

# 杭州市西湖风景区微粒的变化特点

洪盛茂,何 曜,祁国伟,卓国强,孙鸿良,陈 超,王晓熊,徐 鸿

(杭州市环境监测站 浙江 杭州 310007)

**摘要** 分析了 2001 年 6 月至 2002 年 5 月的微粒资料(包括粗微粒和细微粒资料)结果表明,西湖风景区环境空气中存在一定的微粒污染,与机动车尾气大量排放有关。细微粒在微粒中所占的比例变化较大,且具有比较明显的季节变化。在冬季由于局地条件、沙尘暴影响,空气质量较差。春节期间烟花爆竹大量燃放对空气质量的影响很大。

**关键词** 微粒污染 细微粒 沙尘暴 烟花爆竹

中图分类号 X823 文献标识码 A 文章编号 :1002-6002(2003)02-0018-05

## Variety characteristics of particulate in beauty spot Hangzhou

HONG Sheng-mao HE Xi QI Guo-wei ZHUO Guo-qiang SUN Hong-liang CHENG Chao WANG Xiao-xiong XU Hong (Hangzhou Environmental Monitoring Station, Hangzhou 310007, China)

**Abstract** The paper analyzed particulate data from June-2001 to may-2002, the results show that particulate pollution being in environmental air of beauty spot West Lake , it relation with vehicles emission , the rate of PM<sub>2.5</sub> in PM<sub>10</sub> variety higher and obvious change in seasons. The air quality bad due to locate conditions and affect by duststorm. Air quality obviously affect by fireworks and fire-crackers.

**Key words** : particulate pollution PM<sub>2.5</sub>; duststorm fireworks; fire-crackers

微粒污染在全国各城市是最主要的,而且它的超标现象严重。我国现行的微粒(空气动力学当量直径小于 10 $\mu\text{m}$  的颗粒,简称 PM<sub>10</sub>)二级标准(GB3095-1996)为 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,而美国目前的环境空气质量则以细微粒(空气动力学当量直径小于 2.5 $\mu\text{m}$ ,简称 PM<sub>2.5</sub>)为标准。1997 年美国 EPA 颁布细微粒的环境空气质量标准(日均值为 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。

## 1 仪器装置

TEOM( Tapered Element Oscillating Micro-Balance)法仪器采用航天技术中锥形元件振荡微量天平原理,当样品空气以恒速通过采样切割器后,沉积在置于锥形振荡器的滤膜上,锥形元件持续振荡,振荡频率由振荡器件的物理特性、滤膜重量(包括滤膜本身重量和滤膜上的颗粒物重量)决定,振荡器件的物理特性和滤膜本身重量为已知常数,因此通过对系统的振荡频率的测量,根据其变化可计算出采集在滤膜上的颗粒物质量,再根据采样流量、采样时间可以得出相应的颗粒物浓度。滤膜选用超细玻璃纤维滤膜,对  $\geq 0.3\mu\text{m}$  标准粒子的截留效率大于 99%。

TEOM 法仪器由美国 R&P 公司生产,并经美国 EPA 认可。根据要监测的颗粒物粒子的大小选择不同的切割装置。本文研究的颗粒污染物( PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub>)就是采用 2 台这种仪器,选用 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的两种不同的切割器,因此具有很好的可比性。

监测点设在杭州市区的西湖风景区卧龙桥子站,为一类区,属于风景清洁区,周围没有建筑工地等直接扬尘的扬尘污染源,地面绿化好,很少有裸露的地面等二次扬尘污染源,附近的西山路上来往的机动车较多,排放出较多的尾气,对微粒的监测结果有一定的影响。

本文对 2001 年 6 月至 2002 年 5 月的 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 的监测资料进行研究分析,着重对高污染水平下的粗细微粒的变化加以分析,得到一些比较重要的结果。

## 2 结果与分析

近几年杭州市由于加强环境管理,加大脱尘、脱硫等环境设备的改造力度,市区的空气污染物中原先占据首位的降尘逐渐减少,微粒污染物逐渐增加占据首位。只有极少数几天是以 SO<sub>2</sub> 或 NO<sub>2</sub> 污

