

近3年我国沙尘天气较频繁 发生的原因分析*

陆均天 邹旭恺 王锦贵 任国玉

(国家气候中心, 北京 100081)

摘要 利用我国沙尘日数、气温、降水等资料对我国近3年沙尘天气发生的特点及原因进行分析, 指出干暖的气候背景、频繁的冷空气和气旋活动及荒漠化发展是造成近3年北方地区春季沙尘天气较频繁的原因, 展望未来几年沙尘天气的可能趋势。

关键词: 沙尘; 气温; 降水; 荒漠化

P4 B

1 引言

沙尘天气是我国, 尤其是北方地区灾害性天气之一, 其强大的风力, 裹挟着大量沙尘给工农业生产、交通运输、生态环境及空气质量等造成极大的影响。随着国民经济的不断发展, 特别是国家提出了实施西部大开发战略、北京申奥成功及人们生活水平的不断提高, 近年北方地区出现较频繁的沙尘天气, 不仅引起了国家的高度重视, 也引起了国内外公众的普遍关注。

张德二^[1]、黄兆华^[2]曾利用历史上降尘(尘暴)记载进行统计分析, 表明降尘频数与温度和湿度变化呈相反关系, 即尘暴频发期大致对应于气候干冷期, 而尘暴减弱期为气候暖湿期。近年来, 一些学者^[3,4]的研究也指出, 我国20世纪50~70年代沙尘天气的频发期也处于气候的偏冷、干(春)时期。

本文对在全球气候趋暖的大背景下, 我国近3年沙尘天气发生有所回升的原因进行了分析。

2 2000~2002年3年春季沙尘天气发生概况

统计表明, 近几十年来我国沙尘天气发生呈波动减少的趋势, 但进入20世纪90年代后期以来, 我国沙尘天气发生已呈现上升的趋势(图1), 特别是2000~2002年3年春季较频繁发生的沙尘天气给农牧业、交通运输及生态环境、空气质量等带来了明显的影响。

据统计, 2000年3月至5月中旬前期的两个多月时间内, 北方地区先后出现了14

2002-09-15收到, 2002-10-20收到修改稿

* 国家计委项目“沙尘暴天气监测、预警系统的研究”(SC2001-04-02)和国家科技部项目“我国西北地区生态气候环境监测预测方法研究”(WY-2001-02-3)资助

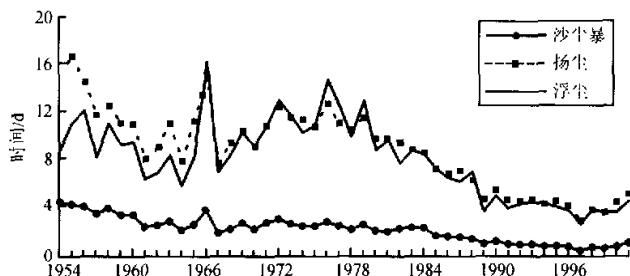


图1 中国历年年沙尘日数变化曲线(2001年为1~8月之和)

次较大范围的沙尘天气过程,其中3月26~28日及4月5~7日、8~9日、12~13日、18~20日、24~26日等6次过程强度较大,影响范围较广。新疆南部、青海中北部、甘肃中西部和东部的部分地区、宁夏大部、内蒙古中部和西部、河北北部、山西西部、辽宁西部等地及北京、河北南部的局部地区先后出现能见度小于1 km的沙尘暴,西北和内蒙古等地的部分地区还出现了能见度小于500 m的强沙尘暴天气。特别是4月12日下午,甘肃的永昌、金昌、武威、民勤、古浪、乌鞘岭等地还出现了“黑风”;青海省海西州茫崖站4月13日平均风速达 30 m s^{-1} 的时间持续近1h,瞬间最大风速达 35 m s^{-1} 。沙尘暴多发中心主要位于南疆南部(1~3天)及内蒙古中西部(3~8天)一带。与常年相比,多发中心已有东移的趋势。其中,内蒙古春季受沙尘暴灾害的人口有48.5万人,损坏房屋5.3万间,死亡牲畜1万多头(只),丢失牲畜1.5万头(只),近2万ha农作物受灾,直接经济损失约1亿元。

