

内蒙古大(暴)雪与白灾的气候学特征^①

宫德吉 李彰俊

(内蒙古气象台, 呼和浩特 010051)

提 要

使用 1961~1998 年内蒙古 118 个地面测站的历史资料及同期亚欧 500hPa 高空资料, 分析了内蒙古大(暴)雪及白灾的气候学特征。结果表明, 发生大(暴)雪频率最高的地区是内蒙古的东部和南部, 而白灾最重的地区却是内蒙古北部。指出产生“坐冬雪”是形成白灾的必要条件, 给出了产生“坐冬雪”的气象指标。总结了内蒙古大(暴)雪的环流特征。

关键词: 暴雪 白灾 气候学特征

引 言

内蒙古自治区是我国最大的畜牧业生产基地, 全区草地面积 7880.58 万 hm^2 , 占全国草地面积的 20.06%。畜牧业是内蒙古的基础产业和优势产业, 在国民经济中占有非常重要的地位。然而受干旱气候的影响, 本区草地生态较为脆弱, 自然灾害频频发生, 特别是旱灾和雪灾成为制约内蒙古牧业发展的主要因素。1977 年 10 月 26~29 日, 内蒙古曾出现一次大暴雪天气过程, 大部地区的降雪量为 10~30mm, 其中锡林浩特过程总降雪量达 56.9mm, 形成严重的特大白灾, 全区死亡牲畜 300 多万头(只), 仅锡林郭勒盟就死亡 215 万头(只), 占当时该盟牲畜总数的 25%, 部分旗县牲畜死亡竟达 70% 以上。在过去的 50 年中, 内蒙古畜牧业遭受较大的自然灾害 17 次, 累计死亡牲畜 8760 万头(只), 其中近 1/3 是雪灾造成的。

1999 年入冬以后, 内蒙古中东部又不断出现大雪、暴雪天气, 一些地区积雪达 10~30cm, 形成近年来少见的白灾。这再次提醒人们应加强加大(暴)雪和白灾抗御工作的研究。

雪灾因雪而成。频繁的大雪、暴雪, 特别是由此所引起的积雪, 是形成白灾的主要因素。分析形成大(暴)雪的一般规律, 了解一个地区大(暴)雪过程的气候特点和积雪状况, 对防御雪灾有重要意义。本文就这方面对内蒙古的大(暴)雪天气做一些分析。

1 大(暴)雪及积雪的时空分布特征

对 1961~1998 年内蒙古的降雪资料分析表明, 从 9 月中旬开始内蒙古各地相继出现降雪天气, 直到次年 5 月下旬降雪天气才告结束, 降雪期长达 9 个月。积雪期从 10 月中旬到 5 月上旬, 也长达 7 个多月, 降雪和积雪的地理分布呈东多西少、山区多、平地少的特点。呼伦贝尔盟大兴安岭山区每年降雪日多达 100~130 余天, 积雪日长达 150 天。而西部的广大地区每年降雪日和积雪日皆不足 30 天(见图 1)。资料分析表明, 虽然降雪是冬季才出现的天气现象, 但并不是温度越低降雪越大。事实上, 内蒙古的大暴雪主要出现在深秋到初冬和冬末至初春这两个时段, 真正隆冬出现的大暴雪几乎见不到。这说明, 过于寒冷并不利于降雪的形成。因为水汽条件对降雪是必不可少的, 而在隆冬时节, 内蒙古大

^① 本工作受中国气象局项目资助

部地区的平均气温在 -20°C 以下。在这种低温条件下,即使空气湿度达到饱和,大气中的

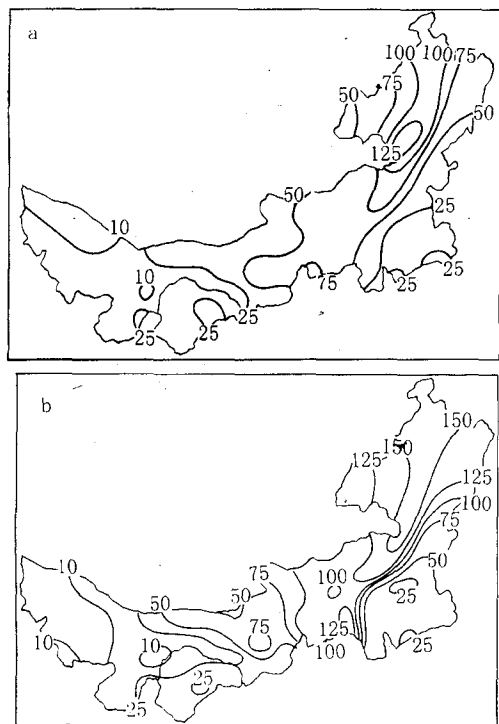


图1 内蒙古年降雪日数(a)和积雪日数(b)分布

水汽含量也极为有限。何况此时内蒙古经常处在地面蒙古冷高压的控制下,天气寒冷而干燥。所以很难形成10mm以上的暴雪。相反,在深秋和早春时节,由于温度较高,大气中水汽绝对含量较大,在有利的冷暖气流的配合下,却常常形成暴雪天气。1972年8月27日,内蒙古呼伦贝尔盟额尔古纳左旗、海拉尔、图里河等地受强冷空气影响,出现了大雨转暴雪天气,雨雪总量达到30~50mm。这是内蒙古出现时间最早的暴雪。但由于当时地面气温在 0°C 以上,这次降雪并未形成积雪。内蒙古东北部大兴安岭地区10月中旬平均气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$,锡林郭勒盟东部10月下旬平均气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$,其余地区的旬平均气温要到11月份才先后降到 0°C 以下。与此相对应,大兴安岭地区10月中旬开始有积雪出现,锡林郭勒盟东部积雪开始于10月下旬,内蒙古其余地区要到11月份以后才能形成积雪(见图

2),两者完全一致。而在 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的气温环境下,积雪将很快消融,如果雪盖很厚,则消雪也需要一定时间。例如在春季旬平均气温高达 3°C 时,大兴安岭上仍有雪盖存在。

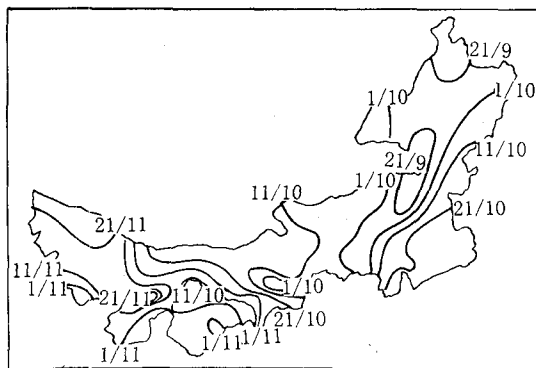


图2 内蒙古自治区降雪初日分布

温度和湿度对降雪和积雪的制约关系,决定了内蒙古大(暴)雪及积雪空间分布上的差异。由于内蒙古的气温分布是南高北低,且温度越低越有利于积雪的维持,所以内蒙古地区的积雪是北部多于南部。内蒙古湿度条件除了有南高北低的分布特点之外,还有东高西低的特点,且湿度越大越有利于大(暴)雪的形成。因此内蒙古大(暴)雪的出现频率是南部和东部明显高于北部和西部(见图3)。内蒙古沿黄河流域和西辽河流域这两个

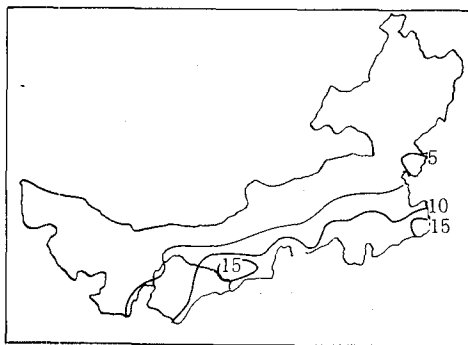


图3 内蒙古自治区冬季大(暴)雪频次分布
湿度最大的地区恰好是内蒙古冬季大(暴)雪出现频率最高的两个区域,可以看到,内蒙古积雪最多的地区并不是大(暴)雪出现频率最

