

文章编号: 0375-5444 (2000) 07-0169-08

气候异常对我国北方地区沙尘暴 的影响及其对策

邹旭恺, 王守荣, 陆均天

(国家气候中心, 北京 100081)

摘要: 利用 (1951~2000 年) 气温、降水资料分析我国北方地区沙尘暴的演变趋势, 探讨沙尘暴的机理和形成机制, 重点研究了气候异常事件对今春我国北方沙尘天气频发的可能影响。指出, 为加深对沙尘暴的认识并减轻其对社会经济可持续发展的影响, 应加强对沙尘暴形成机理的科学研究建立沙尘暴监测、预警系统, 同时对荒漠化土地进行科学的治理。

关键词: 沙尘暴; 气候异常; 对策研究

中图分类号: P429 **文献标识码:** A

2000 年春季, 我国北方地区频发的沙尘天气引起人们的普遍关注。截止 4 月 30 日, 已发生沙尘天气 12 次之多, 其中影响首都北京的就有 8 次。新疆南部、青海中北部、甘肃的河西走廊和河东的部分地区、宁夏大部、内蒙古西部和中部、河北北部、辽宁西部、山西西部以及河北南部的局部地区出现了能见度小于 1km 的沙尘暴天气, 特别是 4 月 12 日下午, 甘肃的永昌、金昌、武威、民勤、古浪、乌鞘岭等地出现了黑风, 最大风速达 25m/s, 能见度接近 0m。而 3 月 26~28 日的风沙天气甚至影响到黄淮、江淮地区, 上海、南京等地降了泥雨。风沙天气严重影响了交通运输及人们的日常生活与工作, 还造成部分地区人员伤亡事件, 也加重了我国北方大部地区的春旱态势。

1 我国北方地区沙尘暴及气候演变趋势

沙尘天气按能见度可分为浮尘、扬沙和沙尘暴 3 个等级。水平能见度小于 10km 的是浮尘, 多是随高层气流传播或沙尘暴和扬沙出现后尚未下沉的沙尘; 水平能见度在 1~10km 的是扬沙; 当强风将地面上大量的沙尘吹起, 使空气混浊, 水平能见度在 1km 以内时, 就是沙尘暴。

根据以上标准, 国家气象中心对我国气象台站网近 40 多年的观测数据进行了统计, 结果表明我国北方大部地区的沙尘暴日数是呈逐渐减少的趋势。

对建国以来我国北方大部地区基本气象台站冬季 (12~2 月) 气温进行了统计, 图 1 是

来稿日期: 2000-07-03; 修订日期: 2000-09-20

基金项目: 国家“九五”“重中之重”科技项目 (96-908-03-04) [Foundation Item: The National Key Project of the Ninth Five Year Plan, No. 96-908-03-04]

作者简介: 邹旭恺 (1973-), 女, 安徽枞阳人, 助理工程师。E-mail: apply@cma.gov.cn

区域冬季平均气温变化趋势曲线。从图中看出,20 世纪 70 年代及以前处于冷期,也是我国北方大部地区沙尘暴的频发期。即说明了亚洲中高纬地区经向环流偏强,冷空气活动频繁,大风日数多;同时冬季气温偏低,土壤冻结层厚,春季升温解冻后松土层也偏厚,沙尘源条件具备。

