

# ZBL-USXDD 非金属超声检测仪 使用说明书

# 目 录

本说明书中的约定 .....	VIII
<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 简介 .....	1
1.2 主要功能及特点 .....	1
1.2.1 主要功能 .....	1
1.2.2 主要特点 .....	1
1.2.3 相关检测规程 .....	2
1.3 主要技术指标 .....	3
1.4 注意事项 .....	4
1.4.1 使用说明书 .....	4
1.4.2 工作环境要求: .....	4
1.4.3 存储环境要求 .....	5
1.4.4 其他要求 .....	5
1.5 仪器的维护及保养 .....	5
1.5.1 电源 .....	5
1.5.2 充电 .....	6
1.5.3 充电电池 .....	6
1.5.4 清洁 .....	6
1.6 责任 .....	7

<b>第 2 章</b>	<b>仪器描述</b> .....	8
2.1	仪器组成 .....	8
2.1.1	主机 .....	8
2.1.2	换能器 .....	12
2.1.3	记数装置 .....	13
2.1.4	配件 .....	15
2.2	测试原理 .....	16
2.2.1	声波透射法测桩 .....	16
2.2.2	超声回弹综合法测强 .....	17
2.2.3	超声法不密实区和空洞检测 .....	18
<b>第 3 章</b>	<b>公用模块说明</b> .....	19
3.1	启动界面 .....	19
3.2	控件介绍 .....	20
3.3	按键的使用 .....	20
3.3.1	按键在视图中的使用 .....	20
3.3.2	按键在对话框中的使用 .....	21
3.4	软键盘 .....	22
3.4.1	字符输入 .....	22
3.4.2	数字输入 .....	25
3.5	波形显示及操作 .....	26
3.5.1	名词、术语 .....	27
3.5.2	动态波形操作 .....	28
3.5.3	静态波形操作 .....	29

3.6	调零	30
3.6.1	手动调零	31
3.6.2	自动调零	31
3.7	复测	33
3.8	电池电量	34
3.9	关机	34
3.10	文件管理	35
3.10.1	操作方法	36
3.10.2	打开文件	36
3.10.3	工程及文件的复制	36
3.10.4	工程及文件的删除	37
3.10.5	工程及文件的上传	37
3.10.6	退出	38
3.11	系统设置	38
3.11.1	常用参数	38
3.11.2	设备信息	41
3.11.3	Internet 参数	44
3.12	软件升级	45
<b>第 4 章</b>	<b>声波透射法测桩软件</b>	<b>47</b>
4.1	主界面	47
4.2	参数设置	48
4.2.1	基本参数设置	48
4.2.2	高级参数	51
4.3	数据采集	60

4.3.1	开始采样 .....	60
4.3.2	停止采样 .....	61
4.3.3	复测 .....	61
4.3.4	加密测试 .....	62
4.3.5	测试下一剖面 .....	62
4.3.6	斜测 .....	63
4.3.7	测试下一根桩 .....	67
4.3.8	续测 .....	68
4.4	<b>视图切换</b> .....	68
4.4.1	柱状图 .....	68
4.4.2	曲线图 .....	69
4.4.3	波列图 .....	70
4.5	<b>退出</b> .....	71
<b>第 5 章</b>	<b>超声回弹综合法测强软件</b> .....	<b>73</b>
5.1	<b>主界面</b> .....	73
5.2	<b>参数设置</b> .....	74
5.2.1	基本参数 .....	74
5.2.2	高级参数 .....	78
5.3	<b>开始测试</b> .....	82
5.3.1	开始采样 .....	82
5.3.2	停止采样 .....	83
5.3.3	复测 .....	83
5.3.4	测试下一个构件 .....	83
5.4	<b>超声数据列表区</b> .....	84

5.5	示意图区	86
5.6	文件管理	86
5.7	退出测试	86
<b>第 6 章</b>	<b>超声法不密实区和空洞检测软件</b>	<b>88</b>
6.1	主界面	88
6.2	参数设置	89
6.2.1	基本参数	89
6.2.2	高级参数	92
6.3	开始测试	94
6.3.1	开始采样	94
6.3.2	停止采样	95
6.3.3	复测	96
6.3.4	测试下一个构件	96
6.4	超声数据列表区	96
6.5	缺陷示意图区	97
6.6	文件管理	98
6.7	退出测试	98
<b>第 7 章</b>	<b>超声法裂缝深度检测软件</b>	<b>99</b>
7.1	主界面	99
7.2	参数设置	101
7.2.1	基本参数	101
7.2.2	高级参数	103
7.3	开始测试	105

7.3.1	开始采样 .....	105
7.3.2	停止采样 .....	106
7.3.3	复测 .....	106
7.3.4	测试下一条缝 .....	106
7.3.5	测试下一个构件 .....	107
7.4	测点数据列表区 .....	107
7.5	缝数据列表区 .....	108
7.6	回归曲线区 .....	109
7.7	文件管理 .....	109
7.8	退出测试 .....	110
<b>附录 1.</b>	<b>现场检测快速操作指南 .....</b>	<b>111</b>
F1.1	声波透射法检测基桩完整性 .....	111
F1.1.1	测试前准备 .....	111
F1.1.2	新基桩的测试 .....	116
F1.1.3	数据处理 .....	119
F1.1.4	报告编写 .....	121
F1.2	超声 - 回弹综合法检测混凝土强度 .....	122
F1.2.1	测试前准备 .....	122
F1.2.2	新构件的测试 .....	124
F1.2.3	数据处理 .....	130
F1.2.4	报告编写 .....	131
F1.3	超声法检测混凝土不密实区和空洞 .....	131
F1.3.1	测试前准备 .....	131
F1.3.2	超声测试 .....	135

F1.3.3	数据处理 .....	137
F1.3.4	报告编写 .....	138
F1.4	<b>超声法检测混凝土表面浅裂缝 .....</b>	<b>139</b>
F1.4.1	测试前准备 .....	139
F1.4.2	超声测试 .....	141
F1.4.3	数据处理 .....	143
F1.4.4	报告编写 .....	144
附录 2.	<b>其他两种拷贝数据的方式 .....</b>	<b>146</b>
F2.1	通过无线网络拷贝数据 .....	146
F2.2	通过 MINIUSB 接口拷贝数据 .....	149



## 本说明书中的约定

1. 灰色背景、带黑色方框的文字
2. 表示界面上的一个按钮，如：确定钮。
3. 仪器面板上的按键均用【 】表示，如：【存储】键。
4. 白色背景、带黑色方框的文字表示 Windows 软件菜单命令，其中“→”表示菜单级间的分割符，如文件→打开表示文件菜单下的打开菜单项命令。
5. 灰色背景、不带方框的文字表示屏幕上选项或菜单名称。如选择参数设置中的构件选项。
6. 标志👉为需要特别注意的问题。
7. 除了本说明书中介绍的内容之外，用户在使用仪器的过程中，会自动显示一些提示信息，请按提示信息操作。
8. 本说明书中的软件界面及照片仅用作示意，随着软件升级和产品的不断改进可能会发生变化，恕不另行通知。

# 第 1 章 概述

## 1.1 简介

ZBL-U5 系列非金属超声检测仪（以下简称“超声仪”，包括 U5100、U5200、U5300）是由北京智博联科技股份有限公司生产的用于对混凝土、岩石、陶瓷、塑料等非金属材料进行检测的数字化、便携式超声仪。该超声仪采用超声脉冲技术，用于混凝土强度检测、缺陷检测（包括结构内部空洞和不密实区检测、裂缝深度检测、混凝土结合面质量检测、钢管混凝土缺陷检测、表面损伤层检测等）、混凝土基桩完整性检测、材料的物理及力学性能检测等。

## 1.2 主要功能及特点

### 1.2.1 主要功能

- 1) 超声透射法检测基桩完整性（简称“测桩”）；
- 2) 超声回弹综合法检测混凝土抗压强度（简称“测强”）；
- 3) 超声透射法检测构件不密实区及空洞（简称“测缺”）；
- 4) 超声平测法检测混凝土表面浅裂缝的深度（简称“测缝”）；

### 1.2.2 主要特点

- 1) 测试过程中可随时看到检测结果，并以图形化方式显示

出每个剖面的异常点分布情况。同时可显示各剖面的波列图、曲线图、数据列表等；

- 2) 测试过程中可以随时调整采样延时、放大倍数等；
- 3) 测试过程中可随时回放径向换能器进行重复测试，无需任何操作（仅 U5300）；
- 4) 采用半反半透液晶显示屏，现场可同时清晰地观测各测点的波形、声参量及数据列表。
- 5) 采用 WinCE 操作系统，使用触摸屏操作，软件界面友好，简单易学，操作方便；
- 6) 采用大容量 SD 卡，不用为检测数据的存储空间担忧；
- 7) 内置高性能大容量锂电池，满足野外长时间工作。
- 8) 配备 USB 接口，U 盘直接传输数据或进行机内软件升级，可以配接鼠标、键盘等外部设备。
- 9) 同一工程的检测数据均存放在以工程名称创建的文件夹下，管理方便、可靠。
- 10) 配备计算机平台下的检测数据处理软件，可以分析处理数据、自动生成检测报告；

### 1.2.3 相关检测规程

表 1.1 相关检测规程

项 目	检测规程
声波透射法测桩	建筑基桩检测技术规范（JGJ106）
	公路工程基桩动测技术规程 （JTG/T F81-01）

	铁路工程基桩检测技术规程 (TB 10218)
	广东省标准 - 建筑地基基础检测规范 (DBJ15-60)
	深圳市建筑基桩检测规程 (SJG09)
	超声法检测混凝土缺陷技术规程 (CECS21: 2000)
超声回弹综合法测强	超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程 (CECS 02: 2005)
	北京、上海、山西、四川、陕西、山东、江苏等地方标准
超声法不密实区和空洞检测	超声法检测混凝土缺陷技术规程 (CECS21: 2000)
超声法裂缝深度检测	

### 1.3 主要技术指标

表 1.2 主要技术指标

项 目	指 标		
	U5100	U5200	U5300
通道数	单发单收	单发双收	单发双收
同时测试剖面数	1	2	2
声时测读精度	0.025 $\mu$ s		
系统最大动态范围	154dB		
增益调整精度	0.5dB		
幅值测量误差	$\leq 1$ dB		
接收灵敏度	$\leq 10\mu$ V		

采样周期	0.025~409.6( $\mu$ s), 多档可选
波形点数	512~4096, 多档可选
发射电压	65V、125V、500V、1000V, 多档可选
频带宽度	1~250kHz
供电方式	内置可充电锂电池(额定能量 37Wh)
工作时间	>5 小时
整机重量	1.3kg(含内置锂电池)
整机体积	210 mm $\times$ 149 mm $\times$ 60 mm
显示器	5.7 英寸、半反半透、TFT
操作方式	触摸屏 + 按键

## 1.4 注意事项

### 1.4.1 使用说明书

为了更好地使用本检测仪,请您在使用仪器前仔细阅读使用说明书。

### 1.4.2 工作环境要求:

环境温度: 0 $^{\circ}$ C ~ 40 $^{\circ}$ C

相对湿度: <90%RH

不得长时间阳光直射

**防腐蚀:** 在潮湿、灰尘、腐蚀性气体环境中使用时,应采取必要的防护措施。

### 1.4.3 存储环境要求

环境温度：-20℃ ~ +60℃

相对湿度：<90%RH

不用时请将仪器放在包装箱中，在通风、阴凉、干燥环境下保存，不得长时间阳光直射。

若长期不使用，应定期通电开机检查。

### 1.4.4 其他要求

#### 1.4.4.1 避免进水。

#### 1.4.4.2 避免磁场

避免在强磁场环境下使用，如大型电磁铁、变压器附近。

#### 1.4.4.3 防震

在使用及搬运过程中，应防止剧烈震动和冲击。

## 1.5 仪器的维护及保养


### 1.5.1 电源

本仪器采用内置专用可充电锂电池进行供电，使用时请注意电量指示，如果电量不足时，则应尽快采用外部电源（交流电源或外部充电电池）对本仪器供电，否则可能会造成突然断电导致测试数据丢失甚至损毁系统；如用交流电源供电，则应确保外接电源为 AC220±10%V，否则会造成 AC-DC 电源模块甚至仪器


的损坏。禁止使用其他电池、电源为本仪器供电。

## 1.5.2 充电

用本仪器配套的 AC-DC 电源模块为内部电池充电时，只需将电源插头端接到 AC220±10%V 的插座中，直流输出端接到仪器的电源插口中即可。当仪器侧面板上的充电指示灯亮起时，表示对仪器内置电池充电；当指示灯变绿时，则表示进入慢充状态。

 **注意:** 为了保证完全充满，请保持连续充电 6~8 小时，同时不要在超过 30℃ 的环境下对仪器充电。

仪器长期不用，充电电池会自然放电，导致电量减少，使用前应再次充电。充电过程中仪器和 AC-DC 电源会有一定发热，属正常现象，应保持仪器、AC-DC 电源或充电器通风良好，便于散热。

 **注意:** 不得使用其它电源适配器对仪器充电，否则有可能对仪器造成破坏。


## 1.5.3 充电电池


充电电池的寿命为充放电 500 次左右，接近电池充放电寿命时，如果发现电池工作不正常（根本充不上电、充不满或充满之后使用时间很短），则很可能是充电电池已损坏或寿命已到，应与我公司联系，更换新的电池。禁止将电池短路或靠近高温热源。

## 1.5.4 清洁

每次使用完本仪器后，应该对主机、传感器等进行适当清洁，

以防止水、泥等进入接插件或仪器，从而导致仪器的性能下降或损坏。

 **注意：请勿将仪器及配件放入水中或用湿布擦洗！**

 **注意：请勿用有机溶剂擦洗仪器及配件！**

请用干净柔软的干布擦拭主机。

请用干净柔软的毛刷清理插座。

## 1.6 责任

本仪器为精密检测仪器，当用户有以下行为之一或其它人为破坏时，本公司不承担相关责任。

- (1) 违反上述工作环境要求或存储环境要求。
- (2) 非正常操作。
- (3) 在未经允许的情况下擅自打开机壳,拆卸任何零部件。
- (4) 人为或意外事故造成仪器严重损坏。



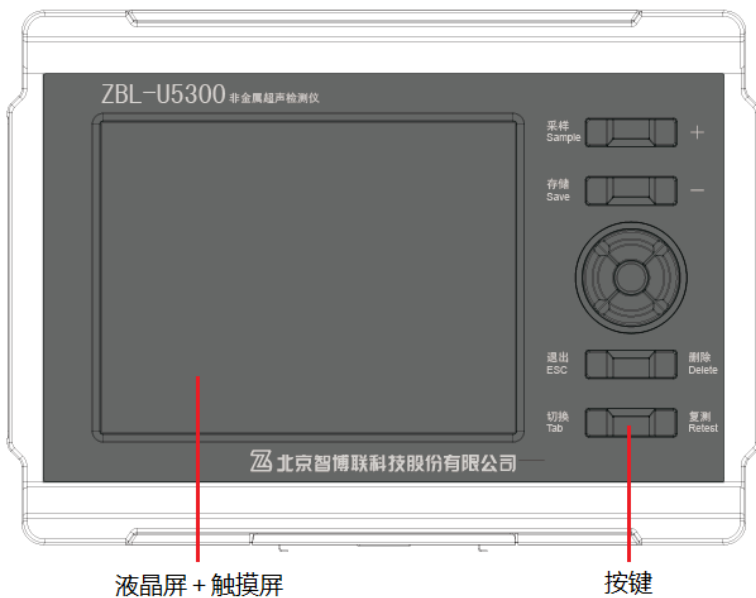
## 第 2 章 仪器描述

### 2.1 仪器组成

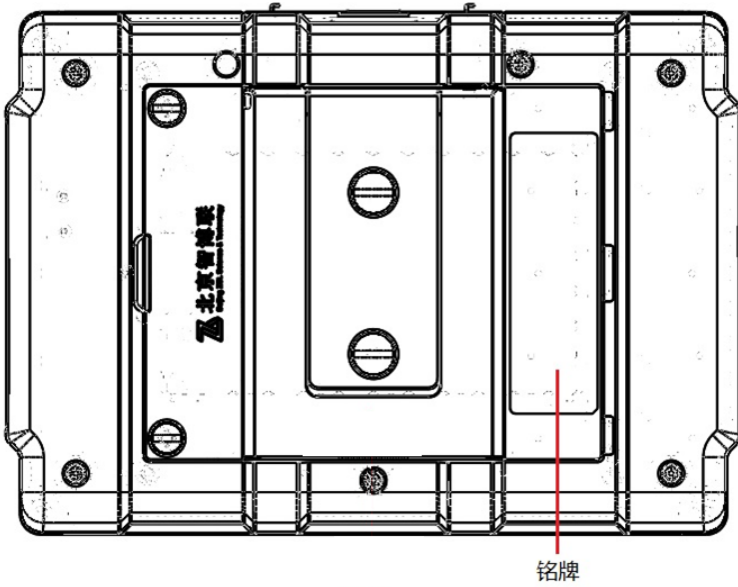
U5 系列非金属超声检测仪主要由主机系统、换能器及配件（包括电源适配器、信号线等）组成。

#### 2.1.1 主机

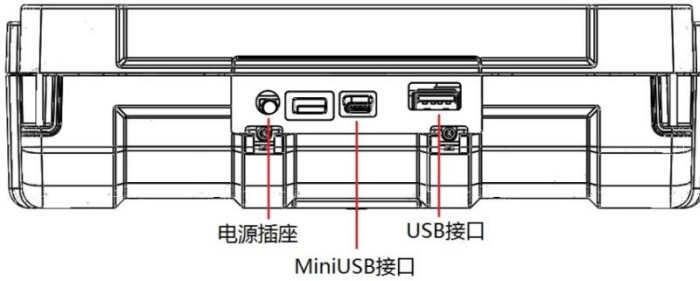
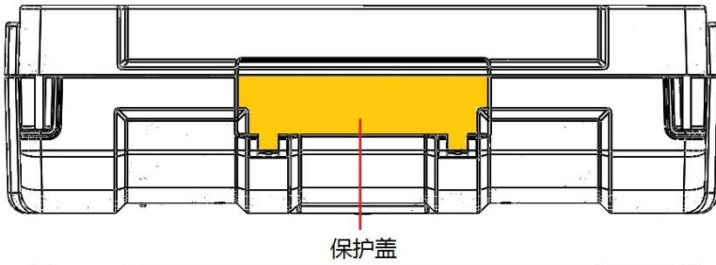
U5100、U5200、U5300 检测仪的外观示意图(如图 2.1 所示)。



