

浮顶油罐外防腐涂层失效原因分析及应对措施

王新巍^{1*}, 雷 峥², 贾 旭², 王 磊³, 张 涛¹

- (1. 中国石油管道局工程有限公司天津分公司, 天津 300457;
2. 中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊 065000;
3. 中国石化管道储运有限公司设备管理处, 江苏 徐州 221008)

摘要:介绍了浮顶油罐外腐蚀情况,着重对油罐外防腐层失效原因进行了讨论,根据其腐蚀的主要原因,提出了针对浮顶油罐外防腐涂层失效的应对措施。

关键词:浮顶油罐;外防腐层;失效分析;应对措施

中图分类号:TE988

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)02-211-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.02.052

Failure analysis of external anti-corrosive coating for floating roof oil tank and relevant countermeasures

WANG Xin-wei^{1*}, LEI Zheng², JIA Xu², WANG Lei³, ZHANG tao¹

- (1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;
2. China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, Langfang 065000, China;
3. Sinopec Pipeline Storage & Transportation Co., Ltd., Xuzhou 221008, China)

Abstract: The corrosion of the outside of floating roof oil tank is introduced. The causes of the failure of external anti-corrosive coating are emphatically discussed. According to the main causes of corrosion, the countermeasures against the failure of external anti-corrosive coating of floating roof oil tank are put forward as well.

Key words: floating roof oil tank; external anti-corrosive coating; failure analysis; countermeasure

2015年,中国原油进口量为33 550万t,净进口量达到33 263万t。中国原油进口较10年前增长了1倍多,并已经超越美国成为全球最大石油进口国,随着油价的进一步降低,石油需求还在持续增长,其中石油需求增长中的很大一部分依赖于进口,且这一趋势正日益明显,石油的海上运输及沿海的存储转运成为当前石油行业的一个重要发展方向,因此,沿海油罐的建设近年来得到迅猛发展。然而,沿海地带的海洋性气候对油罐钢结构具有较强的腐蚀作用,导致油罐的使用寿命减短,运行的安全性下降,腐蚀严重时还可能造成穿孔,引发灾难性事故,造成重大的经济损失。因此,为避免和降低油罐的腐蚀,应采取一定的防腐蚀措施,延长油罐的使用寿命^[1]。

1 油罐外腐蚀情况

1.1 外腐蚀的种类

油罐腐蚀主要包括内腐蚀和外腐蚀2大部分。外腐蚀主要表现在浮船单盘及底圈壁板的腐蚀,内

腐蚀主要表现在罐底板的腐蚀,本文中只对油罐外腐蚀问题进行探讨。油罐外腐蚀分为以下几类。

(1)化学腐蚀主要发生在干燥环境下的罐体外壁,一般腐蚀较轻。

(2)大气腐蚀是由大气中的水、氧、酸性污染物等物质的作用而引起的腐蚀^[2]。大气腐蚀主要发生在油罐外壁,遭受大气腐蚀所处位置的不同腐蚀的速率也有所不同,处于海洋大气的油罐腐蚀情况最严重。

(3)电化学腐蚀是油罐最主要、最严重、危害最大的一种腐蚀,主要发生在罐底、罐壁和罐顶。电化学腐蚀的阴极区和阳极区是由于材料的热应力、机械应力、不同金属的相互接触以及金属材料本身的不均匀性(如成分、组织、表面状态和腐蚀产物沉积)等原因造成电极电位差别而形成的,而油品中含有水、氯化物、硫酸钠和钙镁铁盐以及盐酸、硫酸、氢硫酸等,是造成电化学腐蚀的主要原因。

(4)摩擦腐蚀主要在浮顶油罐的浮动伸缩部位。

1.2 外防腐涂层失效情况

某公司是国内大型原油储运专业化管理公司,负责管理 10 余座大型油库,油罐总数 400 多座,总罐容 4 000 万 m³。油罐结构分为拱顶和浮顶 2 种类型,油罐容量为 500 ~ 150 000 m³。根据对其浮顶油罐腐蚀情况的长期跟踪观察(见表 1),发现油罐均存在不同程度腐蚀(见图 1),尤其是浮顶、罐外壁、加强圈、抗风圈巡检护栏等,部分地方已经开始影响油罐的正常安全运行。

