

论油气长输管道建设施工安全风险识别及应对措施

焦红志 李莎 (山东海普安全环保技术股份有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 本文旨在识别并应对油气长输管道建设施工中的安全风险。通过系统的风险评估, 包括自然及社会环境、线路工程、公用工程以及施工过程中的风险, 提出了一系列针对性的防范和应对措施。研究结果表明, 通过实施这些措施, 可以有效降低施工中的安全风险, 保障施工人员的生命安全和身体健康, 同时提高能源输送效率。

关键词: 油气储运; 中长输管道; 安全性

中图分类号: TE8

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 016-0127-03

On the Identification and Response Measures of Safety Risks in the Construction of Long distance Oil and Gas Pipeline

Jiao Hongzhi, Li Sha (Shandong HELP Safety and Environmental Protection Technology Pty Ltd., Qingdao Shandong 266071, China)

Abstract: This article aims to identify and address safety risks in the construction of long-distance oil and gas pipelines. Through systematic risk assessment, including natural and social environment, line engineering, public works, and risks during construction, a series of targeted prevention and response measures have been proposed. The research results indicate that implementing these measures can effectively reduce safety risks during construction, ensure the safety and health of construction personnel, and improve energy transmission efficiency.

Keywords: oil and gas storage and transportation; Medium to long haul pipelines; safety

随着全球能源需求的不断增长, 油气资源作为重要的能源形式, 其输送方式的安全性和可靠性日益受到关注。油气长输管道作为油气资源输送的主要途径, 在保障能源供应方面发挥着不可替代的作用。然而, 由于油气长输管道通常穿越复杂的地理环境和人口密集区, 其建设施工过程中面临着诸多安全风险。这些风险不仅威胁到施工人员的生命安全, 还可能导致环境污染、资源浪费以及巨大的经济损失。因此, 深入研究油气长输管道建设施工中的安全风险, 并提出有效的应对措施, 对于保障管道建设施工的安全进行、提高能源输送效率以及实现可持续发展具有重要的现实意义。

1 油气长输管道建设概述

1.1 油气长输管道的定义

油气长输管道是指用于输送石油和天然气的长距离管线系统。这些管道通常跨越数百甚至数千公里, 连接油气田、处理设施和消费市场, 是现代能源运输网络的重要组成部分。

1.2 建设施工的基本流程

油气长输管道的建设施工是一个复杂而系统的过程, 主要包括以下几个阶段: ①前期准备: 包括项目可行性研究、环境影响评估、工程设计和审批等。②土地征用与清理: 获取必要的土地使用权, 并进行现场清理和平整。③管道铺设: 根据设计图纸进行管道

的铺设工作, 包括焊接、防腐处理等。④试压与检测: 对铺设完成的管道进行压力测试和泄漏检测, 确保其密封性和强度。⑤站场建设: 建设泵站、压缩机站等配套设施, 以支持油气的正常输送。⑥调试与运营: 完成所有设备的安装和调试后, 投入正式运营^[1]。

1.3 管材选择

在油气长输管道建设中, 管材的选择至关重要。常用的管材包括钢管、铸铁管和塑料管等。钢管因其高强度、耐腐蚀性和良好的密封性而被广泛应用。在选择管材时, 需要考虑以下因素: ①材质: 常见的钢管材质有碳钢、不锈钢和合金钢等。②壁厚: 根据输送介质的压力和温度确定合适的壁厚。③防腐处理: 为了防止土壤和水的腐蚀, 管材需要进行内外防腐处理。

1.4 焊接与防腐

焊接是油气长输管道建设中的关键工艺。高质量的焊接可以确保管道的密封性和强度, 防止泄漏事故的发生。焊接过程中需要注意以下几点: ①焊接工艺: 选择合适的焊接方法和参数, 确保焊缝质量。②焊工培训: 焊工需经过专业培训, 并持有相应的资格证书。③焊缝检测: 采用无损检测技术(如X射线探伤、超声波探伤)对焊缝进行检测, 确保无缺陷。④防腐处理也是确保管道长期安全运行的重要措施。常用的防腐方法包括涂层保护、阴极保护和电化学保护等。涂

层保护是通过在管道表面涂覆防腐涂料形成保护层，阴极保护则是通过外加电流或牺牲阳极使金属表面发生阴极反应，从而抑制腐蚀过程。

1.5 安全标准与规范

国际上有许多关于油气长输管道建设的安全标准和规范，如 API Spec 5L（美国石油学会标准）、ISO 4437（国际标准化组织标准）等。这些标准涵盖了从材料选择、设计、施工到运营的全过程，为全球范围内的油气管道建设提供了统一的指导原则。中国也制定了一系列的油气长输管道建设标准和规范，如 GB/T 9711（国家标准）和 SY/T 0457（石化行业标准）等。这些标准结合了中国的国情和实际需求，对油气管道的设计、施工和验收等方面提出了具体要求。

