

市政管网非开挖修复技术的现场质量控制分析

许士雄

天津市市政基础设施建设服务中心 天津 300000

【摘要】：市政管网是城市基础设施核心，运行稳定性关联城市运转与居民生活质量。非开挖修复技术地面扰动小、施工效率高、对周边环境影响小，已广泛用于市政管网修复工程。结合多个实际工程项目，本文阐述市政管网非开挖修复技术现场质量控制的核心目标与关键要点，分析施工前期准备、施工过程作业、施工后期验收三阶段质量控制内容，针对软管内衬、短管内衬、不锈钢管内衬等常用工艺提出专属质量控制要点，从施工人员、材料设备、现场环境三个维度构建质量保障体系，为现场质量管控提供实践指导，助力提升修复工程质量与管网长效运行能力。

【关键词】：市政管网；非开挖修复；现场质量控制；施工工序；质量保障

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.079

引言

城市化进程加快，既有市政管网因服役久、地质沉降、人为破坏等，普遍出现破损、渗漏、淤积等病害，影响城市排水供水功能，还威胁周边生态与公共安全。传统开挖修复施工周期长、地面扰动大，干扰交通与居民生活，难以适配城市精细化管理。非开挖修复技术绿色、高效、便捷，已成管网修复主流。其施工隐蔽性强、地下工况复杂，现场质量控制难度大，易出现内衬脱粘、渗漏等隐患。系统研究非开挖修复现场质量控制要点与保障措施，规范施工全流程管控，对提升修复质量、保障管网长期稳定运行意义重大。

1 市政管网非开挖修复技术现场质量控制概述

1.1 现场质量控制核心目标

市政管网非开挖修复现场质量控制核心目标，是复原管道结构性能、确保过水能力达标、密封可靠且长期稳定运行，全流程精细化管控可彻底消除施工各类缺陷，保障修复后管网稳定满足城市排水供水核心功能^[1]。控制施工地面扰动，最大限度降低对周边居民生活、交通通行及生态环境的影响，实现质量、安全、工期与成本综合最优。广州花都新雅片区过新街河污水主管修复项目，面临大流量导排复杂工况，以结构修复与零渗漏为核心质量目标，把控每一道施工工序，有效解决过河管道渗漏、结构不稳定难题，实现管道长效稳定运行，为同类项目提供质量控制借鉴经验。

1.2 现场质量控制关键要点

现场质量控制围绕管道预处理、内衬安装、固化/焊接、间隙处理、密闭性检测等核心节点展开，聚焦材料适配性、工艺合规性、设备稳定性及环境适配性四大维度。非开挖施工隐蔽性强、地下工况复杂多变，采用 CCTV 检测、压力监测、厚度检测等先进技术，实现施工全过程可追溯、可管控。兼顾

不同非开挖修复工艺专属控制要求，针对性制定管控措施，避免工序衔接不当、施工参数偏差引发的内衬起皱、粘结失效、注浆不密实等质量隐患。兰州雨污分流管网修复项目中，施工单位用数字化检测技术实时监控施工全过程，把控各工序节点质量，有效保障紫外光固化与螺旋缠绕工艺施工质量，确保修复后管网符合设计标准。

2 非开挖修复技术现场质量控制主要内容

2.1 施工前期准备质量控制

施工前期准备质量控制是现场质量管控基础，决定后续施工质量稳定性，需重点做好三方面工作。完成管道病害检测与工况勘察，采用 CCTV 机器人定位定量分析管道内部淤积、破损、错口、脱节等缺陷，结合施工现场地质条件、地下管线分布，编制专项施工方案，明确各工艺施工参数与质量验收标准。严格把控材料进场验收，对进场的内衬软管、短管、不锈钢板、注浆料等，逐一核对材质、规格、性能检测报告，对关键材料抽样复检。南通供水不锈钢内衬修复项目，对进场食品级不锈钢管进行耐腐蚀、承压性能复检，确保材料符合设计要求。完成施工设备调试与作业面准备，全面核查牵引设备、充气装置、焊接机具等的精度与性能，提前划定施工区域，做好交通导行与现场防护，湖南某市 DN300 供水管道修复项目通过前期精准弯头探测与场地优化，解决密集交通区施工空间受限问题，为后续施工顺利开展奠定基础。

