

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/SAEMS

团 体 标 准

T/SAEMS XXXX—2024

非煤矿山深井地压灾害微震监测预警技术规范

Technical specification for microseismic monitoring and early warning of deep ground pressure disasters in non-coal mines

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东省应急管理与安全生产协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

为进一步促进地压微震监测专业化、科学化，结合山东省非煤矿山安全生产实际，制定本标准。

本文件为首次发布。

本文件由山东省应急管理厅与安全生产协会提出并归口。

请注意本文件某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：山东盛隆安全技术有限公司、山东省科学院激光研究所、山东恒邦股份有限公司

本标准起草人：

非煤矿山深井地压灾害微震监测预警技术规范

1 范围

本文件规定了非煤矿山深井地压灾害微震监测预警技术的系统构建、系统校正、数据自动处理、定位质量控制、定位分析功能、项目验收、日常运行与管理要求。

本文件适用于非煤矿山深井地压灾害微震监测预警系统的设计、建设和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 16423-2020 金属非金属矿山安全规程
- GB 50026-2020 工程测量规范
- GB 50174-2017 数据中心设计规范
- GB 50198-2011 民用闭路监视电视系统工程技术规范
- GB 50395-2007 视频安防监控系统工程设计规范
- GB/T 25217.4-2019 冲击地压测定、监测与防治方法
- GB/T 51339-2018 非煤矿山采矿术语标准
- GB/T50218-2014 工程岩体分级标准
- GB/T 7665-2005 传感器通用术语
- AQ/T 2053-2016 金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求
- AQ 2031-2011 金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范
- AQ/T 2050.1-2016 金属非金属矿山安全标准化规范导则
- AQ/T 2050.2-2016 金属非金属矿山安全标准化规范地下矿山实施指南
- DB42/T 1580—2020 金属非金属地下矿山安全预警智能控制系统建设规范
- DZ/T0287-2015 矿山地质环境监测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

深井矿山 deep well mines

开采绝对深度800m以上，有岩爆倾向的矿山。

3.2

地压 ground pressure

地压是指在岩体中存在的力，包含原岩对围岩的作用力、围岩间的相互作用力、围岩对支护体的作用力。地压的大小，与岩体的应力状态、岩体的物理力学性质、岩体结构、工程地质等因素有关。

3.3

地压显现 ground pressure behavior

在地压作用下所产生的一系列的力学显现现象，在脆性岩体中，可能发生冒顶、片帮、岩体断裂等围岩的破坏现象；在塑性岩体中，表现为巷道顶板下沉、两帮突出、底板鼓起等现象。

3.4

地压灾害 ground pressure disaster

岩爆、冒顶、片帮、垮塌失稳等灾害。

3.5

在线监测 on-line monitoring

应用电子、信息、通信及计算机技术，对监测目标不间断地获取、分析数据，实现数据实时采集、传输、分析、管理的监测技术。

3.6

微震 microseismicity

在应力作用下，岩体介质发生变形破裂时，产生的一个或多个震源以瞬态弹性波的形式迅速释放其能量的过程。

3.7

微震事件 microseismic event

一个相对独立的岩石破裂导致的能量释放过程，在记录上表现为符合一定规律、波形特征明显，能够区别于其它干扰源的振动信号。

3.8

井地联合微震监测 Combined microseismic monitoring above ground and underground

井地联合微震监测是通过在井下和地表布置传感器阵列，共同监测和记录监测区域内微震事件，进而分析其破坏情况及发展趋势的技术。

3.9

岩爆 rockburst

岩体中聚积的弹性变形势能突然猛烈释放，导致岩石爆裂或弹射出来的现象。

3.10

定位精度 location accuracy

事件的定位位置与其实际发生位置的空间绝对误差大小的表征。

3.11

主机 host

用于接收监测信号，并具有校正、报警判别、数据统计、磁盘存储、显示、声光报警、人机对话、输出控制、控制打印输出等功能的计算机装置。

3.12

分站 substation

监测监控系统中用于接收来自传感器的信号，并按预先约定的复用方式远距离传送给传输接口，同时接收来自传输接口多路复用信号的装置。

3.13

微震传感器 microseismic sensor

能监测一定范围内的微震信号，且可将微震信号转变为电信号的传感器。

3.14

监测点 stress-monitoring point

传感器的敏感元件在岩体中埋设的位置。

4 系统构建

4.1 数据采集设备

4.1.1 采集设备包括微震传感器、分站、服务器、电缆、光缆等。

4.1.2 传感器包括单分量和三分量两种（频率范围 1Hz-1000Hz，灵敏度 $\geq 100\text{V/m/s}$ ），三分量和单分量的数量比宜不低于 1:5。

