

魏美璇, 张羽, 李一宏, 等. 基于长白山火山灾害情景构建技术的承灾体损失预测[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 141-143. [WEI Meixuan, ZHANG Yu, LI Yihong, et al. Loss Risk Prediction of the Disaster-Bearing Body Based on the Scenario Construction Technology of Volcanic Disaster in Changbai Mountain[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 141-143]

# 基于长白山火山灾害情景构建技术的承灾体损失预测

魏美璇, 张羽, 李一宏, 刘冰扬

(吉林省地震局, 长春 130117)

## Loss Risk Prediction of the Disaster-Bearing Body Based on the Scenario Construction Technology of Volcanic Disaster in Changbai Mountain

WEI Meixuan, ZHANG Yu, LI Yihong, LIU Bingyang

(Jilin Earthquake Agency, Changchun 130117, China)

关键词: 情景构建; 灾害模型; 承灾体评估; 长白山

**Keywords:** Scenario construction; Disaster model; Disaster-bearing body assessment; Changbai Mountain

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0141-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.51

### 0 研究背景

目前由吉林省地震局主持研发了我国第一个火山灾害情景构建技术应用平台,该平台产出的主要内容是面向承灾体的损失预测结果,也是综合我国在火山灾害评估预测方面近30余年研究成果的集合。潘玉林<sup>[1]</sup>1996年开始讨论我国火山灾害评估问题,也是我国火山灾害评估的起始阶段;李春风1999年进行了长白山天池火山的危险性和火山碎屑流灾害评估;张学霞<sup>[2]</sup>2003提出了风险评估理论进行基于RS和GIS的长白山火山灾害风险评估研究、这也是国内比较早的运用风险理论面向自然灾害风险评估的方法;洪汉净2003年研究了全球主

要火山灾害及其分布特征,结合本研究长白山火山的历史喷发特征,确定长白山主要灾害为火山熔岩流、碎屑流、火山灰、洪水4类致灾因素;许建东<sup>[3]</sup>2006年火山灾害的主要类型及火山灾害区划图编制现状探讨,定义了火山灾害区划图可以有效展示火山综合灾害的分布过程,是一个新产品和新开端。

综上我国在火山灾害研究方面多以1个灾种进行研究,在此基础上本文研究是对火山综合灾害情景下的研究,充分考虑到不同火山喷发类型可能产生几类火山灾害(如夏威夷式喷发以熔岩流灾害为主,武尔卡诺式喷发以空降碎屑物灾害为主),不同火山喷发类型可能造成多大火山喷发指数即VEI指数(如斯特朗博利式喷发VEI=3级,普林尼

收稿日期: 2024-10-10

作者简介: 魏美璇(1987-),女,硕士,高级工程师,主要从事震害防御和地理信息系统制图工作。

E-mail: 461726492@qq.com

通信作者: 张羽(1980-),男,硕士,高级工程师,主要从事灾害风险评估工作。

E-mail: 28620273@qq.com

式喷发  $VEI=6$  级), 4类火山直接灾害的诱发关系与发生时间间隔。这些都是通过设定典型情景, 进行评估预测实现的, 也是情景构建技术在火山灾害研究方面的应用。

## 1 技术路线

### 1.1 基于情景的承灾体动态评估

火山灾害发展不同于地震灾害, 地震波传播是秒级别的、火山灾害传播是小时级别的, 这样分时段进行承灾体的动态评估有必要性和实际意义。设计在一个典型火山综合灾害情景中分别在 1 h、3 h、6 h、10 h 进行灾害的仿真模拟和承灾体的动态评估(图 1), 可科学解释发生火山灾害事件时不同时间区间的损失信息。



图1 灾害评估框架图

Fig.1 Dynamic assessment of disaster bearing body based on scenario construction technology

### 1.2 基于情景的评估结果产出

选择完成参数运行火山灾害情景构建平台, 产出不同时间段的承灾体损失预测报告, 报告以 docx 通用文档格式存储, 分别产出在 1 h、3 h、6 h、10 h 火山灾害评估简报与专报。3 h 的专报模板设计如下, 所有数据都为变量, 根据实现情景变化:

#### 1.2.1 简述部分

据中国地震局火山研究所测定, 北京时间 2024 年 10 月 21 日 17 时 33 分, 长白山天池火山发生特大规模火山活动, 可能伴随着洪水, 火山熔岩流, 火山碎屑流, 火山空降碎屑物, 火山泥石流灾害, 火山爆发指数可能  $VEI=6$  级, 需要启动 I 级火山灾害应急预案。

#### 1.2.2 灾害影响范围

(1)洪水: 洪水总体积  $15 \text{ km}^3$ , 洪水总流经距离 1040 km, 洪水流经路线 10 条, 影响范围  $520 \text{ km}^2$ 。

