

老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术 在城镇管网改造中的应用

秦成虎（中石油昆仑燃气有限公司中卫分公司，宁夏 中卫 755000）

摘要：老旧城区燃气管道长期运行过程中，受到自然因素与管道材料相关因素影响下，容易产生管道老化、腐蚀等问题。而在城镇管网改造过程中采用常规的人工开挖技术施工周期长、成本高，不能达到城镇管网改造项目建设的标准需要。本文以非开挖修复施工技术为例，针对常见的非开挖修复施工技术类型开展研究，同时依托城镇管网改造工程项目实例，针对非开挖修复施工技术要点探讨，工程实践表明，非开挖修复施工技术的运用能够降低施工影响、缩短工期、节约成本，为城镇燃气管网改造提供了快捷、环保施工方案。

关键词：老旧城区；燃气管道；非开挖修复；城镇管网改造

中图分类号：TU996 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）024-0103-03

Application of trenchless repair technology for gas pipeline in old urban area in urban pipe network renovation

Qin Chenghu (Zhongyuan Kunlun Gas Co., LTD. Zhongwei Branch. Zhongwei Ningxia 755000, China)

Abstract: Over the long-term operation of gas pipelines in old urban areas, issues such as pipeline aging and corrosion can arise due to natural factors and pipeline material-related factors. Traditional manual excavation techniques used in urban pipeline renovation projects are time-consuming and costly, failing to meet the standards required for these projects. This paper focuses on non-excavation repair construction technology, examining common types of non-excavation repair techniques. It also explores key points of non-excavation repair construction technology through examples from urban pipeline renovation projects. Engineering practice has shown that the application of non-excavation repair construction technology can reduce construction impact, shorten project duration, and save costs, providing a fast and environmentally friendly solution for urban gas pipeline renovation.

Key words: old urban area; gas pipeline; trenchless repair; urban pipe network transformation

现代城市化发展速度不断加快，城镇燃气需求量逐步增加，其作为清洁、高效的能源，已经成为居民生活以及工业生产中必不可少的能源之一。老旧城区燃气管道一般安装在几十年前，因为当时的技术、材料质量、复杂环境的限制，这造成城区燃气管道出现老化、腐蚀、泄漏现象，无法满足人们燃气资源的使用需求，也会导致城市居民的生命财产安全无法保障。

传统燃气管道修复过程中，通过开挖更换的方式进行，它虽然能够彻底解决老旧城区燃气管道的损坏问题，但其工作量大，且给城市居民和道路交通产生影响。老旧城区位于城市核心地带，若采用开挖修复燃气管道的方式，其造成道路、绿化等城市市政设施的损坏，也会引发交通拥堵而干扰城市居民生活^[1]。而且，老旧城区燃气管道开挖修复时周期长、成本高，且燃气管道开挖修复环节产生严重的环境污染危害。基于此，深入研究老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术，这能够降低燃气管道修复成本、减少环境影响，且施工速度快，其已经成为老旧城区燃气管道修复的重要技术之一。

1 老旧城区燃气管道现状与传统修复技术的局限性

1.1 老旧城区燃气管道面临的问题

老旧城区燃气管道运营时间较长，甚至有些管道运营时间已经在30年以上，这就超出管道设计寿命。由于城区燃气管道通常采取埋设地下的安装方式，而管道长期受到土壤、地下水、杂散电流的作用，这导致燃气管道腐蚀问题严重。同时，城区内部燃气管道输送的燃气中往往含有水分、杂质等成分，这些对燃气管道产生侵蚀影响，容易造成燃气管道厚度减小、强度下降，甚至发生泄漏、爆炸等风险事故。此外，老旧城区燃气管道建设在几十年前，它受到当时的技术、材料质量、工艺方案的影响，使得老旧城区燃气管道本身存在质量缺陷。

1.2 传统开挖修复技术的局限性

以往城市内部燃气管道采用开挖修复方式较为普遍，其通过开挖方式将管道暴露出来，再进行燃气管道损坏部位的更换或修复。该方式能够从根本上解决城镇燃气管道损坏的问题，但也存在较多的缺陷。老

旧城区燃气管道开挖修复方式应用中,由于开挖工作量比较大,容易阻碍城市道路交通的正常通行。而且,老旧城区内部道路比较狭窄,每日通行的车辆数量较多,开挖修复燃气管道必然要封闭道路交通,这将会产生交通拥堵现象,也会阻碍城市居民的日常通行。而且,城区燃气管道开挖修复会破坏原有的道路、人行道、绿化带等市政基础设施,且开挖修复成本较高,需要投入大量的人力、物力、财力进行燃气管道修复。此外,城镇燃气管道开挖修复施工的周期较长,其受到自然环境、天气条件干扰较大^[2]。

