

Research on Welding Construction Technology and Anti-corrosion Coating Protection Measures for Long-distance Pipelines

Chao Cui

Sinopec China Crude Oil Construction Engineering Co., Ltd., Puyang, Henan, 457000, China

Abstract

The role of long pipeline is to provide a lifeline for the transmission of key energy sources such as oil and gas, which is crucial to the country's economic growth and energy supply security. During the construction of a pipeline, welding is a critical step in ensuring its strength and integrity. The stability of welding is directly related to the overall performance and safety factor of the pipeline, but due to various factors, including operation errors, material defects and environmental impacts, welding defects may occur, which will lead to the increase of operation and maintenance costs and cause safety accidents in serious cases. During the operation of the pipeline, they are often exposed to changeable environments, experiencing temperature extremes, humidity changes and various corrosive environments, which may damage the anticorrosion layer of the pipeline and affect the durability of the pipeline. Therefore, the research on welding technology for long-distance pipelines and its anti-corrosion protection measures in this paper is particularly crucial. This not only improves the quality and efficiency of welding operations, but also helps to extend the lifespan of the pipeline itself, ensuring the stability and safety of energy transportation.

Keywords

long distance pipeline; welding construction; hundred-mouth run-in technology; quality control

长输管道焊接施工技术及防腐层保护措施研究

崔超

中石化中原油建工程有限公司, 中国·河南 濮阳 457000

摘 要

长输管道的作用在于为石油和天然气等关键能源的输送提供了一条生命线, 对于国家的经济增长和能源供应安全都至关重要。在管道的施工过程中, 焊接是确保其强度和完整性的一个关键步骤。焊接的稳定性直接关联到管道整体的性能和安全系数, 由于各种因素, 包括操作错误、材料缺陷及环境影响等, 焊接缺陷有可能发生, 这会导致运维成本上升, 严重时还会造成安全事故。在管道运行期间, 它们往往暴露于多变的环境之中, 经历温度极端、湿度变化和各种腐蚀环境的考验, 这些都可能对管道的防腐层带来破坏, 影响管道的耐久性。因此, 论文针对长输管道焊接技术的研究及其防腐保护措施显得尤为关键, 这不仅能提高焊接作业的品质与工作效率, 也有助于提升管道本身的寿命, 确保能源输送的稳定与安全。

关键词

长输管道; 焊接施工; 施工技术; 防腐层保护

1 引言

随着能源需求的不断增长, 长输管道成为连接各地能源供应的重要途径。然而, 长输管道在施工过程中, 焊接质量和防腐层保护问题日益凸显, 这对管道的安全运行和使用寿命产生了严重影响。焊接质量直接关系到管道的强度、密封性和耐腐蚀性。焊接质量不佳可能导致管道在使用过程中出现泄漏、断裂等安全隐患。因此, 研究焊接施工技术对提高管道质量具有现实意义。防腐层是保护管道免受腐蚀的关

键措施, 对于延长管道使用寿命具有重要意义。

2 长输管道焊接技术概述

2.1 长输管道的类型与应用

长输管道是一种关键的基础设施, 用于高效地搬运不同种类的流体, 包括石油、天然气、化工产品和水, 覆盖广泛的地理区域。它们按照介质类型分为石油管道、天然气管道、成品油管道以及输水管道。石油管道搬运原油至炼油厂, 或者输送炼制产品到市场。天然气管道将气体资源从提取点或加工设施输送至城市分销系统或直接到工业消费者。成品油管道运送炼油后的产品至销售点, 如汽油和柴油。水管道则负责输送供人饮用或用于农业灌溉的水资源。管道设计需

【作者简介】崔超 (1989-), 男, 中国云南宣威人, 本科, 工程师, 从事长输管道焊接研究。

兼顾多样的自然和技术条件,包括地形和海底特征,同时须考虑介质的物理和化学属性、工作温度范围、地质状况以及流量和压力等级^[1]。

2.2 长输管道焊接的重要性

焊接在长输管道的建设与维护扮演着关键角色,它直接决定了管道的耐用性、稳定性及其整体寿命。通过精确的焊接方法,管道能有效抵抗长时间运行所承受的内外压力和自然变化。此外,焊缝的密封性能对于防止流体泄漏、维护环境安全以及减少意外风险极为重要,同时这也有助于降低后期的修复费用,并延长管道服役期限。为确保焊接工作的质量,不断引入和应用尖端焊接技术以及实施严格的质量监控措施至关重要^[2]。

2.3 焊接方法的分类与特点

焊接技术的种类繁多,各自带有独特性质和适用场景。常规技术如手工电弧焊,受到广泛青睐由于其操作简易和适用范围广,但其效率不高且对技能要求较为严格。在气体保护焊接领域,MIG/MAG焊和TIG焊使用惰性或活性气体来避免氧化,为高品质焊接任务提供理想选择,常用于焊接不锈钢和铝合金等。

