

燃气输配管理中的安全管控要点及优化措施

陈定福

广东 中山 528400

DOI:10.61369/ME.2025110005

摘 要： 燃气输配安全管控至关重要，涵盖设计、施工、设备管理等多环节。设计需强化选址、工艺、容器选型等安全管控；施工要重视质量监督；设备进行全生命周期管理；运行注重监控与应急响应。此外，还需防控第三方施工破坏与地质沉降风险，做好用户端安全管理、制度建设、标准升级等，全方位保障燃气输配安全。

关 键 词： 燃气输配；安全管控；全生命周期管理

Key Points and Optimization Measures for Safety Control in Gas Transmission and Distribution Management

Chen Dingfu

Zhongshan, Guangdong 528400

Abstract： Safety control in gas transmission and distribution is crucial, covering multiple aspects such as design, construction, and equipment management. Design must strengthen safety control in site selection, process planning, and container selection; construction should emphasize quality supervision; equipment requires life-cycle management; and operation focuses on monitoring and emergency response. Additionally, it is essential to prevent risks such as third-party construction damage and geological settlement, ensure user-end safety management, improve institutional frameworks, and upgrade standards to comprehensively safeguard gas transmission and distribution safety.

Keywords： gas transmission and distribution; safety control; life-cycle management

引言

随着城市化进程加快，燃气作为清洁能源被广泛应用，其安全问题备受关注。2021年颁布的《全国城镇燃气安全排查整治工作方案》，强调了加强燃气安全管理的重要性。在此背景下，燃气输配管理的安全管控至关重要。从燃气场站设计、工程管理、设备全生命周期到运行监控等多个方面，都需强化安全管控。通过建立双重预防机制、升级安全管理标准、开发智能巡检系统等措施，全方位提升燃气输配安全管理水平，确保燃气输配安全稳定运行。

一、燃气工程管理中的安全管控要点

（一）燃气场站设计阶段管控

燃气场站设计阶段，需多方面强化安全管控。选址时严格遵循安全标准，充分考虑周边环境、人口密度等因素，远离居民区、学校等人员密集场所，降低潜在风险。工艺装置区要确保防爆间距符合要求，合理规划布局，不同装置间保持安全距离，防止爆炸事故连锁反应。压力容器选型至关重要，依据工艺需求和运行参数，选择合适规格、材质及安全等级的容器，保证其在规定压力、温度范围内稳定运行。此外，完善燃气工程设计审查流程，建立关键参数复核机制，对设计方案进行全面审查，仔细复核各项参数，如压力、流量、管径等，确保设计科学合理，从源头保障燃气场站安全运行^[1]。

（二）工程施工质量监督

在燃气工程管理的安全管控要点里，工程施工质量监督十分

关键。对于 PE 管焊接工艺，需严格遵循相关控制规范，确保焊接质量，保障管道连接稳固，防止燃气泄漏风险。防腐层检测技术标准也不容忽视，依据标准对防腐层进行检测，及时发现防腐层的破损、老化等问题，避免管道因腐蚀而损坏。隐蔽工程验收流程要规范严谨，对埋地管道等隐蔽部分进行细致检查，确认无质量隐患后才允许进入下一施工环节。同时，积极应用数字化施工档案管理系统，将施工过程中的各类数据、文件等进行数字化存储与管理，为后续工程维护、质量追溯提供可靠依据，全面保障燃气工程施工质量^[2]。

二、燃气场站运行安全管理体系

（一）设备全生命周期管理

燃气场站设备全生命周期管理涵盖从设备规划采购、安装调试、运行维护到报废处置的全过程。在规划采购阶段，依据压力

管道年度检验制度、安全阀校验周期标准等要求，选择符合安全规范及运行需求的设备。安装调试时，严格按标准操作，确保设备性能达标。运行过程中，借助基于 RBI 技术的设备风险评估模型^[3]，对设备潜在风险进行科学评估，制定针对性维护计划，及时发现并处理设备隐患。同时，定期校验安全阀，做好压力管道年度检验，保障设备安全运行。到设备老化或损坏无法修复时，遵循相关规定进行报废处置，防止存在安全隐患的设备流入市场或再次投入使用，通过全生命周期管理，全方位保障燃气场站设备安全可靠运行。

