

浅谈石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法

李 超 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 随着社会的进步与发展, 人们对石油天然气的需求量持续扩大, 由此建设了许多石油天然气长输管道工程。但从实际运行中不难发现, 其经常出现一些泄漏问题, 这不仅影响了管道运行的质量和效率, 还可能引发安全事故, 对群众的生命财产造成严重威胁。因此, 相关企业和工作人员必须加强对管道泄漏原因的分析, 并能对泄漏点进行有效检测, 以便及时采取相应的措施进行解决。本文先简单分析了石油天然气长输管道的泄漏原因, 接着对常用的一些检测方法进行了探讨, 并对如何提升检测质量提出了几点建议, 以期为相关从业者提供有益的参考。

关键词: 石油天然气; 长输管道; 泄漏原因; 检测方法

0 引言

石油天然气作为保障社会生产和生活的主要能源之一, 它的运输方式是以管道运输为主。然而, 随着油气管道的长度不断增加、运行年限不断延长, 使得管道发生泄漏的几率逐渐提升。一旦油气管道发生泄漏, 其后果不堪设想, 所以加强管道安全性问题的研究和管理极其重要。故而, 针对石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法进行研究具有重要的现实意义, 有助于进一步提升管道运行的安全性。

1 石油天然气长输管道的泄漏原因

为了确保油气长输管道的稳定、高效和安全运行, 相关工作人员必须重视对管道泄漏原因的分析, 这样才能在之后的运行管理中制定针对性的应对方案, 最大限度地减少泄漏问题发生。以目前的研究现状来看, 油气长输管道的泄漏原因主要包括质量原因、人为原因、阴极保护失效、管道腐蚀和自然灾害因素等。

1.1 质量原因

管道质量的优劣是决定其是否发生泄漏的重要原因。通常情况下, 导致管道质量不合格的因素涉及两个方面: 第一, 管道材料的质量存在问题。在油气长输管道的施工中, 一些企业为了获取最大化的经济利润, 使用不合规定的管道材料, 虽然在油气管道前期运行中不会出现问题, 但随着时间的推移, 这些管道材料便会出现各种问题, 最终造成管道泄漏问题。第二, 管理体制存在问题。管道施工中, 由于缺少科学、完善的管理体制, 使得质量管理工作难以有效落实, 如此便会出现暴力施工、焊接质量差、应力安装等问题, 这对管道质量将会造成很大的负面影响, 从而给管道运行埋下隐患。

1.2 人为原因

受到人为因素影响出现的管道泄漏问题也时有发生

生, 如一些不法分子为了获取经济利益, 对油气长输管道管理不严或较为偏僻的位置进行打孔盗油, 由此导致管道破坏, 发生严重的泄漏事故。再者, 在建筑工程施工、农业生产活动的开展中, 由于相关人员缺乏保护意识, 没有考虑到对油气长输管道可能带来的影响, 这样便会直接或间接破坏管道。究其原因, 相关单位对宣传教育工作缺乏重视, 使得很多人对油气长输管道的保护工作了解不多, 保护意识薄弱, 从而容易出现人为破坏的现象。对此, 理应借助各种媒体加大宣传教育力度, 使更多人增强管道保护意识, 并积极参与到保护油气长输管道的工作中^[1]。

1.3 管道腐蚀

基于对管道事故发生原因的分析可知, 其中有很大一部分管道事故是因为管道腐蚀问题造成的, 这也是油气长输管道出现泄漏的主要原因之一。根据对管道腐蚀成因的分析, 其主要是受到输送介质和土壤环境的影响。假如油气长输管道输送的介质品质较差, 存在较多的杂质, 如二氧化碳、二氧化硫和硫化氢等, 便会在氧化作用下对管道造成腐蚀, 长此以往便会发生泄漏; 土壤的含水量、酸碱度、湿度、含盐种类等, 都会对埋地钢质管道进行腐蚀, 尤其是在没有做好防腐措施的情况下, 管道运行中必然会出现严重的泄漏问题。

1.4 阴极保护失效

作为常见的一种防腐措施, 阴极保护指的是在容易被腐蚀的金属结构外施加电流, 使其结构保持阴极。但在实践中, 阴极保护可能受到一些外部因素的影响而失效, 如阴极区出现断电、套管内部充水以及外部电流搭接到管道上等, 一旦阴极保护失效, 就可能造成管道腐蚀穿孔, 从而出现较为严重的泄漏问题。

1.5 自然灾害因素

油气长输管道的最显著的特点是运输距离长,所以为了提高运输效率和质量,管道铺设可能会经过一些地形地貌较为复杂的区域,虽然在前期施工中会做一些防护措施,避免管道遭到破坏,但面对自然灾害很难保证防护的效果。例如,在发生沉降、山体滑坡、地震、暴雨等自然灾害时,管道受力将超过其材料的极限值,此时管道就会被毁坏,从而产生管道泄漏问题。

