

以技术集成示范提升流域整体水环境质量

——水专项“松花江哈尔滨市市辖区控制单元水环境质量改善技术集成与综合示范”课题综述

课题背景

松花江哈尔滨控制单元(以下简称控制单元)内的主要水系构成“三沟一河”(即马家沟、何家沟、信义沟、阿什河)。控制单元水质的全面提升,是实现松花江干流水质在“十二五”规划期间达到Ⅲ类标准的重要前提。

“松花江哈尔滨市市辖区控制单元水环境质量改善技术集成与综合示范”课题组针对控制单元水环境问题,开展技术集成与综合示范,最终实现控制单元出口断面(大顶子山国控监测断面)水质全年达到Ⅲ类的总体目标。

以点带面,提升何家沟典型行业废水污染控制与治理科技水平

松花江一级支流何家沟流域两岸分布100余家工厂,是典型的点源工业污染区。其中制药废水排放量巨大,是这一流域废水处理的难点和关键。课题针对何家沟典型制药废水,开展了制药废水高效水解快速脱毒预处理研究,开发了微生物电辅助强化制药废水处理新工艺及装置,形成了制药废水特征污染物深度削减菌群增强关键技术。通过技术综合集成,实现制药废水中特征污染物的深度削减与高效稳定去除。

制药行业生产工艺原料利用率和提炼纯度低,导致制药废水中残留着大量高毒性、难降解有机物,对环境造成严重污染。现有制药废水以生物处理法为主,但传统生物处理对制药废水的毒性去除能力弱,废水中的毒性物质可抑制微生物活性,从而影响生物处理单元效能的正常发挥。此外,制药废水具有较强的生物难降解性,废水中的难降解物质可穿透生物处理工艺而排入水体,其长期存在于环境中,将会引发环境中细菌等微生物出现抗性基因,进而对人群及其他水生生物产生毒害作用。

高效水解-微生物电辅助耦合技术首先在传统水解酸化技术的基础上,开发了污泥循环型高效水解装置,实现制药废水中难降解物质向小分子挥发酸的定向水解,使废水的可生化性大幅提高;其次,微生物电辅助技术通过外加电压,为反应装置提供降解污染物所需要的氧化还原电位,打破污染物降解能垒,附着在电极表面的噬电微生物以废水中有机物为电子供体,在高效水解装置产生的大量小分子挥发酸作为共基质的条件下,快速降解水中难降解及有毒有害污染物。

在理论研究和技术开发基础上,课题组采用“高效水解-微生物电辅助-厌氧EGSB-好氧MBBR-菌群增强”组合工艺技术,设计中试装置并处理发酵类抗生素生产废水,此工艺可有效降低发酵类抗生素生产废水中的COD、氨氮和总氮,实现对特征污染物的深度去除,在满足制药废水达标排放的同时降低了能耗,缩短了废水停留时间,为流域制药废水处理水平的提高提供技术支持。



马家沟高节地型城镇污水深度减排示范工程示意图

重点突破,解决马家沟污水处理厂建设限地瓶颈,改善流域综合水质

马家沟上游新增多家企业及居民小区,污水量增大,污染物复杂,其断面水质远超出地表水Ⅴ类标准,且水质水量波动较大,而马家沟污水处理厂建设用地仅2.8万m²,远小于常规工艺用地。因此,课题组需要研发不同季节、变负荷下稳定运行的污水处理技术及高节地型污水处理工艺。

在此情况下,课题合理调研,设计了以“污水一预处理-厌氧池-缺氧池-深井曝气池-脱气池-深度处理-出水”为主体工艺的水质提升工艺。此工艺具有良好的处理效果及抗冲击负荷能力。且工艺中的深井曝气技术相比于传统活性污泥法,不仅能有效减少工艺占地面积达50%以上,而且反应速率和出水效果均有显著提升。在以实际马家沟污水为处理对象的实际操作中,课题通过参数调控,确定最优的工艺运行参数,达到最佳出水水质,即在保证磷高效去除率的前提下,提高总氮去除率。此工艺为提高低温变负荷污水的脱氮除磷效率提供了一种新的方式和思路。

示范工程以课题所研发的污染物深度削减技术为技术支撑,大幅削减了马家沟流域内的污染物。既解决了马家沟截流管线在用水高峰期极易发生的污水溢流问题,又可以为马家沟提供清水水源。

长远来讲,此技术可用于改善同流域水体水质,达到改善流域水体环境、保证用水安全的目的。特别是对于北方的特定低温水体,本课题成果技术前景广阔,将得到广泛应用。

同时,针对马家沟下游的哈尔滨污泥处理厂,课题组研发了“基于生物厌氧发酵的污泥好氧堆肥优化技术”。此技术可以将生物厌氧深度脱水工艺与好氧堆肥工艺有机结合,缩短发酵单元的升温周期,降低调理剂用量,减少污泥处理成本,为流域城镇污水污泥处理水平的提高提供支持。马家沟高节地型城镇污水深度减排示范工程进一步改善了马家沟水体的水质,改善了居民的生活水平,满足国家的战略需要和马家沟上游地区的发展需要。



