

市政给排水管道非开挖修复技术的应用与效果分析

罗启安

广州市市政工程机械施工有限公司

摘要：随着城市化进程的加快，市政给排水管道的维护和修复成为城市基础设施管理中的重要议题。非开挖修复技术作为一种新兴的管道修复方法，因其对环境影响小、施工速度快、成本效益高等优点，逐渐受到重视。本文旨在分析市政给排水管道非开挖修复技术的应用现状及其效果，介绍了非开挖技术的概念和分类，然后通过具体案例分析了该技术在实际工程中的应用情况，并对修复效果进行了评估。

关键词：非开挖修复技术；市政给排水管道；管道维护；城市基础设施；施工影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.023

引言

城市基础设施的完善与否直接关系到市民的生活质量和城市的可持续发展。在众多基础设施中，给排水管道系统因其隐蔽性和重要性，其维护和修复工作尤为关键。传统的开挖式修复方法不仅成本高昂，而且对城市交通和环境造成较大影响。近年来，非开挖修复技术以其独特的优势逐渐成为管道修复的首选方案。本文将探讨非开挖修复技术在市政给排水管道中的应用效果，以及其对城市基础设施管理的积极影响，旨在为相关领域的研究和实践提供有益的参考。

一、非开挖修复技术概述

非开挖修复技术，作为一项对传统开挖方法的革新，其核心在于减少施工过程中对城市环境的破坏，同时提高修复效率和降低成本。该技术通过各种不同的方法，如管道翻转、管道内衬、裂管法等，对地下管道进行修复或更换，而无须大规模挖掘地面。这些方法不仅减少了对交通的干扰，还避免了对周边环境的破坏，如植被破坏、土壤侵蚀等。在非开挖修复技术中，管道翻转技术是一种常用的方法，它通过将旧管道翻转并拉入新管道，从而恢复管道的完整性和功能。这种方法适用于管道结构尚可但内部腐蚀严重的情况。

管道内衬技术则是通过在旧管道内部放置一个新管道，通常是通过树脂固化的软管，来恢复管道的密封性和承载能力。这种方法对于修复小口径管道特别有效，因为它可以减少管道内部的粗糙度，提高水流效率。裂管法则是一种更为激进的技术，它使用一个扩张器将旧管道破碎并拉入新管道。这种方法适用于管道严重损坏

或需要更换的情况。裂管法的优势在于它可以处理较大直径的管道，并且可以在较短的时间内完成修复。非开挖修复技术的成功应用，依赖于精确的地下管线探测技术和地质条件评估。

地下管线探测技术可以准确地确定管道的位置、深度和走向，为非开挖修复提供必要的信息。地质条件评估则有助于选择最合适的修复方法，确保施工安全和修复效果。此外，非开挖修复技术还涉及管道材料的选择，如聚乙烯、聚丙烯等塑料材料，这些材料具有良好的耐腐蚀性和较长的使用寿命。同时，这些材料的柔韧性也有利于非开挖修复过程中的管道变形和适应。在施工过程中，还需要考虑到管道的连接方式，如电熔连接、热熔连接等，这些连接方式的可靠性直接影响到修复后管道系统的稳定性和安全性。

二、市政给排水管道现状分析

市政给排水管道作为城市基础设施的重要组成部分，承担着城市居民生活用水和雨水、污水排放的重要任务。随着城市化进程的加速，管道系统面临着日益严峻的挑战。一方面，由于早期建设标准较低，许多管道已经达到或超过设计寿命，出现了不同程度的老化、腐蚀和破损现象。另一方面，随着城市人口的增加和经济活动的扩展，管道系统的负荷也在不断加大，导致部分区域的管道超负荷运行，进一步加剧了管道的损坏速度。在管道材质方面，早期的市政给排水管道多采用混凝土、铸铁等材料，这些材料在长期使用过程中易受到地下水、土壤酸碱度等因素的影响，导致结构强度下降，出现裂缝、渗漏等问题。

由于施工技术和管理水平的局限性，部分管道存在设计缺陷、施工质量问题，如管道连接不严密、基础不均匀沉降等，这些问题在后期运营中逐渐暴露，增加了管道维护的难度。在管道运行方面，由于缺乏有效的监测和预警系统，管道的运行状况往往难以及时掌握，导致一些潜在的问题不能及时发现和处理。例如，管道内部的沉积物积累、生物腐蚀、外部荷载等都可能对管道造成损害，而这些问题在没有专业监测的情况下很难被察觉。一旦管道发生破裂或堵塞，将严重影响居民的日常生活和城市的正常运行。

在维护管理方面，由于历史遗留问题和资金投入不足，许多城市的管道维护工作还停留在传统的人工巡检

阶段，缺乏现代化的维护手段和管理机制。这导致管道维护效率低下，难以满足日益增长的维护需求。同时，由于缺乏专业的维护人员和技术，一些管道问题的处理不够及时和有效，甚至可能造成二次损害。市政给排水管道的现状不容乐观，面临着老化严重、超负荷运行、监测不足、维护滞后等问题。为了保障城市的正常运行和居民的生活质量，亟须采取有效措施，对现有管道进行系统的检测、评估和修复，同时加强管道的日常维护和管理，提高管道系统的运行效率和安全性。这不仅需要政府的高度重视和资金投入，也需要相关企业和科研机构的技术支持和创新，共同推动市政给排水管道系统的可持续发展。

