

文章编号: 1000-0534(2005)03-0311-05

青藏高原及青藏铁路沿线大风沙尘 日数时空特征

白虎志¹, 董安祥², 李栋梁³, 方 锋¹

(1. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020;
3. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 选取青藏高原 66 个站的气象实测资料, 分析了青藏高原及青藏铁路沿线大风、浮尘、扬沙和沙尘暴日数的时空分布特征。结果表明: 青藏高原大风高发区集中在以托托河为中心的高原主体上, 有 4 个沙尘暴和扬沙源区, 且冬季发生频率最高, 它们的空间分布型随季节变化较小。年代际变化趋势表明, 大风日数与扬沙、沙尘暴日数的年代际变化趋势呈反位相关关系, 高原西部和中部的沙尘暴日数又存在反位相变化特征。中部大风日数呈阶梯型年代际增多, 扬沙和沙尘暴日数略呈减少趋势; 西部大风日数则呈阶梯型减少, 扬沙和沙尘暴日数变化趋势呈现“几”字形分布。

关键词: 青藏高原; 大风; 沙尘暴; 时空特征

中图分类号: P445+.4 文献标识码: A

1 引言

大风和沙尘天气是一种自然灾害, 按照气象观测规范^[1]定义, 大风指瞬时风速达到 $17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的天气现象; 沙尘暴是由于强风将地面大量沙尘卷入空中, 使空气特别混浊, 水平能见度 $< 1 \text{ km}$ 的风沙天气现象。沙尘暴可以使能见度 $< 50 \text{ m}$, 瞬时风力超过 $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 俗称“黑风”; 扬沙天气是指较强的风力将地面沙尘吹起, 水平能见度在 $1 \sim 10 \text{ km}$ 之间; 浮尘天气是指在无风或风力很小的情况下, 沙尘均匀地悬浮在空中, 使水平能见度 $< 10 \text{ km}$ 。大风破坏力很大, 有时可以吹倒房屋、破坏生产设施、影响交通运输, 甚至使火车停运或颠覆脱轨, 造成人民生命财产损失。沙尘天气不但对当地环境产生影响, 而且沙尘, 还会造成下游更大范围的降尘和沙尘天气。因此, 人们重视各地风沙天气的研究^[2~17], 也注重研究青藏铁路沿线大风对铁路运行的影响^[18]。

近年来对沙尘天气的研究主要是针对中国北方低海拔地区的, 对青藏高原及青藏铁路沿线的大风和沙尘天气特征以及其变化趋势研究还较少。本文

利用青藏高原 66 个气象站观测资料, 研究了 1971—2000 年近 30 年大风、沙尘暴、扬沙和浮尘天气的空间分布特征和变化趋势, 为青藏高原及青藏铁路沿线防风、防沙尘天气提供科学依据。

2 资料和方法

本文主要以大风、沙尘暴、扬沙和浮尘的出现日数作为定量表征指标, 当某天该过程出现两次或两次以上上述风沙现象时, 仍按一个出现日统计。本文使用的 1971—2000 年间青藏高原 66 个气象观测站资料均取自国家气象中心。观测站点主要分布在青藏高原的中东部地区, 85°E 以西地区只有狮泉河($80^{\circ}05' \text{E}$, $32^{\circ}30' \text{N}$) 一个气象站。因此, 空间分布图中高原西部等值线没有绘制, 只是标注了狮泉河的具体要素值。冬季指前一年 12 月~ 当年 2 月, 春季为 3~ 5 月, 夏季为 6~ 8 月, 秋季为 9~ 11 月。

3 空间分布特征

3.1 大风

青藏高原(下称高原)大风日数高发区域主要集

收稿日期: 2003-06-17; 改回日期: 2003-12-05

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目“青藏铁路工程与多年冻土相互作用及其环境效应”(KZCX1-SW-04); 甘肃省气象局“十人计划”和中组部“西部之光”人才培养计划共同资助

作者简介: 白虎志(1966—), 男, 甘肃兰州人, 硕士, 高级工程师, 主要从事气候变化和预测研究。E-mail: Baihuzhi@163.com

中在高原中部地区(图 1),除高原南部、东部边缘及柴达木盆地东部的年大风日数在 40 天以下外,高原主体多年平均年大风日数一般都在 60 天以上,以托托河为中心的地区年平均大风日数在 100 天以上。如托托河 167.8 天,安多 148.8 天,五道梁 135.5 天。青藏铁路的五道梁—安多段正好位于高原大风中心区域,铁路南、北端大风日数较少,格尔木和拉萨的年平均大风日数分别为 19.1 天和 27.5 天。这种整体分布特征与高原主体地区受高空急流的影响有关,而高原边缘及柴达木盆地等的大风则是地面冷锋等影响的结果。

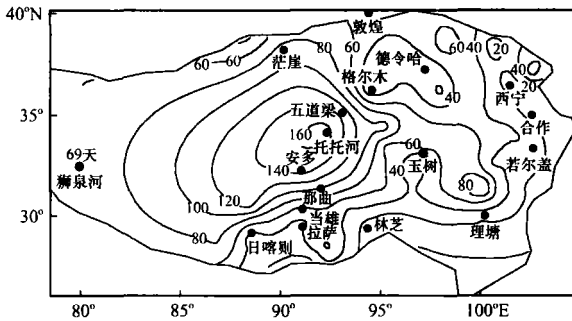


图 1 高原年大风日数空间分布

Fig. 1 Spatial distributions of annual mean strong wind days in Qinghai Xizang Plateau(QXP)

3.2 浮尘

高原主体上年平均浮尘日数较少(图 2)。安多—玉树—若尔盖以南地区年浮尘日数不足 2 天,狮泉河平均只有 0.4 天。浮尘的高频数区主要集中在柴达木盆地和祁连山地区,中心位于柴达木西部的茫崖、南部的格尔木、东部的茶卡以及祁连山东北侧的民乐,平均日数分别为 27.7, 18.2, 16.9 和 21.9 天。柴达木盆地下垫面具备丰富的沙源,该

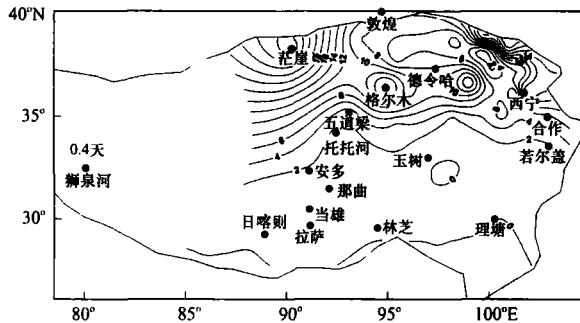


图 2 青藏高原年浮尘日数空间分布

Fig. 2 Spatial distributions of annual mean floating dust days in QXP

地区降水很少,它又是西路冷空气入侵的通道之一,是来自南疆盆地沙尘的必经之路,故多浮尘天气。浮尘的这种分布特征在春季最为明显。而以托托河、五道梁为中心的高原主体多大风区,不具备形成浮尘天气的条件,高原南部地区降水及降水日数多,植被条件好,又没有外部沙尘的输送,同样形成不了浮尘天气。

3.3 扬沙

扬沙和沙尘暴天气的形成必须具备下垫面沙尘条件和强风条件,扬沙日数的多发区域(图 3)与高原强风区分布基本一致,西部的狮泉河站年平均扬沙日数高达 70.9 天。由于高原西部只有一个测站,根据分布图推测藏北高原的扬沙日数可能是比较多的。南部的申扎为扬沙日数中心,中心值为 38.7 天,其周围地区扬沙日数也较多。如定日 17.7 天,隆子 15.3 天,日喀则 13.2 天。山南地区北部的泽当站也是一个扬沙的相对多发中心,多年平均日数为 25.7 天。另一个大值区域位于柴达木盆地,该区域有两个中心分别为茫崖和格尔木,年平均扬沙日数分别为 34.9 天和 40.1 天。高原东南部的江河源区的大部分地方年沙尘日数在 5 天以下。青藏铁路南站拉萨和托托河—格尔木段是扬沙日数的相对大值区域,平均年扬沙日数为 12.6~40.1 天;当雄—安多段相对较少,平均只有 1.9~7.1 天。

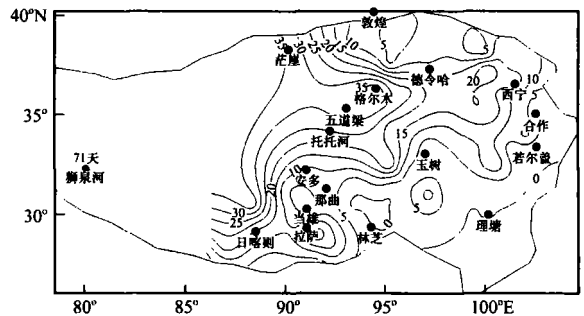


图 3 高原年扬沙日数空间分布

Fig. 3 Spatial distributions of annual mean blowing-sand days in QXP

3.4 沙尘暴

高原多年平均的年沙尘暴日数的地理分布(图 4)与扬沙日数的地理分布非常相似,总体呈现西北多、东南少的分布特征。由于高原地形和天气气候都比较复杂,沙尘暴日数发生的局地性也较强。西部代表站狮泉河年沙尘暴日数最多,平均为 19.4 天;藏南的沙尘暴天气也频繁发生,那曲地区南部的申扎站和山南地区北部的泽当站分别存在两个中

心, 平均年沙尘暴日数分别为 18.3 天和 10.2 天; 五道梁是高原上第三个沙尘暴日数最多的站, 为 14.3 天; 柴达木盆地是另一个沙尘暴日数多发区域, 年平均在 11.2 天(茫崖)~ 13.2 天(格尔木)之间; 青海省东部也有两个沙尘暴日数相对较多的中心, 分别位于刚察(13.4 天)和兴海(11.1 天)。高原东南部沙尘暴日数很少, 大部分地方沙尘暴日数不足 1 天, 甚至没有沙尘暴天气发生。另外, 青藏铁路沿线的沙尘暴也是比较多的, 年平均在 3.0 天(拉萨)~ 14.3 天(五道梁)之间。其中, 拉萨—安多段为 1.5~ 5.7 天, 托托河—格尔木段为 11.1~ 14.3 天, 因此, 从以上观测资料的统计分析表明, 青藏高原及青藏铁路沿线风沙灾害是比较严重的。

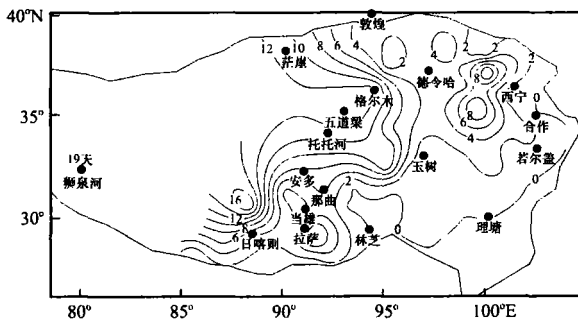


图 4 高原年平均沙尘暴日数空间分布
Fig. 4 Spatial distributions of annual mean sandstorm days in QXP

4 时间变化特征

4.1 季节变化

各站月、季资料统计结果表明(表略), 大风、沙尘暴、扬沙和浮尘日数基本都是冬春季多、夏秋

季少, 冬春季大部分站点的大风、沙尘日数占全年日数的 75% 以上。尽管高原主体上扬沙和沙尘暴日数较多, 但受高空急流强风的影响, 除柴达木盆地和高原东北边缘外, 高原浮尘日数较少。

由于大风对列车安全运行影响很大, 我们特别分析了青藏铁路沿线 7 个站的大风日数年变化特征。沿线各站大风日数的月际变化表明, 除格尔木 5 月大风日数最多、12 月最少外, 其余各站均为 3 月份大风日数最多, 8 月最少。从季节变化分析, 格尔木春夏季大风日数最多, 其它站均为冬春季最多。以大风日数最多的托托河站为例来说明铁路沿线强风的发生频率, 就多年平均而言, 托托河春季大风日数占全年总日数的近一半, 冬春季大风日数占全年大风日数的 63%, 3 月份有 2/3 以上日数发生大风天气, 有时甚至一天有两次以上的大风天气过程发生。

高原沙尘暴日数的季节变化特征与我国北方低海拔地区有差异, 北方沙尘暴日数总体特征表现为春季最多, 秋季最少^[4-6], 而高原上五道梁以南大部分测站冬季沙尘暴日数多于春季, 秋季略多于夏季。这表明高原沙尘暴(柴达木盆地除外)和中国北方沙尘暴不属于一个体系, 前者是高空急流型, 出现的时间早, 冬季多于春季(3 月最多), 秋季多于夏季。后者是地面、低空大风型; 因高空强风的扩散作用, 它对下游的影响也小。

4.2 年代际变化

由于托托河站位于高原中部和青藏铁路线上, 是高原年平均大风和沙尘日数的中心区域; 狮泉河是唯一的高原西部气象站, 同时也是大风和沙尘日数比较多的站。因此, 本文选取托托河和狮泉河两站的资料分析高原及青藏铁路沿线年平均大风、沙

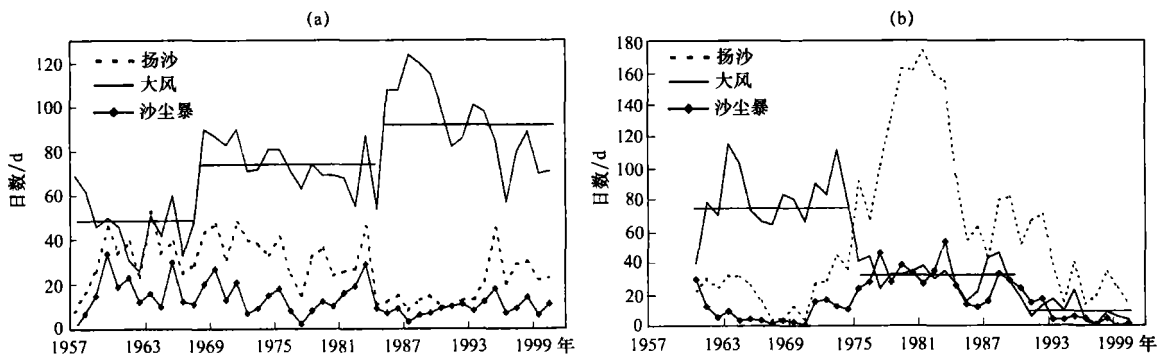


图 5 年大风和沙尘日数的年际变化(大风日数减少了一半)

(a) 托托河, (b) 狮泉河

Fig. 5 The annual variation of numbers of strong wind and dust days. (a) Tuotuohe, (b) Shiquanhe

尘暴和扬沙日数的变化趋势。由图5可见,托托河和狮泉河年大风日数的年代际变化趋势基本相反,前者呈阶梯形上升,后者则呈阶梯形下降(直线代表大风年代平均值)。托托河的大风日数在20世纪50年代(以下均指20世纪)后期到60年代年为100天左右,70年代到80年代中期为150天左右,之后到20世纪末为180天左右,在上述三个年代中,每个年代内的大风日数变化都又呈减少趋势。狮泉河的大风日数在60年代到70年代初为160天左右,70年代中期到80年代为60天左右,90年代为20天左右,达到了该站有观测记录以来的最少值。60年代以来,这两个站的大风日数都存在两个明显的年代际突变,托托河大约为1969年和1986年,狮泉河大约为1975年和1991年。前者的突变是由少变多,后者则是由多变少。两者突变时间并不同步,西部落后中部5~6年。

年沙尘日数的变化基本是同位相的,托托河的沙尘日数总体呈下降趋势;狮泉河的沙尘日数在70年代中期到90年代初为明显的高峰期,60年代和90年代较少,趋势呈现“几”字形分布。大风日数和沙尘日数的年代际变化趋势呈反相关,也就是说,大风日数多(少)的年代,往往对应着沙尘日数少(多)的年代,这种特征在90年代之前的狮泉河表现得更加明显。例如,60年代年大风日数在160天左右的情况下,年沙尘暴却只有10天左右,扬沙也只有30天左右。1975年狮泉河年大风日数急剧减少时,对应的年扬沙和沙尘暴日数却急剧增加,扬沙日数的增幅比沙尘暴增幅大得多,1982年狮泉河的年大风日数在减少到76天的情况下,扬沙日数竟然增加至174天。另外,高原中部(托托河)和西部(狮泉河)大风和沙尘日数的年代际变化趋势也存在明显的反位相特征。由上述分析可见,高原沙尘日数与大风日数不一定呈正比例关系,高原中部和西部大风沙尘日数的年代际趋势也是不一致的。这种异常特征及成因还有待于进一步研究。

5 小结

综合上述分析,可以对青藏高原及青藏铁路沿线大风、沙尘日数的空间分布特征和年代际变化趋势得出以下几点认识:

(1) 高原年平均大风日数超过60天者集中在以托托河为中心的高原主体上,其中,青藏铁路五道梁—那曲段的大风日数超过100天;多年平均浮尘日数分布主要集中在柴达木盆地和高原东北边

坡;沙尘暴和扬沙日数的空间分布形式非常相似,并存在4个多发区域,它们分别位于高原西部(狮泉河)、高原南部(申扎、泽当)、高原北部(柴达木盆地周围的格尔木、茫崖及五道梁)和高原东北部(刚察—兴海一带)。

(2) 高原上的大风及沙尘日数以冬春季多、夏秋少,在高原主体上冬季比春季略多为特征。

(3) 托托河大风日数呈阶梯形增多,沙尘日数呈减少趋势;狮泉河大风日数则呈阶梯形减少。沙尘日数在20世纪70年代中期到90年代初为高峰期,60年代和90年代较少,趋势呈现“几”字形分布。

(4) 高原代表站大风和沙尘日数的年代际变化有3个主要特征,一是大风日数与扬沙、沙尘暴日数的年代际变化呈反位相变化。二是高原西部代表站狮泉河和中部代表站托托河的大风沙尘日数又存在反位相变化特征,大风日数反映更加清楚。三是它们都存在两次年代际突变:托托河大约是1969年和1986年,狮泉河大约是1975年和1991年。

参考文献

- [1] 中央气象局. 地面气象观测规范[Z]. 北京: 气象出版社, 1979. 20-30
- [2] 钱正安, 宋敏红, 李万元. 近50年来中国北方沙尘暴的分布和变化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2002, 21(2): 106-111
- [3] 周自江, 王锡稳. 西北地区东部群发性强沙尘暴序列的建立与分析[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 437-442
- [4] 周自江, 王锡稳, 牛若芸. 近47年中国沙尘暴气候特征研究[J]. 应用气象学报, 2002, 13(2): 193-200
- [5] 张存杰, 宁惠芳. 甘肃省近30年沙尘暴、扬沙、浮尘天气空间分布特征[J]. 气象, 2002, 28(3): 120-129
- [6] 周自江. 近45年中国扬沙和沙尘暴天气[J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 9-17
- [7] 张德二. 我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析[J]. 中国科学(B辑), 1984, (2): 278-288
- [8] 董安祥, 白虎志, 陆登荣等. 河西走廊强和特强沙尘暴变化趋势的初步研究[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 422-425
- [9] 李栋梁, 钟海玲, 魏丽等. 中国北方年沙尘暴日数的气候特征及对春季高原地面感热的响应[J]. 高原气象, 2003, 22(4): 337-345
- [10] 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, 2001, 55(5): 513-522
- [11] 王可丽, 江灏, 吴虹. 2001年春季中国北方沙尘暴的环流动力结构分析[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 303-308
- [12] 蔡晨霞, 蒋维楣, 黄世鸿等. 我国东南沿海两次沙尘天气的化学特征及其源地探讨[J]. 高原气象, 2000, 19(2): 179-186
- [13] 项续康, 江吉喜. 西北地区强沙尘暴成因的中尺度分析[J]. 高原气象, 1996, 15(4): 448-455

- [14] 刘景涛, 郑明倩. 内蒙古中西部强和特强沙尘暴的气候学特征[J]. 高原气象, 2003, 22(1): 51- 64
- [15] 彭维耿, 陈楠. 宁夏多、少沙尘暴 4 月平均环流特征的对比分分析[J]. 高原气象, 2002, 21(6): 599- 603
- [16] 江灏, 吴虹, 尹宪志. 河西走廊沙尘暴的时空变化特征与其环流背景[J]. 高原气象, 2004, 23(4): 548- 552
- [17] 尤莉, 王革丽, 吴学宏等. 内蒙古阿拉善地区沙尘暴的气候特征分析[J]. 高原气象, 2004, 23(3): 382- 386
- [18] 白虎志, 李栋梁, 董安祥等. 青藏高原大风特征及风压研究[J]. 冰川冻土, 2005, 27(1): 111- 116
- [19] 汤懋苍, 高晓清, 张建. 冬季亚洲高压的中心位置何在? [J]. 高原气象, 1995, 14(3): 379- 384
- [20] 白虎志, 朱乾根. 青藏高原冬季冷暖与东亚季风之异常[J]. 南京气象学院学报, 1997, 20(1): 35- 40

Temporal and Spatial Characteristics of Strong Wind and Dust Days in Qinghai-Xizang Plateau and along Qingzang Railway

BAI Hu-zhi¹, DONG An-xiang², LI Dong-liang³, FANG Feng¹

(1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China; 2. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China; 3. Cold And Arid Regions Environmental And Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on the meteorological observation data of 66 stations in Qinghai-Xizang Plateau(QXP) from 1971 to 2000, the temporal and spatial characteristics of the days with strong wind, floating dust, blowing-sand and sandstorm in QXP and along Qingzang railway were analyzed. Results show that the days of strong wind in QXP mainly occurs in the main body of Plateau centralizing on near to Toutouhe, There are four cores of dust, they occur often in winter, the spatical distribution pattern change with season is not obvoius. The interdecadal variation of strong wind days is out of phase with that of dust weather, particularly remarkable in the central and western parts of the Plateau. In the former region, the days of strong wind increases with time while days of dust weather slightly reduced. In the latter region, the days of strong wind decreases while variation in the days of dust weather is something like the Chinese character“几”with time.

Key words: Qinghai-Xizang Plateau; Strong wind; Sandstorm; Temporal and spatial characteristics