

# 输油管道腐蚀因素分析与防护措施

黄振萌 付春辉

青岛雅合科技发展有限公司 山东 青岛 266000

**[摘要]**目前我国经济水平和科技水平的快速发展,石油是我国的主要能源。社会经济的发展对石油能源需求逐渐加大,大庆油田石油能源的运输主要通过输油管道埋地,而大多材质为金属管道,因此面临的严峻的防腐问题,因管道腐蚀造成的泄漏不仅降低输油质量,而且减少管道使用寿命,因此引发经济损失给环境带来污染。由于腐蚀的复杂性和多变性,任何防腐技术都不是万能的,腐蚀是绝对的,防腐是相对的,所以我们需要更全面深入地了解腐蚀的环境特点,并通过合理的选材和设计预防腐蚀同时采取适宜的防腐技术与措施来控制石油管道中的腐蚀。这样才能将石油管道的腐蚀损失降到最低程度。

**[关键词]**输油管道;金属腐蚀;防护

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.1591

## 引言

随着我国社会经济的迅速发展,人们对输油运输方面的发展投入了越来越多的关注。石油是我国重要的战略物资,在石油运输的过程中通常都是通过管道集输的方式进行的,而由于石油当中存在大量的具有腐蚀性的物质,因此在长时间的集输过程中,会对输送管道造成一定的腐蚀,进而引起管线的穿孔或者是泄漏,带来较大的安全隐患。因此需要采取措施加强石油输送管道的防腐。

## 1 管道防腐工作的意义

输油管道是保障石油和天然气正常运输的主要通道,由于钢质管道的腐蚀,易引起消费企业停工停产质量降落,影响居民生活供气、供采暖蒸汽或热水。埋地输油管道的走漏,除损失大量有用的物质外又形成严重的环境污染,以至引起火灾、爆炸、塌毁等灾难性事故。鉴于金属腐蚀的普遍存在,为了避免或减缓金属腐蚀的发生,各种金属防腐技术和工艺应运而生。为应对输油管道腐蚀的危害性,油田引进推广金属防腐新工艺、新资料、新设备,加药改变水质和改变输油工艺从而延长管道设备运用寿命,节省资金、保证平安消费。原油开发进入中后期,出现了越来越多的腐蚀问题,由腐蚀引起的恶性事故经常造成巨大的经济损失和严重的社会后果。输油管道的腐蚀机理及影响因素分析,对有效的防护措施有着重要意义。

## 2 石油集输管道腐蚀的危害

因为我国的国土面积较大,致使石油集输管道的铺设面积远高于其他国家,所以,必须保障石油集输管道运输的安全性及稳定性。据统计,我国发生油气集输管道的事故次数达到每年近五次左右,而法国、日本与美国等一些发达国家发生石油管道事故的次数每年仅一次以内,这将严重影响我国石油管道的发展,对我国经济造成巨大的损失。假如石油管道发生事故较为严重的话,也会对水质资源、土质资源造成恶劣的伤害。与此同时,石油管道发生事故,导致油气无法及时运送,会使工厂难以正常运转,更有甚者会引起火灾,危及人们的财产安全和人身安全。

## 3 影响管道腐蚀的因素

### 3.1 金属腐蚀

腐蚀是金属和周围的环境因化学或电化学反应而导致的破坏性侵蚀。狭义的腐蚀指金属的腐蚀。腐蚀广义上是指化学或电化学材料和环境之间的相互作用,导致材料功能破坏。它本质是化学变化发生在一个金属的腐蚀,根本上是金属元素形成化合物的氧化。金属的腐蚀是指金属与外部周围介质发生化学变化、电化学变化或物理溶解而产生的损坏。埋地输油管道的腐蚀有管道外腐蚀和管道内腐蚀。管道内腐蚀是由于管道输送的介质含有腐蚀性成分引起的。管道内腐蚀是管道腐蚀的主要形式大多集中在低洼积水处、气液交界面弯头等处。管道内腐蚀包括多相流的冲蚀与腐蚀和气体腐蚀。管道外腐蚀包括杂散电流腐蚀、土壤环境腐蚀、微生物腐蚀、冲刷腐蚀等。根据金属损伤基本特征,腐蚀可分为两类:整体腐蚀和局部腐蚀。

