

文章编号 :1004-0366(2002)04-0019-05

白银市春季沙尘暴的初步研究

李 茜¹, 董安祥²

(1. 甘肃省白银市气象局, 甘肃 白银 730900 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 根据 1961 年~2000 年历史资料对甘肃省白银市沙尘暴的发生规律、产生机理以及影响天气系统进行研究,应用多项式回归分析法对白银市的沙尘暴进行分析,结果表明白银市沙尘暴的产生与大风、气温距平有一定的相关性。

关键词: 春季沙尘暴;气温距平;多项式回归分析法

中图分类号: P445⁺4 **文献标识码:** A

甘肃省白银市地处中国 3 阶梯地形的第 2 阶梯上,陇西黄土高原的北部边缘地区,属腾格里沙漠和祁连山余脉到黄土高原的过度地带,总的地貌是西北高、东南低,山地与宽谷平原共存。钱正安等^[1]的研究表明白银正处在以河西走廊为中心的西北地区沙尘暴频发带的东南角,对农业影响最大的灾害性天气之一就是大风和沙尘暴,尤其是春季大风、沙尘暴,不仅造成本地土壤严重失墒、农作物减产,而且危害人民的生命财产安全。

通过对白银市过去 40 a 历史资料统计,研究沙尘暴与大风、气温的对应关系,及影响天气系统和移动路径,为沙尘暴的早期预报和防范提供借鉴。

1 白银市沙尘暴分布特点

1.1 年际变化特点

应用白银市 4 个观测站点(白银、景泰、靖远、会宁)的历史资料统计,过去 40 年间白银市沙尘暴出现最为频繁的时段是 20 世纪 70 年代、60 年代次之(图略),其中 1973 年是峰值年,白银市 4 站累计出现了 80 次;自 80 年代开始则明显减少,90 年代最少,其中 90 年代中后期(1994~1999 年)没有出现,但 2000、2001 年又开始明显增多,相当于 90 年代的总和。不过从历史演变来看,2000 及 2001 年的沙尘暴出现日数尚处于平均状况,与 20 世纪 80 年代中后期相近,并未达到高峰期。虽然西北地区沙尘暴的周期多以 1023 a 周期为主,但是应用多项式对白银沙尘暴的历年分布进行回归分析可知,白银沙尘暴的周期振荡并不明显,周期变化大,这一点与西北大部分地区有很大区别。

1.2 月季变化特点

经过统计,白银市的沙尘暴一般是春季最多,冬季、夏季次之,秋季最少。沙尘暴在各月份均有出现,其中以 4 月发生的频率最高(25%),7 月最低。

2 春季沙尘暴与大风的关系

由于春季沙尘暴在白银的出现频率最高并且危害最多,以下就以白银站春季沙尘暴的出现规律及发生机理进行研究,希望能为今后的预报提供更多的经验和帮助.

董光荣等的研究结果表明^[2],我国沙化土地面积 20 世纪 50~60 年代中期开始平均每年扩展 1 560 km²,90 年代每年扩展达 2 460 km². 这意味我国地表植被整体在恶化,沙尘暴的物质源越来越丰富,发生次数理应呈增多趋势. 这与白银的实际情况并不吻合,甚至矛盾. 风的因素在这里可能起了主要作用. 为此我们统计了 1955~2000 年白银站春季大风的出现规律(图 1):70 年代大风

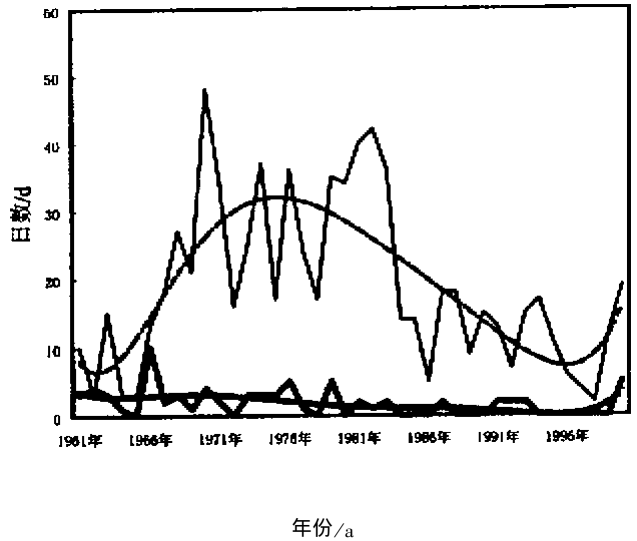


图 1 春季大风、沙尘暴出现日数及拟合曲线

——春季大风日数 ——春季沙尘暴日数
---多项式(春季大风日数)
---多项式(春季沙尘暴日数)

日数最多(达 710 d),80 年代次之,60 和 90 年代再次之,50 年代为最少,其分布曲线呈明显的 Ω 型,极大值出现在 1970 年,1982 年为次大值. 大风的曲线分布趋势虽然与沙尘暴的曲线分布比较相似,但两者的位相有明显的差异,并不完全吻合,而且振荡周期也不相同. 不过沙尘暴的高峰年通常与大风的高值年相对应,这与沙尘暴的发生原理相吻合. 从大风与沙尘暴的分布图可以推测,白银市春季沙尘暴的发生不仅与大风有关,还与其它因素有关系.

