

# 大风对新疆沙尘暴的影响<sup>1)</sup>

陈洪武 王旭 马禹

(新疆环境气象中心,乌鲁木齐,830002)

**摘 要** 选取1961—1999年新疆90个气象观测站的气表-1资料,对比分析了沙尘暴及大风的时空分布特征,探讨大风对沙尘暴发生的贡献及沙尘暴发生时的最多风向和最低风速指标。分析发现,新疆沙尘暴与大风的地理分布刚好相反,沙尘暴多的地区大风较少,但有着基本一致的气候变化趋势。大风对沙尘暴的贡献北疆大于南疆。沙尘暴发生时的最多风向明显指示出引发沙尘暴的天气系统来向。引起沙尘暴的最低风速指标,北疆及东疆超过10 m/s,南疆的吐鲁托盆地和焉耆盆地均为10 m/s,塔里木盆地均为6~8 m/s,盆地南缘只有6 m/s。

**关键词** 沙尘暴;大风;最多风向;最低风速指标

**中图分类号** P425.5

## 0 引言

沙尘暴是干旱和半干旱地区常出现的灾害性天气,是指强风将地面大量尘沙吹起,使水平能见度小于1 km的天气现象<sup>[1]</sup>。可见沙尘暴的发生与大风(风速 $\geq 17$  m/s)有着密切的关系。Littmann<sup>[2]</sup>指出沙尘暴可以在天山附近气旋暖区中形成,出源于新疆地区的沙尘暴天气与气旋大风有明显的关系<sup>[3]</sup>。但迄今为止,还没有具体的研究结果。

新疆地处中国西北边陲,远离海洋,气候干燥,沙漠广阔,是中国沙尘暴的多发区之一,塔里木盆地是中国大陆沙尘暴活动最频繁的地方。近年来随着新疆经济的发展,尤其是塔里木盆地及周边地区已成为重要的石油天然气基地和棉花生产基地,预防沙尘暴对其环境和生产建设的影响已显得尤为重要。

作者以新疆39a(年)90个地面气象观测站资料为依据,从气候场的角度对比分析了沙尘暴与大风的时空分布特征,探讨大风与沙尘暴之间的关系,以及沙尘暴发生时的最多风向和最低风速指标。

## 1 资料和方法

选取1961—1999年新疆资料完整的90个地面气象观测站的气表-1资料;所选90站中有54站为基本站和基准站,36站为气候站。基本站和基准站全天24 h记录天气现象及起止时间,气候站白天(08:00—20:00)记录天气现象及起止时间,夜间(20:00—08:00)只记录天气现

1) 高等学校重点实验室访问学者基金资助项目

收稿日期:2002-03-27;修回日期:2002-11-11

象而无起止时间。新疆地图和文中所用的 90 个地面气象观测站的分布见图 1。

定义与沙尘暴同一天出现的大风为“关联风”(strong wind in association with sandstorm),简称 SWAS。

对 90 站的沙尘暴和大风资料,(1) 分析沙尘暴和大风的地理分布、年变化和年际变化;(2) 提取沙尘暴发生日的大风(SWAS)资料,讨论新疆不同区域大风对沙尘暴的贡献;(3) 普查新疆沙尘暴发生时的风向风速,给出引发沙尘暴的最低风速指标和最多风向。

以分钟为单位提取 54 个基本站和基准站的沙尘暴和大风资料,分析沙尘暴的日变化规律,并对比分析沙尘暴与 SWAS 在时间分布上的差异。

依据《地面气象观测规范》<sup>[1]</sup>,气象日界为 20:00。在统计沙尘暴和大风出现日数时,跨越 20:00 按两个出现日计算。当某一天过程出现两次或以上时,按一个出现日计算。在做日变化统计时,将跨越 20:00 出现的沙尘暴和大风作为一次连续过程处理。

