**煤矿用矿震传感器测试核验规程**

**Regulations for test and verification of mine seismic sensor**

**（征求意见稿）**

**目 录**

[前 言 I](#_Toc123886221)

[引 言 II](#_Toc123886222)

[1. 范围 1](#_Toc123886223)

[2. 引用文献 1](#_Toc123886224)

[3. 术语与定义 1](#_Toc123886225)

[4. 矿震传感器技术性能要求 1](#_Toc123886226)

[4.1矿震传感器技术性能要求 1](#_Toc123886227)

[4.2频率误差 1](#_Toc123886228)

[4.3幅值线性度 1](#_Toc123886229)

[4.4幅频响应度 2](#_Toc123886230)

[4.5其他性能 2](#_Toc123886231)

[5. 矿震传感器通用技术要求 2](#_Toc123886232)

[5.1外观要求 2](#_Toc123886233)

[5.2其他技术要求 2](#_Toc123886234)

[6. 计量器具控制与核验测试 2](#_Toc123886235)

[6.1核验条件 2](#_Toc123886236)

[6.2核验项目 3](#_Toc123886237)

[6.3核验测试 3](#_Toc123886238)

[6.4核验结果处理 4](#_Toc123886239)

[6.5核验周期 5](#_Toc123886240)

[附录A: 6](#_Toc123886241)

**前 言**

本标准按照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》规则起草。

本标准按照冲击地压测定、监测与防治方法 第4部分：微震监测方法（GB/T25217.4-2019）给出的标准起草。

本文件的附录A为规范性附录。

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这些专利责任。

本文件由中国矿业大学提出并归口。

本文件起草单位：中国矿业大学，煤炭资源与安全开国家重点实验室，徐州弘毅科技发展有限公司。

本文件主要起草人：窦林名，巩思园，孙彦景，曹安业，蔡武，范军，张少华，宋万新，邵学峰，马志锋，韩泽鹏，田鑫元，白金正，朱华新。

本文件首次发布。

**引 言**

随着我国浅部煤炭资源的迅速枯竭，煤矿开采深度不断增加，复杂地质条件、超高地应力、超强采动压力等导致冲击地压与矿震事故频发。微震监测系统是监测冲击地压及矿震的关键装备，在冲击地压及矿震监测预警方面具有极大的应用潜力。矿震传感器用于监测矿山震动，是微震监测系统的重要组成部分及核心元件，矿震传感器的标准化测试核验是保障微震监测系统正常使用的基础。本文件基于煤矿冲击地压微震监测系统应用实践，总结了我国百余座冲击地压矿井微震监测系统及矿震传感器的使用经验，并广泛参考了相关技术标准化文件。

**煤矿用矿震传感器测试核验规程**

# 范围

本文件规定了煤矿用矿震传感器的术语和定义、技术性能要求、通用技术要求、核验方法、核验规则。

本文件适用于煤矿用矿震传感器的首次核验、后续核验和使用中的核验。

# 引用文献

本文件引用下列文献：

1．冲击地压测定、监测与防治方法 第4部分：微震监测方法（GB/T25217.4-2019）。

2．中华人民共和国国家标准磁电式速度传感器通用技术条件（GB/T30242-2013）。

3．测振仪检定规程（JJGB676-2019）。

使用本规程时应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

# 术语与定义

3.1矿震传感器

矿震传感器是用于监测矿山震动的传感器，矿震传感器一般为磁电式速度传感器，由拾震传感器、放大器、滤波器、电流调制器、电源调理、壳体、铭牌、电缆等部分组成。

3.2振动激励系统

振动激励系统一般由振动台、功率放大器、振动控制器、冷却风机、控制软件、传感器组成，可产生特定频率和振幅的振动。

3.3参考矿震传感器

参考矿震传感器是通过绝对法检定的矿震传感器，作为比较法检定被检矿震传感器的传递标准。

# 矿震传感器技术性能要求

## 4.1矿震传感器技术性能要求

矿震传感器的技术性能应符合表1的要求。

表1 矿震传感器技术性能要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 矿震传感器 | 工作频率范围/Hz | 频率最大允许误差/% | 幅值线性度  线性相关系数*Ra* | 幅频响应度最小值的  相对偏差/% |
| 参考矿震传感器 | 2-150 | ±1.00 | / | / |
| 被检矿震传感器 | 2-150 | ±3.00 | >0.70 | <10 |

## 4.2频率误差

矿震传感器的频率测量示值相对于振动激励系统标准振动频率的相对误差，应满足表1的要求。

## 4.3幅值线性度

在推荐的参考频率点处，不同振动幅值下被检矿震传感器的幅值测量示值与振动激励系统标准幅值的线性相关程度，其相关系数值为幅值线性度，应满足表1的要求。

## 4.4幅频响应度

在参考矿震传感器幅频响应度最小值对应频率（2-150Hz）条件下，被检矿震传感器的幅频响应度相对于参考矿震传感器幅频响应度最小值的相对偏差，应满足表1要求。

## 4.5其他性能

矿震传感器的其他性能，应满足生产厂家的出厂指标。

# 矿震传感器通用技术要求

## 5.1外观要求

5.1.1矿震传感器上应标出型号规格、出厂编号、生产厂的商标或名称、测量范围、生产日期等。当传感器较小时，应至少将型号规格、出厂编号两项内容标注在传感器本体上，其余内容可在产品包装上注明。

5.1.2矿震传感器外观应无明显的机械性撞击损伤，表面无毛刺及其他瑕疵。连接电（光）缆外皮应无破损。

## 5.2其他技术要求

矿震传感器必须为矿用本安型设备，应提供本安参数。出厂技术指标应包含仪器测量频率范围、幅值范围、上限和下限截止频率及衰减量、使用注意事项等。

# 计量器具控制与核验测试

计量器具控制与核验测试包括：首次核验、后续核验、使用中核验。

## 6.1核验条件

6.1.1核验环境条件

温度：（23±2）℃

相对湿度：30%~75%。

电源电压：应在额定电压的±10%范围内。

实验室及周围环境：应无振动和冲击源，无强电场、强磁场、强声场的干扰。

6.1.2核验用仪器的技术要求

6.1.2.1振动激励系统要求

振动激励系统要求见表2。

表2 振动激励系统

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 技术指标项目 | 绝对法检定装置 | 比较法检定装置 |
| 频率的最大允许误差 | ±0.05% | ±0.10% |
| 频率稳定度 | ±0.05% | ±0.10% |
| 加速度值稳定性 | ±0.05% | ±0.10% |
| 总谐波失真度 | ≤2% | ≤5%（20≤*f*<2KHz）  ≤10%（0.1<*f*<20Hz） |
| 横向振动比 | ≤1%（1<*f*<10Hz）  ≤10%（10<*f*<1KHz） | ≤10%（*f*≤1kHz） |
| 信噪比 | ≥70dB | ≥50dB(*f*≥10Hz)  ≥20dB(*f*＜10Hz) |

6.1.2.2数字电压表（可选）

交流电压幅值测量不确定度优于0.2%（k =2）。

6.1.2.3频率计（可选）

测量不确定度优于0.1%（k =2）。

6.1.2.4动态信号分析仪（可选）

交流电压幅值测量误差不超过±0.2%，频率示值误差不超过±0.01%，动态范围应不小于70dB。

6.1.3核验参数设置的选择

采用比较法核验矿震传感器时，可优先选用下列频率及振动速度。

①频率，Hz：

2，5，10，20，50，100，150；

②振动速度，m/s：

... 5×10-5，1×10-4，5×10-4…；

6.1.4其他要求

①应尽可能减小电缆抖动和基座应变对测量结果的影响，特别是在低频段更应注意。

②用螺钉安装传感器时，应在传感器与振动激励系统安装表面之间均匀涂抹蜂蜡或硅脂薄膜，以增加接触刚度。

③如果受振动激励系统和测量能力的限制，不能在一套装置上完成被检矿震传感器全频段的检定，则允许在多套装置上检定，以覆盖所需的频率测量范围。

## 6.2核验项目

矿震传感器的首次核验、后续核验和使用中的核验项目见表3。

表3 常规核验项目表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 核验项目 | 被检矿震传感器 |
| 1 | 外观 |  |
| 2 | 频率误差 |  |
| 3 | 幅值线性度 |  |
| 4 | 幅频响应度 |  |

## 6.3核验测试

6.3.1外观等一般性检查

通用技术要求的检查应满足第5条的要求。

6.3.2振动激励系统安装要求

振动激励系统安装时请注意以下几点：

①稳定坚实的安装基础，保持振动激励系统所处位置和状态不变；

②确保振动激励系统工作时振动不向外界传递。建议使用弹性材料垫于振动激励系统基座下对振动进行隔离；

③安装振动激励系统的基础面要平整，避免系统产生摇晃。

6.3.3矿震传感器安装要求

振动激励系统的台面上提供相应的安装的螺孔，以便安装夹具和矿震传感器。在安装夹具时，应尽可能的调整夹具及其位置，使矿震传感器（包括夹具）的重心与台体中心重合。

6.3.4频率的核验

在矿震传感器的频率测量范围内，选取包含上限值和下限值频率在内的不少于7个频率点。由振动激励系统给出相对应的标准频率，记录不同标准频率下被检矿震传感器的频率测量示值，按式（1）计算其相对误差。

（1）

式中：

——频率误差，%；

——矿震传感器频率测量示值，Hz；

——振动激励系统的标准频率，Hz。

检定结果应满足表1的要求。

6.3.5幅值线性度的核验

在推荐频率范围内选取某个参考频率点，在此频率下，由振动激励系统给出不少于6个均匀分布的振动幅值（包括最大振动幅值），记录被检矿震传感器在不同幅值下的测量示值，按式（2）计算该频率下振动激励系统的每个幅值与被检矿震传感器对应的测量示值的线性相关性系数，该系数即为幅值线性度，应符合表1的要求。

