

河西走廊东部近 50 a 沙尘暴成因、危害及防御对策

李岩瑛¹, 杨晓玲¹, 王式功²

(1. 甘肃省武威地区气象局, 甘肃 武威 733000; 2. 兰州大学 资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 利用我国沙尘暴多发区, 甘肃省河西走廊东部民勤、武威等四站建站以来近 50 a 的气象资料, 详细分析了河西走廊东部沙尘暴天气发生的时空特点、成因及造成的危害情况, 指出河西走廊东部的沙尘暴天气主要是由大风天气过程与其特殊的地形地貌、干旱气候背景相互作用的结果, 它造成河西走廊东部两亿多元的经济损失, 使 50 多人丧生。为了有效地预防或减轻沙尘暴的危害和损失, 最后提出沙尘暴天气的防御对策是: 建立沙尘暴天气的监测和预报预警系统, 早发现早预防; 开发空中云水资源, 实施人工增雨增雪作业; 恢复生态植被, 控制土壤沙化, 减轻沙尘暴危害。

关键词: 河西走廊东部; 沙尘暴; 成因与危害; 防御对策

中图分类号: P425.55 文献标识码: A

沙尘暴是我国西北沙漠及其附近边缘地区春季最大的突发性灾害天气, 特别是甘肃河西走廊东部, 是我国乃至整个亚洲地区沙尘暴发生最频繁的地区。随着人类活动影响的增加和科学技术日新月异的飞速发展, 地球日趋变暖, 我国北方地区的冬春连旱、春末夏初干旱频繁发生, 尤其是进入 20 世纪 90 年代后期, 西北地区的沙尘暴天数逐年增加, 它给人们的生产和生活带来了极大的危害^[1~3]。

为了有效地预防或减轻沙尘暴的危害和损失, 本文针对河西走廊东部这一沙尘暴多发中心区, 就沙尘暴成因、危害及防治对策作以分析, 为西部生态环境建设及防灾减灾提供科学依据。

1 资料来源

本文的降水、气温、沙尘暴资料和灾情资料均来自武威地区的民勤、武威、古浪和天祝 4 个气象站的气象年、月报表, 天气形势资料来源于武威地区气象台的天气图表分析资料, 其它资料来自《武威五十年》^①。

2 沙尘暴的时空分布特点及强度划分

2.1 时空分布特点

甘肃省河西走廊东部的沙尘暴天气, 一年四季

均可发生, 主要集中在 3~7 月, 灾害程度最大的是春播春种期 3~5 月的沙尘暴天气。地理分布上, 北部沙漠地区民勤沙暴日数最多, 强度最大, 而向南逐渐减少, 山区最少。

2.2 强度特点

根据西北地区沙尘暴天气强度的划分标准如表 1^[4], 得知河西东部 50 a 来不同强度沙尘暴的分布特点, 如表 2:

表 1 西北地区沙尘暴天气强度划分标准

Tab. 1 Dividing standards of sandstorm intensity
in Northwest China

强度	10 min 最大	瞬间极大风	最小能见度/m
	风速/级	速/(m·s ⁻¹)	
特强(黑风)	≥10	≥25	0 级, <50 m
强	≥8	≥20	<200 m
中	6~8	≥17	200~500 m
弱	4~6	≥10	500~1000 m

表 2 河西东部 50 a 沙尘暴天气日数分布

Tab. 2 Distribution of sandstorm days
in the east of Hexi Corridor

地名	特强(黑风)	强	中	弱
民勤	19	60	200	1211
武威	10	29	85	345

注: 单位为 d。

收稿日期 2001-03-16; 改回日期 2001-07-18

基金项目 国家重点基础研究专项经费项目(G2000048703); 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-Y-05)资助

作者简介 李岩瑛(1970-), 女(汉族), 甘肃武威人, 理学硕士, 主要从事天气预报及研究工作。

① 武威地区行政公署统计处《武威五十年》编辑委员会. 武威五十年. 1999. 10~11, 57~58, 160, 180~182, 208.

当能见度和风速不一致时 取二者的上一级 具体划分如下：

(1) 区域黑风暴(0级)。河西东部水平能见度小于50 m ,或风速 $\geq 25.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,且水平能见度在[50,200]m 的区域性黑风暴(≥2站)至少有10 d ,其中20世纪50年代8 d 90年代2 d。主要发生在3~5月(占70%以上),出现时间均在午后至傍晚,1959年4月27日出现的黑风暴强度最强,武威瞬间极大风速达 $34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,持续时间达十多个小时,是近50年以来最长的一次。

(2) 强沙尘暴(1级)。水平能见度在[50,200]m ,且风速 $\geq 20.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,或水平能见度在[200,500]m ,且风速在[17.2,20.0]m·s⁻¹的区域性强沙尘暴有30 d 左右,集中在1月至7月,50年代最多达18 d。

(3) 中等沙尘暴(2级)。水平能见度在[200,500]m ,且风速[10,17.2]m·s⁻¹ ,或水平能见度在[500,1000]m ,且风速 $\geq 17.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的区域性中等沙尘暴有85 d。

(4) 一般性沙尘暴(3级)。水平能见度在[500,1000]m ,且风速 $< 17.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的区域性一般沙尘暴有345 d。

年代际变化 20世纪50年代最多区域黑风暴数有8 d 90年代2 d。民勤沙尘暴日数分布特征是50年代最多年平均达59 d 左右,70年代次之为40 d 90年代较少为10 d ,其中1953年日数最多达59 d。而武威沙尘暴日数远远少于民勤,50年代较多年平均达20 d 左右,60年代和70年代年平均10 d ,90年代2 d 左右,其中1953年日数最多达34 d 如表3所示。沙暴减少的主要原因是近年来大风日数减少、三北防护林体系的大力建设及沙漠的综合治理。

表3 河西东部各年代年平均沙尘暴天气日数分布

Tab.3 Average decadal distribution of sandstorm days in the east of Hexi Corridor

地名	1951—	1961—	1971\ -	1981—	1991—
	1960年	1970年	1980年	1990年	2000年
民勤	45.6	30.7	39.3	30.7	11.8
武威	20.3	12.1	9.1	3.3	2.1

注:单位为d。

月际变化 各月均会出现,其中春季至夏季的3~7月出现最多,强度最强,民勤占全年的60%以上,武威占70%以上,4月最多,达15%~20%。秋季9~10月最少,占4%~5%,强度最弱。这是由于冬季降水稀少,民勤11~2月月均降水量不足1 mm ,

气温较低在-5至-7°C,地表上的植被干枯,而春季的增暖幅度较大,地表植被干枯、土壤疏松,当有较强冷空气过境时,很容易出现较强的沙尘暴天气。而秋季地面植被覆盖、降水均匀,气候湿润多西南暖湿气流,因此沙暴天气较少。

日变化 主要集中在中午12时以后,最大风速出现在1959年4月27日,瞬间极大风速为 $34.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,持续时间达10多个小时。由于午后太阳辐射,地面温度升高,当有冷空气经过时,高低空对流加强,有利于沙尘暴的发生。

3 河西东部沙尘暴的成因分析

陈隆亨等指出^[5],强沙尘暴的起因主要有自然因素和人为因素两个方面,大风和地面物质属于自然因素,不合理农垦、过度放牧、破坏植被及河流上、下游水资源的不合理分配属于人为因素。

3.1 地形地貌成因

河西东部南部为祁连山区、中部为绿洲灌溉区、北部为沙漠戈壁干旱区,而其西北的巴丹吉林沙漠主要为复合沙山,海拔在1 200~1 500 m 之间,沙漠边缘区为新月形沙丘、沙丘链和半固定沙丘。北部的民勤县东与腾格里沙漠接壤,境内多新月形沙丘和沙丘链,民勤常年降水稀少,气候干燥,多年平均降雨量仅110 mm ,当气候增暖时,在有利于大风的天气条件下易发沙尘暴。河西东部沙暴出现时的风向多在西北西至北风之间,这充分说明发生沙尘暴的沙源区主要有三个方面:①西方路径 南疆盆地的沙漠及河西走廊的戈壁沙漠区。南疆盆地分布着我国最大的沙漠戈壁,总面积达71.5万 km²,气候干燥^[6]。而河西平原地区沙漠和戈壁广为分布,其中戈壁、沙漠、沙丘及沙地,土漠和盐土平地合计总面积达10.7万 km²,占河西平原总面积的89.2%,此外河西走廊以北全为大戈壁和沙漠^[7]。②西北方及北方路径 位于河西东部西北的巴丹吉林沙漠及其中间地带的沙漠戈壁区、金昌市的尾矿。③河西东部境内的戈壁沙漠及其东部边缘的腾格里沙漠区。该区境内的沙漠总面积达1.58万 km²,主要分布在民勤、武威和古浪(图1)。

