

文章编号:1004-9045(2008)04-0355-04

金沙区域可吸入颗粒物浓度及其与气象因子的相关分析

李桂红

(湖北省咸宁市气象局,咸宁 437100)

摘要:选用咸宁市金沙区域 2006 年 6 月至 2007 年 5 月可吸入颗粒物质量浓度监测资料,分析了金沙颗粒物质量浓度时间分布特征。分析结果表明:金沙三种可吸入颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{1.0} 质量浓度变化规律基本一致,年季变化表现为秋冬大,夏春小;日变化呈双峰双谷型周期性变化,白天大于夜间,最大值出现在下午 16—19 时,最小值出现在清晨 03—07 时,除秋季外第二峰谷表现不明显。且雨雾天气 PM₁₀ 浓度较晴到多云低。且通过与 2006 年 6 月至 2007 年 5 月的地面气象要素资料相关分析,发现 PM₁₀ 质量浓度与气温、气压呈显著正相关,与降水、风速、湿度呈显著负相关。

关键词:金沙;可吸入颗粒物;PM₁₀;气象因子

中图分类号:P426.61⁺2 **文献标识码:**A

1 引言

金沙区域大气本底站备选点位于湖北省咸宁市崇阳县境内,位于武汉市的南方,距武汉市约 105 km,西距崇阳县城 30 km,南距 106 国道约 10 km。该站址位于 114°12.534'E、29°38.156'N,海拔高度 750 m。距最近自然村罗家山直线距离 1.1 km,距省道直线距离 4.5 km。该点地势开阔,四周无障碍物,周围 1 km 范围内人烟稀少,无任何村庄。是科技部拟在全国十四个关键区建立长期大气本底观测的地区之一,代表华中区域大气本底特性。并于 2006 年 4 月 1 日正式开始自动气象站观测及可吸入颗粒物等大气成分观测。

金沙监测的颗粒物质量浓度分为 PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{1.0} 三种,通常把粒径在 10 微米以下的颗粒物称为 PM₁₀,又称为可吸入颗粒物或飘尘。可吸入颗粒物 PM₁₀ 是大气中主要空气污染物之一,其对人类的危害性已被国内外大量流行病学和毒理学研究所证实^[1]。PM₁₀ 成分复杂,来源广泛,其人为因素主要为燃料燃烧、车辆尾气、建筑施工等,自然因素主要是大风干旱引起的沙尘等,还有一些则是由环境中硫的氧化物、氮氧化物、挥发性有机物及其它化合物相互作用形成的。通过研究可吸入颗粒物与气象因素之间的关系,找出其变化规律,可有助于研究防治可吸入颗粒物对大气的污染,提高空气质量。该文利用 2006 年 6 月至 2007 年 5 月一年时间在金沙监测到可吸入颗粒物浓度,对其时间变化特征及其与气象因子的相关性进行统计分析。

2 资料来源

本文所采用的资料为金沙 2006 年 6 月至 2007 年 5 月间,使用颗粒物监测仪(Grimm180)监测到的 PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{1.0} 质量浓度。仪器每 5 min 采样一次,1 h 采样 12 次,对其求平均转换成小时平均值,然后对一天 24 h 的质量浓度值进行平均转换得日平均值。

所采用气象资料为相应时段的金沙自动气象站常规气象要素的分钟观测数据,主要有温度、降水量、相对湿度、风速、和本站气压。通过求平均分别得出相应时段的小时平均值及日平均值。

3 金沙可吸入颗粒物质量浓度变化特征

3.1 总体特征分析

从金沙 2006 年 6 月至 2007 年 5 月 PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{1.0} 的逐日平均质量浓度变化图(图略)可看出 PM₁₀、PM_{2.5} 及 PM_{1.0} 三者的质量浓度变化规律几乎一致,存在极好的正相关性,PM₁₀ 质量浓度变化特征完全可以代表 PM_{2.5} 及 PM_{1.0} (故下文有些分析只涉及 PM₁₀)。

