

油气回收技术在油品储运中的应用

孟召美（中国石油化工股份有限公司济南分公司，山东 济南 250101）

摘要：罐顶气及油品装卸车时的气体排放指标越来越严格，政府对 VOCs 的排放监管越来越有效，油气回收技术的合理应用面临新的挑战。本文对油气回收技术的方法和应用案例进行了简单阐述，并对油气回收的有效运用进行了探讨，希望对行业有所帮助。

关键词：油气储运；油气回收技术；VOCs

0 引言

当前，我国油气回收主要包括吸收、吸附、膜分离、冷凝法、催化氧化等，每种回收方法都有其自身的优缺点，往往多种技术的结合使用比单一技术应用效果更好，回收率高、投资成本低的方法越来越受石油化工企业的青睐。这些方法比传统的直接燃烧方法更安全、成本更低，因而热力燃烧法逐渐被淘汰。油气回收方法的有效运行是一个不断摸索的课题，该课题取得的进展和突破，对于储存、装卸、运输中的油气进行回收至关重要。

1 油气回收的意义

油气的回收在现代社会至关重要，石油是一种可耗尽的、不可再生的资源，中国的石油大部分需要从国外进口，首先应从节能角度出发，回收油气可以节约资源。其次，油气回收可以减少油品储存和装卸时对环境的污染，尤其是夏天温度高时，气体的排放量是冬天排放的数倍。油气的主要成分包括丁烷、戊烷、苯、二甲苯、乙基苯等，大多是致癌物，当经过太阳照射后会生成危害更大的物质。有害物质主要经皮肤、呼吸道、眼睛进入到人体，接触后严重影响人们的身体健康。对于拱顶罐而言，罐区的油品经过收付、阳光照射，油品调和等引起液位和温度的变化，一天内储罐可能会进行多次大、小呼吸，当温度及液位升高时，罐内的气体通过呼吸阀呼出到大气中，成品油的轻组分会浪费掉，尤其是碰上雷雨季节或者周围有动火作业时会带来非常大的安全隐患。城市发展越来越快，城区面积越来越大，以前处于郊区的炼厂逐渐被居民区所包围。随着人们生活水平的提高，环保意识也是逐渐提高，居民越来越关注周围的居住环境。从企业自身发展而言，响应政府号召，承担社会责任，处置好气体的无组织排放，消除安全隐患，这是企业的生存之道，这是对自己负责，更是对周围的居民负责，对社会负责。

2 常见的油气回收技术

2.1 吸附技术

吸附技术的原理是利用固体吸附剂对油气混合物组分吸附能力的不同而实现分离的技术。吸附剂种类繁多，最常用的是活性炭，活性炭获取方便，成本低，吸附效果好，脱除率能达 95% 以上，目前很多的加油站都采用此种方法进行油气回收。但是活性炭吸附也有其缺点，吸附过程中发热，严重的话会引起自燃，温度升高时会

降低活性炭的吸附效果，进而影响活性炭的使用寿命。

2.2 吸收技术

油气各个组分在吸收剂中具有不同的溶解度，正是依靠这一特性，大部分的油气被吸收剂所吸收，从而油气能够达标排放。吸收剂包括油品和专用的吸收剂，对于炼厂而言，直馏柴油吸附能力强，是一种很好的吸收剂。吸收技术分为多种形式，举例常温常压吸收和低温常压吸收，一般而言，低温常压吸收技术要比常温吸收效果要好，但也不是温度越低越好，还要考虑能耗设备投入等问题。吸收法采用较早，但存在一定的安全隐患很少单独使用。

2.3 膜分离技术

膜分离技术主要是通过分离膜中各种气体的渗透性差异来分离并回收油气，小分子渗透性强，大分子渗透性弱，油气优先通过膜进入到另一侧，而空气则被阻挡后排放。从技术角度看，该技术的难点是分离膜的生产，不同的油气应选择不同的分离膜，在世界上能够生产高品质分离膜的公司屈指可数。膜分离技术包括有机膜和无机膜，膜分离技术的优点包括技术先进，环保、节能效果明显等。常用的为有机膜，有机膜抗高温能力差，抗溶剂能力差、使用成本高，因此研究一种耐用、分离效果好的分离膜成为研究的新方向。

