

# 近 55 年来中国西北地区沙尘暴发生 时空特征分析

冯永忠<sup>1a,2</sup>, 刘 强<sup>1b,2</sup>, 李永平<sup>1a,2</sup>, 杨改河<sup>1a,2</sup>

(1 西北农林科技大学 a 农学院, b 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省循环农业工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**【摘要】** 【目的】研究沙尘暴发生的时空变化规律, 为制定农业气象灾害预警机制及对策提供依据。【方法】以中国西北地区 213 个气象台站 1951—2005 年沙尘暴监测资料为依据, 统计分析了沙尘暴发生的时空变化规律。【结果】陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古 55 年来沙尘暴发生的频次呈逐年上升趋势, 尤其是自 20 世纪 90 年代后期以来增加趋势明显, 其中以甘肃省沙尘暴发生的频次最高; 春季(3—5 月)是沙尘暴的高发期, 其中陕西的 80%、甘肃的 81.8%、青海的 87.5%、宁夏的 87.5%、新疆的 100% 和内蒙古的 85.7% 均发生在春季, 4 月是沙尘暴的高发月份, 55 年来共发生了 65 次。甘肃、内蒙古、新疆是我国沙尘暴的高发区。【结论】西北地区沙尘暴发生具有鲜明的区域及季节特征, 每年 4 月是该地区沙尘暴的高发期。

**【关键词】** 中国西北地区; 沙尘暴; 时空特征

**【中图分类号】** P445+.4

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2010)05-0188-05

## Spatial-temporal distribution characteristics of sandstorm weather in Northwest China in recent 55 years

FENG Yong-zhong<sup>1a,2</sup>, LIU Qiang<sup>1b,2</sup>, LI Yong-ping<sup>1a,2</sup>, YANG Gai-he<sup>1a,2</sup>

(1 a College of Agronomy, b College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 The Research Center for Recycling Agricultural Engineering Technology of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】 Analysis of the laws of the spatial-temporal variation of occurrence of the dust storms is the basis to formulate warning system for agro-meteorological disasters and their countermeasures. 【Method】 Mathematical statistical method was used to analyze the sandstorm monitoring data of 213 meteorological stations in Northwest of China from 1951 to 2005. 【Result】 The results show the frequency of sand storms occurrence is an upward trend since 1951 in Shaanxi, Gansu, Qinghai, Ningxia, Xinjiang, Inner Mongolia, Gansu, in particular, had more sandstorms in the late 90s of the 20th century. As for seasonal character, the highest ratio of sand storms occurred was in spring(from March to May), which was 80% in Shaanxi, 81.8% in Gansu, 87.5% in Qinghai, 87.5% in Ningxia, 100% in Xinjiang and 85.7% in Inner Mongolia. Gansu, Xinjiang and Inner Mongolia were more frequently afflicted by dust storms than other areas in China. 【Conclusion】 Results reveal that dust storms happened in Northwest China has distinct regional and seasonal characteristics, and April is the period with the highest frequency of sand storms.

**Key words:** Northwest China; sandstorm; spatial-temporal distribution

沙尘暴是强风卷起大量沙尘, 使能见度恶化的 沙尘天气, 它是干旱和沙漠化气候环境的产物, 也是

\* [收稿日期] 2009-11-25

[基金项目] 农业部农业公益性行业科研专项(200803028); 国家林业“948”项目(2006-4-11)

[作者简介] 冯永忠(1972—), 男, 甘肃渭源人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事资源与环境生态研究。

生态环境恶化的标志之一<sup>[1-2]</sup>,在美国、北非等地都有发生。我国的沙尘暴主要分布在西北及华北地区干旱、半干旱及半湿润地区,对农业、工业、交通运输乃至人民生命财产和身体健康具有相当的危害,且在我国有愈演愈烈之势<sup>[3]</sup>。沙尘暴的发生是一个自然的过程,要具备强冷空气、气旋活动、地面干松的沙土。近年来强和特强的沙尘暴频繁发生,这与中国北方人类活动对地表覆盖的严重破坏,生态环境进一步恶化有关<sup>[4-5]</sup>。

