

# 临涣煤矿下保护层开采中的 瓦斯综合治理技术

郭春晖<sup>1</sup>, 罗文柯<sup>2\*</sup>, 刘洪涛<sup>1</sup>

(1. 淮北矿业股份有限公司 临涣煤矿, 安徽 淮北 235146; 2. 湖南科技大学 资源环境与安全工程学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:** 为了实现对被保护层的有效卸压与保护层开采的安全开采需要, 针对临涣煤矿 I 11 采区 9111 下保护层开采工作面的实际情况, 提出了“底板条带式穿层钻孔+工作面顺层钻孔+地面钻井+高位钻孔+高位近距离水平长钻孔+上向穿层拦截钻孔+采空区埋管”的立体式瓦斯治理模式. 通过 9111 工作面回采过程的实践表明, 这种治理模式能够有效实现煤与瓦斯资源的共采, 对煤矿瓦斯治理技术的综合运用具有指导与推动作用.

**关键词:** 下保护层; 瓦斯抽采; 煤与瓦斯突出; 瓦斯综合治理

**中图分类号:** TD712.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2017)03-0068-05

## On Comprehensive Gas Control Technology in Mining of Protective Layer in Linhuan Coal Mine

Guo Chunhui<sup>1</sup>, Luo Wenke<sup>2</sup>, Liu Hongtao<sup>1</sup>

(1. Linhuan Coal Mine, Huaibei Mining Co. Ltd., Huaibei 235146, China;

2. School of Resources, Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** For the actual situation of the working face of the protective layer in the 9111 mining area of Linhuan Coal Mine I 11, this paper puts forward the three-dimensional gas control modes, i.e. “bottom tape drilling + face drilling + surface drilling + high drilling + high level of long distance drilling+ on the wear layer to block drilling +burying tubes in the coal mining” in order to realize the effective pressure-relief and the safe exploitation of the protective layer. The mining process of the 9111 working face shows that this kind of governance model can effectively realize the coal and gas exploitation, and has the guiding and promoting effect on the comprehensive utilization of coal mine gas control technology.

**Keywords:** lower protective; gas extraction; collection of coal and gas; comprehensive gas control

石油、煤炭、天然气与核裂变能的广泛投入使用, 铸就了当今全球经济现代化基石<sup>[1]</sup>. 而中国“富煤、贫油、少气”的能源结构显著特点, 无疑决定了煤炭在一次能源中的重要地位与作用至关重要<sup>[2,3]</sup>. 据地勘资料显示, 我国煤炭资源呈现出“北多南少”、“西多东少”之特点<sup>[4]</sup>, 且随着开采强度和深度加大, 高地应力、高瓦斯、高地温现象相当明显, 使煤与瓦斯突出发生频率与强度即使在加大防突管理力度前提下依然呈明显上升趋势<sup>[5,6]</sup>, 足以说明煤与瓦斯突出危险性防治控制技术在进入深部开采阶段时, 单纯依靠一种或几种瓦斯抽采措施难以保证其安全高效和煤与瓦斯共采的需要<sup>[7]</sup>. 同时, 煤与瓦斯突出(以下简称突出)灾害的发生有其孕育、发生、发展、转化的时间与空间位置变化情况, 因此, 防治突出灾害的控制技术措施表

收稿日期: 2017-02-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51774135)

\* 通信作者, E-mail: hkdllwk@tom.com

现出多样性,如保护层开采中的上、下保护层开采技术<sup>[8-11]</sup>,预抽煤层瓦斯中的采前与采中<sup>[12,13]</sup>、本煤层与邻近层<sup>[14,15]</sup>、地面钻进与井下钻孔<sup>[16]</sup>、穿层钻孔与顺层钻孔<sup>[17,18]</sup>、高位钻孔与拦截钻孔<sup>[19,20]</sup>、采空区与巷道式<sup>[21,22]</sup>等瓦斯抽采的模式.如何根据各矿的煤层瓦斯赋存实际情况,开展多种瓦斯治理措施的综合运用研究,是确保煤矿煤与瓦斯安全共采的前期基础性工作,能为后期煤矿瓦斯治理新模式奠定基础.

