

文章编号:1000-2022(2002)01-0118-06

## 影响北京地区的沙尘暴

刘晓春, 曾 燕, 邱新法, 缪启龙

(南京气象学院 环境科学系, 江苏 南京 210044)

**摘 要:**利用 1971—1996 年的地面气象月报和地面天气图资料,借助地理信息系统,逐次分析了影响北京地区沙尘暴天气过程的演变规律,确定了影响北京地区沙尘暴天气过程的移动路径和源地。结果表明:北京地区沙尘暴主要发生在春季和初夏,以 4 月为最多。根据沙尘暴的起源,可将影响北京的沙尘暴天气过程分为外源型和内源型两类。沙尘暴的移动路径主要包括北路和西路两条。外源型沙尘暴的入侵地点集中在:1)内蒙古乌兰察布盟和锡林郭勒盟西部的二连浩特市、阿巴嘎旗;2)哈密市以东至内蒙古阿拉善盟的中蒙边境。内源型沙尘暴的源地主要集中在腾格里沙漠及其周边地区。

**关键词:**沙尘暴;移动路径;源地

**中图分类号:**P445.4      **文献标识码:**A

沙尘暴是沙暴和尘暴两者兼有的总称<sup>[1]</sup>。当局部区域能见度大于等于 50 m 且小于 200 m 时,称为强沙尘暴;达到最大强度(瞬时最大风速大于等于  $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,能见度小于 50 m)时,称为特强沙尘暴<sup>[2]</sup>。

沙尘暴是一种重要的环境问题,是沙漠及沙漠化地区特有的一种自然灾害,是土地荒漠化程度的重要指标<sup>[1-2]</sup>。沙尘暴的形成必须具备 2 个条件,一是有足够强大而持续的风,把大量沙尘、土粒吹入空中;二是沙尘物质丰富、干燥松散、植被稀疏、地表裸露,即风沙土地带最易形成沙尘暴<sup>[3]</sup>。风沙土在我国分布很广,东起黑龙江,西至新疆 9 个省都有。此外在蒙古南部、内蒙古北部至西部人为干扰的戈壁滩都具有形成沙尘暴的条件,只要遇到适宜的气象条件均可发生这种灾害<sup>[4]</sup>。

据统计,每次强和特强沙尘暴都至少造成上亿元的直接经济损失。近年来,我国西北、华北等地不断出现沙尘暴,加剧了土地的沙漠化。此外,沙尘暴还产生严重的风蚀现象,是土地沙漠化最重要的因素之一<sup>[1]</sup>。2000 年入春以来,我国已经出现多次扬沙和沙尘暴天气,仅 4 月份,我国北方地区就出现了 18 个沙尘暴日,共计 8 次沙尘暴天气过程,北京地区也受到了不同程度的影响,引起各方面的热切关注。

国外对沙尘暴的研究起步较早。20 世纪 20 年代初 Hankin<sup>[5]</sup>首先对印度的“*Andhi*”型沙

收稿日期:2001-05-08;改回日期:2001-10-16

基金项目:国家重大基础研究发展规划项目 G1999043505

第一作者简介:刘晓春(1976-),女,四川简阳人,硕士生,主要研究方向为气候与环境。

尘暴的上升和下沉气流进行了研究。随后, Sutton<sup>[6]</sup>对“Haboob”型沙尘暴也进行了分析研究。之后, Idso 等<sup>[7]</sup>、Joseph 等<sup>[8]</sup>对沙尘暴的气候特征、沙尘暴与雷暴中湿度场差异, 沙尘暴的平均风速及其发生发展的地理区域和频数等作了多方面的研究。20 世纪 80 年代以来, Brazel 等<sup>[9]</sup>对 1965—1980 年发生在美国亚利桑那州沙尘暴的天气类型作了统计分析, 并将其划分为 4 种类型: 锋面型、雷暴和对流型、热带扰动型和上部低压或切断低压型。Jauregui<sup>[10]</sup>对墨西哥城沙尘暴的时空分布也进行了系统研究, 并指出 3 月份沙尘暴出现的频率最大。Ott 等<sup>[11]</sup>利用卫星和 GATE 资料对撒哈拉尘暴的爆发作过分析。

