



# 码头油气回收工艺设计要点

王 媿, 孙红彦

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 在易挥发的油品及石油产品装船过程中会从油舱内排出油气, 工程项目的环境影响报告书已经越来越明确要求要有相应的措施回收这些排出的油气, 减少对大气环境的污染, 但这些油气回收技术目前并不十分完备。本文以中委合资广东石化2 000万t/a重油加工工程产品码头工程为例, 对码头油气回收工艺设计要点进行分析。

**关键词:** 码头; 吸收+膜分离; 油气回收

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>32

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)02-0104-04

## Main design points of oil vapor recovery technology on terminal

WANG Ti, SUN Hong-yan

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

**Abstract:** The oil vapor will evaporate from the oil ship in the course of loading of volatile oil and oil products on the ship. The environmental impact statement of engineering projects requests to take appropriate measures to recycle the oil vapor and reduce the environmental pollution. But the measures of oil vapor recovery are not perfect at present. Taking the “Product Port Project for Petro China/PDVSA Joint Venture Guangdong Petrochemical 20 MMTPA Refinery Project” for example, this paper analyzes the main design points of oil vapor recovery technology on terminal.

**Key words:** terminal; absorption and membrane separation; oil vapor recovery

目前环保要求越来越高, 要求介质密闭装船, 杜绝无组织废气排放, 将无组织废气改为有组织废气<sup>[1]</sup>。因此国内很多石油化工码头准备改造加装油气回收装置<sup>[2]</sup>, 对装船过程排出的油蒸汽进行回收处理, 以达到国家环保部门要求的排放标准。本文以中委合资广东石化2 000万t/a重油加工工程产品码头工程为例, 对该码头油气回收工艺设计要点进行分析。

## 1 码头油气回收

### 1.1 项目概况

本工程共建设8个液体泊位(1<sup>#</sup>~8<sup>#</sup>)和2个固体泊位(9<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>), 液体泊位包括5万吨级(结构为10万吨级)1个、3万吨级2个、1万吨级2个、

5 000吨级3个, 固体泊位包括2万吨级1个、5 000吨级1个, 用于炼厂产品装船或原料卸船。1<sup>#</sup>~8<sup>#</sup>液体泊位布置见图1, 各液体泊位装卸的品种见表1。

表1 各液体泊位装卸品种情况

泊位号	装卸货种	泊位吨级/ DWT	装船最大 船型/DWT	最大装船 量/(t·h <sup>-1</sup> )
1 <sup>#</sup>	汽油、柴油、航煤	5万	5万	2 000
2 <sup>#</sup>	汽油、柴油	3万	3万	1 400
3 <sup>#</sup>	汽油、柴油	3万	3万	1 400
4 <sup>#</sup>	汽油、柴油、航煤	1万	1万	1 000
5 <sup>#</sup>	汽油、柴油、沥青、 正丁醇、混合二甲苯	1万	1万	1 000
6 <sup>#</sup>	汽油、柴油、沥青	5 000	5 000	800
7 <sup>#</sup>	汽油、柴油、甲醇、 辛醇	5 000	5 000	800
8 <sup>#</sup>	LPG、汽油、柴油	5 000	5 000	800

收稿日期: 2013-11-12

作者简介: 王媿(1983—), 女, 工程师, 主要从事油气储运方面的工作。

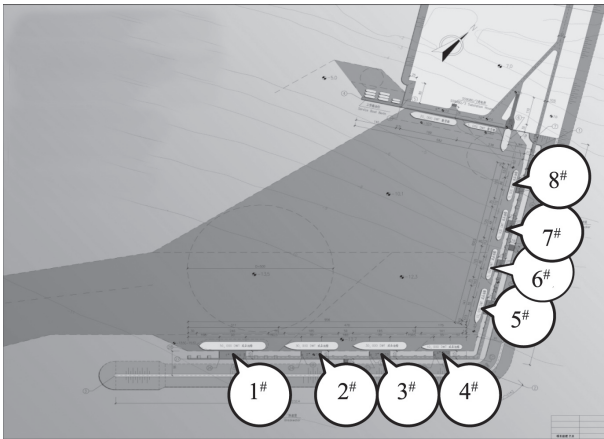


图1 1#~8#液体泊位平面布置

## 1.2 设计参数

### 1.2.1 回收货种

根据本工程环境影响报告书的相关要求,本工程油气回收货种为:汽油和混合二甲苯。

### 1.2.2 油气回收装置处理量

根据各泊位货种安排和运量,综合考虑各泊位最大靠泊船型、各泊位同时靠船的可能性以及库区装船泵配置情况,以及本工程环境影响报告书的相关要求,确定汽油装船过程中的油气处理规模为 $4\ 600\ \text{N} \cdot \text{m}^3/\text{h}$ ,混合二甲苯装船过程的油气处理规模为 $700\ \text{N} \cdot \text{m}^3/\text{h}$ 。

### 1.2.3 油气排放指标

根据本工程环境影响报告书中对油气回收装置的废气排放的标准要求按照GB 20950—2007《储油库大气污染物排放标准》和DB 44/27—2001《广东省地方标准大气污染物排放限值》(与GB 16297—1996《大气污染物综合排放标准》的要求相同)。码头设计油气回收系统后,预期达到以后排放指示:

1) 汽油油气排放指标:尾气排放浓度 $\leq 25\ \text{g}/\text{m}^3$ ;油气处理效率 $\geq 95\%$ 。

2) 混合二甲苯排放指标:混合二甲苯 $\leq 70\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。

## 1.3 油气回收工艺设计要点

### 1.3.1 油气回收系统

码头油气回收系统主要由4个单元组成,分别是油气回收气相臂、船岸对接安全模块(DSS)、集气管道和油气回收装置(VRU)。

当船靠岸后,将油轮上油气回收的对外接口与码头气相回收臂相连,经船岸对接安全模块(DSS)后进入码头集气总管,最终将油气输送至油气回收装置(VRU)进行回收。

### 1.3.2 码头气相回收臂

汽油及混合二甲苯装船产生的油气需经船上的气相接口与码头输气臂相连接后,输送至油气回收装置处理。因此,每个接卸点均需配置1台气相臂。1#~5#泊位各配置1台12"电液动装卸臂,6#~8#各配置1台8"电液动装卸臂,装卸臂由制造厂装配绝缘法兰,配带声光报警系统。当船舶即将漂移超过允许范围,声光报警系统报警,提醒操作工人采取相应措施,避免事故发生。

### 1.3.3 船岸对接安全模块

1) 船岸对接安全模块配置的目的。

不同于液相管道,气相管道中是油品和蒸气且混有其它气体(甚至氧气),油气的浓度有可能在爆炸极限范围内,因此气相管道的安全要求应高于液相管道。油气是一种高危物质,油气的燃烧或爆炸蔓延是极其迅速的。船岸对接安全模块能够对可能和已经发生的爆炸和燃烧做出第一时间的阻断,防止船侧或岸侧的事故蔓延至另一端。

因此码头油气回收装置前需设置船岸对接安全模块,其目的是监测装船过程中油气的压力、温度等值,并对超出值做出反应,包括直接切断油气输送和调整油气输送,防止安全事故的发生。

2) 船岸对接安全模块的配置及要求。

船岸对接安全模块根据装卸点的数量进行布置,即每一个装卸点都需要单独配置一套船岸对接安全模块,位于气相臂后侧。本工程共需配置8套船岸对接安全模块。

每套模块主要包括真空压力安全阀、止回阀、篮式过滤器、阻爆器、调节阀等设备,另外还配有压力传感器、压差传感器、温度检测等仪表,在安全方面需达到IMO MSC/Circ.677、IMO MSC/Circ.1009及USCG 33CFR 154 Subpart E的要求。

3) 船岸对接安全模块各组成设备的作用。

船岸对接安全模块在入口配有真空压力安全阀,可以保护船舱压力在安全范围之内。

船岸对接安全模块内配有过滤器,可以避免油气中的杂质对阻爆器的不良影响,然后油气会在经过阻爆器后进入下一个装置。

船岸对接安全模块出口配有阻爆器,可以避免意外危险扩散。在船岸对接安全模块中,阻爆器主要起阻隔火焰的作用,一旦船岸对接模块或者后续的油气处理系统发生火险,该阻爆器可以起到保障后续油气处理系统或者前置船岸对接模块的安全,阻止风险的进一步扩散。

船岸对接安全模块内部设置了具有故障自动关闭功能的调节阀,在异常工况下能及时切断集气管路,正常工况时能配合自控系统调节阀开度,实现对船舱压力控制。

船岸对接安全模块采用全自动控制系统,每个控制环节都有数据采集,采集到的这些数据都可以反馈到整个码头油气回收系统的自动控制系统中去,再由自动控制系统分析数据,判断系统的运行情况。

由于船岸对接安全模块距船舱距离较近,压力监测数据能够直接反应油舱压力。压力监测信号送至PLC控制柜,系统根据监测数据调整压缩机。压力应在一定的适合范围内,压力过高可能引起船舱呼吸阀或者船岸对接安全模块的真空压力安全阀开启排放油蒸气。压力过低则不能顺利地将油气送至油气回收装置。

所有监测仪表及设备均采用双配置,保证监测值的准确性。船岸对接安全模块和油气输送系统均设置紧急切断阀。同时在船岸对接安全模块系统中配备有真空压力安全阀,可以保证在电气故障情况下,利用机械原理保证船舱压力不超过允许值(图2)。



1. 阻爆器; 2. 过滤器; 3. 压力真空阀; 4. 调节阀

图2 码头船岸对接安全模块

### 1.3.4 油气集气总管

本工程由于油气回收装置设置在陆域,距离码头装卸点较远,集气管较长,所以在进入下一个模块前,需设置过滤器、阻爆器、切断阀,以保障油气处理模块中设备的安全。

### 1.3.5 油气回收装置

本工程将油气回收装置布置在码头引桥和陆域连接处。回收的介质为汽油、混合二甲苯,拟设置两套油气回收装置对以上2种介质分别进行回收,回收后的介质经各自的回液管道送回后方库区储油罐,由于回收的量相对于汽油量极小,对汽油的品质不产生影响。

