

贵州兴旺煤矿开采地表塌陷预测方法探讨

隋建红,李超

(山东省煤田地质规划勘察研究院,山东泰安 271000)

摘要:以贵州六枝特区兴旺煤矿地表塌陷为例,采用概率积分法作为地表移动及变形预测的模式,选取下沉系数、主要影响角、主要影响半径和水平移动系数为地表移动参数,计算得出井田开采后地表最大下沉值为1 425.3 mm,影响面积约1.85 km²。并比较说明除移动参数外各类煤柱的留设也是其中需要考虑的因素。

关键词:煤矿;地表塌陷;预测;影响因素;下沉参数;兴旺煤矿;贵州六枝特区

中图分类号:TD325.4

文献标识码:B

在进行地下开采类项目环评时,需要说明地下开采引起的地表塌陷程度和范围以及对地面建(构)筑屋的影响。在进行环评前,建设单位往往已经进行了项目的土地复垦方案且经过相关部门评审。其中会对井下开采引起的地表塌陷进行预测计算,并以此提出复垦计划。但其预测一般仅考虑煤层厚度和下沉参数等而忽略开采时留设的各类煤柱和煤层分层情况,使预测结果与实际情况出入较大。以贵州六枝特区兴旺煤矿为例,比较说明煤柱留设是否影响地表塌陷预测结果。

1 煤矿概况

兴旺煤矿位于贵州省六盘水市六枝特区新窑乡境内,隶属六盘水市六枝特区新窑乡。由原希望煤矿(6万t/a)和永新煤矿(3万t/a)整合扩界而成。整合扩界后的兴旺煤矿,井田面积1.5977 km²,开采标高1 532~1 100 m,煤矿设计可采储量491.36万t。矿井设计生产能力为30万t/a,矿井服务年限为12.6 a。

井田大地构造位置位于扬子准地台黔北台隆六盘水断陷威宁NW向构造变形区,井田位于三丈背斜WS翼,总体呈单斜构造,地层走向为NW—SE,倾向SW,倾角57°~72°,平均倾角65°。区内发育7条断层(F3—F9)。

含煤地层为晚二叠世龙潭组,平均厚度466 m,

共含煤12~25层,煤层总厚度29.53 m,含煤系数13.98%,其中可采煤层为1[#],3[#],7[#],17[#],18[#],21[#]共6层。可采煤层特征见表1。

2 地表塌陷预测分析

2.1 预测模式

按《建筑物、水体、铁路及主要井筒矿柱留设与压矿开采规模》(简称“三下”,下同),选用概率积分法作为地表移动及变形预测的模式^[1]。即:

$$\text{下沉: } W(x) = W_{cm} \cdot \int_0^{\infty} \frac{1}{r} e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2}{r^2}} d\eta$$

$$\text{倾斜: } i(x) = \frac{W_{cm}}{r} \cdot e^{-\pi \frac{x^2}{r^2}}$$

$$\text{曲率: } K(x) = \frac{2 \cdot \pi W_{cm}}{r^2} \cdot \frac{x}{r} e^{-\pi \frac{x^2}{r^2}}$$

$$\text{水平移动: } U(x) = U_{cm} \cdot e^{-\pi \frac{x^2}{r^2}}$$

$$\text{水平变形: } \epsilon(x) = -\frac{2 \cdot \pi \cdot U_{cm}}{r} \cdot \frac{x}{r} e^{-\pi \frac{x^2}{r^2}}$$

在进行地表移动和变形模式的预测时^[2],其变形与移动的最大值分别由下式计算而得:

$$\text{最大下沉值: } W_{cm} = \eta M \cos \alpha (\text{mm})$$

$$\text{最大倾斜值: } i_{cm} = W_{cm} / r (\text{mm/m})$$

$$\text{最大曲率值: } K_{cm} = 1.52 W_{cm} / r^2 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$\text{最大水平位移值: } U_{cm} = b \cdot W_{cm} (\text{mm})$$

