

降雨型地质灾害风险动态过程分析方法*

范远芳¹⁾, 陈红旗²⁾, 黄俊宝³⁾, 王国民⁴⁾

1) 福建省测绘院,福州, 350003; 2) 国土资源部地质灾害应急技术指导中心, 北京, 100081;

3) 福建省地质环境监测中心, 福州, 350002

现阶段预警预报多采用基于历史数据统计规律的雨量阈值模型,其核心是对目标区域内阶段性静态风险的一般分布情况的识别。由于无法反映一次降雨过程中地质灾害风险演化特征,灾害预报预警精度仍然较低,有时会出现过度预警过度或者盲目响应的现象。依据监测信息如何及时识别灾害风险一直是研究热点。相关动态风险评价方法的研究已引起工程界的高度重视,主要见于工程、核能和经济等领域。评价方法主要有动态过程评价、动态概率评价、动态综合评价和多智能体评价等方法。在地质灾害方面,动态风险评价方面尚缺乏研究。相关动态风险评价方法对比显示,动态过程评价可操作性强,比较适用于现有地质灾害监测预警基础。

本文拟以 2012 年台风“苏拉”期间福建省德化县浔中镇地质灾害风险评价为例,探索动态过程评价方法。2012 年第 9 号强台风“苏拉”于 7 月 28 日 08 时在菲律宾马尼拉以东约 630 公里的西北太平洋洋面上生成,8 月 3 日 6:50 在宁德福鼎秦屿镇登陆,影响德化县浔中镇。

1 动态过程评价方法

公式(1)所示的地质灾害风险评价框架模型。在一次降雨过程中,动态因子有实时降雨、灾情、险情和承灾体状态,依托群测群防监测体系可实时反馈更新。在静态模型基础上考虑上述动态因子,依据动态过程评价方法,建立动态风险评价模型,如公式(2)所示。在危险性动态方面,诱发因素降雨分解为有效雨量和实时雨强;灾情险情直接显示了危险性状态和既有风险后果先验性征,根据相似原理由点状监测信息辐射到评价区域,对区域易发性进行动态更新。在易损性方面,以承灾体状态修

正静态易损值。通过因子动态分析,提出修正模型如下:

$$Rt = H \times V = (S \times R) \times V \quad (1)$$

$$Rt_d = H_d \times V_d = (S_d \times D_d \times R_d) \times (V \times B_d) \quad (2)$$

式中, R 为总风险, H 为危险值, S 为易发性, R 为降雨, V 为易损值, D 为险情, B 为承灾体状态,下标 t 表示动态因子,没有下标表示静态因子。

按照上述更新的实时动态因子,采用地理信息系统进行动态风险评价区划。评价流程如图 1 所示,包括地质原型分析、动态因子采集、易发性分区相似度更新计算、易损性更新、以及基于模糊综合评判的动态风险区划等五个步骤。依据研究区域地质环境与地质灾害特征,确定参评指标。在危险性因子方面,易发性通过坡度、坡向、表土层厚度、坡形加以反映,通过实施灾情险情监测信息进行相似度修正;诱发因素降雨,按照实际群测群防监测周期及速报频次,采用德化、三班、雷峰、盖德和凤洋五个雨量站台风“苏拉”期间 1 小时时间间隔的监测数据,更新有效降雨量与雨强;在易损性因子方面,从应急管理需求出发,重点考虑人与道路的承载状态。

评价指标权重通过层次分析法确定。其中,易发性动态相似度计算原理是认为类似地质条件的区域也会出现相同风险情景;承灾体状态事件树分析是一种逻辑演绎方法,具有可以定性与定量地进行系统故障原因以及后果识别作用。降雨为激发事件是指降雨带来的承灾体状态改变;根据模糊综合评判方法,按照对称性原则,将评判等级标准分为“较低风险”、“中等风险”,“较高风险”和“高风险”四个等级,即评语集为: $V = \{I \ II \ III \ IV\} = \{\text{较低风险} \ \text{中等风险} \ \text{较高风险} \ \text{高风险}\}$,并分级描述。

