

宁夏大风日数气候变化及其对沙尘天气的影响^{*}

张智, 郑广芬, 林莉, 陈晓娟, 梁旭

(宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002)

提 要 本文利用宁夏 23 个气象台站 1961—2004 年共 44a 的大风日数、沙尘暴日数、扬沙日数资料, 统计分析了宁夏大风日数的空间分布和时间分布特征, 结果表明: 近 44a 来宁夏存在 2 个大风中心——北部的惠农和东部的麻黄山, 西南部的隆德大风日数最少, 春季是宁夏各站大风日数最多的季节, 20 世纪 60、70 年代是宁夏大风日数明显偏多期, 80、90 年代是偏少期, 21 世纪初期比 20 世纪 80、90 年代略有增加; 大风日数气候倾向率 16 个站为负值, 7 个站为正值, 大武口——石炭井一带、麻黄山、兴仁、泾源是大风日出现的沙尘暴次数占其沙尘暴出现总次数的百分率高值区, 陶乐——盐池一带、中卫是低值区, 且大风中心区与沙尘暴频发区不重合; 惠农、麻黄山是大风日出现的扬沙次数占扬沙出现总次数的百分率高值区, 陶乐、永宁、盐池、中卫是低值区; 年平均大风日数、年大风日出现沙尘暴次数及扬沙次数均呈减少趋势, 时间曲线变化趋势也相同。

关键词 宁夏; 大风; 气候变化; 沙尘天气

中图分类号: P445^{+.4}

文献标识码: A

大风是在大尺度环流天气系统或局地强对流天气系统条件下产生的一种天气过程。我国《地面气象观测规范》^[1-3]中规定: 瞬间风速达到或超过 17m/s (或目测估计风力达到或超过 8 级) 的风, 记为大风, 若某日中有大风出现, 一般称该日为大风日。大风除造成风灾外, 还能造成土壤风蚀和沙化, 对农作物和树木造成机械性损害, 影响交通运输, 破坏生态环境, 并给人们的社会活动带来不便。徐启运^[4]、钱正安^[5]研究我国西北地区单站沙尘暴强度时, 瞬间极大风速是其中的一项判别标准, 陈晓光^[6-7]研究甘肃和宁夏区域性沙尘暴天气过程强度时, 瞬间极大风速也是一项划分标准, 但这些研究均未对大风气候变化特征进行深入的分析, 只是近期李耀辉^[8]比较详细地研究分析了西北地区大风日数的时空分布特征, 并得到了西北地区大风具有地域性、季节性等结论。

宁夏地处我国西北干旱、半干旱地区, 西部与腾格里沙漠、北部与乌兰布和沙漠、东部与毛乌素沙漠接壤, 境内地表侵蚀、水土流失严重, 自然环境恶劣, 大风常常在沙源地附近形成沙尘暴、扬沙等灾害天气, 特别是在春季, 大风造成的财产损失和环境破坏更为严重。在此背景下, 分析研究宁夏大风的活动规律对社会经济发展、预防和减轻自然灾害有很好的现实意义。

1 资料

本文选取宁夏 23 个气象台站 (剔除六盘山高山站) 1961—2004 年近 44a 各站大风日数、沙尘暴日数、扬沙日数资料, 资料序列通过信息化格式检查和质量检查, 资料质量较高, 长度也较统一。为了保持与《地面气象观测规范》规定的一致性, 日界统一定为 $20^{\text{h}} - 20^{\text{h}}$, 春季为 3—5 月, 夏季为 6—8 月, 秋季为 9—11 月, 冬季为 12—次年 2 月。

