

我国西北近50年春季沙尘暴 活动的变化与气候因子相关性研究*

张冲¹, 赵景波^{1,2}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075)

提 要: 本文根据我国西北不同地区近50年来气象观测资料, 研究了该区沙尘暴活动特点及其与气候变化的关系。结果表明: 近五十年来我国西北沙尘暴发生总体呈波动减小趋势, 这主要与新疆和内蒙古等沙源区向暖湿方向发展有关, 而1999—2002年沙尘暴活动增强的主要原因是降水减少和气温升高。气候要素中的降水量变化与沙尘暴的发生有着极其密切的关系, 二者呈明显的负相关; 气温的高低也与沙尘暴的发生呈负相关, 但没有与降水量的关系明显。在沙尘暴多发的60—70年代, 沙尘暴日数减少与春季降水量的增加关系密切; 而在80—90年代, 冬干气候对沙尘暴日数增加作用明显。在沙尘暴多发的60—70年代, 拉尼娜年对沙尘暴日数有明显的减少作用; 相反, 在沙尘暴较少的80—90年代, 厄尔尼诺年对沙尘暴日数有明显的增加作用。

关键词: 西北地区; 沙尘暴; 降水量; 气温; 厄尔尼诺; 拉尼娜

中图分类号: P425.5+5

文献标识码: A

20世纪以来, 随着全球气候的不断变化, 沙尘暴的发生呈现出明显的增多趋势。同时, 也带来了沙尘暴研究的高潮。沙尘暴是指风将地面沙尘吹起使空气浑浊, 即风与沙相互作用, 水平能见度小于1km的灾害性天气现象^[1-3]。据研究, 约有60%—70%的沙尘暴发生在春季(图1)^[1]; 其形成与大气环流、地貌形态和气候因素有关, 也与人类的生态环境破坏密不可分。沙尘暴是沙漠化加剧的象征, 同时也是环境恶化的重要标志之一。我国西北沙尘暴的主要源区有: 1) 塔克拉玛干沙漠; 2) 柴达木盆地; 3) 乌兰布和沙漠; 4) 毛乌素沙地^[4,5]。本文通过对此四个源区近50年来的年降水量、季节降水量和气温、月平均气温的分析, 研究了我国西北地区沙尘暴与这几方面气候要素的关系, 探讨了我国西北近50年来沙尘暴与厄尔尼诺和拉尼娜事件的耦合关系。

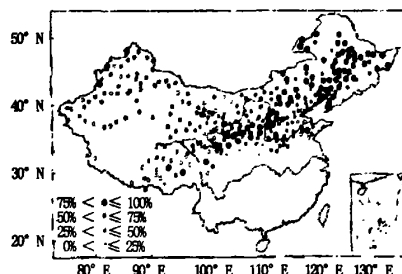


图1 中国北方春季发生沙尘暴日数占
全年发生沙尘暴日数的百分率区域分布^[1]

Fig. 1 Regional distribution of percentage of spring sandstorm frequency to that of whole year in northern China

1 近50年来我国西北沙尘暴的变化规律

根据收集的气象资料(数据来自西北的乌鲁木齐、和田、哈密、石河子、兰州、张掖、西宁、银川、榆林、延安、呼和浩特、包头等城市沙尘暴日数求和得平均值)可知^[6], 近50年来, 我国西北年沙尘暴日数总体呈现波动下降的趋势, 春季变化与全年相似(图2); 1960—1970年是一个高发的阶段, 1966年达到最高

* 收稿日期: 2007-6-20。

作者简介: 张冲(1987-), 男, 陕西泾阳人, 本科, 研究方向: 自然地理。

通讯作者: 赵景波。

峰;1980年以来呈现出波动减少的趋势,特别是1990年以来,减少更明显,1996年降到最低谷。这主要与这个时期的太阳活动加强,全球气候变暖,青藏高原地面加热场强度加强,欧亚西风急流轴北移,西太平洋副热带高压偏北偏西、强度加强,蒙古气旋减弱,西北部的沙尘原区降水增加有关^[7]。到20世纪末和21世纪初,又是一次明显的增加,特别是2001年最为突出。沙尘暴大部分发生在春季,平均约占60%~70%(图1)^[1,6]。

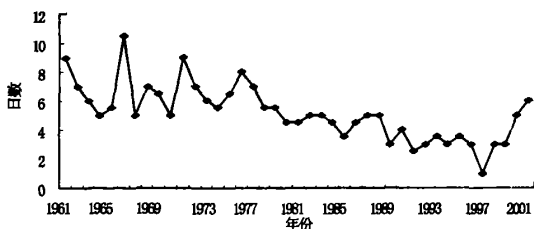


图2 我国西北沙源区附近十二城市近50年春季沙尘暴平均日数变化
Fig.2 Average sandstorm days in spring of 12 cities near sandstorm source regions in Northwest China in recent 50 years

