



# 中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1193—2020

## 矿用钻孔深度声波检测仪

Drilling Depth Detector with Acoustic Wave in Mine

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 1193-2020

2020-07-09 发布

2021-01-01 实施

国家煤矿安全监察局 发布



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 型号、组成及功能..... 2

5 技术要求 ..... 2

6 试验方法 ..... 5

7 检验规则 ..... 8

8 标志、包装、运输和贮存 ..... 9

附录 A（规范性附录） 基于声波反射原理的钻孔深度检测方法 ..... 11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》进行编写。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会提出。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中煤科工集团西安研究院有限公司、中煤科工集团重庆研究院有限公司、山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司。

本标准主要起草人：高珺、李泉新、吴燕清、冯强、方俊、毕志琴、陈龙、张冀冠、吴海、张哲。

本标准为首次发布。

# 矿用钻孔深度声波检测仪

## 1 范围

本标准规定了矿用钻孔深度声波检测仪的术语和定义、型号、组成及功能、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于矿用钻孔深度声波检测仪(以下简称检测仪)。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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

GB/T 2423.5 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 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 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB 3836.4—2010 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的设备

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

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 机电产品包装通用技术条件

GB/T 24260—2009 石油地震检波器

AQ/T 1043 矿用产品安全标志标识

MT 209—1990 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品通用技术要求

MT 210—1990 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品基本试验方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**钻杆柱 drill string**

由多根钻杆通过螺纹紧密连接而成的柱状体。

### 3.2

**孔深 drilling depth**

***L***

通过测量钻孔中钻杆柱长度,得到的钻孔深度。

### 3.3

**激震源 vibration source**

通过人工或机械装置敲击钻杆柱产生声波的信号源。

3.4

首波 head wave

检测仪从钻杆柱上接收到的信号波形中,首个明显区别于噪声的波形。

3.5

反射波 reflection wave

检测仪从钻杆柱上接收到的信号波形中,第二个明显区别于噪声的波形。

3.6

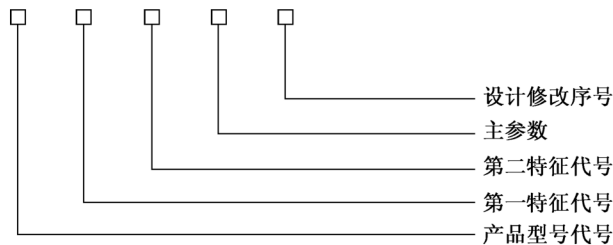
自然频率 natural frequency

检测仪探头做无阻尼振动时的频率。

4 型号、组成及功能

4.1 型号

检测仪型号的组成和排列方式如下:



检测仪型号的各组成部分按下列规则确定:

- a) 产品类型代号一律用大写字母 Y,表示“仪器”;
- b) 第一特征代号一律用大写字母 S,其中 S 表示“声波反射”;
- c) 第二特征代号用于区分激震源的敲击方式,用大写字母 H、M,其中 H 表示“人工敲击”、M 表示“机械敲击”;
- d) 主参数为检测仪额定量程,单位为米(m),用阿拉伯数字表示;
- e) 设计修改序号用大写字母 A、B、C 表示。

示例: YSH200A 表示声波反射原理,人工敲击方式,额定量程最大值 200 m,首次设计的孔深检测仪。

4.2 组成及功能

4.2.1 组成

检测仪由两部分组成:主机和探头。

4.2.2 功能

主机具有人机交互操作和信号接收、存储、处理等功能;探头具有采集钻杆柱中声波信号,并转换为电信号传输给主机的功能。

5 技术要求

5.1 一般要求

检测仪应符合本标准的要求,并按照经规定的程序和国家授权的检验单位审批的图样和技术文件

制造。

## 5.2 工作环境条件

检测仪应能在下列条件下正常工作：

- a) 环境温度： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 平均相对湿度：不大于  $95\%(+25\text{ }^{\circ}\text{C})$ ；
- c) 大气压力： $80\text{ kPa}\sim110\text{ kPa}$ ；
- d) 有甲烷、煤尘等爆炸性混合物的煤矿井下；
- e) 在无剧烈振动和冲击的环境。

