

关于某油库油气回收系统数据分析应用探讨

张国跃

湖北石油荆州分公司 湖北 荆州 434000

摘要: 本文简单介绍了某油库油气回收系统工作原理,收集、整理、分析了该系统的进出口浓度、流量等指标,监控和评估了油气回收系统的回收效率、处理效率。在此基础上,对影响该系统处理效率和回收效率的因素进行了分析,提出了完善某油库油气回收系统应用的建议,总结了该系统指标的实际应用功能。

关键词: 油气混合物; 处置效率; 回收效率

随着生活水平的提高,人们对环境和健康问题日益重视。为了减少油气损耗造成的人体伤害和环境污染,各库站都在使用油气回收系统。本文通过对某油库油气回收系统使用情况数据分析,找出影响系统运行的因素,提出改进完善意见,提高系统运行效果。

1 油气回收意义

1.1 油气混合物危害

成品油在入出库、储存、输转和运输过程中存在大量的损耗。特别是轻质组分含量较高的汽油,因含有大量不饱和烃、芳香烃等成分使汽油具有很强的挥发性,易与空气形成油气混合物。这些油气混合物不仅造成经济损失,还伤害人体健康,其中的烯烃类碳氢化合物和二氧化氮,在阳光紫外线照射下,生成臭氧、醛类等二次污染物,引发光化学污染^[1],污染环境。

1.2 国家对油气混合物要求

从2007年起,国家发布并修订了《储油库大气污染物排放标准》、石油企业也制定了《油气回收系统工程技术导则》,去年高温干旱少雨气象条件有利于臭氧生成,影响环境空气质量,为此地方政府也多次下发《关于实施臭氧污染临时管控的通知》、《关于实施污染天

气应急临时管控措施的通知》等文件,对油库油气回收系统的运行提出了具体的要求。

2 某油库油气回收系统原理介绍

某油库公路出库采用下装方式,汽油有11根发油鹤管,流量为90m³/h/根,配置的是吸附吸收式油气回收系统1套,额定处理能力为1100Nm³/h。原理是油罐车装汽油时,车内的油气混合物经发油台的油气回收鹤管进入集气管道,经气液分离罐分离的气体从吸附罐1底部向上经活性炭时,根据极性大小不同吸附油气分子,尾气经管道达标排放。当达到50%吸附量或吸附15min后,切换到吸附罐2吸附。打开干式真空泵,对吸附罐1进行抽真空解析,解析出的高温高浓度油气在吸收塔内遇到库区输送并冷却到10℃的贫汽油,被汽油溶解吸收,形成富汽油送回库区储罐内,未被吸收的尾气再次被送至吸附罐2吸附。如此,往复循环切换吸附、解析、吸收、回收。

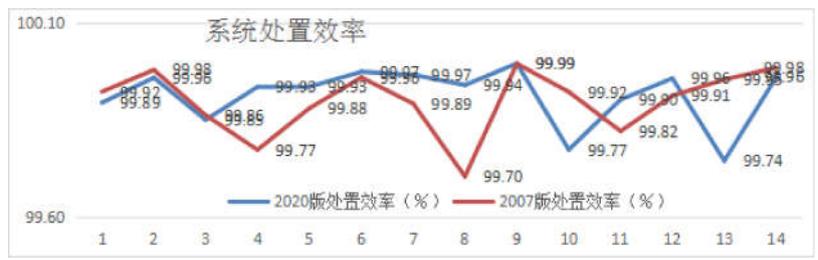
3 某油库油气回收系统使用情况

3.1 油气回收系统处置效率分析

现有油库自2023年1月1日起执行《储油库大气污染物排放标准》(GB20950-2020),之前采用2007版计算油气回收处理效率,两个版本对比如下。

某油库油气回收系统处置效率参数监控表

试验序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
鹤管数	3	3	4	9	8	11	9	10	6	3	6	5	2	4
进口浓度	371	363	396	514	654	723	616	564	492	216	473	486	235	300
进气量	335.1	329.5	456.7	931.4	842.3	1223.8	964.5	1008.3	612.1	323.4	608.5	584.5	221.3	412.7
排气浓度	0.29	0.08	0.55	1.17	0.79	0.30	0.67	1.67	0.03	0.17	0.85	0.43	0.11	0.05
排气量	456.7	628.3	495.2	268.9	456.7	795.2	306.8	208.3	568.9	933.5	333.5	289.4	1208.9	1008.8
处置效率	99.89	99.96	99.85	99.93	99.93	99.97	99.97	99.94	99.99	99.77	99.90	99.96	99.74	99.96
气液比	1.24	1.22	1.27	1.15	1.17	1.24	1.19	1.12	1.13	1.20	1.13	1.30	1.23	1.15



