

油气储运中输油管道防腐工艺探讨

林国彪（天津中汇嘉德科技发展有限公司，天津 300451）

摘要：随着技术的发展，输油管道防腐能力也得到了明显的提升，不过随着油气运输需求的增加，输油管道的防腐性能的要求也不断提高，因此在输油管道防腐工艺中要对油气输送质量和泄漏问题进行优化，从输油管道防腐特点来分析，结合国内外新技术来促进输油管道防腐工艺的优化。输油管道会受到各种因素的影响而发生腐蚀，输油管道在受到腐蚀以后的维修也提高了维护的成本，还会造成火灾、爆炸等危险事故，影响了全社会的安全，给自然环境也带来了巨大的影响，本文针对油气储运中输油管道的防腐工艺来进行分析，对该工艺进行不断的加强和优化，减少输油管道发生腐蚀的可能。

关键词：油气储运；输油管道；防腐工艺；应用效果

我国社会经济的发展对油气资源提出了更高的要求，为了解决我国油气资源分布不均匀、供需矛盾等问题，我国在输油管道建设上的资金、人力的投入量不断提高，我国的输油管网也更加的密集。例如东北地区，沈阳调度中心管理的输油管道长度就有2380km，东北输油管道横跨多个区域、穿越几条大中型河流，而且不同区域的温度以及土壤成分等都有一定的差异，因此不同区域对于管道腐蚀的管理也有一定的区别。本文针对油气储运中关于输油管道防腐工艺的发展进行分析，提高油气储运的安全性和有效性。

1 对油气储运过程中的输油管道的腐蚀特点进行分析

石油化工行业，油气储运的对象为天然气和石油，输油管道则是油气资源储运和运输的重要通道，管道长期使用会受到腐蚀的侵害，很难保证油气资源输送的质量和效率，甚至还会因为腐蚀较为严重发生油气泄漏的问题，给环境、社会都造成巨大的威胁。对于油气储运中存在的安全事故进行分析后，我们认识到输油管道建设中要做好防腐工艺，对于腐蚀现象形成的原因要给予针对性的分析和处理，保证防腐工艺的合理应用，从根本上解决管道腐蚀的问题。

输油管道腐蚀的特点为：第一，极易受到外部因素的影响。输油管道的周围环境、介质性质都会对管道防腐能力造成影响，比如说：输油管道周围温差较大的时候就会造成管道的腐蚀，同时地下水、土壤水分等也会造成管道发生腐蚀情况，如果输油管道在施工建设的时候未能得到合理的处理、管材质量较差等，那么输油管道发生腐蚀的几率就会进一步提升。输油管道会经过很多区域，不同区域的地质环境和土壤差异较大，土壤性质、微生物等也会给管道造成腐蚀，

那么在不同地区下的管道腐蚀情况也会有所不同。第二，自身因素与防腐措施对管道防腐能力造成的影响。石油天然气属于比较特殊的资源，其中富含大量的硫化氢的成分，在高温高压的作用下会造成管道内部发生腐蚀，化学与电化学反应也会引发管道内部的腐蚀。

2 输油管道防腐工艺技术的发展历程

随着我国石油天然气探测技术的发展与进步，石油天然气的产量明显提高，对促进我国经济发展有积极的作用，各大石油企业也不断拓展自身的生产规模。

根据相关数据分析，截止到目前为止，我国的油气资源钻井进尺高度有1795万，井口的数量已经超过了10910口。我国的天然气资源得到了广泛的应用，从这样的发展趋势来分析，石油天然气则是推动我国城市发展、社会进步的重要资源，因此资源的运输至关重要。在油气储存运输的过程中，输油管道防腐工艺非常关键，防腐的意义就是通过防腐材料来预防发生腐蚀，未来，低成本和采用便捷的防腐材料则是油气运输行业发展的关键^[1]。

我国作为全世界最早采取输油管道的国家之一，但是我国的输油管道防腐工艺的发展进程较慢，与发达国家的技术水平还有极大的差异，比如管道剩余寿命的评估技术落后、补口焊接技术落后、成本高等问题都是防腐工艺应用和发展中存在的实际问题，在未来需要积极的结合防腐工艺的实际情况，针对该工艺进行不断的创新。以下则针对国内外输油管道防腐工艺进行分析：

2.1 我国输油管道防腐工艺分析

我国石油天然气行业发展迅速，输油管道的防腐工艺也得到了积极的发展并且取得了不错的成果，其中应用最多的就是阴极保护法与涂层防腐技术，合理

应用管道防腐工艺是延长管道寿命的最佳手段。

我国输油管道防腐技术大多采用的是沥青防腐层，随着技术的发展也出现了石油沥青防腐工艺。随着输油管道防腐技术的发展，也开始慢慢引进国外先进的涂层防腐技术，主要采用胶带、夹克和环氧粉末作为主要的防腐材料。进入到1990年后，涂层防腐技术发展为以溶解环氧粉末、三层聚乙烯材料为主。随着人们对输油管道防腐工艺的认识和重视，防腐技术也带来了一个全新的发展环境，防腐工艺和防腐技术都得到了不断的创新和发展。

