

试验研究

# 基于分源预测法对白龙山煤矿一井矿井瓦斯涌出量的研究

陈存强

(华能云南滇东能源有限责任公司白龙山煤矿一井,云南 曲靖 655508)

摘要:矿井瓦斯涌出量预测为矿井、采区和工作面通风提供瓦斯涌出方面的基础数据,其预测精度直接决定着矿井的安全生产。在白龙山煤矿一井井田地勘瓦斯资料和地质资料分析的基础上,根据矿井开拓方式、煤层赋存及煤质、煤层瓦斯含量分布规律等条件,运用分源预测法对该矿瓦斯涌出量进行预测,综合分析得出白龙山煤矿一井为高瓦斯矿井。研究结论为白龙山煤矿一井的矿井初步设计、瓦斯抽采设计和瓦斯综合利用提供依据和基础。

关键词:瓦斯涌出量;分源预测法;瓦斯含量;瓦斯  
中图分类号:X712 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2015)05-0038-03

白龙山煤矿一井是根据云南省“西电东送”能源战略部署而新建的第一个大型现代化矿井,是滇东电厂的配套供煤矿井。矿井设计生产能力 3.0 Mt/a,采用斜井多水平开拓,划分为两个水平开采,采用分组集中大巷布置,上组煤水平大巷标高+1 170 m,下组煤水平大巷标高+1 020 m。矿井最终形成 2 个采区同时生产,1 个采区 1 个综采工作面,考虑防突及瓦斯预抽需要,各采区移交生产同时配置 1 个预抽工作面,首采面布置在 C<sub>2</sub> 煤层第一区段的 10201 工作面,通过下行开采,逐步解放下部煤层。

根据地勘资料显示,白龙山一井开采各煤层的瓦斯含量均较高,为了保证在掘进和煤层回采期间的通风安全,保证矿井掘进和回采时期的配风量,需要为全矿井的配风提供可靠的计算依据,因此需要准确预测白龙山煤矿一井矿井正常掘进和回采时的瓦斯涌出量情况。基于此,在对白龙山煤矿一井井田大量地勘瓦斯资料和地质资料分析的基础上,结合井下钻孔测试数据对地勘测定结果进行修正,而后根据矿井开拓方式、煤层赋存及煤质、煤层瓦斯含量分布规律等条件,运用分源预测法对该矿瓦斯涌出量进行预测。

## 1 分源法预测瓦斯涌出量原理

分源预测法的技术原理是:根据煤层瓦斯含量和矿井瓦斯涌出的源汇关系,利用瓦斯涌出源的瓦斯涌出规律并结合煤层赋存条件和开采技术条件,通过对回采工作面和掘进工作面瓦斯涌出量的计算,达到预测采区和矿井瓦斯涌出量的目的。

矿井瓦斯涌出构成关系如图 1 所示。

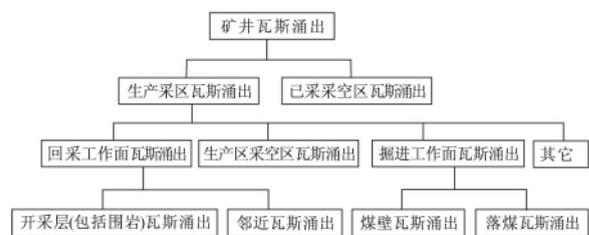


图 1 矿井瓦斯涌出构成关系

## 2 煤层瓦斯含量修正

根据已有的地勘瓦斯含量修正经验:一般要使系统服务范围内 80% 区域的修正瓦斯含量小于或等于所选定的值,选值过大则经济性太差,过小则不利安全生产。即修正后的瓦斯含量用于涌出量计算时,能反映出较困难时期的瓦斯涌出量情况。

