

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.08.013

泉州市主城区污水提质增效及内沟河水质提升实践

郝鑫瑞^{1,2,3}, 甄万顺^{1,2,3}, 王 瑞^{1,2,3}, 张 焱^{1,2,3}, 杨继伟^{1,2,3},
刘绍轩^{1,2,3}, 黄 艳^{1,2,3}, 郑益民⁴, 唐颖栋^{1,2,3}

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122; 2. 中电建华东勘测设计研究院<深圳>有限公司, 广东 深圳 518100; 3. 浙江省华东生态环境工程研究院, 浙江 杭州 311122; 4. 中电建华东勘测设计研究院<福建>有限公司, 福建 福州 350003)

摘 要: 以泉州市主城区为研究对象,系统探索城区污水提质增效的实施路径与核心着力点。提出“智慧统筹-排查先行-设计引领-阶段施工-专区专养”的治理理念,通过构建“水务大脑”统筹平台整合多源数据,基于全域排水系统排查诊断结果,从规划设计视角部署泉州市污水提质增效方案;关键节点优先施工,重点区域兵团作战,并建立区级排水设施专职养护机制。该工程实施后有效提升了泉州主城区污水收集处理效能和内沟河水质,为同类城市污水提质增效工程提供了可复制的实践范式。

关键词: 污水提质增效; 治理理念; 智慧水务; 排查; 设计; 施工; 管养

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2026)08-0095-07

Practice of Sewage Quality and Efficiency Improvement and Urban Canal Water Quality Improvement in Main Urban Area of Quanzhou

HAO Xinrui^{1,2,3}, ZHEN Wanshun^{1,2,3}, WANG Rui^{1,2,3}, ZHANG Yan^{1,2,3},
YANG Jiwei^{1,2,3}, LIU Shaoxuan^{1,2,3}, HUANG Yan^{1,2,3}, ZHENG Yimin⁴,
TANG Yingdong^{1,2,3}

(1. PowerChina Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 311122, China;
2. PowerChina Huadong Engineering <Shenzhen> Corporation Limited, Shenzhen 518100, China; 3. Huadong Eco-Environmental Engineering Research Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 311122, China; 4. PowerChina Huadong Engineering <Fujian> Corporation Limited, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Taking the main urban area of Quanzhou as the research object, this study systematically explores the implementation pathways and key focuses for urban sewage quality and efficiency improvement. It proposes a governance philosophy of “smart coordination, investigation first, design-led, phased construction, designated maintenance”. By constructing an integrated platform of the “water management brain” to consolidate multi-source data, and based on the findings of a comprehensive drainage system investigation and diagnosis, the sewage quality and efficiency improvement plan for Quanzhou is deployed from a planning and design perspective. Priority construction is given to critical

基金项目: 水利部重大科技项目(SKS-2022059)

通信作者: 唐颖栋 E-mail: tang_yd2@hdec.com

nodes, concentrated operations are conducted in key areas, and a dedicated district-level maintenance mechanism for drainage facilities is established. This project has effectively enhanced the efficiency of sewage collection and treatment and improved the water quality of inner river channels in the main urban area of Quanzhou, providing a replicable practical paradigm for similar urban sewage quality and efficiency improvement projects.

Keywords: sewage quality and efficiency improvement; governance philosophy; smart water management; pipeline inspection; design; construction; maintenance

早期城市的粗放型发展导致排水系统存在诸多问题,污水入河、外水入污等现象屡见不鲜。2015年开始,部分城市(如深圳等)开始探索排水系统的高质量发展途径,通过实施水环境综合整治工程,系统推进雨污分流,实现污水的高效收集^[1]。随着《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》、住房和城乡建设部等五部门关于加强城市生活污水管网建设和运行维护的通知等文件的发布,城镇污水提质增效工作在全国范围内迅速推进,大量实践案例与治理经验不断涌现。

在治理理念层面,唐建国等^[2]明确提出提质增效的核心在于“堵截直排、防治外水、分流清淤”,即封堵污水直排口、防止外水侵入、分流混接污水以及清除管道沉积物,所采用的关键技术包括精准排查、精细截污、排口防倒灌、渗漏封堵、初期雨水截流与源头雨污分流改造等;林晓虎等^[3]进一步提出从系统视角出发,立足“源、网、厂、河”4个维度,以问题清单为基础、目标为导向,全面实施各环节的缺陷整治;方刚等^[4]则以水质变化为导向,聚焦污水处理厂进水浓度波动显著的关键节点,快速提升污染物截留效率。

