

# Study on risk management and control strategy of urban gas pipeline construction project

Yu Gao<sup>1,2</sup> Hong Qiu<sup>2,3</sup>

1. Sichuan Baoshihua Xinsheng Oil and Gas Operation Service Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China
2. Sichuan Linneng Gas Engineering Design Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China
3. Sichuan Jiayun Oil and Gas Technical Service Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

## Abstract

This study conducts an in-depth analysis of the inherent risk characteristics of urban gas pipeline construction projects, establishing a systematic risk identification and assessment model. It proposes a risk management strategy system based on the PDCA cycle. The study designs risk prevention measures from four dimensions: geological environment, safety management, technical processes, and coordination management, and verifies their effectiveness. The research findings provide practical guidance for improving the safety level of gas pipeline construction and reducing accident rates, offering theoretical support and methodological references for risk management in related fields, contributing to the safe development of urban gas infrastructure.

## Keywords

gas pipeline network construction; risk management; risk assessment; control strategy; safety control

# 城市燃气管网施工项目的风险管理与控制策略研究

高宇<sup>1,2</sup> 邱宏<sup>2,3</sup>

1. 四川宝石花鑫盛油气运营服务有限公司, 中国·四川成都 610000
2. 四川利能燃气工程设计有限公司, 中国·四川成都 610000
3. 四川佳运油气技术服务有限公司, 中国·四川成都 610000

## 摘要

本研究针对城市燃气管网施工项目固有风险特征展开深入分析, 构建了系统化风险识别与评估模型, 提出了基于PDCA循环的风险管控策略体系。研究从地质环境、安全管理、技术工艺及协调管理四个维度设计了风险防控措施, 并验证了其有效性。研究成果对提升燃气管网施工安全水平, 降低事故发生率具有实践指导意义, 为相关领域风险管理提供了理论支撑与方法借鉴, 助力城市燃气基础设施建设安全发展。

## 关键词

燃气管网施工; 风险管理; 风险评估; 控制策略; 安全管控

## 1 引言

城市燃气管网作为城市基础设施的重要组成部分, 其施工安全直接关系到城市运行及居民生命财产安全。随着我国城镇化进程加速, 燃气管网建设规模持续扩大, 施工项目复杂度不断提高, 风险因素日益增多。当前燃气管网施工项目面临地质条件多变、周边环境复杂、施工工艺要求高、人员素质参差等多重挑战, 亟需建立科学完善的风险管理体系, 制定有效风险控制策略, 确保施工全过程安全可控。

## 2 城市燃气管网施工项目风险特征与分类

### 2.1 风险特征分析

城市燃气管网施工项目风险特征呈现多维度交织性质, 表现为系统性与复杂性的统一体。燃气管网工程置身于复杂密集的城市地下空间环境, 与给水、排水、电力、通信等多种管线交错并存, 地下空间资源紧张导致潜在碰撞风险持续存在。燃气介质本身具备易燃易爆特性, 在施工过程中任何细微失误均可能引发严重后果, 此类风险常因环境因素激化。地质条件多变性亦为燃气管网施工带来挑战, 地下水位波动、土质差异、岩层分布等因素增加了工程不确定性。

### 2.2 风险分类体系

城市燃气管网施工项目风险分类体系构建应立足系统工程学理论, 结合燃气行业特性, 形成多维度、多层次的风险识别框架。合理的风险分类体系有助于项目管理者全面把

【作者简介】高宇(1995-), 男, 中国甘肃民勤人, 助理工程师, 从事燃气工程研究。

握各类风险因素,实现风险精准识别与科学管控。从风险发生源头角度,可区分为外部环境风险与内部管理风险;从风险属性视角,可细分为技术风险、安全风险、质量风险、进度风险以及成本风险;依照风险影响程度,又可划分为灾难性风险、严重风险、一般风险与轻微风险。施工阶段风险类别包括地下管线交叉干扰风险、焊接工艺缺陷风险、材料质量偏差风险、安全保护措施不当风险等<sup>[1]</sup>。

### 3 城市燃气管网施工风险识别与评估方法

#### 3.1 风险识别技术

风险识别技术在城市燃气管网施工过程中扮演着基础性角色,该技术旨在全面辨识可能引发事故或造成损失的潜在危险源。燃气管网施工风险识别技术体系涵盖多维度方法,专业人员可借助故障树分析法深入挖掘系统性风险因素,梳理各类故障事件之间的逻辑关联;危险与可操作性研究方法则侧重于工艺偏离引发的连锁效应分析;事件树分析法着眼于追溯起始事件所衍生的各种后果路径;作业条件危险性分析法有助于精准定位施工环节中人为操作失误带来的风险点。经验积累与归纳法同样不容忽视,资深测绘人员依托长期实践形成的专业判断,对复杂地质条件下管线铺设风险有独到见解。燃气管网风险识别还应注重历史案例分解法,从历年燃气事故记录中提炼共性规律,反向构建风险识别框架。专家评估会商机制则为风险识别提供了集体智慧平台,来自不同专业背景的管网建设专家共同研判潜在危害。现代信息技术赋能风险识别新维度,基于地理信息系统的空间分析、大数据驱动的模式识别、智能传感网络的实时监测,均为风险早期发现提供了科技支撑<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 风险评估模型构建

