

# 城市排水系统正本清源改造路径研究——以某市老旧小区为例

杜苏文

中国建筑设计研究院有限公司, 中国·北京 100044

**摘要:** 本研究聚焦某市老旧小区排水系统改造, 通过调研和数据分析揭示了管网老化、雨污混流等问题。结合环境可持续理念, 提出管网修复、雨污分流、污水处理设施升级和智慧排水系统建设等改造方案, 并讨论了技术与管理措施。以苏州市姑苏区南环新村为例, 展示改造效果, 为类似项目提供实践参考, 旨在改善城市水环境和促进生态可持续发展。

**关键词:** 城市排水系统; 正本清源; 老旧小区; 雨污分流; 智慧排水

## Research on the Path of Urban Drainage System Rectification and Source Improvement — Taking an Old Residential Area in a Certain City as an Example

Suwen Du

China Architecture Design and Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100044, China

**Abstract:** This study focuses on the renovation of the drainage system in an old residential area in a certain city. Through research and data analysis, it reveals problems such as aging of the pipeline network and mixed flow of rainwater and sewage. Based on the concept of environmental sustainability, renovation plans such as pipeline repair, rainwater and sewage separation, upgrading of sewage treatment facilities, and construction of smart drainage systems were proposed, and technical and management measures were discussed. Taking Nanhuan New Village in Gusu District, Suzhou City as an example, this paper demonstrates the transformation effect and provides practical reference for similar projects, aiming to improve the urban water environment and promote ecological sustainable development.

**Keywords:** urban drainage system; reform from the bottom; old residential areas; rainwater and sewage diversion; smart drainage

## 0 前言

城市排水系统是城市基础设施的关键部分, 其状况影响水环境质量、居民生活和城市可持续发展。截至 2022 年底, 全国排水管道总长 105.9 万公里, 25% 使用超 20 年, 特别是老旧小区排水系统问题严重。管网老化导致污水渗漏和水体污染, 雨污混流加剧水体富营养化, 污水处理能力不足。这些问题威胁居民健康, 急需改造。

改造排水系统可减少水体污染, 改善水环境, 保护生态系统, 降低内涝风险, 提升居住环境质量, 促进城市发展。本研究以某市老旧小区为例, 总结改造路径, 为其他城市提供借鉴, 推动排水系统整体升级。

通过调查分析某市老旧小区排水系统问题, 结合绿色可持续理念, 探索改造路径, 提出改造方案, 为排水系统改造提供理论和实践指导, 实现排水系统优化升级及环境和社会效益的统一。

## 1 某市老旧小区排水系统现状与问题分析

### 1.1 研究区域概况

选取苏州市姑苏区南环新村作为研究对象, 该小区建

成于 1986 年, 占地面积约 22 万平方米, 共有居民楼 65 栋, 居住人口约 1.2 万人。小区周边有大龙港河等河道, 排水系统与城市主排水管网相连。由于建设年代较早, 小区排水系统采用雨污合流制, 管网材质多为混凝土管和铸铁管, 部分管网已出现严重老化、破损现象。

### 1.2 排水系统现状调查

通过实地踏勘、管网检测、居民访谈等方式对小区排水系统进行全面调查。结果显示, 小区排水管网总长度约 12 公里, 其中约 35% 的管网存在不同程度的破损、渗漏问题, 主要表现为管道接口脱节、管壁裂缝等。在排水节点处, 如检查井、雨水口等, 存在杂物堆积、堵塞现象, 影响排水顺畅性。此外, 小区内部分居民存在私自改建排水管道的情况, 导致排水系统混乱, 雨污混流问题加剧。

对小区污水排放情况进行监测发现, 改造前污水中化学需氧量 (COD) 平均浓度为 350mg/L, 氨氮平均浓度为 40mg/L, 总磷平均浓度为 4mg/L, 均远超 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级 A 标准 (COD ≤ 50mg/L, 氨氮 ≤ 5mg/L, 总磷 ≤ 0.5mg/L)。部分污水未经有效处理直接排入大龙港河, 对周边环境造成污染。在雨

