

南宁市灰霾天气预警方案研究

Study on Early Warning Scheme of Haze Weather in Nanning City

刘 传, 韦进进, 庞晓明

LIU Chuan, WEI Jin-jin, PANG Xiao-ming

(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:为加强灰霾天气的认识和防控,对南宁市2010年6月至2011年5月的空气实际监测数据进行分析,找出影响南宁市灰霾天气的气象因素和环境空气质量因素,再结合当前国内广泛采用的灰霾天气预警标准,提出南宁市灰霾天气预警方案。该方案分为实况发布、内部通报和公开预警3个层次,灰霾天气预警在每个层次均能及时得到发布。

关键词:灰霾 空气污染 预警

中图分类号:X513 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2013)04-0235-04

Abstract: In order to strengthen the understanding and prevention of haze, the data of air real-time monitoring from June 2010 to May 2011 was analyzed and the factors affected the haze weather, meteorological status and environmental air quality were identified. These results are combined with the haze weather warning criterion widely used in domestic and a haze weather early warning scheme is proposed. The scheme is divided into live release, internal communications and public warning. The haze weather early warning can be release timely in every level.

Key words: haze, air pollution, early warning

灰霾(又称霾)是悬浮在大气中的大量微小尘粒、烟粒或盐粒的集合体使空气浑浊、水平能见度降低到10km以下的一种大气现象^[1]。随着经济快速发展和城市建设步伐的加快,灰霾问题已引起国内外学者的广泛关注^[2,3]。近年来,南宁市灰霾发生呈现上升趋势,已严重影响公众感受和居民生活。灰霾的主要成分是细颗粒物和气态污染物^[4],在发生时,空气中聚集的大量细颗粒物可深达人体肺泡并形成沉积,进而进入血液循环,导致心肺功能疾病,诱发鼻炎、支气管炎等呼吸道疾病^[5]。本文按照当前国内所广泛采用的灰霾天气预警标准,结合2010年6月至2011年5月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)的分析结果,探讨南宁市灰霾天气预警方案,旨在为灰霾的防控提供参考。

1 灰霾的识别条件及国内灰霾天气预警标准

1.1 灰霾的判识条件

《霾的观测和预报等级》(QX/T 113-2010)^[6]主要通过2个条件判识灰霾天气:

(1)能见度和湿度:能见度<10km,排除降水、沙尘暴、扬沙、浮尘、烟幕、吹雪、雪暴等天气现象造成的视程障碍。相对湿度小于80%时,判识为霾;相对湿度80%~95%时,按照地面气象观测规范规定的描述或大气成分指标进一步判识。

(2)大气监测:大气成分监测到PM_{2.5}(直径小于2.5μm的气溶胶质量浓度)指标超过75μg/m³,PM₁₀(直径小于10μm的气溶胶质量浓度)指标超过65μg/m³,K_s+K_a(气溶胶散射系数+气溶胶吸收

收稿日期:2013-06-15

修回日期:2013-08-10

作者简介:刘 传(1983-),男,工程师,主要从事环境监测研究。

系数)指标超过 480 Mm^{-1} 时判识为霾。

1.2 国内灰霾天气预警标准

中国气象局发布的《气象灾害预警信号发布与传播办法》^[7]规定,灰霾预警信号分为两级,分别以黄色、橙色表示。霾黄色预警信号的标准是:12h内可能出现能见度小于3km的霾,或者已经出现能见度小于3km的霾且可能持续;霾橙色预警信号的标准是:6h内可能出现能见度小于2km的霾,或者已经出现能见度小于2km的霾且可能持续。

目前,北京、上海、江苏、广东等省市已经建立了灰霾天气预警系统并及时发布预警信息。例如,广东省气象局发布的《广东省灰霾天气预警信号发布细则》^[8],给出了当地灰霾天气预警标准:

(1)当能见度小于或等于3km,并且相对湿度小于或等于80%时,发布灰霾天气黄色预警信号;

(2)当能见度大于3km而小于或等于5km,且相对湿度小于或等于95%时,酌情发布;

(3)当能见度小于或等于3km,并且相对湿度介于80%~95%时,酌情发布;

