

湖北省松宜矿区矿山地质环境安全评价

苏 昌¹, 陈海波¹, 邓书生², 刘 力³, 谈雪松²

(1. 湖北省地质环境总站, 湖北 武汉 430034; 2. 宜都市国土资源局, 湖北 宜昌 443300; 3. 松滋市国土资源局, 湖北 荆州 434200)

摘 要: 通过对松宜矿区矿山主要地质环境问题的调查与研究, 采用矿山地质环境安全综合指数法进行了松宜矿区矿山地质环境安全评价, 划分出安全差区、安全较差区、基本安全区、安全区, 并从矿山地质环境质量或安全方面进行矿区土地利用适宜性概述评价, 为矿区地质环境综合治理提供了地质依据。

关键词: 松宜矿区; 地质环境; 安全评价

中图分类号: X321

文献标识码: B

文章编号: 1671-1211(2012)01-0040-05

0 引言

松宜矿区位于湖北省西部山区, 矿区总面积 130 km²。区内煤炭资源已探明储量达 8 000 万 t 以上, 累计开采 6 000 多万吨, 煤炭开采历史悠久, 早在 200 多年前已有乡民在此采煤, 主要为松宜矿务局下属矿山开采, 矿区采煤历时长、开采程度高, 长期的矿产资源开采在缓解湖北省煤炭供给不足的紧张局面的同时, 也极大地破坏了区内地质环境, 矿区范围内发育了地面塌陷、崩塌(危岩体)、滑坡、地裂缝等众多地质灾害^[1]。尤以采空区内的地面塌陷、崩塌、地裂缝等地面变形最为发育, 危害最大; 采空区及邻近区域内建筑物变形加剧, 部分建筑物成为危房, 不适宜居住, 直接影响区内居民的正常生产生活。矿区矿山地质环境治理主体灭失, 地方财政无力对众多环境地质问题进行及时治理, 由此造成区内矿方与民众矛盾尖锐, 多次出现矿区范围内居民上访, 干群关系紧张, 社会矛盾激化。由此, 湖北省国土资源厅组织开展松宜矿区矿山地质环境综合调查, 进行矿山地质环境安全评价, 针对矿山环境地质问题提出防治对策, 为矿区地质环境综合治理及建设和谐的人居环境提供地质依据。

1 地质环境条件概况

1.1 地形地貌

松宜矿区地处鄂西山地东部向江汉平原的过渡地带, 为低山丘陵区, 地势总体西高东低, 南北高中部河谷地带低。区内地形起伏较大, 沟谷深切段多见高 100~400 m 的陡崖。洛溪河为当地最低侵蚀基准面。

1.2 地层岩性

除缺失白垩系外, 区内第四系至志留系均有分布, 石炭系中统、二叠系、三叠系碳酸盐岩地层广布, 约占总面积的 80% 以上, 志留系碎屑岩分布于矿区南北两侧。主采煤层为二叠系梁山组 II 煤层, 厚度 0~7.02 m, 平均厚 1.67 m。煤层属不稳定至极不稳定的过渡类型^[2]。

1.3 地质构造

矿区位于扬子准地台区西南部长阳复向斜中的次级仁和坪向斜东端, 轴线呈近东西向伸展, 向斜轴部为三叠系, 两翼为二叠系至奥陶系组成, 南东端在刘家场以西一带圈闭, 为紧密槽状向斜。矿区内北东、北北东向纵张断裂发育。

1.4 岩溶水文地质特征

松宜矿区岩溶发育, 岩溶水文地质条件复杂, 为岩溶充水矿床。煤层多位于最低侵蚀基准面以下, 矿山具有顶底板同时充水特征。区内主要矿井平均排水量多在 1 000 m³/h 以上, 矿山水文地质条件复杂。鸽子潭煤矿、背洞湾煤矿、干沟河、猴子洞煤矿、石家湾煤矿多次出现河水倒灌补给矿井, 并因淹井而关闭。

