

# 油气集输管道的腐蚀机理及防腐技术分析

鲁宪恒

中石化江苏油建工程有限公司 湖北 武汉 225000

**摘要:**在石油管道应用中,要综合考虑各个方面的影响因素,其中最为主要的一个问题就是管道腐蚀,管道腐蚀对油气集输管道运行的稳定性有着较大的影响。我们要根据管道实际腐蚀情况制定合适的解决方案,采取针对性的措施,最大程度上保障集输管道运行的稳定性。基于此,本文就对油气集输管道的腐蚀机理和相关防腐技术进行了一个较为详细的概述。

**关键词:**油气集输管道;腐蚀机理;防腐技术

引言:油气管道的腐蚀主要分为两种,一是外腐蚀;二是内腐蚀。油气集输管道的特点比较明显,大部分油气管道都埋于地下,地下环境较为复杂,受多方面因素的影响,很容易引起管道材料变质,影响管道的性能指标,使得管道外部出现腐蚀引起泄漏。相对于外腐蚀,内腐蚀对管道的影响才是最大的,内腐蚀的主要成因是管道在运输过程中,容易与油气中的物质发生化学反应,其生产物具有一定的腐蚀性,会由内腐蚀管道,在长时间的腐蚀作用下,会对油气运输造成较为严重的影响<sup>[1]</sup>。

## 1 关注油气集输管道腐蚀的重要性

新时期发展以来,我国经济呈现出快速发展的趋势,在这种环境下,对于油气的需求量不断上涨。油气集输管道主要的作用是用来输送石油与天然气,由于物质自身的特点,管道极易产生腐蚀变化。造成油气集输管线发生腐蚀问题的主要原因是由于油气中所含有的二氧化碳、氧、硫化氢、氯离子等化学成分,这些物质与金属管道的内部直接接触,就会发生化学反应,在长期作用下管道内部逐渐出现沙眼、穿孔等问题,如果严重的话就会产生泄露,这给油气集输工作带来很大的安全隐患,不仅容易引发安全事故造成人员伤亡,还会产生巨大的经济损失。通过多年的研究与分析发现,造成管道腐蚀问题容易产生以下几方面的危害:第一,对设备、管道造成极大的损坏;第二,威胁油气输送工作的顺利进行,甚至引发污染问题;第三,威胁工作区域的环境安全,扰乱员工的生命健康;第四,造成严重的流失浪费,产生一定的经济损失。总而言之,油气集输管道腐蚀问题的发生危害是非常严重的,必须认清产生腐蚀的主要因素,从根本出发解决管道腐蚀问题,这对于油气集输管道的运输安全具有重要意义。

## 2 油气集输管道的腐蚀机理

### 2.1 外部腐蚀机理分析

油气管道的外腐蚀具有一定的表现性,主要是管道外围介质因电化学反应,在物理溶解作用下形成的一种腐蚀,根据管道腐蚀位置的不同其形成原因也有变化。具体可分为土壤腐蚀和海水腐蚀,土壤中的组成成分比较复杂,土壤中既有微生物和真菌的存在,也充满了水和空气,这些物质会相互作用,使得土壤逐渐异化。使得氧气传输过程中形成浓度差,基于浓度差电池特性,会对管道产生腐蚀作用,

随着时间的延后,这种腐蚀还会加剧<sup>[2]</sup>。还有就是海水腐蚀,海水腐蚀主要针对于海上油田的运输,集输管会穿过海水,海水是一种电解质溶液,当溶液中存在金属时,海水会作用于金属表面,少部分电极电位会与管道连接,从而在海水中形成一个完整的回路,导致管道腐蚀问题的出现。

### 2.2 内部腐蚀机理分析

#### 2.2.1 缝隙腐蚀

在油气集输管道腐蚀中,其中缝隙腐蚀主要是由非金属材料 and 金属材料相互接触而形成的。油气集输管道缝隙腐蚀主要是在管道内壁锈层下和法兰连接面都容易发生缝隙腐蚀,会对油气集输管道稳定运行造成很大影响。

