



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 527—2017

木制品甲醛和挥发性有机物释放率 测试方法——大型测试舱法

Test method for emission rate of formaldehyde and VOC from wood products by
full-scale 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 测试仪器与设备 2

6 试验步骤 3

7 结果处理 5

8 试验报告 6

附录 A（规范性附录） 大型测试舱性能要求 7

附录 B（规范性附录） 回收率的标准样品测试法 10

附录 C（规范性附录） 混合均匀度的示踪气体测试法 12

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：上海建科检验公司、清华大学、同济大学、中国建筑材料科学研究总院、中国科学院过程工程研究所、亚振家具股份有限公司、上海欣绿环境科技有限公司。

本标准主要起草人：李景广、张寅平、樊娜、张旭、冀志江、岳仁亮、李旻雯、叶蔚、沈嗣卿、李刚、勾昱君、杨旭、曹永宏、姚小龙、王继梅、徐海霞。

木制品甲醛和挥发性有机物释放率 测试方法——大型测试舱法

1 范围

本标准规定了建筑装饰装修用木制品的甲醛和挥发性有机物释放率测试方法(大型测试舱法)的术语和定义、原理、测试仪器与设备、试验步骤、结果处理及试验报告。

本标准适用于各类木质建筑装饰装修材料、制品、构配件和固定家具的甲醛和挥发性有机物释放率测试。

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 18204.2 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年版)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

大型测试舱 full-scale test chamber

模拟真实室内环境,对木质建筑装饰装修材料、制品、构配件和固定家具的甲醛和挥发性有机物释放率进行测试的试验装置。

3.2

测试舱容积 volume of the chamber

测试舱空载时,舱内参与空气交换的总容积。

3.3

测试舱有效容积 effective volume of the chamber

测试舱容积减去待测试样体积。

3.4

负载率 loading ratio

测试试样单位数量、长度、面积或体积与测试舱有效容积之比。

3.5

换气次数 air exchange rate

单位时间内进入测试舱系统的空气体积与测试舱有效容积的比值。

3.6

挥发性有机物 volatile organic compounds(VOCs)

本标准规定检测条件下,在规定采样位置检测到的所有有机物(包括甲醛)。

3.7

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,保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机物。

3.8

释放率 emission rate

单位载荷、单位时间内测试试样释放的污染物质量。

3.9

稳定释放率 steady-state emission rate

当试样进入稳定释放阶段时,以相邻两次(采样间隔 ≥ 16 h)释放率的算数平均值即为其稳定释放率。

3.10

回收率 recovery rate

在给定时间内测试舱排出的目标污染物质量,与相同时间内进入测试舱的目标污染物质量的比值。

3.11

目标污染物 target pollutant

需要测试的明确的特定空气污染物。

3.12

标准样品 standard sample

用于确定测试舱回收率所使用的具有稳定散发速率的样品。

4 原理

将被测试样放置在环境参数稳定的大型测试舱内,试样会持续释放出一定量的甲醛和挥发性有机物,测试舱空气中污染物浓度随时间发生变化。依据质量守恒原理,通过采集空气样本中目标污染物浓度和负载率可计算出不同时间点处该试样的甲醛或挥发性有机物释放率。当试样进入相对稳定释放阶段后,可测得试样的稳定释放率。在符合要求的测试条件下,试样所释放的目标污染物浓度可按式(1)计算:

$$V \frac{dc(t)}{dt} = AE(t) - Qc(t) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

V ——测试舱有效容积,单位为立方米(m^3);

t ——时间,单位为小时(h);

$c(t)$ ——测试舱中目标污染物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

A ——样品载荷,单位为个(unit)、米(m)、平方米(m^2)、立方米(m^3);

$E(t)$ ——目标污染物释放率,单位与样品载荷单位相对应,分别为毫克每个小时[$mg/(unit \cdot h)$]、毫克每米小时[$mg/(m \cdot h)$]、毫克每平方米小时[$mg/(m^2 \cdot h)$]、毫克每立方米小时[$mg/(m^3 \cdot h)$];

