

甘肃沙尘暴变化特征及其对农业生产的影响

孙兰东^{1,2}, 刘德祥²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020; 2. 兰州区域气候中心, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 利用甘肃省资料年代较长的 75 个地面气象站 1960~2006 年历年逐日沙尘暴资料, 采用相关和小波分析方法, 对沙尘暴变化特征进行分析。得出各季沙尘暴日数近 47 a 总体呈减少趋势, 小波分析显现出各季沙尘暴日数都存在 6 a 和 9 a 准周期变化振荡, 也分析了沙尘暴对甘肃农业生产的影响, 对沙尘暴的监测预警和防御对策提出了见解。

关键词: 沙尘暴; 变化特征; 农业生产; 甘肃省

中图分类号: S162.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)06-0212-05

沙尘暴是在特定地理环境和气候条件下形成的一种特殊的气象灾害。它所引发的大气环境问题、对经济社会影响问题、土地沙化问题、人民群众生命财产安全问题和生产安全问题等, 已经得到全社会的高度关注, 并相继开展了大量的研究工作, 取得了较大进展。这些研究涉及沙尘暴的气候特征^[1~5]、变化趋势^[6~8]、形成机制^[9~14]、短期预测^[15~18]等。这些成果的取得, 对沙尘暴变化的预测起到积极作用。甘肃是全国沙尘暴发生频率比较高的地区, 尤其是河西走廊北部毗邻巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠, 境内沙漠、戈壁广布, 气候干燥, 成为全国沙尘暴发生频率最高的地区之一, 每年都要遭受不同程度的沙尘暴灾害。但是以往对春季沙尘暴的研究比较多, 对其它季节的沙尘暴有所忽略, 其实, 在冬季、春季、夏季、秋季都有沙尘暴发生。本文重点研究各季沙尘暴日数的变化规律及沙尘暴对农业生产的影响, 为防治沙尘暴灾害提供科学依据。

1 资料与方法

选用甘肃省资料年代较长的 75 个地面气象站 1960~2006 年历年逐日沙尘暴资料, 分别计算了历年冬季(上年 12 月~翌年 2 月)、春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)沙尘暴日数, 平均值用 1960~2006 年数据计算。对沙尘暴日数进行了标准化处理, 用二阶主值函数表示各季沙尘暴日数随时间的变化趋势, 用小波方法分析其周期变化^[19, 20]。

2 沙尘暴的变化特征

2.1 沙尘暴日数的年代际变化

全省各季沙尘暴日数以 20 世纪 70 年代最多, 60 年代次多, 60 年代至 70 年代呈增加趋势, 20 世纪 80 年代至本世纪初呈迅速减少趋势(表 1)。进一步分析近 47 a(1960~2006 年)沙尘暴日数随时间的变率, 沙尘暴日数随时间的变化总体呈迅速减少趋势。全省年总沙尘暴平均日数随时间的变化呈显著的负相关, 相关系数为 -0.8012 , 显著性水平超过了 0.001 , 线性趋势变化率为 $-1.03 \text{ d}/10\text{a}$ 。全省冬季、春季、夏季和秋季沙尘暴平均日数随时间的变化呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.6802 、 -0.7198 、 -0.7776 和 -0.5348 , 显著性水平都超过了 0.001 , 线性趋势变化率分别为 $-0.24 \text{ d}/10\text{a}$ 、 $-0.49 \text{ d}/10\text{a}$ 、 $-0.22 \text{ d}/10\text{a}$ 和 $-0.07 \text{ d}/10\text{a}$ 。

2.2 沙尘暴日数的历年变化规律

冬季沙尘暴日数近 47 a 来的变化总体呈波动减少趋势, 1960~1983 年是多沙尘暴期, 大多数年份多于平均值; 1984~2006 年是少沙尘暴期, 全部年份都少于平均值, 1984 年是由多向少的转变年份。用二阶主值函数拟合的沙尘暴日数随时间变化曲线呈现出抛物线型(图 1a 上), 1984 年以后呈迅速减少趋势。小波分析显现出冬季沙尘暴日数存在 6 a、9 a 和 12 a 准周期变化振荡(图 1a 下)。

