



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 470—1996

(2004 年确认)

矿井地震勘探仪

本文件由矿山安全标准服务平台免费向社会提供，更多标准文件请关注矿山安全标准化技术委员会公众号，或通过国家矿山安全监察局-服务互动-矿山安全标准服务平台获取

根据国家矿山安全监察局公告（2026年 第2号），
自2026年4月21日起标准号变更为：KA/T 470-1996

1996-04-01 批准

1996-09-01 实施

中华人民共和国煤炭工业部 批 准

目 次

1 主题内容与适用范围 1

2 引用标准 1

3 产品分类及编号 1

4 仪器基本组成 2

5 主要技术指标 3

6 试验方法 4

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输和贮存 8

矿 井 地 震 勘 探 仪

1 主题内容与适用范围

本标准规定了在矿井中进行地震勘探所使用的仪器的基本构成、主要技术条件、试验方法和验收规则,以及产品的标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于矿井地震勘探仪。

2 引用标准

GB 11933.1 地质仪器术语 通用术语

GB 11933.4 地质仪器术语 地震勘探仪器术语

GB 191 包装储运图示标志

GB 3836 爆炸性环境用防爆电气设备

GB 4208 外壳防护等级的分类

GB 6592 电子测量仪器误差的一般规定

ZBY 321 仪器仪表可靠性评定程序

ZBY 003 仪器仪表 包装运输技术条件

ZB D 82005 地质仪器产品基本安全要求

ZB D 82002 地质仪器产品包装通用技术条件

DZ 29 地质仪器产品运输包装基本环境试验条件及方法 运输包装环境试验总则

DZ 30 地质仪器产品质量检验规则

JB/DQZD 133.1~9 电工产品图样及技术文件 编制导则

SJ/29001 基本环境试验规程 第2部分

3 产品分类及编号

3.1 矿井地震勘探仪器,按企业类型编号

- a. 系统布结构体系类别;
- b. 搬运方式类别;
- c. 井下使用驻留时间类别;
- d. 系统功能水平类别。

上述四个因素,可以用来表述仪器的使用 and 性能特征。对于防爆类型、防爆等级,各单位可按企业标准自行编号。

3.2 代号

表示矿井地震器特征的代号,由特征字母 KDZ 起头和后跟四位十进制数字组成,表述如下:

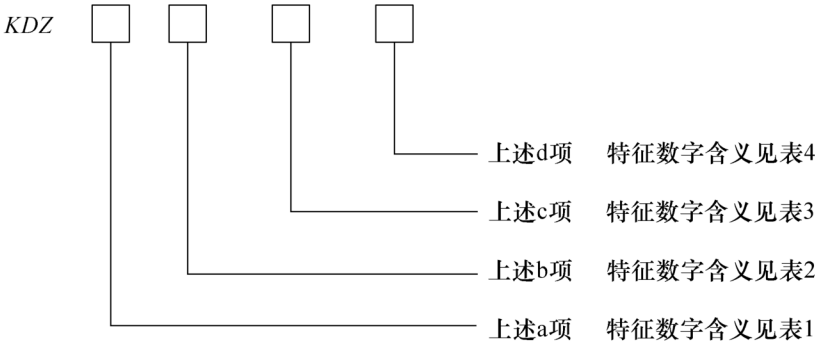


表 1 第一位特征数字代表的分类

第一位特征数字	简要说明	含 义
1	集中体制	模拟单元,控制单元,记录或处理单元在一个物理体中
2	分离体制	模拟单元,控制单元,记录或处理单元在几个物理体中
3	遥控制	一道或几道信号的模拟、采集部分在一个物理体中,组成一个单元。记录、处理系统在另一个物理体中,控制一个或多个单元工作。模拟、采集部分和记录、处理系统间以数字形式传输地展数据信号和控制信号

表 2 第二位特征数字所代表的分类

第二位特征数字	简要说明	含 义
1	便携式	仪器系统的所有物理体可随身方便携带
2	搬运式	仪器系统几个或全部物理体要靠运物工具搬运移动
3	永固式	仪器系统在使用期间不移动

表 3 第三位特征数字所代表的分类

第三位特征数字	简要说明	含 义
1	使用型	便携式,使用时间在 一个班次之内
2	暂用型	井下使用时间在 48 h 之内,择处入置使用
3	常驻型	井下使用时间在 48 h 到 6 d 之内或不择处放里使用
4	永驻型	仪器在正常工作寿命内永驻矿井下某工作位置

