



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110368790 A

(43)申请公布日 2019.10.25

(21)申请号 201910700706.1

(22)申请日 2019.07.31

(71)申请人 苏州迈沃环保工程有限公司
地址 215000 江苏省苏州市相城区黄埭镇
安民路

(72)发明人 赵宏 刘茂成 高翔 高立东

(74)专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32256

代理人 王茹

(51)Int.Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/44(2006.01)

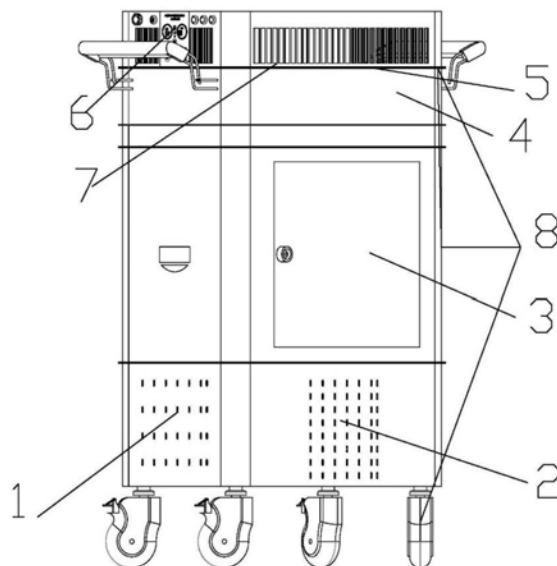
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法、系统及应用

(57)摘要

本发明公开了一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法、系统及应用。所述空气净化方法包括：使含VOCs空气经引风装置进入臭氧发生装置，产生游离氧自由基和臭氧，同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物；使经臭氧发生装置处理后的空气进入催化氧化反应装置，并在游离氧自由基和臭氧存在下与催化剂接触，进而催化氧化降解VOCs分子，获得一次净化的空气；之后使一次净化的空气进入过滤杀菌装置，获得二次净化的空气，所述过滤杀菌装置包括光催化过滤组件及活性炭纤维，光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子。本发明能够在-10~40℃下能够高效地将VOCs完全的、深度消解，完成对空气的深度降解净化目的。



1. 一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法,其特征在于包括:

(1) 使含VOCs空气经引风装置进入臭氧发生装置,并产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物;

(2) 使经臭氧发生装置处理后的空气进入催化氧化反应装置,并在游离氧自由基和臭氧存在的情况下与催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

(3) 使所述一次净化的空气进入过滤杀菌装置,获得二次净化的空气,其中,所述过滤杀菌装置包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子。

2. 根据权利要求1所述的空气净化方法,其特征在于:所述臭氧发生装置包括紫外臭氧发生装置;优选的,所述方法包括:使含VOCs空气经引风装置进入紫外臭氧发生装置,并在紫外光的作用下产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物,所述紫外光来源于UV_{254nm+185nm}真空紫外灯;

和/或,所述含VOCs空气中的有机物包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯中的任意一种或两种以上的组合;优选的,所述苯的降解率在70%以上,优选在80%以上;优选的,所述甲苯和/或二甲苯的降解率在85%以上,优选在90%以上;优选的,所述乙酸乙酯的降解率在85%以上,优选在95%以上;和/或,所述小分子化合物包括CO₂和水。

3. 根据权利要求1所述的空气净化方法,其特征在于:所述催化氧化反应装置中的催化剂包括过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化物;优选的,所述过渡金属氧化物所含金属元素包括Mn、Cu、Ni、Fe、Ce、Co、Mo中的任意一种或两种以上的组合;优选的,所述过渡金属氧化物包括氧化锰、氧化铜、氧化镍、氧化铁、氧化铈、氧化钴、氧化钼中的任意一种或两种以上的组合;优选的,所述催化剂载体包括氧化铝、活性炭、分子筛、二氧化钛、碳纤维和陶瓷中的至少任意一种,尤其优选为氧化铝和/或活性炭。

4. 根据权利要求1所述的空气净化方法,其特征在于:所述纳米活性粒子包括纳米银和/或纳米二氧化钛;

和/或,所述含VOCs空气中包含的VOCs包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、乙酸乙酯、异味、病菌、PM10、PM2.5中的任意一种或两种以上的组合。

5. 根据权利要求1所述的空气净化方法,其特征在于:所述引风装置包括壳体,设置于所述壳体内的引风组件,设置于所述壳体上的进风口、出风口,以及使所述引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置连通的通风管道;

优选的,所述方法还包括:采用检测控制装置,对所述进风口VOCs浓度、出风口VOCs浓度、空气温度、湿度、电源开关、循环风量和紫外灯强度进行检测和控制。

6. 一种催化氧化降解VOCs的空气净化系统,其特征在于包括:

引风装置,其包括壳体,设置于所述壳体内的引风组件,设置于所述壳体上的进风口、出风口,以及使所述引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置连通的通风管道,至少用以将含VOCs空气进入臭氧发生装置;

臭氧发生装置,其至少用以产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的有机物部分降解为小分子化合物;

催化氧化反应装置,其至少用以使经臭氧发生装置处理后的空气在游离氧自由基和臭

氧存在的情况下与过渡金属催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

过滤杀菌装置,包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子,其至少用以对所述一次净化的空气进行过滤杀菌处理,获得二次净化的空气。

7. 根据权利要求6所述的空气净化系统,其特征在于还包括检测控制装置,其至少用以检测和控制所述进风口VOCs浓度、出风口VOCs浓度、空气温度、湿度、电源开关、循环风量和紫外灯强度;优选的,所述检测控制装置包括单片机检测装置;优选的,所述检测控制装置还与一显示装置连接;尤其优选的,所述显示装置包括LCD屏;

和/或,所述引风组件包括调速风机;优选的,所述引风组件设置于所述空气净化系统的下部,而出风口设置于所述空气净化系统的上部。

8. 根据权利要求6所述的空气净化系统,其特征在于:所述臭氧发生装置包括紫外臭氧发生装置,优选为紫外光源,尤其优选为紫外灯管,其至少用于提供游离氧自由基和具有强氧化性的臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物;

