

我国北方沙尘暴变化趋势的分析*

杨东贞 房秀梅 李兴生

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

通过对气象资料、生态环境、典型沙尘暴天气过程的沙尘气溶胶物理化学特征、沙尘暴移动的空气质点轨迹及其它有关因素的分析, 讨论了我国北方沙尘暴多发地区张掖、永昌、民勤、中卫和北京的沙尘暴发生趋势, 初步得出自 50 年代至 1992 年, 上述地区沙尘暴发生次数呈减少、强度呈减弱趋势, 这可能与下垫面生态环境的改善有关。

关键词: 沙尘暴 变化趋势 生态环境

引 言

我国三北大部分地区因气候极其干燥、少雨, 植被难以生长, 下垫面多为裸露, 加之长期风蚀作用, 使该地区呈现为戈壁和沙漠景观。著名的四大沙地(呼伦贝尔沙地, 科尔沁沙地, 毛乌素沙地和浑善达克沙地)、八大沙漠(库布提、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林、柴达木、古尔班通古特、库姆塔和世界上第二大沙漠——塔克拉玛干沙漠)及拥有世界上最丰厚的黄土层的黄土高原均分布在三北地区, 约占三北地区总面积的 40.5%^[1]。如此浩瀚的沙漠、戈壁和黄土高原对该地区春季沙尘暴的发生提供了极为丰富的物质源。沙尘暴是该地区引人关注的灾害性天气之一。本文利用气象资料和典型沙尘暴个例对沙尘暴多发区民勤、张掖、永昌、中卫和北京的沙尘暴发生趋势及其原因进行分析和讨论, 所得结果为制定沙尘暴的防治对策及协调周边关系提供了科学依据。

1 资料来源和处理

本文所统计的沙尘暴是根据我国的气象观测规范所定义的, 即沙尘暴系指由于强风将地面大量沙尘吹起, 使空气很混浊, 水平能见度小于 1.0 千米的天气现象^[2]。

沙尘暴及有关的气象资料取自中国西北对沙尘暴敏感地区的气象站, 如位于腾格里沙漠边缘的民勤(38°38'N, 103°05'E), 河西走廊的张掖(38°56'N, 100°26'E)、永昌(38°14'N, 101°58'E), 贺兰山脉南端的中卫(37°32'N, 105°11'E)和与沙漠相隔千里之遥的北

* 由中国气象局科教司《八五》重点课题“温室气体研究”资助。
1996-10-30 收到, 1997-06-28 收到再改稿。

京(39°56'N, 116°17'E). 统计的项目包括沙尘暴发生的次数、风、气温、降水、日照时数、蒸发量和相对湿度等, 资料的年代为 50 年代至 1992 年.

关于气溶胶化学特性和沙尘暴移动的空气质点轨迹的资料, 由于条件的限制, 只有 1988 年以来的典型沙尘暴天气过程资料. 生态环境资料取自 1993 年 5 月 5 日特大沙尘暴考察报告、第一次全国沙尘暴会议材料及有关的文献.

2 结果和分析

2.1 沙尘暴发生次数的年分布特征

图 1 为张掖、永昌、民勤、中卫和北京沙尘暴累年各月平均次数. 由图可知, 3、4 和 5 月各站沙尘暴发生次数偏高, 尤其以 4 月份沙尘暴发生次数为全年最高. 5 月以后沙尘

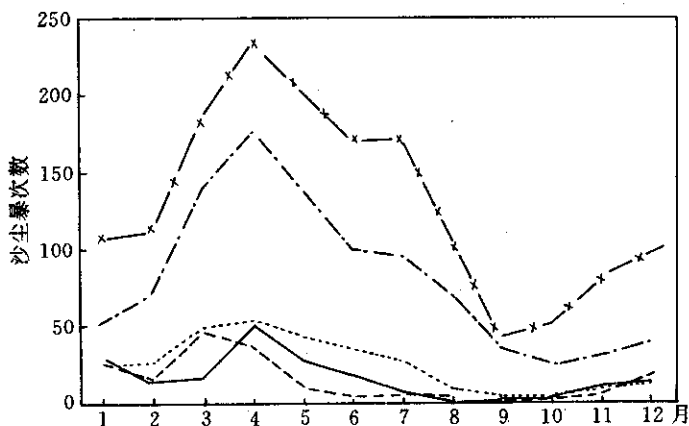


图 1 沙尘暴发生次数的年变化曲线

(—·—·—张掖 —永昌 —x—民勤 ····中卫 —北京)

