

To study the VOCs treatment technology in atmospheric environmental protection

Yun Su

Shanghai Jianke Environmental Technology Co., Ltd., Shanghai, 200032, China

Abstract

In recent years, with the development of industrialization, more exhaust gases have been emitted during production processes, causing severe environmental pollution. Therefore, atmospheric environmental protection has become crucial for industry development. In the process of atmospheric environmental protection, VOCs, as a common pollutant, directly impacts the atmospheric ecosystem and requires relevant personnel to implement its control. By analyzing the sources and properties of volatile organic compounds in the atmosphere, strategies for their management can be formulated. This paper starts from atmospheric environmental protection, combining the status of VOCs pollution. Based on understanding the sources, types, and hazards of volatile organic compounds, practical solutions are developed to ensure air cleanliness.

Keywords

atmospheric environment protection; VOCs; pollution control

探究大气环境保护工作中 VOCs 治理技术

苏云

上海建科环境技术有限公司, 中国 · 上海 200032

摘 要

近些年来,随着工业化的发展,生产环节排放出的废气就较多,造成严重的环境污染。所以大气环境保护就成为行业发展的关键。而在大气环境保护环节,VOCs作为常见的污染物,直接影响大气生态环境,要求相关人员实现对其的治理。通过分析大气环境中挥发性有机物的来源与性质,制定治理策略。本文就从大气环境保护入手,结合VOCs污染状况,在了解挥发性有机物来源、类型以及危害的基础上,制定切实可行的解决策略,保证大气的清洁度。

关键词

大气环境保护; VOCs; 污染治理

1 引言

挥发性有机化合物, VOCs (volatile organic compounds), 是指常温下饱和蒸汽压大于 70 Pa、常压下沸点在 260℃以下的有机化合物,或在 20℃条件下蒸汽压大于或者等于 10 Pa 具有相应挥发性的全部有机化合物。大气环境中,挥发性有机物会造成严重影响,对其的治理已经成为大气环境保护的关键,要求相关人员结合大气环境污染状况,分析挥发性有机物的性质特点,以制定治理技术。然而现阶段的挥发性有机物类型较多而且规模较大,再加上污染源较多,针对其的污染治理就存在一些难点。此背景下,就要求治理人员深入分析治理环节可能存在的不足,合理应用治理技术。

2 大气环境保护概述

大气环境保护是指采取一系列措施,以减少空气污染、改善空气质量和维护生态平衡,最终确保人类健康和环境可持续发展的作业。大气环境直接影响到生物、气候和人类健康,因此保护大气环境对于提高生活质量和推动经济可持续发展至关重要^[1]。实际来说,大气环境保护是一个系统工程,需要政府、企业和公众的共同参与,通过法律、技术、经济等多方面的措施,综合治理,确保大气质量的持续改善。挥发性有机物性质、类型与危害如图 1 所示。

3 VOCs 概述

3.1 概念

VOCs (挥发性有机化合物, Volatile Organic Compounds) 是指一类能够在常温下挥发到空气中的有机化学物质。这些化合物在大气中具有较高的挥发性,通常指分子量小、沸点低的有机化合物^[2]。

【作者简介】苏云(1983-),女,中国山东莱芜人,硕士,工程师,从事环境影响评价和管理研究。

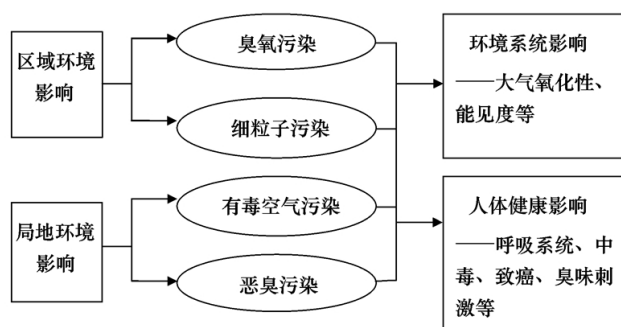


图1 挥发性有机物性质、类型与危害

3.2 来源

VOCs 广泛存在于自然环境中，其来源十分广泛，主要包括以下方面。一是工业排放，石油化工、油漆、溶剂、塑料制造等行业是 VOCs 的主要来源。很多工业过程中使用的溶剂（如涂料、清洁剂、油墨等）会释放出 VOCs。二是交通排放，汽车、卡车等交通工具的燃烧过程产生的废气中，VOCs 是重要的污染物之一。三是农业，农药和化肥中的一些化学成分也可能挥发成 VOCs。四是家庭和商业活动，家具、清洁用品、气雾剂等也会释放 VOCs。五是自然来源，植物、森林火灾、土壤等自然过程也会释放一定量的 VOCs，尤其是植物会释放一种叫作萜烯的化合物（如图1所示）。

