

# 辽宁沙尘暴特点分析

黄阁<sup>1</sup>,盛永<sup>2\*</sup>,张宁娜<sup>1</sup> (1.沈阳中心气象台,辽宁沈阳 110016;2.辽宁省气象局,辽宁沈阳 110001)

**摘要** 以 1971~2009 年辽宁沙尘天气实况资料为基础,从正态性检验、年代际变化、季节变化、空间分布特点等方面对沙尘暴的特点进行了分析。结果表明,辽宁的沙尘天气呈减少趋势,年代际变化明显;辽宁沙尘多发生在春季(4 月最多),沙尘天气主要在 3 月下旬~5 月上旬出现在沈阳西北部、阜新以及朝阳北部地区。

**关键词** 沙尘天气;正态性;年代际变化;季节变化;空间分布

中图分类号 P445.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2011)03-01566-03

## Analysis on the Characteristics of Dust Storms in Liaoning

HUANG Ge et al (Shenyang Central Meteorological Observatory, Shenyang, Liaoning 110016)

**Abstract** Based on the factual data of dusty weather in Liaoning during the period from 1971 to 2009, the characteristics of dust storms were analyzed in the aspects including normality tests, inter-decadal variability, seasonal changes and spatial distribution characteristics. The results showed that the sandstorm weather in Liaoning tended to occur less frequently with the significant inter-decadal variation. The sandstorm in Liaoning occurred frequently in spring (most frequently in April). The dusty weather mainly occurred in the northwest of Liaoning, Fuxin and the northern region of Chaoyang during the period from late March to early May.

**Key words** Dusty weather; Normality; Inter-decadal variation; Seasonal changes; Spatial distribution

辽宁省位于东北地区南部,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、降水稀少;春季回暖迅速,南北大风频繁出现,多沙尘天气。沙尘暴对交通、农业、牧业、工业、水利、生态环境等都有很大影响。

国内外许多学者已从不同的方面对沙尘天气进行了广泛的研究。李锋对沙尘源区示踪方法及分布进行了研究<sup>[1]</sup>;郑新江等对沙尘暴天气的卫星云图进行了分析研究<sup>[2]</sup>;邱金桓等则对沙尘暴的光学特性作了分析研究<sup>[3]</sup>;王劲松等讨论了沙尘暴的发生与下垫面条件之间的关系<sup>[4]</sup>;郭慧等分析了沙尘暴的环流特征<sup>[5]</sup>;胡隐樵等指出,强风、沙源和热力因子是形成强沙尘暴的必要条件<sup>[6]</sup>;吴占华等分析我国沙尘暴的年际变化特点表明,20世纪 50 年代沙尘暴发生日数较多,60 年代前期略有减少,60 年代后期 1967~1968 年发生的日数最少,70 年代略有增加,80 年代又呈现逐渐减少的趋势,90 年代又有明显增加<sup>[7~8]</sup>。周自江利用较详细的站点资料,以点面结合的方式,对我国北方地区沙尘暴和扬沙天气的变化趋势进行了分析,得出近 45 年来我国大部分地区的沙尘暴和扬沙日数在减少,只有小部分地区呈增长趋势<sup>[9]</sup>。全林生等也指出,20 世纪 70~90 年代末期我国北方地区沙尘天气的发生频数呈波动减少之势,尤其 70 年代中后期开始,沙尘天气发生频率明显降低<sup>[10]</sup>。笔者以 1971~2009 年辽宁 60 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、沙尘暴进行了统计分析。

## 1 资料与方法

中央气象局气象观测规范将沙尘天气分为浮尘、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<10 km 的天气现象;扬沙指风将地面尘沙吹起,使空气相当混浊,水平能见度在 1~10 km 的天气现象;沙尘暴强风将地面大量尘沙吹起,使空气很混浊,水平能见度<1 km 的