^{*} 收稿日期: 2005-04-20。

基金项目: 国家科技部项目“宁夏气候对全球气候变化的响应及其机制 (2004DIB3J121)”资助。

作者简介: 张智 (1967-) 男, 山东泰安人, 高级工程师, 主要从事气候分析工作。E-mail: zz_tt@126.com

2 大风日数的空间分布特征

2.1 年大风日数分布

图 1 是宁夏近 44a 的年平均大风日数分布图。从图中可以看到,宁夏年平均大风日数有 2 个中心区域,一个位于北部的惠农,年平均大风日数为 52.9 天,平均 7 天就有一次大风天气;另一个位于东部的麻黄山,为 42.9 天,平均 9 天有一次大风天气。年平均大风日数最少的是西南部的隆德,只有 4 天,平均 3 个月才出现一次大风天气,其次是中部的永宁,为 5.6 天。宁夏国土面积虽小,但各站年平均大风日数相差较大,年平均大风日数最多的惠农站是年平均大风日数最少的隆德站的 13.2 倍。

从宁夏年平均大风日数不同频率出现站数看(表 1),宁夏各站年平均大风日数主要集中在 10~20d,共有 12 个站,占总数的 52.2%,超过了总站数的一半,而年平均大风日数在 10d 以下和 40d 以上的分别只有 3 个站和 2 个站,各占总数的 13% 和 8.7%。

宁夏年平均大风日数的分布特点与宁夏地形有很大的关系。年平均大风日数在 40 天以上的惠农站地处宁夏北部贺兰山与桌子山之间的风口,而麻黄山站地处宁夏东部丘陵,海拔比周边地区相对较高,大风日数在 20~30 天的主要分布在北部风口边缘地带及中部丘陵地带;大风日数在 10~20 天的主要分布在黄河沿岸及中部地势平坦地带;大风日数在 10 天以下的主要分布在西南部六盘山和月亮山环抱地带,地势较对较低,不利于大风天气的形成。

2.2 各季大风日数分布

宁夏各季平均大风日数分布(图略)与年平均大风日数分布基本相似,各季中惠农、麻黄山均为大风中心,而隆德——西吉一带、永宁在各季中仍是大风日数最少的地区。

计算各季平均大风日数占年平均大风日数的百分率,并统计不同百分率出现的站数(表 2),从表中也可以看到,春季是宁夏各地大风日数最多的季节,有 20 个站的季平均大风日数占到年平均大风日数的 41% 以上,加之春季冷空气活跃,降水少,气温回暖,土壤解冻,地表裸露,在大风天气的影响下极易形成沙尘天气;夏季与冬季平均大风日数不同百分率的出现站数基本相同,秋季是宁夏四季中平均大风日数最少的季节,23 个站的季平均大风日数均没有超过年平均大风日数的 18%,这也是宁夏秋季“秋高气爽”的气候特点之一。

3 大风日数的时间变化特征

3.1 大风日数年代际变化

图 2 是宁夏近 44a 来年、季平均大风日数的年代际变化图,从图中可以看到,20 世纪 60、70 年代是宁夏年大风日数明显偏多期,80、90 年代是年大

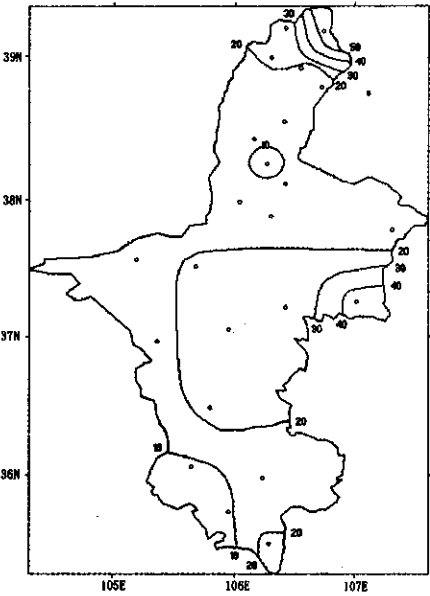


图 1 宁夏年平均大风日数分布图
Fig. 1 Distribution of annual mean gale days in Ningxia

表 1 宁夏年平均大风日数不同频率出现站数

大风日数	<10d	10~20d	20~30d	30~40d	>40d
出现站数	3	12	6	0	2
所占比例	13%	52.2%	26.1%	0	8.7%

表 2 宁夏各季与年大风日数百分率不同频率出现站数
Tab. 2 Observer numbers calculated by different percentages of seasonal gale days to annual gale days in Ningxia

