

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX-2026

煤矿综合机械化掘进作业中冲击地压监测 与瓦斯输送设备协同控制技术要求

Technical requirements for coordinated control of impact pressure monitoring and
gas transportation equipment in comprehensive mechanized mining operations of
coal mines

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 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 基本规定	2
5 系统组成与架构	2
6 机电接口要求	3
7 控制策略与参数要求	4
8 安装调试要求	6
9 运行维护要求	7
10 安全与应急管理	8
11 资料归档	8

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。

本文件由内蒙古准格尔旗特弘煤炭有限公司官板乌素煤矿提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：内蒙古准格尔旗特弘煤炭有限公司官板乌素煤矿。

本文件主要起草人：×××

煤矿综合机械化掘进作业中冲击地压监测与瓦斯输送设备协同控制技术要求

1 范围

本文件规定了煤矿综合机械化掘进工作面冲击地压监测系统与瓦斯输送设备协同控制的基本规定、系统组成与架构、机电接口要求、控制策略与参数要求、安装调试要求、运行维护要求、安全与应急管理、资料归档的要求。

本文件适用于煤矿综合机械化掘进工作面冲击地压监测与瓦斯输送设备的协同控制设计、设备集成、调试运维及技术验收。

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 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- MT/T 899 煤矿用信息传输装置
- MT/T 1201.5 煤矿感知数据联网接入规范 第5部分:冲击地压

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 rock burst

井巷或工作面周围煤岩体因弹性变形能瞬时释放而产生的突然、剧烈破坏的动力现象，常伴随煤岩体抛出、冲击波及设备振动，易引发机电设备故障。

3.2

瓦斯输送设备 gas transportation equipment

用于综掘工作面瓦斯抽采、排放的成套机电设备，包括瓦斯抽采泵、电动调节阀门、瓦斯管路、流量 / 负压传感器及配套控制模块等。

3.3

协同控制 coordinated control

基于冲击地压监测数据与瓦斯输送设备运行参数，通过核心控制单元实现冲击地压预警等级与瓦斯输送设备运行状态的联动调节，达成灾害防控与机电设备高效运行平衡的控制方式。

3.4

协同控制单元 coordinated control unit

集成数据采集、逻辑运算、指令下发功能的矿用隔爆型控制装置，是冲击地压监测系统与瓦斯输送设备协同联动的核心机电部件。

3.5

机电接口 electromechanical interface

冲击地压监测系统、瓦斯输送设备与协同控制单元之间的数据传输接口、控制信号接口及电源接口的总称。

4 基本规定

4.1 协同控制系统应符合国家煤矿安全法律法规及相关机电设备防爆、安全标准要求，具备“数据采集-逻辑判断-指令执行-状态反馈”完整闭环控制功能，可在综掘工作面粉尘、潮湿、振动等恶劣工况下长期稳定运行，平均无故障运行时间 $\geq 2\ 000$ h。

4.2 冲击地压监测系统与瓦斯输送设备的数据传输延迟 ≤ 200 ms，数据准确率 $\geq 99.5\%$ ，协同控制单元指令执行延迟 ≤ 100 ms。

4.3 协同控制策略应结合综掘工作面地质条件、机电设备参数动态适配，兼顾灾害防控安全性与机电设备运行经济性。

4.4 所有涉煤电气设备均应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.4 中的要求，具备矿用防爆合格证、MA 安全标志，其性能参数应与协同控制需求适配。

4.5 协同控制系统应具备与矿井综合自动化系统、安全监控系统的数据对接能力，实现数据共享与远程监控，对接协议符合 MT/T 1201.5 中的要求。

5 系统组成与架构

5.1 系统组成

冲击地压监测与瓦斯输送设备协同控制系统由冲击地压监测子系统、瓦斯输送设备子系统、协同控制单元及辅助设施组成，各部分应配套完整、适配性良好，具体组成应符合下列各项：

- a) 冲击地压监测子系统：含微震传感器、应力传感器、数据采集器及传输模块，负责采集微震能量、煤体应力等核心数据并上传至协同控制单元；
- b) 瓦斯输送设备子系统：含瓦斯抽采泵、电动调节阀门、瓦斯浓度传感器、流量传感器、负压传感器及设备控制模块，执行协同控制单元下发的启停、参数调节指令；
- c) 协同控制单元（CCU）：采用矿用隔爆兼本安型 PLC 控制器，符合 MT/T 899 中的要求，集成数据处理、逻辑运算、指令下发、故障诊断功能，支持 Modbus-RTU、TCP / IP 多协议兼容，是系统协同联动的核心机电部件；
- d) 辅助设施：含声光报警装置、应急手动控制箱、备用电源、抗干扰传输线路及接地装置，保障系统可靠运行与应急操作。

