

基于污染总量控制理念的余杭塘河流域水环境系统治理体系构建

孙金昭

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 基于污染总量控制理念,运用流域系统整治思维,采用多措并举治理方法,以杭州余杭塘河流域为治理对象,对杭州余杭塘河流域河道水环境现状进行系统性分析和治理。通过构建以控源截污为核心的零直排达标、活水循环和排蓄安全调度、生物调控和水生态群落恢复、全面统筹和科学调度的智慧管理这四大工程体系,最终实现了余杭塘河流域2020年底主要河道消除劣V类水体,重点断面主要指标达到IV类水,水生态系统逐步恢复,区域水环境标准质量显著提高的工程目标。

关键词: 污染总量控制;水环境系统治理;体系构建;智慧水务

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0111-05

0 引言

良好的水生态环境是城市的宝贵财富,向人们提供了观光、休闲、游乐等重要的环境服务。然而近年来随着经济、社会的快速发展,城市水环境污染、河道生态破坏问题日益突出,严重束缚了我国许多城市的快速发展和高标准建设,已成为城市水环境保护领域的重大问题和亟需开展推进的重要工作^[1]。

城市水环境污染治理是一项系统工程,涉及面广,环境条件复杂,项目实施需要统筹谋划、整体推进、重点突破,切实树立水环境综合治理思维观,系统构建水环境治理体系^[2-4]。针对城市的污染排放,应通过控源截污的工程措施来减轻水体污染状况,并应用活水提质、内源治理的技术手段达到进一步改善水质的目标,借助生态修复和重构的综合方法来恢复水生态系统^[5]。

本文以余杭塘河流域水环境系统治理为例,介绍水环境系统治理工程的体系构建方案。

1 余杭塘河流域现状概况

1.1 流域概况

余杭塘河为杭州市市级河道,属运河水系,河道

及周边水系水流流向主要为由西往东、由南往北。余杭塘河经余杭街道、未来科技城、仓前街道、五常街道至杭州,汇入京杭大运河,全长约19.8 km,河面最大宽度60 m,最小宽度7.5 m,平均宽度40 m左右,50 a一遇防洪水位4.22 m。

余杭塘河流域水环境系统治理范围约24.76 km²,包括余杭塘河南片支流水系清水港、枫树港、何过港、汪桥港、闲林港、杭师大内部水系、香樟港等22条河道。余杭塘河及其南片水系示意图见图1。



图1 余杭塘河及其南片水系示意图

1.2 现状评估和问题识别

1.2.1 排水系统现状评估

本次治理工程范围内排水系统为雨污分流制。以狮山路为界,以东属于新开发区域,排水管网运行状况良好,并采用海绵城市元素控制区域面源污染;以西属于余杭街道建成区,存在排水管网淤积、混接、污水直排现象。

排水系统现存有如下问题:

(1)根据住宅小区雨污混接点调查数据,存在混

收稿日期: 2023-07-21

基金项目: 上海市科委“放江污染水陆协同精准控制关键技术研究与示范”项目(21DZ1202600)

作者简介: 孙金昭(1991—),男,硕士,工程师,从事市政给排水、水环境治理的研究和设计工作。

接点的住宅小区共计 21 个,较为严重的主要集中于余杭老街道区域,共计 16 处,占比 76%。

(2)根据市政道路下方排水管网 CCTV 检测资料,存在雨污混接点的区域共计 54 处,其中余杭老街道区域达 49 处,主要集中在联兴路、宝林路、凤凰山路和凤新路。

(3)根据雨水管道 CCTV 检测资料,余杭老街道主要市政道路下方的雨水管道内淤积严重,经过径流冲刷,淤积污染物直排河道。

1.2.2 水利工程现状评估

余杭塘河流域的河道疏浚工程虽然每隔 3 年进行一次,但是河道仍然存在淤积现象。通过对河道流速的实测,结合水利设施建设现状,运用 MIKE 模型对余杭塘河南片水系进行水动力模拟,结果显示现状条件下,余杭塘河上游流量较小,通义港—闲林港进口段流量显著不足,在通义港闸门开启时有回流现象发生,水系整体水动力不足,整体流速在 0.01~0.04 m/s 范围内,流动性较差,死水区面积占总水域面积的 72%。

