油气管道腐蚀因素及防腐措施的研究

杨广燧 (北京东方华智石油工程有限公司, 天津 301700)

摘要: 油气资源的运输通常都是通过管道来进行, 而这些被用来运输油气资源的管道大多是金属材质, 在油气资源复杂成份的作用下, 这些管道内部很容易被腐蚀, 就会影响到它们的使用寿命, 而且还会对管道中油气的品质产生影响, 在严重的时候, 会引起油气泄露等问题, 这不但给生产单位和有关工作人员带来生命安全方面的威胁, 而且还会对当地的生态环境造成污染。为了提高油气集输管道的防腐蚀性能, 必须对油气集输管道的防腐蚀技术进行研究, 以减少油气集输管道的腐蚀事故。基于此, 本文首先对油气集输管道腐蚀因素进行详细分析, 随后, 针对油气管道内外防腐工作提出有针对性的措施, 以提高我国油气输送管道的使用质量。

关键词: 油气管道; 腐蚀因素; 防腐蚀技术; 生态环境

0 引言

油气管道作为油气输送的一种重要形式, 其在油气输送中起着举足轻重的作用。油气管道的腐蚀主要由两个方面造成:

一是油气中存在 H_2S 、 CO_2 、 O_2 及其他硫化物等腐蚀性气体, 这些气体会对金属管道产生化学腐蚀作用;

二是因为油气中包含了一定数量的水分, 所以会在管道内形成亲水薄膜, 从而导致管道内部的电化学腐蚀。

油气输送管道的腐蚀将导致管道穿孔、断裂、泄露、破坏, 影响管道的承载力, 严重时还将危及到人们的生命和财产, 因此, 研究油气集输管道的防腐技术, 对于保障油气的集输安全具有重要意义, 深入研究油气管道的腐蚀因素, 并对其进行有效保护已成为当务之急。

1 油气集输管道防腐蚀的重要性

油气集输管道的腐蚀不仅会严重影响其使用寿命, 而且还会产生穿孔、漏气等现象, 给周边居民的生命安全带来严重的威胁。在我国长期的油气集输工程发展过程中, 发生了许多因油气集输管道被腐蚀而引发的各种安全事故, 给工作人员、周边居民的安全和环境带来了极大的危害。在多年的工作中, 人们逐步总结出油气集输管道腐蚀的危害性, 它不仅影响油气的输送, 而且还会引起一系列的环境问题, 在油气集输管道作业区工作人员的生命和财产安全受到威胁, 在作业时间较长的情况下, 还会损害工作人员的身体。从以上角度来看, 有必要分析油气集输管道腐蚀的主要原因, 并根据这些主要原因制定适当的防腐措施和计划。

2 油气管道腐蚀因素分析

2.1 土壤因素

①土壤中含有各种气体、液体和固相, 其中大部分都会与金属产生电化学反应, 对管道产生腐蚀作用。此外, 由于埋置在地下的油气管道, 其酸度和还原电位都会对管道产生不同的影响; ②微生物因素。近 1/3 的埋藏油气管道的外部腐蚀是由土壤微生物引起的, 由于管道位于地底深处, 因此存在着大量的细菌, 这些细菌在进行代谢的时候, 会产生大量的化学物质, 将硫酸根还原为硫化氢, 使周围的环境变得酸度很高, 从而导致管道腐蚀^[1]。

2.2 输油管道内壁

油气性质的不同在一定程度上对管道造成了重要影响, 油气中的物质具有氧化性, 可能会导致局部产生各种腐蚀问题。输油管道在运输过程中经常会遇到腐蚀性介质。如果输油管道的内部防腐层在运输过程中损坏, 管道中原油本身的腐蚀介质就会与管道接触, 导致管道腐蚀。又或是在进行原油运输的过程中, 由于管道的内壁受到了一定的压力, 从而导致管道比较薄弱部位防腐层的破坏; 此外, 由于石油自身所含的固体微粒杂质较多, 这些微粒杂质会引起管道磨损; 除了上述原因之外, 如果管道中有水份, 水份与管道中的金属、杂质等起作用, 也会在一定程度上引起管道内壁的腐蚀。

2.3 管道质量

2.3.1 管路材料的选择

目前, 国内油气输送管道普遍采用碳素钢, 但碳素钢往往表现出微晶组织、耐蚀性差, 是造成管道腐蚀的重要因素。另外, 由于在生产过程中, 管道的表面处理不当, 对管道腐蚀也有一定的影响。

2.3.2 保护管道的防腐性能达不到要求

在管道施工时，为了达到防腐的效果，在将管道埋入地下前，都会在其表面涂上一层防腐层或进行阴极保护。但是，在实际操作中，往往会发生管道的防腐工作没有按照规范进行，因此，不能达到真正的防腐效果^[2]。

