

城镇污水系统病害诊断及提质增效方法

吴子焱

苏州市平海排水服务有限公司, 江苏 苏州 215000

摘要： 随着城镇化进程的加速，城镇污水系统的重要性日益凸显。然而，由于多种原因，城镇污水系统往往存在各种病害，影响其正常运行和污水处理效果。本文旨在探讨城镇污水系统常见的病害诊断方法，并提出相应的提质增效措施，以提高城镇污水系统的运行效率和污水处理质量，保护生态环境。

关键词： 城镇污水系统；病害；诊断；提质增效

Diagnosis Of Urban Sewage System Diseases And Methods Of Improving Quality And Increasing Efficiency

Wu Ziyang

Suzhou Pinghai Drainage Service Co.,LTD, Jiangsu, Suzhou 215000

Abstract： With the acceleration of urbanization, the importance of urban sewage system has become increasingly prominent. However, due to various reasons, there are often various diseases in urban sewage system, which affect its normal operation and sewage treatment effect. The purpose of this paper is to explore the common disease diagnosis methods of urban sewage system, and put forward corresponding measures to improve the quality and efficiency, so as to improve the operation efficiency and sewage treatment quality of urban sewage system and protect the ecological environment.

Keywords： urban sewage system; disease; diagnosis; improve quality and increase efficiency

引言

城镇污水系统是城镇基础设施的重要组成部分，对于保障居民生活质量、保持生态环境平衡具有至关重要的作用。然而，随着城镇的发展和人口的增长，污水排放量不断增加，污水成分日益复杂，城镇污水系统面临着诸多挑战。如病害频发、处理效率低下、水质不达标等。因此，对城镇污水系统进行病害诊断，并采取有效的提质增效方法，已成为当前城镇发展中亟待解决的问题。

一、城镇污水系统概述

（一）污水系统组成

城镇污水系统主要包括污水提升泵站、污水管网、污水处理厂等。其中，污水管网的作用主要是将城镇生产的污水统一收集并传输到污水提升泵站，泵站可将污水提升到一定高度并输送到污水处理厂。污水处理厂负责对污水进行处理，使污水达到排放标准后统计进行排放或二次利用^[1]。

（二）污水系统运行原理

城镇污水系统运行方式主要采用重力流和压力流。在污水收集系统中，污水先通过重力流收集至提升泵站，在污水提升泵站、污水处理厂之间通过压力管道或渠道传输污水，最后收集至污水厂并进行处理。

