

天气形势对哈尔滨市空气质量影响的初步研究^①

袁美英 周秀杰 张桂华 李 铁 潘华盛

(黑龙江省气象中心, 哈尔滨 150030)

提 要

应用 2000~2003 年哈尔滨市三年来空气污染物浓度资料, 研究空气质量与天气形势的关系, 总结出哈尔滨市冬春两季空气污染的主要天气形势特征, 研制了哈尔滨市空气质量天气图客观预报方法。

关键词: 空气污染 天气形势 相似预报

引 言

决定一个城市空气质量由两个方面所决定: 一是污染源的排放及分布状况, 二是大气对污染物的扩散能力^[1~3]。污染源的状况在一定的季节时间范围内、不变地理环境下是相对稳定的, 而大气对污染物扩散能力则变化很大。当气象条件发生变化时, 同一污染源所造成的污染物浓度可相差几十倍乃至几百倍。因此研究城市环境气象条件对污染物的影响, 对保护环境, 改善城市空气质量, 提高人民健康水平有重要意义。

哈尔滨是我国最北的老工业城市, 冬季寒冷, 采暖期从 10 月 15 日开始到来年的 4 月 15 日, 其中 12 月和 1 月是最冷时期, 也是污染最重时期, 冬季烧煤取暖所造成的烟雾排放是最大的污染源。如 2000 到 2001 年度冬季是近 30 年来最冷的一年, 从 2000 年 11 月 13 日到 2001 年 1 月 31 日整整 80 天都处于轻度污染以上, 其中 I_{AP} 污染指数 200 以上(中度污染以上)24 天, 300 以上 3 天, 其它都处于轻污染状态下; 春季有几次较重的污

染; 夏季和秋季几乎没有中度以上污染(见图 1)。其它年度变化曲线类似, 不再赘述。这些较重的污染与气象条件的影响是分不开的。而气象条件的变化一定是有相应天气形势控制。因此本文主要分析冬季和春季哈尔滨市空气污染的天气形势和天气条件。

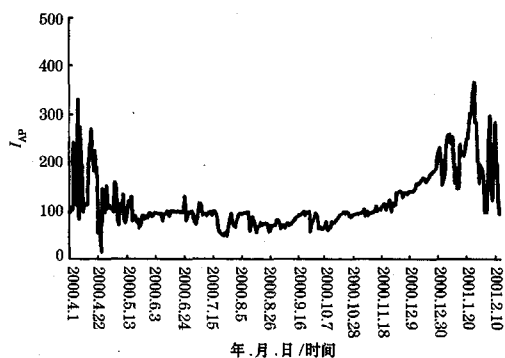


图 1 2000 年 4 月 1 日~2001 年 2 月 12 日 I_{AP} 指数变化曲线

1 污染个例选取标准

1.1 空气污染指数分级及其浓度限值

资料来源是哈尔滨市环境监测站 2000~2003 年三种污染物浓度的监测, 即二氧化

^① 黑龙江省科技厅攻关项目 GBOIC205-01“大气污染变化潜势与空气质量预报方法研究”和哈尔滨市科技局攻关项目 0114211073“哈尔滨市环境空气质量季节变化及预报技术研究”资助

硫 SO₂、二氧化氮 NO₂ 及可吸入颗粒物 PM₁₀ 逐日的监测数据,它们各分指数的分级的浓度限值采用国家标准 GB 3095-1996。

1.2 污染个例选取标准

从2000年1月到2003年2月,提取 I_{AP} 值大于等于200以上的污染个例。冬季大部分时间都为轻度以上污染日(见表1);春季主要以沙尘污染为主要污染。本文重点分析冬季、春季两个季节中等污染以上的天气形势和天气条件。

表1 冬季各月中度以上污染个例次数

	2000年		2001年		2002年		2003年		合计				
	1	2	11	12	1	2	11	12					
个例数	3	1	0	3	20	4	7	8	13	7	12	10	95

2 冬季污染天气形势

通过对2000、2001、2002、2003年11、12、1、2月份中等以上污染个例的分析研究,以哈尔滨所处形势划分出几种天气形势,即高压前部型、弱高压型、南高北低型和弱低压型,见表2。