暴发生次数急剧下降, 9 月和 10 月为最低. 春季沙尘暴发生频率高除了与该地区一年之中以春季风速为最大有关外, 还与此时地面开冻融化、气温上升、降水极少, 使得裸露的沙土结构逐渐变得松散, 一旦有较强的天气系统活动就很容易产生沙尘暴有关. 夏季雨水相应增多, 风力减弱, 下垫面植被覆盖率增高, 沙尘暴发生的机率也随之减小. 秋季沙尘暴发生频率为全年最低. 冬季地面冻结, 一般来说大风难以将冻结成块的沙土吹离地面而形成沙尘暴天气过程, 因此冬季沙尘暴发生的次数也较少.

从图 1 还可看出上述各站沙尘暴发生的次数依次是民勤、张掖、中卫、永昌和北京. 这可能与它们所在的地理位置、地形有关. 民勤位于腾格里沙漠的边缘, 直接受沙漠的威胁, 显然更有利于沙尘暴的发生; 张掖和永昌同在河西走廊, 但张掖沙尘暴发生次数高于永昌, 这可能与张掖处于河西走廊的最窄处, 其地形狭管效应最强有关; 中卫位于宁夏回族自治区贺兰山脉的南端, 恰是风口处, 自西而来的锋面在移动过程中虽然会有所减弱, 但贺兰山脉的风口作用又大大加强了风力, 使得中卫沙尘暴发生次数多于永昌. 北京比上述各站地理位置更偏东, 更远离沙漠区, 但位于北京北部一带的沙地所产生的沙

尘暴常常影响到北京,西北地区发生的强沙尘暴也经常侵入.因此总的看来,北京沙尘暴的发生次数与永昌相当.

