

文章编号: 1673-3363-(2015)03-0420-06

# 煤样强度特征的浆液量效应试验研究

孔德中, 杨胜利, 张锦旺, 徐文彬

(中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083)

**摘要** 煤壁注浆加固技术是防治煤壁片帮的有效措施, 其关键环节在于注浆量的选择。针对注浆量选择这一难题, 设计了“一种破碎煤体与注浆再次成型”的实验方案, 采用岩石力学试验机对不同浆液比重下煤样试件进行单轴抗压与楔形剪切试验。研究表明: 浆液的存在延续了煤样的变形, 减少了煤样试件的脆性破坏; 存在一个合适的浆液比重使得煤样的单轴抗压强度、残余强度达到最大, 大于或小于此比重, 含浆液煤样强度都未达到最大; 浆液的存在增加了煤样的抗剪强度, 表现在增加了煤样内聚力, 而对摩擦角影响不大。研究结果为现场注浆量的选择提供了理论基础。

**关键词** 浆液比重; 煤样; 单轴压缩试验; 楔形剪切试验; 注浆加固

**中图分类号** TD 45 **文献标志码** A **DOI** 10.13545/j.cnki.jmse.2015.03.012

## The experimental study of the grout quantity effect of strength properties of coal sample

KONG Dezhong, YANG Shengli, ZHANG Jinwang, XU Wenbin

(Faculty of Resources and Safety Engineering, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract** The coal wall grouting reinforcement technique is an effective measure to prevent and control rib spalling, and its key procedure is the selection of grouting quantity. To overcome the difficulty in choosing the reasonable grouting quantity, an experimental scheme “The fragmented and broken coal molded again with mixed slurry” has been designed. The uniaxial compressive and the wedge shear test of coal sample with different proportion of grout has been performed by using the rock mechanics testing machine. The study has shown that: the coal shows much less brittle failure because the grout in it can continue the deformation of the coal sample; the uniaxial compressive strength and residual strength of the coal sample can reach the maximum amount with an appropriate proportion of grout; the shear strength of coal sample is increased because of the grout in it, which is shown as the phenomena that the cohesion of coal sample is increased, while the influence of friction is little. It has been concluded that the research result can provide the theoretical foundation for the selection of grouting quantity.

**Key words** proportion of grout; coal sample; uniaxial compressive test; wedge shear test; coal wall reinforcement

收稿日期: 2014-05-08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2013CB227903); 国家自然科学基金煤炭联合基金重点项目(U1361209); 2014 博士拔尖创新人才项目(800015Z650)

作者简介: 孔德中(1988—), 男, 河南省永城市人, 博士, 从事工作面煤壁稳定性及其控制方面的研究。

E-mail: 1361316170@qq.com

Tel: 18810538736

煤壁片帮与端面冒顶<sup>[1-2]</sup>是大采高与放顶煤开采最主要的问题,严重的煤壁片帮不仅对运输机、支架造成破坏,影响工作面的正常推进,而且威胁到工人的安全。目前,控制煤壁片帮的一般措施<sup>[3-4]</sup>主要有:采用大阻力支架、及时移架、提高初撑力、合理使用支架护帮板与前伸缩梁、尽可能减小端面距。但这些措施只能在一定程度上减轻煤壁片帮,并不能防治煤壁片帮。防治煤壁片帮较为行之有效的措施<sup>[5-7]</sup>是对煤壁进行注浆加固,提高煤体的强度。注浆效果的好坏关键在于注浆工艺的选择,其中,浆液比重是较为关键的一个环节。浆液比重过大,不仅造成大量浪费,提高吨煤成本;而且流动性差,浆液固结在一块,导致浆液和煤的固结效果变差。浆液比重过小,不仅起不到控制片帮作用,而且浪费大量的人力物力。目前,关于煤壁注浆技术的研究主要集中于工程实践,但现场试验只能从表象上反映出注浆效果的好坏,不能从本质上解释注浆控制片帮的原理。国内外关于煤体在单轴、三轴试验<sup>[8-16]</sup>下变形和破坏研究较多,而且煤壁处的煤体又多处于单向受载;因此,本文设计的含浆液煤样单轴压缩和单轴剪切试验方案,以不同浆液比重的煤样试件为研究对象,通过对比不同浆液比重的煤体试件变形和强度破坏特征来确定最佳的注浆量,从而为现场煤壁注浆提供理论依据。