国内对沙尘暴的研究始于 20 世纪 70 年代, 徐国昌等<sup>[2]</sup>、高凤英等<sup>[12]</sup>、陈敏连等<sup>[13]</sup>、王式功等<sup>[14]</sup>、徐建芬等<sup>[15]</sup>、常兆丰等<sup>[16]</sup>先后对几次发生在我国西北地区典型特强沙尘暴个例做了分析研究。王式功等<sup>[3]</sup>、杨东贞等<sup>[17]</sup>对我国西北地区沙尘暴的时空分布特征做了分析; 付有智等<sup>[18]</sup>探讨了甘肃河西黑风暴的成因及其预报; 沙拉买提<sup>[19]</sup>分析了塔里木盆地及周边地区沙尘暴的历时分布特征。但上述对沙尘暴的研究, 大部分局限于个例、局域性分析, 缺乏全面、系统的研究。本文利用 1971—1996 年的地面气象月报和地面天气图资料, 借助地理信息系统, 逐次分析了影响北京地区沙尘暴天气过程的演变规律, 确定了影响北京地区的沙尘暴天气过程的移动路径和源地。

## 1 资料来源

本文所用逐日沙尘暴天气资料取自 1971—1996 年《中国地面气象记录月报》; 所统计的沙尘暴天气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 km 的天气现象。为了确定逐次沙尘暴的演变规律, 本文查阅了当年和 1971—1996 年逐日《地面天气图》。在沙尘暴源地分析过程中, 参考了《中国资源与环境数据库》(1:400 万) 中的部分数据。另外, 文中空间数据分析和图形生成均借助 Geo-Media 完成。

## 2 北京地区沙尘暴天气的时间分布特征

《中国地面气象记录月报》中包括全国各地地面气象站的逐日地面气象要素和天气现象资料。收集整理北京站逐日发生的沙尘暴天气, 1971—1996 年 26 a 间出现 23 个沙尘暴记录, 计 21 次沙尘暴天气过程。图 1 表明了历年北京沙尘暴发生次数的变化趋势。从图中趋势线可以看出, 从 1971 到 1996 年沙尘暴发生次数总体呈下降趋势, 除了 1983 年发生 3 次以外, 之后的

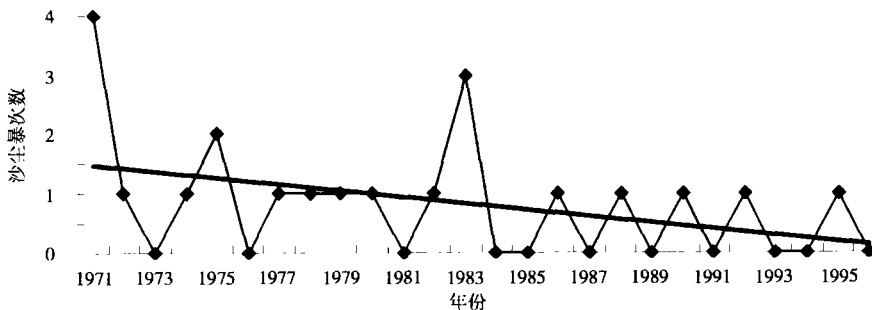


图 1 北京地区 1971—1996 年沙尘暴发生次数年际变化趋势

Fig. 1 Interannual variation of sand-dust storm records during 1971—1996 in Beijing

年份均为 1 次或不发生沙尘暴,1993、1994 年连续未发生沙尘暴,1995 年仅 1 次,1996 年也未发生沙尘暴。

统计北京 1971—1996 年各月沙尘暴记录情况(图 2)可知,一年中以 4 月份沙尘暴发生次数为全年最高,约占所有沙尘暴的 50%。5 月以后沙尘暴发生次数逐渐下降,8 月以后,不再有沙尘暴发生。北京地区春季和初夏沙尘暴发生频率高,除了与一年之中春风速较大有关外,还与此时气温上升、降水稀少,蒸发强烈,地表干燥,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。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。

