

天然气管道输送技术及其安全性分析

孙 帅 (山东鲁东天然气有限责任公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 随着全球经济的不断发展和能源需求的不断增长, 天然气的需求量逐年攀升。为了实现天然气的安全高效运输, 这就需要采取科学合理的管道输送技术, 进而为天然气的持续供应提供可靠保障。本文对天然气管道输送技术进行了一定论述, 明确了管道布局、压缩与增压技术以及调压与调峰技术等, 在此基础上, 分别从安全评估方法、安全性分析指标以及安全管理措施等方面分析了天然气管道输送的安全性, 进而为管道运营单位和决策者提供科学的资产管理策略和技术支持, 以推动天然气管道系统的可持续发展。

关键词: 天然气; 管道输送; 安全性

1 前言

天然气作为清洁能源的重要组成部分, 在能源结构调整和环境保护方面具有重要的现实意义。为满足不断增长的能源需求和减少对传统能源的依赖, 天然气的输送技术和管道系统的安全性备受关注。天然气管道输送技术作为天然气长距离输送的主要方式, 其安全性直接影响着能源供应的稳定性和社会经济的发展。然而, 随着管道系统规模的扩大和技术的进步, 管道安全问题也愈发突显。因此, 进行天然气管道输送技术及其安全性分析具有十分重要的现实意义。

2 天然气管道输送技术

2.1 天然气输送原理

在天然气管道输送系统中, 天然气以高压形式从生产地点通过管道输送到消费地点, 关键在于维持一定的压力和流量, 以确保天然气能够稳定、高效地输送。第一, 天然气在管道中是通过压缩和增压技术来实现输送的, 通过压缩将气体体积减小, 增压提高了气体在管道中的流速和输送能力。第二, 天然气输送还涉及到管道的布局设计, 包括管道的直线段、弯头、阀门等结构的合理设置, 以减小管道运输过程中的摩擦损失和压力损失。第三, 管道内的天然气输送还受到温度、湿度等环境因素的影响, 因此在设计和运行中需要考虑温度控制和防腐蚀措施, 以保证管道的安全运行和输送效率。

2.2 天然气管道布局设计

天然气管道布局设计是指在天然气输送系统中确定管道线路、站点位置和管道布置方式的工程设计过程。在进行天然气管道布局设计时, 需要考虑多个因素, 包括地理环境、地质条件、输送距离、输送量、安全要求等。第一, 设计人员需要进行详细的地理勘测和地质勘察, 了解输送线路所经过的地形、地貌、

地质构造和地下水情况, 以确定最佳的管道敷设路径。第二, 根据输送距离和输送量的要求, 确定输送线路上的站点位置, 包括起点、终点和中间站点, 确保管道布局的合理性和经济性。第三, 还需要考虑安全因素, 避免管道经过易发生地质灾害或人类活动频繁的区域, 减少安全风险。在管道布局设计中, 还需要考虑管道的弯头、阀门、放空阀等设施的设置, 以保证管道系统的正常运行和安全运行^[1]。

2.3 天然气压缩与增压技术

由于天然气在长距离输送过程中会逐渐减压, 因此需要使用压缩机对天然气进行压缩, 以保持管道内气体的流动和输送能力。压缩机通常采用离心式、螺杆式或往复式等不同类型, 根据输送需求和管道规模选择合适的压缩机型号和配置。在天然气输送过程中, 还可能需要对气体进行增压, 以克服输送过程中的阻力和压力损失。增压通常通过增压站实现, 该站配备有压缩机和增压设备, 能够将管道内的天然气增压到设定的压力水平, 以确保天然气的连续、稳定输送。同时, 天然气压缩与增压技术还需要考虑能耗、设备运行效率、安全性等因素, 确保设备运行稳定、经济性和安全性^[2]。

2.4 天然气调压与调峰技术

随着天然气需求的变化和管道输送系统的复杂性增加, 调压与调峰技术成为了保障管道运行稳定性和灵活性的关键措施之一。调压技术主要用于调节管道中的气体压力, 以适应不同地区或用户的气压需求。常见的调压设备包括调压阀和调压站, 通过控制这些设备的开启程度或运行状态, 可以实现对管道压力的调节, 确保管道气体的正常输送。

