

A brief discussion on the trenchless repair method and its importance for damaged municipal drainage pipes

Yaye Zhang

Zhongshui Huachuang International Engineering Design Consulting Co., Ltd., Haikou, Hainan, 570208, China

Abstract

The damage of municipal drainage pipes has become an important challenge in the management of modern urban infrastructure. The traditional excavation and repair methods not only consume time and energy, but also cause great interference to citizens' life and traffic. As a new technical means, excavation-free repair has gradually become the preferred solution to solve the problem of drainage pipe damage by reducing ground damage, shortening repair cycle and reducing cost. This paper analyzes the definition, development and main technical means of trenchless repair technology, discusses the great potential of this technology in improving the quality of municipal pipeline repair and reducing the impact of construction on citizens' life, hoping to provide a reference for the efficient and sustainable management of urban infrastructure.

Keywords

municipal; The drainage pipe is broken; Trenchless restoration; significance

浅谈市政排水管道破损非开挖修复方式及其重要性

张亚叶

中水华创国际工程设计顾问有限公司, 中国·海南海口 570208

摘要

市政排水管道的破损问题已经成为现代城市基础设施管理中的重要挑战, 传统的开挖修复方式不仅耗时耗力, 还会对市民生活与交通造成较大干扰。而非开挖修复方式作为一种新型的技术手段, 通过减少地面破坏、缩短修复周期以及降低成本, 逐渐成为解决排水管道破损问题的优选方案。本文分析了非开挖修复技术的定义、发展及其主要技术手段, 探讨了该技术在提升市政管道修复质量、减少施工对市民生活影响等方面的巨大潜力, 希望为城市基础设施的高效、可持续管理提供参考。

关键词

市政; 排水管道破损; 非开挖修复; 重要性

1 引言

随着城市化进程的不断推进, 市政排水管道逐渐面临老化、破损等问题, 给城市的排水系统带来了较大的压力。传统的修复方法通常涉及大规模的开挖, 不仅影响交通, 还可能带来环境污染和高昂的费用。在这种背景下, 非开挖修复技术因为能够减少地面破坏、提高修复效率而得到广泛应用, 这项技术通过创新的施工方法和材料, 能解决排水管道破损的修复问题, 从而降低施工成本, 并对城市的基础设施管理效率起到了积极的推动作用。

2 市政排水管道破损非开挖修复方式的技术概述

2.1 非开挖修复的定义与发展

市政排水管道的非开挖修复技术, 是指在不进行大规模挖掘的情况下, 通过专业技术手段修复或替换破损管道的工程方法。这种方法最早起源于 20 世纪 70 年代, 随着城市化进程的加速和市政排水管道老化问题的突出, 非开挖修复技术逐渐发展并成熟, 成为解决传统开挖修复方式带来的施工扰民、成本高昂及时间长等问题的重要方法。非开挖修复技术的发展伴随着管道材料、施工设备以及修复工艺的进步, 从最初的管道内衬修复到如今多种技术并行发展, 非开挖修复技术逐渐成为市政管道维护领域的主流选择之一。20 世纪末, 随着环保要求的提高和施工技术的不断完善, 非开挖修复方法在全球范围内得到了广泛应用, 特别是位于繁华市区或交通密集区域的排水管道, 非开挖技术(如图 1 所示)的引入既能大幅减少对城市交通和市民生活的干扰, 还可使

【作者简介】张亚叶(1988-), 女, 黎族, 中国海南陵水人, 本科, 工程师, 从事给水排水工程研究。

市政管道的修复工作变得更加灵活、便捷。同时，在早期阶段，非开挖修复技术的实现主要依赖于基础的设备和材料，如传统的内衬法，这种方法虽然有效，但在应用中仍存在设备精度和管道材质适应性等问题。随着新型复合材料的出现和高精度定位设备的发展，非开挖修复的技术层次不断深化，修复的适应性和效率也得到了极大的提升，例如现代的内衬修复技术不仅采用了更为耐用的高分子材料，还通过精确的机器人和摄像设备进行施工，可以有效确保修复质量和管道使用寿命的延长。

2.2 非开挖修复的主要技术手段

在市政排水管道的运行过程中，破损、腐蚀、堵塞等问题是普遍且日益严重的技术难题，而传统的修复方式通常需要对地面进行开挖，造成对交通、环境的极大干扰，并且修复过程长时间占用道路资源，带来不必要的社会成本。而非开挖修复技术可以通过创新的技术手段，能够在不破坏地面结构的情况下完成管道修复工作，大大减少施工对城市日常生活的影响，并且非开挖修复技术拥有高效性与低干扰性的优势，这能为城市排水系统提供更加稳定的保障，同时还能避免由传统施工方法引发的二次污染和长期交通拥堵问题。

