

TS-K100QC(W)

超声成孔成槽检测仪（无线）

重要提示

1. 工作原理：超声波反射法测距原理。

2. 仪器组成：

探头升降系统：探头+电缆+升降绞车。

主机控制系统：主机+控制箱+连接电缆。

3. 注意事项：

(1)系统采用 AC220V ($\pm 20\%$), 50Hz 交流供电, 注意用电安全, 禁用交流 380V 供电!

(2)为保障用电安全和提高信号质量, 必须良好接地!

(3)探头升降时, 注意孔口杂物, 谨防底部挂牵探头。

(4)钢丝绳和电缆属易损件, 切勿切、割、碰、砸, 小心烫损。不用时绞车盖上防护罩, 切勿暴晒雨淋。

(5)绞车传动部件须精心维护, 定期清洁, 添加润滑油。

(6)绞车搬运时, 切记固定好探头, 防止磕碰。

(7)探头下放和提升前注意检查钢丝绳和电缆是否脱槽。

(8)探头下放接近孔底或提升接近孔口时请减速, 防止因探头升降速度过快造成对限位开关过大冲击。

TS-K100QC(W)

超声成孔成槽检测仪（无线）

使用手册

V3.34

武汉天宸伟业物探科技有限公司

www.tensense.com.cn

目录

第一章 仪器工作原理..... 1

1.1 仪器简介..... 1

1.2 检测原理..... 1

1.3 检测方法..... 3

1.4 现场检测..... 6

第二章 仪器操作..... 7

2.1 设备连接..... 7

2.2 设备维护..... 7

2.3 设备操作..... 8

第一章 仪器工作原理

1.1 仪器简介

TS-K100QC(W)超声成孔检测仪（无线）由五部分组成：主控机盒-无线控制平板-数控绞车-超声探头-蓄电池盒。超声探头固定在数控绞车上自动升降，主控机盒与绞车高度集成，主控机盒与蓄电池盒通过电缆连接供电，绞车外接 220V 电源供电，主控



机盒与无线控制平板通过 WIFI(Tensence XXX)连接,电缆固定在绞车上。

图 1-1 无线超声成孔检测仪



上图中“无线控制端”可为无线控制平板

图 1-2 各部分组成图

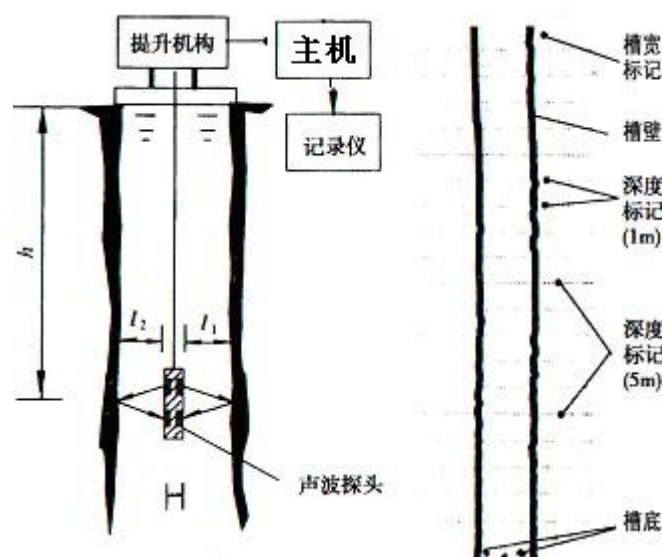
1.2 检测原理

成孔成槽质量检测分为孔径垂直度检测和沉渣厚度检测。孔径垂直度检测采用超声

反射波法，沉渣厚度检测采用探针测力法。

(1) 孔径垂直度检测

超声探头固定在数控绞车上，在主机的控制下从孔口匀速下降，深度测量装置测取探头下放的深度并传到主机，主机根据设定的时间间隔控制超声发射探头发射超声波并同步启动计时，主机根据设定的采样延时和采样率启动高速高精度信号采集器采集超声信号。由于泥浆的声阻抗远小于土层（或岩石）介质的声阻抗，超声波几乎从孔壁产生全反射，反射波经过泥浆传播后被接收换能器接收，反射波到达的时间即为超声波在孔内泥浆中的传播时间，通过传播时间计算超声换能器与孔壁的距离，从而计算该截面



的孔径值和垂直度。超声波速通过孔口标定获得或经验值设定。

图 1-3 超声波成孔成槽检测原理示意图

超声探头上共布置两对换能器，两对换能器成正交十字探型安装，检测钻孔两个方向的孔壁剖面。以一个剖面上的两个探头测量为例(如图 1-1)，探头下到孔内某高程测点，测量探头两方向相反的换能器至孔壁的距离为 l_1 、 l_2 ，测得声波在路径 l_1 、 l_2 上的往返传播时间分别为 t_1 、 t_2 ，假如泥浆的声波速度为 c （ c 可通过实测得到），那么有 $l_1=(c*t_1)/2$ 、 $l_2=(c*t_2)/2$ ，桩孔在该断面测点的孔径即为 $D=l_1+l_2+d$ ，其中 d 为两方向相反换能器的反射（接收）面之间的距离。同样方法可测得钻孔在该断面另一方向

测点剖面的孔径。

数控绞车将声波探头从孔口下降至孔底，仪器在下降过程中，每隔一定深度间距测量一组(四个) 声时值作为该断面测点声时，主机记录下不同高程的测点声时值并计算断面孔径。当测量探头完成一次下降过程，主机即可绘出测量孔的孔壁剖面图。

数控绞车在升降探头的过程中保持吊点不变且电缆垂直，那么通过所测的桩孔壁剖面图可以得到桩孔的垂直度。

(2) 沉渣厚度检测

沉渣厚度采用探针压力测试法：沉渣探头下放到孔槽底时，电机自动停止下放探头，主机读取探头状态，当探头倾斜超过一定范围时提示调整探头位置直至探头近似直立。主机控制探针缓慢伸出，同时测定探针压力和伸出长度，当压力大于一定值时停止，此时探针伸出长度即为当前位置沉渣厚度。

1.3 检测方法

(1) 泥浆波速的测定

井径、垂直度检测中的一项重要工作是测定泥浆的波速：波速测定一般是在所测孔的端口进行，根据端口所测的声时值和丈量的孔口直径，就可以得到泥浆的波速值。

$c = 2 * (D - d) / (t_1 + t_2)$ ，式中，D 为孔口直径，d 为探头直径，t₁、t₂ 为 XX' 或 YY' 方向两侧孔壁反射信号的声时值。

