

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.02.003

# 南昌市某片区污水管网系统问题诊断及整治思路

崔佳鑫, 邵军荣, 孙凌凯, 孟 军, 吴从林  
(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

**摘 要:** 针对南昌市某片区污水处理厂进水污染物浓度低、进水水量变化大等问题,通过对污水管网系统现状和水量水质进行测算、监测和分析,对其存在的管网覆盖不全、工业废水纳管污染物浓度低、高校污水存在“潮汐性”、清污混流等进行系统诊断,并从前端污水全收集、中端污水传输转输全分流、末端污水处理能力满足需求等方面提出针对性的治理措施和系统性整治方案,同时对污水系统提质增效的效果和限制性因素进行预测。针对案例片区特有的工业废水、高校污水以及未建成区新建管网问题的分析与处理,对污水系统提质增效具有重要的参考意义,同时也可为我国南方城市其他类似片区的污水系统整治提供借鉴。

**关键词:** 污水系统; 问题诊断; 水量水质; 工业废水; 高校污水

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2025)02-0014-08

## Problem Diagnosis and Treatment Strategies of Sewage Pipe Network System in a District of Nanchang

CUI Jia-xin, SHAO Jun-rong, SUN Ling-kai, MENG Jun, WU Cong-lin  
(Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** To address the challenges of low influent concentration and significant variations of influent volume at a sewage treatment plant in a district of Nanchang, this study measured, monitored, and analyzed the current situation and water quality and quantity of the sewage pipe network system. Key issues identified include incomplete coverage of the pipe network, low concentration of industrial sewage, intermittent sewage discharge from universities, and the mixing of clean water into the sewage system. Targeted treatment measures and systematic treatment plans were proposed, focusing on comprehensive sewage collection, transmission, distribution, and capacity enhancement to meet treatment demands. The effects and limiting factors of improving sewage system quality and efficiency were also assessed. In particular, analyzing and treating industrial wastewater, and university sewage and integrating new pipe networks in unbuilt areas offer important guidance for improving sewage quality and efficiency and serve as a reference for sewage system treatment in similar regions across southern China.

**Key words:** sewage system; problem diagnosis; quantity and quality of sewage; industrial wastewater; university sewage

某片区在社会经济高速发展过程中,因管网建设滞后、污水厂进水污染物浓度偏低等问题,产生

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(42207315)

通信作者: 吴从林 E-mail: wuconglin@cjwsjy.com.cn

了较为严重的水污染问题。水体污染对区域环境质量和景观造成了极大损害,城区水环境恶化、水生态退化等问题日益突出,水环境治理与保护任务艰巨。根据监测,该片区内各河流、湖库的水质较差,劣V类水质断面达到90%以上,且雨天水质劣于晴天。其主要原因为河渠上游存在较多未雨污分流区域,雨天沿河截污管线、排口、污水泵站的溢流现象较为严重。

2019年江西省提出《江西省城镇生活污水处理提质增效三年行动实施方案(2019—2021年)》,要求城市生活污水集中收集效能显著提高,生活污水集中收集率、污水处理厂进水生化需氧量浓度明显提高。南昌市也在2021年印发《南昌市中心环保督察典型案例三年整治行动实施方案》,要求完善城市污水收集、处理系统,基本补齐各项治水短板,有效提升河湖及排水设施管理水平。

在此背景下,要完成南昌市城镇生活污水处理提质增效,提升污水处理厂的进水浓度,需要用系统的思维对片区内的污水系统进行分析 and 梳理,找出污水系统中的关键问题,并提出对应的整改措施,以实现整个排水系统的提质增效<sup>[1]</sup>。同时,针对该片区特有的工业废水和高校污水占比较大问题,提出针对性措施,也可为其他类似片区的污水提质增效提供借鉴。

## 1 片区污水系统现状及水量水质分析

### 1.1 片区污水系统现状

#### 1.1.1 研究区域概况

研究区域位于南昌市北郊,背山面水,西邻梅岭,东靠赣江,东北紧靠鄱阳湖生态湿地。片区北至儒乐湖大街,西临昌西大道,南至志敏大道-港口大道,东沿幸福河,面积约45 km<sup>2</sup>,其排水体制分布见图1。