春季沙尘暴日数近 47 a 来的变化总体呈波动减少趋势, 1960~1985 年是多沙尘暴期, 大多数年份多于平均值; 1986~2006 年是少沙尘暴期, 全部

收稿日期: 2008-03-17

基金项目: 中国气象局气候变化专项“气候变化对祁连山区冰雪水资源的影响研究”(CCS2007-26); 中国气象局业务轨道建设项目“气象灾害风险区划—沙尘暴灾害区划”

作者简介: 孙兰东(1968-), 女, 河南叶县人, 高级工程师, 从事干旱气候变化和影响评估研究。E-mail: sldlydia@yahoo.com.cn。

年份都少于平均值,1986 年是由多向少的转变年份。用二阶主值函数拟合的沙尘暴日数随时间变化曲线呈现出抛物线型(图 b 上),1986 年以后呈迅速

减少趋势。小波分析显现出春季沙尘暴日数存在 6 a 和 9 a 准周期变化振荡(图 1b 下)。

表 1 甘肃省各季沙尘暴日数年代际变化(d)

Table 1 Decadal change of seasonal sandstorm days in Gansu Province

年份 Year	冬季 Winter	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	全年 Whole year
1960~1969	7.6	20.4	8.7	2.8	39.3
1970~1979	10.8	24.8	9.4	2.8	47.8
1980~1989	4.1	14.2	5.6	2.5	26.3
1990~1999	1.0	5.5	2.3	0.4	9.1
2000~2006	0.8	4.9	1.3	0.3	7.2
各季占全年百分率 Proportion of each season in a year	19.0	53	21	7	—

