[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F24F 3/16 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810060790.7

[43] 公开日 2008 年 10 月 8 日

[11] 公开号 CN 101280943A

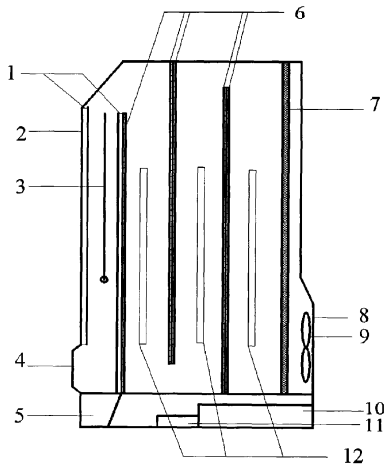
[22] 申请日 2008.4.22
[21] 申请号 200810060790.7
[71] 申请人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号
共同申请人 浙江天蓝脱硫除尘有限公司
[72] 发明人 吴忠标 郭 森 赵伟荣
[74] 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司
代理人 胡红娟
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种长效净化室内空气复合污染的装置

[57] 摘要

本发明公开了一种长效净化室内空气复合污染的装置，主要包括高压静电放电极、集尘板、光催化板、紫外光源和免再生活性炭纤维层。 风机带动气流进入装置，高压静电放电极去除气流中颗粒物并产生一定的臭氧；紫外灯光源杀灭气流中的微生物，并产生一定的臭氧、光电子、羟基自由基等，同时可激发 TiO_2；光催化板去除微生物，降解化学污染物；免再生活性炭纤维层去除气流中的剩余臭氧及部分未反应的污染物，最终排出洁净空气，实现室内空气复合污染物的长效净化。 本发明装置可用于封闭或半封闭的人类生活空间内的复合污染空气治理。



1、一种长效净化室内空气复合污染的装置，包括外壳（2），其特征在于：所述的外壳（2）内设有风机（9）、高压静电放电极（3）、高压电源（10）、集尘板（1）、灰尘收集器（5）、直流电源（11）、紫外光源（12）、光催化板（6）、免再生活性炭纤维层（7）；外壳（2）前部下端设有进气口（4），后部下端设有出气口（8），壳体内靠近出气口（8）设置风机（9）；壳体内靠近进气口（4）设有高压静电放电极（3），与高压静电放电极（3）平行设有一集尘板（1）；集尘板（1）后设置若干组光催化板（6），相邻的光催化板（6）一端交替与外壳（2）的上下板固定，另一端留有空隙；光催化板（6）间设有紫外光源（12）；壳体后部风机（9）前设有免再生活性炭纤维层（7）；装置底部依次设灰尘收集器（5）、直流电源（11）、高压电源（10），其中灰尘收集器（5）置于集尘板（1）下方中间，直流电源（11）正极与光催化板（6）相连，高压电源（10）负极与高压静电放电极（3）相连。

2、如权利要求 1 所述的室内空气复合污染的长效净化装置，其特征在于：所述的集尘板为两块，分设高压静电放电极（3）两侧。

3、如权利要求 1 所述的室内空气复合污染的长效净化装置，其特征在于：所述的紫外光源（12）采用低压汞灯，主波长 200~300nm。

4、如权利要求 1 所述的室内空气复合污染的长效净化装置，其特征在于：所述的光催化板（6）为负载有 TiO_2 的金属板材。

5、如权利要求 1 所述的室内空气复合污染的长效净化装置，其特征在于：所述的免再生活性炭纤维层（7）为表面及内部均负载有 TiO_2 的活性炭纤维，TiO_2 的质量含量为 5～30%。

一种长效净化室内空气复合污染的装置

技术领域

本发明属于室内空气治理技术领域。涉及一种长效净化室内空气复合污染的装置，尤指采用静电-臭氧-光催化-免维护活性炭工艺联合去除室内空气复合污染的装置。

背景技术

人们平均大约有 80％以上的时间在室内（居室、办公室、交通工具、商场、医院等密闭空间）度过，而随着生产和生活方式的更加现代化，尤其是信息产业的发展，人们更多的工作和文娱体育活动都可在室内进行，室内活动时间甚至高达 93％以上，室内空气质量直接影响了人们的身体健康。室内空气污染主要特点有：(1)室内空气污染污染成分复杂；(2)室内空气污染物浓度相对低，即与工业废气的排放浓度相比是很低的；(3)室内空气中存在大量的致病微生物；(4)室内空气污染物的净化技术要求是无二次污染的。