该片区地处赣抚冲积平原区,年均降雨量为1 596.4 mm,年最大降雨量2 355.7 mm(1954年),最小降雨量1 044.2 mm(1963年)。区内水系发达,分布有河流、水渠以及众多的山塘湖泊。地下水主要为第四系松散岩类孔隙承压水,承压水赋存于第四系全新统砂层中,承压水头高度为0.02~4.10 m,水量丰富,主要接收赣江地表水体侧向补给,水位及水量受季节变化控制,年变化幅度为2~4 m。

该片区位于国家级经济技术开发区,区内落户

企业较多,达千家以上,包括电子信息产业、新能源汽车产业、医药健康产业、智能装备制造产业和航空产业等。

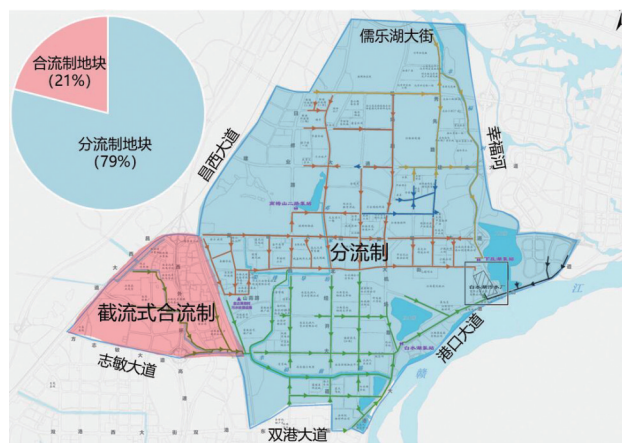


图1 片区排水体制情况

Fig.1 Drainage system in the study district

#### 1.1.2 排水体制

片区内除西南角南齿英雄片市政管网采用截流式合流制外,其余区域市政管道排水体制基本为雨污分流制。但需指出的是,虽然该片区排水体制总体上为分流制,但部分市政道路(如庐山大道等)仍存在合流管道,道路长度占比为15%~20%。就片区内202个地块(即排水单元)来说,除21个在建地块外,合流制排水单元数量达到38个,占比21%;分流制143个,占比79%,且分流制排水单元中仍然存在大量混错接现象。

#### 1.1.3 片区厂站网现状

目前,该片区内设有1座污水处理厂、1座临时生活污水处理设施、3座提升泵站。其中临时污水处理设施(8 000 m<sup>3</sup>/d)主要对南齿英雄片市政管网未覆盖区域的直排污水进行处理,其余市政管网均通过泵站或自流接入污水处理厂。片区内厂站网分布如图2所示。

污水处理厂位于片区东部,对片区内的生活污水和工业废水进行处理,现状处理规模为5×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。片区内市政排水管网总长297.16 km,其中污水管127.8 km,污水管网密度为3 km/km<sup>2</sup>左右,属于较低水平。片区内污水沿昌北大道、港口大道、下庄湖泵站和临空4个方向进入污水处理厂。需指出的是,由于片区内水系发达,分布有多条河流、水渠以及众多的山塘湖泊,因此

市政管网中存在较多的截污管,如南齿农大截污管、幸福前港截污管和幸福河截污管等。

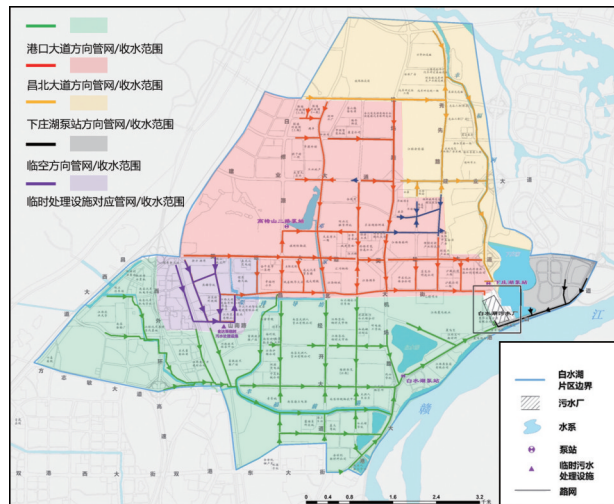


图 2 片区内厂站网情况

Fig.2 Situation of sewage pipe network and sewage treatment plants (stations) in the study district

