

# 市政污水管网非开挖修复技术应用分析

黄国安

云南交投生态环境工程有限公司 云南 昆明 650000

**【摘要】：**城市市政污水管网长期运行易产生结构破损、管道淤积、渗漏污染等病害，传统开挖修复工艺存在破坏城市设施、污染环境、施工难度大、综合效益低等弊端，难以适配现代化城区管网改造需求。本文梳理非开挖修复各类核心技术类别与适配场景，针对管网修复施工难点，制定精准技术选型、标准化质量管控、全流程风险防控的成套施工方案。工程实践表明，非开挖修复这一微创工艺可有效解决城区复杂工况下的管网修缮难题，大幅降低施工造价，强化管网运行安全稳定，改善城市水土生态环境，可为城市污水管网更新提质工程提供可靠的技术参考。

**【关键词】：**市政污水管网；非开挖修复；管网病害；质量管控；工程应用

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.004

## 引言

市政污水管网是城市水环境治理与市政运维体系的重要基底，长期服役过程中受地质环境、水流侵蚀、外力荷载等多重因素影响，普遍存在管道腐蚀、渗漏、淤积及结构破损等问题，直接影响城市排水系统运转效能。伴随城镇化建设持续推进，城区管网密集度不断提升，传统开挖修复方式对城市交通、生态环境及现有市政设施干扰较大，已难以适配城区精细化施工要求。在此背景下，高效、微创、环保的非开挖修复技术逐步成为管网更新改造的主流方向，结合城市施工工况开展技术应用研究，对提升管网运维水平具有重要现实意义。

## 1 市政污水管网修复现存问题

### 1.1 管网长期运行产生的各类隐患

市政污水管网长期深埋地下，所处环境潮湿阴暗且腐蚀介质富集，长期运行下不断积聚结构性、功能性双重隐患。污水内含酸碱物质与微生物持续侵蚀管材内壁，管壁逐渐酥化剥落、壁厚削减，老旧混凝土管道普遍存在砂浆脱落、骨料裸露状况，管道承压强度显著下降。土层不均匀沉降、路面车辆反复碾压等外力冲击，易致使管道接口偏移开裂、管身塌陷破损。管内污泥杂物经年堆积压缩通水截面，排水泄洪能力下降，汛期易出现排水阻滞、雨水倒灌内涝。管道接口密封件随时间老化失去密封性能，污水向外渗漏污染水土，外部地下水反向渗入管网，渗漏水流冲刷掏空管周土体，接连诱发路面沉降、地面塌陷等重大安全隐患，多重病害叠加持续削弱管网运行稳定性，威胁城市排水安全与地面通行安全。

### 1.2 传统修复模式存在的应用弊端

市政污水管网传统开挖修复模式需要大范围凿除路面、绿化带与各类市政铺装结构，施工阶段直接损毁城区原有道路通行架构与绿化景观风貌，长干干扰交通调度和群众日常出行，极易造成片区道路拥堵。这套修复工艺工序繁复，包含土方开挖、旧管拆除、新管铺设、土体回填、路面恢复等多道环节，整体工期冗长，大范围露天施工会持续产生扬尘、噪声污染与

固体建筑垃圾，加重城市环境负荷。开挖作业极易震动扰动地下给水、电力、通信、燃气等既有管线，精细化管控实施难度大，稍有不慎便会出现设施破损、介质泄漏，诱发各类次生市政险情。完工后道路、绿化与铺装的修复重建投入偏高，综合造价居高不下，传统开挖修复方案无论工程经济收益，还是城市运维、民生保障层面的综合社会效益都处于较低水平。

### 1.3 城市管网修复施工的客观难题

城市建成区污水管网大多数设在道路、商圈与居民区地下，整体分布密度偏高，埋设走向盘根错节，给水、电力、通信等各类市政管线交叉叠放，进一步挤占管网修复作业的可用施工空间<sup>[1]</sup>。老旧片区大量管网投用时间漫长，当初埋设深度、管径尺寸、线路排布等原始档案资料多有遗失、记载失真情况，难以给现场维修作业供给精准可靠的数据参照。城区地表遍布硬化路面、绿化植被与公共构筑物，常规开挖施工极易损毁既有市政设施、城市绿植，还会干扰道路交通，形成永久性损伤。城市平日人流车流往来频繁，维修作业必须保障城市有序运行，可利用施工时段十分紧张，再加地下积水淤积、地层土质多变等不利因素持续阻碍作业开展，整体显著抬高污水管网修复现场施工的实操难度。

## 2 非开挖修复技术适配性分析

### 2.1 非开挖修复核心技术类别

市政污水管网非开挖修复核心技术可依据施工工艺、修复形式与适用工况分为整体修复与局部修复两大核心类别，各类技术依托差异化施工原理适配不同管网病害与管道工况（见图1）。整体修复技术主要包含紫外光固化修复、热固化树脂修复、折叠式内衬修复等类型，通过在原有管道内部形成完整、密闭的全新内衬管体，全面替换老化破损的原有管道结构，适用于管道大范围开裂、整体腐蚀、结构性塌陷等整体性病害问题。局部修复技术涵盖点状固化修复、局部注浆封堵、不锈钢套筒修复等工艺，仅针对管道接口渗漏、局部破损、小洞塌陷等点位性病害开展针对性修补，无需对整段管道进行翻新处

