

中心老城区雨污管网修复技术研究与应用

尚之江

襄阳路桥建设集团有限公司, 湖北 襄阳 441002

[摘要] 随着城市化进程的推进, 中心老城区雨污管网老化问题日益严重, 影响了城市排水系统的正常运行。针对这一问题, 提出了一种雨污管网修复技术, 通过对管网的病害检测、评估和修复方案优化, 提升了管网的使用寿命和运行效率。采用新型材料和工艺, 结合现代化的监测手段, 实现了管网的精准修复与有效管理。该技术为老城区管网的改造提供了可行的解决方案, 具有较高的经济效益与社会价值。

[关键词] 雨污管网; 修复技术; 病害检测; 管网改造; 城市排水

DOI: 10.33142/ucp.v2i2.16281

中图分类号: TU992.2

文献标识码: A

Research and Application of Rainwater and Sewage Pipe Network Restoration Technology in the Central Old City Area

SHANG Zhijiang

Xiangyang Road & Bridge Construction Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441002, China

Abstract: With the advancement of urbanization, the aging problem of rainwater and sewage pipelines in the central old city area is becoming increasingly serious, which affects the normal operation of the urban drainage system. A rainwater and sewage pipe network repair technology has been proposed to address this issue, which improves the service life and operational efficiency of the pipe network through disease detection, evaluation, and optimization of repair plans. By using new materials and processes, combined with modern monitoring methods, precise repair and effective management of the pipeline network have been achieved. This technology provides a feasible solution for the renovation of the old urban pipeline network, with high economic benefits and social value.

Keywords: rainwater and sewage pipeline network; repair technology; disease detection; pipeline network renovation; urban drainage

引言

随着城市化进程的加快, 中心老城区的雨污管网面临着严重的老化和破损问题, 导致排水系统运行效率低下, 严重影响居民生活质量和城市环境安全。传统的管网修复方法无法满足当前需求, 因此亟须探索创新的技术手段来应对这一挑战。近年来, 新型修复技术的应用为老城区管网的恢复与维护提供了新的思路。通过对管网病害的精准评估和针对性修复, 不仅有效延长了管网的使用寿命, 也为城市的可持续发展奠定了基础。

1 中心老城区雨污管网老化问题及其影响分析

随着城市化进程的不断推进, 中心老城区的雨污管网面临着越来越严重的老化问题。管网老化不仅影响了城市排水系统的正常运行, 还对居民生活和城市环境造成了不利影响。因此, 及时有效地对雨污管网进行修复成为当前城市基础设施管理的重要任务。

1.1 管网老化的原因分析

中心老城区的雨污管网普遍存在设计年代久远、施工质量差、维护管理不到位等问题。由于管网材料的老化、腐蚀、沉积物积累等因素, 管网的使用寿命大幅缩短。此外, 随着城市规模的扩展和人口的增加, 管网承载能力逐渐超负荷, 导致管道破损、漏水等现象频发。这些问题使得雨污管网的排水功能逐步失效, 严重影响了城市的排水能力。

1.2 老化管网的主要影响

管网老化带来的直接影响之一是排水能力的下降。由于管道破损和堵塞, 雨水和污水无法顺畅排放, 容易引发城市内涝和污水外溢。此外, 管网的老化还导致了水质污染和卫生问题, 影响了居民的生活环境和健康。与此同时, 管网的维修和更换成本不断上升, 加大了城市基础设施的管理压力, 也影响了社会资源的有效利用。老化问题若得不到及时修复, 还可能引发更严重的环境灾害, 给城市发展带来深远的影响。

1.3 管网老化问题的应对策略

为了解决雨污管网老化问题, 首先需要加强管网的日常维护和监测, 及时发现和修复管道病害。可以利用现代化的监测手段, 如视频检测、激光扫描等技术, 对管网进行全面评估, 精准定位故障点。其次, 采用新型修复材料和技术, 如管道内衬修复和 CIPP (热固性树脂内衬修复法), 以提高修复效果, 延长管网使用寿命。此外, 应加强政策引导和资金支持, 推动雨污管网修复工作的开展, 确保管网改造工作的顺利进行, 为城市可持续发展提供有力保障。