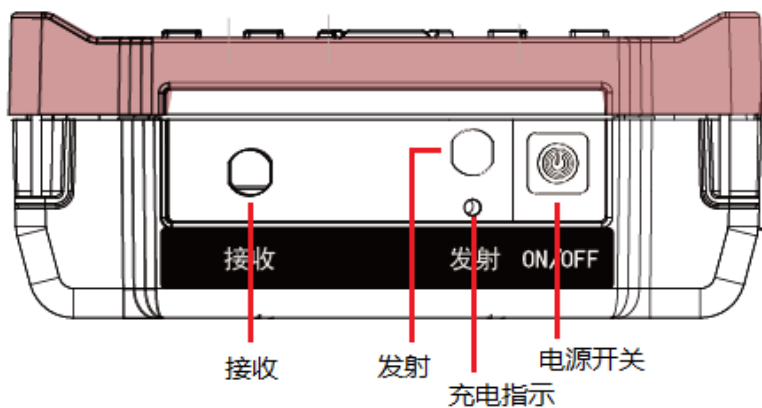
a) 正面



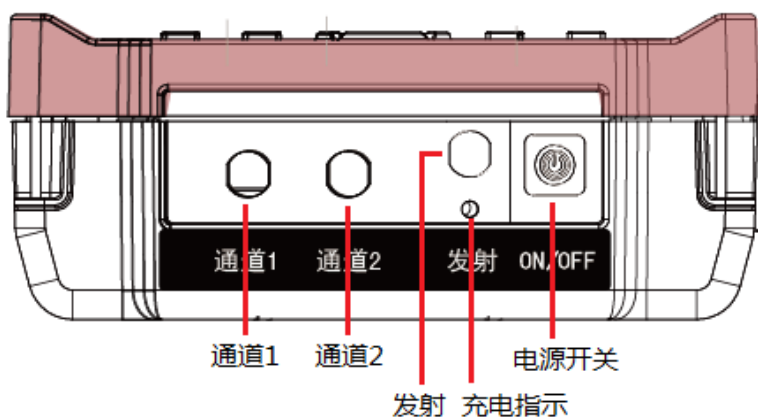
b)背面



c)后面



d)U5100 左侧面



e)U5200、U5300 左侧面

图 2.1 U5100、U5200、U5300 主机外观示意图

### 2.1.1.1 液晶屏

安装在仪器上面板，紧贴触摸屏。用于显示操作界面及检测数据等。

### 2.1.1.2 触摸屏

用于软件的操作、交互。

### 2.1.1.3 按键

U5100、U5200、U5300 主机上面板有 13 个按键，各键的功能如表 3.2 所示。

### 2.1.1.4 电源开关

用于打开/关闭仪器电源，长按电源按钮打开仪器，再次长按则关闭仪器。仪器开启时，短按电源按钮弹出关机提示，点击是按钮则关机，点击否按钮不关机。

### 2.1.1.5 电源插座

将随机配备的电源适配器（AC-DC）的输入插头连接 200~240V 交流电源、输出插头接入此口，为仪器供电，同时为内部电池充电。

### 2.1.1.6 充电指示灯

指示充电状态，刚接上电源适配器时该指示灯亮起时表明进入充电状态，灯变绿时，则表示充满。

### 2.1.1.7 USB 接口

标准的 USB 接口，可以将 U 盘插入该口，将仪器内部的检测数据拷贝至 U 盘，然后转存入计算机中，以使用 Windows 平台下的分析软件进一步分析处理并存档；也可通过该口进行仪器内部软件的升级更新工作。

### 2.1.1.8 MiniUSB 接口

用于与 PC 机连接，传输数据文件。

### 2.1.1.9 换能器接口（发射、接收）

用于与换能器信号线上的插头相连。不同型号的仪器的接口不相同（U5100 有一个发射，一个接收；U5200、U5300 有一个发射，两个接收）。连接时将信号线一端插头的“凸起”对准此接口的“凹槽”完全插入即可。

### 2.1.1.10 保护盖

仪器的 USB 接口、电源插座等接口上有一个保护盖，平时不用时盖上，使用时打开，主要是为了对上述接口进行防护。

### 2.1.1.11 铭牌

标示公司名称、生产日期、仪器出厂编号等。

## 2.1.2 换能器

### 2.1.2.1 平面换能器



图 2.2 平面换能器

复合结构纵向振动换能器（又称夹心式或喇叭型换能器，俗称“平面换能器”，如图 2.2 所示）是一种简单辐射器，它是利用压电陶瓷的厚度振动。平面换能器既可以发射，也可以接收，可以完全互换，主要用于检测混凝土的强度、内部缺陷等。

### 2.1.2.2 径向换能器

径向换能器即圆管式换能器，是一种柱状换能器，其对称性能好，特别适合于孔间声波的穿透测试。径向换能器是用来发射和接收超声波的传感器，如图 2.3 所示。根据仪器通道数不同，可以配置不同数量的径向换能器。此外，换能器的信号线长度可根据待测基桩的长度来选购。

径向换能器对于 U5300 为标准配置,对于 U5100 及 U5200 为选配件。如果需要检测基桩完整性,则须配备两支径向换能器。



图 2.3 径向换能器

### 2.1.3 记数装置


记数装置（或深度记录装置），如图 2.3 所示，主要用于记录换能器在声测管中的深度，在检测时，必须提前将记数轮与主机


配对。



图 2.4 记数轮示意图

 **注意:**记数轮与主机之间的距离最好保持在 5 米以内。

使用记数装置时，长按【】键，可使记数轮开机或关机，开机后工作指示灯红色快速闪烁，表示等待与主机连接；与主机连接成功后，工作指示灯变为绿色，此时可以正常进行深度记数。当记数装置内置锂电池电量不足时，工作指示灯变为绿闪表示需要充电。充电时，面板上的充电指示灯为红色，表示对记数装置内置电池充电；当充电指示灯变为绿色时，则表示电池已经充满。


 **注意:**充电时请使用专用的充电器及连接线；记数装置充满电后，可连续使用 12 小时以上。

深度记录装置主要包括记数轮、管口导向轮、三角架及信号

线，详见表 2.1。

表 2.1 记数装置配件表

配件名称	单位	数量	说明	图片
记数轮	套	1	通过蓝牙与仪器连接，记录换能器位置并为换能器的信号线导向	
管口导向轮	个	3	固定在管口为信号线导向	
三角架	个	1	深度记录装置支架	
充电器及连接线	套	1	对记数轮内置锂电池充电	(略)

 注意：充电连接为专用连接线，一端为标准 USB 接口，另一端为专用接口。

## 2.1.4 配件

### 2.1.4.1 电源适配器

电源适配器的输入插头连接 200~240V 交流电源、输出插头接入主机的电源插口，为主机供电，同时为其内部电池充电。

### 2.1.4.2 其他附件

详见仪器装箱单。



## 2.2 测试原理

### 2.2.1 声波透射法测桩

超声波透射法检测桩身结构完整性的基本原理是：由超声脉冲发射源激发高频弹性脉冲波，并用高精度的接收系统记录该脉冲波在砼内传播过程中表现的波动特征；当砼内存在不连续或破损界面时，缺陷面形成波阻抗界面，波到达该界面时，产生波的透射和反射，使接收到的透射能量明显降低；当砼内存在松散、蜂窝、孔洞等严重缺陷时，将产生波的散射和绕射；根据波的初至到达时间和波的能量衰减特征、频率变化及波形畸变程度等特性，可以获得测区范围内砼的密实度参数。测试记录不同剖面、不同高度上的超声波动特征，经过处理分析就能判别测区内砼的内部存在缺陷的性质、大小及空间位置。

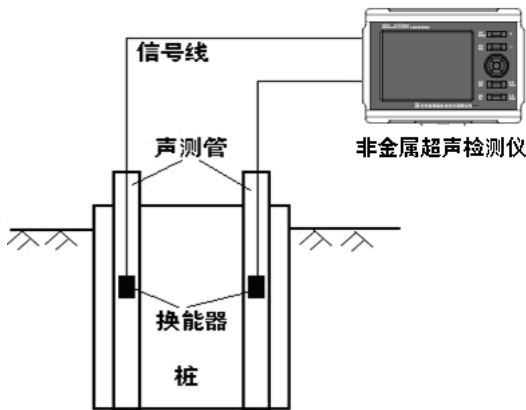


图 2.5 透射法测桩原理图

在基桩施工前，根据桩直径的大小预埋一定数量的声测管，

作为换能器的通道。测试时每两根声测管为一组，通过水的耦合，超声脉冲信号从一根声测管中的换能器发射出去，在另一根声测管中的换能器接收信号（如图 2.5 所示），仪器记录声时、幅度等声参量，从而可以判断出该位置两个声测管间混凝土是否正常。收发换能器由桩底同时往上移动并逐点依次检测可了解整个剖面的混凝土完整性。测试所有剖面即可获知各个剖面乃至整个桩的完整性状况。

## 2.2.2 超声回弹综合法测强

综合法采用两种或两种以上的测试方法检测混凝土的多个物理量，并将其与混凝土强度建立关系。“超声波脉冲速度—回弹值”综合法在国内外研究最多、应用最广的一种方法。

超声—回弹综合法采用低频超声波检测仪和标准动能为 2.207J 的回弹仪，在结构或构件混凝土同一测区分别测量声时及回弹值，利用已建立的测强公式，推算测区混凝土强度值的一种方法。

混凝土波速、混凝土回弹值与强度之间有良好的相关性，强度越高，波速越快，回弹值越高，当率定出关系曲线后，在同一测区分别测声时和回弹值，然后用已建立的测强曲线（公式 2-1）推算测区强度：

$$f_{cu,e} = a \times V^b \times R^c \quad (2-1)$$

式中：a—常数项系数； b、c—回归常数； $f_{cu,e}$ —抗压强度换算值；V—测区修正后的超声声速值；R—测区修正后的回弹

值平均值。

### 2.2.3 超声法不密实区和空洞检测

由于超声波传播速度的快慢与混凝土的密实程度有直接关系，声速高则混凝土密实，相反则混凝土不密实。超声法检测混凝土缺陷是利用脉冲波在技术条件相同的混凝土中传播的时间（或速度）、接收波的振幅和频率等声学参数的相对变化，来判断混凝土的缺陷。当有空洞或裂缝存在时，便破坏了混凝土的整体性，声波只能绕过空洞或裂缝传播到接收换能器，因此传播的路程增长，测得的声时偏长，其相应的声速降低。超声波在缺陷界面产生反射、散射，能量衰减，导致波幅降低；声波中各种频率在遇到缺陷时衰减程度不同，高频衰减大，使主频下降（频移）。此外，声波在缺陷处发生波形转换及迭加，使波形发生畸变。

## 第 3 章 公用模块说明

### 3.1 启动界面

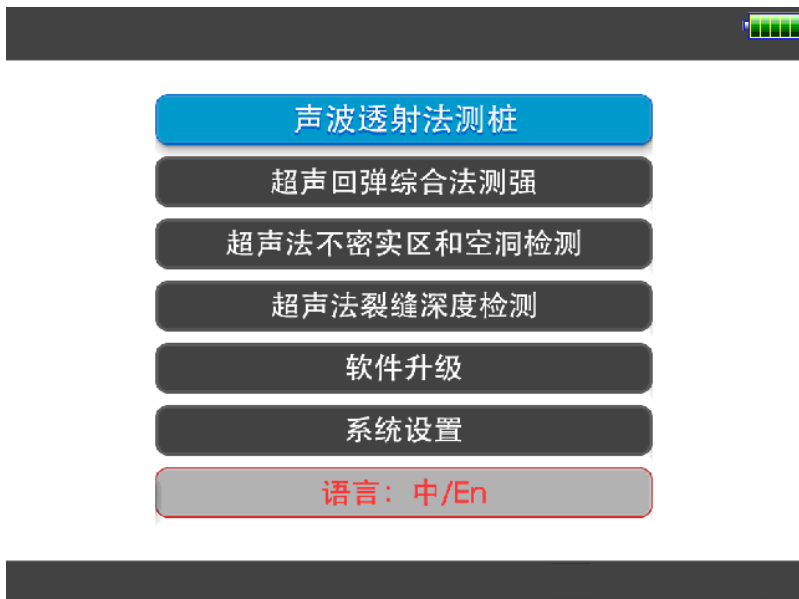


图 3.1 启动界面

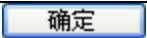
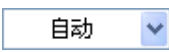

按下仪器电源开关，仪器上电，显示公司 LOGO，稍候一段时间，启动完成后进入图 3.1 所示启动界面，显示剩余电量及多个功能按钮（按钮为灰底红字时表示不可用）。点击不同的按钮调用不同的软件，后续章节逐一进行详细说明。

点击语言:中/En 按钮，则切换至英文版本，按钮变为 Lang:中/En；点击 Lang:中/En 按钮，则切换至中文版本，按钮变为语言:中/En。

## 3.2 控件介绍

软件中使用的对话框中包括多种常用控件，表 3.1 中对其进行进行了简单介绍。

表 3.1 控件一览表

控件名称	示例	描述								
按钮		用来产生某种行为的按钮								
编辑框	<input type="text" value="10.4"/>	用于输入文本（数字或字符）								
下拉列表框		包括一系列字符串的列表，点击向下的箭头位置即可弹出多个可选项								
单项选择框	<table border="1" data-bbox="296 726 464 877"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 0.02</td> <td><input type="checkbox"/> 0.05</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 0.1</td> <td><input type="checkbox"/> 0.15</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 0.2</td> <td><input type="checkbox"/> 0.25</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 取消</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 0.02	<input type="checkbox"/> 0.05	<input type="checkbox"/> 0.1	<input type="checkbox"/> 0.15	<input type="checkbox"/> 0.2	<input type="checkbox"/> 0.25	<input type="checkbox"/> 取消		多个选项中仅可选择其中之一时使用
<input type="checkbox"/> 0.02	<input type="checkbox"/> 0.05									
<input type="checkbox"/> 0.1	<input type="checkbox"/> 0.15									
<input type="checkbox"/> 0.2	<input type="checkbox"/> 0.25									
<input type="checkbox"/> 取消										
复选框	<input checked="" type="checkbox"/> 	多个选项中可同时选择一个或多个时使用；打“√”表示选中，否则未选中								

## 3.3 按键的使用

### 3.3.1 按键在视图中的使用

所有 U5 系列非金属超声检测仪均有触摸屏，上面板有 13 个按键，各按键名称及功能详见表 3.2。

表 3.2 按键一览表

序号	键名	功能说明
1	【◀、▶】	动态波形：采集时左/右移动动态波形； 静态波形：左/右移静态波形中的声时判读游标； 其它：左/右移游标。
2	【▲、▼】	动态波形：采集时上/下移动阈值； 静态波形：上/下移静态波形中的波幅判读游标； 其它：上/下移游标。
3	【确定】	对当前输入（选择）的数据、状态进行确认。 窗口：有确定功能的窗口，默认确定
4	【退出】	从当前状态或界面返回至上一状态或界面。 窗口：有取消功能的界面，默认取消
5	【+】	增加增益
6	【-】	减小增益
7	【删除】	输入字符或数字时删除光标前的字符或数字。
8	【切换】	在数据列表区切换各个不同的视图
9	【存储】	对测读的声参量进行存储，同主界面 <b>保存</b> 按钮。
10	【采样】	开始/停止信号采集。
11	【复测】	用于对已测点进行重复测试。

### 3.3.2 按键在对话框中的使用

除了上表中所列功能之外，在对话框中各按键的功能如下：

- 1) 按【切换】键可以将焦点在各控件之间进行切换；
- 2) 焦点在编辑框时，按【确定】键，则弹出相应的输入对

- 话框；
- 3) 焦点在按钮上时，按【确定】键，则按下该按钮，执行该按钮功能；
  - 4) 焦点在下拉列表框时，按【◀、▶、▲、▼】键可以选择列表项；
  - 5) 焦点在编辑框时，按【◀、▶、▲、▼】键可以移动光标；
  - 6) 焦点在单选按钮时，按【◀、▶、▲、▼】键可以选择子项；
  - 7) 焦点在复选框时，按【确定】键可以选中或去掉该项；
  - 8) 焦点在带微调控件的编辑框时，按【▲、▼】键可以调整该项；

## 3.4 软键盘

### 3.4.1 字符输入

在需要输入字符（如工程名称、构件名称等）时，点击其后的编辑框，则弹出图 3.2 所示软键盘。标题栏显示待输入的项目名称及其长度要求，编辑框中则显示当前字符。

请输入新基桩名称(1~50个字符):

1-1A									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
q	w	e	r	t	y	u	i	o	p
	a	s	d	f	g	h	j	k	l
↑	z	x	c	v	b	n	m	.	←
拼						取消	确定		

a) 英文输入状态

请输入新基桩名称(1~50个字符):













		<						>		
Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	
	A	S	D	F	G	H	J	K	L	
↑	Z	X	C	V	B	N	M	.	←	
Eng						取消	确定			

b) 中文输入状态

图 3.2 字符软键盘



### 使用触摸屏的操作方法如下：

- 1) 点击某一字符所在按钮，则在上面的编辑框中逐一显示所点字符；
- 2) 若要在已输入字符的某一字符前插入一个字符，则首先点击该字符的前面位置，将光标插入其前面后再点击要插入的字符即可。
- 3) 点击按钮，则删除光标位置前面的一个字符；在中文输入时，先删除拼音字母，拼音字母删除完后，再删除编辑框中的字符。长按按钮可以快速删除。等同于物理键盘【Backspace】键。
- 4) 点击按钮，则切换到大写状态，点击任一字符后自动切换到小写状态，等同于物理键盘【Shift】键；若想锁定大写状态，则长按按钮，等同于物理键盘【CapsLk】键。
- 5) 点击按钮，则切换至 3.2b 所示的中文输入状态，同时，该按钮变为，此时可以用拼音输入汉字。输入拼音后，在输入框底部显示待选汉字（待选汉字较多时，可以点击、按钮显示其他汉字），点击要输入的汉字所在的位置即可输入该汉字；点击按钮，则该按钮变为，恢复至图 3.2a 所示状态。
- 6) 点击按钮，则输入有效并关闭软键盘；如果输入的字符非法或不合理，则会在底部显示相应的提示信息；
- 7) 点击按钮，则输入无效并关闭软键盘。



### 3.4.2 数字输入

请输入1-2管间距(1~5000mm)			
7	8	9	←
4	5	6	取消
1	2	3	确定
.	0	-	

图 3.3 数字软键盘

在需要输入数字（如桩长、波速等）时，点击其后的编辑框，则弹出图 3.3 所示软键盘，标题栏显示待输入的项目名称及其输入范围，编辑框中则显示当前数字。

**使用触摸屏的操作方法如下：**

- 1) 点击某一数字所在按钮，则在上面的编辑框中逐一显示所点数字；
- 2) 若要在已输入数字的某一数字前插入一个数字，则首先点击该数字的前面位置，将光标插入其前面后再点击要插入的数字即可。
- 3) 点击  按钮，可删除光标前的一个数字，长按  按钮，则删

除所有数字；

- 4) 点击**确定**按钮，则输入有效并关闭软键盘；如果输入的数字非法或不合理，则会在底部显示相应的提示信息；
- 5) 点击**取消**按钮，则输入无效并关闭软键盘。