(4)建有大气成分观测站的台站发布灰霾天气预警信号时可参考表1的指标。

表1 灰霾天气中的一些大气成分参考指标

指标名称	限值(日均值)
黑碳质量浓度(BC)	8.0($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2.5}	65.0($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁	50.0($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
气溶胶光学厚度(AOD)(量纲为1的量)	0.6
臭氧质量浓度(O ₃)	150/h($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
浑浊度(β_s)	600(Mm^{-1})

2 灰霾的气象因素和空气质量因素

2.1 气象因素

2.1.1 能见度

2010年6月至2011年5月,南宁市灰霾日能见度范围在4.7~26km,均值13.0km,其分布范围见图1。可知,能见度小于5km的情况较为少见,大部分都大于5km,且大于15km的情况约占1/3,因此,南宁市灰霾日的能见度范围较大且没有一个合适的集中区域。所以,可以将能见度等于5km定为南宁市灰霾天气预警的阈值,低于5km时可以作为预警的依据之一,高于5km则根据其他因子进行预测。

2.1.2 湿度

2010年6月至2011年5月,南宁市灰霾日日均相对湿度范围在41%~88%,一年内没有出现超

过90%的情况。因此,将相对湿度等于90%定为南宁市灰霾天气预警的阈值,高于90%则不预测为灰霾,低于此值时可以作为灰霾预警的依据之一。

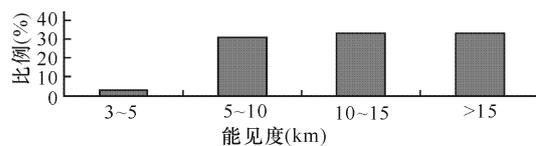


图1 2010年6月至2011年5月南宁市霾日能见度分布

2.1.3 风速

2010年6月至2011年5月,南宁市灰霾日日均风速范围在1.2~3.8m/s,均值2.4m/s。由图2知,南宁市灰霾日的日均风速和非灰霾日日均风速总体差异较为明显。经统计(表2),南宁市日均风速与大气能见度的相关系数是0.403,属于极显著正相关,说明风速越大,能见度越高;日均风速与PM_{2.5}的相关系数是-0.275,属于极显著负相关,说明风速越大,PM_{2.5}浓度越低。因此,风速是影响灰霾污染的重要条件,当出现长时间微风或静风时,发生灰霾的可能性会增大;反之,风速持续较高时,灰霾则不易发生。如果预报显示未来风力长时间小于2级时,灰霾将有可能发生。

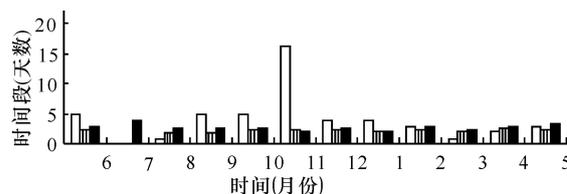


图2 2010年6月至2011年5月霾日和非霾日下南宁市风速均值比较表

□:灰霾天数, ▨:霾日风速, ■:非霾日风速。

表2 南宁市日均风速与大气能见度、PM_{2.5}的相关性

指标	大气能见度	PM _{2.5}
风速	R 0.403	-0.275
	Sig. 0.000	0.000
相关性	极显著正相关	极显著负相关

2.1.4 降水量

由表3知,春、夏、秋、冬四季,南宁市灰霾日的过去24h降水量日均值与非灰霾日的比值分别为0.51、0.33、0.08和0.05。全年灰霾日的过去24h降水量均值(1.0mm)明显低于非灰霾日(4.3mm)。这是由于降水有利于空气中污染物的沉降,降低了空气中各污染物的浓度,从而使能见度增大,降低了灰霾发生的可能。

但是在降水当日,能见度的变化情况则较为复

杂。由表 3 知,春、夏、秋、冬四季,南宁市霾日的当日 24h 降水量日均值与非霾日的比值分别为 0.14、1.2、6.0 和 0.64。在整个时间段,灰霾日的当日 24h 降水量均值(2.5mm)与非霾日(3.8mm)相比差异并不明显。这是由于发生降水时雨滴对视线有阻挡作用,从而能见度降低。因此降水会降低当时的能见度,同时又能沉降污染物,起到净化空气的作用。以上两种因素共同影响,导致降水时能见度既有可能上升,也有可能下降。