3.3 危害

首先，长期暴露在高浓度 VOCs 环境下可能导致头痛、恶心、呼吸道刺激、过敏反应、失眠，甚至更严重的健康问题，如中枢神经系统损害或癌症（例如苯与白血病的相关性）；其次，VOCs 与氮氧化物（NO_x）反应，能在阳光照射下生成臭氧（O₃）和二次有机气溶胶（SOA），形成“光化学烟雾”，这对空气质量和生态环境造成损害；然后，VOCs 在大气中的某些反应会对温室气体浓度产生间接影响，进而可能在气候变化过程中发挥作用。

综上，VOCs 是影响空气质量和人类健康的重要污染物之一。有效地控制和减少 VOCs 的排放，不仅能够提高空气质量，还能减少对健康和环境的负面影响。通过技术创新、政策监管和公众参与，能够实现 VOCs 的有效治理。

4 大气环境保护工作中 VOCs 治理的难点

大气环境保护环节，VOCs 挥发性有机物作为常见的污染物，对其进行处理十分必要，但是鉴于挥发性有机物的状况较为复杂，治理就存在一些难点，需要相关人员进行深入分析。

4.1 VOCs 种类复杂、来源广泛

VOCs 种类繁多，涵盖了烃类、醛类、酮类、醇类、酸类、酯类等多种化合物，不同的 VOCs 具有不同的物理化学性质、挥发性、毒性和反应性。因此，治理过程中需要根据不同的 VOCs 特性，采取差异化的处理方式，这增加了治理的难度。

此外，VOCs 的来源非常广泛，涉及交通、工业、农业、建筑、家庭等多个领域。不同来源的 VOCs 排放特征不同，这就需要不同的技术和手段来进行处理和控制在。

4.2 VOCs 的浓度和排放波动性大

VOCs 的排放浓度在不同时间、不同地点、不同气候条件下波动较大。比如，交通高峰时段和工业生产过程中，VOCs 排放的浓度会显著增加，而在非高峰时段或清晨，排放量则可能较低。由于排放的不稳定性，VOCs 的监测、控制和治理效果难以长期保持一致。

4.3 治理技术的多样性与成本问题

目前，VOCs 治理技术主要包括吸附法、催化燃烧法、冷凝法、活性炭吸附、光催化氧化法等。然而，这些技术各有优缺点，且对不同类型的 VOCs 效果不同。例如，吸附法适用于处理低浓度 VOCs，但在处理大规模、高浓度的 VOCs 时效果有限。催化燃烧法适用于高浓度 VOCs，但设备和运营成本较高。此外，治理设施的建设和维护成本较高，对于一些小规模污染源（如小型工厂、家庭等）来说，治理技术可能不具备经济可行性。

4.4 气候和环境因素的影响

VOCs 的治理效果还受到气候条件的影响，例如温度、湿度、风速等环境因素的变化会影响 VOCs 的挥发速率和治理过程中的反应效率。不同地区的气候差异使得统一的治理技术不一定适用于所有地方，导致治理过程中的挑战增多。

这些难点的存在直接影响大气环境保护工作的开展，需要相关人员结合需要，深入分析并进行解决。

5 大气环境保护工作中 VOCs 治理技术

5.1 活性吸附技术

活性吸附法主要通过吸附剂将 VOCs 从气流中去除，从而减少大气污染。作业环节，活性吸附法利用吸附剂（通常是活性炭或其他多孔材料）将气体中的 VOCs 吸附到其表面，达到去除 VOCs 的目的（如图2所示）。吸附过程是一种物理过程，其中 VOCs 分子通过范德瓦耳斯力、氢键等与吸附剂表面相互作用，从而被捕获。吸附剂的表面有大量的微孔结构，这些孔隙能够提供大量的表面积，增强吸附能力。

操作环节，相关人员要合理选择吸附材料，活性炭是最常用的吸附材料，因其良好的吸附性能、较低的成本及广泛的应用历史而被广泛使用。活性炭的多孔结构能够有效吸附大部分 VOCs，特别是小分子有机化合物。另外，合成树脂吸附剂，如聚合物基吸附剂，适用于吸附某些特定种类的 VOCs，尤其是毒性较强的化合物。

综上，活性吸附法能够有效去除空气中的大部分 VOCs，特别是对于低浓度的有机物，吸附法有较好的效果。但是，虽然活性吸附剂的成本相对较低，但频繁更换或再生吸附剂仍会带来一定的运营成本，需要优化吸附剂和再生技术。

5.2 引风高空排放法

在大气环境保护中，VOCs 治理的引风高空排放法是一种常见的废气处理方式。引风高空排放法的核心在于利用高空的扩散作用来减少地面污染的浓度。废气通过排放管道进入较高的排放点（通常是烟囱、塔等结构），然后通过自然或机械引风的作用，将废气排放到较高的空中。这一过程中，废气会在大气中迅速扩散、稀释，从而减少其对地面空气质量的影响。

