

重庆南川后山煤矿地质灾害危险性预测研究

杨阳, 高永利, 代凤红

(辽宁工程技术大学资源与环境工程学院, 阜新 123000)

摘要: 针对后山煤矿的具体地质环境和采煤可能引发的地质灾害问题, 采用区域调查法和地质环境综合判别法, 系统分析了研究区地形地貌、地质构造、水文地质条件等地质环境。根据最大下沉值、影响半径、斜率、曲率和水平变形、最大下沉角、开采影响传播角($\alpha > 50^\circ$)、冒落带高度值、导水裂隙带高度值等对研究区发生地质灾害的危险性进行了预测研究。研究表明, 该区地质环境复杂程度为中等复杂, 矿山受采矿影响发生地质灾害的可能性大, 危险性大。

关键词: 地质环境; 地质灾害; 预测研究

中图分类号: X141 **文献标识码:** A

矿山是人类工程经济活动对地质环境影响最为强烈的一种场所。人类在开发利用矿产资源的同时, 也改变或破坏了矿区的地质环境, 产生众多地质灾害, 对人类的生存和生产产生了极其恶劣的影响。国内国外对此进行了大量研究, 并形成了一定的防治措施。但对地质灾害危险性预测认识模糊, 地质灾害危险性预测侧重危害程度预测^[6], 其影响因素是多方面的。本文采用了地质环境综合判别法对后山煤矿地质灾害危险性进行了预测, 为后山煤矿技术改造区的规划和应采取的防治措施提供了可靠的地质资料。

1 研究区地质环境概况

1.1 地形地貌

后山煤矿位于重庆南川市鲜家坪背斜两翼, 总体地形地貌为中间高两边低的构造侵蚀、剥蚀斜坡地貌。研究区地形坡角为 $20^\circ \sim 30^\circ$, 有利于地表水的排泄。研究区内青山绿地, 植被发育, 地貌单一, 地形较复杂(图1)。

1.2 地层

研究区出露地层主要为第四系全新统的残坡积土层、三叠系下统玉龙山组(T_{1y})、二叠系上统长兴组(P_{2c})、二叠系上统龙潭组(P_{2l})和二叠系下统茅



图1 矿区地形地貌

Fig. 1 The mine's landscape

口组(P_{1m})。岩土分层较复杂, 差异较大, 岩体结构为层状。

1.3 地质构造及地震

1.3.1 地质构造

研究区位于扬子准地台川东南拗陷—金佛山穹褶束区域一级近南北向构造鲜家坪背斜西翼(图2)。该背斜核部为二叠系下统茅口组, 两翼为二叠系上统龙潭组、长兴组和三叠系下统玉龙山组。背斜形态不对称, 为东缓西陡, 东翼地层倾角 $20^\circ \sim 35^\circ$, 西翼地层倾角 $80^\circ \sim 85^\circ$, 局部倒转。煤层产状与岩层产状基本一致, 东翼煤层已基本开采完。西

翼可采煤层为二叠系上统龙潭组底部的 K_1 煤层, 该煤层层位稳定, 厚 3.0 m, 偶夹矸石二层, 厚 0.06~0.15 m, 结构简单, 煤层倾角 $70^\circ \sim 90^\circ$, 平均倾角 85° 。煤层下距茅口组顶部石灰岩 5~6 m, 具条带状结构, 层状构造, 平坦状断口, 节理发育, 硬度大, 不易破碎。矿区西翼翼部, 发育了数条走向逆断层, 断距 10~20 m, 其中 F_{15} 、 F_{10} 、 F_{17} 断层长分别约为 1 500 m、1 300 m、1 500 m, 断层面均倾向东, 且均由南向北切割 K_1 煤层。以上断层自下而上重叠出现, 将 K_1 煤层切割成几块, 造成局部区段煤层变薄或缺失, 给开拓系统的布置带来较大的影响。

综上所述, 矿井地质构造复杂。

1.3.2 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001) 和《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001) 附录 A.0.1 的规定, 研究区地震动峰值加速度为 0.05 g, 反应谱特征周期为 0.35 s^[4], 抗震设防烈度为 6 度^[5]。