Q ——进入测试舱的风量,单位立方米每小时(m^3/h)。

5 测试仪器与设备

5.1 大型测试舱

大型测试舱应符合附录 A 的要求。

5.2 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。

5.3 气相色谱仪

应配备氢火焰离子化检测器(FID)或质谱检测器(MSD)。

5.4 采样器

采集气体样品时应采用恒流采样泵,且在工作流量下精度不低于 5%。

6 试验步骤

6.1 样品保存

6.1.1 待测样品运送至实验室,应填写保管记录,包括样品名称、生产日期、送检日期、运输环境和测试日期等信息。

6.1.2 样品应保存在正常室内条件的实验室环境中,宜采用聚四氟乙烯、铝箔等低吸附、低释放的材料密封包装。应记录保存环境的温湿度、存放时间等信息。

6.1.3 宜及时安排制样和测试,尽量缩短样品储藏时间,一般不超过 60 d。

6.2 试样准备

6.2.1 试验前应进行试样预处理,试样应放在与试验条件相同的环境中,温度的控制精度为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度的控制精度为 $\pm 10\%$,拆除包装后预处理时间不少于 72 h。预处理环境空气中甲醛浓度不应超过 $0.10\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

6.2.2 安装试样,记录测量试样的数量、长度、暴露面积或体积等载荷参数。

6.2.3 对于表面不规则的木制品可估算出试件的表面积或体积,并记录计算方法和过程。

6.2.4 试样的负载率可按表 1 选取,也可根据试样尺寸增加负载率。

表 1 试样负载率建议表

类型	负载率
各类木质板材(饰面板、密度板、刨花板等)	$1.0\text{ m}^2/\text{m}^3$
木质地板	$1.0\text{ m}^2/\text{m}^3$
大型木制品及木质构配件	1 个/舱
家具	1 个/舱

6.3 测试舱准备

6.3.1 测试舱清洗

清除试验舱底部及各表面的灰尘和固态杂质之后,用碱性清洗剂清洗舱内壁,然后用去离子水清洗舱内壁 3 次,最后关闭测试舱门,通入清洁空气风干舱体。清洗后舱内空气背景浓度应符合 6.4 的规定。

6.3.2 试件放置

将试件放置在测试舱中间,确保在测试过程中不会发生滑落等情况。平板类试件可放置在不锈钢样品支架上,并最大程度减少试件与支架的接触面积。试件放置位置不应阻碍舱内空气的混合和循环,放好样品后立即关闭舱门并开始测试。家具试件测试时,应开启所有的门和抽屉等活动部件。

6.4 测试环境参数要求

6.4.1 一般情况下,在试验全过程中大型测试舱内环境条件宜符合下列规定:

- a) 温度: $(23.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$;
- b) 相对湿度: $(50.0 \pm 5.0)\%$;
- c) 换气次数: $(1.00 \pm 0.05)\text{h}^{-1}$;
- d) 舱内背景浓度: 甲醛应不大于 0.006 mg/m^3 ,单一目标 VOC 浓度应不大于 0.005 mg/m^3 ,TVOC 浓度应不大于 0.05 mg/m^3 ;或者低于被测样品实测时舱内目标污染物最低浓度的 15%;
- e) 运行时舱内保持正压 5 Pa 以上。

6.4.2 测试舱环境参数也可根据测试方案要求进行调整,但各参数控制精度应符合附录 A 的规定。附录 A 中测试舱回收率测试方法见附录 B,测试舱混合均匀度测试方法见附录 C。

6.5 采样时间

规定试样放入舱体时刻为零时刻,采样时间点及测试持续时间可根据测试目的进行调整。

6.6 采样要求

6.6.1 采样位置

使用采样泵直接采集舱内气体样本时,采样点位置可设置于舱内(离舱底面 $1.0\text{ m} \sim 1.5\text{ m}$,舱壁 $0.5\text{ m} \sim 1.0\text{ m}$ 处),当舱体不便于开孔时,可在排风管处用储气袋收集气体样本(流量不低于 10 L/min ,容积不小于 20 L)。

6.6.2 采样管路

采样管路应使用低吸附、低释放的惰性材料制成,如:不锈钢、聚四氟乙烯等,长度尽可能短,且不应超过 6 m 。

6.6.3 采样参数要求

测试舱内空气样本采集时宜符合以下规定:

- a) 针对甲醛进行采样时,流量宜为 500 mL/min ,采样时间宜为 20 min ;
- b) 针对 VOC 目标污染物进行采样时,流量宜为 200 mL/min ,采样时间宜为 30 min ;
- c) 每次正式采样前,应开启采样泵用测试舱内空气抽洗采样管路 5 min ;
- d) 每次采样时,同时采集两个平行样本;
- e) 特殊测试可根据测试需要调整采样流量和时间,应确保避免发生吸收液和吸附管的穿透现象,且采样流量不应大于排气口流量的 80%。

6.7 分析方法要求

气体样本分析可按以下标准方法进行:

- a) 甲醛分析方法可按 GB/T 18204.2 的规定进行;
- b) 总挥发性有机物(TVOC)分析方法可按 GB 50325—2010(2013 年版)中附录 G 的规定进行;
- c) 单一组分的 VOC 分析方法可按 GB/T 18883—2002 中附录 C 的规定进行;
- d) 特殊测试可根据测试需要采用其他标准分析方法,但应在测试报告中予以注明。

7 结果处理

7.1 浓度计算

目标污染物的浓度计算见式(2)和式(3):

$$c(t) = \frac{m(t)}{V_s} - c_b \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$V_s = \frac{V_a \times p \times 273}{101 \times (T + 273)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $c(t)$ —— t 时刻时测试舱中目标污染物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- $m(t)$ ——通过 GC/MS 或其他分析系统获得的采集样品中目标污染物质量,单位为微克(μg);
- t ——时间,单位为小时(h);
- V_s ——标准状态(空气压力 101 kPa,温度 273 K)下的空气样本体积,单位为升(L);
- c_b ——测试前测得的测试舱中目标污染物的背景浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- V_a ——空气样本的体积,单位为升(L);
- p ——大气压,单位为千帕(kPa);
- T ——采集空气样本时的环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

7.2 稳定释放率

7.2.1 如需获得产品的稳定释放率,可在试验开始后间隔采样,直至相邻两次(采样间隔 ≥ 16 h)测定结果的差异小于 $\pm 10\%$ 时,可按式(4)计算,即认为释放达到稳定状态。以此 2 次测定结果的平均值作为稳定释放浓度,可用式(5)计算。

$$R = \frac{c_{n+1} - c_n}{c_n} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$c_s = \frac{c_{n+1} + c_n}{2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- R ——相邻两次测定结果差异, %;
- c_{n+1} ——第 $n+1$ 次采样测得的舱内目标污染物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_n ——第 n 次采样测得的舱内目标污染物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_s ——舱内目标污染物稳定释放浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

7.2.2 应采用稳定条件下测得的目标污染物浓度按式(6)直接计算其稳定释放率:

$$E = c_s \times \frac{N}{L} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- E ——目标污染物稳定释放率,单位为毫克每个小时 $[\text{mg}/(\text{unit} \cdot \text{h})]$ 、毫克每米小时 $[\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{h})]$ 、毫克每平方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 、毫克每立方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})]$;
- c_s ——目标污染物的稳定浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- N ——换气次数,单位为每小时(h^{-1});

L ——负载率,单位为个每立方米(unit/m^3)、米每立方米(m/m^3)、平方米每立方米(m^2/m^3)、立方米每立方米(m^3/m^3)。

7.3 释放率计算

目标污染物的释放率可使用合适的释放源模型计算获得。简单经验模型是一阶衰减释放源模型,可按式(7)计算释放率。也可根据释放源特性选择合适的释放源模型进行计算。其中的初始释放率 E_0 和一阶衰减常数 k 可根据国际国内的标准测试获得或通过相关数据库查询获得。

$$E(t_d) = E_0 e^{-kt} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$E(t_d)$ —— t_d 时刻目标污染物释放率,单位为毫克每个小时 $[\text{mg}/(\text{unit} \cdot \text{h})]$ 、毫克每米小时 $[\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{h})]$ 、毫克每平方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 、毫克每立方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})]$;
 E_0 ——初始释放率,单位为毫克每个小时 $[\text{mg}/(\text{unit} \cdot \text{h})]$ 、毫克每米小时 $[\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{h})]$ 、毫克每平方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 、毫克每立方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})]$;
 k ——一阶衰减常数,单位为每小时(h^{-1});
 t_d ——建筑装饰装修材料、制品、构配件和固定家具等从进场到设计目标对应的时间,单位为小时(h)。