表2 冬季污染天气形势分型

天气分型	个例数	比率
高压前部	59例	62%
弱高压内	24例	25%
南高北低	6例	6%
弱低压内(或低压倒槽)	6例	6%

2.1 高压前部型

这种天气形势冬季出现最多,占污染个例的62%,可以用2001年1月份平均海平面气压场形势表明(见图2)。由图2可见在贝加尔湖及蒙古国受高压控制,阿留申群岛

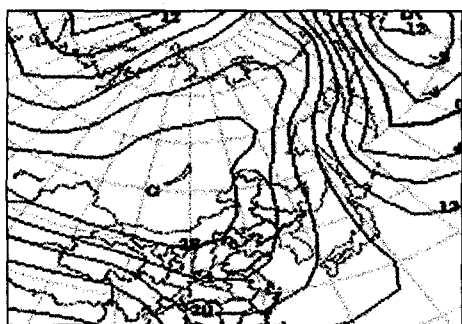


图2 2001年1月平均海平面气压场形势

为低压控制,哈尔滨市处于高压前部。这种形势往往在哈尔滨中下层有下沉气流,500~925hPa有暖平流或暖脊,有明显的逆温出现,形势稳定不利大气扩散,造成较严重污染。这种污染一般出现在02时以后至清晨。

2.2 弱高压内型

这种形势占有所有中等以上污染个例的25%,其海平面气压形势为在贝加尔湖和蒙古国有较大范围高压控制区,哈尔滨市有一个闭合高压(见图3)。如果高空有弱暖平流或弱暖脊,高压的中下层往往有下沉气流,产生逆温,不利于污染物的扩散,造成较重的污染。

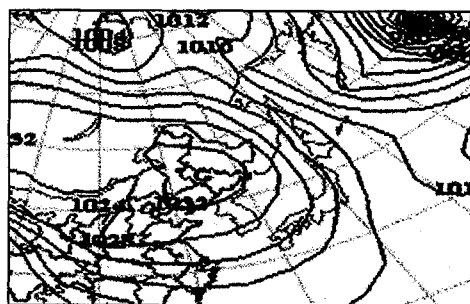


图3 2001年1月23日20时海平面气压场形势

2.3 南高北低型

高压位于40°N、110~125°E华北区,哈尔滨市处在高压的北部或东北部,在勘察加半岛为低压区。从形势上有些特征相似图2(图略),风小,形势稳定不利扩散。

2.4 弱低压(或低压倒槽)型

在勘察加半岛东部有一个较强的低压,低压槽伸向黑龙江,在它西北部有一强高压维持(图略)。在这种低压槽的控制中,在500hPa为西北或偏西气流,850hPa为暖平流或弱温度脊,哈尔滨周围会产生较重的污染。

2.5 造成污染的高空天气形势

500hPa高空一般是在西北气流控制下(个别是在偏西气流控制下)。850hPa一般是前一股冷空气刚过,弱温度脊移近时,容易造成较重的污染。这时空气逆温较重。一方面冷空气刚要移出时天气最冷,燃煤量增加,

污染源增强,空气污染物浓度加大;另一方面冷空气刚过,高空有弱的暖平流移近时,空中暖,而地面往往是高压控制,夜间降温快,地面冷,形成逆温,尤其在早晨逆温较强,污染物不宜扩散,形成中度以上污染。

3 下沉气流和逆温对污染的影响

3.1 下沉气流对污染的影响

下沉气流导致大气层结稳定使污染物不利扩散。分析2002年11月到2003年3月中度以上污染日的08时和20时两个时刻的垂直速度。在哈尔滨市冬季污染较严重时段是入夜到早晨这段时间。2003年共有29天达到中度以上污染日,其中有16天,在前一天20时700和850hPa都有下沉气流。2003年重污染的两天中,前一天20时的700和850hPa垂直速度都有下沉气流,数值可达到 $5 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,有时可达到 $15 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上,08时也一直维持下沉气流。

3.2 逆温对污染的影响

通过计算2000~2003年08时地面到925hPa和地面到850hPa温度差值,取温度差为负值即逆温日,结果见表3。由表3可以看到三年中地面~850hPa1月和12月逆温天数最多,为57%和54%;其次是2月为38%,最后是11月为27%。三年中2001年逆温最重,1月份地面~850hPa有26天逆温,地面~925hPa有29天。几乎天天有逆温。2000年11月至2001年2月整个冬季是近30年来最冷的一年。从三年来的1月份的情况看,2003年逆温天数最少,这可能与2003年1月平均气温偏高有关。分析2003年中度以上污染日与逆温的关系可以看出,在29天中度以上污染中地面~850hPa有18天逆温,在地面~925hPa有25天逆温,较重污染大多对应逆温层较深厚。

从以上分析可以得出结论,污染与逆温关系密切,有逆温不利于污染物扩散,易造成较强污染。另外从冬季平均气温看,温度偏低的年份逆温严重,因此污染也严重。

表3 2000年到2003年冬季中低层逆温天数

年份	层次	1月	2月	11月	12月
2000	地面~850hPa	26	15	7	20
	地面~925hPa	29	26	13	24
2001	地面~850hPa	27	14	7	13
	地面~925hPa	29	19	16	23
2002	地面~850hPa	21	11	10	17
	地面~925hPa	24	18	10	20
2003	地面~850hPa	17	13		
	地面~925hPa	21	21		
百分率	地面~850hPa	57%	38%	27%	54%
百分率	地面~925hPa	83%	47%	65%	72%