2 沙尘源区降水量变化与我国北方春季沙尘暴活动的关系

2.1 降水变化规律

由各年的气象资料(图3)和(图4)分析可知,近50年来北方沙源区总降水量呈现波动略有增加趋势,1980年以后有上升的趋势,1999-2002又明显减少;各个年份的季节降水量以春季的变化量最大,夏季的降水量也有所增加^[8]。

2.2 年降水量与春季沙尘暴对比关系

在1980年以来的近24年里,在降水量增加的年份,沙尘暴减少,降水减少的年份沙尘暴增多(图4),说明降水量与沙尘暴呈明显的负相关关系。从整个北方沙源地来看,沙源区气候由暖干向暖湿发展,各地区的年降水量呈增加趋势。这使得地表湿度增加,植被覆盖度加大,地表颗粒凝聚加大,对沙尘暴的发生起着一定的抑制作用,因而1980年以后我国北方沙尘暴活动明显减少^[9,10]。

2.3 沙尘暴同当年春季降水量的关系

20世纪60-70年代春季降水量呈减少趋势(图5),80-90年代呈增加趋势,正对应着60-70年代沙尘暴的多发期和80-90年代沙尘暴的减少期。说明中国北方的降水量对沙尘暴发生和频次变化影响较大,尤其春季降水量对春季乃至全年的沙尘暴发生频次影响最为明显。突出的例子是1966年,这一年为中国北方沙尘暴活动的高峰年,与上一年源区降水量锐减形成鲜明对比^[9]。同样2000年,我国北方沙尘暴频次比往年有所增加,也与其前期降水明显减少密切相关。在沙尘暴多发的60年代里,只要春季降雨量增多,当年的沙尘暴就会明显的减少。

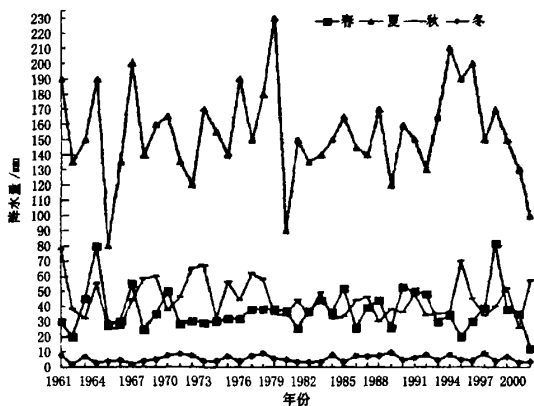


图3 塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地、乌兰布和沙漠、毛乌素沙地各年季节平均降水量变化
Fig.3 Seasonal average precipitation in Taklamakan, Qaidam, Mu Us and Ulanbuhe

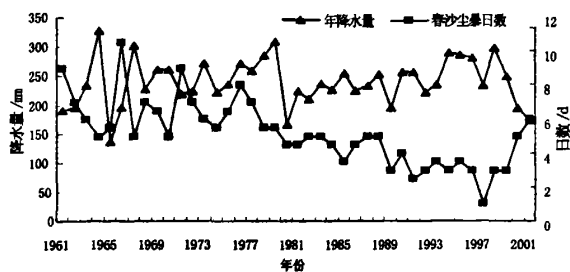


图4 塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地、乌兰布和沙漠、毛乌素沙地年平均降水量与西北12城市春季沙尘暴日数对比关系
Fig.4 The comparison between the annual precipitation in Taklamakan desert, Qaidam basin, Mu Us sandy land and Ulanbuhe desert and the spring sandstorm days in 12 cities of Northwest China

3 西北沙源区温度变化及与沙尘暴的关系

3.1 温度的变化

近50年以来,我国西北温度持续上升,变暖的趋势明显,特别是冬温上升更为明显(图6)。降水是影响沙尘暴发生的主要因素,气温也对它的发生起着一定程度的影响作用,只是没有前者的影响那么大。我

国西北冬季降水稀少,加之增温,蒸发强烈,很容易使沙源区的地表裸露形成沙源。再加上春季升温快,温度快速回升易导致下层大气强烈受热,造成空气不稳定,这将促使对流作用及湍流作用的加强,有利于风速的加大和上升气流的产生,为风沙活动提供了有利条件。60-70 年代是沙尘暴高发时段,正是由于增温的原因。1999-2000 年沙尘暴的增多也主要是这一原因^[11,18]。

