



白塔堡塘湿地处理工程

项目背景

“浑河作为辽宁省重要河流之一,其水质直接影响沿岸城市居民生活,必须严格监管、切实整治。”在不久前召开的全国地表水自动站建设工作推进会上,环境保护部有关负责人这样说道。作为辽沈地区重要的生产、生活用水主要来源,也是辽宁省流经面积最广、水资源最丰富的内河,浑河被誉为沈抚人民的“母亲河”。近年来,虽经不懈努力,浑河水质得以改善,但在浑河中游,辽河流域工业企业及城市群聚集于此,流域人口密度大、污染排放强度高、污染分布集中,浑河水环境安全仍然存在突出问题。

为解决浑河污染问题,国家水专项“辽河流域水污染综合治理技术集成与工程示范项目”(以下简称“辽河项目”)提出:“以辽

河流域水环境质量持续改善为核心,通过技术研发、综合集成和全流域的技术应用和工程示范,全面支撑辽河流域控源减排和水生态修复。”项目着力突破流域重点行业清洁生产及循环经济、常规污染负荷持续削减、营养物大幅度削减、特征污染物有效削减等关键技术,研发流域非点源污染控制技术、湿地生态系统恢复重建与河流生态修复的关键技术,按照污染控制单元进行技术集成和应用示范,形成辽河流域五大典型重污染行业整装成套治理技术,技术支撑辽河流域干流丰水期、平水期全面达到Ⅴ类,枯水期80%断面达到水功能区水质标准。

针对浑河中游污染源及变化特征,“十二五”“浑河中游水污染控制与水环境综合整治技术集成与示范”课题(简称“浑河中游课题”)着重开展:重污染行业控源减排-工业园区污染持续削减-污水处理厂提标改造-河流水环境综合整治等内容研究。其中针对浑河中游制药园区废水,研发难降解污染物与生活污水的共代谢技术;针对蒲河小流域农副产品加工废水,研发废水深度处理及资源化回用技术;针对浑河中游水质改善目标对生活污水处理的新要求,以及污泥处

理处置的难题,研发污水处理厂提标改造及污泥资源化利用技术;针对浑河中游水环境污染和水生态系统脆弱的问题,选取蒲河和浑南水系开展水质改善、水生态修复技术研究。课题共研发污染控制关键技术14项;提出治理工程建议两项,形成区域水环境管理与水污染治理技术方案3套,实现了污染物在“源-流-汇”代谢过程中的连续削减。通过技术研发、集成与工程示范,大幅降低浑河中游段COD、氨氮污染负荷,为区域水质持续改善和水生态修复提供有力技术支持。

浑河中游课题选定的示范区集中在浑河中游沈阳段,也是辽河项目重点示范区,通过课题的实施,能够技术支持浑河中游段国控出境断面(于家房)水质满足Ⅴ类水质要求(氨氮达4.0毫克/升)。课题重点突破成套的制药园区尾水与生活污水综合处理技术、农副产品加工废水再生资源化回用技术、污水处理厂脱氮提标改造技术、污泥干化减量与资源化利用技术、河滨湿地污染净化与生境改善等五大创新技术,开展技术应用工程示范,支持区域COD负荷持续削减、氨氮大幅度削减和水质改善目标。创新支撑水污染治理和水环境整治工程建设,还浑河“母亲河”一河清水,水专项发挥了重要作用。

五大创新还“母亲河”一河清水

水专项“浑河中游水污染控制与水环境综合整治技术集成与示范”课题成效显著

创新1

解决制药园区废水处理难题

课题创新污染物“源-流-汇”全过程连续削减技术,解决了难降解制药园区尾水的低成本稳定达标排放问题。技术主要包括园区尾水的臭氧氧化、水解酸化强化预处理技术、预处理后的尾水与生活污水的共处理技术。

制药园区尾水之所以难处理,是由于含有难生物降解的有毒有害物质。同时,未经处理的制药园区尾水易穿透生化处理而直接进入外部水环境,进而危害人体健康。制药园区内经过生物法处理的废水中COD仍高达300毫克/升,其中含有大量如甲基苯酚、苯乙酮等难降解有机物,B/C比小

于0.1,可生化性差。

课题组在沈阳市建设了占地200平方米的现场试验基地,利用混凝沉淀、污泥吸附、水解酸化、高级氧化等多种物化、生化单项技术及其组合工艺对制药园区尾水进行预处理,并开展预处理后尾水与生活污水的共处理实验。

