

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 000—2025

煤矿矿压监测数据交换技术规范

Technical Specification for Data Exchange of Mine Pressure Monitoring
in Coal Mines

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

目 次

前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 数据格式	5
5 数据传输协议	8
6 数据交换技术	9
7 数据质量控制	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020的规定起草。

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：山东科技大学、新汶矿业集团有限责任公司、武汉大学。

本文件主要起草人：王蕊，张鹏飞，刘淑敏，王子辉，马宏发，屈晓，陈绍杰，任勇杰，郭晓胜，黄万朋，赵同彬，应时，赵曰茂，张继成。

本文件为首次发布。

矿压监测数据交换技术规范

1 范围

本文件规定了矿压监测数据交换的数据格式、数据传输协议、数据交换和数据质量控制。
本文件适用于煤矿矿压监测数据的采集、传输、存储、处理和应用等的的数据交换。

2 规范性引用文件

GB/T 1988 信息技术 信息交换用七位编码字符集
GB/T 7408 数据元和交换格式 信息交换 日期和时间表示法
GB/T 18725 制造业信息化 技术术语
GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
MT/T 897 煤矿用信息传输装置
IEEE 754 IEEE二进制浮点数算术
IEEE 802.3 以太网

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿压

矿山开采过程中,由于采掘活动引起的围岩应力重新分布作用在采掘空间周围岩体和支护体上的力。

3.2

矿压监测

通过安装在矿山中的传感器和监测设备,对矿山开采过程中围岩和支架承受的压力及其变化规律实时、连续观测和测量,并对数据分析和处理的过程。

3.3

顶板压力监测系统

使用压力传感器安装在顶板上,实时监测顶板压力变化的监测系统。

3.4

支柱压力监测系统

在单体液压支柱上安装压力传感器,获取单体液压支柱工作阻力等数据的监测系统。

3.5

巷道变形监测系统

利用激光测距仪、收敛计等设备监测巷道围岩变形的监测系统。

3.6

锚杆（索）应力监测系统

通过在锚杆（索）上安装测力计监测受力状况的监测系统。

3.7

围岩深部位移监测系统

采用多点位移计或钻孔伸长计等深入围岩内部，测量不同深度位移的监测系统。

3.8

支架工况监测系统

在支架上安装行程传感器、压力传感器等传感器，监测支架初撑力、工作行程等参数的监测系统。

3.9

煤体应力监测系统

在煤体中埋设应力传感器，监测煤体应力变化的监测系统。

3.10

围岩离层监测系统

通常使用离层仪安装在钻孔内，监测围岩离层情况的监测系统。

3.11

数据交换

在不同的矿压监测系统、设备或平台间，按预定规则和格式，进行矿压监测数据传输、共享和交互，实现数据整合、分析和应用。

3.12

数据格式

描述和存储矿压监测数据，确保数据的一致性和可读性的数据编码方式、组织结构和字段定义的组合。

3.13

传输协议

规范数据在网络或通信线路中数据包结构、传输控制、错误处理等，保证数据传输可靠性和效率的传输规则和流程。

3.14

数据交换技术

矿压监测数据交换过程中采用的数据同步、转换、整合等，满足不同系统和应用对数据需求的技术。

3.15

数据质量

数据满足准确性、完整性、一致性、可靠性、时效性等要求的程度，评估矿压监测数据在交换过程中的可用价值。

3.16

数据安全

保护矿压监测数据不被未经授权的访问、篡改、泄露或破坏，确保数据的保密性、完整性和可用性。

3.17

数据中心

集中存放、管理和处理大量数据的物理设施或场所。

4 数据格式

4.1 数据编码规则

数据编码规则应符合表 1 的规定。

表 1 数据编码规则

编码规则	描述
编码方式	采用 UTF-8 编码方式，以支持多语言字符和特殊符号
监测点编码方式	采用“KP-”加上自定义的数字或字母组合等统一编码前缀
时间数据	采用 GB/T 7408 标准格式，精确到毫秒级，格式为“YYYY-MM-DDThh:mm:ss”，如“2024-09-21T15:30:25”
数值型数据	采用 IEEE 754 的双精度浮点数(Double)表示，保证精度和范围
监测设备编码方式	包含品牌缩写、设备类型代码和 8 位序列号
监测设备状态表示方式	采用整型(Integer)表示 0 或 1，0 表示正常，1 表示故障
字符串数据	应去除前后空格，并限制最大长度，避免数据溢出