季	11~20%	21~30%	31~40%	41~50%	51~60%
春			3	15	5
夏	15	7	1		
秋	23				
冬	14	6	3		

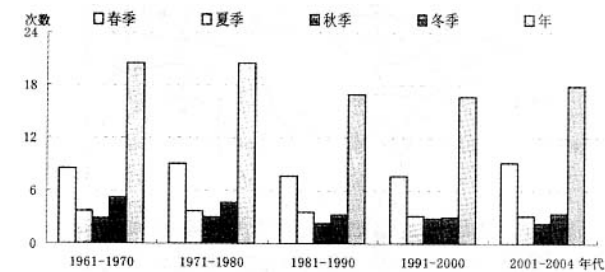


图 2 宁夏年季大风日数年代际变化图
Fig. 2 Annual and seasonal gale days in Ningxia in decades

风日数偏少期,但 21 世纪初期比 20 世纪 80、90 年代略有增加。对比分析各季的年代际变化可以看到,春季大风日数在各年代际中均最多,与年的年代际变化相同,各季 20 世纪 60、70 年代均为大风日数偏多期,80、90 年代为偏少期,但 21 世纪初期的各季大风日数变化趋势明显不同:夏、秋季大风日数呈继续减少的
万万数据

趋势,冬季大风日数比 20 世纪 80、90 年代冬季略有增加,而春季大风日数比 20 世纪 80、90 年代春季明显增加,甚至比 20 世纪 60、70 年代春季还多。

3.2 大风日数年变化

图 3 为宁夏各站近 44a 来的年平均大风日数气候倾向率分布图,从图中可以看到,有 16 个站的气候倾向率为负值,占总站数的 69.6%,说明这些站近 44a 来年大风发生次数呈减少的趋势,气候倾向率小于 $-2d/10a$ 的有 13 个站,其中年大风日数减少幅度最大的是同心和青铜峡,气候倾向率分别为 $-5.4d/10a$ 和 $-5.3d/10a$,年大风日数减少趋势最为明显。气候倾向率为正值的区域范围较小且比较分散,主要在平罗——陶乐一带、永宁、中宁以西地区、隆德,年大风日数增加幅度最大的是中宁,气候倾向率为 $4.2d/10a$ 。

宁夏各季大风日数气候倾向率分布(图略)与年平均大风日数气候倾向率分布基本一致,有 13 个站的各季气候倾向率均为负值,春季、夏季气候倾向率减少幅度最大的在同心,秋季在石炭井,冬季在青铜峡;中宁、中卫和隆德的各季气候倾向率均为正值,且中宁在各季的气候倾向率的增加幅度均最大。

4 大风对沙尘天气的影响

强风是沙尘天气不可缺少的动力源,王式功^[9]研究认为下垫面特征和沙尘源分布对沙尘天气形成具有重要作用,张存杰^[10]、李茜^[11]、郭锐^[12]、李岩瑛^[13]、周自江^[14]等研究沙尘暴特征时,也认为大风对沙尘暴的形成起着重要作用。宁夏自然环境恶劣,下垫面南北差异大,大风对各地的沙尘天气有什么样的影响呢?在此我们分别对沙尘暴和扬沙进行分析。

4.1 大风对沙尘暴的影响

图 4(a)为宁夏年大风日出现的沙尘暴次数占其沙尘暴出现总次数的百分率分布图,从图中可以看到,大武口——石炭井一带、麻黄山、兴仁、泾源是百分率高值区,大风日出现的沙尘暴次数占其沙尘暴出

