



污水处理厂尾水净化示范工程

平原河网水质改善与生态修复成套技术 支撑嘉兴市水质改善

1 河道—河网—湖荡淤泥 减量化与资源化成套技术支 撑内源污染治理

嘉兴市地势平坦,河道水力坡度小,流速缓慢,河道、湖荡普遍淤积严重,一方面,导致河床、湖盆升高,有效蓄滞水容积减少,水环境容量降低;另一方面,淤泥中的污染物易向水体释放造成内源污染,内源沉积已成为制约区域水环境质量改善的重要因素。底泥环保疏浚是治理内源污染的有效手段,据了解,“十二五”以来,嘉兴市区清淤量已超过1.2亿立方米,仅2016年嘉兴市城区就完成清淤量980万立方米。疏浚底泥具有产生量大、含水率高、重金属及持久性有机污染物含量较高且浸出风险较大等危害,亟须及时、安全、有效的处理处置。然而,现有的疏浚底泥处理处置技术普遍存在技术不完善,规模化、装备化水平低,经济性差等缺点,难以进行推广应用。

针对平原河网地区地形平坦、河道—河网—湖荡密集且类型多样的现状,污染底泥点多、面广、多源,对底泥疏浚和处理装备移动性和自动化操作水平要求高的特点,以及现有技术存在的不足和规模化、装备化水平低,经济性差等问题,课题组通过对嘉兴城市河网区和北部湖荡区底泥进行加密调查采样,摸清底泥淤积现状、污染特征和底泥特点。集成和评估国内外底泥减量化和资源化成熟技术和新技术,研究分析相关技术对嘉兴市河道底泥疏浚与处理处置的适用条件及其产业化、装备化方案。针对嘉兴特点,开展自主研发和重点技术论证,突破疏浚底泥处理处置关键环节规模化应用的技术瓶颈问题,研发集成了河道—河网—湖荡淤泥减量化与资源化成套技术。技术适用于百万吨级底泥规模化脱水减量和资源化利用,可实现脱水减量后底泥含水率低于50%、资源化利用率90%、处置费用不超过80元/吨。

2 源头分离—过程削减— 生态净化多级屏障水质改善 成套技术助力面源污染治理

海绵城市能实现雨水自然积存、自然渗透、自然净化,是从源头控制城镇面源污染的重要手段。嘉兴市是国家海绵城市建设的首批试点城市之一,目前嘉兴市海绵城市示范区内海绵设施大部分已建设完成。然而,与海绵城市建设技术较为成熟的国家相比,目前海绵城市示范区内海绵设施建设费用较高,对径流污染的削减效果较差,同时,国内尚缺乏完备的海绵设施运行管护技术体系与实践经验,难以保证海绵设施长期稳定运行。另一方面,嘉兴市具有河网湖荡密布的自然条件,利用河流与湖荡湿地污染净化能力,以自然方式实现雨水输移过程中污染物削减,是减小雨水径流对受纳水体的影响,提高区域水生态系统安全的有效措施。然而,目前嘉兴市河网湖荡水体污染与生态退化严重,污染净化功能难以有效发挥,亟须进行生态修复。

为解决上述问题,课题组研发集成源头分离—过程削减—生态净化多级屏障水质改善成套技术,将城市区域、城乡结合部和城郊生产生活因地表径流形成的面源污染采用特色城市海绵体单元设计和运行管理方法进行陆地阻滞、存蓄、拦截、净化和回用,然后充分利用河网水系和大量湖荡湿地的生物生态净化能力,将进入水体的面源污染从河网到湖荡逐级去除。源头分离方面,课题组系统调查了嘉兴海绵城市示范区内典型海绵设施的运行管理现状和运行成效,利用调查数据对海绵城市水量和水质模型进行校验和验证,形成适应于嘉兴本地的模型参数。根据嘉兴市海绵设施特点,将建筑与小区、市政道路海绵设施系统进行分类,采用模型模拟结合实验验证的方法,对每类系统内海绵设施的布置和规模以及生物滞留设施的填料和植物、侧石开口、下凹式树带、预处理设施等海绵设施细节进行优化,形成7套建筑与小区或市政道路海绵设施系统优化方案,可实现海绵设施单位集雨面积的投资额下降20%。同时,课题组对嘉兴市常用的生物滞留设施、下沉式绿地/植草沟、绿色屋顶、透水铺装等7类海绵设施开展定期巡查、检测和养护,对不同养护技术进行技术比选和实际论证,确定了7类海绵设施养护标准、方法、频率等,形成涵盖养护级别划分技术、日常养护技术、定期养护技术、问题诊断分