季,由于排水系统排水能力不足,小区内经常出现内涝现象,积水深度可达 0.8 米,严重影响居民的出行和生活。

### 1.3 存在的主要问题

①管网老化破损严重:混凝土管和铸铁管经过多年使用,受土壤腐蚀、车辆碾压等因素影响,管道结构强度下降,出现裂缝、渗漏等问题,导致污水渗漏污染土壤和地下水,同时也降低了排水系统的排水能力。

②雨污混流现象突出:老旧小区原有的雨污合流制排水系统无法满足现代环保要求,雨水和污水混合排放,使得污水处理厂处理负荷增加,处理成本上升,而且未经处理的污水直接排入河道,破坏水体生态平衡。

③污水处理能力不足:小区配套的污水处理设施建设滞后,处理工艺简单,处理能力有限,无法对污水进行有效处理,导致污水达标排放率低。

④排水系统缺乏维护管理:由于缺乏专业的维护管理队伍和资金投入,排水系统长期得不到有效维护,管网堵塞、设施损坏等问题得不到及时解决,进一步加剧了排水系统的运行问题。

⑤居民环保意识淡薄:部分居民对排水系统的重要性认识不足,存在乱排污水、随意丢弃垃圾等行为,加重了排水系统的负担,同时也影响了排水系统的正常运行。

## 2 城市排水系统正本清源改造路径

### 2.1 管网修复与优化

①破损管网修复:对于破损程度较轻的管道,采用非开挖修复技术,如内衬法、喷涂法等进行修复。内衬法是在原有管道内部插入新的内衬材料,形成新的管道内壁,增强管道的密封性和强度;喷涂法是将修复材料喷涂在管道内壁,形成一层防护层,修复管道裂缝和渗漏问题。对于破损严重的管道,采用开挖更换的方式,选用耐腐蚀、强度高的新型管材,如高密度聚乙烯(HDPE)管、玻璃纤维增强塑料夹砂管(GRP)等,提高管网的使用寿命和排水能力。在南环新村改造中,对 4.2 公里破损严重的管道进行开挖更换,采用 HDPE 管,有效解决了渗漏问题。

②管网优化布局:对小区排水管网进行重新规划布局,根据地形地貌和排水需求,合理调整管道走向和坡度,确保排水顺畅。优化排水节点,如检查井、雨水口等的设置,增加检查井的数量和间距,提高排水系统的清淤和维护便利性。同时,对小区内私自改建的排水管道进行整改,恢复排水系统的正常秩序。南环新村改造中,将检查井间距从原来的 50 米调整为 30 米,新增检查井 80 座。

### 2.2 雨污分流改造

①新建雨水管网:在小区内新建独立的雨水管网,收集屋面雨水、道路雨水等。雨水管网采用重力流排水方式,根据小区地形和汇水面积,合理确定管道管径和坡度,确保雨水能够迅速排出小区。雨水口的设置应充分考虑雨水的收

集效果,间距一般控制在 20~30 米,采用新型雨水口,如截污挂篮式雨水口,可有效拦截雨水中的杂物,减少管道堵塞。南环新村新建雨水管网 6.8 公里,安装截污挂篮式雨水口 230 个。

②改造污水管网:对原有的雨污合流管网进行改造,将其改造为污水管网,专门收集生活污水。污水管网应与城市污水主管网对接,确保污水能够顺利输送至污水处理厂进行处理。在改造过程中,对污水管网进行全面检查和修复,确保其密封性和排水能力。同时,在小区内设置污水检查井和化粪池,对污水进行初步处理,减少污水处理厂的处理负荷。南环新村改造污水管网 5.2 公里,新建化粪池 15 座。

③雨污分流改造技术要点:雨污分流改造过程中,要注意新旧管网的衔接,确保衔接处密封良好,避免出现渗漏和倒灌现象。同时,要做好施工期间的排水保障工作,采取临时排水措施,如设置临时排水泵、铺设临时排水管道等,防止施工期间小区内出现内涝。此外,要加强对施工质量的监管,确保雨污分流改造工程符合设计要求和相关规范标准。