优选的,所述紫外臭氧发生装置内设置有均匀排布的紫外灯管;优选的,所述紫外臭氧发生装置内还设置有透光结构,优选为隔板,尤其优选为石英玻璃隔板;

和/或,所述催化氧化反应装置内设置有过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化物;优选的,所述过渡金属氧化物所含金属元素包括Mn、Cu、Ni、Fe、Ce、Co、Mo中的任意一种或两种以上的组合;优选的,所述过渡金属氧化物包括氧化锰、氧化铜、氧化镍、氧化铁、氧化铈、氧化钴、氧化钼中的任意一种或两种以上的组合;优选的,所述催化剂载体包括氧化铝、活性炭、分子筛、二氧化钛、碳纤维和陶瓷中的任意一种或两种以上的组合,尤其优选为氧化铝和/或活性炭。

9. 根据权利要求6所述的空气净化系统,其特征在于:所述过滤杀菌装置包括层叠设置的光催化过滤组件和活性炭纤维;优选的,所述光催化过滤组件表面涂覆有纳米光触媒层,所述纳米光触媒层包括具有杀菌性能的活性纳米粒子,优选为纳米银和/或纳米二氧化钛。

10. 权利要求6-9中任一项所述的催化氧化降解VOCs的空气净化系统于VOCs净化处理或空气净化处理领域中的应用;优选的,所述应用包括对含VOCs的空间的空气VOCs净化处理;尤其优选的,所述含VOCs的空间包括超标的半封闭车厢座舱、新下线机车车厢、新装修房间、含VOCs的密闭或半密闭室内空间;优选的,所述应用包括室内中央空调或新风系统的空气净化处理。

一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法、系统及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种VOCs废气净化工艺,特别涉及一种常温催化氧化降解VOCs的空气净化方法,及其系统与应用,属于空气净化技术领域。

背景技术

[0002] VOCs (Volatile Organic Compounds, 挥发性有机物) 是指室温下饱和蒸气压超过了133.32Pa的有机物,其沸点在50℃至250℃,在常温下可以蒸发的形式存在于空气中,它的毒性、刺激性、致癌性和特殊的气味性,会影响皮肤和黏膜,对人体产生急性损害。

[0003] 目前社会经济飞速发展,然而空气质量却在下降,一般认为,正常的、非工业性的室内环境VOCs的浓度水平还不至于导致人体的肿瘤和癌症。但是,当VOCs浓度为3.0-25mg/m³时,会产生刺激和不适,与其他因素联合作用时,人体可能出现头痛;而当VOCs浓度大于25mg/m³时,除头痛外,可能出现其他的神经毒性作用。对于交通工具等半封闭车厢座舱所构成的半封闭空间而言,其内部人员具有密度高,活动量少,客舱内饰所用材料会产生有害物质并在客舱内传播,客舱内狭小的空间使得空气流通率较低,造成污染物难以清除。新下线的车厢内,由于涂装过程和装饰材料等释放的VOCs浓度尤其严重。因此,亟需解决这一问题。

[0004] 目前现有的空气净化装置,大都仅仅采用过滤网对空气进行过滤净化,但这种空气净化装置不能清除空气中的VOCs,仅是对空气灰尘进行过滤,对于有害气体的净化,目前大多采用活性炭进行吸附,但活性炭容易吸附饱和失效,实际使用效果不理想。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法与系统,以克服现有技术中的不足。

[0006] 本发明的另一目的还在于提供所述催化氧化降解VOCs的空气净化方法与系统的应用。

[0007] 为实现前述发明目的,本发明采用的技术方案包括:

[0008] 本发明实施例提供了一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法,其包括:

[0009] (1) 使含VOCs空气经引风装置进入臭氧发生装置,并产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物;

[0010] (2) 使经臭氧发生装置处理后的空气进入催化氧化反应装置,并在游离氧自由基和臭氧存在的情况下与催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

[0011] (3) 使所述一次净化的空气进入过滤杀菌装置,获得二次净化的空气,其中,所述过滤杀菌装置包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子。

[0012] 作为优选实施案例之一,所述催化氧化反应装置中的催化剂包括过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化

物。

[0013] 作为优选实施案例之一,所述纳米活性粒子包括纳米银和/或纳米二氧化钛。

[0014] 本发明实施例还提供了一种催化氧化降解VOCs的空气净化系统,其包括:

[0015] 引风装置,其包括壳体,设置于所述壳体内的引风组件,设置于所述壳体上的进风口、出风口,以及使所述引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置连通的通风管道,至少用以将含VOCs空气进入臭氧发生装置;

[0016] 臭氧发生装置,其至少用以产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的有机物部分降解为小分子化合物;

[0017] 催化氧化反应装置,其至少用以使经臭氧发生装置处理后的空气在游离氧自由基和臭氧存在的情况下与过渡金属催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

[0018] 过滤杀菌装置,包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子,其至少用以对所述一次净化的空气进行过滤杀菌处理,获得二次净化的空气。

[0019] 在一些实施例中,所述空气净化系统还包括检测控制装置,其至少用以检测和控制所述进风口VOCs浓度、出风口VOCs浓度、空气温度、湿度、电源开关、循环风量和紫外灯强度。

[0020] 本发明实施例还提供了前述的催化氧化降解VOCs的空气净化系统于VOCs净化处理或空气净化处理领域中的应用。

[0021] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0022] 本发明提供的空气净化系统包括引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置和过滤杀菌装置,提供的在-10~40℃的常温下能够高效地将VOCs完全的、深度消解的空气净化方法,主要是利用紫外灯臭氧发生装置,紫外光照射气体产生臭氧和活性氧自由基等活性组分,催化氧化反应装置,在催化剂床层发生催化氧化反应进一步氧化降解其中的VOCs组分,再经过滤杀菌装置进一步净化,完成对空气的深度降解净化目的,可用于超标的半封闭车厢座舱、新下线机车车厢、新装修好的房间、含有VOCs的密闭、半密闭室内空间、需要人生活居住的,但不合格等空间的空气VOCs净化处理,也适用于医院、大型场馆、家庭等室内中央空调、新风系统等的空气净化处理。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是本发明一典型实施案例中一种紫外臭氧发生装置的作用原理示意图。