图一 某油库油气回收系统处置效率图(2020版)

从某油库油气回收系统处置效率参数监控表和图一中，可以发现2020版增加了进出口排气量计算出的油气回收系统处理效率精密度更高。两种计算方法分别在第4、8、10、13次时数据偏差较大，分析第4次和第8次数据时发现2007版计算方法未考虑进气口流量数据，从而导致降低系统处置效率现象发生。第10次和第13次时未考虑实际运行中排气口流量数据，导致提高了系统处置效率现象发生。根据油气回收系统工作原理，当其中一个吸附罐在负压状态（-1.0 Mp）下解析吸附的油气混合物，再活性炭的过程中需要重新吸入空气破坏真空度，才能准备下一次切换吸附。如果在此期间进行监测取数，可能会出现排气出口的流量比进气口的流量大，进而稀释排气出口油气混合物，降低油气混合物的检测浓度，提高油气回收系统处置效率，从而导致油气回收系统处置效率或排放浓度不合格变成合格现象出现。

但是2020版仍然有两点影响油库油气回收系统处理效率：

1) 数据的稳定性。系统进出口端的浓度和流量数据采集均是瞬时数据，数据稳定性差，重复性不高。2) 工况的多变性。油库受资源和保供等多种因素影响，导致工况多变，如果遇到发油量少，活性炭吸附快饱和时，取样检测会出现进口流量和浓度低，出口浓度和流量相对偏大，降低系统处置效率，甚至出现不合格的情况。

3.1.2 改进油气回收处置效率建议

1) 安装油气回收在线监测系统。在油库油气回收系统管道上安装使用符合检测要求的氢火焰离子化检测器，对系统进出口中的非甲烷总烃进行连续监测浓度和排放量，减少或消除因瞬时取样取数造成的进出口浓度和流量数据稳定性差，重复性不高的影响。3) 控制发油工况。由于某油库的油气吸附设置为15min后自动切换吸附罐，如果发油台汽油油罐车同时灌装数量多

作者简介：张国跃、汉、男、出生于1986年1月、湖北襄阳人、单位：湖北石油荆州分公司、职位：油库书记、副主任，职称：工程师、学历：研究生在读、研究方向：油库加油站安全环保数质量。

时，大量的油气混合物短时间内进入吸附罐，导致吸附罐内活性炭无法及时有效吸附，可能会有部分油气混合物直接从排放口排出，造成系统回收效率下降，排气口浓度不合格。

3.2 油气回收系统回收效率分析

某油库现阶段计算油气回收系统回收效率有不动罐计量法和流量浓度法。不动罐计量法即选一个汽油罐作为不动罐，将吸收塔内的富汽油输送回罐区的这个不动罐，计算不动罐前后尺重量差异，再通过油库发油量计算出系统回收效率。流量浓度法即通过安装在系统进出口的热式气体质量流量计，在线监测系统进出口流量，再通过取样检测进出口浓度，二者的积差即为活性炭床吸附的油气总量，最后通过油库发油量计算出系统回收效率。公式如下：

$$\text{不动罐计量法回收效率} = [(M_3 - M_2) \div M_1] \times 100\%$$

式中：M₃—油库当天出库后不动罐计量后尺量，t；

M₂—油库当天出库前不动罐计量前尺量，t；

M₁—油库当天出库量，t；

$$\text{流量浓度法回收效率} = [(C_1 \times Q_1 - C_2 \times Q_2) \times T \div 10^6 \div M_1] \times 100\%$$

式中：C₁—标准状态下进口气体中非甲烷总烃平均浓度，g/m³；

C₂—标准状态下出口气体中非甲烷总烃平均浓度，g/m³；

Q₁—标准状态下进口干气流量，m³/h；

Q₂—标准状态下出口干气流量，m³/h；

T—油库油气回收装置运行时间，h；

M₁—油库当天出库量，t；

从图二来看，采用不动罐计量法计算系统回收效率波动较大，两者的回收效率的平均值为1.25‰。波动原因是不动罐容积较大，在发油量较少时，计量精度和容积表准确度引起的误差较大。另外，油库受保供和油罐数量有限影响，不动罐无法做到长期不动，会多次进行换罐，且油罐内的油量一般维持在低液位运行，既增大了计量误差，也代入了呼吸损耗。