理。两类核心技术均依托不开挖地表的施工模式，适配城市建成区污水管网改造场景，可匹配不同管径、不同埋深及不同病害程度的市政污水管道修复需求。

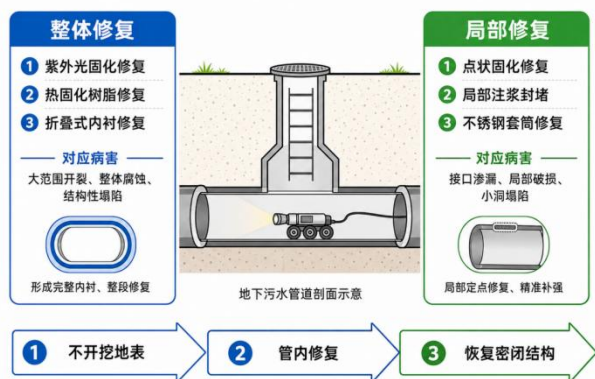


图1 市政污水管网非开挖修复技术分类与适配场景图

## 2.2 各类技术的适用施工场景

各类市政污水管网非开挖修复技术凭借独有工艺特性匹配不同施工场景。紫外光固化修复多用于城市核心主干道、历史文旅街区管网修缮，应对管壁微裂、接口渗水、局部错位等病害管道，避免开挖损毁道路交通与古建筑风貌。碎裂管置换适配地质复杂、地下水丰沛地段，针对重度老化、局部坍塌、原有管径不足需扩容的管网实施整管更换。点状固化、不锈钢双胀环修复适合小区、产业园管线密集区域，只针对破损渗漏点定位点处置，施工占地小、干扰低。喷涂修复侧重湖泊流域周边管道防腐改造，在内壁形成防护涂层，处理轻度腐蚀、结垢老化管道。多种工艺按需选用，全程无需大面积开挖，减少路面破除、扬尘噪声与管线迁改麻烦，兼顾施工效率、环境风貌保护与管网长期运行稳定性，适配城区多样复杂排水运维需求。

## 2.3 非开挖技术的应用优势特征

市政污水管网非开挖修复技术依托地下微创施工模式，可最大程度保留原有路面、绿化带及市政构筑物完整性，规避传统开挖施工带来的路面破损、植被损毁、管线移位等各类基础设施破坏问题。该技术施工作业面规模较小，仅需在管网两端设置作业点位，大幅缩减施工占地范围，适配城市核心商圈、居民区、交通主干道等空间紧凑、人流车流密集的施工场景<sup>[2]</sup>。施工全过程无需大面积破土作业，能够有效降低施工扬尘、噪音污染以及渣土运输带来的环境影响，契合城市生态环保施工标准。同时技术施工周期短，无需开展大面积土方开挖、回填及路面复原工序，可显著压缩管网修复工期，减少市政管网停运时长，保障城市污水排放系统持续稳定运行，降低管网故障对城市运维的负面影响。

## 3 非开挖修复施工问题解决措施

### 3.1 精准化技术选型实施方法

市政污水管网非开挖修复技术选型需依托管网现场勘测数据、病害类型及周边施工环境完成精细化匹配，全面采集管网管径尺寸、埋深数值、破损程度、淤积状况以及周边建筑物、地下管线排布等核心参数，建立完整的管网工况数据档案。针对管网局部点状破损、整体结构性老化、接口渗漏、管道变形等不同病害类型，对应匹配紫外光固化、CIPP 翻转、螺旋缠绕、点状修复等差异化非开挖修复工艺。结合道路通行条件、施工空间限制、污水水流工况等现场实际条件，筛选适配性最优的技术方案，同步校验所选工艺的施工适配性、工期适配性及造价合理性，规避技术选型与现场工况不匹配引发的修复失效、施工返工等问题，保障修复工艺可贴合管网实际病害需求落地实施。

### 3.2 施工现场质量管控手段

市政污水管网非开挖修复作业现场应搭建完整的标准化质量管控架构，各类专业检测仪器可完成施工各环节的动态质量筛查，精准掌握现场施工的实际工况条件。作业人员依托精细化勘测手段掌握待修管网的管径规格、破损程度、淤泥堆积状态以及周边地下管线布设情况，结合实测数据敲定科学的施工指标与修复实施方案，规避施工环节产生的各类质量偏差<sup>[3]</sup>。施工现场严格落实主材质控工作，树脂、固化剂、修复管材等关键施工原料均需完成进场抽样核验，不符合行业标准材料禁止投入作业流程。管道预处理、内衬铺设、固化成型、端口处理等核心施工环节落实全程现场监管，作业工艺的各项参数指标持续核对校准。施工收尾阶段依托管道内窥查验、闭水测试等专业技术手段完成全方位质量核验，细致排查管道渗漏、内衬空鼓、结构形变等各类质量问题，切实保障管网修复作业的整体施工品质与后期长期运行的稳定状态。

