

# 市政雨污分流改造中的技术难点与解决方案

● 何 娜



**[摘要]** 本研究采用理论分析和技术归纳相结合的方法,围绕管网设计的复杂性、施工技术的高要求及运营维护面临的挑战展开讨论。研究发现,改造过程中,现有管网与新建管网的协调、地质条件的多样性和流量分配是设计的核心问题;地下空间受限、管道接口密封和施工对环境的影响是施工环节的关键难点。同时,还存在管网堵塞与清理、管道老化及智能监控不足影响后期运营维护效果的问题。针对这些问题,提出了优化管网设计、改进施工工艺及强化智慧排水系统管理等解决方案,以期全面提升雨污分流改造的质量和效益,为市政排水系统的优化提供理论依据和实践指导。

**[关键词]** 雨污分流;市政排水;技术难点;管网设计;施工工艺

雨污分流改造是实现城市排水系统功能优化和水环境改善的重要工程措施。随着城市化进程的加速,传统的合流制排水系统已无法满足现代城市对排水效率和水质保护的要求。在改造过程中,技术难点的解决是确保工程质量和长期效益的关键所在。本文从技术难点出发,结合管网设计、施工工艺和运营维护等方面,探讨解决方案,为市政雨污分流改造的顺利实施提供理论依据和实践参考。

## Q 管网设计的复杂性

### (一) 现有管网与新建管网的协调问题

市政雨污分流改造过程中,现有管网与新建管网的协调问题是设计的核心挑战之一。现有管网的布局通常形成于城市早期建设阶段,缺乏系统性规划,导致空间分布不均、管道老化严重及容量不足等问题。新建管网的规划不仅需要与现有设施实现无缝衔接,还需考虑城市未来发展需求。为了实现这一目标,设计团队需对现有管网进行全面排查和数字化建模,明确管道位置、材质及运行状态等基础信息。利用地理信息系统(GIS)和三维管网建模技术,可以构建现有管网的虚拟模型,为新建管网的路径优化和布局规划提供支持。协调过程中需特别关注交叉节点和连接点的设计,这些位置往往是流量分布变化和结构稳定性的关键。解决这一问题需要综合考虑土地使用规划和地下空间资源,结合优化算法确定最优管网衔接方案,确保现有系统和新增管道的功能协调一致。

### (二) 地质条件的多样性

不同区域的地质条件差异对管网设计提出了挑战。城

市区域可能包含软土、岩石、填土和地下水丰富的区域,各种地质条件对管道材料选择和结构设计的适应性提出了要求。例如,软土地区易出现沉降,需采用抗变形性能较高的柔性管材;岩石区域则需要增强开挖与支护技术的适应性,并选择高强度材料抵抗外部压力。

地质条件的评估需要通过钻探、取样和实验室测试获取精确数据,同时结合地质雷达扫描等非侵入式技术形成全面的地下环境模型。在此基础上,设计团队可以采用有限元分析方法模拟不同地质条件下管道运行的力学行为,优化材料选择与管道断面设计。针对复杂地质条件的分区设计能够有效提升管网的适应性,确保管道在不同环境下的长期稳定运行。

### (三) 流量分配与水力计算

雨污分流系统的流量分配和水力计算直接关系到管网的运行稳定性和排水效率。由于雨污分流需要同时处理雨水和污水两种不同性质的流体,流量分配成为系统的核心问题。不同管段的流量需通过精确计算,确保系统运行过程中不出现溢流或容量浪费。水力计算过程中,应根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021)中的有关规定,明确雨水管道在满流时应为0.75m/s,明渠应为0.4m/s。当设计流速较小,不满足最小设计流速要求时应增设防淤积的措施。

为实现这一目标,设计团队通常利用水力分析软件,如SWMM或Mike Urban对系统进行全面模拟。这些软件可以通过输入流量时间序列和区域降雨数据,预测不同降雨条件下的流量变化和管道负载情况。在计算过程中,需特别关注关键节点和瓶颈区域的设计,如污水处理厂入口和主排