## 1 保护层开采工作面基本情况

1)  $I_{11}$ 采区位于矿井东翼一水平,二迭系含煤地层,主采7,9,10共3层煤;西以 $B_{12}$ 勘探线与九采区相邻,东至 $F_{34}$ 断层,南至各煤层露头线,东南以小陈家断层与杨柳井田为界,北及东北至各煤层-450 m标高投影线和大吴家断层;回采上限标高-250 m,下限标高-450 m;走向长1 360 m,倾向长840 m,面积1.14 km<sup>2</sup>.

2)  $I_{11}$ 采区内赋存 $S_1, S_2, 7, 8, 9, 10$ 煤层. $S_1$ 煤和 $S_2$ 煤为极不稳定薄煤层,8煤为不稳定薄煤层,7煤为不稳定-较稳定中厚煤层,9煤为较稳定中厚煤层,10煤在中、东部大面积受岩浆岩侵入,为较稳定中厚煤层.该区主采7,9,10这3层煤.

3)  $I_{11}$ 采区内7~9煤层顶底板岩性比较稳定,7~8煤间以中细粒砂岩为主,8~9煤间以深灰-灰色细砂岩为主,层面富含炭质,层间距一般5~8 m.10煤顶板泥岩厚5.7 m,局部为粉砂质;底板泥岩平均厚5.1 m,局部泥岩缺失,直接底为薄层状细砂岩,层间夹泥质条.

4)  $I_{11}$ 采区内煤层总体上为一走向近东西、倾向北的单斜,深部地层倾向转向北东,倾角一般在10°~20°, $BF_{18}$ 断层以北因小断裂构造比较发育,而使地层发生褶曲;区内断裂构造比较发育,三维物探全区组合断层共24条,否定了原 $BF_{11}$ 断层,仅有2个孤立断点,以正断层为主,无逆断层出现.

5)  $I_{11}$ 采区内9111工作面标高为-410~-495 m,处于突出危险范围.所测最大原始瓦斯压力为2.48 MPa(见煤标高-502.6 m).工作面设计范围内及附近发育3条正断层,为 $DF_5, DF_{10}, DF_{15}$ 断层,煤层直接顶为粉砂岩,厚度3.6~5.1 m,老顶为细砂岩,厚度9.5~25.5 m;直接底为泥岩,厚度1.6~3.4 m,老底为4.3~11.5 m.

## 2 保护层开采瓦斯综合治理方案

### 2.1 保护层底板条带式穿层钻孔抽采9(8)煤瓦斯

在9111机、风巷及切眼煤巷掘进施工前,采用底板抽采巷钻场施工穿层钻孔预抽煤巷风巷和机巷条带区域瓦斯.底抽巷钻场间距30 m,钻孔终孔为5 m×5 m的网格,控制到待掘进煤巷两帮15 m以外,钻孔孔径 $\Phi 113$  mm,终孔控制在9煤顶板不少于0.5 m;对于8煤层厚度大于0.3 m,且距9煤层法距小于7 m的区域,钻孔穿过8煤层顶板0.5 m;累计施工钻孔 $11.76 \times 10^4$  m,穿层钻孔布置如图1所示.

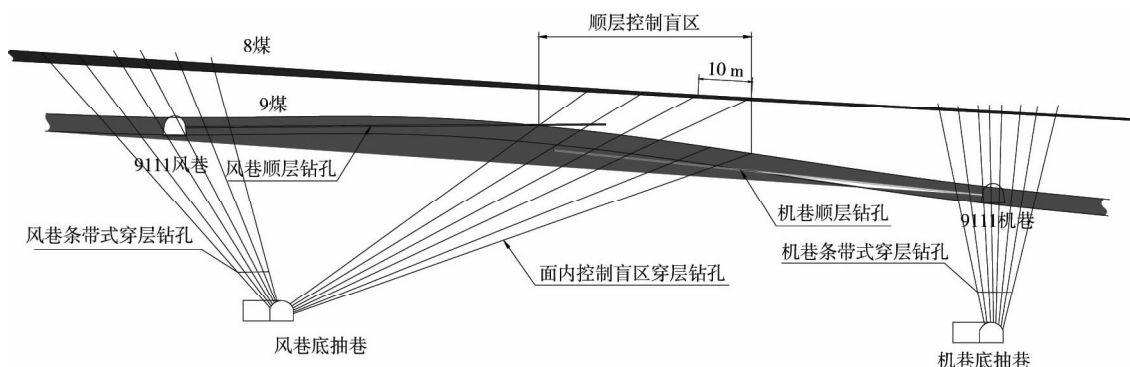


图1 淮北临涣煤矿9111工作面穿层钻孔布置剖面图

### 2.2 保护层工作面内顺层钻孔抽采卸压瓦斯

当对9煤的风巷机巷条带式卸压消突完成后,则通过联络石门进入煤层的风巷与机巷施工,在9煤层风巷和机巷掘进的同时,分别从风巷和机巷两侧向工作面内施工顺层钻孔进行9煤瓦斯抽采.顺层钻孔孔间距为5 m,钻孔布置如图2所示.

