

联合站腐蚀与防腐技术分析

苏勇 龙飘 肖志清 王莉芳

长庆油田第十一采油厂 甘肃庆阳 745000

【摘要】联合站作为处理采出液的场所,普遍存在一定程度的腐蚀现象,既对处理设备带来了损害,影响到设备的使用年限,也存在潜在的安全隐患。文章以联合站管道和水系统腐蚀为例,对腐蚀原因、腐蚀规律进行了分析,并提出了防腐对策,希望起到联合站管道、设备降低腐蚀速率、提高使用年限的效果。

【关键词】联合站; 腐蚀; 防腐

1 联合站管道腐蚀规律分析

联合站管道的腐蚀规律经过大量研究,认为存在以下几个方面的特点^[1]:

1.1 受含水量影响显著

联合站管道埋地后,如果土壤含水量较高,可以加速土壤中各类可溶性盐类的溶解,降低土壤中的电阻,相应增加腐蚀产生的电流。如果含水量保持较高水平,土壤还会膨胀,使土壤中的孔隙度降低,影响到氧气的吸附,降低了土壤去极化作用,起到减缓腐蚀的效果。

1.2 矿化度的影响

如果土壤中矿化度较高,和腐蚀行为有关的离子含量较高,会对管道腐蚀产生明显影响。不仅如此,土壤的含氧量、酸碱程度、卫生问题数量都会对管道腐蚀产生影响。

2 联合站管道腐蚀机理探讨

管道埋于地下,具有较为复杂的腐蚀行为和腐蚀机理。之所以复杂,首先在于腐蚀介质的复杂,土壤是成分复杂、分布不均的多相体系,除了土粒、土壤介质、带电溶胶,还包括一定的土壤微生物,可以说,土壤腐蚀的影响因素较多并且较为复杂。另一方面,土壤中金属腐蚀具有较为复杂的类型,既有微电池腐蚀和宏电池腐蚀,也有土壤对管道材质的腐蚀,还有微生物对管道的腐蚀,除此之外,还包括杂散电流产生的腐蚀情况^[2]。

管道在土壤中的腐蚀行为类似于在电解液中的腐蚀行为,都属于电化学腐蚀范畴。由于管道各个位置处具有不同的理化性质,加上接触电解质的不平衡性,导致电化学腐蚀行为经常发生。根据研究成果,土壤中的宏电池腐蚀类型主要包括氧浓度差电池腐蚀行为、盐浓度差电池腐蚀行为、温度差电池腐蚀行为、应力腐蚀行为等。

氧浓度差电池腐蚀:这一类型的腐蚀是造成管道局

部严重腐蚀的重要因素,属于较为常见的腐蚀宏电池。其作用机理可以解释为:当土壤潮湿程度不同时,土壤中的氧浓度存在差异,在和金属表面接触时,在接触面的不同位置会形成不同的氧电极电位。氧气浓度低的位置电位较低,氧气浓度高的地区电位较高,两个不同位置之间便形成了腐蚀宏电池。氧气浓度越低,腐蚀速率越快。管道埋地时,由于埋地深度存在差异,在不同深度之间会形成氧浓差电池腐蚀。埋深越深,氧气越难以到达,形成电池的阳极,对管道产生腐蚀。还有些管道穿越线路较长,穿越区域被不同的土壤层覆盖,如前面属于卵石层或者疏松的碎石层,后面为胶结致密的勃土地带,由于后者更缺氧,属于贫氧区,电位较低,前面碎石区属于富氧区,电位较高,因此,后面致密突然覆盖的管道更容易产生腐蚀。

盐浓差电池:埋地管道不同位置接触的土壤含有不同的矿化度和含盐量,在不同位置盐量浓度不同,构成了盐浓差电池。盐浓度越高的管道表面电极电位越低,越容易形成电池的阳极,进而产生腐蚀行为。

酸浓差电池:埋地管道所处的土壤位置具有不同PH值,土壤酸度和总酸度之间存在差值,进而形成腐蚀电池,这种类型的腐蚀叫做酸浓度差电池。酸度越低,管道表面容易形成阴极,酸度越高,管道表面容易形成阳极,因此,酸度越高的管道表面越容易产生腐蚀。

温差电池:这种类型腐蚀行为发生的动因为埋地管道不同位置所处土壤的温度不同,温度越高,越容易形成阳极,温度越低,越容易形成阴极,进而形成腐蚀宏电池,并且温度高的位置更容易产生腐蚀^[3]。

