

吉林省沙尘天气的时空分布特征 及其分型预报研究

王 宁 张 红

(吉林省气象台,长春 130062)

1 引言

沙尘天气(沙尘暴、扬沙及浮尘的总称)是我国北方春季常见的一种灾害性天气。这方面的研究工作在国内外愈来愈引起关注。近两年来,受上游沙源及强风区东移的影响,吉林省的沙尘天气呈多发趋势且强度较大、范围较广,这不仅对工业、农业、交通等方面造成危害,而且也给人类生存环境及健康带来负面影响,因此了解和掌握沙尘天气发生、发展规律,提高预测水平是目前一项十分重要的任务,这对于我省的防灾减灾工作将起着积极的作用。

2 资料的选取及定义

本文选取了1960~2001年共42年1~12月全省50个气象站的沙尘天气资料,定义日出现沙尘暴或扬沙的相邻站数 ≥ 5 站的天气过程为一例区域性沙尘天气;定义日出现浮尘的相邻站数 ≥ 5 站且沙尘暴或扬沙的站数 ≤ 2 站的天气过程为一例区域性浮尘天气。按照上述标准,本文共选出区域性沙尘天气个例483例,区域性浮尘天气个例10例。

3 沙尘天气的时空分布特征

3.1 时间分布特征

3.1.1 年分布特征

图1为1960~2001年各年出现区域性沙尘天气频数,从中可知:42年共出现区域性沙尘天气483次,年平均11.5次,最多的年份为1960年,共出现沙尘天气32次,最少的年份一次也没有出现过(1989年和1991年)。如果按年代来统计(不计1960年和2001年),则70年代出现沙尘频数最多,为186次;60年代次之,为170次;80年代较少,为68次;90年代最少,仅为17次。进入

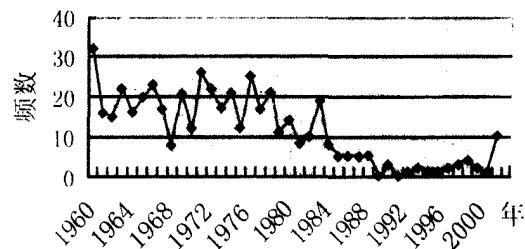


图1 1960—2001年各年出现沙尘天气频数
二十一世纪以后,沙尘频数又开始呈现增多趋势。

3.1.2 季、月分布特征

从各季的分布情况来看,春季出现沙尘频数占绝对优势,约为81.6%;冬季次之,约占11.8%;秋季较少,约占4.5%;夏季最少,仅占2.1%。由于春季回暖快,干旱少雨,大风日数多,且以西南或偏南大风为主,加之地表裸露,解冻后土质疏松层加厚,这为沙尘天气的发生提供了丰富的沙源,是沙尘天气的多发季节;而夏季正好相反,空气湿润,降水丰沛,大风日数少且植被覆盖较多,因而极少出现沙尘天气;冬、秋两季气候背景介于春季与夏季之间,因而出现沙尘天气的频数居中。

表1为1960~2001年各月平均出现沙尘天气频数,从中可知:在沙尘天气的多发季节3~5月中,平均每月出现沙尘天气频数均 ≥ 2 次,以4月份为最多,为3.7次;1、2月份平均每月出现频数为0.5~1.0次;其余月份平均每月出现频数均 ≤ 0.2 次;8月份最少,

一次也没有出现过。

3.2 空间分布特征

图 2 为 1960~2001 年各站年平均出现

沙尘天气的频数，基本上呈现出自西南向东北逐渐递减的分布趋势。中西部的白城、松原、长春、四平地区各站年平均出现频数 ≥ 3

表 1 1960~2001 年各月平均出现沙尘天气频数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
频数	0.5	0.7	2.3	3.7	2.6	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1