2 主要环境地质问题

多年大规模开采, 未能采取及时有效的防治措施, 致使区内地面塌陷、崩塌、地裂缝、滑坡、弃渣堆积体变形、地下水枯竭及水质恶化等环境地质问题发育, 本次共调查主要环境地质问题 457 处^[3](见图 1), 其中地面塌陷 300 处、崩塌 29 处、滑坡 40 处、地裂缝 22 处、不稳定斜坡(弃渣) 66 处。灾害体总面积 235.30 × 10⁴ m², 总体积 3 148.43 × 10⁴ m³。

环境地质问题以中、小型为主,其中小型灾害体 402 处,占总数的 87.96%;中型灾害体 42 处,占总数的 9.19%;大型灾害体 13 处,占总数的 2.84%。13 处大型灾害体中滑坡 8 处、崩塌 2 处、不稳定斜坡 1 处、地裂缝 2 处。

众多环境地质问题中,尤以采空区地面沉降变形所

引起的地面塌陷、崩塌、地裂缝、居民房屋变形破坏、含水层疏干等一系列环境地质问题危害最大,稳定性最差。在调查的 300 处地面塌陷中,以采空塌陷为主,占到总数的 80% 以上,直接威胁 4 571 人的生命财产安全。地面塌陷随采空区呈集中分布,区内可分为 12 个地面塌陷区,合计总面积 25.26 km²,占矿区总面积的 19.43%。