## 1.2 片区水量水质分析

### 1.2.1 片区理论污水量测算

根据片区内 202 个排水单元的用水量数据,对整个片区的理论污水量(含进入污水厂及临时处理设施的水量)进行推算,结果见表 1。

表 1 片区内理论污水量测算

Tab.1 Theoretical calculation of sewage quantity in the study district

项目	用水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	理论污水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	占比/%
居民小区	12 457	11 212	30
工业企业	15 890	12 712	34
高校	10 606	9 545	26
其他事业单位	4 326	3 894	10
合计	43 279	37 363	100

注: 居民小区、高校和事业单位的折污系数取 0.9,工业企业的折污系数取 0.8。

由表 1 可以发现,该片区污水中 1/3 为工业废水,2/3 为生活污水,且生活污水中高校的污水量占比较大(高校理论污水量占总生活污水量的 39%、总水量的 26%)。

针对片区内污水处理厂四个来水方向及临时处理设施,亦可以通过用水量推算理论污水量,具体见表 2。其中临时处理设施的理论水量较少,仅有 2 202  $\text{m}^3/\text{d}$ ;港口大道和昌北大道方向的理论污水量较大。

表 2 污水厂四个来水方向及临时处理设施的理论污水量测算

Tab.2 Theoretical calculation of sewage quantities from four inflow directions of the sewage treatment plant and temporary treatment facility

项目	用水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	理论污水量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ )	占比/%
港口大道方向	20 053	17 045	46
昌北大道方向	11 691	9 938	27
下庄湖泵站方向	3 600	3 060	8
临空方向	5 344	4 542	13
临时处理设施	2 591	2 202	6
合计	43 279	36 787	100

注: 综合折污系数取 0.85。

### 1.2.2 污水处理厂进水水量和水质分析

为更好地对片区内水量和水质进行分析,对 2019 年—2022 年 1 月—7 月同期的污水处理厂数据进行对比分析。结果表明,从 2019 年开始,随着片区的发展以及配套管网的建设,污水处理厂的水量呈现逐年增加的趋势,前 7 个月平均水量由 2019 年的  $2.42 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  逐渐增加到 2022 年的  $4.24 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。随着进水量的增加,污水厂的进水污染物浓度呈现先降低后增加的趋势,前 7 个月平均进水 COD 由 2019 年的 107.2  $\text{mg/L}$  突降至 2020 年的 69.2  $\text{mg/L}$ ,随后回升至 2022 年的 100.9  $\text{mg/L}$ 。

对 2020 年—2022 年污水处理厂月度进水量和水质的变化情况进行分析,发现其整体呈现出“旱季水量少而水质浓度高、雨季水量大而水质浓度低”的趋势。4 月—8 月为雨季,污水系统中的水量偏大,污水被雨水等外水稀释后水质浓度偏低;而 10 月—次年 2 月为旱季,污水系统水量接近理论污水量, COD 基本在 100  $\text{mg/L}$  以上。

为进一步了解污水处理厂水量和水质与天气(即是否降雨)的关系,对 2022 年 1 月—7 月晴雨天的水量进行显著性分析。结果表明,晴、雨天污水厂进水量两组数据的  $p$  值为  $2.4 \times 10^{-7}$ ,两者具有显著性差异。同时,水量和水质呈现较明显的负相关关系。这表明污水浓度变化主要是外水入侵所致,而外水主要为雨水及其带来的地下水和河湖入渗入流水等。

### 1.2.3 各来水方向水量与水质分析

为明确污水处理厂不同方向来水对污水厂水量和水质的贡献,对四个方向来水进行晴雨天水质



和水量监测,结果见表3。可以发现,临空方向晴天水量基本与理论水量一致,港口大道方向水量少于理论污水量,相比于晴天,雨天时各个来水方向的水量均有增加,且来水COD浓度呈现明显下降。这是因为降雨不仅可能导致雨水由混接或渗漏的地方进入污水管网,还会使地下水位和河湖水位上涨,造成地表水和地下水入侵管网。

表3 污水厂各个来水方向水质与水量分析

Tab.3 Analysis of sewage quality and quantity in each inflow direction of sewage treatment plant