[0025] 图2是本发明一典型实施案例中一种催化氧化降解VOCs的空气净化系统的结构示意图。

[0026] 图3是本发明一典型实施案例中一种紫外臭氧发生装置的作用原理图。

[0027] 图4是本发明一典型实施案例中一种紫外臭氧发生装置的玻璃透光结构内部结构

图。

[0028] 附图标记:1-进风口,2-引风机,3-紫外臭氧发生器,31-紫外灯箱,32-紫外灯,33-隔板,3a-空气进口,3b-空气出口,A-气流方向,4-催化氧化反应器,5-过滤杀菌装置,6-显示器,7-出风口,8-壳体。

具体实施方式

[0029] 鉴于现有技术中的不足,本案发明人经长期研究和大量实践,得以提出本发明的技术方案,其主要是一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法及其系统,其主要是通过臭氧发生装置产生活性自由基和臭氧、常温催化氧化降解气体中的VOCs组分,再利用含有纳米活性组分的过滤网杀菌除臭完成空气净化。其中的常温催化氧化采用过渡金属氧化物为催化剂,能够在常温下结合臭氧深度降解大多数的VOCs组分,生成CO₂和水。按照本方法组装的空气净化系统包括引风装置、臭氧发生装置、常温催化氧化装置和过滤杀菌等。能够处理的VOCs包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、乙酸乙酯、异味和病菌等。如下将对该技术方案、其实施过程及原理等作进一步的解释说明。

[0030] 本发明实施例的一个方面提供的一种催化氧化降解VOCs的空气净化方法,其包括:

[0031] (1) 使含VOCs空气经引风装置进入臭氧发生装置,并产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物;

[0032] (2) 使经臭氧发生装置处理后的空气进入催化氧化反应装置,并在游离氧自由基和臭氧存在的情况下与催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

[0033] (3) 使所述一次净化的空气进入过滤杀菌装置,获得二次净化的空气,其中,所述过滤杀菌装置包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子。

[0034] 作为优选实施案例之一,所述臭氧发生装置优选为紫外臭氧发生装置,也可以是其他的臭氧发生装置,混入到含VOCs组分的空气中,后面的催化剂同样可以常温催化氧化降解。

[0035] 进一步地,所述臭氧发生装置优选为紫外灯照射产生臭氧和活性自由基;也可以是其他的臭氧发生装置如臭氧发生器等通入系统中。

[0036] 进一步地,所述方法包括:使含VOCs空气经引风装置进入紫外臭氧发生装置,并在紫外光的作用下产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物。

[0037] 进一步地,紫外光来源于UV_{254nm+185nm}真空紫外灯。所述的紫外灯光源优选为UV_{254nm+185nm}真空紫外灯。

[0038] 作为优选实施案例之一,所述紫外臭氧发生装置是采用紫外灯光源(以254nm和254nm+185nm的真空紫外灯)照射,在真空紫外灯的作用下产生能量很高的紫外光照射污染物,该段波长的紫外光其对应的光子能量大于有机物的键能时,可打断化学键,使污染物直接裂解为分子量很小的化合物(CO₂、H₂O),直接光解VOCs;其次能量很高的紫外光可以将空气中的氧分解,生成游离氧自由基,并且和空气中的氧结合形成O₃,O₃的氧化性很强,可以将大分子污染物氧化为小分子的物质,它是氧化VOC的关键氧化剂;另外在高能量紫外光的照

射下水分子也会产生羟基自由基($\cdot\text{OH}$),游离氧自由基与水分子反应后也能生成这类活性基团,这种具有强氧化性的自由基也可以氧化VOCs。

[0039] 进一步地,所述含VOCs空气中的有机物包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯等中的任意一种或两种以上的组合,但不限于此。

[0040] 进一步地,所述苯的降解率在70%以上,优选在80%以上。

[0041] 进一步地,所述甲苯和/或二甲苯的降解率在85%以上,优选在90%以上。

[0042] 进一步地,所述乙酸乙酯的降解率在85%以上,优选在95%以上。

[0043] 进一步地,所述小分子化合物包括 CO_2 和水。

[0044] 本发明通过采用紫外臭氧发生装置,一是利用高能射线光束分解空气中的氧分子产生游离氧,即活性氧,因游离氧所携正负电子不平衡所以需与氧分子结合,进而产生具有强氧化性的臭氧;二是利用高能射线束裂解有机废气大分子的分子键,直接对有机废气分解处理;三是高能射线光束还具有杀菌和除异味的作用。

[0045] 进一步地,所述紫外臭氧发生装置内部镶嵌紫外灯灯管,紫外灯管能够产生具有强氧化性的臭氧,将引风机引入的大分子有机废气,裂解为小分子,直接对有机废气分解处理。

[0046] 其中所述的紫外光臭氧发生器,如图4所示,其中排布的几列紫外灯管,采用玻璃透光结构(亦称为“隔板”)形成空气流场,当空气沿着隔板形成的流程流动时,气体能受到所有的紫外光的照射。所述紫外臭氧发生装置中的紫外灯采用玻璃透光结构,增加光照时间,有利于产生更多游离氧自由基和臭氧等活性粒子。其中的玻璃透光结构是利用玻璃隔板延长空气流动的流场,使空气通道折返增加停留时间,而隔板采用透明的石英玻璃,不影响紫外光的照射,不会阻隔紫外光透过,使空气在整个流场中能够接受到所有紫外等的照射,从而产生更多的游离氧自由基和臭氧,提高紫外光的利用效率。

[0047] 另外紫外线能部分杀灭空气中的细菌、病毒和霉菌,达到分解异味和挥发性有机物、杀灭细菌、分解异味的效果。其原理如图1所示。

[0048] 作为优选实施案例之一,所述催化氧化反应装置主要是利用氧化剂(臭氧、羟基自由基等)在催化剂上与吸附态的VOCs发生催化氧化反应,最终实现降解VOC的目的,其中能够常温下催化氧化分解VOCs的催化剂,是通过浸渍方法将活性组分负载到催化剂载体表面。

[0049] 进一步地,所述催化氧化反应装置是在催化床中装有常温催化剂,常温催化剂具备独特的空隙结构和表面官能团,将VOCs和 O_3 吸附在催化剂表面进行催化反应,催化氧化性能大大提高。室内含VOCs空气与 O_3 一起进入常温催化氧化装置反应,将其转化为 CO_2 和 H_2O 。

