

印刷包装材料行业利用催化燃烧法处理 有机废气的案例研究

张立艳¹,程炳杰²

(1. 核工业理化工程研究院,天津 300180;2. 天津国际工程咨询公司,天津 300202)

摘要:以天津顶正印刷包材有限公司为实例,探讨了采用吸附并催化燃烧的方法处理印刷包装材料行业的有机废气。结果表明:经过该方法的处理,使得苯减少量大于 96%,甲苯减少量大于 98%,二甲苯减少量大于 99%,臭气减少量大于 92%,效果明显。

关键词:有机废气;催化燃烧;印刷

中图分类号:TQ314

文献标识码:A

文章编号:1674-9944(2011)11-0125-03

1 引言

随着社会的发展,物质文明和生活水平的提高,环境保护意识的增强,有机废气的排放造成的环境污染及其对人体健康的严重危害越来越成为各级政府和民众关注的焦点。在工业生产以及日常生活中会产生各种各样的有机废气,这些有机废气不仅会造成大气污染,危害人体健康,而且还会造成资源的浪费。如在塑料印刷过程中,随着油墨的干燥会排放出大量的混合溶剂废气;覆膜过程中会排出大量的乙酸乙酯等废气。有机废气是有毒、有害的气体,它的释放在空气中不仅会造成严重的环境污染,而且人体若长期接触或吸入,将会给神经系统及造血功能带来严重危害,甚至引发癌变及其他严重疾病直至死亡^[1]。

通常有机废气指甲醛、苯、甲苯、二甲苯等苯系物、丙酮丁酮、乙酸乙酯、油雾、糠醛、苯乙烯、丙烯酸、树脂、添加剂、漆雾、天那水等含碳氢氧等有机物。

有机废气一般都存在易燃易爆、有毒有害、不溶于水、溶于有机溶剂、处理难度大的特点。有机废气的处理方法主要有两类:一类是回收法,另一类是消除法。回收法主要有炭吸附、变压吸附、吸收法、冷凝法及膜分离技术;一般回收法是通过物理方法,改变温度、压力或采用选择性吸附剂和选择性渗透膜等方法来富集分离有机废气。消除法有直接燃烧、热氧化、催化燃烧、生物氧化、等离子体法、紫外光催化氧化法及其集成技术;消除法主要是通过化学或生化反应,用热、光、催化剂和微生物将有机废气转变成成为 CO₂ 和水等无毒害的无机小分子化合物^[2]。

吸附法是利用某些具有吸附能力的物质如活性炭、硅胶、沸石分子筛、活性氧化铝等吸附有害成分而达到消除有害污染的目的。吸附法适用于几乎所有的废气,一般是中低浓度的废气;吸附效果取决于吸附剂性质、废气种类和吸附系统的操作温度、湿度、压力等因素,具有去除效率高的优点,从而使其

收稿日期:2011-11-11

作者简介:张立艳(1975—),女,天津人,工程师,主要从事环评及清洁生产的研究工作。

Study on Effectiveness of Selenium Characteristics in Soil and Its Influencing Factors

Jiang Lei

(Guang Dong Nonferrous Metals Eengineering Inverstigation Design Institute,Guangzhou 510080,China)

Abstract: Selenium is a necessary trace element for the health of people. As an essential microelement, Selenium has been gradually known by people in recent years, and it is also attracted public attention to the scientists. This paper reviews progress in the studies of forms and bioavailability of selenium(Se) in soil, and discusses the distribution of different forms of Se in soil, and the relationship between the effectiveness of Se and the physical and chemical properties, soil pH, chemical and mineralogical composition and oxidation—reduction status.

Key words: selenium; the form of selenium; available state

成为去除废气较为常用的方法,但存在投资后运行费用较高且有产生二次污染的缺陷。

燃烧法是消除法中的一种,是利用有机废气易燃烧性质进行处理的。其中直接燃烧法,又称火焰燃烧法,它是把可燃的有机废气当作燃料来燃烧的一种方法。该法适合处理高浓度有机废气,燃烧温度控制在 1 100℃ 以上,去除效率达 95% 以上。催化燃烧法处理有机废气的原理是利用废气中污染物可以燃烧的特性,将污染物中含碳氢的化合物经活性炭吸附浓缩后,在催化剂和较低温度下进行氧化分解,使其转化为二氧化碳和水蒸气,再经过吸收等净化措施,将有害气体彻底转化为无害气体的一种净化方法。

