

# 油品储罐呼吸阀冷凝油收集装置

## 在解决呼吸阀油气污染问题中的应用

刘 伟（山西潞安煤基清洁能源有限责任公司，山西 长治 046200）

**摘要：**对当前油气储罐罐顶油气挥发的原因进行分析，并对油气挥发的情况进行工艺及设备方面的优化调整，找出更高效、更安全的方式减少罐顶油气的挥发，保证储罐在使用过程中的安全，减少事故发生。

**关键词：**油品储罐；罐顶污染；油气损失；呼吸阀；冷凝油收集

### 1 前言

煤制油化工过程中，油品储罐承担着储存中间油品和其他半成品原料的重任。在我公司中间罐区设计建造有 29 座储罐，其中有 8 座 2000m<sup>3</sup> 常压拱顶罐用于存储费托重质液体石蜡和费托精制蜡两种产品。在正常生产过程中，由于前系统工艺操作方面与原始设计存在偏差，产出产品的产品结构比设计产品组分偏轻，在经过泵输送至储罐储存后，较轻的组分挥发至罐顶，自储罐呼吸阀呼出，落到罐顶保温棉上，存在罐顶油气聚集着火的风险。为避免此情况的发生，保证中间罐区储罐储存安全及装置长周期运行安全稳定，我公司通过改进前系统的操作工艺，采取措施降低储罐物料轻组分含量，同时调整储罐存储温度，规范储罐收付料及存储管理来减少罐顶可挥发的轻组分的含量，但收效不大，经过现场查看后，决定使用罐顶安装冷凝油回收装置的方式来进行解决。

### 2 油品储存过程中油气挥发及罐顶污染的原因分析

油品在存储过程中不可避免的存在蒸发损失。主要包括发生在气、液接触面上的互相传质（即蒸发）及储罐气体空间中烃分子的扩散运动。通过这种传质过程，烃分子与储罐内氮气逐渐形成均匀的混合气体，并导致罐内压力缓慢升高。在罐内压力达到呼吸阀呼出压力时，就会向大气中排出油气，造成油品损耗及罐顶污染。通过分析，储存油品组分、储罐收付料速率、存储温度、液位高度、密封情况等对储罐油气呼出影响较大。

主要影响方式如下：①储存油品组分越轻，轻质馏分越多，沸点越低，蒸发损失越大，储罐呼吸阀呼出量越大；②储罐收料速率越快，储罐压力上升越快，蒸发损失越大，储罐呼吸阀呼出量越大；③储罐存储

温度越高，轻组分挥发越多，储罐呼吸阀呼出量越大；④储罐液位过高，储罐呼吸阀呼出量越大，带油越严重；⑤储罐呼吸阀、呼吸人孔等泄放装置密封性越差，罐顶挥发出油气越多。呼吸阀在正常状态下起密封作用，以防止储罐内气体泄出，只有在下列条件下呼吸阀才开始工作，如图 1 所示。

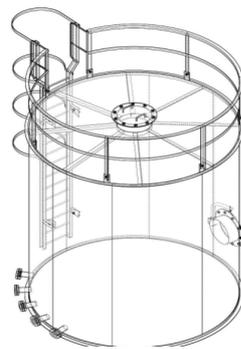


图 1 油品储罐

①储罐向外输出物料时，储罐内部的压力降低，呼吸阀即开始向罐内吸入空气；②向储罐内灌装物料时，由于储罐内压力升高，油气通过呼吸阀进行泄压，呼吸阀即开始将罐内气体向罐外呼出；③由于储罐当地的气温变化的原因引起罐内物料压力增高或降低，或由于储罐存储的物料的温度升高或降低，造成呼吸阀压力产生变化，从而产生呼吸阀则呼出或吸入空气或氮气，这类现象通称热效应；④在油气储罐发生火灾时，储罐因受热引起罐内液体蒸发量剧增，呼吸阀便开始向罐外呼出，以避免储罐因超压而损坏；⑤在其他工况下，如挥发性液体的加压输送，内外部传热装置化学反应，操作失误等，呼吸阀则进行呼出或吸入，以避免储罐因超压或超真空而遭受损坏。

### 3 减少储罐油气挥发及罐顶污染的措施

针对费托精制蜡组分偏轻的问题，对产出费托精

制蜡的常减压装置工艺流程及操作参数进行了优化调整。优化前,中间罐区存储的费托精制蜡中 $C_{20}$ 以下轻组分占比可达到21%。优化后, $C_{20}$ 以下轻组分占比减小至1.6%。有效降低了呼吸阀呼出频率,减少罐顶污染。调整措施如下:

在前系统的调整过程中,通过提高物料进入精馏塔的温度,使物料精馏过程中的气化率提高,减少塔底产品中的轻组分,降低塔底产品中轻组分的含量,常压分馏塔进料温度由 $310^{\circ}\text{C}$ 提高至 $325^{\circ}\text{C}$ 。

