

市政给排水管道非开挖修复技术应用研究

洪作章

温州市排水有限公司 浙江 温州 325200

摘要: 本文聚焦市政给排水管道非开挖修复技术, 阐述其以“不开挖地面”为核心, 具备施工干扰小、效率高、环保性强、适应性广等基本特征。介绍内衬、喷涂、破管顶进等常用非开挖修复技术的原理与施工流程。分析技术应用要点, 包括前期勘察评估、施工材料选择和施工过程控制。探讨管道预处理不彻底、修复材料固化效果不佳、施工精度控制不足等常见问题及解决措施, 为非开挖修复技术的科学应用提供参考。

关键词: 市政给排水管道; 非开挖修复; 技术应用; 施工要点

引言: 随着城市化进程的加速, 市政给排水管道作为城市基础设施的重要组成部分, 其运行状态直接关系到城市的正常运转和居民的生活质量。然而, 受使用年限、地质条件、外力破坏等因素影响, 给排水管道频繁出现破损、渗漏等问题。传统开挖修复技术存在施工干扰大、效率低、环保性差等弊端, 难以满足现代城市发展的需求。在此背景下, 市政给排水管道非开挖修复技术凭借其施工干扰小、效率高、环保性强、适应性广等优势, 逐渐成为管道修复领域的主流技术。深入研究该技术的应用, 对于提升城市基础设施维护水平、推动城市可持续发展具有重要意义。

1 市政给排水管道非开挖修复技术的基本特征

市政给排水管道非开挖修复技术是一种在不对地面进行大规模开挖的前提下, 借助专用施工设备与工艺, 完成对破损管道修复及升级的先进技术。该技术以“不开挖地面”作为核心前提, 具备多方面显著特征。(1) 施工干扰小是其突出优势之一。传统开挖修复技术往往需要大面积破除路面, 这不仅会对城市道路结构造成破坏, 影响道路使用寿命, 还会波及绿化带, 破坏城市景观生态。同时, 地下各类管线纵横交错, 开挖过程中极易对其造成损伤, 引发一系列连锁反应。而非开挖修复技术无需大面积开挖, 能有效保护城市道路、绿化带、地下管线等基础设施, 最大程度降低对城市交通和居民生活的干扰。在城市中心区、繁华路段以及历史街区等对施工限制要求较高的区域, 该技术优势更为明显, 可确保城市正常运转不受较大影响^[1]。(2) 施工效率高也是重要特征。传统开挖修复涉及土方开挖、清运以及路面恢复等多个繁琐工序, 每个环节都需要耗费大量时间和人力。而非开挖修复技术省略了这些复杂步骤, 施工流程更为简洁流畅。单段管道修复周期能够大幅缩短, 能快速让管道恢复正常运行, 减少因管道维修对城市供水、

排水系统造成的影响, 保障城市基础设施的高效运行。(3) 环保性强符合当下城市发展理念。传统开挖施工会产生大量建筑垃圾, 不仅占用土地资源, 还增加处理成本。同时, 大面积破坏地表植被, 影响土壤结构和生态平衡, 对周边土壤、地下水和空气环境造成污染。非开挖修复技术产生的建筑垃圾少, 对地表植被破坏小, 能有效减少对周边环境的负面影响, 契合城市绿色发展要求。(4) 该技术适应性广, 可针对不同材质、不同管径、不同破损程度的给排水管道, 如混凝土管、铸铁管、钢管、塑料管等, 无论是管道出现破损、渗漏, 还是变形、堵塞等问题, 都能找到合适的非开挖修复技术方案。

2 市政给排水管道常用非开挖修复技术

2.1 内衬修复技术

内衬修复技术是市政给排水管道非开挖修复中应用最广泛的技术之一, 其核心原理是在原有破损管道内部, 通过专用设备铺设一层新的内衬材料, 形成一层光滑、致密的保护层, 从而恢复管道的输水能力和结构强度, 阻断管道渗漏通道。该技术适用于管道内壁腐蚀、结垢、轻度破损、渗漏等问题, 不适用于管道严重变形、坍塌等情况。

内衬修复技术的施工流程主要包括管道预处理、内衬材料制备、内衬铺设、固化成型四个环节。管道预处理是确保修复效果的关键, 需通过高压清洗、机械打磨等方式, 清除管道内壁的污垢、腐蚀层和杂物, 保证管道内壁光滑、干燥, 为内衬材料的贴合提供良好条件。内衬材料通常选用树脂类材料、聚氨酯材料等, 具有耐腐蚀、强度高、密封性好等特点, 可根据管道的使用要求和破损情况选择合适的材料。内衬铺设可采用翻转内衬法、拉入内衬法等方式, 将制备好的内衬材料送入管道内部并贴合管道内壁。固化成型可通过热水、蒸汽、紫外线等方式, 使内衬材料发生化学反应, 形成坚固的内

