

# 燃气管网老化管道的安全整改与更新技术探讨

余恩勤<sup>1</sup> 赵梦兰<sup>2</sup> 李书平<sup>1</sup> 巫晓添<sup>1</sup> 袁润雨<sup>1</sup>

(1: 龙泉驿华油兴能天然气有限公司, 四川 成都 610000;

2: 四川乐华燃气有限公司, 四川 乐山 614000)

**摘要:** 城市化进程加快, 燃气管网老化问题凸显, 安全隐患频现, 本文分析老化管道成因及影响, 提出安全整改策略, 含管道评估、风险管理与新技术应用。探讨国内外成功案例, 分析不同技术适用性与经济性, 对比多种技术优缺点, 强调科学评估与综合治理, 以实现管道安全稳定运行, 为城市燃气供应提供保障, 共同推动城市燃气事业可持续发展。

**关键词:** 燃气管网; 老化管道; 安全整改; 更新技术; 风险管理

## 0 引言

燃气是城市重要能源, 安全性关乎居民生命财产, 燃气管网老化致腐蚀、泄漏, 安全隐患突出, 泄漏事故频发, 挑战城市运行, 对应急管理和安全监管提更高要求。当前老化管道整改缺乏系统性、科学性指导, 效果不佳, 探索有效整改和更新技术迫切, 结合国内外经验手段可提供可行方案, 本文探讨老化管道安全整改与更新技术, 提升管网安全性与可靠性。

## 1 燃气管网老化管道的现状与问题分析

随着城镇化进程的加快以及人口的持续增加, 燃气需求呈现出日益攀升的态势, 在此背景下, 燃气管网中老化管道的问题愈发凸显, 许多城市的燃气管道历经几十年的使用, 材质不可避免地出现老化, 同时面临着腐蚀、机械损伤以及环境因素等多方面的影响, 这使得管道的物理特性与化学稳定性逐步下降。在这种情况下, 老化管道的使用频率和工作压力却在逐渐加大, 其承载能力因而受到了严重挑战, 进而极有可能引发泄漏、爆炸等极为严重的安全事故。

在老化的燃气管道中, 均匀腐蚀、局部腐蚀以及应力腐蚀等常见的腐蚀类型广泛存在, 这些腐蚀现象不但会极大地缩短管道的使用寿命, 而且还会显著降低燃气系统的整体安全性。管道的连接部位、阀门以及焊接接头等关键区域成为了事故发生的高发地带, 因为任何微小的缺陷都有很大可能成为引发事故的导火索, 由于老化管道具有一定的隐蔽性, 这使得对其进行定期检查和维修变得极为困难, 常常在人们未有所察觉的情况下, 就潜藏着诸多安全隐患。

伴随着燃气行业对安全性要求的不断提高, 高度重视老化管道的监测与维护工作, 目前现有的监测手

段和技术相对滞后, 无法做到全面、及时地评估管道的实际状况。由于缺乏系统的风险评估机制, 潜在的危险也就未能得到有效的预警, 部分地区对于老化管道的整改措施未能切实做到位, 往往只是进行局部修补, 而非实施整体更新, 从而导致问题依旧顽固地存在着。对老化管道的安全隐患进行深入的研究和分析, 这不仅仅是确保燃气安全的必要举措, 更是提升城市基础设施管理水平的重要环节, 必须科学合理的评估方法, 紧密结合新兴技术手段, 对老化管道进行全面的审视与治理, 如此方能实现燃气管网的安全、稳定以及高效运行。

## 2 老化管道安全隐患的识别与评估方法

老化管道的安全隐患识别与评估, 无疑是保障燃气供应安全的关键环节, 在这一至关重要的过程中, 采用科学的评估方法显得尤为关键, 常用的评估方法涵盖视觉检测、超声波检测、磁粉检测以及涡流检测等。这些技术各自具备独特的优缺点, 且适用于不同的管道状况以及环境条件, 视觉检测作为最为基础的手段, 主要是人工或者设备对管道外部的状况进行观察, 能够较为直观地发现诸如裂纹、锈蚀等表面缺陷, 仅仅依赖视觉检测, 实难全面掌握管道内部的健康状况, 故而需要结合其他非破坏性检测方法。

超声波检测乃是一种高效的手段, 其声波的传播特性对管道材料进行评估, 能够有效地测量管道壁厚并识别内部缺陷, 该方法具备较强的穿透能力, 能够深入分析管道内部的腐蚀以及其他损伤情况, 尤其适用于大直径、高压力的燃气管道。超声波检测对操作人员的技术要求较高, 且在某些复杂环境中可能会受到一定限制, 磁粉检测通常用于铁磁性材料, 磁场作

