

# 新疆西部气候变化特点及其与沙尘的关系

江远安<sup>1</sup>, 毛炜峰<sup>1</sup>, 魏荣庆<sup>2</sup>

(1. 新疆气候中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 新疆气象台, 新疆 乌鲁木齐 830002)

## 摘 要

分析了新疆西部地区气温、降水量、大风的变化特点, 并探讨了上述三个气候因子对沙尘变化的影响, 最后分析了人口、生态环境变化特点及其与沙尘的关系。结果表明: (1) 气候在变暖增湿, 气温升高和降水增加具有明显的季节性差异; 大风平原地区和北部山区在波动中减少, 南部山区在波动中增加。(2) 气候因子变化对沙尘有一定的影响, 沙尘暴、扬沙、浮尘与大风表现出显著的正相关, 沙尘暴与冬季气温呈明显的负相关, 浮尘与年降水量、春季降水量呈明显的负相关。(3) 生态环境的变化与人类活动密切相关, 人口不断增加, 随之耕地面积增加、草地面积减少, 森林面积的变化随着人类活动呈现出增减变化趋势。

关键词: 新疆西部; 气候变化; 沙尘; 相关系数

新疆西部位于塔里木盆地西部边缘, 处于欧亚大陆腹地, 远离海洋, 北、西、南三面环山, 东面是塔克拉玛干沙漠, 气候干燥, 属荒漠、干旱地区。新疆西部山地荒漠戈壁面积占总面积 81%, 生态环境极为脆弱, 大风、沙尘天气频繁发生。

本文研究的沙尘天气指气象观测中的沙尘暴、扬沙和浮尘<sup>[1]</sup>。沙尘天气是干旱地区常见的灾害天气, 对环境、交通运输以及农作物生产等危害较大。陈广庭指出, 沙尘暴是一种表现强烈的风沙活动, 它到来时伴随大风, 空中沙尘滚滚, 地面出现扬沙现象, 高空有浮尘, 并且在沙尘暴过后, 高空浮尘还会持续一段时间, 所以沙尘暴、扬沙、浮尘不但是相互联系而且还难以分割<sup>[2]</sup>。本文也因此将这三种天气现象合并在一起分析, 统称为沙尘天气。

## 1 资料的选择和处理

喀什地区位于新疆的最西端, 它处于新疆乃至全国的上游, 具有比较重要的地理位置, 因此本文所采用的气象资料为喀什地区 11 个气象台站的气温、降水、大风、沙尘暴、扬沙和浮尘资料, 资料年代为 1961-2003 年 (完整性很好), 人口、耕地、草地、森林资料来源于《喀什年鉴》、畜牧局和林业局。我们将气象资料建立年平均时间序列, 并对时间序列建立自回归一次线性拟合方程, 用来反应它们的变化趋势; 另外还计算了新疆西部平原区域平均的沙尘暴、扬沙、浮尘日数和大风日数、平均气温、降水量的历年变化的相关系数。

## 2 新疆西部气候变化特点

### 2.1 气温变化特点

我们将新疆西部按气候区划为平原地区、北部山区 (托云) 和南部山区 (塔什库尔干), 平原地区又划分为北部、南部和东部。由图 1 可以分析新疆西部年平均气温的际年变化, 它们的一次线性拟合线的斜率分别为 0.0184、0.0279 和 0.0295, 说明 43 年中新疆西部的气温呈上升趋势, 气温的上升是在波动中逐渐上升的, 并且从 1997 年开始连续 7a 气温居高不下, 明显高于 43a 的平均值, 增温趋势明显而稳定。平原地区和北部山区增温幅度为 0.3℃/10a、南部山区增温幅度 0.2℃/10a。

气温基本都呈逐年代上升趋势, 山区气温比平原地区上升快, 其中北部山区托云上升的最快, 90 年代比 60 年代增加了 0.8℃, 其次是塔什库尔干, 90 年代比 60 年代增加了 0.6

℃, 平原地区最慢, 90 年代比 60 年代增加了 0.4℃, 而平原地区中东部的巴楚县增温趋势最明显, 90 年代比 60 年代增加了 0.7℃, 北部的喀什最缓慢, 90 年代比 60 年代仅增加了 0.2℃。

分析新疆西部 43a 来的年平均气温距平的年际变化 (图 2), 可以发现, 无论是山区还是平原地区, 气温都在升高。1997 年之前, 以正负距平相间分布, 在波动中逐渐升高, 1997 年以后转为正距平持续时期, 1997-2003 年距平值在 0.5-1.0℃之间, 是气温增幅最大的 7 年, 增温趋势非常显著。这与徐贵青分析的全疆情况有些差异: 1980 年以后新疆出现了以正距平为主的阶段, 尤其是 1986 年以来全都是正距平<sup>[3]</sup>。由此可见, 喀什地区转暖的信号晚于整个新疆的平均。

新疆西部同新疆一样, 气候变暖具有明显的季节性差异<sup>[3]</sup>, 平原地区冬、春、秋季呈上升趋势, 其中冬季升温最显著, 其次是秋季, 再者为春季, 夏季呈缓慢下降趋势。冬季的上升幅度远远大于夏季的下降幅度, 冬季和夏季一次线性拟合线的斜率分别为 0.0526 和 -0.0019。山区各季均呈现出上升趋势, 秋季升温最显著, 其次为冬季, 春夏季较小。冬季平原地区升温比山区明显, 但秋季山区升温比平原地区明显。

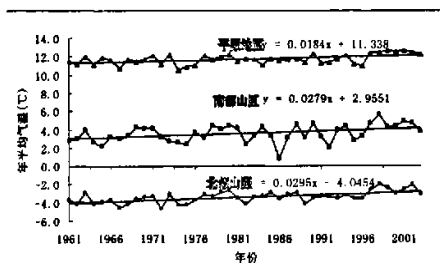


图 1 新疆西部年平均气温的年际变化

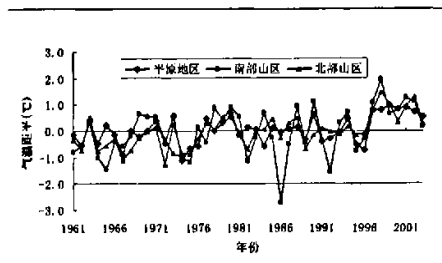


图 2 新疆西部年平均气温距平的年际变化

## 2.2 降水量变化特点

新疆西部自 1961-2003 年间, 平原地区和山区降水均在波动中呈增加趋势 (图 3), 其中北部山区增加最显著, 其次是平原地区, 南部山区增加幅度最小。平原地区中东部地区增加趋势最明显, 其次是南部地区, 北部地区最缓慢, 其中北部地区的喀什市降水增加速度最快, 东部地区的巴楚县位于第二, 北部地区的英吉沙增加速度最慢。平原地区降水量逐年代增加, 增加幅度最大是从 70 年代到 80 年代, 增加了 10mm, 90 年代继续增加了 2mm; 北部山区托云 90 年代降水最多, 其次是 60 年代, 70 年代最少。南部山区塔什库尔干 60 年代最多, 70 年代下降到最少, 80、90 年代又上升到接近 60 年代的水平。

同气温类似, 降水变化也具有明显的季节性差异。但是与气温相反, 平原地区降水春、夏、秋季增加, 其中夏季增加最显著, 其次分别为秋、春季, 冬季略有减少; 南部山区夏季显著增加, 其它三季均减少, 春季减少的最快; 北部山区四季均增加, 其中春季增加最显著, 冬季增加最慢。

新疆西部虽属内陆干旱半干旱区, 年降水量普遍为 50-60mm, 但有时也会出现强度很大的降水 (表 1), 由表可见, 最大日降水量多数出现在 80 年代以后, 11 个站中只有 2 个站出现在 1972 年, 这说明了 80 年代以后降水的强度明显增加。夏季降水增大最显著似乎和降水强度增加有关系, 一次大降水就可以改写历史气候值。

