

文章编号:1009-6825(2007)24-0094-02

# 地质灾害风险评价研究

薛强 祖彪

**摘 要:**阐述了地质灾害风险研究的现状,分析了地质灾害风险评价的内容及指标体系,讨论并总结了地质灾害风险计算、评价方法,对地质灾害风险评价研究提出了几点建议,可供参考借鉴。

**关键词:**地质灾害,风险,评价

**中图分类号:**TU412

**文献标识码:**A

我国地质灾害种类多、分布广、危害大,是地质灾害最为严重的国家之一。特别是崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害频繁发生,经常造成生命和财产的重大损失。据统计,近年来,除地震以外的各类地质灾害平均每年造成1 000多人死亡,经济财产损失上百亿元<sup>[1]</sup>。所以对地质灾害进行风险评价研究具有一定的现实意义。

## 1 地质灾害风险研究现状

国内外对地质灾害的研究历史久远,但有关地质灾害风险评价与管理作为一个新的研究领域,仅是近几十年来随着相关学科理论和技术方法的成熟而兴起,所以迄今尚未形成完整的科学体系。虽然如此,已有的地质灾害风险研究取得了重大进展,不但为减灾提供了重要的基础依据,而且为土地资源的合理利用、区域地质环境的保护发挥了重要作用。

从二十世纪六七十年代开始,一些发达国家或地区进行了大范围的地质灾害风险评价及相关理论、方法的研究<sup>[2,3]</sup>。例如,美国于1972年完成了加州San Mateo地区的“滑坡危险性图”。P J Finlay and Robin Fell(1997年)分别对澳洲和香港的滑坡灾害风险进行了研究,从滑坡风险辨识和可接受滑坡风险水平出发,进行了滑坡灾害的调查、滑坡灾害的分类、滑坡灾害造成的生命财产损失可接受概率等方面的研究。P Aleotti(2000年)利用GIS技

术对意大利北部阿尔卑斯山前缘Piedmont地区的滑坡等灾害的危险性及总的风险进行了区域性制图研究。近年来,我国地质灾害风险研究也取得了很大的进展,遥感技术、地质可视化技术、GIS技术等新技术新方法也得到了广泛的应用。

## 2 地质灾害风险评价的内容

地质灾害风险评价就是利用可靠的信息,估计因地质灾害对个人、群体、财产或环境造成的风险;是对风险区发生不同强度地质灾害活动的可能性及其可能造成的损失进行的定量分析与评估。其目的是反映评价区地质灾害的总体风险水平和地区差异,为指导人类活动提供科学依据<sup>[4,5]</sup>。风险评价应包括以下内容:确定评价范围、地质灾害认定、估计灾害发生的概率、地质灾害危险性分析、承灾体易损性分析及期望损失分析。

## 3 地质灾害风险评价指标体系

危险性评价和易损性评价是地质灾害风险评价的基础,其评价指标可分为不同方面,它们组成地质灾害风险评价指标体系(见图1)。

## 4 地质灾害风险计算与评价方法

### 4.1 风险计算

风险计算考虑了灾体的影响范围、承灾体的易损性、人员伤亡

体发生顺层滑移,滑移面可能出现在坡体下大约5 m深的位置。采用的锚杆加固深度为12 m,已大大超过了开挖影响深度。因此,采用的层面注浆辅以锚杆加固和下坡面喷锚防护的方法是可行的。

## 5 结语

顺层岩质边坡是山区公路、铁路和水利水电工程建设中经常遇到的,同时又是失稳多、危害性大,又难以治理的一类边坡。对其支护措施进行研究,对于保证工程建设的安全施工、工程的顺利进行和工程的安全运营有着重要的现实意义。渝怀铁路DK375工点顺层边坡加固施工实践表明,采用注浆方法适当提高岩层面的抗剪强度,再辅之以大锚杆加固的轻型支挡结构就可以使顺层岩质边坡稳定,而不必采用象桩锚结构那样的重型支挡结构。此

方法节省投资、施工方便、工期短,值得在今后的工程中加以推广应用。

### 参考文献:

- [1] 邓荣贵,周德培.顺层边坡不稳定长度分析[J].岩土工程学报,2002(1):24-25.
- [2] 王恭先,廖小平.中国铁路滑坡灾害及其防治研究[J].中国地质灾害与防治学报,1996,7(1):6-9.
- [3] 陈静曦,章光.顺层滑移路堑边坡的分析和治理[J].岩石力学与工程学报,2002,21(1):48-51.
- [4] 陈喜昌,石胜伟.小口径钻孔组合桩的理论研究与应用前景[J].中国地质灾害与防治学报,2002,13(3):82.