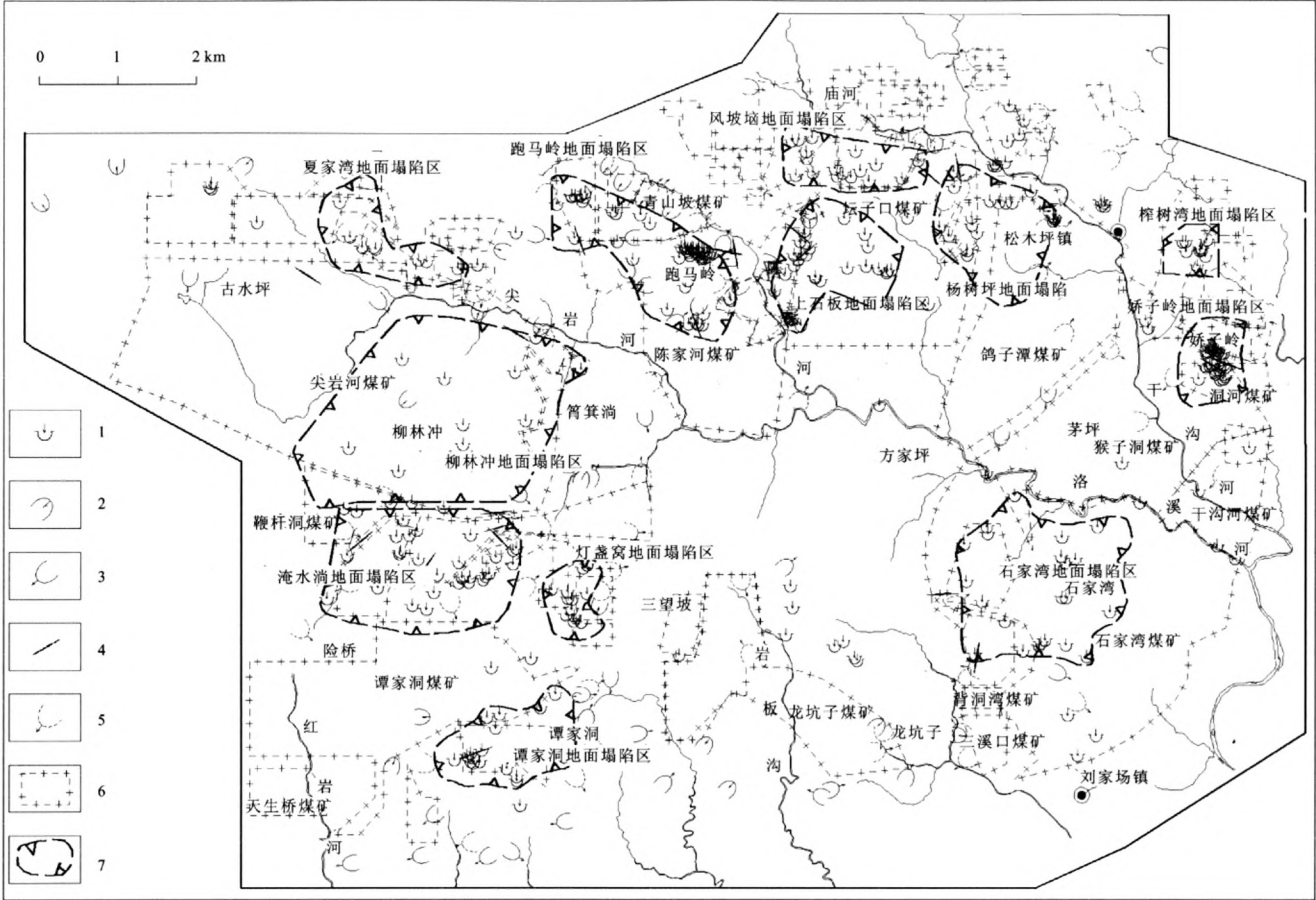


图 1 松宜矿区主要环境地质问题分布图

Fig.1 Distribution map of major geological environment problems in Songyi ore district

1. 地面塌陷;2. 崩塌;3. 滑坡;4. 地裂缝;5. 不稳定斜坡;6. 矿区界线;7. 地面塌陷区界线。

据不完全统计,区内主要环境地质问题直接威胁总人数 10 322 人,威胁财产 27 641.5 万元。由于采矿造成区内地下水位大幅下降,岩溶泉(表层岩溶泉)干枯断流,水田改种成旱地;矿坑水水质极差,多直接抽排入地表河流中,致使河水污染严重,区内居民生产生活用水困难,良田大面积减产。不完全统计,受水环境恶化威胁的居民达 3 万余人。

3 矿山地质环境安全评价

3.1 评价方法

采用矿山地质环境安全综合指数法评价模型作为矿山地质环境安全评价模型。把评价系统中各评价因

子分成评价要素和组成因子两个层次,先在各参评基本因子的基础上对各组成要素进行一级评价,然后在此基础上对整个系统进行高层次的综合评价(二级评价),同时在进行高层次综合评价时,对存在敏感因子的进行敏感因子评价,并确定各因子的权重及分值,最后采用加权求和法进行合成运算,计算矿山地质环境安全指数。

计算公式如下:

$$F = \sum_{i=1}^n F_i W_i$$

式中: F 为矿山地质环境安全综合指数; F_i 为某一组成要素单项评价分值; W_i 为评价因子权重。

3.2 评价程序

(1) 运用栅格数据处理方法对调查区进行剖分,在 1/10 000 地形图上划分评价单元^[4],根据本次调查及评价精度,评价单元格面积为 200 m×200 m(尺寸 2 cm×2 cm),共计 3 682 个单元格(图 2)。

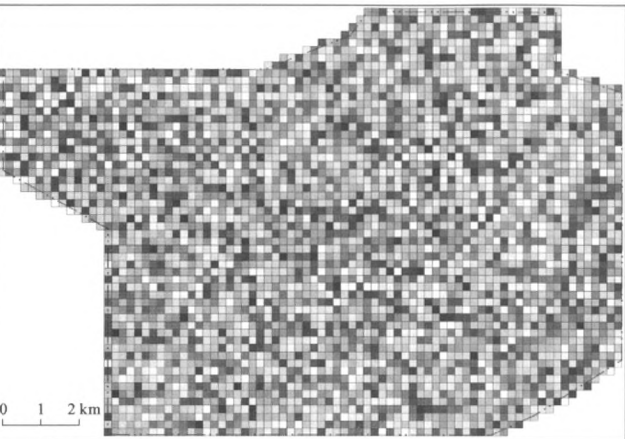


图 2 松宜矿区地质环境安全评价单元格划分示意图
Fig. 2 The cell division diagram of geological environmental safety assessment in Songyi ore district

(2) 在综合分析资料的前提下,选定评价因子确定权重,以及各专题图层的编制,基于 ARCGIS、MAPGIS 编制各因子的专题图层,并立足于矿山地质环境制定出安全、基本安全、安全性较差和安全差区的赋值划分标准。