天气现象。

使用辽宁省气象局存档的 1971~2009 年辽宁省 60 站逐日 8 个时次地面观测资料。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,并另记该站有一个沙尘天气日。

## 2 沙尘天气的气候特征

统计辽宁浮尘、扬沙、沙尘暴资料的结果表明,1971~2009 年辽宁浮尘、扬沙、沙尘暴发生总次数分别为 4 332、10 564、434 次,分别占辽宁沙尘天气中的 28.26%、68.91%、2.83%,可见扬沙是影响辽宁次数最多、范围最广的一种沙尘天气;浮尘影响次数较少,约占扬沙的 1/4。辽宁的沙尘暴天气虽然发生次数最少、平均影响范围最小,但其带来的大量降尘严重影响空气质量,大风及能见度降低严重危害交通安全,因此其危害最大。因此,笔者将扬沙、浮尘与沙尘暴进行比较分析。

**2.1 正态性分析** 利用 SPSS 对沙尘暴、扬沙、浮尘的年次数做正态性检验,其结果表明 3 个序列均为正偏态分布(图 1),因此不能用算数平均数来描述其集中性。

沙尘暴年次数序列因为有 8 个样本为 0,则其对数序列样本数为 31,因此,虽然其正态曲线(图 2a)表示其为近似正态分布,但是不能准确描述其特性;扬沙、浮尘年次数的对数序列为负偏态分布(图 2b,c),因此不能用几何均数来描述其集中性。由此可见,沙尘暴、扬沙、浮尘年次数序列为一般的偏态分布,应使用中位数描述集中性,经计算,沙尘暴、扬沙、浮尘年次数序列为中位数分别为 4、196、82。

## 2.2 年际变化

**2.2.1 沙尘暴。** 1971~2009 年中位数为 4 次/a,沙尘暴年次数的年代际变化分析结果表明(图 3a),沙尘暴呈减少的趋势。1971~1984 年为沙尘暴偏多时期,1985 年以来,除 1986~1987、2000~2002 年偏多以外,其他年份偏少。经趋势分析,趋势方程为  $y = -0.0002x^4 + 0.0109x^3 - 0.1780x^2 - 1.4512x + 40.88 (R^2 = 0.7443)$ 。1971~1993 年沙尘暴天气呈减少趋势,1994~2002 年呈增多趋势,2003~2009 年呈减少趋势。

**作者简介** 黄阁(1978-),女,辽宁辽阳人,高级工程师,硕士,从事天气预报、数值预报产品释用方面研究。\*通讯作者,工程师,从事天气预报技术方法研究,E-mail:shengyong780224@gmail.com。

**收稿日期** 2010-10-26

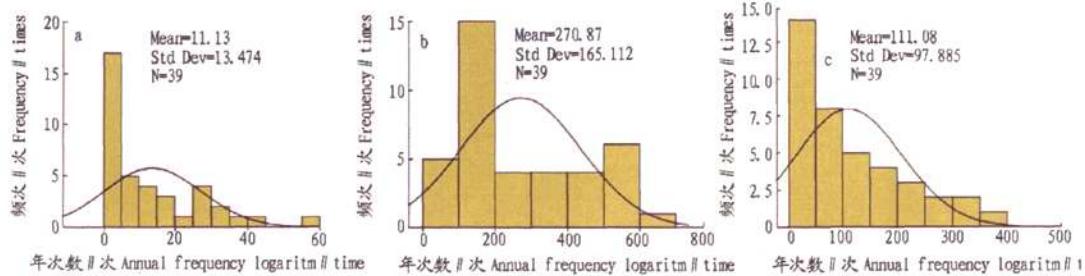


图1 沙尘暴(a)、扬沙(b)、浮尘(c)的年次数正态性检验

Fig.1 Normality tests of annual occurrence frequency of sandstorm(a), blowing sand(b) and floating dust(c)