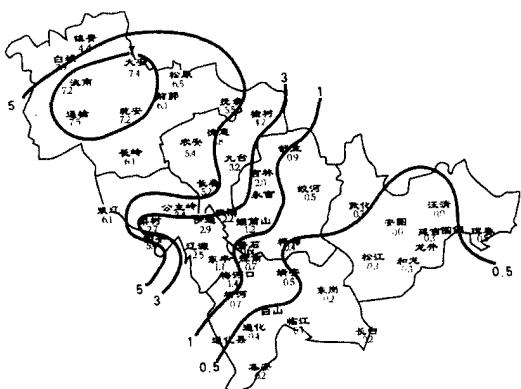


图 2 1960~2001 年各站年平均沙尘天气频数

次，特别是白城地区南部、松原地区西部的测站频数最高，在 7 次以上；中部的吉林、辽源地区频数一般在 1~3 次之间；东部的通化、白山、延边地区多数测站的频数不足 1 次。这种分布状况与我省中西部地处平原，大风日数较多，土壤风化较重，离上游沙源较近有密切的关系。

4 区域性沙尘天气的分型预报研究

众所周知，产生沙尘天气的三大条件为强风、动力不稳定因素及丰富的沙源。我省沙源主要来自于上游的新疆、甘肃、内蒙及蒙古等地，同时本省西部的白城、松原地区疏松干燥的土层也能提供一定的沙源，因此在沙源不变的情况下，做好沙尘天气预报的关键在于强风及动力不稳定因素的预报。本文从这两个主要因素入手，通过普查历史天气图，按地面影响系统并结合高空环流形势，将影响我省的沙尘天气主要分成以下三种类型。

4.1 南高北低型

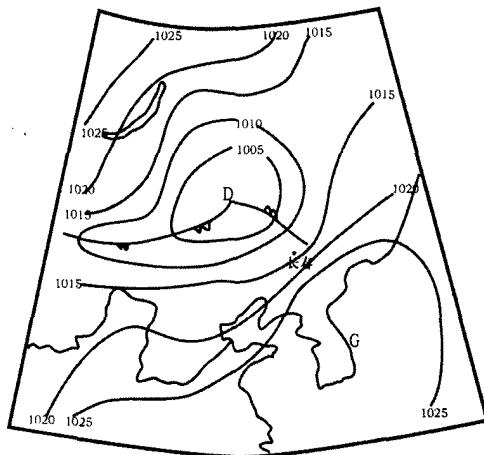


图 3 1972 年 4 月 2 日 08 时地面图

这是造成吉林省沙尘天气最多的一种环流形势，约占个例总数的一半以上。前一日 08 时地面图上，在贝加尔湖~蒙古地区有一低压形成，河套~华北地区为一高压，二者在东移过程中得到发展加强，在我省上空形成“南高北低”形势，并产生西南大风及沙尘天气（见图 3），对应 850hPa 图上，我省处于高空槽前的偏南气流控制之中，同时与一暖脊相伴，气温回升。主要的预报指标包括：

① 地面图上在 $46^{\circ}\text{N} \sim 60^{\circ}\text{N}, 110^{\circ}\text{E} \sim 140^{\circ}\text{E}$ 范围内有低压，中心强度一般在 $985 \sim 1015\text{hPa}$ 之间，最强可达 980hPa 。

② 地面图上在 $30^{\circ}\text{N} \sim 40^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E} \sim 145^{\circ}\text{E}$ 范围内有高压，中心强度一般在 $1015 \sim 1025\text{hPa}$ 之间，最强可达 1030hPa ，且高低压中心强度之差 $\geq 15\text{hPa}$ 。

③ 地面图上我省测站以西南或偏南大风为主，在 $40^{\circ}\text{N} \sim 50^{\circ}\text{N}, 120^{\circ}\text{E} \sim 130^{\circ}\text{E}$ 范围内等压线条数 ≥ 3 条（间隔为 4 hPa ）。

