

内蒙古雪灾监测方法研究

林 建 范蕙君

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

针对内蒙古站点少,分布不均匀,而且发报不连续的实际情况,结合常规站点雪深资料和卫星监测的积雪覆盖率资料,主要考虑积雪厚度和持续时间对不同草场的灾情影响,建立了一套简单的内蒙古雪灾监测方法。

关键词: 雪深 积雪覆盖率 雪灾监测系统

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。在过去的 50 年中,内蒙古畜牧业遭受较大的自然灾害 17 次,其中近 1/3 是雪灾造成的。如果冬季降雪过大,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。2001 年年初内蒙古中东部地区发生了严重的雪灾,截至 2 月底,内蒙古全区受灾地区达 8 个盟市、44 个旗县、492 个乡镇,受灾农牧户 48.32 万户,受灾人口 256.65 万人,受灾草场面积 $2805.1 \times 10^4 \text{hm}^2$,受灾牲畜 2322.9 万头(只),饲草料和生活资料的运输受到严重影响,农牧民生活受到威胁^[1]。锡林郭勒盟东部的东乌珠穆沁旗和西乌珠穆沁旗是此次受灾最严重的地区,其绝大部分范围自 2000 年 11 月下旬开始长时间被积雪覆盖。因此,对积雪进行动态监测和分析已成为科学研究和社会生产的迫切需要。

目前,我国的积雪资料主要来源于气象台站的定时观测,但由于环境和条件所限,地面气象台站分布很不均匀;特别是青藏高原

及新疆、内蒙古地区,气象台站稀少,因而对边远环境恶劣的高寒地区的雪情了解甚少,不能满足积雪监测和气象研究等方面的需要。遥感技术与地理信息系统的发展为积雪的监测与分析提供了有力的手段。国家卫星气象中心应用 NOAA-16 卫星资料监测全国积雪覆盖情况,其产品包括不同区域单时间积雪监测图和全国多时间积雪信息累计合成图。卫星监测积雪产品可以提供更高分辨率的积雪覆盖率资料。我们将气象站观测的积雪资料和卫星遥感的积雪覆盖率资料相结合,主要考虑积雪厚度和持续时间对不同草场的灾情影响,进而监测内蒙古大范围的雪灾情况。

1 雪灾等级划分标准及资料

据中国牧区畜牧气候区划科研协作组调查^[2],只有积雪深度达到一定程度才能形成白灾。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。

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的影响。牧草的生长情况与生态环境有关,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^[3]。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。文献[4]对畜牧气象灾害的研究指出,积雪深度在 5cm 以下时,牲畜可食草;积雪深度为 5~10cm 时,部分牧草被雪覆盖,牲畜采食发生一定困难;积雪深度为 10~20cm 时,大部分牧草被雪覆盖,牲畜需扒雪吃草,采食很困难;积雪超过 20cm,牲畜的采食与行走都发生严重困难。

我们参考文献[5],综合考虑各站的积雪深度、积雪持续时间和不同草场的分布情况^[6](图略)及牧区白灾指标^[7],并咨询了内蒙古气象局的意见,将内蒙古雪灾等级按气象标准划分为三个等级:轻灾、重灾和特大雪灾(表 1)。

表 1 内蒙古典型草场雪灾等级的气象标准

轻灾		重灾		特大灾	
积雪深度	持续日数	积雪深度	持续日数	积雪深度	持续日数
3~8cm	30~60 天	3~8cm	>60 天	8~13cm	>45 天
8~13cm	15~30 天	8~13cm	30~45 天	13~20cm	>30 天
13~20cm	10~20 天	13~20cm	20~30 天	>20cm	>22 天
>20cm	8~15 天	>20cm	15~22 天		

注:草甸草场和半荒漠草场标准略

本文所用资料为:2000 年 1 月 1 日~12 月 31 日逐日积雪深度(国家气象中心气象资料室提供);卫星实时监测的积雪覆盖率资料(国家卫星气象中心提供);国家气象中心中央气象台实时接收的危险天气报和地面加密报。