2 老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术

2.1 内衬法修复技术

老旧城区燃气管道非开挖修复施工中,通过内衬法修复技术,其能使燃气管道恢复到良好运行状态,它主要包括传统内衬法、穿插内衬法和CIPP(原位固化法)等。老旧城区燃气管道非开挖修复施工过程中,传统内衬法主要是将新的管道采取牵引或推送方式,将其输入到原有的燃气管道内部,其管道材质一般为高密度聚乙烯管,从而形成燃气管道的“管中管”结构。而在新管道输入到旧燃气管道内部后,两者之间的空隙,通过注浆方式进行填充,以提高管道连接的稳定性。该方法应用在管径小、管道变形小的燃气管道修复中,能够提高管道的耐腐蚀性能,但其对管道内壁清洁度有较高要求。

同时,老旧城区燃气管道修复中,穿插内衬法需选择适宜的施工设备进行,并且将外径稍大于旧管道内径的新管道缩径处理后,再将其插入到原有的燃气管道中。而后,通过加热、加压的方式将修复后管道和原燃气管道紧密贴合。它具备速度快、效率高、交通影响小的优势,一般使用在管径较大的燃气管道修复中,但对新管道材料的材质要求较高。另外,老旧城区燃气管道非开挖修复施工中,CIPP原位固化法需将浸渍树脂的软管,通过翻转、牵引的方式将其传输到原有燃气管道内部。

而后,通过热水、蒸汽、紫外线的方式,将管道内部树脂进行固化,进而在原有的燃气管道内部形成坚固性强的内衬层。该方法应用时不需要进行开挖作业,并且新管道和旧燃气管道紧密贴合,其主要应用在地形条件复杂、城区交通流量较大的燃气管道修复中。然而,CIPP原位固化法施工成本较高,其对人员技术方面也提出更高要求^[3]。

2.2 缠绕法修复技术

老旧城区燃气管道非开挖修复施工中,缠绕法修复技术需选择性能优越的带状高分子材料,一般为聚酯树脂带,通过将准备好的修复材料在原有燃气管道

内部螺旋缠绕,进而形成新的管道内衬层。缠绕法修复技术施工中,缠绕材料和原燃气管道通过粘结剂或热熔方式连接形成整体,进而组合形成具备连续性、密封性的内衬结构。缠绕法修复老旧城区燃气管道中,它主要应用在圆形、椭圆形的规则型燃气管道中,且结合燃气管道状态调整缠绕层数和厚度,从而保证燃气管道修复效果合格。该方法的优势是施工速度快、管道损伤小,通常在管道燃气正常传输时即可进行修复施工,能够降低对居民生活造成的影响。但是,缠绕法修复燃气管道时,需保证管道内部清洁度、圆度达到要求^[4]。

2.3 喷涂法修复技术

老旧城区燃气管道非开挖修复中,喷涂法修复技术需选择适宜的液态喷涂材料,一般为环氧树脂、聚氨酯等。通过设备将合格的喷涂材料直接喷射在燃气管道内壁,进而在燃气管道内壁形成致密性强的涂层,使其修复性、防腐效果合格。喷涂法修复城区燃气管道时,需结合管道的不同位置、损坏程度调整喷涂材料的厚度以及配比方案,从而保证喷涂法修复效果合格。老旧城区燃气管道非开挖修复施工过程中,通过喷涂法修复老旧城区燃气管道,它能满足管道修复要求,并且施工速率快、效率高,其可以应用在管道形状复杂的条件下。

而且,喷涂法修复燃气管道可在不停气或短时间停气条件下完成,其能降低对燃气用户的影响。然而,喷涂法修复技术进行老旧城区燃气管道修复中,需选择适宜的喷涂工艺,并落实环境保护措施,以免导致管道损坏或环境污染加剧。

2.4 局部修复技术

老旧城区燃气管道如果存在局部损伤情况,需选择局部修复技术,主要为点状CIPP修复、不锈钢套管修复等。老旧城区燃气管道修复过程中,点状CIPP修复技术中,其将浸渍有树脂的玻璃纤维毡或其他材料制作成为补丁,再利用翻转、牵引等方式将其传输到燃气管道内部。而后,通过热水、蒸汽、紫外线的方式促使树脂固化,从而完成老旧城区燃气管道局部修复。它在修复城区燃气管道的局部裂缝、孔洞等问题中,具备速度快、效率高、成本低的优势。同时,老旧城区燃气管道修复过程中,不锈钢套筒修复技术能够实现燃气管道局部位置的修复,其主要是在破损的燃气管道位置安装不锈钢套筒。然后,再利用螺栓或其他方式,确保套筒和燃气管道连接固定,从而达到修复的效果。不锈钢套筒修复技术充分发挥不锈钢套筒的强度高、耐腐蚀性强的优势,局部燃气管道修复效果良好,但对于套筒安装精度有较高要求^[5]。

