

文章编号: 1001-4675(2008)04-0600-06

辽宁省沙尘天气分析

黄 阁^{1,2}, 盛 永²

(1 南京大学 大气科学系, 江苏 南京 210093; 2 辽宁省气象台, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要: 以1971-2005年辽宁60个站沙尘天气资料为基础, 从年代际变化、季节变化、空间分布特点等方面对浮尘、扬沙、沙尘暴、沙尘天气综合影响程度进行了统计分析。结果表明: 辽宁的沙尘天气年代际变化明显, 且多发生在春季(4月最多), 沙尘天气主要在3月下旬到4月下旬出现在沈阳西北部、阜新以及朝阳北部地区。结合辽宁的气候、空间特点, 从沙源、大风、不稳定层结3方面分析了辽宁沙尘天气的形成以及时空分布不均的原因, 简要介绍了辽宁防沙的措施、效果以及辽宁省气象台沙尘暴短期预报方法。

关键词: 沙尘天气; 季节变化; 空间分布; 短期预报; 辽宁省

中图分类号: P425.55 **文献标识码:** A

辽宁省位于我国东北地区南部, 西北与内蒙古自治区为邻, 西南与河北省毗连, 属温带大陆性季风气候。地势由北向南逐渐降低, 东、西两侧丘陵山区地势较高, 中部和沿海平原地区地势较低。冬季寒冷期长, 降水占全年总量的3%~9%; 春季回暖迅速, 南北大风频繁出现, 多沙尘天气。

李锋^[1]对沙尘源区示踪方法及分布进行了研究; 周自江^[2]对近45年来扬沙和沙尘暴天气的时空分布特点进行了研究; 李金霞等^[3]对农牧交错带土地荒漠化及其影响因子进行了研究; 王晓青^[4]对西北地区沙尘暴灾害的特点、分布、成因以及相应的防治对策进行了分析和研究; 孟春雷等^[5]分析了干旱区土壤蒸发及水热耦合运移模式; 胡隐樵等^[6]指出, 强风、沙源和热力因子是形成强沙尘暴的必要条件; 郑新江等^[7]对沙尘暴天气的卫星云图进行了分析; 邱金桓等^[8]对沙尘暴的光学特性作了分析; 王劲松等^[9]讨论了沙尘暴的发生与下垫面条件之间的关系; 郭慧等^[10]分析了沙尘暴的环流特征。本文以1971-2005年辽宁60个站沙尘天气资料为基础, 从年代际变化、季节变化、空间分布特点等方面对浮尘、扬沙、沙尘暴、沙尘天气综合影响程度进行了统计分析, 并结合辽宁的气候、空间特点, 从沙源、大风、不稳定层结3方面分析了辽宁沙尘天气的形成以及时空分布不均的原因, 简要介绍了辽宁防沙的措施、效果及辽宁省气象台沙尘暴短期预报方法。

1 资料来源与统计方法

沙尘天气分为浮尘、扬沙、沙尘暴。其中, 浮尘指尘土、细沙均匀地浮游在空中, 使水平能见度小于10 km的天气现象; 扬沙指风将地面尘沙吹起, 使空气混浊, 水平能见度在1~10 km以内的天气现象; 沙尘暴指强风将地面大量尘沙吹起, 使空气很混浊, 水平能见度小于1 km的天气现象。

本文使用辽宁省气象台1971-2005年60个站逐日8个时次地面观测资料(时界: 北京时间20:00)。将某测站一日8个时次只要有一个时次出现一次浮尘(扬沙或沙尘暴)天气, 则该站记有一个浮尘(扬沙或沙尘暴)日, 并另记本站有一个沙尘天气日。

2 沙尘天气的气候特征

2.1 年际变化

图1表明, 辽宁省沙尘天气年代际变化明显, 1971-1984年为辽宁省沙尘天气多发期(图1a), 1985年以来的近20年间, 除2002年沙尘天气偏多以外, 其他年份沙尘天气明显偏少。扬沙(图1b)和沙尘暴天气(图1d)的年代际变化趋势基本一致, 多发期在1971-1983年, 1984-2005年为少发期, 2002年扬沙和沙尘暴较多。浮尘(图1c)多发期、少发期的年代际变化与扬沙、沙尘暴变化类似, 但是1988, 2001, 2002年的浮尘天气较常年偏多。这一