(2)火山熔岩流: 熔岩岩性为碱性玄武岩(5%)、拉斑玄武岩(5%)、碱性玄武岩(30%)、拉

斑玄武岩(30%), 熔岩流总流经距离 133 km, 熔岩流经路线 10 条, 火山熔岩流影响范围  $66.5 \text{ km}^2$ 。

(3)火山碎屑流: 火山喷发柱高度 30 km, 火山喷出物总质量 215 090 万吨, 流体密度  $1000 \text{ kg/m}^3$ , 火山碎屑流传播速度  $214.9 \text{ km/h}$ , 火山喷出物初始温度  $700^\circ\text{C}$ , 火山碎屑流影响范围  $19\,622.54 \text{ km}^2$ 。(4)火山空降碎屑物: 火山灰传播方向自然向, 火山灰传播速度 30 m/s, 火山灰影响范围  $55\,851.36 \text{ km}^2$ 。

(5)火山泥石流: 泥石流体积  $100 \text{ km}^3$ , 泥石流最大流速  $16 \sim 12 \text{ m/s}$ , 泥石流最大厚度 51 m, 泥石流影响范围  $987 \text{ km}^2$ 。

(6)第 00~03 h 时段火山综合灾害影响范围  $77\,047.41 \text{ km}^2$ 。

#### 1.2.3 灾区基本情况

第 00~03 h 时段火山综合灾害对城市基础设施、重要目标、生命线设施造成了破坏, 火山灾区高等院校 5 个、教育机构 365 个、医疗卫生机构 570 个、党政机关 1123 个、企事业单位 340 个、公安机关和派出所 122 个、加油站 23 个、汽车销售和修理厂 44 个、邮电物流单位 104 个、新闻广电与出版机构 7 个、科研设计机构 12 个、金融证券 145 个、商贸场所 256 个、社会福利机构 20 个、娱乐场所 42 个、服务场所 351 个、人民团体与民主党派 38 个、宗教场所 22 个。

#### 1.2.4 灾害评估结果

第 00~03 h 时段火山综合灾害影响范围为  $77\,047.41 \text{ km}^2$ , 灾区内人口 731 044 人, 受到灾害影响的 GDP 总和为 197 379 万元、人均 GDP 每格网中值 4.39 万元, 受影响的建筑物建筑总面积为  $32\,993\,840.04 \text{ m}^2$ 、其中钢结构建筑面积  $2\,493\,152.82 \text{ m}^2$ 、钢筋混凝土结构建筑面积  $25\,720\,204.53 \text{ m}^2$ 、木结构建筑面积  $370\,371.8 \text{ m}^2$ 、其他结构建筑面积  $4\,410\,110.89 \text{ m}^2$ , 受影响的建筑物建筑总栋数为 69 760 栋、其中钢结构建筑栋数 7414 栋、钢筋混凝土结构建筑栋数 30 741 栋、木结构建筑栋数 2459 栋、其他结构建筑栋数 29 146 栋, 人均建筑面积中值  $66.67 \text{ m}^2$ 。

人口数据分析: 受火山综合灾害影响区内人口数据量 34 979, 格网最小值 0, 最大值 23 907, 总和 731 044, 标准差 293.16, 单位: 人。GDP 数据分析: 受火山综合灾害影响区内 GDP 数据量 16 906, 格网最小值 0, 最大值 10 066 329, 总和 113 361 339, 标准差 163 607.58, 单位: 万元。建筑物数据分析: 受火山综合灾害影响区内建筑面积数

据量 87 116, 格网最小值 0, 最大值 16 777 215, 总和 300 608 217, 标准差 112 042.1, 单位:  $\text{m}^2$ 。建筑栋数数据量 34 979, 格网最小值 0, 最大值 1157, 总和 174 930, 标准差 30.9, 单位: 栋。

2 承灾体损失预测实现

基于一个典型情景如(图 2a)“2024 年 6 月 22

日, 大雨天气, 气温  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 西南风 7 级, 火山活动非常强烈, 发生普林尼式喷发, VEI 指数 6 级”, 选择 100 倍速运行火山灾害情景构建平台, 显示灾害分布范围(图 2b), 预测承灾体损失并生成报告(图 2c, 2d)。该情景是长白山火山千年大喷发的模拟, 也是模拟灾害类别最全、VEI 指标最高的情景模拟、评估、预测, 整个运算过程需要 12 min; 对于小级别灾害的情景运算过程需要 3 ~ 5 min。



(a) 普林尼式典型情景控制界面; (b) 普林尼式喷发演示; (c) 生成 10 小时段评估专报; (d) 生成 10 小时段评估简报

图 2 基于普林尼式喷发情景的承灾体损失预测

Fig.2 Prediction of disaster-bearing body loss based on Pliny eruption scenario

参考文献

[1] 潘玉林. 我国火山灾害评估中的问题初探[J]. 地震地磁观测与研究, 1996, 17(6): 71-74.  
[2] 张学霞, 薄立群, 张树文. 基于 RS 和 GIS 的长白山火山灾害风险评估研究[J]. 自然灾害学报, 2003, 21(1): 47-55.

[3] 许建东. 我国火山灾害的主要类型及火山灾害区划图编制现状探讨[J]. 震灾防御技术, 2006, 3(1): 266-272.