



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105536458 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201610045298.7

B01D 53/72(2006.01)

(22)申请日 2016.01.22

审查员 王维

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105536458 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路
18号浙江工业大学科技处

(72)发明人 吴成强 陈效 陈跃平

(74)专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公
司 33201

代理人 王兵 黄美娟

(51)Int.Cl.

B01D 53/74(2006.01)

B01D 53/90(2006.01)

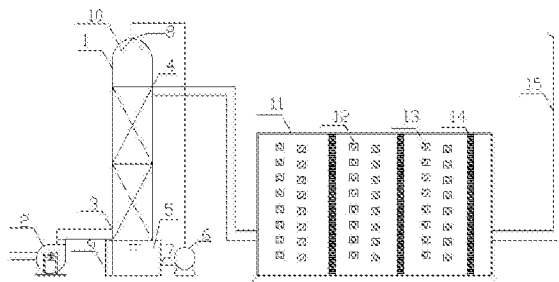
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

氧化剂协同紫外光净化有机废气的装置及
处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种氧化剂协同紫外光净化有机废气的装置及处理方法,所述装置由氧化剂增湿系统和氧化反应系统组成;所述氧化剂增湿系统由废气引风机、高压泵和增湿装置构成,氧化剂溶液通过高压泵喷入增湿装置并呈雾状和由废气引风机通入的废气接触,使废气增湿后进入氧化反应系统;氧化反应系统内置波长为180~300nm的紫外灯和催化剂网,雾化后的氧化剂在催化剂作用下协同紫外光辐射,产生大量的 $\text{HO}\cdot$ 和 O_3 ,降解有机物。本发明在紫外光催化反应系统中引入雾化的氧化剂,大幅度提高了氧化效率,而且具有结构简单,能耗低等优点。



1. 一种氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理装置,其特征在于:包括氧化剂增湿系统和氧化反应系统;

所述的氧化剂增湿系统包括废气引风机、高压泵和增湿装置,所述的增湿装置的顶部开设有氧化剂进液口,上部开设有出气口,下部开设有进气口;所述的废气引风机与所述的进气口连接,所述的出气口与所述的氧化反应系统连接;所述的增湿装置的下方设置有具有氧化剂出液口的氧化剂储液槽,所述的氧化剂出液口与所说的高压泵的进口连接,所说的高压泵的出口与所述的氧化剂进液口连接,所述的氧化剂进液口的端部设置有用将氧化剂雾化的雾化装置;

所述的氧化反应系统包括紫外光反应器,所述的紫外光反应器为箱体结构,所述的箱体结构内设置有若干紫外灯和催化剂网,若干所述的紫外灯和催化剂网间隔排布;所述的紫外灯通过镇流器与电源连接;所述的紫外光反应器的一侧与所述的出气口连接,另一侧设置有用排出净化后的有机废气的废气出口。

2. 如权利要求1所述的处理装置,其特征在于:所述的紫外灯包括若干列纵向排布的紫外灯组,每列紫外灯组包括5~10根紫外灯,同列的紫外灯之间等距离布置在同一直线上,各列之间相互平行,相邻列的紫外灯相互错位布置,相间列的紫外灯对齐排列;每两列紫外灯组为一组合,每个组合之间设置有所说的催化剂网,所述的催化剂网的尺寸与箱体结构的横截面相适配。

3. 如权利要求2所述的处理装置,其特征在于:所述的氧化剂储液槽的侧部设置有用观察氧化剂体积的液位计。

4. 如权利要求3所述的处理装置,其特征在于:所述的增湿装置为箱体或塔体结构,材质为聚丙烯、玻璃钢或碳钢内衬橡胶。

5. 如权利要求4所述的处理装置,其特征在于:所述的紫外光反应器内的紫外灯具有相同或不同的波长,波长为180~300nm;同列紫外灯的间距为10~20cm,相邻列紫外灯的间距为20~60cm,所述的催化剂网与相邻列的紫外灯组之间的距离为10~30cm。

6. 如权利要求5所述的处理装置,其特征在于:所述的催化剂网为光触媒蜂窝滤网,滤网表面均匀附着TiO₂粉末,孔径为2~5mm。

7. 一种基于如权利要求1~6之一所述的处理装置的氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理方法,其特征在于:所述的方法包括如下步骤:

(1)、将待净化的有机废气通过废气引风机通入增湿装置,同时氧化剂溶液通过高压泵喷入增湿装置,并通过雾化装置作用呈雾状,雾化后的氧化剂与待净化的有机废气接触,使待净化的有机废气增湿;

