

管道泄漏的主要因素及其天然气储运技术优化研究

杨李娟（陕西省燃气设计院有限公司，陕西 西安 710043）

摘要：在社会发展的背景下，人们的生产生活已经不能离开天然气的使用，而天然气的使用需要管道进行运输，一旦在此过程中出现管道裂缝或其他情况，则会存在天然气泄露的风险，这不仅不利于资源的合理使用，还会造成资源的浪费，存在一定的隐患。鉴于此情况，本文将重点围绕管道泄漏的主要因素以及天然气储运技术的优化进行分析，以此保证管道运输的安全和质量。

关键词：天然气运输；管道泄漏；储运技术

0 引言

现阶段，在经济社会不断进步的过程中，虽然很多新能源材料已经出现在人们的视野中，减少了稀有资源的使用量，但是对于石油、天然气等资源来讲，依旧是人们日常生活中不可或缺的重要资源之一，然而以上资源一旦在管道运输过程中出现泄漏，便会造成严重的安全隐患，威胁人们的生命安全。由此可见，针对管道泄漏的主要因素以及天然气储运技术优化进行分析，对于我国相关行业的发展尤为重要。

1 泄漏产生的原因以及危害

1.1 相关概述

管道运输是我国常见的天然气运输方式之一，是能源使用的必要条件，因此在一定程度上，管道是天然气发挥作用的关键，图1为天然气运输示意图。管道泄漏是最为常见的一种天然气运输安全隐患，产生这种情况的原因有很多，包括自然灾害，例如地震等，也包括自身管道寿命、质量不合格、管道腐蚀等。除此之外，人为的外力破坏也是造成管道出现破裂的重要因素，会直接影响天然气的正常运输。现阶段，根据管道情况的不同和损失状况的差异，泄露主要分为初级、中级、和大泄露三个等级，其中第一种属于泄露情况较小，是指小于正常运输总量的3%；而中级则是指泄露量在3%~15%之间；而大泄露则是最为严重的一种，通常是指泄露总量在15%及以上^[1]。

现阶段，我国很多管道的使用时限已经超过了20年，很多外部涂层以及相关材料已经进入了极易产生损坏的阶段。据调查结果显示，我国油田管道运输的穿孔率在2020年已经达到了0.55次/(km·a)。此外由于目前在经济社会的影响下，天然气的价格持续上涨，很多人便开始利用在管道上钻孔窃取天然气的形式进行贩卖，这会严重影响管道

的质量。例如我国某天然气企业仅仅在2019年12月，便发现盗油盗气管道钻孔15处，这不仅损失大量的原油和天然气，还使该企业产生了将近220万元的经济损失，虽然政府也帮助企业进行了严加管理，但是作用效果方面却难以达到预期。此外我国的输油管道更是在一年内出现了300多次泄露事件。

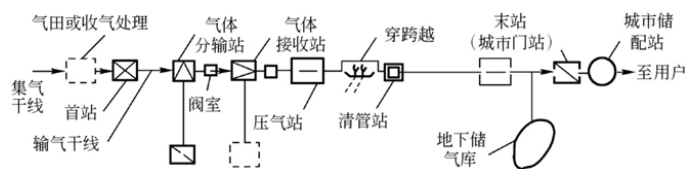


图1 天然气运输示意图

1.2 因素分析

在施工过程中若没有按照标准进行，则很容易产生管道泄漏，例如管道材料的质量没有达到要求，进而在长时间的土壤侵蚀下出现密封不严等情况。此外，管道的焊接也是影响质量的关键环节，若细小的裂缝没有及时进行处理，则会在后续不断扩大，导致管道中的天然气出现泄露。此外，管道挖掘深度不够且周围有石头的出现，在进行施工中，没有及时的进行处理以至于在后续回填的过程中受到外力的压迫造成管道的损伤，因此在后续的工作中要求工作人员要加大对以上情况的关注，并在管道焊接的同时加以监督。而人为破坏则主要体现在施工没有符合图纸要求方面，造成管道出现轻微破损以至于在后续的使用中引发事故。这种情况非常常见，例如我国曾经发生过天然气管道在1年发生3起泄露事件的情况，究其原因都是因为挖掘机开发不当、恶劣天气下施工等情况造成。管道的使用年限与预期寿命直接相关，由于土壤情况的差异，土壤内部的酸碱度也会有明显的不同，如果没有在施工过程中做好抗腐蚀保护措施，便会在使

