

文章编号: 1673-3363-(2013)06-0897-06

# 煤系泥岩层钻进反馈信号特征的试验研究

刘洪涛, 赵志强, 王志刚, 赵希栋, 王广辉

(中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083)

**摘要** 以煤系顶板泥岩层为研究对象, 对不同抗压强度的泥岩层钻孔施工过程中不同推力水平下的钻进反馈信号进行现场试验研究, 结果表明: 1) 试验条件下泥岩钻进全过程推力-钻速特征曲线分区明显, 可划分为研磨区、钻削区、阻塞区, 推力达一定值时由研磨区跃迁至钻削区, 过渡区不明显; 2) 钻削区内钻速随推力增大呈近似线性增加, 功耗最小, 为钻机工作的最优区域; 3) 阻塞区内并非钻速增长率减小而是钻速负增长, 钻速随推力的增加而减小, 达某一推力水平时钻速骤降为零; 4) 相同推力水平下, 钻进速度与泥岩强度呈负指数关系, 泥岩强度增加时, 推力-钻速特征曲线表现为钻削区、阻塞区右移, 推力区间增加, 曲线峰值降低, 峰值位置右移且趋于平缓。

**关键词** 泥岩; 钻削区; 钻进速度; 反馈信号; 阻塞区

**中图分类号** TU 45

**文献标志码** A

## Experimental study on drilling feedback signal characteristics of mudstone seam in coal measures

LIU Hong-tao, ZHAO Zhi-qiang, WANG Zhi-gang, ZHAO Xi-dong, WANG Guang-hui

(School of Safety and Resource Engineering, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract** Taking the mudstone in the coal measure strata as the research object, this thesis carries out a field test on the drilling feedback signal under different thrust level in drilling process of different compressive strength mudstone seam. The results show that: 1) In test conditions, the thrust-rotational speed characteristic curves of drilling mudstone process can be obviously divided into three areas-grinding area, drilling area and blocking area. The grinding area will jump into the drilling area when the thrust reaches a certain value, but the transition zone is not obvious. 2) Drilling rate approximate increases linearly with the thrust in drilling area, which minimizes power consumption and is the optimal region for drilling rig's working; 3) In blocking area, drilling's growth rate does not decrease but grow negatively. The drilling rate decreases with the increasing thrust and the drilling rate dips to zero when the thrust reaches a certain level; 4) Under the same thrust, the drilling speed and the mudstone strength show an exponential relationship. With the increase of the mudstone strength, the characteristic curve of the drilling speed and the mudstone strength features show that both the drilling area and the obstructed area shift to right, the area of the thrust increases, the peak value of curve decreases and the position of the peak shifts to right and becomes flat.

**Key words** mudstone; drilling and cutting district; drilling speed; feedback signals; blocking district

收稿日期: 2012-07-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(51204187, 51234005); 国家自然科学基金煤炭联合基金项目(51134018)

作者简介: 刘洪涛(1981-), 男, 吉林省怀德市人, 副教授, 从事矿山压力与岩层控制方面的研究。

E-mail: lht5004@sina.com

Tel: 15001055568

泥岩具有强度较低、遇水易崩解泥化、暴露于空气中易风化、稳定性差的特点,一般不能作为巷道支护设计时锚杆锚索的锚固层位。因泥岩的结构变化、泥岩层厚度变大或层位发生改变而引起的局部冒顶事故时有发生。随着煤炭资源开采深度的增加,这一问题更加突出。为了减少冒顶事故的发生,有必要及时准确地掌握泥岩结构、厚度与层位的变化,调整围岩控制参数。

