

老旧小区雨污分流改造工程施工关键技术与管理实践

文 / 邓 兵 马鞍山迈世纪工程咨询有限公司

摘要：本文结合城市更新背景，以某市老旧小区雨污分流改造工程为例，探讨其关键技术与管理实践措施。项目主要通过管网优化、非开挖施工、新型管材应用及精细化管理，有效解决雨污混流、管道老化等问题，以此有效提升排水效能与居民满意度，研究可为类似工程提供参考。

关键词：雨污分流；老旧小区；施工技术；非开挖施工；HDPE管；施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.085

引言

老旧小区排水系统老化、雨污混流等问题日益突出，不仅影响居民生活质量，也加剧城市水环境污染。雨污分流改造成为改善人居环境、提升城市功能的重要举措。研究以某市大规模老旧小区改造项目为实例，系统分析其关键技术应用与管理实践，以期同类工程提供借鉴。

一、工程概况

（一）项目背景介绍

该工程为某市城区范围内一批建成于20世纪80至90年代的住宅小区综合整治项目，这次城市更新重点工程包含100多个老旧小区，由政府投资，市住建局牵头，当地著名央企作为总包单位对项目进行总体推进的。这些社区普遍存在排水系统陈旧、管道淤塞、雨污合流等方面的问题，严重限制生活环境质量和社区整体面貌的提升。

表1 部分小区管网布局优化情况

小区名称	原计划管网长度/km	优化后长度/km	减少比例	主要优化措施
宁泽园小区	3.56	3.12	12.4%	路径优化，管径调整
春晖家园小区	2.78	2.46	11.5%	合并检查井，路径优化
雨山七村小区	4.05	3.63	10.4%	管道融合设计，路径优化
东方城小区	5.32	4.68	12.0%	断点连接优化，路径调整

（二）施工方法选用

1. 定向钻施工工艺

结合各小区实际条件，管道敷设作业综合运用了定向钻与非开挖技术相结合。

2. 改进型传统开挖方法

定向钻工艺很适合用在建筑密集区域、交通干道下方还有开挖条件受限地段进行管道安装。主要包含导向孔钻进、阶段扩孔以及管材回拖这三大步骤，不用大范围开挖沟槽能显著降低对住区环境和居民日常的干扰，在特定社区的关键路段中用此技术铺设了一条直径达500mm且长度大约450m的主雨水管道。施工期间只设置首尾两座工作井最大程度维持道路原貌，还能有效控制噪音与扬尘污染并取得良好的居民反馈。

（三）管材选用与连接工艺

1. 管材选型

1) 雨水管道选用HDPE缠绕增强管B型，其主要优势体现在：质量轻便，利于运输与现场安装，降低了施

（二）改造内容与规模概述

此次改造聚焦雨污分流，主要拆除约80km旧合流管，新建约70km(DN300~DN800, B型HDPE管)雨水管、75km(DN200~DN500, UPVC管)污水管，配套建1140座雨水井、2240座污水井，改造并接入市政管网排水口。项目总投资约3亿元，计划工期12个月。

二、关键施工技术

（一）前期调查与管网布局优化

施工前全面排查所有小区排水系统，用CCTV内窥及地下管线探测仪复核管线分布并与原图比对，发现约35%原图与实际不符，68%管道老化。在此基础上，运用BIM技术优化雨污管网布局，综合考虑地形、建筑分布、活动空间及管线交叉关系，形成最优布置方案，各小区优化结果见表1。

工复杂度；耐冲击性能优越，可有效应对地面荷载变动与地基变形；管内壁光滑，水力条件良好，有助于提升排放效率；结构耐久，抗化学腐蚀能力强，设计使用年限不低于50年；

2) 污水管道系统选择UPVC管，具备如下特点：接口密封可靠，通常采用橡胶圈止水，杜绝渗漏风险；材料耐腐蚀，适用于各类污水化学成分；安装工艺简便，连接方式高效，有利于加快工程进度；

