

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 15—2023

代替 MT/T 679—1997

煤矿用瑞利波探测仪

Rayleigh wave seismograph used in coal mine

2023-10-26 发布

2024-01-31 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 产品类型与组成 | 2 |
| 5 技术要求 | 2 |
| 6 试验方法 | 5 |
| 7 检验规则 | 12 |
| 8 标志、包装、运输及贮存 | 14 |

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。

本文件代替 MT/T 679—1997《矿用瑞利波检测仪通用技术条件》，与 MT/T 679—1997 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更新、删除和增加了规范性引用文件(见第2章)；
- b) 增加了“术语和定义”(见第3章)；
- c) 增加了“连续工作时间”要求和试验方法(见5.3,6.3)；
- d) 对标准中的“电气性能”要求、试验方法进行了修订和完善(见5.6,6.6,1997年版的4.3,5.2)；
- e) 增加了“绝缘电阻”要求和试验方法(见5.8,6.8)；
- f) 在环境适应性中增加了“冲击”要求和试验方法(见5.9.7,6.9.7)；
- g) 对标准中的“防爆性能”要求、试验方法进行了修订和完善(见5.10,6.10,1997年版的4.9,5.12)；
- h) 对“检验规则”进行了修订和完善(见7.1,7.2,7.3,7.4,表8,1997年版的6.1,6.2,6.3,表4)。

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这些专利的责任。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、长安大学、西安煤科检测技术有限公司。

本文件主要起草人：王小波、王有杰、李萍、陈万胜、张鹏、丛皖平、张哲、李渊、李庆春、薛琴。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1997年首次发布为 MT/T 679—1997；

——本次为第一次修订。

煤矿用瑞利波探测仪

1 范围

本文件规定了煤矿用瑞利波探测仪(以下简称“探测仪”)的术语和定义、产品类型与组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于煤矿井下进行地质灾害预测、工程地质勘查采用瑞利波探测技术的地球物理勘探仪器,适用于探测仪设计、制造和检验。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db: 交变湿热(12h+12h 循环)

GB/T 2423.5—2019 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.10—2019 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc: 振动(正弦)

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB/T 3836.4—2021 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 9969—2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 10111—2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

AQ 1043—2007 矿用产品安全标志标识

MT 210—1990 煤矿通信、检测、控制用 电工电子产品 基本试验方法

MT/T 408—1995 煤矿用直流稳压电源

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瑞利波 rayleigh wave

也称瑞雷波,一种常见的界面弹性波,是沿半无限弹性介质自由表面传播的偏振波,地震学中又称其为 R 波,其特征是低速、低频和强振幅。

3.2

道间串音 interchannel crossfeed

信号在传输过程中各信号道之间引起的耦合感应程度。测试时只对奇(或偶)数道输入最大信号,

在偶(或奇)数道检测所感应的串扰信号,通常用分贝(dB)表示。

3.3

动态范围 dynamic range

地震信号采集系统采集最大不失真信号与系统噪声信号之比的对数值,通常用分贝(dB)表示。

4 产品类型与组成

4.1 类型

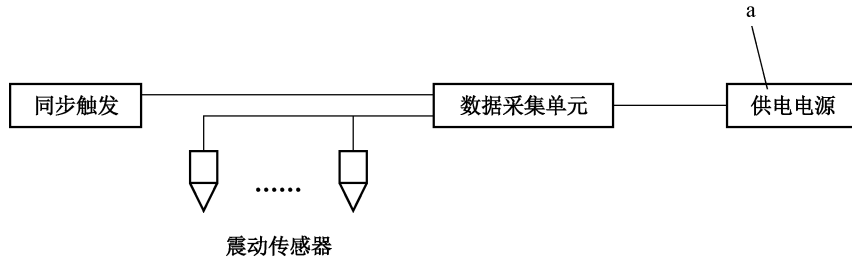
设备类型:携带式电气设备。

防爆型式:矿用本质安全型(以下简称本安型)。

防爆标志:Ex ib I Mb 或 Ex ia I Ma。

4.2 组成

探测器由本安型数据采集单元、供电电源、震动传感器、同步触发等设备组成,如图 1 所示。



注:^a 数据采集单元的供电电源方式分为外部电源供电和内部电池或电池组供电。

图 1 探测器组成示意图

5 技术要求

5.1 基本要求

探测器应符合本文件的要求,并按照规定程序批准的图纸及技术文件制造。

5.2 环境条件

5.2.1 工作环境

探测器应在下列条件下正常工作:

