

2003 年冬季空气质量趋势预测方法

吴振玲 谢以扬 周 惠 朱玉强

(天津市气象局, 300074)

提 要

使用短期气候趋势预报原理与短期空气质量预报相结合的方法,根据 1~7 月的气候特征(背景)、天气形势以及各种相关气象要素统计分析,对冬季采暖期空气质量进行综合预报。利用上述方法对 2003 年度(2003.11~2004.3)冬季采暖期空气质量进行了试预测。即:在 2003 年冬季气候预测的基础上,通过统计分析 2003 冬季相似年份的天气形势、污染气象条件,确定污染潜势和气象参数。并运用现业务使用的污染物浓度预报方程,计算冬季各月的逐日空气污染物(SO_2 、 NO_2 、 PM_{10})的浓度。最后综合 2003 年冬季气候特征预测和日空气质量计算结果,做出冬季空气污染趋势预报。

关键词: 相似年 污染气象条件 污染趋势预报

引 言

利用数值预报产品对未来 24 小时内空气质量进行统计预报和模式预报的方法是天津目前空气污染预报的主要手段。由于其预报时效较短,所以无法在冬季空气质量趋势预测中发挥作用。

为了增加空气污染预测的有效时间,开发了这种新的预测方法,并尝试着对 2003 年冬季采暖期的空气质量进行预测。这种方法不仅借鉴了传统的短期天气气候预测方法和经验,而且还充分地发挥了目前短期空气质量统计预报方法的作用。首先根据近 30 年市区气象观测站的气象资料,对 2003 年前期 1~7 月的环流特点、气候特征、气候异常点、海温变化以及地面气象要素等相关因子进行统计分析,确定出与 2003~2004 年度冬季(2003 年 11 月至 2004 年 3 月)气候最为相似的年份。其次,根据相似年冬季的逐日地面天气形势和日气象要素的统计分析,确定当年的日污染气象条件。最后,根据现使用的污染物浓度统计预报方程计算 SO_2 、 NO_2 、

PM_{10} 的平均浓度,并确定日空气质量等级。结合短期气候预报经验和月空气污染变化趋势进行综合分析,做出冬季采暖期的污染趋势预报。

1 冬季气候背景的分析预测

采用短期天气趋势预测的原理和方法,根据近 30 年市区气象观测站的气象资料进行 2003 年冬季天气趋势预测。这里选用了相关性较好的 11 个高空环流因子和 2 个地面气象因子进行相关分析。

1.1 地面气象资料的相关分析

统计分析 2003 年 1~7 月份的月平均气温和月降水量的发展趋势(见图 1),并与历

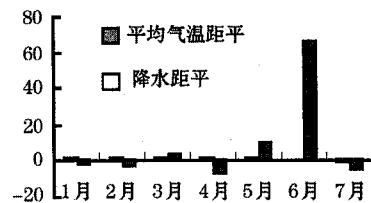


图 1 2003 年 1~7 月的月平均气温($^{\circ}\text{C}$)、月平均降水量(mm)与历史平均值比较

史气候资料做相关分析,满足既定条件的就确定为单因子相似年。

1.2 高空资料的相关分析

计算2003年上半年的副热带高压面积、强度、西伸脊点、脊线位置、北界、极涡面积、强度、东亚槽的位置、强度、印缅槽、南方涛动11个高空环流指数,与历史上各年同期的环流指数相比较,相同的高空环流指数达到5个以上的年份即可确定为环流相似年。

1.3 确定2003年的气候相似年

综合地面资料相似和高空环流相似的分析,确定出与2003年相关性最好的4个气候相似年,分别为1995年、1998年、1992年和1994年。根据相似年冬季各月气候均值和以往的气候预测经验,做出2003~2004年度采暖期各月的短期气候趋势预测。

表1 2003~2004冬半年气候预测

	平均气温/℃	降水量/mm	相对湿度/%	平均风速/m·s ⁻¹	大风/d
2003年11月	6.5	15.0	62	1.7	1
2003年12月	0.0	1.5	51	1.5	1
2004年01月	-3.0	2.5	55	2.0	1
2004年02月	0.8	6.0	60	2.0	2
2004年03月	6.5	4.0	45	2.0	2

2 2003年冬季污染气象条件的预测

在周围污染源不变的条件下,大气运动和气象条件对空气污染物在近地面层空气中的积累和扩散起着决定性作用。所以只有确定了空气污染条件,才能准确判断空气污染的发展趋势。

2.1 资料选取

表2 4个相似年污染气象条件统计

	天气形势(总日数)					气象要素(平均值)						
	AP	L	WH	H	SH	T/℃	R/mm	RH/%	V/m·s ⁻¹	W/d	F/d	S/d
11月	3	41	54	18	7	6.4	10.3	60.8	1.6	0.8	3.3	0
12月	6	35	59	21	3	0.2	1.1	59.2	1.4	0.3	5	0.2
1月	0	36	58	29	0	-1.9	1.3	49.5	1.7	1.3	2.5	0.2
2月	3	31	61	14	3	1.9	0.4	45.5	1.8	4.3	0.3	0.4
3月	3	53	59	8	1	6.9	2.0	50.0	2.0	2.0	0.0	1.2