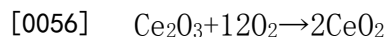
[0050] 进一步地,所述催化氧化反应装置是由常温催化剂床层组成,可在常温下催化处理单一组分或多组分VOCs。所述的催化氧化反应装置所用的常温催化剂,具有比表面积大、吸附容量大等优点,可在室温下将VOCs在适量臭氧的作用下,催化氧化降解成 CO_2 和 H_2O ;同时能湮灭多余的臭氧,避免臭氧逸出造成的危害。

[0051] 进一步地,所述催化剂包括过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化物。

[0052] 进一步地,所述催化剂载体可以为活性炭、氧化铝、分子筛、二氧化钛、碳纤维和陶

瓷等,优选为氧化铝、活性炭等。

[0053] 进一步地,催化剂的活性组分主要包括过渡金属氧化物或复合氧化物,如Mn、Cu、Fe、Ni、Ce、Co、Mo等,相应的过渡金属氧化物包括氧化锰、氧化铜、氧化镍、氧化铁、氧化铈、氧化钴、氧化钼等。催化剂表面及内部的孔状结构大大增加了其吸附臭氧和VOCs的能力。例如在VOCs催化氧化中活性更优异的复合锰基催化剂,其中CeO₂是较活泼的催化剂活性成分,作为提供活性氧的活性中心同时也提供着晶格氧和表面氧。对于生成的MnO_x-CeO₂固溶体,分子氧通过Ce³⁺-Ce⁴⁺、Mn⁴⁺-Mn³⁺的转化传递活性氧,从而提高了催化性能,Mn-Ce间的协同效应可以通过下列关系式表示:



[0057] 氧含量的多少决定了Mn₂O₃的存在与否,同时CeO₂还起到了将分子氧传递给Mn₂O₃的作用,提高了分子氧的利用效率。

[0058] 臭氧和气体中的VOCs同时吸附到催化剂表面,臭氧在催化剂的作用下发生一系列自由基链反应分解生成大量的羟基自由基,由于羟基自由基很高的氧化电位,在常温下就能够深度氧化分解VOCs,也能够将环状化合物开环氧化分解为二氧化碳和水。

[0059] 由于羟基自由基的强氧化性,在室温下就能将VOCs完全氧化,生成二氧化碳和水,因而操作安全且能耗低。

[0060] 作为优选实施案例之一,所述过滤杀菌装置由上下两层光催化过滤网及高效活性炭纤维组成。其中的过滤网表面均涂覆纳米光触媒层,具体地,纳米光触媒层的材质为活性的纳米银、纳米二氧化钛等活性粒子,能有效杀灭多种霉菌、细菌等,并能将细菌或真菌释放出的毒素分解及无害化处理;能够过滤去除空气中颗粒污染物。

[0061] 作为优选实施案例之一,所述含VOCs空气中包含的VOCs包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、乙酸乙酯、异味、病菌等,可协同处理PM10、PM2.5等,但不限于此。

[0062] 作为优选实施案例之一,所述引风装置包括壳体,设置于所述壳体内的引风组件,设置于所述壳体上的进风口、出风口,以及使所述引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置连通的通风管道。空气从进风口由引风机强化引入室内空气,依次通过紫外灯管和催化氧化反应器,再经过过滤网杀菌后的净化空气,从出风口排放到空气中。引风机配置在空气净化系统整体的下部,出风口在空气净化系统的上部。其中引风机为调速风机,可以调节风量。

[0063] 作为优选实施案例之一,所述方法还包括:采用检测控制装置,对所述进风口VOCs浓度、出风口VOCs浓度、空气温度、湿度、电源开关、循环风量和紫外灯强度等进行检测和控制。

[0064] 进一步地,所述检测控制装置包括开关、风量控制和紫外臭氧发生量。采用单片机检测系统,可实时检测入、出口VOCs浓度、CO₂浓度、温湿度等参数,控制开关、循环风量和紫外灯强度,并能同时显示在LCD屏上。

[0065] 其中,作为本发明一更为典型的实施案例之一,所述催化氧化降解VOCs的空气净化方法可具体包括以下步骤:

[0066] (1) 将含VOCs的空气经过紫外灯光照射,紫外灯作用下产生游离氧自由基或臭氧,

同时使部分有机物降解小分子化合物。

[0067] (2) 空气通过催化氧化反应装置中的催化剂床层,在催化剂作用下利用臭氧和游离氧自由基等活性粒子,常温催化氧化降解VOCs分子,同时消解多余的臭氧,避免二次污染。

[0068] (3) 氧化降解净化后的空气再经过含有纳米银的光催化过滤网,实现灭菌净化作用。

[0069] 在本发明中,消解多余的臭氧,避免臭氧的二次污染也是本案的一个特点。臭氧实际也是一种污染物,不弱于VOCs组分的危害,如果没有催化剂的作用,很难保证降解效率。臭氧的量少降解不完全,量大会随净化空气排出造成污染。而在催化剂作用下,充分利用臭氧,同时多余的臭氧还能消解掉。

[0070] 本发明实施例的另一个方面,结合本发明的催化氧化降解VOCs的空气净化方法,设计提供一种空气净化系统,用于净化空气中的VOCs,提高空气质量。该空气净化系统包括引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置和检测装置,整体组装在一壳体中。

[0071] 具体的,所述催化氧化降解VOCs的空气净化系统包括:

[0072] 引风装置,其包括壳体,设置于所述壳体内的引风组件,设置于所述壳体上的进风口、出风口,以及使所述引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置连通的通风管道,至少用以将含VOCs空气进入臭氧发生装置;

[0073] 臭氧发生装置,其至少用以产生游离氧自由基和臭氧,同时使含VOCs空气中的有机物部分降解为小分子化合物;

[0074] 催化氧化反应装置,其至少用以使经臭氧发生装置处理后的空气在游离氧自由基和臭氧存在的情况下与过渡金属催化剂接触,进而催化氧化降解VOCs分子,获得一次净化的空气;