2 油气长输管道建设施工安全风险识别

2.1 自然及社会环境风险

①极端气候影响。在油气长输管道建设施工过程中，极端气候条件如暴雨、洪水、台风和寒潮等可能带来严重的安全隐患。例如，暴雨和洪水可能导致施工现场积水，影响施工设备和材料的存放及使用，甚至引发泥石流和滑坡等地质灾害。此外，寒潮天气可能使设备冻结损坏，增加施工难度和成本。②雷电与大风沙尘暴。雷电是一种常见的自然现象，其产生的高电压和强电流可能对未采取防雷措施的电气设备造成损坏。大风和沙尘暴则可能刮倒临时搭建的脚手架和塔吊等施工设施，导致人员伤亡和设备损失。这些自然灾害不仅威胁施工安全，还可能延误工期，增加工程成本。③地震与洪水。地震是突发性的自然灾害，其强烈的震动可能导致管道破裂、地基沉降和建筑物倒塌。洪水则可能冲毁部分已建成的管道和设施，造成巨大的经济损失。为了应对这些风险，需要在设计和施工阶段充分考虑地质条件，采取抗震加固和防洪措施^[2]。

2.2 线路工程风险

①管道本体风险。管道本体在建设和运行过程中可能面临多种风险。例如，管材质量不合格可能导致管道在高压下发生破裂；焊接质量差则可能造成渗漏和断裂；防腐层老化或损坏会加速管道腐蚀，缩短使用寿命。此外，第三方破坏如挖掘作业和非法盗油行为也可能对管道造成严重损害。②管线碰口作业风险。在管线碰口作业中，如果操作不当或安全防护措施不到位，可能导致油气泄漏、火灾爆炸等事故。特别是在夜间或恶劣天气条件下进行碰口作业时，风险更大。因此，必须严格执行操作规程，加强现场管理和监控。③标识与伴行道路风险。管道沿线的标识和伴行道路对于保障管道安全运行至关重要。若标识缺失或损坏，

可能导致第三方误操作或破坏；伴行道路状况不佳则可能影响应急抢险车辆的通行效率。因此，应定期检查和维护标识系统，确保其清晰可见；同时改善伴行道路条件，提高应急响应能力。

2.3 公用工程风险

①自控与通信系统风险。自控与通信系统是油气长输管道运行的核心部分。一旦出现故障，可能导致无法实时监控管道状态，无法及时采取应急措施。例如，控制系统失灵可能导致阀门无法正常开关；通信中断则会使调度指令无法传达至现场。因此，需要建立健全的自控与通信系统维护机制，定期进行检修和演练。②防腐与保温风险。防腐与保温措施对于延长管道使用寿命、减少维修次数具有重要意义。若防腐层质量不达标或保温效果不佳，可能导致管道内壁腐蚀加剧、热能损失增大等问题。此外，阴极保护系统失效也会加速管道腐蚀。因此，应选用合格的防腐保温材料，并定期进行检查和维护。

2.4 施工过程风险

①施工质量问题。施工质量直接关系到油气长输管道的安全性和可靠性。常见问题包括焊接缺陷、防腐层破损、埋深不足等。这些问题可能在后期运行中引发安全事故，增加维护成本。因此，必须加强施工质量管理，严格执行质量检验制度。②施工过程中的危险有害因素。施工过程中的危险有害因素主要包括机械伤害、高处坠落、触电等。这些事故不仅危及施工人员的生命安全，还可能影响工程进度和质量。为此，需要制定详细的安全管理制度和操作规程，加强现场安全教育和培训。③维抢修施工风险。在维抢修过程中，如果未能严格遵守操作规程或缺乏必要的安全防护措施，可能导致次生事故的发生。例如，动火作业时未采取防火措施可能引发火灾；带压作业时若防护不当可能导致人员中毒窒息。因此，在进行维抢修作业时，必须制定详细的作业方案并严格执行安全规定。

3 油气长输管道建设施工安全风险应对措施

3.1 自然及社会环境风险应对

①极端气候防范措施。在面对极端气候条件时，油气长输管道建设施工需要采取一系列防范措施。例如，在暴雨和洪水季节前，应提前疏通排水系统、加固临时设施，并在重要部位设置防洪堤。对于寒潮天气，需提前储备防冻物资，并对设备进行保温处理。此外，还应建立气象监测预警机制，及时发布极端天气信息，以便施工单位能够迅速采取措施应对。

②雷电与大风沙尘暴防护。雷电防护措施包括安装避雷针、接地装置和浪涌保护器等设备，以确保电

气系统的安全运行。大风沙尘暴防护则需要加强对临时搭建设施的稳固性检查，及时清理施工现场的易飞散物料，并对机械设备进行覆盖保护。同时，还应制定应急预案，明确在大风沙尘暴来临时的各项应急措施和责任分工。