### 3.5 波形显示及操作

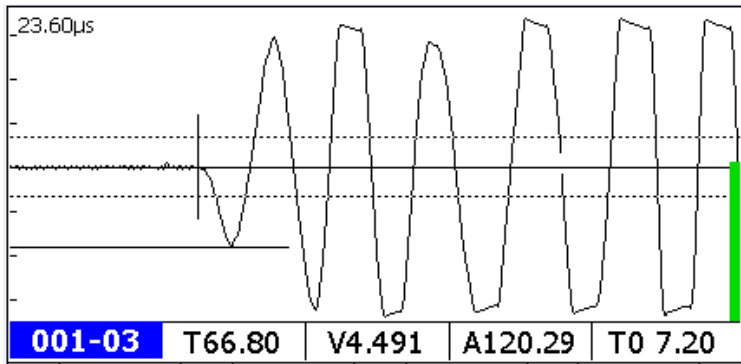


图 3.4 波形示意图

单道波形区用于显示当前测点的波形及声参量等参数，如图 1.3 所示。波形区的底部横排显示首波的声参量值，左下角显示剖面名称或测点序号，左上角显示延迟时间。如果一行仅显示一道波形时，X 轴以 1:1 显示；如果一行显示两道波形，则 X 轴以 1:2 显示。

单道波形右侧的竖向进度条表示增益的大小，增加增益时，此进度条向上增长，减小增益时，进度条向下减低。

- 1) **声时值 T**：超声波从发射换能器到接收换能器传播所用的时间，单位为 $\mu\text{s}$ ，此声时值已经扣除系统零声时；

- 2) **声速值 V**: 超声波在混凝土中传播的速度, 为计算值, 计算方法为间距除以 T 值, 单位为 km/s;
- 3) **幅度值 A**: 接收到的超声波首波的幅度值, 用来衡量超声波的能量, 单位为 dB。

### 3.5.1 名词、术语

- 1) **动态采样**: 指超声仪不断重复发射、采集、处理、判读并显示波形及声参量的过程。
- 2) **动态波形**: 指在动态采样状态下, 屏幕上单道波形区不断刷新的波形。
- 3) **静态波形**: 指在停止采样状态下, 屏幕上单道波形区静止的波形。
- 4) **首波(初至波)**: 仪器接收到的波形的第一个波峰或波谷。
- 5) **噪声区**: 动态采样时, 人工设定的噪声区域, 用以区分波形和噪声, 幅度未超出该区域的波形被认为是噪声。
- 6) **阈值**: 指自动首波判定条件之一, 只有波形超过阈值线才有可能被认定为首波; 图 3.4 中基线上、下的两条虚线即为阈值线。
- 7) **基线**: 波形的首波之前的近似直线段, 单道波形上下对称的中心线。
- 8) **声时自动判读线**: 用来标明超声仪自动测读首波声时位置的标记线。
- 9) **幅度自动判读线**: 用来标明超声仪自动测读首波幅度位置的标记线。

- 10) **增益**: 即系统对接收信号的放大倍数。
- 11) **延迟点数**: 单道波形区的左端“0”点位置相对于发射起点的点数。

## 3.5.2 动态波形操作

### 3.5.2.1 调整增益

动态采样状态下, 当信号较弱时, 首波幅度较小, 可按【+】键以增加系统增益, 从而使首波幅度增加; 当信号较强时, 首波幅度较大, 可按【-】键以减小系统增益, 从而使首波幅度降低。也可以通过在波形区上、下滑动来增加或减小增益。

### 3.5.2.2 调整延迟点数

动态采样状态下, 如果首波没有出现在可视区内, 可按【◀、▶】键向左或向右移动动态波形, 使首波出现在可视区; 也可以通过在波形区左、右滑动波形来实现波形左、右移动。

### 3.5.2.3 搜索首波

动态采样状态下, 点击底部**搜索**功能钮, 则自动搜索当前波形的首波。

### 3.5.2.4 调整阈值

动态采样状态下, 按【▲、▼】键可以增大或减小判定首波用的阈值。

### 3.5.2.5 调整基线

动态采样状态下，点击波形区右下角区域，则在该道波形的下方弹出图 3.5 所示操作面板。点击操作面板的上移或下移按钮，可向上或向下调整基线位置。点击单道波形区之外的任意区域，则操作面板关闭。

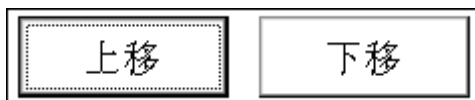


图 3.5 动态波形操作面板

### 3.5.3 静态波形操作

在静止波形状态下，点击单道波形区的某道波形，则将该道作为当前道，波形区出现横向及竖向游标各一条，同时在当前波形的下方弹出图 3.6 所示操作面板（浮动工具栏、非模式）。

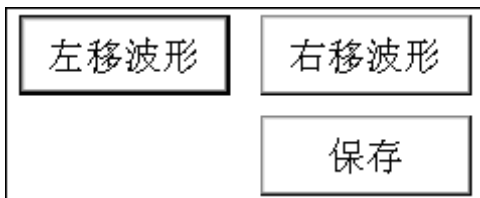


图 3.6 静态波形操作面板

#### 3.5.3.1 左、右移动游标

在静止波形状态下，按【◀、▶】键移动竖向（声时）游标，并在游标参数区显示游标位置的声时值。长按【◀、▶】键，则快速移动游标。移动游标时，在游标参数区显示游标位置的声参量

值。

### 3.5.3.2 上、下移动游标

在静止波形状态下，按【▲、▼】键移动横向（幅度）游标，并在游标参数区显示游标位置的幅度值。长按【▲、▼】键，则快速移动游标。移动游标时，在游标参数区显示游标位置的声参量值。

### 3.5.3.3 左、右移动波形

在静止波形状态下，点击操作面板上左移波形、右移波形按钮，则将当前波形左移、右移。

### 3.5.3.4 保存手动判读结果

将横向（幅度）及竖向（声时）游标定位后，点击操作面板上的保存按钮保存游标判定结果，即将当前测点的声时、幅度值用游标位置的声时及幅度值替代。

### 3.5.3.5 关闭操作面板

点击单道波形区之外的任意区域，则操作面板关闭。

## 3.6 调零

零声时是指超声仪与发射、接收换能器系统的声延时，实测的声时值必须消除零声时。调零是指通过测试获取零声时。第一次使用超声仪、更换传感器或信号线时，均应进行此操作。

### 3.6.1 手动调零

在波形上读取声时后，在参数界面找到零声时选项，将读取的零声时可以直接手动输入。

### 3.6.2 自动调零

- 1) 点击参数界面的调零按钮，弹出图 3.7 所示对话框，输入标准声时（若使用标准棒进行调零，则输入标准棒的标准声时值；若直接耦合换能器进行调零，则输入 0）。
- 2) 按提示信息将换能器耦合好，然后点击调零按钮，则自动关闭该对话框，然后自动开始采样，在单道波形区显示波形，并自动搜索首波。



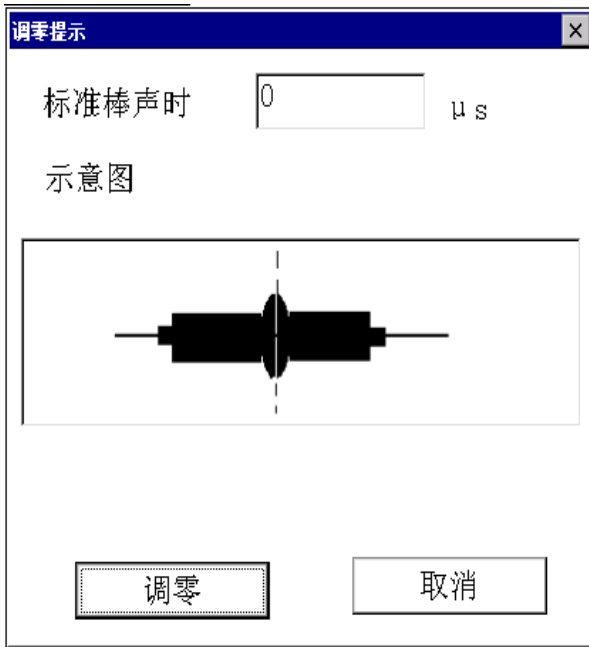


图 3.7 调零对话框

- 3) 在主界面调整波形，找到首波后按【采样】键或点击**停止**按钮停止采样，此时软件自动弹出新测零声时提示界面（如图 3.8 所示），点击**是**按钮完成调零，此时的声时值自动设置为零声时，并将其写入参数文件。点击**否**取消本次调零结果。

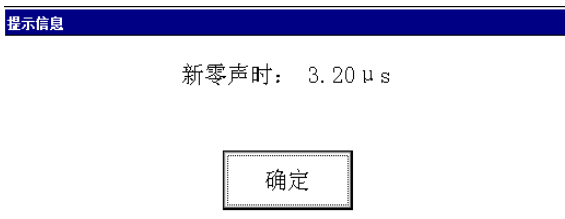

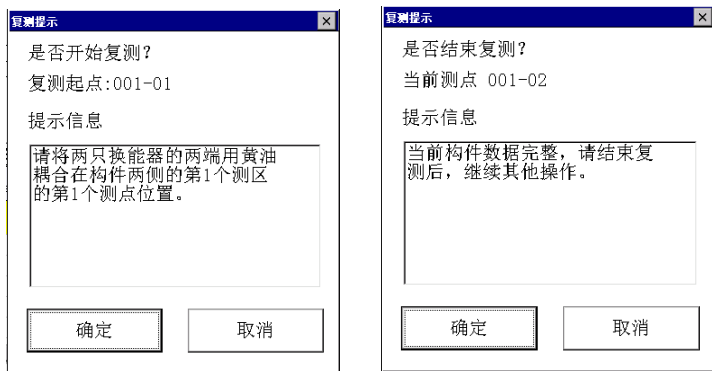


图 3.8 新测零声时提示

 **注意：**只有在刚进入测试界面，还没有采集任何数据之前，才可以进行自动调零操作。

## 3.7 复测



a)开始复测

b)结束复测

图 3.9 复测对话框

若需要对已测测点进行重新测试时，须在数据列表区选中需要复测的测点，然后按【复测】键或点击复测按钮，弹出图 3.9a 所示的提示框。按照提示信息将换能器耦合到待复测的第一个测点后，按【确定】键或点击确定按钮，则进入复测状态，开始进行复测，逐点测试并保存，直到取消复测状态或复测完所有的测点。在复测采样过程中复测按钮一直闪烁，表明当前在复测。

若想取消复测状态，在波形停止采样即静态波形时，再次按【复测】键或点击复测按钮，出现图 3.9b 所示的提示框后，按【确定】键或点击确定按钮取消复测状态。

## 3.8 电池电量

电池电量分 5 格横排显示，将电量合理分为 5 个区间段。

- 1) 电量剩余 1 格时，提示用户“电池电量低，请及时保存数据并充电”，如图 3.10 所示，提示一次。

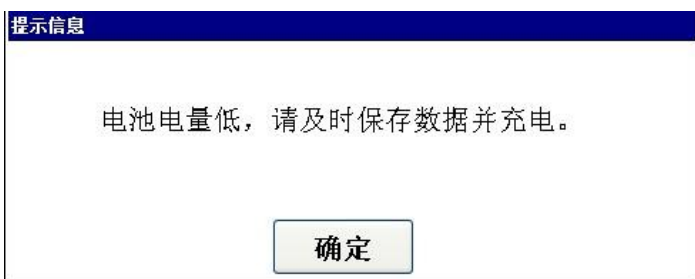


图 3.10 电量低提示信息

- 2) 电量剩余 0 格时，如果存在要保存的数据，保存数据后关机。如果没有数据保存，则直接关机。

## 3.9 关机

关机分三种情况：

- 1) 短按电源开关，没有要保存的数据时，提示用户“是否关机？”，选择  是，则关机，选择  否，则不关机。
- 2) 短按电源开关，有要保存的数据时，提示用户“是否关机？”，选择  是保存数据，然后关机，选择  否不关机。
- 3) 长按电源开关，则通知硬件关机，软件无操作，和电脑长按关机键类似。

### 3.10 文件管理

文件管理主要用于查看已测的工程及数据文件，并可选择工程或文件后复制到 U 盘或进行删除。

文件管理界面如图 3.11 所示，界面左半部分为工程列表，右半部分为当前工程中的所有文件列表，界面下部为功能按钮区。当数据列表中的内容较多时，会在列表框的侧方出现滚动条，拖动滚动条则可以翻页显示，也可以在列表区域上、下滑动进行翻页。

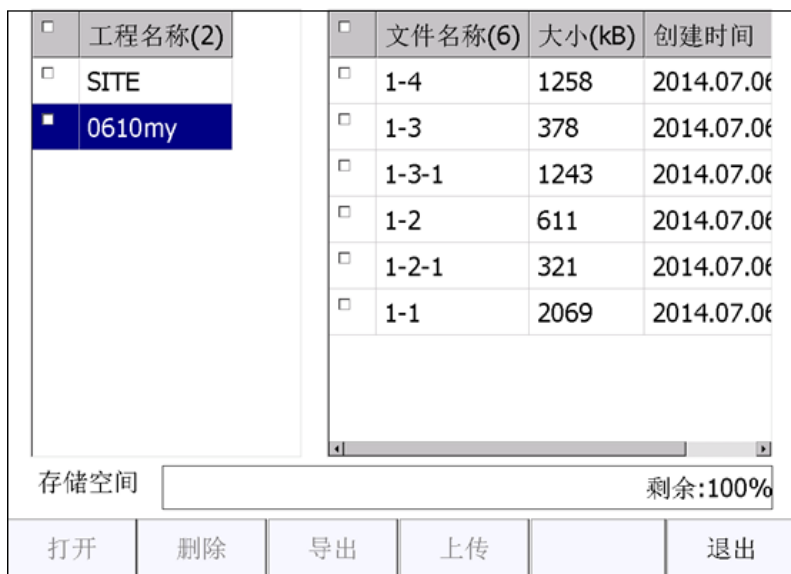


图 3.11 文件管理界面

### 3.10.1 操作方法

- 1) 点击工程列表中的某一工程后，在文件列表中列出该工程中所有文件（不显示扩展名）。点击文件列表中的某一文件所在行，则选中该文件。
- 2) 点击列表表头可以排序，不同列的排序方法不同，名称列按字母排序，时间列按时间先后排序，文件大小列按文件大小排序，多次点击可切换升序和降序两种排序方式。
- 3) 点击列表表头的第一列，可以勾选所有工程或文件。
- 4) 在工程或文件列表中点击某一工程或文件前面的复选框，则可以勾选该工程或文件；点击需要选择的工程或文件即可勾选多个工程或文件。

### 3.10.2 打开文件

在文件列表区选中一个文件后点击**打开**按钮，则将所选文件打开并返回至主界面，显示该文件中存储的波形等。当未选择文件时，**打开**按钮无效。

### 3.10.3 工程及文件的复制




勾选一个或多个工程后点击**导出**按钮，则将所选工程中的所有文件复制到 U 盘；若勾选一个或多个文件后点击**导出**按钮，则将所选文件复制到 U 盘。当未勾选工程或文件时，**导出**按钮无效。



复制工程或文件时，会在 U 盘上创建如“U5Pile”文件夹，


然后以工程名称创建子文件夹，然后将此工程中所有文件或所选文件复制到该子文件夹中。

拷贝文件之前会检查 U 盘是否存在，如不存在，则提示用户先插上 U 盘后再拷贝。


### 3.10.4 工程及文件的删除


选中一个或多个工程后点击  按钮，则将所选工程及其中的所有文件删除；若选中一个或多个文件后点击  按钮，则将所选文件删除。当未选择工程或文件时， 按钮无效。


删除工程或文件之前均会询问“你确实要删除所选工程或文件吗？”，按  按钮则删除， 按钮则不删除。


 **注意：数据删除后将无法恢复！删除之前应确保待删除的数据已经备份到计算机上。当一个工程下的所有数据文件删除后，则自动将该工程文件夹删除。**

### 3.10.5 工程及文件的上传

在工程列表中勾选一个工程，点击  按钮，则将该工程中所有文件上传至检测管理系统。

在文件列表中勾选一个或多个文件，点击  按钮，则将所选文件上传至检测管理系统。

当未勾选工程或文件时， 按钮无效。

 **注意：检测管理系统是北京智博联开发的一套用于对无损检测全过程进行管理的系统，只有购买了该系统的用户才可以**

将检测数据上传，详参该系统的使用说明书。

### 3.10.6 退出

点击退出按钮，则退出文件管理，返回至主界面。

## 3.11 系统设置

系统设置功能主要用于对仪器信息、公用参数等进行设置。

在启动界面点击系统设置按钮，则弹出图 3.12 所示对话框。此对话框包括常用参数、设备信息及 Internet 参数三个属性页，分别如图 3.12、3.14、3.15 所示。每一参数的缺省值为上一次设置的值。

在设置完所有参数后，点击确定按钮，则所有设置有效，并返回启动界面；按、点击取消按钮，则设置无效，并返回启动界面。

在系统设置界面，点击恢复出厂按钮，弹出对话框询问“是否恢复？”，点击是按钮，则将所有参数恢复至出厂时的设置值，点击否按钮，则不恢复。点击版本信息按钮，弹出版本信息对话框，可以查看软硬件、内核、固件等的各个版本信息。

### 3.11.1 常用参数

点击常用参数标签，则切换到该属性页，如图 3.12 所示，可以设置系统日期、系统时间、屏幕亮度等。

常用参数	设备信息	Internet参数
系统日期	2014-07-10	
系统时间	18:30:01	
屏幕亮度	+ 100 -	
系统颜色	白底黑字	
<input type="button" value="恢复出厂"/> <input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="版本信息"/>		

图 3.12 常用参数

### 3.11.1.1 系统日期

显示当前系统的日期，点击其后的下拉按钮，则弹出图 3.13 所示对话框，显示当前日期。修改日期后，则设置即时生效，关闭对话框，修改当前系统的日期。







图 3.13 系统日期设置

### 3.11.1.2 系统时间

显示当前系统的时间，选中时、分、秒后，点击其后的微调按钮，则可调整时间。调整时间后即时生效，修改当前系统的时间。

### 3.11.1.3 屏幕亮度

可以调节液晶屏的亮度，范围为 10~100，缺省为 80。点击 、 按钮，则增加、减小亮度，点击一次变动 10。

### 3.11.1.4 系统颜色

界面各控件（元素）的配色方案，可选择白底黑字和黑底白字 2 种颜色。

### 3.11.2 设备信息

点击设备信息标签，则切换到该属性页，如图 3.14 所示，可以设置检测信息，并查看仪器编号，证号等。

常用参数	设备信息	Internet参数
检测单位 <input type="text"/>		
测试人员 <input type="text" value="TestMan"/> <input type="button" value="编辑测试人员"/>		
上岗证号 <input type="text"/>		
<hr/>		
仪器型号 <input type="text" value="U5100"/> 仪器编号 <input type="text" value="00000001"/>		
检定证号 <input type="text" value="001"/> 检定日期 <input type="text" value="2012-08-08"/>		
检定周期 <input type="text" value="一年"/>		
<hr/>		
<input type="button" value="恢复出厂"/> <input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="版本信息"/>		

(a) 设备信息

测试人员:  上岗证号:

测试人员	上岗证号

(b) 编辑测试人员

图 3.14 设备信息

### 3.11.2.1 检测单位和测试人员信息设置

检测单位可以修改，点击其后的编辑框，则弹出字符输入软键盘，可以输入单位名称。

测试人员及上岗证号的修改，选择测试人员之后，其对应的上岗证号自动显示。**上岗证号在密码验证成功后，方可修改。**

点击**编辑测试人员**按钮，则弹出图 3.14 (b) 所示对话框，用户可以删除、添加测试人员及其上岗证号。在对话框顶部的编辑框中输入测试人员姓名及上岗证号后，点击**添加**按钮，则将其加入列表；在列表中选择测试人员后，点击**删除**按钮，则将该测试人员从列表中删除；点击**退出**按钮，则退出测试人员编辑对话框

### 3.11.2.2 仪器信息设置

仪器信息主要包括仪器型号、编号及检定证号等信息。仪器型号用户不可修改，仪器编号在出厂时设置。

检定日期是指仪器最近一次的检定日期，检定周期是指每次检定的时间间隔，一般为一年。根据检定日期及检定周期判断，在检定日期到期前的一个月，每次开机均提示用户送检。

### 3.11.2.3 密码验证

设备信息必须是有管理权限的人员才可以修改，所以所有检测信息（测试人员除外）均是不可编辑的，在点击某一编辑框时会弹出对话框要求输入密码，密码验证成功后，所有检测信息方可修改。

### 3.11.3 Internet 参数

点击 Internet 参数标签,则切换到该属性页,如图 3.15 所示,可以对 WIFI 参数进行配置,并可对文件传输进行设置。

常用参数	设备信息	<b>Internet参数</b>	
<b>Wifi参数</b>			
网络名称	ZBL-AP		
登录密码	12345678		
加密方式	WPA2-PSK		
信道	1		
<b>文件传输</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> 上传管理系统			
FTP地址	192.168.1.1		
恢复出厂	确定	取消	版本信息

图 3.15 Internet 参数

Internet 参数信息必须是有管理权限的人员才可修改,所有参数在点击某一编辑框时会弹出对话框要求输入密码,密码验证成功后,所有参数信息方可修改

#### 3.11.3.1 WIFI 参数设置

wifi 参数主要用于设置通过 wifi 连接仪器时的相关参数,包含网络名称、登录密码、加密方式、信道。

网络名称为当前仪器自身所产生的 WiFi 局域网的网络名,用

户可以在其他拥有 WiFi 功能的终端设备上查找到显示为该名称的 WiFi 局域网，默认为“ZBL-（仪器无线 MAC 地址后 6 位）”。

登录密码为其他拥有 WiFi 功能的终端设备登录到当前仪器自身的 WiFi 局域网时需要填写的密码，默认为“zbl12345678”。


加密方式为登录密码的加密方式，可选项有 Open、WEP、WPA-PSK、WPA2-PSK，共 4 项，默认选项为 WPA2-PSK。安全考虑起见，建议选项为 WPA2-PSK。

信道可选项为 1-12，共 12 项。主要设置 WiFi 传输信号所使用的频率范围，用户可以在 WiFi 网络传输信号不良时尝试修改该选项，默认选项为 1。

### 3.11.3.2 文件传输设置

上传管理系统是控制仪器是否将新采集的数据自动上传到远程管理系统中，该功能仅在启用我公司配套管理系统时才有效。

为了确保检测数据能够通过 Internet 网络传送到正确的服务器，必须输入正确的 FTP 地址（如：202.106.63.52）及端口号。

 **注意：**一般仅在第一次使用时需要对服务器、WiFi 进行设置，后期使用时如果没有发生变化，则无需设置。


## 3.12 软件升级

此模块的主要功能是对仪器内部的所有软件（启动界面所列软件包括启动界面、升级程序本身）及相关文件进行自动更新。

当仪器内部的软件更新之后，用户可以自己对其升级，在升级之前，必须从我公司网站或通过其他途径获取升级程序，该升

级程序为自解压文件。升级过程比较简单，步骤如下：

- 1) 将升级包内的文件解压到计算机的某个文件夹下；
- 2) 将 U 盘插入计算机的 USB 口，将解压后的 Update 文件夹拷贝到 U 盘根目录下，拷贝完毕后拔下 U 盘；
- 3) 将 U 盘插入到仪器的 USB 口；
- 4) 打开仪器电源，在启动界面点击 **软件升级** 按钮，则关闭当前软件运行升级程序，点击 **升级** 按钮开始升级（将 U 盘中的升级文件拷贝至仪器内的相应文件夹中），升级完后，提示“软件升级成功”；

 **注意：**如果 U 盘上没有待升级的软件或找不到 U 盘，会提示“未检测到升级程序，请插入带有升级程序的 U 盘”；如果仪器设备存储空间不够导致升级失败，会提示“文件复制失败，请检查设备存储剩余空间！”。

- 5) 点击 **关闭** 按钮，退出升级程序。

## 第 4 章 声波透射法测桩软件

### 4.1 主界面

在启动界面点击“声波透射法测桩”按钮，则运行声波透射法测桩（以下简称“测桩”）软件，如图 4.1 所示。

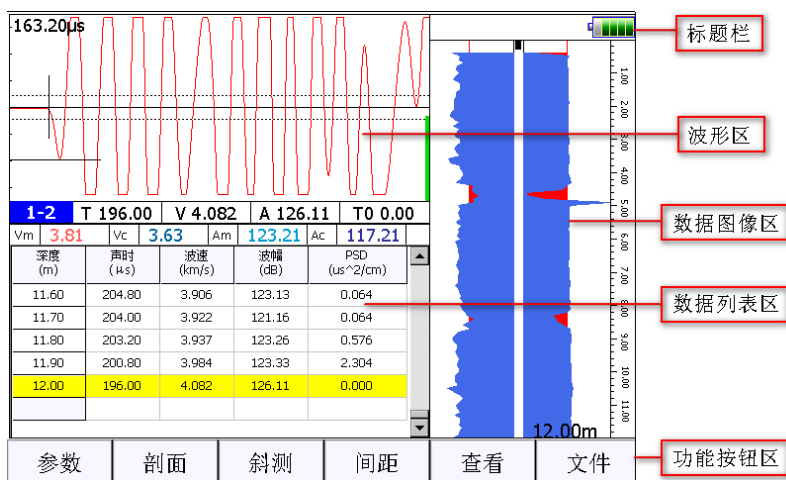


图 4.1 测桩主界面

测桩软件主界面主要由以下五部分组成：功能按钮区、波形区、数据列表区、数据图像区、标题栏。

- 1) 功能按钮区：主要由“参数”、“剖面”、“斜测”等一系列功能按钮组成，如图 4.1 所示，每个按钮可以实现一个常用功能，当按钮颜色呈置灰状态时表示当前状态下该功能无效。
- 2) 波形区：用于显示当前测点的波形及声参量等参数，详



见第 3.5 节。在波形区点击任意位置，则出现横向、竖向光标线各一条，同时在波形区底部显示光标位置的声时、幅度等参数值。

- 3) **数据列表区**：用于显示每个测点的超声数据（声时、波速等）。点击数据行，则该数据行以黄色显示，波形区的波形变为该测点的波形，同时数据图像区显示该测点位置。
- 4) **数据图像区**：用于显示各剖面的柱状图、曲线图、波列图等视图。详见本章第 4.4 节。
- 5) **标题栏**：用于显示当前深度等，右侧三个图标分别指示提升装置电量、蓝牙连接状态及主机电量。当蓝牙标志闪烁时，表示主机与提升装置未连接上。

## 4.2 参数设置

在测桩主界面点击**参数**按钮，则弹出图 4.2 所示对话框。点击**高级参数**会弹出**常用参数**和**其他参数**属性页。**每一参数的缺省值为上一次保存至初始化文件中的值。**

设置完所有参数后，按**确定**按钮，则所有设置有效，并返回主界面；按**取消**按钮，则设置无效，并返回主界面。

### 4.2.1 基本参数设置

参数界面可以设置**工程名称**、**基桩名称**、**测距**等，如图 4.2 所示。

工程名称	<input type="text" value="SITE"/>	<input type="button" value="新建工程"/>								
基桩名称	<input type="text" value="1-1"/>	<input type="button" value="新建桩"/>								
声测管数	<input type="text" value="4"/>	测点间距 <input type="text" value="0.2"/> m								
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">声测管间距(mm)</td> </tr> <tr> <td>1-2 <input type="text" value="1000"/></td> <td>2-3 <input type="text" value="1000"/></td> </tr> <tr> <td>1-3 <input type="text" value="1000"/></td> <td>2-4 <input type="text" value="1000"/></td> </tr> <tr> <td>1-4 <input type="text" value="1000"/></td> <td>3-4 <input type="text" value="1000"/></td> </tr> </table>			声测管间距(mm)		1-2 <input type="text" value="1000"/>	2-3 <input type="text" value="1000"/>	1-3 <input type="text" value="1000"/>	2-4 <input type="text" value="1000"/>	1-4 <input type="text" value="1000"/>	3-4 <input type="text" value="1000"/>
声测管间距(mm)										
1-2 <input type="text" value="1000"/>	2-3 <input type="text" value="1000"/>									
1-3 <input type="text" value="1000"/>	2-4 <input type="text" value="1000"/>									
1-4 <input type="text" value="1000"/>	3-4 <input type="text" value="1000"/>									
<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="高级参数"/>								

图 4.2 参数设置

### 4.2.1.1 新建工程或选择已有工程

#### 1) 新建工程

点击工程名称列表框后的新建工程按钮，则弹出字符输入软键盘，输入工程名称后，将以工程名称创建子文件夹，其后测试的所有构件的数据文件均保存在此文件夹中。创建文件夹时，若发现同名工程已存在，则提示“该工程已存在，是否覆盖？”，选择是按钮，则覆盖，选择否按钮，则弹出工程名称输入框要求重新输入工程名称。

#### 2) 选择已测工程

点击工程名称下拉列表框后的▼按钮，列出所有已测工程。可以从工程列表中选择一已测工程，其后测试的数据文件将保存在

该工程中。

#### 4.2.1.2 新建桩

若新测一根桩时，点击基桩名称后的新建，在弹出的字符输入软键盘中输入新的桩名称即可。当读出已测桩文件或者正在测试某根桩时，此处显示该桩的名称，此时不可修改。

#### 4.2.1.3 声测管数

点击声测管数后的编辑框，弹出管数单选选择框，可选值 2、3、4 管。此值根据待测桩中预埋的声测管根数设定。

#### 4.2.1.4 测点间距

测点间距是指每两个测点间传感器移动的距离。点击其后的编辑框，弹出图 4.3 所示对话框，列出可选择的测点间距，单位为米 (m)。可选测点间距为 0.02、0.05、0.1、0.15、0.2、0.25，点击相应值后系统自动返回参数界面并保存设置。点击取消按钮返回到参数设置界面，不改变测点间距。

0.02	0.05
0.1	0.15
0.2	0.25
	取消

图 4.3 测点间距

### 4.2.1.5 声测管间距

声测管外壁的净间距，单位为毫米（mm）。系统会根据声测管数自动生成对应的声测管间距选项。点击相应剖面名称后面的编辑框，可在弹出数字软键盘中设置声测管间距。

 **注意：声测管间距影响到数据计算，请设置正确。**

## 4.2.2 高级参数

在参数设置界面点击高级参数按钮，弹出对话框。此对话框包括常用参数、其他参数两个属性页。每一参数的缺省值为上一次设置的值。

设置完所有参数后，按确定按钮，则保存设置参数，按取消按钮，则不保存设置参数。

在高级参数设置界面，点击复位按钮之后，弹出对话框询问“是否参数恢复为出厂设置？”，点击是按钮，则将所有参数恢复至出厂时的设置值，点击否按钮，则不恢复。

 **注意：如果已有测试数据，则复位按钮无效。**

### 4.2.2.1 常用参数

点击常用参数标签，则切换到该属性页（如图 4.4 所示），可以设置仪器零声时、技术规范、声速限制等参数。

常用参数	其他参数
接收通道 <input type="text" value="通道1"/>	技术规范:
零声时 通道1 <input type="text" value="15.33"/> <input type="button" value="计算"/> 通道2 <input type="text" value="15.33"/> <input type="button" value="计算"/>	<input type="text" value="JGJ 106-2003"/>
<input checked="" type="checkbox"/> 采样自动搜索首波	<input type="checkbox"/> 换能器过零点停止采样
<input type="checkbox"/> 声速限制 最大声速 <input type="text" value="6"/> km/s 最小声速 <input type="text" value="2"/> km/s	视图 <input type="text" value="柱状图"/> 最大波速 <input type="text" value="6"/> 最大波幅 <input type="text" value="50"/> 最大频率 <input type="text" value="20"/> 最大PSD值 <input type="text" value="200"/>
<input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="复位"/>	

图 4.4 高级参数 - 常用参数

## 1. 接收通道

选择通道 1、通道 2、双通道，分别对应硬件接收通道 1、2。对于 U5100，只有 1 个接收通道，无需选择。

## 2. 零声时

零声时是仪器系统延迟时间与声测管及耦合水层声时修正值的和。

### 1) 手动输入

点击 **通道 1**、**通道 2** 后的编辑框输入零声时值。

### 2) 自动计算

点击 **计算** 按钮，进入图 4.5 所示界面，可设置声测管内径、声

测管外径、换能器外径、声测管声速及水声速的值，输入后系统自动计算声时修正值。

声测管及耦合管水层声时修正值					
声测管内径	<input type="text" value="30"/>	mm	声测管外径	<input type="text" value="40"/>	mm
换能器外径	<input type="text" value="25"/>	mm	声测管声速	<input type="text" value="5"/>	km/s
水声速	<input type="text" value="1.5"/>	km/s	修正值	<input type="text" value="5.33"/>	μs

仪器系统延迟时间	
通道1	<input type="text" value="10"/> μs

通道1零声时     μs

图 4.5 零声时

在声波透射法测桩时，除了扣除仪器系统延时外，还必须扣除声波在声测管壁及水中的传播声时，即声测管及耦合水层声时修正值，应按下式计算：

$$t' = \frac{D-d}{v_t} + \frac{d-d'}{v_w}$$

式中  $t'$ —— 声时修正值 (  $\mu s$  );

$D$  —— 声测管外径 ( mm );

$d$  —— 声测管内径 ( mm );

$d'$ —— 换能器外径 (mm);

$v_t$ —— 声测管壁材料的声速值 (km/s);

$v_w$ —— 水的声速值 (km/s)。

### 3. 声速限制

搜索首波时, 是否限制声速范围, 即在最大声速、最小声速之间搜索。如选中, 则限制声速范围搜索; 不选中, 则不限制范围。

### 4. 换能器过零点停止采样

选择此项后, 采样过程中桩长到零点时提示测试结束并保存数据。不选择此项, 则桩长可过零点后继续测试。

### 5. 技术规范的选择

选择相应的检测规程, 测试过程中将按规程实时对数据进行分析处理。

### 6. 视图参数设置

可以设置主界面的缺省视图 (柱状图、曲线图、波列图) 及其相关显示参数。

#### 4.2.2.2 其他参数

点击其他参数标签, 则切换到该属性页 (如图 4.6 所示), 用户可以设置采样间隔、采样长度、发射电压等参数, 输入后按确定按钮, 则保存设置参数, 按取消按钮, 则不保存设置参数。其他参

数一般只需设置一次，不用每次都重新设置。每一参数的缺省值为上一次保存的值。

常用参数		其他参数	
采样间隔	<input type="text" value="0.8"/>	$\mu\text{s}$	提升精度
采样长度	<input type="text" value="1024"/>		<input type="button" value="恢复精度"/> <input type="button" value="重新校准"/>
发射电压	<input type="text" value="500"/>	v	记数轮连接
测试方向	<input type="text" value="向上"/>		<input type="button" value="记数轮连接"/>
测试模式	<input type="text" value="自动"/>		
		<input type="button" value="确定"/>	<input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="复位"/>

图 4.6 高级参数—其他参数

## 1. 采样间隔


选择采样间隔，有 0.025、0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、12.8、25.6、51.2、102.4、204.8、409.6 共 15 档可选。默认值为  $0.8\mu\text{s}$ ，适用于大多数测量场合。

## 2. 采样长度

每次采集的单道波形的样品点个数，共 4 档（512、1024、



2048、4096) 可选, 缺省值为 1024。

 **注意:** 如无特殊需要, 不要输入较大的数值, 否则会影响动态采样时的速度。

### 3. 发射电压

选择超声仪激励发射换能器产生超声脉冲时的激励电压值, 有 65、250、500、1000 多档可选。默认值为 500V, 适用于大多数测量场合。在其他测试条件不变时, 发射电压越高, 接收信号越强。

### 4. 测试方向

可选择向上或向下测试, 缺省为向上。向上测试时, 先将各声测管中的换能器放置到桩底, 然后在向上提升过程中进行测试; 向下测试时, 先将各换能器放置到桩头, 然后在向下放的过程中进行测试。

### 5. 测试模式

对于 U5300, 可选择手动(无深度记录装置, 每个测点需要手动保存)或自动(有深度记录装置, 各测点自动保存)测试, 缺省为自动。对于 U5100 及 U5200, 测试模式只能为手动。

## 6. 提升精度

换能器当前高度  m 开始校正

50 m

1. 请将换能器放入声测管中某一位置，将管口的信号线深度值输入到上面框中，点击开始校正钮；


2. 提升换能器10米以上，停止拉升后读取管口的信号线深度值，输入到下面框中；

3. 点击确定钮，完成校正。

提升后的换能器高度  m

确定
取消

图 4.7 提升精度重新校准

 **注意：**仅 U5300 配有提升装置，才有提升精度的校准与恢复！

### 1) 重新校准

当您认为测桩系统显示的提升位置不准时，需要校准系统提升精度。操作方法如下：

- a) 按下图 4.6 所示界面中的 重新校准 钮，弹出如图 4.7 所示对话框，按提示将换能器放置到声测管中某一位置，读取管口的换能器信号线上的深度值，点击 换能器当前高度 编辑框，在弹出的数字键盘中输入当前换能器深度

- 值，然后按开始校正按钮；
- b) 将换能器信号线放入记数轮的线槽中并开始提升，此时系统实时显示记数轮当前位置；
  - c) 提升 10 米以上后，停止提升，再次读取管口的换能器信号线上的深度值，将其值输入到提升后的换能器高度框中，然后按确定按钮完成提升精度校正，按取消按钮，则校正无效；
  - d) 如提升精度仍不满足要求，需重复以上步骤重新正。
- 2) 恢复精度
- 点击恢复精度，系统询问“是否恢复提升精度？”，选择是，将提升精度恢复成出厂时的值，选择否，则不恢复。


## 7. 记数轮连接

点击记数轮连接按钮，进入图 4.8 所示界面。



图 4.8 记数轮连接

- 1) 已配对的设备列表：与主机配过对的记数装置显示在此列，没有配过对的记数装置，则显示为空。
- 2) 可用设备列表：显示当前可搜索到的所有记数装置的编码列表。需要对某一记数装置配对时，需在列表中点击一下该装置对应的编码即可。已成功配对的记数装置编码后面会显示对勾，并且记数装置的指示灯也会发生变化。
- 3) 搜索：点击搜索按钮，可重新搜索附近未占用的记数装置。

