

# 吐鲁番盆地近五年沙尘天气特征分析

依再提古丽·米吉提, 宋良婵, 马红

吐鲁番市气象局, 新疆 吐鲁番

收稿日期: 2022年8月16日; 录用日期: 2022年9月13日; 发布日期: 2022年9月20日

## 摘要

本文利用吐鲁番市国家站2016~2020年的地面观测资料, 应用数理统计方法分析高昌区、鄯善县、托克逊县3个国家站沙尘日数与气象要素的关系及变化特征, 并应用高空环流图分析出现沙尘天气时对应的大气环流形势特征。结果表明: 吐鲁番市沙尘天气具有白天出现频次高于夜间、春季出现频次高于夏秋冬三季等变化特征, 沙尘日数与大风日数、平均风速及平均气温有显著正相关性, 出现沙尘天气时的环流形势可分为6种类型。

## 关键词

沙尘日数, 相关性, 环流分型

# Analysis on the Characteristics of Dust Weather in Recent Five Years in the Turpan Basin

Yizaitiguli·Mijiti, Liangluan Song, Hong Ma

Turpan City Bureau of Meteorological, Turpan Xinjiang

Received: Aug. 16<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 13<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 20<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Using ground-based observations from the Turpan national station for the period 2016~2020, the relationship between the number of dust days and meteorological factors in Gaochang District, Piqan County and Toksun County was analyzed by using mathematical statistical methods, the characteristics of the atmospheric circulation pattern corresponding to the occurrence of sand-dust weather are analyzed by using the high-altitude circulation diagram. The results show that the occurrence frequency of dust storms in Turpan during the day is higher than that at night, and the occurrence frequency in spring is higher than that in summer, autumn and winter, there is

a significant positive correlation between the number of dust days and the number of gale days, average wind speed and average air temperature. The circulation patterns associated with dust weather can be divided into 6 types.

## Keywords

Dust Days, Correlation, Circulation Type

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

沙尘天气是一种由强风将地面沙尘卷到空中,使空气混浊,大气能见度降低的一种天气现象,在气象学中,根据沙尘天气发生的强度,将其划分为浮尘、扬沙和沙尘暴3个等级[1]根据能见度沙尘暴分为三个等级:沙尘暴能见度0.5 km~小于1.0 km,强沙尘暴能见度0.05 km~小于0.5 km,特强沙尘暴能见度小于0.05 km [2]。沙尘天气不仅给工农业生产交通运输和人民生命财产造成极大损失,而且带来严重的生态环境问题,特别是高浓度的沙尘颗粒污染物容易引起相关人群呼吸系统的疾病,对人类的健康造成危害[3]。

吐鲁番盆地位于(90°E, 43°N)附近,属于暖温带、干旱荒漠性气候,干旱少雨,高温日数多,其中高昌区、鄯善县、托克逊县年平均降水量分别为14.4毫米、26.7毫米、9.2毫米。四周山地环绕,盆地处于西北部为三十里风区和东部为百里风区的两个风口之间。三十里风区地势由西北向东南倾斜的下滑地形,不少特点与百里风区相似[4]。当冷空气入侵时,由于地势条件和狭管效应等,使这两个地区极易出现大风。冷空气愈强,大风愈猛烈,持续时间愈强[4]。这也是吐鲁番盆地风大,大风次数多的主要原因。风是沙尘传输的重要条件,吐鲁番盆地干旱的气候条件、特殊的地理位置以及多大风的天气特点致使其成为沙尘天气多发区。为了更好地预报沙尘天气,提供更加优质的气象服务,提高防灾减灾能力,减少其带来的危害损失,本文针对沙尘天气的变化特征进行分析,以期查找预报依据。

## 2. 资料和方法

2016年鄯善县、高昌区、托克逊县先后实现能见度观测自动化,为保证资料的一致性,本研究选用2016~2020年的日气象资料对一区两县沙尘天气的变化特征进行分析。使用NCEP/NCAR逐日再分析资料(水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ )分析出现沙尘天气时对应的大气环流形势特征。