3 老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术应用案例分析

3.1 老旧小区燃气管道 CIPP 原位固化法修复

某老旧城区燃气管道建设于上世纪 90 年代，其采用铸铁管建设。该燃气管道工程因为长期受到环境的侵蚀，已经发生多次泄漏事故。本小区位于城市核心地带，周边人口密集度较高，且道路空间较小，如果选用传统开挖修复方式，它对周边居民和城市道路交通产生巨大影响。经过对本项目的综合性评估，工程单位决定对该燃气管道采用 CIPP 原位固化法进行修复。

本燃气管道项目在修复开始前，需对燃气管道展开全面检测，进而掌握燃气管道走向、埋深、腐蚀情况。而在燃气管道修复开始前，需将浸渍的环氧树脂软管，通过牵引方式将其传输到管道内部，再利用热水循环系统进行管道的加热和固化。在本管道修复过程中，施工人员监测固化温度和时间，确保内衬层的质量达到技术标准。

本项目燃气管道修复完成后，通过对燃气管道压力测试和泄漏检测，发现燃气管道的密封性、强度满足标准要求，基于见表 1 所示。而且，本燃气管道修复时，能够降低对周边居民和道路交通的影响，其修复工期仅有 7 天，并获得周边居民一致好评。此外，CIPP 原位固化法修复燃气管道后，城区燃气管道使用寿命能够延长 20 年以上。

表 1 施工检测结果

检测项目	检测标准要求	实际检测结果	是否达标
压力测试	稳压期间压力降不超过试验压力的 1%	稳压期间压力降为 0.8%	是
泄漏检测	无可见泄漏点，燃气浓度检测值 < 爆炸下限的 20%	无泄漏点，燃气浓度检测值 < 爆炸下限的 10%	是
密封性	无气体渗漏现象	无气体渗漏现象	是
管道强度	承压能力达到设计压力的 1.5 倍	承压能力达到设计压力的 1.6 倍	是

3.2 商业街燃气管道缠绕法修复

某商业街燃气管道安装在地下，其长期受到车辆碾压、土壤侵蚀作用，燃气管道出现变形以及泄漏。由于本商业街交通流量大、商业活动频繁，如果采取传统开挖修复方式，其对周边的商业和居民生活产生不利影响。经过对本燃气管道修复的要求和现场勘测结果的分析，燃气管道修复选用缠绕法进行。

燃气管道项目修复开始前，由工作人员展开燃气管道预处理，此时，将管道内部全面清理干净，并且达到干燥度的要求。而后，根据本燃气管道修复要求，通过准备专用缠绕设备，将聚酯树脂带在燃气管道内

部螺旋缠绕，确保各层粘结效果达到要求。燃气管道缠绕聚酯树脂带时，由工作人员按照设计方案监测缠绕的厚度、均匀性，进而保证燃气管道修复效果合格。本管道修复结束后进行修复效果的检查验收，发现燃气管道密封性、强度满足技术标准。而且，本燃气管道修复时，只需进行局部位置的交通管制，并且停气时间短，修复后管道运行状态良好。

4 老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术应用效果评价

老旧城区燃气管道在受到自然环境侵蚀以及压力作用下，其极易发生泄漏问题，进而造成严重的人员伤害事故。传统燃气管道修复的过程中，以开挖修复方式为主，不仅影响道路交通通行，也会给人们正常出行和生活造成较大干扰。而在现代工程技术不断发展之下，老旧城区燃气管道非开挖修复技术不断应用到实践中，它能有效降低对城市道路交通和居民正常生活的影响，也能够降低环境污染危害。同时，老旧城区燃气管道非开挖修复施工中，能够有效降低燃气管道修复成本，缩短修复周期。从以往经验进行分析，老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术与传统开挖方式对比，燃气管道运营维护成本降低 20%~40%。

5 结语

老旧城区燃气管道非开挖修复施工技术具备极高应用价值，其对城镇燃气管网改造有重要意义。老旧城区燃气管道非开挖施工技术类型较多，通过内衬法、缠绕法、喷涂法完成非开挖修复施工，能够及时解决老旧城区燃气管道的老化、腐蚀、泄漏问题，并且降低对道路交通、城市环境以及居民生活的影响，使其能够满足城市燃气正常供应需求。

参考文献：

- [1] 雷素敏,白丽萍,方媛媛,等.城镇燃气管道非开挖修复更新工程用聚乙烯管[J].煤气与热力,2020,40(12):32-36+42-44.
- [2] 刘宇翔,杨楠.城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术[J].中国新技术新产品,2021,(23):104-106.
- [3] 冯涛.非开挖敷设技术在城市燃气管道中的应用浅析[J].城市燃气,2022,(02):20-23.
- [4] 冯涛,张思畅,张波,等.城镇燃气管道非开挖修复现场成型折叠管内衬法施工质量控制要点分析[J].城市燃气,2022,(12):26-29.
- [5] 贾雷.非开挖技术在燃气工程过路铺管应用中的比选[J].城市燃气,2023,(10):29-33.

作者简介：

秦成虎（1984-），男，汉族，宁夏中卫人，本科，中级工程师，主要从事城镇燃气市场工程。