3 油气管道腐蚀防护策略

3.1 恰当选择管道材料

在对油气储运管道进行防腐时，要保证防腐措施的可行性和有效性，首先要从管道的材质着手，保证管道的材质与油气储运的要求相匹配，保证管道本身具备一定的耐腐蚀性能，尽量降低对管道腐蚀的影响。在购买管道时，要尽可能地选择具有良好市场反馈和良好企业声誉的供应商，不要为了降低成本，而忽略对管道质量的检查，导致在油气输送工程中使用劣质管道。此外，还应严格检查输送管道的内径、壁厚等参数，以确保其符合技术设计的相关要求。同时，还需要综合分析油气输送项目的内外部影响因素，明确防腐工作重点，以确定更合适的管道材料，最大限度地发挥管道材料的作用，延长管道的使用寿命。

3.2 灵活采用防腐技术

通过对受腐蚀的油气管进行研究，发现防腐层失效是其被腐蚀的主要原因。在油气管和其防腐层产生了剥离，导致防腐效果失去，对此要灵活采用防腐技术。

首先，有关部门要想有效地解决当前油气储存和运输中出现的腐蚀问题，就必须采取行之有效的防护措施。这是根据现实条件而提出的一种解决方法，要综合考虑当前各种影响管道发生腐蚀的因素，并在此基础上选择适当的防腐技术。对于长期与外界直接接触的储存和运输管道，因为其在外界气候条件下极易受湿气的侵蚀，所以，工作人员需要利用有效的保护材料对其进行防腐。比如用聚乙烯树脂之类的聚合物，将其涂在管道上。在此之前，需要将管道表面的灰尘、污垢等清理干净，以便让防腐材料与管道更好的结合。对于易受油气性质本身影响的运输管道，可以选用具有较好吸附性能的液态环氧材料，将其涂敷在管道内壁上，可以有效地隔离管道与多种碳氢化合物的接触，从而保护管道内壁不受腐蚀。

3.3 电化学防护

通常有两种方法：

一是牺牲阳极保护法，其主要应用于小型油气管

道的防腐保护，即将具有较低电势的金属与钢管相连，或者将其涂覆在钢管上作为外涂层，使其作为阳极，从而使钢管成为原电池的阴极，使钢管发生原电池反应，从而达到对钢管进行保护的目。为了达到最佳的保护效果，必须依据阳极消耗大小，及时更换或补充。

二是外加电流法，这是一种用于大型油气管道防腐的方法，通过在辅助阳极上加经整流、变压后的电源正极，将金属管道和负极连接起来，构成一个封闭回路，使被保护管道始终处于腐蚀电池的阴极而得到保护，这种方法需要在外电流下连续的条件才能起到有效的保护作用^[3]。

3.4 使用缓蚀剂

在油气管道的表面涂上一层防止腐蚀的化学物质，以缓解油气管道的腐蚀。腐蚀抑制剂的用量通常都很小，而且价格低廉，但是其使用过程比较复杂，对工作人员的专业素质有很高的要求^[4]。各种类型的缓蚀剂都有自己的应用领域，并非万能的。在实际应用中，工人必须根据管道所在的实际环境选择不同类型的缓蚀剂和注入量，以达到最大的防腐效果。针对缓释剂的注射，通常有两种方式：①间断注射。但其不足之处在于，腐蚀抑制剂注入后需停顿一段时间，才能重新开始（通常需要2-3个月），严重影响正常生产；②持续注射。采用油套环的方法，主要是注射缓蚀剂，这样就能确保相对均匀的注射速率。

3.5 涂层防腐技术

涂层防腐技术和电镀防腐技术相似，不同的是，电镀防腐是通过在管道表面添加金属，从而改变管道的极性。随着涂层技术的不断进步，油气管道内壁防腐可以得到一种全新技术，从而使油气管道的防腐性能得到极大提高。涂层防腐技术的实质就是在管道内壁上涂覆一层防腐涂料，起到防腐作用。防腐涂层具有较好的增油性能，可以在金属管道内壁与输送介质之间形成一个完全的隔离层，在隔离层的阻挡下，油气中的化学物质将很难与管道内壁接触，有效地减少了管道内壁腐蚀的发生，对保证管道正常运行起到重要作用。此外，管道内壁防腐还可以采用水泥砂浆涂层、环氧树脂涂层等多种涂层防腐保护措施，其原理都是在管道内壁形成防腐涂层，以阻断油气资源与管道内壁的接触，从而实现管道内壁的防腐^[5]。

