

居室装修后室内空气中苯的来源分析

林野¹, 方志青², 周贻兵¹, 李磊¹, 刘利亚¹, 张卫国¹

摘要: [目的] 了解居室装修后室内空气中苯的污染来源和控制措施。[方法] 选择新装修居室40户, 分为5个组(每组8户), 按聚氨脂漆用量的多少及使用人造板材填充家具分为高、低用量组及家具填充组和2个对照组, 按照GB 50325—2010《民用建筑工程室内环境污染控制规范》方法测定苯的浓度。[结果] 聚氨脂漆高用量组苯浓度为0.076~1.04 mg/m³; 低用量组苯浓度为0.009~0.239 mg/m³; 家具填充组苯浓度为0.051~0.143 mg/m³, 与对照组比较, 差异具有统计学意义($P<0.05$)。[结论] 居室装修中苯污染与聚氨脂漆的用量及质量、家具的填充量有关, 控制漆类产品的用量和质量、家具填充量和家具环保程度是预防装修中苯污染的主要措施。

关键词: 居室空气; 苯; 污染来源; 防控措施

Indoor Air Benzene Sourcing Analysis after Residential Decoration LIN Ye¹, FANG Zhi-qing², ZHOU Yi-bing¹, LI Lei¹, LIU Li-ya¹, ZHANG Wei-guo¹ (1. Institution of Health Monitoring, Guizhou Provincial Center for Disease Control And Prevention, Guizhou 550004, China; 2. School of Chemistry and Environmental Science, Guizhou Minzu University, Guizhou 550025, China). Address correspondence to ZHANG Wei-guo, E-mail: zhangweiguo2013@sina.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To source benzene as an indoor air pollutant after residential decoration and find control measures. [Methods] Newly decorated residential houses ($n=40$) were selected and categorized into three test groups (based on the usage of polyurethane varnish and furniture installation) and two control groups. Benzene concentrations were determined with the method recommended by the Code for indoor environmental pollution control of civil building engineering (GB 50325-2010). [Results] The benzene concentrations were in the range of 0.076-1.04 mg/m³ for the high polyurethane varnish group and 0.009-0.239 mg/m³ for the low polyurethane varnish group. The benzene concentrations of the furniture installation group were in the range of 0.051-0.143 mg/m³, and statistical significances compared with the control groups were found ($P<0.05$). [Conclusion] Indoor benzene pollution level is related to the amount and quality of polyurethane varnish and furniture load. Therefore, controlling the usage and quality of painting products and furniture are the key prevention measures against benzene pollution in newly decorated residential houses.

Key Words: indoor air; benzene; pollution source; control measure

苯是居室空气中的重要污染物, 通过吸入蒸气或皮肤接触而进入体内, 主要对神经和血液循环系统造成损伤导致白血病或再生障碍性贫血, 故被IARC确定为一类人类致癌物质^[1-3]。居室装修中使用了大量的溶剂型涂料、胶黏剂以及人造板材等, 以致苯污染问题日益突出^[4-5]。全世界每年有数百万人直接或间接接触装修污染, 特别是对免疫力较低的儿童群体影响严重^[6-7], 装修污染已经被列为对公众危害最大的5种环境问题之一^[8-10]。为了解新装修居室空气中苯的

污染现状及预防控制措施, 本研究对贵阳市新装修居室空气中苯浓度进行监测, 探讨苯浓度与聚氨酯漆用量和家具填充量的关联性, 为预防和控制居室苯污染提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 监测居室的选择 于2012年5—8月选择贵阳市两城区及金阳新区新装修居室为监测对象, 居住区周围无工业区, 室内除装修因素以外无其他明显污染源, 装修完工到检测时间均不超过10 d。对各居室面积、家具制作时所用人造板材的质量、聚氨脂漆涂抹的表面积进行调查和实地测量。并对装修户所购各种品牌的漆类产品及涂料中苯含量进行检测。

1.1.2 分组 选择户型和面积相同, 装修程度相近的

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14520

[作者简介] 林野(1985—), 男, 硕士生, 主管技师; 研究方向: 环境与食品卫生检验; E-mail: doubletree1985@163.com

[通信作者] 张卫国, E-mail: zhangweiguo2013@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. 贵州民族大学化学与环境科学学院, 贵州 550025