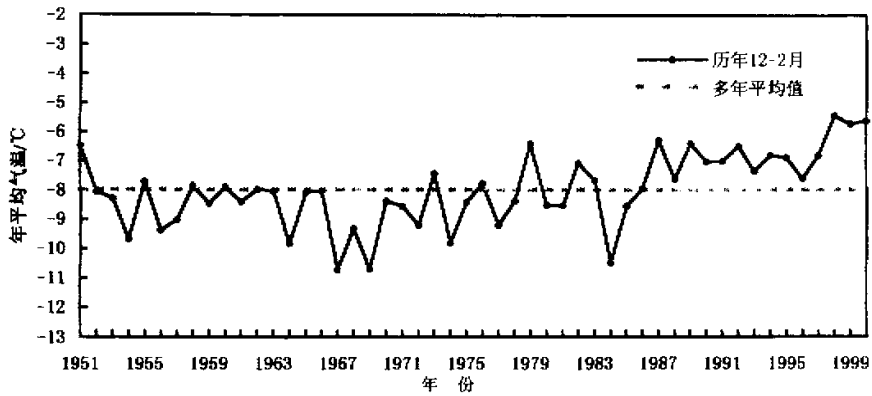


图 1 我国西北部、华北、东北西部地区冬季(12~2月)平均气温变化曲线(1951~2000年)
Fig. 1 The changes of the tmperature in winter (Dec. to Feb) in the east of Northwest China, North China and the west of Northeast China (1951~2000)

还对北方大部地区近 50 年来春季(3~5 月)的降水资料进行分析,图 2 是区域春季平均降水量变化曲线。从图中看出,60、70 年代春季降水趋少,80、90 年代有增加的趋势(新疆增加达 30%)。春季是北方地区沙尘暴发生的集中期,适宜的降水能湿润地表,有抑制沙尘飞扬的作用,这可能和 80、90 年代沙尘暴发生趋少也有一定的关系。

1984 年张德二^[1]对我国历史上 1700 年的降尘(尘暴)记载进行分析后指出,降尘频数与温度(冬季温度)及湿度变化呈反位相关系,即尘暴频发时期大致对应于气候干、冷期。这与我们分析的结果也是一致的。

根据文献^[2]和对近几年资料的初略统计,还得出近几十年来我国北方地区危害严重的强沙尘暴(风速 $\geq 20\text{m/s}$,水平能见度 $\leq 200\text{m}$)发生次数有增加的趋势(表 1)。这和前面的结果并不矛盾。因为统计的标准(前者统计的是所有的沙尘暴,而后者只统计危害严重的强沙尘暴)不同。造成危害严重的强沙尘暴增加与下面两个因素有关:一是多年来,由于不合理的人为活动,滥垦、滥牧、滥伐、滥采、滥用水资源,造成了大面积植被破坏,加剧了沙化。根据有关部门的统计,自 20 世纪 50 年代以来,我国沙化土地呈不断增加的趋势(表 2),

表 1 50 年以来西北地区强沙尘暴频数的年代际变化 (单位:次/年)
Tab. 1 The changes about the times of strong dust devils in Northwest China in 50 years

时间	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代
频数	5	8	13	14	21

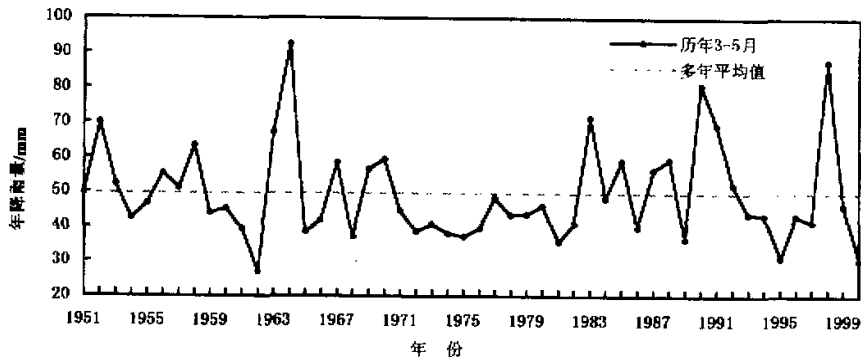


图 2 我国西北部、华北、东北西部地区春季（3~3 月）降水量变化图（1951~2000 年）
Fig-2 The changes of the precipitation in spring (Mar. to May) in the east of Northwest China, North China and the west of Northeast China (1951~2000)

目前每年沙化的土地面积相当于一个中等县的面积；全国荒漠化土地达 262 万 km²，占陆地国土面积的 27.3%，相当于 14 个广东省的幅员。其中，沙化土地为 161 万 km²，占陆地国

表 2 近 50 年来我国沙化土地扩展速率（单位：km²/a）
Tab. 2 The rates of the desert in China in 50 years