余杭塘水系现状流量、流速分布图见图 2、图 3。

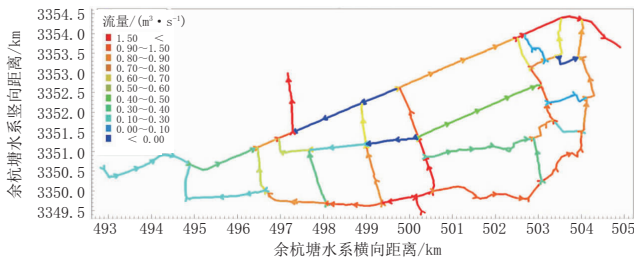


图 2 余杭塘水系现状流量分布图

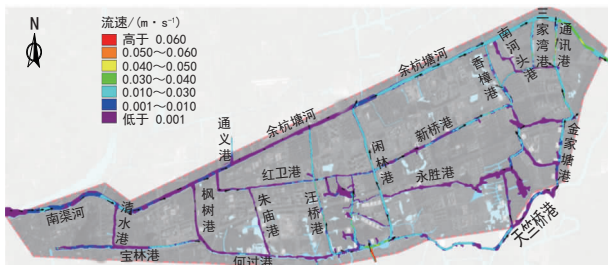


图 3 余杭塘水系现状流速分布图

1.2.3 河道生态现状评估

余杭塘河南片水系河道整体缺乏系统的生态修复建设,已有的生态修复措施维护不佳,生物群落多样性也随之降低,且部分区域底泥淤积,淤泥中的有机物或重金属等污染物通过扩散释放于水体,导致水体污染物含量升高,危害水生生物和人类健康,同时致使河道水生生态系统结构退化。

1.2.4 流域水质现状评估

根据水质监测,余杭塘河现状部分断面水环境质量为劣 V 类水体,主要表现为化学需氧量 COD_{Cr} 和氨氮的质量浓度超标。余杭塘河主要断面 COD_{Cr} 、氨氮的质量浓度监测结果见图 4、图 5。

