

爆破动荷载作用下围岩累积损伤效应声波测试研究

闫长斌, 徐国元, 杨 飞

(中南大学资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 基于声波测试原理, 利用 RSM-SY5 智能型声波仪, 对厂坝铅锌矿某巷道围岩在爆破动荷载作用下产生的累积损伤效应进行了现场试验研究。研究表明: 既有开挖爆破对巷道围岩的影响深度为 0.8~1.2 m, 根据钻孔的深度, 在 3.5~4.8 m 深度的岩体内进行爆破累积损伤效应研究是可行的; 随着爆破次数的不断增加, 岩体声波速度逐渐降低, 损伤度 D 呈现出非线性累积规律; 随着与爆源距离的增大, 岩体爆破损伤程度减小, 累积损伤效应逐渐变得不明显; 水平和垂直方向测试结果存在较大差异, 说明爆破作用下岩体损伤具有各向异性的特征。爆破装药位置和药量对岩体损伤累积规律有一定的影响。装药区段范围内的岩体损伤程度最严重, 装药量越大, 岩体损伤程度也越大。测试成果为进一步的岩体力学参数研究和地下洞室稳定性分析提供了参考依据。

关键词: 声波测试; RSM-SY5 智能型声波仪; 爆破动荷载; 累积损伤效应

中图分类号: TD253

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2007)01-0088-05

作者简介: 闫长斌(1980-), 男, 河南濮阳人, 博士研究生, 主要从事地下工程与岩石动力学方面的研究。E-mail: yanchangbin_2001@163.com。

Measurement of sound waves to study cumulative damage effect on surrounding rock under blasting load

YAN Chang-bin, XU Guo-yuan, YANG Fei

(School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Cumulative damage effect of surrounding rock in some gallery in Changba Lead-zinc Mine was studied by in-situ tests on sound waves, using RSM-SY5 intelligent sound wave apparatus, based on the sound wave measuring theory. It was shown that the damage depth of surrounding rock caused by old blasting excavation was 0.8~1.2 m, and researches on cumulative damage effect within 3.5~4.8 m were feasible according to the depth of boring holes. The acoustic wave velocity gradually decreased with the increasing of blasting times, and the damage degree (D) presented a rule of non-linear cumulation. The blasting damage degree decreased with the increasing of distance, and gradually became indistinct. The measured horizontal results were different from those of vertical, which illuminated that damage of rock mass under blasting load was anisotropic. The charge and its position could influence the damage cumulative rules of rock mass. The damage degree of rock mass within the range of charging was most severe. And the more the charge was, the more severe the damage degree of rock mass was. The test results provided references for the researches on mechanical parameters of rock mass and the stability analysis of underground chambers.

Key words: sound wave measurement; RSM-SY5 intelligent sound wave apparatus; blasting load; cumulative damage effect

0 引 言

隧道、地下厂房和巷道等地下岩石工程, 大多采用钻爆法施工。无论采用何种方式, 都不可避免地会对预留岩体造成一定程度的损伤和破坏, 从而威胁工程稳定性^[1]。爆破引起的围岩损伤问题, 一直是爆破和岩石力学界关心的中心问题之一^[2]。研究表明^[3-5]: 爆破对岩体损伤和破坏作用机理是由于在爆炸荷载作用下岩石内部大量微裂纹的形成、扩大和贯穿而导致岩石宏观力学性能的劣化乃至最终失效或破坏的一个连

续损伤演化累积过程。

实际上, 损伤累积导致宏观失效的过程并不是某一次爆破作用的结果, 而是多次重复爆破造成的, 例如隧道开挖掘进循环爆破作业和矿山生产频繁重复爆

基金项目: 国家自然科学基金重大项目 (50490272); 国家“十五”科技攻关项目 (2003BA612A-10-2); 中南大学博士学位论文创新工程项目 (040109)

