

冬季家庭居室内PM₁₀浓度的影响因素

罗云莲 (辽东学院建筑与工程学院城市环境系, 辽宁丹东 118003)

摘要 [目的] 为了探讨家庭居室内PM₁₀污染物的来源, 对人体的危害及影响因素。[方法] 在丹东市的三个区选择了14个家庭, 对其厨房、卧室和客厅进行PM₁₀浓度的测试, 并对室内的PM₁₀污染物来源进行了分析。[结果] 室内空气PM₁₀浓度主要受吸烟、烹饪时的燃料、不同清洁方式、室外颗粒物浓度、室内人员多少和活动频繁程度、通风量7个因素的影响, 被测14户家庭中有7户所有的房间均超标。[结论] 丹东市家庭室内PM₁₀浓度超标不容乐观, 应引起有关部门的重视。

关键词 PM₁₀; 浓度; 室内; 影响因素

中图分类号 X83 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)25-07928-02

Influencing Factors on PM₁₀ Concentration in Household Rooms in Winter

LUO Yun-lian (Department of City's Environment, College of Construction and Project, Liaodong University, Dandong, Liaoning 118003)

Abstract [Objective] The purpose was to discuss the source of PM₁₀ pollutants in household rooms and its harm to human body and influencing factors. [Method] 14 households from 3 districts of Dandong City were selected to test PM₁₀ concentration in their kitchens, bedrooms and living rooms and analyzed the source of indoor PM₁₀ pollutants. [Result] PM₁₀ concentration of indoor air was mainly influenced by 7 factors such as smoking, cooking fuels, different cleaning manner, outdoor particulate matter concentration, people number and activity frequent degree of indoor personnel, and airiness. PM₁₀ content in all the rooms of 7 doors in 14 tested households exceeded the standard. [Conclusion] Exceeding the standard for PM₁₀ concentration in household rooms in Dandong City was not optimistic and should be paid attention by relevant departments.

Key words PM₁₀; Concentration; Indoors; Influencing factors

据报道, 现代成年人有70%~80%的时间是在室内度过, 老弱病残者在室内度过的时间更长, 其比例为90%以上^[1]。因此室内空气质量直接影响人体的健康。室内空气污染物按照形态可分为气态污染物和颗粒物污染物。有关气态污染物对空气质量的影响, 已经引起人们的普遍关注, 特别是建筑材料散发的有机化合物对人体健康的影响。有关空气中的颗粒物污染物, 人们研究的比较多, 但关于室内颗粒物污染物对人体健康的影响还未引起人们的普遍重视, 仅在北京等发达的大城市, 对一些公共场所室内空气中的颗粒物污染开展了部分研究^[2-4]。颗粒物对人体危害很大, 大气中PM₁₀及其吸附的无机元素、有机污染物、病毒、细菌, 可在空气中长时间悬浮。研究表明, PM₁₀可引起心脏和血液系统、免疫系统等广泛的损伤^[3], 特别是与儿童呼吸系统患病率呈正相关关系^[5]。监测表明, PM₁₀是丹东市空气中的首要污染物之一。由于室内空气中颗粒物浓度与室外颗粒物浓度成正比^[2], 因此, PM₁₀很可能也是影响丹东市室内空气质量的主要污染物之一。冬季丹东市室外空气PM₁₀污染较重。为此, 笔者于冬季在丹东市的3个区(元宝区、振兴区和振安区)选择一些家庭, 对其室内进行PM₁₀采样, 以了解丹东市家庭室内PM₁₀的污染现状, 并对室内PM₁₀的污染源进行分析和探讨。

1 研究内容及方法

在丹东市的元宝区、振兴区和振安区随机选取14户家庭, 在同意入户监测的住户中进行PM₁₀采样。采样时间从2005年11月7日开始, 到2005年12月28日结束。

PM₁₀样品采集仪器为青岛金仕达电子科技有限公司生产的KB120F型智能TSP-PM₁₀中流量采样器, 流速为0.1 m³/min, 采集时间10 h以上, 样品收集使用直径为80 cm的玻璃纤维滤膜。采样时分别将3台采样器安放在被测家庭的厨房、卧室和客厅中心, 同时连续3 d采样, 室内采样进气口