(3) 选择数学模型,进行各图层的叠加计算,得出矿山地质环境安全综合指数。

(4) 分析矿山地质环境安全综合指数结果和分布特征,整体判断和抽样检验典型单元评价结果,并与实际情况对比,提出合理的矿山地质环境安全划分标准。

(5) 根据划分标准采用 GIS 对各单元格进行等值、模糊、平滑、归并等处理,最终编制完成松宜矿区矿山地质环境安全分区评价图。

3.3 评价因子的选取及其分级标准

在对矿区地质灾害及环境地质问题全面调查的基础上,经综合分析,得出制约本区矿山地质环境安全的主要评价要素有 6 个(见表 1),评价因子 10 项。再按照它们对地质环境的影响程度分为安全、基本安全、安全较差、安全差四个级别,并分别赋予 1、2、3、4 四个量化值。

表 1 矿山地质环境安全评价因子权重及赋值表

Table 1 The weighting factor and value of safety assessment of mine geological environment

序号	影响因素		权重	分 值			
				安全	基本安全	安全较差	安全差
				1	2	3	4
1	地质背景条件	地形坡度	0.12	<10°	10° ~ 25°	25° ~ 40°	>40°
2		地质构造	0.05	简单	较简单	较复杂	复杂
3		岩体结构及力学特征	0.05	块状、厚层状坚硬岩体	层状碎裂结构坚硬岩体	碎裂结构次坚硬岩体	软弱岩体、松散岩体
4	岩溶水文	岩溶发育强度	0.1	非岩溶化地层	弱岩溶化地层	中等岩溶化地层	强岩溶化地层
5	地质条件	含水岩组富水性及透水性	0.1	弱富水弱透水岩层	中等富水弱透水岩层	强富水中等透水岩层	强富水强透水岩层
6	环境地质问题	地面塌陷、崩塌、滑坡、地裂缝、不稳定斜坡等	0.1	不发育	弱发育	较发育	发育
7	采空地面沉陷稳定性评价		0.2	无影响区	弱影响区	中等严重区	严重区
8	水环境	水质特征	0.1	Ⅰ类水	Ⅱ类水	Ⅲ、Ⅳ类水	Ⅴ类水
9	问题	地下水活动强弱	0.08	水位基本稳定	地下水降落漏斗边缘区	地下水降落漏斗中部区	地下水降落漏斗中心区
10	矿山地质环境恢复治理难易程度		0.1	容易	较容易	较难	难

3.4 矿山地质环境安全评价

3.4.1 矿山地质环境安全计算评价

基于 MAPGIS 平台,根据选用的评价因子体系及权重,采用计算模型计算矿区矿山地质环境安全指数,对各专题图层依次叠加分析,通过加权求和,计算求得

评价指数。通过对各单元格地质环境指数值及其分布进行抽样检验,并结合矿区安全定性评价标准中各安全区的判定标准,进行对比分析,最终确定各安全分区标准(见表 2、表 3)。

表 2 矿山地质环境安全指数计算结果分布表

Table 2 The results distribution table of safety comprehensive index of mine geological environment

分值 F	<1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6
所占比例/%	0.03	1.96	2.53	5.49	1.85	2.72	1.17	2.31	1.77	3.42	1.66	4.29	2.72	1.33	6.14
分值 F	2.7	2.8	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9~4	
所占比例/%	6.22	3.07	6.55	4.35	8.17	3.69	8.34	3.56	3.75	7.85	3.56	0.71	0.68	0.16	

表 3 矿山地质环境安全评价分区标准

Table 3 Division standard of safety assessment of mine geological environment

矿山地质环境安全分区	安全区	基本安全区	安全较差区	安全差区
综合分值(F)	$F \leq 1.70$	$1.70 < F \leq 2.50$	$2.50 < F \leq 3.20$	$F > 3.20$

3.4.2 矿山地质环境安全分区评价

依据前述矿山地质环境安全定性、定量评价结果及评价分级标准,将剖分评价单元格进行合并、平滑处理,得到最终的分区评价结果(见图 3)概述如下:

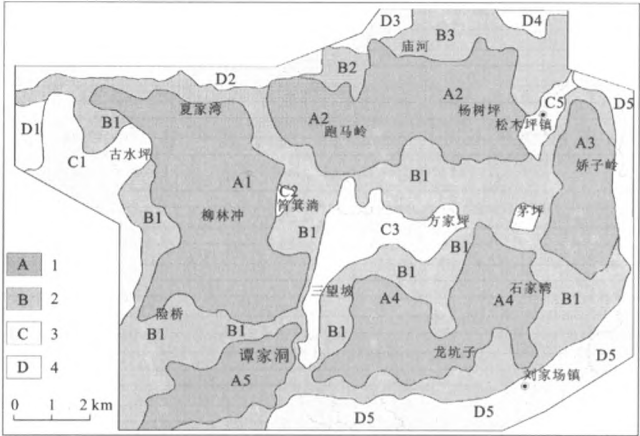


图 3 松宜矿区地质环境安全评价分区示意图

Fig. 3 The partition diagram of geological environmental safety assessment in Songyi ore district

1. 安全差区;2. 安全较差区;3. 基本安全区;4. 安全区。

安全差区(A区) 总面积 59.60 km²,占调查区总面积的 41.44%。主要分布在柳林冲至夏家湾、跑马岭至杨树坪、轿子岭至榨树湾、龙坑子至石家湾、谭家洞一带,区内地面塌陷、崩塌、地裂缝、弃渣堆积体塌滑变形等环境地质问题发育,共计发育有 416 处,占总数的 91.04%;建筑物变形较严重;地表河流污染严重,岩溶泉流量存在不同程度的衰减现象;属矿山地质环境安全差区。

安全较差区(B区) 总面积 51.11 km²,占调查区总面积的 35.54%。呈环岛状分布在安全差区周围,区内地面塌陷、弃渣堆积体塌滑变形等环境地质问题较发育,共计发育有 41 处;建筑物多存在轻微至中等
万方数据

程度变形;地表河流污染严重,岩溶泉流量存在不同程度的衰减现象;属矿山地质环境安全较差区。

基本安全区(C区) 总面积 14.13 km²,占调查区总面积的 9.83%。主要分布在古水坪、筲箕淌、方家坪、茅坪、松木坪集镇一带,主要为三叠系大冶组地层分布区,区内地面塌陷、崩塌、滑坡、地裂缝等环境地质问题不发育;受矿山开采影响轻微;岩溶泉(表层岩溶泉)流量稳定,水质较好;属矿山地质环境基本安全区。

安全区(D区) 总面积 18.97 km²,占调查区总面积的 13.19%。位于松宜煤矿区外围,主要出露下第三系、志留系、泥盆系碎屑岩及第四系松散岩类地层,区内地形较平缓,地质构造单一,地质环境条件较简单,各类环境地质问题不发育,受煤矿开采影响轻微,属矿山地质环境安全区。

3.4.3 矿山土地利用适宜性

基于矿区地质环境条件、环境地质问题的发育特征及其发展趋势,主要从矿山地质环境质量或安全方面进行矿区土地利用适宜性概述评价。

(1) 矿山地质环境安全差区土地利用适宜性 区内地面塌陷、地裂缝、建筑物变形等环境地质问题集中发育,地下水位大幅下降,水环境恶化,地质环境质量差。该区不能作为移民迁建地或新农村建设用地,不宜作为大规模农业储备用地,但可作为林业或生态用地;对采空地面沉陷严重影响区或地面塌陷区内建筑物严重变形或形成危房的居民应及时进行搬迁避让;中等或轻微变形建筑可视具体情况进行整修加固或搬迁。

临近河谷陡坡(陡崖)地带斜坡稳定性较差或受崩塌(危岩体)威胁一定范围内,在地质灾害安全隐患未得到有效消除前,下方相对宽缓平坦地带不宜作为居民集中居住建设用地。矿山闭坑后,矿山厂矿建设用地及周边局部相对安全地区,地质灾害相对不发育区或不受地质灾害威胁区域内可作为居民建筑用地或复垦为农地、林地。

