

城市老旧燃气管网非开挖修复技术的经济性对比分析

朱建福

福建旷盈鑫市政工程有限公司 福建莆田

【摘要】城市老旧燃气管网因长期运行而存在泄漏、腐蚀和破损等问题，直接影响公共安全与能源利用效率。传统开挖修复方式虽能彻底更换管道，但施工周期长、成本高、交通干扰严重。非开挖修复技术凭借工期短、占地小和对市政环境影响低的优势，逐渐成为管网更新的重要选择。本文通过对比分析两种方式在直接成本、间接损失及长期效益上的差异，论证非开挖修复在经济性上具备显著优势，为城市燃气管网更新决策提供参考。

【关键词】老旧燃气管网；非开挖修复；经济性；对比分析

【收稿日期】2025 年 10 月 24 日 **【出刊日期】**2025 年 11 月 24 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250214

Economic comparison of trenchless repair technology for aging gas pipeline network in cities

Jianfu Zhu

Fujian kuangyingxin Municipal Engineering Co., Ltd. Putian, Fujian

【Abstract】 Aging urban gas pipelines suffer from leakage, corrosion, and structural damage due to prolonged operation, directly impacting public safety and energy efficiency. While traditional trench excavation methods can completely replace pipelines, they are characterized by lengthy construction periods, high costs, and significant traffic disruption. Non-trench repair technology has emerged as a preferred solution for pipeline renewal due to its advantages of short construction duration, minimal land occupation, and low environmental impact on municipal infrastructure. This paper compares direct costs, indirect losses, and long-term benefits between the two approaches, demonstrating that non-trench repair offers notable economic advantages. The findings provide valuable insights for decision-making in urban gas pipeline renewal.

【Keywords】 Aging gas pipelines; Non-trench repair; Cost-effectiveness; Comparative analysis

引言

随着城市化进程的加快，大量燃气管道逐渐进入老化阶段，漏损与事故风险频发，已成为城市运行中亟待解决的问题。修复方式的选择不仅关系到工程成本，也深刻影响城市交通、居民生活与能源供应的稳定性。传统的开挖修复虽然具备全面更换的效果，却伴随高昂费用和复杂的社会影响。非开挖修复技术以快速、低干扰的特性受到关注，其经济性优势逐步显现。探讨两种方法在成本与效益层面的差异，能够为城市燃气管网的更新提供更为科学的依据。

1 城市老旧燃气管网安全隐患与修复需求分析

城市燃气管网在长期运行过程中普遍面临老化、腐蚀、渗漏和结构疲劳等问题，部分管道服役年限已超过设计寿命，致使安全隐患不断积累。老旧管道在内外腐蚀的双重作用下，常出现壁厚减薄、应力集中以及焊缝开裂等现象，加之地质沉降和车辆荷载等外部因素

叠加，更易诱发泄漏、爆燃和大范围停气等严重事故^[1]。随着城市人口密度持续上升，燃气输配系统的运行压力和使用频率不断提高，老旧管网的脆弱性进一步加剧，对公共安全构成直接威胁，也给城市能源供应的稳定性带来极大挑战。

在管网安全隐患凸显的同时，燃气需求增长与城市更新进程同步推进，对管网修复提出了更为迫切的要求。传统的管道维护措施多以局部抢修和临时补漏为主，难以从根本上解决老化带来的系统性风险。大量实践表明，单点修复往往导致后续隐患频繁发生，长期维护费用显著增加，甚至形成恶性循环。城市道路交通繁忙、地下空间资源紧张，也使得常规的开挖作业受到限制，修复方式需要在安全性、效率性与社会干扰度之间取得平衡。如何在满足燃气稳定输送的前提下，科学评估管网病害严重程度，并选择适宜的修复路径，已成为城市燃气行业的重要课题。

在此背景下,修复需求不仅局限于单纯的安全保障,更延伸至经济性、环境友好性和社会可接受度的多维考量。新建与更换虽能彻底消除隐患,但投入巨大且施工周期长,对交通、居民生活和市政设施均会造成显著冲击。技术含量更高的非开挖修复方式因其对地表扰动小、施工效率高和整体成本可控等特点,受到越来越多城市燃气企业的关注^[2]。如何通过对比研究不同修复模式在工程造价、间接损失和长期效益上的差异,探索最契合城市运行环境的技术路径,已成为推动老旧燃气管网改造的核心逻辑。这种需求导向的分析,将直接关系到城市能源安全战略的落实和公共安全水平的提升。

