

中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 528—2017

建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率 测试方法——测试舱法

Test method for emission rate of volatile organic compounds in building
decorating and refurbishing materials by test chamber

2017-09-30 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	2
5 标准试验条件	2
6 试验仪器	2
7 取样规则	3
8 试件制备	3
9 试验步骤	3
10 试验报告	5
附录 A (规范性附录) 测试舱性能要求	6
附录 B (资料性附录) 材料/舱负荷比参考示例	8
附录 C (规范性附录) 总挥发性有机物(TVOC)释放量的测定	9
附录 D (资料性附录) 建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率的分级	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑制品与构配件标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：上海市建筑科学研究院(集团)有限公司。

本标准参加起草单位：上海建科检验有限公司、广东省建筑科学研究院集团股份有限公司、立邦涂料(中国)有限公司、上海磐合科学仪器股份有限公司、陶氏化学(中国)投资有限公司、东莞市万科建筑技术研究有限公司、上海阳森精细化工有限公司、塞拉尼斯(中国)投资有限公司、清华大学、中国建筑科学研究院、庞贝捷涂料(上海)有限公司、济南海纳特科技有限公司、中国科学院过程工程研究所、佛山市顺德区巴德富实业有限公司、上海宜瓷龙新材料股份有限公司、安信伟光(上海)木材有限公司、西卡(中国)建材有限公司、上海誉丰实业有限公司、上海菲林格尔木业股份有限公司。

本标准主要起草人：杨勇、胡晓珍、任彬彬、李景广、潘瑜芬、王元光、张寅平、龚万森、王宏、唐磊、林涛、史轶芳、邓高峰、张婧坤、谢义师、陈筛林、张治宇、徐秋健。

建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率 测试方法——测试舱法

1 范围

本标准规定了建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率测试方法(测试舱法)的术语和定义、原理、标准试验条件、试验仪器、取样规则、试件制备、试验步骤和试验报告。

本标准适用于建筑装饰装修材料中挥发性有机物释放率的测试,包括固体类装饰装修材料、液体类装饰装修材料和装饰组合件。

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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 18204.2—2014 公共场所卫生检验方法 第2部分:化学污染物

GB/T 18883—2002 室内空气质量标准

GB 50325—2010(2013) 民用建筑工程室内环境污染控制规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

测试舱 test chamber

环境测试舱

模拟室内环境测试建筑材料和装饰装修材料中挥发性有机物释放率的设备。

3.2

挥发性有机物 volatile organic compounds(VOCs)

本标准规定的检测条件下,在规定采样位置检测到的所有有机物(包括甲醛)。

3.3

目标挥发性有机物 target volatile organic compounds

产品中选择和分析的单一挥发性有机物,可为甲醛、苯、甲苯、邻-二甲苯、间-二甲苯、对-二甲苯、苯乙烯、乙苯、乙酸正丁酯、正十一烷和正十四烷等。

3.4

总挥发性有机物 total volatile organic compounds(TVOC)

利用吸附管采样,非极性色谱柱(极性指数小于10)进行分析,保留时间在正己烷到正十六烷(含正己烷和正十六烷)之间的挥发性有机物总和。

3.5

挥发性有机物释放率 volatile organic compounds(VOCs)emission rate

单位面积、单位时间内测试试件释放的挥发性有机物质量。

JG/T 528—2017

3.6

换气次数 **air exchange rate**

单位时间内进入测试舱的空气体积与测试舱有效容积的比值。

3.7

材料/舱负荷比 **materials or finishing products loading factor**

试件暴露的表面积与测试舱的有效容积之比。

4 原理

将试件置于测试舱中,试件释放的挥发性有机物和进入测试舱的空气混匀后并从舱出口排出,以吸附剂或吸收液在测试舱出口处分别采集一定体积的气体,选用适当的分析仪器测定采集气体中目标挥发性有机物的浓度,并根据浓度、负荷比和气体交换率计算挥发性有机物的释放速率。