从以上3个方面分析得出,河西东部沙尘暴的发生有着丰富的沙尘源地。另外土地的不合理利用也强化了沙尘暴的发生,如新垦农田缺乏防风沙措施、沙区植被保护不力、水资源分配不合理等。

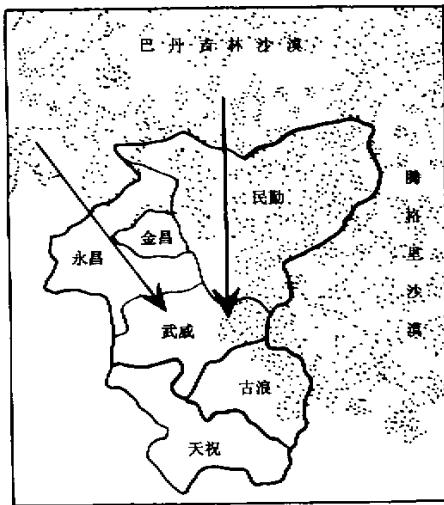


图 1 河西东部地形特征及沙漠分布
(箭头所示为来沙尘方向)

Fig. 1 Terrain character and desert distribution
in the east of Hexi Corridor

3.2 天气气候成因

沙尘暴的强弱主要是由水平能见度和风力大小来决定。能见度与沙源区的降雨量、气温、地面的干燥程度和植被情况有关,而其它站的降雨量、气温、地面的干燥程度和植被情况则影响着沙尘暴发生的范围和强度。当起沙区干旱少雨、地面气温偏高、地表土壤疏松、沙源丰富时,水平能见度较差。而风力的大小主要取决于高低空大风天气系统的强弱及测站周围建筑物的高低多少。系统性锋面大风天气过程是造成沙尘暴天气的直接原因^[8],它发生的强度和频率直接影响着沙尘暴的强度和频率。沙尘暴天气是由大风天气过程与特殊的地形地貌、气候背景相互作用的结果。

而沙尘暴发生的年度频率与当年是否有 ENSO 现象发生有关,当 ENSO 出现时,其当年及次年沙暴日数较多,强度较强。如河西东部近 50 年来沙尘暴日数最多的 1951 年和 1953 年,强度最强、灾情最重的 1957 年和 1993 年均是 ENSO 出现年;中期看前 2 ~ 3 个月降水量、气温状况;中短期看前 5 d 内的降水和气温情况;短时看高空地面有无大风的天气形势,主要看高空变高场分布、地面冷锋强度、变压场分布及热力不稳定因子。

经分析,出现强沙尘暴时,民勤该月或前两月内干旱少雨,气温偏高。民勤当月或前期 2 月内的月降水量距平百分率至少有两月为负距平,其中有一月偏少 5 成以上,当月平均气温或前期 2 月内平均

气温距平值有正变温。区域黑风出现时民勤当月月平均气温 $\geq 3^{\circ}\text{C}$ 。

沙尘暴的起因主要是由高空较强的大风天气形势与地面干燥疏松的沙尘源表层,以及较好的热力条件共同作用的结果。水平能见度的大小主要与下垫面地表性质有关,而风力的大小主要取决于高低空大风天气系统的强弱(图 2)。

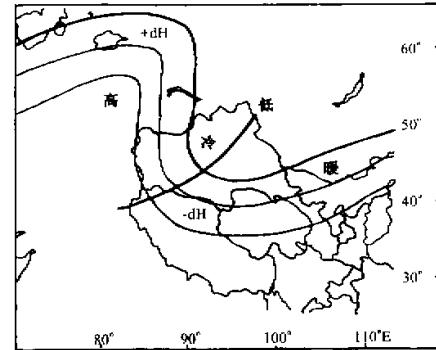


图 2 河西东部沙暴天气出现的主要 500 hPa 环流背景

Fig. 2 Main 500 hPa circulation background occurring sandstorm weather in the east of Hexi Corridor

