

感谢您对《矿业研究与开发》杂志的支持，请您按以下投稿格式及要求进一步修改完善您的论文，谢谢合作！

论文编写请遵从 GB/T 7713.2—2022《学术论文编写规则》。论文体例、名词术语、字符应符合国家相关规范（全国科学技术名词审定委员会审定的规范用语见 <https://www.termonline.cn/index>），避免歧义和口语化，如实验试验、粘黏、质量浓度体积浓度 mol 浓度等要厘清，请严格按国家规范、审稿建议（但不限于）认真修改（复审抽查若发现修改稿错漏太多，为提高效率、节省人力，本刊将作退稿处理，感谢您对本刊的厚爱），主要修改请用红或蓝字示出，以方便审阅。

论文包括（按顺序）：中文标题、作者、工作单位（包括一级单位、二级单位、所在省、市、邮编）、中文摘要、中文关键词、中图分类号、正文、参考文献、英文标题、作者汉语拼音、工作单位英译名、英文摘要、英文关键词。

DOI:10.13827/j.cnki.kyyk.2023.07.011

基于钻孔卸压的硬脆性紫砂岩岩爆局部解危试验研究^{*}

刘加柱^{1,2}, 高永涛^{1,2}, 周喻^{1,2}, 彭阳^{1,2}, 徐辉^{1,2}, 董翔^{1,2}, 邹玉龙³

(1. 北京科技大学 土木与资源工程学院, 北京 100083;
2. 北京科技大学 金属矿山高效开采与安全教育部重点实验室, 北京 100083;
3. 龙口煤电有限公司梁家煤矿, 山东 烟台市 265700)

3号黑体
4号楷体
5号宋体

论文题目紧贴文章主旨；各位作者名字之间用逗号间隔，本文研究工作的主要参与人员必须署名，未参与工作者不宜署名，作者在文末可以“致谢”形式对本文研究工作给予指导以及提供方便、数据者表示感谢。

作者单位为学者者写到二级单位（学院）；集团单位写到集团的下一级，如“××集团××矿业公司”，企、事业及研究设计单位只写本单位工商注册名称；国家、省部重点实验室单独列出；作者地址要求省会城市后面不用加“市”，非省会城市须加“市”。

小5号楷体，摘要内容要求具有自明性，字数300字左右为宜，不超过500字。

摘要：岩爆可造成严重的人员伤亡和经济损失，钻孔卸压是一种防治岩爆灾害的有效手段。基于声发射与数字图像相关技术(Digital image correlation method, DIC)对完整及不同夹角双钻孔紫砂岩进行单轴压缩岩爆试验,分析紫砂岩力学特性及破裂特征,得出声发射特征规律,并对钻孔卸压效果进行评估。结果表明,岩石表现出显著的脆性,起裂位置及破坏模式随夹角变化而变化;可将岩石的声发射时序变化特征划分为平静—突变型、缓增—数级突变型及稳增—突变型,在临近破坏阶段,以中幅值信号为主,并伴有一些高幅值信号;声发射*b*值总体上经历了先升后降的演化过程,有钻孔时的整体*b*值要比无钻孔时大,夹角为45°时的演化最值及整体数值都比较大,微裂纹发展更为充分;随着夹角的增大,卸压效果先增强再减弱,在30°~45°范围时最佳,90°时最差,当岩桥的破裂贯通与试样的整体剪切破坏方向一致时效果最好。研究结果可为卸压孔的布置优化提供理论参考。