水管道的转接点。优化流量分配和动态调节方案，可以提升系统运行效率，确保雨污分流系统在极端天气条件下的稳定性与可靠性。

## Q 施工技术的高要求

### （一）地下空间受限

在现代城市中，地下空间资源的紧张状况对雨污分流施工提出了严峻挑战。密集的地下管线、建筑基础和地铁隧道等设施占据了大量空间，导致施工现场操作空间较为有限。为了在这种条件下顺利开展工程，精确的施工范围和深度控制成为必需。利用高精度的地质探测技术（如地质雷达和超声波探测），施工团队能够提前定位潜在障碍物，避免不必要的挖掘和破坏；微型盾构机和非开挖技术为地下空间有限的条件下施工提供了有效解决方案。使用定向钻机，可以实现精确的路径挖掘，将对周边设施的干扰降到最低。与此同时，施工过程中的监测技术（如三维地表位移监测）能够实时掌握地下设施的运行状态，确保施工不会引发次生灾害。在施工设计阶段，需结合 GIS 系统制定空间优化方案，以合理分配地下资源，提高施工效率并降低风险。

### （二）管道连接与接口密封

管道连接处是雨污分流系统的关键节点，任何渗漏都会直接影响系统的运行稳定性。传统施工中，接口密封材料的选择和连接技术的精度不足，容易导致漏水、渗水问题，进而引发周围土壤松散或地基沉降。高性能密封材料的应用为这一问题提供了新的解决方案，如环氧树脂涂层和柔性接头橡胶圈，能够提高管道接口的密闭性能。

精密的连接技术是确保密封效果的另一重要因素。采用机械对接技术（如液压连接设备）能够实现均匀受力，从而减少接缝处的应力集中。同时，自动化焊接设备在钢管与塑料管接口的封闭处理中展现了出色的效果，通过高温熔接技术可形成完整的密封层。在施工过程中，使用接口密封检测设备（如气压测试仪）对接头进行逐一检验，可以及时发现和修复隐患，确保管道系统长期稳定运行。

### （三）施工扰动对环境的影响

雨污分流施工过程往往对周边环境造成一定程度的扰动，包括噪声污染、地表振动和交通阻塞等问题。这些影响不仅干扰了居民的日常生活，还可能对生态环境造成损害。为了缓解施工噪声，使用低噪声设备和隔音屏障是当前施工管理中的常用手段。振动控制方面，通过采用减振基座和静压桩机，可以降低施工设备对地表的冲击。

交通阻塞问题可以通过优化施工组织设计和分阶段作业方案来有效缓解。合理的交通分流计划与信息化交通指引系统能够减少因施工带来的通行压力。在环保方面，施工现场应配备粉尘收集装置和洒水设备以减少空气污染。开

展定期环境监测，通过实时监测设备记录噪声和振动水平，并根据监测数据及时调整施工方式，是实现环境影响最小化的必要措施。全面的环境保护策略不仅提高了施工的社会接受度，还为构建绿色施工体系提供了有益参考。

## Q 运营维护面临的挑战

### （一）管网堵塞与清理困难

雨污分流系统的运行环境由于雨水与污水的性质差异变得更加复杂，管网堵塞成为常见问题。雨水管网中常因携带大量泥沙、树叶和塑料垃圾，导致沉积物积累和流动阻碍，而污水管网则容易因有机物沉积和油脂固化而形成顽固性堵塞。传统清理方法如高压冲洗和机械疏通在应对这些问题时耗时且效率有限。特别是对于直径较小或埋深较大的管道，清理难度更为突出。针对这些难题，可借助高精度管道检测设备如 CCTV 机器人进行堵塞点的精准定位，从而提升疏通工作的针对性。真空抽吸和高压水流联合技术能够有效清除管道内的顽固沉积物，而新型生物酶清洁剂则在溶解有机堵塞物方面展现出较高效能。为了降低堵塞发生频率，需加强源头管控，如安装雨水口截污篮以减少垃圾流入，对高风险区域实行定期维护计划。

### （二）管道腐蚀与老化问题

长期暴露于污水环境中的管道容易受到腐蚀性化学物质的侵蚀，包括酸性废水、硫化物和高浓度氯离子。这些腐蚀因素会加速管道材料的退化，表现为管壁变薄、表面龟裂甚至发生泄漏。金属管道尤为容易受到电化学腐蚀的影响，而非金属管道如混凝土管则可能因硫酸盐侵蚀而失去结构强度。

应对管道腐蚀问题的关键在于采取预防与修复相结合的策略。使用高耐腐蚀材料（如 PVC、PE 和不锈钢）替代传统管道材料可延长管道寿命。在腐蚀区域，采用内衬修复技术（如喷涂环氧树脂或衬入高密度聚乙烯薄膜）可形成有效的保护屏障。

