

油气储运中的管道防腐技术分析

王智慧 (兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 通过持续的能源改革发展, 石油和天然气仍然为我国主要的能源体系, 进行长距离的“南油北调”、“西气东输”工程中, 处处离不开油气储运管道的支持。管道作为油气运输的主要载体, 必须一直保持安全可靠的性能。在管道的管理中, 管道内、外部的腐蚀问题一直难以克服。大量的管道管材由于腐蚀发生损坏, 甚至报废, 对国民经济造成巨大损失。管道腐蚀对油气行业产生不利影响, 阻碍了行业的发展。并且管道腐蚀存在的安全隐患违背了发展理念。本文主要阐述了油气储运过程中管道的腐蚀机理以及防腐技术分析, 利用当前科学防腐技术和物联网检测技术解决管道的腐蚀问题。

关键词: 油气储运; 腐蚀因素; 防腐; 技术分析

在油气资源广泛应用于人们的生产、生活中的背景下, 油气资源锐减, 为了减少资源的浪费, 促进经济的发展, 故油气管道中的腐蚀问题不能被忽视。管道出现腐蚀会阻碍整个管路的正常运行, 难以保障油气资源的正常供给。发生腐蚀的管道极易损坏, 油料一旦泄漏会对周边环境造成污染, 对经济造成巨大损失, 这不仅违背我国践行绿色发展的战略道路, 而且会对人们的生产、生活产生巨大的影响。与此同时, 管道腐蚀会引发安全生产问题, 很多管道需要穿越村庄, 管道一旦遭受腐蚀造成油气资源的泄露, 油气中的化学物质不仅会对人们的财产生命安全造成巨大的威胁, 而且非常容易引发更多重大的安全事故。在国内外发生的很多由于管道腐蚀遭到破坏, 造成剧烈爆炸, 导致人员伤亡, 存在极大的安全隐患。因而, 油气储运中的管道防腐技术的优化尤为重要, 能有效避免安全事故的发生和降低我国的油气能源浪费、环境污染等问题, 使我国的资源得到利用的最大化。

1 油气储运中的造成管道腐蚀的因素

1.1 管道所处环境的因素

管道材料的不同, 其抗腐蚀性能则不同。现实生活中大部分管道处于暴露的环境中, 不仅自然灾害会对管道造成影响, 地理环境因素的较大变化也会对油气管道造成影响, 引起管道发生腐蚀和断裂。尤其是环境温差、压力以及空气中的二氧化硫含量等因素都会对管道的局部区域造成一定的腐蚀程度。暴露中的管道白天容易受到阳光照射, 夜间产生的温差很容易造成管道应力腐蚀, 随着温度的升高, 管道腐蚀的速度也会相应加快; 对于深埋在地底下的管道而言, 管道所处的土壤环境, 土

壤的含氧量, 土壤中的微生物和电阻率等均会对管道产生影响, 特别是一些酸性土壤环境, 会与管道发生化学反应, 使金属管道遭到破坏, 导致管道发生腐蚀。环境的不同也会导致油气管道周边的介质发生变化, 温度的变化、土壤微生物的变化、水位变化等介质的变化也会造成油气管道发生腐蚀。管道的抗腐蚀性能如果达不到要求, 管道一旦发生腐蚀, 则会存在巨大的安全隐患。

1.2 防腐层破坏

管道防腐层有效地将管道与土壤介质进行隔离, 避免两者之间的直接接触发生化学反应, 进而延迟了管道的腐蚀。也可以通过对防腐层的检测进而反映管道的腐蚀程度。在防腐层遭到人为破坏时, 破坏力会在管道防腐层中延伸, 对防腐层造成更大的破坏。随着管道使用年限的增加或者防腐层养护不足, 防腐层材料会逐渐发生变化而导致开裂, 防腐层失效, 造成管道与环境介质发生化学腐蚀作用, 甚至造成油料泄漏。特别对与深埋地下或水里的管道, 环境中的微生物和海洋生物会吸附在管道表面, 破坏管道表面; 防腐层防腐层在遇水时防腐效果降低所在环境极端时, 防腐材料更易被破坏, 管道更易发生腐蚀, 管道泄露事故更易发生, 对油气资源、环境资源是一种极大的浪费。

1.3 油气对管道的影响

对于刚采集出来的油气, 特别是原油中含有的硫、氮、氧元素等, 会形成一部分化学性质为氧化性、酸性较强的物质, 比如二氧化碳, 一些含硫化物: 硫化氢、二氧化硫等; 二氧化碳遇水生成弱酸物质, 硫化氢气体极易溶于水, 产物也呈酸性, 这些物质长期存在于管道内, 与管壁内壁发生化学反

