

# 芳烃罐区油气处理技术的应用性分析

刘军影 (中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516086)

**摘要:** 芳烃罐区在日常收油和付料过程中, 会不断地会发生 VOCs 的排放。储罐在日常工况下下排放 VOCs, 不仅污染了环境, 还造成了资源的浪费, 并对人体健康产生较大影响。为了执行《大气污染防治行动计划》的要求, 积极促进石化行业挥发性有机物(VOCs)的污染控制工作, 满足国家及地方的达标排放和环境质量要求, 该企业采用气柜回收技术和超低排放技术有效将芳烃罐区的罐顶油气完全燃烧后达到排放。为同行业芳烃罐区油气处理提供宝贵的经验。

**关键词:** 芳烃; VOCs; 油气处理; 环保

**中图分类号:** X701

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-5167 (2026) 001-0130-03

## Application Analysis of Oil and Gas Treatment Technology in Aromatic Tank Farms

Liu Junying (CNOOC Huizhou Petrochemical Co., Ltd., Huizhou Guangdong 516086, China)

**Abstract:** During daily oil receiving and material dispensing in the aromatics tank farm, continuous emissions of VOCs (Volatile Organic Compounds) occur. Under normal operational conditions, these VOCs emissions not only cause environmental pollution but also lead to resource waste and significant health impacts. To comply with the requirements of the "Action Plan for Air Pollution Prevention and Control" and actively promote pollution control of VOCs in the petrochemical industry, this company has adopted a gas holder recovery technology and ultra-low emission technology to effectively completely combust the tank vapor emissions from the aromatics tank farm before reaching emission standards. This provides valuable experience for VOCs treatment in aromatics tank farms within the same industry.

**Keywords:** Aromatics; VOCs; Oil and Gas Treatment; Environmental Protection

### 1 背景

为落实《中华人民共和国大气污染防治法》相关规定, 保护环境, 防治污染, 促进石油炼制工业的技术进步和可持续发展, 对油品储运过程中产生的挥发性有机物 (VOCs) 进行收集及综合治理, 大幅度减少石油化工企业的 VOCs 排放, 有效提升环境空气质量。该企业积极开展 VOCs 综合整治工作, 采用新型技术手段对现有芳烃罐区进行油气回收改造, 实现油气收集及处理, 并建成 VOCs 监测监控体系, 满足了国家及地方的达标排放和环境质量要求。

### 2 气柜回收技术的应用

#### 2.1 气柜回收技术工艺

该企业芳烃罐罐顶收集的油气经各自罐顶油气支管道汇集至油气联管道, 在油气联管道的末端靠近增压风机处设置压力调节阀, 当油气联管道内压力增至设定压力时, 压控阀开启, 在开阀后混合油气通入分液罐内冷凝, 分离出气相和液相, 液相凝液通过一台离心泵送到轻污油系统, 而气相油气被鼓风机加压后, 输送至低压瓦斯放空管网, 最终进入气柜, 并作为燃料供给装置使用 (如图 1 所示)。由于罐顶排出的低浓度油气, 热值较低, 且容易混入空气, 采取了必要的伴烧及防爆等措施。

该油气处理装置设置: 1 台油气分液罐、2 台鼓风机、1 台凝液泵, 1 台吸附罐。油气自芳烃罐区通

过管道收集后先经油气分液罐分液, 再经风机 A/B 加压进入附近的低压瓦斯管网, 最后进入瓦斯气柜。当氧含量超过 2% 时, 关闭分液罐进口管线切断阀及风机 A/B 出口总管上的切断阀, 然后对分液罐及系统管线内的含氧油气进行吹扫稀释, 吹扫气体进入吸附罐, 最后排入大气。分液罐与凝液泵进行联锁, 罐高液位时报警联锁起泵外送, 罐低液位时连锁停凝液泵。如图 1 所示。