- a) 环境温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度不大于 95% ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- c) 大气压力为 $80\text{ kPa}\sim 110\text{ kPa}$;
- d) 允许在具有瓦斯、煤尘爆炸危险的煤矿井下,但无破坏绝缘的腐蚀性气体场所中使用。

5.2.2 贮运条件

探测器应能承受下列最恶劣的贮运条件:

- a) 高温贮存为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 低温贮存为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- c) 相对湿度为 95%(40℃)；
- d) 振动加速度为 20 m/s²；
- e) 冲击峰值加速度为 500 m/s²。

5.3 连续工作时间

探测器连续工作时间不小于 6 h。在规定的工作时间内,探测器不应出现欠压关机。

5.4 外观

探测器外观应符合:

- a) 探测器外壳表面不应有明显凹痕、划伤、裂缝和变形,表面镀层或涂镀层应均匀;
- b) 金属零部件不应有锈蚀和其他机械损伤;
- c) 面板开关、按键操作应灵活可靠,接插件的活动部件应插接自如,零部件应紧固无松脱;
- d) 说明功能的符号文字、铭牌、安全标志标识及防爆标志均应清晰端正、安装牢固。

5.5 结构

探测器结构应满足:

- a) 紧固件应具有防止自动松脱的措施;
- b) 其他结构要求应符合 GB/T 3836.1—2021、GB/T 3836.4—2021 的规定。

5.6 电气性能

5.6.1 信号道数

具体信号道数由企业产品标准规定,但不得少于 2 道。

5.6.2 同步触发

数据采集单元应具备外部和内部同步触发方式,同步触发信号的具体参数由企业产品标准规定。

5.6.3 频率响应

数据采集单元的频率响应范围至少为 3 Hz~500 Hz,通频带内幅值不均匀度优于±3 dB,具体参数由企业产品标准规定。

5.6.4 动态范围

数据采集单元的动态范围应大于 80 dB。

5.6.5 道一致性

数据采集单元的任意信号道间的增益一致性允许偏差±1%,相位一致性允许偏差±1°。

5.6.6 道间串音抑制

数据采集单元的道间串音抑制应大于 80 dB。

5.6.7 共模抑制比

数据采集单元的信号道共模抑制比应大于 60 dB。

5.7 基本功能

探测器的基本功能由企业产品标准规定,但至少应包括下列内容:

- a) 观测系统设置:炮点、震动传感器的桩号、道间距和炮间距。
- b) 数据采集参数设置:前放增益、采样率、记录长度和叠加方式。
- c) 数据文件管理:数据文件名、数据文件存储格式和回放读取数据。

5.8 绝缘电阻

探测仪的绝缘电阻应符合表 1 的规定。

表 1 绝缘电阻参数

| 测试部位 | 绝缘电阻 MΩ | |
|---------|------------|---------|
| | 常态 | 交变湿热试验后 |
| 本安端子与外壳 | ≥10 | ≥1 |

5.9 环境适应性

- 5.9.1 探测仪在高温工作试验时,其电气性能和基本功能应符合 5.6、5.7 的规定。
- 5.9.2 探测仪在低温工作试验时,其电气性能和基本功能应符合 5.6、5.7 的规定。
- 5.9.3 探测仪应能通过高温贮存试验,试验后其外观、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.6 和 5.7 的规定。
- 5.9.4 探测仪应能通过低温贮存试验,试验后其外观、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.6 和 5.7 的规定。
- 5.9.5 探测仪应能通过交变湿热试验,试验后其外观、电气性能、基本功能和电气安全应符合 5.4、5.6、5.7 和 5.8 的规定。
- 5.9.6 探测仪应能通过振动试验,试验后其外观、结构、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.5、5.6 和 5.7 的规定。
- 5.9.7 探测仪应能通过冲击试验,试验后其外观、结构、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.5、5.6 和 5.7 的规定。
- 5.9.8 探测仪应能通过跌落试验,试验后不得出现影响防爆性能的损坏,其外观、结构、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.5、5.6 和 5.7 的规定。
- 5.9.9 探测仪应能通过模拟汽车运输试验,试验后其外观、结构、电气性能和基本功能应符合 5.4、5.5、5.6 和 5.7 的规定。