通过对矿井开拓方式布置图分析,与煤矿井下实测瓦斯含量测定地点标高和距离都较接近的

地勘钻孔为 ZK7+1(首采区补充勘探钻孔),该钻孔测定 C<sub>2</sub> 煤层的瓦斯含量为 6.09 m<sup>3</sup>/t,而井下实测 C<sub>2</sub> 煤层瓦斯含量为 13.63~14.17 m<sup>3</sup>/t(平均 13.92 m<sup>3</sup>/t),经计算瓦斯含量修正系数为 2.29;该钻孔测定 C<sub>7+8</sub> 煤层的瓦斯含量为 9.16 m<sup>3</sup>/t,而井下实测 C<sub>7+8</sub> 煤层瓦斯含量为 16.42 m<sup>3</sup>/t,经计算瓦斯含量修正系数为 1.79;该钻孔测定 C<sub>9</sub> 煤层的瓦斯含量为 8.06 m<sup>3</sup>/t,而井下实测 C<sub>9</sub> 煤层瓦斯含量为 13.02 m<sup>3</sup>/t,经计算瓦斯含量修正系数为 1.62。通过综合分析,瓦斯含量修正系数取 1.0~3.0,瓦斯含量较低者取大值,瓦斯含量较大者取小值。对瓦斯含量小于 3 m<sup>3</sup>/t 的修正系数均取 3.0,对瓦斯含量大于 20 m<sup>3</sup>/t 的修正系数均取 1.0。

根据以上修正原则,对地勘钻孔修正后的瓦斯含量数据见表 1。

表 1 白龙山煤矿一井地勘钻孔瓦斯含量修正表

层号	原煤瓦斯含量 (m <sup>3</sup> /t)			修正后的原煤瓦斯含量 (m <sup>3</sup> /t)			样品数
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	
C <sub>2</sub>	1.82	15.07	5.57	4.35	19.59	11.81	15
C <sub>3</sub>	1.97	11.31	5.89	5.92	19.22	12.91	15
C <sub>4</sub>	1.42	16.33	7.03	4.26	19.62	13.53	15
C <sub>7+8</sub>	3.19	18.38	8.05	8.92	20.22	15.03	16
C <sub>9</sub>	1.36	16.74	8.24	4.07	20.39	15.30	18
C <sub>13</sub>	2.26	15.46	7.77	6.78	20.18	15.18	16

### 3 矿井瓦斯涌出量预测

#### 3.1 回采工作面相对瓦斯涌出量

回采工作面瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_{\text{采}} = q_1 + q_2$$

式中:  $q_{\text{采}}$ —回采工作面相对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/t;  $q_1$ —开采层相对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/t;  $q_2$ —邻近层相对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/t;

##### 3.1.1 开采层相对瓦斯涌出量 $q_1$

开采层相对瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{m}{M} (W_o - W_c)$$

式中:  $q_1$ —开采层相对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/t;  $k_1$ —围岩瓦斯涌出系数;  $k_2$ —丢煤瓦斯涌出系数, 用回采率的倒数计算;  $k_3$ —准备巷道预排瓦斯对开采层瓦斯涌出影响系数;  $k_3 = (L - 2h) \div L$

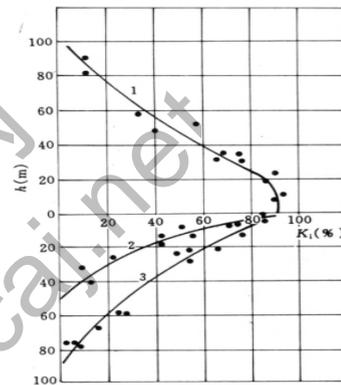
( $L$ —回采工作面长度, m;  $h$ —掘进巷道瓦斯预排等值宽度, m;  $m$ —开采煤层厚度, m;  $M$ —工作面采高, m;  $W_o$ —煤层原始瓦斯含量, m<sup>3</sup>/t;  $W_c$ —煤层残存瓦斯含量, m<sup>3</sup>/t。

各煤层瓦斯含量取平均值, 残存瓦斯含量根据实验室测定的参数按绝对瓦斯压力为 0.1 MPa 进行计算。

煤层回采时邻近层瓦斯排放率  $\eta$  与邻近层至开采层的间距有关, 一般按照下式计算或按图 2 选取:

$$\eta_i = 1 - \frac{h_i}{h_p}$$

式中:  $h_1$ —第  $i$  邻近层与开采层垂直距离, m;  $h_2$ —受开采层采动影响顶板底岩层形成贯穿裂隙, 邻近层向工作面释放卸压瓦斯的岩层破坏范围, m。



