

## ◎天气气候分析

## 祁连山东部沙尘暴天气成因及气候规律分析

李国昌<sup>1</sup>, 李岩璞<sup>2</sup>, 胥正德<sup>2</sup>

(1. 甘肃省气象局, 甘肃 兰州 730020; 2. 武威地区气象局, 甘肃 武威 733000)

**摘 要:**利用我国沙尘暴多发区, 甘肃省祁连山东部民勤、武威等4站建站以来近50a的气象资料, 详细分析了祁连山东部沙尘暴天气发生的成因, 造成的危害情况及变化规律, 指出土地沙漠化和大风是造成沙尘暴的主要原因, 并提出沙尘暴天气的防御对策。

**关键词:**祁连山东部; 沙尘暴; 天气成因; 气候规律分析

中图分类号: P425.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-7639(2002)-02-0001-04

沙尘暴天气是我国西北地区常见的灾害天气之一。祁连山东部是我国沙尘暴天气的4个发源地之一和沙尘暴重灾区。随着人类活动增加, 气候变暖, 人为垦荒等多种因素的影响, 使近几年我国北方沙尘暴天气有增强趋势, 对生态环境和人民健康及生命财产造成严重危害。作为沙尘暴天气重灾区, 治理和减轻沙尘暴天气危害, 改善生态环境是该区在西部大开发中重要战略目标之一。要想改造自然, 必先认识自然。摸清沙尘暴天气成因及气候规律, 提出科学的防御对策, 对综合改善该区生态环境, 减轻沙尘暴天气危害, 防灾减灾, 具有重要意义。

## 1 祁连山东部沙尘暴天气成因分析

### 1.1 自然因素

祁连山东部地处青藏高原东北侧, 由于高原主体对大气环流的阻挡作用, 使海洋暖湿气流不易到达该区, 在高原东北侧形成绕流高压区, 导致河西地区乃至该区的干旱气候。长期的干旱加剧了沙漠化进程, 该区西北方为巴丹吉林大沙漠, 面积达71.5万km<sup>2</sup>, 海拔在1200~1500m之间, 东北方接腾格里沙漠, 面积达1.58万km<sup>2</sup>, 北部基本被两大沙漠包围, 西接千里河西走廊, 戈壁、沙地、裸土总面积约为10.7万km<sup>2</sup>, 气候干旱少雨, 地表裸露、植被稀少、土质疏松, 沙漠和河西地

区土质疏松的地表为沙尘暴提供了“取之不尽”的物质条件<sup>[1]</sup>。该区盛行风向为西北风, 这些沙尘集中地带正处于该区上风方区域。河西走廊长约1000km多, 东南为蜿蜒千里的祁连山, 北部为合黎、龙首山等低山区, 中间形成狭窄的“走廊”地形。它既是地理走廊, 同时又是一个特殊气候区, 由于其特殊走廊地形, 南北两山之间平均宽度100~200km, 最狭窄处100km左右, 冷空气进入河西走廊, 在其“狭管效应”的作用下, 风力可被加速1.6倍, 是沙尘暴形成的动力条件。

干旱的气候和恶劣的生态环境为沙尘暴形成提供了物质条件。在大气环流作用下, 西方不断东移的天气系统则为沙尘暴天气提供了空气动力条件。造成该区沙尘暴的天气系统路径主要有3条: 西方路径: 从中亚地区经南疆塔克拉玛干沙漠进入河西走廊, 占沙尘暴总日数的18.3%。西北路径: 从西西伯利亚经新疆北部和巴丹吉林沙漠进入该区, 占沙尘暴总日数的30.3%。北方路径: 从蒙古经内蒙古巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠到达该区, 占沙尘暴总日数的42.1%。其它路径较少, 不足沙尘暴总日数的10%。一般西北路径和