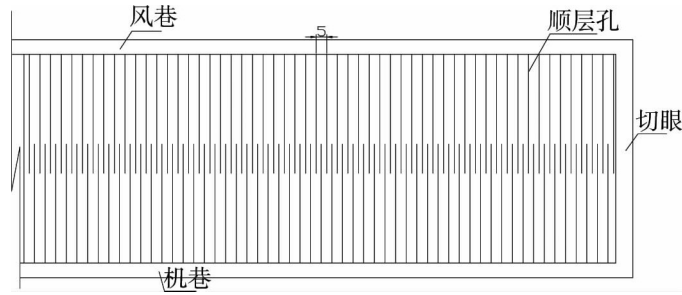


图2 淮北临涣煤矿9111工作面内“顺层钻孔+面内穿层钻孔”布置平剖面图

### 2.3 保护层风巷顶板高位钻孔抽采采空区与被保护层7煤瓦斯

为减少采空区和被保护层7煤瓦斯涌入保护层开采工作面,在9111工作面风巷布置6个高位钻场,钻场尺寸为5 m×4 m×3.5 m,钻场间距为60~90 m,施工至煤层顶板岩层内(高于煤层顶板距离不小于2 m).每个高位钻场内布置8个钻孔,孔径133 mm,控制倾向上距风巷5~45 m区域,孔底距煤层顶板20~25 m,钻孔投影平距压茬不小于30 m,钻孔施工结束后下 $\Phi 108$  mm套管,深度不小于12 m,封孔深度不小于8 m.钻孔布置如图3所示.

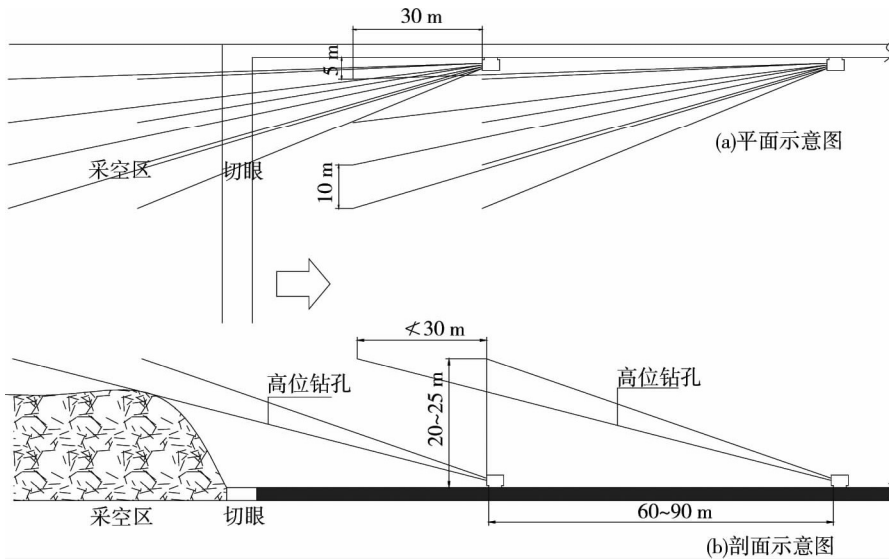


图3 淮北临涣煤矿9111工作面内高位钻孔布置平、剖面图

### 2.4 地面钻井抽采被保护层7煤与保护层9(8)煤瓦斯

随着保护层9111工作面的不断推进,采空区因采动影响形成“采动三带”.即保护层9煤的采动影响使上覆岩层中裂隙带和弯曲下沉带内均产生大量离层裂隙和竖向裂隙,与被保护层7煤形成沟通通道,并积聚大量瓦斯,而此时施工地面钻井进行瓦斯抽采,既可有效将抽采采空区瓦斯,减少保护层回采工作面上隅角瓦斯浓度超限风险,也可穿透被保护层7煤而在保护层开采期间,对被保护层7煤进行高负压的卸压区域瓦斯抽采.根据9111工作面走向长度及抽采半径,共施工了3口地面井,钻井开孔直径311 mm,终孔直径91 mm.沿工作面走向第一个钻井距9111工作面切眼30 m,之后的钻井间距为150 m.第一口地面井距风巷距离为30 m,第二和第三口地面井距风巷距离为50 m,地面钻井布置如图3所示.

