

油田地面工程管道防腐施工技术探究

曾志强

辽河油田公司曙光采油厂

DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6161

[摘要] 油田地面工程中的管道承担着关键的运输功能, 然而, 长期受到腐蚀的侵蚀可能导致管道的损坏和失效, 对生产安全和环境保护造成严重影响。本文通过对管道腐蚀类型和原因的分析, 深入研究了内腐蚀和外腐蚀的特点和机理。并介绍了相关的防腐技术, 以期进一步加强管道在运营过程中的安全性。本文旨在为相关技术人员进行管道防腐施工时提供参考。

[关键词] 地面工程; 管道腐蚀; 类型分析; 施工技术

Research on anti-corrosion construction technology of pipeline in oilfield surface engineering

Zeng Zhiqiang

Shuguang Oil Production Plant of Liaohe Oilfield Company

[Abstract] The pipeline in the oilfield surface engineering undertakes the key transportation function. However, the long-term corrosion erosion may lead to the damage and failure of the pipeline, which has a serious impact on the production safety and environmental protection. This paper analyzes the types and causes of pipeline corrosion, and studies the characteristics and mechanism of internal and external corrosion. The relevant anticorrosion technology is introduced to further strengthen the safety of the pipeline in the operation process. This paper aims to provide a reference for the relevant technical personnel in the pipeline anti-corrosion construction.

[Key words] ground engineering; pipeline corrosion; type analysis; construction technology

引言

管道防腐施工作为油田地面工程中至关重要的一环, 对于确保管道的安全运行、延长使用寿命以及维护生产质量具有重要作用。随着油田地面工程规模的扩大和环境条件的复杂化, 管道腐蚀问题日益突出, 对防腐施工技术和质量控制提出了更高的要求。因此, 深入研究和分析管道腐蚀类型、原因以及防腐施工的有效性和适用性, 具有重要的理论和实践意义。

1 油田地面工程管道腐蚀类型和原因分析

1.1 内腐蚀

1. 物理腐蚀: 物理腐蚀是由流体中的悬浮颗粒引起的一种腐蚀形式。当流体中存在固体颗粒或砂粒时, 它们在管道内流动过程中与金属表面摩擦产生磨损作用, 进而引发物理腐蚀。此过程可导致金属表面的磨损、划痕和腐蚀。物理腐蚀受流体流速、固体颗粒浓度、颗粒尺寸和硬度等因素的影响。

2. 化学腐蚀: 化学腐蚀是由管道内流体中存在的腐蚀性介质引起的腐蚀现象。腐蚀性介质与金属表面发生直接反应, 引发金属的溶解, 最终导致金属表面的腐蚀。化学腐蚀的严重程度取决于流体中的腐蚀性介质浓度、温度、流速以及金属材料的耐蚀性能。

1.2 外腐蚀

1. 大气腐蚀: 大气腐蚀是由大气环境中的化学物质与管道外部金属表面发生反应引起的腐蚀。大气中存在的水雾、氧气、二氧化碳和其他气体成分可以与金属表面发生氧化、腐蚀和溶解反应, 导致金属表面的损失。水雾和氧气浓度的增加会加剧大气腐蚀的程度, 而二氧化碳的存在会形成酸性环境进一步加速腐蚀速率。大气腐蚀的严重程度受环境气候、大气污染程度以及金属材料的抗腐蚀性能等因素影响。

2. 土壤腐蚀

土壤中过高的土壤湿度会使金属表面长时间暴露在潮湿环境中, 增加了金属与土壤中溶解氧的接触, 进而促使氧化和腐蚀反应的发生。此外, 水分还可影响土壤中的盐分浓度和离子迁移速率, 进而加速腐蚀过程。土壤中的 pH 值是一个关键参数, pH 过低或过高都可能引发腐蚀作用。酸性土壤环境中, 含有酸性物质的土壤会对金属产生强烈的腐蚀性影响, 而碱性土壤中的高 pH 值也可能导致金属表面的腐蚀。土壤中存在大量的微生物和细菌, 它们可以对管道外部金属表面进行生物腐蚀。微生物产生的代谢产物和酶会改变土壤环境的化学特性, 形成微生物腐蚀的条件。一些微生物和细菌还会形成生物

膜，附着在金属表面上，并通过代谢产物和电化学反应引发腐蚀。

2 油田地面工程管道防腐的重要性

2.1 保护管道资产：油田地面工程管道是油气生产、输送和储存的重要组成部分，其资产价值巨大。管道腐蚀可能导致管道结构受损、泄漏甚至破裂，进而引发事故、停产以及环境污染等严重后果。通过有效的防腐措施，可以延长管道的寿命、提高运行可靠性，确保管道资产的安全和稳定运行。

