

# 青海高原牧区雪灾综合预警评估模型研究

周秉荣<sup>1,2</sup> 申双和<sup>1</sup> 李凤霞<sup>2</sup>

(1. 南京信息工程大学, 210044; 2. 青海省气象科学研究所)

**提 要:** 应用灾害学的理论和观点, 以青海牧区为研究对象, 对造成青藏高原雪灾的致灾因子、孕灾环境和承灾体等要素综合分析。建立从降水、积雪、成灾、灾情评价的综合判别模型, 在地理信息背景数据库的支持下, 从产生降水之后, 进行快速监测, 并对不同地区的雪灾发展趋势做动态预测, 最后实施灾情评估。结果表明: 在青藏高原的雪灾形成过程中, 除积雪的直接致灾作用之外, 孕灾环境的脆弱性和承灾体的敏感性也起着重要的作用。提出保护草场、加强草原畜牧业配套设施建设等措施, 可以发挥人类抗灾的能动性, 降低雪灾级别。最后应用综合预警模型, 对发生在青海境内的雪灾过程进行了预测, 效果较好, 模型具有业务应用潜力。

**关键词:** 雪灾 评估 模糊 监测

## A Synthetical Forecasting Model of Snow Disaster in Qinghai-Tibet Plateau

Zhou Bingrong<sup>1,2</sup> Shen Shuanghe<sup>1</sup> Li Fengxia<sup>2</sup>

(1. Department of Applied Meteorology, Nanjing University of  
Information Science & Technology, 210044;

2. Qinghai Province Research Institute of Meteorological Science)

**Abstract:** Utilizing the theory on calamity study and taking pasture of Qinghai as an example, the factors inducing snow disaster in Qinghai-Tibet plateau are analyzed. Based on the Geographical Information Database (GIS), a synthetical identification snow model is constructed to monitor quickly the snow disaster after a snow, and then, the trend of snow dis-

资助项目: 2003 科技部社会公益研究专项资金项目; 我国牧区暴风雪灾害监测预警系统研究资助

收稿日期: 2005 年 11 月 2 日; 修定稿日期: 2006 年 5 月 15 日

aster is forecasted dynamically, finally the estimation to disaster is conducted. The results show that during the processes of forming the snow disasters, in addition to the function of snow cover, the fragility of environment suffering disaster and sensitivity of carrier disaster play important roles. The advice which protect pasture and strengthen animal husbandry is given to decrease the damage of snow disaster. At last, using the synthetical forecasting model of snow disaster, the snow disaster forecast in Qinghai is made. The result shows that the model has potential value of application.

**Key Words:** snow calamity evaluation fuzzy monitor

## 引言

雪灾是由于大量的降雪与积雪,加之孕灾环境的脆弱性、承灾体的敏感性,对牧业生产及人们的日常生活造成危害和损失的一种气象灾害<sup>[1]</sup>。在20世纪80年代以前,人们普遍认为降雪和低温是影响造成雪灾的唯一原因。对雪灾的研究局限于雪灾指标及天气学预测方面。从1980年代以后,随着灾害学研究的进一步发展,人们开始意识到,孕灾环境的脆弱性和承灾体的敏感性对灾害的形成起着重要的作用。很多学者提出了雪灾不等同于积雪,雪灾的形成是气象、环境、社会等因素综合形成,而不单单只是天气背景下的产物<sup>[2-5]</sup>。这一论点的提出,统一了畜牧、民政、气象等部门雪灾的看法,也汲取了灾害学研究中的思想,得到了较为普遍的认同<sup>[6-8]</sup>。2001年,科技部组织内蒙古、青海、新疆等省区的技术力量,开展了我国北方牧区暴风雪雪灾监测、预警、评估系统的研究,虽然同为雪灾,但三省区雪灾形成机理存在着差异。每个省区虽对监测、预警、评估的侧重点不同,但基本都开展了符合自身省区特点模型研究。青藏高原牧区,恶劣的气候条件加之牧区地广人稀的自然条件,给抗灾救灾带来了一定的困难。若能及时预测雪灾的发生发展,则将对抵御自然灾害、减少灾害损失起到积极作用。因此,研究易操作、机理明显的雪灾预警模型在青藏高原地区就显得尤为必要。

