

油气储运管道的腐蚀机理与防腐技术研究

刘建美（北京石大东方工程设计有限公司，山东 东营 257000）

摘要：油气储运管道是石油、天然气等重要能源的运输通道，承担着保障国家能源安全和经济发展的重点任务。然而，由于管道长期受到外部环境的侵蚀和内部介质的腐蚀，容易导致管道的破损和泄漏，一旦出现泄漏情况，不仅会造成巨大的经济损失，也会对人们的健康及周围环境造成严重威胁。因此，油气储运企业要根据实际情况选用科学合理的防腐工艺技术，降低管道腐蚀发生概率，避免安全事故的发生。

关键词：油气储运；腐蚀机理；防腐技术

0 引言

尽管国内对管道防腐技术已有较多的研究，但与国外相比仍存在着较大的差距。当前，许多单位对油气管道的防腐工艺的科学选择甚少，技术上的单一化特征非常突出。因此，有关人员应该在原有的基础上，加大对油气储运管道防腐技术及科学应用的研究，以适应我国油气储运发展的需要。同时，也要加大对防腐科学技术人才的培训，加大资金和配套设施的投入，确保科研成果在实际工作中得以运用，为国家的能源发展作出积极的贡献。

1 管道防腐的重要价值

能源储备是展现国家发展实力推动国家发展战略目标实现的重要基础条件，同时也是保障社会经济持续性建设，不断提升我国在国际舞台上竞争实力的前提条件。能源的储备不仅关系到了国家的持续性发展以及国家的稳定建设，同时，还与国家的经济命脉之间具有密不可分的关系。油气资源是我国经济建设以及工业发展过程中十分重要的战略资源。油气资源的储运与国家工业以及支柱性产业的发展存在着密切的联系，我国国土辽阔，地区资源分布差异性极大，成了阻碍区域经济协同共进的拦路虎。随着国家科学技术以及工程建设技术的飞速发展，在西气东输和南油北调工程的带动下我国油气网络工程的建设规模在不断扩大，为解决我国不同地区油气资源分布不均问题提供条件。

油气资源的存储和运输是我国实现能源储备战略至关重要的组成部分。在油气储运环节中，对于油气管道的防腐工作，是确保油气资源以及油气产品安全运输和高效运输的前提条件。但由于油气管道通常深埋在地下，受到周边地质自然条件或施工因素的影响都可能会导致出现管道腐蚀问题，可能会导致油气资源在运输过程中出现泄漏或引发其他安全问题。因此，

研究影响油气管道腐蚀的相关因素，采用科学合理的油气管道防腐技术不断提升油气产品储运的安全性以及储运效率，对于我国实现能源战略目标具有重大意义^[1]。

2 油气储运管道的腐蚀机理分析

管道腐蚀是金属材料与周围环境及管线内介质发生化学或电化学反应导致管道破坏的过程。腐蚀的类型主要分为两种：电化学腐蚀、化学腐蚀。

2.1 电化学腐蚀

电化学腐蚀是指由于金属表面与电解质接触而引起的腐蚀。在电解质中，金属表面上的阳极和阴极发生氧化还原反应，从而引起电流的流动，这就是电化学腐蚀的基本原理。在油气储运管道中，电化学腐蚀是一种常见的腐蚀形式。例如，当油气管道中的金属管道表面与含有氧气、水分和杂质的介质接触时，金属表面的氧化反应会引起阳极腐蚀，从而导致管道的腐蚀和损坏。

2.2 化学腐蚀

化学腐蚀是指金属表面与化学物质发生化学反应而引起的腐蚀。在油气储运管道中，化学腐蚀通常是由于管道中存在的化学物质，如酸性物质、碱性物质、氯化物等，与金属表面发生反应引起的。例如，油气中的酸性物质可以与管道表面的金属反应，形成相应的金属盐，导致金属表面的腐蚀和损坏^[2]。

3 油气储运管道防腐技术

3.1 阴极保护技术

阴极保护技术是一种常用的防腐技术，其原理是利用外部电流作用于管道金属表面，使其电位降低至阴极保护电位以下，从而减缓金属的腐蚀速率。阴极保护技术可以分成两种，一种是牺牲阳极法，即通过与氧化性较强的金属连接来极化管道，从而实现其腐蚀速率的降低。该法具有电流分散性能好、不需要外

加电源、施工方便等优点,目前在阴极保护中使用仍很广泛。另一种为强制电流保护法,即将被保护金属与外加电源负极相连,由外部电源直接向被保护金属施加阴极电流,以此实现腐蚀速率的降低。该方法适用于保护电流需要量大、电阻率高的恶劣环境。阴极保护技术的实现还需要根据具体情况选择适合的阴极材料和电源。同时,在使用阴极保护技术的过程中,需要定期检测电流、电压和金属腐蚀情况,以确保阴极保护技术的有效性和安全性^[3]。

