

油气集输管线内腐蚀问题分析及防护措施研究

王 磊 (北京石大东方工程设计有限公司, 北京 100000)

摘 要: 油气集输是原油生产处理的重要环节, 油气集输工艺技术将实现油气水三相分离, 并根据后续生产的需求将油气水通过不同的管道传输至对应的处理场所中去, 满足市场对天然气、石油的需求, 为石油企业创造经济利润。管道作为油气传输的重要工具和载体, 其所处环境较为特殊, 常年埋在地下, 受到自然环境以及地理条件的影响, 很容易出现内外腐蚀的问题, 如果技术人员对于管道内外腐蚀问题关注度不够, 那么一段时间之后轻微的腐蚀将会导致管壁的穿透, 最终出现严重的原油泄露事故, 甚至导致爆炸与火灾事故的发生, 严重影响生产安全。对此, 石油企业应关注油气集输管线腐蚀问题, 尤其需要注意管线内腐蚀情况, 掌握和了解管线腐蚀程度, 采取对应的防腐蚀技术进行处理, 保障油气集输管线的有效性。本文将介绍油气集输管线内腐蚀类型与机理, 分析影响管线内腐蚀程度的因素, 提出油气集输管线内防腐蚀技术, 以供参考。

关键词: 油气集输; 管线防腐; 管线内部; 防腐蚀技术; 影响因素

0 引言

油气本身就具有易燃易爆的特征, 属于性质不稳定的物质范畴, 在受到外界的影响时很容易导致燃烧和爆炸, 此外, 当油气集输管线出现破损情况时, 油气能源还会发生严重泄露, 这样就会对周围自然环境造成严重的污染, 同时导致能源与资源的浪费, 对石油企业造成极大的经济损失。要想保障油气集输的有效性, 技术人员可以从管线内防腐问题入手, 着眼于防腐蚀技术研究, 根据管线情况制定有效的检查计划, 根据管线内腐蚀的情况使用相对应的防腐蚀技术, 做好防腐蚀工作, 及时解决管线内的腐蚀问题, 保障油气集输管线的有效性, 促进油气集输工作的正常进行。

1 油气集输管线内腐蚀类型与机理

导致油气集输管线内出现腐蚀现象的原因有很多, 且其腐蚀机理与腐蚀类型也各不相同, 管线内腐蚀不仅会受到输送介质的影响, 同时还将受到管线防腐技术以及管材质量等多种因素的影响。经过调查研究能够发现, 管线内壁腐蚀类型可以氛围硫化氢腐蚀、二氧化碳腐蚀以及多相流腐蚀。如果从腐蚀位置进行划分则可以分为以下类型:

①均匀腐蚀, 该腐蚀大多因管线输送介质水分含量过高导致, 介质中的水分将结合管线内部环境中的硫化氢以及二氧化碳等酸性气体对管线内壁造成影响, 出现腐蚀现象;

②硫化物应力腐蚀开裂, 该腐蚀现象因硫化氢水解后的 HS^- 依附于钢表面导致, 该离子能够加速阴极释放氢, 这样就会导致管线韧性降低, 容易出

现损毁现象;

③坑蚀, 该类型则大多因管线内硫及硫化物沉淀导致, 此外, 当管壁保护膜或涂层不均匀时也会出现坑蚀现象;

④冲刷腐蚀, 当管线内介质输送的时候也会带走内壁的腐蚀产物, 进而导致内部新金属暴露, 最终形成恶性循环, 加速内壁的腐蚀。

2 导致油气集输管线内出现腐蚀的原因以及影响管线内腐蚀程度的因素

2.1 导致管线内腐蚀的原因

2.1.1 接缝问题与养护问题导致腐蚀

作为油气集输的重要工具, 管线自身的构成材料以及品质将直接影响其腐蚀情况。当前部分企业为了降低生产成本, 对于一些已经达到报废要求的管线并未根据要求进行报废处理, 而是继续使用, 这样就会加快管线内壁的腐蚀。还有的企业则将腐蚀程度比较轻的管线进行焊接, 再次进行防腐处理, 之后再投入生产工作中。但这样的方法并不能够满足油气集输管线防腐的要求, 当其运输油气资源的时候将会受到大量腐蚀性物质的影响, 尤其是对于接缝以及结合部位, 它们更容易受到腐蚀, 导致生产稳定性与安全性降低, 管线使用寿命缩短。新旧集输管线的接缝处大多由金属材料进行焊接, 因此会出现一定的变形现象, 随之而来的就是收缩与膨胀问题, 因此该部位更加容易出现裂缝现象, 加重管线内部的腐蚀程度^[1]。