2001年沙尘天气开始早,2000年12月31日至2001年1月1日西北中东部、华北大部、黄淮一带就出现了沙尘天气,而后的1月11~12日、27~28日、30~31日以及2月14日和28日又先后出现不同范围的沙尘天气过程。进入春季后,沙尘天气更加频繁,3月至5月16日期间又先后出现了18次沙尘天气过程,其中3月4~6日、21~22日、23~24日,4月5~8日、8~10日、28~30日,5月2~3日等7次过程强度较大,影响范围较广。本年长江中下游沿江、四川盆地中北部至西藏中西部一带以北地区基本上都出现过沙尘天气,其中黑龙江、吉林两省西部的部分地区还出现了往年罕见的强沙尘暴,江汉平原、淮河流域及陕南、甘南等地的部分地区出现了扬沙;4月上旬大范围强沙尘天气过程的浮尘不仅向南飘到台湾,而且经过朝鲜半岛、日本,直到北美洲的西海岸。沙尘暴的多发中心有3个,分别位于南疆盆地西南部(5~13天)、内蒙古西部(6~13天)、内蒙古中部(7~25天);沙尘暴日数不仅比2000年明显偏多,而且多发中心东移趋势更趋明显。其中,3月5日宁夏平罗县遭受沙尘暴袭击,有160 ha小麦被沙土埋压,230座大棚和560座小拱棚受损,直接经济损失240万元。

2002年3~4月,也先后于3月1~2日、15~17日、18~22日、24~25日、28~30日、30~31日,4月1~2日、5~8日、11日、13~17日、19~20日、21~24日等出现了沙尘天气过程。其中,3月15~17日、18~22日、24~25日、28~30日,4月5~8日、13~17日、21~24日等沙尘天气较强,影响范围较广;3月18~22日的强沙尘暴天气过程不仅影响我国大部地区,还影响到朝鲜半岛、日本、甚至更远的地

区。初步统计，2002 年春季沙尘天气仍是继续向东发生的趋势，主要多发区位于内蒙古中部一带。内蒙古锡林郭勒盟受这几次沙尘暴影响，死亡 4 人，丢失或死亡牲畜 3 万头（只），损坏棚圈 5 400 处，网围栏倒塌 50 万延米，损坏房屋 1.2 万间，1.6 万多眼人畜饮水井被风沙掩埋。

3 近 3 年沙尘天气较频繁的原因初步分析

沙尘（包括沙尘暴、扬沙、浮尘）是由大风造成能见度恶劣的天气现象，尽管其产生原因十分复杂，但很多学者研究表明，沙尘发生需有 3 个必要条件：一是足够强劲的风力；二是低层要处于垂直不稳定状态；三是大风经过的区域内地表植被稀疏，土质干燥疏松，存在着丰富的沙尘源。下面就有关情况作一简要分析。

3.1 干暖的气候背景

我国北方地区自 1997 年少雨大旱之后，1999~2001 年又连续 3 年持续少雨，其中华北、东北大部、黄淮东北部及西北部分地区 3 年的年平均降水量比常年偏少 2~3 成，部分地区偏少达 4~5 成，降水量已降至近几十年来的最小值（图 2）。年降雨量 200 mm 等雨量线在中部和东部一带已向东、向南扩展了 50~150 km，位于内蒙古的新巴尔虎左旗、东乌珠穆沁旗、锡林浩特、苏尼特右旗、杭锦旗、宁夏吴忠至甘肃永登一线；400 mm 等雨量线位于内蒙古根河、黑龙江嫩江、肇东、吉林农安、辽宁新民、建昌、河北隆化、霸州、黄骅、定州、山西榆社、侯马、陕西子长、甘肃环县、渭源、临夏一线，也向东、向南扩展了 200~300 km。一些地区 3 年中只有常年 2 年的降水量（见表 1）。