(2) 矿山地质环境安全较差区土地利用适宜性 该区地面塌陷、地裂缝、崩塌等相对弱发育,地下水位降幅较大,弃渣堆积体较多。对于主要河谷两岸相对

宽缓地带,临近河谷陡坡(陡崖)地带斜坡稳定性较差或受崩塌(危岩体)威胁一定范围内,在地质灾害安全隐患未得到有效消除前,下方相对宽缓平坦地带不宜作为居民集中居住建设用地。地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、不稳定斜坡等地质灾害相对弱发育地带,或以水污染或水渗漏为主的区域内可作为生产用地;在解决缺水问题后,可作为零散居民建筑用地,不适宜作为大规模迁入地或新农村建设用地。如险桥至陈家湾一带建筑物现状条件下建筑物多已产生轻微变形,受疏排水作用导致区内地下水位大幅下降,表层岩溶泉干枯断流,属严重缺水,在解决居民生活用水后,可作为零散居民迁入地;陈家河至尖岩河煤矿之间未采煤的缓坡区段内因河水严重污染,水环境恶化,在解决用水问题后同样可作为零散居民迁入地。

(3) 地质环境基本安全区土地利用适宜性 该区内现状条件下地质环境条件相对较好,环境地质问题不发育,水资源受采矿影响较小,属地面沉陷影响轻微或基本无影响区,在作为小规模居民迁建地或新农村建设用地前,需进行岩土工程地质勘察。因该区为岩溶地层区,地质环境脆弱,一旦遭受破坏极难恢复,特别是古水坪、陈家河深部井田一带现状条件下地质环境条件较好,但古水坪与柳林冲地质环境条件类似,后期尖岩河煤矿开采至该区时应采取相应保护措施。陈家河深部井田临陈家河、尖岩河一带地质环境条件与干沟河类似,煤层位于河床以下,后期开采过程中可能引发河水补给矿井,易产生矿井突水及地面塌陷等,应采取相应措施,避免地质环境遭受破坏。

(4) 矿山地质环境安全好区土地利用适宜性 现状条件下,区内环境地质问题不发育,受采矿影响轻微,地形平缓、地质条件简单地带适宜作为搬迁避让迁入地或新农村建设用地;但建设过程中,应避免大规模开挖或回填,形成高陡边坡或填方,诱发次生地质灾害的。

4 防治建议

(1) 松宜矿区开采历史悠久,环境地质问题众多,且历经多期行政变更、改制,多数矿山几易其主或关停闭坑,对其实施综合治理难度较大,矿区矿山地质环境综合治理是一个复杂的系统工程,因此应积极动员社会力量,多方筹措资金,争取国家相关扶助资金开展矿区矿山地质环境综合防治。积极推进矿山地质环境恢复治理备用金收取及使用制度,做到统一支取,统一使用。

(2) 建议开展松宜矿区岩溶水文地质及地下水污染综合调查评价工作。加大矿坑排水水污染治理工

作,开展对重要水源和水质优良岩溶泉的保护工作,建立重要地下水源地保护区,避免因采矿导致泉水水质恶化。通过修建引、蓄水工程解决广大村民的生活用水困难问题。

(3) 建立健全松宜矿区群专结合的地面变形监测网。开展地面塌陷区及重大地质灾害隐患点的位移变形专业监测工作;建立群测群防监测网,组织当地村民对建筑物变形或地面变形开展简易变形观测。

(4) 继续对矿区威胁重大的地质灾害隐患点进行工程治理,逐步对地面塌陷区内房屋中等至严重变形的农户进行搬迁,对地面塌陷坑进行回填,退耕还林。

(5) 随着后期资源枯竭,区内现有的 10 余家煤矿将于 3~6 年内逐步关闭,闭坑后所形成的矿山地质环境问题将在后续期间逐步显现,并将伴有加剧变形直至逐步稳定,将形成区内环境地质问题发育的又一个高峰期。建议加强采区范围内的群测群防工作,遇有重大变形迹象时,及时采取相应处理措施。

5 结语

综上所述,松宜矿区矿山地质环境安全差区和较差区面积达 110.17 km²,占矿区总面积的 76.98%,区内集中了矿区主要环境地质问题,灾害体潜在威胁和危害巨大,恢复治理难度大。省市各级政府对矿区地质环境恢复治理工作高度重视,自 2006 年以来,在湖北省国土资源厅的大力支持和指导下,松滋市、宜都市国土资源局先后多次申请国家矿山地质环境治理恢复资金,对区内重大地质灾害隐患点进行了工程治理,地方配套资金对采空区内建筑物严重变形的居民进行了搬迁,取得了良好的社会效益与经济效益。然而矿区群专结合的监测网络尚未建立;采空区地面沉陷仍处于变形发展之中;地表水污染和碳酸盐岩含水层疏干非常严重,居民生产生活用水困难;工程治理仅消除了重大地质灾害安全隐患,未能从根本上恢复矿区地质环境,开展松宜矿区矿山地质环境综合治理任重道远。

