



中华人民共和国国家标准

GB/T 25217.8—2021

冲击地压测定、监测与防治方法 第 8 部分：电磁辐射监测方法

Methods for test, monitoring and prevention of rock burst—Part 8: Monitoring
method of electromagnetic radiation

2021-04-30 发布

2021-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 25217《冲击地压测定、监测与防治方法》分为 14 部分：

- 第 1 部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 2 部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 3 部分：煤岩组合试件冲击倾向性分类及指数的测定方法；
- 第 4 部分：微震监测方法；
- 第 5 部分：地音监测方法；
- 第 6 部分：钻屑法监测方法；
- 第 7 部分：采动应力监测方法；
- 第 8 部分：电磁辐射监测方法；
- 第 9 部分：煤层注水防治方法；
- 第 10 部分：煤层钻孔卸压防治方法；
- 第 11 部分：煤层卸压爆破防治方法；
- 第 12 部分：开采保护层防治方法；
- 第 13 部分：顶板深孔爆破防治方法；
- 第 14 部分：顶板水压致裂防治方法。

本部分为 GB/T 25217 的第 8 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国煤炭工业协会提出并归口。

本部分起草单位：中国矿业大学、辽宁工程技术大学、徐州福安科技有限公司、河南大有能源股份有限公司、抚顺矿业集团有限责任公司。

本部分主要起草人：王恩元、何学秋、窦林名、王爱文、刘晓斐、王喜元、刘军、盛继权、魏向志、姜红兵。

冲击地压测定、监测与防治方法

第 8 部分：电磁辐射监测方法

1 范围

GB/T 25217 的本部分规定了煤矿冲击地压电磁辐射监测方法所涉及的监测仪器与监测要求、监测方法、监测数据记录与处理、冲击危险性电磁辐射预警。

本部分适用于煤矿冲击地压电磁辐射监测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3836.1—2010 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤岩电磁辐射 electromagnetic radiation of coal and rock

煤岩体受载或变形破裂过程中伴随产生的以电磁波或电磁脉冲形式向外辐射能量的过程或现象。

注：煤岩电磁辐射简称电磁辐射。

3.2

电磁辐射强度 electromagnetic radiation intensity

煤岩体变形破裂产生电磁辐射信号的幅值大小。

注：电磁辐射强度简称电磁强度，单位为毫伏(mV)。

3.3

电磁辐射脉冲数 electromagnetic radiation pulse number

单位时间内煤岩体变形破裂产生的电磁辐射信号脉冲的个数。

注：电磁辐射脉冲数简称电磁脉冲。

3.4

便携式电磁辐射监测仪 portable electromagnetic radiation monitor

由定向接收电磁天线、主机和电磁辐射测试及分析预警软件组成，具有移动式测试煤岩电磁辐射、结果显示及危险性报警功能的便携式仪器。

3.5

电磁辐射监测系统 electromagnetic radiation monitoring system

由电磁辐射传感器、监测分站、本安不间断电源、传输网络、监测中心机、服务器、终端计算机和电磁辐射监测及分析预警软件等组成，具有多区域、多点电磁辐射信号实时采集、传输，及数据存储和处理、结果显示、危险性报警等功能的在线式监测系统。

3.6

临界预警值 early-warning value of threshold

用于判定监测区域是否具有冲击危险性的电磁辐射监测指标的临界值,当监测指标值超过该值,表明有冲击地压危险性。

3.7

趋势变化率 change rate of trend

监测区域内电磁辐射出现持续或波动式增长(或下降)趋势,电磁辐射监测指标值与趋势初始值之差与趋势初始值比值的百分比。

3.8

趋势预警值 early-warning value of trend

用于判定监测区域内是否有冲击危险性的电磁辐射监测指标趋势变化率的临界值,当监测指标趋势变化率超过该值,表明有冲击地压危险性。

3.9

持续时间 duration

监测区域内电磁辐射出现持续或波动式增长(或下降)过程的时间。

3.10

电磁干扰 electromagnetic interference

由机电设备等引起电磁辐射监测指标异常的信号或现象。

3.11

增益 gain

天线最强辐射方向的强度与参考天线的强度之比的对数值。

注:增益单位为分贝(dB)。

4 监测仪器与监测要求

4.1 便携式电磁辐射监测仪

4.1.1 定向接收电磁天线:

- a) 天线具有定向测试(监测)和滤噪功能;
- b) 天线监测有效方向:主方向为轴向 60°锥形区域,侧方向为缝槽正对三角体区域;
- c) 天线监测频率范围:1 kHz~500 kHz,30 Hz~1 kHz;
- d) 天线监测有效范围:1 kHz~500 kHz,7 m~50 m;30 Hz~1 kHz,100 m~300 m;
- e) 天线增益:不低于 60 dB。

4.1.2 主机:

- a) 电磁辐射强度动态范围:0~500 mV,分辨率不低于 1 mV;
- b) 电磁辐射脉冲数动态范围:0~5 000,分辨率不低于 1。

4.1.3 电磁辐射测试及分析预警软件:

- a) 具有仪器参数设置、数据通信及图表显示功能;
- b) 具有数据处理、区域性分析和趋势性分析功能;
- c) 采用临界值法与趋势法相结合进行冲击地压危险性预警。

4.2 电磁辐射监测系统

4.2.1 电磁辐射传感器:

- a) 具有电磁辐射信号定向测试(监测)、滤噪、实时采集、存储、处理分析、显示、预警和通信功能;

- b) 监测有效方向:主方向为轴向 60°锥形区域,侧方向为缝槽正对三角体区域;
- c) 监测频率范围:1 kHz~500 kHz,30 Hz~1 kHz;
- d) 监测有效范围:1 kHz~500 kHz,7 m~50 m;30 Hz~1 kHz,100 m~300 m;
- e) 增益:不低于 60 dB;
- f) 输出方式:RS485、200 Hz~1 000 Hz、4 mA~20 mA。

4.2.2 电磁辐射监测分站:

- a) 具有多通道数据采集、存储、处理分析、通信、断线续传、传感器及分站工作状态显示等功能;
- b) 输入方式:RS485、200 Hz~1 000 Hz、4 mA~20 mA;
- c) 输出方式:RS485 和以太网等。

4.2.3 电磁辐射监测及分析预警软件:

- a) 具有系统参数设置、实时通信及图表显示功能;
- b) 具有电磁干扰信号分析与自动滤除功能;
- c) 具有数据处理、区域性分析、趋势性分析和危险性自动报警等功能;
- d) 采用临界值法与趋势法相结合进行冲击地压危险性自动预警;
- e) 具有系统故障识别及提示功能。

4.3 电磁辐射监测要求

使用电磁辐射仪器监测,要满足如下要求:

- a) 电磁辐射监测仪器符合 GB 3836.1—2010 和 GB 3836.4—2010 的要求,具备防爆合格证和矿用产品安全标志证书;
- b) 便携式电磁辐射监测仪和电磁辐射监测系统应定期校准;
- c) 采用电磁辐射监测预警冲击地压危险时,应根据监测范围及危险程度,合理选择便携式电磁辐射监测仪或电磁辐射监测系统;
- d) 应优先选择安装电磁辐射监测系统,进行多区域、多点电磁辐射实时监测。

5 监测方法

5.1 移动式监测

5.1.1 掘进工作面测点布置方式

5.1.1.1 监测掘进工作面的冲击危险性时,需要在掘进工作面的左侧、左前方、正前方、右前方和右侧布置五个测点,天线分别朝向掘进面的左侧、左前方、正前方、右前方和右侧(见图 1)。

5.1.1.2 在掘进巷道需要监测的区域一帮或两帮布置测点,测点间距为 5 m~20 m,具体可根据监测区域所在煤层厚度确定,一般薄煤层为 5 m,中厚煤层为 10 m,厚及特厚煤层为 20 m;巷道中有受构造或煤柱等影响的区域时,要根据实际情况在相应区域内增加测点。

