

聚焦“十三五”开局 推动环境质量持续改善

技术集成示范引导流域水体还清

——水专项“海河北系(北京段)河流水质改善集成技术与综合示范”课题综述

◆刘晓星

怎样才能治好一条频发洪水的黄河?大禹治水的典故教育我们,疏重于围堵,治水讲究智慧;怎样才能治好一片遭到污染的海河?水专项的科学研究指引我们,集成胜于单一,治水讲究系统。

北运河(北京段)属于海河北系,发源于燕山南麓关沟河,自北向南流至北京市通州区牛屯出北京界,是北京市五大水系中唯一发源于北京且干流常年有水的河流。共有清河、通惠河、凉水河等13条一级支流,总长度达300公里,流域面积4423平方公里,承担着北京中心城区90%的排水任务。

自2008年奥运会以来,北运河水系成为北京市人大连续重点督办治理的对象,这对于北运河流域内河流水质提高、生态环境改善起到了决定性作用。随着北京市社会经济的快速发展,全市“十二五”末已新增常住人口209万人。一方面,城市建设规模不断扩大、首都经济快速发展、人口持续增长和生活水平不断提高带来了污染物排放量的增加;而另一方面,相对于城市建设、经济发展和人口增长,北京市污水处理厂和截污设施建设显得相对滞后,这导致了进入“十二五”初期,排入北运河流域的污染物总量不断增加,流域生态环境恶化趋势得不到有效遏制。

随着国家重大战略文件《京津冀协同发展纲要》的审议通过和不断推进,北运河水系污染已成为影响和制约首都生态文明发展、北京城市副中心生态建设和京津冀核心区水质根本转变的关键制约因素。由于流域面积大、人口集中、城市化水平高、农业生产发达,造成北运河流域内污染

物排放量远远超过环境容量,河流水质污染严重,基本为劣V类水体,历年平均达标率不到20%,在北京市五大水系中水质最差。根据北京市环境状况公报(2012年),北运河流域劣V类水质河流长度占监测总长度的比例在75%左右。北运河流域的污染现状和特征在海河流域甚至北方干旱地区普遍存在,在海河流域极度缺水的大背景下,面对缺乏清洁地表水补充,而以直排污水、污水处理厂退水和雨洪水等非传统水源补给为主的河流水系,要想实现流域水体的全面改善达标极其困难。

正是在面临如此严峻的水污染现状挑战下,水专项“海河北系(北京段)河流水质改善集成技术与综合示范”(2012ZX07203-001)课题负责人、北京市水科学技术研究院李其军教授带领“非常规水源水污染控制与治理技术创新团队”,选择北运河(北京段)全流域,发挥集成创新、工程实践与综合示范的优势,同步开展地方标准制定、规划政策支撑和区域补偿制度设计。

通过对流域水环境问题的综合诊断,李其军教授采用“一河一策”的河流污染物排放总量控制治理思路,分别从政策制度设计和工程技术两手发力,形成基于水质目标管理的流域水环境总体治理方案:一方面,制订北运河流域总量控制和污染减排方案及管理政策,推动并支撑了北京市水污染控制和水环境管理系列标准、规范和政策机制出台,支撑北京市有关规划和管理行动实施,形成了属地政府水环境管理的约束和激励机制;另一方面,构建了非常规水源补给型河流污染控制与水生态修复技术体系并综合示范,解决了满足北京市水污染排放标准的难点并建立规模化示范工程,引导支撑了一系列流域水环境治理工程同步建设。

艺中试研究,完成了示范工程的建设及试运行,实现了再生水厂出水水质稳定达标,推动了膜法深度处理技术广泛应用于北京市多项再生水厂建设工程,支撑了《北京市加快污水处理和再生水利用设施建设三年行动方案(2013~2015年)》的顺利完成。

