DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2016.10.2016052102
吕天峰,袁懋,吕怡兵,等.2007—2015 年北京市室内环境空气污染状况及防治措施[J].环境化学,2016,35(10):2191-2196
LV Tianfeng, YUAN Mao, LV Yibing, et al. Air pollution in redecorated rooms in Beijing between 2007—2015 and prevention and control measures[J].Environmental Chemistry,2016,35(10):2191-2196

2007—2015 年北京市室内环境空气污染状况及防治措施*

吕天峰** 袁 懋 吕怡兵 薛荔栋

(中国环境监测总站,北京, 100012)

摘 要 研究北京市室内空气污染特征,以了解新装修居室空气污染状况,并探讨其影响因素,为控制室内空气污染提供科学依据.本研究对 2007 年 1 月—2015 年 12 月北京市新装修在 12 个月以内的 390 套居民住宅和 47 个办公场所,共 2478 个房间进行室内空气中甲醛、总挥发性有机物(TVOC),苯及甲苯、二甲苯、氨、氡的检测.结果表明,所有监测房间中,空气中甲醛超标率分别为 50.8%,最高浓度超标 12.9 倍;TVOC 超标率为 76.3%,最高浓度超标 55.8 倍,苯、甲苯和二甲苯超标率分别为 1. 8%、22.9%和 26. 9%,最高浓度分别为超标 4.5 倍、32.6 倍、57.9 倍;氨超标率为 0.09%,最高浓度超标 3.4 倍;氡无超标. 北京市因装修导致的室内空气污染较为严重,应采取适当的污染防治措施,减少室内环境污染对人体产生的损害.

关键词 室内装修, 室内空气污染, 防治.

Air pollution in redecorated rooms in Beijing between 2007—2015 and prevention and control measures

*LV Tianfeng*** *YUAN Mao* *LV Yibing* *XUE Lidong*

(China National Environmental Monitoring Centre, Benjing, 100012, China)

Abstract: This report investigated on the pollution character of indoor air in Beijing. The indoor air pollution and influential factors were discussed to provide theoretical basis for controlling indoor air pollution.Between January 2007 to December 2015, air samples were collected from 2478 rooms of 390 residential houses and 47 offices in Beijing which were redecorated in less than 12 months. Formaldehyde, total volatile organic compounds (TVOC), benzene, methylbenzene, dimethylbenzene, ammonia and radon were investigated. The results indicate that the rate of over standard of formaldehyde was 50.8%, and the highest concentration was 12.9 times above the standard. The rate of over standard of TVOC was 76.3%, and the highest concentration exceeded the standard by 55.8 folds. The rates of over standard of benzene, methylbenzene and dimethylbenzene were 1.8%, 22.9% and 26.9%, respectively. The highest concentration exceeded the standards by 4.5, 32.6 and 57.9 folds. The rate of over standard of ammonia was 0.09%, and the highest concentration was 3.4 times above the stardand. The concentration of radon did not exceed the standard. Indoor air pollution caused by room decoration is serious in Beijing. Prevention and control should be proposed to reduce the harm to human health.

Keywords: room decoration, air pollution indoor, prevention and control.

2016 年 5 月 21 日收稿(Received: May 21, 2016).

* 环保公益性行业科研专项(201309050)资助.

Supported by the Public Research Program of Environmental Protection(201309050).

** **通讯联系人**,Tel:010-84943184, E-mail:tf91888@sina.com

Corresponding author, Tel:010-84943184, E-mail:tf91888@sina.com

目前随着人民生活水平的提高,室内装修过程中使用的各类板材、油漆、涂料和粘胶剂等也越来越多,而这些材料都不同程度的含有甲醛、苯、甲苯和二甲苯等有害物质.短期接触表现为眼、鼻、喉有刺激感等症状[1],长期低剂量接触可引起肌体免疫功能降低.长期接触较高浓度的此类污染物质可以致癌,引起白血病和再生障碍性贫血[2-4].室内空气污染已成为危害人类健康的"隐形杀手",也成为全世界各国共同关注的问题,美国已将室内空气污染归为危害人类健康的 5 大环境因素之一,而世界卫生组织已将室内空气污染列为人类健康的十大威胁之一[5-7].Paolo 等对意大利米兰的办公室和住宅中的挥发性有机物进行了研究[8].芬兰的 Jarnstrom 等对芬兰新建成大厦内选取一些公寓进行调查研究,调查对象所选用的建筑材料均为低散发建筑材料,结果发现总挥发性有机物(TVOC)、个别有机物、甲醛、氨气五种污染物在建设完成初期均有不同程度的超标[9].

