

## 关于举办新研发成果“岩石声发射监测技术与 RockAE 软件” 介绍会的通知

由中国矿业大学煤炭精细勘探与智能开发全国重点实验室组织的“岩石声发射监测技术与 RockAE 软件”介绍会暨首届培训班将于 2024 年 12 月 18 日（19:00-21:30）在内蒙古呼和浩特举办，现将有关事项通知如下：

### 一、背景及目的

绿色开采理论与实践国际研讨会（International Symposium on Green Mining, ISGM）将于 12 月 18-20 日在内蒙古呼和浩特举办，“岩石声发射监测技术与 RockAE 软件”介绍会暨首届培训班将于 12 月 18 日（19:00-21:30）举办。

岩石类材料破裂、断裂以及压裂过程中，不同尺度裂缝的形成会释放出弹性波，即广义的声发射，其频率由低到高包括地震、微地震、地音及实验室岩样尺度高频弹性波（狭义的声发射），声发射监测已被广泛应用于岩石力学实验以及采矿、油气、岩土、土木等工程的裂缝监测（传统微震、光纤微震等），如油气-地热储层压裂微震监测、井工矿围岩及冲击地压控制、断层滑移诱震监测以及边坡稳定性测控等。因岩石类材料断裂具有多尺度裂缝发育及融合的突出特点，加剧了裂缝监测的复杂度，岩石破裂、断裂及压裂（水力、CO<sub>2</sub>等）的声发射监测一直面临裂缝识别精度不足、分析参量有限以及声发射参量-力学模型融合程度不够的难题。目前缺少专门适用于岩石破裂及断裂的专用型软硬件。

针对岩石类材料破断特点，岩石断裂理论与震源波形分析相融合，自 2015 年至今不断优化算法细节，自主开发了岩石断裂及压裂的全波形多参

量声发射监测软件 RockAE，并软硬件结合，功能及特色如下：

（1）裂缝识别精度高：岩石裂缝扩展的震源定位的离散度较通用型方法降低 70%，可识别出“隐藏在震源团簇”中的宏观裂缝，实现微裂缝区与宏观裂缝分离，实验室内误差 $<3\text{ mm}$ 。

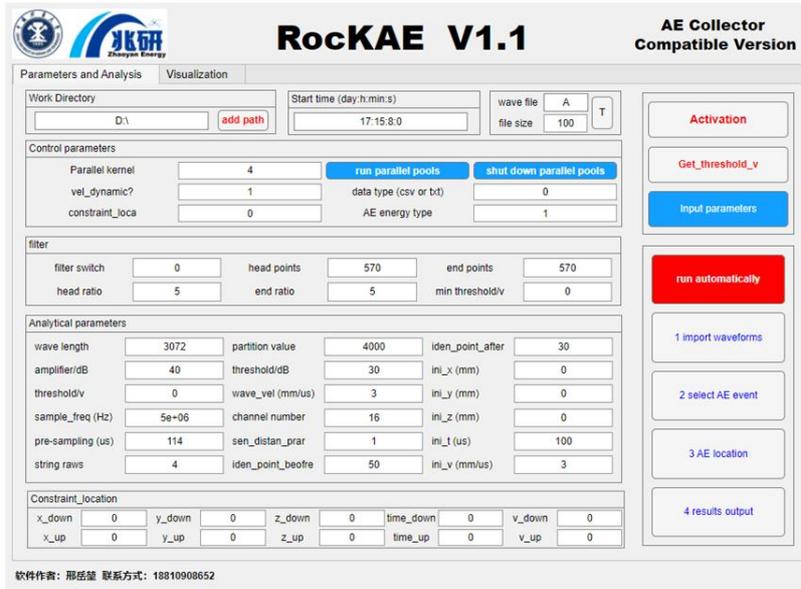
（2）多参量刻画裂缝扩展并支撑力学建模：具有能量、波速、震源机制（拉、剪、复合断裂及裂缝运动方向）、频率、振幅、振铃计数及持续时间等多参量时空演化，支撑岩石断裂模型构建，提升至力学特性刻画裂缝扩展。

