

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.14.016

# 九江市某污水处理厂污水系统提质增效工作实践

刘荣<sup>1</sup>, 方帅<sup>2</sup>, 郭林松<sup>3</sup>, 张盈秋<sup>1</sup>, 陈纯<sup>3</sup>, 王万琼<sup>2</sup>

(1. 中国建筑第二工程局有限公司 西南分公司, 重庆 400020; 2. 中国长江三峡集团有限公司 长江生态环境工程研究中心, 湖北 武汉 430014; 3. 长江生态环保集团有限公司, 湖北 武汉 430062)

**摘要:** 结合九江市某污水处理厂提质增效工作实践,梳理了排水管网“厂-网-源”系统化排查诊断技术方法,从污水处理厂及系统边界调查分析、市政管网排查诊断、源头排水户调查分析三方面解决城市污水系统本底不清的问题。以实际工程为例,介绍了水质水量排查方法、污水有机物浓度提升措施,实施后污水处理厂进水COD由65~80 mg/L提升至144~236 mg/L。最后对污水系统提质增效工作的重难点和建议解决措施进行了总结,可为长江沿线城市水环境综合治理项目提供参考。

**关键词:** 提质增效; 污水系统排查; 管网整治; 清污分流; 雨污混接

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2024)14-0095-06

## Practice on Quality and Efficiency Improvement of Sewage System in a WWTP in Jiujiang

LIU Rong<sup>1</sup>, FANG Shuai<sup>2</sup>, GUO Lin-song<sup>3</sup>, ZHANG Ying-qiu<sup>1</sup>, CHEN Chun<sup>3</sup>,  
WANG Wan-qiong<sup>2</sup>

(1. Southwest Branch, China Construction Second Engineering Bureau Co. Ltd., Chongqing 400020, China; 2. Yangtze Eco-Environment Engineering Research Center, China Three Gorges Corporation, Wuhan 430014, China; 3. Yangtze Ecology and Environment Co. Ltd., Wuhan 430062, China)

**Abstract:** Based on the practice of improving the quality and efficiency of a wastewater treatment plant (WWTP) in Jiujiang, the systematic investigation and diagnosis technology of drainage pipe network as “plant-network-source” is summarized, which solves the problem of unclear background of urban sewage system from three aspects such as investigation and analysis of sewage treatment plant and system boundary, investigation and diagnosis of municipal pipe network and source drainage households. Taking the actual project as an example, the method of water quality and quantity investigation and the measures to improve sewage organic matter concentration are introduced. After the implementation, the influent COD concentration of the WWTP increased from 65–80 mg/L to 144–236 mg/L. Finally, the key and difficult points in improving the quality and efficiency of the sewage system and the suggested solutions are summarized, which could provide a reference for the comprehensive urban water environment management project along the Yangtze River.

基金项目: 中国长江三峡集团有限公司科研资助项目(NBZZ202300940、NBZZ202300938)

**Key words:** quality and efficiency improvement; sewage system inspection; drainage network regulation; water-sewage diversion; mixed connection of stormwater and sewage

自2015年国务院印发《水污染防治行动计划》以来,城市黑臭水体治理工作迅速推进并取得显著成效。随着黑臭水体治理、河道水质提升工作的开展,城市污水收集处理系统的完善和效能提升显得越发重要。2019年,住房和城乡建设部等三部委联合印发《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》,提出以生活污水收集处理设施空白区的消除和集中收集效能的显著提高为重点手段,进一步促进和巩固黑臭水体治理成果<sup>[1-2]</sup>。

九江市是三峡集团“共抓长江大保护”第一个试点城市,同时也是黑臭水体治理示范城市,进行了大量黑臭水体治理与污水系统提质增效工作的实践与探索,消除了5个长江直排口,整治河道41 km,完成十里河黑臭水体“销号”,新增城市生活污水处理能力 $14.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,新建管网317 km,污水收集率及处理率得到大幅提升,城市水环境质量改善工作取得了阶段性成效。以九江市某污水处理厂进水有机物浓度提升为例,对系统性、全覆盖性的城市污水管网排查诊断技术路线及体系进行梳理总结和探索研究,并提炼城市污水系统提质增效的重难点及解决措施。