在实施策略层面,江苏省通过分区分类、循序推进的方式,开展系统化排查与改造,有效填补管网空白、纠正错混接、推动源头分流,为实现污水处理提质增效提供了重要借鉴^[5];南京市依托“物探+测绘+检测+修复”一体化的“四位一体”排查模式,综合运用物探测绘、水质水量监测、清疏检测与即查即改等手段,显著提升了管网排查的深度与广度^[6];白永强等^[7]指出,排水管网排查应重点关注污水直排口、错混接管道、过河管道、沿河管道、高水位管道等;孙斌等^[8]通过物料平衡、水量平衡等方法,采用“理论计算+现场验证”的方法精准识别外水入侵。

在系统化管养方面,深圳市推行排水单元化粪池的一体化运维与监管模式,实现了养护与管理的协同推进^[9]。

尽管当前在污水系统提质增效的各细分环节已形成可参考的案例经验,但对于如何实现排查、设计、施工与管养四大环节的有效协同,仍缺乏系统性的指引,环节间的逻辑关系亦有待进一步厘清。本研究以泉州市主城区污水提质增效与内沟河水质提升系列工程为依托,系统梳理此类项目的整体实施流程,以期同类工程的规划与实施提供参考。

1 研究区域

泉州市位于福建省东南沿海,是海上丝绸之路的起点。2023年末常住人口约888万人,人口密度约817人/km²,国内生产总值达12 172.33亿元,居福建省前列。泉州市主城区主要由丰泽区、鲤城区及洛江区部分街道组成,总面积约108 km²,已建北峰、宝洲、东海及城东4座污水处理厂。

2022年福建省环保督察指出了泉州存在的问题,包括部分问题整改推进缓慢、污水收集处理提质增效工作落后、入海排污口整治进度缓慢、污水收集处理提质增效工作落后、城区内沟河黑臭问题仍较突出等。

2 治理思路

本工程总体技术路线坚持以现状问题为导向、以治理目标为引领,系统开展排水系统全方位排查,全面掌握系统现状,治理思路见图1。

基于“厂、网、河、源”4个维度,紧密结合现状突出问题,围绕“污水处理厂提质增效与内沟河水质提升”两大核心目标,按排水分区对排水管网、内沟河(含暗涵、暗渠)排口、排水户、箱涵等对象进行全面排查与统计。厘清底数,识别水污染与水环境核心问题,为后续工程设计提供科学依据。