4.2 监测区域

主要针对地压灾害高风险区域（如：有需要保护的地表建筑、存在大面积采空区、水文地质或工程地质复杂、有围岩岩爆倾向等地压活动严重区域）。

4.3 监测点布置

4.3.1 布置方式

——地表布置

- 井下布置
- 井地联合布置

4.3.2 布置原则

- 监测点应布置在稳定岩体内，避开围岩破碎、构造发育、渗水、较强振动干扰、较强电磁干扰等区域，一般不少于4个。
- 监测点应布置在矿井开采最上中段的稳定岩体中，避开较大构造流沙层等。
- 监测点应布置在不同水平的岩体中，需分别布置在中段回风巷与中段运输巷。
- 地面监测点布置水平距离不大于1km。
- 井下监测点之间的距离宜在150m~300m之间，安装深度应该超过围岩松动圈。
- 应根据监测点构成的台网进行台网布置优化，传感器台网布置方式有贴近式、半包围式、全包围式，宜采用全包围式布置方式，使台网布设最大限度包络安全隐患区。

4.3.3 传感器安装

- a) 传感器安装方式有钻孔注浆式和锚杆拆卸式，可根据现场实际情况选择。
- b) 锚杆拆卸式安装方式应避开震动、噪声、电磁等干扰。

4.4 监测分站布置

4.4.1 井下监测分站应安装在围岩稳定的巷道、硐室，便于人员观察、检验、维护。适用环境：

- a) 环境温度：0℃~40℃；
- b) 平均相对湿度：≤95%（+25℃时）；
- c) 大气压力：80kPa~106kPa；
- d) 有爆炸性气体混合物，但无显著振动和冲击、无破坏绝缘的腐蚀性气体的场合。

4.4.2 分站距巷道底板不小于1.5m。

4.4.3 监测分站与传感器间距不大于2km。

4.4.4 井下监测分站采用矿用电源供电；地面监测分站宜由太阳能和蓄电池供电，额定工作电压宜采用18V~24VDC。

4.5 井下线缆敷设

4.5.1 传感器与分站间的线缆敷设应采用矿用阻燃屏蔽专用线缆，线缆穿过风门、硐室时用套管保护，线缆连接端口采用防爆型接线盒连接。

4.5.2 不应将电缆悬挂在风、水管路上，电缆与风、水管路平行敷设时，应敷设在管路上方300mm以上。电力电缆与通信电缆或光缆敷设在巷道同一侧时，电力电缆应在通信电缆或光缆下方，且净距不小于100mm；电力电缆与通信电缆或光缆在井筒内敷设时，净距不小于300mm。

4.5.3 电缆固定装置应能承受电缆重量，且不应损坏电缆的外皮；电缆上不应悬挂任何物体。

4.5.4 线缆每隔50m需悬挂标识牌，标明线缆用途、型号、起点、终点等信息。

4.6 数据传输

4.6.1 数据传输可采用有线传输和4G/5G等无线传输。

4.7 传感器状态检测

在每个传感器完成后，应进行敲击状态检测，检查系统软件是否记录到有效波形。

5 系统校正

5.1 坐标测量

对传感器的坐标进行测量并录入系统。

5.2 系统标定

5.2.1 对波速进行校准实验，确定监测区域内的纵、横波的波速，确保定位误差在不大于10m。

5.2.2 采用井下放炮方式进行精度标定。标定炮钻孔布置在监测区域范围内，标定位置数量需大于 3 次。

5.2.3 标定药量应不少于 300g，炮孔深 \leq 2m，炮孔设计及放炮过程满足《金属非金属矿山安全规程》要求。

5.2.4 标定应每年至少进行一次，工程地质或采掘条件发生较大变化时，应对传感器布置进行优化，布置优化后重新校正，确保定位误差在 10m 以内。

6 定位精度控制

定位误差不得大于10m。

7 系统功能

7.1 系统基本功能

- 数据自动采集功能；
- 现场网络数据通信和远程通信功能；
- 数据存储及处理分析功能；
- 地压等级可视化功能；
- 地压活动预警反馈功能；
- 防雷接地及抗干扰功能；
- 其它辅助功能包括数据备份、断电保护、自诊断及故障显示等功能。

7.2 智能分析功能

- 系统宜具备事件自动拾取、自动定位、风险自动分析、报告自动生成功能；
- 系统宜具备事件平面图显示、三维图显示；
- 系统宜具备智能判识矿井区域风险等级，地压灾害危险区域应能快速辨识、动态圈定及智能预警功能；
- 系统宜具备风险 AI 智能判识、多维信息、矿压、钻孔应力等多参量预警指标，地压模型与冲击地压危险空间、时间趋势分析功能；
- 系统宜具备分析报告自动生成、信息自动推送等功能。