2.2 国外输油管道防腐工艺分析

针对国外输油管道防腐工艺的发展进程来分析，涂层防腐技术应用早期，采用的为煤焦油沥青和改良后的煤焦油瓷漆，但是这些材料在管道的防腐技术有很强的局限性：如果温度升高，这些材料就会发生剧烈的氧化，在这个反应过程中一些馏分会挥发，会造成阴极保护电流的增大。

随着技术的发展与完善，国外发达国家的输油管道防腐技术也在进步，比如说战场管道涂层技术作为新型防腐工艺，在输油管道中通过复合涂层结构的构建可以发挥良好的防腐效果，具体应用中：在底层和中间过渡涂层中采用环氧或聚氨酯涂层，外涂层则采用聚氨酯、氟碳材料，具有良好的防腐效果。纳米改良材料涂层技术，就是通过纳米技术实现了管道防腐效果，通过纳米技术进行有机涂层材料的改性，有效提高了涂层材料的整体性能，同时材料机械的强度、耐光性、耐候性也得到了充分的提升，纳米离子还提高了涂层的抗紫外线能力，有效延缓了老化的速度^[2]。在涂层材料中应用颗粒较小的纳米粒子，涂层材料的密封性有效提高，因此防水性能和抗腐蚀能力都有了质的变化。

3 油气储运的输油管道防腐的意义

随着我国社会经济的的发展和工业化水平的提高，能源问题越来越严重，成为了影响国家经济发展的主要阻碍，能源安全也成为了全世界各个国家关注的重点问题。能源问题关系到国家经济发展和工业化水平，也关系到经济、生活的各个方面。油气资源作为促进我国工业化发展和经济进步的重要能源，与人们的生活和国家经济有密切的关系，加强油气储运建设可以提高油气运输的工作效率和工作质量，促进我国经济发展的转型^[3]。

我国的油气资源储备丰富，但是地区跨度较大因

此造成了经济发展不均衡的问题，油气资源分布不均无法促进我国各个地区的协同发展。为了推动全国经济的发展，则开展了西气东输、南油北运的工程，保障了油气能源的运输，为缺乏油气资源地区的经济发展提供助力。我国经济的发展对油气资源的需求量不断提高，怎么提高油气运输的安全性和有效性是我国在能源战略上考虑的重点问题，随着油气储运工程受到人们的关注，在油气运输阶段受到各种因素的影响会产生很多安全问题，油气管道防腐工艺的应用可以保障能源运输的安全性，同时也是提高输油管道运输性能、运输效率的关键，影响着管道的使用寿命^[4]。由此可知，重点开展对油气储运和运输中管道腐蚀问题的研究和解决，针对防腐技术进行不断的创新，对提高油气运输质量有积极的作用，也能保证油气运输的安全性能，为促进我国社会经济的发展有重要意义。

4 油气储运中对管道腐蚀造成影响的因素

4.1 外部因素

外部环境问题会造成输油管道发生严重的腐蚀问题，输油管道也很容易受到外部环境的影响，比如温度、水分等都会造成管道发生腐蚀，一定程度上就造成了管道腐蚀和损坏，影响了油气运输的效率。

首先，油气运输和储存中，外部温度变化会对管道的材料造成影响，不利于管道内部结构的稳定性，甚至会对油气造成影响。如果外部温度过高，油气会因为热胀冷缩的原因给输油管道的内壁造成压力，加速了管道腐蚀的问题，给油气运输埋下不良的安全隐患。其次，油气储运运输的管道都埋于地下，土壤、水分的相关成分发生变化给输油管道造成巨大的影响。土壤中水分的提高会给管道外部造成损害，影响管道的质量。

4.2 内部因素

管道内部造成管道发生腐蚀的因素也有很多，主要包括以下几点：

①管道制成以后不会立刻投入使用，在闲置的过程中管道内部与大气环境接触，会提高腐蚀的几率；

②收到含硫和聚硫化物影响发生腐蚀。油气运输中很容易受到温度、压力的影响而产生硫的过饱和溶液，从而会在管道内壁上形成结晶，不利于钢材表面钝化膜的形成，从而加速了内部的腐蚀速度；