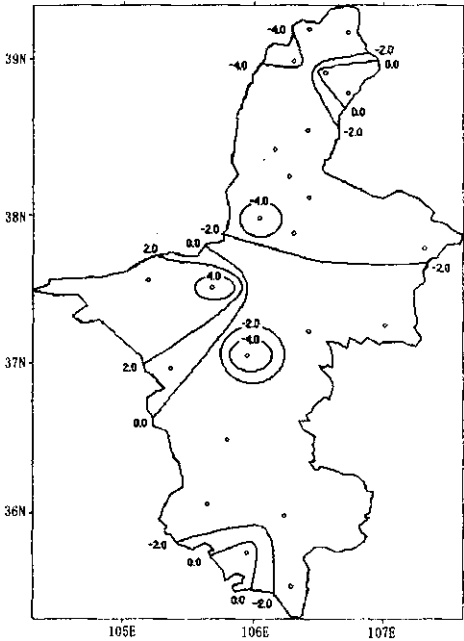


图 3 宁夏年大风日数气候倾向率分布图
Fig. 3 The climate trend rate distribution of annual gale days in Ningxia

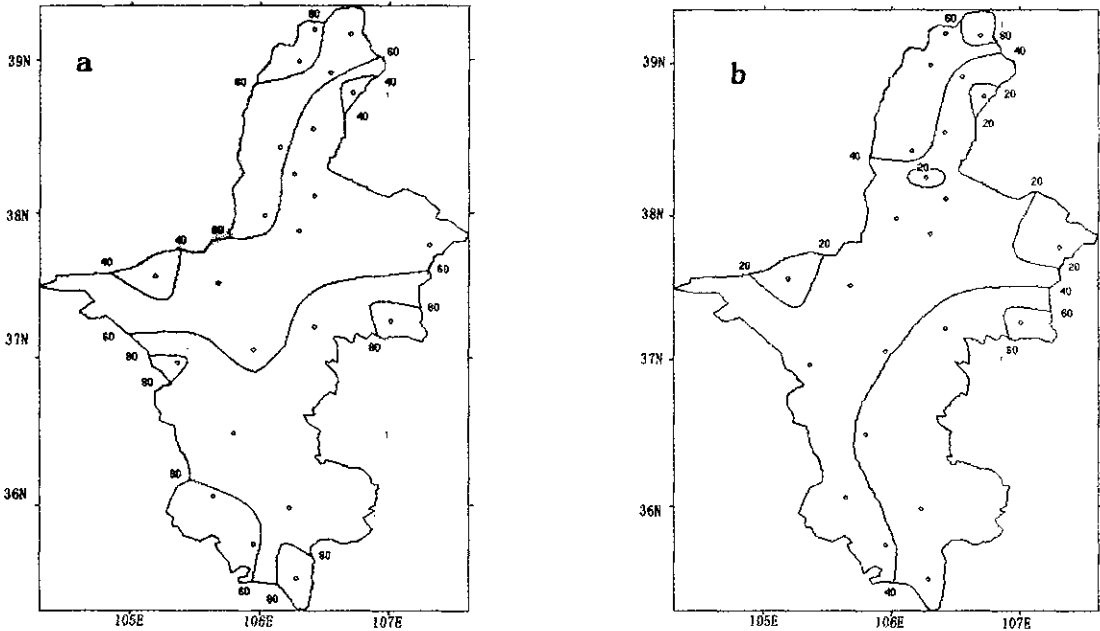


图 4 宁夏大风日出现沙尘暴次数(a)、扬沙(b)次数占其总次数百分率分布图
Fig. 4 Distribution maps of the percentages of dust-storm times(a) and blowing sand times(b) to total gale days in Ningxia
万方数据

现总次数均在 80% 以上,说明这些地区的大风天气对沙尘暴的形成起着重要作用,沙尘暴主要是随着大风天气的出现而出现,依靠大风才能将沙源地的沙尘带到当地,陶乐——盐池一带、中卫是百分率低值区,大风日出现的沙尘暴次数不足其沙尘暴出现总次数的 40%,说明大风不是这些地区产生沙尘暴的主要原因,因地处在沙漠边缘,所以在小于 17m/s 的风力的作用下也能产生沙尘暴。

