



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103091121 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201310005490. X

CN 101832887 A, 2010. 09. 15,

(22) 申请日 2013. 01. 08

CN 201517972 U, 2010. 06. 30,

CN 101566531 A, 2009. 10. 28,

(73) 专利权人 浙江二马环境科技有限公司

审查员 魏晓薇

地址 311813 浙江省诸暨市王家井镇洋湖村

(72) 发明人 郭森 郭国良 吕文韬 周剑峰

吴忠标

(74) 专利代理机构 北京中北知识产权代理有限

公司 11253

代理人 卢业强

(51) Int. Cl.

G01M 99/00(2011. 01)

G01N 30/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101943691 A, 2011. 01. 12,

CN 101285811 A, 2008. 10. 15,

CN 2743820 Y, 2005. 11. 30,

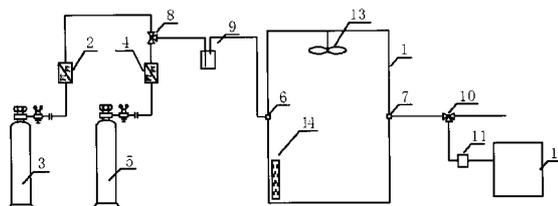
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种空气净化器测试装置及其测试方法

(57) 摘要

本发明提供了一种空气净化器测试装置及其测试方法,从而准确地评价室内空气净化器的净化性能,操作简便,具有较高的可信度。该空气净化器测试装置包括环境舱、污染气体持续性气源和洁净气体持续性气源,环境舱设有进气口和出气口,污染气体持续性气源、洁净气体持续性气源通过管路与一个气体流量控制器的输入端相连,所述气体流量控制器的输出端与进气口相连;所述环境舱的出气口连接有气体采样装置及污染物检测装置。本发明的空气净化器测试装置通过调节配比可得到各种不同浓度、不同流量的稳定气源,能够有效模拟室内污染物低浓度、持续释放的特点,相比传统测试方法能够更为合理地测试室内空气净化器的性能,可信度高。



1.一种空气净化器测试装置的测试方法,该空气净化器测试装置包括环境舱、污染气体持续性气源和洁净气体持续性气源,所述环境舱设有进气口和出气口,所述污染气体持续性气源、洁净气体持续性气源通过管路与一个气体流量控制器的输入端相连,所述气体流量控制器的输出端与进气口相连;所述环境舱的出气口连接有气体采样装置及污染物检测装置;所述环境舱的出气口通过三通阀分别与气体采样装置、大气相通,所述污染物检测装置设置于三通阀与气体采样装置之间;

其特征在于该测试方法包括如下步骤:

A:打开环境舱,将待测空气净化器放置在环境舱中;

B:关闭环境舱,开启污染物检测装置,打开环境舱的出气口,设定气体采样装置的采样流量和采样时间,检测环境舱内污染物背景浓度;

C:当环境舱内污染物背景浓度在允许的范围之内时,打开进气口,开启污染气体持续性气源和洁净气体持续性气源,通过调整污染气体与洁净气体的流量比例,得到具有稳定浓度的气源;

D:利用污染物检测装置监测环境舱内污染物浓度变化,当污染物浓度达到平衡状态时,记录污染物浓度作为实验初始浓度;

E:开启空气净化器,并继续利用污染物检测装置监测环境舱内污染物浓度变化,直至出口浓度与所述实验初始浓度相同,记录空气净化器使用时间;

F:关闭空气净化器和污染气体持续性气源,利用洁净气体持续性气源吹扫清洗环境舱,检测环境舱内污染物背景浓度,直至背景浓度降低至允许的范围之内;

G:关闭洁净气体持续性气源和污染物检测装置,取出空气净化器,计算空气净化器的净化性能。

2.根据权利要求1所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在于所述步骤G中计算空气净化器的净化性能的公式如下:

$$m = Q \int_0^t [C_0 - f(t)] dt + V [C_0 - f(t)] ;$$

$$\eta = \frac{m}{Q_0 t} \times 100 ;$$

其中,m为待测空气净化器在运行时间t内的污染物降解量,单位为mg; η 为待测空气净化器在t时刻的降解率,单位为%;Q为环境舱进气口的流量,单位为 m^3/h ;C₀为所述实验初始浓度,单位为 mg/m^3 ;C_t为t时刻时环境舱内污染物浓度,单位为 mg/m^3 。

