

国家科技重大专项科技支撑辽河流域水生态环境持续改善

“十三五”水专项“辽河流域水环境管理与水污染治理技术推广应用”项目 全力支撑辽河流域“水十条”目标完成

项目简介

水专项“辽河流域水环境管理与水污染治理技术推广应用”项目是“十三五”期间我国东北三省唯一的水专项项目,属于流域水污染治理技术体系集成与应用板块。项目下设辽河流域水污染治理与水环境管理技术集成与应用、辽河流域典型单元污染治理模式与工程应用、辽河保护区河流健康修复与管理技术集成和辽河流域水专项技术成果推广与产业化4个课题。项目由辽宁省生态环境保护科技中心牵头,中国环境科学研究院、辽宁省环保集团有限公司、中国科学院沈阳应用生态研究所、环境保护部华南环境科学研究所、中国科学院沈阳计算技术研究所有限公司、大连理工大学、北京工业大学、上海交通大学、辽宁省生态环境监测中心、辽宁省水利水运科学研究所有限公司、北京市农林科学院、沈阳环境科学研究所、辽宁省生态环境事务服务中心、沈阳建筑大学、沈阳大学、沈阳理工大学、辽宁石油化工大学、沈阳光大环保科技股份有限公司等19家单位共同承担。项目总投资2.16亿元,其中中央财政资金6567.43万元,地方配套资金1.5亿元。

水专项是根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》设立的16个重大科技专项之一,是新中国成立以来投资最大的水污染治理科技项目。按照“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的环境科技指导方针,水专项立足水污染控制和治理关键科技问题的解决与突破,按照“控源减排”“减负修复”“综合调控”三个阶段组织实施,为我国水污染控制与治理提供强有力的科

技支撑。

辽河流域水专项的设计思路是通过3个五年计划,研发耗氧污染物、河流水质风险、河流生态修复三类关键技术,集成水环境管理治理体系,明确治河策略,为实现辽河流域经济社会可持续发展和辽河水生态健康提供技术支撑。从“十一五”开始,辽河水专项围绕水环境管理和治理科技需求开展科学研究,全力支撑辽河水生态环境持续改善。“十一五”和“十二五”期间,水专项在辽河流域水环境管理和治理方面设计了共性技术研发、区域性技术综合示范和产业化三类项目,有力地支撑了辽河流域的管理、治理和保护等重大工程。

“十三五”时期水专项进入凝练提升、综合示范、推广应用的综合调控阶段。辽河流域水环境管理与水污染治理技术推广应用”项目团队聚焦“水十条”科技需求,充分发挥各自优势,团结协作、攻坚克难,圆满完成了国家科技重大专项的科研任务。在“十一五”和“十二五”水专项研究的基础上,项目针对辽河流域结构性、复合性、区域性污染的特点,按照“完善体系、构建模式、推进应用、培育产业”的总体思路,形成了水环境管理和治理技术体系,构建了水污染治理模式,探索建立了产业化创新机制,并在流域进行了推广应用,全面实现了水专项综合调控技术目标,支撑辽河流域“水十条”目标实现,为北方寒冷缺水型老工业基地河流治理与保护提供经验和范式。

形成辽河流域水环境管理和治理技术体系,实现水专项综合调控技术目标

针对辽河流域管理技术整体性、精细化不足,治理技术碎片化、实用性差,缺乏流域、区域等多维度系统性技术体系等问题,项目结合辽河流域“十三五”期间管理、治理方面的科技需求,按照“技术评估—工程实证—集成应用—搭建平台”的思路,突破水污染治理与智能化管理关键技术,对191项技术进行评估,筛选出成熟度高、综合应用效果好的72项适合辽河流域的关键技术开展技术集成,形成辽河流域制药、钢铁、石化等典型工业废水全过程控制、城镇水污染控制、农村水污染治理、受损水体修复、水生态功能分区、水环境风险管理等六方面集成技术。项目提升了技术的标准化、规范化和系列化程度,构建了以集成技术、关键技术包、推广应用清单及技术指南为链条的辽河流域水环境管理和治理技术体系。