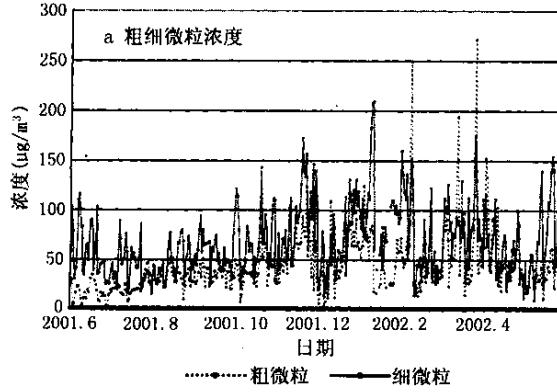
收稿日期 2002-09-15; 修订日期 2003-02-10

作者简介 洪盛茂(1962-)男,浙江淳安人,高级工程师。

染物为主,而这种情况出现时空气质量一般都是比较好的。影响微粒浓度变化的因素较多:

## 2.1 微粒的变化

一年中微粒浓度和细微粒的浓度变化较大(见图1.a)。微粒浓度平均为 $111.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,浓度日均值在 $18.51\sim447.24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,而细微粒浓度平均为 $67.14\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,其日均浓度在 $10.32\sim209.25\mu\text{g}/\text{m}^3$



之间,细微粒与微粒的比值平均为0.607,其日均比值在0.249~0.953之间,相差较大。微粒浓度最高时比值较小为0.394,出现在3月31日。而细微粒浓度最高时比值较大,其值为0.731,出现在1月14日,它与微粒浓度最高是完全不同的两种状况,下文将加以讨论。

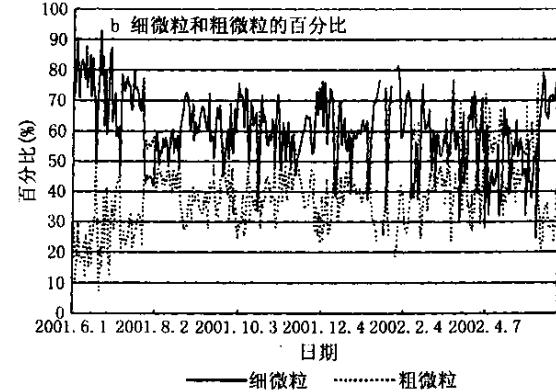


图1 a 粗细微粒和细微粒日均浓度变化; b 粗细微粒在微粒中的百分比

从图1a中看到,微粒浓度在6至10月均较低,基本表现为优或良的空气质量,只是在10月份有4天空气质量略超过良的标准。这段时间正是夏秋季节,尤其是6至8月正是盛夏季节,大气对流剧烈,扩散条件好,污染物在空气中极易扩散。从图1b可看到,细微粒在微粒中的比值6、7月份是比较高的,说明盛夏季节时,空气中的大部分粗细微粒已经被大气的湍流活动或降水等颗粒清除因子除去。

而在11月至次年的5月这段时间中,粗细微粒和细微粒的浓度变化都比较大,从图1a中看出,大多数情况下细微粒浓度较高,粗细微粒浓度较低,而2至4月则有几个比较明显的、变化比较大的峰值期,其中有粗细微粒浓度大大高于细微粒的几个峰值期,它们出现的原因不同,下文将从浮尘(沙尘暴影响和局地条件产生)、烟花爆竹燃放等原因来分析峰值的出现状况。

### 2.1.1 局地条件下的微粒污染变化

由于杭州市区地理环境比较特殊,呈簸箕形,口子朝东北,大气扩散条件较差,加上本地主导风为东北风,由于受到这些条件限制,加上天气形势的配合,冬季极易出现逆温现象。如在2002年12月下旬至1月中旬初出现罕见的、持续时间较长

