

田东升. 河南省地质灾害险情评估[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 48-51. [Tian Dongsheng. Evaluation on Geological Hazard Dangerous Condition in Henan Province [J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(4): 48-51.]

河南省地质灾害险情评估*

田东升

(河南省地质环境监测院, 河南 郑州 450006)

摘 要: 通过对河南省 66 个县(市)地质灾害调查与区划等相关地质灾害资料分析, 认为全省地质灾害类型为滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降, 地质灾害具有地域性强、分布集中、一灾为主, 多灾并发的特征。采用地质灾害危险度、威胁人数和潜在财产损失来组成地质灾害险情评价模型, 将河南省全省划分为 6 680 个单元, 在单元险情评价的基础上进行全省地质灾害险情评估, 将全省地质灾害险情划分为: 险情特大区、险情大区、险情中区、险情小区和险情轻微区。

关键词: 地质灾害; 滑坡; 地面塌陷; 险情评价; 河南省

中图分类号: P694; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2014)04-0048-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2014.04.010

河南省地质条件和地理条件比较复杂, 气象条件在时间和空间上差异很大, 孕育地质灾害的自然地质环境条件复杂多变, 是我国中部地区地质灾害多发的省份之一。

河南省根据《国务院关于加强地质工作的决定》^[1], 大力开展地质灾害预警预报工作, 目前已经完成了全部山地丘陵区 66 个县(市)地质灾害调查与区划工作^[2]。此外, 在地质灾害危险性评估、应急调查、巡查、监测、勘查和治理等工作中也积累了大量的地质灾害资料。这为河南省省域地质灾害研究奠定了基础。罗元华等研究了地质灾害风险评估方法^[3], 李秀珍等研究了地质灾害危险性区划的多态系统可靠性分析方法^[4], 朱吉祥等研究了信息熵的灰色模型在地质灾害评价中的应用^[5], 万石云等研究了云南省滑坡泥石流灾害危险区划^[6], 高振记等研究了深圳市滑坡危险性区划^[7], 戚赏等利用三度空间分析法进行了河南省地质灾害易发程度评价研究^[8], 刘传正等开展了三峡库区地质灾害空间评价预警研究^[9]。本文在分析前人成果资料的基础上, 开展了河南省全省范围内地质灾害险情评估工作, 为河南省地质灾害防治规划编制和防灾减灾决策提供参考依据。

1 河南省地质灾害概况

1.1 地质灾害类型

截至 2010 年底, 河南省地质灾害点总数共 5 967 处(其中隐患点 5 220 处), 地质灾害种类有滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面

沉降 6 种^[2,8], 其中以滑坡、崩塌数量最多, 分别占全部地质灾害点总数的 34.1% 和 41.4%(表 1)。

表 1 河南省地质灾害点统计表

地质灾害类型	滑坡	崩塌	泥石流	地面 塌陷	地裂 缝	地面 沉降	合计
数量/处	2 033	2 470	425	897	141	1	5 967
占百分比/%	34.1	41.4	7.1	15.0	2.4		100

1.2 地质灾害时空分布

河南省地质灾害分布最明显的特征是地域性强, 分布集中, 根据不同的地质灾害种类, 其分布有不同的特点, 比如滑坡、崩塌、泥石流多见于山地丘陵区, 地面塌陷、地裂缝则于采矿区较为集中。另外, 由于暴雨是促成多种地质灾害的主要诱发因素, 且有些地质灾害具有因果性和继承性特征, 因此, 一灾为主, 多灾并发又是河南省地质灾害分布的另一特征。随着人类工程经济活动的增强, 其对地质环境的影响也越来越严重, 常常成为多种地质灾害发育的直接诱因。总的说来, 不同的地理条件及人为活动特点之间的差异, 是造成河南省地质灾害分布区域特点鲜明的根本原因^[8]。

1.2.1 滑坡

至 2010 年底, 河南省滑坡共 2 033 处。从行政区划上, 在洛阳市、三门峡市、南阳市、信阳市分布最为集中; 从空间分布看, 河南省滑坡在西部、西北部、西南部、南部山区丘陵区均有分布, 但分布极不均衡, 以丘陵区为主。滑坡主要集中分布在三门峡—济源—洛阳—郑州黄河右岸

* 收稿日期: 2014-04-28 修回日期: 2014-06-12

基金项目: 河南省国土资源厅地质矿产科技攻关项目(豫财招标采购[2010]61号)

