

城市燃气管道安全运行隐患分析及防范措施研究

蔡祥伟 (江西省投资燃气有限公司, 江西 南昌 330006)

摘要: 城市燃气作为居民生活和城市工业的重要能源, 一旦发生泄漏和爆炸等事故, 往往造成重大人员伤亡和财产损失, 严重影响社会稳定。城市燃气管道安全运行面临的隐患具有多元化和复杂化的特点, 设备老化、人员素质、环境变化等因素相互交织, 共同影响着系统的安全状态。针对城市燃气管道安全隐患, 应构建系统性防范体系, 设备层面加强全生命周期管控, 建立完善的巡检维护制度, 人员层面完善准入培训机制, 强化安全责任落实, 环境层面建立监测预警体系, 加强地质灾害和腐蚀防护, 从而保障城市燃气管道的安全运行。

关键词: 城市燃气管道; 安全运行; 隐患; 防范措施

中图分类号: TU996.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 026-0160-03

Analysis of hidden dangers and prevention measures for safe operation of urban gas pipelines

Cai Xiangwei (Jiangxi Investment Gas Co., Ltd., Nanchang Jiangxi 330006, China)

Abstract: Urban gas, as an important energy source for residents' daily life and urban industry, often causes significant casualties and property losses in the event of accidents such as leaks and explosions, seriously affecting social stability. The hidden dangers faced by the safe operation of urban gas pipelines are characterized by diversification and complexity. Factors such as equipment aging, personnel quality, and environmental changes are intertwined and jointly affect the safety status of the system. To address the safety hazards of urban gas pipelines, a systematic prevention system should be established. At the equipment level, full lifecycle control should be strengthened, and a comprehensive inspection and maintenance system should be established. At the personnel level, access and training mechanisms should be improved, and safety responsibilities should be strengthened. At the environmental level, a monitoring and early warning system should be established, and geological hazards and corrosion protection should be strengthened to ensure the safe operation of urban gas pipelines.

Keywords: urban gas pipeline; Safe operation; Hidden dangers; Preventive measures

随着我国城市化进程的不断加快, 城市燃气作为重要的民生能源, 在保障居民生活和支撑经济发展等方面发挥着不可替代的作用, 与此同时, 城市燃气管道作为燃气输配系统的关键基础设施, 其运行的安全性直接关系到公共安全和社会稳定。但是近年来频发的燃气泄漏和爆炸等事故, 充分暴露出城市燃气管道在运行和维护等各环节中存在的诸多隐患问题, 已成为制约燃气行业安全发展的重要因素^[1]。

城市燃气管道具有点多线长面广的特点, 随着管道使用年限的增加, 腐蚀老化和非法施工破坏等隐患日益突出, 部分燃气企业安全管理理念滞后和隐患排查制度不健全, 进一步加剧了城市燃气运行安全风险。针对该问题, 本次研究在对燃气管道安全运行隐患进行系统性分析的基础上, 提出具有可操作性和实效性的防范措施, 为提升城市燃气系统本质安全水平奠定基础。

1 城市燃气管道安全运行隐患分析

1.1 设备层面的安全隐患

设备层面的安全隐患是城市燃气管道系统中最为基础也是最为关键的风险因素, 管道本体作为燃气输

送的主要载体, 其材质选择和使用年限直接影响着系统的安全性能。早期建设的燃气管道多采用铸铁管材, 由于材质本身的脆性特点以及长期使用过程中的腐蚀老化, 容易出现裂纹和断裂等问题。即使是现代广泛使用的钢质管道和聚乙烯管道, 在长期运行过程中也会面临疲劳破坏和应力腐蚀开裂等风险。管道接口和焊缝部位更是薄弱环节, 施工工艺不当和焊接质量不达标都可能造成接口松动和焊缝开裂, 进而引发燃气泄漏。阀门设备作为燃气管道系统的控制元件, 其可靠性对整个系统的安全运行至关重要, 阀门密封件的老化失效和传动机构的卡涩故障等问题, 都会影响阀门的正常启闭功能, 在紧急情况下无法及时切断气源, 增加事故扩大的风险^[2]。

调压设备的故障同样不容忽视, 调压器内部元件的磨损和膜片破损等问题会导致调压失准, 造成下游管网压力异常, 既可能因超压导致管道破裂, 也可能因欠压影响用户正常用气。监测检测设备的缺陷是另一个重要的安全隐患, 燃气泄漏检测仪器的精度下降和响应时间延长, 会影响泄漏事件的及时发现和处置。压力监测系统的传感器故障和数据传输中断等问题,

使运行人员无法准确掌握管网运行状态,增加了安全管理的盲区。防腐保护系统的失效也是设备层面的一个重要隐患,阴极保护电源的中断和防腐涂层的破损脱落,会加速管道的腐蚀进程,缩短管道使用寿命。

