

“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式实践探索

——以长江大保护试点城市芜湖城南污水系统片区为例

欧阳蔚¹, 吉 驰², 张 烨¹, 张爱红¹, 史书华¹, 赵振军¹

[1.长江生态环保集团有限公司, 湖北 武汉 430000; 2.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要:为实践探索“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式应用效果,以长江大保护试点城市芜湖市城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境系统治理工程为对象,系统梳理“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式,着重介绍该模式在芜湖市水环境治理重点项目中的实践应用情况,总结该模式取得的实践成效和推行建议,以供类似项目和其他城市参考。

关键词:长江大保护;厂网河(湖)岸;一体化水环境治理

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)05-0114-04

0 引 言

当前我国城市水环境治理取得了一定的成果,但仍存在治理效果不稳定、黑臭水体易反弹等诸多问题,急需建立更为先进的城市水体治理模式,实现城市水体“长制久清”。基于此背景下,众多学者对城市水污染治理展开了研究。郑江^[1]于2016年,首次提出了城镇排水系统厂网一体化运营的基本模式,并分析探讨了相应的实现途径;彭越^[2]也在2018年创新性地提出了“厂站网河”全要素水污染治理新模式,并在深圳河流域水环境治理方面取得了良好的效果;此后,郑政^[3]以深圳市龙岗河为例,提出了“全流域统筹、厂网河源系统治理”的黑臭水体治理技术路线;徐士森^[4]探讨了城镇排水“厂网河湖”一体化运营管理机制;窦娜莎^[5]总结青岛市治理黑臭水体经验,分析了“厂网河”一体化运营模式在实践中遇到的问题。由此可见,在新的形势下,城市污水治理逐步走向污水处理厂、排水管网、河流湖泊一体化有机结合的新途径。

在“共抓大保护、不搞大开发”的背景下,芜湖市作为“长江大保护”试点城市,对城市水环境的治理工作进行了诸多的践行工作^[6-9]。经多年治理,目前芜湖市黑臭水体整治工作已完成,市区河道水质情况有极大的改善。但要实现城市水环境“长制久清”,仍有很长的路要走。为更好地治理芜湖市水环境问

题,在“厂网一体化”基础之上,芜湖市与三峡集团以芜湖市城南污水系统片区为试点合作探索了新的“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式。现介绍芜湖城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理工程的实施效果,进行该模式的实践分析(见图1),并提出推进建议,以供类似治理水环境项目和其他城市参考。

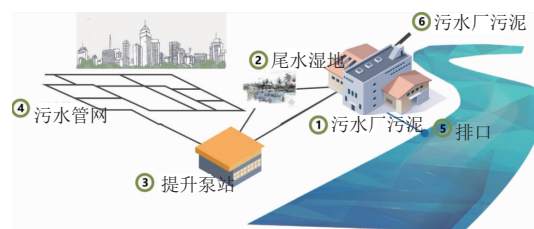


图1 “厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式

1 工程概况

芜湖市城南污水系统片区划分范围为青弋江以南、漳河以东、芜铜铁路以西,总面积约108 km²。片区内拥有一座城南污水处理厂,位于峨山路与滨江南路的交口处,靠近漳河,规划总规模30万 m³/d,在“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理工程实施前已完成10万 m³/d的建设规模,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18919—2002)中一级B排放标准。尾水采用低水自排与高水机排相结合的排放形式,即长江高水位时处理尾水经厂内出水泵房提升后,由管道排入长江;长江低水位时采用重力排放,自排尾水经厂区北侧明渠转输后以涵管形式排入长江南路水系,最终可由漕港和麻浦桥泵站进入漳河。

收稿日期: 2022-06-07

作者简介: 欧阳蔚(1989—),男,硕士,工程师,从事工程项目管理工作。

城南片区大部分道路已建成,按雨污分流制建设,已建雨水管总长约 292.5 km,管径 DN600~DN2000;已建污水管总长约 181.1 km,管径 DN300~DN2000。工程建设前污水系统长期高水位运行、混接乱排、渗漏混接严重,整体运行效果不佳。

