

化工行业VOCs废气治理措施分析

訾晓伟¹ 施泰安²

1. 山东瀚华工程设计有限公司济南分公司; 2. 山东和正环保工程有限公司

摘要: VOCs废气具有强烈的污染性,其大量排放会对生态环境造成严重破坏,从而会影响人类的正常生活和生产。由于VOCs废气中包含了大量的有毒物质,一旦被人体吸收,就会危害人类的身体健康,甚至会危及生命。所以,无论是从环境保护方面,还是基于人们身体健康方面,都必须加大对VOCs废气的治理力度。为了能从根本上提高VOCs废气治理的效率,可通过采取切实有效的处理手段,再结合实际状况来选择对应的处理方式。

关键词: VOCs废气治理; 化工行业; 治理措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.153

一、VOCs废气概述

(一) 概念

VOCs是指挥发性有机物,主要包括除金属碳化物、CO、CO₂、H₂CO₃、碳酸铵以及金属碳酸盐以外的,任何参与光学反应的碳化合物。因此,VOCs主要包含非甲烷烃类、含氧有机物、含氮有机物、含硫有机物等,同时也是PM2.5和臭氧污染的重要组成部分。所以,如果大气中的VOCs含量超标,人类就会出现恶心呕吐、头晕乏力等症状,甚至还会出现昏迷甚至损伤大脑神经的情况,造成了非常严重的后果。

(二) 产生原因

第一,在工业生产过程中,液体存储罐中会出现一种呼吸状态,在一定程度上形成了气体的挥发,这时就会产生VOCs废气。第二,在工业生产过程中,无论是工业合成还是离心,都会出现一定程度的有害气体。第三,在生产车间内,原材料和化学产品在转移过程中,也有可能释放出有毒气体。第四,由于部分化工设备密封性都存在一定的缺陷,也会导致有害气体泄漏而产生严重的大气污染。第五,由于相关设备管理不够完善,部分设备在维护和升级方面会存在明显的不足,再加之管理人员自身松懈,也会导致有毒气体排放到大气环境中。

(三) 危害

1. 环境污染

化工在生产环节会使用到卤代烃、芳香族以及脂肪族化合物,这一部分的化学溶剂在化学物质上就属于挥发性有机物,而在生产末端排放出来的废气就会包含大量的这类物质,从而产生了VOCs废气。且废气在排放过程中,会使这类物质不断地挥发,而挥发作用会使VOCs废气进入到大气环境中,造成环境污染,致使生态环境部分功能减弱或者丧失。在这种情况下,受到污染后的大气环境的功能会进一步减弱,从而威胁到人类的正常生活。所以,VOCs废气具备很强的污染性特点,必须加强控制其污染性。

2. 致病致死率高

VOCs废气中包含的大部分物质对于人体都是有毒有害的,一旦被吸入就会导致人体中毒,甚至对人类造成终身损害。例如,VOCs废气中的苯化合物就会导致人类

的中枢神经损伤,进而出现神经功能障碍,还会损害到人体的血液和部分器官,使人产生非常严重的疾病。

二、VOCs废气的治理技术

(一) 吸附法处理技术

1. 吸附剂使用效果的影响因素

第一,吸附剂的吸附效果会随着吸附面积的加大而提高。由于吸附剂表面积和自身孔径大小、颗粒大小之间存在着紧密联系。所以,在吸附期间,吸附剂孔径和被吸附气体分子直径愈是接近,则取得的吸附效果愈佳。第二,吸附剂的吸附效果和自身性质存在着直接联系,其相对分子质量与浓度愈高,则吸附量愈高。第三,吸附效果还和使用环境存在着一定联系,其使用环境的温度、压力和废气流速均会对吸附效果造成比较大的影响。

2. 吸附剂的选择

(1) 活性炭。活性炭是碳基吸附物质的总称,其存在非常大的表面积,且吸附效果较佳;(2) 沸石分子筛。这是一种较为良好的替代型吸附剂,其有效避免了活性炭易燃的缺陷,是一种新型的、尚处于开发阶段的吸附剂;(3) 活性氧化铝。其有着较佳的吸附性能,适用范围也比较广,但成本较高。由此,在具体运用时,要结合生产需求以及吸附效果、经济效益,来选取最合适的吸附剂。