2.2 确保生产持续性：管道腐蚀引发的故障和维修工作会导致生产中中断和停工，给油田地面工程带来巨大经济损失。防腐工程的实施可以有效预防腐蚀，减少管道故障发生的概率，保证生产的连续性和稳定性，最大程度地提高生产效率和经济效益。

2.3 提升安全性：管道腐蚀可能导致泄漏和事故发生，对人员、设备和环境构成严重威胁。防腐措施的落实可以减少腐蚀引起的结构损伤，降低事故风险，保障操作人员和相关人员的安全，维护工作场所的安全环境。

2.4 符合法律法规和环保要求：各国和地区对于油气行业和相关设施的防腐要求越来越严格。落实有效的防腐措施不仅是遵守法律法规的要求，也是保护环境的需要。防腐工程的实施可以减少对土壤、水源和生态系统的污染风险，符合环境保护的要求。

3 管道防腐施工技术

处于油田地面工程中的管道长期暴露在自然环境当中，受到自然因素的干扰影响，如天气冷热变化的影响，很容易出现管道运行质量问题。再加上石油本身属于一种腐蚀性介质，长期运行过程中，会对管道造成一定的腐蚀影响。如果不加以及时预防与处理，就很容易对油田地面工程整体运行质量造成不利影响。针对于此，建议相关企业应该明确油田地面工程管道腐蚀问题的具体成因。并根据具体成因表现，提出针对性的预防对策。或者利用相关的施工技术进行优化处理，及时控制腐蚀问题。管道防腐施工技术包括外涂防腐、内衬防腐、电化学防腐和缓蚀剂防腐等。这些技术在不同的腐蚀环境和管道材料条件下，通过不同的原理实现管道的防腐保护。

3.1 外涂防腐技术：外涂防腐技术是将防腐涂料或涂层应用于管道的外表面，形成一层保护层，阻隔管道金属与环境介质的接触。这种技术常用于防止大气腐蚀和土壤腐蚀。其原理是利用防腐涂料或涂层具有良好的抗腐蚀性能和隔离层效应，形成物理屏障，降低管道与环境介质之间的化学反应，减缓腐蚀速率。外涂防腐技术适用于各种管道材料，具有施工简便、维护方便和成本相对较低等优点。

3.3 内衬防腐技术：内衬防腐技术是在管道内部应用防腐涂料或衬里材料，形成一层防护层，直接隔离管道金属与输送介质的接触。这种技术主要用于防止内腐蚀，特别适用于输送腐蚀性介质的管道。其原理是通过选择具有耐腐蚀性能的涂料或衬里材料，降低介质对管道金属的腐蚀作用，提供一层保护

层，延长管道的使用寿命。内衬防腐技术适用于各种管道尺寸和形状，具有较高的耐腐蚀性能和操作稳定性等优点。

3.4 电化学防腐技术：电化学防腐技术通过外加电场对管道进行防腐保护。这种技术常用于防止金属管道的外腐蚀。其原理是通过施加适当的电流和电位，使金属管道表面形成保护性的氧化膜或电化学阻抗层，减少金属的阳极溶解，抑制腐蚀反应的发生。电化学防腐技术适用于长距离管道、埋地管道和 underwater 管道等特殊环境，具有可远程监测和控制、长期保护效果和节约维护成本等优点。

3.5 缓蚀剂防腐技术：缓蚀剂通过吸附在金属表面形成一层保护性膜，阻隔金属与腐蚀介质的接触。这层膜可以减少氧分子、水分子或其他腐蚀物质与金属的反应，从而降低腐蚀反应的发生速率。缓蚀剂在具有高腐蚀性的介质中可以起到良好的防腐效果，适用于不同管道材料和介质，满足不同环境条件下的防腐需求。

4 管道防腐施工质量控制

管道防腐施工质量控制是油田地面工程中至关重要的环节，其目的在于确保管道防腐施工过程中的质量符合规范要求并达到预期的防腐效果。以下将从施工前准备、施工过程控制和质量检验三个方面，对管道防腐施工质量控制进行叙述：

4.1 在施工前准备阶段，对施工材料进行检验，确保其符合相关标准和规范要求；制定详细的工艺流程和施工方案，明确施工步骤和操作规范；准备必要的施工设备和工具，并进行检修和校准；组织施工人员进行培训，确保其具备相关的专业知识和操作技能。