盐池是宁夏沙尘暴的频发区^[15],但通过与年大风日数分布图(图 1)比较可以发现,宁夏大风中心区与沙尘暴频发区不重合。惠农是宁夏第 1 大风区,年平均沙尘暴日数只有盐池的 1/3;麻黄山是第 2 大风区,与盐池仅相距 80km,但年平均沙尘暴日数只有盐池的 1/4。主要原因是盐池地处毛乌素沙漠边缘,沙源丰富,在较强风力作用下就能产生沙尘暴;惠农虽然地处黄河灌溉区,东、西、北三面均为沙漠,但东有桌子山、西有贺兰山,阻挡了沙尘的输送,麻黄山地处丘陵,地势较周边地区高,沙尘不易到达。

4.2 大风对扬沙的影响

图 4(b)为宁夏年大风日出现的扬沙次数占扬沙出现总次数的百分率分布图,从图中可以看到,惠农、麻黄山是高值区,大风日出现扬沙次数占扬沙总次数均在 65% 以上,数值没有沙尘暴的数值高,说明这些地区扬沙天气与大风天气有较好的相关性,扬沙天气受大风天气的影响较大;陶乐、永宁、盐池、中卫是低值区,大风日出现扬沙次数不足扬沙出现总次数的 17%,且数值也明显比沙尘暴的数值低,说明这些地区的扬沙天气受大风影响很小,在风力作用下极易产生扬沙天气。

从宁夏逐年平均大风日数以及逐年大风日出现沙尘暴次数、扬沙次数的时间演变过程来看,宁夏近 44a 来的年平均大风日数(图 5a)、年大风日出现沙尘暴次数(图 5b)及扬沙次数(图 5c)均呈减少的趋势,其气候倾向率分别为 $-1.3\text{d}/10\text{a}$ 、 $-1.1\text{d}/10\text{a}$ 、 $-1.8\text{d}/10\text{a}$,且在 20 世纪 80 年代初期前后均发生了明显的变化:年大风日数在 60–70 年代平均为 20.7d,而 80–90 年代平均为 16.2d,减少了 4.5d,其中 1989 年平均只有 6.1d;大风日出现沙尘暴次数在 60–70 年代平均为 4.5d,而 80–90 年代平均为 1.5d,减少了 3.0d,其中 2003 年平均只有 0.2d;大风日出现扬沙次数在 60–70 年代平均为 12.5d,而 80–90 年代平均为 7.0d,减少了 5.5d,其中 1989 年平均只有 2.8d。

从图 5 可以看到,宁夏年大风日出现沙尘暴次数曲线(图 5b)、扬沙次数曲线(图 5c)与年大风日数曲线(图 5a)的年际振荡和多年变化趋势基本一致,其中年大风日出现沙尘暴次数曲线(图 5b)与扬沙次数曲线(图 5c)的多年变化趋势非常接近,说明沙尘暴和扬沙天气在大环流背景下主要受风力大小的影响,但区域下垫面特征也起着重要作用。

5 结论

(1)宁夏存在 2 个大风中心——北部的惠农和东部的麻黄山,大风日数分别为 52.9 天和 42.9 天,西南部的隆德最少,只有 4 天;12 个站的年平均大风日数在 10–20d 之间,3 个站在 10d 以下,2 个站在 40d 以上,春季是宁夏各地大风日数最多的季节,有 20 个站的春季大风日数占到年平均大风日数的 41% 以上,秋季是大风日数最少的季节。

(2)20 世纪 60、70 年代是宁夏年大风日数明显偏多期,80、90 年代是偏少期,21 世纪初期比 20 世纪 80、90 年代略有增加,季节的年代际变化中,春季大风日数在各年代际中均最多,与年相同,各季 20 世纪

