

松软低透高瓦斯煤层定向长钻孔瓦斯抽采技术研究

王呈云*

(山西省柳林县应急管理局,山西 柳林 033300)

摘要:为解决松软低透高瓦斯煤层群上保护层开采过程中,采空区瓦斯涌出量大的问题,以曹家山矿80105工作面为工程背景,采用理论分析计算方法,研究定向拦截长钻孔瓦斯抽采下伏被保护层瓦斯沿裂隙向上游移瓦斯的方法、效果及钻孔数量位置。并对应用效果进行分析研究,监测结果表明定向长钻孔瓦斯抽采技术有效提高抽采效率,降低瓦斯浓度,保障矿井的通风安全。

关键词:瓦斯抽采;采空区;定向长钻孔

中图分类号:TD26 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)05-0143-03

随着煤矿开采深度的不断增加,煤层赋存的地质条件越来越复杂,煤矿瓦斯治理难度越来越大,矿井瓦斯事故是造成人员伤亡财产损失最大的煤矿安全事故,因此开展煤矿瓦斯治理技术研究具有重大意义。上保护层开采过程中受采动影响底板裂隙发育,下伏被保护层卸压瓦斯沿裂隙向上扩散至上保护层回采工作面采空区导致采空区瓦斯涌出量大幅度增加导致工作面和上隅角瓦斯浓度不能得到有效控制。因此,非常有必要研究卸压瓦斯定向拦截长钻孔瓦斯抽采技术以抽采上保护层开采过程中下伏被保护层煤层向上游移瓦斯,降低上保护层开采过程中工作面采空区瓦斯涌出量,保障矿井安全生产^[1]。

1 定向拦截长钻孔瓦斯抽采技术分析

定向拦截长钻孔瓦斯抽采的基本原理:受采动影响底板裂隙发育,下伏被保护层卸压瓦斯沿裂隙向上扩散至上保护层回采工作面采空区,通过定向长钻孔抽采沿裂隙向上移散瓦斯,达到降低采空区瓦斯涌出量目的。

2 定向拦截长钻孔参数设计

2.1 试验矿井及工作面概况

曹家山矿为高瓦斯矿井,8#煤层和9#煤层间距约21m,在8#煤层工作面生产过程中,受采动影响底板裂隙发育,9#煤层卸压瓦斯沿裂隙向上扩散至8#煤层回采工作面采空区,导致8#煤层工作面采空区及上隅角瓦斯浓度升高,威胁工作面安全回采。因此采用定向拦截长钻孔工艺,抽采8#煤层工作面回采期间下伏9#煤层

卸压瓦斯沿裂隙向上扩散至8#煤层回采工作面的游移瓦斯,达到降低下邻近层的瓦斯压力和含量。80105工作面主进风巷揭露的8#煤层结构简单,煤层下部局部含夹矸,夹矸厚度在0.1~0.2m,底部有0.2~0.3m厚粉末煤层。工作面煤层厚度较稳定,煤层厚度在1.4~2.6m之间,平均厚度2.2m,属较稳定的中厚煤层。

80105工作面所属8#煤层伪顶岩性为泥岩,质软、破碎、节理发育、易垮落,厚度在0.05~0.2m;直接顶岩性主要为灰色中、细粉砂岩,中厚层状、钙泥质胶结、厚度在2~6m,一般厚4m,含一层煤线,较致密坚硬。老顶岩性为中、细粉粒砂岩或粉砂质泥岩,厚层状、致密坚硬,厚度在1.3~4.8m,一般厚2.8m,为Ⅱ级明显类型顶板;直接底板岩性主要以粉砂岩或砂质泥岩,中厚层状,泥质胶结,含植物化石,厚度为0.3~12.7m,一般厚4m,为Ⅳ类中硬类型底板,距9#煤层顶板13m。80105工作面煤体原始瓦斯含量1.48~5.24m³/t。下伏9#煤层原始瓦斯含量6.5~8.12m³/t,煤层自燃倾向性为Ⅲ类不易自燃,最短发火周期为77d,煤尘有爆炸危险性。

2.2 定向拦截长钻孔数量和孔径计算

曹家山矿采用开采8#煤层作为保护层治理下伏9#煤层瓦斯。曹家山矿9#煤层最小坚固性系数为0.29,煤层透气性差,属于较难抽放煤层;9#煤层最小坚固性系数为0.21,煤层透气性差,属于较难抽采煤层。结合80105工作面现场实际情况,按最大日产量3200t计算,该工作面相对瓦斯涌出量预计为5.45m³/t,绝对瓦斯涌出量预计为12.11m³/min,其中本煤层瓦斯涌出量占比