依据气象观测规范规定,以20时为日界,若某一次扬沙或沙尘暴过程跨越20时,则按两个出现日计算;当某一天扬沙或沙尘暴过程出现两次或以上时,按一个出现日计算[5]。

## 3. 沙尘天气的时空变化特征

### 3.1. 沙尘天气日变化特征

浮尘天气持续时间较长且时有跨日界,日变化特征不显著,而沙尘暴出现次数极少其日变化特征不具代表性,所以本文对扬沙天气进行08~20时各时次的频数及沙尘暴的日变化特征分析。近五年夜间扬沙共出现119次,16~20时扬沙出现的次数占整个时段的56.6%。从图1可看出,扬沙天气出现的频次20时达到最高值,为53次,08时为最低值,只有4次。由此可见,扬沙天气有明显的日变化,

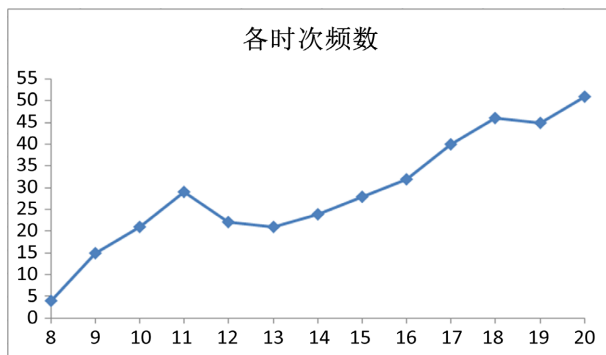


Figure 1. Frequency distribution of sand lifting time at 08~20 in 2016~2020 in Turpan Basin

图 1. 2016~2020 年吐鲁番盆地扬沙天气 08~20 时扬沙时次频数分布

大部分发生在下午和傍晚，早晨发生较少，这也说明了扬沙天气的出现与其产生的热力不稳定条件有关。

经统计 2016~2020 年沙尘暴发生的日变化来看，3 个代表站出现沙尘暴天数共有 19 天，其中托克逊县 16 天，高昌区 1 天，鄯善县 2 天。沙尘暴出现的概率占总次数的 79%，强沙尘暴为 21%，未出现特强沙尘暴。且沙尘暴出现在夜间占 58%，白天占 42%，夜间出现沙尘暴的概率稍大于白天，沙尘暴一般也应出现在午后至傍晚与扬沙出现机理一致。

