

文章编号:1673-8411(2018)04-0034-04

## 汕头市PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>时间分布特征分析

张晓<sup>1</sup>,林恬旒<sup>2</sup>,郭丹妮<sup>2</sup>,杜映玉<sup>1</sup>,杜蓉<sup>1</sup>

(1.汕头市澄海区气象局,广东 澄海 515800;2.汕头市气象局,广东 汕头 515000)

**摘要:**采用 $\beta$ 射线法大气颗粒物监测仪连续观测了汕头市PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>浓度,分析2015年11月至2017年10月的PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>的浓度水平、时间变化规律等。结果表明,PM<sub>10</sub>的年均日浓度为67.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,PM<sub>2.5</sub>的年均日浓度为35.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,其质量浓度日变化特征与人类活动和气象条件变化密切相关。PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>的月平均质量浓度变化趋势全年保持基本一致,谷值出现在6月,峰值出现在3月和12月。PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值为0.533,相关系数为0.75,存在显著的线性关系。

**关键词:**PM<sub>10</sub>;PM<sub>2.5</sub>;时间分布;特征;汕头市

**中图分类号:**P427

**文献标识码:**A

## Analysis on Temporal Distribution Characteristics of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in Shantou

Zhang Xiao<sup>1</sup>, Lin Tianni<sup>2</sup>, Guo Danni<sup>2</sup>, Du Yingyu<sup>1</sup>, Du Rong<sup>1</sup>

(1. Shantou Chenghai Meteorological Service, Shantou Guangdong 515800;

2. Shantou Meteorological Service, Shantou Guangdong 515000)

**Abstract:** The concentrations of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in Shantou were continuously measured by the atmospheric particulate matter monitor with  $\beta$ -ray method to analyze the concentration levels and time variation regularities from November 2015 to October 2017. The results show that the annual average daily concentration of PM<sub>10</sub> is 67.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and that of PM<sub>2.5</sub> is 35.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The diurnal variation of mass concentration is closely related to human activities and meteorological conditions. The monthly average mass concentration of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> remain basically the same throughout the year, the valley value appears in June, and the peak value appears in March and December. The PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> ratio is 0.533 and the correlation coefficient is 0.75, which illustrates a significant linear relationship.

**Keywords:** PM<sub>10</sub>; PM<sub>2.5</sub>; temporal distributions characteristics; Shantou

### 1 引言

随着工业化和城市化的发展,城市大气环境污染越来越严重,可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)和细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)成为影响我国城市大气环境质量的首要污染物,主要来源是人为排放,比如化学燃料燃烧、工业废气等。

PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>分别是指空气动力学等效直径 $\leq$

10 $\mu\text{m}$ 和 $\leq 2.5\mu\text{m}$ 的气溶胶微粒,作为其他污染物的载体,不仅影响生态环境,还危害人类健康<sup>[1-2]</sup>。近年来,随着环保观念的增强,人们越来越关注生活环境的空气质量。2011年11月,美国驻华大使馆发布PM<sub>2.5</sub>浓度数据,“南京气象”官方微博在气象预报中出现了PM<sub>2.5</sub>浓度数值,PM<sub>2.5</sub>开始进入公众视野。许多学者也做了关于PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>的多方面研究,比如时间变化特征、区域分布特征、对环境大气

收稿日期:2018-1-9

作者简介:张晓(1985-),男,学士,助理工程师,主要从事气象探测和天气预报工作,E-mail:37035971@qq.com。

的影响、对人类健康的影响等等<sup>[3-18]</sup>。江益等<sup>[16]</sup>分析了海口市PM10等颗粒物的年度变化特征及与气象条件的关系;吴燊先等<sup>[17]</sup>用API指数分析了桂林市的空气质量,结论是桂林市2009年以来空气质量有下降的趋势,且首要污染物变为以可吸入颗粒物为主;王开燕等<sup>[18]</sup>通过对南沙2016年PM10和PM2.5的质量浓度、能见度和气象要素等资料的分析,发现PM2.5是影响能见度变化的重要因素。

汕头市位于广东省东部、韩江三角洲南端,东南濒临南海,属亚热带季风气候,阳光充足、雨量充沛、夏长冬短、雨热同季。2015年初,汕头国家基准气候站新增了大气成分观测项目,可实现24h自动观测。通过分析汕头市的可吸入颗粒物时间分布特征,研究结果可为汕头市的大气环境治理提供决策支持。