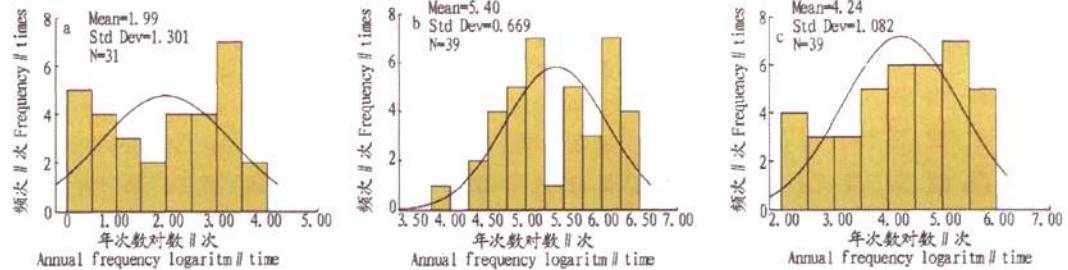


图2 沙尘暴(a)、扬沙(b)、浮尘(c)年次数对数正态性检验

Fig.2 Normality tests of annual occurrence frequency logarithm of sandstorm(a), blowing sand(b) and floating dust(c)

**2.2.2 扬沙。**1971~2009年中位数为196次/a,扬沙年次数的年代际变化分析结果表明(图3 b),扬沙呈减少的趋势。1971~1988年扬沙天气偏多,1988年以来,除2001、2002、2004年偏多以外,其他年份均偏少。经趋势分析,趋势方程

为 $y = -0.0045x^4 + 0.3554x^3 - 8.6466x^2 + 51.7910x + 456.01(R^2 = 0.8728)$ 。1971~1994年扬沙天气呈减少趋势,1995~2003年呈增多趋势,2004~2009年呈减少趋势。

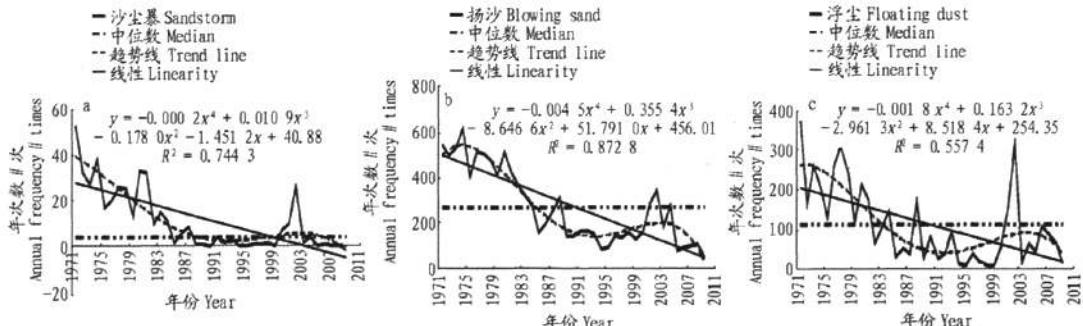


图3 1971~2009年辽宁沙尘暴(a)、扬沙(b)、浮尘(c)年次数的年代际变化

Fig.3 Inter-decadal changes of annual occurrence frequency of sandstorm(a), blowing sand(b) and floating dust(c) in Liaoning during 1971~2009

**2.2.3 浮尘。**1971~2009年中位数为82次/a,浮尘年次数的年代际变化分析结果表明(图3c),浮尘呈减少的趋势。1971~1984年,除1981年浮尘天气偏少外,其他年份均偏多;1985年以来,除1988、2001、2002、2006年扬沙天气偏多以外,其他年份均偏少。经趋势分析,趋势方程为 $y = -0.0018x^4 + 0.1362x^3 - 2.9613x^2 + 8.5184x + 254.35$  ( $R^2 = 0.5574$ )。1971~1995年扬沙天气呈减少趋势,1996~2002年呈增多趋势,2003~2007年呈减少趋势。