表 1 1999~2001 年北方地区部分测站降水量 mm

地名	年降水量				1999~2001 年总降水量偏少
	1999 年	2000 年	2001 年	常年	
北京	280	410	346	578	698
保定	268	242	326	542	790
沧州	214	503	397	612	722
河曲	229	225	329	424	489
介休	289	301	430	497	471
呼和浩特	287	317	301	402	301
二连浩特	99	106	44	140	171
锡林浩特	214	199	168	276	247
东胜	261	182	328	406	447
新巴尔虎右旗	180	126	113	252	337
通辽	311	272	240	372	293
大连	260	419	491	632	726
阜新	322	335	365	507	499
通榆	210	322	271	407	418
大庆	367	271	257	420	365
固原	326	406	395	468	277
酒泉	56	93	67	89	51
七角井	17	25	14	37	55
莎车	16	16	48	47	61

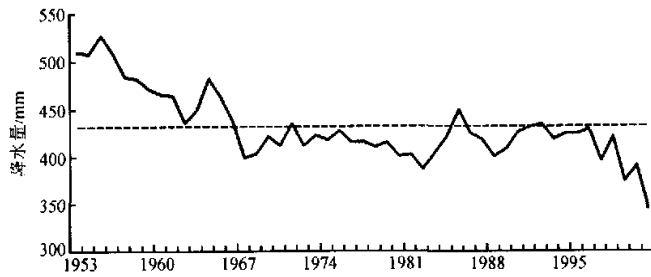


图2 中国北方地区3年滑动平均降水量变化曲线

与此同时,在全球气候趋暖的大背景下,北方大部分地区年平均气温持续偏高达 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ (图3),夏季 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的酷热天数明显偏多,加剧了土壤水分蒸发。持续的干暖气候,导致土壤含水率低,土质疏松干燥,一些地区3、4月间土壤表面干土层厚 $3\sim 10\text{ cm}$,局部地区达 $10\sim 25\text{ cm}$,同时还有利鼠虫滋生、蔓延,对草原植被危害严重。

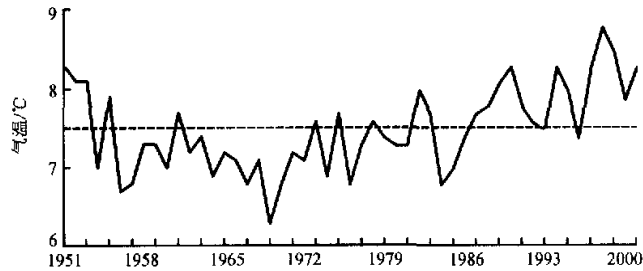


图3 北方地区历年平均气温变化曲线

3.2 频繁的冷空气和气旋活动

冷空气和气旋是北方地区春季产生大风的主要系统,其强大的风力是产生沙尘天气的“动力源”。2000年春季大多时段内,亚洲中高纬度地区上空维持着一支强劲的西北气流,在其引导下,地面冷空气不断影响我国;与此同时,在蒙古国到我国华北北部一带又不断有温带气旋生成并强烈发展,据中央气象台统计,2000年3~4月的温带气旋达13个(图4),比往年同期偏多近1倍。2001年春季影响我国北方地区的冷空气

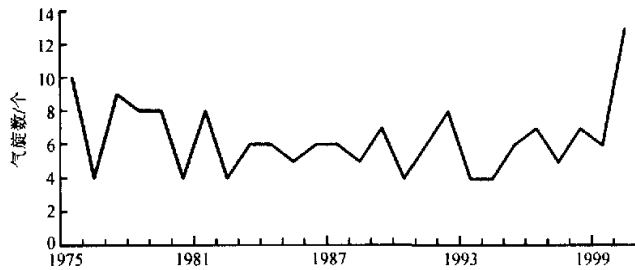


图4 蒙古国到华北一带历年3~4月出现的温带气旋个数变化

和气旋也异常频繁,该季 18 次沙尘天气中均有冷空气活动,其中 15 次有气旋活动。2002 年 3 月至 4 月,北方地区出现的 12 次沙尘天气过程中,也都有冷空气活动,其中 9 次有气旋活动。每一次的冷空气或气旋活动,都伴随 5~6 级、局部 8~9 级,山口地区达 10~11 级大风,这样大的风力都足以将地面干燥疏松的沙尘吹(卷)起,进入空中并随高空气流向东、向南输送到更远的地区。

