

天然气长输管道运行安全风险及应对措施研究

陈永清 (江西省天然气集团有限公司管道分公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 针对天然气长输管道运行安全风险问题, 本次研究首先对安全风险问题进行总结及原因分析, 在此基础上, 对运行安全风险的应对措施进行研究, 为保障天然气长输管道的运行安全奠定基础。研究表明: 天然气长输管道运行安全对于人员安全、环境保护、能源供应及经济稳定都十分关键, 但是在长输管道运行的过程中存在腐蚀风险、管理风险、制度风险、第三方破坏风险等问题, 因此, 需要从强化防腐质量、强化管道巡护、完善管理制度、强化隐患排查以及完善保护机制等角度入手, 采取多项有效措施, 以此提高天然气长输管道运行安全。

关键词: 天然气; 长输管道; 运行安全; 风险分析; 应对措施

0 前言

天然气长输管道的泄漏和爆炸可能对附近的居民、工作人员和过路人员构成严重威胁, 通过确保管道的安全运行, 可以有效预防事故的发生, 保护人员的生命和财产安全, 泄漏的天然气可能会导致空气污染、土壤污染和水体污染, 对生态系统造成严重破坏, 确保管道的安全运行可以最大限度地减少对环境的负面影响。

长输管道是将天然气从产地输送到消费地的关键通道, 如果管道发生泄漏、爆炸或其他安全问题, 将对能源供应链造成严重影响, 导致能源短缺和供应中断, 天然气作为一种重要的能源资源, 被广泛用于工业、商业和家庭用途, 管道安全问题可能导致供应不稳定, 影响到相关行业的生产和发展^[1]。

本次研究主要是对天然气长输管道运行安全风险进行全面总结和分析, 并提出应对措施, 以此保障管道的运行安全。

1 天然气长输管道运行安全风险分析

1.1 腐蚀风险

地下管道受到土壤中的湿度、化学物质、微生物活动等环境因素的影响, 导致管道金属表面腐蚀, 在地下管道中, 金属与土壤或水中存在的电解质形成电池电位差, 引发电化学腐蚀, 这种腐蚀类型称为电化学腐蚀, 其速度较高且难以察觉, 氧气的存在可以导致天然气长输管道的氧化腐蚀, 当管道内部或外部的保护层损坏或缺失时, 氧气可以与金属表面发生反应, 形成氧化物, 导致管道的腐蚀, 某些化学物质, 如酸性物质、硫化物、氯化物等, 可以加速管道金属的腐蚀过程, 这些物质可能来自天然气本身、附近的工业活动、土壤污染等, 管道的材料质量和制造过程

中的问题也可能导致腐蚀风险的增加, 例如不合格的钢材、焊接缺陷、防腐涂层施工不当等都可能管道表面易受腐蚀, 不适当的运行条件和不及时维护可能加剧腐蚀风险, 例如管道内的流体速度过高或过低、水分积聚、管道维护不及时等都可能加速^[2]。

管道腐蚀导致管道壁厚减薄, 增加了泄漏和爆炸的风险, 如果腐蚀严重到一定程度, 管道可能会出现破裂, 释放出大量的天然气, 形成爆炸性混合物, 引发严重的爆炸事故。

这可能导致人员伤亡、财产损失和环境破坏, 天然气长输管道的腐蚀问题如果未及时发现和修复, 可能导致管道损坏严重, 甚至需要进行紧急修复或更换管段, 导致昂贵的维修费用和停产损失, 对能源供应链和相关产业造成严重影响, 管道泄漏由于腐蚀造成的天然气释放, 不仅对人员安全构成威胁, 也对环境造成严重污染。

天然气中的成分包括甲烷等温室气体, 其泄漏将导致温室效应和空气污染, 此外, 还有可能污染土壤、水体和生态系统, 对生物多样性和生态平衡产生不可逆转的影响, 管道腐蚀严重导致管道关闭进行维修和替换时, 会导致天然气的供应中断, 这将影响工业、商业和家庭的能源供应, 可能导致停产和经济损失, 腐蚀问题的频繁发生会损害天然气公司的声誉和公众对其的信任, 公众对安全的关注和担忧可能导致对天然气项目的抵制和反对, 对公司形象和业务发展产生负面影响^[3]。

1.2 管理风险

缺乏健全的管道管理体系和相关规范标准可能导致管理风险的出现, 如果管道公司没有建立完善的管

理程序和流程，缺乏明确的责任分工和监督机制，可能无法有效地识别、评估和处理管道管理风险，管道管理需要投入大量的人力、物力和财力，如果管道公司在资源投入方面存在不足。

