

油田地面集输石油管线腐蚀原因分析及对策

段文豪

玉门油田公司工程技术研究院 甘肃 酒泉 735000

【摘要】：地面集输石油管线是我国运输石油天然气等的重要路线，但集输石油管线经常腐蚀，造成石油管线因堵塞等损坏，造成严重后果和不必要的损失。本文分析了油田地面集输石油管线腐蚀的原因，包括石油管线输送介质的问题，以及安装和输送石油管线的外界环境介质和故障。介绍了石油管线腐蚀检测的方法和一般原理，介绍了油田地面集输石油管线的腐蚀防护措施。通过加强石油管线施工质量控制，科学合理使用腐蚀技术，可以有效降低石油管线腐蚀的影响，同时保证油田地面输送的效率和安全性。

【关键词】：油田；地面集输石油管线；腐蚀原因；对策

Analysis and Countermeasures for Corrosion of Oilfield Surface Gathering and Transportation Pipelines

Wenhao Duan

Engineering and technology Research Institute of Yumen Oilfield Company Gansu Jiuquan 735000

Abstract: The ground oil gathering and transportation pipeline is an important route for the transportation of oil and natural gas in my country, but the gathering and transportation oil pipeline is often corroded, causing damage to the oil pipeline due to blockage, etc., resulting in serious consequences and unnecessary losses. This paper analyzes the reasons for the corrosion of oilfield surface gathering and transportation oil pipelines, including the problem of the oil pipeline transportation medium, as well as the external environmental medium and failure of the installation and transportation of the oil pipeline. The method and general principle of corrosion detection of oil pipelines are introduced, and the corrosion protection measures of oilfield surface gathering and transportation oil pipelines are introduced. By strengthening the construction quality control of oil pipelines and using corrosion technology scientifically and rationally, the impact of oil pipeline corrosion can be effectively reduced, while ensuring the efficiency and safety of oilfield ground transportation.

Keywords: Oilfield; Ground gathering pipeline; Corrosion causes; Countermeasures

集输石油管线石油运输最重要的方式。由于介质影响，集输石油管线受到腐蚀，造成石油管线腐蚀和堵塞。这是由于缺乏对装配和运输石油管线的正确处理。研究表明，复合石油管线的腐蚀电位高于主干石油管线，腐蚀速率更高。油田设施和连接石油管线的外观受到油田外界环境介质的影响，外壁受到腐蚀。由于腐蚀严重，石油管线很容易被刺破，在石油管线安装和运输过程中造成各种安全问题。地面集输石油管线的存在也会影响油处理的效率。但由于地面集输石油管线的定位复杂，使用地面集输石油管线时防腐蚀、防穿刺的难度明显增加。

1 油田地面集输石油管线腐蚀原因分析

1.1 防腐层被损坏或老化

本研究表明，油田地面集输石油管线中含有大量的四氧化二铁，主要由铁和氧反应生成。在潮湿的环境中，这种化学反应会自然发生，在某些情况下会形成少量的硫酸铁，从而导致石油管线腐蚀。在实际应用中，表面防腐层会受到破坏和老化，从而导致石油管线钻孔等缺陷，给企业造成较大的经济损失。造成破坏的主要原因是自然介质、外力和施工等因素。恶劣的土壤介质是防腐层损坏或老化的主要原因之一。首先，受外界破坏，植物根系不断穿透，再加上土壤的扰动作用对防

腐层造成了损坏；其次，各种因素引起的涂层缺陷，特别是地面集输石油管线型焊缝，容易形成纵向裂纹，并沿着裂纹方向不断扩大，纵向裂纹不断向裂纹方向扩展。水慢慢进入破裂的收集管，造成生锈、堵塞等问题。如果腐蚀保护层失去初始附着力，则防腐功能完全丧失。运输和提升装置与运输线路之间可靠地发生碰撞和振动。在这些外力的作用下，腐蚀层地面集输石油管线很容易被破坏。如果在石油管线连接的施工中没有保持施工质量控制，就会出现石油管线连接的腐蚀问题，特别是石油管线弯头、接口处，以及石油管线的腐蚀问题。在实践中，一旦出现腐蚀问题，就应立即采取防腐措施，否则将会造成石油管线二次腐蚀穿孔等问题的发生^[1]。

