

老旧燃气管道更新改造技术路径与经济性评价

展锡荣

靖江天力燃气有限公司 江苏 靖江 214500

摘 要：老旧燃气管道现状分析需构建多维度评估体系界定其标准，现存问题集中在材质老化、运行性能衰减和安全隐患三方面。更新改造技术路径包括整体更换、局部修复和非开挖更新，选择需遵循安全、适用、经济 and 高效原则，受管道状况、技术可行性和经济性等因素影响。选择流程包括全面排查、初步筛选、综合对比和全面评估。经济性评价需覆盖项目全生命周期，设定前期投入、施工过程、后期运维成本及收益等核心指标，结合项目特点选择静态或动态评价方法，为经济决策提供依据，确保项目长期经济效益最大化。

关键词：老旧燃气管道；更新改造技术路径；经济性评价体系

引言：随着城市发展，老旧燃气管道问题日益凸显，界定标准需综合使用年限、材质特性、运行状态和安全性能等多要素。现存问题集中在材质老化、运行性能衰减及安全隐患方面。为保障管道安全稳定运行，更新改造迫在眉睫。然而，更新改造技术路径多样，各有其适用条件，选择时需遵循科学合理的原则与方法。同时，构建经济性评价体系，全面考量项目全生命周期成本与收益，选择适配评价方法，对实现项目经济可行、保障长期效益具有重要意义。

1 老旧燃气管道现状分析

1.1 老旧燃气管道界定标准

老旧燃气管道的界定需构建多维度综合评估体系，核心围绕使用年限材质特性运行状态和安全性能四大关键要素有序展开。依据管道实际服役时长，结合行业通用的年限划分规范，对超出基准服役时长的管道进行初步筛选与归类，明确老旧管道的基础范围。同时重点关注管道材质自身的耐用性能及老化程度，通过日常运行中的各类检测数据，精准判断管道是否出现性能下滑安全风险攀升等异常现象，为界定工作提供核心数据支撑。兼顾管道日常维护保养的实际情况作为辅助界定因素，全面整合各项相关指标，形成层级清晰标准统一且具备可操作性的界定规范，为后续更新改造工作的有序推进提供明确科学的判定依据，确保界定结果的合理性与实用性，保障更新改造工作精准高效开展。

1.2 老旧燃气管道主要现存问题

老旧燃气管道的现存问题集中体现在材质老化运行性能衰减及安全隐患三个核心层面，各问题相互关联且各有侧重，共同影响管道的正常运行。管道材质老化随服役时长逐步加剧，表现为材质内部结构疏松整体强度与韧性持续下降，抗腐蚀能力不断弱化，易出现表面劣

化破损及渗漏等情况，直接削弱管道的结构稳定性与密封性能，成为各类问题的基础性诱因^[1]。管道运行性能衰减主要表现为燃气输送效率降低压力调节稳定性不足，长期使用导致管道内壁积垢增多出现堵塞，增加燃气输送阻力，无法维持设计输送标准，难以适配现阶段的使用需求，影响输送的稳定性与高效性。管道安全隐患源于材质老化和性能衰减引发的泄漏风险，同时管道周边环境变化也会带来额外安全威胁，这类隐患具有隐蔽性强的特点，一旦爆发会直接影响管道运行的安全性与可靠性，需重点关注与防控。

2 老旧燃气管道更新改造技术路径分类及应用条件

2.1 整体更换技术路径

整体更换技术路径是老旧燃气管道更新改造的重要方式，其技术核心流程围绕管道整体拆除与新管道铺设展开，先对原有老旧管道进行全面排查与停运处理，清理管道周边干扰因素后进行整体拆除，再按照规范要求开展新管道的测量放线、沟槽开挖、管道铺设、接口连接及压力试验等工序，完成全部流程后恢复管道正常运行。适用管道类型及场景主要针对老化程度严重、结构完整性遭到严重破坏、无法通过修复手段恢复使用功能的管道，尤其适用于服役时长过久、材质劣化彻底且存在多重安全隐患的管道。技术优势在于能够从根本上解决管道老化问题，彻底消除安全隐患，大幅提升管道运行的稳定性与耐久性，延长管道整体服役寿命；局限性则表现为施工周期较长，施工过程中会对周边环境产生一定影响，且整体施工成本相对较高，对施工流程的规范性要求更为严格。