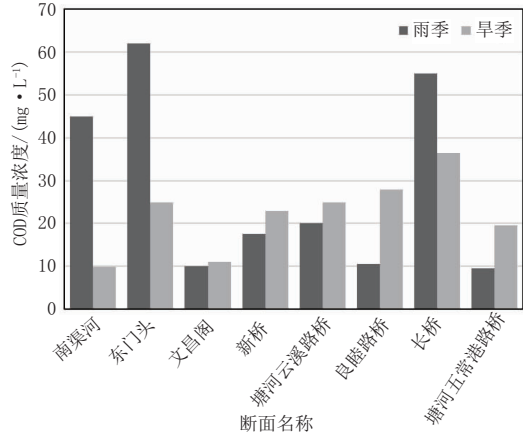


图 4 余杭塘河主要断面 COD_{Cr} 质量浓度监测结果

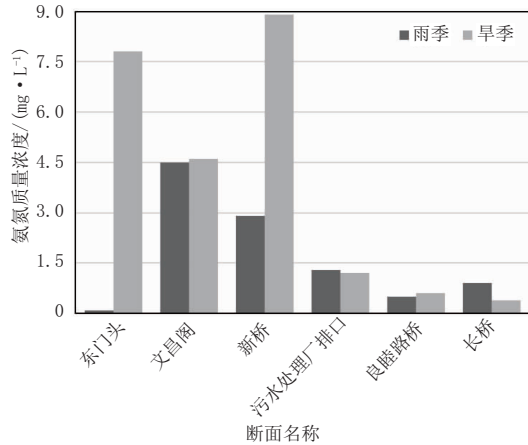


图 5 余杭塘河主要断面氨氮质量浓度监测

余杭塘河南片水系共有 11 条河道水质为劣 V 类,其中施桥河、香樟港、宝林港、清水港、新桥港、红卫港较为严重,未达标河道占余杭塘河南片水系河道总数的 50%。

余杭塘河南片水系河道污染特征因子质量浓度监测结果见图 6。

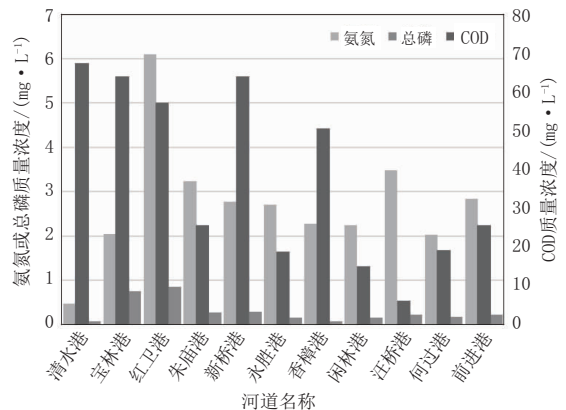


图 6 余杭塘河南片水系河道污染特征因子质量浓度监测结果

1.2.5 水环境治理关键问题识别

通过现状调研和数据、模型模拟分析,余杭塘河南片水系水环境治理存在的主要问题为:

(1)余杭老街道建成区存在不同程度的雨污混接现象,导致污水随雨水口直排入河,雨季河道排口溢流污染严重,是河道的主要污染来源。

(2)余杭塘河南片水系为平原河网,水体整体流动性不足,生态补水条件较差,天然径流或降雨无法满足河道的生态补水需要。

(3)河道水生生态系统结构退化,生态系统稳定性不足,水体的自净能力下降,导致河道陷入水质不断变差的恶性循环。

(4)流域治理范围广,基础设施数据、资源、管理共享性不足,水务设施综合管理能效较低,流域水环境统筹管理机制存在短板。

2 治理目标

根据《浙江省水污染防治行动计划》和《杭州市劣V类水剿灭行动实施方案》,本次治理工程的目标为近期(2020年)主要河道消除劣V类水体,重点断面主要指标达到IV类,逐步恢复水生生态系统;远期(2030年)主要河道稳定保持IV类,恢复水生生态系统,重点断面主要指标努力达到III类。

3 流域系统治理体系构建

城市水环境治理应结合水体污染源和环境条件进行详细调查、系统分析,然后因地制宜地确定水体整治和长效保持技术路线。余杭塘河流域水环境系统治理工程在此基础上,遵循“适用性、综合性、经济性、长效性和安全性”的原则,基于污染总量控制理念,形成了污染负荷减排和环境容量提升的总体思路,制定了以控源截污为核心的零直排达标、活水循环和排蓄安全结合调度、生物调控和水生态群落恢复、全面统筹和科学调度的智慧管理这四大工程体系。

余杭塘河流域水环境系统的总量控制体系构建见图7。

3.1 以控源截污为核心的零直排达标体系

基于城市建成区余杭街道雨污混接严重,溢流污染直排河道等问题,提出“前端分流+终端调蓄”的技术思路。近期“干管优先、短期兜底”,实现区域内旱季污水“零直排”,雨季大幅削减溢流入河污染量的目标;远期“城市更新、依序推进”,排水系统雨污分流改造实施后,终端调蓄设施由CSO调蓄调整