用下的粉末来显示缺陷，能够识别表面以及近表面的裂纹和缺陷。

其快速、有效的特性使其能够在短时间内提供准确的评估数据，尤其适合于定期维护时的快速检查，涡流检测技术则适用于导电材料，能够检测表面及近表面的缺陷，尤其在管道焊接处的质量控制方面发挥着重要作用，这些非破坏性检测技术的应用，使得老化管道的识别工作变得更加精准无误。

在进行管道安全隐患的评估时，数据采集与分析乃是不可忽视的重要环节，建立管道健康监测数据库，能够实现对老化管道状态的动态管理，结合传感器技术以及物联网的应用，实时监测管道的压力、流量、温度等关键参数，能够为管道的运行状态提供有力的数据支持。采用数据分析技术，能够快速识别出潜在的安全隐患，从而为后续的维护和整改决策提供科学依据，风险评估方法也应与隐患识别紧密结合。对老化管道进行综合评估，结合环境、使用年限、腐蚀程度等诸多因素，运用故障模式与影响分析（FMEA）等方法，可以对不同管道段的风险进行量化，进而有针对性地制定整改措施。这种综合评估方法，不但提高了老化管道隐患的识别效率，也为安全管理提供了更加系统化的思路，以切实确保燃气管道的安全稳定运行。

### 3 管道老化的原因及整改措施

针对老化管道的有效整改措施，其实施路径需要进行系统化的规划，全面涵盖从评估到执行的整个过程，整改工作首先应当依据前期的安全隐患识别与评估结果，精心制定切实可行的整改方案。在此过程中，需要综合考量管道的使用年限、材料特性、历史运行数据以及环境影响等诸多因素，以此确保整改方案具备针对性与有效性。

整改措施可以划分为几类，其中包括局部修复、整体更换以及技术改造，局部修复通常适用于轻微的腐蚀以及小范围的裂纹，使用修复环、补片或者灌浆材料等手段进行加固。这类措施在实施方面较为简便，成本也相对较低，但是需要注意的是，修复后的管道仍然需要定期进行监测，以防隐患再度复发，在这种情况下，有针对性地选择适合的修复材料和技术，能够显著提升修复效果，进而延长管道的使用寿命。整体更换则适用于严重老化以及安全隐患较大的管道段。

这一过程涉及到管道的拆除以及新管道的安装，

必须在确保安全的前提之下进行，在替换管道时，应当根据实际需要选择适宜的管材，比如采用聚乙烯、聚丙烯或者钢管等，以适应不同的工作环境和压力要求。新管道的安装还应当遵循相关的国家标准和行业规范，确保连接处的密封性以及管道的承压能力，从而降低后续使用过程中的风险。

技术改造为老化管道提供了创新的解决方案，其中包括应用新技术、新材料和新工艺。例如，内衬修复技术通过在管道内部安装高强度塑料衬里，有效阻止腐蚀并提升承压能力。智能监测技术通过嵌入传感器实现实时监测压力、温度和流量，有助于及时发现并解决问题。根据《四川省城市燃气管道等老化更新改造方案（2022-2025年）》，截至2023年6月底，四川省已启动实施312个更新改造项目，完成改造6400余公里，计划在“十四五”期间累计改造老化的燃气管道3.24万公里，目前已经完成1.8万公里，今年计划再完成9000公里，剩余改造任务力争提前完成。此外，四川省计划在“十四五”期间更新改造老化燃气管道3万公里以上。这些数据展示了在实施整改措施过程中，安全管理和施工规范的严格遵守，以及施工人员的专业技能和安全意识提升的重要性。

整改工作完成后，应当及时开展验收工作，确保所有整改措施符合预定标准，在验收阶段，采用非破坏性检测手段对整改后的管道进行全面评估，确保其结构与功能达到预期要求。后续的维护与监测也需要紧随其后，建立长期的监测机制，定期对整改后的管道进行巡查与评估，以确保其长期安全稳定运行，这一系列有效整改措施的实施路径，将为老化管道的安全管理提供有力保障，有力推动城市燃气管网的可持续发展。

### 4 先进更新技术的应用与比较

在老化管道的更新过程中，先进技术的应用无疑显得尤为重要，其不但提升了整改效率，而且还提高了安全性，近年来，燃气管网更新技术历经了显著的进步，其中涵盖管道内衬技术、管道局部修复技术以及智能化监测系统等。这些新技术各自拥有其独特的优势和适用场景，从而为老化管道的更新提供了多样化的选择。管道内衬技术乃是一种极为有效的更新方案，其在老化管道内部涂覆一层高强度的衬里材料，能够切实有效地防止腐蚀和泄漏，这种方法的主要优势在于施工过程极为简便，能够大幅降低对周围环境的干扰，尤其适用于城市密集区域的管道更新。衬里



