

天然气长输管道腐蚀检验与修复技术分析

许 亮 (中国石油天然气股份有限公司天然气销售广西分公司, 广西 南宁 530022)

摘要: 随着天然气长输管道铺设规模的不断扩大, 安全问题受到了社会各界的关注, 因为, 如果天然气长输管道出现安全问题, 对工业生产和正常生活造成严重影响。天然气长输管道在长时间运行过程中会受到各种外界因素的影响, 导致天然气长输管道出现腐蚀。为了能够确保天然气长输管道的正常运行, 加强管道防腐工作非常重要。通过分析我国天然气长输管道存在的防腐问题, 并提出相关的防护措施, 可以有效减少天然气长输管道安全事故的发生。

关键词: 天然气长输管道; 腐蚀检验; 修复技术

天然气主要依靠长输管道来进行有效输送, 因此对管道的腐蚀检验受到了社会各界的高度关注。通常情况下管道深埋在地下, 地域跨度大, 周围环境较为复杂, 因此一旦长输管道发生腐蚀现象, 不容易被人们发现。因为管道维修量工程大, 在维修过程中需要消耗大量的人力物力, 因此需要定期对天然气管道进行检验并针对天然气管道所出现的问题采取有效措施进行处理, 从而降低风险, 有效确保天然气管道的安全运行。

1 天然气长输管道防腐的重要性

能源是人类生活的物质基础, 能源在人类社会中起着非常重要的作用。为了更好的建设天然气储运项目, 必须注意天然气储运的管道腐蚀问题。天然气是非常重要的能源, 在人类的生活中被广泛使用, 不管是工业生产还是日常生活都离不开天然气, 当然天然气也离不开天然气储运技术。为了更好地保证天然气储运的安全和顺畅, 应在天然气储运中进行管道防腐工程, 防腐蚀技术对天然气的存储和运输具有重要的积极意义, 不仅有助于提高天然气的储运效率和安全性, 还可以促进我国的经济发展和国家能源改革。

2 天然气管道腐蚀机理

腐蚀的过程是一个化学和物理的反应过程, 其本质是改变了管道的性能, 或者某些元素的存在, 导致管道内壁发生腐蚀, 进而降低了管道的性能, 同时引起管道的部分功能发生损坏。根据管道的腐蚀性质可以将管道的腐蚀机理划分为化学腐蚀、电化学腐蚀和物理腐蚀。

2.1 化学腐蚀

管道发生化学腐蚀的主要原因是由于管道金属表面与非电解质发生化学反应。其中金属表面与非电解质中的氧化剂发生氧化还原反应是化学腐蚀中的最大特点, 在腐蚀过程中电子传递不需要依靠

电流的作用, 直接在氧化还原过程中进行开展, 因此纯化学腐蚀的情况较为复杂, 其中最主要的原因是由于管体能够在无水液体和干燥的气体中直接发生腐蚀现象。

2.2 电化学腐蚀

管道的电化学腐蚀所形成的主要原因是由于金属表面与导电介质离子所产生的化学反应, 阳极反应和阴极反应是电化学腐蚀反应过程中所必须要经历的过程, 其回路的形成主要是以电子流和介质离子来作为重要基础。

2.3 物理腐蚀

物理溶液是管体物理腐蚀的关键性因素, 物理溶液会破坏天然气管道表面的金属性质, 从而产生化学反应, 导致管道发生腐蚀现象。

2.4 水汽的影响

一般情况下天然气管道在输送时是不会产生水汽的, 但是我国天然气管道铺设长度太长再加上我国地形比较复杂, 经常受到外部因素的影响, 比如埋葬地里的管道会受土地酸碱程度的影响, 从而增加管道内的水汽含量, 使天然气输道内部的自身形态发生变化。我国大量使用天然气的地方为沿海地区, 气候比较潮湿, 会影响管道内部温度的变化。再有我国北方天气到冬天以后气温比较寒冷, 受到这部分因素的影响, 管道内部会逐渐形成水汽, 随着水汽的增加会影响管道内部腐蚀程度。

2.5 二氧化碳和硫化氢的影响

二氧化碳和硫化氢是影响天然气长输管道腐蚀程度的重要因素。随着天然气开采工作的不断进行, 天然气中含有的二氧化碳和硫化氢的含量会逐渐增多, 并且二氧化碳和硫化氢对金属制品的腐蚀性非常大。天然气在输送的过程中管道内的压力会增大, 这些化学成分会和管道内部进行大面积接触, 这就会引起管道腐蚀加重, 如果长时间不进行