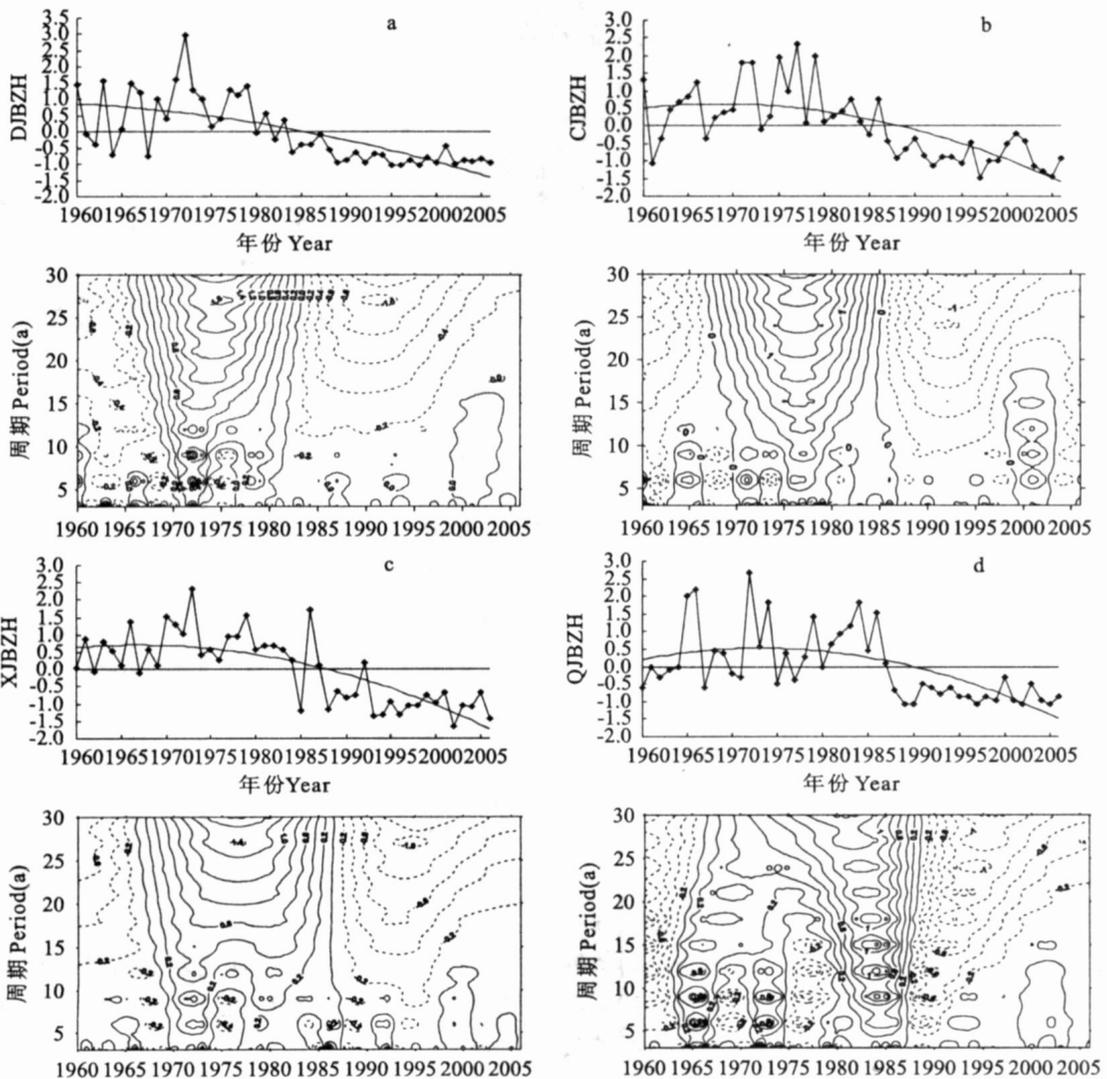


图 1 甘肃省各季沙尘暴日数标准化值的历年变化

(a:冬季 b:春季 c:夏季 d:秋季)

Fig.1 Changes in the value of standardization of seasonal sandstorm in Gansu Province

(a:winter b:spring c:summer d:autumn)

两者都相同。1960~1987 年是多沙尘暴期,大多数年份多于平均值;1988~2006 年是少沙尘暴期,大部年份都少于平均值,1988 年是由多向少的转变年份。用二阶主值函数拟合的沙尘暴日数随时间变化曲线呈现出抛物线型(图 1c 上,图 1d 上),1986 年以后呈迅速减少趋势。小波分析显现出夏季和秋季沙尘暴日数都存在 6 a、9 a 和 12 a 准周期变化振荡(图 1c 下,图 1d 下)。

3 沙尘暴对甘肃农业生产的影响

沙尘暴是甘肃省的主要气象灾害之一,沙尘暴携带的大量沙尘蔽日遮光,轻者可使大量牲畜患染

呼吸道及肠胃疾病,严重时将导致大量“春乏”牲畜死亡、刮走农田沃土、种子和幼苗。沙尘暴还会使地表层土壤风蚀、沙漠化加剧,覆盖在植物叶面上厚厚的沙尘,影响正常的光合作用,造成作物减产。

3.1 沙尘暴对甘肃农业生产的影响

甘肃沙尘暴每年都有发生,只是对农业影响的程度不同而已。根据对 1971~2006 年甘肃沙尘暴灾情资料统计分析,全省多年平均沙尘暴受灾面积约为 2.55 万 hm^2 。

