

文章编号:1002-8743(2003)Z-0040-03

## 课堂教学环境 TSP 污染定量评价研究

胡衡生 张新英 黄 励 朱 易 罗洪亮

(广西师范学院 资源与环境科学学院, 广西南宁 530001)

**摘 要** 采用国家标准方法,对某大学各上课教室的 TSP 进行了监测和评价。结论是:1、有 29% 的课堂存在着 TSP 污染;2、污染程度与粉笔板书的频率和面积成正相关;3、语音教室、多媒体教室无 TSP 污染。最后提出了改善教学环境质量的建议。

**关键词** 教学环境;TSP 污染;评价

中图分类号: X51 文献标识码: A

教学环境是指课堂教学的教室、实验教学的实验室、计算机教学的计算机房、外语教学的语音室、野外教学的大自然环境等等。不同的专业,不同的课程,不同的教学方法,教学环境质量差异较大。大自然环境状况一般优于城市,而实验室教学环境因实验内容不同大相径庭,较为复杂,所以这二种情况未被列入我们的研究之中。

总悬浮颗粒物(Total Suspended Particulate,简称 TSP)是指能悬浮在空气中,空气动力学当量直径 $\leq 100\mu\text{m}$ 的颗粒物。它是我国城市空气中的主要污染物。城市大气总悬浮颗粒物的污染来源广,成分复杂,含有多种有害的有机物和无机物,它还可能含多种病原微生物,传播多种疾病。教学课堂除了城市大气中的总悬浮颗粒物污染外,还增加了教学粉尘的污染。

考虑到教师和学生的健康,我们作了课堂 TSP 污染的调查研究,同时还对全校职工呼吸道疾病进行了统计调查。

### 1 方法

#### 1.1 采样方法

按照中华人民共和国国家标准 GB/T 15432-1995《环境空气总悬浮颗粒物的测定-重量法》规定的步骤和方法,在某大学的中文系、数学与计算机系、物理系、化学系、政经系、大外部、资环学院的各上课教室的讲台侧面安装一台中流量 TSP 采样仪,配 PM10 切割器,连续 6h 以每分钟 100L 的流量采样,以重量法求得空气中 TSP 的浓度。采样的同时,记录课堂板书情况。

对比实验:在该大学的行政办公楼,按同样的方法,进行采样和分析。

#### 1.2 计算方法

按标准规定,计算公式为:

$$\begin{aligned} \text{总悬浮颗粒物含量}(\mu\text{g}/\text{m}^3) &= k \times (w_1 - w_0) / Q_{\text{MN}} \times t \\ Q_{\text{MN}} &= (Q_{\text{M}} PT_{\text{N}}) / (TP_{\text{N}}) \\ \log_{10} P &= \log_{10} 101.3 - h/18\ 400 \end{aligned}$$

式中:  $t$ ——累计采样时间

收稿日期:2003-05-03

基金项目:广西自然科学基金项目(桂科自 0135042)

作者简介:胡衡生,女,教授,硕士生导师,主要研究方向为城市环境污染与健康效应。

$Q_{MN}$ ——采样器经校正后的标准状况下平均抽气流量

$Q_M$ ——采样器工作流量

$P$ ——测试现场平均大气压

$P_N$ ——标准压力 101.3 kPa

$T_N$ ——标况温度 273K

$T$ ——测试现场日平均温度

$h$ ——测试现场海拔高度

$w_0$ ——经干燥平衡后的空滤膜重量

$w_1$ ——采样经干燥平衡后的滤膜加颗粒物重量

## 2 实验结果

根据以上公式可求得各系上课教室及行政办公室总悬浮颗粒物监测平均值(表 1)。

表 1 各系上课教室及行政办公室总悬浮颗粒物监测平均值

mg/m<sup>3</sup>

| TSP值及<br>级别 | 单 位   |      |      |      |      |      |      |      | 平均值   |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|             | 行政办公室 | 大外部  | 数学系  | 资环院  | 物理系  | 中文系  | 政经系  | 化学系  |       |
| TSP         | 0.09  | 0.10 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.85 | 0.88 | 0.194 |
| 质量级别        | —     | —    | 二    | 二    | 二    | 二    | 三    | 三    | 二     |

注:TSP日平均浓度限值一级为 0.12mg/m<sup>3</sup>,二级为 0.30mg/m<sup>3</sup>,三级为 0.50mg/m<sup>3</sup>。

不同教学手段、不同板书频率的监测结果,详见表 2。

表 2 不同教学手段和不同板书频率的监测平均值

mg/m<sup>3</sup>

| TSP值及<br>级别 | 教学手段及过程 |       |      |           |           |           |
|-------------|---------|-------|------|-----------|-----------|-----------|
|             | 语音教室    | 多媒体教室 | 无尘板书 | 粉笔板书      |           |           |
|             |         |       |      | 一个版面      | 二个版面      | 三个版面及以上   |
| TSP         | 0.10    | 0.10  | 0.11 | 0.10~0.12 | 0.18~0.22 | 0.85~0.88 |
| 质量级别        | —       | —     | —    | —         | 二         | 三级以上      |

