

克拉玛依沙尘天气气候特征及成因分析

孙东霞¹, 李江¹, 朱蕾²

(1. 克拉玛依市气象局, 新疆 克拉玛依 834000; 2. 新疆空管局, 新疆 乌鲁木齐 830016)

摘要: 利用克拉玛依气象站 48 a (1961—2008 年) 沙尘观测资料, 研究沙尘天气的长期变化趋势及沙尘日风向、风速特征, 探讨其成因。结果显示: 克拉玛依沙尘天气 20 世纪 90 年代开始明显减少, 持续时间长的沙尘天气主要出现在春季 4—5 月。强大风是沙尘暴、扬沙天气发生的重要条件。持续浮尘天气近地面伴有偏东风的频率较大。

关键词: 沙尘天气; 气候特征; 气象因子; 成因分析

中图分类号: P425.55

文献标识码: B

文章编号: 1002-0799(2011)03-0012-04

Analysis on the Climatic Characteristics and Cause of the Sand-dust Event in Kelamayi

SUN Dong-xia¹, LI Jiang¹, ZHU Lei²

(1. Kelamayi Meteorological Bureau, Kelamayi 834000, China;

2. Xinjiang Air Traffic Administration, Urumqi 830016, China)

Abstract: Based on the observation data of sand-dust in 48 years (1961–2008) at Kelamayi weather station, the characteristics of long-time changes of sand-dust event and the feature of wind direction, wind speed, visibility etc. meteorological factors were analyzed, and its causes were discussed in the paper. The results showed that the sand-dust events had decreased since 1990s, and the sand-dust event with long duration occurred mainly in April–May of spring. The strong gale was the important condition for the weather of sandstorm and sand blowing. It was common that the sustained floating dust weather was associated with easterly winds near the ground.

Key words: sand-dust event; climatic characteristics; meteorological factors; cause analysis

克拉玛依位于准噶尔盆地的西北缘, 地表多为戈壁, 其西北部为海拔 500~2 000 m 的丘陵和山地, 东南面是戈壁沙漠。克拉玛依多大风天气, 大风卷起地面沙尘造成的沙尘天气是影响克拉玛依的主要天气灾害之一。沙尘天气包括沙尘暴、扬沙、浮尘三类

天气现象, 对交通运输、人体健康危害较大。

许多学者对一些重要沙尘源区的沙尘天气做了研究^[1-2], 由于沙尘天气的形成除了气象因子之外, 还有许多其他控制因素存在^[3], 如植被盖度、土壤质地、表层土壤湿度等等, 这些复杂关系制约着人类对沙尘天气的全面认识和预测能力。本文总结了 48 a 克拉玛依沙尘天气的气候特征, 从气候的角度分析沙尘天气中某些气象因子的特点, 研究其成因, 得出的一些结论虽然具有一定局限性, 但对提高区域沙尘天气变化规律和危害程度的认识, 进一步做好沙

收稿日期: 2010-01-15; 修回日期: 2010-03-26

基金项目: 克拉玛依市科技局指导性科技计划项目 (SK2008-32) 资助。

作者简介: 孙东霞 (1965-), 女, 高级工程师, 从事天气预报和气候资源工作。E-mail: sundongxia_1@xina.com

尘灾害气象服务工作具有一定的指导意义,同时为城市空气质量的预报和生态环境保护提供了一些参考依据。

1 资料选取

普查克拉玛依气象站 1961—2008 年地面观测资料,以 20 时为日界,24 h 内记录沙尘暴、扬沙、浮尘天气现象之一的记为一次沙尘天气,若 24 h 内记录沙尘暴并伴有扬沙、浮尘,记为一次沙尘暴,记录扬沙伴有浮尘,记为一次扬沙。统计分析沙尘天气发生日风向、风速(因只有 1971—2008 年 10 min 最大风向、风速数据连续,以下风向、风速研究均以此为基本数据)及沙尘持续时间的特点。为了便于分析沙尘天气的风向特征,对风向做如下定义:WSW、W、WNW、NW 为偏西风,NNW、N、NNE 为偏北风,NE、ENE、E、ESE、SE 为偏东风,SSE、S、SSW、SW 为偏南风。

2 沙尘天气的气候特征

2.1 沙尘天气的年代际分布

表 1 分别给出了克拉玛依各年代出现沙尘暴、扬沙和浮尘天气现象的次数和频率分布。由表可知:沙尘暴天气 20 世纪 60—70 年代较多,占其总次数的 68.7%,80 年代开始明显减少;扬沙天气 70 年代出现频率最大,60、80、90 年代相当,21 世纪初明显减少;浮尘天气 20 世纪 60—80 年代持续增多,合计占其总次数的 84%,90 年代开始大幅减少。

