

近 48 年中国沙尘暴的时空分布特征及其变化^{*}

唐国利

(国家气候中心 中国气象局气候研究开放实验室 北京 100081)

巢清尘

(中国气象局 北京 100081)

1 资料与说明

沙尘暴资料集和气温、降水及风速等资料由中国气象局气象信息中心气象资料室提供,包括 718 个站 1954~2001 年的逐月和年数据。由于建站时间不一及台站任务变更等多种原因,各序列的长度不完全一致。经统计,连续 48 年或连续 42 年有资料的站点分别为 344 和 584 个。在进行空间分布特征分析时,兼顾到站点的空间覆盖度和序列长度的一致性,故以 1960~2001 年作为求取平均值的标准时段。但由于青藏高原气象测站数量较少且建站时间偏晚,为了尽可能提高资料密度,参照 30 年这一统计气候平均态的一般标准,保留了长度不足 42 年但能满足要求的 6 个站点。虽然可能对序列长度一致性有一定影响,但仍然比资料空白要好得多,这样共筛选出 590 个站点。过去的工作表明,我国的沙尘暴主要分布于广大的干旱和半干旱地区,这些地区自然成为研究的主要区域。以年平均沙尘暴日数 ≥ 1 天做为划分全国主要沙尘暴发生区的标准得到 178 个站,重点讨论该区域内沙尘暴的特征及其变化规律。由于沙尘暴的分布存在非常显著的区域性,为便于分析和比较,将上述区域划分为三个区,并分别进行了讨论。

2 全国沙尘暴的分布特征

(1) 年沙尘暴频数的分布特征

以全国各测站年沙尘暴日数的累年值表征我国沙尘暴的地理分布状况(图略)。可见,沙尘暴主要分布于 100°E 以西和长江以北的大部分地区,其中频数较高的区域主要集中在内蒙古中西部、新疆大部、甘肃、宁夏和青藏高原等地区;巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙漠及周边地区和塔克拉玛干沙漠及周边地区是两个十分显著的沙尘暴高发区,同时,在青藏高原的西南偏东和中部偏北还分布着两个次高值区;而华北中北部和东北平原等地的发生频数则远较上述地区为低;除此之外,全国其余地区的沙尘暴一般比较稀少。对比分析同期的降水量和风速分布(图略)可见,沙尘暴主要分布区的范围与年平均降水量小于 600 mm 的范围基本一致,区内的年平均风速一般都大于 2 m/s 。

为了反映沙尘暴中心区的地理位置特征及气候状况,以年平均沙尘暴日数 ≥ 15 天的测站为代表进行考察。表 1 列出了这些测站的年沙尘暴日数及气候要素。可以看到,这

* 本文得到国家“九五”重中之重项目“短期气候预测系统的总装与业务化试验研究”课题(96-908-06)之 96-908-06-01 专题资助。

万方数据

2004-07-19 收到 2005-01-06 收到修改稿。

些测站的降水量都非常小,除申扎、盐池及民勤在 112.2~300.8 mm 之间外,其余均小于 100 mm;而风力条件,除塔克拉玛干沙漠及周围站点在 2.0 m/s 以下外,其余均在 2.0 m/s 以上。它们的地理位置,除个别测站外,大都分布于沙漠或周边地区。结合空间分布(图略)可知,沙尘暴高发区的中心地带主要位于气候极端干旱的沙漠及其周边地区。

表 1 部分测站年沙尘暴日数及气候要素(1960~2001 年平均)

站名	位置	年沙尘暴日数(d)	年降水量(mm)	年平均气温(℃)	年平均风速(m/s)
民丰	塔克拉玛干沙漠南缘	35.1	35.4	11.4	1.6
柯坪	塔里木盆地西北部	30.7	90.1	11.6	1.7
民勤	腾格里沙漠以西	28.3	112.2	8.2	2.7
拐子湖	巴丹吉林沙漠东北缘	27.2	44.6	9.0	4.5
和田	塔克拉玛干沙漠南缘	26.2	35.4	12.4	1.8
皮山	塔克拉玛干沙漠西南缘	22.6	49.2	12.0	1.4
盐池	宁夏东北部	18.6	291.2	8.1	2.7
鼎新	巴丹吉林沙漠以西	18.1	53.7	8.3	3.0
且末	塔克拉玛干沙漠东南缘	17.5	23.6	10.4	2.0
申扎	青藏高原中南部	16.4	300.8	-0.1	3.9
狮泉河	青藏高原西部	16.2	70.7	0.4	2.9
莎车	塔克拉玛干沙漠西缘	15.0	50.6	11.6	1.6

(2) 各季节沙尘暴频数的分布特征

随着季节的转换,沙尘暴的空间分布和发生频数均出现明显的变化。图 1 给出了冬、春、夏、秋四季全国沙尘暴日数的分布情况。

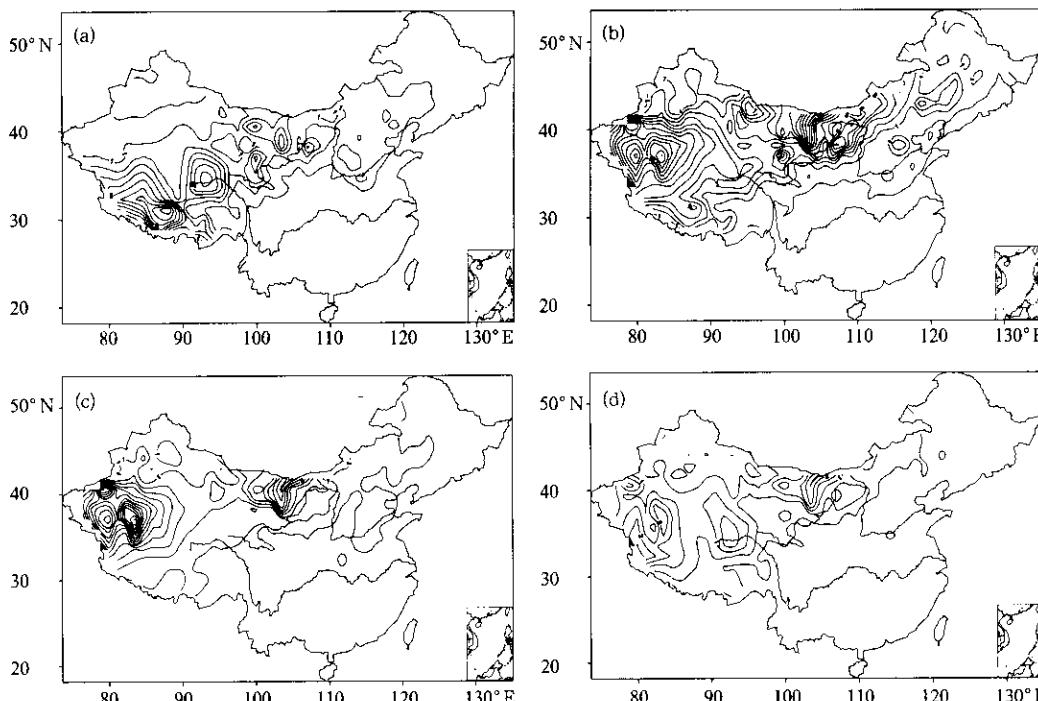


图 1 各季节沙尘暴日数分布 (a)冬季 (b)春季 (c)夏季 (d)秋季
万方数据 (1960~2001 年平均, 等值线间隔: 冬、春、夏三季为 1 d, 秋季为 0.5 d, 最小等值线 0.1 d)

冬季沙尘暴主要分布于青藏高原和西北东部，其中青藏高原的范围较大、频数较多，这种分布特点与冬季高原南支急流的加强有直接关系。春季，不仅沙尘暴的范围增至全年最大，而且频数也达到最高。此时，原位于青藏高原南部和东部的高值区被塔克拉玛干沙漠和高原西北部边缘的高值区所取代，而西北地区东部也扩展为范围很大的高值区。夏季沙尘暴的范围缩小，主要出现在天山以南和内蒙古西部的沙漠地区。秋季的分布形式与夏季有一定的相似性，但东部的范围明显缩小，等值线也更为稀疏。此时，沙尘暴的发生日数大幅度减少，即使在塔克拉玛干沙漠等中心地带，一般也仅发生1~2 d。

从全国平均(178站，见图2)来看，沙尘暴主要出现于2~7月(月平均风速为2.64~3.54 m/s)，其中春季和夏初是高发期，4月份是高峰。形成这种分布的主要原因是春季北方气温迅速回升，地表因解冻而变得疏松，此时降水很少，冷空气活动频繁，大风天气多，因此容易形成较多较强的沙尘暴天气。到夏末秋初，地表的植被覆盖状况较好，大风天气少，因而沙尘暴较少。

总体来看，春季沙尘暴的分布范围最广，发生频数最高，达到全年的53%，而且分布特征与全年最为相似；秋季的分布范围最小，发生频数也最低，仅占7%；夏季的位置偏北，发生频数约占22%；冬季整体上位置偏南，发生频数约占18%。

3 各区域的沙尘暴分布特征

我国沙尘暴的空间分布范围很广并存在着明显的区域性。为了便于分析和比较，根据不同地区的地理和气候特点，我们将主要的沙尘暴发生区划分为如下三个区域：Ⅰ区包括西北地区东部、华北和东北。该区的西部和中部分布有大片的沙漠或荒漠化土地，而南部和东部则人口稠密、工农业和畜牧业发达，因而对沙尘暴的影响极为敏感。区内沙尘暴的分布特点是西多东少，位于西部的巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙漠及周边地区是沙尘暴的高发地带和最大的源区，这里常常对南部和东部产生很大的影响。Ⅱ区主要是新疆。区内沙尘暴南多北少，塔克拉玛干沙漠及周边地区是高发地带。Ⅲ区为青藏高原。沙尘暴在该区西北部、东北部和中南部较多，而东南部较少。分别统计各区域和全国的平均沙尘暴日数(1960~2001年)，并绘制相应的年变化曲线(图2)。

可见，各区域的沙尘暴均有十分显著的季节性变化，其形态大体相近，但时间位相存在着明显的差异。就Ⅰ区来说，沙尘暴主要出现于3~6月，其中春季尤其4月份是高峰时段；而在Ⅱ区，沙尘暴主要出现于3~8月，其中4~6月是高发时段，5月份是高峰；对于Ⅲ区，沙尘暴主要发生于冬、春两季(12月~次年5月)，1~4月为高峰期，而2月和3月最多。综合分析三个区域沙尘暴的变化各有特点，其中Ⅰ区与全国最为相似，Ⅱ区和Ⅲ区

