



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203635013 U

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201320834013. X

(22) 申请日 2013. 12. 17

(73) 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 龙正伟 冯壮波 任生雄

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 宋洁瑾

(51) Int. Cl.

B01D 50/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

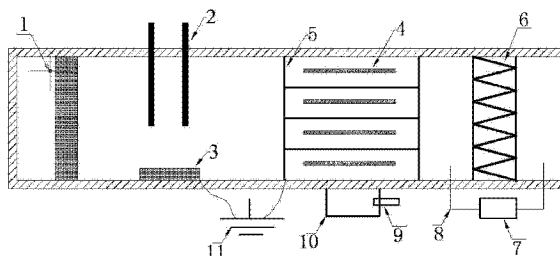
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，依次包括：初效过滤网、碳刷荷电区、静电除尘区、空气过滤器、灰斗，空气过滤器两端装有压差传感器，灰斗中设有物位传感器。本实用新型的复合静电空气净化装置静电除尘区收集带电颗粒，保护空气过滤器，延长空气过滤器的使用寿命；二是减少空气过滤器的容尘量，降低压降，节约动力，三是降低空气同空气过滤器上尘土和颗粒的暴露时间，减少空气在颗粒过滤过程中同污染物气体，细菌病毒的二次污染；四是滤料区域过滤效率对于风量变化不敏感，适当的增加风量对于系统整体除尘效率影响有限，此净化系统适合于变风量的建筑。



1. 一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，依次包括：初效过滤网、碳刷荷电区、静电除尘区、空气过滤器、灰斗，空气过滤器两端装有压差传感器，灰斗中设有物位传感器。

2. 根据权利要求1所述高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，静电除尘区有多个金属方格构成金属方格集尘板，每个金属方格中央安装有圆柱放电极，金属方格壁面构成接地电极，圆柱放电极构成放电电极。

3. 根据权利要求2所述高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，所述金属方格的边长数值为50-100mm。

4. 根据权利要求2或3所述高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，所述金属方格集尘板为平板状或褶皱板状金属板。

5. 根据权利要求1所述高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，所述空气过滤器为高效过滤器或中效过滤器。

6. 根据权利要求1所述高容尘量高效率的复合静电空气净化装置，其特征在于，所述碳刷荷电区由碳刷电极和接地金属板组成。

## 一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于空气调节技术领域,特别涉及一种高效,节能,经济,环保的空气过滤净化装置。

### 背景技术

[0002] 建筑环境中的颗粒物严重危害人体的身体健康和工作效率,如哮喘,呼吸道疾病等。目前暖通空调系统当中常用的净化手段是滤料过滤,如高效过滤器(HEPA),袋式过滤器。但是这类本身过滤器有以下几个缺点,包括滤料颗粒层污染,压降过大等问题。随着过滤时间的增加滤料过滤器表面会附着颗粒层,颗粒层厚度不大但是压降大;此颗粒层会污染通过过滤器的新鲜空气,空气中的颗粒物被过滤的同时其气态污染物的含量会增加。有学者通过实验验证了脏过滤器对于干净空气的污染作用,如[1]Clausen,G..2004.Ventilation filters and indoor air quality:a review of research from the International Centre for Indoor Environment and Energy. *Indoor air*, 14(7):202-207。由于颗粒层的作用滤料过滤器压降较大,运行一段时间造成系统风量的大幅度减少;滤料过滤器的费用较高,对于某些场合来讲按设计更换高效过滤器是一笔不小的费用。因此,很多建筑运行机构不按照设计规定更换过滤器或使用中低效过滤器以替代高效过滤器,造成室内空气品质变差。针对滤料过滤器的以上不足,一些建筑(尤其是污染严重的工业建筑)采用静电除尘器以替代滤料过滤器。静电除尘器压降很小,集尘板上的颗粒层不会带来压降增长;新鲜空气同集尘板颗粒层的接触几率同滤料过滤器相比较小很多,若集尘板清洗得当污染会更小。但静电除尘器在建筑的应用中有两个大的障碍,一是运行维护难度较滤料除尘器大,二是对于亚微米颗粒其效率难以达到90%以上。针对于两种空气净化技术各自的优缺点,不少学者致力于静电-滤料复合式空气净化系统的研究。如[2]Park,J.H.,Yoon,K.Y.,Hwang,J.,2011. Removal of submicron particles using a carbon fiber ionizer-assisted medium air filter in a heating, ventilation, and air-conditioning(HVAC) system. *Building and Environment*, 46(8):1699-1708。(此项工作研究了静电除尘器同纤维过滤器耦合的复合式系统,此系统可以大幅度提高亚微米颗粒的净化效率);[3]Huang,R.,Agranovski,I.,Pyankov,O.,Grinshpun,S.,2008. Removal of viable bioaerosol particles with a low-efficiency HVAC filter enhanced by continuous emission of unipolar air ions. *Indoor air*, 18(2):106-112。(此项工作测试了静电除尘器与低效过滤器复合过滤装置对于生物气溶胶颗粒的净化效率,相对于无静电过滤装置此系统效率可以提高4到5倍)。复合式系统相对于传统方式扬长避短,有如下优点。静电区域过滤大颗粒,高效滤料区域过滤小颗粒,系统整体压降增长速率比单一滤料过滤器要小;静电区域使颗粒带电,提高滤料的过滤效率;由于静电区域的存在滤料表面的颗粒物沉积量减小,污染新鲜空气的可能性降低;在保证效率的前提下,系统压降减少且过滤器更换周期变长,技术经济性大幅度改善;静电除尘器释放一定浓度的负离子到被处理空气中,其有利于人体健康。目前市场上常见的复合式静电除尘器有一些不足导致其应