（2）

式中：

——相关系数；

——被检矿震传感器幅值测量示值，m/s；

——振动激励系统的标准幅值，m/s。

6.3.6幅频响应的核验

①使用制造商推荐的安装方法，将参考矿震传感器安装在振动激励系统台面中心位置，将振动激励系统按6.1.3推荐参数设置，按照测试流程开展实验获得不同频率下（包含最大、最小工作频率，不少于7个频率点）参考矿震传感器幅频响应度，将之确定为标准幅频响应度。

矿震传感器幅频响应度按式（3）计算：

（3）

式中：

S——矿震传感器幅频响应度。

、——表示振动激励系统设置的幅值，设置为10mv，设置为20mv。

y1、y2——表示参考矿震传感器的幅值示值，mv。

②使用同样的测试流程开展被检矿震传感器的测试，获得被检矿震传感器不同频率下（包含最大、最小工作频率，不少于7个频率点）的幅频响应度。

③在参考矿震传感器幅频响应度最小值对应频率（2-150Hz）条件下，被检矿震传感器的幅频响应度相对于参考矿震传感器幅频响应度最小值的相对偏差，按式（4）计算：

（4）

式中：

——幅频响应度相对偏差，%；

——被检矿震传感器的幅频响应度（对应参考矿震传感器幅频响应度最小值的频率）；

——参考矿震传感器的幅频响应度最小值。

矿震传感器幅频响应度最小值的相对偏差应满足表1的要求。

## 6.4核验结果处理

经核验测试后给出矿震传感器测试报告，测试报告格式见附录A。

## 6.5核验周期

正常情况下一般每两年进行一次。

# 附录A:

**矿震传感器测试报告**

**TEST report**

**编号：**

样品名称：

Name of Sample

型号/编号：

Type & No. of Sample

委托方：

Consigner

测试类型： 核验测试

Kind of Test

检 测 员：

审 核 员：

批 准 人：

**声明：**

1、本测试报告无中国矿业大学煤炭资源与安全开采国家重点实验室公章无效；

2、未经本单位批准不得复制（全面复印除外）本报告。

单位信息：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 机构名称 | 中国矿业大学煤炭资源与安全开采国家重点实验室 | | | |
| 通讯地址 | 江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学南湖校区 | | | |
| 联系人 |  | 联系电话 | |  |
| 客户单位： | | | | |
| 被检矿震传感器名称： | | | | |
| 型号： | | | 编号： | |
| 制造单位： | | | | |
| 环境条件： | | | | |
| 测试依据：  1．冲击地压测定、监测与防治方法 第4部分：微震监测方法（GB/T25217.4-2019）  2．中华人民共和国国家标准磁电式速度传感器通用技术条件（GB/T30242-2013）  3. 测振仪检定规程（JJG 676—2019）  4．矿震传感器测试核验规程（中国矿业大学） | | | | |
| 测试日期： | | | | |
| 测试备注： | | | | |

**测 试 报 告**

**测试结果：**

**（1）外观**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 编号 | 大小  （高×直径mm） | 重量（kg） | 外观有无明显损坏 | 电缆外皮是否破损 |
|  |  |  |  |  |  |

**（2）频率误差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准频率/Hz | 示值/Hz | 相对误差/% |
| 2 |  |  |
| 5 |  |  |
| 10 |  |  |
| 20 |  |  |
| 50 |  |  |
| 100 |  |  |
| 150 |  |  |

频率误差最大值：\_\_\_\_\_\_。

**（3）幅值线性度：频率为\_\_\_\_Hz。**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准幅值  （×10-4m/s） |  |  |  |  |  |  |
| 示值/  （×10-4m/s） |  |  |  |  |  |  |
| 相关性系数/*Ra* |  | | | | | |

幅值线性度为\_\_\_\_\_\_。

**（4）幅频响应度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率（Hz） | 参考矿震传感器  幅频响应度 | 被检矿震传感器  幅频响应度 | 幅频响应度最小值的相对偏差/% |
| 2 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 20 |  |  |  |
| 50 |  |  |  |
| 100 |  |  |  |
| 150 |  |  |  |

被检矿震传感器幅频响应度最小值的相对偏差：\_\_\_\_\_\_。

**测试平台：**

|  |
| --- |
| VT-500电磁式振动激励系统：最大振幅±12.5mm；最大加速度40 m/s²；频率范围2-2000Hz。 |
| CS18VLF：最大振幅±158mm；最大加速度13 m/s²；频率范围30-200Hz。 |

**测试结论：**

经测试，被检矿震传感器（编号：\_\_\_\_\_\_\_）（不）合格。

检 测 员：

日 期：