## 1 破碎煤体与注浆再次成型试验样品制作

试验所用煤样取自王庄矿大采高工作面处,该工作面经常发生煤壁片帮。现场采用化学浆体材料马丽散对煤壁进行注浆,但浆液量难以控制(注浆量过大,注浆成本较高;注浆量过小,煤壁片帮治理效果不好),导致注浆效果不明显。因此,决定在实验室内进行破碎煤体与注浆再次成型的强度试验,研究浆液防治煤壁片帮的作用机理,并找出一个最佳的浆液质量。设计本次试验的目的是为了得到注浆后煤样力学参数的变化、各参数与煤壁片帮程度(煤体强度)的变化关系,初步探索煤样强度的浆液效应,进一步研究防治煤壁片帮的最佳浆液量。本实验总共制作了5组煤与浆液混合的试件,浆液质量比分别是17.5%,14%,12.5%,11%和10%,根据制作试件模具体积结合煤粉密度,求得需要煤粉的质量为1 000 g,保持煤粉的质量不变,分别改变浆液的质量。不同浆液比重的煤样制作过程如下:

1) 将从工作面取回的破碎煤块利用破碎机进行粉碎,破碎成粒径小于2 mm的煤粉。

2) 首先称取1 000 g的煤粉,再称取100 g的A液和100 g的B液并将2种液体混合搅拌均匀。然后把混合液与煤粉混合均匀。

3) 将混合均匀后的含浆液煤粉放入3个立方体(70 mm×70 mm×70 mm)串联在一起的标准模具中并进行人工压实(试验采用人工压实,以煤样试件达到标准尺寸与接近原煤密度为准,尽可能消除压实压力带来的误差),同时用工具进行抹平,并用重物压着防止浆液膨胀导致试件鼓起。10~15 min后便可拆除模具取出试件。这样煤与浆液质量比为5:1的试件就制作做好了。

4) 保持煤粉质量不变,分别改变浆液质量,重复2),3)的制作过程,依次制作煤与浆液质量比为6:1,7:1,8:1,9:1的煤样试件。制作模具及试件如图1所示。



图1 模具及试件图

Fig.1 The mould and specimen

## 2 试验设备及方案

### 2.1 试验设备

试验采用岩石力学试验机,该设备最大轴向荷载6 000 kN,可进行煤岩体单轴抗压与剪切试验。记录设备:2 000 kN压力动态记录系统;数据处理设备:计算机及试验机配套数据分析软件。

