

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.07.034

平原河网地区某片区污水管网排查实践及 整治对策分析

吉 驰^{1,2}, 李奕岍³

[1.上海市市政工程设计科学研究所有限公司,上海市 200092;2.上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092;
3.福建工程学院 材料科学与工程学院,福建 福州 350118]

摘 要:以平原河网地区某片区污水管网排查为例,运用 CCTV 检测、声呐检测、潜望镜检测等方法对片区污水管网进行排查,总结管网排查重难点。基于管网排查结果,分析片区污水管网整治对策,同时关于片区污水管网排查整治提出相关实施建议,以期为类似项目提供参考,助力城镇污水处理提质增效。

关键词:污水管网;排查;整治;提质增效

中图分类号: TU992.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)07-0144-04

0 引 言

长江中下游平原河网地区普遍降雨量大,水系发达,且地下水位高,河道水位常年高水位。近年长江中下游城市建设发展迅猛,城市人口快速增加,但污水管网的运行维护、整治提升未能紧跟城市发展。由于源头排水单元雨污分流不彻底、市政污水管网混错接、渗漏坍塌等问题,导致外水入渗入流严重,污水管网长时间高水位、低浓度运行,污水处理厂进水浓度偏低。

《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019~2021)》提出要建立污水管网排查和周期性检测制度,城市污水处理厂进水生化需氧量(BOD)浓度低于 100 mg/L 的,要围绕服务片区管网制定“一厂一策”系统化整治方案,全面推进管网排查治理,提升污水收集输送效能,实现污水处理提质增效^[1]。南京、苏州、扬州等长江下游城市陆续开展片区污水管网排查整治^[2-4],针对长江中游城市污水管网排查整治的论述较少,本文借助长江中游某平原河网地区污水管网排查实践,总结整片区污水管网排查重难点,分析整治对策,针对片区污水管网排查整治提出相关实施建议。

1 片区现状及分析

案例片区总面积约 108 km²,以居住用地为主,排水体制为雨污分流制,见图 1。片区现有污水处理

厂一座,2019 年处理规模 10 万 m³/d,平均处理量 10.83 万 m³/d,日处理量已达设计规模,处于超负荷运行状态,污水系统高水位运行。2019 年污水处理厂进水 BOD 平均值为 63.42 mg/L,降雨期间,片区污水处理厂进水量显著增加,进水浓度明显降低。片区共有污水泵站五座,主要信息见表 1。



图 1 案例片区污水系统现状

表 1 片区污水泵站现状情况

序号	泵站名称	潜污泵数量/台	现状总流量/(万 m ³ ·d ⁻¹)
1	纬十二路泵站	3	3
2	茺石路泵站	5	3.4
3	峨山路泵站	3	5
4	纬五路泵站	5	3.4(6.8)
5	南纬一路泵站	3	3

片区污水管网系统已基本建成,污水主干管主要有峨山路污水主干管(d1650~d2000),长江南路污

收稿日期: 2023-03-17

作者简介: 吉驰(1990—),男,硕士,工程师,从事市政给排水、水环境治理、海绵城市的研究和设计工作。

水主干管 (d1000 ~ d1200)、南塘湖路污水主干管 (d800 ~ d1400)、三环路污水主干管 (d1200)、白马山路污水主干管 (d1000 ~ d1200) 及九华南路污水主干管 (d1000), 污水主管理深普遍在 9 ~ 11 m。

2 污水管网排查实践

2.1 技术路线

按照分区排查推进的原则, 结合片区污水系统情况, 以污水提升泵站服务范围为单位进行排查。排查前收集相关排水管网资料、高等级控制点和地形图等, 将收集的排水管线与地形图叠加作为工作底图进行实地踏勘。踏勘过程了解以下几点内容: 一是了解地形地貌分布情况; 二是了解管线大致走向、分布; 三是了解控制起算点; 四是了解片区主要道路通达和地球物理特性情况。

根据收集的资料及踏勘情况制定切实可行的管网排查工作实施方案, 按照控制测量—排水管网探测—排水管网内业资料整理—混接调查 / 管道检测与评估—资料检查 / 报告编写的顺序开展片区管网排查, 具体技术路线见图 2。