2.4 冷凝式技术

油气在不同的温度和压力下饱和蒸汽压不同，当油气中的组分达到过饱和状态时就会被冷凝下来，冷凝式技术正是依靠这一原理来实现油气的回收。冷凝式技术一般是依靠这一原理来实现油气的回收。冷凝式技术一般需要多级冷凝，这与油气的性质、回收要求、排放标准密切相关。因为整个回收过程都是在低温下进行的，油气中的水分预冷会结霜，只有及时的将霜除掉才能达到好的冷凝分离效果。冷凝技术与其他回收技术相比，操作简单，但是能耗较大，制冷机的可靠性要得到保证，在高浓度油气的回收利用方面使用较多。

3 油气回收技术应用案例

3.1 低温柴油吸收——活性炭吸附

汽油装火车、MTBE、苯、化工轻油等化工产品装车都已实现密闭装车，装车时罐车内的油气及部分空气经过鹤管进入到油气回收系统。储罐内的贫柴油经泵进入到换热器，换热后温度在 2℃ 左右，流量为 12 m³/h，低温贫柴油经吸收塔由顶部喷头自上而下流动，油气经

吸收塔底部自下而上与低温柴油逆向接触,大部分油气在低温和柴油的吸收作用下被回收,吸收油气后的富柴油经塔底泵输送回油罐后付柴油加氢装置进行回炼。经柴油吸收后的气体进入到活性炭吸附罐,活性炭罐为两个,一个吸附一个解析,解析经真空泵抽负压的方式来实现,180s自动切换,解析后的气体继续进入塔底进行回收,经活性炭吸附后的气体高空排放,吸收率在95%以上,能够达到环保要求。

3.2 低温柴油吸收——脱硫及总烃浓度均化——催化氧化

从城市型炼厂中长期国家法律法规要求、地方排放标准要求出发,必须对全厂储罐的无组织 VOCs 排放进行更加严格的治理。特别是重油罐区的 VOCs 减排治理有利于提升企业的社会形象,有利于改善周边大气环境,顺应今后国家环保治理的趋势,具有明显的环保和社会效益。因此对苯罐区、重污油罐区、蜡油罐区、渣油罐区共计 20 台储罐的罐顶废气相继引入油气回收装置,进行罐顶气以及异味问题的治理。