3.2 上年冬季温度与当年春沙尘暴日数对比

通过对比(图 7)发现,上年冬季温度与当年春沙尘暴日数作用最为明显,主要体现在对沙尘暴的活动有促进作用。在沙尘暴稳定和少发的时期促进作用更明显,而在沙尘暴多发的时期影响作用很弱,这与降水量的作用正好相反。从图 7 可以看出,在沙尘暴稳定的 70 年代,(如 1971 年,1976 年)沙尘暴日数明显的多于往年,与前一年的冬季高温呈正相关;在沙尘暴少发的 80 年代,出现了几个沙尘暴活动小高峰(1982 年,1985 年,1989 年)^[12,11]。春季的升温,使下层的空气获得加速度而上升,造在空气不稳定,这将促使对流作用及湍流作用的加强,从而有利于风速的加大,造成春季风速大,这种较大的风速为沙尘暴活动提供了有利的条件^[13]。温度的进一步升高,有利于蒸发作用加强,使地表变得干燥,在春天不稳定空气作用下会使发生沙尘暴的机率明显升高,这可以用来预测下一年的沙尘暴情况^[14,10,17]。

表 1 ENSO 发生年和正常年^[15]

Tab. 1 ENSO occurring years and normal years					
厄尔尼诺年		拉尼娜年		正常年份	
年份	冬季温度	年份	冬季温度		
1951	暖	1954	冷	1952	1979
1953	暖	1964	暖	1955	1980
1957	暖	1967	冷	1956	1981
1963	冷	1970	正常	1958	1983
1965	暖	1973	冷	1959	1985
1968	正常	1975	正常	1960	1987
1972	暖	1984	冷	1961	1989
1976	冷	1988	暖	1962	1990
1982	正常			1966	1992
1986	暖			1969	1995
1991	暖			1971	1996
1993	暖			1974	
1994	暖			1977	
1997	暖			1978	

4 沙尘暴同厄尔尼诺及拉尼娜事件的关系

通过对 50 多年来 ENSO 年的总结(表 1)^[11,15,16],加上对沙尘暴的发生日数(图 2)对比得出,80 年代

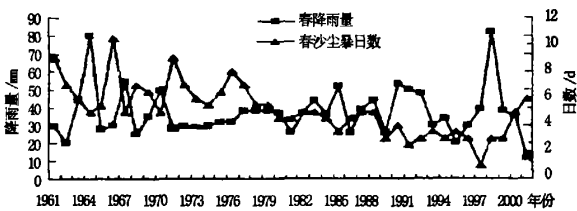


图 5 塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地、乌兰布和沙漠、毛乌素沙地年春季降水量与西北地区 12 城市春季沙尘暴活动日数的关系
Fig. 5 Relations between the annual spring precipitation in Taklamakan desert, Qaidam Basin, Mu Us sandy land and Ulanbuhe desert and the spring sandstorm days in 12 cities of Northwest China

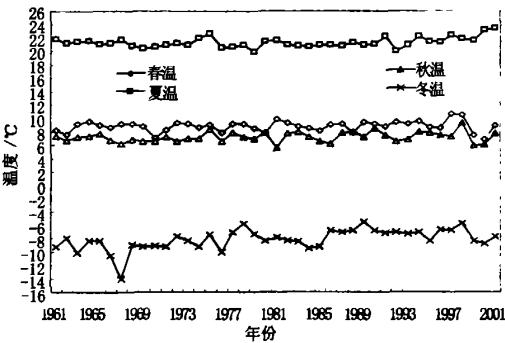


图 6 塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地、乌兰布和沙漠、毛乌素沙地季节温度变化
Fig. 6 The annual changes of seasonal temperatures in Taklamakan, desert, Qaidam Basin, Mu Us sandy land and Ulanbuhe desert

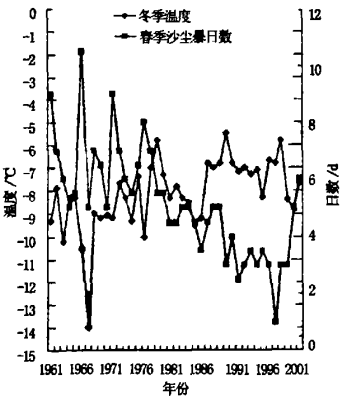


图 7 塔克拉玛干沙漠、柴达木盆地、乌兰布和沙漠、毛乌素沙地上年冬季温度与当年春季沙尘暴活动的关系
Fig. 7 Relations between the temperature of Taklamakan desert, Qaidam Basin, Mu Us sandy land and Ulanbuhe desert in last winter and spring sandstorm activities in 12 cities of Northwest China

以前,在沙尘暴多发的60—70年代,拉尼娜年份有明显的减少,如1964年、1967年、1970年。沙尘暴发生次数多的1957、1958、1959、1966、1971年,有3a是提前1—2a发生拉尼娜事件,1a发生厄尔尼诺事件,1a是正常年份。沙尘暴发生次数少的1991、1992、1994、1997、1999年,有4a是提前1—2a发生厄尔尼诺事件,1a是正常年份^[1]。而在80年代后厄尔尼诺年有明显的减少,如1986年、1991年、1997年。

