

刘景涛 郑明倩

(内蒙古自治区气象局, 呼和浩特 010051)

提 要

使用内蒙古中西部72个地面测站1957~1996年历史资料, 分析研究了该地区黑风暴的气候学特征, 包括黑风暴的地理分布、年代际变化、年际变化、年变化、旬变化、日变化等时间变化特征和强度变化; 讨论了形成上述变化特征的气候成因。得到如下结论: 内蒙古中西部是黑风暴的易发区和多发区, 最大中心位于内蒙古中部的朱日和; 黑风暴的时间变化特征显著; 强度有较大差异。

关键词: 黑风暴 气候学特征 成因分析

引 言

黑风暴(特强沙尘暴)是我国华北北部和西北地区一种猛烈的灾害性天气, 可造成房屋倒塌、电力中断、火灾、交通破坏、人畜伤亡等严重灾害, 并可造成表层土壤风蚀、沙化等, 严重破坏生态环境。近几年来, 特别是1993年5月5日黑风暴发生后, 引起了方方面面的关注, 西北各省、区和有关科学研究机构相继开展了对黑风暴的研究工作, 方宗义、朱福康等编辑出版了“中国沙尘暴研究”, 较系统地汇集了近几年来我国对沙尘暴的研究成果^[1]。但该书对我国华北北部地区黑风暴的研究甚少, 而该地区黑风暴发生频繁, 是易发区和多发区之一。本文使用位于华北北部的内蒙古中西部(约98~118°E)地区72个地面测站自建站以来到1996年逐年1—12月能见度和风资料对黑风暴进行气候学研究, 初步弄清了该地区黑风暴的气候学特征。

1 黑风暴的标准

黑风暴是强风扬起地面大量沙尘, 遮天蔽日, 能见度极度恶劣的特殊天气现象(特强

沙尘暴)。在研究和业务预报中, 如何恰当地确定黑风暴的天气标准, 是一个重要课题。我们使用内蒙古中西部共72个地面台站建站以来到1996年12月, 能见度为0~2级的日期及该日最小能见度出现时间, 当天定时和瞬间最大风向风速和天气现象记要等地面观测资料。72个台站建站时间大多数为50年代中后期, 也就是说资料年代长度为40年左右, 具有一定代表性。从上述资料中选出至少有一站能见度为0级时各站该日最小能见度及定时最大风向风速, 填写在内蒙古区域气候分析图上, 作为确定黑风暴标准的基本资料。分析这些基本资料发现, 同一天各站0~2级能见度出现站数, 即黑风暴的强度有三种情况: 一是只有一个站能见度为0级; 二是一个站能见度为0级, 有一个或以上站能见度为1级或2级; 三是有一个以上站能见度为0级和多个站能见度为1级或2级。我们把第一种情况定义为局地性黑风暴, 而把第二、三种情况定义为区域性黑风暴, 再配合风的强度给出区域性黑风暴的定义如下^[2]: 黑风暴是一种特强沙

① 本工作得到内蒙古科委项目资助

尘暴天气,至少一个测站能见度为0级,且至少另有一个邻近测站能见度为1级或2级,能见度为0级的测站或能见度为1级、2级的测站最大平均风速 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。1957~1996年符合上述定义的区域性黑风暴过程共37次,平均每年0.9次。

2 黑风暴的地理分布特征

图1是1957~1996年各站由沙尘暴造成

的0级能见度出现日数分布图,由图中可以看出:内蒙古中西部有3个黑风暴中心,最大中心区位于内蒙古中部,0级能见度日数在4天以上。最大中心位于朱日和,0级能见度日数高达7天之多,为内蒙古自治区之冠。其余2个中心分别位于伊克昭盟和阿拉善盟,中心数值均为3天。巴彦淖尔盟河套平原、呼和浩特市南部土默川平原没有出现0级能见度。