4 沙尘暴的危害情况

黑风暴是最强的沙尘暴天气,主要造成人畜伤亡、淹埋农田、破坏林木及毁坏交通通讯设施等,是河西东部冬春季最严重的气象灾害。

4.1 人畜伤亡情况

有文献记载的河西东部黑风暴灾情主要有 4 次过程:1957 年 3 月 3~9 日的大风黑风暴造成民勤 10 人死亡,羊只死亡 110 多只,大牲畜死亡 105 头;1968 年 6 月 24 日,民勤一小孩被强风吹到沙窝填埋而死;1977 年 5 月 19 日持续 8 级以上大风达 3 小时之久的黑风暴使民勤 14 人失踪,最后一次就是众所周知的 1993 年 5 月 5 日的黑风暴,致使民勤丢失羊 2 万多只,死亡大牲畜 120 头;武威死亡 20 人,牲畜死亡 3862 头;古浪死亡 23 人,173 人受伤,10 人失踪,伤亡丢失羊 6 892 只。

4.2 农林损失情况

20 世纪 50 年代的 4 次强风暴,沙埋农田 3 000 hm^2 ,吹走幼苗和种子,吹落果树幼果,致使当时林木的 50% 以上受害;20 世纪 60 年代造成 2 400 hm^2 农作物和瓜类被沙埋,1 667 hm^2 农田受害;20 世纪 70 年代的两次强风暴使 2.93 万 hm^2 农田遭受沙害,刮倒树木 2 000 多棵;20 世纪 80 年代由于强厄尔尼诺事件的影响,民勤出现了 4 次较强的沙尘暴天气,使

全县受害农田达 1.17 万 hm^2 , 沙埋 1.14 万 hm^2 , 揭走地膜 1 400 hm^2 , 总经济损失达 300 多万元。进入 20 世纪 90 年代随着黑风暴范围的南扩, 武威、民勤、古浪农田受灾总面积达 8.5 万 hm^2 , 埋压防风固沙林 1 067 hm^2 , 2 067 hm^2 果园受灾。

4.3 其它方面

20 世纪 50~60 年代主要是人畜伤亡及农田方面的灾害, 70~80 年代灾情扩大到农业中的经济作物及电力通讯设备, 90 年代由于自 1959 年以来, 一是武威及以南地区无黑风天气出现, 人们缺乏对黑风的防备经验; 二是近年来高效日光节水农业, 如地膜、蔬菜塑料大棚的蓬勃发展; 三是基础建设如水利、电力、交通运输、城市建设及邮电通讯等的迅速发展, 因而灾情的危害程度加重, 造成人畜、农林、水电设施、交通通讯、工矿企业, 进而引发火灾等多重灾难, 使灾情损失的广度、深度达历史之冠, 全区总经济损失达 1.4 亿元。

5 防御对策

大气环流和河西东部特殊的地面沙尘环境, 人为改变尚难有大的作用, 只有加强生态环境建设来抑制沙尘暴的发生和发展, 减轻其危害。主要有以下几个方面:

(1) 目前, 沙尘暴的形成及其对大气和生态环境的影响已引起了全球科学界的高度重视, 为积极有效地防御沙尘暴, 发展有效的黑风暴天气防护体系, 建立中尺度天气监测网和预报、预警系统, 是减轻黑风暴天气危害的有力措施之一, 准确的沙尘暴天气预报是减少沙暴灾害程度的关键。近年来, 我国的气象预报能力显著增强, 时效大大提高, 2001 年 3 月 1 日起我国的国家级沙尘暴监测、预警、服务业务化系统开始试运行, 如果社会各方面能够充分利用气象预报, 对沙尘暴可能造成的影响提前采取有效的防御措施, 灾情就会减轻。气象部门应加强对沙尘暴天气的预报预警工作, 提醒人们提前做好防风准备, 减少人畜伤亡。另外, 大力宣传沙尘暴天气的防范知识, 特别是对青少年儿童, 应做到家庭、学校和社会的全面防风教育。

(2) 干旱和气候变暖是沙尘暴天气增多的主要气候原因, 有关部门应抓住一切有利天时, 大力开发空中云水资源, 进行人工增雨增雪作业, 增加大气和土壤的湿度, 减少沙尘暴发生的次数。