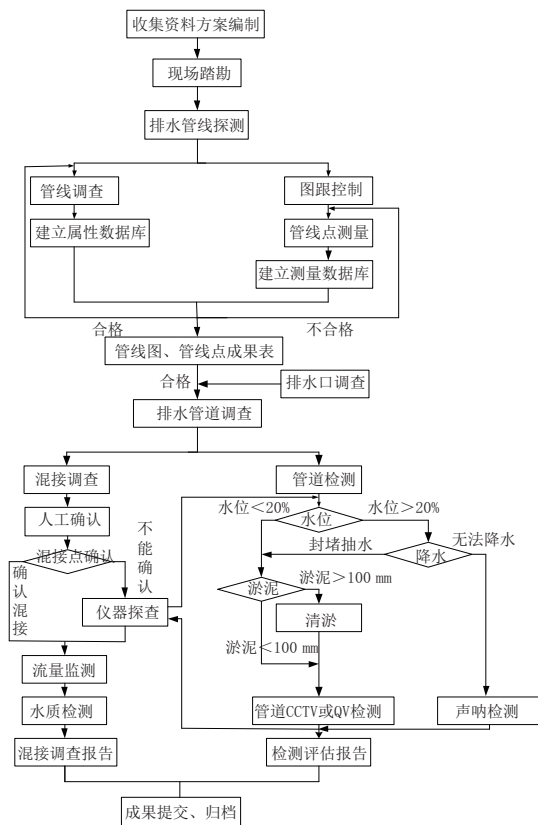


图 2 技术路线图

2.2 工作内容

2.2.1 管线探测

根据管网探测结果, 片区污水管网总长度 181.5 km,

以小型管和中型管为主, 占比达到 94.24%, 大型管及特大型管占比仅为 5.76%。管材方面, 片区污水管道以钢筋混凝土管为主, 占比达 77.52%, 聚乙烯及双壁波纹管占比达 22.26%, 见表 2。

表 2 片区污水管网管径及管径信息统计

序号	管径	长度 / m	占比 / %	管材	长度 / m	占比 / %
1	小型管小于 600 mm	91 064	50.17	聚乙烯 (PE) 双壁波纹管	40 396	22.26
2	中型管不大于 1 000 mm	79 985	44.07	钢筋混凝土管	140 692	77.52
3	大型管不大于 1 500 mm	10 365	5.71	球墨铸铁管	0	0.00
4	特大型管大于 1 500 mm	86	0.05	其它	412	0.23
合计		181 500	100.00		181 500	100.00

对片区污水管道埋深进行梳理, 峨山东路、长江南路、白马山路、九华南路、中山南路等道路污水管道埋深较大, 埋深在 9 ~ 11 m 左右。

2.2.2 混接调查

雨污混接调查的主要目的在于查明片区雨污管道相互连通的情况、混接点准确位置等信息, 实施过程中主要分混接预判、混接点现场确认及混接点水质水量测定等步骤。案例片区本次共排查 20 处市政混接点。

2.2.3 管网检测

本次片区污水管网检测以仪器检测作为主要的调查方法, 以管道结构性检测为主要目的, 实施是原则上应首先疏通、清洗待检测管段, 清除管道功能性缺陷后采用仪器进行管道结构性检测, 主要采用 CCTV 检测、声呐检测、潜望镜检测等方法。

本次共完成片区共 98 条道路 178.3 km 污水管网检测, 其中 CCTV 检测 152.2 km、声呐检测 7.1 km、水质分析 19 km, 未检测 2.8 km。

2.3 管网排查总结

2.3.1 管网排查重点

(1) 穿渠管排查

案例片区共有穿渠管 45 道, 管径范围 d400 ~ d1 650, 管材主要为钢筋混凝土管、PE 管、双壁波纹管等。

对某道路污水管穿渠前后检查井内污水浓度进行检测, 穿渠管上游检查井内污水 COD 接近 300 mg/L, 穿渠管下游检查井内污水 COD 为 60 mg/L, 穿渠前后污水浓度明显降低, 污水管内流量明显增大。穿渠管及上下游检查井结构性缺陷造成的河水倒灌是片

区污水管网排查的重点。某道路穿渠管整治前现状见图3。

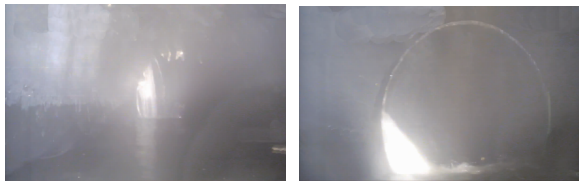


图3 某道路穿渠管整治前现状

(2)检查井排查

案例片区共有污水检查井约4 900座,材质以砌块井为主,钢筋混凝土为主。由于管道与检查井的连接方式以刚性接口为主,在实际运行期间地下水入渗入流严重,同时砌块检查井自身防渗性能也较差。在片区污水管网排查期间应重点关注检查井和检查井与管道连接处。

