

Research on the Harm and Treatment Technology of Volatile Organic Waste Gas

Lu Wang

Hunan Hongsheng Butler Environmental Protection Service Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

The volatile organic compounds (VOCs) not only has a great harm to human health, but also destroy the natural ecological environment. Therefore, it is necessary to clarify the hazards of volatile organic waste in combination with the actual situation, and adopt scientific and reasonable prevention and control technologies, and strengthen the comprehensive treatment plan to reduce the emission of volatile organic waste gas to the greatest extent. This paper mainly takes two enterprises producing organic waste gas in Hunan province as examples to conduct a comprehensive analysis on the sources and hazards of the volatile organic waste gas and the commonly used treatment technologies, so as to formulate scientific and reasonable treatment plans, improve the prevention and control effect of volatile organic waste gas, reduce the environmental pollution, and promote the coordination between economic construction and environmental protection.

Keywords

volatile organic waste gas; hazard; treatment technology

挥发性有机废气危害与处理技术研究

王璐

湖南宏晟管家式环保服务有限公司, 中国 · 湖南 长沙 410000

摘 要

挥发性有机废气(简称“VOCs”)不仅会危害人体健康,而且会破坏自然生态环境。因此,需结合实际情况,明确挥发性有机废物的危害性,并采取科学合理的防治技术,强化综合整治方案,最大程度上降低挥发性有机废气的排放量。论文主要以湖南省某两个产挥发性有机废气企业为例,对挥发性有机废气来源及危害进行全面性梳理,并对常用的挥发性有机废气治理技术进行对比分析,从而可有针对性的制定科学合理的综合整治方案,提升挥发性有机废气防治效果,减少环境污染,促进经济建设与环境保护的协调性发展。

关键词

挥发性有机废气; 危害; 处理技术

1 引言

以湖南省某设备核心部件生产基地以及湖南省某软包装总部生产基地为例,涉 VOCs 工序主要是喷漆工序、印刷及复合等工序。为了减少 VOCs 的排放量,降低其对人体健康、自然环境等的危害,需结合实际情况,采取合理有效的技术措施进行治理,如冷凝法、燃烧法、吸附法等,并完善综合治理方案,做好源头减排、过程减排、末端治理、日常监管等工作,减少其危害性,促进环境与经济协调发展。

2 挥发性有机废气来源及危害

挥发性有机废气是由氨、硫化物、醛类、烃类物质构成,在化工生产、设备制造、包装印刷等行业中会引用到大量含

VOCs 的试剂、油漆、有机溶剂、油墨等物料,上述物料的使用过程以及保存过程中会因溶剂蒸发、化学反应等产生大量挥发性有机废气,主要以醛类、烃类、烯烃类形式存在。其中挥发性有机废气的危害性体现在以下几点。

2.1 危害大气环境

当挥发性有机废气的排放量较多时,不仅会直接影响空气质量,还会造成较为严重的二次污染。VOCs 是 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 的重要前体物,一旦受到阳光照射,其会与空气中的氮氧化物、碳氢化合物等发生光化学反应,产生高度活性的自由基,生成臭氧、过氧硝基酰、醛类等光化学烟雾,造成二次污染。同时,有研究表明,有机物在 $\text{PM}_{2.5}$ 中的比重占到 50%~70%,相当一部分 $\text{PM}_{2.5}$ 由 VOCs 光化学反应转化而成。此外,一些挥发性有机物废气进入大气平流层后会与臭氧发生光化学反应,造成臭氧层空洞,破坏臭氧层;还有一些挥发性有机废气会间接引起温室效应。

【作者简介】王璐(1987-),女,中国山东济宁人,硕士,工程师,从事环境保护研究。

2.2 危害人体生命健康

大多数 VOCs 具特殊气味,会导致人体呈现种种不适应,刺激眼睛和呼吸道,使皮肤过敏,产生头痛、咽痛与乏力,特别是苯、甲苯及甲醛等人们较为熟知的有害气体,长期接触会导致头晕、失眠、乏力、记忆力减退、思维及判断力降低等症状。此外,挥发性有机废气中的硫化物还会引起癌变,危害人类生命健康,且会对胎儿健康造成不可逆的损害^[1]。

2.3 危害植物健康生长

当挥发性有机废气排放量过大时,会严重危害植物的健康生长,甚至引起植物、病变、枯萎死亡等问题;在大气环境中的挥发性有机废物浓度过高时,还会引起植物发生慢性病变现象,降低农作物品质和产量^[2]。

3 挥发性有机废气处理技术

目前针对 VOCs 的主流处理技术主要有冷凝法、吸附法、燃烧处理技术以及生物处理技术。

3.1 冷凝法

该方法是最简单的回收 VOCs 的方法,主要是通过一定的技术手段对挥发性有机废气进行降温处理,当温度降到露点温度以下时,原本的气态污染物转化为流体、液体状态,技术人员则可相对容易对其进行分离^[3]。该技术的应用成本较低,且能够进行高效处理,但仅能处理纯度较高成分较为单一的气体,主要作为吸附处理技术、燃料处理技术的前置处理技术,有效提升废气处理效果。