2 传统开挖修复方式的经济负担与局限性探讨

传统开挖修复方式在城市老旧燃气管网治理中沿用已久,其最大特点是通过开挖道路、暴露管道并进行更换或修补来实现消除隐患。然而,这一方式的经济负担十分沉重。在直接成本方面,开挖修复涉及大规模土石方工程、道路拆除与恢复、管材及辅材更换,以及人工与机械投入,其造价水平远高于管网日常维护支出^[3]。由于修复施工往往发生在交通繁忙或人口密集区域,为确保作业安全和效率,需要大量施工机械及安全防护措施,这进一步推高了费用支出。大量统计数据表明,在同等修复长度条件下,开挖方式的综合造价显著高于非开挖技术,经济负担成为城市燃气企业和地方财政必须面对的重要问题。

除了直接成本,传统开挖修复还带来大量间接经济损失。道路交通在修复期间大范围受阻,拥堵加剧导致车辆运行时间延长和燃料消耗增加,社会运行效率下降。修复现场周边商铺、企业和居民也常因断气、噪声和扬尘等问题蒙受经济损失与生活不便,这类隐性损耗往往难以量化,但在整体经济性评估中不可忽视。对于地下空间资源复杂的区域,开挖作业还可能影响其他市政管线的运行安全,引发二次损失。大量实践案例显示,在大型城市中心区进行传统开挖修复,不仅施工周期长,社会扰动面广,而且因涉及协调和补偿等环节,间接费用往往远超工程本身投入。

从技术局限性角度来看,开挖修复方式在应对复杂环境时表现出明显不足。城市地表设施密集,交通流量大,开挖作业需要长时间占用道路,极易引发社会矛盾。对深埋管道或跨越重要设施的管段,开挖难度大、施工风险高,往往需要额外的加固和保护措施^[4]。气候条件和地质环境的限制也使得修复工期难以保证,雨季、寒冻地区施工往往面临周期延长与质量下降的问

题。随着公众对环境保护和生活品质要求的提高,传统开挖方式产生的噪声污染、粉尘排放和建筑垃圾处理难题愈发凸显。这些技术与环境的双重制约,使得传统方式在经济性和社会效益上难以持续满足城市发展的需要,也为非开挖修复技术提供了替代和发展的空间。

3 非开挖修复技术在成本效益中的优势体现

非开挖修复技术作为近些年城市燃气管网改造的重要手段,以无需大规模开挖路面为显著特征,在施工组织和经济投入方面展现出独特优势。该技术通过内衬法、原位固化法、管道爆裂更换法等多种方式实现对管道的加固或替换,在减少土石方开挖量和道路恢复费用的同时,大幅缩短了工期^[5]。由于施工区域集中在管道内部或少量作业井点,交通导改和社会干扰显著降低,直接降低了因交通拥堵、商户停业和居民生活受限所产生的间接经济损失。对比传统方式,非开挖修复在直接造价控制与间接损耗减少两个维度上,均表现出较高的经济性。

在运行效益方面,非开挖修复通过保持原有管道走向和周边市政设施稳定,避免了因大范围开挖带来的次生风险。施工过程在多数情况下无需停气或只需短时停气,燃气输配系统的连续性与稳定性得到保障,减少了能源供应中断带来的经济损失和社会影响。修复后形成的内衬层或新管壁具有较好的耐腐蚀性与密封性,能够有效延长管道服役周期,降低后续维护频率与成本投入。从全寿命周期成本角度来看,非开挖修复在一次性投入不高的情况下,能够通过减少重复维护、提升管网安全性来实现长期的经济收益,这种综合优势为城市燃气运营企业提供了切实的成本效益回报。

随着城市基础设施管理水平的提升,非开挖修复技术还展现出良好的社会与环境效益。较低的噪声和粉尘排放,减少了对居民生活环境的破坏,工程垃圾处理量的减少降低了额外处置费用,同时符合绿色施工和可持续发展的要求。社会接受度的提升意味着修复工程在协调与补偿方面的阻力降低,间接节约了大量管理与沟通成本^[6]。在综合评价中,这种技术不仅具备较强的直接经济优势,还能够通过社会与环境效益的叠加,进一步强化其在燃气管网更新中的应用价值。其在成本效益方面的显著优势,正逐渐推动其成为老旧燃气管网修复的主流选择。

