文章编号:1673-0062(2017)03-0034-05

赛尔能源三矿 A4007 工作面瓦斯涌出规律与治理

赵　勇[1],罗才武[1],雷　波[1],刘　军[2*]

(1.南华大学 环境与安全工程学院,湖南 衡阳 421001;2.中煤科工集团重庆研究院有限公司,重庆 400039)

摘　要:为降低赛尔能源三矿 A4007 工作面瓦斯含量,本文计算了巷道煤壁瓦斯涌出量、落煤瓦斯涌出量,以及开采层相对瓦斯涌出量,并分析了工作面瓦斯涌出规律.得出回采工作面相对瓦斯涌出量为 1.54 m^3/t,绝对瓦斯涌出量为 3.11 m^3/min,占涌出总量的 15.6%,工作面瓦斯主要来源于采空区.针对性的提出工作面采用采空区埋/插管抽放,老空区封闭插管抽放,本煤层预抽、边采边抽、强化抽放,上隅角密闭抽放.对抽采效果进行检验,治理后上隅角瓦斯浓度基本控制在 1%以下,其平均瓦斯浓度为 0.668%,极小值为 0.3%,极大值为 0.84%.回风流瓦斯浓度基本控制在 0.4%以下,平均瓦斯浓度为 0.264%,极小值为 0.12%,极大值为 0.38%.

关键词:涌出量;瓦斯抽采;埋管抽放;预抽;边采边抽

中图分类号:TD712$^+$.5　　**文献标志码**:A

Gas Emission Regularity and Control in the A4007 Working Face of Saier Third Energy Company

ZHAO Yong[1], LUO Cai-wu[1], LEI Bo[1], LIU Jun[2*]

(1.School of Environment and Safety Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China; 2.Chongqing Research Institute of China Coal Technology Engineering Group, Chongqing 400039, China)

Abstract: In this study, to reduce gas content in the A4007 working face of Saier Third Energy Mine, the gas emission rate of coal seams and coal falling, the relative gas emission of exploitation bed were calculated, and the regularity of the gas emission in mining face was analyzed. It was found that the relative gas emission of stope face was 1.54 m^3/t, the absolute volume of gas emission was 3.11 m^3/min, which comprised 15.6 per cent of the total gas emission. The gas in mining face mainly derived form goaf area. It pertinently brought

收稿日期:2016-06-17

基金项目:金属矿山安全与健康国家重点实验室项目(2016-JSKSSYS-09);湖南省教育厅基金资助项目(16C1387);南华大学博士科研启动基金项目(2016XQD34)

作者简介:赵　勇(1984-),男,讲师,博士,主要从事非稳态渗流力学、煤层气运移、气载放射性污染治理等方面的研究.E-mail:289587035@ qq.com. * 通讯作者:刘　军,E-mail:liujunhebei2006@ 126.com

forward some measures, such as goaf buried or put tube drainage and the closed old goaf put tube drainage, the coal bed gas pre-extraction, draining while mining, intensive drainage, the closed upper corner drainage. The results showed that the measures for comprehensive control of the gas were much effective. The upper corner and vitiated air gas concentration were respectively below 1% and 0.4%, the average, maximum and minimum values for upper corner were 0.668%, 0.84% and 0.3%, respectively. While that for vitiated air were 0.264%, 0.38% and 0.12%.

key words: gas emission; gas drainage; burying tube drainage; pre-extraction; draining while mining

0　矿井及工作面概况

赛尔能源三矿位于新疆和布克赛尔蒙古自治县和什托洛盖镇西北约 8 km 处,井田走向长2.5 km、宽 1.24 km.井田内的煤层赋存于下侏罗统八道湾组上段,含煤 15 层,煤层平均总厚度15.65 m,含煤系数9.8%.主要可采煤层为 A3、A4、A7 三层煤,可采煤层平均厚度为 7.33 m,占煤层总厚度的 46.8%.A3 煤层平均厚度为0.82 m,夹 4 层厚度为 0.2 m~0.69 m 炭质泥岩、泥岩矸石,顶底板均多为灰色、深灰色砂质泥岩;A4 煤层平均厚度为2.67 m,夹 2 层厚度为 0.06 m~0.78 m 炭质泥岩、泥岩矸石,顶板多为灰色砂质泥岩,底板多为灰、深灰色砂泥岩;A7 煤层平均厚度为1.61 m,顶底均板为以深灰色砂泥岩.矿井瓦斯相对涌出量 2.30 m^3/t,瓦斯绝对涌出量为 2.99 m^3/min,煤尘具有爆炸性、易自燃.