在此基础上,研发了处理规模为10吨/日的中试处理装置,根据试验结果进行了技术筛选和参数优化,形成了完整的制药园区尾水与生活污水综合处理全流程工艺。臭氧氧化和水解酸化组合工艺强化制药废水预处理研究表明:臭氧投加量20~30毫克/升,水解酸化时间6小

时~9小时,B/C比可提升到0.3以上;经过预处理的制药废水与COD为500毫克/升的生活污水经过改良A²/O工艺共处理,利用生物共代谢原理,在实现出水稳定达标排放的同时,废水毒性降低50%左右,减少对生态环境的威胁。

在“十二五”沈阳7万吨/日制药园区尾水与18万吨/日城市污水共处理重点工程建设中,B/C比由不足0.1提高到0.3左右,实现年削减COD 3万余吨、氨氮2000余吨、总磷300余吨,吨水处理成本1.15元左右,将极大改善接纳水体细河的水质。以上技术申请国家发明专利3项,其中1项已获授权,并在浑河中游沈阳西部污水处理厂建设工程中应用,为工业园区尾水的处理提供了可推广的技术和模式,环境、经济和社会效益显著。



西部污水处理厂扩建示范工程

创新4

提升冬季湿地净水效率

湿地及植物塘等生态处理技术是受污染河流水质净化的首选,具有成本低、景观效果好等优点。然而,传统的湿地技术低温期运行效率低,在北方寒冷地区冬季难以运行。针对传统湿地冬季运行效率低的问题,课题组研发出新的复合潜流湿地,并通过强化湿地内植物根系的根区效应,提高植物的物化吸附、生物摄取、氧化分解及矿化等作用,实现了湿地低温期稳定运行,明显改善对受污染河水的净化效果。

课题研究设计的工艺技术在工程中进行示范应用,受污染河水先在前置闸坝滞水塘停留,去除悬浮物,降低雨水冲刷影响;经提升泵进入抗低温潜流湿地,实现COD和氨氮的低温期稳定运行,明显改善对受污染河水的净化效果。

课题研究的工艺技术在工程中进行示范应用,受污染河水先在前置闸坝滞水塘停留,去除悬浮物,降低雨水冲刷影响;经提升泵进入抗低温潜流湿地,实现COD和氨氮的低温期稳定运行,明显改善对受污染河水的净化效果。

除了以湿地-塘系统为核心的河流水质改善技术,课题还针对浑南白塔堡河的水环境、水生态、水安全等问题,基于河流健康水循环理念,进行了污染河流整治技术的集成,构建了污染河流水质改善-水量调控-水安全风险防控-水生态恢复四步走的综合调控技术模式。研发出城市闸坝分割河流水体水质安全保障技术,可处理突发藻类水华污染事故;研发出抗低温的潜流湿地技术,可实现全年保障在削减河流中氮磷营养物的同时,去除水体中的有机污染物;研发出后置梯度植物塘技术,可充分利用光照以及不同类型植物特点,实现高效植物群落构建,进而提升植物对污染物的净化效果。以上技术集成系统,在沈阳市白塔堡河的整治中发挥了重要作用,为2013年沈阳市举办第十二届全运会水环境安全提供了保障,也为类似河流的整治提供了技术模式借鉴。

创新2

农副产品加工废水能回用

农副产品加工是沈阳市支柱产业之一。然而,农副产品加工产生大量废水,使当地的工业废水结构发生较大变化,形成了沈阳市北部地区新的污染源。而且,农副产品加工业的需水量大且再生利用水平较低,给区域水资源开发利用带来较大压力。

为了解决以上问题,课题组提出将农副产品加工废水深度处理,在控制污染的同时实现污水再生资源化利用的策略。他们创新技术,研发了HVC生物强化人工湿地。污水在湿地床内流动,利用特性基质-微生物-植物的物理、化学和生物三重协同作用,通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物降解等实现对废水的

净化,从而达到回用要求。这种做法一方面充分利用微生物固定化填料表面生长的生物膜、丰富的植物根系及表层土和填料的拦截作用,提高处理效果和处理能力;另一方面,水流在地表下流动,具有保温性好、处理效果受气候影响小等优点。HVC生物强化人工湿地的建设不仅提高了废水的处理效果,也改善了园区的景观环境,形成“生物+生态”、“污染控制+污水再生利用”的农副产品加工废水处理新模式。

本技术为满足农副产品加工废水再生的水质要求,针对肉类加工行业SBR生化处理后出水进一步深度净化处理,为企业提供可靠稳定的回用水源,实现减排和

综合利用等目标。研发HVC生物强化人工湿地深度处理技术,通过改进湿地内部结构,布设多级微生物固定化填料,提高污染物尤其是对氮、磷污染物的去除。HVC生物强化人工湿地在进水水力负荷达到0.3立方米/平方米·日时系统运行较稳定,COD、氨氮、总氮和总磷的去除率分别为47%、58%、56%和55%。废水处理达到景观回用、待宰圈冲洗、洗车、绿化等用水水质要求。技术应用于1000吨/日肉类加工废水处理工程,节约新鲜水约408吨/日。