5.10 防爆性能

- 5.10.1 探测仪应符合 GB/T 3836.1—2021 和 GB/T 3836.4—2021 中的有关规定,并经审查检验合格,取得“防爆检验合格证”。
- 5.10.2 探测仪外壳防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 中 IP54 防护等级的规定。
- 5.10.3 探测仪中任何与本质安全性能有关的元件,应符合 GB/T 3836.4—2021 中 7 的规定,在正常工作和故障状态下,不得在超过元件使用条件温度范围规定的最大电流、电压和功率额定值的 2/3 的情况下工作。
- 5.10.4 探测仪外壳结构、电气间隙与爬电距离应符合 GB/T 3836.4—2021 中 6 的规定。
- 5.10.5 探测仪外壳采用塑料材质,其最大表面积大于 100 cm² 时,应对外壳表面进行防静电处理,使其表面绝缘电阻不大于 10⁹ Ω。
- 5.10.6 探测仪在正常和故障状态下,其壳体、元器件及导线的最高表面温度应不大于 150 ℃。

- 5.10.7 电池或电池组的性能应符合 GB/T 3836.4—2021 中 7.4 的规定。
- 5.10.8 探测仪在常态和交变湿热试验后,本安端子与外壳之间应通过 500 V、50 Hz、历时 1 min 的工频耐压试验,试验期间漏电流不大于 5 mA,且无击穿和火花闪络现象。
- 5.10.9 数据采集单元若采用外部供电电源供电,应在企业产品标准中明确规定外部供电电源的本安参数,主要包括:
- 最高输出电压 U_o ;
 - 最大输出电流 I_o ;
 - 最大允许外部电感 L_o ;
 - 最大允许外部电容 C_o 。

数据采集单元若采用内部电池或电池组供电,应在企业产品标准中明确规定其内部电池性能参数,主要包括:

- 电池或电池组的名称、型号、数量、组合连接形式以及单体电池的容量等信息;
 - 额定电压 U_e ;
 - 最高开路电压 U_o ;
 - 最大输出电流 I_o 。
- 5.10.10 探测仪应能通过 GB/T 3836.4—2021 中 10.1 规定的火花点燃试验。
- 5.10.11 数据采集单元的供电方式分为外部电源供电和内部电池或电池组供电,具体方式由企业产品标准规定。供电电源及充电性能应符合下列规定:
- a) 数据采集单元若采用外部供电电源供电,其电源构成和技术参数应符合 MT/T 408—1995 的相关规定,应能满足受电单元正常工作的需要,具体技术参数由企业产品标准规定,主要应包括额定输出电压、额定工作电流、最大输出电压、最大输出电流、短路电流。
 - b) 电池或电池组宜选用可充电锂离子蓄电池、镍氢蓄电池,应符合 GB/T 3836.4—2021 中 7.4 的规定。镍氢电池单体容量不应超过 20 A·h,锂离子蓄电池组的额定能量不应超过 100 W·h,并在企业产品标准中明确所使用蓄电池的类别、数量、型号、连接情况、单体电池容量等信息。
 - c) 电池或电池组应安装在机壳中独立的电池腔内,采用浇封化合物分别将电池或电池组、保护电路和电源板浇封。浇封件的结构应符合 GB/T 3836.4—2021 中 6.6 的规定,并在企业产品标准中明确规定浇封化合物的名称和生产商给出的型号规格。
 - d) 电池或电池组的充电应具有防过充保护功能,放电有过放保护功能,应符合 GB/T 3836.4—2021 中 7.4.6 的规定。
 - e) 电源应具有输出指示、限流、限压、短路保护功能,且故障撤销后自动恢复。

6 试验方法

6.1 环境条件

除环境试验或有关标准中另有规定外,试验应在下列环境条件下进行:

- a) 环境温度为 15 °C~35 °C;
- b) 相对湿度为 45%~75%;
- c) 大气压力为 86 kPa~106 kPa;
- d) 无强电磁及振动干扰。

6.2 试验用主要仪器设备

6.2.1 主要测试设备

主要测试设备包括:

- a) 频率计；
- b) 电压表；
- c) 电流表；
- d) 信号发生器。

6.2.2 仪器设备的一般要求

试验用测试设备应满足下列要求：

- a) 试验用测试仪器和设备的准确度及测量范围应保证所测样品性能的要求,其自身准确度允许误差应小于被测参数的 1/3；
- b) 试验用测试仪器和设备的性能应符合所测性能的特性；
- c) 试验用测试仪器和设备应按照计量法的有关规定进行计量检定、计量校准,并合格；
- d) 试验用测试仪器和设备的配置应不影响测量结果的正确性。

6.3 连续工作时间试验

将震动传感器按信号道数逐个连接到数据采集单元,探测仪通电后开始计时,并始终处于微震监视状态。检查同步触发是否正常,每隔 3 h 用人工敲击方法产生振动波,查看探测仪接收各信号道记录波形应显示正常,直到出现欠压关机,统计连续正常工作时间。

6.4 外观检查

按 MT 210—1990 中 5 的有关规定进行。

6.5 结构检查

按 MT 210—1990 中 5 的有关规定进行。

6.6 电气性能试验

6.6.1 信号道数试验

按企业产品标准规定的信号道数进行检测。

6.6.2 同步触发试验

按企业产品标准规定的同步触发方式进行检测。

6.6.3 频率响应试验

6.6.3.1 试验设备连接

按图 2 连接试验设备。

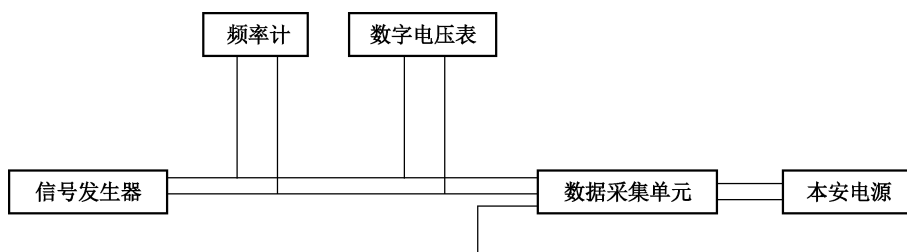


图 2 数据采集单元的试验设备连接

6.6.3.2 测试方法

采用点频法进行测试,调节信号发生器电压输出幅度值为信号道最大输入允许值的 2/3,并保持不变。从每个信号道同时输入由企业产品标准规定频率的正弦信号,改变信号发生器输出频率从 3 Hz~500 Hz(根据企业产品标准规定的频率范围而定)均匀选择至少 5 个频率点,分别采集录制所有信号道各频率点的输出记录,计算各个频率点输出电压幅值的不均匀度。

6.6.3.3 计算方法

各频率点的幅值按公式(1)计算:

$$U = 20\lg(V_{\text{out}}/V_{\text{in}}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

U ——某频率点的幅值,单位为分贝(dB);

V_{in} ——信号道输入幅度值,单位为伏(V);

V_{out} ——信号道输出幅度值,单位为伏(V)。

6.6.4 动态范围试验

6.6.4.1 测试方法

按图 2 连接试验设备,从各信号道同时输入由企业产品标准规定频率的正弦信号,其电压幅值调节到最大输入信号允许值,采集输出幅度平均值记录。调节输入信号幅值为零,采集输出噪声平均值记录,计算最大输出信号与噪声的比值,从而得到每个信号道的动态范围。

6.6.4.2 计算方法

每个信号道的动态范围按公式(2)计算:

$$N_i = 20\lg(A_i/B_i) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

N_i ——动态范围,单位为分贝(dB);

A_i ——第 i 道的输出幅度平均值,单位为伏(V);

