

Organic Waste Gas Treatment Technology and Its New Progress

Peng Yu Yizhen Du* Chenchen Zhang

Shandong Environmental Protection Science Research and Design Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

Abstract

Volatile organic pollutants (VOCs) are one of the common air pollutants. In China, adsorption concentration and condensation technology are usually combined with catalysts to control pollutants through combustion reaction. Therefore, multi technology coupling governance at the end is not only the conventional treatment method of VOCs, but also the core hotspot of technical research in this paper.

Keywords

organic waste gas; technical governance; new progress

有机废气治理技术及其新进展

于鹏 杜益振* 张琛琛

山东省环境保护科学研究设计院有限公司, 中国·山东 济南 250013

摘要

挥发性有机污染物(VOCs)是常见的大气污染物之一,中国通常将吸附浓缩、冷凝技术配合催化剂,通过燃烧反应进行污染物治理。因此,在末端进行多技术耦合治理是VOCs的常规处理方式,也是论文技术研讨的核心热点。

关键词

有机废气;治理技术;新进展

1 引言

VOCs主要成分是一种有机化合物,在常温常压环境下具有超过70Pa的饱和蒸气压,当温度超过260℃时会发生沸腾汽化。其成分构成较为复杂,通常含有烷、烃、酯、醛、苯等一种或多种有机化合物。VOCs有两种生成方式,一种为自然来源,另一种为人为来源。VOCs通过与人体直接接触会对人体造成视觉损害和呼吸及神经伤害,是多种疾病的诱因;VOCs在光化学反应中还会对环境及人体造成二次伤害,形成的雾霾还会造成空气质量大幅下降。

2 单一 VOCs 治理技术

2.1 冷凝法

冷凝法的技术原理是将废气中的VOCs气体在低温或高压环境下液化,并以此实现将有机质和废气分离并利用的目的。这种技术依靠的是当温度和压力变化时各种物质饱和后蒸气压力的差异。通过冷凝法,可以将含量较大但体量较

小的VOCs废气中的有机质,进行高净化度提纯或二次回收使用。按照冷凝剂与气体之间是否接触,分成表面冷凝法和接触冷凝两种方法。

2.2 吸收法

工业生产废气末端治理时,吸收法是应对VOCs废气较为普遍的技术之一。与冷凝法相类似的是,吸收法也可以实现分离有机物并二次利用的效果,但是以精馏和萃取作为主要工序。在VOCs在废气中占有中低浓度且体量较大的情况下普遍适用,并且能够实现有机物循环利用。由于构成VOCs废气的有机物成分不同,会出现与吸收剂不同溶解性的情况,根据处理结果,当需要对VOCs废气中某种成分进行回收时,需保证吸收剂与其他无需回收的组分不相溶。当吸收剂具有较低或无挥发性时,其工艺原理为VOCs废气成分与吸收剂的溶解度差异导致吸收情况的不同,从而实现废气的分离净化。

2.3 吸附法

吸附技术是利用吸附剂表面孔隙所具备的吸附性质,以化学或物理方式,通过与废气成分直接接触,通过吸附剂的孔隙进行污染物吸附,实现废气的净化处理,其净化功效与吸附剂特性息息相关。此种方式通常用于低浓度、高通量的废气处理中。常见的吸附剂为活性炭,较大的表面积与丰富的微孔结构为其带来了较高的吸附性和机械强度,并且稳

【作者简介】于鹏(1980-),男,中国山东烟台人,本科,工程师,从事环保工程研究。

【通讯作者】杜益振(1987-),男,中国山东济宁人,硕士,工程师,从事环境影响评价、大气污染控制研究。

定的耐热性能也使其对苯、醚、氯代烃等有机物具有较强的吸附性能。

2.4 催化燃烧法

催化燃烧的技术原理为,在反应温度为 350℃时,借助催化剂实现 VOCs 废气与空气的氧化。铂金和钯是常见的贵金属催化剂,常用于气体浓度较低的 VOCs 废气处理中,由于其具有较高活性,因此对反应温度的需求较低且催化速率较高,能够在稳定情况下实现长时间使用,但获取成本较高;而非贵金属催化剂在获取过程中投入较低,吸引了众多研究者的目光,但由于催化效率差强人意,因此适用范围较为受限。为提高催化效率,焦向东学者采用浸渍法进行成分钯—铂—铈/铝、氧的催化剂的制取,在以甲苯废气作为处理对象时,研究表明,催化剂的活性在一定范围内催化组分负载量的提升而提升。