(2) 孔径、垂直度计算

超声成孔检测仪测量孔径、垂直度主要通过声学参数计算法对测量结果进行判断。声学参数计算是利用测量得到的声学参数值，通过计算得到桩孔深度上每一测点的孔径、垂直度的具体值，该方法的优点是比较精确。

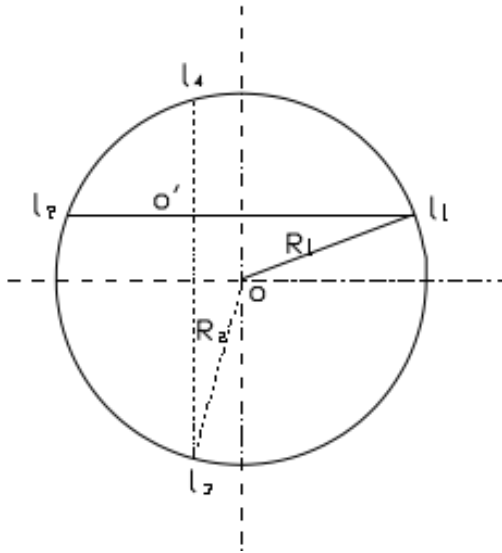


图 1-4 孔径计算

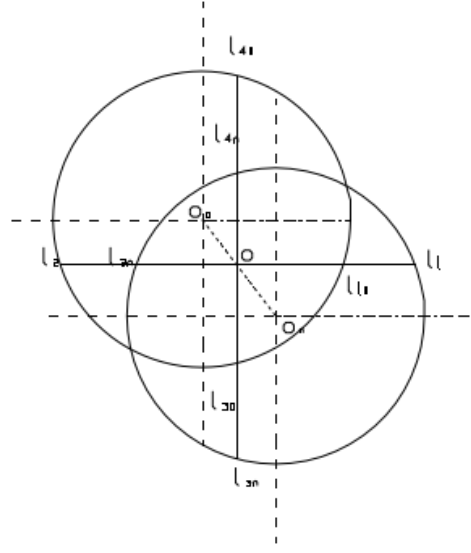


图 1-5 垂直度计算

① 孔径计算

测量原理中叙述的关于孔径的计算方法是基于声波探头处于孔轴的中心点位置上。但在实际测量中，探头大多数情况下是偏离孔轴中心的，此时测量的孔径剖面测点并未通过直径方向，因此需要通过一定的计算方法求得实际孔径值。

如图 1-4 所示，假设已测得孔某位置深度上探头中心与四个方向孔壁的距离 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 值，O 为桩孔中心点，O' 点为探头中心点。

$$l_i = c * \frac{t_i}{2} + \frac{d}{2}, \quad (i=1,2,3,4) \quad t_i$$

$$D = \sqrt{\left(l_3 - \frac{(l_3 + l_4)}{2}\right)^2 + \left(\frac{(l_1 + l_2)}{2}\right)^2} + \sqrt{\left(l_1 - \frac{(l_1 + l_2)}{2}\right)^2 + \left(\frac{(l_3 + l_4)}{2}\right)^2}$$

式中： l_1 —探头换能器方向I至孔壁的水平距离；

l_2 —探头换能器方向II至孔壁的水平距离；

l₃—探头换能器方向Ⅲ至孔壁的水平距离；

l₄—探头换能器方向Ⅳ至孔壁的水平距离；

D—孔的平均直径。

当 $l_2 \geq l_1$ 、 $l_4 \geq l_3$ 或其它情况时，同以上方法一样可以求得孔径的平均值。只要在计算机进行数据处理时，在程序中对 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 的大小加以判别，采用相应的公式就可以求得孔径平均值 D。

② 垂直度的计算

计算方法如图 1-5 所示，图中 O 为探头中心点，O₀ 为第一测点孔轴中心点，O_n 为测点孔轴中心点。设第一个测点时声波探头中心相对于孔轴中心点的偏离坐标为 X₀、Y₀，第 n 个测点时声波探头中心相对于孔轴中心点的偏离坐标为 X_n、Y_n，那么：

$$X_0 = l_{10} - (l_{10} + l_{20})/2$$

$$Y_0 = l_{30} - (l_{30} + l_{40})/2$$

$$X_n = l_{1n} - (l_{1n} + l_{2n})/2$$

$$Y_n = l_{3n} - (l_{3n} + l_{4n})/2$$

式中：l₁₀、l₂₀、l₃₀、l₄₀——第一个测点时，探头中心沿水平方向至孔壁的四个方向的测距值；l_{1n}、l_{2n}、l_{3n}、l_{4n}——第 n 个测点时，探头中心沿水平方向至孔壁的四个方向的测距值。其某位置的第 n 个测点时的偏心距为 E_n，有：

$$E_n = \sqrt{\left(\frac{(l_{10} - l_{20}) - (l_{1n} - l_{2n})}{2}\right)^2 + \left(\frac{(l_{30} - l_{40}) - (l_{3n} - l_{4n})}{2}\right)^2}$$

那么在第 n 个测点时的垂直度 K_n 为：

$$K_n = \frac{E_n}{H_n} \times 100\%$$

式中：H_n——为第 n 个测点的孔深值。

1.4 现场检测

- 1) 检测前应把探头及卷扬机部分安全的置于孔径中心位置，并连接好设备；
- 2) 查看所提供的电源是否满足要求；
- 3) 正确设置各参数；
- 4) 检测前，检测仪进行系统声速校准；
- 5) 探头应能顺利提升及下降；
- 6) 下降探头开始采集数据；
- 7) 调整信号增益，以便得到清晰的孔壁反射信号；
- 8) 下放到达孔底，自动停止后，结束采集，保存实测数据；

第二章 仪器操作

2.1 设备连接

无线成孔检测仪主要由五部分组成：主控机盒-无线控制平板-数控绞车-超声探头-蓄电池盒，绞车和探头之间通过电缆连接，主控机箱由蓄电池盒供电，数控绞车外接220V电源供电。整套设备连接过程如下：

1. 连接探头与绞车：探头与绞车通过绞车上的 150 米/100 米的信号电缆连接。与探头连接的一端是带防水接头的插头，另一端连接在绞车的控制箱内。出厂时防水插头已接好，长时间使用后要经常检查该接头是否松动，若发现松动及时紧固，以保证连接效果和防水性能。

