

京津走廊明珠如何重现光彩?

——水专项相关课题为廊坊水环境综合整治提供全方位解决方案

中共中央政治局2015年4月30日召开会议,审议通过了《京津冀协同发展规划纲要》,明确了以“一核、双城、三轴、四区、多节点”为骨架。其中,河北省廊坊市地处北京、天津“双城”之间、京津发展主轴之上,全域处于中部核心功能区。

京津冀协同发展,生态环境要先行。《廊坊市城市总体规划(2016~2030)》提出了廊坊市定位为经济发达、功能高端、环境优美、品质一流、特色鲜明的具有一定国际影响力的区域性中心城市;提出以水兴城,提升城市整体形象,增强市民获得感等目标。

作为典型的北方缺水城市,当前廊坊在水资源、水环境、水生态等方面存在一系列严峻挑战。为有效提升廊坊市整体水环境水生态质量,国家及地方政府进行了全面规划,相关工作的推进也提出了均衡水资源空间格局,持续改善水环境质量、有效推进水生态及景观恢复等一系列科技支撑需求。

水系连通与水资源优化配置 有效保障全域水资源空间均衡

构建多水源多要素水资源优化配置模型,形成基于河流健康评估的水资源配置与调控方案

针对廊坊市水资源极度匮乏问题,项目统筹考虑社会经济消耗性利用水资源过程和生态用水需求,并基于自然-社会二元水循环模式,研发了基于多目标决策分析与优化模拟的水资源量水质多要素水资源优化配置与调控模型。

同时,通过三次平衡分析,形成了廊坊市宽口径、多尺度、跨区域的综合性空间均衡水资源基础格局解决方案。以此为基础,考虑水文、水质、地貌、生物及社会经济等方面,构建了包括6类、36项调控措施的水资源调控技术体系,形成了基于河流健康评估的水资源配置与调控方案。该方案涵盖空间均衡水资源基础格局解决方案、河渠塘淀水网水系连通布局方案、区域水污染负荷总量顶层管控方案,以实现空间有水、河渠畅通、环境优美、河流健康的水生态修复与保护目标。

研发平原河网水系连通度定量评价技术,形成水系连通优选方案

针对廊坊市地表水资源调蓄能力不足的问题,以提高水系调蓄能力、改善水循环能力为出发点,考虑河渠密布、坑塘洼淀众多等特点,通过连通元素提取识别与河网图模型构建,研发平原河网水系连通度定量评价技术;以廊坊市域主要的10条行洪河道、10条骨干排沥河道为骨架,通过河道、人工沟渠连通,实现了廊坊市区域河网水系的连通,增加了水循环动力,提升了河流水体自净能力,达到改善水环境、提升蓄水能力的目的。基于水资源配置、蓄水与防洪减灾、生态保护修复与景观提升目标需求,选取5项评价指标,基于

为此,水专项京津冀板块设置了“京津冀南部功能拓展区廊坊水环境综合整治技术与综合示范”项目,参加单位包括清华大学、中持水务股份有限公司、中国水利水电科学研究院、北京金国环清华环境工程设计研究院有限公司、北京中源创能工程技术有限公司、北京东方利禾景观设计有限公司、水利部海河水利委员会科技咨询中心等。项目组针对廊坊市水环境水生态问题,创新多水源水质水量优化调控;研发污水处理厂精细化智能运行技术,实现高标准污水量联合调度平台,为永定河泛区年收水量不少于2000万m³提供支撑。

多目标决策分析建立水系连通方案优选技术,提出总体布局优选方案。建设区域水网多功能单元水质水量联合调度平台,为永定河泛区年收水量不少于2000万m³提供支撑

基于永定河泛区收水2000万m³的多水源保障目标,按照“深入强化区域节水,充分利用过境水,加大利用非常规水,合理利用外调水”的原则,系统研究分析永定河泛区保障生态修复水量的可能水源及供水时机,计算了现状基准年入泛区水量;依据2019年实测资料,建立了永定河泛区水资源调配模型,确定了可入泛区水量,确定了收水点位置,研究提出了水量监测方案。根据主干河、河渠支流、坑塘湿地等所构成的区域水网的特征,基于“时”(枯水期、平水期、丰水期)、“空”(水库、闸坝、河道、坑塘湿地的调蓄能力)因素,集成河网水动力学、水质模拟等模型技术,项目建立了以闸坝群调度为核心的区域水网水质水量联合调度模型,形成了以防洪安全为基础、以保障生态需水为目标、以分质水资源优化调配为重点,以闸坝群调度为核心的区域水网水质水量联合调度优化方案,并采用现代科技和信息化等手段,构建了包括感知层、交互层以及数据库、模型库、知识库的“三库三层”区域水网水质水量联合调度平台。这一平台通过接入廊坊市安次区水利局的防汛预警系统,实现水位监测信息管理、水位智能预警管理、综合调度决策支持等功能,为水利局汛期防汛调度决策提供了技术支撑。

