

芦河煤矿3号煤层风化带分析及瓦斯赋存规律研究

黄 君

(山西兰花集团芦河煤业有限公司)

摘 要:为了准确预测矿井深部煤层瓦斯含量,通过分析褶皱构造、煤层顶底板岩性和煤层埋深对瓦斯含量的影响,得到了影响瓦斯含量的主控因素,同时通过分析瓦斯成分和瓦斯含量大小,得到了矿井3号煤层瓦斯风化带深度。研究结果表明:瓦斯含量随埋深的增加,逐渐增高,每百米增加 $2.87 \text{ m}^3/\text{t.r}$,矿井3号煤层瓦斯风化带深度为30m。对深部煤层的瓦斯含量预测、矿井瓦斯治理具有重要意义。

关键词:瓦斯含量;埋藏深度;顶底板岩性;瓦斯风化带

1 引言

随着煤矿开采深度逐步增加,开采环境变得越来越复杂^[1],煤层出现“三高一低”的情况,即地应力、瓦斯含量越来越高,煤层透气性越来越低。煤层瓦斯含量是表现煤层赋存特征的重要参数之一,是矿井煤炭资源和瓦斯资源开采利用的一个重要影响因素^[2]。煤层瓦斯含量的大小也是区分矿井瓦斯等级,预测检验井下煤层各区域是否具有突出危险性

的一个重要依据^[3,4]。同时,瓦斯风化带深度是预测瓦斯含量的重要依据^[5,6],合理确定瓦斯风化带深度对制定瓦斯治理方案具有重要意义。

2 矿井概况

山西兰花集团芦河煤业有限公司井田位于阳城县城东北方向直距约10km的町店镇东部,井田面积为 9.1814 km^2 ,东西长5500m,南北宽4500m,开采标高从+634m至+390m。

矿井采用斜井开拓,共布置主斜井、副斜井、行人斜井和回风立井四个井筒。主采3号煤层,位于山西组中下部,煤层厚度4.75~7.49m,平均6.01m。顶板为粉砂岩,底板为泥岩、砂质泥岩。3号煤层水分(M_{ad})为1.77~3.79%,平均2.76%,灰分(A_d)为9.82~24.48%,平均为19.03%,挥发分(V_{daf})为5.57~8.70%,平均7.45%,为优质无烟煤。

3 矿井3号煤层瓦斯地质规律研究

3.1 褶皱构造对瓦斯赋存的影响

向斜构造的两翼与轴部中和面以上为压应力场,表现为明显的应力集中,为高压区;轴部中和面以下处于拉伸张应力场,而且煤层埋深往往较大,只产生少量开放性裂隙,释放部分应力,形成相对低压区。这样向斜的两翼和轴部中和面以上是利于瓦斯封存和聚集的部位,特别是向斜的轴部是瓦斯含量高异常区。当顶底板为厚的泥岩时,中和面也会出现煤层瓦斯聚集。

背斜构造的两翼与轴部中和面以下为压应力场,表现为明显的应力集中,为高压区;轴部中和面以上处于拉伸张应力场,而且煤层埋深往往较大,只产生少量开放性裂隙,释放部分应力,形成相对低压区。当煤层顶底板为厚的透气性差的泥岩或页岩且埋深较大时,背斜的轴部中和面的上部岩石会表现为塑形变形,不会产生裂隙,这样顶底板仍然保持良好的覆盖性能,两翼的瓦斯也会向轴部运移,易造成煤层的高含气性。