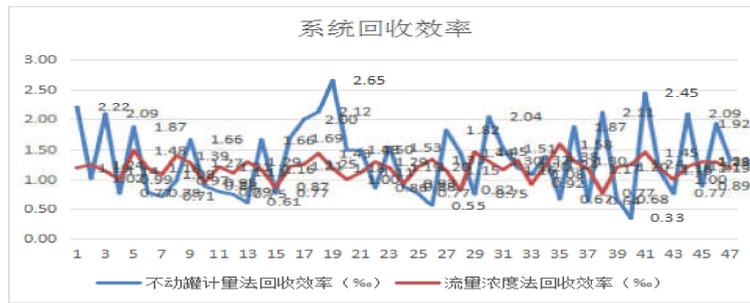


图2 某油库油气回收装置回收效率图

某油库根据《油气回收系统工程技术导则》Q/SH0117—2007中 $Q = K \times \Sigma q$ 计算气液比平均值为1.19,符合董军波^[2]等人汽油装罐过程排放气液比和油气浓度及黄维秋^[3]汽油装罐蒸发损耗的研究中的气液比为1.13~1.40,按此通过观测油气回收系统进口流量和发油台发油鹤管数量,来侧面监控油库油气回收集气管道系统的密闭性。

而按照《散装液态石油产品损耗》GB11085—89中B类地区油罐车灌装汽油损耗率0.8‰和史小春等人的《上海加油站各环节油气排放情况研究》中加油站油罐车卸油时平均排放因子为451g/m³,即卸油后通过油气回收管道回收到油罐车内油气浓度为451g/m³,油罐车一般容积为47m³,油品为33t。

$$\text{回收效率} = (451 \times 47 \div 10^6 + 33 \times 0.8 \times 0.9 \div 10^3) \div 33 \times (0.95 \sim 0.99) = 1.29 \sim 1.35\%$$

在库站和运输油罐车的油气回收设备设施运行正常,油库油气回收系统的回收效率一般在1.29~1.35‰。实际因加油站卸油、油罐车运输和油库油气回收系统使用操作的影响,一般油库油气回收系统的回收效率在1.2‰左右。

油库油气回收系统的回收效率,除了和处置效率一样受发油工况变化和系统稳定性影响外,还受以下影响。

1)系统的气密性。油库回收的油气混合物由加油站卸油和油库发油时产生的两部分组成。因此,库站和油罐车的气密性决定了系统的回收效率。油罐车的阀门维修、密封圈老化、回气接口松动、回气管道破裂,发油台油气回收鹤管接头经常拆装、垫片老化、松动和破损都易引发油气泄漏。2)活性炭的温度。吸附罐解析时,油气混合物经真空泵后达到60℃进入喷淋塔,使喷淋塔内冷却到10℃的部分贫油汽化,通过管道返回到吸附罐内,造成活性炭负荷增大和温度升高。同时,活性炭在吸附高浓度油气混合物时本身就是一个放热反应,进一步增高了吸附罐内温度,降低了活性炭的吸附效果。3)汽油的置换率。根据系统工作原理,如果不动罐长期低油量、不置换,罐中的汽油逐步全部变成富油,吸收能力

降低,降低系统回收效率。

3.2.1 优化油气回收效率的措施

1) 检定设备设施。对于库站的油气回收装置的管道、阀门、鹤管和运输的油罐车等设备设施的密闭性,按照规定时间进行定期检定或比对,消除因设备设施泄漏影响油库油气回收系统回收效率。2) 降低油气温度。建议控制真空泵出口温度,降低进入喷淋塔油气温度,或增加一套吸附罐降温设备,降低碳床温度,提升吸附效果。3) 合理置换不动罐油量。根据回收油量定期置换不动罐中的汽油,提高不动罐中贫油的吸收效果。

4 结论

本文通过对某油库油气回收系统的进出口浓度和流量、处置效率和回收效率等指标监控,结合现场实际情况和系统的运行状态,发现油气回收系统的指标有以下几个方面作用。

1) 根据系统的进气流量和发油鹤管数量,计算气液比是否在1.13-1.40之间,判断回收集气管道系统的密闭性,确定是否增加库站和油罐车回收设备气密性检定次数;2) 系统的处置效率采用进出口质量削减率计算,可以消除活性炭再生过程中吸入空气稀释排气口浓度问题,但可能会降低系统处置效率的情况。3) 系统的回收效率采用浓度流量法比不动罐计量法更精确,一般油库油气回收系统的回收效率在1.2‰左右。4) 合理设置吸附罐切换时间、采取有效措施降低吸附罐内和真空泵出口的温度,提高吸附和吸收效果,减少二次回气。5) 根据系统回收量定期置换回油罐汽油,提高贫油吸收效果,提高系统回收效率。

参考文献

- [1] 张家铭.储油库油气回收处理设施监测工作浅谈[J].科技创新与应用,2012:160
- [2] 董军波,黄维秋.汽油装罐过程排放气液比和油气浓度的研究[J].石油库与加油站,2008:17(1):32
- [3] 黄维秋,刘海,等.汽油装罐蒸发损耗的研究[D].江苏工业学院学报,2007:19(2):34