表 1 克拉玛依 1961—2008 年各年代沙尘暴、扬沙和浮尘次数及频率/%

沙尘天气	1961—1970 年		1971—1980 年		1981—1990 年		1991—2000 年		2001—2008 年	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率	次数	频率
沙尘暴	11	22.9	22	45.8	9	18.8	6	12.5	0	0
扬沙	18	20.2	33	37.1	17	19.1	15	16.9	6	6.7
浮尘	17	19.3	23	26.1	34	38.6	6	6.8	8	9.1

2.2 沙尘天气的年际变化

克拉玛依 48 a 共出现沙尘天气 187 次,年平均 4 次。其中:

沙尘暴天气年平均 1 次。1972—1980 年沙尘暴出现次数较多,占其总次数的 44%。出现沙尘暴天气最多的是 1973 年 5 次,其次是 1975 年 4 次。沙尘暴天气往往伴随有扬沙,此类天气过程占到沙尘暴总次数的 81%。最长连续无沙尘暴年份是 2001—2008 年连续 8 a,其次是 1989—1992 年连续 4 a。

扬沙天气年平均 1 次。1968—1983 年出现次数较多,占到扬沙总次数的 55%。出现扬沙天气最多的是 1975 年 8 次,其次是 1973、1983 年各 5 次。扬沙天气时常伴随着沙尘暴发生,伴随沙尘暴发生的扬沙天气占扬沙总次数的 44%。连续无扬沙天气最长年份是 2002—2004 年连续 3 a。

浮尘天气年平均 2 次。1975—1986 年出现次数较多,占到浮尘天气总次数的 55%。出现浮尘次数最多的是 1983 年 9 次,其次是 1977 年 7 次。伴随着沙尘暴或扬沙出现的浮尘天气仅占浮尘总次数的 3.4%。无浮尘最长年份是 1991—1995 年连续 5 a,其次是 2005—2007 年连续 3 a。

2.3 沙尘天气的季节变化

克拉玛依沙尘天气春季最多(图 1),占总次数的 61.3%,冬季最少,仅占 3.6%。春季浮尘天气最多,其次是扬沙天气。夏季扬沙天气最多,其次是沙尘暴;秋季扬沙、浮尘出现次数相当,沙尘暴较少。而冬季各类沙尘天气出现次数相近。

由图 1 可见,沙尘天气主要出现在 4、5 月,占总次数的 54%,12、2 月出现次数很少,仅占近 4%,1 月没有出现过沙尘天气。沙尘暴、扬沙的峰值均在 5 月,4 月次多,扬沙天气在 8 月有一个较明显的次峰值,而沙尘暴没有。浮尘天气的月分布震荡最大,峰值在 4 月,5 月次多,11 月有一个次峰值。

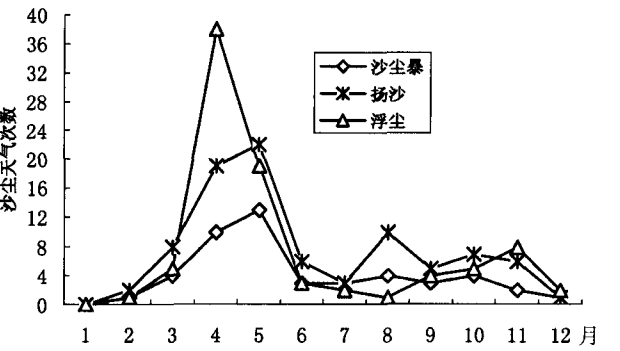


图 1 克拉玛依沙尘天气次数逐月分布曲线

3 沙尘天气持续时间及相关气象要素分析

3.1 沙尘暴持续时间及相关气象要素分析

统计显示,48 a 间连续两天出现沙尘暴共两次,均在 5 月;沙尘暴持续时间最长达 373 min,发生在 1963 年 4 月 15 日;其次是 342 min,发生在 1977 年 4 月 2 日,最短持续时间仅 2 min。把沙尘暴持续时间(TS)分为以下等级:TS<10 min 共 19 次,占总次数的 40%。10 min≤TS<30 min 9 次,30 min≤TS<60 min 5 次,1 h≤TS<2 h 6 次,2 h≤TS<3 h 5 次,TS≥3

h4次均出现在春季的4月。各季节不同等级持续时间分布最明显的特点是:春季各等级所占比例偏差不大,分布在14%~23%之间。夏季 $TS<10\text{ min}$ 频率高达90%;秋季 $TS<10\text{ min}$ 频率为56%, $10\text{ min}\leq TS<30\text{ min}$ 为22%;冬季沙尘暴仅出现两次,一次持续13 min,一次持续1 h。

分析显示,沙尘暴天气伴随偏西风最多,占其总次数的89%,偏西风中NW风向频率为85%;伴随8级以上大风的频率高达92%,10级以上大风为78%,持续时间 $TS\geq 3\text{ h}$ 的沙尘暴均伴随11级以上大风,说明大风是影响沙尘暴变化的最主要因子。而相关文献研究显示^[4],克拉玛依强大风日数的变化与沙尘暴日数的变化趋势基本一致,说明强大风天气的减少是沙尘暴减少的重要因素。

为进一步分析大风与沙尘暴的关系,统计10级以上强大风与出现沙尘暴的关系,结果见表2。10级大风春季出现沙尘暴的比率为23.5%,夏秋季均为12.5%;11级大风春季出现沙尘暴的比率为83%,12级大风为100%(由于冬季10级以上大风、夏秋季11级以上大风样本数太少,此处不做讨论)。以上分析可见,10级强大风天气,各季出现沙尘暴的比率均小于25%。但11级以上强大风,春季出现沙尘暴天气的比率很高。

表2 1971—2008年各季10级以上大风
出现沙尘暴次数

沙尘暴 /风力	春季		夏季		秋季		冬季	
	次/次	比率/%	次/次	比率/%	次/次	比率/%	次/次	比率/%
沙尘暴/10级	12/51	23.5	2/16	12.5	3/24	12.5	1/4	25
沙尘暴/11级	5/6	83	0/2	0	1/3	33	1/2	50
沙尘暴/12级	3/3	100	0	0	0/1	0	0/1	0

综上分析可见,克拉玛依持续时间长的沙尘暴出现频次较少,且主要分布在春季。强大风是产生沙尘暴的重要条件,但从10级大风天气各季节出现沙尘暴比率不足25%可见,强大风并不是克拉玛依产生沙尘暴的充分条件。11级以上强大风春季出现沙尘暴的比率很高,这一结论对预报春季沙尘暴天气有一定的指导意义。

3.2 扬沙天气相关气象要素分析

扬沙天气(不含伴随沙尘暴的扬沙天气)48 a共发生51次。连续2 d出现扬沙天气共有10次,其中春季7次,夏季3次;扬沙持续时间自2004年开始有记录,共有3次,最长34 min,最短12 min。

分析显示,扬沙天气伴随偏西风最多,占总次数

的83%,偏西风中NW风向频率为67%。伴随8级以上大风的频率为85%,10级以上大风为43%。春季扬沙天气伴随10级以上大风频率为58%,其次是8~9级大风为26%。夏季伴随7~8级大风的频率为73%,其次是9~10级为21%。秋季均伴有9级以上大风。

以上分析可见,克拉玛依扬沙天气常伴有8级以上偏西大风,连续沙尘天气主要出现在春季。

3.3 浮尘天气相关气象要素分析

连续2 d出现浮尘天气共15次,其中春季12次且有7次在4月,其余3次分别出现在夏、秋、冬三季;连续3 d出现浮尘共4次,春季4月3次,秋季11月1次;连续4 d、5 d各1次,分别出现在4月、11月;由此可见,连续浮尘天气主要出现在春季,4月出现的频率最大。浮尘持续时间自2004年开始有记录,共2次,一次持续4 d 8 h 35 min,发生在2004年11月24—28日。一次持续11 h 53 min,发生在2008年12月21—22日。

分析显示,浮尘天气伴随偏西风最多,占总次数的42%,其次是偏东风,占32%。偏西风中频率最大是NW为86%,偏东风中是ENE为48%。

表3给出了浮尘日风力、风向及连续浮尘日风向的分布情况,浮尘天气伴随3~5级风的频率最高为58%,3~5级风中偏东风频率为56%,偏东风中4~5级风最多。统计浮尘天气前期和当日风向风速,表现为3个明显的特点:①浮尘日伴有6级以上大风频率为42%,其中偏西风频率为80%,其次是偏北风20%。;②浮尘日前2~3 d至浮尘日期间克拉玛依有持续偏东风占浮尘天气总次数的33%;③浮尘当日或前1 d有大风,风速迅速减小或转为偏东风占22%;连续2 d浮尘天气,伴有6级以上大风的频率下降为20%,而②、③分别上升为40%,说明连续浮尘天气,偏东风的频率明显加大。连续3 d以上有浮尘天气共3次,1次连续3 d,当日10级大风次日