二、城镇污水系统常见病害

（一）污水管网病害

（1）结构性缺陷。受到地质条件变化、外部荷载作用、管道

老化等因素影响，可能会造成管道破裂或渗漏问题，造成外水入渗、过水能力降低。

（2）功能性缺陷。主要包括沉积、结垢、障碍物、残墙与坝根等，这些堵塞物在管道内堆积堵塞，严重影响污水在管内正常流动。

（3）错接与混接。污水管与雨水管混接、不同类型污水管混接等，这些问题加大了污水厂的处理负担，也会导致水体污染。

（4）检查井缺陷。检查井主要问题集中在井盖破损、井壁渗漏、抹面脱落等问题，这些病害不仅会造成外水入渗也会危及行人安全。

（二）污水泵站病害

（1）设备故障。提升泵站中的水泵等电气设备因检修不到位或垃圾清运不及时，会造成设备无法正常运行，影响管网的安全；信息化程度不高，问题难以及时反馈。

（2）泵站集水池淤积。集水池中污水固体颗粒长期沉淀淤积，减少集水池的有效容积，降低了提升泵站运行效率。

（三）污水处理厂病害

（1）处理工艺不合理。部分污水厂采用的处理工艺无法满足污水水质和水量变化，处理效果不够理想。

作者简介：吴子焱，女，1990年1月3日，满族，硕士研究生，工程师、环境工程研究

(2) 设备老化与故障。污水处理设备长期运行出现磨损、老化以及故障等情况，对污水处理效率、稳定性造成影响。

(3) 污泥处理不当。污泥产量很大并且处理难度高，如果处理不当很容易造成二次污染问题。

三、城镇污水系统常见病害诊断方法

(一) 污水管网病害诊断

1. 结构性缺陷

管道渗漏、破裂和变形最为常见，由于这些病害的存在，一些老旧城区的污水管网外水入渗率可达20%以上，过水能力也受到影 响。渗漏点通常具有管壁湿润、水渍、水流痕迹等特点^[2]。可以通过 QV 及 CCTV 检测的方式查明直接找出渗漏和变形点位。检测是指在管道内设置移动摄像装置，观察管道内壁情况，通过检测可以排查出管道的腐蚀、破损、渗漏、错口等结构性缺陷，这种方式的优势在于用机械设备代替人工下井目视检测管道，更加安全可靠。

2 功能性缺陷

有部分区域管道在运行一定年限后，会出现不同程度的功能性缺陷，引起管道堵塞。可以根据污水流量、流速进行初步判断，还可以通过 CCTV 检测的方式查找管道淤积、排水不畅的原因。确定堵塞后使用管道疏通设备，如机械疏通器、高压水枪等，如遇到较大阻力或无法疏通情况，则需要截断管道，将堵塞物清理干净。严重堵塞问题可能会造成污水倒流，必须重点关注。

3. 雨污混错接

当某个污水系统收水区域内的河道水体出现黑臭现象；在旱天可以观察到雨水排放口或者雨水管道内部有十分明显的污水排入水体或流水的现象；在雨天或者河道处于高水位时，污水厂进水水量有显著的升高的同时其进水水质浓度对比晴天有明显的降低，可以初步诊断这个收水区域内部存在雨污混接现象，这种病害会导致污水厂的工程效益降低，应予以重视。

4. 检查井病害

检查井也可能出现各类病害情况，包括井盖缺失、损坏等，不仅会影响行人安全，还可能大量杂物进入到井内。井壁裂缝、渗漏会对检查井稳定性、密封性造成影响，加重底部淤积。

影响污水流通。检查井通常由人工检查，观察井盖、井壁状况，针对井底淤积问题，先测量井底深度变化，进而判断淤积程度^[3]。

(二) 污水提升泵站病害诊断

1. 设备故障

提升泵站中的各类设备故障问题，可以设置设备监测系统。通过监测水泵、电机、阀门等装置的运行参数，如电流、电压、温度等，判断设备是否能够正常运行。例如检测到水系电流持续复升高、电压不稳、温度过高，则代表水泵很有可能存在故障问题，如电机过载、叶轮磨损等。

2. 泵站集水池淤积

集水池淤积主要是因为污水中泥沙、杂物沉积，且沉积速度很快。可通过监测集水池液位，一旦发现有效深度在指定时间内减少，如6个月减少20cm，则要考虑是否需要清淤。

3. 泵站通风不良

部分泵站由于设计不合理，通风设施老化，存在通风不良

等情况。可在泵站内设置空气质量检测仪，如果氧气含量不足18%、二氧化碳浓度达到1%以上以及泵站内存在异味，则可判定为通风不良。这就需要通过加强通风系统运行功率、引入智能风机装置等手段进行优化。

(三) 污水处理厂病害诊断

1. 工艺运行异常

针对污水处理厂运行异常情况，可通过监测进水和各个处理单元的水质指标，水质指标异常代表某个环节存在问题，如污泥老化、曝气不足等^[4]。在正常运行的情况下，COD去除率应在80%以上、BOD去除率应在85%以上、SS去除率在90%以上、NH₃-N去除率在70%以上、TP去除率在75%以上，如果未达标则代表运行存在异常。

2. 设备老化与损坏

污水处理厂设备长期运行会发生老化、磨损等现象，特别是建成年代久远的污水厂，设备老化率非常高。对此，需要定期对污水厂设备进行检查，遇到问题及时进行维修或更新。例如在检查中发现曝气设备的曝气孔堵塞、搅拌设备叶片磨损、脱水设备滤布受损等，如果无法修复则直接换新。