从变幅上来看 2006 年 8 月至 2007 年 2 月的 7 个月变幅较大,其它 5 个月的变幅相对较小,表现在季节上即秋冬两季变幅大,春夏两季变幅小。

2006 年 6 月至 2007 年 5 月一年来,金沙 PM₁₀、PM_{2.5} 及 PM_{1.0} 的日均质量浓度值均未超过 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,PM₁₀、PM_{2.5} 及 PM_{1.0} 最大日均值均出现在 2006 年 8 月 22 日,分别为 95.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、86.96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、84.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,最小日均值均出现在 2006 年 10 月 24 日,分别为

收稿日期:2007-08-10;定稿日期:2008-02-28

作者简介:李桂红,男,1972 年生,高级工程师,主要从事天气预报及大气成分研究。E-mail:Lgh4341@tom.com

0.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。而 2006 年 6 月至 2007 年 5 月一年来 PM10、PM2.5 及 PM1.0 的年均质量浓度值分别为 31.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、28.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、27.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，由此可知，一年来金沙 PM10 的年均质量浓度及每天质量浓度，均未超过我国 1996 年颁布的 GB 3095-1996(环境空气质量标准)的 PM10 的二级标准，即日均值为 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年均值为 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [2]。

3.2 年变化特征

图 1 为金沙三种可吸入颗粒物 (PM10、PM2.5、PM1.0) 2006 年 6 月至 2007 年 5 月一年间逐月质量浓度变化图，从图中可看出前 6 个月 (2006 年 6—11 月) 月间变化较大，2006 年 10 月值最大，PM10、PM2.5、PM1.0 月均质量浓度分别为 47.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、44.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、43.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第二高值出现在 9 月。2006 年 7 月值最小，PM10、PM2.5、PM1.0 月均质量浓度分别为 21.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、19.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、18.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第二小值出现在 11 月。最大最小值均出现在 2006 年下半年，变化幅度较大。而在 2006 年 11 月至 2007 年 5 月间变化较平稳，月间差距不大。

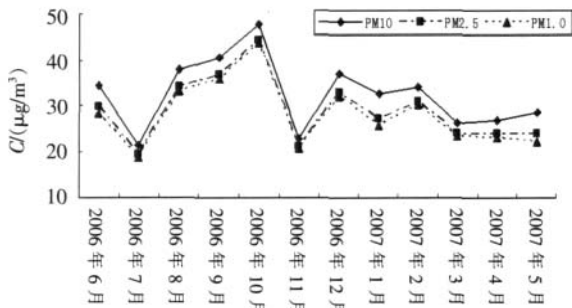


图 1 金沙可吸入颗粒物质量浓度(C)逐月变化图

图 2 为金沙 PM10、PM2.5、PM1.0 三种可吸入颗粒物 2006 年 6 月至 2007 年 5 月一年间四季质量浓度变化图，图中显示秋 (2006 年 9—11 月)、冬 (2006 年 12 月至 2007 年 2 月) 大，夏 (2006 年 6—8 月)、春 (2007 年 3—5 月) 小，质量浓度值按季节从大至小排列依次为秋、冬、夏、春，这与王淑英、张小铃研究的北京地区 PM10 变化特征指出的冬春高，夏秋低有所不同 [2]。这主要和金沙这一年的气象条件有关。

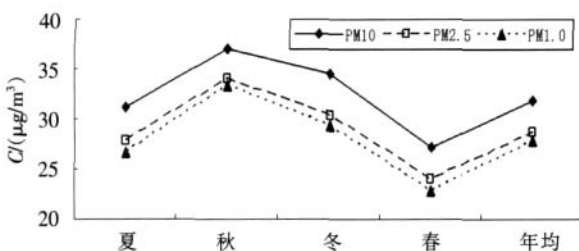


图 2 金沙可吸入颗粒物质量浓度(C)四季变化图 (2006 年 6 月至 2007 年 5 月)

3.3 日变化规律分析

图 3 为 2006 年 6 月至 2007 年 5 月金沙 PM10 平均浓度日变化曲线，可看出，PM10 的四季及年质量浓度的日变化均呈双峰双谷型，夏秋日变化周期性明显，且日较差大，而冬春周期性变化则不如夏秋明显，且日变幅较小。夏、秋、冬、春及年的最大峰值分别出现在下午至傍晚的 16 时、18 时、19 时、19 时及 17 时，最小值分别出现在清晨的 06 时、07 时、03 时、07 时及 06 时。除秋季外第二峰谷不太明显，第二峰值主要出现在上午 10—12 时，第二谷值主要出现在午后 12—14 时。金沙的日变化特性与文献 [3-4] 研究有所不同。