2. 蓄电池盒和主控机盒通过电缆连接，蓄电池盒置于绞车电缆线框中间，主控机盒已经与绞车高度集成，无需连接。

2. 无线控制平板和主控机盒通过 WIFI（Tensence xxx）连接，不需连线。

3. 开始检测前检查各部分是否连接正确、牢固。

2.2 设备维护

无线成孔检测仪维护须知：

1. 探头使用时请检查其是否连接牢固，以防漏水而损坏探头内部电路。

2. 控制平板请勿长时间置于阳光直射处，否则会导致温度过高，可能会造成电池爆炸、显示屏老化、触控失灵等问题。

3. 经常清理插头表面的灰尘及杂物，防止其降低仪器的导电性能而影响仪器的正常工作。

4. 经常检查电缆升降控制电机安装是否牢固、可靠，防止电机在未安装牢固的状态下工作而造成电机损坏。

5. 每次测试完成后，要将电缆和探头清洗干净。用水冲洗时，防止将水冲入绞车

各电气接头内，防止短路和损坏内部元器件。**切勿从绞车底部向上冲洗绞车。**

常见故障分析：

- 1.钢丝绳拉断：探头是否卡住、钢丝绳是否跑槽、上限位器是否正常；
 - 2.钢丝绳与电缆线不规则：钢丝绳盘线是否过紧或者过松；
 - 3.上下限位失灵：检查弹簧和限位开关是否正常；
 - 4.数控绞车升降失灵：检查电机驱动器是否正常、控制板是否故障、升降速度是否过大；
 - 5.数控绞车供电不正常：现场电压是否波动过大、稳压器、空气开关、保险丝是否正常。主控机盒供电不正常：电缆是否连接好，低于 60V 需要及时充电；
 - 6.通讯故障：接线是否正确、声呐板模块故障或主机故障；
- 平板黑屏、操作失灵：平板温度过高，电池电量过低；

2.3 设备操作

成孔成槽检测仪操作步骤：

成孔成槽检测仪线路连接完成后，首先将绞车内电源线与外接电源连接起来，打开主控机盒右侧开关，观察交流电压是否在 160V-250V 之间，若电压值在此区间内，按下蓄电池盒侧边开关，观察直流电压是否低于 60V，蓄电池盒充满电的情况下电压在 72V，若电压低于 60V，请及时充电。

（1）开机

1. 成孔成槽检测仪开机方式：连接线路，打开主控机盒开关，确认电压值在 160V-250V 之间后，按下蓄电池盒开关，长按平板开机键，即可开机，开机进入桌面，如下图所示：

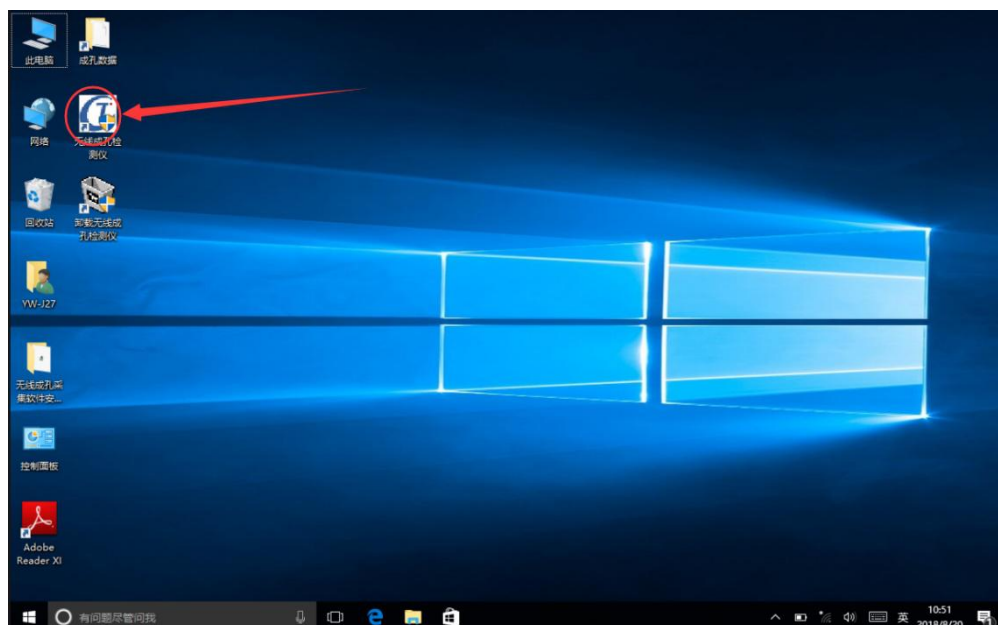


图 2-1 平板桌面图



进入桌面以后，双击软件图标进入软件主界面，进入软件主界面，如下图所示：

图 2-2 软件主界面

(2) 孔槽检测

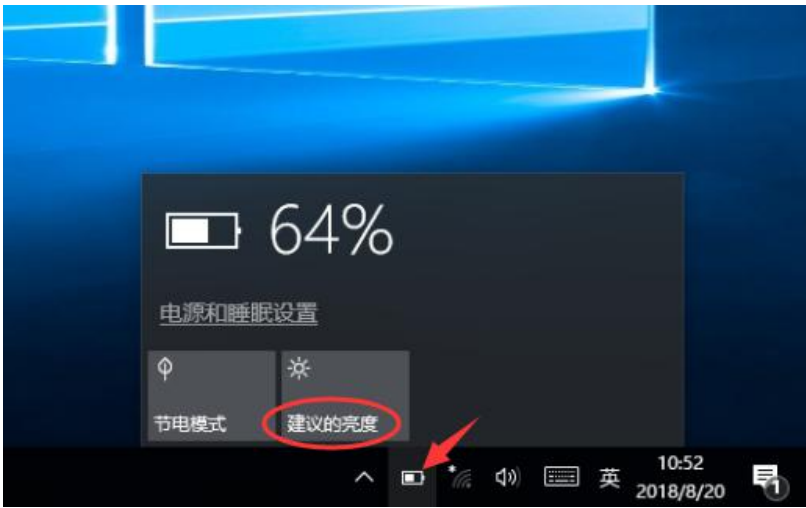
在图 2-2 主机主界面上选择“孔槽检测”，即进入孔槽检测界面（图 2-3），本机检测界面与参数设置界面相同。