聚焦重点,突破阿什河流域重金属及发酵废水污染控制及资源回收技术

阿什河是松花江干流南岸支流,近年来,随着阿什河流域水污染防治规划项目的实施,阿什河水体水质逐渐好转。然而,以重金属加工及酵母生产为主的工业园区的规划建设,将显著增加阿什河流域的人河负荷,进而影响其水体水质。

针对重金属加工及酵母生产行业废水水质特点,课题组有针对性开展了以污染控制及资源回收为核心的废水处理技术攻关。结合重金属生产废水的有机无机复合污染特点,提出水质分质预处理与生物强化处理相结合的处理对策。针对含铬废水波动大、铜镍废水沉淀效率差及有机物与重金属络合度大的

海沟河属阿什河支流,其周边畜禽养殖业发达,大量畜禽粪便混入水体,增加了水体的COD及氨氮负荷,给生态环境带来高度压力,相关化肥替代技术与清洁生长技术的缺乏,亦加重了周边环境负担。因此,哈尔滨市市辖区优控单元水污染防治形势严峻,优控单元农业面源污染防治工作一直受到各级政府的高度重视。

本课题以畜禽粪便高效处置安全和还田技术为核心,通过好氧堆肥发酵、堆肥环境因子监控以及农田安全高效应用等途径,将畜禽粪便和农作物秸秆等易造成环境污染的废弃资源无害化,转化为可利用的有机肥。并将有机堆肥与化肥配施,实现化肥替代并解决种养脱节

近年来,松花江干流哈尔滨市段周边具有水源涵养功能的林地逐年减少,区域破碎,且随着建设用地大幅增加,水陆交错带亦随之减少,由生态破坏和底泥内源污染而导致的水生态问题十分严峻。

课题以控制单元生态恢复为着眼点,以生态工程技术为落脚点,以保护、恢复和提高流域生态系统水源涵养、水土保持、净化水质等生态功能和景观效能为主要目标,立足技术的自主创新,强化技术的集成和示范,

控制单元水环境信息获取技术单一,水环境数据尚不完善。其中点源在线监测数据未有效利用,自动监测站覆盖率及监测频率低,点源管理未与河流水质目标管理建立响应关系;面源污染水体的数据存在不全面、未考虑动态变化等问题。此外,当前水环境管理平台不能同时实现对在线监测设备、海量在线监测数据、水环境设备空间数据的共享与应用,这严重阻碍了水环境管理平台在控制平台的有效利用与普及。

基于此,课题对控制单元的污染物排放数据进行挖掘、分析并建立重点源排放的时间序列函数。根据控制单元内水容量分析结果,结合农业灌溉用水、城镇生活用水、工业生产用水及生态环境用水调查数据,分析控制单元水资源供

给及需求,利用水资源信息化技术完成对流域水资源信息的监测、数据采集和信息存储管理,结合GIS空间管理以及水文模型的分析与仿真推演,对流域水资源的时空分布规律进行有效判别,为控制单元水资源管理相关决策和规划制定提供指导。

建立由物联网监测系统、水质智能化软件、三维虚拟仿真服务集成的,用于专网应用、面向互联网公众应用及移动互联网发布的控制单元水环境发布系统。从数据服务、模型库及决策支持3个层次构建控制单元水环境决策平台,实现对整个流域环境信息要素、水环境演变、水质、水量、排污企业、污水处理厂、农业面源污染和生态修复设施的综合管理。

突破控制单元生态恢复存在的技术瓶颈,提升技术创新能力和科技应用水平,实现控制单元生态功能显著增强,区域水环境明显改善,促进区域经济和社会的持续发展。

课题研发了植物生活史组装技术和种子库水分激活技术等水陆交错带拟生态修复关键技术。针对15种寒冷地区典型土著植物,筛选出返青期早、枯萎期晚、SS去除率高的湿地植物4种(芦苇/香蒲+小叶章+早熟禾)。通过以上4种植物构建水陆交错带湿地植被搭配模

综合考量,多尺度修复松花江哈尔滨市段周边生态系统

突破控制单元生态恢复存在的技术瓶颈,提升技术创新能力和科技应用水平,实现控制单元生态功能显著增强,区域水环境明显改善,促进区域经济和社会的持续发展。

课题研发了植物生活史组装技术和种子库水分激活技术等水陆交错带拟生态修复关键技术。针对15种寒冷地区典型土著植物,筛选出返青期早、枯萎期晚、SS去除率高的湿地植物4种(芦苇/香蒲+小叶章+早熟禾)。通过以上4种植物构建水陆交错带湿地植被搭配模