收稿日期: 2007-05-14; 修订日期: 2007-07-23

基金项目: 辽宁省气象局项目“辽宁省自动站资料管理及预报应用系统”

作者简介: 黄阁(1978-), 女, 辽宁, 理学学士, 从事天气预报、数值预报产品释用方面工作。E-mail: huangge19780331@163.com

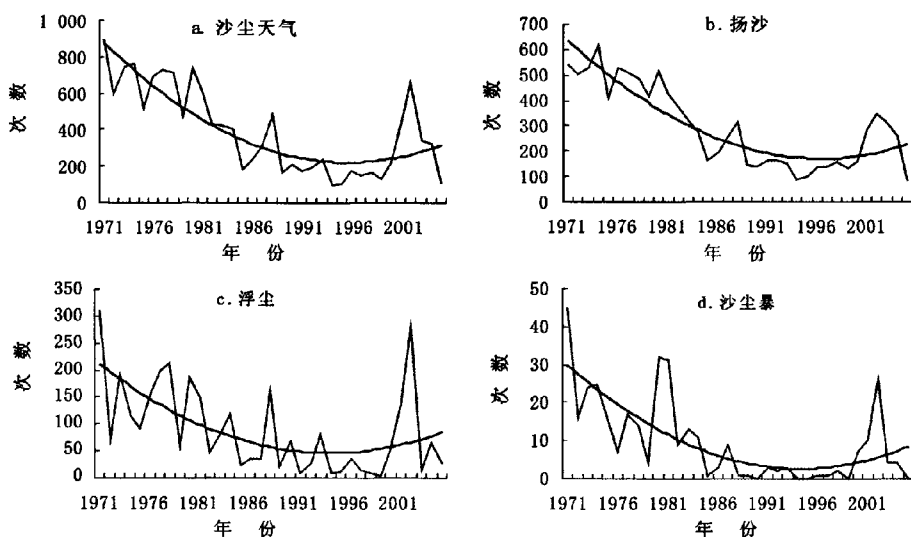


图1 1971-2005年辽宁沙尘天气年总日数的年代际变化

Fig. 1 Interdecadal change of the annual occurring days of dust weather in Liaoning Province during the period from 1971 to 2005

结论与全林生等^[11]指出的20世纪70-90年代末期,中国北方地区沙尘天气的发生频数呈波动减少之势,尤其是70年代中后期开始,沙尘天气发生频率明显降低的结论相一致。从宏观上看,沙尘天气的这种变化与冬、春季的气候和大气环流异常状况密切相关。20世纪70年代末期,全球大气环流发生了明显的年代际变化,东亚季风环流在此次转变之后减弱了,温度和降水也都发生了明显的变化。

2.2 季节变化

1973年1月24日凌晨(54327)出现的沙尘暴为辽宁省最早出现沙尘暴天气的记录,2000年9月20日新民(54333)出现的沙尘暴为辽宁省最晚出现沙尘暴天气的记录。

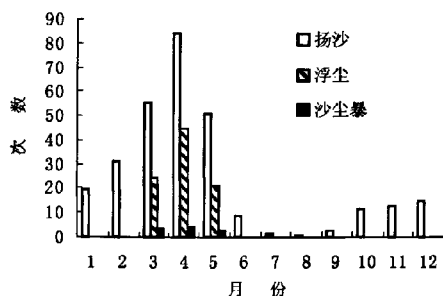


图2 1971-2005年辽宁省60个站逐月平均沙尘天气日数时间序列

Fig. 2 Temporal series of the monthly occurring days of dust weather at 60 meteorological stations in Liaoning Province during the period from 1971 to 2005

图2显示,辽宁省沙尘天气季节变化特点是:以春季(3~5月)出现的概率最多,占全年的74%,春季扬沙占全年的65%,春季浮尘、沙尘暴几乎占全年的100%。春季沙尘天气中,4月出现的概率最多,占春季的46%。其中,4月浮尘占春季的50%,扬沙占45%,沙尘暴占41%。春季,浮尘、扬沙和沙尘暴4月最多,3月次之,5月较少。

从表1看,春季沙尘天气主要出现在3月下旬到4月下旬,占春季的64%。浮尘出现日期主要集中在3月下旬到4月下旬,占春季的65%;扬沙出现日期主要集中在3月下旬到4月下旬,占春季的57%;沙尘暴出现日期主要集中在3月下旬、4月上旬、5月上旬以及5月中旬,占春季的66%。

