

# 地采暖用木质地板甲醛释放限量指标探讨

卢金汉, 吕斌, 邹献武, 杨忠

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 利用  $1\text{ m}^3$  气候箱法测定地采暖用实木复合地板和浸渍纸层压木质地板在 23、30、35  $^{\circ}\text{C}$  条件下的甲醛释放量, 结果表明: 1) 两种地采暖用木质地板的甲醛释放量均随着测试温度的升高而增加; 2) 按照 GB 18580-2017《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》方法, 甲醛释放量检测结果不超过  $0.06\text{ mg/m}^3$  的样品, 在 30  $^{\circ}\text{C}$  时的甲醛释放量也能达到标准限量要求。建议地采暖用木质地板的甲醛释放限量指标要求修订为  $\leq 0.06\text{ mg/m}^3$ 。

**关键词:** 地采暖用木质地板; 甲醛释放;  $1\text{ m}^3$  气候箱法; 温度

中图分类号: TS67; TU225

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654 (2019) 01-0034-04

## Limit of Formaldehyde Emissions from Wood-based Floorings for Ground with Heating Systems

LU Jin-han, LV Bin, ZOU Xian-wu, YANG Zhong

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** According to the national standard GB 18580-2017: "Indoor decorating and refurbishing materials-Limit of formaldehyde of wood-based panels and finishing products", formaldehyde emissions from samples of engineered wood flooring and laminate flooring for ground with heating systems were measured using  $1\text{ m}^3$ -chamber method at 23  $^{\circ}\text{C}$ , 30  $^{\circ}\text{C}$  and 35  $^{\circ}\text{C}$ , respectively.

Results showed: 1) with temperatures rising, formaldehyde emissions from wood-based flooring increased; 2) the samples with less than  $0.06\text{ mg/m}^3$  of formaldehyde emissions at 23  $^{\circ}\text{C}$  released less than  $0.124\text{ mg/m}^3$  formaldehyde emissions at temperature 30  $^{\circ}\text{C}$ , which met the requirements of GB 18580-2017. Therefore, it was suggested that specification of formaldehyde emission limit for wood-based flooring for ground with heating systems be revised to less than  $0.06\text{ mg/m}^3$  at 23  $^{\circ}\text{C}$ .

**Key words:** wood-based flooring for ground with heating systems; formaldehyde emissions;  $1\text{ m}^3$ -chamber method; temperature

LY/T 1700-2007《地采暖用木质地板》标准自 2007 年实施以来, 迄今已经 11 年, 国内从事地采暖

用木质地板的生产、经销、研发的单位以及消费者均以该标准为指南, 其技术内容对规范、引导我国地采暖用木质地板行业发展, 发挥了重要作用。

随着地采暖用木质地板产业的快速发展, 消费者对该产品的关注度不断提升, 尤其是地采暖条件下木质地板的甲醛释放量问题成为关注热点, 迫切需要新的标准来规范地采暖用木质地板的环保生产及性能评价。

收稿日期: 2018-05-15; 修改日期: 2018-10-11

基金项目: 国家重点研发计划课题“木质家居材料健康安全性能检测与评价技术研究”(2016YFD0600706)。

作者简介: 卢金汉(1992—), 男, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

责任作者: 杨忠, 中国林科院木材工业研究所研究员。

地板使用环境的温度对地采暖用木质地板甲醛释放量的影响显著,有多项采用干燥器法的研究发现<sup>[1-4]</sup>,随着温度升高,地采暖用木质地板的甲醛释放量增加;而采用 $1\text{ m}^3$ 气候箱法的研究尚鲜见报道。

2018年5月1日正式实施的强制性国家标准 GB 18580-2017《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放量》规定, $1\text{ m}^3$ 气候箱法是唯一的甲醛释放量试验方法,甲醛释放限量为 $0.124\text{ mg/m}^3$ 。新版标准的实施,对地采暖用木质地板甲醛释放的检测,也提出了更高的要求。

