

DB13

河北省地方标准

DB13/T 2588—2017

被动式室内空气净化产品净化效果 测定方法

Determination of purificatory effect of passive indoor environment

decontamination product

2017 - 11 - 22 发布

2017 - 12 - 22 实施

河北省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省质量技术监督局提出。

本标准起草单位：河北省环保产品质量监督检验院。

本标准主要起草人：相海恩、吕晓飞、张蓓、郝盼盼、张绵绵、肖军、张学晶、胡朋举。

被动式室内空气净化产品净化效果测定方法

1 范围

本标准规定了被动式室内空气净化产品的术语和定义、产品分类、试验方法、质量保证和质量控制、试验报告。

本标准适用于各种被动式室内空气净化产品对污染物去除效果的测定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18801 空气净化器

GB/T 18883 室内空气质量标准

JC/T 1074 室内空气净化功能涂覆材料净化性能

QB/T 2761 室内空气净化产品净化效果测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

被动式净化产品 **passive air-purification products**

不带有机通风装置的净化材料或装置。

[QB/T 2761-2006，定义3.4]

3.2

去除率 **purificatory efficiency**

在一定时间内，待测产品对空气中某种污染物的去除能力。即对比舱中某种有害物质浓度与样品舱该有害物质浓度差与对比舱有害物质浓度之比，用%表示。

[JC/T 1074-2008，定义 3.3]

3.3

空气净化 **air purification**

减少空气中的污染物质，使空气洁净的行为。

[JC/T 1074-2008，定义3.1]

3.4

试验舱 **environmental test chamber**

模拟在室内空气中对净化产品的净化效果进行测试的设备。

[QB/T 2761-2006, 定义3.1]

3.5

总挥发性有机物TVOC total volatile organic compounds

利用Tenax GC或Tenax TA 采样, 非极性色谱柱(极性指数小于10)进行分析, 保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物。

[GB/T 18883-2002, 术语和定义3.3]

4 产品分类

按使用方式分为: 空气接触型喷剂、物体表面喷涂型、固体型、小型净化装置、反应型、其他。

5 试验方法

5.1 试验条件

环境温度: $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 环境湿度: $(50 \pm 10) \% \text{RH}$ 。

5.2 仪器设备

5.2.1 3 m^3 试验舱, 数量 2 台(对比舱 A, 样品舱 B)。试验舱具体技术内容见附录 A。

5.2.2 电子天平: 精度 0.1 g 。

5.2.3 分光光度计。

5.2.4 气相色谱仪附氢火焰离子化检测器。

5.2.5 便携式甲醛检测仪。

5.2.6 气态污染物发生器。

5.2.7 喷雾染菌装置(气溶胶喷雾器): 喷出的气溶胶微粒的直径 90%以上应小于 $10 \text{ }\mu\text{m}$ 。

5.2.8 撞击式空气微生物采样器: 对空气中细菌的捕获率大于 95%。

5.2.9 空气采样器流量范围: $0 \text{ L/min} \sim 2 \text{ L/min}$, 流量稳定。

5.2.10 油漆喷枪。

5.2.11 10 mL 具塞比色管。

5.2.12 采样管: 活性炭采样管、Tenax GC 管、Tenax TA 管。

5.2.13 气泡吸收管有 5 mL 和 10 mL 刻度线。

5.3 试剂或材料

除非另有说明, 仅使用分析纯试剂。

5.3.1 甲醛: 37%-40%甲醛溶液。

5.3.2 甲苯。

5.3.3 苯。

5.3.4 二甲苯。

5.3.5 氨。

5.3.6 乙苯。

5.3.7 苯乙烯。

5.3.8 乙酸正丁酯。

5.3.9 正十一烷。

5.4 污染源制作

5.4.1 气态污染源

气态污染物释放源采用气态污染物发生器，使得甲醛、甲苯、苯、二甲苯、氨、TVOC的初始浓度为GB/T 18883中规定浓度限值的 (10 ± 2) 倍（TVOC按苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、乙酸正丁酯、正十一烷等量混合）。

5.4.2 微生物污染源

微生物污染源采用喷雾染菌装置，试验用微生物培养制备方法见附录B。菌落总数菌悬液用营养肉汤培养基稀释成所需浓度，按照喷雾染菌装置设定的压力、气体流量及喷雾时间喷雾染菌，边喷雾边用风扇搅拌。喷雾染菌完毕后，继续搅拌10 min，然后静置15 min。使得舱内空气中菌落总数为 5.0×10^4 CFU/m³ ~ 5.0×10^5 CFU/m³。

