

文章编号:1009-6825(2010)18-0088-03

基于 GIS 的中等比例尺地质灾害易发性评价

陈伟 许强 李为乐

摘要:通过采用信息量模型方法,以 GIS 为平台,针对工程区的地质灾害易发程度进行了研究分析,并最终得到了该区地质灾害易发程度信息,包括其地质灾害易发分区图及相关统计信息,评价结果与当地实际情况有较好的一致性。

关键词:GIS,信息量法,地质灾害,易发性评价

中图分类号:P642

文献标识码:A

1 概述

随着人口的增长、社会经济的逐渐发展、人类工程活动的不断增强,加剧了对地质环境的破坏,大量的滑坡、崩塌以及泥石流等地质灾害屡屡发生,给人类的财产、生命安全以及工程建设造成了很大的危害。开展地质灾害易发性研究,进行地质灾害易发程度分区,可以为国土城镇建设规划、地质灾害防灾减灾、规避地

质灾害风险以及政府决策等提供可靠的科学依据。

本文依托中国地质调查局项目《西南山区城镇建设地质灾害风险管制方法及示范(1212010814015)》,通过对示范区四川省丹巴县地质环境条件、地质灾害发育状况的分析研究,以 GIS 为平台,开展中等比例尺下地质灾害易发性评价工作。

2 地质灾害易发性评价尺度

力增加,地层内应力平衡受到破坏,将出现压缩变形,引起地面沉降^[4]。根据天津市地热水开采量和地面沉降的监测资料,初步计算分析,开采馆陶组热储层热水在目前开采量为 350 万 m³/年~450 万 m³/年时,引起的地面沉降量约 5 mm/年~6 mm/年^[5]。以此推测,目前深州市区集中开采区年开采量为 191.34 × 10⁴ m³,每年由于地热水开采引起的地面沉降约为 2 mm。随着地热资源开发的不断增加,由此产生的地面沉降将逐渐加重,势必会对城市建设造成一定的影响。3) 地热资源枯竭。地热资源不属于可大量再生的资源。地热水同位素测试及 C¹⁴测年均表明地热水来源于古代水,热储层间补给能力极其微弱,加之该区热储层较差的渗透性能与阻水断裂的分布,使其补给更加微乎其微,增大了水位降幅与开采量之比。尤其在市区集中开采区,地热井井距较小(一般 700 m~1 000 m,最小为 50 m),开采时出现相互干扰,进一步加剧了水位下降幅度。以目前水位降速预测,50 年后地热水水位埋深将超过 200 m,存在地热资源枯竭的可能。

4 预防对策

为了避免因地热资源过量开采诱发地质灾害的发生,地热开采应做到以下几点工作:1) 建立健全地热资源监督管理,实行统一规划,综合管理。2) 进行不同层位地热水开发利用优化配置,实现地热资源均衡开采。3) 进行地热资源梯级利用。在目前以供暖为主的开发模式下,供暖尾水可再次进入供暖系统进行二次利用,此举既可解决供暖水量不足的状况,又可有效减少地热资

源开采量。4) 加强地热尾水回灌工程建设^[6],实现地热尾水同层回灌。

5 结语

断裂构造的分布及热储层渗透性较差是深州市地热水水位大幅下降的原因,地热水水位下降潜在着诱发地震、地面沉降、地热资源枯竭等地质灾害隐患,采取合理利用地热水,减少地热水开采及地热资源人工补给等措施可减缓地热水水位下降速度,预防地热开采引发的地质灾害发生,实现城市健康发展。

参考文献:

- [1] 张素娥,康清普.深州市区地热资源详查[R].衡水:河北省地矿局第三水文工程地质大队,2009:10-38.
- [2] 李莲花,张建斌.地热水资源开发引起的环境问题分析[J].地下水,2004(3):194-195.
- [3] 李郡,冯来全.衡水地热田地热资源勘查评价[R].衡水:河北省地矿局第三水文工程地质大队,2008:52-53.
- [4] 吴富春,方炜.西安市地热水开采与地面沉降、地裂缝关系的分析[J].地震地质,2002(2):77-79.
- [5] 林黎,赵苏民.深层地热水开采与地面沉降的关系研究[J].水文地质工程地质,2006,29(5):34-37.
- [6] 林建旺,刘小满.天津地热回灌试验分析及存在问题[J].地热能,2006(6):11-13.

