

油气储运中油气回收装置问题分析及优化研究

井国政（大庆炼化公司储运部，黑龙江 大庆 163000）

摘要：分析了目前燃料油作业区油气回收技术在使用过程中存在的问题，提出了相应的优化措施，为现有油气回收装置未来改造提供技术支持及解决途径。

关键词：油气回收；吸收剂；吸附剂

1 燃料油作业区油气回收装置现状

装置设计流量为 $300\text{m}^3/\text{h}$ ，工艺路线为吸收吸附型油气回收处理装置，吸收剂为 absFOV-II，油气回收采用 E92#VI 乙醇组分油，吸附采用专用吸附剂 absFOV-II，设计运行为每 40min 吸附塔 A/B 进行切换，保证活性炭罐未进行饱和的情况下进行切换。目前燃料油作业区日装车量在 600t 左右（150t E92#VI、50t E95#VI、400t MTBE），在样品具有代表性的前提下，油气回收装置去除率不达标，随着在线分析小屋标定后投用，观察出口浓度超过 $25\text{g}/\text{m}^3$ ，现有油气回收装置无法达标排放。

2 原因分析

2.1 设施运行不稳定

①现有运行方式为每天进行吸附塔 A/B 切换，未达到设计要求；②解析塔压力二次表长期波动，自动切换后 QDF-10 有自动连锁，会造成吸收塔及解析塔液位出现报警或冲塔；③阀门损坏问题频繁，与吸附塔相关的电动阀受活性炭粉末影响，长期损坏，更换的国产阀门因为仪表线路问题，安装后，只能反应阀门一瞬间的动作（例如：阀门给开信号，阀门只开一下，未完全打开，PLC 系统阀门信号已变为绿色指示）；④真空泵频繁维修，因燃料油作业区无循环水，散热系统为汽油，汽油比热较小，散热效果差，夏季高温时，油气出口温度在运行超过 3h，可达到 100 度左右，引发解析塔、吸附塔温度升高明显，易发生报警，若吸附罐出现夹层，引发着火爆炸事故；⑤ AdsFOV-II 活性炭粉末化严重，根据询问，原有油气回收装置电动阀故障率未达到这么高，虽然长期采用单罐吸附可能造成活性炭穿透明显，粉末化严重，但活性炭的结构也是主要影响因素；⑥贫油泵及富油泵扬程及排量不匹配，罐区被迫更改运行液位，在汽油高库存时，富油泵流量较小，回收塔液位无法自动控制，低库存时，真空泵散热系统低流量保护，真空泵连锁停机；⑦溶剂泵无基础，振动相对较高，原

设计频率 50Hz，被动手动调节为最高频率不超过 33.8Hz，影响吸收解析循环。

2.2 运行数据分析

2.2.1 解析时间、解析压力及第二天吸收塔液位关系

表 1 中的运行时间为油气回收装置总运行时间，不代表装车时间，因为装车不是统一集中装车，尤其 MTBE 车辆有时在 17:00 才到，装车结束后已经晚上 20:00，装车结束后，油气回收系统内尾气仍较高，影响第二天吸收塔液位。

排除系统尾气影响，从表中可以大致得出结论：①解析时间越长，吸收塔液位越低、解析效果越好；②吸附罐 A 解析时压力为 -96.5kPa ，吸附罐 B 解析压力为 -98.2kPa ，吸附罐 B 解析效果较好。

2.2.2 吸收液吸收效率测算及吸附剂效果问题

表 2 中，采样数据时间均为开始装车后 20min，样品具有代表性，引入昨日装车数据，表明系统内尾气含量的高低。油气回收装置吸收剂安全技术说明书指出油气去除率 $\geq 97\%$ ，具体数据如表 3。

吸收塔及解析塔换剂液位 55.7%，目前运行平均液位 59%，根据加剂时掐量计算，当超过 50% 后，每 200kg 涨 5% 吸收塔及解析塔液位，目前解析塔及吸收塔估算共吸附约 130kg 油气未进行解析，吸收剂加剂 7.8t，吸附剂效果不达标。

3 影响油气回收去除率的原理分析

3.1 吸收剂的效率分析

燃料油作业区油气回收装置为吸收吸附型装置，油气回收去除率主要影响因素为吸收剂的吸收，回收液回收及活性炭吸附效果。吸收剂方面，根据吸收剂 absFOV-II 厂家小试实验数据得出结论：①装置的吸收效率随吸收塔进口混合气中油气浓度增加而增高；②装置的吸收效率随吸收剂的温度升高而下降；③装置的吸收效率随吸收剂喷淋量增高而增高，在某一特定点位后，吸收率趋于平稳；④装置的吸收效率随吸收塔的进气流量增加而