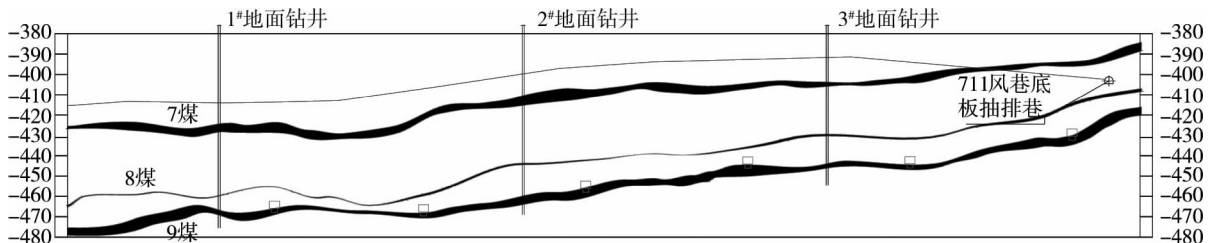


图4 淮北临涣煤矿9111工作面地面抽采井布置剖面图

### 2.5 被保护层高位近距离水平长钻孔瓦斯抽采

为抽采保护层7煤的卸压瓦斯,减少对保护层开采工作面瓦斯的涌入量,提高被保护层9煤的瓦斯综合治理效果.在9111工作面收作线以外9煤层的顶板巷道施工高位钻场,钻场内布置5个程度为工作面走向长度的水平长钻孔,其中2个钻孔布置在距7煤顶板10~15 m的岩层中、3个钻孔布置在距9煤顶板20~25 m的岩层中,并利用水平长钻孔向被保护层7煤每隔30 m施工一个分支羽状钻孔,其钻孔布置如图5所示.

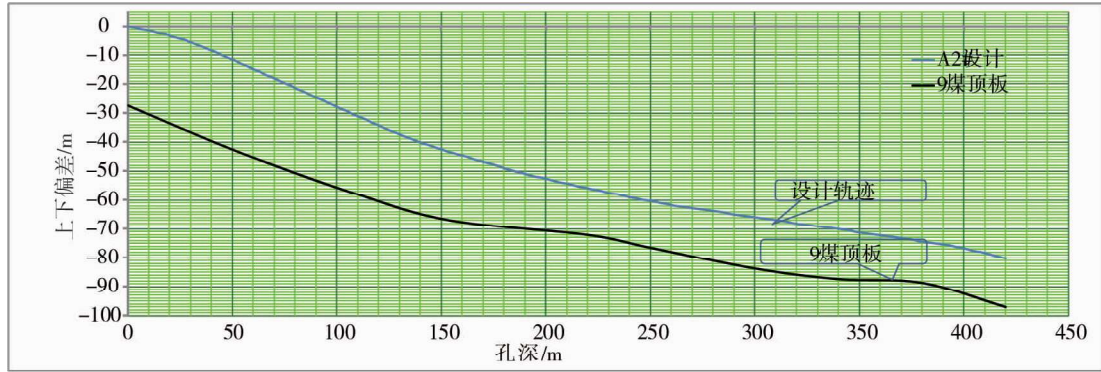


图5 淮北临涣煤矿9111工作面水平长钻孔布置剖面图

### 2.6 被保护层7煤瓦斯的上向穿层拦截钻孔瓦斯抽采

利用高位钻场向被保护层7煤施工上向穿层拦截钻孔,抽采被保护层7煤在保护层开采时的卸压瓦斯,减少被保护层卸压瓦斯大量涌入保护层工作面采空区而导致保护层工作面与上隅角瓦斯浓度超限.钻孔布置如图6所示.