## 5.3 供电方式

检测仪应采用防爆电池供电，企业标准应对电池的型号、连接方式、电压和电流的限定等做出规定。

## 5.4 性能

检测仪的性能应包括以下指标：

- a) 额定量程： $S_1\sim S_2$ ；其中，量程下限值  $S_1\leq 15\text{ m}$ ，量程上限值  $S_2\geq 150\text{ m}$ ；
- b) 最大绝对误差：不大于  $(\text{测量值}\times 1\%+1)\text{m}$ ；
- c) 采样率：不小于  $50\text{ kHz}$ ；
- d) 噪声电压：不大于  $1\text{ mV}$ ；
- e) 自然频率：由企业标准规定；
- f) 时窗大小：不小于  $50\text{ ms}$ ；
- g) 动态范围：不小于  $60\text{ dB}$ ；
- h) 存储波形数量：不小于  $100$  组，存储格式由企业标准规定，存储格式应便于拷贝查看，实现地面计算机运用软件查看；
- i) 连续工作时间：便携式检测仪不小于  $8\text{ h}$ ，固定式检测仪由企业标准规定。

## 5.5 外观

检测仪外观应满足以下要求：

- a) 检测仪表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形等现象，表面涂镀层须均匀，不应起泡、龟裂和脱落；金属外壳应进行钝化及防锈、防蚀处理；
- b) 零部件不应有锈蚀、毛刺、裂纹和其他机械损伤；
- c) 开关、按键应操作灵活可靠，紧固件应牢固无松动，活动件应灵活自如；
- d) 铭牌与标志应完整、清晰、牢固、端正、美观。

## 5.6 电气安全

### 5.6.1 绝缘电阻

检测仪的绝缘电阻应符合 MT 209—1990 中 11.1 条的规定。

### 5.6.2 工频耐压

检测仪的接线端子间及接线端子与外壳间应能通过电压有效值为  $500\text{ V}$ ，历时  $1\text{ min}$  的工频耐压试验，无闪烁击穿现象，且漏电流不大于  $5\text{ mA}$ 。

## 5.7 环境适应性

### 5.7.1 低温工作

检测仪应能承受严酷等级为表 1 规定的低温工作试验,其性能和外观应符合 5.4、5.5 的规定。

### 5.7.2 高温工作

检测仪应能承受严酷等级为表 1 规定的高温工作试验,其性能和外观应符合 5.4、5.5 的规定。

### 5.7.3 低温贮存

检测仪应能承受严酷等级为表 1 规定的低温贮存试验,恢复后其性能和外观应符合 5.4、5.5 的规定。

表 1 高低温工作及贮存试验要求

| 试验项目 | 温度<br>℃ | 持续时间<br>h | 恢复时间<br>h |
|------|---------|-----------|-----------|
| 低温工作 | 0       | 2         | —         |
| 高温工作 | 40      | 2         | —         |
| 低温贮存 | -40     | 16        | 2         |
| 高温贮存 | 60      | 16        | 2         |

### 5.7.4 高温贮存

检测仪应能承受严酷等级为表 1 规定的高温贮存试验,恢复后其性能和外观应符合 5.4、5.5 的规定。

## 5.8 交变湿热

检测仪应能承受严酷等级为+40℃,周期为 12 d 的交变湿热试验,恢复 2 h 后其外观和电气安全应符合 5.4、5.5 和 5.6 的规定。

## 5.9 振动

检测仪应能承受表 2 规定的振动试验,试后零部件及紧固件应无松动脱落现象,其性能和电气安全应符合 5.4、5.6 的规定。

表 2 振动试验要求

| 振动频率<br>Hz | 加速度幅值<br>m/s <sup>2</sup> | 位移幅值<br>mm | 扫频循环次数 | 样品状态 |
|------------|---------------------------|------------|--------|------|
| 10~150     | 50                        | 0.35       | 5      | 不工作  |