## 2 数据来源及评价标准

### 2.1 观测仪器

观测仪器为安徽蓝盾光电子开发的 $\beta$ 射线法大气颗粒物(PM10和PM2.5)监测仪,利用 $\beta$ 射线作为辐射源,采用恒定流量抽气,大气中的悬浮颗粒吸附在 $\beta$ 源和探测器之间的滤纸表面,抽气前后探测器对 $\beta$ 射线计数值的改变反映了滤纸上吸附颗粒物质量,根据抽气体积,可以换算单位体积空气中悬浮颗粒的浓度。

该仪器采用高精度质量流量控制器,恒流稳定性高,结合动态加热系统(DHS),消除湿度因素对测量结果的影响。切割器是根据空气动力学原理设计的,用于分离不同直径的颗粒物,切割效率流量为 $16.67\text{L}/\text{min} \pm 2\%$ 。PM10采用的是冲击式切割原理,PM2.5采用的是旋风式切割原理。

仪器安装在汕头国家基准气候站观测场旁边的方仓内,观测场海拔高度约3m,采样口离地高度约5m。

### 2.2 数据选取

观测时间段选取2015年11月1日0时~2017年10月31日23时,每天24h连续采样观测,每小时正点记录一个浓度数据。

### 2.3 数据初步筛选

采样天数731d,每天24个数据,共17544个数据样本,剔除更换纸带和仪器故障时造成的缺测值

和异常值(PM10共351个,PM2.5共75个),将剩余数据进行统计分析。PM10因仪器故障,有13d全天无数据,统计天数为718d。回归分析时,PM2.5也选取相同的天数。

### 2.4 评价标准

大气颗粒物的浓度是反映大气颗粒物污染水平的重要指标之一,通常用质量浓度来表示,单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。评价标准参照《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)<sup>[19]</sup>(见表1)。

表1 环境空气污染物基本项目浓度限值(单位: $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

污染物项目	时间	浓度限值	
		一级	二级
PM10	年平均	40	70
	日平均	50	150
PM2.5	年平均	15	35
	日平均	35	75

## 3 结果分析

### 3.1 总体浓度水平

监测结果表明,汕头市区PM10日均浓度变化范围为 $30.5\sim 230.7\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,其中达到一级标准282d,达到二级标准704d,达标率98.1%;PM2.5日均浓度变化范围为 $5.3\sim 114.1\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,其中达到一级标准395d,达到二级标准709d,达标率97.0%。

PM10的年平均日浓度为 $67.3\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,达到二级标准,PM2.5的年平均日浓度为 $35.9\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,接近二级标准,由此可见,汕头市大气颗粒物污染并不严重,空气质量很好。

### 3.2 月变化规律

将观测数据按照月份进行统计(见表2),并绘制成变化曲线(见图1)。汕头市PM10和PM2.5的全年变化趋势一致,大气污染物浓度谷值出现在6月,峰值出现在3月和12月。

PM2.5/PM10代表可吸入颗粒物中细粒子的含量,可以反映颗粒物的污染水平。汕头市PM2.5/PM10的年平均值为53.3%,各月比值见表3。

表2 汕头市PM10、PM2.5月平均质量浓度(单位: $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM10	73.6	76.6	87.3	65.2	55.7	38.5	57.1	61.9	63.5	59.2	76.6	90.6
PM2.5	43.5	45.0	51.0	38.3	28.4	16.8	24.8	29.9	32.4	36.4	38.1	46.0

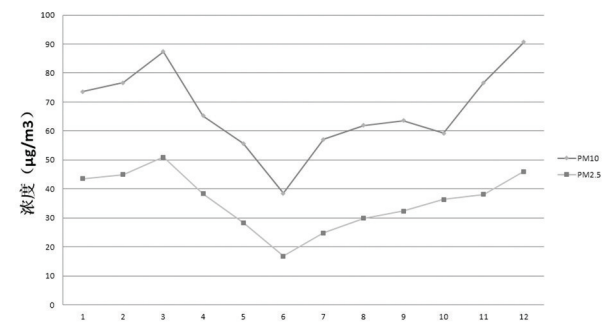


图1 PM10和PM2.5的月平均浓度变化

通常认为,比值在30%~40%属轻度污染,在50%~70%属重度污染。从上表可以看出,出现大气污染的时候,细粒子的贡献显著,低于50%的仅有4个月。不过从表2也可以看到,PM10的数值并不大,每年超标天数仅占2%~3%,汕头市也没有发生比较严重的大气污染事件。