应,造成电化学腐蚀和应力腐蚀,会对管道有着巨大的腐蚀危害;而一些化学性能稳定,且属于中性的油气能源对管道的腐蚀性较小。此外,油料中会含有甲烷、乙烷等可燃性物质,化学性质不稳定,在储存和运输过程中极易发生碰撞,触使管道发生变形,管壁变薄,更易出现腐蚀。管道内的硫酸盐还原菌会加速管的腐蚀,该菌类极易繁殖,生成的硫酸亚铁发生电化学反应与管道内的氧气接触造成管道出现腐蚀。

1.4 技术问题造成的管道腐蚀

在实际的油气储运的管道施工过程中,会面临恶劣的天气环境、地质因素等影响,在施工过程中施工人员、材料、技术等选择极大程度上会对管道造成腐蚀的危害。工作人员的任命发挥极大的作用,在对管材的选取和焊接时,期间一旦出现差错管道的质量问题难以保障,无法承受较大的压力,容易发生管道断裂。工作人员在施工过程中的不认真、不负责,尤其是技术上的知识储备缺失,均会对油气管道埋下腐蚀祸根。在使用期间,维护人员对管道维护不到位,或者通过技术手段的检测产生偏差,都会存在管道遭受腐蚀的可能性,腐蚀一旦开始便会造成更大面积的腐蚀,后果更加难以控制。

2 油气管道的防腐技术分析

2.1 管道内部防腐技术

管道中的含酸性物质的油料,通常情况下在管道内添加缓蚀剂,以缓解对管壁的腐蚀。通过将缓蚀剂与发泡剂结合使用,缓蚀剂在发泡剂的作用下分布到管道内壁各处,在管道内壁形成一层保护膜,减少油料与管道的接触从而降低腐蚀发生的风险,此种方法经济、可靠、效果明显,是一种最常用的缓蚀方法。对管路输送的介质进行净化处理,消除或降低腐蚀性介质的浓度。还可以通过对管道内部使用内涂层,国内最常用的材料为环氧树脂粉末,不仅增长钢管管材的使用寿命,而且在施工过程中比较安全、经济。此外,使用一些化学药剂,比如加入抑菌剂、除氧剂等,对管道进行相应的化学防护。管路的管理人员要不时利用监控技术和管理系统对管内情况进行勘测并用计算机监控技术对管内腐蚀情况给予监控,有效的避免了管道腐蚀的发生。

2.2 防腐层保护技术

管道腐蚀大部分发生在外腐蚀,在选择油气管道时,选择抗腐蚀性能较好的材料。结合实际情况

和地理环境合理选择符合要求的材料。对管道防腐层的基本要求有:粘结性好、绝缘性能好、防水及化学性质稳定、足够的强度和韧性、耐高温、耐低温、抗微生物腐蚀等。在处于水层或者压力较大的地理环境时,选材在具备防腐措施的同时还要有足够的强度和应力性能。此外,对管道管壁增加防腐涂层,选用防腐效果较好的涂层材料,增加管道的防腐效果。我们常用的有石油沥青防腐层技术、溶结环氧粉末防腐层技术和煤焦油磁漆防腐层技术以及新型三层 PE 防腐层技术等常见的防腐方法,可以有效的延缓腐蚀。溶解环氧粉末与阴极保护技术相结合的方法是最常用的防腐方式,满足管道防腐层的基本要求,但对于施工技术要求较为严格。新型三层防腐层技术是第二大首选方式,机械性能、绝缘性以及耐温性能均较好,但价格较高。新型防腐层的研究仍在不断的进行。

2.3 电极保护技术

油气管道很多情况下采用阴极保护法进行有效的腐蚀防护。通常使用的有牺牲阳极的阴极保护法和外加电源的阴极保护法。利用电化学的原理,使用比管道材料活泼的金属材料作为阳极,也就是保护极。使阳极发生电化学反应,管道作为阴极被保护,避免发生腐蚀。外加电源的阴极保护,又叫强制电流的阴极保护。通过在管道外部增加电源,使管道的电位低于周围环境的电位,管道作为阴极不会失去电子被保护。阴极保护法一般应用于含有水的潮湿环境中,技术人员可以根据管道所处的环境进行选择合适的保护方法。另一种方法为阳极保护。通常利用外加电源或者使用氧化物,将保护金属安置在潮湿土壤和土壤电阻率低的地方。发挥作用时金属管道表面会形成一层保护膜保护金属表面,增加其抗腐蚀性能。在使用电极保护时要对土壤环境进行评估调查,运用合理的保护技术进行管理。施工结束后要做好管道阴极保护系统的检测与维护,保证该系统稳定安全的工作。

2.4 物联网检测防腐技术

在网络高速发展的影响下,物联网技术的应用得到高速发展。利用现代物联网技术将传统的腐蚀检测手段转化为智能化检测技术。管道的进水检测与阴极保护检测系统的应用极大地保护了管道免遭腐蚀。金属电位差检测技术可以进行接触式检测,能够精准地检测到管道保温层进水情况,相对于非接触式检测技术,具备高灵敏,高精度,低成本等诸多优点。管道管材常构成原电池回路发生电