收稿日期: 2005-10-31

破作业等。只针对某一次爆破,分析岩体损伤和破坏情况,无法全面揭示爆破动荷载作用下岩体损伤和失稳的作用机理。因此,有必要开展多次重复爆破作用下,岩体累积损伤效应研究。Napier 和 Peirce^[6]在研究多级膨胀技术时,就提出了地震循环效应(Seismic recurrence effects)的概念。加拿大 Alberta 大学的 A Karami 等,研究了爆破振动反复加载下岩体的疲劳寿命问题,为预报围岩稳定性、选择适当支护方法提供了帮助。阳生权^[7]结合现场爆破地震波测试,初步研究了爆破地震累积效应,利用岩体应力记忆效应理论,采用振动速度波形单位等效面积简单分析了多波作用机理。鉴于爆破累积损伤效应的复杂性,前人的研究工作只是前提性的初步探讨,并没有建立合理的理论模型,也没有提出可行的试验方法。

如何判别爆破引起的岩体损伤,文献[8~10]在研究爆破损伤影响范围时,介绍了声波探测方法和层析成像法。岩石介质声波测试技术是近40年来发展起来的一种新技术,具有简便、快捷、可靠、经济及无破损等特点,目前已广泛应用于岩体动弹性参数测定、岩体内缺陷(如断层、溶洞和软弱夹层)探测、地基和岩体加固效果检测、地下洞室松动圈探测和爆破损伤破坏范围等方面^[11-12]。实践证明^[13-16],应用声波探测技术研究爆破引起的损伤程度和影响范围是切实可行的方法。然而,应用声波测试技术进行岩体爆破累积损伤效应研究,国内外尚未诸见报道。本文利用RSM-SY5智能型声波仪,基于声波测试原理,对厂坝铅锌矿某巷道围岩在爆破动荷载作用下产生的累积损伤效应进行了现场声波测试研究。在确定既有爆破开挖损伤破坏深度的基础上,根据钻孔深度,给出了合理的爆破累积损伤效应研究范围(3.5~4.8 m)。共进行了10次模拟爆破,获得了岩体损伤程度与爆破次数之间的关系,分析了岩体在多次爆破作用下产生的损伤累积规律和岩体各向异性特点。为进一步的岩体力学参数研究和地下洞室稳定性分析提供了参考依据。

1 累积损伤与岩体声速之间的关系

1.1 岩体损伤对声波传播速度的影响

工程实践证明,岩体中存在大量随机分布的初始损伤(如节理、微裂隙等)。在爆破荷载作用下,爆破近区岩体中产生新裂缝,同时由于应力波作用,已经存在的节理、裂隙不断扩展、成核、贯通,形成主裂缝。根据惠更斯原理,声波到达结构界面时,将产生反射、散射和绕射等作用。因此,这些微裂缝和宏观断裂延长了传播路径,降低了声波速度。而且声速降低程度与裂缝数量、宽度有着密切关系^[17]。随着爆破次

数的增加,裂缝不断增加、扩展、张开,使得岩体中声波速度不断降低。根据声速的变化特征,可以判别爆破对岩体的损伤情况,这就是应用声波测试技术研究爆破作用下围岩累积损伤效应的理论依据。

1.2 岩体损伤判定标准

文献[14]基于声波法建立了岩体损伤度 D 、完整性系数 K 和声速降低率 η 之间的关系:

$$D = 1 - \frac{E}{E_0} = 1 - \left(\frac{v}{v_0} \right)^2 = 1 - K = 1 - (1 - \eta)^2, \quad (1)$$

式中, E_0 为爆破前岩体的弹性模量, E 为爆破后岩体的等效弹性模量, v_0 为爆破前岩体的声波速度, v 为爆破后岩体的声波速度。

我国制定的《水工建筑物岩石基础开挖工程技术规范》^[18]中规定,当 $\eta > 10\%$ 时,即判定岩体受到爆破损伤破坏。对应的岩体损伤阈值为 $D_{cr} = 0.19$ 。

2 试验过程

2.1 现场测点布置

测试地点位于厂坝铅锌矿李家沟矿区1202 m水平73—75线间某巷道。爆破孔和声波测试孔均布置在巷道侧墙上,测点布置情况见图1。

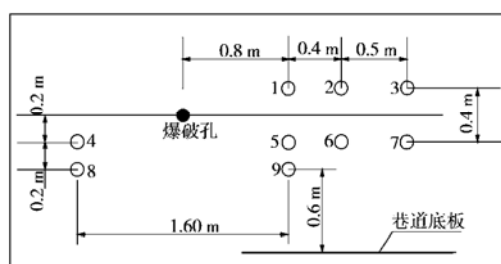


图1 孔位布置示意图

Fig. 1 Arrangement of holes

钻孔均采用YG90型中深孔钻机施工,所有钻孔深度均为4.90 m,孔径均为 $\phi 60$ mm。共有9个声波测试孔和1个爆破孔,为测试方便,所有钻孔均水平向下倾斜 5° ,所有钻孔保持平行。施工过程中,7号孔的第5根钎杆掘进时,突然被卡住,且2号孔中有水流出。说明7号孔和2号孔在孔的底部贯通,二者之间存在局部破碎带。测试时,7号孔和2号孔作废。