在我国经济迅速发展的同时,由于建筑、装饰装修、家具造成的室内环境污染,特别是一些新建和新装修的幼儿园和家庭室内环境污染十分严重[10-11].北京、广州、深圳等大城市近几年白血病患儿都有增加趋势,专家据此推测,室内装修材料中的有害物质可能是小儿白血病的一个重要诱因[12-14].近些年,一些国内学者也关注居室装修后室内空气污染状况,如周霁阳等在西安市开展了新装居室内污染监测,主要检测甲醛、苯、甲苯、二甲苯等指标[15],钟天翔等在杭州市对新装修后住宅的室内空气质量进行调研,发现监测项目甲醛、总挥发性有机物(TVOC)均有不同程度超标[16].

本研究对 2007 年 1 月—2015 年 12 月北京市装修后 12 个月以内的居室与办公场所室内空气质量状况进行调查,了解北京市近些年室内装修污染状况及变化趋势,分析影响污染物浓度的因素并提出防治建议.

1 材料与方法(Materials and methods)

1.1 检测样品

选择 2007 年 1 月—2015 年 12 月北京市装修在 12 个月以内的 390 套居民住宅(2050 个房间)和 47 个办公场所(428 个房间),共 2478 个房间作为检测对象.其中 2007 年 219 个,2008 年 273 个,2009 年 220 个,2010 年 335 个,2011 年 317 个,2012 年 263 个,2013 年 296 个,2014 年 320 个,2015 年 235 个.

1.2 检测项目及检测方法

(1)甲醛:采用 4160 型甲醛分析仪(美国 Interscan 公司).《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ/T 167—2004)附录 H.5.

(2)总挥发性有机物(TVOC):采用 PGM7240 手持式 TVOC 检测仪(美国 RAE 公司).《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ/T 167-2004)附录 K.4.

(3)苯、甲苯、二甲苯:采用 Hapsite Smart 便携式 GC/MS(美国 Inficon 公司).《空气和废气监测分析方法(第四版)》固体吸附-热脱附气相色谱/质谱法.

(4)氡:采用 RAD-7 型测氡仪(美国 Durridge 公司).《室内氡及其衰变产物测量规范》(GBZ/T 182—2006).

(5)氨:采用 HX1100 型氨气检测仪(北京瑞多公司).《空气和废气监测分析方法(第四版)》电化学传感器法.

(6)温度、湿度:AZ-8910 型数字式温湿度计(台湾衡欣公司).

所有仪器在测定前均进行校准以及化学分析方法验证.

1.3 评价标准

采用《室内空气质量标准》(GB /T18883—2002)作为评价依据.室内空气中有害物质的浓度标准限值为:甲醛 0.10 $mg\cdot m^{-3}$、TVOC 0.60 $mg\cdot m^{-3}$、苯 0.11 $mg\cdot m^{-3}$、甲苯 0.20 $mg\cdot m^{-3}$、二甲苯 0.20 $mg\cdot m^{-3}$、氨 0.20 $mg\cdot m^{-3}$、氡 400 $Bq\cdot m^{-3}$.详见表 1.

1.4 样品采集及测定

按照《室内空气质量标准》(GB /T18883—2002)和《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ /T 167—2004)的技术要求:样品采集在关闭门窗 12 h 后进行;采样点数量:通常小于 50 m^2的房间布设 1—

3 个点,50—100 m^2的房间布设 1—3 个点,100 m^2以上至少布设 5 个点,在对角线或梅花式均匀分布;采样高度:高度为 0.5—1.5 m,与人的呼吸带高度一致;采样时避开通风口,离墙壁距离大于 0.5 m.所选择采样对象覆盖北京市城区.

采集室内空气样品时,同步采集室外空气空白样品,地点选择在室外上风向处,计算污染物浓度时对空白样品值进行扣除.

样品测定的方法均满足《HJ /T 167—2004 室内环境空气质量监测技术规范》要求,检测项目监测结果为小时均值.