国内外学者在泥岩性质与岩性结构识别方面进行了细致的研究工作。阿里莫夫按照曲线斜率将钻削破岩划分为 4 个区域<sup>[1]</sup>并分析了其特点,美国德雷塞公司利用岩石侵入硬度和穿孔速度之间的统计关系预估牙轮钻机在我国矿山的穿孔速度。贾明魁<sup>[2-4]</sup>提出泥岩层等不稳定岩层的厚度变化是导致冒顶的重要原因,并研发、试验了冒顶事故隐患探测仪。邓广涛等<sup>[5]</sup>提出了采用人工神经网络的方法来识别岩层,从而确定顶板的结构类型。刘洪涛等<sup>[6]</sup>根据泥岩等不稳定岩层层位对顶板冒顶隐患进行了分划。李兴华<sup>[7]</sup>、贾善坡<sup>[8]</sup>对泥岩顶板巷道的稳定性与破坏机理进行了分析研究。其他学者在泥岩变形特性、力学特征等方面进行了大量研究<sup>[9-13]</sup>。因钻削、冲击过程较为复杂且影响因素繁多,理论计算较为困难,因此工程试验、数值模拟、仿真等方法成为研究破岩规律的主要手段。这些研究成果都极大地丰富了煤系顶板岩层控制理论体系。

在锚杆(索)钻机施工过程中,不同性质的岩层钻进反馈信号具有自身的特征,为了及时掌握泥岩层厚度与层位的变化信息,本文设计了煤系泥岩层钻进反馈信号特征测试试验,通过试验获得了泥岩层推力-钻进速度、泥岩强度-钻进速度曲线,直观地研究分析泥岩层钻进反馈信号特征,对于煤矿顶板岩性判别与支护设计具有借鉴作用。

## 1 试验准备及试验方法

### 1.1 试验地点

试验地点的选择原则为:采准巷道顶板具有较厚的泥岩层,且巷道顶板无煤顶或煤顶较薄的矿井。考虑数据的多样化,选择泥岩岩性差异较大的 3 个矿区进行现场试验。赵固二矿 1105 工作面回采巷道直接顶板为厚 6 m 左右的灰黑色致密砂质泥岩,水平层理,表面岩层破碎,脆性较大。布尔台矿 3-1 煤顶板为厚 5 m 以上的粉砂质泥岩,灰色,水平层理,层间黏结性差,浅部裂隙较发育。李家壕矿 2-2 煤层顶板为厚 2.6~5.5 m 左右的砂质泥岩,

淋水、局部泥化、塌孔,钻孔施工时易出现堵钻、卡钻的情况,局部抗拉强度不足 1 MPa,软化系数可达 0.1。各矿岩样力学参数实验测定结果如表 1。

表 1 试验矿井泥岩力学性质  
Table 1 Mudstone mechanical properties  
in experimental coal mine

方案	抗压强度 /MPa	弹性模量 /GPa	泊松比
赵固二矿 1	37.93	11.33	0.23
赵固二矿 2	36.26	9.91	0.25
赵固二矿 3	36.32	10.26	0.27
赵固二矿 4	35.76	8.52	0.20
布尔台矿 5	23.63	8.42	0.28
布尔台矿 6	24.15	8.61	0.27
李家壕矿 7	15.21	7.17	0.20
李家壕矿 8	14.89	7.85	0.22

### 1.2 试验设备

试验随钻孔施工过程同步进行,如图 1 所示。钻孔设备为目前煤炭行业锚杆支护常用的单体旋转钻削式锚杆钻机,RTM3/顶置式(95 mm 马达、11/42 减速箱)锚杆钻机,钻头直径 27 mm。



图 1 井下试验  
Fig.1 Underground trials

试验原理如图 2 所示。钻机性能测试结果表明,钻机空转转速、堵转扭矩等指标均与供气压力近似成正比,能够满足本次实验要求,如图 3 所示。钻机底部压在推力传感器上,用来连续记录推力  $F$  变化。位移传感器固定在底板或钻机身上,采用钢丝作为位移传递媒介,一端连接位移传感器,另一端连接在钻身或钻机底部。试验期间风压在 0.4~0.7 MPa 之间,供水压力为 0.86~1.21 MPa。当推力不变时,动风压基本稳定,变化范围约为  $\pm 6\%$ 。