## 1 污水系统排查诊断技术路线梳理

污水管网浓度排查可采取“厂-网-源”系统化排查诊断技术路线,如图1所示。

按照“污水处理厂及系统边界调查分析、市政管网排查诊断、源头排水户调查分析”的路线,以城镇污水处理厂的服务范围为整体,以各个排水分区为单元,结合排水管网及其附属设施,分区分级地开展系统性排查诊断工作,解决城市现状管网本底不清、资料缺失、问题不明的痛点与难点<sup>[3-5]</sup>。

以“厂”为重点,调查分析污水处理厂进水水质水量、服务范围内各区域排水管网的水质水量等情况;以“网”为核心,进行清污分流、雨污混接、管网运行状况及管网缺陷排查;以“源”为根本,分析源头排水户本底水质及排水户管网情况。通过系统性溯源摸排发现问题,采取针对性的工程措施逐个解决,并建立问题管段台账和片区管网工程实施前后水质水量数值对比台账,以便后续排水片区管网

浓度排查总结分析。

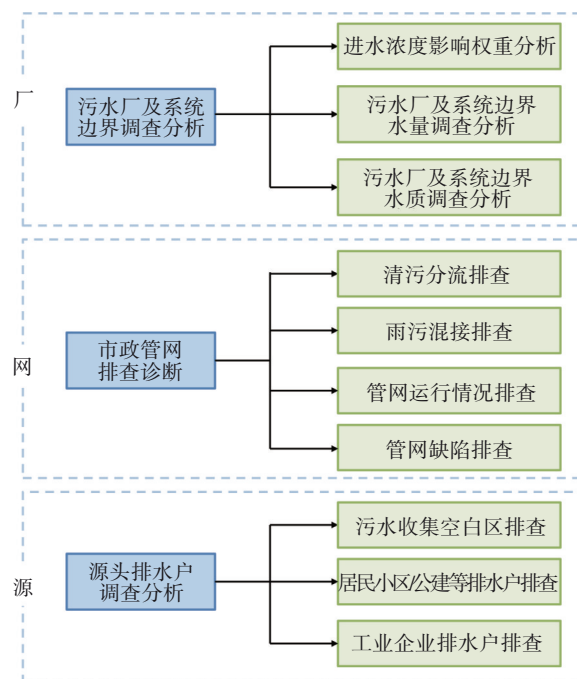


图1 “厂-网-源”系统化排查诊断技术路线

Fig.1 Investigation technical route of “plant-network-source”

### 1.1 污水处理厂

针对“厂”的排查诊断工作,需在厘清污水处理厂服务范围及边界条件的基础上,对进水水质、水量本底情况进行调研分析。

① 厘清污水处理厂服务范围及边界:a. 通过城市排水规划和管网普查资料,调查研究污水处理厂确切的服务范围和系统边界,落实到具体污水接入井,厘清工程职责边界。b. 全面、系统地摸排工程范围内的排水管网,同时,排查工程范围外的污水接入点水质水量情况,分析各区域外水浓度对污水处理厂进水浓度达标影响的权重。

② 污水处理厂本底分析:a. 结合污水处理厂服务范围内自来水供水数据,并与污水处理厂进水量进行对比,分析污水处理厂服务范围内污水量、渗水量以及混接量之间的理论关系,以此设定自然水体入管的理论数据作为工程分流目标。b. 污水处理厂进水水质调查主要为收集污水处理厂进水水质数据,摸清污水处理厂各片区水质浓度本

底值,为项目工程目标与考核目标的实现提供本底参照,一般调查分析方法有水质浓度年均/月均、旱季/雨季、晴天/雨天分析法或水质浓度涵盖率分析法。

## 1.2 排水管网

管网排查诊断主要排查进入污水处理厂的市政排水管道的水位、水量水质、外水入渗、雨污混接、污染物沉积等情况以及管道、检查井的结构性缺陷和功能性缺陷,重点解决河湖水倒灌、山水湖水等常流水入管、基坑排水入管、地下水入渗等问题,同时解决雨污混接和雨天大量雨水入管问题。

