DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.251144

按效付费驱动下的雨污协同排查新模式

李　通,蒲　金,李永铭,张　杰
(上海誉帆环境科技股份有限公司,上海市 200335)

摘　要: 自2021年国家“十四五”城镇污水处理提质增效政策实施以来,传统“重建设轻成效、雨污系统割裂治理”的工程模式已难以适应现代化生态环境治理的需求。结合某污水处理厂进水浓度低的排查项目,提出基于“按效付费机制”与“雨污系统协同排查”的项目实施新模式,将进水COD、氨氮浓度达标率、污水收集率提升幅度等核心指标与付费挂钩,建立“60%基础费用+40%绩效浮动”的动态付费机制。实证数据显示,案例片区在新模式推动整改下,2023年雨季污水厂日平均进水量同比减少4 517 m^3/d,污水收集率同比提升了25.75%,进水COD、氨氮浓度同比提升显著。研究表明,这种“按效付费、雨污协同”的模式,推动污水处理排查工作从“粗放建设”向“精准提质”转型。

关键词: 污水处理厂;提质增效;按效付费;雨污协同
中图分类号: TU992　　**文献标志码:** B　　**文章编号:** 1009-7716(2026)01-0029-04

A New Model for Coordinated Stormwater and Sewage Investigation Driven by Performance-Based Payments

LI Tong, PU Jin, LI Yongming, ZHANG Jie
(Shanghai Yufan Environmental Technology Co., Ltd., Shanghai 200335, China)

Abstract: Since the implementation of the national "14th Five-Year Plan" policy to improve the quality and efficiency of urban sewage treatment in 2021, the traditional engineering model—characterized by an emphasis on construction over operational effectiveness and separate management of stormwater and sewage systems—has increasingly failed to meet the needs of modern ecological-environment governance. Combining an inspection project targeting low influent concentrations at a sewage treatment plant, this study proposes a new project-implementation model based on a performance-based payment mechanism and coordinated inspection of stormwater and sewage systems. The model links core indicators—such as the compliance rates of influent COD and ammonia-nitrogen concentrations and the improvement in sewage collection rate—to payment, and establishes a dynamic payment mechanism consisting of "60% base fee + 40% performance-linked variable fee". Empirical data show that, under the corrective measures driven by the new model, the case area's sewage treatment plant experienced a year-on-year reduction in average daily influent of 4, 517 m^3/d during the 2023 rainy season, a 25.75% year-on-year increase in sewage collection rate, and significant year-on-year increases in influent COD and ammonia-nitrogen concentrations. The study indicates that this "performance-based payment + coordinated stormwater – sewage" model promotes the transformation of sewage treatment inspection work from expansive construction to targeted quality improvement.

Keywords: sewage treatment plant; quality improvement and efficiency enhancement; performance-based payment; coordinated inspection of stormwater and sewage systems

0　引　言

随着城镇化率的持续提升,城市基础设施规模扩张与人口密度增长导致城镇排水系统面临双重压力,城镇排水系统治理复杂度显著提升,传统“重厂轻网”的管理模式逐渐暴露出一定的短板,《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》明确提出“推进厂网河(湖)一体化”治理要求,强调从单一厂站建设治理转向“厂—网—河”全系统协同[1-2]。在当前实践中,排查治理仍普遍存在两大痛点:(1)以工程工作量为核心的固定付费模式,导致重工程轻成效,多数管网排查项目未形成有效治理;(2)污水管网与雨水管网分系统排查,缺乏统筹雨污水管道

收稿日期: 2025-09-15
作者简介: 李通(1982—),男,本科,工程师,从事排水管网运维工作。
通信作者: 张杰(1990—),男,硕士,工程师,从事排水管网智慧化运维与管理工作。电子信箱:sspringtide@163.com

的思路，造成雨污治理不同步。

在此背景下，本研究基于某污水处理厂进水浓度提升工程实践，构建“按效付费机制+雨污协同排查”的治理新模式，落实“十四五”规划要求，提供可复制的排查整改实施路径[3-4]。

该模式的实施重点在于将排查结果与最终达成的效果作为一个整体进行评价。将进水 COD、氨氮浓度达标率、污水收集率提升幅度等核心指标与付费挂钩，建立“60% 基础费用+40% 绩效浮动”的动态付费机制。即在排查工作完成后，根据排查结果，支付 60% 的基础排查费用，然后在后续整改项目完成后，达到预期效果后，支付剩余 40% 的费用。将排查实施的理念和方法贯穿在项目排查—设计—整改的全流程中，以最终是否达成既定的考核目标作为项目效果的评判标准。按照此种实施方法，可有效弥补以工程量来结算和评价，进而导致排查、设计、施工割裂的缺陷[5]。