1—上邻近层 2—缓倾斜煤层下邻近层  
3—倾斜、急倾斜煤层下邻近层

图 2 邻近层瓦斯排放率与层间距的关系曲线

##### 3.1.2 邻近层相对瓦斯涌出量 $q_2$

回采时的邻近层相对瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_2 = \sum (W_{oi} - W_{ci}) \frac{m_i}{M} \eta_i$$

式中:  $q_2$ —邻近层相对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/t;  $m_i$ —第  $i$  个邻近层煤层厚度, m;  $M$ —工作面采高, m;  $\eta_i$ —第  $i$  个邻近层瓦斯排放率, %;  $W_{oi}$ —第  $i$  个邻近层煤层原始瓦斯含量, m<sup>3</sup>/t;  $W_{ci}$ —第  $i$  个邻近层煤层残存瓦斯含量, m<sup>3</sup>/t。

##### 3.2 掘进工作面相对瓦斯涌出量

掘进工作面绝对瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_{\text{掘}} = q_3 + q_4$$

式中:  $q_{\text{掘}}$ —掘进工作面绝对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/min;  $q_3$ —掘进工作面煤壁绝对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/min;  $q_4$ —掘进工作面落煤绝对瓦斯涌出量, m<sup>3</sup>/min。

##### 3.2.1 掘进煤壁瓦斯涌出量 $q_3$

掘进煤壁的瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_3 = DVq_0 \left\{ 2\sqrt{\frac{L}{V} - 1} \right\}$$

式中:  $V$ —巷道平均掘进速度, m/min;  $D$ —巷道暴

露煤壁在巷道横断面上的周长,  $m$ ; 对于中厚煤层,  $D=2m_0$ ,  $m_0$  为开采层厚度。  $L$ —巷道长度,  $m$ ;  $q_0$ —煤壁瓦斯涌出强度,  $m^3/m^2 \cdot \min$ , 按下式计算:

$$q_0=0.026q_0=0.026[0.0004(Vr)^2+0.16]W_0$$

式中:  $Vr$ —煤的挥发份, %;  $W_0$ —煤层原始瓦斯含量,  $m^3/t$ ;

### 3.2.2 掘进落煤瓦斯涌出量 $q_4$

掘进落煤的瓦斯涌出量根据下式计算

$$q_4=SV\gamma(W_0-W_c)$$

式中:  $S$ —煤巷掘进断面积,  $m^2$ ;  $V$ —掘进速度,  $m/\min$ ;  $\gamma$ —煤的密度,  $t/m^3$ 。

### 3.3 生产采区瓦斯涌出量预测

生产采区内瓦斯涌出量除了回采和掘进瓦斯涌出外, 还包括采区内已采区段采空区瓦斯涌出。生产采区瓦斯涌出量计算公式为:

$$Q_{采} = \frac{k_{采} \left[ \sum_{i=1}^n Q_{回i} \cdot A_i + 1440 \sum_{i=1}^n Q_{掘i} \right]}{A_0}$$

式中:  $Q_{采}$ —采区瓦斯涌出量,  $m^3/t$ ;  $A_0$ —采区平均日产量,  $t$ ;  $Q_{回i}$ —第  $i$  回采工作面相对瓦斯涌出量,  $m^3/t$ ;  $A_i$ —第  $i$  回采工作面平均日产量,  $t$ ;  $k_{采}$ —生产采区内采空区瓦斯涌出系数;  $Q_{掘i}$ —第  $i$  掘进面工作面绝对瓦斯涌出量,  $m^3/\min$ 。

### 3.4 矿井瓦斯涌出量预测

矿井瓦斯涌出量为矿井内全部生产采区和已采采区(包括其它辅助巷道)瓦斯涌出量之和, 其计算公式为:

$$q_{井} = \frac{k'' \sum_{i=1}^n q_{区i} \cdot A_{0i}}{\sum_{i=1}^n A_{0i}}$$

式中:  $q_{井}$ —矿井相对瓦斯涌出量,  $m^3/t$ ;  $k''$ —已采采区采空区瓦斯涌出量系数;  $q_{区i}$ —第  $i$  生产采区瓦斯涌出量,  $m^3/t$ ;  $A_{0i}$ —第  $i$  生产采区日平均产量,  $t/d$ ;