5 标准试验条件

试验室的标准试验条件为:温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\%\pm 5\%$ 。

6 试验仪器

6.1 测试舱

测试舱应符合附录 A 的规定。

6.2 热脱附装置

能对吸附管进行热解析,其解析温度及载气流速应可调。

6.3 气相色谱仪

6.3.1 检测器

可采用氢火焰离子化检测器(FID)或质谱检测器(MSD)。

6.3.2 色谱柱

长度 60 m,内径 0.25 mm,膜厚为 $1.0\text{ }\mu\text{m}$,柱内涂覆二甲基聚硅氧烷,也可采用同等分离效果的色谱柱。

6.4 恒流气体采样仪

具有两路抽气系统,分别配置流量控制器,流量范围为 $0\text{ L/min}\sim 1\text{ L/min}$,流量稳定可调,恒流误差小于 5%。

6.5 微量进样针

容量分别为 $1\text{ }\mu\text{L}$ 、 $5\text{ }\mu\text{L}$ 、 $10\text{ }\mu\text{L}$ 。

6.6 分析天平

分度值为 0.1 mg 。

7 取样规则

7.1 液体类装饰装修材料应密封在包装罐内,固体类装饰装修材料应立即装入聚乙烯袋或铝塑袋密封,并标明样品信息,包括样品名称、生产厂家、生产日期、取样日期、产品保质期等内容。

7.2 样品应保存在标准试验条件下,保证其完整性,应尽量缩短样品的保存时间。

8 试件制备

8.1 材料/舱负荷比计算

材料/舱负荷比按式(1)计算,参考示例参见附录 B。

$$L = \frac{S}{R} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

L ——材料/舱负荷比,单位为平方米每立方米(m^2/m^3);

S ——材料预期最大使用面积,单位为平方米(m^2);

R ——房间容积,单位为立方米(m^3)。

8.2 液体类装饰装修材料

将液体类装饰装修材料均匀的涂布在玻璃板或不锈钢板的表面,材料/舱负荷比按式(1)计算得出,涂刷完毕后立即放入测试舱内测试。记录试件的膜厚、涂覆量以及类别。

8.3 固体类装饰装修材料

固体类装饰装修材料的材料/舱负荷比按式(1)计算得出,需封边试样应采用惰性材料进行封边处理,试件制备后立即放入测试舱内测试。

9 试验步骤

9.1 测试舱的准备

首先用碱性清洗剂(pH 值 ≥ 7.5)清洗舱内壁,再用符合 GB/T 6682 的去离子水擦洗舱内壁,敞开舱门,开启风扇至舱体风干。如有不易清洗的高沸点污染物,可采用乙酸乙酯、无水乙醇等有机溶剂清洗。

9.2 舱本底浓度测定

将按 9.1 清洗后的测试舱舱门关闭,通入清洁空气并开启运行,以舱体关闭舱门时刻为 0 时刻计,试验时间为 $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$,测定封舱 24 h 后舱内本底浓度。按 9.5 和 9.6 的规定采集两个空白样品进行平行测定,两次测试结果相对偏差应小于 20%,取平均值后的结果应符合 A.2 g) 的要求,如不符合需按 9.1 的规定重新进行清洗。

9.3 试件放置

将按 8.2 或 8.3 规定制备的试件直接放置在舱体的居中位置,使空气气流均匀的从试件表面通过。液体类试件应避免试样流落舱体表面,试件的放置应在 30 s 内完成。迅速封闭舱门,并运行符合 A.2

JG/T 528—2017

规定的测试舱开始试验。测试还应符合 GB 50325—2010(2013)中 B.0.4 的规定。

9.4 采样时间

按 9.3 的规定放置试件,以舱体关闭舱门时刻为 0 时刻计,试件在舱内试验条件下持续释放,采样时间的选择基于试验测试目的,可在开始计时后的第 1 d(24 h)、3 d(72 h)、7 d(168 h)、14 d±1 d、28 d±2 d 和 56 d±2 d 进行空气采样,也可适当增加采样次数或延长释放时间。