### ① 清污分流排查

清污分流排查内容包括河湖水倒灌、山水湖水等外水入管、施工工地降排水及工业企业废水入管排查等。

a. 河湖水倒灌排查:对排水管上下游水质水量监测数据进行对比分析,重点排查水质水量波动较大的管段,结合 CCTV、QV 等检测手段,判断是否存在水体倒灌。对设有截流设施的排水口或设有溢流设施的检查井进行水体倒灌调查,准确记录河湖水水位及排水管道水位,摸清截流堰的堰顶标高或溢流堰的堰顶标高与河道常水位、洪水位的关系。

b. 常流水排查:查明片区内污水管道水位,系统分析管道水位与周边区域山溪水、内湖水、公园流水关系及其季节性变化特征,分析山溪水入流、湖水入流污水管网的可能性,为旱季清水入流整治措施制定提供科学依据。

c. 地下水或自来水等其他清水排查:结合排水管网中水质水量监测结果,初步判断问题管道外水入侵量并进行外水入侵程度评估。

d. 施工降水排查:对片区内在建的建筑工地施工降水、基坑排水进行调研排查,建立施工工地档案表,包括工地名称、施工降水排水情况、排水位置及水质特征,强化施工降水或基坑排水排入城市污水系统的许可管理和就地净化入河排放管理。

### ② 雨污混接排查

通过现场探勘及资料查阅,对片区内截污主管道及市政二级管网雨污分流情况进行调查。综合运用人工调查、仪器探查、水质检测等方法,对管网雨污混接情况进行评估,分析混接点的数量、位置、类型和混接程度。

### ③ 管网运行状况调查

管网运行状况调查包括管道和泵站运行情况

调查。对市政管网的旱季流速、充满度、淤积程度及地下水水位、排水泵站规模、前池水位、开停机、水质水量特征及在线监测情况进行详细调查。

### ④ 管网及检查井缺陷排查

通过人工开井盖排查配合仪器检测,包括 CCTV、声呐和 QV 检测等,重点检测过河管道、河底敷设管道、沿河敷设管道、管龄长、沿程水位变化异常管道以及污水检查井井室(含井底)破损渗漏、污水检查井井壁与管道连接情况等,观察管网结构性或功能性缺陷情况(见图 2)。按照《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)要求对管道及检查井的结构性缺陷和功能性缺陷进行评估,分析管道及检查井的缺陷分布、占比、缺陷类别和等级,并列出差缺陷清单。

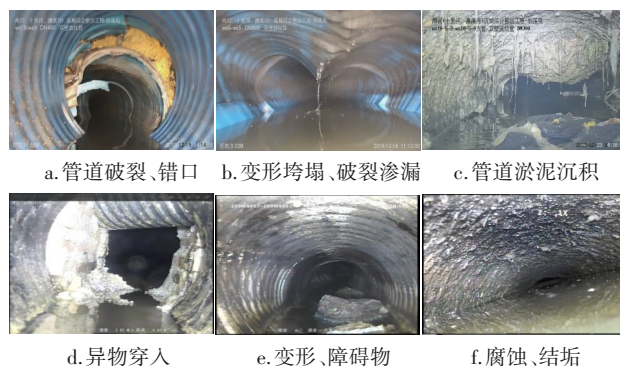


图 2 管网缺陷情况分析

Fig.2 Analysis of pipe network defects

## 1.3 源头排水户

根据源头排水户所处区域的排水特性,对不同类型的排水户进行水质水量检测(晴、雨天),以此确定排水户本底水质浓度<sup>[3]</sup>。针对本底情况,排查存在晴天浓度低或雨天流量剧增且浓度下降明显等问题、需要进行排水管网改造的排水户。除调查排水管线及综合管线路由、标高以外,还要着重调查摸排该排水户现状排水管道质量、排水户出户管位置及化粪池位置等,方便后续排水户排水管网改造。

“厂-网-源”系统化排查诊断以“污水处理厂进水浓度”为导向,以“挤外水、改混接、提效率”为重点,同步结合水质水量检测、运行数据,进一步分析“厂-网-源”之间的水质水量内在联系,为排水管网提质增效提供方向。

## 2 九江市某污水处理厂案例

九江市某污水处理厂提质增效工作严格按照



“厂-网-源”系统化排查诊断技术路线开展,项目前期物探单位探测成果,施工阶段的管线信息修正、补充完善以及智慧管网系统(水质水量仪器实时反馈管网在线数据)的使用,为后续的管网水质浓度提升提供了坚实基础。

## 2.1 项目概况

九江市两河项目工程范围为19.25 km<sup>2</sup>,包括两河南片区、两河北片区,其中本次研究的污水处理厂服务范围为两河南片区(见图3),服务面积约10.19 km<sup>2</sup>。按照污水收水情况,划分了11个子汇水分区。改造前,该片区污水系统COD约65~80 mg/L,均值约75 mg/L。该污水处理厂提质增效目标为第一阶段实现进厂水COD月平均浓度≥132 mg/L,第二阶段实现进厂水BOD<sub>5</sub>月平均浓度≥75 mg/L。