表 3 2010 年 6 月至 2011 年 5 月南宁市霾日和非霾日降水量日均值

时间段	过去 24h 降水量			当日 24h 降水量		
	霾日 (mm)	非霾日 (mm)	霾日/非霾日	霾日 (mm)	非霾日 (mm)	霾日/非霾日
春季	0.2	3.7	0.05	0.5	3.7	0.14
夏季	3.6	7.0	0.51	8.3	5.9	1.2
秋季	0.1	0.3	0.33	0.6	0.1	6.0
冬季	0.1	1.2	0.08	0.7	1.1	0.64
整年	1.0	4.3	0.23	2.5	3.8	0.66

因此,降水对灰霾有一定影响,体现在降水结束后空气得到净化,发生灰霾的可能性较小;但是灰霾也有可能出现在发生降水当天。南宁市灰霾日过去 24h 降水量范围在 0~23.6mm,均值 0.8mm。如果预报显示未来一段时间内干旱少雨,可作为灰霾预警的依据之一。

2.1.5 逆温

气温的高低一般不直接影响环境空气质量,而气温在垂直方向的变化对空气质量的影响比较明显。逆温是空气温度随高度增加而增高的大气垂直层结现象,近地面的逆温现象直接影响大气污染物的扩散。造成逆温的原因有多种,其中辐射逆温较为常见。尤其在冬季晴朗无风的天气下,到傍晚日落时,地面强烈地向空中辐射热量,使地面和近地面空气温度迅速下降,而上层空气降温较慢,因此就出现气温上高下低的现象,此时重的空气在下,轻的在上,形成逆温层,大气很难上下交换,处于稳定状态。加之冬季昼短夜长,晚上辐射降温时间长,往往使低空辐射逆温层更多出现。到了白天,由于日照增温不足,使逆温层长时间难以破坏。一般来说,冬季逆温层较强较厚,维持时间较长;夏季则相对偏弱^[9]。如果能预报出未来一段时间内会出现逆温现象,可能将发生灰霾。

2.1.6 大气稳定度

大气是否稳定直接影响大气扩散的强弱。大气越不稳定,其扩散能力越强,污染物在大气中稀释越

快,反之则稀释越慢^[10]。通过观测和计算,如果发现未来一段时间内大气较为稳定,也可作为灰霾预警的依据之一。

2.1.7 气溶胶散射系数和吸收系数

受监测手段影响,我们暂不能掌握南宁市气溶胶散射系数、气溶胶吸收系数等数据,但是文献^[11]已证实该类指标对灰霾污染影响较大。在监控手段不断丰富后,可考虑将该类指标纳入预警技术方案。

2.2 空气质量因素

在环境保护部发布的环境空气质量指数(AQI)日报技术规定(试行)中,除了原有的 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 外,新纳入的 PM_{2.5}、CO 和 O₃,也能比较客观地反映出环境空气质量和首要污染物,将这 6 个因子作为预警因子,选取 AQI>85 作为预警阈值(对应 PM_{2.5}>0.063mg/m³)。此外,考虑到对能见度恶化贡献更大的气溶胶粒子是比 PM_{2.5} 还小的 PM₁(参见文献^[12]),因此,也将其作为灰霾预警因子,限值取 0.050mg/m³。

3 南宁市灰霾天气预警方案

考虑到既要对公众负责,又要保持公信力,灰霾天气预警信号的发布应慎重,以实况出现为主要发布准则。对于公众来说,持续数日的轻度灰霾对健康和心理上的影响要大于短时间的中度灰霾,这与环境空气质量持续数日轻微污染的影响力大于单日的轻度污染相似。在 2010 年 6 月至 2011 年 5 月间的 51 个灰霾日中,部分仅是短时间内出现的能见度下降现象,对公众的实际影响不大;持续时间超过 1d 的灰霾天气共计出现了 12 次,短的有 2~3d,长的达到 10 多天。因此,在环境空气日报(AQI)每小时向社会公布的情况下,灰霾预警应倾向于预报持续的灰霾。南宁市灰霾天气预警方案如下:

(1)实况发布。每小时的 AQI 报告中,增加能见度和相对湿度自动监测数据,并提示是否出现灰霾及其级别。

(2)内部通报。当轻度灰霾出现超过 12h,或中度以上灰霾出现超过 6h,以书面快报形式进行内部通报。

(3)公开预报(黄色预警)。当轻度灰霾出现超过 24h,或中度以上灰霾出现超过 12h 时,按图 3 中的流程执行。

实况应实时发布,内部通报和公开预报均应及时发布。公开预报应通过新闻媒体、短信和路边信息系统等多渠道发布。

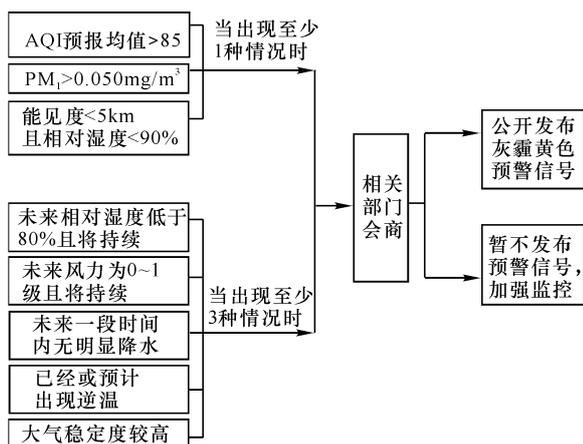


图3 南宁市灰霾天气环境污染预警信号发布流程

4 结论

参考当前国内所广泛采用的灰霾天气预警标准,并根据南宁市实际监测情况,筛选出环境空气中 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 、 O_3 和 PM_1 等污染物^[13,14]和低能见度、低风速、低湿度、少雨、逆温、大气较稳定和气溶胶等气象条件作为灰霾预警的重要依据,选取 $\text{AQI} > 85$ 作为预警阈值(对应 $\text{PM}_{2.5} > 0.063\text{mg}/\text{m}^3$),提出了南宁市灰霾天气预警方案。该方案分为实况发布、内部通报和公开预报(黄色预警)3个层次。其中实况发布,内部通报和公开预报均能及时发布,公开预报还能通过新闻媒体、短信和路边信息系统等多渠道发布。

参考文献:

- [1] 《大气科学辞典》编委会. 大气科学辞典[M]. 北京:气象出版社,1994.
- [2] 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.

- [3] Menons, Genioad, 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.
- [4] 杨卫芬,银燕,魏玉香,等. 霾天气下南京 $\text{PM}_{2.5}$ 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] 金均,吴建,蔡菊珍,等. 杭州市灰霾天气基本特征及成因分析[J]. 环境污染与防治,2010,32(5):61-63.
- [6] 中国气象局. QX/T113-2010 霾的观测和预报等级[S]. 北京:气象出版社,2010.
- [7] 中国气象局. 气象灾害预警信号发布与传播办法[EB/OL]. (2007-06-29). http://www.china.com.cn/policy/txt/2007-06/29/content_8457124.htm.
- [8] 广东省气象局. 广东省灰霾天气预警信号发布细则[EB/OL]. [2013-05-10]. <http://www.zsda.gov.cn/plus/view.php?aid=26496>.
- [9] 王淑云,节江涛,熊险平,等. 城市空气质量与气象条件的关系及空气质量预报系统[J]. 气象科技,2006,34(6):688-692.
- [10] 刘强. 大气污染物扩散中稳定度判定方法概述[J]. 干旱气象,2011,29(3):355-361.
- [11] 侯美伶,王杨君. 济南秋季霾与非霾天气下气溶胶光学性质的观测[J]. 中国环境科学,2011,31(4):546-552.
- [12] 吴兑. 霾与雾的识别和分析资料处理[J]. 环境化学,2008,21(3):327-330.
- [13] 刘传. 南宁市灰霾天气与空气污染物关系分析[J]. 广西科学院学报,2012,28(4):60-62.
- [14] 唐利利,何莉,陈家宝,等. 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[J]. 广西科学院学报,2012,28(4):56-59.

(责任编辑:尹 闯)