大型外浮顶储罐防腐施工工艺与应用分析

钟国阳（江苏和宇新材料有限公司，江苏 金坛 213245）

摘要：目前，国内的石油工业发展比较快，对于储罐的防腐要求也在不断提升，要降低石油生产运营成本，延长其使用寿命，确保储罐的防腐要求达到相应的质量标准，一般需要对于储罐进行防腐处理，并采取有效的腐蚀和生锈预防措施，降低腐蚀和生锈带来的不良影响。在实际应用中，通过在储罐内壁涂上一些防腐涂料，进行适当的除锈处理，可以有效预防腐蚀和生锈问题，保护储罐不受腐蚀影响，延长储罐使用年限。本文就大型外浮顶储罐的腐蚀原因进行分析，结合目前大型外浮顶储罐的使用情况分析，探究集中用于大型外浮顶储罐防腐施工的技术方案和施工工艺，研究不同施工工艺的应用效果和优势，为大型外浮顶储罐的防腐施工提供一些思路和参考。

关键词：大型外浮顶储罐；防腐；施工工艺；应用

Abstract: At present, domestic petroleum industry is developing rapidly, and the requirements for anti-corrosion of storage tanks are increasing constantly. In order to reduce the operating cost of petroleum production, extend its service life and ensure that the anti-corrosion requirements of storage tanks meet the corresponding quality standards, it is generally necessary to carry out anti-corrosion treatment for storage tanks, and take effective corrosion and rust prevention measures to reduce the non-corrosion and rust caused by them. Good effect. In practical application, corrosion and rust can be effectively prevented by applying some anticorrosive coatings on the inner wall of storage tank and proper rust removal treatment. The storage tank can be protected from corrosion and the service life of storage tank can be extended. In this paper, the corrosion causes of large floating-top storage tank are analyzed, and the application of large floating-top storage tank is analyzed to explore the centralized application. The technical scheme and construction process of anti-corrosion construction for large floating-roof storage tank are studied, and the application effects and advantages of different construction processes are studied to provide some ideas and references for anti-corrosion construction of large floating-roof storage tank.

Key words: large floating roof storage tank; corrosion protection; construction technology; application

大型外浮顶储罐在石油生产中，是一种常用的储运设备，这类设备主要用于石油储存，所以一般使用数量多，且储罐的体积大，是保证原油加工中原料充足供应的必要保障。不过，目前在石油加工企业的生产中，发现大型外浮顶储罐的腐蚀情况加重，尤其是储罐顶部，腐蚀更为明显。出现腐蚀情况，会导致储罐的使用寿命受到影响，且一旦腐蚀性物质和原油混合到一起，可能会导致炼油的相关工序中出现催化剂中毒的情况，严重影响成品油的质量，造成成品油污染问题。而如果储罐顶部的腐蚀进一步加重，可能导致储罐穿孔，这样原油会随着穿孔大量外泄，带来一定的环境污染，严重情况下可能导致火灾和爆炸危险，对于整个石油工厂安全造成巨大威胁。

1 大型储罐外浮顶腐蚀原因解析

1.1 大气腐蚀

在石油工厂中，大型储罐因为自身容积体积大，所以需要较大的占地空间，且在工厂中，需要同时使用很多的大型储罐，所以这些储罐一般都是露天安置的，没有封闭的工厂环境保护，因此，大型储罐需要时刻和外面的大气接触，日久天长，很容易被大气腐蚀。大气腐蚀主要是因为大气环境中的水、氧气以及二氧化碳等物质在化学反应以及电化学作用下导致的储罐腐蚀。而就

石油储罐的实际工作环境来看，其周边还有大量的炼化装置，所以罐体还会受到二氧化硫、二氧化氮以及硫化氢等有害气体腐蚀。所以在这一环境中，储罐受到的大气腐蚀会比一般环境中的大气腐蚀更加严重。

1.2 酸雨腐蚀

在我国部分地区，因为特殊的大气环境和气象因素，可能导致出现酸雨的天气状况。酸雨的pH值低于5.6，这种酸雨可能通过降水或者是降雪的形式出现，而酸雨本身具有很强的腐蚀性，在降水过程中，还会和空气中的颗粒污染物融合，落到大型储罐的浮顶，导致储罐浮顶出现严重的腐蚀现象。虽然酸雨的天气现象出现很少，但是这也是导致大型储罐浮顶腐蚀的因素之一。