在分馏部分的工艺调整中,适当降低常压分馏塔塔压,塔顶的塔压力由 $0.15\text{MPa}$ 调整至 $0.12\text{MPa}$ ;增大塔顶轻组分的量,同时适当提高常二线柴油组分的抽出温度。将常二线的抽出温度由 $245^{\circ}\text{C}$ 调整至 $255^{\circ}\text{C}$ ,增加分馏部分的物料抽出,增加产品中重组分的含量,稳定塔产品质量。

分馏部分抽出剩下的物料,由泵输送至后系统减压部分,在工艺操作总,将减压塔侧线的抽出增大,提高减压塔侧线的抽出温度,将塔盘上的轻组分作为产品送至成品罐区,同时为保证产品的分离效果,物料中的轻组分可以脱离完全,适当提高减压塔塔顶的温度,将塔顶温度控制由 $70^{\circ}\text{C}$ 调整至 $90^{\circ}\text{C}$ ,减压塔侧线方面的抽出温度也适当提高,减一线的采出温度由 $180^{\circ}\text{C}$ 调整至 $200^{\circ}\text{C}$ ,减二线采出温度由 $230^{\circ}\text{C}$ 调整至 $250^{\circ}\text{C}$ ,减三线采出温度由 $240^{\circ}\text{C}$ 提高至 $265^{\circ}\text{C}$ ,增大减压塔侧线采出量,从而提高塔底产品的组分中的重组分含量,减少轻组分的量,稳定产品质量。

通过优化工艺流程,通过技术方面的改造,将减压塔部分的减二线产品、减三线产品直接外送至减压塔底的物料中,避免出现由于抽出效果不好,产品中轻组分较多,影响产品中的物料组分波动,也可避免其他侧线产品混至减压塔底产品中,影响产品的性质。通过此项调整,从根本上减少了侧线产品对减底产品组分的影响,保证了塔底产品质量的稳定,确保输送至中间罐区的物料的产品质量。

根据实际情况稳定中间罐区油气储罐的接料速度,在储罐进行物料接收时,与罐区上游装置物料输送进行规定,在稳定产品质量的同时,稳定输送至中间罐区的物料流量,减少由于物料流量波动对储罐压力的影响程度,减少储罐顶部的油气挥发,也减少呼吸阀的动作。储罐收料速率通过调整产品外送泵出口的流量和储罐入口接收阀门开度,将储罐的收料速率控制在不高于 $40\text{t/h}$ ,有效降低了收料过程中呼吸

阀呼出频率,减少罐顶污染。

调整储罐存储温度,在保证存储物料可正常外送的情况下,将适当降低储罐的存储物料的温度,在原先储罐的控制温度的基础上,适当降低储罐的温度,将存储温度由设计的 $180^{\circ}\text{C}$ 调整至 $130^{\circ}\text{C}$ ,有效减少了静止存储过程中的油气呼出,减少罐顶污染。

对储罐存储液位进行规定,液位控制在20-70%范围,在储罐的使用过程中,将储罐改为一边接收物料,一边外送物料的形式,控制储罐的液位在低液位,通过此项工作,减少储罐的高温下的油气蒸发,减少高液位情况下呼吸阀呼出油气带油,减少罐顶污染。

对储罐定期进行检查,检查储罐呼吸阀、呼吸人孔。检查其密封的效果,对密封不好的密封垫进行检查更换,减少由于罐顶密封不好,造成泄漏,使罐顶呼出的油气增加,引起的物料损耗及罐顶污染。增加罐顶安全隐患。

采取措施对储罐油气回收装置的检查,对油气回收的运行情况进行定期分析,通过调整油气回收参数,改善油气回收的运行效果,减少罐顶油气挥发,同时为保证油气回收的正常运行,定期对油气回收的阀门、止回阀进行检查,对油气回收的进出料管道低点排液,确保油气回收管道通常,油气回收装置正常运行,减少罐顶呼吸阀油气呼出,减少罐顶污染。

#### 4 解决呼吸阀呼出油气对罐顶污染的措施

油品储罐是化工行业的重要设备,为提高储罐的安全性,在储罐顶部设置的有呼吸阀,用于对储罐压力进行调整,保证储罐压力在一定的控制范围内。呼吸阀作为储罐上的重要安全附件,在储罐正常接收及转运物料时,必然会引发呼吸阀的动作,需要利用呼吸阀间接的调整罐内压力,避免罐内压力变化较大,引起储罐的安全事故,同时通过呼吸阀的调整,减少储罐压力的变化程度,减少储罐的油气损耗。在一段的压力控制范围内,储罐呼吸阀既能减少储罐油气的损耗,又可以对油气储罐安全起到保护。所以呼吸阀是储罐不可缺少的重要安全附件,设置呼吸阀不仅可减少罐内气体排放,从而降低对大气的污染,而且可使储罐避免因超压而造成设备损坏或发生安全事故。

