

天然气长输管道运行安全风险及控制措施

孟安琦 胡龙年 陆 阳 (天华化工机械及自动化研究设计院有限公司, 甘肃 兰州 730060)

摘 要:随着我国社会的快速发展,能源需求逐年增长,尽管我国大力发展新能源,但在新能源不能广泛推广应用的前提下,石油和天然气仍然是我国非常重要的能源,其对于推动我国社会的进一步发展十分重要。在对天然气能源进行输送的过程中,管道输送属于一种非常重要的方式,尽管其安全性相对较高,但是仍然会出现一定的风险问题。由于天然气介质的特殊性相对较强,一旦出现风险问题必然会造成极大的社会影响,因此,保障管道的运行安全十分必要。

关键词:天然气;长输管道;运行安全风险;控制措施

0 引言

随着我国经济的快速发展,天然气流量不断增加,天然气管道的建设和铺设也在增加,同时也给天然气管道的安全运行带来了严峻的挑战。例如,随着城市建设的加快,天然气管道占用空间大、人为损坏、环境腐蚀等,天然气管道的高压易燃易爆、管道长、交叉复杂、分布广等因素更是给天然气输送管道运行带来严重安全隐患。为了保证输气管道的安全 and 质量,保证输气的稳定性,保障人民的生命和社会发展,必须对输气管道的安全 and 质量进行科学、有效的管理。输气管道的安全 and 质量控制,不仅是保证安全平稳输气的一种有效途径,也是我国天然气管道建设和生产运行的一个重要环节。

1 天然气长输管道安全运行的重要性分析

天然气介质输送量相对较大,如公路运输、管道运输以及轮船等,公路运输通常用于短距离能源输送,管道运输通常用于长距离能源输送,轮船通常用于国与国之间的能源输送,通过将3种输送方式对比发现,汽车输送的便利性相对较强,但是输送成本费用相对较高,且面临的风险问题相对较多;轮船输送的便利性最差,成本费用最低,安全性最强;管道输送的便利性、成本费用以及安全性都处于中等位置。在国内进行能源长距离输送的过程中,管道输送属于最佳的输送方式。在我国社会经济快速发展的过程中,天然气介质十分关键,这主要是因为其清洁度、热值相对较高,可以有效防止出现严重的环境污染问题。另一方面,尽管我国的能源储量相对较高,但是能源的分布并不均匀,通过建设长距离的输送管道,有利于平衡我国各区域的能源矛盾。管道是我国社会发展的基础设施,管道的运行安全与社会的发展以及居民生活的便利性具有直接联系,且各个行业在生产作业的过

程中都需要大量的天然气能源,保障管道的运行安全就是保障我国经济的发展。

天然气介质具有很强的特殊性,在出现泄漏问题以后,不但会对管道运营管理公司产生巨大的经济损失,还可能会引发火灾、爆炸、人员伤亡等重大风险。风险问题解决所需要的时间相对较长,在对风险问题进行处理的过程中,必然会对能源供给的稳定性产生一定程度的影响。通过综合分析可以发现,保障管道的运行安全对于企业、社会以及居民用户而言都十分重要。

2 天然气长输管道运行安全风险分析

2.1 制度风险

为了保证管道运行管理工作的顺利进行,必须建立一个全面的管道管理系统,我国的管道管理系统也存在一定的问题。

首先,我国大多数管道管理企业成立比较早,在企业成立的早期阶段,就已经制定了相应的管道管理制度,但在企业发展的过程中,尽管管理管道的数量以及里程数在逐渐增加,但是并没有对管理制度进行合理的改进以及完善,部分管理制度的可实施性相对较差,已经无法满足目前管道运行的基本安全风险控制需求。

其次,尽管企业制定了相应的管理制度,但是对于一线管道管理人员而言,其对于管理制度并没有进行全方面的了解,虽然企业组织员工对管理制度进行了学习,但是学习过程中存在应付了事的现象,最终导致管理制度无法得到全面的落实,此时管理制度将无法充分发挥约束性作用,运行过程中出现风险问题的概率也将会随之增加。

2.2 自然腐蚀原因

目前,在用的输气管道都是外部防腐保温的形式,

即钢管外层有一层防腐涂层,每层都有自己的使用寿命。涂层超过使用寿命后,其耐腐蚀性会明显降低,并会导致管道防腐层失效。另外,由于地下管道周边土壤中微生物、酸碱等因素比较复杂,或者有很强的杂散电流,当防腐层失效后便会使管道与各种腐蚀因素环境直接接触,随着时间的增加,最终将引起管道的腐蚀穿孔泄漏。更严重的是,如果钢管防腐涂层的施工质量不合格,也就是钢管在包覆层之前,除锈、刷底漆、干燥等工艺处理不当,导致外层防腐层有缺陷,从而加速腐蚀,已致管道发生腐蚀泄漏。另外,管道附近如有深根植物,受其根部的影响,也会造成防腐层的损坏,从而导致管道暴露后发生腐蚀泄漏。