2.5 光催化技术

光催化法能够在常温情况下实现 VOCs 废气中可挥发物质的无害化处理,反应催化剂为氧化钛,能够对废气成分保持无差别的高活性,常用于体量小、浓度低的废气处理中。以段波为试验提出者的二位专家以 HCHO、C₇H₈、C₆H₆ 作为实验废气,通过空气导管进行实验环境的模拟,深入观察各废气组分的降解性能,细致分析光催化反应环境下不同分子间的相互作用^[1]。

2.6 生物法

生物法技术随着工艺的不断更新,逐渐适用于低浓度 VOCs 废气处理领域。VOCs 废气中的有机物是微生物生命活动所需的碳源,通过新陈代谢实现废气中有害物质的无害化处理。微生物通过吸收、吸附完成对有害物质的降解,在高安全性、低能量消耗、无二次污染的优势下实现无毒害化处理^[2]。

3 常见的耦合式 VOCs 废气治理工艺

3.1 活性炭吸附 + 催化燃烧法

此项技术作为中国首创的 VOCs 废气处理工艺,具有高效、普适、高经济性的特点,通过活性炭、分子筛作为吸附剂对 VOCs 废气进行处理。其工作原理为,当吸附剂吸附功能到达峰值时,进入解析程序,随后废气通过氧化燃烧后实现净化。这种技术工艺具备两种技术的共同优势,适用于低浓度、大体量的废气净化。

3.2 冷凝 + 催化燃烧技术

这种组合式处理方式首先通过冷凝法液化废气中的水蒸气,液化进程的推进使大体积的水滴发生沉降,去除废气中的水蒸气;再利用风机将剩余气体导入催化燃烧炉,在加热的条件下进行充分的氧化燃烧反应,从而实现废气净化、有害物质的分离。这种废气处理技术能够实现 VOCs 废气的

体温度的有效降低,在进行低闪点 VOCs 废气的净化过程中能够为催化设备减轻燃烧压力,延长反应系统的使用寿命,但其劣势也较为明显^[3]。

3.3 吸附 + 冷凝技术

该种技术的原理为:通过降低温度实现高强度冷凝部分冷凝,对其余部分则采用活性炭吸附法加以净化。对体积小、浓度高的 VOCs 尾气,冷凝技术有稳定高效的净化作用,但处理体量大、浓度低的尾气则性能明显受限。而复合吸收技术方法则能够做到互补,减少单一技术方法的局限性。

3.4 吸附 + 光催化技术

这种组合技术在紫外线作为反应条件的前提下,通过在吸附剂表面实现光催化剂的覆盖,将 VOCs 废气分解为一氧化碳、总烃与无机小分子颗粒,常见于浓度较低的废气处理工序中。

其技术原理为:提升光催化剂表面的 VOCs 浓度,利用活性炭微孔结构发挥吸附功能,在紫外线照射下进行光催化反应,实现废气的处理。不仅如此,活性炭能够吸附未发生完全光催化反应的生成物,有效杜绝二次污染。

3.5 低温等离子体 + 光催化技术

该项技术的原理为:以氧化钛作为催化剂,使离子体反应器中产生的高能粒子将 VOCs 废气分解为小分子颗粒,经催化进一步分解成为无机小分子颗粒,实现体量大、浓度低的 VOCs 废气处理。光催化剂的催化性能能够改变等离子体的放电性质,生成更具氧化性能的活性粒子,即等离子体的放电过程对催化剂的化学效应和结构也会造成一定影响,从而促进催化剂催化性能的大幅提升。

4 结语

随着环境污染问题越来越受到瞩目,VOCs 废气的排放也逐步收紧。VOCs 废气构成复杂,浓度也无法控制,在尾端处理过程中,单一成分的 VOCs 废气难以实现低浓度排放。因此,随着管理方法的进一步健全完善,人们对复合技术的兴趣也随之增加。每种 VOCs 废气净化技术都有其优缺点,在选择净化工艺时,需根据技术特征、经济指标等各方面,确保每项处理技术的优势能够充分发挥,不断优化企业资产结构。同时,在现代废气处理技术中,不断完善改进 VOCs 废气处理工艺,实现大气治理新格局。

参考文献

- [1] 丁成程,方凌云,夏浩.工业挥发性有机废气治理技术及其新进展[J].生态环境与保护,2021,3(12):49-51.
- [2] 曾人宽.有机废气治理技术及其研究进展[J].化工设计通讯,2020,46(12):2.
- [3] 禹贵红.有机废气治理技术及其研究进展[J].区域治理,2020(45):1.