3.3 春季升温迅速

尽管这 3 年的春季冷空气活动比较频繁,但温度仍比往年同期明显偏高(图 5),这可能是在全球趋暖的大背景下,持续干暖的下垫面使冷空气较快的变性有关。此外,由于植被覆盖度减少,裸露干燥的地表吸收太阳辐射后迅速升温,在中午前后容易在近地面层形成热力的不稳定状态,当与冷空气或气旋相伴的冷暖锋区附近强烈抬升的热力和动力共同作用时,极易将地面沙尘卷扬到空中。

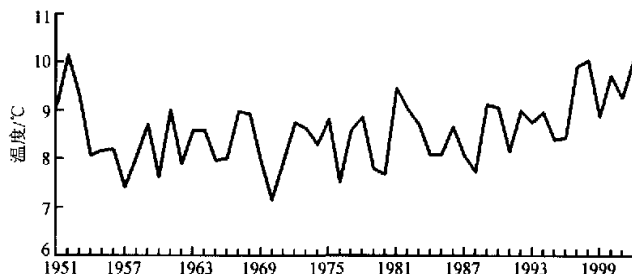


图 5 北方地区历年春季平均气温变化曲线

2.4 人类活动加剧了北方地区荒漠化的发展

近几十年来,随着人口数量的急剧增加和经济的不断发展,对自然资源的需求增加以及滥垦、滥牧(我国牧区家畜已由 20 世纪 50 年代的 2 900 万头(只)发展到 20 世纪末的上亿头(只),全国牲畜占有草地面积从上世纪 60 年代初每头牲畜占有 6.2 ha,下降到 90 年代末的不足 2 ha 左右¹⁾)、滥樵和对水资源的不合理利用等,使地表植被和土壤遭到破坏,风蚀作用增强,对半湿润、半干旱地区和干旱荒漠绿洲带荒漠化加速发展起到了推波助澜的作用。据统计,我国北方沙漠地区,20 世纪 50 年代末期到 70 年代中期前沙化平均扩展速度为 $1\,560\text{ km}^2\text{ a}^{-1}$,70 年代中期至 80 年代中期增至 $2\,100\text{ km}^2\text{ a}^{-1}$,到 90 年代中期已经达到 $2\,460\text{ km}^2\text{ a}^{-1}$ ^[3];1995~1999 年 5 年沙化净增 $17\,180\text{ km}^2$,年平均增加 $3\,436\text{ km}^2$ ²⁾,仍呈扩展之势。而根据监测,截止 1999 年,我国荒漠化土地 267.4 万 km^2 ,占国土面积的 27.9%,1995~1999 年 5 年净增荒漠化土地 5.2 万 km^2 ,年均增加 1.04 万 km^2 。荒漠化的持续发展,为沙尘天气提供了丰富的“沙尘源”。

从内蒙古自治区的情况来看,近 50 年来草地面积减少了 1 000 万 ha,家畜存栏数增加了 7 倍,每个绵羊单位占天然草原面积由 9.7 ha 降到了 1.1 ha。20 世纪 60~70 年

1) 卢欣石,中国草地荒漠化问题与出路,中国科协 2002 年减轻自然灾害研讨会论文汇编,2002,1.

2) 国家林业局,全国防沙治沙规划,2001,2.

代开垦草场 97.6 万 ha (每开垦 1 ha 草场引起周围 3 ha 草场沙化, 撂荒草场需要 15~20 年时间才能恢复到草原初始阶段)。其西部的阿拉善地区 1958 年以前还存活 113.3 万 ha 梭梭林, 现在已不足 66.7 万 ha¹⁾。由于牲畜头数大幅度增加, 草场严重超载过牧, 以及鼠虫灾害和人为乱垦乱挖, 难以休养生息, 在干暖的气候背景下, 荒漠化的治理赶不上发展势头。据卫星遥感监测, 从 1983 年到 1995 年, 自治区草场退化面积扩大了 1 倍, 共净增了 17.4 万 km²; 在内蒙古东部, 近 10 年中, 沙漠化令科尔沁沙地以每年 2.4% 的速度扩展^[4]。因此, 内蒙古自治区成为近年来沙尘天气的多发中心, 除了与不少沙尘天气源地的蒙古国相邻, 又是冷空气和气旋活动的必经之地和持续几年的干暖气候有关外, 严峻的荒漠化发展态势也起了十分重要的作用。

