

油气储运中的管道腐蚀成因与防治对策

王 雷 (北京石大东方工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 上世纪 80 年代开始, 我们国家的各个工业部委就国家的实际开展了多项工业技艺改善计划, 能源安全技术进行攻关。能源安全的保护工作也是要涉及到两方面的工作, 一方面是对输送管道本身的保护; 另一方面是要对安全措施和组织措施的规范性保护。我国也高度重视对化石能源输送管道的保护工作, 不断完善防护规定和保护措施。

关键词: 油气储运; 管道腐蚀; 防治对策

1 油气管道腐蚀的危害

1.1 造成能源和物料的浪费, 降低生产效率

油气管道腐蚀造成的最直接损失是浪费现有能源, 浪费大量的生产物料, 影响和降低设备的生产效率, 另外严重的油气腐蚀泄漏还必须停产和停气, 再由技术人员进行抢修, 不仅会扰乱人们的正常生活还会给油气公司到来巨大的经济损失。

1.2 严重污染环境

由于油气具有极易挥发的特性, 一旦泄漏难以回收, 最终会对人类赖以生存的环境如土壤、空气、水等造成严重的污染, 威胁人们的生命健康^[1]。

1.3 容易引起爆炸, 造成大规模安全事故

油气在生产、运输、储存、使用等环节发生爆炸的根本原因是油管腐蚀发生油气泄漏。油气的特性是易扩散、流动、极易燃、极易爆, 所以油气泄漏后迅速与空气形成大量的爆炸混合物, 一旦爆炸性混合物的浓度达到爆炸值, 同时遇到热源或者明火的情况下, 就会引发爆炸事故。所以油气发生爆炸的三个条件是: 第一, 油气泄漏并与空气形成爆炸性混合气体, 并达到一定的浓度值; 第二, 爆炸性混合气体与热源或明火接触; 第三, 爆炸性混合气体处于密闭的环境或容器中。人一旦吸入过多的油气腐蚀泄漏物轻者引发昏迷、呕吐等中毒症状, 严重的会导致死亡。

2 油气储运管道腐蚀成因分析

2.1 管道内的环境

油气自带氧化和腐蚀性, 例如大部分油气中都含有硫化氢、二氧化碳等酸性气体, 这些酸性气体会金属管壁发生化学反应, 久而久之破坏金属晶格, 从而导致油气管壁发生腐蚀泄漏。

2.2 管道外的环境

主要指管道外部的环境和管道周围的介质特性, 主要包括以下几个因素。第一, 温度: 温度会直接影

响油气管道的使用寿命, 其中包括环境温度和油气储运的温度, 铺设管道的深度决定了油气管道的温度, 同时腐蚀速度因地区而异。一般来说, 温度越高, 管道被腐蚀的越快; 第二, 周围介质: 油气管道周围的介质也会对管道造成一定的腐蚀, 特别是酸性土壤、以及土壤中的微生物不仅会消耗掉管道周围的空气, 更会对管道外壁造成一定的腐蚀^[2]。

2.3 材料和组成

在管道选择时, 如果没有对管道进行严格的审查, 如所选择的管道材质不正确, 管道质量比较差, 管道内部杂质较多等都会加速油气管道的腐蚀, 最终可能引发严重的安全事故。金属的化学稳定性决定了金属材质油气管道的耐腐蚀性程度, 金属的化学稳定性越高, 耐腐蚀性能就会越好。此外金属中的单合金耐腐蚀性会比多相合金耐腐蚀性更强, 原因在于多相合金的化学和物理均匀性, 当与电解液接触时, 它们具有相同的电位, 并在表面形成腐蚀性微电池; 另外, 施工的材料和施工方式也会影响油气管道的腐蚀。施工人员在施工前应到现场进行勘探, 根据实际情况选择合适的施工材料和施工方式, 避免出现材料与环境不符, 施工程序加速油气管道腐蚀的情况出现。

3 油气储运管道腐蚀问题的预测方法

3.1 管道腐蚀问题预测

大体来讲, 可以考虑采用马尔科夫过程预测方法建立灰色模型, 对油气储运管道腐蚀情况进行分析, 确保管道状态参数处于默认水平。在默认水平基础上, 深层次考量油气管道中钢管的腐蚀过程, 对管道参数的动态变化形式进行分析, 结合管道稳定状态展开分析, 建立马尔科夫链, 并将时间参量加入进来, 对这一状态下的环境腐蚀问题加以叠加分析计算。