5.5 试验步骤

5.5.1 空气接触型喷剂

5.5.1.1 空气接触型喷剂按照产品使用说明书上的用量，将待测样品置于样品舱B内的操作平台上，密闭试验舱；同时密闭对比舱A。无使用说明书时推荐用量200 mL。

5.5.1.2 按照5.4污染源制作要求向环境试验舱中注入相应的污染物。污染物注入完成后开启风扇搅拌10 min，使舱内空气与注入的污染物混合均匀后，同时关闭风扇。通过样品舱B的操作平台将待测样品喷洒到环境试验舱空气中，开启风扇搅拌10 min，使舱内气体混合均匀。

5.5.1.3 一定时间以后，同时开启环境试验舱A、B的风扇搅拌10 min后关闭风扇，分别采集试验舱A、B内的空气，测定空气中污染物的浓度值，记为CA、CB。

5.5.2 物体表面喷涂型

5.5.2.1 物体表面喷涂型产品按照产品使用说明书上的用量，使用油漆喷枪（5.2.10）（或待测样品的包装瓶）将待测样品喷到3张1平方米的惰性材料上（可以是牛皮纸、玻璃等）。喷涂第一遍晾干后再喷第二遍，第二遍晾干后再喷第三遍。无使用说明书的推荐用量200 mL。将未经处理的基纸悬挂于对比舱A中，将喷有待测样品的基纸悬挂于样品舱B中，密闭两试验舱。

5.5.2.2 按照 5.4 污染源制作要求向环境试验舱中注入相应的污染物。污染物注入完成后开启风扇搅拌 10 min, 使舱内空气与注入的污染物混合均匀后, 同时关闭风扇。

5.5.2.3 重复 5.5.1.3 的操作。

5.5.3 固体型

5.5.3.1 根据企业提供的或说明书上的用量进行试验, 企业无法提供时推荐用量 500 g。对于没有定型包装的产品, 如颗粒状、粉末状产品, 将产品均匀散布在试验舱底部 4 个 0.3 m×0.25 m 的托盘上。对于有定型包装的产品, 产品包装不得拆解, 将样品均匀散布在样品舱 B 底部中央或者悬挂在试验舱中间部位。待测样品放置完成后, 密闭样品舱 B; 同时密闭对比舱 A。

5.5.3.2 重复 5.5.2.2 的操作。

5.5.3.3 重复 5.5.1.3 的操作。

5.5.4 小型净化装置

5.5.4.1 将小型净化装置置于样品舱 B 的底部中央或者要求使用的位置上, 密闭样品舱 B; 同时密闭对比舱 A。

5.5.4.2 按照 5.4 污染源制作要求向环境试验舱中注入相应的污染物。污染物注入完成后开启风扇搅拌 10 min, 使舱内空气与注入的污染物混合均匀后, 同时关闭风扇。通过操作平台开启待测小型净化装置。

5.5.4.3 重复 5.5.1.3 的操作。

5.5.5 反应型

5.5.5.1 按照使用说明书上的用量, 将待测样品置于样品舱 B 内的操作平台上, 密闭样品舱 B; 同时密闭对比舱 A。无使用说明书时企业提供试验用量。

5.5.5.2 按照 5.4 污染源制作要求向环境试验舱中注入相应的污染物。污染物注入完成后开启风扇搅拌 10 min, 使舱内空气与注入的污染物混合均匀后, 同时关闭风扇。通过样品舱 B 的操作平台将待测样品按照说明书中的使用方式进行操作, 开启风扇搅拌 10 min, 使舱内气体混合均匀。