（3）RockAE 软硬件结合开展实时监测与工程应用：RockAE 软件与硬件相结合，进行岩石裂缝扩展的全波形多参量实时监测分析；便携式矿用 RockAE 微震监测设备可对矿井围岩进行区域加密高频微震监测。

（4）兼容性强：同时适用于实验室内声发射与现场微震监测。

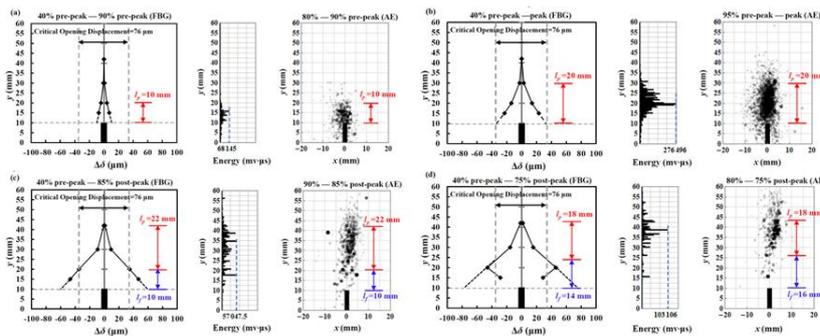
此次举办的首届 RockAE 介绍会暨技术培训班，将重点介绍 RockAE 软硬件使用方法、RockAE 宏微观裂缝识别分离、RockAE 岩石断裂模型建模、RockAE 刻画裂缝（压裂等）扩展规律以及 RockAE 硬件-设备的实验室与现场微震监测。

软件



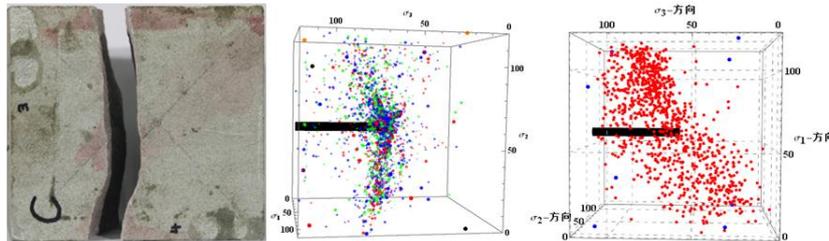
邢岳堃、黄炳香、张广清等，  
(专利ZL202110977061.3; 软著2021SR2203392, 2023SR0380554)

震源定位

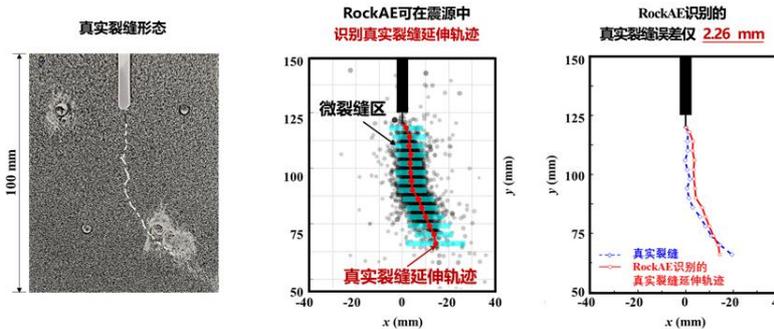


裂缝扩展过程的声发射定位，并与光纤光栅监测对比  
(张广清、邢岳堃等，ENG GEOL, 2018)

