

助力平原河网区水污染源头深度削减

水专项“嘉兴市水污染协调控制与水源地质量改善”项目课题二研究成果初现



示范工程外部

课题背景

地处长江三角洲杭嘉湖平原腹地地带的浙江省嘉兴市,水环境质量不能全面满足水功能区要求,一度成为全面建成小康社会的短板。由浙江大学、同济大学、浙江省环科院承担的水专项“嘉兴市水污染协调控制与水源地质量改善”项目课题二“平原河网地区污染源深度削减成套技术与综合示范”以嘉兴市整个行政区为研究对象,以水环境质量改善和饮用水水源地水质安全为导向,聚焦印染、造纸工业污染负荷的深度削减和混合污水处理厂稳定达标,突

破印染行业特征污染物梯级控制、以降钙控钙为核心的造纸废水资源化利用长效稳定运行调控等五项关键技术,集成印染废水深度处理回用、造纸废水资源化利用、混合污水处理厂稳定达标等3个成套技术,建成印染废水深度处理回用与梯级综合控制、造纸废水资源化利用、城镇生活与工业混合污水处理厂稳定达标等六大工程示范,编制《嘉兴市污染负荷深度削减方案》,实现市域污染物深度削减,为嘉兴市水环境质量全面达到功能区要求提供科技支撑,为2020年嘉兴市全面建成小康社会做出贡献。



关注三

重、回用比例低及回用水膜浓缩液处理难等问题,课题组创新研发了以“高效复合水解酸化技术、高效混凝吸附深度处理技术、膜浓缩液微电解耦合催化氧化技术”为一体的印染废水深度处理与分质回用集成技术。

其中新型复合水解酸化技术是通过优化进水分配系统提高传质效率,并结合专性微生物强化,进一步提高对某些染料、助剂等特定污染物的降解、转化效率,最终可使印染废水的可生化性提升20%;高效混凝吸附脱色深度处理技术是针对印染废水生化出水色度重,难以满足印染工序初级回用的问题,通过改性的高效混凝吸附材料,结合自主研发的智能化投加装备,对生化出水的COD_{Cr}和色度去除率分别达到64.2%和59.4%,显著提高初级回用水比例;微电解耦合催化氧化技术是针对膜浓缩液难降解有机物含量大、盐分高等问题,通过在传统铁碳微电解材料上进行改良,并耦合类Fenton催化氧化,所开发的非均相催化氧化技术,对膜浓缩液COD_{Cr}去除效率达87.9%。目前这一集成技术已在示范企业推广应用,示范企业水循环利用率由40%提高到55%

以上,处理成本比现有工艺降低10%,上述技术体系为印染废水“近零排放”提供有力技术支撑。

针对混合污水处理厂进水中工业废水占比高、碳源不足、传统生化处理工艺难以保证出水稳定达标等问题,课题首先以优质碳源制备为突破口,通过磁铁矿富集异化铁还原菌强化水解酸化和氢氧化铁强化磷酸盐沉淀回收,实现剩余污泥与餐厨垃圾厌氧发酵液优质碳源的高效制备;其次,以强化生物处理单元功能为核心,采用粉末吸附功能载体、镁盐和铁盐改性氮磷专性固定功能载体的复配投加,构建了多级活性污泥-生物膜耦合的污水处理技术,实现对混合污水中难生物降解COD_{Cr}的去除率提高10%以上,处理成本增加低于10%;最后,开发了混合污水处理厂运行诊断及智能化控制系统,实现对污水处理厂运行的全过程诊断与优化控制,有效提升了污水处理厂的智能化管理水平,实现AAO工艺处理出水稳定率提高10%以上,药剂和能耗下降5%以上。上述技术体系全面提升了混合污水处理厂的稳定达标率。

凝练成果助推广

以技术的推广应用为导向,课题组制订了“印染废水深度处理与回用技术指南”“造纸行业废水资源化利用技术指南”“印染废水深度处理回用成套技术的设计、施工、运维规程”“造纸废水资源化利用成套技术的设计、施工和运转规程”“城镇生活与工业废水混合污水处理厂稳定达标成套技术的设计、施工和运维规程”等一系列技术指南和规程,申请发明专利25项,授权实用新型专利6项;发表论文28篇;这些成果为相关技术大规模推广应用奠定了坚实基础。

工程示范筑案例

课题以突破5项关键技术

关注一

全面提升水环境质量,亟待加强科技支撑

数据显示,2017年,嘉兴市常住人口465.6万人,全市生产总值4355亿元,其中工业生产总产值2309亿元。

嘉兴市市域面积4223.46km²,其中水域面积328km²,河道总长1.38万km,是典型的平原河网地区。据2017年全市130个水功能区监测断面的监测结果表明,嘉兴市水环境质量不能全面满足水功能区要求,是全面建成小康社会的短板。据分析,印染造纸行业废水排放量大、混合污水处理厂不能稳定达标排放和饮用水水源地污染安全风险问题突出是影响嘉兴市水环境质量的主要原因。因此,要全面提升嘉兴市水