4 城市燃气管网修复方式经济性对比与综合评价

城市燃气管网修复方式的选择不仅关乎直接施工成本,还涉及社会效益与长期运行价值。在传统开挖方式中,造价构成集中于土石方开挖、道路恢复、人

工与机械投入,其直接经济支出明显偏高。而非开挖修复技术通过减少地表扰动、降低施工面广度,显著压缩了工程造价^[7]。与之对应的是间接经济成本差异更为突出,开挖修复引发的大范围交通阻塞、商户经营损失以及居民生活干扰往往难以量化,却在城市运行中形成不可忽视的额外负担。非开挖修复因施工点位集中、工期短、干扰小,能够有效降低这类隐性损耗,从综合成本角度体现出明显优势。

在技术适应性和运行寿命方面,两种方式的差异同样决定了经济性的差别。开挖修复能够实现对管道的全面替换,保证新管道的力学性能与安全等级,但受限于施工周期长、协调难度大,往往无法在短期内完成大规模更新。非开挖修复虽不涉及全面更换,但通过内衬修复、固化修复和爆裂更换等工艺,能够在保持原有管道结构的前提下恢复甚至提升输配能力。修复后的管道具备较强的耐腐蚀性和密封性,有效延长服役周期,降低维护频率,从全生命周期成本视角来看更具经济合理性。特别是在地下管线交织、交通繁忙或空间受限区域,非开挖技术的适应性优势能够有效避免开挖带来的高额额外投入,形成长期收益的累积效应。

综合评价修复方式的经济性时,必须同时考虑直接支出、间接损耗与长期效益三方面指标。传统开挖方式在单点彻底修复上的效果较为突出,但社会成本和环境负担使其经济性显著下降。非开挖修复在控制直接费用的同时,兼顾了社会运行效率与环境可持续性,使得综合效益明显优于传统方式。从宏观层面看,非开挖修复技术的推广不仅能够减轻城市财政与企业运营的经济压力,还能提升城市公共安全水平与居民生活质量^[8]。通过多维度的对比与分析,可以得出结论,非开挖修复技术在城市老旧燃气管网改造中具备较高的推广价值,其经济性优势已经成为推动管网更新的重要驱动力。

5 结语

城市老旧燃气管网的修复方式在技术路径和经济

效益上展现出显著差异。传统开挖修复在彻底更换方面具有可靠性,但高额造价、施工周期长及对社会环境的负面影响,使其整体经济性不足。非开挖修复依托低干扰、高效率 and 寿命周期优势,在直接成本控制与间接损耗减少上形成综合效益,更契合现代城市运行需求。经济性对比结果表明,非开挖修复不仅具备现实可行性,也为城市燃气系统的安全与可持续发展提供了坚实保障。

参考文献

- [1] 李兴义,张林霄,徐正潇. 市政工程给排水管道非开挖修复技术探究[J].建材发展导向,2025,23(16):82-84.
- [2] 张江龙. 科学选用非开挖修复施工技术,高效修复城市污水管网[J].楼市,2025,(08):45-47.
- [3] 徐凡,寄玉玉. 城市老旧燃气管网改造工程施工难点及对策研究[J].低碳世界,2025,15(07):55-57.
- [4] 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.
- [5] 齐玮强. 基于污水管网缺陷管段的非开挖修复施工技术[J].中国住宅设施,2025,(06):205-207.
- [6] 戴熙滨.市政排水管道非开挖修复技术的适用性评估与施工工艺优化研究[C]//中国智慧工程研究会.2025 智慧设计与建造经验交流会论文集.江西省章兵建筑工程有限公司,;2025:367-369.
- [7] 徐国平,冯如意,朱峰. 城市老城区主干道老旧燃气管网改造方法探讨[J].城市燃气,2024,(08):35-38.
- [8] 张大杰,刘苗. 城市道路老旧燃气管网改造工程施工问题难点及对策[J].城市管理与科技,2024,25(04):31-32+45.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS