

中国近 49 年沙尘暴变化趋势的分析<sup>①</sup>

唐国利 巢清尘

(国家气候中心,北京 100081)

## 提 要

利用 1954~2002 年的气象观测资料分析了我国沙尘暴的变化特点及趋势,并从大风天气变化的角度,初步探讨了沙尘暴变化的气候原因。分析结果表明,我国的沙尘暴总日数在 20 世纪 80 年代中期以后比 50 年代到 60 年代减少了 73%;沙尘暴的下降趋势具有十分明显的空间一致性。比较发现,沙尘暴总日数和大风总日数的变化趋势有很好的-一致性,两者的线性相关系数达到 0.92。这表明,我国沙尘暴的变化趋势主要是随大风的变化而变化,风力条件的减弱是近半个世纪以来我国境内沙尘暴频数下降的主要原因。1997 年后沙尘暴日数的回升也同样伴随着大风日数的增加。

关键词: 沙尘暴 大风 变化趋势

## 引 言

沙尘暴是一种影响人们正常生活和生产活动的气象灾害。随着社会与经济的发展和人们环境意识的不断增强,沙尘暴灾害已越来越受到重视并迅速成为人们广泛关注的热点问题。近年来有关沙尘暴的研究工作逐渐增多并取得了一些新的进展和成果<sup>[1~3]</sup>。但是利用长度严格一致的资料,分析全国范围沙尘暴的变化规律及其与大风日数的关系,这方面的工作尚不多见。因此,利用全国的沙尘暴和大风(大风<sup>[4]</sup>是指瞬间风速达到或超过  $17.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,或者目测估计风力达到或超过 8 级的风)观测资料,旨在分析沙尘暴年及各季的变化特点及趋势,并从大风天气变化的角度,探讨沙尘暴变化的气候原因。

## 1 资料与说明

观测资料由国家气象中心气候资料室整理提供。时段为 1954~2002 年,完整的资料

集共包括 700 多个测站的逐月沙尘暴日数和逐月大风日数。但由于建站时间不一及台站任务变更等多种原因,各站点的序列长度并不完全一致,将这些长短不一的序列混合在一起统计或相互进行比较显然是不合适的。因此,为了排除这种影响,以最大长度 49 年为准,从中选取 343 个序列长度完全一致的站点作为代表站,从而保证了趋势分析中各序列之间的可比性和分析结果的准确性。此外,由于 20 世纪 50 年代尤其是 50 年代中期以前气象测站的测风仪器型号不统一,且一些站点无瞬间风速记录仪等,这一时期的大风观测资料存在较多疑问,故仅使用 1958~2002 年的大风日数资料。季节划分如下:12~2 月为冬季,3~5 月为春季,6~8 月为夏季,9~11 月为秋季。

## 2 结果分析

## 2.1 年和各季节的沙尘暴变化趋势

① 国家科技攻关项目课题“我国短期气候预测业务加强研究”(96-908-06-01)资助

以所有代表站的沙尘暴总日数来反映我国沙尘暴的演变情况(图1)。从中可见,我国境内的年沙尘暴总日数从20世纪50年代以来呈非常明显的下降趋势,其中1954年和1997年分别是沙尘暴频数最高和最低的年份,1997年之后沙尘暴日数有一定程度的回升。十分明显,春季的沙尘暴最多,约占全年总日数的59%,其变化特征及变化趋势与全年相当一致;夏季和冬季比春季明显减少,分别占全年的21%和14%;秋季沙尘暴最少,仅占6%。除春季显著下降外,夏、冬、秋三季总体上也呈下降趋势,但后三个季节在1997年之后并没有出现沙尘暴次数的明显回升,这表明近年来我国境内沙尘暴的增多主要发生在春季。从年代际变化来看,我国沙尘暴的变化虽然总体上呈下降趋势,但又存在着非常明显的阶段性。为便于分析比较,将1954~1970年、1971~1985年和1986~2002年划分为三个变化阶段(以 $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$ 代表),分别统计各阶段的平均沙尘暴日数和阶段之间的差值(简称段间差值,见表1)。可以看出,三个阶段的沙尘暴日数,无论全年和各季节均为顺序减少。从段间差值看,20世纪70~80年代中期的沙尘暴日数比50~