2 用气象站观测的积雪资料确定雪灾指数

根据表 1 给出的雪灾等级划分标准,逐日逐站累计积雪状况,得到雪灾指数。我们定义某站的雪灾指数 $SS(i) = \sum_j NS(i, j)$, j 表示时间, i 表示某一气象站, $NS(i, j)$ 为某站某一时间的积雪指数,具体定义如表 2。当 $NS(i, j) = 0$ 时, $SS(i) = 0$ 。当某站开

始出现 2cm(3cm、5cm)以上积雪时,积雪指数为 $NS(i, j)$,此后积雪持续,则连续累加的积雪指数即为雪灾指数。当雪灾指数达到 10,则会出现轻灾;达到 20,则出现重灾;达到 30,则出现特大雪灾。当积雪深度小于临界值 2cm(3cm、5cm)时,积雪指数为 0,并停止累计,雪灾指数也为 0。

表 2 积雪指数

不同草场类型雪深			积雪指数
草甸草场	典型草场	半荒漠	
5cm 以下	3cm 以下	2cm 以下	0
5~10cm	3~8cm	2~5cm	10/30
10~15cm	8~13cm	5~10cm	20/30
15~25cm	13~20cm	10~15cm	30/30
25cm 以上	20cm 以上	15cm 以上	40/30

3 雪灾监测

3.1 用常规资料监测积雪

2000 年 11 月下旬开始,内蒙古中东部出现降雪天气,积雪深度大都在 2cm 以上,到 11 月 28 日 54012 站(西乌珠穆沁旗),50727 站(阿尔山)两站出现轻灾(雪灾指数达到 10),50434 站(图里河)和 50915 站(东乌珠穆沁旗)分别在 12 月 3 日和 12 月 13 日出现轻灾。上述 4 站相继在 12 月 18 日、12 月 19 日、12 月 24 日、12 月 26 日达到重灾,阿尔山在 12 月 29 日达到特大灾(表 3)。从 2000 年 12 月 30 日内蒙古中东部地区累积

表 3 2000 年 11~12 月内蒙古中东部地区积雪出灾时间

站点	雪灾指数达到 10(轻灾)的日期	雪灾指数达到 20(重灾)的日期	雪灾指数达到 30(特大灾)的日期
50727 阿尔山	11.28	12.18	12.29
54012 西乌珠穆沁旗	11.28	12.19	
50434 图里河	12.03	12.24	
54102 锡林浩特	12.03		
50425 额尔古纳右旗	12.06		
50548 小二沟	12.12		
50527 海拉尔	12.12		
50915 东乌珠穆沁旗	12.13	12.26	
53192 阿巴嘎旗	12.15		
54027 巴林左旗	12.15		
54134 开鲁	12.17		
53083 那仁宝力格	12.17		
50834 索伦	12.18		
50838 乌兰浩特	12.20		
50639 扎兰屯	12.23		

雪灾指数分布情况(图略),可以看出,内蒙古中东部大部分地区都出现了轻的雪灾,局部地区出现了重灾和特大灾,雪深持续大于2cm的天数基本上都在40~50天以上。这与当时的实际灾情是基本吻合的。2001年1~2月,内蒙古中部和东北部地区又连续降雪,部分受灾牧区雪灾持续。

3.2 用实时常规资料监测积雪的不足之处

上节我们所用的积雪资料主要来源于气象台站的定时观测,但由于环境和条件所限,地面气象台站分布很不均匀,尤其是内蒙古西部和北部地区气象台站稀少,再加上有时实时观测资料不连续发报的情况时有发生,对雪灾监测极为不利。从内蒙古43个国家基本站(发天气报的)危险天气报(雪深观测资料)的发布情况统计来看,2000年12月31日至2001年1月3日的内蒙古雪灾过程,50915站(东乌珠穆沁旗)和54012站(西乌珠穆沁旗)两站雪深大概都在17cm以上,但在这个过程中并没有连续发报(见表4)。同样,在2001年1月7~9日这次降雪过程,50514、50548、50527、53192、54012等站也没有连续发报。2001年11月1日,50434、50915站日降雪量为2mm,同样也没发雪深的危险天气报。这样由于缺乏连续的积雪资料,为我们实现实时积雪监测带来了一定的困难。