5.5.5.3 重复 5.5.1.3 的操作。

5.5.6 其他型

其他类型例如需要加水溶解的产品等, 按其使用方式进行适当处理后归纳为上述 5 种类型进行试验。

5.6 采样及采样结果分析

5.6.1 气态污染物采样及采样结果分析按 QB/T 2761 的规定执行。

5.6.2 菌落总数采样及采样结果分析见附录 B。

5.7 污染物去除率的计算

5.7.1 气态污染物去除率计算按 QB/T 2761 的规定执行。

5.7.2 菌落总数去除率计算方法见附录 B。

6 质量保证和质量控制

6.1 试验舱每次使用前后应清洁舱内表面。

6.2 如有必要，每使用 5 天后或经常喷洒抗静电剂，保证传感器接地良好和数据记录正常。

6.3 气态污染物、菌落总数检测不能连续进行，应先清洁试验舱，再进行下一种污染物的检测。

6.4 试验舱气密性检测应符合 GB/T 18801 的规定。

6.5 所涉及仪器应在溯源有效期内。

6.6 受湿度影响较大的产品（如活性炭）的贮存应做好防潮工作。

7 试验报告

试验报告应包括下述内容：

- a) 试验对象；
- b) 所使用的标准（包括发布或出版年号）；
- c) 所使用的方法（如果标准中包括几个方法）；
- d) 结果；
- e) 观察到的异常现象；
- f) 试验日期；
- g) 试验用量、环境试验舱大小、污染物初始浓度、生产厂家或委托单位；
- h) 样品对目标污染物的净化效果；
- i) 可能影响结果的任何情况。

附录 A
(规范性附录)
环境试验舱

A.1 试验舱结构

A.1.1 试验舱结构参数见表A.1。

表A.1 试验舱结构参数

项目	结构参数
试验舱容积	3 m ³
试验舱内尺寸	1.4 m×1.4 m×1.5 m，允许±0.1 m ³ 偏差
框架	铝型材或不锈钢
壁	用厚度为 5 mm 以上浮法平板玻璃或厚度为 0.8 mm 以上的不锈钢
地板	用厚度为 0.8 mm 以上的不锈钢板
顶板	不锈钢板或类似材料金属复合板
密封材料	用硅橡胶条及玻璃密封条
搅拌风扇	直径约 1.0 m~1.5 m，三叶
气密性	换气次数不大于 0.05 h ⁻¹
混合度	大于 80%
送样口/采样口	位于距舱底部 1m 处舱壁中点

A.1.2 气密性测试方法

二氧化碳（CO₂）作为示踪气体，初始浓度2 g/m³~4 g/m³，计算自然衰减常数，即为换气次数。

A.1.3 混合度的测试方法

A.1.3.1 二氧化碳（CO₂）作为示踪气体，关闭试验舱舱门。

A.1.3.2 试验舱应设置下送上回（或上送下回）的送风道或排风道，送风道中的送风量为15 m³/h，排风管风量为15 m³/h。

A.1.3.3 开启循环风扇，并将二氧化碳（CO₂）注入送风道，使得送风二氧化碳（CO₂）浓度稳定为某一固定值，推荐为4000 mg/m³。

A.1.3.4 在排风口处连续监测二氧化碳（CO₂）浓度，混合度（σ_{mix}）的计算公式见式A.1：

$$\sigma_{\text{mix}} = \left[1 - \frac{\int_0^{t_n} |c_m(t) - c(t)| dt}{\int_0^{t_n} c(t) dt} \right] \times 100\% \dots\dots\dots (\text{A. 1})$$

式中:

σ_{mix} ——混合度;

t_n ——试验舱一次换气所需要的时间(即 $60/N$), 为120 min;

$c_m(t)$ ——排风口监测到的二氧化碳(CO_2)气体浓度, 单位为微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

$c(t)$ ——完全混合情况下排风口处二氧化碳(CO_2)气体浓度理论值[$c(t) = c_0(1 - e^{-Nt})$], 单位为微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

c_0 ——送风中二氧化碳(CO_2)气体浓度, 单位为微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

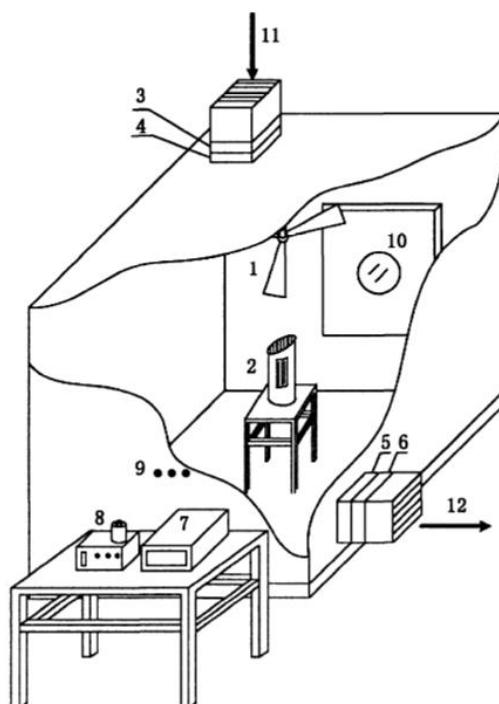
N ——换气次数, 为 0.5 h^{-1} ;

