

有机废气的危害及治理技术

依成武, 刘洋, 马丽, 欧红香, 金婷玲 (江苏大学环境学院, 江苏镇江 212001)

摘要 阐述了有机废气的来源及对人体的危害, 介绍了几种常用的处理方法。
关键词 活性炭吸附法; 催化燃烧法; 有机废气; 先进氧化方法; 强电离
中图分类号 X701 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2009)01 - 00351 - 02

Harmfulness and Treatment Technology of Organic Waste Gas Processing
YI Cheng-wu et al (Environment Institute, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212001)
Abstract This study aimed to analyze the sources of organic waste gas and its harmfulness to the health of human beings and introduce several common processing ways.
Key words Activated carbon adsorption; Catalyzed combustion method; Organic waste gas; Advanced oxidized method; Strong ionization.

大气污染是我国目前最突出的环境问题之一, 工业废气是大气污染物的重要来源。大量工业废气排入大气, 必然使大气环境质量下降, 给人体健康带来严重危害。工业废气中最难处理的就是有机废气, 有机废气通过呼吸道和皮肤进入人体后, 能给人的呼吸、血液、肝脏等系统和器官造成暂时性和永久性病变, 尤其是苯并芘类多环芳烃能使人体直接致癌, 已经引起人类的高度重视。工业生产中会产生各种有机废气, 主要包括各种烃类、醇类、醛类、酸类、酮类和胺类等, 这些有机废气会造成大气污染, 危害人体健康, 而且还会造成浪费, 所以有机废气的处理与净化势在必行。进入 21 世纪, 随着社会经济的发展和人们环保意识的增强, 人们对环境质量提出了更高的要求。目前我国的环境问题依然十分突出, 已严重地制约了经济发展和人民生活水平的提高, 其中有毒有机物对环境污染非常严重, 该类污染物具有排放量大、污染面广和难以降解的特点, 对它们的污染控制一直是环保工作者研究的重点课题。

1 有机废气的来源

有机废气主要来源于石油和化工行业生产过程中排放的废气, 特点是数量较大, 有机物含量波动性大、可燃、有一定毒性, 有的还有恶臭, 而氯氟烃的排放还会引起臭氧层的破坏。石油和化工工厂及石化产品的存储设施, 印刷及其他与石油和化工有关的行业, 使用石油、石油化工产品的场合和燃烧设备, 以石油产品为燃料的各种交通工具都是有机废气的源头。有机废气的来源和污染途径见表 1^[1]。

2 有机废气对人体的危害

有机废气对人体的危害是多方面的, 不同行业有机物废气的毒性也是各不相同的, 其中工业废气中 10 种常见的有机废气对人体的危害主要表现为: 苯类有机物多损害人的中枢神经, 造成神经系统障碍, 当苯蒸气浓度过高时(空气中含量达 2%), 可以引起致死性的急性中毒。多环芳烃有机物有强烈的致癌性。苯酸类有机物能使细胞蛋白质发生变形或凝固, 致使全身中毒。发生腈类有机物中毒时, 可引起呼吸困难、严重窒息、意识丧失直至死亡。有机物硝基苯影响神经系统、血相和肝、脾器官功能, 皮肤大面积吸收可以致人死

亡。芳香胺类有机物致癌, 二苯胺、联苯胺等进入人体可以造成缺氧症。有机氮化合物可致癌。有机磷化合物降低血液中胆碱脂酶的活性, 使神经系统发生功能障碍。有机硫化物中, 低浓度硫醇可引起不适, 高浓度可致人死亡。含氧有机化合物中, 吸入高浓度环氧乙烷可致人死亡; 丙烯醛对粘膜有强烈的刺激; 戊醇可以引起头痛、呕吐、腹泻等。

表 1 有机废气的来源和污染途径		
Table 1 Sources and pollution ways of organic waste gas		
类别 Type	污染源 Pollution sources	污染途径 Pollution pathways
固定源 Solid sources	石油炼制、储存、印刷、油漆、化工行业的有机原料及合成材料、农药、染料、涂料等化工产品、炼焦、固定燃烧装置	石油炼制过程、化工产品生产工艺中泄露、存储设施中蒸发、废水有机物的蒸发、油墨、涂料中有机物蒸发、消毒剂、农药、染料等加工过程中有机物的蒸发、垃圾焚烧炉中不完全燃烧、饮食业煎、炸、烤类食物
流动源 Mobile sources	汽车、轮船、飞机	曲轴箱漏气、尾气排放