(3)污水主管排查

按主干管、次干管、支管对片区污水管网进行分级统计,案例片区主干管总长度约67.7 km,占片区污水管网总长度的37.2%。如前文所述,污水主管普遍埋深较大,平时污水流量较大,管道降水清淤排查较困难。但污水主管作为污水系统的“骨干血管”,其健康运行至关重要,应对污水主管应排尽排,摸清本底。

2.3.2 管网排查难点

通过案例片区污水管网排查实践,管网排查主要难点体现在以下几方面。

(1)管网探测准确性。案例片区为中心城区,城市建设强度高,地下管线错综复杂。当前管网探测以人工探测为主,结合收集到的数据进行专业分析,对数据进行现场记录与总结,并进行仪器设备辅助检测。在实际探测过程中,由于收集的资料全面及准确程度、地下管线暗接、仪器无法适用非金属管等原因,污水管网连接关系、埋深、管径等难以准确确定,形成一套完整且准确的管网数据。

(2)管网清淤降水难度大。根据片区地勘报告,地下水水位埋深在0.6~2.1 m,以潜水为主,受降雨补给,晴天地下水位平均埋深约为1.3 m,雨天地下水位平均埋深约为0.8 m。如前文所述,片区部分道路污水管道埋深较大,最大可达11 m,以污水主管为主,管道导排降水清淤难度大。

(3)作业风险大。片区污水管网普遍具有流速快、埋深大、污染严重、空间狭小、管内情况复杂等特点^[5],管网排查过程中需进行气囊封堵等作业,需要

进入污水管道,作业难度和危险性都较大。

3 管网整治对策分析

通过排查,已CCTV检测的污水管网共发现缺陷点11 407个,其中结构性缺陷点9 623个,功能性缺陷点1 784个,管网缺陷密度约75个/km。案例片区污水管网整治一期工程费用仅8 000万元,无法做到应修尽修,需要系统分析管网整治对策,以期在限额投资下发挥最大工程效益。

(1)主管先行

片区共完成178.3 km污水管网排查,其中主干管67.7 km,次干管54.8 km,支管55.8 km。主干管作为污水系统的“骨干血管”,基于排查结果,在整治时序上需先行对主干管开展整治,保证污水系统正常运行。主干管前期主要以顶管施工为主,管材以钢筋混凝土管为主,根据排查结果,主干管缺陷主要在接口,管体结构情况良好。整治期间以问题为导向,重点整治污水主干管接口处缺陷,动态监测主干管沿程浓度变化,有效解决管网外水入渗入流。

(2)分区推进

结合污水系统片区情况,以污水泵站服务范围为主要参考,如下图所示,将案例片区分为南纬一路泵站分区、纬十二路泵站分区、长江南路主管分区、峨山路主管分区、峨山路泵站分区、芜石路泵站分区、纬五路泵站分区等七个分区,见图4。

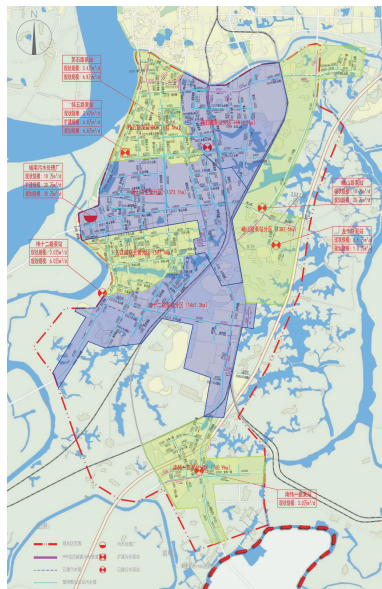


图4 片区管网整治分区

根据自来水用水量数据及区域地块发展,案例片区主要用水区域为纬五路及芜石路污水泵站服务范围,为案例片区中心区域。在实施过程中以污水泵

站服务范围为子单位,分区逐级推行,优先开展纬五路及芜石路污水泵站分区污水管网整治,保证整治效益最大化。

(3) 专项整治

根据排查成果、运维报告、属地政府反馈等,对案例片区污水管网系统中存在断头、倒坡、管径异常等情况的管段进行专项整治,保证污水管网基本的污水转输功能。

依据管网排查成果及穿渠管分布情况,对存在问题的穿渠管段重点分析病害原因,根据穿渠管位置周边环境条件及穿越河道宽度不同,制定有针对性、可操作的整治方案,修复整治的同时提高穿渠管道的运行质量。当河道宽度不大且较浅时,可考虑采用围堰开挖翻排穿渠管方案,并对管道基础进行加固或保护;当河道较深或宽度较大但两侧施工条件较好时,可考虑采用异位顶管+CIPP内衬管道整治方案;当河道较深或宽度较大且现场施工条件较差时,可考虑采用CIPP内衬现状穿渠管方案。穿渠管专项整治方案示意图5。

