

老旧小区燃气管道改造工程施工技术浅谈

马腾腾¹ 刘娟² 赵松¹

1. 山东一通工程技术服务有限公司; 2. 山东港华燃气集团有限公司

摘要: 本文详细探讨了老旧小区燃气管道改造的必要性、存在的主要问题以及常用的施工技术。文章首先分析了改造的必要性, 包括气候对管道使用寿命的影响和管道自身的老化问题。随后, 探讨了改造过程中遇到的主要问题, 如改造难度和成本高昂。接着, 详细介绍几种常用的施工技术, 包括PE管整体改造技术、异径穿插技术、翻转内衬修复技术、裂管法施工技术以及PE管挤压穿插技术。最后, 讨论燃气工程施工安全管理的优化策略, 包括采用高技术水平作业和文明施工措施。本文旨在为老旧小区燃气管道改造提供全面的技术参考和实践指导。

关键词: 老旧小区; 燃气管道; 改造工程; 施工技术

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2024. 06. 117

引言

随着城市发展和老旧小区逐渐增多, 燃气管道的安全与效率成为城市管理和居民生活的关键问题。老旧管道存在诸多问题, 如材料老化、技术落后、维护困难等, 这些问题不仅影响燃气供应的稳定性, 也对居民安全构成威胁。因此, 对老旧小区的燃气管道进行及时和有效的改造升级显得尤为重要。通过运用现代技术和方法, 不仅可以提高管道系统的安全性和可靠性, 还可以优化能源利用效率, 进而提升居民的生活质量。因此, 深入了解和探讨老旧小区燃气管道改造工程中的施工技术和安全管理策略, 对于实现这一目标具有重要意义。

一、老旧小区燃气管道改造的必要性

(一) 气候影响管道使用寿命

燃气管道在不同气候条件下的性能表现差异明显, 这一事实对老旧小区的燃气管道改造具有重要意义。在寒冷地区, 低温会导致管道材料变得脆弱, 增加泄漏和破裂的风险。特别是对于旧管道, 由于材料老化和维护不足, 这种风险更加显著。在炎热和干燥的环境中, 紫外线和热应力会加速管道材料的退化。此外, 温度波动引起的热胀冷缩现象对管道连接部位造成持续的应力, 从而增加燃气管道泄漏的可能性。因此, 针对特定气候条件的管道材料选择和设计改进是改造工程的重要考虑因素。这不仅包括选用更耐腐蚀和耐温差的材料, 还包括在管道设计中引入应对热胀冷缩的机制, 如伸缩接头或波纹管设计, 以提高管道的整体稳定性和耐久性。

(二) 燃气管道自身出现老化

随着时间的推移, 老旧小区的燃气管道不可避免地会出现老化现象。管道老化的主要原因包括材料疲劳、

长期受到环境因素的影响(如化学腐蚀、土壤移动等)以及历史上的维护不当。随着管道材料结构的逐渐退化, 其机械强度下降, 使管道更容易在正常压力下发生破裂或泄漏。此外, 老化的管道系统因设计标准低于当前的安全规范而存在安全隐患。这些安全隐患不仅限于直接的泄漏风险, 还包括因老化导致的阀门失效、连接不稳定等问题。为确保居民的安全和燃气供应的可靠性, 对这些老化管道进行全面的改造升级是必要的。改造工作不仅涉及替换老旧管道, 还包括引入现代化的监控和维护系统, 如远程监控技术和定期的完整性评估, 以确保管道系统的长期安全和效率^[1]。

二、老旧小区更新改造存在的主要问题

(一) 改造难度大

老旧小区燃气管道更新改造的复杂性主要来源于几个关键因素。首先, 这些小区的原始建设往往缺乏现代规划, 导致管道布局混乱, 难以进行有效的改造规划。此外, 旧有的管道被建筑物或其他基础设施所覆盖, 使得访问和更换工作变得极为困难。这种情况在城市密集区域尤为明显, 其中狭窄的空间和密集的建筑群对施工作业带来额外的限制。另一个问题是, 旧管道的数据和文档不完整或已经过时, 这对于准确评估改造需求和规划施工带来难度。此外, 老旧管道与现有的其他公用设施, 如电线和水管, 紧密相连, 任何改造计划都必须考虑到这些相互之间的复杂关系, 以避免在改造过程中造成更大的破坏。