与此同时, 调峰技术旨在应对天然气需求的高峰期, 通过在系统中设置储气设备或调峰站, 将高峰期

间的天然气储存起来,以备不时之需。这种技术可以平衡天然气供需之间的差异,保障管道输送系统在高负荷条件下的稳定运行,同时提高天然气利用率^[3]。

3 天然气管道输送的安全性分析

3.1 安全评估方法

3.1.1 定量风险评估

定量风险评估是一种通过定量分析天然气管道系统可能面临的各种风险,以数值化的方式评估管道系统的安全性的方法。该方法通常包括以下步骤:

第一,确定评估的范围,包括管道系统的具体位置、管道规格、运输介质等信息。

第二,收集相关数据,包括管道的历史运行数据、地质环境数据、气象数据等,以便对风险因素进行量化分析。

第三,进行风险识别与分析,通过识别可能导致事故的各种因素,包括管道老化、地质构造、外部破坏等,对其可能造成的影响进行定量评估。

第四,进行风险计算,利用概率统计方法和数学模型对各种可能的事故场景进行模拟计算,以确定各种事故发生的概率和可能造成的损失。

第五,进行风险评估与管理,根据风险评估的结果制定相应的管道安全管理措施,包括定期检查维护、加强管道监测、制定应急预案等,以降低管道系统的风险水平,确保管道系统的安全运行。

3.1.2 定性风险评估

定性风险评估是一种通过对天然气管道系统可能面临的各种风险进行定性描述和分析的方法,主要基于专家经验和专业知识,通过对管道系统的设计、运行和维护情况进行全面评估,识别出可能存在的各种安全隐患和风险因素。

第一,评估人员需要收集并分析管道系统的相关信息,包括管道的设计参数、运行状况、地理环境等,以了解管道系统的基本情况。

第二,评估人员根据自身经验和专业知识,对可能存在的各种安全隐患和风险因素进行识别和描述,包括管道的老化、腐蚀、外部破坏、地质构造等。

第三,评估人员根据识别出的安全隐患和风险因素,对其可能带来的影响和后果进行分析和评估,包括可能造成的人员伤亡、环境污染、财产损失等。第四,评估人员根据定性评估的结果,提出相应的管道安全管理建议和措施,包括加强管道巡检、强化管道维护、建立完善的应急预案等,以降低管道系统的风险水平,

确保管道系统的安全运行。

3.2 安全性分析指标

3.2.1 泄漏风险

泄漏风险主要涉及到管道系统可能发生泄漏的概率以及泄漏发生后可能造成的影响程度。第一,泄漏风险的评估需要考虑管道系统的设计、建造、运行和维护等方面的因素,包括管道材料的选择、管道的地理环境、管道运输介质的性质等。第二,泄漏风险的评估通常基于定量和定性两种方法,定量方法主要依靠数学模型和统计分析,通过计算管道系统的泄漏概率和可能造成的损失来评估泄漏风险的大小;定性方法则主要基于专家经验和专业知识,通过对管道系统的全面分析和评估,识别可能存在的各种泄漏隐患和风险因素。第三,对泄漏风险的评估结果进行综合分析,提出相应的管道安全管理建议和措施,包括加强管道的监测和检测、提高管道的维护和保养水平、建立健全的应急预案等,以降低管道系统的泄漏风险,确保管道系统的安全运行。

3.2.2 火灾爆炸风险

火灾爆炸风险涉及到管道系统可能发生火灾或爆炸的概率以及可能造成的影响程度。

第一,火灾爆炸风险的评估需要考虑管道系统运输的天然气特性,包括天然气的可燃性、爆炸性以及扩散性等因素。

第二,评估还需要考虑管道系统的设计、建造、运行和维护等方面的因素,包括管道的材料选择、管道的安全防护措施、管道的周围环境等。火灾爆炸风险的评估通常采用定量和定性两种方法,定量方法主要基于数学模型和统计分析,通过计算火灾或爆炸发生的概率以及可能造成的损失来评估火灾爆炸风险的大小;定性方法则主要基于专家经验和专业知识,通过对管道系统的全面分析和评估,识别可能存在的各种火灾爆炸隐患和风险因素。

第三,对火灾爆炸风险的评估结果进行综合分析,提出相应的管道安全管理建议和措施,包括加强火灾防护设施的建设和维护、提高应急响应能力、加强安全教育和培训等,以降低管道系统的火灾爆炸风险,保障人员和环境的安全。