3 春季沙尘暴与降水的关系

3.1 春季沙尘暴与前期降水的关系

通过对白银市近 40 a 的秋季降水资料进行统计可知(图略),白银秋季降水基本呈小振幅震荡的趋势,周期在 20 a 左右,但在近 10 a 期间降水呈下降趋势,且振幅变小,历史上只在 1961、1978、1985 年这 3 年中出现最高值,历史最低值出现在 1972、1986 年,其规律与次年春季沙尘暴的出现规律不尽吻合:秋季降水最高值出现的次年既对应春季沙尘暴的次高值,也有未出现春季沙尘暴的情况;而春季沙尘暴出现高峰的前期降水通常属于正常年份. 这说明前期(秋季)降水与次年春季是否出现沙尘暴的相关性并不很大.

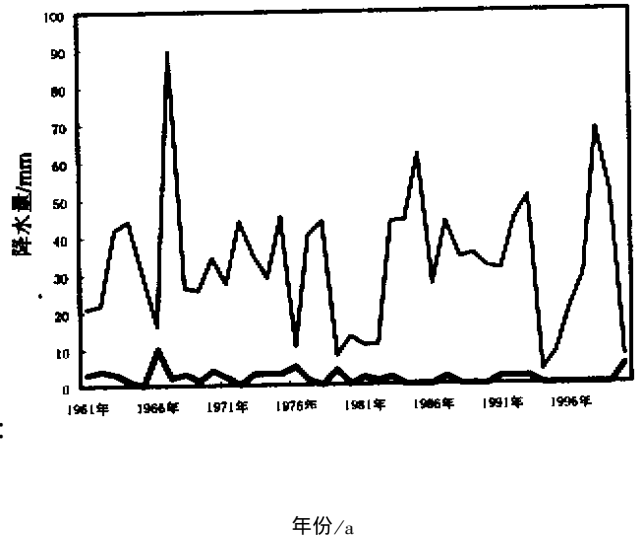


图 2 春季沙尘暴与冬季气温距平的曲线分布

——冬季气温距平 ——春季沙尘暴日数
---多项式(冬季气温距平)
---多项式(春季沙尘暴日数)

3.2 春季沙尘暴与同期降水的关系

由图 2 可以看出 ,白银近 40 a 春季降水的震荡幅度逐渐减小 ,前 20 a 间 ,春季降水的年度变化较大 ,后 20 a 中的大部分年份春季降水变化趋于平稳 ,只在 1994 年和 2000 年中达到最低值 .降水与沙尘暴的曲线分布特点不尽相同 ,但其中春季沙尘暴的高峰期与春季降水的低谷对应得很好 .这说明春季降水明显减小会造成土壤墒情差、干土层厚 ,使沙尘暴的本地沙源更加丰富 ,在一定强度大风的促动下就更容易发生沙尘暴 .

4 春季沙尘暴与气温的关系

4.1 春季沙尘暴与春季气温的关系

由变化曲线 (图略)可知 ,白银市春季沙尘暴的变化曲线与年度变化曲线相似 ,均是从 20 世纪 60 年代中期开始逐渐下降 ,至 90 年代中期达到最低点 ,2000 年才开始明显上升 .将春季沙尘暴与同期春季平均气温距平相比较 ,如图 3 所示 .春季平均气温距平在 20 世纪 90 年代以前呈明显的震荡趋势 ,其最低值出现在 1970 年 ;自 1991 年后的 10 a 间春季气温转为正距平时期 ,并呈明显上扬趋势 ,直至 90 年代后期达到历史最高峰 ,最高值在 1997 年 .由图中的两条分布曲线可以看出 :沙尘暴的高值年往往与同期平均气温距平负值一侧的拐点相对应 ,因此春季沙尘暴发生明显的年份大部分对应着春季气温负距平年 ,但其中也有相反的情况 ;而 20 世纪 90 年代以后白银的春季气温距平转为正距平时期呈明显上扬 ,同期沙尘暴则明显减少降至历史最低时期 .因此 ,白银春季沙尘暴明显发生的时期通常是在春季气温偏低时期 ,这进一步说明白银春季气温偏低、冷空气活动频繁则沙尘暴的发生概率就比较大 ,该特点虽然与钱正安等^[3]对河西走廊的沙尘暴研究略有出入 ,但可以作为今后实际预报的一个着眼点 .从图中的多项式模拟和曲线还可以看出 ,沙尘暴明显减少的时段与气温的上升时段相对应 .这一点与春季沙尘暴的发生原理相适应 .但沙尘暴明显增加的时段与春季气温距平的下降时段并不能完全对应 .