面向乡镇污水处理设施出水难以达标的技术难题,课题提出了流域新建乡镇污水深度资源化技术方案。在现有生物膜法和接触氧化法的基础上,课题开展了多点进水强化脱氮生物膜反应器技术研究,构建低溶氧区/高溶氧区多级交替环境,优选填料使其形成好氧/缺氧/厌氧微环境,强化了脱氮效果和有机物去除,有效控制了乡镇污水处理设施的投资和运行成本。通过工程示范,该技术成果体现出启动周期短、处理效率高、抗冲击负荷强、系统折旧费低、运行管理简便等特点。目前,该成果已在生态涵养区污水处理工程及中心城区多个分散污水处理设施建设中得到应用推广,提高了当地水资源的利用效率,降低了流域水环境污染负荷。

为阻断污水直排入河、应急改善水环境,课题研发的固定化微生物技术已应用到清河小口污水处理站临时应急改造工程中,出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级B设计标准;厌氧-好氧耦合生物滤池技术已应用到通州区张家湾镇何各庄污水处理站、通州新城生活核心区土桥污水处理站、通州区张家湾镇牛堡屯中街村污水处理工程、通州区张家湾镇西定福庄工程设计中;自主研发的厌氧小管反应器实现标准化生产,后续与跌水曝气或人工湿地等结合,出水水质可进一步降低。

课题自主研发的专利装置在综合示范区内得到了充分的应用。水面净水器、人工净水草等装置在北运河流域内水体以及应用的河湖水域的改善工程中得到了广泛应用;厌氧-好氧耦



东森科技城河道生态修复与湿地景观

污染物总量控制技术为流域水环境目标管理提供科技支撑

北运河流域(北京段)主要涉及北京市东城、西城、通州、海淀、朝阳、丰台、石景山、大兴、昌平和顺义等10个区,流域内人口占全市人口的70%以上,GDP占全市80%以上,是北京市人口最集中、产业最聚集、城市化水平最高的流域,同时也是北京市农业生产的重要流域。

经调查,北运河流域内各类污染源COD总排放量占北京市COD排放总量的首位。以2013年为例,北运河流域中COD主要来源于居民生活污水和集中式污水处理厂退水等生活污水,约占60.3%,其次为农业污染,主要包括畜禽养殖和农业种植,约占37.1%。这两类污染源COD排放量占全流域各类污染COD排放总量的比例超过了95%。生活污水一般是通过排入沟渠和集中式污水排放等方式直接或间接地增加入河污染物总量,对流域水环境造成污染。农业污染的特点是分布散且规模不大,主要是通过大量高浓度的养殖污水直接排入河道和施用化肥农药的农业面源污染排放,加剧对水环境的污染。

虽然流域内大部分污水已经得到处理,但是处理后的污水COD浓度仍有30mg/L~60mg/L,它们最终仍然入河,且其水量大,使得入河污染物总量很大。伴随着流域经济总量的快速增加,污染物排放量还将持续增加,将加大北运河流域水环境改善的难度。

课题组介绍说,水专项“海河北系(北京段)河流水质改善集成技术与综合示范”课题通过研究流域水环境目标管理支撑技术,形成了流域污染物总量分配方案和污染物减排策略,为两项最严格地方标准《城镇污水处理厂水污染物排放标准》(DB11/

890-2012)和《水污染物综合排放标准》(DB 11/307-2013)的出台提供了技术支撑,也为流域水质综合改善提供了理论依据。

在课题的支撑下,形成了基于水环境质量的污染物总量控制成套技术,完成了北运河流域(北京段)水环境容量测算、水环境质量一排放定量关系识别、水体主要污染物减排策略及技术方案优选等工作。根据项目成果,课题制定并于2014年经北京市人民政府办公厅发布《北京市水环境区域补偿办法(试行)》(京政办发[2014]57号),明确了补偿金的核算标准。自2015年1月1日开始实行以来,该办法打破了以往北京市区污水治理“大锅饭”的局面,调动了各区县污水治理的积极性,形成了流域上下游配合、各区协同治水的新局面。经过一年多的实施,北京市已建立了水环境区域补偿长效机制,有力落实了各区属地政府水环境治理的行政责任。2016年7月,北京市市长王安顺作出重要批示,充分肯定“创新制度和机制是解决问题的途径”,并提倡“其他部门学习借鉴这种创新精神”。

