

**简介:** ISS (Integrated Seismic System, 集成化微震系统) 是数字化、智能化和高分辨率的微震监测系统。它以在线微震事件采集、处理、分析和可视化特点进行岩体稳定性监测。可以在 Microsoft Window 和 SuSE Linux 操作系统下稳定运行。

ISS 微震监测系统除了能够支持微震检波器 (Geophone)、加速度计外, 还可以支持一系列的普通非震传感器。当某个参数达到阈值时, 具有报警、控制和 (或) 停机功能。系统既支持简单的自记式监测单元, 也支持多台站以电缆、光缆或无线各类通讯方式连接的方式。

ISS 公司提供每周 7 天每天 24 小时的技术支持。

**微震监测的原理:** 岩体在变形破坏的整个过程中几乎都伴随着裂纹的产生、扩展、摩擦, 积聚的能量以应力波的形式释放, 从而产生微震事件。整个过程中的微震信号中从最初阶段就包含了大量的关于岩体受力变形破坏以及岩体裂纹活动的有用信息, 通过监测、分析微震事件, 可以推测岩体发生破坏的程度。事件的位置及强度反映了岩体内发生的变形或破坏的位置及强度。可利用地震学等方法对岩体破坏程度进行预测预报, 在岩爆、边坡监测等领域已经取得了重要进展。

**ISS 系统典型配置:** 硬件包括检波器、数据采集器 (GS)、通讯单元、数据控制中心 (SC)、计算机及 GPS 授时器等, 参见图 10, 云南会泽矿微震监测系统示意图。软件包括系统计时软件 (RTS)、数据处理软件 (JMTS)、数据可视化软件 (JDI)、数据实时显示软件 (Ticker) 等。

## ISS 微震监测系统特点

- ★ 多种传感器支持
- ★ 模块化设计, 易扩展
- ★ 实时在线监测
- ★ 高速信号采集, 全数字化
- ★ 高分辨率、多通道、GPS 授时
- ★ 宽频率、多种数字无线传输方式
- ★ 小直径钻孔监测
- ★ 专业、实时和可视化的后处理软件
- ★ 本质安全型设计, 可用于煤矿等有爆炸倾向的环境

## ISS 微震监测系统组成——硬件部分: (见表 2)

**检波器与其他传感器:** ISS 系统支持宽频系列的商业化传感器产品, 包括小型检波器、短周期和宽频段检波器、力平衡加速度传感器、压电加速度传感器。任何输出较慢变化信号的传感器, 只要电压在 -5V 与 +5V 之间, 或者电流在 4mA 与 20mA 之间, 都可应用于 ISS 系统。应变计、流变计、倾斜计、CSIRO 三轴钻孔应变计在澳大利亚、温度计在俄罗斯都已经有了成功的应用。

ISS 的电子补偿增强技术可大大提高检波器的频率敏感度, 可采集到传感器固有频率以下的微震信号。因此, 可以采用小孔径安装技术, 从而使成本大大低于其同类产品; 见图 1, 技术规格见表 1。

表 1 ISS 检波器和加速度传感器技术指标

拾震器 型号	固有频率 (Hz)	无阻尼灵敏度 (V/m/s)	倾斜角 (°)	极限位移 (mm)	近似的可用频率范围(Hz)
G4.5	4.5	28	2	4	4-2000
G14HS	14	80	180	0.5	7-2000
加速度 计型号	固有谐振 (Hz)	无阻尼灵敏度 (mV/g)		宽带噪声 (μg)	近似的可用频率范围 (Hz)
A2.3k	15	500		8	0.2-2,300
A25k	60	100		150	2-25,000



图1 三轴拾震器

**微震数据采集器 (GS)** 为 ISS 研发生产的第五代数字产品。可分为 GS 型 (必须通过有线或无线的网络连接到数据中心, 见图 2)、GSi (本质安全型, 功能类似 GS 型, 见图 3)、GSx 无线数据采集器 (见图 4) 等。



图2 GS型数据采集器



图3 GSi本质安全型数据采集器



图4 GSx无线数据采集器



图5 微震数据控制器





**微震数据控制中心(SC)：**全内置的数据控制中心。其拥有16个完整连续的端口，可与ISS的FSK、MR或MR485/8型调制解调器连接。如数据控制中心安装于地表，可内置GPS授时器。该设备可独立放置，也可安装在机架上。数据控制中心的功能是控制数据采集器（如GS、QS、MS或PS），管理数据采集过程，并把数据存储在通过网络连接的共享硬盘之上。可以连续地采集、处理及分析微震或非微震数据，并把这些数据储存在局域网中的计算机上。见图5。

**微震通讯系统：**通过调制解调器、同步通讯电缆，把每个检波器与数据采集器、数据控制中心连成一体。有多种通讯方式：

**RS485型调制解调器(MR485/8)：**为采用RS485通讯方式的系统单元之间的通讯提供调制解调功能，将来自计算机串口的RS232信号转换为RS485信号，或者反过来转换。可支持8个RS485线，采用独立电源。可通过增加调制解调器机架，以层叠方式扩展。以半双工模式运行，每秒波特率从9600到115200比特。见图6。