表3 1971—2008年不同风力、风向条件下
浮尘次数

风向	浮 尘 日 风 力											持续 浮尘
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计	
偏西风	1	3	2	6	3	9	2	3	1	0	30	14
偏北风	4	3	1	1	0	0	2	2	0	1	14	9
偏东风	3	12	8	0	0	0	0	0	0	0	23	17
偏南风	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2
合计	9	20	12	7	3	9	4	5	1	1	71	

转为3级SW风。1次连续4d,当日12级大风次日转为4级偏东风。1次连续5d,其间持续3~4级东北风。连续3d以上浮尘天气,结束日风向均转为西北风。

综上所述可见,克拉玛依连续浮尘天气主要出现在春季,4月频率最大,其次是秋季的11月。浮尘天气偏西风最多并以6级以上大风为主,其次是偏东风以4~5级为主。连续浮尘天气伴随偏东风的频率明显增大。

4 沙尘天气成因分析

沙尘天气的形成首先要具有充足的沙尘源。克拉玛依位于准噶尔盆地西北缘,西部为札伊尔山前的戈壁滩,东部为古尔班通古特沙漠。干旱少雨多风,植被盖度低,冬季积雪薄,特殊的地理环境和气候条件,为沙尘天气提供了充足的沙尘源。特别是春季,干燥的沙质地表加上被耕作的土地土壤疏松,当强冷空气横扫准噶尔盆地,强风将沙尘吹起,易形成危害较大的沙尘天气。

分析显示,克拉玛依沙尘暴、扬沙发生日往往伴有较强的偏西、偏北大风。克拉玛依地表以戈壁为主,沙尘颗粒较大,沙质地表结皮较好,往往需要很强的风力才能使地表的沙尘释放。所以一旦发生强沙尘暴,伴随强风移动的较大沙尘颗粒,对建筑设施、车辆及人员都会造成较大危害。

从浮尘天气发生前期和当日风向、风速特点可见,浮尘天气的成因可分为两类,一类是西北大风卷起地面的沙尘将其带入空中,当风速减小,空中的沙尘颗粒缓慢沉降,形成浮尘,此类浮尘天气持续时间较短。另一类是沙尘随偏东风回流,此类又分为两种情况,一种是冷空气入侵新疆,在准噶尔盆地形成西北大风,盆地表面特别是腹地古尔班通古特沙漠的大量沙尘被带入空中,东移冷空气使蒙古高压迅速加强,同时中亚一带冷空气变性、气压下降,地面气压场呈明显东高西低,使盆地近地面很快转为偏东风,盆地中从高空缓慢沉降的沙尘,被偏东风输送到克拉玛依上空。另一种情况是,北疆位于中西伯

利亚高压南部或蒙古高压西部,准噶尔盆地东部至腹地沙漠出现偏东风,大量沙尘被卷入空中并随偏东风输送到克拉玛依上空。由于西部山地的阻挡,浮尘在克拉玛依上空堆积,此类浮尘天气持续时间一般较长。

5 小结

(1)克拉玛依沙尘天气年平均4次。沙尘暴20世纪80年代开始明显减少,浮尘90年代开始明显减少,扬沙天气21世纪初明显减少;沙尘天气春季4、5月出现频率最高。1月没有出现沙尘天气。

(2)持续时间长的沙尘暴出现频次较少,且主要分布在春季。沙尘暴伴随8级以上大风的频率高达92%,但强风并不是克拉玛依产生沙尘天气的充分条件。11级以上强风对预报春季沙尘暴天气有一定的指导意义。

(3)扬沙天气伴随8级以上大风的频率为85%,春季出现扬沙天气的频率最高。

(4)克拉玛依持续时间长的浮尘天气主要出现在春季,又以4月频率最高,其次是秋季的11月。持续浮尘天气常伴有偏东风,一种是准噶尔盆地西北大风过后,地面气压场呈明显东高西低,近地面转为偏东风,被前期西北大风卷起的沙尘,自高空缓慢沉降时随偏东风回流。另一种是盆地东部至腹地出现偏东风,大量沙尘被卷入空中并随偏东风输送到克拉玛依上空。

参考文献:

- [1] 崔彩霞. 新疆近40a气候变化与沙尘暴趋势分析[J]. 气象, 2001, 27(12): 38-41.
- [2] 江远安, 魏荣庆, 王铁, 等. 塔里木盆地西部浮尘天气特征分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(2): 301-306.
- [3] 钱亦兵, 吴兆宁, 杨青, 等. 新疆准噶尔盆地沙尘天气的地表环境判别[J]. 地理学报, 2005, 60(6): 981-990.
- [4] 孙东霞, 谢小红, 郭晓静. 克拉玛依特强大风的气候特征及天气分析与预报[J]. 沙漠与绿洲气象, 2008, 2(4): 18-21.