

检测条件对整体木制柜甲醛释放量的影响

孙智敏, 孟博, 王震宇, 张立东, 李中秋, 付兴洋

(沈阳产品质量监督检验院 国家家具质量监督检验中心(沈阳), 辽宁沈阳 110022)

摘要: 利用30 m³大容积移动隔板式环境测试舱, 采用正交与单因素试验, 探究检测条件对木制柜整体甲醛释放量的影响及相关性。结果表明, 对木家具中甲醛释放量影响程度大小的因子依次为: 面积承载率、温度、空气交换率、相对湿度; 面积承载率、温度、相对湿度与样品的甲醛释放量呈正相关, 空气交换率与样品的甲醛释放量呈负相关。

关键词: 测试舱; 木家具; 甲醛释放量; 检测条件; 面积承载率

中图分类号: TS664.1; TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2020) 02-0034-04

Effect of Test Conditions on Formaldehyde Emissions from Whole Wooden Furniture Using A Large Chamber

SUN Zhi-min, MENG Bo, WANG Zhen-yu, ZHANG Li-dong, LI Zhong-qiu, FU Xing-yang

(Shenyang Product Quality Supervision and Inspection Institute, National Quality Supervision and Testing Center for Furniture,

Shenyang 110022, Liaoning, China)

Abstract: Effects of test conditions on formaldehyde emissions from whole wooden furniture were studied using a 30 m³ large chamber. The results showed that the factor sequence of the test conditions on formaldehyde concentrations in air from the furniture samples was as follows: area bearing rate, temperature, air exchange rate and relative humidity. The area bearing rate, temperature and relative humidity were positively correlated to the formaldehyde emissions, while the area bearing rate was negatively correlated to the formaldehyde emissions.

Key words: test chamber; wooden furniture; formaldehyde emission; test conditions; area bearing rate

随着我国居民生活水平的不断提高, 对家具的需求量也在逐年增加, 家具带来 VOC 对室内空气的污染问题也愈加突出。在众多室内空气中污染物中, 甲醛是世界上公认的潜在致癌物, 其毒性较大, 并且持续释放时间长, 可达 3~15 年^[1]。

目前我国木家具的甲醛释放量检测, 仍为依据 GB 18584—2001《室内装饰装修材料 木家具中有害物质限量》进行, 该标准采用干燥器法测定木家具的甲醛释放量, 测试过程主要存在两个的问题:

1) 取样: 仅考虑木家具中每种木质材料与产品中面积的比例, 要求制成长 (150±1) mm、宽 (50±1) mm 的试件 10 块, 而忽略了实际使用过程中家具整体的甲醛释放规律; 2) 取样方法: 为破坏性试验, 检测会造成无法挽回的经济损失。

对 GB 18584—2001 的修订早在 2011 年开始, 修订稿将其中被检测的木家具扩展到各种类家具产品, 共五大类, 历时 4 年。旧版标准中的甲醛释放量检测方法, 均调整为气候箱法, 并设定木家具中甲醛释放限量值为≤0.10 mg/m³。但因各种原因, 该标准一直未颁布实施。

目前, 国际上测定家具甲醛释放量的权威方法

收稿日期: 2019-02-21; 修改日期: 2020-01-20

作者简介: 孙智敏 (1979—) 男, 工程师。Email: 3056040@qq.com

是采用大型环境舱试验法。美国材料与试验协会 (ASTM) 颁布的 ASTM E 1333—2014 “Standard Test Method for Determining Formaldehyde Concentrations in Air and Emission Rates from Wood Products Using a Large Chamber” 中规定, 可采用大容积环境测试舱法, 作为对木制家具及人造板材中甲醛释放量的检测方法; 美国办公家具协会 (BIFMA) 颁布的 ANSI/BIFMA X 7.1—2011 (R2016) “Standard for Formaldehyde and TVOC Emissions of Low-emitting Office Furniture Systems and Seating” 标准也规定, 成套办公家具释放的甲醛和挥发性有机物检测方法 & 限量, 都是针对整体家具进行。