与四周墙体距离大于1 m, 采样头距地面高度1.5 m。测试期间, 所有被测家庭关闭门窗, 同时记录室内温度、湿度和气压等气象参数。由于受条件的限制, 没有采集晚上的样品。

为保证测试结果的准确性, 采集样品前后将滤膜放置于干燥器内平衡24 h, 用精度为0.01 ng电子天平称量滤膜。采样前后滤膜质量之差与采样体积之比即为样品日均浓度。

2 结果与分析

2.1 元宝区 在元宝区某小区选择了4户家庭, 分别在每个家庭的厨房、卧室和客厅进行采样。采样点的具体环境描述如下: 家庭1, 家庭成员3人, 家庭无吸烟成员, 进行过简单装修, 烹饪燃料为天然气, 采样期有日常活动, 冬季基本不开窗, 通风不良, 楼层为5楼, 距主干道较远。室外约100 m内无明显污染源; 家庭2(与家庭1是上下邻居), 家庭成员3人, 与家庭1不同的是男主人每天在客厅频繁吸烟, 其他室内环境与家庭1相似; 家庭3, 家庭成员2人, 家庭无吸烟成员, 其他室内环境与家庭1相似。与家庭1和家庭2不同的是, 家庭3烹饪主要用电磁炉, 在测试的3 d内没有用煤气烹饪; 家庭4, 家庭成员2人, 家庭无吸烟成员, 简单装修, 采样期有日常活动, 但采样3 d内没有在家中做饭, 经常开窗通风。4户家庭PM₁₀监测结果见表1。

表1 元宝区家庭室内空气中PM₁₀浓度 ng/m³

采样点	采样时间	客厅	平均	卧室	平均	厨房	平均
家庭1	11-07	0.142		0.149		0.161	
	11-08	0.143		0.153		0.158	
	11-09	0.145	0.143	0.141	0.148	0.157	0.159
家庭2	11-14	0.228		0.198		0.176	
	11-15	0.243		0.211		0.179	
	11-16	0.221	0.231	0.223	0.211	0.213	0.189
家庭3	11-17	0.145		0.151		0.148	
	11-18	0.144		0.143		0.151	
	11-19	0.147	0.145	0.146	0.147	0.153	0.151
家庭4	11-21	0.135		0.137		0.134	
	11-22	0.131		0.136		0.141	
	11-23	0.138	0.135	0.141	0.138	0.136	0.137

基金项目 丹东市科学技术计划项目(05608)。

作者简介 罗云莲(1963-), 女, 辽宁丹东人, 在读硕士, 副教授, 从事环境化学的教学和科研工作。

收稿日期 2007-04-20

从表1 可以看出,若简单的以平均值比照每个家庭,家庭1 厨房超标(国家标准为0.150 ng/m³),客厅和卧室不超标;家庭2 厨房、卧室和客厅PM₁₀均超标;家庭3 卧室和客厅PM₁₀均不超标,厨房略有超标;家庭4 厨房、客厅和卧室均不超标。分析4 个家庭的室内污染源对室内空气中PM₁₀浓度的影响可知,家庭2 男主人的吸烟行为导致其客厅、卧室和厨房PM₁₀浓度明显高于其他家庭;家庭3 厨房PM₁₀浓度明显低于家庭1 和家庭2 厨房的PM₁₀浓度,可能是用电磁炉烹饪,不存在天然气不完全燃烧对厨房的污染,只有烹饪时的油烟影响,减少了对厨房PM₁₀浓度的贡献;家庭4 室内没有吸烟、烹饪时油烟等污染因素,又有足够的通风量,所以室内PM₁₀浓度均较小。

2.2 振兴区 为了进一步调查室内、外污染源对室内空气中PM₁₀浓度的影响,在振兴区选择了5 户家庭,分别在每个家庭的厨房、卧室和客厅进行采样。采样点的具体环境描述如下:家庭5,家庭成员3 人,家庭无吸烟成员,进行过简单装修,烹调燃料为天然气,采样期有日常活动,通风良好,每天至少开窗2 次,楼层为8 楼,距主干道较远;家庭6(与家庭5 是上下邻居,成员4 人,家中有老人,冬季基本不开窗,通风不良,男主人每天在客厅频繁吸烟,其他室内环境和家庭5 相似;家庭7,家庭成员为2 位老人,室内环境和家庭5 相似,冬季基本不开窗,通风不良。但采样期间3 d 中有2 d 是周末,其子女携带孩子回老人家度周末,人数近10 人,家中人员活动频繁,测试第3 天为星期一,家中只有2 位老人;家庭8、家庭9,家庭成员都为3 人,室内环境和家庭5 相似,冬季基本不开窗,通风不良。家庭8 楼层为6 楼,距主干道约50 m,每天有大量的机动车通过主干道。家庭9 楼层为3 楼,距家庭约50 m 处有一建筑工地。5 户家庭PM₁₀监测结果见表2。