综上所述,辽宁沙尘天气总体呈减少的趋势,其中20世纪70~90年代中期沙尘天气基本呈线性减少,90年代中期开始,沙尘天气基本处于较弱的水平,但在2000~2003年有

一个明显的回升波动。这一结论与全林生等指出的20世纪70~90年代末期我国北方地区沙尘天气的发生频数呈波动减少之势,尤其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<sup>[10]</sup>。

**2.3 季节变化** 王式功等指出春季为沙尘暴多发季节,北方地区4月份沙尘暴发生频率最高,5和3月份次之;若按季节划分,则春季最多(约占全年的50%)<sup>[11]</sup>。统计1971~2009年辽宁沙尘天气资料,1971~2009年沙尘暴天气共434次,其中以春季(3~5月)出现的概率最多,共338次,占全年的77.88%;扬沙天气共10 564次,以春季出现的概率最多,共6 793次,占全年的64.30%;浮尘天气共4 332次,以春季

出现的概率最多,共3 408次,占全年的78.67%。春季,沙尘暴、扬沙和浮尘4月最多,分别为139、2 973、1 646次,分别占全年的32.03%、28.14%、38.00%;3月次之,分别为113、2 031、957次,分别占全年的26.04%、19.23%、22.09%;5月较少,分别为86、1 789、805次,分别占全年的19.82%、16.93%、18.58%。

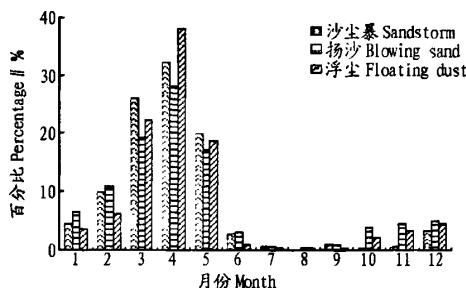


Fig. 4 Time series of monthly percentage of dusty weather in Liaoning during 1971~2009

1971~2009年辽宁57站沙尘天气月平均日数分布(图4)显示,辽宁沙尘天气季节变化明显,沙尘暴的影响最多出现在春季,冬季次之;浮尘、扬沙在全年均有出现,但主要集中在春季,冬季次之。1971~2009年春季沙尘天气旬总次数共338次,其中以4月上旬、3月下旬、5月上旬出现的概率最多,共183次,占春季的54.14%;扬沙旬总次数共6 793次,其中以4月上旬、4月下旬、4月中旬出现的概率最多,共2 973次,占春季的43.77%;浮尘旬总次数共3 408次,其中以4月上旬、4月下旬、3月下旬出现的概率最多,共1 646次,占春季的49.53%。

综上所述,辽宁沙尘天气影响主要集中在春季,其中春季的浮尘、沙尘暴占全年的78.00%以上;扬沙天气全年皆有可能出现,但春季居多,占全年的64.00%;沙尘暴、扬沙、浮尘均为4月上旬最多,分别占春季的25.74%、16.66%、19.84%。

**2.4 地域分布** 周自江等对近年来扬沙和沙尘暴天气的时空分布特点研究指出,我国的沙尘天气主要分布在西北和华北地区,北方的广大地区都是其主要影响区,但沙尘的影响并不局限于此,我国沿海地区乃至东亚及太平洋地区都受到

表1 1971~2009年辽宁57站春季沙尘天气旬总次数

Table 1 Total number of spring dusty weather within a period of ten days from 57 stations in Liaoning between 1971 and 2009