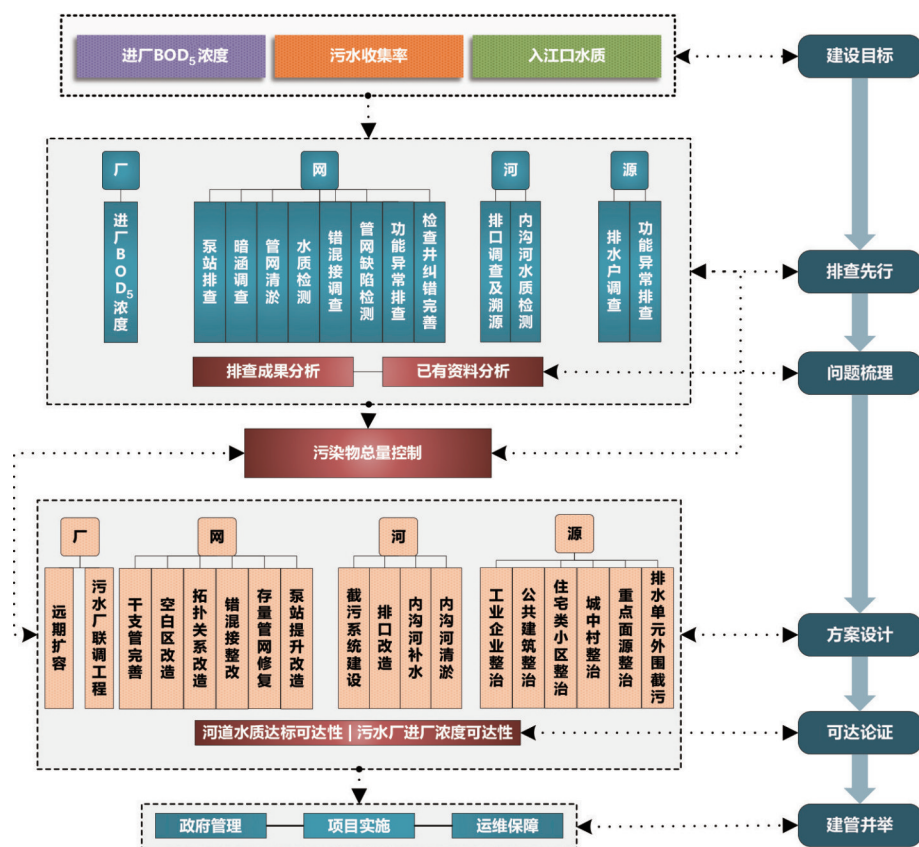


图1 泉州市污水提质增效治理思路

Fig.1 Governance concept for sewage quality and efficiency improvement in Quanzhou

以排查数据、基础资料等为依据,通过污水处理厂联调工程,实现韧性的“厂”;通过管网完善、空白区改造、拓扑关系改造、错混接整改、存量管网修复、泵站提升改造,实现安全的“网”;通过对工业企业、公共建筑、住宅类小区、城中村、重点面源整治结合排水单元外围截污,实现清洁的“源”;通过对截污系统改造、排口改造、内沟河补水、内沟河清淤,实现美丽的“河”。

为保障水环境治理实现长效修复,从政府监管、项目实施、建成运维3个角度对本项目进行全生命周期管理。

3 实施方案

污水提质增效属于系统工程,需要多方协作、多点切入才能从根本上提升污水系统质量,改善污水系统处理效能。综合相关工程经验,提出了“智慧统筹-排查先行-设计引领-阶段施工-专区专养”的实施方案。

① 智慧统筹。依托智慧平台整合资源,为排查提供数据支撑,排查成果反馈于设计方案,形成

闭环管理。系统可实时监控施工进度,掌握整治进度。接入在线监测设备,便于管养单位监测运行状态,降低运维成本。

② 排查先行。排查是污水提质增效的基础,旨在全面梳理系统现状,摸清底数、找准问题,为后续整治提供依据。排查工作主要分为3类:a. 系统普查。涵盖管网物探,排口、泵站及厂站调查,摸清系统底数,识别错混接、倒坡与变径等问题。b. 管网深度排查。采用潜望镜(QV)、闭路电视(CCTV)及声呐等手段,检测管网功能性和结构性缺陷。c. 水质、水量、水位监测。针对污水管网与河道,通过水质分析识别污染区域,水量与水位监测评估管道运行状态与异常区段。

③ 设计引领。设计贯穿整治全过程,基于现状问题提出排查需求,依据排查结果诊断系统问题并制定方案,指导施工落实,并为管养提供技术依据,保障系统稳定运行。

④ 阶段施工。坚持重点节点先行、关键任务集中推进。优先整治污染严重、影响突出的河道,

采取细截流、防倒灌等措施阻断污水入河与外水入网。针对管网系统不合理、病害突出及空白区等问题,统一施工、全面推进,贯彻雨污分流理念。

⑤ 专区管养:以政府或企事业单位为主导,按排水系统与行政区设立专业管养机构,依托智慧系统与设计成果,开展日常巡检、清淤维护、设备管理与应急处理,扭转“重建设、轻管养”局面。

3.1 “水务大脑”统筹管理

为高效推进水务资源整合与信息流转,泉州水务集团建立“水务大脑”数智化管理平台统筹管理各项业务。该平台全面接入排查数据,动态呈现排水系统问题,支撑设计人员进行全局分析与方案优化;现场人员通过移动端实时定位与数据交互,监督方可借助视频监控系统远程跟踪施工进度,实现全过程可视化监管;养护单位依托智能井盖、在线水质监测、截污控制等物联网设备,快速识别与处置异常情况,大幅提升运维响应效率。平台深度融合多源数据与业务场景,实现了排水系统“排查-设计-施工-管养”全生命周期的智慧化管控与闭环协同。