t ——时间, 单位为分(min)。

A.2 3 m³ 试验舱示意图

3 m³ 试验舱外部应进行保温设计, 可采用设计外舱或设计保温层的形式。

3 m³ 试验舱示意图见图A. 1。



说明:

1——搅拌风扇;

2——试验样机;

3——空气过滤器(净化风);

4——供气阀;

5——排风阀;

7——污染物检测装置;

8——污染物发生装置;

9——采样口及送样口;

10——密闭门;

11——空调送风(兼排风时送风);

6——空气过滤器（净化排风）；

12——空调回风（兼排风）。

图 A.1 3 m³ 试验舱示意图

附 录 B
(规范性附录)
被动式净化产品菌落总数去除率检测方法

B.1 范围

本附录规定了被动式室内空气净化产品菌落总数去除率的检测方法。

B.2 试验原理

在规定时间内，分别测试对照组和试验组中菌落总数的初始数值和结束数值并计算出对空气中菌落总数的去除率。

B.3 模拟现场试验**B.3.1 模拟试验舱**

B.3.1.1 试验舱的环境温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(50\pm 10)\%\text{RH}$ 。

B.3.1.2 试验舱结构要求：

- a) 处于同一环境（包括温度、湿度、洁净度、光照、密封性、通风条件等）的两个相邻的试验舱，并在实验过程中保持稳定；
- b) 试验舱设计和结构应保证舱内微生物气溶胶不外泄，所用材料应耐腐蚀、易清洗；
- c) 经过滤净化后舱内空气洁净度应达到万级以上，试验开始前通过自动控制装置阀使试验舱完全密闭，试验舱外操作空间应保持正压，防止微生物气溶胶外泄。

B.3.2 菌种、材料、仪器和设备**B.3.2.1 试验用菌**

试验用菌为：白色葡萄球菌（*Staphylococcus albsp*）8032或其他适用非致病性微生物。

B.3.2.2 材料

营养琼脂培养基或其他适用培养基。

B.3.2.3 仪器和设备

- a) 撞击式微生物采样器：对空气中细菌的捕获率大于95%；
- b) 喷雾染菌装置（气溶胶喷雾器）：喷出的气溶胶微粒的直径90%以上应小于 $10\mu\text{m}$ ；
- c) 高压蒸汽灭菌器：操作温度范围 $50^{\circ}\text{C}\sim 135^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 恒温培养箱：温度控制范围室温 $\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，温度波动不大于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- e) 干热灭菌器：温度控制范围室温 $\sim 260^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 冷藏箱：温度控制范围 $2^{\circ}\text{C}\sim 48^{\circ}\text{C}$ ；
- g) 温度计： $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 温度计。

B.3.3 试验准备

B.3.3.1 营养琼脂培养基的制备

材料:牛肉膏5.0 g, 蛋白胨10.0 g, 氯化钠5.0 g, 琼脂15.0 g。

制法:取琼脂外其他成分溶解于1000 mL蒸馏水中,用0.1 mol/L NaOH溶液调节pH值为7.2~7.4,加入琼脂、加热溶解,分装,于压力蒸汽灭菌器内121 °C灭菌20 min。