表 1 新疆西部最大日降水量

站名	最大日降水量 (mm)	出现日期	站名	最大日降水量 (mm)	出现日期
喀什	39.9	2004.5.1	莎车	49.8	2002.7.10

伽师	28.3	1996.8.21	泽普	38.9	2004.5.1
岳普湖	41.0	1972.7.28	叶城	38.7	1982.4.1
英吉沙	42.1	2004.5.1	托云	50.3	1994.7.11
巴楚	39.8	1982.8.27	塔什库尔干	38.2	1985.6.18
麦盖提	43.4	2002.7.9			

### 2.3 大风天气变化特点

近 43a 来, 南疆西部年大风日数的变化趋势各地表现不一致, 平原地区、北部山区和南部山区的一次线性拟合线的斜率分别为-0.3162、-0.952 和 0.834, 由此可见, 平原地区和北部山区在波动中减少, 南部山区在波动中增加, 平原地区减少幅度较小, 北部山区减少幅度和南部山区增加幅度都很大(图 4)。

南部山区 60-80 年代逐年代增加, 90 年代略有减少, 近三年(2001-2003 年)明显增加; 北部山区逐年代大幅度减少, 近三年有所增加, 但也只相当于 80 年代的水平; 平原地区逐年代减少, 由 60 年代的 13.6d 下降到 90 年代的 3.0d, 60 年代相当于 90 年代的 4 倍还多, 其中 80、90 年代减少幅度最大, 近三年和 90 年代接近, 变化不大。

同气温和降水一样, 大风变化具有明显的季节性差异。平原地区各季大风均减少, 夏季减少最显著, 春季次之, 秋、冬季减少幅度很小; 南部山区各季大风均增加, 增加幅度由大到小依次为春、夏、秋、冬; 北部山区各季大风减少都显著, 其中夏季减少最快, 其次为秋、冬季, 春季减少最慢。

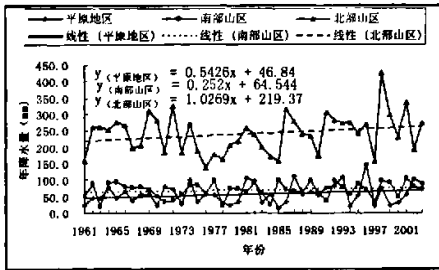


图 3 南疆西部年降水量的年际变化

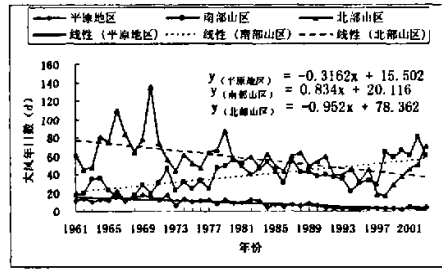


图 4 南疆西部年大风日数的年际变化

## 3 南疆西部气候变化与沙尘变化的关系

### 3.1 气候变化与沙尘变化的趋势对比分析

为了探讨南疆西部沙尘暴、扬沙、浮尘与大风、温度、降水等气候因子的关系, 我们对对比分析了平原区 9 个站平均的沙尘暴、扬沙和浮尘年日数与年降水量、冬季平均气温、春季平均气温、大风年日数的逐年变化趋势(见图 5, 以沙尘暴的为代表, 扬沙和浮尘的图略)。

由图可见, 大风和沙尘暴的变化趋势最相一致, 趋势线非常吻合, 均是 1984 年之后减少趋势明显, 波动中心由前期的 15d 减少到 5d; 浮尘 1987 年之后减少趋势明显, 波动中心由前期的 100d 减少到 80d; 扬沙虽然也是逐渐减少的, 这种突然跳跃式的减少表现不是很明显, 基本有两次比较明显的减少趋势: 1982 年之后波动中心由前期的 45d 减少到 35d, 1996 年之后又减少到 25d。