处理,会降低管道的使用寿命,一旦和外面的氧气接触就会造成管道断裂和天然气泄漏等问题,甚至会发生天然气爆炸,对人民的生命财产构成威胁。

3 检测方法分析

天然气长输管道基本采用外防腐层以及阴极保护的方法来保护天然气管道不会发生腐蚀现象,因此检验管道腐蚀情况主要采用电保护系统的检测以及管道内检测方法。

3.1 电保护系统的检测

3.1.1 PCM 检测法

该方法具有检测结果精确效率高的特点,因此该方法广泛应用于天然气管道破损点的检测中。该系统的超大功率发射机可以向管道提供一个频率相接近的电流信号,根据计算机定位系统的标准,实现对天然气管道的有效定位,并且随后开展检验电流工作,管道的防腐性能与电流检验结果形成一个固定的数值关系,在具体检验过程中电流衰减率、管道防腐层是影响电保护系统检测结果的主要因素,且管道系统中的绝缘电阻会直接决定管道中电流衰减率,假设检验出管道电流衰减率波动较大时,则说明管道在该部位存在泄漏点。

3.1.2 CIPS 检测法

该检验方法主要适用于电流受到外界环境因素严重干扰的情况。管道中的电流一旦受到外界影响因素的干扰,就会发生漏电现象,并且该系统的组成部分主要包括毫伏表、电池探仗、尾线轮等。在测量电流图层漏电时,首先需要借助 CIPS 系统对管道的阴极保护进行有效检测,并且利用断流器采集和记录管道阴极保护的电位。结合该方法所检验出的结果,可以直接判断出管道阴极保护层是否具有有效性。

3.1.3 DCVC 检验技术

该检验技术主要是用于检验管道防腐层的破漏点,除此之外还主要应用于检验土壤与管道之间是否存在电压梯度,通常情况下,电压梯度与管道中的电流密度会呈现出正比例关系,与管道破损的泄漏面积呈现出反比例关系,该方法主要是利用毫伏表对管道的电池腐蚀部分进行梯度检验。为了能够进一步提高检验结果,需要在管道的阴极保护层添加一个断流器,其主要的作用是控制管定高度并找准管道的腐蚀位置,并以此来作为判断管道缺陷位置的重要依据。

3.2 管道母材的检测

3.2.1 直接检测

天然气长输管道传统的检测方法是靠人力来进行巡视检查,因此就需要改变天然气的成分,适当

增加一些添味剂使检测人员进行区分,但是在实际应用中只能达到最低的爆炸危险限度,仅是依靠检测人员的嗅觉来发现天然气是否出现泄漏,因此该检测方式需要消耗大量的人力。如果在检测过程中出现意外,就会导致安全事故的发生,该检测方式具有很大的不确定性。

3.2.2 间接检测

利用物质间的平衡关系可以间接检测管道泄漏问题,间接检测的方法需要检测人员通过专业知识,计算物质平衡原理以及管道内流入流出的流量,从而实现管道泄漏检测,间接检测的科学性较强,对天然气的微量泄漏非常有效果,并且反应性能较强。但是间接检测技术在运行过程中可能会因为流量数据不精确而导致间接检测效果不明显。另外一种方式是利用压力信号的回馈方式进行间接泄漏检测,压力梯度检测法是我国石油天然气长输管道泄漏检测中最为常见的检测方法。

3.2.3 声学原理检测法

该方法在天然气管道泄漏检测方面得到了非常好的应用,目前应用效果最好的方法为负压波法。利用该方式的优势很多,比如该方式的实用性比较强、成本较低,操作简单。当有天然气管道出现泄漏时,石油管道内的压力会发生变化,此种信息的传播主要依靠声速。因此只要将发生泄露前的压力数据作为相关的参考标准,就能够及时获取相关的管道泄漏信息,管道泄漏后会产生减压波。另外,为了能够更快的获取泄漏位置,需要在管道两侧放置压力变送器,从而能够实现泄漏位置的快速定位。

3.2.4 漏磁通检测技术

该方法的主要原理是借助铁磁材料的高导磁率,在磁场的作用下,管道会发生强烈的磁化反应,管道腐蚀缺陷的位置导磁率较高,如果管道没有发生腐蚀,做管道的磁力线分布较为均匀。如果管道发生腐蚀现象,那么磁力线会形成弯曲现象。该技术能够对中小型的管道缺陷进行有效检测,该方法不需要借助媒介就能够进行检测活动,而且可以有效避免漏检问题。该方法的不足是在进行检测过程中,对于管道厚度的要求较高,会受到外界因素的干扰,导致空间分辨率较差。在开展工作中如果相关材料有杂质汇入,则会影响数据的真实性,因此需要对检测速度进行提高,才能够有效提升检测结果的真实性。

4 天然气管道修复技术

4.1 焊接修复

天然气长输管道在运行过程中发生腐蚀现象,

焊接是最为有效的补强工艺,需要在缺陷位置焊接补强金属,从而有效恢复管道的有效强度。该方法主要有堆焊、补丁焊以及套袖焊等,该方法在运行过程中的主要缺陷是动火具有危险性、经济损失大并且技术水平要求高等。