A4007 工作面布置在三矿东翼采区,东邻井田边界,西邻东翼轨道上山、南邻井田未开采区,北为 A4005 采空区,工作面走向长 568 m,倾向 160 m.地面标高+890~+960 m,工作面底板标高+718.7~+775.3 m,工作面运输巷 567 m 处有西北东南走向、倾角 79°、落差 4~8 m 的正断层,为减小断层影响回风巷掘进至 580 m 处开始沿断层边缘做工作面切眼,工作面实际风量为800 m^3/min,回风流瓦斯浓度为 0.12%[1].最大瓦斯涌出量为 1.2 m^3/min.工作面煤层顶底板情况见表 1.

表 1　工作面顶底板情况

Table 1　The case of peakplate and baseplate at workplace

名称	岩石	厚度/m	岩性特征
顶板	灰色砂质泥岩灰色细砂岩灰、肉红色泥岩	1.35~3.05 1.16~4.58 1.96	灰色砂质泥岩:砂泥质结构,局部夹砂岩条带,含较多植物叶片化石,易风化; 灰色细砂岩:成分以石英、风化长石为主,分选较好,断口平坦,含菱铁条纹及植物化石碎片。
底板	灰、深灰色砂泥岩深灰色泥岩	0.95~15.26 1.93	深灰色砂泥岩:砂泥质结构,含砂不均,局部夹泥岩条带及菱铁条纹,含植物叶片化石; 深灰色泥岩:泥质结构,局部含砂,遇水变软,含叶片状化石。

1　工作面瓦斯涌出规律分析

回采工作面瓦斯来源包括两个部分:采落煤炭[2]、采场丢煤[3-6]、围岩涌出及邻近层瓦斯涌出[7-8].由于同一煤层组内邻近层煤层处在卸压范围内,各邻近层涌出的卸压瓦斯在通风负压作用下通过采空区向工作面上隅角涌出.

工作面绝对瓦斯涌出量计算式如下:

$$q_{掘} = q_3 + q_4 = D \cdot v \cdot 0.026X_0[0.004(V_{daf})^2 + 0.16] \cdot (2\sqrt{\frac{L}{v}} - 1) + S \cdot v \cdot \gamma(X_0 - X_c) \quad (1)$$

式中:q_3为掘进工作面巷道煤壁绝对瓦斯涌出量,m^3/min;q_4为掘进工作面落煤绝对瓦斯涌出量,m^3/min;D 为巷道断面暴露煤壁面的周边长度,m,此处 D 亦是煤层厚度的 2 倍,m;v 为巷道平均掘进速度,m/min,设计掘进速度为每月 260 m;q_0为煤壁瓦斯涌出量初速度,$m^3/(m^2 \cdot min)$;V_{daf}为煤的挥发分,取值 27.09%;L 为巷道长度,取 600 m;X_0煤层原始瓦斯含量,取 3.2 m^3/t.

由式(1)可计算得现回采工作面 A4007 回采工作面本煤层绝对瓦斯涌出量为 3.11 m^3/min.

式(2)开采层相对瓦斯涌出量计算式如下:

$$q_1 = K_1 \cdot \frac{L - 2h}{\eta L} \cdot K_3 \cdot \frac{m}{M} \cdot (X_0 - X_c) \quad (2)$$

式中:K_1为围岩瓦斯涌出系数,取值 1.1;η 为矿井回采率,取值 95%;L 为工作面长度,m;h 为掘进巷道预排等值宽度,取 15 m;m 为开采层厚度,为 3.87 m;M 为工作面采高,为 2.6 m;

回采工作面日产量可达 2 900 t,由式(2)计算得工作面开采层相对瓦斯涌出量为 1.54 m^3/t.

工作面实测数据统计,A4007 工作面瓦斯涌出总量为 20 m^3/min,而计算得出 A4007 工作面落煤瓦斯涌出量仅为 3.11,占涌出总量的 15.6%,因此 A4007 工作面瓦斯主要来源于采空区(含采空区丢煤、邻近层和围岩)涌出的瓦斯.

2 工作面抽采方法设计

根据工作面瓦斯涌出来源分析,计算裂隙带位置并布置钻孔后,采用采空区埋/插管抽采[9-11]、老空区封闭插管抽放[12-15]、本煤层钻孔抽采、上隅角密闭抽放治理瓦斯.

