

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM—

煤矿井地一体微震监测技术规范

Specification for integrated underground and surface microseismic monitoring in coal mines

— 发布

— 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 仪器设备及技术参数	1
5 台网布置方案	2
6 数据处理	3
7 系统维护	4
附 录 A （资料性） 微震结果保存记录表格	5
附 录 B （资料性） 微震传感器挪移记录表格	6

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。

请注意本文件的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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、徐州弘毅科技发展有限公司、中国矿业大学（北京）、安徽理工大学、新疆大学、北京科技大学、应急管理大学、华能煤炭技术研究有限公司、窑街煤电集团有限公司、华能庆阳煤电有限责任公司、华亭煤业集团有限责任公司、山东能源集团有限公司、国家能源集团新疆能源化工有限公司。

本文件主要起草人：曹安业、窦林名、巩思园、葛庆、鞠杨、马志峰、孙振于、蔡武、杨耀、李家卓、王崧玮、马新根、李东、温颖远、丁小敏、吴学松、张田录、李振雷、亓佳利、曹东京、王常彬、杨旭、刘昆轮、顾颖诗。

本文件为首次发布。

煤矿井地一体微震监测技术规范

1 范围

本文件规定了煤矿井地一体微震监测技术的术语和定义、仪器设备及技术参数、台网布置方案、数据处理及系统维护的要求。

本文件适用于煤矿开采时诱发的微震监测。

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/T 25217.4 冲击地压测定、监测与防治方法 第4部分：微震监测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微震 *microseismicity*

井巷或工作面周围震动能量大于 100J 频率 0.1 Hz~150 Hz 的煤(岩)体破裂现象。

[来源 GB/T 25217.4-2019, 2.1]

3.2

煤矿井地一体微震监测技术 *integrated underground and surface microseismic monitoring technology for coal mines*

在煤矿井田范围内，根据重点监测需求在地面和井下同时布置微震传感器，采用井上下监测台网架构融合、高精度 GPS 授时、数据一体化同步采集、4G/5G 信号传输等关键技术，实现煤矿微震的井地联合监测。

3.3

地面微震传感器 *surface microseismic sensor*

安设在地面的，能监测微震信号，且可将微震信号转换为电信号的传感器。

3.4

井下微震传感器 *underground microseismic sensor*

安设在煤矿井下的，能监测微震信号，且可将微震信号转换为电信号的传感器。

3.5

煤矿井地一体微震监测系统 *integrated underground and surface microseismic monitoring system for coal mines*

用于监测、记录、分析微震的系统，由地面、井下微震传感器、信号采集系统、数据传输系统、时间同步系统、供电系统和数据分析系统等组成。

4 仪器设备及技术参数

4.1 仪器设备使用基本要求

仪器设备应符合下列要求：

- a) 煤矿微震井地联合监测的仪器设备的配置及技术参数应满足 5.3~5.6 的要求；

- b) 系统软件应具有人机对话功能，便于参数修改、数据查询和结果分析等，可远程访问地面、井下微震传感器工作状态；
- c) 地面微震传感器应采用蓄电池和太阳能供电的，在光照条件不好的情况下，蓄电池供电不低于120 h；
- d) 井下微震传感器的运行应符合 GB/T 25217.4 的规定，保证 24 h 不间断运行。

4.2 地面微震传感器要求

应选择高精度、高灵敏度类型传感器，并符合以下要求：

- a) 监测频率应涵盖 0.1 Hz~150 Hz；
- b) 运行温度应涵盖-20 °C~+50 °C；
- c) 运行湿度应涵盖 0~100 %；
- d) 采样频率不低于 500 Hz。

4.3 井下微震传感器要求

应选择高精度、高灵敏度类型传感器，并符合以下要求：

- a) 监测频率应涵盖 0.1 Hz~600 Hz；
- b) 运行温度应涵盖 0 °C~+50 °C；
- c) 运行湿度应涵盖 0~100 %；
- d) 采样频率不低于 500 Hz；
- e) 安全类型为本质安全型。

4.4 信号采集系统

能采集和记录微震相关信息，包括微震波形和时间等相关信息；采样率不低于 500 Hz，能实现远程不间断运行；系统时间与标准时间偏差不大于±1 ms。

4.5 数据传输系统

能通过地面监控室计算机实现地面和井下微震相关信息数据的远程、实时、动态和自动传输。

4.6 时间同步系统

具备独立、统一的同步授时模式，在时间上同步记录地面和井下各微震传感器上的微震波形，单台传感器时间同步精度不大于±1 μs，各微震传感器时间同步精度不大于±1 ms。

4.7 供电系统

应保证 24 h 不间断运行，当矿井电网停电后，井下监测单元及控制中心备用电源应能保持系统正常工作时间不低于 2 h。

4.8 数据分析系统

数据分析系统应符合以下要求：

- a) 能对微震波形信号进行处理与计算，获得微震事件发生的时间（精确到毫秒）、震源空间位置（X, Y, Z）和能量，并保存至数据库。同时可通过人机交互处理分析微震波形数据，数据库格式参见附录 A；
- b) 通过数据库保存的微震波形数据信息，可进行查询、分析和展示等，并根据微震事件的震源空间坐标逐一显示在矿井采掘工程平面图和剖面图上相应位置；
- c) 记录的波形数据应写入监测台站三维坐标数据；
- d) 具备微震震源参数计算和震源机制解反演功能。