高的地区,而是以大兴安岭为中心向西伸向阴山以北的广大牧区。这些地区也是白灾经常发生的地区。

2 白灾的形成及分布特点

冬天,如果降雪过大,积雪过厚,牧草被大雪掩埋,靠牧草为生的家畜因吃不到草,冻饿而死,这就是牧业上的“白灾”。白灾主要由雪大而引起,但灾情却不单纯决定于降雪量。积雪厚度和持续时间、牧草的丰歉、家畜的体况、草场载畜状况等都对灾情有重大影响。

2.1 致灾力诸因子

冬季大暴雪过后,广阔的牧场被大雪覆盖。它的影响首先是增加了家畜采食时行走的困难,并减少了家畜的可采食量;其次,雪面的高反照率将使下垫面接受太阳辐射大大减少,而且融雪又需要大量的热量,因而积雪将使天气更加寒冷。这无疑会增加家畜的体能消耗。时间稍长,家畜储备的越冬体能消耗殆尽,便在饥寒交迫中大量死亡,于是灾情形成。研究表明,并不是有积雪就有白灾。内蒙古锡林郭勒盟牧业气象试验站的观测表明,在典型草原牧场,5cm以下的积雪可使绵羊体重下降减缓^[1]。可见积雪不深时有利于家畜保膘。据中国牧区畜牧气候区划科研协作组调查,只有积雪深度达到一定程度才能形成白灾^[2]。事实上,积雪越厚,持续时间越长,家畜所受到的影响便越大。而在同等的积雪条件下,牧草长势越好,积雪对家畜采食量的影响便越小。而且畜群的体况越好,受到白灾影响时损失越小。所以白灾的综合致灾力可表示为^[3]:

$$F = \sum_{i=1}^n \frac{H_i - \delta}{K * Q/N}$$

式中 F 为综合致灾力, H_i 为单位评价期内的平均积雪厚度, δ 是在当地草场条件下不会致灾的积雪厚度, K 为家畜体况的时间变化系数, Q 为单位面积的产草量, N 为单位面积的载畜量(羊单位)。若以旬为最小评价

时间单位,则 n 表示积雪旬数。由上式可以看到,白灾的致灾力与影响放牧的积雪厚度成正比,与家畜体况成反比,与单位面积的产草量成反比,与载畜量成正比,而且总致灾力是积雪持续期间各单位评价期的致灾力的累积结果,积雪的持续时间越长,致灾的可能性就越大。如果各类草场上的载畜量与其产草量是相适应的,即正常情况下,草场上的草量能够保证放牧的需要,则 Q/N 可以用单位面积草场上的产草量代替。

2.2 积雪的影响

在内蒙古的干旱和半干旱草原区,积雪是冬季牲畜饮用水的主要来源,若冬季无雪,牲畜饮水便会发生困难。干枯的牧草若无雪水养护,也会变得更加干而脆,一旦受到畜群践踏,极易折断,随风而逝。牲畜在既缺水又缺草的情况下,大批死亡,这就是所谓“黑灾”。白灾的形成,关键决定于积雪状况。资料分析表明,降雪越大,则积雪越厚;温度越低,则积雪持续时间越长。只有超过一定深度的持续时间较长的积雪,才会出现白灾。分析还表明,“坐冬雪”是形成白灾的必要条件。所谓“坐冬雪”即积雪一冬不化(牧民说“坐”住了)的雪。内蒙古地区产生“坐冬雪”的条件是:积雪厚度 $\geq 7\text{cm}$,气温稳定 $\leq -7^\circ\text{C}$ 。这是因为内蒙古地区,冬季的平均日较差一般为 10°C 至 13°C ,只要日平均温度 $\leq -7^\circ\text{C}$,则在有雪覆盖的情况下,地面最高气温就可保持在 0°C 以下,积雪难以很快融化。虽然在 0°C 以下积雪也能升华成水汽,使积雪量有所减少,但升华的量毕竟有限,且随着温度降低,升华量还会降低。而观测又表明,如果某一次降雪的积雪量 $\geq 7\text{cm}$,则降雪量通常已达到大(暴)雪的量级。所以在日平均气温稳定 $\leq -7^\circ\text{C}$ 之后,一场大(暴)雪即可形成“坐冬雪”。