3.2 排查驱动的精准治理

3.2.1 管线及排口普查

对主城区 108 km² 内 4 座污水处理厂服务范围内排水系统进行排查并对管道状况进行评估。完成城区内 65 条内沟河、7 257 个排口排查工作,其中黑臭排口 483 个,劣 V 类水质排口 342 个。问题排口主要集中分布在人口密集的宝洲片区和城中村密集的北峰片区。排水管线检测 2 605 km,其中市政道路排水管线 1 517 km(雨水管 945 km,污水管 540 km,沿河截污管 32 km),城中村等管线 1 088 km,发现雨污混接点 4 384 处、瓶颈管 804 处、倒逆坡 201 处,长度 15.9 km。

3.2.2 水质水量检测

依据管线普查情况,在汇入主干管前后、沿河截污管末端、污水干管过河点、泵站及污水处理厂进水点等关键点位布设水质水量检测点,其中水质监测点 297 处,对 COD、氨氮及总磷等指标进行检测。

3.2.3 深度排查

结合相关工程边界,完成市政排水管道 CCTV/QV 检测 56 307 段,长度 606 km,其中污水管道 317 km,雨水管道 289 km,共计检出各类管道缺陷 79 148

段,三、四级以上缺陷 14 987 处,结构性缺陷占比达到 70% 以上,缺陷类型占比超过 10% 的有破裂(26%)、障碍物(21.7%)、变形(17.2%)、错口(11.0%)。排检查井 45 123 座,各类缺陷 32 657 处,其中,占比较高的分别是防坠网破损(49.4%)、井底沉积(31.5%)、井盖破损(6.8%)。

管道及检查井缺陷分布见图 2。

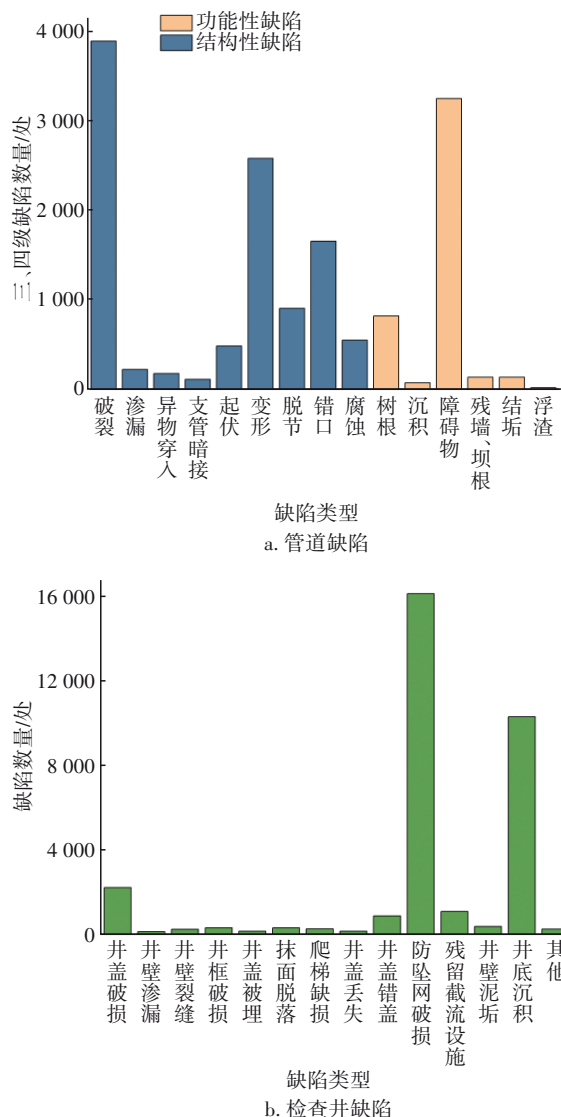


图2 管道及检查井缺陷分布

Fig.2 Defects statistics of pipeline and manhole

3.3 设计方案的创新与落地

污水系统提质增效的实现是一项复杂的系统工程,其本质在于通过污水与清水(含初期雨水、地表径流等)的有效分割,构建全链条治理体系。系统内部需统筹源头控制、转输优化与处理强化3大核心环节:源头分流遵循“能分则分”的原则,对建

