

Construction safety control strategies in the aging and renovation of gas pipelines

Yongchao Xie

Mile City Urban Housing Demolition Coordination Center, Mile, Yunnan, 652399, China

Abstract

With the increase in the service life of urban gas pipelines, the problem of aging has become increasingly prominent. Renovation and upgrading projects have become an important measure to ensure urban energy security. Starting from the engineering characteristics of the aging and renovation of gas pipelines, this article systematically analyzes the main safety risks during the construction process, including leakage of existing pipelines, limited working space, complex cross-operation, and third-party damage, etc. Based on this, a safety control strategy covering the entire process from the preparatory stage, construction process to the final acceptance was proposed, including aspects such as risk assessment and hierarchical control, optimization of construction organization, application of technical measures, and formulation of emergency plans. At the same time, by integrating the application of information technology means, such as GIS pipeline positioning systems, leakage detection equipment, video surveillance systems, etc., the refinement level of construction safety management can be enhanced. Verified by actual engineering cases, it has been shown that the comprehensive application of technology, management and emergency measures can effectively reduce construction risks and ensure the safety of workers and the stability of the surrounding environment.

Keywords

Gas pipeline Aging renewal Construction safety Risk management and control Emergency response plan

燃气管道老化更新改造中的施工安全管控策略

谢永超

弥勒市城市房屋拆迁协调中心, 中国·云南 弥勒 652399

摘要

随着城市燃气管道服役年限增加, 老化问题日益突出, 更新改造工程成为保障城市能源安全的重要举措。本文从燃气管道老化更新改造的工程特点出发, 系统分析了施工过程中的主要安全风险, 包括既有管道泄漏、作业空间受限、交叉作业复杂、第三方破坏等。在此基础上, 提出了涵盖前期准备、施工过程、竣工验收全过程的安全管控策略, 包括风险评估与分级管控、施工组织优化、技术措施应用、应急预案制定等方面。同时, 结合信息化技术手段的应用, 如GIS管道定位系统、泄漏检测设备、视频监控系统等, 提升施工安全管理的精细化水平。通过实际工程案例验证, 表明综合运用技术、管理和应急措施能够有效降低施工风险, 保障作业人员安全和周边环境稳定。

关键词

燃气管道; 老化更新; 施工安全; 风险管控; 应急预案

1 引言

城市燃气管道作为能源输送的重要基础设施, 在助力居民生活质量提升和工业生产高效推进方面起到不可替代的作用。伴随管道使用周期的拉长, 管道材料出现老化现象、历经腐蚀损伤且接口松动等问题渐渐凸显, 既导致燃气输送效率下滑, 也有显著的安全隐忧。近年来, 各地奋力推动燃气管道老化更新改造开展, 由于施工环境错综、作业条件存在局限以及需多方统筹协调等情况, 施工期间安全管理面临着相当严峻的挑战, 如何在保证工程质量的阶段促进进度,

实现对施工安全的高效管控, 成为燃气管道更新改造工程亟需攻克的难题。本文从实施风险分析切入要点, 形成了覆盖全程、全领域的施工安全管控策略, 为同类工程给予借鉴。

2 燃气管道老化更新改造工程特点

2.1 施工环境复杂

燃气管道老化更新改造工程多位于城市建成区, 周边建筑物密集聚集, 地下管线交缠错综、繁复无序, 施工区域有着庞大的交通流量, 作业空间存在局限性, 对施工组织和安全管理形成诸多阻碍。老旧小区、商业区等区域的地下管道埋设已过漫长岁月, 原始资料有缺失以及不准确的情形, 导致施工前的探查和施工时段出现了不确定性。

【作者简介】谢永超(1985-), 女, 彝族, 中国云南建水, 本科, 高级工程师, 从事工程管理研究。

2.2 作业风险高

燃气管道更新改造涉及既有管道的去除、新管道的安装布置、接口的处理事宜等多个环节,作业实施阶段面临燃气泄漏、爆炸、中毒等重大安全困境,特别是在既有管道气源未实现完全切断,或者残留燃气未得到彻底清除的情形下,任何火花或者静电都有引发严重事故的概率,沟槽开挖、管道吊装等操作,还存在着坍塌、高处坠落等安全上的潜在威胁^[1]。

2.3 协调难度大

燃气管道更新改造工程牵扯了燃气公司、施工单位、监理单位、市政管理部门、交通管理部门等多个主体,要各方力量协作配合,施工过程中要充分顾及居民生活、商业运营等层面,审慎规划施工的时间和作业的样式,最大限度减轻对周边环境的负面干扰,协调工作的复杂多样在一定程度上提升了施工安全管理的困难等级。