收稿日期: 2002-01-29

作者简介: 李国昌(1965-), 男, 汉族, 甘肃会宁人, 工程师, 主要从事管理工作。

北方路径冷空气较强,常伴有寒潮、降温过程。冷空气的强弱决定风力的大小,风力越大,则卷起沙尘量越大,沙尘暴天气越强。

另外,沙尘暴天气具有较强的季节性。春季植被条件最差,增温幅度大,降水稀少,11~4月该区北部月均降水量不足5mm,大风天气频繁,从而使地表土质疏松,易于起尘。因此,春旱、气温持续偏高和频繁的大风活动是造成沙尘天气发生频率高、强度大的重要原因之一。其中干旱和气温升高加剧了土壤的沙漠化,沙漠化又为沙尘暴天气提供了丰富的物质条件,二者形成恶性循环,对生态环境造成极大破坏。从沙尘暴天气发生的长期因素分析,干旱少雨、气候变暖和特殊的地形地貌特点是造成该区沙尘暴天气较其它地区多的重要原因;从短期因素分析,影响沙尘暴天气的主要原因在于大风天气。大风天气多,沙尘暴日数相应就多,如果没有大风天气,即使气温高、干旱严重也不会产生沙尘暴天气,如1997年与1995年均为高温干旱年,由于大风天气很少,沙尘暴日数也是近10a最少的,这充分说明天气动力条件是引发沙尘暴天气的主要原因。

### 1.2 人为因素

由于祁连山东部的人口由50年代的87万剧增到现在的190万,使本来就匮乏的水资源更加紧缺。为了解决吃饭问题,近50a来人为开垦荒地,增加农作物播种面积6.7万 $\text{hm}^2$ 多;大面积开发新绿洲,使现有人工绿洲的面积约为旧绿洲的3倍,过量的、不合理、不科学的垦荒种粮,毁林开荒,滥伐林木等现象,减少了自然植被面积。据有关部门统计表明,近年来,滋润河西走廊面积最大绿洲的石羊河径流量迅速减少,由50年代的12.15亿 $\text{m}^3$ 减少到现在的11亿 $\text{m}^3$ ,同时,大量超采地下水使地表水位下降15~25m,有些地方下降40m左右。石羊河流域北部沙区尚有274km的风沙线、25.4万 $\text{hm}^2$ 宜林沙荒地和上百个风沙口没有得到有效治理,加之流域内大量植被死亡,土地裸露,沙漠化加剧,使这里已成为连年发生沙尘暴天气的沙源地区<sup>[2]</sup>。过度放牧造成草原植被大面积干枯死亡,增加了春季裸露地表,使本来就脆弱的生态环境更加恶劣。同时,随

着工业的发展,一些工业废渣、粉尘和烟尘等也加剧了沙尘暴的发生。据分析<sup>[3]</sup>,1993年5月5日黑风发生过程中大量的尾矿粉尘被强风吹起,加剧了沙尘暴天气。

从以上成因分析可知,自然因素和人为因素是该区沙尘暴天气发生的重要原因,但必须强调指出,这两种因素中自然因素尤其是气候起主导作用,人为因素是辅助因素。因为不合理垦荒等人为因素发生至少有10~20a以上的历史,而近几年受国家环境保护政策限制已有所遏制,但从该区沙尘暴发生的历史资料统计证明,不合理垦荒最严重的时期并非沙尘暴天气的高发时期。同时,“三北”防护林建设虽然在减轻沙尘暴天气的危害中发挥了重要作用,但还远远不能改变西北地区大面积的恶劣生态环境状况,无法从根本上遏制沙尘暴天气的发生。

### 2 沙尘暴的危害情况

强沙尘暴(黑风)可造成人畜伤亡、淹埋农田、破坏林木及毁坏交通通讯设施等,是祁连山东部春季最强的气象灾害之一。

#### 2.1 人畜伤亡情况

有文献记载的祁连山东部黑风暴灾情主要有4次:1957年3月3~9日的强沙尘暴天气造成民勤县10人死亡,损失羊只110多只,大牲畜105头;1968年6月24日的强沙尘暴造成民勤县一小孩被强风吹到沙窝填埋而死;1977年5月19日的强沙尘暴,持续8级以上的大风达3h之久,使民勤县14人失踪;1993年5月5日的黑风暴,使民勤县丢失羊2万多只,死亡大牲畜120头;武威市死亡20人,损失牲畜3862头;古浪县死亡23人,173人受伤,10人失踪,伤亡丢失羊6892只。