#### 2.2 运行特点

##### 2.2.1 优点

①该油气处理技术采用简洁高效的集输手段, 并融入了先进的联锁控制系统, 保障了相关设施的稳定可靠运行。油气被安全导入瓦斯气柜进行回收处理, 再通过全厂统一的燃料气网络, 最终作为加热炉的主要燃料进行燃烧利用。这一系列举措不仅从根本上解决了油气处理不达标的问题, 而且全面达成了环境保护零排放的既定目标。②当在线氧含量监测设备检测到氧气浓度超出标准范围时, 控制系统将自动启动联锁机制, 立即停止风机的运转, 并同步关闭出口阀门, 然后对分液罐及系统管线内的含氧油气进行吹扫稀释, 吹扫气体进入吸附罐, 确保了后路低压瓦斯放空系统的安全性。作为全厂系统管网安全保障措施之一, 防止了空气渗入低压瓦斯放空管网, 从而避免形成具有爆炸风险的混合气体。③项目投资低, 配置管线即

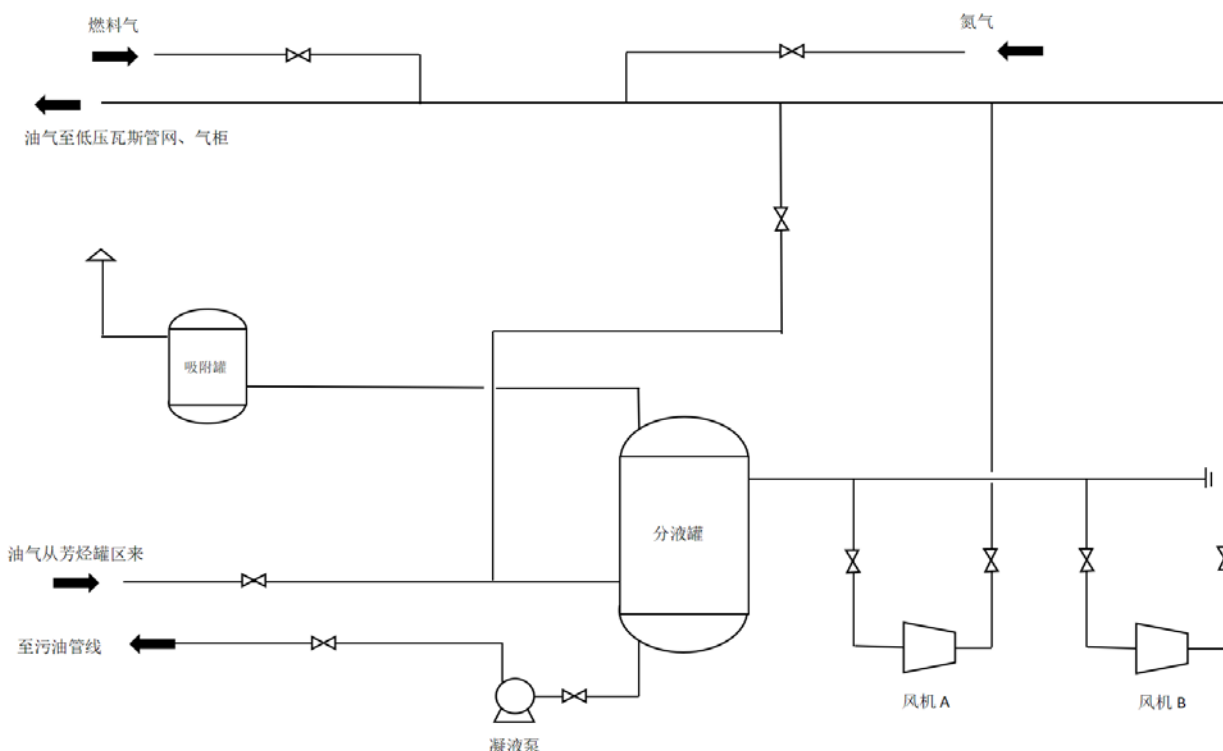


图1 气柜回收工艺流程简图

可连接至系统，实现油气回收，达到较好处理效果。

### 2.2.2 缺点

①根据《石油化工企业可燃性气体排放系统设计规范》SH 3009-2013，热值低于  $7880\text{KJ}/\text{Nm}^3$  气体不应排入全厂可燃性气体排放系统。本罐组内储罐改造后为内浮顶储罐，油气挥发量较小，所收集的油气组分主要为氮气，浓度高约 96%，混合油气热值低，进入全厂燃料气系统后，会影响燃料气热值，影响装置加热炉运行。因此油气管道在进入管网之前注入燃料气以增加热值。②根据前述规范，含氧量  $> 2\%$  (V%) 的可燃性气体不应排入全厂可燃性气体排放系统。当出现氮气调节阀故障或氮气不够满足的极端工况下，储罐付料时，需借助呼吸阀吸入空气，保证储罐不出现负压，此时本项目所收集的油气氧含量不可预估，一旦氧含量超标，风机立即停止工作，油气只能通过储罐呼吸阀排入大气。③低压瓦斯管网连接全厂油气的排放系统，管网内气体浓度和压力都不稳定，遇到装置紧急排放或其他极端情况下，可能造成管网压力升高，储罐油气就无法排放，形成了不安全隐患。

## 3 超低排放技术的应用

### 3.1 超低排放技术工艺

该石化企业的第二套芳烃罐区油气处理装置，通过直燃法，超低排放技术 CEB(超低排放表面燃烧法)，将油气安全燃烧后达到达标排放。从芳烃罐区罐顶来