#### 5 呼吸阀的作用原理

呼吸阀是保证油品储罐安全的重要安全附件,通常安装于储罐顶部,主要通过控制油罐内外气体通道的开关,从而起到维持油罐压力控制在一定范围内,也可以减少储罐油气的损耗。

呼吸阀是利用自身阀盘(有时会通过增加盘的配重来调整重量)的重量,来控制罐内的呼气压力和吸入的压力变化。储罐顶部呼吸阀主要作用是维护储罐气压平衡,减少储罐内介质挥发的安全节能产品,呼吸阀充分利用储罐本身的承压能力来减少罐内油气介质排放至罐顶,呼吸阀的工作原理主要是利用正负压阀盘的自身的重量来控制储罐的排气正压和吸气负压;当储罐向罐外输送介质时,泵入口的吸力使罐内上部气体空间的压力下降,达到呼吸阀的操作负压时,罐外的大气将顶开呼吸阀的负压阀盘顶开,使外界气体进入罐内,使罐内的压力不再继续下降,让储罐的罐内与罐外的气压平衡,从而达到保护储罐的安全。

在实践中发现,为减少储罐顶部的油气挥发制定的措施,对储罐进行调整后,由于储罐进出料的不稳定性,对储罐顶部的油气减少程度收效甚微,储罐在接受及外送物料时,由于储罐的压力变化,还是会引起呼吸阀的动作,使储罐内部油气挥发至顶部,影响储罐的安全运行。所以采用一条适合储罐油气回收装置,用于收集呼吸阀呼出的油气,是一条比较适合油气储罐的方式,而且其操作简单,适合大面积的推广。经过实际操作发现,在油品储罐在收料、高温高液位运行、物料性质变化、开停车等情况下呼吸阀动作时,产生呼出油气的情况,罐顶呼出油气冷凝后渗入罐顶的保温棉内,在罐体温度较高,高温天气等因素的作用下,在罐顶集聚的油气极易引发着火。为了减少罐顶油气的聚集,降低储罐着火风险,在原先的呼吸阀处,设计了一套储罐呼吸阀冷凝油收集装置,通过对呼吸阀呼出的油气进行收集回收,从而减少罐顶油气聚集。这种装置主要由五部分组成,分别为收集箱、控制阀门、排油管道、固定螺栓及接油桶(见图2)。收集箱安装于呼吸阀下,通过固定螺栓与呼吸阀固定,防止移动,收集箱与罐体连接处做好密封,避免油气从密封处泄漏至罐顶。为保证油气可以从收集箱正常排出,在收集箱侧面,安装一个控制阀门,阀门与一段排油管道连接,从储罐罐顶呼吸阀呼出的油气,冷凝后的油品先进入接油箱体内,然后通过收集箱的控制阀门定期排放至罐顶放置的接油桶中进行收集,然后由操作人员定期将收集油桶中废油进行回收,统一储存在废油存放点。

在储罐罐顶呼吸阀处安装此装置后,罐顶呼出的油气可以更好的进行回收,减少了罐顶的油污集聚情况,油罐呼出的油气冷凝后的油品得到有效控制和回

收,避免了冷凝油渗入罐顶保温棉的情况,降低罐顶着火的风险,保证了储罐的运行安全。

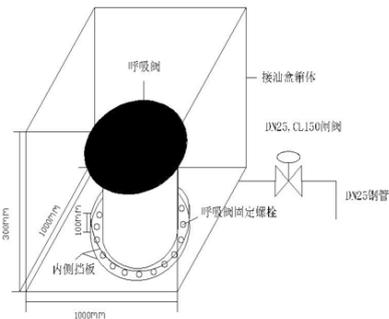


图2 呼吸阀冷凝油收集装置结构图

## 6 结语

在生产过程中,油品储罐呼吸阀呼出的油气一方面会造成储罐油品的大量损失,造成一定的经济损失,另一方面,呼出的油品会在呼吸阀的附近造成油品聚集,增加油品着火的风险,带来较大的安全隐患。通过科学分析,查找引起油气呼出的原因,制定有效的控制措施,强化管理,可以有效减少油气呼出频率。再利用呼吸阀冷凝油收集装置对呼出油气造成的污染进行治理,降低了储罐着火风险,成功的解决了呼吸阀呼出油气问题。自改造完成后,我公司中间罐区再未发生过罐顶着火等事故,为系统安全生产打下坚实基础。呼吸阀冷凝油回收装置在同类罐区可进行广泛推广。

### 作者简介:

- [1] 龙海涛.油罐呼吸阀的作用及维护措施探讨[J].化工管理,2019(34):1.
- [2] 王飞,呼晓成.呼吸阀在油气储罐中的选用[J].通用机械,2020(11):3.
- [3] 康勇,王志斌,蔡亮,等.油气回收利用工艺技术研究[J].石油和化工设备,2019,22(9):2.
- [4] 吕石.常压储罐呼吸阀的选用[J].化学工程与装备,2021(012):126.
- [5] 于江.储油罐呼吸阀的概念设计[J].油气储运,2019,18(6):3.
- [6] 陈国忠.油罐呼吸阀的作用及维护[J].内蒙古石油化工,2019,36(8):2.
- [7] 王津生.石油储罐呼吸阀智能检测技术探析[J].化工安全与环境,2022(29):2.
- [8] 康舰.如何提高储罐密封效果减少油气挥发[J].军民两用技术与产品,2019(14):226.