#### 2.2 农林损失情况

50年代的4次强沙尘暴,造成沙埋农田0.3万 $\text{hm}^2$ ,吹落果树幼果,经济林木的50%以上受损;60年代造成0.24万 $\text{hm}^2$ 农作物和瓜类被沙埋,共有0.41万 $\text{hm}^2$ 农田受灾;70年代的两次强风暴使2.9万 $\text{hm}^2$ 农田遭受沙害,刮倒树木2000多棵;80年代民勤县出现了4次较强的沙尘暴天气,使全县受灾农田达1.17万 $\text{hm}^2$ ,沙埋1.14万

hm<sup>2</sup>, 损坏地膜 0.14 万 hm<sup>2</sup>, 总经济损失达 300 多万元。90 年代该区武威、民勤、古浪农田受灾总面积达 8.5 万 hm<sup>2</sup>, 埋压防风固沙林 0.11 万 hm<sup>2</sup>, 0.21 万 hm<sup>2</sup> 果园受灾。仅 1993 年 5 月 5 日的强沙尘暴天气造成直接经济损失 1.36 亿元。多年该区沙尘暴天气造成的经济损失如图 1。

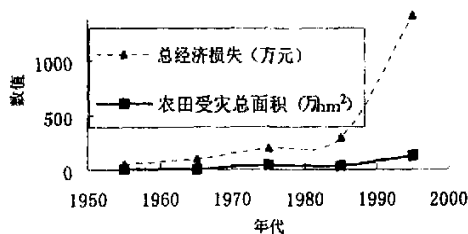


图1 武威地区近50a沙尘暴天气造成的经济损失示意图

### 3 祁连山东部沙尘暴发生的气候规律及强度划分标准

#### 3.1 沙尘暴强度划分标准

根据该区沙尘暴天气发生的强度特征可分为特强、强、中、弱 4 个等级, 划分标准见表 1<sup>[4]</sup>。

表 1 祁连山东部沙尘暴天气强度划分标准

| 强度     | 10min 最大风速 | 瞬间极大风速 | 最小能见度          |
|--------|------------|--------|----------------|
| 特强(黑风) | ≥10 级      | ≥25m/s | 0 级, <50m      |
| 强      | ≥8 级       | ≥20m/s | 1 级, <200m     |
| 中      | 6~8 级      | ≥17m/s | 2 级, 200~500m  |
| 弱      | 4~6 级      | ≥10m/s | 3 级, 500~1000m |

#### 3.2 地理分布特点

祁连山东部的沙尘暴天气, 一年四季均可发生, 主要集中在 3~7 月, 占全年的 60% 以上, 灾害程度最重的沙尘暴天气主要集中在 3~5 月。从地理分布看, 北部靠近沙漠的民勤县沙暴日数最多, 强度最大。武威次之, 向南逐渐减少, 天祝山区最少。经建国以来近 50a 资料统计, 以民勤、武威站为代表分别得出各种强度沙尘暴日数见表 2。

表 2 祁连山东部民勤、武威沙尘暴天气日数

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

万方数据

#### 3.3 年际分布特点

祁连山东部沙尘暴日数年际分布特点为: 50 年代最多, 民勤县 10a 平均沙尘暴日数为 46d。从 60 年代至 90 年代沙尘暴日数是递减的, 90 年代最少, 民勤县 10a 平均沙尘暴日数为 12d, 但 1998 年以来又有回升趋势(图 2)。

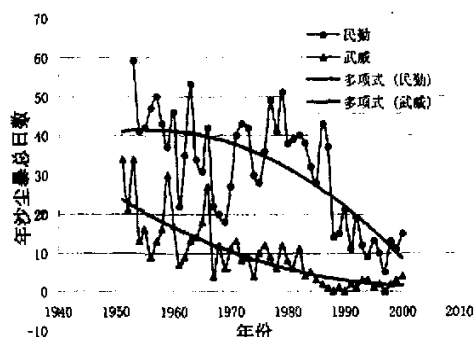


图2 祁连山东部民勤、武威50a历年年沙尘暴总日数曲线图

从以上分析可知, 祁连山东部地区的沙尘暴日数 50 年代最多, 民勤县年最多日数达 59d (1953 年), 90 年代最少, 最少日数为 5d (1997 年), 区域黑风日数 50 年代有 8d, 90 年代 2d。而武威市沙尘暴日数远远少于民勤县, 最多为 34d (1951 年和 1953 年), 最少为 0d (1988 年、1990 年、1997 年)。