时间 Ten-day period	沙尘暴 Sandstorm		扬沙 Blowing sand		浮尘 Floating dust	
	次数//次 Frequency	百分比//% Percentage	次数//次 Frequency	百分比//% Percentage	次数//次 Frequency	百分比//% Percentage
3月上旬 Early March	33	9.76	623	9.17	180	5.28
3月中旬 Mid March	31	9.17	587	8.64	288	8.45
3月下旬 Late March	49	14.50	821	12.09	489	14.35
4月上旬 Early April	87	25.74	1 132	16.66	676	19.84
4月中旬 Mid April	31	9.17	901	13.26	447	13.12
4月下旬 Late April	21	6.21	940	13.84	523	15.35
5月上旬 Early May	47	13.91	756	11.13	370	10.85
5月中旬 Mid May	35	10.36	642	9.45	224	6.57
5月下旬 Late May	4	1.18	391	5.76	211	6.19
合计 Total	338	100	6 793	100	3 408	100

一定影响<sup>[9,12~13]</sup>。统计1971~2009年沙尘天气资料,分析辽宁浮尘、扬沙、沙尘暴的年平均日数以及沙尘天气综合影响的地域分布。结果表明,辽宁沙尘天气西北多、东南少、呈阶梯状分布。由图5可见,辽宁境内东部地区没出现过沙尘暴天气,年平均次数最多的是彰武站,为1.79次,沈阳西北部、阜新及朝阳北部地区为沙尘暴的多发区,年平均次数>0.50次,抚顺东部、本溪东部、丹东东部、大连南部地区没有出现过沙尘暴,其他地区沙尘暴年平均日数为0.01~0.49次。辽

宁境内各地均有扬沙出现,西部、中部以东、以南的大部分地区扬沙明显偏少,年平均日数<5.00次,沈阳西北部、阜新地区、锦州站扬沙偏多,平均日数>15.00次,年平均日数最多是新民站,为31.79次,其他地区扬沙年平均日数为5.00~15.00次。辽宁境内各地均有浮尘出现,大部分地区年平均日数为0~3.00次,浮尘的多发区为沈阳北部地区,年平均日数最多的是康平站,为8.62次。辽宁西部为浮尘天气的少发区,年平均日数最少的是建平站,为0.23次。

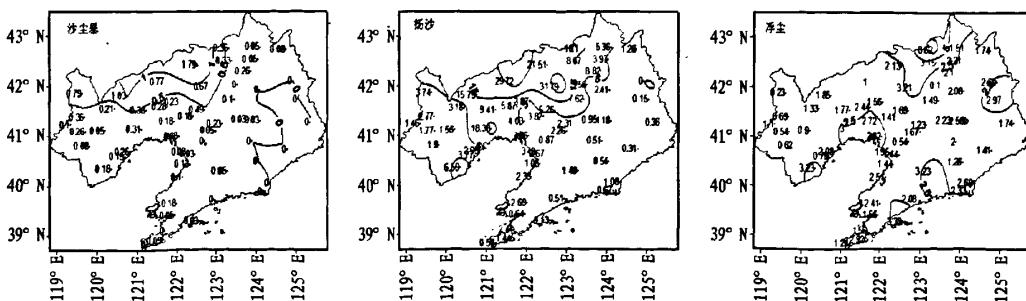


Fig. 5 Geographical distribution of annual mean frequency of sandstorm in Liaoning during 1971~2009

(下转第1581页)

按照以上流程开发了宁夏水稻低温冷害自动监测预警业务系统，并在 2007、2008 年的水稻低温冷害监测预警业务中进行了应用。根据监测结果分别于 7 月下旬中期、8 月上旬末和 9 月上旬发布了水稻低温冷害监测预警材料，并提出了对策建议，其冷害监测预警结果与 2007、2008 年实际发生情况基本相符，为减轻冷害危害做出了积极贡献。

## 5 结论与讨论

在 GIS 支持下，利用改进的小网格推算方法对日平均气温及日最低气温进行推算，利用多时相遥感资料对水稻种植区域进行提取，将水稻种植区域、水稻低温冷害指标、天气预报资料等结合对水稻低温冷害进行监测和预警，开发自动监测预警系统对于业务服务十分有效，可提高业务人员工作效率，同时具有较高的推广应用价值。