通过对连续晴天、多云 (阴)、大雾、雨四种不同天气状况下 PM10 质量浓度的分析发现 (图略)，晴天状况下周期性较明显，呈现出单峰单谷型或双峰单谷型，峰谷值出现的时段与图 3 基本一致。而在其它天气状况下 PM10 质量浓度周期性变化不明显。

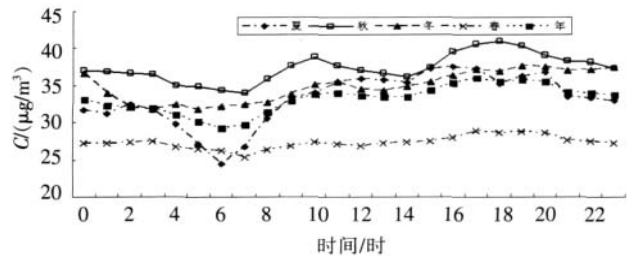


图 3 金沙可吸入颗粒物 PM10 四季及年质量浓度(C)日变化图 (2006 年 6 月至 2007 年 5 月)

4 金沙可吸入颗粒物质量浓度与气象因子的关系

4.1 与天气状况的关系

为了揭示不同的天气条件对金沙 PM10 可吸入颗粒物污染质量浓度的影响，以 2006 年 11 月逐日 PM10 质量浓度变化图 (图 4) 来分析了雾、雨、阴到多云及晴朗天气条件下可吸入颗粒物 PM10 质量浓度的变化情况。通过分析可发现，晴天状况下 PM10 质量浓度比多云到阴天低，但比雾、雨天高，即低湿天气状况下的浓度比高湿天气状况下高。在雨雾天气前的多云到阴 (10—14 日) 天 PM10 质量浓度最高。16 开始下雨后 PM10 质量浓度迅速降低至 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，这主要是雨水对 PM10 清洗沉降作用所致，雨停后 19—21 日金沙仍为大雾天气，PM10 虽有上升，但仍保持在较低的水平。22 日又开始降雨，PM10 质量浓度迅速降低至 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，为整个月的最小时段。这与文献 [3] 所研究的 PM10 质量浓度在雾天情况下最高有所不同，这是由于金沙多大雾天气，且多出现在雨天之后，而此时的 PM10 已受降水清洗沉降，因而其在大气中含量已很少。