从图 2 可以看到,1971~2006 的 37 a,甘肃春季沙尘暴呈现出明显减少趋势。

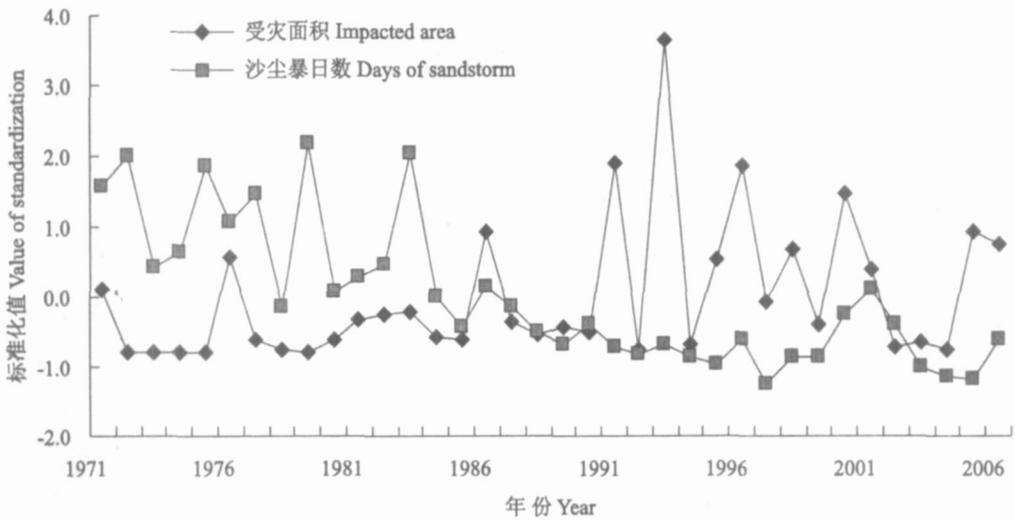


图 2 甘肃省春季沙尘暴日数标准化值和农作物受灾面积标准化值的历年变化

Fig. 2 Changes in the value of standardization of seasonal sandstorm and impacted crop area in Gansu Province in spring

3.2 沙尘暴灾情

近 47 a 来,有几次特强沙尘暴给甘肃农业生产及人民生命安全带来严重损害。如 1993 年 5 月 5 日,在河西走廊的金昌至中部地区的北部靖远、白银一带,发生了一次自有气象记录以来少见的大范围区域性强沙尘暴(黑风)给河西走廊和陇中北部的农业生产和人民生活造成了极大的破坏。其中受灾农田 16.95 万 hm^2 ,死亡 61 人,伤 208 人,丢失牲畜 71 304 头(只);92 594 株树木被风刮倒吹断;刮倒吹断高低压线杆 464 根;倒塌房屋门楼、厩棚 1 209 间,造成直接经济损失 2.42 亿元。大风刮起的流沙埋压了兰新铁路,造成客、货车迟发、晚点和停运达 42 列之多,经济损失达百万元以上。这次“5·5”黑风灾害,引起党中央国务院的高度重视。2006 年,沙尘暴主要出现在河西走廊、陇中北部和陇东北部,据不完全统计,全省受灾人口 5.4181 万人,并造成 2 人死

亡,农作物绝收面积 2.2402 万 hm^2 ,死亡大牲畜 6 873 头,直接经济损失达到 1.63 亿元(表 2)。

4 减灾对策

虽然,在当前或今后相当长的时间内,人类还无法控制或改变大范围突发性的灾害性天气,但是实践经验和研究证明,控制或减轻沙尘暴天气的危害还是可以办到的。

4.1 发展有效的强沙尘暴天气防护体系

包括建立甘肃省的沙尘暴中尺度监测网;沙尘暴天气预报、警报系统;沙尘暴天气防御决策与管理支持系统;沙尘暴天气联防网。有了这些防护体系,才能在沙尘暴灾害性天气出现之前,由气象部门作出准确的预报,并及时向各级领导和人民群众发布警报,以便采取有力的抗灾救灾措施,把灾害造成的损失减少到最小程度。