表 1 部分油罐外防腐层结构及腐蚀情况

油库	施工工序	防腐涂料的名称	目前腐蚀情况
油库 1	机械除锈 Sa 2.5	环氧富锌 + 环氧 云铁 + 聚氨酯	浮顶局部腐蚀,抗风圈腐蚀,栏杆和巡检平台腐蚀
油库 2	机械除锈 Sa 2.5	环氧富锌 + 环氧 云铁 + 凉凉隔热胶	部分焊缝漆皮脱落,罐顶平台、护栏有腐蚀
油库 3	机械除锈 Sa 2.5	环氧富锌 + 环氧 云铁 + 氯化橡胶	浮顶、抗风圈、加强圈 50% 防腐层脱落,腐蚀严重
油库 4	机械除锈 Sa 2.5	环氧富锌 + 环氧 云铁 + 聚氨酯	抗风圈等局部防腐层脱落,浮顶防腐层脱落严重



图 1 部分油罐腐蚀图片

2 原因分析

2.1 罐壁板外侧腐蚀

罐壁作为油罐重要的结构组成部分,其外侧不直接与油品接触,属气相腐蚀。气相中的腐蚀因素

主要是氧气、水蒸汽、硫化氢及温度的影响,受此影响油罐将造成化学腐蚀,生成硫化铁、硫化亚铁等,反应式如下:



腐蚀因子主要来源如下。

(1) 原油本身中的化学成分及挥发气体具有腐蚀作用。

(2) 油库区域是化工区域,化工企业排出的烟雾与大气混合,导致空气和雨水中的酸度增加。

(3) 由于靠近海边,土地和水质盐碱度较高。

上述多种原因叠加,使得空气、地下水、雨水中的酸碱度增加,导致腐蚀加速。

油罐罐区多分布于海港码头周围,大气环境中夹杂的大量盐类和氯化物,在空气湿度较大的情况下,极易在罐体涂膜表面形成含有溶解盐的电解液膜,这层电解膜对涂膜具有较强的腐蚀性,同时氯离子又具有很强的侵蚀性,是形成点蚀的主要原因。同时,高湿环境下大气中的水分和氧形成去极化反应,直接影响罐体涂膜的腐蚀速度,这是造成油罐外壁涂膜破坏的重要原因^[3]。

2.2 浮顶腐蚀

根据油罐浮船单盘所处的环境可知,单盘的作用是隔绝原油与大气相接触,阻止原油轻质组分挥发,减少原油的损失。它随着原油液位的高低而升降,在升降过程中,浮船单盘由于重力及原油压力和软密封、刮蜡机构的摩擦力作用,单盘变形。当单盘向上启升时,由于软密封等的向下摩擦力及重力作用,进罐原油存在一定的压力,单盘向上凸胀;当单盘下降时,由于重力及软密封等向上的摩擦力作用,油罐内部形成一定的真空度,单盘向下瘪陷。油罐这种经常性的起伏运动导致单盘产生交变应力,会造成单盘板防腐层开裂剥离。此外单盘板外表面凹凸不平,凹陷处长期积水会发生电化学腐蚀,腐蚀呈连片的麻点,严重时可能造成穿孔。

2.3 施工质量

油库的新建油罐竣工投产后不到 3 年,罐体外防腐部分、重点浮顶及单盘的防腐涂料部分出现大面积开裂、脱皮、剥落等现象,主要由于其施工工艺不当,喷砂除锈不到位,造成外防腐涂料施工结束后不久就出现涂层开裂、脱皮现象。

2.4 涂料选用

油罐外壁与大气直接接触,直接暴露在阳光

的照射下。处于此环境中的罐部位对外防腐涂层的要求是耐候、耐化工大气、防腐性能好。目前沿海地区的油罐外防腐涂料选用几乎与内陆地区油罐外防腐涂料一样,没有针对沿海地区的油罐外防腐涂料。

3 应对措施

3.1 罐壁外防腐层保护

湿热环境中油罐外壁的电化学腐蚀程度普遍严重,应当选用兼顾耐候、耐水、耐热、耐油、耐蚀、耐湿热、耐高温、耐酸雨的防腐涂料。对于内陆地区的地面油罐应当考虑大气酸度腐蚀影响,沿海地区的地面油罐尚应考虑大气的盐度影响。