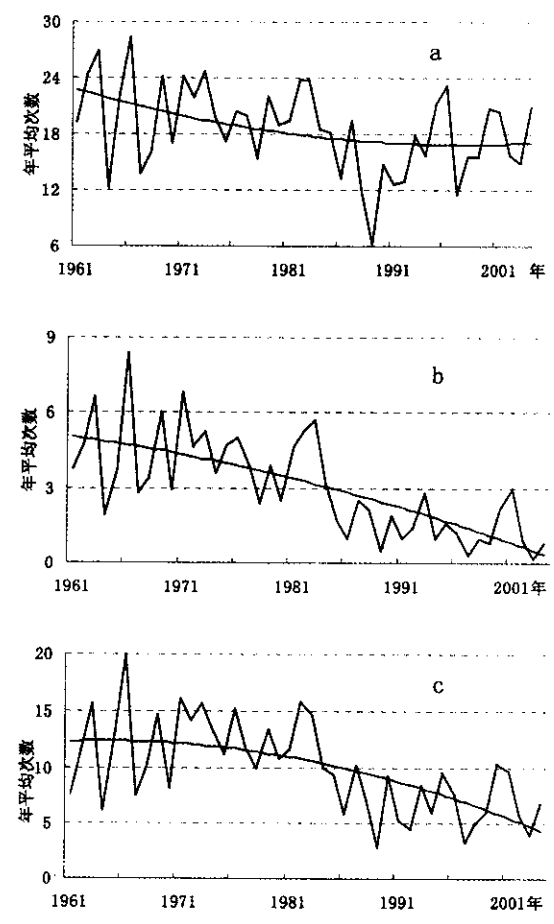


图 5 宁夏逐年平均大风日数(a)及大风日出现沙尘暴次数(b)、扬沙次数(c)变化图

Fig. 5 Changes of yearly mean gale days (a), dust-storm times (b) and blowing sand times (c) occurred in gale days in Ningxia

60、70 年代均为偏多期 ,80、90 年代为偏少期 ,但 21 世纪初期的各季大风日数变化趋势明显不同 :夏、秋季呈继续减少的趋势 ,冬季比 20 世纪 80、90 年代冬季略有增加 ,而春季比 20 世纪 80、90 年代春季明显增加 ,甚至比 20 世纪 60、70 年代春季还多。

(3)近 44a 来宁夏有 16 个站的气候倾向率为负值 ,有 13 个站的气候倾向率小于 $-2\text{d}/10\text{a}$,其中年大风日数减少幅度最大的是同心和青铜峡 ,气候倾向率分别为 $-5.4\text{d}/10\text{a}$ 和 $-5.3\text{d}/10\text{a}$;气候倾向率为正值的区域范围较小且比较分散 ,增加幅度最大的是中宁 ,气候倾向率为 $4.2\text{d}/10\text{a}$ 。

(4)大武口——石炭井一带、麻黄山、兴仁、泾源是宁夏年大风日出现的沙尘暴次数占其沙尘暴出现总次数的百分率高值区 ,均在 80% 以上 ,陶乐——盐池一带、中卫是低值区 ,不足 40% ,大风中心区与沙尘暴频发区不重合 ,大风天气主要受地形的影响 ,而沙尘暴天气主要受下垫面特征和沙源地远近的影响。

(5)惠农、麻黄山是宁夏年大风日出现的扬沙次数占扬沙出现总次数的百分率高值区 ,均在 65% 以上 ,陶乐、永宁、盐池、中卫是低值区 ,不足 17%。

(6)宁夏近 44a 来的年平均大风日数、年大风日出现沙尘暴次数及扬沙次数均呈减少的趋势 ,气候倾向率分别为 $-1.3\text{d}/10\text{a}$ 、 $-1.1\text{d}/10\text{a}$ 、 $-1.8\text{d}/10\text{a}$,均在 20 世纪 80 年代初期前后发生了明显的变化 ,且时间曲线的变化趋势相同。