(二) 生物技术

生物处理技术是一类新型的有机废气处理技术,在运用该技术治理有机废气时,其主要原理为生物降解。在实际处理过程中,由于部分微生物在污染物质内存在比较高的适应能力,能把有机物作为自身养分从而持续进行新陈代谢,以此将挥发性有机废气中的各种化合物加以分解。该方式既具有很高的安全性,同时操作起来也比较便利,还不会产生二次污染,且对于使用的设施设备要求也较低,具有良好的经济效益。当前,该技术在国内外逐渐获得了广泛应用,主要运用在低浓度和恶臭污水的治理中。在处理期间,微生物的生长发育主要依赖于有机物,其在把挥发性有机废气中的化合物有效分解与转化后,会生成H₂O和CO₂,进而使其存在的危害性得以消解。

在运用该方式对挥发性有机废气进行治理时,为确保取得良好的治理效果,从而将污染物从气相转化成液相的方式十分重要,这会直接决定污染物的去除效果。因此,需要对填料层碰撞密度与吸收液进行合理使用,再将转化为液体的有机废气经过微生物进行分解。在实际操作期间,应做好生物处理系统指标的调整,在调整时,是以综合指标内容来决定调整幅度。而对于填料温度而言,通常需要控制在25~43℃之间,空塔停留时间通常大于9s,其系统湿度维持在40%~60%范围内,其营养物质主要包括BOD、N、P,且这三项物质的比例为100:5:1,其pH值应处于4~10之间。

(三) 隔离治理技术,有害物质提取

该技术是先将废气中的有害物质提取出来,然后将这些有害物质进行隔离治理,通过这项工艺技术还可以将废气中的有机物质回收利用,具有较高的节能降耗优点。且通过该技术进行废气处理还可以有效降低对空气产生的污染,同时,还能有效降低化工生产对周围环境造成的污染。但这种技术需要投入大量的成本,所以,并不适用于小型的化工企业。因此,该技术可应用在一些废气排放量大,且经过该技术回收的物质有更高利用率和价值的化工行业。虽然该技术存在投入成本高的特点,但因其具有高环保性,所以,通过不断提高其技术水平且降低投入成本,可逐渐扩大该技术的应用范围。

三、VOCs废气治理措施

(一) 活性炭纤维的应用

以活性炭纤维为例,该材料在VOCs废气治理中有着十分广泛的应用范围。

1. 活性炭纤维在含烷烃废气处理中的应用

以活性炭ACF纤维材料为主对含烷烃废气进行吸附处理,形成完整的有机废气吸附、回收、净化流程。结合最终的吸附结果不难发现,在实际应用过程当中,如果含烷烃废气量在 $300\text{m}^3/\text{h}$ 以内,且其中的实际烷烃含量处于1.34%范围时,应用活性炭纤维进行吸附处理能够达到88%以上的烷烃回收效果,以较好的经济效益实现良好的有机废气处理。二氯甲烷废气的排放通常情况下是在胶片生产以及印刷制造过程中,应用活性炭纤维进行吸附处理能够达到97%的吸附率,进而有效地改善了大气环境。

2. 活性炭纤维在醋酸丁酯及环己酮混合废气处理中的应用

当前,很多企业在生产制造过程中会排放大量的废气,例如玻璃厂的玻璃纤维墙面装饰布的生产印刷,会有大量的混合废气排放,包括醋酸丁酯以及环己酮混合废气。而应用活性炭对该混合废气进行吸附处理时,是用四段循环操作方法,并结合水蒸气解析技术,将生产中的废气进行集中收集,完成后利用活性炭纤维进行净化,将净化后的气体进行冷凝,再次加热后形成水蒸气,分别将水蒸气与净化后的气体进行储存与排放,形成与水分离的有效处理,能够保障更高的净化治理效果。计算水蒸气的最终收集容量就可以确定醋酸丁酯以及环己酮混合废气的实际吸附净化量。