筑小区、公共建筑实施雨污分流改造,对垃圾转运站、洗车场、餐饮门店、农贸市场等重点面源污染源配套预处理设施并落实初雨弃流措施^[10];暂不具备分流条件的合流区域则通过截流口上移或设置智能分流设施,保障污水入厂、雨水入河。系统外部需适配早雨天动态工况:转输环节以打造“封闭无渗漏、界线明晰”的高效输送网络为目标,通过优化

管网规模、降低病害密度、防范河水倒灌等措施,确保污水输送的稳定性与水质浓度;经源头分流与转输优化后,污水处理厂的进水浓度显著提升,处理环节需同步匹配处理规模(避免“大马拉小车”或“小马拉大车”),确保尾水排放满足规范和地区标准要求。

污水提质增效整体设计方案见图3。

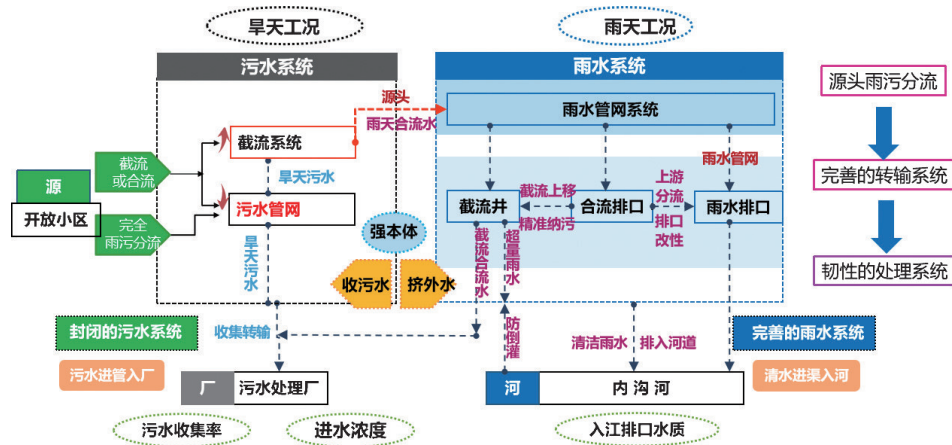


图3 污水提质增效设计方案

Fig.3 Design scheme for enhancing quality and efficiency of sewage

3.4 分阶段实施治理

工程实施遵循“从末端到源头、分阶段推进”的系统治理思路,按“重点攻坚、精准施策”策略,将治理分为3个阶段有序推进(见图4)。

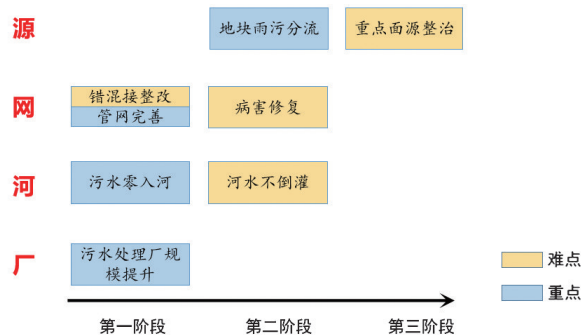


图4 污水提质增效工程实施策略

Fig.4 Implementation strategy for sewage quality and efficiency enhancement project

第一阶段以提升末端处理与主干转输能力为核心,重点提升污水处理能力与修复主干管网缺陷,包括扩建城东、北峰、东海污水处理厂并新建阳江污水处理厂,新增处理规模19.5万m³/d;实施宝洲-东海厂联调工程,增强转输能力4万m³/d;新建DN300~DN1 600污水管道58.1 km,整改错混接4 384处,保障污水有效转输与处理。第二阶段重点

推进源头排水单元整治与管网功能提升,在主城区51个地块(864.33 hm²)系统推进雨污分流与排水单元达标建设,同步修复管道约146 km,提升管网完整性与转输效率。第三阶段聚焦面源污染控制与成效巩固,针对美食街、洗车店、垃圾站等高污染源,设置隔油池、沉砂池等设施,强化源头精细管控,减少污染物入河,巩固前期治理成效,保障水质长效稳定。