(2)、增湿后的有机废气进入紫外光反应器,开启紫外灯的电源,在紫外光和催化剂的作用下,雾化的氧化剂分解为大量的HO·和O₃,降解有机废气中的有机物,有机物最终分解为无毒无害的CO₂、H₂O产物,从而使废气得到净化;

(3)、净化后的有机废气从紫外光反应器另一端的废气出口排出。

8. 如权利要求7所述的处理方法,其特征在于:所述的氧化剂溶液为双氧水或次氯酸钠,所述的双氧水或次氯酸钠的质量浓度为5~50%。

9. 如权利要求8所述的处理方法,其特征在于:所述的待净化的有机废气的浓度为50~500mg/m³,在增湿装置内的停留时间为15~120s。

氧化剂协同紫外光净化有机废气的装置及处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种氧化剂协同紫外光净化有机废气的装置及处理方法,可去除甲醛、甲苯、乙苯、二甲苯等多种挥发性气态污染物,适用于处理低浓度工业挥发性有机物(VOCs)、室内空气污染等。

背景技术

[0002] 近年来,由紫外光诱导的高级氧化法已经普遍应用于环保领域如污水处理,废气治理等。而VOCs的光催化氧化已成为该领域的研究热点。其原理是通过各种氧化剂或催化剂如 H_2O_2 、Fenton试剂、臭氧、 TiO_2 等吸收紫外光后生成 $HO\cdot$ 引发的一系列自由基反应而使污染物降解。与国外一些发达国家相比,我国尽管已有了一定的研究基础,但其实际应用仍处于初级阶段。

[0003] 目前,VOCs的紫外光高级氧化处理的技术研究主要分为三类,即真空紫外光(UV_{185nm}), O_3 辅助紫外光(O_3+UV_{254nm}),紫外光催化(如 TiO_2+UV_{254nm})。

[0004] 真空紫外光(UV_{185nm})光解不仅具有较高的光能,能直接降解部分有机物,而且在 O_2 和 H_2O 存在的情况下能在线产生 O_3 、 $HO\cdot$ 等活性物质,这些活性物质具有强氧化性,因而对有机物的转化能力较强。主要涉及的化学反应如下: $H_2O+h\nu\rightarrow HO\cdot+O\cdot$, $O_2+h\nu\rightarrow 2O\cdot$, $O\cdot+O_2\rightarrow O_3$, $VOCs+HO\cdot\rightarrow\cdots\rightarrow CO_2+H_2O$ 。

[0005] 光催化法处理有机污染物通常会运用纳米半导体作为光催化剂,紫外线灯为光源来处理有机污染物,通过高级氧化过程,在理想条件下将污染物氧化成无害、无味的水和二氧化碳。绝大多数的光催化反应选择纳米二氧化钛作为催化剂,光催化剂在光诱导条件下使电子由基态迁移到激发态并且产生电子空穴,这些电子空穴具有极强的氧化性,可以氧化分解吸附在催化剂微孔表面的有机污染物,同时也能使吸附在微孔表面的水和氧气转化成羟基自由基和活性氧原子,这些活性基团与挥发性有机物接触氧化,最终达到将VOCs污染物去除的目的。催化反应方程式表示为: $TiO_2+h\nu\rightarrow h^++e^-$ 。

[0006] UV与氧化剂结合的技术在水处理领域已经有较多的研究,主要是利用氧化剂本身的强氧化性以及某些氧化剂(如 H_2O_2)在UV照射下产生大量的 $HO\cdot$ 将大部分有机物分解为小分子物质。但是在气态污染物光降解研究中,UV和氧化剂结合的技术研究和应用都相对较少。使用紫外光和催化剂结合的技术在某些芳香族有机物的降解中效率较低,不足以解决很多VOCs污染问题,如何进一步提高紫外光技术的降解效率,探索更具优势的新一代光催化氧化处理技术,成为提出本发明的出发点。

发明内容

[0007] 为了克服现有在气态污染物光降解研究中,UV和氧化剂结合的技术在某些芳香族有机物的降解中效率较低,很多VOCs污染问题解决困难的缺陷,本发明提供一种结构简单、增湿效果好、运行方便的氧化剂协同紫外光净化有机废气的装置及处理方法。

[0008] 本发明采用的技术方案是:

[0009] 一种氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理装置,其特征在于:包括氧化剂增湿系统和氧化反应系统;