表 2 1990~2006 年春季甘肃省沙尘暴灾害表

Table 2 The sandstorm damages from 1990 to 2006 in spring in Gansu Province

年份 Year	灾情概况 Damage
1990	酒泉、张掖、武威、金昌、白银市、平凉、庆阳出现大风沙尘暴。有 8261.5hm ² 农田受灾, 273.7hm ² 压沙地的沙子被风刮走, 刮坏 916 个塑料大棚, 造成直接经济损失 421.39 万元。
1991	酒泉、张掖、皋兰、景泰出现了 9 级大风并伴有沙尘暴, 造成共计 7.22 万 hm ² 农田受灾, 丢失羊 100 多只, 刮坏树木 370 棵, 刮倒电杆 16 根, 吹坏塑料大棚 157 个, 经济损失 1.6 万元。
1992	酒泉市、靖远县春小麦受害近 0.1468 万 hm ² , 687 个塑料大棚、温室被大风刮破。
1993	河西走廊的金昌一带至中部地区的北部靖远、白银一带, 发生了一次自有气象记录以来少见的区域性大范围的强沙尘暴(黑风)。黑风致使农作物受灾 11.872 万 hm ² , 农作物成灾面积 2.1089 万 hm ² , 毁坏大棚温室 720 个, 94421 株树木被风刮倒吹断, 人员伤亡 245 多人, 其中死亡 50 人, 失踪 12 人; 丢失大小牲畜 71304(头)只; 刮倒吹断高低压线杆 1269 根, 倒塌房屋门楼、厩棚 1534 间, 埋压防风固沙林 1474.7hm ² , 造成的经济损失 25200.35 万多元。大风刮起的流沙埋压了兰新铁路, 造成客、货车迟发、晚点和停运达 42 列之多, 经济损失达百万元以上。
1994	酒泉、武威、张掖、白银、平凉受灾面积达 0.3725 万 hm ² , 掩埋农渠 8278 km, 蔬菜塑料大棚有 3299 个被损坏, 23161 人受灾, 共死亡牲畜 4206 头(只), 经济损失达 392.29 万元。
1995	酒泉、古浪、永昌、景泰、皋兰、兰州出现大风沙尘暴, 1.6956 万 hm ² 春小麦受损, 刮破节能大棚 2305 个, 刮倒低压线杆 15 根、树木 340 棵, 掩埋渠道 11.16 km, 共计损失高达 1765.5 万元。
1996	酒泉、张掖、武威和庆阳受沙尘暴袭击, 致使工厂停工, 学校停课, 交通中断。7.0726 万 hm ² 耕地受灾, 绝收 1146.6 hm ² ; 塑料大棚 1566 个受损, 刮断树木 39476 棵, 刮坏电杆 382 根, 输电线路 147.7 km, 沙埋渠道 174.8 多 km, 刮倒房屋 678 间, 丢失死亡大畜、羊 16986 多头(只), 经济损失 16572 万元, 大风沙尘暴使 5 名小学生落水遇难身亡。
1997	敦煌、安西、玉门、金塔、静宁、平凉等地出现大风沙尘暴。造成农作物受灾面积 2.5813 万 hm ² , 成灾面积 3723.9 hm ² , 159 个大棚、温室受损, 44 个畜圈吹毁, 死亡大畜 36 匹, 羊 1720 只, 沙埋渠道 23.5 km, 67572 人受灾。直接经济损失约 2385.2 万元。
1998	河西大部分地方出现大风、沙尘暴天气, 农作物受灾面积达到 4.2887 万 hm ² , 成灾 0.984 万 hm ² , 476 个养畜暖棚、温室大棚被刮掉, 死亡 85 头牛、138 只羊, 12 万株杨树苗受灾, 吹倒 90 棵树木, 直接经济损失 757.4 万元。
1999	酒泉、民勤、张掖出现大风、沙尘暴, 有 1.822 万 hm ² 农作物受灾, 大风撕揭卷走和毁坏棚膜、养殖暖棚、蔬菜温棚、育苗棚等 392 个, 直接经济损失 1702.5 万元。
2000	河西五市、景泰、靖远、平凉市、天水出现大风或沙尘暴。大风沙尘暴造成农作物受灾面积 6.1525 万 hm ² , 成灾面积 24332.7 hm ² , 损坏大棚 32405 个, 烧毁民房 6 间, 伤亡羊 495 只, 刮倒畜圈 27 间, 树木 4920 株, 沙埋林带 3 km, 埋没防洪渠 28 km, 刮断电线杆 17 根, 受灾人口 21.04 万人, 共损失 7218.82 万元。
2001	河西走廊及陇中北部出现大风沙尘暴, 最小能见度 0 m。受灾面积 3.8274 万 hm ² , 成灾面积 10536.5 hm ² , 摧毁房屋 68 间, 树木 20161 棵, 刮坏 11146 座大棚, 沙埋水渠 276.46 km, 死亡牲畜 1530 头(只), 刮断通信线路 3.5 km, 经济损失 8446.17 万元。
2002	敦煌、安西、玉门、金塔、高台、武威出现强沙尘暴, 瞬间最大风速 25 m/s, 最小能见度 0 m。受灾面积 0.2171 万 hm ² , 刮坏 1145 座大棚, 沙埋水渠 25.9 km, 刮倒树木 20137 棵, 丢失死亡牲畜 3145 头(只), 经济损失 1437.17 万元。
2003	敦煌、安西、玉门、金塔、大风沙尘暴, 受灾面积 0.66 万 hm ² , 成灾 1191.3 hm ² , 伤亡牲畜 400 头, 刮坏 277 座大棚, 畜圈 125 间, 刮倒树木 1700 棵, 刮断电线 2400 m, 经济损失 932.39 万元。
2004	玉门、民勤、庆城大风沙尘暴, 受灾面积 0.1027 hm ² , 成灾 115.9 hm ² , 7 死亡羊 6 只, 倒塌房间 3 间, 经济损失 1446.3 万元。
2005	农作物受灾面积 4.5915 万 hm ² , 受灾人口 77483 人, 经济损失 6440.25 万元。
2006	沙尘暴主要出现在河西走廊、陇中北部和陇东北部。全省受灾人口 5.4181 万人, 并造成 2 人死亡, 农作物受灾面积 4.1159 万 hm ² , 毁坏房屋 25 间, 伤亡牲畜 6873 头, 经济损失 16268.7 万元。