2 案例中有机废气的排放现状

天津顶正印刷包材有限公司属于印刷包装材料行业,主要生产方便面盖材、卷材、日化自立袋、蒸/水煮袋、瓶/水标等产品,年设计生产能力 27 万 R/S。该行业能源消耗高,使用和排放了有毒有害物质,有机废气排放量较高。

印刷包装行业有机废气的排放主要是在印刷过程中产生的,所以对于重点区域——印刷车间的废气排放进行调查和监测,得到其有机废气的排放情况,见表 1~表 3。

表 1 印刷一车间部分有机废气排放口各种溶剂浓度现状										mg/m ³
位置	设备名称	排放口编号	VOC 浓度/10 ⁻⁶	排放口尺寸	排放口总风量	甲醇 190	异丙醇	丁酮	乙酸乙酯	甲苯 40
印刷一车间	Y10 主排	13	560	860×855	63 548		99.3	134.8	394.5	831.2
印刷一车间	Y10 底排	14	300	480×750	11 820	8 000	1 300	100.1	200.4	500.1
印刷一车间	Y07 备版排风	A1	218	480×305	3 300	10.2	10.1	29.5	66.1	166.7
印刷一车间	Y07 底排	A2	180	430×565	12 960		30.1	61.9	120.9	288.2
印刷一车间	Y07 主排	B1	350	600×660	40 000		37.2	61.9	120.9	288.2
均值			322		131 568	1 602	295	77.6	180.5	415

注:经南开大学中心实验室检测,印刷一车间废气排放中异丙醇、丁酮、乙酸乙酯、甲苯浓度均值分别为 295mg/m³、77.6mg/m³、180.5mg/m³、415mg/m³,混和溶剂浓度 968mg/m³,年排放混和溶剂 916t。

表 2 新污染源大气污染源排放限值					
序号	污染物	最高允许排放浓度 mg/m ³	最高允许排放浓度, wkg/h		
			排气筒高度 m	二级	三级
1	苯	12	15	0.5	0.8
			20	0.9	1.3
2	甲苯	40	15	3.1	4.7
			20	5.2	7.9
3	二甲苯	70	15	1.0	1.5
			20	1.7	2.6
4	甲醇	190	15	5.1	7.8
			20	8.6	13

注:《大气污染物综合排放标准》GB16297—1996

根据现场实际调查厂区东侧印刷一车间有机废气排放污染源现状为印刷一车间有机废气排放污染源没有处理装置;印刷一车间有机废气排放污染源有 2 个排放口属于有组织排放,3 个排放口属于无组织排放;印刷一车间有机废气排放污染源所有排放口均超标排放;依据排放废气的实际现状,印刷一

车间总处理量为 131 568m³/h。

3 催化燃烧法处理有机废气的过程

3.1 处理思路

本处理方法是依据“有机废气用蜂窝状活性炭吸附浓缩—脱附再生—催化燃烧的工艺流程”而设计的,采取单气路工作方式,由四个活性炭吸附床,一个催化燃烧床(辅之低压风机、阀门等构成)。其工作流程是:将有机废气经预处理除去粉尘、颗粒状物质后,送入蜂窝状活性炭吸附床吸附,当吸附达到饱和时,停止吸附操作,该炭床再用热空气流将有机物从蜂窝状活性炭上脱附下来使其再生,热空气流携带有机废气进入催化燃烧床自行燃烧,以 CO₂ 与 H₂O 排出。在解吸脱附时,本吸附床停止吸附工作。

表 3 印刷一车间有机废气排放与国标对比							
设备名称	编号	数量	单台风量		总风量	标准值/(mg/m ³)	超标量/(mg/m ³)
			/CMM	/m ³ /h			
Y10 主排	A2	1	★ ★	63 548	63 548		
Y10 底排	B1	1	197	11 820	11 820	苯:12	
Y07 备版排风	13	1	55	3 300	3 300	甲苯:40	甲苯:166.7~831.2mg/L
Y07 底排	A1	1	215	12 900	12 900	甲醇:190	非甲烷总烃:(180~560)×10 ⁻⁶
Y07 主排	14	1			40 000	二甲苯:70	
总排风					131 568		

