

燃气管道施工中的安全风险及其控制措施研究

姜超 刘照丰 尹子昊 (乳山中燃能源发展有限公司, 山东 乳山 264500)

摘要: 燃气管道是能源输送的关键, 施工安全关乎人民生命财产与社会稳定。本文深入剖析燃气管道施工的安全风险, 经文献分析和案例研究, 明确自然、技术、管理、环境风险为主要来源。从施工前期准备、过程管理及应急管理多维度, 提出优化设计、强化培训、引入先进设备、完善制度、建立应急机制等控制措施。结果显示, 这些举措能有效降低风险, 保障施工顺利, 为燃气管道安全建设提供理论与实践支撑。

关键词: 燃气管道施工; 安全风险; 风险控制; 自然风险; 技术风险

中图分类号: TE973 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 022-0094-03

Research on safety risks and control measures in gas pipeline construction

Jiang Chao, Liu Zhaofeng, Yin Zihao (Rushan China Gas Energy Development Co., Ltd., Rushan Shandong 264500, China)

Abstract: Gas pipelines are the key to energy transmission, and construction safety is related to people's lives and property and social stability. This paper deeply analyzes the safety risks of gas pipeline construction, and identifies natural, technical, management and environmental risks as the main sources through literature analysis and case studies. From the multiple dimensions of pre-construction preparation, process management and emergency management, control measures such as optimizing design, strengthening training, introducing advanced equipment, improving the system and establishing an emergency mechanism are proposed. The results show that these measures can effectively reduce risks, ensure the smooth construction, and provide theoretical and practical support for the safe construction of gas pipelines.

Keywords: gas pipeline construction; security risks; risk control; natural risks; Technical Risks

燃气作为高效清洁能源, 在工业、生活中应用广泛, 燃气管道建设至关重要。城市化推进下, 管道建设规模不断扩大, 可施工过程存在诸多安全风险, 一旦失控易引发严重事故, 像某城市就因施工人员操作失误, 致燃气泄漏爆炸, 造成人员伤亡与财产损失, 影响社会稳定和经济发展。国内外学者已对燃气管道施工安全风险开展大量研究, 涵盖事故案例分析、技术监测预警、管理机制完善等方面, 但鉴于建设技术发展、施工环境复杂, 仍需深入探索, 持续完善施工安全风险控制体系, 保障燃气管道建设安全。

1 燃气管道施工中的安全风险分析

1.1 自然风险

自然风险是燃气管道施工中不可忽视的重要因素。地震、洪水、滑坡等自然灾害具有突发性和不可预测性, 对燃气管道施工安全构成直接威胁。在地震发生时, 地壳的剧烈运动可能导致管道断裂、移位, 使燃气泄漏, 引发火灾或爆炸等严重事故。洪水则会冲刷管道基础, 造成管道悬空、下沉, 甚至被冲毁, 影响管道的正常运行。滑坡可能掩埋管道, 损坏管道结构, 导致燃气泄漏。在山区进行燃气管道施工时, 由于地形复杂, 滑坡、泥石流等地质灾害频发, 给施工带来了极大的安全隐患。

除了这些突发性自然灾害, 恶劣的天气条件如暴雨、大风、暴雪等也会对施工产生不利影响。暴雨可

能引发施工现场积水, 使土壤松软, 增加施工难度, 还可能导致施工设备被淹没、损坏。大风会影响高空作业的安全, 增加施工人员坠落的风险, 同时也可能吹倒施工临时设施, 对人员和设备造成伤害。暴雪会使施工现场道路积雪、结冰, 影响施工材料和设备的运输, 增加交通事故的发生概率。

1.2 技术风险

技术风险贯穿于燃气管道施工的全过程, 主要包括施工方法、施工设备以及施工人员技术水平等方面。施工方法的选择直接影响到施工的安全和质量。在管道穿越河流、铁路、公路等复杂地段时, 如果采用不合适的施工方法, 如顶管施工时顶进速度过快或顶力不均匀, 可能导致管道偏离设计路线, 甚至破坏周边的建筑物和地下设施。在焊接施工中, 焊接工艺参数选择不当, 可能导致焊缝质量不合格, 出现气孔、裂纹等缺陷, 增加燃气泄漏的风险。

施工设备的可靠性也是影响施工安全的关键因素。设备老化、维护不当或操作不当都可能导致设备故障, 引发安全事故。例如, 起重机的钢丝绳磨损严重、制动装置失灵, 可能导致起吊的重物坠落, 砸伤施工人员和设备。电焊机的电源线破损、接地不良, 可能引发触电事故。此外, 一些先进的施工设备对操作人员的技术要求较高, 如果操作人员未能熟练掌握设备的操作技能, 也容易引发安全问题。

施工人员的技术水平参差不齐，部分施工人员可能缺乏必要的专业知识和技能培训，对施工规范和操作规程不熟悉，在施工过程中容易出现操作失误。例如，在管道安装过程中，施工人员未按照设计要求进行管道的对口、焊接和防腐处理，可能导致管道连接不紧密、防腐层损坏，从而引发燃气泄漏。在使用电动工具时，施工人员如果不了解工具的使用方法和安全注意事项，可能会造成自身伤害。