## Anchorage construction of anchor bolts for rock slope with along layer near cut

CHEN Yong

**Abstract:** Based upon analysis of the stability of rock slope with along layer near cut in DK375 construction site in Yu-Huai railway and comparison of various reinforcement methods pressure grouting combined with anchor bolts is selected, which resolve the difficulties encountered in reinforcement treatment of rock slope with along layer near cut and receive good construction effects in deformation control.

**Key words:** rock slope with along layer near cut, anchor bolt, reinforcement construction

收稿日期:2007-03-26

作者简介:薛强(1979-),男,西安科技大学地质与环境工程系硕士研究生,陕西西安 710054

祖彪(1982-),男,西安科技大学地质与环境工程系硕士研究生,陕西西安 710054

或经济财产损失等因素。财产的风险可按下式计算:

$$R_{(\text{prop})} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(\text{prop}:S)}$$

式中:  $R_{(\text{prop})}$ ——年财产估算损失率;

$P_{(L)}$ ——地质灾害的概率;

$P_{(T:L)}$ ——灾害到达承灾体的概率;

$P_{(S:T)}$ ——承灾体的时空概率;

$V_{(\text{prop}:S)}$ ——财产的易损性。

人员死亡概率可以用下式计算:

$$P_{(\text{LOL})} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

式中:  $P_{(\text{LOL})}$ ——人员年死亡概率;

$V_{(D:T)}$ ——灾害中人员的易损性;

$P_{(L)}$ ,  $P_{(T:L)}$  和  $P_{(S:T)}$  定义同上。

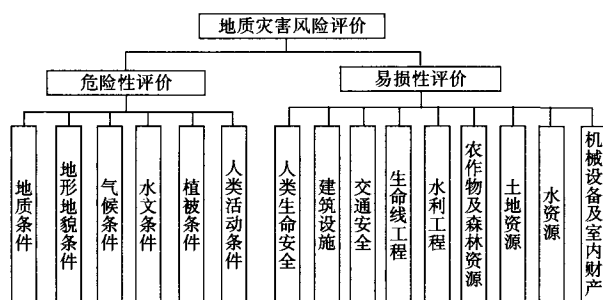


图1 评价指标体系结构

## 4.2 主要的评价方法

1) 模糊综合评判法: 是将地质灾害发生的各项指标作为评判因子, 应用模糊综合评判原理与方法, 通过模型运算和隶属度分析, 从而对地质灾害风险进行评价。

2) 人工神经网络法 (Artificial Neural Network): 是基于现代生物学研究人脑组织成果的基础上, 用大量简单的处理单元广泛连接组成的复杂网络, 由模拟人脑的学习、记忆、推理、归纳等功能, 建立地质灾害风险非线性模拟评价模型, 生成风险评价系统, 进而对研究区按风险系数进行区划。

3) GIS 技术: 利用 GIS 具有强大的空间数据处理和空间数据分析功能, 构建地质灾害风险评价数据库, 建立 DTM 和 DEM 模型, 提取主要的风险评价指标, 与其他评价方法或模型结合, 实现对地质灾害风险的评价或区划。

4) 信息量模型: 其理论基础是信息论, 用于地质灾害风险评价的主要思路是根据对已知灾害的现实情况提供的信息, 把地质灾害影响因素的实测值转化为反映灾害的信息量值。地质灾害现象 ( $Y$ ) 受多种因素 ( $x_i, i=1, 2, \dots, n$ ) 的影响, 各种因素所起作用的大小、性质是不相同的。因此, 对于区域地质灾害要综合研究其影响因素类别和具体状态的组合, 而不是停留在单个因素上。地质灾害产生与否是与预测过程中所获取的信息数量和质量有关的, 用信息量来表示<sup>[6]</sup>:

$$I(y, x_1 x_2 \cdots x_n) = \lg \frac{P(y, x_1 x_2 \cdots x_n)}{P(y)}$$

根据条件概率运算, 上式可进一步写成:

$$I(y, x_1 x_2 \cdots x_n) = I(y, x_1) + I_{x_1}(y, x_2) + \cdots + I_{x_1 x_2 \cdots x_{n-1}}(y, x_n)$$