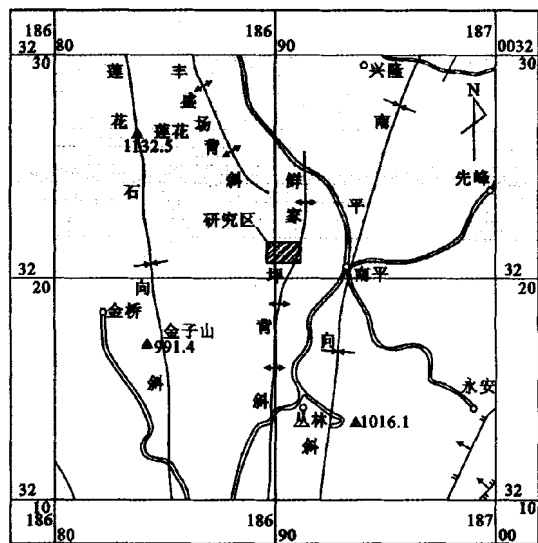


图 2 区域构造纲要图

Fig. 2 The conformation program chart of the region

1.4 水文地质条件

研究区内无常年性河流, 斜坡上横向冲沟较发育, 地表水向矿区外排泄畅通, 地下水的补给水源主要为大气降水。现对矿区含水层、相对隔水层分述如下:

长兴组石灰岩含水层: 厚 70 m 左右, 地表岩溶裂隙较发育, 其富水性中等。

龙潭组石灰岩含水层: 主要分布于煤系中部和上部, 上部石灰岩厚 20~25 m, 其中夹钙质泥岩, 富

水性弱。中部石灰岩厚 15~20 m, 其富水性弱。

茅口组石灰岩含水层: 厚 152 m, 地表岩溶裂隙发育, 溶蚀漏斗随处可见, 但随埋藏加深, 岩溶发育程度减弱, 其富水性中等。

龙潭组下部隔水层: 厚 40~50 m, 由泥岩、砂质泥岩、煤层和底部灰色铝土质泥岩、角砾岩组成, 其结构致密, 透水性差。

综上所述, 矿井水文地质条件中等复杂。

1.5 不良地质现象

据调查, 研究区内未见滑坡、危岩崩塌、地面塌陷等不良地质现象, 有岩溶发育, 尤以茅口组石灰岩地表溶洞落水洞及溶蚀洼地较发育, 岩溶占调查面积的 10% 左右。

1.6 破坏地质环境的人类工程活动

研究区大部分为山地及植被覆盖区。地形条件改变小, 除居民建筑外, 基本没有大挖大填的情况。后山煤矿技术改造后现采西翼 K_1 煤层, 据调查在标高 +630 m 以上基本属采空区, 约占矿区西翼面积的 30% 左右。所以说, 该矿山破坏地质环境的人类工程活动较强烈。

1.7 地质环境复杂程度

研究区属构造剥蚀、侵蚀斜坡地貌, 地貌单一, 地形中间高, 两边低, 地形、岩土分层复杂, 岩体结构为层状; 岩溶占调查面积的 10% 左右, 抗震设防烈度为 6 度, 水文地质条件中等复杂; 破坏地质环境的人类活动较强烈。因此, 总的地质环境复杂程度为中等复杂。

2 矿山地质灾害危险性预测研究

2.1 地表移动变形值

最大下沉值 (W_{max})、影响半径 (r)、斜率 i 、曲率 K 和水平变形 ϵ 、最大下沉角 (Q_{max})、开采影响传播角 (Q_0) ($\alpha > 50^\circ$)、冒落带高度 (H_m)、导水裂隙带高度 (H_d) 等采用下列公式计算^[2] (表 1)。

2.2 矿山开采对建(构)筑物的影响预测

根据“三下”采煤有关规程, 后山煤矿技术改造区扩大水平采矿影响程度强烈, 地表变形值均小于损坏等级 II 级的变形值, 因此采矿对地表构筑物影响较大^[2]。

以上各式中: α 为煤层平均倾角, 取 85° ; $M-K_1$ 煤层开采厚度为 3.0 m; H_0 平均埋深为 90 m; q 为下沉系数, 取经验值 0.6; b 为水平移动系数, 取经验值 0.3; b_c 为水平移动系数, $b_c = b(1 + 0.0086\alpha) = 0.52$; $\tan \beta$ 为主要影响角正切值, 取经验值 2.0; h 为回采垂高, 扣去巷道保安煤柱, 垂高约 55 m; 走向边