一般内蒙古中东部偏北牧区 11 月中旬平均气温已经降到 -7°C 以下,直到来年 3 月

上旬平均气温仍低于 -7°C 。其余地区11月下旬气温达到 -7°C 以下,持续到2月中下旬。在此期间出现的大(暴)雪极易形成“坐冬雪”,并产生白灾。当然只要能够达到产生“坐冬雪”的温度条件,即使不在该期间出现大(暴)雪也会形成“坐冬雪”和白灾。如1977年10月底内蒙古的特大暴雪便是如此。另一方面,有些造成白灾的积雪,并不是由一次降雪完成的。而是在气温稳定 $\leq -7^{\circ}\text{C}$ 的条件下,由大小不等的多次降雪相积累,才形成了较深厚的积雪,例如1999年冬季就是如此。这种情况约占白灾的一半以上。

2.3 环境影响

我们看到,虽然内蒙古东部地区冬雪比中西部地区大,但白灾却比中西部少。原因是两地的牧草情况不同,内蒙古东部地区年降水量普遍在350~500mm,牧草生长高度可达30~50cm。而内蒙古中西部大部地区年降水量为100~300mm,牧草生长高度一般为10~25cm。如果同样出现15cm的积雪,对东部地区来说,放牧仅受到很小的影响,而中西部地区却因牧草大部被积雪掩埋,已经形成了白灾。可见,牧草的生长情况对白灾灾情也有重要影响,而牧草与生态环境有关,主要由水分条件所决定,内蒙古草原自东向西,由草甸草原、典型草原、逐渐向半荒漠草原和荒漠草原过渡。统计表明,在内蒙古的典型草原区和半荒漠草原区,发生白灾的几率最大。草甸草原草好,荒漠草原雪少,所以白灾较少。可见,发展草业、改善和保护生态环境,能够减少或减轻白灾。

3 大(暴)雪的环境特征

内蒙古地区自60年代以来共出现70余次大雪和暴雪过程。我们分别对各月大雪前一候的500hPa高度场相加、求平均,再与该月的多年平均高度场相减,得出各月大雪前的环流与背景环流的距平图,从中可以发现内蒙古大(暴)雪环流的一些基本特征。

分析内蒙古地区历年11月出现大雪过程之前的500hPa平均环流与历年11月平均环流的距平分布,可以看到,有5处极具特征的距平分布:①我国东部沿海为较大的正距平;②自贝加尔湖地区经蒙古至西亚一带为大范围的负距平;③自西北欧至乌拉尔山地区为大范围的正距平;④贝加尔湖以北的亚洲高纬地区也有一个正距平中心;⑤黑龙江下游至鄂霍茨克海为负距平区。而且冬季其它月份大雪前的500hPa环流与背景环流的距平图也有类似的特征。可见这些特征是内蒙古多雪年环流的共同特征。