[0075] 过滤杀菌装置,包括光催化过滤组件及活性炭纤维,所述光催化过滤组件负载具有杀菌性能的活性纳米粒子,其至少用以对所述一次净化的空气进行过滤杀菌处理,获得二次净化的空气。

[0076] 在一些实施例中,所述的空气净化系统还包括检测控制装置,其至少用以检测所述进风口VOCs浓度、出风口VOCs浓度、空气温度、湿度等,以及控制电源开关、循环风量和紫外灯强度等。

[0077] 进一步地,所述检测控制装置包括单片机检测装置。

[0078] 优选的,所述检测控制装置还与一显示装置连接,例如所述显示装置可以是LCD屏,但不限于此。

[0079] 进一步地,所述引风组件包括调速风机,所述引风组件设置于所述空气净化系统的下部,而出风口设置于所述空气净化系统的上部。

[0080] 作为优选实施案例之一,所述臭氧发生装置优选为紫外臭氧发生装置,也可以是其他的臭氧发生装置,混入到含VOCs组分的空气中,后面的催化剂同样可以常温催化氧化降解。

[0081] 进一步地,所述臭氧发生装置优选为紫外灯照射产生臭氧和活性自由基;也可以是其他的臭氧发生装置如臭氧发生器等通入系统中。

[0082] 在一些实施例中,所述紫外臭氧发生装置包括紫外光源,优选为紫外灯管,其至少用于提供游离氧自由基和具有强氧化性的臭氧,同时使含VOCs空气中的部分有机物降解为小分子化合物。

[0083] 在一些实施例中,所述的紫外光臭氧发生器,如图4所示,其中排布的几列紫外灯管,采用透光结构(亦称为“隔板”)形成空气流场,当空气沿着隔板形成的流程流动时,气体能受到所有的紫外光的照射。所述紫外臭氧发生装置中的紫外灯采用玻璃透光结构,增加光照时间,有利于产生更多游离氧自由基和臭氧等活性粒子。其中的玻璃透光结构是利用玻璃隔板延长空气流动的流场,使空气通道折返增加停留时间,而隔板采用透明的石英玻璃,不影响紫外光的照射,不会阻隔紫外光透过,使空气在整个流场中能够接受到所有紫外等的照射,从而产生更多的游离氧自由基和臭氧,提高紫外光的利用效率。

[0084] 作为优选实施案例之一,所述催化氧化反应装置主要是利用氧化剂(臭氧、羟基自由基等)在催化剂上与吸附态的VOCs发生催化氧化反应,最终实现降解VOC的目的,其中能够常温下催化氧化分解VOCs的催化剂,是通过浸渍方法将活性组分负载到催化剂载体表面。

[0085] 进一步地,所述催化氧化反应装置是在催化床中装有常温催化剂,常温催化剂具备独特的空隙结构和表面官能团,将VOCs和O₃吸附在催化剂表面进行催化反应,催化氧化性能大大提高。室内含VOCs空气与O₃一起进入常温催化氧化装置反应,将其转化为CO₂和H₂O。

[0086] 进一步地,所述催化氧化反应装置是由常温催化剂床层组成,可在常温下催化处理单一组分或多组分VOCs。所述的催化氧化反应装置所用的常温催化剂,具有比表面积大、吸附容量大等优点,可在室温下将VOCs在适量臭氧的作用下,催化氧化降解成CO₂和H₂O;同时能湮灭多余的臭氧,避免臭氧逸出造成的危害。

[0087] 进一步地,所述催化剂包括过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化物。

[0088] 进一步地,催化剂的活性组分主要包括过渡金属氧化物或复合氧化物,如Mn、Cu、Fe、Ni、Ce、Co、Mo等,相应的过渡金属氧化物包括氧化锰、氧化铜、氧化镍、氧化铁、氧化铈、氧化钴、氧化钼等,但不限于此。

[0089] 进一步地,所述催化剂载体可以为活性炭、氧化铝、分子筛、二氧化钛、碳纤维和陶瓷等,优选为氧化铝、活性炭等。

[0090] 作为优选实施案例之一,所述过滤杀菌装置由上下两层光催化过滤网及高效活性炭纤维组成。其中的过滤网表面均涂覆纳米光触媒层,具体地,纳米光触媒层的材质为活性的纳米银、纳米二氧化钛等活性粒子,能有效杀灭多种霉菌、细菌等,并能将细菌或真菌释放出的毒素分解及无害化处理;能够过滤去除空气中颗粒污染物。

[0091] 需要说明的是:本说明书中关于催化氧化降解VOCs的空气净化系统包含的引风装置、臭氧发生装置、催化氧化反应装置、过滤杀菌装置及检测装置的结构,请参见前文催化氧化降解VOCs的空气净化方法中的记载与介绍,此处不再赘述。

[0092] 本发明实施例的另一个方面还提供了前述催化氧化降解VOCs的空气净化系统于VOCs净化处理或空气净化处理等领域中的应用。

[0093] 进一步地,该催化降解VOCs空气净化系统可用于超标的半封闭车厢座舱、新下线

机车车厢、新装修好的房间、含有VOCs的密闭、半密闭室内空间,或者需要人生活居住的,但不合格的空间等空间的空气VOCs净化处理,也适用于医院、大型场馆、家庭等室内中央空调、新风系统等的空气净化处理。

[0094] 以下将结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0095] 请参考图2所示,在本发明的一典型实施方案中,所述催化氧化降解VOCs的空气净化系统包括引风装置、紫外臭氧发生器3、催化氧化反应器4、过滤杀菌装置5和检测控制装置,所述检测控制装置与一显示屏6相连接,优选为LCD屏。

[0096] 进一步地,所述检测控制装置包括开关、风量控制和紫外臭氧发生量。采用单片机检测系统,可实时检测入、出口VOCs浓度、CO₂浓度、温湿度等参数,控制开关、循环风量和紫外灯强度,并能同时显示在LCD屏上。

[0097] 所述引风装置包括壳体8,设置于所述壳体8内的引风机2,设置于所述壳体8上的进风口1、出风口7,以及使所述引风装置、紫外臭氧发生器、催化氧化反应器、过滤杀菌装置连通的通风管道。空气从进风口1由引风机2强化引入室内空气,依次通过紫外灯管和催化氧化反应器4,再经过过滤网杀菌后的净化空气,从出风口排放到空气中。引风机2配置在空气净化系统整体的下部,出风口在空气净化系统的上部。其中引风机为调速风机,可以调节风量。