2.3 空间分布特点

由图3A可以看出,浮尘的多发中心在沈阳北部地区,浮尘平均日数最多的站是康平,为6.6 d。扬沙的多发中心在沈阳西北部和阜新地区,扬沙平均日数最多的站是新民,为34.5 d,其次是阜新,为32.6 d(图3B)。沙尘暴多发中心出现在沈阳西北部、阜新及朝阳北部地区,沙尘暴平均日数最多的站是彰武,为1.6 d,建平和北票次之,为0.8 d(图3C)。

为了便于表示浮尘、扬沙、沙尘暴等沙尘天气的综合影响,考虑到浮尘、扬沙、沙尘暴等天气现象在辽宁地区影响程度的大小,赋予各自不同的权重系数后,将加权平均的结果定义为沙尘天气综合影响

表 1 1971-2005 年辽宁省 60 个站春季沙尘天气逐旬平均日数
Tab. 1 Ten-day average occurring days of dust weather at 60 meteorological stations
in Liaoning Province during the period from 1971 to 2005

| | 3 月上旬 | 3 月中旬 | 3 月下旬 | 4 月上旬 | 4 月中旬 | 4 月下旬 | 5 月上旬 | 5 月中旬 | 5 月下旬 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 浮尘 | 3.17 | 7.57 | 13.31 | 16.6 | 12.43 | 15.43 | 8.46 | 7.4 | 4.8 |
| 扬沙 | 14.89 | 16.43 | 24.2 | 30.29 | 25.03 | 28.86 | 18.23 | 19.46 | 13.31 |
| 沙尘暴 | 0.77 | 0.8 | 1.6 | 2.46 | 0.89 | 0.66 | 0.97 | 1.31 | 0.2 |
| 沙尘天气 | 18.83 | 24.8 | 39.11 | 49.35 | 38.35 | 44.95 | 27.66 | 28.17 | 18.31 |

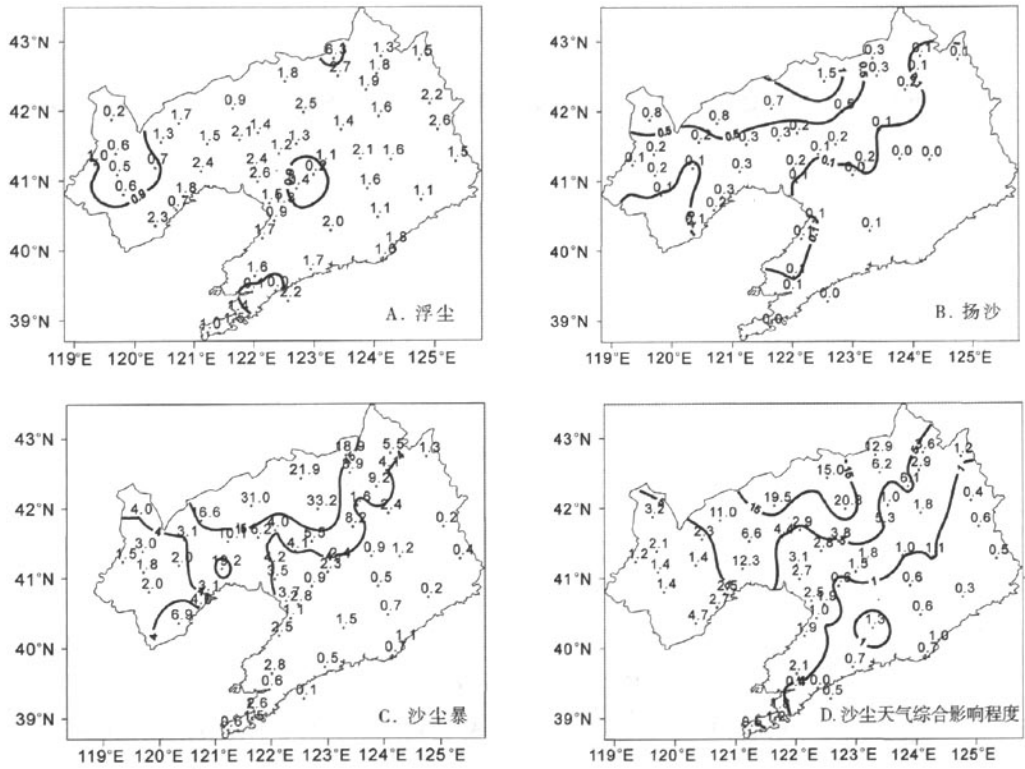


图 3 1971-2005 年辽宁省沙尘天气年平均日数地理分布

Fig. 3 Spatial distribution of the annual occurring days of dust weather in Liaoning Province during the period from 1971 to 2005

