

市政给排水管网非开挖修复技术选型与设计优化研究

王 龙

(福州市规划设计研究院集团有限公司蜀山区分公司, 安徽 合肥 230031)

摘 要 为破解市政给排水管网修复中技术选型盲目、设计方案粗放、管控不到位等行业难点, 聚焦非开挖修复全流程展开系统性研究, 构建涵盖经济性、安全性、功能性的多维度选型决策体系, 细化全周期成本权衡、双重安全管控、功能精准适配三大选型逻辑。针对工程设计与实施环节, 梳理前置勘察、工艺参数、施工组织三大设计优化方向, 制定全过程质量管控、动态成本管控、文明施工管控三类实施保障措施。研究成果贴合市政管网修复实际需求, 可规范技术选型流程、优化工程设计方案, 提升非开挖修复工程的质量效益与长效性。

关键词 市政给排水管网; 非开挖修复; 技术选型; 设计优化; 全过程管控

中图分类号: TU991.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.041

0 引言

市政给排水管网是城市基础设施的核心组成部分, 承担着供水输送、污水排放的关键职能, 直接关系到城市运行效率与居民生活质量。随着城市管网服役年限增长, 管网破损、渗漏、变形等病害频发, 传统开挖修复方式存在施工周期长、交通干扰大、环境影响恶劣等弊端, 非开挖修复技术凭借施工扰动小、工期短、适用性强等优势, 逐步成为管网修复的主流手段。当前行业内非开挖修复技术选型缺乏统一标准, 设计方案与现场实际脱节、施工管控粗放等问题突出, 导致修复效果参差不齐、成本管控失效、工程长效性不足。基于此, 构建科学的选型体系、优化设计与管控流程, 成为提升市政给排水管网非开挖修复工程质量的关键, 本文就此展开深入研究, 为管网修复工程规范化推进提供理论支撑与实践思路。

1 非开挖修复技术多维度选型决策体系构建

1.1 经济性导向的选型权衡策略

兼顾全生命周期成本与短期投入, 才能实现非开挖修复技术的性价比最优选型, 打破只看重前期施工成本的片面思维, 统筹短期投入与长期效益的平衡关系。前期施工成本与后期运维成本是成本核算的两大核心板块, 选型时不能仅聚焦材料、设备、人工等前期投入, 还要测算修复后的运维频次、养护成本、返

修概率, 全周期核算成本投入, 避免前期低成本带来后期高运维的恶性循环。小规模病害与大范围病害的成本管控逻辑截然不同, 小规模单点病害无需投入高成本的整体修复技术, 选用局部修复类轻量化技术即可控制投入; 大范围管网老化、连续破损则需兼顾修复效果与规模成本, 选用适配大面积作业、耗材利用率高的技术, 摊薄单位修复成本。

1.2 安全性导向的选型管控原则

把施工安全以及管网运行安全作为核心来挑选修复技术, 是市政给排水工程不能退让的底线要求。安全管控要贯穿选型整个流程, 得从施工过程、后期运行、特殊环境这三个方面来细化筛选标准, 施工过程要做到无扰动、无风险的基础要求, 挑选技术的时候需要优先考虑作业方式的安全性, 避开那些容易带出地面沉降、塌方、介质泄漏的技术类型, 明确施工操作的安全规范, 保障施工人员与周边设施的安全^[1]。修复以后管网运行稳定性是核心目标, 所选技术必须拥有可靠的结构补强与密封性能, 杜绝修复后出现渗漏、开裂、脱节这些次生问题, 保障给排水管网持续稳定运行, 满足城市供水、排水的基础需求。特殊地质、环境下的安全选型需要做好风险规避, 软土地基、高水位地质、腐蚀性土壤这些特殊场景, 会加剧施工风险与管网老化速度, 需要选用适配特殊地质、耐腐蚀抗渗的技术, 同时优化施工工艺来降低地质风险, 避

作者简介: 王龙(1993-), 男, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 市政给排水设计。