[0098] 所述紫外臭氧发生器3,如图3和图4所示,其包括紫外灯箱31,具有空气进口3a和空气出口3b,内部排布的几列紫外灯32(此例为四层),利用隔板33(石英玻璃材质)形成空气流场,当空气沿着隔板形成的流程流动时,气体能受到所有的紫外光的照射。所述紫外臭氧发生装置中的紫外灯采用玻璃透光结构,增加光照时间,有利于产生更多游离氧自由基和臭氧等活性粒子。其中的玻璃透光结构是利用玻璃隔板延长空气流动的流场,使空气通道折返增加停留时间,而隔板采用透明的石英玻璃,不影响紫外光的照射,不会阻隔紫外光透过,使空气在整个流场中能够接受到所有紫外等的照射,从而产生更多的游离氧自由基和臭氧,提高紫外光的利用效率。

[0099] 所述催化氧化反应器4是由常温催化剂床层组成,可在常温下催化处理单一组分或多组分VOCs。所述催化剂包括过渡金属催化剂,所述过渡金属催化剂包括催化剂载体,以及负载于所述催化剂载体上的过渡金属氧化物。所述催化剂载体可以为活性炭、氧化铝、分子筛、二氧化钛、碳纤维和陶瓷等,但不限于此。

[0100] 所述过滤杀菌装置5由上下两层光催化过滤网及高效活性炭纤维组成。其中的过滤网表面均涂覆纳米光触媒层,具体地,纳米光触媒层的材质为活性的纳米银、纳米二氧化钛等活性粒子,能有效杀灭多种霉菌、细菌等,并能将细菌或真菌释放出的毒素分解及无害化处理;能够过滤去除空气中颗粒污染物。

[0101] 本发明所采用的空气净化系统的工作流程为:

[0102] 位于空气净化系统下部的引风机抽含有VOCs的空气进净化器→通过紫外灯产生的臭氧自由基接触→进入催化剂床层常温催化反应降解VOCs→通过过滤器→涂覆纳米涂层的过滤网杀菌净化→清洁空气从出气口排出。

[0103] 请参阅图2所示,由引风机2将空气通入空气净化系统中,先通过紫外臭氧发生器

3,在其中经紫外灯光照后产生臭氧等自由基,其中部分简单分子的价键被打破分解;进入催化氧化反应器4中,其中的VOCs组分在催化剂的作用下和臭氧及羟基自由基反应,深度降解成CO₂和水;再经过负载纳米活性粒子的过滤杀菌装置5(例如过滤网),对空气进行杀菌除味的处理,最终净化后的空气由出风口7回到空间。

[0104] 下面结合典型实施例对本发明的技术方案进行更为详细的解释说明。

[0105] 实施例1

[0106] 中试实验装置:风机、紫外灯箱(紫外灯14根,150W/根)、催化剂箱(催化剂体积100L),用风管依次连接。温度改变能够控制有机气体的浓度的变化,风机的变频器可以控制风量的大小,紫外灯的运行数量对应不同的功率,不同温度通过调节电加热器的预设温度实现,不同相对湿度通过调节蒸汽阀门实现。分别在设备入口处和出口处设置取样口来检测VOCs的浓度。

[0107] 基本的实验流程是通过水浴锅加热挥发出所需浓度的VOCs,通过风机输送进中试实验设备,气体先通过紫外灯箱被光解,再经过催化剂箱进一步催化氧化,用VOCs检测仪分别测试相应的入口和出口浓度。

[0108] 以甲苯为测试,14根紫外灯全开,调节气量450m³/h,甲苯入口浓度50mg/m³,处理后出口浓度1.6mg/m³,降解效率96.6%;监测臭氧(O₃)浓度灯箱出口浓度175mg/m³,催化反应装置出口浓度0.05mg/m³。

[0109] 调整甲苯入口浓度10mg/m³,处理后出口浓度0.9mg/m³,降解效率90%;监控臭氧(O₃)浓度,出口浓度0.05mg/m³。

[0110] 实施例2

[0111] 上述中试装置,紫外灯产生臭氧装置+常温催化氧化降解VOC空气净化系统。

[0112] 以乙酸乙酯为例测试,14根紫外灯全开,风量450m³/h,入口浓度38mg/m³,处理后出口浓度2.86mg/m³,降解效率92.47%;监测臭氧(O₃)浓度灯箱出口浓度170mg/m³,催化反应装置出口浓度0.05mg/m³。

[0113] 实施例3

[0114] 上述中试装置,紫外灯产生臭氧装置+常温催化氧化降解VOC空气净化系统。

[0115] 以二甲苯为例测试,14根紫外灯全开,风量450m³/h,入口浓度26mg/m³,处理后出口浓度1.36mg/m³,降解效率94.77%;监测臭氧(O₃)浓度灯箱出口浓度170mg/m³,催化反应装置出口浓度0.03mg/m³。

[0116] 对比例1

[0117] 上述中试实验装置,紫外灯箱开启根8根,其他条件不变,风量450m³/h,甲苯入口浓度46mg/m³,处理后出口浓度2.52mg/m³,降解效率94.45%;监测臭氧(O₃)浓度灯箱出口浓度105mg/m³,催化反应装置出口浓度0.03mg/m³。

[0118] 对比例2

[0119] 上述中试实验装置,紫外灯箱开启14根,其余条件不变,风量782m³/h,甲苯入口浓度46mg/m³,处理后出口浓度3.26mg/m³,降解效率92.91%;监测臭氧(O₃)浓度灯箱出口浓度136mg/m³,催化反应装置出口浓度0.08mg/m³。

[0120] 对比例3

[0121] 上述中试实验装置,紫外灯箱开启14根,其余条件不变,风量450m³/h,甲苯入口浓

度 $15\text{mg}/\text{m}^3$,处理后出口浓度 $1.3\text{mg}/\text{m}^3$,降解效率 91.33% ;监测臭氧(O_3)浓度灯箱出口浓度 $126\text{mg}/\text{m}^3$,催化反应装置出口浓度 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0122] 应用例1