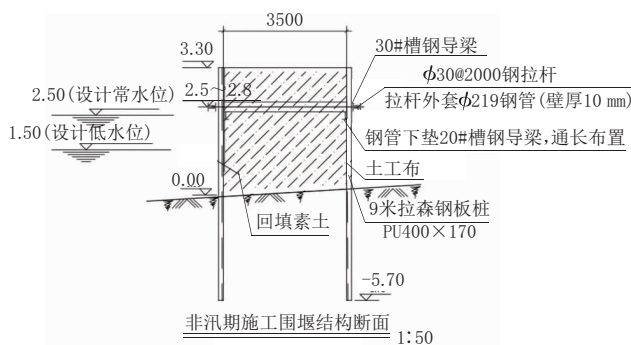


图 5 穿渠管专项整治方案示意图

4 讨论与建议

(1)关于管网预诊断

污水管网排查主要有水量平衡法、水质对比法和管道检测法等^[6-8],目前通用的方法主要是管道检测。以案例片区为例,进行了 178.3 km 污水管网检测,共有约 4 900 段污水管道,检测费用高、耗时长,且仍有 2.8 km 管道由于管道埋深大导排困难而未检

測。

沈小华等选用氨氮快速检测仪开展排查分析工作,对发现的水质异常区域再进行清疏检测,快速缩小排查范围,准确找到外水侵入的问题点位[9]。建议在后续片区管网排查过程中,采用水质对比与管道检测相结合的方法,开展管网预诊断,以问题为导向,缩小管网排查范围。

(2)关于管网清淤降水

如前文所述,案例片区部分道路污水管道埋深较大,清淤降水难度较大,以污水主干管为主。针对此类管网,建议在管网预诊断的基础上,编制清淤降水专项方案,方案中测算导排水量,选用合适的导排设备,如导排水量较大,可结合上下游污水泵站联合调度,降低实际需要导排水量。

(3)关于管网排查整治信息化

案例片区共有约 4 900 段污水管道,排查视频数据量巨大,管道评估、整治设计及施工较难形成系统化,实践过程中易出现排查视频版本错误、视频遗漏、施工管段错误、排查设计施工交流效率低等问题。

郭翔等在扬州污水提质增效行动中建立了便于查询与管理的污水管网数据采集理系统,对海量高清检测视频和测绘数据进行了信息化归集^[4]。建议在后续片区管网排查整治过程中,开发建立管网排查整治信息化交互平台,平台具有排水 GIS 一张图展示、检测视频阵列存储更新、检测视频对应管道位置播放、排查设计施工等不同单位在线交流等功能,以提升片区管网排查整治效率。

5 结 语

片区污水管网排查整治是城镇污水处理提质增效的重要内容,在管网排查中应重点排查穿渠管、检查井、污水主管等,同时管网实践过程中存在管网探测准确性、清淤降水难度大、作业风险大等难点。片区管网整治中建议按照“主管先行,分区推进,专项整治”的对策实施片区管网整治。在后续类似片区管网排查整治项目中,建议采用水质对比与管道检测相结合的排查方法,同时开发建立管网排查整治信息化交互平台,提升片区管网排查整治效率。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部,生态环境部,发展改革委.城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)[EB/OL].(2019-05-10).
- [2] 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(9):

(下转第 164 页)