通常的室内污染物大致分为三类：第一类为有机和无机有害气体污染物，无机的包括一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、二氧化硫、硫化氢、臭氧、氡气等；有机的挥发性有机物(VOC) 有甲醛、苯系物、四氯化碳、三氯乙烯、四氯乙烯、甲苯二异氰酸脂(TDI) 等。第二类为可吸入颗粒物，主要是粉尘、烟雾、花粉等。第三类为微生物，主要是细菌、病毒等。室内空气污染物主要来自于燃料燃烧、吸烟等人类活动、建筑装饰材料挥发以及室外污染物的扩散等。

针对种类繁多的室内污染物，人们开发了许多治理工艺，并针对其中的一些工艺开发了室内空气净化装置。比如：（1）通风换气装置：采用通风换气设施，实现室内外空气的交换。该技术经济方便，但仅仅实现了污染物的转移，同时该技术以消耗室内温度为代价，增大了室内保温的能耗。（2）污染物吸附装置：主要是用树脂、分子筛、硅胶、活性铝、沸石、活性碳等吸附材料吸附气相污染物以达到去除目的，是目前室内空气污染控制较为常用和有效的控制技术。吸附法通过吸附污染物而不能破坏污染物的成分，它使污染物从空气中转移到吸附剂中，在去除污染物的同时能使有价值的原料回收，但该法需要对吸附剂进行再生，易造成二次污染。（3）负离子发生装置：负离子一方面易与室内空气中的微小颗粒物相吸附，成为带电的大离子沉降，

另一方面使细菌蛋白质表层电性两极发生颠倒，促使细菌死亡。但负离子净化对发射设备要求较高，沉降的污染物易发生二次飞扬，对一些室内空气中低浓度的污染物去除率不高，且有 O_3 和 NO 等副产物产生。（4）非平衡态等离子体装置：利用气体放电产生的具有高度反应活性的电子、原子、分子和自由基与各种有机、无机污染物分子反应，从而使污染物分子分解成为小分子化合物。这一技术可以高效、便捷地对各种污染物进行破坏分解，但对电源要求高，存在一定的电磁辐射。（5）光催化装置：TiO_2 光催化氧化技术是一种环境友好新技术，能同时去除包括无机物、有机物、微生物等在内的多种室内空气污染物，具有能耗低、易操作、无二次污染等优点。然而由于室内空气成分复杂，各类室内空气净化装置主要针对一类或者几类污染物，不能很好的治理复合污染。

为解决室内空气复合污染问题，人们将多种净化技术组合使用。比如公开号为 CN1451917A，发明名称为“一种室内空气的净化方法及装置”的中国专利公开了一种室内空气净化的装置，采用过滤网除尘-紫外杀菌-光催化杀菌及降解化学污染物组合的方法进行室内空气治理。然而紫外灯下易产生臭氧，引起二次污染，该方法及装置并未提及避免措施。公开号为 CN2221175Y，发明名称为“复合式室内空气净化器”的中国专利，采用活性炭吸附-分子筛吸附-催化氧化的方法进行空气治理，可吸附去除室内空气污染物，同时可将 CO 转化为 CO_2 排除，然而活性炭吸附及分子筛吸附存在吸附饱和的问题，长时间使用后需要更换或者采用一定的方法进行再生，不能达到长效去除室内复合污染物的要求。由此可见，针对目前室内空气污染及其治理现状，有必要开发一种长效去除室内空气复合污染的装置，并应用于人们的生活。

发明内容

本发明针对目前室内空气净化器处理污染物种类不多，使用过程复杂，不能长时间高效作用，易产生二次污染等缺点，提供一种对颗粒物、微生物、化学污染物等室内空气复合污染物均有较好去除作用的长效净化装置。

一种长效净化室内空气复合污染的装置，包括外壳，所述的外壳内设有风机、高压静电放电极、高压电源、集尘板、灰尘收集器、直流电源、紫外光源、光催化板、免再生活性炭纤维层，外壳前部下端设有进气口，后部下端设有出气口，壳体内靠近出气口设置风机；壳体内靠近进气口设有高压静电放电极，与高压静电放电极平行设有一集尘板；集尘板后设置若干组光催