4.2 数据结构

数据结构应采用结构化数据格式，提高数据可读性和可扩展性。

4.2.1 顶板压力监测

顶板压力监测应符合表 2 的规定。

表 2 顶板压力监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
顶板垂直应力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 MPa，保留小数点后两位
顶板水平应力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 MPa，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.2 支架工作阻力监测

支架工作阻力监测应符合表 3 的规定。

表 3 支架工作阻力监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
支架工作阻力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 kN，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.3 巷道围岩变形监测

巷道围岩变形监测应符合表 4 的规定。

表 4 巷道围岩变形监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
巷道顶底板移近量	Double	基于监测设备的测量范围	单位为 mm，保留小数点后两位
巷道两帮收敛量	Double	基于监测设备的测量范围	单位为 mm，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.4 锚杆（索）受力监测

锚杆（索）受力监测应符合表 5 的规定。

表 5 锚杆（索）受力监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
锚杆（索）受力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 kN，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.5 围岩深部位移监测

围岩内部位移监测应符合表 6 的规定。

表 6 围岩内部位移监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
围岩深部位移	Double	基于监测设备的测量范围	单位为 mm，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.6 支架工况监测

支架工况监测应符合表 7 的规定。

表 7 支架工况监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
支架初撑力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 kN，保留小数点后两位
循环末阻力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 kN，保留小数点后两位
支架工作行程	Double	基于监测设备的测量范围	单位为 mm，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.7 煤体应力监测

煤体应力监测应符合表 8 的规定。

表 8 煤体应力监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
煤体应力	Double	0 到监测设备的最大测量值	单位为 MPa，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.2.8 围岩离层监测

围岩离层监测应符合表 9 的规定。

表 9 围岩离层监测表

数据项	数据类型	值域范围	标准化数据元
监测点编号	String(50)	由矿山自定义编码规则，确保唯一性	见表 1 描述
监测时间	DateTime	从 1970 年 1 月 1 日 00:00:00 到当前时间	见表 1 描述
围岩离层位移	Double	基于监测设备的测量范围	单位为 mm，保留小数点后两位
监测设备编号	String(30)	由设备制造商分配的唯一编号	见表 1 描述
设备状态	Integer	0 或 1	无

4.3 字段含义

- 1) 监测点编号：唯一标识每个矿压监测点的代码，由矿山自定义编码规则，编码应具有唯一性和可识别性；
- 2) 监测时间：记录数据采集时间，精确到毫秒，用于数据时间序列分析和追溯；
- 3) 顶板压力：包括顶板的垂直应力（单位：MPa）和水平应力（单位：MPa），用于评估顶板的稳定性和承载能力；
- 4) 支架工作阻力：监测液压支架等支架承受的压力（单位：kN），了解支撑效果和工作状态；

- 5) 巷道围岩变形：包括巷道顶底板移近量（单位：mm）、两帮收敛量（单位：mm）等，反映巷道围岩的变形情况；
- 6) 锚杆（索）受力：监测锚杆或锚索承受的轴力（单位：kN），判断对围岩的加固效果；
- 7) 围岩深部位移：通过多点位移计等设备测量围岩内部不同深度的位移变化（单位：mm），了解围岩内部的移动规律；
- 8) 支架工况：包括支架的初撑力（单位：kN）、循环末阻力（单位：kN）、工作行程（单位：mm）等参数，评估支架性能和适应性，优化支架选型和布置；
- 9) 煤体应力：监测煤体承受的应力（单位：MPa）；
- 10) 围岩离层：围岩中两测点之间的相对位移（单位：mm）；
- 11) 监测设备编号：安装在监测点的设备唯一标识符；
- 12) 设备状态：反映监测设备工作状态，0 表示正常，1 表示故障。当设备出现故障时，应及时发送报警信息。

5 数据传输协议

5.1 数据传输方式

数据传输方式应符合表 10 的规定。

表 10 数据传输方式

数据传输方式	描述	要求
有线等以太网	宜采用，支持TCP/IP协议	物理连接符合IEEE 802.3，网络拓扑结构根据矿山实际情况选择星型、环型、总线型。
4G/5G无线网络	用于无法布线区域，基于MQTT协议	信号强度满足数据传输稳定性要求，掉线率不高于5%。
短距离、低速率蓝牙	用于传感器与本地采集设备之间	5.0及以上版本，有效距离不低于10m，传输速率不低于1Mbps。