（二）运行监控与应急响应

在燃气场站运行安全管理体系中，运行监控至关重要。需深入研究 SCADA 系统泄漏报警参数设定标准，通过科学合理设定参数，确保能及时精准捕捉到泄漏等异常情况^[4]。借助先进技术对场站运行的关键参数如压力、流量、温度等进行实时监测，全方位掌握场站运行状态。应急响应方面，要对场站分级应急响应预案中的处置流程进行优化。依据不同级别事故特点，细化从事故发生、报告、启动预案到救援实施、后期处置等各环节的操作流程，确保每个步骤都清晰明确、有序高效，提升应急响应的速度与质量，最大程度降低事故损失，保障燃气场站安全稳定运行。

三、燃气输配系统安全风险分析

（一）管网运行风险因素

1. 第三方施工破坏防控

第三方施工破坏是管网运行中不容忽视的风险因素。为有效防控，可建立施工区域地下燃气管线三维定位预警系统。此系统借助先进的探测与定位技术，精确获取地下燃气管线的空间位置信息，构建三维模型，对施工区域进行实时监测。一旦施工设备接近燃气管线设定的安全距离，系统即刻发出预警，提醒施工人员停止作业，避免误挖造成燃气泄漏等事故。同时，通过人工巡查密度优化模型，依据不同区域的重要性、人口密度、管线复杂程度等因素，精准确定合理的巡查频次与路线，确保人工巡查高效覆盖。该模型能在不浪费人力的前提下，最大程度发现潜在的第三方施工破坏风险，从而及时采取措施，保障燃气管线安全运行^[5]。

2. 地质沉降影响评估

地质沉降会对燃气管网运行带来诸多风险，对其进行准确评估至关重要。地质沉降可能导致燃气管网出现变形、拉伸、扭曲甚至破裂等状况^[6]。不同区域的地质条件差异较大，软土地基、采空区等特殊地质区域更易发生沉降，且沉降速率和幅度难以精准预测。通过开发基于 InSAR 技术的燃气管网地表沉降动态监测方法，可对大面积区域进行高分辨率、高精度的连续监测。该技术能获取地表微小形变信息，实时掌握燃气管网所处地表的沉降动态。一旦监测到异常沉降，可及时采取加固管道、调整管道走向或修复等措施，以降低因地质沉降引发燃气泄漏等安全事故的风险，保障燃气输配系统安全稳定运行。

（二）用户端安全管理

1. 入户安检标准执行

在燃气输配管理的用户端安全管理中，入户安检标准执行至关重要。应构建一套包含 19 项必检项目的标准化安检流程，确保

全面排查安全隐患。这 19 项必检项目涵盖燃气管道、阀门、计量器具、燃气用具等多个关键部位，细致检查其是否存在老化、损坏、泄漏等问题。针对“到访不遇”及超期未入户的居民用户，需制定并执行专项补充安检标准：在首次到访不遇时，应在住户门外开展门缝泄漏检测，并规范张贴“到访不遇告知贴”，同时通过电话等方式主动进行二次预约；对于长期超期未能入户的用户，应积极采用激光遥测检测仪等先进设备，通过窗户、通风口等途径，对用户室内空间进行远程可燃气体扫描检测，确保即使无法入户也能有效判断并排除室内燃气泄漏风险，实现安全监测无死角。同时，搭配隐患整改闭环管理系统，一旦发现隐患，及时记录并启动整改流程，明确整改责任人与整改期限，跟踪整改进度，直至隐患彻底消除，形成完整的闭环管理。此标准化安检流程、专项补充措施及隐患整改闭环管理系统，是提升用户端燃气使用安全的关键举措，严格执行能有效降低燃气安全事故风险，保障用户生命财产安全^[7]。