注1: 式(7)对应的舱内空气浓度变化模型为:

$$dc(t)/dt = LE_0 e^{-kt} - Nc(t) \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$c(t)$ —— t 时刻测试舱中目标污染物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
 t ——时间,单位为小时(h);
 L ——负载率,单位为个每立方米(unit/m^3)、米每立方米(m/m^3)、平方米每立方米(m^2/m^3)、立方米每立方米(m^3/m^3);
 E_0 ——初始释放率,单位为毫克每个小时 $[\text{mg}/(\text{unit} \cdot \text{h})]$ 、毫克每米小时 $[\text{mg}/(\text{m} \cdot \text{h})]$ 、毫克每平方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 、毫克每立方米小时 $[\text{mg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})]$;
 k ——一阶衰减常数,单位为每小时(h^{-1});
 N ——换气次数,单位为每小时(h^{-1})。

注2: 在式(8)中,当 $t=0, c=0$ 时,舱体模型的求解方法如下:

$$c(t) = LE_0 (e^{-kt} - e^{-Nt}) / (N - k) \quad \dots\dots\dots (9)$$

注3: 式(9)是通过使用非线性回归技术来匹配浓度数据的模型,可直接使用计算工具(如 EXCEL, SPSS 等)进行拟合。在数据量大于7个的 $c-t$ 曲线图中,选择指数模型添加趋势线,在判定系数(即相关系数平方)大于0.9时,求得 E_0 及 k 值。将相应的 k 和 E_0 带入式(7),获得 $E(t_d)$ 值。

8 试验报告

试验报告中应包括下列信息:

- 测试舱参数(材质、容积、环境参数);
- 样品生产厂商、生产日期和生产地址、运输信息,达到测试室和测试开始期间的处理措施;
- 测试单位名称、地址、检测人员姓名;
- 测试程序开始和结束的时间及测试持续时间;
- 采样流量和采样时间;
- 测试条件和采用的化学分析方法的简短描述;
- 目标污染物的稳定释放率、释放率模型与承载率、衰减常数等参数;
- 其他项目的描述(例如有关不符合本标准程序的报告)。

附 录 A
(规范性附录)
大型测试舱性能要求

A.1 容积

大型测试舱体积不宜小于 12 m³,测试舱相交内壁边角宜采用圆弧过渡。

A.2 舱体材料

内壁及进出风管宜采用低吸附、低释放的不锈钢材料,如 06Cr19Ni10 或 06Cr17Ni12Mo2 不锈钢。密封材料应采用低吸附、低释放材料(如 PTFE 等)。

A.3 大型测试舱系统

A.3.1 组成

大型测试舱主要由舱体、空气调节系统(HVAC 系统)、控制系统等组成。常见的测试舱通风系统有直流系统和回风系统两种。

A.3.2 直流系统

直流系统是将经过滤净化后的室外新风处理至设定的温湿度要求后,送到测试舱内,并将舱内气体直接排出室外的系统。该系统一般通过调节房间温度来实现舱体温度控制要求,调节送风湿度实现湿度控制要求,并在试验舱内安装风扇以满足气流均匀性要求,结构如图 A.1 所示。

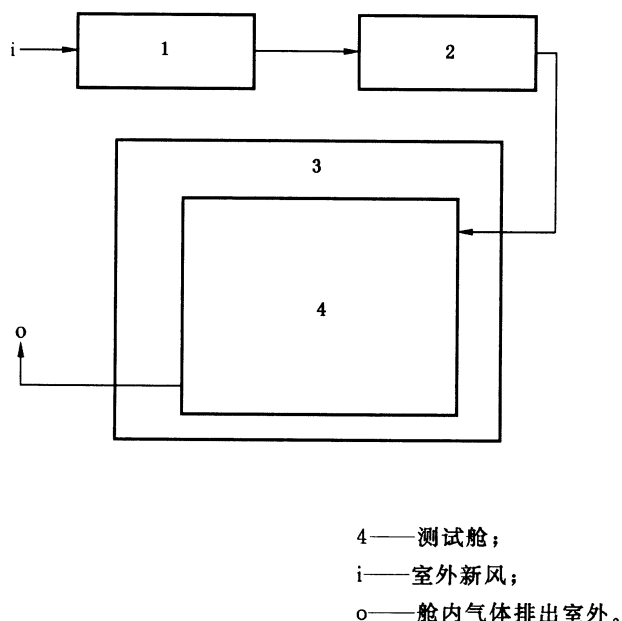
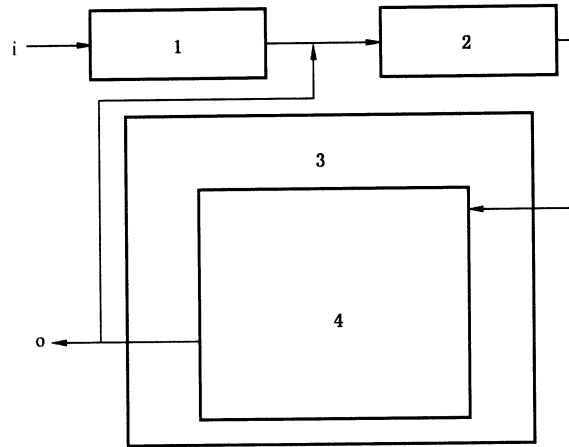