5 结论

(1)50年来,我国西北沙尘暴次数总体呈现出明显的波动减少的变化特征。其中以60—70年代达最高峰,而80—90年代则有所减少,1999年—2002年又开始有所增加。

(2)降水量与沙尘暴的发生呈负相关,即降水量越多沙尘暴的发生日数越少,降水量越少沙尘暴的发生日数越多。

(3)温度的高低在沙尘暴多发期和少发期的作用不同,少发期促进作用更明显。

(4)在沙尘暴多发的60—70年代,沙尘暴的减少与春季降水量的增加关系密切;而在80—90年代,冬干气候对沙尘暴的增加作用明显。

(5)80年代前,拉尼娜年沙尘暴减少,厄尔尼诺沙尘暴增加,80年代以后相反。

参考文献

- [1]李威.中国北方沙尘暴的变化与ENSO关系[J].气候变化研究进展,2006,2(6):296—301.
- [2]周淑贞.气象学与气候学[M].北京:人民教育出版社,1997.110—112.
- [3]卢琦,杨有林.全球沙尘暴警示录[M].北京:中国环境科学出版社,2001.2—4.
- [4]Wang S Wang G, J Y, Zhou Z J, et al. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China[J]. Atmospheric Environment, 2005, 39(3):509—520.
- [5]王金艳,王式功,等.我国北方春季沙尘暴与气候因子之关系[J].中国沙漠,2007,27(2):296—300.
- [6]王锦贵.中国沙尘气候图集[M].北京:气象出版社,2003.
- [7]李栋梁,钟海玲.我国沙尘暴的气候成因及未来发展趋势[J].中国环境科学,2007,27(1):14—18.
- [8]徐建芬,李耀辉,陈晓光.西北地区沙尘暴诊断及落区预报研究[A].陈晓光主编.西北重要天气成因及数值预报方法研究[C].北京:气象出版社,2002.122—128.
- [9]范一大,史培军,等.中国北方沙尘暴与气候因素关系分析[J].2006,15(5):12—18.
- [10]郁耀耀,赵景波,李天堂.沙尘暴的活动和防治[J].灾害学,2006 21(2):55—63.
- [11]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):96—100.
- [12]杨根生.我国西北地区沙尘暴[J].科学对社会的影响,2000,(4):1—5.
- [13]赵景波,杜娟,黄春长.沙尘暴发生的条件和影响因素[J].干旱区研究,2002,19(1):58—62.
- [14]尹晓惠,王式功.我国北方沙尘暴与强沙尘暴过程的分形特征及趋势预测[J].中国沙漠,2007,27(1):130—136.
- [15]董健,刘丽敏.赤道东太平洋海温与中国温度、降水的关系[J].气象,1999,26(2):25—28.
- [16]唐红玉,翟盘茂,常有奎.中国北方春季沙尘暴频数与北半球500hpa高度场的SVD分析[J].中国沙漠,2005,25(4):570—576.
- [17]刘蔚,王涛.我国沙尘暴变化及降尘特征研究[J].干旱区资源与环境,2004,18(增刊):26—32.
- [18]黄富祥,张新时,徐永福.毛乌素沙地气候因素对沙尘暴频率影响作用的模拟研究[J].生态学报,2001,21(11):1875—1885.

Relationships Between the Changes of Sandstorm Activities in Spring and Climatic Factors in the Northwest China in Recent 50 Years

ZHANG Chong¹, ZHAO Jing-bo^{1,2}

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Environmental Institute of Earth, CAS, Xi'an 710075, Shaanxi, China)

Abstract

The sandstorms characteristics and its relationship with climate change were studied based on meteorological data of recent 50 years in different regions of the Northwest of China. The study showed that the frequency of sandstorms decreasing in the recent 50 years was mainly because of the impact of the climate in sand regions such as Inner Mongolia and Xinjiang turning to warm and wet, then its increase during 1999~2000 was mainly because of more precipitation and temperature growing. The changes of precipitation had an extremely close and obviously negative relationship with the occurrence of sandstorms, the temperatures was the same but less obvious than the former. From 1960s to 1970s when sandstorm occurred frequently, its decrease had an close relationship with the precipitation's increase in spring. While during the 1980s to 1990s, the dryness in winter had an obviously effect on the increase of sandstorm. From 1960s to 1970s when the sandstorm frequently occurred, the El Nino made it decrease. While from 1980s to 1990s, the sandstorm seldom occurred, the La Nina made it increase.

Key words: Northwestern regions; sandstorm; precipitation; temperature; El Nino; La Nina