本工程油气回收方案为膜法油气回收<sup>[3]</sup>,主要是贫油吸收+膜分离。需采用2套膜法油气回收单元装置,对汽油、混合二甲苯装船过程排放的油气分别处理,处理后达到国家排放标准。

#### 1) 汽油油气回收装置。

油气进入回收装置首先经过液环压缩机,该模块还设置压力监测、温度监测等仪表。该模块主要作用是将收集到的油气输送至油气回收装置进行处理。压缩机采用变频控制方式,可以根据实际工况信号来控制压缩机的转速,从而调节油气流量,再配合船岸对接模块对船舱压力准确控制,实现了油气的安全输送。

在装船过程中,进入膜法油气回收系统中的汽油蒸汽/空气的混合物,经液环压缩机加压至操作压力(通常为2~2.3 barg)。压缩后的气体与环液一同进入喷淋塔中部。在塔内可将环液与压缩气体分离。

气态的油气在塔内由下向上流经填料层与自上而下喷淋的液态汽油对流接触,液体汽油会将大部分油气吸收,形成地富集的油品。富集的油品包括喷淋液体汽油和回收的油气,在压力的作用下返回汽油贮罐。剩下的油气/空气混合物以较低浓度经塔顶流出后进入膜分离器。

膜分离器由一系列并联的安装在管路上的膜组件构成(数量取决于装置的设计产量)。真空泵在膜的渗透侧产生真空,以提高膜分离的效率。膜分离器将混合气分体成两股含有少量烃类的截留物流和富集烃类的渗透流。净化的截留物流浓度低于

排放标准可以直接排入大气。

渗透流循环至膜法油气回收系统 (VRU) 的压缩机入口, 与收集的排放油气相混合, 进行上述循环。

如上所述, 汽油的回收是在喷淋塔中完成的。一是因为蒸汽带压, 二是因为渗透物流再循环造成的物流富集。这就导致进入喷淋塔物流为两相流: 烃蒸汽和液态烃。系统利用罐区内的液体汽油作为压缩机的密封液和吸收塔的吸收剂, 不会造成二次污染。

由罐区进入油气回收系统的一定质量的液体汽油, 经过喷淋吸收后, 以较多的质量流量流出油气回收系统。这样, 实现了油气的回收, 而且对油品的品质没有影响。

经过上述油气回收装置处理后排放的油气浓度  $\leq 25 \text{ g/m}^3$ 。

#### 2) 混合二甲苯油气回收装置。

混合二甲苯油气回收处理的工艺流程与汽油回收工艺流程不同之处在于, 在后端需增加净化处理系统, 采用变压吸附单元 (PSA), 主要是为了达到 GB 16297—1996《大气污染物综合排放标准》中的排放标准, 处理后排放的混合二甲苯油气浓度  $\leq 70 \text{ mg/m}^3$ 。

#### 1.3.6 油气回收装置外工艺

由于本油气回收装置需要采用贫油对油气回

收装置的吸收塔从顶进行喷淋吸收回收的油气分子, 需要给油气回收装置提供低标号的汽油作为贫油。贫油供应需由后方库区考虑, 其用量为  $240 \text{ m}^3/\text{h}$ , 入口压力约  $0.3 \text{ barg}$ , 温度为  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 。从油气回收装置析出富油通过富油泵送回后方库区。

## 2 结语

1) 码头油气回收系统主要由4个单元组成, 分别是油气回收气相臂、船岸对接安全模块 (DSS)、集气管道和油气回收装置 (VRU);

2) 码头上需设置船岸对接安全模块;

3) 当油气回收装置距离码头装卸点较远时, 在油气回收装置前, 需设置过滤器、阻爆器、切断阀, 以保障油气处理模块中设备的安全;

4) 膜法油气回收用于汽油蒸气、苯类蒸气的回收可以达到国家要求的大气污染物排放标准。

## 参考文献:

- [1] 于丽原. 油气回收系统在轻质油装船过程中的应用[J]. 科技创新导报, 2010(24): 123-124.
- [2] 潘立楠. 油气回收技术的比较[J]. 民营科技, 2008(10): 23-24.
- [3] 王慧铭. 膜分离技术在油气回收过程中的应用[J]. 油气田地面工程, 2009, 28(6): 44-45.

(本文编辑 郭雪珍)

## · 消 息 ·

### 大连长兴30万t油码头验收

近日, 大连港长兴岛30万吨级原油码头及栈桥工程通过交工验收。

该工程是长兴岛地区首座大型原油码头, 可停靠世界最大的45万t船舶。建成投产后, 年通过能力将达到1 837成万t, 成为辽宁地区第4座30万吨级原油码头。施工中应用的桁架—钢板结合式钢围堰加高技术为中国水工建筑行业首创。

摘编自《交通建设报》

### 锦州港航道拓宽工程完工

日前, 辽宁锦州港航道拓宽工程顺利完工。

广航局承建的该工程, 按照15万吨级油船乘潮单向通航标准设计, 将原三港池支航道、进港主航道由216.8 m拓宽至316.8 m, 将进一步提升锦州港吞吐能力。

摘编自《交通建设报》