项目	理论污水量/ (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )			COD/(mg·L <sup>-1</sup> )		
		晴天	雨天	增量	晴天	雨天	减量
港口大道 方向	1.7	1.3	1.7	0.4	120	80	40
昌北大道 方向	1.0	1.8	2.8	1.0	108	60	48
下庄湖泵 站方向	0.3	0.7	2.0	1.3	80	38~68	22~42
临空方向	0.4	0.4	0.6	0.2	98	70	28
合计	3.4	4.2	7.1	2.9	110	65	45

2 片区污水系统问题诊断

2.1 清污混流

2.1.1 源头地块合流/混流

该片区合流制地块的占比达到21%,其余分流制地块内部亦存在大量混错接,尤其是居民社区和高校内部,雨污合流、雨污混接、错接情况较为严重。大量阳台混接立管散排至地面,部分生活污水直接由地面雨水口进入雨水管网,同时内部的雨污水主管为合流或存在大量错接,导致排水单元污水管出口浓度较低,而雨水管排水存在污染接纳水体风险。以片区内南昌理工学院为例,晴天时其水量约为3 000~4 000 m<sup>3</sup>/d,而雨天则可达到10 000 m<sup>3</sup>/d以上。

2.1.2 市政管道合流/混错接

经排查,目前片区内约15%~20%的市政道路仍存在合流管道,而合流管道在末端接入截污管,导致大量雨水被接入污水系统。同时,分流制市政管道亦存在大量混错接,仅市政道路上就有75处(不含地块接驳管与市政管网的混接情况),混接率为0.56个/km。混错接类型主要包括污水主管接入雨水主管、雨水主管接入污水主管、雨水口连接管接入污水主管等。其中,污水主管接入雨水主管导

致污水未全收集,在输送过程中出现外流现象;而雨水主管或雨水口连接管接入污水主管则导致雨天大量雨水接入污水系统,造成污水系统内水量增加、污水污染物浓度降低。

2.1.3 市政管网缺陷

片区主要道路的市政污水管网均存在不同程度的破裂、变形、渗漏、沉积等结构性或功能性缺陷,管网缺陷密度达到210处/km。由于南昌地处冲积平原,地下水位较高,破裂、渗漏等管道缺陷在导致污水外渗的同时,也会导致大量河湖水或地下水等外水进入污水系统,大幅降低管网中污水COD浓度。

2.1.4 管网高水位运行

由于淤堵严重、管道变形、起伏、逆坡等,管道排水水力条件变差,片区内约30%的管网长期处于满井、高水位状态。一方面,管网高水位运行使得管内流速变小,污水在输送过程中不断发生沉降并淤积在管道内,且长期沉积在管道内的含氮、磷物质通过水解反应不断向污水释放氨氮、磷酸盐等溶解性物质,导致进厂BOD<sub>5</sub>和COD浓度低及污水碳氮比失衡<sup>[2-3]</sup>。另一方面,雨季时满井及高水位问题进一步加剧,造成管道输水能力不足,污水溢流现象频发。

2.1.5 截流系统不科学

由于片区水系发达,河流、水渠、山塘湖泊较多,因此建设了较多的截污管。由于上游雨污分流不彻底,为保证地表水环境质量,部分雨水管通过截流溢流井接入截污管,导致雨天大量雨水通过截污管进入市政污水系统。同时,截污管设置在河岸甚至河底,存在外水渗入风险。

2.1.6 未建成区新建管网

随着片区污水管网的不断完善,近几年大量未开发地块超前配套了市政污水管网,总长度约40 km。这些新建污水管网两侧暂无用水户,无污水排出需求,但大量雨水、地面积水甚至塘水通过各种方式接入了管网。以机场路为例,其两侧现为荒地,地表道路未建成,但已敷设了污水管道(雨水管道未敷设)。据排查,该段雨天有积水进入、井壁渗水的检查井共计10余处,占该段检查井总数的20%左右。