化板，相邻的光催化板一端交替与外壳的上下板固定，另一端留有空隙；光催化板间设有紫外光源；壳体后部风机前设有免再生活性炭纤维层；装置底部依次设灰尘收集器、直流电源、高压电源，所述的灰尘收集器置于集尘板下方中间，直流电源正极与光催化板相连，高压电源负极与高压静电放电极相连。

所述的集尘板为两块，分设高压静电放电极两侧。

所述的高压静电放电极采用负电晕放电，电晕电位处于负 25 至负 10KV 之间的任一电位。

所述的紫外光源采用低压汞灯，主波长为 200~300nm。

所述的光催化板为负载有 TiO_2 的钛、不锈钢等金属板材，其基材与直流电源相连，使板电位维持在 1～2.5V 之间的任一电位。

所述的免再生活性炭纤维层为表面及内部均负载有 TiO_2 的活性炭纤维，其中 TiO_2 的质量含量在 5～30%之间。

室内空气通过风机带动从进气口进入装置后的净化过程主要分四步：

1、静电除尘

本发明采用静电除尘的工艺去除气流中的颗粒物。具体选用负电晕放电除尘，电晕电位处于负 10 至负 25KV 之间的任一电位。

该工艺可产生一定的臭氧，进入紫外杀菌及光催化段。

选择负电晕放电除尘的原因是：一般相同操作条件下，负电晕放电静电除尘工艺臭氧产生量是正电晕放电除尘工艺的 10 倍。为达到本发明中高效杀菌、降解有机物的要求，需要一定量臭氧的协同。此外，从节能方面来讲，负电晕放电的能耗也远低于正电晕放电。

2、紫外杀菌

本发明采用紫外照射的方法去除气流中的微生物。光源采用低压汞灯，主波长为 200~300nm。紫外光源照射下，气流中可产生一定量的臭氧、光电子、羟基自由基等。

3、TiO_2 光催化去除化学污染物及部分微生物

本发明采用 TiO_2 光催化的方法去除气流中的化学污染物及部分微生物。光催化采用折流通道增大气固接触面积。TiO_2 采用阳极氧化在钛板上制备或擦用化学气相沉积的方法在钛、不锈钢等金属板材上制备。光催化板基材与一直流电源相连，电位维持在 1～2.5V 之间的任一电位，以促进光生空穴电子的分离，提高光催化板的净化效率。

4、免再生活性炭去除气流中的剩余臭氧及部分未反应的污染物

本发明采用负载 TiO_2 的活性炭纤维过滤网去除气流中的剩余臭氧及部分未反应的污染物，进一步降低污染物浓度，保证净化效率。气流经过静电除尘、紫外光源照射后产生一定量的臭氧，虽然大部分在光催化过程中已经分解，但由于气流速度快，仍有部分剩余臭氧及未反应的化学污染物带出，可采用负载 TiO_2 的活性炭纤维过滤网将其吸附后降解。此外，由于活性炭纤维过滤网表面负载有 TiO_2，其吸附污染物可光催化降解，从而使其维持一定的吸附容量，不用热处理再生，可长时间使用。

本发明装置可用于封闭或半封闭的人类生活空间内（如居室、办公室、会议室、实验室、卫生间、病房、乘用车内）的复合污染空气治理。

本发明装置的优点是：可去除室内空气中的颗粒物、生物污染物、化学污染物等复合污染物，应用范围广泛；采用免再生活性炭去除气流中的剩余臭氧及部分未反应的污染物，避免了二次污染，且免再生活性炭不需频繁更换维护，降低了处理成本，操作简单，使用寿命长；气路采用催化板折流方式，降低风阻、增大流道长度，催化效率高。

附图说明

图 1 为本发明装置最佳实施例组装状态剖面结构示意图

其中：1 集尘板，2 外壳，3 高压静电放电极，4 进气口，5 灰尘收集器，6 光催化板，7 免再生活性炭纤维层，8 出气口，9 风机，10 高压电源，11 直流电源，12 紫外光源。

