

南宁市一次严重空气污染期间颗粒污染物特征及气象条件分析

Analysis on Spatial-temporal Characteristics of Particulate Pollutant and Meteorological Condition during a Serious Air Pollution in Nanning

唐利利^{1**}, 何 莉¹, 陈家宝¹, 郭昆兴¹, 肖 琦¹, 莫雨淳², 韦进进¹

TANG Li-li¹, HE Li¹, CHEN Jia-bao¹, GUO Kun-xing¹, XIAO Qi¹, MO Yu-chun², WEI Jin-jin¹

(1. 南宁市环境保护监测站, 广西南宁 530012; 2. 广西气象科技中心, 广西南宁 530012)

(1. Nanning Environmental Protection Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530012, China; 2. Guangxi Weather Science and Technology Center, Nanning, Guangxi, 530012, China)

摘要:利用南宁市环境保护监测站 2010 年 11 月 5 日至 12(污染个案期)在南宁市区振宁花园、市监测点、区农职院、大自然花园 4 个有代表性的国控环境空气监测点观测到的空气质量数据,分析颗粒污染物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的浓度变化及 $PM_{2.5}$ 的主要化学组分浓度,再利用广西气象服务中心观测的天气数据分析污染个案期的气象条件。结果表明:此次长时间空气污染重,南宁市大气中的颗粒物出现显著升高,颗粒物为此次诱发长时间空气污染物的首要污染因子,颗粒物中的组分以有机质 OM 和硫酸盐为主;观测时段内气象因素对空气污染存在重要影响,来自湖南方向的污染气团对南宁市的长时间轻微污染也存在一定影响。

关键词: PM_{10} $PM_{2.5}$ 污染特征 灰霾天气

中图分类号: X51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2012)04-0302-04

Abstract: Through observing the air quality in four city monitor station of Nanning from 5th to 12th November, 2012, the concentration change of particulate pollutant, PM_{10} and $PM_{2.5}$, and the concentration of main composition of $PM_{2.5}$ were analyzed. The meteorological condition during air pollution was analyzed based on meteorological data from Guangxi Meteorological Service Center. The results showed that during the air pollution period, the concentration particulate pollutant as the major cause of the air pollution, increased significantly. OM and Sulfate are the main components of $PM_{2.5}$ at that time. The meteorological factors play an important role in the air pollution. Air came from Hunan direction also played a certain role in long time air pollution.

Key words: PM_{10} , $PM_{2.5}$, pollution characteristics, haze

近年来引发南宁市轻微污染天气的污染物大多为可吸入颗粒物 PM_{10} , 其中 2009~2010 年期间南宁市区记录的 19 天轻微污染天气的诱发污染物均为 PM_{10} 。 PM_{10} 已成为影响南宁市区环境空气质量的重要污染物。可吸入颗粒物对人体健康有着重要

的影响,尤其是可入肺颗粒物 $PM_{2.5}$,被认为是诱发灰霾天气的重要污染源。南宁市环境保护局监测数据表明南宁市 $PM_{2.5}$ 浓度超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的规定,尤其是在传统意义上的空气重污染时期(每年的 10 月至次年 1 月), $PM_{2.5}$ 水平平均在二级标准限值的 3 倍左右。细粒子污染会给生态环境和人体健康带来一系列的影响,其中最直接的感受就是空气能见度急剧恶化,灰霾天气频发,所以对灰霾天气下空气污染特征,尤其是颗粒

收稿日期:2012-08-10

修回日期:2012-09-15

作者简介:唐利利(1985-),女,工程师,主要从事环境大气水质监测综合分析管理研究。

污染物特征进行分析^[1~4]具有一定的现实意义。

本文利用南宁市环境保护监测站 2010 年秋季在南宁市市区观测到的一次罕见的长时间空气污染下(以下简称污染个案期)的空气质量数据,分析该期间颗粒污染物特征,还利用广西区气象服务中心观测的天气形势分析污染个案期的气象条件,得出部分有价值的结论,以期给相应环保部门提供参考。