近年来,我国沙尘暴发生的频次和发生季节较以前有明显变化,而且发生的区域也在变化。陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆及内蒙古是我国沙尘暴的高发区,尤其是甘肃河西走廊、新疆和内蒙古的西部地区是我国沙尘暴发生的沙源地,其发生频次和强度也较历史时期有很大的变化。当前关于沙尘暴的研究主要集中在典型地区,如甘肃河西走廊的民勤<sup>[6-8]</sup>、新疆塔里木盆地<sup>[9]</sup>和内蒙古的阿拉善高原、宁夏中部干旱地区,而对于西北地区全局宏观层面上大尺度的研究较少;另外,当前对沙尘暴的研究主要集中在典型沙尘暴的成因、强度方面,如甘肃河西地区20世纪70年代的“4·22”特大沙尘暴<sup>[10]</sup>、1993年的“5·5”黑风暴<sup>[11-12]</sup>等典型案例上,对沙尘暴及大风发生的频次及特征研究较少。事实上,北方地区除日趋严重的沙尘暴特定灾害外,大风及大风扬沙天气是造成这一地区农田风蚀和农业灾害的主要因素之一。因此,探明近55年来沙尘暴发生的规律及沙尘暴发生与气象要素之间的关系,对建立农业避灾机制及构建防灾减灾型农作制度具有重要的意义。本研究以西北地区近55年来213个气象

台站的沙尘暴监测资料为依据,统计分析了沙尘暴发生的时空变化规律,揭示了近55年来沙尘暴发生的季节和区域规律,以期应对沙尘暴灾害提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

本研究沙尘暴及气象资料来源于国家气象数据资源共享中心,沙尘暴监测站点为甘肃78个、内蒙古38个、宁夏6个、青海28个、陕西14个、新疆49个,总计213个站点近55年逐日气象检测数据。数据采用Excel处理。

### 1.2 研究区概况

中国西北地区是我国沙漠及荒漠化分布的主要区域,塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、柴达木沙漠、库姆塔格沙漠、乌兰布和沙漠、库布齐沙漠主要分布在该区域。该区域总面积约130万km<sup>2</sup>,约占全国土地面积的13%,行政区域涉及到陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古,自然地理区域包括甘新绿洲农业区、黄土高原区、宁蒙河套地区、陕北农牧交错区、青藏高原区域,既是我国生态环境比较脆弱的地区之一,也是我国干旱灾害和沙尘灾害最为严重的地区。

## 2 结果与分析

### 2.1 中国西北地区沙尘暴发生的时间分布特征

根据新疆、甘肃、青海、宁夏、陕西和内蒙古1951—2005年沙尘暴的发生记录,中国西北地区沙尘暴发生的频次呈逐年上升趋势(表1)。

表1 1951—2005年中国西北地区沙尘暴的发生次数

Table 1 Decade frequency of sand storms occurred from 1951 to 2005 in Northwest China

年份 Year	陕西 Shaanxi	甘肃 Gansu	青海 Qinghai	宁夏 Ningxia	新疆 Xinjiang	内蒙古 Inner Mongolia	西北地区 Northwest of China
1951—1960	0	2	0	0	0	0	2
1961—1970	0	2	0	0	3	1	6
1971—1980	0	2	2	1	3	6	14
1981—1990	2	8	2	2	1	2	17
1991—2000	1	26	2	2	4	8	43
2001—2005	2	37	2	3	4	4	52

由表1可见,1951—1960年,西北地区沙尘暴发生2次,分别于1953-04-07和1959-04-27发生在甘肃民勤和武威;1961—1970年发生6次,其中甘肃2次,新疆3次,内蒙古1次;1971—1980年发生14次,其中甘肃2次,青海2次,宁夏1次,新疆3次,内蒙古6次;1981—1990年发生17次,其中陕

西2次,甘肃8次,青海、宁夏和内蒙古各2次,新疆1次;1991—2000年发生43次,其中陕西1次,甘肃26次,青海和宁夏各2次,新疆4次,内蒙古8次;2001—2005年发生52次,陕西和青海各2次,甘肃达37次,宁夏3次,新疆和内蒙古各4次。