项目经过机理研究、模型研发、示范应用,形成了区域水网水资源优化配置与调控方案,“多水源-多目标-多情景”的区域水网多功能单元水质水量联合调度技术,为保障实现永定河泛区年收水量不少于2000万m³提供了支撑。

维护、设备占地小、布置灵活、资源化、出水水质优、与周边环境协调统一等需求,其技术优势具体表现在以下方面:

集中设备占地不到2m²,占地小,便于选址,安装灵活;设备地理,解决冬季防冻问题;整体美观,与周边环境协调;

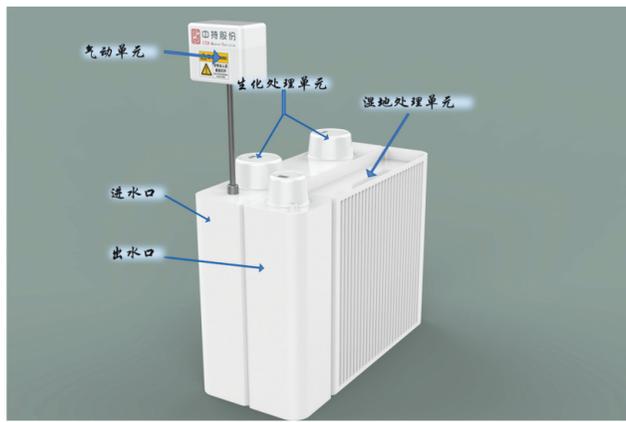
设备操作简单,整套设备一个按钮启停,动力设备仅包含一台小功率气泵,即可实现曝气、气提回流、气提出水等功能。出水气提控制也仅需一个按钮,大大降低设备操作难度,便于农户上手;

无需人员值守,无需专业技术人员维护,运营费用主要集中在电费和定期对调节池、沉淀池沉积物进行抽

吸的费用,设备低能耗,3天~4天1度电,总体运营成本低,且无需专业人员运维;

工艺采用微氧+人工湿地,微氧净化水中有机物、氮等污染物,人工湿地进一步提升水质,实现较优质的出水;与此同时,设备在出水段,设置气提出水,可提出地面以上30cm,农户可接出水用于浇花、降尘等资源利用;

相比集中收集处理模式下管网埋深大、管网长、施工难度大等问题,户用型农村生活污水分散处理设备配套管网一般较短,同时建设形式灵活,针对有管网和无管网不同情况均可布置;工艺和设备结构进行集约化设计,建设成本较低。



农村污水分散处理设备构造图

户用分散处理技术为农村污水治理模式提供新思路,示范成效显著

分散治理模式是农村生活污水重要的模式之一,但此前农村污水的治理实践多采用集中模式,分散治理模式的研究及实践较少。水专项课题在户用型农村生活污水分散处理技术方面的研究及示范弥补了这一缺口,为农村生活污水治理模式提供了新的选择。

当前,户用型农村生活污水分散处理技术已在河北省廊坊市龙河、永定河相关治理工程中开展了示范应用,示范户数超过2000户。

通过沿线分散农村污水治理设备建设、运行,村庄污水随意排放现象得到改善,为流域水环境改善提供了有力保障。

通过实践示范证明,户用型农村生活污水分散处理技术作为农村污水重要的治理技术选择,适合分散、管网敷设难度大等村庄的污水收集处理,从源头实现农村污水的污染控制,实现资源利用,减少面源污染,支撑河道水质改善,具有直接的社会效益、环境效益和生态效益,具备大规模推广应用的条件。



农村污水分散处理技术示范推广区域

污水处理厂精细化运行,降耗提效保水质

近年来,廊坊地区污水处理厂逐步开始执行北京市《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)B类排放标准,高排放标准造成污水厂工艺复杂,运行管理难度增加,运行成本显著增高。针对上述问题,项目组选取廊坊市凯发新泉污水处理厂和铁路北污水处理厂为典型,开展城市污水处理厂精细化生产运行管理系统,建成示范工程,促进生产管理模式的创新,提升经营水平,降低运行成本,提高生产运行效率,保障出水稳定达标排放,为廊坊市环城水系提供优质的再生水补充水源。

