

基于化工企业的乙烯储运罐区 VOCs 气体收集措施

郭陈陈 (国能新疆化工有限公司, 新疆 乌鲁木齐 831404)

摘要: 煤化工产业的不断发展, 使其在国民经济发展中起着举足轻重的作用, 同时也是产生污染最多、危害最严重的行业之一。随着国内环保监管日趋严格, 大气污染防治不断升级。煤质烯烃项目作为煤化工产业中最重要的细分领域, 对生产、节能、环保方面都有着很大影响。煤化工企业在加工生产过程中会产生大量废气, 在储运罐区, 其排气会形成乙烯罐内部产生的大量挥发性有机物气体, 对空气环境造成污染, 严重威胁企业周围环境质量。

关键词: 化工企业; 乙烯储运罐区; VOCs 气体收集

0 引言

随着国家环保政策深入推进和实施, 企业积极响应号召大力进行环境治理和环境保护工作。为了达到污染物最大减排效果和社会经济效益“双赢”的目的, 一些化工企业纷纷开始对 VOCs 减排技术进行研发、升级、改造和推广使用。VOCs 气体排放源的减少, 降低对周边环境造成的影响及对人体健康造成伤害程度, 处理效率提高和降本增效等方面都起到积极作用。

1 VOCs 治理工艺技术特点与优势

1.1 高效性

VOCs 的净化效果明显, 运行稳定, 净化效率高, 无二次污染。采用高温燃烧方法对 VOCs 进行氧化、分解, 并在合适温度下, 供给足够的氧, 在一定的停留时间内, 使其具有良好的脱除效果。同时, 本装置的主机运行平稳, 无阻塞。

1.2 低能耗

排气风机管线设有旁路, 在压力超过 10kPa 情况下, 排出风机采用低频运转, 废气经旁路进入燃烧室。设定温度变送器, 对预热型直燃炉 TO 燃烧室的温度进行实时反馈, 并利用预加热器旁通管线进行自动调整, 以达到对稀释空气进行换热后的温度控制, 使燃烧室炉温保持在 760℃ 以上, 在生产过程中可以达到最小的燃料消耗, 减少燃油消耗, 减少运营成本; 同时, 采用废气锅炉进行废热回收, 将烟气中的热量最大化, 提高了热效率, 降低了排放温度。

1.3 自动化

本系统自动化程度高, 风机均为变频控制, 各个管路上的控制阀为气动阀, 通过联锁控制能实现自动运行, 操作方便, 可实现 24h 无人值守。

1.4 安全性

采用水封箱将 TO 设备和工厂的低温甲醇清洗设

备分开, 避免了火焰的蔓延, 同时, 水封对爆炸冲击波起到缓冲的作用, 为生产设备提供了一个可靠的防护。本工艺过程中易发生爆炸的易燃气体, 在燃烧室内直接与空气混合, 不预先进行预混, 不会发生爆炸; 同时, 在系统中多个部位设有高温报警装置, 对系统在使用期间的燃烧安全进行严格控制; 综合来看, 本项目所采用的低温甲醇清洗设备与混合制冷设备 (液氮制造设备) 和硫化氢浓缩设备 (高纯度硫化氢) 毗邻, 当设备维修或泄漏时, 大量的氨气或硫化氢充斥于环境中, 助燃的空气或被稀释的空气会将这些氨气 / 硫化氢引入 VOCs 治理设备, 所以, 在预加热炉 TO+ 废热锅炉系统的布局范围内, 增加 6 个易燃有毒气体报警器, 并将系统入口设置为高位取风, 且取风口设置为当地的上风向, 保障 VOCs 治理装置正常运行; 在废气湿度大、冬季湿度大、气温昼夜温差大、冬季气温极低、夏天温度极高等气候环境下, 在辅助燃烧空气和稀释空气管道的风机进口之前, 采用低压低温锅炉的给水, 以保证后续 VOCs 治理装置正常运转 (见图 1)。