2　结果与讨论 (Results and discussion)

2.1　总体监测结果分析

从表 1 中可以看出,监测指标中甲醛和总挥发性有机物超标严重(甲醛超标率为 50.8%,最高浓度超标 12.9 倍.TVOC 超标率为 76.3%,最高浓度超标 55.8 倍),而苯、甲苯、二甲苯超标相对较轻(超标率:苯 1.8%,甲苯 22.9%,二甲苯 26.9%,最高浓度分别超标 4.5 倍、32.6 倍、57.9 倍),氨偶有超标(超标率:0.09%,最高浓度超标 3.4 倍),放射性氡未发现超标.因此,北京市室内装修污染物以甲醛和挥发性有机物(包含苯系物)为主.室内空气污染物含量监测的总体结果如表 1 所示.

表 1　室内空气污染物测定

Table 1　The detection results of indoor air pollutants

检测指标 Measurements	检测点数 Detection point Num./个	超标率 Over standard rate	均值 Average/ ($mg·m^{-3}$)	最高值 Maximum/ ($mg·m^{-3}$)	最高超标倍数 The highest standard multiple	国家标准值 (GB/T 18883—2002) The national standard
甲醛	2478	50.8%	0.16	1.39	12. 9	0.10 $mg·m^{-3}$
TVOC	2478	76.3%	2.64	34.06	55.8	0.60 $mg·m^{-3}$
苯	646	1.8%	0.02	0.60	4.5	0.11 $mg·m^{-3}$
甲苯	646	22.9%	0.21	6.72	32.6	0.20 $mg·m^{-3}$
二甲苯	646	26. 9%	0.26	11.79	57.9	0.20 $mg·m^{-3}$
氨	879	0.09%	0.04	0.89	3.4	0.20 $mg·m^{-3}$
氡	105	0	52	157	—	400 $Bq·m^{-3}$

2.2　两种主要污染物甲醛和 TVOC 浓度变化趋势

统计了 2007 年至 2015 年 2478 个房间室内空气中甲醛结果,计算每年的甲醛平均浓度情况,从图 1 可以看出,总体上甲醛超标比较严重,甲醛均值最高(2011 年)为 0.188 $mg·m^{-3}$,甲醛均值最低(2007 年)为 0.134 $mg·m^{-3}$,2007 年至 2011 年甲醛浓度总体呈上升趋势,2011 年至 2015 年甲醛浓度略有下降.

统计了 2007 年至 2015 年 2478 个房间室内空气中 TVOC 结果,并计算每年的 TVOC 平均浓度情况.从图 2 可以看出,TVOC 均值最高(2010 年)为 3.14 $mg·m^{-3}$,TVOC 均值最低(2015 年)为 2.30 $mg·m^{-3}$,2007 年至 2010 年 TVOC 浓度呈现较高水平,2010 年至 2015 年呈现一定下降趋势,但总体上超标较为严重.

2.3　居室不同功能区空气中甲醛、TVOC 浓度监测果比较

将所检测点位按照不同居室功能分为客厅、卧室、书房和厨房等 4 类,室内空气中甲醛、TVOC 的测定结果见表 2.从表 2 中可看出,4 类房间中甲醛、TVOC 的超标率和浓度均值从高到低依次顺序为卧室、书房、厨房和客厅,客厅超标率和浓度均值为最低.这是主要因为卧室和书房与其他房间相比,存在面积小、封闭性好、通风不好,以及装修复杂,多采用木地板,木制家具等,故造成卧室甲醛、TVOC 浓度高污染严重.而客厅面积较大,通风较好,以及装修相对简单等原因,污染相对较轻.由此可见,为防治污染,应考虑材料用量,每一套房屋的面积是固定的,对材料所释放的有害气体的承载度是有限的.环保装修材料不是没有有害物质,而是含量或释放量要低于国家标准.由于材料具有污染叠加的特点,若在装修

时进行过量堆砌,就容易出现使用达标装修材料而室内环境指数仍然超标的问题.因此防治污染,装修格调力求简洁、实用,不要过分密集.