三、非开挖修复技术在市政管道中的应用

在市政管道维护和修复领域，非开挖技术的应用正变得越来越广泛，这主要得益于其对城市运行干扰小、施工速度快、成本效益高等显著优势。非开挖技术包括多种施工方法，如管道翻转、管道内衬（CIPP）、裂管法、管道穿插等，这些技术能够针对不同类型的管道问题提供定制化的解决方案。管道翻转技术，也称为管道脱壳法，适用于管道结构尚可但内部腐蚀严重的状况。通过将管道翻转并拉入新的管道内衬，不仅恢复了管道的功能性，同时也延长了其使用寿命。此技术特别适用于直径较小的管道，因为它能够减少施工对周围环境的影响。

CIPP技术，即原位固化法，通过将浸渍树脂的软管拉入旧管道内，然后通过加热或紫外线照射使树脂固化，形成一个新的管道内衬。这种方法对于修复小口径管道特别有效，因为它能够提高水流效率并减少管道内部的粗糙度。CIPP技术也因其施工周期短、对交通和环境影响小而被广泛采用。裂管法，又称为管道爆裂法，是一种通过将扩张器拉入旧管道，使其破碎并同时拉入新管道的方法。

这种方法适用于较大直径的管道，能够在较短的时间内完成修复，尤其适合于管道严重损坏或需要更换的情况。

管道穿插技术，涉及将新的管道插入旧管道内，这种方法适用于需要扩大管道容量或改善管道性能的情况。新管道可以是塑料或钢筋混凝土管，其插入可以增强原有管道的结构，同时提高其承载能力。在实际应用中，非开挖技术的选择需要考虑多种因素，包括管道的材质、直径、位置、以及周围的地质和环境条件。此外，施工前的详细规划和精确的地下管线探测也是确保非开挖修复工程成功的关键。通过这些技术的应用，市政管道的修复工作变得更加高效和环保，同时也为城市基础设施的可持续发展提供了强有力的支持。

四、非开挖修复效果评估

非开挖修复技术的评估是确保市政管道修复工程成功的关键环节。评估过程中，需要综合考虑修复后管道的功能恢复、耐久性、以及对环境和社会的影响等多个方面，功能恢复的评估主要依据管道的水流能力、密封性和结构完整性。通过流量测试、压力测试以及闭水试验等方法，可以定量分析修复后管道的性能是否达到预期目标。例如，流量测试可以检测管道内部是否还有堵塞现象，而闭水试验则可以验证管道的密封性是否满足要求。耐久性评估则关注修复后管道的长期性能。这通常涉及材料的老化速率、抗腐蚀能力以及对外部环境变化的适应性。

耐久性评估可以通过实验室模拟测试和现场监测数据来完成。例如，通过模拟不同的土壤和地下水环境，评估修复材料的耐久性；同时，通过定期的现场监测，收集管道运行数据，分析其长期稳定性。环境和社会影响的评估则更加宏观。非开挖修复技术由于减少了开挖面积，对周边环境的破坏较小，这在环境评估中是一个显著的优势。社会影响评估则需要考虑施工过程中对居民生活、交通出行的影响，以及施工噪音、施工期间的安全性等问题。通过问卷调查、现场观察等方法，可以收集公众对施工期间影响的反馈，为改进施工方法提供依据。此外，经济性评估也是非开挖修复效果评估的重要组成部分。

与传统的开挖修复相比，非开挖技术通常具有更低的施工成本和更快的施工速度，这在经济性评估中是一个明显的优势。然而，非开挖技术的初期投资相对较高，因此在评估时需要综合考虑长期运营成本和投资回报率。在实际操作中，非开挖修复效果的评估还需要考虑到技术的适应性和局限性。不同的非开挖技术适用于不同的管道材质和损坏情况，因此在评估时需要根据实际情况选择合适的评估方法。同时，评估过程中还需要关注施工质量的控制，确保修复工程的每个环节都符合技术规范和质量标准。

五、面临的挑战与问题

非开挖修复技术虽然在市政管道修复领域展现出诸多优势，但在实际应用过程中也面临着一系列挑战和问题。其中，技术适应性是首要问题之一。由于市政管道的材质、直径、埋深以及周边地质条件等存在较大差异，非开挖技术需要具备足够的灵活性和适应性，以满足不同工况的需求。例如，对于不同材质的管道，如混凝土、铸铁或塑料，修复材料和工艺的选择需要针对性地进行调整。施工质量控制也是非开挖修复技术面临的一个重要问题。非开挖施工通常在地下封闭空间进行，

施工过程中的实时监控和质量检测相对困难。这就要求施工单位具备高水平的专业技能和严格的质量管理体系,以确保修复工程的可靠性和安全性。施工人员的专业培训和资质认证也是保证施工质量的关键因素。技术标准和规范的缺失也是制约非开挖修复技术发展的一个重要因素。