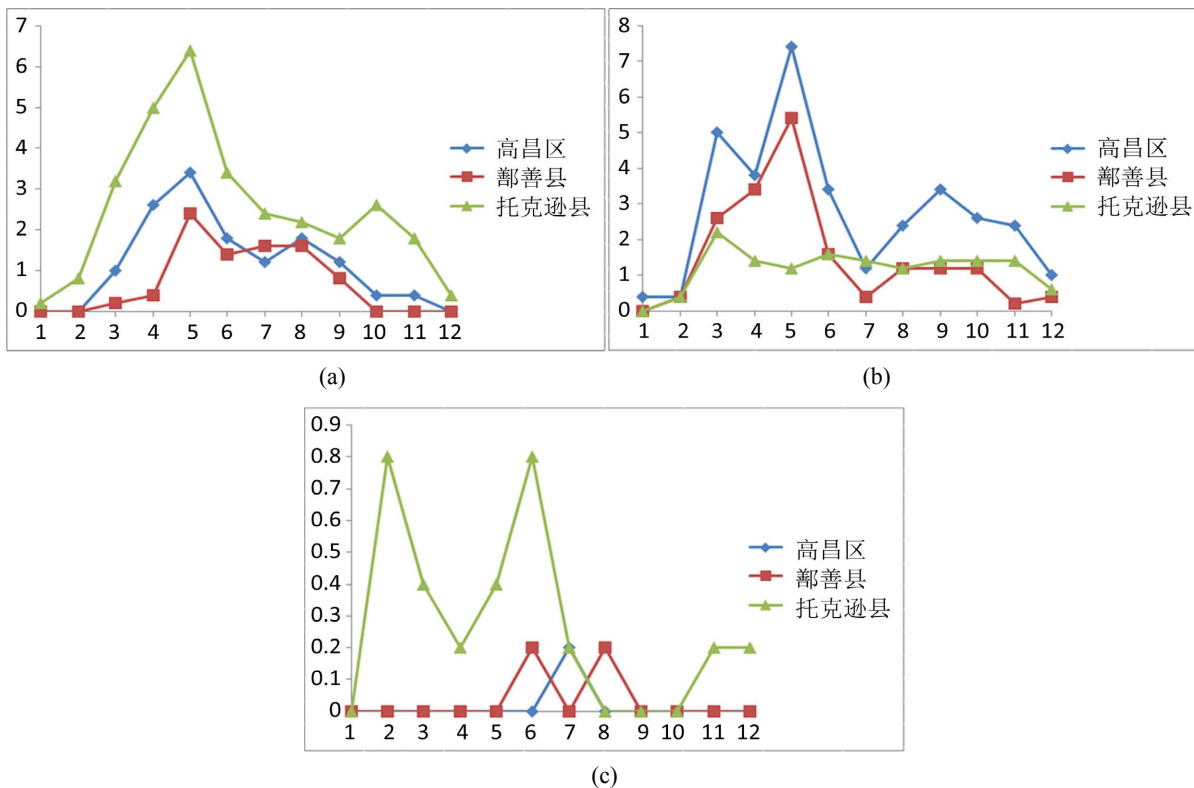


Figure 2. The daily and monthly changes of floating dust, blowing sand and sandstorm are respectively shown in (a), (b) and (c); (a) Monthly variation of floating dust days from 2016 to 2020; (b) Monthly variation of sand lifting days from 2016 to 2020; (c) Monthly variation of dust storm days from 2016 to 2020

图 2. 浮尘、扬沙、沙尘暴日数月变化分别用(a)图、(b)图、(c)图表示；(a) 2016~2020 年浮尘日数月变化；(b) 2016~2020 年扬沙日数月变化；(c) 2016~2020 年沙尘暴日数月变化

### 3.2. 沙尘天气日数月变化特征

从图 2(a)看来, 浮尘日数有明显的月变化, 浮尘天气主要集中在 3~6 月, 高昌区、鄯善县变化趋势基本维持一致。高昌区、鄯善县 3~6 月浮尘日数分别占全年总日数的 58.7%和 72.2%, 且峰值出现在 5 月。托克逊县浮尘日数 3 月最多, 除 1 月未出现浮尘天气外, 其余月份分布比较平均, 各月浮尘日数均比高昌区、鄯善县少, 这与托克逊县处于风口风线一带有关, 强风吹走空气中的尘土与细颗粒物。

从图 2(b)看来, 一区两县 3 个代表站扬沙日数变化趋势相同, 3~5 月扬沙日数逐月增加且 5 月为 3 站最高值, 6 月开始有所下降。高昌区、鄯善县、托克逊县 3~6 月扬沙日数分别占全年总日数的 63.8%、52.3%, 59.6%。托克逊县每月扬沙日数均多于高昌区与鄯善县。

从图 2(c)看来, 高昌区、鄯善县发生沙尘暴的日数较少, 6~8 月出现了沙尘暴, 月平均日数最大为 0.2 天, 其余月份为 0 天。托克逊县 8~10 月未出现沙尘暴, 其余月份均可出现沙尘暴天气。

### 3.3. 沙尘天气季节变化特征

#### 3.3.1. 浮尘天气季节变化特征

从表 1 可看出, 吐鲁番盆地一年四季均可出现浮尘天气, 高昌区、鄯善县浮尘日数明显高于托克逊县。高昌区浮尘天气大多出现在春季, 平均为 16.2 天, 约为全年的 48.5%, 夏秋季次之, 平均为 7~8.4 天, 冬季最少, 约占 5.3%。鄯善县浮尘天气多出现在春季, 平均为 11.4 天, 占全年的 63.3%, 夏秋冬浮尘日数逐渐减少。托克逊县出现浮尘日数春夏秋基本相同, 冬季最少。

Table 1. Annual average days of sand and dust weather in Turpan Basin in recent five years

表 1. 吐鲁番盆地近五年沙尘天气年平均日数

代表站	浮尘日数				扬沙日数				沙尘暴日数			
	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
高昌区	1.8	16.2	7.0	8.4	0.0	7.0	4.8	2.0	0.0	0.0	0.2	0.0
鄯善县	0.8	11.4	3.2	2.6	0.0	3.0	4.6	0.8	0.0	0.0	0.4	0.0
托克逊县	1.0	4.8	4.2	4.2	1.4	14.6	8.0	6.2	1.0	1.0	1.0	0.2