3 施工安全风险分析

3.1 燃气泄漏风险

燃气泄漏在燃气管道施工安全风险之一,泄漏的关键成因包括既有管道产生腐蚀穿孔情况、接口密封程度不足,施工时会对既有管道有所损伤等,若泄漏的燃气与空气相混合达到了一定浓度,碰到火源极容易引发爆炸以及燃烧事故。

3.2 作业空间风险

燃气管道施工往往是在地下以及狭窄空间中实施,作业环境的通风水平不高,有较大概率造成燃气积聚与缺氧问题,当沟槽开挖深度达到相对大的数值,存在发生坍塌的潜在风险。

3.3 交叉作业风险

在城市燃气管道更新改造工程中,一般会存在多个专业的交叉作业情况,有管道安装、土方开挖、路面恢复等相关作业,处于交叉作业开展的阶段,不同工种彼此的协作配合意义重大,若管理未能达标,较易引发物体打击、机械伤害等安全事故现象。

3.4 第三方破坏风险

项目建设施工阶段,第三方破坏引起的安全风险不可低估,主要包括施工区域面临车辆冲击、周边地下管线受施工机械错碰,还有人为破坏等情形,第三方的破坏操作不仅有造成燃气管道损毁的几率,也有诱发其他安全事故的几率。

4 施工安全管控策略

4.1 前期准备阶段安全管控

4.1.1 风险评估与分级管控

在施工前,应当对工程展开全面的安全风险审视,排查出可能潜藏的安全隐患,接着根据风险等级采取相应的管控途径,基于高风险作业这一情形,恰似已有的管道拆除、

带气工作这些情形,得拿出专项安全施工方案,精准规定安全技术措施与应急处置预案^[2]。

4.1.2 施工组织设计优化

策划科学且合理的施工组织计划,对施工顺序及作业时间予以恰当安排,防止在同一区域同步开展多项高风险作业,改进施工平面布置的格局,保证施工通道毫无梗阻,让材料按序堆叠,实现作业区与非作业区的有效隔绝。

4.1.3 技术准备与交底

施工前,为施工人员开展完整的技术培训以及安全内容交底,让施工人员领悟施工工艺、操作流程和安全注意要义,在特殊工种这个范畴,像焊工、起重工这一类,须持有规定证书才可以上岗,要开展施工前的技术准备相关工作,涵盖管道定位、测量放线、设备调试等相关工作。

4.2 施工过程安全管控

4.2.1 燃气泄漏防控

既有管道拆除与新管道安装操作时,需要采用有效方式防范燃气泄漏,必须保证既有管道气源切断操作已完成,还需针对管道内残留燃气实施置换处理,处于管道接口处理的阶段时,必须严格依据施工规范实施操作,达成接口密封滴水不漏,施工现场需装备必要的泄漏检测相关设备,就好比可燃气体检测仪这类,实时对燃气浓度开展检测工作。

4.2.2 作业空间安全管理

针对地下与狭窄空间的相关作业,务必要采取有效的通风途径,维持作业环境空气的顺畅流通,当进行沟槽开挖的时候,要按照土质情况采用相应的支护对策,防止出现坍塌事故,当开始进行高处作业之际,施工人员必须要佩戴安全带,构建安全防护栏杆等防护体系^[3]。

4.3 竣工验收阶段安全管控

在工程临近竣工验收阶段,应当对施工期间的安全管理资料做系统性审查,涉及到安全技术交底记录、安全检查记录、事故隐患整改记录等,实现安全管理工作遵章执行且有证据可查核^[4]。

5 信息化技术在施工安全管理中的应用

5.1 GIS 管道定位系统

如表1所示,采用GIS管道定位系统,可完成对燃气管道精准的位置标定及可视化操控,运用该系统可准确把握既有管道的位置、埋深等信息,为施工方案的编排提供佐证,在施工开展阶段,可实时就施工进度与管道状态开展监测工作,马上辨认并排除安全威胁。

5.2 泄漏检测设备

如表2所示,采用前沿的泄漏检测器具,涉及激光甲烷检测仪、便携式可燃气体检测仪这般,可增进燃气泄漏检测的灵敏程度与精确水平,在施工开展期间,应周期性地对施工现场开展燃气浓度的测定工作,快速察觉并处理泄漏隐患。

表 1 GIS 管道定位系统在施工全阶段的应用场景与功能

施工阶段	核心应用场景	关键功能	安全管控价值
前期准备阶段	既有管道探查与数据核验	精准定位管道位置、埋深及走向；叠加地下管线分布图，识别交叉冲突点	避免施工前对未知管道的误损伤，减少泄漏风险
施工实施阶段	作业范围划定与进度监控	实时标注施工区域与管道改造节点；同步更新施工进度与管道状态	明确高风险作业边界，防止超范围施工引发第三方破坏
应急处置阶段	事故点定位与救援路径规划	快速锁定泄漏或坍塌位置；结合周边环境生成最优救援路线	缩短应急响应时间，提升救援效率与安全性