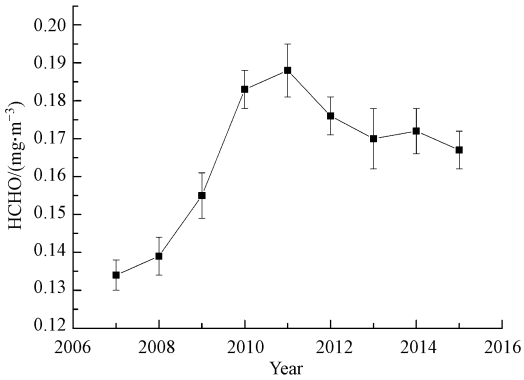

图 1 2007—2015 年甲醛浓度变化情况

Fig.1 Change of indoor formaldehyde concentration from 2007 to 2015

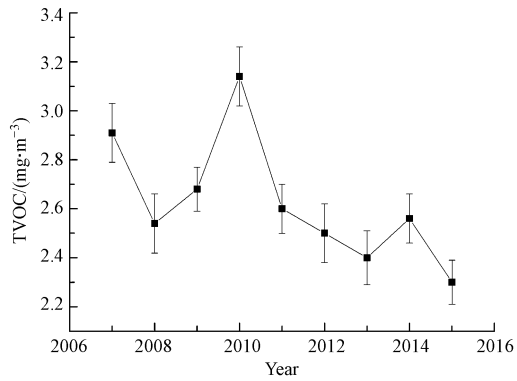

图 2 2007—2015 年 TVOC 浓度变化情况

Fig.2 Change of TVOC concentration from 2007 to 2015

表 2 不同居室内空气中污染物浓度测定结果

Table 2 The detection results of air pollutant concentration in different rooms

房间 Room	甲醛 Formaldehyde		TVOC Total volatile organic compounds	
	超标率 Over standard rate/%	均值 Average value/(mg·m⁻³)	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/ (mg·m⁻³)
客厅	42.6	0.13	65.3	1.76
卧室	59.3	0.18	82.6	2.67
书房	58.6	0.17	82.0	2.60
厨房	46.2	0.15	72.3	2.04

2.4 房间内不同家具材质空气中甲醛和 TVOC 浓度监测结果的比较

为了了解不同家具材质对甲醛和 TVOC 浓度有无影响,统计了 1631 个房间的家具材质情况,其中 896 个房间使用了实木家具,735 个房间使用了板材家具.现统计对比见表 3.由表 3 可看出,不同家具材质对甲醛浓度有一定影响,但对 TVOC 浓度影响不明显,使用板材家具居室,总体上室内空气中甲醛超标率和浓度明显高于使用实木家具的居室,说明板材家具是室内空气中的甲醛的一个主要的释放源.

表 3 不同家具材质室内空气中甲醛和 TVOC 浓度

Table 3 Formaldehyde and TVOC concentration of indoor air for different furniture material

家具材质 Furniture material	甲醛 Formaldehyde			TVOC Total volatile organic compounds		
	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/ (mg·m⁻³)	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/ (mg·m⁻³)
实木	896	24.2	0.08	896	72.9	2.36
板材	735	73.4	0.16	735	78.6	2.47

2.5 不同地面装修材料空气中甲醛和 TVOC 浓度监测结果的比较

为了了解不同地面装修材料对甲醛和 TVOC 浓度有无影响,统计了 1051 个房间的地面装修状况,其中 735 个房间使用了地板,316 个房间使用了地砖.现统计对比见表 4.由表 4 可看出,不同地面装修材料对甲醛和 TVOC 浓度有一定影响,使用地板作为地面的装修材料,总体上甲醛和 TVOC 超标率和浓度明显高于使用地砖作为地面装修材料的居室,说明地板是室内空气中的甲醛和 TVOC 等污染物的一个主要的释放源.

通过表 3、表 4 可以看出,甲醛主要来自室内装修或家具中使用的板材,诸如胶合板、刨花板,因为板材在进行生产时使用了甲醛作为粘合剂,使用板材材质的家具或装修材料会导致室内空气中甲醛浓度较高;挥发性有机物主要来自于木质家具(实木和板材)或者装修材料所使用油漆,因为大量有机溶

剂作为油漆的添加剂和稀释剂用于家具生产过程.因此,科学合理地选择装饰装修材料、挑选真正的绿色产品是减少室内环境污染的关键.在选购人造板材时,必须选用符合 E1 类标准的产品,甲醛含量一般较低,若是购买成品家具,打开柜门是否有浓烈的刺激气味(甲醛呈现刺激性气味);购买油漆、涂料时尽量选用合格的水性健康型油漆和涂料,这些材料中挥发性有机物含量较低,可以有效减少挥发性有机物的污染.