时间	50~60 年代	70~80 年代	90 年代~今
沙化土地	1560	2100	2460

土面积的 16%。丰富的沙尘源使在相同的风力条件下，能见度变得更加恶劣了。二是随着人口的增加，改革开放以来经济的不断发展，使在相同强度的沙尘暴天气条件下，其造成的人员伤亡和经济损失比以前都会有明显的增加。这就告诫人们：如果任其沙化过程蔓延和扩展，即使在沙尘暴天气发生处于减弱期，其发生的强度及造成的损失仍将处于增加的趋势。如 1993 年 5 月 5 日，甘肃、宁夏、内蒙古等省区的部分地区发生的沙尘暴天气，最大风速达 34m/s，最小水平能见度为零，造成 85 人死亡，31 人失踪，264 人重伤，死亡和丢失牲畜 12 万头（只），直接经济损失 5.5 亿元。

近 10 年来的事实及多个全球气候模式以及区域模式的分析结果指出，未来几十年内，在全球气候增暖的大背景下，北半球中纬度地区，降水量变化不大，但温度显著升高，地表蒸散加大，土壤变干。这是有利于沙尘暴发生的气候背景，再加上环境恶化的局面在短期内难以根本扭转，因此危害严重的强沙尘暴天气的发生仍应引起我们的高度重视。

2 气候异常对沙尘暴活动的可能影响

沙尘暴是由大风造成能见度恶劣的天气，其产生原因是极其复杂的。很多研究指出，沙尘暴发生需有 3 个必要条件：一是足够强劲的风力；二是对流层低层要处于垂直不稳定状态；三是大风经过的区域下垫面植被稀疏，土质干燥疏松，存在着丰富的沙尘源。

春季是冷暖空气活动频繁的过度季节。一般情况下,当高空处在急流带里,中层又有快速移动的冷性低压槽,地面有冷锋存在时,由于冷锋后面冷空气的下沉,动量下传使锋后地面风速加大;冷锋后上空出现较大的正变压中心,变压风亦加强了地面风;而一些独特的地形还会产生“绕流”和“狭管效应”,使风力不断加强。同时在低压槽的前部一般有来自相对低纬度的相对暖湿气流,这里天空晴朗,地面太阳辐射强度较强,出现正变温区,而对流层中部有时存在负变温,造成大气不稳定(有利于动量下传,加强地面风;热力扰动也有利于将地面沙尘卷入空中)。因此,因气候异常而造成的势力强盛或频繁的冷空气活动及持续干暖的气候背景等均可对沙尘暴的活动产生明显的影响。今年春季,北方大范围的、频繁发生的沙尘天气就与去年以来的气候异常有着非常密切的关系。

2.1 厄尔尼诺及拉尼娜的影响

厄尔尼诺及拉尼娜现象对海洋和大气环境会产生明显的气候效应,它们的发生会导致全球气候的明显异常,它们对我国气候有着非常复杂的影响。据专家分析,在20世纪70年代,拉尼娜事件占优势,影响我国北方的强沙尘天气出现频繁,80~90年代,厄尔尼诺事件占优势,我国北方强沙尘天气出现较少。1997年是有观测记录以来本世纪全球厄尔尼诺最强的一次,这次厄尔尼诺现象在1998年迅速向拉尼娜转化。2000年正是处在强厄尔尼诺事件后拉尼娜事件的高峰期,这可能是今春我国北方出现频繁风沙天气的一个重要原因。

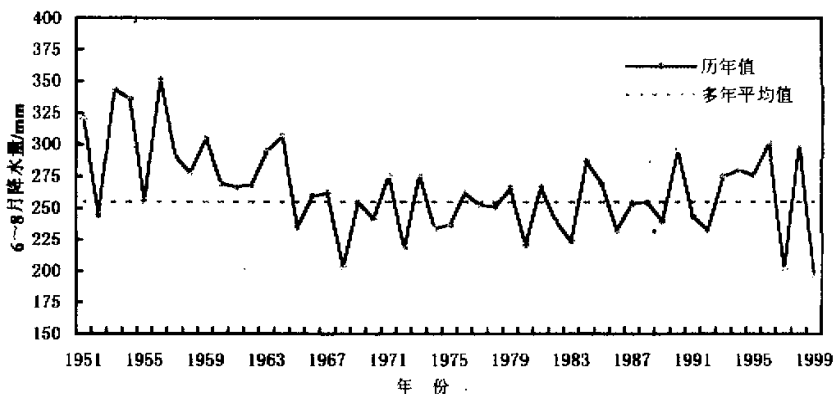


图3 北方地区6~8月降水量变化趋势图(1951~1999年)