### 3.2 外壁腐蚀因素

外壁腐蚀因素主要包含海水环境和土壤环境这两类。海水环境下腐蚀的石油管道主要为金属管道,因为海底环境下的石油管道被海水浸泡时间较长,受到酸性环境与盐类物质的严重影响,容易发生电化学效应,造成金属管道腐蚀;土壤环境下的石油管道受到氧气、水分以及土壤有机物的影响,极易发生化学反应与物理的金属溶解反应,进而损伤石油管道。所以,对于石油管道所处环境的不同,提出科学的防治措施。

### 3.3 管道内部腐蚀

除了管道的外部腐蚀之外,更多的石油管道腐蚀问题的发生主要是由于管道内部腐蚀所造成的,而管道内部的腐蚀原因与管道外部的腐蚀原因明显不同,因为管道外部腐蚀会受到自然环境、土壤环境等多方面环境因素问题的共同影响,而管道内部无法与外界环境直接接触,因此其基本不会受到这些外部环境因素的影响,所以造成石油管道内部腐蚀的主要因素还是管道内部与其自身的作用而出现的,同时也与油气的特点以及组成成分有着直接关系。从成分构成方面来看,油气主要是由二氧化碳以及硫化氢混合组成,其中硫化氢这种物质具有良好的水溶性特点,因此在与石油管道内部直接接触的情况下,就容易和管道的金属内壁发生一系列化学反应,造成管道内部金

属成分产生离子化, 严重影响了管道金属内壁的安全, 从而导致管道内部腐蚀问题的发生。并且如果在此期间与氧气进行接触, 那么很可能造成二次化学反应, 在二次反应中可能会产生硫酸等一些具有强腐蚀性的酸性物质, 进一步加速对石油管道内部的腐蚀。除此之外, 石油管道内部还会受到硫化氢浓度的影响, 在上述化学反应中, 都会使得硫化氢的浓度处于一种相对上升的趋势, 在长时间的石油过程中, 会无时无刻的发生相关的化学反应, 进而使得管道内部的硫化氢浓度急剧上升, 当管道内部的硫化氢浓度达到一定比例时, 就会使得管道内部的压力变大, 很容易造成管道内部的破裂以及泄漏事故的发生, 而这种现象通常被称之为氢脆问题。而除了化学反应所导致的石油管道内部腐蚀问题之外, 在油气输送过程中, 管道内部所产生的一些物理冲撞也是造成管道内部腐蚀问题的重要因素, 因为在油气运输的过程中, 难免会掺杂一些气体、流体以及沙砾, 而这些物质会在运输过程中不断的与管道内部发生物理冲撞, 具有一定的冲击力, 所以这就进一步加快了管道内部的腐蚀速度。

### 4 腐蚀防护措施研究

#### 4.1 输油管道材质优化

在实际应用中, 应根据输送介质和环境条件的不同, 合理选择管道材料, 以控制成本, 满足油气工程的需要。管材的种类和质量直接决定了管材的耐蚀性, 管材的耐蚀性与使用时间和腐蚀概率有关。选用耐腐蚀性强的管材是从根本上防止管材腐蚀的有效方法, 为了提高碳钢管的耐腐蚀性能, 可采用不锈钢和合金钢管, 但其生产工艺比较复杂, 成本较高。陶瓷和塑料管道等非金属管道越来越多地用于解决此问题。