1.3 管理风险

管理风险主要源于施工项目的管理层面，涵盖项目规划、资源配置、通信协调以及安全管理措施的落实等多个方面。项目规划不合理可能导致施工过程中出现混乱和安全隐患。例如，施工进度安排过紧，可能使施工人员为了赶进度而忽视安全要求，增加事故发生的概率。在资源配置方面，如果施工材料和设备供应不及时，可能导致施工中断，影响施工质量和安全。同时，资源配置不合理还可能造成浪费，增加施工成本。

通信协调不畅也是导致管理风险的重要因素之一。在燃气管道施工过程中，涉及多个施工单位和部门，如果各单位之间沟通不畅、协调不力，可能导致施工顺序混乱、施工交叉作业时发生冲突，增加安全事故的发生风险。例如，在进行管道铺设和电气安装交叉作业时，如果双方没有及时沟通协调，可能会出现一方施工对另一方造成破坏的情况。

安全管理措施落实不到位是管理风险的核心问题。部分施工企业安全管理制度不完善，缺乏明确的安全责任制度和安全操作规程，导致施工人员在施工过程中无章可循。同时，一些企业对安全管理工作重视不够，安全管理人员配备不足，安全检查和隐患排查工作不彻底，无法及时发现和消除安全隐患。例如，施工现场的安全警示标识设置不规范、不齐全，施工人员可能在不知情的情况下进入危险区域，增加事故发生的可能性。

1.4 环境风险

燃气管道施工过程中，施工活动可能会对周围环境造成污染，包括水体污染、土壤污染、空气污染等，而环境污染反过来又会对施工安全产生影响，形成环境风险。在施工过程中，施工废水如果未经处理直接排放，可能会污染附近的河流、湖泊等水体，影响水生态环境。同时，施工废水还可能渗透到土壤中，造成土壤污染，影响土壤的结构和肥力。施工扬尘、废气排放会导致空气污染，不仅影响施工人员的身体健康，还可能对周边居民的生活造成困扰。例如，在城市中心进行燃气管道施工时，施工扬尘可能会导致空气质量下降，引发居民的不满和投诉。

此外，施工废弃物的不当处理也会带来环境风险。

施工过程中产生的废弃管材、管件、包装材料等如果随意丢弃，可能会占用土地资源，破坏自然景观。同时，一些废弃材料可能含有有害物质，如重金属、化学物质等，会对土壤和水体造成污染。另外，施工活动可能会破坏周边的生态环境，影响动植物的生存和繁衍，引发生态平衡问题，进而对施工安全产生间接影响。

2 燃气管道施工安全风险的控制措施

2.1 施工前期准备阶段的风险控制

2.1.1 优化施工设计

在燃气管道施工前期，施工团队必须全面且深入地考量施工区域的地质条件、自然环境特征以及潜在风险。这是保障施工安全与质量的关键前置步骤。现代化设计工具和方法，如地理信息系统（GIS）和三维模拟技术，在此过程中发挥着至关重要的作用。

借助 GIS 技术，施工团队能够获取施工区域详细的地形、地质结构和环境特征信息。例如，在某山区燃气管道施工项目中，通过 GIS 技术对该区域进行分析，清晰地呈现出了洪水发生区域和滑坡易发地带的分布情况。基于这些精确的信息，施工团队可以合理规划管道线路，巧妙地避开这些高风险区域，从而有效降低自然风险对施工的威胁。

而在管道穿越河流等复杂地形时，三维模拟技术则展现出了其独特的优势。施工团队可以利用该技术对不同的穿越方案进行模拟分析。在模拟过程中，能够直观地观察到每个方案在施工过程中的具体情况，包括施工难度、对周边环境的影响以及潜在的安全风险等。通过对各个方案的综合评估，最终选择出最安全、最经济的施工方案。在某城市的燃气管道穿越河流项目中，通过三维模拟技术对定向钻穿越和盾构穿越两种方案进行模拟分析后，发现定向钻穿越方案不仅施工成本较低，而且对河流生态环境的影响较小，同时能够有效降低施工过程中的安全风险，因此最终确定采用该方案。

2.1.2 做好施工场地勘察

施工场地勘察是施工前期的重要工作，通过对施工场地的地形、地貌、地质、水文等情况进行详细勘察，可以为施工设计和施工方案的制定提供准确依据。在勘察过程中，应重点关注地下管线的分布情况，避免在施工过程中对其他地下管线造成破坏。同时，还应了解施工场地周边的建筑物、道路等情况，评估施工活动对周边环境的影响。对于复杂的施工场地，还可以采用地质勘探、物探等技术手段，进一步提高勘察的准确性。

