

# 沙尘暴期间总悬浮颗粒物 与可吸入颗粒物的关系

李朝辉, 郑 瑜, 兰秀娟, 宁 薇, 周呼德  
包头市环境监测站, 内蒙古包头 014060

**摘 要** 本文通过对沙尘暴期间总悬浮颗粒物与可吸入颗粒物的监测, 经统计计算和相关分析, 得出沙尘暴发生期间空气中总悬浮颗粒物与可吸入颗粒物的浓度变化存在着严格的正相关, 对于沙尘暴的应急监测和进一步研究沙尘暴的变化规律及趋势都有其重要的意义。

**关键词** 沙尘暴; 总悬浮颗粒物; 可吸入颗粒物

**中图分类号** P425

**文献标识码** A

**文章编号** 1674-6708 (2013) 82-0045-02

## Analysis On Sand Storm Period TSP And PM<sub>10</sub> Relationship

LI Zhao-hui, ZHENG Yu, LAN Xiu-juan, NING Wei, ZHOU  
Hu-de

Baotou Environmental Monitoring Station, Baotou 014060

**Abstract** Based on the dust storm period TSP and PM<sub>10</sub> monitoring, by statistical analysis and correlation analysis, draw sandstorm occurred during a period of total suspended particles in air and PM<sub>10</sub> concentration changes in the presence of a strict correlation for sandstorm, emergency monitoring and further research on the sand storm changes and trend has important significance.

**Keywords** Sandstorm ; TSP ; PM<sub>10</sub>

### 0 引言

沙尘暴近几年来, 一直为全世界科学和全社会所关注, 并作了大量的研究工作。我国西北地区是全球四大沙尘暴高发区之一, 内蒙古自治区又是沙尘暴的多发区, 近一、二年尤为严重, 不但影响范围逐步扩大, 频率也不断增加。沙尘暴以大风形式建筑物及公用设施、树木, 伤害人和牲畜; 以风沙流方式造成农田、灌溉用渠道、村舍、铁路、草场等被流沙大量掩埋; 空气受到严重污染, 尘含量关于正常值计四倍乃至数百倍, 容易引起各种呼吸道疾病。本文旨在通过沙尘暴期间总悬浮颗粒物(TSP)与可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)的监测数据进行统计分析, 揭示两者间的关系。

### 1 监测概况

2012年3~4月份, 内蒙古自治区发生沙尘天气达9次之多, 本文所引用TSP、PM<sub>10</sub>数据全部为浮尘、扬沙、沙尘暴天气同步监测值, 为使监测值更能准确地说明两者之间的关系, 采样、分析均为平行双样。

### 2 监测方法

TSP、PM<sub>10</sub>均选用包头市环境监测站《沙尘暴应急监测技术规范研究》课题中所推荐的沙尘暴期间总悬浮颗粒物及可吸

入颗粒物应急监测方法。

### 3 监测结果及分析

#### 3.1 监测结果

在沙尘暴期间TSP、PM<sub>10</sub>以平行双样监测, 各获得18组监测数据, 根据质量控制要求, 平行样分析结果相对偏差最大允许值为30%。TSP有1组监测数据的相对偏差超差, 其它17组均符合质控要求, 在0.00%~8.80%之间, 占监测总数的94.44%。PM<sub>10</sub>18组监测值全部小于相对偏差允许值, 在1.23%~22.62%之间。说明监测结果是可信的。监测结果见表1。

采样 时间	监测时段	TSP				PM <sub>10</sub>			
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>平均</sub>	相对 偏差 %	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>平均</sub>	相对 偏差 %
2012. 3.27	15:15-16:15	1.213	1.176	1.194	3.10	0.342	0.325	0.334	5.09
	16:15-17:15	2.504	2.487	2.496	0.68	0.460	0.426	0.443	7.67
2012. 4.9	10:15-11:15	1.261	1.157	1.209	8.60	0.339	0.333	0.366	18.03
	11:20-12:20	1.376	1.305	1.340	5.30	0.381	0.311	0.346	20.23
	14:30-15:30	1.003	0.986	0.994	1.71	0.277	0.260	0.268	6.34
	15:35-16:35	1.399	1.399	1.399	0.00	0.508	0.492	0.500	3.20
2012. 4.18	16:40-17:40	2.872	2.802	2.837	2.47	0.541	0.524	0.532	3.20
	16:00-17:00	2.766	2.689	2.728	2.82	0.594	0.575	0.584	3.25
2012. 4.19	17:00-18:00	0.890	0.871	0.881	2.16	0.093	0.074	0.084	22.62
	9:20-10:05	20.458	19.831	20.144	3.11	5.060	4.940	5.000	2.40
	10:15-10:45	20.391	19.573	19.982	4.09	4.892	4.676	4.784	4.52
2012. 4.24	10:50-11:20	5.587	7.900	6.744	34.30	3.978	3.226	3.602	20.88
	16:30-17:30	5.460	5.000	5.230	8.80	1.321	1.302	1.312	1.45
2012. 4.25	17:30-18:30	3.937	3.752	3.884	4.76	1.473	1.455	1.464	1.23
	8:45-9:15	30.845	30.317	30.581	1.73	5.704	5.599	5.652	1.86
	9:20-9:50	23.021	22.778	22.900	1.06	5.158	5.503	5.106	2.06
	10:45-11:15	21.985	21.560	21.773	1.96	5.923	5.784	5.854	2.37
	11:30-12:00	9.907	9.231	9.469	5.03	3.274	3.025	3.150	7.80

