

南宁市灰霾天气与空气污染物关系分析

The Analysis of the Relationship between Haze and Air Pollution in Nanning

刘 传
LIU Chuan

(南宁市环境保护监测站, 广西南宁 530022)
(Nanning Environmental Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530022, China)

摘要:根据 2010 年 6 月 1 日至 2011 年 5 月 31 日南宁市的环境监测数据和气象数据,分析南宁市灰霾天气特征,然后通过 SPSS 软件分析灰霾天气与能见度、颗粒物($PM_{2.5}$ 、 PM_{10})浓度、气态污染物浓度和空气污染指数的关系,探讨南宁市灰霾天气与空气污染物的关系。结果发现,南宁市灰霾天气主要分布在秋、冬两季, $PM_{2.5}$ 是直接造成南宁市灰霾天气的主要因子, PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、CO 和 O_3 对灰霾天气的发生也有一定影响。 $PM_{2.5}$ 与 PM_{10} 相关性最显著,与 SO_2 、 NO_2 相关性较显著,与 CO 相关性显著,与 O_3 相关性不显著。

关键词:灰霾天气 颗粒物 空气污染物 能见度

中图分类号:X8,X51 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2012)04-0306-03

Abstract:Based on the analysis of the environmental monitoring and meteorological data in Nanning from June to May, 2011, the paper studied the characteristic of haze in Nanning. Then by SPSS software, the relationship between haze and visibility, the concentration of particulates ($PM_{2.5}$, PM_{10}), the concentration of gaseous pollutant, air pollution index was analyzed. The results indicated that haze mainly appeared in autumn and winter. $PM_{2.5}$ was the major factor caused haze in Nanning, PM_{10} , SO_2 , NO_2 , CO and O_3 also affected the haze in certain degree. The correlation of $PM_{2.5}$ and other pollutants such as PM_{10} , SO_2 , NO_2 , CO was very significant. However, no significant correlation of $PM_{2.5}$ and O_3 was obtained.

Key words:haze, air pollution, particulate matter, visibility

随着经济快速发展和城市建设步伐的加快,灰霾天气问题已引起国内外广泛关注^[1~3]。近年来,南宁市灰霾天气发生呈现上升趋势,严重影响公众感受和居民生活。灰霾天气的主要成分是细颗粒物和气态污染物^[4]。灰霾天气下,大气中细颗粒物浓度升高,大量极细微的干性尘粒、烟粒、盐粒等均匀地悬浮在空气中,对人体健康危害极大^[5]。本文根据 2010 年 6 月 1 日至 2011 年 5 月 31 日南宁市的环境监测数据(来自南宁市环境保护监测站)和气象数据(来自广西气象科技服务中心),通过 SPSS 软件,分析 2010 年 6 月 1 日至 2011 年 5 月 31 日南宁市灰霾天气与空气污染物浓度关系,为南宁市灰霾天气的防控提供参考和借鉴。

1 南宁市灰霾天气特征

2010 年 6 月 1 日起正式实施的《霾的观测和预报等级》(QX/T 113-2010)中对霾的判识条件,既包括能见度指标,还包括 $PM_{2.5}$ 浓度、 PM_{10} 浓度、气溶胶吸收系数+气溶胶散射系数,这四项指标中任何一项超过限值,均记为灰霾。

2010 年 6 月 1 日至 2011 年 5 月 31 日南宁市共出现霾日 51 天,其中 2010 年 6 月出现 5 天,8 月 1 天,9 月 4 天,10 月 5 天,11 月 16 天,12 月 7 天,2011 年 1 月 4 天,2 月 3 天,3 月 1 天,4 月 2 天,5 月 3 天。从图 1 可见,2010~2011 年南宁市霾天气主要分布在秋、冬两季。而从大气能见度月均值变化情况来看(图 2),夏季较高,秋、冬季则较低。

2010 年 6 月至 2011 年 5 月南宁市共出现的 51 个霾日中,40 天的 $PM_{2.5}$ 浓度超过限值($0.075\text{mg}/\text{m}^3$),15 天的能见度低于限值(10km)。 $PM_{2.5}$ 浓度