5.2 系统架构

系统采用“现场感知层-核心控制层-监控管理层”三级架构，层级间通过专用机电接口实现数据与信号的可靠传递，具体架构图如图 1 所示，架构组成、功能及流向应符合下列各项：

- a) 现场感知层：部署冲击地压监测传感器、瓦斯输送设备及配套仪表，核心功能为实时采集微震能量、煤体应力等冲击地压数据，瓦斯浓度、流量、负压等瓦斯参数，以及设备运行状态信号，完成数据预处理与初步报警通过标准化机电接口上传至核心控制层；

- b) 核心控制层：以协同控制单元（CCU）为核心，接收现场感知层上传数据，经 PLC 逻辑运算模块基于预设策略生成调节指令，通过控制信号接口下发至瓦斯输送设备及掘进机，同时将设备执行状态反馈至监控管理层，具备手动 / 自动控制切换及故障自诊断功能；
- c) 监控管理层：部署在地面监控中心，实现数据可视化展示、预警信息发布、远程手动干预、历史数据查询及报表生成，支持与矿井综合自动化系统、安全监控系统对接，为运维决策提供数据支撑，同时可向核心控制层下发参数校准、策略调整指令。

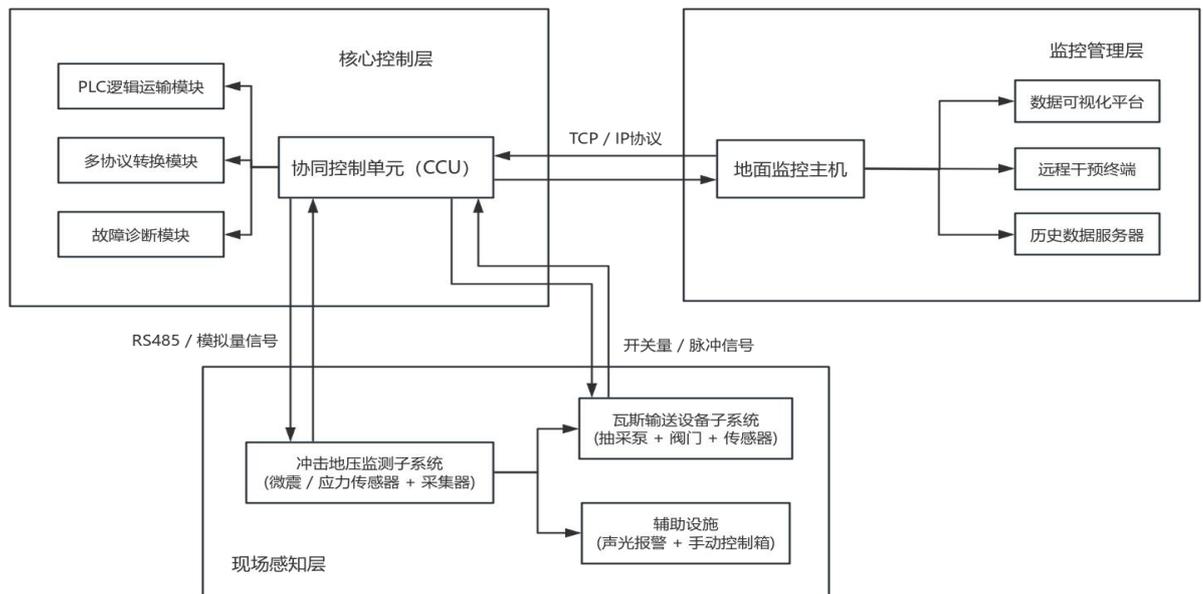


图 1 系统架构图

6 机电接口要求

6.1 接口通用要求

6.1.1 所有机电接口应具备防松动、防粉尘、防潮湿性能，接口防护等级 \geq IP54，适应综掘工作面恶劣工况，插拔寿命 \geq 1 000 次无故障，接口连接处采用密封垫圈加固，防止煤尘、水汽侵入影响传输稳定性。

