

为建设天蓝水绿山青的美丽辽宁助力蓄能

——辽宁大学承担国家重大科技专项推动太子河水生态环境实现明显改善

核心提示

日前,由辽宁省优秀专家、“兴辽英才计划”科技创新领军人才、辽宁大学环境学院院长宋有涛教授主持的国家水体污染控制与治理科技重大专项“太子河流域山区段河流生态修复与功能提升关键技术及工程示范”课题,通过了水专项辽宁省项目办公室主持的示范工程三方评估。该课题突破了北方山区型河流生态修复关键科学技术,为构建北方山区型河流生态修复成套技术、促进太子河流域山区段生态系统功能提升提供技术指南,为我国河流生态修复与功能提升提供理论与技术支撑。这一课题成果必将为加快建设天蓝水绿山青

的美丽辽宁助力蓄能。

辽宁大学党委高度重视该项目的进展情况。尤其是在“不忘初心、牢记使命”主题教育期间,学校把该项目作为提升服务辽宁振兴能力的重要工程,加快推进。校党委书记先后到太子河课题老官砬子实验区、五道河实验区、观音阁库区、偏岭大桥河岸带示范工程点和彩虹桥带状湿地示范工程点实地查看水体治理和河流生态修复情况,听取课题组进展汇报,并与课题组成员就示范工程的主要示范技术、工程工艺、工程规模、示范效果等进行交流与探讨。

► 河流生态修复势在必行

太子河是我省的一条重要河流,流经本溪、辽阳、鞍山三市,河长413公里,流域面积1.39万平方公里。随着人类活动加强,太子河山区段河流汇水区及河道结构发生了巨大的变化。河流形态表现出不连续性,并使纵向上河道的蜿蜒性降低、河道物理完整性被破坏,横向上河岸硬化增多,植被较少,缺少天然河流的河岸过渡及连通性;河道断面形状多样性降低,呈现几何规则化。并由此造成河流汇水区及河流生态系统生境异质性

降低,生物多样性随之下降,汇水区水源涵养能力下降并导致河流水体自净化能力的下降等问题,致使河流整体生态系统服务功能下降。此外,太子河山区段沿岸分布着较多的焦化、钢铁、矿山等典型工业企业和产业园区,水污染形势严峻。再加上作为北方山区段河流,受极端气候影响的水生态安全隐患日益凸显,需要构建针对北方山区型河流受气候变化和人类活动多种因素驱动而变化的成套技术与工程示范。

太子河流域生态修复势在必行。针对太子河流域山区段河流生态问题,遵循“控源-消减-修复-综合调控”的生态修复技术路线,“太子河流域山区段河流生态修复与功能提升关键技术及工程示范”课题组依托“十三五”国家水专项研究成果,以脆弱生态系统恢复和功能提升为目标,突破太子河上游脆弱生境维系与生物多样性保护关键技术、中游城区段河流生境改善与水质提升关键技术、矿区水陆交错带污染阻隔与生态修复关键技

术和基于“气候变化-生态修复-生态效益-水质响应”的水生态管理平台构建技术构建山区型河流生态修复与功能提升集成技术体系,实现兴安断面水质达IV类标准(60%月份达III类标准)、矿山退化区生态修复、上游水生态完整性保护的目标,构建太子河流域山区段生态建设与管理平台并实现业务化运行,为北方山区型河流生态修复与功能提升提供技术支持,为我国河流生态修复与功能提升和数字流域建设提供理论与技术支持。

► 技术成果已发挥良好效应

技术研发的最终目的是为了应用。

“太子河流域山区段河流生态修复与功能提升关键技术及工程示范”课题技术成果2017-2019年在太子河流域分区域开展了三个工程示范建设、一个管理平台的业务化运行,已经发挥出良好效应。被考核的太子河干流国控兴安断面水质达IV类标准(9个月/年、75%达到III类)。对比课题立项前2014年兴安断面COD均值为12.99mg/L, NH₃-N均值为1.08mg/L,太子河本溪市出境断面水质逐年向好,2018-2019年兴安断面COD均值为3.42mg/L, NH₃-N均值为0.54mg/L(其中COD消减量达73.67%, NH₃-N消减量达50%),本溪市水环境质量排名全省第二,太子河示范区河流生态功能得到明显提升。

位于本溪满族自治县碱厂镇、偏岭镇等地的太子河南支脆弱生态环境维系与生物多样性保护示范工程,在太子河上游汇水区形成植物群落结构优化与保护示范区7.02平方公里,河流脆弱生境生物多样性保护河道、河岸带示范区2.06公里。实现汇水区原生植被群落结构与空间的有效配置、水生栖息环境异质性的明显提高,示范区内河岸带植被覆盖率由42%增加到79%以上,示范河段藻类多样性指数均值由0.9提高到3.3,生物多样性得到明显改善。