收稿日期:2012-07-25

修回日期:2012-08-16

作者简介:刘 传(1983-),男,工程师,主要从事环境监测工作。

是引发南宁市灰霾天气的重要因子。

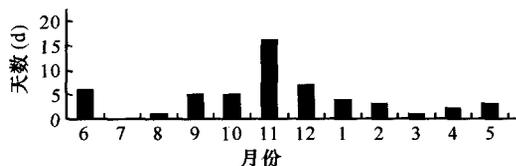


图1 2010年6月至2011年5月南宁市灰霾天数的月分布

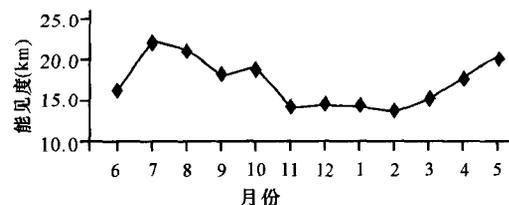


图2 2010年6月至2011年5月南宁市大气能见度月均值变化

2 灰霾天气与空气污染物的关系

2.1 灰霾天气与能见度的关系

2010年6月至2011年5月,南宁市霾日的平均能见度为13.0km,非霾日为18.0km,前者比后者低5.0km(霾日-非霾日=13.0-18.0=-5.0),差异比较明显。霾日在冬季较多、夏季较少,而能见度变化趋势表现为夏季高,冬季低,因此,能见度下降是灰霾天气的重要表现,是公众直观感受灰霾的指示物之一。

2.2 灰霾天气与颗粒物浓度的关系

由表1可知,春、夏、秋、冬四季,霾日的 $PM_{2.5}$ 浓度日均值分别为非霾日的2.97、2.79、1.70和1.55倍, PM_{10} 浓度日均值分别为非霾日的2.24、2.42、1.66和1.61倍;在整个时间段(2010年6月至2011年5月),霾日的 $PM_{2.5}$ 浓度日均值为非霾日的2.44倍, PM_{10} 浓度日均值为非霾日的2.20倍,差异非常明显。四个季节中,春、夏季霾日的 PM_{10} 浓度日均值和 $PM_{2.5}$ 日均值与非霾日的差异较大,秋、冬季霾日的 PM_{10} 浓度日均值和 $PM_{2.5}$ 浓度日均值与非霾日的差异相对较小。这是由于2010年6月至2011年5月秋、冬季南宁市环境空气质量总体较差,非霾日的 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度总体较高所致。

霾日下, $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度超标分别达到78%和53%,超标率较高;非霾日下 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度则很少出现超标情况,分别是0和1%;霾日下的 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度显著高于非霾日。霾日下,南宁市 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度的相关系数为0.871,属于极显著性相关关系,说明 $PM_{2.5}$ 浓度高的日子, PM_{10} 浓

度往往也较高。霾的成因主要来自空气中的 $PM_{2.5}$, PM_{10} 包含了 $PM_{2.5}$,其浓度往往伴随着 $PM_{2.5}$ 浓度的上升而上升。因此, $PM_{2.5}$ 是直接造成南宁市灰霾天气的主要因子。

表1 2010年6月~2011年5月南宁市霾日和非霾日下 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 日均值

时间	$PM_{2.5}$ (mg/m^3)			PM_{10} (mg/m^3)		
	霾日	非霾日	霾日/非霾日	霾日	非霾日	霾日/非霾日
春季	0.098	0.033	2.97	0.152	0.068	2.24
夏季	0.081	0.029	2.79	0.116	0.048	2.42
秋季	0.080	0.047	1.70	0.138	0.083	1.66
冬季	0.076	0.049	1.55	0.127	0.079	1.61
全年	0.088	0.036	2.44	0.132	0.063	2.10

2.3 灰霾天气下气态污染物浓度水平

由表2可知,在2010年6月至2011年5月,南宁市霾日的 SO_2 、 NO_2 、CO和 O_3 的浓度日均值分别是非霾日的1.75、1.79、1.30和1.40倍,均表现出一定差异。霾日和非霾日下, SO_2 、 NO_2 和CO浓度日均值均未出现超标。