1.3 紫外线辐射

我国大部分石油炼化工厂都在西北内陆地区，这些地区一般气候条件比较接近，都是全年干燥，降水量很少，阳光紫外线辐射比较突出。所以工厂中的大型储罐顶部会长时间暴露在阳光的暴晒中，导致浮顶防腐层逐渐被来华，涂层变软甚至消失，导致无法为储罐提供必要的防腐保护。

在相关研究中发现，涂层因为紫外线的照射，会导致涂层结构被破坏，出现向涂层内部延伸的裂缝或者是孔洞，这些孔洞深度以及大小很难从储罐表面形态来分

辨,而这些孔洞和裂缝一开始可能只是在储罐表面产生,但是在阳光继续辐射下,会逐渐蔓延到平面以及涂层内部,造成涂层厚度不断变薄,最终穿过涂层,达到储罐表面。此外,在长时间阳光照射下,储罐浮顶涂层的吸水性以及对二氧化硫的吸附性会不断强化,这会导致涂层逐渐老化,涂层的吸水率也会不断增加,与此同时,二氧化硫的吸附力增强,会导致浮顶的孔隙不断增大,导致严重的腐蚀问题。

除了先天性的环境因素影响外,还有一些储罐自身的因素,也会导致腐蚀问题出现。一般在石油化工厂中,储罐投入运行后,需要按照相应的检修制定定期进行检修,这些检修工作内容主要有储罐检查、检测试验、防腐等,一般检修周期最长应该在6年以内。而实际情况是,石油化工车间的原油储罐需要保持源源不断的向炼油厂供油,所以其装置需要保持连续工作,每日储罐的接油、储油以及卸油量都很大,加上储罐的体积大,检修工作开展是一项大工程,耗时耗力,成本高,还会影响工厂的正常运作。所以为了减少储罐检修对于工厂生产工作的影响,一般的工厂很难完全按照要求来对储罐进行检修,只是对一些肉眼可见的小问题进行修修补补,导致问题得不到根本解决,加速腐蚀进度。

此外,目前石油化工厂中,外浮顶储罐的浮顶结构多为单盘式,这种浮顶造价相对较低,维修起来也更方便。不过这种浮顶也有自身的缺陷,对于这类浮顶,一般很难确定其最低点,因此无法有效确定其排水位置,不能及时排水,也会导致浮顶积水,导致腐蚀问题。加上在施工过程中,浮盘平板焊接水平度不能精准保证,可能导致焊接变形,这些都会不但增加大气腐蚀后果,导致浮顶腐蚀加快。

2 大型储罐顶部防腐工作现状

为了了解目前大型储罐顶部防腐工作的开展情况,把握大型石油化工企业的储罐防腐工作状况,笔者走访了大庆油田化工厂,在该厂中,已经建成的储罐数量多达500多个,而这其中,1000m³容积以上的储罐使用时间超过十年的就有 $\frac{1}{3}$ 。随着储罐使用年限的不断增长,发现这些储罐被原油中的无机盐、水、硫化物、有机酸等腐蚀性化学物质腐蚀,导致储罐的浮顶、底板以及加热盘管等位置都出现了比较严重的腐蚀现象,部分储罐因为腐蚀过于严重,出现了浮顶坍塌和底板穿孔的情况,严重影响工厂的原油生产加工,导致石油泄漏甚至是火灾风险。笔者针对2018年该油田1000m³以上的储罐腐蚀情况开展研究,资料显示,这些出关有超过一半的都出现了不同程度的腐蚀问题,相对而言,储罐的内部腐蚀更为严重,外部腐蚀相对轻一些,但是在外部腐蚀中,以浮顶腐蚀为主,其浮顶腐蚀问题也更为突出。

就该油田的储罐主体材料来看,主要是Q235B,内

部空间包含气相、油相、水相,在储罐的外浮顶位置和加热盘管中,有大面积的麻坑、局部点蚀以及穿孔现象,形状不规则居多,外浮顶的腐蚀多以点蚀和麻坑为主。该油田储罐在近三年内,有多次腐蚀穿孔事故发生,开展储罐维修的年度经费达到千万级别,维修主要是更换相关腐蚀设备和部件。可以肯定的是,储罐的防腐工作不到位,是导致很多储罐浮顶穿孔的最主要原因之一,而浮顶的腐蚀所造成的危害也是不容忽视的,要想有效降低储罐使用成本,减少浮顶腐蚀穿孔问题,还需要采取有效的防腐施工工艺,降低外浮顶腐蚀概率,有效保护罐体,避免不必要的损失。