采样点	采样时间	客厅	平均	卧室	平均	厨房	平均
家庭5	11-24	0.138		0.133		0.144	
	11-25	0.134		0.141		0.151	
	11-26	0.137	0.136	0.136	0.137	0.147	0.147
家庭6	11-28	0.225		0.187		0.179	
	11-29	0.237		0.192		0.172	
	11-30	0.223	0.228	0.185	0.188	0.168	0.173
家庭7	12-02	0.175		0.172		0.217	
	12-03	0.182		0.178		0.221	
	12-04	0.151	0.169	0.149	0.166	0.154	0.197
家庭8	12-05	0.248		0.231		0.211	
	12-06	0.241		0.239		0.198	
	12-07	0.195	0.228	0.218	0.229	0.213	0.207
家庭9	12-08	0.267		0.241		0.222	
	12-09	0.276		0.245		0.235	
	12-10	0.243	0.262	0.251	0.246	0.211	0.223

从表2 可以看出,家庭5 卧室、客厅和厨房PM₁₀均不超标,和家庭4 比较分析,进一步说明充足的通风量是减少室内PM₁₀浓度的方法之一;家庭6 卧室、客厅和厨房PM₁₀均超标,和家庭2 相似,也进一步说明了吸烟是室内PM₁₀的重要污染源;家庭7 在采样的第1、2 天,PM₁₀浓度较高,第3 天PM₁₀浓度较低,是因为采样的前2 d 家中人口多,且频繁在室内走动,导致其室内PM₁₀浓度明显高于第3 天;家庭8 和家

庭9 的卧室、客厅和厨房PM₁₀均超标,最高浓度达0.262 ng/m³,说明室外污染源中的机动车尾气和建筑扬尘,可通过住宅窗户和空调等进入室内,明显增加室内的PM₁₀浓度。

2.3 振安区 为了解不同清洁方式对室内空气中PM₁₀浓度的影响,在振安区选择3 户家庭,分别在每个家庭的厨房、卧室和客厅进行采样。采样前1 周至采样第1 天,各家庭一直没有清洁房间,采样后2 d 每天清洁房间1 次,采样点的具体环境描述如下:家庭10,家庭成员4 人,家庭无吸烟成员,进行过简单装修,采样期有日常活动,冬季基本不开窗,通风不良,采样期清洁方式为用湿润的拖布清洁房间;家庭11,家庭成员3 人,家庭环境与家庭10 基本相似,不同的是清洁方式为用小型家用吸尘器清洁房间。家庭12,家庭成员为2 位老人,家庭环境与家庭10 基本相似,习惯用扫帚清扫室内房间。3 户家庭PM₁₀监测结果见表3。

采样点	采样时间	客厅	平均	卧室	平均	厨房	平均
家庭10	12-12	0.156		0.146		0.157	
	12-13	0.148		0.141		0.153	
	12-14	0.144	0.149	0.143	0.143	0.151	0.154
家庭11	12-15	0.159		0.161		0.159	
	12-16	0.169		0.168		0.165	
	12-17	0.164	0.164	0.163	0.164	0.161	0.162
家庭12	12-19	0.155		0.158		0.154	
	12-20	0.166		0.164		0.162	
	12-21	0.163	0.161	0.165	0.162	0.159	0.158