从西北地区沙尘暴发生频次递增的趋势来看,

1951—2005 年的 55 年中平均每年沙尘暴发生 2.44 次,在 1951—1960 年的 10 年中,平均每年发生 0.2 次;1961—1970 年的 10 年中平均每年发生 0.6 次,是 1951—1960 年 10 年的 3 倍;1971—1980 年的 10 年中,平均每年发生 1.4 次,是 1961—1970 年 10 年的 2.3 倍;1981—1990 年的 10 年中,平均每年发生 1.7 次;1991—2000 年,沙尘暴发生次数骤然上升,达到 43 次,是 1981—1990 年 10 年的 2.53 倍,平均每年达到 4.3 次;2001—2005 年的 5 年中,中国西北地区沙尘暴发生次数已经超过 1991—2000 年 10 年的总和,达到 52 次,平均每年达到 10.04 次。

表 2 1951—2005 年中国西北地区沙尘暴逐月发生频次的统计结果

Table 2 Month frequency of sand storms occurred from 1951 to 2005 in Northwest China

月份 Month	陕西 Shaanxi	甘肃 Gansu	青海 Qinghai	宁夏 Ningxia	新疆 Xinjiang	内蒙古 Inner Mongolia	西北地区 Northwest of China
1	0	3	0	0	0	1	4
2	0	1	0	1	0	0	2
3	1	11	3	1	3	3	22
4	3	36	4	4	6	12	65
5	0	16	0	2	6	3	27
6	0	6	0	0	0	0	6
7	1	3	1	0	0	2	7
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

由表 3 可见,根据沙尘暴发生频次的季节性分布情况,春季 3—5 月是西部地区沙尘暴的高发期,陕西的 80%、甘肃的 81.8%、青海的 87.5%、宁夏的 87.5%、新疆的 100% 和内蒙古的 85.7% 沙尘暴

## 2.2 中国西北地区沙尘暴发生的季节性特点

对陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和内蒙古近 55 年沙尘暴发生的时间进行分析,结果见表 2。由表 2 可知,1—12 月,沙尘暴发生的频次差异很大,其中 8 月、10—12 月,55 年来没有沙尘暴发生的记录;1 月发生过 4 次,其中甘肃 3 次,内蒙古 1 次;2 月发生过 2 次,甘肃和宁夏各 1 次;沙尘暴比较集中发生的是 3—5 月,以 4 月最多,达到 65 次,其中甘肃省发生 36 次,接近该省沙尘暴发生频次的 50%,其次是 3 月和 5 月,分别达到 22 和 27 次,3—5 月沙尘暴发生频次超过全年发生频次的 85%;6 月、7 月和 9 月沙尘暴均有零星发生。

均发生在春季,整个西北地区春季沙尘暴发生的频次为 85%。说明春季是中国西北地区沙尘暴的高发期。

表 3 1951—2005 年中国西北地区沙尘暴发生的季节性特征

Table 3 Seasonal characters of sand storms occurred from 1951 to 2005 in Northwest China

季节 Season	月份 Month	陕西 Shaanxi	甘肃 Gansu	青海 Qinghai	宁夏 Ningxia	新疆 Xinjiang	内蒙古 Inner Mongolia	西北地区 Northwest of China
春季 Spring	3—5	4	63	7	7	15	18	114
夏季 Summer	6—8	1	9	1	0	0	2	13
秋季 Autumn	9—11	0	1	0	0	0	0	1
冬季 Winter	12—2	0	4	0	1	0	1	6

## 2.3 中国西北地区沙尘暴发生的空间分布特征

从沙尘暴发生的区域分布格局可以看出,陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和内蒙古的差异较大。从 1951—2005 年,陕西省总共发生沙尘暴 5 次,其中 20 世纪 80 年代发生了 2 次,90 年代发生了 1 次,2001—2005 年发生了 2 次,且主要发生在榆林、绥德、长武、韩城、西安市,甚至在关中平原渭南市的华阴县也发生过,分布范围较大。

甘肃省无论从沙尘暴发生的频次还是发生地域分布上,都堪称西北地区之最,沙尘暴主要分布在河西走廊的民勤、武威、金塔、酒泉、张掖、临泽、敦煌市、安西、金昌、高台、玉门市、山丹、肃南、民乐、景泰、永昌、金塔县的鼎新镇等地区,进入 21 世纪以后,在甘肃中部的兰州、和政、临夏、东乡、环县、华家岭、定西、榆中、皋兰、会宁、庆阳等地也有沙尘暴发生,发生区域从河西走廊地区逐步向甘肃中部和东

