

油气储运中的管道防腐问题和措施

汪珂(中海油气(泰州)石化有限公司, 江苏 泰州 225300)

摘要:石油天然气作为人们生产生活的主要燃料能源,在各个地区、领域都有着广泛的应用,而为满足人们日常对能源的需求,其储运工作也必须保持稳定的运转。当前油气储运的最大问题就是管道腐蚀问题,内外诱因导致的管道腐蚀令油气储运存在泄漏风险,在很大程度上威胁着周边环境的安全。本文通过分析油气储运管道的腐蚀机理及内外诱因,对油气管道的防腐工作提出建议,以供参考。

关键词:油气储运;管道腐蚀;控制

石油天然气的储藏和运输是保证各地区能源使用的重要环节,相关人员一方面要做好油气输送的本质工作,一方面要做好对储运管道的监管与养护,以保证管道在使用年限之间不发生破裂、坏损,从而避免油气泄漏的风险。然而油气储运管道致腐蚀的因素众多,贯穿于管道安装、油气输送、管道保养等诸多环节中,一旦管道相关施工、运转流程出现纰漏,或考虑不周全,则管道腐蚀情况就会加剧,进而引发油气输送的经济问题(油气资源浪费)、安全问题(对环境产生污染)等,为人们的生活造成困扰麻烦。对此相关人员应从油气管道的施工维护角度着手,布置好管道防腐措施,完善相关技术的应用,以为油气储运管道的使用寿命得到延展。

1 管道腐蚀的机理、因素分析

1.1 油气输送管道腐蚀机理

1.1.1 内部电解湿腐蚀

油气储运管道的腐蚀一般可以分为内外两种,从内部腐蚀来看,多为管道输送内容中的所含物质与管道发生了反应,令金属管道的内壁受到影响而发生腐蚀。常见的内部腐蚀反应有两种:

①溶解水腐蚀。溶解水腐蚀也叫做湿腐蚀,主要因管道(金属)与油气中的水溶液发生反应。金属表面本来处于阴阳(离子)隔离状态,在与水溶液的接触过程中因失去电子而产生带电离子,而失去的电子在水溶液的反应之下与其中的物质发生中和反应,加剧了管道内壁的腐蚀。随着这类腐蚀的加速,金属的阴阳离子也会受到溶液中离子腐蚀产物的隔档,自此管道的腐蚀才会慢慢减速;②溶解氧腐蚀。氧元素是一种去极化剂,在加快管道腐蚀方面与溶解水的作用机理有些相似,都是通过打破金属导管的阴阳离子平衡而加快导管的腐蚀。不过当溶解氧含量较高时就会在管道表面生成一层氧化膜,起到保护管道的作用,

反之一旦溶解氧的含量偏低,在无法形成氧化膜保护管道时,其就会变作加速管道氧化的推动剂。

1.1.2 外部土壤酸腐蚀

油气管道的内部腐蚀不可避免,只能依靠技术、措施的优化来予以改善,同样的油气管道所处的状况也并不乐观,尤其是有些油气管道埋藏位置、土壤酸碱性不同,如果不做好事先调查就进行管道埋设,则管道外部也存在较大的腐蚀风险。以酸性土壤为例,这类土壤内部存在较多的 H^+ 、 Al^{3+} 与 Fe^{2+} ,它们还原性较强,可在管道壁外圈与管道发生反应,从而加速管道的腐蚀;而有的管道长期深埋地下,不仅易被酸性土壤本身所侵蚀,还容易在含有较多水的空间中形成一个天然复式空间,进而为其与金属导管外的反应带来助推。

1.2 油气输送管道腐蚀因素

1.2.1 输送物质反应

导致油气输送管道发生腐蚀的诱因有很多,从内壁腐蚀的机制来看,管道输送物质(石油、天然气)本身就存在腐蚀的化学性质,属于管道腐蚀最不能避免的一大因素。石油是易燃物质,由各种烃类混合物组成,运输途中会散发热量,不仅会对储运管道进行腐蚀,遇到明火还会引发爆炸风险;天然气与石油的组成相似,且其比起石油要更加易燃易爆,不仅对管道腐蚀性强,一旦发生燃烧爆炸事故,还会瞬间燃烧掉大量资源,引发火灾及人员伤亡。因而对油气输送管道而言,其输送物质本身就会造成对承载器皿(管道)的损害,此时如果内部隔离层贴合不严,让油气与管道比直接基础,则管道遭受腐蚀甚至穿孔、裂缝也不是没有可能。对此,相关人员必须对管道采取一定的保护措施,一方面减少油气物质与管道内壁的直接接触,一方面要控制管道外壁的温度条件,以隔绝石油、天然气与管道发生反应的一切条件,从而保证