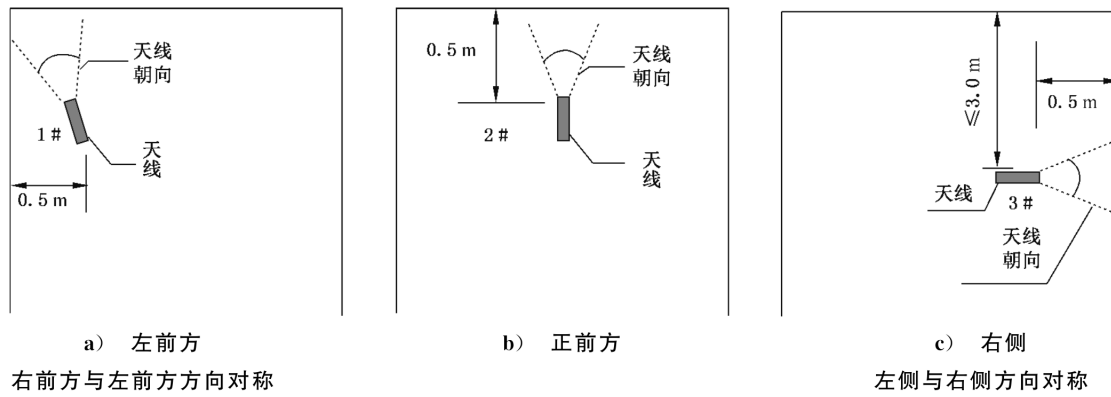


图 1 掘进工作面电磁辐射移动式测点布置图

5.1.2 回采工作面测点布置方式

5.1.2.1 以开切眼或停采线为基准点,在回采工作面巷道内采动应力集中影响区或其他可能的危险区,布置多个测点,按顺序进行测试,见图 2。

5.1.2.2 在回采工作面内测试冲击地压危险性时,从上端头或下端头开始顺序布置测点,按顺序进行测试。

5.1.2.3 测点间距为 5 m~20 m,一般薄煤层为 5 m,中厚煤层为 10 m,厚及特厚煤层为 20 m;巷道中有受构造或煤柱等影响的区域时,要根据实际情况在相应区域内增加测点。

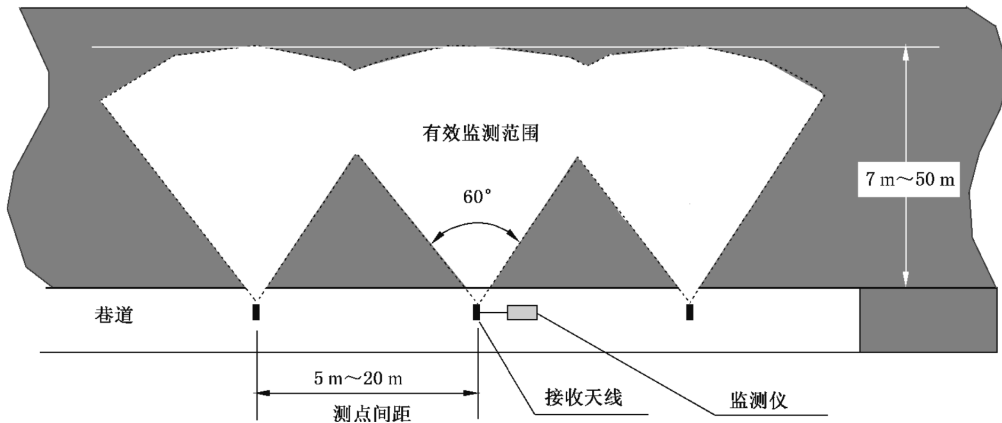


图 2 巷道或回采工作面电磁辐射移动式测点布置图

5.2 在线式监测

5.2.1 掘进工作面电磁辐射传感器布置方式

5.2.1.1 监测掘进工作面的冲击危险性时,需要在掘进工作面布置电磁辐射传感器,传感器距工作面 5 m~15 m(见图 3),应随着掘进进尺而定期前移,使传感器距掘进工作面始终保持在前 5 m~15 m 范围内;天线主方向朝向工作面前方煤体。