表 4　不同地面装修材料室内空气中甲醛和 TVOC 浓度

Table 4　Formaldehyde and TVOC concentration of indoor air with different floor decorating material

地面装修材料 Decorate material of ground	甲醛 Formaldehyde			TVOC Total volatile organic compounds		
	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/(mg·m^{-3})	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/(mg·m^{-3})
地板	735	65.2	0.18	735	82.0	2.64
地砖	316	38.6	0.13	316	56.3	1.96

2.6　不同通风时间后室内空气中甲醛和 TVOC 浓度监测结果的比较

为了解装修后不同通风时间对甲醛和 TVOC 浓度有无影响,统计了 2478 个房间的装修后不同通风时间后室内空气污染情况(1—3 个月,4—6 个月,7—9 个月,10—12 个月).统计对比见表 5.由表 5 可看出,装修后通风 1—3 个月室内空气中甲醛和 TVOC 浓度依然较高,超标率分别为 77.9%和 98.6%.通风 4—6 个月,甲醛和 TVOC 超标率有了一定下降,达到 48.2%和 84.2%,仍处于较高水平.通风 7—9 个月,甲醛和 TVOC 超标率有了明显下降,达到 25.3%和 46.5%,甲醛和 TVOC 浓度大幅降低,通风 10—12 个月,甲醛和 TVOC 超标率有了进一步下降,达到 14.1%和 28.1%.说明装修完成后的前 6 个月是污染物的强释放期,通风换气对减轻室内污染非常的有效,所以应在通风至少 6 个月以上再考虑入住.

因此,针对已经造成室内环境污染,通风是预防和治理室内空气污染经济、有效的措施,通过大量现场监测发现,居室通风换气 15 min 之后,甲醛、TVOC 等污染物的浓度均可降到标准范围之内.尤其是新建和新装修的住房一定要坚持长期开窗,增加室内空气的流动.随着时间的推移,各种有毒有害气体大量释放,其毒性会有所减少.同时可以配合光触媒、空气净化器、活性炭、植物法等作为辅助污染治理方法[17-19].

表 5　不同通风时间后室内空气中甲醛和 TVOC 浓度

Table 5　Formaldehyde and TVOC concentration of indoor air with different ventilation time

通风时间 Ventilation time	甲醛 Formaldehyde			TVOC Total volatile organic compounds		
	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/(mg·m^{-3})	检测点数 Detection point Number/个	超标率 Over standard rate/%	均值 Average/(mg·m^{-3})
1—3 个月	887	77.9	0.20	887	98.6	2.64
4—6 个月	893	48.2	0.12	893	84.2	2.16
7—9 个月	362	25.3	0.08	362	46.5	1.17
10—12 个月	336	14.1	0.04	336	28.1	0.92

3　结论(Conclusion)

(1)通过对 2007 年—2015 年北京市 390 套居民住宅和 47 个办公场所室内空气中甲醛、TVOC、苯、甲苯、二甲苯、氨和氡浓度的进行检测.测定结果表明,大部分居室经装修装饰后普遍存在着严重的室内空气污染,甲醛、TVOC 等指标的污染相当严重,2007—2010 年室内装修导致的污染总体呈上升趋势,2010 年之后污染程度略有下降,但仍旧超标严重.

(2)装修材料用量过多,过于密集,会导致使用达标装修材料而室内环境指数仍然超标;室内空气中甲醛主要来自室内装修或家具中使用的板材等装修材料;挥发性有机物主要来自于木质家具(实木

和板材)或者装修材料所使用油漆.

(3)防治室内空气污染,提高室内空气品质,建议从控制室内空气污染源做起,在保证实用的基础上要尽可能简单,采用绿色环保建材或经过国家质检部门认证的产品.装修后不要急于入住,应加强室内的通风换气,在条件允许的前提下,应放置 6 个月以上;同时可采取喷涂光触媒、安装空气净化器、摆放活性炭、植物法等一些经济、有效的环保净化技术进行室内空气净化处理.在正式入住之前,应通过室内空气检测来检验室内空气品质状况,以确保拥有良好、安全的居住和办公室内空气环境.

参考文献(References)

[1] 伊芹,刘杰民,赵鹏,等.常用室内装修建材污染物释放及其异味活性[J]. 环境化学,2013,32 (4):622-629.
YI Q,LIU J M,ZHAO P,et al.Study on the pollutants released from common indoor decorative materials and their odor active value[J]. Environmental Chemistry,2013,32 (4):622-629 (in Chinese).

[2] WANG J N,CAO S R,LI Z,et al. Human exposure to carbon monoxide and inhalable particulate in Beijing[J].China Biomed Environ Sci, 1998,1(1): 5-12.