图 A.1 测试舱直流系统示意图

A.3.3 回风系统

回风系统是指将测试舱内部分空气循环使用,与室外新风混合经过温湿度处理后进入测试舱的通风系统。回风系统采用的是小新风量、大总风量的设计思路。主要通过控制送风温湿度和风量实现测试舱内温湿度及均匀性要求,结构如图 A.2 所示。



说明:

1——过滤净化系统;	4——测试舱;
2——温湿度控制系统;	i——室外新风;
3——房间;	o——舱内气体排出室外。

图 A.2 测试舱回风系统示意图

A.3.4 测试舱 HVAC 系统

A.3.4.1 HVAC 系统前段应安装空气净化模块,进气口空气浓度应符合下列规定:

- a) 甲醛不大于 0.006 mg/m^3 ;
- b) 任何单个目标 VOC 不大于 0.005 mg/m^3 ;
- c) TVOC 不大于 0.05 mg/m^3 。

A.3.4.2 特殊测试时可放宽要求,但应确保舱内空气背景浓度低于样品实测时舱内目标污染物最低浓度的 15%。

A.3.4.3 HVAC 系统应实现试验设定的温度、湿度、及换气次数等,且各参数控制精度应符合下列规定:

- a) 温度: $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) 相对湿度: $\pm 5.0\%$;
- c) 换气次数: $\pm 5\%$ 。

A.3.4.4 试验期间测试舱内保持正压,且内外压差大于 5 Pa 。

A.3.5 测试舱控制系统

测试舱应采用传感器等实时监测装置,可连续记录测试舱的温湿度及流量参数,温度传感器精度不低于 $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度传感器精度不低于 $\pm 3\%$,流量传感器精度不低于设置值的 $\pm 3\%$ 。

A.4 测试舱气密性

在测试舱内外压差为 5 Pa~10 Pa 条件下,测试舱系统的总漏风率(泄漏率)不大于 3%。

A.5 测试舱回收率

测试舱系统的甲苯或正十二烷标准样品的回收率均不应低于 80%。回收率的标准样品测试法见附录 B。

A.6 测试舱混合均匀度

混合均匀度的示踪气体测试法见附录 C。风扇等混匀装置开启后,舱内空气混合均匀度不应低于 80%。

附 录 B
(规范性附录)
回收率的标准样品测试法

B.1 原理

本标准采用标准样品测试法,即用释放率已知的标准样品去标定测试舱的回收率。

B.2 仪器和材料

B.2.1 恒流采样泵、热解吸装置、气相色谱仪、皂膜流量计或浮子流量计。

B.2.2 甲苯标准样品、正十二烷标准样品、Tenax GC 或 Tenax TA 采样。

B.3 测定步骤**B.3.1 测定的准备工作**

B.3.1.1 所用仪器的校准证书在有效期内。

B.3.1.2 热解吸装置和气相色谱仪工作状态正常。

B.3.1.3 清洗测试舱,平衡后待用。

B.3.1.4 Tenax-TA 管老化后待用。

B.3.2 采样与测定

B.3.2.1 用恒流采样泵连接 Tenax-TA 管采集测试舱内的甲苯或正十二烷的本底浓度。

B.3.2.2 放置给定量的甲苯或正十二烷标准样品于测试舱,其中标准样品试验中测试舱 72 h 浓度与试验所测试样的稳定试验浓度宜处于同一数量级。

B.3.2.3 放置标准样品 72 h 后用恒流泵连接 Tenax-TA 管采集测试舱内的甲苯或正十二烷。

B.3.2.4 采样时不应发生穿透现象。

B.4 结果计算

测试舱的回收率计算见式(B.1)~式(B.4)。

$$r = \frac{M_{\text{air}}}{M_0 - M_{\text{leak}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

