

油气储运中管道防腐措施研究

康 忠 (国家管网集团联合管道有限责任公司西部塔里木输油气分公司, 新疆 塔里木 841000)

摘 要: 当前, 我国的经济呈现出飞速发展的态势, 各个行业都得到了一定程度的发展, 并共同推动了我国经济的持续增长, 在这个过程中, 能源领域的发展广受关注。油气资源是我国目前最重要的能源资源, 对我国的经济的发展有极为重要的影响, 因此需要对其储运工作进行重视。本文深入分析了油气储运过程中防腐工艺的发展、存在的问题以及优化措施, 希望对我国的油气资源利用有积极的影响。

关键词: 油气储运管道; 缓蚀剂; 防腐措施

我国的油气资源较为丰富, 但是对于我国现阶段的经济的发展而言, 仍然存在能源缺口, 对于经济的快速增长产生了不利影响。我国的油气资源分布很不均衡, 并且大量依赖于进口, 这就需要相关企业做好油气储运的管道防腐工作, 从而确保油气资源在运输和储存的过程中不会出现安全隐患, 保障我国的能源安全。

1 油气储运过程中管道防腐工艺的发展

石油企业在进行石油的开采和运输的时候, 使用到的各种设备以及装置, 都是石油储运的一部分。我国的石油运输管道的材料与其他国家相比仍然较为落后, 没有研究出先进的材料, 这对我国的石油储运工作产生了极大的负面影响。近年来, 我国的经济快速发展, 输油管道的建设长度越来越长, 对管道防腐技术提出了更高的要求, 因此石油企业开始深入探索防腐技术, 提升管道的连接性、反渗透性以及防腐性能, 从而降低油气的泄露。防腐工艺的发展也促进了防腐材料的研发, 不仅改变了防腐材料的结构, 还提升了其性能, 降低了能源的损耗, 有利于提高我国的油气资源利用效率。当前, 虽然我国的油气储运管道防腐技术得到了较快的发展, 但是仍然存在着各种各样的腐蚀问题, 需要石油企业解决。

2 油气储运过程中管道出现腐蚀的原因

2.1 外部因素

2.1.1 温度原因

在对油气储运过程进行分析的时候, 可以了解到温度对输油管道的腐蚀会产生一定的影响。根据具体的研究结果显示, 温度越高, 那么油气储运管道的腐蚀作用就越强, 腐蚀的速度也越快。因为温度的变化会加快管道发生化学反应的速率, 从而加速其腐蚀。如果外界的环境温度较高, 就会导致管道表面的材料加速老化, 提升了环境对管道的腐蚀性。如果在进行

油气运输的时候, 石油或者是天然气和管道发生了剧烈的摩擦, 在摩擦的作用下管道内部会产生热量, 从而导致管道内部的腐蚀情况加重^[1]。油气储运管道的密封性较强, 材料的厚度较高, 因此在油气运输的过程中, 管道内部的热量很难排出去, 这样就会进一步加强管道的腐蚀。另外在进行油气储运的时候, 运输的时间较长, 油气资源与内部的摩擦时间较长, 会增加管道表面的粗糙程度, 增加摩擦热量, 更加加重了管道的腐蚀。

2.1.2 介质原因

在进行管道的敷设时, 油气企业一般会采取地下埋藏、水下埋藏以及露天铺设三种形式, 管道直接接触到的介质为土、水以及空气, 这三种介质对管道的腐蚀影响存在着一定的差异。首先, 在地下埋藏的油气管道会因为土壤的酸碱度而受到影响, 酸性较强的土壤会加速油气管道的腐蚀, 反之碱性较强的土壤会延缓其腐蚀。如果土壤中的电阻率较大, 也会导致管道的腐蚀加速。其次, 水下埋藏的油气管道会因为水中的微生物影响, 而产生锈蚀的现象, 加速其腐蚀。最后, 油气管道如果暴露在空气中, 会受到气候条件的影响, 雨水侵蚀、阳光照射都会导致其表面的材料出现老化的现象, 从而使其出现腐蚀的情况。

2.1.3 施工原因

油气储运管道的敷设工程十分复杂, 不仅工程量较大, 而且施工的时间较长, 因此施工材料容易受到影响, 降低其防腐性能。施工人员需要对施工材料进行良好的检查和保存, 避免在施工的过程中受到自然因素以及人为因素的影响, 导致管道材料出现质量问题, 使其防腐性能下降。但是部分油气企业在管道施工中对防腐工作不重视, 材料管理混乱, 甚至胡乱堆放在露天的环境中, 导致其受到腐蚀, 表面的防腐涂层受到破坏, 再加上工作人员检查不到位, 就会导致