1 数据来源及分析方法

空气质量数据由南宁市环境保护监测站提供。先选取南宁市区振宁花园、市监测站、区农职院、大自然花园 4 个有代表性的国控环境空气质量监测站点 2010 年 11 月 5 日至 11 月 12 日观测到的一次严重空气污染下的空气质量数据,并将该数据与 2010~2011 年期间选取的有代表性的春、夏、秋、冬 4 个季节的平均观测值进行比较,探讨南宁市污染个案期的颗粒污染物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的变化特征。再利用广西区气象中心观测的天气数据,并运用美国海洋与大气研究中心(NOAA)空气资源实验室 ARL (Air Resources Laboratory)开发的混合型单粒子拉格朗日综合轨迹模式 HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) 对大气气流轨迹做 6 天后向反演(反演过程的基准点选择为位于南宁市区中心的市监测站点位),分析污染个案时期的气象条件。

监测点位空气质量数据采用手工采集方式,采集样品主要包括 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} ,并将其送回南宁市环境保护监测站实验室作质量浓度和水溶性离子、碳组分、金属元素成分等化学组分分析。

表 1 污染个案期各监测点 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度与全年观测期浓度均值比较

监测点位	监测项目	污染个案期平均浓度(mg/m ³)	全年观测期平均浓度(mg/m ³)	污染个案期平均浓度/观测期平均浓度	污染个案期 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 比例(%)	全年观测期 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 比例(%)
振宁花园	PM_{10}	0.313	0.148	2.11		
	$PM_{2.5}$	0.185	0.094	1.97	59.1	49.30
市监测站	PM_{10}	0.233	0.154	1.51		
	$PM_{2.5}$	0.158	0.077	2.05	67.8	66.33
区农职院	PM_{10}	0.235	0.142	1.65		
	$PM_{2.5}$	0.132	0.096	1.38	56.2	53.80
大自然花园	PM_{10}	0.236	0.185	1.28		
	$PM_{2.5}$	0.129	0.089	1.45	54.7	56.25
市区平均	PM_{10}	0.257	0.157	1.64		
	$PM_{2.5}$	0.151	0.089	1.70	58.8	58.56

2 结果与分析

2.1 污染个案期颗粒污染物特征

2.1.1 颗粒污染物浓度变化

污染个案期出现 5 天轻微污染天气,其余 3 天市区的空气污染指数 API 均大于或等于 98,而且首要污染物均为 PM_{10} ;出现了 7 天灰霾天气,首要诱发因子均为 $PM_{2.5}$ 。表 1 结果显示,污染个案期南宁市 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 平均浓度分别为 0.257 mg/m³ 和 0.151 mg/m³,比全年观测期平均浓度分别高出 64% 和 70%,涨幅明显。各监测点位中 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 平均浓度均以振宁花园及市监测站最高,其次分别为区农职院与大自然花园。

由于 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 的百分比可以反映出 $PM_{2.5}$ 对 PM_{10} 的贡献,而表 1 结果显示,市监测站污染个案期 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 比例为各点位中最大,达到了 67.8%,表明该点位可吸入颗粒物中细颗粒物的贡献大于粗颗粒物;而其余点位 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 比例在 50%~60%,表明可吸入颗粒物中粗、细颗粒物贡献大致相当。

2.1.2 颗粒污染物化学组分浓度变化

一般认为 PM_{10} 中大于 2.5 μm 的粗颗粒物主要来自扬尘污染,而 2.5 μm 以下的细颗粒物来源则比较复杂。图 1 结果显示, $PM_{2.5}$ 中以有机质(OM)所占比例最高,为 27.4%,其次为硫酸根离子(SO_4^{2-})占 22.5%;铵根(NH_4^+)、元素碳(EC)、硝酸根离子(NO_3^-)则分别为占 6.1%、4.7%、2.8%,其余所检测组分浓度所占比值均较小,在 2% 以下。除以上

物质外,PM_{2.5}中还有 32.1%的质量浓度没有完全解释,推测主要由金属氧化物、未知化合物组成,或者由于测量误差所致。污染个案期 PM_{2.5}中的化学组分以有机质、硫酸盐、铵根、元素碳为主,占到了 PM_{2.5}总量的 60.7%。

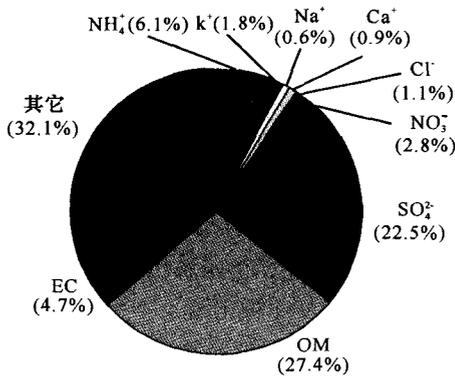


图1 MP_{2.5}化学组分构成比例

表2结果表明,污染个案期各监测点位 PM_{2.5}化学组分中的 OM、EC 及硫酸根均明显高于各季节监测值;但硝酸根与铵根组分则并非如此,在部分点位冬季的 PM_{2.5}中的硝酸根与铵根甚至高于污染个案期间的浓度值,表明细颗粒物 PM_{2.5}在污染个案期间出现浓度明显升高的现象主要是由于其中的重要化学组分 OM、EC 及硫酸根的浓度升高变化所引起的。