1.2 人员层面的安全隐患

人员因素在城市燃气管道安全运行中扮演着决定性角色,人员的专业技能水平以及操作规范程度直接关系到系统的安全状态。操作人员技能不足是一个普遍存在的问题,部分操作人员对燃气特性和安全操作规程缺乏深入理解,在日常操作中容易出现误操作和漏操作等问题^[3]。特别是在应急处置过程中,技能不熟练的操作人员可能无法快速准确地执行应急预案,延误最佳处置时机。管理人员的安全责任意识淡薄同样构成重大隐患,部分管理人员片面追求经济效益,对安全投入不足,对安全制度执行不严,对安全隐患整改不及时。

在安全与效率发生冲突时,往往选择牺牲安全来换取效率,这种管理理念为事故的发生埋下了隐患。维护人员的工作质量也直接影响着系统安全,维护不到位和记录不真实等问题,会使设备隐患无法及时发现和消除。培训教育体系的不完善是人员层面隐患产生的根源,许多企业的安全培训流于形式,内容陈旧和针对性不强,无法有效提升人员的安全技能和意识。应急演练的缺失或演练效果不佳,使人员在面对真实事故时缺乏足够的应对能力。

人员流动性大和老员工经验主义严重等问题,都会对安全运行造成不利影响。违章作业是人员层面最为直接的安全隐患,一些操作人员为了图省事和赶进度,不按规定穿戴防护用品,不遵守安全操作程序,甚至私自改变工艺流程。在管道维修和改造过程中,不按规定进行置换和检测就动火作业,极易引发燃爆事故^[4]。第三方施工人员的违章操作风险尤其突出,由于对燃气管道分布不了解和对安全要求认识不足,在进行挖掘和打桩等作业时容易误损管道。

1.3 环境层面的安全隐患

环境因素对城市燃气管道安全运行的影响不容忽视,自然环境和人为环境的变化都可能对管道系统造成威胁,地质条件的复杂性是环境层面的首要隐患,地面沉降和土壤性质变化等都会对埋地管道产生应力作用。特别是在软土地基和采空区等特殊地质条件下,管道更容易发生变形和断裂等问题,季节性冻胀融沉现象在北方地区尤为明显,冻土层的反复冻融会对管道造成周期性应力,加速管道疲劳破坏。腐蚀环境是影响管道寿命的重要因素,土壤腐蚀性强弱和土壤含盐量多少等都会影响管道的腐蚀速率。

在沿海地区,海水倒灌和盐雾侵蚀等问题更加突出,工业污染和农业化肥使用等人为因素也会改变土壤化学环境,加剧管道腐蚀。杂散电流腐蚀是城市环境中的特有现象,地铁和电车等轨道交通系统产生的杂散电流会对附近的燃气管道造成电化学腐蚀^[5]。

极端天气条件对燃气管道安全运行构成严重威胁,暴雨洪涝可能冲刷管道覆土,造成管道悬空或位移,雷电可能损坏电子设备和自控系统,大风可能吹倒树木压损管道,地震等自然灾害更可能造成管道大面积破坏。气温剧烈变化会引起管道热胀冷缩,在约束条件下产生较大应力,增加管道破坏风险。城市建设环境的复杂化也带来了新的安全隐患,道路频繁开挖和高层建筑基础施工等活动,都可能对燃气管道造成扰动或损坏。

管道周边违章建筑的存在,不仅增加了管道检修维护的难度,也可能在发生泄漏时阻碍应急处置,管道保护范围内堆放易燃易爆物品和倾倒腐蚀性液体等违法行为,都会增加安全风险。人口密集度的增加使得燃气管道周边环境更加复杂,居民区和医院等敏感目标的增多,对燃气管道安全运行提出了更高要求。一旦发生事故,后果会更加严重,公众对燃气管道安全知识的缺乏,对管道标识的不重视,也可能导致意外损坏事件的发生。

2 城市燃气管道安全隐患防范措施研究

2.1 设备层面防范措施

设备安全是燃气管道系统安全运行的基础保障,必须从设计选材和更新改造等全生命周期进行系统性管控,在管道本体方面,应严格按照国家标准和行业规范选用管材,优先采用抗腐蚀性能好和机械强度高的聚乙烯管道和钢质管道。对于新建管道,必须严格执行材料验收制度,确保管材质量符合设计要求。施工过程中要加强质量监督,严格按照施工规范进行管道安装,特别是焊接和热熔等关键工序必须由具备相应资质的专业人员操作,并进行无损检测验收。建立完善的管道档案管理制度,详细记录管道的材质和检测结果等信息,为后续的维护管理提供依据,制定科学的管道巡检制度,根据管道材质和环境条件等因素确定巡检频次和内容。

对于使用年限较长的管道,应加密巡检频次,重点关注管道变形和泄漏等问题。采用先进的检测技术,如智能检测器和磁粉检测等手段,提高隐患发现的准确性和及时性。针对阀门设备的安全管理,应建立阀门台账,详细记录每个阀门的位置和维护记录等信息,制定阀门定期检查和维修计划,重点检查阀门的密封性能和传动机构可靠性等。

