

# 南方城镇污水处理提质增效策略研究

## ——以广州市增城区为例

谭凯婷

(中国市政工程西北设计研究院有限公司南方分公司,广东 佛山 528000)

**摘要:**南方城市普遍存在污水处理效能较低、污水管道高水位运行、河涌黑臭等问题,而降雨量大、河网发达、地下水丰富使得城镇生活污水处理提质增效难度加大。以广州市增城区排水系统为例,结合城镇污水处理提质增效三年行动方案以及实现城市水环境长效改善的需求,以污水处理厂的纳污范围为系统单元,从源头到末端进行全线排查,梳理分析系统存在的问题,制定治理策略,建立工作台账。通过多项工程和非工程性措施的逐步实施,实现了提升污水处理效能的目标,为南方其他城镇污水处理提质增效提供参考和借鉴。

**关键词:**南方城镇;污水系统;提质增效;问题分析

中图分类号: TU992

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)11-0187-04

## 0 引言

根据国家、广东省、广州市印发的《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》,增城区水务部门组织相关单位以污水处理厂服务范围为研究对象,对污水处理系统存在的问题进行分析,开展各项提质增效工程。经过两年多的努力,2021年8月份增城区全区生活污水处理厂进水 COD 平均浓度为 163.66 mg/L,同比上升 39.96%,进水氨氮平均浓度为 21.99 mg/L,同比上升 35.07%,污水处理效能稳步提升。2021年,增城区的国考大敦断面、增江口断面水质为 II 类,优于 III 类的省拟定目标。东江北干流 33 条、市河长 10 号令增城区 16 条一级支流已基本消除劣五类。以广州市增城区为例,分析污水处理系统存在的问题,并提出实施策略,为城镇污水处理提质增效工作的开展提供参考。

## 1 系统存在的问题及原因分析

### 1.1 沿河排口整治不足

(1)污水直排口。一是由于村居开发建设、排水管网不完善、排水管理不到位等因素,导致排口不断新增,部分河涌沿河仍存在污水直排现象;二是由于长期的河涌水冲刷,原有的沿河截污系统出现了污

水井渗漏、截污管网破损现象,造成污水直排河涌。而在河涌水位上涨时,河涌水倒灌进入污水系统。

(2)合流制拍门。旱天拍门漏水存在两种问题:一是沿河截污管网淤堵严重或拍门损坏;二是由于截污系统与市政污水系统间未能有效衔接,造成主干管网污水倒灌至截污系统。

(3)雨污错混接排口。污水通过错接管道沿雨水管排入河涌,造成水环境污染。雨季雨水侵占污水管道空间,造成污水厂进水浓度降低。

### 1.2 污水系统收集处理设施效能不足

(1)污水收集系统不完善,存在污水收集空白区。随着城市的开发建设,基本完成了市政路下污水管网的敷设,但存在未收集到户的现象。其中,城中村污水收集系统问题尤为突出。一是由于建设时序问题,部分村庄的污水通过分散式处理设施进行处理。二是部分城中村内虽已敷设污水管道,但未与市政污水管网连通,形成断头管,污水只能通过截流井溢流至河涌,存在旱天溢流现象,影响河涌水质。

(2)污水管网设施存在短板,污水厂处理效能不足。现状污水收集系统存在大量外水入流入渗问题,导致污水厂的手机处理效能降低。外水的主要类型有以下六类<sup>[1]</sup>:a. 地下水:通过结构性缺陷的管道或检查井进入污水系统。有研究表明:我国南方城市管道地下水入渗量达 3 800~6 300 m<sup>3</sup>/(km<sup>2</sup>·d),是德国的 3~5 倍<sup>[2]</sup>。b. 江水、河水、湖水、海水:前期水环境治理