程度(其中沙尘暴权重为 10,扬沙权重为 6,浮尘权重为 2)。图 3D 表明,辽宁省沙尘天气分布呈西北向东南逐渐减少的趋势。沈阳西北部、阜新以及朝阳北部地区是辽宁受沙尘天气影响的主要地区,而东部、东南部地区受沙尘天气影响较小。

辽宁春季降水分布特征与沙尘天气的分布特征正好相反。辽宁全年降水量主要集中在夏季(6~8 月),约占全年的 65%。每年春季(3~5 月)的主要气候特点是气温回升较快,风大干旱,此时降水量仅为 74.3~94.2 mm,占全年降水量的 14%~15%。

3 沙尘天气成因

沙尘天气是特定的地理环境和下垫面条件下,由特定的大尺度环流背景和各种不同天气尺度的天气系统叠加诱发的一种概率小、危害大的灾害性天气。沙尘天气的形成有①沙源:地面上的沙尘是形成沙尘天气的物质基础;②大风:是形成沙尘暴的动力条件;③不稳定层结:不稳定的大气层结是重要的局地热力条件。

3.1 沙源

杨根生等^[12]认为,沙质草地和旱作耕地为沙尘

天气提供了大量的沙尘物质。

辽宁沙尘暴天气的沙尘源地有外来沙源与本地沙源。外来沙源是位于内蒙古东部的科尔沁荒漠土地、华北北部及辽宁西北部的沙漠化土地,在偏北气流的作用下,经过辽宁的西部、北部,并影响到辽宁中、南和东南部地区,涉及范围广,发生的频率大,占辽宁沙尘暴总数的70%;本地沙源主要分布在辽宁西北部以及中部部分地区,春季辽宁地区大地解冻,气温迅速回升,同时干旱少雨,河床干涸,地表干燥,结持性差,地表无植被覆盖,是含尘量丰富的沙尘源。

3.2 大风

春季东亚大槽明显减弱,高空短波槽脊活动频繁,中纬度西风风速加强,天气系统活动移速明显加快,周期一般为5~7 d,平均为10~15个纬度/d,是辽宁全年天气系统移速最快的季节;在地面上表现为冷、暖锋交替并伴随强变压梯度频繁出现,由此产生6级以上大风及8级以上的瞬时大风。

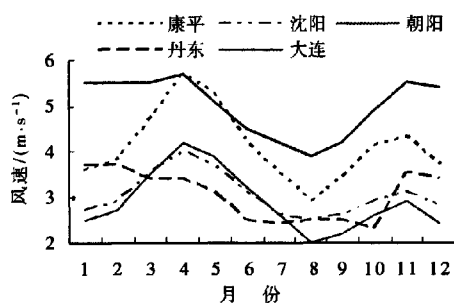


图4 辽宁省各地多年月平均风速的连续变化

Fig.4 Continuous variation of the monthly average wind speed in Liaoning Province

由图4可知,辽宁西部(代表站:朝阳)、北部(代表站:康平)、中部(代表站:沈阳)地区大风经常出现在春季以及秋末冬初。春季,辽宁常处于蒙古境内与海上两个高压之间,并且西来的气旋不断加深,致使南、北大风交替出现;辽宁东、西部为山区,地势高;辽河流域附近为平原,地势低。西南风经过平原地区时,由于地形的“狭管效应”使风速加大,3~5月平均风速达4.8~4.9 m/s,最大风速为20~25 m/s,且辽宁冬季降水较少,地面植被覆盖率低,土壤墒情差,因此易产生沙尘天气。由此可见,大风与沙尘天气之间存在着一定的相关关系,但并不是大风一定会产生沙尘天气。秋季,虽然风速较大,但是秋季地面植被覆盖率较好,并且前期降水充足,土壤墒情较好,植被长势好,裸露沙地减少,地表物理

性质良好,抑制了沙尘天气的发生。而沙尘天气较少发生的南部(代表站:大连)、东部(代表站:丹东)地区大风的变化与沙尘天气发生的相关性不大。这也是辽宁沙尘天气时空分布不均的主要原因之一。