#### 2.2.2 应力腐蚀

应力腐蚀是在油气集输管道的使用中管道内部的物质与拉应力发生作用而出现的腐蚀或破裂的问题。油气集输管道内的应力是由于金属材料在温度变化下发生体积的变化,或是金属材料在升温 and 冷却过程中由于温度下降速度不均匀所出现的应力。应力腐蚀对于油气集输管道的使用同样具有比较严重的影响,降低管道的使用寿命,并带来管道泄漏的风险。

#### 2.2.3 点蚀

在油气集输管道腐蚀中,金属内部区域如果出现点蚀问题,这些点蚀就会促使坑点向内部进行扩展,在比较严重的情况下,会导致穿孔现象。在油气集输管道运行中,如果管道中氯离子含量比较高,就容易发生坑蚀。如果发生的坑蚀比较严重,就会对油气集输管道正常使用造成很大影响。

#### 2.2.4 晶间腐蚀

油气集输管道内的晶间腐蚀主要发生在合金晶处的位置,晶间腐蚀的主要危害就是会影响油气集输管道的延展性,破坏油气集输管道的内部结构,造成管道内部的拥堵,影响油气运输的稳定性和顺畅性。

#### 2.2.5 绝缘接头腐蚀

在油气集输管道施工过程中,管道绝缘接头也很容易受到腐蚀。由于接头都需要焊接,焊接以后焊缝及其热影响区表面很容易出现裂纹、气孔等,直接影响油气管道的正常使用。

## 3 油气集输管道的外防腐技术应用要点

### 3.1 外涂层防腐技术

由于集输管线较长时间的处于土壤环境中,水分和化学物质会对集输管道的外壁造成电化学腐蚀,使集输管道变成原电池,从而减小管道具备的强度,严重时会出现油气介泄露事故,应该对管道外壁喷涂环氧树脂涂层,避免集输管道外壁受到腐蚀,提高管道的使用年限,保证管道的正常运行。可以采用喷涂的方式,均匀的把环氧树脂材料粘附到管道外壁上,可以起到很好的防腐蚀效果。

### 3.2 防腐蚀材料

因为管道会受到外界大气腐蚀作用,土壤也会对其产生影响,因此,要选取适宜的耐腐蚀性材料减少管道腐蚀。

### 3.3 阴极防腐蚀保护技术

采取阴极保护的方式,能有效降低油气集输管道受到电解质的腐蚀作用,其整体技术原理类似于在管道外部利用金属设置了阴极结构,在金属部件上通电,就能形成阴极极化处理模式,从而辅助管道表面完成电子迁移,保证管道不会受到腐蚀作用。需要注意的是,阴极保护处理过程利用牺牲阳极的方式形成阴极电流就能保护金属管道,确保土壤和电解质腐蚀不会对管道产生影响。

### 3.4 3PE防腐技术

3PE也被称之为三层聚乙烯防腐技术,采用三层聚乙烯防腐材料来对集输管道的外壁进行处理,有效的解决了两层防腐涂料在性能方面的缺陷。该技术可以采用缠绕式或者圆模包覆式进行加工制作,采用高密度的聚乙烯材料,可以具有很好的耐冲击性能,剥离强度较高,还具有很好的机械强度,可以适应多种气候条件,加工制造成本较低,有着较长的使用寿命<sup>[3]</sup>。

## 4 油气集输管道的内防腐技术应用要点

### 4.1 选用合理的管道材质

根据油气集输管道运输介质化学物质特点,对管道内壁进行防腐处理,可以更好的抵抗腐蚀,从而提高金属管道的使用年限,保证可以正常的输送油气介质。首先应该选用合理的管道材质,比如,采用合金或者不锈钢材料,避免化学物质对管道的腐蚀,同时,做好内壁的防腐涂层,可以起到很好的保护作用,避免内壁直接与介质进行接触,对于结点部位应该重点进行处理,提高抵抗腐蚀的能力,可以延长集输管道的使用寿命。对于输送介质中化学成分之间存在的差异,应该选用有针对性的管道加工材质,可以更好的避免出现腐蚀。