60年代下降了29%,而80年代中期以后至21世纪初又比其前一阶段下降了62%,如果以沙尘暴次数最少的第三阶段与最多的第一阶段相比则下降了73%,由此可见其下降的幅度之大。从各季节沙尘暴下降的幅度来看,以第三阶段与第一阶段相比,冬季的降幅最大(87%),秋季次之(77%),夏季再次之(71%),春季最小(69%)。其中春季的下降幅度最小,可能与1997年之后的频数回升有关。

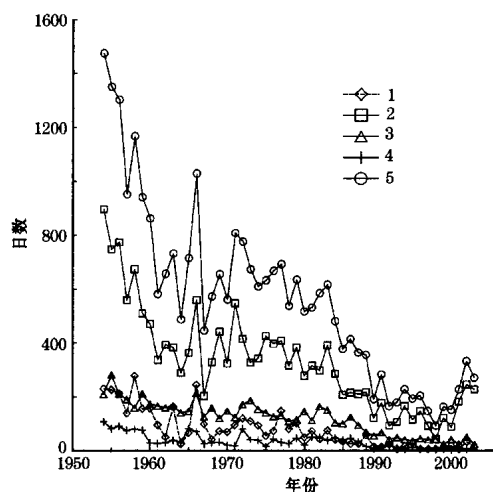


图1 全国343站年和各季沙尘暴总日数随时间演变曲线

1. 冬季;2. 春季;3. 夏季;4. 秋季;5. 全年,1954~2002

表1 全国343站沙尘暴总日数分阶段平均值及段间差值( $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$  分别代表一、二、三阶段)

时间	1954~1970	$s_2 - s_1$		1971~1985	$s_3 - s_2$		1986~2002	$s_3 - s_1$	
	平均日数	差值	百分比/%	平均日数	差值	百分比/%	平均日数	差值	百分比/%
冬季	137.1	-57.6	42	79.5	-61.3	77	18.2	-118.9	87
春季	485.4	-129.7	27	355.7	-204.6	58	151.1	-334.3	69
夏季	174.9	-39.4	23	135.5	-84.1	62	51.4	-123.5	71
秋季	54.6	-15.6	29	39.0	-26.4	68	12.6	-42.0	77
年	852.3	-242.8	29	609.5	-376.6	62	232.9	-619.4	73

## 2.2 沙尘暴变化趋势的空间分布

就全国范围来说,沙尘暴总日数虽然反映了总体变化,但是却无法反映沙尘暴变化趋势的空间分布情况,因此,分别统计各站点序列20世纪80年代中期以后的平均沙尘暴日数与50~70年代平均的沙尘暴日数的差值及差值百分比,以此来反映沙尘暴变化的空间分布特征(图2)。从图2可以清楚地看到,近49年来,全国绝大部分地区特别是长

江以北大部分地区的沙尘暴都呈下降趋势。其中西北、黄河河套地区、华北大部和东北大部的下降趋势非常明显,平均沙尘暴日数减少5天以上的站点绝大部分集中分布于上述区域,部分台站的沙尘暴日数减少10~21天。经统计,在全国343个台站中,沙尘暴日数减少的站点共有227个,占总数的66.2%,其中减少幅度达到50%以上的站点共215个,占总数的62.7%;另外,在20世