环境质量,实现从Ⅳ类水为主到2020年Ⅲ类水为主的历史性转变,迫切需要印染和造纸等工业污染物深度削减、混合污水处理厂稳定达标和梯级污染物综合控制等方面的科技支撑。

在印染废水处理及回用方面,课题组承担了“印染行业生化污泥趋零与中水回用系统关键技术研究与工程示范”等课题,编制了《浙江省纺织印染行业淘汰落后整治提升方案》,对印染行业特征污染物梯级进行了初步的溯源分析,其中“新型废水处理功能材料及其工程应用”等研究成果获得2015年度浙江省科技进步一等奖。

在造纸废水处理和回用方面,课题组在“十一五”“十二五”期间,承担了“造纸废水微排放集成技术研究”等浙江省重大科技专项,获得了“一种内循环水解厌氧反应装置”等专利技术。在混合污水处理厂稳定达标排放方面,课题组承担了“十一五”国家科技重大专项“小城镇污水处理装备化关键技术研究与示范”等项目,其中“低氮磷比城市污水低氧强化脱氮除磷关键技术及工程示范”等研究成果获得上海市科技进步二等奖。

课题组对印染和造纸行业现状与发展有着较深的认识,有长期的工作积累,为本课题的开展

奠定了较好基础。

自2017年课题启动以来,在嘉兴市生态文明创建办的部署下,课题组紧紧围绕合同任务书的要求,全面开展各项工作,2017年度以现场调查和问题诊断为重,2018年以试验研究和关键技术研发为主,2019年以成套技术凝练和工程示范建设为主,2020年以成果总结和推广应用为主,整个工作过程从问题诊断入手,以问题为导向,开展试验研究,突破关键技术,构建成套技术,以成套技术推广应用为重点,开展工程示范,并形成一系列的指南规程,整个过程思路明确,各阶段重点突出,前后有机衔接。

为印染造纸企业提供技术支撑

浙江大学利用水专项“造纸废水深度处理回用与资源化利用升级改造技术研究”成果和在造纸行业污染控制方面的长期技术积累,自2017年以来,为浙江景兴纸业股份有限公司、浙江荣晟环保纸业股份有限公司、浙江荣成纸业股份有限公司等3家大型上市企业累计提供47项环保技术服务,合同总金额达881.8万元,服务项目包括企业年度环境报告、环境治理“一厂一策”、应急预案、清洁生产审核、环境影响评价、环境监测、环保竣工验收、监测方案、提升改造项目技术服务、废水处理改造工程总承包等,通过这些技术服务,全面梳理了企业的环境现状,完善了污染治理设施,规范了环保管理制度,为企业的高质量发展提供了有效的环境支撑。2017年以来,这3家企业经济效益日趋向好,环境效益显著提升。

浙江景兴纸业股份有限公司为例,课题组根据4种造纸污泥的性质及其资源利用的试验研究结果,形成浆渣和斜网污泥再生造纸、初沉污泥和生化污泥调理等两项技术,通过产能耦合,构建了造纸污泥循环利用技术模式。浙江景兴纸业股份有限公司利用这一技术模式,利用企业产生的废浆渣和斜网污泥进行再生造纸,生产高密度纱管纸。此项目于2018年8月16日通过竣工验收,自投产以来,截至2019年12月31日,累计利用废浆渣43306吨(绝干量)、斜网污泥12296吨(绝干量)、生产纱管纸153700吨,实现产值4.15亿元,得到了企业的高度肯定。

浙江省环科院利用水专项“印染废水深度处理与回用集成技术研究”成果和在印染等行业废水污染控制方面的长期技术积累,为工业企业的废水处理和回用需求提供技术咨询。据统计,自2017年以来,为浙江莱美纺织印染科技有限公司、煤山镇纺织企业等7家企业提供了废水处理和回用技术咨询,累计处理废水量达到71312m³/d。

为水环境管理提供技术保障

浙江省环科院以水专项研究成果为依托,协助浙江省治水办,编制完成《浙江省污水零直排区建设相关标准规范汇编》和《浙江省污水零直排区(市、区)建设方案》(初稿),开展黑臭水体排查现场服务,编写完成台州、绍兴及温州3市的《浙江省建成区黑臭水体整治情况督查报告》;协助完成杭州、湖州、嘉兴、绍兴等地工业园区污水零直排建设投资情况现场调研;完成杭州、温州、绍兴等6市建成区黑臭水体自查报告审核,并形成“审查意见”反馈地方整改。

浙江省环科院以水专项研究思路(问题诊断→技术研发→推广应用)为引领,协助浙江省生态环境厅水处编写完成《浙江省长江保护修复攻坚战实施方案》《浙江省长江经济带化工产业整治提升污染防治工作方案》《浙江省长江保护修复攻坚战实施方案》以及《浙江省河湖生态缓冲带建设的调研报告》等,协助开展浙江省水污染防治“十四五”规划及浙江省饮用水水源地环境保护“十四五”规划编制研究。