3.6 外涂层防腐技术

涂层防腐技术既可用于管道的内壁，也可用于管

道外壁。一般情况下,油气管道的铺设都是在地下,而且会在地下停留很久,而土壤中的水分和微量的化学物质会对油气管道的外壁进行腐蚀,并且会发生各种化合反应,从而削弱管道的强度。当这些削弱达到一定程度时,将会造成管道的品质降低,从而使得油气泄漏的概率大大增加。如果是这样的话,为了防止管道的外部受到腐蚀,就必须对管道外壁进行防腐,具体的防护方法有以下几点:防腐管道的运输和堆放,在管道和地面的接触面上必须铺上一层柔软的垫层(用砂袋或草袋);若管沟为岩石或卵石,则应首先在管沟底部铺上细土或沙土垫层,并保证其压实后的垫层厚度超过30cm;在输运管道的时候,不能用钢索或其他硬质吊带进行吊装,因为这会对防腐涂层表面的整体质量造成影响,应该用柔性吊带(例如尼龙吊带)进行吊装;下沟前要仔细检查防腐涂层的完好程度,在铺设时不能造成管道的碰撞、拖拉或刮擦;焊缝要留出充足的空间,以防止焊缝温度过高,从而影响防腐涂层的性能;敷设完成后回填时,应采用细土覆盖其表面30cm左右,然后才能使用原开挖土回填^[6]。

3.7 加强对油气管道的维护

在油气输送管道中,加强维修是防止管道腐蚀的一种行之有效的措施。部分油气管道裸露在外,这些管道极易受到自然环境的影响。在大气环境下,油气管道的氧化现象将会更加严重,其危害比埋藏油气管道大得多。所以,对油气管道进行定期有规律的维护和管理是十分重要的。工作人员要对暴露在空气中的油气管道展开有效维护和管理,维护人员可以在某些油气管道上涂抹油漆,这样就能将管道与外界的空气隔离开来,从而避免暴露在空气中的油气管道发生过度氧化。油气管道中的金属材料占了绝大部分,由于其所处的温度、湿度和空气等因素的影响,导致其在使用过程中产生了严重的腐蚀。所以,在油气管道的整个使用寿命过程中,企业就必须进行定期维护管理。在进行油气管道的养护管理前,养护人员要做好相关准备工作,将之前油气管道涂抹的残余油气去除干净,然后将新的油气喷涂上。经过这种处理后的油气管道具有良好的防腐效果,为能延长油气管道防腐层的使用寿命,养护人员可以在油气管道上涂一层铝,然后再涂上油气,从而进一步增强油气管道防腐作用^[7]。

3.8 高度重视管道腐蚀检测技术

为了保证石油输送的可靠性和安全性,必须对油气管道中出现问题的部位进行维护和更换,从而保证

油气管道的安全。因此,油气管道的腐蚀监测工作必须得到足够重视。通过对油气管道防腐体系的观察,对油气管道的保温性能进行检测,从而达到对油气管道进行防腐维修的目的。油气管道腐蚀检测常用的方法有超声探测、漏磁探测等。超声波检测方法是利用超声波装置在油气管道壁面上垂直释放超声波。当油气管线出现缺陷时,反射的超声波具有时间差,通过测量超声波回波的时间差来确定油气管线的缺陷。漏磁探测方法是利用装置本身所携带的磁体,在油气管道的整个周长都有一个纵向的磁环磁场。利用磁场的差异性,可以对油气管道的腐蚀问题进行分析。在油气管道中,没有出现任何缺陷,磁力线在管道中的分布比较均匀;在油气管道有缺陷的时候,由于磁通路变窄,导致磁力线发生扭曲,因此可以探测到油气管道的壁厚,并且可以探测到油气管道的凹陷等^[8]。

4 结语

总而言之,由于油气管道的长期使用,可能会导致一些腐蚀和损坏问题。在这种情况下,有必要对腐蚀原因进行有效分析,然后在此基础上制定适当的对策,以降低成本,提高工作效率,避免油气泄漏。此外,要加强对油气集输管道运行情况的监测和检查,一旦发现问题,就应该立即解决,提高解决问题的能力,促使油气生产更加正常化,从而为企业带来更大的经济和社会效益。

参考文献:

- [1] 孙玉,张薇,唐成瑞等.油气管道腐蚀因素与防腐措施进展[J].全面腐蚀控制,2023,37(03):115-118.
- [2] 杨泽宇.油气管道防腐施工质量影响因素及控制对策研究[J].全面腐蚀控制,2023,37(1):3.
- [3] 杨昊焜.浅析油气运输管道的腐蚀与防护[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(01):50-52.
- [4] 王英.油气输送管道腐蚀机理及其相关防护对策[J].石化技术,2018,25(07):266.
- [5] 刘伟.油气管道腐蚀因素分析[J].石化技术,2018,25(02):149.
- [6] 张春生,申龙涉,郭慧军,等.埋地油气管道外腐蚀原因及防腐技术的研究进展[J].当代化工,2011,40(2):4.
- [7] 汪章超.油气集输管道的腐蚀分析及防腐措施探讨[J].云南化工,2020,47(1):2.
- [8] 魏竞.长输油气管道腐蚀的因素分析与防腐对策探讨[J].科教导刊:电子版,2020(11):1.