震源簇中识别宏观裂缝

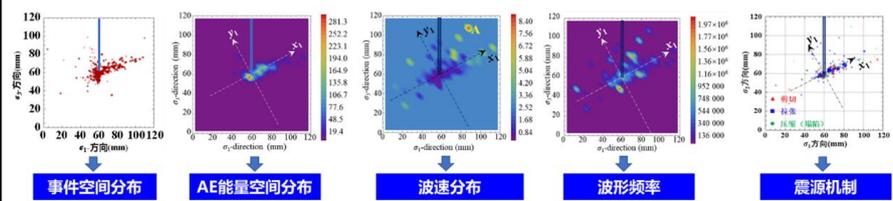


压裂裂缝过程的声发射监测，并与国外通用软件对比  
(出处：邢岳堃、黄炳香等，煤炭学报，2021)

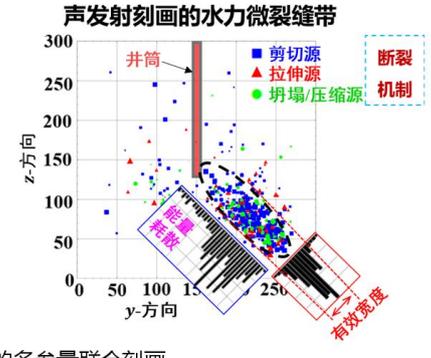
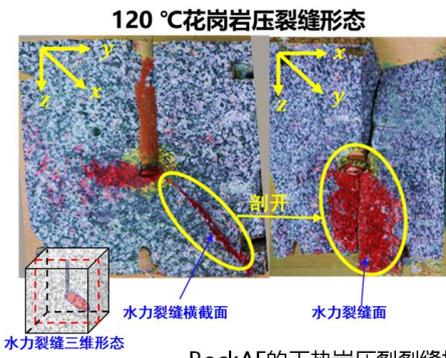


RockAE分离微裂缝区与宏观裂缝  
(邢岳堃、黄炳香、张广清等，INT J MIN SCI TECHNO, 2024)

多参量及融合分析

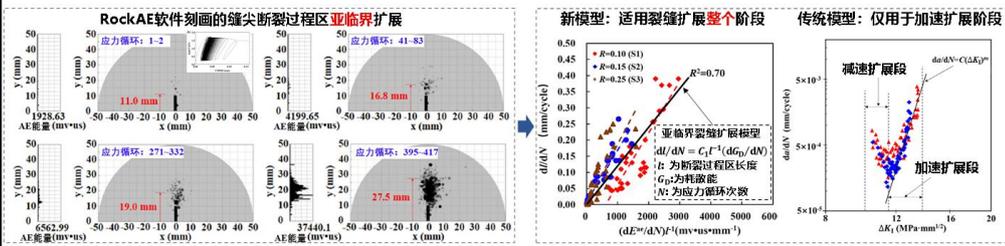


RockAE刻画的裂缝扩展多参量



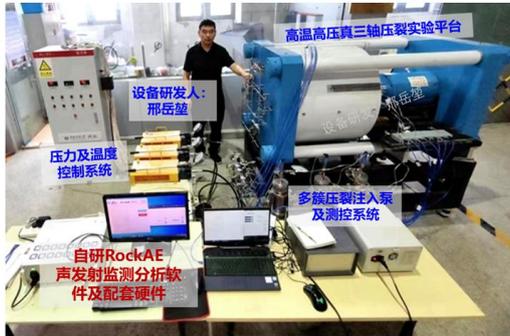
RockAE的干热岩压裂裂缝扩展的多参量联合刻画 (邢岳堃、张广清等, J PETROL SCI ENG, 2019)

断裂建模



RockAE多参量用于裂缝扩展模型构建 (邢岳堃、张广清等, ROCK MECH ROCK ENG, 2019)