2.2 管网覆盖不全

片区内污水管网存在部分“空白区”,如南齿英

雄片的污水以散排等形式进入周边渠道或坑塘,在下游进行截流并经临时处理设施进行处理。空白区的存在导致污水未应收尽收,造成水环境污染的同时,减少了进入污水处理厂的污染物总量。同时,由于缺少污水管道,部分地块污水通过雨水管排出,为减小对地表水环境的影响,市政雨水管在末端被接入沿河截污管,造成雨天大量雨水进入污水管网系统。根据前述理论污水量测算和现场实际排查检测可以发现,片区内至少有3 000 m<sup>3</sup>/d的高浓度生活污水未接入市政污水管网,而是进入临时处理设施或地表沟塘水体。

### 2.3 企业废水纳管浓度低

根据前述分析,污水处理厂的来水中有1/3为工业废水。根据要求,片区内工业企业的废水需在厂内初步处理达到纳管标准后方可排入市政管网,其浓度一般显著低于生活污水。根据监测,片区内重点企业的COD为8.0~121.6 mg/L,如欧菲光学日产水量为1 000 m<sup>3</sup>左右,但其COD浓度仅为23.6 mg/L。大量低浓度工业废水的接入稀释了生活污水,使得污水处理厂进水污染物浓度较低。

### 2.4 高校污水的“潮汐性”

片区内存在大量高校,如南昌理工学院、江西农业大学等,学生人数占到片区总人口的1/4~1/3。根据前述理论污水量测算也可以发现,高校产生的理论污水量达到生活污水量的39%、总水量的26%,其为区内污水产量的重要组成部分。每年1月—2月及7月—9月为高校的寒暑假时间,大量学生离校,高校的高浓度污水产量显著减少,从而在年度内表现出较为明显的“潮汐性”。据测算,仅学生离校引起的源头污染物减少,即可使污水厂进水COD浓度降低30 mg/L以上。同时,7月—9月通常为汛期,降雨较多,外水量增加,双重因素导致夏季污水厂进水浓度明显降低。

### 2.5 小结

根据上述分析可以发现,该片区雨季污水厂进水浓度偏低的主要原因为雨污合流、清污混流。其中,源头地块的雨污合流是主要原因,截污系统设置不科学、未建成区超前布设污水管网和管网缺陷等加剧了污水管网中外水的入侵渗透情况。另外,管网覆盖不全导致部分高浓度生活污水未进入集中式污水处理设施。在旱季外水量较少时,低浓度工业废水稀释高浓度生活污水是造成污水厂进水

COD浓度偏低的主要原因;而高校污水所具有的规律性增减更是使得污水厂的进水浓度在年内的变化极大。

## 3 污水系统提质增效策略

片区存在清污分流不彻底、管网覆盖不全、管网健康状况差等问题,导致污水未全收集而大量外水入管,客水挤占污水管道空间,严重影响污水处理厂进水浓度。围绕上述问题,以污水处理厂进水浓度提升为目标,遵循“收污水”“治渗水”“挤外水”的治理思路,强调“源头、过程、末端”系统治理,并坚持“近远结合、分步实施”原则,提出该片区污水系统提质增效思路,具体见图3。

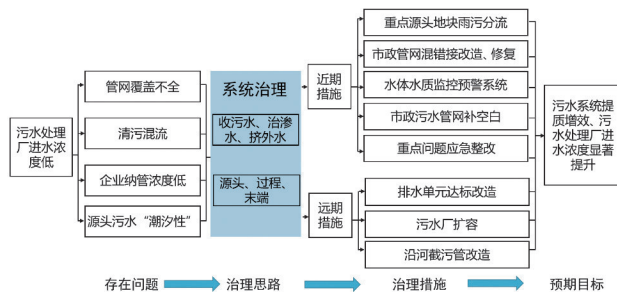


图3 片区污水系统提质增效系统治理思路

Fig.3 General guidelines of improving quality and efficiency of sewage system in the study district

