

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM—

煤矿冲击地压智能化监测与防治规范

Specification for intelligent monitoring and prevention of coal bursts 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 冲击地压危险监测	1
5 多源数据融合分析与预测、预警	4
6 智能化监测数据的利用及防治	4

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、中国矿业大学（北京）、新疆大学、国家能源集团新疆能源化工有限公司、陕西彬长矿业集团有限公司、中国中煤能源集团有限公司、中煤能源研究院有限责任公司、应急管理大学、北京科技大学、安徽理工大学、徐州弘毅科技发展有限公司、山东能源集团有限公司、伊泰集团、山东省煤炭学会。

本文件主要起草人：曹安业、窦林名、鞠杨、温颖远、刘昆轮、杨耀、薛成春、郭文豪、牟宗龙、李东、邹磊、韩刚、刘波、杨旭、李振雷、王常彬、孙振于、陈凡、李家卓、郭晓胜、焦彪、薛建秋、秦续峰、丁国利、韩延晟。

本文件为首次发布。

煤矿冲击地压智能化监测与防治规范

1 范围

本文件规定了煤矿冲击地压智能化监测与防治的主要指标，智能化处置，及防控要求。本文件适用于煤矿冲击地压的危险性智能化监测、预警、防治工作。（需按标准格式写，修改内容供参考。）

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
- GB/T 25217.5 冲击地压测定、监测与防治方法 第5部分：地音监测方法
- GB/T 25217.6 冲击地压测定、监测与防治方法 第6部分：钻屑监测方法
- GB/T 25217.7 冲击地压测定、监测与防治方法 第7部分：采动应力监测方法
- GB/T 25217.8 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冲击地压智能化监测 intelligent monitoring of coal bursts

借助多源数据融合分析与预测、预警平台，整合煤矿冲击地压区域与局部监测数据，通过集中智能化分析甄别异常数据、研判冲击危险趋势，实现冲击地压危险智能化预警。

3.2

冲击地压危险智能化治理 intelligent control of coal burst hazards

基于冲击地压危险智能预警结果，分类、分区采取冲击地压防范与治理措施后，借助预警平台进行效果检验，根据检验结果决定是否继续预警、治理、检验的循环过程，直至冲击地压危险解除。

4 冲击地压危险监测

4.1 区域监测

区域监测应覆盖煤矿采掘影响区域，并至少配置微震监测系统。宜结合区域地应力在线监测、地震层析成像法、地表岩移观测等方法，对区域性冲击地压危险进行监测。

4.1.1 微震监测

微震监测方法应符合以下要求：

- a) 微震监测系统应覆盖煤矿采掘区域。开采近水平煤层、深度小于 800 m 及发生过矿震的冲击地压矿井，应采用井地一体微震监测系统。推荐其他类型的冲击地压矿井采用井地一体微震监测系统。
- b) 微震监测系统应具备微震事件自动定位、震级计算功能。当系统定位准确率高于 90 %、且能实现自动预警时，可不实行 24 h 专人盯守值班；
- c) 微震监测台网布置、维护、使用，应依据标准 GB/T 25217.4 相关要求和产品功能确定；
- d) 工作面顺槽、掘进煤巷较长时，巷道内微震传感器应按设计的间距及时安装，不随巷道掘进频繁拆除与重新安装，以保证同一传感器数据的可对比性，保证微震监测系统稳定运行；微震传感器可随工作面推进及时挪移。微震传感器应遵循对工作面采掘区域包络覆盖的布置原则；

- e) 微震监测系统预警值的设定, 应依据每日微震频度、总能量、单个微震事件能量最大值为主要指标, 震源集中程度为辅助指标。

4.1.2 区域地应力在线监测

区域地应力监测方法应符合以下要求:

- a) 中等冲击地压煤矿和弱冲击地压煤矿的中等冲击危险回采工作面, 应采用区域(三维)地应力在线监测系统, 进行目标岩层三维地应力的在线监测及预警;
- b) 区域(三维)地应力在线监测系统应能够连续监测开采区域煤层冲击地压关键层三维应力及变化, 每组采(盘)区巷道上方的冲击地压关键层至少布置两个三维地应力传感器, 传感器水平间距不大于 500 m, 回采工作面可以在一个顺槽(一般选择临空侧顺槽)布置冲击地压关键层三维地应力传感器, 传感器水平间距不大于 500 m;
- c) 区域(三维)地应力在线监测系统的布置、维护、使用, 应依据产品功能确定, 三维地应力计安装后应能够服务设计监测时间;
- d) 区域(三维)地应力在线监测系统应能够根据监测数据实现自动预警的, 可不实行 24 h 专人盯守值班;
- e) 三维地应力在线监测系统应采用应力绝对值和应力增加率作为预警指标。

4.1.3 地震层析成像法(CT 探测)

地震层析成像法(CT 探测)应符合以下要求:

- a) 地震层析成像法(CT 探测)可根据现场实际情况选择采用被动源 CT 反演、主动源 CT 反演和主被动双源一体 CT 反演, 用于分析工作面、煤柱等区域的应力集中程度;
- b) 被动源 CT 反演是指利用采掘扰动、煤岩破裂产生的微震事件作为被动震源, 基于微震波形观测数据, 反演煤岩体内部波速结构及其异常区域, 用于识别和评价冲击地压危险区域的技术方法;
- c) 主动源 CT 反演是指利用人工爆破震源激发产生的震动波, 基于其在煤岩体中的传播路径及速度变化, 反演煤岩体内部波速结构和异常区域, 用于识别冲击地压危险区域的技术方法;
- d) 主被动双源一体 CT 反演是指将主动源 CT 反演与被动源 CT 反演相结合, 利用人工震源和自然微震事件形成的双源信息, 联合反演监测区域煤岩体波速结构及异常区域, 用于识别和评价冲击地压危险区域的技术方法;
- e) 应根据生产规划和采掘接续计划, 每月对重点区域开展地震层析成像探测, 分析探测区域应力分布特征及探测间隔期内应力变化情况;
- f) 地震层析成像法探测结果仅用于与其他冲击地压危险监测预警结果进行对比分析, 可不传输至多源数据融合分析与预测预警平台;
- g) 对地震层析成像探测识别出的应力异常升高区域, 应及时采取预卸压措施, 并进行现场检测验证。

4.1.4 地表岩移观测

地表岩移观测方法应符合以下要求:

- a) 采用垮落法管理采空区的煤矿, 应加强综合地质测量观测, 观测数据应满足防冲、技术等部门掌握采(盘)区地质构造、煤层覆岩结构及其变化情况的需要;
- b) 防冲监测重点区域均应开展地表岩移观测。应合理布置地表岩移观测线, 获取并分析地表移动与变形的分布特征及主要参数, 以及地表与岩层在开采过程中的移动规律和时间关系;
- c) 地表岩移观测结果仅用于与其他冲击地压危险监测数据进行对比分析, 可不传输至多源数据融合分析与预测预警平台;
- d) 应按月开展地表岩移观测分析总结; 发现观测数据发生较大变化时, 应结合防冲监测数据进行综合分析, 查明原因。

4.2 局部监测

4.2.1 采动应力监测法

采动应力监测法应符合以下要求：

- a) 采动应力监测系统钻孔应力传感器及应力计的安装和使用，应符合冲击危险性评价结果、防冲设计要求、应力集中区范围及现场生产技术条件；
- b) 采动应力监测系统具备应力异常情况自动判别和预警功能的，可不实行 24 h 专人盯守值班；
- c) 采动应力监测系统的布置、维护和使用，应依据相关标准和产品功能要求确定；
- d) 采动应力监测系统预警值的设定，应采用应力绝对值和应力增加率指标。
- e) 其他要求应符合 GB/T 25217.7 的规定。

4.2.2 钻屑法监测

钻屑法监测应符合以下要求：

- a) 采用钻屑法进行局部监测时，钻孔参数应符合冲击危险性评价结果、应力集中区范围和现场生产技术条件；
- b) 采用智能化钻屑法监测，能够实时获取钻屑量、钻杆扭矩、推力等多参量数据，具备冲击危险性综合判别和自动预警功能的，可不实行 24 h 专人盯守值班；
- c) 采用人工钻屑法监测的，应及时记录每米钻进时的煤粉量台账和动力现象，并在 24 h 内录入多源数据融合分析与预测、预警平台；
- d) 煤体含水率较高（含水率超过 4%），不便于钻屑采集时，可采用电磁辐射、地音监测等方法代替；
- e) 钻屑法预警值的设定，应以钻粉率指数，或钻进过程中有顶钻、卡钻、吸钻、异响、钻孔冲击等现象作为判定指标。
- f) 其他要求应符合 GB/T 25217.6 的规定。

