开展河流生态廊道建设 推动水环境治理技术创新

——京津冀区域水污染控制与治理综合调控取得示范性成果

京津冀地区是我国环渤海经济地带的中心区域,也是全国经济发展的第三增长极,但区域水资源极度短缺、水环境污染程度全国最重、首都圈发展需求与区域资源环境承载力先天不足矛盾突出。

2015年,京津冀协同发展上升为国家重大战略,为助力京津冀协同发展战略在生态环境保护领域率先实现突破,"十三五"期间,水体污染控制与治理科技重大专项(以下简称"水专项")在"十一五"十大流域、"十二五"三河三湖任务布局基础上,设置了京津冀区域水污染控制与治理成套技术综合调控示范标志性成果,为立足解决区域协同发展面临的重大水问题提供创新引领和科技支撑。

目标愿景

现实需求:生态环境问题严重,成为首都圈发展突出短板

在国家战略需求方面,一是首都圈发展需求与区域资源环境承载力先天不足矛盾突出,

京津冀区域是我国资源环境与社会经济发展矛盾最尖锐的区域,自然资源禀赋极度短缺,成为首都经济圈持续发展的突出短板。二是国家级重大战略工程实施对区域生态环境提出更高要求,京津冀区域是我国改革创新需求最大的区域,对国家级重大战略及工程实施的支撑能力有待持续提升。

在生态环境保护需求方面,京津冀区域水生态环境问题突出。一是区域水资源极度匮乏导致水生态系统接近崩溃,"有河皆干"现象突出,生态系统破损严重。连续多年,京津冀水资源总量仅占全国约0.5%。河湖水系连通性被破坏,水生态系统难以维系。二是区域水环境污染程度为全国最重,"有水皆污"问题明显。京津冀区域所在海河流域是我国水污染最严重的流域,因天然径流缺乏,再生水成为地表水体主要补给来源

河流生态廊道建设:建立技术体系,开展生态文明探索

围绕人水和谐,以让群众拥有更强生态环境获得感和幸福感为目标,按照山水林田湖草沙系统治理、"三水"统筹、治理体系与管理体系结合的研究思路,水专项研究组提出了"三廊、三区和三城"的"三、三、三"研究任务战略布局,与京津冀协同发展先行启动区"一核、双城、三轴、四区、多节点"的功能布局高度重合,形成"一河贯通、双翼齐飞、一区分三片、三廊连三城"的任务部署。

专项布局以永定河、北运河、白洋淀—大清河三条廊道为主线,跨越京津冀协同发展的西部生态涵养区、中部核心功能区、东部滨海发展区三个片区,连接北京、天津和雄安三个重大节点城市;任务设置突出北京城市副中心和雄安新区规划建设的环境科技需求,聚焦冬奥会、世园会等重大活动的水生态环境保障要求,体现出国家专项对国家重大战略的响应和科技支撑。

水专项立足京津冀区域特点,综合应用河流景观生态学、环境科学、水文学、生态学的原理和方法,按照"山水林田湖草沙"系统治理思路和河流近自然恢复的理念(NBS),从"景观格局构建-水资源保障-水环境安全-水生态修复"角度,提出河流生态廊道理念和构建技术框架,并应用于永定河、北运河、白洋淀-大清河流域,提升京津冀区域水生态环境治理的系统性、整体性、协同性,实现"三水统筹",支撑打通"水陆统筹"" 陆海统筹"的技术瓶颈,探索京津冀区域生态文明建设的新模式。。

技术体系由污染物超净排放技术体系和水生态环境管理技术体系组成

超净排放技术体系是针对北方以再生水为主要补给源河流水质难以达标的瓶颈问题,突破了满足现实和未来需求相连接的高标准处理技术,形成超越排放标准与水质功能区相衔接的、经济技术可行的净化处理技术系统,实现国家水环境质量管理目标,解决了京津冀重点河流稳定达标和水资源有效补给的难题,包括京津冀城市污水高标准处理成套技术、滨海工业带水环境负荷零增长和安全排放成套技术等。水生态环境管理技术体系则针对北方生态系统严重退化河流生态廊道构建的难点问题,首次从流域尺度提出"格局优化、水质安全、生态流量"三位一体的流域生态廊道构建成套技术,为大尺度复杂流域水环境、水资源、景观格局综合管理提供了新的思路,支撑河流生态廊道生态系统稳定维持和生态功能提升。

工程示范

永定河生态廊道重构技术与综合示范

永定河是串联京津冀地区的生态大动脉,加快永定河绿色生态河流廊道建设已作为国家战略得到各方高度关注。2016年12月印发的《永定河综合治理与生态修复总体方案》中,明确提出永定河流域综合治理目标:逐步将永定河恢复为"流动的河、绿色的河、清洁的河、安全的河"。 围绕国家重大战略需求,针对永定河流域水资源极度匮乏、水生态系统严重退化、水质不稳定达标的问题,统筹流域水资源、水环境、水生态的管理和治理,形成永定河生态廊道重构技术体系,建设12项污染治理和湿地示范工程,产出了如下标志性成果:

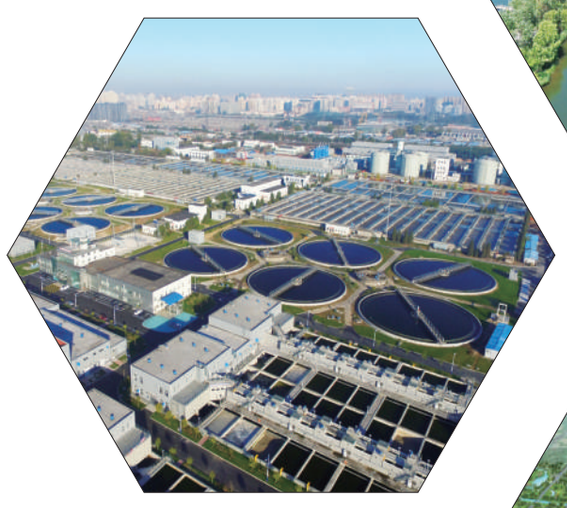
一是突破生态空间优化与水源生态涵养、流域水资源统一优化配置与调控、多水源水质水量联合调度等技术瓶颈,形成以河流为主轴的"点-线-网-面"结构的生态廊道网络,提升永定河上游水源涵养功能,破解了北方水资源严重短缺地区生态水量保障技术难题,支撑"流动的河"目标实现。到2021年9月,永定河实现了自1996年以来的首次全线通水。

二是精细管控河流水质和污染物排放,集成流域水质目标精细化管理、微污染水体净化技术和低温河道仿自然梯级湿地氮磷削减技术,保障官厅水库水质稳定达标,保障了2019年世园会和2022年冬奥会高标准赛事的高品质水质需求,实现世园会周边8公里"枯河"重现清流,支撑永定河"清洁的河"治理目标。

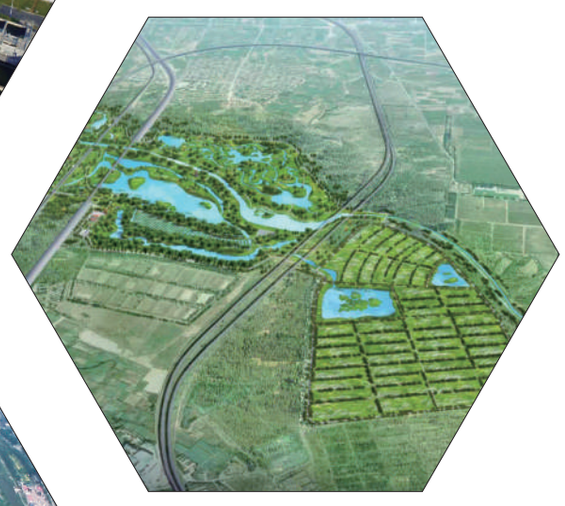
三是在永定河流域构建"上游山地森林水源涵养景观、中游丘陵盆地农业观光景观、下游平原都市亲水景观"三大特色景观群;并围绕关键生态节点,创新山地适应性修复、低温湿地水质净化、断流河段绿色生境重建等技术。在官厅水库建设低温湿地,有效改善官厅入库水质;在永定河平原南段形成60.7公里沙质断流河段生态廊道贯通;新首钢节点的五湖一线形成水面180平方公里,支撑永定河"绿色的河"目标实现。

◀ 龙河湿地

▶ 孝义河河口湿地水质净化工程(白洋淀河大型湿地)



◀ 高碑店污水处理厂



▶ 官厅八号桥湿地

◀ 天津塘沽污水处理厂

▶ 妫水河三里河湿地

北运河生态廊道修复综合示范

针对北运河流域内污染物超量排放、再生水出水水质难以满足水环境功能需求、人口增加和经济发展给流域水环境带来沉重压力等问题,以水质改善为主、兼顾水生态修复为总目标,开发治理与管理统筹、水陆统筹、陆海统筹的北运河生态廊道重构技术模式,通过在北运河典型区域开展综合调控示范,助力北运河流域水环境稳步提升、水生态功能持续向好。

一是系统开发碳源高效利用、A_2O工艺提质增效、臭氧氧化、碳(磷)高效浓缩分离和反硝化耦合厌氧氨氧化等高品质再生水生产技术,支撑了北京和天津160余座污水处理厂群建设,保障每年超20亿方污水高标准处理和再生回用。

