

燃气管道工程设计与施工中的安全风险控制分析

谭士祇

重庆燃气设计研究院有限责任公司

DOI:10.32629/btr.v8i11.5006

[摘要] 燃气管道是为城市输送天然气的关键基础设施,其设计和施工的安全性与城市公共安全、人民群众的生命财产安全息息相关。本文结合某城市燃气更新改造项目实际情况,分析该工程设计和施工环节存在的安全风险因素,并针对性提出切实可行的风险控制措施,量化评估风险控制效果。该工程最终验收合格率达到100%,有效降低了燃气管道工程安全隐患发生率,保障工程施工安全及后期稳定运行,以期可以为同类燃气管道工程提供借鉴参考。

[关键词] 燃气管道; 工程设计; 施工安全; 风险因素; 控制措施

中图分类号: TH138.23 文献标识码: A

Analysis of safety risk control in the design and construction of gas pipeline engineering

Shizhi Tan

Chongqing Gas Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] Gas pipelines are key infrastructure for delivering natural gas to cities, and their design and construction safety are closely related to urban public safety and the safety of people's lives and property. This article combines the actual situation of a city's gas renovation and reconstruction project to analyze the safety risk factors existing in the design and construction links of the project, and proposes practical and feasible risk control measures accordingly, quantifying the effectiveness of risk control. The final acceptance rate of the project reached 100%, effectively reducing the occurrence rate of safety hazards in gas pipeline projects, ensuring the safety of project construction and stable operation in the later stage, with the hope of providing reference for similar gas pipeline projects.

[Key words] gas pipeline; engineering design; construction safety; risk factors; control measures

前言

在城镇化建设进程持续推进的背景下,老旧燃气管道老化、腐蚀等问题日益突出,燃气管道改造工程数量逐年增加。而燃气具有易燃易爆性,管道设计不合理、施工操作不规范等情况极易引发燃气泄漏、爆炸等安全事故,带来严重的人员伤亡和财产损失。因此,结合具体工程实例,深入分析燃气管道工程设计与施工中的安全风险因素,探索科学有效的风险控制措施,对于保障燃气管道工程安全具有重要意义。

1 燃气管道工程概况

为了保证居民用气安全,某城市燃气更新改造项目包括22271户居民燃气管道和附属设施改造,是一项重点的民生工程。该工程覆盖范围内的3个社区原有燃气管道已运行多年,存在不同程度的管道老化、腐蚀严重、接口密封性能下降等问题,部分管道位置的敷设不规范且缺少安全监测设备,对居民的生命和财产安全形成一定威胁,需要进行更新改造。该项目设计压力为中压0.4MPa,调压柜后为5KPa,为公用管道类GB1级,主要改

造内容包括管道126028米、立管78235米、燃气软管67170米,安装家用燃气表及安全监测设备各约22270台。该工程施工范围内的居民密度大、施工环境复杂,对设计和施工的安全风险控制提出更高要求。因此,在项目实施前,该工程确定如下安全管理目标:(1)杜绝施工过程中发生任何安全事故。(2)确保改造后管道符合《燃气工程项目规范》GB55009-2021要求。(3)隐患发生率降低到0.1%以下,保证燃气安全稳定供应,

2 燃气管道工程设计和施工环节的安全风险因素

2.1 设计环节存在地质勘察和布局不合理风险

该燃气改造工程覆盖三个老旧社区,施工范围内地下包含供水管、雨污水管等市政管线,管线复杂程度高。设计阶段如果地质勘察不准确,未能全面了解地下管线分布和地质条件,则容易导致管道路由布局不合理,实际施工时和周边市政管线安全间距不足^[1]。同时,部分施工范围内的土层松散度高,如果未针对性设计防护措施,则容易出现管道不均匀沉降、管道弯曲、焊缝开裂等问题,增加燃气泄漏隐患风险。

2.2 施工材料和设备质量不达标风险

该工程在施工时需要使用大量PE管、镀锌钢管、燃气软管以及调压设备等材料。如果材料采购环节管控不足,使不合格管材、管件进入施工现场或者施工期间设备运行状态不佳,将直接导致安全隐患^[2]。例如,PE管的抗压性能不达标会增加破损风险,燃气软管老化、密封性能差则会导致燃气泄漏,调压箱运行异常会出现压力波动。此外,若焊接机等施工设备存在故障,将在管道焊接环节出现未熔合、夹渣等缺陷,影响管道密封性。

