

人造板材中不同胶粘剂对室内装修后甲醛污染水平的影响

刘利亚¹, 周贻兵¹, 李磊¹, 潘川²

摘要: [目的] 了解人造板材中酚醛树脂、脲醛树脂胶粘剂对室内装修后甲醛污染水平的影响。[方法] 根据装修时使用人造板材胶粘剂不同, 分成酚醛树脂胶粘剂组(A组)和脲醛树脂胶粘剂组(B组), 在装修完工后15 d内完成第1次监测, 以后每月对应时间监测1次, 共7次。甲醛测定按GB/T 16129—1995 AHMT分光光度法。[结果] 第1次监测, A组甲醛浓度范围0.005~0.122 mg/m³, 中位数0.030 mg/m³; B组甲醛浓度范围0.128~1.64 mg/m³, 中位数0.52 mg/m³, 差异有统计学意义($F=9.12$, $P<0.05$); A组至第3次监测(61 d)室内甲醛降低到国家标准值以下; B组至第7次监测(183 d)甲醛浓度中位数为0.26 mg/m³, 仍处于较高水平。[结论] 与以酚醛树脂为胶粘剂的人造板材相比, 装修时使用脲醛树脂为胶粘剂的人造板材可引起室内甲醛污染水平升高。

关键词: 室内空气; 甲醛; 污染水平; 人造板材; 胶粘剂类型

Impact on Formaldehyde Pollution Level by Different Adhesives in Artificial Planks after Interior Decoration LIU Li-ya¹, ZHOU Yi-bing¹, LI Lei¹, PAN Chuan² (1. Institute of Health Surveillance and Inspection, Guizhou Center for Disease Control and Prevention, Guizhou 550004, China; 2. Libo County Center for Disease Control and Prevention, Guizhou 558400, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To assess the effects of phenol formaldehyde resin and urea-formaldehyde resin adhesives in artificial planks on indoor formaldehyde pollution level after interior decoration. [Methods] According to the adhesives in artificial planks used during decoration, newly decorated apartments were selected and divided into a phenol formaldehyde resin adhesives group (Group A) and an urea-formaldehyde resin adhesives group (Group B). The first air monitoring was conducted 15 days after decoration and subsequent six air monitorings were performed once a month at the corresponding time point. Formaldehyde was determined according to the AHMT Spectrophotography protocol (GB/T 16129—1995). [Results] For the first air monitoring, the formaldehyde concentrations of Group A ranged from 0.005 to 0.122 mg/m³ (median, 0.030 mg/m³); that of Group B ranged from 0.128 to 1.64 mg/m³ (median, 0.52 mg/m³), and the difference between the two groups was statistical significant ($F=9.12$, $P<0.05$). The third monitoring (61 d) reported that the indoor formaldehyde concentration of Group A was below the relevant national standard; while the seventh monitoring (183 d) showed that the median indoor formaldehyde concentration of Group B (0.26 mg/m³) was still at a relative high level. [Conclusion] Compared to the artificial planks with phenol formaldehyde resin as adhesives, using the artificial planks with urea-formaldehyde resin as adhesives during decoration could lead to higher indoor formaldehyde pollution level.

Key Words: indoor air; formaldehyde; pollution level; artificial plank; adhesive type

甲醛(HCHO)是一种挥发性很强的有毒化合物, 为居室装修后的常见污染物, 通常污染水平较高, 对人群健康存在较大风险。世界卫生组织将甲醛认定为致癌和致畸形物质, 是公认的变态反应源, 也是潜在的强致突变物之一, 在我国有毒化学品控制名单上高居第二位^[1-2]。室内甲醛主要来源于居室装修后人造

板材胶粘剂的分解释放, 其特点是潮解后或室温超过20℃时缓慢释放游离甲醛, 是造成室内甲醛污染长达3~15年的主要原因^[3]。本研究根据装修选材不同选取贵阳市不同装修质量的居室16户, 进行甲醛暴露水平监测, 了解不同胶粘剂人造板材装修居室后甲醛的污染水平, 以便为合理控制居室装修甲醛污染提供相应的防控依据和对策。

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14514

[作者简介] 刘利亚(1978—), 男, 学士, 副主任技师; 研究方向: 环境与食品卫生检验; E-mail: liuliya7588@sina.com

[作者单位] 1. 贵州省疾病预防控制中心卫生监测检验所, 贵州 550004;
2. 贵州省荔波县疾病预防控制中心, 贵州 558400

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

甲醛(HCHO, 天津科密欧化学试剂厂); 4-氨基-3

联氮-5 巯基-1, 2, 4-三氮杂茂(AHMT, 西仪器科技有限公司); 氢氧化钾(KOH, 国药集团化学试剂有限公司); 高碘酸钾(KIO₄, 上海试剂二厂); 硫代硫酸钠(Na₂S₂O₃·H₂O, 国药集团化学试剂有限公司)。722 分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司); 空气采样器(流量范围0~2L, 盐城鑫宝科技有限公司); 玻璃皂膜流量计(北京北分三谱仪器有限责任公司); 气泡吸收管(盐城鑫宝科技有限公司)。

