

储油罐油气收集与治理方案研究

战丽华 于 娜 (上海河图工程股份有限公司青岛分公司, 山东 青岛 266100)

摘 要: 本文从石化企业储油罐油气的源头控制与末端治理两方面展开研究, 分析了 VOCs 废气治理的方法措施以及现行石化企业常用的末端治理的方案, 为提高石化企业油气治理提供一些思路。

关键词: 油气; 单呼阀方案; 末端治理方案

随着我国工业的高速发展, 挥发性有机物 (VOCs) 对空气的污染日趋严重, 造成光化学烟雾、 O_3 浓度升高、灰霾天气次数增加等民众关注度极高的环境问题。因而, 挥发性有机物气体的排放越来越受到世界各地的普遍重视。初步估算我国仅 2018 年仅因油气挥发造成的油品损耗约为 660 万 t, 造成大量的经济损失同时严重的污染了大气环境, 因此, 全面展开石化行业的 VOCs 综合治理, 大幅减少石化行业的 VOCs 排放已经势在必行。

1 储罐油气的来源

储油罐的油气排放主要为油气无组织排放, 表现在油品静止储存时, 因太阳照射, 储油罐内气相温度升高, 油气热膨胀后外呼排放。油罐收油作业时, 随着油面不断升高, 罐内的气相空间减少压力增大, 油气外排。储油罐开口或附件密封不严造成的油气外排。油气外排就会造成大气污染, 所以对常压储罐无组织排放的油气进行密闭收集后统一处理具有重要的意义。

2 储罐油气收集方案

目前, 罐区储油罐的油气收集有以下方案: 直接连通方案、气相平衡管方案、直接连通共用切断阀方案、单罐单控方案及单呼阀方案。以上直接连通方案、气相平衡管方案、直接连通共用切断阀方案属于油气直接连通方案, 单罐单控方案及单呼阀方案不属于油气直接连通方案。为了控制罐顶油气连通的风险, 防止罐区中发生群罐火灾爆炸事故, 所以本文油气收集采用的方案为单呼阀方案。

单呼阀方案为在原有储罐设计应有附件的基础上, 在罐顶单独开设一单呼阀口用于储罐 VOCs 的收集, VOCs 气相支线与管道阻爆轰型阻火器之间设置单呼阀, 控制储罐排气, 为防止事故工况下人工无法手动切断气相管线, 故在气相线上置了远程控制的控制阀, 单呼阀方案具体示意图详见图 1:

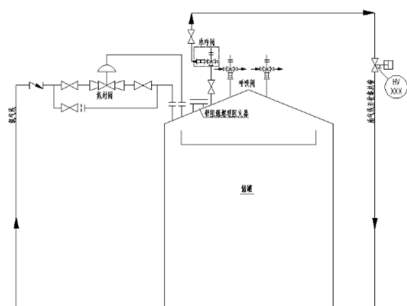


图 1 单呼阀方案示意图

在储罐油气收集管道靠近储罐位置增设防爆轰型阻火器（单呼阀前），单呼阀通过罐内压力机械操作，以设计压力为 $-500\text{Pa} \sim 2000\text{Pa}$ 的储罐为例，储罐的控制方案及气相管线的安全措施如下：

①在每台需氮封的储罐上设置氮封阀组和限流孔板旁路，使用氮封阀组维持罐内气相空间压力在 300Pa 左右，氮封阀的开启压力为 500Pa ，氮封阀关闭压力为 200Pa 。当氮封阀需要检修或故障时，使用限流孔板旁路向储罐内补充氮气；

②当氮封阀事故失灵不能及时关闭或其他工况造成罐内压力超过 900Pa 时，单呼阀开启向外排气，若罐内压力继续升高，当超过 1350Pa 时，通过带阻火器的呼吸阀外排；当氮封阀事故失灵不能及时开启时，造成罐内压力降低至 -300Pa 时，通过带阻火器呼吸阀向罐内补充空气，确保罐内压力不低于储罐的设计压力低限（ -500Pa ）；