2.1.2 保护层老化导致性能降低

对于油气集输管线防腐蚀工作来说, 其并不是

一劳永逸的,工作人员在管线投入之后还需要定期对其进行防腐性能检测,及时发现管线内壁存在的腐蚀隐患并及时解决,这样才能够保证集输管线在应用过程中的安全性。针对腐蚀程度较为严重的部位,技术人员则应进行焊接以及封堵漏点处理。在腐蚀部位修补工作中,技术人员必须达到质量要求,否则不仅难以解决腐蚀问题,还很容易在修补的过程中造成机械性损伤,进而影响管线内壁的防腐保护层性能,最终影响到管线外部,加速管线腐蚀与老化。经过实践调研能够发现,一旦管线的沥青防腐保护层出现纵向开裂的问题,那么裂缝就会不断扩散,影响表面防腐保护层与管线的粘结力,这样一来,空气中和土壤中的水分、杂质都有机会进入缝隙中,这样就会加重防腐保护层的腐蚀问题。

2.2 影响管线内腐蚀程度的因素

2.2.1 硫化氢浓度

经过实验研究能够发现,当管线内部的硫化氢浓度升高且超过某特定值之后,其内部腐蚀速率将受到钢材表面硫化铁保护膜的影响呈现出逐渐降低的趋势。换句话说,管线内低浓度的硫化氢有可能与高浓度硫化氢对其造成的腐蚀影响一样。但如果硫化氢介质中同时还存在其他酸性气体,那么不同物质之间将发生相互作用,导致整体腐蚀速率极大提升。

2.2.2 酸碱值

环境酸碱度会影响管线内部腐蚀产物硫化铁膜的形成、结构以及溶解情况。一般情况下,当硫化氢介质处于低酸碱度的环境时,其作用于钢材后会生成以为主的无保护作用的硫化铁膜,会加快钢材表面的腐蚀现象。当环境酸碱度逐渐升高时,的含量也会增加,而该物质则能够对钢材表面起到一定的保护效果,防止表面遭到腐蚀。经过实验探究可知,酸碱度 6 是以上情况的临界值,当环境酸碱度小于 6 的时候,钢材腐蚀速度较快,腐蚀液呈现出黑色,质地较为浑浊。如果油气集输管线长期处于这样的工作环境中,那么其使用寿命将低于管线平均寿命,绝大多数难以达到 20 年^[2]。

2.2.3 二氧化碳分压

当介质中的二氧化碳溶于水分中就会生成碳酸导致溶液酸性增加,加重管线内部腐蚀情况。而碳酸还原反应则受到二氧化碳分压值得影响,当分压值升高时碳酸还原反应的速率也会提高。当气体向下游流动时管线内部会生成冷凝液,而冷凝液

的成分及其比例结构也会影响管线的腐蚀特性。当冷凝液中硫化氢与二氧化碳比例为 1:1 的时候将会生成具有较强粘附性的 FeS 膜;当冷凝液中硫化氢与二氧化碳比例为 1:20 的时候则会生成 FeCO₃ 膜,而 FeCO₃ 易溶于水,这样就会导致金属暴露在酸性环境中经受腐蚀。此外,当冷凝液中硫化氢与二氧化碳的比例大于 1 时,更加容易形成 FeS 保护膜,而比例低至 1:20 后则会失去保护膜。

2.2.4 温度

一般情况下,油气集输中都含有大量酸性气体,而当环境温度升高时,氢的溢出速度得到提升,电阻逐渐降低,离子的迁移速度得到提升。也就是说,当温度升高时,钢材被腐蚀的速率越快。但当温度升高的同时,硫化氢溶解量会降低,进而缓解因硫化氢导致的腐蚀问题。经过实验探究发现,当运输环境温度较低时,钢材在硫化氢溶液中被腐蚀的速度将随着温度的升高而提升,但到达一定温度之后,当温度持续上升时,其腐蚀的速度反而会降低^[3]。

3 油气集输管线内防腐技术

3.1 复合材料防管道腐蚀技术

我国油气集输管线的材质大多为钢材,但钢材受环境影响的程度较大,极易出现腐蚀现象,整体使用寿命较短,成本较高。对此,技术人员研制了复合材料作为油气集输管线的主要材料,该复合材料中使用了多种钢材与其他材料,能够达到较好的防腐蚀效果。比较常见的复合材料管分为三个部分,最外部是陶瓷结构,内部使用钢材,中间则使用复合过度材料,这样的结构不仅能够防止管线内部受到水汽的侵蚀,同时还能够在高温环境中调节内部温度,保持温度的均衡。复合材料具有高韧度性特征,应用灵活性更强,施工建设的难度较低,操作比较简单,已经被我国石油企业广泛应用,并已取得不错的效果^[4]。

3.2 缓蚀剂防腐技术

一旦油气集输管道内部出现腐蚀现象,该腐蚀面积就会逐渐扩散,最终导致管壁的破损,造成严重后果。此时技术人员可以使用缓蚀剂对其进行处理,深入腐蚀物的内部,隔绝腐蚀层的扩展与蔓延,能够减缓腐蚀层的化学反应,改善管线腐蚀情况,延长管线的使用寿命。此外,缓蚀剂的成本较低,具有较高的经济性优势,不会加重油气集输管线建设的压力。缓蚀剂成分结构比较简单,操作使用技术要求不高,因此其适用范围比较广泛,能够在各