鉴于此,为了与强制性国标 GB 18580-2017《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放量》规定的检测方法相匹配,笔者以该标准的总体方法为基础,并考虑地采暖用木质地板的加热使用条件,采用 $1\text{ m}^3$ 气候箱法,探讨不同温度条件下地采暖用实木复合地板、浸渍纸层压木质地板的甲醛快速释放变化规律,以期 LY/T 1700-2007《地采暖用木质地板》中甲醛释放限量指标的修订提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

地采暖用木质地板样品共25批次,均从市场上随机抽取。包含4批次三层实木复合地板、7批次多层实木复合地板、14批次浸渍纸层压木质地板。

为保证测试样品的均匀性,每批次样品均存放24 h,随机抽取的试样数量不少于 $3\text{ m}^2$ ,用专用塑料膜(经测试无甲醛)封装后,分别在3种温度条件下进行测试。

### 1.2 试验装置

QWH-1000H型 $1\text{ m}^3$ 气候箱,测量范围:温度 $15\sim 40\text{ }^\circ\text{C}$ ,相对湿度 $30\%\sim 80\%$ ,精度:温度 $\pm 0.5\text{ }^\circ\text{C}$ ,相对湿度 $\pm 3\%$ ;紫外-可见分光光度计,波长范围 $325\sim 1\,000\text{ nm}$ ,精度 $\pm 1\text{ nm}$ ;QC-3型大气采样器,测量范围 $0.3\sim 3\text{ L/min}$ 。

### 1.3 试验方法

试验采用整体加热的方式,比地采暖用地板实际应用环境的单面加热方式更为严格;参照 GB 18580-2017检测加热条件下甲醛释放情况。

#### 1.3.1 试件制备

按照 GB 18580-2017中5.2要求,将所抽取的木

质地板拼接成4块幅面不小于 $500\text{ mm}\times 500\text{ mm}$ 的样品,制成4块尺寸为 $(500\pm 5)\text{ mm}\times (500\pm 5)\text{ mm}$ 试板(四周不含榫舌和榫槽)。将锯切后的试板在温度 $(23\pm 1)\text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的条件下平衡处理 $(15\pm 2)\text{ d}$ ,将任意2块试板组成一组,并采用无醛胶将2块试板背靠背粘合,且所有侧边均用铝箔密封,制得2块甲醛释放量测试试件。

#### 1.3.2 参数设置

根据 JGJ 142-2012《辐射供热供冷技术规程》中未铺装地板之前的“地面温度要求”:人员经常停留区宜采用 $25\sim 27\text{ }^\circ\text{C}$ ,最高不超过 $29\text{ }^\circ\text{C}$ ;以及大量调研结果,通常冬季室内采暖时,地采暖用地板的底层温度不超过 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 。因此,在相对湿度固定为 $(50\pm 3)\%$ 的条件下,试验设置三组温度:

1) $(23\pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ ,即 GB 18580-2017规定的测试温度;

2) $(30\pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ ,为比较接近实际使用的温度;

3) $(35\pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ ,为了探讨更高温度条件下,木质地板甲醛释放量的变化。

### 1.4 甲醛释放量测定

参照 GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》设置气候箱参数,将试件垂直放置于气候箱中心位置,其表面与空气流动的方向平行,试件之间距离不小于 $200\text{ mm}$ 。密闭箱门,从达到目标环境参数的第2~5 d每天取样2次,每次取样的时间间隔3 h以上。在前3天如果达到稳定状态,可停止取样。否则,以后每天取样次数减少到1次,直至达到稳定状态;或连续测试28 d后停止测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 地采暖用木质地板甲醛释放量检测结果

25批次试样在三种温度条件下的甲醛释放量检测结果,列于表1。

$1\text{ m}^3$ 气候箱法检测甲醛释放量是一个持续的过程,以达到稳定状态时最后4次测定浓度的平均值作为甲醛释放量。

表1中 $23\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下的甲醛释放量,是第2—3 d测定浓度的平均值; $30\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下的甲醛释放量,是第4—5 d测定浓度的平均值; $35\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下的甲醛释放量,是第25—28 d测定浓度的平均值。