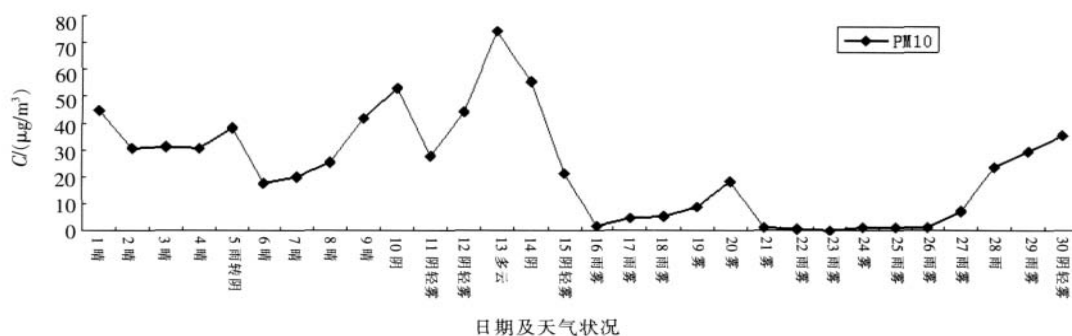


图4 2006年11月逐日PM10质量浓度(C)变化图

4.2 与气象因子的相关分析

将金沙站PM10的监测数据与各气象因子进行相关分析后发现,金沙区域可吸入颗粒物质量浓度的变化与气象因子有着极密切的关系,不同的气象条件会

使PM10的质量浓度存在较大的差异。表1给出了2006年6月至2007年5月一年来及春、夏、秋、冬四季不同时段各气象因子与PM10日平均质量浓度的相关系数。

表1 金沙PM10日平均质量浓度与气象因子的相关系数

时段	样本数	通过0.01检验 临界相关系数	PM10与气象因子的相关系数				
			温度	降水	风速	湿度	气压
2006年6月1日至2007年5月31日(全年)	351	0.09	0.16	-0.28	-0.11	-0.37	0.14
2006年6月1日至8月31日(夏)	83	0.28	0.12	-0.19	-0.2	-0.28	0.13
2006年9月1日至11月30日(秋)	89	0.27	0.55	-0.41	-0.2	-0.37	0.04
2006年12月1日至07年2月28日(冬)	90	0.27	0.46	-0.45	0.32	-0.51	0.06
2007年3月1日至5月31日(春)	89	0.27	0.17	-0.41	-0.3	-0.41	0.24

通过2006年6月至2007年5月一年来PM10日平均质量浓度与各气象因子的相关分析发现,温度、气压与PM10上呈显著正相关,降水量、风速及湿度与PM10的质量浓度呈显著负相关。其中风速、湿度、气压与文献[5]的结论基本一致。

而在不同季节里PM10的质量浓度与各气象因子相关性又不尽相同。温度与PM10的质量浓度在秋冬两季表现为明显的正相关,而夏春两季两者相关性不显著,这说明一年来温度与PM10的质量浓度的正相关性主要反应在秋冬两季;降水量在秋冬春三季与PM10的质量浓度均呈显著负相关,在夏季两者相关性不明显;而风速与PM10的质量浓度在冬季呈显著正相关,而在春季则相反,呈显著负相关,其余两季相关性不明显;而湿度与PM10的质量浓度在四季均表现为一致的显著负相关,这说明湿度对PM10的质量浓度的影响最为明显;而气压与PM10的质量浓度的相关性在各季均不显著。

大气中可吸入颗粒物主要来源于本地污染源的扩散及外地污染物的输送。金沙观测站在一个小山头上,为方圆5 km范围内的最高点,周围3 km范围内人烟稀少,没有工厂及重要的交通公路,本地污染源较少,主要是附近几个自然村的人类活动。而对金沙观测站点影响最大的污染源主要来至其东南面5 km

左右,与金沙站点落差达700 m的山谷的几个自然村,而在其它三个方向污染源相对较少。金沙大气中可吸入颗粒物外地污染物的输送,主要来自于周边城市的输送,而犹以其北面武汉方向输送最多,而其它三个方向由于离大城市较远,输送过来的污染物较少。所以在金沙吹北风及东南风时的可吸入颗粒物浓度较高,而吹西风及西南风时可吸入颗粒物浓度相对较低。

在污染源不变的情况下,白天气温升高,湍流加强,利于金沙站周边村庄本地污染源的扩散,从而引起金沙站可吸入颗粒物浓度升高;而由地形引起的白天由山谷吹向山顶的谷风将山谷的污染物输送至金沙站点堆积,也同样有利于金沙站大气中可吸入颗粒物浓度升高。而夜间则相反,夜间气温降低,湍流减弱,不利于本地污染源的扩散,特别是南部山谷海拔较低,夜间地面辐射降温后,大气层结稳定,形成暖盖,不利于污染源的扩散,而夜间由山顶吹向山谷的山风,却将山顶的吸入颗粒物扩散稀释,引起金沙站可吸入颗粒物浓度下降。

而金沙的年季变化特征是由本地污染源扩散、外地污染物输送与气象因子变化的共同结果。在夏季,虽然气温较高,利于附近污染源扩散,但由于雨水多,湿度大,气压低,风向多以西南季风为主,外地输送污