关键词：卸压孔；声发射；DIC；紫砂岩；岩爆
中图分类号：TD322⁺.5 **文献标识码：**A
文章编号：1005—2763(2023)07—0079—09

中文摘要撰写要求：

(1) 以文字叙述为主，言简意赅指出本文研究的目的、方法或手段、得到的结论以及意义。

(2) 不分段落，不用图表、化学结构式和非公知公用的符号与术语。

(3) 采用第三人称的写法，不用“本文”“作者”“笔者”等。

(4) 切忌出现自评性语言。

关键词：尽量选用规范词，3~5个为宜，各词间用分号间隔。

中图分类号尽量归到 TD 类。

首页脚注：

收稿日期：2022-09-20

基金项目：国家自然科学基金项目(52164007)；贵州省科技支撑计划项目(黔科合支撑[2021]重点 001 号)。

作者简介：魏礼刚(1973—)，男，山东曲阜人，高级工程师，主要研究方向为地下煤炭开采，E-mail:3011867605@qq.com。

收稿日期：年-月-日（0000-00-00）

基金项目：基金项目官方全名+项目（批准文号）。（同一基金的不同批准文号间用逗号分隔，不同基金间用分号间隔）

作者简介/通信作者：姓名（出生年—），性别，籍贯/出生地，学历，职称，主要研究方向或主要从事的工作，E-mail。

注意事项：基金项目中标示年份的括号用六角括号，而不用方括号；作者简介和通信作者的要求统一为：先学历后职称。

正文格式及注意事项

一、版式：

正文字体采用 5 号宋体，行间距保持在 1.5 倍行距，每段开头应空两个字符，尽量采用双栏排版。

二、引言：

主要内容：

研究对象和内容的边界，阐明研究工作主要为了解决什么问题；前人在本项研究相关领域已有的研究工作（尤其近年的发展现状和文献，简要历史回顾和国内外现状评述，尽量采用评价性语言介绍前人研究成果并建立一一对应的引证关系）和尚存的知识空白；本文研究的理论依据、试验基础和研究方法，作者的意图、预期的结果及其作用和意义。

注意事项：

（1）引言中应当不出现公式、插图、表格，所有必须的插图、表格、公式等全部后移到正文相应位置。

（2）多个参考文献在同一处出现时，若第一作者相同，只写一个作者即可，若第一作者不同，需写出每个参考文献的第一作者，再标注引用序号。例如：LIU、贺桂成、刘玉龙等^[10-12]建立了不同配比条件下胶结充填体的损伤本构模型，并基于能量释放与耗散原理，进行了充填体和岩体的合理匹配研究。

（3）西文文献姓应全大写，名的首字母大写。

三、论文标题：

（1）标题层级最多到 4 级，用阿拉伯数字按“1”、“1.1”、“1.1.1”、“1.1.1.1”的形式编排，占行标题的内部，除书名号和引号外不用标点符号。



（2）各占行标题层次下的“要点”序号：第 1 层用（1），（2），（3），...，第 2 层用①，②，③，...。

（3）较长标题转行时不要割裂词语，更不能因转行而产生歧义或相反义。

（4）注意避免标题沉底（位于页面的最后一行）。

四、量和单位：

公式中的矩阵、向量、张量符号请用黑斜体，变量符号请用斜体(包括点线等)且尽量以单一字符为主表示，函数名请用正体符号（如微分算子 d 、正弦函数 \sin 等），变量字符（包括上下标）的释义须保持唯一且在第一次出现时给出准确解释与数量单位(请注意国家法定计量单位符号的规范性)。

五、图表：

(1) 本刊的插图应为分辨率 600 点的矢量图（刻度线朝向内、标线应粗细适宜且有别、布局简洁美观），标识说明应尽量简化并内植在图上，字符请采用 5.5~7 磅宋黑简体字，图序和图名置于图的下面，半栏图幅宽不超过 7.5 cm，以 5.8 cm 左右为宜；通栏不超过 15 cm，以 11 cm、12 cm、13 cm 为宜。图注在图内空间足够时，应在图中相关处直接标示图注；图内空间不够时，以 1, 2, 3, ... 的顺时针顺序在图内标示位置，在三视图的右下部或图名下面按 1—, 2—, 3—, ... 的顺序一一对应标明图注。

(2) 图、表必须由文字引出（先文后图），并按照其出现的先后顺序用图 1、图 2、图 3、...、表 1、表 2、表 3、... 顺序编排，图序或表序后空 1 个字符再接图名或表题，**图表标题采用中英双语标题。**

(3) 纸质版打印过程中由于是黑白打印，线性图表需用箭头进行标注，有关颜色表述的图应在文中相应内容处标注“颜色标识见电子版”，方便读者区分。

(4) 表格应符合三线表的规范要求（表头应由列的名称或符号与单位组成，表头列名不能空置）。

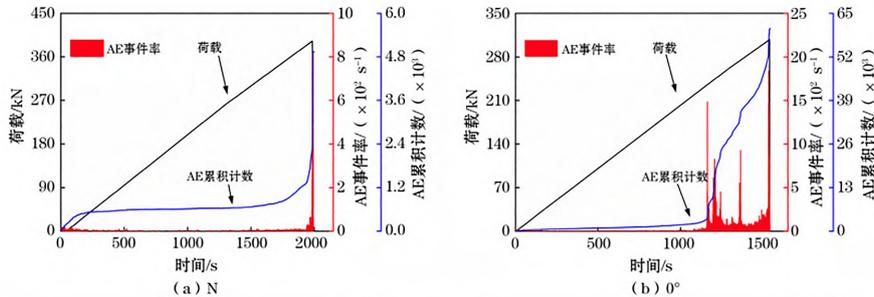


图 7 AE 事件时序特征

Fig.7 Time series characteristics of AE events

表 1 事件单轴抗压强度与弹性模量数值

Table 1 Event uniaxial compressive strength and elastic modulus values

试样	抗压强度/MPa	弹性模量/GPa
N	69.84	10.30
0°	54.83	9.59
15°	57.77	10.11
30°	44.48	8.57
45°	44.53	9.29
60°	54.04	9.24
75°	56.18	8.90
90°	58.99	9.10

