

原油输送管道腐蚀原因及防腐措施研究

李玉加（国家管网东部原油储运有限公司武汉输油处，湖北 武汉 430070）

摘要：管道运输是原油运输的主要方式，由于管道在远距离运输方面，具有运输方向无限制、运输费用较低的优势，管道成为了陆上原油运输的主要方式。近年来，随着原油管道运输规模的扩大，在运输过程中的安全问题也更为明显，原油管道由于受到外部环境以及输送介质等诸多因素的影响，加之管道使用时间过长，极易导致管道出现腐蚀问题，并由此造成穿孔、渗漏等一系列其他问题。因此，有必要对原油储运中管道的腐蚀问题进行研究。本文对原油输送过程中管道腐蚀机理进行了分析，并提出了有针对性的防腐措施。

关键词：原油；输送管道；腐蚀机理；防腐措施

管道运输是原油输送最为安全经济的方法，然而管道的腐蚀问题是影响管道系统可靠性及使用寿命的关键因素，原油管道防腐层的破损、剥离和老化等，会造成管道的腐蚀、穿孔、泄露，给企业带来严重的财产损失，给公众和环境带来危害。我国的管道防腐技术发展很快，但与发达国家相比，还存在着不少问题。随着我国能源政策的调整，原油管道的建设将在我国形成高潮，同时，也对管道防腐技术提出了新的要求，原油管道的安全性备受考验，因此，原油管道的腐蚀问题成为了广大研究者所关注的问题之一。笔者结合自身工作经验，对原油储运过程中的管道腐蚀问题进行了详细分析，提出了有建设性的防腐措施，以期为解决管道防腐问题提供正确的方向。

1 原油输送管道腐蚀原因分析

1.1 内部因素

原油管道所运输的石油等介质，其主要化学成分为氧化性较强且具有一定腐蚀性的烃类物质，而本身油气储运管道属于一个近乎于全密闭式的环境，管道所运输的产品当中的烃类物质在长时间与金属管道内壁相互接触下，受到氧化作用影响，金属管道内部将会生成活性较强的其他氧化物，由此导致管道出现腐蚀问题。当原油管道输送含水原油时，若原油中含有硫化物或者 CO_2 等腐蚀性物质，在水的作用下，上述腐蚀性物质会加快对原油管道的腐蚀，此外，水与金属管道之间存在电位差，会组成腐蚀原电池。在阳极，氧化形成的 Fe^{2+} 进入管道表面，导致金属表面逐步剥离，从而形成较大的安全隐患。在管线的设计与实际使用中，原油输量存在误差对于管道腐蚀也有影响。若管道输量不达标，则含水率也相对较高，而水作为腐蚀的载体，必然会使腐蚀情况日趋严重。同时，随着含水量的增大，原油流速过小，会使原油停留时间变长，增加了同一位置的腐蚀几率，造成管道穿孔。

管道材料与防腐材料质量不合格或是施工人员未按照相关规定要求进行规范操作，是导致石油储运中管道出现腐蚀问题的一大重要原因。现如今在绝大多数的原油储运中，工作人员会选择直接在管道表面均匀涂刷一层防腐漆以达到管道防腐效果，但如果其选用的防腐漆本身缺乏较高的防腐性能，或是施工人员在涂刷防腐漆之前未能及时将残留在管材表面的灰尘、油污等清理干净，容易使得防腐漆无法与管道实现紧密结合，从而加快管道表层防腐漆脱落、开裂速度，影响防腐材料应有效用的充分发挥。而如果选择铁质或低劣的不锈钢材料作为管材，在长时间与

油气产品及土壤、水等外部环境相接触下，也会大大增加管道出现腐蚀问题的可能性。

1.2 外部因素

油气储运管道特别是直接暴露在外的管道，在长期使用过程中一直与空气、水、土壤等相接触，经年累月容易导致管道表层防腐材料逐渐出现脱落或是老化等现象，进而直接影响管道的防腐性。一旦遇到强降雨天气，大量地下水冲刷管道外部防腐层，同样也会对其产生相应的侵蚀作用，最终导致管道出现锈蚀问题。