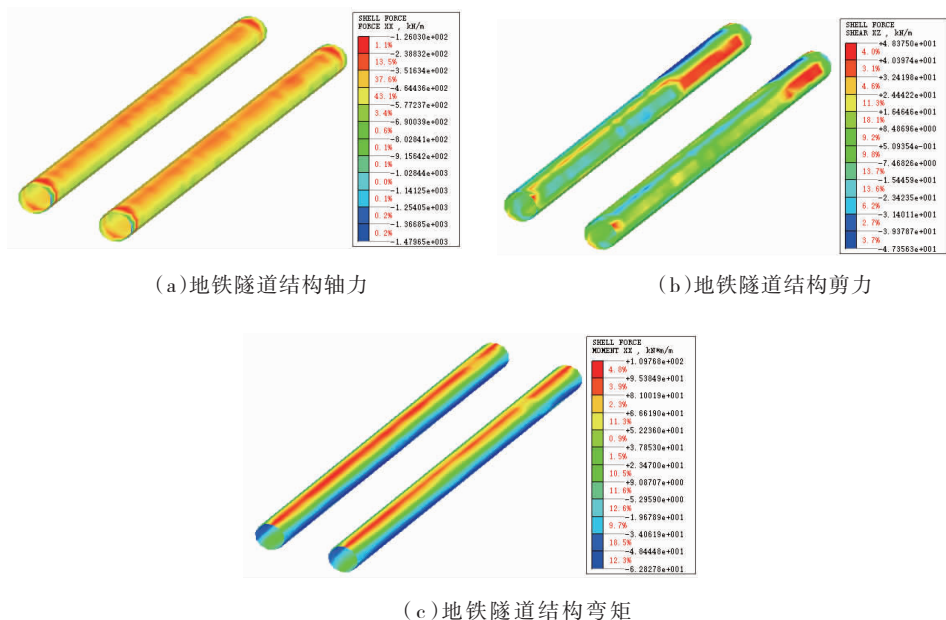


图10 开挖至基坑底工况下的地铁隧道结构受力

207.1 kN·m/m。可见,本项目管片最大弯矩小于设计弯矩,管片受力合理,管片配筋满足受力要求。

4 结 语

(1)本工程软土深厚,周边环境较复杂,地下水丰富,地质条件较差,地貌单元属长江冲积一级阶地,综合采用围护桩+内支撑+坑底加固的支护形式,有效控制了基坑施工对既有地铁的不利影响。

(2)计算表明:邻近地铁侧围护结构水平向、竖向最大位移分别为11.5 mm、1.44 mm,基坑开挖引起地铁结构最大水平、竖向位移分别为0.42 mm、0.21 mm,管片最大轴力、剪力及弯矩分别为1 479.65 kN/m、48.38 kN/m、109.77 kN·m/m,均在规范限值内,即在正常施工条件下,基坑支护方案可行。

(3)鉴于本项目场地存在深厚的承压含水层且渗透系数大,基坑设计综合采用悬挂式止水帷幕结合封底止水技术,建议施工前应进行试桩,确定合理水灰比,严格控制水泥土搅拌桩的搭接宽度和成桩质量,确保封底质量和止水效果;基坑施工期间,应加强对基坑自身以及地铁隧道结构实时监测,采用信

息化施工,确保地铁结构的稳定与运营安全。

参考文献:

- [1] 刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [2] 于清平,陈志健.基坑施工对邻近运营地铁结构的影响分析[J].现代隧道技术,2022,59(S1):502-508.
- [3] 刘波,范雪辉,王园园,等.基坑开挖对临近既有地铁隧道的影响研究进展[J].岩土工程学报,2021,43(S2):253-258.
- [4] 赵春伟.基坑开挖对临近或下卧既有隧道的影响及研究进展[J].中国新技术新产品,2017(14):82-83.
- [5] 王涛,余建民.基坑开挖对邻近既有下穿顶管隧道的变形影响分析[J].水利与建筑工程学报,2019,17(6):200-204.
- [6] 高超,陈涛,翟超,等.建筑工程施工对临近地铁安全性影响因素分析[J].水利与建筑工程学报,2018,16(3):77-80,125.
- [7] 王飞.基于数量化理论Ⅲ的地铁深基坑变形影响因素分析[J].长江科学院院报,2019,36(11):110-114.
- [8] 臧延伟.软土层厚度和基坑宽度对地铁车站基坑变形的影响[J].城市轨道交通研究,2022,25(9):105-110.
- [9] 张兵兵,卢伟晓,李为腾.基坑开挖对临近既有地铁隧道影响分析[J].科学技术与工程,2020,20(35):14673-14680.
- [10] 武汉市勘察设计有限公司.武汉中央商务区水利路综合管廊及道路排水工程岩土勘察报告(详细勘察阶段)[R].武汉:武汉市勘察设计有限公司,2018.

(上接第147页)

- 112-116.
- [3] 孔松,秦福军,沈良,等.平原河网地区排水管网提质增效案例分析与探讨[J].给水排水,2022(4):102-106.
- [4] 郭翔.CCTV管道检测在扬州污水提质增效行动中的应用[J].中国给水排水,2020(10):67-70,76.
- [5] CJJ 8—2009,城镇排水管道维护安全技术规程[S].
- [6] 何人杰,吴林安,董鲁燕,等.污水管网在线流量监测技术在无锡市

- 的应用[J].环境工程,2011(10):123-126.
- [7] 吕永鹏.城镇污水处理提质增效“十步法”研究与应用[J].中国给水排水,2020(5):82-88.
- [8] 齐利华,祖士卿,马骥.珠海市某区域污水管网CCTV检测结果与建议[J].中国给水排水,2017(11):135-138.
- [9] 沈小华,齐国辅,耿宏,等.管网异常(水质浓度低)排查技术路线和案例分析[J].中国给水排水,2021(2):97-100.