

浅析内浮顶储罐VOC挥发影响因素及控制

高小飞

中航油新疆航空油料有限公司 新疆 乌鲁木齐 830016

摘要:随着国家对大气污染防治工作的推进,国家对挥发性有机物无组织排放控制日趋严格,石油库作为石油及其制品的中转储运重要环节,在经济活动中扮演着重要的作用,同时在日常运行过程中,也产生大量的挥发性有机物(VOC)。内浮顶储罐作为成品油及部分化工品的主流储存罐形,其挥发性有机物无组织排放的强度关系到库区整体的无组织排放强度。

关键词:内浮顶储罐;VOC挥发;影响因素

引言

内浮顶储罐属于轻质油品进行存储的最佳方式,可有效降低油品挥发损耗,达到保护环境的效果,但是,由于内浮顶罐密封不严,导致安全隐患的存在,所以,有必要对内浮顶罐挥发影响因素问题进行研究,以降低VOC挥发,减少内浮顶罐爆炸事件和着火事件发生,降低经济损失和环境污染问题。

1 内浮顶罐的结构、特点与应用

内浮顶罐是固定顶罐内部再加上一个浮动浮盘,主要由油箱中的浮盘、密封装置、排气孔、支柱等组成。

内浮顶罐相对于固定顶罐具有以下优点:(1)内浮顶罐由于浮盘的存在,压缩了油层与浮盘之间的油气空间,可降低石油蒸发损耗87%~90%。(2)固定顶板能有效防止风、沙、雨、雪或尘污染液体储存器,并能保证不同气候条件下液体储存器的质量,即所谓的“全天候储存器”。(3)内浮顶罐易于施工和维护,密封材料因避免阳光照射不易老化,取消呼吸阀等附件可降低生产成本和投资。API(美国石油协会)认为内浮顶是控制固定顶蒸发损失的投资最小的最佳方法。

与外浮顶相比,内浮顶具有以下特点:(1)内浮顶罐因为其顶罩可有效防止风沙,因此可以在各种气候条件下正常使用,特别适合高温和多雨地区。(2)在相同密封条件下,内浮顶容器的蒸发率相对较低。因为固定顶和内浮盘之间存在静气层,具有良好的隔热效果,这进一步降低了内浮顶的蒸发损耗。(3)内浮顶内浮盘无雨雪荷载,浮盘试验规模小,结构简单易行。

内浮顶罐可用于储存汽油、煤油和可燃、爆炸性和挥发性液体石油产品,如醛、醇、酮和苯。

2 当前规范对挥发性有机物无组织排放的要求

根据《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB37822—2019,8.2对储罐气窗及呼吸阀排放限值为2000ppm。同时根据不同饱和蒸气压物料,要求采用压力储罐或内浮顶储罐(要求配高效密封)进行存储,同时标准要求对动密封点每年进行两次泄漏检测,静密封点每年至少进行一次泄漏检测。

3 内浮顶储罐 VOC 排放影响因素及控制

3.1 浮盘形式的选择

国内浮顶储罐大多为浮筒式浮盘。浮筒式浮盘的浮顶顶板与液面存有空间,浮动时会造成油气逸散,因此该类浮盘比双层板式浮盘损耗大。渗漏和损耗的发生,严重影响生产安全。建议选用先进的浮盘结构形式,如全浸液式浮盘。由于全浸液式不锈钢内浮盘每块浮盘均为独立密闭个体,采用全焊接结构,储存介质与金属内浮顶全接触,不存在油气空间,配套高效的全浸液密封系统及相关附件,整体VOC排放较传统浮筒式内浮盘可降低70%以上。该型浮盘整体密封性较好,在生产运行的过程中需重点关注吹扫、通球,收发过程中进气对储罐浮盘的损坏。目前该种类浮盘整体造价较高,造价约为传统浮筒式铝浮盘的5~8倍。