项目突破了水资源—水环境—水生态多维度大数据耦合、水环境承载力评估—预警—

决策等关键技术,构建了辽河流域水环境综合管理调控平台。平台整合了“十一五”以来水专项50余个相关平台系统,结合实际业务需求,在功能分区的基础上,加载了自动站、排污口、水源地、污染源等信息的可视化模块,开发了入河、入海排污口管理系统,关联了“污染源—排污口—河流断面”,实现水环境、水生态、水资源“一张网”,形成覆盖全流域的水生态监测网络,具备水生态功能分区管理与空间管控、排污许可分配、水生态环境预警、环境承载力监测、水环境大数据支持等管理功能。平台的河流污染物传输扩散模型能够实现污染物传输轨迹路线模拟,为环境应急工作提供技术支持;平台的查询、统计、分析、模拟、预警和决策系统,可以及时掌握流域水质变化及水生态状况,为流域水资源配置、趋势预测、灾害预警、环境应急和水环境质量管理决策提供支撑。平台已实现了业务化运行,可为辽河流域水生态环境管理提供“更智慧的决策”。

构建辽河流域水污染治理模式和技术路线图,全面支撑辽河流域“水十条”目标的实现

项目以水生态健康为目标,在辽河干流科学布局和实施生态系统保护和修复工程,切实增强生态系统稳定性,提升生态系统功能,形成可复制可推广的河流生态修复模式。

针对辽河干流坝闸调度导致水生生物廊道阻隔以及部分水工程影响河流水系生态健康等问题,项目研发了基于河流廊道功能修复的干流坝闸调度关键技术,选择辽河干流水利工程开展北方寒冷地区大型季节性河流生态水保障工程实证,建立大型水库群低环境影响多目标优化调度模型,形成了水库群引水及供水优化调度方案以及辽宁省河流生态流量计算与监测评估导则。2020年,辽河干流朱尔山、巨流河大桥、盘锦兴安等重要控制断面在各水期内均达到河流生态流量要求。

项目研发了辽河干流大型生态工程功能提升技术,包括河岸带稳定功能—缓冲功能—生物多样性提升技术等,在辽河水系干流东西辽河交汇口源头区、石佛寺—七星中下游区、大

张—盘山闸—双台子下游区等,开展大型流域湿地重建综合性工程实证。根据2020年植被生长季节的遥感解译结果,实证区湿地面积23.8万亩,植被覆盖率达到97%。根据2020年~2021年累计6次全线生物多样性调研采样结果,实证区域鸟类85种以上,鱼类53种以上,辽河干流水系生态系统功能显著恢复,生态系统呈良性循环趋势。

项目开展了辽河保护区健康河流修复与管理技术集成,创新性提出基于生境恢复、功能提升、综合调控的健康河流修复技术体系,涵盖外源污染控制、自然生境恢复、大型生态工程功能提升、水源涵养与修复、水质水量联合调控5个技术系列。创建了辽河保护区健康河流修复与管理技术评估方法,从技术贡献度、技术就绪度和技术经济环境效益3个评估维度,对创新性、技术引领作用、中试试验结果、示范工程评估、操作难易度、推广可行性、技术成本和实施效果8个方面进行评估。项目形成了《开展流域顶层设计,实施系统管控,

恢复辽河健康河流系统》《实施流域统一分级分区管理,创新流域水环境监管机制》等4份科技专报。

项目按照“水十条”“抓两头、带中间”的思路,选择大伙房水库和流域污染问题突出的典型控制单元,构建良好水体、城市重污染河流、面源污染主导型河流等治理模式,探索形成分类治理方案,并开展工程示范与应用。