 **注意：**仅 U5300 配有记数装置，才可以进行记数装置的配对。已配对成功的蓝牙记数装置，只需将其开机便可自动连接，无需再次点击配对。（默认连接最近使用的记数装置。）

## 4.3 数据采集

### 4.3.1 开始采样

设置完参数后，点击**确定**按钮则返回至主界面。将各换能器放置好，点击**剖面**按钮弹出剖面选择框，选取需要测试的剖面（选择**双通道**时需要选择两个剖面），然后按【**采样**】键开始连续采样。在调整好剖面的第一个测点波形后按【**存储**】键，则弹出图 4.9 所示的“**此剖面第一个点的位置**”框，提示您输入第一个测点位置（高度值）。通过换能器的信号线的深度标记可获得该值。


请输入此剖面第一个点的位置：

50			
7	8	9	←
4	5	6	取消
1	2	3	确定
.	0	-	

图 4.9 设置剖面第一个点的位置

保存完第一个测点后，需要同步、匀速提升或下放各换能器，

测桩系统将自动记录各测点的数据。提升或下放速度不要太快，也不要突然加速或减速。




提升速度过快！请将换能器重新放至28.99处，重新进行采样。

图 4.10 提升过快提示

当提升或下放速度过快导致系统来不及响应时，屏幕上会出现一个对话框提示您将换能器放回到某个位置，如图 4.10 所示。当换能器放回到指定位置时，此对话框自动消失，测桩系统将重新开始采样，此时您可以继续提升或下放换能器，直至完成该剖面的测试。

如果采用手动测试模式，则须每测完一个测点后按一次【存储】键，然后移动换能器到下一个测点位置继续测试。

 **注意：**当存储第一个测点后，屏幕顶部状态栏会出现高度记录值。自动测试时始终显示换能器的当前高度，手动测试时显示下一个测点的高度值。

## 4.3.2 停止采样

采集完所有测点后，可按【采样】键停止采样，数据自动存储到磁盘中。

## 4.3.3 复测

复测是指对已测试的部分或全部数据重新进行测试。采样过程中可随时对不满意的数据重新复测。

- 1) 自动测桩模式：在动态采样过程中，如果换能器回放后再提升，则自动进行复测。复测过程中新测数据自动覆盖之前测试的数据。
- 2) 手动测桩模式：在动态采样状态下，将换能器放置到待复测的高度之后，按【复测】键，则弹出对话框，要求输入待复测的起点（起点位置缺省为最后一个测点的深度）。向上测试时不能大于第一个点的高度，向下测试时不能小于第一个点的高度，确认后即开始复测，并将现有数据覆盖。



注意：手动模式下的复测方法也适用于自动模式。

#### 4.3.4 加密测试

加密测试是指在测试过程中发现可疑区时，减小测点间距后对可疑区进行密集测试。在主界面点击间距按钮，可随时改变测点间距。

#### 4.3.5 测试下一剖面


将各换能器放置到待测声测管中，点击剖面按钮弹出剖面选择框（红色字体的剖面为已测剖面，蓝色字体的剖面为待测剖面，黑色字体的剖面为无效剖面），选取需要测试的剖面（选择双通道时需要选择两个剖面），然后按【采样】键开始连续采样，后续操作同 4.3.1 节。

## 4.3.6 斜测

对平测完成后的基桩进行斜测时，点击斜测按钮进入到如图 4.11 所示界面，选择要斜测的区间进行测试。

### 4.3.6.1 选择斜测区间

在斜测界面点击右侧数据图像区，出现一条光标线，可通过按【▲、▼】键调整光标线的位置，将光标线移到合适的高度后点击上限或下限按钮来确定缺陷区域。点击清除按钮则清除所有已选择的缺陷区域。退出则返回到上一级界面（静态采集界面，即进斜测之前的界面）。

 **注意：**选择的缺陷区域必须是成对出现的，该区域不能重叠。修改区域上限或下限的时候，将光标移到缺陷区域中间位置，修改该区域的上限或下限即可。



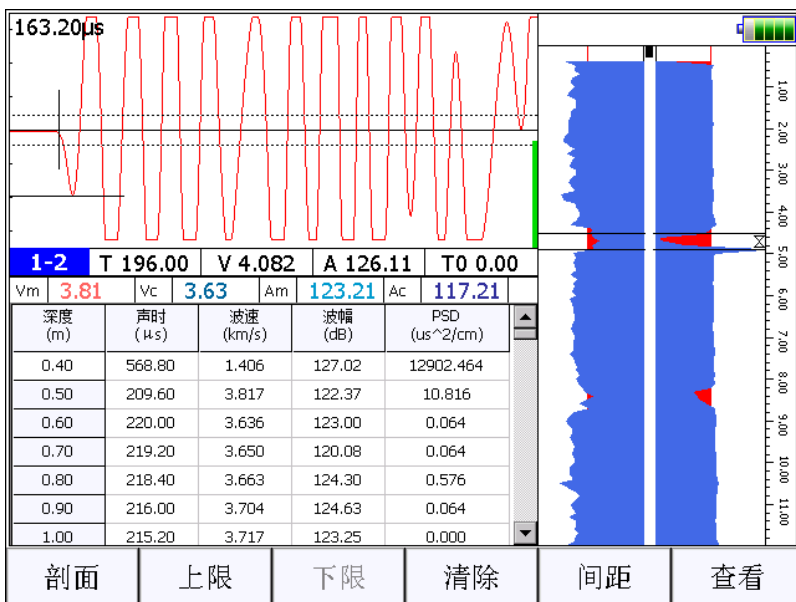


图 4.11 设置斜测区间界面

### 4.3.6.2 斜测

设置缺陷区域后按【采样】键弹出如图 4.12 所示界面。设置好参数后点击**确定**即可进行测试。**取消**则返回到上一级界面。

按照提示信息将各换能器放置到指定位置，点击**确定**按钮，开始采集波形，调整好波形后按【存储】键存第一个点，然后匀速提升换能器，直至测试完成。此时系统会弹出下次斜测的提示信息，按照提示信息进行操作即可。

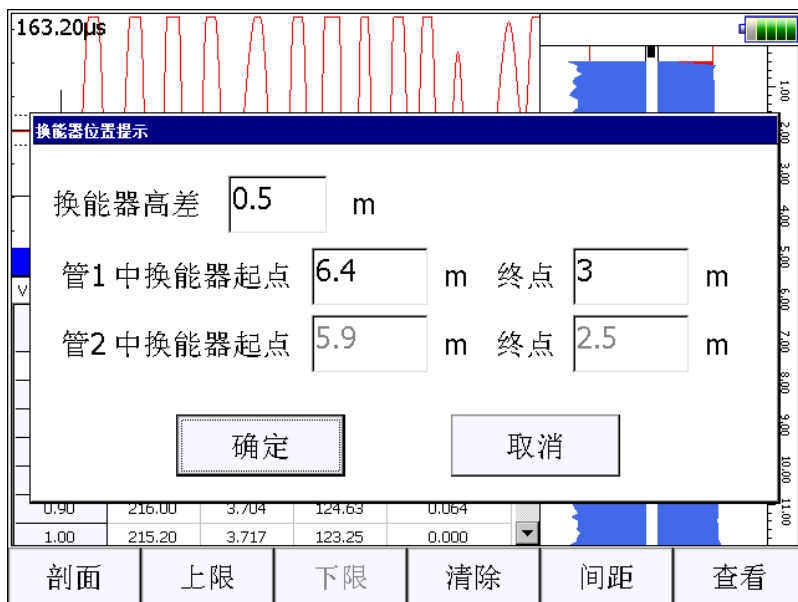



图 4.12 声测管设置界面

 **注意：**斜测必须在平测的基础上进行；斜测时，同一剖面必须测试两次。以“m-n”剖面为例，必须先测试“Xm-n”（m 声测管中的换能器在上，而 n 声测管中的换能器在下），再测试“Xn-m”（n 声测管中的换能器在上，而 m 声测管中的换能器在下）。

### 4.3.6.3 声阴影图绘制

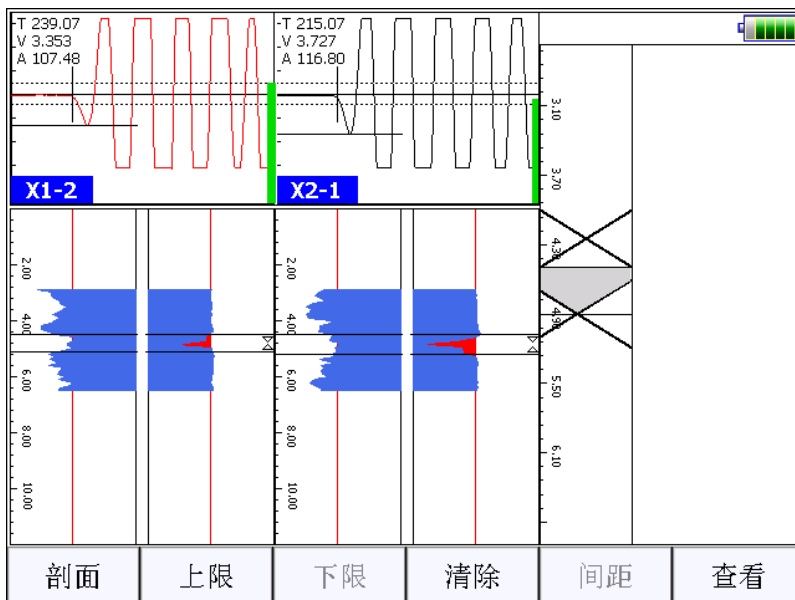


图 4.13 声阴影图绘制界面

斜测测试完成后。点击**剖面**按钮选择剖面，进入到如图 4.13 所示界面。设置好缺陷位置的**上限**和**下限**后会自动绘制阴影图。点击**剖面**按钮可切换到其他剖面绘制阴影图。

### 4.3.6.4 查看斜测结果

点击**查看**按钮进入查看界面，显示已完成斜测的所有剖面的声阴影图（如图 4.14 所示）。

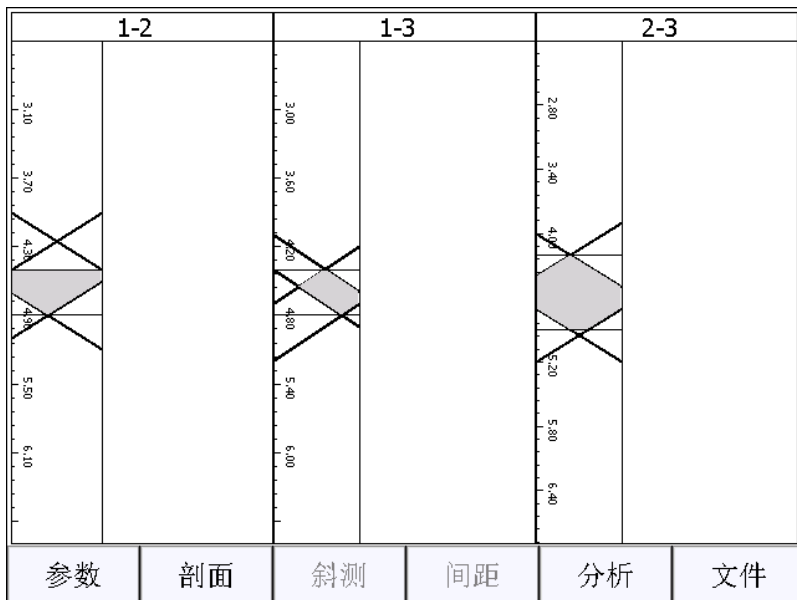


图 4.14 斜测查看界面

在此界面点击**分析**按钮可返回到绘制声阴影图界面（图 4.13 所示），在声阴影图区向右滑动，则可以切换到平测的查看界面。

### 4.3.7 测试下一根桩

测试完一根桩后，如果测试下一根桩，则必须先新建桩：在参数设置对话框中，点击基桩名称后的**新建桩**按钮，详参第 4.2.1 节。

系统会自动将当前数据清除并新建桩文件，在清除前会检查当前数据是否已保存。如果发现当前数据未保存，则会弹出提示框询问“数据已改变，是否保存？”，点击**是**按钮，则保存；点击**否**按钮，则不保存。

### 4.3.8 续测

打开一个桩文件进行续测时，首先选择要续测的剖面，将换能器放置到待测试的起点位置后，按【采样】键后按【复测】键，在弹出的数字键盘内输入要续测起点并**确定**，即可进行测试。

## 4.4 视图切换

在常用参数界面选择视图下拉框，有柱状图、曲线图、波列图用于切换视图，也可以在数据图像区左右滑动切换视图。

### 4.4.1 柱状图

切换至柱状图视图后，如图 4.15 所示，显示剖面各测点的幅度-深度曲线和声速-深度曲线组成的柱状图。并在测试过程中动态实时刷新，使您可以随时观察到整个剖面的测试结果。曲线上部对应桩头，下部对应桩底。左侧显示的是幅度-深度曲线，蓝色代表该区域幅度正常，红色表示该区域幅度存在异常，红色区域越大表示幅度异常现象越严重。右侧显示的是声速-深度曲线，蓝色代表该区域声速正常，红色表示该区域声速存在异常，红色区域越大表示声速异常现象越严重。

在柱状图中间有一个深色矩形块称为换能器位置指示标记，在测试过程中它随换能器的移动而实时移动，显示换能器在声测管中所处的位置。

在停止采样状态下，点击柱状图区，出现一横向光标，可按【▲、▼】键移动光标，移至某测点后，在波形区显示该测点的波

形。

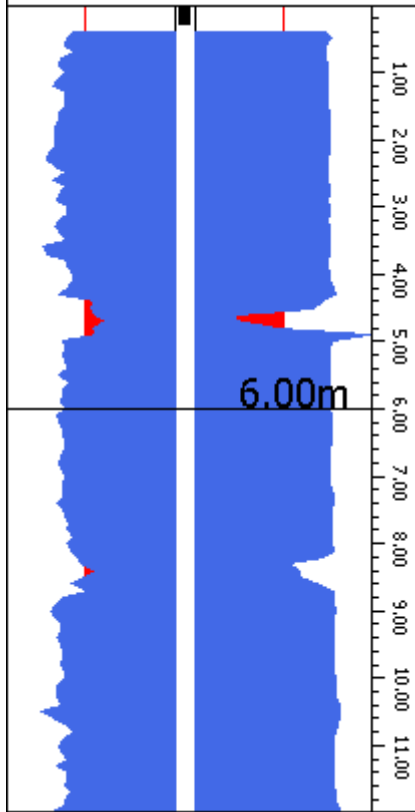


图 4.15 柱状图

## 4.4.2 曲线图

切换到曲线图视图后，在同一坐标系中显示各剖面的深度-PSD、深度-声速、深度-波幅等曲线，如图 4.16 所示。

点击曲线图区某一位置，则会显示当前剖面在点击位置的高

程，可按【▲、▼】键移动光标，移至某测点后，在单道波形区显示该测点的波形。

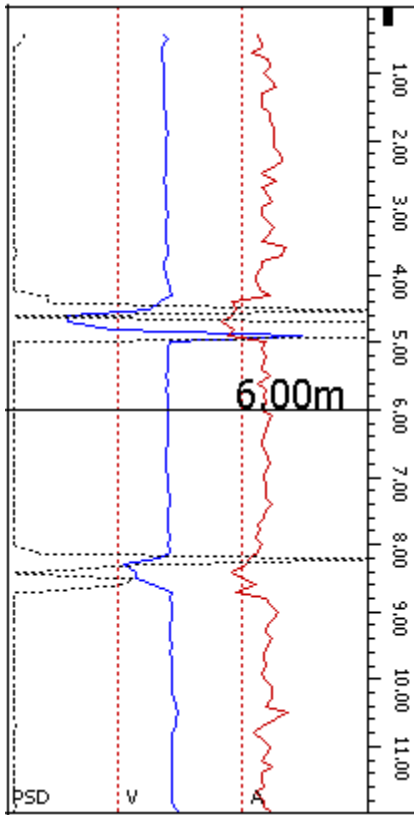


图 4.16 曲线图

### 4.4.3 波列图

切换至波列图视图后，将当前剖面所有测点的波形按高度位置显示，如图 4.17 所示。

点击波列图区某一位置，则会显示当前剖面在点击位置的波形，可按【▲、▼】键切换测点，也可上、下滑动屏幕来翻页查看波列图。

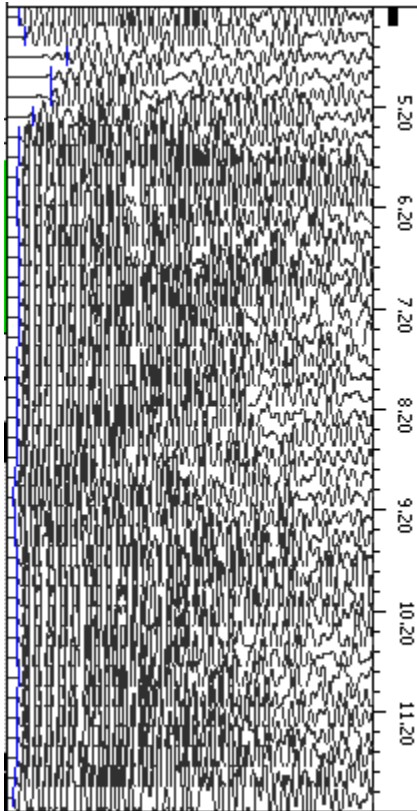


图 4.17 波列图

## 4.5 退出

在主界面按【退出】键则关闭测桩软件，并返回至启动界面。



退出前，系统自动检查数据文件是否已保存，如未保存，则提示保存。

## 第 5 章 超声回弹综合法测强软件

### 5.1 主界面

在启动界面点击“超声回弹综合法测强”按钮，则运行超声回弹综合法测强（以下简称“测强”）软件，如图 5.1 所示。

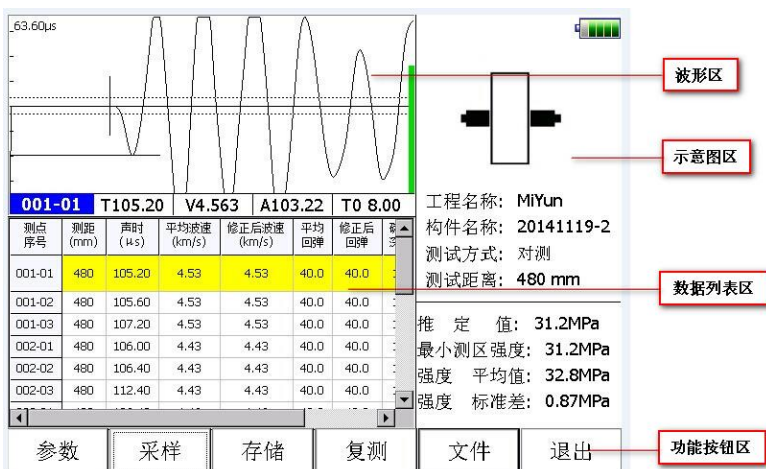


图 5.1 测强主界面

测强软件主界面主要由以下四部分组成：功能按钮区、波形区、数据列表区、示意图区。

- 1) 功能按钮区：主要由“文件”、“参数”、“采样”等一系列功能按钮组成，如图 5.1 所示，每个按钮可以实现一个常用功能，当按钮颜色呈置灰状态时表示当前状态下该功能无效。