9.5 气体采集

9.5.1 总挥发性有机物(TVOC)释放量的采集

按 GB/T 18883—2002 中附录 C 的规定进行。

9.5.2 甲醛释放量的采集

按 GB/T 18204.2—2014 中 7.2 的规定进行。

9.6 释放量的测定

9.6.1 总挥发性有机物(TVOC)释放量的测定

按附录 C 的规定进行。

9.6.2 甲醛释放量的测定

按 GB/T 18204.2—2014 中 7.2 的规定进行。

9.7 试验结果的计算

9.7.1 目标挥发性有机物(VOC)和甲醛释放率

目标挥发性有机物(VOC)和甲醛释放率按式(2)计算:

$$EF_{ci} = \frac{(C_{ci} - C_{oi}) \times N}{L} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

EF_{ci} ——组分 i 挥发性有机物释放率,包括目标 VOC 和甲醛,单位为毫克每平方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$];

C_{ci} ——组分 i 挥发性有机物释放量,包括目标 VOC 和甲醛,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

C_{oi} ——组分 i 舱空白释放量,包括目标 VOC 和甲醛,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

N ——空气交换率,单位为每小时(h^{-1});

L ——材料/舱负荷比,单位为平方米每立方米(m^2/m^3)。

9.7.2 总挥发性有机物(TVOC)释放率

总挥发性有机物(TVOC)释放率按式(3)计算。如需根据总挥发性有机物(TVOC)释放率和甲醛释放率进行分级,可参见附录 D。

$$EF_{\text{TVOC}} = \frac{(C_{\text{TVOC}} - C_{\text{空TVOC}}) \times N}{L} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

EF_{TVOC} ——总挥发性有机物(TVOC)释放率,单位为毫克每平方米小时 [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$];

C_{TVOC} ——挥发性有机物释放量,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

- $C_{\text{空TVOC}}$ ——舱空白释放量,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
 N ——空气交换率,单位为每小时(h^{-1});
 L ——材料/舱负荷比,单位为平方米每立方米(m^2/m^3)。

10 试验报告

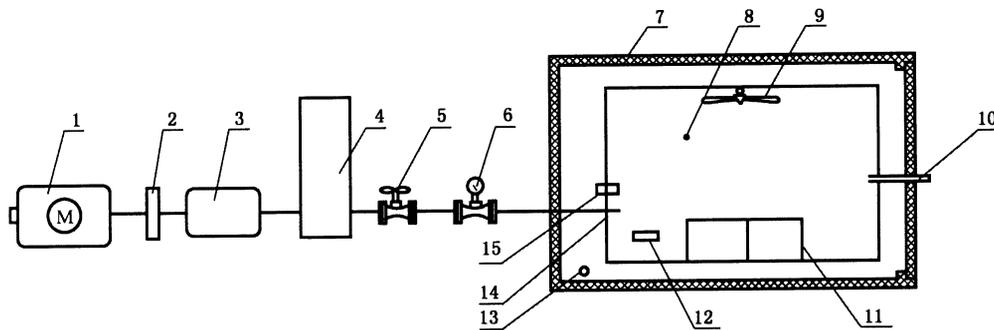
试验报告应包括下列信息:

- a) 设备:测试仪器设备规格型号及测试舱尺寸;
- b) 样品描述:试验样品产品类型、批号、样品状态等;
- c) 测试条件:测试舱测试条件(温度、相对湿度、换气次数等);材料/舱负荷比,测试试件表面积,液体类装饰装修材料样品的涂覆量或膜厚;样品采样的计时时间等;
- d) 结果:试验时间、测试项目及结果。

附录 A
(规范性附录)
测试舱性能要求

A.1 测试舱结构

由不影响测试结果的惰性材料制成的可用于测试建筑材料的污染物释放量的密闭舱体，由密封舱、空气过滤器、空气温湿度调节控制及监控装置、流量调节控制装置、空气采样装置等部分组成，测试舱容积应大于 20 L。如图 A.1 所示，其中空气泵、空气过滤器和挥发性有机物(VOC)过滤器装置也可根据实际情况替换为压缩空气装置。