2.1 钻孔布置方案

1)裂隙带分析

根据 A4007 工作面实际生产情况,顶板冒落拱高度按照下式计算:

$$h_1 = \frac{m}{(k - 1)\cos\alpha} \quad (4)$$

式中:h_1为冒落带高度,m;k 为岩石松散系数,取 1.5;m 为煤层开采厚度,2.4 m;α 为煤层倾角,取 15°.

由式(5)计算可得,A4007 工作面冒落带高度为 5.2 m,导水裂隙带高度为冒落带高度的 1~3 倍,即:5.2~15.6 m.实际布置高位钻孔抽放过程中,根据矿井回采煤层顶板的各岩层岩性进行分析,结合抽采钻场试验来准确确定符合目标矿井实际条件的裂隙带高度.

2)钻孔布置

A4007 回风巷保护煤柱仅 7 m,巷道掘进过程中出现大面积底鼓、掉顶、偏帮等情况,钻孔不应向老空区方向施工钻孔,同时防止钻孔塌孔影响抽放效果的情况.具体布置为沿回风巷走向每隔 30 m 开掘一条垂直回风巷宽 3 m,高 2.4 m,坡度 30°的上山,掘到距煤层顶板 5~10 m 后反平,再沿煤层顶板掘 3 m 平巷作为钻场,每个钻场内布置 5 个钻孔,呈扇形布置.控制范围为回风巷下帮轮廓线外至少 30 m,采空区后方控制范围为 20 m,顶板上方控制范围为 10~20 m.

2.2 采空区埋管抽采

工作面开采时,邻近层煤线和不可采煤层、围岩、煤柱和工作面的丢煤都会向采空区涌出瓦斯.采空区瓦斯不仅在开采过程中向工作面空间和采空区涌出,而且在工作面采完密闭后也仍有瓦斯涌出.采空区采用埋管抽采,为防止煤岩堵塞抽放管,用木垛保护筛孔管,或设三通筛管,如图 1 所示.

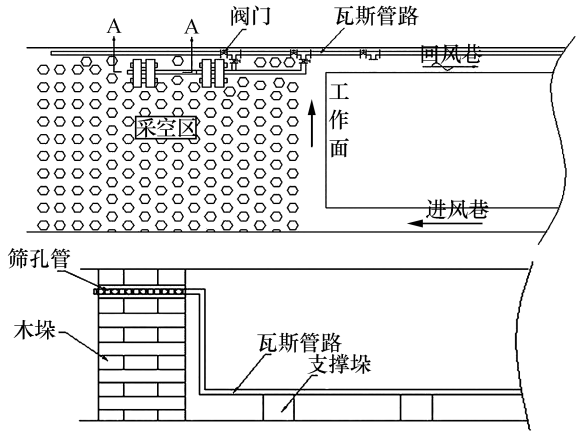


图 1 工作面采空区埋管抽采示意图

Fig.1 The diagram of bury tube picking ingoaf area of workplace

2.3 采空区插管抽采

上隅角插管抽采为开放式抽采,抽采使上隅角空间形成负压区,上隅角高浓度瓦斯经抽采系统排出.抽采支管采用 ϕ108 mm 的钢丝橡胶管,长度 12~15 m.上隅角处布置钢丝橡胶管 2~4 根,可根据抽采效果进行调整.为达到较好的抽采效果,用木棒与抽采支管绑在一起,用铁丝悬挂在液压支柱上,根据抽采需要调整抽采支管送入上隅角里的深度.为提高抽采效果,抽采支管应布置在上隅角的中上部,并在上隅角处设置挡风帘或砌筑砖墙.预计插管抽采量约为 2 m^3/min.抽采布置如图 2 所示.

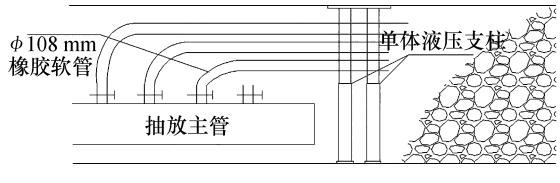


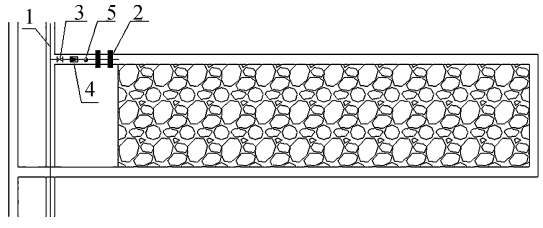
图 2 工作面采空区插管抽采示意图

Fig.2 The diagram of insert tube picking in goaf area of workpalce

2.4　老空区封闭插管抽放

塞尔能源三矿为煤层群开采,工作面回采结束封闭后,从邻近煤层、煤柱、围岩和工作面遗煤等处有较多的瓦斯继续涌入封闭后的采空区,并通过巷道密闭或隔离煤柱的裂隙往外泄出.