界角 δ_0 、顶板边界角 β_0 、底板边界角 λ_0 和充分采动角 ψ_1 、 ψ_2 和 ψ_3 取经验值(据南桐矿区)(表 1)。

表 1 地表移动变形值
Table 1 The shift deformation value of the surface

名称	计算公式	地表移动变形值
最大下沉值/mm	$W_{\max}=Mq\cos\alpha$	156.9
影响半径/m	$r=H_0/\operatorname{tg}\beta$	45
地表变形值	斜率 <i>i</i> (mm/m) $i=W_{\max}/r$	3.486
	曲率 <i>k</i> (10^{-3} /m) $K=1.52W_{\max}/r^2$	0.117
	水平变形 <i>ε</i> (mm/m) $\epsilon=1.52b_c W_{\max}/r$	2.76
边界角/°	顶板(β_0)	40
	底板(λ_0)	50
	走向(δ_0)	50
充分采动角(°)	下山(ψ_1)	53
	上山(ψ_2)	55
	走向(ψ_3)	46
最大下沉角/°	$Q_{\max}=90^{\circ}-0.5\alpha$	47°30′
冒落带高度/m	$H_m=0.45\Sigma H_{li}$	13.81
导水裂隙带高度/m	$H_{li}=(100Mh)/(7.5h+293)+7.3$	30.69
开采传播影响角/°	$\alpha>50^{\circ}$ 时 $\theta_0=28.8^{\circ}+0.68\times\alpha$	86°36′

2.3 矿山开采对地表水、地下水的影响预测

煤层顶板导水裂隙带高度为 30.69 m^[7],由于煤层近直立,采矿对煤系中上部含水层有一定影响,并对煤系含水层有一定的疏干作用。对矿井巷道充水影响较大的是煤系底板茅口组岩溶裂隙水,由于煤层距茅口组岩厚度一般为 5~6 m,若遇裂隙或断层,茅口组灰岩水可能进入巷道,因此采矿对茅口组石灰岩含水层影响较大,有突水的可能。矿区无河流,有鱼塘 1 个,只要在鱼塘下方留设保安煤柱,矿山开采对地表水影响小,故该矿区采矿工程活动对地下水影响的可能性较大。

2.4 采煤放炮震动对地表建(构)筑物的影响预测

据调查,后山煤矿一般煤巷掘进采用风镐,仅在石门掘进时采用风镐打眼放炮,炸药用量在 9~12 kg,爆破地震安全距离(*R*)按下式计算:

$$R=(K\div V)^{1/a}\times Q^m\text{[3]}$$

其中:*Q*为炸药量(kg),取 12 kg;*K*为与地质等条件有关的系数,本地区取 200;*V*为地震安全速度(cm/s),根据该区实情,取 1 cm/s;*a*为衰减系数,根据岩性取 1.6;*m*为药量指数,按规范取 1/3。

经计算,该区一次性装药量为 12 kg 的放炮抗震安全距离为 62.77 m,该矿的最小采矿深度为 90 m,采深大于抗震安全距离,采矿放炮对地表民房的影响很小。

3 矿山地质灾害危险性综合评价

根据地表移动变形参数分析矿山地质环境效

应,研究区采矿影响程度强烈,采矿对地表建筑物和地下水有较大影响,故地质灾害发生的可能性较大^[1]。

(1) 矿山开采损失大小

由于研究区受威胁人数为 96 人,房屋面积 2 100 m²,鱼塘 1 个,直接经济损失 31.5 万元,占总投资(350 万元)的 9%,按受威胁人数确定地质灾害发生后可能造成的损失为中等^[1]。

(2) 矿山地质灾害危险性指数

根据地质灾害发生的可能性,采矿影响程度和地质灾害发生可能造成的损失程度来确定矿山地质灾害危险性指数(*W*)。其中 $W=0.2B+0.3C+0.5S$

式中,*W*为矿山地质灾害危险性指数;*B*为发生地质灾害的可能性指数,可能性较大取 0.67;*C*为采矿影响程度指数,强烈取 1.00;*S*为地质灾害发生后的可能损失指数,损失中等取 0.67。