### 2.7 保护层9煤的采空区埋管抽采

为解决上隅角和回风瓦斯浓度超限问题,沿保护层9111回采工作面回风巷的上帮敷设1条直径108 mm的瓦斯支管,随着工作面推进,瓦斯支管的一端逐渐埋入采空区,每隔一定距离设1个三通,并安装可以开闭的阀门,埋管有效长度为20~50 m.如图7所示.

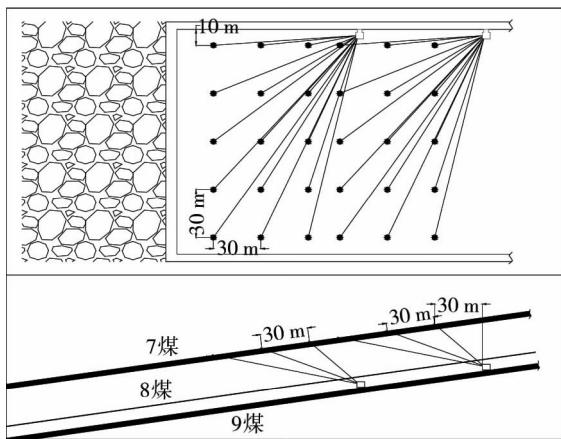


图6 淮北临涣煤矿9111工作面上向穿层拦截钻孔布置

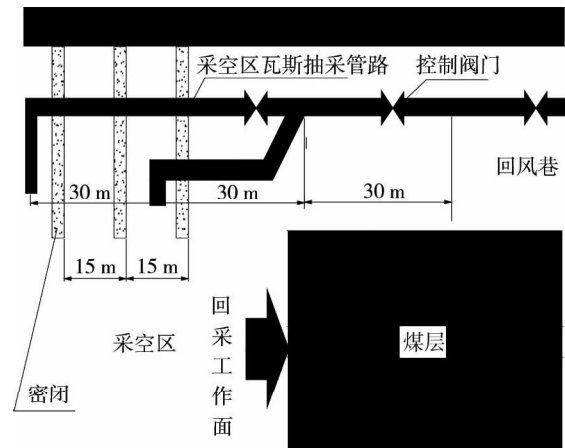


图7 淮北临涣煤矿9111工作面采空区埋管布置

## 3 效果考察分析

### 3.1 抽采效果考察

根据保护层9111工作面瓦斯抽采钻孔施工和瓦斯抽采量的资料统计可以看出,各项抽采措施的钻孔施工量为181 491 m;累计瓦斯抽采量为 $629.81 \times 10^4 \text{ m}^3$ .矿井瓦斯抽采率达72.3%,9111工作面的瓦斯抽采率达85%;采掘期间的采掘工作面各瓦斯浓度传感器的原始记载可以看出,最大回风流瓦斯浓度控制在0.15%以下,保障了掘进工作面安全顺利贯通,回采工作面上隅角风流及上隅角袋墙内甲烷浓度控制在

0.5%以下,回风流瓦斯浓度控制在0.15%以下,有效实现了安全高效开采目标。

### 3.2 卸压效果考察

1)保护层卸压情况.通过9111工作面瓦斯综合治理措施的实施,使被保护层7煤层最大残余瓦斯含量降低到 $4.68\text{ m}^3/\text{t}$ ,保护层8煤层最大残余瓦斯含量降低到 $2.970\text{ 3 m}^3/\text{t}$ ,保护层9煤层残余瓦斯压力降低到 $0.22\text{ MPa}$ ;效果检验的最大预测钻屑指标( $S_{\max}, \Delta h_2$ )分别为 $2.8\text{ kg/m}$ 和 $50\text{ Pa}$ ,低于防突规定的限值,实现了9111工作面安全高效回采的目标。

2)被保护层卸压情况.根据对被保护层7煤的卸压效果考察钻孔记录可以看出,其最大残余瓦斯含量降低到 $4.68\text{ m}^3/\text{t}$ ,最大残余瓦斯压力降低到 $0.21\text{ MPa}$ .给被保护层工作面的准备回采创造了安全前提条件。

## 4 结论

1)保护层9111工作面的瓦斯综合治理方案采用“底板条带式穿层钻孔+顺层钻孔+顶板高位钻孔+地面钻井+采空区埋管抽采”和被保护层7煤的“上向穿层拦截钻孔瓦斯抽采+高位近距离水平长钻孔瓦斯抽采+地面钻井抽采”的瓦斯综合治理措施,效果显著,其预抽率达到85%,煤巷掘进和回采期间最大回风流瓦斯浓度均控制在0.15%以下。