工艺路线: 在处理低温甲醇洗 D 系列排气管排气之前, 先将预热式直燃炉 TO 的燃烧室预热至预定的温度, 在助燃空气风机的作用下, 将助燃空气与工厂内的燃油在燃烧器中混合, 使燃烧室的温度保持在一定的温度之后, 再由稀释空气风机将其换热, 并将稀释的空气送至燃烧室的炉膛, 再由排气风扇的作用将排出的废气直接送至燃烧器, 并在燃烧器中与助燃空气进行预热、预混, 使其与稀释的空气充分混合, 同时, 在炉膛温度保持在 760℃ 以上时, 稀释的空气在高温条件下 CO_2 和水分解为所需要的氧, 同时, 在工艺路线中, 对烟气中的氧含量大于 3%, 保证非甲烷总烃的脱除率达到 99% 以上。采用废热锅炉, 使显热

得到最大化,热回收效率高;为了解决烟气中 SO_2 含量超标的问题,提出了采用碱法脱除烟气中的 SO_2 ,实现了烟气的达标排放。

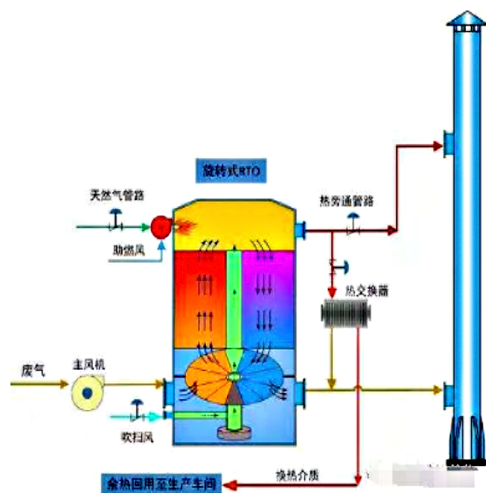


图1 工艺线路

2 有机废气收集技术在实际生产中应用情况

根据调查,目前乙烯储运罐区 VOCs 废气收集主要采用活性炭吸附工艺、喷淋洗涤工艺、冷凝收集工艺和低温冷凝法等。其中,活性炭吸附法是一种有效吸附有机废气的方法,但是活性炭吸附设备投资较大、占地面积大,且运行成本较高而被化工企业所摒弃;冷凝洗涤除臭工艺是一种能有效去除异味、降低排放浓度、达到清洁生产要求的工艺方法。低温冷凝法是指将冷凝回收的气体置于低温下以使冷凝气体与吸附塔内壁上的 VOCs 分子进行分离,同时将冷凝收集的气体排放至储运罐区外排风机进行净化排放。经过调查统计发现,目前在石化企业中,在乙烯储运罐区采用活性炭吸附工艺处理高达 60%~70% 以上有机废气;采用冷凝工艺处理高达 60%~70% 有机废气;采用低温冷凝工艺处理低至 70% 有机废气。

2.1 活性炭吸附的原理

活性炭是一种常见的多孔材料,具有很强的吸附性和对挥发性有机废气的吸附性,其主要通过吸附作用 and 高温催化作用两个方面来进行,催化作用主要是指活性炭在常温下的化学性质和机械性质。在常温下,活性炭在溶剂中呈弱酸性,其表面吸附位在活性炭表面,在一定温度下,活性炭的表面和活性炭表面具有部分孔隙,因此活性炭具有很强的孔隙率、吸附容量和比表面积,在气体分子表面有吸附位点,从而对气体分子起到吸附作用。当进入活性炭吸附设备中的污染物以热挥发时,由于活性炭的孔隙较大程度上为溶剂所包裹,因此能够有效吸附有机物分子,当有