北部蔓延。

相对于甘肃省,青海省无论在沙尘暴发生频次还是发生的区域都比较少,从1951—1970年,青海没有沙尘暴发生的记录,1971—2000年每10年各发生了2次,21世纪的前5年发生了2次,总体呈上升趋势;从发生区域来看,海西州、海东地区和环湖地区分布范围较大,地理位置上主要是柴达木和黄土高原与青藏高原的过渡地区,基本以农区为主。

1970年之前,宁夏没有沙尘暴发生的记录,20世纪70年代发生了1次,于1979-04-10—11发生在石嘴山等地;80年代发生过2次,分别是1982-05-01—02大武口和1983-04-27青铜峡、中卫、惠农、兴仁和盐池等地;90年代晚期发生过2次,分别为1998-02-17银南及其以北地区出现了大风扬沙和浮尘天气,盐池、贺兰、陶乐等地形成沙尘暴,2000-05-13中卫境内发生沙尘暴;进入21世纪的前5年,宁夏共发生3次沙尘暴,均发生在2001年,其中03-02—05石嘴山市、平罗县各乡镇出现的大风、扬沙、沙尘暴,04-08白天到夜间发生在宁夏全区,是影响范围最大、强度最强的一次沙尘暴天气,部分地区出现了强沙尘暴,04-29在银川市、大武口、平罗、惠农、陶乐、贺兰、中卫、兴仁、海原、固原出现了沙尘暴天气,说明宁夏沙尘暴发生基本上分布在全省各地。

从20世纪60年代至2005年,新疆共发生沙尘暴15次,其中20世纪60年代和70年代均为3次,80年代1次,90年代和21世纪的前5年各4次。新疆沙尘暴发生的范围比较大,主要以吐鲁番盆地、北疆各地、南疆喀什、阿克苏、巴州等地区为主,面积最大,危害最广。

20世纪60年代初期内蒙古发生沙尘暴1次,即1961-04-01—11,主要发生在锡盟多伦、太旗;70年代发生过6次,其中1971年发生3次,1974年、1979年和1980年各1次,主要发生在锡盟黄旗、苏右旗、西乌旗、呼盟西部、额济纳旗、伊盟、包头市、巴盟等地区;80年代发生在1981年和1984年,主要发生在锡盟、赤峰市、杭锦旗等地;90年代发生8次,其中1998年发生4次,发生在阿盟、巴盟和伊盟等地区,以阿盟发生次数最多;21世纪的前5年总共发生4次,除2003年未发生之外,其他年份均有发生,区域波及到锡盟11个旗县、古乌拉特后旗、内蒙古阿盟及内蒙古西部地区,范围较大。

### 3 结 论

(1)1951—2005年近55年来,西北地区沙尘暴

的发生从50年代的2次,60年代的6次,70年代的14次,80年代的17次,增加到90年代的43次,到21世纪前5年的52次,增加趋势非常明显。

(2)从沙尘暴发生的季节上来看,春季是西北地区沙尘暴的高发期,其中陕西的80%、甘肃的81.8%、青海的87.5%、宁夏的87.5%、新疆的100%和内蒙古的85.7%沙尘暴均发生在春季。4月是西北地区沙尘暴的高发月份,55年来共发生了65次,占发生总频次的41%。

(3)从沙尘暴发生的空间来看,甘肃、内蒙古和新疆是我国沙尘暴的高发区,从1951—2005年的55年间甘肃省共发生77次,占整个西北地区沙尘暴发生次数的57.4%。