降低。

经过厂家正交实验,通过调配不同组分,吸收效果数据最好一组为吸收剂温度为 15℃、吸收液喷淋量为 20L/h、进塔油气流量为 84L/h、进塔油气浓度为 450mg/L,最好的去除率为 83.9%,通远低于安全技术规格书中不小于 97%,吸收剂的吸收效率低是导致油气回收去除率不合格的主要原因之一。

3.2 回收塔的效率分析

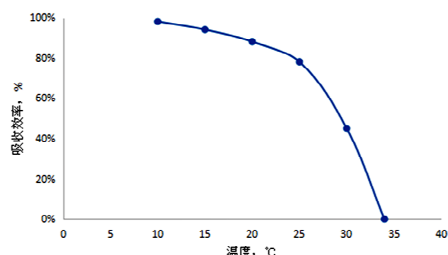


图 1 吸收效率与温度关系

回收塔运行方面,贫油为 E92#VI 组分油,回收未被吸收的汽油油气,利用 ChemCAD 软件计算汽油为吸收剂时,80% (体积百分比) 浓度入口油气在不同温度下的吸收效率并作变化曲线如图 1 所

示。由图可知,在气液比为 15 的情况下,汽油温度超过 25℃ 以上时,吸收塔效率显著降低;汽油温度超过 35℃ 时,吸收塔吸收效率为负数,说明吸收塔不仅无法吸收解析的高浓度油气,而且其本身成为高浓度油气的挥发源。因此夏季高温天气时,回收塔温度超过 30 度情况时,回收失去效果。

3.3 吸附剂分析

AdsFOV-II 活性炭粉末化严重,多次造成自动阀门失效,现场吸附罐配备为 2 个,切换较为频繁,不利于解析。活性炭吸附油气过程存在放热现象,投入运行初若进口油气浓度较高时可能伴随温度升高现象 (约 50~60℃) 远低于活性炭着火温度 (约 400℃),然而可能对处理油气产生一定的安全影响。

根据 2012 年在广东泽华油库完成自研制疏水硅胶+活性炭吸附法油气回收工艺中的实验工作,验证效果认为疏水硅胶+活性炭的吸附效果优于单用活性炭的吸附效果,实验数据如表 4 所示。表 4 为两种不同吸附剂在油气浓度为 50.4% (体积百分比) 时,两种吸附剂不同组合时的吸附及脱附情况

表 1 解析塔压力、吸收塔液位及运行时间关系

日期	吸收塔液位 (第二天), %	运行时间, h	吸附塔解析	解析压力, kPa
12.8	60.3	6.75	A	-96.5
12.9	62.1	3.5	A	-96
12.10	58.3	9.25	B	-98
12.11	60.3	7.17	A	-96.4
12.12	58	8.67	B	-98.2
12.13	60.8	6.67	A	-96.8
12.14	58.8	6.5	B	-98
12.15	59.8	5.75	A	-96.5

表 2 装车及油气回收运行数据

日期	时间	入口浓度, mg/m ³	出口浓度, mg/m ³	去除率	吸收塔液位	吸收塔浓度	吸收塔去除率	昨日装车数据 E92/E95/MTBE
12 月 11 日	11:00	88063	7228	91.79%	58.3	27181	69.13%	55.005t 43.020t 315.645t
12 月 12 日	11:00	103491	4274	95.87%	60.3	36532	64.70%	85.044t 26.003t 488.003t
12 月 13 日	11:00	152808	7449	95.13%	58	52808	65.44%	72.505t 20.053t 467.002t

表 3 吸收剂安全技术规格书

密度 (20℃), kg/m ³	粘度 (40℃), cst	开口闪点, °C	蒸汽压 (25℃), Pa	凝点, °C	油气去除率, %
926 ± 5	8 ± 0.6	180 ± 5	> 50	> -48	< 97

表 4 两种吸附剂组合实验对比

吸附材料	吸附效率, %	吸附量, g/kg	脱附量, g/kg
单用活性炭	98.99	31.78	31.3
单用疏水硅胶	99.02	22.55	21.76
疏水硅胶 + 活性炭 (体积比 1:1)	99.41	39.38	39.21

对比可知,单用活性炭时其单位吸附量最大;单用疏水硅胶时其吸附效率大于单用活性炭的吸附效率;疏水硅胶与活性炭组合时,其吸附效率和吸附量是最大的,其脱附效果也是最好的。并且在吸附床底层填充硅胶,在其上层填充活性炭。先用疏水硅胶吸附高浓度油气,再用活性炭吸附浓度已大幅度降低的油气,能够充分利用两种吸附剂的性能,同时也降低了活性炭吸附时的放热效应,提高了装置的安全性能,解决阀门因活性炭粉末化造成的故障。