3 长输管道焊接施工技术研究

3.1 管道焊接前的准备工作

长输管道焊接施工是一个专业性极强的技术过程,对精准性和质量管理有严格要求。焊接前的准备工作对确保焊接成果至关重要。首先,对管道进行全面检查,确保材料的合规性与完整性,覆盖材料的种类、尺寸以及各项性能指标,同时审查管道表面无任何缺损如裂纹或擦伤。其次,管道的切割与坡口制备,确保焊口精准对齐并提供适量的焊接接触面,这一阶段通常采用机械化的切割与坡口加工技术。最后,开展管道的清洁工序,这一步骤涉及去除管道末端的氧化层、油渍、杂物等,以免影响焊接效果,常用的清洁手段包括化学处理和物理打磨。在焊接前,还要校准管道的对接位置,确保轴线对齐和间隙符合技术标准^[3]。

3.2 焊接工艺的选取与优化

为确保长距离管道系统的安全和效率,选取和优化焊接工艺至关重要。这一过程涉及对管道材料属性、输送介质和周围环境的细致评估,以便挑选最合适的焊接方法。工艺选择不仅局限于电弧焊、气体保护焊和高能束焊接等常规技术,还包括考虑施工效率、焊缝品质以及成本因素。工程师需通过严谨的分析来确定最佳焊接解决方案,同时对所选工艺的适用性进行彻底的测试,包括WPS和PQR等标准化评估程序。这旨在确保即使在焊接过程中遇到温差和材料不一致等问题时,也能保持焊接作业的连续性和质量。

3.3 焊接质量的控制与检测

确保长输管道安全运营的一个至关重要的方面是焊接质量的精确控制与系统检测。这个过程从焊接前就开始,包

括精心挑选焊接材料与设备、对焊工进行专业培训以及确保焊接环境的适宜性。在焊接操作中,对电流、电压、焊接速度和热量输入等参数的精确监控至关重要。完成焊接后,必须对焊缝进行外观检查和一系列非破坏性检测,如RT、UT、MT和ET,以排除缺陷风险。为了全面监管焊接作业的质量,需要实施焊接质量管理体系,内涵包括焊接工艺的标准评定、焊接参数的连续监控、焊接数据的记录管理、定期对焊接成果的检查以及对焊接人员持续的培训和认证^[4]。

3.4 焊接过程中的技术难点及解决措施

在焊接过程中,技术上的挑战多种多样,包括材料特性、作业环境、设备性能以及操作技巧。首当其冲的是材料,因为不同的合金或特种材料具有不同的焊接特点,如合金钢在焊接时容易产生裂纹。理解这些特性并为每种材料挑选合适的焊接技术及参数至关重要。接着是环境因素,如风和湿度,这些因素可能对焊接造成不利影响,因此可能需要建立遮挡物或采取防风措施,或者选用能适应恶劣环境的焊接工艺。在设备方面,高精度和稳定的焊接设备是保证焊接质量的前提,这就要求定期对自动化焊接设备进行维护和校正。至于焊接人员,他们的专业技能对于实现高质量的焊接至关重要,这就需要对他们进行长期和系统的技术培训,以确保他们能够遵循最新的焊接标准和技术。

4 长输管道焊接缺陷分析与防治

4.1 焊接缺陷类型与成因分析

长距离输送管道的焊接时,可能会遇到各种缺陷。这些包括但不限于裂纹、气孔、夹杂物、未焊透、凹陷和重叠等问题。裂纹是一种极其严重的问题,根据形成温度,它们可以是热裂纹或冷裂纹。它们通常因焊接时的不均匀冷却或收缩造成,尤其存在于焊缝金属和母材间热膨胀和收缩差异显著的情况。气孔则是由气体在焊缝金属固化时被封闭造成,可能源于焊材或周围环境的湿度,油脂或其他污染物。夹杂物一般指非金属的杂质或氧化物在焊接过程中被包裹进焊缝中。未焊透是焊接接头未完全熔合的现象,往往由于热输入不充分或焊接速度太快引起。凹陷(凹坑)和重叠往往是焊接操作不当、参数设置不恰当或焊工技术欠佳导致的。这些缺陷必须通过精确控制焊接条件和使用合适的技术来防止^[5]。

4.2 焊接缺陷的检测方法

焊接缺陷检测主要靠无损检测技术,如射线(X射线或 γ 射线)、超声波、磁粉和渗透方法。射线检测技术能够有效识别内部缺陷,如气孔和夹杂物。超声波检测技术则广泛用于探测裂纹及未焊透等问题。磁粉检测特别适合检出铁磁性材料的表面及次表面裂纹。而渗透检测利用染料渗入表面缺陷,随后通过显影步骤揭示缺陷的具体位置和形态。随着技术进步,其他先进的检测方法也开始得到应用。数字射线成像为缺陷分析提供了更清晰的图像。相控阵超声波检

测技术提高了对焊接缺陷的定位精度。自动化检测系统和机器视觉系统等新兴技术,加快了检测速度,提高了工作效率和检测结果的可靠性。这些高级技术不断推动着焊接质量控制的发展,为确保焊接结构的安全性和完整性提供强有力的技术支持。