2.2 沙尘暴发生次数的变化趋势

图2给出张掖、永昌、中卫和民勤从50年代起至1992年的历年沙尘暴发生次数.由图可知,这4个站沙尘暴发生趋势总的来说自50年代起至1992年是下降的.其中张

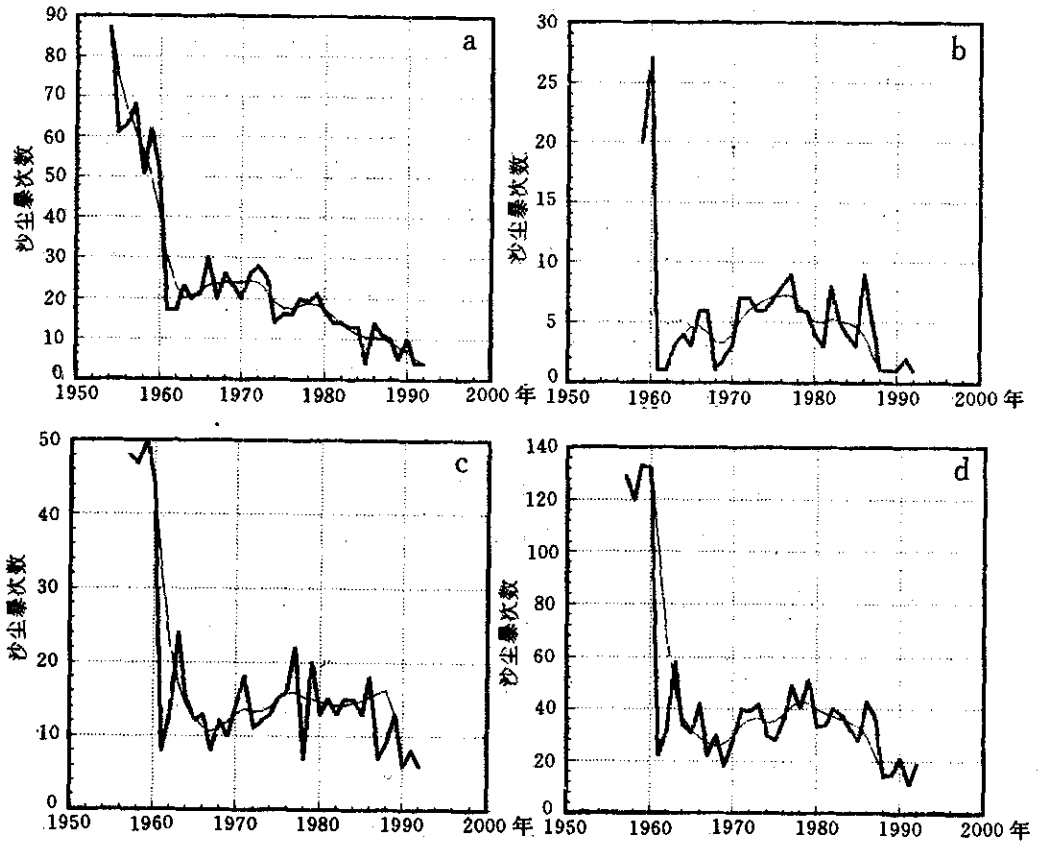


图2 沙尘暴发生次数的历年变化曲线 (a) 张掖(1954~1992年) (b) 永昌(1959~1992年) (c) 中卫(1959~1992年) (d) 民勤(1957~1992年)

掖较其它各站的下降趋势更加明显;中卫和北京(图略)次之;民勤从50年代至70年代明显地呈下降趋势,但70年代至80年代有小幅度的上升,然后又缓慢下降;而永昌自60年代到80年代有所上升,但到80年代又呈下降趋势,但总的趋势是下降的.

沙尘暴发生次数随着年代的推移而呈减少的趋势,其强度也有所减弱.以每年沙尘暴发生次数最多的3、4、5月的沙尘暴强度计,以民勤为例,50年代平均每次沙尘暴持续时间是6.0 h,60年代为3.1 h,70和80年代分别为2.6 h和2.8 h,而1991~1993年期间每年平均为2.7 h(表略).其中以50年代至70年代沙尘暴强度减弱得最明显,到80年代略有增强,90年代初又略有减弱.

2.3 沙尘暴发生、演变及其原因分析

2.3.1 沙尘暴与降水的关系 图3为民勤站春季、秋季和年降水量的年际变化图。对照图2d沙尘暴历年发生次数可见，春季在70年代初期，沙尘暴发生的次数与当年降水量之间呈反相关，而此后又呈正相关，与年降水量、前一年秋季降水量之间的关系就更不确定了。张掖、中卫站也有类似的结果(图略)。由此看来，单一的降水因子很难控制沙尘暴的变化趋势。