居室,根据聚脂漆使用量的多少分成高剂量组和低剂量组,每组8户居室,其中:高剂量组使用清漆5桶(7 kg/桶)、浑水漆3桶(5 kg/桶);低剂量组使用清漆3桶(3 kg/桶)、浑水漆1桶(5 kg/桶)。并挑选8户未使用聚脂漆的居室作为对照组一。另选择8户装修完工后已填充各类人造板材家具、皮革制品及沙发的居室为家具填充组,并另挑选8户未填充家具的为对照组二。见表1,对上述3个观察组和2个对照组共40户新装修居室进行苯浓度的监测。

表1 各组油漆用量和家具填充基本情况

组别	清水漆 (桶)	浑水漆 (桶)	聚氨脂漆总面积 (m ²)	家具 填充*	居室数量 (户)
高用量组	5	3	32	—	8
低用量组	3	1	16	—	8
对照组一	0	0	0	—	8
家具填充组	—	—	—	是	8
对照组二	—	—	—	否	8

[注]*:家具装填量平均为颗粒板衣柜9.6 m²、沙发4.3 m、条桌1张、复合板餐桌配椅子6把、书柜带写字台1套和1.8 m床2张。

1.2 检测方法

1.2.1 采样方法 按照GB 50325—2010《民用建筑工程室内环境污染控制规范》要求,居室面积在85~100 m²之间,故采样点设在客厅和各房间通道处,以两处结果平均值作为该房间的检测值。采样前提前2 h关闭与外界通风的门窗,户内门窗全部打开。采样时吸附管口距地面1.3 m,距四周墙体>0.5 m,且避开通风口。用Tenax管(英国Markes国际公司)采集室内空气15 L(流速0.5 L/min,时间为30 min),并采平行样。

1.2.2 测定方法和评价依据 按照《民用建筑工程室内环境污染控制规范》附录F规定热解吸-气相色谱法对居室内空气中苯含量进行测定。按该规范规定,居室内苯浓度标准限值≤0.09 mg/m³,依据此标准进行评价。

1.3 质量控制

在调查工作开展前,对GB 50325—2010标准中热解吸-气相色谱法测定空气中苯的准确度进行测定,通过对样品及加标样品6天内做6批平行样测定,用平均回收率可信限 R/d 衡量测定的准确度,若 $0.95 \leq R/d \leq 1.05$ 时表示合格^[11],式中: R 为平均回收值(mg/L), d 为预期回收值(mg/L)。预期回收值 $d=V_1(C_2-C_1)/(V_2+V_1)$,式中, C_1 :空气样品中苯的浓度; C_2 :加标用苯标准溶液浓度; V_1 :加标溶液体积; V_2 :加标取用空气样品的体积。

1.4 统计学分析

应用SPSS 18.0统计学软件对不同装修条件下苯的污染水平与对照组组间比较采用秩和检验分析,超标率比较采用卡方检验分析。

2 结果

2.1 准确度可信限测定结果

用平均回收值 R 衡量测定的准确度。平均回收值 $R=9.49$ mg/L,预期回收值 $d=9.9$ mg/L,因准确度的可信限(R/d)为0.95,在合格范围内,表示样品测定的准确度已达到实验室要求。见表2。

表2 准确度测定结果(mg/L, $n=2$)

项目	1批	2批	3批	4批	5批	6批
加标空气样品①	10.69	10.69	10.95	10.88	10.86	10.64
空气样品②	1.27	1.25	1.33	1.35	1.35	1.29
回收值(R)(①-②)	9.42	9.44	9.62	9.53	9.51	9.35

2.2 各组苯浓度测定结果

低用量试验组苯浓度范围为0.009~0.239 mg/m³,其中5户检测结果在国家限值0.09 mg/m³以下,2户超标,超标率为25%,最大超标量是国家标准的2.65倍。对照组苯浓度范围为0.009~0.041 mg/m³,使用聚脂漆的装修居室空气中苯浓度明显高于对照组,组间比较差异有统计学意义($\chi^2=28.57$, $P<0.05$),高用量试验组苯浓度范围为0.076~1.04 mg/m³,其中3户检测结果在国家限值0.09 mg/m³以下,4户超标,超标率为50%,最大超标值是国家限值的11.56倍。与对照组组间比较差异有统计学意义($\chi^2=66.67$, $P<0.01$)。

家具填充组苯浓度范围为0.051~0.143 mg/m³,其中3户检测结果在国家限值0.09 mg/m³以下,4户超标,超标率为50%,最大超标值是国家标准规定限值的1.59倍。各组与相应的对照组比较差异均有统计学意义($\chi^2=66.67$, $P<0.05$)(表3)。