图 2-3 孔槽检测界面

1) 调节屏幕亮度

在任意界面点击屏幕下方右下角任务栏中的电池标志“”进入亮度调节，如图



2-4 所示（若不需要调整屏幕亮度，则不用选择进入此界面）：

图 2-4 亮度调节

点击右侧方框进行亮度调节，有五档可调，分别为：最亮、较暗、建议的亮度、较亮和最亮，建议在能看清屏幕的前提下，尽量将亮度调低，这样可以节省电量，延长平板

使用时间。

2) 参数设置



在图 2-3 检测界面上选择“参数设置”后系统将跳转如下图（图 2-5）所示界面

图 2-5 参数设置界面

参数设置有 3 项：配置参数、基本信息、文件信息。

- ① 配置参数包括测点间距、编码间距、探头直径、低电量报警下限、孔径范围、检测方向、波速以及各通道孔壁距离。

测点间距：测点间距即为每相邻两组检测数据之间的时间间隔，本机提供了两个参



数，500ms 和 200ms，如下图 2-6 所示，本机默认测点间距为 500ms。

图 2-6 测点间隔设置

a)编码间距与探头直径设置：编码间距与探头直径都是固定值，本机编码间距为 1.868mm，探头直径为 130mm。

b)低电量报警下限：主机电压低于设定的电压值后，主机会报警提示给主机充电。

c)孔径范围设置：本机设定的孔径范围有 4 种，小于 1.5 米、小于 2.8 米、大于 2.8



米和干孔。

图 2-7 孔径设置范围

d)通道距离设置：将探头放置孔中心或者槽中心，量取 4 个通道换能器至孔壁距离，然后在对应栏中输入即可。

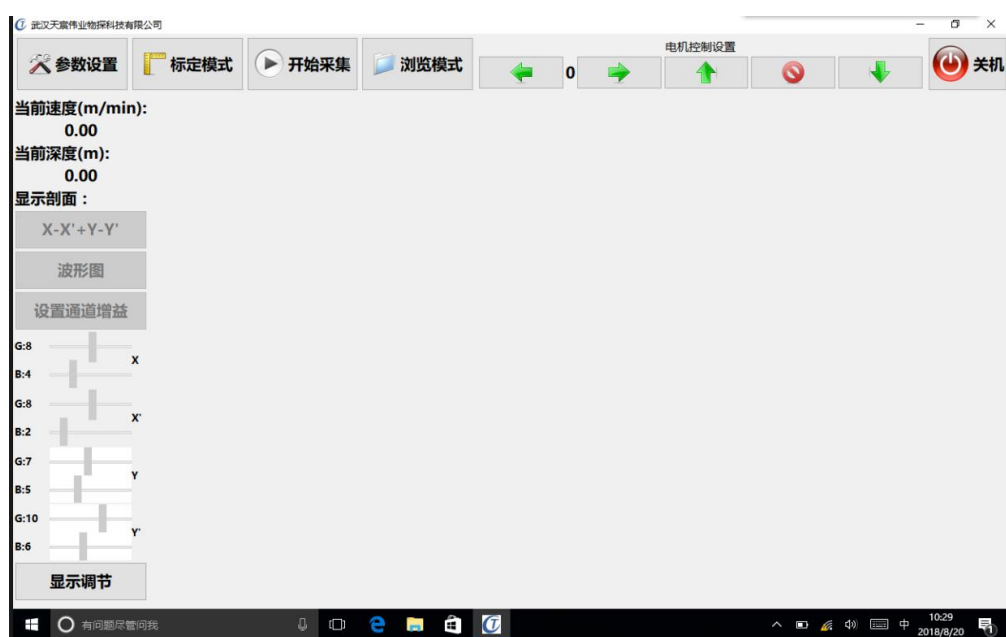
e)检测方向设置：本机检测方向为从上至下。

②基本信息设置：基本信息包括工程名称、孔槽编号、设计孔深、施工孔深、设计孔径、项目类型、X 探头朝向。其中工程名称、孔槽编号决定了保存文件的名称，工程名称切勿使用“.”号；探头 X 面朝向：设置探头 X 面所对应的实际朝向。

② 文件信息设置：文件名称为“工程名称_项目名称.tkd”。

(3) 波速标定

1) 标定设置



参数设置完成后选择参数设置界面下方的“确定”，即进入如下图 2-8 所示界面：

图 2-8 功能选择界面

在上图所示界面选择“标定模式”，即弹出是否开始标定对话框（图 2-9），首先进行



标定参数设置。

图 2-9 标定参数设置

剖面显示类型有三种：X-X/剖面、Y-Y/剖面、X-X'+Y-Y/剖面；X-X/、Y-Y/距离需根据实际测量的直径来设定，标定参数设置完成后选中上图 2-9 下方的“确定”，即进入标定模式界面，如图 2-10 所示：

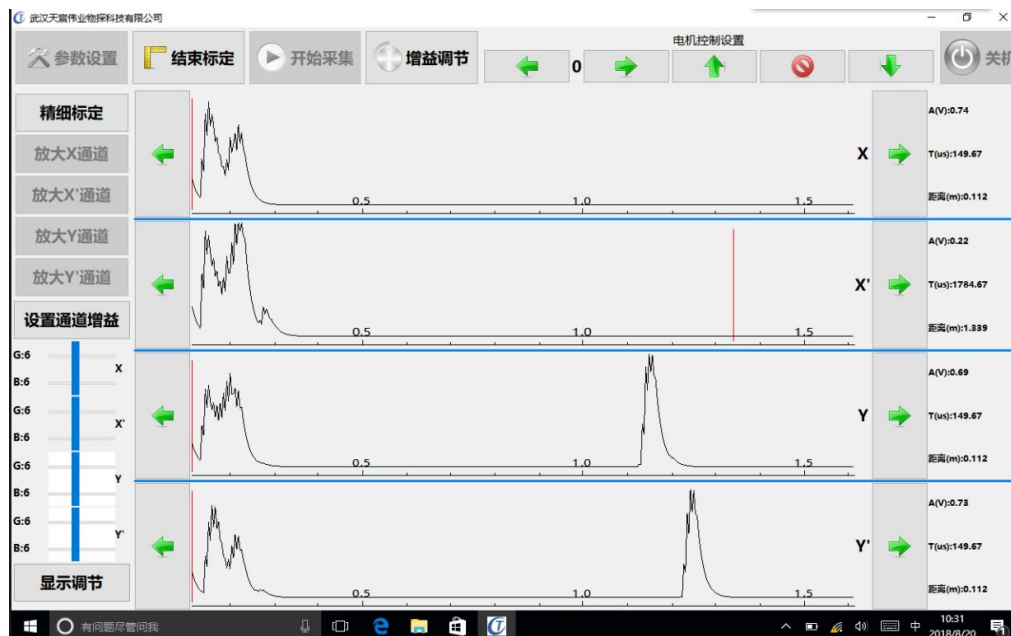
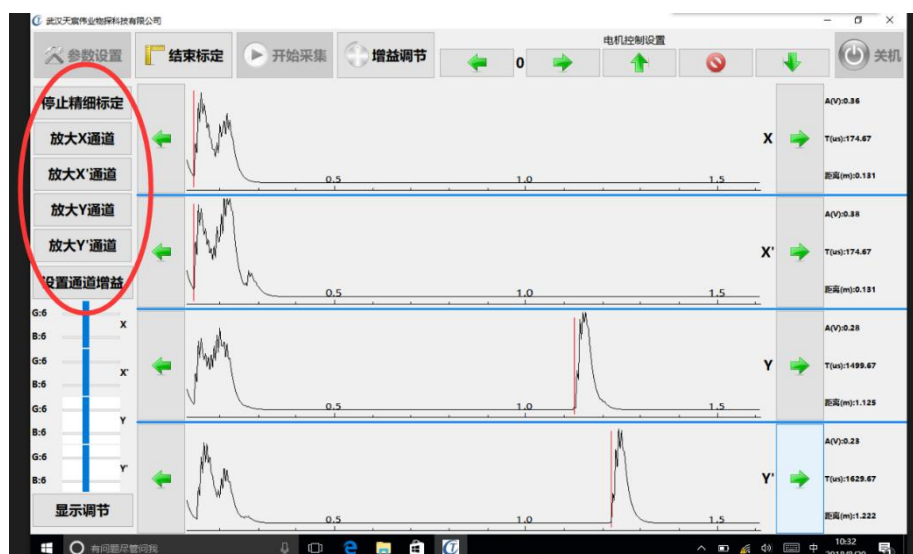