此外，在非开挖修复技术的实施过程中，整体修复方法和局部修复方法各自有着独特的技术优势与应用场景，它们的选择与使用常常取决于管道破损的程度和具体的修复需求，例如整体修复中的“原位固化法”（CIPP）是通过将浸渍树脂的软管置入管道并通过热处理固化，形成一个坚固的管道内衬，广泛适用于管道广泛性损坏的情况。该方法既能够修复管道内壁的腐蚀与裂缝，还能够有效提高管道的流通能力，减少流体在管道内的阻力，延长管道的使用寿命。而局部修复方法主要侧重于解决单点破损或局部腐蚀的问题，例如“点状原位固化法”，通过气囊扩张方式将树脂织物紧贴管道破损部位，然后进行固化，确保修复区域的结构强度和密封性，这类方法在修复局部损坏、提高修复效率上有着较大优势^[1]。但无论是整体修复还是局部修复，都具有共同的特点：它们通过将新材料引入旧管道系统，并通过固化手段与管道内壁形成紧密结合，从而替代老旧、破损的部分，实现管道的修复更新。其优势既体现在修复效果上，更重要的是它能够大大减少施工的复杂性和环境干扰，提升管道管理的灵活性和便捷性。

2.3 非开挖修复材料的选择与应用

在非开挖修复过程中，常用的材料主要包括树脂类材料、玻璃纤维、聚氨酯、橡胶等高分子复合材料，这些材料以其耐腐蚀性、韧性和适应性，成为排水管道修复的首选。树脂类材料，尤其是聚酯树脂和环氧树脂，因其具有较高的附着力和耐久性，广泛应用于内衬修复中，树脂材料能够在原有管道的内壁形成一个坚固的保护层，抵御外界的腐蚀和磨损。同时，树脂固化后能够承受管道的内外压力，保障

管道的长期稳定性，且环氧树脂在耐高温和抗化学腐蚀方面表现尤为突出，适用于酸性和碱性较强的污水管道修复，能够有效延长管道使用寿命。但树脂类材料的使用也有一定的局限性，由于固化过程中可能存在温度敏感性，并且需要一定的时间来完成固化过程，因此在施工中需要精确控制环境条件^[2]。此外，另一类常见的非开挖修复材料是玻璃纤维增强塑料（GRP），由于其优异的强度、耐磨性和抗化学腐蚀性，GRP材料在管道修复中被广泛应用。与树脂材料不同，玻璃纤维材料具有较高的机械强度，能够有效增强管道的承载能力，特别适用于高压力、高流量的管道。其纤维结构既能提高管道的抗拉强度，还能改善管道的柔韧性，能够适应管道在运输过程中可能发生的微小变形。GRP材料常与树脂结合使用，以增强其性能，例如玻璃纤维与环氧树脂复合，可以提高修复管道的耐久性，特别适用于长期暴露在腐蚀性环境中的管道。再者，选择适合的修复材料不仅要关注其物理性能，更需要综合考虑施工环境、管道类型及成本效益等多方面因素。对于某些特定管道，如有严重腐蚀或高腐蚀性介质流经的管道，聚氨酯或橡胶等材料会是更好的选择，聚氨酯材料有着优异的弹性和密封性，广泛用于需要耐磨损和抗渗透的管道修复。橡胶材料则具有较好的柔韧性，适合用于修复存在轻微变形或裂缝的管道，可以有效防止漏水现象。

3 非开挖修复方式在市政排水管道中的重要性

3.1 减少对交通和市民生活的影响

市政排水管道的破损问题，传统的修复方式通常需要大规模开挖，不仅影响城市景观，还会严重扰乱交通，给市民的日常生活带来极大不便。特别是在人口密集、交通繁忙的城市中心地带，开挖作业会导致道路结构层破坏、交通堵塞、地面附着物迁移、噪声、粉尘污染甚至安全隐患，严重影响城市的运行效率。而非开挖修复技术通过先进的修复技术，能在现有管道内进行修复或更换，从而避免对地面道路的破坏。施工人员通过小型的入口，可以使用特制的设备将修复材料或新管道引入破损管道内部，由于该技术不需要破坏地面，施工过程会对周围环境的干扰降到最低限度，极大减少交通管制和堵塞^[3]。尤其是在市区繁忙的商业街道或重要交通枢纽，非开挖修复能够在不影响路面通行的情况下，完成管道的修复工作，最大限度保障市民出行和商业活动的顺畅进行。同时，传统的管道开挖修复往往需要数周甚至更长的时间，这不仅占用了大量的施工资源，还给城市交通和居民生活带来持续性的干扰。而非开挖修复能够在短时间内完成修复工作，通常几天或几周内就可以恢复管道的正常运行，这种高效性可以避免长期施工对周围环境的破坏，特别是在城市交通高峰期，能够快速恢复道路通行，有效减少交通瓶颈的形成。此外，开挖修复不仅需要大量的建筑垃圾和废弃物清理，而且由于深挖作业，常常会导致地下水源污染、