5.2.1.2 在掘进巷道需要监测的区域布置传感器,传感器间距为 40 m~60 m;巷道中有受构造或煤柱等影响的区域时,要根据实际情况在相应区域内增加传感器或缩小传感器间距;天线与巷道壁倾斜呈 30°夹角,开口朝向被监测煤体区域中心,缝槽朝向煤壁或顶底板,避开电缆等干扰。

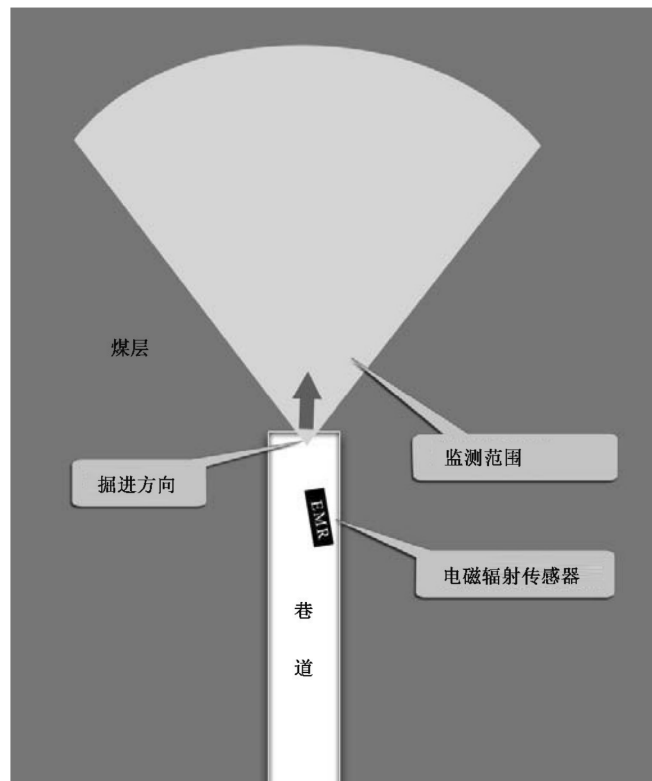


图3 掘进工作面电磁辐射监测系统布置图

5.2.2 回采工作面电磁辐射传感器布置方式

5.2.2.1 在回采工作面巷道内采动应力集中影响区或其他可能的危险区,布置电磁辐射传感器,传感器间距为40 m~60 m(见图4);巷道中有受构造或煤柱等影响的区域时,要根据实际情况在相应区域内增加传感器或缩小传感器间距。