收稿日期: 2024-01-11

作者简介:谭凯婷(1994—),女,工学硕士,工程师,从事给排水设计工作。

过程中,设置了大量的沿河截流井,且部分溢流口未设置拍门等防倒灌设施,或防倒灌设施未发挥作用,河涌涨潮时,大量河涌水通过截流井进入污水系统。

c. 山水:山体截洪沟接入市政污水管道或接入合流管渠后末端通过截污方式进入污水系统。d. 雨水:通过错混接节点、截流式合流制排水体制截流、地面受损井盖等进入污水系统。e. 政策性外水:包括施工降水或基坑排水、游泳池换水或检修池水、景观水体出水、温泉水排水、处理后的工业废水、一体化处理设施出水等<sup>[3]</sup>;f. 自来水管爆漏。

### 1.3 合流制溢流污染突出、河涌水质反复

部分合流管道、末端截流措施仅依赖经验设计,未科学考虑溢流污染控制频次,因此无法有效控制降雨条件下的溢流污染。

### 1.4 部分污水主干管常年高水位运行

大量外水进入污水系统,加之管网维护不善,部分管道出现严重的结构性和功能性缺陷,影响污水的正常传输,导致部分污水主干管常年高水位运行。

## 2 策略研究

### 2.1 全面摸排,系统梳理

#### 2.1.1 厂站调查

调查污水处理厂及污水泵站的设计规模、实际处理量、纳污面积、服务人口以及每天进厂的水质、水量、负荷等基本数据,结合排水专项规划及用水排水量,校核污水处理厂、污水泵站规模是否能满足污水量处理、提升的需求。

#### 2.1.2 水系及地形地貌情况调查

调查项目范围内山区、平原、河涌、湖泊、池塘的分布位置,梳理河涌的起终点、长度、宽度及其排口的类型、数量等,掌握每个排口的尺寸、水深、晴天流量及水质、地面标高、排口底标高、河底标高、晴天退潮水面标高、雨天涨潮水面标高、是否与污水主管连通以及污染源等情况,形成地形图、河涌统计表和河涌排口、溢流口统计表。

#### 2.1.3 排水单元摸排

根据用地性质划分项目范围内排水单元,识别每个排水单元的排水体制,并收集其用水量、排水量、人口、面积等基础数据,形成排水单元统计表。其中,重点关注工业园区、城中村、大型小区及商业广场等集聚区的排水情况。

#### 2.1.4 排水管网摸排

利用物探、管线测绘、内窥检测、追溯分析等技

术手段对项目范围内的排水管网进行系统梳理,理清管网及附属设施分布、运行等情况。分为以下几个步骤。

(1)现状基础数据摸查。摸清项目范围内排水管渠(包括检查井、雨水口、接户井、调蓄池、泵站、闸门、一体化处理设施等附属设施)的基本情况(包括平面位置、走向、高程、规格、流水方向、材质等)及运行情况,并根据现场摸查的物探数据、测绘数据形成成果图。并对摸查成果进行统计分析:一是梳理项目范围内的截污闸、截污堰、截污井,收集其所在位置、所属镇街、所属流域范围、截污闸所在渠箱长度、截污闸所在渠箱的排污口个数、截污污水量及所截污水来源等信息,形成截污闸、截污堰、截污井统计表;二是梳理项目范围内的管网错混接节点,收集错混接节点编号、位置、流量及来水浓度等信息,形成管网错混接统计表;三是梳理项目范围内的临河埋管、过河管、涌边挂管,收集其所在位置、管径及长度等信息,形成临河埋管、过河管、涌边挂管统计表。

(2)排水管渠运行情况调查。采用潜望镜、CCTV等内窥检测技术,对项目范围内现状排水管渠、检查井进行检测,记录缺陷情况(如缺陷点所在管段的起终点井号、管渠规格、长度、材质、管道类型、缺陷类型及缺陷距离等信息),形成结构性缺陷统计表和功能性缺陷统计表,并参考技术规程<sup>[4]</sup>对管井的损坏程度进行评估。此外,重点梳理项目范围内运行水位较高的污水管段,收集其起终点地面标高、管底标高、管径、现状平均水深、管道充满度和满管长度等信息,并分析原因,形成高水位运行污水管段统计表。