5.2 数据传输频率

数据传输频率设置应符合表 11 的规定。

表 11 数据传输频率

监测点类型	传输频率	描述
关键监测点	例如，1次/分钟	关键监测点的定义应根据矿山地质条件、开采工艺和安全风险评估确定。
一般性监测点	例如，1次/10 分钟	监测点可包括非关键区域的监测点或对实时性要求较低的监测项目。
数据突变或超阈值	实时传输，并触发报警机制。	预警阈值设定应根据矿山安全标准和历史数据分析确定。

5.3 数据包结构

数据包结构应符合表 12 的规定。

表 12 数据包结构

字段	长度（字节）	描述
包头	4	包含协议版本、数据包类型等信息
数据长度	4	数据长度
源地址	8	发送端网络地址
目标地址	8	接收端网络地址
数据内容	n	实际监测数据
校验码	4	用于数据完整性校验

5.4 数据安全机制

数据安全机制应符合表 13 的规定。

表 13 数据安全机制

安全机制	描述
数据加密	传输过程中使用 AES-256 加密算法对数据加密
密钥管理	加密密钥通过安全密钥管理系统生成和分发，定期更新，更新周期不超过 3 个月
数字签名	数据传输前促数字签名，确保数据完整性和可追溯性

6 数据交换

6.1 数据清洗

抽取源数据时，应处理可能存在的数据不全面、重复、错误或不规范等问题，数据清洗处理应符合表 14 的规定。

表 14 数据清洗处理

问题类型	处理方法
缺失值	根据相邻数据或统计模型进行填充
重复数据	去重保留唯一值
错误数据	基于规则纠正或标记

6.2 数据转换

数据转换应解决数据类型、名称和长度不一致的情况，数据转换处理应符合表 15 的规定。

表 15 数据转换处理

转换类型	处理方式
数据类型转换	按映射规则转换
数据名称转换	按命名规范修改

6.3 时间戳和触发器同步

时间戳和触发器同步应利用时间戳和触发器机制捕捉数据变更，数据同步处理应符合表 16 的规定。

表 16 数据同步处理

同步步骤	详细描述
记录更新触发	当数据更新时，触发相应操作
临时表同步	更新临时数据表与源表保持一致
旧数据删除	删除过时的记录

6.4 数据核查

数据核查应保证数据质量和准确性，数据核查规则应符合表 17 的规定。

表 17 数据核查规则

核查类型	核查规则
唯一性核查	确保主键唯一，无重复数据
完整性核查	必填字段非空，关联数据完整
有效性核查	符合数据字典和业务规则
准确性核查	数据准确无误，统计结果一致
实时性核查	反映最新的数据状态