参考文献

[1]中央气象局. 地面气象观测规范 [Z]. 1964. 83 - 97.
[2]中央气象局. 地面气象观测规范 [Z]. 北京 :气象出版社 ,1979. 21 - 27.
[3]中国气象局. 地面气象观测规范 [Z]. 北京 :气象出版社 ,2003. 21 - 27.
[4]徐启运 ,胡敬松. 我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征 [J]. 应用气象学报 ,1996 ,7(4) :479 - 482.
[5]钱正安 ,贺慧霞 ,瞿章等. 我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征 [A]. 中国沙尘暴研究 [C]. 北京 :气象出版社 ,1997. 1 - 10.
[6]陈晓光 ,张存杰 ,董安祥等. 甘肃省沙尘暴过程的划分及统计分析 [J]. 高原气象 ,2004 ,23(3) :374 - 381.
[7]陈晓光 ,刘庆军 ,张智等. 宁夏与甘肃沙尘暴过程的时空分布对比研究 [J]. 干旱气象 ,2004 ,22(2) :1 - 5.
[8]李耀辉 ,张存杰 ,高学杰. 西北地区大风日数的时空分布特征 [J]. 中国沙漠 ,2004 ,24(6) :715 - 723.
[9]王式功. 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.
[10]张存杰 ,宁惠芳. 甘肃省近 30 年沙尘暴、扬沙、浮尘天气空间分布特征 [J]. 气象 ,2002 ,28(3) :193 - 200.
[11]李茜 ,董安祥. 白银市春季沙尘暴的初步研究 [J]. 甘肃科学学报 ,2002 ,14(4) :19 - 23.
[12]郭锐 ,张杰 ,韩涛等. 西北特殊地形与沙尘暴发生的关系探讨 [J]. 中国沙漠 ,2004 ,24(5) :576 - 581.
[13]李岩瑛 ,李耀辉 ,罗晓玲等. 河西走廊东部沙尘暴预报方法研究 [J]. 中国沙漠 ,2004 ,24(5) :607 - 610.
[14]周自江 ,王锡稳 ,牛若芸. 近 47 年中国沙尘暴气候特征研究 [J]. 应用气象学报 ,2002 ,13(2) :193 - 200.
[15]郑广芬 ,赵光平 ,李艳春等. 宁夏中北部地区沙尘暴天气发生过程中的不稳定条件分析 [J]. 中国沙漠 ,2004 ,24(6) :701 - 705.

Changes of Gale Days and Its Impacts on Dust Weathers in Ningxia

ZHANG Zhi , ZHEN Guang - feng , LIN Li , CHEN Xiao - juan , LIANG Xu
(Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disasters Preventing and Reducing , Yinchuan 750002 ,China)

Abstract

The gale days , dust - storm days and blowing sand days data of 23 meteorological observatories in Ningxia from 1961 to 2004 were used in this text to statistically analyze the spatial and temporal distribution of gale days. The results showed that Ningxia had 2 gale centers in the recent 44a :Huinong in the north and Mahuang mountain in the east ;Longde which is in the southwest had the least gale days ,and Spring was the season which in all the stations in Ningxia having the most gale days ;In Ningxia gale days were obviously more in the 1960s and 1970s , less in 1980s and 1990s , and little increased in the 21st century (compare to 1980s and 1990s) ; The climate trend rate of gale days were negative in 16 stations and positives in 7 stations ;To the percentage the dust - storm times occurred in gale days occupied the total dust - storm times , the strip from Dawukou to Huinong、 Mahuang mountain、 Xinren、 Jingyuan were the higher percentage zones , the strip from Taole to Yanchi and Zhongwei were the lower zones , and the gale centers were not the same to the dust - storm frequency zones ;To the blowing sand times occurred in gale days occupied the total blowing sand times , Huinong and Mahuang mountain were the higher percentage zones , Taole , Yongning , Yanchi and Zhongwei were the lower percentage zones ;The annual mean gale days , annual dust - storm and blowing sand times occurred in gale days were all increasing , and the changing trend of the temporal curve was the same.

Key words : Ningxia ; gale ; climate change ; dust weather