3.2.3 地质和地形因素

地质和地形因素涉及到管道系统所处地区的地质结构和地形特征对管道安全的影响。第一,地质因素包括地质构造、地下水位、地下岩层情况等,这些因

素可能会影响到管道系统的稳定性和安全性,例如地质构造不稳定可能导致地震、地面沉降等地质灾害,地下水位变化可能引起管道沉降和腐蚀等问题。第二,地形因素包括地形起伏、地面覆盖物、自然灾害风险等,这些因素也可能对管道系统的安全性造成影响,例如地形起伏可能导致管道受力不均匀,地面覆盖物可能影响管道的散热和通风,自然灾害风险如山体滑坡、泥石流等可能对管道系统造成直接破坏。对地质和地形因素的评估通常需要综合考虑管道系统所处地区的地质地貌情况、气候环境、自然灾害风险等因素,通过专业技术手段和分析方法对可能存在的风险进行识别和评估,进而提出相应的管道安全管理建议和措施,以降低管道系统在地质和地形方面的风险,确保管道系统的安全运行^[4]。

3.3 天然气管道安全管理措施

3.3.1 健全安全管理体系

健全安全管理体系对于确保天然气管道的安全运行至关重要,一个完善的安全管理体系应该包括多个方面的内容。第一,建立健全的安全管理组织架构,明确各级管理部门和人员的职责和权限,确保安全管理工作有序开展。同时,还需要建立完善的安全管理制度和规章制度,明确各项安全管理工作的具体操作程序和要求,为安全管理提供有力的制度保障。第二,加强安全监测和评估,利用先进的监测设备和技术对管道运行状态进行实时监控和评估,及时发现和排除安全隐患。第三,加强安全管理的信息化建设,借助信息技术手段对安全管理工作进行全面、及时、准确地管理和监控,提高安全管理的效率和水平。

3.3.2 预防措施

第一,管道运营单位应建立健全的管道设计、建造和维护标准,确保管道系统的设计符合安全规范,建造过程严格按照相关法规和标准进行,保证管道系统的质量可靠。第二,定期进行管道系统的巡检和检测,包括管道材料的检查、管道的泄漏检测、阀门和防护设施的功能检查等,及时发现和解决可能存在的安全隐患。第三,加强管道系统的监测和监控,利用先进的监测技术和设备对管道系统的运行状态进行实时监测,及时发现管道系统的异常情况,并采取相应的应对措施,防止事故发生。第四,加强人员培训和安全意识教育,提高管道运营人员和相关人员的安全意识和应急处理能力,确保他们能够熟练掌握管道系统的运行和维护技术,有效应对突发情况,最大程度

地降低事故发生的可能性。

3.3.3 应急响应措施

天然气管道安全管理的应急响应措施是在管道系统发生事故或突发状况时,及时有效地采取措施,最大程度地减少事故造成的损失和影响,保障人员和环境的安全。第一,管道运营单位应建立健全的应急预案,明确各种可能发生的事故类型、应急响应程序和责任分工,确保在发生事故时能够迅速组织人员开展救援和处置工作。第二,建立完善的应急指挥系统和通信网络,确保在紧急情况下能够及时有效地与相关部门和人员进行沟通和协调,组织救援和应对工作。第三,加强事故现场处置能力,配备必要的救援设备和器材,组织专业人员开展事故应对和处理工作,确保事故处置工作能够及时、有序地进行。第四,加强事故后的调查和分析,总结事故的原因和经验教训,完善管道系统的安全管理制度和措施,提高管道系统的安全性和应急响应能力^[5]。

4 结语

综上所述,天然气管道输送技术在能源供应中具有重要地位,但其安全性问题不容忽视。通过对天然气管道输送技术及其安全性的深入分析和评估,制定科学有效的安全管理措施,可以保障管道系统的安全运行,为能源行业的可持续发展提供有力支持。未来,还需要进一步加强技术创新和安全管理,不断提升管道系统的安全性和稳定性,以确保人民生活和经济的持续健康发展。

参考文献:

- [1] 王晓霞,沈恒坤.天然气管道安全运行及质量管理[J].化学工程与装备,2023(01):96-98.
- [2] 李凤,董绍华,陈林,等.掺氢天然气长距离管道输送安全关键技术与进展[J].力学与实践,2023,45(02):230-244.
- [3] 廖倩玉,陈志光.天然气管道掺氢输送安全问题研究现状[J].城市燃气,2021(04):19-26.
- [4] 肖新屋,郭浩,侯峻升.浅析天然气管道的安全输送措施[J].智能城市,2019,5(24):57-59.
- [5] 邓楠.天然气长输管道输送安全管理[J].化工管理,2019(24):72-73.

作者简介:

孙帅(1988.12-);性别:男,民族:汉,籍贯:山东省东营市,学历:本科,现有职称:初级工程师,研究方向:油气储运。