2 石油天然气长输管道泄漏检测的方法

2.1 直接检测法

直接检测法指的是对泄漏点声光特点、外部环境变化、泄漏物等予以直接检测,继而发现并定位管道泄漏的一种检测方法。人工巡检法是最为常见的直接检测法,而随着科技的发展,示踪剂检漏法、光纤检漏法、电缆检测法和智能清管器检漏法等直接检测法也得到了广泛应用,对提高检测效果起到了显著作用。

2.1.1 人工巡检法

人工巡检法,顾名思义就是由专业的工作人员对油气长输管道进行巡线检漏,一般主要是对管道泄漏处的油气浓度、油污、土壤、气味及燃烧火焰等特点进行检查,以此判断具体的泄漏位置和原因。这种检测方法的优点是简单、可靠、识别率高,并且可以及时发现和处理高风险因素,如外界施工、地形变化等,有助于减少管道泄漏问题的发生。但是它也有明显的缺陷,首先是效率低下、需要耗费大量人力,同时在恶劣天气、复杂环境下时,无法有效落实巡检工作。另外,人工巡检对工作人员的专业能力、实践经验和责任心要求较高。因此,在油气管道泄漏检测中应该结合实际情况选择人工巡检的方法^[2]。

2.1.2 示踪剂检漏法

这一检测方法是借助相关放射性物质,检测示踪剂在油气管道外部的附着情况,这样便能精准判断出具体的泄漏位置。常用的放射性物质有钠-24、碘-131与溴-82等。示踪剂检漏法的优缺点同样明显,优点是灵敏度高,即便是一些较小的泄漏点也能准确测出;缺点是操作周期长、经济成本高,并且可能会对环境造成污染,所以在泄漏检测中的应用越来越少。

2.1.3 光纤检漏法

在油气长输管道的旁边平行敷设光缆,通过光缆对管道泄漏部位的压力特征、温度特征、应变特征等参数进行检测,然后通过对获取的检测信号进行分析,以确定具体的泄漏位置。近年来,随着科技的不断发

展,光纤技术也得到了完善,这使得光纤传感技术在油气长输管道泄漏检测中的应用变得更加成熟。当前,应用较多的几种光纤检漏法有:第一,干涉型泄漏检测法。它是根据混合型光纤干涉原理、马赫-曾德尔光纤干涉原理以及萨格纳克光纤干涉架构形成的一种泄漏检测方法,其主要是通过对管道泄漏位置噪声等参数的检测,以判断其是否存在泄漏及泄漏的位置。第二,光时域反射法。它是以拉曼散射原理、布里渊散射原理和光时域反射技术为基础,对管道泄漏位置的振动参数、温度参数等进行检测,然后基于对这些参数的分析确定是否存在泄漏点及其具体位置。第三,光纤布拉格光栅法。这种泄漏检测方法是通过对泄漏物质引起光纤变形的检测判断管道是否存在泄漏和具体泄漏位置。这种泄漏检测方法的优点是定位准确、识别率高、可实现实时监测,并且具有较强的抗干扰能力^[3]。

2.1.4 电缆检漏法

电缆检漏法的应用原理是使用特种电缆,如渗透性电缆、分布式传感电缆或油溶性电缆,它的电气性能会在油气管道泄漏物的作用下有所变化,此时只针对电缆的电气特性进行检测就是判断出管道是否存在泄漏以及具体的泄漏位置。这种检测方法的优点是它可以比较准确地定位泄漏点、对微小的泄漏点也能进行检测;缺点是电缆成本较高,并且电缆都是一次性的,如果某处发现泄漏,整段电缆都要进行更换,因此这种检漏法的应用并不是很多。此外,它只能用于成品油、原油等液态油气管道的泄漏检测。

2.1.5 智能清管器检漏法

智能清管器检漏法是将智能清管器放入油气长输管道中,通过自身动力或管道输送介质在管道内部进行运动,在此过程中对管道泄漏、焊接缺陷或腐蚀情况进行检测。目前,常见的方法有:其一,可视成像检测。其主要是在智能清管器上装设可视摄像头,如此便能对管道内部的情况进行了解,并通过对获取的图像信息进行分析,判断管道是否存在泄漏。其二,涡流内检测。这种方法是利用对励磁线圈涡流参数的检测,对管道泄漏和缺陷进行判断。其三,漏磁内检测。其应用基础在于铁磁材料具有的高磁导率,因此在检测管道泄漏或缺陷时,假如出现泄漏或缺陷,磁力回路便会发生改变,这样就可以判断管道是否存在泄漏或缺陷,并根据磁力回路的情况确定泄漏或缺陷的具体位置。

