

城镇燃气管网日常运行维护技术与优化策略研究

毛宏明 (秦皇岛中石油昆仑燃气有限公司, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 在城市基础设施中, 城镇燃气管网属于重要的组成部分之一, 实际运行是否安全稳定事关城市公共安全。研究面向城镇燃气管网运行维护, 旨在探究现有日常运行维护技术, 分析实现运维技术优化的价值与实践策略。综合已有文献研究成果和城镇燃气管网日常运维实践可知, 随着城镇燃气管网使用年限增长, 管网运行维护难度逐步提升, 现有的日常运行维护技术手段已经难以有效确保管网安全运行。同时, 实现日常运维技术优化具备可观的价值, 集中体现在公共安全保障、运行维护增强和燃气稳定供应等方面。由此可以得出研究结论, 应正视城镇燃气管网日常运行维护技术及其实践优化策略, 采取更具针对性的策略推进优化, 确保城镇燃气管网日常运维的成效。

关键词: 城镇燃气; 燃气管网; 运维技术; 运维优化

中图分类号: TU996.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 004-0112-03

Research on Daily Operation and Maintenance Technology and Optimization Strategies of Urban Gas Pipeline Networks

Mao Hongming (PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd., Qinhuangdao Hebei 066000, China)

Abstract: In urban infrastructure, urban gas pipeline networks are one of the important components, and their safe and stable operation is crucial to public safety in cities. This study focuses on the operation and maintenance of urban gas pipeline networks, aiming to explore existing daily operation and maintenance technologies and analyze the value and practical strategies for optimizing these technologies. Based on existing literature and practical experience in daily operation and maintenance of urban gas pipeline networks, it is evident that as the service life of urban gas pipeline networks increases, the difficulty of operation and maintenance gradually rises, and the current daily operation and maintenance techniques are no longer sufficient to effectively ensure the safe operation of pipelines. At the same time, optimizing daily operation and maintenance technology holds considerable value, mainly reflected in public safety assurance, enhanced operation and maintenance, and stable gas supply. Therefore, the research concludes that attention should be given to the daily operation and maintenance technology of urban gas pipeline networks and its practical optimization strategies, adopting more targeted measures to advance optimization and ensure the effectiveness of daily operation and maintenance of urban gas pipelines.

Keywords: urban gas; gas pipeline networks; operation and maintenance technology; maintenance optimization

随着社会经济转向高质量发展, 各地城市居民在生产生活方面提出了日益旺盛的资源能源供应需求。燃气作为关键能源, 在实际的生产生活中占据核心地位, 应优先确保燃气供应的安全性、效率性和稳定性, 帮助城市居民满足生产生活中的各项能源需求。在实际供应中, 燃气主要经城镇燃气管网运输, 送达需要燃气资源供应的城市用户处。在城市化水平稳步提升的新形势下, 燃气管网规模持续扩大, 同时结构日渐复杂化, 以至于管网日常运行维护面临着巨大的挑战。因而应重视城镇燃气管网日常运维中的技术应用, 实事求是地探索优化, 确保管网整体运行的安全性与稳定性。

1 城镇燃气管网日常运行维护技术分析

在城镇燃气管网日常的运行维护工作中, 常见技术主要包含泄漏检测技术、腐蚀评估技术、应急维修技术以及清管排水技术, 应更加深入地分析不同技术在日常运维中的实际应用。

1.1 泄漏检测技术

泄漏检测技术可以辅助定位泄漏点, 为技术人员

及时检修维护提供方向, 保障城镇燃气管网运行安全, 提高城市安全管理水平^[1]。该技术主要应用于燃气管网日常巡检环节, 确保及时发现泄漏点并分析泄漏情况, 为后续的运维检修工作开展提供明确的依据。传统采用巡检人员地面徒步巡检的方式检测管网泄漏, 由巡检人员持燃气检测仪沿管网徒步行走, 重点扫描地表上方 10-20cm 区域, 间隔一定距离检测一次, 确认其中的甲烷浓度。发现浓度异常后, 巡检人员可以向可疑处喷涂皂液观察气泡的生成情况, 以定位实际的泄漏点位。

1.2 腐蚀评估技术

管网腐蚀防护状态评估技术是城镇燃气管网预防性维护赖以实现的核心技术, 一般根据燃气管网实际情况定期应用于运维工作当中。该技术主要检测管网埋地管道防腐层状态, 确认管体实际的腐蚀情况, 着重关注以使用年限已久管道为代表的高风险管段。如防腐层破损检测, 由技术人员为管道施加直流电流, 在毫伏计的帮助下完成地表电压梯度的有效测量, 之

后使用移动检测仪，沿着管网路由持续扫描，以是否存在电压突变点为基准检测存在防腐层破损的管道位置。再如管体腐蚀直接检测，在阀门井或开挖处直接使用超声波测厚仪，通过高频声波测量并采集回波时间差，由此实现厚度计算，之后选取网格化测点检测，通过对比原始厚度计算结果完成管网腐蚀率评估。