## 5.10 冲击

检测仪应能承受表 3 规定的冲击试验,试后零部件及紧固件应无松动脱落现象,其性能和电气安全应符合 5.4、5.6 的规定。

表 3 冲击试验要求

| 峰值加速度<br>m/s <sup>2</sup> | 脉冲持续时间<br>ms | 脉冲波形 | 方向                                  | 样品状态 |
|---------------------------|--------------|------|-------------------------------------|------|
| 500                       | 11           | 半正弦  | 三个互相垂直方向的每一个方向<br>连续施加 3 次冲击,共 18 次 | 不工作  |

5.11 跌落

检测仪应能通过水泥地面 1 m 高度自由落体跌落试验,试验 4 次,试后不得产生影响防爆性能的变形与损坏,其性能、外观和电气安全应符合 5.4、5.5 和 5.6 的规定,仪器外壳轻微的损伤、表面漆皮的脱落、散热片或其他类似部件的破裂和小的凹陷可忽略。

5.12 防爆要求

5.12.1 本安参数

检测仪的本安参数应在企业标准中明确规定。

5.12.2 浇封

检测仪电池组浇封化合物应符合 GB 3836.4—2010 中 6.6 条的规定。

5.12.3 电池组

检测仪电池组应符合 GB 3836.4—2010 中 7.4 条规定。

5.12.4 电气间隙与爬电距离

检测仪内线路和电路板的电气间隙和爬电距离应符合 GB 3836.4—2010 中 6.3 条的要求。

5.12.5 火花点燃

检测仪的本质安全电路应能通过 GB 3836.4—2010 中 10.1 条规定的火花点燃试验。

5.12.6 外壳防护性能

检测仪的外壳防护等级应不低于 IP54。

5.12.7 最高表面温度

检测仪在规定的容许范围内,在最不利的运行条件下,其元件、导线及外壳最高表面温度不得高于 150℃。

6 试验方法

6.1 试验条件

除环境试验外,其他试验应在如下条件下进行:

- a) 温度: +15℃~+35℃;
- b) 相对湿度: 45%~75%(+25℃);

- c) 大气压力:80 kPa~110 kPa;
- d) 无强振动、强电磁干扰,避免在微波台基站及无线发射电台天线附近。

## 6.2 测试仪器及设备

主要测试仪器及设备如下:

- a) 游标卡尺:精度不大于 0.1 mm;
- b) 卷尺:精度不大于 10 mm;
- c) 数字万用表:不小于四位半;
- d) 示波器:带宽不小于 100 MHz,采样率不小于 1 GSa/s;
- e) 信号发生器:最小输出幅度不大于 1 mV,带宽不小于 1 MHz。

## 6.3 性能试验

### 6.3.1 额定量程

通过信号发生器模拟一组典型的采集波形,主机采集该波形首波峰值和反射波峰值之间的时间差计算得到测量结果,量程按式(1)计算:

$$S = V \cdot \Delta t / 2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $S$  ——额定量程最小值  $S_1$  或最大值  $S_2$ ,单位为米(m);
- $V$  ——声波在钻杆柱中的传播速度按附录 A.3 中规定的方法测量,单位为米每秒(m/s);
- $\Delta t$  ——首波峰值和反射波峰值之间的时间差,单位为秒(s)。

### 6.3.2 最大绝对误差

根据企业标准中规定的额定量程  $S_1$  和  $S_2$ ,用卷尺测量选取 7 个测量点( $S_{\text{实}}$ ),见表 4,用检测仪往复测量选取的测量点,测量方法按附录 A.2 中规定进行,最大绝对误差按式(2)计算:

$$\Delta S = |S_{\text{实}} - S_{\text{测}}| \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\Delta S$  ——最大绝对误差,单位为米(m);
- $S_{\text{实}}$  ——钻杆柱实际长度,单位为米(m);
- $S_{\text{测}}$  ——钻杆柱测量值,单位为米(m)。

表 4 全量程中选取的测量点

| 序号         | 1     | 2                 | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7     |
|------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 钻杆柱长度<br>m | $S_1$ | $S_2 \times 20\%$ | $S_2 \times 40\%$ | $S_2 \times 50\%$ | $S_2 \times 60\%$ | $S_2 \times 80\%$ | $S_2$ |