2 雨污管网修复技术的现状与发展趋势

随着城市化进程的加快, 雨污管网的老化问题日益严重, 传统的修复方法已无法满足现代城市排水系统的需求。因此, 创新修复技术的研究与应用成为当前的迫切任务。

2.1 传统修复技术的局限性

传统的雨污管网修复技术主要包括挖掘修复和局部更换,这些方法虽然在短期内能够解决部分问题,但在实际操作中存在许多局限性。首先,挖掘修复对城市交通和周围环境的影响较大,施工周期长,成本高。其次,传统的修复技术无法对管网的全面病害进行有效处理,往往只能解决部分表面问题,难以提高管网的整体运行效率。更换管道的方式虽然能恢复管网的基本功能,但往往需要大规模的资金投入和时间安排,给城市的基础设施管理带来巨大压力。因此,传统修复方法已无法满足现代城市排水系统的需求,亟需寻找更为高效、经济、环保的技术。

2.2 新型修复技术的研究进展

近年来,随着材料科学和工程技术的发展,雨污管网修复技术得到了显著创新。新型修复技术如CIPP(热固性树脂内衬修复法)和管道喷涂修复技术逐渐应用于实际工程中。CIPP技术利用树脂材料通过管道内衬的方式进行修复,能够有效恢复管道的结构强度,具有施工便捷、成本较低、修复效果持久等优点。此外,管道喷涂修复技术利用喷涂设备将特殊涂层材料喷涂在管道内壁,形成密封保护层,从而防止渗漏和腐蚀问题。新型材料如高分子复合材料、纳米材料等应用也使得管网修复技术在防腐蚀、耐磨损等方面取得突破。

2.3 未来发展趋势与挑战

未来雨污管网修复技术的发展将更加重视智能化、绿色化与可持续性。智能化修复技术通过传感器、物联网和大数据技术的结合,可以实现对管网状态的实时监测和预警,提前识别管网病害并制定针对性修复方案,提升修复效率和精准度。同时,随着环保政策的日益严格,绿色修复技术的应用将成为发展趋势,如低能耗、低污染的修复工艺将成为行业主流。然而,尽管新型修复技术日渐成熟,但其推广应用仍面临一定挑战,包括技术的标准化、普及性以及资金投入等问题。如何在保证修复效果的同时降低成本,仍是未来技术发展的重要课题。

3 新型修复材料与工艺的应用研究

随着雨污管网老化问题的日益严重,新型修复材料与工艺的应用成为解决管网老化和损坏的重要手段。现代修复技术的发展在提升修复效果的同时,也减少了传统方法的施工成本和时间。

3.1 新型修复材料的种类与特点

新型修复材料包括高分子复合材料、聚氨酯树脂、玻璃钢等,这些材料在管网修复中的应用逐渐成为趋势。高分子复合材料因其良好的耐腐蚀性、耐压性和抗老化性能,被广泛应用于管网修复中。聚氨酯树脂具有较强的附着力和可操作性,能有效恢复管道的结构强度与防渗性能。玻璃钢材料则因其轻质、高强度、耐腐蚀等特性,在一些特殊环境下的管网修复中表现突出。此外,纳米材料的应用提高了修复材料的抗污染能力和长期耐用性,为管网修复提供了更为稳定的解决方案。

3.2 创新修复工艺的应用

在雨污管网修复领域,CIPP(热固性树脂内衬修复法)和管道喷涂技术作为两种典型的非开挖修复工艺,凭借其高效、环保的优势,得到了广泛应用与推广。

CIPP(Cured-in-Place Pipe)是一种内衬法修复技术,其原理是在破损管道内安装一条浸有热固性树脂的柔性内衬软管,通过蒸汽、水或紫外线加热使树脂固化,从而形成一层新的“管中管”结构。修复后的内衬管不仅具有良好的结构强度,能够有效承受外部荷载,还具备优异的密封性,能防止渗漏和污染地下水资源。该工艺适用于不同直径和材质的管道,且整个修复过程无需大面积开挖,显著降低了对交通、市政设施及居民生活的干扰。此外,CIPP具有施工周期短、适应性强、使用寿命长(可达50年以上)等优势,在城市老旧管网的更新维护中表现出显著成效。