作者简介: 田东升(1965-), 男, 河南上蔡人, 高级工程师, 主要从事地质环境监测和地质灾害防治工作. E-mail: 297166265@qq.com

带、豫西南崤山—伏牛山—外方山区、豫南大别山北麓。

时间上来看, 滑坡的发生主要受降水时间控制。按多年平均降水分析, 河南省滑坡以强降水年份数量最多, 从年内降水来看, 以 5—10 月集中降水期为滑坡发生集中时间段。

1.2.2 崩塌

至 2010 年底, 河南省崩塌共 2 470 处。受岩性控制和人类工程活动的影响, 崩塌具有地域集中分布特点。从行政区划上看, 以洛阳市、郑州市分布最为集中。从空间上看, 主要集中在三门峡—洛阳—郑州黄河右岸的黄土分布区, 另外在南阳淅川、驻马店遂平等地分布相对集中。

河南省崩塌的直接诱发因素以降雨为主, 且多发生在暴雨期间, 少部分属于受震动而产生的崩塌。从年内看, 统计显示, 全省崩塌集中发生在 7、8 月份, 与滑坡相同, 强降水年份崩塌发育数量最多。

河南省黄土崩塌还有一个显著特点, 就是“群体性”, 在黄土梁峁、冲沟两侧, 往往集中分布, 呈现群发性特点, 如荥阳市广武镇—巩义市河洛镇、康店镇沿邙山一线。

1.2.3 泥石流

至 2010 年, 河南省泥石流地质灾害 425 处。按行政区域看, 泥石流分布以洛阳、三门峡、南阳、平顶山最为集中。

河南省内泥石流空间分布主要集中在 2 类区域: 一是在固体矿产开采地, 如巩义市、鲁山县、栾川县; 二是中低山区, 豫西北的太行山地、豫南的大别山地, 其它地区则分布较为分散。

从月份看, 河南省泥石流在时间分布上与降水具有绝对的相关性, 发生在 7、8 月份泥石流共 315 处, 占泥石流总数的 75.5%。

从年份来看, 河南省泥石流数量以 1970 年代以后处于快速发展期。其中 1970 年代 119 处、1980 年代 45 处、1990 年代 84 处、2000 年以后 117 处, 其原因, 与 1970 年代前后大规模砍伐树木及 1990 年代以后矿山开采规模加剧, 致使山地丘陵区地质环境遭受较大破坏有关。

1.2.4 地面塌陷

河南省地面塌陷共 897 处, 可分为采空塌陷和岩溶塌陷, 其中以采空塌陷为主。受煤、铁、铝土、高岭土等固体矿产成因控制, 采空塌陷空间分布较为集中。从地域上看主要分布在安阳—鹤壁、郑州、焦作—济源、浍池—新安、平顶山、永城一带, 分属鹤煤、义煤、焦煤、郑煤、永煤、平煤和神火等 7 大矿业集团。

采空塌陷在时间分布上没有明显的规律, 采矿活动是控制其发生发展的主因。

岩溶塌陷在河南省分布极少, 多属自然塌陷, 规模小, 分布零星分散, 多呈单体陷坑形式。

1.2.5 地裂缝

至 2010 年底, 河南省确定地裂缝共 141 处,

其诱因大部分和矿产开发分布密切相关, 其他还有胀缩土等因素。从区域上看, 省内地裂缝主要发育在焦作、济源、平顶山、商丘等矿区及南阳新野、社旗胀缩土分布区。

地裂缝在时间上分布特征, 从属于导致其发生发展的主地质灾害类型的时间分布特点。

1.2.6 地面沉降

河南省尚未开展全省范围内地面沉降调查, 仅在濮阳市开展了持续性地面沉降监测, 本次研究仅将具备长时间序列监测结果的濮阳市城区确定为地面沉降地质灾害区。

2 地质灾害险情区划方法

2.1 地质灾害发育度

地质灾害发育度(F)是一个描述地质灾害现状的概念, 用来量化表示地质灾害发育程度, 是代表区域地质灾害频率(f)、面积(S)和体积(V)等地质灾害发育因子特征的函数, 计算公式为^[10-11]:

$$F_i = R_{fi} + R_{si}^{\frac{1}{2}} + R_{vi}^{\frac{1}{3}} + r \quad (1)$$

式中: F_i 为第 i 单元的灾害发育度; R_{fi} 为第 i 单元的灾害频数比; R_{si} 为第 i 单元的灾害面积模数比; R_{vi} 为第 i 单元的灾害体积模数比; r 为修正指数。