- 2) **波形区**：用于显示当前测点的波形及声参量等参数，详见第 3.5 节。在波形区点击任意位置，则出现横向、竖向光标线各一条，同时在波形区底部显示光标位置的声时、幅度等参数值。
- 3) **数据列表区**：用于显示每个测点超声数据（声时、波速等）；在数据列表区点击测点的数据单元格可以弹出测距、平均回弹、碳化深度的修改界面，可以修改相应参数。
- 4) **示意图区**：用于显示构件名称、测距及测试方式等常用参数。分割线下方显示当前构件按照相应规程进行计算得到的换算强度平均值、标准差、最小值及推定强度值等。

## 5.2 参数设置

在测强主界面点击**参数**按钮，则弹出图 5.2 所示对话框。如果要设置更多参数，点击**高级参数**按钮进入高级参数设置界面。每一参数的缺省值为上一次保存至初始化文件中的值。

在设置完所有参数后，点击**确定**按钮，则所有设置有效，将各项参数的设置值写入初始化文件，并返回主界面；点击**取消**按钮，则设置无效，并返回主界面。

### 5.2.1 基本参数

基本参数界面可以设置**工程名称**、**构件名称**、**测距**等，如图 5.2 所示。

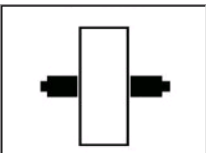
工程名称	<input type="text" value="SITE1"/>	<input type="button" value="新建"/>
构件名称	<input type="text" value="hihij"/>	<input type="button" value="新建"/>
测区数	<input type="text" value="3"/>	测点数 <input type="text" value="3"/>
检测方式	<input type="text" value="对测"/>	测试面 <input type="text" value="侧面"/>
测距	<input type="text" value="200"/> (mm)	测试角度 <input type="text" value="0"/>
默认平均回弹值	<input type="text" value="0"/>	设计强度 <input type="text" value="C45"/>
		
<input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="高级参数"/>		

图 5.2 参数设置

### 5.2.1.1 新建工程或选择已有工程

#### 1) 新建工程

点击工程名称列表框后的新建按钮，则弹出字符输入软键盘，输入工程名称后，将以工程名称创建子文件夹，其后测试的所有构件的数据文件均保存在此文件夹中。创建文件夹时，若发现同名工程已存在，则提示“该工程已存在，请重新输入工程名称”，选择确定按钮，则弹出工程名称输入框要求重新输入工程名称。

#### 2) 选择已测工程

点击工程名称下拉列表框后的▼按钮，列出当前项目下所有已测工程。可以从工程列表中选择已测工程，其后测试的数据文件将保存在该工程中。

### 5.2.1.2 新建构件

当测试完一个构件后，要测试下一构件时，可以点击构件名称后的新建按钮，弹出字符软键盘，输入待测构件的名称，完成新建构件。新建构件后会自动保存之前测试的构件。

### 5.2.1.3 测区数

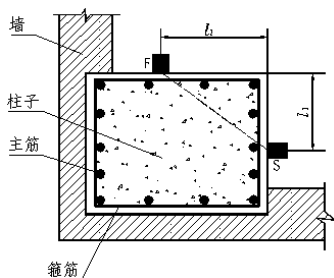
测区数是指在待检测构件上布置的测区总数量，输入范围1~50。

### 5.2.1.4 测点数

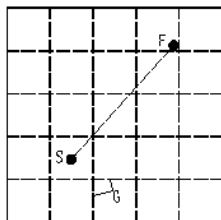
测点数是指每个测区所布置的测点总数，一般为3或5。选择江苏曲线时，测点数为5，其他均为3。

### 5.2.1.5 测距

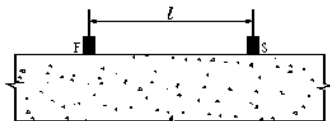
测距是指声波的传播距离，即发射、接收换能器的中心距，范围为1~5000mm。综合法测强时，可以采用对测、角测及平测。对测时，测距即为构件的两测试面的距离，一般为厚度值；平测时，如图5.3b所示，测距为两换能器的中心间距，一般为350~450mm；角测时，如图5.3a所示，测距为斜边的距离，即两直角边的平方根。



a) 角测



(a) 平面图



(b) 立面图

b) 平测

图 5.3 角测、平测示意图

### 5.2.1.6 检测方式

综合法测强时，可以采用对测、角测及平测，如图 5.3 所示。

### 5.2.1.7 测试角度

回弹测试时，回弹杆与被测构件测试面的夹角，可选择 90、60、45、30、0、-30、-45、-60、-90，缺省为 0。

### 5.2.1.8 测试面

被测构件测试面的类型，可选择侧面、顶面、底面，缺省为侧面。

### 5.2.1.9 设计强度

被测构件砣的设计强度等级，可选择 C10~C100 之间的值。

## 5.2.2 高级参数

在参数设置界面点击高级参数按钮，弹出对话框（如图 5.4 所示），此对话框包括采样参数、计算参数两个属性页。每一参数的缺省值为上一次设置的值。

设置完所有参数后，按确定按钮，则保存设置参数，按取消按钮，则不保存设置参数。

在高级参数设置界面，点击复位按钮之后，弹出对话框询问“是否参数恢复为出厂设置？”，点击是按钮，则将所有参数恢复至出厂时的设置值，点击否按钮，则不恢复。

 注意：如果已有测试数据，则复位按钮无效。

采集参数	计算参数	
采样间隔	<input type="text" value="0.8"/> (us)	通道选择 <input type="text" value="通道1"/>
采样长度	<input type="text" value="1024"/>	零声时 <input type="text" value="10"/> (us) <input type="button" value="调零"/>
发射电压	<input type="text" value="500"/> (v)	
<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/>		

图 5.4 高级参数 - 采集参数

### 5.2.2.1 采集参数

点击采集参数标签，则切换到该属性页（如图 5.4 所示），可以设置采样间隔、发射电压等。采集参数一般只需设置一次，不用每次都重新设置。

#### 1. 采样间隔

对信号进行采样时每两次采样的时间差，共有 0.025~409.6 $\mu$ s 多档可选，默认值为 0.4 $\mu$ s，适用于大多数测量场合。根据收、发换能器的距离（测距）及对时间精度要求而定，在测量试块、芯样等小尺寸构件时可适当选小值，反之测距较大时可选择较大值。



## 2. 采样长度

每次采集的单道波形的样品点个数，可选择 512、1024、2048、4096。一般选择 512 即可，如无特殊需要，不要输入较大的数值，否则会影响动态采集时的速度。

## 3. 发射电压


超声仪激励发射换能器产生超声脉冲时的激励电压值，共有 65、250、500、1000V 四档可选。默认值为 500V，适用于大多数测量场合。在其他测试条件不变时，发射电压越高，接收信号越强。建议检测测试块和小芯样时选择 65 或 250V。

## 4. 通道选择

可以选择通道 1、通道 2，分别对应硬件接收通道 1、2。对于 U5100，仅有 1 个接收通道，无需选择。

## 5. 零声时

指超声仪与发射、接收换能器系统的声延时。可手动输入，也可点击 **调零** 按钮调用调零功能自动获得零声时（详参 3.6 节）。

 **注意：**只有新建构件时，以上参数才可修改；如果当前构件已测数据，则上述参数除零声时外其他参数均不可修改。

### 5.2.2.2 计算参数

点击 **计算参数** 标签，则切换到该属性页（如图 5.5 所示），可以设置 **规程曲线**、**骨料类型**、**系数** 等。计算参数一般只需设置一

次，不用每次都重新设置。

采集参数	计算参数
规程曲线	全国
骨料类型	卵石
系数A	0.0056
系数B	1.439
系数C	1.769
系数D	0
声速修正系数	1
复位	确定
	取消

图 5.5 计算参数设置

## 1. 规程曲线与系数

规程曲线可选择全国、北京、上海、山西、四川、江苏、陕西、山东等，选择不同的规程曲线时，自动显示其系数（不可修改）。除了有全国统一曲线外，其他部分省市（如北京、江苏、上海等）也制订了地区规程曲线，这些曲线的计算公式主要有以下两种形式：

$$f_{cu}^c = A \cdot V^B \cdot R_m^C \quad (\text{公式 5-1})$$

$$f_{cu}^c = A \cdot V^B \cdot R_m^C \cdot 10^{D \cdot Lm} \quad (\text{公式 5-2})$$

除江苏、山东省规程采用公式 5-2 外，其他省市均采用公式 5-1，但各省市的计算公式中的系数均有所不同。此外，不同省市的规程中的强度推定方法也略有不同。

## 2. 骨料类型

待检测构件砗所使用的粗骨料的类型，可选择卵石、碎石。在选择上海规程时，此参数不可修改。


## 3. 声速修正系数

采用超声平测法时，平测声速与对测声速的比例系数，缺省值为 1.0。测试与计算方法详见《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程（CECS 02：2005）》附录 B.2。

# 5.3 开始测试

## 5.3.1 开始采样

用信号线将两只平面换能器分别与仪器的发射、接收相连，并将换能器分别耦合在待测构件的两个测试面第一测区的第一个测点上，点击主界面上的**采样**按钮或按【采样】键，则自动开始连续采样，在单道波形区显示采集到的动态波形。此时**采样**按钮变成**停止**按钮。**退出**按钮变为**搜索**按钮，用于搜索首波。


 **注意：**波形操作详见公共模块波形操作。如果要保存数据，则在采样之前必须输入新的构件名称；如果没有输入构件名称，则**存储**按钮无效。

### 5.3.1.1 保存第一个测点

在调整好第一个测点波形后，点击**存储**按钮或按【存储】键，则将当前测点数据保存，数据列表区会显示一行刚保存的数据。

### 5.3.1.2 后续测点的测试

保存第一个测点后，将两只换能器同时下移一个测点，调整好波形后，点击**存储**按钮或按【存储】键，如此反复，直到测试完所有测点。

 **注意：**在动态采样状态下，除**停止**、**存储**、**搜索**按钮有效外，其他按钮均置灰。

## 5.3.2 停止采样

采集过程中，可点击**停止**按钮或按【采样】键停止采样，此时**停止**按钮变成**采样**按钮，**搜索**按钮重新变成**退出**按钮，并自动进行计算，刷新计算结果，将数据自动存储到磁盘中。

## 5.3.3 复测


复测是指对已测试的部分或全部数据重新进行测试，详见第3.7节。复测过程中，新测数据自动覆盖之前测试的数据。

## 5.3.4 测试下一个构件

测试完一个构件后，如果测试下一个构件，则必须先新建构件：在参数设置对话框中，点击构件名称后的**新建**按钮。

新建构件前，检查当前构件的数据是否已修改但未保存，并

提示保存。新建构件时，将当前构件的数据清空，并将所有相关参数复位。

 **注意:** 如果当前构件已测试完成的测区数小于所设置的测区数时，中途可以退出；如果当前构件当前测区的测点数小于所设置测点数时，软件会自动补空点。

## 5.4 超声数据列表区

**超声数据列表区**显示当前构件各测点的序号、测距、声参量、平均回弹及换算强度等，如图 5.6 所示。

测点序号	测距 (mm)	声时 (us)	平均波速 (km/s)	修正波速 (km/s)	平均回弹	修正后回弹	碳化深度	换算强度 (MPa)
001-01	180	36.60	4.92	4.92	48.9	48.9	...	65.0
001-02	180	36.00	4.92	4.92	48.9	48.9	...	65.0
001-03	180	37.20	4.92	4.92	48.9	48.9	...	65.0
002-01	180	38.00	4.65	4.65	47.4	47.4	...	56.6
002-02	180	37.60	4.65	4.65	47.4	47.4	...	56.6
002-03	180	40.60	4.65	4.65	47.4	47.4	...	56.6
003-01	180	37.00	4.91	4.91	47.4	47.4	...	62.0
003-02	180	36.60	4.91	4.91	47.4	47.4	...	62.0
003-03	180	36.40	4.91	4.91	47.4	47.4	...	62.0
004-01	180	38.00	4.82	4.82	49.4	49.4	...	63.8
004-02	180	37.40	4.82	4.82	49.4	49.4	...	63.8
004-03	180	36.60	4.82	4.82	49.4	49.4	...	63.8

图 5.6 超声数据列表

在**超声数据列表区**，可以进行以下操作：

- 1) 点击数据行，则该数据行以黄色显示，**波形区**的波形变为该测点的波形。
- 2) 在数据列表区域上、下滑动可以上、下翻页；
- 3) 选择某一数据行后，可按【▲、▼】键上、下选择数据

行。

#### 4) 修改数据，方法如下：

在数据列表区点击要修改的数据所在行，弹出图 5.7 所示的测区数据修改对话框，可以修改当前测点的测距、平均回弹和碳化深度三个值，修改完后点击**确定**按钮，自动弹出下一测区数据的修改界面。如此反复，直到修改完所有测区数据，修改界面不再弹出。中间如果点击**取消**按钮，则此次修改结束，下一测区修改界面不弹出。

请输入001-03的新超声数据：

测距(mm)	平均回弹	碳化深度	<b>确定</b>	<b>取消</b>
<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1"/>		

7	8	9	退格
4	5	6	-
1	2	3	清除
0		.	

图 5.7 测区数据修改

一个测区的所有测点的测距、平均回弹和碳化深度值必须相同，修改一个测点的测距、平均回弹和碳化深度值，则该测区的其他所有测点的测距、平均回弹和碳化深度值随之变化。修改数据后，自动重新计算。

## 5.5 示意图区

**示意图区**位于主界面右侧，视图上半部分显示构件名称、工程、测试方式等基本信息，下半部分显示推定值、最小测区强度、强度平均值、强度标准差等参数。如图 5.8 所示。

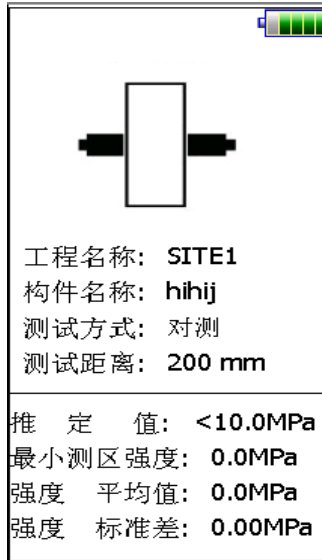


图 5.8 示意图区

## 5.6 文件管理

详参第 3.10 节。

## 5.7 退出测试

在主界面点击**退出**按钮，则关闭综合法测强软件，并返回至启动界面。退出前，系统自动检查数据文件是否已保存，如未保存，

则提示保存。



## 第 6 章 超声法不密实区和空洞检测软件

### 6.1 主界面

在启动界面点击**超声法不密实区和空洞检测**按钮，则运行超声法不密实区和空洞检测(以下简称“测缺”)软件，如图 6.1 所示。

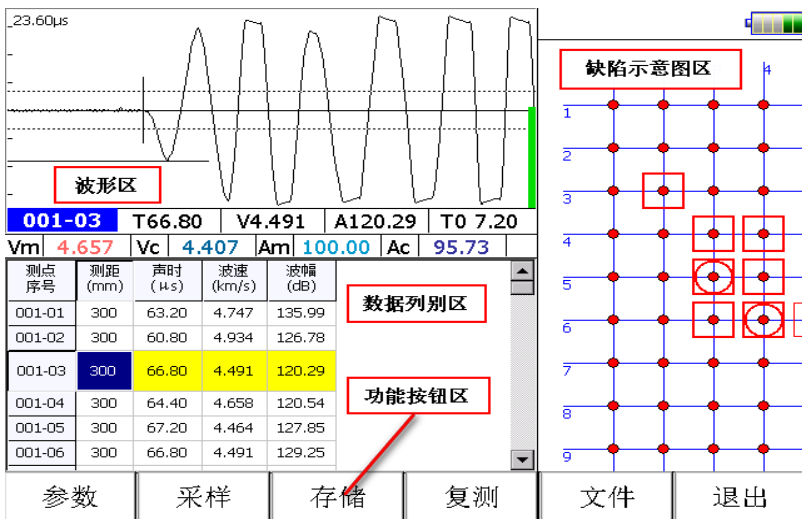


图 6.1 测缺主界面

测缺软件主界面主要由四部分组成：**功能按钮区**、**波形区**、**数据列表区**、**缺陷示意图区**。

- 1) **功能按钮区**：主要由**参数**、**采样**、**文件**等一系列功能按钮组成，如图 6.1 所示。每个按钮可以实现一个常用功

能，当按钮颜色呈置灰状态时，表示当前状态下该功能无效。

- 2) **波形区**：用于显示当前测点的波形及声参量等参数，声参量参数显示在波形底部，详见第 3.5 节。
- 3) **数据列表区**：用于显示每个测点的超声数据（声时、波速等）；在数据列表区点击测点单元格，可以修改当前测点测距数据，详参第 6.4 节。
- 4) **缺陷示意图区**：用于显示现场测试区网格布局及可疑测点的分布情况。

## 6.2 参数设置

在测缺主界面点击**参数**按钮，则弹出图 6.2 所示对话框，每一参数的缺省值为上一次保存的值。

在设置完所有参数后，点击**确定**按钮，则所有设置有效，将各项参数的设置值写入初始化文件，并返回主界面；点击**取消**按钮，则设置无效，并返回主界面。

### 6.2.1 基本参数

在基本参数界面可以设置**工程名称**、**构件名称**、**测距**等，如图 6.2 所示。

工程名称	<input type="text" value="SITE"/>	<input type="button" value="新建"/>
构件名称	<input type="text" value="未命名"/>	<input type="button" value="新建"/>
行数	<input type="text" value="10"/>	列数 <input type="text" value="10"/>
测距	<input type="text" value="200"/> (mm)	
<input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="高级参数"/>		

图 6.2 参数设置

### 6.2.1.1 新建工程或选择已有工程

#### 1) 新建工程

点击工程名称列表框后的新建按钮，则弹出字符输入软键盘，输入工程名称后，将以工程名称创建子文件夹，其后测试的所有构件的数据文件均保存在此文件夹中。创建文件夹时，若发现同名工程已存在，则提示“该工程已存在，请重新输入工程名称”。