表1 TSP与PM<sub>10</sub>监测结果统计表(单位: mg/m<sup>3</sup>)

#### 3.2 可吸入颗粒物在总悬浮颗粒物中所占的比例

PM<sub>10</sub>在TSP中所占比例见表2。由于2012年4月19日10:50-11:20 TSP监测值相对偏差超出允许值, 视为可疑值, 将该时段TSP和PM<sub>10</sub>监测值舍去。从表2中可以看出, 在沙尘暴期间PM<sub>10</sub>在TSP中所占的比例范围在9.53%~37.69%。

作者简介: 李朝辉, 高级工程师, 工作单位: 包头市环境监测站, 从事空气质量及污染源监测工作, 参加研究的《包头市颗粒物解析及来源》《沙尘暴应急监测技术规范研究》等课题均获包头市科技进步三等奖

采样时间	监测时段	PM <sub>10</sub> 平均值 (mg/m <sup>3</sup> )	TSP 平均值 (mg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> 在 TSP 中的 比例 (%)
2012.3.27	15:15-16:15	0.334	1.194	27.97
	16:15-17:15	0.443	2.496	17.75
2012.4.9	10:15-11:15	0.366	1.209	30.27
	11:20-12:20	0.346	1.340	25.82
	14:30-15:30	0.268	0.994	26.96
	15:35-16:35	0.500	1.399	35.74
	16:40-17:40	0.532	2.837	18.75
2012.4.18	16:00-17:00	0.584	2.728	21.41
	17:00-18:00	0.084	0.881	9.53
2012. 4.19	9:20-10:05	5.000	20.144	24.82
	10:15-10:45	4.784	19.982	23.94
2012.4.24	16:30-17:30	1.312	5.230	25.09
	17:30-18:30	1.464	3.884	37.69
2012.4.25	8:45-9:15	5.652	30.581	18.48
	9:20-9:50	5.106	22.900	22.30
	10:45-11:15	5.854	21.773	26.89
	11:30-12:00	3.150	9.469	33.27

表 2 PM<sub>10</sub> 在 TSP 中所占比例表

### 3.3 总悬浮颗粒物与可吸入颗粒物的相关分析

以 TSP 监测值为自变量, PM<sub>10</sub> 监测值为因变量, 进行一元线性回归, 并作相关分析。TSP 与 PM<sub>10</sub> 相关分析统计见表 3。通过统计计算得出, TSP 与 PM<sub>10</sub> 的相关系数  $\gamma=0.97560$ , 选择样本数  $n=17$ , 自由度  $f=n-2=15$ , 取显著性水平  $\alpha=0.01$  时, 查得  $\gamma_{0.01}=0.6055$ 。  $\gamma > \gamma_{0.01}$ , 说明两者间呈线性正相关, 置信水平大于 99%。因此得出, 沙尘暴期间 PM<sub>10</sub> 对 TSP 的回归方程:  $PM_{10}=0.18661+0.21877 \times TSP$ 。

序号	Xi (TSP)	Yi (PM <sub>10</sub> )	Xi <sup>2</sup>	Yi <sup>2</sup>	Xi × Yi
1	1.194	0.334	1.426	0.112	0.399
2	2.496	0.443	6.230	0.196	1.106
3	1.209	0.366	1.462	0.134	0.442
4	1.340	0.346	1.796	0.120	0.464
5	0.994	0.268	0.988	0.072	0.266
6	1.399	0.500	1.957	0.250	0.700
7	2.837	0.532	5.674	0.283	1.509
8	2.728	0.584	7.442	0.341	1.593