2.2 局部修复技术路径

局部修复技术路径聚焦于管道局部破损、老化部位的针对性处理，技术核心流程首先对管道进行全面检测，

精准定位破损、老化的具体位置及程度,然后对目标区域进行清理、打磨等预处理,去除管道内壁积垢及破损杂物,再采用专用修复材料对局部破损部位进行填充、加固或密封处理,最后通过压力检测等方式验证修复效果,确保修复部位符合运行要求。适用管道类型及场景主要针对管道整体状况良好,仅存在局部破损、渗漏或老化的管道,适用于破损范围较小、位置相对集中且管道主体结构未受到严重破坏的情况^[2]。技术优势在于施工周期短、施工成本较低,施工过程中对周边环境的干扰较小,无需对管道进行整体停运,可在保障部分区域正常供气的前提下完成修复工作;局限性在于修复效果仅针对局部区域,无法从根本上解决管道整体老化问题,修复部位的耐用性相较于整体更换管道存在一定差距,后期可能需要再次进行维护。

2.3 非开挖更新改造技术路径

非开挖更新改造技术路径以减少地表扰动为核心特点,技术核心流程先通过专业检测设备对管道位置、走向及破损情况进行精准探测,确定施工点位后采用专用设备在地表不开挖或少量开挖的前提下,完成管道的修复、更换或铺设作业,核心工序包括导向钻进、管道拉管、内衬修复等,全程无需大面积开挖沟槽,施工完成后对地表进行简单恢复即可。适用管道类型及场景主要针对铺设在交通繁忙区域、建筑物下方、地下管线密集区域等不宜进行开挖施工的管道,适用于各类老化程度的管道,尤其适合对地表环境保护要求较高的区域。技术优势在于施工对地表环境破坏小,可有效避免开挖施工带来的交通拥堵、建筑物损坏等问题,施工周期相对较短,施工效率较高;局限性在于技术难度较大,对施工设备及施工人员的专业水平要求较高,专用设备的投入成本较高,且对于部分严重变形或破损的管道,修复效果可能受到限制。

3 老旧燃气管道更新改造技术路径选择原则与方法

3.1 技术路径选择核心原则

老旧燃气管道更新改造技术路径选择需遵循多维度核心原则,确保选择的技术路径科学合理、贴合实际需求且能实现长期效益。核心原则首要突出安全性,无论选用何种技术路径,都需将消除管道安全隐患、保障管道长期稳定安全运行作为首要前提,优先选择能从根本上提升管道安全性能、杜绝安全风险反复出现的技术方式。其次注重适用性,需全面结合管道实际服役状况和后续运行需求,选择与管道老化程度、结构特点、输送要求相匹配的技术路径,避免技术选型与实际需求脱节,确保技术路径能够充分适配管道现有条件^[3]。同时兼顾经

济性,在满足安全和适用要求的基础上,合理控制前期施工成本、中期施工管控成本及后期运维成本,实现成本投入与运行效益的平衡,避免不必要的成本浪费。

3.2 技术路径选择影响因素分析

老旧燃气管道更新改造技术路径的选择受多种因素综合影响,各因素相互作用、相互制约,共同决定技术路径选型的合理性与可行性。管道自身状况影响是基础且核心的因素,主要涵盖管道服役时长、材质老化程度、结构完整性、破损范围及运行损耗情况,管道老化越严重、结构破损越彻底、运行损耗越大,越倾向于选择整体更换类技术路径;若管道整体状况良好,仅存在局部破损或轻微老化,且主体结构未受影响,则更适合采用局部修复类技术路径。技术可行性影响主要体现在施工技术成熟度、施工设备适配性及施工人员专业水平,需选择技术体系成熟、施工设备易获取且施工人员能够熟练操作的技术路径,避免因技术难度过高、设备不匹配或人员专业不足导致施工无法顺利推进,确保施工过程的顺畅性与施工质量。经济性影响贯穿技术路径选择的全过程,主要包括前期施工投入、后期运维费用及长期投入产出比,需全面核算各类技术路径的综合成本,选择成本合理、后期运维便捷且能实现长期经济效益最大化的技术路径。

3.3 技术路径选择流程与方法

老旧燃气管道更新改造技术路径选择需遵循规范、系统的流程与科学合理的方法,确保选择结果精准可靠、贴合实际且能顺利落地。选择流程首先从管道全面排查入手,通过专业检测手段对管道的服役状况、老化程度、结构完整性、安全隐患类型及分布情况进行全面排查,精准获取各项基础数据,为技术路径选择提供坚实的数据支撑。随后结合排查结果,系统梳理各类更新改造技术路径的适用范围、核心优势与自身局限性,结合管道实际情况初步筛选出符合要求的候选技术路径,剔除与管道状况不匹配的技术方式^[4]。接着对候选技术路径进行多维度综合对比分析,重点围绕安全性、适用性、经济性及高效性四大核心维度展开对比,结合管道后续运行需求,剔除不符合核心要求的路径,保留最优候选方案。最后通过全面综合评估确定最终的最优技术路径,同时制定完善的施工实施细则,明确施工流程、技术要点、质量控制标准及运维要求,确保技术路径能够顺利落地实施,保障更新改造工作达到预期效果,实现管道长期安全稳定运行。