3.3 季节变化规律

汕头市位于亚洲大陆南端,按传统划分的四季不太适用本地气候条件。我国在气候上常以候平均气温作为划分四季的标准:候温高于22℃为夏季,低于10℃为冬季,介于10~22℃之间则为春、秋季。按照此标准,汕头无气候意义的冬季,秋季和春季可连在一起,而夏季非常长,从4月初一直持续到10月末。结合表2的月平均质量浓度数值可以看到,整个夏季的大气颗粒物浓度都很低,而极大值出现在春夏交际和夏秋交际。夏季由于受东南季风和西南季风影响,污染物较易扩散,且季风从海洋带来充沛的水汽,降水对大气颗粒物的冲刷作用较大,空气质量较好。在季节交替之时,天气变化较大,冷暖气团交汇,云层较厚,且近地层常出现逆温现象,大气层结稳定,易使污染物积聚,而此时降水稀少,不能靠降

水冲刷有效减少其浓度。

3.4 日变化规律

将观测数据按时次平均(见表4)。PM10的小时平均质量浓度为64.3~75.0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,PM2.5为31.9~40.1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。可见汕头市大气颗粒物的日浓度变化并不大,在10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 左右。

从图2日变化曲线上可以看出,PM10呈双峰型分布,峰值出现时间分别为11时和16时,而PM2.5呈单峰型分布,峰值出现时间为10时。

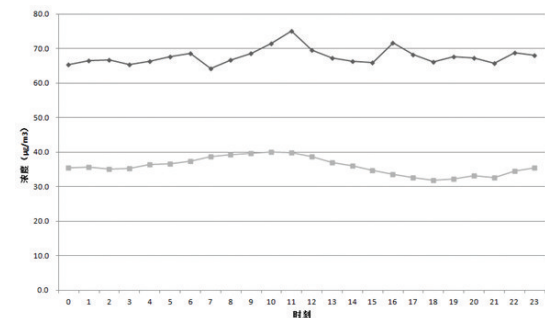


图2 PM10和PM2.5日平均浓度变化

产生这种变化趋势的主要原因是人类活动和逆温层的影响。在深夜期间(0时~5时),人类活动较少,PM10和PM2.5浓度较低,且变化幅度很小;上午,随着人类活动增加,PM10和PM2.5浓度开始逐渐升高,而且通过大气光化学反应,还会形成二次污染粒子,浓度继续上升,在10~11时达到峰值,加之早上易发生逆温现象,导致污染物不易扩散;中午时段,由于温度升高,对流活动强,有利于近地面污染物的扩散,浓度逐渐下降。

由于汕头市靠海,受海陆风影响,午后一般风速会增大,有利于大气中污染物的扩散,所以和一些内陆城市的双峰型分布曲线相比,下午的峰值不太明显。而且由于总体浓度较低,个别污染较重的时段其

表3 汕头市各月PM2.5/PM10比值(单位:%)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM2.5/PM10	59.1	58.7	58.4	58.7	51.0	43.6	43.4	48.3	51.0	61.5	49.7	50.8

表4 汕头站PM10、PM2.5逐小时平均质量浓度(单位:μg·m<sup>-3</sup>)

项目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PM10	65.3	66.6	66.6	65.4	66.3	67.6	68.6	64.3	66.7	68.5	71.4	75.0
PM2.5	35.5	35.6	35.1	35.3	36.5	36.7	37.4	38.7	39.3	39.7	40.1	39.8
项目	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
PM10	69.4	67.2	66.2	65.8	71.6	68.1	66.0	67.7	67.2	65.7	68.8	68.0
PM2.5	38.7	36.9	36.0	34.8	33.6	32.6	31.9	32.2	33.2	32.6	34.6	35.5

浓度值可能对平均值产生较大影响,因此需要更长的时间序列来验证其日浓度变化特征。

### 3.5 PM2.5和PM10的相关性

对PM2.5和PM10的日平均浓度进行相关性分析,结果如图3,相关系数R达0.75,相关方程为 $y = 0.426x + 7.2728$  (y为PM2.5, x为PM10)。这结果与马宁等<sup>[3]</sup>对银川市大气颗粒物的分析一致。

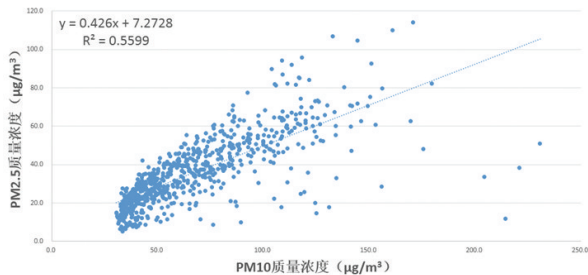


图3 PM2.5和PM10质量浓度相关性分析

统计表明,PM2.5和PM10的月平均浓度与月平均气温、月总降水量呈显著负相关( $n=12$ ),相关系数 $>0.7$ ;与月平均相对湿度呈显著负相关,相关系数 $>0.65$ ;与月平均气压呈显著正相关,相关系数 $>0.78$ 。