图 2-10 标定模式界面

2) 精细标定

图 2-10 中，从上到下分别对应 X、X'、Y、Y'四个方向的实测波形，每个波形的红线位置表示判定的孔壁位置，为提高判定位置的准确性，建议通过精细标定来确定孔壁红线位置。



在标定模式界面上选择“精细标定”，即进入精细标定界面：

图 2-11 精细标定界面

在精细标定界面将 4 个通道的标定线（上图红色直线）拖至首波处，如上图 2-12 所示，然后选择左侧的放大通道，以“放大 X 通道”为例，选中“放大 X 通道”后会进入



如下图 2-12 所示界面：

图 2-12 通道放大

通过“游标左移”和“游标右移”将红线移到上升沿的半波峰处，然后选择“取消放大”即完成 X 通道的精细标定。同样用此方法标定其他三个通道。

3) 结束标定

精细标定完成后选中图 2-11 界面上的“结束标定”，即弹出是否结束标定对话框，



如图 2-13 所示：

图 2-13 结束标定

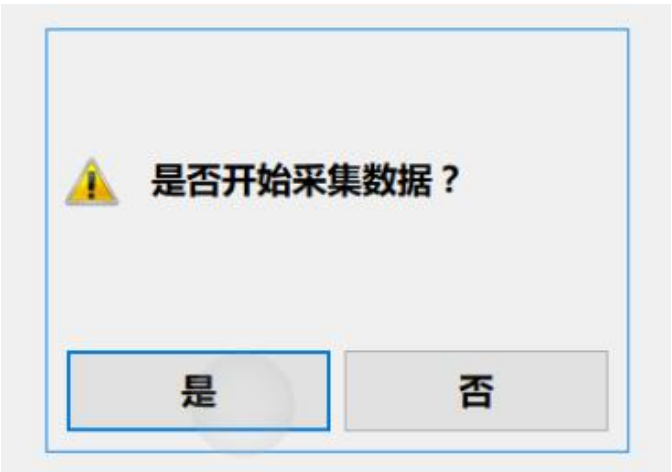
上图“1500”即为标定的声速，选择“确定”即结束标定。如果在孔口位置无法得到理想的孔壁反射波形，标定的波速就会误差很大，此时可以在波速位置输入经验值，一般为 1450m/s~1500m/s 左右。

(4) 数据采集

a.启动采集

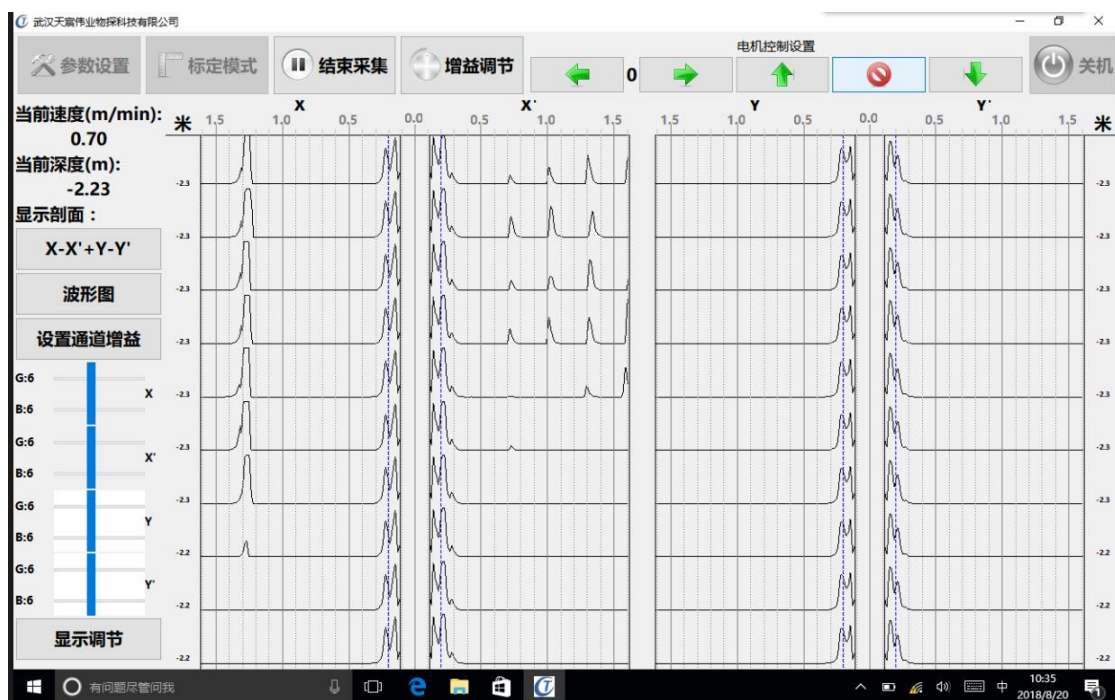
只有通过标定步骤后才能进入启动数据采集。

在图 2-8 所示空白界面上选择“启动采集”，即弹出是否开始采集数据对话框，如图



2-14 所示:

图 2-14 数据采集对话框



在上图对话框中选择“是”，即开始采集。如下图 2-15 所示：

图 2-15 波形采集

控制平板有超声探头上升、下降、停止开关及加速、减速控制开关，如下图 2-16 所示，检测过程中可以自行控制。超声探头升降系统设有上限位器和下限位器，探头下降至孔底或上升至孔口都会触动限位器而使电机自动停止工作，上限位器保证钢丝绳提



升至孔顶不拉断，下限位器保证探头下放至孔底时钢丝绳不缠绕。

图 2-16 探头控制开关

b.增益调节

在实测过程中，由于孔内环境多变（泥浆比重、含沙量和气泡等含量不一），超声信号在孔内衰减的程度也不一致，为得到理想的孔壁反射信号，需要进行增益调节，以压制前端的杂波信号，放大后端的反射信号。增益调节开关见下图。

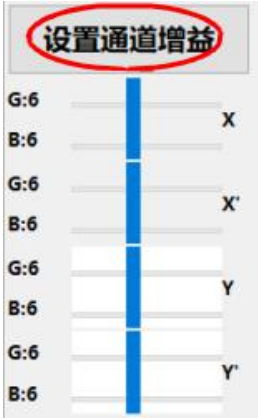


图 2-17-1 增益快捷调节



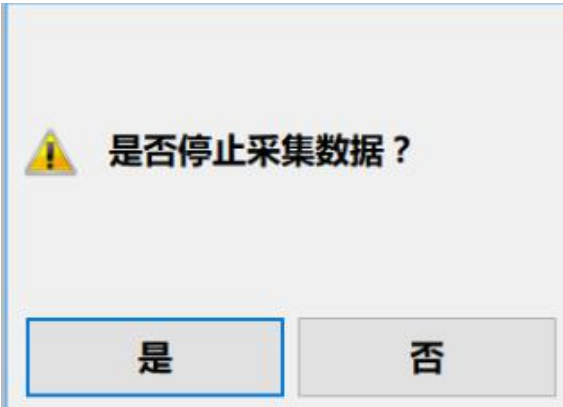
图 2-17-2 增益详细调节

左侧图 2-17-1 为通道增益快捷调节开关，可点击每个通道的左右空白处或长按蓝色显示条左右滑动实现增益的调节，每次调节增益后都需要点击“设置通道增益”才会与主控机盒通信产生效果。图 2-17-2 为增益详细调节，点击左右绿色剪头调节增益，左为减小，右为增大，同快捷调节一样，每次调节完需点击“确定”才能与主控机盒通信完成调节。

增益调节主要是调节 Alpha、Beta 参数和 Gama 参数，这两个参数相互影响，调节范围在 0~15 之间。Alpha 参数调节时对信号影响不大，起微调作用，从 1-15 逐渐增强；Beta 参数是对信号起衰减作用，但它只衰减距探头中心点 1 米以内的信号，1 米以外的信号起增强作用；Gama 参数从 0-15 时信号逐渐增强，调整时对信号影响较大。调节的理想状态是孔壁反射型号明显，同时前端杂波信号不足以覆盖孔壁反射信号。

c.停止采集

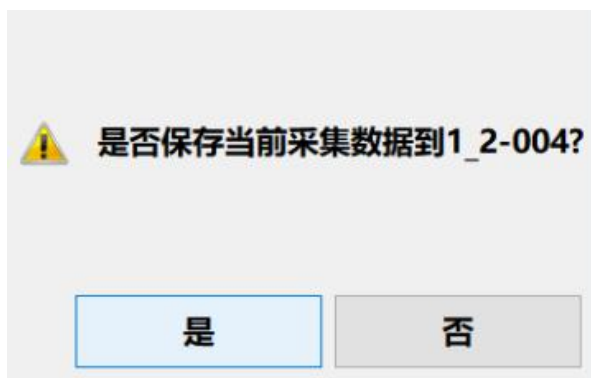
波形采集完成后在上图 2-15 选择“停止采集”，即会弹出下图 2-18 所示是否停止采



集数据对话框：

图 2-18 停止采集数据

在图 2-18 上选择“是”后会弹出是否保存当前采集数据到设定的文件对话框，如图



2-19 所示：

图 2-19 保存数据至设定的文件

在上图 2-19 上选择“是”，则将采集到的数据保存至设定的文件。

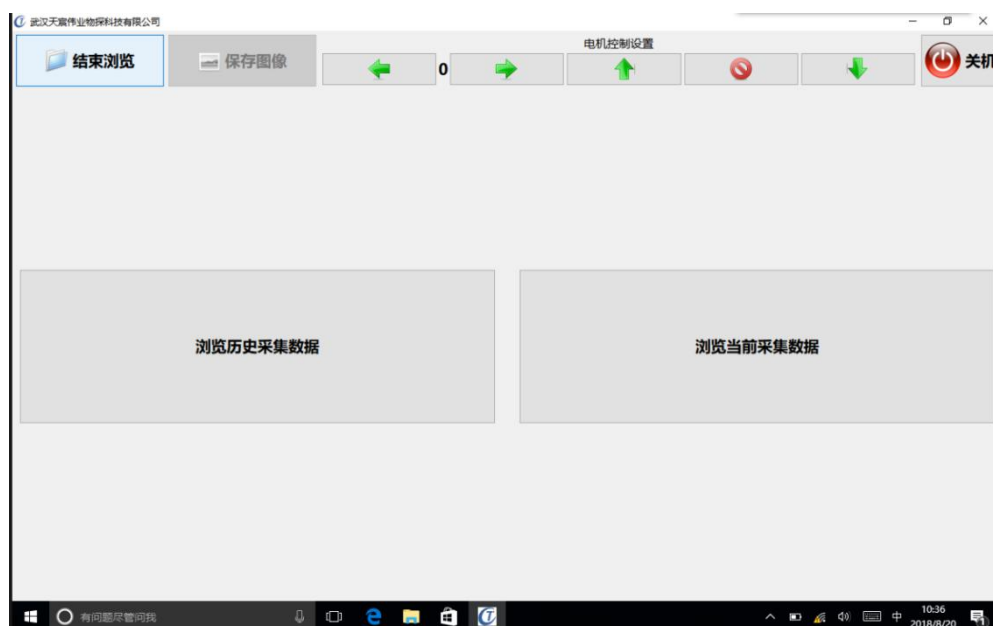
图像采集时需注意：

1. 声波孔壁量测距离大小与泥浆密度密切相关，泥浆密度太大或含砂量多，声传播路径中反射、散射增加，声波信号难于接收。当采用信号前置放大或增加仪器灵敏度后，反射波还是杂乱的、无法判别。遇到这种情况，应继续清孔以减小泥浆比重。
2. 刚钻完的孔，泥浆中含有大量气泡，而微量的气泡也影响声波的传播，只有待气泡消失后才能测试。当泥浆很浓稠时，气泡长期不能消失的就难于测试。
3. 孔口提升机构的安装必须使其牢固、稳定，在测量过程中不能产生移动，以保证测量结果的一致、准确。
4. 当桩孔倾斜导致探头下降过程中与孔壁相碰，此时应调整探头的吊点位置，从孔口开始测量，使探头能从孔口顺利下降至孔底。为避免发生上述情况的重复测量工作，另一种测量方式是首先将探头下降至孔底，在下降过程中进行位置调整，然后在提升探头时进行测量。