### 2.2 试验方案

抗压试验:采用岩石力学试验机对5种不同浆液比重下的煤样试件进行单轴压缩试验,为消除误差,每组进行3个煤样试件的抗压试验,如图2。



图2 煤样单轴压缩试验图

Fig.2 The uniaxial compression test sketch of coal sample

抗剪试验:采用岩石力学试验机对5种浆液比重的煤样试件进行4种不同的剪切角(45°,50°,60°,70°)的剪切试验,每组进行3个煤样试件的抗剪试验。

70°)楔形剪切试验,如图 3 所示。

所有试验都是采用位移控制的方式进行加载。

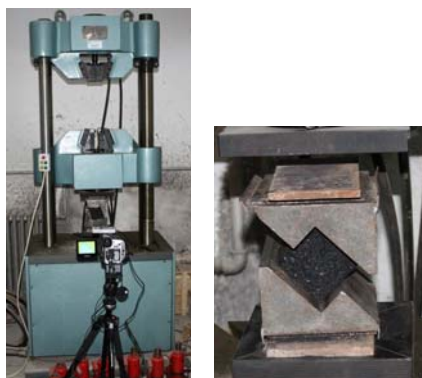


图 3 煤样楔形剪切试验图

Fig.3 The wedge shear test sketch of coal sample

### 3 抗压试验结果及分析

#### 3.1 应力-应变关系曲线研究

根据试验研究结果,得到了典型的单轴压缩状态下不同浆液比重的煤样应力-应变特性曲线,如图 4 所示。

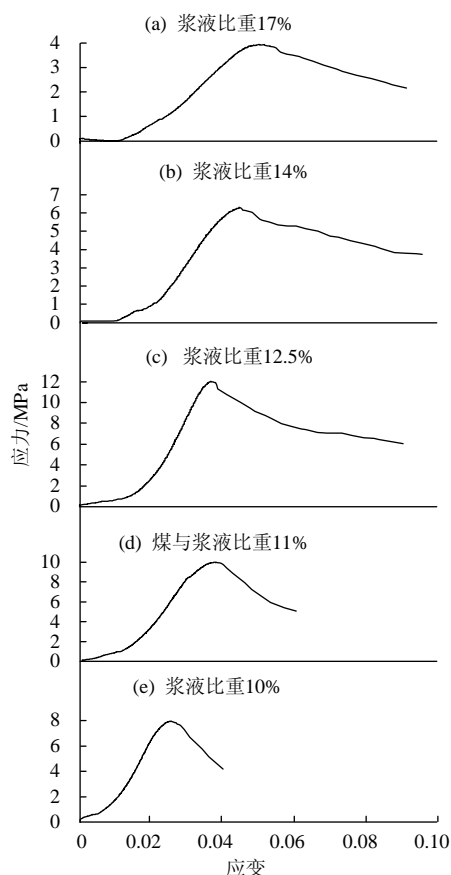


图 4 不同比重的含浆液煤样单轴压缩应力应变曲线

Fig.4 The stress-strain curve of coal sample with different proportion of grout under the uniaxial compression

从图 4 可以看出:

1) 含浆液煤样的裂隙压实阶段比较明显:排除煤体颗粒粒径、形状等的影响,主要由于浆液本身有膨胀作用,加上制作过程中受压不均,导致其内部孔隙、裂隙分布不均匀。因此,含浆液煤样在压应力作用下产生明显的变形量才能完成试件压密,且浆液比重越大,压密阶段越明显。

2) 不同浆液比重的煤样线弹性阶段持续时间不一样,此阶段内煤样应变变量不一样:浆液比重占 17%, 14%, 12.5%, 11%, 10% 的煤样应变变量分别为 0.03, 0.02, 0.015, 0.012 和 0.010。此阶段,在较大压应力作用下,煤样原有细小的裂隙、孔隙发生了闭合,浆液的存在提高了煤样的塑性,且浆液越多变形时间越长。

3) 不同浆液比重的屈服阶段不同:此阶段到破坏阶段整个过程中,形成的宏观破坏裂隙发生明显的变粗现象,呈“鼓”形,浆液比重越大,鼓起越明显。

4) 不同浆液比重的脆性破坏阶段不同:浆液比重不同,试件能承受的峰值点应力不同,浆液比重占 17% 的煤样峰值点强度为 4.2 MPa;浆液比重占 14% 的煤样峰值点强度为 6.5 MPa;浆液比重占 12.5% 的煤样峰值点强度为 11.8 MPa;浆液比重占 11% 的煤样峰值点强度为 10.4 MPa;浆液比重占 10% 的煤样峰值点强度为 8.2 MPa。这主要是由于浆液有增加煤样塑性的作用且随着浆液比重的增加,浆液逐渐充填煤样原有的裂隙和孔隙,直到浆液量达到某一比重,浆液与煤样孔隙、裂隙充分密实,随着浆液量继续增加,多余的浆液会固结在一起,浆液的胶结性能得不到发挥,煤样的单轴抗压强度和内聚力也就较小。