年降水量和冬季平均气温的变化趋势与沙尘暴、扬沙、浮尘的变化趋势相反, 年降水量和冬季平均气温在波动中逐渐增加, 春季平均气温变化趋势不明显。其中年降水量 1973 年之前变幅较小, 之后变幅较大, 尤其是 1993 年之后变幅又有所加大; 而冬季平均气温 1979 年之后上升趋势明显, 波动中心由前期的-4℃增至-3℃。

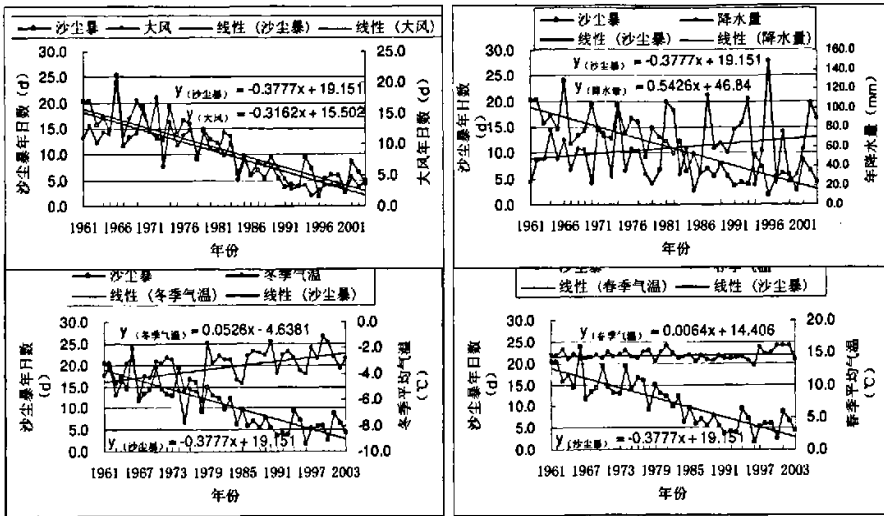


图5 新疆西部年沙尘暴日数与年大风日数、年降水量、冬季平均气温、春季平均气温的年度变化的对比

### 3.2 气候变化与沙尘的年代际变化的对比分析

由表2可见,平原地区年平均气温的增温幅度为 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、其中90年代比80年代增加了 $0.8^{\circ}\text{C}$ ,其增幅是最大的;年降水量平均以 $5.5\text{mm}/10\text{a}$ 的速度递增,其中80年代比70年代增加了 $10.6\text{mm}$ ,增幅最大;大风平均以 $3.5\text{d}/10\text{a}$ 的速度减少,90年代比80年代减少 $4.6\text{d}$ ,减幅最大;沙尘暴与大风的趋势非常一致,以 $4.0\text{d}/10\text{a}$ 的速度减少,其中80年代比70年代减少 $6.1\text{d}$ ,减幅最大;扬沙70年代比60年代增加了 $4.6\text{d}$ ,70年代之后以 $9.4\text{d}/10\text{a}$ 的速度递减;浮尘70年代比60年代增加了 $16.3\text{d}$ ,70年代之后以 $18.4\text{d}/10\text{a}$ 的速度递减。基本趋势为:气温升高、降水增加、大风减少,同时沙尘暴减少;扬沙、浮尘70年代之后趋势与沙尘暴一致,但70年代之前相反。

2001-2003年,气温比90年代上升了 $0.1^{\circ}\text{C}$ ,但低于前40年的平均值;降水与90年代相比继续增加,而且幅度更大,达 $19.0\text{mm}$ ;大风比90年代增加了 $0.9\text{d}$ ;沙尘暴增加了 $1.6\text{d}$ ,而扬沙减少了 $2.7\text{d}$ ,浮尘减少了 $4.6\text{d}$ 。

表2 新疆西部平原区区域平均的气候因子及沙尘的年代际变化

	年平均气温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	年降水量 ( $\text{mm}$ )	年大风日数 ( $\text{d}$ )	年沙尘暴日数 ( $\text{d}$ )	年扬沙日数 ( $\text{d}$ )	年浮尘日数 ( $\text{d}$ )
60年代	11.5	48.0	13.6	17.1	42.0	97.3
70年代	11.6	52.2	11.3	14.3	46.6	113.6
80年代	11.7	62.8	7.6	8.2	37.8	91.6
90年代	12.5	64.4	3.0	5.0	27.8	76.8
2001~2003	12.4	83.4	3.9	6.6	25.1	72.2