4.2 春季沙尘暴与冬季气温的关系

由于春季沙尘暴的发生不仅与同期气温、降水等因素有关 ,还受前期一些气候要素的影响 ,将过去 40 a 间白银站的春季沙尘暴与前期 (12 月 2 月)平均气温距平做对比 ,如图 3 所示 .

冬季平均气温距平在 20 世纪 60 年代中期达到最低点后基本呈缓慢上升 ,80 年代中期转为正距平为主的时期 ,90 年代中后期以后上升幅度明显加大 ,而春季沙尘暴明显出现时期基本与冬季平均气温负距平期相对应 ,并随着冬季平均气温负距平的减少而呈减少趋势 .1986 年后的 15 a 间 ,冬季平均气温距平基本转为正距平时期 ,春季沙尘暴则开

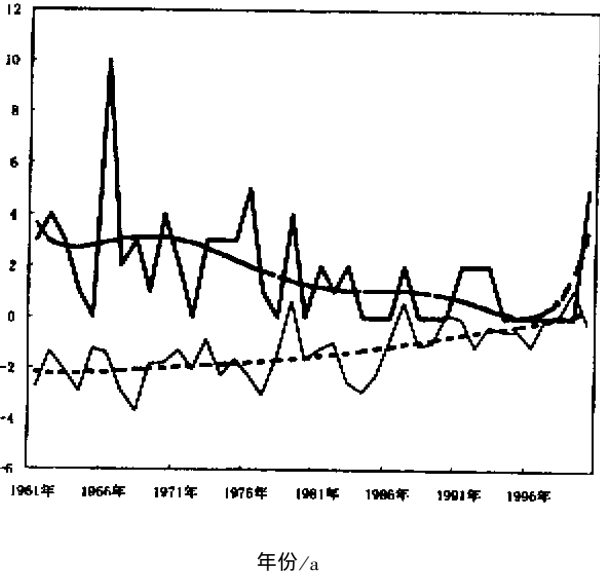


图 3 春季沙尘暴与冬季气温距平的曲线分布
——冬季气温距平 ——春季沙尘暴日数
---多项式 (冬季气温距平)
-·-多项式 (春季沙尘暴日数)

始转为低值期。这说明白银春季沙尘暴的出现与前一年冬季平均气温有很大的关系:冬季平均气温为负距平时,气温偏低,冷空气活动频繁,来年春季沙尘暴的出现日数就明显增多,如1962、1966、1976、1981~1984年;冬季平均气温为正距平时,冷空气势力较弱,春季沙尘暴的发生就不显著,如1978、1985~1986、1994~1998年。这一特点与沙尘暴的发生机理相吻合。但2000年度开始沙尘暴日数明显增加,却与冬季正气温距平对应,则可能与前一年冬季气温过于偏高造成地表土壤失墒严重、干土层过厚有关,具体原因有待进一步研究。

5 沙尘暴的影响天气系统与移动路径

5.1 大气形势特征

有关沙尘暴的影响天气系统和移动路径的研究已有很多,但通常仅限于几次强沙尘暴过程。本文通过近20 a白银实际出现的沙尘暴个例,总结出具有共性的天气形势特征。造成白银市沙尘暴的主要天气系统,高空为西伯利亚冷槽、西风急流,地面主要是西伯利亚——蒙古冷高压及其前部冷锋。

5.2 沙尘暴的移动路径

通过对近20 a大气环流形势的分析、研究,能造成白银出现沙尘暴的冷空气移动路径主要有以下3条:

西北偏北路径 沙尘暴发生前24 h,500 hPa北欧有高压脊发展,此后该高压脊向东扩展至乌拉尔山,同时中亚的里海、咸海也有脊发展,两脊迭加并加强,高压脊前冷槽南压至蒙古高原到新疆北部,冷槽附近从阿尔泰山到河西走廊形成一支强偏西风高空急流,它随冷槽东移发展不断增强,所经之地易造成沙尘暴。地面影响系统一般为新西伯利亚较强冷高压,其中心多位于巴尔喀什湖附近,中心值在1 020~1 040 hPa之间。贝加尔湖以东也有较强高压存在,此两高之间,低压中心多位于贝加尔湖南部。冷锋起始时位于蒙古高原西部至天山,随后随系统东移,冷锋前后均存在较大正负3 h变压,这进一步增强了气压梯度,为产生沙尘暴提供了动力条件。过程发展中,新西伯利亚高压与东北北部高压贯通,贝加尔湖南部低压区南压,地面冷锋进入河西走廊。沙尘暴沿河西走廊向南延伸,直至白银,通常强度较强且影响范围较大。典型个例日期是1993年5月5日~6日。

西北路径 沙尘暴开始前24 h,500 hPa高空乌拉尔山中部到咸海多为高压脊,脊前西伯利亚有大片正变高区,最高达+19位势什米。冷槽位于蒙古高原西部到巴尔喀什湖附近,蒙古高原到巴尔喀什湖为大片负变高区,正负变高的连线成西北东南走向,此后脊前偏北风加强,使得巴尔喀什湖冷槽迅速南压到新疆后东移,造成大风沙尘暴天气。地面影响系统偏南,主要以新西伯利亚至贝加尔湖的强冷高压为主,中心强度在1 045 hPa以上。地面冷锋多位于内蒙古至柴达木盆地,冷锋后有较大的正3 h变压差,冷锋前负3 h变压不明显。沙尘暴发生范围在新疆、青海、甘肃三省,面积大,强度不等。典型个例日期是1991年5月5日~6日。

北方路径 此类沙尘暴发生前期,500 hPa欧亚高空多移动性槽脊,过程开始前24 h,高脊在西伯利亚开始发展,脊前冷槽位于贝加尔湖或蒙古,高空偏西急流位于河套北部,此后快速东移到华北,地面大风区与高空急流有较好的对应关系。沙尘暴发生前期,西北地区地面增温明显。沙尘暴发生时,贝加尔湖西部至新西伯利亚有强冷高压,其中心位置一般位于蒙古高原西北部,中心气压值在1 030~1 045 hPa间。贝加尔湖东部到河套北部存在低压中心,此低值区一般由中西伯利亚低压向南发展而成。地面冷锋一般位于低压中心到河套西北部,冷锋前

后均有较大的正、负 3 h 变压中心。此路径下的沙尘暴多位于内蒙古西北部、宁夏、甘肃中部(包括白银)一带,但强度较弱。典型个例日期是 1992 年 4 月 28 日~29 日。

6 初步结果

(1) 白银春季沙尘暴多发生在降水偏少的年份,它与同期降水量有关,与前期(秋季)降水相关性不大。

(2) 白银春季沙尘暴的产生不仅与春季大风有关,而且与平均气温距平相关:①春季沙尘暴发生明显的年份大部分对应着春季气温负距平年,但其中也有相反的情况;②冬季平均气温距平为负时,次年春季沙尘暴处在高峰期;冬季平均气温距平为正时,次年春季沙尘暴处于低谷期。

(3) 白银春季沙尘暴的产生主要受高空西伯利亚冷槽或高空西风急流等天气系统控制,并受地面冷高压及其前部的气压梯度影响。地面强冷锋过境是强沙尘暴的触发机制。冷空气移动路径主要有 3 条。

参考文献:

[1] 钱正安,贺慧霞.我国西北沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征[A].方宗义编.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997.1-10. .
[2] 董光荣,吴波,慈龙俊等.我国荒漠化现状、成因与防治对策[J].中国沙漠,1999,19(4) 318-332.
[3] 许宝玉,钱正安.西北地区 5 次沙尘暴前期大气形势和要素场的综合分析和预报[A].中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997.44-51.

A PRELIMINARY STUDY OF SPRING DUST STORM IN BAIYIN

LI Qian¹, DONG An-xiang²

(1. Baiyin Meteorological Bureau, Baiyin 730900 China ;

2. Lanzhou Arid Meteorological Institute, Chinese Meteorological Bureau Lanzhou, 730020 China)

Abstract : The observational data in Baiyin from January 1961 to December 2000 are used to study the law of occurrence and its mechanism of Spring Dust Storm in Baiyin , together with the weather systems. All these are analyzed by means of polynomial regression. The result shows that the Spring Dust Storm in Baiyin is related to winds and the average anomalous temperature.

Key words : dust storm ; the average anomalous temperature ; polynomial regresslon

作者简介:

李茜(1967-)女,甘肃省白银市人,1989年毕业于南京大学大气科学系,工程师、天气预报员。
董安祥(1944-)男,江苏省南京市人,1966年毕业于南京气象学院气象系,现任研究员,从事气候分析和研究工作。