4 老旧燃气管道更新改造经济性评价体系构建

4.1 经济性评价核心指标设定

老旧燃气管道更新改造经济性评价核心指标设定需全面覆盖项目全生命周期,确保评价结果能够全面、精准地反映项目的综合经济价值,为项目决策提供可靠支撑。前期投入成本指标作为经济性评价的基础前提,主要涵盖管道及配套相关材料的采购成本、材料运输过程中产生的各类相关费用、前期勘察与方案设计成本,以及项目启动前的各项准备、协调与前期筹备成本,这类指标直接决定了项目初始资金投入的规模,是后续开展各项经济性分析工作的重要基础。施工过程成本指标聚焦于项目实施阶段的各项成本支出,包括施工现场的清理、平整与准备成本,管道铺设或修复的核心施工成本,临时设施的搭建与后期拆除成本,施工人员的薪酬、福利及现场管理成本,以及施工过程中各类能源、耗材的消耗成本,其成本高低直接与施工方案的合理性、施工效率的高低密切相关^[5]。后期运维成本指标关乎项目长期运营的经济性,主要包括管道日常巡检与常规维护成本、故障排查与应急维修成本、定期专业检测成本,以及后期管道的升级、养护与性能提升成本,是衡量项目长期运营效益、判断项目整体经济性的关键指标。收益相关指标集中体现项目的综合价值,涵盖改造后管道运行效率提升带来的能源节约收益、安全隐患消除减少的各类经济损失、管道服役寿命延长降低的重复建设与更换成本,以及供气稳定性提升带来的相关间接收益,全面反映项目投入与产出的整体效益水平。

4.2 经济性评价方法选择与应用

老旧燃气管道更新改造经济性评价需紧密结合项目自身特点,科学选择适配的评价方法,规避各类方法的局限性,确保评价结果具有科学性、实用性与可靠性,为项目决策提供有效支撑。静态评价方法适用于项目周期较短、成本与收益波动较小的更新改造项目,其核心是通过直接计算各项成本与收益的差额或相关比率,快速判断项目的经济可行性,常用方式包括投资回收期与投资收益率的计算,该方法操作简便、计算逻辑清晰,无需复杂的专业计算,能够直观反映项目初始投资的回

收速度与基本盈利水平,适合作为项目初步经济性判断的核心方法,可快速筛选出明显不具备经济可行性的方案,为后续更深入的评价工作奠定基础。动态评价方法适配于项目周期较长、成本与收益随时间变化较为显著的更新改造项目,其核心是充分考虑资金的时间价值,通过折现手段将不同时间节点产生的成本与收益统一折算为同一时点的价值,再进行综合分析 with 评估,主要包括净现值法与内部收益率法,该方法能够更精准、更全面地体现项目全生命周期的真实经济效益,有效规避静态评价方法忽略资金时间价值的局限性,为长期更新改造项目的经济性决策提供更科学、更可靠的依据,是复杂老旧燃气管道更新改造项目经济性评价的核心方法。

结束语:老旧燃气管道更新改造意义重大。通过构建多维度界定标准明确改造对象,剖析现存问题找准改造方向。在技术路径上,整体更换、局部修复、非开挖各有适用场景,选择时需遵循安全、适用、经济、高效原则,综合考虑多种因素,依规范流程确定最优路径。同时,构建覆盖全生命周期的经济性评价体系,科学选用评价方法,能全面评估项目经济价值。如此,可保障更新改造工作科学、精准、高效推进,提升管道安全运行水平,为城市燃气供应稳定与安全提供坚实保障。

参考文献:

- [1]江飞,何钢,宁建轩.我市今年已改造老旧燃气管道171.8公里[N].南京日报,2024-11-07(A07).
- [2]谢丽婉.城镇燃气管道综合评估软件开发[J].市场监管与质量技术研究,2024,(05):24-28+38.
- [3]容良贵.小区燃气管道改造工程案例分析[J].住宅产业,2024,(10):81-83.
- [4]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.
- [5]张华明.城市燃气管道老化更新改造分析[C]//《煤气与热力》杂志社有限公司.中国燃气运营与安全研讨会(第十三届)论文集(上册).深圳市燃气工程设计有限公司,2024:810-813.