

油气储运中管道防腐技术的应用

王 杰 (山东盛源热力股份有限公司, 山东 潍坊 261000)

摘 要: 油气储运工程涵盖储油装卸、长距离输送管道、油气田集输等不同系统, 上述系统组成油气从初期加工至后期分配与销售等全过程。当前各个领域对油气能源需求日益提升, 大力推动油气储运工程发展, 也逐渐形成天然气与成品油的管道输送网络。然而油气储运管道投入使用后仍需面对的重要问题之一为管道腐蚀, 该问题关系到油气储运安全。对此, 本文则以油气储运管道腐蚀机理与发生管道腐蚀原因为切入点, 从不同层面分析应用管道防腐技术策略, 望给予相关研究者提供参考。

关键词: 油气储运; 管道防腐技术; 应用

通常油气田从初期开发生产到后期储运都需要运用工艺设备与储运管道, 但受不同因素影响, 相关设备与管道会收到较为严重的腐蚀, 影响油气质量。相关研究指出, 我国油气管道投产 1-2 年后经常出现腐蚀穿孔问题, 每年因管道腐蚀造成的经济损失占据国内 GDP 总产值近 3% 左右, 油气储运管道腐蚀消耗呈逐年增高现象, 所以, 针对油气储运管道应用科学合理的防腐技术对提升油气储运经济性与安全性具有重要意义。^[1]

1 油气储运管道腐蚀机理

1.1 化学腐蚀

顾名思义, 化学腐蚀即因化学反映造成的管道腐蚀。通常钢管由金属材质构成, 如果长期与空气中的 SO_2 、 H_2S 、 O_2 等介质接触则会引发金属表面管道表面吸附硫化物与氧化物等, 在产生化学反应中则会导致管道壁变薄, 无形中缩短管道使用寿命, 在时间推移中引发管道破裂, 引发油气泄漏事故^[2]。

1.2 电化学腐蚀

电化学腐蚀是化学腐蚀之外经常出现在油气储运管道问题中。所谓电化学腐蚀即形成原电池。土壤、大气中的水分经电离作用产生 H^+ 、 OH^- 离子并与空气中的 SO_2 、 CO_2 作用后产生 HSO_3^- 、 HCO_3^- 离子, 上述不同浓度电解液接触埋地油气管道中的 Fe^{3+} 离子后形成原电池。当阴极离子持续与阳极铁离子结合后发生腐蚀现象, 加速管道失效以及破裂^[3]。

2 油气储运管道防腐原因

2.1 内部问题

一般油气储运管道会安装于地下, 人们无法全部掌握其日常运行情况, 更无法获知部分管道中出现的防腐层脱落情况, 自然无法针对管道做好相应的防腐防护处理, 加剧油气储运管道腐蚀问题。与此同时,

油气自身也存在相关问题; 在很多情况下, 我国油气管道储运阶段并非单纯的运输油气, 还会由其他能源物质, 正是这些物质在交叉运输中十分容易造成严重管道腐蚀问题且无法控制此影响, 日积月累成为管道损坏重要原因。在油气管道储运阶段, 管道会因周围环境中因素变化出现腐蚀。例如水与大气中二氧化碳相结合后会形成碳酸类物质, 进而严重腐蚀管道, 铁锈出现在油气储运管道结构中。^[4] 外部环境中其他气体是除二氧化碳后会对管道造成腐蚀影响的重要因素, 该因素也无法避免, 对此, 需要根据实际情况采取相关防腐措施, 降低油气储运安全事故事件发生率。

2.2 外部问题

当前大众物质生活水平在飞速发展的经济社会背景下得到显著提升, 日常生活对油气需求量也日益提升。纵观国内油气储运行业发展现状得知, 不管建设面积、管道规模都相对较大且在未来发展中呈现持续上升趋势。然而在实际施工中, 各个地区具有不同的自然环境与地理条件, 需要结合实际选取合理且高效的施工方案, 最大限度避免因环境因素对油气储运管道造成损坏。由于油气管道长期处于地下环境中, 地区埋设位置土壤环境也会严重影响油气储运管道, 严重腐蚀问题也会因此形成。此外, 部分尚未被完全覆盖土壤的油气储运管道因长时间暴露在自然环境当中, 受空气成分与雨水侵蚀等不同因素影响也会对管道造成腐蚀, 直至造成管道泄漏。如果在日常管理中缺少高效有序方式则会引发严重管道质量问题, 对我国油气储运事业进步与发展造成严重影响。

3 油气储运中管道防腐技术的应用

3.1 防腐涂层技术

所谓防腐涂层技术即在金属表面涂敷, 使其与周围介质形成隔离, 从而控制管道腐蚀。涂层防腐技术

最为显著的特征即可高效利用防腐蚀材料隔离较易受到腐蚀的金属管道以及腐蚀介质环境,实现防腐目标。当前涂层防护技术按照材质划分分为有机与无机防腐涂层,具体如下:

3.1.1 有机防腐涂层

通常有机材料的耐腐蚀性与耐酸性较强,普遍应用于防腐涂层材料当中。例如常见有机涂层有环氧类防腐涂层、沥青及其他有机防腐涂层。早期管道防腐技术中常见沥青有机材料,主要因为沥青具有较好的耐水、耐酸、耐碱性等优势,与此同时,沥青因其自身的高绝缘性能而较好地粘附于金属管壁上,其抗剥离能力相对较强。正所谓,利弊相随,作为防腐涂层的沥青存在的不足较多,如热稳定性与机械强度较差且十分容易老化,在细菌、植物根茎作用下十分容易被破坏,故而,其应用具有一定局限性。目前世界公认的油气金属管道防腐蚀工艺之一为环氧涂层(FBE),与同类材料相比,其整体防腐蚀性较高。环氧涂层材料成分为固化剂与环氧树脂等,具有较强的粘结力且耐盐碱腐蚀,涂层密度大。^[5]

3.1.2 无机防腐涂层

虽然当前很多领域大规模应有有机防腐涂层,然而热喷玻璃涂层、搪瓷涂层、陶瓷涂层等无机非金属材料因自身所特有的良好耐磨性、耐蚀性、不易老化以及耐高温等特征受到重视。其中热喷玻璃涂层原理即共同使用热喷涂技术与搪瓷技术,管道内部通过汲取外部热量和管道预热将釉料传输至关闭内部,紧接着行融化喷涂,促使管壁内部可均匀地附着釉料,可运用高温火焰喷涂外部,此工艺喷涂出的涂层表面相对光滑且阻力小,流体输送时耗能可得到降低。陶瓷涂层具有抗氧化、耐腐蚀、耐高温等高稳定性特征,在具体应用中也出现很多制备金属管道陶瓷涂层技术;搪瓷涂层的防腐蚀能力较高,其较好地抵抗其他各种浓度与部分酸性腐蚀剂,耐盐性能也高出其他材料。

3.2 阴极保护技术

石油是一种重要能源,运输时需在管道中加入阴极保护,防止产生安全事故,提高防护的效果。所谓阴极保护防腐技术,是一种常见的管道保护方法,也是电化学保护技术的一种类型。它的原理是向被腐蚀金属结构物表面施加外加电流,促使被保护结构物成为阴极,抑制其中的金属腐蚀物。其需要通过牺牲阳极,或者对于外加电流保护的变压器-整流器等电源

运转形式,采取阴极保护数据采集和整理,从而开展全面的存储和分析、应用。通过采用这种阴极保护防腐技术,全面提升了输油埋地管道的持续性,避免因为环境因素而产生腐蚀,将腐蚀情况降到最低,从而保证管道的安全和稳定。^[6]具体从以下方面着手:

3.2.1 强制电流技术

强制电流技术需要用到恒电位仪,促使电流通过阳极进入管道,消失在土壤中,同时进入到输油管道中。而且与连接至管道的阴极电路产生一定的汇流,流动至恒电位仪中,从而改变数值,使得电位更加安全稳定,保证通电点电位稳定在一个范围内。这样便能改变阴极电位,达到阴极保护的作用。这种强制电流法具有非常长的保护电流,其可以对电流和电压进行调整,普遍被用于长输油管道中,以及管地电位与牺牲阳极不相符的时候。同时,强制电流法的外加电流对金属极化曲线能产生影响,在系统分析时减少电化学的腐蚀。要达到阴极保护的目标,必须要界定电压,做好回路电阻定量分析工作,科学选择参比电极。这种技术的优势是输出电流大,同时能进行调整,不会被土壤电阻率所影响,保护半径也非常长,所以防腐蚀的效果很理想。

3.2.2 牺牲阳极技术

这里所说的牺牲阳极技术,一般采用阳极材料来替换管道和金属设备,将还原性很强的金属作为阳极。从而与管道之间进行结合,产生原电池。

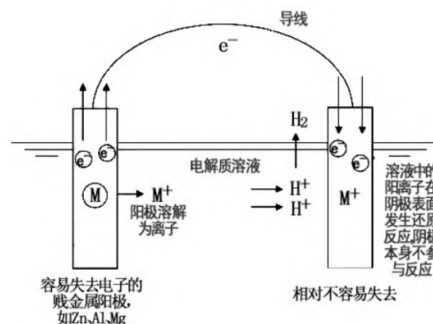


图1 牺牲阳极保护法

在进行使用时,阳极材料会逐渐氧化、消失,使得管道的使用寿命得以增强。阳极材料的种类很多,常见的有镁-锰、镁铝、锌-锡、锌-汞以及铝-锌-钢合金。也有一些材料能被用作辅助阳极材料,比如氧化铁、混合金属氧化物。这些合金中镁的密度不高,电位很低,极化效率低,适合被用在土壤中。锌合金阳极腐蚀程度不高,可以用于酸性与碱性的土壤。铝电位在镁和锌之间,表面会钝化,可以和锌-铝、

