

# 码头油气回收工艺选型及其平面布置的探讨

刘欣明

(天津市海岸带工程有限公司, 天津 300384)

**摘要:** 目前, 码头装船过程中的油气主要为直接排放, 码头油气回收系统建设工作发展相对滞后, 其相关标准规范也较少, 实际应用实例并不多。本文简要介绍了主流油气回收工艺形式, 推荐了一种适用于码头的油气回收工艺, 并探讨了油气回收设备在码头上的布置问题, 旨在为码头油气回收系统的设计提供一定的参考。

**关键词:** 码头油气回收; 工艺选型; 平面布置

中图分类号: U656.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2018) 05-0097-02

## 一、引言

目前, 码头油气回收系统设计可供参考的规范并不多, 且多数规范对于码头油气回收系统针对性不强, 唯一针对码头油气回收系统的规范《码头油气回收设施建设技术规范》JTS196-12-2017 刚刚于 2017 年 9 月实施, 且为试行版, 其实际应用范例还没有, 故在码头油气回收系统设计过程中还存在许多问题值得探讨。

## 二、码头油气回收工艺选型

### 1. 常见油气回收工艺

常见的油气回收工艺有冷凝法、吸附法、吸收法和膜法等。其各自工艺特点分述如下:

#### (1) 冷凝法

冷凝法是利用油气在不同温度下的蒸气压差, 通过降温使油气中一些烃类蒸气压达到过饱和状态冷凝成液态回收的方法。此方法特点如下:

- 1) 适用性强、经济效益好, 可直接回收液态油品;
- 2) 安全性最好;
- 3) 使用寿命长、无二次污染;
- 4) 操作与维护简单;
- 5) 单纯的通过冷凝法达到达标排放的目的能耗较大。

#### (2) 吸附法

吸附法是利用活性炭、硅胶等吸附剂对油气和空气混合气的吸附力大小不同实现油气和空气分离。此方法特点如下:

- 1) 吸附法对出口油气的控制相对灵活;
- 2) 在设计流量范围内对油气流量波动的适用性较好;
- 3) 炭层经过多次洗床, 吸附剂损耗大, 使得运行成本高;
- 4) 吸附床层易产生高温热, 存在安全隐患;
- 5) 油气中的三苯易使活性炭系统中毒无法正常工作。

#### (3) 吸收法

吸收法是根据油气中各组分在吸收剂中的溶解度大小来进行油气和空气的分离, 一般用柴油等贫油做吸收剂。油气与从吸收塔顶喷淋的吸收剂进行逆流接触, 吸收剂对油气进

行选择性吸收。此方法特点如下:

- 1) 工艺简单、安全性相对较好;
- 2) 油气能够直接液化;
- 3) 吸收塔的规格很大, 将需要很大的空间;
- 4) 吸收剂不断消耗, 需要不断补充;
- 5) 回收率最低, 在 80% 左右, 难以满足排放标准;
- 6) 能耗高。

#### (4) 膜法

膜分离法是利用特殊高分子膜对油气优先透过的特点, 让油气和空气混合气在一定压力推动下, 使油气分子优先透过膜, 而空气组分则排放。此方法特点如下:

- 1) 工艺相对简单, 占地面积小, 重量轻, 便于安装, 但初投资费用高;
- 2) 装置要求均质、稳流。操作要求高;
- 3) 系统需提升压力, 压缩机防爆要求高, 存在安全隐患;
- 4) 膜及组件需要定时整体更换;
- 5) 膜组件易产生放电层, 有安全隐患。

### 2. 码头油气回收工艺推荐

前述几种工艺都有各自的优缺点, 目前世界上油气回收技术普遍采用的是组合工艺法, 各方法可优势互补, 主要组合形式有冷凝+吸附、吸附+吸收、冷凝+膜法、膜法+吸收、膜+冷凝+吸附等。其中采用较多的是冷凝+吸附法、吸附+吸收法。从安全、能耗、寿命、计量、适应性等方面对比吸收+吸附和冷凝+吸附这两种工艺, 冷凝+吸附的工艺比较有优势。其对比情况如表 1。