4.2 夹具修复

该方法主要是采用机械夹具的方式来进行天然气管道的堵漏,夹具内部设计有机械密封,能够恢复管道的有效强度。随着制造工艺的不断发展,机械夹具已经具备较高的压力,然而在实际应用过程中夹具与管道接触面的处理要求高,难以作为永久性恢复措施。

4.3 缠绕补强工艺

缠绕补强工艺的操作过程,为对管道表面进行清理,使用涂胶器均匀涂抹补强专用胶,并将补强布缠绕在需要修补的管道外部,固化之后会形成补强层,修复或者增强管道的应用强度,从而有效满足天然气管道的运行需求。

4.4 模管成型工艺

模管成型工艺的操作过程,将预制好的模管安装在需要修复的管道上,并将修复原料注入到膜管与管道夹层内,固化之后可以形成补强层,从而有效达到高强度的目的,目前应用最广泛的环氧套筒。

5 天然气长输管道防腐技术

5.1 运用缓蚀剂减缓管道腐蚀

缓蚀剂是利用原子化学键的形式给天然气管道内部形成一种保护膜,这种保护膜的形主要是利用成膜以及吸附等理论,这种缓蚀剂在使用方面比较简单,拥有见效快和成本低等特点,所以天然气企业经常选用这种方式来进行防腐。但是这种缓蚀剂的缺点就是在生产的过程中会对环境造成一定的污染,并且如果使用过量的话会影响天然气的内部结构,所以一些施工单位应该根据情况来使用这种缓蚀剂。

5.2 阴极保护

阴极保护是一种比较先进的防腐技术,主要的工作原理就是利用电化学的方式,让阴离子帮助管道不会受到腐蚀,在传统的管道防腐技术上使用阴极保护技术,可以更好的保护管道不会受到散杂电流的影响,进而可以更好的提高管道的防腐效果,但是在选择这种技术时需要专业人员,才能让管道更加安全,减少触电事故。

在进行阴极保护措施过程中,需要选择最佳的阳极材料,当系统中的阳极材料耗损达到一定程度以后,需要及时更换阳极材料,只有这样才能达到

阴极保护效果。因此管道企业需要对阴极保护进行定期检查,查看长输管道的腐蚀情况,一旦发现问题应该及时解决,避免出现天然气泄漏事故,从而能够保证长输管道在储运过程中的安全性。

5.3 喷涂内部涂层减缓管道腐蚀

对与管道内部摩擦接触面大的问题,施工单位在铺设管道时可以进行管道内部喷涂内涂层的方式来减少摩擦面积,进而减少管道内部腐蚀问题。使用这种方法的原因就是让管道内的水汽和化学成分更少的接触管道,从而减少对管道内的腐蚀。再有就是这种涂层本身就具有很好的防腐功能,对一些化学成分有着更好抗腐蚀性,所以说这项技术的使用可以进一步增加管道的使用寿命,减少企业的维修成本。

6 结束语

综上所述,天然气作为一种清洁性的能源,受到了社会各界的高度关注,并且长输管道作为一种经济环保的运输手段,可以有效推动我国天然气行业的可持续化发展。

为了能够有效确保长输管道的安全平稳运行,相关单位以及天然气企业需要加强对长输管道的检验和修复工作,并且采取积极主动的态度引进国外先进的检验技术,定期对我国的天然气长输管道进行检验,并针对所检验出的问题采取有效的解决措施,从而有效保障管道的安全运行,提高管道线路的高效效率。

参考文献:

- [1] 柴明.石油天然气管道腐蚀与防护技术分析[J].石化技术,2017(23).
- [2] 黄志强.天然气长输管道腐蚀机理及防护技术[J].云南化工,2018(14):206.
- [3] 米尔艾合买提江·卡德尔.长输天然气管道的腐蚀与防护[J].云南化工,2020(13):182-183.
- [4] 张林.长输管道的腐蚀检测及修复技术应用[J].中国石油和化工标准与质量,2019(21):65+69.
- [5] 张国欣.天然气管道的腐蚀原因与防腐技术分析[J].石化技术,2018(08):80.
- [6] 程小路,张波,程小辉,许嘉杨.天然气管道腐蚀与防护技术分析[J].科技经济导刊,2018(02):65.
- [7] 牛建伟.长输天然气管道内腐蚀分析与对策[J].化工管理,2015(13):147.
- [8] 高艳波.天然气长输管道腐蚀保护[J].石化技术,2016(23):135-136.
- [9] 王亮,胡月,漆勇.天然气长输管道外腐蚀检测技术研究[J].能源研究与管理,2017(32).