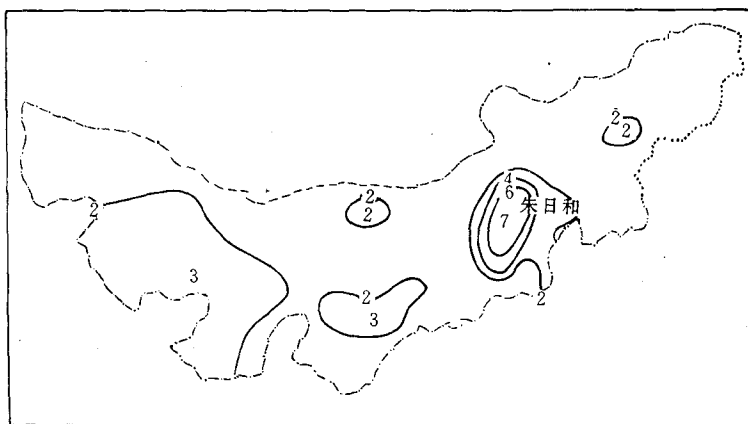


图1 内蒙古中西部由沙尘暴造成的0级能见度日数分布

上述3个中心的形成与大风日数、平均风速、地形地势及下垫面植被状况和沙漠沙地相对分布有着密切关系。

由于朱日和特定的地理位置,经常受到西北路冷空气袭击,又可受到强西路冷空气的影响,在地面气压呈现南高北低(蒙古气旋)形势下,又易造成偏西大风,所以朱日和年平均大风日数高达83.7天,年平均风速为 $5.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,为内蒙古自治区年平均大风日数和年平均风速之冠。从地理位置来看,朱日和位于荒漠草原区,北部有浑善达克沙地,地势开阔,是黑风暴形成的有利环境因素。伊克昭盟和阿拉善盟两个黑风暴中心的形成与环境因素更为密切,这两个地区遍布沙漠,伊克昭盟西北部为库布齐沙漠,南部为毛乌素沙漠。阿拉善盟中部为巴丹吉林沙漠,东部为乌兰布和沙漠,南部为腾格里沙漠。上述地区年平均大风日数在30~60天,容易形成沙尘暴,是沙尘暴高发区(年平均沙尘暴日数为15~30

天)。图2是内蒙古中西部年平均沙尘暴日数图,与图1比较可以发现,伊克昭盟和阿拉善盟的黑风暴次大中心区与沙尘暴多发区基本吻合,但位于朱日和的最大黑风暴中心与沙尘暴最大中心并不吻合,这说明黑风暴是较之沙尘暴更为特殊的一种天气现象。在下垫面条件大致相似的情况下,动力因素在黑风暴形成中起着关键作用。

在三大黑风暴中心之间地带,土默川平原和河套平原没有出现0级能见度。就气候而言,土默川平原年平均降水量在400mm以上,降水比较丰沛,且三面环山,北有大青山阻挡,东有蛮汉山屏障,大风日数少;另外灌溉条件优越,植被覆盖率高。河套平原为黄河灌区,水渠纵横交错,是内蒙古西部主要产粮区,另外河套地区位于阴山山脉西段南侧,对偏北风具有显著的屏障作用,是内蒙古自治区大风日数最少地区之一。