的微粒污染比较重的现象,连续19天空气处在轻微或轻度污染水平,平均浓度为 $194.33\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,最高达 $292.28\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,出现在1月13日,从12日至14日都是轻度污染。这是一例比较典型的受局地条件影响(包括气象条件和地理条件)的污染现象(见图2a)。从图2a中看到,微粒浓度的变化幅度波动较大,每天10时前后均有一个微粒浓度的主峰值,小时平均浓度都高于 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。出现这种现象除了地理因素外,还因为这段时间逆温现象出现比较频繁,且逆温强度也比较强,加上较长时间没有降水,大气比较稳定,建筑工地扬起的尘土和汽车排放的大量尾气为空气提供了丰富的微粒,这些微粒在比较稳定的空气中积聚,最后导致浮尘现象的出现。在这次浮尘现象出现期间,细微粒和微粒的比值在0.7左右。

### 2.1.2 大量燃放烟花爆竹的影响

在2月份受到一次较强的沙尘暴影响。2月10日16时左右由于受到内蒙古沙尘暴的影响出现浮尘天气,空气中微粒浓度急剧上升,一直到11日9时左右小时均值浓度最高,达到 $657\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,然后减弱,浮尘随冷空气往东南移动影响我国的台湾省。在此浮尘现象出现期间,细微粒与微粒的比值均小于0.35,浮尘退去后比值又上升至0.5以上。

