

油气运输管道中腐蚀问题及防护措施探究

张建军 (淄博市特种设备检验研究院, 山东 淄博 255046)

摘要: 在油气运输过程中管道占据极重要的地位, 但是管道腐蚀情况一直难以避免, 为了提升油气运输管道的应用效果, 并能够对其中的腐蚀情况进行有效处理, 有必要了解油气运输管道的腐蚀类型、原理以及整体特点, 并根据各方面实际情况提出防腐措施, 以优化油气运输工作。所以, 本文对油气运输管道中腐蚀问题及保护措施进行分析, 以供参考。

关键词: 油气运输管道; 腐蚀问题; 防护措施

当代我国石油天然气产业以及相关的炼化产业均处于高速发展的状态当中, 但与此同时, 油气运输管道中存在越来越显著的腐蚀问题, 不仅有可能导致严重的经济损失出现, 更是能够对相关企业的生产安全造成严重威胁, 所以有必要对其中的特点进行充分了解, 并合理采用防护措施, 以提升油气管道防护水平, 使其腐蚀情况得到有效控制, 进而可以实现石油天然气产业的良好发展, 可见针对油气管道中腐蚀问题及保护措施进行探究具有重要意义。

1 油气运输管道腐蚀分类

在进行油气开采工作以及输送工作的过程中, 均有可能出现油气管道腐蚀情况, 且可以将油气管道的腐蚀情况划分成为多种类型。一般来说, 可以从腐蚀环境的角度或是腐蚀过程的特点及机理的角度进行分类。从腐蚀环境角度出发进行分类, 可以将油气管道的腐蚀划分成为化学介质腐蚀、海水腐蚀、土壤腐蚀以及大气腐蚀等多个类型, 从腐蚀过程的特点及机理角度出发进行分类, 可以将油气管道的腐蚀划分成为电化学腐蚀、化学腐蚀以及物理腐蚀等多种类型。其中, 电化学腐蚀即为管道与介质之间发生反应时电流产生所导致的腐蚀, 化学腐蚀即为管道及非电解质之间产生的纯化学反应, 并由此导致的腐蚀; 物理腐蚀则为物理溶解现象所导致的腐蚀。一般来说, 油气管道中的腐蚀情况以电化学腐蚀为主, 化学腐蚀情况较为少见。除以上之外, 还包含一定程度的压力腐蚀情况。

2 油气运输管道腐蚀原理

在通常情况下, 油气管道处于高温、高压、高含水、高溶解氧、高二氧化碳、高硫化氢且恶劣的土壤环境之中, 且即使管道处于架空的状态当中, 也需要遭受雨雪以及大气的侵蚀, 并且, 油气管道中发生的腐蚀情况多为电化学腐蚀, 而电化学腐

蚀的过程即为阴极和阳极之间发生反应的过程, 也就是电解质溶解并与管道发生接触, 由接触表面不均匀所导致的电解液种类、流速、温度和浓度各不相同, 由此, 接触表面能够形成阴极区域和阳极区域两个区域, 在通过管道自身的闭合构成诸多腐蚀微观电池或是宏观电池, 例如对于介质溶液来说, 其中的铁碳化合物属于阴极, 铁属于阳极, 在溶液之中, 存在氧化剂浓度不均匀的情况时, 浓度较小的部分属于阳极, 如果表面温度不均匀, 温度较高的部分属于阳极, 如果应力不均匀, 应力更加集中的部分属于阳极, 如果表面膜存在微孔, 表面膜为阴极, 孔内金属属于阳极。

3 油气运输管道腐蚀特点

3.1 内腐蚀

对于油气管道的耐腐蚀情况来说, 从介质环境的角度来看, 其中的特点主要可以分为三个方面: ①高温、高压环境; ②气、水氢类以及固体类共存, 产生多相流腐蚀介质; ③氧气、氯离子、硫化氢、二氧化碳以及水属于引起腐蚀情况的主要介质。

3.2 外腐蚀

导致油气管道出现外腐蚀情况的主要原因, 在于管道外部受到地下水以及土壤的腐蚀, 同时还存在杂散电流腐蚀情况以及宏观电池腐蚀情况等, 因为油气管道长时间于自然环境中暴露, 极易受到大气中水、氧以及二氧化碳的侵蚀, 在此情况下出现的腐蚀情况即为大气腐蚀, 例如常见的金属管道生锈情况即属于出现频率较高的一类大气腐蚀现象。

3.3 压力腐蚀

在特定介质环境下, 金属材料受到压力的影响, 即能够出现脆性断裂情况。从整体上来看, 由压力所引起的腐蚀, 管道上通常首先出现裂纹, 且裂纹进行延展的方向能够与压力相垂直, 同时, 因为压力能够产生持续的作用, 所以裂纹能够持续进行延

