

油气储运中管道防腐工艺设计与应用研究

段文斌（潍坊弘润石油储运有限公司，山东 潍坊 261021）

孟令旭（山东众智工程设计有限公司，山东 潍坊 261021）

摘要：石油是一种非常重要的需求型能源，在人们的日常生活中有着广泛的应用，我国石油资源分布并不均匀，要想满足每一个地方对石油资源的需求，石油公司需要对油气运输过程进行重视，要想保证油气储运工作的顺利进行，就需要做好运输管道的防腐工作。

关键词：油气储运；管道防腐；工艺设计；应用策略

0 引言

油气运输管道在使用过程中会受到不同程度的侵蚀，最终会导致油气管道无法再继续正常使用，而造成油气资源的泄露。本文通过对油气管道受到侵蚀的原因来作为切入点，接着对油气管道防腐措施以及应用提出相关的策略，以此来增强油气管道的运输工作安全性和可靠性。

1 油气储运管道特点

天然气主要存在于油田和天然气田，石油和天然气都属于易燃易爆物质，通常这两类物质在具体的输送流程中，需要用到相对安全的物质和安全的方式，建立起一种安全的隔绝层，以防止它们和里面的空气产生化学反应，避免发生安全事故。基于此，油气输送管线的主要作用正是为了把这些具有爆炸性的物质安全地输送到目的地，使这些大规模、高长距离的石油输送管线工程得以更顺利地实施下去。在实际运输中，如果出现油气泄漏的情况，就有发生爆炸的可能。由于油气密度相对低，又相对较轻，所以易于在低洼地带富集，蓄积到一定程度以后，容易和周围环境中的大气产生化学反应，有发生爆炸的可能。同时油气本身也对生物的生存和繁衍会产生一定的毒性作用，对动植物的生存和繁衍造成负面的作用。如果一旦发生泄露事件，周边生态就会遭到破坏，甚至造成生物多样性也会开始慢慢下降，因此，做好预防工作是十分必要的。

2 油气储运管道腐蚀的因素

2.1 外界因素

经过对管道铺设的环境研究，将外界因素分为细菌腐蚀和土壤腐蚀两个种类。

首先，由于土层的密封环境非常好，因此对应的相当于是一个较为封闭的环境。也就是说如果没有空气，在这样的环境中，微生物的新陈代谢活动又十分

旺盛。使硫酸根离子迅速转化成了硫酸氢，而这些化学物质又和石油的输送管壁发生了化学反应，使石油输送管线产生强烈的腐蚀性。由于这些管道原理藏在地下中，土壤腐蚀也是最常见的腐蚀作用，但同时也是危险性最强的侵蚀作用。其次，土壤中有水、气体、微生物以及其他介质，在不同地方的土壤土层里的水分、气体，以及酸碱特性等的不同，导致土壤是十分复杂的环境，土壤侵蚀的类型也就有许多，其中土壤对输送管线的侵蚀问题就成了不少专家所探讨的热点问题之一。第一，盐分差异因素。在某些地方的，土壤尽管盐分浓度比较高，但因为盐分的数量和浓度比例上的不平衡，使得输送管线容易在高盐分环境中产生盐分差异电池，而这些现象也导致输送管线更易遭受侵蚀。在盐分较大的地方，由于这些侵蚀现象比较严重，在短时间内还可能导致了油气输送管线的穿孔。第二，是指金属差异电池的腐蚀。而金属差异的腐蚀，又称为电偶腐蚀。由于这种类型不同的金属管道材料的性质不同使得各个地方电位情况也存在着不同，高电位区通常为差异腐蚀电池的负极，这一区域的金属管道材料则通常被自然地保留了起来，而在低电势区则通常为电池的阳极，也可能遭遇到了侵蚀。同时因为这些侵蚀情况也和材料的属性密切相关，所以也往往产生比较明显的局部性。

2.2 油气自身因素

油田生产的原油特性也各有不同，由于原油特性的不同也会在同一部位的管线产生不同的作用，因此在安装过程中就需要事先考察某一种石油的单方面特性，同的石油也因为各自特性的原因而不同。石油中所存在的氧化性质的东西也不一样，比如当硫化氢气体溶入液体中后，就会使金属管道内产生的电化学反应酸性造成金属晶格损伤，同时石油的输送管线内壁也被侵蚀。

2.3 施工安装因素

现阶段,石油管线防腐层材质日趋多样,如熔结环氧、聚乙烯等防腐层材质都已在石油管线工艺中获得了普遍的运用,其适用范围存在相应的局限性:双层熔结环氧工艺主要用于冷弯曲的线路。聚乙烯胶带的方法主要用于库内间距小、油气管道不断更换的管线上,唯有正确掌握不同防腐层材质的特性与使用要求,方可确保管线防腐层工艺在石油运输中发挥应有的作用。腐蚀问题的发生还和管线的布置形式,施工条件等方面有着密切联系,这就是在布置运输管线的过程中会不可避免地产生偏差,误差很大的也会增加出现问题的可能性。此外,在使用中如果出现了磕碰以致影响管路的构造或是接头不紧密情况的话,都将为锈蚀的发生埋下相关隐患。