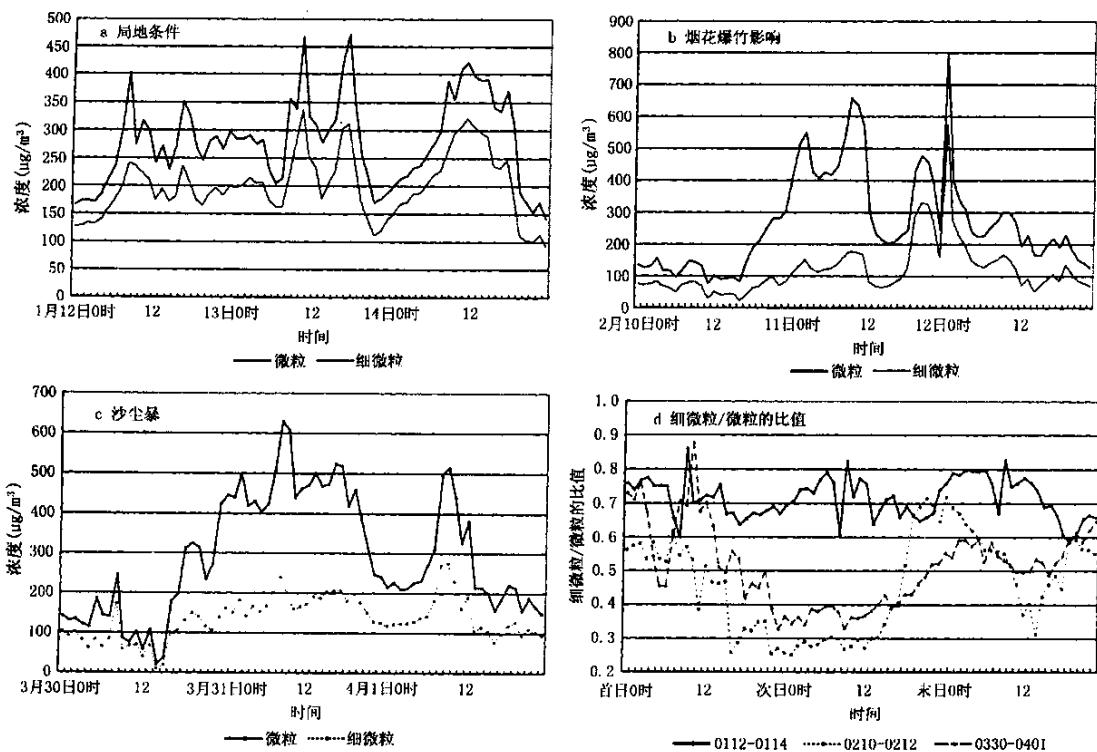


图2 峰值期微粒和细微粒的浓度变化曲线

2月11日是大年三十,由于燃放烟花爆竹的开禁,大量的烟花爆竹集中燃放,丰富的微粒进入空气导致空气恶化。该日微粒浓度日均值高达 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右,其中细微粒的浓度为 $152\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,浓度较高。细微粒在微粒中的比值为0.38,比值较低。仔细分析这天的小时平均值发现0~14时细微粒的比值在0.25~0.30之间,这是由于受到沙尘暴影响出现了浮尘天气。在15~17时由于烟花爆竹逐渐燃放,比值增加至0.5,18时以后,随着大量的烟花爆竹燃放,微粒浓度尤其是细微粒浓度急

剧增加,特别是到了12日0时小时微粒均值竟高达 $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,细微粒浓度增高至 $574\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,比值迅速增加,最高可达0.72。0时15分微粒瞬时浓度高达 $1803.34\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,细微粒达 $1335.46\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,粗颗粒浓度仅为 $467.88\mu\text{g}/\text{m}^3$ (见图3)。这说明午夜时大量的烟花爆竹的集中燃放更是为空气提供了大量的微粒污染物,其中以细微粒为主。2001年的春节由于禁止燃放烟花爆竹,空气质量非常好,达到国家一级标准。

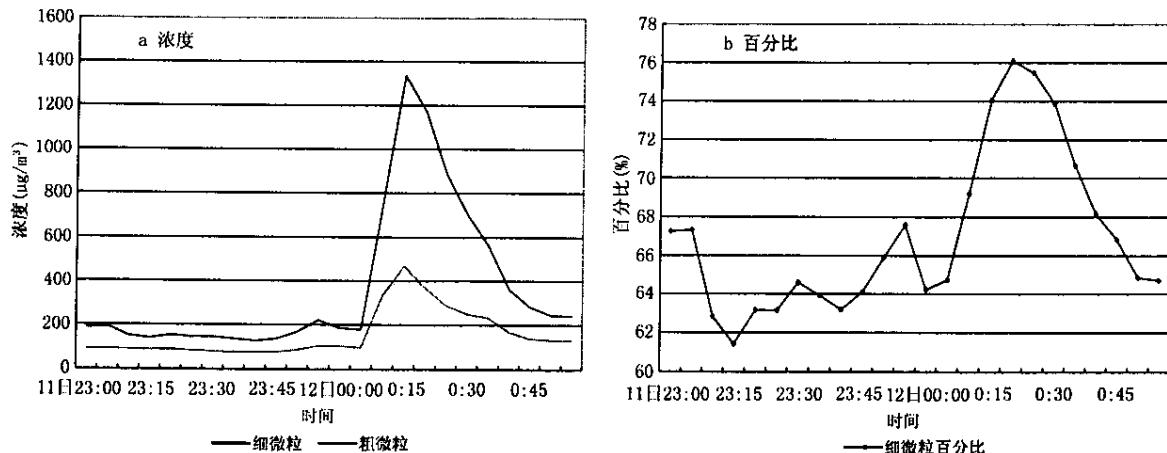


图3 烟花爆竹集中燃放时粗细微粒的浓度变化

### 2.1.3 沙尘暴的影响

今年春季西北地区沙尘暴频繁出现，3月份也有几次影响较强的沙尘暴天气，影响范围较广。杭州市区空气质量也受到较大影响。如2002年3月30日受沙尘暴的影响，杭州市区出现浮尘，能见度较差，空气中微粒浓度急剧增加，空气质量急剧恶化。从监测资料来看，其中细微粒的浓度虽然也增加，但与微粒浓度的比值和未受沙尘暴影响时相比降低幅度较大，说明由于受到沙尘暴天气的影响，杭州市区的空气中增加了更多的粗微粒。

西北地区沙尘暴产生后伴随着冷空气东移或南下，影响十分广泛，造成沙尘暴的原因是今年气温高，天气干燥，当大风一刮吹起沙尘极易出现沙尘暴。受之影响许多省市都出现程度不同的浮尘现象。浮尘中带有大量刺激性物质，一但被患有过敏性哮喘病的患者吸入体内，将发生病变。浮尘还带着大量的病菌，易引起流行性疾病。