展,并逐渐导致管道发生断裂。在我国,由压力引起的管道腐蚀情况,能够受到力学、电化学、物理学以及金属学等多个方面,管道普遍为首先出现凹坑、划痕或是钝化膜破裂等情况,使局部电位相对于其他位置的电位更低,进而引起电化学不均匀情况,从而导致裂纹产生并逐渐引起腐蚀。

4 油气运输管道腐蚀防护措施

4.1 内腐蚀防护措施

当前针对油气管道内腐蚀情况进行防护处理,可以应用的技术主要包括:①使用耐腐蚀金属材料及非金属材料;②使用内涂层或衬里;③注入缓蚀剂;④改变环境介质成分。

4.1.1 使用耐腐蚀金属材料及非金属材料

对于管道腐蚀工作来说,首先可以应用的措施即为对管道材料进行优化,因为金属管道材料不仅具有机械强度较好的特点,且易于加工,同时,当前各国已经开发出数种耐腐蚀的金属材料,且已经取得较好的应用效果,所以在对油气管道材料进行选择时,可以优先对耐腐蚀金属材料进行选择。并且从实际上来看,近几年耐腐蚀非金属管材的应用效果也较为良好,例如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯以及氯化聚氯乙烯等非金属材料,已经在海水系统之中的挤压热塑管方面得到广泛应用,而玻璃纤维增强环氧树脂以及玻璃纤维增强聚酯一类的玻璃纤维增强热固塑料管应用效果也较为良好,而由石英、石棉纤维以及普通水泥所构成的水泥石棉管,因为其自身具有易碎的特点,所以应用频率相对较低。从总体上来看,上述三个类型的非金属材料虽然能够呈现出耐水腐蚀、质量较轻、安装便捷、不需防护的特点,但是因为工作压力极限低、工作温度极限低、运输及安装过程中易发生损坏,且对于压力和震动不具有较强的抵抗力,所以当前整体上应用频率不高、应用范围不大。

4.1.2 使用内涂层或衬里

近几年针对管道应用内涂层或是衬里的方式对管道腐蚀问题进行解决,当前已经取得了较好的应用效果,一般来说,可以应用于油气运输管道之中的包括塑料涂层、塑料衬里、水泥衬里以及耐腐蚀合金衬里等,其中塑料涂层通常为热固性塑料或是热塑性塑料,可以将其划分成为厚涂层和薄涂层两个类型,塑料衬里则主要包括连接衬里、膨胀衬里、水泥灌浆衬里等,其中水泥衬里主要应用沙子及水泥构成,浇筑方法离心浇筑,具有价格较低、各类管材均适用的特点,缺点则为能够导致管材质量

加重且内径减小,同时不可用焊接的方式对管材进行连接,且能够导致管材抗压能力波动水平过小,而对耐腐蚀合金衬里进行应用的过程中,原材料一般为低合金钢或是碳钢,也可将其制作成为双金属复合管道,当前该类型管道的应用技术已经较为成熟。

4.1.3 注入缓蚀剂

在管道中注入缓蚀剂,可以在管道的内表面形成非金属膜,使金属管壁与溶液完全分开,也就可以避免管道内壁发生腐蚀情况。对该方法进行应用时,需要注重合理选择缓蚀剂类型,以保障其具有良好的去垢性、溶解性以及配伍性,且各个方面均与相关规定相符合,同时价格适宜。

4.1.4 改变环境介质成分

在针对环境介质成分进行改变处理时,主要是需要针对管道结构进行合理的设计及安装,以降低其中发生腐蚀的机率,例如避免其中存在裂缝、对高、低流速区进行平衡等。

4.2 外腐蚀防护措施

当前在油气管道外腐蚀防护工作中应用的技术主要包括:①应用耐腐蚀性良好的材料;②应用防腐涂层;③阴极保护;④排流保护。

4.2.1 应用耐腐蚀性良好的材料

在对具有良好耐腐蚀性能的材料进行选择时,主要需要针对土壤腐蚀和大气腐蚀,其中土壤腐蚀情况主要由阴极供养状态决定,大气腐蚀情况主要由管道表面潮湿程度决定,所以需要首先对腐蚀机理以及相关影响因素进行明确,并以实际情况为基础,对最为适宜的管材进行选择,从而对管道腐蚀情况进行有效控制。

4.2.2 应用防腐涂层

针对金属管道应用防腐涂层,可以起到缓蚀、隔离以及电化学保护的作用,以实际的环境情况、材料情况以及施工情况等各个方面的因素共同作为基础,合理选择涂层材料,例如对于碳钢管道来说,因为其在大气中的腐蚀速率较高,所以通常需要使用涂料和涂油漆的方式作为保护层,以对腐蚀情况进行控制,而对于低合金钢管道来说,因为其具有较强的抗腐蚀性,所以在一定情况下甚至可以直接裸露应用。铸铁、碳钢以及低合金钢材料应用于土壤中时,其腐蚀情况不具有显著的差异性,锌、铅一类的金属材料相对于碳钢来说,具有更强的耐土壤腐蚀性,所以对于耐土壤腐蚀性要求较高的环境,应主要选用镀锌保护层以及镀铅保护层,以