### 3.1 源头——前端污水全收集

#### 3.1.1 排水单元达标创建

针对片区内所有排水单元进行达标创建整改工作,尤其是对高校内部和居民小区进行内部管网的排查工作以及合流和混流情况的整改。对污水出户管、混接立管、污水预处理设施等进行逐项排查和整改,并对部分破损井盖、雨落管等进行更新,确保排水单元内部雨污分流彻底、排水管网运行状况良好,与市政雨污水管网接驳正确。改造完成后,排水单元内重点排水户污水100%达标接管,污水出水口COD应达到250 mg/L以上;化粪池、隔油池、毛发聚集井等预处理设施到位;排水管网雨污分流,无漏接、错接、混接现象;所有污水管道及设施完好、通畅,无缺损、渗漏、淤积、违章占压等现象;所有居民住宅阳台排水接入污水管网,所有建筑物雨水立管内无污水;应有专门的排水设施养护队伍、完善可行的排水设施养护制度。

通过排水单元的达标创建,在源头上减少混入的外水,可减少雨天外水20 000 m<sup>3</sup>以上,显著提升

污水厂雨天的进水浓度。由于排水单元数量较多,面积较大(超过1 000 hm<sup>2</sup>),建议根据各排水单元排水现状及投资匡算情况,制定整改方案,明确整改次序。

### 3.1.2 空白区污水管网建设

加强源头管控,针对管网“空白区”稳步推动污水管网建设,确保污水应收尽收。同时,污水尽量通过管网输送至集中式污水厂进行处理,减少分散式处理设施,以避免小型处理设施运行不稳定造成的污水外溢等问题。管网建设时应充分考虑管材在管网长期运行过程中的稳定性,建议在市政道路上采用球墨铸铁管作为污水管道。该片区内,临时污水处理设施伴随污水管网的建设逐步退出,将片区内污水全部通过市政管网转输至污水厂进行处理,可为污水厂增加3 000 m<sup>3</sup>/d以上的高浓度生活污水,污水厂进水COD提高5~10 mg/L以上。

### 3.1.3 低浓度工业废水回用

针对工业企业处理达标的低浓度废水,应在获得许可的前提下就近排入受纳水体或加大回用力度,以避免财政资金为“干净废水”的处理再次买单。以该片区为例,区内存在纯净水厂等企业,其废水主要是膜处理之后的浓水,成分主要为无机盐和少量有机物,当处理后的废水满足直排标准值时,可申请直排,或将处理废水用作厂区绿化及市政用水等。通过工业废水减排或减少纳管,可减少低浓度工业废水2 000 m<sup>3</sup>/d左右,污水厂进水COD浓度提升5 mg/L以上。

但应指出的是,片区内多数企业规模不大,厂区自有污水处理设施运行稳定性较差,若允许该部分政策性外水直排,则会给当地生态环境部门带来巨大的监管压力,也会带来极大的地表水环境污染风险。因此,需根据不同类型企业的实际情况进行处理,建议排水量大、预处理设施稳定的大型工业企业,在满足环评直排标准的基础上,设置排口;而对于废水量较少分散的小型工业企业,应将其污水进行纳管处理。

## 3.2 过程——中端污水传输转输全分流

### 3.2.1 市政混错接整改

针对市政排水管网开展资料收集、现场踏勘、混接预判、混接区域现场调查、混接水量与水质测定等工作,并在前期调查和评估的基础上,科学合理地制定改造方案,有序开展混错接治理工作,并

提出长效管理机制,防止混错接情况反复出现。将混接的雨水改出污水管,可使外水减少量超过3 000 m<sup>3</sup>/d,有效提升雨天污水处理厂的进水浓度。同时,将混接入雨水管的污水改出,除进一步提高片区污水收集处理率外,更可支撑下游截污管的改造,从而有效杜绝雨水经截污管进入污水厂。

### 3.2.2 污水管网修复

通过CCTV等检测方式对市政污水管网进行缺陷检测,并根据管道在整个管网拓扑系统中的重要程度,依据修复原则对管道的缺陷进行开挖或非开挖修复<sup>[4]</sup>。通常对管道的功能性缺陷进行全修复,以保证管道的过水能力;而结构性缺陷则根据实际情况主要对高等级缺陷开展修复。通过管道修复可显著减少污水的外渗及地下水等清水的入渗问题。同时,针对塑料、混凝土等管材易出现变形、破裂而导致外水入侵的问题,在片区管网建设时,采用球墨铸铁等管材,以保证管网在长期运行过程中的稳定性。