### [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.  
Qian Z A, Song M H, Li W Y. Analysis on distributive variation and forecast of sand-dust storms in recent 50 years in north China [J]. Journal of Desert Research, 2002, 22(2): 106-111. (in Chinese)
- [2] 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):55-58.  
Wang S G, Dong G R, Chen H Z, et al. Advances in studying sand-dust storms of China [J]. Journal of Desert Research, 2000, 20(4): 55-58. (in Chinese)
- [3] 王晓青.我国的沙尘灾害及其防治对策探讨[J].国土与自然资源研究,2001(2):50-52.  
Wang X Q. Discussion on sand and dirt weather disasters and prevention countermeasures [J]. Territory & Natural Resources Study, 2001(2): 50-52. (in Chinese)
- [4] 张晓龙,张艳芳,赵景波.近年来中国沙尘暴发生特点、成因及其防治对策[J].干旱区资源与环境,2001,15(3):31-36.  
Zhang X L, Zhang Y F, Zhao J B. The characteristics, formative causes and prevention of the sand-dust storms in China in recent years [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2001, 15(3): 31-36. (in Chinese)
- [5] 叶笃正,丑纪范,刘纪远,等.关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J].地理学报,2000,55(5):513-522.  
Ye D Z, Chou J F, Liu J Y, et al. Causes of sand-stormy weather in northern China and control measures [J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(5): 513-522. (in Chinese)
- [6] 陶健红.2006年4月4—6日河西走廊沙尘暴天气的成因分析[J].干旱区研究,2009(5):664-670.  
Tao J H. Analysis on a sandstorm event over the Hexi Corridor on April 4—6, 2006 [J]. Arid Zone Research, 2009(5): 664-670. (in Chinese)
- [7] 詹科杰,赵明,方峨天,等.民勤地区沙尘暴近地面风速特征及其与环境因子的关系[J].干旱区资源与环境,2009,23(9):

- 100-105.
- Zhan K J, Zhao M, Fang E T, et al. The wind speed characteristics of near-surface vertical gradient of 50 m in sandstorm process in 2006 [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2009, 23(9): 100-105. (in Chinese)
- [8] 赵兴梁. 甘肃特大沙尘暴的危害与对策 [J]. *中国沙漠*, 1993, 13(3): 4-10.
- Zhao X L. Damages and countermeasures of catastrophic sandstorm occurred in Gansu Province [J]. *Journal of Desert Research*, 1993, 13(3): 4-10. (in Chinese)
- [9] 徐希慧. 塔里木盆地沙尘暴的卫星云图特征 [J]. *新疆气象*, 1993(3): 19-23.
- Xu X H. The character of satellite imagery of dust devil in Tarim Basin [J]. *Bimonthly of Xinjiang Meteorology*, 1993(3): 19-23. (in Chinese)
- [10] 徐国昌, 陈敏连, 吴国雄. 甘肃“4. 22”特大沙尘暴分析 [J]. *气象学报*, 1979, 37(4): 26-35.
- Xu G C, Chen M L, Wu G X. On an extraordinary heavy sandstorm on Arpil 22nd in Gansu [J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 1979, 37(4): 26-35. (in Chinese)
- [11] 程麟生, 马 艳. “93. 5”黑风暴发展结构和不同模式分辨率的数值试验 [J]. *应用气象学报*, 1996, 7(4): 386-395.
- Cheng L S, Ma Y. The developing structure of a black storm and its numerical experiments of different model resolution [J]. *Journal of Applied Meteorological Science*, 1996, 7(4): 386-395. (in Chinese)
- [12] 张小玲, 程麟生. “93. 5”黑风暴期间中尺度涡旋发生发展的涡源诊断 [J]. *兰州大学学报: 自然科学版*, 1997, 33(4): 123-131.
- Zhang X L, Cheng L S. Diagnosis of vorticity source for the genesis and development of mesoscale vortex during “93. 5” black storm [J]. *Journal of Lanzhou University: Natural Science Edition*, 1997, 33(4): 123-131. (in Chinese)

.....

(上接第 187 页)

- [13] 姜 恕, 陈佐忠, 李 博, 等. 草地生态研究方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1988: 35-37.
- Jiang S, Chen Z Z, Li B, et al. Ecological study methods of grassland [M]. Beijing: Agriculture Press, 1988: 35-37. (in Chinese)
- [14] 南京农业大学. 土壤农化分析 [M]. 北京: 农业出版社, 1980: 29-47.
- Nanjing Agricultural University. Soil and agro-chemistry analysis [M]. Beijing: Agriculture Press, 1980: 29-47. (in Chinese)
- [15] Qi X Z, Lin Z S. Grassland evolution under soil degradation: numerical simulation and test [J]. *Pedosphere*, 2005, 15(1): 41-45.