表4 东乌珠穆沁旗(50915站)降雪量
与次日雪深对比情况

日期	天气现象	温度/℃	降雪量/mm	雪深(次日)/cm
2000.12.30	71	-14	2.00	17
2000.12.31	9999	9999	0.00	9999
2001.1.1	9999	9999	0.00	22
2001.1.2	70	-16	2.41	9999
2001.1.3	70	-21	0.32	9999

注:9999表示缺测,天气现象70、71表示为降雪。

3.3 结合常规资料和卫星资料监测积雪

如上节所述,由于实时雪深资料经常缺报,所以我们必须对常规实时积雪深度资料作一定的处理。内蒙古地区冬季平均气温日较差一般为10~13℃,只要日平均温度 $\leq -7^{\circ}\text{C}$,则在有雪覆盖的情况下,地面最高气温可保持在0℃以下,积雪难以很快融化^[3]。

所以,对前一天有积雪深度资料,而次日没有积雪深度资料发报的情况,可以根据前一天的积雪深度及气温资料,对当日积雪深度作一大致估计。即是说,如果当日有降雪或者日平均温度 $\leq -7^{\circ}\text{C}$,当日雪深至少与前一日相同。

另外,国家卫星气象中心在2000~2001年冬季期间,用FY-1C资料制作的积雪监测图像反映了内蒙古东部积雪覆盖情况和遭受雪灾的不同程度。在2001年1月上旬的多时相积雪合成图上反映出了锡林郭勒盟、哲里木盟、兴安盟、呼伦贝尔盟、赤峰市等均有大范围持续积雪覆盖区^[7]。目前,国家卫星气象中心应用NOAA-16卫星资料监测全国积雪覆盖实现了实时业务。尽管卫星监测积雪产品目前可以提供的只是积雪覆盖率资料,而没有雪深资料,但通过高分辨率的积雪覆盖资料,至少我们可以确定积雪的持续时间,可以弥补测站稀少和站点来报不连续的不足。将气象站观测的积雪深度资料和卫星遥感的积雪覆盖率资料相结合,建立了监测内蒙古大范围雪灾的方法(框图如图1)。

具体方法如下:

(1)首先从危险天气报和地面加密报里读出积雪深度资料,对前一日有雪深资料,当日没有发报的情况,根据日平均温度和降雪情况,对当日资料进行补全估计。然后对该资料进行平滑处理,当某站出现1~3天缺测时,用该站缺测前后的雪深资料进行平滑处理。

(2)按本文中计算雪灾指数的方法得到雪灾指数值,确定该站是否出现雪灾。如果达到10表示出现轻灾,达到20、30则分别表示重灾或特大雪灾。

(3)将国家卫星气象中心业务发布的积雪覆盖率($0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$)转化成micaps格式($1^{\circ} \times 1^{\circ}$),当 1° 范围内2/3以上格点积雪覆盖率达60%以上时,该格点值赋1,否则为0,并显示格点积雪持续时间。图2a为2002年1月14日卫星监测积雪覆盖率持续时间及由站点插值到格点的雪深,可以看出呼伦贝尔盟西部和东部的局部地区积雪一直持续覆