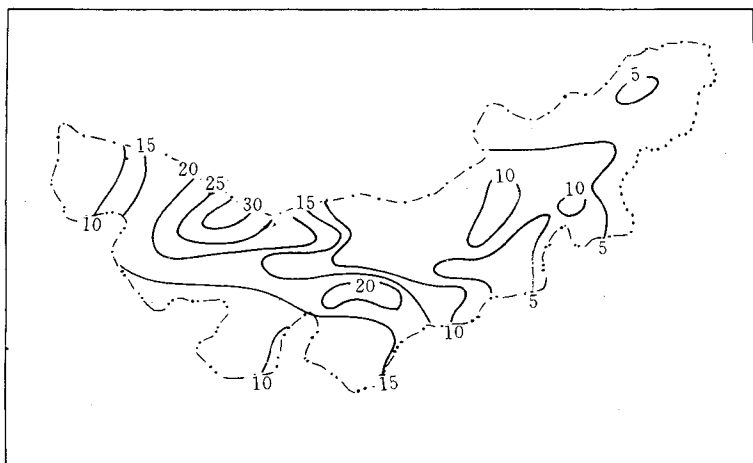


图2 内蒙古中西部年平均沙尘暴日数

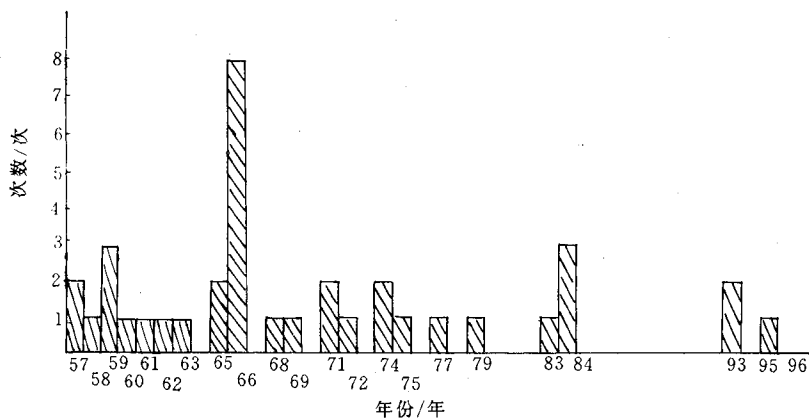


图3 内蒙古中西部区域性黑风暴逐年出现日数

3 黑风暴的时间分布特征

3.1 年代际和年际变化

1957~1996年40年中37次区域黑风暴过程有着明显的年代际和年际变化。就年代际变化而言,60年代最多,10年之中多达16次,平均每年1.6次。而其中1966年,一年之中竟多达8次,且强度大,范围广,一次过程0级能见度出现站数和0~2级能见度出现总站数均为历史之冠(见表1,图3)。50年代虽只有3年资料,但出现了6次,平均每年2次。70年代8次,80年代4次,90年代,1990~1996年7年之间出现了3次,总的趋势是减少的。部分原因

可能是因气候变暖,寒潮次数减少所致。气候变暖有利于减少黑风暴的发生次数。

分析黑风暴过程不同年代发生的区域,我们发现主要发生地区有西移的趋势,黑风暴发生次数最多的60年代,大多数发生在内蒙古中部,以锡林郭勒盟、乌兰察布盟为主。而内蒙古西部则以80年代,90年代发生次数最多,如位于内蒙古中部的朱日和7次黑风暴过程,有5次发生在60年代,而位于内蒙古西部的拐子湖3次黑风暴过程均发生在80年代,90年代发生的3次黑风暴也都发生在内蒙古西部的阿拉善盟地区,这或许与阿拉善盟地

区近些年来生态环境恶化有关。

表1 40年来内蒙古中西部区域性黑风暴频数的年际变化

年代	1957~ 1959年	60年代	70年代	80年代	1990~ 1996年
频数	6	16	8	4	3

黑风暴的年际变化大。如前所述,黑风暴发生次数最多年份为1966年,有8次之多;其次为1959年和1984年,为3次;大多数年代为1~2次。40年中19年没有发生过黑风暴,也就是说平均2年有一年出现黑风暴,但出现黑风暴的年际变率大,颇不规律。有些年份连续发生,如1957~1963年,7年中每年均有发生。1965~1975年之间是连续发生两年,间隔一年,再连续发生两年,规律较好;1980~1982年,1985~1992年,连续3年和连续8年没有发生过黑风暴,1985~1992年是连续无黑风暴最长的一个阶段。1992年后可能又进入相对多发期。就宏观而言,黑风暴发生次数与降水干湿周期有着一定关系,1965~1975年少雨年多于多雨年,是干期,60年代内蒙古中西部偏北地区干旱频繁发生,如1965年是历史上有名的大旱年,1966年降水也偏少2~6成,这两年正是黑风暴发生次数最多的年份。1976~1995年转为湿期,这一阶段,黑风暴相对较少。可以认为黑风暴的发生与气候变暖(寒潮活动减弱)和降水干湿周期变化有一定关系。

3.2 年变化和旬变化

内蒙古中西部区域性黑风暴具有明显的年变化,在一年之中高度集中出现在春季(3~5月),共27次,占总次数(37次)的73%;其中尤以4月份为最多,为17次,占总数次的46%;其次为3月份和5月份,均为5次,各占总数的13.5%;隆冬1月和盛夏秋初7~9月没有出现(见表2)。一年1个月之中大多数只出现1次,有二年1个月中出现过2次(1966年2月,1966年6月),有的年份(1959年4月,1984年4月)1个月之中竟出现过3次之多。

从旬的分布看,出现次数最多的是4月份,各旬出现次数基本相同,上、中、下旬分别为6次、6次和5次;其次为3月中旬和5月上旬,均为3次;如果把4月和5月上旬出现次数合计,则为20次,占总次数的54%;即全年之中,有一半以上出现在4月份和5月上旬。其余各月各旬大多只有1次(见表2)。

