

油气集输管道的腐蚀机理及防腐技术分析

付春辉 黄振萌

青岛雅合科技发展有限公司 山东 青岛 266000

[摘要]随着经济水平和化工行业的快速发展,我国近年来不断重视石油以及天然气等重要能源的发展,其中油气集输的管道防腐成为社会各界关注的问题。油气集输管道的腐蚀问题除了是油气当中所含有的各类化学成分对管壁的腐蚀以外,同时还有因为管道深埋在土地之下,土壤之中的水分以及其他成分也会对运输管道的管道外壁造成腐蚀,在这样的双向腐蚀下,油气集输管道很容易出现穿孔、漏气等情况,这对油气集输管道的寿命以及运输效率造成了巨大影响。相关企业应该加强对油气集输管道防腐工程的关注,对于造成管道腐蚀的原因进行研究,然后采取针对性的措施进行防腐处理。

[关键词]油气集输管道;腐蚀机理;防腐技术

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.1588

引言

油气集输管线是我国石油与天然气最重要的运输方式。由于油气集输管道运输能够实现大容量、节能环保、可控性强等多功能的运输,对于我国石油与天然气在国内的资源配置起到了极大的推动作用和现实价值。但是该方法在运输过程中也逐渐出现管线内腐蚀、结垢、穿孔等问题,对于我国石油与天然气资源的运输和调配造成的巨大的经济损失和安全隐患。

1 油气集输管道防腐的重要性

油气集输管道腐蚀导致的直接结果就是会严重损害管道的使用寿命,同时造成穿孔、漏气等情况,并会对管道周围的居民安全造成严重威胁。在我国长期的油气集输工程发展中,出现了很多由于油气集输管道被腐蚀而造成了各类安全事故,对工作人员、周边居民安全以及环境都造成了巨大破坏。经过长期的研究,人们逐渐总结出油气集输管道腐蚀所产生的危害:首先就是腐蚀问题会对油气集输的设备、管道等造成巨大的破坏;其次是严重降低了油气集输的运输效率,同时还会对管道周边的环境造成破坏,产生一系列的环境问题;再次是对油气集输管道工作区域内的工作人员造成生命财产安全威胁,长时间工作下也会对工作人员的身体造成破坏;最后就是油气的泄漏会直接导致大量的经济损失。因此从这几方面来看,加强油气集输管道的防腐处理具有重要意义,同时也是从根本上解决油气集输管道腐蚀问题的关键所在,在研究过程中要找到造成油气集输管道腐蚀的主要因素,根据主要因素制定相关防腐措施以及方案。

2 油气集输管道的腐蚀机理

2.1 内部腐蚀机理

油气集输管道内部腐蚀主要来自腐蚀性气体,抑或是卤水和管道内部形成化学作用,使得内部出现腐蚀问题。究其原因,是因为油气中含有大量的硫化氢气体、二氧化碳气体等,溶于水都具有一定的腐蚀性,形成酸性离子,和金属反应就会造成局部腐蚀。例如,SO₂气体溶于水后会形成SO₄²⁻,与金属反应生成硫酸亚铁,会造成持续性的腐蚀作用。与此同时,管道内部流体也会对管壁形成冲刷作用,造成内部腐蚀问题。

2.2 管道外部腐蚀

通常情况下,我国的油气集输管道都处于地下,因此在油气集输管道的输送过程中,管道外部所处的环境较为恶劣,尤其是在一些有土地污染的区域来说,这个区域内的油气集输管道的外部甚至会与腐蚀物质直接接触,这就会造成一系列的管道外部腐蚀问题。从目前的研究发现,造成油气集输管道外部腐蚀的主要原因是原电池侵蚀、侵蚀反应以及溶解等几方面,这些因素会对油气集输管道的外部造成强烈的腐蚀作用。除此之外,油气集输管道的外部还会受到其他方面因素的影响,由于管道处于地下,而地下土壤当中往往会含有大量的化学成分,如土壤中的大量气体、固体以及液体等具有腐蚀性的物质都会对管道的外部造成直接性或者是间接性的腐蚀。并且对于大多数的油气集输管道来说,其材质通常都是金属材质,而金属容易在水和空气的作用下产生一些化学反应,如在地下土壤中氧气分布不均匀的情况下,水、空气、金属就会因为浓度差的原因而发生原电池效应,而一旦发生这种化学效应,就会加剧油气集输管道外部的腐蚀速度,从而严重影响了管道外部的安全,严重时会导致管道外部穿孔,从而引发油气泄漏导致的一系列环境问题。

2.3 集输管线材质因素

在集输原油或天然气选择不同类型的油气集输管线材料,会造成内腐蚀程度的差异。选择无缝钢管线材料在集输管线内腐蚀程度上,要远低于以焊缝钢管线为材料的集输管线。同时,在集输管线材料内部是否具备防腐功能或是防腐材料质量好坏,也是影响内腐蚀问题的因素之一。

3 油气集输管道防腐技术

3.1 涂层防腐技术

目前我国在油气集输管道的防腐技术上已经取得了一定的成就,其中涂层防腐技术是目前常用的一种油气集输管道的防腐技术。涂层防腐技术的使用主要体现在以下几个方面:首先是环氧粉末防腐层,该防腐层的构成主要是将环氧粉末涂抹在管道的外层,然后对管道外部进行加热处理,粉末在被加热的过程中会逐渐与管道的外部进行结合,从而最终使得