2.2 施工过程作业质量控制

施工过程作业质量控制是整个现场质量管控核心，需严格按施工方案执行工艺流程与参数标准，保障每一道工序符合质量要求^[2]。管道预处理阶段，采用高压清洗、机械清理等方式，彻底清除管道内部淤积、尖锐杂物及浮锈，保证内壁干燥、洁净、平整，避免内壁杂质影响内衬与原管道粘结效果，为后续

施工筑牢基础。内衬安装阶段，精准控制牵引速度与贴合度，防止内衬出现褶皱、扭曲等问题，其中软管内衬严控充气压力与保压时间，不锈钢内衬重点把控焊接连续性与焊缝质量，短管内衬确保接口密封与拼接顺直，碎管修复精准控制破碎力度与新管拉入精度。注浆环节严格按配比调制浆液，精准控制注浆压力与注浆量，确保浆液填充充实，彻底消除新旧管道之间的间隙，杜绝后期渗漏隐患。梁山污水管网 UV-CIPP 修复项目中，施工单位通过全过程参数监测，实时调整施工参数，有效避免了固化不均、内衬脱粘等质量问题，成功保障了 2.7 公里管道的修复质量全部达标，为同类工程施工质量控制提供了实践参考。

2.3 施工后期验收质量控制

施工后期验收质量控制是检验修复工程质量、确保管网安全投入使用的关键，需全面落实表观检测、性能检测与功能性验收三大内容。表观检测采用 CCTV 内窥检测技术，检查内衬表面平整度，排查裂缝、气泡、脱空、破损等缺陷，管径 $\geq 800\text{mm}$ 管道辅助人工目测，确保内衬外观符合要求。性能检测按相关规范开展闭水、闭气或承压试验，供水管道按 1.5 倍工作压力保压 30 分钟，保证无渗漏、无压力降；排水管道满足规定渗水量标准。检测内衬厚度、粘结强度、环刚度等关键指标，确保符合设计要求。核对施工记录、检测报告等资料，保证资料完整、规范、可追溯。湖北 DN800 自来水管修复项目通过严格闭水试验与内衬完整性检测，确认管道接口无渗漏、整体质量符合交付标准，确保修复管网投入使用后长期稳定运行（见图 1）。

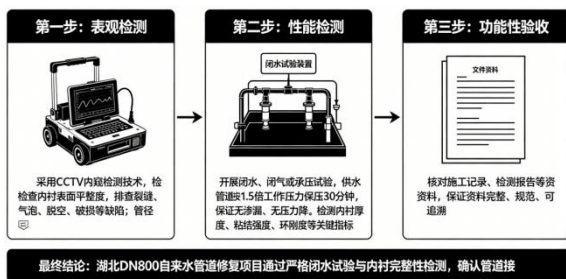


图 1 施工后期验收质量控制

3 不同非开挖修复工艺现场质量控制要点

3.1 软管内衬修复技术现场质量控制

软管内衬修复技术是市政管网非开挖修复中应用最广泛的工艺，质量控制以预处理、拉入、固化三大环节为核心，各环节需严格把控细节。拉入前，管道内部铺设宽度大于管道周长 1/3 的垫膜，垫膜长度超出修复段 500mm，同时喷洒环保润滑剂，避免软管拉入时因摩擦产生磨损、破损^[1]。拉入过程