的油气，进入油气回收油气分液罐，当油气分液罐压力超过设定压力时，启动风机增压，变频调节，CEB 系统点火启动，CEB 启动成功后，中控内操启动废气增压系统或 DCS 设置延时后启动增压系统，输送燃料气至 CEB 燃烧。分液罐与污油泵进行连锁，罐高液位时报警连锁起泵外送，罐低液位连锁停污油泵。

该油气处理装置设置：1 台油气分液罐、2 台鼓风机、1 台金属纤维燃烧器（简称 CEB）。油气通过风机输送进入 CEB 装置，CEB 装置配套补充燃料气。助燃空气通过风机输送进来，两路气体在预混室内混合后通过废气喷射器进入 CEB。如果需要的话，可以提供助燃气体燃料气进入燃烧系统（燃料气量取决于油气浓度）。废气输送和燃料气输送管线都设置自动切断阀和压力调节阀，具有压力调节和连锁关阀的功能；混合后的气体传输至顶部的燃烧器，燃烧后达标排放。

### 3.2 运行特点

#### 3.2.1 优点

①燃烧室直通大气，无超压风险。②燃烧时无可见火焰，无烟，燃烧系统安全稳定。③燃烧器具备出色的防回火能力。在燃烧头的设计过程中，借鉴了阻爆器的拐角效应原理，并采用了循环阻尼设计，从而确保不会发生闪爆现象。④油管线的调节阀、风机以及燃料气的调节阀，均与燃烧头的温度实现连锁控

制。当燃烧器温度过高时,系统会自动联锁,执行紧急停机、关阀等操作,保护设备不被损坏。当入口的油气浓度较低时,燃料气会自动做为补充燃料助燃,保持燃烧头温度在稳定范围内。⑤该系统基本上不受可燃组分的浓度影响,处理对象选择性广,对油气浓度的适应范围广泛,无论是低浓度还是高浓度的爆炸性气体,均可直接进行焚烧处理,确保排放达到标准;挥发性有机物去除率可以达到97%以上,超低VOCs排放指标。⑥占地面积小,焚烧装置(燃烧模块主体,不包括塔架)单套的占地不超过9 m<sup>2</sup>。

### 3.2.2 缺点

①焚烧单元核心燃烧器采用原装进口,依赖预混器、废气喷射器、燃烧织物等精密组件,后期维护成本较高。②超低排放技术的装置建设成本较高,需配套变频驱动系统,初期投资较大。③燃烧器正常燃烧状态温度可达1200℃,在线监测仪表需选用耐高温带涂层的陶瓷材质,陶瓷类仪表很脆,寿命较短,价格很高,造成维护成本增加。④该系统对收集的油气只进行焚烧处理,造成一定的能源的浪费,且燃烧产生的热量也未回收利用。