基于水专项成果,课题组进一步对《北京市城市总体规划(2004~2020)》提出了修订意见。通过调查明确北运河流域污染排放状况,对该规划中2020年、2030年水质改善目标进行了修订。从北运河流域(北京段)水环境容量出发,科学测算了达到2020年、2030年水质改善目标所需的治污措施和对策,提出“推动实施区域总量管理和流域总量管理相结合”的治污策略,确定了2020年全市畜禽养殖规模和化肥施用量等农业污染治理方案,倡导了加快建设农村污水收集、处理设施,逐步提高农村污水处理设施运行率,推动改善农村水环境质量状况等农村污染治理方针。

流域污水处理厂升级改造与深度处理资源化让再生水水质持续改善

针对北运河流域(北京段)城镇污水处理厂处理效率低,出水水质亟待提升的现状和要求,课题分别攻克了城镇污水处理厂升级改造技术和新建城镇污水处理厂污水深度处理与资源化关键技术。

工艺方案的优缺点,课题组开展了微气泡及纯氧曝气技术、固定化微生物技术、A²O-MBR组合、厌氧-好氧耦合、臭氧及催化臭氧氧化等工艺的优化组合研究,提出了针对不同污水类型污水处理工艺的流域典型城镇污水处理厂升级改造技术方案。结合再生水厂提标改造组合工



农业种植面源减排——青贮玉米缓释肥肥田播

农业种植面源污染生态调控成套技术与管理模式体现因地制宜

化肥农药面源污染源头减量控制技术是减轻农业种植面源污染的有效措施之一。北京市在农业面源污染防治方面做了大量富有成效的工作,但尚存在一些问题。针对流域内农业面源污染底数不清、技术系统性不足等问题,本课题开展了农业面源特征调查研究,研发并集成了农业种植“产前一产中一产后”节肥节药综合防控技术,提出了农业种植面源污染综合防控管理措施与政策建议。

课题组向记者介绍,课题研发并集成测土配方施肥、水肥一体化、有机肥替代化肥等农作物化肥减量施肥技术以及辣椒素棚室消毒、高效精准施药、植株残体无害化处理等病虫害生态控制技术,形成北运河流域节肥

合生物滤池及生化小管反应器专利装置主要针对生活污水低碳高氮磷、含部分难降解有机物的水质特点和城镇污水处理厂处理率、出水水质均有待提高的现实问题进行开发研究,可应用于高品质再生水厂的建设及现有城镇污水处理厂升级改造工程中。据了解,本项目研发的技术以消减水中的污染物及有毒有害物质为重要技术目标,装备大批投入使用,将直接促进使用地的污染物减排、补水质净化。

对此,课题组向记者介绍说,本课题对于促进流域城乡水环境污染物的削减,提高“十二五”期间流域水污染治理投入的综合实效,提升区域范围内的城镇、农村环境状况,加强城镇水循环系统科学化、改善水体质量和带动区域社会环境的协调发展具有积极意义。



农业种植面源减排——青贮玉米缓释肥肥田播

非常规水源补给型河流生态修复成套技术实现生态系统良性循环

针对海河北系(北京段)不同河流水资源量和水生态环境差异,课题组基于生态需水量研究提出了包括调水水量、水质净化和输水路线的水资源调配总体方案,开展了水资源调配区湿地构建、水生态维护技术方案和受水区水质稳定技术研究,建立了河道湿地构建及植物-鱼类-贝类群落生态维护技术等非常规水源补给型河流生态修复成套技术。根据河前河道水文、地形条件,综合集成多功能生态浮床原位水质改善、旁路循环净化、生境构建、生物群落恢复及维护等技术,促进河道水质改善及水生生物群落快速修复,有效提升了深水区立体生态浮床、为水禽、水生动物提供了良好栖息环境,形成多样、相对稳定的河道水生态系统。

课题研发的太阳能提水曝气机在推广应用过程中,根据种植作物及不同种植茬口,可选择各单项适宜技术进行集成组装应用。该项技术在北运河(北京段)流域14个农业种植面源污染防控示范基地应用推广,应用面积1.05万亩,技术推广面积达14.3万亩,可实现亩均减少化学肥料投入25%~30%,减少化学农药投入40%,亩均节支增收近800元,生态效益、经济效益显著。