Fig. 3 The changes of the precipitation in summer (jun. to jul.) in North China (1951~1999)

2.2 1999年持续少雨、高温,干旱严重

1999年我国北方大部地区降水明显偏少,年度降水量为100~700mm,比常年偏少20%~40%;下半年6~12月我国北方大部地区降水量较常年同期偏少20%~50%,其中华北大部、西北东部等地一些地区偏少达50%~70%。尤其是占全年降水量60%~80%的夏季降水量出现了近50年来的最小值(图3)。同期黄河以北大部地区比常年偏高1~2℃,其中内蒙古中部和山西西北部偏高2~3℃,不少地区出现了持续高温酷热天气,北京1999

年7月24日最高气温达42.2℃,是建国以来京城夏季高温的极值。降水少,气温高,水分蒸发耗失大,致使北方大部地区发生了大范围严重的夏秋连旱,干旱范围之广,持续时间之长,旱情之严重,为1949年以来少见。

2.3 1977年以来最冷的严冬

我国持续了13年暖冬后,去冬气温转为正常。但西北地区东部、华北大部和东北西部,2000年1月的区域平均气温出现了1977年以来的最低值(图4),比常年同期偏低近2℃,有些地方甚至偏低4℃,部分地区还出现了近50年来极端最低气温。多年少见的低温严寒天气使得裸露的地面土壤严重冻结,冻土层厚,这导致了解冻后疏松土层比往年偏厚。

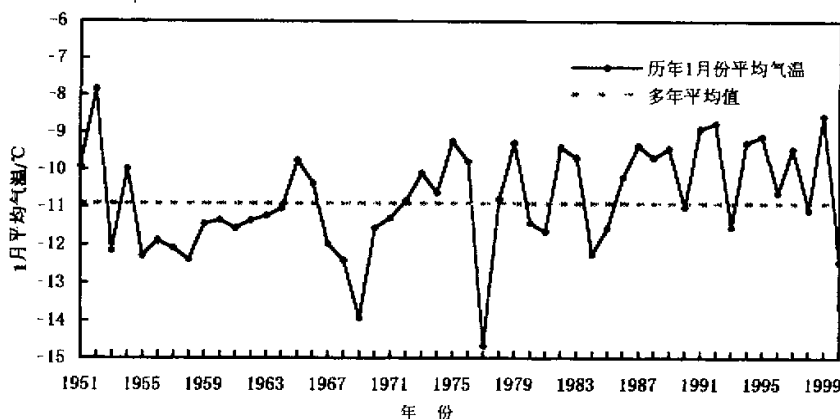


图4 西北东部、华北、东北西部地区2月至4月降水量变化图(1951~2000年)

Fig. 4 The changes of the temperature in Jan. in the east of Northwest

China, North China and the west of Northeast China (1951~1999)

2.4 冬末春初降水少,气温高

北方地区2000年1月份虽然出现了几场降雪,但2月至4月份,大部地区降水持续偏少,西北东部、华北及东北西部区域平均降水量是近50年的最低值(图5)。与此同时,气温又较常年同期偏高1~2℃,土壤解冻迅速,部分地区干土层加厚,使得土壤表层干燥、疏松。根据中国气象科学研究院的分析,2000年3月下旬、4月上旬华北大部、西北东部一带干土层厚3~10cm,局部地区达10~20cm,范围是近5年来最大的。

