

doi: 10.11799/ce201505034

大黄山矿综放面瓦斯涌出及分布规律研究

韩升, 赵耀江

(太原理工大学 矿业工程学院, 山西 太原 030024)

摘要: 为了对瓦斯突出矿井综放工作面生产过程中瓦斯涌出与分布规律进行研究, 以大黄山煤矿+735工作面为实际工程背景, 运用单元法对综放工作面进行现场实测, 采集瓦斯分布数据, 并对所采集数据进行处理分析和研究, 得到了瓦斯突出矿井近似“U+L”型通风方式下综放面瓦斯的涌出特征, 以及沿采面方向、垂直煤壁方向的瓦斯分布、运移规律, 为相似赋存条件下的煤层开采和瓦斯防治提供一定的借鉴。

关键词: 综放面; 瓦斯涌出; 瓦斯分布; “U+L”型; 煤与瓦斯突出

中图分类号: TD712 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2015)05-0105-04

Research on Gas Emission and Distribution Law of Fully Mechanized Top Coal Caving Face in Dahuangshan Coal Mine

HAN Sheng, ZHAO Yao - jiang

(School of Mining Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: To research the gas emission and distribution during production of fully mechanized top coal caving face in the gas outburst mine, taking the +735 coal mining face of Dahuangshan Coal Mine as the engineering background, field measurement was conducted using element method, the data of gas distribution was collected, which was analyzed and studied, obtaining the gas emission characteristic in the gas outburst mine with approximate “U+L” type ventilation, and the law of gas distribution and migration along the working face and in the vertical direction of the coal wall.

Keywords: fully mechanized coal face; gas emission; gas distribution; “U+L” ventilation; coal and gas outburst

我国的煤炭资源赋存条件复杂, 分布范围广泛, 各类事故也频繁发生。在煤矿五大灾害当中, 瓦斯灾害首当其冲^[1]。为预防瓦斯事故, 必须对开采过程中瓦斯的涌出和分布规律进行研究。本文以新疆大黄山煤矿+735综放工作面为工程背景, 研究综放工作面瓦斯运移规律, 对相似赋存条件下的煤层开采, 瓦斯运移规律的预测和瓦斯事故的预防具有一定借鉴意义。

1 工程概况

大黄山煤矿是豫新煤业有限责任公司主要生产矿井, 核定生产能力100万t/a, 2009年6月曾发生煤与瓦斯突出事故, 2012年8月曾对+735m水平进行瓦斯涌出量和二氧化碳测定工作, 测定结果为: 矿井瓦斯绝对涌出量为64.44m³/min, 相对涌出量为55.82m³/t, 为突出矿井。本

文所研究工作面为+735综放工作面, 位于副井以西290m起, 至井田西翼边界, 该面为中大煤层首采面。本工作面走向长度1240m, 倾向长度平均96m, 煤层采放高度5~21m, 可采储量为245万t。工作面坡度22°~33°, 由东向西逐步加大。采用下巷进风, 上巷及工艺巷回风的全负压上行通风, 近似于U+L型的通风方式。

2 综放面瓦斯运移规律测定方案

2.1 单元测定法测定工作面瓦斯涌出的原理

把+735综放工作面沿走向划分为7个单元^[2-4], 从进风侧依次分别为A、B、C、D、E、F、G。每个单元的示意图如图1所示, 对每个区段的瓦斯涌出量和进出断面瓦斯浓度进行现场实测, 整个工作面瓦斯涌出量大小和工作面的瓦斯浓度就是每个单元所测数据对应的累加和。单元区

收稿日期: 2014-05-29

基金项目: 山西省科技产业化环境建设项目(2012072018)

作者简介: 韩升(1988-), 男, 山西朔州人, 硕士研究生, 从事矿山安全、瓦斯防治研究, E-mail: hansheng6087500@126.com。

引用格式: 韩升, 赵耀江. 大黄山矿综放面瓦斯涌出及分布规律研究[J]. 煤炭工程, 2015, 47(5): 105-107, 111.

段内的测定工作由连续分布的测点完成,从煤壁至采空区的范围内均匀布置若干测点,本文每个单元布置5个(如图2所示)。五个测点对应的瓦斯浓度分别为 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 ,同时要测定该单元区段的进、出流量和瓦斯浓度。

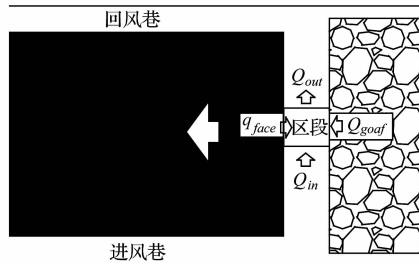


图1 +735综放工作面区域划分图

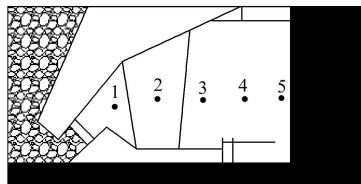


图2 单元法测点布置图

对每个单元应用下列瓦斯平衡、风量平衡方程,计算出各项未知量。

$$\begin{cases} Q_{in} \pm Q_{goaf} - Q_{out} = 0 \\ q_{goaf} = Q_{goaf} c_{goaf} \\ q_{face} = Q_{out} c_{out} - Q_{in} c_{in} - q_{goaf} \end{cases}$$

式中 Q_{in} ——单元区段流入风量, m^3/min ;
 Q_{out} ——单元区段流出风量, m^3/min ;
 Q_{goaf} ——采空区流入单元区段风流, m^3/min ;
 q_{goaf} ——采空区涌入单元区段瓦斯量, m^3/min ;
 q_{face} ——本单元区段内工作面总瓦斯涌出量, m^3/min ;
 c_{goaf} ——采空区漏风流中的瓦斯浓度, %;
 c_{in} ——流入单元区段的瓦斯浓度, %;
 c_{out} ——流出单元区段的瓦斯浓度, %。

2.2 单元测定法测定步骤

测定工作面瓦斯分布时,分为以下四个步骤:

- 1) 沿倾斜方向,将工作面划分为7个单元区段,测定风速和瓦斯浓度。
- 2) 测定进出各单元区段的风量大小。
- 3) 记录每个单元内各测点的瓦斯浓度。
- 4) 计算各单元区段对应的参数。

2.3 单元法测定结果

据以上步骤对大黄山矿大倾角厚煤层+735斜切综放工作面瓦斯浓度和风速进行了多次测定,所测数据和计算结果见表1和表2。

表1 +735综放面单元法测定统计表

测站位置	1 测点		2 测点		3 测点		4 测点		5 测点	
	风速/ ($m \cdot min^{-1}$)	浓度 /%	风速 / ($m \cdot min^{-1}$)	浓度 /%	风速/ ($m \cdot min^{-1}$)	浓度 /%	风速/ ($m \cdot min^{-1}$)	浓度 /%	风速/ ($m \cdot min^{-1}$)	浓度 /%
进风巷	67.8	0.07	67.8	0.07	67.8	0.07	67.8	0.07	67.8	0.07
7架	77.28	0.07	79.02	0.06	97.6	0.06	51.0	0.05	27.66	0.05
21架	80.76	0.09	82.5	0.08	90.8	0.07	49.0	0.06	26.94	0.06
27架	85.98	0.21	85.98	0.14	88	0.08	46.0	0.07	18.24	0.07
37架	82.5	0.18	89.28	0.15	83.6	0.13	41.0	0.10	22.98	0.09
47架	73.8	0.18	83.34	0.16	75.9	0.14	52.0	0.12	40.68	0.11
57架	78.0	0.21	77.28	0.17	71	0.14	62.0	0.13	48.48	0.14
回风巷	69.0	0.21	69.0	0.21	69.0	0.21	69.0	0.21	69.0	0.21

据表1分析:

1) 从进风侧至回风侧的整个过程中,各架次采空区测点所测瓦斯浓度逐渐升高;对比进风侧单元区段中测点1、2与测点3可知,其瓦斯浓度大致相等,说明工作面有携带瓦斯的风流漏入采空区,而由采空区漏入工作面的瓦斯几乎为零。相反,回风侧单元中测点1浓度明显比测点3高,说明大量漏风从采空区漏入工作面。煤壁处各测点所测瓦斯浓度分布为:进风侧相对较低。这说明进风侧单元周围煤体中储存了较多的瓦斯,当开采附近煤壁时,瓦斯涌出量可能会突然增大,存在煤与瓦斯突出危险。