#### 3.3.2. 扬沙天气季节变化特征

托克县的春夏季扬沙日数较高昌区、鄯善县多 10.8 天、15 天, 托克逊县春季扬沙日数数最多达 28 天。而鄯善县的扬沙日数夏季略多于春季, 秋季扬沙日数明显减少。高昌区、鄯善县冬季未出现扬沙天气, 只有托克逊县有 1.4 天。

#### 3.3.3. 沙尘暴天气季节变化特征

高昌区、鄯善县只有夏季出现过沙尘暴天气, 平均日数仅为 0.2~0.4 天, 表明出现沙尘暴的日数极少。托克逊县春夏秋冬均可出现沙尘暴天气, 春夏冬季出现频次相同, 各为 1 天, 秋季最少仅为 0.2 天。

## 4. 沙尘天气与气象要素的关系

通过张焕平[6]等人对柴达木盆地沙尘天气的研究、刘晓英[7]对河北省坝上地区沙尘暴日数变化的研究以及周自江[8]对我国扬沙和沙尘暴的研究表明, 沙尘天气的发生与风速存在明显的正相关性, 为进一步揭示吐鲁番盆地大风和沙尘天气的关系, 下面对各月沙尘天气日数与各月大风日数做出研究。同时为

为了更好地研究沙尘天气日数与其它气象要素之间的关系，同步分析月平均风速、月平均相对湿度、月平均气温与月降水量等气象要素与沙尘天气日数的相关性。

通过计算得出(见表 2) 3 个代表站的沙尘日数与大风日数及平均风速均成显著正相关，相关系数在 0.719~0.894 之间，相关性通过了 0.01 水平显著性检验。3 站沙尘日数均与相对湿度成负相关，并通过了 0.01 水平显著性检验。平均气温成正相关关系，相关系数在 0.614~0.665 之间，并通过了 0.05 水平上显著性相关。高昌区、托克逊县月降水量与月沙尘日数成负相关，鄯善县没有明显的关系。说明月沙尘日数与月大风日数、月平均风速、月平均气温成显著正相关。

**Table 2.** Correlation coefficient between monthly sand and dust days and meteorological elements of 3 stations in Turpan  
**表 2.** 吐鲁番 3 站月沙尘日数与各气象要素相关系数

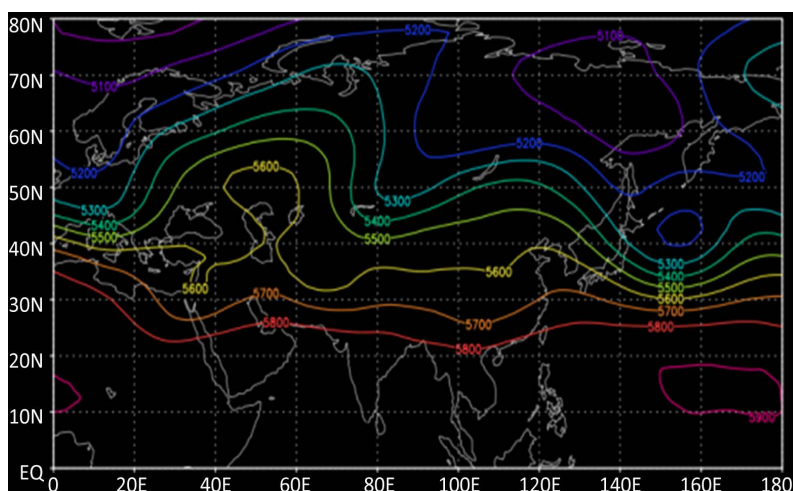
代表站	吐鲁番 3 站月沙尘日数与各气象要素相关系数				
	大风日数	平均风速	相对湿度	平均气温	降水量
高昌区	0.719**	0.737**	-0.787**	0.614*	-0.247
鄯善县	0.809**	0.829**	-0.776**	0.649*	0.063
托克逊县	0.893**	0.894**	-0.885**	0.665*	-0.182