1　工程概况

该案例排水片区位于江西省某城市新区，总面积 12.4 km^2，其中南区 10.8 km^2 现状采用雨污分流排水体制，北区 1.6 km^2 现状为村庄分散直排区域。该片区现有一座污水处理厂和 4 座污水提升泵站，1、2 号泵站位于南片区，运行良好；3、4 号泵站位于北片区，由于北片区城市开发和污水管网建设不完善，泵站暂未运行，图 1、图 2 所示为排水片区基础情况。

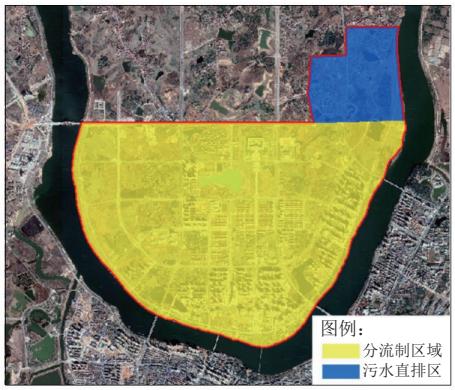

图 1　片区排水体制基础情况

根据表 1 与图 3 所示，该污水处理厂某年 5 月降雨日数（22 日）显著多于 3 月（14 日），但同期污水处理厂进水的化学需氧量（COD）浓度却明显下降。该现象表明管网可能存在雨污分流不彻底或大量外来雨水入侵的情况，从而在降雨期间对进水水质产生稀释效应。

根据前期排查资料，该片区排水情况存在三个

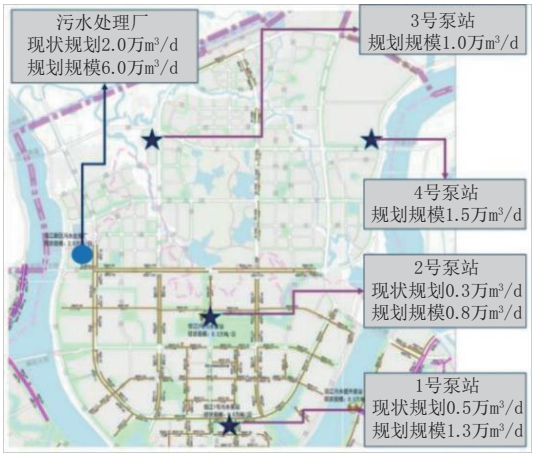

图 2　片区泵站基础情况

表 1　晴雨天情况（3 月、5 月）　　单位：d

月份	雨天	多云/阴天/晴天
3 月	14	17
5 月	22	9

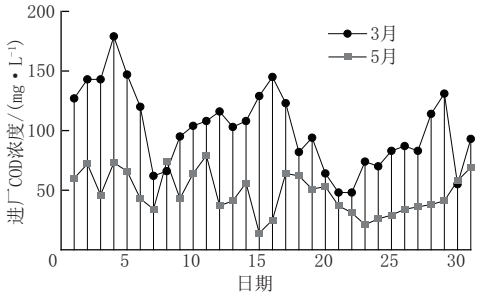

图 3　进厂 COD 浓度（3 月、5 月）

主要问题：（1）纳污区现状排水管网存在结构性和功能性病害，严重影响排水系统正常运行；（2）区域雨水管道覆盖不足存在，高排系统与低排系统混接问题；（3）存在城市内涝，排水防涝系统不完善导致内涝风险，缺乏系统的蓄水、滞水体系及超标雨水行泄体系，加之现状排水系统排放能力有限，管网病害、淤积进一步压缩雨水管网的排放空间，致使城区部分区域应对超强降雨的能力较低[6-7]。

2　排查思路

本次管网排查遵循“见水必查、不间断搜寻”的系统摸排原则，构建“靶向溯源—主干管追踪—次干管延伸—支连管细化”的四级递进逻辑：首先以污水厂进水口、受纳水体排水口、雨污水泵站或闭合管网节点为溯源起始点，向上游逆向摸排市政道路排水主干管，明确主通道的流向、管径等[8]；其次追踪次干管（即接入主干管的二级管线，小区等排水单元接入市政管道的管线——多沿道路敷设），建立干支管网的拓扑关联；最后细化排查支连管线（小区等排水

单元出水口或其内部至房屋立管），通过层级化溯源，系统锁定雨污混接、管道错接、结构缺陷等问题点位，保障排查的全域性与连续性。

排查实施时，雨水系统和污水系统开展协同排查工作，污水收集系统排查时以该片区污水处理厂服务范围进行区域划分，按照泵站和管网连接关系将污水系统划分成 1 号泵站、2 号泵站和重力自流区 3 个主要的服务范围；雨水系统按照五大湖泊汇水范围分为 5 个汇水区域。每个服务范围末端都设置有考核节点，考核节点为泵站前端和湖泊旁雨水排水口。根据各个考核节点的出水情况来综合判断区域问题现状，然后对每个片区的管网开展精细排查。具体排查思路技术路线见图 4。