析技术、恢复性修复技术等方面的海绵设施运行管理集成技术体系,编写了《嘉兴市海绵城市设施运行管理技术指南》,填补了平原河网区海绵设施运行管理技术的空白。利用该技术对海绵设施进行养护,可实现与刚建相比,对雨水径流中总氮与总磷的削减率降低不超过20%。

过程削减与生态净化方面,课题组详细调查了嘉兴市城市河网区和北部湖荡区水文、水质、底质、水生态等生态环境现状,结合嘉兴市社会经济发展、技术条件和环境需求,诊断识别河网区和北部湖荡区水质污染与生态破坏的原因和主要影响因素。以加强河流沿程的水生态修复和水质改善措施,改善河网水系断面生态环境、构建平原河网水系生态景观、治理湖荡内源污染、修复与重建湖荡湿地健康生态系统为重点,提出适用于嘉兴平原河网区和北部湖荡区水质改善和生态修复的关键技术、工程措施及管理机制,编制《城市河网区水质达标方案》《北部湖荡区水质改善方案》。研发、优化、集成河道坝塘漫流技术、纤维生物毯生态拦截技术、多介质雨水生物渗透净化系统技术、浮动净水厂技术等系列技术,结合海绵建设系统优化集成技术与海绵城市设施运行管理技术,综合集成河网—湖荡区农田径流氮磷拦截与净化技术、基于城市海绵体—河网的面源污染拦截与净化技术,可实现常规雨量下对城市地表径流和农田径流中总磷削减率大于20%、总氮削减率大于15%。

例如,针对现有土壤渗透系统对城市径流净化能力低、渗透性能差、水力负荷低、易堵塞等问题,课题组将生物滞留净化技术与水环境净化模式相结合,优化集成多介质雨水生物渗透净化系统。该系统由土壤层、填料介质层和砾石排水层构成,介质层填充改性沸石、多介质生物陶粒、α铁基改性火山岩、改性生物炭和硫铁矿等生物材料四种功能性材料,土壤层种植水生植物,通过植物根系吸收和干湿交替作用促进填料吸附再生。该系统作为蓄水池等雨水储存设施的配套设施,能够在收集雨水的同时进行雨水土壤渗透和净化,降雨强度较大时,流经系统表层的雨水可经过水生植物初步过滤后排放,实现对降雨径流水质、水量的多功能控制。课题组介绍,该系统对降雨产生的地表径流中总氮、总磷、氨氮、化学需氧量、总悬浮物的去除率达50%~98%,处理后的雨水能达到回用水水质要求,适用于水系周边绿地,净化效果好,易与景观结合。

此外,针对嘉兴市污水厂尾水氮磷含量较高,难以达到城市河网水质考核要求的问题,课题组开展了人工湿地水生植物筛选、系统构型以及工艺参数优

化,研究不同流态人工湿地的适用性以及湿地分区组合匹配,研发人工湿地滤料功能强化与新型固定化技术,提高组合湿地对污水厂尾水的深度处理性能,形成基于植物根系微生物强化的复合流人工湿地集成技术,揭示复合流人工湿地基质—微生物—植物协同强化机制,集成污水厂尾水深度净化与城市景观建设相协调的湿地构建技术体系。

3 三大示范工程初见成效

截至2019年底,课题的三个示范工程均已建成,所示范的关键技术的实际应用效果已初步显现。

淤后底泥处理处置与湖荡生境改善示范工程

选择嘉兴市北部西千亩荡和沉石荡开展100万立方米底泥疏浚,对疏浚淤泥进行高效脱水减量,并结合工程实际需要,开展脱水底泥资源化应用和示范。截至2019年底,西千亩荡底泥疏浚量为64.7万立方米,利用课题研发的配备有底泥脱水减量集成优化控制系统的移动式模块化脱水减量集成设备进行脱水,已全部完成,脱水后底泥含水率小于50%。沉石荡疏浚量为26.5万立方米,采用课题研发的负压直排脱水干化技术全部完成脱水。西千亩荡和沉石荡两处工程共计完成91.2万立方米(大于100万吨)底泥脱水减量,以湿地建设用土、护岸路基用土、低洼区回填土等方式完成88.8万立方米底泥资源化利用,资源化利用率达97%。