但现国内标准尚未采用环境舱法对木家具进行无损整体甲醛释放量的检测, 鉴于此, 笔者利用自主开发的 30 m³ 移动隔板式大容积环境测试舱^[2], 探讨测试舱内家具承载率、温度、空气交换率以及相对湿度等测试条件, 对木家具整体甲醛释放检测结果的影响及相关性, 旨在探讨科学的家具整体环保安全性能的评价方法, 为相关标准制修订提供技术支持与参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

木制柜: 尺寸 (高×宽×厚) 为 1 900 mm×800 mm×600 mm (图1), 由浸渍胶膜纸饰面的刨花板制成, 为某厂家同一批次生产。测试之前将样品放置在温度 (23±2) °C、相对湿度40%~60%的环境中平衡7 d, 备用。



图1 木制柜样品实物图

Fig.1 Picture of a wooden cabinet

1.2 仪器设备

1) 环境测试舱: 参照 ANSI/BIFMA X 7.1—2011

(R2016), 自行设计, 由沈阳紫薇机电设备有限公司生产。测试舱的容积为 30 m³, 舱内温度调节范围为 20~50 °C (±0.2 °C), 相对湿度范围 30%~80% (±3%)。

2) 其他设备: 空气采样器, 新悦分光光度计等。

1.3 试验设计

1) 在恒定温、湿度 (23 °C、50%)、空气交换率 (1.0 h⁻¹) 和承载率 (按单一木柜的全部暴露面积计算) 的情况下, 任选其中一个木制柜样品, 在 30 天内重复测试, 每天一次, 共 30 次, 计算其甲醛释放量, 探讨被检木制柜样品甲醛释放量的稳定性。

2) 选取影响木家具甲醛释放量的主要因素 (环境测试舱内温度、相对湿度、空气交换率及面积承载率), 进行正交试验, 探讨四个因素对样品甲醛释放量的影响。环境参量结合实际生活中室内的情况确定; 面积承载率按每个木制柜样品的所有表面积计算, 通过控制测试舱内的移动隔板和木制柜样品的数量, 再折合成 30 m³ 测试舱内试样不同水平的面积承载率。正交试验因素和水平见表 1。

表1 正交试验因素与水平

Tab.1 Orthogonal experiment factors and levels

因素	水平		
	1	2	3
A 温度/°C	20	23	25
B 相对湿度/%	35	45	55
C 空气交换率/(h ⁻¹)	0.5	1.0	2.0
D 面积承载率/(m ² /m ³)	0.636	1.272	1.908

3) 在正交试验的基础上, 采用单因素试验 (表 2), 探讨上述 4 个因素与样品甲醛释放量的相关性。其中面积承载率因素的水平, 按单一木柜全部面积的 1.5、2.0、2.5、3.0 倍数设置, 通过移动测试舱配备的隔板, 调节舱内容积, 折算得到。

表2 单因素试验

Tab.2 Single factor experiment

因素	水平					
	1	2	3	4	5	6
A 温度/°C	20	21	22	23	24	25
B 相对湿度/%	35	40	45	50	55	
C 空气交换率/(h ⁻¹)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
D 面积承载率/(m ² /m ³)	0.636	0.954	1.272	1.590	1.908	

注: 加粗字体表示其他因素水平变化时, 该因素选取的水平。

1.4 取样、测试方法

测试舱中空气流速控制为 0.1~0.3 m/s, 样品放置其中 20 h 后, 按照 GB/T 31106—2014《家具中挥发性有机化合物的测定》中酚试剂分光光度法, 抽取舱内空气, 并检测空气样品中的甲醛含量。为避免误差, 每个样品连续测试 2 天, 每天采样 2 次, 以 4 次测试的平均值作为甲醛释放量的试验结果。

2 结果与分析

2.1 样品甲醛释放量的稳定性

固定环境测试舱的温度、相对湿度、空气交换率和面积承载率四个因素和水平, 30 天内重复测试同一样品(每天一次)的甲醛释放量结果列于表 3。

表 3 同一样品重复测试 30 次结果

Tab.3 Test results of a piece of test samples detected for 30 times

检测 序号	甲醛释放量/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	检测 序号	甲醛释放量/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	检测 序号	甲醛释放量/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
1	0.042	11	0.040	21	0.039
2	0.043	12	0.042	22	0.040
3	0.042	13	0.040	23	0.039
4	0.043	14	0.040	24	0.038
5	0.041	15	0.041	25	0.039
6	0.042	16	0.040	26	0.040
7	0.042	17	0.038	27	0.038
8	0.043	18	0.039	28	0.037
9	0.041	19	0.040	29	0.039
10	0.042	20	0.039	30	0.037
最大浓度				0.043	
平均浓度				0.040	
标准偏差				0.002	
变异系数/%				4.353	