T:平均气温,R:降水量,RH:相对湿度,V:平均风速,W:大风日,F:大雾日,S:沙尘天气^[5]

3 2003年冬季空气污染趋势预测

目前空气质量评判标准是以近地面空气中的SO₂、NO₂、PM10的浓度大小来划分,所以只要计算出污染物的日平均浓度预报值,就可以确定日空气质量等级,所有超出2级

气候相似年确立后,假定相似年冬季和2003年冬季具有相同的污染潜势,即有相同的污染气象条件。根据现在业务使用的污染潜势条件和气象因子判据,分别统计分析1995年、1998年、1992年和1994年采暖季的逐日地面天气形势和气象要素。上述资料包括,采暖季每日02时、08时、14时、20时4次定时的地面天气形势分析及气温、风向、风速、24小时变压、低云量、总云量850和925hPa高度场的温度。

2.2 污染气象条件预测方法

(1)地面天气形势的划分。我们把地面天气形势暂时分成了5种类型:均压(AP)、弱高压(WH)、低压(L)、高压(H)、强高压(SH),用他们来表征不同的天气背景。

(2)Pasquill稳定度计算及级别判定。根据每日4次定时的气象资料计算定时的Pasquill稳定度,以便准确地描述大气扩散运动。A、B、C、D、E、F6个级别表征了大气稀释扩散能力由强到弱的变化。

(3)污染气象条件预测结果。借鉴短期气候预测方法,认为上述所统计分析的4个相似年的逐日气象要素值、地面天气形势、稳定度等气象条件就是2003~2004年冬季有可能出现的气象条件。因此,可以得到对应每日4次定时观测时刻的污染气象条件。这里只给出4个相似年中月污染气象条件综合统计结果(见表2)。其中天气形势为4年累加值,气象要素为4年平均值。

良好标准的即判定为污染日。

3.1 计算方法

使用短期空气质量统计预报方程计算各个相似年冬季的逐日污染物平均浓度。通过下列方程:

$Y(\text{SO}_2) = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_3$
 $Y(\text{NO}_x) = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3$
 和经验公式:

$$Y(\text{NO}_2) = 2 \times Y(\text{NO}_x)/3$$

$$Y(\text{TSP}) = 2.5 \times Y(\text{SO}_2)$$

$$Y(\text{PM}_{10}) = 0.575 \times Y(\text{TSP})$$

计算每日4次定时的SO₂、NO₂、PM₁₀的浓度。4时次浓度的平均值就是每日的污染物浓度值。方程中,A₀,A₁,A₂,A₃,和B₀,B₁,B₂,B₃为系数,且不同天气形势下它们的值不同。X₁是某种天气类型下对应的污染物浓度统计值;X₂是某种Pasquill稳定度扩散级别所对应的污染物浓度统计值;X₃是定时风速观测值。其中X₁、X₂的值是2001~2002年度以前冬季采暖季的统计值。

由于每日空气质量监测时段为12时到12时,所以日污染物浓度预报平均值的时段对应为14时到14时,即:

$$\hat{Y} = (Y_{(14)} + Y_{(20)} + Y_{(08)} + Y_{(02)})/4$$

3.2 对逐日平均浓度预报值 \hat{Y} 进行订正

近两年污染源减少了,污染减轻了。因而2001~2002年度前采暖季污染物浓度统计值相对偏高,由于污染物浓度是在假定污染源不变的条件下计算的,所以需要减少变化的污染源对计算的影响。即利用去年冬季的空气质量实况监测和预报差值进行订正。

用相同计算方法,对过去的2002~2003年度冬季进行逐日的SO₂、NO₂、PM₁₀平均浓度预报。然后统计同期的污染物浓度监测实况值。最后,利用浓度预报值 \hat{Y} 和浓度监测值Y,求出月平均误差 ΔY 。

$$\Delta Y = \sum (\hat{Y} - Y)/n \quad (n \text{ 为每月总天数})$$

最后,利用 $Y = \hat{Y} - \Delta Y$ 对相似年冬季的逐日污染物浓度预报值进行订正。

3.3 2003~2004年度采暖季空气质量趋势预报

根据上述逐日污染浓度预报结果,划分污染物级别。其中任何一项污染物达到3级及以上的标准,就记为一个污染日。由此得到了4个气候相似年中采暖季的每日空气质量趋势预报,相应可以确定相似年中各月的

总污染日数及污染趋势预报。

分析相似年中各月的污染趋势预报结果,可以看出4个相似年中,相同月份的空气污染趋势预报有一定的规律。NO₂均没有出现3级以上的污染趋势;SO₂在2、3月份里,污染趋势预报的超标率有比较明显的差异,基本为两年高两年低,污染趋势预测出现偏多和偏少不同的结论,其它月份污染日数比较相近;PM₁₀除1月份以外,污染预报的趋势同样出现了偏多和偏少不同的结论。这里又一次的采用了短期气候趋势预测的方法和经验,认为在气候相似的不同年份中,天气背景仍然存在着一定的差异,气象要素的变化也会出现差异,使得在具有同一气候特征的不同相似年中的空气污染气象条件和空气质量有可能出现不同的结果。