城南污水处理厂尾水排放水系长江南路水系北起漕港主水系,南至漕港泵站,水系平均宽约 20 m。据调查,工程实施前漕港水系、长江南路水系部分时间段或点位 COD_{cr} 超过 40 mg/L,TP 最高达到 1.65 mg/L, $\text{NH}_3\text{-N}$ 峰值达到 4.1 mg/L,支流部分水质劣于地表水 V 类指标,整体不能稳定达到 V 类水质标准。

2 项目概况

2.1 项目基本情况

芜湖市城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境系统治理工程建设内容为存量管网排查与整治工程、城区污水主干管及泵站完善工程、城区污水次支管网完善工程、城南污水处理厂一期提标改造工程、城南污水处理厂二期工程项目、城南污水处理厂尾水排放水系水环境综合整治工程,具体如表 1 所列。

运营范围包括城南污水处理厂(一期存量资产及提标改造、二期扩建)、污水管网及泵站(房)、城南污水处理厂尾水排放水系水环境综合整治工程。项目总投资 134 366.55 万元,其中建设投资 97 179.09 万元。

项目采用“ROT+BOT”(改建—运营—移交+建设—运营—移交)运作,其中城南污水处理厂一期提标改造工程、存量管网排查与整治工程采用 ROT 模式(改建—运营—移交),二期扩建工程、污水主干管及泵站完善工程、污水次支管网完善工程、城南污水处理厂尾水排放水系水环境综合整治工程采用 BOT 模式(建设—运营—移交)。市政府将本项目特许经营权授予项目公司。项目公司负责本项目的投融资、建设、运营维护及移交等工作。项目合作期暂定为 29 年 4 个月,包括建设期(1 年 4 个月)和整体运营期(28 年)。

2.2 实施效果

芜湖市城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理工程于 2019 年 5 月正式启动,经历前期策划、公开招标等过程,于 2019 年 8 月选定社会资本。截止 2021 年 6 月,相关建设内容均已完工。

2.2.1 管网系统整治和完善

通过排查城南污水系统片区共 98 条道路 144.5 km

表 1 城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境系统治理工程

子项名称	功能定位	主要技术特征
存量管网排查与整治工程	管网整治工程	排查城南片区雨污水管道,整治混接点,修复缺陷近 4 500 个
污水主干管及泵站完善工程	新建管网工程	采用开槽埋管施工新建污水主干管网约 1.5 km
污水次支管网完善工程	新建管网工程	采用开槽埋管施工新建污水次支管网约 19.7 km,一座污水提升泵站规模由 0.4 m ³ /s 扩建为 0.8 m ³ /s,更换配套设施
城南污水处理厂一期提标改造工程	污水厂提标改造	原设计规模为 10 万 m ³ /d,新增“高效沉淀+反硝化深床滤池”工艺,出水水质指标提高至一级 A 排放标准
城南污水处理厂二期工程	污水厂增容扩建	扩建规模为 10 万 m ³ /d,采用“AAO(改良 Bardenpho)反应池+辐流式沉淀池”、“高效沉淀池+反硝化深床滤池”深度处理工艺、“次氯酸钠消毒”工艺
城南污水处理厂尾水排放水系水环境综合整治工程	水系整治工程	对总长约 7.4 km 的漕港水系和长江南路水系新建外源污染控制工程、底泥清淤工程、水质净化工程、活水保质工程、景观工程及水质监测工程

污水管网,消除 20 个混接点,精准诊断,对症修复近 4 500 个缺陷点,保证进污水厂的“血管”健康,助力提质增效工作。

新建城南污水系统片区约 21.2 km 污水管网,消除区域污水管网空白区约 2.99 km²,实现污水管网全覆盖、污水应收尽收,提升污水收集率。

2.2.2 污水处理厂处理能力和运行效果提升

通过城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理工程(见图 2),城南污水系统片区污水处理能力显著提升,由 10 万 m³/d 增加至 20 万 m³/d,出水标准由一级 B 提升至优于一级 A($\text{COD}_{\text{cr}} \leq 30$ mg/L、 $\text{BOD}_5 \leq 10$ mg/L、 $\text{SS} \leq 10$ mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 2$ mg/L、 $\text{TN} \leq 10$ mg/L、 $\text{TP} \leq 0.4$ mg/L)。



