

天然气储运中管道防腐工艺研究

安广福（新疆喀什新捷能源有限公司，新疆 喀什 844000）

摘要：天然气储运过程中，管道腐蚀是常见风险之一，一旦出现泄漏不仅会对环境造成污染以及资源浪费，而且可能引发严重的安全事故。基于此，本文将围绕天然气储运中管道腐蚀的具体原因，对管道防腐工艺进行研究，以期能够为天然气储运中管道防腐工艺应用提供有价值的参考依据，从而保障天然气管道储运的经济效益、安全效益以及社会效益。

关键词：天然气；储运；管道防腐

对于天然气储运而言，管道是非常重要的储运载体，无论是架空管道，还是埋地管道，都可能因为土壤、微生物、大气、海水、内部等原因而出现腐蚀，倘若腐蚀情况比较严重，甚至有可能出现穿孔的情况，这就会引发天然气泄露，不仅会造成资源能源浪费以及环境污染，而且甚至可能引发严重的安全事故以及影响到民众的正常生活以及经济建设。基于此，研究天然气储运中管道防腐工艺具有一定的现实意义。

1 天然气储运中管道腐蚀原因概述

1.1 土壤腐蚀

从众多天然气储运管道腐蚀现象来看，土壤腐蚀属于常见现象之一。天然气管道完成铺设之后，将会与各种物质成分的土壤进行接触，这些物质慢慢形成电流电解质，尤其是腐蚀性电流，将会加快管道腐蚀速度。值得注意的是，土壤腐蚀的原因主要是因为盐、空气、水分等各种物质，这些物质都具有电解质，这是造成土壤腐蚀的主要因素。金属管道被铺设在地下之后，将会电解质发生直接接触，并会形成腐蚀电池，具体来讲：①微腐蚀电池。对于天然气储运管道而言，由于电解质的作用影响，管道表面会出现条件效应，从而引发腐蚀情况；②对于土壤内部的腐蚀介质而言，因为成分存在差异性，所以会慢慢形成腐蚀电池。不同地段的土壤环境其氧含量、透气性、温湿度等不同，综合各种因素，也会引发管道腐蚀的情况。对于土壤腐蚀性而言，其区分依据是电阻率，如果土壤电阻率大，那么腐蚀性较弱，反之，土壤的腐蚀性就会比较强^[1]。

1.2 微生物腐蚀

天然气储运管道中微生物腐蚀主要指的是微生物对管道产生腐蚀，具体表现是电化学腐蚀。对于天然气储运管道而言，无论是深埋地下、穿过河流海水以及架空，通常都会与微生物发生接触。基于微生物的

作用，管道内外壁之间会有化学反应产生，随着时间的推移，便会形成腐蚀现象。从实践来看，因为微生物导致的管道腐蚀情况，通常会引起比较大的经济损失，因此还需要对微生物腐蚀现象引起重视，加强相关防腐工艺的研究力度。

1.3 大气腐蚀

中高空地理位置架设天然气储运管道，管道会与大气直接接触。大气之中含有水溶性、水膜、碱性气体等物质，在压力作用影响下，水膜将会在管道表层形成，而水膜的厚度非常薄，不易被人发现。但是当水膜分子厚度达到一定程度时，其水膜就会含有电解质，电解质水膜与金属管道会产生化学反应，便会形成腐蚀现象。电化学腐蚀的根本原因是因为电介质水墨。通过相关试验可以发现，在纯净水环境之中放置天然气管道，电化学腐蚀对管道表面产生的影响很小。但是自然环境之中，因为大气作用而逐渐形成的含有水溶性盐类成分、腐蚀性气体的电介质水膜，相比纯净的水膜环境，前者的腐蚀程度更加严重，甚至可能让储运管道破裂。此外，天然气储运管道常年处于自然环境之中，暴雨大雪、风吹日晒等恶劣自然条件，一定程度上会损坏储运管道的外壁，当管道外壁损坏之后，管道表面将暴露在大气之中，并接触到酸性物质，这就会进一步加快管道腐蚀的速度与程度^[2]。

1.4 海水腐蚀

部分天然气储运管道处于海水环境之中，因此会出现海水腐蚀的情况，主要原因是海洋环境本身成分复杂，含有各种各样的微生物、盐类等物质，而且海水的压力比较大，其冲击力会对管道造成影响，也会引发腐蚀问题。

1.5 内部腐蚀

天然气储运管道在运作过程中，天然气接触内壁，不仅有天然气，而且还有氧化物、硫化物、二氧化碳

以及其他杂质等成分。随着输送压力、输送时间、输送温湿度、输送速度等因素的变化,管道内壁会被逐渐腐蚀,具体来讲:内部杂质成分与内壁接触并产生电化学以及化学腐蚀。对于天然气而言,主要包括CO₂、硫化氢、水分等物质。通常来讲,天然气储运管道传输距离比较远,而且通常需要输送大体量的天然气,加之高压环境、高温环境的影响,将会导致酸性物质的活动能力实现大幅度提升,这就可能让内壁腐蚀速度以及程度加快与加深。在工作过程中,管道会产生自由相,当液态、固态、气态这些状态同时在管道内部出现时,其内部的流动压力会增大,这就会加深管道腐蚀程度,以储运管道转角为例,这个位置就很有可能因为内壁腐蚀过于严重而破裂,从而引发天然气泄漏事故。