综合考虑多年空气污染监测资料的统计分析 and 短期气候预报特点,把4个相似年的各月空气污染预报日数的平均值作为2003年冬季各月空气污染趋势预测的基数。在这个基数上,再进行进一步的订正。通过多次客观分析和订正,最终结果为2003~2004年度空气污染预测趋势(表3)。

表3 2003年11月~2004年3月
空气污染趋势预报

	SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		总污染日
	污染/d	超标率/%	污染/d	超标率/%	污染/d	超标率/%	
11月	6	20.0	0	0	12	40.0	12
12月	7	22.6	0	0	14	45.2	14
1月	12	38.7	0	0	12	38.7	12
2月	11	37.9	0	0	12	41.4	12
3月	2	6.5	0	0	12	38.7	12
合计	38	-	0	-	62	-	62

4 2003~2004年冬季空气质量趋势预报结果检验

4.1 2003~2004年冬季气候统计

根据气象资料实况,对2003年11月到2004年3月间的气候趋势预测进行检验,除了个别月份,基本上各月气候预报趋势比较准确(见图2)。

4.2 2003年~2004年冬季空气污染预报检验

根据空气质量实况显示,2003年11月

和12月的污染日数预报和实况相当吻合,而2004年1月、2月、3月的空气污染预报与实况有比较明显的误差,但是污染日数从1月开始下降的趋势预报得还是比较准确(见图3)。

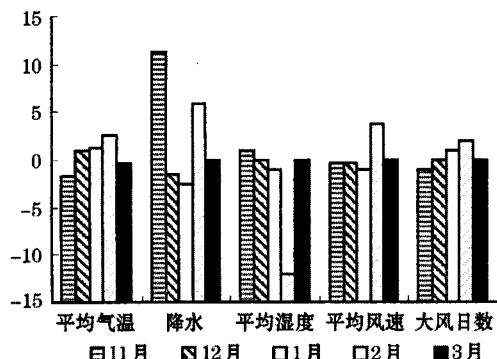


图2 2003~2004年采暖期气候预测值与实况值比较

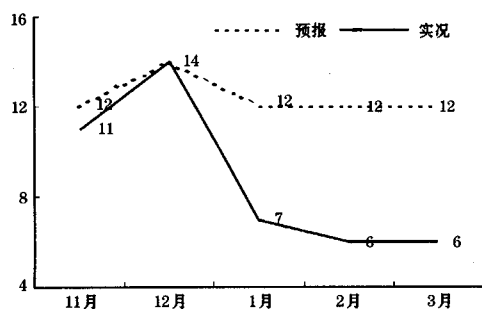


图3 污染日数对比

5 小结

从预报结果检验中可以看出,利用这种方法进行空气质量预测存在着一定的误差,且误差随预报时间增加而增加。预报误差的产生可能主要与短期气候预测方法有关。首先,在利用2003年冬季相似年来进行冬季污染气象条件的确定时,我们忽略了一点,相似年中的各个月份未必都相似。而我们却主观地认为采暖期内各个月份是相似的。其次,在短期气候预测过程中,我们确定的是2003年冬季的相似年,那么延续到2004年1~3月,可能也会产生误差。

改进的主要途径是:(1)改进短期气候预测方法,通过确定相似月的方法来确定污染气象条件,尽量减少误差。(2)改进短期空气污染统计预报方程,提高预报准确性。

参考文献

- 1 蒋纬楣,曹文俊,姜瑞宾. 空气污染气象学教程. 北京:气象出版社,1993:584.
- 2 轩春怡,高燕虎,李慧君. 北京市冬季采暖气候条件分析. 气象科技,2003,31(6):373~375.
- 3 李青春,谢璞,吴正华. 北京地区沙尘天气的气候特征分析. 气象科技,2003,31(6):328~333.
- 4 周鸣盛. 华北干旱研究进展. 北京:气象出版社,1999:93~96.
- 5 刘爱霞,周慧. 天津市火灾发生趋势及长期预测研究. 减灾论谈. 1999,14(增):1020~1026.

The Trend forecast Method of Air Quality in Winter 2003

Wu Zhenling Xie Yiyang Zhou Hui Zhu Yuqiang

(Tianjing Meteorological Office, 300074)

Abstract

The trend forecast of air quality of winter is made based on the climatic character and the weather background and elements from January to July. Combined with both methods of the short-term climatic forecast and the statistical analysis of the weather elements and the air quality forecast, the tendency of air pollution during the winter from November in 2003 to March in 2004 was attempted. That is, at first, the pollution potential and the meteorological parameter is established with the statistic and analytical result of the ground weather background and pollution-weather conditions in analogical years matching the heating season of 2003 on the basis of the climate prediction of the winter. Then, the day-by-day consistency of aerial pollutant is calculated by the forecast equation of aerial pollutant consistency. Finally, the air-pollution trend prediction of heating days is acquired after generally analyzing the results of climate forecast in 2003 winter and daily air quality.

Key Words: analogical year air quality trend forecast