为了更全面地了解北京地区的风沙天气,还进一步统计了 1979—1996 年北京地区的扬沙和浮尘天气(图 3)。由图可见,北京地区的扬沙和浮尘天气的时间分布特征与沙尘暴天气基本一致,只是冬季因受大风影响,扬沙和浮尘天气时有发生。

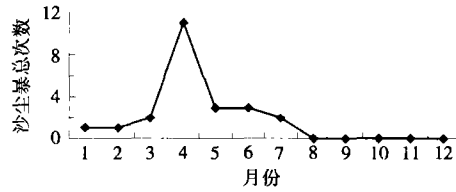


图 2 北京地区 1971—1996 年各月沙尘暴记录总次数变化曲线

Fig. 2 Monthly variation of sand-dust storm records during 1971—1996 in Beijing

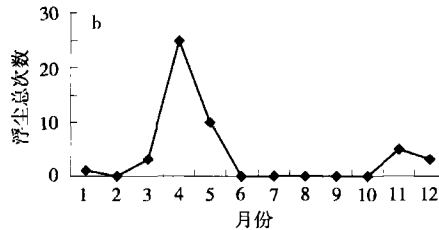
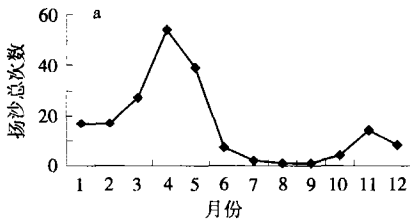


图 3 1979—1996 年北京地区扬沙(a)和浮尘(b)记录总次数的逐月变化

Fig. 3 Monthly variations of fly sand(a) and fly dust(b) records during 1979—1996 in Beijing

### 3 沙尘暴移动路径分析

《地面天气图》是本文查阅的另一重要资料,与《中国地面气象记录月报》相比,《地面天气图》中包含的我国气象台站相对较少,而且查阅也较困难。但它具有独特的优势:

(1)时间重复率高。逐日可提供两张地面天气图(08 时、14 时),这为研究天气现象的动态变化提供了极大的方便。

(2)包含邻近其他国家的有关气象信息。这有助于在更广的空间范围内研究沙尘暴天气现象的发生、发展、移动路径和演变趋势。

2000 年 4 月 7—9 日东亚地面天气图(图略)显示了影响我国内蒙和华北地区的一次沙尘暴天气的动态演变过程(北京为扬沙天气)。由此可知,影响北京地区的沙尘暴其起源与邻近其他国家有紧密联系,并不仅出现在我国西北沙漠地区。据此,本文按沙尘暴的起源不同,将影响北京地区的沙尘暴天气过程分为外源型沙尘暴和内源型沙尘暴两大类。进一步统计表明,影响北京地区的沙尘暴天气过程中,约有 80% 属于外源型沙尘暴。

查阅相应时期的《地面天气图》,并绘制影响北京的逐次沙尘暴天气过程动态演变图,确定其移动路径,发现影响北京地区的沙尘暴天气过程其移动路径主要包括两条:

(1)北路:内蒙古乌兰察布盟和锡林郭勒盟西部的二连浩特市、阿巴嘎旗→浑善达克沙地西部→张家口→北京。

(2)西路:哈密市以东至内蒙古阿拉善盟的中蒙边境→沿河西走廊→从贺兰山南、北两侧分别经毛乌素沙地和乌兰布和沙漠→呼和浩特市→张家口→北京。

图 4 是影响北京地区沙尘暴天气过程的移动路径示意图。多年统计结果表明,影响北京地区的沙尘暴天气过程中,北路沙尘暴与西路沙尘暴之比约为 2:1。由实时天气图提供的资料,2000 年 4 月份我国北方共出现 18 个沙尘暴日,按天气系统划分,有 8 次沙尘暴天气过程,其中,2—4 日、5—6 日、7—9 日及 24—25 日的过程均影响了北京,且冷空气入侵路径均为北路。