4.3 焊接缺陷的预防与修复技术

为了避免焊接缺陷,必须执行精确的工艺管理和选用优质焊材。通过精确控制焊接参数,如电流、电压、速度和热量的输入,有助于减少缺陷产生的可能性。焊接前的材料处理,如表面的清理和适当的预热,对于防止缺陷形成也是非常关键的步骤。此外,提高焊接操作者的技术水平对保证焊接结果有直接影响,故而焊工的专业培训不容忽视。在焊接缺陷出现的情况下,采用恰当的修复方法是必要的。常用的修复措施包括研磨除去缺陷、切割缺陷部分或者进行二次焊接。修复过程中,要先完全去除缺陷,接着遵循正确的焊接流程实施重焊。

5 长输管道防腐层保护技术

5.1 防腐层的作用与类型

长输管道是石油、天然气等关键能源物质的输送通道,多数位于地下或水下,经受各类腐蚀性环境考验。防腐层发挥着至关重要的保护作用,以守护管道结构不受腐蚀影响,从而延伸其使用年限,保障能源输送的安全性及环境的完整性。这种保护层通过形成障碍,防止管道材质与腐蚀源(如水分、土壤微生物、化学元素及海水)直接作用,从而减慢甚至阻止腐蚀进程。防腐层按照应用场景与运输物质的差异而有多种类型可供选择。一般而言,这些保护层分为外部和内部两大类。外部防腐层致力于外壁的保护,包含了如煤焦油瓷、环氧树脂以及聚乙烯和聚丙烯等材料。而内部防腐层则负责管内壁的防护,避免被输送物质侵蚀,这类涂层通常采用环氧和聚氨酯等材料制成^[6]。

5.2 防腐层材料的选择与性能要求

为保障长输管道的可靠性和安全性,挑选恰当的防腐层材料是关键。这一选择须综合考虑环境条件、输送物质的化学特性、工作温度、实施过程中的条件以及经济效益等多方面因素。防腐材料需要满足若干标准:第一,它们必须展现出卓越的抗化学性质,以抵御腐蚀环境的攻击;第二,应具备较高的机械强度,以耐受运输及施工时的物理压力;第三,还需要有强效的黏合性,确保材料能与管道表层稳固结合;第四,良好的抗老化特性也是必需的,以保障防腐层在整个预计使用期限内不会降解;第五,其防护层还应具备出

色的防渗透能力,阻止水汽侵蚀至管道内部。

5.3 防腐层施工工艺与质量控制

施工工艺的质量对防腐效果及管道寿命至关重要。施工中应严格按照流程和规程执行。作业开始前,管道表面必须被彻底清理并进行适当的预处理,以保证防腐涂料能均匀并牢靠地覆盖。预处理步骤涉及去除锈迹、油污、进行砂磨或喷砂以提升表面粗糙度,这有助于提升涂层的黏合度。质量控制环节包括对材料进行检验、监管施工条件、监督操作过程以及对完成的涂层进行检查。施工时的环境因素如气温和湿度必须维持在理想的区间,防止对涂层特性造成损害。

5.4 防腐层的检测与评价方法

检测和评估防腐层对保证其满足性能要求极为关键。主要的检测手段涵盖视觉审查、干膜厚度量度、附着力检验、模拟损伤试验和电化学分析。视觉审查能揭示如气泡、裂纹或脱落等显著缺陷。干膜厚度量度通过磁性或超声波测厚器保障涂层达标。附着力的检验,如拉力测试、刮刀技术和十字切割法,评价涂层与底材的黏结力度。模拟损伤试验预演实际条件下可能的损害来评判修补效果。电化学分析,如电泳和线性极化电阻测试,用以评估耐蚀性。综合这些方法,能对防腐层性能进行全面评价并估算其长效防护效能。

6 结语

综上所述,论文通过深入探讨焊接施工技术及防腐层保护措施,为提高中国长输管道焊接质量及延长管道使用寿命提供了有益的参考。通过优化焊接工艺和参数,可以提高焊接质量,减少焊接缺陷,确保管道强度和密封性。防腐层是保护管道免受腐蚀的关键措施,对于延长管道使用寿命具有重要意义。

参考文献

- [1] 张欣怡.原油外输管道的修补焊接与防腐工艺分析[J].中国储运,2023(8):54-55.
- [2] 吕晓强.石油天然气长输管道路由选择与施工技术[J].化工管理,2021(11):181-182.
- [3] 武国辉.原油外输管道的修补焊接与防腐工艺分析[J].全面腐蚀控制,2020,34(12):49-50.
- [4] 王春华.基于油气长输管道焊接质量控制的思考与分析[J].化工管理,2020(22):157-158.
- [5] 杜柏霖.长输管道焊接施工技术及其防腐层保护措施[J].全面腐蚀控制,2019,33(5):73-74.
- [6] 胡松涛.长输管道防腐补口施工质量控制要点分析[J].石化技术,2016,23(7):291.