芦河煤矿位于沁水复式向斜构造的南缘弧形转折部,晋获褶断带西侧,总体表现为一组宽缓背向斜构造,总体构造属简单类型,对瓦斯赋存影响较小。

3.2 顶底板岩性对瓦斯赋存的影响

顶底板岩性包括岩石的孔隙率、渗透性和空隙结构,一般来说,煤层顶底板岩性为致密完整的岩

石,如泥岩、页岩、油母页岩时,煤层中的瓦斯容易被保存下来;顶底板为多孔隙或脆性裂隙发育的岩石,如砾岩、砂岩时,瓦斯就容易逸散。

芦河煤矿3号煤层直接顶板为粉砂岩,局部为砂质泥岩,底板为泥岩、砂质泥岩,为较致密完整的岩石,瓦斯容易被保存下来。

3.3 煤层埋深对瓦斯赋存的影响

一般出露地表的煤层瓦斯容易逸出,瓦斯含量小。随着埋深的增加,甲烷所占比例增加,瓦斯含量增加。埋藏深度的增加,不仅地应力增高而使煤层及围岩的透气性变差,而且瓦斯向地表运移的距离也增长,二者都有利封存瓦斯。

芦河煤矿与西冯街煤矿、张沟井口相邻,且井田之间没有断层构造,3号煤层煤质特性相近、煤层赋存也相似,可以确定属同一瓦斯地质单元。而同一个瓦斯地质单元内控制瓦斯赋存规律的地质因素相同,且同一煤层具有相同或相近的瓦斯赋存规律。因此本次研究将采用张沟井口、西冯街煤矿瓦斯含量得到该区域瓦斯含量测值与埋深关系:3号煤层瓦斯含量随埋深增大而增加。

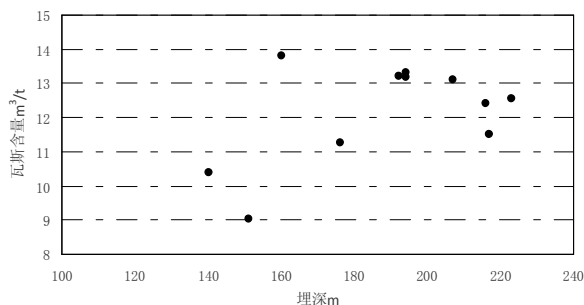


图1 瓦斯含量与埋藏深度散点图

3.4 瓦斯含量分布及预测研究

煤层瓦斯含量受多种地质因素的制约,诸如煤质、埋藏深度、构造、煤的物理化学性质、煤层顶底板岩性等等,不同矿区,各种地质因素施加影响的显著性可能是不相同的。对某一个井田而言,在诸多地质因素中总有一个主导因素控制瓦斯含量在全井田

范围内变化的总体趋势,其它地质因素只能在局部范围内影响煤层瓦斯含量。

芦河煤矿3号煤层地质构造简单,地质构造仅在局部影响煤层瓦斯赋存,对整个井田的影响范围较小。煤层埋藏深度是控制瓦斯含量变化的主导因素。

3.4.1 地勘煤层瓦斯含量

根据《山西兰花集团芦河煤业有限公司兼并重组整合矿井地质报告》,芦河煤业合格的3号煤层地勘瓦斯含量测定结果见表1。

表1 芦河煤业3号煤层瓦斯含量测定结果

钻孔编号	埋深(m)	气体组分(%)			瓦斯含量(m ³ /t)	修正瓦斯含量(m ³ /t)
		CH ₄	CO ₂	N ₂		
ZK1-1	243.37	90.77	1.27	7.96	2.85	7.13
ZK2-1	170.3	79.45	1.36	19.19	1.95	4.88
ZK3-3	126.44	97.73	0.61	1.66	1.87	4.68
ZK4-1	58.1	90.63	1.22	8.15	2.13	5.33
ZK1-2	28.26	3.88	13.33	82.79	0.08	0.20
ZK2-1	170.3	79.45	1.36	19.19	1.95	4.88
ZK2-2	71.40	12.72	19.68	67.60	0.56	1.40
ZK2-4	84.18	18.47	18.32	63.21	0.30	0.75
ZK2-6	190.52	63.73	5.61	30.66	0.37	0.93
ZK2-7	210.49	24.27	0.54	75.19	0.48	1.20

