

新建民用建筑工程室内环境污染调查

宋 刚¹, 魏勇作², 张伯友¹, 余晓琼², 尹朝晖³, 召尧³

(1 中国科学院广州地球化学研究所同位素年代学和地球化学重点实验室, 广东 广州 510640)

2 广州市天河区建设工程质量安全监督站, 广东 广州 510655

3 湖南省桃江县第七中学, 湖南 桃江 413400)

摘要: 对广州市天河区和白云区 274 个新建民用建筑工程室内环境空气质量进行了调查。结果表明, 氡检测结果均合格。毛坯房中除人为因素造成 5 处测点氡超标外, 其他检测指标均合格。在已装修过的房间中, 甲醛有 26 个检测点、苯有 41 个检测点 (其中 10 个为 II 类民用建筑工程)、TVOC 有 25 个检测点 (其中 4 个为 II 类民用建筑工程) 的检测结果超过民用建筑工程室内环境污染物浓度限量标准值。

关键词: 民用建筑工程; 室内环境; 污染物; 调查

中图分类号: X 508

文献标识码: B

文章编号: 1006-2009(2005)04-0023-03

人一生大约 80% ~ 90% 的时间是在室内度过, 其空气质量的优劣对人们身体健康和生活、工作质量的影响远远超过室外环境^[1]。特别是近年来与建筑有关的“病态综合症”越来越频繁地发生, 室内环境污染^[1-3]已成为公众关注的一个焦点。因此, 加强民用建筑工程室内环境竣工验收检测, 对提高公众的室内环境质量意识, 保护业主的健康权益, 发展我国室内环境监测事业具有重要意义。

为了解新建民用建筑工程室内环境空气质量, 于 2003 年 3 月对广州市天河区和白云区 274 个新建民用建筑工程室内环境空气质量进行了调查。

1 调查方法

1.1 监测项目

游离甲醛、氨、氡、苯和 TVOC。

1.2 监测分析方法

《公共场所空气中甲醛测定方法》(GB/T 18204.26-2000), 《公共场所空气中氨测定方法》(GB/T 18204.25-2000), 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325-2001), 《环境空气中氨的标准测量方法》(GB/T 14582-1993)。

1.3 评价标准

评价标准见表 1。

1.4 分析仪器

PPM Fomaldemeter™ 400 型甲醛分析仪, TDP-1000B 型大气采样器, 6010 型紫外分光光度计, 1790 型气相色谱仪, RAD-7 电子氡气检测仪

表 1 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》

(GB 50325-2001)^①

mg/m³

污染物	I 类民用建筑	II 类民用建筑
游离甲醛	≤ 0.08	≤ 0.12
氨 ^②	≤ 200	≤ 400
苯	≤ 0.09	≤ 0.09
氡	≤ 0.2	≤ 0.5
TVOC	≤ 0.5	≤ 0.6

① 表中污染物浓度限量值, 除氡外均以同步测定的室外空气相应值为空白值; ② 氨的单位为: Bq/m³。

(美国产)。

1.5 采样方法

采样器使用前, 用皂膜流量计校准采样系统的流量, 误差应小于 ±5%。分析过程中根据仪器和分析方法选用合适的试剂和材料, 保证实验数据准确可靠。

按照《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325-2001) (简称《规范》) 要求, 在工程完工至少 7 d 后, 对室内环境质量进行验收监测, 采样点数根据工程具体情况确定。由于在验收时工程处于自然通风换气状态, 所以对游离甲醛、苯、氨和 TVOC 的采样检测, 应在关闭门窗至少 1 h 后, 室内

收稿日期: 2005-05-20

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (980751); 广州市建设科技基金资助项目 (9831)

作者简介: 宋 刚 (1974-), 男, 广东广州人, 副研究员, 博士, 从事室内环境污染研究、环境评价工作。

氨应在关闭门窗 24 h 后检测。室外空气空白样品的采集选择在上风向, 并与室内样品同步采集。采样时详细记录采样器流量、采样开始和结束的时间、温度、湿度和大气压, 以及工程概况和采样点的位置。