根据以上方法, 可以计算得到回采工作面、掘进工作面和生产采区的瓦斯涌出量, 最终计算得到矿井达产时两个  $C_2$  煤层搭配开采时矿井瓦斯涌出量预测结果见表 2。

由表 2 矿井瓦斯涌出量预测结果可以看出, 白龙山煤矿一井为高瓦斯矿井, 采区最大相对瓦斯涌出量为  $21.51 m^3/t$ , 最大绝对瓦斯涌出量为  $52.58 m^3/t$ ; 矿井最大相对瓦斯涌出量为  $26.89 m^3/t$ ;

表 2 2 个  $C_2$  煤层搭配开采时矿井瓦斯涌出量预测结果表

开采煤层编号	采区编号	采区相对瓦斯涌出量 ( $m^3/t$ )	采区平均日产量 ( $t$ )	矿井采空区日产量 ( $t$ )	采空区瓦斯涌出系数	矿井相对瓦斯涌出量 ( $m^3/t$ )	矿井绝对瓦斯涌出量 ( $m^3/\min$ )
C2	101	21.51	3520	7040	1.25	26.89	131.45
C2	102	21.51	3520	7040	1.25	26.89	131.45

$t$ , 最大绝对瓦斯涌出量为  $131.45 m^3/t$ 。

根据以上瓦斯涌出量预测结果, 矿井 2 个  $C_2$  煤层搭配开采时矿井的绝对瓦斯涌出量可达到  $131.45 m^3/\min$ , 远大于  $40 m^3/\min$ ; 各煤层回采工作面的绝对瓦斯涌出量也均远大于  $5 m^3/\min$ 。

根据白龙山煤矿一井瓦斯赋存情况, 结合矿井瓦斯涌出量预测结果, 白龙山煤矿一井的瓦斯治理应满足防治煤与瓦斯突出和实现抽采达标的要求。

在  $C_2$  煤层工作面回采时, 应重点对本煤层瓦斯涌出进行治理, 考虑采取提前预抽的方案, 同时应对邻近层的卸压瓦斯进行拦截抽采, 防止邻近层瓦斯涌入采空区导致工作面瓦斯超限。

$C_2$  煤层掘进工作面需要进行超前预抽, 抽采达标后方可掘进。

$C_2$  煤层工作面回采时还应应对采空区瓦斯进行治理。

$C_3$ 、 $C_{7+8}$ 、 $C_9$  煤层回采前, 也需要对邻近层瓦斯进行治理。

综上所述, 白龙山煤矿一井满足符合建立瓦斯抽采系统的必要条件, 必须建立瓦斯抽采系统, 应以建立地面永久瓦斯抽采泵站并铺设瓦斯管路至井下进行瓦斯抽采作为瓦斯治理的主要手段, 进而保证矿井安全生产。

## 4 结论

根据地勘瓦斯含量的测定数据, 结合白龙山煤矿一井测定的煤层瓦斯含量值预测, 修正后的  $C_2$  煤层的地勘钻孔瓦斯含量为  $11.81 m^3/t$ ;

白龙山煤矿一井为高瓦斯矿井, 采区最大相对瓦斯涌出量为  $21.51 m^3/t$ , 最大绝对瓦斯涌出量为  $52.58 m^3/t$ ; 矿井最大相对瓦斯涌出量为  $26.89 m^3/t$ , 最大绝对瓦斯涌出量为  $131.45 m^3/t$ 。

由于白龙山煤矿一井处于基建阶段, 没有条件进行井下实测煤层瓦斯含量, 这种基于地勘钻孔瓦斯含量的瓦斯涌出量预测方法对矿井的通风设计、瓦斯抽放设计及安全管理提供依据和基础, 对该矿瓦斯防治工作具有重要的指导意义。