2) 针对风量变化而言,进风侧单元的风量逐渐减少,回风侧单元逐渐增加,这与瓦斯浓度所反映的漏风状况相

一致。

从单元测定法的结果可以作出+735综采工作面瓦斯动态分析,如图3所示,由表2与图3分析可知:

采空区的瓦斯涌出量占26.21%,而煤壁的瓦斯涌出量占73.79%。这表明近似“U+L”型通风方式下,工作面尾部单元瓦斯分布情况得到改善,回风单元瓦斯浓度经尾巷分流,可有效解决采空区上隅角附近瓦斯涌出的问题;同时说明,综放采煤所释放瓦斯是工作面瓦斯的主要来源。进风到回风沿程瓦斯量逐渐增大,流出各单元区段的瓦斯量均大于流入该区段的瓦斯量,这是因为煤体不断采落,瓦斯不断涌出释放,单元瓦斯量自然会增加。流出与流入单元的瓦斯量存在一个差值,这是瓦斯经各源项释放后动

态变化的结果。

表2 +735综放面瓦斯涌出量单元测定法计算表

区段	$Q_{in}/$ ($m^3 \cdot$ min^{-1})	C_{in} /%	$Q_{out}/$ ($m^3 \cdot$ min^{-1})	C_{out} /%	$Q_{goaf}/$ ($m^3 \cdot$ min^{-1})	$q_{goaf}/$ ($m^3 \cdot$ min^{-1})	C_{goaf} /%	$q_{face}/$ ($m^3 \cdot$ min^{-1})
1	684	0.05	678	0.06	-6	-0.042	0.07	0.107
2	678	0.06	673	0.07	-5	-0.04	0.08	0.104
3	673	0.07	667	0.11	-6	-0.09	0.15	0.353
4	667	0.11	656	0.13	-11	-0.215	0.195	0.334
5	656	0.13	658	0.14	2	0.036	0.18	0.032
6	658	0.14	669	0.16	11	0.215	0.195	0.065
7	669	0.16	677	0.21	8	0.168	0.21	0.183
合计	—	—	—	—	—	0.4185	—	1.178
比例%	—	—	—	—	—	26.21	—	73.79

注：负号代表流出。

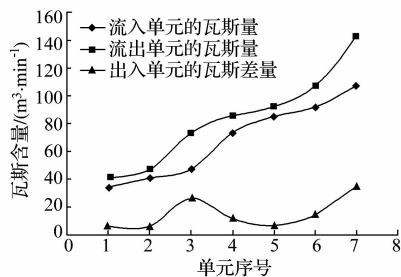


图3 瓦斯动态分析图

前一单元流出的瓦斯量即为流入后一单元的瓦斯量，风流由2单元流出流入3单元，再经3单元流出的整个过程中，由于2、3单元位于工作面中部，漏入采空区的风流减少，单元内瓦斯涌出并积聚，表现为流出2单元、流入3单元的瓦斯量急剧增加，出入3单元的瓦斯差量增加；而4单元位置受漏风严重的影响，大量携瓦斯风流漏入采空区，因此出入4单元区段的瓦斯量差有较大的回落，出入单元瓦斯差值在3单元出现第一次峰值。各单元风流流经工作面中部时，漏风相对减弱，但出入单个区段的瓦斯量明显增加，工作面净流入瓦斯量具有短暂回落的趋势。

风流流经工作面后部时，各单元净流入瓦斯量迅速增加，这是因为来自采空区的漏风流携带高浓度瓦斯返回工作面所致。

3 综放工作面瓦斯浓度分布规律

3.1 瓦斯浓度沿采面长度方向的分布规律

根据+735综放工作面瓦斯测定统计表，已知各个断面的瓦斯浓度值，绘制出瓦斯浓度沿采面走向分布趋势，如图4所示。

从图4中可以看出，从进风侧至回风侧，+735综放面瓦斯浓度大体上都是逐渐增大。进风巷至采面中部的瓦斯浓度变化相对较缓，而由采面中部到回风巷之间，瓦斯浓度增长相对较快。特别是靠近回风侧30m左右范围内瓦斯浓度较高。出现这种分布情况的原因是：风流经进风巷流