### 3.3 气候因子与沙尘日数变化的相关系数

为了进一步分析大风、气温和降水与沙尘变化的关系,本文研究了新疆西部平原区区域平均的沙尘暴、扬沙、浮尘日数和大风日数、平均气温、降水量的历年变化的相关系数(见表3)。表中划线部分表示通过了显著性检验,其中标准字体的为通过了 $0.01$ 的信度检验,斜体的为通过了 $0.05$ 的信度检验。

从表3可见,沙尘暴、扬沙、浮尘与大风表现出明显的正相关,其中沙尘暴与大风的正相关最显著,与年大风和春季大风的相关系数达 $0.8$ 以上,与夏季大风的相关系数也超过了

0.7, 远远超过了 0.01 的信度检验。扬沙与大风的相关也比较明显, 与全年、春季、夏季大风日数的相关系数都超过了 0.6, 通过了 0.01 的信度检验; 浮尘与全年、春季大风日数的相关系数在 0.4 以上, 通过了 0.01 的信度检验, 浮尘与夏季的相关系数为 0.316, 没有通过 0.01 的信度检验, 但通过了 0.05 的信度检验。

沙尘暴与冬季气温呈明显的负相关, 相关系数为-0.373, 通过了 0.05 的信度检验, 说明冬季气温升高对沙尘暴减少起一定作用。沙尘暴与年平均气温呈负相关、与春季气温呈正相关, 但相关不明显。扬沙、浮尘与年平均气温、冬季气温和夏季气温呈负相关, 相关不明显。

沙尘暴、扬沙与年降水量、春季降水量呈负相关, 与冬季降水量呈正相关, 但相关不明显, 没有通过 0.05 的信度检验; 浮尘与年降水量、春季降水量、冬季降水量呈负相关, 与年降水量的相关系数为-0.436, 通过了 0.01 的信度检验, 与春季降水量相关系数为-0.342, 通过了 0.05 的信度检验, 说明年降水量、春季降水量对浮尘有一定影响。

以上分析说明南疆西部气候因子变化对沙尘暴有一定的影响。大风与沙尘变化密切相关, 是影响沙尘变化的最主要的因子, 沙尘减少主要是大风减少造成的; 冬季气温升高对沙尘暴减少有一定影响; 年降水量增加是浮尘减少的重要因子, 春季降水量增加对浮尘减少有一定影响。

表 3 南疆西部平原区沙尘日数与各气候因子历年变化的相关系数

	沙尘暴	扬沙	浮尘
全年大风	0.856	0.692	0.422
春季大风	0.863	0.622	0.463
夏季大风	0.706	0.629	0.316
年平均气温	-0.277	-0.222	-0.021
冬季气温	-0.373	-0.298	-0.246
春季气温	0.025	-0.063	-0.023
年降水量	-0.250	-0.262	-0.436
冬季降水量	0.067	0.097	-0.004
春季降水量	-0.289	-0.269	-0.342

#### 4 人口、生态环境变化特点与沙尘的关系

由表 4 可知, 1950-2000 年南疆西部人口增加了 186.8 万人, 50 年间增加了 2 倍多, 80 年代以前每 10 年平均以 12% 的速度增长, 80 年代以 21% 的速度增长, 90 年代以 28% 的速度增长, 可见近 20 多年是人口增长相对较快的时期。

耕地面积 1950 年最少, 1960 年达到最多 (50 年代过渡开垦的结果), 以后逐渐减少, 2000 年又有所增加, 50 年间耕地面积增加了 35%; 如果加上农三师的耕地, 估计全区土地面积较 1950 年新增 50% 以上。