1.2 样本来源和分类标准

监测样本来源于贵阳市二城区2009年7月—2012年9月由贵阳某装饰工作室承接的新装修居室, 根据居室面积对应人造板材填充量不同将检测居室面积折算为120m², 依照装修户对装修材质要求不同, 将各类人造板材用量控制在32~35张(以人造板材填充量将居室面积折算为120m²), 居室墙面装修为内墙漆, 客厅装修为地砖, 卧室地面装修均为实木地板, 各类外购家具均未装填为条件筛选16户, 将其分成2组作为监测对象, 每组8户。使用以酚醛树脂为胶粘剂人造板材的装修户为A组; 使用脲醛树脂为胶粘剂人造板材的装修户为B组。监测前对拟监测对象装修使用板材质量、使用数量进行确认并实地测量。于装修完工后15d内第1次监测, 以后每个月对应时间监测1次, 监测6个月, 共监测7次。

1.3 测定方法与评价依据

按照GB 50325—2010《民用建筑工程室内环境污染控制规范》^[4]要求, 用气泡吸收管平行采集室内空气15L(流量0.5L/min, 时间为30min)并检测。依据GB 50325—2010规定居室内甲醛浓度限值≤0.08mg/m³^[4-5]评价监测结果。

1.4 质量控制

1.4.1 采样 采样前对采样员进行采样程序和采样技术培训, 并按规定的时间进行采样, 提前通知户主在采样前2h关闭门窗, 按规范要求^[4]选择采样点和采样房间, 采样前后用皂膜流量计校准空气采样泵, 以防止使用过程中意外因素引起的采样误差, 并填写好采样记录。

1.4.2 分析 在监测工作开始前对GB/T 16129—1995《居住区大气中甲醛卫生检验标准方法 分光光度法》中规定的AHMT法实施分析质量控制程序验证, 对甲醛空气试样、加标空气试样(加标量为4.5μg/mL)6d内6批平行样测定, 用总标准差检验测定的精密度。

总标准差(s_t)<各自浓度的5%(w)表示精密度符合要求^[5]。用总平均回收率置信限(R/d)评估测定的准确度, 若 $0.95 \leq R/d \leq 1.05$ 时表示合格, 即方法的回收率在95%~105%^[5]。

1.5 统计学分析

应用SPSS 11.5统计学软件, 室内甲醛监测结果组间差异采用方差分析。

2 结果

2.1 精密度和准确度

由甲醛试样和加标甲醛试样的批内、批间均方求得总标准差均<各自测定浓度的5%(w)^[5], 测定的精密度可被接受。回收值 $R=4.32$, 根据空气试样中甲醛的浓度 $C_1=1.24\mu\text{g/mL}$; 加标用甲醛标准溶液浓度 $C_2=300\mu\text{g/mL}$; 加标用甲醛标准溶液体积 $V_1=1.5\text{mL}$; 加标取用空气样品的体积 $V_2=98.5\text{mL}$, 求得预期回收值 $d=V_1(C_2-C_1)/V_2+V_1=4.44$ 。因准确度的可信限 $R/d=9.96$, 样品测定的准确度已达到要求^[5]。见表1。

表1 精密度和准确度测定结果(μg/mL)

项目	均数 ($\bar{x}$)	浓度均数的5%值 (w)	总标准差 (s_t)	回收值 (2)-(1) (R)	预期回收 (d)	准确度 可信限 (R/d)
试样(1)	1.24	0.06	0.05	4.32	4.48	0.96
加标试样(2)	5.56	0.28	0.17			

2.2 酚醛树脂组(A组)甲醛浓度测定结果

A组第1次监测室内甲醛浓度范围为0.005~0.122mg/m³, 室内甲醛浓度低于B组, 差异均有统计学意义($F=9.12, P<0.05$)。8户室内甲醛浓度仅1户超标, 检测值是国家标准的1.53倍, 至第3次监测(61d), 8户室内甲醛浓度均能降低到标准值以下。见表2。

2.3 脲醛树脂组(B组)甲醛浓度

B组第1次监测室内甲醛浓度范围为0.128~1.64mg/m³, 室内甲醛浓度高于A组, 差异有统计学意义($F=9.12, P<0.05$), 最大超标值是国家标准的20.5倍, 最小超标值是国家标准的1.6倍, 至第4次监测(92d)8户室内甲醛浓度仍全部超标, 至第7次监测甲醛浓度范围为0.0644~0.893mg/m³, 室内甲醛有下降趋势, 但幅度不大, 最大超标值仍是国家标准的11.3倍, 见表2。