设备研发及工程应用



RockAE软硬件结合及配套设备



矿井下区域高频RockAE微震监测

RockAE 软硬件及监测结果

## 二、主办单位

中国矿业大学煤炭精细勘探与智能开发全国重点实验室

## 三、组织专家介绍



邢岳堃（主研），中国矿业大学 副教授



张广清，中国石油大学（北京） 教授

主研人简介：邢岳堃，研究方向为储层压裂岩石力学及裂缝监测，聚焦高温油气-地热储层热塑性断裂影响压裂裂缝扩展的难题，建立了热塑性断裂本构模型，深入至热塑性刻画高温储层压裂；自主研发了全波形多参量声发射监测 RockAE 软件并软硬件结合，形成融合声发射多参量的岩石断裂模型表征方法；建设了地热与油页岩开采实验室，研制了高温高压真三轴压裂物理模拟实验系统及高温断裂实验系统，可在高温环境中开展声发射及光学监测。主持国家自然科学基金面上项目、国家自然科学基金青年项目、国家重点研发子课题、江苏省自然科学基金青年项目等纵向项目 8 项，主持油气（页岩气、煤层气、致密砂岩气等）储层压裂技术服务项目 5 项；以第一作者在 SCI/JCR 1 区权威期刊 International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences、Rock Mechanics and Rock Engineering、International Journal of Mining Science and Technology、Engineering Fracture Mechanics、Theoretical and Applied Fracture Mechanics、Journal of Petroleum Science and Engineering 以及《煤炭学报》等发表 15 篇，以第一作者获“China Rock 2020”优秀论文奖 1 项以及“第六届地质（岩土）工程光电传感监测国际论坛”最佳

论文奖 1 项；理论研究支撑缝网压裂技术研发、实验设备及现场微震装备研制，相关成果已在中石油工程院、东滩煤矿、大庆油田、山西煤层气、顺北油田、四川大学、中国地质大学（北京）等 11 个油气-煤矿单位及高校应用，获授权发明专利 16 项及软著 4 项，获湖北省科技进步一等奖（R3）、江苏省科学技术二等奖（R3）及协会奖一等（R4）、二等（R2）奖 4 项。

四、主要内容

- 1、全波形多参量岩石声发射监测软件 RockAE 的基本原理和软硬件使用方法
- 2、RockAE 在微裂缝区（震源团簇）中识别宏观裂缝的方法
- 3、基于 RockAE 的岩石断裂模型构建
- 4、RockAE 多参量联合刻画裂缝（压裂等）扩展规律
- 5、RockAE 硬件及设备的实验室与现场微震监测

五、时间和地点

时间：2024 年 12 月 18 日晚（19:00-21:30）培训，当日报道

地点：内蒙古自治区呼和浩特市喜来登酒店（新城区迎宾北路 5 号）

二楼多功能厅

六、日程安排

2024 年 12 月 18 日晚	
19:00-19:20	开幕式及 RockAE 软件最新版发布 软件发布：张广清（中国石油大学（北京）教授） 研发简介：邢岳堃（中国矿业大学 副教授）
合影	
19:20-19:50	全波形多参量声发射监测软件 RockAE 的基本原理和软硬件使用方法
19:50-20:10	RockAE 在微裂缝区（震源团簇）中识别宏观裂缝的方法
20:10-20:30	基于 RockAE 的岩石断裂模型建模

20:30-20:50	RockAE 多参量联合刻画裂缝（压裂等）扩展规律
20:50-21:10	RockAE 硬件及设备的实验室与现场微震监测
21:10-21:30	实践与研讨

## 七、注册方法及费用说明

注册方法：注明姓名与单位加入 QQ 群（QQ 群号：792231411）。

培训费：国际会议注册人员免费。

## 八、补充说明

1、参加培训的学员需要自备笔记本电脑。

2、本次培训班同时设置线上培训（须注册，观看链接 QQ 群通知），注册并现场参加培训的学员及专家可免费获得最新软件 1 套。

3、软件获取方式

由 RockAE 技术培训群通知，将通过会议邮箱等方式发送及下载。

## 九、培训会联系方式

韩泰森 13473230906

陈金龙 16651750227

邢岳堃 18810908652

邮箱：RockAE@126.com