当有机废气的浓度达到 2 000×10⁻⁶ 以上时,废气在催化床内可维持自然,不用外加热。燃烧后的尾气一部分排往大气,一部分送往吸附床,用于蜂窝状活性炭的脱附再生。这样可以满足燃烧和脱附所

需热能,从而大大节省能耗。该工程既适合于连续工作,也适合于间断工况下使用。

当某个吸附床吸附饱和需要脱附再生时,PLC 程序自动切换到备用吸附床进行吸附工作,这样可以保证生产需要的连续性。吸附风机有变频器进行自行调节。单台吸附器每次脱付需要 4~5h。

燃烧法处理有机废气的工艺流程见图 1。

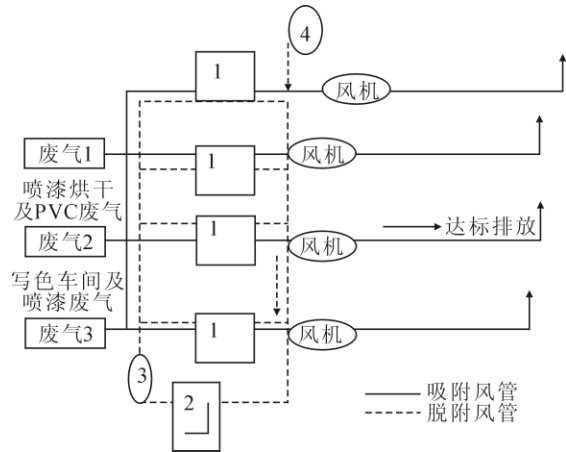


图 1 FCJ 有机废气净化装置流程

注:1. 吸附床;2. 催化燃烧室;3. 脱附风机;4. 补冷风机

3.2 设计规模的确定

根据实际处理风量,处理 63 548m²/h 风量为 2 台吸附设备,共用 1 套脱附催化解析装置;处理 28 080m²/h 风量为 1 台吸附设备;处理 40 000m²/h 风量为 1 台吸附设备;活性炭的再生采用催化燃烧脱附。排气温度为 29.1~47.0℃;进气浓度为 TVOC(150~620)×10⁻⁶,按平均浓度 400×10⁻⁶计;净化效率为蜂窝状活性炭吸附能力≥95%;贵金属催化剂催化效率≥98%;有机废气净化率≥98%;烟囱排放高度为 20m;排放浓度为净化后废气排放浓度及排放速率达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996)中的新污染源的二级排放要求(甲苯≤40mg/m³,非甲烷总烃≤120 等);净化设备阻力≤1 200Pa(表 4)。

表 4 设备工艺参数

型号	处理风量 /(m ³ /h)	废气进口浓度/ (mg/m ³)	废气进口温度 /℃	安装外形尺寸/mm 占地面积	吸附风机功率 /kW	单台活性炭设备炭 填充量/m ³
FCJ	63 548	<2 000	≤50	9 000×2 200×3 500	55	8
FCJ	28 080	<2 000	≤50	6 000×2 400×3 000	37	4
FCJ	40 000	<2 000	≤50	8 000×3 000×3 500	45	6

4 有机废气处理效果

催化燃烧治理废气净化效率高,且不会产生二

次污染,项目实施后其净化效率为苯>96%,甲苯>98,二甲苯>99%,臭气>92%。

表 5 项目实施后印刷车间部分有机废气排放口各种溶剂浓度

位置	设备名称	排放口编号	VOC 浓度/×10 ⁻⁶	甲醇 190	异丙醇	丁酮	乙酸乙酯	甲苯 40
印刷车间	Y10 主排	13	8.4		1.4	2.0	5.9	12.2
印刷车间	Y10 底排	14	4.5	120	19.5	1.5	3.9	7.5
印刷车间	Y07 备版排风	A1	3.3	0.2	0.1	0.4	1.3	2.5
印刷车间	Y07 底排	A2	2.7		0.4	0.9	2.4	4.2
印刷车间	Y07 主排	B1	5.3		0.5	0.9	2.4	4.3
均值			4.8	60.1	4.4	1.1	3.2	6.1

注:该净化效率经中国环境科学研究院大气环境研究所检测。

参考文献:

[1] 张建军. 活性炭纤维有机废气回收技术在清洁生产中的应用[J]. 中国环保产业,2008(10):47~50.

[2] 马生柏,汪 斌. 有机废气处理技术研究进展[J]. 内蒙古环境科学,2009,21(2):55~58.