针对码头油气回收工艺选择来说, 考虑码头作业的货类品种、码头与后方库区依托运营方式等多方面因素, 冷凝+吸附工艺也较为合理。一方面, 码头装卸货种数量一般都较多, 往往既有化工品又有油品, 尤其是物流性质的码头其装卸货品多达几十上百种, 并且码头装船可能存在多个泊位同时作业共用一套油气回收设备的情况, 此时单一的吸收剂和吸附剂很难应对所有货种。其二, 码头运营单位往往是独立

收稿日期: 2018-01-21

作者简介: 刘欣明 (1985-), 男, 天津市人, 硕士, 天津市海岸带工程有限公司工程师, 主要从事水运工程总平面及输油工艺专业工作。

的公司,运营方一般不愿意涉及到码头设施占用后方陆域的问题,倾向于将码头油气回收设备布置于码头平台上,这样可免去征地占地的麻烦,管理上也界限清晰,此外进气管线较短,更加经济合理。但码头空间有限,由于油品及化学品码头均采用管道输送的工艺装卸方式,往往码头宽度较窄,空间紧张,而吸收剂法需配备较大容量尺寸的吸收液罐,码头上空间难以满足,尤其对于码头改造项目布置更具有局限性。故在码头上布置油气回收设施时推荐冷凝+吸附工艺。

表 1 冷凝+吸附与吸附+吸收工艺对比表

项目	冷凝+吸附法	吸附+吸收法
安全	高浓度油气一直处在低温场内,后级吸附系统负荷非常小,吸附系统一直处在常温状态下,系统安全可靠。	高温高浓度的油气进入吸附过程,吸附床层易产生高温热
能耗	整个设备在工作过程中,通过系统的回热交换,设备制冷量全部得以回收,全部用于克服油气的汽化潜热,大幅降低机组的能耗	同样的处理量,设备运行能耗略低于冷凝+吸附法。
二次污染	三苯在冷凝过程中已全部凝结,不会产生挥发性炭中毒。无二次污染问题	三苯使活性炭产生中毒失活后存在二次污染问题
寿命	通过冷凝后,油气中 92.6% 油品被冷凝液化,高浓度的油气进入吸附系统,吸附系统的活性炭吸附部分的负荷非常小,活性炭寿命将是冷凝+吸附方式的 10 倍,增加了活性炭大幅度延长	的更换频率
计量	出油效果直观,便于计量。设备内带有计量油表,直接计量设备的收油量。	无法直接计量设备的收油量。
适应性	此种方法以冷凝为主,对油气的组份及油气在设计流量范围内,适用性相对较好。在超量的波动有较好的适用性。	出设计量的情况下,吸附与脱附平衡易打破

### 3. 主要工艺流程

冷凝+吸附的主要工艺流程为常温油气沿主油气管道,经由变频防爆风机送入油气处理装置的冷凝单元,风机和装在油气主管上的压力传感器连锁,根据船舱或管道压力的大小自动变频运行。冷凝系统进行三级冷凝:先经一级蒸发器器至 1~10℃,然后进入二级蒸发器-25~30℃,再进入二台覆盖制冷压缩机制冷,使第三级蒸发器冷却至-70~75℃,将 90% 的烃类组分冷凝液化析出,分离出油后的低温贫油气体,与系统冷凝器单元热源进行回热交换,温度回升到+5~25℃,输送到后级吸附单元。

低浓度油气进入到吸附系统,吸附系统由两个吸附罐交替进行吸附—脱附—清扫过程,在常压下 A 罐吸附原料中的剩余油气组分、当吸附饱和后、系统自动切入 B 罐进行吸附处理,间断对 A 罐进行真空脱附使吸附剂获得再生,真空泵脱附出的油气再次进入冷凝单元进行冷凝处理。最终,经过吸附分离出来的尾气达标后排放。