Analysis on the environmental impact of geothermal water level drop in Shenzhou city of Hebei province

ZHANG Si-re ZHENG Xi-zhen LI Zhi-jun

Abstract: This paper discusses impacts of structural faults and thermal reservoir leakage performance to ground water level drop. It makes predictive analysis on geological disasters, such as ground water level decline potentially inducing earthquake, land subsidence and geothermal water resources depletion, etc, finally proposes corresponding preventive measures, in order to avoid geological hazards caused by geothermal exploitation, eventually to ensure the healthy development of the city.

Key words: geothermal water level drop, causes analysis, environmental impact

收稿日期:2010-03-04

作者简介:陈伟(1979-),男,成都理工大学环境与土木工程学院博士研究生,四川成都 610059

许强(1968-),男,博士生导师,教授,成都理工大学,四川成都 610059

李为乐(1982-),男,助理实验师,成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室,四川成都 610059

本文参考澳大利亚地质力学学会2007年提出的滑坡风险区划指南^[15],提出地质灾害易发性分析的比例尺层次(见表1)。

表1 地质灾害易发性分析的比例尺层次

比例尺种类	比例尺区间	一般分区面积/km ²
小	<1:200 000	>10 000
中	1:200 000~1:50 000	1 000~10 000
大	1:50 000~1:5 000	10~1 000
详细	>1:5 000	<10

3 地质灾害易发性评价指标体系

针对中等比例尺范围内的地质灾害易发性评价,主要综合考虑崩塌、滑坡、泥石流各种地质灾害,而不单列各种地质灾害各自的指标体系。在上述指标体系建立原则的基础上,从地质环境的角度尽可能全面考虑各种地质灾害发生的各种因素,将该指标体系划分为三类:灾害历史因素、基本环境因素和诱发因素,见图1。

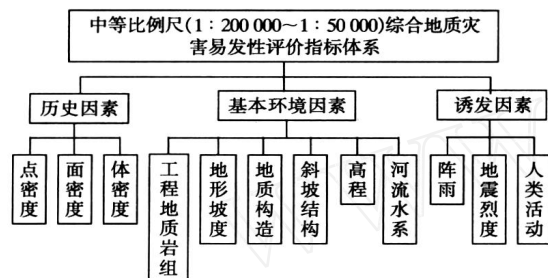


图1 中等比例尺(1:200 000~1:50 000)综合地质灾害易发性评价指标体系

4 研究区概况

丹巴县位于四川省西部高山峡谷区,甘孜藏族自治州东部,大渡河的上游。东邻阿坝州小金县,东南与南部连康定县,西靠道孚县,北面与东北面接金川县。

丹巴县地形破碎、河流切割严重、地质环境脆弱,并且开矿、修理、工程建设等人为活动强烈,崩塌、滑坡以及泥石流等地质灾害频发,给当地人民的财产及生命安全带来了严重的威胁。

根据相关资料,丹巴县境内有各类地质灾害276处,其中特大型9处、大型76处、中型96处、小型95处,其中泥石流112处,占40%;滑坡90处,占33%;崩塌45处,占16%;潜在不稳定斜坡29处,占11%。按规模统计,以中小型为主,按规模划分,特大型9处,占3%;大型76处,占28%;中型96处,占35%;小型95处,占34%。

5 地质灾害易发性评价模型及方法

模型建立如下^[16]:

1) 首先分别计算各因素 X_i 对地质灾害事件 H 提供的信息量 $I(X_i, H)$, 并以此确定各影响因素对地质灾害事件的贡献值(权重值):

$$I(X_i, H) = \ln \frac{p(X_i|H)}{p(X_i)} \quad (1)$$

其中, $p(X_i|H)$ 为研究区地质灾害发生条件下出现影响因素 X_i 的概率; $p(X_i)$ 为研究区内出现影响因素 X_i 的概率。

计算各影响因素的信息量值:

$$I(X_i, H) = \ln \frac{N_i/N}{S_i/S} \quad (2)$$

其中, S 为研究区评价单元总面积; N 为研究区含有地质灾害单元的面积; S_i 为研究区内含有影响因素 X_i 的面积; N_i 为分布在因素 X_i 内特定类别内的地质灾害面积。

2) 计算单个评价单元内总的信息量:

$$I_i = \sum_{i=1}^n I(X_i, H) = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i/N}{S_i/S} \quad (3)$$