(3)合流渠箱摸查。合流渠箱排水口分为4类,分别为污水口、雨水口(晴天无水流)、雨水口(晴天有水流)、合流口<sup>[5]</sup>。合流渠箱常与河涌等水系连通,所以渠箱水位会随河涌涨退潮水位变化,因此需要联合河涌所、排水公司等单位通过闸泵联控,尽量降低渠箱水位,配合新开人孔、清障等手段为摸查创造条件,采用QV、CCTV或蛙人等有效的技术手段对渠箱进行摸查,掌握项目范围内各渠箱的位置、起终点、总长度、明渠段长度、暗渠段长度、房屋骑压段长度、宽度及其排水口类型、尺寸、水量、水质浓度等信息,形成合流渠箱统计表以及合流渠箱排水口统计表。

### 2.2 布点监测,精准分析

部分地区由于污水系统高水位运行、检查井被

覆盖、管道淤积严重、摸查资金有限等各种原因导致了不能在短时间内对整个污水系统进行全面摸查,布点监测分析有助于快速查找外水点。

### 2.2.1 科学布点,有效监测

根据系统管网的走向及其附属设施的分布,形成完整的管网总图或拓补图,在主管及各支管进入主管前的接驳井布设水质水量监测点。若项目范围内污水管网较复杂可先将整个片区根据污水管网的分布情况划分为若干个小片区,布设小片区考核点。

### 2.2.2 算清“水账”,精准分析

明确系统已收集的污水量、溢流在外的污水量以及分散处理的污水量,通过已收集的污水量及实测的水量推算出外水量。分析污水处理厂进厂主管及片区各监测点水量水质的情况、变化特点,对低浓度支管进行溯源,精准查找确定外水点,明确外水进入污水管网的机制及水量。

### 2.2.3 建立台账,形成作战图

通过溯源摸查找出外水点,并拍照记录其所在位置、外水量以及形成原因等,明确整改方案、整改责任单位及计划完成整改时间,建立外水问题整改台账,形成分析报告及作战图。

## 2.3 明确任务,对症施策

### 2.3.1 完善市政管网

根据上述对市政排水管网进行摸查的成果,分析现状排水体制,复核管道的过流能力,理清配套管网缺口,消除污水收集设施空白区,为排水单元雨污分流改造接驳提供条件。

### 2.3.2 市政管网错混接改造

根据上述管网错混接统计表的内容,对市政管网存在错混接的节点进行改造,使得雨污水各行其道。

### 2.3.3 公共管网缺陷修复

根据上述管道结构性缺陷统计表和管道性功能缺陷统计表的内容,结合现状管道使用年限、缺陷等级以及事故的影响程度等因素,通过方案比选确定修复方式,制定并落实修复计划,先后处理,并逐一销项。

### 2.3.4 排水单元达标创建

“雨污分流+海绵城市”是广州这类大降雨城市解决溢流污染、雨洪控制等问题的最终出路,因此排水单元的改造应以雨污分流为主,合流制末端截污为辅,因地制宜开展排水单元达标创建工作。明确各排水单元出资主体和督办部门,制定改造计划,达标一个,验收一个,挂牌一个,同时应落实排水单元的

权属人、管理人、养护人、监管人。

### 2.3.5 合流渠箱清污分流

对合流渠箱实施清污分流改造,不仅减少外水进入污水系统,还为行洪排涝提供了通道和调蓄空间。对于有条件的暗渠,实施揭盖复明,无法揭盖的也必须增设渠箱检查井,满足检修和清淤要求<sup>[6]</sup>。根据上述合流渠箱统计表及合流渠箱排水口统计表的内容,制定并落实整改计划,建立“一渠一策”的整改台账。