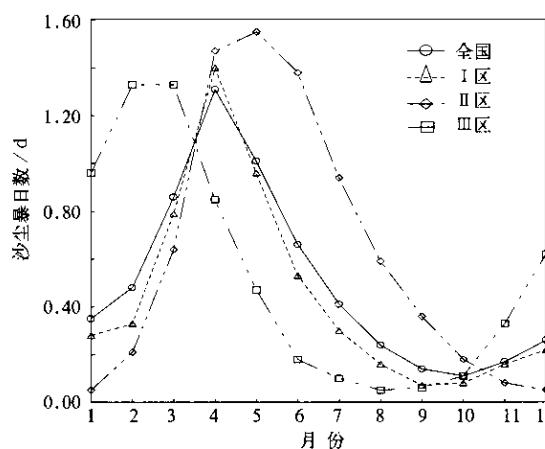


图2 全国及各区域平均沙尘暴日数季节变化曲线

区的持续时间均长于Ⅰ区。如果比较高峰期的出现时间，则纬度最低的Ⅲ区最早，Ⅰ区次之，Ⅱ区最迟。对照风速可以发现，沙尘暴的这雪特点主要与风速的季节变化有关。

4 沙尘暴的变化趋势

(1) 沙尘暴发生频数的变化趋势

除季节变化外，沙尘暴还存在着明显的年际和年代际变化。以 178 个站平均的年沙尘暴日数时间序列来反映中国沙尘暴的变化趋势，并从气温、降水和风速等气候要素的年际、年代际变化的角度，探讨沙尘暴变化趋势的可能原因。图 3 给出了中国年沙尘暴日数及气温、降水和风速等随时间的演变曲线。从图 3a 可见，除年际振荡外，沙尘暴发生频数随时间呈非常明显的下降趋势。与多年平均值比较，20 世纪 70 年代以前沙尘暴明显偏多，从 80 年代中期开始显著偏少。

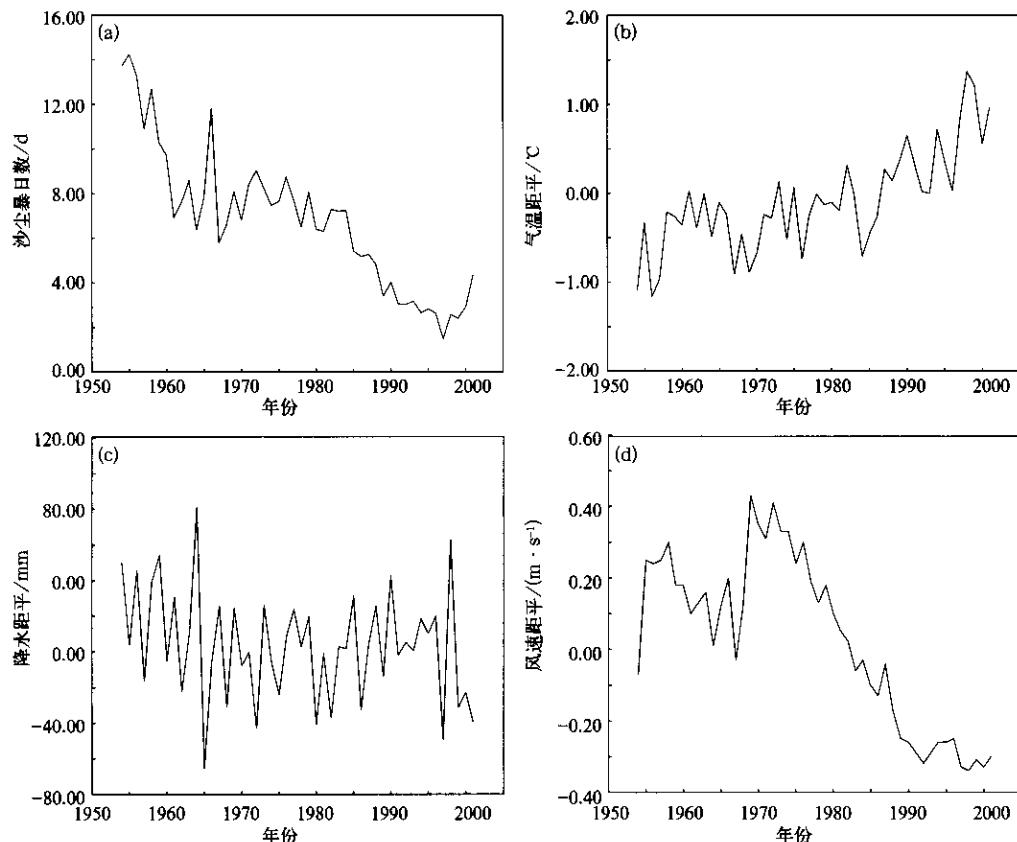


图 3 1954~2001 年全国主要沙尘暴发生区域平均年沙尘暴日数及气候要素随时间演变曲线
 (a) 年沙尘暴日数 (b) 年平均气温距平，
 (c) 年降水量距平 (d) 年平均风速距平