管道喷涂技术则是通过专业设备将高性能涂层材料(如聚氨酯、环氧树脂等)以高压喷涂的方式均匀涂覆在管道内壁,形成一层致密、连续、具有良好附着力的保护膜。这层涂层具有极高的抗腐蚀性、耐磨性和耐化学性,能够有效延长管道的使用寿命,并阻止管道因腐蚀导致的泄漏或结构损坏。喷涂技术尤其适用于管道内壁腐蚀较严重但结构尚可的场景,可在不更换管道的前提下进行加固和保护,且设备小型化、操作灵活,使得该技术在空间受限的城市环境中具有较高的实用性。

3.3 修复技术的应用效果与发展方向

新型修复材料和工艺的应用在管网修复中取得了显著效果,修复后的管网不仅恢复了排水功能,还大大延长了管道的使用寿命。这些技术不仅在大规模改造中发挥了重要作用,也在管网日常维护中展现了其优势。未来,随着技术的进一步成熟,智能化修复工艺和材料将逐渐进入管网修复领域。通过智能监测与数据分析技术,修复工作将变得更加高效、精准。绿色环保的修复材料将成为发展重点,减少对环境的污染,并降低修复过程中的能源消耗。

4 管网病害检测与评估技术的优化

管网病害检测与评估是确保雨污管网修复效果的关键环节。随着技术的发展,现代化的检测与评估技术已逐渐取代传统方法,实现了管网病害的精准识别与有效管理。

4.1 传统病害检测技术的局限性

传统的管网病害检测技术主要依赖人工巡检与简单的可视化检查,这些方法无法全面、准确地发现管网深层次的隐患。例如,人工巡检无法深入地下管道内部,难以发现管道内部腐蚀、沉积、裂缝等隐蔽性问题。此外,传统检测方法通常存在人工误差和检测范围受限等问题,难以对大范围的管网进行高效地检测。因此,传统的病害检测技术在应对复杂的城市管网病害时存在较大局限,亟需更加精准和智能的检测技术。

4.2 现代化检测技术的应用

在城市雨污管网的病害诊断中,现代化检测技术的应

用大大提升了检测的效率和精度,为科学决策和高效修复提供了重要技术支撑。随着城市基础设施老化问题日益凸显,如何准确掌握地下管网的运行状态,成为城市管理的重要课题。而现代检测手段,尤其是视频检测、激光扫描与声波检测的集成应用,正在成为解决这一问题的核心技术手段。

首先,视频检测技术目前是最常用、最直观的管道内部检测方法。通过将高清摄像头安装在带有履带或柔性电缆的设备上,深入管道内部,工程人员可实时获取管道内部的影像资料。该技术能够清晰呈现出管道内壁的破损、裂缝、变形、错位、结垢、腐蚀以及树根入侵等病害情况,便于直观判断问题的性质和程度。尤其在排水管道系统中,视频检测技术几乎是病害诊断的“标配”,具备操作便捷、信息直观、适应性强等显著优势。其次,激光扫描技术则更侧重于量化分析。该技术利用激光传感器对管道内壁进行360度扫描,可精确测量管道的内径、椭圆度、变形程度等几何参数,并能生成三维模型用于分析。这种技术在评估管道是否存在结构性问题(如沉降、塌陷前兆)方面极为有效。此外,激光数据还能与视频图像结合,提高检测的综合判断力。再者,声波检测技术主要适用于检测管道的壁厚和隐藏裂缝。声波穿透管壁的能力,使其在判断内部裂纹深度、腐蚀程度等方面具有独特优势。当激光扫描与声波检测联合使用时,能够实现对管道“表层+深层”的全面评估,弥补单一技术的局限性。