3.根据权利要求1或2所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在于所述步骤C通过配气所得到稳定浓度气源的浓度为《室内空气质量标准》中污染物浓度上限的1~10倍,流量为1~20 m^3/h 。

4.根据权利要求1所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在于所述污染气体持续性气源由连接有流量计、且装有污染气体的压缩气瓶构成;所述洁净气体持续性气源由连接有流量计、且装有洁净气体的压缩气瓶构成。

5.根据权利要求1所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在于所述气体流量控制器的输出端与一个洗气瓶的输入端相连,所述洗气瓶的输出端与进气口相连。

6.根据权利要求1所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在于所述环境舱内设有搅拌风扇。

7. 根据权利要求1所述的空气净化器测试装置的测试方法,其特征在於所述环境舱内设有温湿度调节器。

一种空气净化器测试装置及其测试方法

技术领域

[0001] 本发明属于室内环境检测领域,特别涉及到一种空气净化器测试装置及利用该测试装置来测试和评价室内空气净化设施(尤其是以吸附作为主要功能的装置)性能的方法。

背景技术

[0002] 室内主要污染物有甲醛、苯系物、TVOC和细菌微生物等,随着人们环保意识和生活水平的提高,传统的通风换气和绿色植物等方法已经无法满足人们对健康的追求,近几年,空气净化器逐步走进人们的生活,成为了新一代家用电器。据统计,到2011年为止室内净化产业在全国的总规模达到400亿人民币,预计到2015年将会达到750亿人民币,采用空气净化器解决室内环境污染是目前全世界关注的问题。

[0003] 市面上空气净化器种类繁多,品牌各异,在商场和超市可购的品牌室内空气净化器中,多层滤网和活性炭吸附是应用最为广泛的技术,两者结合可以有效的去除粉尘、有害气体和细菌微生物,从而达到洁净空气的要求。但是从长远考虑,高效滤网和活性炭的作用方式都是将污染物截留在材料上,理论上都有各自的吸附容量,达到饱和吸附后,易发生脱附,且净化效果会随着时间的延长而降低。

[0004] 为了评价空气净化器性能,一般在一个密封性好的固定容积反应装置中进行,但传统静态测试方法存在诸多不合理之处。以专利“用于测定吸附剂的甲醛吸附性能的实验装置及其测定方法”(申请号:101644666)为例:首先,该方法中的实验初始浓度设定在相关标准的5~10倍范围内,但是很多调查研究发现,新装修居室的甲醛含量约为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 左右,为相关标准的2倍,苯系物为相关标准的1.1~1.5倍,根据传质原理,污染物浓度越低,去除效果越差,因此静态装置中的测试结果无法代表净化器在实际使用中的效果;其次,由于部分污染物的挥发率与环境的温湿度有关,静态测试装置一般都设有温湿度控制功能,而空气净化器(尤其是以吸附作为主要功能的装置)的性能也和环境温湿度有较大的关系,因此在实验设定温湿度的条件下得出的结果,也无法代表净化器在实际使用中的效果;最后,室内污染物具有持续挥发的特点,许多新装修房屋在1年后仍能检测出浓度高于室内空气质量标准的污染物,因此静态测试方法中,通过注射器一次性投加定量的污染物的进样方式是不合理的。

[0005] 因此,考虑到现有装置和测试方法无法准确评价空气净化器在实际使用中的效果和寿命,我们有必要对现有方法进行改进,使其能够更为准确地评价室内空气净化器的净化性能。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了克服已有实验装置和方法的不足,提供一种空气净化器测试装置及其测试方法,从而准确地评价室内空气净化器的净化性能,操作简便,具有较高的可信度。

[0007] 本发明的空气净化器测试装置包括环境舱、污染气体持续性气源和洁净气体持续

性气源,所述环境舱设有进气口和出气口,所述污染气体持续性气源、洁净气体持续性气源通过管路与一个气体流量控制器的输入端相连,所述气体流量控制器的输出端与进气口相连;所述环境舱的出气口连接有气体采样装置及污染物检测装置。

[0008] 进一步地,所述污染气体持续性气源由连接有流量计、且装有污染气体的压缩气瓶构成;所述洁净气体持续性气源由连接有流量计、且装有洁净气体的压缩气瓶构成。利用连接有流量计的压缩气瓶来充当持续性气源,具有占地面积小、控制方便的优点。