表 2 不同类型泄漏检测设备的技术参数与适用场景

设备类型	检测精度	响应时间	适用场景	操作优势
激光甲烷检测仪	≤1ppm	≤1 秒	长距离泄漏检测（如沟槽上方、管道接口远处）	非接触式检测，避免人员进入危险区域
便携式可燃气体检测仪	0-100%LEL（爆炸下限）	≤3 秒	近距离重点排查（如管道接口、阀门连接处）	体积小、便携性强，可实时显示浓度数值
固定式燃气报警器	0-100%LEL	≤2 秒	封闭空间持续监测（如地下沟槽、狭窄作业区）	24 小时不间断监控，超标自动声光报警
声波泄漏检测仪	可识别 0.1mm 微小泄漏	≤5 秒	高压管道泄漏检测（如主干管改造作业）	不受环境气体干扰，适用于复杂工况

5.3 视频监控系统

如表 3 所示，在施工现场安装视频监控系统，可做到对施工进展的实时监控与远程协调，采用视频监控方式，管理人员可迅速找出施工现场存在的安全隐患，即刻采取手段予以整治，事故调查可利用视频监控系统获取相关证据^[5]。

6 工程案例

红河州弥勒市城西片区燃气管道等老化更新改造项目（一标段）实施市政中压燃气管道改造 26km，庭院埋地燃气管道改造 23km，燃气室外架空管道改造 8.3km（含套管），燃气立管改造 3.2km（含引入管），对 13900 居民户内加装安全装置及户内设施改造。项目有管道铺设、路面修复等多个流程，处于工程施工阶段，项目团队运用一系列安全管控途径，达成了值得肯定的效果。前期筹备阶段，项目团队就工程进行了综合性的安全风险评估，排查出燃气泄漏、沟槽坍塌、交叉作业等核心安全风险，还规划了对应的管控途径，启动施工组织设计工作期间，周全安排施工顺序，把高风险作业跟其他作业分开运作，杜绝相互之间的干扰。施工阶段，切实推行燃气泄漏防控规划，施工前对已有的管道进行了全面的置换行动，进行管道接口处理的环节安排专人实施守护，当进行沟槽开挖作业的时候，按照土质特性采用了钢板桩支护手段，又配置专职安全员实施现场监督任务，在交叉作业实施的阶段，构建起健全的协调体系，各工种相互进行着高频度的沟通，稳固施工的安全局面。项目团队积极借助信息化技术，在施工现场安装了视频监控系统以及泄漏检测设施，完成施工过程实时监视以及燃气浓度实时检测，利用这些措施的落实，该工程于施工阶段未出现任何一起安全事

故，实现安全、高效、高水准的施工成果。

7 结论

燃气管道老化更新改造工程的施工安全管理是一项系统工程，需要从前期筹备、施工运作、竣工验收等多个环节开展，采取综合管控方式。实际工作开展期间，必须持续贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，构筑全面的安全管理体系，强化对风险评估与分级的管控实施。对施工组织设计进行合理优化，切实抓好施工现场安全治理，切实促进信息化技术的普及运用，优化施工安全管理的精密化层级。持续改进施工安全管控策略，才有望大幅降低施工风险，实现燃气管道更新改造工程安全高效落实，为城市燃气系统的安全稳定运行铸就坚固屏障。

参考文献

- [1] 王利国. 城市燃气管道安全风险防范技术研究[J]. 化工管理, 2025, (17): 116-119. DOI: 10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2025.17.028.
- [2] 刘飞龙, 殷赫然, 陈王子. 建筑工程中燃气管道安全施工技术[J]. 中华建设, 2025, (06): 142-144. DOI: CNKI: SUN: CJJA.0.2025-06-050.
- [3] 汪江浩, 田叶, 曹璐. 配网工程邻近燃气管道施工安全风险分析及管理提升策略[J]. 农村电气化, 2025, (05): 65-67. DOI: 10.13882/j.cnki.ncdqh.2412A055.
- [4] 陈海涛. 城镇燃气管道更新施工中的应急安全管理策略[J]. 上海煤气, 2025, (01): 35-37. DOI: CNKI: SUN: SHMQ.0.2025-01-012.
- [5] 李秀怀, 赵逸. 居民户内燃气管道及设施美装工艺应用研究[J]. 城市燃气, 2024, (10): 20-23. DOI: CNKI: SUN: CSYQ.0.2024-10-004.