#### 3.4 月际分布特点

祁连山东部沙尘暴天气各月均会出现, 其中 3~7 月出现最多, 民勤县占全年的 60% 以上, 武威市占 70% 以上。而春季 3~5 月是该区生态环境最恶劣的时段, 这一时段及前期由于该区武威市及北部雨雪稀少, 干旱和气温持续偏高造成地表土质疏松, 蒸发量大于降水量, 沙漠和疏松地表为沙尘天气提供了丰富的物质条件。而此时正值冷空气频繁活动时段, 丰富的物质条件和较强的动力条件相互作用, 使该区的主要灾害性沙尘暴天气多发生在这一时段。

其它季节沙尘暴天气出现日数较少、强度较弱。这是由于夏秋季节, 降水多而量大, 地面植被覆盖, 正值作物的生长旺季, 不易起尘; 冬季, 气温较低, 冷热对流较弱, 沙尘不易扬起。

### 3.5 日际分布特点

一天中发生在午后的沙尘暴强度最强。这是因为午后太阳辐射强,近地层温度高,当高空有冷空气经过时,有利于高低空对流加强,风力加大,而发生强沙尘暴,如造成该区人畜伤亡的4次特强沙尘暴天气均出现在下午15时至夜间20时。该区最强的沙尘暴天气发生在1959年4月27日下午至夜间,瞬间极大风速为34.0m/s,持续时间达10h多。

### 3.6 强度分析

从年际分布看出,沙尘暴日数总趋势是减少的,但90年代受全球气候变暖影响,该区连续多年发生春旱、春末初夏旱,冬春季气温明显偏高至特高,沙尘暴天气强度明显加强,尤其是1998年以后这种趋势最为明显,这是因为持续的暖冬和春季温度偏高,降水稀少,使地表疏松,沙尘源丰富,一旦有冷空气活动,即可形成强沙尘天气。如1993年5月5日发生了90年代以来最强的沙尘暴天气,造成全区直接经济损失达1.36亿元,43人死亡。2000年4月12日发生了90年代以来次强沙尘暴天气。

## 4 防御对策

4.1 目前,沙尘暴的形成及其对大气生态环境的影响已引起了全球科学界的重视。为积极有效地防御沙尘暴应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尘暴灾害程度的关键。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,由于较强的沙尘暴多出现在午后,此时正值人们

室外活动的高峰期,应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。

4.2 尽管祁连山东部地区的森林覆盖率由解放初的4.6%提高到现在的10.4%<sup>[5]</sup>,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<sup>2</sup>的速度递增,但从长期看应加大生态环境的改善,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,严禁采集沙生植物和人为的垦荒活动,以此减轻沙尘暴对农业的危害。

4.3 干旱和大风是沙尘暴天气增多的主要原因。利用科学技术手段,开展人工影响天气研究,大力开发空中云水资源,进行人工增雨增雪作业,增加自然降水量、改善土壤湿度,从而减轻沙尘暴天气的危害。

4.4 祁连山东部地区是一个灌溉农业区,主要的水资源来自祁连山的自然降水,保护和发展祁连山的水源涵养林,对改善该区的生态环境具有非常重要的意义。

综上所述,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保护等多方面采取措施,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。

### 参考文献:

- [1] 赵兴梁. 甘肃特大沙尘暴的危害与对策[J]. 中国沙漠, 1993, 13(3): 1-5.
- [2] 卢吉平. 石羊河, 何日荡碧波? [N]. 甘肃日报, 2001. 3. 26 (5).
- [3] 杨根生, 王一谋. “五. 五”特大风沙尘暴的形成过程及防治对策[J]. 中国沙漠, 1993, 13(3): 68-72.
- [4] 孙军. 西北地区沙尘暴预报方法的研究[D]. 江苏: 南京气象学院, 1998, 4: 1-4.
- [5] 武威地区行政公署经计处, 武威五十年编辑委员会. 武威五十年[M]. 1999. 5: 10-11, 57-58, 160, 180-182, 208.