备注:地勘瓦斯含量普遍偏低,取2.5倍的校正系数。瓦斯成分80%以下的不参与回归分析。

3.4.2 实测瓦斯含量

现场测试芦河煤矿原张沟井口3号煤层瓦斯含量及周边西冯街煤矿3号煤层瓦斯含量,如表2、3所示。

表2 原张沟井口3号煤层瓦斯含量测定结果

测点位置	埋深(m)	气体组分(%)			瓦斯含量(m ³ /t)
		CH ₄	CO ₂	N ₂	
3603掘进工作面	160	82.21	---	17.79	7.67
3601回采工作面	217	79.22	---	20.79	6.40
3601回采工作面	207	80.94	---	19.06	7.28

表3 西冯街煤业3号煤层瓦斯含量测定结果

测定地点	埋深(m)	样品中气体成分(%)			瓦斯含量(m ³ /t)
		CH ₄	CO ₂	N ₂	
3310(上)运输顺槽正巷掘进面750m处	194	91.68	1.46	6.86	13.34
3310(上)运输顺槽负巷掘进面750m处	194	93.37	1.47	5.16	13.20

测定地点	埋深(m)	样品中气体成分(%)			瓦斯含量(m ³ /t)
		CH ₄	CO ₂	N ₂	
3310(上)运输顺槽负巷掘进面680m处	192	90.06	2.78	7.16	13.24
3310(上)运输顺槽负巷掘进面560m处	223	89.73	3.32	6.95	12.56
3310(上)运输顺槽负巷掘进面393m处	216	85.25	4.48	10.27	12.44
主材料运输巷材料绕道30m处	176	89.92	4.68	5.4	11.29
3403(上)运输顺槽70m处	140	85.87	2.28	12.25	10.42
3402(上)运输顺槽340m处	151	89.32	2.37	8.31	9.03

对表1、2、3中的瓦斯含量值(瓦斯成分80%以上含量数据)进行分析,得到芦河煤矿3号煤层瓦斯赋存规律如下:

(1)3号煤层瓦斯含量(X)具有随埋藏深度(H)增加而增大的总体趋势(见图2)。两者之间遵循式(1)所示的统计关系;

$$X=0.0287H+4.1479 \quad (1)$$

式中: X—煤层瓦斯含量, m³/t;

H—煤层埋藏深度, m。

(2)煤层的瓦斯含量增长梯度为2.87m³/t·100m。

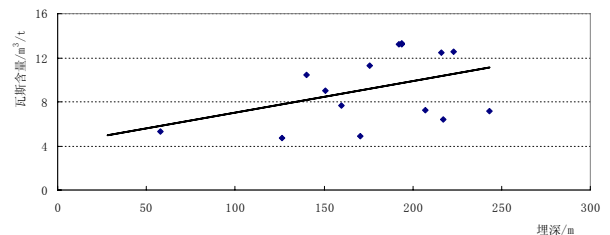


图2 瓦斯含量与埋藏深度关系图

3.4.3 煤层瓦斯风化带分析

国内外研究表明,当煤层具有露头或煤层处于冲积层之下时,煤层瓦斯会出现垂直分带现象,即煤层瓦斯沿垂向可以分为两个带:瓦斯风化带和甲烷带。根据气体组分的差异,瓦斯风化带还可细分为:二氧化碳-氮气带、氮气带和氮气-甲烷带。表4为煤层瓦斯垂直分带划分标准。

表4 煤层瓦斯垂直分带划分标准

带名称	亚带名称	组分含量(%)		
		CH ₄	N ₂	CO ₂
瓦斯风化带	二氧化碳-氮气带	0~10	20~80	20~80
	氮气带	0~20	80~100	0~20
	氮气-甲烷带	20~80	20~80	0~20
甲烷带	甲烷带	80~100	0~20	0~10