表2 不同装修材质室内甲醛测定结果

监测次数	时间 (d)	酚醛树脂组 (A组)			脲醛树脂组 (B组)			F	P
		范围 (mg/m ³)	中位数 (mg/m ³)	超标率 (%)	范围 (mg/m ³)	中位数 (mg/m ³)	超标率 (%)		
1	1	0.005~0.1220	0.030	12.5	0.1280~1.640	0.52	100.0	9.12	<0.05
2	30	0.005~0.0927	0.017	12.5	0.1150~1.340	0.43	100.0	8.86	<0.05
3	61	0.005~0.0652	0.005	0.0	0.1090~1.230	0.42	100.0	8.12	<0.05
4	92	0.005~0.0477	0.005	0.0	0.0912~1.170	0.33	100.0	7.51	<0.05
5	122	0.005~0.0335	0.005	0.0	0.0774~1.040	0.24	87.5	6.86	<0.05
6	153	0.005~0.0352	0.005	0.0	0.0671~0.957	0.23	75.0	6.02	<0.05
7	183	0.005~0.0302	0.005	0.0	0.0644~0.893	0.16	75.0	5.64	<0.05

[注]测定方法最低定量浓度为0.01 mg/m³,当测定结果<方法最低定量浓度时,按1/2参加统计。

3 讨论

以酚醛树脂和改性酚醛树脂为胶粘剂的人造板材具有较小甲醛释放量,但其生产工艺复杂,特别是生产成本较高,在很大程度上限制酚醛树脂为胶粘剂的人造板推广和应用。脲醛树脂胶粘剂的原料是尿素和甲醛,因具有资源丰富、生产工艺简单、成本低、胶接性和耐水性好、胶层无色等优点,目前仍是生产各类人造板材的主要胶粘剂,用脲醛树脂做胶粘剂板材的市场占有率约为80%以上^[3],仍是居室装修的常用板材,这是甲醛处于较高暴露水平的原因之一。

本次监测结果显示,不同类型胶粘剂人造板材室内装修后甲醛的污染水平存在较大差异,脲醛树脂组(B组)装修完工后第1次监测的甲醛浓度水平高于酚醛树脂组(A组),差异有统计学意义,说明居室装修后人造板材中胶粘剂类型可引起室内甲醛单位面积甲醛释放量的不同,是引起室内甲醛浓度升高的重要原因之一。脲醛树脂组装修完工后第1次监测的甲醛浓度水平是酚醛树脂组的13.4倍,差异有统计学意义($P<0.01$),这可能是由于脲醛树脂中甲醛的释放、扩散是十分复杂的过程,浓度水平与房屋的通风情况、室内温度、季节、湿度和大气压有关。从酚醛树脂组结果看出,装修后第1次监测室内甲醛浓度处于较低水平,是国家标准的1.36倍,至第3次监测,室内甲醛均在国家标准值以下。可能由于酚醛树脂胶粘剂在板材加工生产时,热压时所需温度较高,通常在50℃以上,加上热压时间长,如果不考虑湿度和气压等因素,理论上酚醛树脂板材装修后只有在室温50℃以上甲醛才会释放^[6]。

装修时使用脲醛树脂为胶粘剂人造板材会带来

难以控制的室内甲醛污染,存在对人体引起不良健康效应的风险因素,居室装修时需注意选材的环保程度,尽量选用以酚醛树脂为胶粘剂的家装板材,确因装修预算限制,在装修前应根据居室的面积和空间进行合理设计,尽量考虑选择脲醛树脂板材用量少的设计方案,并在装修前采用涂料对其板材表面和断面作封闭处理,以降低单位面积甲醛的释放浓度。另需注意室内通风以增加新风量的交换次数,并对新装修居室进行空气污染物检测,以了解污染程度并采取相应的措施加以控制。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1]刘利亚,王娅芳,周昌,等.居室装修后甲醛的污染水平与控制措施分析[J].环境卫生学杂志,2012,2(6): 271-273.

[2]姚孝元,王雯,陈元立,等.中国部分城市装修后居室空气中甲醛浓度及季节变化[J].环境与健康杂志,2005,22(5): 353-355.

[3]刘凤杰,宋彦梅,衣守志.脲醛树脂粘合剂中低甲醛释放研究进展[J].天津化工,2004,18(5): 28-30.

[4]中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB 50325—2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范[S].北京:中国计划出版社,2011.

[5]张卫国,付家华,张明时.气相色谱法测定保健品中甲醇含量[J].中华预防医学杂志,2001,35(1): 61-62.

[6]李美玲,齐暑华,齐海元,等.酚醛树脂加成固化的研究进展[J].中国胶粘剂,2010,19(9): 55-59.

(收稿日期:2014-07-29)

(英文编辑:汪源;编辑:张晶;校对:郑轻舟)