

石油天然气长输管道的泄漏检测以及定位技术措施

陶 戟, 张 滢

中国石油管道局工程有限公司国际分公司, 河北 廊坊

收稿日期: 2022年10月24日; 录用日期: 2022年11月23日; 发布日期: 2022年12月2日

摘 要

随着世界石油产业的快速发展, 各国家的大型石油和天然气管线的总长也在逐渐增多, 其中一个重要的特征就是大规模的天然气管线的修建。随着石油和天然气管线的建设, 这些管线的数目也在以越来越快的速度增长。但是, 在长时间的使用中, 石油和天然气管线很容易发生老化, 从而导致石油和天然气长输管道的泄漏问题。这些问题的产生, 不仅是社会普遍关心的问题, 而且还会产生一定的负面效应。对石油天然气管线的泄漏原因进行了分析, 并对其进行了探测与定位。

关键词

石油天然气, 长输管道, 泄漏检测, 定位技术

Technical Measures for Leakage Detection and Location of Long Distance Oil and Gas Transmission Pipeline

Ji Tao, Ying Zhang

China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International Branch, Langfang Hebei

Received: Oct. 24th, 2022; accepted: Nov. 23rd, 2022; published: Dec. 2nd, 2022

Abstract

With the rapid development of the world oil industry, the total length of large oil and gas pipelines in various countries is gradually increasing, one of the important features is the construction of large-scale natural gas pipelines. With the construction of oil and gas pipelines, the number of

these pipelines is also growing at a faster and faster speed. However, in long-term use, oil and gas pipelines are prone to aging, which leads to the leakage of oil and gas long-distance pipelines. The emergence of these problems is not only a general concern of the society, but also will produce certain negative effects. The causes of oil and gas pipeline leakage are analyzed, and its detection and location are carried out.

Keywords

Oil and Gas, Long Distance Transmission Pipeline, Leakage Detection, Positioning Technology

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

油气是我国的主要能源, 具有较高的经济效益和较低的环境污染。目前, 石油和天然气的运输方式以远距离运输为主。油气管线在长时间的使用中, 由于焊接失败、第三方损坏、腐蚀穿孔等原因, 造成了大量的石油和天然气的泄漏。为了保证管线发生故障, 及时发现并及时处置, 避免事故的进一步发展, 应采取有效的探测技术。因此, 对石油天然气管线的泄漏成因及探测手段进行深入的探讨, 就显得十分必要。虽然有很多种方法可以探测管线的渗漏, 但是随着技术的发展, 很多公司已经开始开发管线泄漏检测软件。例如 ATMospIpE, ATS, Logiea, Scieon Trans 工业数据处理 TDS, Newmark 等, 它们都是以 SCADA 系统为基础的管线监测软件, 但是这些系统往往要花费几百万美金。EdFarmer & Associates 公司提供一套小型的管线泄漏监控系统 P, 花费 30 万美金, 而一套设备全套的设备要花费 700 万美金, 说明引进的费用非常高昂。但国内在此方面的研究才刚刚起步, 应用范围也比较狭窄。随着我国经济的飞速发展, 中国将会成为世界上最大的输油管道, 因此对管道泄漏的监测也越来越迫切。因此, 运用自动化技术研制出符合中国国情的管线泄漏监测与定位系统, 对于推动中国的经济发展、提高企业的安全生产水平有着十分重要的作用。

2. 相关概述

随着石油行业的不断发展, 管道运输已经成为石油和天然气的重要运输手段。五十年代以后, 我国的工业得到了快速的发展, 管道的运输也得到了快速的发展[1]。目前, 全球大、长、天然气管线的总长度每年都在增长。大型石油和天然气管线的建设已经成为世界各国经济发展的重要标志。随着我国石油天然气管线的不断发展, 天然气管线在长时间的使用中, 很容易发生老化, 从而造成长距离管线失效, 从而引起管线的安全问题。