[0123] 上述实施例中的催化氧化降解VOCs的空气净化系统应用到实际空气净化中,可真正实现过滤、消毒、降解三重功效为一体的空气净化。按照本发明的催化氧化降解VOCs的空气净化方法,装配的空气净化装置,其中引风机位于空气净化系统的下部,出风口在空气净化系统的上部,从下往上,依次通过紫外臭氧发生装置、催化氧化反应装置和涂覆纳米活性颗粒的过滤杀菌装置;整个净化器底部装配四个万向轮,便于移动。

[0124] 空气净化系统置于机车车厢的密闭空间,体积 200m^3 左右,开启引风机,调节风量 $900\text{m}^3/\text{h}$,紫外灯开启功率 300w ,测得净化器入口VOCs浓度 $6.56\text{mg}/\text{m}^3$,出口VOCs浓度 $0.259\text{mg}/\text{m}^3$,去除率 96.05% ;运行30分钟后,入口浓度 $4.651\text{mg}/\text{m}^3$,出口 $0.217\text{mg}/\text{m}^3$,去除效率 95.33% ,连续运行3小时,净化器去除效率维持在 $90\%\sim 96\%$ 之间。整个密闭空间中的VOCs浓度从 $7.89\text{mg}/\text{m}^3$ 降低到 $1.85\text{mg}/\text{m}^3$,VOCs浓度降低了 76.55% 。

[0125] 应用例2

[0126] 紫外光解联合臭氧催化净化空气装置,小型净化器装置置于车厢(空间体积 2.5m^3)内,开启风机,调风速 $50\text{m}^3/\text{h}$,紫外灯开启功率 150w ,运行测得净化器入口 $5.133\text{mg}/\text{m}^3$,出口VOCs浓度 $0.28\text{mg}/\text{m}^3$,去除率 94.55% ;运行1小时后,车厢内VOCs浓度从 $6.47\text{mg}/\text{m}^3$ 降低到 $1.22\text{mg}/\text{m}^3$,VOCs浓度降低了 81.14% 。

[0127] 综上所述,藉由上述技术方案,本发明能够在 $-10\sim 40^\circ\text{C}$ 下能够高效地将VOCs完全的、深度消解,完成对空气的深度降解净化目的。

[0128] 应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0129] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