2.2 测试仪器

采用中国科学院武汉岩土力学研究所生产的RSM-SY5智能型声波仪,其主要性能为:双通道,最小采样间隔 $0.1 \mu s$,12位A/D转换,定点或浮点增益范围1~10000,多种触发方式与电平选择,具有简单频谱分析功能。采用收发分开的双孔增压式换能器,其频率为60 kHz。图2为声波测试仪器的实物照片。



图 2 声波测试仪

Fig. 2 Test apparatus for sound waves

2.3 测试过程

本次现场试验研究采用小药量爆破模拟测试，共进行了10次爆破，具体爆破参数见表1。采用一发一收的跨孔测试方式，测试过程中发射探头与接收探头保持平行。爆破前，首先对所有声波孔进行测试，以查明爆破前围岩中声波速度的分布情况，确定既有爆破开挖对围岩损伤和扰动程度与深度。并以此估计原岩区域范围，为爆破累积损伤研究深度范围提供参考依据。测试剖面线共5条，编号分别为4-5、8-9、1-5、1-6和3-6，见图1。测试时，声波换能器从测试孔底部开始逐渐向孔口移动，每次的移动距离为0.2 m。在每次测试前，必须对声波测试参数进行仔细设置，包括测试剖面编号、采样率、增益、延迟时间、校零、孔口位置和孔距等。

表 1 岩体爆破参数

Table 1 The parameters of rock mass

爆破序号	装药量/g	装药底部孔深/m	炸药类型	充填效果
1	70	4.90	乳化炸药	较好
2	75	4.85		
3	70	4.80		
4	72	4.75		
5	70	4.70		
6	75	4.65		
7	70	4.60		
8	72	4.55		
9	80	4.50		
10	120	4.50		

3 测试结果与分析

3.1 既有爆破开挖损伤范围

选取具有代表性的3条剖面线，分别是4-5、1-5和1-6进行测试数据分析，爆破前典型的声速-深度关系曲线见图3。测试发现，由于围岩完整性好，强度较高，既有开挖爆破对围岩损伤程度较小。由测试数据和图3可知，剖面4-5既有开挖爆破影响深度为1.6 m左右，而剖面1-5和1-6的影响深度仅为0.9 m左右。与巷道轴线垂直和平行方向的影响深度之所以不同，原因是测试剖面不在同一轴线上，这也说明了岩体声速和结构的各向异性特性。另外，岩体声波速度并非完全是随着深度增加而递增。例如在4-5剖面

的3.0~3.5 m之间出现波速突降，可能是存在局部破碎带或小型孔洞的缘故。各剖面测试分析结果见表2。

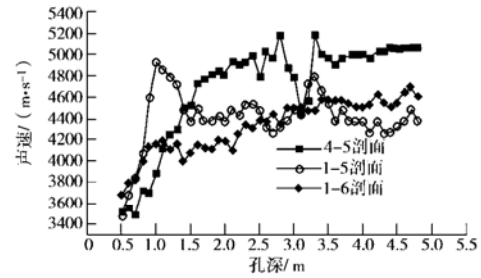


图 3 爆破前典型的声速-深度关系曲线

Fig. 3 The typical curves of velocity and depth before blasting

表 2 爆破前测试分析情况

Table 2 The detonation parameters

测试剖面	孔距/m	与爆源的 距离/m	平均声速 /(m·s ⁻¹)	损伤深度/m (基于损伤 阈值为0.19)
4-5	1.60	0.20	4968	1.6
8-9	1.60	0.40	4978	1.4
1-5	0.40	0.80	4432	0.9
1-6	0.57	1.00	4533	0.9
3-6	0.64	1.45	4451	1.0

