

# 石油天然气管道腐蚀及其防护措施

徐海洋

(大庆油田试油试采分公司试油大队 黑龙江 大庆 163000)

**摘要:**石油天然气作为我国非常宝贵的能源资料,在我国经济发展过程中有着非常重要的影响,这两年随着我国对于环境保护工作的日益重视,石油天然气作为清洁能源的重要作用也日益凸显出来,而在实际的利用过程中,石油天然气是可以

通过管道来进行运输的,所以这也使得石油天然气管道的安全状况备受关注,管道腐蚀是石油天然气管道出现安全事故的主要原因之一。因此为了提升石油天然气运输的有效性,这必须对管道腐蚀及其防护措施进行研究和探讨。

**关键词:**石油天然气;管道腐蚀;防护措施

## 1 石油天然气管道腐蚀情况概述

通常来讲按照被腐蚀面出现的部位可以将石油天然气管道的腐蚀划分为内腐蚀和外腐蚀两大类。而根据被腐蚀部位的不同,对于石油天然气管道的防腐措施也会做出相应的调整。当然对现阶段而言,在石油天然气管道防腐过程中,应用最为广泛的一项技术就是内涂层技术,也就是将缓蚀剂直接注入,让管道内部在管道内壁形成一层有防腐功能的保护膜,从而帮助石油天然气管道能够抵御来自管道内部的加剧管道腐蚀情况的因子。但是由于我国的石油产业起步较晚,所以对于这项技术的应用也并不广泛,不过经过多年的发展,我国已经形成了一套能够适合我国国情和技术情况的防腐技术比如聚氨酯新的防腐涂层或者改进环氧型的防腐涂层。通过防腐材料的不断创新以及相关技术的完善,石油天然气管道的使用寿命也得到了有效延长,为国家经济发展做出积极贡献。

## 2 石油天然气管道腐蚀的原因

### 2.1 材质问题

在油气集输管线中会根据原油和天然气导运输需求和化学性质选择不同类型的管线材料,材料不同造成腐蚀的程度也会有所差异。一般情况下因为材料所造成的管线腐蚀主要以内腐蚀为主。无缝钢管材质在油气运输过程中所产生的腐蚀程度要低于焊缝钢管,另外管线中是否具有防腐功能以及优质防腐材料也会直接影响管线的内腐蚀情况。比如选择无缝钢管材料且管线内部具有良好的防腐性能就能够达到最高程度的防腐效果。因此因为材料所造成的管线内腐蚀问题主要取决于管线主体材质,管线内部防腐材质以及管线内部防腐材质的质量。

### 2.2 微生物因素造成的石油管道腐蚀

石油管道发生腐蚀是因为微生物的影响而发生腐蚀就是微生物腐蚀。事实上,在石油管道中真菌等微生物的活动造成了腐蚀的发生。石油管道外部腐蚀中有大约30%是因为微生物腐蚀造成的。环境中的微生物使石油管道的表面被腐蚀,从而被破坏,影响了石油管道的性能。虽然微生物在石油管道表面活动,管道外部的腐蚀比较常见,但是通常有点蚀现象的发生,腐蚀沉淀物的不断累积将会使石油管道受到严重破坏。

### 2.3 环境原因导致管道腐蚀

大多数石油天然气管道都是埋藏在土壤中的,因为土壤内部包含着大量的孔隙,所以这也就使得埋藏在土壤中的石油天然气管道特别容易受到土壤中的水以及一些有害成分的腐蚀,给石油天然气管道带来一定伤害。而且土壤成分的差异性以及土壤中水和盐分的含量都会造成石油天然气管道经常会处在一个容易被腐蚀的环境下,时间久的时候会出现腐蚀的情况,影响使用效果和使用寿命。而且有些石油天然气管道内部处理的并不平滑,所以就会造成一些杂质的残

留,也使得管道内部极易因为杂质和凹凸不平的壁面而出现电离。在电离的驱动之下,石油天然气管道内部的金属离子会进入土壤之中,所以土壤也会和电子得失之后的金属管道之间形成一个密闭的回路让电化学电流流通,然后使得金属管道表面出现锈蚀的情况。

## 2.4 化学性质问题

在原油开采过程中无法将原油中的水分完全脱离,因此含有水分的原油会产生大量乳化油,在运输过程中分离的水也会对管道造成腐蚀,这也是油气集输管线腐蚀的主要原因。根据油品种的不同,其中含有的化学物质组成具有一定差异,造成的腐蚀程度也会有所差异。比如稀油、稠油等不同种类的油品在运输过程中都会对集输管线内部造成不同程度的腐蚀。而且根据原油和天然气的化学组成成分不同,运输过程中的运输速度也会造成不同情况的管内腐蚀问题。

## 2.5 应力因素导致的石油管道发生腐蚀

掩埋石油管道时,因为施工水平、施工人员的责任意识等欠缺,此外选择的石油管道材料存在质量问题等,将会导致有外加应力或者是残余应力的存在。应力和土壤环境中的水、微生物新陈代谢、溶液中的盐类等发生共同作用,从而破坏石油管道,造成石油管道应力腐蚀的发生。应力腐蚀造成石油管道有裂纹的发生,严重的将会导致石油管道发生断裂,从而极大的危害石油的安全输送。

