

重庆市永川新城区室内甲醛污染调查

王书敏, 丁武泉, 李昌朋

摘要: [目的] 了解重庆市永川新城区室内甲醛污染状况, 探讨室内甲醛污染的防治方法。[方法] 在 2008 年 3~12 月间, 采用问卷调查和现场调查的方法, 对永川新城区 100 户新装修住户的室内甲醛浓度水平进行调查。[结果] 被调查人群的感官反应主要为感觉有异味、眼睛症状、易感冒、皮肤过敏等。现场调查的 37 户新装修住宅中, 室内甲醛总体浓度范围为 0.002~0.634 mg/m³, 平均浓度为 0.158 mg/m³, 超标率为 55.2%。卧室和书房中的甲醛浓度较接近, 但明显高于客厅和厨房。室内甲醛原始浓度较高时, 仅采取自然通风的方法, 1 个半月后甲醛浓度可降低 34.1%~48.3%; 室内甲醛原始浓度较低时, 采取植物吸收、吸附剂吸附、强化通风等常用方法, 2 个半月后甲醛浓度可达到室内空气质量的相关要求。[结论] 居民居住室内环境中甲醛浓度大多数超标, 以轻度超标为主, 采取常用处理措施可在一定程度上降低室内甲醛浓度。

关键词: 甲醛; 室内空气污染; 现场调查; 房屋装修

Investigation on Indoor Formaldehyde Pollution in New Urban District of Yongchuan, Chongqing
WANG Shu-min, DING Wu-quan, LI Chang-peng (College of Chemistry and Environment Engineering, Chongqing University of Arts and Science, Chongqing 402168, China)

Abstract: [Objective] To investigate the indoor formaldehyde pollution in new urban district of Yongchuan, Chongqing, and to explore means to control such pollution. [Methods] During March and December 2008, the indoor formaldehyde pollution level in new urban district of Yongchuan was studied with a questionnaire and field sampling and laboratory determination. [Results] Main sensory complains from the people enquired were offensive smelling, eye irritation, easy catch cold, skin hypersensitive, etc. Field studies showed the average concentration of formaldehyde was 0.158 mg/m³, with range of 0.002 to 0.634 mg/m³, and rate exceeded standard 55.2% in 37 recently decorated houses. The concentration of formaldehyde in bedroom and study were similar to each other, while they were obviously higher than those in living room and kitchen. Concentration of formaldehyde could be reduced by 34.1%~48.3% within 1.5 months on taking natural ventilation only in case the original concentration of formaldehyde was high; and the quality of indoor air could meet criteria by means as plant assimilation, sorbents adsorption and enforced ventilation within 2.5 months in case of the original concentration was low. [Conclusion] The concentration of formaldehyde in indoor air is mildly exceeded the standard in most cases; however, it can be reduced in certain extent by usual preventive measures.

Key Words: formaldehyde; indoor air pollution; field investigation; house decoration

随着城市居住条件、生活水平的提高, 人们在室内生活的时间越来越多。据统计, 城市居民 80% 以上的时间是在室内度过的^[1]。随着节能建筑的开发和流行, 建筑物越来越封闭, 加之人们对高品质生活的追求, 使室内装修越来越豪华, 装修材料中的一些化学物质的释放进一步加剧了室内空气污染。长期接触甲醛容易导致白血病、咽喉癌、子宫癌等各种疾病, 同时会引发胎儿畸形、新生儿体质下降、呼吸道系统病变等, 尤其对神经系统、免疫系统、肝脏等有极大损伤和危害^[1-2]。因此, 加强室内空气中甲醛浓度的控制, 对保持室内空气质量, 保障人们健康, 提高人们的生活品质具有重要意义。为此, 本调查拟通过问卷调查与现场调查的方法, 对重庆市永川新城区新装

修住户室内甲醛污染情况进行调查, 并提出治理意见, 为消费者了解装修后室内甲醛污染危害, 积极采取合理的防治措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 问卷调查

本次调查于 2008 年 3~12 月间进行, 在永川新城区 4 个有代表性的居民小区装修竣工 6 个月内的住户中, 各随机抽取 25 户居民进行问卷调查。填表人员均为该户具有独立民事行为能力

1.2 现场调查

1.2.1 主要仪器 采用的仪器主要有: DQ-1A 型大气采样器(江苏江分电分析仪器有限公司)、752 型紫外可见分光光度计(天

[基金项目] 重庆文理学院校级课题(编号: Y2007HH32)