表1 地采暖用木质地板甲醛释放量检测结果

Tab.1 Test results of formaldehyde emission of wood-based flooring with heating systems

| 样品<br>编号 | 样品类别   | 甲醛释放量/( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) |                                    |                                    |
|----------|--------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|          |        | ( $23\pm 0.5$ ) $^{\circ}\text{C}$      | ( $30\pm 0.5$ ) $^{\circ}\text{C}$ | ( $35\pm 0.5$ ) $^{\circ}\text{C}$ |
| 1        | 多层实木复合 | 0.010                                   | 0.020                              | 0.030                              |
| 2        | 多层实木复合 | 0.020                                   | 0.030                              | 0.030                              |
| 3        | 多层实木复合 | 0.021                                   | 0.026                              | 0.028                              |
| 4        | 多层实木复合 | 0.018                                   | 0.023                              | 0.026                              |
| 5        | 多层实木复合 | 0.022                                   | 0.026                              | 0.031                              |
| 6        | 多层实木复合 | 0.020                                   | 0.040                              | 0.050                              |
| 7        | 多层实木复合 | 0.020                                   | 0.030                              | 0.070                              |
| 8        | 三层实木复合 | 0.030                                   | 0.040                              | 0.070                              |
| 9        | 三层实木复合 | 0.049                                   | 0.081                              | 0.085                              |
| 10       | 三层实木复合 | 0.054                                   | 0.075                              | 0.088                              |
| 11       | 三层实木复合 | 0.055                                   | 0.077                              | 0.090                              |
| 12       | 浸渍纸层压  | 0.004                                   | 0.004                              | 0.005                              |
| 13       | 浸渍纸层压  | 0.004                                   | 0.005                              | 0.005                              |
| 14       | 浸渍纸层压  | 0.004                                   | 0.004                              | 0.005                              |
| 15       | 浸渍纸层压  | 0.010                                   | 0.030                              | 0.040                              |
| 16       | 浸渍纸层压  | 0.020                                   | 0.040                              | 0.060                              |
| 17       | 浸渍纸层压  | 0.020                                   | 0.070                              | 0.220                              |
| 18       | 浸渍纸层压  | 0.040                                   | 0.060                              | 0.280                              |
| 19       | 浸渍纸层压  | 0.040                                   | 0.080                              | 0.100                              |
| 20       | 浸渍纸层压  | 0.060                                   | 0.100                              | 0.110                              |
| 21       | 浸渍纸层压  | 0.060                                   | 0.090                              | 0.090                              |
| 22       | 浸渍纸层压  | 0.070                                   | 0.090                              | 0.090                              |
| 23       | 浸渍纸层压  | 0.068                                   | 0.101                              | 0.118                              |
| 24       | 浸渍纸层压  | 0.069                                   | 0.099                              | 0.113                              |
| 25       | 浸渍纸层压  | 0.071                                   | 0.095                              | 0.121                              |

从表1看出,本试验25批次的地采暖用木质地板试样,在23、30 $^{\circ}\text{C}$ 温度条件下的甲醛释放量测试结果,均达到GB 18580-2017的要求( $\leq 0.124 \text{ mg/m}^3$ ),表明这些地板样品无论是在常温还是地采暖环境,其甲醛释放量均较低。

35 $^{\circ}\text{C}$ 温度条件下,实木复合地板的甲醛释放量全部 $< 0.124 \text{ mg/m}^3$ ,仅浸渍纸层压木质地板有2批次试样的甲醛释放量 $> 0.124 \text{ mg/m}^3$ 。由于35 $^{\circ}\text{C}$ 已超过地采暖用木质地板实际使用温度,所以,不宜以此作为地采暖用木质地板甲醛释放限量的参考。

