

空调房间空气中甲醛污染的分布特性

张长兴¹, 胡松涛², 李安桂¹, 刘国丹²

(1 西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055 2 青岛理工大学, 山东 青岛 266033)

中图分类号: X 830.1

文献标识码: B

文章编号: 1006-2009(2007)05-0054-03

现代高层商务、办公楼采用中央空调系统保障室内环境温、湿度的舒适性,除了增加新风外,大部分空气室内循环。但办公家具板材中含的甲醛等污染物释放,会造成室内空气的污染,影响人体的健康^[1]。于 2005 年 5 月对青岛市某邻海高层商务楼的 8 层海景房间空气中甲醛进行测试分析。

1 研究方法

受测试的房间建筑面积 47 m²,净高度 2.8 m,家具为 2002 年 1 月购置。房间的新风管直接与风机盘管的送风管道连接,新风与处理后的回风混合后直接送入室内。在室内距地面 1.0 m 处设置 6 个测点^[2],房间的送、回风口和家具的布置见图 1。

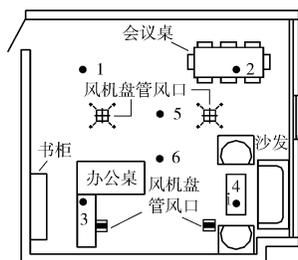


图 1 房间内甲醛测点

用 PPM-400 型甲醛检测仪检测,测量范围为甲醛体积分数 0~1×10⁻⁵,精度为 1×10⁻⁸,10 s 之内可直接读取数据。实验过程中测试了不同工况对应的室内温度,编制计算程序,将实测数据分布用 M atlab 软件绘制出对应测试时间的甲醛质量浓度等值线图。

测试时间对应的室内工况见表 1。测试时的室外气象参数为:气温 14.6℃,相对湿度 31.7%。

表 1 测试时间对应的室内工况

时间	室内工况
8:56	房间密闭,空调新风,风机盘管关闭,实测室温 22.1℃
9:26	房间密闭,空调新风,风机盘管关闭,实测室温 23.7℃
9:46	房间密闭,空调新风,风机盘管 9:28 开启,实测室温 25.1℃
10:16	房间门关,空调新风,窗 9:48 打开,风机盘管开启,实测室温 21.3℃
10:33	房间门 10:18 打开,空调新风,窗打开,风机盘管 10:18 关闭,实测室温 18.2℃
11:03	10:34 房间密闭,空调新风,风机盘管 10:34 开启,实测室温 22.6℃

2 结果分析

2.1 室内甲醛分布

在家具附近区域甲醛质量浓度值最高。室内新风量 160 m³/h 温度为 21℃时,书柜处的甲醛质量浓度值为 0.2 mg/m³,且不随测试工况发生变化。早晨密闭房间内的甲醛质量浓度值最高,是家具、装饰材料夜间释放甲醛造成。家具布置与空气中甲醛的质量浓度关系密切,且影响甲醛的分布^[3],测试结果见表 2。

表 2 室内各测点甲醛质量浓度 mg/m³

测点	测试时间					
	8:56	9:26	9:46	10:16	10:33	11:03
1	0.14	0.11	0.07	0	0	0.05
2	0.15	0.10	0.09	0.01	0	0.05
3	0.15	0.11	0.07	0.01	0	0.05
4	0.16	0.12	0.12	0	0	0.05
5	0.16	0.10	0.07	0	0	0.05
6	0.15	0.11	0.11	0	0	0.05

收稿日期: 2007-3-20 修订日期: 2007-09-10

作者简介: 张长兴(1977-),男,山东高唐人,助理工程师,工学硕士,在读博士生,从事暖通空调新技术的研究。

测试时间对应的室内甲醛质量浓度分布见图 2(图中等值线表示甲醛质量浓度值,单位为 mg/m^3)。

图 2(a)(b)(c)(d)(e)(f)分别表示 8 56 9 26 9 46 10 16 10 33 11 03 的甲醛质量浓度平面分布。

8 56 的实测值高,并且超出了《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002)规定的甲醛质量浓度值 $0.10\text{mg}/\text{m}^3$,见图 2(a)。在打开风机盘管后,

气流分布变化,室内空气中的甲醛质量浓度分布随之变化。开窗后,甲醛的质量浓度开始降低,开门自然通风形成后,质量浓度降为零。10 33待甲醛的质量浓度降为零后,关门窗,质量浓度随之上升。测点 1 处的气流扰动较小,故在该处没有甲醛散发源的情况下,甲醛质量浓度仍高达 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$,而在打开门窗进行自然通风后,该点的浓度降为 0 可见,良好的通风状况对于降低室内甲醛的质量浓度至关重要^[3]。