长距离石油天然气管线长期使用, 管线的防腐性能会逐步下降, 或由于土壤的压力, 管线防腐会越来越薄, 从而造成管线的渗漏和腐蚀。另外, 由于其它意外或自然灾害, 管线会受到破坏, 导致煤气泄露、原油泄露、压力降低等, 从而导致重大的经济损失。随着计算机技术的飞速发展, 以及 SCADA 的广泛使用, 采用在线实时监测技术进行管线的位置、泄漏检测已成为一种发展趋势。目前有两种常见的检漏技术: 一是通过测量压力、流量和声音等物理参数的变化来进行间接检漏; 二是对油气泄漏的探测, 对原油的直接泄漏进行探测。

3. 长输管道油气泄漏的原因分析

3.1. 长输管道选材不合格

中国油气公司在中国的发展过程中, 采用了长距离输气管线, 长输管线的质量对整个油气公司的发展有着重要的影响。在实际的输送过程中, 由于长输管线的质量不符合规范, 导致了长输管线的渗漏[2]。长输管线的质量无法达到规定的主要原因有二: ① 施工单位没有对其进行质量管理; ② 长距离管线所用的材料不能满足规定。长输管线的材质不符合要求, 其原因在于部分长输管线制造商在施工、生产、加工过程中采用了不符合要求的材料, 从而提高了企业的经济效益和成本。部分施工单位在施工、生产、加工过程中采用了不适当的材料。但是, 中国天然气公司在长距离天然气管线管理上常常出现疏忽。主要是由于管理部门没有足够的重视, 管理人员的专业素质不高, 很难确保长输管道的管理、检查和维护工作的全面性, 造成了一些安全隐患没有得到及时的发现和处理。另外, 国内石油天然气企业在安装时, 安装不规范, 施工安全性差, 已成为影响石油公司安全发展的重要因素。

3.2. 管道防腐处理不到位

油气作为化工原料, 在实际运输中会产生一定的腐蚀性, 从而使其在长距离输送时产生腐蚀。这一问题也是造成长输管线渗漏的一个重要原因, 其原因有二: ① 有关单位在长输管线的建设和埋设中, 受当地的土壤、土壤等条件的影响, 造成了不同程度的腐蚀。这是由于土壤中存在大量的分子和因子, 例如 pH、水分等, 而土壤自身的密度和含盐量对长距离管线的影响较大, 从而产生了腐蚀问题。② 石油、天然气等长距离输送介质中存在一定的酸性和硫。在适当的条件下, 这些元素都会发生一定程度的氧化, 从而给管线带来一些腐蚀。

4. 长运输管道泄漏定位技术及方法应用

4.1. 直接及间接探测技术应用

第一, 直接探测。管道的外部定位有两种, 一种是人工检测与定位, 第二种是跟踪检测与定位。两种方法均无法进行 24 小时的连续监测。人工检测时, 只能在管线上方的地面上出现明显的油污、霜冻、或有明显的油气和石油制品的味道, 甚至是管线附近的绿色植被都已经死亡。这时, 管道很有可能已经发生了长时间的渗漏, 对环境产生了很大的影响。人工检测的时间和效率都不高。在采用常规的人工分段安全检测方法时, 常会将某些挥发性成分加入到管线的介质中。检验人员可以利用有关的检测仪器, 在发现管线泄漏的瞬间, 从而大大提高检测工作的效率和精确度。第二, 间接探测。采用负压波法、流量平衡法等间接测量长输管线泄漏点的方法。在长距离输油管线中, 负压波是检测泄漏的重要手段[3]。本文介绍了一种新的石油天然气管线泄漏压力测量的新方法。首先对管线上、下游探测到的压力变化进行计算, 再利用负压区间进行精确定位。目前, 声波方法已被广泛采用, 其中负压波方法由于其实用价值最大。该系统适用范围广、费用低廉、操作简便。感油光缆及分布光纤亦可精确地确定光纤泄漏点, 但前期投入较大, 后期维护费用较高, 且使用效率较低。