衬层,固化完成后,内衬层与原有管道紧密结合,共同承担管道的输水压力和结构荷载^[2]。

2.2 喷涂修复技术

喷涂修复技术是一种将修复材料通过专用喷涂设备,均匀喷涂在原有管道内壁,形成一层连续、致密的修复层的非开挖修复技术。该技术具有施工灵活、适应性强、修复效果好等优势,适用于各类材质的给排水管道,尤其适用于管道内壁腐蚀、磨损、轻度渗漏以及管道内径不规则的情况,可有效恢复管道的密封性和输水能力。

喷涂修复技术的施工流程主要包括管道预处理、修复材料调配、喷涂施工、固化养护四个环节。管道预处理与内衬修复技术类似,需清除管道内壁的污垢、腐蚀产物和杂物,确保管道内壁清洁、干燥,对于管道内壁的裂缝、孔洞,需提前进行封堵处理。修复材料通常选用聚合物砂浆、环氧树脂等,具有良好的粘结性、耐腐蚀和耐磨性,可根据管道的破损程度和使用环境调配合适的材料配比。喷涂施工时,将专用喷涂设备送入管道内部,通过高压喷枪将修复材料均匀喷涂在管道内壁,喷涂厚度可根据实际需求进行调整,确保修复层厚度均匀、无破损。固化养护阶段,需根据修复材料的特性,控制好养护温度和养护时间,确保修复层充分固化,达到设计强度和密封性要求。

2.3 破管顶进修复技术

破管顶进修复技术又称碎管修复技术,其核心原理是利用专用破管设备,将原有破损管道破碎成碎片,同时将新管道同步顶入破碎后的管道位置,实现原有管道的更换和修复。该技术适用于原有管道严重破损、腐蚀、变形,无法通过内衬、喷涂等技术修复的情况,尤其适用于管径较小的给排水管道修复,可有效解决管道老化、破损严重导致的输水能力下降、渗漏等问题。

破管顶进修复技术的施工流程主要包括施工准备、破管顶进、新管铺设、接口处理四个环节。施工准备阶段,需确定施工点位,开挖工作坑和接收坑,安装破管设备和顶进设备,确保设备运行正常。破管顶进时,将破管头送入原有管道内部,通过破管设备的破碎作用,将原有管道破碎成细小碎片,碎片随破管头前进被挤入管道周围的土壤中,同时利用顶进设备将新管道同步顶入,确保新管道位置准确、坡度符合设计要求。新管铺设完成后,需对新管道的接口进行密封处理,采用专用密封材料封堵接口缝隙,防止管道渗漏,确保新管道的密封性和整体性。

3 市政给排水管道非开挖修复技术应用要点

3.1 前期勘察与评估

前期勘察与评估是确保非开挖修复技术顺利应用、保证修复效果的前提,其核心是全面掌握原有管道的实际情况,为修复技术的选择和施工方案的制定提供依据。勘察内容主要包括管道的位置、管径、材质、使用年限、破损程度、渗漏情况,以及管道周边的地质条件、地下管线分布、地面设施情况等^[3]。

勘察过程中,可采用管道检测机器人、超声波检测、闭路电视检测等专用设备,对管道内部进行全面检测,获取管道内壁的破损位置、破损程度、腐蚀情况等详细数据,避免人工勘察的局限性。同时,需对勘察数据进行系统分析,评估管道的修复可行性,明确修复目标和修复要求,根据管道的破损情况、使用需求和周边环境条件,选择合适的非开挖修复技术,制定科学合理的施工方案,确保修复工程的顺利开展。

3.2 施工材料选择

施工材料的质量直接影响非开挖修复工程的质量和使用寿命,因此,材料选择是非开挖修复技术应用的关键环节。选择施工材料时,需结合管道的使用环境、输水介质、破损程度和修复技术类型,综合考虑材料的耐腐蚀、耐磨性、粘结性、强度、密封性等性能,确保材料符合修复要求和使用标准。

对于内衬修复技术,应选择粘结性强、耐腐蚀、强度高的树脂类或聚氨酯类材料,确保内衬层与原有管道紧密结合,能够承受管道的输水压力和结构荷载;对于喷涂修复技术,应选择流动性好、固化速度快、耐磨性强的聚合物材料,确保喷涂层均匀、致密,具有良好的密封性和耐久性;对于破管顶进修复技术,新管道材料应选择耐腐蚀、强度高、使用寿命长的管材,如PE管、PVC管等,确保新管道能够长期稳定运行。同时,材料进场前需进行质量检测,杜绝不合格材料投入使用。