油气运输的安全。

1.2.2 管道自身老化

油气储运管道本身有一定使用寿命，后期养护不当也会对令其腐蚀情况加重或是使用寿命降低。而这需要相关人员对投入使用的管道加强检查和维护，以便随时发现问题和处理，否则一旦管道老化，防腐层剥离、脱落，则管道腐蚀的情况就会较以前加剧。相关维护人员要明确一点，不同的油气成分在性质方面的体现各有不同，差异较大，管道维护工作的开展要结合管道内油气成分情况科学选择方法，如其中硫化物含量过多，就要强化对管道修复工作，否则管道就会遭到更加快速的腐蚀；与此类似的还有二氧化碳溶解后产生的碳酸，如果遇到探索过多的情况，也要对管道的腐蚀程度加强注意。当前我国油气管道主要依赖国外进口，运输过程中一些磨损、腐蚀也是市场发生，有问题的管道在使用中更容易发生老化，因而相关人员还应在管道材料购买时做好检查和补救工作，以从管道自身层面降低遭受腐蚀的几率。

1.2.3 外部环境的影响

油气输送管道外部腐蚀与内部腐蚀加剧与外部环境中的温度、地质、天气情况都有一定的关系，在众多管道腐蚀案例中不难发现，外部环境对管道腐蚀所造成的影响也是不小。如土壤成分、土壤湿度，都会对油气管道造成不同程度的腐蚀，遇到强降水、降雪的天气，也会对管道的外壁形成腐蚀损坏，有的管道设在海洋环境中，海水的流速以及海洋生物也能增加管道的腐蚀速度。对此，相关人员在施工时一定要做好外部环境监测，如监测土壤 pH 值，在管道外部加防护材料等。由于外部环境不能被人为控制，所以除了要做好施工前防护措施以外，还需要有专员定期检查、维护油气管道设施，对周围环境做以安全排查，在环境产生变化时立即采取应对措施，以免管道腐蚀情况发展严重，如管道温度过高，腐蚀速度也会加快，相关人员可以找到管道变热的原因后想办法帮助散热。

1.2.4 施工质量不佳

除了管道内外的不可控因素之外，管道安装施工时的施工质量也对管道后期的使用寿命有着较大的影响。同时还有施工单位忽视管道防腐工作的情况，令防护层质量不符合要求，或者选择与实际情况不符合的施工技术，这些都是不重视油气管道安全运行的不负责任表现如果不加以改善，定会为管道的施工与使

用带去很大的隐患。对此，相关人员应当在管道施工过程中做好监管工作，以减少和控制此类事情所引发的管道腐蚀。此外，施工前管道材料的选择也尤为关键，施工管理人员如果一味想要节约预算而在材料选择中做不顾材料质量好坏，必然也会导致管道面临较大的坏损风险。

2 油气储运管道防腐技术、管控策略

2.1 油气储运管道防腐技术

2.1.1 涂层防腐技术

涂层防护技术是我国油气管道防腐工程中应用最为广泛的技术之一，其具有成本小、操作简便等诸多有点，且对施工环境要求不高，相对而言制约因素也不是很多，可谓管道防腐施工的首选技术。不过这一技术虽然对环境没有过多的要求，要想充分发挥出作用也需要满足一定的条件，否则即便使用了该技术，防腐效果也无法得到保证。首先，在选择防腐涂层时要确保材料黏着力良好，能与管道材质完全贴合，直至没有缝隙，同时这一材料也不能与管道发生任何化学反应；其次，材料选择中需要挑选适应性好的，要能适应极端低温和高温的环境，免得温度变化下剥落；最后，要选具有可修复性的材料，否则后期养护工作无法进行。当前应用较多的防腐涂层材料主要为无机非金属材质（熔结环氧技术主要作用在管道弯路的外部，用于管径的则是聚乙烯胶带）和纳米改性材质，无机非金属材质抗老化性能强，且修复和改进都比较容易；纳米改性防腐主要是黏着力好、稳定性强，目前因为价格稍贵没有无机非金属材质防腐层使用范围广。

2.1.2 阴极保护技术

阴极保护技术又叫电化学保护技术，也属于油气管道较为常见的防腐技术，且在我国有着较为成熟的应用经验。其开展原理主要是对管道金属阴极、阳极的保护。当进行阳极保护方法时，相关人员可置入外加电源（或添加氧化剂），使金属外表处于稳定状态，降低金属与周围环境产生的化学反应，从而控制金属的腐蚀速率；当进行阴极保护技术时，相关人员也可通过外加电源的，在管道表面形成阴极电流，根据阴极极化的原理，提升管道的抗腐蚀能力。当然对于一些深埋地下的管道来说，防护层保护需与电学保护（阴极保护）技术联合起来使用。此时采取外加电流的方法，则土壤和水都可以作为导体，使氧化反应全部集中在阳极，并将电流传递给阴极，令其极化，形成免