### 2.3.6 排水口改造

通过摸查发现,目前存在的截流井多采用槽式、堰式和槽堰结合式。这三种传统的截流井对错混接污水和初期雨水都有一定的截流作用。但在运行过程中也存在一定的问题:(1)截流量难以控制。雨水截流量过多导致下游污水干管满水,加大污水处理厂负荷,甚至出现污水冒溢。(2)河水倒灌。由于杂物的堵塞、橡胶老化等原因导致拍门等防倒灌设施漏水或者溢流堰等截流设施设置不合理,造成河水倒灌。(3)影响雨季行洪。溢流堰设置过高或防倒灌设施不能正常开启影响了上游片区雨季行洪,增加上游片区内涝风险<sup>[7]</sup>。因此,应合理控制和降低河湖水位,协调好排水口水位标高与河湖水位的关系,不盲目抬高水位营造景观;结合实际按需选用新技术、新设备(液动下开式堰门、旋流式限流阀、电控限流器等)对排水口进行改造,加强维护管理,确保设施正常运行;废除重复截污点。

### 2.3.7 内涝点治理

按照污涝同治的工作理念,在实施污水处理提质增效的同时也应解决项目范围内的内涝点,统筹好水环境和水安全,实现污水收集与雨水排放双达标。

## 2.4 精细管理,长效机制

(1)搭建智慧排水管理系统。在完成管网摸查的基础上,搭建排水设施地理信息系统,并在重要节点安装管网窨井液位计、管网流量计、管网水质监测设备、河道水位监测设备、雨量计、易涝点电子水尺等多类型在线监测设备<sup>[8]</sup>,实现排水设施“一张图”可视化管理,排水全过程水位流量“一张网”在线监测预警分析、管线数据实时更新动态管理、移动巡检养护信息多端共享<sup>[9]</sup>。对排水设施实时智慧化管理,能有效缓解传统管理手段中产生的诸多痛点,外水排查工作模式从“广撒网”转变为“精准打击”,实现防涝应急调度信息“一图统管”<sup>[10]</sup>。

(2)建立常态化巡查监管工作机制。根据国家或



地方规定的有关标准、规定和管理办法,加强对基坑排水、工业企业以及沿街经营性单位和个体工商户,特别是餐饮、洗车等行业排水户监管,联动执法机关,对污水乱排、超排、偷排等违法行为进行处罚并督促整改。

(3)实行专业化运维管理。根据管网特点、规模、服务范围等因素确定人员队伍、仪器设备配置和资金保障,实行“片区化+网格化”管理。建立联合调度体系,以流域为单位,整合河涌、水闸、泵站、管网、污水厂的各项运行要素,制定流域内厂—网—河(湖)联合调度方案<sup>[11]</sup>。

(4)建立摸查数据动态更新机制。基于GIS系统,对污水处理厂、泵站、主管、流量较大支管定期开展相关节点水质跟踪监测,对水质数据异常的片区开展进一步溯源排查及原因分析。

### 3 总结与展望

城镇生活污水处理提质增效工作具有体量大、系统性强、建设周期长、投入资金大、涉及部门多、专业性强等特点,因此应以污水收集处理系统为单元,系统摸查分析城镇生活污水处理系统各环节存在的问题,以目标和问题为导向,编制“一厂一策”系统化整治方案,按照轻重缓急,明确项目清单和责任清单,制定工作计划,确保策划一批、落地一批、实施一批、见效一批。在实施提质增效中,有以下几点建议。

(1)夯实摸查。摸查是提质增效项目中最基础但也是最重要的工作之一,摸查结果的完整性和准确性直接影响设计成果,关系项目投资和项目效果。但往往部分建设方以及参建方没有认识到此项工作的重要性,再加上由于污水系统高水位运行、检查井被覆盖、管道淤积严重等原因加大了摸查难度,导致对摸查结果与实际出现严重偏差,从而影响设计方案、施工进度和项目效果。因此,迫切需要完善相关政策、加大资金保障以及新技术手段研发并推广使用,确保摸查结果的准确性。