(二) 改造成本高

燃气管道改造的高成本是老旧小区改造面临的另一个重要问题。首先, 物料成本本身就是一个重大因素。使用现代、高标准的管道材料和相关组件通常伴随着显著的费用。此外, 专业施工队伍的劳动成本也不容忽视, 特别是在需要特殊技能和设备的复杂改造项目中。在城市环境中进行此类工程常常需要额外的安全措施和对周围环境的保护, 这些措施进一步增加总体成本。此外, 由于老旧小区中的管道通常难以接近, 因此需要特殊的施工技术和设备来进行挖掘和安装, 能进一步推高整体预算。还有一个经常被忽视的成本因素是居民在改造期间面临的不便, 如临时中断燃气供应, 会导致对居民的补偿或提供临时替代方案, 增加改造的间接成本^[2]。

三、燃气管道改造工程常用施工技术

(一) PE管整体改造技术

聚乙烯(PE)管道在燃气管道改造项目中受到青睐, 主要是由于其耐腐蚀性、轻便性和柔韧性。PE管整

体改造技术的核心是使用高密度聚乙烯（HDPE）材料来替换或升级现有的老旧管道。这种材料不仅具有出色的化学稳定性，而且能够抵御环境因素如土壤酸碱度的影响，从而大幅延长管道的使用寿命。此外，HDPE管道的安装相对简单快捷，可以被灵活地弯曲以适应现有的管道布局，减少需要开挖的范围和数量。在安装过程中，通常采用热熔技术或电熔技术来连接管道段，这两种方法都能提供强大的密封性和整体结构的连续性，减少未来泄漏的风险。

在PE管整体改造技术的应用中，施工团队通常首先进行详细的地下管线勘测，以确定最佳的管道路径和安装策略。这种勘测通常包括使用地下雷达或其他探测技术来识别现有管道的准确位置和条件。然后，根据所获得的数据，设计师和工程师将规划出最有效的管道布局，同时考虑到最小化对周围环境和居民日常生活的干扰。实施阶段，HDPE管道可以通过开挖或无开挖技术（如定向钻进或管道顶管）进行安装，这取决于现场条件和项目需求。例如，在城市密集区域或交通繁忙的街道上，无开挖技术由于对交通和居民生活影响较小而更受青睐。

（二）PE管异径穿插技术

PE管异径穿插技术是一种用于燃气管道改造的先进技术，允许在不同尺寸的管道之间进行有效的连接和替换。这种方法的核心在于使用专门设计的聚乙烯（PE）管材，这些管材能够精确匹配现有的管道系统，无论其直径大小如何。在实施这项技术时，专业团队首先对现有的管道进行仔细的评估，确定其尺寸和材质。然后，根据这些数据，选用合适尺寸的PE管，并通过特殊的切割和焊接技术，将其与旧管道进行连接。这种连接方法的关键在于确保新旧管道之间的密封性和稳固性，从而防止未来会出现的泄漏。PE管的灵活性和适应性使得可以轻松穿过旧管道，即使在地下环境复杂或空间狭窄的城市区域中也同样适用。

此技术的一个主要优势在于其对周围环境的最小化干扰，尤其是在城市密集区域，这一点尤为重要。异径穿插技术通过减少地面开挖，不仅能保护环境，也能减轻对居民生活的影响。然而，这种技术的实施需要精密的操作和高水平的技术专长。施工团队必须进行精确的焊接，以确保管道接口的完整性，同时还需要计算管道的长度和弯曲度，以确保新管道在旧管道中的顺利穿插。在施工前，进行详细的地下设施勘察和精确的管道布局设计是至关重要的，这包括使用地下雷达等先进技术进行探测，以及利用计算机辅助设计（CAD）软件进行规划。PE管异径穿插技术是一种有效的燃气管道改造方法，它不仅能提高管道系统的安全性和可靠性，而且还为老旧小区的基础设施升级提供一种高效且环境友好的解决方案。