3.2 内浮顶密封装置及密封材料的选择

内浮顶罐常用的密封形式有舌形密封+囊式密封和弹性压力板式密封两种形式。舌形密封+囊式密封内部为高弹性、有记忆功能的海绵体材料,能够弥补罐体直接偏差和局部缺陷,海绵密封圈外覆PU(复合聚氨酯)材料,耐磨高抗拉,使用寿命可达6年以上。密封材料多为丁腈橡胶、氟橡胶和三元乙丙橡胶。丁腈橡胶耐油性较好(次于氟橡胶),耐低温性差,电性能较差,价格较低。氟橡胶耐油性、耐温性、耐化学腐蚀性、电性能均佳,缺点是加工性差,耐寒性通气性差,价格高。三元乙丙橡胶具有良好的抗臭氧性、抗水性和耐高温蒸汽性,价格较低。缺点是不能用于暴露于芳香烃中的密封。使用中宜根据储存介质特性选取合适的密封装置及密封材料,有效降低VOC排放量。弹性压力板两次密封材质多为不锈钢弹簧钢,内置特氟龙材料密封,一次密封深入液面以下,有效阻隔油气通过罐壁泄漏。全浸液式内浮顶结合选用弹性压力板式密封,可更有效控制VOC排放。

3.3 减少油罐附属设备在内浮盘上的开孔

目前,油罐在建设时会配备液位计、多点温度计、手动取样孔等附属设施。为了保持测量的准确性和质量,这些设备和设施的安装会要求在浮盘上开孔,这些开孔虽然有柔性密封,但不可避免地会造成开孔处的油气泄漏问题,计量管道开孔是内浮盘上部空间油气泄漏的一个非常重要的原因。因此,在施工改造中,应尽可能将液位计、温度测量仪、取样孔等合并使用开孔,以减少内浮顶浮盘上的开孔数量。目前,国内已有厂商(如青岛奥邦有限公司)制造出集液位测

量、温度测量、密度测量及定点取样为一体的设备,只需在罐顶开一个孔,即可实现多参数测量的目的,可有效降低VOC排放。

3.4 从生产运行方面控制,降低内浮顶罐的VOC排放

(1) 油罐内液体日平均温度越高,损耗越大。因此建议在罐顶上安装冷却喷淋水管,在外部气温较高的时候,对储罐进行持续均匀地喷淋水冷却,水沿着罐壁流下,带走储罐所吸收的太阳辐射热,可有效降低气体空间温度和油面温度,减少蒸发损耗。(2) 在油罐外部喷涂隔热防腐涂层,防腐涂层不仅可以起到防腐的作用,还可以起到隔离日光照产生温升的作用,降低罐内温度的变化,从而减少油品蒸发。建议储罐罐壁的涂料选用白色,可以较好的起到反射光线,降低温差的作用。由于储罐一般露天放置,涂层经过长期日晒雨淋,易被破坏,所以储罐涂层应定期重刷,才能保证防腐和反射性能良好。(3) 合理减少不必要的油罐周转,控制油罐发油过程的液面下降速度,尽量避免内浮盘快速下落,残留在罐内壁上的液体蒸发,形成较大挂壁损耗。

油罐VOCs治理末端,内浮顶油罐依照规范做好罐顶改造,用油气回收设施进行VOC末端控制。末端治理措施一般有变压吸附及冷凝加吸附的工艺进行治理。

4 主要检测手段及分析过程

主要通过对不同季节,不同温度下,以汽油和柴油作为典型物料,通过长期的自主检测,研究温度及存储品种对挥发性有机物排放情况的影响,同时对形式全浸液浮盘的对比分析,确定全浸液浮盘与传统浮盘对油气挥发的影响。