## 3 提升天然气管道防腐性能的防护措施探讨

### 3.1 改进管道完整性

改进管道的完整性是指在石油天然气管道的施工过程中加强对于受天然气管道施工质量的监控,合理规划管道中各构件的位置,确保石油天然气管道的施工质量以及改进之后的管道系统能够符合石油天然气管道的使用质量要求,而且还能够有效地提升石油天然气管道的抗腐蚀性能。而为了确保石油天然气管道完整性的改进效果,还必须对施工人员的专业技能进行培训,使其了解必要的专业知识及安装技巧,确保持证上岗,操作合规。而且在管道施工过程中,各个工序都要严格按照相关的施工操作规程进行,坚决杜绝施工过程中偷工减料。条件允许的情况下,还应该建立状态的管道质量监测系统。对改造的质量状况进行实时的监控,同时评估管道因为锈蚀而出现的各种潜在的风险。

### 3.2 电化学防腐技术

电化学防腐技术主要是指在对石油天然气管道进行防腐的过程中通过使用氧化剂或者外接电源来对天然气管道进行极化处理。这样做的好处是能够通过电化之后让金属天然气管道表面呈现出一种具有很好防腐性能的钝性状态,从而能够抵御来自管道周围土壤以及空气中不良成分对于管道的腐蚀。在这里我们还需要提到一个概念就是阴极保护措施,所谓的阴极保护措施,主要就是通过在管道表面进

行阴极处理,然后让管道中的金属变成能够抵抗化学腐蚀的电位均匀的阴极。从而确保一直在被长期使用的石油天然气管道能够具有很好的防腐性能,并且能够以一个比较健康的状态来完成石油天然气的运输工作。

### 3.3 涂层外防腐技术

应用最为频繁的石油管道防腐技术就是涂层外防腐技术,它具有成本低、效果佳等特点,其主要工作机理就是通过涂层处理来将管道表面与腐蚀物进行完成隔离,进而起到防腐作用。市面上常见的涂层外防腐技术主要蕴含环氧涂层防腐技术与无机非金属防腐技术两种。其中无机非金属防腐技术主要是借助新的防腐涂层在原有石油管道外壁上进行全方面覆盖,从而形成保护膜,起到防腐效果;而环氧涂层防腐技术在应用时与无机非金属防腐技术相对比,前者更为复杂,在实际应用时必须按照石油管道防腐要求来配置涂料,再通过与粘合剂、环氧材料等进行有效结合,进而形成新的涂料,最终发挥出良好的防腐作用。

### 3.4 使用缓蚀剂

在管道内出现腐蚀现象时,腐蚀的面积和严重程度会随着管道使用时间的增加而不断扩大。此时可以通过使用缓蚀剂在管道内形成一层隔离层,减少腐蚀物对管道造成的腐蚀问题,延长管道的使用寿命。缓蚀剂是目前比较常用的一项防腐技术,相对来说使用成本较低、操作简单,而且能够在不同地区、不同材质的管道内达到良好的防腐效果。目前比较常用的缓蚀剂主要含有硫酸盐、亚氨乙酸衍生物、有机胺衍生物等物质。这些物质在进入管道后能够将具有腐蚀性特点的物质和油气与集输管线隔离,相当于在管道内部表面形成了一层保护膜。

需要注意的是,在缓蚀剂的筛选、工业应用以及缓蚀机理的理论研究中,必须对缓蚀剂的各项性能进行评定和试验。在原油的加工过程中,不能仅凭含硫量和酸值等数据来预测原油的腐蚀性,对缓蚀剂性能的评定还包括缓蚀效率及其剂量、温度的关系,有时还应评定缓蚀剂对孔蚀、氢渗透、应力腐蚀、腐蚀疲劳的影响等以及缓蚀剂的后效性能。

### 3.5 对阴极保护给予重视,提高石油管道耐腐蚀性能

大部分情况下石油管道发生腐蚀的原因是因为电化学腐蚀造成的,所以借助于阴极保护的对策,可以有效的预防石油管道发生腐蚀。

常见的阴极保护法包括两种方法,分别是强制电流保护法、牺牲阳极保护法。强制电流的阴极保护法就是把需要保护的石油管道金属连接外接电源负极,由此使需要保护的金属阴极反应减缓。牺牲阳极的保护法是把需要保护的石油管道金属连接具有更强活动性的金属,外接金属作为阳极有腐蚀反应的发生,由此保护了作为阴极的石油管道。在石油管道防腐过程中,因为牺牲阳极保护法具有较高的成本与复杂的操作工艺,在预防石油管道腐蚀中应用相对较少,一般使用强制电流保护法。

