

# 某油气终端厂脱碳单元废气处理设备技术研究及应用

朱海川

(中海油能源发展装备技术有限公司 天津 300457)

**摘要:** 油气终端厂相关设施单元在生产流程中会产生各类废气。脱碳单元是油气终端厂重要的天然气处理单元之一,其脱出的废气需要通过加装相关废气处理设备处理后才可对外排放。本文对某油气终端厂脱碳单元废气处理装置的设备调试过程进行技术分析,希冀对后续类似废气处理装置的选用及调试提供借鉴。

**关键词:** 油气终端厂;脱碳单元;废气处理装置;技术分析

## 0 引言

某油气终端厂脱碳单元废气主要含二氧化碳以及少量甲烷、乙烷、丙烷等烷烃类有机物。根据相关规定,不能直接对外排放。现采用一套废气处理装置对废气中的挥发性有机物进行处理,以达到合规排放的目的。

## 1 设备简介

### 1.1 系统原理

本设备采用活性炭纤维吸附+催化燃烧(三室RCO)组合处理工艺,将有机废气引入RCO集中氧化处理。废气收集后,与新鲜风混合补氧后进入RCO蓄热催化氧化炉,被蓄热陶瓷升温换热后,通过催化剂层,发生氧化反应,将有机物分解成二氧化碳和水,同时放出热量。系统主要包括活性炭罐、蓄热式催化氧化设备以及配套设施。整套装置全自动控制、操作简单、安全性高。废气治理工艺流程见下图。

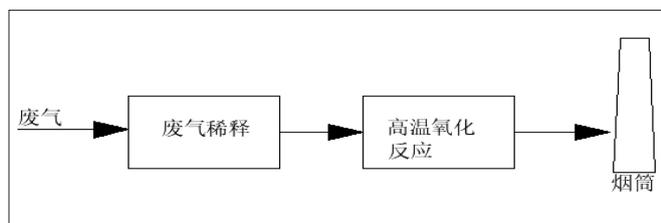


图 废气治理工艺流程

### 1.2 自动控制系统

设备控制系统采用西门子1500 PLC控制器,通过以太网通讯技术将PLC和HMI设备进行通讯。现场的仪表设备及火焰安全控制器与PLC的I/O模块连接,组成一个完整的控制系统。系统核心西门子1500 PLC具有开放性(EtherNet, Profibus, Modbus)、高效率、多功能的特点,I/O(Input/Output)共享,网络组态、诊断功能强大、可靠。

## 1.3 人机界面(HMI)介绍

### 1.3.1 开机和炉膛画面

- (1) 显示炉膛和各层陶瓷的温度状况;
- (2) 显示风机的运行状态和提升阀、新风阀、废气阀门的状态;
- (3) 显示当前出口温度和入口压力;
- (4) 红色代表关闭、绿色代表打开、白色代表打开过程。

### 1.3.2 活性炭吸附系统页面

页面显示前处理系统的运行状态及数据、LEL数据等,阀门和风机显示红色表示当前是关闭状态,阀门和风机显示绿色表示当前是打开状态。

### 1.3.3 系统控制页面

(1) 控制系统的操作包括:点击“系统开启”3s,系统将被启动,顶端任务栏显示系统运行状态,同时运行指示灯变为绿色;点击“系统关闭”3s,系统自动停止,顶端显示“系统降温停机中”,待炉膛温度降到停机设定温度以下系统将自动停止,同时运行指示灯变为白色;点击“废气联机”3s,废气联机,指示灯变为绿色;点击“废气离线”3s,废气离线,指示灯变为白色。

(2) 系统参数的设置。①废气导入温度:系统运行时,先升温到联机温度设定值,系统允许通入废气。②炉膛温度设定:控制炉膛的温度值。③停机温度设定:系统停机时,系统先对炉膛进行降温,当温度低于停机温度时,系统所有设备方可停止,正常停机温度设定为200℃。

### 1.3.4 参数设置页面

(1) 报警参数设置。①炉膛报警温度:当炉膛高于设置温度,将出现报警,废气禁止进入。②上层陶瓷报警温度:当上层陶瓷高于设置温度,将出现报警,废气禁止进入。③中层陶瓷报警温度:当中层陶瓷高于设置温度,将出现报警,废气禁止进入。④下层陶瓷报警温度:当下层陶瓷高于设置温度,将出现报警,废气禁止进入。

⑤炉膛报警压力：当炉膛压力高于设置压力，将出现报警，废气禁止导入。⑥废气来源报警：废气来源压力高于设置压力，将出现报警，废气禁止导入。⑦LEL报警值：当LEL数据高于设定值，将出现报警，废气禁止导入。

(2) 停机参数设置。①炉膛停机温度：当炉膛高于设置温度，将出现报警，废气禁止进入。②上层陶瓷停机温度：当上层陶瓷高于设置温度，将出现报警，废气禁止进入。③中层陶瓷停机温度：当中层陶瓷高于设置温度，将出现报警，废气禁止进入。④下层陶瓷停机温度：当下层陶瓷高于设置温度，将出现报警，废气禁止进入。⑤加热器停机温度：当加热器内部温度高，报警停机。⑥炉膛停机压力：当炉膛压力超过设置压力，报警停机。