* 收稿日期:2023-02-13 修回日期:2023-12-05

作者简介:王呈云(1983-),男(汉族),山西吕梁人,工程师,现从事煤矿安全生产管理工作。

40%,绝对瓦斯涌出量 $4.84\text{m}^3/\text{min}$;邻近层瓦斯涌出量占比60%,绝对瓦斯涌出量 $7.26\text{m}^3/\text{min}$ 。采用底板卸压定向拦截长钻孔对邻近层进行抽采,对邻近层卸压瓦斯拦截率按60%计算,需抽瓦斯量为 $4.35\text{m}^3/\text{min}$,钻孔径选择120mm,单孔抽采混量 $7\text{m}^3/\text{min}$,瓦斯浓度按15%计算,单孔抽采量 $1.05\text{m}^3/\text{min}$,需施工不少于5个120mm孔径的定向拦截长钻孔^[2]。

2.3 定向拦截长钻孔层位选择

曹家山矿8#煤层、9#煤层之间地层及原有应力状态在8#煤层作为上保护层开采后被破坏。由于8#煤层的采动,下伏煤岩层地应力减小、透气性增大、裂隙增多,8#煤层开采区域下伏9#煤层部分瓦斯由吸附瓦斯转为游离瓦斯,沿裂隙游移至上覆8#煤层回采工作面。结合矿井地质条件,8#煤层作为上保护层开采后,下伏煤岩所受竖直应力减弱,导致煤岩向上方空间发生形变卸压形成底鼓现象,挤压变形产生水平裂隙、竖直裂隙。根据裂隙发育情况及分布规律,划分弯曲变形带、水平裂隙带及竖直裂隙带。8#煤层回采工作面开采后,下伏煤岩向上方空间发生形变产生裂隙,新生裂隙与原有裂隙交错贯通,形成贯通性强透气性好的裂隙网络。裂隙网络汇集煤岩层原有裂隙及新生的水平离层裂隙、竖直裂隙,最终形成下伏煤岩层瓦斯向上游移至8#煤层回采工作面采空区的通道^[3]。沿煤层垂向顶底板分带与瓦斯分区图如图1所示。

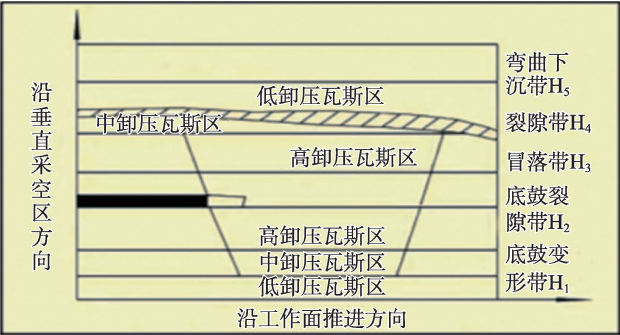


图1 沿煤层垂向顶底板分带与瓦斯分区图

通过分析,钻孔布置层位应在上保护层底板破坏深度和裂隙带内,理论计算8#煤层开采后底板破坏深度16.91m,距9#煤层顶板5.59m。结合临近矿井底板卸压定向拦截长钻孔施工经验,顶板上方3m处适宜作为定向拦截长钻孔布置位置。由于曹家山矿煤层赋存条件较为复杂,进行抽采效果最佳层位现场考察,分别将钻孔终孔层位布置在距9#煤层顶板垂距1.5m、2m、3m、5m、7m处,内错辅助进风巷15m、30m、50m、75m、100m,通过对钻孔抽采效果考察,确定最佳布置层位和控制范围^[4]。

2.4 定向拦截长钻孔设计

80105工作面辅助进风巷预计布置钻场:1#钻场、2#钻场分别钻孔5个。1#钻场中5个钻孔位置分别位于辅助进风巷内侧15m、30m、50m、75m、100m,终孔层位位置分别位于距离9#煤层上方距顶板1.5m、2m、3m、5m、7m处,孔径120mm,设计孔深491~524m,工程量2528m。钻孔设计平面图如图2所示,1#钻场钻孔参数见表1。

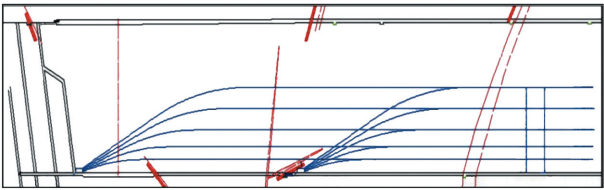


图2 定向拦截长钻孔布置平面示意图

3 定向拦截长钻孔瓦斯抽采情况

由于现场施工影响等因素,2#钻场内钻孔未能按期完成施工。因此此次仅针对1#钻场定向拦截长钻孔瓦斯抽采情况进行分析。

3.1 抽采效果分析

根据瓦斯涌出量预测,80105工作面绝对瓦斯涌出量 $23.36\text{m}^3/\text{min}$,其中该煤层绝对瓦斯涌出量 $13.47\text{m}^3/\text{min}$,邻近层绝对瓦斯涌出量 $9.89\text{m}^3/\text{min}$ 。实测80105工作面绝对瓦斯涌出量 $33\text{m}^3/\text{min}$,邻近层绝对瓦斯涌出量