蚀点位,实现导管保护;若采取牺牲阳极的方法,则氧化反应也能够集中在阳极,将管道腐蚀集中在统一的部件之上。

2.1.3 缓蚀剂应用技术

对于管道内二氧化碳、二氧化硫含量较高的储运物质,需要在管道内壁设置隔离层,使储运物质减少与管道壁的基础,这一隔离层通常被叫做缓蚀剂。缓蚀剂的使用机制是与管道内壁金属发生催化反应以减缓储运物质对管道内壁的腐蚀。缓蚀剂的使用方法简单,相关信息可以借鉴国际上的一些标准,比如 Honeywell PCMS、ICMS3/Amulet,其对缓蚀剂的选择与使用介绍要比国内经验更加丰富,借助以上系统,能够完成对缓蚀剂的测评,并对其适用性进行掌控,从而强化人们对其的使用。如 CP-1 型号的缓蚀剂对二氧化碳、二氧化硫含量较高的物质具有一定的针对性,可辅助以监测系统,在全面掌握管道路段腐蚀情况之下对有需要的管道路段施用这一药剂,从而令其作用发挥更加显著。

2.2 油气储运管道防腐策略

2.2.1 优化管材选择

施工管理人员要做好施工前考察,对埋藏管道的地质环境、水文等做好勘测,并根据勘测好的数据制定材料采购计划和适宜的防腐技术选择。很多施工管理人员对材料选择不重视,一切以成本的节约为核心,采购的材料存在破损,直接投入使用则会为其带去诸多后期质量问题。对此,相关管理人员应厘清轻重缓急,认识到材料选择于整个工程的重要形,挑选粘合性佳、透气性好、绝缘性优的材料,并保证材料的密闭性,对于具有加高透水性的材料要慎重选择。当然还需根据材料来挑选涂层物质,如上文总提到的,涂层要与材料完美贴合。

2.2.2 规范施工细节

油气储运管道施工首先要明确施工条件,如管道需深埋地下,则应选择开沟作业,放入管道前要对沟底进行大颗粒物清理,以避免其对管道外层保护层造成损坏;在管道焊接环节,施工人员和管理人员都要对焊接质量做好把关,避免焊接密封性不符合要求,使水分侵入;放入渗沟中的管道要提前做好管道外部的油漆涂抹工作,先涂上一层铝,在喷上防腐油漆,以令管道免于外界环境的破坏;布管作业当中,起吊、装卸环节都要小心开展,避免挤压、磕碰的情况出现,一旦发现外部防腐层出现损害或擦伤,要及时对其展

开修补,焊接前要确保涂层全面覆盖、没有遗漏,如果发现防腐层出现脱落、不均等问题,要及时标出,焊接后对脱落处进行二次喷涂。下沟回填环节也需要注意按流程操作,对洞深、标高与断面尺寸都要严格要求,沟底细砂土垫底,轻缓防治管道,再用砂土掩埋。

2.2.3 强化管理维护

油气储运管道施工完成后还需要定期检测维护,以掌握管道腐蚀情况,对个别问题进行必要性的修复。常用的腐蚀检测技术有场指纹技术和多向交流电位降技术。场指纹技术对局部腐蚀情况和均匀腐蚀管道测试效果精准,升级版本还能对裂纹腐蚀做出精准测量,不足之处在于这一方法使用的限制条件较多;相比之下多向交流电位降技术可向管道放出不同方向的激励电流,对裂纹的检测范围更广,且抗干扰表现良好。除了这两项技术的应用外,维护人员还要对油气储运中产生的温度进行检测和调控,否则温度过低会令油气凝固,温度过高不仅增加能耗,还容易加速腐蚀。热媒水盘管换热应用于管道温度控制效果良好,管道维护人员可根据实际情况酌情使用。一般在管道腐蚀裂纹检测和储运物温度控制共同作用下,管道腐蚀问题基本可以被随时查出,对管道防腐工作也算是有效的辅助。

3 结语

基于油气管道输送工作的性质与所处环境,其遭受腐蚀的风险很大,为人们生活埋下巨大隐患。因而相关人员应从油气输送管道的施工层面加强防腐措施的布置,借助有关先进技术将管道腐蚀的预防工作落实到前面,并通过后期管道功能运行的监管、维护工作的开展对管道的腐蚀情况加以监督、防控,以避免管道腐蚀所引发的严重后果。

参考文献:

- [1] 林兴武. 油气储运中的管道防腐问题分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(07): 96-97.
- [2] 郑斌, 李刚, 李文明, 惠洪东, 郑锐, 李汉成. 油气储运中的管道防腐问题 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(10): 32-33.
- [3] 范丽洁. 油气储运中管道防腐工艺设计与应用 [J]. 化工设计通讯, 2021, 47(05): 91-92.
- [4] 刘宇奇. 油气储运过程中的管道防腐问题研究与分析 [J]. 科技创新导报, 2020(12): 405-405.