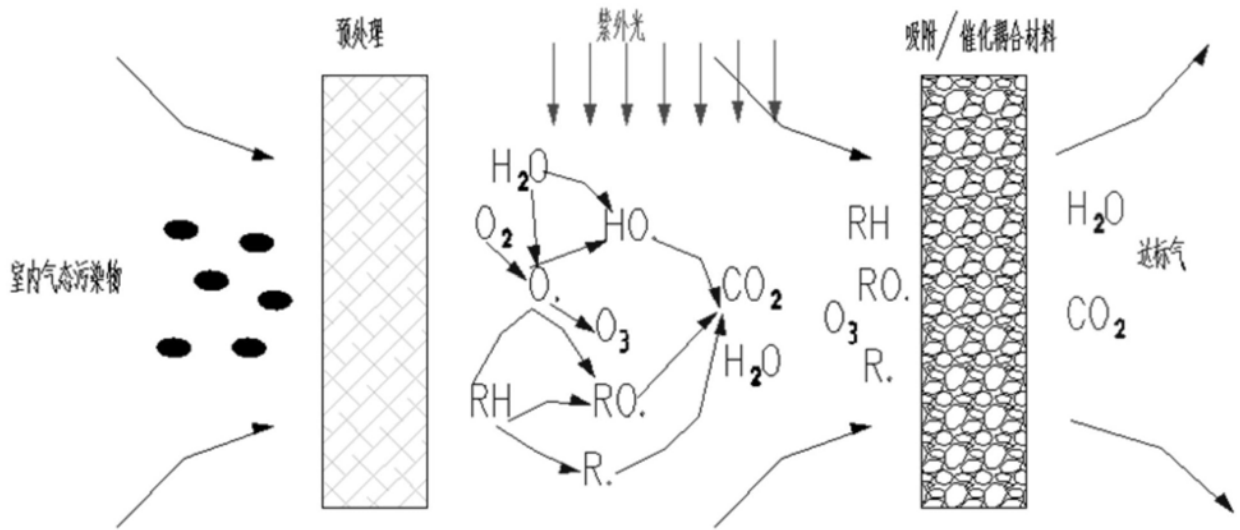


图1

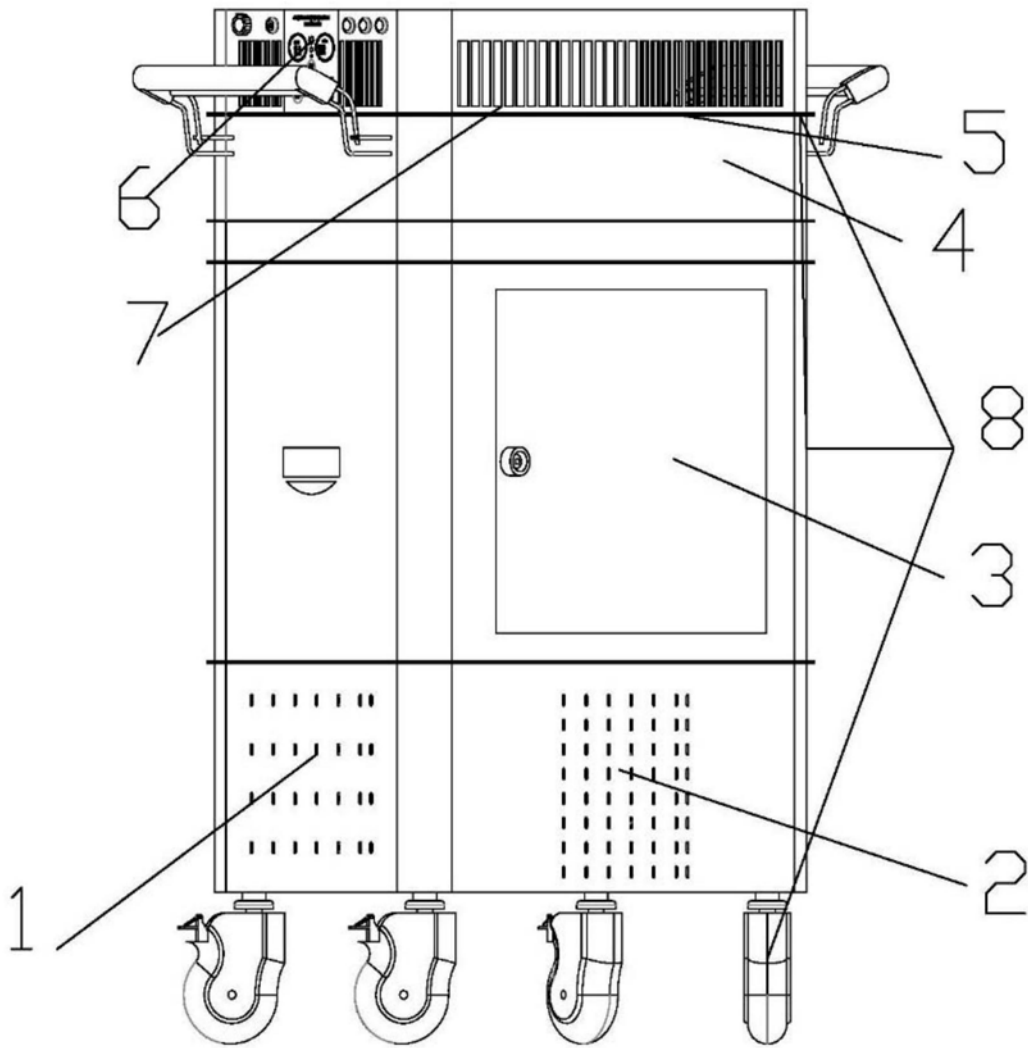


图2

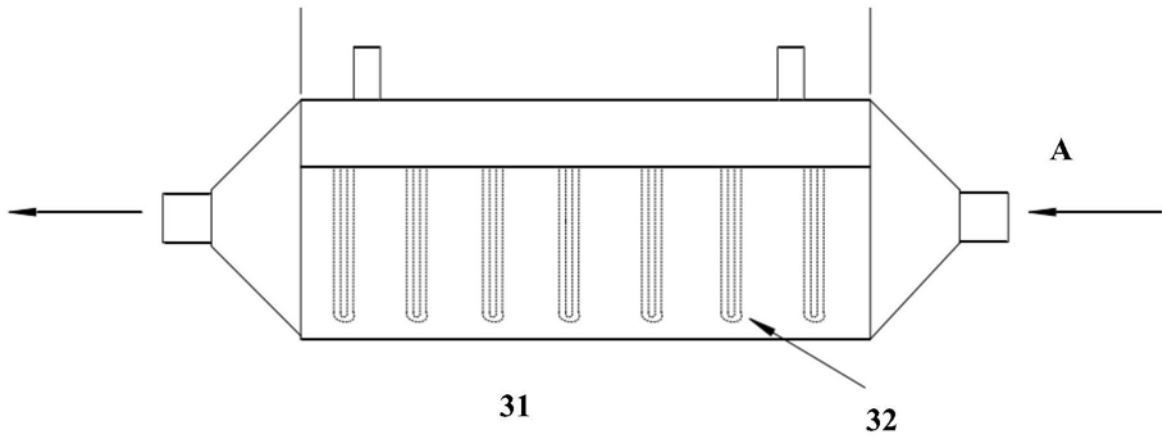


图3

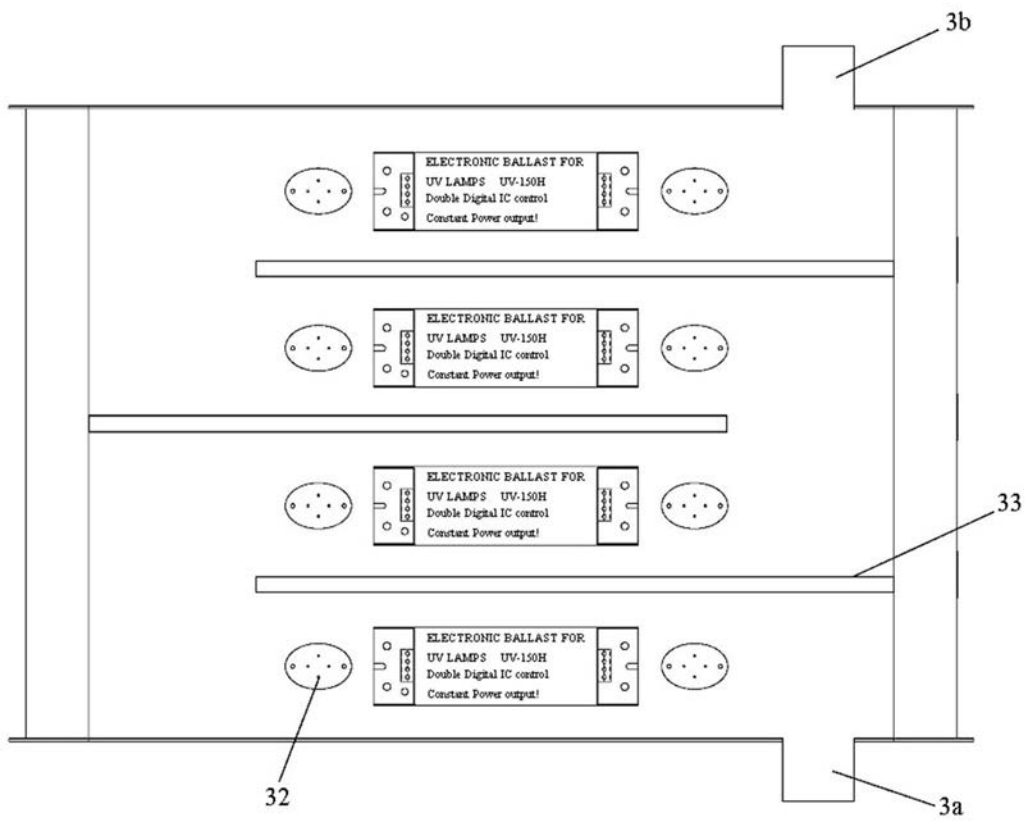


图4