③为确保设置氮封储罐事故工况下的安全排放，应在储罐上设置事故泄压设备，通常紧急泄放呼吸人孔紧急泄放压力 1800Pa ，吸入压力为 -400Pa ；

④在厂区油气收集总管上设置在线氧分析仪，判断储罐氮封系统的可靠性，并满足后续油气处理设施的安全性。

3 油气末端治理方案

目前采用的油气末端治理方案主要有回收法与破坏法。回收法有吸收法、吸附法、冷凝法和膜分离法。破坏法有催化氧化燃烧技术（RCO）、蓄热氧化燃烧技术（RTO）及表面燃烧技术（CEB）。不同的油气治理技术都有各自的适宜使用范围和应用局限，实际工程中采用何种技术处理有机废气，主要考虑诸多因素，如 VOCs 浓度、气体流量以及排放要求、回收的可能性、爆炸和火灾的危险等。

随着环保排放标准的不断提高，如《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）中规定油气处理效率不低于 97%，有组织排放口非甲烷总烃排放限值（质量浓度）不超过 $120\text{mg}/\text{m}^3$ ，河南省地标濮环攻坚办〔2019〕120 号《濮阳市 2019 年挥发性有机物综合治理方案》要求，有组织排放口非甲烷总烃排放限值小于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。江苏省地标《江苏省大气污染物综合排放标准》（征求意见稿）（DB32）及山东省地标《挥发性有机物排放标准》（DB37）中规定有组织排放口非甲烷总烃排放限值（质量浓度）不超过 $60\text{mg}/\text{m}^3$ ，以往石化企业常用的回收法（冷凝 + 吸附为主要工艺的油气回收设施）越来越满足不了国家及各地政府出台的越来越严苛的允许排放限值的要求，所以近几年破坏法越来越被重视。

3.1 催化氧化燃烧技术（RCO）

催化氧化是利用催化剂使得碳氢化合物在较低温度下（ $300^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ ）与氧气发生氧化反应，分解为 CO_2 和 H_2O 。

主要的设备是催化床、加热器和阀组。运行时利用风机将含 VOCs 的废气抽至 RCO 装置内的换（下转第 14 页）

用时出现的问题有:

4.1 安装问题

一是气表装反的情况。工人不了解气表原理,误以为气表两端一样,没有区分气表安装方向,导致气体从气表出口进入,无法正确产生震荡,虽然有气体流过,但不能正确显示气量。这需要调换仪表安装方向,加强仪表安装培训;二是气表安装的直管段长度不够。主要是施工人员不了解工艺要求,安装管线时进气侧预留的直管段长度不足5倍气表通径,或者在进气侧加装了弯头阀门等影响气流的工艺。导致气流漩涡不正确,影响计量结果。这需要施工人员按标准施工;三是气表安装时,没有给气表设置旁通,气表拆检期间设备需要停产。气表旁通阀门,应根据生产需要进行设置。若用气设备必须连续运行的,必须为气表设置进出控制阀门和旁通阀门,就是一表三阀。

4.2 使用问题

智能旋进漩涡流量计可就地显示数据,减小了读数误差,但在使用过程中也存在一些问题。

一是北方室外的仪表,冬季易出现冻堵情况。主要原因是输气温度低,气液分离不干净,气体含有水分。气体通过气表变径时,水分凝结,导致气表无法正常工作。这种情况应控制液位减少气体中的水分,定期排放分离器底水,或提高输气温度;二是仪表采用电池供电,2年后会出现低电量情况,导致无法正常工作。这种情况,需拆开仪表后盖更换专用电池;三是个别仪表在低温环境下,液晶屏幕失效,无法显示,要等温度升高后才有显示,这种情况通常要更换液晶屏幕,或把仪表调换至室内使用;四是仪表量程不合理。要注意的是,智能旋进漩涡流量计标