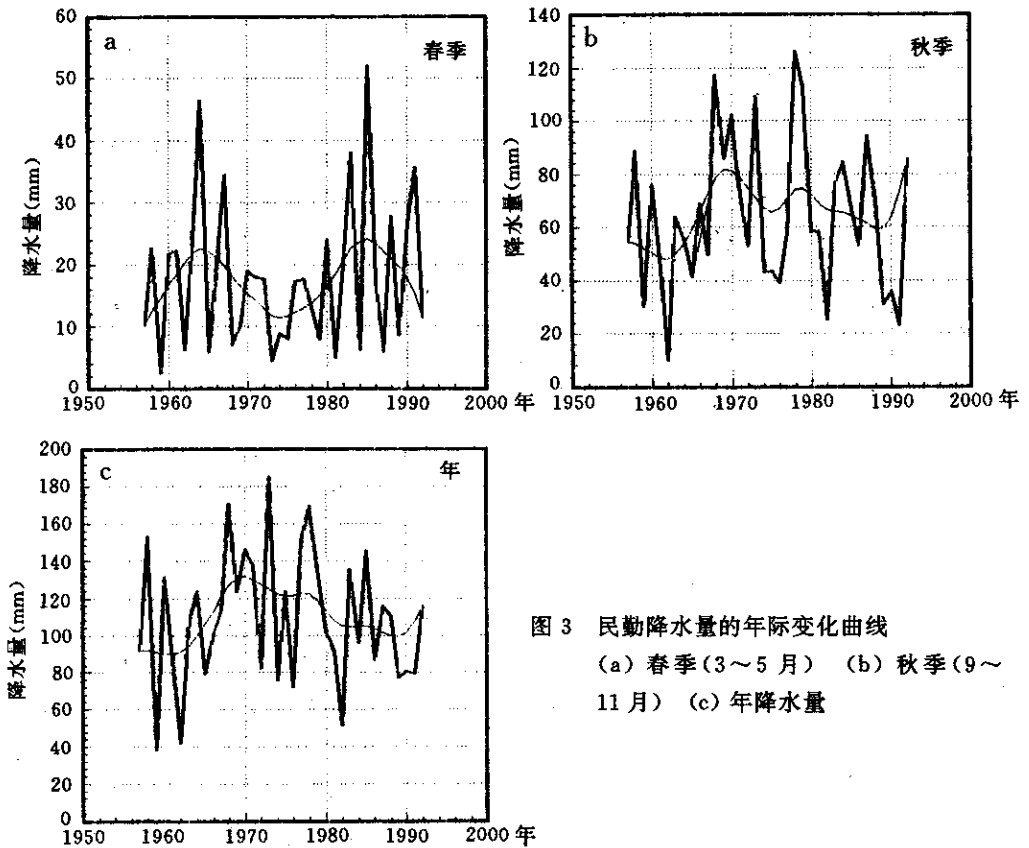


图3 民勤降水量的年际变化曲线
(a) 春季(3~5月) (b) 秋季(9~11月) (c) 年降水量

2.3.2 沙尘暴与温度、日照时数、相对湿度和蒸发量的关系 图4为张掖历年日照时数、相对湿度的变化曲线。对照图2a可知，张掖沙尘暴次数与日照时数及相对湿度之间没有确定的关系。地面温度和蒸发量对沙尘暴发生的作用见图5。比较图5a和图2c可见，中卫地面温度高的60年代，沙尘暴发生次数少，70年代期间随着地面温度的降低沙尘暴次数有所增多，此后直至1992年又随温度稳定升高而呈稳定地下降，两者似有反相关关系。这种关系与形成沙尘暴所需的温度条件不一致，与沙尘暴次数最多的3、4、5月的地面温度资料(图略)相比较，其结果是两者之间没有确定的关系。这表明了沙尘暴发生次数并不完全取决于地面温度上升与否。蒸发量对沙尘暴的影响(图5b)除了60年代初不确定外，此后两者变化趋势基本相似，即随着蒸发量的增大，沙尘暴发生次数也呈增加的趋势，然而两者的变化趋势并不完全吻合。