表 3 显示, 对于同一样品, 重复测试 30 次, 样品甲醛释放量检测结果的标准偏差为 0.002, 变异系数为 4.353%, 表明样品甲醛释放量的检测结果较为集中, 波动性较小; 同时, 反映出样品在 30 天内的甲醛释放较为稳定。

2.2 各因素及水平对样品甲醛释放量的影响

极差的大小, 直接反应出各个因素对样品甲醛释放量的影响程度。由表 4 正交试验结果可以看出, 面积承载率的影响效果最大, 其余依次为温度、空气交换率和相对湿度。

表 4 各因素水平对样品甲醛释放量的影响

Tab.4 Influence of factors and levers on formaldehyde emission rates from test samples

编号	温度/ ℃	相对湿度/ %	空气交换率/ (h^{-1})	面积承载率/ (m^2/m^3)	甲醛释放量/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
1	20	35	0.5	0.636	0.047
2	20	45	1.0	1.272	0.069
3	20	55	2.0	1.908	0.103
4	23	35	1.0	1.908	0.086
5	23	45	2.0	0.636	0.024
6	23	55	0.5	1.272	0.073
7	25	35	2.0	1.272	0.061
8	25	45	0.5	1.908	0.120
9	25	55	1.0	0.636	0.056
k_1	0.073	0.065	0.080	0.042	
k_2	0.061	0.071	0.070	0.068	
k_3	0.079	0.077	0.063	0.103	
R	0.018	0.012	0.017	0.061	

家具板材中甲醛的释放依赖其沸点和极性^[3], 随着面积承载率、温度、空气交换率和相对湿度的改变, 板材内的甲醛分子运动与扩散速率不同, 影响甲醛的释放效果。

2.3 各因素与样品甲醛释放量的相关性

环境测试舱温度、相对湿度、空气交换率、面积承载率四个因素与同批次样品木柜的甲醛释放量相关性, 如图 2 所示。

图 2a、2b、2c 的拟合曲线显示, 随着样品面积承载率、温度和相对湿度的增加, 甲醛释放量呈增加的趋势, 函数方程分别为:

$$y=0.1242x-0.0628, \quad y=0.0161x-0.2823 \quad \text{和} \quad y=0.0012x+0.0056。$$

随着空气交换率的不断增大(图 2d), 甲醛释放量呈下降趋势, 函数方程为: $y=-0.0496x+0.1524$ 。

面积承载率的增加, 即单位空间内承载家具板材表面积增大, 甲醛释放量增大; 温度升高会促进家具板材表面及内部的甲醛更快脱离, 甲醛释放量增大; 相对湿度增加, 可导致家具板材内部含水率增大, 胶黏剂可发生水解反应, 从而也会加速甲醛释放^[3-4]; 空气交换率增加, 会加快环境测试舱内部空气的交换, 使舱内的甲醛释放量浓度降低, 导致甲醛释放量降低。