铝-汞合金形式产生作用,更好的防止管道腐蚀。(以图1所示)牺牲阳极技术一般被用在空间狭窄、人口密集的区域,其不要另外增加电源,操作便利。但保护范围很窄,无法随时监控输出电流,更不能体现出管道涂层的情况,因此其效果也非常有限。

3.2.3 附加绝缘层

在对输油管道层进行防腐时,必须要不断进行研究和探索,可采用附加绝缘层的方法。通过对管道表面热处理、增加防腐涂层,提高防腐的效果。但必须要科学合理的选择防腐涂层,严格控制施工技术,避免产生涂层施工不当的现象。若是在传输时,管道外表面非常干燥,就不容易产生电化学反应,而且也会形成腐蚀。涂漆防腐的原理是采用涂料来进行刷涂,将目前的管线和土壤形成一条隔膜,借助阴极保护来避免产生腐蚀问题。其中,涂层属于非常重要的材料,漆膜保护层管道和电解液产生接触,漆膜相对的金属容易被腐蚀。所以需避开管道表面腐蚀,发挥出阴极保护的功能。(以图2所示)同时要遵循这些原则:

①不能将含锌的涂层用在奥氏体不锈钢中,这会产生反作用;②含锌涂层锌含量必须达到一定的标准,若是不合格,则不会产生阴极保护作用;③要在表面光滑的管道涂一层聚氨酯涂层,防止在多孔、粗糙的管道上涂刷;④土壤pH值、含水量、原油性质能影响阴极保护的效果。必须根据实际情况,选择适宜的涂层材料。

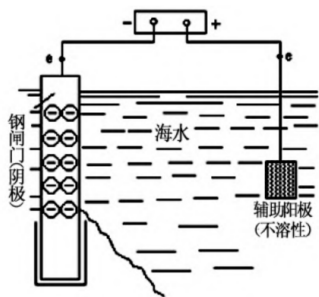


图2 附加电流阴极保护法

3.2.4 双电流表法

我国是最早提出双电流表法的国家,所采用的数字万用表中最为显著的特征为两个型号相同,旨在保障两个表在相同量程中的内阻相同。具体接法如下:其一,以串联形式在测量回路接入一只电流表,由此获得电流;其二,将第一只电流表与第二只电流表共同串入测量回路,观察两只表发现,其点流量与测量电流基本相同;通常以平均值显示两只表中展示数据。除此之外,直接测量法与标准电阻法也可测量电流,

可检查阴极保护技术是否对防腐物质发挥作用。

3.3 加强内部防护

油气储运管道选取的化学药剂主要包括有缓蚀剂、除硫剂、杀菌剂、除氧剂等。以缓蚀剂为例,作为油气储运管道防腐中十分常用一种化学药剂,在油气储运管道介质中添加适量,可于油气储运管道内壁建立起一层诸如吸附膜、钝化膜等保护膜,以此起到减缓或抑制油气储运管道腐蚀的作用。缓蚀剂的作用机理主要表现为:首先,阻活效应,缓蚀剂分子可吸附于金属表层的腐蚀反应活性中心,提升腐蚀反应活化能,缩减活性中心数量,进一步抑制腐蚀速率;其次,覆盖效应,缓蚀剂分子有序附着于金属表面,可实现对金属腐蚀反应的有效抑制;最后,转变双电层性质,缓蚀剂分子吸附覆盖于金属表面,还可转变双电层机构及分散层电位差,进而达到抑制腐蚀反应的目的。缓蚀剂的应用优点主要表现为用量少,且较少依赖外界环境因素,无需应用防腐设备且操作便捷。需要注意的是,采用缓蚀剂前需要考虑好金属的影响、腐蚀介质的影响、缓蚀剂毒性等情况。

4 结语

总之,油气能源分布与需求区域处于失衡困境,只有保证安全输送与及时送达油气才能满足不同领域对油气能源需求以及经济发展,所以,对油气储运系统建设提供较为严苛的要求。通过在油气储运中合理应用管道腐蚀技术可最大限度降低管道腐蚀,确保油气储运稳定性与安全性。相关部门与单位需结合实际情况引入防腐技术,切实发挥技术效用,保障油气稳定输送与安全储运,实现预期经济与社会效益目标。

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] 杨福,安龙生,王正伟,周家尧,李博涵.油气储运管道防腐技术的现状与应用[J].化工管理,2022(21):76-79.
- [3] 李强.管道防腐技术在油气储运中的全程应用[J].当代化工研究,2022(04):81-83.
- [4] 王长征.针对油气储运中管道防腐技术的分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(23):195-196.
- [5] 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.
- [6] 张涛,孙洁.油气储运中的管道防腐问题[J].石化技术,2020,27(10):218-219.