[0009] 进一步地,所述气体流量控制器的输出端与一个洗气瓶的输入端相连,所述洗气瓶的输出端与进气口相连。气体流量控制器所输出的混合气体在洗气瓶中可以充分混合,使环境舱内的污染物浓度均匀分布,从而提高测试结果的可信度。

[0010] 进一步地,所述环境舱的出气口通过三通阀分别与气体采样装置、大气相通,所述污染物检测装置设置于三通阀与气体采样装置之间。利用气体采样装置可以方便检测环境舱的污染物浓度,在无需检测污染物浓度时,可以直接将环境舱的气体经由三通阀排向大气。

[0011] 进一步地,所述环境舱内设有搅拌风扇,对环境舱内的空气进行扰动,使环境舱内的污染物浓度均匀分布。

[0012] 进一步地,所述环境舱内设有温湿度调节器,以调节环境舱内的温度和湿度,使其满足测试要求。

[0013] 本发明提出的应用上述的空气净化器测试装置的测试方法包括如下步骤:

[0014] A:打开环境舱,将待测空气净化器放置在环境舱中;

[0015] B:关闭环境舱,开启污染物检测装置,打开环境舱的出气口,设定气体采样装置的采样流量和采样时间,检测环境舱内污染物背景浓度;

[0016] C:当环境舱内污染物背景浓度在允许的范围之内时,打开进气口,开启污染气体持续性气源和洁净气体持续性气源,通过调整污染气体与洁净气体的流量比例,得到具有稳定浓度的气源;

[0017] D:利用污染物检测装置监测环境舱内污染物浓度变化,当污染物浓度达到平衡状态时,记录污染物浓度作为实验初始浓度;

[0018] E:开启空气净化器,并继续利用污染物检测装置监测环境舱内污染物浓度变化,直至出口浓度与所述实验初始浓度相同,记录空气净化器使用时间;

[0019] F:关闭空气净化器和污染气体持续性气源,利用洁净气体持续性气源吹扫清洗环境舱,检测环境舱内污染物背景浓度,直至背景浓度降低至允许的范围之内;

[0020] G:关闭洁净气体持续性气源和污染物检测装置,取出空气净化器,计算空气净化器的净化性能。

[0021] 进一步地,上述的空气净化器测试装置的测试方法的步骤G中,计算空气净化器的净化性能的公式如下:

$$[0022] \quad m = Q \int_0^t [C_0 - f(t)] dt + V[C_0 - f(t)];$$

$$[0023] \quad \eta = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100;$$

[0024] 其中,m为待测空气净化器在运行时间t内的污染物降解量,单位为mg;η为待测空气净化器在t时刻的降解率,单位为%;Q为环境舱进气口的流量,单位为m³/h;C₀为所述实

验初始浓度,单位为 mg/m^3 ;Ct为t时刻时环境舱内污染物浓度,单位为 mg/m^3 。

[0025] 进一步地,上述的空气净化器测试装置的测试方法的步骤C中通过配气所得到稳定浓度气源的浓度为《室内空气质量标准》中污染物浓度上限的1~10倍,流量为 $1\sim 20\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0026] 本发明的空气净化器测试装置中,污染物发生装置为持续性气源,浓度稳定,通过调节配比可得到各种不同浓度、不同流量的稳定气源,能够有效模拟室内污染物低浓度、持续释放的特点,相比传统测试方法能够更为合理地测试室内空气净化器的性能,可信度高;同时,在测试过程中,可以直观地记录净化器的使用寿命,为净化器性能评价提供另一种可靠依据。

附图说明

[0027] 图1是本发明的空气净化器测试装置的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面对照附图,通过对实施实例的描述,对本发明的具体实施方式如所涉及的各构件的形状、构造、各部分之间的相互位置及连接关系、各部分的作用及工作原理等作进一步的详细说明。

[0029] 实施例1:

[0030] 如图1所示,本实施例的空气净化器测试装置包括内部设有搅拌风扇13、温湿度调节器14的环境舱1、由连接有流量计2、且装有污染气体(本实施例为甲苯)的压缩气瓶3的污染气体持续性气源、由连接有流量计4、且装有洁净气体的压缩气瓶5构成的洁净气体持续性气源,所述环境舱1设有进气口6和出气口7,压缩气瓶3、压缩气瓶5通过管路与一个气体流量控制器8的输入端相连,所述气体流量控制器8的输出端与一个洗气瓶9的输入端相连,所述洗气瓶9的输出端与进气口6相连;所述环境舱的出气口7通过三通阀10分别与气体采样装置11、大气相通,所述三通阀10与气体采样装置11之间设有污染物检测装置12。