注：\*，\*\*在 0.05 和 0.01 水平上显著相关。

## 5. 环流特点

### 吐鲁番盆地沙尘天气形势的环流分型

吐鲁番盆地沙尘天气主要以浮尘与扬沙天气为主，沙尘暴日数极少，一场沙尘天气过程，一般 3 个代表站均会出现不同程度的沙尘天气。从吐鲁番盆地 2016 年至 2020 年出现的 590 天浮尘、扬沙日数中选择持续时间较长、影响范围广的 55 次天气过程，结合 19 次沙尘暴过程，共计 74 场次天气过程作为样本，使用 NCEP/NCAR 逐日再分析资料(水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ )，通过 Grads 软件对逐日高空环流图进行画图，分析得出沙尘天气出现时 500 hPa 环流形势图，可分为北支槽型、中亚槽(涡)型、短波槽型、 $\Omega$ 型、西风锋区型、横槽型六种(见图 3~8)。



**Figure 3.** North branch channel type  
**图 3.** 北支槽型

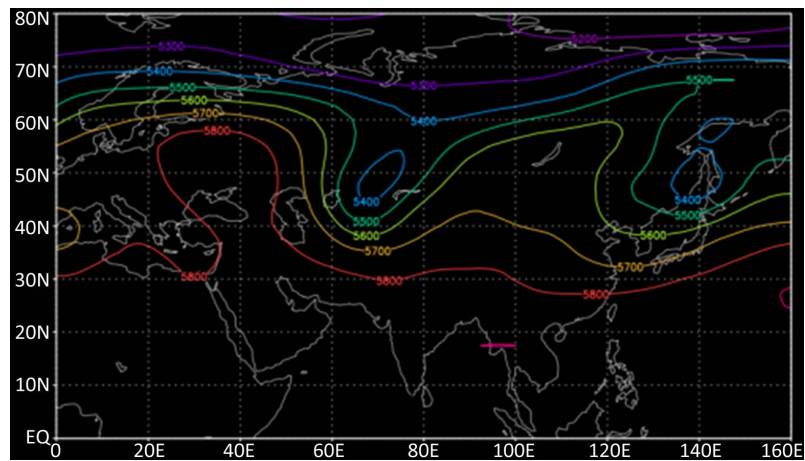


Figure 4. Low vortex low groove type

图 4. 低涡低槽型

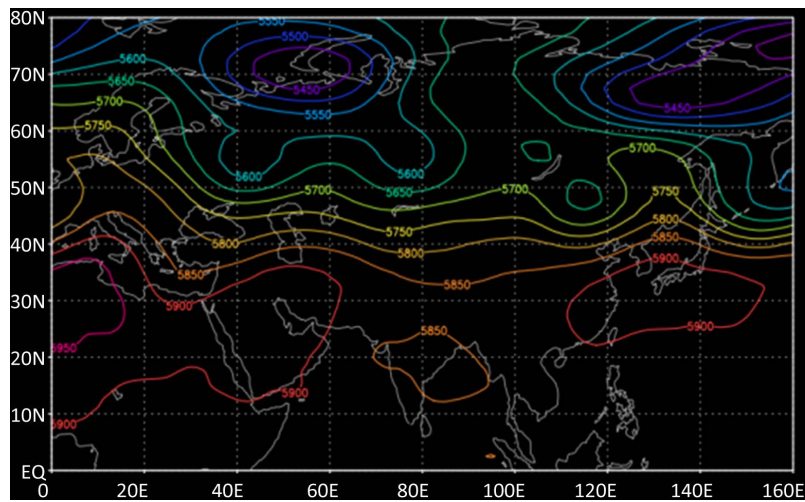