3. 污泥问题

污泥处理是污水处理厂的重要工作环节，如若污泥膨胀上浮都会对最终处理结果带来影响。通过观察污泥性状，如体积变大，明显异味，颜色变深等，或者检测到污泥沉降比超过30%，则代表污泥异常。

四、城镇污水系统提质增效方法

(一) 污水管网提质增效措施

1. 管网改造与修复

针对管网存在渗漏、破裂、变形、障碍物等病害，需要根据具体情况做出开挖或非开挖修复。对于病害程度较轻且施工条件适合的缺陷进行非开挖的修复，使对周边的影响降到最低。如小范围破裂、渗漏等。局部修复技术主要有不锈钢套筒修复、点状原位固化修复等技术。以点状原位固化修复为例，该技术是将浸渍树脂的玻璃纤维软管拉入待修复的管道内，然后利用充气或注水的方式使其膨胀并紧贴管道内壁，之后采用加热固化措施，形成新的内衬管道。该方法修复效率高、成本较低，通常几小时内即可完工。此外，还可以采用整体修复技术，例如紫外光固化内衬修复技术，利用了拉入法将玻璃纤维增强的内衬软管放入到原管道内，使用紫外光照射加速固化，形成新的内衬。相比传统方法，该技术可减少对交通的影响，并且施工周期很短、成本较低。

针对严重病害问题、故障范围较大的情况，则要将其开挖修复。新管道选材时，应重点考虑耐磨性、耐腐性、抗压性，主流的管道有球墨铸铁管、高密度聚乙烯管等^[5]。

2. 定期管网养护

根据管网使用年限、污水流量、管径大小等因素确定养护频率。老旧城区的小口径管道应每年不少于2次；新城区大口径管道，至少应每2~3年清淤1次。根据不同的管径，可采用射水疏通、绞车疏通、推杆疏通、转杆疏通、水力疏通、人工挖铲等方式进行清淤。这些疏通方式在解决功能性缺陷问题具有一定的作

用,但对于缺陷等级较高的功能性缺陷处理不理想,建议采取工程措施对这些缺陷进行处理。此外,还可以采用化学清淤法,但可能会对环境造成一些影响,需要谨慎使用^[6]。

3. 完善管网监测系统

设置流量、压力、水质等检测设备,对管道内运行情况实时监测,通过设置信息采集装置搭建智能化监测系统,将所采集的数据借助通信系统传输至控制中心,实现管网的远程监控与分析。一旦监测到管网数据异常,系统会自动发出警报,提醒管理人员采取有效应对措施。

4. 雨污分流改造

通过雨污分流改造可避免雨水、污水相混合。需提前对城镇排水系统进行调查评估,制定改造方案。如果是新建区域,应严格按照规划标准对雨污分流规划设计,分别铺设雨水、污水管道。老城区区可结合管路改造、道路整治等工程逐步开展雨污分流工程^[7]。

(二) 污水提升泵站提质增效措施

1. 设备更新与维护

将老化、损坏的设备更换,确保泵站正常运行。对使用年限超过15年的电机,水系等设备进行全面评估,必要的将其换新。新设备选择应注重可靠性和节能性,保障运行效益。定期对设备进行维护保养,制定科学的维护计划,包括日常巡检、定期保养,故障维修等方面。日常巡检需要每天检查设备运行状态、温度,声音是否异常,定期保养应每隔一段时间进行清洁、润滑、部件更换等工作;故障维修应确保及时性,尽可能短时间内使其恢复正常运行。