风险评估模型构建立足于城市燃气管网施工的特殊性,融合多元理论框架,形成系统化的评估体系。该模型将定性分析与定量计算有机结合,以燃气管网施工中的危险源辨识为基础,对各类风险因子进行合理量化。模型设计宜采纳层次分析法与模糊综合评判法相结合的技术路线,构建判断矩阵后计算权重,确保评估结果的科学性与客观性。城市燃气管网施工环境复杂多变,风险评估模型应具备动态调整能力,及时响应施工过程中的变化因素。

### 4 城市燃气管网施工风险控制策略

#### 4.1 地质与环境风险管控

地质与环境风险因素在城市燃气管网施工过程中占据关键地位,必须予以充分重视并采取科学手段进行管控。城市地下空间复杂多变,地质构造差异、土壤性质变化、地下水位波动等均可对管道稳定性构成潜在威胁。地质勘察工作应当深入细致,采集精确数据,绘制详尽的地质剖面图,标注断层带、软弱地层、溶洞发育区等特殊地质体,为管网设计与施工提供坚实基础。环境因素方面,管网施工需关注周边建筑物荷载分布、交通振动影响、雨季施工排水问题及

区域微气候特性。城市密集区施工更应重视地下既有管线交叉干扰风险,建立完备的管线探测与防护方案。风险管控策略应立足于全生命周期理念,将地质与环境评估融入规划阶段,在设计中预留安全系数,施工中实施动态监测,运维阶段进行周期性检查。针对高风险区域,可采用增强型防护措施,如加厚管壁、增设柔性接头、特殊防腐层等技术手段。测绘人员需运用先进探测设备,建立地质环境与管网设施的空间关联模型,构建风险预警机制,实现风险可视化管理。地质与环境风险管控贯穿于燃气管网建设全过程,唯有精细化管理,方能确保城市燃气供应安全稳定<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 安全管理风险管控

安全管理风险管控作为城市燃气管网施工环节中关键保障措施,需构建起多层次防护体系。该体系应强化风险源头识别能力,落实分级分类的风险评估标准,形成闭环式管控链条。燃气管网施工项目管理人员宜建立安全预警机制,实现风险信息动态采集与快速响应,使潜在危害因素在萌芽状态得到有效控制。值得注意的是,安全文化培育同样是管控体系的基础要素,良好安全氛围促使施工团队自发践行安全理念。相关企业可定期开展安全技能竞赛与案例研讨,提升团队风险感知敏锐度与处置能力。安全管理风险管控还应当与智慧化监测系统相结合,实时监测施工区域气体浓度、压力变化与环境参数,进而为管控决策提供精准依据,最终实现安全风险可控在可接受范围内<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 技术工艺风险管控

技术工艺风险管控立足于燃气管网施工全周期,着眼工艺标准化与技术规范化。管网施工涉及焊接、防腐、试压等关键工序,每一环节皆蕴含潜在风险点。合理配置专业技术人员,严格执行技术交底制度,对施工队伍进行专项培训,确保技术要领明确到位。燃气管网材料选型须符合设计规范,焊缝质量控制需采用无损检测技术进行全面监测。管沟开挖过程中,精准测量管沟深度与宽度,保障回填土质量与密实度。管道防腐层完整性检测、阴极保护系统调试、管道试压等工序均需建立精细化管理机制。特殊地质条件下施工应当预先制定专项方案,选择适宜工艺。建立健全技术档案,记录施工参数变化,追溯工艺执行情况。

#### 4.4 协调管理风险管控

协调管理风险管控作为城市燃气管网施工安全保障的关键环节,需建立完善的多方协作机制,实现信息共享与决策效能提升。燃气管网施工涉及复杂的地下环境与多元工程交叉,有效协调能降低施工过程中潜在冲突带来的风险。城市燃气管理部门宜构建统一协调平台,融合各专业单位技术标准与管理规范,消除因标准差异引发的安全隐患。协调管理应注重时空维度统筹,合理安排施工次序,避免地下管线交叉施工产生的相互干扰。健全的应急联动机制成为协调管理体系的重要补充,确保紧急情况下各参与方响应迅速、职责明确。测绘人员提供的精准空间信息是协调管理决策的基

