

文章编号: 1006-4354 (2008) 04-0001-05

陕西沙尘暴时空变化特征与环流背景分析

王 越¹, 雷向杰¹, 栗 柯¹, 星全芳²

(1. 陕西省气候中心, 西安 710015; 2. 青海省果洛州气象局, 青海果洛 814000)

摘要: 用陕西省 58 个气象观测站近 46 a (1961—2006 年) 历年沙尘暴日数资料和 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析陕西沙尘暴空间分布特征和时间变化规律及有利于中国北方沙尘暴发生的环流气候背景。结果表明: 陕北沙尘暴是沙漠边缘干旱化不稳定过渡带的产物。在相同大气条件下, 下垫面条件决定沙尘暴的空间分布; 沙尘暴的时间变化(日、年、年际与年代际) 主要与大风有关, 即在确定的下垫面条件下, 天气气候条件决定沙尘暴的时间变化; 蒙古低槽、乌拉尔高脊的环流形势配置过程中的典型背景条件, 不仅在天气尺度, 在年际、年代际尺度也是如此; 陕西沙尘暴的 EOF 分析表明, 沙尘暴频数在上世纪 90 年代中期以后变化较平稳, 本世纪初徘徊在低值附近。

关键词: 沙尘暴; 空间分布; 时间变化; 环流背景**中图分类号:** P425.55**文献标识码:** A

沙尘暴是特定地理及气象条件下的产物, 沙漠及周边沙漠化土地上的植被状态不稳定的地表为沙漠提供沙源基础, 环流气候背景场的调整沙尘暴过程天气学触发机制的驱动力, 两者共同作用造成沙尘暴的发生。

研究表明, 陕北是中国北方沙尘主要源区之一。陕北指关中北山以北地区, 东以黄河为界, 西邻甘肃、宁夏, 北与内蒙古接壤, 是西北黄土高原的一部分。除长城沿线风沙区和部分山地外, 大部分被黄土覆盖。长城沿线及以北地区多风沙滩地地貌, 地处鄂尔多斯高原与黄土高原交接地带, 属鄂尔多斯地台的毛乌素沙漠南缘, 是亚洲内陆的干旱区。滩地、沙漠交错, 湖盆、淖水灌溉的绿洲散落其中。水资源贫乏, 使地表植被状态极不稳定, 成为大气环流变化调控下的中国北方沙尘暴的主要源区之一^[1-11]。利用近 46 a 陕西省 58 个气象台站观测资料和 NCEP/NCAR 再分析气候资料^[12], 分析陕西省沙尘暴日数的空间分布特征和时间变化规律以及影响中国北方沙尘暴的环流气候背景, 提高对沙尘暴发生规律的认识, 为提高沙尘暴预测的准确率提供气候与环流背景。

1 沙尘暴的空间分布特征

从图 1 可看出, 沙尘暴高发中心在陕北。陕西省沙尘暴的分布特点是北多南少, 且从北到南呈阶梯形递减。陕北北部长城沿线自东向西递增沙尘暴日 3.0~22.2 d/a; 陕北南部 0.6~2.9 d/a,

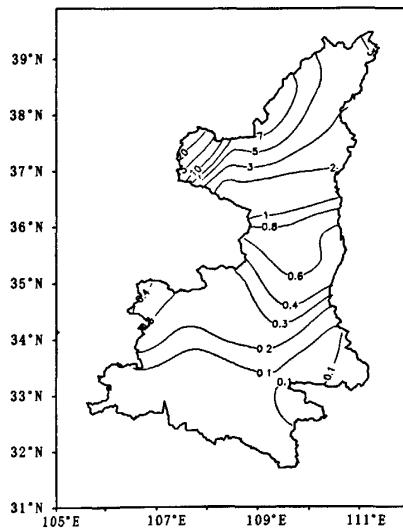


图 1 陕西年沙尘暴日数分布图 (单位: d/a)