分析表明,上述每一特征对内蒙古大(暴)雪的形成都有特定的作用。其中,西亚至贝加尔湖的负距平相当庞大,甚至伸向孟加拉湾。它与华北沿海较大的正距平相结合,反映了在内蒙古大雪前期,亚洲500hPa的环流形势是西亚至贝加尔湖以及孟加拉湾一带常有低槽东传,而华北沿海有明显的高脊发展。许多暴雪个例分析^[4,5],都指出了这种环流形势有利于低层的南方暖湿气流沿西南气流北输,可为内蒙古大雪提供丰沛的水汽。同时当西路冷空气东移与华北高脊后部的偏南暖湿气流相遇时,又提供了使南来暖湿气流抬升凝结的条件,并且也提供了大(暴)雪爆发的冷空气触发条件。西北欧至乌拉尔山的大范围正距平区表明,在冬季内蒙古大(暴)雪之前,在原来500hPa月平均高度场东欧至乌拉尔山宽槽的位置上,常有高压脊发展。该脊在引导北方冷空气南下东移、促成大雪的形成上,有不可缺少的作用。而贝加尔湖以北的亚洲高纬度地区的正距平,反映了在内蒙古产生大雪之前,亚洲高纬度地区常有高压存在。它迫使西来的冷空气只能沿亚洲中纬度东移,造成亚洲中纬度锋区不断加强,并产生不稳定,促成降雪天气系统的发展。同时它也迫使一部分北方冷空气进入并滞留在亚洲中纬度地区。这有利于内蒙古地区积雪

的维持。最后,黑龙江下游至鄂霍茨克海的负距平,表明东北至滨海地区有低槽发展,它阻挡着华北高脊的东移,对华北脊稳定有一定的作用,从而也间接地促成了内蒙古地区大雪的形成。

上述环流特征是在滤去了许多细节之后得到的,它表明在内蒙古地区降大(暴)雪之前,欧亚环流已经出现了一些特征变化,开始了大雪的酝酿过程,虽然内蒙古地区大雪过程的环流形势各不相同,但上述基本特征却是共同的。因此上述特征对内蒙古大(暴)雪过程的中短期预报有预警作用。

进一步的分析表明,内蒙古大(暴)雪的环流形势,又可以分成若干类型。主要有西来低槽类、蒙古槽(涡)类和贝加尔湖槽(涡)类。西来低槽类大雪为数最多,它可自西向东影响内蒙古全区,但以中西部地区为主。蒙古槽

(涡)类大雪为数其次(约占40%),它主要影响内蒙古的中东部。贝加尔湖槽(涡)类大(暴)雪为数最少(不足10%),主要影响内蒙古的东部地区。关于各种类型的环流特点及有关大(暴)雪的形成过程和具体预报问题,我们将另文讨论,此处不再赘述。

参考文献

- 1 杨志华. 放牧绵羊的膘情变化与气象条件的关系. 畜牧气象文集, 北京: 气象出版社, 1991: 115~117.
- 2 中国牧区畜牧气候区划科研协作组. 中国牧区畜牧气候. 北京: 气象出版社, 1988: 139~144.
- 3 宫德吉, 郝慕玲. 白灾成灾综合指数的研究. 应用气象学报, 1988; 9(1): 119~123.
- 4 汪厚基. “77.10”暴雪的环流背景. 内蒙古气象, 1980, (1): 12~14.
- 5 宫德吉. 内蒙古大暴雪的前期环流特征及中期预报. 内蒙古气象, 1979, (5): 1~5.

The Climatic Features of Heavy Snow, Snowstorm and Snow Disaster in Inner Mongolia

Gong Deji Li Zhangjun

(Inner Mongolia Weather Station, Huhhot 010051)

Abstract

The climatic features of heavy snow, snowstorm and snow disaster happened in Inner Mongolia were analyzed by using of the historical data of 131 meteorological observing stations in Inner Mongolia and the aerological 500hPa data in Asian—European region from 1961 to 1988. The analyses show that most of the heavy snow, snowstorm usually occurred in the east and north of Inner Mongolia, but the most severe snow disaster took place in the north of the area, and Zuodongxue (keeping snows cover in whole winter) is essential condition of snow disasters, and the meteorological parameters forming Zuodongxue were determined. The circulation features of heavy snow, snowstorm and snow disaster in Inner Mongolia were summarized.

Key Words: snowstorm snow disaster climatic features