其中,  $I(y, x_1 x_2 \cdots x_n)$  为因素组合  $x_1 x_2 \cdots x_n$  对地质灾害所提供的信息量;  $P(y, x_1 x_2 \cdots x_n)$  为因素  $x_1 x_2 \cdots x_n$  组合条件下地质灾害发生的概率;  $I_{x_1}(y, x_2)$  为因素  $x_1$  存在时, 因素  $x_2$  对地质灾害提供的信息量;  $P(y)$  为地质灾害发生的概率。

由此可见, 因素组合  $x_1 x_2 \cdots x_n$  对地质灾害所提供的信息量等于因素  $x_1$  提供的信息量, 加上因素  $x_1$  确定后因素  $x_2$  对地质灾害提供的信息量, 直至因素  $x_1 x_2 \cdots x_{n-1}$  确定后,  $x_n$  对地质灾害提供的信息量。从而说明区域地质灾害风险评价是充分考虑因素组合的共同影响与作用的。

5) 层次分析法 (AHP): 是把人的思维过程层次化、数量化, 并用数学方法为分析和决策提供定量的依据, 事实上是一种定性定量相结合的方法。AHP 法在地质灾害风险评价中的基本原理就是通过对影响地质灾害的多个因素进行分析, 划分出各因素相互联系的有序层次; 再请专家对每一层次的各因素进行客观的判断后, 给出相对重要性的定量表示, 建立数学模型, 计算出每一层次全部因素的相对重要性的权数并加以排序; 最后根据排序结果进行地质灾害的风险评价。

单独使用上述方法进行地质灾害风险评价有时会在很多缺点, 所以在现实工作中, 往往采用多种方法的组合, 如层次分析模糊评判法、信息模糊评判法、基于 GIS 的人工神经网络法、基于 GIS 的信息量叠加法等。

## 5 结语

经过近几十年来地质灾害风险评价的发展, 取得的进展主要表现在: 地质灾害风险评价得到越来越广泛的重视, 越来越多的灾害管理部门和专家注重开展专门的灾害评价研究, 并越来越强调其成果的应用; 研究内容越来越广泛, 除了对地质灾害活动强度 (危险性) 的分析日益定量化外, 对受灾体易损性的分析也不断加强, 而且逐步形成了跨学科、跨领域的相互交叉的综合研究体系; 研究的方法和手段越来越丰富, 除了计算机技术得到广泛应用外, 遥感技术、卫星定位技术等多种高科技手段也为地质灾害评价所使用。与此同时, 存在的薄弱环节主要表现在: 还没有形成成熟的灾害评价体系; 理论研究比较薄弱; 灾害风险评价成果没有得到充分的实践应用。

### 参考文献:

- [1] 殷跃平. 中国地质灾害减灾战略初步研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(2): 1-8.
- [2] Brabb E E, Panpeyan E H, Bonilla M G. Map of Landslide Susceptibility in San Mateo County, California [M]. US Geological Survey, 1972. 4-9.
- [3] Finlay P J, Robin Fell. Landslides: Risk perception and acceptance [J]. Canadian Geotechnical Journal, 1997, 34(2): 169-188.
- [4] 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. 23-28.
- [5] 马寅生, 张业成, 张春山, 等. 地质灾害风险评价的理论与方法[J]. 地质力学学报, 2004, 10(1): 7-18.
- [6] 朱良峰, 吴信才, 殷坤龙, 等. 基于信息量模型的中国滑坡灾害风险区划研究[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(3): 52-56.

## Study on risk evaluation of geological hazard

XUE Qiang ZU Biao

**Abstract:** In this paper, the present state of research, content and indicator system of geological hazard risk is dealt with in detail, and the calculation and assessment methods of the geological hazard risk are discussed and summarized. On that basis, some views are suggested in the end which can be reference.

**Key words:** geological hazard, risk, evaluation