大伙房水库是辽宁省重要的饮用水水源地,总库容22.68亿立方米,是一座拥有供水、防洪、灌溉、发电等功能的大型水利枢纽工程,承担着辽宁省7个城市2300万人口的生产生活供水任务。项目以汇水区内种植源污染负荷削减、小流域综合治理为主要目标,在“十一五”和“十二五”水专项研究成果基础上,研发了水源保护区种植业水肥高效利用—一污染物拦截—资源化利用技术,开展大伙房水库上游区入库河流氮、磷负荷解析,完成了有机农业生产模式环境影响关联度评估,明晰了水质变化与不同农业生产模式间的规律。以大伙房水库上游区坡耕地污染负荷削减为目标,选择农田水肥高效利用、旱坡地面源污染物生态拦截、种植业废弃物减量化与资源化利用等技术在抚顺县上马镇实施总面积1万余亩的水源保护区种植业污染负荷削减技术与工程示范,构建水源保护区农业面源污染控制与治理模式,并向辽宁省生态环境厅提交《关于分区调控、综合恢复流域水生态功能,减少大伙房水库保护区氮、磷污染的建议》和《关于规范有机农业模式减少大伙房水库保护区农业面源污染的建议》等政策建议,支撑大伙房水库水源地生态环境保护相关工作。

针对亮子河等面源污染突出的控制单元,建立畜禽养殖污染风险评估指标体系,按照面源污染主导型河流“内循环”治理思路,构建“源头削减—综合治理—资源化利用—种养平衡”的畜禽养殖污染治理技术模式,形成流域尺度多要素污染综合调控方案,实现污染物和治理成本的整体减量。

探索建立辽河流域产业化创新机制,搭建“线上模块创新+线下实体助推+长效运行保障”的水专项成果转化与产业化推广平台

项目借助水专项技术优势,构建了“政府引导—需求拉动—龙头带动—平台驱动”辽河流域产业化推广模式。搭建了“线上模块创新+线下实体助推+长效运行保障”的辐射东北地区的专项成果转化与产业化推广平台,线上展示平台创新性提出“网上环博会”理念与构架,线下实体平台打造环保产业集聚区,成立了辽宁环保产业技术研究院有限公司,组建7个环保产业联盟,孵化培育11家环保公司。项目集成水专项先进成熟技术,突破低温环境下干式发酵设备的研发与优化等关键技术,实现了规模化养殖场污染低温环境下的全方位高效治理,在设备研发上,形成六大核心设备、四个系列五个子系列的粪污、废水和臭气治理成套设备。

结语

经过19家单位科研团队近5年的共同努力,“辽河流域水环境管理与水污染治理技术推广应用”项目顺利通过了综合绩效评价。

项目系统集成水专项技术成果,突破了7项关键技术,形成6套集成技术,在水资源—水环境—水生态多维度大数据耦合、水环境承载力评估预警等5个方面实现了科技创新;形成了辽河流域水环境管理和治理两大技术体系,构建了辽

2020年,亮子河入河口断面达到地表水Ⅳ类标准,对比2016年COD削减36%,氨氮削减79.5%。

针对以细河为代表的北方城区河流污染特点,构建了“污染源源头削减—迁移途径调节—末端治理升级—河道净化能力提升”的城市河流减负增容治理技术模式。针对以清水河为代表的北方郊区河流(生活污水直排)、线(底泥释放)、面(农业面源)的污染特点,项目通过开展水专项技术的评估、筛选、验证和集成,确定了“源头削减—过程控制—末端治理—自净增容—机制保障”城市重污染河流治理技术模式。在清水河流域,项目研发了能源自给式污水处理技术,集成研发了改良MBBR工艺,采用光伏供电系统,实现能源自给式运行,有效降低后期运行成本。2020年,细河、清水河国考断面污染物削减比例满足“水十条”考核要求。

项目通过辽河流域水环境管理、治理关键技术的研发与集成创新,以重点区域、重点流域治理模式为基础,坚持“三水统筹”、山水林田湖草系统治理的理念,探索形成辽河流域综合治理模式。

在辽河水系,编制了《辽河国家公园生态环境保护规划》(征求意见稿)。规划以提水质、强生态、防风险为重点,主要内容包括建设辽河生态走廊,开展湿地建设、河道综合整治、生态廊道建设;筑牢辽东湾海岸带绿色生态屏障,提升滨海湿地“蓝色碳汇”功能;保护好重要湿地、水源地和物种栖息地;强化尾矿库、化工园区和危化品企业风险防范和应急等,科技支撑辽宁省辽河国家公园创建。