表3 不同油漆用量和家具填充试验组与对照组苯含量测定结果(mg/m³)

组别	样本数(户)	中位数	$P_{25} \sim P_{75}$	超标率(%)
高用量组	8	0.540*	0.029~0.090	50
低用量组	8	0.066*	0.079~0.096	25
对照组一	8	0.009	0.009~0.022	0
家具填充组	8	0.099*	0.060~0.120	50
对照组二	8	0.009	0.009~0.010	0

[注]0.009 mg/m³为测定方法最低定量浓度的1/2,按规范要求,当测定结果小于方法最低定量浓度时,按1/2参加统计。*:与相应的对照组比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

本研究结果表明,聚酯漆高用量组苯污染水平明显高于低用量组,两组与对照组间苯污染水平差异有统计学意义,可见居室空气中苯的暴露水平与聚酯漆的用量具有关联性。虽然国家标准规定了苯在该类产品中为禁用物质,也规定了使用低毒的二甲苯作为溶剂或稀释剂,但由于二甲苯溶剂纯度不够(粗原料)含有大量苯、丁苯橡胶等,或生产工艺不成熟、生产企业缺乏相关指标的检测能力等因素导致该类产品中含有苯。

装修完工后填充家具组与同期的对照组组间室内空气中苯浓度差异有统计学意义。提示,虽然装修时所用漆类产品的数量和质量已予严格控制,但家具填充后仍可引起室内苯污染。原因是制作家具、装修墙面使用的人造板材(大芯板、胶合板、密度板等)在生产过程中使用了大量含苯胶黏剂。另外,采用聚苯乙烯塑料、聚氯乙烯饰面、脲醛树脂泡沫塑料制作的门及人造皮革制品,随着时间的延长或温度升高会分解释放出苯。沙发、床等家具表面及内部填充物(例如轻工纺织的化纤、棉麻、混纺、人工皮革、海绵等)都蕴含有大量的苯,以至苯的污染水平随着填充家具数量的增多而升高。

因此,居室装修中苯的污染水平与聚氨脂漆的用量、质量相关联,也会随人造板材的使用量、家具及皮革海绵类制品的填充量增大而升高。所以装修过程中首先应进行合理设计,避免过度装修。在选购装修材料和家具时,应尽量选择经权威部门检测合格的环保产品,避免使用低质材料及家具而造成不必要的装修污染;其次是严格控制漆类产品的质量和用量,选择大型正规且环保程度高的企业生产并经过检测合格的产品;最后建议装修后对居室进行空气污染物定期检测,以了解污染物变化趋势并采取相应控制居

室苯污染的有效措施。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1]徐蕾,赵玉林.室内环境污染现状与危害及防治对策[J].污染防治技术,2005,18(5):28-30.
- [2]马效东,原福胜,白剑英,等.办公室装修后的空气污染及其健康危害[J].环境与健康杂志,2006,23(5):398-401.
- [3]司文涛,张青碧.新装修居室空气中甲醛和苯水平及其对小鼠骨髓细胞微核率的影响[J].环境与职业医学,2010,27(3):168-170.
- [4]原福胜,宫斐,梁瑞峰.居室装修后室内空气污染及变化趋势[J].环境与职业医学,2009,26(5):441-443.
- [5]秦景香,李明珠,张秋菊,等.新装修住房室内空气甲醛的污染状况[J].环境与职业医学,2011,28(6):363-365.
- [6]赵仁敏,侯小娜,夏冬青.装修客房室内空气污染对人体免疫功能的影响[J].环境与健康杂志,2012,29(5):466.
- [7]朱中平,杜海荣,钟逵迤,等.居室环境TVOC暴露对学龄前儿童行为的影响[J].环境与健康杂志,2011,28(8):708-710.
- [8]李雪春,张卫国,刘利亚,等.毛细管气相色谱法测定室内空气中苯含量[J].色谱,2004,22(5):563.
- [9]黄培林,张卫国.室内空气中挥发性有机物的溶剂解吸-气相色谱测定法[J].环境与健康杂志,2006,23(3):271-272.
- [10]李孜军,孙瑞雪.室内空气总挥发性有机物检测的热解吸参数优化[J].环境工程学报,2012,6(10):3689-3692.
- [11]张卫国,林野.毛细管气相色谱测定室内空气中苯的分析误差评价[J].中国卫生工程学,2012,11(1):65-68.

(收稿日期:2014-08-04)

(英文编辑:汪源;编辑:郑轻舟;校对:洪琪)