

黑龙江省沙尘天气发生的气候背景和预报方法

张桂华¹ 高煜中¹ 陈 莉² 袁美英³ 潘华盛¹

(1 黑龙江省气象局气象中心, 哈尔滨 150030; 2 哈尔滨市气象局, 哈尔滨 150080;
3 黑龙江省人工降雨中心, 哈尔滨 150030)

摘要 对 2000~2003 年黑龙江省较典型的 7 次沙尘天气过程进行气候条件和地面天气形势分析, 并对沙尘天气影响下哈尔滨地区的空气污染状况特别是颗粒物污染进行了分析。结果表明: 持续少雨、高温、春季大风是发生沙尘天气的气候条件; 沙尘天气发生时, 中等以上污染的地面天气形势有高低压同时发展、强低压发展、春季其它类型鞍形场均值区和弱低压内 3 种类型; 在沙尘天气影响下, 哈尔滨地区的颗粒污染物浓度迅速上升, 形成中、重度污染。建立了未来 24 h 发生沙尘天气的高空及地面预报模型。

关键词 污染 沙尘天气 气候条件 天气形势 预报模型

引言

我国北方地区自 20 世纪 80 年代中后期以来持续偏暖, 特别是 1997 年以来, 年平均温度持续偏高, 最近几年北方沙尘暴天气频繁出现, 引起全社会和政府部门的关注^[1]。近 3 年黑龙江省南部、尤其是西南部地区的沙尘日数明显增多, 本文对近年来几次较大的沙尘天气加以分析总结, 构建沙尘天气预报模型, 为黑龙江省沙尘预报提供较为模式化的思路。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。颗粒污染物是困扰我国北方大部分城市的主要大气环境问题^[2], 原因有 3 个方面: 一是能源结构以燃煤为主, 大量的粉尘颗粒物被排放到大气中; 二是我国北方大部分地区处于干旱和半干旱区, 风沙天气发生频率高, 是造成颗粒污染物的最大的流动污染源; 三是春季多大风天气。有关沙尘对污染物浓度影响的研究在黑龙江省尚属首次, 但就全国范围内, 有很多地区已经开始了这方面的研究^[3]。

1 沙尘天气划分标准及资料选取

沙尘天气按强度可分为浮尘、扬沙、沙尘暴、强

沙尘暴 4 类具体标准见表 1。

表 1 沙尘天气划分标准

	浮尘	扬沙	沙尘暴	强沙尘暴
水平能见度	<10 km	1~10 km	<1 km	<500 m
天气现象	尘土、细沙均匀地浮游在空中	风将地面尘沙吹起, 使空气相当混浊	强风将地面尘沙吹起, 使空气很混浊	大风将地面尘沙吹起, 使空气非常混浊

本文所选的个例是 2000~2003 年在黑龙江省影响区域较大、破坏力较大(大于等于 3 个站)的 7 次沙尘天气: 2000 年 4 月 7、9、19 日, 2000 年 4 月 16~18 日, 2001 年 4 月 7 日, 2002 年 3 月 20、21 日, 2002 年 4 月 7、8 日, 2003 年 2 月 28 日, 2003 年 4 月 15、16 日。

2 空气质量等级划分

空气污染指数(API)的分级及其浓度限值资料来源于哈尔滨市环境监测站 2001~2003 年 3 种污染物浓度的监测, 即 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 逐日的监测数据, 其分级浓度限值采用国家标准 GB3095-1996 (表 2)^[4]。

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

作者简介: 张桂华, 女, 1972 年生, 工程师, 从事天气气候研究工作, Email: zgghym2005@yahoo.com.cn

收稿日期: 2004 年 2 月 25 日; 定稿日期: 2004 年 10 月 4 日

表 2 各污染物浓度等级

API	PM10/(mg·m ⁻³)	SO ₂ /(mg·m ⁻³)	NO ₂ /(mg·m ⁻³)
500	0.600	2.620	0.940
400	0.500	2.100	0.750
300	0.420	1.600	0.565
200	0.250	0.700	0.240
100	0.150	0.150	0.120
50	0.050	0.050	0.080

API 的范围从 0 到 500,相应的空气质量级别及对人体健康的影响见表 3。

表 3 与 API 相应的空气质量级别及对人体健康的影响

API	空气质量级别	空气质量描述	对健康的影响
0~50	I	优	可正常活动
51~100	II	良	可正常活动
101~200	III	轻度污染	长期接触,易感人群症状有轻度加重,健康人群出现刺激症状
201~300	IV	中度污染	一定时间接触后,心脏病和肺病患者症状显著加剧,运动耐力显著降低,健康人群中普遍出现症状
大于 300	V	重度污染	健康人症状明显强烈,降低运动耐力,提前出现某些疾病

