

室内甲醛污染状况分析*

中国城市室内空气污染以装修型污染最为严重和普遍，室内装修已经成为每户城市居民迁入新居前必不可少的工序。各种人造板材是室内装饰装修的主要材料之一，它是由不同尺寸和不同形态的木材（如木块、薄木片、刨花和木纤维等）经胶合制成的板材。胶合就不可避免地会用到胶粘剂，常用的胶粘剂有酚醛树脂、脲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂。另外天花板、墙面（塑料壁纸、墙砖）、地面装饰材料（地板革、木制地板、化纤地毯等），使用含甲醛的胶粘剂以及涂料或油漆含有甲醛，均会造成室内空气中甲醛的污染。甲醛是我国首要的装修型化学性室内空气污染物。甲醛的释放是一个持续缓慢的过程，可在装修后较长的时间内从装修材料中逐渐释放出来污染室内空气。而且释放量随着季节和气温的变化而变化，所以其将长期影响着室内空气质量。

甲醛会对人体健康造成危害，其对人体黏膜和皮肤有着强烈的刺激作用，高浓度吸入时会出现呼吸道严重的刺激和水肿，呼吸道阻力增高，呼吸频率下降；眼刺激、头痛。低浓度吸入可导致持续头疼、无力、失眠等。长期暴露会导致皮炎、肺功能异常、肝功能异常、免疫功能异常、中枢神经系统受影响、还可损伤细胞内的遗传物质，是可疑致癌物。因此，室内装修过后的甲醛污染问题成为人们关注的焦点。本研究选择不同装修时间的居室，检测居室内甲醛浓度，了解室内甲醛的污染现状，分析室内甲醛浓度随装修完成时间、温度、湿度的变化规律。

1 实验方法

AHMT 比色法的原理是空气中的甲醛与 AHMT 在碱性条件下缩合，经高碘酸钾氧化成 6 巯基-5-三氮杂茂 [4,3-b]-S-四氮杂茂紫红色化合物，其色泽深浅与甲醛的浓度成正比，在波长 550nm 下测定吸光度。本次研究所需仪器、试剂参见国家标准 GB/T 16129—1995 居住区大气中甲醛卫生检验标准方法——AHMT 分光光度法

选择装修完成时间半年之内的 189 户居室作为测试点。通过对被测居室装修的复杂程度和装修费用等因素进行问卷调查，将 189 户居室按装修档次分为高、中、低三档。其中高档 55 户，中档 101 户，低档 33 户。并选择 12 户未装修的平房作为本次研究中室内空气中甲醛浓度的本底值。

采样点主要集中在客厅、卧室和书房，采样点高度保持在呼吸带 1—1.5m，距墙壁大于 0.5m。采样时间为 30min，泵流量为 650±30mL·min⁻¹。

研究采样日期：2003 年 12 月—2004 年 1 月。

2 甲醛的检测结果

将本次研究采集的样品进行分析，各装修档次居室内的甲醛浓度情况列于表 1。

本次采集的样品中甲醛浓度超标 23 户，占总体样品的 12%。在总体样品中，甲醛浓度最高的仅为 0.189 mg·m⁻³，在超标样品中甲醛平均浓度为 0.115 mg·m⁻³。2002 年在北京新装修住宅内采集甲醛浓度范围值为 0.079—0.291 mg·m⁻³，平均值 0.141 mg·m⁻³。可见目前居室内甲醛污染有所减轻。这主要由于国家加大了对室内装饰装修材料中甲醛限量的控制。

表 1 甲醛检测结果

装修档次	甲醛平均浓度 /mg·m ⁻³	范围值 /mg·m ⁻³	超标率 /%	超标范围值 /mg·m ⁻³
高档	0.070	0.011—0.178	25.5	0.109—0.178
中档	0.051	0.011—0.189	5.9	0.100—0.189
低档	0.047	0.009—0.134	9.1	0.108—0.134
本底值	0.028	0.011—0.047	—	—

3 甲醛浓度随装修完成时间的变化规律

本次采集的样品中装修完成时间不等，不同装修完成时间的室内甲醛浓度平均值列于表 2

从表 2 可以看出，装修完成后，甲醛浓度并不是随着时间的增长而不断降低。甲醛浓度在装修完成后的前四个月内不断增高，之后随着时间的增长浓度不断降低。之所以出现上述情况主要是由于以下几点：甲醛是装修材料中常用的化学品，属于挥发性有机化合物。甲醛经常用于人造板、墙面材料的黏合剂。因而释放迟缓，挥发较慢；多数家庭在装修完成后不断买入新的木制家具，据有关部门检测目前市场出售的家具中甲醛超标率达 96%，因此，从家具中释

2004 年 9 月 2 日收稿。

* 本项目由科技部公益基金重点课题：居住环境监测与对人体健康影响的研究（项目编号：2001DA10001）和科技部“十五”攻关重点课题：室内空气重点污染物健康危害评价技术研究（项目编号：2001BA70401）资助。

* * 通讯作者：徐东群

放出的甲醛使室内甲醛浓度不断增高；本次采集的样品大多数是在 10 月份装修完成，由于天气转凉，多数家庭减少通风造成甲醛在居室内不断累积。从调查和检测结果看，装修后不应立即入住，开窗通风 5 个月左右入住较为安全。

表 2 不同装修完成时间甲醛浓度的平均值

装修完成时间 /月	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8
甲醛浓度 / $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.045	0.073	0.070	0.108	0.131	0.072	0.063	0.060	0.051

4 温度、湿度对室内甲醛浓度的影响

将 5℃作为一个温度区间，同样将相对湿度 10% 作为一个湿度区间。分别将计算后每个区间样品中甲醛浓度的平均值列于表 3

由表 3 可以看出甲醛浓度随温、湿度的升高均呈上升趋势。这主要由于装修过程中所使用的木制板材和新家具中所含甲醛随温、湿度的增高释放量不断增大。根据文献报道，甲醛的释放与室温呈正相关。甲醛易溶于水，室内空气中湿度增大会促使装修材料中的甲醛溶于室内空气中。

表 3 不同相对湿度、温度下甲醛浓度的平均值

相对湿度 /%	甲醛浓度 / $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	温度 /℃	甲醛浓度 / $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
< 20	0.043	< 15	0.030
20—30	0.049	15—20	0.062
30—40	0.058	20—25	0.068
40—50	0.068	25—30	0.088
50—60	0.070	—	—

5 结 论

本研究所采集的样品中甲醛浓度超标占总体样品的 12%，其中超标最高值为 $0.189\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。甲醛平均浓度 $0.056\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，本底值浓度为 $0.028\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。本次采集数据中甲醛浓度值普遍没有超标，这主要由于以下两点：(1) 采样时间为冬季，室内温湿度普遍较低，装修材料中的甲醛不易散发出来。(2) 由于人们对空气质量意识的增强，选择符合国家标准的装饰装修材料，使得室内空气中甲醛浓度超标现象减轻。与前几年相比，室内装修后甲醛污染已经得到了很大改善。从测试结果看，装修后不应立即入住，应开窗通风半年以上后入住较为安全。此外，室内甲醛浓度的高低不仅与装修完成时间长短有关，还与室内温、湿度高低有关。室内温度和相对湿度愈高，装修材料中的甲醛愈容易释放到空气中。

李韵谱 吴亚西 徐东群^{* *} 宿燕兵 任改英 陈国平 供稿
(中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京, 100021)