参考文献:

- [1] 苏昌,陈海洋.湖北省松宜矿区矿山地质环境安全调查评价报告[R].荆州:湖北省水文地质工程地质大队,2009.
- [2] 松宜矿务局.松宜煤炭志[R].宜都:松宜矿务局,1995.
- [3] 苏昌,彭正华,张勤丽.湖北省松宜矿区地面塌陷成因类型及形成条件分析[J].中国地质灾害与防治学报,2011,22(1):69-74.
- [4] DD2004-02,区域环境地质调查总则[S].

(责任编辑:李 雯)(下转 062 页)

和库岸崩塌,主要分布在库区沿岸夹河、六郎、上津 3 个乡镇 18 个村 50 个组,地质灾害和地质灾害隐患点威胁的总人数达 11 008 人,预测经济损失将达到 14 268 万元。水库蓄水引发或与水库蓄水有关的灾害点 30 处,因移民复建工程引发的灾害点 2 处,自然因素引发的灾害点 5 处;对 37 处地质灾害点,根据危害程度其中 8 个应当进行重点防治,依据险情缓急其中 11 处应当近期防治,按照灾害体特点其中 3 处可实施工程治理,34 处实施搬迁(近期 8 处,远期 26 处)。在未进行搬迁和治理之前,37 处地质灾害点和 20 处不

稳定斜坡,均须进行监测。为防止地质灾害发生,最大限度减少灾害损失,促进库区经济与社会和谐,库区应建立地质灾害防治与监管的长效机制。

参考文献:

- [1] 徐绍宇,等.湖北省郧西县地质灾害调查与区划报告[R].武汉:湖北省地质环境总站,2003.
- [2] 陈红艳,等.陡岭子水库库区地质灾害调查报告[R].武汉:湖北省地质环境总站,2009.

(责任编辑:潘 潇)

Study on Characteristics and Prevention of Geological Disasters of Doulingzi Reservoir in Yunxi County, Hubei Province

CHEN Hongyan¹, ZHOU Yanlong^{1,2}, ZHOU Yansong¹, YUAN Yuhua¹

(1. Hubei Geological Environment Station, Wuhan, Hubei 430034; 2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract: Doulingzi Reservoir is located in Yunxi county which has fragile geological environment, adverse geological development. There are a lot of hidden geological disasters. Since 2002, water reservoir and gradually lead to reservoir bank slope deformation, landslides have occurred, such as Liulang landslide. Geological environment has affected the local people's normal production and life. It needs to expand the study of geological disasters. This paper studies development characteristics and distribution of geological disasters of Doulingzi Reservoir, summarizes status quo of control work, proposes corresponding control measures and provides a scientific basis for disaster prevention & reduction and environmental protection. It is of great importance for promotion of economic and social reservoir sustainable development.

Key words: geological hazards; control measures; Doulingzi reservoir; Yunxi county

(上接 044 页)

Mine Safety Assessment on Geological Environment of Songyi Mine Area in Hubei Province

SU Chang¹, CHEN Haibo¹, DENG Shusheng², LIU Li³, TAN Xuesong²

(1. Hubei Geological Environmental Station, Wuhan, Hubei 430034; 2. Yidu Land and Resources Bureau, Yichang, Hubei 443300; 3. Songzi Land and Resources Bureau, Jingzhou, Hubei 434200)

Abstract: Through investigation and research of major geological environment problems in Songyi mine area, the geological environment safety comprehensive index is applied to assess mine geological environment safety of Songyi mine in this paper. The area is divided into the bad secure zone, poor secure zone, basic secure zone and secure zone. The mining area land utilization has assessed from mining geology environmental quality or safe aspect, which provide geological basis for comprehensive treatment of the mine geological environment.

Key words: Songyi mine area; geological environment; safety assessment