图6 MR485型调制解调器

**FSK调制解调器(MR/16)**为采用FSK（Frequency Shift Keying 频移键控）通讯方式的系统单元之间的通讯提供调制解调功能。将来自计算机串口的RS232信号和FSK信号进行相互转换。采用的FSK通讯系统以一种“整体转换（global transmit）”的全双工(full duplex)模式运行，FSK调制解调器接收独立的输入信号，而生成完全相同的输出信号。FSK调制解调器接收独立的输入信号，而生成完全相同的输出信号。FSK调制解调器接收独立的输入信号，而生成完全相同的输出信号。

调制解调器组可容纳16个FSK调制解调器以及供电电源。根据需要，可增加子解调器组扩展系统。FSK调制解调器组安装于配套的机架上，具体取决于其运行环境类型。

**GPS授时器(GPS\_TU)：**在系统中有两项功能：1. 使计算机的时间与GPS时间同步；2. 产生ATU（Analog Time Update模拟时间更新）信号，使系统的内部时间同步。微震监测系统采用GPS授时器，是替代由计算机通过连续端口产生模拟时间更新信号的新技术。

表2 微震监测系统主要特性表

序号	名称	特性	备注
1	防爆	本质安全型,通过南非SABS与俄罗斯认证	
2	通道数	可到 1536	
3	采样率	3 - 48kHz	
4	A/D 转换位数	32 位	
5	防水	100m	
6	动态范围	120 dB@48kHz、150dB@50 Hz	
7	检波器智能化	全部类型检波器	自动确认检波器Id, 序列号, 位置
8	系统平台	Windows XP , Linux	
9	数据存储	降噪能力强, 数据压缩好	普通配置计算机即可存几年数据
10	非震动信号	检震器支持	支持非震动类传感器信号采集
11	电源电压	105 - 250V AC 间任意	
12	功率	<120 mW	
13	检波器安装方式	可复用; 永久型	
14	安装钻孔直径	46mm , 76mm , 102mm	46mm 孔能安装 28Hz 检波器
15	检波器自带电缆长度	15m	亦可配客户指定长度电缆





## 微震监测系统组成——软件部分：

**系统计时软件(RTS)：**计时系统软件(RTS)运行于微震数据控制中心的硬件之上，便携式计时系统软件(PRTS)运行于笔记本电脑之上。该软件由多个管理逻辑通讯协同运行的软件模块组成，通讯由连接到数据采集器的通讯子系统来实现。GPS授时单元用来使系统时间与GPS时间同步。计时系统软件通过操作界面进行系统配置，执行数据采集，实现故障在线诊断。系统状态监视器向操作人员连续显示系统活动的状态，异常情况出现时发出警报来提醒操作者。综合数据管理工具支持查询数据、生成报告，报告可通过电子邮件自动发布或者通过标准网络浏览器来阅读。数据可存储于任何一台本地计算机中、以便由IT部门进行日常数据备份。

**微震数据处理软件(JMTS)：**数据处理软件提供常规和高级微震事件分析功能，可运行于Windows或者Linux平台。该软件大多数的开发集中于对事件高质量采集、震源定位、地震谱参数评估等功能的全自动执行功能程序。该软件包具有如下几个专门交互功能：相位选择、微震定位、量级计算、谱参数估计、矩张量、震源机制、震源时间函数计算。软件包具有几种可视化的常规功能，如波形、转动分量、极性图、能量、P波谱、S波谱、衰减修正的栈谱移位。客户可以设定上下限截止频率滤波。还可以显示几个地面移动参数。源参数由计时系统自动产生，也可以在后续交互处理过程中进行修正。软件可以处理由检波器或者加速度传感器采集的三轴或单轴波形。见图7

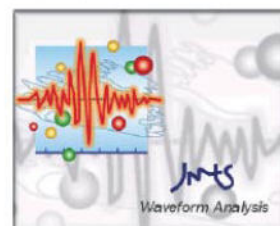


图7数据预处理波形

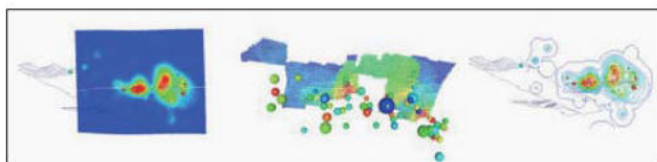


图8 微震事件三维显示图

**微震事件的可视化及解释软件(JDI)**是ISS先进的微震数据可视化与分析软件包。Jdi的显著特点包括：全三维交互；综合的事件滤波与显示；任意表面的立体和线性等高线；历时分析；非均匀有理B样条曲面；可视化外来空间数据；数字化；分布图；事件动态图；里氏（Gutenberg Richter）震级分布；可运行于Windows和Linux平台。除了上述特点，Jdi还提供了