例如缺乏专业人员、技术设备和资金支持，将导致管理风险的出现，缺乏足够的资源可能影响到管道的日常监测、维护和修复工作，增加了管道事故的风险，管道管理涉及到各种技术和设备的应用，包括管道检测、监控、维护和修复等，如果技术手段不先进，设备老化或不完善，可能无法准确监测管道的运行状态和存在的问题，导致管理风险的漏检或延误，人为因素是管道管理风险的重要来源之一，不当的操作、维护不规范、缺乏培训和意识教育等都可能导致事故的发生，管理层和操作人员的不专业行为、疏忽大意以及违规操作等因素都可能增加管理风险，管道管理风险还受到外部因素和自然灾害的影响，例如恶劣的天气条件、地质灾害、第三方破坏等都可能对管道运行和安全构成威胁。如果未能合理评估和应对这些外部因素，管理风险的出现将会增加^[4]。

1.3 制度风险

缺乏健全的管道运行安全管理制度可能导致制度风险的出现，如果管道公司没有建立完善的安全管理制度，包括安全政策、程序和流程，缺乏明确的责任分工和监督机制，可能无法有效地识别、评估和管理管道运行安全的风险，管道运行安全需要对管道运行状态、维护记录、检测数据等大量信息进行管理和分析，如果信息管理系统不完备或存在漏洞，包括信息采集、存储、传输和共享等方面的问题，可能导致对管道安全风险的识别和分析不准确，增加运行安全的风险，管道运行安全需要进行定期的监测和检测工作，以发现管道的异常状况和潜在问题，如果监测设备不完善、监测频率不足或者检测方法不科学，可能无法及时发现管道的问题，管道的维护和修复工作对于保障运行安全至关重要，如果维护计划不科学、维护人员不足或维修工作不及时，可能导致管道问题的延误和恶化，增加运行安全的风险，运行安全需要有专业的人员进行操作和管理，并提供相关的培训和意识教育，如果缺乏专业人员或培训计划，或者操作人员缺乏安全意识，可能增加运行安全的风险。为降低天然气长输管道运行安全的管理制度风险，需要建立健全的安全管理制度，包括制定安全政策、程序和流程，并确保落实和执行^[5]。

1.4 第三方破坏风险

天然气长输管道运行安全方面的第三方破坏风险主要指管道遭受来自外部第三方的故意破坏行为，这些破坏行为可能是出于非法盗窃天然气、恶意破坏设施或其他违法活动的目的。天然气是有价值的能源资源，一些不法分子可能试图盗窃管道中的天然气进行非法获利，他们可能使用非法接口或其他方法侵入管道系统，破坏管道设施，进行盗窃行为，某些人可能出于恶意、报复、破坏等目的，故意破坏管道设施，例如破坏阀门、损坏管道壁、破坏监测设备等，这些行为可能会导致管道泄漏、事故发生或管道运行受到严重影响。

2 天然气长输管道运行安全风险应对措施研究

2.1 强化防腐质量

在管道建设过程中，选择具有良好防腐性能的材料是关键，优先选择抗腐蚀性能好的材料，例如耐腐蚀钢材，以降低腐蚀风险，在管道建设和维护过程中，实施严格的质量控制措施，包括监督供应商的材料质量，确保材料的质量符合标准要求，加强施工过程的监督，确保施工符合规范要求，进行必要的检测和测试，确保管道的质量和防腐效果达到标准，在管道建设过程中，对于需要防腐的管道表面，进行适当的涂层处理，涂层可以起到隔离氧气、水分和外界环境的作用，减少管道腐蚀的风险，确保涂层质量符合要求，涂层的选择和施工应按照规定进行，建立定期的检查和维护计划，对管道进行定期的检查和维护工作，通过定期检查可以及早发现管道表面的腐蚀情况，及时采取维修和防腐措施，确保管道的长期运行安全，采用先进的监测和监控设备，对管道的防腐层进行实时监测，通过监测设备可以及时了解管道防腐层的状况，发现异常情况并及时采取措施，加强操作人员的培训和意识教育，提高他们对防腐工作的重视和认识，确保操作人员具备防腐知识和技能，正确操作管道设备，及时发现和报告可能存在的防腐问题。

2.2 强化管道巡护

制定并落实管道巡护的制度和规范，明确巡护的频率、内容和责任，确保巡护工作得到有效的组织和管理，每个巡护环节都有明确的要求和程序，提供适当的巡护设备和工具，确保巡护人员能够进行有效的巡查和监测，例如提供专业的巡护车辆、巡检设备、检测仪器等，使巡护人员能够准确地发现和评估管道的安全状况，为巡护人员提供相关的培训，包括安全