过程中出现大量的穿孔事件,难以满足管道的预期使用时间,甚至在后续需要整体更换管道^[2]。

泄漏等级的不同,其产生的原因也有一定的差异,因此在技术的选择方面要具体问题具体分析。例如初级泄露的周围通常有重金属,是因为管道长时间在土壤腐蚀的状况下出现了蜂窝或者斑点,进而存在穿孔的嫌疑。通常情况下,一旦存在这种情况之后便会在短时间内快速遍布整个管道的管壁,其穿孔速度可以达到5mm~8mm/a。此外,还有很多管道出现泄露的原因是在之前的管道敷设过程中技术人员没有对金属材料进行详细的检查,以至于管道本身存在质量问题,这些细小的纹路以及破损若没有被及时的发现,则会在土壤侵蚀以及外力的作用下出现沙眼,最终导致管道出现破裂的状况。

1.3 管道突发泄露的抢修

突发事件是指管道在没有前期了解的前提下,便出现了泄漏情况,要求工作人员在最短的时间内减小事故涉及范围,降低经济损失和资源浪费。在具体工作中,要求工作人员先行对受损部位进行表面的清理,并去除前期的氧化层,进而结合实际情况确定是否需要停气维修。与此同时,将修补零件安装在管道周围,并使其与管道保持垂直,调节焊接设备的相关参数使其能够满足后续施工的相关需求,若事态紧急也可以先用零件对穿孔部位进行封堵,防止进一步的天然气泄露,并在此基础上,清理周围环境,进行后续的维修工作。

2 天然气储运技术分析

2.1 夹扁技术应用

通常情况下,不停气进行管道的更换更加适用于整体质量保持较好的天然气管道,且维修的过程也需要具体问题具体分析,若维修效果不佳,则可以局部断气,进而在不影响大规模天然气运输的前提下进行管道泄露的处理。在此过程中技术人员应选择2或2个以上的夹管器进行使用,若穿孔或者破裂区域在阀门周围,也可以优先利用阀门,减少1个夹管器的使用。聚乙烯是现阶段施工中最常见的一种材料,其柔韧度可以满足管道施工中的很多需求,因此在进行使用时,也可以结合应变曲线的具体情况对管壁进行夹管施工,这种技术形式对管道的影响较小,且效果较好。与此同时,要求施工区域内不能使用容易发生危险事故的机器设备,包括仪表对讲机等,还要确保周围的通风情况。在进行工作时,管沟的挖掘人员还需要穿戴防护服,若特殊地

段深度挖掘需要>1.5m时,则应在挖掘过程中提前为后续的焊接工作提供一定的空间,将夹管器安装在管道破损周围1m处,防止出现带压熔接。

2.2 CVN 数值计算

现阶段,在技术不断完善的背景下,我国相关人员结合了国内外的优秀经验,认为可以利用计算CVN数值进行管材应力的计算。通常情况下, CVN是指依靠材料中的C元素实现材料的稳定与安全,但这种操作通常也会降低CVN的数值,目前我国现有的微合金钢材料将原有的C元素以及S元素进行了融合,增加了0.18%的Mn含量,可以在恶劣条件下满足对管材韧性的需求。

2.3 管道试压技术的应用

若管道没有进行试压工作,且运输过程中内压过高,则会出现损伤情况。压力测试是管道质量测试非常重要的环节之一,在具体的工作中,技术人员可以使用下列公式进行计算:

$$A=PD/2sFqt$$

其中,A是指管壁厚度;D是管道外径;s为焊接系数(根据石油天然气管材交货条件的相关要求,通常取值1.0);F技术应用,结合相关技术规定取值;t温度系数,若温度≤120℃,则取值1.0。若数值符合管材要求,则可以使用,否则必须继续更换材料,直至满足质量标准。

2.4 优化完善天然气储运系统

天然气储存系统有多种运输方式,需要技术人员结合实际需求,选择管道运输或其他运输。系统的设计和规划需要满足多种需求,系统主要有五大应用功能:快速感知、实时监测、系统评估、联动处置、超前预警。其中,快速感知是指系统可以配合技术的应用,及时的进行管道泄露预警,帮助管理人员第一时间制定方案并采取措施;实时监测是指24h内利用红外线、GPS等技术进行管道天然气运输的监测,以便收集相应数据,将其与标准数据进行对比,检测故障情况;超前预警是要求系统能够在没有出现具体泄露事故之前,结合监测数据进行信息预警,帮助维修人员第一时间对管道进行维修和更换,防止后续出现更加严重的事故,造成资源浪费破坏周围环境;联动处置是指系统之间的一种配合功能,例如当监测到泄露含量超过运输含量的15%及以上时,系统能够自动化的进行相应操作,减少资源损失;系统评估是一种基于监测数据具体情况的评估体系。例如当泄露量在3%以下,为小型泄露等级,预警系统示警灯闪烁黄色;