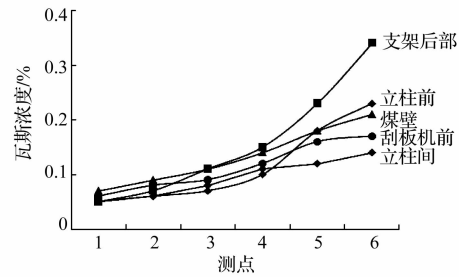


图4 +735综放面瓦斯浓度沿采面长度方向分布图

入采煤工作面时，煤壁为主要瓦斯涌出源，靠近进风巷附近漏入采空区的风流相对较多，一部分瓦斯随漏风一同进入采空区，因此各单元区段内瓦斯浓度缓慢增加。

采面中部到回风巷之间的范围内，由于采空区涌出的瓦斯与采面自身所释放的瓦斯汇集于回风侧附近单元，导致瓦斯浓度急剧增加，处在支架尾部的测点瓦斯浓度增幅明显，造成这种现象的主要原因是单元区段内风阻不均匀，支架尾部的风阻相对较大，所流经的风流对工作面瓦斯稀释作用有限，表现为瓦斯浓度增幅大。本文以及相关研究均表明，采空区返回工作面的风量，在回风侧隅角处最大，漏风流中瓦斯也大，回风隅角瓦斯浓度增大，这也是上隅角瓦斯容易超限的主要原因^[5]。

3.2 瓦斯浓度沿垂直煤壁方向的分布规律

根据工作面瓦斯浓度现场实测数据^[6]，可以绘制出瓦斯浓度沿垂直煤壁方向上的分布图，如图5所示。

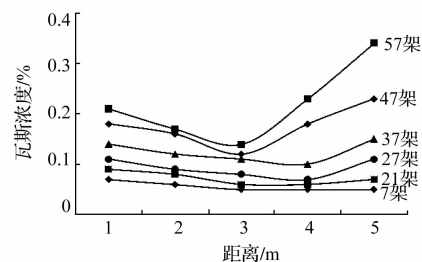


图5 +735综放面瓦斯浓度沿垂直煤壁方向分布图

由图5可以看出，靠近进风侧附近单元区段瓦斯呈现类似抛物线的分布规律；接近回风侧的单元区段瓦斯分布逐渐转变为分段线性规律。但无论是靠近进风侧还是回风侧，从工作面煤壁到采空区方向上，各支架所测周边瓦斯分布均呈现出先减后增的分段分布规律，且煤壁与支架尾部之间均存在一个瓦斯浓度的拐点，在此拐点处，瓦斯浓度达到最低。由于煤壁与采空区均有瓦斯涌出，距离煤壁近，则煤壁瓦斯涌出量大，距离采空区近，则采空区涌出瓦斯占主导。测点与二者的相对位置关系和漏风的综合作用决定了瓦斯沿垂直煤壁方向的分布的规律。

另外，由图5可知，不同位置支架所测瓦斯浓度分布拐点所处位置不同。这是因为拐点的实际意义可以理解为煤壁与采空区瓦斯涌出的临界点，而支架与进风巷、回风巷所处的相对位置的不同，决定了工作面与采空区瓦斯涌

(下转第111页)

波形如图8所示。

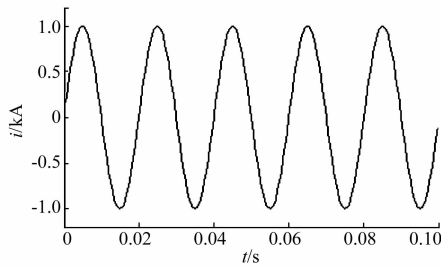


图8 改进后的A相电流波形

从图5与图8的对比中可以看出,采用普通APF的系统A相电流畸变严重,含有大量的各次谐波。而采用并联APF+SPWM逆变器的混合型有源滤波装置补偿后系统电流波形接近于标准正弦波,电流频谱中谐波含量极少。改进型滤波装置对系统电流也有一定的补偿,补偿前系统电流总谐波畸变率为33%,补偿后系统电流总谐波畸变率下降为1.9%,补偿效果十分显著。