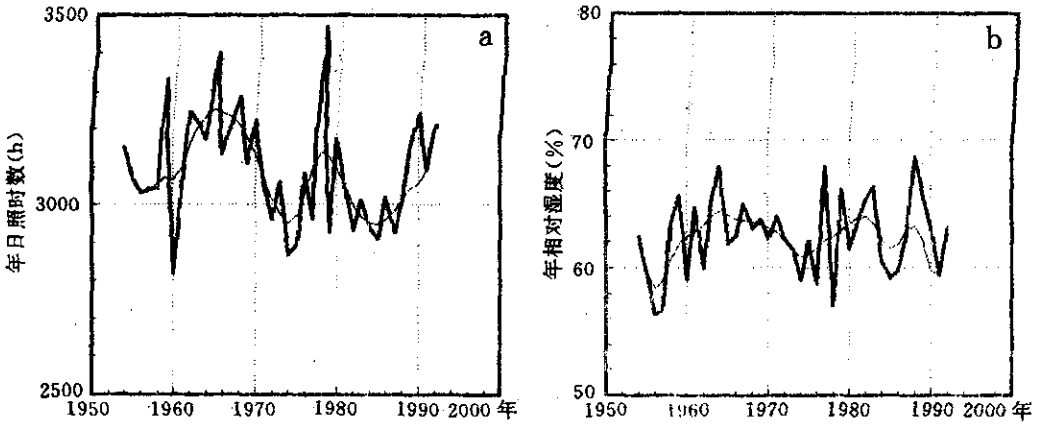


图4 张掖(a)日照时数(b)相对湿度的年际变化曲线

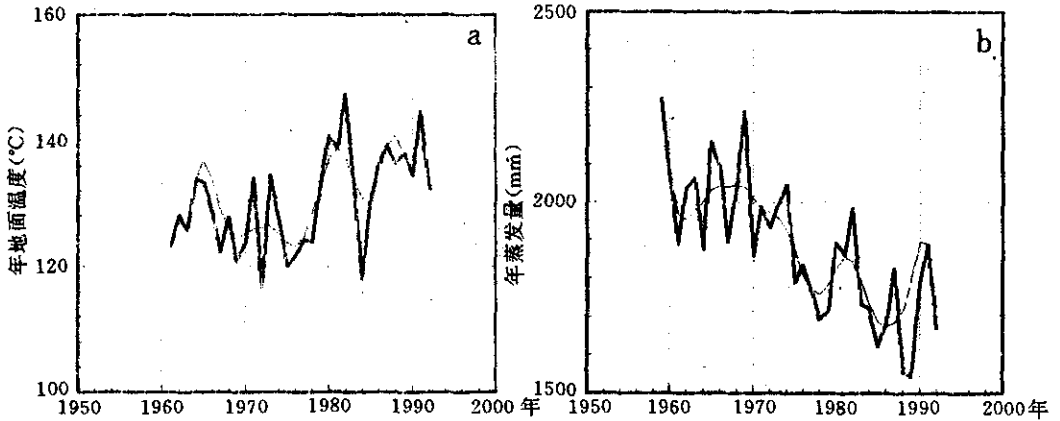


图5 中卫(a)地面温度(b)蒸发量的年际变化曲线

另外,我们还对1988~1993年的沙尘暴源地、移动路径^[3]和沙尘气溶胶的物理化学特征^[4, 5]等作了分析. 结果是各次沙尘暴所经过的路径及其源地并没有很大的差别, 沙尘气溶胶的化学成分及其浓度分布特征也没有发生变化, 所不同的只是各个源地对不同沙尘暴的贡献不同而已. 因此, 沙尘暴发生次数呈下降趋势与沙尘暴的移动路径、源地和沙尘气溶胶的物理化学特征并没有关系.

由此可见, 沙尘暴的形成是复杂的多因子综合作用的结果.

2.4 环境条件的分析

自1978年三北防护林体系建设以来, 森林和林木已开始产生生态、经济和社会效益. 部分农田实现了农田林网化, 部分牧场生态环境得到改善; 黄土高原一部分地区得到治理, 减轻了水土流失; 沙漠化治理也取得成效, 生态环境初步得到改善.

实测资料表明, 在农田防护林网内一般可减缓风速30%~40%, 相对湿度可提高5%~15%^[1]. 据甘肃省治沙所在民勤治沙站在1993年5月5日黑风暴后对林网内的166.7 hm²农田及林带边缘和空旷地带100 hm²农田的调查, 林网内外风速、地表风蚀、

受灾面积等差别很大(见表1)¹⁾。又如甘肃河西走廊张掖地区的高台、临泽和张掖县农田林网覆盖率达90%以上,而张掖至山丹一线林网建设较差,故在1993年5月5日黑风暴过程中高台、临泽、张掖和山丹县的风速有很大的差别,分别为21 m/s、21 m/s、17 m/s、和34 m/s¹⁾,农田林网建设较差的山丹风速最大,农田林网建设较好的张掖风速最小。又据张掖气

表1 民勤站林网内外要素值的对比¹⁾

	林带边缘和空旷地带 (100 hm ²)	林网内 (166.7 hm ²)	林外/林内
风速(m/s)	31.0	22.0	1.4
地表风蚀(cm)	5.0	0.1	50.0
受灾面积	50%	5%	10.0
刮坏地膜	40%	1%	40.0
打死瓜苗	35%	5%	7.0