直观式的用户界面，协助您快速高效开展工作。三维空间的Jdi软件保证了与数据、矿图、构造的三维流畅交互，例如：点击空间任一点即可获得其坐标；点击任一事件即可获得其参数。还可以保存您选定的事件（点击即选中）到某个文件中；三维空间中创建面、多边形；三维空间中线条和多边形数字化；鼠标移至事件周围时将显示该事件的三维动态；用鼠标可以操纵场景，可以旋转、缩放感兴趣的区域。见图8。

**微震事件实时显示软件(Ticker)：**Ticker实时显示软件是一个三维的微震可视化软件，显示来自ISS微震监测系统的微震事件。事件记录后及时给用户提供可视化的微震事件的位置和量级。见图9。其特点如下：

**三维交互：**该软件是三维可视化软件，避免了大多数CAD软件的过度复杂和繁琐的操作。通过简单的点击和拖拉鼠标可在三维矿图上操作，同时可显示传感器位置 and 事件位置。

**事件滤波——**提供在特殊量级范围内进行滤波的工具。这些滤波器将在显示器中确保事件可见，软件包带有60个滤波器，可滤去各类干扰波。

**事件列表：**直接显示所有事件并将所有事件列表显示，显示的颜色与三维显示相匹配。

**事件定位：**能显示快速定位，自动定位，人工定位等三种定位结果

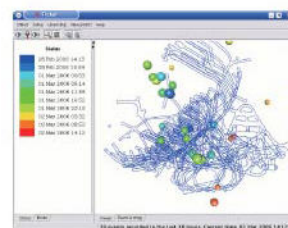


图9 微震实时显示图





实时显示微震事件：通过点击某一事件，软件包会显示出事件的相关资料。

直观式的用户界面：易于使用，采用了指南风格的帮助系统，使您在短时间内了解使用该软件。

平台：采用Java和Java 3D编程，确保软件能运行于Linux和Windows平台。

以上所列卓越的软件特性使得用户实时确定微震事件发生的位置和量级等。

## ISS微震监测系统应用领域：

环境与公共安全：火山、水库、核废料储存、边坡、天然洞穴稳定性、温室气体地下储存、地热工程监测。

矿山工程：开采洞室稳定性、岩爆、崩落采矿、采空区管理、露天边坡稳定性监测。

土木工程：隧道松动圈监测、隧道稳定性监测、岩爆、边坡稳定、结构、大坝监测。

石油天然气工程：断层定向、油、气井稳定性、油、气层管理、水压致裂监测。

## ISS微震监测系统在中国：（见表3）

至2007年10月，已有多套ISS微震监测系统已在国内应用或正在启用（见表3），冬瓜山铜矿是微震监测技术第一次在我国成功用于矿山生产监测的实例，获得了巨大成功，已有多篇论文和报告发表。云南驰宏锌锗股份有限公司会泽矿区复杂的开采技术条件及开采技术要求在我国尚无先例，为了控制和预防深部资源开采过程中的岩爆危害，保证深部资源的安全、高效开采，开展了深井采矿地压灾害微震监测、预报与控制技术研究。微震监测是其中关键技术之一。现场的硬件安装、调试，软件的初级培训以于2007年8月上旬完成，现该系统已开始正常运行。见图10。

表3 ISS微震监测系统在中国的应用情况

序号	地点	领域	备注
1	安徽冬瓜山矿	深井岩爆	金属矿，安装于2005年
2	云南会泽铅锌矿	深井岩爆，采场稳定	金属矿，安装于2007年
3	四川大学	岩土工程科研	高校，正在交货中
4	河南理工大学	冲击地压，顶板稳定	煤矿，正在交货中

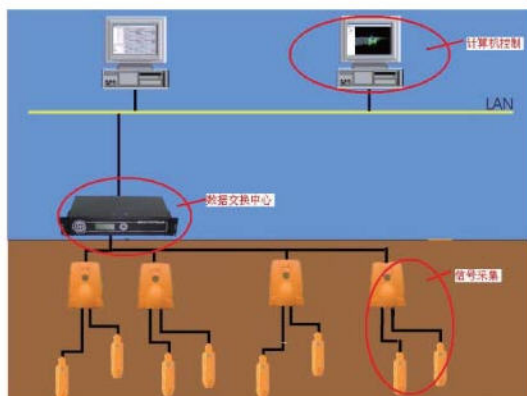


图10 云南会泽矿微震监测系统示意图

## 北京优赛科技有限公司

地址：北京市海淀区车公庄西路华通大厦A508室

电话：010—68487691

传真：010—68700626

E-mail: sales@eusci.com

邮编：100044



更多信息，请登录微震监测设备的专业网站

[www.microseismic.com.cn](http://www.microseismic.com.cn)

**eusci**  
优赛科技

中国代理商：北京优赛科技有限公司

技术服务电话：010-68487691，传真：010-68700626

E-mail: sales@eusci.com

microseismic.com.cn@gmail.com