4.2 在施工过程中，对施工人员进行实时的技术指导和监督，确保其按照规范要求进行操作；控制施工工艺参数，如温度、湿度、涂料厚度等，确保其符合设计要求；采取合适的施工方法和工艺措施，确保施工过程中的安全性和有效性。通过严格的质量控制和监督，可以避免施工中的质量缺陷和安全隐患，保证管道防腐施工的质量和可靠性。

4.3 在施工完成后，需要进行质量检验和评估。这包括对施工质量进行全面的检查和评估，确保其符合相关的规范和标准；进行必要的测试和测量，如涂层附着力测试、膜厚测量、腐蚀性能测试等，评估防腐效果；制定合理的质量验收标准和程序，确保防腐施工的质量满足要求。通过质量检验和评估，可以及时发现和纠正施工中存在的问题，为后续的维护和运行提供可靠的基础。

5 地面工程管道腐蚀问题预防措施

5.1 深化全体人员的防护管理意识，大力排除腐蚀隐患问题

对于油田地面工程管道的防腐管理工作而言，建议工作人员最好可以从油田地面工程管道日常状态监测、运行参数确定以及维护管理等方面进行统筹规划与合理部署，以确保防腐管理目标得以顺利实现。正式管理过程中，相关负责人员应该勇于承担起自身的管理重任，坚持按照油田地面工程管道防腐管

理标准及原则要求，确保各项防腐管理内容得以准确贯彻与落实到位。对于油田地面工程管道日常存在的管理及维护问题，工作人员应该自觉发挥出主人翁责任感意识，贯彻落实防腐管理精细化管理内容。一方面，油田地面工程管道管理人员可以从健全优化油田地面工程管道维护管理制度以及防腐管理技术标准等方面进行统筹规划与合理部署。通过严格掌握各个管道的运行状态，记录好相关管理信息以及运维管理信息等。与此同时，对于日常防腐管理工作而言，工作人员应该按照周期化与流程化检修标准实施防腐检测工作，防止类似腐蚀问题的反复出现。另一方面，油田地面工程管道工作人员应该定期做好管道隐患排查工作，确保防腐管理工作得以实现全覆盖、无盲区的目标。需要注意的是，对于管道运行期间存在的异常问题，工作人员必须查询具体成因，及时采取针对性措施加以解决。除上述内容之外，油田地面工程管道方面应该加强对管理人员的培训力度。可以开展定期培训活动方式，深化维护管理人员的责任意识以及资质能力，尽可能地从多个方面为油田地面工程管道的安全运行提供良好保障。

5.2 严格控制防腐施工材料，深化管道运行质量效果

为确保油田地面工程管道防腐效果得以达到预期，建议施工人员应该严格控制防腐施工材料，以确保管道运行质量效果得以深化加强。实施过程中，管理人员应该针对前期设计环节中的质量控制问题予以高度重视。严格将管道防腐目标作为质量控制基础，适当结合油田工程敷设区域周边环境以及自然因

素等，选择合适的设计方案进行贯彻落实。与此同时，管理人员应该针对现场施工材料质量问题进行反复核对。重点观察材料外观是否存在明显磨损或者划痕的问题，确认无误后才可以开展现场施工作业活动。

结束语

油田地面工程中的管道防腐施工是确保管道安全运行和生产质量的重要环节。随着油田地面工程规模的扩大和环境条件的复杂化，管道腐蚀问题日益突出，这对防腐施工技术和质量控制提出了更高的要求。本文详细介绍了导致管道腐蚀的原因，包括介质特性、环境条件和操作因素等，为制定合理的防腐施工方案提供了依据。本文重点描写了外涂防腐、内衬防腐、电化学防腐和缓蚀剂防腐等技术的原理和机制，并强调了它们在不同场景下的适用性和优点。只有通过不断推动技术创新和进步，我们才可以为油田地面工程管道的可持续发展做出更大的贡献，才能为油田行业的繁荣和发展提供坚实的支撑。

[参考文献]

- [1]油田地面工程管道防腐施工技术应用研究. 刘龙;陈斌;葛政岩.中国石油和化工标准与质量,2022
- [2]油田地面工程管道防腐施工技术的应用分析. 姜鹏.全面腐蚀控制,2022
- [3]旋转气流法内涂层防腐技术在冀东陆上油田集输管道中的应用. 李国民;颜腊红;宋兆军;王伟;李文.油气田地面工程,2019