7.3 风险研判

7.3.1 风险等级

根据地压监测情况将风险等级分为重大、较大、一般、低四种，分别用红色、橙色、黄色和蓝色进行表征。如表1所示。

表1 风险判别

类型	一级（红色）			二级（橙色）			三级（黄色）			四级（蓝色）		
	聚集能量 (J)	频次 (次 /24h)	最大能量 (J)	聚集能量 (J)	频次 (次 /24h)	最大能量 (J)	聚集能量 (J)	频次 (次 /24h)	最大能量 (J)	聚集能量 (J)	频次 (次 /24h)	最大能量 (J)
矿井风险												
区域风险												

7.3.2 研判方法

7.3.2.1 矿井风险

基于微震事件定位，通过运算全矿井能量累计、24小时事件频次、最大能量来综合判断分析。

7.3.2.2 区域风险

运算区域风险= R_m (R 为风险分析半径)

基于微震事件定位，通过运算区域内能量累计、24小时事件频次、最大能量来综合判断分析。

7.4 风险预警

7.4.1 预警指标构成

微震频度和微震总能量为主要判别指标，微震能量最大值和24小时频次为辅助判别指标。

7.4.2 预警等级

根据地压监测情况建立地压风险预警分析模型，制定风险指标体系与阈值，地压风险预警划分为四个等级，分别设置一级、二级、三级、四级预警阈值。风险及预警等级划分、颜色表征应符合表2规定。

表2 微震监测风险预警等级

风险等级	预警等级	颜色表征
重大	I	红色
较大	II	橙色
一般	III	黄色
低	IV	蓝色

8 分析报告

系统应具备任意时段风险变化态势分析功能，年、月、旬、日分析报告自动生成功能，自动导出综合分析预警结果。分析报告的主要内容：

- 工程地质概况；
- 矿井生产现状；
- 监测数据图表结合分析；
- 分布分析；
- 趋势分析；
- 风险评价。

9 感知数据联网

系统具有可扩展功能，地压监测感知数据具备接入国家矿山安全生产综合信息系统的条件，应当按照现行国家、省有关标准和文件要求，与上级安全监管部门联网，实现数据互联互通。

10 日常运行与管理

10.1 矿山企业应设置专门的管理机构，制定系统运行维护管理制度及监测监控人员岗位责任制、操作流程、值班制度等规章制度。

10.2 应对在线监测系统定期进行系统检查，加以防护，做好正式记录，存档备查。

10.3 在线监测系统的设备应定期进行调校，传感器经过调校检测误差达不到要求时，应立即更换。

10.4 在线监测系统应有可靠的防雷电感应措施，系统的接地应可靠，接地电阻应满足电气设备接地要求。

10.5 中心站应配备不间断电源，当电网停电后，备用电源保证设备连续工作不低于2h。

11 故障排除

系统每12小时进行一次系统运行状况检查，发现系统传感器、监测分站、通讯线路、交换机和计算机软件等故障立刻排除；环网、电源故障应在4小时内排除；计算机软件故障应在2小时内排除；其它故障随时排除。

12 相关台账及报表

12.1 在线监测系统发出预警信息时，值班人员应按规定程序及时处置，处置结果应记录备案。

12.2 每3个月应对在线监测系统数据进行备份，备份的数据保存时间应不少于2年。

12.3 应建立以下台账及报表：

- 地压监测系统设备台账；
- 地压监测系统设备故障登记表；
- 地压监测系统检修记录表；
- 地压监测分析报告；
- 地压监测报警巡检记录报表；
- 地压监测传感器调校记录表。

12.4 定期的分析报告时间间隔不超过一个月。存在可能发生较大地压灾害事故隐患情况时，应每周分析一次报告。

12.5 分析报告、台账、报表等资料，应按档案管理规定，及时存档。

附录 A
(资料性)
台账及报表

表A.1 地压监测系统设备台账

序号	名称	型号	安全标志编号	防爆合格证号	安装位置	生产厂家
备注	/					

表A.2 地压监测系统设备故障登记表

年 月 日						
故障时间	故障设备	故障地点	故障现象及原因	处理情况及结果	恢复正常时间	故障维修人
故障期间采取的安全措施：						
值班人员：			分管领导：			
备注：						

表A.3 地压监测系统设备检修记录表

设备名称		规格型号	
安装地点		维护保养人	
维护检修内容			
处理情况			
本次维护人			
本次维护时间			
备注			

表A.4 地压监测报警巡检记录报表

传感器类型		报警点	
报警时间		当班值班员	
报警原因 报警值			
处理结果			
反馈情况			
备注			

表A.5 地压监测传感器调校记录表

设备名称		设备型号	
安装地点		上次校验时间	
设备编号	校前坐标	校后坐标	