5) 不同浆液比重的煤样残余强度不同,破坏后应变变量不同:由于浆液的作用,达到峰值强度后试件并不立即破坏,仍有较高的承载能力。浆液比重占 17% 的煤样残余强度为 2.23 MPa,残余应变量为 0.04;浆液比重占 14% 的煤样残余强度为 3.82 MPa,残余应变量为 0.042;浆液比重占 12.5% 的煤样残余强度为 6.2 MPa,残余应变量为 0.05;浆液比重占 11% 的煤样残余强度为 5.22 MPa,残余应变量为 0.025;浆液比重占 10% 的煤样残余强度为 4.23 MPa,残余应变量为 0.021。

#### 3.2 煤样的单轴压缩试验结果

5 组不用浆液比重的 15 个煤样试件煤样的单轴

压缩试验结果汇总如表 1 所列。

表 1 煤样单轴抗压强度测定结果  
Table 1 The test results of uniaxial compressive strength of coal sample

浆液 比重/%	煤样 编号	试件 面积/mm <sup>2</sup>	最大破坏 载荷/kN	破坏强度/ MPa	单轴抗压 强度均值/ MPa
17	5-1	4 900	24.18	4.2	5.30
	5-2	4 900	30.88	6.3	
	5-3	4 900	26.60	5.4	
14	6-1	4 900	31.85	6.5	6.70
	6-2	4 900	32.83	6.7	
	6-3	4 900	33.81	6.9	
12.5	7-1	4 900	52.14	10.6	10.90
	7-2	4 900	57.82	11.8	
	7-3	4 900	49.98	10.2	
11	8-1	4 900	51.66	10.4	8.56
	8-2	4 900	43.72	8.9	
	8-3	4 900	42.14	8.6	
10	9-1	4 900	40.20	8.2	8.13
	9-2	4 900	41.16	8.4	
	9-3	4 900	38.22	7.8	

从表 1 可以看出：浆液比重由 10% 增加到 12.5% 时，煤样单轴抗压强度由 8.13 MPa 增加到 10.9 MPa；之后随着浆液比重增加到 15%，17.5%，煤样的单轴抗压强度又减小到 6.7，5.3 MPa。对于本试验所用的煤样，浆液比重占 12.5% 的煤样单轴抗压强度最大。

4 抗剪试验结果及分析

抗剪强度计算公式：

$$\sigma = \frac{P}{A} \cos \alpha$$
$$\tau = \frac{P}{A} \sin \alpha$$

式中： $\sigma$  为正应力，MPa； $\tau$  为抗剪强度，MPa； $P$  为试件最大破坏载荷，kN； $\alpha$  为夹具剪切角，(°)； $A$  为试件剪切面积，mm<sup>2</sup>。

通过不同浆液比重的煤样不同角度抗剪强度试验，结合抗剪强度的计算公式，可以得到煤样的剪切试验结果，见表 2。

由摩尔-库仑准则中抗剪强度计算公式  $\tau=c+\sigma \tan \varphi$ ，可以得到不同浆液比重煤样的内聚力  $c$  和内摩擦角  $\varphi$ ，如表 3 所列。

从表 2，3 可以看出：浆液比重为 12.5% 时，同一剪切角度下煤样的抗剪强度最大，煤样的内聚力  $c$  也最大，为 3.09 MPa；浆液比重小于 12.5% 时，

煤样的抗剪强度小于浆液比重为 12.5% 的抗剪强度，煤样的内聚力小于 3.09 MPa；浆液比重大于 12.5% 时，煤样的抗剪强度亦小于浆液比重为 12.5% 的抗剪强度，煤样的内聚力小于 3.09 MPa。因此，对于本文制作的含浆液煤样，浆液比重为 12.5% 时，煤样的抗剪强度达到最大。