二是开展生态清洁小流域建设与城乡面源污染防治综合技术综合示范,构建北京城市副中心水污染防治体系,助力"蓝绿交织、水城共融"目标实现。

三是探索河道生态修复技术模式,保障河流空间结构和生态功能。

四是治理与管理技术统筹、陆海统筹,保障滨海工业带产业绿色发展和环境质量,首次实现对产业复合区混合污水的高标准排放,助力构建滨海先进制造业基地高质量发展。

白洋淀—大清河生态廊道贯通综合示范

白洋淀-大清河生态廊道构建,贯彻落实习近平总书记"建设雄安新区,必须把白洋淀修复好、保护好"指示精神,统筹山水林田淀海系统治理,突破技术瓶颈,构建并贯通了白洋淀-大清河生态廊道。实现"修复一片淀泊、支撑一座新城、管控一个流域、贯通一条廊道",有力支撑了白洋淀生态环境保护规划阶段目标实现:

一是修复一片淀泊。突破梯级近自然湿地修复、精准生态清淤、淀区水动力提升技术瓶颈,建设6.34平方公里大规模近自然湿地系统,实现了每年1.5亿立方米以上城市尾水全收集、全处理和全补给,实现淀区水生态环境质量整体提升,淀区水质达十年来最好水平。

二是支撑一座新城。突破多重约束条件下新型城市水系统构建的规划建设技术,提出新型城市水系统构建的雄安模式和雄安标准,引领未来城市水系统构建。

三是管控一个流域。深化流域四级分区精细化水质目标管理,推动"三线一单"成果落地,提出生态补水方案和长效机制,保障白洋淀生态补水和下泄生态水量。

四是贯通一条廊道。优化生态脆弱型河流生态廊道构建指标体系,构建"五区十源三轴"大清河流域生态廊道格局,建设宽河槽生态改善示范区3平方公里,实现了鸟类生境改善和河岸带生态修复,打通独流减河入海通道。

京津冀地下水改善:构建污染修复与风险防控体系,提升监管水平

"十三五"期间,水专项在京津冀地区构建了地下水污染修复和风险管控技术框架体系,提出了京津冀地下水污染防控与修复建议,支撑京津冀地下水污染防治与修复技术工程化实施,提升京津冀地下水环境安全监管水平。

地下水回补是系统解决城市供水安全、恢复水源地开采能力、改善地下水环境的有效措施。基于京津冀地下水资源严重亏损、地下水环境风险日益加剧的现状,突破地下水源地回补适宜性评价、回补水-地下水联合调控等关键技术,科学划定适宜回补区,明确地下水环境风险,建立回补全过程的风险管控技术与监控体系。

为贯彻落实"水十条"及"土十条"、京津冀协同发展等国家重大战略和计划战略任务,有效提升京津冀地区地下水污染综合防治技术水平,针对京津冀地下水污染底数不清、机制不明、缺少适宜于京津冀平原区的地下水防治技术等问题,研发了精准识别-监控预警-分级防治的成套技术,主要包括京津冀地下水污染精准识别与评价技术、地下水污染自动监测技术和京津冀地下水污染分级防治技术等三项关键技术,为系统谋划"十四五"规划编制提供了重要的科学依据。

成果实现

综合应用成效显著,取得深远影响

河流生态廊道理念和管理与治理技术体系逐渐完善并得以大规模推广应用。首先是创新提出河流生态廊道构建方法并不断完善,其次提升了京津冀区域一体化水环境管理能力,促进了流域水环境治理的技术创新。

三条廊道综合示范取得重大实施成效与深远影响。永定河近40年首次全线通水,通过流域水资源和景观生态流的循环贯通,实现永定河流域的生态廊道重构,恢复永定河山地受损生态系统;北运河流域首次实现污水大规模高标准处理和再生回用,支撑北京城市副中心建设,助力京津两地全面消除黑臭水体;支撑了雄安新区生态环境保护规划编制与实施,入淀河流主要水质指标明显提升,实现白洋淀淀内主要考核断面水质达到地表水Ⅲ类-Ⅳ类标准;突破了天津滨海工业带水质目标精细化管理和工业园区废污水高标准排放技术瓶颈,有效改善天津滨海工业带地表水和近岸海域水环境质量,助力渤海综合治理攻坚战。

区域水环境总体大幅提升

总体来说,京津冀地区水环境治理体系和治理能力得到了大幅提升。健全了水生态环境标准规范体系,建成了一批水生态环境管理创新平台,培养了一批水生态环境保护领域创新人才。未来还需进一步加强京津冀区域的流域统筹和一体化管理技术体系的发展与实践,加强京津冀区域城市面源污染的全面管控,精准实施京津冀地下水防治管控工作。

本版撰稿

童克难 何佩佩
王凯军 韩薇(清华大学)
周俊丽 刘玥 刘泉利 王乐(中国环境科学研究院)

本报地址:北京市东城区广渠门内大街16号 邮编:100062 电话:67194786(总编室) 67113790(广告部) 67113791(发行部) 广告经营许可证:京东工商广字第8048号 零售:1.50元 年价:390元 印刷:人民日报印刷厂(地址:北京市朝阳区东五环王四营乡孛罗营村)