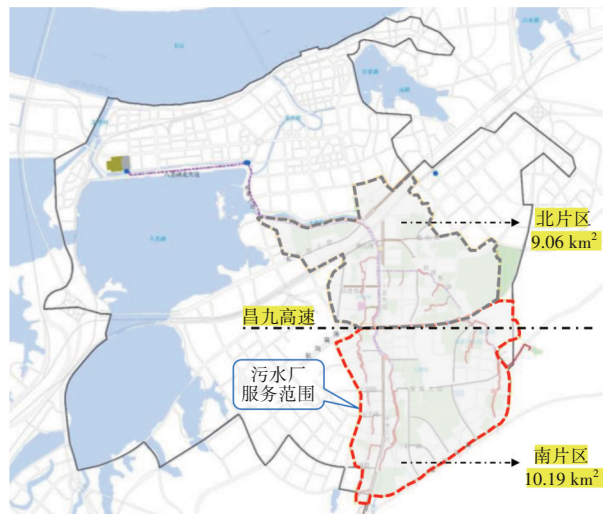


图3 两河项目服务范围

Fig.3 Service scope of the Lianghe project

## 2.2 水质水量排查诊断工作

根据管网拓扑关系,在污水处理厂服务范围内污水主管及其支管布置了23个流量在线监测固定点位,在重点分析片区配置可拆卸移动流量在线监测仪器15台。为期3个月的水量监测分析工作中,旱天和雨天(22 d)水量监测数据如图4所示。

从图4可以看出,片区系统4晴雨天水量变化最大,是雨天浓度提升的关键区域。

根据水质水量监测数据并结合现场调查排查结果,发现片区内存在如下问题:

① 部分雨污分流排水户污水管道缺陷严重,地下水等渗入污水管道,污水管道出口COD高于200 mg/L的小区仅占16.4%,反映出小区污水系统

存在较大问题。

② 雨污分流未彻底,特别是源头排水户立管未彻底改造,造成雨天大量雨水通过混接立管进入污水系统。

③ 工程范围外公建以及新建居民小区内部管道错混接严重,导致末端新建了7座截流井,雨水通过截流管道进入污水系统。

④ 服务范围内存在自来水入管1处、基坑排水入管2处。

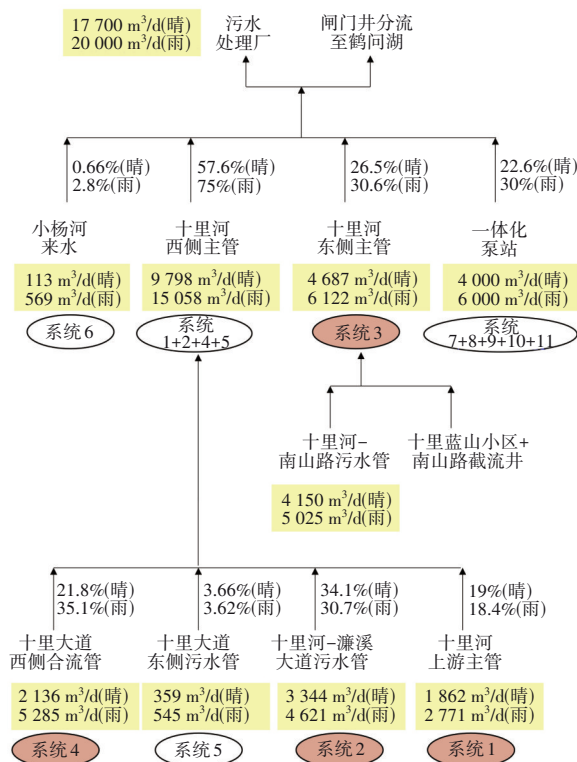


图4 水量逻辑关系(在线监测数据)

Fig.4 Logical relationship of water quantity (online monitoring data)

## 2.3 水质浓度提升方案

通过对片区内污水系统问题进行分析,提出“清污分流、雨污分流、智慧截流、碳源提升”的提质增效总体策略,主要工程措施方案包括:

### ① 源头排水户雨污分流改造

对工程范围内问题严重的26个源头排水户进行雨污分流改造,改造面积约3.02 km<sup>2</sup>。以目标为导向,考核排水户改造成效,主要包括:a. 晴天雨水管无水流;b. 分流制排水户新建污水管道出口旱天COD≥350 mg/L,且雨天浓度降低不超过20%。

### ② 市政管网的错混接改造与更新修复

片区内新建污水管道 9.05 km,修复现状污水管道 11.2 km。修复方式主要有原位翻排、点状原位固化修复和紫外光固化整体修复等。

### ③ 合流制调蓄池建设

针对十里大道西侧合流管服务区域内棚户区、散户等特殊情況,暂不具备彻底雨污分流的区域,通过新建 CSO 调蓄池 1 座,实现精细化截污与污水浓度提升的双重效果。CSO 调蓄池有效调蓄容积 9 300 m<sup>3</sup>,进水前段设置液位计、水质检测仪、雨量计以及液动限流闸门等自控设备,进行水质水量的智慧调控。

## 2.4 改造成效

通过一系列工程措施,在消除十里河黑臭水体的同时,污水处理厂进水 COD 浓度也显著提升。其中,2021 年 6 月—2022 年 3 月污水处理厂进水 COD 达到 144~236 mg/L,月均值为 185 mg/L,具体如图 5 所示。

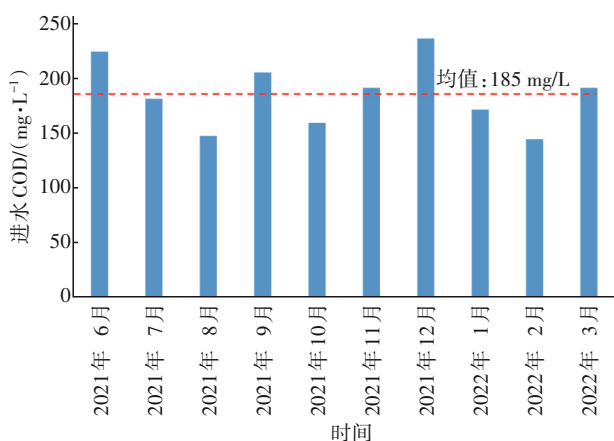


图 5 污水处理厂进水 COD 变化(在线监测数据)

Fig.5 Change of influent COD of sewage treatment plant (online monitoring data)

## 3 提质增效重难点与解决措施

### 3.1 提质增效重难点梳理

#### ① 管网本底摸排难度大

现状管网系统本底摸排对方案设计和后期施工影响至关重要,是污水系统提质增效的重点和难点。管网本底调查需专业团队实施,在调查档案资料的同时,采取专业仪器探查、水质检测等手段,必要时需组织施工探挖,提高管网排查的准确性。结合工程项目实践,建议采取“厂-网-源”系统性排查诊断方法,解决管网本底不清的问题。

#### ② 治污与提质增效的协同难度大

在黑臭水体治理阶段,为实现河道直排口的消除、河道水质的提升,在短时间无法彻底实现源头雨污分流的情况下,往往在混接排口末端设置大量截流井。截流井的大量设置,对雨天污水管网污染物浓度会产生严重影响。此外,在一些棚户区、散户等暂时不具备彻底雨污分流的区域,如何实现合流制的溢流污染与污水处理厂进水浓度的协调,也是污水系统提质增效的重点。结合项目实践,在分流制区域应做到“市政管网-小区管道-排水立管”彻底雨污分流;在合流制区域应合理运用高效智能截流井等措施,精准截污。

#### ③ 系统改造建设运维并重的理念转变难

实践中发现已改造完成的排水户在实现设计目标、验收完成后一段时间,排水户污水管道出口处雨天水质浓度大幅下降,经调查后发现,改造完成的排水户存在排水户业主私接,相当于新增了混接点,隐蔽性较强,难以发现。

因此在实践中可结合管理到户理念,加强对已改造排水户的运维管理,杜绝二次错接私接现象,加强排水户出口格栅井的清掏,同时定期进行污水管道出口的水质检测工作,做到有问题及时反馈并有效解决。

## 3.2 提质增效解决措施建议

#### ① 科学合理制定提质增效目标

结合工程目标,科学合理地设定排水体制,在摸清本底的基础上制定河道水质标准和污水系统提质增效目标。在目标制定过程中,结合各污水处理厂实际情况进行分析,再确定城市生活污水集中收集率、污水处理厂进水 BOD<sub>5</sub> 浓度目标等。