## 参考文献

- [1] 董水祥,周仲显.宁夏气候与农业[M].银川:宁夏人民出版社,1986;28-87.
- [2] 刘玉兰,刘静.宁夏水稻低温冷害指标分析[J].宁夏气象,2002(4):10-13.
- [3] 王连喜,秦其明,张晓琨.水稻低温冷害遥感监测技术与方法进展[J].气象,2004,29(3):2-7.
- [4] 高懋芳,覃志豪,刘三超.MODIS 数据反演地表温度的参数敏感性分析
- [5] 齐述华,王军邦,张庆员,等.利用 MODIS 遥感影像获取近地层气温的方法研究[J].遥感学报,2005,9(5):570-575.
- [6] 丁美花,苏永秀,孙涵,等.广西山区气候资源小网格推算模型[J].山地学报,2007,25(1):64-71.
- [7] 谢先金,晏路明.基于 GIS 的福建省农业气候资源小网格推算[J].福建师范大学学报(自然科学版),2007(3):90-93.
- [8] 刘静,马力文.宁夏扬黄新灌区热量资源的网格点推算[J].干旱地区农业研究,2001(3):64-71.
- [9] 卫建国.离散温度资料小网格推算法的改进和实现[J].宁夏工程技术,2006,5(3):230-234.
- [10] DAI C C, YUAN Z L, YANG Q Y, et al. The effects of increasing production of endophytes *Phomopsis B3* on rice [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(1): 39-42, 48.
- [11] 夏宝延,王林.我国水稻稻曲病的研究现状[J].畜牧与饲料科学,2009,30(1):33-34.
- [12] WANG S M, ZHU Q S, WANG W L, et al. The application of bentazon susceptible gene on seed production of hybrid rice [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(1): 99-103, 145.
- [13] 胡昌高.机插水稻栽培技术[J].畜牧与饲料科学,2009,30(3):94-95.
- [14] LIAO Z R, HUANG D Y, GUO D Q, et al. Genetic analysis of a biomass mutant in *Oryza sativa* [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(2): 63-66.
- [15] 蒋欣.水稻生产全程机械化[J].畜牧与饲料科学,2009,30(9):187.

(上接第 1568 页)

**2.5 周期性** 由季节变化分析可知，辽宁省各类沙尘天气均集中在春季，即每年 3~5 月沙尘天气多，其他月份沙尘天气少，呈周期性震荡，周期为 12 个月。由 1971~2009 年辽宁沙尘天气百分比年代际变化(图 6)可知，沙尘暴、扬沙有 3~4 年的周期性，浮尘 1984 年之前有 3~4 年周期，此后有 5~6 年的周期性。

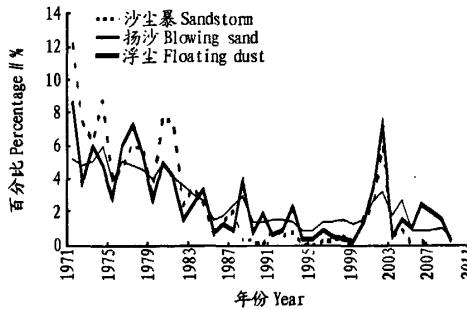


图 6 1971~2009 年辽宁沙尘天气百分比年代际变化

Fig. 6 Inter-decadal changes of percentage of dusty weather in Liaoning during 1971~2009

## 3 结论

(1) 沙尘暴、扬沙、浮尘的年次数序列为一般的偏态分布，应使用中位数描述集中性。

(2) 辽宁沙尘天气总体呈减少的趋势，其中 20 世纪 70~90 年代中期沙尘天气基本呈线性减少，90 年代中期开始，沙尘天气基本处于较弱的水平，但在 2000~2003 年有一个明显的回升波动。

(3) 辽宁沙尘天气多出现在春季(4 月最多)，其中春季的浮尘、沙尘暴占全年的 78.00% 以上；扬沙天气全年皆有可能出现，但春季居多，占全年的 64.00%；按旬统计结果表明，

[J]. 遥感信息, 2005(6): 3-6.