[0010] 所述的氧化剂增湿系统包括废气引风机、高压泵和增湿装置,所述的增湿装置的顶部开设有氧化剂进液口,上部开设有出气口,下部开设有进气口;所述的废气引风机与所述的进气口连接,所述的出气口与所述的氧化反应系统连接;所述的增湿装置的下方设置有具有氧化剂出液口的氧化剂储液槽,所述的氧化剂出液口与所说的高压泵的进口连接,所说的高压泵的出口与所述的氧化剂进液口连接,所述的氧化剂进液口的端部设置有用将氧化剂雾化的雾化装置;

[0011] 所述的氧化反应系统包括紫外光反应器,所述的紫外光反应器为箱体结构,所述的箱体结构内设置有若干紫外灯和催化剂网,若干所述的紫外灯和催化剂网间隔排布;所述的紫外灯通过镇流器与电源连接;所述的紫外光反应器的一侧与所述的出气口连接,另一侧设置有用排出净化后的有机废气的废气出口。

[0012] 所述的紫外灯包括若干列纵向排布的紫外灯组,每列紫外灯组包括5~10根紫外灯,同列的紫外灯之间等距离布置在同一直线上,各列之间相互平行,相邻列的紫外灯相互错位布置,相间列的紫外灯对齐排列;每两列紫外灯组为一组合,每个组合之间设置有所述的催化剂网,所述的催化剂网的尺寸与箱体结构的横截面相适配。

[0013] 所述的氧化剂储液槽的侧部设置有用观察氧化剂体积的液位计。

[0014] 所述的增湿装置为箱体或塔体结构,材质为聚丙烯、玻璃钢或碳钢内衬橡胶。

[0015] 所述的紫外光反应器内的紫外灯具有相同或不同的波长,波长为180~300nm;同列紫外灯的间距为10~20cm,相邻列紫外灯的间距为20~60cm,所述的催化剂网与相邻列的紫外灯组之间的距离为10~30cm。

[0016] 所述的催化剂网为光触媒蜂窝滤网,滤网表面均匀附着TiO₂粉末,孔径为2~5mm。

[0017] 一种基于上述所述的处理装置的氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理方法,其特征在于:所述的方法包括如下步骤:

[0018] (1)、将待净化的有机废气通过废气引风机通入增湿装置,同时氧化剂溶液通过高压泵喷入增湿装置,并通过雾化装置作用呈雾状,雾化后的氧化剂与待净化的有机废气接触,使待净化的有机废气增湿;

[0019] (2)、增湿后的有机废气进入紫外光反应器,开启紫外灯的电源,在紫外光和催化剂的作用下,雾化的氧化剂分解为大量的HO·和O₃,降解有机废气中的有机物,有机物最终分解为无毒无害的CO₂、H₂O产物,从而使废气得到净化;

[0020] (3)、净化后的有机废气从紫外光反应器另一端的废气出口排出。

[0021] 所述的氧化剂溶液为双氧水或次氯酸钠,所述的双氧水或次氯酸钠的质量浓度为5~50%。

[0022] 所述的待净化的有机废气的浓度为50~500mg/m³,在增湿装置内的停留时间为15~120s。

[0023] 本发明在净化有机废气时,以双氧水或次氯酸钠为氧化剂,以波长为180~300nm的不同紫外灯结合使用的方法,具体如下:

[0024] 开启废气引风机将有机废气通入增湿装置(优选含二甲苯的有机废气,浓度为50~500mg/m³),同时开启高压泵将增湿装置底部储存的氧化剂溶液从增湿装置上部喷入并

雾化,雾化后的氧化剂使得废气增湿并进入到紫外光反应器,与附着在滤网载体上的 TiO_2 催化剂相结合,协同强化了紫外光催化的降解效果;雾化的氧化剂在紫外光和催化剂作用下产生更强的氧化剂并降解有机物,净化后的废气从紫外光反应器另一端的废气出口排出。

[0025] 本发明的有益效果体现在:操作简便,氧化剂增湿效果好,克服了传统光催化装置难降解某些有机废气的缺点。

附图说明

[0026] 图1是本发明氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理装置的整体结构示意图。

[0027] 其中,1-增湿装置,2-废气引风机,3-进气口,4-出气口,5-氧化剂储液槽,6-高压泵,7-氧化剂出液口,8-氧化剂进液口,9-液位计,10-雾化装置,11-紫外光反应器,12-镇流器,13-紫外灯,14-催化剂滤网,15-废气出口。