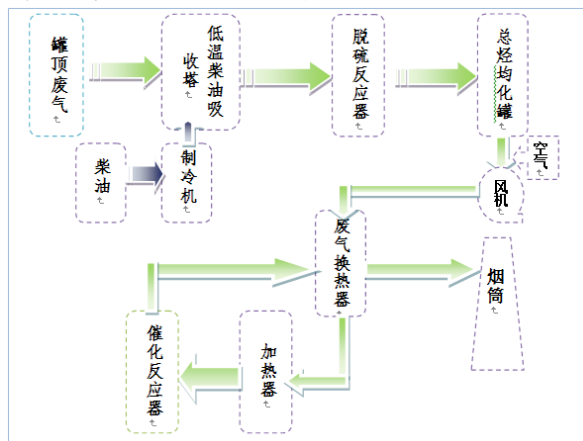


图1 低温柴油吸收——脱硫及总烃浓度均化——催化氧化

重污油储罐为外浮顶顶罐,苯储罐为内浮顶储罐,设置氮封压力都为 0.7kPa,压力低时自动补氮气,两个罐区的罐顶气经罐顶联通线进入到 1 号压缩机,压缩机适量开点循环,这样可以减少氮气的使用量,油气经 1 号压缩机进入到吸收塔。蜡油罐区的扫线罐罐顶挥发出大量油气并夹带恶臭气体,常减压、加氢、焦化、催化等装置抢修或停工检修时,设备、管道内残留大量工艺物料,重质物料含有大量含硫成份,采用高温蒸汽吹扫后送往扫线罐,扫线气体含油却未密闭处理,罐顶挥发出大量油气夹带异味气体。酮苯、糠醛等装置开停工扫线的蜡油携带丁酮和甲苯等有毒溶剂,也在扫线罐储存,罐顶挥发出恶臭气体;重油罐区的罐顶气及扫线气体经罐顶联通线进入到 2 号压缩机。1 号与 2 号压缩机出口油气并在一块进入到低温柴油吸收塔。柴油吸收塔压力设定为 0.2MPa,流量 35m³/h,温度为 2℃左右,液位自动控制在 40%,低温柴油经吸收塔自上而下流动,油气经柴油吸收塔自下而上与柴油逆向接触,吸收油气后的富柴油经塔底泵回到罐区付柴油加氢装置回炼。经吸收后的气体进入到脱硫反应器进行脱硫,脱硫后的气体

经均化罐进行均化,均化后的气体与空气按一定比例混合后首先与换热器换热后进入催化反应器,催化反应器温度控制在 420℃左右,反应后的尾气与换热器换热后经烟囱排放。尾气中的非甲烷总烃低于 20mg/m³,满足国家排放标准,做到了本质安全,本质环保。该工艺流程如图 1 所示。

4 油气回收设施的有效运用

油气回收设施设计或者操作不当会造成严重的后果,如在设计阶段苯罐顶设置紧急切断阀,紧急泄压人孔,氮气限流孔板,压力报警联锁等。柴油吸收塔液位设置低位和高位报警及联锁功能,避免柴油冲塔。催化氧化单元温度较高,一旦油气浓度达到可燃气体的爆炸极限范围,就会有爆炸的风险,在脱硫反应器后对可燃气浓度进行检测并设置联锁功能。除了设备设施安全外,还应在油气回收设施投入使用前进行专门的技能培训,从原理到操作,操作合格方可上岗。对于油气回收装置运行中存在的问题要分析透彻,避免因为人为失误导致油气回收设备停机造成环保事故。

5 结语

冬季重污染天气的反复出现与 VOCs 的无组织排放有一定的关系,各个企业应响应政府号召,提高社会责任感,寻找适合自己企业的油气回收技术。企业可与学校加强合作开发新的技术或者优化现有的工艺,为节约资源、保护环境、为社会、经济、企业、国家和人民带来良好的利益。

参考文献:

- [1] 吴兴秀. 冷凝式油气回收技术在油品储运中的应用 [J]. 化工技术与开发, 2019(06).
- [2] 张浩. 储运系统油气回收问题的探讨 [J]. 化工管理, 2019(27).
- [3] 李叶. 冷凝式油气回收系统设计研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [4] 赵如. 油气回收在成品油装车中的应用研究 [D]. 西安: 西安石油大学, 2019.
- [5] 李奋. 加油站的油气回收与安全环保 [J]. 炼油技术与工程, 2019, 36(5): 11.
- [6] 李敬庆. 油气回收技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [7] 吴学军, 王兴, 雷玉秀. 冷凝式油气回收技术在油品储运中的应用 [J]. 化工技术与开发, 2011, 40(06): 67-69.
- [8] 梁家联. 冷凝式油气回收技术在油品储运中的运用 [J]. 化工管理, 2015(28): 170-170.
- [9] 赵吉睿, 陈小明, 张莹. 加油站油气回收处理技术与应用进展 [C]//2016 中国环境科学学会学术年会论文集(第四卷), 2016.
- [10] 王辉. 关于油品储运系统的蒸发损耗及油气回收解析 [J]. 化工管理, 2016(11).
- [11] 张腾. 储运系统油气回收问题的探讨 [J]. 化工管理, 2014, 27(27): 177-177.