4.2.3 地音监测

地音监测方法应符合以下要求：

- a) 采用地音监测系统局部监测时，地音监测分站、地音传感器的布置范围、测点间距等参数，应符合冲击危险性评价结果、防冲设计要求、应力集中区范围和现场生产技术条件；
- b) 地音监测系统具备事件自动定位、能量计算，且准确率高于 90%、能够自动根据监测数据实现预警的，可不实行 24 h 专人盯守值班；
- c) 地音监测系统预警值的设定，一般采用地音班频次变化率、地音班能量变化率指标。
- d) 其他要求应符合 GB/T 25217.5 的规定。

4.2.4 电磁辐射监测

电磁辐射监测方法应符合以下要求：

- a) 可采用在线电磁辐射系统或便携式电磁辐射仪，检测煤岩体电磁辐射强度，分析煤岩体变形及微破裂活动；
- b) 采用电磁辐射法监测时，监测范围、测点布置、监测频次应符合冲击危险性评价结果、防冲设计要求、应力集中区范围及现场生产技术条件；
- c) 在线电磁辐射系统具备监测数据趋势自动分析、干扰信号自动滤除、传感器及线路故障或数据异常自动提示功能，并能够根据监测数据自动预警的，可不实行 24 h 专人盯守值班；
- d) 采用便携式电磁辐射仪的，应及时记录信号幅度（强度）等数据，并及时录入多源数据融合分析与预测、预警平台；
- e) 电磁辐射预警值的设定，一般采用电磁辐射强度指标。
- f) 其他要求应符合 GB/T 25217.8 的规定。

4.2.5 矿压监测

矿压监测方法应符合以下要求：

- a) 掘进工作面巷道应对顶底板移近量、顶板离层情况和锚杆（索）载荷进行定期观测、分析；回采工作面应通过对液压支架工作阻力进行实时监测，分析回采工作面来压强度、步距及征兆等，并对回采工作面大面积来压进行预测预报；

- b) 矿压观测应优先采用在线矿压监测系统，实现对回采工作面液压支架、锚杆（索）端部载荷、巷道表面位移（顶底板移近量、两帮移近量）等参数的在线监测分析；
- c) 采用在线矿压监测系统的，且系统设置现场监测显示牌板的，可不再进行人工监测及填写牌板；
- d) 采用人工矿压观测的，应及时记录观测数据台账和现场动力现象，并在 24 h 内录入多源数据融合分析与预测、预警平台；
- e) 按月度开展矿压观测数据的分析总结，结合采掘工程、防冲措施施工情况，对矿压观测数据进行系统分析；发现数据发生较大变动的，应与防冲监测数据进行综合分析，查明原因；
- f) 矿压观测预警值的设定，应采用绝对值和增加率指标。

4.3 冲击地压预警指标设定及调整

4.3.1 冲击地压煤矿的预警指标，可先采用监测系统设计制造单位给出的初始预警指标，或采用经验类比法确定各监测系统的预警指标。应根据生产期间的矿压观测等情况及系统监测情况，及时调整冲击地压监测预警指标；

4.3.2 冲击地压煤矿的预警指标可以分级设定，并明确停产撤人的预警指标，一旦达到该指标，现场人员应立即撤离，经综合分析并制定解危方案后，方可实施解危工程。

5 多源数据融合分析与预测、预警

5.1 平台

5.1.1 冲击地压煤矿应建立多源数据融合分析与预测、预警平台，实现各监测系统监测数据的统计、综合分析、编制报告等功能的智能化、自动化；

5.1.2 冲击地压煤矿应推进智能化建设，鼓励融合应用人工智能、大数据处理技术结合，逐步实现冲击地压监测预警和防冲装备智能化；

5.1.3 煤矿多源数据融合分析与预测、预警平台的微震事件、应力值、钻屑率等重要数据的实时监测值应存盘记录应存储保存 3 个月以上。各冲击地压监测系统的报警记录应保存 2 年以上。系统发生故障时，丢失上述记录丢失时长应不大于 60 s。