管道的腐蚀速度较快。在施工时,施工人员对技术把控不严格,导致出现管道接口密封不严、管道受到污染等问题,加重了管道的腐蚀。

2.2 油气性质

在石油和天然气中,存在着很多的化学物质,这些物质在一定的条件下会产生相应的化学反应,从而导致储运管道出现腐蚀。而且油气资源中还存在硫化物,其具有较强的腐蚀性,就会加速管道的腐蚀。未经炼化的原油存在很多杂质,这些杂质在运输的过程中可能会沉积在管道的管底或者是接口处,如果杂质中存在酸性物质,就会对管道产生较强的腐蚀性,导致管道的管底或者是内壁出现孔状的腐蚀。如果不能及时处理,腐蚀就会扩大,从而给储运油气资源造成了不利的影响。

2.3 防腐措施

在管道敷设过程中,相关单位需要对管道进行防腐处理,但是有些单位所做的防腐措施质量较差,或者是受到外界环境的干扰,导致防腐措施失去了防腐性能,就会导致管道的防腐效果不理想。例如,在施工之前,工作人员需要先在管道上涂防腐涂层,如果施工人员涂抹的质量较差,就会导致管道的防腐层受到破坏或者脱离,使其防腐性能下降。与此同时,工作人员在涂抹防腐涂层的时候,如果对温度的控制不到位,也会导致防腐涂层破损或脱落,从而使管道被腐蚀。

2.4 工作人员素质较低

石油企业在进行油气资源的运输时,因为运输的环境一般较差,位置较为偏僻,而工作人员的能力和水平不高,这就会导致在运输过程中,无法及时检查出管道的腐蚀情况,或者检查出腐蚀情况之后不能应用科学的防腐技术对其进行改进。而且工作人员对管道出现的腐蚀问题不重视,导致腐蚀越来越严重,从而造成了严重的安全事故。

3 油气储运过程中的管道防腐措施

3.1 管道涂层防腐技术

管道涂层防腐技术是最常见的油气管道防腐蚀技术,具体应用的涂层种类可作如下划分:

3.1.1 沥青涂层

这种涂层的吸水率很低,能够在一定程度上抵抗酸、碱、盐等物质对油气管道的侵蚀作用^[2]。此外,沥青涂层还具有致密性高、稳定性强、屏蔽性好、抗阴极剥离能力强的优点。但沥青涂层同样具有缺点——机械强度地、对植物根刺作用的耐受力以及热

稳定性相对较差。现阶段使用的沥青涂层主要原料是聚氨酯沥青。这种沥青涂层材料的特点是:①即使环境温度已经下降至0℃左右,管道涂层作业也可以有效开展;②聚氨酯沥青中没有其他溶剂,故具有较强的环保性,一次作业后成膜厚度较高,综合施工效率高;③在油气管道表面涂抹形成的聚氨酯沥青涂层具有较强的坚韧性,涂层表面均匀且光洁度较高、附着力及耐磨性较强,能够有效抵抗微生物及植物根茎的侵蚀。但需要注意,涂抹聚氨酯沥青涂层时,要求施工人员技巧娴熟、经验丰富,必须经由专用设备方可完成施工。

3.1.2 煤焦油瓷漆涂层

基于这种材料在油气管道外表形成的涂层具有较强的粘结性,涂层紧实程度较高。与沥青涂层类似,煤焦油瓷漆涂层的吸水率也较低,在抵抗微生物侵蚀、抗击植物根茎穿透、抗烃类物质腐蚀及溶解方面均具有一定优势。但这种材料的缺点是,对土壤的各种作用力的抵抗力较差,涂层本身的热稳定性较低且毒性较大。目前,在全球范围内得到广泛应用的煤焦油瓷漆涂层原材料是 Reilly 公司生产的环氧树脂-煤焦油瓷漆涂层系统。在该系统中,底漆是一类具有高浓度、低粘度、能够快速弥合的双组分环氧树脂;表层则是具有更强玻璃纤维性的煤焦油瓷漆。经过这种设置之后形成的环氧树脂-煤焦油瓷漆涂层系统的操作特性得到了显著提升,能够在最低零下28℃,最高零上80℃的环境中保持良好的性能,可有效防止油气管道自外向内被腐蚀。

3.2 管道内部防腐技术——缓蚀剂的应用

油气储运过程中存在一种情况——同一条油气运输管道往往会运输不同类型的油气。由于不同提纯程度的油气有较为明显的组分差异性,且考虑到油气管道的建设成本问题,极其容易在管道内部积累污垢,长此以往必定会对管道内壁造成腐蚀。现阶段针对油气管道内壁的防腐蚀方法为:在管道内壁处设置防腐土层。构成这种涂层的材料及原理如下:石油或天然气中含有一定量的酸性成分。这类介质在遇水之后会溶于其中,进而形成酸性溶液,最终对管道内壁造成腐蚀。如果这种现象长期持续,会导致油气管道承受压力的能力大幅度下降。基于此,应当科学使用缓蚀剂。所谓“缓蚀剂”是一些专用于腐蚀环境,主要抵抗或抑制金属腐蚀的添加剂。因此,缓蚀剂的别名是腐蚀抑制剂或阻蚀剂。需要注意,不同类型的缓蚀剂只有在浓度和存在形式达到环境及介质的相关要求