2.4 人为因素

在油气储运管道进行装配时,由于选用了不同类型的施工材料、施工技术或是操作方式,会在不同程度上造成管道的侵蚀。除此之外,管线是否有足够的密封性和坚固性也影响到管线的整体质量是否过关,是否有造成管线腐蚀的可能。例如喷涂防腐层,就可能因为工人没有仔细检查清理管道表,没能均匀喷漆;也可能因为工人没有喷涂达到足够的量,以致于防腐层没有达到有效的厚度,减小了抗机械损伤的作用,也减小了防腐涂层对管道的保护程度。

3 油气储运中管道防腐工艺的设计与应用策略

3.1 管道防腐层工艺设计与应用

作为石油管线防腐蚀层保护工程中最重要防腐层工艺,管道防腐层工艺在石油运输管线防腐工程设计时,一定要遵守关于管线使用环境以及管线安全的规章制度,使用合适的防腐蚀涂层材料。在对防腐材料进行筛选时,应该满足的要求有首先是要有很好的绝缘性;然后就是要有较好的黏结性能和一定耐剥离强度;并且应该拥有一定稳定性以及对环境的实用能力;同时能够起到帮助管线运维检修工作中修复保护防腐涂层的作用。在符合上述设计条件的同时,还能够做到针对管线环境、介质对防腐材料进行选择,然后研发防护涂层。在对3PE防腐涂层进行使用时,还必须注意对防腐层膜的热腐蚀、对阴极玻璃和机械磨损等方面是否会造成影响。通常使用的防腐涂层有纳米级改性材料与无机非金属涂料这两种。使用纳米级改性材料的优势为有很好的抗机械破坏、耐磨、防腐性能,并可显著延长石油运输管线的使用时间。无机非金属防腐涂层含有玻璃涂料、陶瓷涂层、搪瓷

涂料等。在石油运输管线上比较常使用的防腐涂料还有石油沥青涂料、煤焦油烤漆、环氧煤沥青、聚乙烯橡胶黏带、熔结环氧粉末涂料、聚烯烃防腐涂料等,这些材料都在我国的石油及燃气行业标准管道防腐涂料技术指标内,从我国现阶段的生产工艺和对CNPC标准的要求来看,目前比较常见的是双层熔结环氧粉末包覆工艺。

3.2 缓蚀剂的工艺设计与应用

油气管道防腐工艺中将使用到许多缓蚀剂,缓蚀剂的种类包括氧化膜类型的缓释剂、沉淀膜类型的缓蚀剂,还有吸附膜类型的缓释剂。

要达到增强油气管道防腐的目的,需要使用对应的氧化膜类型的缓释剂在油气管道的阳极上形成保护层,这样才能够做到延缓管道腐蚀。它的使用机理是,一些物质有着非常强的氧化作用,比如铬酸盐和亚硝酸盐,能够在不溶解的环境下和金属发生氧化反应,最终在金属的阳极处生成氧化剂,然后对管道进行腐蚀。而氧化膜类型的缓蚀剂能够让金属离子在阳极的作用下,生成氧化剂或者是氯氧化物,最终生成一种保护层,达到防腐的目的。

当前我们经常用到的缓蚀剂主要是沉淀式的缓蚀剂,例如钙的碳酸盐和磷酸盐等,这些物质在水中能够与金属表面发生化学反应,从而逐渐沉积形成膜,减缓油气金属管道的腐蚀速度。这些吸附涂层的金属缓蚀剂中含大量有机缓蚀剂,因为其中的有机缓蚀剂都具备了相应的双电荷基因,能够做到直接被金属表面的电荷所吸收,因此能够在整个的阳极和阴极之间的区域产生单分子膜,而这也能够起到减轻甚至抑制表面出现一些相应的电化学反应,进而起到了实际使用的防腐作用。

3.3 阴极保护工艺设计与应用

电化学腐蚀是油气储运管道常见的一种腐蚀因素。阴极保护能够做到在一定范围内解决防腐涂层保护的问题。尤其是在有的比较差的环境中,防腐涂层容易由于外部环境(如温度、碰撞摩擦等)的作用,出现管道表面的防腐涂层损坏的现象。内部金属管道裸露出来,导致腐蚀面积不断增大,也就无法保护内部。阴极保护则能够做到避免此类问题。但是阴极保护也有规定的适用要求,要求工作人员结合油气储运管道的施工条件决定是否符合技术适用的要求。