2.3 施工质量原因

埋管时,如不严格按施工规范进行,则有可能出材质验收不严谨,焊接不合格,防腐处理不到位、埋设环境不理想等情况,也可能导致管道在使用过程中出现泄漏风险。施工中未按规定进行施工,原因如下:

①管材选用不合理。管道的材质有铸铁管、塑料管、钢管等,每种用途的管道材质都有相应的标准。如果有假冒伪劣现象,就会自然而然地造成管道的品质不达标;

②焊接工艺。在天然气管道施工中,焊接是一个非常关键的环节,对操作工人的技术要求很高,但是在实际焊接中,焊接工人的技术水平却是参差不齐。导致部分焊接的部位,因施焊过程中人为或环境因素等影响,出现未焊透、未熔合、气泡、夹渣等现象,并加之焊后检测存在不到位的问题,从而导致管道运行过程中出现开裂泄露现象;

③管道防腐处理不到位。在防腐处理过程中,出现偷工减料,工作疏忽,埋管过程中出现防腐层划伤等因素,导致防腐层实际使用寿命不足,或无防腐层保护现象,从而导致管道在土壤中的腐蚀速率增加;

④在回填过程中出现问题。在回填工程中,因为在工程设计原因,对回填土的土质以及土层中的石料颗粒尺寸等都有着严格的要求,所以导致施工难度相对较高,施工单位可能存在没有严格遵循标准操作规程。如果不按上述要求使用达标土质进行回填,土壤的自然环境腐蚀因素就会增加,从而导致管道腐蚀速率加快。

3 天然气长输管道运行安全风险控制措施研究

3.1 强化管理与管道设计

在管道管理过程中,如果管道材料质量不合格,

必须对管道材料进行全面质量控制,如管道内壁较粗糙不仅会降低介质输送效率,还会危及管道运行安全,因此在管道采购过程中,必须全面提高相关人员的技术水平,掌握相关的管道知识,对管道材料进行全面的质量验收控制。

其次,在进行管道采购招标的过程中,不能采用低价原则,需要对市场上同种类型的管道材料进行充分的调研对比,最终选择质量较好的管道材料。

最后,在管道进入到施工现场以后,需要对管道材料进行全面的检查,确保管道材料可以满足相关标准要求。在进行管道设计的过程中,需要尽可能降低管道沿线的高差,同时,还要对管道的直径进行合理的设计,在条件允许的前提下,需要尽可能的提高管道的直径,这主要是因为其他条件相同的前提下,随着管道直径的增加,介质的流量将会提高,管道直径不但会对介质的流通量产生影响,还将会对介质的流通速度产生一定的影响。

研究表明,在管道直径相对较小的情况下,管道直径扩大一倍,其输送量可以达到原来的五倍以上。在管道沿线高差方面,在进行管道设计的过程中,需要对管道沿线的实际环境情况进行全面的调研,尽可能将管道建设于地形较为平坦的区域,如果建设管道处于山区地带,可以将管道敷设于山沟中,并对管道采取合理的保护措施,在降低管道沿线高差的同时,还可以最大程度降低管道的运行安全所受到威胁。

3.2 制定完善的天然气管道维护及使用管理制度

完善合理的天然气管道维护及使用管理制度为天然气管道的安全运行管理提供了保障。具体为:

①加强管道维护管理,重视管道的日常管理和维护工作,制定完善的管道维护管理制度,定期对管道进行巡查、检验和维护,不断完善相关的重点部位的巡查要素,日常维护的方法、重点部位的检验项目等,并自上而下严格落实执行;

②要充分调动多方面力量参与到管道使用管理过程中,包括当地政府和人民群众等方面的人力物力,从多个角度出发共同开展管道使用及维护工作,保障天然气管道运输安全。同时,紧密联系各部门共同开展协作管理,各部门要积极主动完成承担的任务,推动管理工作不断向前发展;

③做好安全基础工作,建立完善的管道分布地理情况图,明确管道容易出现事故的原因及重点部位等,为天然气管理工作提供有效的支持,利于今后更好地

对管道安全隐患和事故进行分析处理;

④要做好管道管理工作经验和不足的总结工作,制定完善的规章制度,并开展有效的实施措施,同时要建立配套的考核和激励制度。通过科学有效的考核制度考核各工作项目,要保持考核的连续性,提高考核效果。