4.2 加强环境治理, 采取有力措施, 防止土地沙化和沙漠化

加强法制建设, 保护环境, 无疑也是防治沙尘暴灾害的重要措施。沙漠、沙漠化土地和干旱半干旱地区的生态系统极为脆弱, 不但自然抗灾能力弱, 而且沙助风威, 可以加大沙尘暴天气发生的机率及破坏力。通过保护沙生植被, 治理沙漠化土地, 科学经营保护干旱半干旱地区国土资源, 控制沙漠化土地扩展, 不断扩大沙漠绿洲, 以改善西北地区生态环境, 提高抗灾能力, 削减风沙灾害强度, 减少损失则

是完全可能的。

4.3 加强防护林建设和退化生态区域的恢复治理, 扩大林草覆盖面积

经对比分析历史灾例发现, 凡是防护林体系比较完整的绿洲、天然植被和人工植被覆盖度达 30% 左右且地表有结皮的草场、有防护林带或灌木—草本植被保护的铁路干线及支线, 基本上不受沙尘暴的危害。而危害最严重的是无防护林体系的新垦绿洲、老绿洲周围和内部开阔的新垦荒沙地以及未设防的工矿、交通沿线。应加强对天然植被的保护,

严禁乱砍滥伐,适当封育,使林草恢复繁衍。

5 小结

1) 各季沙尘暴日数 20 世纪 70 年代最多,60 年次多,60~70 年代呈增加趋势,80 年至本世纪初呈迅速减少趋势。各季沙尘暴日数近 47 a 总体呈减少趋势,1960~1986 年多数年份偏多,1986~2006 年持续减少。小波分析显现出各季沙尘暴日数存在 6a、9 a 和 12 a 的准周期变化振荡。

2) 沙尘暴天气携带的大量沙尘蔽日遮光,轻者可使大量牲畜患染呼吸道及肠胃疾病,严重时将导致大量“春乏”牲畜死亡、刮走农田沃土、种子和幼苗。沙尘暴还会使地表层土壤风蚀、沙漠化加剧,覆盖在植物叶面上厚厚的沙尘,影响正常的光合作用,造成作物减产。