（三）翻转内衬修复技术

翻转内衬修复技术是一种革新性的管道修复方法，专门用于恢复老旧管道的功能性而无须进行大规模挖掘。这项技术的关键在于使用一种特殊的内衬材料，通常是由树脂浸渍的聚酯或玻璃纤维制成。在施工过程中，这种内衬材料首先被制成管道相应尺寸的软管，然后在完全反转的状态下插入到旧管道中。使用水压或空气压力，这个软管在管道内展开，其树脂涂层与旧管道的内壁紧密结合。随着树脂的固化，内衬材料形成一个坚固的新管道，从而恢复旧管道的结构完整性和流体传输能力。

翻转内衬修复技术不仅适用于燃气管道，还可用于水管和污水管等多种类型的管道修复。与传统的开挖更换方法相比，能大大减少施工对周围环境的影响，缩短工程时间，并降低整体成本。这项技术的另一个重要优势是其灵活性和适应性。由于内衬材料在安装前是柔软和可塑的，因此它可以轻松适应各种尺寸和形状的道路，包括那些有弯曲或不规则部分的管道。此外，这种修复方法还能增强管道的耐腐蚀性能，延长其使用寿命。然而，翻转内衬技术的成功实施需要精确的工程规划和专业的操作技巧。首先，必须对旧管道进行彻底清洁和检查，以确保内衬安装时没有障碍。其次，树脂的选择和固化过程需要严格控制，以确保新形成的管道具有足够的强度和耐久性^[3]。

（四）裂管法施工技术

裂管法施工技术是一种用于老旧管道更换的高效方法，特别适用于那些需要替换但难以直接接触的管道。这种技术的核心是使用一种特制的裂管机，该机器通过旧管道驱动，沿着管道轴向逐步裂开原有的管材。裂管机的前端装有锋利的切割头，能够切割多种材料，包括铸铁、混凝土和塑料。在裂管过程中，旧管道被逐渐裂开并向外扩张，同时，在裂管机后部紧跟着的新管道（通常是聚乙烯或其他柔性材料管道）被顺利拉入旧管道的位置。这种方法的优势在于能够在不进行大规模挖掘的情况下更换管道，尤其适用于城市或其他难以挖掘的环境。

裂管法施工技术不仅能提高管道更换的效率，还能显著减少对周围环境的影响。由于无需大面积开挖，这种方法能减少对周边交通和日常生活的干扰，同时也能降低施工的整体成本。此外，由于新管道材料的柔性和耐久性，使用裂管法安装的管道通常具有更长的使用寿命和更好的抗腐蚀性能。然而，裂管法的应用也面临一些技术挑战。首先，对旧管道的材质和状况需要进行精确评估，以确保裂管机可以有效地裂开管道而不会导致意外破坏。其次，新管道的尺寸和材质需要精心选择，以确保它们可以顺利地安装到位并承受地下环境的压力。最后，裂管操作需要精准的控制和监视，以确保过

程中的安全性和效率。

(五) PE管挤压穿插技术

PE管挤压穿插技术是一种先进的管道改造方法，旨在通过使用高密度聚乙烯（HDPE）管道来更新老旧的管道系统。这项技术的关键在于将新的PE管通过特殊设备挤压并穿插到旧管道内部。在施工过程中，首先确定旧管道的精确位置和状态。然后，使用一种特殊的挤压装置，该装置能够在不损坏旧管道的情况下，将柔性的PE管插入其中。这种挤压装置通常包括一个强力的推进机械和一个管道引导系统，确保新管道能够顺利进入并穿过旧管道。此技术的一个关键步骤是在PE管进入旧管道前，将其加热至一定温度，使之变得柔软和可塑。这样一来，PE管在穿插过程中可以轻松地适应旧管道的形状和弯曲，而不会产生折断或损伤。

PE管挤压穿插技术的一个显著优势是其对现有基础设施的最小化破坏。由于不需要大规模的挖掘工作，这种方法可以在不影响地面交通和日常活动的情况下进行管道更新。此外，由于HDPE管的耐腐蚀性和抗老化性能优异，采用此技术改造的管道系统寿命更长，维护成本更低。然而，这种技术的实施也面临着一定的挑战。首先，需要精确控制PE管的加热温度和挤压速度，以确保管道在穿插过程中不会受到损伤。其次，对旧管道的物理结构和材料特性需要进行详细的评估，以确定PE管穿插的可行性。最后，这种技术要求操作人员具有高技能水平和丰富经验，因为管道挤压和穿插的过程需要精确的操作控制。尽管存在这些挑战，PE管挤压穿插技术以其高效性和环境友好性，成为老旧管道更新改造的首选方法之一^[4]。