中，牵引速度控制在 5m/min 以内，对折绑扎保护软管端头，确保软管两端伸出原管不小于 300mm，安装扎头布后及时做密封性检查，防止固化阶段出现渗漏。固化阶段，根据固化方式控制温度、压力与时间，紫外光固化需保证光照均匀，避免固化不均；常温固化需确保时长符合设计要求。修复完成后，通过 CCTV 检测核查内衬贴合度，确认无褶皱、空鼓等问题，再做闭水试验，确保无渗漏。梁山县 UV-CIPP 污水管道修复项目，依托上述全方位管控体系，解决流沙地质下管道修复易出现的质量问题，实现修复质量达标。

3.2 短管内衬修复技术现场质量控制

短管内衬修复技术技术成熟、成本可控，在低流量管道修复中应用广泛，质量控制重点聚焦短管加工、拼接与注浆三大核心环节。短管加工阶段，需根据原管道内径精准切割短管，确保尺寸误差符合规范要求，管口切削倒棱子母口，便于拼接密封，同时安装遇水膨胀密封圈，进一步提升接口密封性能，避免接口处出现渗漏隐患。牵引安装阶段，精准控制牵引力度，防止力度过大损伤原管道或短管，确保短管拼接顺直、无错边、无松动，形成连续完整的内衬管结构。新旧管道间隙采用压力注浆填充，严格按配比调制浆液，精准控制注浆压力与注浆量，确保浆液均匀填充、密实无空隙，杜绝后期使用中出现的渗漏问题。该工艺虽技术成熟，但易对原管道产生一定扰动，施工中需采取针对性措施减小影响。某城区中度腐蚀管网修复项目，通过短管内衬标准化管控，实现低流量管道修复成本与质量双控，最大限度降低对原管道的损伤，不过随着新型修复工艺推广，其适用范围正逐步缩减（见图 2）。

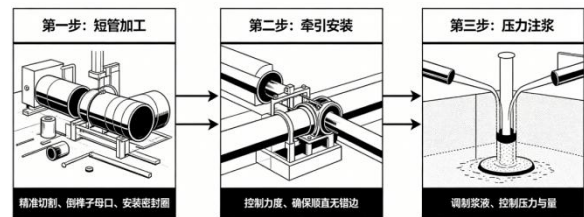


图 2 短管内衬修复技术现场质量控制

3.3 不锈钢管内衬修复技术现场质量控制

不锈钢管内衬修复技术抗腐蚀、防渗漏、使用寿命长，主要应用于供水管道修复，质量控制核心聚焦薄壁不锈钢管成型、焊接与防腐三大关键环节。材料选用上，优先采用 304 食品级不锈钢卷板，严格契合供水管道卫生标准与耐腐蚀要求，卷板时按原管内径精准操作，保证不锈钢管圆度与尺寸精度，杜绝椭圆、尺寸偏差等问题^[4]。焊接环节采用全自动焊接工艺，确保焊缝饱满、连续，无夹渣、气孔、裂纹等缺陷，焊接完成后需经无损检测，合格后方可进入下一工序。内衬安装

后,细致核查内壁光滑度,确保无毛刺、凸起以降低水流阻力,同时检查不锈钢管与原管道贴合度,保障抗腐蚀、防渗漏性能达标。苏州吴中大道 DN1000 供水主干管修复项目,通过严格把控不锈钢内衬焊接质量与整体成型质量,成功解决原有管道锈蚀、渗漏难题,显著提升管网承压能力与使用寿命,切实满足城市供水长期稳定需求。

4 非开挖修复现场质量控制保障措施

4.1 施工人员质量管控

施工人员是现场质量控制核心主体,专业技能与责任意识直接决定施工质量高低,需建立完善的人员质量管控体系。严格执行持证上岗制度,所有操作人员需经系统工艺培训、安全交底与专业考核,考核合格后方可上岗作业,严禁无证操作。针对软管固化、不锈钢焊接、注浆等关键岗位,专项开展技能培训与实操演练,重点提升操作人员工艺熟练度与应急处置能力,确保关键工序操作规范。设置专职质量员,全程旁站监督施工工序执行与施工参数控制情况,及时发现并纠正施工中的不规范操作与质量隐患。定期组织技术交底与质量复盘会议,系统总结施工中的质量经验与突出问题,明确针对性改进措施,持续提升施工人员质量意识与管控水平。南通不锈钢内衬修复项目中,通过强化专业人员管控、开展专项技能培训与专家论证,有效解决复杂工况下的施工质量难题,确保施工各环节可控。