1.3 应急维修技术

城镇燃气管网在实际运行中难免出现泄漏问题，而应急维修技术可以帮助技术人员尽快控制管网泄漏的实际影响^[2]。该技术主要应用于应急响应环节，即通过巡检或其他手段发现管道泄漏后，尽快修复腐蚀穿孔或机械损伤等突发性的管道破损问题，确保燃气管网可以更快回到安全运行状态。如带压堵漏法，技术人员使用定制的钢制夹具，覆盖出现泄漏的管网段，同时使用高压注胶枪完成硅酮或环氧树脂等密封胶的注入，逐步加压至管道停止泄漏，最后再保压测试半小时。如电熔修补法，主要用于维修PE管，切除受损管网段并刮除其氧化层，通过电熔套筒通电加热至指定温度后实施熔接，冷却后打压测试确认维修效果。

1.4 清管排水技术

在城镇燃气管网的日常运维中，管网的清洁与干燥同样关键，可定期采用清管排水技术开展维护，确保管网的燃气输送效率可以长期处在理想状态。主要清理管道内可能存在的水分或锈渣等杂质，预防冬季低温可能产生的冰堵问题，同时减缓管道内部的腐蚀。如机械清管法，采用PIG清管器作业，经发球筒完成清管器的发射，使用水或压缩空气推动前进。期间需控制推进速度，收球后确认清出杂质质量，超出指定数值后仍需进一步清理。再如凝水缸排水法，使用防爆泵抽吸管内的积水，测量并记录水量，必要时再做其他处理，如冬季低温应在缸内额外注入甲醇防冻液并封闭缸体。

2 城镇燃气管网日常运行维护技术优化的价值

优化城镇燃气管网日常运行维护技术具备可观的价值，可确保城镇燃气管网的安全运作，可显著提升管网运行维护的质效，还可保障燃气资源供应效率及稳定，应更加全面地把握并实现其价值。

2.1 确保城镇燃气管网的安全运作

燃气管网安全运营是关乎居民人身安全的重要问题，优化日常运行维护技术有助于确保城镇燃气管网整体的安全运作^[3]。如针对泄漏检测技术实施优化，可升级更优设备，将基础款催化燃烧检测仪升级为激光甲烷高灵敏遥测仪，确保泄漏定位检测实现非接触化。可优化泄漏巡检流程，由月度巡检升级至周度巡检，每日巡检使用年限较长的重点管网段。通过优化

日常运维技术，可以在更低浓度时发现泄漏，经事前检修预防燃气爆炸事故，确保燃气管网整体安全运作。

2.2 显著提升管网运行维护的质效

技术手段在城镇燃气管网日常运维实践中扮演着关键的角色，可以直接决定运维质量，而优化运维技术可以有效提升技术水平，进而显著提升管网运行维护质效。如针对应急维修技术实施优化，将带压堵漏法所用的钢制夹具升级为复合材料夹具，在减轻质量的基础上可耐受更高压力。或是在电熔修补法应用期间额外引入红外热成像监控，帮助技术人员精准把控熔接温度，确保作业质量。优化日常运维技术可以在多方面促进技术改善，进而推动管网运维质效取得提升。

2.3 保障燃气资源供应效率及稳定

随着我国国民经济水平的提高，城镇燃气的利用率也在持续提高，为城镇燃气管网运营管理带来全新的挑战^[4]。日常运维的核心目标在于确保城镇燃气管网的正常运作，进而确保城市居民的燃气资源使用体验。通过优化日常运维技术，还可进一步保障管网运作，保障燃气资源供应的效率及稳定性。如优化清管排水技术，可以为清管器集成即时压力传感器模块，以压力动态调整预防卡堵风险，还可基于历史凝水量数据适度调整清管频次，为燃气供应过程保驾护航。

3 城镇燃气管网日常运行维护技术优化的实践策略

在实际地优化城镇燃气管网日常运行维护技术时，可以着重关注智能化运维、维护计划制定、数据驱动应急、地理信息系统和人工智能部署等多个方面，更加科学地采取策略促成有效的优化，保障城镇燃气管网的日常运行维护质量。

3.1 提升管网系统运维技术智能化水平

城镇燃气管网日常运维是庞大且复杂系统的工程，同时可以确保燃气管道安全运行，避免事故发生。主要可以优先关注智能化转型，通过提升管网系统运维技术的智能化水平，为整体的运维质量夯实技术基础。一方面应聚焦监测诊断智能化。具体应在城镇燃气管网重要节点增设高精度传感器，围绕流量、压力和温度等参数分别布置不同类型传感器，组成覆盖燃气管网整体的传感器物联网，确保传感器采集所得数据可以尽快传输至数据中心，实现管网运行状态监测的智能化转型。另一方面应强化数据挖掘分析，提供更多智能化运维所需的依据。具体应关注数据中心建设，本地部署人工智能，由人工智能经燃气管网既往监测数据实现深度学习，根据管网传感器物联网回传的参数数据自动化分析管网风险点，及早发现可能进