## 1 研究背景与资料收集

青海省由于其地理条件的特殊性,在研究的过程中,包括了甘南、川西、藏北的部分区域,以期形成能监测预警整个高原牧区的模型。选择研究资料包括:青海省15个站,西藏自治区3个站,四川省5个站,甘肃省3个站,共计26个站的前冬(10月中旬至12月底)和后冬(1—3月)、春季(3月至5月中旬)的降水、气温、积雪等气象资料(1960—2000年);1994—2003年青海省境内FY、NOAA资料,2001—2004年MODIS资料;部分研究区以县为单位的国情资料(2003年);包括该县经济、畜牧、卫生、交通、人口等资料;青海省1961—2000年雪灾灾情实况资料。

## 2 雪灾监测预警评估综合模型

### 2.1 预警评估因子选择

雪灾的预警评估按时间顺序分为降水到积雪、积雪到雪灾、灾情评估三个过程。由降水到积雪,目前研究已经比较成熟,有很多模型可以采用。积雪到雪灾是本模型的核心部分,因子的选取也较为困难。因子选取过多,信息量输入过大,模型受次要因子的影响便大,而因子过少,模型采集的信息又过少,无法做出正确预测。因此,建模过程中采用了主成分分析法,筛选了图1所列因

子。

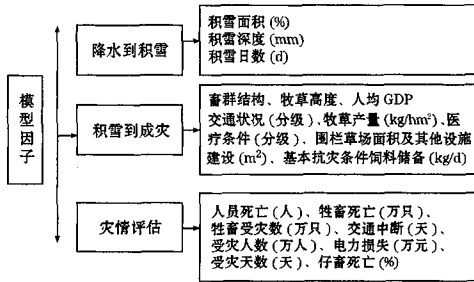


图 1 雪灾逐级评估因子

## 2.2 模型概述

降水信息经过积雪判别模型、雪灾监测预警模型,要经过多次加工,成为预警信息,然后流入评估模型,实现灾情的评估。模型的流程简述如下,各个子模型的运做机理将在后边给予论述。

(1) 天气预报系统产生降水、气温预报,经积雪判别模型,转化为积雪范围和深度信息;

(2) 遥感监测资料加以订正以上信息,在积雪区域叠加地理背景数据库中有关草场、畜群等生物信息,做出雪灾预警信息;

(3) 输入的雪灾预警信息,经地理信息数据库中社会、经济等反映地区抗灾能力信息的叠加,以预测受灾区内雪灾的发展状况,依据天气预报和遥感监测系统的输出信息,预测受灾区内雪灾的发展状况,利用天气预报和遥感监测系统的输出信息,多次预警;

(4) 在灾害成为事实的情况下,采用灾情模糊评估系统,得到灾情等级、受灾程度的评估,根据地理信息库中人口、畜群、环境、社会经济、交通等条件提出应对措施。

## 2.3 积雪判别模型

在青藏高原冬季,降水即为降雪。但是由于地形、气温、风速等气象地形因素的影响,同一量级的降水在不同的因子组合影响下,将形成不同深度的雪深。在青南地区应

用逐步回归法,从降水量,月、旬、候平均气温,月份,风速等因子中发现,雪深与日降水量、月份相关性很高,做进一步分析,月份实际是温度因子的外在体现。对于青南地区,大于 1mm 的降水,建立了如下经验公式 (方程 1),  $y$  为积雪深度,单位 cm,  $T$  为自过程降雪日起平均温度绝对值,  $R$  为降水量,单位 mm。

$$y = 3.56 + 0.07T + 0.39R \quad (1)$$

## 2.4 雪灾监测预警模型

本子模型的核心是地面气象观测网络、遥感监测系统、地理信息背景数据库。

地面气象观测网络负责收集每日定时、定点所观测的包括降水量、雪深资料在内的气象资料。牧区境内,气象站点虽然分布稀疏,但结合遥感监测资料,这些站点所观测的资料还是具有一定的应用价值。尤其在连阴雪天气状况下,地面观测资料更能发挥作用。因此,选择了 26 个气象站作为雪灾监测预警评估模型的地面观测部分。

本模型应用了 MODIS 资料的归一化差分积雪指数 (NDSI) 来实现积雪的识别、落区的判断和厚度的监测。

$$NDSI = (CH4 - CH6) / (CH4 + CH6) \quad (2)$$

$CHn$  表示 MODIS 资料  $n$  通道。当  $NDSI > 0.4$  且  $CH2$  反射率  $> 11\%$ 、 $CH4$  反射率  $> 10\%$  时判定为雪。对于雪深反演,目前尚没有成熟的 EOS/MODIS 资料反演方法。采用分层阈值法进行 EOS/MODIS 资料 10cm 以内的雪深监测。即将  $NDSI$  值按不同的阈值进行分层,对 10cm 以内的不同雪深层次确定不同的  $NDSI$  阈值,依此建立经验公式。

