

区域性地质灾害气象预报方法研究

薛建军 徐 晶 张芳华 牛若芸 张金艳 杨元琴

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

从气象的角度,基于对全国地质灾害预警区域的划分,利用历史地质灾害记录以及历史气象资料,分区建立了全国范围的区域气象潜势预报模型,并从2003年6月1日开始投入业务应用。总体预报服务效果较好,收到了较好的社会效益。同时还要进一步加强科学研究,提高科技含量,优化预报模型。

关键词: 地质灾害 区域 预报模型

引 言

我国是世界上地质灾害最为严重的国家之一,崩塌、滑坡和泥石流的分布范围占国土面积的44.8%。地质灾害给经济建设、社会发展和人民生命财产造成了巨大的损失。据统计,仅1995~2003年,滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等突发性地质灾害造成了10499人死亡或失踪、575亿元财产损失。目前,全国有地质灾害隐患点16万处,威胁人口1150多万人,威胁财产超过2000亿元。一些地区和县(市)的地质灾害已成为制约地方社会发展的重要因素,对我国社会经济可持续发展战略的实施造成了严重影响。

我国地质灾害的严重性也引起了中央政府和公众的广泛关注。2003年11月19日国务院第29次常务会议通过了《地质灾害防治条例》,自2004年3月1日起施行。从此,我国地质灾害防治工作走上了法制化、规范化的轨道。

地质灾害的形成受地质条件、气象条件、人类活动等诸多因素控制,具有较大的随机性。但据统计由局地暴雨引发的泥石流滑坡等灾害占这类灾害总数的95%和90%以上^[1],又具有相当大的规律性。许多地质工作者和气象工作者都在泥石流等地质灾害预报中作了很多尝试,文科军等对北京北部山区的泥石流发生情况进行研究,并建立了一个统计模型^[2];晋玉田在考察了四川攀西地

区泥石流滑坡与降水关系后,也建立了当地泥石流滑坡预报的降水指标^[3];王锡稳等分析研究了甘肃陇南地区降雨与地质灾害发生的关系^[4];张延治根据辽东半岛泥石流灾害及有关水文气象资料,研究了泥石流形成与暴雨的定量关系^[5]。但大多数模型都是基于研究前期降水和灾害发生当日降水或1小时雨强的关系,讨论的主要是某一特定泥石流沟或单个滑坡体的预报方法,有关滑坡泥石流等地质灾害的区域性预报研究还处于探索阶段。本工作从气象的角度,基于对全国地质灾害预警区域的划分,利用历史地质灾害记录以及历史气象资料,分区建立了全国范围的区域气象潜势预报模型,并从2003年6月1日开始联合发布全国地质灾害气象预报警报。

1 地质灾害气象潜势预报方法

2003年3~5月,国家气象中心与中国地质环境监测院通力合作,从气象的角度,基于对全国地质灾害预警区域的划分,利用历史地质灾害记录以及历史气象资料,分区建立了全国范围的区域气象潜势预报模型,并建立了国家级地质灾害气象预警业务规范和业务流程。

1.1 我国地质灾害气象预警区划

根据致灾地质环境和气象因素,中国地质环境监测院把全国划分为7个地质灾害一级预警区(A~G),28个二级预警区(见图

1)。一级区主要考虑长时间周期、大空间尺度的气候区划和地质环境条件,以全国性分水岭或雪线为界;二级区的划分主要以重大水系、区域分水岭、区域气候、滑坡泥石流分布密度、地质环境条件、斜坡表层岩土性质和年均降雨量分布等区域性因素为依据。

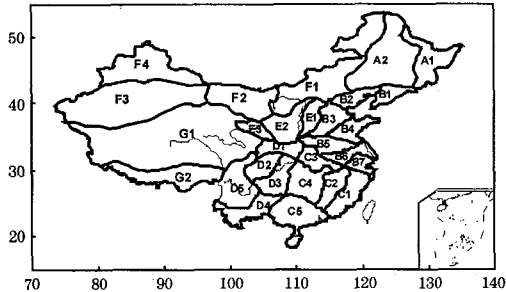


图1 中国地质灾害气象预警区划图
(由中国地质环境监测院提供)

1.2 地质灾害气象预警报发布时间的确定

我国主要降雨带有明显的季节性变化^[6],与此对应,我国地质灾害也具有明显的季节特征(见图2)。江南、华南的地质灾害第一个高峰期出现在华南前汛期降水的6月份。随着雨带向北推移,地质灾害高发地带也随着雨带向北推移,长江中下游地区及黄淮地区的地质灾害主要出现在6~8月份,华北、东北的地质灾害高发期在7~8月份。随着华南后汛期的来临,华南、江南的地质灾害次峰值出现在9月份。西南地区东部的泥石流滑坡峰值期出现在7月和8月。由此可见,地质灾害主要集中在每年的6~9月,据此地质灾害气象预警报发布时间确定为每年的5~9月。