[5] 齐述华,王军邦,张庆员,等.利用 MODIS 遥感影像获取近地层气温的方法研究[J].遥感学报,2005,9(5):570-575.

[6] 丁美花,苏永秀,孙涵,等.广西山区气候资源小网格推算模型[J].山地学报,2007,25(1):64-71.

[7] 谢先金,晏路明.基于 GIS 的福建省农业气候资源小网格推算[J].福建师范大学学报(自然科学版),2007(3):90-93.

[8] 刘静,马力文.宁夏扬黄新灌区热量资源的网格点推算[J].干旱地区农业研究,2001(3):64-71.

[9] 卫建国.离散温度资料小网格推算法的改进和实现[J].宁夏工程技术,2006,5(3):230-234.

[10] DAI C C, YUAN Z L, YANG Q Y, et al. The effects of increasing production of endophytes *Phomopsis B3* on rice [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(1): 39-42, 48.

[11] 夏宝延,王林.我国水稻稻曲病的研究现状[J].畜牧与饲料科学,2009,30(1):33-34.

[12] WANG S M, ZHU Q S, WANG W L, et al. The application of bentazon susceptible gene on seed production of hybrid rice [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(1): 99-103, 145.

[13] 胡昌高.机插水稻栽培技术[J].畜牧与饲料科学,2009,30(3):94-95.

[14] LIAO Z R, HUANG D Y, GUO D Q, et al. Genetic analysis of a biomass mutant in *Oryza sativa* [J]. Agricultural Science & Technology, 2008, 9(2): 63-66.

[15] 蒋欣.水稻生产全程机械化[J].畜牧与饲料科学,2009,30(9):187.

沙尘暴、扬沙、浮尘等沙尘天气主要出现在 3 月下旬~5 月上旬，其中 4 月上旬最多。

(4) 辽宁沙尘天气西北多、东南少，呈阶梯状分布。沈阳西北部、阜新及朝阳地区为沙尘天气的多发区，抚顺东部、本溪东部，丹东东部、大连南部地区没有出现过沙尘暴，仅出现过少量的扬沙、浮尘天气。

(5) 辽宁省各类沙尘天气季节性周期明显，且沙尘暴、扬沙有 3~4 年的周期性，浮尘 1984 年之前有 3~4 年周期，此后有 5~6 年的周期性。

## 参考文献

- [1] 李锋.沙尘源区示踪方法及分布研究进展[J].干旱区研究,2007,35(3):355-363.
- [2] 郑新江,刘成,崔小平,等.沙尘暴天气的云图特征分析[J].气象,1995,21(2):7-31.
- [3] 邱金桓,孙金辉.沙尘暴的光学遥感及分析[J].大气科学,1994,18(1):1-10.
- [4] 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.
- [5] 郭慧,王式功,李松梁,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.
- [6] 胡锦樵,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.
- [7] 吴占华,任国玉.我国北方区域沙尘天气的时间特征分析[J].气象科技,2007,35(1):364-370.
- [8] 常生华,李广.我国沙尘暴发生日数的空间分布格局[J].中国沙漠,2006,26(3):384-388.
- [9] 周白江.近 45 年中国扬沙和沙尘暴天气[J].第四纪研究,2001,21(1):9-17.
- [10] 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.
- [11] 王式功,董光荣,杨海保,等.中国北方地区沙尘暴变化趋势初探[J].自然灾害学报,1996,5(2):86-94.
- [12] 郑新江,曾燕,缪启龙.中国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J].地理学报,2001,56(3):316-322.
- [13] 庄国顺,郭敬华,袁蕙,等.2000 年中国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J].科学通报,2001,46(3):191-197.