### 3.2.3 截污管改造工程

截污管多应用于合流制或雨污分流不彻底的区域,由于片区为雨污分流制排水体制,随着雨污分流改造工作的推进,沿河截污管也应进行相应改造(改造为纯污水管或初期雨水截流管)。考虑片区多数截污管建设年限不长,且财政上暂无新建大量污水管的条件,因此拟将沿河截污管检测修复后改造为纯污水管。

### 3.2.4 未建成区新建管网临时封堵

片区内大量未建地块超前配套了污水管,管道两侧暂无排水户,故对该部分管网的上下游及预留支管进行临时封堵,防止地表积水、塘水或雨水等外水进入。对该部分管网的临时封堵,不仅可以缓解雨天外水入侵污水管网,同时可减少当地的管网运维压力。待周边地块逐步开发和建成后,再将此类型管道投入使用。

### 3.2.5 水体水质监控预警

在片区内建设包含感知采集系统、基础运行环境体系、数据资源系统、应用支撑平台及应用系统等的水体水质监控预警系统,保障水体和管网水的“问题早发现、发现早解决、解决早完成”。

## 3.3 末端——末端污水处理能力满足需求

由前述片区理论污水量测算可以发现,目前片区理论总污水量已达到3.7×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d。作为经济技



术开发区,该片区仍在进行大量配套管网的建设及地块开发,且污水厂的收水范围也在逐年扩大,用水量和污水产量逐年增加。近期应做好污水管网排查整治,挤出污水管网外水,确保“污水在厂里、清水在河里”,远期应适时启动末端污水处理厂的扩容建设。

污水厂的建设需以当地生活和工业废水量的增加为前提,并考虑一定的外水量。同时,针对片区污水的特点,建议在进行污水厂扩容改造时,针对实际情况建设专用的集中式工业废水处理设施并配套建设部分管网<sup>[5]</sup>,将集中连片的工业企业的废水集中转输至工业废水处理设施进行处理,避免其对生活污水处理体系的冲击。

#### 4 污水系统提质增效效果预测

相比于其他城市或片区,该片区污水系统体现出三个最为明显的特点,也是污水厂进水浓度提升必须要面对的三个问题:一是片区内存在大量工业企业,这些工业企业的低浓度废水与生活污水一起接入污水处理厂,造成进水浓度偏低,同时给污水

厂带来运营风险。二是片区内高校众多,高校污水量占到总水量的26%、总生活污水量的39%,由于学生的离校等使得污水厂的进水量和进水浓度表现出明显的“潮汐性”。三是存在大量的截污管以及未建地块超前配套污水管网,导致大量地表积水或雨水等外水进入污水系统。

根据不同类型地块的理论污水量及污水出口浓度,在假定源头地块污水全收集、管网无渗漏的情况下,可对污水厂的理论进水浓度进行测算,不同情况下的具体结果见表4。可以发现,由于片区内有1/3的低浓度工业废水,在不考虑外水的情况下,污水处理厂的理论进水COD为176.9 mg/L,学生离校时为153.5 mg/L;考虑少量外水(5 000 m<sup>3</sup>/d)时,进水COD则降至159.5 mg/L,学生离校时更是仅为135.0 mg/L。这表明,由于工业废水的存在,片区难以实现生活污水处理厂提质增效要求的BOD<sub>5</sub>≥100 mg/L的目标。考虑到片区污水收集率以及不可避免的外水入侵和污水外渗,污水厂的实际进水浓度会更低。

表4 污水厂不同情况下理论水量和水质的测算结果

Tab.4 Prediction results of wastewater quantity and quality for sewage treatment plant under various conditions

项目	不考虑外水				考虑部分外水			
	学生在校		学生离校		学生在校		学生离校	
	水量/ (m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	水量/ (m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	水量/ (m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	水量/ (m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )
高校生活污水	9 545.1	250	500	250	9 545.1	250	500	250
除高校外生活污水	15 105.5	250	15 105.5	250	15 105.5	250	15 105.5	250
工业企业废水	12 711.9	35	12 711.9	35	12 711.9	35	12 711.9	35
外水					5 000	30	5 000	30
合计	37 362.5	176.9	28 317.4	153.5	37 362.5	159.5	28 317.4	135.0
注: 生活污水的理论浓度根据片区改造完成后地块出口污水COD浓度实测值、南昌市排水单元达标创建验收浓度要求等综合得到,日均浓度取250 mg/L。工业企业的废水COD浓度取片区重要工业企业出水的平均COD浓度,日均浓度为35 mg/L。外水主要为雨水、地表积水和地下水等,综合考虑片区内较为典型的外水入渗点、合流制小区等实测值以及降雨前后污水管网水质浓度变化,外水COD取30 mg/L。								

