

大气环境中挥发性有机废气治理方法研究

别志阳

南阳市生态环境局西峡分局 河南 南阳 474599

摘要: 随着工业化和城市化的快速发展,大气环境污染问题日益凸显,其中挥发性有机废气排放已成影响空气质量和人类健康的重要因素。挥发性有机废气具有挥发性强、毒性大以及易引发光化学反应等特点,不仅会对人类和动植物健康造成巨大危害,还会破坏臭氧层,加剧温室效应,对环境造成长期不利影响。因此,如何有效治理挥发性有机废气,已成为当前环境保护领域的重要课题。

关键词: 大气环境;挥发性有机废气;污染源;治理方法

引言:挥发性有机化合物是大气污染的重要来源,对环境和人类健康构成威胁。随着工业化进程的加速,VOCs排放量逐年上升,引起了全球范围内的关注。目前,研究者们正致力于开发有效的VOCs治理技术,包括吸附、催化氧化和生物处理等方法。这些技术在降低成本、提高效率 and 减少二次污染方面展现出巨大潜力。然而,面对复杂多变的工业排放,现有技术仍需优化和创新。因此,深入研究VOCs治理方法,对实现可持续发展和改善环境质量具有重要意义。

1 挥发性有机废气的危害

1.1 对人体健康造成危害

人们在呼吸的过程中,VOCs很容易被吸入体内,进而对呼吸系统、神经系统和免疫系统产生负面影响。短期接触这些有害物质可能导致头痛、恶心、呼吸急促等症状,长期接触则可能引发更严重的健康问题,包括慢性支气管炎、哮喘以及某些类型的癌症。值得注意的是,儿童和老年人对这些有害物质的敏感性更高,他们的身体尚未完全发育或免疫系统较弱,因此更容易受到挥发性有机废气的侵害。此外,某些挥发性有机物,如苯和甲醛,被世界卫生组织(WHO)列为已知的人类致癌物,长期接触可能导致严重的健康后果。

1.2 产生光化学反应

VOCs在阳光的照射下,特别是在高温环境中,会与氮氧化物等其他污染物发生复杂的化学反应,生成臭氧和细颗粒物。这种光化学反应不仅能导致夏季臭氧浓度的上升,还会形成光化学烟雾,造成能见度降低、空气质量恶化。光化学烟雾对呼吸道的刺激作用,使得空气中污染物的浓度显著增加,进一步危害到人们的健康。

作者简介: 别志阳(1970年5月—),男,汉族,河南省西峡县人,大专,助理工程师,主要研究方向为环境工程。

尤其是在城市地区,汽车排放和工业排放是挥发性有机废气的主要来源,这使得城市空气质量面临严峻挑战,民众的生活质量也受到影响。

1.3 破坏生态环境

挥发性有机废气进入土壤和水体后,会对生态系统造成损害。例如,某些挥发性有机物可能会降低土壤的肥力,破坏植物的生长,甚至通过食物链影响到动物和人类的健康。此外,这些化合物在水体中可能导致水质恶化,影响水生生物的生存。生态系统的破坏不仅影响生物多样性,还可能导致生态失衡,进而影响到人类的生存环境。更为严重的是,挥发性有机废气在大气中会与其他污染物相互作用,形成温室气体,进一步加剧全球变暖和气候变化。

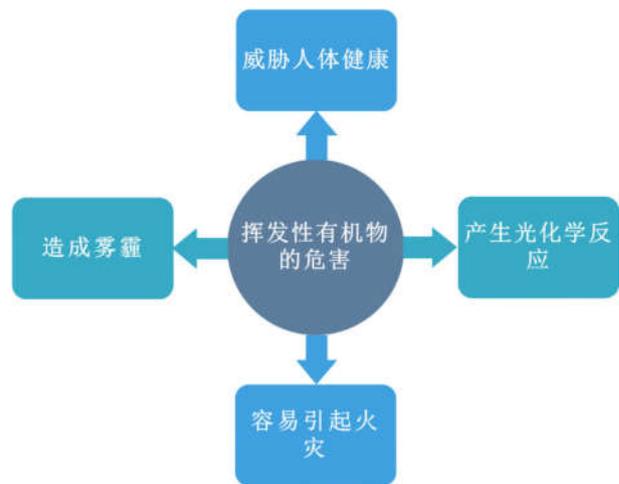


图1 挥发性有机废气的危害

2 大气环境中挥发性有机废气的主要来源

2.1 工业活动

在制造过程中,许多化学品和溶剂被使用,它们在生产、储存和运输过程中可能会挥发到空气中。例如,石油化工、制药、涂料和印刷等行业,通常使用大量

的有机溶剂，这些溶剂在生产过程中会释放出大量的VOCs。此外，一些工业设备和机械在运行过程中也可能由于密封不良或设备老化而泄漏挥发性有机物，这些泄漏同样会对环境造成污染。