地理信息背景数据库,由于所涉及的领域很广,资料很难在短时间内收集完全,而且,许多资料随时间的推移而发生改变。所以采用了开放式结构,本着边建设、边使用的原则来进行。设计内容包括:历年气象观测资料、社会经济统计资料、实况调查数据

库,以及政区、交通、草地资源、草地等级、土地利用类型等专业图件的数字化图形数据。

## 2.5 灾情模糊评估模型

评估雪灾形成的严重程度,人们的认识存在着模糊性,不同的部门、不同的群体由于其所处的环境不同,主观评价的标准不一致,甚至对同一地区同一时期发生的雪灾,对其等级都有不同的划分,从而有不同的评估和防灾抗灾措施。因此在制定雪灾的评价标准时,模糊的软边界可能较清晰的硬标准评估结果将更为客观,本文试图应用灾害学的知识,采用模糊数学模型<sup>[9]</sup>,收集灾害评估因子,对已产生灾情的雪灾进行等级划分,建立相对评估指标,提供救灾决策信息。

### 2.5.1 选择隶属函数

隶属函数的确定是用数学方法描述事物模糊性的关键。在解决雪灾的评估问题中,灾害的等级随受灾程度而上升,在模糊数学常用的函数模型中选择戒下型模型可以较好的反映问题的本身。

$$R_{ij} = \frac{1}{1 + a_i |\xi_j - S_{ij}|} \quad (3)$$

其中  $a_i > 0$ , 为当量系数,  $\xi_j$  为灾害等级中值,  $S_{ij}$  为灾害损失量。

### 2.5.2 模糊综合评判

给定了模糊矩阵  $R$ , 设有一权数分配集合  $A$ , 则模糊变换

$$A \times R = B \quad (4)$$

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\} \quad (5)$$

$B$  是综合评判的结果, 做归一化处理:

$$\eta_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b(i)} \quad (6)$$

$\eta_{\max}$  为最终的评估值, 也是灾情最终的等级值。

## 3 模型应用

2003 年春季, 模型开始试运行, 图 2

是一次雪灾综合预警结果。2004 年 3 月 5 日, 省气象台预测青海省境内次日将有降水天气过程。利用预测的降水和气温, 应用积雪判别子模型, 预测青海省积雪分布状况(图 2a)。青南的甘德、久治、班玛、达日地区, 环湖海晏、共和北部地区有低温、降水中心, 即积雪深度高值区; 曲麻莱西南、治多中部、海西部分地区是积雪深度次高值区。图 2b 的信息来源为地理信息背景数据库、牧草产量遥感资料、上年度青海牧区国民经济状况统计年鉴, 将上述信息按权重做 GIS 叠加, 得出图 2b 的结果, 综合反映了孕灾环境脆弱性和承灾体的敏感性, 即反映在降雪已发生的前提下, 发生雪灾危险性的空间分布。显示海西地区、玉树大部分地区、果洛、黄南州的河南和泽库地区是雪灾危险度高值区。环青海湖区由于畜牧业基础较好, 大大提高了抵御雪灾的能力, 雪灾发生危险性降低, 危险度分析结果体现为一低值区。随后, 做遥感监测订正(图 2c), 最终形成图 2d 的预警结果。预测青海南部的河南、泽库、囊谦、甘德、班玛、达日, 玉树、称多、唐古拉山的部分地区将有雪灾发生。

灾情上报结果显示, 甘德、久治、班玛、河南、泽库、唐古拉山乡在这次降雪过程中受灾程度为中灾, 海西部分地区受轻灾。实际灾情程度与积雪模糊判别模型的结果大体一致。

## 4 小 结

(1) 草地季节性干旱、北方干旱化以及草场超载过牧、退化加剧是畜牧业雪灾脆弱性呈增加趋势的直接原因, 也是造成雪灾的主要原因。因此, 要改变天气因素是造成雪灾的唯一原因这种固有观点, 保护草场、加强草原畜牧业配套设施建设, 可以主动降低雪灾级别。即雪灾不仅仅是天灾, 其中人类不合理的牧事活动也影响着灾害的发生发展程度。