说明：

- 1 —— 空气泵；
- 2 —— 空气过滤器；
- 3 —— 挥发性有机物(VOC)过滤器；
- 4 —— 湿度发生器；
- 5 —— 流量控制阀；
- 6 —— 气体流量计；
- 7 —— 测试舱体；
- 8 —— 采样口；
- 9 —— 循环风机；
- 10 —— 排气口；
- 11 —— 试样支架；
- 12 —— 监测装置；
- 13 —— 控温装置；
- 14 —— 进气口；
- 15 —— 温湿度记录仪。

图 A.1 测试舱结构示意图

A.2 测试舱技术参数要求

测试舱应满足下列技术参数要求：

- a) 测试舱内应满足正压 $10 \text{ Pa} \pm 5 \text{ Pa}$ 。

- b) 测试舱内空气温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 测试舱内空气相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 。
- d) 测试舱内空气交换率 $(0.45 \sim 1.5)\text{h}^{-1}$, 相对偏差不超过设定值的 3% 。
- e) 被测样品表面附近空气流速 $0.1\text{ m/s} \sim 0.3\text{ m/s}$ 。
- f) 测试舱漏风量小于空气供应量的 5% 。
- g) 总挥发性有机物(TVOC)本底浓度不大于 $20\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, 评价中目标单一污染物本底浓度不大于 $2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。在无法满足以上要求时, 若测试舱本底浓度平均值小于测试试样浓度平均值 15% , 试验条件亦成立。
- h) 甲苯和正十二烷的平均回收率不小于 80% 。

附录 B
(资料性附录)
材料/舱负荷比参考示例

B.1 材料/舱负荷比参考值

建筑装饰装修材料/舱负荷比为试样暴露的表面积与测试舱的容积之比,参考值参见表 B.1。

表 B.1 建筑装饰装修材料、舱负荷比参考值

分 类	材料名称	材料/舱负荷比 ^a m ² /m ³
液体类	涂料	1.0
	胶黏剂	0.4~1.0
	其他液体类	0.1~2.0
固体类	地板、地毯、板材、家具 ^b 、线条 ^b	0.4~1.0
	其他固体类	0.1~1.0

^a 表 B.1 中材料/舱负荷比仅为参考值,具体计算方法参照 8.1 中给出的计算公式及 B.2 示例。
^b 固体类产品中家具和线条均采用表面积计算材料/舱负荷比。

B.2 材料/舱负荷比应用示例

给出模拟释放情景,如对一间房间容积为 30 m³(长 4 m、宽 3 m、高 2.5 m,门高 2 m,门宽 0.8 m,窗户宽 1.25 m,窗户高 1.6 m)的常规参考房间进行测量计算,换算数据参考表 B.2。

表 B.2 模拟释放情景参考实例

部 位	预期最大使用面积 m ²	参考材料/舱负荷比 <i>L</i> m ² /m ³
地面	12.0	0.40
天花板	12.0	0.40
1 扇门	1.6	0.05
1 扇窗户	2.0	0.07
墙体(减去窗户和门)	31.4	1.00

附录 C (规范性附录)

总挥发性有机物(TVOC)释放量的测定

C.1 测试原理

使用 Tenax-TA 吸附管采集一定体积的测试舱出口空气,出口空气中挥发性有机物组分被采集到吸附剂中,经热脱附解析,再以色谱柱分离,氢火焰离子化检测器(FID)或质谱检测器(MSD)测定。

C.2 试剂和材料

C.2.1 Tenax-TA 吸附管

Tenax-TA 吸附管可为玻璃管或内壁光滑的不锈钢管,管内装有 200 mg 粒径为 0.18 mm~0.25 mm (60 目~80 目)的 Tenax-TA 吸附剂。使用前应采用惰性气体(如氮气)加热老化,老化温度应高于解析温度,老化时间不应少于 30 min,老化至无杂质峰为止,老化后密封保存。