收稿日期: 2008-01-10

作者简介: 王越 (1974-), 女, 硕士, 工程师, 从事短期气候预测、气候分析、气候应用等工作。

关中与陕南 $0.0\sim0.4$ d/a, 即在 36°N 以南地区已降至 1 d/a以下。沙尘暴高发区分布在陕北北部长城沿线沙滩区, 年平均沙尘暴日数 7.9 d。定边位于毛乌素沙漠南缘西端, 西部毗邻腾格里沙漠、北部毗邻内蒙古乌兰布和沙漠, 高达 22.2 d; 横山位于毛乌素沙漠南缘中部, 为 8.9 d。次高发区在长城沿线以南的陕北南部, 为 2.2 d, 子长县为 2.9 d。

总体来看, 陕北沙尘暴的地域分布主要是伴随沙漠边缘的土地干旱化不稳定过渡带而形成的, 邻近沙漠地区的沙尘暴多, 远离沙漠地区的沙尘暴少。在同样的大气条件下, 下垫面条件决定沙尘暴的空间分布。

2 沙尘暴的季节变化特点

从图2可以看出, 各地沙尘暴月际变化的总体特征是, 春季多、夏秋季少。

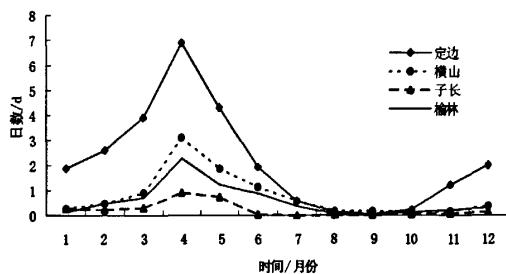


图2 陕西各地区沙尘暴的年变化

定边三面都是沙漠, 沙尘暴频数最大, 春季(3—5月)为沙尘暴的高发期, 峰值出现在4月, 呈单峰型。8—10月陕北正值降水高峰期, 沙尘暴几乎没有。从11月开始沙尘暴逐渐增加。

子长虽然远离沙漠, 沙尘暴发生较少, 沙尘暴频数变化同样呈春高秋低、呈单峰缓变型, 代表沙尘暴高发区外围的状况。

横山、榆林位于毛乌素沙漠中部与东部, 虽沙尘暴日数年变化峰值较高, 但年变化也属单峰型, 表现为中心地带向外围过渡的特征。

沙尘暴年变化春季多、秋季少的特征与大风日的年变化特征(图略)相吻合, 表明在同样的下垫面条件下, 气候条件年变化特征导致沙尘暴年变化的总体特征。各地变化是由局地因子产生

的。这与文献[8]的结果一致。

3 沙尘暴的年际和年代际变化特征

对近46 a全省58个测站沙尘暴日数的年际变化序列(1961—2006年)进行EOF时空展发现, 第一特征场的空间分布与多年平均分布较相似。陕北3个高值中心及外围分布很清楚(图3)。EOF第一模的方差贡献达57%以上, 表明沙尘暴的EOF第一模代表沙尘暴的基本空间分布特征, 也代表沙尘暴年际变化主要类型。

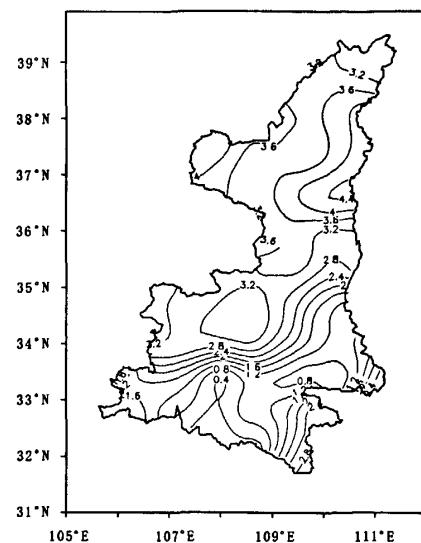


图3 陕西沙尘暴EOF分析第一特征场

由沙尘暴EOF第一模的年际变化比较(图4)可以看出, 46 a来沙尘暴发生频数呈下降趋势, 尤其是20世纪80年代中期至90年代前期, 下降非常明显。从年代际变化来看, 20世纪60年代处于较低水平, 70年代达最高, 80年代开始下降, 90年达到最低, 并持续到本世纪初。从各地单站