## 4 结论

(1)2015年11月~2017年10月,汕头市PM10的年均日浓度为 $67.3\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,达到二级标准,PM2.5的年均日浓度为 $35.9\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,接近二级标准,达标率97%以上,总体空气质量很好。

(2)PM10的质量浓度日变化呈双峰型分布,峰值分别出现在上午和下午,而PM2.5呈单峰型分布,峰值出现在上午。

(3)PM10和PM2.5的月平均质量浓度变化趋势全年保持基本一致,谷值出现在6月,峰值出现在3月和12月,正值气候意义上的春夏交替和夏秋交替之际。

(4)汕头市的PM2.5/PM10比值为0.533,相关系数为0.75,存在显著的线性关系。月平均质量浓度与月平均气温、月总降水量、月平均相对湿度呈显著负相关,与月平均气压呈显著正相关。

汕头市的大气颗粒物污染程度尚轻,但不能掉以轻心,仍需加强污染防治工作,防患于未然。

### 参考文献:

[1]孙兆彬,安兴琴,崔蕊蕊,等.北京地区颗粒物健康效应研究[J].中国环境科学,2016,36(8):2536-2544.  
[2]杜鹏瑞,杜睿,任伟珊.城市大气颗粒物毒性效应及机制

的研究进展[J].中国环境科学,2016,36(9):2815-2827.

- [3]马宁,程雅茹,武万里,等.银川市2013年PM10、PM2.5质量浓度变化及空气质量分指数等级特征分析[J].宁夏工程技术,2015,14(2):189-192.  
[4]赵晨曦,王云琦,王玉杰,等.北京地区冬春PM2.5和PM10污染水平时空分布及其与气象条件的关系[J].环境科学,2014,35(2):418-427.  
[5]陈丹青,师建中,肖亮洪,等.粤东三市PM2.5和PM10质量浓度分布特征[J].中山大学学报(自然科学版),2012,51(4):73-78.  
[6]陈颖,王广友,李晓刚,等.保定市PM10和PM2.5时间分布特征研究[J].环境科学与技术,2015,38(S2):128-131+163.  
[7]吴萍萍.泉州市PM10与PM2.5污染特征研究[J].环境科学导刊,2016,35(6):52-55.  
[8]魏华炜,罗绪强,廖晶晶,等.贵阳市白云区大气PM10和PM2.5污染特征[J].环境工程学报,2016,10(4):1874-1882.  
[9]肖文丰,杨焕强,周斌,等.2011~2014年杭州市大气PM2.5质量浓度变化特征分析[J].杭州师范大学学报(自然科学版),2016,15(2):214-219.  
[10]郝明途,侯万国,周学华,等.济南市PM10和PM2.5污染水平研究[J].山东大学学报(工学版),2006,36(3):108-111.  
[11]王红果,张建平,王勇.华北城市PM2.5、PM10污染水平及两者相关性研究[J].河南城建学院学报,2014,23(6):64-67.  
[12]王琴,马琳达.贵阳市空气中PM2.5/PM10时空分布特征研究[J].环保科技,2015,21(1):28-31.  
[13]王宏,陈晓秋,余永江,等.福州市PM2.5、PM2.5/PM10分布特征及与气象条件关系的初步分析[J].热带气象学报,2014,30(2):387-391.  
[14]黄鹂鸣,王格慧,王荟,等.南京市空气中颗粒物PM10、PM2.5污染水平[J].中国环境科学,2002,22(4):334-337.  
[15]苏志华,王建华.贵阳市大气颗粒物的污染特征及其影响因素分析[J].中山大学学报(自然科学版),2015,54(5):77-84.  
[16]江益,李春鸾,林智丰,等.海口市PM10、PM2.5和PM1质量浓度的变化特征分析[J].广东气象,2014,36(3):37-41.  
[17]吴崇先,吴铠华,莫雨淳,等.桂林市空气质量特征分析[J].气象研究与应用,2013,34(4):38-41.  
[18]王开燕,王蓓蕾,王春林,等.广州南沙颗粒物质量浓度变化及其对能见度的影响[J].广东气象,2018,40(2):27-30.  
[19]国家环境保护总局.GB3095-2012环境空气质量标准[M].北京:中国环境科学出版社,2012.