3.2 爆破累积损伤效应分析

要研究多次爆破对岩体的累积损伤效应，必须避开既有爆破开挖损伤的影响。因此，根据爆破前普查型测试分析结果，确定爆破累积损伤的研究范围是3.5~4.8 m，此范围内岩体可以视为原岩。

图4~6分别为剖面4-5、1-5和3-6不同爆破次数的声速-深度关系曲线。从图可见，岩体累积损伤效应研究范围(3.5~4.8 m)内声波速度随爆破次数的增加而不断降低。测试剖面4-5、1-5和3-6与爆源的距离依次增加，爆破损伤程度和范围均不断减小。由图6可见，剖面3-6几乎没有受到爆破的影响。

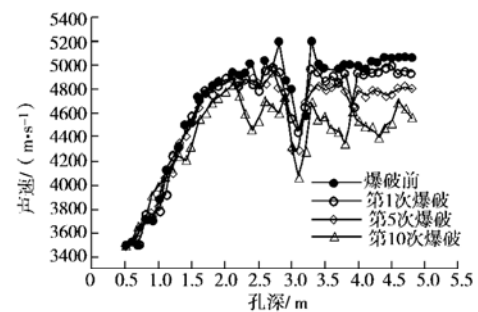


图 4 剖面 4-5 不同爆破次数的声波速度-孔深关系曲线

Fig. 4 The relation between velocity and depth of section 4-5 for different blasting times

表3为4.5 m深度处10次爆破岩体声速变化与损伤度，图7为各测试剖面4.5 m深度处岩体损伤度与爆破次数的关系曲线。从表3和图7可以看出，4.5 m深度处各剖面岩体声波速度均随爆破次数的增加而不断降低，岩体损伤度随爆破次数的增加呈现单调递增

趋势。然而, 10 次爆破后声速降低率的最终值并不是每一次爆破后声速降低率的简单叠加, 而是一种非线性累积关系, 说明爆破累积损伤效应的累积过程具有非线性特性。随着测试剖面与爆源距离的增加, 剖面 4-5、8-9、1-5、1-6 和 3-6 在 4.5 m 深度处岩体的声速降低率和损伤度依次减小。图 7 中虚线表示岩体损伤阈值 (D_{cr}) 线, 超过虚线高度的部分表示已经发生损伤破坏。由图可知, 剖面 4-5 在第 5 次爆破后, 已达到损伤阈值; 剖面 8-9 在第 8 次爆破后, 基本接近损伤阈值; 而其它剖面经历 10 次爆破后, 岩体损伤度均小于损伤阈值。这与爆破药量较小有关。

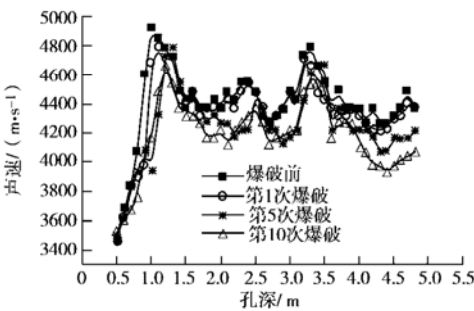


图 5 剖面 1-5 不同爆破次数的声波速度 - 孔深关系曲线
Fig. 5 The relation between velocity and depth of section 1-5 for different blasting times

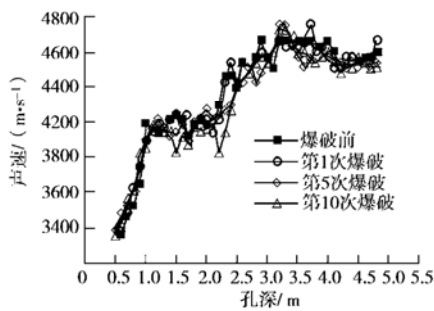


图 6 剖面 3-6 不同爆破次数的声波速度 - 孔深关系曲线
Fig. 6 The relation between velocity and depth of section 3-6 for different blasting times