利用太阳能曝气潜流湿地/河道边滩湿地与河道水体构成塘-湿地系统,对河道水体进行旁路循环净化,有效提升了河道及边滩的净化效率。示范工程湿地植物均以本地植物为主,鱼类以滤食性鱼类为主,贝类以河蚌

有机肥等综合利用的治理模式,解决养殖集中区域畜禽粪污污染难题。运行期间,按照有机肥料厂的操作规程,规范有机肥料厂的生产活动,同时对北郎中有机肥料厂的生产以及4家养殖场的购料均进行了记录,监测结果显示,总体示范模式运行情况良好。

第三方评估结果显示,示范区的畜禽粪污污染治理模式与传统的“厌氧+沼液沼渣还田模式”、“有机肥+污水储存模式”两种分散处理模式相比,可分别节省投资28.9%和45.6%,运行成本均可节省18%,示范模式的经济效益远优于传统分散处理模式。通过示范应用建立的“粪便收集-集中处理-综合利用”的运行模式,突破了单个养殖场和传统处理模式的瓶颈问题,有效解决了示范区畜禽养殖场以往畜禽粪堆乱放、冬季无法还田等问题,不但给北运河流域(北京段)畜禽粪污集中区域污染治理提供了重要的思路和参考,而且对畜禽粪污污染防治也提供了重要的思路。

在农业种植生产过程中,蔬菜、瓜果等农作物生产肥料、农药投入不合理,造成部分农作物化肥、农药过量施用,加剧了局部区域的农业面源污染。课题组提出,可以在农作物种植过程中,调整养分投入与配比,减少化学养分投入;同时,利用新型生物农药、高效精准施药,减少化学农药投入,从源头控制种植面源污染负荷。

畜禽粪污综合治理技术体系和管理示范模式于2014年5月正式运行。示范地点选择以北郎中有机肥料厂为中心,辐射周边4家养殖场,通过建立畜禽粪便收集-集中处理-生产

为主,水质净化技术成熟可靠,系统优化配置经验丰富,在低污染流域水环境质量改善与生态修复方面具备集成技术推广和关键技术产业化的基本条件。基于该项研究成果,将建设北京未来科技城河道湿地生态修复示范工程,湿地面积超过9.7万平方米。以表流湿地和潜流湿地为主要形式,工程分别在老河湾构建了多处深潭和浅滩,对局部水域彻底清淤后,大面积布设了多功能立体式太阳能曝气生态浮床,强化对河道湿地水域水体污染物的净化效果,提高了河流生态修复能力;通过优化种植挺水植物和沉水植物、放养滤食性鱼类等人工干预措施,重建由沉水植物、挺水植物和水生动物组成的水生生态系统,形成主河道与旁路湿地交互作用、循环联通的净化体系与生态交互区,充分激活了健康水生生态系统所具有的良好自净和调控能力。工程建成后,示范水面面积合计28.6万m²,总蓄水量约41万m³,COD削减量可达255吨/年,保持了景观水系主要水质指标满足地表水IV类标准,极大地恢复了河道的水生生态系统,提高了水生生物多样性。

通过推广,该技术即将应用于北京市昌平区“十三五”重点湿地公园建设项目,打造具备高景观环境调节功能和高生态服务价值的区域化载体,有望进一步提高流域生态环境质量。

结语

海河流域在“十二五”期间按照“控源减排”、“减负修复”和“综合调控”的步骤,建成了北运河(北京段)河流水质改善成套整装技术集成综合示范区,为《水污染防治行动计划》和《北京市进一步加快污水处理和再生水利用设施建设三年行动方案(2016年7月~2019年6月)》的实施提供了强有力的科技支撑,较好地完成了阶段性任务和目标,提升了本领域的科技创新能力,为后期水专项的

畜禽养殖污染综合治理技术体系和管理模式破解行业难题

北运河流域(北京段)畜禽养殖的显著特点是养殖场呈明显的集中分布规律,畜禽粪便土地承载压力大;同

时,养殖疏散的地区又缺少有机肥。在采访中,记者了解到,破解这一难题的最好方式是建立有机肥厂,考虑到