表 2 煤样抗剪强度测定试验数据  
Table 2 The test results of shear strength of coal sample

浆液 比重/%	角度/ (°)	试件面积/ mm <sup>2</sup>	平均破坏 强度/MPa	平均 正应力/MPa	平均 剪应力/MPa
17	45	4 900	7.5	5.31	5.30
	50	4 900	6.5	4.18	4.98
	60	4 900	4.6	2.30	3.98
	70	4 900	2.7	0.93	2.54
14	45	4 900	9.0	6.37	6.36
	50	4 900	7.0	4.50	5.36
	60	4 900	4.5	2.25	3.90
	70	4 900	3.8	1.30	3.57
12.5	45	4 900	9.2	6.51	6.50
	50	4 900	7.9	5.08	6.05
	60	4 900	5.5	2.75	4.76
	70	4 900	3.9	1.34	3.66
11	45	4 900	8.8	6.23	6.22
	50	4 900	6.55	4.21	5.02
	60	4 900	4.5	2.25	3.90
	70	4 900	3.1	1.06	2.91
10	45	4 900	9.8	6.93	6.93
	50	4 900	6.6	4.24	5.05
	60	4 900	4.4	2.20	3.81
	70	4 900	2.9	0.99	2.72

表 3 煤样内聚力  $c$  和内摩擦角  $\varphi$  测定数据

Table 3 The test results of cohesion and friction of coal sample

浆液比重/%	$\varphi$ /(°)	$c$ /MPa
17	31.79	2.226
14	29.64	2.742
12.5	28.77	3.090
11	32.09	2.353
10	27.38	2.157

5 讨 论

本文对破碎煤岩体进行了注浆后再次成型试验，制作了不同浆液比重下的煤样试件，并对其进行了单轴抗压与楔形剪切试验，得到了不同浆液比重下煤样变形与破坏特征。从不同浆液比重下煤样的单轴抗压强度、内聚力及内摩擦角的测定结果可

以得到:保持煤粉量不变,增加浆液量,浆液比重由 10% 增加到 12.5% 时,煤样的单轴抗压强度、残余强度、应变量、抗剪强度、内聚力逐渐增加,内摩擦角变化很小;浆液比重由 12.5% 增加到 17% 时,煤样的单轴抗压强度和内聚力逐渐减小,内摩擦角逐渐增大。这主要是由于浆液有增加煤样塑性的作用且随着浆液比重的增加,浆液逐渐充填满煤样原有的裂隙和孔隙,直到浆液量达到某一比重,浆液与煤样孔隙、裂隙充分密实,随着浆液量继续增加,多余的浆液会固结在一起,浆液的胶结性能得不到发挥,煤样的单轴抗压强度和内聚力也就较小。

本文解释了煤壁注浆防治煤壁片帮作用机理,并得到了使煤样强度达到最大的浆液比重,在一定程度上说明了煤粉与浆液之间可以有效胶结,其存在一个合理的质量比值。

## 6 结 论

以某矿经常发生煤壁片帮的大采高工作面处破碎煤体为煤样,对其与马丽散进行混合配制不同配比的含浆液煤样,采用岩石压力试验机对不同浆液比重的煤样试件进行单轴抗压及楔形剪切试验,得到如下结论:

1) 本文设计的不同浆液比重的煤样单轴抗压及楔形剪切试验可以满足含浆液煤样的力学性质试验要求;得到了浆液及浆液比重对煤岩抗压、抗剪力学术性质的影响规律。

2) 含浆液煤样的单轴压缩应力-应变曲线阶段性明显,浆液的存在增加了煤样的塑性,延续了煤样的变形。浆液比重不同,各阶段持续时间不同,应变变量不同。

3) 含浆液煤样通过增加煤的内聚力(摩擦角的改变不是很明显)提高煤样的单轴抗压强度及抗剪强度。这也是注浆加固煤壁防治煤壁的基本原理。

4) 存在一个合适的浆液比重使得煤样的单轴抗压强度、残余强度及残余应变达到最大。而并不是浆液量越多越好:浆液量少,不能够使煤样原有裂隙、孔隙得到充分压实;浆液量过多,浆液就会凝固在一起产生新的弱面。2 种情况都不能使煤样强度达到最大。