相关数据分析如下:(1) 随着储存物料温度的升高,罐顶VOC浓度成比例升高,但是柴油物料在全年最热月份8月(物料温度27.7℃),VOC检出值为17.7ppm,处于较低水平。(2) 30000m³及10000m³内浮顶储罐,储存汽油,通过数据分析,不同容量大小的储罐VOC挥发值基本相同,不存在明显的差异。在同一时期,同类型储罐,汽油储罐的VOC挥发量明显大于柴油储罐,两台汽油储罐在全年最热月(物料温度29℃),罐顶VOC检出值均超过200ppm,同时在罐顶有明显异味。(3) 检测发现,储罐在浮盘起浮后,在不同液位下,罐顶挥发值无明显变化。在检测周期内,5月将一台10000m³内浮顶罐浮盘由浮筒式铝浮盘更换为全接液不锈钢浮盘,更换完成后,通过对比相邻两台储罐(存储介质均为汽油)罐顶VOC排放数据,更换完成全浸液浮盘后,罐顶VOC检出值明显低于浮筒式浮盘,并且在高温天气,相关数值在50ppm以下。全接液式不锈钢内浮盘每块浮盘均为独立密闭个体,采用全焊接结构,储存介质与金属内浮顶全接触,不存在油气空间,配套高效的全浸液密封系统及相关附件,整体VOC排放较传统浮筒式内浮盘可降低70%以上。监测结果也验证了相关结论。

5 内浮顶储罐的控制与管理

5.1 浮盘形式的改变

传统浮盘样式大都为浮子和浮筒式结构,并于其上方覆盖面板。浮筒的上部和浮筒位置的三分之一位于油镜的上部,为液体状态和浮板之间的油气提供了巨大的堵塞空间。当浮板密封度不足或浮板处于相同状态时,油漏和浪费会直接发生,严重影响生产安全。为了用机械能量解决这个问题,必须用全接触浮板进行处理。

5.2 减少或避免计量导管等部位的开孔

目前,油罐配备了液位计、多点温度计、手动取样接头等设施。为了保持测量的准确性和质量,这些设备和设施的弹壳上经常会打一些洞。这种情况虽然满足了测量精度的要求,但也引起了浮板上部空间这些孔的油气泄漏问题。打开计量管道是内浮板上部空间油气泄漏的一个非常重要的原因。

5.3 从生产运行方面控制,提高内浮顶罐的安全性

(1) 合理控制油罐验收装运过程的液面高度,尽量避免将油送入内浮板下的情况。当储罐清洗过程中液面落入浮板之下时,必须进行严格的风险识别,并应详细实施特殊的安全防范措施,以确保操作安全。(2) 在雷暴或雷暴情况下,严禁对油罐车、货车及船舶进行油料装卸作业。(3) 定期检查和测试油罐接地装置,及时处理任何异常情况。(4) 在油罐的标尺检测、取样和温度测量过程中,采用静电导向仪表控制仪表的运行速度,并在人们进入油箱前消除人的静电。

6 结束语

内浮顶储罐VOC的治理,是一个持续的过程,只有通过生产源头改良、储存过程控制及末端治理全过程综合管控,才能不断地有效提升VOC排放治理,实现保证罐区安全、保护环境的终极目标。

参考文献:

- [1]陈凯.关于内浮顶储罐VOC挥发影响因素的分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(24):26-27.
- [2]于成名.浅谈内浮顶罐油气积聚问题[J].化工管理,2020(15):223-224.
- [3]刘华欣,孙中举,刘昕,段淮超,欧阳振宇,王永强.石化企业内浮顶罐挥发性有机物排放量核算与影响因素分析[J].化工环保,2019,39(05):592-596.
- [4]刘发安,卢建成,刘海宁,贾秉鲁.内浮顶罐橡胶密封的选取[J].化工机械,2014,41(01):121-123.

作者简介:高小飞,男,汉族,1974年4月,陕西蓝田,中航油新疆航空油料有限公司扩建指挥部,本科,现从事工程建设管理,主要从事工程安全管理及油库安全管理工作,研究方向:工程建设及安全管理,油库安全运行。