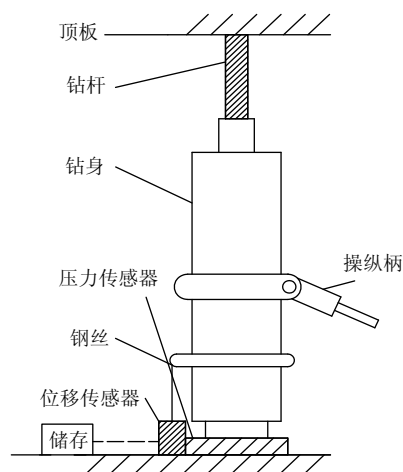


图2 试验原理示意图

Fig.2 Schematic diagram of the test principle

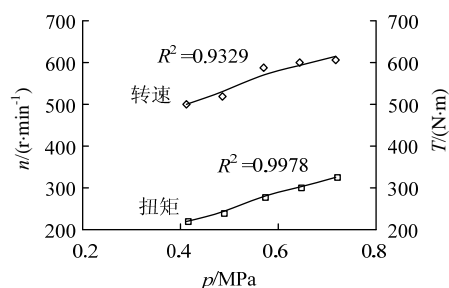


图3 钻机性能测试

Fig.3 Testing results of drilling rig performance

### 1.3 试验方案

钻进速度为单位时间内发生的位移量, 采用位移传感器测量并记录。为了尽量减少岩样非均质性所带来的误差, 本次试验的物理力学参数取样地点选择在钻进试验地点附近, 钻进试验随锚杆(索)施工过程同步进行, 施工过程结束即完成反馈信号数据采集工作。为了研究煤系泥岩层中钻进速度与钻进推力、泥岩强度之间的关系, 在赵固二矿进行4组试验, 在布尔台矿、李家壕矿分别进行2组试验。试验过程中, 钻头钻入岩层时的推力为钻削推力起始水平, 逐渐增加钻机推力, 不断记录数据, 直至推进困难或卡钻时停止采集。

## 2 泥岩层钻进反馈信号分析

### 2.1 试验条件下泥岩推力-钻速规律

由8组试验分析可得泥岩推力与钻进速度关系。如图4所示, 图中 $v$ 为钻进速度,  $F$ 为推力。

由图4a分析可知, 当推力较低时不能够穿透泥岩层, 此时钻具的运动形式表现为横向的回转与纵向的轻微弹跳, 而非螺旋钻进, 钎杆连同钻头脱离岩层表面或孔底, 进行下一次冲击时, 空转距离