图 2 城南污水处理厂二期扩建工程

2021 年完工后运行至今,年均日处理量约 13.5 万 m³/d,较建设前(约 9.9 万 m³/d)提升 36.4%,有效降低污水系统运行水位,消除污水冒溢

现象。工程建设前后城南污水处理厂进出水平均浓度如表2所列。建设前(2018年)按照一级B排放,不能满足一级A排放标准的主要是TN、TP、SS三项水质指标。通过对污水处理厂提标改造、增容扩建,各项出水水质指标较建设前均有显著改善,其中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 出水浓度下降了85.95%,TN出水浓度下降了41.3%,TP出水浓度下降了77.78%,SS出水浓度下降了31.2%(见表2),大幅度削减污染物的排放量,从而有效减轻长江流域水环境污染。图3为文津西路海绵示范道路;图4为天井山路人工湿地公园。

表2 治理前后进出水水质主要指标对比表 单位:mg/L

水质指标	进/出水	治理前	治理后
COD_{cr}	进水	184.7	167.3
	出水	19.2	12.86
BOD_5	进水	—	73.69
	出水	6.77	6.54
$\text{NH}_3\text{-N}$	进水	21.2	20.23
	出水	1.21	0.17
TN	进水	—	27.72
	出水	13.6	7.99
TP	进水	—	3.02
	出水	0.54	0.12
SS	进水	—	156.65
	出水	10.3	7.09



图3 文津西路海绵示范道路



图4 天井山路人工湿地公园

2.2.3 尾水排放水系水清岸绿

污水处理厂尾水排放水系水环境提升, COD_{cr} 、TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均浓度为24.75 mg/L、0.16 mg/L、0.424 mg/L,稳定达到地表水V类水水质;水生态改变明显,水生植物覆盖率增加到50%以上,恢复了水体生物多样性;水景观改善显著,沿河打造文津西路海绵示范道路、长江南路绿带、天井山人工湿地公园等带有水处理功能的景观,提升沿线河道景观。目

标水系水环境、水生态、水景观等方面的提升使周边居民的获得感和幸福感进一步提升,提高群众满意度。

2.2.4 智慧水务信息化管理

以城南污水系统片区作为试点,建立规范化、精细化、智慧化的“智慧排水”一体化运维管理平台。利用平台,为污水系统运行监测、巡检养护、监管评估、规划建设提供依据和支撑,实现“自动化监测、智能化管控、科学化决策、系统化治理”,提高污水系统安全运行能力。

3 研究与建议

3.1 “厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式实践分析

3.1.1 “项目打包建设”提升项目建设效率和质量

采用厂网河(湖)岸一体化水环境治理模式进行“项目打包建设”,统一城南污水系统片区内厂、网、河道的建设主体,做到同步设计、同步施工、同步验收、同步运营,解决污水系统内存在的建设分散、建设标准不一、规模不匹配、施工质量参差不齐等问题,提升污水系统片区内项目整体的建设效率和质量。

3.1.2 “三全处理”保障城市水环境

以城镇污水处理为切入点,以摸清本底为基础,以现状问题为导向,以污染物总量控制为依据,以总体规划为龙头,流域统筹、区域协调、系统治理、标本兼治,遵循“一城一策”原则,突出整体效益和规模化经营,通过“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式,促进城镇污水全收集、收集全处理、处理全达标,以及综合利用,保障城市水环境质量整体根本改善。

3.1.3 “权责明晰、多方联动”提高管控水平

政府与项目公司签订项目合同,明晰政企责任,政府方主要负责项目识别、准备、采购、经营权转让、建设期监管、建设绩效考核、运营期监管、运营绩效考核及期满移交等。企业方负责投融资、建设、运营维护及移交等工作。社会资本方联合体内部签订联合体协议,明确各方应承担的责任和义务。

建立政府调度、行业监管、企业建设、百姓监督机制,推进项目建设。建立联合体内协调机制,发挥联合体优势,探索协同管理平台。以实效达成、投资控制、无缝衔接为导向建立下一阶段提前介入前一阶段的制度。以系统思维、生态理念综合施策,主动完善厂、网、河功能,补齐短板,提高“厂网河(湖)岸”一体化全要素治理模式的管控水平。