因此, 要减轻或避免沙尘天气带来的危害, 必须从消除气候干旱化和人类不合理活动以及整治荒漠化土地等方面入手。就当前人类自身能力和科学技术水平而言, 要消除百年以上甚至数年、数十年尺度荒漠化的气候因素, 还需要长期艰苦奋斗。但适当控制和消除人为荒漠化因素则是可以办到的。如果能将人类不合理活动减少到最低限度, 对已荒漠化土地积极治理, 增加植被覆盖度, 并积极加以保护, 进而改善小气候, 实现生态环境的良性循环, 切断或减少地面沙尘供应, 一定能减轻沙尘天气可能带来的危害。

4 今后几年北方地区沙尘天气发生的可能趋势

研究表明, 我国沙尘天气发生最频繁的时段在干冷的气候背景下; 近年在干暖气候背景下沙尘天气也呈频发的态势, 但就总体而言, 还在常年平均值以下 (图 1)。多个全球气候模式及区域模式和气候趋势分析^[(5)(1)(2)]表明, 未来几年我国北方地区降水虽有所增加, 但温度偏高, 水分蒸发量大, 以及工农业等发展需水量增加等, 干暖气候仍可能持续; 加之荒漠化发展局面在短期难以从根本上扭转; 因此, 今后几年我国沙尘天气可能仍将在干暖的气候背景下呈较为频发的趋势 (有一定的起伏变化), 但不会达到 20 世纪 50 年代至 70 年代发生的水平, 且多发中心仍可能位于内蒙古自治区中西部一带。

5 小结

(1) 近 3 年, 北方地区沙尘天气发生较频繁, 可能是气候干暖、频繁的冷空气和气旋活动以及荒漠化发展的结果。

(2) 未来几年北方地区沙尘天气仍将可能呈较为频发的趋势, 沙尘天气多发中心仍可能位于内蒙古中西部一带。

(3) 加强荒漠化土地治理, 增加植被覆盖度, 实现生态环境的良性循环, 以减轻沙尘天气可能带来的危害。

1) 张德仁、刘月巍, 从历史气候序列探讨未来 10~15 年我国降水趋势, 气候通讯, 2000 (2), 34~39.

2) 林学椿、唐国利, 中国近百年气温变化趋势, 气候通讯, 2000 (2), 29~33.

参 考 文 献

- 1 张德二, 我国历史时期以来降尘的天气气候初步分析, 中国科学 (专辑), 1984 (3), 278~288.
- 2 黄兆华, 我国西北地区历史时期的风沙尘暴, 中国沙尘暴研究, 方宗义等编, 北京: 气象出版社, 1997, 31~36.
- 3 邹旭恺, 王守荣, 陆均天, 气候异常对我国北方地区沙尘暴的影响及其对策, 地理学报, 2000, **55**, 169~175.
- 4 符淙斌, 温刚, 中国北方干旱化的几个问题, 气候与环境研究, 2002, **1**, 22~29.
- 5 赵宗慈, 高学杰, 气候变化预测, 中国西部环境演变评估, 第二卷, 中国西部环境变化的预测, 丁一江主编, 北京: 科学出版社, 2002, 16~45.

Analyses of the Causes for Frequent Dust Weather Occurred in China During the Last Three Years

Lu Juntian, Zou Xukai, Wang Jingui, and Ren Guoyu
(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract The properties of the dust weather occurred in the Northern China in the last three years were analyzed. It was concluded that the warm and arid climate, the frequencies of cold air and cyclone activities, and the desertification were the three main reasons why dust weather occurred frequently in the northern China in recent springs. The possible trend of the dust weather occurrence in the next few years was also discussed.

Key words: dust weather; temperature; precipitation; desertification