③地震与洪水应急响应。地震应急响应措施主要包括加强地质勘察、采用抗震设计标准、设置地震监测仪等。在洪水应急响应方面，除了上述防洪措施外，还需建立水位监测系统，及时掌握洪水动态。一旦发生地震或洪水灾害，应立即启动应急预案，组织人员疏散和抢险救援工作，尽量减少灾害损失。

3.2 线路工程风险应对

①管道本体加固措施。为了降低管道本体风险，可以采取以下加固措施：选用高质量的管材和焊接材料，确保焊缝质量符合标准要求；加强防腐层的设计和维护，采用多层防腐结构并定期进行检测；对于易受第三方破坏的区域，可增设警示标志和物理防护装置；同时，建立完善的巡检制度，及时发现并处理潜在问题。

②管线碰口作业安全管理。在管线碰口作业中，必须严格执行操作规程，确保每一步骤都符合安全要求。作业前应进行风险评估，制定详细的作业方案；作业过程中要加强现场监控，配备足够的安全防护设备；作业结束后要进行全面检查，确认无泄漏后方可继续施工。此外，还应定期对作业人员进行安全培训和技术考核。

③标识与伴行道路优化。为了提高标识系统的可视性和耐久性，可采用反光材料制作标识牌并定期进行刷新和维护。对于伴行道路的建设和维护工作也不容忽视，应确保道路平整畅通无障碍物阻碍应急车辆通行。同时还要建立健全的巡查制度及时发现并修复损坏的标识和道路设施。

3.3 公用工程风险应对

①自控与通信系统冗余设计。为了提高自控与通信系统的可靠性和稳定性可以采用冗余设计的方法即增加备份设备和线路当主系统出现故障时能够迅速切换到备用系统继续运行从而保证整个生产过程的连续性和安全性。此外还应定期对自控与通信系统进行检查和维护确保其处于良好状态并能随时投入使用。

②防腐与保温定期检测。防腐与保温措施对于保障油气长输管道的安全运行至关重要因此必须建立定期检测制度对防腐层和保温层的状况进行全面检查发现问题及时处理避免小问题积累成大隐患造成更大的损失。同时还可以采用先进的检测技术和仪器提高检测的准确性和效率为管道的安全运行提供有力保障。

3.4 施工过程风险应对

①施工质量提升策略。为了提高施工质量可以从以下几个方面入手：一是加强施工队伍的管理和技术培训提高工人的技能水平和质量意识；二是严格按照设计图纸和技术规范进行施工不得擅自更改设计方案或偷工减料；三是建立健全的质量检验制度对每一道工序都进行严格的质量把关发现不合格的坚决返工直至达到标准为止。

②危险有害因素控制方法。在施工过程中要特别注意控制危险有害因素的发生可以采取以下措施：一是制定详细的安全管理制度和操作规程明确各项安全要求和责任分工；二是加强现场安全管理配备足够的安全管理人员对施工过程进行全程监督；三是提供必要的个人防护装备并督促工人正确佩戴使用；四是定期组织安全培训和技术交底提高工人的安全意识和自我保护能力；五是建立应急救援体系配备必要的应急救援器材和设备以便在紧急情况下能够迅速有效地进行救援工作减少人员伤亡和财产损失。

③维抢修施工安全保障措施。在维抢修施工过程中要特别注意保障人员的安全可以采取以下措施：一是制定详细的维抢修方案并经审核批准后方可实施方案中应明确各项安全要求和责任分工；二是做好现场安全防护设置警戒区域禁止无关人员进入；三是配备必要的个人防护装备并督促工人正确佩戴使用特别是对于从事有毒有害气体作业的人员要提供专门的防护装备；四是加强现场通风换气确保作业环境符合安全要求。

4 结语

综上所述，本文通过对油气长输管道建设施工中安全风险的全面识别和系统应对，提出了一系列切实可行的措施和方法。研究表明，通过科学的风险识别和全面的应对措施，可以有效降低油气长输管道建设施工中的安全风险。这不仅有助于保障施工人员的生命安全和身体健康，还能减少环境污染和资源浪费，提高能源输送效率。未来，随着技术的不断进步和管理经验的积累，油气长输管道建设施工的安全管理将更加科学化、系统化，为实现能源安全和可持续发展提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 李平. 油气长输管道高后果区识别与风险评价探析 [J]. 化工管理, 2020(02):70-71.
- [2] 马达开, 孟涛, 李晓, 等. 油气长输管道环境风险评估指标选取与识别 [J]. 安全, 2017, 38(05):7-10.

作者简介：

焦红志 (1970-)，男，汉族，河南南阳人，本科，中级工程师，研究方向：油气储运。