3.3 不稳定层结

沙尘暴的发生与大气中的对流活动密切相关,而对流的发展通常是由垂直不稳定能量的释放造成的。在沙尘天气发生初期,中、低层大气处于对流性不稳定状态,有不稳定能量积聚。在沙尘天气发生的强盛期,整层大气处于稳定性状态。

春季是全年中冷暖变化最剧烈的季节,午后到傍晚之前地表面受日射作用,升温快,是一天中地面气温最高的时段,近地面气温垂直梯度大,更容易造成空气层结不稳定。春季蒙古气旋、热低压携带着大量沙源东移时,对流层低层的不稳定能量使中小尺度系统发生发展,本地沙源升空,使辽宁沙尘暴天气加强。

3.4 沙尘天气时空分布不均

辽宁属温带大陆性季风气候,冬季寒冷期长,降水稀少,春季气温回升较快,平原风大,地面植被覆盖率低,土壤墒情差,因此,春季较其他季节容易产生沙尘天气。

辽宁春季降水分布不均,朝阳、阜新、锦州地区及康平县降水量不足80 mm,其中,北票、朝阳、建平、凌原一带只有50~60 mm,为春季易旱区,有“十春九旱”之说;辽东大部分地区常年春季降水量在120 mm以上,其中,新宾、桓仁、宽甸、东港一带多达130~140 mm,不仅春季不旱,在一些局部地区有时还会出现春湿现象;春季其他大部地区降水量为80~120 mm,但在底墒不足,春季少雨或春雨时间分布不适宜的年份,仍会出现程度不同的旱象。杨德保等^[13]指出,沙尘暴的易发区大多属于中纬度干旱和半干旱地区,辽宁西北部受荒漠化影响和危害比较严重,地表多为沙地和旱地,植被稀少,大风过境,容易形成扬沙和沙尘暴天气。西北地区的沙漠化是沙尘天气多于东南部地区的重要原因之一。

综上所述,虽然东西部同是山区,但由于气候系统、地形走向、植被覆盖情况不同,使得辽宁沙尘天气主要集中在春季,且西北部的年平均沙尘日数明显高于中部以及东南部地区。

4 防沙措施及成效

环境的改善和人工影响天气的不断发展,使辽宁省沙尘天气的活动次数减少。

4.1 环境改善

乔、灌、草综合防护体系较防风林是更为合理的防沙带,由于沙尘主要以蠕移(贴着地面进行)、跃移(跳动式移动)、漂移(也称悬移)3种方式传输,其中前两种是主导。草场中植物的密度大,植物的地下部分可以固土、蓄水(雪),地上部分可以削弱沙尘的蠕移、跃移;高大的乔木在一定程度上减弱了风速,灌木的根系强大,可以在固定流沙方面发挥作用。

阜新、朝阳市北部与科尔沁沙地毗邻,属内蒙古草原与华北石质山过渡带。为遏制科尔沁沙漠南延,被定为国家“三北”防护林重点建设区之一。随着“退耕还林、还草”项目的落实,森林覆盖率、草场覆盖率不断增加,土地荒漠化得到一定程度的遏制,使辽宁西北部的环境得到了改善。

近年来的辽宁平均风速比历年平均值有所下降,因此,当有天气系统夹带沙尘由西北向东南移动影响辽宁时,综合防护体系在一定程度上削弱了风速,对外地沙源进入辽宁起到了阻碍作用。同时,本地的地表植被覆盖率的增加,增强了本地土壤的涵水能力,在一定程度上削弱了本地沙源,有效地降低了本地沙尘起沙的概率。

4.2 人工影响天气

近年来,在省政府提出的“三个转变、四个延伸”的人工影响天气思路指导下,辽宁的人工影响天气工作取得了显著效果。2002年辽宁人工增雨(雪)量达到 $15.7 \times 10^8 \text{ m}^3$,2003年增加到 $21.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,2004年突破 $30 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这不仅进一步开发利用了空中水资源,增加了区域水资源总量,解决了抗旱问题和水库蓄水问题,而且在一定程度上保护了生态资源,增强了生态修复能力。冬天增雪对降低火险指数、储备水资源、降低来年春季沙尘天气出现的概率等方面大有益处。