注:本文为国土资源部公益性行业科研项目(编号 201211055)资助的成果。

收稿日期:2015-02-03;改回日期:2015-03-01;责任编辑:周健。

作者简介:范远芳,男,1983年生。硕士,工程师,地理信息与 3S 应用。Email: 532171545@qq.com。

从评价指标体系与模糊评语集出发, 将定性定量化的指标按照统一量纲的原则, 确定简易的评判标准。

2 实例验证与结果分析

根据以上方法, 采用 GIS 进行动态风险评价建模实现, 包括网格划分、栅格模型量化、有权叠加运算。图 1 显示了, 两个时间点的风险转移情况。根据风险动态评价结果, 优化预案, 并提高了应急准备的针对性。

3 结论与讨论

本文尝试采用过程评价方法, 进行降雨型地质灾害风险动态评价。通过易发性动态相似度更新、有效雨量实时监测、承灾状态等过程分析, 可建立动态风险评价修正模型。将有助于提高预警精度和响应的针对性。需要指出的是, 由于参评要素需要实时监测, 使该方法目前仅适用于防灾减灾基础较好的重点区域。

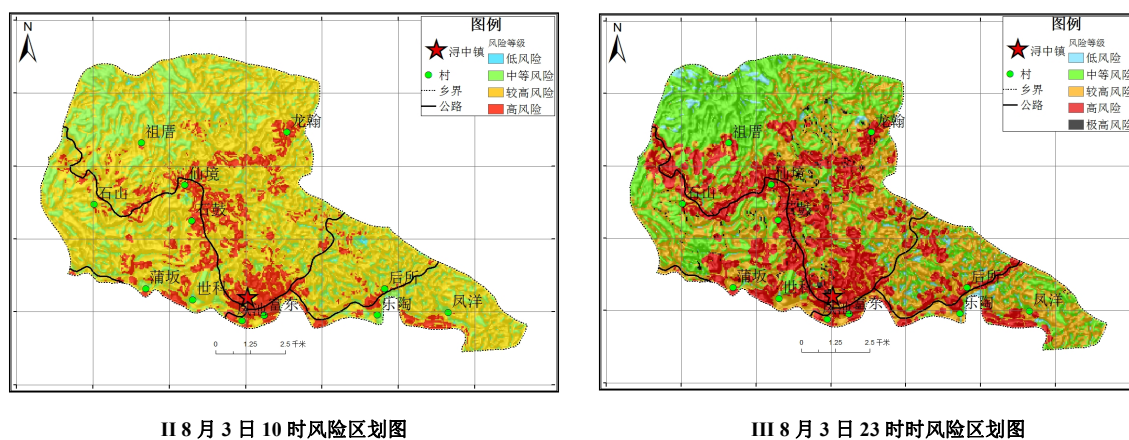


图 2 三个时刻风险评价结果图

参 考 文 献 / References

- 董颖. 2009. 地质灾害风险评估理论与实践. 北京: 地质出版社, 12.
- 杜惠良, 钮学新, 殷坤龙, 谢剑明, 刘礼领. 2006. 浙江省滑波、泥石流多发区气象预警研究. 高原气象, 25(1):151~158.
- 范远芳, 张小趁, 褚宏亮, 翟书礼. 2012. 区域地质灾害风险静态评估对比研究. 第九届全国工程地质大会论文集. 青岛: 科学出版社, 510~515.
- 冯文凯, 石豫川, 柴贺军, 唐胜传. 2007. 三峡库区渝巴公路马道子滑坡岸段动态风险评价. 22(1):54~59.
- 解家毕, 孙东亚. 2006. 事件树法原理及其在堤坝风险分析中的应用. 中国水利水电科学研究院学报, 4(2):133~137.
- 缪春生. 2006. 动态风险评价方法的研究进展. 第一次全国工程风险分析技术学术会议论文集, 418~429.
- 谢季坚, 刘承平. 2000. 模糊数学方法及其应用. 华中理工大学出版社.
- 许振浩, 李术才, 李利平, 陈军, 石少帅. 2011. 基于风险动态评估与控制的岩溶隧道施工许可机制. 岩土工程学报, 33(11):1714~1725.
- 易立新, 惠中玉. 1997. 火灾风险评价的随机过程模型. 中国安全科学学报, 7(5):6~9.
- 朱良峰, 殷坤龙, 张梁, 李闽. 2002. 地质灾害风险分析与 GIS 技术应用研究. 地理学与国土研究, 18(4):10~13.
- Aldemir T, Siu N. 1996. special issue on reliability and safety of dynamic process systems. Reliability Engineering and Systems Safety, 52(3): 181~347.