4.2 材料与设备质量管控

材料与设备质量是保障非开挖修复施工质量的基础,需建立严格的材料与设备质量管控体系,从源头规避质量隐患^[5]。材料管控严格执行进场验收与抽样复检制度,对进场的内衬材料、焊接材料、注浆料等各类材料,逐一核查合格证、性能检测报告,确保材质、规格、性能符合设计要求,不合格材料坚决严禁进场使用。同时建立完善材料台账,规范做好材料存储、保管工作,根据材料特性采取针对性防护措施,避免材料因存储不当出现变质、损坏,影响施工质量。设备管控方面,建立

完善设备台账,定期对牵引机、充气泵、CCTV 检测仪、焊接设备等施工设备进行校准与维护,保障设备精度与运行稳定性。施工前全面调试所有设备,细致排查设备故障,及时处理设备隐患,避免因设备故障引发施工质量缺陷。兰州雨污分流项目中,通过严格落实材料与设备双控要求,规范各环节管控流程,有效保障了紫外光固化与螺旋缠绕工艺顺利实施,确保施工质量全部达标。

4.3 现场施工环境管控

现场施工环境对非开挖修复质量影响显著,需结合施工工况建立全面环境管控措施。针对地下水位、温度、湿度等关键环境因素,制定针对性管控方案,水下施工需做好导流、降水措施,确保施工区域处于干地作业状态,避免地下水干扰施工质量。控制作业区温度与湿度,防止温度过高、过低或湿度过大,影响内衬固化、焊接等工序质量。有限空间作业加强通风换气,定期开展气体检测,保障作业环境安全与施工质量稳定。做好施工现场交通导行与现场防护,设置明显警示标志,减少外界交通、人员对施工的扰动,为施工创造稳定作业条件。广州花都过河污水管修复项目,采取围堰、导流等环境管控措施,有效控制水下施工环境影响,创造稳定作业条件,确保修复质量达标。

5 结语

市政管网非开挖修复现场质量控制是系统性、精细化工作,贯穿施工前期准备、施工过程、后期验收全流程,核心是围绕各关键工序,聚焦材料、工艺、设备、人员、环境等核心要素,实现全流程可追溯、可管控。结合实际工程案例,明确不同修复工艺质量控制重点,构建全方位质量保障体系,解决非开挖修复中易出现的渗漏、内衬脱粘等质量难题。实践证明,严格落实各环节质量控制要求,强化人员专业能力,严控材料与设备质量,优化现场施工环境,才能确保修复后管网恢复结构性能与使用功能,实现质量、安全、工期与成本综合最优,为城市基础设施高质量发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 孙哲,王欣悦.市政给排水管网非开挖修复与韧性提升技术[J].居业,2025,(12):43-45.
- [2] 郝技.非开挖修复技术在市政供水管网改造中的应用[J].中国给水排水,2025,41(14):101-106.
- [3] 丁德才,瞿思聪,丁雨薇.基于内衬修复技术的市政管网工程非挖掘修复研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(10):82-84.
- [4] 李若凡.市政污水管网改造工程非开挖修复技术应用与管理研究[C]//北京市朝阳区国际绿色经济协会.新业态·新市场·新动能——“绿色经济创新与重塑”会议文集(4).仪征市公用事业服务中心,2025:144-146.
- [5] 李吉明.非开挖检测修复在市政给排水管网维护中的应用[J].工程技术研究,2023,8(23):43-45.