化学腐蚀,在腐蚀发生时伴有电流产生,由此可以通过在管道内安装智能检测传感器,通过检测回路中的电流情况,进行数据分析,判断电极保护中的阳极牺牲状态和管道防腐层的损坏情况。通过这样的智能监控,可以及时对阳极材料进行更换、对损坏老化的防腐层及时进行处理,有效延缓了管材的腐蚀。该技术能够精准地检测到管材的腐蚀情况,同时还减少了人工的巡检次数,有效节省了人力资源的浪费。该项技术已经得到成功应用,极大提高了工作效率,节省了人工成本。

2.5 高效的施工队伍

在管道建设施工前,对管线进行全方位分析,制定完善的系统施工方案,多方案进行对比,优化工艺设计,正确选择防腐材料。大部分的事故是由于人为忽视造成的,因此在施工过程中要有专业的技术团队进行现场指导,详细讲解施工中的重点、难点。使用技术过硬的施工人员,对施工过程时刻监控,对防腐施工过程严格把控。重要环节进行全面质量检验,以防后期出现腐蚀事故的发生,确保管道防腐工程的整体质量。在施工过程中,要根据现场实际情况对施工工艺进行改进,实现全方位防腐质量的提高。施工单位必须具备高度的安全意识和负责任的态度,必须保证施工的安全进行。在后期完工后,再次对管道防腐质量进行质量检验,使工程质量达到最高的预期目标。

3 管道防腐的注意事项

首先,在长输管道设计中,钢管材料的最优选取极为重要,承压好、耐高寒、抗腐蚀性好、内壁光滑、绝缘性好等都是不可或缺的质量要求,铬元素和钼元素含量高的管材,管道的抗腐蚀性能极好。合适的管材和焊接工艺保证了管材的刚度、强度以及良好的稳定性,使管道能够长期稳定的进行储运任务。良好的材料保证了管材在外力作用下具有较强的抗变形能力,同时具有较好的抗腐蚀性能。好的管材不仅提高了工作效率、减少资源的浪费,还降低了事故发生的概率。

其次在人事部门的人员选择上面,员工应具备扎实的理论基础知识基础和良好的专业技能,保证工程高效与质量。特别是在施工时,相关技术人员的安全管理意识必须到位,对工程的质量必须严格要求。加强后期管道的检测和维护,管道的使用年限较久,要定期地对管道极易发生腐蚀的部位进行检测与维修,严防腐蚀和漏油事故的发生。在整个管线安装实时监控,时刻掌握油气管路的情况。

最后,在防腐层的应用中,应根据管道所处的地理环境选取最佳的防腐层材料,防腐层技术适合于管道内、外部防腐,确保达到最好的管道防腐效果。防腐技术的准确应用确保了管道在工作时的安全稳定的进行。此外,应加大防腐技术科研力度,提高科研经费以激励科研人员的工作激情,为科研人员提供良好的工作环境,提高工作人员的积极性和创造性。学会运用中西方科学技术手段解决油气储运管道中的防腐问题,不断使防腐技术得到创新性发展,改善管道的腐蚀防护技术,提高油气输送的效率,确保油气储运行业的蓬勃发展。

4 结束语

我国油气资源辽阔,根据我国的可持续发展战略,油气资源既不能浪费更不能威胁到人民生命安全。在油气储运行业中,要确保资源的合理开发与应用。管道作为油气资源运输的理想方式,有着突出的特点与优势。而管道腐蚀引发的极大安全隐患,必须对管道采取有效的防腐措施,利用科学的防腐技术,为管道运输提供安全的保障,确保各地区用油供给顺利进行。希望在以后的运输管道建设和管理中,抓好每一个建设环节,确保管道安全,确保能源的顺利输送。

参考文献:

- [1] 严中华. 油气储运中的管道防腐问题 [J]. 化工设计通讯, 2021, 5(5): 32-33.
- [2] 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, 5(5): 91-92.
- [3] 孟洋, 张希征. 管道外防腐监测预警系统的研究 [C]. 2015 年非开挖技术会议论文集, 2015, 4(2): 162-164.
- [4] 杨赫, 刘彦礼. 近年我国油气管道防腐技术的应用 [J]. 化学工程师, 2008, 2(2): 28-31.
- [5] 吴金萍. 石油管道防腐机理与技术探究 [J]. 科技创新与应用, 2021, 10(29): 157-159.
- [6] 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): 2.
- [7] 沈乾坤. 论油气储运中的管道防腐问题 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2012(9): 1.
- [8] 任永飞, 胡元甲. 管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017(10): 2.
- [9] 许竹馨. 管道防腐技术在油气储运中的全程控制与应用分析 [J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(3): 2.