## 3 结果分析及评价

### 3.1 29%的课堂 TSP 浓度超过三级标准

在调查期间,学校所在城市的大气总悬浮颗粒物浓度在 1~2 级之间,使用语音设备、应用多媒体手段教学和使用无尘水笔上课的教室空气质量都达到一级,只要用粉笔板书,教室空气质量就达到二级以上,全校超三级标准的课堂占总数的 29%,主要是化学系和政经系。

### 3.2 教学板书的频率与 TSP 污染成正相关

板书越多,TSP 浓度越高,尤其是边擦黑板、边讲课对教师健康危害最大。调查研究证实,每节课板书一个黑板面,教室空气质量达到二级,如板书二个版面,教室讲台附近的空气质量可由二级向三级攀升,如粉笔板书,每节课三个版面,讲台附近空气质量超过三级。

### 3.3 语音教室、多媒体教室和无尘板书教室 TSP 无污染

### 3.4 TSP 污染危害教师的健康

粉笔的粉尘是教室空气的主要污染物,它的主要成分是石膏粉,粉径大小约 80 $\mu$ m。因此大部分的粉笔颗粒物可被鼻腔阻留,气管粘附和被纤毛细胞清扫出来,不进入肺泡。但是我国制作粉笔的设备比

较落后,粉笔中含有大量的杂质,如小粒径的石膏粉、矿石粒子、纤维等;同时教室空气中也含有城市大气污染的其他颗粒物。若这些颗粒物的粒径 $< 10\mu\text{m}$ 时,人体可吸入肺泡内沉积下来,在肺泡内的颗粒物主要先被吞噬,再排到支气管中。积存在支气管树内的颗粒物,90%可在1小时内排到咽部而被吞咽或咳出,从而使颗粒物附着的毒物大部分进入胃肠道。颗粒物和含尘细胞还可以通过肺间质,然后随淋巴流动进入局部淋巴结,纤维状粉尘如石棉纤维可随气流到达肺泡,巨噬细胞不易将它全部吞入,所以很难清除。教师在上课过程中,长期吸入大量的粉尘微粒,当吸入量超过呼吸系统保护能力时,在肺内逐渐沉积增多,使肺部产生弥漫性的纤维组织增生,出现呼吸机能和其他器官机能障碍。患者因感染抵抗力低而并发呼吸系统疾病,如鼻炎、慢性咽炎、慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿、尘肺等。

据该校职工呼吸系统流行病学调查,教师呼吸系统的患病率大于行政人员,板书多的老教师易患严重的呼吸系统疾病,教师患病率与教龄成正相关,男教师比女教师呼吸道疾病患病率高,因为男教师吸烟率为15%,女教师为零,吸烟导致呼吸系统疾病的增加。

#### 4 改善课堂教学质量的建议

(1)改善教室的通风条件,保证空气流通。

(2)尽可能地使用无尘粉笔、墨水笔上课,减少粉尘产生。

(3)应用多媒体上课。

(4)在条件有限的情况下,多采用挂图、图表以减少粉笔的使用频率,规划好讲课内容,避免过多的板书。

(5)严禁在教室吸烟。

#### 参考文献:

- [1] GB/T 15432-1995 环境空气——悬浮颗粒物的测定—重量法[S].
- [2] 陈尚芹. 环境污染物监测(第二版)[M]. 北京:冶金出版社,2000.
- [3] 孔志明,许超. 环境毒理学[M]. 南京:南京大学出版社,1995.117-118.

[责任编辑 班秀和]

[上接第35页]

- [6] 宋书巧,周永章. 矿业废弃地及其生态恢复与重建[J]. 矿业保护与利用,2001,10(5):43-44.
- [7] Bradshaw, A. (程志勤译). 西欧废弃地的管理和恢复[J]. 生态学报,1990,10(1):24-26.
- [8] Dadhwal K S. behavior of different plant species in limestone mined area[J]. IndianForester,1993,119(1):71-84.
- [9] 莫测辉,等. 城市污泥在矿山废弃地复垦的应用探讨[J]. 生态学杂志,2001,20(2):44-47.
- [10] 王宏斌,文传浩,等. 云南会泽铅锌矿矿渣废弃地之重建初探[J]. 云南环境科学,1998,17(2).
- [11] 陈怀慢. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京:科学出版社,1996:48-60.
- [12] Vimmerstedt J P. and Finney J H. Impact of earthworm introduction on litter burial land nutrient distribution in Ohio strip mine spoil banks. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1973,37:388-391.
- [13] Curry J P. The ecology of earthworms in reclaimed soils and their influence on soil fertility. In: Edwards, C. A. ed. Earthworm Ecology. St. Lucie Press, 1998, 253-261.
- [14] Butt K R, Rederidson J F, Morris R M. An earthworm cultivation and soil inoculation technique foreland restoration. Ecological Engineering, 1995, (4):1-9.
- [15] 戈峰,等. 蚯蚓在德兴铜矿废弃地生态恢复中的作用[J]. 生态学报,2001,11(21):1790-1795.

[责任编辑 黄天放]