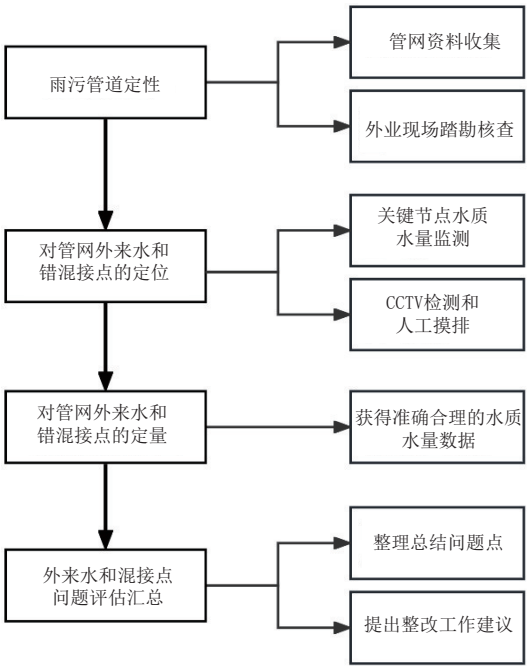

图 4　排查思路

3　排查过程

3.1　片区划分

根据现场实际情况将范围分割为 10 个次级汇水区域，根据区域出口的数据进一步进行细化，通过气囊封堵人为制造水位差的方式对有问题点向上游溯源，具体汇水区域划分流程如图 5 所示。

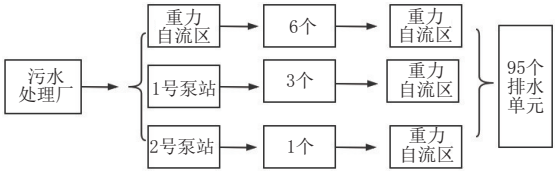

图 5　汇水区划分流程

最终细化至 95 个排水单元，通过小区内部的混错接调查，确定问题的源头所在。片区划分如图 6 所示。

图 6　片区划分

3.2　排水户本底水质检测

通过对各排水单元的出水口进行水质水量检测，进而分析问题管段位置及原因[12]。在晴天时对项目范围内 80 个排水单元共 194 个出水口进行了水质测定工作。经分析，其中 77 个出水口浓度在 200 mg/L 以上，49 个出水口浓度在 100~200 mg/L 之间，23 个出水口浓度在 100 mg/L 以下。

本项目共计排查管道 376 903.4 m（雨水管道 231 308.2 m、污水管道 145 595.2 m），共计查明各类问题点 54855 处，其中市政管道问题点 16 526 处，排水单元内部问题点 38 329 处，晴天可量化外水流量 9 804 m^3/d。

3.3　问题点分析

本项目在排查实施的过程中共计查明 54 855 个问题点，包括管网系统存在的混接错接问题和管道自身缺陷等。考虑到本项目实施的目的要查明导致污水系统异常运行的原因和区域内河道水质变差的原因，因此在对上述问题点进行分类时，按照对系统造成的影响来进行分类。

（1）导致污染物进入水体进而污染水体的问题点有如下类型[13]：市政范围内污水直排雨水管，共计 7 处；排水户内部污水管接入雨水检查井，共计 83 处；排水户内部油烟管接入雨水检查井，共计 52 处；楼栋阳台立管错接进入雨水检查井，共计 1 139 处；小区污水出口接入的雨水检查井，共计 9 处。

（2）导致外水进入污水收集系统，进而导致污水厂进厂水质水量异常的问题点有如下类型[14]：市政雨水口接入污水检查井，共计 17 处；设置在雨水检查井中的截留管，共计 1 处；市政雨水管混接进入污水检查井，共计 14 处；由于污水检查井井盖破裂等导致雨水露天收集，共计 15 处；由于预留管封堵不

严密导致的地下水雨水入渗，共计27处；工地内的施工降水接入污水检查井，共计7处；河水倒灌进入污水收集系统，共计10处排水户内部雨水管错接进入污水检查井，共计79处；地下车库排水混接，共计117处；排水户雨水出户管接入污水检查井，共计14处；排水户内部立管混接导致雨水进入污水检查井，共计526处。