3.2 管道外部防腐层技术

在科学技术的持续性发展作用下,科学技术逐渐渗透在人们的日常生活中,颠覆了人们的日常生活方式,同时,科学技术在国内管道防腐层技术的应用过程中也为人们带来了新的惊喜。例如熔结环氧防腐层、煤焦油瓷漆防腐层以及三层聚乙烯防腐层都是油气储运管道工程中常见的涂层防腐类技术。以我国的西气东输工程为例,在西气东输工程中,油气管道设备的防腐层就应用了三层聚乙烯防腐层技术。除此之外,双层熔结环氧粉末这种技术也是一种行之有效的油气管道设备防腐技术。双层融结环氧粉末大多数被应用在油气管道设备的外层,尤其是在冷弯管道外部应用频率较高。而聚乙烯胶带缠绕法经常会在油气管道运输距离短或油气管道运输频繁的条件下应用。

3.3 活性金属减缓腐蚀

在油气管线的腐蚀中,化学腐蚀占了很大的比重,分析化学腐蚀的原因,就是油气管线管件的金属在化学反应中是正的、是活性的,所以没有电子电离生成阳离子,而阴离子产生的部位则是阴极,这就是所谓的“电池”,使管线的腐蚀速率加快。所以,只要在油气管线里适当地添加一些比油气管线管道里的金属更活泼的金属,那么油气管道就会先被氧化,生成阳离子,从而防止油气管道内的金属被氧化,从而起到保护作用。缓蚀剂的防腐技术,是一种可以在一定程度上保护管线的材料。从目前的研究进展来看,缓蚀剂的制造工艺简单、成本低廉、应用范围广,但是它自身也有一个很大的问题,那就是它的制造工艺比较复杂,而且很难进行自身的保养。因为油气管线自身的材料比较多,所以在加入缓蚀剂前,要对管线材料进行详细的研究,以保证缓蚀剂与管线的匹配,从而保证管线的安全。油气缓蚀体系主要存在的问题就是油气腐蚀性都比较强,可以采用降低油气腐蚀性的策

略对缓蚀体系进行改进设计。首先,可以从缓蚀剂的浓度下手;一般情况下,浓度都直接或间接地影响着缓蚀剂的腐蚀性,因此,可以通过调节缓蚀剂的浓度进行腐蚀性研究,来确定缓蚀剂最佳的浓度来设计使油气腐蚀性降到最低,以有效控制腐蚀性。

3.4 复合材料管道技术

复合材料管道技术是在传统防腐技术的基础上发展的一种新型的油气管道防腐技术,这种管道防腐技术的防腐效果比较显著。复合管材料从内到外主要分成三层,陶瓷、过渡层、钢材,并且具有耐高温、高强度、高韧性等特点。当前,我国著名的大庆油田正在积极利用此种技术手段进行管道防腐,取得了较好的效果。

4 油气储运管道防腐技术应用优化

4.1 加强对防腐施工工艺的监管力度

在管道施工的过程中,应高度重视施工管理,加大对防腐施工工艺的监管力度,并按照标准严格落实油田地面管道防腐工程监察工作^[4]。综上可知,油田地面工程建设重点就是施工管理,包含施工水平、工艺流程等方面的施工管理,一般在管道进行施工作业前,需要了解施工现场的实际情况,并对其进行简单的可行性评估,得出明确评估结果后有针对性地对管道采取防腐技术处理。此外,在保证管道防腐质量的基础上,还要尽量控制管道施工的成本,合理选择防腐施工工艺,在满足防腐要求的前提下降低施工成本。所以,只有在油田地面管道施工中建立完善的管理责任制度,加强施工管理工作,将具体责任落实到人,不断培养施工人员的责任意识,提升施工人员对防腐工作的重视程度,才能切实有效地提升管道防腐效果,出现问题时也可以第一时间找到相关负责人,使问题及时得到解决并进行有效整改,通过多方面加强,做到管道防腐技术综合优化,保证油田地面工程管道防腐施工的质量和效果。

4.2 规范使用防腐设备

为了提高管道的防腐效果,首先需要对防腐设备进行合理的使用,在进行管道建设施工的过程中,需要对管道的防腐层进行合理的保护,在下管沟之前,需要对管沟进行及时的清理,防止出现防腐层破损问题,定期对阴极保护设施进行检查,对保护电流的参数进行及时的调整,对阳极材料进行及时的补充,使得阴极保护措施可以充分发挥自身效果。需要定期对管道沿线三桩一牌进行更换,三桩一牌可以对周围的