3.3 天然气管道腐蚀防护措施

3.3.1 管道外壁涂层措施

大多数天然气管道在地下环境中运行,因此极易受到大气、土壤和其他因素的腐蚀。为有效防止类似问题,应对输气管道外壁进行防腐保护,防腐层最常用的是耐腐蚀材料,在外壁上形成绝缘层,隔绝地下环境中杂质对管道的影响,避免受到大气、土壤中水分子、微生物的影响,同时降低杂散电流等其他因素的影响,对管道外壁的腐蚀因素起到有效的控制。

在进行涂层材料选择的过程中,不仅需要对材料的防腐性能进行考虑,同时还要对材料的经济效益进行合理选择,实现对管道的全方位保护,并在延长管道使用寿命的同时,降低企业成本的投入,提高企业经济效益。在开展防腐处理时,相关工作人员应当尽可能提升材料与管道外壁的契合度和防水性,确保能够将防腐材料的作用充分发挥出来,使其形成有效的保护膜,隔离管道外壁与腐蚀介质的接触。与此同时在进行防腐涂层涂抹的过程中,应当尽可能地提高材料的韧性和强度,实现对微生物的抵挡,促进天然气管道整体抗腐蚀性能的提升。

一般情况下,可以将天然气管道外壁防腐层分为普通层和加强层两个等级,根据具体施工方案及敷设环境进行科学选择,促进材料质量和防腐效率的提升,保障管道自身防腐效果。不同土壤中的酸碱度程度会存在一定差异,因此,也要根据具体的土壤酸碱度来进行防腐材料的选择,在使用煤焦油沥青进行管道外壁保护的过程中,条件允许时也可以与聚乙烯材料进行结合运用,展开双重保护,对天然气管道的整体防腐效果进行有效提升。

3.3.2 阴极保护防腐措施

阴极保护防腐,就是牺牲阳极,将天然气金属管道至于钝性状态,在这种状态下,输气管道不适合与其他物质发生化学反应,且防腐效果好。该方法原理简单、有效,可提高长寿命天然气管道的保护范围以及管道的整体保护效果。通常情况下,管道外层为金属材料,由于整体的因子活跃度大于管道金属,受到

温度和压力的影响下,二者就会发生化学反应,在电解质溶液和水汽的共同影响下,形成原性电池并附着在管道外表。当原性电池与腐蚀物直接接触时,由于电池阳极为金属成分,因此就会与腐蚀物质发生反应。天然气管道作为电池阴极,可以有效避免与腐蚀物相接触,具有重要的防腐作用。在对牺牲阳极保护法进行运用的过程中,必须要仔细观察天然气管道的长度、厚度、温度、湿度的变化以及季节、气候等情况,确保在合适的管道位置活跃金属能够将其作用充分发挥出来,全面提升整体的抗电化学腐蚀能力。

在一些极其特殊的条件下,阴极保护防腐措施还可以采取外加电源的方式实现防腐保护,但是作为一种重要的能源资源,天然气具有易燃易爆的特点,极少使用到外加电源的阴极保护方法,这一方法的主要原理是需要金属管道外部增加表层电源,实现对金属管道外壁的保护。在使用的过程中,要综合考量实际地理环境和金属管道的管壁厚度,对所施加的电源设备进行严格控制,合理设置电压电流。

这一方法不仅应用成本较高,并且在具体实施的过程中对技术人员的专业技能水平和操作熟练性也具有较高的要求,以此来保证在进行管道外壁施加电源的过程中,电压和电流能够满足安全标准规定,降低安全风险事故出现的可能。因此就可以看出,这一方法的运用存在一定难度,不仅成本较高,并且风险系数较大,必须要在极特殊的情况下才能运用。

3.4 加强现代先进技术的合理运用,提升天然气管道安全管理质量

在长输管道安全运行期间,发生管道泄漏事故时。为有效提高长输管道的安全管理质量,应积极引进先进的应对技术,具体为:

①加强管道泄漏点定位技术的应用。这种技术集中了众多学科优势,包括损伤模式识别、远程通信、神经网络和专家系统等。石油化工企业应整合多种泄漏监测手段,共同开展管道泄漏监测管理工作,可以采用虚拟仪器技术,开发多种测试与分析软件模块,利用滤波方法和信号识别等技术,完成对数据的收集和分析以及定位和报警等工作,使监测发挥出最大的作用和价值;

②运用现代信息技术强化对天然气管道的安全评估。管道完整性管理是识别石油管道运行过程中存在的风险因素,并通过监测和检验等方法获得所需的管道完整性信息。管道完整性管理包括很多环节,从开