B_i ——无驱动信号第 i 道的输出噪声平均值,单位为伏(V)。

6.6.5 道一致性试验

6.6.5.1 道增益一致性试验

6.6.5.1.1 测试方法

按图 2 连接试验设备,从每个信号道同时输入由企业产品标准规定频率范围内的正弦信号,其电压幅值调节到最大输入信号允许值的 2/3,采集录制一张输出记录。

6.6.5.1.2 计算方法

各信号道的增益一致性按公式(3)计算:

$$\Delta A_i = \frac{A_i - \bar{A}}{\bar{A}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

ΔA_i ——第 i 道的增益一致性;

A_i ——第 i 道输出幅度的有效值,单位为伏(V);

\bar{A} ——所有信号道输出幅度的平均有效值,单位为伏(V)。

6.6.5.2 相位一致性试验

6.6.5.2.1 测试方法

按图 2 连接试验设备,从每个信号道同时输入频率为 20 Hz 的正弦波信号,其电压幅值调节到最大输入信号允许值的 2/3,采集录制一张记录。

6.6.5.2.2 计算方法

连续取 i 道相应时刻三个点的值,当正弦波峰值时,满足公式(4)条件:

$$A_2 \geq A_1, A_2 \geq A_3 \quad \dots\dots\dots(4)$$

用二次曲线 $A = at^2 + bt + c$ 确定极值点横坐标 t_i

$$t_i = \frac{4A_2 - 3A_1 - A_3}{2A_2 - A_1 - A_3} \times \frac{\Delta}{2} = \frac{(A_2 - A_1) \times \Delta}{(A_2 - A_1) + (A_2 - A_3)} + \frac{\Delta}{2} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

Δ ——采样时间间隔,单位为微秒(μs)。

则 $t_{ji} = t_i + (i-1)\delta_i$,即为从某一时刻 j 算起的峰值位置。 δ_i 为同一采样点的道间时间间隔,单位 s。由于各信号道是同步采样,所以 δ_i 为 0 μs , $t_{ji} = t_i$ 。平均值相位按公式(6)计算:

$$\bar{t}_j = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_{ji} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

N ——每张记录的信号道数。

Δt_i 即相对于 j 时刻平均值 \bar{t}_j 的移位(单位是 μs),按公式(7)计算:

$$\Delta t_i = t_{ji} - \bar{t}_j \quad \dots\dots\dots(7)$$

信号的正弦波频率 $f = 20$ Hz,用周期 $T = 50$ ms 将相位差 Δt_i 换算成角度来表示相位差测试结果。

6.6.6 道间串音抑制试验

6.6.6.1 测试方法

按图 2 所示连接测试设备,分别在奇(或偶)数信号道输入正弦信号频率为通频带允许的上限频率,电压幅值调节到最大输入信号允许值。奇数信号道(ODD)输入信号时,偶数信号道(EVEN)短路接地,偶数信号道输入信号时,奇数信号道短路接地。分别采集录制“ODD”和“EVEN”两张输出记录。

6.6.6.2 计算方法

第 i 道与第 $i+1$ 道之间的串音按公式(8)计算:

$$C_i = |20\lg(A_{i+1}/A_i)| \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

C_i ——第 i 道与第 $i+1$ 道之间的串音,单位为分贝(dB);

A_i ——信号输入道的输出幅度平均值,单位为伏(V);

A_{i+1} ——被测道的输出幅度平均值,单位为伏(V)。

6.6.7 共模抑制比试验

6.6.7.1 测试方法

按图 2 连接测试设备,将每个信号道差分输入短接,连接在信号发生器的输出端,以数据采集单元

公共地为参考,输入正弦信号频率为探测仪通频带的上限频率(根据企业产品标准规定的频率范围而定),其电压幅值调节到最大输入信号允许值的二分之一,采集录制一张输出记录。

6.6.7.2 计算方法

共模抑制比按公式(9)计算:

$$CMR = |20\lg(V_{out}/V_{in})| \dots\dots\dots(9)$$

式中:

CMR ——共模抑制比,单位为分贝(dB);

V_{out} ——输出电压折合至输入电压(除以差分增益),单位为伏(V);

V_{in} ——输入共模测试电压,单位为伏(V)。

6.7 基本功能检查

按企业产品标准规定的基本功能进行测试。

6.8 绝缘电阻测量

按 MT 210—1990 中 7 规定的方法进行。

6.9 环境适应性试验

6.9.1 高温工作试验

高温工作试验按照下列方法进行:

- 高温工作按 GB/T 2423.2 中试验 Be 规定的方法进行;
- 严酷等级见表 2;
- 试验时,探测仪通电工作,持续 2 h 后测试电气性能,并检查基本功能。

6.9.2 低温工作试验

低温工作试验按照下列方法进行:

- 低温工作按 GB/T 2423.1 中试验 Ae 规定的方法进行;
- 严酷等级见表 2;
- 试验时,探测仪通电工作,持续 2 h 后测试电气性能,并检查基本功能。

表 2 温度试验严酷等级

| 试验项目 | 温度 ℃ | 试验时间 h | 恢复时间 h |
|------|---------|-----------|-----------|
| 低温工作 | -5 | 2 | — |
| 高温工作 | 40 | 2 | — |
| 低温贮存 | -40 | 16 | 2 |
| 高温贮存 | 60 | 16 | 2 |

6.9.3 高温贮存试验

高温贮存试验按照下列方法进行:

- 按 GB/T 2423.2 中试验 Bb 规定的方法进行;

- b) 严酷等级见表 2;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的环境条件下恢复 2 h,测试电气性能和基本功能,并检查外观。

6.9.4 低温贮存试验

低温贮存试验按照下列方法进行:

- a) 按 GB/T 2423.1 中试验 Ab 规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 2;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的环境条件下恢复 2 h,测试电气性能和基本功能,并检查外观。

6.9.5 交变湿热试验

交变湿热试验按照下列方法进行:

- a) 按 GB/T 2423.4 中试验 Db 规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 3;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的条件下恢复 2 h,进行电气安全试验,然后测试电气性能并检查基本功能和外观。

表 3 湿热试验严酷等级

| 相对湿度 % | 温度 ℃ | 试验时间 d |
|-----------|---------|-----------|
| 93 | 40 | 6 |

6.9.6 振动试验

振动试验按照下列方法进行:

- a) 按 GB/T 2423.10—2019 中试验 Fc 规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 4;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后测试电气性能和基本功能,并检查外观、结构。

表 4 振动试验严酷等级

| 扫频范围 Hz | 加速度幅值 m/s ² | 扫频速率 oct/min | 扫频循环次数 |
|------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| 10~150~10 | 20 | 1 | 三个相互垂直轴向以此扫频循环 5 次 |

6.9.7 冲击试验

冲击试验按照下列方法进行:

- a) 按 GB/T 2423.5—2019 中试验 Ea 规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 5;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后测试电气性能和基本功能,并检查外观、结构。

表 5 冲击试验严酷等级

| 脉冲峰值加速度 m/s ² | 脉冲持续时间 ms | 冲击次数 |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------|
| 500 | 11 | 在每个相互垂直轴向上,正向和反向各 3 次(共 18 次) |

6.9.8 跌落试验

跌落试验按照下列方法进行:

- a) 按 GB/T 3836.1—2021 中 26.4.3 规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 6;
- c) 试验时,探测仪不包装,不通电,不进行中间测试。试验后测试电气性能和基本功能,并检查外观、结构。

表 6 跌落试验严酷等级

| 跌落高度 m | 跌落次数 | 释放条件 |
|-----------|------|-------------------------------|
| 1 | 4 | 以正常的使用方向从悬挂位置自由跌落在平滑、坚硬的混凝土面上 |

6.9.9 模拟运输试验

模拟运输试验按照下列方法进行:

- a) 按 MT 210—1990 中第 27 章规定的方法进行;
- b) 严酷等级见表 7;
- c) 试验时,包装后的探测仪不通电,不进行中间测试。试验后的包装应无损坏和明显变形,检查外观、结构,并测试电气性能和基本功能。

表 7 运输试验严酷等级

| 频率 Hz | 峰值加速度 m/s ² | 试验时间 h |
|----------|---------------------------|-----------|
| 4 | 30 | 2 |