表2 2010年6月至2011年5月南宁市霾日和非霾日下环境空气气态污染物的浓度日均值和超标率比较

气态污染物	浓度日均值(mg/m^3)			超标率(%)		
	霾日	非霾日	霾日/非霾日	霾日	非霾日	霾日/非霾日
SO_2	0.041	0.024	1.71	0	0	—
NO_2	0.059	0.033	1.79	0	0	—
CO	1.447	1.115	1.30	0	0	—
O_3	0.063	0.045	1.40	4.2	0.7	—

值得注意的是, O_3 浓度在霾日的小时均值超标率为4.2%,明显高于非霾日的0.7%。 O_3 是光化学烟雾的主要成分,也是造成灰霾的原因之一。近年来,我国部分城市尤其珠三角、长三角等地,以臭氧、灰霾污染为特征的复合型污染正日益显现^[6]。和细颗粒物污染一样, O_3 污染越来越受到重视。目前, O_3 已经列入了环境空气质量标准(GB3095-2012)和环境空气质量指数(AQI)日报技术规定(试行,HJ 633-2012)中。

2.4 灰霾天气与环境空气污染指数(API)的关系

由图3和表3可知,春、夏、秋、冬四季,霾日的API日均值分别比非霾日高45、38、28、25,在整个时间段(2010年6月至2011年5月),霾日的API日均值为91,非霾日仅为54,差异非常明显(霾日-非霾日=91-54=37)。4个季节中春、夏季霾日的API日均值与非霾日的差异较大,秋、冬季霾日的API日均值与非霾日的差异较小。这是由于2010年6月至2011年5月秋、冬季南宁市环境空气质量

总体较差,非霾日的 API 总体较高所致。

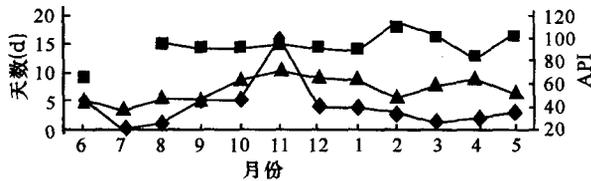


图3 2010年6月至2011年5月霾日和非霾日下南宁市环境空气污染指数(API)比较

◆:灰霾天数,■:霾日API,▲:非霾日API。

表3 霾日和非霾日下南宁市环境空气污染指数(API)比较

时间段	API日均值		
	霾日	非霾日	霾日-非霾日
春季 2011.02~04	102	57	45
夏季 2010.06~09,2011.05	83	45	38
秋季 2010.10~11	94	66	28
冬季 2010.12~2011.01	89	64	25
整年 2010.06~2011.05	91	54	37

南宁市环境空气的首要污染物主要是 PM_{10} , API 的大小可以直接反映出 PM_{10} 的浓度,而 PM_{10} 又与 $PM_{2.5}$ 相关性显著,因此 API 与南宁市灰霾天气的关系较为密切。

2.5 $PM_{2.5}$ 与气态污染物的关系

从表4的分析结果可知,与 $PM_{2.5}$ 相关性最显著的大气污染物是 PM_{10} ,其各季节相关系数 R 均在 0.8 以上,说明这两种污染物之间有良好的同源性;其次是 SO_2 、 NO_2 、 CO ,全年相关系数 R 分别为 0.703、0.647、0.551; $PM_{2.5}$ 与 O_3 相关性一般,全年相关系数 R 仅分别为 0.551 及 0.326。