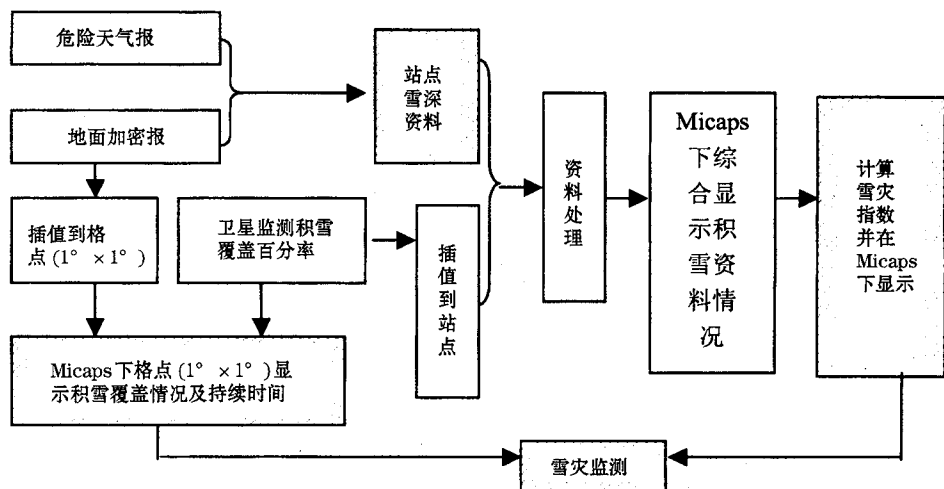


图1 内蒙古大范围雪灾监测框图

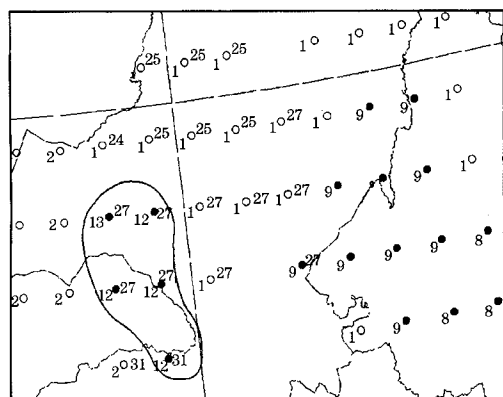


图2a 2002年1月14日卫星积雪覆盖率($1^{\circ} \times 1^{\circ}$)持续时间(左下角,黑圈为积雪持续时间 ≥ 8 天的格点)及站点插值的雪深(右上角)

实线所围区域为雪深较大、持续时间较长的区域,积雪持续时间最长达9~13天,西部地区雪深在27cm左右。

另外,将积雪覆盖率反插到站点上,插值时取插值半径为0.2个经(纬)度,当插值半径内一半以上格点积雪覆盖率在60%以上时,规定该站点为有雪,否则为无雪。并且把该资料与常规气象站观测资料结合,当某站有常规雪深资料时,显示雪深值;当某站无常规雪深资料,但有卫星资料时,显示值为100(为了与雪深资料有所区别,因为雪深资料最大值为99)。图2b为2002年1月14日常规

和卫星资料综合显示。由图可见,呼伦贝尔盟西北部地区积雪深度基本上都在17~29cm之间,50618站无常规雪深资料但有卫星资料时,显示值为100。

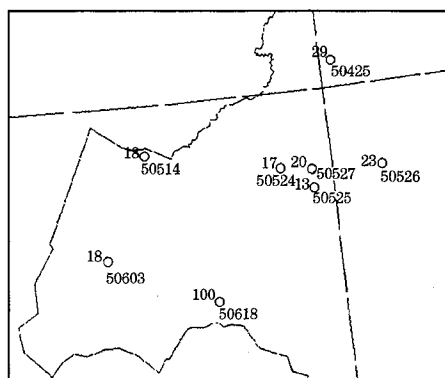


图2b 2002年1月14日积雪资料,100代表卫星积雪覆盖率资料,其它值为常规雪深资料

图3a为2002年1月14日资料未经补全处理时雪灾情况的显示,图中采用micaps地面填图格式(见图3c)。以50514站为例,连续有常规资料天数为2天,连续有资料(常规、卫星综合)天数为2天,雪深大于0的天数为2天,雪深大于2cm的天数为2天,当日雪灾指数为1,累计雪灾等级为2,最大雪灾等级为2,小于10,没有达到轻灾等级。图3b为2002年1月14日资料经过补全处理

后雪灾情况的显示,同样以 50514 站为例,经过补全以后雪深大于 2cm 的天数为 34 天,雪灾指数为 25,达到重灾等级。整个呼伦贝尔盟大兴安岭山区大部分区域达到轻灾以上,部分地区达到重灾和特大灾。但由于站点分布稀疏,譬如 50514 站、50524 站、50603 站及 50618 站之间的大片空白地带都没有站点,我们综合考虑格点上卫星监测积雪覆盖率(图 2a)在该区域持续时间长达 12~13

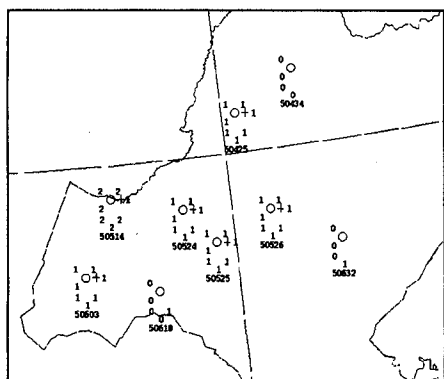


图 3a 2002 年 1 月 14 日雪灾情况(格式说明如图 3c 所示,资料未经处理)