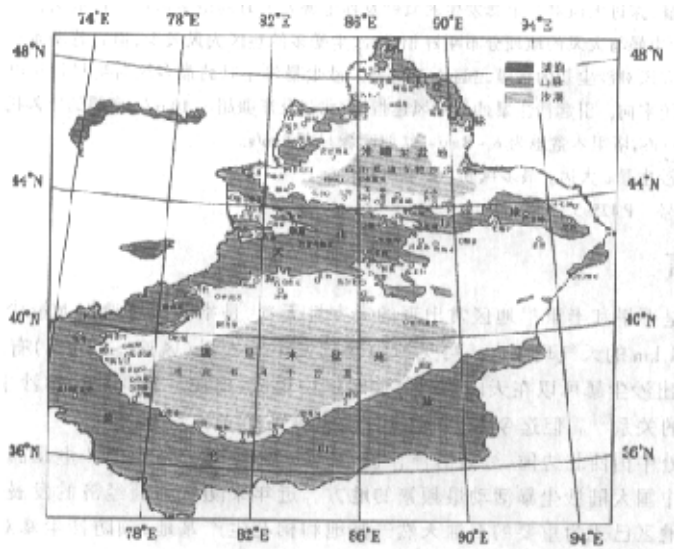


图 1 新疆地图和 90 个气象站分布

Fig.1 A map of Xinjiang and the 90 meteorological stations providing data in this study

## 2 新疆沙尘暴和大风时空分布特征的对比分析

新疆四周高山环绕,北有阿尔泰山,西有准噶尔界山、西天山、帕米尔高原,南有昆仑山脉,天山山脉横亘中央,形成两大盆地(图 1)。以天山为界,分为北疆和南疆,东部突出部分为东疆。北疆的准噶尔盆地地广人稀,中有古尔班通古特沙漠,气候干燥,植被稀少。南疆的塔里木盆地中有广袤无垠的塔克拉玛干沙漠,为沙尘暴的产生提供了良好的物质条件,是世界四大沙源之一。而山脉的隘口、河谷及近山口的戈壁等地是大风出现最多的地方。

## 2.1 地理分布

图2-a给出了新疆90个站沙尘暴的年平均日数分布图,由此图可以看出:

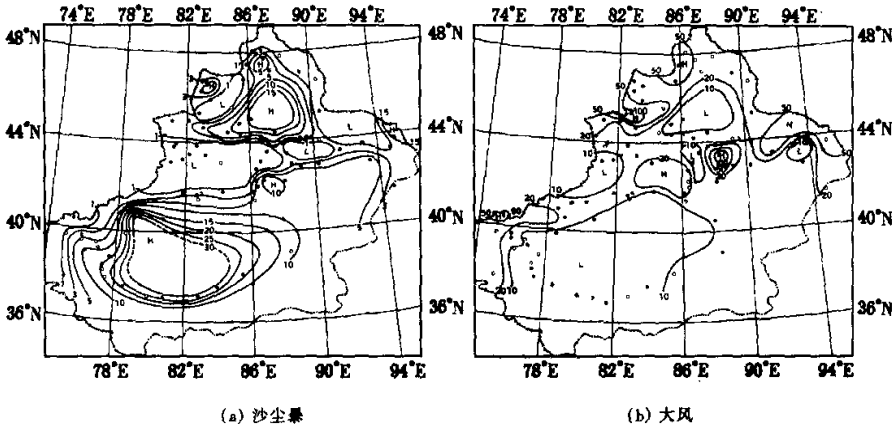


图2 新疆沙尘暴和大风年平均日数分布图

Fig.2 The annual number of days with sandstorm and strong wind in Xinjiang

新疆沙尘暴的高发区在北疆的古尔班通古特沙漠和南疆的塔克拉玛干沙漠,并以沙漠为中心向四周逐渐减少,沙漠南缘、山脉北麓一线高于其他周边地区。徐启运<sup>[4]</sup>等曾指出中国西北地区沙尘暴多发区集中在七大沙漠或其边缘地区,但没有发现在沙漠南缘、山脉北麓这一有利地形沙尘暴的发生机率高于其他周边地区。虽然下垫面同样是沙漠,但天气系统、地形走向、植被覆盖情况的不同使得南疆沙尘暴的年平均日数是北疆的两倍。平原和盆地为沙尘暴的次高发区,山区沙尘暴年平均日数均不足1 d。新疆沙尘暴年平均日数最高的是民丰,高达35.2 d,其次是阿克苏地区的柯坪,年平均31.5 d。

大风的年平均日数却是北疆多于南疆,中、低山区多于平原地区。大风日数的高值区在北疆西部、东疆和南疆西部山区(图2-b),准噶尔盆地及塔里木盆地的大风年平均日数不足10 d。北疆西部的阿拉山口大风最多,年平均161 d,其次是南北疆气流通道的达坂城,年平均150 d。

在地理分布上,沙尘暴与大风的分布刚好相反,沙尘暴多的地区大风较少,这说明新疆的沙尘暴与下垫面状况关系密切。

## 2.2 年际及年变化

过去一直认为20世纪的50年代至80年代,沙尘暴出现的频数一直在增加,这种趋势仍在继续中<sup>[5]</sup>。而新疆的实际情况是,南疆、北疆在1961—1985年沙尘暴日数的变化趋势不明显,1985年以后沙尘暴出现频率明显降低。东疆从1961—1977年沙尘暴日数明显增加,1977年之后出现日数减少,但变化趋势不明显(图3-a)。同样对大风资料的分析表明,1961—1999年南疆和北疆的大风日数总体上趋于减少,但幅度较小。而东疆大风日数围绕50 d上下波动,没有明显的增减趋势(图3-b)。因而北疆和南疆沙尘暴与大风的年际变化趋势基本一致。

新疆沙尘暴主要出现在3—9月,南疆4—6月最多,北疆5—6月最多,东疆的峰值出现在

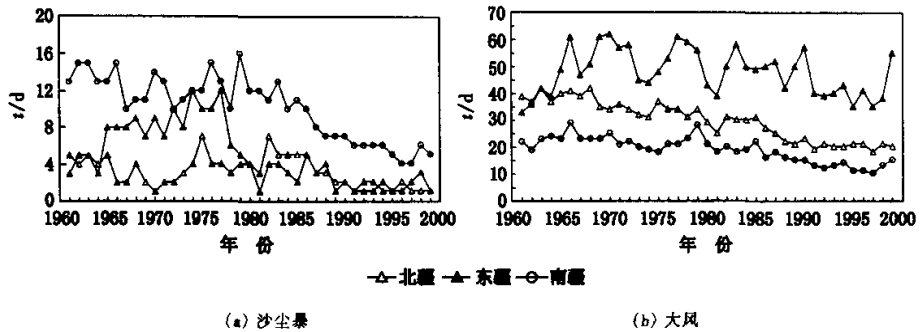


图 3 新疆沙尘暴日数和大风日数的年际变化

Fig. 3 The annual variation of number of days with sandstorm and strong wind in Xinjiang

4 月,新疆 10—2 月少有沙尘暴发生。沙尘暴的活跃期是南北两大盆地的北部早于南部,东部早于西部。大风则是全年都有可能出现,春夏季最多,以 5—6 月最为频繁,冬季大风最多的地方是河谷隘道和高山地带。在季节分布上,沙尘暴与大风有很好的—致性。

从独立的气候场看,新疆沙尘暴与大风有着刚好相反的地理分布,同时存在着基本一致的年际变化趋势,可见沙尘暴与大风之间的关系并不像人们想象的那样简单。

### 3 沙尘暴与大风的关系

为进一步说明沙尘暴与大风的关系,统计了 39 a 关联风出现的日数。图 4 为关联风日数与沙尘暴日数相比的频率分布图,反映出各地区大风对沙尘暴贡献的大小。由图 4 可以看出,

北疆除沿天山西段小于 80% 外,其他地区均大于 80%。南疆基本在 80% 以下,塔里木盆地在 60% 以下,南缘小于 20%。北疆大风对沙尘暴的贡献很大,北疆出现沙尘暴时,常常伴有大风天气。而南疆,尤其是塔里木盆地有一半左右的沙尘暴发生时,并不伴随大风出现,这说明引发南疆沙尘暴的风速可以小于 17 m/s。

以分钟为单位对 54 个站 39 a 的沙尘暴资料,统计出每站全天(60 min × 24)每分钟沙尘暴出现的累积次数,与每站 39 a 沙尘暴出现总日数相比得到频率,以此反映每站沙尘暴的日变化。同样得到关联风的日变化情况。

北疆及南疆大部分地区沙尘暴的高发时段在 16:00—22:00。南疆西部山区沙尘

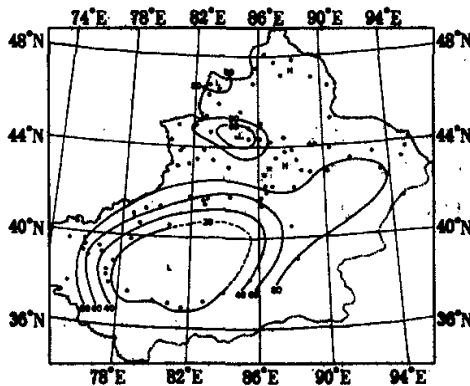


图 4 大风对沙尘暴的贡献频率分布

Fig. 4 The percentage of strong winds contributing to sandstorm in the period of 1961—1999, indicated by the ratio of SWAS days to sandstorm days

暴的高发时段是在14:00—19:00,塔里木盆地东部是11:00—23:00,盆地南缘有3个高发时段,分别是2:00—6:00、11:00—15:00、19:00—24:00。在一天内,沙尘暴活动的高峰期东部早于西部,且盆地南缘沙尘暴活跃的时间最长。关联风的高发时段与沙尘暴的高发时段有着密切的关系,从分布形态上可以看出沙尘暴与关联风在时间分布上的差异(图5)。在北疆乌苏、精河、石河子大风出现1h后沙尘暴发生,北疆其他地区大风与沙尘暴同时出现。南疆的吐鲁番、若羌、且末大风出现1h后出现沙尘暴,塔里木盆地南缘大风常常超前沙尘暴1~2h出现,南疆其他地区(如柯坪)大风与沙尘暴同时出现。

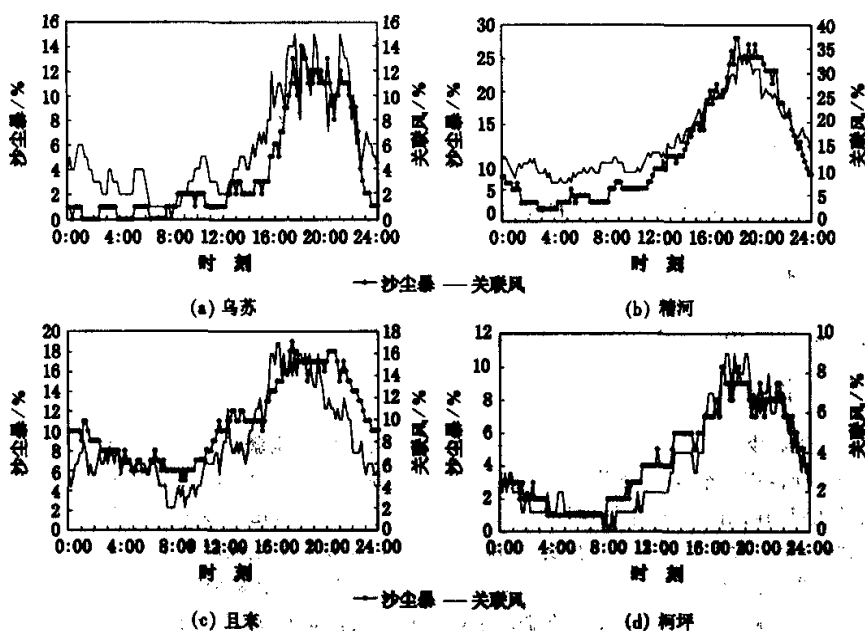


图5 新疆4个代表站沙尘暴和关联风的日变化曲线

Fig.5 The variation of sandstorms and SWAS in one statistical day for conditions in 1961—1999 of four representative meteorological stations in Xinjiang

#### 4 最多风向和最低风速指标

沙尘暴的发生是有条件的,即当近地面风速超过某个临界值之后,沙尘暴容易发生。有研究<sup>[6]</sup>认为撒哈拉沙漠中这一临界值在5~12.5 m/s之间,平均8.2 m/s。而另一研究<sup>[7]</sup>认为撒哈拉沙漠中扬沙过程的近地面风速总平均为4.6 m/s。本文通过对新疆沙尘暴发生期间风向、风速的统计分析,给出沙尘暴发生时的最多风向和最低风速指标(图6)。

沙尘暴发生时,北疆西部最多风向是西风,北疆其他地区是西北风,与影响北疆的天气系统路径相一致<sup>[8]</sup>。南疆的吐鲁番盆地和哈密盆地最多风向是西北风,天山南麓的库车、沙雅、新和地区和焉耆盆地以偏北风为主,明显指示出北疆天气系统侵入南疆的翻山路径。阿克苏

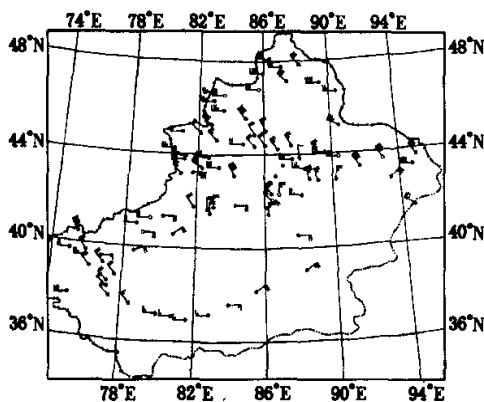


图 6 最多风向和最低风速指标分布

Fig. 6 Geographical distributions of dominant wind direction and minimum wind speed over Xinjiang

地区是东风,表明翻山后天气系统自东向西移动。塔里木盆地南缘民丰以西及喀什地区以西风和西北风最多,显示出天气系统自南疆西部山区翻山进入塔里木盆地南缘的西部地区。塔里木盆地南缘安得河以东地区是东风,引起这一地区沙尘暴的天气系统来自东部。

引起沙尘暴的最低风速指标,北疆除沿天山西段是  $8 \sim 10 \text{ m/s}$  外,北疆其他地区及东疆在  $10 \sim 17 \text{ m/s}$ 。南疆的吐鲁托盆地和焉耆盆地是  $10 \text{ m/s}$ ,塔里木盆地  $6 \sim 8 \text{ m/s}$ ,盆地南缘最小,只有  $6 \text{ m/s}$ 。塔里木盆地的最低风速指标与撒哈拉沙漠引发沙尘暴的临界风速值相近,证明这一最低风速指标是可信的。这也印证了上一节所陈述的结果,即南疆沙尘暴的发生只需较

小的风速,其中 50% 引发沙尘暴的风速达不到大风标准。

## 5 结 论

(1) 新疆沙尘暴的高发区在北疆的古尔班通古特沙漠和南疆的塔克拉玛干沙漠,并以沙漠为中心向四周逐渐减少,沙漠南缘、山脉北麓一线高于其他周边地区。南疆沙尘暴的年平均日数是北疆的两倍。大风年平均日数却是北疆多于南疆,中、低山区多于平原地区。在地理分布上,沙尘暴与大风的分布刚好相反,这说明新疆的沙尘暴与下垫面状况关系密切。