表 4 为 8-9 剖面 3.6~4.8 m 范围内岩体声速变化与损伤度, 图 8 为 8-9 剖面 3.6~4.8 m 范围内岩体损伤度随深度的变化关系。可以发现, 从第 3 次爆破到第 10 次爆破, 损伤度不断增大, 同时最大损伤度对应的深度减小, 是因为爆破孔装药位置深度不断减小, 具体装药位置见表 1。装药区段范围内, 岩体损伤程度最严重, 这与文献[17, 18]中的测试结果是一致的。另外, 第 3 次爆破、第 5 次爆破和第 7 次爆破岩体损伤度曲线的差距较小, 而第 7 次爆破和第 10 次爆破岩体损伤度曲线距离较大, 这是由于第 9 次爆破和第 10 次爆破的药量比较大造成的, 具体的药量情况见表 1。

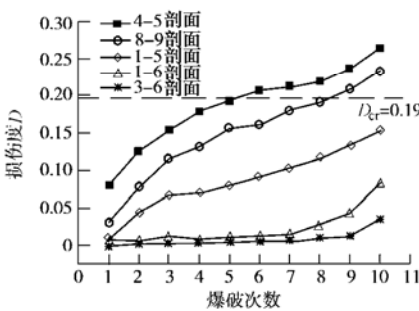


图 7 4.5 m 深度处岩体损伤度与爆破次数关系曲线
Fig. 7 The relation between damage degree and blasting times at the depth of 4.5 m

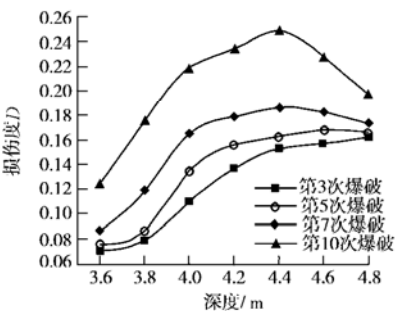


图 8 8-9 剖面 3.6~4.8 m 范围内岩体损伤度随深度的变化
Fig. 8 The variation of damage degree with depth of section 8-9 within 3.6~4.8 m

表 3 4.5 m 深度处 10 次爆破后岩体声速变化与损伤度

Table 3 The variation of velocity and damage degree at the depth of 4.5 m after ten times' blasting

爆破 次数	4-5 剖面		8-9 剖面		1-5 剖面		1-6 剖面		3-6 剖面	
	声速降 低率/%	损伤度	声速降 低率/%	损伤度	声速降 低率/%	损伤度	声速降 低率/%	损伤度	声速降 低率/%	损伤度
1	4.03	0.08	1.56	0.03	0.51	0.01	0.45	0.01	0.00	0.00
2	6.50	0.13	3.95	0.08	2.24	0.04	0.38	0.01	0.13	0.00
3	8.01	0.15	5.95	0.12	3.44	0.07	0.66	0.01	0.18	0.00
4	9.37	0.18	6.76	0.13	3.57	0.07	0.48	0.01	0.17	0.00
5	10.18	0.19	8.14	0.15	4.09	0.08	0.59	0.01	0.23	0.00
6	10.92	0.20	8.40	0.16	4.71	0.09	0.65	0.01	0.27	0.00
7	11.22	0.21	9.46	0.18	5.28	0.10	0.78	0.02	0.31	0.00
8	11.61	0.22	10.07	0.19	5.97	0.12	1.40	0.03	0.49	0.01
9	12.63	0.24	11.04	0.21	6.90	0.13	2.18	0.04	0.62	0.01
10	14.23	0.26	12.43	0.23	7.95	0.15	4.24	0.08	1.78	0.03

表 4 8-9 剖面 3.6~4.8 m 范围内岩体声速变化与损伤度

Table 4 The variation of velocity and damage degree of section 8-9 within 3.6~4.8 m

深度 /m	第 3 次爆破		第 5 次爆破		第 7 次爆破		第 10 次爆破	
	声速降低率 /%	损伤度	声速降低率 /%	损伤度	声速降低率 /%	损伤度	声速降低率 /%	损伤度
3.6	3.60	0.07	3.89	0.08	4.46	0.09	6.41	0.12
3.8	4.05	0.08	4.48	0.09	6.14	0.12	9.22	0.17
4.0	5.66	0.11	6.96	0.13	8.65	0.16	11.61	0.22
4.2	7.10	0.14	8.13	0.15	9.39	0.18	12.51	0.23
4.4	7.97	0.15	8.49	0.16	9.79	0.19	13.32	0.25
4.6	8.19	0.16	8.80	0.17	9.60	0.18	12.14	0.23
4.8	8.48	0.16	8.67	0.16	9.10	0.17	10.43	0.20