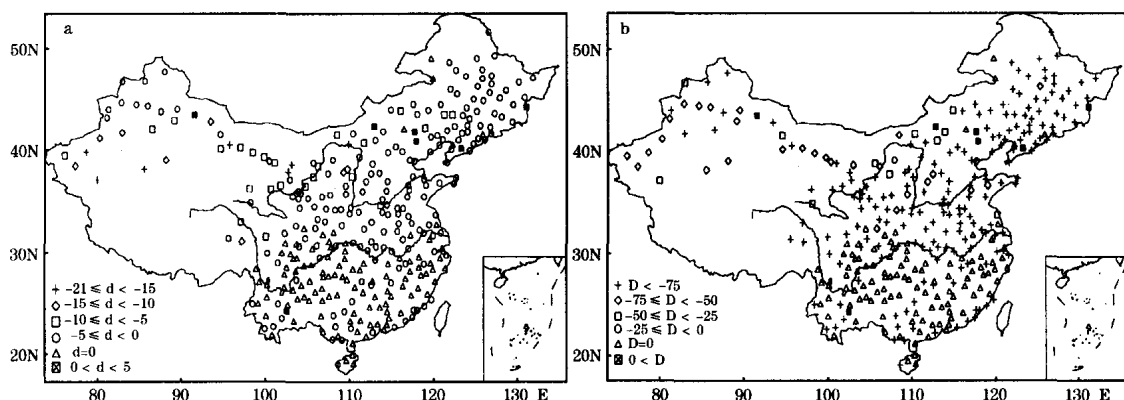


图2 全国343站年沙尘暴日数  $s_3$  段平均值与  $s_1$  段平均值的差值(a)及差值百分比(b)分布图  
 $s_3$  段:1986~2002;  $s_1$  段:1954~1970

纪50~70年代,平均沙尘暴日数为零的站点有108个,到80年代以后,该数字则上升至215个,增加了将近1倍。上述统计数据更进一步说明了全国大部分地区,尤其是北方地区沙尘暴分布范围的减小趋势。

在全国大部分地区沙尘暴日数呈减少趋势的背景下,也有极少数(7个测站)测站沙尘暴增多,但趋势并不显著,其中仅内蒙古的朱日和及新疆的七角井增多相对略大。从这两站的大风日数变化中可以看出,大风天气增多是沙尘暴日数上升的主要原因,非常明显,这种小范围的沙尘暴增多只是一种局地现象。运用最小二乘法对各站序列进行线性拟合得到的全国沙尘暴变化趋势的空间分布(图略)也进一步印证了上述结果。

### 2.3 沙尘暴变化的原因分析

为了揭示沙尘暴与天气气候条件的联系,考察的重点自然集中于发生沙尘暴较多的区域,这里将年沙尘暴日数累年值 $\geq 1$ 天的区域定义为沙尘暴多发区,这样共得到100个测站(分布图略)。经计算,该区域的沙尘暴总日数占全国总日数的95%,因而可以代表全国沙尘暴的变化。一般来说,丰富的地表沙源和利于起沙的天气气候条件是形成沙尘暴的两个基本要素。据降水趋势分析,近49年来我国沙尘暴多发区的区域平均年降水量以6.6mm/10a的速率减少,而有研究指出<sup>[5]</sup>,近几十年来我国的土地沙化面积

正在逐年扩大。虽然上述因素有利于沙尘暴向增多方向变化,但如果考虑到形成沙尘暴的另一个重要因素即风力条件,情况则完全不同。分别统计沙尘暴多发区内所有测站总的沙尘暴日数和大风日数(见图3)后发现,两者的变化趋势有相当好的一致性,经计算其线性相关系数达到0.92。这表明,在现有地表状况下,我国沙尘暴的变化趋势主要是随大风的变化而变化,风力条件的减弱特别是大风天气的减少是近半个世纪以来我国境内沙尘暴发生频数下降的主要原因。另外,1997年以后出现的沙尘暴日数回升也与同期大风日数的增多相一致。