6.10 防爆试验

6.10.1 防爆性能试验按 GB/T 3836.1—2021 和 GB/T 3836.4—2021 规定的方法,由防爆检验机构进行。

6.10.2 外壳防护性能试验按 GB/T 4208—2017 规定的方法进行。

6.10.3 与本质安全性能有关的元件按 GB/T 3836.4—2021 中 7 规定的方法进行。

6.10.4 电气间隙与爬电距离的测量按 GB/T 3836.4—2021 中附录 C 规定的方法进行。

6.10.5 非金属外壳的最大表面积大于 100 cm² 时,表面绝缘电阻试验按 GB/T 3836.1—2021 中 26.13 规定的方法进行。

6.10.6 最高表面温度试验按 GB/T 3836.4—2021 中 10.2 规定的方法进行。

- 6.10.7 电池或电池组性能试验按 GB/T 3836.4—2021 中 10.5 规定的方法进行。
- 6.10.8 介电强度试验按 GB/T 3836.4—2021 中 10.3 规定的方法进行。
- 6.10.9 本安参数试验按 GB/T 3836.4—2021 规定的方法进行。
- 6.10.10 火花点燃试验按 GB/T 3836.4—2021 中 10.1 规定的方法进行。
- 6.10.11 电源及充电按 MT/T 408—1995 中 5.2 规定的方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验类别分为出厂检验、在用品检验和型式检验,检验项目见表 8。

表 8 检验项目

| 序号 | 检验项目 | 质量特征类型 | 技术要求条款 | 试验方法条款 | 检验类别 | | |
|----|------------|--------|--------|--------|------|-------|------|
| | | | | | 出厂检验 | 在用品检验 | 型式检验 |
| 1 | 连续工作时间 | C | 5.3 | 6.3 | √ | — | √ |
| 2 | 外观 | C | 5.4 | 6.4 | √ | — | √ |
| 3 | 结构 | C | 5.5 | 6.5 | √ | — | √ |
| 4 | 电气性能 | B | 5.6 | 6.6 | √ | √ | √ |
| 5 | 基本功能 | B | 5.7 | 6.7 | √ | √ | √ |
| 6 | 绝缘电阻 | A | 5.8 | 6.8 | √ | √ | √ |
| 7 | 低温工作 | B | 5.9.1 | 6.9.1 | — | — | √ |
| 8 | 高温工作 | B | 5.9.2 | 6.9.2 | — | — | √ |
| 9 | 低温贮存 | B | 5.9.3 | 6.9.3 | — | — | √ |
| 10 | 高温贮存 | B | 5.9.4 | 6.9.4 | — | — | √ |
| 11 | 交变湿热 | B | 5.9.5 | 6.9.5 | — | — | √ |
| 12 | 振动 | B | 5.9.6 | 6.9.6 | — | — | √ |
| 13 | 冲击 | B | 5.9.7 | 6.9.7 | — | — | √ |
| 14 | 跌落 | B | 5.9.8 | 6.9.8 | — | — | √ |
| 15 | 模拟运输 | B | 5.9.9 | 6.9.9 | — | — | √ |
| 16 | 外壳防护性能 | A | 5.10.2 | 6.10.2 | — | — | √ |
| 17 | 元件本质安全性能 | A | 5.10.3 | 6.10.3 | — | — | √ |
| 18 | 电气间隙与爬电距离 | A | 5.10.4 | 6.10.4 | — | — | √ |
| 19 | 塑料外壳表面绝缘电阻 | A | 5.10.5 | 6.10.5 | — | — | √ |
| 20 | 最高表面温度 | A | 5.10.6 | 6.10.6 | — | — | √ |
| 21 | 电池或电池组性能 | A | 5.10.7 | 6.10.7 | — | — | √ |
| 22 | 介电强度 | A | 5.10.8 | 6.10.8 | √ | √ | √ |

表 8 (续)

| 序号 | 检验项目 | 质量特征 类型 | 技术要求 条款 | 试验方法 条款 | 检验类别 | | |
|----|--------|------------|------------|------------|------|-------|------|
| | | | | | 出厂检验 | 在用品检验 | 型式检验 |
| 23 | 本安参数 | A | 5.10.9 | 6.10.9 | ○ | ○ | ○ |
| 24 | 本质安全火花 | A | 5.10.10 | 6.10.10 | — | — | √ |
| 25 | 电源及充电 | A | 5.10.11 | 6.10.11 | — | — | √ |