粉末与管道外部充分融合，隔绝了管道与外部环境以及具有腐蚀性物质的直接接触，最终达到了管道外部的防腐效果；其次是煤焦油磁漆，这种涂层具有较强的吸水能力，因此该技术的使用主要是加强油气集输管道的防水性能。但是这种技术目前也存在较为明显的缺点，那就是如果实低温环境下，那么该涂层材料就会出现发脆的情况，在这种情况下会导致涂层容易脱落；再者就是聚乙烯胶带的使用，聚乙烯胶带是目前我国在油气集输管道防腐当中常用的涂层防腐技术之一，因为聚乙烯胶带具有很强的黏性，因此能够有效防止管道内部的液体物质出现渗漏，因此该涂层防腐技术得到非常广泛的应用。除此之外，聚乙烯胶带不仅具有很强的硬度，同时还具有较高的延展性，进一步加强了该涂层技术的防腐作用。

3.2 添加缓蚀剂

当油气集输管线开始出现内部腐蚀现象时，腐蚀程度和面积会伴随着时间的推移而逐渐扩大。可通过将缓蚀剂添加在油气集输管道内部，从而实现缓蚀剂与管道内部腐蚀物进行结合，从而将腐蚀元素或是物质与油气集输管道直接形成隔离层，做减少腐蚀物对于集输管道的腐蚀作用，最终实现缩小腐蚀物质的空间来延长油气集输管道的使用寿命。缓蚀剂与其他防腐物质或是措施相比，具备对于油气企业管道建设成本压力较小、操作简单等优势，并且缓蚀剂基本能够实现不同地区或是不同材质管道内的防腐隔离层的建立，是我国目前许多工业生产和管道运输领域的常规防腐工具。缓蚀剂主要分为亚胺乙酸衍生物、硫酸盐、松香衍生物、有机胺衍生物等五大类。五大类型缓蚀剂能够有效实现将油气集输管道内原油、天然气、水的有机结合，并且与除硫剂、破乳剂等工具试剂结合后，不会对缓蚀剂形成防腐隔离层的效果造成影响。

3.3 管内涂层防腐措施

通过采用内涂层防腐技术来应用在油气集输管线的内壁当中，有效实现将油气集输管道内部原有或是天然气所包含的腐蚀元素（二氧化碳、氧气、硫化氢、水等）与管道内壁实现有机隔离，从而有效减少油气集输管道内壁与腐蚀层之间的接触与化学反应。同时，需要内涂层防腐技术对油气集输管道内壁中氧气、二氧化碳、硫化氢等元素进行检测，通过根据检测结果来制定针对腐蚀元素的有效措施。例如，通过对油气集输管道进行内部元素检测过程中，发现二氧化碳和氧气的含量远高于油气集输管道内壁可承受范围，需要有关部门能够及时的采取针对措施来限制以二氧化碳，氧气，硫化氢为主的有毒元素在油气集输管道的含量，从而通过降低有害元素对于油气集输管线的破坏来实现管道寿命的延长。我国现阶段主要以烘烤型耐酸防腐涂料、常温固化型耐酸防腐涂料等防腐效果性价比较高的内涂层防腐形式。

3.4 复合材料管道技术

过去油气集输管道主要采用钢材料来作为主要的材料组成，由于钢材料容易被腐蚀物质侵蚀，所以导致油气集输管道因腐蚀问题而造成使用寿命急剧下滑。复合材料管道技术主要是在原有的钢材料的基础上，增加了陶瓷结构、复合过度材料。从而实现油气集输管道具备三层防腐结构（外层陶瓷结构、中间复合过度材料、内部钢材料），复合材料管道具备极强的防水汽、防高温、防腐蚀、高韧性等功能，因此在我国许多地区中大型油田油气集输管道材料建设中得以广泛推广，并且通过对复合材料防腐效果的反馈情况来看，普遍反应防腐效果极佳。

4 油气集输管道的安全检测

我国地域面积宽阔，油气资源丰富，同时，加大了油气集输管道的铺设面积与建设成本。近些年来，我国的生态系统被严重破坏，自净能力在逐渐减弱，因此，国家需重视对油气集输管道的保护与防护，加强对油气集输管道的安全检测，避免对生态环境进行二次破坏。首先，国家在铺设油气集输管道之前，要做好相关计划方案，对油气集输管道的外壁腐蚀、内部腐蚀研究出具体的防护策略，加强对油气集输管道的管理与控制；其次，在完成油气集输管道的铺设任务之后，必须要做好前期管道的修复，针对被腐蚀的油气管道予以维修和保护，并做好防腐工作的处理，根据油气集输管道所处的环境，选择合理科学的防腐材料与防腐措施，增加油气集输管道的使用年限；最后，需完成好油气集输管道的维护工作。随着时间的流逝，在油气集输管道内部会出现较多的腐蚀现象，这时要求相关技术人员要及时的进行管道维护，避免出现危险的事故，对人们以及环境造成安全威胁，对于已发生事故，要总结相关经验，吸取教训，避免事故的再次发生。

结语

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] 詹燕红. 海底油气集输管道的腐蚀问题分析及防治措施研究[J]. 清洗世界, 2021, 37(3): 98-99.
- [2] 宫彦双, 唐德志, 艾国生等. 油气田集输管道多相流腐蚀直接评估方法与应用[J]. 石油规划设计, 2021, 32(1): 54-57, 65.
- [3] 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.