6.1.2 接口应采用标准化设计，具备互换性，同一类型接口可在同规格设备间通用，便于检修更换。

6.1.3 接口传输应具备抗干扰能力，能抵御电磁干扰、电压波动影响，数据传输误码率 $\leq 1 \times 10^{-6}$ 。

6.2 数据传输接口

应符合表 1 中的要求。

表 1 数据传输接口要求

接口类型	连接对象	传输协议	技术参数	适配要求
RS485 接口	冲击地压传感器、瓦斯传感器	Modbus-RTU	波特率 9 600 bps ~ 19 200 bps 可调, 数据位 8 位, 停止位 1 位	支持多设备并联接入, 最多可接入 32 个传感器
以太网接口	协同控制单元、地面监控中心	TCP / IP	传输速率 ≥ 100 Mbps, 工作电压 5 V DC	符合 MT/T 1201.5 中的要求
模拟量接口	流量传感器、负压传感器	4 mA ~ 20 mA 模拟量信号	测量精度 $\pm 0.1\%$ FS, 负载电阻 250 Ω ~ 500 Ω	与协同控制单元模拟量输入模块适配

6.3 控制信号接口

6.3.1 开关量输出接口

用于协同控制单元下发设备启停、阀门调节指令, 输出信号为 DC 24 V, 额定电流 ≥ 1 A, 具备短路保护功能。

6.3.2 开关量输入接口

用于接收设备运行状态反馈信号, 输入信号为 DC 24 V, 响应时间 ≤ 10 ms。

6.3.3 脉冲信号接口

用于接收电动阀开度反馈脉冲, 脉冲当量 $\leq 0.1\%$ /脉冲, 支持阀开度精准调节。

6.4 电源接口

系统电源接口应采用防误插设计, 额定电压为 AC 127 V / 380 V, 电源波动适应范围 $\pm 10\%$, 具备过压、过流、漏电三重保护功能。接口额定电流需根据设备功率匹配, 其中抽采泵接口 ≥ 50 A, 传感器接口 ≥ 2 A, 接线处采用绝缘防护套管, 防止短路引发安全事故。

7 控制策略与参数要求

7.1 冲击地压预警分级及判定标准

冲击地压监测系统应基于微震信号能量、煤体应力值双参数综合判定预警等级, 预警阈值可结合工作面具体地质条件动态校准, 分级及判定标准应如表 2 所示:

表 2 分级及判定标准

预警等级	微震信号能量	煤体应力值	预警标识	判定条件
I (无预警)	$< 10^4$ J	$< 40\%$ 煤层极限抗压强度	绿色	两项参数均满足要求，持续时间 ≥ 5 min
II (一般预警)	10^4 J $\sim 10^5$ J	$40\% \sim 60\%$ 煤层极限抗压强度	蓝色	任意一项参数满足要求，持续时间 ≥ 3 min
III (较重预警)	10^5 J $\sim 10^6$ J	$60\% \sim 80\%$ 煤层极限抗压强度	黄色	任意一项参数满足要求，持续时间 ≥ 2 min
IV (严重预警)	$> 10^6$ J	$> 80\%$ 煤层极限抗压强度	红色	任意一项参数满足要求，即时判定