管线损坏等二次污染问题。非开挖技术通过精准施工,能减少对地下环境的破坏,避免传统修复中产生的土方废弃物和噪声污染。在施工过程中使用的高效、低噪声设备能进一步降低对居民的噪声干扰,使修复工作能够在夜间或低交通时段进行,最大限度地减少对市民生活的影响。

3.2 节约修复时间和成本

市政排水管道的破损后,在传统开挖修复过程中,管道破损区域通常需要被全面挖掘,整个修复过程既要清理大量土方,还需要恢复地面结构。这一过程通常持续数周甚至更长时间,其间会导致交通阻塞、区域封闭,且施工环境复杂,难度较大。而非开挖修复能通过小规模的开口进入管道,利用先进的技术修复管道,这种修复方式可以大大缩短施工周期,例如内衬法在修复过程中,只需在管道内部铺设新的衬层,修复过程一般可以在几天到一周内完成,避免开挖过程中的长期施工和重建,快速高效地恢复管道功能。同时,传统修复方式中,由于大规模开挖需要大量的人工、设备投入以及交通管制费用,整体修复成本往往较高。并且开挖作业容易产生二次损失,例如地下其他管网的破坏、土壤污染等问题,导致修复过程中额外的费用支出^[4]。而非开挖修复技术通过精确的定位和高效的施工方式,能减少不必要的开挖和对环境的破坏,极大降低修复过程中对资源的消耗和不必要的费用支出。非开挖技术的使用,可使施工时间更短,人工和设备的使用时间也随之减少,整体施工费用相较传统方法更为低廉,例如内衬法和穿插法、碎(裂)管法等材料和设备虽然有一定成本,但由于其施工周期短、对环境影响小,从长远来看能大幅降低城市基础设施维护的整体经济负担。

3.3 减少对生态环境的破坏

由于传统的管道修复往往需要大规模的地表开挖,会导致土地的深层结构破坏以及水土保持设施的损坏,使土壤的抗蚀性下降,增加水土流失的风险,进而影响到周围的农业用地和生态环境。而非开挖修复技术通过绕过地面开挖的过程,在修复过程中,虽然会使用某些化学品和固化剂,但这些材料的使用已经得到严格的监管和处理,可使排水系统的更新换代不会对自然环境造成进一步的负担。施工期间所产生的噪音和扬尘,也比传统开挖施工明显减少,能最大限度减少对周围社区、空气质量及水质的污染影响。

3.4 提高修复质量与长期稳定性

在市政排水管道的非开挖修复中,非开挖修复通过利

用先进的技术手段,可以确保修复效果的高质量,以内衬修复为例,修复材料通常选用耐腐蚀、抗压强度高的树脂材料,如环氧树脂、聚酯树脂等,这些材料能够与管道内壁形成紧密的粘结,保证修复后的管道能够承受管道系统内外的压力和环境变化。同时,树脂类材料通过固化过程形成坚固的保护层,能有效防止管道外部的腐蚀侵蚀及内壁积垢,有助于保持管道的流通性和结构稳定性。此外,非开挖修复的施工技术通过精确的定位和无损检测,能大大提高修复的质量,施工过程中,使用高精度的内窥镜、机器人以及传感器对管道进行实时监测和评估,能够全面了解管道的破损状况、腐蚀情况及堵塞位置,从而有针对性地进行修复。这种技术方法可以消除人工操作的误差,避免传统修复中由于不完全评估管道破损状态而导致的返工问题。通过精准的修复,管道的整体稳定性得到有效保障,减少因修复不当而导致的长期不稳定问题,从而提升管道系统的可靠性。再者,长期稳定性的提升同样得益于非开挖修复技术中的创新材料和施工工艺,例如采用玻璃纤维增强塑料(GRP)和高分子材料的复合管道内衬,既能提高管道的抗压强度,还能增强其抗老化、抗腐蚀的能力。这些材料能够在极端的环境条件下长期维持其性能,减少管道因老化、腐蚀或外力作用造成的破裂或渗漏。

4 结语

综上所述,非开挖修复技术在市政排水管道修复中的应用,已经成为解决城市基础设施老化和破损问题的有效措施,该技术通过减少对交通和市民生活的影响、节约修复时间和成本,可以提升修复质量与长期稳定性,推动城市排水系统的高效运作。随着技术的不断成熟与优化,非开挖修复方式将进一步扩大应用范围,为城市基础设施的可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 田丰.排水管道非开挖修复技术在市政管养中的应用分析[J].工程与建设,2023,37(05):1536-1538.
- [2] 宋双双.浅析排水管道非开挖修复技术的应用[J].江西建材,2022(07):168-169+173.
- [3] 张思远,张国君,刘霞,等.地下排水管道修复方式的选择与应用[J].安徽科技,2021,(06):45-46.
- [4] 李俊奇.管道非开挖修复技术在市政排水管道改造中的应用[J].智能城市,2020,6(22):87-88.