(下转第13页)

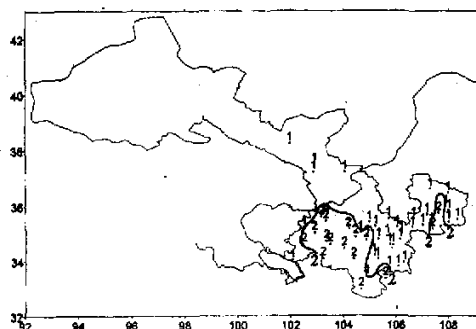


图1 甘肃省2001年秋季连阴雨次数分布图

1999~2001年连续3a出现,这是在近50a中第二次持续最长的时段,这种气候现象应当引起重视(图2)。

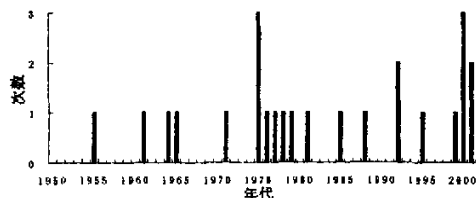


图2 甘肃省1950~2001年秋季连阴雨次数历年变化图

#### 4 连阴雨成因分析

9月亚欧500hPa高度场上,极涡较常年偏弱,东半球中高纬度呈一脊两槽型。在距平场上,北欧和我国东部为正距平覆盖区,中心值分别为110和100gpm;西伯利亚东部至鄂霍次克海北部

为负距平覆盖区,中心值分别为-110和-100gpm;中低纬度在我国四川盆地上空有一个独立的副热带高压单体。

10月亚欧500hPa高度场上,高空环流呈两脊一槽型,欧洲大部 and 东亚为脊区,乌拉尔山附近为槽区。在距平场上,欧洲西部和西伯利亚东部到我国东北为正高度距平中心,中心值分别为100和70gpm。乌拉尔山附近为负距平覆盖区,中心值超过-70gpm。

综上所述,在上述环流的作用下,受槽前暖湿气流的影响,形成西北地区东部的连阴雨天气。

#### 5 连阴雨的影响

入秋(9~10月)以来阴雨绵绵,出现了近年少有的秋季连阴雨天气过程,其过程雨量在15~136mm之间,使土壤湿度增大,缓解了旱情。对冬小麦播种出苗和冬前生长、水库蓄水都有利。

但是,长时间阴雨天气,对秋粮的收割和打碾入库不利,土壤过湿对二阴地区冬小麦的适时播种略有影响,低温寡照也对冬小麦分蘖和壮苗有影响。

#### 参考文献:

- [1] 蔡忠兰,刘德祥,翟汶,等.甘肃省2000年秋季连阴雨气候特征分析[J].甘肃气象,2001,19(3):29.

(上接第4页)

### The Weather and Climatic Analysis of Sandstorm In the East of Qilian Mountain

LI - Guo chang<sup>1</sup>, LI - Yan ying<sup>2</sup>, XU - Zheng de<sup>2</sup>

(1. Gansu Meteorological Bureau, Lanzhou Gansu 730020, China; 2. Wuwei Region Meteorological Bureau, Wuwei Gansu 733000, China)

**Abstract:** Using one of the most sandstorm - occurring areas, such as East of Qilian Moutain 's Wuwei, Minqing etc. 4 stations' meterological data in the east of Qilian Moutain in Gansu province, this paper analyse the occurring causes, resulted disaster and developing laws of sandstorm weather in the east of Qilian Moutain, and show that soil desertization and strong wind are the most important causes. At last the prevention and countermeasure are showed: to build sandstorm's forecasting and preventing system; improve ecological vegetations, forbid manual destroy activities, control land's sandize; make the most use of cloudy water resources, take manual increasing precipitation to increase moisture of air and soil; protect and develop Qilian moutain's water resource forests, lighten sandstorm's damages.

**Key Words:** East of Qilian moutain ; Sandstorm; Weather Cause; Climatic analysis