象站的资料,1951~1965年的15年内,共发生干热风14次,其中强2次,中7次,弱5次。从70年代农田林网逐步建成以来,干热风次数减少,强度减弱。如1966~1980年的15年内,只出现干热风8次,其中中干热风4次,弱干热风4次,无强干热风²⁾。干热风发生期间林网内的气温比对照区要低2℃,相对湿度要高11.6%,风速减小53%²⁾。虽然干热风与沙尘暴的形成没有直接的关系,但环境的这些变化大大抑制了沙尘暴的形成。此外,还统计了相应年份沙尘暴发生次数,1954~1965年的12年内共发生536次,年平均44.7次;1966~1980年的15年内共发生322次,年平均为22.1次。沙尘暴发生次数大大减少,可见三北防护林建设、农田的林网化等措施使得三北地区环境得到一定的改善,也是沙尘暴发生频率呈下降趋势的原因之一。

3 结论与讨论

综上所述,初步认为文中所讨论的5个站沙尘暴发生次数总趋势自50年代至1992年是减少的,而且其强度也在减弱,主要原因之一是生态环境的改善对沙尘暴的发生起到抑制作用。然而,近几年来随着经济的不断发展,人为的不合理开发活动过剧,植被和地表结构受到严重破坏。如滥垦、过渡放牧、乱挖(据调查,挖一根甘草,破坏3~5m²的土壤¹⁾)、乱樵、工业污染严重及工农业快速发展,使得部分地区水资源分配利用不当,造成一些地区严重缺水,地下水资源超采,地下水位逐年迅速下降,大面积人工和天然植被出现枯梢和死亡等一系列人为活动造成的植被破坏、生态环境日益脆弱。如内蒙古阿拉善盟仅1993年就发生了两次(4月22日和5月5日)特大沙尘暴,又据中科院兰州沙漠所沙坡头试验站的观测数据,作为环境质量重要指标的大气降尘量,自1990年以来平均每年递增192.5%¹⁾。因此,为了进一步抑制和减弱沙尘暴的发生次数和强度,加速改善生态环境是根本措施之一。

参考文献

- 1 张佩昌,阎光锋,杨超编著.当代中国五大生态建设工程.北京:中国林业出版社,1993.

1) 林业部沙尘暴科学考察组.“5.5”沙尘暴考察资料.1993,6.

2) 张掖地区林业处.张掖地区防护林建设情况汇报.1993,5.

- 2 中国气象局编定. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 1979. 22.
- 3 杨东贞, 王超, 颜鹏, 等. 春季沙尘暴的发生源地及输送沉降的探讨. 见: 方宗义, 朱福康, 江吉喜, 钱正安编中国沙尘暴研究. 北京: 气象出版社, 1997. 1.
- 4 Yang Dongzhen, et al. A characteristic analysis of aerosols from sandstorms. *Annual Report* 1993~1994, 42~52.
- 5 杨东贞, 王超, 温玉璞, 等. 1990年春季两次沙尘暴特征分析. 应用气象学报, 1995, 6(1): 18~26.

ANALYSIS ON THE VARIATION TREND OF SANDSTORM IN NORTHERN CHINA

Yang Dongzhen Fang Xiumei Li Xingsheng

(*Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081*)

Abstract

By analyzing the historical meteorological data, ecological environment situation, physical and chemical characteristics of sandstorm aerosol in typical sandstorm process, air particle trajectory of moving sandstorm and other features, the occurring trends of sandstorm-frequent areas including Zhangye, Yongchang and Minqin of Gansu Province, Zhongwei of Ningxia Huiizu Autonomous Region, and Beijing are discussed. A preliminary conclusion is obtained that from the end of 1950's to 1992, the frequency of sandstorm occurring and their intensities in the areas mentioned above are decreased, which may be associated with the improvement of surface ecological environment situation.

Key words: Sandstorm Variation trend Ecological environment