### 3.3 施工风险防控优化方案

结合市政污水管网非开挖修复施工现场复杂环境，搭建全流程动态风险防控体系，针对地下管线错综复杂、土壤地质不稳定、有毒有害气体集聚等核心风险隐患落实精细化管控举措<sup>[4]</sup>。依托三维探测设备精准摸排施工区域地下管线排布、土层结构及积水分布情况，建立数字化风险台账，标注各类危险源的位置、危害等级及影响范围。依据不同修复工艺的施工特性，匹配对应的安全防护设备与作业标准，对井下作业、树脂固化、管道清淤等高危工序实施全程实时监测，同步联动气体检测、液位监控、设备运行监测系统实现数据实时更新。落实分区管控模式划定施工危险区域，设置标准化防护围挡与警示标识，减少周边行人、车辆及构筑物带来的施工干扰。结合施工现场气候、水文动态变化及时调整防控参数，常态化开展设备安全检修与作业隐患排查，从源头规避坍塌、中毒、设备故障等各

类施工风险。

## 4 非开挖修复技术工程应用价值

### 4.1 施工经济成本优化成效

云南省实践数据证实,非开挖修复技术对比传统明挖法,工程造价管控优势突出。丽江市中心城区漏损排污管网修复工程地质地下水充沛、管道埋深大,传统大开挖需投入高额基坑支护、降水、路面复原开支,整体造价居高不下。工程对雪山路、青龙路等13条主干道DN500至DN1350排污管道运用非开挖修复工艺,免去大范围开挖产生的拆迁赔偿与植被损毁损耗,单直接施工成本便可削减近五成。玉龙县城区污水管网修复搭配紫外光固化整段修复与局部点修模式,完成2.1千米渗漏管网、3858环检查井整治,全程无需大面积机械开挖和土方外运,大幅缩减各类措施开销。微创工艺大幅削减土石方作业量,缩短人工与大型设备高价租赁时长,全方位压低工程总造价,切实提高地方财政资金投放利用效率,成为城镇老旧排污管网改造提质控本的可靠技术方案。

### 4.2 管网运行安全保障效果

市政污水管网长期服役过程中,易出现管道破损、渗漏、错位、腐蚀等病害,极易引发地下水倒灌、污水外溢、路基掏空等安全隐患,严重影响城市地下管网系统的稳定运行<sup>[5]</sup>。非开挖修复技术可在不破坏管网周边土体与构筑物的前提下,对各类病害管道进行整体性、密闭性修复,修复后可有效封堵管道渗漏点位,强化管道结构整体强度与抗压性能,抵御地下水土压力与水流冲击带来的形变破坏。该修复方式能够彻底消除老旧管网结构性与功能性缺陷,规避管道坍塌、路面沉降等安

全事故风险,同时杜绝污水渗漏污染地下水土的问题,持续稳定保障污水收集、输送全过程的安全性与规范性,大幅提升市政管网长期运行的安全冗余与抗风险能力。

### 4.3 城市生态环境改善作用

非开挖修复技术通过消除污水外渗这一核心污染源,构建了城市水环境的安全屏障。以云南省施甸县的实际工程为例,该项目针对县城污水主管网完成了8348.89米的非开挖修复,成功实现了县城建成区市政污水主管道的全面畅通。这一技术手段从根本上截断了污水直排通道,直接促使受纳水体水质发生显著改善,该县东沟、白龙河等监测点位水质已连续4个月稳定达到地表水IV类标准。与此同时,管网缺陷的修复消除了污水在地下长期潜蚀形成的土体空洞风险,维护了道路结构的稳定性与安全性。通过改善污水管网过流能力,减少了因管道堵塞导致的污水溢流现象,有效降低了污染物对土壤及地下水的侵害风险,为城市生态系统的良性循环提供了基础保障。

## 5 结语

市政污水管网作为城市运维的核心基础设施,老旧管网病害频发与传统修复工艺的局限性,制约着城市排水系统的稳定运行与城市建设发展。非开挖修复技术凭借微创施工、生态友好、工期紧凑、适配性广等诸多优势,有效破解了城区管网修复的各类施工难题。通过精准技术选型、标准化质量管控与全流程风险防控,可高效完成各类管网病害修缮工作。该技术在降低工程成本、保障管网运行安全、改善城市生态环境等方面成效显著,适配现代化城市管网更新改造需求,具备极高的工程推广价值与长远应用前景。

## 参考文献:

- [1] 刘鹏鹏.市政污水管道非开挖修复技术应用研究[J].工程技术研究,2025,10(14):122-124.
- [2] 刘志晨.市政污水管道非开挖修复胀管施工技术及应用[J].建筑技术开发,2021,48(14):69-71.
- [3] 肖虔.市政排水管道非开挖修复设计研究[J].中国住宅设施,2025,(6):28-30.
- [4] 蒋稳坤,马向利,杨杰,等.污水管网缺陷管段的非开挖修复施工技术[J].云南水力发电,2020,36(9):77-79.
- [5] 刘灿新,唐泽春.市政排水管网非开挖修复关键施工技术[J].智慧中国,2025,(S1):144-145.