具体实施方式

下面结合附图与具体实施例对本发明的一种最佳实施方式进一步说明。

如图 1 所示，一种长效净化室内空气复合污染的装置包括外壳 2，外壳 2 内设有风机 9、高压静电放电极 3、高压电源 10、集尘板 1、灰尘收集器 5、直流电源 11、紫外光源 12、光催化板 6、免再生活性炭纤维层 7。外壳 2 前部下端设有进气口 4，后部下端设有出气口 8，壳体内靠近出气口 4 设置风机 9；壳体内靠近进气口 4 设有高压静电放电极 3，高压静电放电极 3 两侧设有两块集尘板 1；集尘板 1 后设置若干组光催化板 6，相邻的光催化板 6 一端交替与外壳 2 的上下板固定，另一端留有空隙；光催化板 6 间设有紫外光源 12；装置底部依次设灰尘收集器 5、直流电源 11、高压电源 10，其中灰尘收集器

5 置于两块集尘板 1 下方中间，直流电源 11 正极与光催化板 6 相连，高压电源 10 负极与高压静电放电极 3 相连。

风机 9 带动气流，气流经由进气口 4 进入净化装置，在高压静电放电极 3、高压电源 10 的作用下去除颗粒物，并产生一定量的臭氧，电晕电位处于负 25 至负 10KV 之间的任一电位。颗粒物由集尘板 1 收集，落于灰尘收集器 5 中，灰尘收集器 5 内为黏附材料，该材料可定期取出清洁。光催化板 6 可由阳极氧化或者化学气相沉积的方法在金属基材上制得，金属基材由直流电源 11 提供 0～2.5V 的正电位。光催化板 6 构成折形流道，气流经由流道在紫外光源 12（采用低压汞灯，主波长为 200～300nm）的照射下去除微生物。紫外光照射光催化板 6，气流经光催化作用去除 VOCs 等污染物，并消耗一定量的臭氧。气流经免再生活性炭纤维层 7 吸附去除剩余臭氧及污染物后由气流出口 8 排出，免再生活性炭纤维层 7 为表面及内部均负载有 TiO_2 的活性炭纤维，其中 TiO_2 的质量含量在 5～30%之间。

实施例 1：装置结构如图 1 所示。整机总功耗为 60W，处理风量为 $1m^3/min$，电晕电位为负 25KV，光催化板的金属基材由压直流电源提供 0.3V 的正电位，免再生活性炭纤维层中 TiO_2 的质量含量为 15%。在 $30m^3$ 密闭环境舱内降解甲苯及甲醛，舱内温度为 28°C，相对湿度为 55%，甲苯浓度为 $12mg/m^3$，甲醛浓度为 $30mg/m^3$，开机 12h 后，甲苯浓度为 $0.56mg/m^3$，甲醛浓度为 $0.25mg/m^3$，臭氧未检出。甲苯去除率为 95.3%，甲醛去除率为 99.1%。

实施例 2：装置结构如图 1 所示。整机总功耗为 60W，处理风量为 $1m^3/min$，电晕电位为负 10KV，光催化板的金属基材由直流电源提供 0.6V 的正电位，免再生活性炭纤维层中 TiO_2 的质量含量为 5%。在 $60m^3$ 某居室内运行，室内温度为 25°C，相对湿度为 50%，PM_{10} 浓度为 $0.9mg/m^3$，甲苯浓度为 $1.3mg/m^3$，甲醛浓度为 $5.0mg/m^3$，菌落总数为 $3600cfu/m^3$，开机 12h 后，PM_{10} 浓度为 $0.02mg/m^3$，甲苯浓度为 $0.11mg/m^3$，甲醛浓度为 $0.08mg/m^3$，菌落总数为 $900cfu/m^3$，臭氧未检出。PM_{10} 去除率为 97.7%，甲苯去除率为 91.5%，甲醛去除率为 98.4%，菌落去除率为 75.0%。

实施例 3：装置结构如图 1 所示。整机总功耗为 80W，处理风量为 $1m^3/min$，电晕电位为负 10KV，光催化板的金属基材由直流电源提供 0.8V 的正电位，免再生活性炭纤维层中 TiO_2 的质量含量为 5%。在 $45m^3$ 某医院卫生间内运行，室内温度为 30°C，相对湿度为 68%，PM_{10} 浓度为 $0.03mg/m^3$，菌落总数为 $7200cfu/m^3$，开机 12h 后，PM_{10} 浓度为 $0.01g/m^3$，菌落总数为 $1600cfu/m^3$，臭