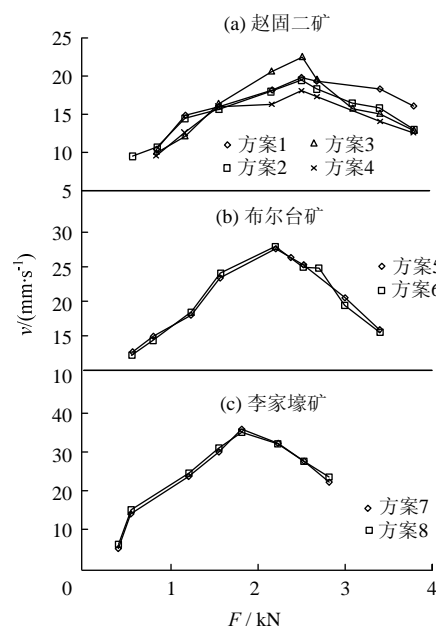


图4 推力-钻进速度关系

Fig.4 The relationship between thrust and drilling speed

过长, 钻孔效率低。方案1推力水平为0.82 kN时开始钻进, 钻进速度为10.7 mm/s, 随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为4.7 mm/(s·kN), 运动轨迹为一螺旋线, 存在一推力拐点, 推力增加至2.65 kN时, 钻进速度达到最大值19.8 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为-3.03 mm/(s·kN), 推力增加至3.86 kN时, 钻进速度降为16 mm/s, 推力继续增加时则停钻, 其主要原因是阻力过大而导致卡钻、堵钻现象。方案2推力水平为0.63 kN时开始钻进, 钻进速度为9.9 mm/s, 随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为4.81 mm/(s·kN), 推力增加至2.68 kN时, 钻进速度达到最大值19.25 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为-4.89 mm/(s·kN), 推力增加至3.89 kN时, 钻进速度降为13.25 mm/s。方案3推力水平为0.85 kN时开始钻进, 钻进速度为10 mm/s, 随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为7.4 mm/(s·kN), 推力增加至2.6 kN时, 钻进速度达到最大值22.5 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为-6.98 mm/(s·kN), 推力增加至3.81 kN时, 钻进速度降为13 mm/s。方案4推力水平为0.78 kN时开始钻进, 钻进速度为9.5 mm/s, 随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为4.63 mm/(s·kN), 推力增加至2.64 kN时, 钻进速度达到最大值18.25 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为-4.77 mm/(s·kN), 推力增加至3.92

kN 时, 钻进速度降为 12.8 mm/s。

由图 4b 分析可知, 方案 5, 6 推力水平分别为 0.6, 0.57 kN 时开始钻进, 钻进速度为 12.6, 11.8 mm/s, 随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为 9.6, 10.6 mm/(s·kN), 运动轨迹为一螺旋线, 存在一推力拐点, 推力分别增加至 2.22, 2.26 kN 时, 钻进速度达到最大值 27.9, 28.3 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为 -9.8, -11 mm/(s·kN), 推力增加至 3.42, 3.4 kN 时, 钻进速度降为 16.4, 15.7 mm/s, 推力继续增加时则堵钻。

由图 4c 分析可知, 方案 7, 8 推力水平分别为 0.39, 0.43 kN 时开始以较低的速度钻进, 钻进速度为 5.1, 6.5 mm/s, 其钻进起始推力较小, 与井下实际情况相符, 泥岩性质极软弱、局部手动即可剥离。随着推力的增加, 钻进速度增加, 钻速增长率为 20.3, 18.8 mm/(s·kN), 运动轨迹为一螺旋线, 推力分别增加至 1.83, 1.79 kN 时, 钻进速度达到最大值 36.2, 34.8 mm/s, 推力继续增加时, 钻进速度降低, 钻速增长率为 -13.8, -11.3 mm/(s·kN), 推力增加至 2.81, 2.85 kN 时, 钻进速度降为 22, 23.5 mm/s, 推力继续增加时堵钻、卡钻现象非常严重, 成孔率低, 造成施工无法正常进行。

## 2.2 泥岩钻进反馈分区特点

由图 4 可看出, 泥岩强度不同时其钻进特性曲线形状类似, 以李家壕矿的泥岩层钻削曲线为例, 进行回归分析后增加施以推力时钻速不明显阶段的曲线, 可得到泥岩钻进全过程推力-钻速曲线, 如图 5 所示, 研究各分区特点。

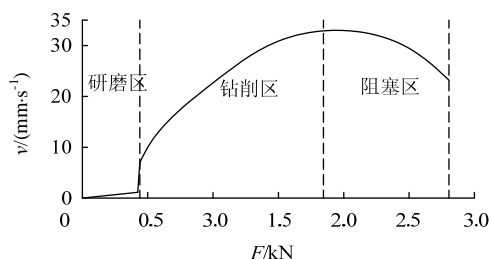


图5 泥岩钻进全过程推力-钻速特征曲线

Fig.5 Thrust - drilling speed characteristic curve following the whole process of drilling mudstone

由图 5 分析可知:

1) 各分区分布服从阿里莫夫的钻削破岩分区规律, 曲线可明显看出研磨区、钻削区、阻塞区, 研磨钻削过渡区不明显, 以钻削区和阻塞区占主导。

2) 在研磨区域内, 钻头与岩层表面或孔底周边

岩体为摩擦作用, 钻进速度不明显, 主要表现为随推力的增加, 钻进速度的增长率很小或基本上不增加, 仅有少量岩屑, 钻削下单位体积的岩石需要极高的功率。

3) 试验条件下泥岩的研磨钻削过渡区域极为不明显, 表现为存在 1 个推力区域, 当推力小于此值时, 无法钻进, 推力继续增加时, 钻速迅速增加到一定值, 进入钻削区, 出现钻速的跃迁现象。

