

Research on gas pollution control technology in industrial sources VOCs

Diao Chen

Hunan Bozi Environmental Technology Consulting Co., Ltd., Yiyang, Hunan, 413000, China

Abstract

In the industrial development process, production stages emit large amounts of VOCs volatile organic compounds, causing severe air pollution. Therefore, to achieve environmental protection, relevant personnel need to pay more attention to VOCs from industrial sources. This involves using professional monitoring techniques to analyze the sources, types, properties, and characteristics of industrial VOCs, and combining this information with relevant data to develop targeted control technologies. These technologies aim to address potential pollution issues and protect the atmospheric environment. This paper focuses on industrial VOCs, analyzing its types and properties based on different industrial production processes, discussing their impact on the atmospheric environment, and researching appropriate control technologies to achieve environmental protection.

Keywords

industrial source VOCs; environmental pollution; air protection

工业源 VOCs 气体污染治理技术研究

陈雕

湖南博咨环境技术咨询有限公司, 中国 · 湖南 益阳 413000

摘要

工业发展环节, 生产环节会排放出大量的VOCs挥发性有机化合物, 造成严重的大气污染。所以为了实现环境的保护, 就需要相关人员加强对工业源VOCs的重视, 将通过专业的监测技术分析工业源VOCs的来源、类型、性质以及特点, 并且结合相关信息制定针对性的治理技术, 对可能存在的污染状况进行处理, 实现对大气环境的保护。本文就从工业源VOCs入手, 结合工业生产类型分析工业源VOCs的类型以及性质, 阐述其对大气环境产生的影响, 并在此基础上研究合适的治理技术, 以实现对环境的保护。

关键词

工业源VOCs; 环境污染; 大气保护

1 引言

工业源 VOCs 是指经由工业生产排放出的 VOCs 挥发性有机物, 随着城市化进程的加快以及工业的发展, 工业生产中排放出的废气总量越来越多, 挥发性有机化合物作为常见的排放气体, 就成为大气环境的主要污染源。此背景下, 就需要相关人员加强对工业源 VOCs 的研究分析, 根据工业生产的类型分析污染源的性质特点, 在此基础上研究污染治理技术。然而工业规模较大, 再加上工业的生产流程一般较为复杂, 就导致工业源 VOCs 也十分复杂, 一定程度上增加治理难点。就要求治理人员结合先进的技术与设备, 对废气进行深入分析, 综合相关信息制定切实可行的治理策略。



图 1 工业源 VOCs

2 工业源 VOCs 概述

工业源 VOCs (挥发性有机化合物) 气体是指在工业生产过程中释放到空气中的一类有机化合物 (如图 1 所示)。这些气体通常是易挥发的, 且具有一定的毒性和对环境的危害。VOCs 在大气中可参与光化学反应, 形成臭氧等二次污

【作者简介】陈雕 (1988-), 男, 中国湖南益阳人, 本科, 工程师, 研究方向环境工程 (环境质量评价) 研究。

染物,对人类健康和生态环境造成负面影响^[1]。由于这些 VOCs 气体对环境和人体健康有一定的危害,因此,对这些污染气体的处理就十分必要。

3 工业源 VOCs 气体的来源类型

工业源 VOCs (挥发性有机化合物)气体的来源主要来自工业生产过程中的化学物质及其排放,要想对其进行治理,就需要对其的来源与成分进行分析,全面了解挥发性有机物的性质。首先,化学品生产与使用是 VOCs 的常见来源之一,许多工业过程使用溶剂,如油漆、涂料、清洗剂、胶黏剂等,这些溶剂通常含有挥发性有机化合物;其次,能源生产和使用也是常见的来源,石油和天然气的提炼过程中,会释放出大量 VOCs,包括甲烷、丙烯、乙烯等。燃煤过程中可能会释放出一定的 VOCs,尤其是当煤质较差时;然后还包括印刷和涂料工业,油墨、印刷溶剂中通常包含 VOCs,这些物质在印刷过程中挥发到空气中。而且油漆、涂料、喷涂产品中的溶剂也是 VOCs 的主要来源,尤其是在汽车制造、家具生产等行业;此外,在汽车制造过程中,喷涂、清洗、装配等环节会释放 VOCs。此外,汽车的使用也会释放尾气,其中包含 VOCs 成分,如未完全燃烧的烃类。综上,工业源 VOCs 气体的来源广泛,涉及多个行业,包括化学、能源、制造以及建筑等多个领域,就导致针对其的治理存在一些难点,需要相关人员深入分析。