#### 2) 选择已测工程

点击工程名称下拉列表框后的▼按钮，列出当前项目下所有已测工程，可以从工程列表中选择一已测工程，其后测试的数据文件将保存在该工程中。

### 6.2.1.2 新建构件

当测试完一个构件后，要测试下一构件时，可以点击构件名称后的新建按钮，弹出字符软键盘，输入待测构件的名称。新建构件前会自动保存之前测试的构件数据。

新建构件之前，会检查当前构件数据的完整性（测点数是否已测试完成），如果不完整，则显示相应提示信息。

### 6.2.1.3 行数

行数是指在待检测构件上布置的网格横线总数量，输入范围1~50。

### 6.2.1.4 列数

列数是指在待检测构件上布置的网格竖直线总数量，输入范围1~50。

### 6.2.1.5 测距

测距是指声波的传播距离，即发射、接收换能器的中心距，也就是被测构件的两测试面的距离，一般为厚度值，范围为1~5000mm。

## 6.2.2 高级参数

采样间隔	<input type="text" value="0.4"/>	(us)	通道选择	<input type="text" value="通道1"/>		
采样长度	<input type="text" value="1024"/>		零声时	<input type="text" value="7.2"/>	(us)	<input type="button" value="调零"/>
发射电压	<input type="text" value="500"/>	(v)				
计算参数						
<input type="checkbox"/> 引用						
声速临界值1	<input type="text" value="4.407"/>	(km/s)	声速临界值2	<input type="text" value="4.481"/>	(km/s)	
波幅临界值1	<input type="text" value="95.73"/>	(dB)	波幅临界值2	<input type="text" value="96.97"/>	(dB)	
频率临界值1	<input type="text" value="---"/>	(kHz)	频率临界值2	<input type="text" value="---"/>	(kHz)	
依据标准: CECS 21:2000						
<input type="button" value="复位"/>		<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>		

图 6.3 高级参数

在参数界面点击高级参数按钮，则切换到该属性页（如图 6.3 所示），可以设置采样间隔、发射电压、零声时等。

在设置完所有参数后，点击确定按钮，则所有设置有效，将各项参数的设置值写入初始化文件，并返回基本参数设置界面；点击取消按钮，则设置无效，并返回基本参数设置界面。

在高级参数界面，点击复位按钮之后，弹出对话框询问“是否恢复出厂设置？”，点击是按钮，则将所有参数恢复至出厂时的设置值，点击否按钮，则不恢复。

高级参数一般只需设置一次，不用每次都设置。

### 6.2.2.1 采样间隔

对信号进行采样时每两次采样的时间差。共有 0.025~409.6 $\mu$ s 多档可选。默认值为 0.4 $\mu$ s，适用于大多数测量场合。根据收、发换能器的距离（测距）及对时间精度要求而定，在测量小尺寸构件时可适当选小值，反之测距较大时可选择较大值。

### 6.2.2.2 采样长度

每次采集的单道波形的样品点个数，可选择 512、1024、2048、4096。一般选择 512 即可，如无特殊需要，不要输入较大的数值，否则会影响动态采集时的速度。


### 6.2.2.3 发射电压


超声仪激励发射换能器产生超声脉冲时的激励电压值，共有 65、250、500、1000V 四档可选。默认值为 500V，适用于大多数测量场合。在其他测试条件不变时，发射电压越高，接收信号越强。测距较小时，建议选择 65 或 250V。

### 6.2.2.4 通道选择

可以选择通道 1、通道 2，分别对应硬件接收通道 1、2。对于 U5100，仅有 1 个接收通道，无需选择。

### 6.2.2.5 零声时

指超声仪与发射、接收换能器系统的声延时。可手动输入，也可点击  调用调零功能自动获得零声时（详参 3.6 节）。

 **注意：**只有新建构件时，以上参数才可修改；如果当前

构件已测数据，则上述参数除零声时之外，其他参数均置灰（不可修改）。

### 6.2.2.6 计算参数

临界值的获取方式有两种——内定、引用，引用选择框没有勾选时为内定，声参量的临界值均由系统根据测缺规程计算得出，用户不可修改；当选择引用时，用户可以对所有声参量的临界值进行编辑修改。

对于每个声参量（声速、波幅、频率）均有两个临界值，即临界值 1、临界值 2。临界值 1 是用于对所有测点进行异常判定，临界值 2 则是用于对异常点周边的测点进行异常判定。临界值 2 应大于临界值 1。

## 6.3 开始测试

### 6.3.1 开始采样

用信号线将两只平面换能器分别与仪器的发射、接收相连，并将换能器分别耦合在待测构件的两个相对测试面的第一条测线的第一个测点上，点击主界面上的采样按钮或按【采样】键，则自动开始连续采样，在单道波形区显示采集到的动态波形。此时采样按钮变成停止按钮，退出按钮变为搜索按钮，用于搜索首波。

如果要保存数据，则在采样之前必须要输入新的构件名称；如果没有输入构件名称，则存储按钮无效。

### 6.3.1.1 保存第一个测点

在调整好第一个测点波形后，点击**存储**按钮或按【存储】键，则将第一个测点数据保存，数据列表区会显示一行刚保存的数据。

### 6.3.1.2 后续测点的测试

保存第一个测点后，将两只换能器同时下移一个测点，调整好波形后，点击**存储**按钮或按【存储】键，如此反复，直到测试完所有测点。

### 6.3.1.3 插入空测点

在动态采样状态，点击波形右下角，弹出波形操作面板，如图 6.4 所示。点击**保存空点**按钮，则插入一个空测点，空测点数据采用“---”显示，同时空测点数据不参与计算。



图 6.4 动态波形操作面板

## 6.3.2 停止采样

采集过程中，可点击**停止**按钮或按【采样】键停止采样，此时**停止**按钮变成**采样**按钮，**搜索**按钮重新变成**退出**按钮，并将数据自动存储到磁盘中。



### 6.3.3 复测

复测是指对已测试的部分或全部数据重新进行测试，详见第 3.7 节。复测过程中新测数据自动覆盖之前测试的数据。

### 6.3.4 测试下一个构件

测试完一个构件后，如果测试下一个构件，则必须先新建构件：在参数设置对话框中，点击构件名称后的新建按钮。

新建构件前，检查当前构件的数据是否已修改但未保存，并提示保存。新建构件时，将当前构件的数据清空，并将所有相关参数复位。

## 6.4 超声数据列表区

超声数据列表区显示当前构件各测点的序号、测距、声参量等，如图 6.5 所示。对于可疑数据，采用不同颜色的底纹进行区分：如果某测点的声速可疑，则将波速值以红色底纹显示；如果波幅可疑，则以灰色底纹显示；

测点序号	测距 (mm)	声时 ( $\mu s$ )	波速 (km/s)	波幅 (dB)
001-01	200	18.00	11.111	93.93
001-02	200	17.20	11.628	94.45
001-03	200	6.00	33.333	81.47
001-04	200	18.00	11.111	92.91
001-05	200	21.20	9.434	86.01
001-06	200	21.20	9.434	86.36

图 6.5 超声数据列表

在**超声数据列表区**，点击数据行，则该数据行以黄色显示，**波形区**的波形变为该测点的波形，同时**缺陷示意图区**显示该测点位置。

在**超声数据列表区**，可以直接在表格中修改某一个测距，其他值均为计算得出，不可修改。点击待修改的数据所在区域，弹出数字输入软键盘，输入新的数值即可。修改数据后，自动重新计算。

在**超声数据列表区**，还可以进行以下操作：

- 1) 在数据列表区域上、下滑动可以上、下翻页；
- 2) 选择某一数据行后，可按【▲、▼】键上、下选择数据行。
- 3) 点击某一行数据时，波形区显示当前测点波形，同时缺陷示意图区显示出当前测点位置。(数据列表区、波形区、缺陷示意图区三者联动)。

## 6.5 缺陷示意图区

**缺陷示意图区**位于主界面的右侧，以网格方式显示当前构件的测点布置图，每一个网格结点代表一个测点，在测试时，已测点用红色圆点表示。

测试完后，自动根据测缺规程（CECS21）计算并判断可疑测点，然后以不同的符号显示声时、幅度及频率异常测点分布图，

如图 6.6 所示。图中  表示声时异常，  表示幅度异常。

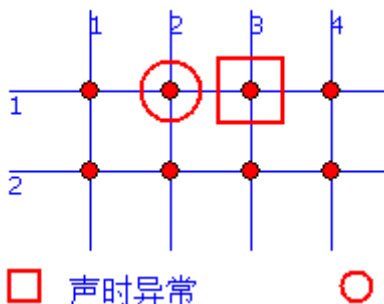


图 6.6 缺陷示意图

在**缺陷示意图区**，可以进行以下操作：

- 1) 上下左右滑动可以上下左右翻页显示；
- 2) 在网格上点击某一个结点时，波形区显示该测点的波形，同时数据列表区联动显示该测点的数据。（数据列表区、波形区、缺陷示意图区三者联动）

## 6.6 文件管理

详参第 3.10 节。

## 6.7 退出测试

在主界面点击**退出**按钮，则关闭测缺软件，并返回至启动界面。退出前，系统自动检查数据文件是否已保存，如未保存，则提示保存。

## 第 7 章 超声法裂缝深度检测软件

### 7.1 主界面

在启动界面点击**超声法裂缝深度检测**按钮，则运行超声法裂缝深度检测（以下简称“测缝”）软件，如图 7.1 所示。

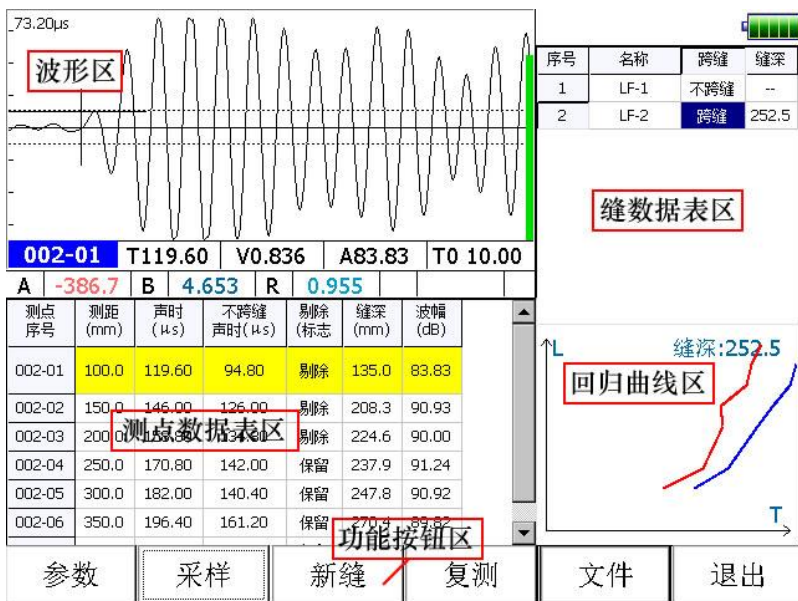


图 7.1 测缝主界面

测缝软件主界面主要由以下五部分组成：**功能按钮区**、**波形区**、**测点数据列表区**、**缝数据列表区**、**回归曲线区**。

- 1) **功能按钮区**：功能按钮区停靠在界面的底部，主要由**文件**、**参数**、**采样**等一系列功能按钮组成，其中**新缝**按钮为

新建缝功能，新缝默认名称为上一个缝名字加 1。如图 7.1 所示，每个按钮可以实现一个常用功能，当按钮颜色呈置灰状态时，表示当前状态下该功能无效。

- 2) **波形区**：用于显示当前测点的波形及声参量等参数，详见第 3.5 节。
- 3) **测点数据列表区**：用于显示当前裂缝各测点原始检测数据（测距、声时等）及中间结果（计算缝深等）；在数据列表区可以设置反相点、剔除数据等，详参第 7.4 节。
- 4) **缝数据列表区**：用于显示当前构件的所有裂缝的信息（包括缝号、名称、缝深等）。
- 5) **回归曲线区**：曲线区中以蓝色粗实线代表跨缝的各测点的声时-测距曲线，红色粗实线代表不跨缝的各测点的声时-测距曲线。在测试过程中动态实时刷新，可以随时观察到当前缝的测试结果，同时在曲线右上方显示当前推定缝深值。

 **注意：**

a) 动态采样时，**采样**按钮变为**停止**按钮；**退出**按钮变为**搜索**按钮，点击后可自动搜索首波。

b) 裂缝测试步骤：必须先测不跨缝数据，然后再测跨缝数据。新建完构件之后，第一个默认测的就是不跨缝数据，没有不跨缝数据，无法做跨缝测试。

## 7.2 参数设置

在测缝主界面点击**参数**按钮，则弹出图 7.2 所示对话框。如果要设置更多参数，点击**高级参数**按钮进入高级参数设置界面。每一参数的缺省值为上一次保存的值。

在设置完所有参数后，点击**确定**按钮，则所有设置有效，将各项参数的设置值写入初始化文件，并返回主界面；点击**取消**按钮，则设置无效，并返回主界面。

### 7.2.1 基本参数

工程名称	<input type="text" value="SITE"/>	<input type="button" value="新建"/>
构件名称	<input type="text" value="gh"/>	<input type="button" value="新建"/>
起点间距	<input type="text" value="100"/> (mm)	
步 距	<input type="text" value="50"/> (mm)	
<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>
		<input type="button" value="高级参数"/>

图 7.2 参数界面

在基本参数界面可以设置工程名称、构件名称、起点间距、步距等参数。

### 7.2.1.1 新建工程或选择已有工程

#### 1) 新建工程

点击工程列表框后的新建按钮，则弹出字符输入软键盘，输入工程名称后，将以工程名称创建子文件夹，其后测试的所有构件的数据文件均保存在此文件夹中。创建文件夹时，若发现同名工程已存在，则提示“该工程已存在，请重新输入工程名称”。

#### 2) 选择已测工程

点击工程下拉列表框后的按钮，列出当前项目下所有已测工程，可以从工程列表中选择一已测工程，其后测试的数据文件将保存在该工程中。

### 7.2.1.2 新建构件

当测试完一个构件后，要测试下一构件时，可以点击构件后的新建按钮，将会把当前构件的数据清空，并新建一测缝文件以进行新构件的测试。新建构件前会自动存储已测数据。

### 7.2.1.3 起点间距

起点间距为第一个测点的发射与接收换能器内边缘距离，一般为 100。

### 7.2.1.4 步距

发射、接收换能器每次相对移动的距离，一般为 50。

## 7.2.2 高级参数

在参数界面点击高级参数按钮，进入高级参数界面，可以设置采样间隔、发射电压、零声时等，如图 7.3 所示。

在设置完所有参数后，点击确定按钮，则所有设置有效，将各项参数的设置值写入初始化文件，并返回基本参数设置界面；点击取消按钮，则设置无效，并返回基本参数设置界面。

在高级参数界面，点击复位按钮之后，弹出对话框询问“是否恢复出厂设置？”，点击是按钮，则将所有参数恢复至出厂时的设置值，点击否按钮，则不恢复。

高级参数一般只需设置一次，不用每次重新设置。



采样间隔	<input type="text" value="0.8"/>	(us)	通道选择	<input type="text" value="通道1"/>		
采样长度	<input type="text" value="1024"/>		零声时	<input type="text" value="10"/>	(us)	<input type="text" value="调零"/>
发射电压	<input type="text" value="1000"/>	(v)				

<input type="text" value="复位"/>	<input type="text" value="确定"/>	<input type="text" value="取消"/>
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

图 7.3 高级参数设置

### 7.2.2.1 采样间隔

对信号进行采样时每两次采样的时间差。共有 0.025~409.6 $\mu$ s 多档可选。默认值为 0.4 $\mu$ s，适用于大多数测量场合。根据收、发换能器的距离（测距）及对时间精度要求而定，在测量试块、芯样等小尺寸构件时可适当选小值，反之测距较大时可选择较大值。

### 7.2.2.2 采样长度

每次采集的单道波形的样品点个数，可选择 512、1024、2048、4096。一般选择 512 即可，如无特殊需要，不要输入较大的数值，否则会影响动态采集时的速度。

### 7.2.2.3 发射电压

超声仪激励发射换能器产生超声脉冲时的激励电压值，共有 65、250、500、1000V 四档可选。默认值为 500V，适用于大多数测量场合。在其他测试条件不变时，发射电压越高，接收信号越强。建议检测试块和小芯样时选择 65 或 250V。

### 7.2.2.4 通道选择

可以选择通道 1、通道 2，分别对应硬件接收通道 1、2。对于 U5100，仅有 1 个接收通道，无需选择。

### 7.2.2.5 零声时

指超声仪与发射、接收换能器系统的声延时。可手动输入，也可点击 **调零** 按钮调用调零功能自动获得零声时（详参 3.6 节）。


## 7.3 开始测试

### 7.3.1 开始采样

在待测构件上布置好不跨缝测线一条、跨缝测线若干，并在每条测线上布置好测点（跨缝测线的测点必须在缝两侧对称布置）。

用信号线将两只平面换能器分别与仪器的发射、接收相连，并将换能器分别耦合在待测构件的不跨缝测线的距离最近的两个测点上（换能器内边缘与测点相切），然后点击主界面上的 **采样** 按钮或按【采样】键，则自动开始连续采样，在单道波形区显示采集

到的动态波形。此时 **采样** 钮变成 **停止** 钮。

 **注意:** 新建构件完成后, 软件默认创建一个不跨缝列表, 此时主界面 **新缝** 钮不可用, 在测试完不跨缝数据 (不跨缝测点数据须大于等于 3, 方可进行回归计算) 后, **新缝** 钮才有效。

### 7.3.1.1 保存第一个测点

调整好第一对测点波形后按 **【存储】** 键, 保存第一个测点数据, 并刷新数据列表区显示已保存的测点数据。

### 7.3.1.2 后续测点的测试

保存第一个测点后, 将两只换能器同时下移一个测点, 调整好波形后, 按 **【存储】** 键, 如此反复, 直到测试完所有测点。

## 7.3.2 停止采样

采集过程中, 可点击 **停止** 钮或按 **【采样】** 键停止采样, 此时 **停止** 钮变成 **采样** 钮, **搜索** 钮重新变成 **退出** 钮, 并将数据自动存储到磁盘中。


### 7.3.3 复测

复测是指对已测试的部分或全部数据重新进行测试, 详见第 3.7 节。复测过程中新测数据自动覆盖之前测试的数据。

### 7.3.4 测试下一条缝

测试完一条缝后, 如果测试下一条缝, 则必须先新建缝: 在主界面点击 **新缝** 钮, 弹出缝号输入框, 缺省为上一次的缝号加 1,

允许用户修改；缝号不超过 10 个字符；默认缝号：LF-1，LF-2。

 **注意：**如果当前缝所设测点数未测试完成时，允许中途退出；重新打开文件可续测或复测。

### 7.3.5 测试下一个构件

测试完一个构件后，如果测试下一个构件，则必须先新建构件（在参数设置对话框中，点击构件名称后的新建按钮）。

新建构件前，检查当前构件的数据是否已修改但未保存，并提示保存。新建构件时，将当前构件的数据清空，保持上次的参数设置（如起始点间距，步距等）。

## 7.4 测点数据列表区

**测点数据列表区**用于显示当前裂缝各测点的原始检测数据（测距、声时等）及中间结果（计算缝深等），如图 7.4 所示。在该区点击某数据行，则该数据行变为当前测点（以黄色显示），波形区的波形发生变化。若缝深小于 0，则显示为“---”。

测点序号	测距 (mm)	声时 ( $\mu$ s)	不跨缝声时 ( $\mu$ s)	剔除 (标志)	缝深 (mm)	波幅 (dB)
002-01	100.0	119.60	94.80	剔除	135.0	83.83
002-02	150.0	146.00	126.00	剔除	208.3	90.93
002-03	200.0	158.80	134.80	剔除	224.6	90.00
002-04	250.0	170.80	142.00	保留	237.9	91.24
002-05	300.0	182.00	140.40	保留	247.8	90.92
002-06	350.0	196.40	161.20	保留	270.4	89.82