当管道外部的防腐层与保温层破损时，土壤会与管道直接接触。土壤中含有的腐蚀性物质会对管道的安全运行带来很大威胁。影响土壤腐蚀的因素多种多样，例如土壤含水量、土壤盐分、有机质、pH 值等。通常，土壤酸碱度对管道腐蚀影响较小，而土壤有机质与土壤盐分对管道腐蚀影响则较大。另外，原油管道所处区域使用的大功率电器与电路也会对原油管道腐蚀造成一定影响。据相关研究表明，大功率电器与电路会产生杂乱电流，这些电流可以加速原油管道的腐蚀，使管道腐蚀愈发严重。

2 原油输送管道防腐措施

2.1 严格控制管材质量

首先在管材选用中，工作人员应当严格遵循国家相关标准要求及管道需要运输的具体流体介质特性，合理选择管径。如果管径过小，则将会直接影响管道中的油气流量以及流速，影响管道内油气的正常输送。其次，工作人员还需要结合储运管道埋地中测得的管顶覆土深度、油气具体压力值对管材以及管壁的厚度进行相应控制。如果管道周围土壤中含有大量无机盐或是腐蚀性较高，则应当选用具有极高耐腐蚀性能的钢管制材，而如果管道需长时间与水相接触，则建议采用碳钢或玻璃钢制管材。并在使用之前，由工作人员对管材的外观、规格属性、质量性能等进行全面、严格的检查，确保其各项性能要求均与相关规定要求完全相符后，才允许将管材投入到实际使用当中。在后续的管道实际使用过程中，相关工作人员还需要定期对管道进行运维管理与防腐检测，以此有效延长管材使用性能，确保其具有较高质量水平。

2.2 涂刷保护层

在原油管道表面涂刷保护层能够有效防止管道与腐蚀性物质的直接接触，从而发挥管道保护作用。具体应用方式上，是将具有防腐性能的物质涂刷于管道表面，在固化后形成有效的保护膜，防止电化学反应的（下转第 15 页）

气储运的日常管理过程中,要通过严格的安全规定进行工作的开展,具体操作人员不能有丝毫的麻痹心理和马虎大意情绪,在油气储运期间要时刻对温度、压力相关参数,以及油气储运管道中的安全阀泄压参数等等进行实时监测,严防因为油气储运管道中温度过高而带来巨大的安全风险。如果油气储运管道中温度超过了标准限额,要立即进行安全紧急处理,并第一时间上报,有效避免风险的产生。另一方面,因为油气有一定的挥发性,所以在油气储运的工作过程中,要确保空气中的油气挥发量在一定的标准之内,避免因挥发量过高而产生环境爆炸,甚至出现流淌火的情况。在储罐的日常管理过程中,要严格防范油气的泄漏,需要进行定期的通风,确保储罐之内温度适宜。除此之外,在储运过程中防火设备和防火安排上要真正实现科学合理、有效划分,定期对防火设备进行检修,避免储罐区域附近出现明火,同样也要严防无关人员出现在库区之内,造成油气储运过程的中人为风险,有效提高油气储运的安全管理水平。

2.4 规范人员操作安全规范

油气储运工作人员始终是油气储运安全管理的重要因素。首先,企业内部要对具体的工作人员进行安全教育和培训,强化具体工作人员的工作能力和专业技术水平,切实提高工作人员的安全防范意识。与此同时,企业也可以执行人岗相适制度,对具体从事油气储运的作业人员进行更加有针对性的安全培训和风险隐患的演练。真正做到作业人员持证上岗。其次,为了尽量避免油气储运作业人员

出现违章操作,需要更加严格的执行违章处罚的相关制度,避免因小小的违章作业情况。造成更加严重的安全事故风险。操作人员需要在日常工作之中穿戴防静电的工作服,并强化对油气储运过程的检查,避免出现违章违纪的行为和现象。企业方面也可以用合理的奖惩制度推动油气储运安全管理工作的实行。