3.2 防止单盘应变腐蚀措施

3.2.1 增加浮顶厚度

根据浮顶单盘腐蚀严重原因分析,由于新设计的油罐浮顶单盘厚度偏低,且国内钢板负偏差较多,加之油罐腐蚀大部分集中在沿海、沿江地段,针对这些现象,对新建油罐可以考虑适当增加浮顶厚度以提高防腐能力,但不应超过钢板厚度的20%。

3.2.2 热喷涂复合防护层

把喷涂的金属原料在高温下熔化,用压缩气体或其他惰性气体将熔化的金属吹成雾状,迅速地喷射到预先准备好的金属物体表面上,这些细小的金属颗粒在喷射过程中处于熔化状态,当撞碰到被喷射的物体表面后,立即变形、伸平并迅速冷却,紧紧地嵌附在被喷涂物体的表面,连续喷射便形成喷涂层^[4]。经过热喷铝的钢基组织表面形成了0.1~0.3 mm的喷涂层,该保护层可以经受住典型的工业大气及高温考验,能有效地隔绝腐蚀介质的渗透,防止钢基在介质中的电化学腐蚀,铝复盖层还能不断地给钢基提供牺牲阳极保护,从而保护金属不受腐蚀。热喷涂锌和铝覆盖层的寿命一般为20~30 a,是油漆的3~5倍,是重防腐涂装的1~2倍,经封闭处理后的铝覆盖层可长达50~60 a不予维修。

某单位油库对2#罐实施这一方法后取得较好效果。该罐于1992年修理,当时浮顶单盘腐蚀较为严重,通过采取喷锌、喷铝防腐措施,在2001年该罐二次修理时,发现该罐浮顶单盘完好无腐蚀。

3.3 正确的涂料施工

施工管理是油罐防腐的重要环节,对油罐腐蚀影响很大,施工中要做到严格管控,抓好细节管

理^[5]。各个施工要按顺序进行,并选择在适当的环境条件下,控制好空气的温度和湿度,特别是对钢材表面除锈处理达到规范要求,这样才能保证油罐的外防腐施工质量。

3.4 开发新型涂料

涂料防腐技术主要作用机理是隔离金属构筑物与腐蚀性介质,以达到防腐蚀目的,因此有必要研究一种先进的专供沿海地区的油罐外表面进行防腐的专用涂料。

采用的涂料应具备以下要求。

(1)涂层要有良好的耐水性、耐油性、耐高温性、耐候性。

(2)涂层要有良好的抗渗透性,保证漆膜具有足够的厚度,能有效阻止侵蚀介质的渗透。

(3)涂层要有良好的附着力。

(4)对基材表面要求比较低。

3.5 定期维护

油罐使用寿命缩短、遭受腐蚀的一个重要原因就是平时没有注意对油罐的管理与维护。平时要采用切实可行的措施进行定期维护。如果发现油罐的涂层出现起泡、脱落、裂纹等现象,要加大检查和维修力度,避免因日常管理与维修不当而造成油罐的腐蚀。

4 结论

主要介绍浮顶油罐外腐蚀情况,并结合实际案例,分析了油罐浮顶单盘、罐外壁板防腐层腐蚀,对外防腐涂层失效原因进行了讨论,探讨其腐蚀机理,根据其腐蚀的主要原因,提出了针对浮顶油罐外防腐失效的应对措施,对油罐的安全运行具有一定的意义。

参考文献

- [1] 韩文礼. 储油罐腐蚀及其防护措施[J]. 石油工程建设, 2010, 36(5): 41-47.
- [2] 张峰杰. 大型原油油罐腐蚀防护对策[J]. 化工设备与管道, 2007, 44(6): 63-65.
- [3] 朱松涛, 于杰, 王晓深, 等. 储油罐的涂层防护[J]. 中国涂料, 2008, (6): 59-61.
- [4] 刘刚, 张赞牢, 朱海军, 等. 金属油罐腐蚀与防护[J]. 内蒙古石油化工, 2005, (1): 58-59.
- [5] 许景新, 潘潮驿. 油罐防腐蚀工程施工质量管理实施[J]. 腐蚀与防护, 2005, 26(9): 396-399. ■