4 工业源 VOCs 的危害

工业源 VOCs (挥发性有机化合物)气体的危害主要体现在对人体健康、环境以及大气质量的影响。

4.1 对人体健康的危害

首先,长期暴露于 VOCs 可能引起呼吸系统的刺激,导致咳嗽、喉咙痛、喘息等症状,甚至诱发哮喘或加重已有的呼吸道疾病;其次,某些 VOCs (如苯、甲苯等)具有神经毒性,可能导致头痛、头晕、失眠、注意力不集中等症状,长期暴露可能引发更严重的神经系统问题;然后,部分 VOCs (如苯、二甲苯等)已被确认为致癌物,长期或高浓度接触这些物质可能增加患癌症的风险,尤其是白血病等血液系统癌症^[2]。综上,挥发性有机物会对人体造成多样化的影响,对其的治理就十分必要。

4.2 对环境的危害

首先,VOCs 是空气污染的主要来源之一,尤其是在城市和工业区。这些气体会与氮氧化物反应,生成臭氧(O₃)等二次污染物,导致臭氧污染,危害人类健康及植物生长;其次,VOCs 在阳光下发生光化学反应,生成光化学烟雾(如臭氧),这种烟雾对植物、建筑物及其他材料有损害。植物长期暴露在高浓度的臭氧下,生长受到抑制,产量下降,甚至死亡;此外,VOCs 与大气中的氮氧化物、硫氧化物等物质反应,可能会导致酸雨的生成,酸雨会对土壤、水体、建筑物和生态系统造成破坏。综上,挥发性有机物也会对环境

产生诸多影响,也需要相关人员进行分析。

4.3 对大气质量的影响

某些 VOCs (如甲烷)是温室气体,会加剧全球气候变暖,影响全球气候变化。而且 VOCs 是参与臭氧层破坏的物质之一,尽管其直接作用较弱,但在特定条件下,它们也可以间接影响臭氧层的稳定性。此外,VOCs 与其他大气污染物反应,会导致大气中有害物质浓度升高,进而加剧空气污染问题,影响人类的呼吸健康。

综上,工业源 VOCs 作为挥发性有机物,也会对大气环境造成污染,对其的治理已经成为环境保护的关键。

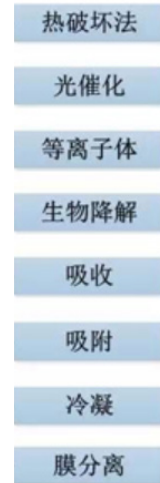


图2 常见的 VOCs 治理技术

5 工业源 VOCs 气体污染治理技术

工业源 VOCs 治理环节,需要根据工业的性质合理选择针对性的技术,以保证治理效果,一般而言,常见的治理技术包括以下几种,需要相关人员深入分析(如图2所示)。

5.1 物理吸附技术

工业源 VOCs 气体污染治理中的吸附技术是一种常用的物理化学治理方法,主要依靠吸附材料的表面作用力,将 VOCs 气体分子从气相中去除,达到净化气体的目的。该技术通过利用气体与固体吸附剂之间的相互作用力,使 VOCs 气体在气流中通过吸附剂表面时,部分 VOCs 分子被吸附到吸附剂上,达到去除的效果。实际使用环节,常见的吸附材料包括以下几种。

首先,活性炭,是最常用的吸附剂,具有大的比表面积和良好的吸附能力,尤其适合吸附大多数有机溶剂和气体。该技术的优点是吸附容量大,适用范围广,工艺成熟。但是需要定期更换或再生,吸附后可能发生堵塞或降低性能。

其次,分子筛也是一类具有特定孔径的吸附材料,适用于小分子 VOCs 的吸附。该技术具有高度的选择性,对某些气体(如水、氨气)吸附特别有效。但是价格较高,对某些 VOCs 吸附能力有限。

然后, 活性氧化铝也具有较好的吸附能力, 特别是在湿度较高的条件下, 适用于吸附某些低分子有机物。该技术的优点是耐高温、耐潮湿, 成本较低。需要注意的是, 吸附能力相较于活性炭稍弱, 需定期再生。

此外, 合成聚合物吸附剂也是常见的吸附材料, 这些吸附剂通常通过化学修饰和表面改性提高对特定 VOCs 的吸附能力。该技术具有较好的选择性和较高的吸附容量。但是: 开发和生产成本较高, 而且适用范围较为有限。

综上, 吸附技术在工业源 VOCs 气体污染治理中具有广泛应用, 尤其适用于低浓度 VOCs 的去除。通过选择合适的吸附材料, 可以高效去除多种 VOCs 气体, 满足环保要求。

5.2 冷凝技术

冷凝技术是一种常用于工业源 VOCs (挥发性有机化合物) 气体污染治理的方法, 主要通过降低气体温度, 使其中的 VOCs 从气态转化为液态, 从而达到去除污染物的目的。作业环节, 该技术核心原理是利用气体中 VOCs 的饱和蒸汽压与温度的关系。当 VOCs 气体在一定温度下遇到冷却介质 (通常是水或冷却液), 温度降低后, VOCs 气体中的有机物质因温度下降达到其饱和蒸汽压, 部分 VOCs 气体会凝结为液体, 最终通过冷凝器收集^[3]。