注：“√”表示检验项目；“○”表示当采用外部电源供电时，只测电压和电流。当采用内部电池或电池组供电时，胶封前检测；“—”表示不检验项目。

7.2 出厂检验

- 7.2.1 应由制造厂质量检验部门对产品进行出厂检验，检验合格并签发合格证后方可出厂。
- 7.2.2 出厂检验项目按表 8 规定的项目进行。
- 7.2.3 每台探测器出厂前按表 8 规定的检验项目逐项测试，有一项不合格则该产品不合格。
- 7.2.4 对不合格品允许返修后再按 7.2.3 的规定重新检验。

7.3 在用品检验

- 7.3.1 使用中的密度仪需要每年进行在用品检验，由生产单位的检验机构或有能力检验的机构进行，在用品检验项目按表 8 规定的项目进行，检验合格的产品应给予相应标识。
- 7.3.2 在用品检验按照表 8 规定的项目进行。
- 7.3.3 每台每年按表 8 规定的检验项目逐项测试，有一项不合格则该产品不合格。

7.4 型式检验

7.4.1 型式检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定或老产品转厂生产时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响探测器性能时；
- 正常生产满 5 年时；
- 产品停产 2 年恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家有关机构提出要求时。

7.4.2 型式检验项目

检验项目应符合表 8 的规定。

7.4.3 抽样与判定规则

- 7.4.3.1 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中抽取。
- 7.4.3.2 抽样基数不大于 50 台时，采用 GB/T 10111—2008 规定的方法抽样。样品数量 1 台（或 2 台）。对 A 类项目，有 1 项不合格时判该批产品不合格。对 B 类项目，有 1 项不合格应加倍抽样重新检验，若仍有 1 项不合格判该批产品不合格。对 C 类项目，有 3 项不合格，判该批产品不合格。
- 7.4.3.3 抽样基数大于 50 台时，采用 GB/T 2829—2002 规定的方法抽样。选用一次抽样方案，判别水

平Ⅲ,不合格质量水平 RQL 等于 40,样品数量 $n=5$,合格判定数 $A_c=0$,不合格判定数 $R_e=1$ 。对 A 类项目,有一项不合格判该批次产品为不合格;对 B、C 类项目,对照检验项目的要求进行检验,累计不合格数或不合格品数,按判定数组判定该批产品合格或不合格。若不合格应按 GB/T 2829—2002 中 5.12 的规定处理。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

8.1.1.1 探测仪外壳明显处应有永久性“Ex ib I Mb”或“Ex ia I Ma”标志。

8.1.1.2 探测仪外壳醒目处应设置铭牌,铭牌上至少应清晰标明下列内容:

- a) 产品型号和名称;
- b) 防爆标志;
- c) 防爆合格证编号;
- d) 矿用产品安全标志证书编号;
- e) 本安参数;
- f) 主要技术参数;
- g) 出厂编号;
- h) 出厂日期;
- i) 制造厂名称。

8.1.2 包装标志

8.1.2.1 包装贮运标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.1.2.2 包装箱外壁文字及标记应包含下列内容:

- a) 制造厂名称;
- b) 产品名称和型号;
- c) 净重和毛重;
- d) 包装箱尺寸;
- e) 放置方向;
- f) “精密仪器”“小心轻放”“切勿受潮”等字样或图示。

8.2 包装

8.2.1 包装应符合 GB/T 13384—2008 的规定,具有防雨、防潮、防尘、防振能力。

8.2.2 随机文件和随机附件应有下列内容:

- a) 装箱清单;
- b) 产品合格证;
- c) 防爆检验合格证复印件;
- d) 煤矿矿用产品安全标志证书复印件;
- e) 产品使用说明书;
- f) 产品保修卡;
- g) 专用工具;
- h) 必备的附件、零配件及清单。

8.3 运输

包装后的探测仪在避免雨雪淋袭的条件下,可适用于公路、铁路、水路、航空运输方式。

8.4 贮存

包装后的探测仪应在温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于90%、无腐蚀性气体、无强电磁场作用、通风良好的仓库中贮存,贮存期不得超过企业产品标准规定的时间。长期贮存应定期(由企业产品标准规定)通电、充电及维护。