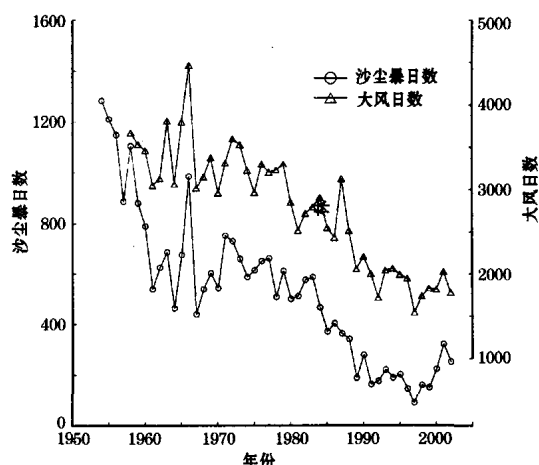


图3 我国沙尘暴多发区(100站)年沙尘暴日数和年大风日数随时间演变曲线

### 3 小结

通过以上分析可知:

(1)近49年来,我国境内的沙尘暴总日数无论全年还是各个季节均为减少趋势。其中,20世纪50~60年代最多,80年代中期以后最少,后者比前者下降了73%。各季节相比,春季的沙尘暴最多,约占全年的59%;夏季和冬季的沙尘暴明显减少,分别占21%和14%;秋季的沙尘暴最少,仅占6%。1997年后沙尘暴日数回升,其中春季起了主要作用。

(2)我国沙尘暴的下降趋势具有十分明显的空间一致性。其中西北、黄河河套地区、华北大部和东北大部的下降趋势非常明显,部分台站的沙尘暴日数减少达10~21天。此外,全国仅有个别地区的沙尘暴日数因局地大风天气增多而上升。

(3)沙尘暴的变化趋势主要随大风的变化而变化,沙尘暴总日数和大风总日数的变化趋势相当一致,两者的线性相关系数达到0.92。这表明,风力条件的减弱特别是大风天气的减少是近半个世纪以来我国境内沙尘暴发生频数下降的主要原因。此外,近些年

沙尘暴日数的回升主要也是由同期大风天气的增多所引起。

应该注意的是,虽然我国境内的沙尘暴由于气候条件的变化而趋于减少,但是还要看到我国土地沙化面积逐年扩大所带来的威胁,因此必须继续采取如植树造林、退耕还林和退牧还草等措施,以减少沙尘暴的危害。

**致谢:**吴增祥研究员在有关大风的观测方法、仪器变更和沙尘暴的观测及台站记录沿革等方面提供了很多帮助,在此表示感谢。

### 参考文献

- 1 王式功,董光荣,陈惠忠等. 沙尘暴研究的进展. 中国沙漠,2000,20(4):349~356.
- 2 周自江. 近45年中国扬沙和沙尘暴天气. 第四纪研究,2001,21(1):9~16.
- 3 张仁健,韩志伟,王明星等. 中国沙尘暴天气的新特征及成因分析. 第四纪研究,2002,22(4):374~380.
- 4 中央气象局编定. 地面气象观测规范. 北京:气象出版社,1979:21~27.
- 5 董光荣,吴波,慈龙骏等. 我国荒漠化现状、成因与防治对策. 中国沙漠,1999,19(4):318~332.

## Analysis on Sandstorm Variation in China for Last 49 Years

Tang Guoli Chao Qingchen

(National Climate Center, Beijing 100081)

### Abstract

Based on the meteorological data in 1954—2002, the trend of sandstorm variation and its space characteristics in China in recent 49 years are analyzed and discussed. And on gale variation's side, the climatic causes of sandstorm variation are discussed tentatively. The results show that all annual and seasonal sandstorms are decreasing in China in the recent 49 years. There is a 73% reduction in sandstorm frequency from 1950s and 1960s to 1980s and 1990s. The decrease trends of sandstorm frequency display obvious space consistency for most part of China. In comparison, the change of sandstorm frequency is close accord with that of gale frequency, their correlation coefficient is 0.92. The result indicates that the sandstorm change in China mainly depends upon gale change, which is mostly responsible for the decrease of sandstorm frequency in China in recent 49 years. Similarly, the increase of sandstorm frequency after 1997 is also attributed to gale weather.

**Key Words:** sandstorm gale change trend