4) 进入钻削区后, 钻进速度随推力增加而呈近似线性增长, 钻速增长率大, 钻削下单位体积的岩石需要最小的功率。该区域应为钻孔施工时钻机的最佳运行区域。

5) 随着推力的进一步增大, 接近钻削区末端, 钻速增长率随推力增加而下降。进入阻塞区后, 按照钻削破岩理论, 阻塞区随推力的增加钻进速度仍呈增加趋势, 增速减缓, 但泥岩阻塞区的钻进曲线较为特殊, 存在 1 个推力节点, 推力大于此范围时, 转变为钻速随推力的增加而减小, 曲线下压。钻孔过程表现为推力过大时压迫钎杆, 增加了钻头的回转阻力, 使之不能运动, 堵钻、卡钻甚至折断钎杆。

## 2.3 泥岩强度对钻速的影响

通过对 8 组试验数据进行回归分析, 不同强度的泥岩层钻进反馈信号分区规律一致, 如图 6。

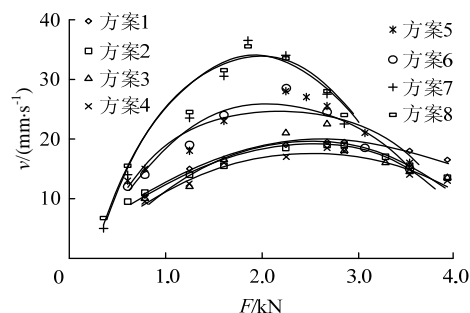


图6 泥岩强度变化时钻进反馈信号对比

Fig.6 The comparison of drilling feedback signal with different mudstone strength

其中钻削区起始推力水平为研磨区与钻削区的分界点, 最大钻速对应推力值为钻削区与阻塞区的分界点。钻进速度随泥岩强度的增加而降低, 随着泥岩强度的增加, 研磨区扩展, 研磨过渡区域不明显, 在钻削区内, 钻削区起始推力水平增加, 钻速增长率降低, 钻进速度降低, 最大钻速对应推力值增加; 在阻塞区内, 钻速衰减率降低, 阻塞区上限对应推力值增加。试验条件下泥岩层钻削曲线随强度增加表现为: 钻削区、阻塞区右移、推力区间

增加，曲线峰值降低，峰值位置右移且趋于平缓。

通过对各推力水平下钻进速度随强度变化的测试结果进行回归分析，如图 7，得出回归方程和相关系数见表 2。

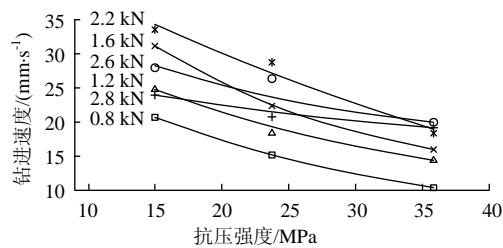


图 7 不同推力水平下抗压强度-钻进速度关系

Fig.7 The relationship between compressive strength and drilling speed under different thrust level

试验条件下泥岩层钻进过程中钻进速度与强度呈负指数关系，即：

$$v = ae^{-b\sigma}$$

(1)

式中： $v$  为钻进速度， $\text{mm/s}$ ， $\sigma$  为抗压强度， $\text{MPa}$ ， $a$  与  $b$  均为回归系数，推力水平不同时，系数  $a$  与  $b$  也不相同，其中  $a$  值接近于某一推力水平下泥岩中钻进的极限速度。

表 2 不同推力水平下钻速-强度回归分析

Table 2 Drilling speed-strength regression analysis under different thrust level

推力水平/kN	回归方程	相关系数
0.8	$v = 30.741e^{-0.0293\sigma}$	0.998 2
1.2	$v = 37.530e^{-0.0298\sigma}$	0.996 9
1.6	$v = 48.693e^{-0.0307\sigma}$	0.998 6
2.2	$v = 50.020e^{-0.0267\sigma}$	0.970 1
2.6	$v = 34.923e^{-0.0151\sigma}$	0.938 5
2.8	$v = 26.462e^{-0.0089\sigma}$	0.945 3