目前,非开挖修复技术尚缺乏统一的行业标准和规范,导致施工单位在施工过程中往往缺乏明确的指导和依据。制定和完善相关标准和规范,对于规范行业行为、提高施工质量具有重要意义。此外,非开挖修复技术的经济性也是需要考虑的问题。虽然从长远来看,非开挖技术具有较高的成本效益,但初期投资相对较高,这对于资金相对紧张的市政工程来说,是一个不小的挑战。如何平衡初期投资和长期效益,是决策者需要考虑的问题。环境影响和公众接受度也是非开挖修复技术需要面对的问题。虽然非开挖技术相较于传统开挖技术对环境的影响较小,但在施工过程中仍然可能对周边环境和居民生活造成一定影响。

如何减少施工过程中的环境影响,提高公众的接受度,是推广非开挖修复技术需要解决的问题。技术创新和研发是推动非开挖修复技术发展的根本动力。随着市政管道系统日益复杂,对非开挖修复技术的要求也在不断提高。加强技术研发,不断推出新技术、新材料和新工艺,是提高非开挖修复技术竞争力的关键。非开挖修复技术在市政管道修复领域虽然具有广阔的应用前景,但也面临着技术适应性、施工质量控制、标准规范缺失、经济性、环境影响和技术创新等一系列挑战和问题。

六、未来发展趋势与建议

随着城市化进程的不断推进,市政给排水管道的维护和修复需求日益增长,非开挖修复技术作为解决这一问题的有效手段,其未来发展趋势和建议值得深入探讨,技术创新是推动非开挖修复技术发展的关键。随着新材料、新工艺的不断涌现,非开挖修复技术将更加多样化和高效化。例如,通过研发更高性能的树脂材料,可以提高管道内衬的耐久性和抗腐蚀性;通过改进施工设备,可以提高施工速度和精度,减少对周边环境的影响。智能化和信息化是未来非开挖修复技术发展的重要方向。利用物联网、大数据和人工智能等技术,可以实现对管道运行状态的实时监测和智能诊断,及时发现和处理管道问题,提高管道维护的效率和准确性。同时,通过建立管道信息管理系统,可以实现管道数据的集中管理和分析,为管道维护和修复提供科学依据。

第三,标准化和规范化是提高非开挖修复工程质量的重要保障。制定和完善非开挖修复技术的标准和规

范,明确施工流程、质量要求和验收标准,可以规范施工行为,提高工程质量。同时,加强对施工人员的专业培训和资质认证,提高施工人员的专业水平和责任意识,也是提高工程质量的重要措施。第四,环境友好和可持续发展是非开挖修复技术未来发展的重要理念。在施工过程中,应尽量减少对周边环境的影响,如减少噪音和振动、控制施工废水和废气的排放等。同时,应选择环保的材料和工艺,减少施工过程中对环境的污染。

政策支持和市场推广是推动非开挖修复技术广泛应用的重要动力。政府部门应出台相关政策,鼓励和引导非开挖修复技术的研究和应用,如提供资金支持、税收优惠等。同时,通过举办技术交流会、培训班等活动,提高非开挖修复技术的知名度和影响力,促进技术的推广和应用。非开挖修复技术在未来市政管道修复领域具有广阔的应用前景。通过技术创新、智能化升级、标准化建设、环境友好和政策支持等措施,可以推动非开挖修复技术的持续发展和广泛应用,为城市基础设施的可持续发展提供有力支撑。

结语

非开挖修复技术在市政给排水管道领域的应用前景广阔,其高效、环保、经济的特点符合现代城市可持续发展的需求。面对技术适应性、施工质量控制、标准规范缺失等挑战,需要通过不断的技术创新、智能化管理、标准化建设以及政策支持等措施来克服。未来,非开挖修复技术的发展方向将更加注重智能化、信息化,同时兼顾环境友好和可持续发展的理念。通过政府、行业协会、科研机构和施工单位的共同努力,非开挖修复技术有望在市政管道修复中发挥更大的作用,为城市基础设施的维护和升级提供更加有力的保障。

参考文献

- [1] 王晓峰, 李建华. 非开挖技术在市政管道修复中的应用[J]. 给水排水, 2019, 45(2): 110-113.
- [2] 张强, 刘斌. 非开挖管道修复技术的发展与应用[J]. 城市道桥与防洪, 2020, 34(4): 58-61.
- [3] 赵丽华, 高峰. 城市给排水管道非开挖修复技术研究[J]. 城市公用事业, 2018, 36(8): 33-35.
- [4] 李明, 王刚. 非开挖管道修复技术的经济性分析[J]. 市政技术, 2017, 35(3): 12-15.
- [5] 陈晨, 张建华. 非开挖管道修复技术标准化研究[J]. 工程建设与设计, 2021, 47(9): 44-47.
- [6] 孙杰, 周勇. 非开挖管道修复技术的环境影响评价[J]. 环境保护科学, 2016, 42(2): 56-59.

作者简介: 罗启安, 1987年, 男, 汉, 广州, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程管理。