2. 优化泵站运行管理

结合污水流量、水位变化调节泵站运行参数,通过智能传感器和智能控制系统,实现泵站自动化运行,一旦集水池水位达到高水位阈值,系统会自动开启多台水泵;一旦集水池水位达到低水位阈值,则自动停止部分水泵,从而达到优化运行、节能运行的目标。此外,还需要优化提升泵站的调度策略,让多座泵站联合运行,让整个污水提升系统性能得到提升。借助信息化技术搭建智能管理平台,实时监测和分析泵站运行参数,为调度策略提供信息支持^[8]。

3. 泵站集水池清淤

定期清理集水池淤积物,保障有效容积量,根据集水池淤积

速度决定清淤周期,清淤每年不少于1次。使用专业的清淤设备和方法,保障清淤效果。同时在集水池设计建设中,采取一定的防淤措施,如设置导流板、优化集水池形状等^[9]。

4. 改善泵站通风条件

安装通风装置,加强泵站内的空气流通,根据泵站规模、环境条件选择轴流风机、离心风机等设备,要求换气量不低于6次/h。同时还要优化通风管道与出风口,保持通风均匀性。定期检查风机运行情况,并清洗管道和滤网,确保通风系统正常运行。

(三) 污水处理厂提质增效措施

1. 工艺优化

根据进水水质、水量变化优化工艺参数,如通过调节曝气量来提升生物处理单元运行效率等。针对水中有机物浓度较高情况。应适当增加曝气量和污泥回流比,提高微生物的代谢活性;对于进水水量波动较大的情况,可以通过调整水力停留时间,保证处理效果的稳定。

2. 设备升级改造

对老旧设备进行升级改造,使用新型污水处理设备,如微孔曝气设备、新型压滤机、新型离心机等,相比老旧设备性能有明显提升。在设备选型时,应充分考虑设备的性能、可靠性、节能性等因素。同时,加强设备的安装调试和运行维护管理,确保设备的正常运行和高效使用^[10]。

3. 强化污泥处理工作

对污泥处理工艺进行优化,提升污泥脱水效果,引入新型污泥脱水设备和调理剂,如低温感化设备、高压隔膜压滤机等,可将污泥含水率控制在60%以内,使污泥体积明显变小。对污泥进行无害化、资源化处理。例如采用厌氧消化工艺将污泥中的有机物转化为沼气;污泥好氧堆肥制作成肥料。

结束语

综上所述,城镇污水系统的病害诊断和提质增效是一项复杂而系统的工作,需要综合运用多种技术手段和管理措施。通过对污水系统常见病害的准确诊断,采取有效的提质增效方法,并加强保障措施的落实,可以提高城镇污水系统的运行效率和污水处理质量,减少对环境的污染,为城镇的可持续发展创造良好的条件。

参考文献:

- [1] 齐利华, 邓海, 谭庆俭, 等. 滨海城市污水管网提质增效工程设计[J]. 广东土木与建筑, 2024(02):31-33.
- [2] 宁兆飞, 张晓林. 市政污水管网的施工及质量问题防治分析[J]. 建筑与预算, 2021(1):309-311.
- [3] 王昱昊. 污水管网病害引起地面塌陷的修复方案分析[J]. 安徽建筑, 2023, 30(6):102-104.
- [4] 于莹. 浅谈城市污水管网病害修复工程工作流程[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(9):522-524.
- [5] 王伟楠, 刘英, 杨丽丽, 等. 城市管道病害非开挖检测评估与工程应用[J]. 中国建筑金属结构, 2022(05):122-125.
- [6] 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(02):10-14.
- [7] 李文东. 污水处理厂构筑物建设质量控制研究[J]. 地产, 2021, (13):1-3.
- [8] 于辰雨, 卢鑫, 陈小飞, 等. 城市地下污水管线渗漏区形态及影响范围分析[J]. 中国水运(下半月), 2023(12):66-68.
- [9] 熊振长. 城市排水收集系统检测排查与方案研究[J]. 清洗世界, 2023, 39(2):143-144.
- [10] 桂钱君, 毛春阳, 王磊, 等. 市政工程雨污水管道施工技术应用分析[J]. 四川水泥, 2024(02):155-158.