对于关键部位的阀门,应建立备品备件库,确保在阀门出现故障时能够及时更换,同时,要加强阀门操作培训,确保操作人员熟练掌握不同类型阀门的操作方法和注意事项。防腐保护系统的维护管理不容忽视,建立阴极保护系统定期检测制度,检查保护电位是否达到标准要求。定期检查防腐涂层完整性,对破损部位及时进行修复。建立防腐效果评估机制,通过腐蚀检测和电位测试等手段评估防腐效果,对于腐蚀严重的管段,应制定更换计划,避免因腐蚀导致的安全事故。

2.2 人员层面防范措施

人员安全管理是燃气管道安全运行的关键环节,必须通过制度建设和监督考核等多种手段,全面提升人员的安全意识和专业技能,建立完善的人员准入制度,严格按照岗位要求选拔人员,确保从业人员具备相应的专业知识和技能。

新入职人员必须经过系统的岗前培训,考核合格后方可上岗,建立持证上岗制度,关键岗位人员必须取得相应的职业资格证书。构建多层次的安全教育培训体系,针对不同岗位和不同层级的人员制定差异化的培训计划。管理人员重点加强安全法律法规和事故案例分析等方面的培训,操作人员重点加强安全操作规程和应急处置等方面的培训,维护人员重点加强设备维护技能和安全防护等方面的培训。培训方式要多样化,采用理论学习和实操训练等多种形式,提高培训效果。

建立定期技能考核制度,通过理论考试和实操考核相结合的方式,检验人员的专业技能水平,考核不合格的人员要进行补培训,直至考核合格。对于表现优秀的人员,要给予相应的激励措施,形成良好的学习氛围。建立人员技能档案,记录每个人员的培训经历和技能水平等信息,为人员调配和培养提供参考。强化安全责任制的落实。建立健全安全生产责任制,明确各级管理人员和操作人员的职责,制定安全生产目标,将安全指标纳入绩效考核体系。建立安全责任追究制度,对发生安全事故的责任人员进行严格追责,同时,要建立安全激励机制,对在安全工作中表现突出的人员给予表彰和奖励。

2.3 环境层面防范措施

环境因素的复杂性要求采取系统性的防范措施,从源头控制和应急响应等多个环节入手,最大限度降低环境因素对管道安全的影响。在管道选线 and 设计阶段,要充分考虑地质条件和发展规划等因素,避开地质灾害易发区 and 环境敏感区等不利区域,对于无法避开的特殊地段,要采取针对性的防护措施,如增加管

道壁厚和加强防腐措施等。建立环境监测体系,对管道沿线的地质变化和气象条件等进行长期监测,设置地面沉降监测点,及时发现地面变形趋势。建立土壤腐蚀性监测网络,定期检测土壤 pH 值和电阻率等参数,建立气象监测系统,及时获取天气变化信息,为应急决策提供依据。针对地质灾害防范,要建立地质灾害预警系统,与气象部门和地质部门建立信息共享机制,及时获取地质灾害预警信息。制定地质灾害应急预案,明确应急响应程序和措施。

对于地质条件复杂的区域,要加强管道巡查频次,及时发现管道变形和位移等问题,必要时可采用管道应力监测和变形监测等技术手段,实现管道状态的实时监控。极端天气应对措施要形成系统化的管理体系,建立气象预警响应机制,根据气象预警等级启动相应的应急响应程序。暴雨期间要加强管道巡查,重点检查管道覆土情况和阀门井积水情况等,台风期间要检查管道地面设施的固定情况,防止设施损坏。严寒期间要加强管道保温措施,防止管道冻结,建立极端天气应急物资储备,确保应急处置所需的设备和材料充足。

3 结论

综上所述,随着城市扩张和燃气需求的增长,燃气管道呈现出线长面广和管网复杂的特点,部分管道已运行多年,存在老化和腐蚀等隐患,加之道路施工和第三方破坏等外部因素,导致燃气管道风险频发,当前部分城市燃气管道管理仍以定期巡检和经验判断为主,缺乏科学系统的风险评估机制与智能预警手段,安全管理的系统性和精准性有待提升。因此,需要对城市燃气管道安全运行的隐患进行识别与评估,以此制定全面的隐患问题防范措施,为建立更完善的安全运行防控体系奠定基础。

参考文献:

- [1] 徐征勇.城市燃气安全隐患分析与防范措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(12):57-58.
- [2] 吴华丽.城市燃气安全隐患分析与防范措施探究[J].当代化工研究,2020,(21):9-10.
- [3] 马冬莲.城市燃气安全隐患与防范对策[J].工程技术研究,2020,5(18):150-151.
- [4] 刘凌倩.城市燃气安全隐患与防范对策思考[J].建材与装饰,2020,(08):232-233.
- [5] 温渊.关于城市燃气安全隐患与防范对策的分析[J].化工管理,2020,(02):76-77.

作者简介:

蔡祥伟(1986-),男,汉族,江西上饶人,大学本科,工程师,主要从事城市燃气生产运行和安全管理工