3) 经济性良好，整体造价比传统金属管材更具优势。

2. 管道连接工艺

HDPE双壁波纹管采用热熔对接工艺来达成管道接口密封性，具体操作包含清理并处理管材端口工作、借助专用热熔装置把管端加温到约230℃设定值、快速对合并施压直至冷却定型过程以及检验焊道形态与密实度情况。UPVC管选用承插式橡胶密封连接方式，操作有清理插口及承口区域事项、在插口外周加注润滑材料步骤、确认密封圈安放无误环节、运用专用机具将插口推入承

口至预定深度动作以及检测连接密封效果操作。

三、施工组织与质量管理

(一) 施工部署策略

结合老旧小区综合改造项目的实际需求,采取了“整体规划、分片实施、循序展开”的施工组织策略。将全部小区划分为五个施工片区,每个片区进一步拆分为多个作业单元,依循“由点成线、由线及面”的次序逐步施工。进场前向住户派发施工通知,列明工期、区域与相关须知,同步开通全天候服务热线,快速回应居民诉求。现场布置清晰指引标识与安全隔离设施,努力降低施工作业对日常生活的干扰。

(一) 施工质量控制关键

1. 管沟开挖与基础处理

管沟开挖作为雨污分流工程的基础工序,其质量好坏影响管道铺设效果与长期运行状态,要依据不同区域地质情况和管体埋设深度,来选定合适的沟槽断面与恰当的边坡坡度。要是遇到软弱地基这种情况,就得采取钢板桩支护或者地基加固手段来维持沟壁稳定,管道基础可以选择砂垫层或者混凝土基座,其具体类型和厚度要结合土体状况与管径综合确定,常规砂垫层厚度一般不能低于150mm,以此保障管体均匀受力避免因地基沉降致管道破损。

2. 管道安装与接头质量验收

管道铺设的时候要精确控制纵向坡度,雨水管道坡度最好保持在0.3%~1%,污水管道坡度适宜维持在0.5%~3%,以此保证合理流速与自清能力。采用激光水准仪动态监测管道标高,高程误差不应该超出±10mm,管道接合完成之后,需要开展气密性试验与注水试验来验证接口质量,进行气密性检测的时候,达到0.05MPa的压力后要持续观察不少于15分钟,允许的最大压强在0.002MPa以内才会被接受。针对污水管道执行的灌水测试,30分钟内测得的渗水量达到规定接受标准就认为检验通过。

3. 检查井施工质量管理

检查井作为雨污分流系统的关键结构,建设质量直接关联整体系统运行效能。为提高施工效率和保证工程质量,本项目选用预制混凝土检查井,核心控制要点包含下面几个方面:基底处理需要清除并夯实底部土体,然后浇筑厚度不低于150mm的C20混凝土垫层,井筒吊装要利用起重装置完成预制井筒精确定位安装,必须保证垂直误差在5mm之内,管道与检查井的连接是通过柔性接头实现两者间的密封配合,以此达到良好的防水效果,井盖定位要依据安装位置选取对应承载等级的井盖,调整其顶标高使其与周边地面齐平。

(三) 特殊区段施工处理措施

1. 既有管线交叉处理

在老旧小区更新项目当中,新建的雨污水管道和既有的供水、燃气以及电力线路相交情况颇为普遍。针对

不同的交叉情形,需要采取相对应的技术手段来处理,如果新建管道处于已有管道的下方,那就应保持至少300mm的垂直间隔,并且利用混凝土包覆来增强交叉区域的稳固性。倘若新建管道位于原有管线的上方,那就得确保净距不低于200mm,同时对现状管线做临时支护方面的处理,在交叉情况特别复杂的具体位置,要引入“搭接井”工艺,也就是在交汇处设置专用的检查井,以此避免管线发生挠曲变形的问题。结合现场管线分布以及土体条件,建议采取机械与人工相结合的方式进行管沟开挖工作。在回填土地段施工时边坡坡度要按1:0.75进行控制,沟槽底宽每一侧都加宽45cm以便利于施工,开挖工作完成之后必须马上进行清底并将其整平,要是地基承载力不满足要求就应及时和相关单位一起确定处理方案,在必要的时候采取降排水等方面的措施,等符合要求之后尽快进行基础混凝土的浇筑并封闭基坑。管道安装之前需要对每一节管材质量进行检查,检查内容涵盖管身、接口以及内衬并且做好编号记录,铺设之前要核对高程、宽度以及中轴线同时确认底板厚度。吊装的时候使用专业工具并且对准吊点与重心避免出现扭曲或撞击情况平稳下放,新管节和已安装好的管段承插对接之后要调整对中确保轴线与接口宽度符合设计要求。