2)在对被保护层7煤的瓦斯采用“上向穿层拦截钻孔+高位近距离水平长钻孔+地面钻井”的瓦斯抽采模式的抽采效果其瓦斯抽采浓度分别达到15.0%,30.0%,95.0%以上,说明效果明显。

3)在对采空区瓦斯方案中,采用“地面钻井+采空区埋管”的瓦斯抽采模式,分别抽采瓦斯 $137.78\times 10^4$ 和 $62.70\times 10^4\text{ m}^3$ ,大大减少采空区瓦斯涌入保护层开采的9111回采工作面,取得在整个回采期间,上隅角与回风巷瓦斯浓度均未超限的好效果。

### 参考文献:

- [1] 李果仁,刘亦洪,唐之享.中国能源安全报告——预警与风险化解[M].北京:红旗出版社,2009.
- [2] 罗文柯,施式亮,李润求,等.灰色预测模型在能源消费需求预测中的应用[J].中国安全科学学报,2010,10(4):32-37.
- [3] 孟凡生,孙亚诺,刘丽.我国煤炭资源供给情景分析[J].中国能源,2016,38(1):40-42.
- [4] 李文彦.21世纪前期我国能源战略的若干问题[J].经济地理,2000,20(1):7-12.
- [5] 吴世跃.煤层中的耦合运动理论及其运用——具有吸附作用的气固耦合运动理论[M].北京:科学出版社,2009.
- [6] 李建铭.煤与瓦斯突出防治技术手册[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.
- [7] 卫修君,林柏渠.煤岩瓦斯动力灾害发生机理及综合治理技术[M].北京:科学出版社,2009.
- [8] 庞龙龙,徐学锋,司亮,等.开采上保护层对巨厚砾岩诱发冲击矿压的减冲机制分析[J].岩土力学,2016,37(s2):120-127.
- [9] 孟贤正,李成成,张永将,等.上保护层开采卸压时空效应及被保护层[J].矿业安全与环保,2013,40(1):26-31.
- [10] 梅福树,戴广龙,周言安,等.下保护层开采卸压瓦斯治理技术研究[J].中国安全生产科学技术,2013,9(10):89-93.
- [11] 戎立帆,柏发松,车志飞.下向穿层瓦斯抽采钻孔新型封孔方法及应用[J].中国安全生产科学技术,2014,10(8):64-68.
- [12] 杨宏民,王兆丰,王松.预抽煤层瓦斯区域防突效果检验指标临界值研究[J].中国安全科学学报,2011,21(5):114-118.
- [13] 许满贵,林海飞,李树刚,等.钻孔预抽煤层瓦斯影响规律研究[J].矿业安全与环保,2010,31(5):1-4.
- [14] 秦伟,许家林,彭小亚.本煤层超前卸压瓦斯抽采的固-气耦合试验[J].中国矿业大学学报,2012,41(6):900-905.
- [15] 王兆丰,陈滔,潘丰茂,等.极近距离上邻近层瓦斯抽采试验研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2017,36(1):12-16.
- [16] 王少卿,赵阳升,唐海波.地面钻井压裂煤层结合井下钻孔瓦斯抽放技术研究[J].煤炭技术,2014,33(12):216-218.
- [17] 周红星,程远平,刘洪永,等.突出煤层穿层钻孔孔群增透技术及应用[J].煤炭学报,2011,36(9):1515-1518.
- [18] 王公达,蒋承林,田新亮.穿层钻孔与顺层钻孔混合抽采煤层瓦斯模式的实践[J].煤矿安全,2011,42(6):93-95.
- [19] 刘桂丽,杨跃奎,撒占友.高位钻孔瓦斯抽采参数优化设计[J].西安科技大学学报,2012,32(4):450-458.
- [20] 杨志勇.鲁班山北矿顶,底板拦截抽放在煤层瓦斯治灾中的应用[J].中国高新技术企业,2014(22):106-107.
- [21] 凡永鹏,王钰博.塔山矿特厚煤层综放面采空区瓦斯治理措施研究[J].中国安全科学学报,2016,26(12):116-121.