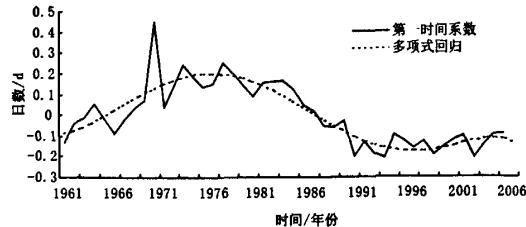


图4 陕西沙尘暴EOF分析第一模的年际变化

资料较长的记录中可看到, 20世纪50年代也是一个沙尘暴的高发期。

从图5可以看出, 陕北沙尘暴总趋势为“60年代低, 70年代达最高, 80年代下降, 90年达到最低”。定边、横山与陕西沙尘暴EOF分析第一模的年际变化趋势相似, 远离沙漠的地区80年代沙尘暴频数下降得较快。子长在80年代前期已变为沙尘暴低发区, 定边90年代后一直处于下降趋势。这与1997年江泽民总书记“再造一个山川秀美的西北地区”批示有关。1997年以来陕北大规模的退耕还林与榆林地区绿色长城、绿色长廊的建设卓见成效, 大型的治理造成沙尘重发区沙尘暴发生次数不断下降, 过渡地区与外围区下降较明显并越来越趋于稳定。

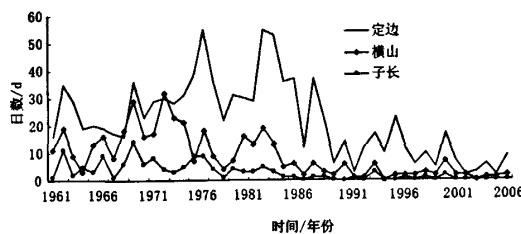


图5 陕北3个典型代表站年沙尘暴日数的年际变化

对沙尘暴EOF第一模态时间系数及小波谱分析表明(图6), 在6~8 a附近有高信度水平的显著周期, 其中7 a的准周期最显著, 基波的形态很明显。沙尘暴较短周期的波动在20世纪70年代、80年代与90年代前期变化幅度较大, 以后随

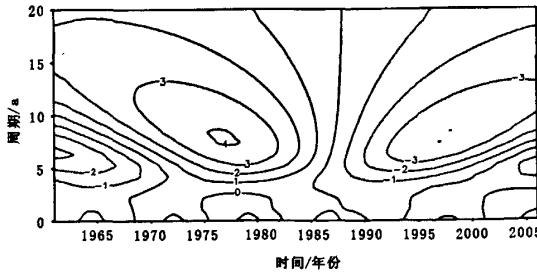


图6 陕西EOF第一模态时间系数小波分析

沙尘暴总体频数的降低而减小, 到本世纪初已不是很明显。

4 沙尘暴发生的环流背景

陕北春旱少雨, 土壤含水量得不到有效的补充, 使土壤表层干燥疏松, 干土层不断增厚。而春季南方暖湿气流难以向北方输送, 北方冷空气到来时有温带气旋在内蒙古一带迅速发展, 南北方冷暖气流形不成对流, 造成北方春季降水少而大风天气多。大风将地表疏松的表土沙尘粒子卷到空中, 形成沙尘和沙尘暴天气^[13]。大风是沙尘暴发生的最直接、最主要原因, 在日变化、年变化和年际变化中都有明显表现。大风与沙尘暴的相关性非常显著。

近42 a(1961—2002年)春季500 hPa高度场(图略)上, 等高线比较平直, 偏西气流稳定。20世纪60年代到本世纪初春季500 hPa高度距平图(图7)上发现, 70年代春季, 距平场为东低西高, 负距平涡旋在蒙古国中部, 乌拉尔山为正距平高脊区, 强大的气压梯度使平直的西北气流被破坏, 环流的经向度加大, 偏北气流引导北方冷空气南下, 形成地面大范围大风。乌拉尔高脊和蒙古低槽的环流形势配置是沙尘暴天气过程的较典型情况^[8,13]。如果在较长时期的气候平均状态中, 负距平在蒙古国中部地区, 乌拉尔山地区为正距平区, 表明这个时期经常出现有利于沙尘暴的天气过程, 导致沙尘暴频数增多。20世纪60年代中纬度为负距平, 西部乌拉尔山的负距平值比蒙古国更强些; 80年代, 蒙古国和我国西北地区为正距平中心区, 乌拉尔山地区的正距平偏小; 90年代至本世纪初, 蒙古国有一个强大的正距平中心, 而乌拉尔山地区已是负距平。这种形势西风减弱, 环流平稳, 不容易形成沙尘暴天气, 沙尘暴频数明显减少。