(2)加强污水截流系统的改造和构建。一方面,在上一轮治水中对沿河截污系统建设不够重视或方法不科学,且对截流井运行维护较为混乱,导致河水倒灌、污水溢流及城市内涝等问题的出现。另一方面,随着雨污分流的不断深入,合流制区域不断减少,但一些老城区因地下管线错综复杂,施工难度

大,拆迁补偿等多重因素,雨污分流改造推进相对缓慢,合流制区域及其截流系统在一定时期、一定范围内还会存在<sup>[14]</sup>。因此应加强对现状截流系统进行效能分析和风险评估,从截流井空间布局及截流量智能调控等角度探讨系统优化改造策略,杜绝旱季污水溢流和河湖水倒灌,减少雨季溢流污染以及城市内涝。

(3)重视“一厂一策”的编制。“一厂一策”的编制单位应对整个系统的厂网河进行全面梳理、系统分析,做好提质增效与城市内涝治理、溢流污染治理、海绵城市建设和水环境治理之间的统筹考虑。但实际编制过程中,由于编制费用较低或编制单位能力有限等,导致摸查不清晰、问题分析不到位,工程措施与存在问题不对应。

(4)健全管控机制,强化管养力度。城镇污水处理提质增效工作三分靠建设,七分靠管理。要进一步健全污水处理管控机制,建立责任清晰、技术先进的运维队伍,加强日常养护工作,实现从源头排水户到末端污水处理厂的全链条、一体化、精细化管养,才能有效保障污水设施系统效能。

#### 参考文献:

- [1] BROADHEAD A T, HORN R, LEMER D N. Captured streams and springs in combined sewers: A review of the evidence, consequences and opportunities[J]. Water Research, 2013, 47(13): 4752-4766.
- [2] 徐祖信,徐晋,金伟,等.我国城市黑臭水体治理面临的挑战与机遇[J].给水排水,2019,45(3):1-5.
- [3] 陈君翰,苏健成,张君贤,等.广州市猎德污水处理系统“一厂一策”系统化整治[J].中国给水排水,2019,36(22):1-5.
- [4] DB31/T 444—2022,排水管道电视和声纳检测评估技术规程[S].
- [5] 赫雷刚,高一畴,李渤.老城区合流渠箱清污分流改造方案研究[J].工程技术研究,2022,7(18):191-193.
- [6] 马兰,林林,段军波.广州市增城区石滩污水处理系统提质增效案例分析[J].给水排水,2021,47(9):60-66.
- [7] 刘光瑞.智能截流井在沿海老城区合流排口截污中的应用[J].河南科技,2021,40(29):107-109.
- [8] 梁铎韬,赵雪峰.新塘智慧排水系统入围中国智慧城市大会成功案例[EB/OL].(2021-10-18)[2024-01-01].[https://ep.ywcb.com/epaper/ywcb/html/2021-10/18/content\\_5\\_435608.htm](https://ep.ywcb.com/epaper/ywcb/html/2021-10/18/content_5_435608.htm).
- [9] 杜娟,张颖,向家祺,等.广州水投集团排水公司擦亮超大城市生态治水底色[EB/OL].(2022-10-13)[2024-01-01].[https://epaper.gzdaily.cn/news/html/2022/10/13/content\\_873\\_806482.htm](https://epaper.gzdaily.cn/news/html/2022/10/13/content_873_806482.htm)
- [10] 张莉萍.城镇污水处理提质增效主要措施分析与建议[J].资源节约与保护,2021(6):88-89.
- [11] 杨楠,张栋俊,张练,等.平原老城区污水处理提质增效实施策略分析[J].给水排水,2020,56(7):22-26.