经计算可知该区地质灾害危险性指数为 0.769,因此矿山受采矿影响的地质灾害危险性大^[1]。

4 结论

(1) 研究区地质环境条件为中等复杂,地面保护对象较重要,采矿影响程度强烈。

(2) 地面保护对象遭受地质灾害危害的可能性较大。经地表变形计算,采矿工程对矿山地质环境的影响程度为强烈($C=1.00$),遭受地质灾害的可

能性较大($B=0.67$),综合评价认为地质灾害发生后可能造成的损失中等($S=0.67$),矿山地质灾害危险性指数($W=0.769$)表明该区发生地质灾害的危险性大。

参考文献

- [1] 重庆市地方标准. 地质灾害危险性评估规程 DB50/139—2003 [S].
[2] 煤行管字[2000]第 81 号建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留

设与压煤开采规程[S]. 中国煤炭出版社,2005.

- [3] GB6722—2003 爆破安全规程[S]. 人民交通出版社,2004.9.
[4] GB18306—2001 中国地震动参数区划图[S]. 中国标准出版社,2001.8.
[5] GB50011—2001 建筑抗震设计规范[S]. 中国建筑工业出版社,2001.10.
[6] 程伯禹. 矿山地质灾害防治与地质环境保护[J]. 中国地质灾害与防治学报,1994,(5):147-149.
[7] 重庆南川市后山煤矿矿山地质灾害危险性评估报告[R]. 重庆煤田地质研究所,2005.9

RESEARCH ON FORECAST OF GEOLOGICAL DISASTERS RISK IN HOUSHAN MINE IN NANCHUAN OF CHONGQING

YANG Yang, GAO Yong-li, DAI Feng-hong

(College of Resource and Environment Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: In view of the specific geological environment of the Houshan coal mine and geological disasters potentially caused by mining, the authors used the regional survey and geological environment assessment and analysed the geological environment such as landscapes, geological formations, and hydrogeological conditions systematically. According to the value of maximum sinkage, the radius of influence, slope, rate of curve and the horizontal deformation, angle of maximum subsidence, mining propagation angle($\alpha > 50$ degree), the height value of caving zone, the height value of fissure zone which water can permeate, the risk of geological disasters which may occur in the study area has been predicted. The study shows: the complexity of the geological environment is secondar. The possibility of geological disasters caused by mining is great and the risk of geological disasters is high.

Key words: geological environment; geological disasters; forecast

作者简介: 杨阳(1974—),女,辽宁阜新新人,硕士,主要从事灾害地质、水文地质、工程地质方面研究。

《地质灾害与环境保护》征稿启事

本刊主管单位:四川省教育厅;主办单位:成都理工大学、地质灾害防治与地质环境保护国家专业实验室。学术性期刊,季刊。1990年9月创刊,国内外公开发行。本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”,“万方数据网络系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,“中文科技期刊数据库”。欢迎投稿,欢迎订阅。

征稿内容: 自然灾害(特别是地质灾害)与人为灾害防治,生态环境、资源环境和地质环境保护,水文地质与工程地质,岩土工程与工程勘察,与本学科有关的边缘和交叉学科等方面的优秀论文,最新科技成果,新理论、新方法、新技术研讨,及工程技术经验总结,新成就、新动向方面的综述、述评,新书刊、新设备评介等。

来稿注意事项: (1) 每篇稿件一般以中文6000字为宜,最多不超过8000字(包括图表等所占版面字数)。(2) 每篇稿件必须有:中英文篇名、摘要(摘要以第三人称书写,200字左右)、图表名,所在单位中英文名称;第一作者简介,主要包括:姓名、性别、出生年、职务、职称,最高学历、专业、研究方向,主要科技成果及其获奖情况,以及出版专著、发表论文等简况。(3) 来稿请交电子文档,另可附打印件1份,可电子邮件投稿,地址:dzzh@cdut.edu.cn; dzzhbb@163.com。

《地质灾害与环境保护》编辑部

2007年6月25日