7.2 分级协同控制策略

基于冲击地压预警等级与瓦斯浓度、流量参数，采用分级联动控制策略，坚持“安全优先、兼顾效率”原则，实现灾害防控与作业连续性的平衡，具体控制要求应如表 3 所示：

表 3 分级协同控制策略

冲击地压预警等级	瓦斯工况	协同控制指令	控制参数要求	应急处置要点
I (无预警)	瓦斯浓度 $< 0.8\%CH_4$ ，流量稳定（波动 $< \pm 10\%$ ）	瓦斯输送设备按额定参数运行，掘进机正常作业，系统处于监控状态	抽采泵流量维持额定值（ 40 m ³ /min ~ 60 m ³ /min），负压 0.04 MPa ~ 0.06 MPa，阀门开度 $50\% \sim 70\%$	每 30 min 记录一次设备运行参数，无人工干预需求
II (一般预警)	瓦斯浓度 $0.8\% \sim 1.2\% CH_4$	提升瓦斯抽采效率，降低掘进机负荷，减缓应力累积	抽采泵流量提升 $20\% \sim 30\%$ ，负压调至 0.06 MPa ~ 0.07 MPa，掘进机截割速度降低 30% ，阀门开度增至 $70\% \sim 80\%$	实时监测参数变化，每 10 min 记录一次，现场人员加强巡检
III (较重预警)	瓦斯浓度 $1.2\% \sim 1.5\% CH_4$	瓦斯输送设备满负荷运行，停止掘进作业，强化瓦斯抽采	抽采泵流量升至额定值 100% ，负压调至 0.07 MPa ~ 0.08 MPa，阀门全开，切断掘进机动力电源	启动现场声光报警，人员撤离至预警区域外 50 m，每 5 min 记录一次参数
IV (严重预警)	任意瓦斯浓度	瓦斯输送设备满负荷运行，切断工作面所有非本质安全型电源，启动应急抽采	抽采泵维持满负荷，负压 0.08 MPa（防止管路破损），应急排放装置启动	触发矿井应急预警，人员撤离至安全避难硐室，持续监测直至风险解除
任意等级	瓦斯浓度 $\geq 1.5\%CH_4$	立即切断瓦斯输送设备及工作面动力电源，启动应急瓦斯抽采预案	关闭主阀门，开启应急旁路，维持最低负压（ 0.02 MPa ~ 0.03 MPa）防止瓦斯倒灌	待瓦斯浓度降至 $< 0.8\%CH_4$ 后，逐步恢复设备运行，全程人工监护

7.3 控制逻辑补充要求

7.3.1 系统应具备逻辑互锁功能，当冲击地压预警等级与瓦斯工况冲突时，严格按“灾害等级优先”原则执行控制指令，即瓦斯超限（ $>1.5\%CH_4$ ）优先于冲击地压 I、II、III 级预警，冲击地压 IV 级预警优先于瓦斯浓度 $<1.5\%CH_4$ 的常规工况。

7.3.2 协同控制单元应支持控制参数手动校准功能，允许运维人员根据现场地质变化、设备老化情况调整阈值，但需留存参数修改记录，修改权限分级管控。

7.3.3 当传感器故障或数据传输中断时，系统自动切换至本地手动控制模式，发出故障报警，同时维持设备当前运行状态，防止参数突变引发风险。

8 安装调试要求

8.1 安装通用要求

8.1.1 所有设备安装位置应避开掘进机截割范围、瓦斯管路接口及通巷道交叉口，围岩稳定性良好，无淋水、片帮风险，距离掘进迎头 ≥ 10 m，便于检修与维护。

8.1.2 传输线路敷设应采用矿用阻燃通信电缆，沿巷道侧壁固定，固定间距 ≤ 3 m。与动力电缆平行敷设时间距 ≥ 0.5 m，交叉敷设时呈 90° 角且间距 ≥ 0.2 m，转弯处采用圆弧过渡，避免拉扯与磨损。系统接地电阻 $\leq 4 \Omega$ 。

8.1.3 瓦斯输送管路安装应平直，坡度 $\geq 3\text{‰}$ ，与协同控制阀门精准对接，接口密封严密，漏气量 $\leq 0.5\%$ （额定负压下），应符合 GB 30871 中的要求。

8.2 分项安装要求

8.2.1 冲击地压传感器

微震传感器布置在综掘工作面迎头及两侧煤体，深度 ≥ 2.5 m，间距 ≤ 15 m，监测范围覆盖迎头前方 50 m、两侧 30 m；应力传感器沿掘进方向布置在迎头后方 10 m ~ 30 m，每侧 2 个 ~ 3 个，间距 5 m ~ 8 m，与煤体接触紧密，抗压强度 ≥ 80 MPa。

8.2.2 协同控制单元

安装在专用隔爆配电箱内，箱体固定牢固，距地面 ≥ 0.8 m，周围无杂物堆积，预留 ≥ 0.5 m 检修空间，接入电源前核对电压等级与极性。

8.2.3 辅助设施

声光报警装置安装在工作面入口及预警区域边界，音量 ≥ 85 dB (A)，灯光可见距离 ≥ 50 m；应急手动控制箱布置在人员巡检通道旁，便于紧急操作。

8.3 调试要求

8.3.1 单机调试

设备安装完成后，逐台进行单机通电调试，检查传感器灵敏度、设备运行状态、接口连接可靠性传感器校准误差 $\leq \pm 2\%$ ，设备空载运行 ≥ 2 h 无异常。

8.3.2 联机调试

启动协同控制系统，模拟 I 级 ~ IV 级冲击地压预警及不同瓦斯工况，验证控制指令执行准确性、数据传输稳定性、联动响应及时性，连续调试时间 ≥ 24 h，指令执行准确率 100%、数据传输无中断为合格。