分析表明, 500 hPa高度场环流形势的年代际变化与沙尘暴的年代际变化是密切相关的, 环流形势的变化为沙尘暴的发生提供气候背景条件。

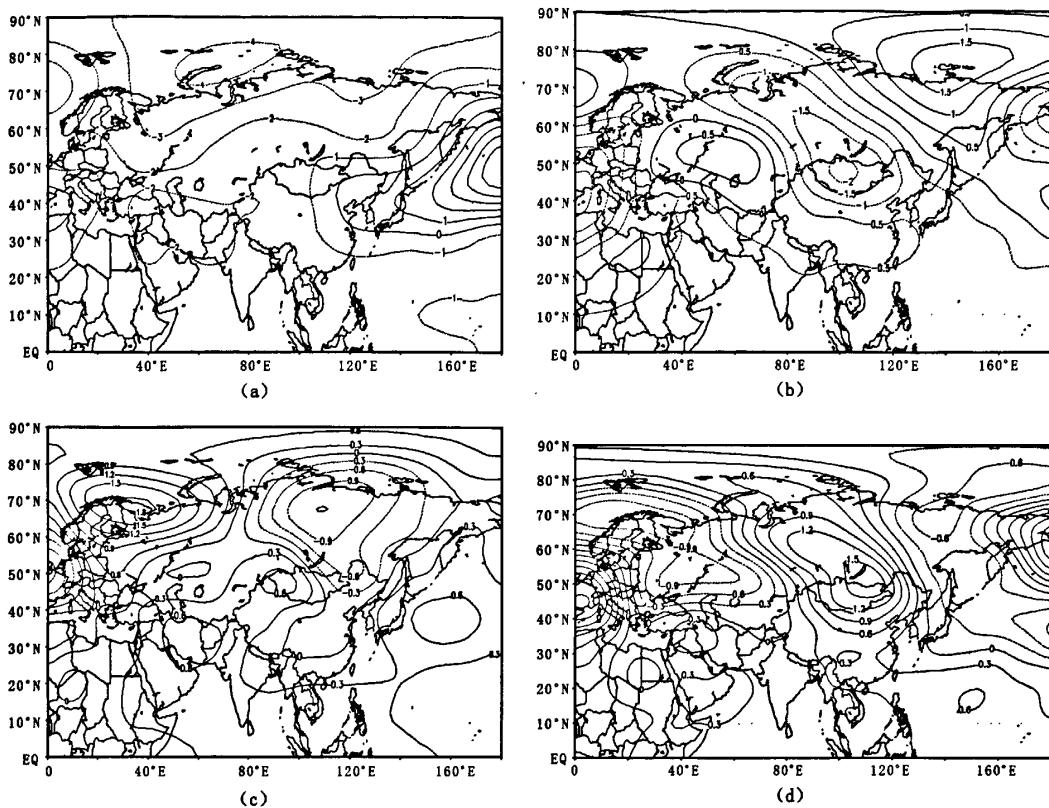


图 7 20世纪60年代—21世纪初春季 500 hPa 高度距平 ((a): 60年代; (b): 70年代; (c): 80年代; (d): 90年代—21世纪初) (单位: dagpm)

5 结论

5.1 陕北沙尘暴的空间分布主要是伴随沙漠边缘的土地干旱化不稳定过渡带而形成的，表明在同样的气候条件下，下垫面状况决定沙尘暴的空间分布。

5.2 陕北沙尘暴的时间变化(日、年、年际和年代际变化)主要与大风有关。表明在确定的下垫面条件下，大气(风)状况决定沙尘暴的时间变化。

5.3 春季干旱少雨，气温回升快，土壤失墒加速，加之春季地表植被稀少，地表解冻后土壤疏松，特别是大量土地荒漠化，而春天大风出现频率高，大风经过沙漠和黄土高原，不断卷起沙尘造成沙尘与沙尘暴天气。