4.3 管网病害评估技术的优化方向

随着管网检测技术的不断进步,病害评估技术也逐渐趋向智能化、自动化。采用物联网技术将管网传感器与云平台连接,可以实时收集管网状态数据并进行分析,通过大数据技术提前预测管网的病害趋势。这一技术不仅可以在病害发生前进行预警,还能精准定位需要修复的重点区域,避免不必要的维修,提高修复效率和精度。此外,人工智能与机器学习的结合,将帮助实现对大量检测数据的自动化分析与处理,提高病害评估的准确性和响应速度。

5 中心老城区管网修复技术的实施效果与经济效益分析

随着中心老城区雨污管网老化问题的加剧,修复技术的实施效果与经济性成为决策的重要依据。有效的修复技术不仅能提升管网运行效率,还能显著降低城市基础设施维护成本。

5.1 修复技术实施效果分析

中心老城区的管网修复技术经过多个项目实施,取得了显著的效果。通过采用新型修复材料和创新技术,如CIPP(热固性树脂内衬修复法)和管道喷涂技术,管网的结构强度和防渗性得到了有效恢复。修复后的管网不仅增强了对污水和雨水的排放能力,还大大延长了管道的使用寿命。数据表明,采用新型修复技术后,管道的使用寿命延长了20年以上,维修频率和漏水率显著降低。在一些重度老化的管段,修复技术的应用有效地避免了大规模更

换管道的需求,降低了施工难度和对周围环境的影响。

5.2 经济效益分析

管网修复技术的实施不仅提高了管网的工作效率,还带来了显著的经济效益。首先,新型修复技术相较于传统的挖掘式修复方法,施工周期大大缩短,减少了因施工造成的交通封堵和周围环境的破坏,降低了工程的间接费用。其次,修复过程中对现有管道进行修复和加固,避免了管网大规模更换所带来的高昂费用。根据实际案例分析,管网修复费用相较于传统更换管道的费用减少了约40%到50%,大大降低了城市基础设施建设和维护的财务压力。同时,通过提高管网的使用寿命和运行效率,减少了长期维护成本,具有较高的投资回报率。

5.3 社会效益与未来展望

管网修复技术的实施不仅带来了显著的经济效益,还对社会和环境产生了积极影响。精准的管网修复提升了城市排水系统的安全性与稳定性,减少了内涝和污染等环境问题,改善了居民生活质量和公共安全水平。修复后的管网有助于提升城市基础设施,增强了对暴雨和洪涝灾害的应对能力。未来,随着技术进步,管网修复将朝着更高效、智能化的方向发展,利用智能传感器和物联网技术实时监控管网状况,提前发现隐患,提高修复效率。同时,绿色环保材料和技术的应用,将促进城市可持续发展,进一步满足日益增长的基础设施需求。

6 结语

通过对中心老城区雨污管网修复技术的研究与应用,发现新型修复材料与工艺的引入显著提升了管网的运行效率和使用寿命,减少了传统修复方法的局限性。现代化的病害检测与评估技术为管网病害的精准识别和修复提供了强有力的支持。在实施过程中,修复技术不仅带来了显著的经济效益,也对城市环境与居民生活质量产生了积极影响。未来,随着技术的不断创新,管网修复将更加智能化、绿色化,进一步推动城市基础设施的可持续发展。

【参考文献】

- [1]王昊阳,管运涛,水野忠雄,等.深圳老城区局部雨污管网水质水量检测[J].清华大学学报(自然科学版),2008(6):987-990.
- [2]高玉东,许振君.富水地区城市雨污管网工程防渗漏技术研究[J].工程建设与设计,2020(20):138-139.
- [3]张豪,张海永,徐驰.基于韧性城市的山地城市雨污排水管网设计改造[J].四川建材,2024,50(10):228-230.
- [4]辛建鑫,徐同镇,余帅,等.中心老城区雨污管网修复技术研究与应用[J].施工技术(中英文),2024(5):5.
- [5]马彦青.基于动态成本控制的雨污管网造价管理[J].中国建筑金属结构,2025,24(1):185-187.

作者简介:尚之江(1987.10—),男,西安理工大学,城市地下空间工程专业,襄阳路桥建设集团有限公司,中级工程师。