4 春季中等以上污染天气形势

通过三年(2000、2001、2002年)春季污染天气的总结主要有两种类型,一是沙尘天气造成的污染,另外是春季其它类型。

4.1 高低压同时发展

沙尘天气主要有两种类型:一是高低气压场同时发展,高压在贝加尔湖附近,低压在黑龙江省西部,高低压之间气压梯度大,北风强,一般高压在1024~1036hPa,低压在1000~1004hPa,高低之间有6~8根等值线(等值线间隔40gpm)。典型个例为2000年4月4日、7日、9日(图略)。

4.2 强低压发展

蒙古低压位置偏北,中心在50°N附近,在向黑龙江省东移的过程中强烈发展,低压底部的偏西风速很大,把蒙古国的沙尘经偏西风和低压东南部的西南风输送到我省,造成比较重的污染,当冷锋过后逐渐好转。典型个例2001年4月7日、8日。低压中心强度在988~992hPa(图略)。

4.3 春季其它类型——鞍形场均值区和弱低压内

2000年4月16、17、18日和2001年4月9日、10日,地面静风或风速很小,弱低压内有时是强低压发展减弱后的形势,空中污染还没有完全散去,仍有残留在空中(图略)。

5 天气图分型客观预报简介

为了让计算机自动客观地进行污染指数

的运算,我们设计了天气图客观预报系统。选取欧洲中期天气预报中心地面气压、500hPa 高度场、850hPa 温度场资料,在 30~65°N、105~150°E 有效范围内,用欧洲中心 24、48 小时的预报场与 2000~2003 年的资料前后半个月或几天(根据季节不同天数不一样)内找相似,通过最小距离法,找出最相似的一天作为这一天的预报值。每天上午进行计算,计算出未来 12、24 小时内各项污染浓度和污染指数等级。系统主要完成污染指数计算、预报要素、污染浓度预报等级等项的显示及查询功能。

6 检验结果

从 2002 年 11 月 1 日开始试运行到 2003 年 3 月 31 日共 151 天, I_{AP} 指数预报值与监测值之间的相关系数为 0.75,远远超过 0.001 的信度检验。 I_{AP} 指数预报值与监测值随时间变化曲线见图 4,两条曲线的变化关系比较一致,其 I_{AP} 预报准确率为 0.884,空报率为 0.075,漏报率为 0.041。

7 结论

黑龙江省污染严重季节主要在冬季,冬季最主要的污染源是采暖期供热燃煤烟雾,冷冬污染重,暖冬污染轻。冬季当处于高压

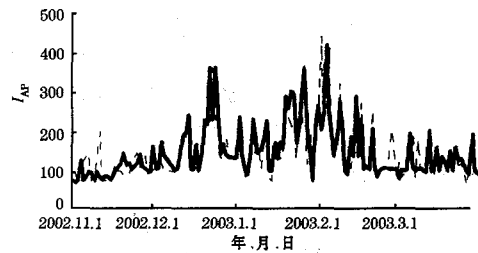


图 4 I_{AP} 指数预报(实线)与监测值(虚线)随时间的变化曲线

前部或弱高压中时,若高空为西北气流或偏西气流,850hPa 有弱暖平流或弱暖脊时容易造成污染,这是冬季污染的主要天气形势,占污染总数的大部分。春季污染的主要天气形势是大风引起的浮尘或沙尘天气的污染。另外应掌握在季节转换时注意污染源变化,根据预报经验,在隆冬时期可在预报值基础上加上向上浮动值;其它季节,在预报重污染时减去下浮动值。

参考文献

- 1 徐大海,朱蓉. 大气平流扩散的箱格预报模型与污染潜势指数预报. 应用气象学报, 2000, 11(1): 1~12.
- 2 朱蓉,徐大海,孙明华. CAPPS 预报方法研究. 气象, 2001, 27(6): 10~16.
- 3 刘小红,洪钟祥等. 北京地区严重大气污染的气象和化学因子. 气候与环境研究, 1999, 4(3): 231~236.

Effect of Synoptic Situation change on Harbin Air Quality

Yuan Meiyong Zhou Xiujie

Zhang Guihua Li Tie Pan Huasheng

(Heilongjiang Meteorological center, Harbin 150030)

Abstract

Based on observations, an analysis of the relationship between air quality and synoptic situation in Harbin city for three years is made. The air pollution synoptic characteristics of winter and spring are obtained. The Harbin air quality synoptic objective forecast method is developed.

Key Words: air pollution synoptic situation analogue forecast