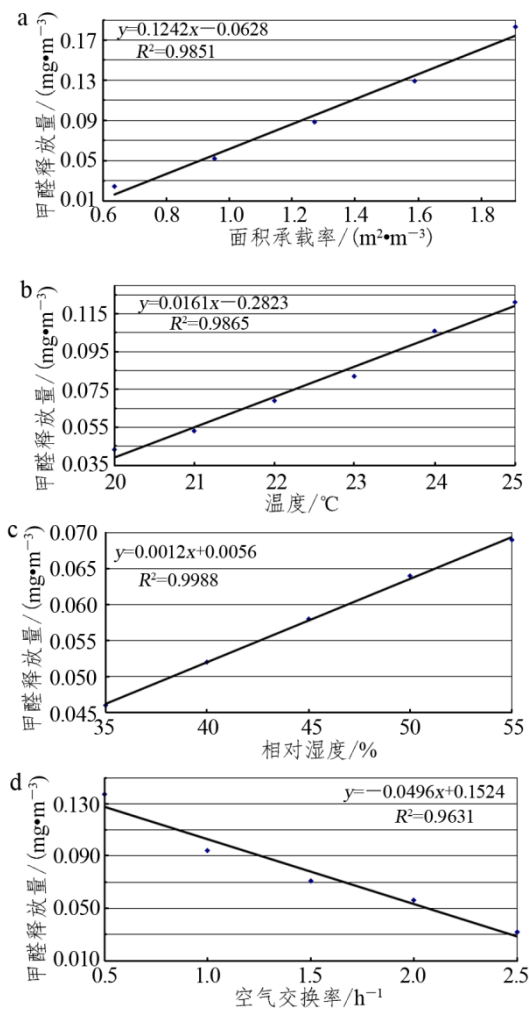


图2 不同因素与样品甲醛释放量的相关性
Fig.2 Correlation between experiment factors and formaldehyde emissions from test samples

3 结语

1) 检测条件对整体木家具中甲醛释放量均有影响, 面积承载率的影响最大, 其次为温度、空气交换率和相对湿度; 面积承载率、温度和相对湿度与样品甲醛释放量呈正相关, 空气交换率与甲醛释放量呈负相关。

2) 建议尽快出台以环境舱法检测整体木家具有害物质释放的相关标准, 实现木家具有害物质的科学检测与无损检测, 规范行业的健康发展。

参考文献:

- [1] 王丽平, 汪林. 人造板材甲醛的来源和影响甲醛释放量因素的研究[J]. 建材与装饰, 2018, 531(22): 46.
WANG L P, WANG L. Study on the source of formaldehyde and the factors affecting formaldehyde emission form wood-based panels[J]. Construction Materials & Decoration, 2018, 531(22): 46.
- [2] 于涛, 苏锡辉, 李楠. 体积分隔用移动隔板式大尺寸环境测试舱[P]. 中国, 201110110214.0, 2011.11.30.
- [3] 周连, 陈晓东, 陈宇炼, 等. 温、湿度变化对木质人造板材甲醛释放影响[J]. 中国公共卫生, 2007(2): 172-173.
ZHOU L, CHEN X D, CHEN Y L, et al. Effect of temperature and humidity from artificial wood-based board on formaldehyde emission[J]. Chinese Journal of Public Health, 2007(2): 172-173.
- [4] 王小恒, 刘兴荣, 吴汉奇, 等. 湿度对胶合板中甲醛释放的影响[J]. 中国公共卫生, 2005(1): 71-72.
WANG X H, LIU X R, WU H Q, et al. Effect of humidity on emission of formaldehyde from plywood[J]. Chinese Journal of Public Health, 2005(1): 71-72.

(本文编校 孟凡丹、向 琴)

2020 DOMOTEX asia/CHINAFLOOR 延期至 8 月底举办

DOMOTEX asia/CHINAFLOOR 中国国际地面材料及铺装技术展览会是由上海万耀企龙展览有限公司、德国汉诺威展览公司和必建(上海)企业管理咨询有限公司共同主办的专业地材展会, 从地板、地毯到弹性地材实现地材产业全覆盖, 发挥全球地材亚洲采购中心角色, 推动行业发展。

2020 DOMOTEX asia/CHINAFLOOR 原定于2020年3月24—26日举办, 但受新冠病毒感染的肺炎疫情疫情影响, 主办方在1月29日宣布展会延期。近日经过积极地多方协调与沟通, 主办方再次发布: 展会将延期至2020年8月31—9月2日举办, 并入驻全球最大会展综合体——国家会展中心(上海),

展出面积达18.5万m²。

国家会展中心(上海)作为上海市的标志性建筑之一, 也是“中国国际进口博览会”与众多国内外超大型展览活动的举办地, 毗邻地铁站直通虹桥高铁站及机场, 1~2 h可到达长三角各主要城市, 航空2~3 h可直达亚太主要经济城市。主办方选择在9月这一贸易黄金期重启展会, 也是期冀在疫情结束后的稳定期, 随着国际往来和市场信心的恢复, 为参展商带来海内外优质商贸资源。

更多详情, 敬请关注展会微信公众号:

DOMOTEXasia 地材展

本刊讯