表 4 第四位特征数字所代表的分类

第四位特征数字	简要说明	含 义
1	模拟型	模拟信号采集、记录和显示
2	数字型	具有模拟-数字量的转换,记录数字量
3	自检型	具有自身功能检测状态测试指标测试
4	现场处理型	具有一定程度的现场信号处理的能力

4 仪器基本组成

4.1 主机部分

4.1.1 模拟单元。

- 4.1.2 控制单元。
- 4.1.3 记录单元:能进行信息存贮和交换的功能体。
- 4.1.4 处理单元:能进行仪器指标测试计算和一定程度信号处理分析的功能体。
- 4.1.5 电源系统

4.2 配套部分

- 4.2.1 检波器。
- 4.2.2 传输大线。
- 4.2.3 复盖开关。
- 4.2.4 遥控引爆(或线控引爆)和触发系统。
- 4.2.5 通讯联络系统。
- 4.2.6 其他。

5 主要技术指标

5.1 性能指标

- 5.1.1 采样间隔: ≤ 2 ms,或由产品标准规定。
- 5.1.2 采集道数:由产品标准规定。
- 5.1.3 前放增益: ≥ 20 dB。
- 5.1.4 滤波器:由产品标准规定。
- 5.1.5 陷波器:49~51 Hz, -40 dB。
- 5.1.6 IFP 功能:由产品标准规定。
- 5.1.7 主放增益:由产品标准规定。
- 5.1.8 A/D 速度:由产品标准规定。
- 5.1.9 A/D 位数: ≥ 8 。
- 5.1.10 显示方式:由产品标准规定。
- 5.1.11 人机交互方式:标准键盘;功能键盘;语音或其他。由产品标准规定。
- 5.1.12 存贮容量:由产品标准规定。
- 5.1.13 记录长度:由产品标准规定。
- 5.1.14 触发延迟或预触发: ± 1 s。
- 5.1.15 记录格式:存盘 SEG-2 存带 SEG-Y、D、C
- 5.1.16 采集参数管理:由产品标准规定。
- 5.1.17 采集工作控制方式:由产品标准规定。
- 5.1.18 系统连接测试:由产品标准规定。
- 5.1.19 系统功能测试:由产品标准规定。
- 5.1.20 系统指标测试:由产品标准规定。
- 5.1.21 现场处理能力:由产品标准规定。
- 5.1.22 最大传输距离:由产品标准规定。
- 5.1.23 传输率:由产品标准规定。
- 5.1.24 搬运方式:由产品标准规定。
- 5.1.25 存储温度:-20~+60 °C。
- 5.1.26 工作环境温度:0~+400 °C。
- 5.1.27 相对湿度:95%。
- 5.1.28 防爆类型和等级:由产品标准规定。
- 5.1.29 连续工作时间:

- a. 便用型 > 6 h;
- b. 暂用型 > 6 h 间断 48 h;
- c. 常驻型 ≥ 48 h 间断六昼夜;
- d. 水驻型在仪器的寿命内连续工作。

5.1.30 供电电压电流:由产品标准规定。

5.1.31 最小信号:1 μV。

5.1.32 最大信号:1 V。

5.1.33 总重量与分体重量:分体重量 < 50 kg。

总重量由产品标准规定。

5.2 测试指标

5.2.1 A/D 转换器线性度:由产品标准规定。

5.2.2 增益调节精度: +1%。

5.2.3 等效输入噪音: ≤ 1 μV。

5.2.4 前放增益精度: ≤ 1%。

5.2.5 串音: ≤ -40 dB。

5.2.6 畸变: < 1 μV。

5.2.7 动态范围: ≥ 40 dB。

5.2.8 传输误码率: < 10⁻⁶。

5.2.9 记录误码率: < 10⁻⁶。

6 试验方法

6.1 测试指标试验方法

本节规定了矿井地震仪测试指标的试验方法,所用测试仪器和设备必须进行周期检定,并应符合 GB 6592 的规定。

6.1.1 地震道一致性:

对于二道和二道以上地震仪做此测试。

检查目的:各道的振幅相位一致性。

测试方法:从各道输入端输入由产品标准规定频率的正弦信号,幅度取输入信号最小值与最大值之间 2/3 处的峰峰值。

计算方法:

a. 振幅一致性:

$$\Delta A_i = \frac{A_i - \bar{A}}{\bar{A}} \times 10^4 \dots\dots\dots (1)$$

式中 A_i ——第 i 道的有效值;

$\bar{A}$ ——所有各道的平均有效值;

ΔA_i ——第 i 道的振幅一致性。

b. 相位一致性:

连续取 i 道相应时刻三个点的值,但应满足:

$$A_a \leq A_2 \leq A_1$$

$$t_i = \frac{(A_2 - A_1) \times \Delta}{(A_2 - A_1) + (A_2 + A_3)} + \frac{\Delta}{2}$$

$$t_{ji} = t_i + (i-1)\delta_i$$

平均值相位:

$$t_j = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T t_{ji} \dots\dots\dots (2)$$

相位差为:

$$\Delta_i = t_{ji} - t_j \dots\dots\dots (3)$$

式中 Δ ——采样率, μs ;

δ_i ——道间固定时差;

T ——道数。

6.1.2 前放增益换挡精度:

检查目的:前置放大器增益的换挡精度。

测试方法:在相邻前放台阶录制由产品标准规定频率的正弦波等振幅信号 A 和 B 。

计算方法: A 和 B 记录增益差为:

$$\Delta I = \frac{\overline{A}}{\overline{B}} \quad (\overline{A} < \overline{B}) \dots\dots\dots (4)$$

式中 $\overline{A}$ ——记录 A 的所有道的平均有效值

$\overline{B}$ ——记录 B 的所有道的平均有效值

$$\Delta A_i = \Delta I \left(\frac{A_i}{B_i} - \frac{1}{\Delta I} \right) \times 10^4 \quad (i=1, 2, \dots, T) \dots\dots\dots (5)$$

式中 ΔA_i ——第 i 道增益换挡精度。

6.1.3 漂移和噪音:

放大器输入端并联短路,测量输出信号的大小,再折算至输入端,即为放大器等效输入噪音。

计算方法:

a. 漂移

$$P_j = \frac{1}{IN} \sum_{i=1}^N Y_i \dots\dots\dots (6)$$

式中 N ——取样个数;

I ——前放主放放大倍数之和;

Y_i ——被测记录第 i 个样点。

b. 噪音

$$Z_j = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i/I - P_i)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (7)$$

6.1.4 主放大器线性:

试验目的:主放大器各台阶间的精度。

试验方法:前放台阶不变,各相邻台阶录制 A 、 B 两份记录数据,输入信号频率由产品标准规定。

计算方法:相邻台阶增益差为 $\Delta I (IA < IB)$

A、B 台阶线性精度为:

$$M_i = \left(\frac{A_i}{B_i} - \frac{1}{\Delta I} \right) \Delta I \times 10^5 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中 A_i, B_i ——第 i 道 A、B 两张记录的有效值。

M_i ——第 i 道相应台阶的线性精度。

6.1.5 串音:

试验方法:偶数道短路,奇数道输入最大信号,前放固定。

奇数道短路,偶数道输入最大信号,前放固定。

计算方法:

$$C_i = 20 \lg \frac{A_{i+1}}{A_i}, i = 1 \dots N \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中 C_i ——第 i 道与第 $i+1$ 道之间的串音。

6.1.6 畸变:

试验目的:检查在不同频率下的主前放的信号畸变。

试验方法:选择两种频率以上的情况下录制典型主、前放挡位的畸变。

计算方法:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sum_{i=0}^N X_i \cos \omega t_i}{\sum_{i=0}^N X_i \sin \omega t_i}$$

N 取 1000 点以上整周期点数。

$$A = \sqrt{\left(\sum_{i=0}^N X_i \cos \omega t_i \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^N X_i \sin \omega t_i \right)^2}$$

$$S_i = \sin(\omega t_i + \theta)$$

畸变

$$T_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - S_i)^2}{\sum_{i=0}^N S_i^2}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中 X_i ——被测第 i 道的样点值;

ω ——被测信号的周期;

S_i ——理论样点值。

6.1.7 陷波器特性:

试验目的:检查 50 Hz 陷波器的陷波特性。

试验方法:在两种以上系统前、主放工作状态下各录制两张陷波器开或关记录 A、B (B 开)

计算方法:

$$V_i = 20 \lg \frac{\bar{B}_i}{\bar{A}_i} (i = 1 \dots T) \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\bar{V} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T V_i \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中 T ——道数；

V_i ——各记录道的陷波值；

$\bar{V}$ ——平均陷波值。

6.1.8 A/D 转换精度：

试验方法：对应不同 A/D 工作状态，送入精确直流电压。

计算方法：

$$\Delta A = A_i - A \quad j = 1 \cdots T$$

$$\Delta \bar{A} = \frac{\Delta A}{A_{\max}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中 $A_{\max}$ ——最大输入电压值，