5. 探头升降时务必使钢丝绳处于“绷直”状态，否则钢丝绳可能会发生扭曲变形而使其抗拉强度降低

（5）文件浏览

在主界面选择“文件管理”，进入到下图 2-20 所示界面；在采集体停止后也自动进入



浏览模式界面：

图 2-20 浏览模式界面

文件操作菜单包括浏览文件和删除文件。在上图 2-19 界面选择“浏览历史采集数据”，即进入所采集的文件列表界面（图 2-21）。

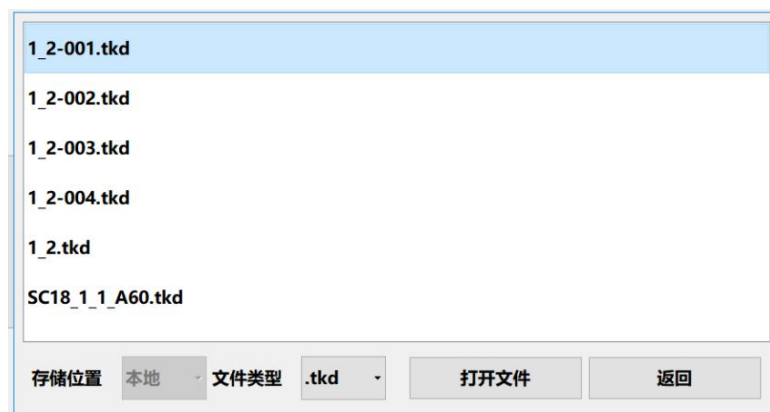
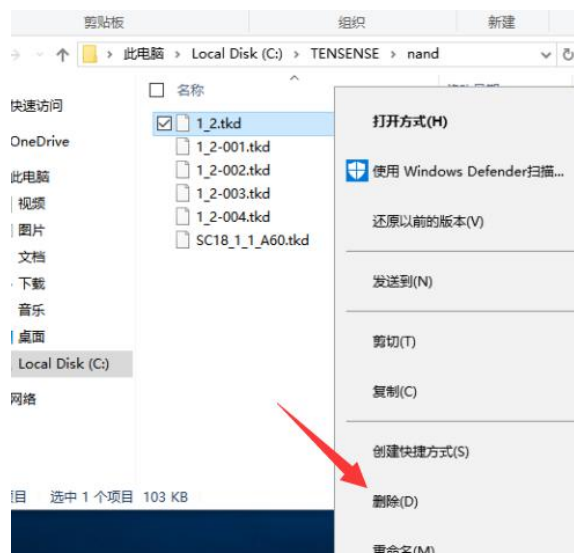
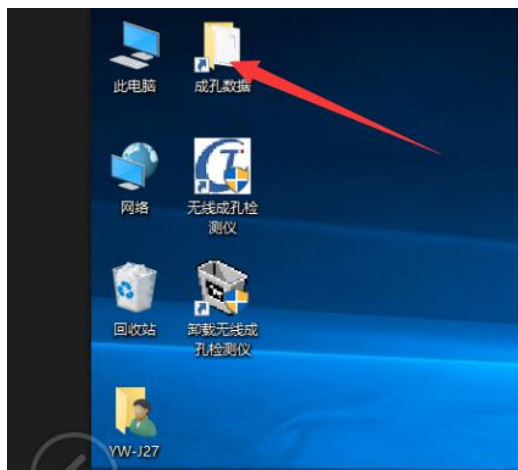