2 天然气储运中管道防腐工艺

2.1 建设初期防腐工艺

在建设天然气储运管道的前期,就应该将管道防腐工作落实。建设人员需要按照国家相关标准严格铺设、架设天然气储运管道,并做好相应的处理。在具体建设的过程中,需要对储运管道周围的季节气候、地理环境、地质条件等各种因素进行深入分析,选择喷砂等方法对管道表层进行处理,去除管道表面凹凸部分,并做好填补处理,一定程度上能够强化管道的抗腐蚀性以及延长管道的使用周期。在管道建设过程中,通常会涉及到焊接工艺,要求作业人员必须严格按照天然气储运管道焊接标准进行施工,对管道焊接程度以及焊接角度进行严格控制;同时,焊接过程中,不能对管道造成划痕、损伤等,这样能够避免因为人为因素所导致的管道腐蚀情况^[3]。

2.2 日常管理防腐工艺

天然气储运管道防腐工艺工作具有作业复杂、工作周期较长的特点,这就需要相关工作人员能够落实日常管理防腐工艺。对于管道防腐工作要谨慎对待,对相关资料、操作流程等信息进行全面、详细地记录,以此为基础可以做好管道腐蚀预防工作;对管道状况应该定期进行检查,如果遇到特殊情况,例如,自然灾害或者其他因素,需要进行及时检查,确保管道外部环境 with 内部压力都属于正常范围,这样能够有效预防出现管道腐蚀现象。

2.3 管道涂层防腐工艺

天然气储运管道涂层防腐工艺是常见的防腐措施,具体来讲:①煤焦油瓷漆防腐。该防腐工艺的防

腐能力比较强,成本投入比较少,具有比较明显的优势;同时,对于温度要求比较高,倘若在实施该工艺时,温度未能达到指定标准,那么将可能无法达到预期的防腐作用,因此在施工过程中必须要确保温度达到指定标准;②PE三层防腐工艺。该工艺采用的环氧粉末,该材质适用性比较强,所以对周围的环境并没有过高的要求,但是需要将其固定在管道表层,将能够达到一定的防腐效果。对于PE三层防腐工艺而言,目前最常用的是PE双层防腐工艺,利用PE材质达到双层隔离以及保护管道,具有防水、绝缘、耐高温等比较明显的优势;同时,资金投入比较低,是一种值得推广的天然气管道防腐工艺。值得注意的是,使用该工艺的过程中,要对光照问题引起重视,因为PE材质如果长时间处于太阳光的照射之下会加速老化,一旦老化将可能进一步导致管道出现腐蚀情况^[4]。

2.4 阴极保护防腐工艺

阴极保护防腐工艺具体指的是牺牲阳极,让管道处于钝性状态,在这样的状态之中,金属管道因为与其他物质接触几率很低,所以也就难以产生花絮反应,能够达到较好的防腐作用。该工艺操作简单便捷,其最大的优势在于能够增加管道保护防腐的范围,而且能够提升管道保护防腐的效果。天然气储运管道的表层通常具有金属材料,当因子活跃程度比管道金属更大,而且在温度与压力的作用影响下,两者之间会发生变化,并发生化学反应,由于水汽、电解溶液会共同产生作用,因此,就会形成原性电池,并且原性电池会在管道外表覆盖。腐蚀物质与原性电池充分接触,电池阳极便属于金属成分,在这样的条件下,一旦接触到腐蚀物质,那么就会出现腐蚀反应,因此采用该工艺进行保护防腐,能够对腐蚀物质进行有效避免,将能够达到较好的防腐效果。牺牲阳极采用阴极保护防腐工艺还有值得注意的地方,需要综合分析管道所处环境的自然条件、温湿度变化以及管道长度、厚度等,目的是确保活跃金属能够发挥价值,从而提升防腐成效。

阴极保护防腐工艺如果在比较特殊的条件下进行应用,还可以采用外加电源的方式进行保护防腐。天然气具有易燃易爆的特征,所以,外加电源的极保护方法使用比较少,但是在一些特殊环境中也需要进行使用。该工艺方法的原理是在金属管道外部表层增加电源,其作用是为管道外壁提供保护;在具体使用的过程中,作业人员需要综合考虑金属管道管壁的厚度

以及实际地理环境,以此为基本依据,对施加的电源设备进行严格配置,特别是电压电流的大小,需要进行合理控制。该工艺的投入成本比较大,而且对于作业人员的专业能力以及操作经验均有较高的要求,这样才能确保施加的电源能够达到安全标准规定,从而最大限度规避相关风险。