4.2. 泄漏自检定位技术

随着科技的飞速发展, 石油天然气长输管线的泄漏检测也在逐步被采用, 例如 SCADA 系统已经在长距离输油管线中得到了广泛的应用。该方法的基本原则是: 动态性质量均衡和压差。这两种方法在实际中得到了广泛的应用。在研制泄漏探测与定位系统时, 要正确地确定其适用范围, 以保证在探测过程中不发生错误报警。

4.3. 放射性检漏技术

在各种探测手段中, 辐射泄漏是一种常用的探测手段。放射性泄漏探测技术主要是将¹³¹碘、⁸²溴等放射性材料注入长输管线。当管道发生泄漏时, 有关人员可以利用示踪法对土壤中的放射性物质进行探测, 并根据探测结果来判断其具体位置。

4.4. 人工巡逻检测法

石油天然气管线的泄漏探测通常是依靠手工进行, 由于科技的发展, 其局限性很大。以往, 当发现管道渗漏时, 必须将管线分割开来, 并派专人巡视、检验。如果是这样的话, 那么工作人员只能在管道泄露的时候, 发现地上有原油或者油气的味道。但是, 在工人们发现的时候, 石油和天然气管线的泄露已经十分严重, 给石油和财产带来了巨大的损害。传统的手工测试会造成长距离输油管线的微小渗漏, 不能在短时间内发现并及时修补。目前, 石油、天然气长输管线中, 除了传统的人工检测手段, 大部分都是直接检测。该方法能够检测到管道中的微小渗漏。利用便携的探测装置, 这种装置能迅速侦测到很远的管线是否有渗漏。合理地利用机械和其它仪器, 能迅速发现漏油的位置, 从而使检测工作更加快捷方便, 同时也能有效地预防石油和天然气的损失[4]。

4.5. 电缆泄漏检测法

采用电缆泄漏探测技术, 对石油、石油等液态能源的长距离输送管线进行了探测。电缆泄漏探测技术是针对一些特殊性能的电缆, 例如石油溶解电缆。在管线泄漏时, 会影响到线缆的性能。根据电缆的特性, 可以对管线的泄漏及泄漏部位进行判断。这种方法可以精确地探测到管道中的微小泄漏, 并对其进行精确的位置。但是, 该工艺需要采用一些性能特别的线缆, 这些线材的制造难度大、造价高。由于电缆的特性, 该材料仅可在一次漏检中使用。修理完漏点后, 必须进行电缆的替换。频繁地更换会给员工带来一定的工作量。

4.6. 光线泄漏检测法

该方法主要是探测管线在泄漏过程中温度、压力等参数的变化, 并采用分布式传感器进行探测, 以达到探测泄漏和泄漏位置的目的。采用以下方法进行漏光探测: ① 采用纤维布拉格光栅, 通过纤芯折射周期的改变来探测漏点; ② 采用光时域反射计来判定光纤的均匀性, 对光纤的曲线进行测量与分析, 并对长距离输油管线的渗漏进行探测; ③ 干涉型漏油检测技术是通过对长输油管线泄漏点附近的噪声进行检测, 并根据混杂光纤的干扰原理进行检测。

4.7. 物质平衡检测法

物料平衡测试是长输管线的一种间接测量技术, 它是通过动态容积、物料平衡原理、进口流量差异等来检测长输管线的运行状态。在各种检测手段中, 材料平衡法是一种很有应用价值的检测手段, 它能有效地解决大、小规模泄漏问题。这种方法的缺陷在于, 它很容易受外界因素的影响, 比如管线内的流量或天然气的贮存流量等, 而这些参数的精确度会对检测的精度产生很大的影响。

4.8. 压力信号检测法

在石油天然气管线泄漏探测中, 只采用测压信号是一种重要的探测手段。本文将其划分为压力梯度法和波敏法两大类。在长距离输油管线发生泄漏时, 波敏法是一种常用的方法。在采用该方法时, 先对长输管线两端的负压进行了计算, 并据此得出了管道泄漏的确切位置。与其它方法比较, 波敏法具有较