表1 1#钻场钻孔设计参数表

编号	开孔高度(m)	开孔方位(°)	开孔倾角(°)	钻孔直径(mm)	内错进风巷距离(m)	距9#煤层顶板垂高(m)	设计深度(m)
1#	1	175	-5	120	15	1.5	491
2#	1	173	-5	120	30	2.0	494
3#	1	170	-4	120	50	3.0	501
4#	1	167	-3	120	75	5.0	518
5#	1	164	-3	120	100	7.0	524
合计工程量						2528	

16.86m³/min(1[#]钻场抽采纯量),占回采工作面绝对瓦斯涌出量51%,大于邻近层预测的绝对涌出量,因此对下邻近层卸压瓦斯起到一定的拦截作用,达到预期抽采

效果。根据监测数据统计,80105工作面1[#]钻场定向拦截长钻孔累计抽采纯量29.84×10⁴m³。瓦斯抽采数据见表2。

表2 1[#]钻场定向拦截长钻孔抽采数据表

编号	原始瓦斯含量(m ³ /t)	地质储量(10 ⁴ t)	瓦斯储量(10 ⁴ m ³)	累计瓦斯抽采量(m ³ /min)	残余瓦斯含量(m ³ /t)
1 [#]	8.12	7.6	61.71	29.84	4.19

3.2 抽采影响分析

3.2.1 工作面割煤推进度影响分析

根据工作面定向长钻孔抽采数据与回采情况交叉对比分析可知,工作面推进速度对钻孔抽采浓度影响大,停产期间工作面未推进,下邻近层采动影响传导速度变慢,对下邻近层影响范围变小,底板裂隙不能持续发育,钻孔抽采区域9[#]煤层瓦斯卸压速度变缓,钻孔抽采浓度下降^[5]。

3.2.2 地质构造影响分析

根据80105工作面定向拦截长钻孔位置与附近断层等地质构造空间位置关系对比分析可知,当工作面推进至断层等地质构造附近时,钻孔浓度由80%下降至3%,抽采混量由2m³/min增加至5.5m³/min。定向拦截长钻孔主要受构造开放性裂隙影响,钻孔通过构造裂隙抽进空气,造成钻孔抽采浓度下降,主要原因是受断层及辅助进风巷卸压宽度影响。

4 结论

- (1)通过在80105工作面进行的定向拦截长钻孔试验表明,此次计算试验的定向拦截长钻孔参数设计准确,层位选择较为合理,为后期拦截保护层开采后下伏煤层向上游移瓦斯打下基础。
- (2)定向拦截长钻孔可有效抽采上保护层开采后下伏煤层沿裂隙向上部游移瓦斯。

参考文献:

[1] 徐梦雅,赵凯.低渗透性煤层瓦斯治理技术研究[J].能源与环保,2022(8):44.

[2] 刘俭.中兴矿高瓦斯低渗透煤层水力压裂增透技术研究[D].煤炭科学研究总院,2020.

[3] 党磊.高瓦斯低透气性煤层水力压裂增透技术应用研究[J].河北化工,2021,44(1):97-99.

[4] 崔联兵.水力压裂技术在矿井瓦斯治理中的应用[J].能源技术与管理,2018(3):65-67.

[5] 李奇.潘北矿分段水力压裂增透技术研究[J].煤炭技术,2018(2):212-213.

(上接第142页)

4 结论

槽波地震反射法相比于传统的煤矿井下勘探方法,其发射装置和接收装置具备体积小、易安放的优点,它既可以运用在井下的地质勘探活动中,还能在隧道施工中、石油开采中发挥出良好的作用,具有很强的适用性,是一种新型的探测手段,然而在其探测一些井下地质构造时,能否将其探测的全面且准确还有待考究。在探测比较常见的地质构造时,比如探测陷落柱时,采用槽波地震反射法能够比较良好地反映出井下巷道布置的大致情况,且与实际情况也比较相近。其次,采用槽波地震反射法探测的结果需要进行解释验证,本文采用的是通过打钻孔来验证探测出的地质构造,其目的就是为了增加探测结果的说服力,保障矿井综采工作面的安全回采,同时也为矿井地质条件相类

似工作面回采的地质勘察提供参考与借鉴。

参考文献:

[1] 贾靖.煤矿槽波地震反射法偏移成像技术在霍宝干河矿的应用研究[J].中国煤炭,2016,42(11):34-38.

[2] 赵朋朋,张军,刘毅.槽波反射法在工作面小构造探测中的应用[J].中州煤炭,2016(10):138-141.

[3] 李江华,廉玉广,窦文武,等.槽波地震反射法探测地质构造应用研究[J].煤炭科学技术,2019,47(12):201-206.

[4] 马彦龙,刘斌.反射槽波法在探测煤田地质构造中的应用[J].山西焦煤科技,2019(4):45-48.

[5] 张强,李刚,雍自春.反射槽波探测技术在红柳煤矿断层探查中的应用[J].煤炭工程,2017,49(8):85-87,90.

[6] 贾丽.槽波地震反射法在煤矿实践的应用分析[J].河北化工,2020,43(11):85-87.

[7] 常英俊.槽波地震勘探在李雅庄煤矿构造探测中的应用[J].山西焦煤科技,2016,40(6):27-30.