始的管道设计规划及施工到正式运行,每个环节都要进行有效管理,并根据管道特点对管道进行实时监控。同时,要建立专门的机构开展管道完整性管理工作,制定完善的管理流程,并充分利用现代化信息技术和手段开展管道运行数据信息收集和分析等工作,建立完善的管道数据库,对管道进行全面监控,减少及尽可能避免长输管道安全事故的发生。

3.5 建立实时监测体系

对于天然气储运中的长输管道,应在运行过程中加大对此类管道的管理,使其始终处于安全稳定的运行状态。为此,在日常管理工作中,应促进实时监测与泄漏检测维修工作的同步进行,若可以在发生长输管道泄漏等现象之前发现该类风险,则可以有及时的处理,有效避免不必要的风险发生;若已发生长输管道泄漏等现象时,则能够及时精确的确定部位,有的放矢的对其加以处理,避免此项危害程度日益扩大,造成不必要的事件发生。为此,积极引进并建立先进的自动化检测实时监测系统技术,在该类技术的作用下对长输天然气管道的输送环节,具有有效解决天然气泄漏等问题,并明确泄漏的具体位置,从而提出有针对性的应对措施,确保天然气泄漏等问题得以提早防范,对已发生的泄漏问题可以顺利解决,降低天然气泄漏等风险发生几率,避免对周边居民和生态环境造成不良影响。为了加大对中长输天然气管道运行问题的防范力度,需要在管道的运行管理阶段,借助先进技术的支持,对管道运输环节予以严格管控。根据现代化管理的需求:远程与本地相结合、监测与检测相结合、多种技术相结合、检测技术法规标准化的指导思想,可以推荐使用声发射检测实时监测技术,该技术对管道从不泄漏到发生泄漏这一过程进行实时监测。若管道出现泄漏等现象,可以通过利用声发射检测的凯塞尔效应,及时对长输管道的动态缺陷的敏感性做出第一时间的数据监测采集,保障检出率,并提高报警环节的及时性,进而及时确定出泄漏点的大致位置范围,为检验及维修作业的开展提供便利性支持,最大限度的降低长输管道的风险发生概率,同时降低风险发生后的泄漏点排查及维修成本。具体的埋地管道泄漏点定位监测系统包含以下组成部件:传感器(与管道直接接触)、采集器(GPS接口、内置SIM卡等)、用户终端(与采集器可采用有线或无线连接两种方式)、专用服务器(数据转换与分析)、采集软件。借助声发射实时检测技术,再辅以人工排

查的形式,通过派遣专业人员,使其采用全方位的角度,对天然气储运中长输管道的运行情况予以妥善管理,使其能够持续处于安全运行状态。不仅如此,对于相关部门来说,应明确各环节主体人员的责任和义务,为检查作业的开展提供明确指导。基于严格性与严谨性的基本要求,对容易出现损害的重点部位进行管控。对于天然气储运长输管道中的安全运行问题来说,应树立完善、明确的整改措施,加大对责任部门的监督力度,使其能够尽快落实整改工作,避免管道危害等问题逐渐扩大。同时,为了确保天然气运输中长输管道运行的安全性,还应加大对资金的投入力度,为监管工作的开展提供有力支持,确保排查设施引进的完善性和全面性。通过制定合理的资金使用计划,促进资金使用率得以上升,以专项、专用的形式,为运行管理和隐患治理等工作的开展提供支持,提高天然气储运中长输管道运行的安全性。

4 结束语

综上所述,天然气是我国非常重要的能源资源,保障长输管道的安全是能源供应稳定的保证,同时对保障我国社会与经济的稳定发展也至关重要。管道运行过程中出现的风险问题影响因素相对较多,需要根据风险问题类型的不同,分别采取多种有效措施,对风险问题进行全面控制,力求避免风险的发生。若发生风险,则力求将影响降至最低,以此避免不必要的经济损失,提高管道运行安全性。

参考文献:

- [1] 郭金铭.天然气长输管道运行中的风险及控制措施分析[J].化学工程与装备,2020(07):219+69.
- [2] 汪春胜.天然气长输管道运行中的风险及控制措施[J].石化技术,2019,26(07):313+329.
- [3] 张辉.天然气长输管道运行安全风险及控制措施[J].化工管理,2019(21):68-69.
- [4] 孙立升.天然气长输管道运行中的风险及控制[J].化工管理,2019(09):71-72.
- [5] 罗志鹏,毕磊.天然气长输管道运行安全风险及措施分析[J].中国石油石化,2017(11):46-47.
- [6] 钱永梅.天然气长输管道安全运行风险研究[J].中国石油石化,2017(07):49-50.
- [7] 赵聪.天然气长输管道的安全隐患及相关对策[J].化工管理,2017(12):164.
- [8] 彭江汉.天然气长输管道安全运行优化管理浅谈[J].中国新技术新产品,2015(08):178-179.