2.3 施工操作不规范风险

燃气改造工程项目施工包括管道开挖、焊接、回填等多个环节,在任意一个环节出现施工人员操作不规范均会直接增加安全风险。比如,在管沟开挖施工时未实施分段施工,未对周边市政管线采取保护措施,会增加损坏原有管线的风险^[3]。再如,管道焊接施工时未严格遵循工艺规程,将导致焊缝成型差、存在气孔等缺陷。管沟回填施工时未使用合格中沙或者夯实不到位,在开放通行之后会导致管道受压变形,上述施工不规范均为燃气工程留下隐患。

2.4 施工环境复杂且安全监管不足风险

燃气管道工程的施工范围内居民密度大、交通流量大,施工过程中会受到人员的干扰。同时部分老旧小区位置存在道路狭窄的情况,影响管道运输和施工操作^[4]。同时,施工期间的安全监管不到位,未实施全程巡查、监督管理,施工人员出现违规行为而未及时制止等情况,均会增加安全事故风险,且一旦发生事故疏散群众难度较大。

3 燃气管道工程设计和施工中的安全风险控制措施

3.1 加强地质勘察及布局研究,优化设计方案

面对燃气管道工程设计环节存在的地质勘察和布局不合理风险,案例工程从如下几个方面优化设计方案。(1)施工前,组织专业勘察团队全面进行地质勘察和地下管线排查工作,综合运用管线探测仪、探地雷达等成熟技术,详细探查项目区域内的地质条件及地下供水管、雨污水管等市政管线的走向、埋深、管径等信息,建立地下管线数据库,为设计实施提供参考。(2)其次,严格遵循GB55009-2021的规范要求,对管道布局进行优化,该工程优先选择在绿化带内敷设管道,确保管道和周边建筑物、市政管线的安全间距符合要求,将低压和中压管道保护范围控制为不小于外缘周边0.5m^[5]。(3)针对施工范围存在的土层松散情况,设计使用非开挖穿插修复技术,通过增设管道支撑结构,防止管道出现不均匀沉降。(4)户内的立管采用镀锌管道设计,在用气设备连接处使用不锈钢波纹管。同时,设计过程中预留出安全检修空间,为后期维护提供便捷性。

3.2 加强材料及设备管控,保障工程质量基础

为了有效防范施工材料和设备质量不达标风险,该工程从如下几个维度建立质量管控体系。(1)材料采购环节,和具备资质、信誉良好的供应商建立伙伴关系并签订质量协议,明

确提出材料质量标准。PE管、镀锌钢管、燃气软管等施工材料,在进场前均严格检查出厂合格证、检测报告,并以一定比例抽样送第三方机构检测,确保材料质量。室内改造所用的燃气报警器、自闭阀等设备,需确保符合国家相关标准,具有联网监测、自动切断等功能^[6]。对于进入施工现场的材料要做好贮存质量管理,避免因环境因素降低材料性能。(2)施工设备方面,施工前由专人检修、调试焊接机、挖掘机等设备,确保设备运行正常,避免因设备问题影响施工质量。(3)建立完善材料和设备台账,在台账中记录进场、使用、维护情况,确保材料和设备质量完全符合工程要求,杜绝因为材料设备问题导致的安全隐患。

3.3 加强施工操作管理,强化施工过程风险管控

为了规避施工过程中出现操作不规范的问题,该工程结合实际制定具体的施工方案,并加强施工人员培训和现场管理。(1)对施工人员实施全面技术交底,重点培训施工工艺、操作规范、安全注意事项和应急处置方法,确保所有施工人员经考核合格后方可上岗作业。(2)严格按照施工方案进行作业,在管沟开挖环节实施人工分段开挖工艺,开挖过程中安排专人监护,并对周边市政管线进行防护,防止管线损坏。管道焊接时,要求相关从业人员严格控制电流、电压等参数,在焊接完成后进行无损检测,及时返工处理不合格焊缝。管沟回填施工过程中,要求清除槽底杂物,在管底10cm和管顶30cm位置使用不含泥、无尖锐棱角、粒径不大于1cm的中沙回填,管顶30cm以上位置实施人工夯实,90cm以上位置实施机械夯实,确保回填质量^[7]。(3)对于该工程的隐蔽工程在封闭之前必须经过验收,方可进行后续工艺的