## 参考文献:

- [1] 王家臣. 厚煤层开采理论与技术[M]. 北京:冶金工业出版社, 2009.
- [2] 王家臣. 我国综放开采技术及其深层次发展问题的探讨[J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(1): 14-17.

- WANG Jiachen. Fully mechanized longwall top coal caving technology in China and discussion on issues of further development[J]. Coal Science and Technology, 2005, 33(1): 14-17.
- [3] 王家臣. 极软厚煤层煤壁片帮与防治机理[J]. 煤炭学报, 2007, 32(8): 785-788.
- WANG Jiachen. Mechanism of the rib spalling and the controlling in the very soft coal seam[J]. Journal of China Coal Society, 2007, 32(8): 785-788.
- [4] 方新秋, 何杰, 李海潮. 软煤综放面煤壁片帮机理及防治研究[J]. 中国矿业大学学报, 2009, 38(5): 640-644.
- FANG Xinqiu, HE Jie, LI Haichao. A study of the rib fall mechanism in soft coal and its control at a fully mechanized top coal caving face[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2009, 38(5): 640-644.
- [5] 于新锋, 柏建彪. 张集矿综采工作面破碎煤壁注浆加固技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(2): 69-71.
- YU Xinfeng, BAI Jianbiao. Research on grouting reinforced technology for broken coal wall of fully mechanized longwall mining face in Zhangji Mine[J]. Coal Science and Technology, 2006, 34(2): 69-71.
- [6] 张淑同, 杨志恒, 汪华君, 等. 采场破碎煤体注浆加固渗流规律研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23(3): 359-361.
- ZHANG Shutong, YANG Zhiheng, WANG Huajun, et al. Seepage law of grouting for reinforcing fractured coal in mining face[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2006, 23(3): 359-361.
- [7] 宁宇. 大采高综采煤壁片帮冒顶机理与控制技术[J]. 煤炭学报, 2009, 34(1): 50-52.
- NING Yu. Mechanism and control technique of the rib spalling in fully mechanized mining face with great mining height[J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(1): 50-52.
- [8] 何满潮, 谢和平, 彭苏萍, 等. 深部开采岩体力学研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(16): 2803-2813.
- HE Manchao, XIE Heping, PENG Suping, et al. Study on rock mechanics in deep mining engineering[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2005, 24(16): 2803-2813.
- [9] 左建平, 谢和平, 吴爱民, 等. 深部煤岩单体及组合体的破坏机制及力学特性研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(1): 84-92.
- ZUO Jianping, XIE Heping, WU Aimin, et al. Investigation on failure characteristics and mechanical behavior of deep coal-rock single body and combined body under different confining pressures[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2011, 30(1): 84-92.
- [10] 赵洪宝, 李振华, 仲淑娟, 等. 单轴压缩状态下含瓦斯煤岩力学特性试验研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2010, 27(1): 132-134.
- ZHAO Hongbao, LI Zhenhua, ZHONG Shuheng, et al. Experimental study of mechanical properties of coal rock