8.3.3 并网调试

将协同控制系统接入矿井综合自动化系统，验证数据对接兼容性，明确远程监控、参数下发、状态反馈功能正常，调试完成后形成调试报告，存档备查。

9 运行维护要求

9.1 日常运维

9.1.1 每日巡检

检查设备运行状态、接口连接紧固性、线路完整性，清理传感器表面煤尘、积水，测试声光报警装置有效性，记录设备运行参数，发现异常及时处理。

9.1.2 定期校准

每周校准一次瓦斯浓度传感器、应力传感器，每月校准一次流量、负压传感器，校准结果记录存档，校准误差超标的传感器立即更换。

9.1.3 参数核查

每半月核查一次协同控制单元参数设置，比对现场地质条件与设备运行状态，必要时调整控制阈值，参数修改需经技术负责人审批。

9.2 定期检修

9.2.1 季度检修

对协同控制单元、电动阀门、传输线路进行全面检修，清理设备内部粉尘，检查触点磨损情况，更换老化部件，测试控制逻辑准确性。

9.2.2 半年度检修

对瓦斯抽采泵、应急电源等核心设备进行解体检修，检查轴承、密封件、电机运行状态，明确设备性能符合本文件要求。

9.2.3 年度检修

开展系统全性能检测，包括数据传输延迟、指令执行精度、联动响应速度等，结合矿井技术改造需求，优化协同控制策略，形成检修报告。

9.3 故障处置

9.3.1 故障诊断

系统具备故障自诊断功能，当传感器故障、接口松动、线路中断时，立即发出声光报警，显示故障位置、类型及发生时间，故障报警响应时间 ≤ 2 s。

9.3.2 处置流程

设备故障时，先切断非本质安全型电源（瓦斯超限故障除外），采取安全防护措施后开展检修；故障排除后，重新校准调试，验证功能正常后方可恢复运行。

9.3.3 故障记录

建立故障处置台账，详细记录故障现象、处置过程、原因分析、整改措施及责任人，存档期限 ≥ 2 年，为后续运维优化提供依据。

10 安全与应急管理

10.1 安全管理

10.1.1 协同控制系统所有电气设备均应具备矿用防爆资格及有效期内的 MA 安全标志，严禁在爆炸性环境中拆卸、改装设备。检修时需使用防爆工具，严格执行“停电-验电-放电-挂牌-闭锁”制度，防止产生电火花引发瓦斯爆炸事故。

10.1.2 瓦斯输送管路应设置黄色“瓦斯管路”标识，间距 ≤ 50 m，严禁在管路上堆放杂物、动火作业，管路检修前需先排空瓦斯、检测浓度 ($< 0.5\%CH_4$) 后方可操作。

10.1.3 冲击地压预警后，严格按照协同控制指令执行，严禁擅自解除预警、恢复设备运行，风险解除需经技术负责人确认，下达指令后方可操作。

10.1.4 系统应具备漏电、过压、过流保护功能，接地系统可靠，定期检测接地电阻，防止电气故障引发瓦斯爆炸、设备损坏等事故。

10.2 应急管理

10.2.1 应急电源

系统配置备用电源，当主电源中断时，备用电源自动投入，续航时间 ≥ 2 h，保障核心监测与控制功能正常运行。

10.2.2 手动干预

应急手动控制箱具备独立控制功能，当协同控制单元故障时，可手动调节瓦斯输送设备运行参数、启停设备。

10.2.3 应急预案

煤矿企业应结合本文件要求，制定协同控制系统故障、复合灾害突发等场景的应急处置预案，定期组织演练，提升人员应急处置能力。

11 资料归档

11.1 归档资料范围

应包括但不限于下列各项：

- a) 设备出厂合格证；
- b) 防爆合格证；
- c) MA 安全标志证书及附件；
- d) 安装调试方案与验收报告；
- e) 传感器周期性校准记录；
- f) 定期检修台账；

- g) 故障处置台账;
- h) 控制参数修改审批记录;
- i) 系统原理图;
- j) 接线图及设备布置图。

11.2 归档要求

资料应真实、完整、规范，纸质资料采用 A4 规格装订，电子资料备份存储，归档期限 ≥ 5 年，便于追溯与核查。

11.3 移交要求

系统安装调试完成后，施工单位应向煤矿企业移交完整归档资料，双方签署移交清单；人员变动时，及时办理资料交接手续。