Figure 5. Short wave slot type

图 5. 短波槽型

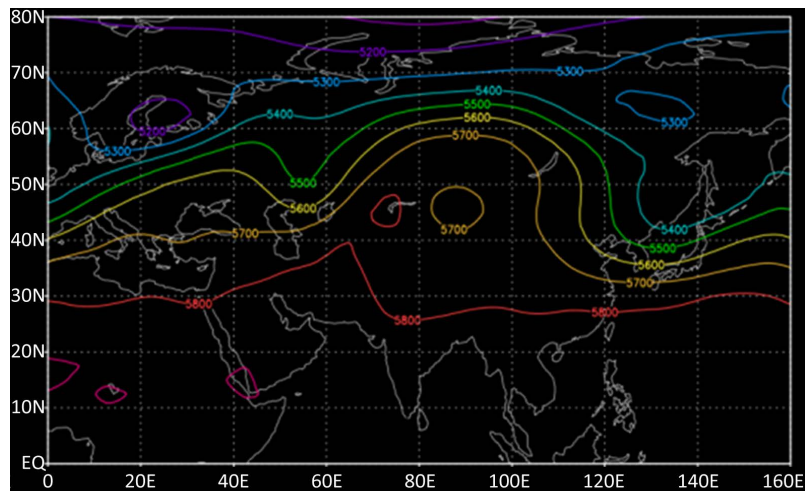


Figure 6.  $\Omega$  type

图 6.  $\Omega$  型

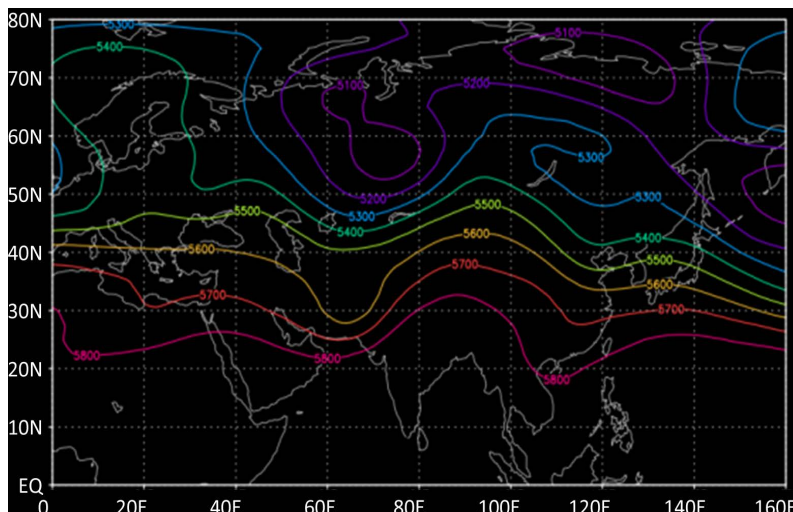


Figure 7. West wind front type  
图 7. 西风锋区型

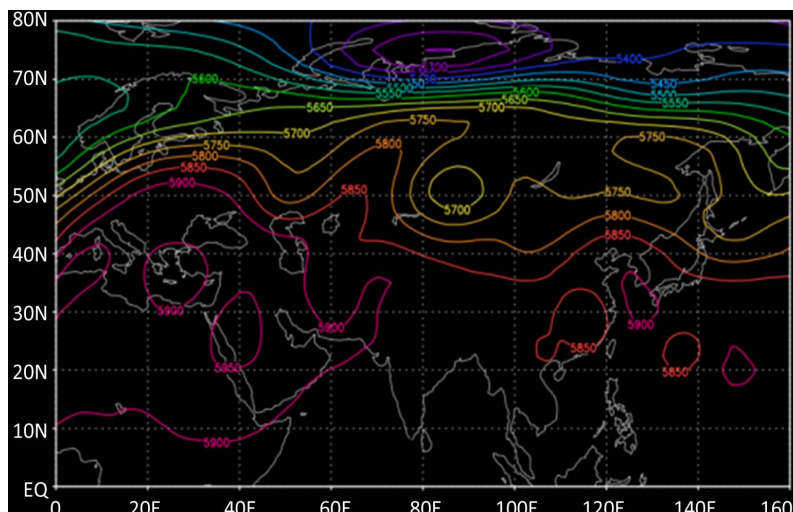


Figure 8. Transverse groove type  
图 8. 横槽型

北支槽：里咸海至乌拉尔山为高压脊，西西伯利亚低压分裂的短波槽沿脊前西北风带南下，此型出现 17 次，占 23%。

中亚槽(涡)型：中亚为低槽或低涡，里黑海与新疆东部为高压脊，低涡低槽在东移过程中影响我区，此型出现 12 次，占 16%。

短波槽型：中高纬度以纬向环流为主，巴湖附近有短波东移影响我区，此型出现 16 次，占 22%。

$\Omega$  型：中亚范围环流形势呈现出  $\Omega$  型，表现为新疆至西西伯利亚高压脊发展，中亚和贝加尔湖以东分别为低槽，且东部槽经向度大于西部[9]，此型出现 10 次，占 13.5%。