其中, I_i 为评价单元总的信息量值; n 为参评因子数, 其他参数同前。

3) 根据计算得到的总信息 I_i 作为该单元影响地质灾害发生的综合评定分值, 其值越大对地质灾害的发生越有利。

6 地质灾害易发性评价结果

采用信息量法并利用GIS进行叠加分析, 最终得到了丹巴县地质灾害易发性评价结果(见表2)。

表2 丹巴县地质灾害易发性分区结果 %

地质灾害风险等级	高	中	低	极低
所占面积比	3.38	14.66	57.62	24.34

1) 地质灾害高易发性区。高易发性区位于丹巴县城及其东南部, 主要包括章谷镇(丹巴县城)、梭坡乡和聂呷乡的大渡河两岸斜坡地带, 沿大渡河呈带状分布; 北部, 主要包括聂呷乡的大金河两岸斜坡地带, 沿大金河呈带状分布; 东北部中路乡、岳扎乡、半扇门乡的小金河两岸斜坡地带, 沿小金河呈带状分布; 西南部, 主要包括水子乡、东谷乡的东谷河两岸斜坡地带, 沿东谷河呈带状分布, 面积157 km², 占总面积3.38%。2) 地质灾害中等易发性区。中等易发性区位于丹巴县西南部, 主要为东谷河上中游两岸斜坡地带, 沿东谷河呈带状分布; 西北部, 主要为边耳沟两岸斜坡地带, 沿边耳沟呈带状分布, 面积680.77 km², 占总面积14.66%。3) 地质灾害低易发性区。低易发性区分布于离丹巴县五大水系(大渡河、大金河、小金河、东谷河、革什扎河)较远、海拔较高的高山区, 海拔高度在3 000 m以上, 包含丹巴县各乡的部分地区, 面积2 675.2 km², 占总面积57.62%。4) 地质灾害极低易发性区。极低易发性区分布于离丹巴县各支沟源头及海拔较高的高山区, 海拔高度在3 000 m以上, 包含丹巴县各乡的部分地区, 面积1 130.2 km², 占总面积24.34%。

参考文献:

- [1] <http://baike.baidu.com/view/1157855.htm>.
- [2] 陈自生, 孔纪名. 1991年9月23日云南省昭通市头寨沟特大滑坡[J]. 山地学报, 1991(4): 4.
- [3] <http://www.weather.com.cn/static/html/article/20080910/13114.shtml>.
- [4] 中华人民共和国国土资源部. 中国地质环境公报. 2001.
- [5] 中华人民共和国国土资源部. 中国地质环境公报. 2002.
- [6] 中华人民共和国国土资源部. 中国地质环境公报. 2003.
- [7] Aldo Clerici. A GRASS GIS based Shell script for Landslide Susceptibility zonation by the Conditional Analysis method[J]. Proceedings of the Open source GIS-GRASS users conference, 2002(5): 38-40.
- [8] S. LEE. Probabilistic landslide hazard mapping using GIS and remote sensing data at Boun[J]. REMOTE SENSING, 2004, 25(11): 2037-2052.
- [9] Hans-Balder Havenith. Analysis of landslide susceptibility in the Suusamyir region, Tien Shan: statistical and geotechnical approach, Landslides, 2006(3): 39-50.
- [10] Fausto Guzzetti. Probabilistic landslide hazard assessment at the asin scale, Geomorphology, 2005(72): 272-299.
- [11] J. G. Liu. Landslide hazard assessment in the Three Gorges area of the Yangtze river using ASTER imagery: Zigui-Badong, Geomorphology, 2004: 7.

文章编号:1009-6825(2010)18-0090-02

湖北房县变电站边坡稳定性分析

韩利光 周攀峰

摘 要:结合工程实例,在掌握工程地质条件的前提下分析了该变电站边坡的失稳机理,并根据 Spencer 法的基本原理,分析了不同假设条件对边坡稳定性影响,得出了不同状态下边坡的稳定情况。

关键词:失稳机理, Spencer 法, 边坡稳定性

中图分类号: TU457

文献标识码: A

0 引言

20 世纪 80 年代以来,中国经济进入了高速发展时期,长期的工程活动,对环境问题的忽视,加之自然因素的影响,滑坡灾害呈逐年加重趋势。目前,全国范围内除山东省没有发现严重的滑坡灾害外,其余各地均有发生。迄今为止,滑坡的研究已经有 200 多年的历史,边坡稳定性分析方法也不断地发展和完善,边坡稳定分析是经典土力学最早试图解决而至今仍未圆满解决的课题,各种稳定分析方法在国外水平大致相当。总的说来可以分为两大类,即极限平衡理论和数值计算理论。前者如 Fellenius 法、Bishop 法、Jaubu 法、Mor-gens-ter-prince 法、剩余推力法、Sarma 法、Spencer 法等;后者如有限元法、边界元法、快速 Lagrangian 分析、离散元法、非连续变形分析方法等。本文根据场地的工程地质条件分析了该边坡失稳的机理,并在介绍 Spencer 法的前提下,以此方法对该边坡的稳定性进行了评价。