开不适配的技术类型。安全性是技术选型的首要前提，只有紧扣施工与运行双重安全标准，才能保障修复工程合规落地、长效运行。

1.3 功能性导向的选型适配逻辑

围绕给排水管网运行功能上的需要来做技术选择，才能让修复带来的结果贴合管网实际使用上的要求，同时照顾到供水安全与排水通畅这两项关键功能，供水管网的关键功能在于保证水质安全以及输水压力平稳，做选择的时候要优先采用不会带来二次污染、密封表现好的修复手段，防止修复中用到的材料对水质造成污染，借助手段本身在结构补强上的能力来维持管网压力，避免由于修复带来水压降低、供水停止这类状况。排水管网的关键功能是确保排污顺畅、防止污泥堆积堵塞，所挑选的手段得同时考虑管壁光滑程度和结构稳定程度，修复以后保持管网内壁平整顺畅，降低杂物积聚的可能，还要拥有比较好的抗冲刷、抗腐蚀能力，去匹配污水介质的腐蚀特点，保障排水效率。在管网扩容、标准提升改造的情形下，修复手段需要与改造需要相配合，既要完成病害处理，又要考虑到扩容以后在承载力、通流能力方面的要求，选用能够适应管径调整、压力提高的手段类型，做到修复和改造一起进行，功能上的匹配是选择的核心方向，不同管网在运行需要上差别明显，只有准确对接功能需要，才能让修复手段产生最大效果，支撑管网长期稳定运行。

2 非开挖修复工程设计优化核心策略

2.1 修复方案前置勘察设计优化

精细化勘察夯实设计基础，能有效规避后期施工隐患，让修复方案贴合现场实际，从源头减少设计偏差与施工变更。管网病害全方位探测与精准定位是勘察的核心环节，摒弃片面勘察模式，采用专业探测设备全面排查管网破损、渗漏、变形、淤积等各类病害，精准锁定病害位置、范围与严重程度，为修复范围划定、技术选用提供精准依据，避免漏查、错查导致的修复遗漏^[2]。地质条件、地下环境详勘是设计适配的关键支撑，重点勘察地下水位、土壤质地、岩层分布等参数，分析地质对施工工艺、材料性能的影响，针对性调整修复设计方案，优化施工防护措施，降低地质因素引发的施工风险。管网权属、周边设施摸排需做到全面细致，厘清地下管线、市政设施、建构筑物的分布位置与权属边界，在设计阶段做好避让规划，明确施工操作红线，避免施工过程中破坏周边设施、引发权属纠纷。

2.2 修复工艺参数设计优化

工艺参数的准确设定成为提升修复质量与施工效率的核心手段。参数设定需要贴合技术特性、管网条件以及环境要求，防止参数不合理带来的修复失败，修复材料配比、厚度的参数化设计应当兼顾性能与成本，依照管网病害程度、承压需要、介质腐蚀特性，精确计算材料配比比例，确保材料强度、耐腐蚀性满足要求；结合管网管径、结构损耗情况，设定合适的材料厚度，既能够满足结构补强与密封需求，又能够避免材料浪费、增加施工难度，施工温度、压力、固化时间的参数控制直接影响修复效果，不同非开挖技术的工艺参数阈值存在差异，需要结合现场环境温度、管网介质温度，设定合适的施工温度区间，严格控制施工压力参数，防止压力过大对管网造成损伤、压力过小影响修复密实度，精确控制材料固化、内衬成型时间，确保修复结构完全成型、性能达标^[3]。内衬搭接、接口密封的精细化设计是防止渗漏的关键，明确搭接宽度、密封方式与衔接标准，针对接口部位做加强处理，消除衔接缝隙，保障管网整体密封性。工艺参数的准确优化，能够让修复工艺发挥出最佳效能，提升工程质量与施工效率。

2.3 施工组织与工序设计优化

优化施工工序与组织模式，不仅可以压缩施工工期，还能减少对城市运行和周边环境的干扰，达到高效施工与文明施工两个目标，分段施工、流水作业的工序排布设计，适合大范围管网修复场景，依据管网分布、病害分布划分施工区段，采取分段推进、流水作业的方式，避免施工扎堆、资源闲置，提高施工设备和人员的使用率，同时缩短单区段施工时间，减少占道时长，交通导行、围挡布设的人性化组织设计，主要针对城区施工场景，结合周边交通流量、出行高峰时段，优化交通导行路线，设置清楚的导行标识；合理规划围挡范围，采用轻量化、可移动围挡，兼顾施工安全和市民通行需要，降低施工对交通秩序的影响。多技术协同施工的工序衔接设计，需要做好统筹规划，面对复杂病害需搭配多种修复技术的场景，明确不同技术的施工顺序、衔接节点，细化交接验收标准，避免工序冲突、衔接不畅带来的工期延误和质量隐患。