1.3 地质灾害气象潜势预报模型的建立

为了进行全国区域性地质灾害气象预报,我们必须先了解地质灾害的发生和气象因子之间的对应关系。由于目前获得的历史地质灾害资料和气象观测资料十分有限,为了提高统计分析的样本数,初步只能针对每一个预警区域建立预报模型,先从区内的所有地质灾害发生地点中挑选出附近有雨量观测记录的点,并对相应的降水资料进行整理。然后通过统计所有这些点历史记录中地质灾

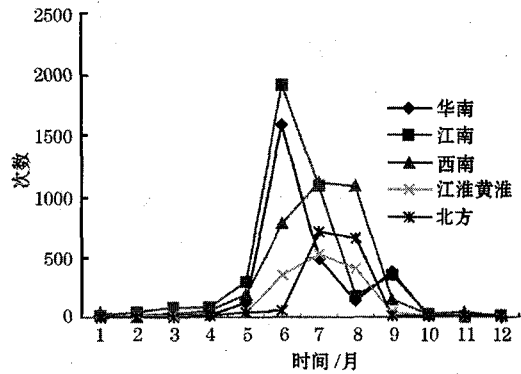


图2 1951~2002年我国各大区域地质灾害频次逐月分布图

害的发生与前期降水的关系,建立起区域地质灾害气象潜势预报模型。

首先根据中国地质环境监测院提供的地质灾害资料,参照气象站点的经纬度,对降水量资料进行了质量控制,得到研究所需的基本资料。具体原则和方法是:找出以灾情点为中心,以0.5个经纬距为半径的范围内的气象站点,并根据处理好的降水量资料写出灾情发生当日到前14日内逐日24小时降水量。如果某站点符合空间距离的要求,但是没有灾情发生时段内的降水量资料,那么该站不予考虑。如果邻近的灾情点也在同一天发生灾情,那么找出的站点和降水量资料就有可能重复的,而我们关心的是能代表灾情点的站点及其降水情况,故在此基础上又进行了一次筛选,以保证同一天的灾情选出的站点不重复。

由于地质灾害的发生与前期降水有密切的关系。一般来说,充分的前期降水条件下,再有激发性的暴雨,爆发地质灾害的可能性就很大。另外,如果前期降水丰富,土壤含水量高,则可能再有很小的降水就会激发泥石流。因此,根据已有的研究中较为一致的意见,选取五个与降水有关的预报因子,分别是:(1)灾情发生当日的降水量,实际预报中采用预报值;(2)灾情发生前一日降水量,实际预报中采用当天实况降雨量;(3)连续降水量,指灾害发生前连续每天降雨超过5mm的降雨总量累计;(4)连续降水天数,指灾害发生前连续每天降雨超过5mm的降雨天数;

(5)灾害发生前3天至13天的有效降水量,有效雨量利用经验公式

$$r_e = \sum_{k=3}^{15} 0.8^{k-1} \times r_k \quad (1)$$

求出。其中 r_e 表示有效雨量, r_k 表示从灾害发生当天算起前第 k 日的雨量。因为当天

$$A = \sum_{i=1}^5 a(i), \begin{cases} a(i) = 1, & b(i) \leq c_1(i) \\ a(i) = 2, & c_1(i) < b(i) \leq c_2(i) \\ a(i) = 3, & c_2(i) < b(i) \leq c_3(i) \\ a(i) = 4, & c_3(i) < b(i) \leq c_4(i) \\ a(i) = 5, & c_4 < b(i) \end{cases} \quad (2)$$

做出该地区的灾害潜势等级预报。其中 A 为预报结果, a 是各因子预报值, b 是因子值, c 是临界值。最后将预报结果划分到五个预报等级,分别是(1)可能性很小、(2)可能性较小、(3)可能性较大、(4)可能性大、(5)可能性很大。在考虑到特殊情况时,例如在易发生地区已出现或预报将出现特大暴雨,则可以将预报等级直接加到最高。

以 c_1 (见图1)为例,因子1(当日降水量)的临界值 $c_1(1)$ 、 $c_1(2)$ 、 $c_1(3)$ 、 $c_1(4)$ 分别为5mm、26mm、65mm、154mm,如预报降水量 $b(1)$ 为50mm, $c_1(2) < b(1) < c_1(3)$, 故 $a(1) = 3$ 。同样计算出其他4个因子值 $a(2)$ 、 $a(3)$ 、 $a(4)$ 、 $a(5)$ 后,即可得出 A 值。如为4,则表示可能性大。

2 业务服务情况和效益分析评估

从2003年6月1日开始,国土资源部与中国气象局联合发布地质灾害气象潜势预报警报。当预报将出现3~4级地质灾害气象等级时通过中央电视台新闻联播后的电视天气预报发布预报;当预报将出现4~5级地质灾害气象等级时,发布警报。

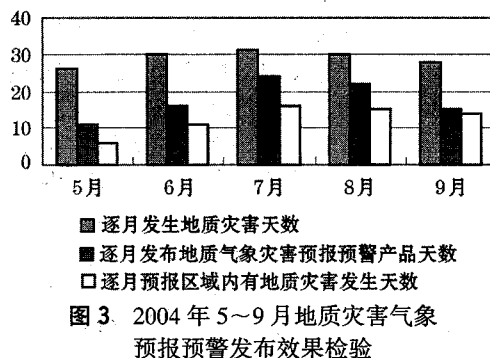
2003年6~9月开展了为期4个月、历时122天的全国地质灾害气象预报警报工作,在中央电视台天气预报节目中发布了64次预报,其中发布警报2次,发布时间分别为7月9日和7月19日。