1.2 含水率变化

外界环境介质直接影响石油管线。例如，空气中的盐分、硫化氢和二氧化碳等腐蚀性介质与保护层中的离子发生化学反应，导致腐蚀问题。在运行过程中，由于腐蚀性空气介质对石油管线外壁的腐蚀进行得比较严重，但内壁比较容易被腐蚀。在油田作业的中后期，湿度增加导致石油管线内壁腐蚀严重。

1.3 石油管线内输送介质的影响

集输管线内部腐蚀主要是由于存在许多能腐蚀介质的物质，如氧、CO₂、SO₂、H₂S、金属盐离子以及多种细菌等。这些物质会引起离子之间的化学反应，造成腐蚀、管壁穿孔等危害。目前，大多数石油管线腐蚀发生在外界环境，但随着该国油田的高含水原油的开采，石油生产正在发生新的变化。

1.4 管线材料出现质量问题

管线材料的质量是影响油田地面集输管线运输的重要因素。管线中的材料质量差会导致材料质量问题。在集输管线的获取和使用方面，很多石油的壁厚不符合要求。为了降低成本，一些石油企业将受损石油管线焊接起来，然后采取外部防腐和保温的措施。然而，管线已经遇到腐蚀问题，重复使用会加剧腐蚀，影响使用寿命。

1.5 冲刷腐蚀

除介质中物质会造成管线内部表面的腐蚀外。它的流动也是侵蚀的主要原因之一。如果介质的流速过大，介质中的各种离子运动较快，与表面各种内部元素的反应也加快^[2]。冲刷腐蚀在运输的过程中破坏了管道内部金属表面的腐蚀产物膜，使得原来以及形成的垢层或者其他物质被冲刷掉，使石油管线新的内表面再次暴露在输送介质中，发生新一轮的化学变化，造成更严重的腐蚀现象，导致腐蚀穿孔，运输介质外漏。

2 油田地面集输石油管线腐蚀常用检测方法及原理

2.1 石油管线整体腐蚀评价

2.1.1 多频管中电流法

多频管中电流法一般用于地面集输管线外防腐层的检测评估。便携式接收器用于在电流梯度测试方法中使用PCM发射器为石油管线供电，以收集实时数据，并比较和评估不同部分的电流波动。结果，我们找到了管线中薄弱点的位置，然后找到了管线中异常的位置。

2.1.2 PCM 石油管线定位及防腐层检测技术

该方法主要用于判别集输管线防腐层的破坏程度。当流动向外时，利用PCM发射定向电流，电流强度根据腐蚀保护绝缘层的损坏或漏电而依次反馈出不同程度的衰减。最后，根据对石油管线表面和内部参数的观察，计算和评估石油管线防腐层的损坏情况。

2.1.3 视综合参数异常评价法

与前两种不同的是，视综合参数分析法主要是一种针对埋地金属管线腐蚀的地面监测方法。综合分析管线物理参数得到的阻尼系数，借助专用软件可以在各种频率模式进行综合分析。其主要是基于管线的电阻率、应力结构及磁导率等视综合参数均会随着管段腐蚀破损情况而发生相应的变化，进行腐蚀分析。