2 结果和分析

2.1 检测结果

室内环境污染物检测结果见表 2。

表 2 室内环境污染物检测结果

污染物	质量浓度 $\rho / (\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$		检测点 总数 / 个	检测点情况			备注
	范围	$M \pm s$		合格 / 个	不合格 / 个	合格率 / %	
游离甲醛	0.004 ~ 0.120	0.028 ± 0.012	2490	1684	26	98.5	装修 ^①
				780	0	100	毛坯
氨	未检出 ~ 0.508	0.048 ± 0.014	2306	1678	0	100	装修
				623	5	99.2	毛坯
苯	未检出 ~ 1.840	0.030 ± 0.016	2388	1695	41	97.6	装修
				652	0	100	毛坯
TVOC	0.004 ~ 13.56	0.179 ± 0.056	2443	1599	25	98.5	装修
				819	0	100	毛坯
氡 ^②	6 ~ 199	47.8 ± 5	2394	1689	0	100	装修
				705	0	100	毛坯

① 装修房间是指经过简单装修, 铺地板(砖), 墙体粉刷和有简单家具; ② 氡的单位为: Bq/m^3 , 3层以上检测点 1363个。

2.2 分析

(1) 游离甲醛

有 26 个室内检测点的游离甲醛浓度超过 I 类民用建筑的限量值 ($0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$), 最高值为 $0.120 \text{ mg}/\text{m}^3$, 达到 II 类民用建筑的限量值。这 26 个检测点室内均装修, 有数量不等的家具。毛坯房室内甲醛浓度未超过限量值, 说明室内甲醛超标主要是由室内装修装饰后引起, 因为建筑材料和装修材料中使用的粘合剂、涂料、防腐剂等原料中含有甲醛。唐建辉等^[4]对广州市新建住宅室内空气中甲醛测量结果为 $0.07 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 0.373 \text{ mg}/\text{m}^3$, 表明木制品是装修过程中室内甲醛污染的主要来源。

(2) 氨

有 1 个毛坯房检测点的值为 $0.508 \text{ mg}/\text{m}^3$ (人为因素影响), 超过 II 类民用建筑的限量值; 有 4 个毛坯房检测点的值为 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ (人为因素影响), 超过 I 类民用建筑的限量值; 而其他 2301 个检测点的值在 $0.10 \text{ mg}/\text{m}^3$ 以下。广州市室外年平均气温在 0°C 以上, 混凝土中很少使用防冻剂, 所以广州地区民用建筑室内环境中的氨不可能超标。

(3) 苯

苯检测结果超标严重, 有 41 个已装修的室内检测点苯浓度超过《规范》的限量值, 其中 10 个检测点

为 II 类民用建筑工程, 最高值为 $1.840 \text{ mg}/\text{m}^3$, 是限量值的约 20 倍。超标原因主要是因为是在装修过程中, 苯作为装饰材料、人造板家具、黏合剂等溶剂, 装修(装饰)材料释放的苯在室内环境中累积, 如通风不良, 导致室内苯浓度过高。

(4) TVOC

检测值为 $0.004 \text{ mg}/\text{m}^3 \sim 13.56 \text{ mg}/\text{m}^3$, 平均值为 $(0.179 \pm 0.056) \text{ mg}/\text{m}^3$ 。其中有 25 个已装修的室内检测点(含 4 个 II 类民用建筑工程) TVOC 含量超过限量值, 最高超标约 27 倍。室内 VOCs 主要来源于建筑材料、室内装饰品、家具、清洁剂、干燥剂、黏合剂、化妆品和胶合板等。人的日常生活活动(做饭、取暖、打扫卫生、吸烟等)对室内 VOCs 也有影响。不同的室内环境中 VOCs 的浓度有很大差异, 有的相差二三个数量级。

(5) 氡

氡浓度检测结果均合格, 测量值为 $6 \text{ Bq}/\text{m}^3 \sim 199 \text{ Bq}/\text{m}^3$, 平均值为 $(47.8 \pm 5) \text{ Bq}/\text{m}^3$ 。我国居室空气中平均氡浓度为 $(26.2 \pm 20.3) \text{ Bq}/\text{m}^3$, 广州市为 $35 \text{ Bq}/\text{m}^3$ ^[5], 吴增汉^[6]对广东省室内平均氡浓度的调查结果为 $(19.0 \pm 8) \text{ Bq}/\text{m}^3$, 卫生部工业卫生实验所用累积方法测量的广州市居民住宅室内氡浓度平均值为 $73.6 \text{ Bq}/\text{m}^3$, 最高值达到 $248 \text{ Bq}/\text{m}^3$ 。说明广州市居民室内平均氡浓度高于广东省平均值。

在所有检测点中有 1 363 个检测点位于 3 层以上房间, 但 3 层以上和 3 层以下检测点的氡浓度没有明显差别。说明民用建筑工程的地基土壤和建筑材料等对室内氡浓度的影响较小。