3 治理技术

有机废气的治理方法主要有 2 类: 一类是回收法。回收法是通过物理方法, 在一定温度、压力下, 用选择性吸附剂和选择性渗透膜等方法来分离挥发性有机化合物(VOCs), 主要包括活性炭吸附、变压吸附、冷凝法和生物膜法等。另一类是消除法。消除法是通过化学或生物反应, 用光、热、催化剂和微生物等将有机物转化为水和二氧化碳, 主要包括热氧化、催化燃烧、生物氧化、电晕法、等离子体分解法、光分解法等。

3.1 活性炭吸附法 目前我国对于浓度较低的气相污染物的净化手段主要为吸附法, 应用活性炭的强吸附性吸附污染物, 且对有机废气质量浓度的动态变化有着较好的缓冲调节作用。常用的吸附剂有多孔炭材料、蜂窝状活性炭、球状活性炭、活性炭纤维、新型活性炭以及分子筛、沸石、多孔粘土矿石、活性氧化铝和硅胶等。活性炭多呈粉末状或颗粒状, 大部分情况下不能直接用于各种净化设备中, 必须使活性炭具有一定形状和支撑强度才能使用。活性炭经过特殊的工艺处理后, 能产生丰富的微孔结构, 这些人眼看不到的微孔能够依靠分子力, 吸附各种有害的气体 and 液体分子, 从而达到净化的目的。活性炭吸附过程包括吸附净化和热脱再生。吸附净化过程是将有机废气由排气风机送入吸附床, 有机废气在吸附床被吸附剂吸附而使气体得到净化, 净化后的气体

基金项目 江苏教育科学“十一五”规划重点课题。
作者简介 依成武(1966 -), 男, 辽宁大连人, 博士, 副教授, 从事强电离气体放电理论及其应用技术研究。
收稿日期 2008-10-17

排向大气即完成净化过程;热脱再生过程是当吸附床内吸附剂所吸附的有机物达到允许的吸附量时,该吸附床已经不能再进行吸附操作而转入脱附再生。脱附再生即用来催化热空气吹扫吸附剂,使吸附的有机物脱附出来达到使吸附剂的吸附能力再生的目的。活性炭吸附法适用于大风量、低浓度、温度不高的有机废气治理^[2]。该法工艺成熟,效果可靠,易于回收有机溶剂,因此被广泛地应用于化工、喷漆、印刷、轻工等行业的有机废气如苯类、酮类的治理。

在工业吸附过程中,活性炭是使用最为广泛的一种吸附剂,但它也存在不耐高温,在湿润的条件下不能保持很好的吸附能力,易燃,较快达到饱和吸附而失去效用,吸附剂需定期更换的缺点;其次,吸附法会产生二次固体或液体污染物。

3.2 催化燃烧法 20 世纪 70 年代,Aube^[3]等提出了“多相催化气相燃烧过程”即“催化燃烧”法治理有机废气,以催化燃烧代替传统的火焰燃烧,降低了燃烧温度,提高了能量利用率。另外,催化燃烧产生的热流温度适中,无需冷却空气的稀释,提高了热效。这种方法的不足之处是,有的气体燃烧条件非常苛刻,需高温、高空和高水蒸气分压,因此催化剂必须具备较高的活性、高热稳定性和较高的水热稳定性,以及一定的抗中毒能力。而通常催化剂活性与稳定性是相矛盾的,另外该法对机械强度要求也较高,要求能抗冲刷和热冲击^[4]。目前研究较多的是 Pd、Pt、Rh、Au 等贵金属催化剂和金属氧化物催化剂。催化燃烧法处理有机废气的工艺流程如图 1 所示。

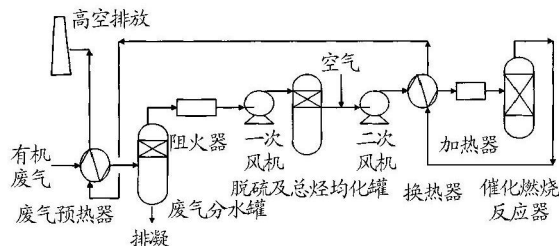


图 1 催化燃烧法处理有机废气流程

Fig. 1 The flow chart of processing organic waste gas in the way of catalyzed combustion

3.3 生物膜法 按照传统生物膜理论,生物法处理有机废气一般要经历以下步骤: 废气中的有机污染物首先与水接触,并溶解于水中; 溶解于液膜中的有机污染物成分在浓度差的推动下进一步扩散到生物膜,进而被微生物捕获并吸收; 微生物以有机物为能源或碳源进行生长代谢,从而将其分解为简单无毒的无机物(如 CO_2 和 H_2O)和低毒的有机物; 生物代谢产物一部分重新回到液相,一部分气态物质(如 CO_2)脱离生物膜,通过扩散进入大气。依据该理论,生物