从表3 可以看出,3 个家庭房间清洁前后,PM₁₀浓度有一定的变化。家庭10 用湿润的拖布清洁房间能使室内PM₁₀浓度明显下降;家庭11 和家庭12 清洁房间后室内的PM₁₀浓度有所上升。测试人员在采集样品时,明显看到家庭11 和家庭12 室内灰尘飞扬,而家庭10 室内没有这种现象。可见,不同清洁方式和室内PM₁₀浓度有一定的相关性。用吸尘器吸尘,在吸尘器的气流扰动下,本来已沉降的灰尘又重新悬浮于空气中,且吸尘器吸入的是肉眼可见的大颗粒物,而喷出来的恰恰是最易进入人体的可吸入颗粒物,造成室内二次污染;用扫帚清扫,在工作区内也有灰尘漂浮。

为了进一步调查烹饪时不同种燃料对室内空气中PM₁₀浓度的影响,在振安区选择了典型的以不同种燃料烹饪的2 个家庭(家庭13 和家庭14),家庭13 用液化气作为烹饪时的燃料,家庭14 居住1 楼,冬天在厨房生炉子,用煤取暖和做饭。家庭13、14 其室内PM₁₀浓度结果见表4。

采样点	采样时间	客厅	平均	卧室	平均	厨房	平均
家庭13	12-22	0.145		0.149		0.159	
	12-23	0.147		0.143		0.153	
	12-24	0.152	0.148	0.141	0.144	0.156	0.156
家庭14	12-26	0.278		0.298		0.386	
	12-27	0.293		0.251		0.379	
	12-28	0.271	0.281	0.283	0.277	0.313	0.359

从表4 可以看出,烹饪时不同种燃料对室内空气中PM₁₀浓度的贡献不同。结合表1 中家庭1、3 的数据可看出,家庭14 的厨房PM₁₀浓度最大;家庭3 的厨房PM₁₀浓度最小;家庭1

(上接第7929页)

和家庭13厨房的 PM_{10} 浓度差异性较小。可见4种典型燃料(天然气、液化气、电和煤)中,以煤的燃烧对室内空气污染最严重;天然气和液化气次之;电的污染最轻。

3 结论

在丹东市的3个区(元宝区、振兴区和振安区)选择了14个家庭,对其厨房、卧室和客厅进行 PM_{10} 浓度测试,并对室内 PM_{10} 污染物的来源进行分析。结果表明,室内空气中 PM_{10} 浓度主要受以下因素影响:吸烟能明显增加室内 PM_{10} 浓度;烹饪时的燃料不同对室内空气污染程度不同。煤的燃烧对室内空气污染最严重;天然气和液化气的不完全燃烧和油烟,对厨房及其他房间 PM_{10} 浓度都有一定贡献;用电磁炉烹饪,室内 PM_{10} 浓度较低;不同清洁方式对室内空气中 PM_{10} 浓度有影响。用湿润拖布清洁房间能使室内 PM_{10} 浓度明显下降;用家用吸尘器清洁房间会加大室内 PM_{10} 浓度;室外颗粒物浓度较高时(如家庭8和家庭9)将

明显增加室内 PM_{10} 浓度;室内人员多和活动频繁将增加室内 PM_{10} 浓度;不足的通风量导致室内 PM_{10} 浓度增加,所以充足的通风量是减少室内 PM_{10} 浓度的方法之一。

虽然受财力、人力及其他因素的影响,致使采样频率偏低,样品数偏少,不足以反映一般规律,但从有限的数据可以看出,丹东市家庭室内 PM_{10} 浓度状况不容乐观(被测14户家庭中有7户所有的房间均超标),应引起有关部门的重视。

参考文献

- [1] 刘世珍,曹明礼,侯祺棕.武汉新装修住宅室内空气中甲醛的分析研究[J].北方环境,2005,30(1):25-27.
- [2] 刘阳生,沈兴兴,毛小苓,等.北京市冬季公共场所室内空气中TSP, PM_{10} , $PM_{2.5}$ 和 PM_1 污染研究[J].环境科学学报,2004,24(2):190-196.
- [3] 李红,曾凡刚,邵龙义,等.可吸入颗粒物人体健康危害研究进展[J].环境与健康杂志,2002,19(1):85-87.
- [4] 宋刚,王明新,张伯友,等.温泉宾馆室内 PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO_2 和222Rn的研究[J].中国环境科学,2004,24(6):650-653.
- [5] 周家斌,王铁冠,黄云碧,等.北京部分地区大气 PM_{10} 中多环芳烃的季节性变化[J].中国环境科学,2005(1):115-119.