用性受到了限制。很多的复合式静电除尘器中电场区域采用针尖-极板结构,此结构对于工业厂房中高浓度大粒径的粉尘过滤效率高。但是在民用建筑中,粉尘浓度低且颗粒的粒径小,故普通的针尖-极板式复合静电除尘器静电区域效率低,直接导致后面的滤料表面粉尘沉积量过大,总体优势不明显。因此,必须改进电区结构以保证静电除尘区域的效率。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的是提供一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置,解决现有技术中静电除尘器静电区域效率低、运行过程能耗高,投资成本大、复合除尘系统使用寿命低的问题。

[0004] 本实用新型是通过如下技术方案实现的:

[0005] 一种高容尘量高效率的复合静电空气净化装置,依次包括:初效过滤网、碳刷荷电区、静电除尘区、空气过滤器、灰斗,空气过滤器两端装有压差传感器,灰斗中设有物位传感器。

[0006] 静电除尘区有多个金属方格构成金属方格集尘板,每个金属方格中央安装有圆柱放电极,金属方格壁面构成接地电极,圆柱放电极构成放电电极。所述金属方格的边长数值为50-100mm。所述金属方格集尘板为平板状或褶皱板状金属板。

[0007] 所述空气过滤器为高效过滤器或中效过滤器。

[0008] 所述碳刷荷电区由碳刷电极和接地金属板组成。

[0009] 本实用新型的有益效果为:一是静电除尘区收集带电颗粒,保护空气过滤器,延长空气过滤器的使用寿命,由于放电极到集尘板的距离小,故电场强度大收尘效率高;二是减少空气过滤器的容尘量,降低压降,节约动力,三是降低空气同空气过滤器上尘土和颗粒的暴露时间,减少空气在颗粒过滤过程中同污染物气体,细菌病毒的二次污染;四是滤料区域过滤效率对于风量变化不敏感,适当的增加风量对于系统整体除尘效率影响有限,此净化系统适合于变风量的建筑。

[0010] 用户可以根据自身要求选择高效过滤器或中效过滤器,在保证室内空气质量的基础上最大降低运行成本。

[0011] 本专利采用金属方格的结构以扩大金属收尘面积。此结构也可以增加颗粒荷电量以及空间负离子浓度。

[0012] 空气过滤器的两端设置单一压差传感器,同时检测过滤器和静电装置的工作状态,保证系统持久运行。

### 附图说明

[0013] 图1为本实用新型高容尘量高效率的复合静电空气净化装置结构示意图;

[0014] 图2为平板状金属方格集尘板结构示意图;

[0015] 图3为褶皱板状金属方格集尘板结构示意图;

[0016] 其中,1:初效过滤网;2:高压碳刷电极;3:接地金属板;4:圆柱放电极;5:金属方格集尘板;6:空气过滤器;7:压差传感器;8:取压管;9:物位传感器;10:灰斗;11:接地装置。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本实用新型作更进一步的阐述。

[0018] 如图 1 所示,空气依次流经以下装置,颗粒物,气态污染物等得到去除:初效过滤网 1;碳刷电极 2 和接地金属板 3 组成碳刷荷电区;金属方格集尘板 5 和圆柱放电极 4 构成的静电除尘区;空气过滤器 6;压差传感器 7;物位传感器 9;灰斗 10。

[0019] 被污染的空气经过初效过滤网 1 得到初步净化(例如毛发,昆虫等);进入碳刷荷电区 2 后大部分的颗粒物被荷电;静电除尘区可以施加强电场使得大部分荷电颗粒被去除,荷电量较少且未饱和的颗粒可以在静电除尘区内补充荷电量;空气过滤器 6 继续捕捉细小颗粒,灰斗 10 收集并排除静电区域积累的颗粒物。