六、结论:

结论应说明研究结果说明了什么问题,得出了什么规律性的结果,解决了什么理论或实际问题,以及研究存在的不足之处或留待以后解决的问题。需要注意的是,结论一般不再用插图和表格,也不引用文献。

七、参考文献:

(1) 参考文献请按“GB 7714—2015 信息与文献_参考文献著录规则”的要求标注并应一一核对原文!!!,文献责任者姓名一律改为姓前名后的格式且仅保留前3位,后面以等(或 et al)代替,西文文献姓应全大写,名的首字母大写,中国作者请用全名(注意汉字拼音规范,如分隔符及 Lv 的特例 LYU 等)。

(2) 论文参考文献数目宜 20 条左右,不得少于 15 条,尽量引用近 5 年来行业主流期刊发表的与本文研究密切相关的文献。一般书籍、行业标准、会议论文、单位内部资料(未公开出版)等不宜作为参考文献。

(3) 本刊的自引率控制在 10%以内,采用中英双语参考文献。

(4) 字体采用 6 号字体。

连续出版物: [标引序号] 作者. 文题 [J]. 刊名, 年, 卷(期): 起始页码-终止页码.

专著: [标引序号] 作者. 书名 [M]. 出版地: 出版者, 出版年: 引用起始页码-终止页码(多次引用时注于标引序号的上角)。

译著: [标引序号] 作者. 书名 [M]. 译者姓名, 译. 出版地: 出版者, 出版年: 引用起始页码-终止页码(多次引用时注于标引序号的上角)。

析出文献(文集): [标引序号] 作者. 文题析出其他责任者 // 专著主要责任者. 专著题名 [文献类型标志]. 出版地: 出版者, 出版年: 析出文献的页码(必备) [引用日期]. 获取和访问路径。

学位论文: [标引序号] 作者. 文题 [D]. 所在城市: 保存单位, 年份: 引用起始页码-终止页码(多次引用时注于标引序号的上角)。

专利: [标引序号] 申请者. 专利名: 专利号 [P]. 发布日期。

技术标准: [标引序号] 标准制定责任者. 技术标准名称: 技术标准代号 [S]. 出版地: 出版者, 出版年。

技术报告: [标引序号] 作者. 文题 [R]. 报告代码及编号, 地名: 责任单位, 年份。

报纸文章: [标引序号] 作者. 文题 [N]. 报纸名, 出版日期(版次)。

在线文献(电子公告): [标引序号] 作者. 文题 [EB/OL]. [引用日期]. 获取和访问路径。

光盘文献(数据库): [标引序号] 作者. [DB/CD]. 出版地: 出版者, 出版日期。

小5号Times New Roman字体加粗

Experimental Study on Local Risk Reduction of Rockburst in Hard Brittle Purple Sandstone Based on Borehole Pressure Relief

LIU Jiazhu^{1,2}, GAO Yongtao^{1,2}, ZHOU Yu^{1,2}, PENG Yang^{1,2}, XU Hui^{1,2}, DONG Xiang^{1,2}, ZOU Yulong³

(1.School of Civil and Resource Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2.Key Laboratory of Ministry of Education for Efficient Mining and Safety of Metal Mine, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

3.Liangjia Coal Mine, Longkou Coal and Electricity Co., Ltd., Yantai, Shandong 265700, China)

小5号Times New Roman字体

Abstract: Rockburst can cause serious casualties and economic losses. Borehole pressure relief is an effective means to prevent

英文题目应与中文题目须对应，除冠词和介词外，各词首字母应大写；作者姓名的英文译名应与作者中文姓名对应，姓全大写，名首字母大写，斜体，双名中间不用“-”连接。

作者单位的英文译名应与作者单位的中文名称对应，有公告的官方译名时应采用官方译名；作者单位从小到大，除冠词和介词外首字母大写。

英文摘要翻译要求：

(1) 英文摘要译文应与中文摘要对应，置于参考文献之后，通栏。

(2) 首次出现缩写时应注明全称，务求语法规范、用词严谨（作者翻译英文摘要时，在认真翻译全部中文摘要的基础上，可以适当发挥，丰富英文摘要内容），英文摘要不要出现“Author”“this paper”等词。

(3) 摘要中表示现有状态或客观存在的事实用一般现在时；以前做了什么试验和研究用过去时；表示得到了什么客观结果，尽量用一般现在时。

(4) 英文关键词译名应与中文关键词对应，除专有名词和各词组第 1 个词的首字母大写外，其余词的首字母均小写，各词组间用逗号隔开。