3 大型外浮顶储罐防腐施工工艺技术

3.1 涂层结构防腐施工工艺

在大型储罐外浮顶防腐施工中,针对储罐涂层结构进行防腐工艺应用是储罐防腐施工的重要工艺流程和内容,一般进行涂层结构防腐,需要在施工处理中,将罐体下部以及外壁位置、浮顶内壁、罐体中部以及浮盘下部侧面、罐体上部和浮盘表面以及附件位置作为重点防腐对象,进行涂层结构防腐处理。针对涂层结构防腐处理,可以通过使用无溶剂环氧涂料来对相应部位进行涂刷,实现二次成膜保护,这样可以有效增加涂层厚度,为进一步提升涂层抗腐蚀能力打好基础。

在浮顶内壁,也可以使用上述的防腐涂料来涂抹,让浮顶内壁二次成膜,实现双层保护效果。此外,在罐体中部、浮盘下部表面等位置,可以通过无溶剂环氧导电涂料来实现二次成膜处理。而对于罐体苫布以及浮盘上表面附件,防腐处理应该使用环氧富锌涂料来涂刷处理,经过相应处理后,可以不断增强涂层防腐厚度,增加防腐效果。

3.2 大型储罐外壁防腐施工工艺

在大型外浮顶储罐中,外壁防腐工作至关重要,也是最为直接有效的防腐处理环节。在实际应用中,可以让相关人员做好对管内壁的水试验实验工作,在完成实验后,相关人员需要对外壁进行一边喷砂一边除锈待处理。在这一操作中,相关人员在除锈后一圈圈进行喷砂,这样外部防腐层才能够达到整体保质的效果。而应该注意的是,应该确保除锈工序达到要求后进行喷砂处理,这样才能够保证相应工序施工工艺效果,如此来开展接下来的工序,才能够保证层层保质。针对大型外浮顶储罐进行外壁防腐处理中,相关人员需要严格要求自己,提升专业化操作水平等,避免操作失误导致整体防腐处理质量受到影响。

3.3 大型储罐防腐除锈施工工艺

在大罐外壁施工中,因为罐体体积大,所以会涉及高空作业部分,所以在防腐施工处理中,相关技术标准也非常高。在实际操作中,相关操作人员需要参照相关

喷砂除锈规范, 严格按照要求来执行操作, 保证喷砂宽度合理。要保证这一除锈施工关节质量, 需要严格按照相应的工序开展工作, 相关操作人员应该借助脚手架及相关设施来做好现场的施工工作。在正式施工操作中, 可以将大罐内壁防腐可以借助浮舱顶板作为支点, 做好必要的安全防护措施。

在具体的防腐除锈施工中, 开展喷砂前, 相关操作人员需要对储罐金属结构表面锈蚀等级进行有效评价分析。结合相应的反馈结果, 可以应用喷砂除锈工艺来处理。在实际处理中, 相关操作人员需要确保喷砂速度可靠, 保证匀速进行。对于喷砂施工难以完成的部分, 可以通过手工除锈来进行。在完成喷砂处理后, 相关人员应该使用无油无水压缩空气来进行吹扫, 将罐体表面的灰尘清理干净, 避免防腐处理中造成对周围环境的污染。

3.4 大型储罐防腐喷涂施工工艺

在完成达标的除锈处理后, 相关施工操作人员应该在规定的时间内做好金属表面的涂漆工作, 对于涂料的配置和使用, 相关人员需要严格结合产品说明书来记性。相关涂料质量需要达到防腐施工标准, 避免现场防腐施工操作带来的影响。在喷涂处理中, 还需要确保喷嘴和钢板的距离合理性。一般应该结合涂料的浓度来选择合适的喷漆距离。在喷枪操作中, 需要严格按照上下左右的顺序进行, 保证喷涂均匀。值得一提的是, 喷枪在使用中应该确保和钢板表面的平直, 避免倾斜导致的问题。此外, 要避免漏喷涂问题的反复出现, 操作人员可以选择先难后易的处理顺序来处理。针对不能喷涂的位置, 可以通过手工涂刷来处理, 确保防腐效果。