技术应用特点。第一,腐蚀介质本身就应该具备的高导电性能,如此就能够做到实现对电荷的定向移动,进而进行更持久的防护;其次,管子结构的化学

性能必须比较稳定,这样才能够做到使对电子设备产生很大的影响,从而减少了能耗,也有利于实现更长远的环境保护;最后,还要做好适当的保温措施,以避免电子的大量散失。只有同时符合以上这三项要求,才能在石油运输管线内构建起安全、连续的阴极保护体系。

阴极保护方式。按照防护方式的不同,阴极保护也能够做到具体分成两种,一种是外加磁场的阴极保护,另外一种则是牺牲阳极防护方式。以第一类为例,如前文介绍,具有连续、定向运动能力的电子材料,是实现阴极保护并能够做到真正起到防腐功能的重要条件。但在复杂条件下,由于电子的定向运动速度很缓慢,防护作用也不理想。于是根据这一情况,人们设想了外加电压的阴极保护方法。利用直流电源的导线,在石油管子与保护金属之间设置电压关系,以石油管子为负极,保护金属为正极,通过人工提高了电子传递速率。而这种加电压保护装置,通常布置在管子的两侧。

3.4 埋地管道防腐绝缘设计与应用

部分石油储存管线需要埋设在地下或水底,因为本身带有很高的隐蔽性,后期检查和保养难度很大,更易产生锈蚀情况。而且,即使是这部分石油储存管线发生的渗漏现象,短期内也很难察觉,不但导致了石油流失,甚至严重破坏水上景观。所以,对这部分必须埋设在地底会水下的石油储存管线,在按照安装时还需要进行防锈绝缘处理。

首先,必须做好管线内部处理情况,部分金属管线在长时间储存环境中,因为保养不严格,内部会产生部分腐蚀现象,必须做好除锈和防腐处理。最好在墙上涂刷一次防锈底漆。此外,还需要在金属管子安装路线中,随机选取多份土壤样本,并进行对土壤电阻率的检测。如土壤电阻率大于五十欧姆,就表明土壤导电性很好,因此必须特别进行金属管道绝缘措施,以预防土壤电化学侵蚀。一个可行的预防措施就是通过对阳极防护措施,在金属管子外部表面每隔一定的高度放入一小块物理化学性能较活泼的金属表面,就能够达到有效防护金属管道材料的作用。

4 油气储运中管道防腐工艺的优化策略

4.1 合理选择管道材料

在选用石油运输管线的材质时,应当从材质的焊接性能、硬度和弹性等多角度加以考量,对材质做出慎重的选用。因为唯有选用良好的管线材质,方可增强管线的防锈特性,保障石油的顺畅输送。在选用防

腐材料时,必须选用有低透水能力、抗土壤腐蚀,以及电气绝缘性好的材料。此外,由于安装情况与施工要求的差异,选用的涂装材料也要有所不同,所以一定要结合实际情况来选择涂装材料,才能最大程度发挥防腐材料的特性,以便于改善管道的品质。

4.2 科学选择防腐技术

管路内部是管路防腐蚀的关键,通过在内部喷涂防腐层的方法能够做到实现对管路内的高效防护,同时生产成本也较低、效率较好。在具体的涂装工艺中需要注意如下:

①涂装方法的合理运用,在涂装时,需要针对管道内的污物做好彻底的清理工作,在确保管道内部保持清洁的情况下;②关于防腐材料的合理选择,在现阶段,由于作为管道的防腐蚀层的材料还比较多,所以需要根据管道上输送的材料,合理选择相应的防腐材料,一般选择使用的是胺固化环氧树脂和聚酰胺环氧树脂,在管道内壁上形成层涂膜,使之与管道内壁完全的牢固贴合、黏接牢固。在管子的最外面覆盖一层能够做到保温隔热的防腐材料,以防止管子在外面散热,通常是采用的是硬质聚氨酯或泡沫塑料。此外,为提高保温层的稳定性,应在其外层再添加一层高密度聚乙烯,以避免雨水和地下水的相互渗透,从而达到防腐蚀的作用。

5 结语

总的来说,管道是油气储运的最基本的载体,而管道防腐问题是保证油气储运顺利进行的重要问题。石油运输管线的运营安全,关乎着石油公司的生产安全与效益,要求石油公司正确对待自身管线防腐蚀方面存在的缺陷,深入分析形成锈蚀问题的成因,从问题的源头加以全面的整改与解决,从而提高管线防腐蚀工作的效果。

参考文献:

- [1] 张新红. 油气储运中管道防腐技术的全程控制与运用 [J]. 化工管理, 2018(33):1.
- [2] 虎丹妮, 王浩瑜, 虎珍妮. 浅谈油气储运中输油管道防腐工艺的发展与应用 [J]. 化工管理, 2017(30):1.
- [3] 杨继. 试论油气储运中管道防腐工艺设计与应用 [J]. 化工管理, 2018(34):2.
- [4] 谢华刚. 油气储运中输油管道防腐工艺的研究 [J]. 化工设计通讯, 2020, 46(5):2.
- [5] 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(2):2.