应力腐蚀电池:埋地的金属管道,由于材质特性不同,在冷弯变形幅度最大位置产生的腐蚀最为严重,这种在应力作用下形成的腐蚀电池,称作应力腐蚀电池,在高应力区域遭受的腐蚀更加严重。

杂散电流在土壤中普遍存在,从正常电路漏失流入其他位置的电流大小和方向均具有不确定性,如从上覆地层穿过的铁路、有轨电车、无轨电车、埋地电缆漏电形成的电流等,都属于杂散电流范围。埋地管道在没有杂散电流的情况下,腐蚀电池两极电位差仅仅为几百毫伏,当存在杂散电流时,管道上的接地电位可以达到8-9V,通过其中的电流则可以达到500A。杂散电流的影响范围较广,甚至可以远至几十公里之外。杂散电流集中存在,能够形成高度腐蚀性以及严重破坏性。据实验,在杂散电流作用下,9mm的钢管不足5个月时间就会产生腐蚀穿孔行为,并且,离供电系统越近,杂散电流的腐蚀作用越明显。

土壤中含有一定水分,如果土壤接近中性,同时包含大量可溶性有机物和无机物,为微生物的生存提供了条件。除了硫酸盐还原菌,土壤中还有其他类型和金属有关微生物的繁殖与生存。如果土壤中含有足够的氧含量,则嗜氧类细菌例如硫化菌可以繁殖,这种细菌可以使厌氧硫酸盐还原菌发生氧化反应,产生硫酸,将管道表面的钝化膜破坏掉,进而使金属发生腐蚀反应。当土壤中含有两类细菌产生腐蚀时,在细菌作用下,土壤的理化性质会发生变化,能够形成氧浓差电池和酸浓差电池腐蚀。

3 联合站水系统腐蚀因素分析

3.1 温度条件

按照腐蚀机理,大多数电化学反应速率与介质温度具有正相关关系,腐蚀速率也随着温度的升高而变快,并且增长速度具有线性关系,温度每升高10℃,水系统腐蚀速率提高30%,可见,应该科学管控污水系统控制温度,以降低腐蚀反应速率。

3.2 硫化氢产生的腐蚀

联合站污水处理系统中通常含有一定量的硫酸盐还原菌,这种菌类的存在会加快硫酸根的分解,最终形成硫化氢。污水中硫化氢的含量和所处温度息息相关,在恰当温度条件下,硫化氢会和水中的介质产生电离反应,并逐步释放出去极化的氢离子。在金属断的阴极会吸收电子,加快了阳极处铁离子的溶解速度,使系统产生腐蚀。腐蚀反应会产生许多氢离子,这些氢离子会持续在管道内部渗透,进而产生氢脆现象,这种情况下,只需要使用较小的应力就能够将钢铁破坏掉,具有强烈的腐蚀性。腐蚀速率和硫化氢的含量呈现一定关系,在一定条件下,当硫化氢含量增加时,腐蚀速率上升较快,当硫化氢含量上升到一定程度,管道腐蚀速率保持稳定^[4]。

3.3 溶解氧

联合站污水成分较为复杂,如果存在溶解氧,不可

避免的会产生腐蚀作用。一般情况下,溶解氧的浓度越低,局部腐蚀程度越高。常见的腐蚀类型为氧浓度差腐蚀,腐蚀产物为腐蚀产生的垢。这种类型的腐蚀危害性要高于均匀腐蚀类型。

3.4 矿化度

污水系统中都含有一定数量由可溶性盐构成的矿化度,例如硫酸盐和硫酸镁等盐类,这些可溶性物质在水系统中会对金属产生强烈的腐蚀作用。矿化度越高,污水系统的导电性越强,和钢制材料相距较远的正负离子都能够互相吸引,不利于在金属表面形成致密保护层,有些情况下还会使金属表面的氧化膜被破坏,加快钢制材料的腐蚀速率。腐蚀速率和矿化度在一定范围内具有正相关关系,当矿化度增加时,腐蚀速率也随之加快,超过一定范围时,腐蚀速率趋于稳定甚至会下降。污水系统中普遍存在氯根,以该离子类型为例阐述矿化度和腐蚀速率的关系。溶液中的氯离子首先会在金属表面进行吸附,尤其当金属表面保护膜被破坏或者金属表面保护膜薄弱时,更容易破坏掉上面的氧化层^[5]。这样就形成了以强极性、作用半径小、穿透性强为特征的局部腐蚀,同时对金属还会产生应力破坏,形成金属点状腐蚀。从大量研究成果可以看出,溶液中氯离子含量越高,溶液的腐蚀速率越快,点状腐蚀特征越显著。氯根与污水系统中的铁离子反应会生产可溶性盐,这种盐在溶液中不稳定,会发生电离反应,在反应过程中PH值会下降,使溶液呈现酸性特征。同时还会加快氢离子去极化反应速度,增加了金属表面的腐蚀速率,甚至会引起管线穿孔。