3) 应该采取发展有效的强沙尘暴天气防护体系、加强环境治理,采取有力措施,防止土地沙化和沙漠化、加强防护林建设和退化生态区域的恢复治理,扩大林草覆盖面积等方法来防御、减少沙尘暴带来的损失。

参考文献:

- [1] 周自江,王锡稳,牛若芸.近 47 年中国沙尘暴气候特征分析[J].应用气象学报,2002,13(2):193-200.
- [2] 李栋梁,钟海玲,魏丽,等.中国北方沙尘暴日数的气候特征及对春季地面感热的响应[J].高原气象,2003,22(4):420-427.
- [3] 刘立超,安兴琴,李新荣,等.宁夏盐池沙尘暴特征分析[J].中国沙漠,2003,23(1):33-37.
- [4] 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.

- [5] 方宗义,王炜.2002 年我国沙尘暴的若干特征分析[J].应用气象学报,2003,14(5):513-521.
- [6] 钱正安,宋敏红,李万元.近 50 年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J].中国沙漠,2002,22(2):106-111.
- [7] 江灏,吴虹,尹宪志,等.河西走廊沙尘暴的时空变化特征与其环流背景[J].高原气象,2004,23(4):548-552.
- [8] 牛生杰,孙继明,桑建仁.贺兰山地区沙尘暴发生次数的变化趋势[J].中国沙漠,2000,20(1):55-58.
- [9] 张玉林,赵光平,杨淑萍.宁夏强沙尘暴形成机制的探索和研究[J].中国沙漠,1996,16(4):352-355.
- [10] 牛生杰,章澄昌.贺兰山地区沙尘暴沙尘启动和垂直输送物理因子的综合研究[J].气象学报,2002,60(2):194-203.
- [11] 丁荣,张德玉,梁俊宁,等.甘肃河西走廊中部近 45 a 来大风沙尘暴气候背景分析[J].中国沙漠,2006,26(5):792-796.
- [12] 郭慧,王式功,李栋梁,等.甘肃春季(3~5 月)沙尘暴成因分析[J].中国沙漠,2005,25(3):412-416.
- [13] 张强,王胜.论特强沙尘暴(黑风)的物理特征及其气候效应[J].中国沙漠,2005,25(5):675-681.
- [14] 郭慧,王式功,李栋梁.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):593-598.
- [15] 李栋梁,王涛,钟海玲,等.中国北方沙尘暴气候成因及未来趋势预测[J].中国沙漠,2004,24(3):376-379.
- [16] 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.
- [17] 赵红岩,陈旭辉,王锡稳,等.西北地区春季沙尘暴气候分析及预测方法研究[J].中国沙漠,2004,24(5):637-641.
- [18] 王劲松,李耀辉,康凤琴,等.“4.12”沙尘暴天气的数值模拟及诊断分析[J].高原气象,2004,23(1):89-96.
- [19] 杨福生.小波变换的工程分析与应用[M].北京:科学出版社,2000.22-27.
- [20] 陈晓燕,鲍伦军,莫金垣,等.用墨西哥帽小波研究 DNA 序列的分形特征[J].化学学报,2004,61(2):273-278.

Change characteristics of sandstorm in Gansu Province and its impacts to agriculture

SUN Lan-dong^{1,2}, LIU De-xiang²

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China;

2. Lanzhou Regional Climate Center, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Based on the data about sandstorm from 75 meteorological stations from 1960~2006 in Gansu Province, using the methods of wavelet analysis and correlation, the seasonal change characteristics of sandstorm in Gansu Province was analyzed. The results show: Seasonal sandstorm days have declined in recent 47 years, and they represent the 6-year and 9-year periodic oscillation by the wavelet analysis. The sandstorm result in heavy economic damage to agricultural production in Gansu Province, especially the “5.5 Black Wind” in 1993. Therefore, the studies on sandstorm, sandstorm damage and how to control, monitor and predict sandstorm should be reinforced.

Keywords: sandstorm; change characteristics; agricultural production; Gansu Province