氧未检出。PM_{10}去除率为66.7%，菌落去除率为77.8%。

实施例 4：装置结构如图 1 所示。整机总功耗为 30W，处理风量为0.50m^3/min，电晕电位为负15KV，光催化板的金属基材由直流电源提供2.5V的正电位，免再生活性炭纤维层中TiO_2的质量含量为25%。在32座空调旅游车内运行，车内温度为25°C，相对湿度为50%，PM_{10}浓度为0.06mg/m^3，甲苯浓度为1.2mg/m^3，甲醛浓度为2.3mg/m^3，菌落总数为2200cfu/m^3，开机12h后，PM_{10}浓度为0.02mg/m^3，甲苯浓度为0.13mg/m^3，甲醛浓度为0.09mg/m^3，菌落总数为850cfu/m^3，臭氧未检出。PM_{10}去除率为66.7%，甲苯去除率为89.2%，甲醛去除率为99.6%，菌落去除率为61.4%。

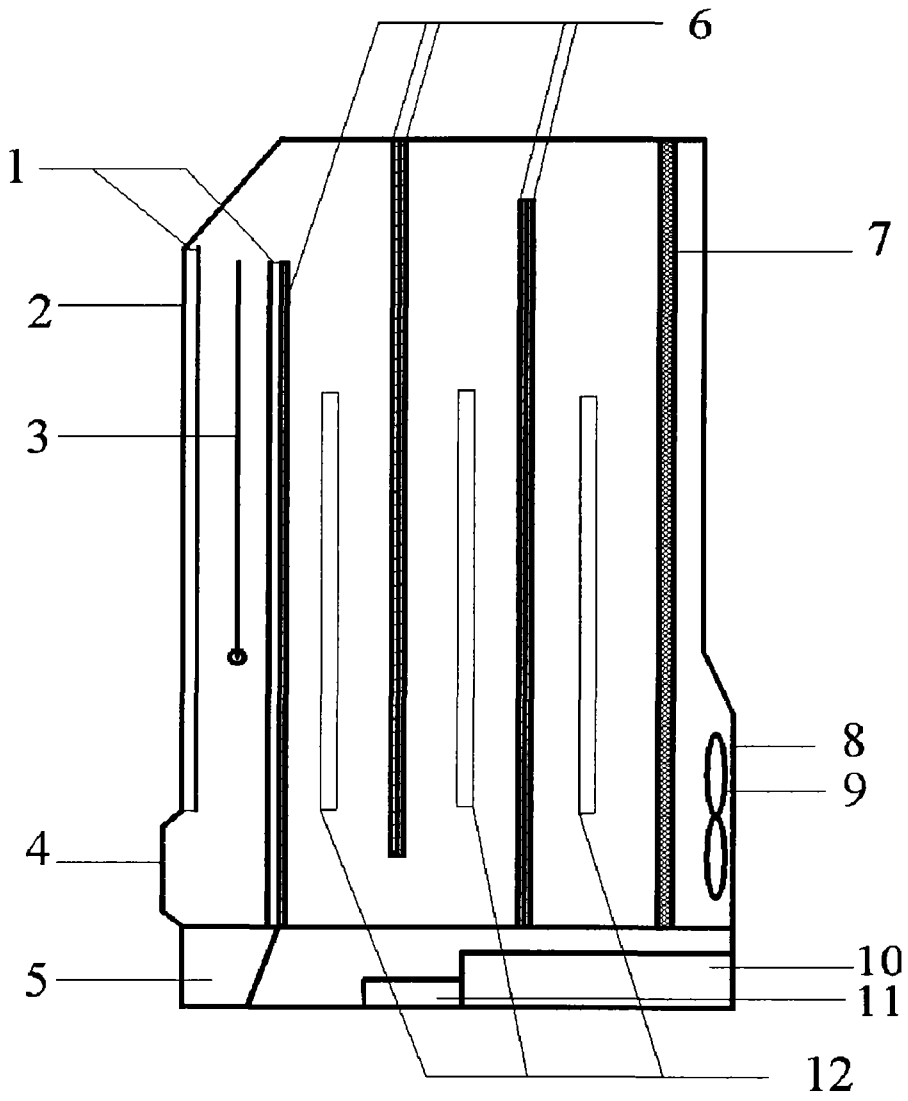


图 1