### 3.6 针对土壤环境腐蚀的防护技术

大多数石油天然气管道是埋藏在土壤之中的,所以土壤中的一些有害成分也会对石油天然气管道造成腐蚀,这就需要通过石油天然气管道外部进行保护来提升石油天然气管道的抗腐蚀性能。最典型的一种针对土壤环境腐蚀的石油天然气管道防护技术,就是在石油天然气管道外部包覆一层抗腐蚀的材质。比如塑料防腐保温层、搪瓷涂料或者水泥砂浆制作的涂料,以及我们最常使用的成本相对比较低的沥青防腐材料还有环氧粉末涂料。以沥青防腐材料为例,这类材料虽然说制作成本比较低,但是它的耐水性和化学稳定性以及强度却相对较低,电气绝缘性能更是无法和塑料防腐保温层相比。但是各项性能都比他优越的塑料防腐涂料在造价上却相对比较高,所以一般只能用于比较关键的节点。除了包裹这些涂层之外,在土壤中的防腐技术还包括了阴极保护法,也就是说在将阴极保护站设置在金属管道上通过在金属管表面形成能够抵抗腐蚀的负电位来提升石油天然气管道的抗腐蚀性能。

### 3.7 管线内涂层技术

管线内涂层主要指的是在油气集输管线的内壁增加涂层,将石油和天然气中含有的腐蚀物质与管道内壁隔离,减少管道内壁与腐蚀物接触所产生的化学反应,从而起到良好的防腐作用,这也是目前油气集输管道防腐工作中应用比较普遍的一种方式,被广泛应用于各种天然气及石油的运输工作当中。另外内涂层防腐技术还能够对管道内壁的氧气及二氧化碳等物质进行检测,相关工作人员可以通过检测结果来制定科学的防腐措施。比如管道检测结果显示二氧化碳和氧气过高时,相关部门能够及时调整策略,限制此类物质的输送量,从而降低各种有害物质对管道内壁造成的影响,延长管道的使用寿命。

### 3.8 通过对防腐设备的规范使用有效预防石油管道腐蚀

石油管道在施工时,技术人员对于石油管道防腐的相关技术要充分了解,同时从石油管道施工特征出发,对防腐设备进行科学选择。在石油管道防腐中防腐设备有着非常重要的作用。

因此,通过对防腐设备的合理选择与规范使用,提高石油管道的抗腐蚀性。石油管道中防腐设备应用的操作要规范,并且需要对防腐设备进行及时的测试,对存在问题的防腐设备进行及时维修,尤其是对于石油管道防腐设备在接头位置的检查要给予重视,为石油管道防腐设备的高效可靠运行提供保障。与此同时,为了使石油管道防腐设备的可靠性得到保证,需要对专业防腐人员进行配备,一方面要求防腐人员的专业理论知识丰富,另一方面需要有丰富的经验,从而为石油管道防腐提供人力支持。

### 3.9 通过补口技术来保证管道的防腐性能

补口技术主要应用于已经出现明显腐蚀缺口的管道,这项技术最大的优势就是能够通过补口对辅食缺口的修补来进一步强化石油天然气管道的抗腐蚀性能,并且有效的延长石油天然气管道的使用周期。目前我们国内最常用的石油天然气管道补口技术主要包括两大类,一类是聚乙烯材料补口,一类是沥青浇筑补口。首先是聚乙烯材料补口技术,这类补口技术主要是将打底衫涂抹在缺口的的位置,然后将聚乙烯材料一层一层的缠在打底漆上,从而通过聚乙烯胶带的缠绕来确保管道的腐蚀缺口被修补完成。这类操作技术最大的优点就是可以让管道的外部性能被显著的提升。

### 结论

石油天然气管道作为我国非常重要的油气资源的输送工具在我国经济发展中一直有着非常重要的贡献。由于石油天然气管道输送的产品具有易燃易爆的危险性,所以这也使得石油天然气管道必须始终保持良好的密封性能,避免因为石油天然气泄漏而出现各种安全事故,而目前威胁石油天然气管道正常运转的非常重要的一个因素就是管道受到腐蚀。所以这也要求我们必须结合工作实际,来对石油天然气管道的腐蚀及其防护措施进行深入的剖析,以便确保天然气管道能够以更健康的状态为我国的经济发展作出贡献。

### 参考文献:

- [1] 谌沁汶. 浅谈石油管道工程的防腐技术[J]. 中国新技术新产品, 2019.22:2.
- [2] 刘凯, 周德文. 石油管道工程的防腐技术的探讨[J]. 山东工业技术, 2019.0(014):77.
- [3] 李志国. 石油管道防腐机理与技术探析[J]. 工程技术(文摘版), 2021(2017-19):135-135.
- [4] 杨延辉. 石油天然气管道工程的关键防腐技术分析[J]. 全面腐蚀控制, 2020.34(11):2.
- [5] 张洁娜. 石油管道工程的防腐技术分析[J]. 化工管理, 2019.19:1.

作者简介: 姓名:徐海洋 出生年月:1990年2月17日 性别:男 籍贯:黑龙江省大庆市 学历:本科 毕业院校:哈尔滨石油学院 职称:助理工程师 目前从事工作: 技术负责人 单位:大庆油田试油试采分公司试油大队 省市:黑龙江省大庆市 邮编:163000 研究方向:石油天然气