3 沙尘天气影响颗粒污染物浓度的变化

扬沙或浮尘天气过程,对空气污染有很大的影响。以 2002 年 3 月 20、21 日沙尘天气为例,图 1 给出此次沙尘天气及其前 10 天至后 10 天哈尔滨市污染物浓度和 API 变化曲线。从图 1a 可以看出:沙尘期间风较大,有利于 SO₂、NO₂ 的扩散,浓度明显降低,但是颗粒污染物浓度却明显升高(2002 年 3 月 21 日 PM10 的浓度为 0.889,而 2002 年 3 月 10 日至 31 日的平均值为 0.196,沙尘期间 PM10 浓度为平均值的 4.5 倍)。从图 1b 可以看出 2002 年 3 月 21、22 日 API 值为 500(重污染日),主要是 PM10 值很大的缘故(从图 1a 曲线变化上看 SO₂、NO₂ 浓度较低),这表明大风沙尘天气是影响春季颗粒污染物浓度日际变化的主要因素之一。图 2 给出 7 个沙尘天气个例 PM10 观测值最大日及其前 10 天至后 10 天哈尔滨市 PM10 浓度变化曲线。

从图 1c 我们可以看出:有 5 个沙尘天气个例颗粒污染物的浓度明显加大,2 个浓度增大不明显,表明有沙尘天气出现时,哈尔滨一般会出现重污染天气。

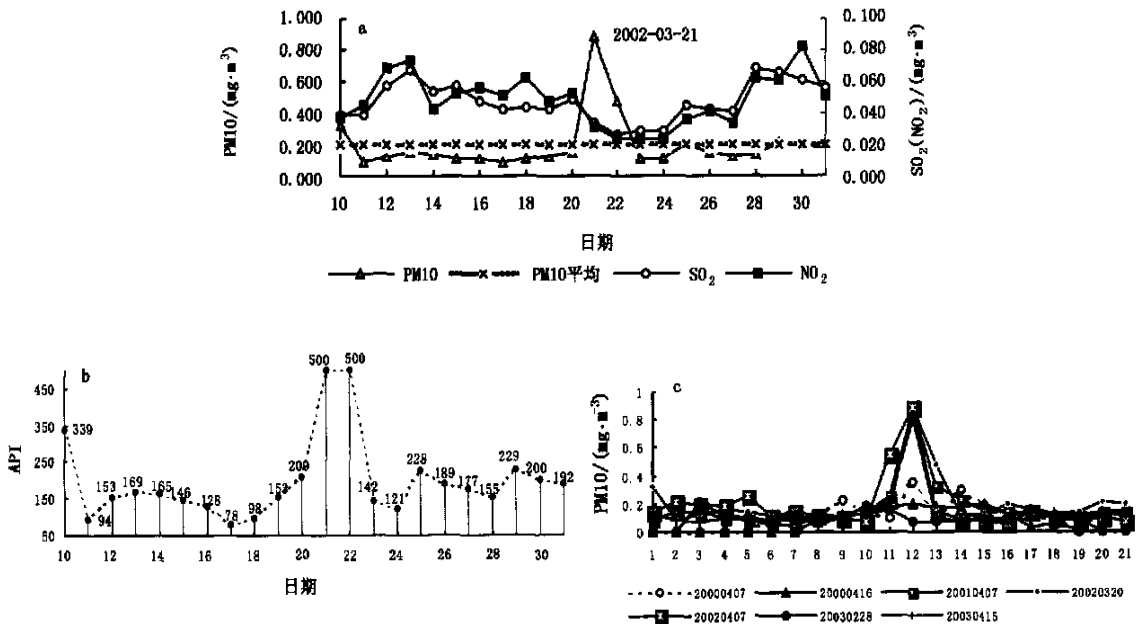


图 1 哈尔滨市 2002 年 3 月 20、21 日污染物浓度(a)及 API 变化(b)以及 7 个沙尘天气个例 PM10 浓度变化(c) (图 1c 横坐标为 PM10 观测值最大日及其前、后各 10 天的序号)

4 沙尘天气发生时中等以上污染的地面天气形势

4.1 高低压同时发展

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,一般高压为 1024 ~ 1036 hPa,低压为 1000 ~ 1004 hPa,高低压之间有 6 ~ 8 根等值线(每隔 4 dagpm 为一根等值线)。典型个例为 2000 年 4 月 7 ~ 9 日,见图 2a。