具体实施方式

[0028] 本实施例中,所述的增湿装置为增湿塔,其材质为聚丙烯,高为5m,直径为1.5m;所述的氧化剂储液槽高为1m,体积为 2m^3 ;废气引风机、增湿装置以及紫外光反应器之间通过废气管道连接,所述的废气管道为聚丙烯材质的DN300风管;所述的进气口距离增湿塔底部20cm;所述的高压泵的流量为 $3\text{m}^3/\text{h}$,通过球阀控制流量大小;所述的紫外光反应器的体积为 10m^3 ;紫外灯有规律地的排布,设置三个组合,每个组合的紫外灯组的波长不同,其中一列紫外灯组的波长为185nm,另一列波长为254nm;所述的催化剂滤网数量为3张,面积为 2m^2 。

[0029] 参照图1,一种氧化剂协同紫外光净化有机废气的处理装置,包括氧化剂增湿系统和氧化反应系统;

[0030] 所述的氧化剂增湿系统包括废气引风机2、高压泵6和增湿装置1,所述的增湿装置1的顶部开设有氧化剂进液口8,上部开设有出气口4,下部开设有进气口3;所述的废气引风机2与所述的进气口3连接,所述的出气口4与所述的氧化反应系统连接;所述的增湿装置1的下方设置有具有氧化剂出液口7的氧化剂储液槽5,所述的氧化剂出液口7与所说的高压泵6的进口连接,所说的高压泵6的出口与所述的氧化剂进液口8连接,所述的氧化剂进液口8的端部设置有用将氧化剂雾化的雾化装置10;

[0031] 所述的氧化反应系统包括紫外光反应器11,所述的紫外光反应器11为箱体结构,所述的箱体结构内设置有若干紫外灯13和催化剂网14,若干所述的紫外灯13和催化剂网14间隔排布;所述的紫外灯13通过镇流器12与电源连接;所述的紫外光反应器11的一侧与所述的出气口4连接,另一侧设置有用排出净化后的有机废气的废气出口15。

[0032] 所述的紫外灯13包括6列纵向排布的紫外灯组,每列紫外灯组包括8根紫外灯,同列的紫外灯之间等距离布置在同一直线上,各列之间相互平行,相邻列的紫外灯相互错位布置,相间列的紫外灯对齐排列;每两列紫外灯组为一组合,每个组合之间设置有所说的催化剂网,所述的催化剂网的尺寸与箱体结构的横截面相适配。

[0033] 所述的氧化剂储液槽5的侧部设置有用观察氧化剂体积的液位计9。

[0034] 所述的紫外光反应器内的紫外灯具有相同或不同的波长,波长为180~300nm;同

列紫外灯的间距为10~20cm,相邻列紫外灯的间距为20~60cm,所述的催化剂网与相邻列的紫外灯组之间的距离为10~30cm。

[0035] 所述的催化剂网14为光触媒蜂窝滤网,滤网表面均匀附着TiO₂粉末,孔径为2~5mm。

[0036] 本实施例在净化有机废气时,试验净化的有机废气的对象为含二甲苯的废气,以双氧水为氧化剂,以一半波长为185nm,另一半波长为254nm的不同紫外灯结合使用的方法,在氧化剂协同紫外光净化有机废气装置运行过程中,首先控制二甲苯的进气浓度在100mg/m³左右,控制废气在增湿装置内的停留时间为60s开启废气引风机将含二甲苯的废气通入增湿装置,同时开启高压泵将增湿装置底部储存的双氧水从增湿装置上部喷入并雾化,雾化后的双氧水使得废气增湿并进入到紫外光反应器,与附着在滤网载体上的TiO₂催化剂相结合,协同强化了紫外光催化的降解效果;雾化的双氧水在紫外光和催化剂作用下产生HO·和O₃并降解二甲苯,净化后的废气从紫外光反应器另一端的废气出口排出。监测二甲苯进出气的时间为2h以上,去除效率稳定。试验结果见下方表1,可见本实施例处理后的有机废气降解效率很高。

[0037] 表1中,还提供了UV_{185nm}和UV_{254nm}的紫外光在单独使用时降解二甲苯的去除效率的相关实验数据,结果表明UV_{185nm}的紫外光比UV_{254nm}的紫外光在单独使用时效率高33%左右,在投加浓度为30%的H₂O₂溶液后,去除效率提高20%以上,同时放入TiO₂催化剂滤网,使二甲苯的降解效率提高至80%以上,具体实验数据对比见表1。

[0038] 表1中,在单独使用185nm的紫外光时,控制混合气体的相对湿度范围为0~90%,分析了相对湿度对光降解效率的影响,结果表明二甲苯的转化率随着相对湿度的增加先提高后略有降低,在相对湿度为60~65%时达到最大。