4 结 语

(1)既有爆破开挖对巷道围岩的损伤影响深度为 0.8~1.2 m，根据钻孔深度，在 3.5~4.8 m 岩体内进行爆破累积损伤效应研究是可行的。

(2)随着爆破次数的不断增加，岩体声波速度逐渐降低，损伤度 D 呈现出非线性累积规律，爆破累积损伤效应的累积过程具有非线性特性。

(3)随着与爆源距离的增大，岩体爆破损伤程度减小，累积损伤效应逐渐不明显。

(4)水平和垂直方向声波测试结果存在较大差异，说明爆破作用下岩体损伤具有各向异性特征。

(5)爆破装药位置和装药量对岩体损伤累积规律有一定的影响。装药区段范围内，岩体损伤程度最严重，装药量越大，损伤程度也越大。

致谢：本文的现场试验工作得到甘肃省白银公司厂坝铅锌矿领导和计划科、采掘队等部门的大力支持和帮助，在此向他们致以衷心的感谢！

参考文献：

[1] 杨小林, 王梦恕, 王树仁. 爆破对岩体基本质量的影响及试验研究[J]. 岩土工程学报, 2000,22(4): 461 - 464.(YANG Xiao-lin, WANG Meng-shu, WANG Shu-ren. Blasting effects on basic quality of rock mass and its experimental investigation[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2000,22(4): 461 - 464.(in Chinese))

[2] 寇绍全. 从第四届岩石爆破国际会议看当前岩石爆破技术的发展趋势[J]. 力学进展, 1994,24(1): 132 - 135.(KOU Shao-quan. Trend analysis of rock blasting technique from the fourth international symposium on rock fragmentation by blasting [J]. Advances in Mechanics, 1994,24(1): 132 - 135.(in Chinese))

[3] HAO H, WU C H, ZHOU Y X. Numerical analysis of blast-induced stress waves in a rock mass with anisotropic

continuum damage models, part I: equivalent material property approach [J]. Rock Mech and Rock Eng, 2002,35(2): 79 - 94.

[4] INNAURATO N, MANCINI R, CARDU M. On the influence of rock mass quality of blasting work in tunnel driving[J]. Tunneling and Underground Space Technology, 1998,13(1): 81 - 89.

[5] 李海波, 蒋会军, 赵 坚, 等. 动荷载作用下岩体工程安全的几个问题[J]. 岩石力学与工程学报, 2003,22(11): 1887 - 1891.(LI Hai-bo, JIANG Hui-jun, ZHAO Jian, et al. Some problems about safety analysis of rock engineering under dynamic load[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2003,22(11): 1887 - 1891.(in Chinese))

[6] NAPIER J A L, PEIRCE A P. The use of a multiple expansion techniques to analyze large scale fracture process and seismic recurrence effects in deep level mines [J]. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 1997,34(3/4): 680 - 691.

[7] 阳生权. 爆破地震累积效应理论和应用初步研究[D]. 长沙: 中南大学, 2002.(YANG Sheng-quan. Study on theory and application of blasting vibration cumulative effects[D]. Changsha: Central South University, 2002.(in Chinese))

[8] 熊海华, 卢文波, 李小联, 等. 龙滩水电站右岸导流洞开挖中爆破损伤范围研究[J]. 岩土力学, 2004,25(3): 432 - 436.(XIONG Hai-hua, LU Wen-bo, LI Xiao-lian, et al. Study on blast-induced damage zone for excavation of diversion tunnel at right bank of Longtan Hydroelectric Project[J]. Rock and Soil Mechanics, 2004,25(3): 432 - 436.(in Chinese))

[9] 彭德红. 边坡开挖爆破的声波测试技术[J]. 武汉理工大学学报, 2004,26(12):38 - 41.(PENG De-hong. Sound wave test technology for blasting excavation in side slope[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2004,26(12): 38 - 41.)

[10] 蔡德所, 张继春, 刘浩吾, 等. 圈定基岩爆破损伤范围的声层析成像技术[J]. 岩土工程学报, 1997,19(6): 11 - 15.(CAI De-suo, ZHANG Ji-chun, LIU Hao-wu, et al.