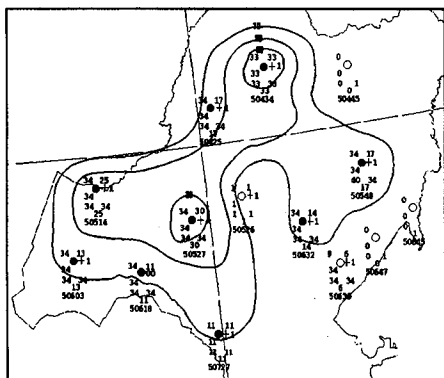


图 3b 2002 年 1 月 14 日雪灾情况(同图 3a 所示,但资料经过处理)

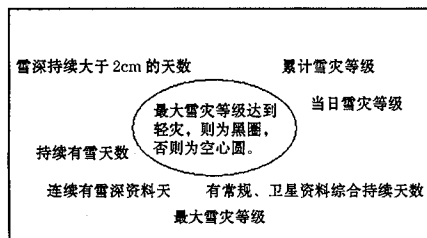


图 3c 雪灾情况填图格式示意图

天,近两天雪深也在 27cm 左右,该区域草场大致属于草甸草原向典型草原的过渡带。结合内蒙古雪灾等级的气象标准(表 1),该区域雪灾等级应该属于轻灾以上。综合常规实况和卫星监测积雪覆盖率资料,我们可以判断 14 日呼伦贝尔盟大部分地区达到了出灾标准。实际情况是:在 2002 年 1 月 13、14 日呼伦贝尔盟部分地区确实发生了“白灾”。这也正说明由于站点分布不均匀,如果只有站点资料则无法正确地监测雪灾情况。只有把常规站点的雪深资料和卫星监测积雪覆盖率资料有机的结合起来才能正确监测雪灾情况。

4 结 语

从目前的情况来看,结合常规站点的雪深资料和卫星监测积雪覆盖率资料在一定程度上可以有效地监测雪灾情况。如果在将来站点资料连续上报的情况下,加上卫星资料反演的积雪覆盖率和雪深资料,将更有利于雪灾的监测和预警。

致谢:内蒙古气象局对雪灾标准提出了中肯的意见,国家气象中心气象资料室提供了 2000 年 1 月 1 日~12 月 31 日逐日积雪深度,国家卫星气象中心提供了卫星实时监测的积雪覆盖率资料,在计算雪灾指数过程中得到了高拴柱同志的大力帮助,对此,一并表示感谢!

参考文献

- 1 张建敏. 全国大部气温偏高,部分牧区雪灾持续. 气象, 2001, 27(5): 62~63.
- 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, 李彰俊. 内蒙古大(暴)雪与白灾的气候学特征. 气象, 2000, 26(12), 24~28.
- 4 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.
- 5 高拴柱, 吴昊, 范蕙君. 青藏高原大范围雪灾监测方法. 天气预报方法与业务系统研究文集, 中央气象台编著. 北京: 气象出版社, 2002, 270~277.
- 6 叶笃正, 陈泮勤主编. 中国的全球变化预研究. 北京: 地震出版社, 1992: 166.
- 7 郝璐, 魏玉蓉. 内蒙古畜牧业气象灾害危险性评价及灾害预防. 内蒙古气象, 1999, (4): 29~35.
- 8 刘诚, 李亚军, 张晔萍. 利用风云一号 C 气象卫星资料监测雪灾. 遥感信息, 2001, (1): 42.

A Method to Monitor Heavy Snow-related Disasters in the Inner Mongolia Area

Lin Jian Fan Huijun

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

To overcome the data problems in the Inner Mongolia area, such as the sparse and non-uniform geographic distribution of observation stations as well as the discontinuous data transmission, a simple monitoring system of heavy snow-related disasters has developed based on a combination of routine station-reported snow depth data with satellite-derived snow coverage rate. This method has mainly taken account of the influences of the snow depth and the days with accumulated snow cover over the different types of grassland.

Key Words: snow depth snow coverage rate monitoring system