### 三、油气回收设备在码头上的布置

油气回收设备在码头上的布置首先需要结合设备尺寸考虑码头平面布置空间。油气回收设备随着其处理能力的增加尺寸也会相应增大,比如冷凝+吸附工艺的油气回收设备,一般处理能力 400m<sup>3</sup>/h 以内的设备可集成在一个撬块内,尺寸大约在 2.6m×12m 以内,500~1,200m<sup>3</sup>/h 左右的设备就需要由两个撬块组成,尺寸大约在 6m×12m 左右,1,200m<sup>3</sup>/h 以上的就需要更多撬块,这也是设备厂家考虑到

设备运输的限制而加以确定的。除需考虑设备本身的尺寸,还需在设备四周留有检修空间,在其他管线布置的时 also 需注意不要影响设备检修开门。

油品及化学品码头一般分为墩式和连片式两种平面布置形式。墩式码头由工作平台和若干靠船墩、系缆墩组成,这种码头一般货品单一且运量较大,也需要较大处理能力的油气回收设备,且码头各组成部分的尺寸均不大,较难布置下油气回收设备。故油气回收设备布置于码头多针对的是连片式码头。这种码头虽然其宽度一般也不大,但其长度往往较富裕,主要是因为其装卸作业区布置于码头中央以对应船舶中央装卸口位置,装卸作业采用软管或装卸臂结合固定管道的方式,装卸位置也比较固定,故油气回收设备可考虑布置于码头两侧空余场所。

此外,除了以上关于设备尺寸和码头空间的考虑,更重要的是油气回收设备在码头上布置时需要考虑安全距离的要求。设置安全距离的目的主要是避免本设备和其他建构筑物、危险源等在发生危险时相互影响造成更严重的危害。目前,可按照《码头油气回收设施建设技术规范》执行。其中,油气回收装置距离码头前沿线距离是根据装卸货物的火灾危险性类别规定的,甲 A 类距离 30m,其他距离 15m。这里,甲 A 类货品的 30m 是一个值得再进一步探讨的数值。《码头油气回收设施建设技术规范》里的这一数值是参考了还未正式颁布的《油气化工码头设计防火规范》中装卸甲 A 类货种码头前沿线与其他类建构筑物的距离,而《油气化工码头设计防火规范》安全距离的规定是参照了《石油库设计规范》及《石油化工企业设计规范》的相关距离要求。根据《石油库设计规范》对于非焚烧式的油气回收设备可将其视为工艺泵房,而工艺泵房相对于码头前沿线的距离在《油气化工码头设计防火规范》、《石油库设计规范》、《石油化工企业设计规范》这三本规范里都是要求为 15m,故油气回收设施距甲 A 类货品码头前沿线的安全距离 30m 就值得商榷了。毕竟,油品及液体化工码头总宽度往往也不大于 30m,这就增加了码头上设置油气回收设施的难度。希望《码头油气回收设施建设技术规范》编制单位能进一步研究这一安全距离的取值,进一步完善规范内容。

### 参考文献

- [1] 潘海涛. 油气回收技术在港口油品码头中的应用 [A]. 中国土木工程学会港口工程分会技术交流文集 [C]. 2009.
- [2] 乔建哲, 周斌, 常华等. 码头油气回收技术的发展及问题探讨 [J]. 绿色科技, 2013, 1.
- [3] 张炀, 李自力, 王菲菲等. 原油装船过程油气回收技术研究现状 [J]. 油气储运, 2014, 33 (12): 1282-1286.
- [4] 董敏. 石油化工码头油气回收技术的应用 [J]. 港口装卸, 2015, 1: 51-53.
- [5] 李艺颖. 码头油气回收系统设计探讨 [J]. 当代化工, 2016, 4.