## 2.2 不同测试温度下地采暖用木质地板甲醛释放量变化情况

地板试样在不同温度条件下,其甲醛释放量的变化如图1所示。

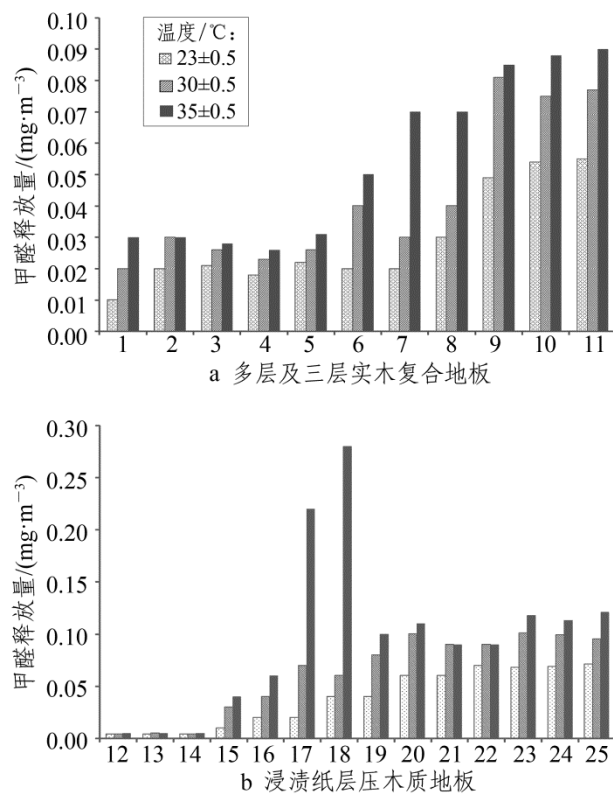


图1 地采暖用地板试样在不同测试温度条件下的甲醛释放量

Fig.1 Formaldehyde emissions from wood-based floorings for ground with heating systems at different temperature

图1a表明,同一批次复合地板试样,温度从23 $^{\circ}\text{C}$ 提高到30 $^{\circ}\text{C}$ ,其甲醛释放量呈增加趋势,增长范围在1.2~2倍,平均约1.5倍。其中,多层实木复合地板甲醛释放量的增长范围在1.2~2倍,三层实木复合地板甲醛释放量的增长范围在1.3~1.7倍,二者平均增长均约1.5倍。

温度从23 $^{\circ}\text{C}$ 提高到35 $^{\circ}\text{C}$ ,多层实木复合地板甲醛释放量增长范围为1.3~3.5倍,平均增长约2.0倍;三层实木复合地板甲醛释放量的增长为1.6~2.3倍,平均增长约1.8倍。

图1b显示,温度从23 $^{\circ}\text{C}$ 提高到30 $^{\circ}\text{C}$ ,浸渍纸层压木质地板甲醛释放量的增长范围在1.0~3.5倍,平均增长约1.6倍。

温度从23 $^{\circ}\text{C}$ 提高到35 $^{\circ}\text{C}$ ,浸渍纸层压木质地板甲醛释放量的增长范围在1.3~11倍,平均增长约2.5倍。其中,12、13、14号试样的甲醛释放量随温度提高的增幅较小,仅1.0~1.25倍,与地板试样使用胶黏剂的类型及品质有关<sup>[5-7]</sup>。

测试温度升高,地采暖用木质地板的甲醛释放量增加的主要原因:

1) 升高温度导致甲醛分子的热运动加强,从而有更多的游离甲醛和有机物分解,形成甲醛分子并释放出来;

2) 升高温度改变了板材的扩散系数,有更多的甲醛分子从内部扩散到表面并释放<sup>[8]</sup>;

3) 升高温度可以导致板材孔径结构特性发生改变,有利于内部甲醛快速释放;

4) 升高温度降低了木质板材对于甲醛的吸附容量和吸附能力,甲醛解吸而释放;