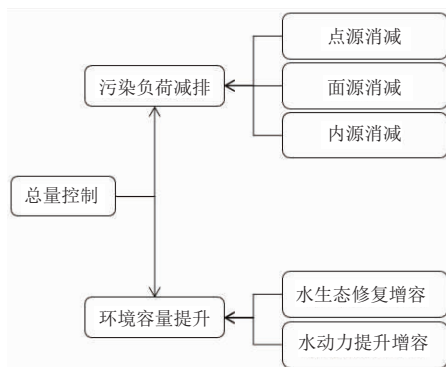


图7 总量控制体系构建

为初雨调蓄。

3.1.1 采用新型“智能分流井”工艺

分流是实现“前端分流+终端调蓄”技术思路的关键。通过在分流井内设置超声波液位计、智能控制闸门、雨量计等设备,将控制方式植入智慧水务管控平台,建立“污染-水量-水质”联动响应机制,实现污水分流智能化控制。

3.1.2 建设灰色优水-节地型线性调蓄设施

利用DN3000管道作为线性调蓄的主体,沿文一西路南侧绿化带内敷设,全长约1.56km,管道埋深9.0~10.0m,内设2座冲洗井,井内安装大型拦蓄冲洗门,蓄水冲洗管道内淤积的沉积物。线性调蓄规模约1.06万m³,调蓄雨季经智能分流井分流后的混接污水和初期雨水,雨后排入污水处理厂处理,大幅度削减城市建成区内的入河污染物。

3.2 活水循环和排蓄安全结合调度体系

鉴于区域流域范围广,河网密集,结合区域防洪排涝体系,在全流域调度体系基础上分圩区构建5个独立的水动力提升体系,优化区域水网格局,制定“流域-圩区-流域”的配水换水方案。区域活水提质片区划分示意图见图8。

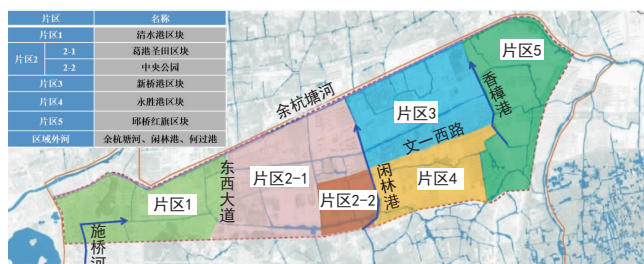


图8 区域活水提质片区划分示意图

3.2.1 活水排蓄兼顾的闸与闸站建设

规划引领,科学配置区域内闸与闸站的建设,完善区域活水配水体系,提升区域防洪排涝能力,新建闸与闸站3座,闸与闸站的控制接入智慧水务管控平台。

3.2.2 蓝色理水,全方位高效活水提质

梳理现状,激活存量,通过对现状水利设施的智能化改造,将区域内现状 25 座水利设施的管控全部植入智慧水务管控平台,实现区域水利设施层层管控,科学调度,合理配置,全方位高效活水提质。通过

统一调配闲林港、南苕溪、香樟港和中泰乡来水可供水量,可实现区域内生态配水流量共计约 8 m³/s,提高现状河道水动力,消除区域内的死水区,杜绝河道水体回流现象发生。

区域活水提质配水路线见图 9。



图 9 区域活水提质配水路线

3.3 生物调控和水生态群落恢复体系

采用生态治理修复、重建河道栖息地,引导水生生态系统恢复,包括微生物、水生植物、水生动物等。恢复水体初级生产力,重建河道生态群落结构与生态链,实现水体生态系统的动态平衡和自我修复,提升水域自净能力。

3.3.1 基于“生物调控”理论构建生态体系

将“生物调控”理论应用于流域治理工程,构建沉水植物—微生物—底栖动物—鱼类的完整生态体系,实现水生生态系统中生产者、分解者、消费者的有机统一,保证生态链完整稳定、物质循环流动,包括沉水植物生态带构建、挺水及浮叶植物恢复以及完善水生动物系统。

3.3.2 绿色净水 - 排口原位强化处理设施

利用强化浮动湿地,原位治理河道雨水排口面源污染,绿色低碳。强化浮动湿地以载体填料为主体,下部增设人工水草层,为微生物生长提供理想的附着基质,配合穿孔曝气使用,快速降解直排口的入河污染物,是河道水质净化工程的核心主体,也是水体中“可移动的水体净化处理厂”(见图 10)。