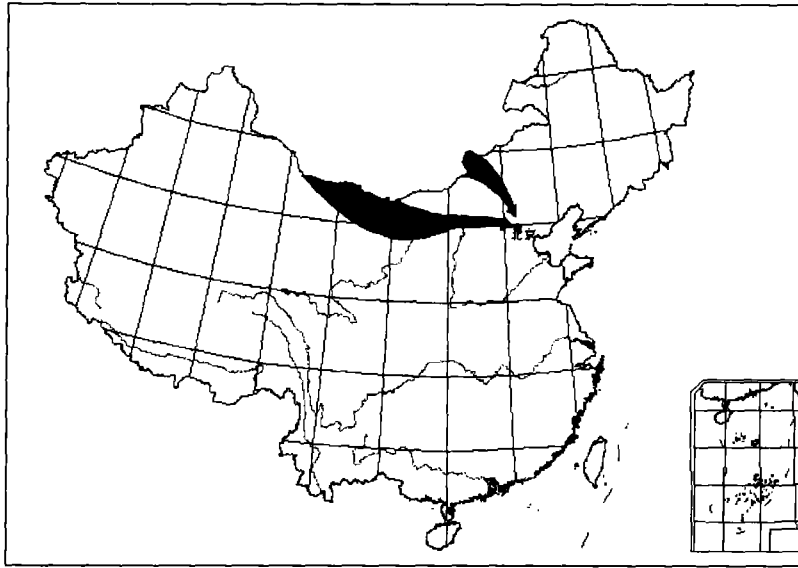


图 4 影响北京地区的沙尘暴移动路径示意

Fig. 4 Sketch of the movement routines of sand-dust storm which invades Beijing

#### 4 沙尘暴源地分析

沙尘暴源地的研究无疑对沙尘暴起源及其防治具有重大意义。本文认为:所谓的沙尘暴源地是指一次沙尘暴天气过程,第一天发生沙尘暴的所有地区中,处于最上风方向的地区。如上所述,影响北京地区的沙尘暴天气过程包括外源型沙尘暴和内源型沙尘暴二类。在此,对于外源型沙尘暴主要讨论其入侵我国的地区。图 5、图 6 表明了 1971—1996 年间影响北京地区的沙尘暴天气过程,外源型沙尘暴过程进入我国的入侵地点和内源型沙尘暴过程的源地,考虑到沙尘暴起源于沙漠和沙地,将各气象站所在行政区与我国沙漠及沙地分布图进行空间叠加,最终得到影响北京地区的沙尘暴过程的入侵地点和内源地空间分布图,图中颜色的深浅反映了各地成为沙尘暴源地次数的多寡。

从图中可以看出:影响北京地区的外源型沙尘暴过程其入侵地点集中在两个区域:一是内蒙古乌兰察布盟和锡林郭勒盟西部的二连浩特市、阿巴嘎旗;另一个是哈密市以东至内蒙古阿拉善盟的中蒙边境,分别沿北路和西路影响北京。内源型沙尘暴过程的起源地主要集中在巴丹吉林、腾格里沙漠及其周边地区,沿西路影响北京。有理由相信,只要这些地区的生态环境得到改善,就可以有效地抑制北京沙尘暴天气的发生。