5 短期预报

通过普查1971—2002年高空天气图和地面天气图,选出辽宁3站出现沙尘暴的44个天气个例,并对其500 hPa、地面形势进行了重点分析,将辽宁沙尘暴分为4种主要天气类型:冷锋型、强锋区动量下传型、热低压型、蒙古低压型^[14]。确定沙尘暴气象要素场及物理量场演变特征;分析辽宁沙尘暴的影响路径,结合地面观测资料,对辽宁沙尘暴关键区进行监测预警;利用数值预报产品制作辽宁沙尘暴客观预报产品。在实际预报工作中,根据辽宁沙尘暴天气客观预报产品,判定辽宁上游地区沙尘天气

强度以及冷锋、低压等天气系统的移向、移速、强度变化;结合前期降水特点、沙尘暴各天气型特点、预报经验、中小尺度系统发展情况,并综合分析卫星雷达产品等监测资料,对辽宁沙尘暴天气进行监测预警,通过预报业务检验表明,该方法对沙尘暴天气过程以及沙尘天气的落区都有一定的预报能力。

6 结论

(1) 辽宁沙尘天气年代际变化明显,1971—1984年为多发期,1985年以来的近20年间,除2002年沙尘天气偏多以外,其他年份沙尘天气明显偏少。辽宁沙尘天气多出现在春季(4月最多),按旬统计结果表明,沙尘天气主要出现在3月下旬到4月下旬。

(2) 由于气候系统、地形走向、植被覆盖情况不同,辽宁沙尘天气主要集中在春季,沈阳西北部、阜新以及朝阳北部地区是辽宁受沙尘天气影响的主要地区,而东部、东南部地区受沙尘天气影响较小。

(3) 内蒙古东部的科尔沁荒漠土地、华北地区是辽宁沙尘天气外来沙源;辽宁西北部及中部沙漠化土地是辽宁沙尘天气本地沙源。春季大风以及层结不稳定是辽宁沙尘暴发生的主要原因。

(4) 辽宁冬季干冷,春季风大回暖迅速,地面植被覆盖率低,土壤墒情差是春季沙尘天气较多的重要原因。辽宁春季降水分布不均以及西北地区的沙漠化是沙尘天气多于东南部地区的重要原因之一。

(5) 乔、灌、草综合防护体系以及人工影响天气等工作的发展,有效地降低了本地沙尘起沙的概率,使辽宁沙尘天气的活动次数减少。

(6) 辽宁省气象台沙尘暴预报流程业务已经在工作中使用,该方法对沙尘暴天气过程以及沙尘天气的落区都有一定的预报能力。

参考文献(References):

- [1] 李锋. 沙尘源区示踪方法及分布研究进展[J]. 干旱区研究, 2007, 24(3): 355—363. [Li Feng. Research progresses of trace methods and distribution of dust source areas[J]. Arid Zone Research, 2007, 24(3): 355—363.]
- [2] 周自江. 近45年中国扬尘和沙尘暴天气[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 9—17. [Zhou Zijiang. Blowing-sand and sandstorm in China in recent 45 years[J]. Quaternary Sciences, 2001, 21(1): 9—17.]
- [3] 李金霞, 殷秀琴, 包玉海. 农牧交错带土地荒漠化及其影响因素研究——以扎鲁特旗为例[J]. 干旱区研究, 2007, 24(2): 146—152. [Li Jinxia, Yin Xiuqin, Bao Yuhai. Study on desertification and its affecting factors in farming-pasturing ecotone—A