5.4 蒙古低压(槽)、乌拉尔高压(脊)的环流形势配置是沙尘暴过程中的典型背景条件，不仅在天气尺度是如此，在年际、年代际尺度也是如此。

此。

5.5 陕北沙尘暴的 EOF 分析表明，沙尘暴频数在本世纪前期处于低值的稳定状态。

参考文献：

- [1] 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.
- [2] 王涛, 陈广庭, 钱正安, 等. 中国北方沙尘暴现状及对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21 (4): 322-327.
- [3] 王式功, 董光荣, 陈惠忠, 等. 沙尘暴研究进展[J]. 中国沙漠, 2000, 20 (4): 349-356.
- [4] 朱福康, 江吉喜, 郑新江, 等. 沙尘暴天气研究现状和未来[J]. 气象科技, 1999, (4): 1-8.
- [5] 夏训诚, 杨根生. 中国西北地区沙尘暴灾害及防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996, 201.

文章编号：1006-4354 (2008) 04-0005-04

贵州山区山谷地形大气边界层夏季风温廓线结构特征分析

孙海燕，梅再美

(贵州师范大学地理与生物学院，贵阳 550002)

摘要：利用2006年夏季在贵州省绥阳县进行的系留气艇高空探测及超声脉动风速仪监测试验资料，分析了贵州山区边界层风温垂直廓线的结构特征，结果显示：(1) 绥阳县500 m以下空间平均温度基本上随高度递减，500~1 000 m之间等温层和逆温层出现频率较高；(2) 山区边界层内风向随高度变化复杂，风速廓线一般遵循随高度递增的规律，1 000 m至边界层顶风速有逐渐减小的趋势；(3) 该地区山谷风环流明显，并随气层不稳定程度的增加而递增，在夜间达到最大。

关键词：复杂地形；大气边界层；风温场**中图分类号：**P423, P425**文献标识码：**A

观测大气边界层的垂直结构，研究大气边界层热力和动力特征，以及大气污染形成的影响机理，对提高空气质量预报模式的模拟精度具有重要意义。国内外在该方面已有很多研究：Eupont等^[1]最近用巴黎的冬季边界层探测试验资料(ECLAP)研究了城市热岛和污染加重情形下的大气边界层演变过程和垂直结构；卞林根等^[2]利用系留气艇探空数据对北京市冬季大气边界层结构进行研究，分析了温度和风廓线垂直变化的基本特征；王勇等^[3]在风廓线雷达基础上增加电声

测温系统(RASS)，研究RASS的实际测温结果和测温谱图实现实时测温要求；谷良雷^[4]利用加密探空资料，分析藏北高原那曲和安多地区夏季典型晴天与阴天边界层风速、位温与比湿时空分布及变化特征；刘小红等^[5]对北京地区一次特大强风过程边界层结构进行了研究。但是，长期以来对于平原地区大气边界层的研究较多，而云、贵、川一带山区复杂地形上的大气边界层温度和风廓线的垂直结构的探测研究尚不多见。为了认识山区复杂地形大气边界层风温结构及逆温层的

收稿日期：2008-01-31

作者简介：孙海燕(1982-)，女，山东青岛人，硕士，助理工程师，从事大气科学数据分析。

- [6] 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.
- [7] 李岩瑛，杨晓玲，王式功. 河西走廊东部近50年沙尘暴成因、危害及防御对策[J]. 中国沙漠, 2002, 22 (3): 283-287.
- [8] 郑新江，徐建芳，罗敬宁，等. 1998年4月14—15日强沙尘暴过程分析[J]. 高原气象, 2001, 20 (2): 180-185.
- [9] 徐国昌，陈敏连，吴国雄. 甘肃省“4·22”特大沙尘暴分析[J]. 气象学报, 1979, 37 (4): 26-35.
- [10] 李平，刘勇，杜继稳，等. 陕北地区沙尘暴天气分析及预报[J]. 中国沙漠, 2006, 26 (2): 295-299.
- [11] 吕俊杰. 春季沙尘暴天气气候特征分析[J]. 陕西气象, 2002 (4): 4-7.
- [12] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40 year reanalysis project [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1996, 77: 437-471.
- [13] 王可丽，江瀛，吴虹. 2001年春季中国北方沙尘暴的环流动力学结构分析[J]. 高原气象, 2002, 21 (3): 303-308.