3 非开挖修复工程设计的实施管控优化措施

3.1 施工质量全过程管控的设计优化

将质量管控要求融入工程设计全流程，构建覆盖原材料选型、施工工序规划、竣工验收标准的一体化

质量管控设计体系,从设计源头保障修复工程达标,实现管网长效治理。在原材料设计环节,明确修复主材、辅助耗材的质量标准、性能参数及进场检验要求,规划关键材料抽样复检的流程与判定准则,通过设计规范材料选用,从源头规避劣质材料使用风险。施工工序设计中,细化关键工序的旁站监督节点、工艺参数执行标准及工序验收要求,设计工序衔接的质量核验流程,明确不合格工序的整改设计方案,严禁未达标工序进入下一环节,通过设计将质量管控嵌入施工全流程。在竣工验收设计层面,针对供水管网、排水管网的功能差异,优化设计闭水、耐压试验的参数指标、操作流程及合格判定标准,供水管网重点设计耐压性能与渗漏检测的试验方案,排水管网侧重密闭性与通畅性检测的设计规划,以标准化的验收设计验证修复效果,确保管网运行达标^[4]。

3.2 施工成本动态管控的设计优化

以设计为抓手细化成本管控节点,构建全周期成本动态管控的设计体系,实现预算可控、效益提升,从设计阶段规避成本超支风险。基础成本设计优化方面,结合管网修复工况,设计材料精准切割、领用与核销的流程方案,明确材料损耗率控制指标,减少边角料浪费;优化施工机具的选型、调配与养护设计,规划设备使用效率提升方案,避免设备闲置与重复租赁,通过设计控制材料与机具的基础成本。风险成本防控设计上,梳理工期延误、工程变更的潜在诱因,在设计阶段制定针对性的应急预案与施工调度设计方案,明确工程变更的审批流程、签证规范及变更成本核算标准,通过前置设计管控工期与变更带来的成本风险^[5]。规模化修复成本集约设计中,针对片区化管网修复工程,设计施工资源整合、材料集中采购、人员统筹调配的整体方案,优化规模化施工的工艺参数设计,提升耗材利用率,通过设计摊薄单位修复成本,实现成本集约。同时,在设计中规划预算执行跟踪与成本偏差纠正的流程,确保工程成本始终控制在合理范围。

3.3 施工环境与文明施工管控的设计优化

将绿色环保、文明施工要求纳入工程设计,制定全流程的施工环境管控设计方案,减少施工对城市生态、居民生活及市政设施的影响,契合市政工程绿色发展理念。在污染防治设计方面,针对施工扬尘、噪声、污水,设计专项防控方案:规划作业现场洒水降尘、围挡防尘的布设与操作标准,设计低噪声施工机械的

选型及作业时间规划方案,避开居民休息时段;优化施工废水的收集、处理与达标排放的流程设计,明确废水处理设施的选型与布设要求,严禁污水直排。在垃圾处理设计方面,分类规划施工垃圾、废弃耗材的收集、回收与清运设计方案,明确可回收材料的回收利用标准,设计不可回收垃圾的规范化清运流程,避免垃圾随意堆放造成环境污染。在周边保护设计方面,细化施工区域内绿化植被、水体资源的保护设计方案,明确施工防护措施;针对周边道路、井盖、消防设施等市政设施,设计专项防护与保护的施工方案,划定施工操作红线,避免施工造成市政设施损坏,通过系统化的设计实现施工与城市环境、民生需求的和谐共生。

4 结束语

市政给排水管网非开挖修复的技术选型与设计管控直接决定工程落地质量与管网服役寿命,多维度选型体系打破了传统单一维度选型的局限性,实现经济性、安全性、功能性的有机统一,让技术选择更贴合管网病害特征与运行需求。设计优化与全过程管控措施,从源头规避施工隐患、严控工程成本、保障施工合规,有效解决非开挖修复工程中的各类实操难题,推动管网修复从粗放施工向精细化治理转变。非开挖修复技术的规范化应用,既能减少城市道路开挖、降低民生干扰,又能延长管网使用寿命、节约市政运维资金,契合城市基础设施绿色低碳发展理念。未来可结合不同地域地质条件、管网材质,进一步细化选型参数与管控标准,持续完善非开挖修复技术体系,助力城市给排水管网长效运维与高质量发展。

参考文献:

- [1] 苏睿.长距离顶管施工技术在水市政给排水管网建设中的应用[J].建材发展导向,2025,23(11):70-72.
- [2] 李超,孙修成,李新星,等.探究市政给排水管网设计中非开挖检测修复技术[J].科技资讯,2025,23(08):145-147.
- [3] 王涛.市政给排水施工中管网缺陷管段非开挖原位固化修复技术研究[J].建设科技,2024(12):29-32.
- [4] 李吉明.非开挖检测修复在水市政给排水管网维护中的应用[J].工程技术研究,2023,08(23):43-45.
- [5] 陈邦杰.市政给排水管网非开挖检测修复技术分析[J].四川水泥,2022(09):84-86.