净化有机气体的速率主要取决于气相和液相中有机物的扩散速率及生化反应速率。生物法具有设备简单、投资少、运行费用低、无二次污染等优点,但也存在着反应装置占地面积大、反应时间较长的缺点^[5]。

3.4 先进氧化方法 先进氧化方法(技术或流程,简称 AOT 或 AOP)是指产生 OH \cdot 过程,以及产生的 OH \cdot 诱发一系列的 OH \cdot 链反应,攻击各种污染物及微生物,直至降解为 CO_2 、 H_2O 及无机盐,实现零环境污染,零污染物排放。先进氧化方法是在不断提高 OH \cdot 的产生效率和应用效率的基础上发展起来的。概括的说,能够产生羟基自由基的工艺都可以进入高级氧化技术工艺的范畴,如臭氧(O_3)氧化技术、过氧化氢(H_2O_2)氧化工艺、二氧化氯(ClO_2)氧化工艺、紫外(UV)辐照工艺、超声氧化工艺、微波工艺等。由于高级氧化工艺具有氧化性强、操作条件易于控制的优点,因此引起世界各国的重视,并相继开展了该方向的研究与开发工作^[6]。

4 结语

对于有机气体的净化处理,无论是广泛采用的传统处理方法,还是新开发的处理技术,都要考虑到应用的实效性。目前,除了推广传统工艺外,应重点开发新的技术,以达到提高去除效率、降低投资运行费用,减少二次污染的目的。随着有机产品的大量使用,有机物污染已引起世界各国的高度重视,控制该类污染已成为各国的一项义不容辞且刻不容缓的任务。我国是一个发展中国家,面临经济发展和环境保护的双重任务。为促进经济、社会、环境的协调发展,开发经济有效的有机物的净化处理技术已成为我国解决有机物污染的重要课题。在目前已经开发应用的处理技术中,先进氧化方法降解有机气体适合我国国情,在国内有机废气治理领域更具发展前途。

参考文献

- [1] PIOTR SOSNOWSKIA, ANNA KLEPACZ-SMOLKA, KATARZYNA KACZOR-EK, et al. Kinetic investigations of methane co-fermentation of sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes [J]. *Bioresource Technology*, 2008, 99: 5731 - 5737.
- [2] RADEK DVORAK, ROMAN STULIR, PAVEL CAGAS. Efficient fully controlled up-to-date equipment for catalytic treatment of waste gases [J]. *Applied Thermal Engineering*, 2007, 27(7): 1150 - 1157.
- [3] AUBE V B, BELKOUCH J, MOMCEAUX L. General study of catalytic oxidation of various VOCs over $\text{La}_0.8\text{Sr}_0.2\text{MnO}_3$ xPerovskite catalyst-influence of mixture [J]. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2003, 43: 175 - 186.
- [4] 唐运雪. 有机废气处理技术及前景展望 [J]. *湖南有色金属*, 2005, 21(5): 31 - 35.
- [5] MOHSENI M, NICHOLS K M, ALLEN D G. Biofiltration of arpinene and its application to the treatment of pulp and paper air emissions [J]. *TAPPI Journal*, 1998, 81(8): 205 - 211.
- [6] 白敏冬, 白希尧, 汤红, 等. 强电离放电模拟烟气脱硫 [J]. *应用化学*, 2005, 22(2): 128 - 131.

(上接第 342 页)

- ity chains [J]. *Journal of International Economics*, 1999, 48: 199 - 232.
- [4] 迈克尔·波特. 竞争论 [M]. 北京: 中信出版社, 2003: 126.
 - [5] LYNN C H, WINSTON H. 国际旅游规划案例分析 [M]. 周常春, 苗学玲, 戴光全, 译. 天津: 南开大学出版社, 2004: 439 - 464.
 - [6] ONKVISIT SAK, SHAW JOHN J. Competition and product management: Can the

product life cycle help [J]. *Business Horizons*, 1986, 29(7/8): 51 - 62.

- [7] 彭华. 旅游发展驱动机制及动力模型探析 [J]. *旅游学刊*, 1999, 14(6): 39 - 44.
- [8] 保继刚, 龙江智. 城市旅游驱动力的转化及其实践意义 [J]. *地理研究*, 2005, 24(2): 274 - 282.
- [9] 魏卫, 陈雪钧. 旅游客流对比分析与驱动力研究 [J]. *世界地理研究*, 2004, 13(2): 83 - 89.