2. 周边建筑区域的施工处理

在邻近建筑基础区段进行施工的时候,为了保障建筑结构的安全,需要采取以下这些技术与管理方面的措施:严格控制开挖深度以及作业的范围,要预留出足够的安全距离,实施分段式的开挖作业,每段开挖长度不能超过10-15m。做到随挖随填以此减少槽体暴露时间,优先选择采用人工方式开挖邻近建筑的区段,并且结合机械开挖的方式,设置沉降观测点并且进行动态的监测,一旦发现沉降超过限定数值要及时采取加固措施。

(四) 沟槽回填与路面修复工艺

管槽回填之前要保证管内没有积水且接头完好,同时核查回填材料是否符合设计与规范要求,可以结合沟槽开挖、基础与管道施工来组织流水作业,通过实行分段回填的方式提高施工效率,各个区段之间最好预留30cm宽的接茬平台以便于衔接。进行分层回填的时候,管道两侧以及检查井周边需要同步对称夯实,胸腔区适宜采用人工分层夯填的方法,每层厚度不要超过20cm,管顶以上可以选用蛙式打夯机进行压实,每层铺厚大约为35cm,整体压实度必须要达标。位于绿化带内的管线应该采用原状土进行回填,地表1m深范围内要换填种植土,全程要避免槽内出现积水情况,自管底至管顶0.5m内,可以选用碎石屑、粒径小于等于50mm的砂砾或者中粗砂进行回填,管底腋角必须用中砂或粗砂填实,要确保与管身紧密贴合,严禁使用普通土壤或其他物料。箱涵验收合格并且完成回填之后,按照原设计恢复路面结构,基层浇筑混凝土,面层铺设沥青混凝土,车辆荷载按照公路-I级标准,以双轮组单轴120KN(BZZ-100)

作为标准，各段施工结束之后，修复因施工而受损的车行道及隔离设施，要确保与施工前保持一致，同步恢复交通标线、信号灯以及过街设施等。

若管道施工对现状道路造成破损，须按原标准修复。宽度不足 5m 且损坏严重路段应纳入工程统一修复，注重新旧路面顺接，保证平整密实。道路恢复须严格依据原道路等级及路面材料类型执行。

四、施工难点及应对措施

(一) 地下障碍物处理技术

老旧小区常存在各类地下障碍，如废弃管道、混凝土基础及建筑残渣等，对管线敷设造成较大干扰。应对方法包括：借助地下管线探测仪与地质雷达（GPR）进行超前探测；构建障碍物信息档案并绘制分布详图；按类型分类处置——小型障碍直接挖除，大型障碍经评估后选择清除或绕避；属性不明时采用人工探挖逐步判别。处理流程详见图 1。