### 6.3.3 噪声电压

将检测仪主机信号输入端短路,用数字万用表测量检测仪主机信号处理末端电压值。

### 6.3.4 动态范围

在检测仪自然频率范围,输入检测仪允许最大幅值的正弦电压信号,记录检测仪主机采集的正弦电压信号的峰-峰值。动态范围按式(3)计算:

$$D = 20 \lg \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$D$  ——检测仪的动态范围，单位为分贝(dB)；

$V_{\max}$  ——输入最大信号时检测仪采集的正弦电压信号的峰-峰值，单位为伏(V)；

$V_{\min}$  ——按照噪声电压方法获得检测仪的噪声电压，单位为伏(V)。

### 6.3.5 自然频率

应符合 GB/T 24260—2009 中 6.4.1 条的规定。

### 6.3.6 连续工作时间

检测仪在充满电的情况下，使其连续工作在采样模式下，记录其连续工作的时间，直到出现欠压关机。

## 6.4 外观试验

应符合 MT 210—1990 中第 5 章的规定。

## 6.5 电气安全试验

### 6.5.1 绝缘电阻测量

应符合 MT 210—1990 中第 7 章的规定。

### 6.5.2 工频耐压试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 10.3 条的规定。

## 6.6 环境适应性试验

### 6.6.1 低温工作试验

应符合 GB/T 2423.1 中散热样品试验 Ad 的规定。

### 6.6.2 高温工作试验

应符合 GB/T 2423.2 中散热样品试验 Bd 的规定。

### 6.6.3 低温贮存试验

应符合 GB/T 2423.1 中非散热样品试验 Ab 的规定。

### 6.6.4 高温贮存试验

应符合 GB/T 2423.2 中非散热样品试验 Bb 的规定。

## 6.7 交变湿热试验

应符合 GB/T 2423.4 中的规定。

## 6.8 振动试验

应符合 GB/T 2423.10 中的规定。

## 6.9 冲击试验

应符合 GB/T 2423.5 中的规定。

## 6.10 跌落试验

应符合 GB 3836.1—2010 中 26.4.3 条的规定。

## 6.11 防爆试验

### 6.11.1 本安参数测试

应符合 GB 3836.1 和 GB 3836.4 的规定。

### 6.11.2 浇封面机械压力试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 10.6 条的规定。

### 6.11.3 电池组电解液漏泄试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 10.5.2 条的规定。

### 6.11.4 电气间隙与爬电距离试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 6.3 条的规定。

### 6.11.5 火花点燃试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 10.1 条的规定。

### 6.11.6 外壳防护性能试验

应符合 GB/T 4208 中的规定。

### 6.11.7 最高表面温度试验

应符合 GB 3836.4—2010 中 10.2 和 10.5.3 条的规定。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

检测仪的检验分出厂检验和型式检验两种。

### 7.2 出厂检验

7.2.1 每套检测仪均应进行出厂检验,检验项目应符合表 5 的规定。

7.2.2 出厂检验若出现 A 类不合格,则为不合格;B 类不合格则返修,并重新检验直至合格再出厂;若出现 C 类不合格,允许返修后出厂。

表 5 检验项目

| 序号                      | 检验项目      | 质量特征类别 | 试验项目要求 | 试验方法   | 出厂检验 | 型式检验 |
|-------------------------|-----------|--------|--------|--------|------|------|
| 1                       | 性能        | B      | 5.4    | 6.3    | √    | √    |
| 2                       | 外观        | C      | 5.5    | 6.4    | √    | √    |
| 3                       | 电气安全      | A      | 5.6    | 6.5    | √    | √    |
| 4                       | 环境适应性     | B      | 5.7    | 6.6    | —    | √    |
| 5                       | 交变湿热      | A      | 5.8    | 6.7    | —    | √    |
| 6                       | 振动        | B      | 5.9    | 6.8    | —    | √    |
| 7                       | 冲击        | B      | 5.10   | 6.9    | —    | √    |
| 8                       | 跌落        | B      | 5.11   | 6.10   | —    | √    |
| 9                       | 本安参数      | A      | 5.12.1 | 6.11.1 | √    | √    |
| 10                      | 浇封        | A      | 5.12.2 | 6.11.2 | —    | √    |
| 11                      | 电池组电解液漏泄  | A      | 5.12.3 | 6.11.3 | —    | √    |
| 12                      | 电气间隙与爬电距离 | A      | 5.12.4 | 6.11.4 | —    | √    |
| 13                      | 火花点燃      | A      | 5.12.5 | 6.11.5 | —    | √    |
| 14                      | 外壳防护性能    | A      | 5.12.6 | 6.11.6 | —    | √    |
| 15                      | 最高表面温度    | A      | 5.12.7 | 6.11.7 | —    | √    |
| 注：“√”表示需要检验，“—”表示不需要检验。 |           |        |        |        |      |      |