#### 4.2 输油管道内外涂层敷设

在管道内壁涂敷不仅可以减少管道内腐蚀的发生率, 保护管道, 还可以减少输送介质的流动摩擦, 提升油气运输的安全性。在管道内外涂层材料选择时, 内涂层选择中应以减少内部阻力提高防腐性能为目标。内涂层起减少内部阻力的作用, 从而提高管道的防腐稳定性能。外涂层应根据土壤情况选择, 具有稳定的物理化学性能, 良好的介电性能和温度适应性好的复合材料环氧树脂、聚烯烃、环氧粉末等防腐材料系列。管道内涂层的机械强度相对于管道外涂层的机械强度不高, 但仍然需要具有良好的粘温性能。管道内外涂层是管道防腐技术处理中的一项重要防护措施。因此, 选择防腐稳定性强的内外涂层材料, 按技术规范进行涂层, 已成为防腐处理的主要措施。

#### 4.3 补口机补口技术

通过使用技术内涂层补口机来对现场的石油管道内部进行涂层情况的检测与结果的反馈。我国许多石油企业将补口机补口技术广泛使用在管道防腐措施手段当中。补口机补口技术主要由机械车和外部监控设备组成, 通过将可拆卸的机械车在

石油管道内部进行腐蚀问题的检测和修补涂层的工作。同时机械车还能通过利用转换形态功能, 来实现在不同大小管道内进行分段式或递进式的修复涂层工作, 并将石油管道内部的腐蚀情况以数据的方式上传至数据管理中心。伴随着我国对于机械化自动设备的研究能力不断提高, 补口机补口技术已经能够实现在大部分的油田企业石油管道得以使用, 而且补口机补口技术对于石油管道外部基础设施建设和技术人员的要求较低。

#### 4.4 缓蚀剂

在管道内部添涂缓蚀剂, 近几年, 为了全面提升石油管道的抗腐蚀水平, 缓蚀剂的研究深度和广度逐渐扩大, 能有效抑制管道内部金属或者是合金腐蚀问题, 利用改变其表面状态, 有效减缓腐蚀速率, 最大程度上保护金属管道内壁结构。值得一提的是, 缓蚀剂能随着介质形成流动状态, 应用在循环和半循环管路中较为有效。

#### 4.5 电化学保护措施

电化学保护主要是指阴极保护技术。阴极保护装置安装在石油管道的表面, 使管道结构极化, 电位在环境介质中负向阴极状态移动, 有效地减少了电子在金属腐蚀中的迁移, 起到管道防腐的作用。阴极保护措施, 被认为是管道防腐的第二层防线。在实际应用中, 阴极保护技术主要包括外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护两种类型。这两种技术主要是根据土壤的电化学特性和环境特性的实际情况选择和采用的。牺牲阳极阴极保护法不需要外接电源, 操作简单, 维护费用低, 可以通过消耗表面的阳极保护管道不受腐蚀。

### 结语

综上所述, 石油管道防腐的防护与安全检测是我国管道建设任务的重中之重。相关工作人员在实际防护过程中, 需根据石油管道所处环境以及腐蚀媒介做出相应的防腐策略。现阶段, 我国石油管道的防护与安全检测技术比较落后, 还处于涂层防腐阶段, 阴极保护技术应用的较少, 在未来发展中, 我国要着重开发与利用阴极保护技术, 不断的努力与创新, 促进石油管道的稳步、长期发展, 提高油气输送效率。

### 参考文献

- [1] 余武正. 石油管道的腐蚀机理与防腐技术研究进展[J]. 化工设计通讯, 2019, 45; 203(05): 196-196.
- [2] 汪章超. 石油管道的腐蚀分析及防腐措施探讨[J]. 云南化工, 2020, 47; 248(01): 165-166.
- [3] 廖柯熹, 覃敏, 何国玺, 张世坚, 杨娜, 赵帅. 石油管线冲刷腐蚀规律研究进展[J]. 材料保护, 2020, 53; 498(07): 133-143.
- [4] 何安群. 石油管道腐蚀防治及应用探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34; 238(01): 130-132.