5.2 智能化监测数据分析处理

5.2.1 煤矿多源数据融合分析与预测、预警平台，应能将监测信息同步推送至重要岗位人员，包括具备下井带班资质的人员、防冲专业人员等。不能在线联网的监测数据，如钻屑法检测数据等，应在数据获取 24 h 内人工录入平台，并同步推送至上述人员；

5.2.2 煤矿多源数据融合分析与预测、预警平台具备异常情况自动判别和智能自动预警功能的，可不实行 24 h 专人盯守值班；

5.2.3 煤根据多源数据融合分析与预测、预警平台分析结果，编制冲击地压监测日报表，明确监测地点的冲击风险程度，经防冲管理部门、防冲副总工程师、总工程师、矿长签字后下发给相关部门和区队；

5.2.4 冲击地压煤矿每月应由总工程师组织防冲、技术、地质、生产工区等相关部门和单位，进行各类监测数据的综合分析研讨，围绕生产组织过程中发生的能量事件、矿压显现、模拟分析等，进行防冲形势的分析和预判，并进行相互验证及纠偏；

5.2.5 冲击地压煤矿每月应由防冲副总工程师组织防冲专业人员进行防冲工作月度总结。应对照冲击危险性评价报告，结合下月采掘作业计划，对开采区域、重点监控的煤层开拓准备巷道及硐室的冲击地压风险进行研判。

6 智能化监测数据的利用及防治

6.1 冲击地压防治效果验证

6.1.1 各采区在生产组织过程中，应对采取的防冲措施进行效果验证。若效果不明显或无效的，应采取其他的防冲措施；

6.1.2 首次采取的防冲措施，应进行防冲措施效果验证。可根据冲击地压监测数据、矿压观测数据、地表岩移观测数据，结合生产情况进行研判，对比分析措施采取前后的效果对比，应重点对采场及附近

应力“控制”情况、生产安全性等进行对比。

6.1.3 采用水力压裂及爆破预裂坚硬顶板措施的效果检验，一般采取以下方法：

- a) 可在施工区域及附近范围内施工检测钻孔，检测孔等效深度应超过水力压裂及爆破预裂卸压区域1~2 m。采用钻孔窥视设备观测钻孔内裂隙发育及塌孔情况，检验顶板水力压裂及爆破预裂效果；
- b) 可采用采动应力监测、钻屑检测、支架工作阻力监测等方法，对比分析煤体应力状态、顶板垮落步距、顶板来压强度等参量，通过对比水力压裂及爆破预裂前后的参量变化情况检验卸压治理效果。

6.2 指导落实现场防冲措施

6.2.1 煤矿多源数据融合分析与预测、预警平台中各监测系统均未达到预警值，且无异常变化（增量或减量）的，煤矿井下现场应按照冲击危险性评价和防冲设计确定的冲击地压防治措施，开展预卸压和风险管控措施；

6.2.2 煤矿多源数据融合分析与预测、预警平台中各监测系统虽未达到预警值，但部分系统监测值出现异常变化（增量或减量）的，应增加现场矿压观测和防冲检测频度，根据需要可采取增加卸压钻孔密度、降低扰动作业强度、限制人员进入等管控措施。

6.3 冲击地压解危及效果检验

6.3.1 出现以下情形之一的，应立即按解危处置程序和解危设计落实相关解危工程措施：

- a) 单一监测系统达到停产撤人的预警指标；
- b) 多源数据融合分析与预测、预警平台预警结果显示存在有冲击地压危险；
- c) 两个以上监测系统的数据均显示冲击风险增高，且接近预警值。

6.3.2 对预警显示存在冲击地压危险的地点实施解危措施后，必须进行效果检验。确认各监测值均符合相应的恢复生产指标的，方可恢复正常作业；

6.3.3 防冲效果检验可采用钻屑法、采动应力监测法或微震监测法等，防冲效果检验的指标应参照监测预警的指标执行。