2.2 地质灾害潜势度

地质灾害潜势度是指某一地区在没有任何降雨、地震和人类工程经济活动等诱发因素影响下地质环境孕育地质灾害的潜在能力, 公式为^[12]:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n a_j b_j, \quad i=1, 2, \dots, m; \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中: Q_i 为第 i 单元的潜势度指数; i 为评价单元数; j 为评价因子数; a_j 为第 j 评价因子在第 i 单元中的赋值; b_j 为第 j 评价因子的权重; m 为最多评价单元数; n 为最多评价因子数。

2.3 地质灾害危险度

以表征地质环境脆弱程度的地质灾害潜势度计算为基础, 加入地质灾害诱发因素, 就可以判断地质灾害发生的可能性, 相应的以地质灾害危险度来表示。其计算公式为^[10-11]:

$$w_i = \sum_{j=1}^p d_j k_j, \quad i=1, 2, \dots, m; \quad j=1, 2, \dots, p \quad (3)$$

式中: w_i 为第 i 单元危险度指数; p 为评价因子个数; m 为评价区单元个数; d_j 为第 j 评价因子在第 i 单元的取值; k_j 为第 j 评价因子的权重。

地质灾害危险度是在地质灾害发育度计算基础上, 综合考虑地质环境条件与地质灾害诱发因素的基础上计算所得。危险度的判别因子选取原则是: 从地质环境的角度出发, 既考虑地质灾害形成的内在基本因素(即潜势度), 又兼顾诱发地质灾害发生的外部因素, 即诱发因子。

2.4 地质灾害险情评价方法

地质灾害险情是指地质灾害可能造成的破坏及损失情况, 它是可预测时间内多种地质灾害可能产生破坏与经济损失的总和。第 i 单元险情评价

值计算公式为^[13]：

$$X_i = \sum_{j=1}^p d_j Q_j \quad (4)$$

式中： X_i 为第 i 单元险情评价价值； d_j 为第 i 单元险情构成指标的量化赋值， $j=1, 2, 3$ ，分别为地质灾害危险度、人员伤亡、经济损失； Q_j 为第 i 单元险情构成指标的权重，经验值(表 2)。

表 2 险情构成指标的权重赋值

险情构成指标	危险度	威胁人员	潜在财产损失
权重	0.35	0.50	0.15

在计算过程中，采用地质灾害调查中地质灾害险情分级标准用于险情损失标准(表 3)^[14]。

表 3 地质灾害险情分级标准

灾情级别	威胁人数/人	潜在经济损失/万元
特大型	≥ 1000	≥ 10000
大型	100 ~ 1000	5000 ~ 10000
中型	10 ~ 100	500 ~ 5000
小型	< 10	< 500

第 i 单元威胁人数及潜在经济损失量化赋值见表 4。

表 4 单元险情损失程度量化赋值表

损失级别	特大型	大型	中型	小型	无
威胁人员	10	8	5	3	0
潜在经济损失	10	8	5	3	0

需要说明的是，当某灾害体规模跨若干个单元时，其伤亡(威胁)人数与经济损失(潜在经济损失)须按单元内人数或财产予以分割计算。

根据式(4)计算结果，第 i 单元险情评价价值与险情分级对应关系见表 5。

表 5 单元险情计算与评价分级对应表

险情评价	$X_i > 7.90$	$6.075 < X_i \leq 7.90$	$3.60 < X_i \leq 6.075$	$0 < X_i \leq 3.60$	$X_i \leq 0$
险情分级	特大	大	中等	小	轻微

3 河南省地质灾害险情分区评估

以 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ (单元面积 25 km^2) 作为一个单元，对河南省行政区域进行网络剖分，全省共划分为 6 680 个单元格。首先对收集到的全省各市(县、区)地质灾害数据信息进行整理和分析，采用数据库整合程序对市(县、区)地质灾害数据进行整合，形成统一的省级地质灾害数据库^[2]。然后以单元格为最小单位进行信息提取及量化。采用上述方法，通过 FoxPro 程序计算各单元地质灾害险情评价价值。根据表 5 对险情评价赋值区间，做出河南省地质灾害险情量化评价图(图 1)，通过量化的险情指标预测地质灾害险情，可将河南省全省地质灾害险情划分为：险情特大区、险情大区、险情中区、险情小区、险情轻微区。