作业环节，需要通过以下步骤进行设计。一是要设计引风系统，通过风机或自然风力，使废气通过排放管道输送到指定的高空排放口。二是要设计高空排放口，该设备通常设置在建筑物顶部或专门的排放塔上。高空排放可以确保废气的充分扩散，减少对周围环境的影响。第三步需要实现废气稀释和扩散，废气被排放到大气中后，通过大气的自然流动与混合，VOC 浓度得到稀释，最终被稀释到一个较低的水平。

综合来看，引风高空排放法是 VOCs 治理中常见的一种方法，具有通过稀释和扩散降低地面污染浓度的优势，但它本质上只是减少了污染物的浓度，并未根治污染源。因此，通常该方法需要与其他废气治理技术相结合，才能实现更全面的污染治理效果。

5.3 燃烧处理技术

在大气环境保护中，VOCs（挥发性有机化合物）治理的燃烧处理也是一种常用的废气治理技术，燃烧处理的基本原理是通过高温将 VOCs 与空气中的氧气反应，氧化成无害的气体（如 CO_2 和水蒸气）。该过程需要满足一定的温度、时间和氧气浓度，以确保反应完全，避免二次污染。

根据技术用法，可以分为以下技术。一是直接燃烧，直接燃烧是最常见的 VOCs 治理方法之一，通过高温下将 VOCs 废气直接燃烧，使有机物分解为二氧化碳和水。废气通过燃烧炉或燃烧器，经过高温区（通常为 800°C - 1200°C ），与氧气充分反应，完成有机物的氧化反应。该技术适用于大多数类型的 VOCs，尤其是高浓度 VOCs。二是催化燃烧，催化燃烧技术是在传统燃烧的基础上，加入催化剂（如铂、钯、铑等）来降低 VOCs 的燃烧温度，达到高效、低能耗的处理效果^[3]。VOCs 废气在催化剂的作用下，在较低的温度下（通常为 300°C - 450°C ）就能完成氧化反应，转化为二氧化碳和水。该技术能效较高，节约能源。

综上，燃烧处理是 VOCs 废气治理中一种常用且高效的方法，特别适用于高浓度 VOCs 的处理。直接燃烧和催化燃烧各有其优缺点，选择何种技术应根据 VOCs 废气的浓度、成分以及处理要求来决定。

5.4 冷凝吸收技术

在大气环境保护中，VOCs（挥发性有机化合物）治理的冷凝收集法通过降低废气温度使 VOCs 凝结成液体，从而实现废气的回收和净化。冷凝收集法的基本原理是通过降低 VOCs 废气的温度，使气态的有机化合物转变为液态。这是因为大多数 VOCs 在低于其凝结点的温度下，会发生液化或凝结，从气态变为液态。冷凝装置利用这一原理，通过降温将 VOCs 从废气流中分离出来，达到净化的目的。

作业环节，废气首先被引入冷凝器，冷凝器通过冷却系统降低废气的温度。其次，废气中的 VOCs 成分在冷凝器中通过传热过程与低温的冷却介质（如冷却水、液氮或其他冷媒）交换热量，导致 VOCs 的温度降低。当废气温度降低到 VOCs 的凝结点以下时，VOCs 便会由气态转变为液态。然后，冷凝后形成的液态有机物通过收集装置被收集到专用的容器中，进行后续的处理或回收^[4]。最后，经过冷凝收集后的废气中的 VOCs 浓度显著降低，净化后的气体可排放到大气中，或进一步处理。

综上，冷凝收集法是一种高效的 VOCs 废气治理技术，特别适用于高浓度、低挥发性 VOCs 的回收和净化。它的优点包括较低的能耗、简单的操作和高效的资源回收，但也有一些限制，如对低浓度、高挥发性 VOCs 废气的处理效果较差。针对这些问题，当前的技术发展正在朝着提高冷凝效率、降低能耗和扩大适用范围的方向发展。

6 结语

VOCs 对大气环境和人体健康有害，科学监测和治理 VOCs，能够更有效地保护大气环境和人体健康。在治理 VOCs 方面，吸附、燃烧以及冷凝等一系列技术手段可以共同协作，最后实现环境优化，达到减少 VOCs 排放的目的。在未来，科技的不断升级和相关管理部门的政策引导，我国的 VOCs 监测和治理工作将更加完善和有效。

参考文献

- [1] 朱玉靖, 王磊. 关于新形势下大气环境保护与污染治理对策研究[C]// 河北省环境科学学会, 北京环境科学学会, 天津市环境科学学会. 京津冀生态环境科技产业金融协同发展大会论文集. 沧州市生态环境局沧县分局; 沧州市生态环境监控中心; 2024: 276-281.
- [2] 殷培涛. 城市大气VOCs污染调查及治理设备监管研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (07): 140-141+147.
- [3] 张天荣. 关于VOCs治理现状及对环境管理的影响研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (10): 176-178.
- [4] 房建. 大气环境中挥发性有机物废气的环境监测及治理技术研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (24): 59-61.