[0020] 静电除尘区有若干个金属方格构成,金属方格中央安装有圆柱放电极。金属方格壁面构成接地电极,圆柱放电极构成放电电极。在同一个管道中,金属方格的个数越多,圆柱放电极的直径越小,则电场强度和电流密度增大。接地电极的容尘量和颗粒层厚度越大,电流值减小且系统除尘效率降低。对于颗粒浓度较高的场合,可以采用褶皱式金属板制作金属方格。褶皱板状可以增加收尘面积,提高运行效率和时间。

[0021] 高效过滤器对于 0.2 $\mu\text{m}$  粒径的荷电颗粒其过滤效率在 99.9% 以上;中效过滤器对于 0.2 $\mu\text{m}$  粒径的荷电颗粒其过滤效率在 90% 以上,两者价格相差较大,用户可以根据具体需要选择过滤器类型。但荷电的中效滤料对于带电颗粒的细微颗粒的去除效率较非电工况是有大幅度的提高。

[0022] 空气过滤器 6 两段装有压差传感器 7,此压差传感器每半小时采集数据,监测静电除尘和空气过滤器除尘的效率。若压差超过额定值,则说明过滤器应更换;如压差在较短时间内达到额定值,说明静电除尘区域效果不理想,应改造。灰斗 10 中物位传感器 9 监视颗粒物层的物位高度。

[0023] 在管道入口处设置有初效过滤网 1,其作用是去除空气中较大的污染物质并保护后面的过滤净化装置(比如毛发和昆虫等)。在初效过滤网 1 的下游是碳刷电极 2 和接地金属板 3 组成的碳刷荷电区,其主要作用是使得来流大多数颗粒荷电以提高静电过滤区的除尘效率。静电过滤区由圆柱电极 4 和金属方格 5 组成,其作用是捕捉荷电颗粒并使得低荷电量的颗粒继续荷电。金属方格个数,圆柱电极尺寸以及集尘板面积影响除尘效率和荷电程度。考虑到普通放电极的几何结构(直径 0.2-1mm),为保证系统的放电特性金属方格的边长数值一般为 50-100mm。空气过滤器 6 的作用是过滤较小粒径颗粒,并且可以采用高效过滤器或中效过滤器。高效过滤器适用于空气质量要求较高的场所(如高档住宅和手术室等),中效过滤器适用于空气质量要求较低的场所(如普通住宅和工业厂房等)。空气过滤器 6 两端装有压差传感器 7 以检测过滤器压差。

[0024] 本项实用新型工作原理如下:被污染的空气在 HVAC 系统中动力设备的作用下,依次通过各个过滤净化设备,再释放到室内空间中创造新的环境。空气首先通过初效过滤网 1,过滤较大的颗粒物以及污染物(如昆虫和毛发等)并保护后续的空气净化装置。被初步过滤的空气进入到碳刷放电极 2 和金属集尘板 3 组成的碳刷放电区,在常温常压的条件下,高压碳刷电极放电产生大量的高能电子,高能电子冲击空气产生活性负离子,高能电子和活性负离子可以使得颗粒带电,部分带电颗粒运动到金属集尘板实现静电过滤作用,其余绝大部分的带电颗粒以及高能电子和活性负离子进入静电除尘区。静电除尘区内的圆柱电

极 4 和金属方格集尘板 5 形成高强度的电场,在电场力的作用下荷电颗粒被有效去除。颗粒带电和空气中高浓度负离子使空气过滤器 6 的过滤效率大幅度提高;活性负离子可以同 VOC 等有害气体发生反应产生无害物质。

[0025] 被碳刷电极处理过的空气进入颗粒物过滤主体区域,空气首先流经静电除尘区域,再流过滤料过滤器。用户可以根据需要选择不同的空气过滤器模块,高效过滤器和中效过滤器。静电除尘区由圆柱电极 4 和金属方格 5 构成,有四点作用。一是大量收集带电颗粒,保护空气过滤器 6,延长空气过滤器 6 的使用寿命;二是减少高效过滤器空气过滤器 6 的容尘量,降低压降,节约动力,三是降低空气同空气过滤器 6 上尘土和颗粒的暴露时间,减少空气在颗粒过滤过程中气体,细菌病毒的二次污染;四是荷电作用,在碳刷荷电区荷电量较低的细小颗粒在静电除尘区可以继续增加荷电量以提高滤料捕捉效率。空气进入空气过滤器 6,超细颗粒物被其过滤。