染物较少,且由于受高湿天气及雨水的清洗沉降,可吸入颗粒物浓度低。而到了秋季(9—11月)是这一年中雨水最少的季节,气压升高,湿度降低,而风向也开始由偏南风转为偏北风,北方输送的污染物增多,金沙可吸入颗粒物浓度增加。而到了冬季同样少雨干燥,气压高,以偏北季风为主,风速加大,可吸入颗粒物浓度水平同样较高。春季季风方向开始转换,雨水增多,湿度加大,气压减小,可吸入颗粒物浓度较冬季明显减少。由于秋季长时间的少雨干旱,使金沙可吸入浓度为一年以来的最高季节,而2007年春的多雨雾天气,对可吸入颗粒物浓度清洗沉降作用较大,使其成为一年中空气质量最好的季节。

5 结论

(1)金沙三种可吸入颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5}、PM_{1.0}三者间存在极好的正相关性,三者的变化规律基本一致,金沙 PM₁₀ 的质量浓度未超过我国 GB 3095-1996 规定的 PM₁₀ 的二级标准。

(2)2006年6月至2007年5月,金沙可吸入颗粒物质量浓度表现为夏秋两季变化幅度大,冬春两季变幅相对较小;质量浓度值表现为秋冬两季质量浓度变化幅度大于夏春两季。

(3)2006年6月至2007年5月金沙四季及全年可吸入颗粒物浓度日变化周期性明显,白天大于夜间,均表现为双峰双谷型,第一峰值出现在下午到傍晚的16—19时,最小值出现在清晨03—07时;除秋季外第二峰谷表现不明显,峰谷值分别出现在11时

左右及13时左右。

(4)金沙晴天及多云(阴)低湿状况下的可吸入颗粒物浓度高于大雾及雨天状况下可吸入颗粒物浓度。

(5)金沙 PM₁₀ 日平均质量浓度与温度、气压呈显著正相关,与降水量、风速及湿度与 PM₁₀ 的质量浓度呈显著负相关。吹北风及东南风时的质量浓度高于吹西风及西南风时。

(6)金沙山地与城市在地形特征及气候条件上的差异,从而反应出在两种地方 PM₁₀ 质量浓度变化规律也不尽相同,其差异原因有待进一步深入研究。

(7)气象因子与 PM₁₀ 质量浓度存在很好的相关性,通过进一步研究,可通过气象因子的未来变化趋势预报出 PM₁₀ 质量浓度的变化趋势。从而为金沙周边地区及城市生态建设、工业合理布局、环境改善、污染治理提供有利的依据。

参考文献:

- [1] 邵龙义,时宗波,黄勤,等.都市大气可吸入颗粒物研究[J].环境保护,2000(1):24-26.
- [2] 王珩,于金莲.大气中 PM₁₀ 浓度的影响因素及其污染变化特征分析[J].上海师范大学学报(自然科学版),2004,33(3):98-101.
- [3] 王淑英,张小玲.北京地区 PM₁₀ 污染的气象特征[J].应用气象学报,2002,13(1):177-184.
- [4] 于建华,虞统,魏强,等.北京地区 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 质量浓度的变化特征[J].环境科学研究,2004,17(1):45-47.
- [5] 席云.大气中 PM₁₀ 浓度与气象因素的关系[J].保山师范学报,2004,23(5):25-28.

Temporal Distribution Characteristics of PM Mass Concentrations and Correlation with Weather Factors in Jinsha Region

LI Gui-hong

(Xianning Meteorology Bureau of HuBei Province, Xianning 437100)

Abstract: The temporal distribution characteristics of PM mass concentrations are analyzed by using the monitoring data from June 2006 to May 2007 in Jinsha region in Xianning. The results show that the variation features of mass concentrations of PM₁₀, PM_{2.5} and PM_{1.0} are in agreement, the seasonal variable characteristic is that the concentrations in autumn and winter are larger than those in summer and spring; the diurnal change is periodic change with two peaks and two valleys, the concentrations in day are larger than in night, the maximum appears from 4:00 pm to 7:00 pm, and the minimum appears from 3:00 am to 7:00 am; the second peak and valley are not obvious except in autumn. The concentrations of PM₁₀ in the rain and fog are smaller than in the fine and cloudy. The correlation analysis between the concentrations and the weather factors during the same period shows that there is a positive relation between the mass concentrations of PM₁₀ with temperature and atmospheric pressure and an obvious negative relation with precipitation, wind speed and humidity.

Key words: Jinsha; Dust Particles; PM₁₀; Weather Factors