4 结 语

采用相似波形加权匹配的端点延拓法对HHT方法进行了改进,得到的延拓结果保持了原始信号的变化规律和真实信息。经过仿真对比,改进的HHT方法有效抑制了端点效应,提高了HHT分析的准确性。此外,本文采用的并联APF+SPWM逆变器的混合型有源滤波装置,对谐波抑制和电流补偿有明显的效果,有效的改善了矿井的电能质量。

(上接第107页)

出强度的差异,同时漏风影响作用的大小也各不相同。因此,瓦斯浓度拐点位置存在差异。

4 结 论

1) 经实测数据处理计算结果可知,采空区的瓦斯涌出占26.21%,而煤壁的瓦斯涌出量占73.79%,综放采煤所释放的瓦斯是工作面瓦斯的主要来源。

2) 整体而言,沿采面长度方向,进风侧至回风侧综放面瓦斯浓度逐渐增大。进风到采面中部瓦斯浓度增加梯度小,中部到回风上隅角浓度梯度大,接近回风巷时净流入瓦斯量达到最大。

3) 垂直煤壁方向,从工作面煤壁到采空区,瓦斯分布均为先减后增的分段分布规律,靠近进风侧附近单元区段瓦斯呈现类似抛物线的分布规律;接近回风侧的单元区段瓦斯分布逐渐转变为分段线性规律。但无论是靠近进风侧或是回风侧,煤壁与支架尾部之间均存在一个瓦斯浓度的拐点,且拐点位置不同,在此拐点处,瓦斯浓度达到最低。

参考文献:

- [1] 栗伟. 煤矿提升机谐波检测与抑制的仿真研究[J]. 现代矿业, 2012(21): 29-31.
- [2] 谢子殿, 袁延忠. 基于改进HHT方法的井下单相漏电选择性保护研究[J]. 黑龙江电力, 2014(1): 1-4.
- [3] 林涛, 刘林, 曹健, 等. 智能电网技术框架下的电能质量监测与分析技术综述[J]. 低压电器, 2009(21): 1-6.
- [4] 李婉婷, 李鹏, 刘承佳, 等. 基于HHT的微网中谐波与间谐波的检测与分析[J]. 电网技术, 2012(4): 20-24.
- [5] Yan Geng, Sheng-jun XUE, Zhi-yuan SHEN. Outlier Detection based on Hilbert-Huang Transform[J]. IEEE, 2011.
- [6] 潘庆. 矿井提升机变频器谐波抑制的BFA最优控制[D]. 湘潭: 湖南科技大学, 2012.
- [7] 张崇巍, 张兴. PWM整流器及其控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [8] 朱晓军, 吕士钦, 王延菲, 等. 改进的LMD算法及其在EEC信号特征提取中的应用[J]. 太原理工大学学报, 20012, 43(3): 340-342.
- [9] 吴凯, 程启明, 王鹤霖. 改进型无源滤波器在电动汽车充电机谐波治理上的应用研究[J]. 电测与仪表, 2014, 51(7): 94-100.
- [10] 任子晖, 仇润鹤, 张艳. 煤矿电网谐波分析模型的建立与滤波器设计[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(1): 45-49. (责任编辑 赵巧芝)

参考文献:

- [1] 陈娟, 赵耀江. 近十年来我国煤矿事故统计分析及其启示[J]. 煤炭工程, 2012(3): 137-139.
- [2] 王春晓, 陈开岩, 司俊鸿, 等. 综放工作面瓦斯涌出规律分析[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(11): 77-81.
- [3] 杨胜强, 俞启香, 王钦方, 等. 单元法测定瓦斯分布及旋转射流驱散积聚瓦斯[J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32(5): 530-533.
- [4] 范满长, 杨胜强, 王国臣, 等. 综采面瓦斯来源与浓度分布单元法测定及分析[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(2): 155-159.
- [5] 林柏泉, 张仁贵. U型通风工作面采空区瓦斯涌出及其治理[J]. 煤炭学报, 1998, 23(2): 155-159.
- [6] 陈开岩, 张占国, 林柏泉, 等. 综放工作面抽放条件下瓦斯涌出及分布特征[J]. 采矿与安全工程学报, 2009, 26(4): 418-422. (责任编辑 郭继圣)