根据前述污水系统提质增效策略,通过源头-过程-末端系统性整改后,雨天整个污水系统水量预计减少30 000 m<sup>3</sup>/d,污水厂进水COD浓度稳定提高至130 mg/L以上。事实上,由于工业废水的存在,该片区污水厂并不适用于生活污水厂BOD<sub>5</sub>≥100 mg/L的提质增效目标要求,因此应根据当地污水系统水质和水量的实际情况,合理制定目标,以保证科学性和可达性。为进一步提升进水浓度,远期可新建集中式工业废水处理设施,将工业废水和生活污水进行分流处理。考虑目前污水厂仍需纳

入低浓度工业废水,建议污水厂进水COD目标值为180 mg/L,对应BOD<sub>5</sub>浓度为70 mg/L;远期工业废水和生活污水分流处理后,生活污水厂的进水COD目标值为220 mg/L,对应BOD<sub>5</sub>为90 mg/L。

#### 5 结论与建议

通过对某片区污水系统现状及水质和水量进行测算、监测与分析,明确了该片区污水系统存在的管网覆盖不全、清污混流、企业废水纳管浓度低等问题,并提出前端污水全收集、中端污水传输传输全分流、末端污水处理能力满足需求等系统治理

方案。通过近期和远期整改措施的逐步推进,片区污水系统将实现提质增效,污水处理厂进水浓度得到显著提升。需指出的是,由于工业废水的存在,该污水处理厂并不适用于生活污水处理厂 $BOD_5 \geq 100 \text{ mg/L}$ 的提质增效目标要求。建议远期通过新建集中式工业废水处理设施,对生活污水和工业废水进行分流处理。该片区污水系统的问题诊断和系统解决思路,尤其是针对工业废水、高校污水以及未建成区新建管网问题的分析与处理,可为其他类似片区的污水系统提质增效提供借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 胡小凤,袁芳,石鹏远,等.福鼎市污水系统问题识别及提质增效策略[J].中国给水排水,2022,38(12):61-67.  
HU Xiaofeng, YUAN Fang, SHI Pengyuan, *et al.* Problem diagnosis and strategy of improving quality and efficiency of sewage system in Fuding[J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(12): 61-67(in Chinese).
- [2] 陈泽鑫,邹秋云,江璟航,等.珠海市横琴新区污水系统病害分析及提质增效思路[J].中国给水排水,2021,37(2):78-84.  
CHEN Zexin, ZOU Qiuyun, JIANG Jinghang, *et al.* Analysis of sewage system problems in Hengqin new area of Zhuhai City and ideas of improving quality and efficiency [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(2): 78-84(in Chinese).
- [3] 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).

- [4] 向维刚,马保松,赵雅宏.给排水管道非开挖CIPP修复技术研究综述[J].中国给水排水,2020,36(20):1-9.

XIANG Weigang, MA Baosong, ZHAO Yahong. Research review on trenchless CIPP repair technology in water supply and drainage pipes [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(20): 1-9(in Chinese).

- [5] 杨铭,费伟良,刘兆香,等.长江经济带工业园区依托城镇污水处理厂处理工业废水问题分析与整改策略研究[J].环境保护,2020,48(15):68-71.

YANG Ming, FEI Weiliang, LIU Zhaoxiang, *et al.* Analysis on the existing problems and rectification strateies of industrial wastewater treatment in industrial parks relying on urban sewage plants in the Yangtze River economic belt [J]. Environmental Protection, 2020, 48(15): 68-71(in Chinese).

作者简介:崔佳鑫(1993- ),男,山西高平人,博士,高级工程师,主要研究方向为城市水环境治理。

E-mail: whdxcjx@163.com

收稿日期:2022-08-25

修回日期:2022-10-14

(编辑:丁彩娟)

复苏河湖生态

建设人水和谐美丽中国