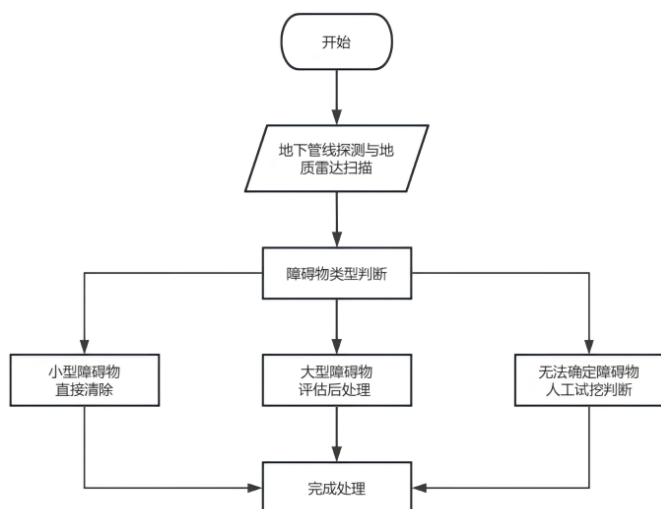


图 1 地下障碍物处理流程图

(二) 居民连续供水保障措施

为了在雨污改造期间维持居民正常用水情况实施以下策略：敷设临时供水管网以实现 24 小时连续供水，实行错峰作业优先选择用水低谷时段施工，制定应急供水机制配备送水车随时应对突发停水，提前 3 天发布施工通知告知潜在影响及应急途径。

(三) 受限空间施工对策

因为老旧小区现场空间比较狭窄且机械通行存在困难，所以管道安装面临着空间方面的限制，应对这种情况的方法有引入小型机械设备像微型挖掘机与手持夯具，通过优化工艺采用短管分段拼接的方式进行铺设，在极其狭窄的区域改用电熔连接以降低对空间的要求，合理布局临时堆料点采用分布式存储来缩短搬运距离。

五、施工结果与讨论

(一) 工程实施效果评价

该批老旧小区雨污分流改造工程已于 2023 年底竣

工。经对建成系统开展运行监测与评估，各项指标改善显著，具体成效如表 2 所示。雨水排放能力增强：小区积水现象显著缓解，强降雨时积水深度不超过 20 mm，并可在 30 分钟内彻底排除；污水处理效能提升：污水集中处理率由原先的 64% 提高到 97% 以上；市政污水处理压力降低：分流措施使进入污水处理厂的水量减少约 34%；居民反馈积极：满意度调查显示，满意率达 92.7%。

表 2 改造前后排水系统性能对比

评估指标	改造前	改造后	提升幅度
雨水排放速度 / (L · s ⁻¹)	35 ~ 50	70 ~ 90	提升约 80%
管道堵塞频率 / (次 · 年 ⁻¹)	12 ~ 15	1 ~ 2	减少约 90%
污水集中处理率	65%	98%	提升 33%
管网渗漏率	25% ~ 30%	5% ~ 8%	减少约 75%
居民投诉 / (次 · 月 ⁻¹)	18 ~ 25	2 ~ 3	减少约 88%

(二) 经验总结

经过本项目实践总结出以下这些关键经验，前期进行详实的调查是项目开展的根本，需要开展管道检测与地下管线勘查工作。施工方式要根据不同情况因地制宜，针对不同区域选用定向钻或者明挖施工方法，采用 HDPE 双壁波纹管等新型材料能够有助于提升工程的整体质量。居民积极配合对于项目的顺利推进具有极其重要的作用。实施精细化管理可以有效减轻施工对日常生活所造成的干扰，保障工程优质且高效地完成。

结语

综上，本次老旧小区雨污分流改造工程通过技术优化与管理创新，有效提升了排水效率与系统可靠性，减少了环境污染与居民投诉。项目实践表明，因地制宜的施工策略、新型材料的应用以及有效的居民协调机制是确保工程顺利实施的关键，为未来类似城市更新项目提供了有益经验。

参考文献

[1] 王祥成. 老旧小区雨污管网改造的研究与实践探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (17): 214-216.

[2] 张燕萍, 钟飘楠. 宁波老小区从雨污分流到海绵化改造思路 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, (02): 61-63.

[3] 忻少华. 住宅小区雨污分流改造方案研究 [J]. 城市道桥与防洪, 2021, (06): 161-163+20.

[4] 朱森. 老小区雨污分流设计要点论述 [J]. 给水排水, 2021, 57(S1): 316-319.

[5] 杨真, 马超峰. 溧阳市城区雨污分流改造中的问题分析 [J]. 江苏水利, 2016, (06): 45-46+50.