细微粒和微粒的比值变化表明（见图2.d），如

果受到沙尘暴影响出现浮尘时，空气中粗微粒的浓度急剧增加，在其它时间内微粒中以细微粒为主，粗微粒的含量较小。烟花爆竹的大量燃放给环境空气提供了大量的细微粒，严重污染了空气。

### 2.2 降水的影响

监测资料和降水资料表明，出现降水对细微粒在微粒中所占的比值有较大影响，尤其是降水量较大时，影响更明显。表1列出了一例比较典型的降水影响变化过程。在2001年11月25日至12月14日的20天时间里，前5天是晴天，微粒的污染水平比较高，细微粒所占的比例较小。11月29日开始出现降水，微粒的污染水平下降，而细微粒所占比例却反而迅速增高到0.731，在以后的几天里随着降水的停停下及大小变化，细微粒所占比例大致出现类似变化。降水对微粒的冲刷作用主要是在于雨滴对微粒的惯性重力碰并。这是清除空气中气溶胶粒子的重要途径之一<sup>[2]</sup>。结果表明降水对微粒中粗粒子的冲刷作用要明显强于细微粒。

表1 11月中旬至12月下旬降水出现时微粒和细微粒的变化

日期	11月25日	26日	27日	28日	29日	30日	12月1日	2日	3日	4日
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	281.36	114.52	170.61	188.18	123.98	224.13	79.39	208.4	138.86	51.78
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	157.36	60.32	92.53	119.36	90.64	146.27	58.86	139.93	106.08	31.89
PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>	0.559	0.527	0.542	0.634	0.731	0.653	0.741	0.671	0.764	0.616
降水量 mm					1.6	0.3	4.6		3.1	
日期	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	28.68	53.17	140.02	96.83	18.51	31.57	70.13	27.15	183.03	118.68
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21.82	36.84	78.22	62.34	13.7	23.1	48.76	15.18	73.76	45.67
PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>	0.761	0.693	0.559	0.644	0.74	0.732	0.695	0.559	0.403	0.385
降水量 mm	11.7	8.3	0.6	2.2	20.1	8.6	10.3	11.7	1.2	

### 2.3 不同污染水平下细微粒比例的变化

把微粒数据按 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的级差来统计细微粒与微粒比值的变化。统计方法是按微粒 $10 \pm 5, 20$

$\pm 5 \dots 450 \pm 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的规则来统计相应范围内的细微粒平均比值（见图4）。

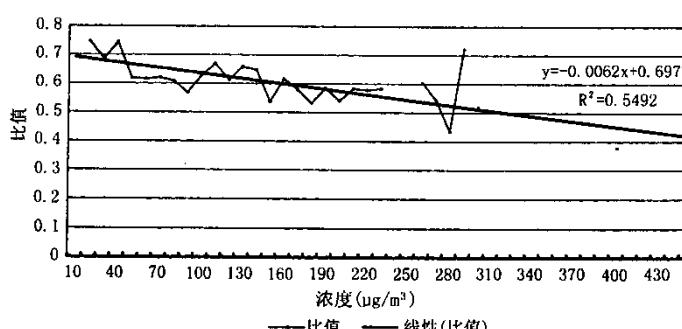


图4 不同污染水平细微粒与微粒的比值变化曲线

统计表明,随着浓度的增大,细微粒比值逐渐减小。二者秩相关性研究表明,秩相关系数  $R^2$  为 0.549 ( $n = 28$ ),当显著性水平  $\alpha = 0.001$  时,  $R_{0.001}^2 = 0.347$ ,  $R^2 > R_{0.001}^2$ ,二者间呈现非常显著的相关性。表明微粒浓度越高,细微粒的含量越低,粗微粒的含量越高。