3.2 吸附法

吸附技术应用中,主要是利用吸附性能较高的吸附材料对废气中的挥发性有机物进行吸附,吸附剂以多孔结构固体为主。常见的吸附剂有活性炭、沸石分子筛、活性氧化铝等。该技术的应用能耗较低,且工艺较为成熟,对挥发性有机废气的净化效率较高,不会产生二次污染,具有良好的经济效益、经济效益。且吸附剂可以再生,进行回收利用,能够降低利用成本^[4]。其中具体的应用方法分为直接吸附处理法、吸附回收处理法、吸附催化燃烧法。

3.3 燃烧处理

该技术的操作简单,对挥发性有机废气的去除效率高。在该技术应用中,主要是创造高温条件,以便对挥发性有机废气进行燃烧氧化,从而将其分解为无害物质。燃烧处理技术在具体应用中主要包含直接燃烧法、热力燃烧法、催化燃烧法三种方式,其适用条件、净化效果存在很大不同,需要结合实际情况,选择合适方式进行优化应用^[5]。

3.4 生物处理技术

在该技术应用中,主要使用微生物的新陈代谢等作用对挥发性有机废物进行降解。该技术安全可靠,不会产生二次污染,且能够把复合生物酶与活性炭吸附技术进行联合应用,提高废物降解效率,减少废气处理成本。

此外,还可对生物膜法进行应用,在多孔介质填料表

面进行微生物的培养,把有机废气通入填料层内,利用其中微生物对有机污染物进行降解,并将其转化为二氧化碳、水、盐等物质,其中主要包含生物过滤法、生物滴滤法。在生物技术具体应用中,需结合挥发性有机废气的特点,选择合适的降解微生物,并确保填料中拥有充足的停留反应时间^[6]。

各挥发性有机废气处理技术的适用范围及优缺点详见表 1。

表 1 挥发性有机废气处理技术对比分析表

净化方法	方法要点	适用范围	优缺点
燃烧法	将有机废气燃烧氧化为 CO ₂ 和 H ₂ O 等无害物质,以达到净化废气的目的,其温度范围一般为 800℃ ~1500℃	中高浓度的单一或混合有机废气,尤其对高浓度有机废气具有较好的去除率	分解温度高、不够安全(易引发火灾、爆炸等),但对于高浓度有机废气去除率较高且无二次污染
催化燃烧法	指在氧化催化剂的作用下,将挥发性有机废气氧化为 CO ₂ 和 H ₂ O 等无害物质,温度范围一般为 200℃ ~400℃	各种浓度(中高浓度最佳)的单一或混合有机废气,连续排气	为无火焰燃烧,温度要求低、可燃组分浓度和热值限制较小、但催化剂价格高
吸附法	吸收剂进行物理吸附,常温下进行即可	低浓度的单一或混合有机废气	净化效率较高、但吸附剂有吸附容量有限制
吸收法	采用吸收剂,利用废气中各组分在吸收剂中的溶解度的不同,使废气中的某种组分被有效吸收,得到净化	含多种成分的混合低浓度有机废气	装置造价较低,但吸收剂选材不易且吸收剂再生处理效果不好
冷凝法	对挥发性有机废气进行降温处理,使其降到露点温度以下后可进行液化回收	成分单一的高浓度的有机废气	可有效回收有机物,但要求有机废气的组分单一、浓度高,设备及运行费用较高,经济上不合算

4 挥发性有机废气综合整治技术

4.1 源头减排方案

以湖南省某设备核心部件生产基地为例,在其喷漆线运营过程中,使用空气辅助高压无气喷涂,该喷涂装备涂料损失少、留着率高、雾化效果好,可有效降低油漆等含 VOCs 物料的使用量;同时,采用 VOCs 含量低的水性漆替代现行的 VOCs 含量高的溶剂型油漆和清洗剂,从而从源头减少 VOCs 排放量。

以湖南省某软包装总部生产基地为例,其复合技术中优先使用无溶剂复合技术,同时在生产运行中逐步实现 VOCs 含量低的水性油墨、辐射固化油墨等替代现有高 VOCs 含量的油性油墨,从而可大大降低 VOCs 的产生量。

4.2 过程控制减排方案

以湖南省某设备核心部件生产基地项目以及湖南省某软包装总部生产基地项目为例,主要有以下过程控制减排方案:开盖后的油漆桶、油桶、容积桶、油墨桶等在非取用状态时应加盖、封口,保持密闭;废油漆、废稀释剂、废油墨、废活性炭等含 VOCs 废料以及 VOCs 物料废包装物等危险废物密封储存于危废储存间;油漆、溶剂、油墨等物料中转应加盖密封;主要产 VOCs 废气的工序(如湖南省某设备核心部件生产基地中的调漆、喷漆工序,湖南省某软包装总部生产基地中的印刷及复合工序)进行全封闭处理,保证换气频次,确保废气可被高效收集至 VOCs 废气收集处理系统;实施工料定额管理;提高油漆及溶剂、油墨等含 VOCs 物料的利用率等,降低 VOCs 废气的散逸及排放量。