5) 升高温度可引起已固化的含醛树脂发生分解反应而释放出甲醛,且随温度上升分解加大<sup>[9]</sup>。

以上因素共同作用,最终导致地采暖用木质地板中甲醛释放量随测试温度升高而增加。

### 2.3 地采暖用木质地板甲醛释放限量指标的探讨

由表1结果可知,样品20、21、22、23、24、25在30℃条件下的甲醛释放量接近,且不超过GB 18580-2017的限量要求,此6个样品在23℃条件下的甲醛释放量均值为0.066 mg/m<sup>3</sup>。换言之,当完全按照GB 18580-2017的规定对地采暖用木质地板进行甲醛释放量检测,如果样品的甲醛释放量不超过0.066 mg/m<sup>3</sup>,该样品在30℃条件下的甲醛释放量也不会超过0.124 mg/m<sup>3</sup>的国际限定值。

### 3 结论与建议

1) 在本试验条件下,随着测试温度的升高,地采暖用木质地板的甲醛释放量均有所增加。当温度从23℃提高到30℃时,三层实木复合地板、多层实木复合地板、浸渍纸层压木质地板的甲醛释放量

平均增长约1.5、1.5、1.6倍。

2) 按照GB 18580-2017的方法检测,23℃温度下甲醛释放量不超过0.06 mg/m<sup>3</sup>的样品,在30℃下其甲醛释放量亦满足国际限定值≤0.124 mg/m<sup>3</sup>。

3) 为了确保在地热环境下木质地板的甲醛释放量依然达到GB 18580-2017的要求,建议修订LY/T 1700《地采暖用木质地板》甲醛释放量的限定指标要求。可以考虑将地采暖用木质地板在23℃的甲醛释放限量修订为≤0.06 mg/m<sup>3</sup>。

由于1 m<sup>3</sup>气候箱法测定甲醛释放量的周期较长,成本较高,本次试验试样数量有限,今后仍需大量研究,以数据来确定合理、科学的指标值。

### 参考文献:

- [1] 叶春香,崔启鹏,吴玉琪.地采暖用实木复合地板甲醛释放变化规律[J].林业与环境科学,2016,32(2):31-33.
- [2] 王武康,陈曦曦,王国琴.地暖环境下地板甲醛释放特征研究[J].林产工业,2016,43(9):49-51.
- [3] 叶红,代平国,任彦回.地暖环境条件下木地板甲醛释放量测定及收集装置[J].江苏建材,2012(3):25-26.
- [4] 刘晓庆,任柏春,李贺军.地暖条件下浸渍纸层压木质地板的安全性研究[J].建材与装饰,2017(6):3-4.
- [5] Francis (Bud) J Offermann PE CIH. Formaldehyde emissions from laminate flooring[J]. Ashrae Journal, 2017, 59(3): 102-105.
- [6] P S Hng, S H Lee, Y W Loh. Production of low formaldehyde emission of particleboard by using new formulated formaldehyde based resin[J]. Asian Journal of Scientific Research, 2011, 4(3): 264-270.
- [7] J S Pierce, Anders Abelmann, J T Lotter. An assessment of formaldehyde emissions from laminate flooring manufactured in China[J]. Regulatory Toxicology & Pharmacology, 2016, 81: 20-32.
- [8] 张侃,王志.基于气候箱法的实木复合地板甲醛释放规律研究[J].安防科技,2011(9):48-50.
- [9] 张浩,朱庆明,刘秀玉.室内环境中细木工板甲醛释放预测模型[J].过程工程学报,2014,14(3):433-438.

(责任编辑 向琴)

(上接第28页)

第18届CITES公约缔约方大会将于2019年5月23日—6月3日在斯里兰卡召开,笔者将继续关注CITES公约附录的木材树种变化。

### 参考文献:

- [1] 姜笑梅,殷亚方,刘波.《濒危野生动植物种国际贸易公约》保护与管制木材种类的诠释[J].木材工业,2010,24(5):36-38.

- [2] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,濒危物种科学委员会.濒危野生动植物种国际贸易公约[R],2010.
- [3] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,濒危物种科学委员会.濒危野生动植物种国际贸易公约[R],2013.
- [4] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,濒危物种科学委员会.濒危野生动植物种国际贸易公约[R],2017.
- [5] The Plant List, Version 1.1[EB/OL], 2013, <http://www.theplantlist.org/>.
- [6] GB/T 18107-2017,红木[S].

(责任编辑 姜征)