- containing gas under uniaxial compression[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2010, 27(1): 132-134.
- [11] 李正川. 岩石各向异性的单轴压缩试验研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2008, 5(3): 69-72.  
LI Zhengchuan. Experimental study on the uniaxial compression of anisotropic rocks[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2008, 5(3): 69-72.
- [12] 尹光志, 李广治, 赵洪宝, 等. 煤岩全应力-应变过程中瓦斯流动特性试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(1): 170-175.  
YIN Guangzhi, LI Guangzhi, ZHAO Hongbao, et al. Experimental research on gas flow properties of coal specimens in complete stress strain process[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2010, 29(1): 170-175.
- [13] 苏承东, 翟新献, 李永明, 等. 煤样三轴压缩下变形和强度的分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(增刊 1): 2963-2968.  
SU Chengdong, ZHAI Xinxian, LI Yongming, et al. Study on the deformation and strength of coal samples in triaxial compression[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2006, 25(Sup 1): 2963-2968.
- [14] 苏承东, 高保彬, 南华, 等. 不同应力路径下煤样变形破坏过程声发射特征的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(4): 757-766.  
SU Chengdong, GAO Baobin, NAN Hua, et al. Experimental study on acoustic emission characteristics during deformation and failure processes of coal samples under different stress paths[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2009, 28 (4): 757-766.
- [15] 左建平, 刘连峰, 周宏伟, 等. 不同开采条件下岩石的变形破坏特征及对比分析[J]. 煤炭学报, 2013, 38(8): 1320-1323.  
ZUO Jianping, LIU Lianfeng, ZHOU Hongwei, et al. Deformation failure mechanism and analysis of rock under different mining condition[J]. Journal of China Coal Society, 2013, 38(8): 1320-1323.
- [16] 陈忠辉, 林忠明, 谢和平, 等. 三维应力状态下岩石损伤破坏的卸荷效应[J]. 煤炭学报, 2004, 29(1): 31-35.  
CHEN Zhonghui, LIN Zhongming, XIE Heping, et al. Damage study on brittle failure under complicated stress [J]. Journal of China Coal Society, 2004, 29(1): 31-35.

## 关于召开“2015 科学采矿论坛”暨“第十八届矿压理论与实践研讨会” 预 备 通 知

科学采矿论坛是由《采矿与安全工程学报》编辑部和煤炭资源与安全开采国家重点实验室于 2007 年首次主办, 成功举办五届, 对促进我国煤炭工业健康可持续发展, 推行科学采矿的理念发挥了重要的作用。矿压理论与实践研讨会是由《采矿与安全工程学报》编辑部主办的传统学术活动, 已连续成功举办十七届, 在采矿科技界具有广泛影响。经研究, 为了扩大有关科学采矿的讨论, 决定联合煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室、重庆市煤炭学会于 2015 年 11 月下旬在重庆市举办“2015 科学采矿论坛”暨“第十八届矿压理论与实践研讨会”。会议期间, 同时举办《采矿与安全工程学报》第二届编辑委员会会议。现将会议的有关事项通知如下:

### 一、会议中心议题

(1) 煤炭资源绿色开采的理论与方法; (2) 采动岩体力学基础理论; (3) 充填采矿方法与岩层运动控制技术; (4) 煤矿采场巷道矿压理论与技术; (5) 采动煤岩动力灾害与监控技术。

### 二、会议时间和地点

会议时间: 2015 年 11 月(待定)  
地 点: 重庆市

### 三、会议论文征集

本届学术会议将面向全国征集与主题内容相关的论文。组委会将组织专家对所提交的论文进行审查, 精选一定数量的优秀论文在《采矿与安全工程学报》(Ei 收录刊物)上发表。请将论文电子档于 2015 年 7 月 30 日前提交会议组。邮箱: gpsc@cumt.edu.cn。请参会人员将回执及时返回会议秘书处。

### 四、会议秘书处

通信地址: 江苏省徐州市中国矿业大学《采矿与安全工程学报》编辑部  
联系电话: 0516-83885761 传真: 0516-83885490  
邮政编码: 221116 电子邮件: gpsc@cumt.edu.cn

主办: 《采矿与安全工程学报》编辑部  
协办: 煤炭资源与安全开采国家重点实验室  
承办: 煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室重庆市煤炭学会

2015 年 5 月 20 日