- case study in Zhalot Banner, Inner Mongolia Autonomous Region [J]. *Arid Zone Research*, 2007(2):146-152.]
- [4] 王晓青. 西北地区沙尘暴灾害及防治对策[J]. 干旱区研究, 2001, 18(2):61-64. [Wang Xiaoqing. The occurrent characteristics and prevention countermeasures of sand and dirt storm disaster in northwestern of China [J]. *Arid Zone Research*, 2001, 18(2):61-64.]
- [5] 孟春雷, 崔建勇. 干旱区土壤蒸发及水热耦合运移模式研究[J]. 干旱区研究, 2007, 24(2):141-145. [Meng Chunlei, Cui Jianyong. Study on soil evaporation and coupling transmission of soil moisture and heat in arid areas [J]. *Arid Zone Research*, 2007, 24(2):141-145.]
- [6] 胡隐樵, 光田宁. 强沙尘暴微气象特征和局地触发机制[J]. 大气科学, 1997, 21(5):581-589. [Hu Yingqiao, Mitsuta Y. Micrometeorological characteristics and local triggering mechanism of strong dust storm [J]. *Scientia Atmospherica Sinica*, 1997, 21(5):581-589.]
- [7] 郑新江, 刘斌, 崔小平, 等. 沙尘暴天气的云图特征分析[J]. 气象, 1995, 21(2):26-31. [Zheng Xinjiang, Liu Cheng, Cui Xiaoping, et al. Cloudness features of two kinds of dust devil weather in China [J]. *Meteorological Monthly*, 1995, 21(2):26-31.]
- [8] 邱金恒, 孙金辉. 沙尘暴的光学遥感及分析[J]. 大气科学, 1994, 18(1):1-10. [Qiu Jinhuan, Sun Jinhui. Optically remote sensing of the dust storm and result analysis [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 1994, 18(1):1-10.]
- [9] 王劲松, 俞亚勋, 赵建华. 中国北方典型强沙尘暴的地面加热场特征分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5):599-602. [Wang Jingsong, Yu Yaxun, Zhao Jianhua. Analysis on surface heating field characteristics of typical severe dust-storms in northern China [J]. *Journal of Desert Research*, 2004, 24(5):599-602.]
- [10] 郭慧, 王式功, 李栋梁, 等. 甘肃春季沙尘暴环流特征及其时间尺度诊断分析[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5):593-595. [Guo Hui, Wang Shigong, Li Dongliang, et al. Circulation characters and different temporal scales diagnosis analyses about spring sand-dust storms in Gansu [J]. *Journal of Desert Research*, 2004, 24(5):593-595.]
- [11] 全林生, 时少英, 朱亚芬, 等. 中国沙尘天气变化的时空特征及其气候原因[J]. 地理学报, 2001, 56(4):477-485. [Quan Linsheng, Shi Shaoying, Zhu Yafeng, et al. Temporal-spatial distribution characteristics and causes of dust-day in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(4):477-485.]
- [12] 杨德保, 尚可政, 王式功. 沙尘暴[M]. 北京: 气象出版社, 2003:39. [Yang Debao, Shang Kezheng, Wang Shigong. *Sandstorm* [M]. Beijing: Meteorology Press, 2003:39.]
- [13] 杨根生, 拓万全. 关于宁蒙陕农牧交错带重点地区沙尘暴灾害及防治对策[J]. 中国沙漠, 2002, 22(5):452-465. [Yang Gengsheng, Tuo Wanquan. Sandstorm disasters and controlling ways in the agricultural and pasturing interlaced zone of Ningxia, Inner Mongolia and Shaanxi [J]. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(5):452-465.]
- [14] 蒋大凯, 陈艳秋, 盛永. 辽宁沙尘暴天气预报方法研究[J]. 辽宁气象, 2005(3):5-6. [Jiang Dakai, Chen Yanqiu, Sheng Yong. The sandstorm forecast of liaoning [J]. *Liaoning Meteorological Quarterly*, 2005(3):5-6.]

Analysis on Dust Weather in Liaoning Province

HUANG Ge^{1,2}, SHENG Yong²

(1. Department of Atmospheric Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Liaoning Provincial Meteorological Observatory, Shenyang 110016, China)

Abstract: Based on the dust weather data observed by 60 meteorological stations in Liaoning Province during the period from 1971 to 2005, in this paper the interdecadal and seasonal change, spatial distribution and impacts of dust weather including floating dust, blown sand, sandstorm and dusty weather in Liaoning Province are analyzed. The results are as follows: (1) Interdecadal change of dust weather in the province is significant, dust weather occurred frequently during the period from 1971 to 1984, it was significantly decreased in past 20 years except that in 2002, and it occurs mainly in spring because of the influence of weather system, landforms and vegetation coverage, especially in April; (2) The impact of dust weather is most serious in the region northwest from Shenyang, Fuxin and northern part of Chaoyang; (3) The external and local sand source areas of dust weather in the province are the Horqin Sandland in east Inner Mongolia, northern part of north China, desertified lands in west Liaoning Province, northwestern part and partial central part of Liaoning Province. Strong wind and unstable atmospheric stratification in spring are the important factors resulting in the occurrence of dust weather in Liaoning Province; (4) Frequent occurrence of dust weather in Liaoning Province is mainly caused by the rapid temperature increase, strong wind, low vegetation coverage and low soil moisture content in spring; (5) Occurrence of dust weather in Liaoning Province has been effectively decreased because of building up the shelterbelts and implementing the weather modification.

Key words: dust weather; seasonal variation; impact degree; dust weather forecast; Liaoning Province.