4.3 末端治理方案

需结合上述挥发性有机废气处理技术对比分析表以及相关政策文件要求等配套末端处理设施。根据文件要求,废气中 NMHC 初始排放速率 $\geq 3\text{kg/h}$ 时(重点地区 $\geq 2\text{kg/h}$),需配置处理效率不低于 80% 的 VOCs 处理设施,若采用的原辅材料符合国家有关低 VOCs 含量产品规定,则无需配套处理设施。

以湖南省某设备核心部件生产基地为例,该项目 VOCs 成分较为复杂,但其产生速率较低($< 2\text{kg/h}$),浓度低于 50mg/m^3 ,可仅配套活性炭吸附设施,并对其进行定期维护及时更换吸附介质,则可保证其较低的 VOCs 排放量;以湖南省某软包装总部生产基地项目为例,其 VOC 废气成分复杂,产生速率较高(136kg/h),产生浓度可达 1500mg/m^3 ,则其采用的末端处理方式需为“LEL 减风浓缩+三室 RTO 蓄热式焚烧”技术(具体技术工艺详见图 1),方可保证其较高处理率以及较低的 VOCs 最终排放量。

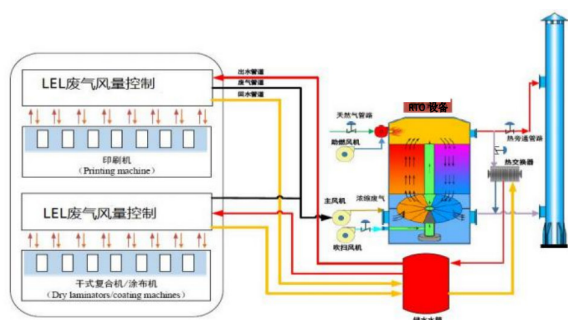


图 1 “LEL 减风浓缩 + 三室 RTO 蓄热式焚烧”技术工艺图

4.4 日常监管方案

以湖南省某设备核心部件生产基地项目以及湖南省某软包装总部生产基地项目为例,主要有以下日常监管措施:建立环境管理台账,对基本环境管理信息、污染防治设施

运行管理以及维护信息、监测记录信息等进行记录^[7];建立 VOCs 管理台账,在环境管理台账的基础上,单独建立 VOCs 管理台账,VOCs 管理台账应至少包括:主要产品产量及涂装总面积等生产基本信息;含 VOCs 原辅材料名称及其 VOCs 含量,采购量、使用量、库存量,含 VOCs 原辅材料回收方式及回收量等;废气收集处理设施信息,包括废气处理设施进出口的监测数据(废气量、浓度、温度、含氧量等),废气收集与处理设施关键参数(如活性炭更换频次等),废气处理设施相关耗材(吸附剂等)购买处置记录等,废气处理设施的巡检记录等;制定 VOCs 自行监测计划,同时可以本次软包装总部生产基地项目为例,结合项目要求,安装 VOCs 在线监测设备并联网,以实时监测项目 VOCs 废气达标排放情况,若出现超标情况及时采取应对措施;制定 VOCs 自查方案,例如在本次在某设备核心部件生产基地案例的实际实施中,其每六个月开展一次涉 VOCs 环节自查活动,并编制自查总结报告^[8],自查环节包含原辅料环节、涉 VOCs 无组织排放环节、涉 VOCs 有组织排放环节和台账环节等。

5 结语

综上所述,在挥发性有机废气处理中,需根据 VOCs 的实际产生情况,综合对冷凝法、吸附法、燃烧法、生物处理技术等方法进行比较分析并进行有效应用,并结合实际项目实施需求,制定科学合理的综合整治方案,有效提升挥发性有机废气的处理效果,降低企业有机废气最终排放浓度,强化环境保护水平,促进项目实施效果的提高,实现经济建设与环境保护的协调性开展。

参考文献

- [1] 李铭忠,张艳群,代小霞.挥发性有机废气危害与处理技术分析[J].清洗世界,2023,39(7):102-104.
- [2] 李江涛.大气环境中挥发性有机废气治理技术分析[J].黑龙江环境通报,2023,36(4):88-90.
- [3] 张琳,刘衍.挥发性有机废气治理技术进展分析[J].皮革制作与环保科技,2023,4(11):139-140+146.
- [4] 戚磊,王根,李名洲.大气环境中挥发性有机废气治理技术[J].化工设计通讯,2023,49(5):172-174.
- [5] 康怡,贺亚楠.大气环境中挥发性有机废气污染特征与治理方案研究[J].环境科学与管理,2023,48(4):61-65.
- [6] 周晓庆,李可然.挥发性有机废气危害与处理技术研究[J].化工管理,2021(32):52-53.
- [7] 李翠红.大气环境中挥发性有机废气治理技术发展研究[J].中国资源综合利用,2020,38(2):92-94.
- [8] 蔡晓聪.挥发性有机废气危害及处理技术探讨[J].环境与发展,2019,31(6):94-95.