2.5 入春以来影响我国的冷空气和温带气旋次数多

1999年冬~2000年春,东亚大陆经向环流强度较强,特别是3月份以来,我国上空维持着一支强劲的西北气流,在这支西北气流的引导下,地面冷空气不断地向东南方向移动影响我国。与此同时,在蒙古国到我国北方地区不断有温带气旋生成并强烈发展(据国家气象中心统计,3~4月的温带气旋数目比往年同期多了近一倍),冷空气和温带气旋造成大风频繁出现,而且几乎每次大风到来前都没有可以抑制扬沙的明显降水。与此同时,北方大部地区偏高的气温又增加了大气热力层结的不稳定,这样地面沙尘源源不断地被卷向空中,并随高空强的西北气流自北向南、自西向东输送,影响遍及西北、华北、东北西部及

黄淮一带,在高空风长距离引导下,浮尘还可飘散到江淮地区,甚至更远。

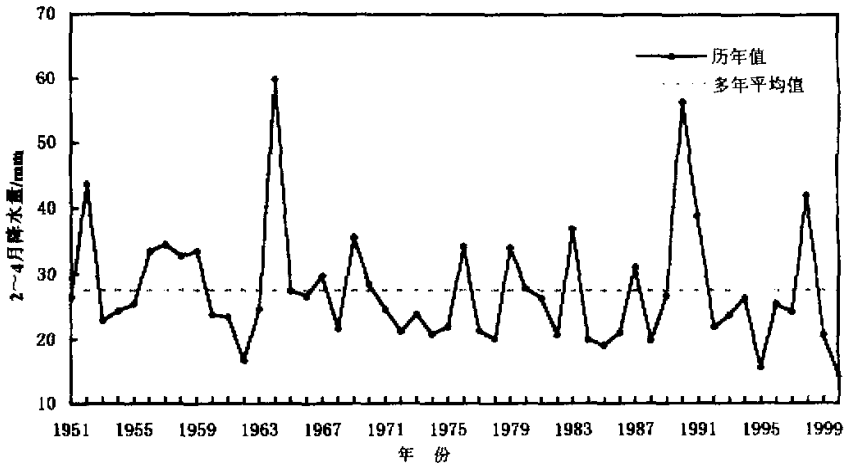


图 5 西北东部、华北、东北西部地区 2 月至 4 月降水量变化图 (1951~2000 年)

Fig. 5 The changes of the precipitation from Feb. to Apr. in the east

of Northwest China, North China and the west of Northeast China (1951~1999)

3 沙尘暴的监测、预警及治理与对策

3.1 建立和完善北方地区沙尘天气的监测、预警系统

尽快建立、完善沙尘天气的动态监测、预警系统,应用气象卫星、雷达、自动气象站及各种常规观测手段,对沙尘暴的形成、发展和传播进行跟踪监测,建立相关要素资料数据库,探索将传统的天气学方法和现代数值预报方法有效结合的沙尘天气长、中、短期预报方法,以形成沙尘暴监测、预警和服务系统,为政府部门决策提供可靠的科学依据。

3.2 加强沙尘暴的形成条件、机理、变化规律等方面的研究

目前国内对沙尘暴天气形成和发展的规律,以及沙尘长距离输送的天气条件等了解很少,直接预报沙尘暴发生的能力很低,主要是通过预报大风来推测沙尘暴的发生。因此,需要加强对沙尘暴形成条件、机理、变化规律等方面的研究,以逐步提高直接预报沙尘暴天气的能力。另外,还需研究我国北方地区沙尘暴的基本气候特征,分析沙尘暴发生频次的年际、季节及日变化规律,研究历史上气候变迁与沙化及沙尘暴的对应关系,研究极端气候事件与沙尘暴发生、发展的关系,研究未来全球气候变化对我国北方沙尘暴的发生及强度、范围的可能影响,评估气候变化对沙漠化和沙尘暴的影响等,为防治荒漠化提供科学依据。