建成污水处理厂精细化智能运行平台

传统污水处理厂的运行管理方式比较粗放,智能化、信息化水平较低,日常的生产调试和相关参数的调整主要依靠人工经验来操作,对于电耗和药耗难以实现精细化的管理。基于此,项目组在廊坊市城区凯发新泉污水处理厂和铁路北污水处理厂开展了精细化智能运行技术研究,主要研究污水处理厂精细化生产运行管理系统,包括生产运行数据系统、生产运行报表管理系统、运行管理精细化管理系统、智能移动管理APP等功能模块,形成污水处理厂精细化智能运行平台,以实现全面掌控生产运行大数据的目标。在此基础上开发污水处理厂进出水质、工艺运行参数、出水排放限值等的数据库和智能预警系统,建立应急响应机制;开发污

水处理厂故障诊断专家系统,建立专家知识库与故障分析树,对异常情况进行故障诊断与分析,给出解决办法,促进污水厂生产运行的智能化水平,保障出水稳定达标。

通过智能加药控制、MBR膜智能控制系统及曝气优化控制模型等,降低电耗药耗等成本

对于污水处理厂而言,运行成本占比较高的是电耗和药耗。为尽可能降低生产成本,实现精细化运行,首先建立了污水处理厂智能加药控制系统,通过智能算法首先进行药剂优选,在此基础上结合水厂的进出水水质和过程运行数据,实现碳源、除磷药剂和污泥脱水药剂的精准投加,并可根据实时水质数据进行出水水质预测,在保证出水水质达标的前提下可减少药剂费用。其次,建立了MBR膜智能控制系统,结合活性污泥浓度、MBR膜的跨膜压力和膜通量等参数,实现高效、精准地膜增效剂投加,以增加MBR膜的通量,减少膜清洗次数,提高产水量,延长膜组件的使用寿命,降低膜清洗的药剂费用和生产电耗。与此同时,通过分析进出水的水质、水量、运行过程参数,建立污水厂曝气优化控制模型,可在保证出水达标的前提下节省电费。

污水处理厂精细化智能运行技术的应用,可将执行京标B排放标准的高标准污水处理厂运行电耗、药耗降低20%以上,同时提高污水厂出水水质的稳定性,延长设备使用寿命,提高污水厂的管理水平。



污水处理厂精细化运行平台

采用人工与自然相结合的湿地技术,水质与景观双提升

近年来,廊坊市龙河、老龙河的水资源严重不足、自净能力差、淤积严重和景观缺失等问题日益凸显,已不能满足国控断面和市控断面的水质考核要求,以及周边生态景观需求和水资源利用需求。课题组针对这些问题,以龙河、老龙河为治理目标,研究物化强化处理技术和多级潜流-表流复合湿地净化技术;以人工湿地工程为主要技术手段,结合自然河道景观,实施龙河及老龙河水环境综合治理工程,取得了水质与生态景观双提升的显著成效。

预处理加组合湿地工艺,保障湿地系统稳定持续运行,降低运行成本

龙河人工湿地位于廊坊市安次区龙河下游段,东张务防洪闸至龙河出境断面处,占地面积160余亩,处理规模3万m³/d。工程采用“预处理+人工湿地(潜流湿地+表流湿地)”的净化工艺,建有6万m³潜流湿地和2万m³表流人工湿地并配套提升系统、高效沉淀池、管理用房、用电设施等附属工程,并通过橡胶坝拦水,结合河道疏浚工程,形成2.4km长、40m宽的蓄水水面。

老龙河人工湿地位于廊坊市104国道落堡桥下游,采用“沉降塘+人工湿地(潜流湿地+表流湿地)+水力调控”的水质净化工艺和水资源配置措施,总占地面积约2.9万m²,其中潜流湿地主体约2万m²、前端景观约5000m²。

末端自然芦苇塘约4000m²。龙河及老龙河湿地工程分别采用的两种组合工艺,通过高效的预处理技术保证了湿地进水水质的稳定,同时通过不同湿地填料类型和粒径范围以及湿地植物的合理配置,实现了大型人工湿地在低水力坡度下的高水力负荷和配水均匀性,有效解决了北方人工湿地冬季运行效果不佳的问题,实现了安全越冬和低温达标运行,保证湿地系统在各季节的稳定运行,出水水质优于地表IV类,显著提高龙河、老龙河水质。

生态和环境效应显著,实现断面考核达标

龙河、老龙河人工湿地工程建成运行后,取得了显著的生态和环境效应。龙河人工湿地水质净化效果明显,潜流湿地出水COD、氨氮和总磷这三项指标值均有明显降低,出水水质达到《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》IV类甚至III类标准。经后续表流湿地再次净化后,龙河下游大王务国控考核断面水质的COD、氨氮和总磷指标值维持在IV类范围内,满足断面考核要求,整体改善了龙河水质和生态景观环境,提升了区域的整体形象和品质,获得了地方政府的认可,以及人民日报、河北电视台等媒体的宣传报道。老龙河人工湿地工程的实施,保障了老龙河落堡桥市控考核断面的水质达标,同时通过人工湿地景观设计,整体改善了老龙河水环境和景观,提升了区域整体形象和环境品质。