对于已采完的采空区都要砌筑永久性密闭,永久性密闭要选择在顶底板坚固的岩(煤)层巷道中建设,由两道密闭墙(砖或料石)并在中间充填砂或黄土构成,密闭墙上还应设置注砂(泥浆)管和采气观测管.每道密闭墙厚度不小于 1 m,墙体嵌入巷帮(掏槽)深度不小于 0.3 m,见图 3.



1.抽放管路;2.密闭墙;3.阀门;4.流量计;5.放水器

图 3　全封闭采空区插管抽采示意图

Fig.3　The diagram of insert tube picking in goaf area of closing place

2.5　本煤层钻孔抽采

开采层瓦斯抽采是当开采层瓦斯含量很高,采掘过程中瓦斯涌出量很大,而单纯依靠通风的方法难以完全解决瓦斯问题时,所采取的可行和有效的措施.抽采方式分预抽、边采边抽、强化抽放等.在运输巷布置平行工作面方位的顺层钻孔,钻孔间距 5 m,钻孔长度 140 m,终孔点位于 A4 煤层上分层,钻孔布置见图 4.

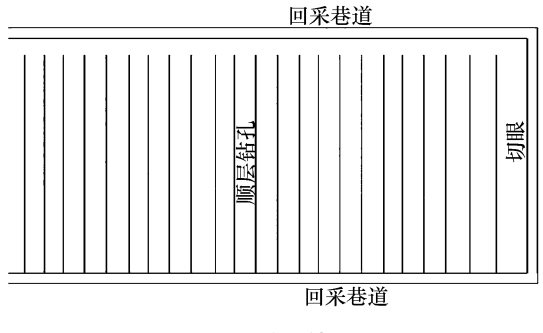


图 4　回采工作面抽采钻孔平面布置图

Fig.4　The plane diagram of drainage hole-picking at workplace

2.6　上隅角密闭抽放

通过现场观察,发现工作面上下隅角的密闭长度仅有 1 m 左右且未接顶,为减少采空区漏风,控制瓦斯涌出,在上下隅角施工密闭墙,并确保密闭墙连接煤壁和支架并且接顶.根据工作面推进和瓦斯抽放情况,平均每天施工一道密闭墙.

3　工作面瓦斯综合治理效果分析

密闭墙施工后,工作面风量保持 1 600 ~ 1 700 m^3/min,上隅角埋管抽放体积浓度达到 16%,插管抽放体积浓度高达 25%,基本稳定在 22%以上.为考察具体的治理效果,将 2013 年 10 月 1 日至 10 月 20 日的上隅角瓦斯体积浓度、回风流瓦斯浓度进行抽样考察,上隅角瓦斯体积浓度随天数变化如图 5 所示.

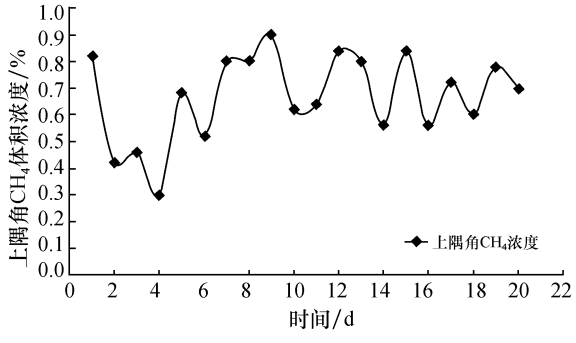


图 5　上隅角瓦斯浓度变化图

Fig.5　The diagram CH_4 conlentration at uppercorner

由图 5 可以看出,瓦斯治理后,上隅角瓦斯浓度和回风流瓦斯浓度基本得到控制,上隅角瓦斯体积浓度基本控制在 1%以下,其平均瓦斯体积浓度为 0.668%,极小值为 0.3%,极大值为 0.84%.

回风流瓦斯浓度随天数变化如图 6 所示.