机废气中挥发组分温度在 $200^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ 时,活性炭对 VOCs 气体以热解形式进行吸附,对有机物分子起到选择性催化作用。活性炭吸附装置是一种在温度和压力下均能产生吸附和再生热的设备,通过对活性炭吸附装置内部热平衡及反应条件进行研究与优化,能实现对有机废气的高效分解和深度吸附。

2.2 冷凝除臭

在吸附塔表面形成凝胶层后,冷雾通过吸附塔下部的冷凝器喷淋到饱和废气上,从而达到除臭效果。为保证冷凝除臭后的气体质量达标,在冷凝器进气口处设置两个抽气口,一是通过冷凝器进回的冷凝气进入吸收塔内,由冷凝器上部的阀门控制,经冷凝器回收;二是冷凝吸收塔的喷淋管道与吸收塔顶部管道连通,通过两个管道向吸收塔内回收冷凝气源。由于冷凝除臭设备在工艺过程中需消耗大量能源,目前使用较少,只有少量公司进行生产实践(见图2)。

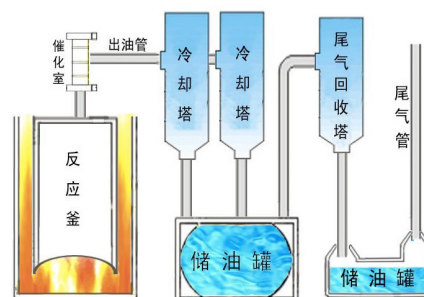


图2 冷凝除臭流程图

2.3 低温冷凝除臭

低温冷凝法利用冷凝装置将不能分解的 N_2/N_3 污染物冷凝至有机废气的回收系统,再通过排放管道,将冷凝装置将回收的 VOCs 气体排放至外排风机,对无气味废气进行净化。该装置结构简单,维护方便,但运行费用高,只适用于低、中、高浓度的气味处理。根据调查,在国内某乙烯厂采用冷凝除臭工艺,在乙烯储运罐区采用此工艺。在施工过程中,每一个装置都安装了冷凝器,每个装置冷凝器在出厂时都安装阀门装置和放空阀装置,主要冷凝工艺包括:冷凝器本体、冷凝塔、风机、放空管道、阀门装置。其中,冷凝装置在储运罐区使用时需在现场设置,并根据温度调节冷凝温度至 0°C 。

3 提升化工企业的乙烯储运罐区 VOCs 气体收集建议

3.1 加强废气监控

各装置生产运行状况以及设备故障、工艺变更等信息,均可在 VOCs 在线监控系统中进行记录。同时,通过数据分析可以掌握装置运行状况,从而加强日常

管理。另外,在装置检修期间,要对所有操作、工艺参数进行监测,及时了解生产状况及设备故障情况。同时,要针对生产工艺流程特点,定期对生产工艺系统进行现场调查,并对各个生产工艺进行参数核算,查找造成乙烯储运罐区发生泄漏部位,并提出针对性整改方案。此外,加强对乙烯储运罐区挥发性有机物气体进行分析,为下一步工作提供依据。同时,要进一步完善监测手段,加强对违规排放气体或设施巡查力度和频次,确保储运罐区 VOCs 气体排放达到国家 2018 年最新大气污染物和 (VOCs) 挥发性有机化合物排放标准。

3.2 优化风机设置

根据乙烯储运罐区的生产流程,对风机运行进行优化。优化现有风机出口管路和风门的设计方案,并通过风门检测到的气流,计算出该区域整体通风能力。通过风门检测到的气流,其速度可设定为 0.01~0.05m/s。风机出口阻力系数取值为 0.05~0.10 之间,可有效保证风机出口压力波动范围在 $\pm 0.05\text{Pa}$ 范围内,从而达到保证安全作业的目的。同时风机设计方案为风机出口风量大于进入罐区 VOCs 气体总量 20% 时采用开启侧向通风装置。通过以上优化与改进措施,使乙烯储运罐区对废气处理系统更加优化,确保工艺操作不产生影响,同时提升了安全性和可靠性。