2. 用户端泄漏处置

当发现用户端燃气泄漏时，应立即启动分户燃气泄漏应急处置规程。现场人员需迅速打开门窗，加强通风换气，降低燃气浓度，严禁点火、开关电器等可能产生明火或静电的行为。同时，迅速切断气源，如关闭燃气表前阀或立管阀门等。若泄漏情况不明或难以控制，要及时疏散周边人员，设置警戒区域，防止无关人员靠近。之后，需使用专业检测设备，如燃气检漏仪，对泄漏点进行精准定位和检测，以便后续维修处理。在此过程中，借助居民安全用气大数据预警平台^[8]，分析类似泄漏案例数据，及时发现潜在风险，为处置工作提供参考，并为后续预防措施制定提供依据，以不断提升用户端燃气使用安全性。

四、燃气安全管控优化措施体系

（一）制度体系建设

1. 双重预防机制构建

在燃气安全管控优化措施体系的制度体系建设中，双重预防机制构建至关重要。通过建立覆盖全流程的风险识别清单，全面梳理燃气输配各个环节，从气源采购、运输存储到终端供应，精准识别潜在风险，明确风险特性、影响范围及可能引发的后果。同时，制定隐患分级治理规范标准，依据隐患的严重程度、发生可能性及影响大小，科学划分等级，对不同等级隐患匹配相应治理流程、责任主体与资源投入。如此，能够实现风险早发现、隐患早治理，有效防范燃气安全事故，确保燃气输配系统安全稳定运行^[9]。

2. 安全管理标准升级

燃气输配管理中，安全管理标准升级至关重要。一方面，要结合智慧燃气标准体系与 ISO55000 资产管理体系，制定更具前瞻性的燃气设施运行维护标准，明确设施检查周期、维护内容及技术指标，确保设施始终处于良好运行状态^[10]。另一方面，对燃气安全风险评估标准进行细化，充分考虑地理环境、用户分布等因素，精准识别潜在风险。同时，提升应急处置标准，详细规定不同类型燃气事故的应急响应流程、人员职责及处置方法，提高应急救援的效率和效果。此外，针对新技术、新设备在燃气输配中的应用，及时更新相关安全操作标准，为工作人员提供准确规范

的操作指引，从而全方位提升燃气输配安全管理水平。

（二）智能化技术应用

1. 智能巡检系统开发

在燃气输配管理的安全管控中，智能巡检系统开发至关重要。一方面，着力研究燃气无人机巡检路径优化算法。通过对燃气管道分布、地理环境、周边设施等多因素进行综合分析建模，运用智能算法，如遗传算法、蚁群算法等，规划出高效合理的无人机巡检路径，确保全面覆盖且不遗漏关键区域，同时降低巡检成本与时间。另一方面，积极开发智能图像识别技术在泄漏检测中的应用。收集大量燃气泄漏与正常状态下的图像数据，利用深度学习算法，如卷积神经网络（CNN），对数据进行训练，构建高精度的识别模型。使系统能够快速、准确地识别图像中的燃气泄漏迹象，如气体颜色、形态变化等，及时发出警报，为燃气安全输配提供有力技术保障。

2. 数字孪生平台构建

构建燃气管网数字孪生平台，需开发融合管网 GIS 系统与实时监测数据的燃气管网数字孪生模型。管网 GIS 系统能精准呈现燃气管道的地理位置、走向、管径等空间信息，为数字孪生模型奠定空间基础。实时监测数据则涵盖压力、流量、浓度等动态运行参数，让模型具备实时性与真实性。通过融合二者，可在虚拟空间构建与真实管网高度匹配的数字孪生模型。借助此模型，工作人员能实时掌握管网运行状态，提前模拟不同工况下的管网响应，预测潜在风险，从而及时制定并实施针对性的安全管控策略，极大提升燃气输配管理的安全性及效率。