表2 污染个案期各检测点主要化学组分浓度均值与观测期浓度均值比较

监测点位	日期	浓度(μg/m ³)				
		OM	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
振宁花园	春季	18.1	3.3	17.5	4.2	4.7
	夏季	—	—	1.7	0.5	0.3
	秋季	10.8	3.1	12.7	2.1	3.9
	冬季	24.6	4.6	18.9	7.5	8.3
	污染个案期	49.8	7.4	35.5	7.3	11.4
市监测站	春季	19.5	3.8	16.6	4.4	5.2
	夏季	8.0	1.7	2.3	0.7	0.5
	秋季	9.0	2.7	9.5	1.1	2.7
	冬季	25.9	4.7	22.8	8.8	10.4
	污染个案期	45.8	7.4	33.2	4.8	8.1
区农职院	春季	16.9	2.8	17.9	3.0	6.3
	冬季	21.0	4.0	17.4	6.6	7.8
	污染个案期	34.9	6.3	33.6	3.5	10.0
大自然花园	春季	12.7	2.6	13.8	2.8	5.9
	冬季	15.3	3.3	14.6	5.4	6.6
	污染个案期	31.8	6.1	32.5	2.5	7.5

2.2 污染个案期气象条件

由表3可以看出,2010年11月5日至6日期间,由于冷空气位于湖南,南宁西北部则是受高压后

部控制,南宁市地面受微弱西北风控制,并伴随有逆温现象,在此天气形势影响下,南宁市 API 分别达到 109、98,污染较重;7日至9日期间,冷空气开始到达广西,但是主要是位于西北地区,对南宁市整体天气形势影响不大,南宁市区气压虽略有下降,地面风速略有加大,但是仍受稳定的高压控制,加之广西大部份地区长时间受干旱无雨影响,南宁市区环境质量未能得到改善,7日至9日期间市区 API 分别高达 110、107、107;10日至12日期间,冷空气移出广西,广西又回到稳定的高压脊控制,地面风速减小,地面为偏北风为主,高层稳定,伴随有逆温现象,10日至12日期间市区 API 指数分别为 108、100、99。

图2结果显示,气流轨迹与广西区气象中心所分析的大尺度风向一致,主要还是以偏北气团为主;南宁市区除12日外,5日至11日的所有气团轨迹均以远距离的高空传输为主。图3结果表明,7日至12日柳州、桂林 API 值在 70~90 之间,长沙市则出现了多天轻微污染天气(其首要污染物均为可吸入颗粒物),与南宁市情况一致,推测南宁市观测期间长时间的轻微污染天气与来自湖南方向的长距离高空传输存在一定的关系。

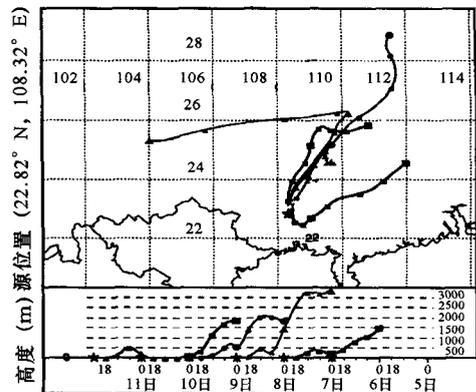


图2 污染个案期间南宁市区大气气流后向轨迹

由此次长时间的空气污染过程的大尺度天气形势分析可以看出,污染个案期间天气形势的共性在于广西大部分时间是受稳定的高压后部、高压脊影响,风向以干燥的偏北气团为主,地面风速较小,同时伴随有逆温现象,而且该时间段刚好是广西大部分地区同时期极少见的极度干旱时期,因此造成了该时间段内极罕见的连续多天轻微污染天气的发生。南宁市长时间的轻微污染天气与该时段大气扩散条件不佳存在密切关系,再由南宁市大气气流轨迹6天后向反演轨迹图及污染天气情况统计数据推测,个案期间来自湖南方向的长距离高空传输对南