黑风暴月分布和旬分布气候特征的形成,除了由于春季冷空气活动频繁外,还由于春季正值冬夏之交,土壤解冻,表层疏松,下垫面加热快,大气层结不稳定。另外,由于下垫面热力属性差异,在受热不均匀情况下,春季较其他季节更容易形成局地中小尺度热力性涡旋,在寒潮系统影响下,形成有组织的系统性中尺度涡旋运动,利于黑风暴的形成发展。

表2 内蒙古中西部区域性黑风暴各月各旬出现次数

月份	旬次数			月	
	上旬	中旬	下旬	次数	频率
1					
2	1	1		2	5.4
3	1	3	1	5	13.5
4	6	6	5	17	46.0
5	3	1	1	5	13.5
6			2	2	5.4
7					
8					
9					
10			1	1	2.7
11		1	2	3	8.1
12	1	1		2	5.4

3.3 日变化

由沙尘暴造成的0级能见度在一天之中出现时间有明显的日变化。由于目前大多数台站只进行4次定时观测(02、08、14、20时),本文只能根据现有观测资料进行分析,粗略地说明黑风暴日变化的特点。统计分析发现,在40年中,4次定时观测0级能见度出现的次数分别为5、11、33、27次,以14时出现最多,20时次之,即绝大多数出现在午后到傍晚。这一

日变化特点与太阳辐射日变化有着密切关系:(1)午后地面辐射加热最强,气层不稳定,容易激发热力性对流,使沙尘暴加强;(2)黑风暴在发展过程中,沙尘暴前后地面接收到的太阳辐射能会出现明显差异,沙尘暴区浓密沙尘大大阻挡了太阳辐射,使太阳辐射几乎不能到达地面,而沙尘暴区前部,天空大多晴朗,太阳辐射对下垫面加热强烈,从而造成局地锋生,使风速加大,扬起更多沙尘,使黑风暴加强。上述效应,如此反复形成热力正反馈,而这种热力正反馈机制在午后最强^[4]。

另外,黑风暴发生与风的日变化也有着密切关系。通常午后风速加大,也造成黑风暴在午后最为强盛。

4 黑风暴的强度分析

区域性黑风暴过程,0级、1级、2级能见度出现的站数及过程最大平均风速有显著差异,它客观地反映了黑风暴过程的强度变化。

我们把区域性黑风暴过程出现0级能见度的站数分成1~3站、4~6站、7~10站3档进行统计,把出现0级、1级、2级能见度总站数分成2~11站、12~21站、22~31站、32~41站、42~51站5档进行统计,统计结果分别列表3和表4。表5是区域性黑风暴过程最大平均风速各档次数。从表3可以看出区域性黑风暴过程出现0级能见度站数,绝大多数为1~3站,占92%;最强的区域性黑风暴过程出现0级能见度站数可多达7~10个站,强度极强。表4说明区域性黑风暴过程0级、1级、2级恶劣能见度的总站数大多为2~11个站,占49%,其次为12~21个站,占35%,二者占84%。最强的区域性黑风暴过程0级、1级、2级恶劣能见度的总站数竟多达42和45个站,分别占本研究使用测站总站数的58%和63%,恶劣能见度的区域非常广阔。表5则告诉我们区域性黑风暴最大平均风速大多为20~24m·s⁻¹,占72%,其次为25~29m·s⁻¹,占25%,风速最大的1次竟高达40m·s⁻¹。

表3 区域性黑风暴过程0级能见度站数各档次数

0级能见度站数	1~3	4~6	7~10
次数	34	1	2

表4 区域性黑风暴过程0、1、2级能见度总站数各档次数

总站数	2~11	12~21	22~31	32~41	42~51
次数	18	13	2	2	2

表5 区域性黑风暴过程最大平均风速各档次数

最大平均 风速 m·s ⁻¹	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44
次数	26	9	0	0	1