创新引领,驱动控制单元水环境综合信息数据库与管理平台建设发展

恶化以及长效的污染排放管理手段不足的状况,课题组结合黑龙江省省情,构建了排污权交易和生态补偿框架。针对化学需氧量及氨氮核算排污权交易一级市场分配总量、价格、期限和二级市场,构建了流域排污权交易制度框架设计体系。从顶层设计出,开展流域单元框架下的制度设计,构建了控制单元污染补偿机制方案。在方案实施过程中,课题组注意将科研成果与黑龙江省环境管理政策制定紧密结合,为《黑龙江省内河和倭肯河流域跨行政区划水环境生态补偿办法(试行)》(黑财建[2017]272号)制度的出台提供了较好的技术支持,课题成果为黑龙江省实行全面的流域生态补偿工作进行了有益的探索。

建立由物联网监测系统、水质智能化软件、三维虚拟仿真服务集成的,用于专网应用、面向互联网公众应用及移动互联网发布的控制单元水环境发布系统。从数据服务、模型库及决策支持3个层次构建控制单元水环境决策平台,实现对整个流域环境信息要素、水环境演变、水质、水量、排污企业、污水处理厂、农业面源污染和生态修复设施的综合管理。

针对流域控制单元内水体服务功能

污染重金属废水处理与回用技术体系,分别应用于绥化及哈尔滨的电镀废水处理工程。

对于阿什河流域新增工业园区内的高浓度发酵废水,研发高浓度发酵废水中有效组分的定向分离技术及基于“物化-生物”优化耦合的高浓度发酵废水有效处理技术,实现其资源化利用及达标排放。研发的膜蒸馏-纳滤/反渗透组合工艺可实现高浓度食品酵母生产废水有用组分的回收与剩余废水的净化,使酵母生产废水中的蛋白质及其他有用组分(P、K、Fe、Mg等)得到富集浓缩,作为生产单细胞蛋白的原料进行后续资源化利用,并使

因地制宜,促进农业面源污染控制与废物资源化技术应用

染防控理念:种养结合、清洁生产、因地制宜、循环发展。并以此理念为指导,联合养殖企业、种植合作社、农机合作社、肥料企业、农资经销商以及带地入社农户,构建事业发展共同体,遵照清洁生产导则和技术规程生产加工,打造水稻生产+加工+品牌销售一体化产业链,践行绿色生态水稻清洁生产,推动农牧循环发展。

目前,哈尔滨市市辖区控制单元海沟河流域建立了综合示范区和清洁生产基地,并与黑龙江春雨智慧农业科技开发有限公司签订协议,进行专利转让;依托哈尔滨三安环农肥料有限公司和黑龙江省达丰科技开发有限责任公司开展示范工程建设,改建、扩建和新建场区,购买设

备仪器,办理有机肥临时登记证;推动示范工程配套单位与哈尔滨市阿城区环保局等相关部门合作,清理、收集露天堆肥牛粪,试生产有机肥,并在哈尔滨东日种植专业合作社、哈尔滨市百亿斤水稻种植专业合作社、哈尔滨国家农业示范园区和鑫福成农机合作社等单位示范农业面源污染治理技术。

同时,农业面源污染治理技术辐射溢出,为松花江流域(黑龙江境内)大庆绥化控制单元畜禽粪污和作物秸秆综合利用提供了技术支持,为黑龙江省畜牧养殖大县粪污处理提供培训和技术指导,指导大庆地区林甸县碧野农业开发有限责任公司生产食用菌菌质、苗木营养土和育苗秧盘/钵。

同时,农业面源污染治理技术辐射溢出,为松花江流域(黑龙江境内)大庆绥化控制单元畜禽粪污和作物秸秆综合利用提供了技术支持,为黑龙江省畜牧养殖大县粪污处理提供培训和技术指导,指导大庆地区林甸县碧野农业开发有限责任公司生产食用菌菌质、苗木营养土和育苗秧盘/钵。

同时,农业面源污染治理技术辐射溢出,为松花江流域(黑龙江境内)大庆绥化控制单元畜禽粪污和作物秸秆综合利用提供了技术支持,为黑龙江省畜牧养殖大县粪污处理提供培训和技术指导,指导大庆地区林甸县碧野农业开发有限责任公司生产食用菌菌质、苗木营养土和育苗秧盘/钵。

同时,农业面源污染治理技术辐射溢出,为松花江流域(黑龙江境内)大庆绥化控制单元畜禽粪污和作物秸秆综合利用提供了技术支持,为黑龙江省畜牧养殖大县粪污处理提供培训和技术指导,指导大庆地区林甸县碧野农业开发有限责任公司生产食用菌菌质、苗木营养土和育苗秧盘/钵。

同时,农业面源污染治理技术辐射溢出,为松花江流域(黑龙江境内)大庆绥化控制单元畜禽粪污和作物秸秆综合利用提供了技术支持,为黑龙江省畜牧养殖大县粪污处理提供培训和技术指导,指导大庆地区林甸县碧野农业开发有限责任公司生产食用菌菌质、苗木营养土和育苗秧盘/钵。



水环境信息管理与综合决策平台应用于哈尔滨市环保局工作会议。

左薇 唐聪聪 刘晓星