草地面积的变化与耕地面积呈反位相, 即耕地面积减少时期, 草地面积增加, 反之耕地面积增加时期, 草地面积减少。

森林面积在 1950 年主要以天然林为主, 占森林总面积的 98%, 由于 60 年代滥肆樵采, 使得森林总面积急剧下降, 1976 年仅为 212 万亩, 相当于 1950 年的 41%、同时天然林更是大幅度减少, 1982 年只有 142 万亩。从 1976 年之后森林总面积一直稳步增加, 到 2002 年已达 737 万亩, 增长较多的是人工经济林, 而天然林从 1982 年之后一直增加, 到 90 年代前中期又有所减少 (这期间正好是新疆一黑一白战略大力实施期间), 90 年代后期又开始增加, 2002 年达到 345 万亩。

表4 新疆西部各个时期人口和耕地、草地、森林面积资料

人口(万人)			耕地面积(万亩)		草地面积(万亩)		森林面积(万亩)		
时间	总	城镇	全区(不含兵团)		时间	面积	时间	总	天然林
1950	153.8	14.1	453.63				1950	519	510
1960	171.4	19.5	703.43				1976	212	202
1970	200.4	23.3	681.79		1969	2100	1982	252	142
1980	219.4	36.2	652.27		1986	3170	1985	415	201
1990	280.9	56.1	589.12		1990	3175	1990	454	281
2000	340.6		611.57		2000	2269	1997	507	218
							2002	737	345

由以上分析可以得出如下结论：随着人口的增加，耕地面积增加、草地面积减少，而森林面积的变化随着人类活动呈现出波动。沙尘天气的变化取决于下垫面的物质状况和天气系统条件，下垫面的物质状况又与耕地、草地、森林以及居住区的建设有很大关系。可见生态环境的变化与人类活动密切相关，人类活动可以改变大气条件，人类在对改造自然和保护野生动物、植物及其栖息地方面做出了巨大成就，如塔克拉玛干沙漠公路人工绿化带的建设、人工制沙、固沙和对沙漠环境的改造，使沙漠化得到了遏制。因此，人类活动对生态环境变化所起的作用非常重要，只要受到合理有效的保护，荒漠生态环境就会向良性方向发展<sup>[4]</sup>。

## 5 结论

5.1 新疆西部气候在变暖增湿，气温升高和降水增加具有明显的季节性差异。山区比平原地区升温快，山区在秋季升温最显著，平原地区在冬季升温最显著；降水北部山区增加幅度最大，其次是平原地区，南部山区最小。

5.2 大风平原地区和北部山区在波动中减少，南部山区在波动中增加，平原地区减少幅度较小，北部山区减少幅度和南部山区增加幅度都很大

5.3 大风和沙尘的变化趋势一致，年降水量和冬季平均气温与沙尘的变化趋势相反。

5.4 气候因子变化对沙尘有一定的影响，沙尘暴、扬沙、浮尘与大风表现出显著的正相关；沙尘暴与冬季气温呈明显的负相关；浮尘与年降水量、春季降水量呈明显的负相关。

5.5 大风与沙尘变化密切相关，是影响沙尘变化的最主要的因子，沙尘减少主要是大风减少造成的；冬季气温升高对沙尘暴减少有一定影响；年降水量增加是浮尘减少的重要因子，春季降水量增加对浮尘减少有一定影响。

5.6 生态环境的变化与人类活动密切相关，随着人口的增加，耕地面积增加，而草地面积的变化与耕地面积呈反位相，森林面积的变化随着人类活动呈现增减变化趋势。

### 参考文献：

- [1]中国气象局，地面气象观测规范，北京：气象出版社，2003，151pp
  - [2]陈广庭，近50年北京的沙尘天气及治理对策，中国沙漠，2001，12(4)
  - [3]徐贵青，魏文寿，新疆气候变化及其对生态环境的影响[J].干旱区地理，2004，27(1):14-18
  - [4]魏文寿，高卫东，史玉光等，新疆地区气候与环境变化对沙尘暴的影响研究[J].干旱区地理，2004，27(2):137-141
- 致谢：本文使用的人口和耕地、草地、森林面积资料由喀什地区气象局刘皓国高级工程师提供，特表感谢！