3.1 险情特大区

主要分布在林州市北部、淇县西部、鹤壁市

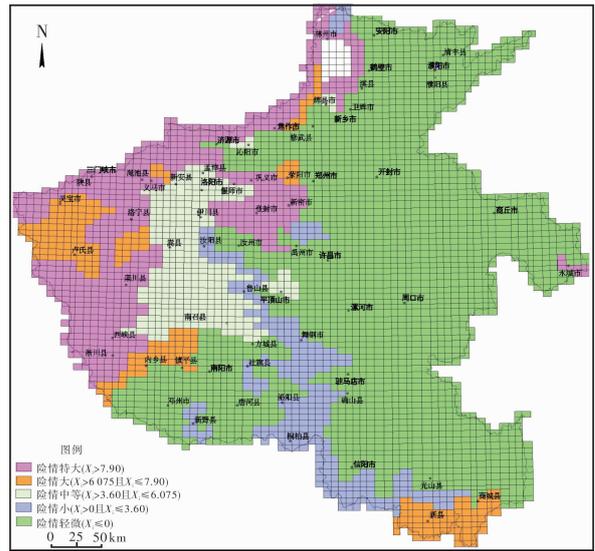


图 1 河南省地质灾害险情量化评价图

区西北部、焦作市区北部、博爱县北部、济源市北部、义马市、渑池县及新安县北部、巩义市北部和南部、郑州市区北部和西南部、登封市大部、禹州市北部、汝州市东北部和西南部、汝阳县及嵩县南部、鲁山县西北部、栾川县北部、陕县北部、灵宝市西部和北部、卢氏县西部和南部、西峡县西部和北部、淅川县西部及永城市，面积 $14\ 308 \text{ km}^2$ 。主要地质灾害类型为地面塌陷、崩塌(塌岸)、滑坡、泥石流。威胁人数 465 752 人，占威胁人口总数的 70.8%。潜在直接经济损失 675 865.23 万元，占总潜在经济损失总数的 71.6%。

3.2 险情大区

主要分布在辉县市西北部、修武县北部、淇县西部、荥阳市、渑池县西部、陕县大部、灵宝市东部、卢氏县北部、洛宁县西南部、西峡县南部、淅川县东部、内乡县及镇平县北部、新县、商城县中南部、固始县西南部，面积 $13\ 286 \text{ km}^2$ 。主要地质灾害类型为崩塌、滑坡、泥石流。威胁人数 145 109 人，占威胁人口总数的 22.0%。潜在直接经济损失 182 044 万元，占总潜在经济损失总数的 19.3%。

3.3 险情中区

主要分布在辉县市东部、沁阳市北部、新安县中南部、偃师市北部、巩义市中部、郑州市区西南部、新密市中部、襄城县西部、洛宁县东北部、宜阳县西南部、鲁山县西部、南召县东北部，面积 $7\ 300 \text{ km}^2$ 。主要地质灾害类型为崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷。威胁人数 30 453 人，占威胁人口总数的 4.6%。潜在直接经济损失 74 532.60 万元，占总潜在经济损失总数的 7.9%。

3.4 险情小区

分布在新郑市西南部、禹州市北部、林州市东北部、濮阳市区、伊川县东南部、汝州市西部、嵩县东北部、汝阳县北部、宝丰县西部、鲁山县

中西部、方城县中南部、舞钢市、遂平县、社旗县大部、确山县、新野县、桐柏县大部、泌阳县、商城县西北部、信阳市浉河区及平桥区南部、罗山县及光山县南部, 面积 16 060 km²。主要地质灾害类型为小型崩塌、滑坡、河流塌岸、地面沉降、膨胀土地裂缝等。威胁 16 608 人, 占威胁总人数的 2.5%。潜在经济损失 11 416.44 万元, 占总潜在经济损失的 1.2%。