$$\text{最大水平变形值: } \epsilon_{cm} = 1.52 b W_{cm} / r (\text{mm/m})$$

式中: η —下沉系数; M —可采矿层厚度(评价按

* 收稿日期:2012-01-10;修订日期:2012-06-10;编辑:孟舞平

作者简介:隋建红(1979—),女,山东诸城人,工程师,主要从事环境影响评价、水文地质等工作;E-mail:sdsui@163.com。

表 1 兴旺煤矿可采煤层特征

煤层编号	煤层厚度(m)		煤层间距(m)	夹矸厚(m)	煤层倾角(°)	煤层结构	煤层稳定性	煤层顶板岩性	煤层底板岩性
	最小	最大平均							
1#	0.63~1.69		20	0.03~0.08	65	简单	沿走向 不稳定	泥岩	泥质粉砂岩
	1.1								
3#	0.9~1.5		37	0.05~0.1	65	简单	沿走向、 倾向不稳定	泥灰岩 灰岩	泥岩
	1.2								
7#	2.7~5.4		130	0.09~0.75	65	简单	沿走向、 倾向不稳定	泥灰岩 灰岩	泥岩
	3.93								
17#	0.68~1.48		7	0.08~0.24	65	简单	沿走向 不稳定	粉砂质 泥岩	泥岩
	1.2								
18#	2.8		35	0.05~1.04	65	简单	沿走向、 倾向稳定	泥灰岩 灰岩	泥岩
	2.8								
21#	0.83~1.45			0.05	65	简单	沿倾向 不稳定	粉砂质 泥岩	粉砂岩
	1.10								

9.571 m计); a —煤层倾角(平均倾角为 65°); r —主要影响半径, $r = H/\text{tg}\beta$; H —开采煤层距地表的垂深; β —主要影响角; b —水平移动系数。

2.2 地表移动参数的确定

(1)下沉系数 η , 主要影响角正切 $\text{tg}\beta$ 。矿区矿床覆岩为中硬岩类,按“三下”规程中覆岩分类查表,其中下沉系数 η 为 $0.55\sim 0.85$, $\text{tg}\beta$ 为 $1.92\sim 2.4$,取 $\eta=0.7$, $\text{tg}\beta=2.16$ 。

(2)主要影响半径 r 。 $r = H/\text{tg}\beta$

(3)水平移动系数 b 。开采水平矿层的水平移动系数 b 变化较小,一般 $b=0.3$,开采倾斜煤层的水平移动系数 b_c 为^[3]: $b_c = b(1 + 0.0086a) = 0.4677$ 。

2.3 煤柱留设与否预测结果

2.3.1 土地复垦预测结果(不考虑煤柱留设)^①

仅考虑开采煤层综合作用厚度 9.571 m 和不同采深情况。

煤矿规划采区海拔高度 1 532~1 100 m 之间,根据开发利用方案,最大采深 400 m 以内,由上述模式和参数计算出不同采深下的结果见表 2。最大下沉值为 2 831.42 mm,最大水平位移值为 1 324.25 mm。

表 2 开采地表移动变形的最大值预测

深度(m)	10	30	50	100	150	200	300	400
最大倾斜值 i_{cm}	611.59	203.86	122.32	61.16	40.77	30.58	20.39	15.29
最大曲率值 K_{cm}	200.80	22.31	8.03	2.01	0.89	0.50	0.22	0.13
最大水平变形值 ϵ_{cm}	434.78	144.93	86.96	43.48	28.99	21.74	14.49	10.87

2.3.2 环境影响评价预测结果(考虑煤柱留设)

(1)各类煤柱的留设

①断层煤柱:根据矿井储量核实,井田范围的 F5, F6, F7 和 F9 落差较大,均需留设断层煤柱,在环评预测中均按留设断层煤柱计算。②井田边界煤柱:预测时按照留设井田边界煤柱计算。③分煤层单独计算:根据采矿证开采标高 1 532~1 100 m,该煤矿为急倾斜煤层,煤层间距最大值 130 m,各煤层开采标高相同的前提下,开采范围不完全一致,采取分煤层单独计算,影响结果叠加得出。④风氧化带防水煤柱:各煤层在井田范围内均有露头出露,按照风氧化带防水煤柱留设计算。⑤村庄煤柱:井田范围内有烂坝和波渡 2 个村庄需要留设村庄煤柱。以 17 煤为例说明各煤柱的留设情况(图 1)。

(2)预测结果

由上述模式和参数,计算出全井田开采后引起的地表点下沉值最大为 1425.3 mm;地表移动与变形预测见表 3。全井田开采后影响面积约 1.85 km^2 ,下沉小于 1 m 的面积约 1.73 km^2 ,下沉大于 1 m 的面积约 0.12 km^2 。