### 2.3 污水处理设施升级

①污水处理工艺选择:根据小区污水排放特点和处理要求,选择合适的污水处理工艺。对于小型老旧小区,可采用生物接触氧化法、膜生物反应器(MBR)等处理工艺。生物接触氧化法具有处理效率高、占地面积小、运行稳定等优点;膜生物反应器(MBR)则能够实现泥水分离,出水水质好,可达到中水回用标准。对于规模较大的老旧小区,可采用改良型 A/O 工艺、A<sup>2</sup>/O 工艺等,这些工艺能够有效去除污水中的有机物、氮、磷等污染物,使污水达标排放。南环新村采用 A<sup>2</sup>/O 工艺,建设污水处理站 1 座,处理规模为 500 立方米/天。

②污水处理设施建设与改造:根据选择的污水处理工艺,建设或改造相应的污水处理设施。包括污水提升泵站、格栅间、沉砂池、生物处理池、沉淀池、消毒池等。在建设过程中,要合理布局污水处理设施,确保其运行安全、稳定、高效。同时,要加强污水处理设施的自动化控制和监测系统建设,实现污水处理过程的实时监控和远程控制,提高污水处理设施的运行管理水平。

③中水回用系统建设:为提高水资源利用率,在污水处理设施升级改造的基础上,建设中水回用系统。将处理后的中水用于小区绿化灌溉、道路冲洗、景观补水等,减少新鲜水资源的消耗。中水回用系统包括中水储存池、中水加压泵站、中水供水管网等设施,要确保中水水质符合相关标准要求,保障中水回用的安全性和可靠性。南环新村建设中水储存池 2 座,总容积 300 立方米,铺设中水供水管网 2 公里,每年可回用中水约 10 万立方米。

### 2.4 智慧排水系统建设

①监测设备安装:在排水管网关键节点、污水处理设

施等位置安装各类监测设备，如液位传感器、流量传感器、水质监测仪等。液位传感器用于监测管网内水位变化，及时发现管网堵塞和内涝风险；流量传感器可实时监测污水和雨水的流量，为排水系统运行调度提供数据支持；水质监测仪能够对污水和雨水的水质进行实时监测，及时掌握水质变化情况，确保污水达标排放。南环新村安装液位传感器 30 个，流量传感器 15 个，水质监测仪 5 台。

②数据采集与传输：通过物联网技术，将监测设备采集的数据实时传输至智慧排水系统管理平台。采用无线传输方式，如 4G、5G、LoRa 等，确保数据传输的稳定性和及时性。同时，建立数据加密和安全防护机制，保障数据的安全性和隐私性。

③智慧管理平台建设：建设智慧排水系统管理平台，对采集的数据进行分析处理和可视化展示。通过大数据分析和人工智能算法，实现对排水系统运行状态的实时监控、故障预警、智能调度等功能。例如，当监测到管网水位超过警戒值时，系统自动发出预警信息，并通过智能算法制定最佳排水方案，调度排水泵站和闸门进行排水，避免内涝发生。此外，管理平台还可与城市其他智慧系统进行数据共享和协同工作，提高城市排水系统的整体管理水平。

### 3 改造案例实施效果与经验总结

#### 3.1 改造案例实施情况

自 2020 年起，位于苏州市姑苏区的南环新村便开始了城市排水系统的正本清源改造工程。这项耗时 18 个月的宏伟工程，不仅对现有的排水设施进行了全面的升级和改造，而且显著提升了整个社区的排水能力。在改造过程中，工程团队修复了长达 4.2 公里的破损管网，新建了 6.8 公里的雨水管网，同时对 5.2 公里的污水管网进行了彻底的改造。此外，还升级了 1 座污水处理设施，安装了 50 台各类先进的监测设备，并建设了 1 套智慧排水系统管理平台。这些措施不仅提高了排水系统的效率和可靠性，还通过加强维护管理队伍的建设以及开展广泛的宣传教育工作，极大地提高了居民对排水系统的参与度和满意度。