宁市轻微天气污染也存在一定的影响。

表3 广西区范围内2010年11月5~12日期间天气形势分析

时间	全市API	降水情况	天气形势
2010-11-5	109	无降水	冷空气在湖南,高压在南宁西北部,受该高压后部影响,地面流场桂北为东南气流,南宁为偏西风,风速较小,湿度增加
2010-11-6	98	无降水	冷空气偏东移动,高压东南移出广西,500百帕受南支槽前西南气流影响,850百帕受偏东到东南气流影响,地面为偏西北风,南宁附近被较稳定的高压控制,气温升高,出现逆温。
2010-11-7	110	无降水	冷空气前锋到达广西桂西北地区,受西北槽和西南高压影响,引导地面冷空气南下,此时南宁气压略有降低,但仍处于较稳定状态,以北风为主,偶有偏东方向的风,风速逐渐加大,湿度略微减少。
2010-11-8	107	无降水	冷空气全面影响广西,华北槽继续东移,南宁风速加大,主要以正北及东北偏北风为主,湿度持续降低
2010-11-9	107	无降水	南海热带气流东移,冷空气对广西影响力加强,低空冷空气气流变强,地面风以正北风为主,湿度降低
2010-11-10	108	无降水	地面受高压脊控制,高空以偏北气流为主,冷空气移出广西,地面风速逐渐减小,温度和湿度有略微升高
2010-11-11	100	无降水	受高压脊影响,气压升高,南宁被稳定的高压控制,天气转好,温度和湿度持续升高,风速减小
2011-11-12	99	无降水	重新回到500百帕受西北气流控制,850百帕受东到东南气流影响的情况,地面为偏北风,风速较小,高层稳定,天气晴朗,易出现逆温,地面温度升高,湿度增大。

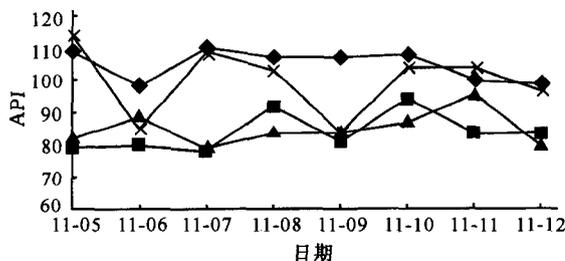


图3 污染个案期间南宁市与其偏北方向城市API比较

◆:南宁, ■:柳州, ▲:桂林, ×:长沙。

3 结论

(1)污染个案期间,大气中的 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 比平常相应的观测期内的浓度都明显偏高,增幅在64%和70%之间。颗粒物为诱发南宁市当前环境空气污染的重要因子。

(2)细颗粒物 $PM_{2.5}$ 的化学组成中以有机质OM及硫酸盐为主,此两种化学组分浓度占到了 $PM_{2.5}$ 总量的49.9%,是造成污染个案期间 $PM_{2.5}$ 浓度升高的主要影响因子,因此要对 $PM_{2.5}$ 实行防控,最重要的就是对其中碳组分及硫酸盐进行防控。

(3)污染个案期间南宁市区出现的多天轻微污染天气与南宁市该时间段内天气形势有密切关系。期间南宁市大气层结稳定和风向以干燥的偏北气团为主,地面风速较小,同时伴随有逆温现象,持续干旱,均是造成扩散条件不佳,空气环境质量较差的因素。

(4)污染个案时期来自湖南方向的长距离高空传输对南宁市轻微天气污染存在一定影响,但是影响程度还有待进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] 刘俊,袁鸾,刘衍君. 珠江三角洲一次大范围灰霾天气下的空气污染特征分析[J]. 环境科学导刊, 2009, 28(4):78-82.
- [2] 魏复盛,藤恩江,吴国平,等. 我国4个大城市空气 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 污染及其化学组成[J]. 中国环境监测, 2001, 17(S):1-6.
- [3] 吴兑,吴晟,李菲,等. 粗粒子气溶胶远距离输送造成华南严重空气污染的分析[J]. 中国环境科学, 2011, 31(4):540-545.
- [4] 陈训来,冯业荣,王安宁,等. 珠江三角洲城市群灰霾天气主要污染物的数值研究[J]. 中山大学学报:自然科学版, 2007, 46(4):103-107.

(责任编辑:尹 闯)