材料一般采用聚乙烯或聚氨酯等高分子材料,这些材料不但具备优异的耐腐蚀性,而且还能增强管道的承压能力,内衬技术还能够延长管道的使用寿命,降低维护成本。

管道局部修复技术则是针对特定缺陷而采取的措施,包括使用修复环、补片和灌浆材料等,这些方法适合于小范围的腐蚀和损伤,能够快速恢复管道的功能,这种修复方式的最大优点在于其低成本和快速性,适合于临时应急措施。在实施过程中,需要对损坏区域进行详细评估,以选择合适的修复材料和技术,智能化监测系统的应用正在改变传统管道管理模式,在管道中安装各种传感器,实现对压力、流量和温度的实时监测。这些传感器的数据可以无线网络实时传输到监控中心,便于相关人员及时获取管道运行状态,发现潜在的安全隐患,结合大数据分析技术,可以对监测数据进行深入分析,为管道的维护和更新提供科学依据,智能监测系统的使用不仅提升了管理效率,还大大降低了人工巡查的工作量,降低了人力成本。

内衬技术在修复老化管道时,具有广泛的适用性和较高的经济性,尤其在复杂环境下能高效解决问题。数据显示,内衬修复后管道寿命可延长至少40年。相比之下,局部修复技术成本虽低,但适用范围有限,通常只针对小面积的损坏,无法全面解决老化问题。智能化监测系统初期投资较高,但长期能预防事故,保障燃气供应安全与稳定。例如,四川省计划到2025年完成3万公里以上的老化燃气管道更新改造。而截至2023年6月底,四川省已完成了1.8万公里的燃气管道更新改造,今年的计划是再完成9000公里。这些数据表明,四川省通过合理选择技术方案,结合管道状况、成本和安全要求,正在有效解决老化管道问题,推动管网现代化,确保城市安全运营。

## 5 保障燃气安全的综合治理策略

建立完善的管道安全管理体系乃是实现综合治理的基础,此体系要求明确各级管理机构的职责,进而形成跨部门协作机制,安全管理体系不但要涵盖管道的日常监测、维护和检修,还需包括应急预案的制定与演练,以确保在发生突发事件时能够迅速做出反应,从而减少损失。强化技术手段的应用,乃是提升管道安全性的重要环节,智能监测系统的引入,能够实现对管道运行状态的实时监控,帮助管理者及时获取数据并分析潜在风险。采用数据分析和人工智能技术,可以对历史数据进行深度挖掘,从而为决策提供支持,

这种基于数据驱动的管理模式,使得管道的运行维护更加科学化,预防措施更具针对性。

培训与教育是保障燃气安全的重要组成部分,对管道管理人员和施工人员进行定期培训,不但能够提升他们的专业技能,还能增强其安全意识,在实际操作中,技术人员需掌握各类安全规程,了解常见故障及其应对方法,以确保在出现问题时能够迅速采取适当的措施。普及安全知识,提升整个团队的应急反应能力,进而有效降低事故发生的概率,加强法规与标准的执行,确保燃气管道的运行符合国家和地方的相关法律法规。制定并完善燃气管网建设和维护的行业标准,明确安全生产的具体要求,建立奖惩机制,督促相关单位和个人严格执行,政府应定期开展检查和评估,对不合规的行为进行处罚,形成良好的监管氛围。

公众参与也是保障燃气安全不可忽视的环节。提高居民的安全意识和防范能力,鼓励公众积极举报安全隐患,构建政府、企业和居民之间的协作网络,定期组织社区安全宣传活动,普及燃气使用安全知识,使居民了解安全使用燃气的基本常识,以及在发生意外时的应对措施,提升整个社会的安全防范意识。

## 6 结语

燃气管网安全乃城市稳定运行基石,针对老化管道隐患,经系统识别评估,形成综合治理策略,含局部修复、整体更换、智能监测及公众参与。健全安全管理体系、强化技术、提升人员素质、加强法规执行,可降事故率,保居民安全,未来,随技术进步与管理理念更新,燃气安全将更有保障,为城市可持续发展奠基,共同守护城市燃气安全,确保稳定发展。

### 参考文献:

- [1] 王春雪.城市燃气管网泄漏致灾演化与风险评价研究[D].首都经济贸易大学,2018.
- [2] 高岚.城市燃气管网系统泄漏风险的模糊综合评价研究[D].哈尔滨工业大学,2018.
- [3] 沙迪.城镇燃气聚乙烯管道热氧老化规律的试验设计研究[D].北京交通大学,2016.
- [4] 李猷嘉.燃气质量变化对终端用户的影响——当今液化天然气质量与互换性研究进展论述之一[J].城市燃气,2011(7):12.

### 作者简介:

余恩勤(1967-),男,籍贯:贵州,学历:本科,目前职称:初级工程师,研究方向:燃气管道运行维护。