③油气包含四乙基铅和硫化物，对钢材管道有很强的腐蚀效果，频繁的输送和停送会加速管道内部发生腐蚀的速度；

④管道内壁中游离水会形成亲水膜,从而会造成原电池效应而提高了电化学反应,提高了腐蚀的可能^[5]。

4.3 管道焊接有质量问题

输油管道的跨区域较广、线路长,管道并不是一体的,是一节一节的管道连接起来的,通过焊接技术将管道连接在一起,因此焊接技术在油气储运中发挥积极的作用,对管道的安全性带来极大的影响。油气管道焊接技术人员为了提高管道的质量,必须在焊接中严格按照施工规范进行,若是焊接中存在大大小小的问题无法得到有效的解决,就会埋下一系列安全隐患。若是管道焊接不牢或有裂缝,那么油气发生泄漏,造成严重的能源浪费和财产损失,还会对周围环境造成影响,有很大几率发生严重的安全事故。

5 制定完善的管道防护机制

石油输送管道的防腐具有重要意义,不过在实际的石油管道维护中,管理人员、施工人员缺乏对管道维护的重视,影响了防腐工作顺利开展。相关人员开展的防腐工作流于表面,无法对防腐的重要性有基本的认知,导致防护操作落后,无法得到理想的效果^[6]。导致这些问题发生的原因就是缺乏完善的管理制度、未能对防腐工作流程进行规范,导致我国的油气管道防腐工作趋于落后,无法满足时代发展的要求。

6 油气储运的输油管道防腐工艺的实际应用

6.1 防腐层技术

油气储运方面的输油管道防腐的处理技术非常关键,随着石油天然气行业的进步与发展,防腐层技术在输油管道工程中得到广泛的应用,也成为了防腐施工的重点。例如,我国陕京线输油管道的防腐处理中,采用了防腐层技术,在管道的半径变化比较明显、输送距离较短的管道中,防腐采用的为缠绕聚乙烯的方式。一些冷弯管道则采用的外部双层烧结环氧粉末的方式。输油管道防腐技术中,若是要保证防腐层的工艺达到标准、提高防腐性能,那么就需要在施工阶段严格的按照相关的技术标准进行,保证防腐涂层的电绝缘性、耐阴极剥离强度、机械强度和稳定性都能达到要求。

6.2 内部防腐技术

油气储运的对象为石油和天然气,相比其他资源,石油和天然气属于较为特殊的能源,因此在运输和储存过程中会产生化学反应,造成管道发生腐蚀。输油管道的防腐蚀处理是对内部腐蚀性介质保护的关键,

也只有做好内部防腐的处理才能从根本上解决管道内部腐蚀的问题。内部腐蚀性介质防护的重点是对二氧化碳和硫化氢等物质的保护。

各个石油天然气在管道的防腐处理阶段要构建完善的监测系统,通过该系统来对数据进行评估,提高管道内部防腐质量。缓蚀剂的应用是内部防腐的常用手段,通过一定量的缓蚀剂可以发挥缓蚀剂低成本的特点,提高输油管道的抗腐蚀能力^[7]。

7 阴极保护技术

油气储运工程的管道防腐处理上,阴极保护是一项非常重要的技术,防腐原理就是电化学腐蚀防护技术,通过构建阴极保护系统让系统中的阳极氧化反应对阴极金属产生保护的作用,避免阴极金属受到腐蚀的影响。比如东北地区的铁锦线,管道采用的是强制电流保护措施,一共设置6座阴极保护站,并且对需要进行特殊保护的管道区域进行了牺牲阳极的保护措施。在输油管道中,阴极保护技术得到广泛应用,虽然该技术的应用效果较好,但是在实际应用阶段也需要一定的条件,那就是阴极与阳极中需要有电介质。

8 小结

我国油气能源市场的需求量较大因此推动了管道运输行业的发展,我国及国外都对于油气运输的管道有良好的防护技术。要避免因为腐蚀造成严重的油气泄漏问题,那么就要在输油管道建设的时候采取防腐工艺来提高管道防腐的能力。

参考文献:

- [1] 常胜龙. 油气储运中输油管道防腐工艺的研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023,43(15):13-15.
- [2] 刘浩宇. 油气储运中管道防腐工艺设计和使用 [J]. 当代化工研究, 2023(02):165-167.
- [3] 杨颜璐. 油气储运中管道防腐工艺设计与应用 [J]. 石化技术, 2022,29(08):63-65.
- [4] 李千, 张斌, 勇乐等. 油气储运中管道防腐工艺设计与应用研究 [J]. 清洗世界, 2022,38(07):86-88.
- [5] 韩斌. 油气储运中输油管道防腐工艺研究 [J]. 化工设计通讯, 2021,47(05):93-94+98.
- [6] 魏然, 张新林. 油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(01):47-49.
- [7] 于雪松. 油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2020,34(02):118-119.