3.3 加强治理生态环境,减轻沙尘暴危害

北方地区沙尘暴的沙尘来源,既有来自荒漠化地区的沙尘,也有本地沙尘的贡献。因此,加强荒漠化土地的治理,植树种草,改善和保护生态环境,减少或切断这些地区沙尘

的供应将是减轻或避免沙尘暴危害的重要措施。

(1) 根据北方地区荒漠化发展的现状，首先要从大范围内的大生态环境治理着手，作为一个系统工程，进行统一规划，统一部署，逐步实施。

(2) 要通过科学论证，根据各地的气候、植被、地理等条件，因地制宜地采取相应措施，进行综合治理。

(3) 加大农业结构调整的力度，发展高效农业，采取退耕还林、还草，围栏轮牧，以草定畜等措施，遏制荒漠化的扩展。

(4) 北方是水资源十分匮乏的地区，而水资源又是维系良好生态环境的源泉。因此，要以节水为中心，改变目前浪费严重的灌溉方式，切实做好水资源的利用和保护工作。

(5) 由于城市化的进展，城市及周边地区建筑工地星罗密布。因此，必须加强对这些工地的防沙尘措施，及时搞好植树种草等绿化工作，减轻沙尘暴对城市的影响。

(6) 要在广大干部和群众中广泛开展防沙、治沙、保护生态环境、爱我家园的科学普及教育工作。严禁乱砍滥伐、乱采滥挖及滥垦等各种违法行为，要以法律手段来制止各种破坏生态环境的不法行为。

4 小 结

(1) 近几十年来，我国北方地区沙尘暴发生呈减少趋势，但危害严重的强沙尘暴发生却有增加趋势，这可能是荒漠化发展的结果。

(2) 沙尘暴的发生、发展有其特殊的天气和气候背景及地理条件。地表植被稀疏、沙尘化严重地区，在干冷（冬）、暖（春）气候背景下，出现大风天气时，容易产生沙尘暴。

(3) 2000年春季我国北方地区多次强度大、范围广的沙尘天气是在拉尼娜事件以及我国北方地区去年下半年以来持续干暖，严冬奇寒的气候异常背景下发生的。

(4) 应建立和完善沙尘天气的监测、预警系统，加强对沙尘暴天气形成机理的研究，为沙尘暴的准确预测提供科学依据。加强对历史上气候变迁与荒漠化和沙尘暴对应关系以及未来气候变化对荒漠化和沙尘暴的可能影响的研究，为西部大开发提供科学依据。

(5) 防治荒漠化是一个复杂的系统工程，必须遵循自然规律和经济规律，全面贯彻可持续发展战略，把保护、治理、科技、法律等措施有机地结合起来。

参考文献 (Reference)

- [1] Zhang Deer. Preliminary research on dust fall in history by synoptic climatology method. *China Science*, 1984 (3): 278-288. [张德二. 我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析, 中国科学 (专辑), 1984 (3): 278-288.]
- [2] Qian Zhengnan. The classification standard of dust devil in northwest china and it's case spectra and statistic character [A]. In: Research of dust devil in China [A]. [钱正安等, 我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及统计特征 [A]. 见: (方宗义等编) 中国沙尘暴研究 [C]. 北京: 气象出版社, 1997, 110.]
- [3] Ding Wei. The red light in nature. In: *The People's Daily*, 2000. 4. 14. [丁伟. 大自然亮起红灯 N. 人民日报, 2000. 4. 14.]

Impacts of Climate Abnormality on Dust Devil in North China and Countermeasures

ZOU Xu-kai, Wang Shou-rong, Lu Jun-tian

(*National Climate Center, Beijing 100081*)

Abstracts: The evolvement tendency of dust devil in North China was analyzed and the mechanism for the formation of dust devil was discussed in this article. In 2000 spring, the dust weather occurred frequently in North China. The impacts of climate abnormality on that was studied by using the data of temperature and precipitation from 1951 to 2000. To mitigate the negative influence of dust devil on soci-economic sustainable development, it is important to carry on scientific research on dust devil, and develop a system to monitor and predict dust devil. It is concluded that the damage of dust devil can be mitigated by taking some steps to prevent the worsen conditions of desert area through scientific methods.

Key Words: dust devil; climate abnormality; mitigating countermeasure