2.2 剩余壁厚检测

检测主要是利用超声波脉冲反射原理来测量管壁的剩余厚度。其中，超声波测厚仪是最常见的检测方法。检测过程中，在8个不同方向测量检测点。

3 油田地面集输石油管线的防腐对策

3.1 注入缓蚀剂，抑制介质腐蚀

对于介质腐蚀，往油田地面集输管线中注入缓蚀剂是有效的防腐措施之一。为了使腐蚀介质更加安全，抑制含水率高的地面集输管线中各种腐蚀介质的影响，腐蚀介质是动态调整的，因此需要与腐蚀介质匹配合适的缓蚀剂。例如，对于油田掺水端的地面集输管线，以提高防腐能力。可选择JH-305-01型缓释阻垢剂，在掺水泵入口处注入少量的缓蚀剂，也可在混合室中注入同类型缓蚀剂，增强效果。在废水处理中，由于需要经过除油、过滤等众多环节。采用多级清洗，通过在污水池出口引入缓蚀剂，腐蚀效果逐渐减弱。为保证防腐效果，可根据各工序的实际腐蚀介质，选择合适的地方反复向各个接头注入缓蚀剂，或加大进口缓蚀剂的注入量。此外，在废水收集管或优质废水的情况下，通过添加废水收集管和缓蚀剂，可以有效降低油页岩腐蚀的风险^[3]。

3.2 加强对石油管线的监督检查

一是采取全线动态检查的方式。针对油田地面集输管线容易受外界介质破坏的问题，石油管线施工企业应加强石油管线施工前、施工中、施工后的质量检查，做好施工前、施工中的质量控制。如果发现石油管线腐蚀问题，应该及时采取行之有效的补修措施。因此，要及时发现石油管线腐蚀问题，及早采取小措施，保证石油管线质量，延长石油管线使用寿命。二是采取重点随机抽查的方式。对于关键部件、隐藏工作和施工石油管线中的薄弱连接等关键项目，应将其视为关键审查区域。这些主节点在此过程中必须使用跟踪和监控方法。一旦发现质量问题，应及时纠正，以免在以后的石油管线建设中留下质量风险隐患。三是定期检查与不定期检查相结合。收集器检查需要多种检查方法，定期检查和不定期检查相结合。特检、互检等期间全面了解石油管线腐蚀问题。如果腐蚀问题超过一定程度，就会影响石油管线的使用寿命，必须更换石油管线，以保证收集石油管线的安全运行。

3.3 优选非金属管，提高石油管线质量

与金属石油管线相比，非金属石油管线具有重量轻、耐腐蚀性强、成本低、测量复杂等诸多优点，是油田常用的有效防腐措施。该石油管线有效地提高了从油田地面集输、注水、混水等生产过程的适应性，提高了石油管线质量，为油田防腐提供了优良的功能。例如，在油田地面集输管线的铺设中，尽量选择非金属材料的管线，比如连续复合管线、碳钢管线或者玻璃管线等。通过修复或更换非金属石油管线和混合水油石油管

线来降低石油管线腐蚀的风险。使用非金属石油管线可以显著降低腐蚀风险,特别是在单井输油石油管线和小直径安装和主管石油管线中。此外,要特别注意根据实际工况选用非金属石油管线,耐热、耐压性能必须符合环保要求,严守泄漏。为防止机械损坏而进行的机械损坏可能会导致石油管线损坏、重大泄漏,并且在严重的情况下会危及生命和财产安全^[4]。

3.4 加强阴极保护

特别是,有两种方法可用。其中之一是牺牲阳极法。实际中,将一种点位更负的如铝合金、镁合金连接在需要保护的金属管道上,才能生产出新的耐腐蚀电池。第一个导管中腐蚀性电池阳极的比电容比外界环境牺牲阳极的比电容更准确,使导管为负值。在确定自耗阳极材料时,需要考虑与合金性能相关的化学成分,特别是合金元素和杂质的具体含量。另一种是外加电流阴极保护。首先,将外接直流电源的负极接到要保护的金属上,电源的正极接到另一个辅助的正极上,提供负极金属保护。导管与辅助阳极之间相对于所施加电流的电位差小于自耗阳极与导管之间的电位差。其主要优点是适用于大保护电流,具有长效保护功能。在选择二次阳极的材料时,只需要强调良好的导电性和耐腐蚀性,从而消除了有色金属的消耗。其也有一定的不足之处,即离不开外加电源,还需要进行大量的维护管理,会影响周围的金属结构。