6.5 数据联合

6.5.1 数据联合应通过建立数据中心联合应用视图，实现多表数据的综合关联应用，如图1所示。

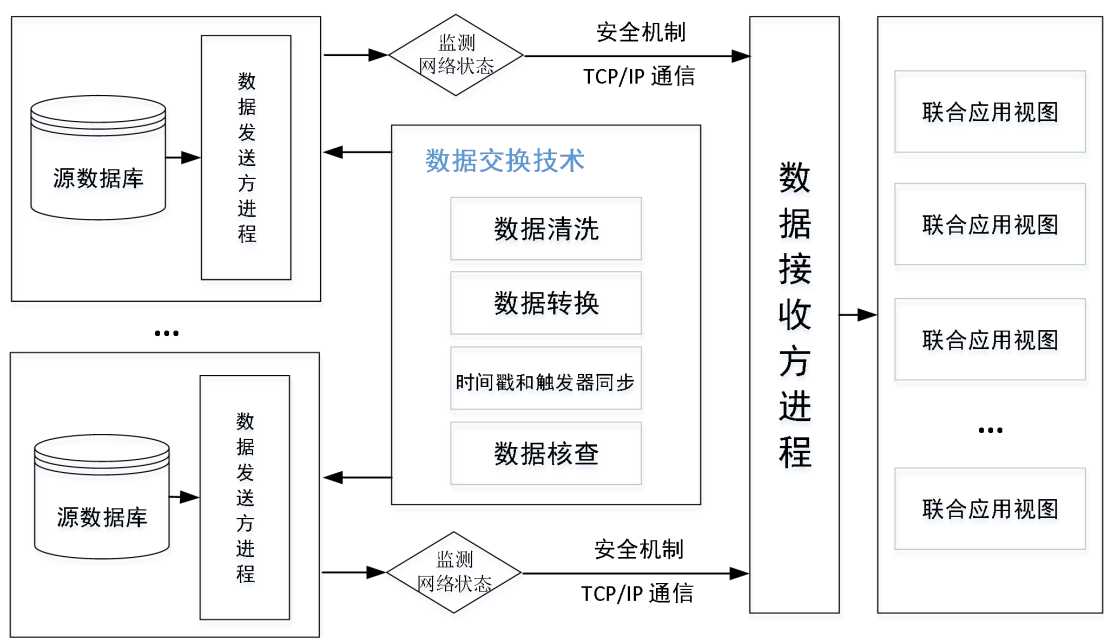


图1 数据联合架构

6.5.2 数据中心应从业务数据库等数据源抽取数据，根据分类和数据标准实施数据清洗，按数据中心模型要求完成数据整理与存储。

7 数据质量控制

7.1 数据采集

1) 数据采集应根据监测需求选择合适设备,并按设计要求安装。监测设备投入使用前应经校准和测试,校准周期不应超过1年,设备校准周期应符合表18的规定。

表 18 设备校准周期

监测设备类型	校准周期
压力传感器	每年 1 次
位移传感器	每半年 1 次

2) 压力测量精度不应低于 $\pm 0.5\%FS$; 位移测量精度不应低于 $\pm 0.1mm$,数据采集精度应符合表19的规定。

表 19 数据采集精度

监测参数	校准周期
压力值	$\pm 0.5\%FS$
位移值	$\pm 1mm$

3) 采集数据应进行实时有效性检查,剔除压力值超过设备测量范围、位移量出现不合理的突变等明显异常值;

4) 设备应能在矿山复杂环境条件下正常工作。采集设备应定期巡检和维护,记录设备运行状态和维护情况。

7.2 数据传输

数据传输过程中应保证完整性和可靠性。应监测网络稳定性,实时监测网络状态,及时处理网络故障;应采用重传、纠错等机制处理传输错误,传输错误处理机制应符合表20的规定。

表 20 传输错误处理机制

传输错误类型	处理方式
数据丢失或篡改	建立数据包的校验机制,采用 CRC32 校验算法校验
传输中断	设置重传机制,重传次数不超过 3 次,每次重传间隔 5 秒
数据包缺失或损坏	接收端进行完整性检查,发现问题向发送端请求重传

7.3 数据存储

数据存储应确保存储数据安全、可靠、易于查询和管理。

7.3.1 数据库设计

数据库结构应合理设计,优化存储性能,数据库结构应符合表21的规定。

表 21 数据库结构

数据表	字段	索引
监测数据表	监测点编号、监测时间、压力值、位移值等	监测点编号、监测时间
设备信息表	设备编号、设备类型、安装位置、启用时间	设备编号
错误日志表	错误代码、错误描述、发生时间	发生时间

7.3.2 数据备份与恢复

数据备份与恢复应制定定期的数据备份计划，采用异地存储和多副本备份策略，确保数据可恢复，数据备份策略应符合表22的规定。

表 22 数据备份策略

备份方式	备份周期	存储位置
全量备份	每周	本地服务器和外部存储设备
增量备份	每天	本地服务器

7.3.3 数据清理与归档

数据清理与归档应定期清理过期和无效数据，将历史数据归档存储，数据归档方式应符合表23的规定。

表 23 数据归档方式

数据类型	保留期限	归档方式
实时监测数据	1 年	压缩存储至磁带库
历史统计数据	5 年	存储至大容量磁盘阵列

7.4 数据质量评估

数据质量评估应建立数据质量评估指标体系，定期对数据质量评估和报告，数据质量评估方式应符合表24的规定。

表 24 数据质量评估方式

评估指标	计算公式	评估周期
数据准确性	$(\text{准确数据量} / \text{总数据量}) \times 100\%$	每月
数据完整性	$(\text{完整数据量} / \text{应采集数据量}) \times 100\%$	每月
数据一致性	$(\text{一致数据量} / \text{对比数据量}) \times 100\%$	每季度
数据时效性	$(\text{及时更新数据量} / \text{需更新数据量}) \times 100\%$	每周

7.5 数据质量改进

数据质量改进应根据数据质量评估结果，采取改进措施，不断提高数据质量，数据质量改进方式应符合表25的规定。

表 25 数据质量改进方式

质量问题	改进措施	负责人	完成时间
数据缺失	完善采集机制，增加数据验证环节	数据采集员	[具体时间]
数据错误	优化数据清洗算法，加强人工审核	数据管理员	[具体时间]
数据不一致	统一数据标准，建立数据核对机制	数据管理员	[具体时间]