时,才会具备减缓腐蚀的功能。向油气管道内部加入缓蚀剂,对管道内壁形成防腐蚀保护层的优点是:①在不对腐蚀环境造成明显改变的情况下,便可以收获良好的防腐蚀效果;②设备方面的投资基本不会增加,相关作业的操作较为简单,起效快;③在腐蚀环境发生变化后,可以通过改变缓蚀剂的种类、调整缓蚀剂加入油气管道的剂量,实现维持当前防腐蚀成果的目标;④一种类型的缓蚀剂中存在多种组分,能够有效防止多种金属在复杂的腐蚀环境下被侵蚀。在实际应用缓释之前,需围绕缓蚀剂的缓蚀效率进行计算,适用公式如下:

$$\eta = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\%$$

在上式中, η 表示缓蚀剂的缓蚀效率, V_0 表示油气管道内未加入缓蚀剂时的金属腐蚀速度; V 表示油气管道内加入缓蚀剂时的金属腐蚀速度。除了缓蚀剂之外,还应对缓蚀剂的“后效性能”进行综合评估。所谓“后效性能”是指油气管道中加入的缓蚀剂浓度从正常浓度开始逐渐降低之后,保持原有缓释效果不变的持续时间。该时间越长,意味着缓蚀剂的后效性能便越高,对油气管道的保护效果便越好。

3.3 阴极防腐技术

阴极防腐技术实际上是油气管道电化学防腐技术中的一部分。由金属材质制成的管道发生电化学腐蚀时必须满足三个条件:①有相互连通的电子、离子通路;②有相对明显的电位差存在;③有一定量电解质的存在。阴极防腐技术(或者说电化学防腐技术)实际上是对金属材料腐蚀的环境进行破坏——利用外部电源,对金属进行“极化”,从而改变金属定位。

具体的针对金属材料制成的油气管道的阴极保护原理如下:①假定在未开展通电保护之前,金属管道内部已经构成了上述三个条件,可视为已经形成了“腐蚀原电池”,此时的自然腐蚀电位为 E , 对应的最大腐蚀电流为 I_c ;②连接外部电源,有外部电流通入后,受电解质流入阴极的电流量的增加,阴极会被进一步极化,进而导致点位降低。如果将流入阴极的电流设定为 I_d , 那么对应的电位会降低至 E' , 至此阶段,原来的阳极流出的电流会从 I_c 降低至 I' 。 I_d 与 I' 之间的差值便是外加电源后流入的电流;③持续上述过程,当阴极极化作用导致总电位降低至阳极的初始电位 E_0 时,金属材料制成的油气管道便不会再受到电化学腐蚀,进而起到对管道的防腐蚀保护作用。

若要使用阴极防腐的方法保护金属材料制成的油

气管道,可选择的具体方法包括两种:

其一,牺牲阳极法。在选择牺牲阳极材料时,应该满足下列要求:①负稳定电位必须重组;②阳极自腐蚀速度必须足够小且腐蚀过程整体需要位置均匀,能够提供强度充足且稳定的电流效率;③阳极应该具有较高的电化学当量——单位重量产生的电流应该较大。

其二,强制电流法(辅助阳极法)。在选择辅助阳极时,应该满足下列要求:①导电性能良好;②排流量较大;③具有较强的耐腐蚀性能,消耗量较小且寿命较长;④机械强度、耐磨强度、耐冲击震动性能较强。

现阶段,可供选择的辅助阳极如下:①以钢、铝为代表的可溶性阳极;②以高硅铸铁、石墨为代表的微溶性阳极;③以铂、镀铂、金属氧化物为代表的不可溶性阳极。总体来说,油气公司应根据实际情况,选择合适的金属阳极。

3.4 提升工作人员的综合素质

上文对油气管道储运过程中出现防腐失败情况的原因进行了总结,其中一项重点内容是:在施工期间,部分施工人员为了赶工期、提高工作效率,没有对油气管道的表面进行完整地处理,导致多种隐患遗留。事实上,如果问题发生在根源层面,那么后续具体的油气管道防腐措施选择、材料的选择均会失去意义。基于此,油气公司应该重视对油气管道施工及维护人员的培训工作,不断深化意识、提高综合素质,促使工作人员兢兢业业地完成相关作业,最终达到提高油气管道防腐蚀性能、延长使用寿命的目的。

总之,在我国的经济快速发展的过程中,对于能源资源的需求也越来越多,因此促进了油气储运管道防腐技术的发展。在实际的油气资源运出过程中,油气企业应该对可能造成管道腐蚀的因素进行分析,然后有针对性地解决管道腐蚀问题,采取涂层防腐、缓蚀剂防腐、阴极防腐等技术,优化油气储运管道的性能,保障油气储运的安全性。

参考文献:

- [1] 张立初.管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用策略[J].全面腐蚀控制,2022,36(10):119-120.
- [2] 杨颜璐.油气储运中管道防腐工艺设计与应用[J].石化技术,2022,29(08):63-65.

作者简介:

康忠(1985-),男,汉族,河北唐山人,大学本科,工程师,研究方向:油气储运工程。