3.3 开展泄漏检测及治理工作

在检查中发现有泄漏情况时,应及时更换泄漏点监测数据为准,避免发生危害环境的情况发生。同时,应加强应急预案的修订工作,在出现泄漏情况时,在确保安全的前提下,及时对泄漏点进行检测并进行治理,以减少危害环境的发生。目前乙烯企业应对泄漏检测和治理工作给予支持,如某乙烯厂已有企业将该公司乙烯储运罐区的漏点定期进行检测,在实际中还需定期进行泄漏检测,并在紧急情况下及时更换泄漏点监测数据为准,防止由于泄漏引发生态事故。

3.4 加强设施巡查和维护管理

对乙烯储运罐区设施进行定期检查,及时发现设备故障,及时维修更换,确保安全可靠运行。定期对石化化工装置进行巡检,及时发现泄漏,消除隐患,减少 VOCs 气体排放。加强日常巡检,发现问题及时处理,确保系统正常运行。定期对乙烯储运油罐进行油气回收处理,确保油气回收效率和运行稳定性。加强对吸收塔和储罐的维护保养,保证填料、阀门、法兰等密封处无泄漏。在确保设施正常运行情况下,定期对吸收塔和储罐等设施进行检查和维护保养,发现

问题及时处理。

3.5 提高 VOCs 排放控制指标

乙烯储运罐区 VOCs 治理应按照《炼油及化学工业大气污染物排放标准》(GB14880-93)中《工业企业挥发性有机物无组织排放控制要求》(DB34/5121-2013)中污染物排放浓度限值要求,落实各车间及设备的 VOCs 废气治理设施(包括吸附塔、蒸发器等)及车间尾气处理系统的 VOCs 废气去除率。对工艺过程中产生的 VOCs,应按《VOCs 无组织排放控制标准》(DB34/5121-2013)进行管理,通过治理设施收集后的混合气体达到《无组织散发污染物排放控制标准》(DB34/5121-2013)中《无组织浓度限值》中污染物浓度限值后排放。对采用催化燃烧法治理产生和泄露的泄漏气体,采用高效吸收或冷凝吸收剂、冷凝液等对泄露气体进行收集处理,回收工艺废液。对焚烧气体,应按《烟气污染物综合排放标准》(GB13220-2013)中指标要求进行收集处理,达标后方可恢复生产。

4 结语

随着环保政策的不断加强,化工企业的环保意识也在不断增强。各化工企业在自身环保基础上,对生产过程中产生的大量有机废气进行有效的收集处理,不仅能够减少废气产生量,而且还能减少由于废气泄漏所造成的环境污染,达到节能减排的目的。目前,在实际生产中,对于乙烯储运罐区废气的收集方式主要有以下几种:活性炭式吸收法,活性炭是目前应用较为广泛的有机废气净化技术;喷淋式吸附法和冷凝式吸收法,通过对活性炭对有机废气进行吸附,从而达到净化排放;低温冷凝式吸附法是一种能有效去除异味、降低排放浓度、达到清洁生产要求的工艺方法,目前其应用较多。对于有机废气处理技术来说,需要根据当地温度、浓度、气味等实际情况选择合适的工艺。因此,对于乙烯储运罐区废气处理及挥发性有机废气治理方法需要根据当地气温等实际情况确定应用的类型以及深度,并结合相应的环保政策规范及标准有效实施。

参考文献:

- [1] 王亚明.企业 VOCs 污染控制与治理措施分析[J].冶金丛刊,2021,06(13):174-175.
- [2] 张发旺,张磊,张立新,等.乙烯厂储运联合车间储罐区 VOCs 气体收集及管控措施[J].石油化工安全环保技术,2019,35(6):8.
- [3] 王明辉.常压罐区 VOCs 密闭收集系统的安全控制措施探究[J].2020.