平原河网区面源拦截与净化运行管护示范工程

选择嘉兴市海盐城市试点示范区内包括城中片、南湖核心区、中央公园在内的10.2平方公里区域,将课题研发集成的海绵设施运行管理技术体系应用于区域内海绵设施的日常管理,同时,选择秀洲区绿城柳岸禾风小区,对海绵建设系统优化集成技术与多介质雨水生物滞留净化系统技术进行工程示范。2019年,完成了示范区内海绵设施养护方案的编制,对海绵设施养护单位开展了海绵设施养护管理培训,并签订了技术服务协议,进行了海绵设施运行管理技术的示范。绿城柳岸禾风小区示范工程已完成建设,目前正在进行第三方监测,初步结果显示,该示范工程对雨水径流中总氮削减率为61.9%,总磷削减率为49.8%,径流总量控制率为85%,单位面积造价比传统海绵系统降低34%。

污水处理厂尾水生态净化示范工程

在嘉兴市三环东路以东约600米,老07省道以南、平湖塘以北,嘉兴市平湖枢纽毗邻范围内建设占地约240亩的污水厂尾水生态净化示范工程,对嘉兴市城再生水厂一期每日排放的4万立方米尾水进行生态净化。该示范工程由湿地核心处理区和后置稳定塘区两部分组成,湿地核心处理区采用水培流人工湿地组合表面流人工湿地工艺,对尾水进行深度净化,稳定塘区作为后置强化处理区,起到景观修饰、水质净化及雨水蓄存的作用。示范工程已完成建设并稳定运行,2019年3月~12月开展了第三方监测,监测结果表明:示范工程出水的NH₃-N、COD_{Cr}、BOD₅、TP浓度稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类至Ⅳ类标准。



4 全力支持地方治水,编写 《南湖水质提升与生态修复总 体方案》被政府采纳

南湖位于嘉兴市区,湖体南北长、东西狭,常年水面面积为0.42平方公里,是嘉兴市各主要河流蓄滞的枢纽,是海盐塘、平湖塘、嘉善塘等多条河流的起点、终点交汇处。近年来,随着城市化和人为干扰的加剧,加之嘉湖平原土壤主要以细颗粒的黏土为主,导致南湖水体透明度不足30厘米,且氮磷含量较高。2013年以来,虽然水质有所好转,但代表感官指标的悬浮物和透明度仍然居高不下,总磷仍超过水环境功能区考核的Ⅲ类标准。

课题组在南湖及周边河网共设置了112个采样点,进行了两次全区域采样和湖内月度采样,同时采集水样和沉积物样品,对南湖及周边河网的水质、底质、水生态等进行了全方位的调查,在此基础上解析南湖主要水环境问题并提出解决策略。

课题组对南湖的主要水问题,以提升南湖水体透明度和水质改善为核心目标,以降低水体悬浮物为重要抓手,全面、深入研究了污染源发生机理、输移规律、入湖通量及其对南湖水质影响机理;根据生态学原理,分析并协调湖泊水环境系统各组成要素之间的关系,通过现场中试获取重要工程参数。并提出采取区域清淤廊道构建—河口强化净化—湖体生态改善等工程措施,实现水清、岸绿、景美的“人—城—河—湖—和谐”的江南水乡景观,有力支撑嘉兴市生态文明建设。

课题组编写的《南湖水质提升与生态修复总体方案》已经通过专家论证并已经被嘉兴市政府采纳。 刘天星

改善嘉兴市水质总体思路



核心目标

研究区河网—湖荡生境改善和水质提升(嘉兴市北部湖荡水源涵养区和城市河网区为重点研究区域)



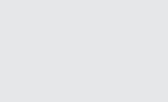
重要抓手

挖掘农业面源、城镇径流和内源污染控制等方面污染负荷削减潜力



工程技术

疏浚底泥高效减量化技术、河道淤后底泥分类处理与资源化技术、重金属污染底泥生物淋滤技术、基于城市海绵体—河网的面源污染拦截与净化技术等4项关键技术



应用推广
核心成套技术

最终为实现嘉兴市水环境质量全面满足国家和浙江省考核要求发挥重要作用



最终成果