3.5 细菌

联合站处理液成分复杂,体系中存在许多类型的细菌,常见的如硫酸盐还原菌、铁细菌以及腐生菌等,其中,硫酸盐还原菌对系统的腐蚀最为明显。在厌氧的情况下,硫酸盐还原菌会将硫酸盐类物质还原成为硫化氢,形成硫化铁,并对管线产生腐蚀。

3.6 水流速度

污水处理系统中水流的速度对系统腐蚀速率会产生直接影响,成为管线腐蚀的重要因素。在联合站污水系统中,含有大量的油泥、固体悬浮物颗粒,随着水流速度加快,对管线表面会产生强烈的冲击力,严重者会产生水流冲刷腐蚀。腐蚀的介质在管线内流动时,会和管道壁相互接触,随着流速变大,覆于管道表面的保护膜会被冲刷走。当流速进一步增加时,腐蚀介质会向管道内部进行扩散和渗透,腐蚀面积也会增加,都会促进腐蚀速率的加快。

3.7 PH值

污水处理系统管道上的金属保护膜稳定性能与PH

值关系密切, PH 值发生变化时, 这种动态平衡也会被打破, 一旦上面的保护膜被破坏, 系统的腐蚀就会加速。在 PH 低于 5 时, 阴极反应速率明显加快。一旦管道壁上的金属膜完全被破坏掉, 在酸性介质下, 金属会发生阴极还原反应, 显著增加腐蚀速率。

4 联合站防腐治理对策

4.1 选择科学合理的防腐涂层

在选择防腐材料时, 应该在不同部位设置科学合理的涂层进行腐蚀防护, 将污水处理系统中的管线、管壁防腐等级由一般防腐等级进行升级, 升级为加强级别, 在刷漆防腐时, 底漆由之前的一遍喷涂增加为两遍防腐喷涂, 面漆也相应增加喷涂次数。如果处理液量增加, 应该进一步提升防腐等级, 将底漆和面漆多次喷涂。对腐蚀较为严重的部位, 可以考虑用环氧富锌作为底漆取代环氧树脂作底漆。

4.2 推广阴极保护措施

在联合站污水处理系统进行投运前, 应该在恰当位置如罐体底部和内部采取相应的阴极保护措施, 并使用内防腐涂层配合腐蚀防护技术, 并且还要开展系统性的防腐手段^[6]。

4.3 通过投加缓蚀剂减缓腐蚀

在油田采出液处理过程中通常使用缓蚀剂开展腐蚀防护, 缓蚀剂的作用主要是对系统起到延缓甚至阻止腐

蚀的效果。值得一提的是, 在缓蚀剂选择时, 需要考虑联合站的污水特征、污水处理工艺、其他药剂是否兼容, 确保缓蚀剂起到缓释效果。

4.4 定期开展腐蚀检测

联合站应该定期对污水处理设备和管道进行腐蚀检测, 根据腐蚀情况开展相应的防腐措施。并通过对腐蚀速率、腐蚀产物的分析, 寻找到最优的腐蚀方法。因此, 采取分节点管理、定期评估、定期检测的方法加强系统防腐。

【参考文献】

- [1] 叶帆, 刘强. 牙克拉气田集输管线的腐蚀及其防治 [J]. 腐蚀与防护, 2018(11).
- [2] 潘俊宏. 浅析耐腐蚀技术在油田管道上的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017(8).
- [3] 李强, 赵永峰. 油气田缓蚀技术研究进展 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 2018(3).
- [4] 罗晓璇. 埋地油气集输管道腐蚀影响因素及防腐途径探讨 [J]. 石化技术, 2018, 23(5): 255-256.
- [5] 吴双成. 硼酸的酸性问题探讨 [J]. 电镀与环保, 2017, 32(11): 52-53.
- [6] 宋立姝, 周晓鸥. 水溶液中硼酸的酸式离解及其强化问题 [J]. 安庆师范学院学报, 2019, 7(2): 80-82.