种管线中进行使用。因此我国其他工业产业的生产过程中也经常使用缓蚀剂,技术人员可以将缓蚀剂与水、气、油进行结合,同时还可以将其与除硫剂、破乳剂等化学药品进行混合使用,以上物质都不会对缓蚀剂的效果产生影响^[5]。

3.3 内涂层防腐技术

经过多年实践与发展,当前我国较为常用的管线材料为烘烤型耐腐蚀材料,采取常温固化的方式提升材料的耐酸性。内涂层防腐技术的应用能够有效隔绝管线内壁与腐蚀物质的接触,起到防腐蚀的效果。该技术以树脂类防腐材料为主,将其高温处理之后将会附着在管线内壁,体现出较强的耐高温与耐酸性。其次,根据树脂种类的不同,其在经过高温烤制之后还会呈现出不同的成效。技术人员应掌握树脂种类与特效之间的关系,利用不同的特性研制涂层,提高树脂烤制之后的稳定性与粘结力,有效保护管线内壁,起到防腐蚀的效果。该防腐技术的应用成本较高,但能够达到较稳定的防腐效果。

3.4 补口防腐技术

补口防腐机的应用也能够实现油气集输管道内防腐的效果,该仪器能够实现对管线内部涂层情况的检测与反馈。技术人员可以将补口机放进管道内部,通过行走与检测的方式发现内部的腐蚀问题并开展修补涂层的工作。补口机由管道内检测的机械车以及管道外的监控接收设备组成,其中机械车的形态多样,能够适应于不同形态的管道,开展随时定位与喷涂的工作。

随着我国信息技术与自动化技术的不断发展,当前的补口机已经能够应用于油气集输管线防腐工作,采取分段式与递进式的工作方式去除管线内部的腐蚀产物,修补保护涂层^[5]。

3.5 电镀防腐技术

电镀防腐技术也是油气集输管线内部防腐的重要技术,其中使用的电镀层包括阴极性镀层和阳极性镀层两种。其中的阴极性镀层指被保护金属的电极电势低于电镀金属层的电极电势,比如当钢材表面上镀锡时,那么铁材料就成为阳极,而锡材料则成为阴极。如果以上情况相反则称之为阳极性镀层,比如在钢材表面镀锌,那么锌材料则成为阳极,铁材料成为阴极。电镀层完全覆盖管线内壁的时候就能够彻底隔绝腐蚀介质与金属基体,达到有效的保护作用。再加上被保护的金属在阳极性镀层中属于阴极,即使出现腐蚀现象,那么也是镀层本

身被侵蚀,管线的金属基体不会受到影响。但如果被保护的金属在阴极性镀层中属于阳极,那么当镀层损坏的时候金属基体将受到腐蚀介质的影响,此时的镀层不仅难以发挥保护作用,还会加速管线内壁的腐蚀。因此在使用电镀防腐技术的时候技术人员应充分调查管线结构与材料,合理应用电镀防腐技术。另外,电镀防腐技术的成本较高,且镀层技术与工艺非常复杂,在实践应用中受到一定的技术限制^[6]。

3.6 强化集输管道施工管理

除了掌握不同的防腐蚀技术与工艺之外,技术人员还应强化油气集输管道施工管理,这样才能够保障管线的合理性与有效性。施工人员应做好施工准备工作,提前检查管线施工线路以及施工材料,保障施工的质量,满足管线施工的实际需求。其次,施工管理人员还应严格检查管材质量,避免出现废旧管线翻新的情况,降低管线腐蚀以及质量问题的发生率。另外,在集输管线运输与铺设的过程中,现场施工人员应严格遵循施工标准与流程,保障管道的完整性,避免防腐层和保温层受到损坏。最后,企业应加强对集输管道的质量管理,制定科学的检修计划,及时更换已经废旧或腐蚀严重的管线,以免造成严重的后果。

4 结束语

综上所述,油气集输管线的质量将直接影响油气的处理与生产,技术人员应了解不同的管线防腐技术,关注油气集输管线内部腐蚀问题,定期进行检查与修补,延长管道的使用寿命,保障油气集输工作的正常开展。

参考文献:

- [1] 刘彦丽,李莉,孙爱军,易平.油气集输管线防腐技术研究与应用[J].化工管理,2019(07):158.
- [2] 高向向.油田集输管线的内外防腐技术探讨[J].全面腐蚀控制,2019,33(05):99-101.
- [3] 李军龙,徐星,金刘伟.油气集输管线内防腐技术[J].石油化工腐蚀与防护,2019,36(03):35-38+47.
- [4] 韩晓宇,李忆虹,张永刚.油气集输管线防腐蚀技术研究与应用[J].清洗世界,2021,37(11):61-62.
- [5] 杨冰.油气集输管线防腐蚀技术研究与应用[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(16):159-160.
- [6] 柴畅.油气集输管线防腐蚀技术应用[J].全面腐蚀控制,2021,35(09):155-156.