(3) 系统参数设置。①升/降温风机频率：在升温和降温时候风机的运行频率。②升/降温新风阀开度：在升温和降温时候新风阀的开度，用来保证升温和降温。③废气联线风机频率：废气联线后新鲜风机频率。④废气联线新风阀开度：废气联线后新风阀开度，辅助脱附风机稀释废气。⑤ABC循环时间：提升阀A进B出C吹扫的持续时间。⑥BCA循环时间：提升阀B进C出A吹扫的持续时间。⑦CAB循环时间：提升阀C进A出B吹扫的持续时间。⑧废气导入温度：炉膛平均温度达到设定值，废气才允许导入。

## 2 设备调试

### 2.1 准备工作

#### 2.1.1 物料准备

电、氮气、压缩空气以及废气等管路接入废气治理系统，满足调试运行的要求。

(1) 仪表压缩空气要求：0.7MPa (-40℃露点)，装置量 80Nm<sup>3</sup>/h，设计值 65Nm<sup>3</sup>/h。

(2) 电力需求：380V/60 Hz/3 PH，装置量：200kW，设计值：电加热器 110kW，新风风机 15kW，吹扫风机 5.5kW，脱附风机 11kW，PLC 4kW，合计 145.5 kW。

(3) 氮气要求：0.6MPa/G，40℃；装置量：20Nm<sup>3</sup>/h；设计值：15Nm<sup>3</sup>/h。

#### 2.1.2 设备表面处理、检查及线号核对

主要工作有设备表面油渍擦拭，补漆及场地清理等清洁工作。检查废气治理系统内部各管道、线路的物理连接部分，确保物理连接畅通；检查所有信号线的物理连接牢靠无虚接，检测信号能否正常收发。

#### 2.1.3 试压、试漏

对气管及各设备连接处分别进行试压、试漏工作，检查是否有泄漏等异常现象并及时恢复正常。

#### 2.1.4 尾气监测准备

委托第三方检测公司安排调试期间废气源和排放口

尾气各项指标监测，准备好监测所需的人员、资料及各项器材。

#### 2.1.5 确认阀门开闭顺畅

各阀门手动开启，确保开闭顺畅无卡顿现象，且所有反馈信号能正常反馈。

#### 2.1.6 确保风机启动正常

开启所有风机，确保可正常启动，且转向正确，若有异常现象由相关人员及时处理。

## 2.2 系统调试

### 2.2.1 单个系统调试流程

(1) 各系统设备安装完成；(2) 所有管道、阀门安装完成；(3) 所有管道、设备经过泄漏试验，无泄漏；(4) 配线配电完成，所有电机运行方向准确；(5) 所有管道、设备、容器、水池清洁无异物；(6) 单体启动各阀门，风机，观察运行状态是否稳定、正常；(7) LEL 仪表气、氢气、标气正常供应，LEL 经过标定，工作正常。

### 2.2.2 系统联动调试

在已经完成上述单体调试的基础上，可进行系统联动调试。联调流程如下：(1) 仪表反馈值到报警值后是否报警；(2) 报警连锁停机的，是否停机；(3) 按系统停止按钮，是否能正常停机（降温停机）；(4) 按系统急停按钮，是否能立即停机；(5) LEL 报警，废气是否离线。

## 2.3 炉系统调试

### 2.3.1 开机检查

(1) 查看储气罐出口压力是否在 0.5 ~ 0.6MPa；(2) 检测各个风门气动球阀是否打开，风门执行机构进气口压力是否在 0.5MPa 以上。

### 2.3.2 系统上电启动

(1) 将电控柜里面所有电源依次全部打开，电源上电后，触摸屏启动；(2) 检查柜门上“急停按钮”是否松开；(3) 检查柜门上“手动/自动”旋钮在自动状态，并且触摸屏任务栏显示“自动运行”状态；(4) 触摸屏上电，显示开机画面，几秒钟后自动进入系统画面；(5) 如有报警时报警指示灯闪烁，通过触摸屏报警画面查看报警信息，根据报警信息提示解决故障，故障消除后点击“报警复位”按钮即可；(6) 报警消除后，查看工艺图各个点的数据是否正常。

### 2.3.3 系统运行步骤

(1) 系统启动：系统处于自动状态，急停按钮松开，报警已经处理完毕并复位。本地启动，按就地控制柜面板启动按钮 3s，系统启动。远程启动，中控室启动。系统启动后，先进行阀门自检，正常后，依次启动新鲜风机、吹扫风机、脱附风机和加热器。加热器启动后，炉膛开始升温。