目前,核心技术HVC生物强化人工湿地深度处理技术已应用到辽河流域及其他地区,如青海省西宁市湟湖城镇污水处理人工湿地深度处理工程(2万吨/日)、辽宁省阜新市细河伊吗图三号湿地工程(1万吨/日)等,为改善当地水环境质量做出了重要贡献。



HVC生物强化人工湿地工程

创新5

构建河流立体净化系统

针对受污染城市河流水质提升与保障需求,课题研发了受污染城市河流立体净化系统,技术策略是:研究水体对流复氧改善水体溶解氧和改善底质的条件,促进形成好氧性生物净化河床;研发大型植物浮岛,建立表流水体净化床;研发适用性生物漂带,形成水体空间净化床。立体净化系统的多重功效,可以实现污染支流河口和河流水质改善的目的。

在技术研发过程,根据工程实际需求,研制了一系列适用于河道水质改善的设备和设施,包括:适用于水体对流复氧的太阳能复氧机和蓄供电系统、改进型推流式复氧机和水下射流复氧机、适用于水体表面净水的组合式植物浮岛和水下组合式生物飘带净化设施等。这些设备和设施大部分已获取国家实用新型专利,弥补了国内产品的不足,为技术的工程应用和成果推广奠定了基础。

在蒲河污染支流河口立体净化技术示范中,采用对流复氧技术在河口1万平方米水面安装8台改进型复氧设备,通过太阳能发电蓄电,设备每日工作时间可达15小时;优选出适合蒲河水水质净化的植物凤眼莲和美人蕉,利用其强大的吸附能力实现水质净化;设计了组合可调的生物浮岛和凤眼莲围栏,实现了灵活布设和应用;研发了布设于水下的下沉式片状生物漂带,克服了水体中杂物影响和漂带清理难题。以上技术组合形成河流在线集成净化系统,在污染支流河口水质净化中发挥了重要作用



蒲河流域水生态新貌

创新3

污泥处置再添新招

从“十一五”开始,沈阳市污水处理能力快速提升,到“十二五”末,污水处理能力达到200万吨/日。与此同时,污水处理厂污泥产生量也迅速增加至1000余吨/日。沈阳市决定建设东北地区第一家污泥处理处置厂,负责全市建成区污水处理厂剩余污泥的安全处理处置,为保证这一工程的成功,将工程的技术需求纳入水专项研究。

课题结合沈阳市污泥特点和农业废弃物产生现状,进行污泥生物干化技术研发。针对污泥处理量大、脱水难的问题,研发了基于分散抗粘共基质发酵物的污泥生物干化技术,利用分散性好、价廉易得、便于储运的农业废弃物稻壳作为共基质实现生物发酵。

还研发了湿热菌群调控的强化污泥生物干化技术,通过混料配比的优化及曝气参数的控制等措施,精简了污泥生物发酵干化工艺流程,提高了工艺效率,使污泥含水率由80%降至35%,形成1000吨/日的污泥生物干化处理能力,沈阳市80%的污泥得到处理处置,实现了沈阳市建成区污泥安全处理全覆盖。

湿热菌群调控强化污泥生物干化的新技术与现有技术有什么不同?一方面是通风策略的优化:经过现场测定温度场,结合CFD模拟技术,明确通风过程中堆体温度变化过程,实现通风策略的优化。另一方面是湿热菌群的调控技术:在通风策略优化的基础上,研究优化菌群结构,实现

提前两天进入菌群群落结构的演变期,从而提升了生物干化效率,缩短了发酵周期。

课题组在沈阳振兴污泥处置有限公司进行了现场的技术应用及效益评估。现场试验平行选取两条堆体,试验组按照优化通风策略进行,对照组为污泥干化厂现行通风策略。课题组对两条堆体从污泥开始进入干化槽到最终结束发酵进行全过程采样,试验组比对照组提前3天达到污泥干化的工艺设计目标,且最终的干化效果分别为33%和38%,试验组明显好于对照组。微生物群落结构分析也表明,污泥生物干化过程中,湿热菌群在优化的通风策略控制下实现了良好的交替。

以上污泥生物干化技术的应用,不仅解决了污水处理厂污泥的安全处理处置难题,还产生了可以资源化的干化污泥产品,应用推广前景可期。



沈阳市污泥干化示范工程