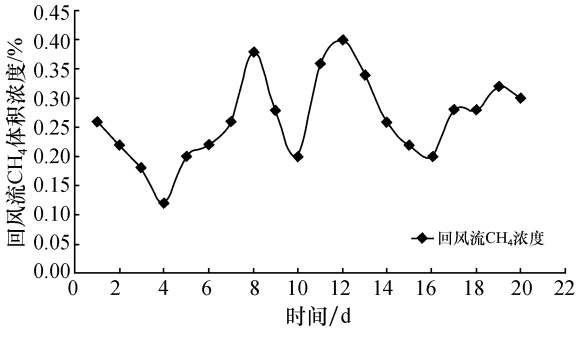


图 6　回风巷瓦斯浓度变化图

Fig.6　The diagram of CH_4 conlentration at abient wind area

从图 6 中可看出,实行治理措施后,回风流瓦斯浓度基本控制在 0.4%以下,其平均瓦斯体积浓度为 0.264%,极小值为 0.12%,极大值为 0.38%.治理后工作面上隅角、回风流瓦斯体积浓度的数据分析可得出,针对 A4007 工作面的瓦斯综合治理措施是有效的,工作面基本已消除回风巷与上隅角瓦斯超限危险,实现了工作面瓦斯预抽效果达标.该抽采设计可为同类矿井瓦斯抽采设计提供借鉴.

4 结 论

经过计算分析得知:

1)工作面实际风量为 800 m^3/min,回风流瓦斯浓度为 0.12%,最大瓦斯涌出量为1.2 m^3/min.

2)计算得出 A4007 工作面落煤瓦斯涌出量仅为 3.11 m^3/min,占实测数据统计涌出总量的 15.6%,因此工作面瓦斯主要来源于采空区.

3)工作面采用采空区埋/插管抽放、老空区封闭插管抽放、本煤层预抽、边采边抽、强化抽放.

4)治理后上隅角瓦斯体积浓度基本控制在 1%以下,其平均瓦斯体积浓度为 0.668%,极小值为 0.3%,极大值为 0.84%.回风流瓦斯体积浓度基本控制在 0.4%以下,其平均瓦斯体积浓度为 0.264%,极小值为 0.12%,极大值为 0.38%.

参考文献:

[1] 鲁忠良,魏震,李玉江,等.采煤工作面瓦斯体积分数分布规律研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2016,35(6):771-774.

[2] 王志亮,陈学习,杨涛.采煤工作面落煤瓦斯涌出量测定方法及应用研究[J].中国煤炭,2016,42(10):92-96,118.

[3] 喻鹏.塔山矿综放工作面瓦斯涌出规律研究[J].同煤科技,2017,7(1):9-13.

[4] 贺化平.综采面瓦斯来源及分布规律现场实测分析[J].工业安全与环保,2015,41(10):68-71.

[5] 于伟.炭窑峪煤矿综采工作面瓦斯涌出规律分析及防治对策[J].煤矿现代化,2017(2):61-64.

[6] 徐小龙.禾草沟矿 50107 工作面采空区瓦斯涌出规律与治理[D].邯郸:河北工程大学,2015.

[7] 郭世杰.塔山矿顶板运动对工作面瓦斯涌出及富集规律影响研究[D].重庆:重庆大学,2016.

[8] 庄龙宇,姚岚.采空区瓦斯涌出源位置对高位巷抽采瓦斯效果影响[J].煤炭技术,2016,35(3):194-195.

[9] 周志琨.刘家梁矿 5134 工作面瓦斯综合治理技术研究与应用[J].山东煤炭科技,2017(1):89-91.

[10] 李玉明,孟祥发,刘建庄,等.采空区瓦斯抽放技术在林南仓矿中的应用[J].煤炭与化工,2017,40(1):155-157.

[11] 周爱桃,李志磊,杜锋,等.采空区埋管抽放治理上隅角瓦斯技术研究[J].煤炭技术,2015,34(2):114-116.

[12] 王依磊.高位钻孔技术在特厚煤层瓦斯治理中的应用[J].煤矿安全,2017,48(1):120-122.

[13] 张锋.高位钻孔在首采工作面瓦斯治理中的应用[J].能源与环保,2017,39(4):200-203.

[14] 陈磊,袁和勇,薛韦一,等.高位钻孔与采空区埋管瓦斯抽放技术对比研究[J].中国安全生产科学技术,2013,9(10):98-102.

[15] 陈鹏.煤矿通风系统风流稳定性影响因素分析[J].煤炭与化工,2017,40(1):114-116.