$PM_{2.5}$ 为 PM_{10} 的一部分, $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 的比例由前面分析可知其占比 49%~66%,而且这两种污染物污染的来源受大气影响因素基本相同,因此相关性比较显著。大气中的 SO_2 、 NO_2 通过大气中各类化学过程可以转化为硫酸盐及硝酸盐颗粒物,而硫酸盐及硝酸盐是 $PM_{2.5}$ 中的重要组分,二者在 $PM_{2.5}$ 中的总比例一般达 20% 以上^[7,8],因此 SO_2 、 NO_2 与 $PM_{2.5}$ 间的相关性也比较显著。 $PM_{2.5}$ 和 CO 污染具有同源性,此两种气态污染物大多均来自于化石燃料燃烧、机动车尾气排放等,因此两种物质相关性也较好。空气中 O_3 主要来自于化石燃料燃烧的二次污染,并受太阳光照影响较大,强烈的阳光照射会促进 O_3 浓度的上升,根据南宁市环境保护监测站多年监测结果,臭氧浓度高值主要出现在夏季的午后,而 $PM_{2.5}$ 浓度的高值则是出现在秋冬季早晚,夏季的午后 $PM_{2.5}$ 浓度相对较低,因此 $PM_{2.5}$ 与 O_3 相关性较差。

表4 2010年6月~2011年5月南宁市环境空气中 $PM_{2.5}$ 与其它气态污染物相关性

季节	SO_2		NO_2		PM_{10}		CO		O_3	
	R	$Sig.$	R	$Sig.$	R	$Sig.$	R	$Sig.$	R	$Sig.$
春季	0.682	0	0.568	0	0.847	0	0.340	0.001	0.399	0
夏季	0.611	0	0.738	0	0.879	0	0.510	0	0.232	0.026
秋季	0.564	0	0.602	0	0.835	0	0.660	0	0.469	0
冬季	0.751	0	0.571	0	0.835	0	0.436	0	0.311	0.003
全年	0.703	0	0.647	0	0.856	0	0.551	0	0.326	0

3 结束语

南宁市灰霾天气主要分布在秋、冬两季,环境空气中 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 等污染因子中, $PM_{2.5}$ 是直接造成南宁市灰霾天气的主要因子, PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、 CO 和 O_3 对灰霾天气的发生也有一定影响。

$PM_{2.5}$ 与环境空气中的 PM_{10} 相关性最显著,两者具有很好的同源性。其次 $PM_{2.5}$ 与 SO_2 、 NO_2 相关性也较显著,时空变化趋势一致,主要是由于 SO_2 、 NO_2 经过一系列化学转化,能够转化为 $PM_{2.5}$ 中的重要化学组成硫酸盐及硝酸盐。 $PM_{2.5}$ 与 CO 存在一定的相关性,虽不如前三者,但是总体仍是显著的, CO 与 $PM_{2.5}$ 应该也有共同的污染来源。 $PM_{2.5}$ 与 O_3 相关性不显著,而且环境空气中这两种污染物时间变化趋势呈现相反方向,主要原因是受太阳光照射和大气扩散条件影响。

参考文献:

- [1] 吴兑,邓雪娇,毕雪岩,等.都市霾与雾的区分及粤港澳的灰霾天气观测预报预警标准[J].广东气象,2007,29(2):5-10.
- [2] Menons, Genioda, Koch D, et al. GCM simulations of the aerosol indirect effect: sensitivity to cloud parameterization and aerosol burden[J]. J Atmos Sci, 2002, 59(3):692-713.
- [3] 唐利利,何莉,庞晓明.南宁市空气中细颗粒物污染水平及其与气象因素的关系[J].广西科学院学报,2011,27(2):99-101.
- [4] 杨卫芬,银燕,魏玉香,等.霾天气下南京 $PM_{2.5}$ 中金属元素污染特征及来源分析[J].中国环境科学,2010,30(1):12-17.
- [5] 韩毓.灰霾天气条件下天津市环境空气中颗粒物污染特征分析[J].环境监测管理与技术,2009,21(4):32-35.
- [6] 工人日报.环境科学院称我国大气细颗粒物污染日益严重[EB/OL]. [2011-12-02]. <http://scitech.people.com.cn/GB/16474732.html>.
- [7] 吕文英,徐海娟,王新明.广州城区秋季大气 $PM_{2.5}$ 中主要水溶性无机离子分析[J].环境科学与技术,2010,33(1):98-101.
- [8] 陶俊,张仁健,董林,等.夏季广州城区细颗粒物 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 中水溶性无机离子特征[J].环境科学,2010,31(7):1418-1424.

(责任编辑:邓大玉)