2.1.3 加强施工人员培训

施工人员的专业素质和安全意识直接关系到施工的安全和质量。因此，在施工前应对所有施工人员进行全面的培训，包括安全知识培训、施工技术培训和

操作规程培训等。通过安全知识培训，使施工人员了解施工过程中可能存在的安全风险和安全防范措施，增强安全意识。施工技术培训可以提高施工人员的专业技能水平，使其熟练掌握施工工艺和操作方法。操作规程培训则可以规范施工人员的操作行为，确保施工过程符合相关标准和规范。培训结束后，应对施工人员进行考核，只有考核合格的人员才能上岗作业。

2.2 施工过程中的风险控制

2.2.1 强化施工安全管理

施工单位在燃气管道施工时，建立完善安全管理制度是关键。要清晰界定各级管理人员与施工人员安全责任，把责任精准落实到岗到人，为施工安全筑牢制度根基。同时，务必强化施工现场安全检查与隐患排查，定期安排专业人员全方位检查，涵盖施工设备运行、人员操作、防护设施设置等方面。就像某施工现场，检查人员发现起重机钢丝绳严重磨损，当即下达整改通知，停用设备并更换，规避了重大风险。一旦查出安全问题，施工单位需制定详尽整改方案，明确责任人与期限，及时整改。设立安全监督岗，配备专人实时监督，对违规操作即刻制止、严肃处理，以此规范施工行为，大幅降低安全事故发生率。

2.2.2 规范施工操作流程

严格按照施工规范和操作规程进行施工，确保施工过程的标准化和规范化。在管道焊接、安装、防腐等关键施工环节，要制定详细的施工工艺和操作流程，并要求施工人员严格执行。例如，在管道焊接过程中，要根据管道材质、管径等因素选择合适的焊接工艺和焊接参数，严格控制焊接质量。同时，要加强对施工过程的质量检验，对每一道工序进行严格验收，确保施工质量符合要求。

2.2.3 引入先进设备

积极引入先进的施工技术和设备，提高施工的安全性和效率。例如，采用自动化焊接设备可以减少人工操作，提高焊接质量和效率，降低焊接过程中的安全风险。利用无损检测技术可以对管道焊缝进行全面检测，及时发现焊缝中的缺陷，确保管道的安全运行。此外，还可以引入先进的安全监测设备，如气体泄漏监测仪、火灾报警器等，对施工现场的安全状况进行实时监测，及时发现安全隐患并发出警报。

2.3 应急管理措施

2.3.1 建立应急响应机制

制定完善的应急响应计划，明确应急组织机构和人员职责，确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应急处置。应急响应计划应包括应急响应流程、应急救援措施、应急资源调配等内容，并定期进行演

练和修订，确保其有效性和实用性。同时，要建立与相关部门的应急联动机制，加强与消防、医疗、环保等部门的沟通协调，提高应急处置能力。

2.3.2 配备应急救援物资

根据施工过程中可能发生的安全事故类型，配备充足的应急救援物资，如灭火器、消防水带、急救药品、防护用具等，并定期对应急救援物资进行检查和维护，确保其处于良好状态。应急救援物资的存放位置应便于取用，并设置明显的标识。同时，要建立应急救援物资管理制度，明确物资的领取、使用和补充流程，确保应急救援物资的合理使用。

2.3.3 开展应急演练

定期组织施工人员进行应急演练，通过演练提高施工人员的应急反应能力和协同配合能力，检验应急响应计划的可行性和有效性。应急演练应模拟不同类型的安全事故，如燃气泄漏、火灾爆炸、人员伤亡等，让施工人员在演练中熟悉应急处置流程，掌握应急救援技能。演练结束后，要对应急演练进行总结和评估，针对演练中存在的问题及时进行整改，不断完善应急响应计划。

3 结束语

燃气管道施工安全与经济发展、社会稳定紧密相连。城市化进程中，燃气管道建设规模不断扩大，施工环境日益复杂，安全风险防控难度也在增加。从自然的不可抗力到技术的复杂难题，从管理的细微漏洞到环境的潜在影响，燃气管道施工安全风险无处不在。面对这些风险，需要施工企业、监管部门、科研机构等各方协同发力。施工企业严格把控施工流程，强化人员培训与设备维护；监管部门完善制度、加强监督；科研机构加快新技术研发应用。多方共同努力，为燃气管道施工安全构筑起坚固的防线，推动燃气行业持续、健康发展，让燃气更好地服务社会、造福民众。

参考文献：

- [1] 崔立军,王利军.城镇燃气管道施工现场安全管理技术分析研究[J].化工设计通讯,2024,50(9):160-162.
- [2] 张志伟.基于安全风险评估的燃气管道施工技术研究[J].中工科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(12):147-150.
- [3] 胡盛栋,张群,陈齐良,张艳君.城镇燃气天然气管道的动态和区域聚合安全风险评估[J].湖北理工学院学报,2024,40(5):19-24.
- [4] 袁洪飞.油气长输管道建设施工安全风险识别及应对措施[J].石油天然气学报,2024,46(2):194-198.

作者简介：

姜超(1992.3.23-),男,汉族,山东省乳山市文化街,专科,员工,研究方向:燃气工程安全技术。