## 4 两种应用对比

### 4.1 经济节能性分析

①气柜回收工艺的建设成本和后期维护成本较低,可直接连接到炼油厂原有的低压瓦斯放空管网,只需建设配套的安全辅助设施,即可达到预期效果。②超低排放技术工艺项目的建设成本和运行成本较高,需要投入大量资金购买设备设施,且收集的油气组分主要为氮气,混合油气热值低,所以油气在燃烧之前应注入大量的燃料气来增加热值,才能保障CEB装置正常运行。

### 4.2 安全性及操作性分析

①气柜回收技术通常采取密闭排放方式,但在储罐维修或原料组分异常等特殊情况下,可能会导致油气中的氧含量超出安全标准。此外,如果氧含量分析仪发生故障或排放流量异常增大,可能会使得空气被不慎引入低压瓦斯系统,从而引发安全隐患。②CEB装置的燃烧头工艺设计特殊,本身具有防回火功能,设备入口管线设置阻爆器,双重保障,安全性较高。该工艺流程简单,易于操作,采用短火焰封闭烟筒式燃烧,无可见火焰和烟气。

### 4.3 运行效果性分析

①自气柜回收工艺系统投入使用以来,该系统一直保持着稳定且高效的运行状态,至今已连续无故障运行超过一年。在此期间,氮气的消耗量保持在正常范围内,全厂的燃料气热值也维持正常,同时罐区的

VOCs排放也达到了环保标准。②超低排放技术工艺的系统,在运行的两年期间展现出了良好的性能。该系统对挥发性有机物的去除率高达97%,实现了超低VOCs排放指标,但燃料气消耗量较大,增加了运行成本。它从根本上解决了芳烃罐区废气直接排放的问题,有效改善了环境质量,满足了石化行业关于挥发性有机物综合整治的严格要求。

## 5 结论

自《储油库大气污染物排放标准》GB 20950-2020与《石油炼制工业污染物排放标准》GB 31570-2015实施以来,石化企业和储运罐区周边大气中VOCs排放的监管日益严苛。鉴于我国VOCs治理技术尚处于探索阶段,不少石油化工企业仓促进行改造,却未能取得理想的治理效果。该企业通过多次对芳烃罐区油气处理技术工艺的改进,最终实现了良好的治理成效。对于多数已配备气柜回收系统的石化企业而言,气柜回收技术不仅建设成本低廉,且系统运行稳定,完全将油气回收利用,能够实现零排放目标。然而,这一技术也伴随着储罐安全与低压瓦斯系统安全方面的显著挑战。相比之下,超低排放技术安全可靠,燃烧稳定,VOCs去除率高达97%,但其建设成本高昂,燃料气消耗量较大,后期维护成本较高。本文旨在为同类芳烃罐区改建油气治理工艺路线的选择提供参考,帮助其他企业节省投资、避免弯路,确保改造工作顺利完成,并达到国家排放标准。

### 参考文献:

- [1] 黄伟良. 浅谈苯类罐区VOCs治理[J]. 石油化工安全环保技术, 2019,13(6):54-60.
- [2] 邹聪文. 三苯类储罐油气回收治理设计[J]. 广东化工, 2021,48(13):170-172.
- [3] 吴建蓓. 储罐连通油气收集处理技术的应用分析[J]. 化工管理, 2021(33):70-71.
- [4] 钟帼英. 化工行业VOC废气治理探讨[J]. 资源节约与环保, 2018(7):75-76.
- [5] 王健. 成功应用新技术进行苯储罐VOCs治理工作[J]. 化工管理, 2020(14):118-119.
- [6] 王海涛, 张明辉, 陈建国. 石化行业VOCs治理技术研究进展与应用分析[J]. 环境工程, 2022,40(5):123-130.
- [7] 郑晓云, 路光杰, 蔡旺锋. 内浮顶储罐呼吸排放VOCs的测算方法与控制策略[J]. 石油炼制与化工, 2021,52(8):98-104.

### 作者简介:

刘军影(1994-),男,汉族,河北保定人,助理工程师,现从事油品装卸码头、储运罐区、汽车装卸系统、火车装卸系统等区域的技术管理工作。