表 3 地表移动与变形预测值

范围	下沉 (mm)	倾斜 (mm/m)	曲率 ($10^{-3}/\text{m}$)	水平移动 (mm)	水平变形 (mm/m)	剪切 (mm/m)
全井田	0~1425	-7.1~5.5	-0.8~0.40	-532~752	-6.9~4.0	-4.8~3.6

3 预测结果分析比较

与土地复垦方案预测结果(不考虑煤柱留设)进

① 贵州顺天意工程咨询有限公司,贵州省六枝特区兴旺煤矿(变更)土地复垦方案报告书,2010 年。

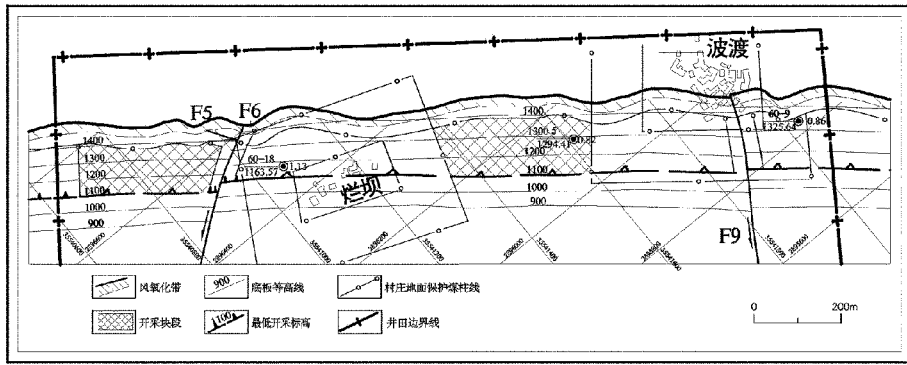


图 1 17 煤煤柱和开采块段分布图

行比较后发现,采用相同的模式和计算参数,最大下沉值相差近一倍。分析差别的原因主要有两点:一是分煤层开采的垂直投影范围不相同(图 2);二是留设了各类相关煤柱后,各开采块段长宽值小于开采深度,达不到充分采动条件,最大下沉值变小。而在实际开采中按照规程各类煤柱是必须留设的,煤层开采是需要分层按标高要求进行的。因此环评预测结果更接近于实际开采情况,预测结果更真实可靠。且由图 2 可以明确看出塌陷影响范围和影响程度,更形象。

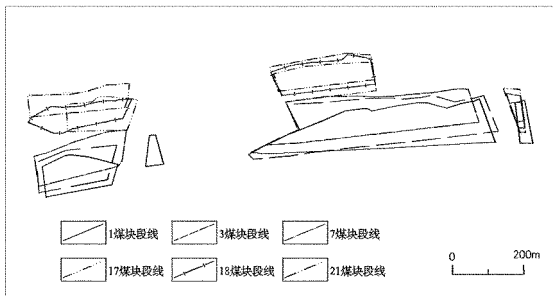


图 2 各分煤层垂直投影图

4 结语

(1)在井田范围较小、构造较复杂或地面构筑物较多、开采范围按照标高要求的情况下需要综合考虑各要素,分块计算塌陷影响,才能更接近于实际情况,预测结果才更真实可靠。

(2)在井田范围比较大、构造较简单、煤层垂直投影基本重叠时,可以将各煤层采用累计厚度简化计算地表塌陷影响。

参考文献:

- [1] 国家煤炭工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程[J]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [2] 谢玉祥. 急倾斜煤层地表塌陷坑的规律探讨[J]. 矿山测量, 2003, (1): 59-60.
- [3] 马亚夫, 武强. 急倾斜煤层开采覆岩变形分析及其应用[J]. 煤炭学报, 2009, 34(3): 320-324.

Study on Prediction Methods of Surface Subsidence Caused by Coal Mining in Xingwang Caol in Guizhou Province

SUI Jianhong, LI Chao

(Research Institute of Shandong Provincial Coal Field Geology Bureau, Shandong Taian 271000, China)

Abstract: Setting surface subsidence in Xingwang coal mine in Liuzhi area in Guizhou province as an example, by using probability integral method as surface movement and deformation of a predictable pattern, selecting the sinking coefficient, impact angle, main radius of influence and level of mobility coefficient for the surface movement parameters, maximum sinking value after the coal mining is 425.3 mm, and the influencing square is about 1.85km². In addition to the movement parameters, various types of coal pillars have also been considered as an influencing factor.

Key words: Coal mines; surface subsidence; forecasts; influencing factors; sinking parameters; Xingwang coal mine; Liuzhi area in Guizhou province