2.5 缓蚀剂防腐工艺

缓蚀剂防腐工艺具体有三类:

2.5.1 氧化模型缓蚀剂

例如,亚硝酸盐、铬酸盐等属于常用类型。氧化模型缓蚀剂即使在没有水氧的条件之下也可以与金属产生反应,这样就能够将阳极区氧化膜的作用发挥出来。氧化模型缓蚀剂的应用关键在于让天然气储运管道的表面能够形成一层保护膜,并使其阻抑腐蚀反应,这样便能够达到保护防腐的目的。但是需要注意的是,氧化模型缓蚀剂不适合输送速度比较快、高温、氯离子等天然气储运管道。对于具体能够产生的保护效果,还需要结合实际情况对缓蚀剂浓度进行调整,这样才能达到经济效益以及保护防腐的目的;

2.5.2 吸附膜型缓蚀剂

即:有机缓蚀剂,拥有很强的可吸附性,能够让金属对表面电荷进行吸收,然后在阳极与阴极区域形成分子膜,其作用是对电化学反应进行延缓,能够产生较好的防腐成效。其核心原理就是将金属结构之中的阳极区域转为成为阴极区域,天然气储运管道整体变成阴极,这就意味着不会存在阳极区与阴极区的化学反应,也就进一步遏制了管道腐蚀问题。阳极区域要成功转化成为阴极区域,需要为阴极保护增加直流电,从而让金属结构变成阴极,因此,在使用该工艺的过程中,需要注意这些:第一,天然气储运管道是金属管道;第二,拥有较好的导电性能,能够对电荷定向移动等要求进行满足;第三,金属管道材料的化学性质应该很稳定,以钢材料为例,这类材料的化学性质通常比较稳定;第四,金属管道材料的电量消耗能力不能过高以及离子吸附性能比较强。满足上述这些条件,才能使用该工艺,才能达到预期的管道防腐效果;

2.5.3 沉淀膜型缓蚀剂

具体是对水中所含有的离子与管道腐蚀层金属离子的化学反应进行充分利用,从而形成难溶性的沉淀层或者是络合物,主要作用是防止天然气储运管道腐蚀从表层渗入到内部。缓蚀剂的作用是利用反应可以

形成一种难溶性的沉淀物质,这种物质能够对金属管道进行保护,使其氧化剂腐蚀速度减缓,但是需要注意的是,该防腐工艺所采用的沉淀膜本身具有多孔性的特点,而且粘接吸附性效果会随着时间的推移而减弱,特别是环境比较特殊时,沉淀膜还会发生脱落的现象。对于天然气储运管道而言,最常用的主要有六聚偏磷酸钠、三聚磷酸钠、锌盐、聚磷酸盐等,而应用实践效果比较好的是锌盐、聚磷酸盐。例如,锌盐,在其作用之下天然气储运管道之中的Zn与H、O反应后,将会在管道表层形成沉淀层($Zn(OH)_2$),能够对金属管道腐蚀速度进行减缓^[5]。

2.6 保障制度

为了能够降低天然气储运管道的风险,除开落实上述防腐工艺,还需要构建相应的保障制度。一方面,天然气企业需要主动向相关部门提供天然气储运管道的相关信息资料;对管道最近一段时间的运行情况进行详细概述,确保相关防腐工艺能够有效落实;另一方面,相关管理人员应该对天然气长输管道工程建设审查规章制度内容进行健全完善通过严格按照规章制度内容,将天然气长输管道始终控制在安全波动运行范围当中,从保障管道能够安全、稳定、高效的运行。

3 结语

综上所述,对于天然气储运管道而言,容易受到各种因素的影响而发生腐蚀,不仅会导致管道使用寿命减少,而且甚至可能引发严重的安全事故,进而造成生命财产损失。基于此,非常有必要对天然气储运中管道防腐工艺加强研究力度,则需要从施工初期开始引起重视,做好日常巡逻保护防腐工作;同时,通过管道涂层防腐工艺、阴极保护防腐工艺、缓蚀剂防腐工艺等,进一步强化天然气储运管道防腐成效,从而确保天然气储运能够安全、稳定、高效地进行。

参考文献:

- [1] 张建.天然气管道防腐与日常维护[J].化学工程与装备,2022(05):97-98.
- [2] 李婷.天然气输送管道的腐蚀及对策[J].科技与创新,2022(09):117-118+122.
- [3] 石志超.天然气长输管道防腐及运输风险防控策略[J].全面腐蚀控制,2022,36(04):99-100+104.
- [4] 王文琦,鞠拓.天然气长输管道内腐蚀原因分析及控制[J].化工设计通讯,2022,48(04):119-122.
- [5] 宋伟聪,黄建成.长输天然气管道腐蚀的形成与防护措施[J].清洗世界,2022,38(03):59-61.