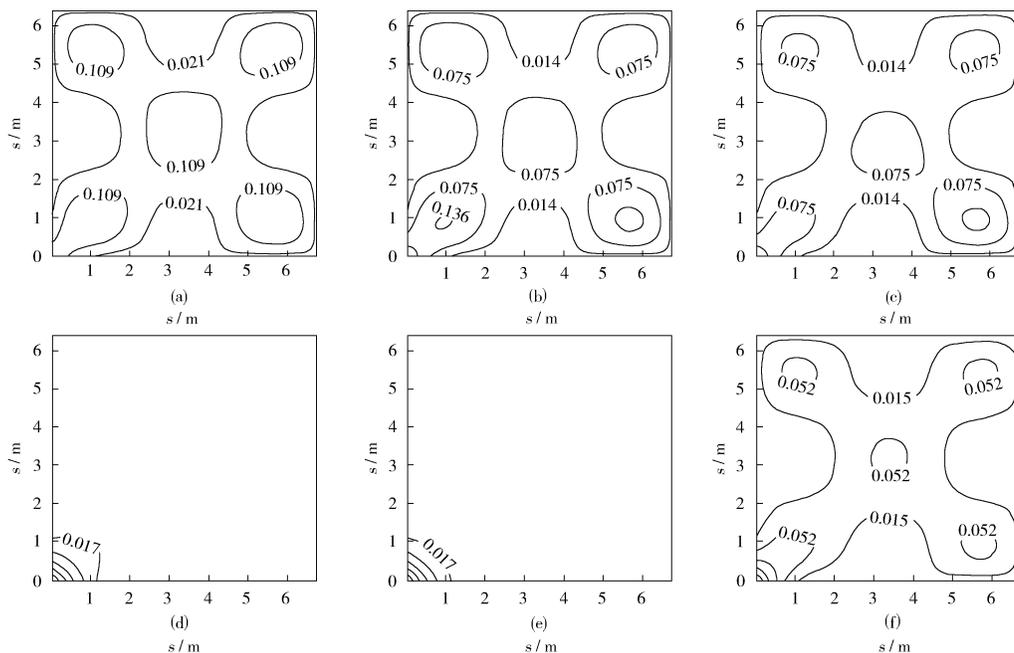


图 2 不同测试时间甲醛的质量浓度分布

2.2 释放源局部区域甲醛分布

图 3 表示空调房间内 $2.5\text{m} \times 3.0\text{m}$ 区域不同家具的位置。

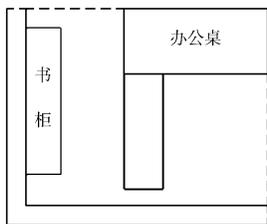


图 3 平面家具布置

室内书橱处的甲醛质量浓度在置换通风后,仍然没有降低。办公桌右上角和室内左下墙角为对角线点的矩形区域各工况对应的甲醛质量浓度分

布见图 4(图中等值线表示甲醛质量浓度值,单位为 mg/m^3)。

图 4(a)(b)(c)分别表示 8 56 9 46 11 05 的甲醛质量浓度平面分布。

由图 4 可见,左风机盘管开启后 18 min, 9 46 办公桌附近甲醛质量浓度降低显著,这是室内气流扰动所致。11 03 在房间置换通风 30 min 后,办公桌区域的甲醛质量浓度降至 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。强度较高的甲醛散发源(书柜)处,因空气流动小,甲醛质量浓度始终较高。

2.3 室内垂直方向甲醛分布

沿室内垂直方向,甲醛质量浓度分布不一致,见图 5(图中等值线表示甲醛质量浓度值,单位为 mg/m^3)。图 5(a)(b)(c)分别表示 8 56 9 46 11 03 甲醛质量浓度的垂直分布。