ΔA_i ——第 i 道转换精度相对差；

A_j ——第 j 道的有效值；

A ——所有道的平均有效值。

6.1.9 动态范围：

试验目的：检查仪器系统的动态能力。

试验方法：输入产品标准规定频率的最大信号录制 A 记录。

输入产品标准规定频率的最小信号录制 A 记录。

计算方法：动态范围

$$N_j = 20 \lg(B_j/A_j) \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$j = 1 \cdots T$$

式中 A_j, B_j ——A、B 记录的第 j 道有效值。

6.1.10 传输误码率：

传输系统完成 10^{10} 个全“0”全“1”“AA”序列后，统计出错率在 10^{-6} 以下。

6.1.11 记录误码率：

记录设备存入 10^{10} 个全“0”全“1”“AA”序列后，读出出错率在 10^{-6} 以下。

6.2 环境试验

6.2.1 循环湿热：

按 SJ/Z 9 001.6 试验 Db 进行。

6.2.2 低温试验：

按 SJ/Z 9001.2 试验 A 进行。

6.2.3 高温试验：

按 SJ/Z 9001.3 试验 B 进行。

6.2.4 振动试验：

按 SJ/Z 9001.18 试验 F。进行。

6.2.5 跌落试验：

按 SJ/Z 9001.26 试验 Ed 进行。

6.2.6 盐雾试验：

按 SJ/Z 9001.14 试验 Ka 进行。

6.2.7 长霉试验：

仅对永固式仪器按 SJ/Z 9001.13 试验 J 进行。

6.2.8 外壳防护试验：

按 GB 4208 进行,并评出分类等级。

6.2.9 防爆试验：

按 GB 3836.4 爆炸性环境用防爆电气设备本质安全型电路和电气设备“i”标准测试,由国家授权的检测单位测试,并发给防爆合格证书。

7 检验规则

矿井地震仪器需经厂质检部门检验合格,并附有证明产品质量合格的技术文件方可出厂。检验分为出厂检验和型式检验。

7.1 出厂检验

7.1.1 作为在恶劣环境下使用的大型电子仪器;不得采用抽样检验,应逐台一一检验。

7.1.2 出厂检验在工作室内进行,环境温度,相对湿度以工作室内当时条件为准,不作特殊规定。

7.1.3 出厂检验项目为本标准的 6.1 条。

7.2 型式检验

7.2.1 仪器在下列情况下应进行型式试验。

7.2.1.1 仪器的设计、工艺和使用的材料影响到仪器性能时。

7.2.1.2 仪器连续生产时,每五年应进行一次。

7.2.1.3 国家质量监督机构认为必要时。

7.2.2 做型式试验的仪器必须从出厂合格的产品中随机抽样,数量不少于两台,如有一台不合格则加倍抽取,对不合格的项目重检,如仍有一台不合格时,则判定该仪器不合格,而且必须对产品或个别零部件停止生产,在消除缺陷并试验合格后,方可继续生产。

7.2.3 型式试验的项目为本标准的 6.2 条。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

仪器表面明显处,应有 Ex 和经防爆检认可的产品铭牌,铭牌内容包括：

8.1.1 产品名称、型号或企业特征代号。

8.1.2 工作电压。

8.1.3 额定电流。

8.1.4 防爆标志及防爆合格证号。

8.1.5 关联设备及配接设备。

8.1.6 产品序号。

8.1.7 生产单位或商标。

8.1.8 生产日期。

8.2 包装

8.2.1 对便携式仪器要求有合适的皮革或人造革外套(带背带)及专用木箱等防护物件包装,木箱应符合 ZBY 003 标准附录 BI 类要求。

8.2.2 对搬运型车载仪器,按产品标准规定。

8.2.3 对永固式仪器,按 ZBY 003 标准附录 BⅢ类木箱包装。

8.2.4 产品随带文件

- a. 产品合格证和防爆合格证复印件;
- b. 操作维护手册或使用说明书;
- c. 图纸资料应符合 JB/QBZ 0133 的规定。

8.3 运输

8.3.1 在运输途中应避免强烈的振动与冲击。

8.3.2 运输包装应按 ZBD 82002 标准和 GB 191 标准执行。

8.4 贮存

仪器应存放于温度 $0\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 80%、无腐蚀物质的室内。

附加说明:

本标准由煤炭工业部煤矿专用设备标准化技术委员会提出。

本标准由煤炭科学研究总院西安分院负责起草。

本标准主要起草人贾生茂、冯宏。

本标准委托煤炭科学研究总院西安分院负责解释。