居民百姓发挥提示作用,防止居民在日常生活中出现破坏防腐措施的行为。企业除了需要依靠专业的检测机构开展定期检测以后,还需要对防腐层检测设备进行合理的应用,积极对防腐层的完好性进行自检,如果发现防腐层破损问题需要及时修复。

4.3 建立标准化管理体系

通过建立标准化管理体系的方式,可以保障防腐管理工作得到有序开展。首先,需要建立防腐管理制度,并在日常工作开展的过程中对制度进行补充和完善,在防腐管理制度制定以后需要进行全面的贯彻落实,监管部门需要对制度的落实情况进行及时的检查。对防腐管理工作进行不断的创新,在开展管道维护和保养的过程中,需要由专业人员进行指导,以此使得管道维护保养质量得到提升。对企业中的工作人员进行全面的培训,使其可以充分认识到防腐工作开展的重要性,建立全面的防腐知识体系,掌握先进的管道防腐技术,督促工作人员在闲暇时间进行自我学习,通过提高工作人员防腐意识和技能技巧的方式,提高管道的防腐质量。在定期完成管道检测作业以后,需要组织相关科室的工作人员对检测报告进行解读,落实各个部门的防腐责任,对发现的问题进行及时的整改,对管道沿线的防腐层破损点进行及时的修复,以此降低管道的腐蚀速率。

4.4 强化新技术的引进与应用

强化新技术的引进和应用也是提高防腐质量的重要措施。首先,在管道内可以添加一定的咪唑啉缓蚀剂,该种类型的缓蚀剂具有无毒无害的应用优势,且应用效果相对较好,其主要是通过化学吸附作用的方式,进而可以吸附在管道金属的表面,对管道内表面发挥良好的保护作用,该种类型缓蚀剂的缓蚀效果可以达到80%以上;其次,可以引进盐浴复合处理技术(QPQ)防腐技术,该种类型的技术主要是将低温盐浴渗氮技术和盐浴氧化技术相互结合,进而对管道金属表面进行改性处理,在管道技术的表面可以形成一层氧化膜,该氧化膜可以对管道发挥良好的保护作用,该种防腐技术的应用效果好于镀铬技术和镀镍技术;最后,可以使用熔接环氧粉末对管道表面进行处理,该种类型材料的附着力相对较强,且在高温条件下也可以发挥良好的效果。

4.5 加强油气输送管道腐蚀的监测技术

在油气管道铺设过程中,由于管道经过的地质、气候、水温状况存在差异,主要是土壤的性质和含水

量方面有着一定的不同,所以同一条运输线上的不同段的管道遭受的腐蚀程度也存在差异,需要加强对管道腐蚀方面的监测,及时发现问题并解决。相关技术人员要充分引进先进的监测理论和技术,可展开相应的实验,针对规定时间内各阶段管道的侵蚀状况进行数据采集并分析,得出侵蚀发展的规律,做好安全方面的防护工作。

4.6 借助补口技术提高管道防腐性能

补口技术广泛应用于出现防腐缺口的油气运输管道中,对其进行防腐性能方面的弥补,加强管道的防腐性能,取得了很好的效果。管道补口作业经常使用的技术主要有两个方面,其一是热沥青浇注,其二是聚乙烯材料补口,被广泛应用于管道防腐补口工作中。热沥青浇注技术的主要内容是将融化的沥青材料浇筑到管道出现腐蚀缺口的部位,在之后相关技术人员要对其进行全方位的覆盖,对缺口进行相应的保护缠绕,避免出现杂质给补口效果造成损害,这项技术往往用于老旧管道之中。聚乙烯材料补口技术主要内容是利用打底切料对于防腐缺口进行涂抹,然后再利用聚乙烯胶带进行缠绕保护,可以大大提高管道外部的防腐强度。

5 结语

总之,油气是一种很重要的能源,而且它的运输也很重要。在油气管线的使用中,为避免油气管线发生腐蚀,造成油气泄漏,应引起人们的高度重视,并根据实际情况采取适当的防腐蚀技术,以确保油气输送的安全。因此,在油气生产、运输和储存过程中,必须加强对油气储罐和管线的防腐蚀工作,为国家的能源安全提供保证。

参考文献:

- [1] 李昊燃.油气管道腐蚀速率预测方法研究[D].荆州:长江大学,2021.
- [2] 杨燕华.含腐蚀缺陷高钢级X100剩余强度及失效概率的研究[D].荆州:长江大学,2021.
- [3] 胥伟.管道防腐技术在油气储运中的全程应用[J].化工管理,2021(07):144-145.
- [4] 杜赢.石油化工企业油气储运工程安全性研究[J].居业,2021(02):133-134.

作者简介:

刘建美(1989-),女,汉族,山东东营人,本科,中级工程师,研究方向:油田地面工程设计,油气集输。