注的量程是工况数据,由于工作压力温度不同,同一块表会有不同的标准气体量程。根据需要,选择合适的量程避免仪表不走或超量程运行;五是显示屏方向设置问题。旋进旋涡流量计在管路中的安装后,显示屏可以进行旋转,使表头显示方向更加合理,便于现场观察数据。表头的方向调整方法,可查看说明书或咨询厂家指导;六是仪表的拆检问题。不论何种计量气表,按照要求均要能拆下检定,要求工艺流程中要设置一表三阀。一些单位为减少成本,没有给气表设置旁通阀门,为气表拆检带来了麻烦。这种情况,需准备同规格仪表或连接管,进行替换检验。另外计量器安装的保温部分应便于拆换仪表,不能将闸门仪表一包到底。

5 天然气计量装置应用建议

①把好仪表选型和安装关口,严格按设计要求和规范安装,新装仪表应该先检验再投用;②完善天然气计量管理和检定标准,特别是智能旋进漩涡天然气计量设备的维护和使用标准,并在未来做好远传数据的利用;③做好天然气计量装置日常使用维护和保养,露天安装的计量器要及时排除运行故障。在计量器管理上,要加大培训力度,让工人对新计量器加深了解,增加解决问题能力;④正常情况下, Σ 各井产气计量=本站输气总表计量。采油站可采用单井天然气量汇总与总表天然气量对比,进行单井气量核准或判断计量问题;⑤智能旋进漩涡天然气计量器,具有一定优势和适用范围,新旧计量器更替过程中,难免会出现各种问题,随着新技术推广普及,这些问题会得到更好地解决。

(上接第12页)热器,废气经换热器加热后,再送至燃烧器。此时废气的温度已达到可催化分解的温度,再通过催化剂床,含VOCs的废气被分解为二氧化碳和水蒸汽,最后净化后的气体从烟囱排放至大气中。

催化燃烧技术由于燃烧温度低,容易产生二噁英、NO_x和CO等废气。同时催化氧化技术效率较低,一般为97%左右(对于低浓度的废气处理效率约70%)。因受催化剂的制约,能处理的废气种类较单一。最主要的是该技术安全风险较高,国内已发生多起RCO装置爆燃事故,所以催化氧化技术(RCO)趋于淘汰。

3.2 蓄热氧化燃烧技术(RTO)

含VOCs废气经缓冲罐、阻火器进入RTO系统,经过RTO蓄热陶瓷加热,再进入燃烧室燃烧,燃烧后的高温烟气约800℃,高温烟气流经蓄热陶瓷后再外排至烟囱,经过蓄热陶瓷时,将热量传递给蓄热陶瓷,并用于下一循环的入口废气的加热,RTO净化率可高达99%以上。

该工艺的优点是几乎可以处理所有含VOCs的废气,可处理风量大、VOCs浓度低的废气且对废气中夹带的灰尘及固体颗粒不敏感;废气处理效率高,三室RTO处理效率可高达99%;运行过程中的有机沉淀物可周期性清除,蓄热体可定期更换,但RTO装置经常采用明火作业,在采取足够的安全措施(如增设氧含量分析仪,紧急切断阀及惰性气体稀释等措施)后可采用此技术,从目前来看,不

少石化企业选择采用RTO技术处理VOCs废气。

3.3 表面燃烧技术(CEB)

超低排放表面燃烧技术采用国外的技术(Certifiedultra-lowEmissionBurnerCEB),大致处理流程为将收集的含VOCs的废气经预处理设施(柴油吸收等预处理)后经风机将处理后的废气送至表面燃烧(CEB)设备焚烧处理,尾气达到排放标准后排放。

该技术特点是采用金属纤维无烟无火焰燃烧器,无明火,技术相对安全。处理效率高,可达99.9%。占地面积极小,系统启动时间为3min,即开即停,快捷方便。但该技术需要根据使用情况,后期需更换燃烧头,设备投资较高,但鉴于其安全性较高,此技术正在慢慢的被接纳使用。

4 结束语

石油化工企业VOCs治理是一个系统的工程,既要把控好VOCs源头治理,又要重视VOCs的末端治理。随着我国科技水平的飞速发展,有关VOCs废气治理的技术必将进一步发展,必将衍生出治理效果更好,运行更安全,成本投入低的方案,提高石化行业的环境友好程度,实现相关产业的可持续发展。

参考文献:

[1] 赵宇. 关于加油站安全监管工作的几点思考[J]. 科技致富向导,2011(21).