在相同强度作用下, 油气储运管道的腐蚀作用变化较多, 所以需要将腐蚀强度直接代入到油气储运管

道中,结合腐蚀状态假设分析油气储运管道抗腐蚀性,思考管道抗腐蚀性是否低于管道稳定性最低参数标准,衡量腐蚀反应发生的可能性。这里需要关注一点,必须结合油气储运管道的管道温度参数标准来实施结果分析,实时判断标准参数内容,对腐蚀情况预测内容进行针对性表示。如此,可以实现管道腐蚀时间调整到位,同时判断腐蚀程度,保证预测结果与实际情况二者实现最大化拟合过程。

3.2 预测结果

要探讨油气储运管道的腐蚀预测结果,并对结果进行进一步评估分析,证明预测方法应用准确性。要参考油气储运管道的实际腐蚀深度、预测腐蚀深度等等对比展开分析,即结合多个预测点展开分析,如表1所示为某油气储运管道防腐处理方法预测结果。

结合表1分析可以了解到,油气储运管道在基于不同防腐方法展开预测过程中,其结果变化较大。如此可以了解到要通过实际腐蚀程度来建立腐蚀预测方法,保证油气储运管道腐蚀情况预测准确化。

表1 油气储运管道基于不同防腐方法预测结果对比数据

预测点	实际腐蚀程度/mm	预测腐蚀深度/mm
1	0.2212	0.2530
2	0.4524	0.5410
3	0.3610	0.4735
4	0.5424	0.4544
5	0.9815	0.9825
6	0.9022	0.8650
7	0.5503	0.5436
8	0.9867	0.9817

4 油气管道腐蚀问题防治对策

4.1 缓蚀剂

由于油气资源含有较多的腐蚀介质,因此,在管道防腐施工中,可将腐蚀介质的种类、浓度、管道压力、温湿度等因素综合纳入考虑范围,对缓蚀剂进行合理选择与运用,以便实现防腐目标。例如,油气管道具有相对较大的湿度,金属表面容易聚集水蒸气。对此,可将具备良好水溶性与油溶性的缓蚀剂应用过

来,有效吸收油气管道内部水分,避免水蒸气腐蚀金属表面。实践表明,仅仅采用缓蚀剂难以高效实现防腐目标,一般要结合使用缓蚀剂与表面活性剂,促使减缓腐蚀效果得到改善。在防腐施工中,可优先采用这些类型的缓蚀剂:第一,氧化膜型缓蚀剂。此类缓蚀剂指的是将铬酸盐、亚硝酸盐、钨酸盐等材料吸附于金属表面,随之形成保护性氧化膜,避免出现管道腐蚀问题。氧化膜型缓蚀剂能够对腐蚀反应的阳极进行抑制,在阳极与金属离子发生反应的过程中,将会有氧化物、氯化物等保护膜形成于阳极上。需注意的是,氧化膜型缓蚀剂的应用效果受输送介质流速、温度以及氯离子含量的直接影响,因此,要结合输送介质的实际情况对氧化膜型缓蚀剂进行灵活选择,且科学控制缓蚀剂的使用浓度。第二,沉淀膜型缓蚀剂。管道腐蚀产生的金属离子与水中部分离子能够与沉淀膜型缓蚀剂发生反应,在金属表面上结合与沉淀,利用形成的难溶性沉淀物、表面络合物等对金属的继续腐蚀进行抑制。例如,在防腐施工中应用锌盐缓蚀剂,将会在阴极沉淀氢氧化锌,有效保护管道。但要注意的是,沉淀膜型缓蚀剂具有多孔特征,且没有直接结合金属表面,缺乏良好的附着性。和氧化膜型缓蚀剂相比,此种缓蚀剂的保护效果相对较差。第三,吸附膜型缓蚀剂。有机化合物是吸附膜型缓蚀剂的主要成分,通过在管道防腐施工中应用此类缓蚀剂,金属表面的电荷能够吸附缓蚀剂分子结构中的亲水基团与疏水基团,促使分子膜分别形成于阳极与阴极区域,对相关电化学反应进行减缓或阻止,有效发挥防腐功能。

4.2 实施电化学保护

现实工作中,为达到管道防腐目的,可应用电化学保护手段,确保管道综合利用率。油气管道受诸多因素影响,对其实施电化学保护,可形成一层保护膜,将腐蚀性物质隔离在外,提升防腐的效果。其中阴极保护法应用最广,该技术原理相对容易理解,就是对发生腐蚀金属通过施加电流的方式使其变成阴极,在此前提下便可实现金属中的电子转移的有效抑制,借助科学、合理手段,减弱或者避免腐蚀。实践证明,该方法效果很理想,可保障油气输送稳定性。阴极保护分为两种,通常情况下可采用金属外加电流的防护手段,改变金属的属性,这种保护方法实用性强,可用于大型或土壤电阻率较为明显的油气管道项目中。此外,还有一种方法是采用牺牲阳极的策略,该方法比较局限,适用于保护小型油气管道项目。