[作者简介] 王书敏(1980-), 男, 博士生, 讲师; 研究方向: 环境污染监控; E-mail: 412409763@qq.com

[作者单位] 重庆文理学院化学与环境工程学院, 重庆 402168

津汇科仪器设备有限公司)、便携式防水型 NK5918 型风速测定仪(上海华岩仪器设备有限公司)、DYM3 型空盒式气压表(上海隆拓仪器设备有限公司)。

1.2.2 方法 从被调查的 100 户居民中随机抽取 37 户进行现场调查,调查卧室样本 84 个,书房样本 20 个,客厅样本 37 个,厨房样本 37 个,共计 178 个样本。甲醛取样和检测方法均按照中华人民共和国环境保护行业标准《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ/T 167—2004)的规定执行。

为了解室内甲醛浓度的变化情况,选取 2 户住宅分别于 2008 年 7 月 14 日~2008 年 8 月 28 日和 2008 年 9 月 17 日~2008 年 11 月 30 日进行两次跟踪调查,观察不同甲醛背景浓度和治理措施采取与否的情况下甲醛浓度变化情况。居民 I 家具添置完毕,未入住,且甲醛原始浓度较高,仅采取自然通风的方法,未采取其他治理措施;居民 II 家具添置完毕,未入住,甲醛原始浓度较低,采取了植物吸收、吸附剂吸附、强化通风等常用简单的治理方法。居民 I 室和 II 室两次调查时间间隔分别为 1 个半月及 2 个月。甲苯去除率(η)的计算公式为: $\eta = [(C_{11} - C_{12}) / C_{11}] \times 100\%$; C_{11} : 第一次调查时甲醛浓度, mg/m^3 ; C_{12} : 第二次调查时甲醛浓度, mg/m^3 。

2 结果

2.1 居民感官反应

问卷调查结果见表 1。被调查人群的主要感官反应为:感觉有异味、眼睛刺痛、流泪、视线模糊、容易感冒、皮肤过敏、全身乏力。咽痛、咳嗽、恶心、胸闷等较严重症状出现频率较少。

表 1 居民感官反应调查结果

症状	有(户数)	发生率(%)	症状	有(户数)	发生率(%)
异味	18	18	咽痛	62	62
眼刺痛、流泪、 视物模糊	25	25	咳嗽	64	64
容易感冒	42	42	恶心	67	67
皮肤过敏	43	43	胸闷	72	72
全身乏力	48	48	血压降低	76	76
轻度兴奋	56	56	支气管炎	91	91

2.2 居民室内的甲醛浓度

从被调查的 100 户居民中选取 37 户进行居室现场调查,结果见表 2。37 户新装修住宅中,室内甲醛总体浓度范围为 0.002~0.634 mg/m^3 ,平均浓度为 0.158 mg/m^3 ,超标率为 55.2%。卧室和书房中的甲醛浓度较接近,但明显高于客厅和厨房。

表 2 甲醛浓度现场调查结果

调查点	样本数 (n)	检出率 (%)	浓度范围 (mg/m^3)	平均浓度 ($\bar{x} \pm s, \text{mg}/\text{m}^3$)	超标率 (%)
卧室	84	100	0.006~0.603	0.174 ± 0.14	63.1
书房	20	100	0.027~0.634	0.170 ± 0.17	50.0
客厅	37	100	0.002~0.438	0.120 ± 0.10	47.0
厨房	37	100	0.018~0.212	0.113 ± 0.06	40.0
合计	178	100	0.002~0.634	0.158 ± 0.13	55.2

2.3 室内甲醛浓度的变化情况

居民 I 室内 1 个半月后甲醛浓度去除率为 34.1%~48.3%;居民 II 室内 2 个半月后甲醛去除率达 86.4%~93.8%,甲醛浓度均符合室内空气质量的相关要求,见表 3。

表 3 室内甲醛浓度变化的跟踪调查结果

居室	第一次调查时 甲醛浓度(mg/m^3)	第二次调查时 甲醛浓度(mg/m^3)	甲醛去除率 ($\eta, \%$)
居民 I 客厅	0.440	0.290	34.1
主卧	0.570	0.310	45.6
次卧	0.600	0.310	48.3
书房	0.630	0.380	39.7
居民 II 客厅	0.110	0.015	86.4
主卧	0.140	0.010	92.8
次卧	0.160	0.010	93.8