位于本溪市乙线桥至兴安断面的太子河中游城区段河流生境改善与水质提升示范工程,修建导流堰39个、溢流堰21个,开挖深潭4个,修复湿地10600平方米,示范河道长度5.2公里。实现丰水期淹没、平水期深潭间水流畅通、枯水期河流扰动增加的效果,恢复河道生境,为北方河流生态越冬提供技术保障。示范工程河段藻类多样性指数均值由1.7提高到2.26,大型底栖动物多样性指数均值由1.6提高到2.07以上,DO浓度为10.56mg/L, NH₃-N浓度为0.90mg/L,河流生境和水质得到显著提升。

位于太子河支流北沙河附近歪头山铁矿的山区型河流矿区水陆交错带污染阻隔与生态修复示范工程,分别在采矿场示范点(1.23平方公里)、排土场示范点(2.24平方公里)和尾矿坝示范点(0.83平方公里)开展了矿山坡面汇流区地表径流调控和无客土复垦基质改良的原位植物-微生物联合修复,实现示范区内生态破坏区植被覆盖率由不足5%增加到38%,侵蚀模数由21000t/km²·a减至14500t/km²·a,示范工程控制河段TSS降至150mg/L以下, TN降至1.5mg/L以下,同时有效节约了矿山复垦成本。

太子河山区段水生态建设与管理综合平台构建了基于业务、模型、空间三位一体的水生态数据库,并在本溪市生态环境局得到业务化应用。

平台集成了不同部门管辖的国家和省市软件原有污染源等数据,搭建了包括污染源管理系统、水环境质量系统、山区生态信息系统、水环境应急动态模拟系统、示范工程管理系统和综合服务系统六个核心系统的管理模块,解决了河流治理各部门之间的“信息孤岛”等问题,不仅在生态修复、水环境风险预警等方面为本溪业务化部门提供适应性管理系统,还弥补了原有管理平台针对北方山区型河流特色不足的问题。

“流经了千年的沧桑,太子丹的血液在徜徉。那碧水青山之间,鸟儿在薄雾中轻唱。这儿有甘甜的清凉,更有那无数的宝藏。燕子子孙在这儿拓荒,美丽的城市燃烧着希望。”

“如此美丽的风光,是梦中的天堂。如此美好的家乡,心不再流浪。如此美妙的阳光,更需要珍藏。是你给我带来希望!把希望装进了行囊,成功的憧憬,会带给我力量。把努力背在了肩上,辛勤的汗水,滴滴汇成大江!”这是太子河水专项课题负责人宋有涛写的一首主题歌曲《太子河上》,充分体现了课题组四年来的太子河生态修复和功能提升全身心投入的筑梦、逐梦和圆梦历程。

生态兴则文明兴,生态衰则文明衰。党的十八大以来,党中央把生态文明建设作为统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局的重要内容,生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化。

在辽沈大地,生态文明理念日益深入人心,不仅要金山银山,更要绿水青山,人民群众期待天更蓝、水更绿、山更青、空气更清新。在国家“十三五”“十二五”水专项的技术支持下,辽河流域河流水质得到了较大的改善,在此基础上,宋有涛科研团队的技术成果将助推辽河流域河流水质持续提升、水生态环境不断改善。天蓝水绿山青正在变成现实,人民群众的获得感、幸福感和安全感不断增强。



中游城区段河流生境改善与水质提升示范工程



上游脆弱生境维系与生物多样性保护示范工程



太子河流域山区段水生态建设与管理综合平台



城区段消落区带状湿地为水鸟营造了生境



矿区水陆交错带污染阻隔与生态修复示范工程

► 攻关突破13项关键技术

在辽宁大学党委的大力支持下,2015年宋有涛教授作为技术负责人,主持预算经费达1.17亿元(国拨经费2746万元)的“十二五”国家水专项“太子河流域山区段河流生态修复与功能提升关键技术及工程示范”课题,组建了由中国科学院沈阳应用生态研究所、中国环境科学研究院、生态环境部华南环境科学研究所、沈阳建筑大学和辽宁大学5家科研单位、200多人参加的一支“产学研用”的高水平科研团队。本溪市生态环境、水务、住建、林业等部门和本钢集团给予了大力支持,为课题顺利实施提供了内容全面翔实的环境质量、水文气象和流域治理等资料,配套了水污染治理、水质监测、河道整治、植被恢复等一批项目,并积极参与示范工程建设和后期管理维护。