1 工程概况

房县地势南北高,中部低,四周高山环绕,由两侧向中部倾斜,略呈盆地形势。北部为变质岩区,位于武当山地块的南部,属武当山脉,大部分海拔在 800 m~1 000 m 之间;西南为秦岭地槽;南部是汉南凹陷带。由于强烈的地质构造运动,南北以断层接触,具有明显的二分性。

边坡在平面呈贝壳状,坡向正南,纵长约 230 m,横宽约 140 m,总面积 $3.22 \times 10^4 \text{ m}^2$,边坡坡度稍缓,自然坡度 $20^\circ \sim 40^\circ$,植被不发育,有少量经济作物和灌木,坡面基岩出露,陡坎较多,

坡体左下脚有一小冲沟,边坡体表层为泥质粉砂岩风化后的松散物质,部分覆盖层为残坡积亚黏土,松散~硬塑状,范围较小,钻探揭露厚度最大 5.10 m,属岩质边坡。下伏基岩为龙脉沟组(E2l)泥质粉砂岩,岩层产状 $85^\circ \sim 8^\circ$,层面近水平,岩层倾向与坡向近似,自然山坡为顺向坡。边坡坡脚发现部分变形岩体,多是由于坡脚处有一陡坎,形成临空面,浅部岩体在自然状态下风化强烈,裂隙面逐渐贯通后形成软弱带,表层岩土体在重力作用下顺着坡向产生局部变形破坏。第二级台地前缘斜坡中上部产生多条弧形裂缝,裂缝宽 0.3 m~1.10 m,并形成错坎,最高达 1.5 m,裂缝贯通。边坡东侧裂缝张开较大,平均 20 cm,最大达 50 cm,深度最大大于 1 m,并呈羽状展开,与后缘相贯通。

2 边坡失稳机理分析

1) 该区地貌形态为贝壳形台坎状斜坡,高差近 30 m,前缘台坎窄,后缘斜坡长,坡度 $20^\circ \sim 40^\circ$,地貌形态有利于滑坡的形成。2) 边坡表层的残坡积亚黏土层分布很少,对边坡整体稳定影响微弱;此处的泥质粉砂岩岩质较软,含泥化夹层,从试验数据上看,岩体为极软岩~软岩,其中强风化泥质粉砂岩层在该区分布较广,结构较松散,稍湿,强度低。岩层走向与边坡走向大体一致,倾向于边坡倾向夹角较小,属于外倾结构面,极不利于边坡的稳定。3) 坡体表层为松散的残坡积物,有利于地下水下渗到软弱岩层,从而导致岩层的软化,降低抗剪强度,促进滑动产生。

综上所述,该滑坡的形成是在一个不良的地质环境条件下,经地表水的下渗,软化软弱土层,降低了软弱岩层的抗剪强度,最终

- [12] Jose I. Barredol. Comparing heuristic landslide hazard assessment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria, JAGI Volume 2- Issue 1-2000.
- [13] R. NAGARAJAN. Temporal remote sensing data and GIS application in landslide hazard zonation of part of Western ghat [J]. India, remote sensing, 1998, 19(4): 573-585.
- [14] Mehmet Lu" tti Su "zen. Data driven bivariate landslide suscep-

tibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment [J]. Turkey, Engineering Geology, 2004(71): 303-321.

[15] Australian Geomechanics Society. Landslide risk management [M]. Australian Geomechanics, 2007: 13-36.

[16] 邓清禄. 斜坡变形构造 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2000: 100-105.

Evaluation on growth degree of the geological hazard based on GIS medium scale

CHEN Wei XU Qiang LI Wei-le

Abstract: Taking GIS for platform, the paper makes research analysis on the geological hazard in the project district by information model method, finally gets the growth degree information of the geological hazard in the district including the geological hazard growth degree zone map and the relevant statistic information, and the evaluation result is greatly consistent with the local practical situation.

Key words: GIS, information model method, geological hazard, evaluation on growth degree

收稿日期: 2010-02-23

作者简介: 韩利光(1978-), 男, 工程师, 核工业广州工程勘察院, 广东 广州 510800

周攀峰(1983-), 男, 工程师, 广东省核工业地质局二九三大队, 广东 广州 510800