3.4 优化施工环境,完善安全监管体系

对于施工环境复杂和安全监管不足所形成的安全风险,该工程采取如下多项管控措施优化施工环境、强化监管力度。(1)施工前,合理划分施工区域,设置围挡、警示标志等设施,充分明确施工范围,避免对居民出行和日常生活产生影响^[8]。(2)安排施工时间时,尽量避开居民出行高峰和休息时间,最大限度减少施工人为干扰。在居民密度大的位置进行施工时,在施工区域周边设置安全警示标识并安排专人值守,禁止无关人员进入施工区域,施工过程中产生的垃圾及时清理到位。(3)在整个施工过程中,质量管理人员、监理人员全程监督,及时指出发现的违规作业行为^[9]。建立专人负责、全程巡查、分级管控的监管体系,安排管理人员对施工全流程进行巡查,重点排查违规作业、安全隐患等情况,建立巡查台账,对发现的隐患及时整改,实行闭环管理,降低安全施工隐患。

4 燃气管道工程设计和施工安全风险的控制效果

该工程经落实上述安全风险控制措施,有效降低设计和施工环节的安全风险,取得了良好的安全风险控制效果,各项指标均达到工程目标要求,如下表1所示。由表1数据可知,该燃气管道工程所采取的设计及施工安全风险控制措施有效保障了工程施工安全和后期稳定运行,管理效益良好。

表1 燃气管道工程设计和施工安全风险的控制效果

管控环节	具体指标	实施控制措施后水平	备注
设计环节	地质勘察准确率	100%	全面了解地质及地下管线信息，避免设计和施工实际脱节。
	管道布局合理率	100%	符合GB55009-2021规范，设计的安全间距达标。
施工材料、设备	材料设备合格率	100%	避免因材料设备问题而形成安全隐患
施工环节	违规操作发生率	0.2%以下	及时发现并纠正
	安全事故发生率	0	未发生燃气泄漏、火灾、管线损坏等安全事故
施工后检测	管道强度及严密性试验合格率	100%	管道运行压力稳定，未出现压力波动超标情况
投入使用后	燃气泄漏隐患发生率	0	未发生燃气泄漏情况

5 结束语

综上所述，燃气管道工程设计和施工的安全风险管控需充分结合工程实际，针对全流程关键环节，结合项目自身的特点准确识别风险、科学制定措施，确保可以从根本上防范安全事故。通过对本文案例工程安全管控措施的分析，设计和施工环节的风险可通过针对性的管控措施实现有效防控，项目实施期间要注重优化设计布局、严格管理材料质量、规范施工操作并完善监管体系，以切实提升工程安全水平，保障燃气管道工程长期稳定运行。同时，本次所提出的燃气改造工程风险闭环管控思路也

能够为同类老旧社区燃气管道改造工程提供参考借鉴。展望未来，随着燃气管道工程覆盖网的日益扩大，应当在规范的约束下，尝试融入智能化监测、数字化管理等措施，进一步细化风险管控流程和方法，持续提高燃气管道工程安全管理的水平，杜绝安全事故发生。

参考文献

- [1]李修宁.城市燃气管道工程施工安全与风险管理的创新技术及深度应用[J].新发现,2025,(15):52-54.
- [2]叶健豹.A公司天然气管道工程施工安全管理改进研究[D].广西大学,2025.
- [3]王小芳.燃气管道工程设计与施工中的安全风险控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(26):178-180.
- [4]金娟.浅谈燃气管道工程施工管理与质量控制[J].中国设备工程,2024,(14):50-52.
- [5]蒋泉潇.WZ区城中村老旧燃气管道改造项目全安全风险研究[D].兰州交通大学,2024.
- [6]蔡管涵.天然气管道工程的设计与施工阶段安全管理研究[D].南京林业大学,2024.
- [7]张文超,王立伟.城镇燃气管道工程施工单位的质量管理工作探讨[J].石化技术,2023,30(02):202-204.
- [8]王立伟,张文超.燃气管道工程质量与安全技术管理措施[J].化工管理,2023,(03):141-144.
- [9]王通.城市燃气工程项目建设风险管理研究[J].城市燃气,2022,(08):36-39.

作者简介：

谭士祇(1993--),男,汉族,重庆市渝中区人,本科,工程师,研究方向：燃气工程。