农村污水分散处理设备实景图

河道治理与生态景观构建 环城水系呈现新景象

长期以来,“滨水而居,环水而建”是社会公众对宜居环境的向往与追求。河道水系治理与建设对于城市经济健康发展、环境改善、特色塑造都具有极为重要的意义,是构成城市景观的重要组成部分。

课题组针对廊坊市近年来环城水系水生态功能退化严重、滨岸生态缺失等问题,立足改善环城水系的水质,提升环城水系的水生态及水景观,进行了环城水系水生态、水景观构建技术的研究,并完成廊坊环城水系景观构建、水生态重构及水质维持示范工程。

其中,廊坊环城水系景观构建、水生态重构及水质维持示范工程,根据不同河段水质、水动力情况以及水体功能定位进行设计,对示范河段进行分区治理。

河道滨岸带生态修复区:重点针对污水厂排水水质与水体水质目标之间的差异,通过复合纤维浮动湿地集约化净化技术和河道滨岸带生态修复技术,持续净化水质,同时通过滨岸带高效植物滞留技术截留地表径流污染。

近自然表流湿地恢复区:一是通过对遴选出的高效脱氮除磷的暖季和冷季水生植物、挺水植物等进行科学配置,实现四季水质净化和景观功能,二是重点打造亲水平台、跌水景观,提升人流密集区的景观环境质量。

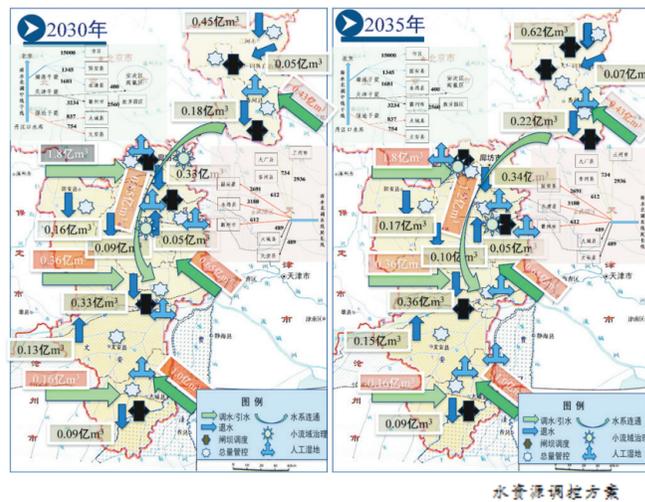
河道水体自净系统修复区:针对郊野区域河段,对自然河道水生态系统进行优化调整,对原生的挺水、沉水植物进行适当人为干预,合理配置水生植物和动物群落,实现生物多样性和生态系统健康,恢复水体自净能力。

示范工程稳定运行后,可对示范河道COD、氨氮、总氮、总磷实现有效削减,使示范河段水质达到考核标准,显著提升河道景观质量,实现水质净化、水景观与水生态相融合。通过对环城水系水生态与景观构建技术的研究及示范,发挥环城水系在廊坊市整体景观格局中的作用,丰富景观层次,助力廊坊以水兴城目标的实现。

“十三五”水专项廊坊项目组张鸿涛 高志永 赵进勇供稿



龙河多级复合湿地



水资源调控方案

探索突破农村污水分散处理技术和模式 有效支撑龙河流域水环境质量改善

在美丽乡村、农村人居环境提升的要求下,农村生活污水治理的必要性、紧迫性日益显著,实现农村生活污水治理低成本、易维护、低能耗、出水水质满足地方排放标准的需求愈发迫切。

总体上,现有的农村户用分散污水处理技术及设备无法实现较好的出水水质、低成本、低能耗、易维护、资源化等目标的统一,这也是课题相关研究着力突破的领域。经过技术集成研究与工程示范,创新探索出适用于北方地区的户用型农村生活污水分散处理技术

和设备。户用型农村生活污水分散处理设备优势明显

这项技术的核心是基于源分离的、集成湿地处理技术的微动力污水处理技术,主要工艺流程为“调节池+微氧池+沉淀池+人工湿地”,通过集成生化和生态工艺,在源头将灰水通过管道或者集水池收集,然后进入集成湿地技术的微动力户用污水处理设备,出水可回用于降尘、浇花等。

这项技术满足低成本、低能耗、易