3.4 整改建议

根据以上排查成果的统计，给出相应的整改建议：

（1）对已查明的管道混接类问题应进行雨污分流施工，污水混接雨水类建议就近接入污水管道，提升污水管道污水收集率。

（2）对已查明的污水管道预留管渗水类问题应及时对预留管道进行封堵或整改，保证污水管道浓度正常。

（3）对已查明的污水管道露天收集类问题应及时做出封堵处理，建议就近接入附近雨水管道，保证污水管道在雨天浓度正常。

（4）对已查明的污水管道自然水体倒灌类问题应及时对倒灌点进行整改，保证污水管道在雨天浓度正常。

（5）对已查明的排水立管类问题应及时做好雨污分流，污水排水立管接入雨水管道类建议就近接入污水管道，提升污水管道污水收集率；雨水排水立管接入污水管道类建议就近接入雨水管道，保证污水管道在雨天浓度正常。

（6）对已查明的地下车库抽排类问题应及时做出改流，建议就近接入附近雨水管道，保证污水管道在雨天浓度正常。

（7）对已查明的油烟管混接类问题进行改建，建议就近接入排烟管道。

（8）对已查明的25 882处结构性缺陷，建议及时对管道进行修复处理，恢复范围内排水系统的正常运行。

（9）对本路段内查明的井盖和窨井设施存在缺陷的，建议及时进行更换和整治。

提出整改建议后，由设计单位开展整改施工图设计，施工单位按照施工图进行整改实施，将整改实施后的效果作为评判排查诊断成果检验的依据和标准[15]。

4 结　语

本研究构建的按效付费驱动雨污协同排查治理模式，在江西某城市新区排水系统提质增效实践中取得了阶段性重大进展：（1）“挤”外水效果明显。2022年雨季污水厂日平均进水水量18 254 m^3/d，2023日平均进水水量13 737 m^3/d，较项目实施整改前日减少4 517 m^3。（2）“收”污水效果显著。2022年全年污水收集率24%，2023年全年污水收集率49.75%，较项目实施整改前提高106.6%。（3）关键指标大幅提升。2021年污水处理厂进水COD浓度仅25 mg/L，氨氮浓度仅4.89 mg/L。自2023年9月中旬后，污水处理厂进水COD平均浓度190.23 mg/L，最高达310 mg/L，较2022年同期进水COD平均浓度86.87 mg/L整体提高219%。氨氮平均浓度从20.6 mg/L提高至30.6 mg/L，最高达42.1 mg/L，整体提高48.5%。BOD_5平均浓度从36.7 mg/L提高至75.5 mg/L，两大湖泊水质基本消除劣Ⅴ类。

本模式突破传统排水治理“重工程轻效果”的模式，为城镇排水系统提质增效提供可复制的路径。

参考文献：

[1] 李欣娟，王文生，陈立. 基于城镇“厂网河(湖)岸”一体化综合整治模式的实践与探讨[J]. 绿色科技，2025，27(12)：119-123.

[2] 艾一丛，管娜. 逐步推进污水系统厂网一体化管理的策略与实践[J]. 生态与资源，2025(1)：66-68.

[3] 柴华，尚恺喆. 城市排水管网整治与韧性提升——减灾视角下的系统性路径探索[J]. 中国减灾，2025(12)：42-45.

[4] 明星. 厂网一体按效付费[N]. 经济参考报，2024-12-31(006).

[5] 杨庆华，颜莹莹，程杰，等. 基于按效付费的污水管网可持续投资模式研究与实践[J]. 中国给水排水，2025，41(18)：1-7.

[6] 尹炜，赵志超，王万琼，等. 污水管网外水入侵定量诊断研究进展与思考[J]. 人民长江，2025，56(10)：128-136.

[7] 白加敏，王经波，李长芳，等. 基于水量和水质监测的污水处理厂外水入侵分析[J]. 净水技术，2025，44(1)：114-119.

[8] 桂丽娟，王伟伟，李舒，等. 基于在线监测技术的雨污混接精准定位方法研究[J]. 新型工业化，2022，12(9)：224-228.

[9] 丁欣. 污水系统旱天外水入侵排查应用研究[J]. 城市道桥与防洪，2025(6)：230-233；258.

[10] 孟钦伟，沈小华，耿宏，等. 污水处理提质增效中管网外水识别、检测方法探索[J]. 天津建设科技，2024，34(6)：55-58.

[11] 韩菲，张胜，闫腾飞. 基于关键节点水质水量监测的片区污水管网缺陷诊断[J]. 供水技术，2025，19(4)：31-34.

[12] 彭梦文，龚冰，赵飞，等. 基于在线水量水质监测的排水管网诊断技术研究[J]. 中国给水排水，2025，41(17)：164-168.

[13] 黄景雄. 论城镇雨污错混接排口的影响及整改措施[J]. 城市建设理论研究(电子版)，2022，(28)：143-145.

[14] 王湘，徐菡玲，陈积义，等. 南方城市污水处理厂低浓度进水水质特征分析[J]. 中国给水排水，2024，40(15)：101-107.

[15] 谢长焕，张镭. 分流制地区排水管道调查与雨污混接整改系统设计[J]. 科技创新导报，2018，15(33)：18-20.