C.2.2 标准品

苯、甲苯、邻-二甲苯、间-二甲苯、对-二甲苯、苯乙烯、乙苯、乙酸正丁酯、正十一烷、正十四烷的标准溶液或标准气体,以及其他目标物单体。纯度不应小于 99%,或为已知纯度。

注:也可使用气体标样。

C.2.3 标记物

用于按 VOC 定义区分 VOC 组分和非 VOC 组分的化合物,本附录规定为正己烷和正十六烷。

C.2.4 稀释溶剂

用于稀释标准品的有机溶剂,不含有任何干扰测试的物质。纯度不应小于 99%,或为已知纯度。例如:无水甲醇等溶剂。

C.2.5 标准溶液储备液

移取少量甲醇于 100 mL 棕色容量瓶中,分别称取 0.2 g(精确至 0.1 mg)符合 C.2.2 规定的标准品于容量瓶中,用甲醇稀释至刻度。

注:该标准溶液储备液在 0℃~4℃的冰箱中密闭保存,有效期为 28 d。

C.2.6 标准工作溶液

移取适量符合 C.2.5 规定的标准溶液储备液于 100 mL 棕色容量瓶中,以甲醇稀释至刻度,使标准工作溶液的浓度分别为 1 000 μg/mL、500 μg/mL、200 μg/mL、50 μg/mL、10 μg/mL,分装于 2 mL 样品瓶中待用。

注:该标准工作溶液在 0℃~4℃的冰箱中密闭保存,有效期为 28 d。

C.2.7 棕色容量瓶

容量为 10 mL、100 mL。

C.2.8 样品瓶

容量为 2 mL。

C.2.9 载气

氮气,纯度不应小于 99.99%;氦气,纯度不应小于 99.999%。

C.2.10 燃气

氢气,纯度不应小于 99.99%。

C.2.11 助燃气

空气。

C.3 采样

C.3.1 在采样地点打开吸附管,与恒流气体采样仪入气口连接,调节流量在 0.2 L/min~0.5 L/min 的范围内,用皂膜流量计校准采样系统的流量,最大采集约 6 L 空气,记录采样时间、采样流量、温度和大气压。

C.3.2 采样后,取下吸附管,密封吸附管的两端,做好标记,放入可密封的金属或玻璃容器中,应尽快分析,采集样品最长保存 7 d。

C.4 标准系列制备

在有 100 mL/min 的氮气通过吸附管的情况下,各抽取 1 μ L 符合 C.2.6 规定的标准工作溶液分别注入 Tenax-TA 吸附管,5 min 后将吸附管取下并密封,以完成标准系列制备。

C.5 分析测试条件

下列为参考分析条件及分析参数:

a) 热脱附装置分析条件:

- 1) 吸附管热脱附温度:250 $^{\circ}$ C~300 $^{\circ}$ C;
- 2) 吸附管热脱附时间:5 min~15 min;
- 3) 热脱附气体流速:30 mL/min~50 mL/min;
- 4) 冷阱捕集温度:-30 $^{\circ}$ C~-10 $^{\circ}$ C;
- 5) 冷阱加热速率:40 $^{\circ}$ C/s;
- 6) 冷阱脱附温度:280 $^{\circ}$ C~300 $^{\circ}$ C;
- 7) 冷阱脱附时间:5 min~10 min;
- 8) 传输线温度:220 $^{\circ}$ C~250 $^{\circ}$ C;
- 9) 分流比:根据浓度确定分流比。

b) GC-FID 分析条件:

- 1) 升温程序:40 $^{\circ}$ C 保持 1 min,以 5 $^{\circ}$ C/min 升温至 100 $^{\circ}$ C,再以 10 $^{\circ}$ C/min 升温至 250 $^{\circ}$ C,保持 10 min;
- 2) 检测器温度:280 $^{\circ}$ C;

- 3) 载气:氮气。
- c) GC-MSD 分析条件:
- 1) 升温程序:40 °C保持 1 min,以 5 °C/min 升温至 100 °C,再以 10 °C/min 升温至 250 °C,保持 10 min;
 - 2) 色谱质谱接口温度:260 °C;
 - 3) 质量扫描范围和方式:扫描范围为 25 u~350 u,扫描方式为全扫描;
 - 4) 载气:氮气;
 - 5) 电离能量:70 eV;
 - 6) 离子源(EI)温度:250 °C。