3.1.4 “整体移交、闭环管理”保障运维水平

片区内污水管道、污水泵站、污水处理厂及其附属设施、河道由原运维主体整体移交给项目公司。项目公司以河流流域水质达标为目标,对流域内污水厂、管网、泵站、水系等进行统筹建设和协调运行,实现城市厂、网、河(湖)等要素联动,形成闭环管理模式,建立系统治水的全过程常态化运维机制,保障城市排水系统的安全和高效运行,提高城市水环境的整体品质。

3.2 “厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式推进建议

3.2.1 示范先行,稳步推进

“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理涉及的部门、需要整合调整的工作机制较多,在整个城市范围内全面推进实施难度大,可先选取一个污水处理厂及其服务片区实施“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理示范,再逐步推广的方式,其可操作性较强。

3.2.2 摸清底数,治理病害

全面实行排水管网检测,对片区雨污水管网进行全面检测,摸清本底。加快雨污分流改造和管网整治,逐步实现清水入河,污水纳管,保障管网系统健康运行,削减污水系统内的清水量,消除污水干管冒溢现象,充分发挥污水处理厂的效能。

3.2.3 需求推动,提升能力

在一体化水环境治理推进过程中,梳理片区内现有污水设施分布及规模,分析排水需求,从污水处理厂提标扩容、雨污分流改造、管网完善、水系整治等环节入手,推进污水设施的新建和改造工作,提高片区污水系统的功能性、稳定性。

3.2.4 信息化“加持”,联合调度

水环境治理的信息化应用已是大势所趋,以厂、网、河湖、岸线一体化监测为基础,以污水管网模型系统、问题诊断与智能调度算法为核心,全面覆盖污水厂、泵站、管网、河(湖)、岸线的设施管理、实时监控、运维管理、综合调度、绩效考核等重要业务,最终打造一个规范化、精细化、智慧化的“智慧排水”一体化管理体系。

3.2.5 依“法”治水,完善体制机制

当前一些违法偷排、私自混接、恶意损坏污水设施等不良行为导致的水质恶化,相关部门办法不多,对“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理效果影响较大。政府方需协助加强行业监管,推进依“法”治水,修订出台排水、河道等相关管理条例,建立涉水面源污染源精准管控、污水系统的养护和排查长效机制等。

4 结 语

结合芜湖市长江大保护水环境治理项目一城南污水系统片区“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理工程,分析“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式的实践情况。结果表明,“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式具有良好的污水治理效果,并提出相关推进建议。今后在“厂网河(湖)岸”一体化水环境治理模式实际应用中不断发现问题、解决问题,使之成为科学、合理、可靠、有效的城市水污染治理模式。

参考文献:

- [1] 郑江.城镇排水系统厂网一体化运营模式的研究与实践[J].给水排水,2016,52(10):47-51.
- [2] 彭越.厂站网河全要素水污染治理新模式实践分析[C].中国科学技术协会、青岛市人民政府.2020 第十五届青岛水大会报告集.中国科学技术协会、青岛市人民政府:中国金属学会,2020:329-332.
- [3] 郑政.以流域为单元的深圳市龙岗河全面消除黑臭水体设计[J].水利规划与设计,2021(6):29-33,125.
- [4] 徐士森.关于实施城镇排水“厂-网-河湖”一体化运营管理机制的思考[J].工程建设与设计,2020(18):60-61.
- [5] 窦娜莎,高书连,张宁.构建厂、网、河一体化运维模式的思考与建议[J].中国工程咨询,2021(1):72-75.
- [6] 翁文林,吕永鹏,唐晋力,等.长江大保护城镇污水处理新模式新机制实践与探索[J].给水排水,2021,57(11):48-53.
- [7] 陈晓洁,吕睿喆,齐翠翠,等.安徽省长江经济带水污染排放特征研究[J].安徽农业科学,2021,49(15):85-87,90.
- [8] 朱赛,陈永坤,王卫刚,等.城市排水渠污泥减量化处理技术研究——以芜湖市城东污水处理厂为例[J].资源节约与环保,2021(4):146-148.
- [9] 谢泽.芜湖 长江大保护的三峡样板[J].中国三峡,2020(1):124-131.