3 结论

(1) 天河区和白云区民用建筑工程室内环境质量合格率较高, 其中氡检测结果全部合格; 毛坯房中除由于人为因素造成 5 处测点氡超标外, 其他检测指标均合格。在已装修过的房间中, 甲醛有 26 个检测点、苯有 41 个检测点 (其中 10 个为 II 类民用建筑工程)、TVOC 有 25 个检测点 (其中 4 个为 II 类民用建筑工程) 的检测结果超过民用建筑工程室内环境污染物浓度限量标准值。

(2) 室内环境质量除受建筑材料的影响外, 主要受装修材料和装饰材料的影响较大。装修、装饰后的房间内污染物浓度远高出毛坯房, 特别是苯、甲醛和 TVOC 的污染严重。

4 讨论

4.1 民用建筑工程验收时检测布点问题

在进行室内环境污染物检测时, 测点的分布对氡浓度的检测结果影响最大。因为低层建筑室内氡的主要来源是建筑物的地基土壤和岩石 (约占 90%), 在其他条件相同的情况下, 建筑物底层房间氡浓度比高层房间的高。《规范》中规定抽检数量不得少于房间总数的 3%, 在工作中是按楼层平均分配还是按楼高进行梯度分配, 底层分布少, 可能漏掉一些高氡浓度数据; 底层分布多, 对建设方和施工方是否公平。《规范》中规定, 氡浓度用实测值取代平衡当量氡浓度, 但没有明确指出是年平均值还是瞬时值。实际操作中用年平均氡浓度不可能, 只能用瞬时氡浓度。

4.2 分析仪器对检测结果的影响

在验收时, 需要对 5 种指标进行取样检测和分折, 要求检测人员对仪器的性能必须有所了解。环境气候条件对仪器的影响很大, 如 RAD-7 测氡仪受环境湿度的影响较大, 广州市在春夏季空气湿度较大, 在检测时, RAD-7 测氡仪可以在进气口安装干燥管^[7]。

4.3 对检测结果的处理

在检测中应尽量避免人为因素影响, 对个别异常点要进行分析处理或重复测量。在《规范》中对苯和 TVOC 的采样方法一致, 但分析时苯用填充柱的气相色谱仪, TVOC 采用毛细管的色谱仪。而大量实验数据表明, 在测 TVOC 时, 测出的苯含量与单独用填充柱色谱仪测出的结果相差不多, 因此能否在检测 TVOC 时直接用外标法测出苯的含量而不专门用填充柱色谱仪测苯, 既节省时间又节约成本^[7]。在测 TVOC 时, 甲醛是作为应识别组分进行分析, 甲醛浓度是用毛细管色谱仪测量的曲线中以甲苯计算还是直接加上用甲醛分析仪测量的结果, 这两者在数值上是有差别的。

【参考文献】

- [1] 朱天乐. 室内空气污染控制 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 12
- [2] 崔九思. 室内空气污染监测方法 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 10
- [3] 刘君卓. 居住环境和公共场所有害因素及其防治 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 5
- [4] 唐建辉, 王新明, 盛国英, 等. 广州新建住宅空气中甲醛的分析 [J]. 分析测试学报, 2003, (1): 71-73
- [5] WANG Z Y. Natural radiation environment in China [J]. International Congress Series, 2002, (1225): 39-46
- [6] 吴增汉. 广东省居民住宅室内外空气中氡及其子体浓度水平及居民受照剂量 [J]. 辐射防护, 1989, 9(6): 454
- [7] 周光, 雷映平, 秦晋蜀. 贯彻“民用建筑工程室内环境污染控制规范”所遇问题 [J]. 中国建材科技, 2004, (1): 35-36

本栏目责任编辑 李文峻

• 简讯 •

沈阳市环境监测中心站举行建站 30 周年庆典

2005 年 6 月 28 日, 沈阳市环境监测中心站举行了建站 30 周年庆典系列活动, 国家环保总局、辽宁省环保局、沈阳市政府、沈阳市环保局、中国环境监测总站、辽宁省环境监测站、长春市等 12 家省外重点城市环境监测站、大连等 12 家省内城市环境监测站、东北制药集团等 20 家企事业单位、沈阳市环境科学研究院等 7 家市环保直属单位分别来人来电表示了祝贺。来自全国各地及市内各界的领导和嘉宾参观了建站 30 年照片图片和该站国家级实验室, 并观看了以“同心同行”为主题的文艺演出。

摘自《沈阳市环境监测中心站政务信息》