### 4.2 涂料涂装技术

涂料涂装技术是油气集输管道内防腐措施中比较常用的一种技术手段,也是一种有效的预防性技术手段。通过石油涂料涂装技术,可以对油气集输管道内壁起到良好的保护作用,从而有效预防油气集输管道内壁发生腐蚀现象。值得注意的是,在对油气集输管道使用涂料涂装防腐技术时,需要严格按照国家和行业的标准,选择优质的涂料,才能够保障涂料涂装技术的有效性。同时,在开展涂料涂装内防腐技术时,要严格依照涂层系统的规定,按照国家有关标准合理

的配置动力工具,并使用砂轮机对油气集输管道内壁进行打磨,确保管道内壁表面光滑平整,尤其是油气集输管道内壁管道接口位置的焊接痕迹,需要重点进行打磨;在打磨完成后,就可以对油气集输管道内壁进行涂料涂刷,在涂刷的过程中要注重涂料涂刷的均匀一致,能够在油气集输管道内壁形成一层比较光滑和平整的保护膜,从而发挥涂料涂装的效果,有效地减少油气集输管道内壁的腐蚀现象。

### 4.3 使用缓冲剂

缓冲剂是一种综合性的调剂,它在油气技术管道中的应用比较广泛,在油气集输管道中,缓冲剂主要充当一种防腐材料进行使用,通过对缓冲剂的运用,可以有效降低集输管道内壁的腐蚀性,提高管道内壁的稳定性。缓冲剂注入到管道内部中,其缓冲剂的主要成分会与管道发生特定的反应,在管道的腐蚀区域形成一层缓冲剂薄膜,这种薄膜具有极强的隔离性,它可以有效地对管道内部的腐蚀气体进行隔离,使腐蚀气体无法作用于管道内壁中,最大程度降低了管道内的腐蚀程度<sup>[4]</sup>。当然,使用缓冲剂的时候,我们需要注意一些事项,缓冲剂的使用方式对缓冲剂的防腐隔离程度有着较为明显的影响,在具有的使用过程中,要根据管道内腐蚀的实际情况选择合适的方式方法。

### 4.4 采用金属复合管

可以采用玻璃钢衬里以及陶瓷衬里的复合集输管道,可以起到很好的防腐效果,还可以避免在管道内壁产生结垢,但是该种复合管的成本较高,油气输送的费用提高,应该结合油气输送的具体情况来选择。该种管道具有很好的防腐性能,但是对管道敷设要求较高,如果处理不好则会使内部的陶瓷或者玻璃钢衬里造成损伤,会影响到防腐保护的效果<sup>[5]</sup>。

结束语:总而言之,油气集输管道防腐控制工作中,要在明确腐蚀机理的基础上落实相应的处理措施,从而有效提升抗腐蚀能力和水平,为油气集输管道长效应用提供保障,保护内壁结构和外部结构,提升管道的实际使用寿命,为油气管道综合管理工作可持续进步提供保障。

### 参考文献:

- [1]杨影,曹达纯,廖静茹.油气集输管道穿越套管端封堵方案探讨[J].管道腐蚀,2018(35):94-102.
- [2]刘光辉,刘守田,刘赞.油气集输管道的腐蚀失效与环境保护探析[J].黑龙江科技信息,2018,25(12):52-53.
- [3]刘馨泽,吕如坤,张永民.陆地/海洋油气集输管道工艺对比分析[J].石油化工与腐蚀,2018(15):41-42.
- [4]王亚鹏.油气集输管道的腐蚀机理与防腐技术研究[J].全面腐蚀控制,2021,35(4):85-86.
- [5]骆正山,宋莹莹,毕傲睿.基于GRA-RFR的油气集输管道内腐蚀速率预测[J].材料保护,2020,53(3):95-100.

个人简介:鲁宪恒,1981年8月10日,男,汉族,武汉,本科工学学士,工程师,管道施工工艺。