### （三）智能监控系统的应用不足

传统的人工巡检与被动响应模式在现代雨污分流系统中效率较低，缺乏实时监控能力是主要短板。这种模式常因问题无法及时发现而导致小故障演变为重大事故，增加了维护成本和风险。缺乏对流量、压力及水质的动态监测能力，使得管网运行状态无法被全面掌握，特别是在极端天气条件下容易发生管网超负荷或溢流。

引入智能化监控系统可以提升运营效率，通过物联网（IoT）技术，将传感器与监测设备部署到管网关键节点，实现对流量、液位和水质参数的实时采集。结合云计算平台，这些数据能够被快速处理并生成可视化报告，为维护人员提供决策支持。

## 解决技术难点的策略

### (一) 智能化设计与模拟技术

智能化设计与模拟技术在雨污分流改造中为提高管网设计精度提供了核心支持。BIM(建筑信息模型)技术通过创建三维数字化模型,涵盖了管网的几何形状、物理性能及运行参数,使设计人员能够全方位地掌握管网的布局和功能特点。在项目规划阶段,BIM模型支持多方案对比,快速识别设计中的冲突点并优化管网走向。

GIS(地理信息系统)技术为管网设计引入了强大的空间分析能力。通过整合地形、土地利用及地质信息,GIS能够精确评估改造区域的地理特性,为管道路径选择提供科学依据。在施工模拟中,BIM和GIS的结合进一步增强了系统能力。例如,利用模拟技术可以预测不同工况下的管网运行效果,还可以利用虚拟现实(VR)技术对施工人员进行可视化培训,提升施工效率和安全性。

### (二) 新材料与新技术的应用

新材料与新技术的推广为雨污分流系统的建设与维护注入了强大动能。耐腐蚀材料如高密度聚乙烯(HDPE)和玻璃钢管在长期污水环境中表现出优异的抗腐蚀性能,降低了管道老化和更换频率。高强度材料如球墨铸铁管道则兼具耐压与抗震能力,适应了复杂地质条件下的高负荷需求。

非开挖修复技术在减少施工扰动方面展现了突出优势。传统开挖施工常导致地表破坏和交通中断,而通过内衬修复、喷涂修复和管道更换机器人等技术,能够在不影响地表环境的情况下完成管道修复。为了进一步提升施工与维护效率,新型技术如3D打印管道的探索逐步成为行业热点,为未来定制化材料的应用开辟了新路径。新材料与新技术的应用全面提升雨污分流系统的功能可靠性和适应性。

## 结束语

市政雨污分流改造作为现代城市排水系统的重要工程,面临诸多技术难点,需要在设计、施工及运营维护环节采取

全面优化措施。研究表明,管网设计中,合理协调现有管网与新建管网是关键,结合地质条件的针对性调整能够提高设计的适应性,同时流量分配和水力计算的精确性直接关系到系统的运行稳定性。在施工环节,地下空间资源有限,需要采用高效的精细化施工技术,并通过优化接口密封工艺解决渗漏隐患,同时采取有效的环境保护措施降低施工扰动带来的不利影响。后期运营维护的重点在于应对管道堵塞和老化问题,通过引入智能监控技术实现对管网运行状态的实时掌握,提升清理和修复效率,确保系统长期稳定运行。通过结合智能化设计、应用新材料新技术及构建智慧排水系统,可以提高雨污分流改造的整体效果。本研究的解决方案为市政雨污分流改造提供了可行性路径,不仅优化了城市排水系统的功能,同时对城市水环境的改善和可持续发展具有重要意义。未来的工作需要技术创新和管理模式上持续深化,以进一步推动雨污分流改造的高效实施和质量提升。

## 参考文献

- [1]辛广里.浅谈城镇雨污分流改造工程设计与施工[J].甘肃科技,2018,34(12):84-85.
- [2]吴雪,宋培忠.旧城区市政排水系统雨污分流改造设计分析[J].工程技术研究,2022,7(23):185-187.
- [3]屈振歌.简述市政排水雨污分流之方略[J].黑龙江科技信息,2016(05):205.
- [4]陈伟汉.城镇雨污分流改造工程设计思路[J].建筑技术开发,2016,43(01):9,11.
- [5]董伦山.城市雨污分流改造的建议[J].中国科技信息,2010(14):283.

## 作者简介:

何娜(1989—),女,汉族,安徽合肥人,本科,工程师,安徽华浩建设有限责任公司,研究方向:市政给排水设计。