(二) 苯乙烯罐区VOCs治理

1. 吸收-吸附回收装置

罐区油气在微正压的作用下,从吸收塔底部进入吸收塔,通过机泵做功获得动力的新鲜吸收剂,通过管线送入吸收塔顶部,再经过吸收塔顶部喷淋设施,将新鲜吸收剂喷洒下来,塔底油气与塔顶吸收剂形成对流,达到充分吸收罐区油气的目的,流至塔底的富吸收剂被送往厂内的柴油加氢处理装置,达到处理目的。剩余的气体到达塔顶,经管线进入一个吸附剂罐,罐区油气被活性炭吸附,空气对外排放。吸附系统一般由两个相同吸附罐组成,一用一备,交替进行吸附-解析-清扫过程。在正常生产过程中,首先由A罐执行吸附作业,处理原料中的剩余油气。随着吸附的进行,A罐内活性炭床逐层饱和,当吸附作用进行约15~20min后或尾气对外排放浓度达到设定值时,低浓度的油气切入B罐进行吸附处理,同时A罐内吸附剂进行解析处理,解析时真空泵

启动,吸附剂中的油气在解析过程中得到汽化,解析出的富集气体经真空泵进入吸收入口,进行下一个循环处理,同时吸收剂也在解析过程获得再生,整个切换过程实现自动控制。经吸附处理后的尾气检测达标后高空排放(排气管高度 $\geq 15\text{m}$)。

2. 冷凝+吸附回收技术的应用

通过每台储罐顶部收集管线汇入主管线,常温废气进入冷凝系统进行多级冷凝热交换,实现大部分废气冷凝回收,此过程借助专门的制冷系统,提供冷凝所需冷量,需要处理设备管线结霜问题。冷凝后低浓度尾气进入到吸附系统,该吸附过程工作原理跟上文提到的吸附原理一致不再赘述,经吸附处理后的尾气达标高空排放(排气管高点 $\geq 15\text{m}$)。废气回收装置产生的凝液,通机泵提供动力,送至指定区域处理。

3. 蓄热式燃烧技术

蓄热式热力焚烧(RTO)技术是一种工艺成熟、占地面积小、运行费用低的有机废气处理技术,该技术主要采用新型蜂窝陶瓷蓄热材料和高效先进的换热系统,保证了燃烧热量的高效回收,热回收效率高达95%,净化率达99%。

蓄热式热力焚烧技术是把有机废气加热到 800°C 以上,使废气中的VOCs在燃烧室内氧化分解成 CO_2 和 H_2O 。氧化产生的高温气体流经规整蜂窝陶瓷蓄热体,经过阀门切换,“蓄热”后的陶瓷蓄热体床用于预热后续进入的有机废气,从而节省废气预热所需要的燃料消耗。当废气中VOCs达到一定浓度后,可实现自动运行,无需外加燃料。

结语

总而言之,我国经济的高质量增长离不开化工行业的高质量发展,而化工企业的经济效益以及环境保护工作又对我国绿色环保事业的发展有着非常重要的意义。目前,国内外相关的VOCs治理技术一直在不断创新、突破,而对于各化工企业,高效率的治理VOCs废气需要结合自身的实际情况来选择最科学、最合理的处理技术,这样才能有效降低VOCs废气对环境造成的污染。

参考文献

- [1]冯霞.探究VOCs废气治理工程技术方案[J].低碳世界,2021,11(01):9-10.
- [2]王煜伦,王海清,张傑,曲令多.采用新型分子筛为吸附剂的VOCs净化设备在轨道交通车辆涂装废气治理中的应用[J].现代涂料与涂装,2021,24(01):66-69+72.
- [3]李文钊.VOCs废气治理工程技术的解析[J].皮革制作与环保科技,2020,1(Z1):66-70.
- [4]严方婷.VOCs废气治理应用研究[J].资源节约与环保,2020(04):78.
- [5]尚金金.VOCs废气治理工程技术方案分析[J].科技创新导报,2020,17(09):105+107.
- [6]王孟,常寅杰.VOCs废气治理的实际应用[J].云南化工,2020,47(01):106-107.
- [7]吴雨,吴伟,宋婷婷.浸胶VOCs废气治理工程的设计与运行研究[J].工程技术研究,2020,5(01):216-217.
- [8]董磊.某家具生产厂VOCs废气治理工程技术方案探究[J].节能与环保,2019(12):83-84.