3.3 施工过程控制

施工过程控制是保证非开挖修复工程质量的核心,需严格按照施工方案和技术规范开展施工,重点控制施工各个环节的质量和安全性。在管道预处理环节,需确保管道内壁清洁、干燥,无污垢、腐蚀层和杂物,对于管道内壁的裂缝、孔洞,需彻底封堵,避免影响修复效果;在修复材料制备和铺设环节,需严格按照材料配比和施工工艺要求操作,确保材料混合均匀、铺设到位,内衬层、喷涂层厚度均匀,无破损、空鼓等问题;在固化养护环节,需控制好养护温度和养护时间,确保修复层充分固化,达到设计强度和密封性要求。

同时,施工过程中需加强现场管理,做好安全防护措施,避免施工设备故障和施工操作不当引发安全事故。

施工过程中应实时监测施工参数，如顶进速度、喷涂压力、固化温度等，及时发现和解决施工过程中出现的问题，确保施工质量符合要求^[4]。

4 非开挖修复技术应用中的常见问题及解决措施

4.1 管道预处理不彻底问题

管道预处理不彻底是非开挖修复技术应用中最常见的问题之一，主要表现为管道内壁污垢、腐蚀层未清除干净，管道内壁潮湿、有积水，或管道内壁裂缝、孔洞未封堵到位。该问题会导致修复材料与原有管道粘结不牢固，修复层易出现脱落、空鼓、渗漏等情况，严重影响修复效果和管道的使用寿命。

解决措施：加强管道预处理环节的质量控制，采用高压清洗、机械打磨等多种方式结合的方法，彻底清除管道内壁的污垢、腐蚀层和杂物；对于管道内壁的积水，采用抽水设备彻底排出，确保管道内壁干燥；对于管道内壁的裂缝、孔洞，采用专用封堵材料进行封堵，确保封堵严密，为修复材料的贴合提供良好条件。同时，预处理完成后，需进行质量检查，合格后方可进入下一施工环节。

4.2 修复材料固化效果不佳问题

修复材料固化效果不佳主要表现为修复层固化不充分、强度不足，或固化后出现开裂、破损等情况，其主要原因是材料配比不合理、固化温度和养护时间控制不当，或修复材料质量不合格。该问题会导致修复层无法有效承担管道的输水压力和结构荷载，易出现渗漏、破损等问题，影响管道的正常运行。

解决措施：严格按照材料使用说明和施工规范，合理调配修复材料，确保材料配比准确；根据修复材料的特性，控制好固化温度和养护时间，避免温度过高或过低、养护时间不足影响固化效果；材料进场前进行质量检测，选择质量合格、性能稳定的修复材料。同时，固化过程中加强监测，及时调整固化参数，确保修复层充分固化，达到设计强度要求。

4.3 施工精度控制不足问题

施工精度控制不足主要发生在破管顶进修复技术应用中，表现为新管道顶进位置偏差过大、坡度不符合设计要求，或新管道接口错位、密封不严。该问题会导致新管道输水阻力增大，易出现渗漏、堵塞等问题，影响管道的输水效率和使用寿命。

解决措施：施工前精准定位管道位置，采用专业测量设备确定施工点位和顶进方向，制定详细的顶进方案；顶进过程中实时监测顶进速度、顶进力度和管道位置，及时调整顶进参数，确保新管道位置准确、坡度符合设计要求；新管道铺设完成后，对接口进行全面检查，采用专用密封材料封堵接口缝隙，确保接口密封严密，避免出现渗漏问题^[5]。

结束语

市政给排水管道非开挖修复技术作为现代城市管道维护的创新手段，在保障城市供水排水安全、减少施工对城市生活影响等方面发挥着关键作用。通过对其基本特征、常用技术、应用要点及常见问题解决措施的深入研究，我们明确了该技术在实践中的操作规范与注意事项。未来，随着材料科学与施工工艺的不断进步，非开挖修复技术将更加成熟和完善。相关从业者应持续关注技术发展动态，不断优化施工方案，提高施工质量与效率，为城市基础设施的稳定运行和可持续发展提供坚实保障，推动城市向着更加绿色、高效、宜居的方向迈进。

参考文献

- [1]曹仁杰,毕思田.市政工程给排水管道内衬非开挖修复技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(8):103-105.
- [2]郑力菲.市政给排水施工中的非开挖修复施工技术研究[J].散装水泥,2025(3):46-48.
- [3]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.
- [4]刘梦娇,董骞.市政给水施工中的非开挖顶管施工技术[J].数码精品世界,2023(3):313-315.
- [5]李亮亮.市政给排水管道非开挖带水内衬修复施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(10):73-75.