3.5 石油管线的早期更换

相关人员应加强对现场和主要石油管线的检查,对腐蚀问题进行如下处理:如果腐蚀面积较大,传统方法不能有效处理,应及时调整石油管线。更换这有助于控制石油管线中的腐蚀区域。还应根据石油管线的使用寿命而定。在规定的时间内更换管道。通过更换石油管线,避免石油管线碰撞,保证石油管线保护层完整,防止腐蚀保护层出现腐蚀性物质,影响石油管线的正常使用^[5]。

3.6 涂层防护技术

在金属石油管线表面涂覆适当的有机涂料是操作简单、防腐效果良好的一种技术方法。具有腐蚀因素的电化学反应可用

于防止金属石油管线的腐蚀。目前最常用的防腐涂层有NEP涂料、液体涂料等。另外,在中等地面集输石油管线介质下,可以少量应用一些防腐涂层,有效防止金属腐蚀。少量的缓蚀剂通常对介质没有影响。因此,正确添加缓蚀剂是一种操作简单、成本低、使用效果好、适应性强的金属石油管线防腐方法。吸附和过滤技术也可用于防止腐蚀。该技术的主要优点是可以防止石油管线和金属材料中的二氧化碳、硫化氢等各种腐蚀性气体的腐蚀和破坏。当通过物理或化学方式收集、过滤和释放时,加工原油中的二氧化碳和硫化氢含量可以显著降低,从而防止或减缓这种腐蚀。通过金属石油管线收集和运输气体。其他新技术,如用于金属石油管线表面涂层的陶瓷材料,也可用于提高金属表面的耐腐蚀性能。它不仅增加了金属石油管线表面的耐磨性和硬度,而且还提高了它。金属石油管线的耐腐蚀性。此外,它还有效地防止了石油管线中其他有害气体的腐蚀,这种防腐措施得到了很好的应用。另外,铺设石油管线时严禁起吊时用力过猛,以免损坏防腐层。如有损坏,必须由技术人员立即修复,并经检验合格后方可进行管线敷设。

3.7 加强防腐层的保护

增加对管线实施的防腐蚀保护措施,一方面要注意对石油管线进行地下防腐层的保护。由于集输管线通常铺设在地下深处,因此石油管线外界环境必须涂有防腐层。利用防腐层隔绝管线的金属离子与土壤介质发生离子反应,同时减少与空气的接触,防止石油管线中的氧化反应。此外,在石油管线中内置了耐腐蚀的电池电路,并使用电阻器来增加离子屏障,减少石油管线中电子的流动,防止离子反应的发生。

4 结语

也就是说,油田地面集输管线受到腐蚀的因素有多种,包括外界环境介质、石油管线内部的介质以及石油管线本身的材料。因此,加强对石油管线腐蚀因素的研究非常重要。在石油管线腐蚀防护过程中,应针对腐蚀原因采取措施,加强施工过程的质量管理。一旦发现问题,要及时采取措施,确保石油管线安全运行。

参考文献:

- [1] 许彦坤.油田地面集输管线腐蚀穿孔分析及防治措施[J].化工设计通讯,2020,46(03):50+52.
- [2] 蔡旭东,蔡华伟,斯黎明.油田地面集输管线腐蚀原因分析及对策[J].能源化工,2020,41(03):62-65.
- [3] 秦立勇.油田地面集输管线的防腐管理路径探析[J].石化技术,2019,26(07):183+177.
- [4] 董春蕾.油田地面集输管线腐蚀穿孔分析及防治措施[J].化学工程与装备,2020(11):168+148.
- [5] 秘金松.油田地面管线腐蚀的原因及防护措施[J].化学工程与装备,2021(08):51+56.