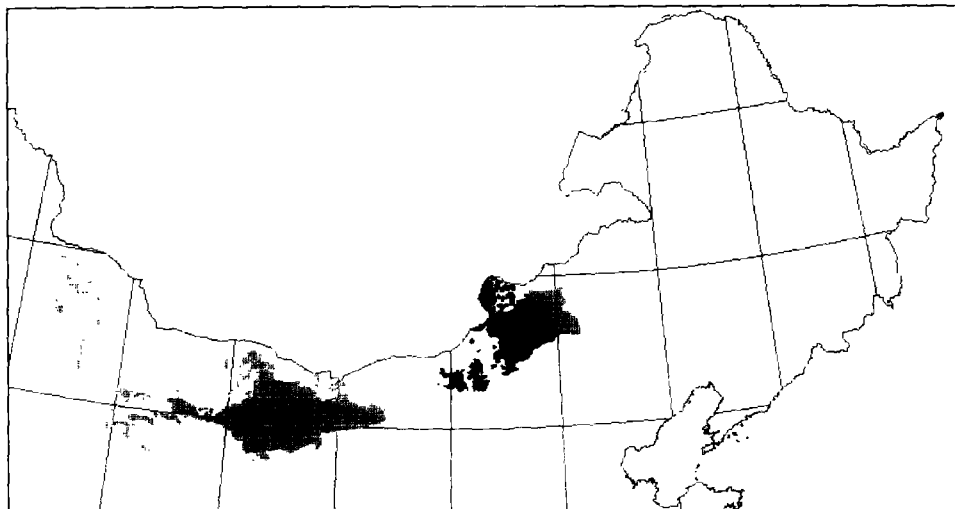


图 5 影响北京地区的外源型沙尘暴过程入侵地点空间分布

Fig. 5 Locations of the sources for external source sand-dust storm which invades Beijing

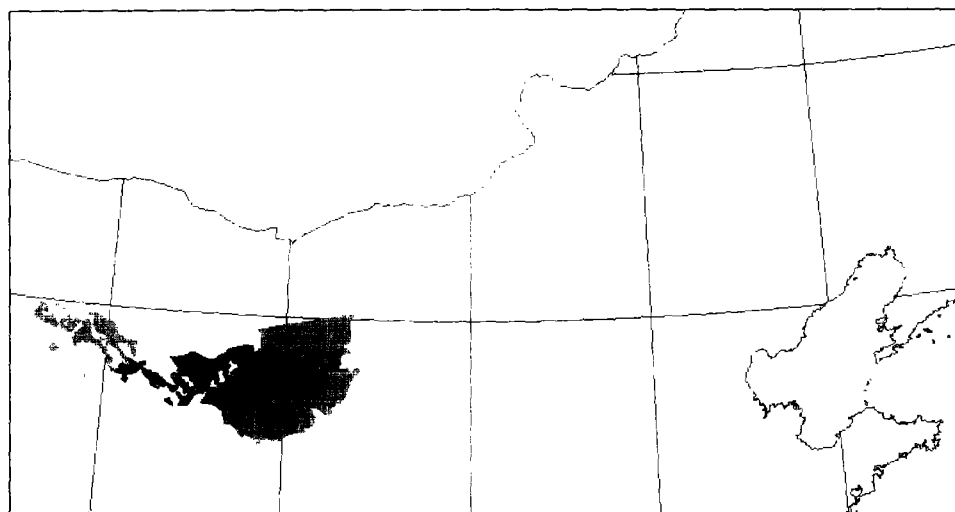


图 6 影响北京地区内源型沙尘暴过程发生源地空间分布

Fig. 6 Locations of the sources for internal source sand-dust storm which invades Beijing

## 5 结 语

(1) 北京地区春季和初夏沙尘暴发生频率高;其中,以 4 月为最高。

(2) 根据沙尘暴的起源,可将影响北京地区的沙尘暴天气过程分为外源型沙尘暴天气过程和内源型沙尘暴天气过程两大类;且以外源型沙尘暴为主。

(3) 影响北京地区的沙尘暴天气过程其移动路径主要包括北路和西路两条,北路沙尘暴影响较为频繁。

(4) 影响北京地区的外源型沙尘暴的入侵地点集中在两个区域:一是内蒙古乌兰察布盟和锡林郭勒盟西部的二连浩特市、阿巴嘎旗;另一个是哈密市以东至内蒙古阿拉善盟的中蒙边境。内源型沙尘暴的起源地主要集中在腾格里沙漠及其周边地区。