从图中看出,在  $290 \mu\text{m}/\text{m}^3$  左右有一高比值出现。这一高比值出现的时间是 2002 年 1 月 13 日前后。在这段时间里,杭州市区空气中微粒的污染水平比较高,周围几个城市的空气质量日报也是同样情况。这是因为从 12 月 22 日起天气系统逐渐以高压控制为主,空气质量逐渐变差。12 月 27 日开始至次年的 1 月 14 日,空气质量都在轻微污染水平甚至更加严重,尤其是 1 月 13 日至 14 日天气形势转为锋前形势,连续两天空气质量都是中度污染。从 12 月 22 日开始就没有下过雨,直到 1 月 15 日出现降水,该空气质量迅速转为良。这是因为高压天气形势下地面呈现出辐合型,高空为辐散型,大气层结很稳定,变压很小,地面常为静风或微风。而锋前形势时通常伴有高空平流出现,冬季常

形成逆温天气,大气比较稳定,非常不利于污染物在垂直方向上的扩散。大气的扩散条件差,加上长时间不下雨,地面扬起的尘土在空气中积聚,机动车尾气中大量气粒污染物和燃煤产生的细小颗粒在空气中经气粒作用和化学反应产生二次粒子增多,导致微粒的污染严重。此时的细微粒的污染水平也较高。细微粒的比值高说明在这种由于积聚出现的严重污染中细微粒的污染要比粗微粒的污染严重些。

### 3 结论

通过分析表明,空气中微粒的浓度变化较大,影响的因素较多,粗细微粒的含量变化较大。微粒浓度变化具有比较明显的季节变化,夏秋季低,冬春季高,而且在夏秋季时微粒中细微粒的含量要比粗微粒多,冬春季粗微粒相对来说稍高一些。

### 参考文献:

- [1] 洪盛茂. 临安地区强酸雨的变化特点[J]. 大气科学, 1997, 21(1): 31-38.
- [2] 洪盛茂. 飘尘质量浓度变化及其影响因素[J]. 大气环境, 1990, 5(6): 14-16.

## 含氯离子废水中化学需氧量的分析

杨士建

(宿迁市环境监测站,江苏 宿迁 223800)

取 20ml 混合均匀水样,置于 250ml 磨口回流锥形瓶中,加 10.00ml 0.2500mol/L 重铬酸钾标液,用硝酸银溶液(100g/L)滴定至出现砖红色沉淀止,再加数粒水玻璃珠,连接磨口回流冷凝管,从管上口慢慢加入 30ml 硫酸-硫酸银溶液(500ml 浓硫酸中加 5g 硫酸银),轻摇锥形瓶使溶液混匀,加热回流 2h。冷却后用 90ml 水冲洗冷凝管壁,取下锥形瓶。溶液再度冷却后,若仍然发现有砖红色沉淀,加入数滴氯化钠溶液(1.0g/L)至砖红色沉淀消失为止。然后加 3 滴试亚铁灵指示剂,用硫酸亚铁铵标液(0.1mol/L)滴定,溶液颜色由黄色经蓝绿色至红褐色即为终点,记录硫酸亚铁铵标液的用量。

## 底质样品全量分解法的改进

张长寿

(靖江市环境监测站,江苏 靖江 214500)

改进后的全量分解法:称取 0.5000 ~ 0.6500g 底质样品于聚四氟乙烯烧杯中,加浓硝酸 2ml、高氯酸 2ml,混匀后在低温电炉上加热回流分解底质(调压器置 90V)。回流 20min 后去玻璃表面皿,至杯底残液约 2ml 并开始冒浓白烟时重新盖上表面皿,继续加热进行  $\text{HClO}_4$  回流分解 50min,去皿后蒸干至近干取下稍冷,加氢氟酸 2ml,盖塑料表面皿于低温电炉回流 20min 至近干,加  $\text{HClO}_4$  1ml 继续加热至近干,残渣应为灰白或淡黄色。加 1%  $\text{HNO}_3$  25ml 煮沸溶解残渣。将溶液转入 50ml 容量瓶中,用去离子水洗涤烧杯 5 次都转入容量瓶,加水至标线,摇匀备测。改进后用酸量少,分解时间短。