3.5 运维管理

泉州水务集团基于排水系统片区化管理思路,按照管网服务范围与行政边界设立多个片区排水公司,负责各区域内排水设施的日常养护与综合管理,形成责任明确、响应高效、专业精细的运维体系。

在运维管理方面,养护单位全程参与污水提质增效整治过程,全面掌握新旧管网的分布、结构及运行状况,并从运维的经济性、安全性与便利性角度提出设计优化建议。例如,在交通繁忙、重载车辆多的路段,建议采用重型井盖、增大管径、增强结构承载力等更高设计标准,以降低后期淤积和破损风险,降低运维难度与长期成本。

日常养护工作涵盖定期设施巡查、井盖及地面

排水口检查,并对交通主干道(如宝洲路、田安路)和易腐蚀淤积的沿海路段(如丰海路)实行重点监控与差异化巡查策略。汛期前后加强雨水算子和检查井的疏通,非汛期则系统开展管道内窥检测与结构性清淤,保障排水系统在各种工况下稳定运行。

在智慧监管方面,通过在排水关键节点(如管网交汇处、检查井、泵站入口等)加装流量、液位及水质等在线监测设备,并依托智慧水务管理平台(如“水务大脑”系统)实现监测数据实时接入与智能分析预警,提升排水系统运行状态的动态感知与问题处置效率。同时,开通公众监督反馈渠道,鼓励市民参与排水设施问题上报,构建“智慧监管+社会协同”的长效管养机制,有效保障污水系统提质增效工作的可持续性。

表1 泉州市主城区污水处理厂进厂BOD₅浓度变化

Tab.1 Changes in influent BOD₅ concentration of wastewater treatment plants in main urban area of Quanzhou

mg/L

项目	北峰污水处理厂			宝洲污水处理厂			东海污水处理厂			城东污水处理厂		
	2022年	2024年	2025年	2022年	2024年	2025年	2022年	2024年	2025年	2022年	2024年	2025年
1月	98.4	83.6	93.3	91.5	81.4	107	131	168	151	121	112	133
2月	87.7	80.6	103	76.7	63	111	87	159	136	77	83.3	135
3月	112.4	74	111	82.8	80	118	118	183	151	109	98.1	138.8
4月	91.0	79	96	68.1	80.9	103	103	119	143	98	80.9	139.1
5月	108.0	64.8	90	76.2	64.4	97.8	95	110	144	85	80.3	121.5
6月	97.1	70	87.9	77.4	64.4	79.6	71	85.4	138	70	75	114
7月	90.2	63		72.9	60.9		73	86.7		75	70.9	
8月	73.5	87.3		68.6	59.5		87	67.2		93	63.3	
9月	79.6	96.3		68.7	68.2		103	78.4		101	77.8	
10月	85.3	89.9		69.7	83.5		106	98		106	103	
11月	83.7	118		78.9	99.4		115	121		99	112	
12月	86.8	88.6		68.6	98.4		111	148		87	127	
平均浓度	91.2	82.9	96.9	75.0	75.3	102.7	100.0	118.6	143.8	93.4	90.3	130.2

4 结语

城区污水系统的提质增效是一项极其复杂的系统工程,治理板块主要涉及“厂、网、河、源”4部分,各个部分相辅相成。在实施过程中涉及规划、排查、设计、施工、运维养护等阶段。在实施步骤中需遵循源头到末端、从重点到难点的顺序开展。泉州市在污水提质增效过程中秉承“智慧统筹、排查先行、设计引领、阶段施工、专区专养”的理念,实现了污水提质增效各个环节的有机衔接,为类似城市提供了全方位可复制、可借鉴的污水系统提质增效整治思路和实施步骤。

3.6 治理效果

① 河道水质提升

自污水提质增效工程实施以来,泉州主城区内沟河水质持续提升。据统计,2023年第三季度河道劣V类及以上水质占比达61.1%,2025年第二季度已降至38.9%,对比可知,河道水环境质量持续向好。

② 进厂BOD₅浓度提升

2022年、2024年、2025年泉州市主城区4座污水处理厂进厂BOD₅浓度情况见表1。2024年8月,泉州市污水提质增效工作正式实施。各污水处理厂进厂BOD₅浓度同比上升,至2025年6月,主城区4座污水处理厂平均进厂BOD₅浓度均显著提升,除北峰污水处理厂以外,进厂BOD₅浓度均已超过100

mg/L。

参考文献:

- [1] 楼少华,唐颖栋,陶明,等. 深圳市茅洲河流域水环境综合治理方法与实践[J]. 中国给水排水, 2020, 36(10):1-6.
LOU S H, TANG Y D, TAO M, et al. Methods and practice of comprehensive improvement of Maozhou River water environment in Shenzhen [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(10):1-6(in Chinese).
- [2] 唐建国,张悦,梅晓洁. 城镇排水系统提质增效的方法与措施[J]. 给水排水, 2019, 45(4):30-38.
TANG J G, ZHANG Y, MEI X J. Strategies and methods for improving the quality and efficiency of the

- urban drainage system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45(4):30-38(in Chinese).
- [3] 林晓虎,周文明,葛卿,等. 基于系统理念的污水系统提质增效整治工程实践[J]. 中国给水排水, 2024, 40(18):113-117.
- LIN X H, ZHOU W M, GE Q, et al. Sewage system quality and efficiency improving practice based on systematic concept [J]. China Water & Wastewater, 2024, 40(18):113-117(in Chinese).
- [4] 方刚,唐颖栋,楼少华,等. 茅洲河流域水质净化厂污水系统提质增效实践[J]. 中国给水排水, 2022, 38(20):96-101.
- FANG G, TANG Y D, LOU S H, et al. Practice of improving quality and efficiency of the sewage system of a WWTP in Maozhou River basin [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(20):96-101(in Chinese).
- [5] 桂衍武,王阿华,李勇,等. 城镇污水处理提质增效推进的江苏经验[J]. 中国给水排水, 2024, 40(12):35-40.
- GUI Y W, WANG A H, LI Y, et al. Thinking and practice of improving quality and efficiency of sewage treatment in Jiangsu Province [J]. China Water & Wastewater, 2024, 40(12):35-40(in Chinese).
- [6] 周蕾,沈小华. 南京市主城区污水管网排查实践[J]. 给水排水, 2022, 48(9):112-116.
- ZHOU L, SHEN X H. Investigation of sewage pipeline network in the main city of Nanjing [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(9):112-116(in Chinese).
- [7] 白永强,鲁梅,刘绪为,等. 镇江市“四位一体”排水管网诊断流程及工程实践[J]. 中国给水排水, 2023, 39(12):26-31.
- BAI Y Q, LU M, LIU X W, et al. Diagnosis process of “four-in-one” for drainage network and engineering practice in Zhenjiang [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(12):26-31(in Chinese).
- [8] 孙斌,孙涛. 基于外源排查和工程改造的污水系统提质增效实践[J]. 净水技术, 2024, 43(9):113-120.
- SUN B, SUN T. Practice of upgrading and efficiency improvement in sewage system based on external water investigation and reconstruction [J]. Water Purification Technology, 2024, 43(9):113-120(in Chinese).
- [9] 郝鑫瑞,方刚,唐颖栋,等. 茅洲河流域高密度建成区化粪池系统治理实践[J]. 中国给水排水, 2024, 40(4):111-116.
- HAO X R, FANG G, TANG Y D, et al. Practice of septic tank restoration in high-density built-up area of Maozhou River basin [J]. China Water & Wastewater, 2024, 40(4):111-116(in Chinese).
- [10] 任珂君,楼少华,唐颖栋,等. 深圳市重点面源污染整治研究及实践[J]. 中国给水排水, 2021, 37(18):35-41.
- REN K J, LOU S H, TANG Y D, et al. Research and practice on the remediation of key non-point source pollution sources in Shenzhen [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(18):35-41(in Chinese).

作者简介:郝鑫瑞(1994—),男,河北邢台人,硕士,工程师,主要研究方向为城市水环境治理。

E-mail:1181354549@qq.com

收稿日期:2025-08-24

修回日期:2025-09-25

附录(详见中国知网网络版):

- 1.图S1 泉州水务集团“水务大脑”数智化管理平台。
- 2.图S2 2023年—2025年泉州市主城区内沟河水质变化。

(编辑:衣春敏)