一步引发燃气泄漏或压力异常的风险趋势，智能化生成运维建议，指导技术人员有序开展预防性运维检修。

3.2 基于科学的维护计划提升检修效率

为实现城镇燃气管网的日常运维技术的优化，还可关注维护计划的创新制定，基于更加科学的计划开展运维维护工作，有效提升检修效率。主要可以搭建信息化平台，使用平台制定维护计划并留存计划实施情况的相关记录，由平台人工智能负责自动化比照运维实践分析运维计划的有效性，并智能化生成有利于后续燃气管网日常运维计划制定的修改建议，确保维护计划的科学性可以实现稳步提升，从而提升运维实践的检修效率。在此过程中，还可充分利用人工智能整合维护计划及其落实情况相关的大量历史数据构建维护计划大数据，通过深度挖掘分析发现潜在优化点。如往年冬季用气高峰期大多沿用标准维护计划，人工智能经大数据挖掘分析得出需要提升检查维修频次的结论，辅助完成维护计划的针对性调整。

3.3 推动应急管理响应向数据驱动转型

有效准确掌握城市燃气管网的运行状态，提高城市管网运行的应急管理水平和对于降低管网运行的安全风险、防范燃气事故的发生而言具有重要意义^[5]。进入数字经济时代后，数据作为资源的开发利用价值越显突出，还可关注数据驱动在城镇燃气管网应急管理响应中的应用，通过推动应急管理响应向数据驱动转型开发应急管理响应的既往数据，为应急管理响应的有序开展提供必要的依据。如针对并发事故较多的场景，以管道腐蚀泄漏与冬季冰堵并发为例，可以围绕多源数据采集构建应急资源调度算法模型，诸如天气信息、交通流量即时数据、设备库存数据库等数据，由算法模型分析腐蚀泄漏与冬季冰堵作为事故的处理优先级，辅助技术人员优先调用有限资源提升应急管理响应的针对性，同时根据交通流量数据和历史交通拥堵热力图，自动化生成抢修车辆的最优行驶路线，在燃气管网应急管理响应中发挥数据驱动的积极作用。

3.4 以地理信息系统辅助完成运维工作

为推动城镇燃气管网日常运维技术实现有效优化时，还可关注地理信息系统的应用价值，借此辅助完成运维工作，提升管网运维的有效性与针对性。为此，应整合上述多种日常运维中产生的大量数据，整合构建燃气管网运维地理信息系统，确保系统包含多种功能模块，诸如基于区域地图的管网日常运维管理，管网运维数据入库，管网分析，事故管理和管网运维数据更新。同时，还可进一步增添绘图管理、业务管理和全球定位系统跟踪管理等功能模块，为城镇燃气管

网运维工作提供多维度支持。如绘图管理功能，可以缩放或平移管网运维地图，可视化呈现既往运维数据，帮助技术人员更好地判断燃气管网运行状态，并开展定向运维。

3.5 本地化部署人工智能保障运维质效

为提升城镇燃气运营安全性，燃气行业鼓励开展管道完整性管理，利用风险评价技术，通过事前预控的方式尽量控制风险的实际影响。在实际优化城镇燃气管网日常运维技术时，还可关注人工智能本地化部署，进一步保障运维质效。如针对调压站压力异常的运维场景，可以基于实际所采用调压阀控制器分析，轻量化部署人工智能模型，在关注压力传感器数据即时分析的基础上，确保模型可以比照历史管网调压站正常参数增强分析有效性，智能化识别以膜片老化或杂质堵塞等故障，同时即时生成技术人员所需的可参考修复建议，实现故障恢复的提质增效。

4 结语

总而言之，燃气现阶段仍是支持各地区高质量转型发展的重要能源，需要着重关注并确保燃气供应，提供社会经济发展所需的能源支持。在城市地区，燃气能源主要通过城镇燃气管网运输，实践中容易出现燃气安全事故，对管网整体的运输安全性提出了较高的要求。受此影响，针对城镇燃气管网开展日常运行维护显得尤为关键，既可确保管网运行质效达到预期，也可对燃气安全运输供应提供坚实的保障。就现状而言，传统运行维护技术已经难以适应崭新的管网运维环境，应基于现有技术全面分析，探索如何优化运维技术，实现管网运维优化的可观价值，为管网运行过程保驾护航。

参考文献：

- [1] 段玄. 城镇燃气管网生命线安全监测系统应用与实践 [J]. 中国建设信息化, 2024(11):48-51.
- [2] 路辉, 朱波, 苏步青. 城镇燃气管网内检测技术难点与解决方案探讨 [J]. 西部特种设备, 2024,7(4):25-30.
- [3] 田川, 宋悦, 王一君. 城镇燃气管网安全运营的问题及解决措施研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023,43(19):95-97.
- [4] 张宗坤. 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运行管理中的应用 [J]. 大众标准化, 2022,4(11):48-50.
- [5] 王杰, 李旭, 崔斌, 等. 城镇燃气管网安全运营的问题及解决措施研究 [J]. 科技资讯, 2022,20(15):137-139.

作者简介：

毛宏明 (1989-), 男, 汉族, 河北卢龙人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 城镇燃气生产运行。