### 7.3 型式检验

7.3.1 在出现下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品定型及老产品转厂时;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时每 5 年一次;
- d) 停产 2 年后,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验项目应符合表 5 的规定。

7.3.3 型式检验的样品从出厂检验合格的产品中采用 GB/T 10111—2008 中 6 规定的简单随机抽样方法抽取。批量 20 台及以上样品数为两台,批量 20 台以下样品数为一台。

7.3.4 型式检验结果判定应通过以下规定:

- a) 对 A 类项目,有一项不合格则判该批产品为不合格;
- b) 对 B 类项目,有一项不合格应加倍抽样重新检验,若仍有一项不合格则判定为不合格;
- c) 对 C 类项目,若有不合格,则应返厂维修。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 产品标志

8.1.1.1 检测仪外壳明显处应设置清晰永久的铭牌、防爆标志 Ex 和符合 AQ/T 1043 规定的矿用产

品安全标志标识 MA;标志的材质应采用青铜、黄铜或不锈钢等耐化学腐蚀的材料。

8.1.1.2 检测仪铭牌上的文字应清晰,并保证在使用期间不易磨灭,铭牌上应包括以下内容:

- a) 产品型号及名称;
- b) 防爆标志;
- c) 防爆合格证编号;
- d) 煤矿安全标志编号;
- e) 主要技术参数(包括本安参数);
- f) 产品出厂编号;
- g) 生产单位名称;
- h) 出厂日期。

## 8.2 包装

8.2.1 检测仪的包装应符合 GB/T 13384 的规定,包装图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.2 随机文件应与产品一起装箱,随机文件应包括以下文件:

- a) 使用说明书;
- b) 产品合格证、保修卡;
- c) 装箱单;
- d) 防爆检验合格证复印件;
- e) 矿用产品安全标志证书复印件;
- f) 备件及装箱清单。

## 8.3 运输

8.3.1 装卸时防止剧烈振动,谨防跌落。

8.3.2 包装后的产品在避免雨雪直接淋袭和暴晒的条件下,可适用于水、陆及空等运输方式。

## 8.4 贮存

8.4.1 检测仪包装后应能在温度  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度不大于 90% 的无腐蚀环境中贮存。

8.4.2 贮存期不得超过企业标准规定的时间。

8.4.3 长期贮存应按企业标准规定定期充电及维护。

## 附录 A (规范性附录)

### 基于声波反射原理的钻孔深度检测方法

#### A.1 孔深计算方法

煤矿井下钻孔深度,如图 A.1 所示,按以下公式计算:

$$L = S - L_1 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$L$  —— 钻孔深度,单位为米(m);

$S$  —— 终孔提钻杆前,钻孔中钻杆柱总长度,单位为米(m);

$L_1$  —— 孔口裸露段钻杆柱长度,单位为米(m)。

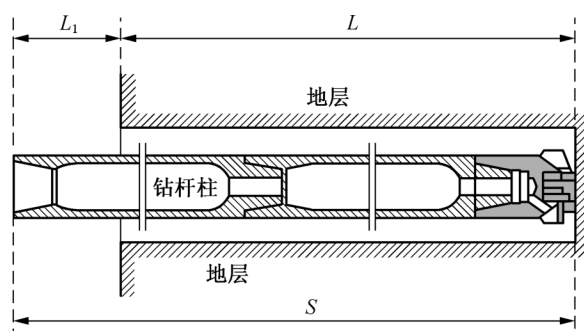


图 A.1 孔深计算示意图

#### A.2 钻杆柱长度检测方法

正常工作时,声波信号在钻杆壁中往返传播,钻杆内外的含水情况不影响传播效果,检测仪与钻杆柱的连接方式如图 A.2 所示,检测仪保持在采集模式,当采集到激震源的触发信号时,开始记录波形,直至记录完整反射波结束。