一般情况下,煤层瓦斯的垂直分带现象具有连续性,如图3所示,即:二氧化碳-氮气带处于煤层的最浅部,其次是氮气带,之后是氮气-甲烷带,最后是甲烷带。在一些特定条件和特定环境下,煤层瓦斯的垂直分带特性也可能是如下两种情形:氮气带处于煤层的最浅部,之后是氮气-甲烷带,最后是甲烷带;或者是氮气-甲烷带处于煤层的最浅部,然后是甲烷带。

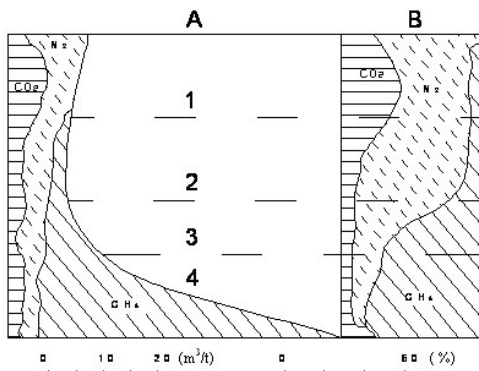
根据《矿井瓦斯涌出量预测方法(AQ1018-2006)》,瓦斯风化带的下部边界可参照下列条件确定:

甲烷及重烃的浓度之和占气体组分的80%(按体积);

瓦斯压力 $P=0.1-0.15\text{MPa}$;

煤层的瓦斯含量 $W=5-7\text{m}^3/\text{t.r}$ (无烟煤)。

分别回归分析芦河煤矿3号煤层瓦斯成分与埋深关系如图4所示。



A - 含量, m^3/t B - 占总瓦斯成分的百分比

1 - 二氧化碳-氮气带 2 - 氮气带

3 - 氮气-甲烷带 4 - 甲烷带

图3 煤层瓦斯分带及其带序

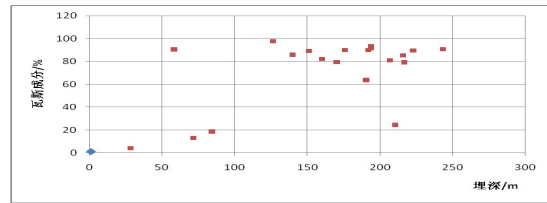


图4 瓦斯成分与埋深关系图

根据表1、2、3所示,芦河煤矿3号煤层甲烷(CH_4)成分为3.88~97.73%,二氧化碳(CO_2)组分为0~19.68%,氮气(N_2)组分为1.66~20.79%。根据图4,埋深小于30m的3号瓦斯含量小于 $5\text{m}^3/\text{t}$,埋深小于59m的3号煤层瓦斯成分小于80%,综合考虑,芦河煤矿3号煤层瓦斯风化带下限深度为30m。

5 结论

瓦斯含量随埋深的增加,逐渐增高,符合 $X=0.0287H+4.1479$ 的线性规律,每百米增加 $2.87\text{m}^3/\text{t}$ 。矿井3号煤层瓦斯风化带深度为30m。

参考文献:

- [1] 崔洪庆,张振安,李德军. 基于一元非线性回归理论的矿井深部瓦斯含量预测[J]. 河南理工大学学报,2012,31(06):637-640.
- [2] 袁德权,姚海亮. 区域深部煤体瓦斯含量直接测定技术[J]. 辽宁工程技术大学学报,2012,31(05):621-624.
- [3] 国家安全生产监督管理局,国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[M]. 北京:煤炭工业出版社,2009.
- [4] 陈大力,陈洋. 对我国煤层瓦斯含量测定方法的评述[J]. 煤矿安全,2008(12):79-80.
- [5] 贾军萍,许江涛,张淦星. 瓦斯风化带内瓦斯涌出量预测技术研究[J]. 中国煤炭,2016(06):109-112.
- [6] 刘援民,王涛,魏克敏. 江西煤矿区煤层瓦斯风化带的划分方法[J]. 中煤田地质与勘探,2007,35(01):16-18.