作业环节, 需要通过以下步骤开展作业。首先, 要将高温的 VOCs 气体通过换热器或冷却器降温至一定温度, 降低其蒸气压; 其次, 当气体温度降到 VOCs 的凝结点以下, 气体中的部分 VOCs 会凝结为液体, 变成液态有机污染物; 然后, 经过冷凝处理的气体在经过冷却后, VOCs 的浓度降低, 可以直接排放或进一步处理; 此外, 凝结下来的液体 VOCs 可以被收集起来, 经过回收、再利用或安全处置。

根据研究, 冷凝技术特别适用于处理含有高浓度 VOCs 的废气, 能够高效地去除废气中的大部分有机污染物。而且通过冷凝, 可以将 VOCs 转化为液体形式, 便于回收、储存或进一步处理, 具有经济效益。但是冷凝法主要适用于高浓度 VOCs 的气体, 对于低浓度的 VOCs 处理效果不理想 (一般适用于 VOCs 浓度在 500ppm 以上的情况)。而且冷凝技术需要控制冷却温度, VOCs 气体的凝结温度可能较低, 因此需要在低温环境下运行, 这可能导致一定的能耗。

综上, 冷凝技术是一种高效的 VOCs 气体治理方法, 适用于高浓度、有机溶剂回收以及废气温度较高的工业废气处理。

5.3 燃烧技术

燃烧技术是处理工业源 VOCs (挥发性有机化合物) 气体污染的常见方法之一,

该技术通过将 VOCs 气体与氧气混合, 在高温条件下进行完全燃烧, 将有机污染物氧化分解为二氧化碳和水蒸气。这种处理方式不仅能有效去除 VOCs 污染物, 还能消除其对环境的危害。作业环节, 废气中的 VOCs 气体首先通过预处理设备 (如过滤、加热等) 进行调节, 以确保燃烧反应

的顺利进行。等到 VOCs 气体与空气或氧气混合, 并进入燃烧室后。通过点火装置点燃混合气体, 形成高温环境。在高温条件下, VOCs 与氧气发生氧化反应, 生成无害的二氧化碳和水蒸气。经过完全燃烧后的气体被排放到大气中, 实现对挥发性有机物的治理。

一般而言, 常见的燃烧技术包括以下几种。一是直接燃烧技术, 直接燃烧是最常见的燃烧方式, VOCs 气体与空气或氧气直接混合, 在高温条件下发生氧化反应, 生成二氧化碳和水。该技术过程简单、直观, 适用于中高浓度的 VOCs 气体。但是对于低浓度 VOCs 或含有毒物质的废气, 可能需要较高的能量消耗或特殊的处理技术。

二是催化燃烧技术, 催化燃烧技术在常温下通过催化剂降低 VOCs 的点燃温度, 使得 VOCs 能在较低的温度下发生氧化反应。催化剂通常是金属氧化物, 如铂、钯等。该技术降低了燃烧温度, 减少了能耗, 并能有效处理低浓度 VOCs。但是催化剂可能受到中毒或污染, 需要定期更换或维护。

三是热力燃烧技术, 热力燃烧通过高温直接将 VOCs 气体进行氧化, 通常需要温度达到 700-900°C, 以确保 VOCs 彻底氧化成二氧化碳和水。该技术可以高效清除 VOCs, 适用于高浓度废气处理。但是能耗较高, 运行成本较高, 尤其是处理低浓度 VOCs 时。

此外还有焚烧炉技术, 焚烧炉是一种封闭式燃烧设备, 适用于处理大规模或复杂废气中 VOCs 的治理。废气进入焚烧炉后, 经过高温燃烧反应后产生的废气经过烟囱排放^[4]。焚烧炉可以处理多种类型的 VOCs, 且处理能力大。但是设备投资大, 维护费用较高, 且排放的二氧化碳需要符合环保要求。

综上, 燃烧技术是处理 VOCs 气体污染的有效方法, 尤其适用于中高浓度的 VOCs 废气。

6 结语

工业 VOCs 治理技术的研究指出, 目前工业 VOCs 治理技术多种多样, 各有优缺点。在未来的发展中, 需要加强环保法律规定和技术研发, 促进产业化进程, 从而以高效、经济、环保的治理技术为重点, 构建一个健康、安全、可持续发展的生态环境。

参考文献

- [1] 龙文辉. 浅析工业源 VOCs 气体污染治理工艺 [J]. 清洗世界, 2024, 40 (12): 133-135.
- [2] 宁绍宇. 工业源 VOCs 气体污染治理技术应用研究 [J]. 山西化工, 2024, 44 (03): 252-254.
- [3] 查丽芳. 工业源 VOCs 气体终端处理工艺系统概述 [J]. 环境与生活, 2023, (08): 82-84.
- [4] 王静. 工业源 VOCs 在线监测技术应用现状及研究进展 [J]. 资源节约与环保, 2023, (06): 54-56+82.