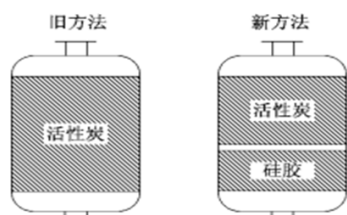


图2 吸附剂的示意图

4 优化方向及措施

4.1 现有条件下的优化措施

①继续协调电仪中心仪表专业及供电专业,解决贫油泵启动时,入口压力二次表波动、真空泵启动时,吸收塔压力及解析塔压力波动情况;②分批次对所有油气回收装置的仪表进行检定、保养及更换,保证现场一次表与二次表一致好用;③更换现场故障的电动阀,保证现场电动阀门完好备用,投用自动切换系统,减少活性炭饱和的时间;④继续保持不超过4鹤位进行装车,延长白天油气回收运行时间,夜晚加班装车后,为降低系统内尾气含量,延长油气回收运行时间。

采取该措施并不能将油气回收装置达到去除率合格,但能有效减小出口浓度,为未来技术改造提供数据。

4.2 未来技术优化

4.2.1 局部改造

影响油气回收去除率的最主要因素为吸收剂的吸收效率、回收塔的回收效果、吸附罐的吸附效果。

4.2.1.1 吸收整改方向

联系吸收剂厂家,提供夏季及冬季入口油气的工况数据、气体组成情况、流量情况,厂家需根据现有解析塔横截面积及管径等测算出油气通过吸收塔的时间;给出夏季、冬季不同环境温度的吸收剂最佳循环量及符合实际工况的吸收剂安全技术规格书,若吸收剂效果无法满足要求,应改进配方或选用不同吸收剂厂家。联系设计单位根据循环量及塔的现有情况,测算配套机组的使用情况,根据

设计结果,配套相应的溶剂泵及真空泵,保证吸收剂在最佳吸收效果。

4.2.1.2 回收的整改方向

待油气回收装置可以实现自动切换后,结合吸收塔的情况,测算回收的效率,联系设计单位更换贫富油泵的排量及扬程,增加汽油的整体循环,夏季炎热天气时,结合设计单位,要求汽油的来油温度降至20度以下,保证吸收效率。

4.2.1.3 吸附整改方向

因现有 absFOV-II 活性炭粉末化严重,导致阀门损坏严重情况严重,建议更换吸附剂类别为自制疏水硅胶+活性炭,并增加吸附罐的数量,增加切换频率,延长吸附罐的饱和时间。

4.2.2 工艺选型整体改造

因东北地区冬季寒冷,执行大气标准为油气回收去除率 $\geq 95\%$,油气出口浓度 $\leq 25\text{g/m}^3$,无需采用破坏法进行处理,考虑厂内装卸作业区油气回收装置工艺类型,建议先行解决厂内油气回收装置装车时,鹤位密封导致入口油气浓度低的问题,待问题解决好,根据实际运行情况,判断当出口浓度达到 280g/m^3 时,油气回收装置效果,判断是否采用该类型膜吸收法工艺路线。

参考文献:

- [1] 黄维秋. 油气回收基础理论及其应用 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2011
- [2] 吴剑, 邹敏. 油气回收技术的研究进展与发展趋势 [J]. 环境科技, 2010, 23(1): 105-108.
- [3] 李德旭, 赵燕. 油气回收技术研究现状 [J]. 现代化工, 2006(26): 63-66.
- [4] 郭飞鸿, 张建中, 单晓雯, 等. 储罐区有机气体排放综合治理技术研究 [J]. 安全、健康与环境, 2013, 13(6): 52-54.
- [5] 黄维秋, 钟秦. 油气回收技术分析比较 [J]. 化学工程, 2005, 33(5): 53-57.
- [6] 董军波, 黄维秋. 油气回收过程优化模拟 [J]. 炼油技术与工程, 2006(6): 21-24.
- [7] 刘静, 李自力, 孙云峰, 等. 国内外油气回收技术的研究进展 [J]. 油气储运, 2010, 29(10): 726-729.
- [8] 周大勇. 吸收法回收油气工艺研究 [J]. 精细石油化进展, 2005(6): 42-45.

作者简介:

井国政, 男, 2016年东北石油大学毕业, 本科学历, 大庆炼化公司储运厂工程师, 从事储运生产管理技术工作。