水专项是大飞机、载人航天等16个国家重大科技专项(民口)之一,围绕“三河三湖一江一库”重点流域,旨在通过关键技术研发和工程示范,建立适于我国流域水污染治理和水环境管理的技术体系。

宋有涛率队的科研团队,以严谨的科学态度、求实的探索精神,跋山涉水,通过深入调查研究掌握了大量的第一手资料,并查阅了国内外大量相关文献,在实验室和工程现场开展了广泛深入的研究。

艰难困苦,玉汝于成。经过四年多的科学研究和工程实践,科研团队攻关突破了13项关键技术,并根据太子河山区段上游生态

保护、中游城区段生态建设、矿区水陆交错带生态修复和流域生态管理的需要,开展了工程示范和管理平台的业务化运行。

系统集成“汇水区-河岸带-河道”三位一体修复技术体系,改善太子河山区段上游生境质量和生物多样性状况。

根据太子河山区段上游河道狭窄、底质以石质为主,变化单一、自然抗干扰能力差的自然特征,部分入干支流河段存在人为干扰严重的问题。在完成山区段上游脆弱生境特征及成因分析的基础上,从汇水区植物群落调控、河岸带生境修复和河道生境优化几方面开展技术研发,遵循“山水林田湖草”生命共同体综合治理理念,按“汇水区-河岸带-河道”三位一体集成修复、协同治理原则,研发了基于底质优化与种类调控的汇水区群落结构调控与保护技术、基于功能微生物与亲水构造物相结合的受损河岸带工程修复技术、水动力条件改善与河道底栖结构优化相结合的河流交错带底质优化技术,系统集成了基于辽东山区生态环境特征和植被演替规律的水源涵养能力改善-脆弱生态环境保护技术体系,实现了太子河上游水生态功能提升。

协同统筹河流生态环境改善与水质提升技术体系,助推太子河本溪城区段河流水质升级改善和生态建设。

针对太子河本溪城区段河道平缓、生境

退化、河流生态系统人工化突出等特征及水质考核断面氨氮稍高等问题,以河流水质提升、河道仿自然生态环境营造、河岸生态修复、景观构建为重点,统筹水质与生态环境、河道与河岸,形成北方山地城市河流生境改善与水质提升集成技术体系,研发了改性活性炭低温除氨氮技术,研发改进了基于正向演替的河道水生生物链培育与恢复技术、基于耐淹植物选育的山区型河流消落区带状湿地构建技术、基于深潭-浅滩的河道仿自然生境营造技术、基于植被混凝土的河岸高陡渣山原位生态修复技术、钢铁园区多单元排放过程控制减排技术,统筹优化了中游城区段河流生态环境改善与水质提升技术体系,支撑了太子河本溪城区段河流水质升级改善与生态建设。

创新开发矿山原位修复和矿山废弃物资源化利用工艺,形成矿区水陆交错带污染阻隔与生态修复成套技术。

针对太子河流域矿产资源长期粗放开发对流域的生态破坏与环境污染问题,分析矿区污染时空特征及对生态系统的潜在危害,以典型水陆交错带为研究对象,阐明矿山开采对周边水生态功能的影响因素,统筹陆域和水域生态系统,突破矿山退化区生态修复关键技术,为矿山不同退化区生态修复提供了可推广的技术和模式。针对“山水陆过渡保水蓄水能力差,水土流失与缺水并存等

问题,突破了矿区水陆过渡带基质改良优化关键技术,开展了矿区水陆过渡带污染阻隔与生态修复集成技术研究,形成了基于植物篱的矿区水陆过渡带污染阻隔技术、矿山坡面汇流区地表径流调控技术,构建地表径流“生物+物理”调控、“矿山复垦+矿山废弃物资源化利用”新模式。

构建运行流域生态建设与管理平台,推进太子河流域山区段生态修复与功能提升管理决策。

针对气候变化,特别是极端气候所导致的北方山区型河流的水生态安全问题和太子河本溪段水质是制约下游游憩水库III类水质达标的关键因素,结合本溪水体污染现状与“十二五”“十三五”水质改善需求,研究太子河流域山区段河流生态安全评估技术和太子河流域山区段汛期水环境风险防控技术,综合诊断气候变化情景下太子河流域生态安全和水生态安全问题,探索其生态恢复可行性与管理建议,优化太子河流域山区段河流生态修复总体策略方案,提交气候变化背景对流域水生态安全的影响及应对策略-政策建议稿,构建基于“气候变化-生态修复-生态效益-水质响应”的太子河山区段生态建设与管理平台并开展业务化运行,为研究区域内开展生态修复、水环境风险预警等适应性管理提供技术支撑和管理系统。