3 结 论

1) 试验条件下，泥岩钻进全过程推力-钻速曲线可划分为 3 个区域：研磨区、钻削区和阻塞区，没有明显的研磨钻削过渡区，推力达到一定值时，出现由研磨区直接进入钻削区的跃迁现象，钻进速度大幅提升。

2) 泥岩钻进时钻削区内钻进速度随推力增加而呈近似线性增加，阻塞区的钻进曲线较为特殊，存在 1 个推力节点，推力大于此范围时，转变为钻速随推力的增加而减小，曲线下压。推力继续增加时钻进速度骤降为零，钻孔过程表现为推力过大时压迫钎杆，增加了钻头的回转阻力，使之不能运动，堵钻、卡钻甚至折断钎杆。

3) 相同推力水平条件下，泥岩强度越大，钻进速度越小，钻进速度与泥岩强度呈负指数关系，即  $v=ae^{-b\sigma}$ ， $a$  值接近于某一推力水平下泥岩中钻进的极限速度。

参考文献：

[1] 孙正心. 对锚杆钻机研制中几个问题的探讨[J]. 煤炭科学技术, 1999, 27(12): 37-40.

SUN Zheng-xin. Discussion on some issues in research and development of roof bolting machine[J]. Coal Science and Technology, 1999, 27(12): 37-40.

[2] 贾明魁. 锚杆支护煤巷冒顶事故研究及其隐患预测[D]. 北京: 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 2004.

[3] 贾明魁. 岩层组合劣化型冒顶机制研究[J]. 岩土力学, 2007, 28(7): 1343-1347.

JIA Ming-kui. Research on roof falling mechanism of deteriorative strata combination supported by bolts[J]. Rock and Soil Mechanics, 2007, 28(7): 1343-1347.

[4] 贾明魁. 锚杆支护煤巷冒顶成因分类新方法[J]. 煤炭学报, 2005, 30(5): 568-570.

JIA Ming-kui. A new way of genetic classification on roof falling of bolt supporting roadway[J]. Journal of China Coal Society, 2005, 30(5): 568-570.

[5] 邓广涛, 马念杰, 贾明魁. 人工神经网络在煤巷顶板岩性识别中的应用[J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23(2): 182-185.

DENG Guang-tao, MA Nian-jie, JIA Ming-kui. Application of artificial neural network in identifying lithology of roadway roof strata[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2006, 23(2): 182-185.

[6] 刘洪涛, 马念杰. 煤矿巷道冒顶高风险区域识别技术[J]. 煤炭学报, 2011, 36(12): 2043-2047.

LIU Hong-tao, MA Nian-jie. Coal mine roadway roof caving high risk areas recognition technology[J]. Journal of China Coal Society, 2011, 36(12): 2043-2047.

[7] 李学华, 梁顺, 姚强岭, 等. 泥岩顶板巷道围岩裂隙演化规律与冒顶机理分析[J]. 煤炭学报, 2011, 36(6): 903-908.

LI Xue-hua, LIANG Shun, YAO Qiang-ling, et al. Analysis on fissure-evolving law and roof-falling mechanism in roadway with mudstone roof[J]. Journal of China Coal Society, 2011, 36(6): 903-908.

[8] 贾善坡, 陈卫忠, 于洪丹, 等. 泥岩大变形隧道盾构施工法的围岩稳定性分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(增刊 2): 3897-3903.