5.2.2.2 随着回采工作面的推进,电磁辐射传感器距工作面煤壁小于5 m时应后移一次,移动至距工作面煤壁20 m~30 m处。

5.2.2.3 天线与巷道壁倾斜呈30°夹角,开口朝向被监测煤体区域中心,缝槽朝向煤壁或顶底板,避开电缆等干扰。

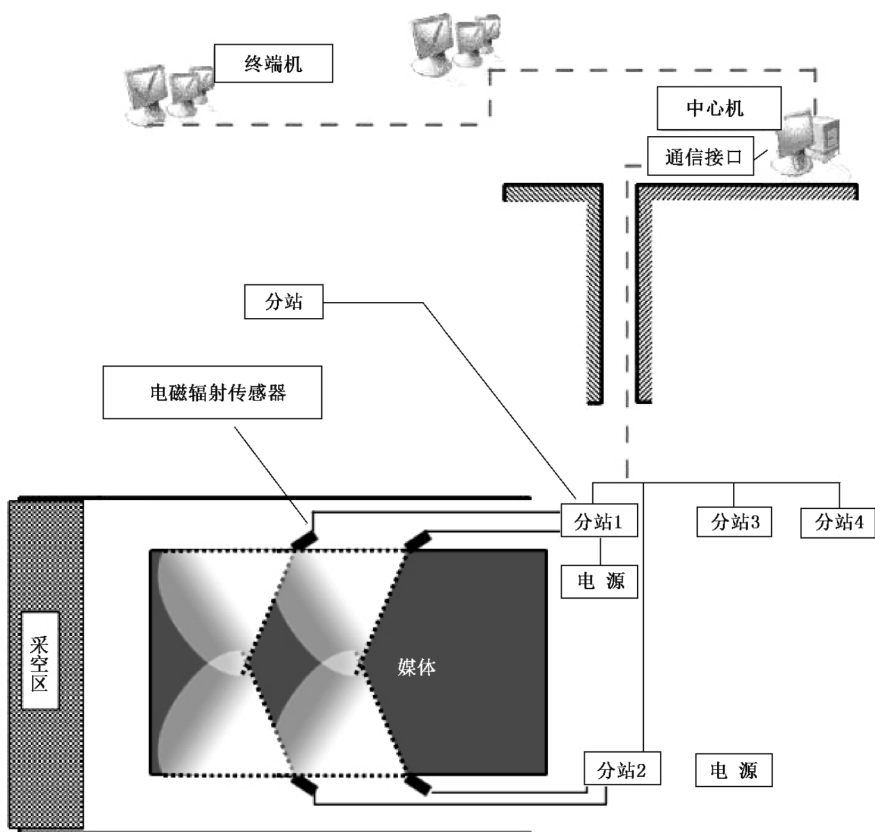


图 4 回采工作面及巷道电磁辐射监测系统布置图

6 监测数据记录与处理

6.1 数据获取与记录

6.1.1 移动式监测数据获取与记录

移动式电磁辐射监测数据通过人工测试、计算机通信获取,其日常监测需填写监测记录表(见附录 A 中的表 A.1),并注明干扰情况。

6.1.2 在线式监测数据获取与记录

在线式电磁辐射监测数据由电磁辐射监测系统自动采集、存储和分析,其日常监测需填写监测记录表(见表 A.2),并注明干扰情况等。

6.2 分析指标

冲击地压危险性电磁辐射监测以电磁强度作为主要分析指标,电磁脉冲作为辅助分析指标,当电磁强度变化不明显且整体值偏高时,应分析电磁脉冲。

6.3 数据处理

技术人员应每天制作周期性的电磁辐射变化图和电磁辐射分布图,数据分析周期至少为 7 d,具体应根据该矿冲击地压危险性的电磁辐射异常持续时间确定。

6.4 电磁干扰处理

软件通过特征分析和趋势分析对电磁干扰信号进行自动滤除。

6.5 日报表

移动式 and 在线式电磁辐射监测每天均应填写日报表(见表 A.3)。

7 冲击危险性电磁辐射预警

7.1 预警方法

冲击地压危险性电磁辐射预警方法包括临界值法和趋势法。

7.2 临界值法

7.2.1 临界值分析

各矿井应根据煤岩电磁辐射水平、具体的地质及采矿条件,确定电磁辐射临界预警值。

7.2.2 临界预警值的确定

7.2.2.1 未确定电磁强度临界预警值时,可参考式(1)确定电磁强度的临界预警值。

$$E_C = K_E E_{Ave} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E_C ——煤岩体具有冲击危险性的电磁强度临界预警值,单位为毫伏(mV);

E_{Ave} ——在无冲击地压危险区域,移动式测试或在线式监测 $n(n > 7)$ 天的电磁强度平均值,单位为毫伏(mV);

K_E ——电磁强度系数,一般取 1.3~1.5。

7.2.2.2 未确定电磁脉冲临界预警值时,可参考式(2)确定电磁脉冲的临界预警值。

$$N_C = K_N N_{Ave} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

N_C ——煤岩体具有冲击危险性的电磁脉冲临界预警值;

N_{Ave} ——在无冲击地压危险区域,移动式测试或在线式监测 $n(n > 7)$ 天的电磁脉冲平均值;

K_N ——电磁脉冲系数,一般取 1.7~2.0。

7.3 趋势法

7.3.1 趋势性分析

7.3.1.1 通过分析同一测点或同一区域的电磁辐射监测指标随时间的变化规律,并判定是否具有持续或波动式增长(或下降)趋势;数据分析周期至少为 7 d,具体应根据该矿冲击地压危险性的电磁辐射异常持续时间确定。