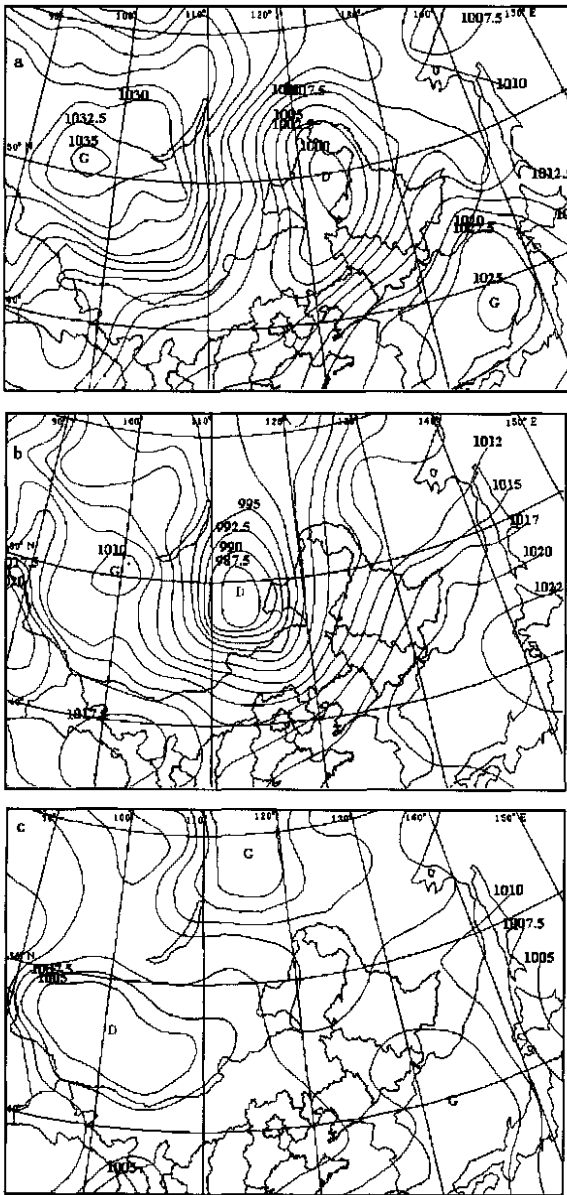


图2 2000年4月8日20:00(a) 2001年4月6日20:00(b)、
2000年4月16日20:00(c)欧洲中期天气预报中心
格点海平面气压场

4.2 强低压发展

蒙古低压偏北些,中心在 50° N 的蒙古低压在东移过程中强烈发展,低压底部的偏西风很大,蒙古国的沙尘经偏西风和低压东南部的西南风输送到黑龙江省,造成比较重的污染。当冷锋过后逐渐好转。典型个例为 2001 年 4 月 7、8 日。低压中心强度在 988 ~ 992 hPa,见图 2b。

4.3 春季其它类型鞍形场均值区和弱低压内

在这种气压场的形势下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,典型个例为 2000 年 4 月 16 ~ 18 日和 2001 年 4 月 9、10 日,见图 2c。

5 黑龙江省沙尘天气发生的气候条件及预报模型

5.1 沙尘天气发生的气候条件分析

持续少雨,我国北方大部分地区处于干旱和半干旱区;全球气候变暖,近几年我国北方地区气温异常偏高,由于持续高温少雨,植被差,土壤含水率低,随着入春后气温迅速回升,土壤解冻,土质干燥疏松,为沙尘天气的形成提供了条件;3、4月是大风天气频繁发生的时段,大风是沙尘天气形成的动力条件;西南部松嫩平原位于大兴安岭东部,多西南或偏西大风,风向的上游植被差,为沙源地。

5.2 沙尘天气的强度及区域预报^[5]

黑龙江省沙尘有两个来源:外来沙尘与本地沙尘。外来沙尘是我国西部及蒙古国几大沙尘源地有沙尘随着低压进入,沙尘天气一般较强;本地沙尘则是黑龙江省前期降水少,地面较干,本地沙尘被西南大风吹起,形成扬沙、沙尘天气。在沙尘预报中首先需要注意的是低压进入黑龙江省前的天气实况和低空急流:若前期低压南部有大片区域出现沙尘暴或扬沙,有低空急流或低空风速较大,则黑龙江省除扬沙外,西部地区个别站点可能出现沙尘暴;若低压前期没有明显的扬沙或沙尘暴,只考虑黑龙江省本地沙尘颗粒的影响,将出现以扬沙为主的天气。另外,出现沙尘的区域与低压中心的纬度有关,低压在 48° N 左右进入黑龙江省,则扬沙或沙尘天气将主要出现在松嫩平原;当低压偏南时,影响区域相对较小,当低压偏北时,影响区域相对较大。