## 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): 1-7.
- [2] 徐国昌, 陈敏连, 吴国雄. 甘肃省“4·22”特大沙尘暴分析[J]. 气象学报, 1979, 37(4): 26-35.
- [3] 王式功, 董光荣, 杨德保, 等. 中国北方地区沙尘暴变化趋势初探[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(2): 86-94.
- [4] 全浩. 关于中国西北地区沙尘暴及其黄沙气溶胶高空传输路线的探讨[J]. 环境科学, 1993, 14(5): 60-64.
- [5] Hankin E H. On dust raising winds and descending currents, Part V [J]. India Met Memoirs, 1921, 22(1): 80-84.
- [6] Sutton L J, Haboobs [J]. Quart J R Met Soc, 1925, 51(2): 25-30.
- [7] Idso S B, Ingram R S, Pritchard J M. An American Haboob [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1972, 53(10): 930-935.
- [8] Joseph P V, Raipal D K, Deka S N. “Andhi” the convective dust storms of Northwest India [J]. Mausam, 1980, 31(3): 431-442.
- [9] Brazel A J, Nicking W C. The relationship of weather types to dust storm generation in Arizona [J]. Int J Climatol, 1986, 6(3): 255-275.
- [10] Jauregui E. The dust storms of Mexico City [J]. Int J Climatol, 1989, 9(2): 169-180.
- [11] Ott S T, Ott A. Analysis of a Trans-Atlantic Saharan dust outbreak based on satellite and GATE data [J]. Mon Wea Rev, 1991, 119(8): 1 832-1 850.
- [12] 高凤荣, 李云. 甘肃河西“5·19”黑风分析[J]. 甘肃气象, 1989, 7(1): 13-17.
- [13] 陈敏连, 郭清台, 徐建芬, 等. 黑风暴天气的研究和探讨[J]. 甘肃气象, 1993, 11(3): 16-27.
- [14] 王式功, 杨德保, 周玉素, 等. 我国西北地区“94·4”沙尘暴成因探讨[J]. 中国沙漠, 1995, 15(4): 332-338.
- [15] 徐建芬, 牛志敏, 陈伟民, 等. 我国西北地区4·5沙尘暴天气研究[J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 281-286.
- [16] 常兆丰, 刘虎俊, 纪永福. 河西走廊最近一次强沙尘暴的调查分析[J]. 中国沙漠, 1997, 17(4): 442-446.
- [17] 杨东贞, 房秀梅, 李兴生. 我国北方沙尘暴变化趋势的分析[J]. 应用气象学报, 1998, 9(3): 352-358.
- [18] 付有智, 刘坤训, 丁荣, 等. 甘肃河西黑风成因及预报[J]. 甘肃气象, 1993, 11(3): 40-42.
- [19] 沙拉提提. 塔里木盆地沙尘暴的历时分布特征[J]. 干旱区研究, 1996, 13(3): 21-27.

## Sand-Dust Storms Invading Beijing

LIU Xiao-chun, ZENG Yan, QIU Xin-fa, MIAO Qi-long

(Department of Environmental Sciences, NIM, Nanjing 210044, China)

**Abstract:** With the data published on Surface Meteorological Monthly Bulletin and Surface Chart during 1971—1996, the temporal variation of sand-dust storms invading Beijing is analyzed. Furthermore, the movement routines and source locations of sand-dust storms are determined in assistance with GIS. The results show: Sand-dust storms in Beijing occurred frequently in spring and early summer, especially in April. According to their source locations, the sand-dust storms are classified into two types, i. e. the internal and external-source sand-dust storm. For the external-source sand-dust storms, they always intrude Beijing from two major regions, one is the Wulanchabumeng, Erlianhaote and Abagaqi (western part of Xilinguolemeng) of Inner Mongolia, the another is the Sino-Mongolia boundary from eastern part of Hami, to Alashanmeng. The source locations of internal-source sand-dust storms are mainly in Tenggeli desert and its surrounding areas.

**Key words:** sand-dust storm; movement routine; source location