$$M_{\text{air}} = (c_1 - c_0) \times (N - N_{\text{leak}}) \times V \times T \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

$$M_0 = e_s \times T \quad \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

$$M_{\text{leak}} = N_{\text{leak}} \times V \times (c_1 - c_0) \times \left\{ T + \frac{1}{N} (e^{-NT} - 1) \right\} \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中:

r ——回收率, %;

M_{air} ——测试舱换气带走的甲苯或正十二烷的质量,单位为毫克(mg);

M_0 ——标样散发的甲苯或正十二烷的总质量,单位为毫克(mg);

- M_{leak} ——测试舱漏气带走的甲苯或正十二烷的质量,单位为毫克(mg);
- c_1 ——72 h 后测定的甲苯或正十二烷浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- c_0 ——测量开始时舱内甲苯或正十二烷的本底浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- N ——换气次数,单位为每小时(h^{-1});
- N_{leak} ——漏气次数,单位为每小时(h^{-1});
- V ——测试舱有效容积,单位为立方米(m^3);
- T ——测试持续时间,单位为小时(h);
- e_s ——标准样品散发率,单位为毫克每小时(mg/h)。

附 录 C

(规范性附录)

混合均匀度的示踪气体测试法

C.1 原理

本标准采用示踪气体浓度衰减法。在待检验测试舱内通入适量示踪气体,由于测试舱持续地进行送气与排气,若舱内空气充分混合均匀,示踪气体的浓度呈指数衰减,符合理论上的充分混合曲线(示踪气体理论值)。根据测得浓度随时间变化的值,计算与示踪气体理论值的偏差,即为测试舱的混合均匀度。

C.2 仪器和材料

C.2.1 气体浓度测定仪。

C.2.2 直尺或卷尺。

C.2.3 示踪气体:使用浓度安全无毒、环境本底浓度低、易采样分析的气体,符合 GB 18204.1 规定的示踪气体。

C.3 测定步骤

C.3.1 测定的准备工作

C.3.1.1 按仪器的使用说明校正仪器,校正后待用。

C.3.1.2 打开电源,确认电池电压正常。

C.3.1.3 归零调整及感应确认,归零工作需要在一个清净的环境中调整,调整后即可进行采样测定。

C.3.1.4 在舱内放置试件或与试件相同大小的惰性基材。

C.3.2 采样与测定

在舱内通入适量的示踪气体后,关闭舱门,开启空气供给装置与空气混合装置。等待 3 min~5 min,示踪气体分布均匀后,即可在测试舱采样口采集空气样品,同时在现场测定并记录。示踪气体混合浓度达到稳定后,测试持续时间不应少于 15 min,测点不少于 20 个。

C.4 结果计算

测试舱内的空气混合均匀度的计算见式(C.1)、式(C.2)。

$$\eta = \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [|c_m(t_i) - c(t_i)| (t_i - t_{i-1})]}{\sum_{i=1}^n [c(t_i)(t_i - t_{i-1})]} \right\} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$c(t_i) = c_{m,0} e^{-\frac{Nt_i}{3600}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

η ——混合均匀度;

- n —— 采样测试总次数；
- i —— 采样次数序号；
- $c_m(t_i)$ —— 时间为 t_i 时舱内实测示踪气体浓度，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；
- $c(t_i)$ —— 时间为 t_i 时舱内理论示踪气体浓度，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；
- t_i —— 第 i 次采样的时间，单位为秒(s)；
- t_{i-1} —— 第 $i-1$ 次采样的时间，单位为秒(s)；
- $c_{m,0}$ —— 测量开始时舱内实测示踪气体浓度，单位为毫克每立方米(mg/m^3)；
- N —— 换气次数，单位为每小时(h^{-1})。
-