JIA Shan-po, CHEN Wei-zhong, YU Hong-dan, et al. Analysis of surrounding rock stability of mudstone large-deformation tunnel excavated by shield construc-

- tion method[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2007, 26(Supp 2): 3897-3903.
- [9] 姚强岭, 李学华, 瞿迪群, 等. 泥岩顶板巷道遇水冒顶机理与支护对策分析[J]. 采矿与安全工程学报, 2011, 28(1): 28-33.
- YAO Qiang-ling, LI Xue-hua, QU Qun-di, et al. Supporting countermeasures and roof falling mechanism reacting with water in mudstone roof roadway[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2011, 28(1): 28-33.
- [10] 于怀昌, 周敏, 刘汉东, 等. 粉砂质泥岩三轴压缩应力松弛特性试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(4): 803-811.
- YU Huai-chang, ZHOU Min, LIU Han-dong, et al. Experimental investigation on stress relaxation properties of silty mudstone under triaxial compression[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2011, 30(4): 803-811.
- [11] 马占国, 兰天, 潘银光, 等. 饱和破碎泥岩蠕变过程中孔隙变化规律的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(7): 1447-1454.
- MA Zhan-guo, LAN Tian, PAN Yin-guang, et al. Experimental study of variation law of saturated broken mudstone porosity during creep process[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2009, 28(7): 1447-1454.
- [12] 于怀昌, 李亚丽, 刘汉东, 等. 粉砂质泥岩常规力学—蠕变以及应力松弛特性的对比研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2012, 31(1): 60-70.
- YU Huai-chang, LI Ya-li, LIU Han-dong, et al. Comparative study of conventional mechanical, creep and stress relaxation properties of silty mudstone under triaxial compression[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2012, 31(1): 60-70.
- [13] 杨振峰, 缪林昌. 粉砂质泥岩的强度衰减与环境效应试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(12): 2576-2582.
- YANG Zhen-feng, MIU Lin-chang. Experimental study on silty mudstone strength attenuation and environmental effect[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2007, 26(12): 2576-2582.

## 热烈祝贺“2013 科学采矿论坛”暨 “第十七届矿压理论与实践研讨会”隆重召开

2013 年 10 月 26~28 日, 由《采矿与安全工程学报》编辑部主办、煤炭资源与安全开采国家重点实验室协办、西安科技大学能源学院承办的“2013 科学采矿论坛”暨“第十七届矿压理论与实践研讨会”在陕西省西安市隆重召开。美国国家工程院院士、西弗吉尼亚大学采矿工程系彭赐灯(Syd S. Peng)教授, 中国矿业大学副校长缪协兴教授, 西安科技大学副校长韩江水教授、李树刚教授, 湖南科技大学正校督导冯涛教授, 河南理工大学副校长周英教授及相关负责同志出席会议。来自全国相关领域的知名专家学者、工程技术人员和西安科技大学的师生共计 150 余人参加会议。

在会议开幕式上, 西安科技大学副校长李树刚教授致辞。他首先代表全校师生对 2013 科学采矿论坛的召开表示热烈祝贺, 对出席大会各级领导、嘉宾和专家学者表示衷心感谢, 并对西安科技大学的办学历史和办学现状进行了简要介绍。他希望与会专家学者能够以本届论坛的举办为契机, 密切联系、加强合作, 共同为科学采矿技术的发展作出更大的贡献。

报告会上, 缪协兴教授首先作了题为“充填采煤技术与岩层控制理论”的学术报告, 介绍了我国充填采煤技术的研究背景、固体充填采煤的发展历程、充填采煤的岩层控制理论、综合机械化固体充填采煤技术及研究展望。西安科技大学伍永平教授、黄庆亨教授, 河南理工大学李化敏教授, 湖南科技大学王卫军教授, 太原理工大学贾喜荣教授, 中国矿业大学(北京)高延法教授, 辽宁工程技术大学王学滨教授, 河北工程大学杨本生教授, 中国矿业大学窦林名教授、张农教授、刘长友教授、蒋斌松教授、曹胜根教授、方新秋教授以及来自国内各矿业高校和科研院所的 20 多位专家学者, 就大倾角煤层开采、深部煤炭开采、浅埋煤层开采、巷道围岩控制等问题作了专题报告。

与会代表围绕“科学采矿”, 从矿业发展战略、采动岩体力学基础理论、矿压与岩层运动控制与环境协调的煤炭资源绿色开采以及煤炭资源安全高效开采等多方面、多角度开展了学术研讨和技术交流。