（三）能力提升工程

1. 专业人才培养

在燃气输配管理中，专业人才培养是关键。应建立常态化人才引进与培养机制，每年从油气类高等院校招聘油气储运、燃气工程等相关专业的应届毕业生，注入新生力量。通过系统化的岗前培训、轮岗实习与导师带徒等方式，帮助其全面掌握燃气输配系统中设计、施工、运行、维护等各环节的技术与管理要求，夯实专业基础。同时，构建燃气安全工程师继续教育体系，有助于提升工程师的专业素养与知识储备。通过定期开展针对性的培训课程，涵盖燃气新技术、新法规、安全管理新理念等内

容，使工程师能够紧跟行业发展前沿，不断更新知识结构，更好地解决实际工作中的复杂安全问题。制定特种作业人员技能认证标准也十分重要。这能规范特种作业人员的技能要求，明确其应具备的操作技能、安全意识和应急处理能力。依据标准进行严格考核认证，确保特种作业人员具备扎实的专业技能，从人员层面为燃气输配安全提供有力保障，有效降低安全事故发生的可能性。

2. 公众安全素养提升

燃气安全“五进”活动作为各地持续推进的专项宣传与隐患排查行动，面向企业、农村、社区、学校和家庭五大重点领域，是提升公众安全意识与能力的重要载体。在此基础上，应进一步制定基于社区网格的燃气安全知识普及方案与应急演练常态化机制，系统提升公众安全素养。同时，制作图文并茂、通俗易懂的宣传资料，发放到各户，方便居民随时查阅学习。建立应急演练常态化机制，按季度或半年为周期，在社区组织燃气泄漏、火灾等应急演练。演练涵盖应急响应、人员疏散、初期火灾扑救等环节，让居民熟悉应急流程，掌握基本应急技能。通过“五进”推动与社区常态化宣传演练相结合，切实增强公众燃气安全意识，提升应对突发燃气安全事件的能力，为燃气输配安全筑牢群防群治的基层防线。

五、总结

燃气输配管理的安全管控至关重要。核心安全管控要素的梳理，为保障燃气输配安全奠定坚实基础，从各个关键环节降低风险。三维优化体系，以制度建设规范流程、明确职责，以技术创新提升设施设备的安全性及可靠性，以能力提升强化人员的专业素养与应急处置能力，全方位筑牢安全堡垒。而全过程的燃气安全防线，从规划设计的源头把控，到施工运营的严格执行，再到用户服务的细致入微，确保每个阶段都能有效预防安全事故。智能化转型更是借助先进技术，推动安全管理效能全面提升。通过这些要点和措施，可形成完善的燃气输配安全管理体系，切实保障燃气输配的安全、稳定运行。

参考文献

[1] 顾晨晨. 某长输管道输油站场安全风险管控研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2021.
[2] 蒋树文. 成都地铁建设中政府安全管控面临的问题及对策研究 [D]. 四川大学, 2023.
[3] 杨可琳. 基于深度学习的生产车间安全管控系统 [D]. 北京交通大学, 2022.
[4] 钟树达. 基于大数据的磷矿地压风险评估及安全管控研究 [D]. 武汉工程大学, 2023.
[5] 王伟. 城市路灯安全与照明管控技术研究 [D]. 西安理工大学, 2023.
[6] 张云飞. 燃气工程中的燃气输配技术探究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2020, (16): 53-54.
[7] 翁远辉, 方艺, 左卓. 浅谈拆除工程安全管理现状及管控要点 [J]. 建筑安全, 2023, 38(12): 78-80.
[8] 范国磊, 霍平, 庞巍. 燃气输配中的噪声及其控制方法 [J]. 天然气与石油, 2022, 40(4): 46-52.
[9] 金磊, 张迪华, 徐天毅, 等. 燃气输配管网隐患排查与分级管理 [J]. 上海煤气, 2024, (01): 21-23+38.
[10] 袁宏伟. 城镇燃气输配钢管风险评估方法探究 [J]. 城镇建设, 2021(7): 391.