注:其中有1次过程最大平均风速为18m·s⁻¹

并非巧合的是,0级能见度出现最多的黑风暴过程,与0~2级能见度出现总站数最多和过程最大平均风速极大值是同一次过程,即1960年3月17日黑风暴过程,这是历史上强度最大、影响范围最广的一次过程,这次猛烈的黑风暴过程,0级能见度的站数多达10个,1级能见度的站数多达16个,2级能见度的站数多达19个,三者总站数多达45个,过程最大平均风速高达40m·s⁻¹。其次为1966年6月21~22日和1966年4月14日,这两次黑风暴过程,0级能见度站数和0~2级能见度总站数及过程最大平均风速分别位居第二位。这里特别指出,上述3次强过程都发生在1966年。

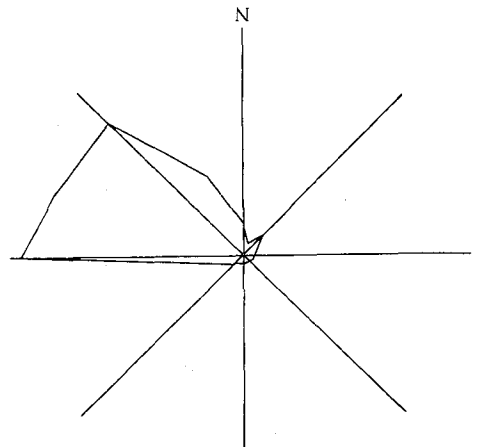


图4 0级能见度测站出现定时最大风速时各方位风向玫瑰图

另外,我们对0级能见度测站出现定时最大平均风速时各方位(16个风向方位)风向次数进行统计,结果指出绝大多数大风风向为W、WNW、NW3个方位的风向,占71%,也有极少数大风风向为偏东风,即NE、NNE和ESE(图4)。上述统计结果与形成黑风暴的大尺度环流过程密切相关。

5 结论

5.1 内蒙古中西部是黑风暴的易发区和多发区,最大中心位于内蒙古中部的朱日和,0级能见度日数高达7天之多,为内蒙古自治区之冠。

5.2 黑风暴的年代际和年际变率大,从1957~1996年40年中,50年代和60年代是黑风暴的频发期,80年代后期到90年代是少发期,1992年后又有增加的趋势。就年际变化而言,1966年发生次数最多,一年之中竟多达8次,为历史之冠,而有些年份不出现黑风暴。

5.3 在一年之中,黑风暴高度集中出现在春季(3~5月),占73%,尤以4月份出现次数最多,占46%。一个月中大多数只出现一次,有的年份一个月中出现3次之多(均发生在4月份)。从旬分布来看,出现次数最多的4月份,

各旬分布比较均匀,每旬出现次数为5~6次;3月中旬和5月上旬出现次数为次多,均为3次。

5.4 0级能见度绝大多数出现在午后到傍晚,入夜后减少,这种日变化与太阳辐射日变化密切相关。

5.5 区域性黑风暴过程强度差异很大。0级能见度的站数绝大多数为1~3个测站,但有2次黑风暴过程,0级能见度站数多达8~10个。最强的一次过程,0~2级能见度总站数多达45个站。

5.6 造成0级能见度的大风风向多为西风和西北风,与造成黑风暴的大尺度环流过程多与西路和西北路寒潮爆发密切相关。

参考文献

- 1 方宗义等. 中国沙尘暴研究. 北京:气象出版社,1997.
- 2 刘景涛等. 关于黑风暴定义的意见. 内蒙古气象, 1996(4):5~6.
- 3 王长根等. 内蒙古气候热点及对策研究. 北京:气象出版社,1997:83~85.
- 4 刘景涛等. 中国西北地区1993年5月5日黑风暴的机理探讨. 应用气象学报,1996,7(3):371~376.

The Climatic Characteristics of Black Storm in the Northern Part of North China

Liu Jingtao Zheng Mingqian

(Inner Mongolia Meteorological Bureau, Huhhot 010051)

Abstract

Based on the historical data from 72 meteorological stations located in the west and middle parts of Inner Mongolia, Northern China, some climatic characteristics of black storm in this area were studied, including the regional distribution, the daily, decadelly, seasonally annually and decadelly variations of its frequency and intensity. The formation of these characteristics was also discussed. At last, it is concluded that the west and middle parts of Inner Mongolia are vulnerable to black storm and suffer loss frequently. The strongest center is the Zhurihe station which is located in the middle part of Inner Mongolia. The time variation of black storm is very notable and its intensity varies greatly

Key Words: black storm climatic characteristics formation analysis