操作、巡护技能、紧急处理等方面的培训,提高巡护人员的专业素质和应急处理能力,使其能够及时应对管道运行中的各种安全风险,利用先进的技术手段,如无人机、遥感技术、智能监测系统等,辅助管道巡护工作,这些技术手段可以提高巡护的效率和准确性,及时发现管道异常情况,并能够实时监测管道的安全状态,要求巡护人员按照规定进行记录和报告,记录巡护的时间、地点、发现的问题等信息,确保巡护工作的可追溯性和信息的及时传递,为后续的处理和维修提供参考依据,与相关部门建立紧密的合作机制,包括监管部门、维护单位、应急救援机构等,共享信息,及时报告管道安全风险,协调应对紧急情况,确保管道运行安全。

2.3 完善管理制度

制定并实施全面的安全管理制度,包括安全政策、安全手册、应急预案等文件,明确责任分工,规范作业流程,确保安全管理制度得到有效执行,对从业人员进行安全培训和教育,提高他们的安全意识和技能水平,包括安全操作培训、应急响应培训、安全意识教育等,确保每个人员都具备安全责任和应对紧急情况的能力,开展全面的风险评估,确定管道运行中的潜在风险点,并制定相应的管理措施,采取有效的风险控制措施,降低管道运行安全风险,包括安全检查、定期维护、应急演练等,安装并使用先进的监测和监控设备,对管道运行状态进行实时监测,及时发现和处理管道运行中的异常情况,避免事故的发生。确保监测设备的正常运行和数据的准确性,建立安全信息管理系统,用于收集、存储和分析与管道运行安全相关的信息,加强对天然气长输管道运营企业的监督和执法力度,确保其按照相关法律法规和标准履行安全管理责任,加强对合同商、承包商和供应商的监管,确保其提供符合安全要求的产品和服务,定期对管道运行安全管理制度进行评估和改进,识别问题和不足,并及时采取措施加以改进,通过持续的改进和学习,提高管道运行安全管理水平。

2.4 强化隐患排查

制定并执行全面的隐患排查制度,明确隐患排查的时间、频率、范围和责任,确保每个环节都有明确的要求和程序,包括巡查、检测、评估等,对发现的隐患进行风险评估,确定其对管道运行安全的影响程度和可能的后果,根据评估结果,制定相应的修复计划和优先级,确保重点隐患得到及时处理,发现隐患

后,要立即采取措施进行整改。确保整改措施符合相关标准和要求,消除隐患的根源,避免事故的发生,整改后进行验证,确保隐患得到有效解决,利用先进的技术手段辅助隐患排查工作,例如无人机、遥感技术、智能监测系统等,可以提高隐患排查的效率和准确性,发现隐患的范围和程度,建立健全的数据管理和分析系统,对隐患排查的数据进行记录和分析,通过数据分析,及时发现隐患的趋势和规律,采取相应的预防措施,降低隐患发生的概率。

2.5 完善保护机制

在管道建设前进行充分的地质勘察,评估地质条件和潜在的地质灾害风险,在设计阶段考虑地质因素,采取合适的工程措施,确保管道的安全运行,建立完善的管道安全控制系统,包括监测、报警和紧急切断装置,通过实时监测和快速响应,及时发现管道异常情况,采取措施防止事故扩大,建立管道保护设施,如防护墙、标识牌、防破坏措施等,确保管道周边区域的安全,防止外部人为破坏和非法侵入,制定管道运行的应急预案,明确应急响应的程序和责任,定期组织应急演练,提高应对紧急情况的能力和协同配合,减少事故损失。

3 结论

天然气长输管道的运行安全对于社会的发展十分重要,尽管我国十分重视管道的运行安全问题,但是在管道运行的过程中仍然存在一定的风险问题,这些风险问题的存在对于能源的输送十分不利,需要根据问题出现的原因采取合理的解决措施,进一步提升管道运行的安全性。

参考文献:

- [1] 魏丽波.天然气长输管道运行安全风险及措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,43(10):10-11+14.
- [2] 黄林.天然气长输管道运行安全风险及措施简述[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(08):14-16.
- [3] 蔡俊年.天然气长输管道运行安全风险及措施分析[J].中国设备工程,2019(18):160-161.
- [4] 张旭阳.天然气长输管道运行安全风险及措施探讨[J].山东工业技术,2018(17):78.
- [5] 许晓光,邓士成.天然气长输管道运行安全风险及措施分析[J].中国石油和化工标准与质量,2017,37(24):64-65.