电科学研究院

中国水利水电科学研究院是本项目的主要完成单位，我院为项目的顺利开展提供了所需的办公场所、实验室、试验仪器设备，为课题组成员提供了宽松的科研环境和良好的工作条件，使项目组成员有充足的时间完成本课题研究工作。在水文、气象、土壤类型等数据收集方面，我院积极协调水文、气象等多部门，完成数据收集工作。在分析模拟方面，依托流域水循环模拟与调控国家重点实验室的相关资源，为模型搭建、数据分析等提供了技术支撑，随时解决项目研究过程中出现的问题。

对本项目创新点 1 做出贡献，具体为：（1）基于自然-社会二元水循环理论，描述了城镇雨水、污水管网对流域水循环过程中水量水质的影响；（2）提供 WEP-L 二元水循环模型，并针对城镇情况进行改进，提出了“地表-土壤-地下-管网-河网”紧密耦合的分布式水文水质模型，作为多技术融合的生态水利治理效果的评价工具。

河南省水利科学研究院

河南省水利科学研究院是本项目的完成单位，项目组中我院科研人员主要负责试点城市分布式水文模型基础数据

库的构建、水资源水环境变化规律的分析等工作。河南省水利科学研究所对项目的研究给予了全面的支持，在水文、气象、水质、经济社会等数据收集方面提供了人力、物力及财力的支持，为项目的顺利开展提供了便利的工作条件和良好的工作环境，随时协调解决项目研究过程中出现的问题。通过本项目的研究促进了人才培养和科研发展，产生了显著的效益。

对本项目创新点 1 做出贡献，具体为：主要负责试点城市数据收集、基础数据库构建等工作。收集试点城市地形、水文、气象、城市管网、污染源、河流水质等数据，对 DEM、气象、水文、土地利用、土壤、经济社会用水等信息进行处理，并按照分布式水循环模型输入数据要求构建河南省试点城市分布式模型数据库，开发河南省试点城市分布式模型数据处理平台，为构建城市内部“地表-土壤-地下-管网-河网”水循环过程紧密耦合分布式水文水质模型奠定基础。