(2) 进入 20 世纪 90 年代以来,南疆、北疆的沙尘暴都有明显减少的趋势,南疆、北疆的大风也有减少的趋势,但幅度较小。新疆沙尘暴主要出现春夏季,深秋及冬季少有沙尘暴发生。大风的活跃期相对较长,春夏季最多。

(3) 在北疆有 80% 的沙尘暴常常伴有大风天气,南疆尤其是塔里木盆地至少有一半左右的沙尘暴并不伴有大风天气,这说明引发南疆沙尘暴的风速可以小于  $17 \text{ m/s}$ 。

(4) 沙尘暴发生时各地区的最多风向明显指示出引发沙尘暴的天气系统来向。引起沙尘暴的最低风速指标,北疆及东疆超过  $10 \text{ m/s}$ ,南疆的吐鲁托盆地和焉耆盆地  $10 \text{ m/s}$ ,塔里木盆地  $6 \sim 8 \text{ m/s}$ ,盆地南缘只有  $6 \text{ m/s}$ 。南疆沙尘暴的发生只需较小的风速,这对预报沙尘暴的发生有着明显的指示意义。

## 参 考 文 献

- 1 中央气象局. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 1979. 21 ~ 27
- 2 Littmann T. Dust Storm Frequency in Asia: Climatic Control and Variability. *Inter. J Climatology*, 1991, 11(2): 393 ~ 412
- 3 全林生, 时少英, 朱亚芬, 等. 中国沙尘天气变化的时空特征及其气候原因. *地理学报*, 2001, 56(4): 477 ~ 485

- 4 徐启运,胡敬松.我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征.应用气象学报,1996,7(4):479~482
- 5 钱正安,贺慧霞,瞿章,等.我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及其特征.见:方宗义,朱福康,江吉喜,等编.中国沙尘暴研究.北京:气象出版社,1997.1~10
- 6 Helgren D M, Prospero J M. Wind Velocities Associated with Dust Deflation Events in the Western Sahara. J Climate Appl Meteor. 1987, 26: 1147~1151
- 7 Westphal D, Toon O B, Carlson T N. A Case Study of Mobilization and Transport of Sahara Dust. J Atmos Sci, 1988, 45: 2145~2175
- 8 张家宝,苏起元,孙沈清,等.新疆短期天气预报指导手册.乌鲁木齐:新疆人民出版社,1986.271~293

## Effects of Strong Winds on Sandstorms in Xinjiang

CHEN Hongwu WANG Xu MA Yu

(Xinjiang Center of Environmental Meteorology, Urumqi, 830002)

**Abstract** With observational data spanning 1961—1999 from 90 meteorological stations in Xinjiang, the spatial and temporal characteristics of sandstorms and strong winds, and the contribution of strong winds to the occurrence of sandstorms are analyzed. Moreover, the dominant wind direction and minimum wind speeds during sandstorm periods are discussed. The research shows that although possessing similar climatic trends, sandstorms and strong winds in Xinjiang have opposite geographical distributions, i. e. places with more sandstorms show fewer strong winds. The contribution of strong winds to sandstorms in northern Xinjiang is larger than that in southern Xinjiang. The dominant wind directions clearly indicate the paths of the weather systems that introduced the sandstorms. The minimum wind speeds in the sandstorms were over 10 m/s in northern and eastern Xinjiang and in the Turpan and Yanqi Basins of southern Xinjiang. In Tarim Basin of southern Xinjiang, however, the minimum wind speed was about 6~8 m/s, and even 6 m/s at its southern edge.

**Key words** sandstorm; strong wind; dominant wind direction; minimum wind speed