2004年5~9月国土资源部和中国气象局共联合发布地质灾害气象预报预警88期,其中警报8次,警报发布日期依次为5月19日、7月18日、7月19日、7月20日、8月12

和前一天的降水已另有因子表示,故 k 从第3天算起。

对于每个因子,首先要通过概率分析确定较小可能发生、能发生、易发生和极易发生地质灾害的该因子临界值。分别找出5个预报因子的等级临界值后,利用统计公式

日、8月25日、9月9日、9月10日。图3给出了逐月发布地质灾害气象预报预警产品天数及逐月预报区域内有地质灾害发生天数,总体来说预报效果较好,相比较而言,对区域性的地质灾害预报效果较好(如9月等),对局地性的地质灾害预报效果略差(如5月)。



2003和2004年汛期预报中,对于出现地质灾害地点较多、影响较大、灾情较重的大多数地质灾害过程做出了较准确的预报,总体预报服务效果较好,并取得了一定的实践经验。引起了社会的广泛关注,产生了良好反响,收到了较好的社会效益,提高了地质灾害群测群防工作的针对性和时效性,开拓了地质灾害防治工作的新局面,是我国地质灾害防治工作的重大举措,是部局间合作的典范项目,是中央气象台预报服务工作的亮点之一。

3 问题与讨论

全国地质灾害气象预报预警是一项为政府决策和社会公众提供信息服务的公益事业,同时也是一项全新的具有开创性与探索

性的工作,涉及面广、影响大、技术难度大。总结这两年的预报与服务经验与教训,我们认识到,要继续加强气象诱发地质灾害的机理与应用两方面的研究,开展灾情信息的收集建库程序设计开发工作及客观检验方法研究。

另外,在地质气象灾害预报警报预警业务方面,现在存在的问题有:

(1)加强合作交流,进一步完善地质气象灾害历史数据库和实时信息收集网络

目前收集到的地质气象灾害历史资料不十分完全,还需与国土资源部进一步合作与交流,完善地质气象灾害历史数据库。

新近发生的地质气象灾情现已能通过“全国气象情报与灾情信息网”获得,但由于灾情信息不是单独立项,详细信息往往是夹在“暴雨和洪涝”、“关键性、转折性天气”、“其他灾害”中上报,有些信息在时间和发生地点等方面不够明确,使用中还是存在一定的困难,需进一步改进,上报灾情信息尽可能做到定时、定点,以满足业务所需。

此外,国土资源部反馈的最新灾情信息不能及时获得,需进一步加强沟通。

(2)加强科学研究,进一步优化地质气象灾害气象预报预警客观预报方法

现开发研制并在实际业务工作中使用的地质灾害气象客观预报模型主要考虑了降水

因素对地质灾害的发生所产生的影响,地表参数信息虽已部分考虑,但还需进一步研究不同地质地理条件下各种地质灾害发生的机理,完善该地质灾害客观预报模型,以提高预报性能,并开发更多的可供预报业务工作中参考的相关客观预报模型。

(3)改进预报服务方式,充分发挥气象系统网络优势,积极开展系统内部合作

已成功建立了中央气象台与国土资源部之间的日常会商体系,还应充分发挥气象系统的网络优势及地方台站优势,积极开展气象系统内部中央台与省市台站之间的日常会商工作,同时改进业务流程,形成上下联动,分级指导、逐级负责的预报服务业务体系。

参考文献

- 1 罗元华.我国滑坡泥石流崩塌灾害分布与经济损失评估.国土开发与整治,1994,4(1):49~55.
- 2 文科军,王礼先,谢宝元等.暴雨泥石流实时预报的研究.北京林业大学学报,1998,20(6):59~64.
- 3 晋玉田.攀西地区泥石流滑坡灾害与降水关系的分析和预报.四川气象,1999,19(3):34~38.
- 4 王锡稳,陶建红,冯军等.陇南“5.31”特大泥石流灾害成因分析.气象,2004,30(10):43~46.
- 5 张延治.辽东半岛山洪泥石流与诱发暴雨.气象,1993,17(1):43~47.
- 6 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理与方法.北京:气象出版社,1992:342~366.

Study on Forecast of Regional Meteorological Geognosy Disaster

Xue Jianjun Xu Jing Zhang Fanghua Niu Ruoyun Zhang Jinyan Yang Yuanqin

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on geographic, geologic, as well as climatic background, whole China was divided into 28 geognosy disaster warning regions. In addition, using historical geognosy disaster records and related meteorological data, regional meteorological geognosy disaster forecast model is developed for each region. Since July 1, 2003, the models have been put into operational forecast and have a good overall forecast and service effect. For further development, the forecast model should be optimized with the help of related scientific research.

Key Words: geognosy disaster region forecast model