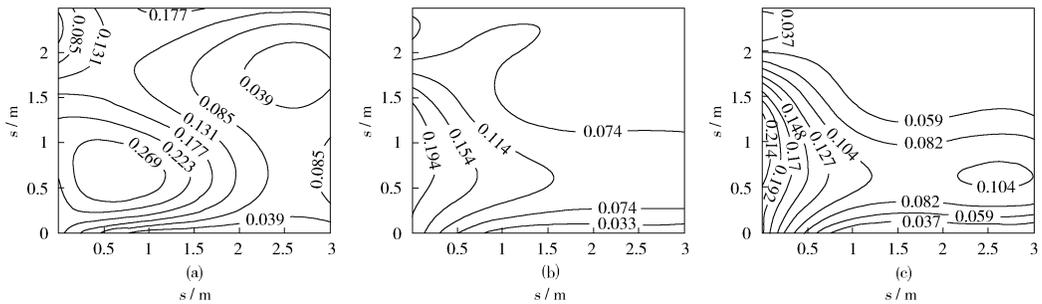


图 4 不同测试时间平面区域甲醛的浓度分布

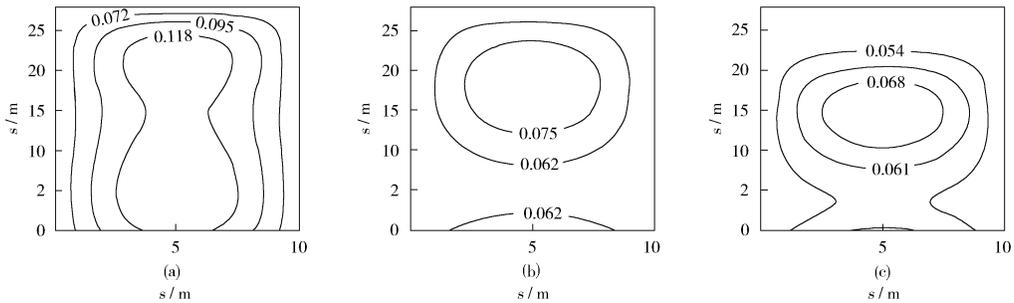


图 5 不同测试时间甲醛浓度的垂直分布

由图 5 可见, 8 56 人呼吸高度 $1.2\text{ m} \sim 1.8\text{ m}$ [4] 处甲醛质量浓度相对较高, 在近地板处和顶部的质量浓度较低, 这是由于甲醛发散源强度较弱和回风口附近的新风散发产生气流扰动造成的。随着房间工况的变化, 在 $1.2\text{ m} \sim 1.8\text{ m}$ 内的甲醛质量浓度逐渐降低, 与室内平面区域的甲醛质量浓度变化趋势相同。

3 讨论

在测试空调房间中, 安装了新风系统, 且新风量达到人均 $30\text{ m}^3/\text{h}$ (房间人员以 5 人计), 仍然出现了甲醛质量浓度超标的情况。通过不同工况甲醛质量浓度的对比可以发现, 空调的新风系统无法消除室内的甲醛, 无排风系统是造成甲醛质量浓度超标的直接原因。对特定房间, 甲醛的散发量是固定的, 与室内的人员密度等因素无关, 为保证室内的空气质量, 应采用通风空调系统降低室内污染物的浓度, 同时清晨开门、窗通风, 将室内污染物排到室外。提高室内局部区域 (尤其是人员的活动区域) 的空气质量, 须减少室内污染源, 从室内整体布局考虑气流分布的合理性, 空调系统排风口应布置在家具较多的区域, 保持通风空调系统设计与房间使用功能的一致性, 创造安全、舒适的人工环境。

甲醛垂直分布随测试工况不同变化, 且与室内平面区域的甲醛质量浓度变化趋势相同。地面的装修材料 (地毯、地板等)、室内的气流分布对垂直方向的甲醛质量浓度影响较大。为了保证 $1.2\text{ m} \sim 1.8\text{ m}$ 高度范围的空气质量, 除了温、湿度的控制, 控制区域污染物浓度是关键。在工作人员的办公区域, 可以通过个人环境调节散流器等装置进行局部区域的空气质量控制 [5-7]。

[参考文献]

- [1] 赵淑华, 李景舜. 居室空气甲醛污染及对健康的影响 [J]. 中国卫生工程学, 2002, 1(3): 153-154
- [2] 宋广生. 室内空气质量标准解读 [M]. 北京: 中国机械工业出版社, 2003
- [3] 刘国丹, 张长兴, 胡松涛, 等. 室内空气品质影响因素实验研究 [J]. 暖通空调, 2006, 36(2): 104-107.
- [4] 耿世彬, 王瑞海. 新装修住宅甲醛浓度测试及其影响因素分析 [J]. 建筑热能通风空调, 2005, 24(3): 96-99.
- [5] BAUMAN S.F. 地板送风设计指南 [M]. 杨国荣, 方伟, 任怡旻, 等, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [6] 李桂花, 刘功斌, 王燕芬. 空气温度对甲醛释放影响浅析 [J]. 环境监测管理与技术, 2006, 18(4): 48
- [7] 周明, 谢序璠, 黄晓华. 不同气温条件下室内甲醛污染特性的探讨 [J]. 四川环境, 2005, 24(4): 37-39

本栏目责任编辑 李文峻 薛光璞