(2) 废气连线：炉膛温度达到废气允许导入温度

后,系统正常运行无故障,可进行废气连线。画面(就地触摸屏/中控室电脑)点击废气连线按钮,废气连线,RCO废气阀打开,废气旁通阀关闭。炉膛新鲜风阀门关闭,废气稀释管线阀门打开。

(3) 废气离线:点击废气离线按钮,废气离线,废气旁通阀打开,RCO废气阀关闭。炉膛新鲜风阀门打开,废气稀释管线阀关闭。

(4) 系统停机:系统停机前,先将废气离线。然后按系统停止按钮,系统先停止加热,等待炉膛温度到停机温度,系统停止。

#### 2.3.4 系统急停

系统运行一旦出现紧急工况,立即进行急停操作。当按下急停按钮时,外部所有设备全部停止,系统将断线、熄火、系统风机停止,冷却装置停止、提升阀全部关闭。

#### 2.3.5 系统断电

当系统在运行过程中突然断电,所有设备将全部停止,外部动力设备全部停止,系统自动断线,此时系统处于高温停止状态。当系统再次上电时,先点击报警复位,消除报警,报警消除后重新开机,进入系统控制页面,重新启动系统。

#### 2.3.6 紧急情况的处理

(1) 压缩空气压力低压报警:①低压报警时,系统报警、禁止吹扫、点火;②压缩空气压力小于0.45MPa时,系统报警,系统自动进入保护状态,系统将断线、熄火、主风机停止、提升阀、助燃风机正常运行;③当压缩空气压力大于0.45MPa时,工作人员点击报警复位按钮,系统则恢复正常状态,点击系统启动,重新启动系统;系统阀门工作的动力是压缩空气,在停止压缩空气之前,一定要将系统完全停机。

(2) 提升阀故障:系统正常运行过程中,进/出口风门出现故障时,系统自动断线、熄火、主风机停止,此时系统会发出报警,报警处理完毕后点击报警复位,系统会自动恢复到运行状态。

(3) 出口温度过高:当出口温度报警时,系统自动进入保护状态,断线、熄火、主风机停止、进/出口风门关闭,当出口温度降到安全值时,点击报警复位按钮,重新启动系统即可恢复到运行状态。

#### 2.3.7 废气连线过程

在上述系统稳定运行的基础上,以下条件满足时废气可以连线:(1) 仪表压缩空气达到标准,系统压力稳定、供气正常;(2) 天然气系统压力稳定、供气正常,完成调试,运行正常,连锁良好;(3) 所有测温点、测压点显示正常。所有仪表状态正常;(4) 新鲜风机状态完好,运行正常;(5)

新风阀状态良好,连锁正常;(6) 吹扫风机状态完好,运行正常;(7) 所有提升阀完成调试,运行正常;(8) 热旁通阀调试完成,状态良好;(9) 炉膛新风升温正常,各蓄热室温度正常,氧化室温度正常。

#### 2.4 调试故障排除

(1) 电源不通:检查供电部门是否供电,检查相关电源开关及线路,注意保险丝有无损坏。

(2) 系统非正常断电:再次通电后,应按控制柜的复位键,否则系统不会执行自动运行程序。

(3) 风机动作不正常:需在炉膛温度降至安全水平时停机检查;若变频器正常,则检查电机、皮带、轴承及线路等;若变频器异常,需检查维修。

(4) 压缩空气压力低:检查压缩空气管路是否有泄漏;调节气动三联件,若表显示压力很低或为零,检查供气是否出现问题。

(5) 气动阀门动作不正常:先检查压缩空气压力是否在正常范围,再看电磁阀是否动作,气缸是否堵塞。若电磁阀或气缸有问题则需维修或更换。还可能是阀门密封面上有杂物,致使阀门关闭不严,压缩空气外泄。这种情况通常会随着杂物脱落而自动消失,否则需及时清除杂物。若以上都没问题,检查阀门转动情况,若是机械问题,加注润滑油。若仍有问题则需拆下维修。

### 3 结语

本文通过对某油气终端厂脱碳单元废气处理设备及调试进行分析,确保废气治理装置稳定运行情况下,排放指标符合国家的废气排放标准,可为今后类似废气处理装置的选用及调试工作提供技术参考。

#### 参考文献:

- [1] 刘强. 挥发性有机物污染控制技术探讨[J]. 化工管理, 2014(23):132.
- [2] 韦征. VOCs 废气处理用催化燃烧装置应用分析与研究[J]. 上海化工, 2019, 44(08):20-23.
- [3] 罗国强. 西门子1500 PLC控制系统工作原理及常见故障[J]. 设备管理与维修, 2019(08):72-73.
- [4] 蔺广森. RCO催化燃烧设施处理效率影响分析[J]. 中国科技信息, 2020(11):84-85+87+14.
- [5] 庄丽珍. 活性炭纤维对有机废气的吸附性能研究[J]. 化工设计通讯, 2017, 43(09):128.

**作者简介:**朱海川(1983.09-),男,汉族,河北秦皇岛人,本科,工程师,研究方向:海洋工程及石油化工项目技术管理。