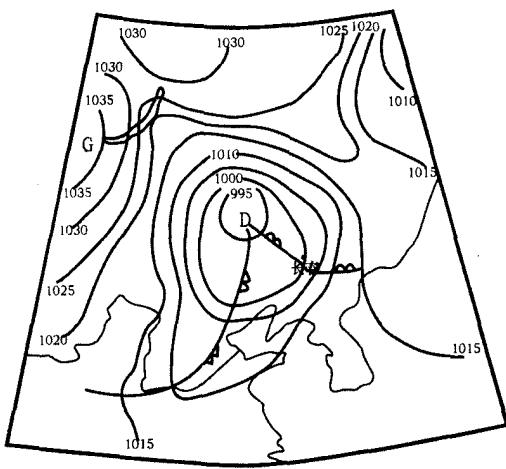


图 4 1966 年 2 月 2 日 08 时地面图

④ 850 hPa 我省测站处于高空槽前的西南气流控制之中, 风速 $\geq 12 \text{ m/s}$, 最强时可达 32 m/s 。

⑤ 850 hPa 我省温压场呈反位相, 为一暖脊控制, 气温回升, 24 小时升温幅度最强可达 $12\sim 14^\circ\text{C}$, 但若两天连续出现沙尘天气时, 气温变化不大。

⑥ 700hPa 我省测站处于一个干区之中, $T - T_d$ 均 $\geq 6^\circ\text{C}$, 最强可达 $25\sim 27^\circ\text{C}$ 。

⑦ 850~500 hPa 平均气温垂直递减率一般为每千米降低 5.5°C 以上, 这样上冷下暖, 造成大气层结的不稳定, 从而使扰动加强, 有利于将地面尘沙卷入空中。

4.2 低压强发展型

这种天气类型是指在没有南高的情况下, 主要依靠低压本身强烈发展至 1000hPa 以下而在我省形成的偏南大风、沙尘天气(见图 4), 850hPa 图上我省仍处于高空槽前的暖脊控制之中。主要的预报指标包括:

① 地面图上在 $47\sim 60^\circ\text{N}, 110\sim 140^\circ\text{E}$ 范围内有中心强度 $\leq 1000\text{hPa}$ 的低压存在, 中心强度最强时可达 970hPa。

② 地面图上在 $30\sim 40^\circ\text{N}, 115\sim 145^\circ\text{E}$ 范围内无中心强度 $\geq 1015\text{hPa}$ 的闭合高压存在。

③ 地面图上我省测站仍以西南或偏南

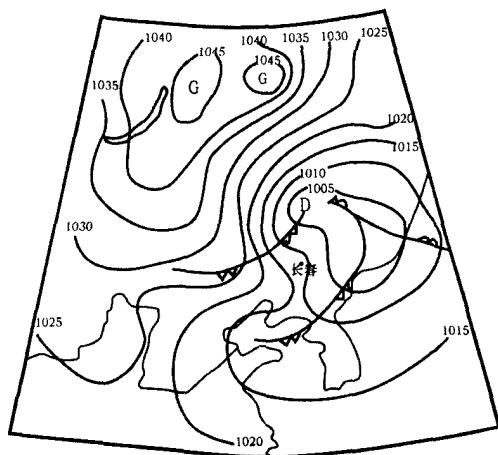


图 5 1973 年 3 月 23 日 08 时地面图

大风为主, 在 $40\sim 50^\circ\text{N}, 120\sim 130^\circ\text{E}$ 范围内等压线条数 ≥ 4 条(间隔为 4 hPa)。

④、⑤、⑥、⑦条指标与“南高北低”型相同。

4.3 冷锋或副冷锋过境型

这种天气类型是指当偏北低压的冷锋或副冷锋移经我省时产生西北或偏北大风, 由此引起的沙尘天气(见图 5), 它与前两种类型具有不同的性质。主要的预报指标包括:

① 地面图上低压中心在 47°N 以北, 中心强度 $\leq 1010\text{hPa}$, 其冷锋或副冷锋移经我省, 有时可造成东部地区部分地方小雨天气。

② 地面图上我省测站以西北或偏西大风为主, 在 $40\sim 50^\circ\text{N}, 120\sim 130^\circ\text{E}$ 范围内等压线条数 ≥ 3 条(间隔为 4 hPa)。

③ 850hPa 图上我省处于高空槽后的偏北气流控制之中或受低涡后部横槽下摆影响, 部分测站风速 $\geq 12 \text{ m/s}$ 。

④ 850hPa 我省上空冷平流十分明显, 气温下降, 24 小时降温幅度有时可达到寒潮标准, 最强可降 25°C , 但若冷锋及副冷锋相继影响我省时, 则气温变化不大。