4.3 防腐蚀涂层技术

现实中,可选用防腐蚀涂层对重要管道进行保护。防腐蚀涂层技术注意事项有:首先在实施科学的选材前,要结合周围环境,例如铺设的土壤环境来确定防腐蚀涂层,强化防腐蚀效果。其次实施严格的防腐蚀涂层技术。研究发现,大气对低合金钢的腐蚀表现不明显,空气中长久放置的合金材料,并不会表现出腐蚀特性。现实中使用液体涂料作为防腐介质是比较常见的,像厚浆型环氧液体涂料等。此类材料综合性好,防腐蚀作用强,效果明显。此外还可在管道内部科学、有效喷涂多层材料,在综合作用下增强管道抗腐蚀性能。在一些海底的管道其防腐蚀要求高,所以会选择在喷涂环氧粉末的基础上增加聚丙烯带等措施,合力增强抗腐蚀能力。

4.4 提高管道施工水平

在油气管道建设开始前,必须对现场施工人员进行相关的技术培训,这样才能提高油气管道施工作业水平。油气管道施工质量,跟施工人员的技术水平有很大的关系,所以我们要组建一支拥有丰富施工经验、较高技术能力的专业技术队伍。此外,要对施工现场施工人员的上岗操作证展开严格的审核,防止出现无证上岗操作的情况。此外,要对施工现场的施工人员和管理人员展开定期的培训,持续地提高施工人员的整体技术水平,提高他们的管理能力,强化所有工作人员的责任感。这样,施工质量监管工作才可以得到有效的保证,从而保障油气管道施工质量。

5 油气储运管道防腐优化建议

5.1 建立健全防腐管理工作制度

对于集输管道来说,精准落实防腐工作至关重要,可决定输送的平稳性。管道防腐综合性较强,需综合考虑多种因素,消除管道腐蚀的影响。现实中,想要提高防腐工作效率,强化管道防腐的效果,需做好各个环节对接,是一个综合性的工作,我们要做好各个环节的对接工作,建立健全防腐管理工作制度,重视管道防腐管理,提高管道的利用率。组建安全专业的技术队伍,对管道全面维护,提高防腐工作质量。对于管道的维护来说,要实事求是,组织人员实施高效率的管道性能检测,评估集输管道运维能力。在检测期间找出管道的安全隐患,明确防腐工作重点。如果发现管道隐患,要制定针对性措施,借助防腐涂层等加强防腐蚀处理。每次的管道检查,均要负责认真,由专门的人员记录,重点防护事故多发的管道区域,

借助综合防护技术,将危害系数降至最低。加大技术培训力度,组建专业的管网维护队伍,提高防腐工作专业性。现实中,管道防腐工作复杂,通过系统性维修和加强管道防腐管理,可为油气输送提供稳定的保障。

5.2 科学选择管道防腐技术中的防腐材料

防腐技术在油气管道防腐工作中充分发挥作用离不开防腐材料的科学选择,所以油气储运运输管道采取性能好、质量高的防腐材料,有利于减轻对于油气管道的腐蚀作用,保证安全性和质量,提高油气的运输效率。一方面,要确保防腐材料具有较强的焊接性、韧性和承压能力。另一方面,要保证防腐材料在储运油气过程中质量要好,具备持久性。相关施工人员选取防腐材料时,应选择性价比高的材料,杜绝因为降低成本造成垃圾材料的使用,要确保防腐材料的透水性。电绝缘性和土壤腐蚀性等,有利于扩大防腐材料的施工范围。

5.3 重视涂层成本和稳定性

当下,涂层成本成为我国油气储运管道防腐工作中的一项重要内容,愈发受到相关人员的重视。管道防腐工作人员应结合油气储运管道实际工作量和防腐工作现状,加大资金和材料的投入,树立相关的质量意识,加强涂层成本,提高涂层稳定性,避免出现因追求经济效益和降低成本导致的防腐涂层没有有效发挥自身的作用,尽可能做到延长运输管道寿命,坚持长远发展,提高油气企业相关经济利益和社会效益。

6 结语

结合文章研究结果可以发现,目前油气储运管道腐蚀现象问题多、成因复杂,所以针对管道材料、安装、外部因素的分析必须深入,同时提出有效防腐策略方法。当然也需要基于灰色理论成功预测油气储运管道防腐方法,为油气储运生产企业生产水平提高创造优越条件。

参考文献:

- [1] 孙雅倩,王爽,胡宗武等.油气储运中的安全环保问题及其对策[J].甘肃科技,2021,37(12):11-12+141.
- [2] 陈歆月.油气管道运行维护技术研究进展及发展趋势[J].当代化工研究,2021(12):7-8.

作者简介:

王雷(1987-),女,汉族,山东东营人,本科,中级工程师,研究方向:油田地面工程设计,油气集输。