[0031] 应用上述的空气净化器测试装置的测试方法包括如下步骤:

[0032] A:打开环境舱1,将待测空气净化器放置在环境舱1中;

[0033] B:关闭环境舱1,开启污染物检测装置12(本实施例采用气相色谱仪,福立GC9790-II型,配氢离子化检测器FID),打开环境舱1的出气口7,设定气体采样装置11的采样流量为 $200\text{ml}/\text{min}$ 和采样时间 2min ,检测环境舱1内的污染物背景浓度;

[0034] C:当环境舱1内污染物背景浓度在允许的范围之内(本实施例为低于 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$)时,打开进气口6,开启压缩气瓶3、压缩气瓶5,通过调整污染气体与洁净气体的流量比例,得到具有稳定浓度的气源,在本实施例中,设定甲苯流量为 $0.2\text{m}^3/\text{h}$,总流量为 $30\text{m}^3/\text{h}$,理论计算浓度为 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$,即《室内空气质量标准》中甲苯浓度上限的10倍;

[0035] D:开启搅拌风扇13,稳定 30min 后,利用污染物检测装置12监测环境舱1内的污染物浓度变化,当污染物浓度达到平衡状态时(判断平衡状态的原则为前后 30min 内的平均浓度的相对误差小于1%),记录污染物浓度作为实验初始浓度,本实施例将甲苯浓度 $1.97\text{mg}/\text{m}^3$ 作为实验初始浓度;

[0036] E:开启空气净化器,并继续利用污染物检测装置12监测环境舱内污染物浓度变

化,直至出口浓度与所述实验初始浓度相同(即甲苯浓度 $1.97\text{mg}/\text{m}^3$),记录空气净化器的使用时间;

[0037] F:关闭空气净化器和压缩气瓶3,利用洁净气体持续性气源吹扫清洗环境舱1,检测环境舱1内的污染物背景浓度,直至背景浓度降低至允许的范围之内,即低于 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$;

[0038] G:关闭压缩气瓶5和污染物检测装置12,取出空气净化器,计算空气净化器的净化性能,具体结果见表1。

[0039] 上述的空气净化器测试装置的测试方法的步骤G中,计算空气净化器的净化性能的公式及其推理过程如下:

[0040] 假设经过单位时间 Δt 后,测得出气口浓度为 C_t ,根据质量守恒方程

$$[0041] \quad QC_0 \Delta t + VC_{t-\Delta t} = QC_t \Delta t + VC_{t+\Delta t} + \Delta m \quad (1)$$

[0042] 单位时间甲苯降解量

$$[0043] \quad \Delta m = Q \Delta t (C_0 - C_t) + V(C_{t-\Delta t} - C_t) \quad (2)$$

[0044] 每隔一段时间测定出口浓度 C_t ,并将 C_t-t 曲线拟合得到

$$[0045] \quad C_t = f(t) \quad (3)$$

[0046] 将式(3)代入到式(2)内,并进行积分

$$[0047] \quad m = \int_0^t [Q \Delta t (C_0 - f(t)) + V(f(t - \Delta t) - f(t))] dt \quad (4)$$

$$[0048] \quad \eta = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (5)$$

[0049] 其中, m 为待测空气净化器在运行时间 t 内的污染物降解量,单位为 mg ; η 为待测空气净化器在 t 时刻的降解率,单位为%; Q 为环境舱进气口的流量,单位为 m^3/h ; C_0 为所述实验初始浓度,单位为 mg/m^3 ; C_t 为 t 时刻时环境舱内污染物浓度,单位为 mg/m^3 ; $C_{t-\Delta t}$ 为 $t-\Delta t$ 时刻污染物出口浓度,单位为 mg/m^3 。

[0050] 为对上述实施例的空气净化器测试装置及其测试方法进行评测,本实施例还特别提出了下述对照试验:

[0051] 1).打开环境舱1,将待测空气净化器放置在环境舱1中,插好电源。

[0052] 2).关闭环境舱1,开启污染物检测装置12(采用气相色谱仪,福立GC9790-II型,配氢离子化检测器FID),将气体采样装置11与出气口直接相连,设定采样流量 $200\text{ml}/\text{min}$ 和采样时间 2min ,检测环境舱1内的污染物(即甲苯)背景浓度(每次检测污染物浓度前开启气体采样装置11,检测结束后关闭)。当背景浓度在 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下时,打开进气口6,用微量进样针打入 $7\mu\text{L}$ 液态甲苯,理论计算浓度为 $2\text{mg}/\text{m}^3$ (《室内空气质量标准》中甲苯浓度上限的10倍)。