7.3.1.2 当电磁强度或电磁脉冲出现持续或波动式增长(或下降)时,判定为在 $\Delta T = t_2 - t_1$ 时间内具有单调持续变化趋势。

7.3.1.3 当计算机软件自动判定电磁强度出现持续或波动式增长(或下降)后,按式(3)计算电磁强度的趋势变化率 η_E 。

$$\eta_E = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_1 ——趋势开始 t_1 时刻的电磁强度平均值，单位为毫伏(mV)；

E_2 ——趋势判定时 t_2 时刻的电磁强度平均值，单位为毫伏(mV)。

7.3.1.4 当计算机软件自动判定电磁脉冲出现持续或波动式增长(或下降)后，按式(4)计算电磁脉冲的趋势变化率 η_N 。

$$\eta_N = \frac{N_2 - N_1}{N_1} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

式中：

N_1 ——趋势开始 t_1 时刻的电磁脉冲平均值；

N_2 ——趋势判定时 t_2 时刻的电磁脉冲平均值。

7.3.2 趋势预警值的确定

7.3.2.1 各矿应根据具体的地质及采矿条件、矿压及电磁辐射变化规律，确定电磁强度或电磁脉冲相应的趋势变化率趋势预警值 η_c 和最小持续时间尺度 T_c 。

7.3.2.2 未确定趋势预警值时，可参考： $\eta_c \geq 35\%$ ， $T_c \geq 2$ h。

7.4 区域性分析

通过分析同一时间段内不同测点的电磁辐射监测指标的区域性分布规律，判定电磁辐射异常区域。

7.5 冲击危险性判定与预警

7.5.1 危险性判定

监测区域具有下列情况之一时，判定该区域具有冲击地压危险性，需进行冲击危险性预警或提示：

- a) 同一区域内连续两个及以上测点的电磁强度或电磁脉冲的平均值超过临界值， $E \geq E_c$ 或 $N \geq N_c$ ；
- b) 电磁强度或电磁脉冲具有明显的持续增强趋势，接近临界预警值，且其趋势变化率超过趋势预警值，持续时间大于最小持续时间尺度， $|\eta| \geq \eta_c$ 且 $T \geq T_c$ ；
- c) 某一区域电磁强度或电磁脉冲明显增长到近期内的极大值后下降过程中， $|\eta| \geq \eta_c$ 且 $T \geq T_c$ ，特别是明显持续增长到近期内的极大值后下降到近期内的最小值，为最危险状况；
- d) 在确认无干扰、干扰较小或无故障的情况下，电磁强度或电磁脉冲强烈变化，且变化幅度超过趋势预警值。

7.5.2 危险性预警

软件发出预警提示，技术人员应查看并分析监测数据分布规律及变化趋势，并进一步结合地质与采矿资料、矿压显现现象，考虑其他监测方法及监测数据进行综合分析，确认有危险时，发出冲击地压危险性预警。

附 录 A
(规范性附录)
电磁辐射监测记录与报表

表 A.1~表 A.3 给出了电磁辐射监测所需要的记录表和日报表。其中:表 A.1 适用于移动式电磁辐射日常每天或者每个班次监测,表 A.2 适用于在线式电磁辐射监测、传感器移动、电磁干扰等的日常记录,表 A.3 适用于电磁辐射监测数据日常分析及冲击地压危险性判定。

表 A.1 移动式电磁辐射监测记录表

测点编号	监测地点位置	电磁强度	电磁脉冲	备注或电磁干扰记录
平均值				
测试日期:		测试人员:		

表 A.2 在线式电磁辐射监测记录表

日期	开始与结束时间	传感器	移动情况	干扰种类	报告人员	记录人员

表 A.3 冲击地压电磁辐射日报表

测点	1号测点	2号测点	……	N号测点	备注
测点位置					
电磁强度					
电磁脉冲					
区域性分析	区域性分布图				
	区域性分析结果:				
趋势性分析	趋势性变化图				
	趋势性分析结果:				
危险性判定					
分析人(签名):					年 月 日