图 2-21 文件列表界面

浏览文件时只需在文件列表中选择所需要浏览的文件，然后选择“打开文件”即可浏览；删除文件时则需返回平板桌面双击打开“成孔数据”，选中并长按所需删除的文件，



然后选择“删除（D）”即可删除。

图 2-22-1 成孔数据文件夹

图 2-22-2 删除成孔数据

数据文件显示类型有两种，一种为“波形图”，一种为“灰度图”，如图 2-23，2-24 所示：

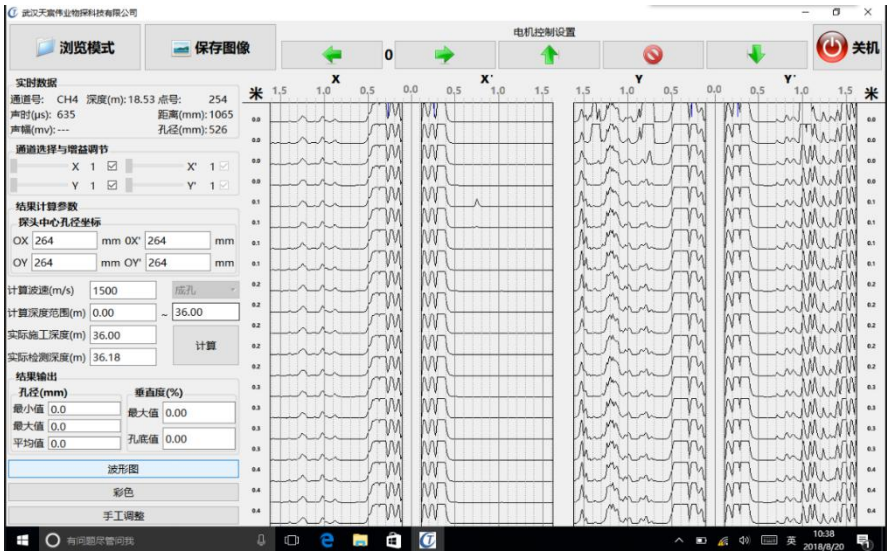


图 2-23 波形图

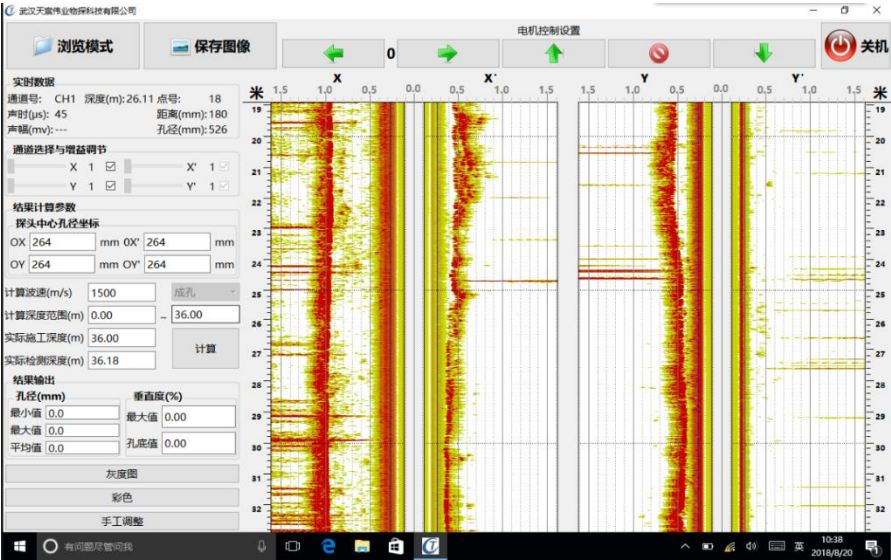


图 2-24 灰度图

在波形图浏览时可通过上下左右滑动屏幕的方式进行图形浏览，上滑和左滑表示向上翻页，下滑和右滑表示向下翻页，浏览剖面时可选择 X-X’剖面、Y-Y’剖面或 X-X’+Y-Y’剖面。浏览灰度图时，向上滑动屏幕表示从下往上浏览，向下滑动屏幕表示从上往下浏览。点击左下角“手工调整”显示为“正在手工调整”后，可外接鼠标描述孔壁曲线，见图 2-25，设置计算深度以后，点击计算可得出孔径和垂直度。(注：检测前量好探头分别到孔壁的距离，设置好参数，如图 2-26。测孔时将探头恰好淹没在介质中并将信号调节好再开始进行检测。)

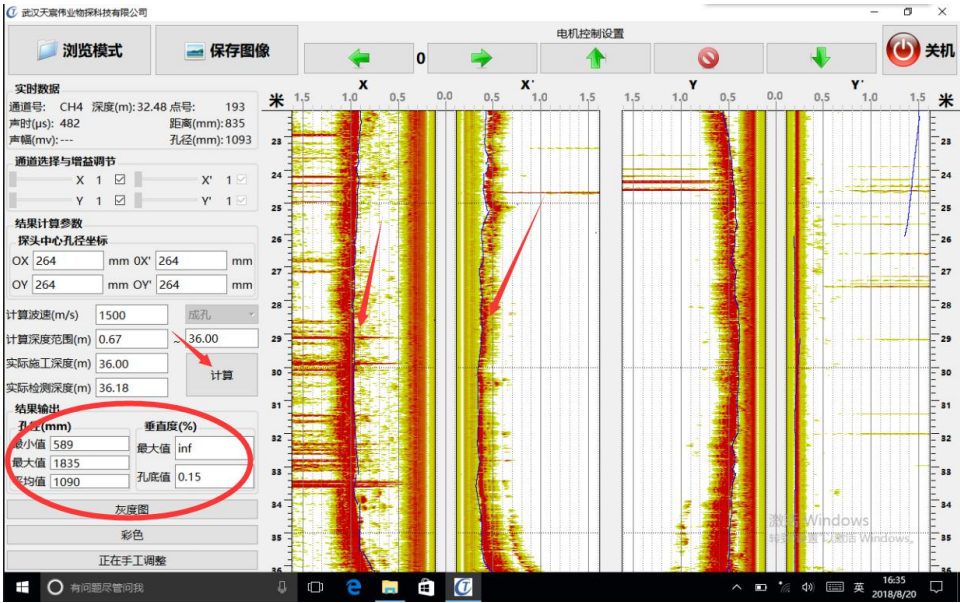


图 2-25 描述孔壁曲线并计算



图 2-26 检测前根据实际测量探头到孔壁的距离进行参数设置

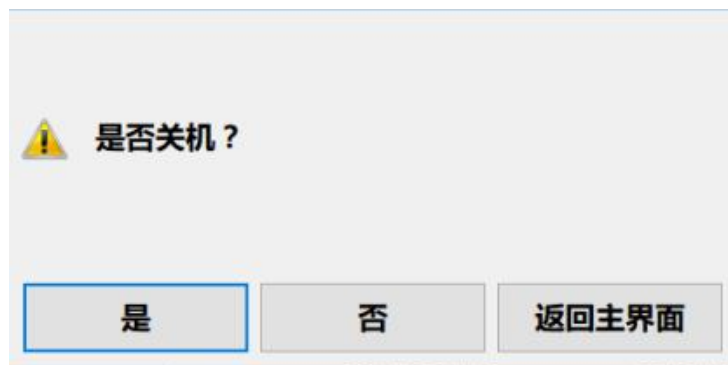
说明:

1. 后缀为.tkd 的文件为数据文件, 可在本机直接浏览;
2. 控制平板左侧有 USB 接口, 可外接鼠标直接进行孔壁描述, 也可插 U 盘进行文件的保存和备份, 也可转移至电脑上再进行数据的处理。

（6）关机

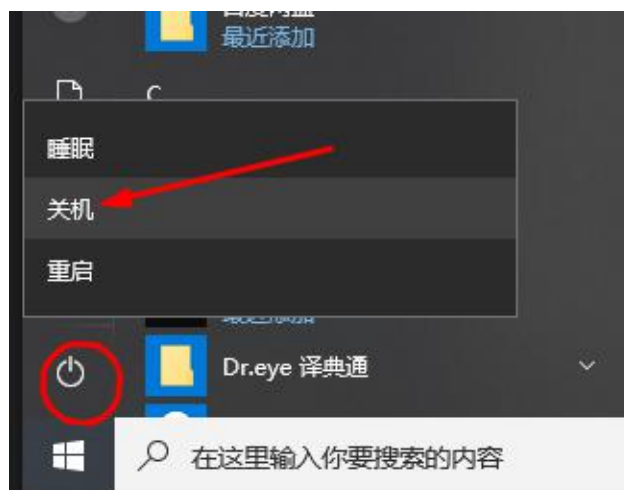
关机时请勿直接关闭主机电源，应按以下步骤操作：

在检测界面上（图 2-3）右上角选择“关机”，随后弹出图 2-27 界面，确认关机后，



系统自动将未保存的数据文件保存，关闭各端口，最后提示可以关闭电源。

图 2-27 选择关机界面



平板电源的关闭按照 WIN10 系统常规关机方法，如图 2-28 所示，

图 2-28 平板电源关闭