#### 3.2 实施效果分析

①水环境改善：改造后，小区雨污分流率达到 100%，污水收集率提高至 98%，污水处理达标排放率显著提升。通过对大龙港河水水质监测数据显示，改造后河道水体中化学需氧量（COD）平均浓度降至 45mg/L，氨氮平均浓度降至 4mg/L，总磷平均浓度降至 0.4mg/L，均达到 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级 A 标准，水体透明度明显提高，水环境质量得到有效改善。

| 监测指标 | 改造前平均浓度 | 改造后平均浓度 | 达标情况 |

---|---|---|---

| 化学需氧量（COD） | 350mg/L | 45mg/L | 达标 |

| 氨氮 | 40mg/L | 4mg/L | 达标 |

| 总磷 | 4mg/L | 0.4mg/L | 达标 |

②排水能力提升：新建和改造后的排水管网排水能力大幅提升，在 2021 年汛期，苏州市遭遇 50 年一遇暴雨，南环新村内未出现内涝现象，积水时间和积水深度明显减少，居民的出行和生活得到有效保障。图 1 展示了改造前后小区内涝发生次数对比。

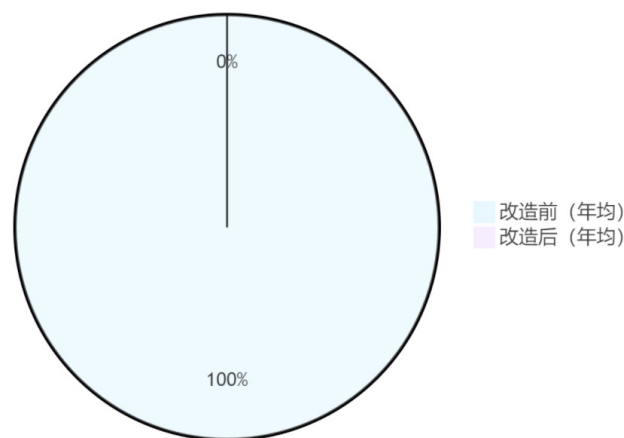


图 1 改造前后小区内涝发生次数对比

③资源利用效率提高：中水回用系统的建设，使小区每年可回用中水约 10 万立方米，用于绿化灌溉、道路冲洗等，节约了大量新鲜水资源，水资源利用效率显著提高。

④管理水平提升：智慧排水系统的运行，实现了对排水系统的实时监控和智能管理，故障发现和处理效率提高了 60% 以上，排水系统的运行管理更加科学、高效。

#### 3.3 经验总结

①科学规划是前提：在改造前，要进行全面、深入的调查研究，结合小区实际情况，制定科学合理的改造规划和方案，确保改造工程具有针对性和可行性。

②技术创新是关键：采用先进的技术和工艺，如非开挖修复技术、智慧排水系统等，提高改造工程的质量和效率，降低施工对居民生活的影响。

③多方协同是保障：老旧小区排水系统改造涉及政府、社区、居民、企业等多方利益，需要加强沟通协调，形成工作合力，共同推进改造工程的顺利实施。

④长效管理是根本：建立健全排水系统维护管理长效机制，加强日常维护管理和宣传教育工作，确保改造后的排水系统长期稳定运行，持续发挥环境效益和社会效益。

### 4 结论与展望

本研究通过对苏州市姑苏区南环新村排水系统现状与问题的分析，结合“环境与发展论坛”的理念，提出了管网修复与优化、雨污分流改造、污水处理设施升级、智慧排水系统建设、加强维护管理与宣传教育等城市排水系统正本清源改造路径。以实际案例证明，这些改造路径能够有效解决老旧小区排水系统存在的问题，改善城市水环境，提升排水

系统的运行效率和管理水平，具有良好的环境效益、社会效益和经济效益。

参考文献：

[1] 住房和城乡建设部.全国城市建设统计年鉴(2022年)[M].北京:中国统计出版社,2023.

[2] GB 18918—2002 《城镇污水处理厂污染物排放标准》[S].北京:中国环境科学出版社,2002.

[3] 福建省水利厅.福建日报:给污水治理来一个“正本清源”[EB/OL].[2025-04-22].

[4] 深圳市水务局.深圳市正本清源行动技术指南(试行)条例的解读[EB/OL].[2025-04-22].

[5] 厦门市同安区人民政府.正本清源 给排水系统做“体检”[EB/OL].[2025-04-22].

[6] 辽宁省生态环境厅 辽宁省大伙房水源地保护区管委会.旧城区排水管网雨污分流改造设计与思考[EB/OL].[2025-04-22].

[7] 厦门市思明区人民政府.改造排水管网 做好雨污分流[EB/OL].[2025-04-22].