3.4 全面统筹、科学调度的智慧管理体系

构建水务环境信息可控可查,水务设施全过程精细化、动态化管理和最优化运行的智慧管控平台。智慧水务管控平台全面统筹水务设施的管理调度,构建一张全过程、全天候监测的感知网络,提供智慧

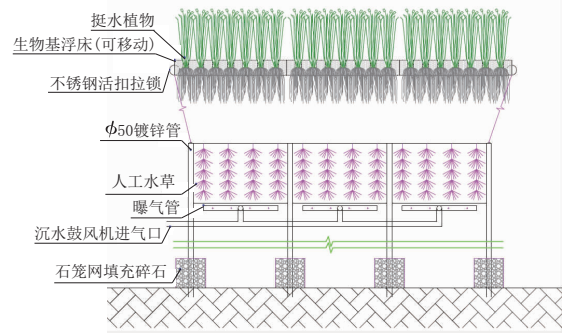


图 10 强化浮动湿地示意图

高效运调“水管家”服务,建立起流域水环境管理的长效机制。水环境在线监测设施见图 11。



图 11 水环境在线监测设施

3.4.1 监测网络体系建设

(1)控源截污体系包括污水处理厂和分散式处理设施的排水水量、水质监测;智能分流井水量、水质监测及运行管理;调蓄设施水量、水质监测及运行(冲洗、放空等)管理。

(2)活水提质体系包括重点河道断面水质、液位监测;闸与闸站的智慧调度。

(3)生态修复体系包括生态设施的远程监控、河道水体按需增氧。

(4)管理运维体系包括河道管理电子牌,实现河道概况总览、巡河打卡签到、环境信息发布、智能照明等多重管理功能以及集远程监控、调度管理、决策指挥等多种功能于一体的监控展示中心。

3.4.2 智慧系统工程功能构建

综合运用物联网、大数据、GIS、BIM、AR 模型模拟、遥感影像等技术手段,实现流域河道水系水质水量实时监控风险预警、厂网河运行联合调度、模型评估决策支持、滨水空间网格化运维、安全应急联动处置、运维绩效考核评价、公众舆情互动反馈等七大智慧化能力,为余杭塘河流域水环境管理提供数字化、精细化和科学化管理工具,全面提升水环境运维能力和管理水平。

4 结 语

(1)基于污染总量控制理念,构建以控源截污为核心的零直排达标、活水循环和排蓄安全结合调度、生物调控和水生态群落恢复、全面统筹和科学调度的智慧管理这四大工程体系,系统治理,具体实施,

因地制宜。

(2)通过问题识别,构建系统治理体系,统筹建设“蓝绿灰”水务设施,实现了余杭塘河流域在2020年底主要河道消除劣V类水体,主要断面主要指标达到IV类,逐步恢复水生态系统的工程目标。

(3)以余杭塘河流域水环境治理工程为核心,结合区域居住小区雨污分流改造、海绵城市建设以及上游来水污染控制等措施,持续推动形成绿色发展方式和生活方式,区域水环境质量得到显著提升,河道稳定保持IV类水质,恢复了水生态系统。

参考文献:

- [1] 余忻,黄悦,张志果,等.水环境综合治理市场现状和发展形势分析[J].给水排水,2020,46(6):85-88.
- [2] 住房和城乡建设部,生态环境部.城市黑臭水体整治工作指南[Z].北京:住房和城乡建设部,生态环境部,2015.
- [3] 住房和城乡建设部,生态环境部.城市黑臭水体治理攻坚战实施方案[Z].北京:住房和城乡建设部,生态环境部,2018.
- [4] 黄鸥.城市水环境综合治理工程存在的问题与解决途径[J].给水排水,2019(4):1-3.
- [5] 刘翔,李森,周方,等.城市水环境综合整治工程原理与系统方法[J].环境工程,2019,37(10):1-5.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com