5.3 沙尘天气预报模型

根据沙尘天气发生的气候条件及 700 hPa 和地面气压场的特征,建立了黑龙江省沙尘天气预报模

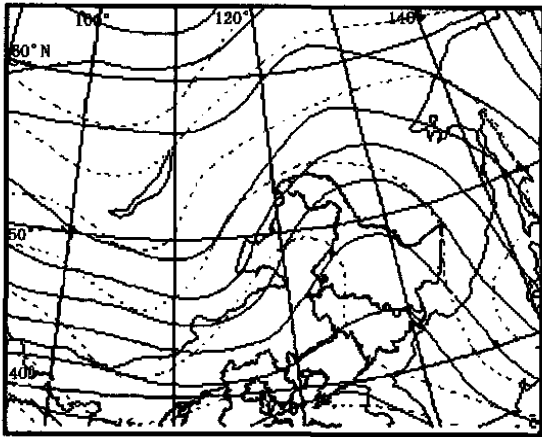


图3 700 hPa 高空模型
(实线为等高线,虚线为等温线)

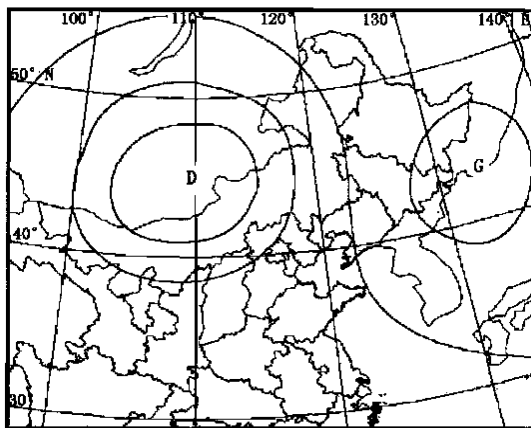


图4 地面模型
(实线为地面等压线)

型(图3.4),主要用于未来24 h 沙尘天气预报,具体发生区域需要由低压进入黑龙江省的位置而定。

6 结论

黑龙江省的沙尘天气预报着眼点如下:①贝加尔湖西部有冷空气南下,贝加尔湖至黑龙江省西部为暖脊控制,暖脊较强,在贝加尔湖南部或东南部有蒙古低压强烈发展东移时进入黑龙江省时,极有可能携带大量的沙尘,未来24 h 黑龙江省低压暖区内能出现浮尘或扬沙天气;②当低压前期未携带沙尘但黑龙江省前期降水较少,地面较干时,也要考虑黑龙江省低压暖区,西南大风将本地沙尘颗粒吹起,产生扬沙天气;③注意低压进入黑龙江省的纬度,并适当调整预报区域;④大风沙尘天气是影响春季颗粒物浓度日际变化的主要因素。

参考文献

- 1 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
- 2 刘小红,洪钟祥,李家伦,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
- 3 徐晓峰,张小玲,李青春.北京地区一次强沙尘天气过程的气象因子及空气污染状况分析.气象科技,2003,31(6):321-327
- 4 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
- 5 杨民,李文莉,尚景文.4.18强沙尘暴、浮沉天气成因分析.北京:气象出版社,2000

Climatic Conditions for Sandstorm Occurrence and Resulting Air Pollution over Heilongjiang Province

Zhang Guihua¹ Gao Yuzhong¹ Chen Li² Yuan Meiyong³ Pan Huasheng¹

(1 Heilongjiang Provincial Meteorological Center, Harbin 150030; 2 Harbin Municipal Meteorological Bureau, Harbin 150080;

3 Heilongjiang Weather Modification Center, Harbin 150030)

Abstract: The climatic conditions and weather patterns of seven typical sandstorms from 2000 to 2003 over Heilongjiang Province, as well as the resulting air pollution, especially particle pollutants, were analyzed. It was concluded that the climatic conditions for sandstorm occurrence include high temperature, strong winds in spring and persistent rainless periods; there are four kinds of weather patterns favorable to the occurrence of air pollution during sandstorm weather. Furthermore, the conditions of air pollution, especially the particle pollution in Harbin were analyzed. Under the effect of sandstorm weather, the particulate concentration increases rapidly, and as a result, the medium to serious air pollution events occur in Harbin.

Key words: air pollution, sandstorm, climatic condition, weather pattern, forecast model