在全球增暖的气候背景下，近 48 年来我国沙尘暴主要发生区的气温也在振荡中持续上升，但是降水量的变化趋势不明显，仅有微弱的下降 (-4.89 mm/10 a)；风速在 20 世纪 80 年代初期以前基本上是正距平，80 年代中期之后始终是负距平，总体上呈明显的下降

趋势。分别统计各气候要素之间及与沙尘暴日数之间的线性相关系数可知,除与降水的相关不明显以外,其他相关关系均十分显著。其中,气温与风速和沙尘暴日数均呈明显的反相关关系,相关系数分别为-0.66和-0.69,而风速与沙尘暴日数则呈显著的正相关关系,二者的相关系数为0.77,这与文献[1,2]所得结果一致。上述事实表明,虽然我国沙尘暴主要发生区的降水变化不明显,但是伴随着气候变暖,风速的下降十分显著,因而使沙尘暴发生频数明显减少。这说明,风力条件的减弱是使我国沙尘暴减少的重要气候原因之一。

(2) 沙尘暴分布范围的变化趋势

沙尘暴发生频数呈现明显的下降趋势,这是一个事实,那么沙尘暴的分布范围是否相应变小,则是人们关心的另一个问题。这里,由于20世纪50年代的资料长度和空间覆盖度不足,为了具有可比性,分别选取频次略低的60年代和频次最少的90年代作为代表时段,对比分析沙尘暴范围的变化和气候条件的变化。图4是按年代平均的年沙尘暴日数分布。非常明显,20世纪90年代的分布范围比60年代大幅度缩小,除高发区还有一定日数的沙尘暴外,其他地区基本没有或日数很少。同时,各季节的分布范围也都明显缩小(图略)。这说明沙尘暴范围也同发生频数一起呈减小趋势。

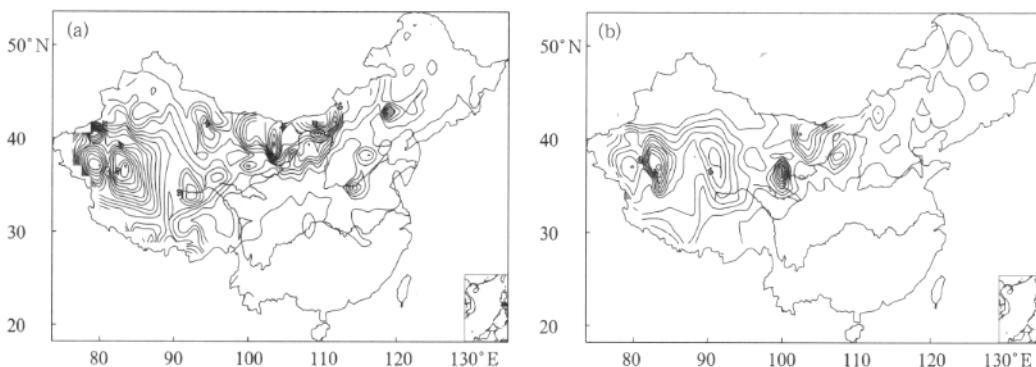


图4 20世纪60年代(a)和90年代(b)平均的全国年沙尘暴日数分布

从气候要素(图略)的变化来看,降水情况没有明显差异。而分析年平均风速的空间分布,20世纪90年代在新疆、甘肃等沙尘暴多发地区小于2m/s的范围比60年代明显扩大,这也从另一个角度说明了沙尘暴对风力条件变化的敏感性。

参 考 文 献

- 1 张莉,任国玉.中国北方沙尘暴频数演化及其气候成因分析.气象学报,2003,61(6):744~750.
- 2 王小玲,翟盘茂.中国春季沙尘天气频数的时空变化及其与地面风压场的关系.气象学报,2004,62(1):96~103.