在浑太水系,编制了《沈阳经济区一体化水生态保护与修复规划纲要》(征求意见稿)。项目团队以改善水生态环境质量为核心,坚持问题导向与目标导向,统筹水资源利用、水生态保护和水环境治理,构建水生态安全格局,并从水资源、水环境、水生态、景观提升、人水和谐、生态经济等六方面规划项目,科技支撑沈阳经济区一体化发展。

项目针对传统村镇污水处理一体化设备功能单一,在水质水量波动大情况下运行差的不足,形成了3阶“1+N”互联网+村镇污水处理整套设备,建立了基于互联网技术的村镇污水处理“1+N”管控体系,实现了高寒地区农村生活污水设施智慧化运营。项目突破了现有污泥脱水技术处理成本高、污泥减量化效果不明显的问题,形成了多维度污泥处理处置及资源化成套技术及装备,包括调理挤压式污泥干化脱水技术及设备、污泥热压耦合干燥化床焚烧技术及设备以及污泥造粒、制生物炭资源化利用技术等。借助推广平台建设,水专项技术成果得到高效、高质转化与推广,在辽河流域总体实现市场覆盖率72%以上。

河流域典型流域和区域的水污染治理模式;建立了辽河流域产业化创新机制,实现环保技术规范化和标准化装备产业化。项目形成了辽宁省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB 21/3176—2019)等地方标准、规范、技术指南17项,申请国家专利102项,软件著作权17项,出版专著12部,论文174篇,向国家及省相关环境主管部门报送政策建议30余项。

“辽河流域水环境管理与水污染治理技术推广应用”项目供稿

项目关注

关注一

注重边研究边产出边应用,全力支持污染防治攻坚战和《辽宁省重点流域水生态环境保护“十四五”规划》编制。

辽河项目重点围绕“完善体系、构建模式、推进应用、培育产业”4个方面开展工作,通过项目实施,构建了辽河流域水环境综合管理调控平台,形成了各类技术库、工艺包、模式集、实证区和推广应用清单,科研成果在辽河、浑太水系支流及大伙房水库等开展了综合示范和推广应用,有效地支撑了辽河流域“水十条”目标的实现。“十四五”时期是我国在全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后,向第二个百年奋斗目标进军的第一年,辽河项目紧盯辽河流域水污染防治重点领域和关键环节,结合“十四五”期间新形势、新要求,应用水专项研究成果,编制完成《辽宁省重点流域水生态环境保护“十四五”规划》。规划坚持生态优先、绿色发展,以改善水生态环境质量为核心,深刻把握“山水林田湖草是一个生命共同体”的科学内涵,统筹水资源利用、水生态保护和水环境治理,以辽河生态走廊、凌河生态走廊、沈阳经济区(浑太流域)以及大伙房水库、桓仁水库及鸭绿江水系等重要水源为重点,实施山水林田湖草修复、生态流量保障、美丽河湖建设、环境基础设施补短板、饮用水水源保护等项目,为深入打好辽河流域污染防治攻坚战持续助力。

关注二

依托国家科技重大专项,不断加强团队建设和人才培养,为深入打好污染防治攻坚战提供保障。

辽河项目研究团队主要由科研院所、高校和环保企业组成,项目实施过程中各科研团队优势互补,注重产、学、研、用的深度融合,通过交流、合作、联合攻关使团队整体科研能力和水平得到提升,培养了一批水环境领域的优秀人才,青年人才得到了快速成长和进步。依托国家重大专项,先后组建了科技重大专项研究团队、辽宁省生态环境科技规划与战略研究智库、辽宁省农村农业污水与固体废物治理战略研究智库、辽宁省“兴辽英才计划”高水平创新创业团队、沈阳市高层次人才创新创业团队、沈阳市中青年科技创新人才团队等多支研究团队。项目骨干先后入选国务院政府特殊津贴、国家生态环境保护专业技术青年拔尖人才、辽宁省杰出科技工作者、辽宁省“兴辽人才”科技创新领军人才和青年拔尖人才、辽宁省“百千万”人才等各类高端人才,为深入打好污染防治攻坚战提供坚实的人才保障。辽河项目国家科技重大专项研究团队将继续努力,持续推进水专项成果的转化、应用,为辽河流域生态文明建设做出更大贡献。

辽河项目负责人 刘岚昕