对油气管道的腐蚀进行有效控制。

4.2.3 阴极保护

阴极保护技术属于一类电化学保护技术，对其应用时，原理主要为，将电流施加于发生腐蚀的金属结构表面，被保护的结构物则为阴极，可以使金属腐蚀电子的持续迁移得到有效控制，也就可以对腐蚀情况进行弱化或是直接抑制。一般来说，对应急保护措施进行应用时，可以选择牺牲阳极阴极保护法或是电流阴极保护法，对于应用防腐蚀涂层处理的管道来说，因为其中时常存在保护不到位的情况，所以可以将阴极保护措施与防腐蚀涂层技术进行联合应用。

4.2.4 排流保护

排流保护措施也就是促使油气管道之中进行流动的杂散电流排出到管道之外，以避免管道中出现腐蚀情况。一般来说，可以分为交流排流和直流排流两个类型，且交流排流可以在划分成为隔直排流、直接排流、负电位排流，直流排流则可分为接地排流、强制排流、极性排流和直接排流。

4.3 压力腐蚀防护措施

在对压力腐蚀情况进行处理时，一般来说，需要注意对管道材料进行优化，并注重使用阴极保护措施和排流保护措施，以避免压力腐蚀情况出现。

5 管道防腐工作建议

在开展油气管道工程建设工作的过程中，应该从源头处开始注重提升管道整体质量，所以必须选用品质优良的管道材料，并对其中的韧性、强度以及耐腐蚀能力进行充分考虑，同时提出更高的透水性要求、透气性要求、粘合性要求以及电绝缘性要求，以促使防腐材料的应用效果能够得到切实提升。并且，因为涂层材料自身所具有的特性能够对其使用效果起到决定性的影响作用，所以还应根据各地区不同的土壤条件、气候条件等多方面因素中存在的差异，对涂层材料进行合理选择，以保障涂层材料的应用效果能够满足实际的防腐需求。另外，在实际开展施工工作时，还应注重对施工方法进行合理选择，选用最适宜的施工工艺对各项材料进行应用，以避免出现盲目施工或是无效生产的情况。

从实际上来看，当前我国正处于石油天然气行业高速发展的状态当中，但是管道建设工作不够完善，防腐技术不够成熟，所以还需要相关工作人员积极开展学习活动，不断提升自身素质，同时对科研经费进行合理应用，以促使自身科研能力不断提

升，进而能够更加有效的开展研发工作，以促使我国油气运输管道相关的防腐技术水平得到不断提升。由此，不仅石油天然气运输工作能够得到优化，相关的安全生产工作也能够得到有效提升，且从管理工作的角度来看，相关技术人员应该积极与管理人员开展沟通工作，以强化油气管道的检查工作以及维护工作，特别是需要重点监测易发生腐蚀情况的区域，以降低管道腐蚀情况发生的机率，也就更有利于提升相关工作的经济效益、环境效益和社会效益。

6 结束语

当代我国科技高速发展，同时油气管道的腐蚀因素以及使用环境更加复杂，所以需要针对相应的防腐蚀技术进行不断优化，也就需要首先对其中的腐蚀现象以及腐蚀发生规律进行全面掌握，并以实际情况为基础应用具有针对性的防护措施，以对油气管道的腐蚀情况进行有效控制，且可以有效保障相关工作的安全性和经济性，并使我国石油天然气行业得到更加良好的发展。

参考文献：

- [1] 刘述忠. 油气集输系统管道腐蚀因素分析及腐蚀防护优化措施 [J]. 中国周刊, 2020.
- [2] 冯继伟, 杨正纲. 长输地理油气管道腐蚀因素与防护对策探讨 [J]. 化工管理, 2020(9):2.
- [3] 明士涛, 崔斌, 淦邦. 油气长输管道杂散电流干扰腐蚀与防护措施 [J]. 安全健康和环境, 2022(2).
- [4] 彭全龙. 长输地理油气管道腐蚀因素分析与防护对策探讨 [J]. 中国航班, 2020.
- [5] 李勋, 张宏钊, 张欣, 等. 高压交流输电线路对埋地金属油气管道的电磁干扰腐蚀及其防护措施 [J]. 2022(4).
- [6] 姜宜君. 油气储运过程中的管道防腐现状及解决措施 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(14):2.
- [7] 吴育卫, 冯中远, 王业玲, 等. 成品油输送管道内腐蚀影响因素及防护措施研究 [J]. 当代化工, 2021, 50(9):4.
- [8] 王琴, 等. 油气运输管道中腐蚀问题及防护措施分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2016(13):2.
- [9] 岳子惠. 油气运输管道的腐蚀问题分析及防护措施 [J]. 中国化工贸易, 2018, 010(029):13.

作者简介：

张建军 (1965-), 男, 汉族, 山东淄博人, 本科, 淄博市特种设备检验研究院, 高级工程师 (副高), 研究方向: 特种设备检验。