础支撑,促进施工全过程风险可视化管理。

## 5 基于 PDCA 循环的风险管控实施路径

### 5.1 计划阶段 (Plan)

计划阶段作为 PDCA 风险管控循环的起点,奠定了整个管控体系的基础。燃气管道系统风险管控计划需建立在全面识别隐患点基础上,包括管道材质老化、焊口腐蚀、压力波动等关键因素。科学评估风险等级时,宜采用定性与定量相结合的方法,绘制风险矩阵图,将风险分级分类管理。城市燃气管网风险管控计划应明确管控目标、责任人员、完成时限与所需资源,形成具体可行的管控路径。测绘人员在此阶段绘制管网风险分布图,为后续管控提供空间参考。完善的计划需设立风险预警阈值与应急预案,确保各类风险均有对应处置措施。计划阶段重要性体现在预见性与系统性上,精准的风险识别与科学的评估方法决定了后续管控效果,是整个 PDCA 循环能否有效运行的关键环节。

### 5.2 执行阶段 (Do)

执行阶段是 PDCA 循环风险管控路径的关键环节,该阶段将规划内容转化为实际行动。燃气管道风险管控执行要素包括落实责任分工、完善作业标准化、建立风险预警机制等多维度实施体系。在此环节中,测绘人员依据风险等级分类实施差异化管控措施,对高风险区域增加巡检频次,加强管道沿线活动监测,实施地表沉降监测。燃气管道系统运维部门遵循标准化程序开展管道保护,动态更新管道安全风险信息,确保风险防范措施落地实施。执行阶段注重操作规程与预案衔接,将管控内容融入日常作业流程,形成系统性风险屏障。各级管理人员定期开展现场确认,查验管控措施实施状况,及时发现风险管控过程中的偏差,为后续检查阶段提供依据,从而构建城市燃气管道安全管理的闭环体系。

### 5.3 检查阶段 (Check)

检查阶段是风险管控措施落地后的效果验证环节,对于燃气管道系统安全防护具有决定性意义。此阶段围绕前期所制定的风险管控计划与执行过程展开评估,审视各项安全措施落实情况与实际效果。燃气输配系统中的风险点往往隐蔽且具有累积性,检查工作须融合定性与定量分析手段,立足于数据采集与工程实际。检测人员运用设备检测、现场巡查、压力监测等多元手段建立风险消减评价体系,对比计划目标与现实差距,判定风险防控有效区间。管道运行状态评估结果应形成图谱化表征,风险残余量化为可视化模型,

为后续改进提供精准方向。燃气管线安全评价需要建立动态反馈机制,将实际风险消解程度与理论预期进行系统性对照,从而确证管控有效性或发现潜在缺陷。检查环节关注点应集中于管控措施的实施覆盖度、风险衰减趋势及应急响应能力三个维度,为燃气管网安全运行奠定实证基础。

### 5.4 处理阶段 (Act)

处理阶段作为 PDCA 循环风险管控的收官环节,其核心价值在于将检查评估所得的成果转化为管理体系的固化改进。燃气管道系统风险管控处理阶段需将有效措施提炼为规范文件,纳入企业标准体系;对检查中发现的系统性缺陷进行根源分析,制定长效机制消除管理盲区;同步完善风险分级管控与隐患排查治理双重机制,确保风险数据动态更新与闭环管理。值得注意的是,处理阶段并非终点,而是新一轮 PDCA 循环的起点,应建立健全持续改进机制,定期审视管道完整性评价标准,根据城市燃气管网发展特点与新型风险因素,适时调整风险评估参数与控制措施。处理阶段的精髓在于推动管道风险管控由被动应对向主动预防转变,形成系统化、标准化、精细化的管理模式,为燃气管网安全运行提供科学保障。

## 6 结语

本研究系统分析了城市燃气管网施工项目风险特征,建立了科学合理的风险评估模型,提出了基于 PDCA 循环的风险管控措施。实践证明,将风险管理融入施工全过程,可有效降低安全事故发生率,提升项目质量与效益。研究成果为燃气管网施工企业提供了风险管控思路与方法,对行业安全水平提升具有积极意义。未来研究应关注信息技术与风险管理的深度融合,发展更为智能化的风险预警与处置机制,持续优化燃气管网施工安全保障体系,服务城市安全发展。

### 参考文献

- [1] 胡龙伟,汤文冲,刘紫君,等.组织支持感对埋地燃气管网施工工人安全行为的影响[J/OL].工程管理学报,1-7[2025-04-27].
- [2] 蔡宪.城镇燃气安全风险防控策略[J].大众标准化,2025,(01):19-21.
- [3] 蔡贤淮,陈奕雄.城镇燃气管网现场施工安全管理分析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(22):82-84.
- [4] 党磊.城镇燃气管网安全运行存在的问题及解决措施[J].价值工程,2024,43(31):97-100.