3 讨论

据报道^[3],当室内甲醛浓度达到 0.1 mg/m^3 时,进入房间就能闻到异味;甲醛浓度达到 0.3 mg/m^3 时,暴露 30 min 内可刺激眼睛引起流泪;甲醛浓度达到 0.5 mg/m^3 时,可引起咽喉不适或疼痛;当甲醛浓度达到 30 mg/m^3 时,当即导致死亡。本次调查中,大多数样本甲醛浓度超标,且以轻微超标为主。加拿大联邦卫生部门规定,住宅室内甲醛浓度标准为 0.123 mg/m^3 (暴露 1 h)和 0.05 mg/m^3 (暴露 8 h)^[4]。而我国大陆对于室内甲醛浓度标准的规定还没有涉及人群接触时间,人群在不同甲醛浓度下不同接触时间表现出不同症状的研究还有待加强。

我国大陆《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)规定室内空气中甲醛小时平均浓度标准为 0.10 mg/m^3 。由本次现场调查结果可知,在所检测的 37 户新装修住宅中,室内空气中甲醛超标率高达 55.2%,浓度范围值为 0.002~0.634 mg/m^3 ,平均浓度为 0.158 mg/m^3 ,是国家标准的 1.58 倍,最大超标倍数为 6.34 倍。卧室、书房、客厅、厨房的平均浓度分别为 0.174、0.170、0.120、0.113 mg/m^3 ,卧室和书房中的甲醛平均浓度较为接近,但明显高于客厅和厨房的浓度。这是由于相对客厅和厨房而言,卧室和书房密闭性较好,空气交换率低,装修复杂,所用装修材料中以木质材料为主,多个木质家具的叠加效应使得卧室和书房的甲醛浓度较高。相反,客厅和厨房有较好的通风性,空气交换率较高,无机装饰材料使用率较高,木质家具的承载率相对较小,使得两者的甲醛浓度相对较低。空气交换率是影响室内空气质量的重要因素,室外清新空气的稀释可以显著降低污染物浓度^[5]。对于典型新式北美住宅的研究发现,维持 0.28 h^{-1} 的空气交换率可使 99% 的房间内甲醛浓度在 0.123 mg/m^3 以下,50% 处在 0.062 mg/m^3 以下^[6]。李娟等^[7]于 2003 年 4 月至 2004 年 4 月间对重庆市新装修后半年内的住宅室内空气进行了检测,结果表明:室内空气中甲醛平均浓度为 0.22 mg/m^3 ,超标率高达 76.3%,本研究结果与之相比,甲醛平均浓度和超标率均有所降低,这说明经过近几年的发展,消费者环保意识逐渐增强,居室装修也倾向于选择通过环保质量认证的材料和家具,因而室内甲醛浓度水平和超标率亦有所降低。同时,其研究也得出了卧室内甲醛浓度水平比客厅高的结

(下转第 446 页)

- enzymes induced by new organophosphorus insecticides following subchronic exposure in rats[J]. J Appl Toxicol, 2001, 21(6): 501-505.
- [15] HAZARIKA A, SARKAR SN, KATARIA M. Subacute toxicity of anilofos, a new organophosphorus herbicide in male rats: effect on lipid peroxidation and ATPase activity[J]. Indian J Exp Biol, 2001, 39(11): 1113-1117.
- [16] SACHANA M, FLASKOS J, ALEXAKI E, et al. Inhibition of neurite outgrowth in N2a cells by leptophos and carbaryl: effects on neurofilament heavy chain, GAP-43 and HSP-70[J]. Toxicol In Vitro, 2003, 17(1): 115-120.
- [17] 谢芳, 周志俊, 吴同俊, 等. 乐果对人外周血淋巴细胞热应激蛋白 70 表达的影响[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2006, 24(4): 214-217.
- [18] 陈国元, 程建安, 鲁翠荣, 等. 2, 4-D 异辛酯对大鼠精子的影响及与热休克蛋白 70 的表达关系[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2004, 22(4): 281-282.
- [19] WILCZEK G. Apoptosis and biochemical biomarkers of stress in spiders from industrially polluted areas exposed to high temperature and dimethoate[J]. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol, 2005, 141(2): 194-206.
- [20] WERNER I, GEIST J, OKIHIRO M, et al. Effects of dietary exposure to the pyrethroid pesticide esfenvalerate on medaka (*Oryzias latipes*) [J]. Mar Environ Res, 2002, 54(3-5): 609-614.
- [21] NADEAU D, CORNEAU S, PLANTE I, et al. Evaluation for Hsp70 as a biomarker of effect of pollutants on the earthworm *Lumbricus terrestris*[J]. Cell Stress Chaperones, 2001, 6(2): 153-163.
- [22] ZHU H, ROCKHOLD RW, BAKER RC, et al. Effects of single or repeated dermal exposure to methyl parathion on behavior and blood cholinesterase activity in rats[J]. J Biomed Sci, 2001, 8(6): 467-474.
- [23] 李颖, 周志俊, 胡云平, 等. 有机磷农药生产工人心血管功能调查[J]. 工业卫生与职业病, 2000, 26(1): 25-28.
- [24] 谢丽莉, 廖家武, 庞武贵, 等. 长期接触有机磷农药对工人心血管系统的影响[J]. 中国工业医学杂志, 2005, 18(3): 184-185.
- (收稿日期: 2009-03-23)
(英文编审: 黄建权; 编辑: 徐新春; 校对: 吴德才)