注:由于测试结果取决于所使用的仪器,因此不可能给出分析条件的普遍参数。也可根据所用仪器的性能及待测试样的实际情况选择最佳的气相色谱测试条件。

C.6 分析测试

C.6.1 采用热脱附直接进样的气相色谱法分析吸附管标准系列,应将吸附管置于热脱附装置中,经充分解析后,使解析气体直接由进样阀快速进入气相色谱仪进行色谱分析,以标准品中各组分的保留时间定性、以标准品中各组分的峰面积定量,各组分的含量(mg)为横坐标,峰面积为纵坐标,分别绘制标准曲线,并计算回归方程。

C.6.2 试验样品分析时,每支样品吸附管应按与标准系列相同的热脱附气相色谱分析方法进行分析,以每支样品吸附管中各组分的保留时间定性、以每支样品吸附管中各组分的峰面积定量。试验过程中对未识别的峰,应以甲苯来定量计算。当与总挥发性有机物(TVOC)中各组分有相同或几乎相同的保留时间的组分干扰测定时,宜通过选择适当的气相色谱柱,或通过用更严格地选择吸附管和调节分析系统的条件,将干扰降到最低。

C.7 试验结果的计算

C.7.1 线性回归方程

根据标准样品吸附管中各有机化合物的质量及相应色谱峰的面积,通过最小二乘法拟合得到线性回归方程式见式(C.1),截距 b_i 应尽可能小,其线性相关系数应大于 0.995。

$$A_i = k_i \times m_i + b_i \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- A_i ——标准样品吸附管中组分 i 的色谱峰面积;
- k_i ——组分 i 的线性回归方程的斜率;
- m_i ——标准样品吸附管中组分 i 的质量,单位为毫克(mg);
- b_i ——组分 i 的线性回归方程在 Y 轴上的截距。

C.7.2 空气样品中各组分释放量

所采空气样品中各组分的释放量按式(C.2)计算:

$$C_j = \frac{m_j - m_{0j}}{V} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- C_j ——所采空气样品 j 组分的浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- m_j ——样品吸附管中组分 j 的质量,单位为毫克(mg);

m_{oj} ——空白采样管中组分 j 的质量,单位为毫克(mg);
 V ——空气采样体积,单位为升(L)。

C.7.3 空气样品中各组分标准状态下释放量换算

所采空气样品中各组分的释放量按式(C.3)换算成标准状态下的释放量:

$$C_{ej} = C_j \times \frac{101.3}{p} \times \frac{t + 273}{273} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

C_{ej} ——标准状态下所采空气样品中 j 组分的释放量,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
 p ——采样时采样点的大气压力,单位为千帕(kPa);
 t ——采样时采样点的温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

C.7.4 总挥发性有机物(TVOC)释放量

所采空气样品中总挥发性有机物(TVOC)的释放量按式(C.4)计算。 C_{TVOC} 应取两次测试结果的平均值,其相对偏差应小于 20%,否则应重新进行试验,结果保留至小数点后一位。

$$C_{\text{TVOC}} = \sum_{j=1}^{j=n} C_{ej} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

C_{TVOC} ——标准状态下所采空气样品中总挥发性有机物(TVOC)的释放量,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

附 录 D
(资料性附录)

建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率的分级

建筑装饰装修材料分级可按第 9 章计算所得的总挥发性有机物释放率和甲醛释放率确定,采样时间为第 7 d(168 h),测试舱空气交换率为 $(0.97\sim 1.03)\text{h}^{-1}$,见表 D.1。

表 D.1 建筑装饰装修材料挥发性有机物释放率的分级

分 级	总挥发性有机物(TVOC)释放率 $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	甲醛释放率 $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
I 类材料	≤ 0.22	≤ 0.025
II 类材料	≤ 0.50	≤ 0.050