2.2 交通运输

汽车、摩托车和其他交通工具在燃烧燃料时，会释放出多种有机化合物。这些排放不仅包括二氧化碳和氮氧化物，还包括一系列的VOCs，如苯、甲苯和二甲苯等。这些物质不仅对空气质量产生不良影响，还可能导致光化学烟雾的形成，进一步加剧城市的空气污染问题。随着城市化进程的加快，交通运输的需求不断增加，这使得VOCs的排放问题更加严峻。

2.3 日常生活

建筑和家庭装修中使用的涂料、胶水和清洁剂等产品，也是挥发性有机废气的重要来源。许多家庭和办公室在装修时使用的油漆和涂料，往往含有较高浓度的挥发性有机化合物。这些化学物质在使用过程中挥发到空气中，导致室内空气质量下降，长期接触可能对人体健康造成危害。除此之外，家庭清洁剂、空气清新剂等日常用品中也含有VOCs，尤其是在通风不良的环境中，这些物质的浓度可能会显著提高，进一步影响居住者的健康。

3 大气环境中挥发性有机废气治理方法

3.1 源头控制

3.1.1 优化生产工艺

企业在生产过程中，常常会使用大量含有挥发性有机物的原材料，这些原材料在生产和加工过程中会释放出大量的有机废气。因此，企业应该认真审视自身的生产流程，寻找改进的空间。比如，通过引入更为先进的生产设备和技术，可以降低有机物的使用量，减少废气的产生。此外，合理安排生产工序，降低原材料在高温、高压等极端条件下的处理时间，能够有效减少挥发性有机物的释放。

3.1.2 选择环保材料

随着环保意识的增强，市场上出现了越来越多的低挥发性有机物的原材料。这些环保材料在生产和使用过程中，释放的有机废气量相对较低，因此，企业在材料选择上应优先考虑这些环保选项。尤其是在涂料、胶粘剂、清洗剂等行业，选择低VOCs或无VOCs的产品，不仅可以大幅降低废气的排放，还能提升产品的市场竞争力。此外，企业还可以通过合作与研发，开发出新型的环保材料，进一步推动行业的绿色转型。

3.1.3 加强设备的密闭性

许多企业在生产过程中，由于设备密闭性不足，导

致挥发性有机废气在生产环节中大量逸散。这不仅影响了生产环境的安全，也对周围大气环境造成了严重污染。因此，企业应对生产设备进行全面的评估与改造，确保设备的密闭性达到标准。常见的措施包括使用密封装置、改进管道设计以及定期检测设备的密封状态等。同时，合理布局生产车间，避免设备间的互相影响，也能有效降低废气的泄漏风险。

3.2 过程管理

3.2.1 加强生产流程的监控与优化

企业需要建立一套完善的监测系统，实时跟踪废气的产生和排放情况。通过数据采集和分析，管理者能够及时发现生产过程中可能导致VOCs排放增加的环节。这种实时监控不仅可以帮助企业及时做出调整，防止废气超标排放，还能为后续的改进提供数据支持。例如，在涂料、印刷等行业，生产过程中的溶剂使用量和挥发速率都会直接影响VOCs的排放。通过对这些参数的精细管理，企业可以实现更加环保的生产。

3.2.2 开展系统的培训和宣传

员工的环保意识和操作技能直接影响到VOCs的治理效果。因此，企业应定期组织培训，向员工普及VOCs的危害性及治理的重要性。同时，企业还应鼓励员工提出改进建议，形成全员参与的良好氛围。通过这种方式，不仅提升了员工的环保意识，也促进了企业内部的技术创新和管理提升。

3.2.3 对各个环节进行评估和反馈

定期的环保评估能够帮助企业了解自身在VOCs治理方面的现状，发现潜在问题并制定相应的改进措施。通过建立一套科学的评估指标体系，企业可以从多个维度对治理效果进行分析，例如排放浓度、治理效率和运行成本等。评估结果可以为管理层提供决策依据，确保企业在VOCs治理方面始终保持高效与合规。

3.3 末端治理

3.3.1 吸附法

吸附法是利用固体吸附剂将气体中的有机物吸附在其表面，达到去除的目的。活性炭是最常用的吸附材料，因为它具有较大的比表面积和良好的吸附性能。在实际应用中，吸附法通常用于低浓度VOCs的处理，如在工业涂装车间、印刷厂等场所，吸附装置可以有效地捕集与去除废气中的有机物。吸附剂的再生也是吸附法的一大优势，经过一定的处理后，吸附剂可以重复使用，从而降低治理成本。然而，吸附法在处理高浓度VOCs时可能会出现饱和现象，导致处理效率降低。因此，在设计吸附系统时，需根据废气的浓度和成分合理选择吸附