5 台网布置方案

5.1 资料收集

方案设计前应收集下列资料：

- a) 矿井采掘工程平面图；
- b) 矿井 3~5 年采掘接续计划；
- c) 井上下对照图；
- d) 地震三维勘探数据。

5.2 现场勘探

在编写布置方案设计前应对地面和井下微震传感器安装位置进行现场踏勘，安装现场应符合以下要求：

- a) 地面微震传感器的安装应避开积水区、地表水系、公路设施、较强振动干扰、较强电磁干扰等区域，应选择在 4G/5G 网络信号较强、光照条件较好的区域，安装区域平整、空间充足；
- b) 井下微震传感器的安装应避开围岩破碎、构造发育、渗水、较强振动干扰、较强电磁干扰等区域。

5.3 监测范围

应能覆盖矿井采掘区域，重点监测评价具有冲击危险性的采掘工作面及近期开采结束的采空区。

5.4 台网布置

5.4.1 地面监测台网

地面监测台网布置应符合以下要求：

- a) 地面监测台网应与井下监测台网匹配形成立体监测布局；
- b) 具有冲击危险的且正在开采的工作面对应地面区域及 1 年内回采结束的采空区 2000 m 范围内地面监测台站不少于 2 个，台站间距为 500 m~2000 m；
- c) 地面微震传感器三维空间位置及挪移需记录准确，并及时输入至系统内，记录格式参见附录 B；
- d) 地面传感器应安装在稳定的仪器墩上，仪器墩采用 C30 混凝土和钢筋骨架一次浇筑，尺寸不小于 400 mm×400 mm×1000 mm（长×宽×高），深入地下不小于 500 mm，外露地面不小于 500 mm；
- e) 户外观测室应建造稳定可靠，保证安全正常使用，并具备避雷功能。

5.4.2 井下监测台网

地面监测台网布置应符合以下要求：

- a) 具有冲击危险的且正在开采的工作面 500 m 范围内井下监测台站不少于 4 个，1000 m 范围内不少于 6 个；
- b) 井下监测台网布置应尽可能包围开采区域；
- c) 井下微震传感器应安装在锚杆上，锚杆深入煤岩体内不少于 1 m，并采用树脂锚固剂进行锚固；
- d) 其他要求应符合 GB/T 25217.4 的规定。

5.5 系统校核

系统校核应符合下列要求：

- a) 系统初期安装或后期优化调整后，应采用放炮震源对系统波速进行校核；
- b) 系统运行期间，一般每 2 年进行 1 次校核，并形成校核报告；
- c) 对系统的台网布置合理性、波速可靠性、微震传感器的灵敏度及安装基础完整性等进行校核。

5.6 系统定位精度

微震监测台网包围范围内，震源的平面定位误差一般不大于 20 m，垂直定位误差一般不大于 25 m。

5.7 系统监测能力

采用 200 g 矿用三级乳化炸药爆破验证，法距 1000 m 范围以内的传感器能清晰监测爆破波形。

6 数据处理

6.1 微震定位

利用震源定位计算软件，选择监测区域内合理的微震传感器，地面和井下微震传感器总数一般不少于6个，通过人机交互处理确定微震震源的空间坐标（X，Y，Z）。

6.2 微震能量计算

在合理确定微震震源空间位置基础上，利用微震能量计算分析软件对微震能量进行计算。微震能量应取各微震传感器能量计算平均值，微震波形幅值超出额定量程和能量计算结果偏离超过两个数量级的微震传感器不得参与能量计算。

6.3 微震震源参数计算

系统应具备拐角频率、拐角谱值、地震矩、震源半径、应力降、矩震级等震源参数计算功能。

7 系统维护

7.1 地面设备的维护

地面设备的维护应符合以下要求：

- a) 地面监测中心系统采集、分析以及其它相关的设备至少6个月进行1次全面防尘处理，同时要保证室内通风、散热良好；
- b) 系统相关计算机严禁直接采用拔掉电源的方式强制关机、使用不安全的移动设备传输数据，每3个月对系统相关数据进行备份；
- c) 地面微震传感器至少每3个月进行1次全面巡检，保证地面传感器配套设备完整、可靠。

7.2 井下设备的维护

井下设备至少每3个月进行1次巡检，要求如下：

- a) 系统电缆应避免和动力电缆交叉、缠绕，并保证和动力电缆的间距不小于300 mm；
- b) 处于淋水、冲尘区域的接线盒要及时做好防水处理；
- c) 井下微震传感器安装基础、防护装置及外部连接线缆要完整、可靠。

附 录 A
(资料性)
微震结果保存记录表格

微震结果保存记录见表A. 1。

表 A.1 微震结果保存记录表

序号	日期	时间	X坐标/m	Y坐标/m	Z坐标/m	微震能量/J	备注
1							
2							
.....							

附 录 B
(资料性)
微震传感器挪移记录表格

微震传感器挪移记录见表A. 2。

表 A. 2 微震传感器挪移记录表

传感器编号	日期	位置	坐标			负责人	备注
			X	Y	Z		
1#							
2#							
.....							