4 大型外浮顶储罐防腐施工工艺应用思考

大型外浮顶储罐的腐蚀问题对于石油化工厂的正常生产运营有重要影响, 不利于化工厂安全、高效运营, 对此, 需要提升外浮顶储罐的防腐处理工作重视度, 在具体工作中, 要做好外浮顶防腐施工, 有效结合相应防腐处置工序, 保证各个工序处理效果。为保证检修与生产两不误, 石油化工厂可以同公司生产、设备部门积极协调, 对全年检修计划做周密安排, 提前编制清罐和施工网络, 在狠抓检修进度的同时, 坚持把安全和质量放在首位, 认真做好 JSA 分析, 严格落实高风险作业和“双边”工程作业管控措施, 加强每道工序验收。

要把握储罐检修工作要点, 明确在储罐的检修, 一般是分为中修和大修这两个。其中, 中修周期是为 60 到 120 天, 大修周期是为 12 个月。对于中修, 其主要工作是消除储罐上的跑、冒、滴和漏等现象, 以及对一些磨损严重或损坏的部件进行更换。而大修, 则是在中修的基础上有所增加, 比如修补、修复等, 从而来进行更全面的检查。对于储罐的检测、维护与检修要定期开

展, 不能因为考虑检修工作会耽误生产进度而放松警惕, 防患于未然, 最大限度的降低储罐浮顶的腐蚀风险, 保证储罐使用寿命延长, 也能够有效缓解储罐应用中的安全风险。

此外, 储罐检修工作开展中, 还需要做好安全保障工作。2018 年 5 月 12 日下午三点多, 上海埃金科工程建设服务公司上海赛科公司进行储罐检修作业过程中发生事故, 造成六人死亡。因为储罐检修涉及高空作业, 如果不做好相应的防护措施, 很可能导致重大的安全事故, 这对于石油化工厂的安全高效运营带来的不利影响更大, 所以需要在检修工作开展中, 强化安全措施应用, 降低安全风险, 保证防腐工作顺利开展。

5 总结

就大型外浮顶储罐腐蚀原因来看, 大气腐蚀、酸雨腐蚀、紫外线辐射等是主要影响因素, 加上储罐自身的结构和涂层情况, 周边生产环境影响等, 导致储罐浮顶腐蚀问题比较突出。在目前的大型外浮顶储罐防腐施工工艺处理中, 主要是通过除锈、喷砂、防腐涂料等工艺处理过程来解决腐蚀问题, 提升储罐防腐能力, 在具体的防腐施工工艺应用中, 需要严格把握相关流程和顺序, 保证各个环节处理质量达标。此外, 还要强化大型外浮顶储罐的检修工作开展, 确保及时发现问题、解决问题。

参考文献:

- [1] Reformatzkaya I. I., Begishev I. R., Ascheulova I. I., Podobayev A. N. Nitrogen Protection as Anticorrosion and Fireproofing Measure in the Use of Sour Crude Oil Storage Tanks[J]. Chemical and Petroleum Engineering, 2020(56):7-8.
- [2] 李娜, 张金明, 李娇. 外浮顶储罐安全管理与火灾应急处置对策研究[J]. 中国应急救援, 2019(05):40-43.
- [3] 王勇, 徐绍方, 姜云鹏. 浮顶储罐壁板内防腐高度与浮顶升降试验的关系[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2014, 31(04):12-15.
- [4] 柳承志. 大型成品油储罐的涂漆防腐设计——总结沿海地区成品油内浮顶储罐的涂漆技术要求及方案[J]. 石油化工建设, 2013, 35(06):53-56.
- [5] 李雪飞, 李云飞, 陈慧, 余代军. 采用长挂机悬挂车在大型浮顶储罐防腐保温施工中的应用[J]. 价值工程, 2013, 32(01):35-36.
- [6] 李娜, 李娇, 郭宏地. 密封圈火灾模拟在外浮顶储罐登顶灭火救援中的应用[J]. 中国应急救援, 2019(01):37-42+68.
- [7] 张斌. 水性环氧防腐涂料在浮顶储罐浮舱内表面的防腐应用探讨[J]. 上海涂料, 2007(03):42-44.
- [8] 吴明亮. 阴极保护在外浮顶原油储罐设计中的应用[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2003(05):35-36.