- Seismic tomography technique for determining damage range in bed rock blasting[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 1997,19(6): 11 - 15.(in Chinese))
- [11] 赵明阶, 徐 蓉. 岩石声学特性研究现状及展望[J]. 重庆交通学院学报, 2000,19(2): 79 - 86.(ZHAO Ming-jie, XU Rong. The present situation and prospect of the acoustic properties present in rock[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2000,19(2): 79 - 86.(in Chinese))
- [12] 李造鼎. 岩体测试技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1993.(LI Zao-ding. Measurement technology of rock mass[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1993.(in Chinese))
- [13] 孟吉复, 惠鸿斌. 爆破测试技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1992.(MENG Ji-fu, HUI Hong-bin. Blasting measurement technology[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1992.(in Chinese))
- [14] 朱传云, 喻胜春. 爆破引起岩体损伤的判别方法研究[J]. 工程爆破, 2001,7(1): 12 - 16.(ZHU Chuan-yun, YU Sheng-chun. Study on the criterion of rock mass damage caused by blasting[J]. Engineering Blasting, 2001,7(1): 12 - 16.(in Chinese))
- [15] 王代华, 刘 军, 柏德强. 露天边坡在爆破作用下损伤特征的试验研究[J]. 煤炭学报, 2004,29(5): 532 - 535.(WANG Dai-hua, LIU Jun, BO De-qiang. Experimental study on the damage characteristics of the slope under blasting[J]. Journal of China Coal Society, 2004,29(5): 532 - 535.(in Chinese))
- [16] 杨 军, 金乾坤, 黄风雷. 岩石爆破理论模型及数值计算[M]. 北京: 科学出版社, 1999.(YANG Jung, JIN Qian-kun, HUANG Feng-lei. Theoretical models of rock blasting and numerical calculation[M]. Beijing: Science Press, 1999.(in Chinese))
- [17] LIU Li-qing, KATSABANIS P D. Development of a continuum damage model for blasting analysis [J]. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 1997,34(2): 217 - 231.
- [18] 李俊如, 夏 祥, 李海波. 核电站基岩爆破开挖损伤区研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2005,24(S1): 4674 - 4678.(LI Jun-ru, XIA Xiang, LI Hai-bo. Study on blast-induced bedrock damage extension for a nuclear power station project[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2005,24(S1): 4674 - 4678.(in Chinese))

2007 年第二十届全国振动与噪声高技术及应用学术会议 征文通知

2007 年是中国振动工程学会成立二十周年,也是中国振动工程学会振动与噪声控制分会成立二十周年。为庆祝分会成立二十周年,定于 2007 年 10 月在杭州召开第二十届全国振动与噪声高技术及应用学术会议。本次会议安排与总会“第九届全国振动理论及应用学术会议”同时召开,设立分会会场,同时举办分会二十周年庆典和分会五届二次理事会议及常务理事会议。

本次会议由东方振动和噪声技术研究所和浙江大学机械与能源学院共同承办。会议将出版论文集《现代振动与噪声技术》(第 5 卷),并选择优秀论文推荐给《振动工程学报》和《振动与冲击》等杂志刊出。本会主办的第十九届学术会议代表投稿和参会踊跃,效率高,效果好,极大地促进了学术繁荣和发展,在国内有较大的影响力。欢迎广大专家学者、科技人员和在读研究生踊跃投稿和参会。

1. 时间要求

(1) 2007 年 3 月 1 日之前将回执用传真、信函或电子邮件等方式发寄至东方振动和噪声技术研究所办公室。

(2) 2007 年 6 月 1 日之前提交论文全文。

(3) 论文录用通知将于 7 月 1 日之前发出。

(4) 2007 年 9 月份论文集出版。

(5) 会议召开的具体时间、地点和其它有关事项另行通知。

2. 联系方式

地址: 北京市海淀区上地科贸大厦 516 室, 东方振动和噪声技术研究所办公室

E-mail: dasp@coinv.com.cn

传真: 010-62970728

邮编: 100085

电话: 010-62989889, 62973477

联系人: 雷速华

(全国振动与噪声高技术会议组委会 供稿)