剂和装置,以确保其有效性。

3.3.2 燃烧法

燃烧法根据不同的处理需求,可以分为直接燃烧、直接回收利用燃烧和热回收利用燃烧三种类型。直接燃烧是将废气在高温条件下与氧气充分反应,生成二氧化碳和水。该方法适用于处理高浓度、低流量的VOCs废气,能有效消除大部分有机物。直接回收利用燃烧则是将废气中的有机成分转化为可再利用的能量,这种方式不仅减少了废气的排放,还实现了资源的循环利用。热回收利用燃烧法则是在燃烧过程中回收废气产生的热量,进一步提升了能量利用效率,适用于大规模的工业生产。这三种燃烧法在应用时,需根据废气的成分、浓度和流量进行选择,以确保处理效果和经济性。

3.3.3 生物处理法

生物处理法是利用微生物的代谢作用去降解废气中的有机物。生物处理法主要包括直接处理法和生物膜法。在直接处理法中,微生物被直接用来处理废气,通常应用于低浓度VOCs的去除。在这一过程中,微生物能够将VOCs转化为无害的物质,从而达到净化的效果。生物膜法则是通过在填料表面培养生物膜,利用生物膜中的微生物降解废气中的有机物。这种方法在处理低浓度、高流量的VOCs废气时表现出良好的效果。同时,生物处理法的操作条件相对温和,能耗较低,经济效益明显。但需要注意的是,生物处理对温度、湿度和营养物质的要求较高,因此在实际应用中,需要对操作条件进行精细调控,以确保微生物的活性和处理效率。

3.3.4 冷凝分离法

冷凝分离法是通过降低温度,使挥发性有机物凝结成液体,从而分离出废气中的有机成分。冷凝分离法的优点在于能够有效回收有机溶剂,减少资源浪费,在一些需要大量使用有机溶剂的行业中,如油漆、涂料和石化等行业,尤其受欢迎。例如,在油漆喷涂过程中,产生的VOCs可以通过冷凝分离法进行处理,回收的有机溶剂可以再次利用,从而实现经济效益和环境效益的双赢。此外,冷凝分离法的操作相对简单,维护成本较低,适合大规模应用。然而,冷凝分离法对气体浓度和温度的要求较高,因此在实际应用中需要进行合理设计,以确保其效果。

3.3.5 光催化法

光催化法是利用光催化剂在光照条件下产生的活性氧物种,将有机污染物氧化分解为二氧化碳和水。光催化法的优点在于其处理效率高、适用范围广,尤其适合处理低浓度的VOCs。在实际应用中,光催化剂的选择至关重要,常用的光催化剂包括二氧化钛(TiO_2)等。通过将光催化剂涂覆在反应器的内壁,废气经过反应器时,与催化剂接触并发生反应,最终实现废气的净化。近年来,光催化法在室内空气净化、车间废气处理等方面得到了广泛应用。例如,一些商业建筑在空调系统中引入光催化技术,以减少室内空气中的有害物质。在这种场景下,光催化法不仅能有效去除VOCs,还能改善室内空气质量,提升人们的生活和工作环境。

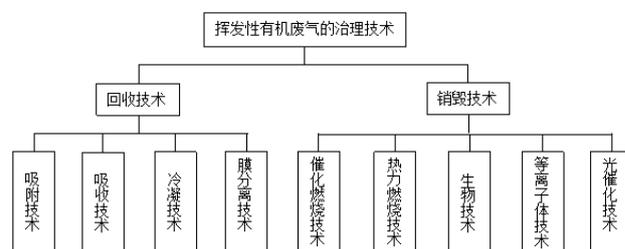


图2 挥发性有机废气治理技术

4 总结

总之,大气环境中挥发性有机废气的治理是一个长期而艰巨的任务。我们要立足当前,放眼未来,不断加强基础研究和技术创新,加大监管和执法力度,提高全社会的环保意识,形成政府、企业、公众共同参与的治理格局。只有这样,我们才能不断改善大气环境质量,实现人与自然的和谐发展。

参考文献

- [1]赵倩.大气环境中挥发性有机物污染与治理研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(14): 54-56.
- [2]唐晓龙.环境工程中挥发性有机废气治理技术的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2024(7):0082-0085.
- [3]何仁可,吴柳彦,张玲玲,陈飞,吴剑.大气环境中易挥发性有机物(VOCs)排放源清单研究[J].山东化工,2024,53(8):260-262.
- [4]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.
- [5]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.