[0039] 表1中,在单独使用185nm的紫外光时,通过改变二甲苯的进气浓度和停留时间,考察二甲苯去除率的变化,停留时间不变的情况下,进气浓度越高,二甲苯的去除率越低;进气浓度基本不变的情况下,停留时间越高,二甲苯的去除率越高。

[0040] 表1试验测试数据

[0041]

光源 波长	氧化剂及浓度	催化 剂	相对湿 度 (%)	停留时 间 (s)	进气浓度 (mg/m ³)	出气浓度 (mg/m ³)	去除率 (%)
UV _{185nm}	H ₂ O	/	0~5	60	103	96	7
UV _{185nm}	H ₂ O	/	20~25	60	105	90	14
UV _{185nm}	H ₂ O	/	40~45	60	101	66	35
UV _{185nm}	H ₂ O	/	60~65	60	102	57	44
UV _{185nm}	H ₂ O	/	80~85	60	98	59	40
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (5%)	/	/	60	108	62	43
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (10%)	/	/	60	96	47	51
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (15%)	/	/	60	110	47	57
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (20%)	/	/	60	104	43	59
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (25%)	/	/	60	108	44	59
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	/	/	60	105	41	61
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	120	102	9	91
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	45	101	38	62
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	30	102	61	40
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	15	102	72	29
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	52	5	90
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	163	49	70
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	216	106	51
UV _{185nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	330	205	38
UV _{254nm}	/	/	/	60	106	99	7
UV _{254nm}	H ₂ O	/	/	60	100	91	9
UV _{254nm}	H ₂ O ₂ (30%)	/	/	60	93	73	21
UV _{254nm}	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	113	32	72
UV ₁₈₅₊₂₅₄	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	107	20	81

[0042]

UV ₁₈₅₊₂₅₄	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	113	27	76
UV ₁₈₅₊₂₅₄	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	105	18	83
UV ₁₈₅₊₂₅₄	H ₂ O ₂ (30%)	TiO ₂	/	60	102	20	80

[0043] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思的实现形式的列举,本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式,本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。

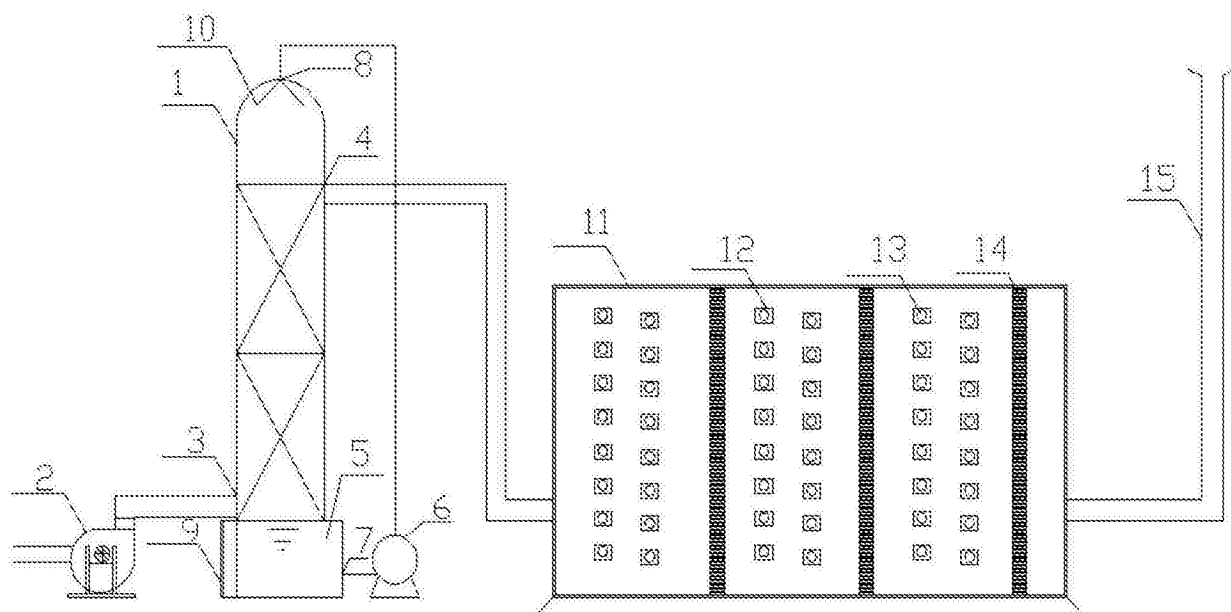


图1