四、燃气工程施工安全管理的优化策略

(一) 采用高技术水平作业

在燃气工程施工中，采用高技术水平作业是确保施工安全的关键策略之一。这涉及使用最新的技术和设备来提高施工效率和安全性。例如，引入先进的探测技术，如地下雷达和三维成像，可以在施工前精确地定位地下管道和其他设施，从而减少意外挖掘导致的风险。此外，采用无人机技术进行空中监视，可以在施工期间实时监控工地情况，及时发现潜在的安全隐患。同时，使用智能化的施工管理软件能够优化资源分配，确保工程进度和质量的同时，减少人为错误。

除引入先进技术，高技术水平作业还包括对施工人员进行专业培训，确保他们能够熟练操作新技术和设备。专业培训不仅限于操作技能的提升，还包括安全意识的强化。例如，施工人员应接受关于高危操作环境下的安全规程培训，如在密集城市环境中进行燃气管道施工的特殊安全措施。此外，实施定期的安全演练和应急响应训练，可以确保施工团队在遇到紧急情况时能够迅速有效地应对。通过结合高技术设备的使用和人员的专业培

训，可以极大地提升燃气工程施工的整体安全水平。

(二) 文明施工措施

在燃气工程施工过程中，实施文明施工措施对于保障社区的安全和减少对环境的影响至关重要。文明施工涵盖一系列的实践和原则，旨在降低施工活动对周围环境和居民生活的干扰。这包括施工现场的噪音管理、尘土控制、废物处理和交通管理等多个方面。例如，使用噪音控制屏障和低噪音施工设备可以有效减少施工噪音对周边居民的影响。同时，采用水雾喷洒系统和封闭式施工方法可以大幅减少施工现场扬尘，保护周边环境和居民的呼吸健康。此外，合理规划施工车辆的行驶路线和时段，以及在工地周边设置明显的交通指示，可以有效减少施工对周围交通的干扰，提高道路的通行效率。

除减少环境干扰，文明施工还强调工地的整洁有序。这包括规范的废物分类和处理流程，确保施工废料被有效回收或安全处置，减少对环境的污染。同时，保持施工现场的整洁有助于提高工作效率和安全性，降低工伤事故的风险。文明施工还涉及与社区的积极沟通和协作。通过定期向社区居民提供工程进展的信息，解答他们的疑问和关切，可以建立良好的邻里关系，减少施工引起的社会摩擦。此外，为施工人员提供适当的培训，强化他们的社会责任感和职业道德，也是文明施工的重要组成部分。通过这些综合性措施的实施，燃气工程施工不仅能够有效地减少对环境和社区的负面影响，还能提升公众对工程项目的整体印象和接受度。

五、结语

总而言之，老旧小区燃气管道改造工程是一个复杂且技术性强的领域，不仅涉及先进的施工技术，如PE管整体改造、异径穿插、翻转内衬修复以及裂管法，还包括高水平的作业技术和文明施工措施的应用。每项技术都有其独特的优势和应用场景，确保改造工程的高效性、安全性和最小对环境的影响。这些技术的成功实施，不仅能提升老旧小区的基础设施，也为居民带来更安全、可靠的燃气供应。随着技术的不断进步和实践的深入，这些方法将在未来的城市更新和改造项目中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 郑毅. 燃气老旧管道改造工程施工研究[J]. 黑龙江科学, 2019, 10(14): 110-111.
- [2] 张兴旺. 基于合肥市老旧小区燃气改造相关问题的综合分析[J]. 大众科技, 2019, 21(4): 126-128+11.
- [3] 李巍. 关于旧住宅燃气管线改造有关问题的探讨[J]. 电脑高手(电子刊), 2020, 2(2): 1874.
- [4] 陈晓艳, 王鸿鹏. 埋地老旧中压钢制燃气管道改造的常见问题分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38(12): 181+183.