⑤ 700 hPa 我省东部地区有部分测站 $T - T_d \leq 3^\circ\text{C}$, 其余大部分测站仍处于 $T - T_d \geq 6^\circ\text{C}$ 的干区之中, 最强可在 20°C 以上。

⑥ 850~500 hPa 平均气温垂直递减率一般为每千米降低 5.0°C (下转第 36 页)

曲线。真太阳时正午附近达到最大值。但云量和大气透明度的变化可破坏这种曲线的对称性。

4.4 总辐射最大值的检查：从表 1 中可以发现，延吉市近 10 年的发生最大值为 $1396 \text{ w} \cdot \text{m}^{-2}$ 。若有记录超出这个值应引起注意，是否由于仪器在工作过程中发生故障或偶尔混入干扰信号，造成最大值失误，这时应按有关规定处理记录。这里需要注意的是总辐射最大值不应小于该日时总量平均辐照度。

4.5 最大值出现时刻的检查：最大值的出现时刻多集中在真太阳时正午附近。但云量和大气透明度的变化可破坏这个规律。如：正

(上接第 26 页)以上，有利于不稳定大气层结的形成。

5 区域性沙尘天气预报指标的使用

在当日地面图上，蒙古至内蒙古地区有部分测站风速 $\geq 12 \text{ m/s}$ 或有沙尘(包括沙尘暴、扬沙或浮尘)天气出现的前提下，利用日本数值预报产品来确定我省某一地区次日 08 或 20 时的形势场及要素场是否满足上述预报指标，若满足，则预报未来 24 小时该区有沙尘天气出现。

表 2 2002 年春季沙尘天气预报结果

	实际出现次数	报对次数	空报次数	漏报次数	预报确率
区域性沙尘天气	6	5	1	1	71.4%
区域性浮尘天气	4	3	0	1	75.0%

范围内等压线条数 ≤ 2 条(间隔为 4 hPa)，地面风速 $\leq 4 \text{ m/s}$ ，有时甚至为静风。

③ 850 hPa 我省测站处于高空槽前的西南气流控制之中，风速一般 $\geq 10 \text{ m/s}$ ，这对上游的浮尘起到了传播作用。

④ 700 hPa 我省多数测站处于一个相对的干区之中，一般 $T - T_d \geq 6^\circ\text{C}$ 。

⑤ 当一场沙尘暴或扬沙天气过后，悬浮在大气中的尘沙等细粒常常可形成本地的浮尘天气。

7 试报情况

2002 年吉林省春季共出现区域性沙尘天气 6 次，区域性浮尘天气 4 次，应用上述预报指标对其进行了预报，结果见表 2，可以看

午之前连续下阵雨，雨过天晴时已近黄昏，最大值往往就会出现在此时。虽然这时阳光已不是很强烈，但雨后透彻的天空会使光线强度受到的削弱较小。

5 小结

以上只是对总辐射进行简单的综合分析，在预审过程中参照以上规律，基本上可以将有疑点的记录查找出来。

参考文献

- 中国气象局编定. 气象辐射观测方法. 北京: 气象出版社, 1996
- 成都气象学院主编. 气象学. 北京: 农业出版社, 1987

6 区域性浮尘天气的预报指标

浮尘多指远处尘沙经上层气流传播而来。在 1960~2001 年共出现区域性浮尘天气 10 例，平均 4 年多才出现 1 次，概率较小。通过普查历史天气图，归纳出几条主要的预报指标：

① 注意上游蒙古~内蒙古地区是否有浮尘天气产生，如果有且在无降水的条件下，一般可在未来 24 小时之内移入我省。

② 地面图上在 $40^{\circ}\text{N} \sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $120^{\circ}\text{E} \sim 130^{\circ}\text{E}$

出：预报确率均在 70% 以上，可信度较高，实用价值较强。

8 结语

8.1 本文对区域性沙尘天气的时空分布特征做了详细的分析，为今后做好这类天气的预报提供了气候背景。

8.2 通过普查历史天气图，给出了区域性沙尘天气及区域性浮尘天气的预报指标，并在 2002 年春季沙尘预报服务中得到了较好的应用。

8.3 在上述研究工作的基础上，今后还需逐建立沙尘天气有无的预报方程，以便进一步提高其预报确率。