[3] 张胜军,姚晓青,蒋欣. 室内装修后苯、甲苯、二甲苯和甲醛污染调查[J]. 中国环境监测,2004,20 (4): 23-24.
ZHANG S J,YAO X Q,JIANG X,et al. Research about the pollution of benzene, methylbenzene, dimethylbenzene and methylaldehyde in the indoor decorated air[J]. Environmental Monitoring in China,2004,20 (4): 23-24 (in Chinese).

[4] ZHANG J F,SMITH K R. Indoor Air Pollution: A global health concern[J]. British Medical Bulletin,2003,68 (1): 209-225.

[5] World Health Organization.The World Health Report[R].Geneva: WHO,2002.

[6] SUNDELL J. On the history of indoor air quality and health[J]. Indoor Air,2004,14(7): 51-58.

[7] BROOKS B O,UTTER G M,DEBROY J A,et al.Indoor air pollution: an edifice complex[J].Clinical Toxicology,1991,29(3): 315-374.

[8] PAOLO C,MARCO M,DANIELA A. Assessment through environmental and biological measurements of total daily exposure to volatile organic compounds of office workers in Milan, Italy[J]. Indoor Air,2000,10:258-268.

[9] JAMSTROM H, SAARELA K, KALLIOKOSKI P, et al. Reference values for indoor air pollutant concentrations in new, residential buildings in Finland[J]. Atmospheric Environment,2006,40:7178-7191.

[10] NAEHER L P,SMITH K R,LEADERER B P,et al.Indoor and outdoor $PM_{2.5}$ and CO in high-and low-density Guatemalan villages[J]. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology,2000,10: 544-551.

[11] 王玲玲. 运用热脱附/GC/MS 分析研究室内空气中 TVOC 浓度及种类分布[J]. 中国环境监测,2005,21(6): 7-10.
WNAG L L. Reseach on total volatility organic compounds (TVOC) in indoor air using thermal desorption GC/MS technique [J]. Environmental Monitoring in China,2005,21(6): 7-10(in Chinese).

[12] 史德,苏广和. 室内空气对人体健康的影响[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2005:1-6.
SHI D,SUN G H. Effects of indoor air quality on human health [M]. Beijing: China Environmental Science Press,2005:1-6(in Chinese).

[13] 魏学锋,苗娟,白志鹏. 新装修居室中大芯板释放甲醛的研究[J]. 环境污染与防治, 2006,28(9): 662-665.
WEI X F,MIAO J,BAI Z P. Formaldehyde emission from wooden boards in newly finished houses[J]. Environmental Pollution and Control,2006,28(9): 662-665 (in Chinese).

[14] 徐国锋,侯书芬,李凤苏. 装修所致室内空气染状况调查[J]. 环境与职业医学,2008, 25(1): 76-78.
XU G F,HOU S F,LI F S. Investigation on indoor air pollution caused by room decoration[J]. Environmental and Occupational Medicine, 2008, 25(1): 76-78(in Chinese).

[15] 周霁阳,沈振兴,党文鹏,等. 西安市办公和家庭室内空气污染状况分析[J]. 环境化学,2015,34 (9): 1642-1648.
ZHOU Q Y,SHEN Z X,DANG W P,et al.Indoor air pollution in office and residence environment in Xi′an[J]. Environmental Chemistry, 2015,34 (9): 1642-1648 (in Chinese).

[16] 钟天翔,刘谡帆,刘刚,等. 杭州市居室空气中挥发性有机物污染研究[J]. 环境科学与技术,2005,28(6): 45-47.
ZHONG T X,LIU J F,LIU G,et al. Volatile organic compounds in indoors air of Hangzhou[J]. Environmental Science and Technology, 2005,28(6): 45-47 (in Chinese).

[17] 刘洪亮,韩树青,薛志明等. 装修所致室内空气污染对健康的影响[J]. 卫生研究,2005, 34(5): 21-523.
LIU H L,HAN S Q,XUE Z M,et al. Health damage of indoor air pollution by decoration on residents[J]. Journal of Hygiene Research, 2005,34(5): 21-523 (in Chinese).

[18] Brown S K. Chamber assessment of form aldehyde and VOC emissions from wood-based panels[J]. Indoor Air,1999,9 (3): 209-215.

[19] 郭艳,何伦发,李玉,等.中山市室内新装修场所空气污染风险评估[J].环境与健康杂志,2013,30(11): 1009-1011.
GUO Y,HE R F,LI Y,et al. Risk assessment of air pollution in newly decorated places in Zhongshan[J]. Journal of Environment and Health,2013,30(11): 1009-1011(in Chinese).