3%~15% 为中级, 闪烁白色; 15% 及以上为严重泄露, 示警为红色, 并伴有警示音效, 提醒管理以及技术人员及时的进行处理。在此过程中系统也会将相关数据传递至总系统显示器上, 管理人员可以在系统上观看监测视频, 了解相应数据, 并在系统的应用下进行数据对比, 及时的采取针对性的应对措施和技术。表 1 为天然气储运预警系统显示表^[3]。

表 1 天然气储运预警系统显示

泄露等级与状况	泄露量占比	预警灯闪烁情况
小型	3% 及以下	黄色
中型	3%~15%	白色
严重级别	15% 及以上	红色

在前期设计过程中不能凭借技术人员的经验选择储运技术而要结合实际需求, 现阶段很多天然气企业已经在发展的过程中利用相应技术建立了自动化系统, 包括 SCADA 系统等, 不会对管道造成严重的影响。在建立系统的过程中, 要求技术人员先对相关数据进行收集与分析, 进而为后续的系统建设奠定良好的基础。此外, 系统的建设能够良好的为管理人员提供管道信息, 进而第一时间帮助维修人员采取措施。

2.5 天然气水合物储运技术

现阶段, 天然气水合物储运技术的发展已经达到了预期的需求, 能够有效地保证管道运输的整体质量和水平, 其中运用到了很多辅助技术, 可以提升天然气的储运质量。该技术主要的应用原理是将天然气水合物运送到管道内部, 进而降低传输过程中的天然气损耗。在具体运输过程中, 在遇见高温情况时, 水蒸气会附着在管道内壁, 减少管道内部压强的变化, 在管道内壁保护措施的作用下, 在后续的运输过程中, 水蒸气会再一次液化回到液体状态, 有利于减少资源的浪费, 降低管道内部的整体气压, 以此降低管道被腐蚀的可能, 确保天然气的运输安全。

2.6 优化天然气运输管道检测技术

天然气气管道检测技术是为了能够帮助管理人

员及时的定位泄露位置, 了解具体情况。运用系统的搭建以及现代化技术的应用, 可以进一步降低维修人员的工作量和工作难度, 缩短工作时间, 提升整体天然气的输运质量和效率。现阶段常用的检测技术主要两种: 一种是分布光线传感器, 另一种则是音波检测技术。前一种技术的工作原理是利用信号的波动检测干扰信息, 并在信号传递的过程中完成数据检测, 能够有效地判定干扰源头, 也就是泄露位置; 而后者则是利用声音传感器检测泄漏具体情况, 通过探测天然气泄露声音的源头, 确定具体位置。现阶段在技术的不断优化与完善的过程中, 技术人员也会利用光纤干涉仪技术进行泄漏检测。该技术与其他技术不同, 需要安装辅助设备, 要求工作人员在管道周围铺设一条光缆, 并利用传感器的使用接收管道的震动信号, 目前光纤干涉仪的应用可以更快地帮助管理人员确定泄露位置, 已经被有效的应用在很多管道天然气储运过程中。

总而言之, 天然气是一种危险资源, 一旦运输不当便会造成泄露或爆炸, 对于运输质量以及人们的健康、环境的保护来讲十分不利。因此在后续的工作中, 技术人员应该加大对管道敷设以及天然气储运技术的关注, 积极地借鉴国内外技术应用经验, 完善现有技术的应用质量和效果, 进而从根本上拓展储运渠道, 为我国天然气储运行业的发展以及安全化管理创造良好的条件, 降低资源的浪费, 以此提升企业的经济效益。

3 结论

综上所述, 石油和天然气的运输质量对于社会的进步和人们的生产生活来讲至关重要, 而运输环节出现的问题不仅容易对管道质量产生不利影响, 还会对周围的生态环境产生破坏, 若不能及时进行优化和维修, 甚至还会威胁人们的生命财产安全。因此要求相关人员应尽可能的针对泄露情况进行技术优化, 不断升级天然气储运的技术水平, 进而为天然气运输的安全加以保障。

参考文献:

- [1] 吴晓华, 庞林, 杨利. 基于系统动力学的页岩气管道泄漏失效仿真分析 [J]. 现代职业安全, 2021 (09):84-87.
- [2] 王胜功, 刘志博, 杨志彤. 天然气储运中天然气回收技术的应用与优化 [J]. 石化技术, 2021, 28 (07):65-66.
- [3] 崔雨虹. 天然气储运工艺技术研究及优化 [J]. 科学技术创新, 2019(29):168-169.