高的准确率。

5. 石油天然气长输管道防泄露管理策略

5.1. 坚定落实安全事故责任制

随着我国经济社会的迅速发展,我国政府应从长远的眼光来考虑长距离输气管线的建设。首先,要建立和完善安全生产事故的责任体系。依据有关国家及行业标准,对长输管线施工中的重点问题进行了分析,提出了切实可行的施工安全责任制,并对有关制度进行了实施。其次是关于安全事故的责任划分问题。天然气的利用直接影响着城市居民的正常生产、生活,如果出现突发故障或突发维修事故,将会带来很大的经济损失。作为政府机关,应通过对当地站场、内部人员和工作队伍的深入分析,建立一个科学、合理的事故责任分配机制,使之在检修前能明确责任,保证长输管线的安全。最后,在发生事故后,各有关单位要严格按照本规程的规定,明确责任主体,了解事故原因、范围、短期和长期处置办法,并对事故的责任人进行处理。

5.2. 加强天然气管道的管理力度

长输管线在安装完成后无法直接投入生产,必须通过有关部门的验收,通过验收后才能投入生产。对长距离输气管线的安全事故进行了分析,结果表明,在管线安全事故中,有70%以上是因为没有及时、有效地处理好管线管理中的一些小问题,从而造成了严重的安全事故。为此,相关部门应加强对长距离天然气管线的安全管理,以达到减少事故发生的目的。首先,在进行长距离输气管线的施工中,必须对施工质量进行严格的控制,确保管线的施工安全。在此基础上,对长输管道进行了全面的管理和管理。加强施工人员的安全防范意识,科学、合理地选用天然气长输管线技术,以保证工程质量。其次,要保证员工的操作安全,提高作业风险,强化员工和调度人员的技能,以保证一线员工在突发事件中的应变能力,建立起一支英勇、有效的维修工队伍。必须有足够的运行和紧急维护设备,以保证在最短的时间内进行故障的修理。同时,加强对管线的管理,保证施工人员的责任心,建立健全的测线体系,利用GPS等仪器对管线进行检测,并定期对管线的埋深、内外检测、重点部位进行检测,杜绝非法施工侵占管线,尽量降低外部对长输管线的损害[5]。最后,针对长输油管线,应制订相应的应急预案。首先,要对员工进行安全教育,保证其遵守电器操作规程,定期清理。同时,还需进一步完善长输管线的应急预案。定期组织员工进行紧急情况的培训和演练。有关人员应熟悉紧急情况的计划。在出现意外的情况下,保证能按照标准的操作进行及时的处置,将安全风险降到最低。

5.3. 强化对天然气管道的执法监督

加强长距离输气管道的安全管理,能有效地保证长距离输气管道的安全运行,降低输油管道的安全风险。但在进行长输天然气管道的安全管理时,要结合具体的运营状况,加强对其的安全监管与执法,以保证其安全、稳定的运行。同时,要把管线的安全运行问题放在首位,加强对长输管线的监管,定期召开长输管线安全会议,对存在的安全隐患进行分析、研究,制定切实可行的改进策略,为长输天然气管道的安全运行提供强有力的综合保障。

6. 结语

因此,油气企业应充分关注油气长输管线泄漏探测和定位技术,以适应当今社会发展的现实需求。因此,在确定长输管线泄漏原因的基础上,对其检测和定位技术进行了深入的研究和分析,为长输管线的安全运行提供了技术保证。

参考文献

- [1] 邓梁, 程诚. 石油天然气长输管道泄漏检测及定位探讨[J]. 石化技术, 2021, 24(5): 190.
- [2] 吕黎军. 石油天然气长输管道泄漏检测及定位研究[J]. 化工管理, 2020(18): 42.
- [3] 张乔. 石油天然气长输管道泄漏检测及定位探讨[J]. 价值工程, 2018, 34(3): 75-76.
- [4] 杨德水. 石油天然气长输管道泄漏检测及定位措施研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 34(3): 17.
- [5] 蒋仕章, 蒲家宁. 石油天然气长输管道泄漏检测及定位方法[J]. 油气储运, 2000(3): 50-52+58-7.