从实践中不难看出,智能清管器检漏法不仅可以准确检测出管道泄漏问题,还能对管道的焊缝裂纹、腐蚀或外力变形等缺陷进行检测,对更好地维护管道,降低运行风险有着重要意义。但它也有一定的不足,如传统的智能清管器通过性不是很好,容易被卡。不过,随着科技的发展,球形、椭球形等高通过性的智能清管器得到了开发,这对提升泄漏检测工作水平将提供很大的帮助。

2.2 间接检测法

与直接检测法不同,间接检测法的应用原理是基于对油气管道运行中的物理参数分析,判断管道是否存在泄漏,并对泄漏位置进行精准定位。

2.2.1 压力梯度法

油气管道在运行中,其沿线压力梯度一般是随着距离的变化呈线性变化,当管道存在泄漏问题时,其沿线压力就会出现拐点。此时,工作人员就可以基于对管线上压力变化的检测和对压力梯度变化的分析,判断管道是否存在泄漏并进行定位。但是要注意的是,因为管道受线路起伏、传热和粘度等因素的影响,使得其沿线的压力梯度变化不是线性的,所以用该方法进行泄漏点的定位不是特别准确,一般主要是以辅助的形式用于油气管道泄漏的检测工作。

2.2.2 体积或物质平衡法

这种检测方法是对管道内进出的流体的质量或体积进行测量,对比其进入和流出后的数据是否一致判断管道是否存在泄漏。它的优点是简单易操作,但是无法对泄漏点进行定位,同时如果是微小的泄漏问题或运行不够稳定的油气管道,很难保证检测的准确性。

2.2.3 负压波泄漏检测法

一般情况下,在油气管道发生泄漏的时候,泄漏位置便会形成一个相对低压,它通常会以波的形式向管道上下游传播。工作人员对负压波进行检测,并根据负压波到监测仪器的时间,便能对泄漏位置进行确定。在实际应用中,为了实现对泄漏位置准确、快速的定位,可以引入其他方法进行辅助,如物质平衡检测法等^[4]。

3 提升石油天然气长输管道泄漏检测质量的措施

3.1 建立健全质量管理体系

为了保证油气长输管道泄漏检测工作的质量和效率,应建立健全相关的质量管理体系,为这项工作的顺利开展提供有力支持。首先,应当加强对各种仪器设备的维护和检测,确保每个仪器都能正常使用,且

具有良好性能。其次,则要落实责任制,明确各环节工作中相关人员的责任,避免出现漏检或重复检测的情况。再者,在管道泄漏检测中需要按照国家相关规定和检测计划有序实施,同时要有明确的质量标准,保证检测工作的可靠性与稳定性。最后,构建质量信息反馈机制,对存在不足的地方或问题及时向有关部门和人员进行反馈,并督促他们进行及时整改,从而为保障油气长输管道的长期稳定运行奠定基础。

3.2 提升工作人员专业能力

对油气长输管道进行泄漏检测的过程中,由于这项工作的专业性、复杂性较高,所以对工作人员的综合素质有着一定的要求。因此,为了确保管道泄漏检测工作的顺利进行,提高检测效果,理应重视对相关工作人员的培训。实践中,一方面要做好专业理论知识的培训,使相关工作人员的知识结构得到完善,以便更好地应对工作中出现的各种问题。另一方面则是提高他们的专业技能,如对检测仪器的使用、对信息技术的应用等。与此同时,还要加强思想教育,增强他们的责任意识,使其可以在管道泄漏检测中充分发挥自己的价值,提高整体的工作效率和质量。另外,还要不断引进高素质的检测人员,并建立健全岗位责任制,保证每个工作人员都能在自己的工作岗位上落实责任^[5]。

4 结束语

综上所述,导致油气长输管道发生泄漏的原因多种多样,其中比较常见的包括人为因素、质量因素、管道腐蚀、阴极保护失效和自然灾害因素等。为了有效应对油气管道泄漏问题,相关人员就要立足于实际选择合适的检测方法,为更好地解决油气管道泄漏问题提供支持,从而推动经济社会的可持续发展。

参考文献:

- [1] 娄文龙.石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法探析[J].大众标准化,2022,(21):183-185.
- [2] 黎键.石油天然气长输管道的泄漏检测以及定位技术措施[J].石化技术,2021,28(09):105-106.
- [3] 陈胜男.石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法探析[J].装备维修技术,2020,(01):183.
- [4] 赵峰.石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法研究[J].石化技术,2019,26(10):294-295.
- [5] 贺扬,姜申浩,王栋.石油天然气长输管道的泄漏原因及检测方法分析[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(20):34-35.