3.5 险情轻微区

主要分布在河南省东部的黄淮海平原、南阳盆地, 面积 116 046 km²。地质灾害发育程度低, 险情轻微。

4 结语

通过分析河南省 66 个县市地质灾害调查与区划等相关地质灾害资料成果, 基本查明了河南省崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝及地面沉降灾害的现状, 在此基础上建立了河南省地质灾害数据库。将河南省全省划分为 6 680 个单元, 通过地质灾害发育度、潜势度、危险度和险情评价值的计算, 获得了河南省地质灾害险情量化评价图, 将全省地质灾害险情划分为险情特大区、险情大区、险情中区、险情小区、险情轻微区。计算结果比较符合河南省地质灾害实际, 可作为河南省地质灾害防治规划编制和防灾减灾决策的参考依据。

应当指出的是, 在本次地质灾害险情评估计算过程中, 评价因子的选取及其权重的赋值主要靠专家裁定, 存在一定的主观性。另外, 随着河南省经济社会快速发展, 人类工程经济活动的不断增强, 使河南省地质灾害发生频度和密度有增多的趋势; 同时, 社会经济的发展使国家和社会资产的价值越来越高, 各类基础设施、建筑物的分布密度和城镇人口密度会越来越大, 地质灾害

造成的生命财产损失仍可能呈一定的增长趋势。因此, 地质灾害险情具有动态属性, 应适时地对地质灾害险情评估结果进行修编, 以便更可靠地为地质灾害防治服务。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院. 国务院关于加强地质工作的决定(国发[2006]4号件)[Z]. 2006-01-20.
- [2] 戚赏, 甄习春, 商真平, 等. 河南省县(市)地质灾害调查与区划综合研究报告[R]. 郑州: 河南省地质环境监测院, 2008.
- [3] 罗元华, 张梁, 张业成. 地质灾害风险评估方法[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [4] 李秀珍, 孔纪名, 王成华, 等. 地质灾害危险性区划的多态系统可靠性分析方法[J]. 灾害学, 2009, 24(2): 1-6.
- [5] 朱吉祥, 张礼中, 周小元, 等. 基于信息熵的灰色模型在地质灾害评价中的应用——以四川青川县为例[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 78-82.
- [6] 万石云, 李华宏, 胡娟. 云南省滑坡泥石流灾害危险区划[J]. 灾害学, 2013, 28(2): 60-64.
- [7] 高振记, 邬伦, 赵兴征. 基于 GIS 的深圳市滑坡危险性区划研究[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 67-73.
- [8] 戚赏, 甄习春, 田东升, 等. 河南省地质灾害分布规律与防治对策研究[R]. 郑州: 河南省地质环境监测院, 2012.
- [9] 刘传正, 李铁峰, 温铭生, 等. 三峡库区地质灾害空间评价预警研究[J]. 工程地质学报, 2001, 9(2): 121-126.
- [10] 刘传正. 三峡库区地质灾害调查评价与监测预警新思维[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(4): 1-8.
- [11] 刘传正, 李铁峰, 程凌鹏, 等. 区域地质灾害评价预警的递进分析理论与方法[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(4): 1-8.
- [12] 刘传正, 李铁峰, 温铭生, 等. 三峡库区地质灾害调查评价综合研究报告[R]. 北京: 中国地质环境监测院, 2003.
- [13] 李媛, 曲雪妍, 房浩, 等. 地质灾害综合评价指标体系和评价方法研究[J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(5): 129-132.
- [14] 中华人民共和国国务院. 地质灾害防治条例(国务院令 394号)[Z]. 2003-11-24.

Evaluation on Geological Hazard Dangerous Condition in Henan Province

Tian Dongsheng

(Geological Environment Monitoring Institute of Henan Province, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: According to analysis on relevant geological hazard data of geological disaster survey and regionalization in 66 counties (cities) in Henan province, geological hazard types in the province are considered as landslide, collapse, mud dock flow, surface collapse, ground crack and ground subsidence. The hazards are featured in strong regionalization, concentrated distribution, centering round one hazard and development with more hazard. An evaluation model for geologic disaster danger is established based on degree of geological hazard danger, number of people could be threatened and potential economic losses. Henan Province is divided into 6680 units. Based on the dangerous condition evaluation of the units, the geological hazard dangerous condition is evaluated in Henan Province and the geological hazard dangerous conditions there are divided into 5 types as extra large dangerous condition zone, large dangerous condition zone, medium dangerous condition zone, small dangerous condition zone and slight dangerous condition zone.

Key words: geological hazard; landslide; ground subsidence; dangerous condition evaluation value; Henan Province