西风锋区型：乌拉尔山南部至里黑海为低压，新疆至贝加尔湖为宽广的高压脊，吐鲁番地区受低压外围锋区影响[9]，此型出现 9 次，占 12%。

横槽型：威海以北区域有高压脊，巴湖至贝加尔湖为东西向的大槽或有低涡建立，我区受横槽前偏西气流控制，此型出现 10 次，占 13.5%。

## 6. 结论

1) 从 2016~2020 年扬沙天气日变化过程来看, 16~20 时扬沙出现的次数占整个时段的 56.6%。扬沙天气有明显的日变化, 大部分发生在下午和傍晚, 早晨发生较少。强沙尘暴出现的概率较小, 占 21%, 沙尘暴占 79%, 没有特强沙尘暴, 且沙尘暴出现在夜间占 58%, 白天占 42%。

2) 高昌区、鄯善县 3~6 月浮尘日数分别占全年总日数的 58.7%和 72.2%, 且峰值出现在 5 月。托克逊县浮尘日数 3 月最多。一区两县 3 个代表站扬沙日数变化趋势相同, 高昌区、鄯善县、托克逊县 3~6 月扬沙日数分别占全年总日数的 63.8%、52.3%, 59.6%。托克逊县每月扬沙日数均多于高昌区与鄯善县。高昌区、鄯善县发生沙尘暴的日数较少, 6~8 月出现了沙尘暴, 月平均日数最大为 0.2 天。托克逊县 8~10 月未出现沙尘暴, 其余月份均可出现沙尘暴天气。

3) 高昌区浮尘天气大多出现在春季, 约为全年的 48.5%, 夏秋季次之, 冬季最少, 约占 5.3%。鄯善浮尘天气多出现在春季, 占全年的 63.3%, 夏秋冬浮尘日数逐渐减少。托克逊县出现浮尘日数春夏秋基本相同, 冬季最少。托克逊县的扬沙日数较高昌区、鄯善县都偏多, 是高昌区的 2 倍多, 鄯善县的 3 倍多, 托克逊县春季扬沙日数最多达 14.6 天, 高昌区、鄯善县只有夏季出现过沙尘暴天气, 表明出现沙尘暴日数极少。托克逊县春夏秋冬均可出现沙尘暴天气。

4) 3 个代表站的大风日数与平均风速均成显著正相关, 相关系数在 0.719~0.894 之间, 相关性通过了 0.01 水平显著性检验。3 个代表站沙尘日数均与相对湿度成负相关。平均气温成正相关关系, 相关系数在 0.614~0.665 之间。高昌区、托克逊县月降水量与月沙尘日数成负相关, 鄯善县的没有明显的关系。说明月沙尘日数与月大风日数、月平均风速、月平均气温成显著的正相关。

5) 从吐鲁番盆地出现沙尘天气时环流形势来看, 可分为北支槽型、中亚槽(涡)型、短波槽型、 $\Omega$  型、西风锋区型、横槽型六种形势, 为以后预报沙尘天气有可靠的依据。

## 参考文献

- [1] 崔晓, 赵媛媛, 丁国栋, 信忠保, 高广磊, 于明含. 京津风沙源治理工程植被对沙尘天气的时空影响[J]. 农业工程学报, 2018, 12(34): 171-179.
- [2] 王凌霄, 张锐锐. 地面气象自动观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2020.
- [3] 宁海文, 王式功, 杜继稳. 西安沙尘天气特征及其对空气质量的影响[J]. 中国沙漠, 2005, 25(6): 886-890.
- [4] 张家宝, 苏起元, 孙沈清, 等. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1986.
- [5] 慕建利, 梁生俊, 候明全, 方建刚, 王小宁. 近 40 年陕西省扬沙和沙尘暴天气[J]. 西北大学学报, 2005, 35(1): 109-112.
- [6] 张焕平, 张占峰, 金惠瑛, 等. 柴达木盆地沙尘天气的气候特征及与气象要素的关系[J]. 安徽农业科学, 2014(5): 1382-1384, 1538.
- [7] 刘晓英, 周鹏, 张泽秀, 等. 河北省坝上地区 1971 年~2010 年沙尘暴日数变化特征及与气象因素关系[J]. 中国沙漠, 2014(4): 1109-1114.
- [8] 周自江. 近 45 年中国扬沙和沙尘暴天气[J]. 第四纪研究, 2001(1): 9-17.
- [9] 江远安, 张云惠, 霍广勇, 等. 喀什地区沙尘天气过程分析[J]. 新疆气象, 2005(28): 8-11.