B.3.3.2 养琼脂平板的制备

按照采样器使用说明制备营养琼脂平板。

B.3.3.3 菌悬液的制备

- a) 取冻干白色葡萄球菌干菌种管(或其他适用非致病性微生物),在无菌操作下打开,以毛细吸管加入营养肉汤,轻柔吹吸数次,使菌种融化分散。取含5.0 ml~10.0 ml 营养肉汤培养基试管,滴入少许菌种悬液,置于37 °C培养18 h~24 h,用接种环取第一代培养的菌悬液,划线接种于营养琼脂培养基平板上,置于37 °C培养18 h~24 h。挑取上述第二代培养物中典型菌落,接种于营养琼脂斜面,于37 °C培养18 h~24 h,即为第3代培养物;
- b) 取菌种第3代~14代的营养琼脂培养基斜面新鲜培养物(18h~24h),用5.0 ml 吸管吸取3.0 ml~5.0 ml 稀释液加入斜面试管内,反复吹吸,洗下菌苔。随后,用5.0 ml 吸管将洗液移至另一无菌管中,用电动混合器混合(振荡)20 s,或在手掌上振敲80次,以使细菌悬浮均匀;
- c) 初步制成的菌悬液,先用细菌浓度比浊测定法粗测其含菌浓度,然后以稀释液稀释至所需使用的浓度;
- d) 细菌繁殖体悬液应保存在4 °C冰箱内备用,应当天使用不得过夜;
- e) 怀疑有污染时应以菌落形态、革兰染色与生化试验等方法进行鉴定。

B.3.4 试验步骤

B.3.4.1 灭菌:将试验中要用到的试验器皿放入高压蒸汽灭菌器中121 °C,15 min进行灭菌。

B.3.4.2 通过高效滤器对试验舱空气进行净化除菌,使其洁净度不低于7级(万级)。

B.3.4.3 调节试验舱的温度和相对湿度,维持稳定一段时间后(以保证整个实验过程中温度和相对湿度相对恒定)试验舱密闭,整个试验中不得再次打开。

B.3.4.4 打开操作间的送风装置,送入经过高效过滤器的循环风以维持操作间的空气压力为正压(15 Pa~30 Pa),防止试验舱中的微生物气溶胶外泄。

B.3.4.5 取试验菌悬液,用营养肉汤培养基稀释成所需浓度,按照喷雾染菌装置设定的压力、气体流量及喷雾时间喷雾染菌,要求边喷雾,边用风扇搅拌。喷雾染菌完毕,要求继续搅拌10 min,然后静置15 min。

B.3.4.6 同时对试验组和对照组试验舱分别进行运行前细菌浓度采样,采样时间为1 min~5 min,采样时采样头应向上方。要求试验舱内空气中各阳性对照菌数应为 5.0×10^4 CFU/m³~ 5.0×10^5 CFU/m³,否则试验无效。

B.3.4.7 一定时间以后,对试验组和对照组试验舱同时进行采样,采样时间为1 min~5 min,采样时采样头应向上方。采样过程中如果是小型净化装置应停止运行。

B.3.4.8 在室温状态下, 采样营养琼脂平板必须于采样后尽快放入 $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 培养箱中培养 24 h~48 h, 然后计算生长菌落总数 (换算成 CFU/m³ 单位), 换算公式如下:

$$X = \frac{C}{V \times T} \times 1000 \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

X——试验舱空气中初始菌落总数, 单位为 CFU/m³;

C——采样平板上的菌落总数, 单位为 CFU;

V——采样流量, 单位为 L/min;

T——采样时间, 单位为 min。

未用的同批培养基应各取 1 份~2 份, 与试验采样的样本同时进行培养, 作为阴性对照。阴性对照组不得出现细菌生长, 否则说明培养基有污染, 试验无效, 应取无污染的培养基重新进行测试。

B.3.4.9 试验应同时作 3 个平行样品或重复进行三次 (每次试验至少间隔 1 d), 分别计算菌落总数去除率, 取 3 试验结果的算术平均值为最后的试验结果。

B.3.4.10 试验完毕后, 对试验舱空气做最终消毒, 打开紫外灯, 消毒 1 h~2 h 后, 开启抽风机, 过滤除菌。

B.3.5 试验数据处理

菌落总数去除率按照下式进行计算:

$$Y = \frac{C_{A0} \left(1 - \frac{C_{B0} - C_{Bt}}{C_{B0}}\right) - C_{At}}{C_{A0} \left(1 - \frac{C_{B0} - C_{Bt}}{C_{B0}}\right)} \times 100 \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中:

Y ——被动式净化产品的菌落总数去除率, 单位为 100%;

C_{A0}——试验舱空气中初始菌落总数, 单位为 CFU/m³;

C_{At}——试验舱空气中结束时菌落总数, 单位为 CFU/m³;

C_{B0}——对照舱空气中初始菌落总数, 单位为 CFU/m³;

C_{Bt}——对照舱空气中结束时菌落总数, 单位为 CFU/m³。