浙江省环科院以水专项研发培养队伍为骨干,协助省生态环境厅督察处开展全省的督察工作。2019年4月先后委派技术骨干赴绍兴、温州地区开

展浙江省生态环保督察,工作得到了省生态环境厅副厅长张培国表扬;同年5月,参加了浙江省生态环保督察丽水地区“回头看”技术服务,参与编写督察报告。协助省生态环境厅执法处,驻点南京现场开展长江经济带入江排污口调查,主要包括取样分析快检,拉网式排查等,共登记排查排口52个,排查面积约20km²;协助浙江卫视《今日聚焦》曝光三门县方山头建材厂超标污水直排大海、善丞蒋国控断面水质总磷超标等问题,提出相关整改意见。

为企业“走出去”提供技术服务

浙江景兴纸业股份有限公司为响应国家“一带一路”倡议,解决进口原料困境和突破规模瓶颈,拟在马来西亚东海岸雪兰莪州投资80万吨废纸浆板、60万吨包装原纸项目,课题组为这个项目提供了环保技术支持,前期前往马来西亚,为拟建场址选择提供环保咨询意见,参与了环境影响评价和废水处理工程设计等,并将课题组的专项研究成果“造纸废水资源化利用成套技术”与项目设计单位沟通,把水污染物的排放设计中,实现了造纸废水、污泥、生物质能的循环利用,大大提高了项目的资源利用效率,最大限度地减少了污染物的排放量,为项目的成功奠定了坚实基础。 刘晓星

关注二

集成构建了印染废水深度处理回用、造纸废水资源化利用、混合污水处理厂稳定达标等三大成套技术

现场诊断明问题

为掌握嘉兴市印染和造纸企业污水处理回用及混合污水处理厂处理现状,课题组组织了300余人(次),深入现场,对嘉兴市227家印染企业、35家造纸企业进行调查和问题诊断,选取其中7家印染企业、3家造纸企业和1家混合污水处理厂进行了典型调查、取样监测和问题诊断,找到了印染和造纸工业污染物深度削减的技术瓶颈,明确了混合污水处理稳定达标的因素,完成了特征污染物梯级的溯源分析。

针对这些问题,提出了嘉兴市水环境质量改善和饮用水水源地水质安全保障的技术路线为:技术研发→系统集成→工程示范→推广应用,即以印染和造纸行业废水深度处理回用、混合污水

厂稳定达标、印染行业特征污染物梯级综合控制为重点开展技术研究,以构建成套技术为重点进行系统集成,以成套技术应用为重点建设示范工程,以研发成果推广为重点实现污染物深度减排,支持嘉兴市水环境质量改善和饮用水水源地水质安全保障。

试验研究出创新

以现场诊断出来的问题为导向,课题组分别开展了印染和造纸废水深度处理回用、城镇混合污水处理厂稳定达标排放的10余项试验研究,突破了5项关键技术。针对目前印染废水经厂内预处理和集中处理两级处理的特点,课题组以强化混凝和高效吸附为重点,对厂内预处理的高浓度含砷废水,利用现有的反应池、初沉池,将现有的混凝剂

(FeSO₄)通过三种复配药剂(钙强化FeSO₄、PFS/FeSO₄、PAC/FeSO₄)强化混凝除砷效果。对集中处理的低浓度含砷废水,开发了新型铁锰复合吸附材料,创新了锰掺杂有效阻止铁晶相的转变,提高了无定形铁的稳定性和对砷的吸附能力,构建了印染废水特征污染物梯级的分级处理关键技术,为印染行业特征污染物梯级的综合控制和饮用水水源地安全保障提供了技术支撑。

针对造纸废水资源化利用过程中钙离子的累积问题,课题组率先成功研发了以厌氧控钙、好氧除钙、深度脱钙为核心的降钙控钙技术,其中厌氧控钙是针对厌氧污泥“中心钙化”压缩微生物增殖空间和“外层钙化”堵塞生物通道的现象,分别研发了以保增长和去钙化为核心的排泥控钙技术和酸溶脱钙技术;好氧除钙

是针对进水(即厌氧出水)中CO₂处于过饱和状态,通过搅拌脱气,提高废水的pH值,促进CaCO₃沉淀,达到好氧除钙的目的;深度脱钙是针对传统化学沉淀工艺中药剂使用量大、易结垢的问题,研发晶种循环处理技术,通过沉淀污泥回流为新产生的CaCO₃提供生长场所和载体,减少了药剂使用量,减缓了系统结垢,确保了造纸废水资源化利用的长效稳定运行。在突破废水降钙控钙技术的基础上系统整合了废水、污泥、生物质能3条循环利用路线,大大提高了废纸造纸企业的资源化利用水平。目前示范企业的综合指标吨纸排水量在5m³以下,仅为国内同类企业的60%左右,运转费用约1.9元/m³废水,比国内同类企业低20%左右。

针对印染废水难生物降解有机物含量高、可生化性差、色度



示范工程内部