(3) 尽管河西东部的森林覆盖率由解放初的 4.6% 提高到现在的 10.43%, 营造农田防护林、防风

固沙林和封沙造林育草面积以平均每年 0.06 万 km^2 的速度递增, 但从长远角度上应加大生态环境的恢复, 大力种植适宜沙漠地区生长的树木和牧草, 保护沙漠区的植被, 严禁采集沙生植物, 以此来减轻沙尘暴对农业的危害。

(4) 公共基础设施要有防风设施。如电线杆应放在背风僻静处, 压埋坚固, 以防风吹倒伤人砸物, 家用设施方面, 住房最好用砖木结构, 楼房的阳台玻璃要安装有挡风设施。

综合上述, 从沙尘暴的预报预防、局部小气候的改变、下垫面的综合治理以及人为环境的保护等多方面、立体化采取措施, 才能有效地制约沙尘暴天气的发生, 最大限度地减轻沙尘暴对人类的危害。

6 结论

沙尘暴天气是一种中小尺度天气系统, 来势猛烈, 持续时间在数十分钟至十几小时。河西走廊东部的沙尘暴主要集中在 3~7 月, 其中 3~5 月的沙尘暴强度最强, 灾情严重, 而沙尘暴发生的年度频率与当年是否有 ENSO 现象发生有关。

冷空气的活动强弱及下垫面丰富的沙源是影响沙尘暴强度的主要因素, 干旱少雨、气候变暖是沙尘暴频发的气候原因, 而近年来人口剧增、水资源的不合理利用、新开垦土地及破坏植被等人为因素加剧了沙尘暴的发生。

沙尘暴是河西走廊东部冬春季最严重的气象灾害, 它已造成该区至少 2 亿元的经济损失, 使 50 多人丧生。为改变这种状况减轻其危害, 长远应建立完善的沙尘暴预报预防体系, 增强人们的防范知识; 大力开发空中云水资源, 进行人工增雨增雪作业, 保护和恢复生态植被, 减少沙源, 达到测防综合治理的目的。

参考文献(References):

- [1] 王式功, 董光荣, 陈惠忠, 等. 沙尘暴研究的进展[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 349~356.
- [2] 赵光平, 王连喜, 杨淑萍, 等. 宁夏强沙尘暴生态调控对策的初步研究[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 447~450.
- [3] 王涛, 陈广庭, 钱正安, 等. 中国北方沙尘暴现状及对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 322~327.
- [4] 孙军. 西北地区沙尘暴预报方法的研究[D]. 南京气象学院硕士学位论文, 1998. 1~4.
- [5] 陈隆亨, 李福兴. 宁夏和内蒙古阿拉善盟强沙尘暴危害及防治对策[J]. 中国沙漠, 1993, 13(3): 8~12.
- [6] 郑新江, 徐建芬, 罗敬宁, 等. 利用风云—1C 气象卫星监测南疆沙尘暴研究[J]. 中国沙漠, 2000, 20(3): 286~287.
- [7] 赵兴梁. 甘肃特大沙尘暴的危害与对策[J]. 中国沙漠, 1993, 13(3): 288~291.

(3):1-5.

[J]. 中国沙漠, 1993, 13(3):68-72.

[8] 杨根生, 王一谋.“五·五”特大风沙暴的形成过程及防治对策

Cause , Damage and Countermeasure of Sandstorm in the East of Hexi Corridor During the Later 50 Years

LI Yan-ying¹ , YANG Xiao-ling¹ , WANG Shi-gong²

(1. Wuwei District Meteorological Bureau of Gansu Province , Wuwei 733000 , Gansu , China ; 2. School of Resources and Environment , Lanzhou University , Lanzhou 730000)

Abstract : Using meteorological data of the most frequently sandstorm-occurring region in the east of Hexi Corridor in Gansu province , this paper analyzed in detail the time-space features , causes and damages of sandstorm weather. It is pointed out that the sandstorm weather is mainly resulted from strong wind combining the special sand-dust ground environment and drought climatic background , which has resulted in at least two hundred million Yuan economic loss , and more than 50 person 's death . In order to prevent or lighten sandstorm weather 's disaster effectively , the prevention and countermeasure are that setting up sandstorm 's monitoring , forecasting and alarming system ; making the most use of cloudy water resource to increase precipitation artificially ; recovering ecological vegetation to control land 's desertification and then lighten sandstorm 's damages .

Key words : east of Hexi corridor ; sandstorm ; cause and damage ; countermeasure