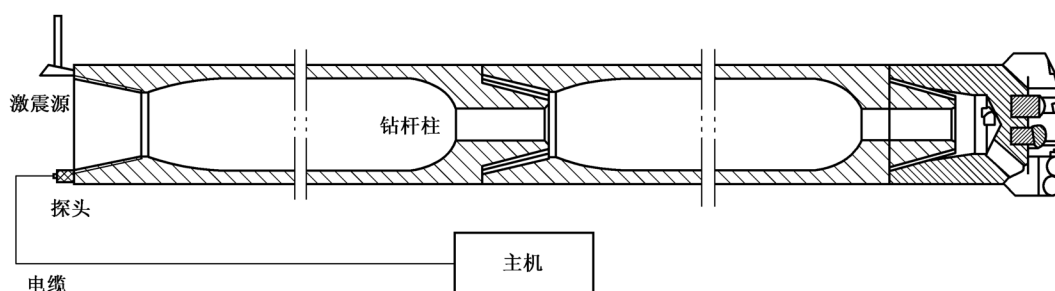


图 A.2 检测仪与钻杆柱连接示意图

检测仪采集到的波形如图 A.3 所示,钻杆柱长度按以下公式计算:

$$S = \frac{V \times (t_2 - t_1)}{2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$S$  ——终孔提钻杆前，钻孔中钻杆柱总长度，单位为米(m)；

$V$  ——声波在钻杆柱中的传播速度，单位为米每秒(m/s)；

$t_1$  ——记录的首波峰值时刻，单位为秒(s)；

$t_2$  ——记录的反射波峰值时刻，单位为秒(s)。

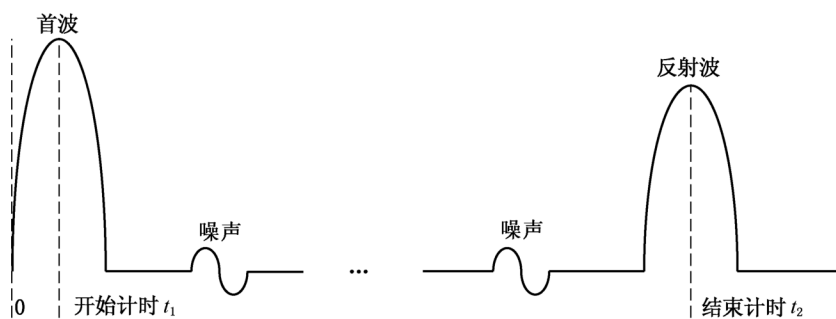


图 A.3 检测仪采集波形示意图

### A.3 波速标定方法

检测钻杆柱长度之前，需对声波在钻杆柱中的传播速度进行标定，标定步骤如下：

- 连接测试钻杆柱，长度为  $S_0$ ，其中  $S_1 \leq S_0 \leq S_2$ ；
- 用示波器接探头测量标准钻杆柱首波和回波的时间差  $\Delta t = t_2 - t_1$ ；
- 根据式(A.2)，计算钻杆柱中的波速  $V$ 。







MT/T 1193—2020

中 华 人 民 共 和 国 煤 炭  
行 业 标 准  
矿用钻孔深度声波检测仪  
MT/T 1193—2020

\*

应急管理出版社 出版  
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)  
网址:www.cciph.com.cn  
北京建宏印刷有限公司 印刷  
全国新华书店 经销

\*

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1 1/4  
字数 23 千字  
2020 年 11 月第 1 版 2020 年 11 月第 1 次印刷  
**15 5020 • 1557**

社内编号 20201523 定价 25.00 元  
版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换