3 总结

总而言之,油气作为重要的经济发展能源,需要确保其储运过程的安全和高效。因此,要认识到油气储运过程中所面临的诸多安全隐患问题,并强化前期勘探、基础设施建设,严格规范安全管理和人员操作,不断提升油气储运技术和安全管理的水平,促进油气储运工作的安全平稳运行发展。

参考文献:

- [1] 张志光. 油气储运技术及安全管理探究 [J]. 云南化工, 2020, 47(05):150-151.
- [2] 熊辉. 油气储运质量安全管理存在的问题与解决对策 [J]. 化工管理, 2019(04):127-128.
- [3] 王晓冰. 油气储运技术及安全管理方法分析 [J]. 云南化工, 2018, 45(10):187-188.

作者简介:

段凝玉(1990-),女,辽宁海城人,学历:本科,毕业于辽宁石油化工大学顺华能源学院,现有职称:助理工程师,研究方向:油气储运。

(上接第13页)出现。具体可以参考以下三种方式。其一是采用氧化处理保护的方法,首先将 NaNO_2 和 NaOH 溶液进行混合,并涂抹于管道表面,而后采取加热处理方式,在管道表面形成一层氧化膜,起到防腐蚀作用。其二是采用磷化处理保护的方法,先对管道表面作出清理,然后涂抹磷酸盐溶液。其三是应用非金属涂层进行管道保护,非金属涂层主要为一些塑料液体形成的涂层,具备防腐蚀作用。

2.3 阴极保护技术

阴极保护技术在当前的油气管道保护工作中应用广泛,该技术具体应用了电化学腐蚀原理发挥良好的管道保护作用。在具体应用中,常见的阴极保护法主要为外加电流法与牺牲阳极法。外加电流法在应用过程中,需要将外加直流电压阳极与被保护的油气管道金属阴极进行连接,在二者之间形成一定的电位差,保证阴极电位在一定的数值,能够持续提供保护电流,起到有效保护管道的作用。牺牲阳极法是指在管道表面涂刷低电位金属、合金等物质作为腐蚀电极,从而形成防腐蚀电池。在上述两种阴极保护技术的应用范围上,外加电流法一般用于规模较大的油气管道保护,牺牲阳极法主要用于小规模的油气管道保护。

2.4 加强腐蚀管理工作

在管道安装前期应该对安装环境进行充分的调研分析,尽最大可能对安装环境进行改善,从外部因素入手做好原油管道的防腐工作。在管道安装运行后,要定时对管

道进行巡查,及时掌握原油管道的腐蚀情况,为管道检修工作做好铺垫,在检查过程中发现腐蚀严重的区域及时更换原油管道,并探究其发生严重腐蚀的原因,为遏制原油管道腐蚀打下坚实基础。

3 结束语

综上所述,原油管道发挥着运输油气资源的重要作用,在油气原油输送过程中,管道自身材料质量不过关或是因长时间受到土壤、空气等外部环境作用影响,以及输送介质的侵蚀作用影响,均会在不同程度上降低管道防腐性,诱发其出现腐蚀问题。相关单位及企业要充分重视原油管道保护和安全管理,针对原油管道运行过程中出现的腐蚀问题进行深入研究,灵活选用多样的防腐技术,合理使用各种高性能防腐材料,并加强对管材质量的严格把控,进而有效解决原油输送过程中的防腐问题,确保原油输送管道的安全运行。

参考文献:

- [1] 刘鹏,陈保东,郭大成,等. 埋地输油管道腐蚀成因及防护 [J]. 管道技术与设备, 2008(4):47-48.
- [2] 王宇,白清东. 长距离输油管道外腐蚀控制中存在的问题分析及对策 [J]. 中国科技信息, 2008(21):63-63.
- [3] 张新红. 油气储运中管道防腐技术的全程控制与运用 [J]. 化工管理, 2018(33):224.

作者简介:

李玉加(1993-),女,天津人,助理工程师,从事原油输送管道管理工作。