↑↑(上接第49页)↑↑

指针瞬时的微弱偏转来判断极性, 新型电流互感器极性校验装置的测试结果持续、直观、清晰, 无需多次测试反复确认, 只需一次测试即可确定极性。至此我们成功研制了新型电流互感器极性测试装置。



图 4 110kV 桃源变扩建工程现场应用

### 5 结论

这种基于单片机电子电路的新型电流互感器极性测试装置, 相比传统的直流法测试判断极性有极大的优越性。由于采用了指示灯显示极性测试结果, 指示直观清晰, 且结果自保持,

9	0.881	0.084	0.776	0.007	0.074
10	20.144	5.000	405.781	25.000	100.720
11	19.982	4.784	399.280	22.887	95.594
12	5.230	1.312	27.353	1.721	6.862
13	3.884	1.464	15.085	2.143	5.686
14	30.581	5.652	935.198	31.945	172.844
15	22.900	5.106	524.410	26.071	116.927
16	21.773	5.854	447.064	34.269	127.459
17	9.469	3.150	89.662	9.922	29.827
Σ	149.041	35.779	2900.957	155.474	662.472

表 3 TSP 与 PM<sub>10</sub> 相关分析统计表 (单位: mg/m<sup>3</sup>)

## 4 结果与讨论

### 4.1 可吸入颗粒物在总悬浮颗粒物中的比例探讨

根据监测结果得出沙尘暴期间 PM<sub>10</sub> 在 TSP 中的比例范围在 9.53%~37.69%。由于 TSP、PM<sub>10</sub> 分别为空气动力学当量直径小于 100 μm 和 10 μm 的固态和液态颗粒物, 借助于动力, 附集在采样滤膜上。TSP、PM<sub>10</sub> 的比值, 除取决于气象条件, 与沙源也有很大的关系。我们认为远距离输送沙尘, 将形成浮尘天气, 沙尘暴天气的形成则是周边沙源所致。因而得出浮尘天气中的 TSP、PM<sub>10</sub> 的比值跨度较大, 而沙尘暴天气中 TSP、PM<sub>10</sub> 的比值相对稳定。

### 4.2 可吸入颗粒物与总悬浮颗粒物的相关性

利用沙尘暴期间 TSP 与 PM<sub>10</sub> 显著的相关性, 在沙尘暴发生期间, 直接可以从 TSP 的监测值, 推算出 PM<sub>10</sub> 的污染程度。由于沙尘暴天气的特殊性和应急监测的要求, 用 TSP 一种监测方法, 取得两种污染物的监测值, 甚至在许多条件限制的情况下, 沙尘暴期间完全可以用 TSP 的监测, 代替 PM<sub>10</sub> 的监测。对沙尘暴期间的应急监测可以提供一种全新的途径。

### 参考文献

- [1] 包头市环境监测站. 沙尘暴应急监测技术规范研究 [R]. 1999.
- [2] 中国环境监测总站. 环境水质监测质量保证手册 (第二版) [M]. 北京: 北京化工出版社, 1994.
- [3] 原国家环境保护总局. 空气和废气监测分析方法 (第四版) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

杜绝了依靠观察高精度毫安表指针的瞬时微弱偏转来确定极性所可能发生的错判误判, 大大提高了极性测试的可靠性。由于采用了内置式干电池作为电源, 从根本上杜绝了过去在母排上多次通断蓄电池导致母排存在不同程度烧灼痕迹的安全隐患, 也杜绝了蓄电池存在的漏液、短路等安全隐患, 保证了极性测试时人员和设备的安全。应用新型电流互感器极性测试校验装置后, 所有的极性测试工作只需一次即可完成, 与以往相比减少了确认次数, 节省了测试时间。应用新型电流互感器极性测试校验装置后, 过去需要两人配合完成的极性测试工作, 现在一个人也可独立完成工作, 提高了极性测试的效率。新装置小巧便携, 操作简单, 接线可靠, 且可更换内置干电池, 大大方便了电流互感器极性测试工作。可见, 本新型电流互感器极性校验装置, 在可靠性、安全性、测试时间、测试效率和简便性上都优于以往传统的直流法测试, 特别适合于新、扩建工程中大量电流互感器的极性测试工作, 也可用于日常的检修消缺工作中确定电流互感器的极性。

### 参考文献

- [1] 吉涛, 李明辉, 黄勋. 单片微型计算机原理及工程应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010, 7, 1.