[0053] 3).开启搅拌风扇13,稳定 30min 后,检测环境舱1内的甲苯浓度为 $2.08\text{mg}/\text{m}^3$,记录并作为实验初始浓度。

[0054] 4).开启空气净化器,时间记为 0min ,每隔 10min 检测环境舱1内的污染物浓度变化。

[0055] 5).空气净化器运行 1h 后,关闭空气净化器,将出气口7与一个抽风机相连,打开环境舱1,利用抽风机将环境舱1内的剩余甲苯除去。

[0056] 6).抽气 1h 后,关闭搅拌风扇13和污染物检测装置12,取出空气净化器。

[0057] 7).计算甲苯降解率,见表1。

[0058] 表1

[0059]

| 运行 时间, min | 实施例 1 | | 对照试验 | |
|---------------|--------|---------------------|--------|---------------------|
| | 降解率, % | 降解量 Δm , mg | 降解率, % | 降解量 Δm , mg |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 16.5 | 0.51 | 20.3 | 0.42 |
| 20 | 22.4 | 0.96 | 35.7 | 0.74 |
| 30 | 29.2 | 1.37 | 49.8 | 1.03 |
| 40 | 33.9 | 1.75 | 56.9 | 1.18 |
| 50 | 37.5 | 2.10 | 63.8 | 1.32 |
| 60 | 40.8 | 2.42 | 69.9 | 1.45 |

[0060] 通过上述描述可知,实施例1和对照试验均使用了同一款空气净化器,在初始浓度相同的情况下,对照试验在运行60min后的甲苯降解量为1.45mg,小于实施例1中的2.42mg;而对照试验的甲苯降解率69.9%,反而大于实施例1中的40.8%。

[0061] 对照试验中,随着空气净化器运行时间的增长,环境舱1内的污染物浓度不断减少,根据传质原理,污染物浓度越低,去除效果越差;而在实施例1中,通过补充与初始浓度相同的进气,模拟实际生活中污染物持续挥发的情况,因此环境舱1内浓度的变化与对照试验相比较小,甲苯降解率低,但事实上降解量更多。通过对实施例1和对照试验的比较,我们认为,若以降解率作为空气净化器的评判标准,则传统静态装置的实验方法(即对照试验)在很大程度上影响了实验结果,无法准确评价空气净化器在实际使用中的效果。而本实施例的空气净化器测试装置及其测试方法能够更为合理地测试室内空气净化器的性能,可信度高。

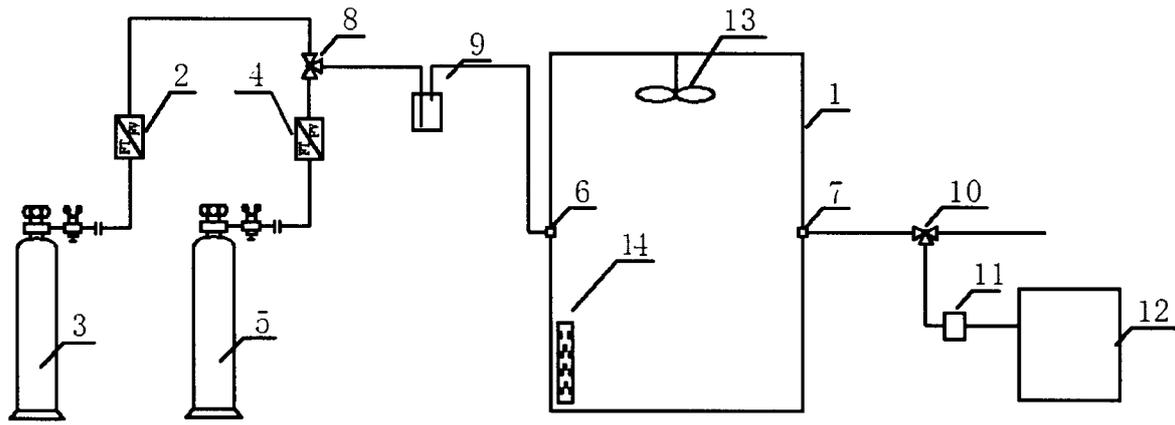


图1