[0026] 空气过滤器 6 的具体结构形式(如褶皱密度,褶皱深度等)以及圆柱电极 4 和金属网格 5 的具体参数(如圆柱直径和长度,金属网格数,金属网格集尘面积等)需根据实际的现场条件和工况来确定,数值仿真技术(如 CFD)是提供设计依据的有效手段。必要时可以将高效过滤器空气过滤器 6 同静电过滤区制作成一体化装置。

[0027] 空气过滤器 6 的两端装有压差传感器,将信号传至楼宇控制中心,检测整体空气过滤系统。若压差过高(超过 3 倍初阻力),说明过滤器应该更换;若压差基本为零,说明过滤器被堵死;若压差在较短的时间内达到较大数值,说明前置的静电系统对于目前的污染空气作用较差,应重新设计和改造静电系统。颗粒物过滤模块下方设置有灰斗以去除灰尘,此过滤系统在风道中安装故灰斗体积不能太大,因此易产生扬尘。灰斗设有物位传感器以检测灰斗集尘量,以防止灰斗中集尘量过多而产生的二次扬尘。

[0028] 尽管此系统的主要作用是去除颗粒物,但其具有去除气态污染物的能力。首先,高压电极放电产生高压电场,在电场和高速电子冲击下气态污染物以及病毒细菌的结构会被破坏;其次,大量的颗粒物被去除,气态污染物以及病毒细菌失去了赖以依靠的载体,其威胁人类健康的几率大大降低;第三,此系统对于气态污染物以及病毒细菌的初级净化有利于提高后续专业装置(如光触媒和紫外线净化,活性炭吸附)效率的提高。但是,高压放电区域会产生臭氧。带有颗粒层的玻纤或化纤过滤器对于臭氧有较高的去除效率(可达到 40%),对于臭氧浓度要求较高的场合可以在颗粒过滤器后部安装有活性炭吸附过滤器。

[0029] 空气经过初效过滤,静电过滤等过程释放到封闭空间中。用户可以根据室内空间颗粒物的性质以及室内空间使用要求选择不同的过滤器类型(如对空气品质要求高,则选用 HEPA,但造价也高;对空气品质要求一般,则选用普通中效过滤器,但造价有所降低)。

[0030] 尽管上面结合附图对本实用新型进行了描述,但是本实用新型并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅是示意性的,而不是限制性的,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰均属本实用新型的保护范围。

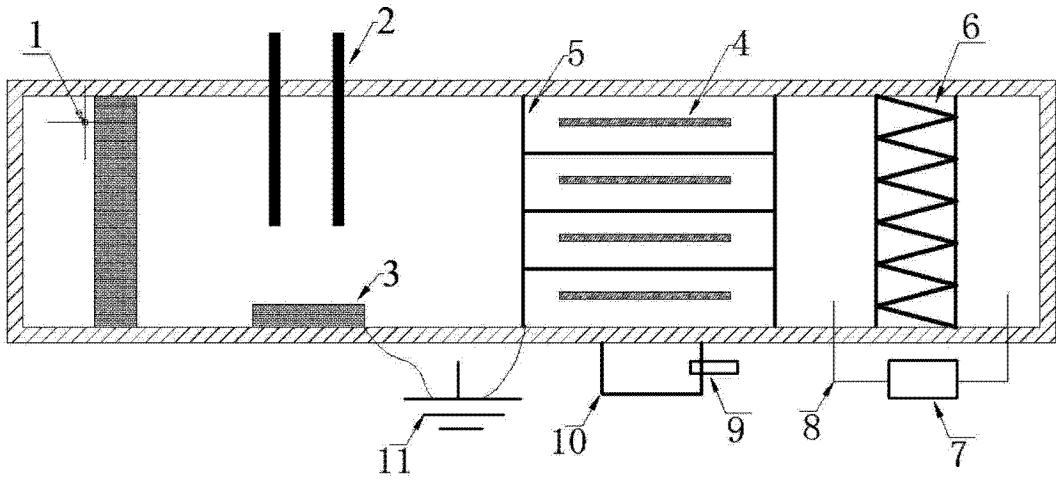


图 1

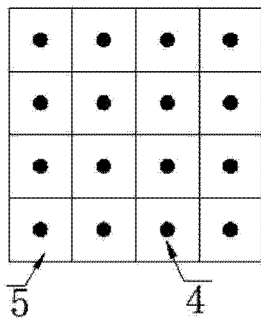


图 2

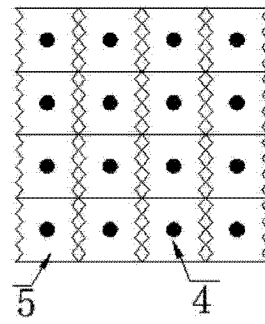


图 3