#### ② 强化系统摸排工作,周期性更新管网数据

通过“厂-网-源”系统性排查诊断方法,切实落实本底调查工作,强化排查工作的监管考核,坚决杜绝通过模型“模拟”预测的方式代替排查。同时,构建动态更新的排水管网系统,做好日常检测,并建立管网检测体制机制。

#### ③ 健全管网施工质量管理

落实排水管材质量管控、强化建设过程质量控制、严控排水管网养护质量,是健全管网施工质量管理的重要手段。在管网施工工序管理方面,可实行管网施工“五张图”管理,严格把控沟槽开挖、地基处理、管道敷设、接头连接、管道回填五道工序施工质量,强化管道施工过程质量管控。

#### ④ 推动厂网河一体化运维管理机制

积极推动厂网一体化运维管理,规避污水处理厂只管污水达标处理排放,管网运维单位推脱提质增效责任,导致污水处理厂提质增效任务主体责任不清的现象。同时,运维管理需建立有责任心、有能力的城镇排水管网专业维护队伍,配置先进的管道检测与维护技术装备,并建立运维管理考核机制,压实运维单位责任。

#### ⑤ 多部门联合执法

加强排水许可宣传、管理和执法,特别是规范小区以及商户(沿街店铺、餐饮、洗浴、洗车等)自觉排水行为,引导公众参与监督。

### 4 结论与建议

① 污水系统提质增效工作应注重系统化排查诊断,采取“厂-网-源”系统化排查诊断方案,按照“污水处理厂及系统边界调查分析、市政管网排查诊断、源头排水户调查分析”的思路,系统解决现状管网本底不清、资料缺失、问题不明的痛点与难点。

② 通过系统诊断、科学排查、合理设计,实现源头改造排水户26个,新建与修复管网约20 km,建设合流制调蓄池1座,有效提升了污水处理厂进水有机物浓度。

③ 针对管网本底摸排难度大、治污与提质增效的协同难度大和系统改造建设运维并重的理念转变难等问题,通过科学合理地制定提质增效目标,强化系统摸排工作,周期性更新管网数据、健全管网施工质量管理、推动“厂-网-河”一体化运维管理机制和多部门联合执法,才能有效实现污水系统提质增效目标。

#### 参考文献:

- [1] 王寅,周传庭,唐建国. 污水处理系统问题诊断及提质增效策略[J]. 净水技术, 2021, 40(7): 75-78, 140.  
WANG Yin, ZHOU Chuanting, TANG Jianguo.  
Problem diagnosis of wastewater treatment system and

the strategies of quality and efficiency improvement [J]. Water Purification Technology, 2021, 40(7): 75-78, 140(in Chinese).

- [2] 刘云帆,栗玉鸿,孔烨,等. 基于清污分流的丘陵地区城镇污水提质增效方法与实践[J]. 中国给水排水, 2021, 37(8): 107-113, 119.

LIU Yunfan, LI Yuhong, KONG Ye, et al. Methods and practices of quality and efficiency improvement of municipal wastewater treatment in hilly areas based on water-sewage diversion [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(8): 107-113, 119(in Chinese).

- [3] 张月,方帅,王阳,等. 九江黑臭水体治理与提质增效技术的阶段性总结[J]. 中国给水排水, 2020, 36(20): 77-80.

ZHANG Yue, FANG Shuai, WANG Yang, et al. Phased summary of black and odorous water body management and the quality and efficiency improvement technology in Jiujiang [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(20): 77-80(in Chinese).

- [4] 孙永利. 城镇污水处理提质增效的内涵与思路[J]. 中国给水排水, 2020, 36(2): 1-6.

SUN Yongli. Connotation and way of quality and efficiency improvement of municipal wastewater treatment [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(2): 1-6(in Chinese).

- [5] 刘战广,谭学军,陈嫣. 基于水量分析和节点监测的城镇污水管网评估诊断[J]. 中国给水排水, 2021, 37(17): 32-37.

LIU Zhanguang, TAN Xuejun, CHEN Yan. Evaluation and diagnosis of urban sewage pipe network based on water flow analysis and node monitoring [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(17): 32-37 (in Chinese).

作者简介:刘荣(1991-),男,重庆人,大学本科,工程师,一级建造师,从事城市水环境综合治理工作。

E-mail: 523063254@qq.com

收稿日期: 2023-05-19

修回日期: 2023-08-22

(编辑:衣春敏)