(上接第 442 页)

果, 与本研究结果相似, 因此, 卧室内的空气质量应当引起消费者的高度关注。

跟踪调查结果显示, 居民 I 各房间的甲醛浓度两次检测值分别为 0.44~0.63 mg/m³ 和 0.29~0.38 mg/m³, 去除率在 34.1%~48.3% 之间, 但仍未达到《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002) 规定的标准。这可能是由于居民 I 甲醛超标情况较严重, 且自然通风时间较短, 甲醛自然释放速率较慢, 未能充分释放的缘故。重庆地区夏季高温多雨, 而甲醛的释放速率和温度、湿度成正相关关系, 这也使得居民 I 的室内甲醛浓度水平在 44 天的自然通风条件下得到了一定程度的去除。但要使得室内甲醛浓度标准达到相关要求, 需要更长时间的通风或者采取其它治理措施。居民 II 各房间的甲醛浓度两次检测值分别为 0.11~0.16 mg/m³ 和 0.011~0.015 mg/m³, 已经达到《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002) 的规定, 甲醛去除率达到 86.4%~93.8%, 两个卧室的甲醛去除率要明显高于客厅。这可能是由于居民 II 的甲醛原始浓度较低, 属轻微超标, 加之调查时间间隔较长, 甲醛自然释放量大, 在这种情况下, 采取一些处理措施后, 室内甲醛浓度更容易达标。调查现场发现, 客厅配置了吊兰、芦荟等观叶植物; 两个卧室则均放了活性炭、茶叶等吸附剂; 且有风扇加强自然通风。第二次检测各房间的甲醛浓度比较接近, 客厅甲醛浓度稍大于两个卧室的检测结果, 可能是由于各房间密闭性能、吸附剂吸附、检测误差和室

外空气影响的综合结果。

参考文献:

- [1] 姚运先, 冯雨峰, 杨光明. 室内环境监测[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 1-5.
- [2] 宫菁, 刘敏. 甲醛污染对人体健康影响及控制[J]. 环境与健康杂志, 2001, 18(6): 414-415.
- [3] 瑞昌市环保局. 室内污染严重危害身体健康[EB/OL]. [2007-11-22]. http://www.rcepb.gov.cn/ZH/newsSingle.asp?cataID=12&news_id=232.
- [4] GILBERT N L, GUAYA M, GAUVIN D, et al. Air change rate and concentration of formaldehyde in residential indoor air[J]. Atmos Environ, 2008, 42: 2424-2428.
- [5] CHAO C Y, TUNG T C. An empirical model for outdoor contaminant transmission into residential buildings and experimental verification[J]. Atmos Environ, 2001, 35: 1585-1596.
- [6] SHERMAN M H, HODGSON A T. Formaldehyde as a basis for residential ventilation rates [J]. Indoor Air, 2004, 14(1): 2-8.
- [7] 李娟, 黄海燕, 邵茂清. 重庆住宅室内空气中甲醛污染调查[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2006, 29(9): 144-146.

(收稿日期: 2009-07-16)

(英文编审: 薛寿征; 编辑: 徐新春; 校对: 洪琪)