图 7.4 测点数据列表区

## 1. 设置/去掉反相点

此功能只有在当前焦点在**数据列表区**且当前数据为**跨缝数据**时才变为有效。选择某个测点的测距单元格，点击**测距**单元格即可弹出设置反相点对话框，提示“是否设置反相点？”。点击**是**按钮即可完成。每条裂缝最多只有一个反相点（即波形反向的测点），所以在将某个测点设为反相点后，以前设置的反相点标志自动去掉。在反相点的**测点序号**之前，会显示一个“\*”号。

## 2. 手动保留/剔除

此功能只有在当前焦点在**数据列表区**且当前数据为**跨缝数据**时才变为有效，其功能是将当前测点的剔除标志设为手动保留或手动剔除，剔除后的测点将不参加平均计算，以保留测点的缝深值的平均值作为裂缝的计算深度。具体操作为：点击**剔除标志**单元格，弹出设置**手动保留/剔除**选项，直接选择即可完成设置。


## 7.5 缝数据列表区

**缝数据表区**主要显示当前构件的所有缝的基本信息，包括：序号、名称、跨缝类型、缝深等参数，如图 7.5 所示。

点击某数据行之后，则将该缝设为当前缝，同时在测点数据列表区显示其所有测点的数据。

序号	名称	跨缝	缝深
1	LF-1	不跨缝	--
2	LF-2	跨缝	--

图 7.5 缝数据列表区

 注意: 在缝数据列表区上、下滑动可以上、下翻页显示。

## 7.6 回归曲线区

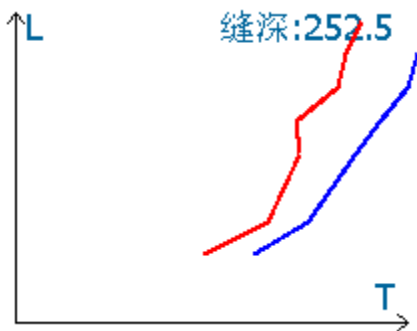


图 7.6 回归曲线区

**回归曲线区**主要显示不跨缝和当前选择的跨缝数据的“时-距”曲线，如图 7.6 所示，蓝色粗实线代表当前跨缝的各测点的声时-测距曲线，红色粗实线代表不跨缝的各测点的声时-测距曲线。在测试过程中动态实时刷新，可以随时观察到当前缝的测试结果，同时在曲线右上方显示当前推定缝深值。

## 7.7 文件管理

详参第 3.10 节。

## 7.8 退出测试

在主界面点击退出按钮，则关闭测缝软件，并返回至启动界面。退出前，系统自动检查当前数据文件是否已保存，如未保存，则提示保存。

## 附录1. 现场检测快速操作指南

### F1.1 声波透射法检测基桩完整性

#### F1.1.1 测试前准备

##### 1. 现场准备

###### (1) 人员分工

首先将检测人员进行分工，一般仪器操作和现场记录为一人，测量及收放换能器为一人。

###### (2) 现场资料及信息收集

了解或查看工程及地质资料、基桩设计图纸、施工记录、监理日志等；了解施工工艺及施工过程中出现的异常情况，了解并记录（记录在附录的表格中）工程信息、桩信息（桩号、桩长、桩径、桩型等，了解并记录基桩工程有关单位信息（建设、施工、监理等）。

###### (3) 测试准备

依据《测桩规范 JGJ106》第 10.3.2 的要求：

- a) 将各声测管内注满清水，检查声测管畅通情况，换能器应能在全程范围内升降顺畅；
- b) 对声测管进行编号（编号方法见《测桩规范 JGJ106》附录 H），一般以靠近北方的声测管作为 1#管，并按顺时针方向依次编号，如图 F1.1a 所示。



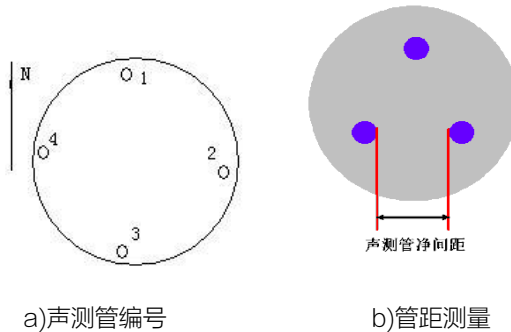


图 F1.1 声测管编号及管距测量

- c) 测量并记录各声测管外壁之间的净间距，如图 F1.1b 所示；
- d) 测量并记录各声测管管口至实际桩头的高度。
- e) 用游标卡尺测量换能器的外径  $d'$ 、声测管的外径  $D$ 、声测管的内径  $d$  (精确到 1mm)；



图 F1.2 管口滑轮安装

- f) 在各声测管的管口分别放置一个管口滑轮，将各换能器分别放入不同声测管中，沿着管口滑轮一直放置到桩底。如图 F1.2 所示。

## 2. 仪器连接

- 1) 将三脚架调整到合适的高度，并将深度记录装置安装在三脚架的云台上，让有两根导向柱一侧朝被测桩的方向；如图 F1.3 所示。



图 F1.3 深度记录装置安装

- 2) 将各声测管中的换能器调整到相同的高度（依据声测管露出桩头的高度及换能器信号线上深度标记），记录实际测量的剖面深度，打开深度记录装置上的压轮，然后将多根信号线放入深度记录滑轮槽中，并将压轮放下，如图 F1.4 所示。




a)打开压轮

b)信号线入槽

c)放下压轮

图 F1.4 信号线安装

 **注意：**使用平测法检测时，一定要注意各声测管中的换能器所放置的深度是否相同，如不相同，则应进行调整，务必保证各换能器处于同一水平面上。

使用斜测法检测时，应确保一只换能器与其他换能器保持一定的高度差。如图 F1.5 所示。

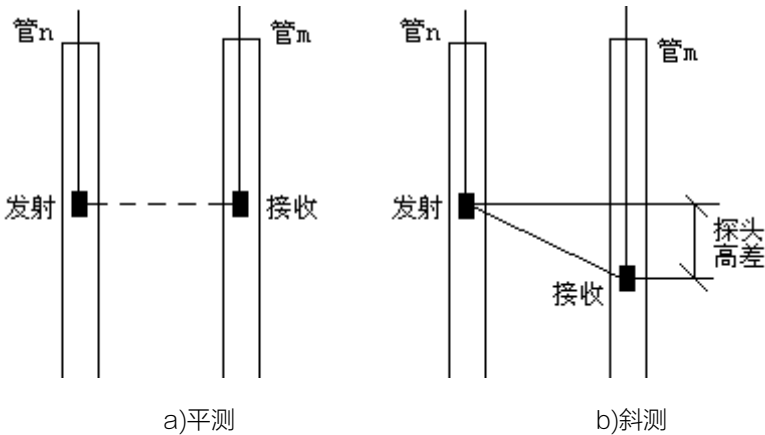


图 F1.5 测点布置示意图

- 3) 将各声测管中的换能器信号线连接到测桩仪前面板的相应通道，如图 F1.6 所示。

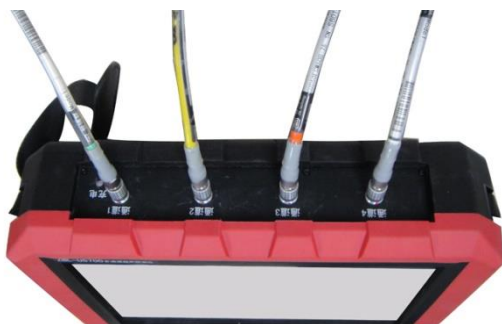



图 F1.6 换能器连接示意图

### 3. 开机

按下测桩仪的**电源开关**，仪器开始启动，显示公司 LOGO，稍等一段时间，进系统启动界面（如图 3.1 所示），点击**声波透射法测桩**，进入测桩软件主界面（如图 4.1 所示）。

按下记数轮的**电源开关**，指示灯快闪等待配对；如果使用已配对好的记数轮，则在进入“透射法测桩”软件后，会自动进行连接，否则，需要进入“参数 - 其他参数”（如图 F1.7 所示）中点击**记数轮连接**按钮进行配对连接，详参第 4.2.2.2 节。

 **注意：**如果使用有线方式连接主机及记数轮，则直接将提升信号线的两端分别连接到主机及记数轮的相应接口上即可，无需进行配对连接。

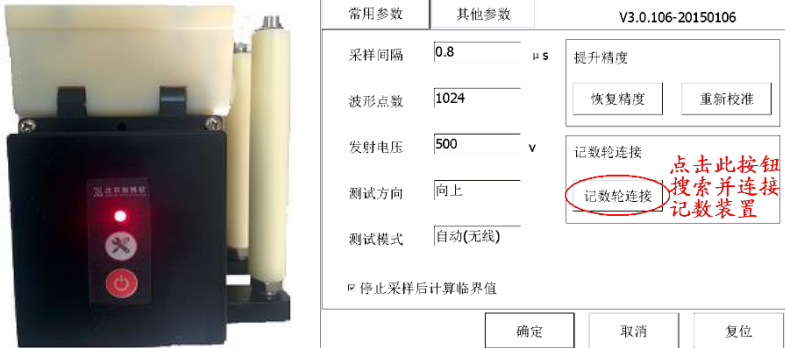


图 F1.7 深度记录装置连接

## F1.1.2 新基桩的测试

### 1. 参数设置

#### (1) 主要参数

新建工程名称或选择已测工程→输入基桩名称→设置测点间距→选择声测管数→输入声测管间距。详参 4.2.1 节。

#### (2) 常用参数

设置仪器各剖面系统延时→技术规范→声速限制→过零点停止采样→声参量等参数，详参 4.2.2 节。

#### (3) 其他参数

设置采样间隔→波形点数→发射电压→选择测试方向→选择测试模式等参数。详参 4.2.3 节。此参数设置好后，除非特殊需要，不需再次设置。

## 2. 数据采集

设置完参数后，点击**确定**按钮则返回至主界面。

### (1) 开始采样

点击主界面上的**采样**开始连续采样。仪器采集并在各单道波形区显示各剖面波形。可以通过搜索、调整增益、调整延时、调整阈值等方式找到并定位首波起点及首波波峰（谷）位置。

各剖面波形调整后，点击**保存**在弹出的对话框中输入第一个测点即测试起点的高程。确认后系统返回主界面并连续采集和显示波形。

测试人员同步、匀速提升各换能器，测桩系统将按照既定的间距自动保存各剖面各测点数据及波形，测试过程中关注波形的变化，需要时及时调整，保证测试信号的首波出现在屏幕上（严重缺陷处、无法测得波形除外），直至测试完所有测点。

### (2) 波形调整

在动态采样状态下，可以在单道波形区点击某一剖面的波形使其成为焦点，然后在弹出的动态波形控制面板点击相应按钮对增益、延迟等进行调整；详参 3.4.2 节。

### (3) 自动复测

在动态采样过程中，如果发现桩身示意图中出现可疑测点，则可随时将换能器回放至可疑测点的位置，然后再提升，则自动从该位置开始重新测试并将原来的数据覆盖。

### (4) 加密测试

在动态采样过程中，如果发现桩身局部出现可疑测点，需要


减小测点间距进行加密测试，则可随时点击**点距**按钮，重新设置测点间距后继续测试。


#### (5) 停止采样


采集完所有测点后，点击**停止**按钮停止采样，自动将数据存储到文件中。

完成当前剖面的测试后，将换能器调整到另外的声测管中，按上述方法进行测试，直至该桩的所有剖面测试完成（如果使用多通道测桩仪器，则不必重复进行）。

完成当前桩的测试后，可以按照上述步骤开始另一根桩的测试。

 **注意：**在测试完一根桩后，将换能器放入下一根待测桩的声测管中的桩底位置，然后点击**参数**按钮，点击对话框中基桩名称后的**新建桩**按钮新建一根桩，然后输入该桩的参数，设置完后点击**确定**按钮，然后重复本节第 1 至 4 步进行测试。如此反复，直到测试完所有基桩。

 **注意：**每次测试结束后，不能直接强制关闭电源，否则可能导致测试数据丢失。应点击**退出**返回到系统启动界面，短按面板关机键，弹出“是否选择关机”提示，按**是**关机，**否**则不关机。

 **注意：**对于平测和加密测试中确认的剖面异常区域，应进行双向斜测，如图 F1.8 所示，测试区域范围为 3 倍以上的异常区域范围。换能器的高度差一般为 50cm（声测管间距小于 1000mm），测试时可将每一剖面的每一斜测方向单独存储一个

文件，并按一定的规则命名，如：1-2 剖面的 1 管换能器高、2 管换能器低的斜测可命名为桩号 + 1G2D；1-2 剖面的 2 管换能器高、1 管换能器低的斜测可命名为桩号 + 2G1D 等等；所有存在异常区域的剖面均应进行双向加密测试。

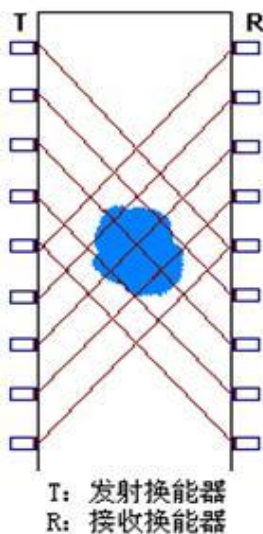


图 F1.8 双向斜测示意图

### F1.1.3 数据处理

#### 1. 导出数据文件

将移动存储设备（U 盘）插入仪器的 USB 接口，系统自动搜索该 U 盘的驱动程序，稍等几秒钟即可对 U 盘进行操作。

在主界面点击文件按钮，进入文件管理界面，在工程列表中选择待复制的工程，点击导出按钮则将所选工程中所有数据文件复制



到 U 盘。详参 3.5.5 节。文件传输完成后弹出提示信息，此时可以从仪器上取下 U 盘插入计算机的 USB 接口，将 U 盘上的数据复制到计算机中。

## 2. 数据分析

### (1) 平测数据处理：

- a) 在安装了“超声数据处理系统”的计算机上，运行该软件，选择“测桩分析”，在文件菜单中选择打开菜单项，在弹出的对话框中选择待分析处理的数据文件后按 **打开** 按钮即可打开该文件，并显示波形及数据、曲线等。
- b) 设置工程信息、桩信息；
- c) 调整声时修正值（如果仪器内部已输入的声时初读数，则此步不必进行）；
- d) 查看曲线，如果存在可疑点，则将光标移至该位置，单道波形区即显示该测点的波形，看看首波判读是否正确，如果不正确，则手动设置首波声时、幅度。
- e) 重新计算并调整深度曲线的显示比例；
- f) 选择“生成位图”功能将曲线图保存为位图，或者选择“打印到位图”功能将曲线图等保存为位图。
- g) 保存分析过的数据文件并打印存档。

### (2) 斜测数据处理

- a) 按平测数据处理的 1 至 5 步进行数据处理；
- b) 找出每一斜测方向的每一异常区域的两根边界测线；

- c) 绘制声阴影图，如图 F1.9 所示，绘制时注意径向与轴向的比例一致；
- d) 保存分析过的数据文件并打印存档。

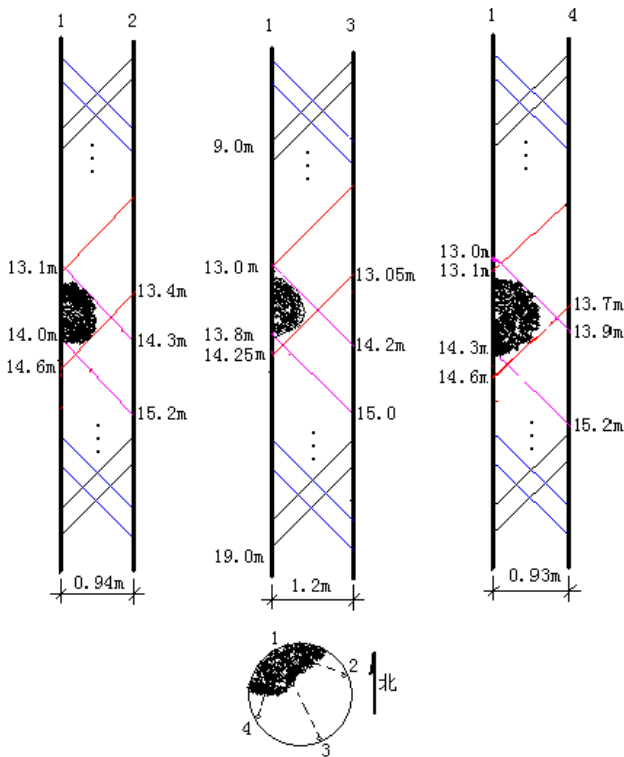


图 F1.9 声阴影图


 注意：分析软件的使用参见其使用手册的相关章节。

## F1.1.4 报告编写

分析完所有桩的数据之后即可调用“生成报告”功能生成检测报告的初稿，然后在此基础上进行修改，检测报告应涵盖以下

内容:

- 1) 工程及测试信息;
- 2) 工程桩位平面图;
- 3) 超声波法检测结果汇总表;
- 4) 声波透射法单桩检测报告;
- 5) 每根被检桩各剖面的声速深度、波幅深度曲线及各自的临界值, 声速、波幅的平均值; 斜测法的声阴影图。
- 6) 桩身缺陷位置及程度的分析说明。

 **注意:** 在分析完所有数据确认没有问题之后, 即可将仪器内部的数据删除掉, 以节约磁盘空间。

## F1.2 超声 - 回弹综合法检测混凝土强度

### F1.2.1 测试前准备

#### 1. 人员分工

首先将检测人员进行分工, 一般仪器(包括超声仪、回弹仪)操作和现场记录为一人, 发射换能器放置为一人, 接收换能器放置为一人。

#### 2. 现场资料及信息收集

- 1) 工程名称、设计、施工、建设和委托单位名称;
- 2) 施工图纸, 结构或构件名称及混凝土设计强度等级;

- 3) 水泥的品种、用量，石子、砂品种规格、粒径，外加剂或掺合料品种、掺量等、混凝土配合比；
- 4) 模板类型，混凝土成型日期，以及浇筑和养护情况；
- 5) 结构或构件检测原因说明。

### 3. 被测结构准备

按单个构件检测，构件上均匀布置测区，每个构件上测区数不少于 10 个；如某一方向尺寸  $< 4.5\text{m}$ ，且另一方向尺寸  $\leq 0.3\text{m}$  构件，其测区数不少于 5 个。

按批构件抽样检测，构件抽样数量不少于同批构件 30%，且不少于 10 个构件，同批构件要符合下列条件：混凝土强度等级相同；混凝土原材料、配合比、成型工艺、养护条件及龄期基本相同；构件种类相同；施工阶段所处状态相同。

### 4. 测区布置

- 1) 条件允许，测区优先布置在构件混凝土浇筑方向的侧面，测区可在构件的两个对应面、相邻面(角测)或同一面上(平测)布置；
- 2) 均匀分布，相邻两测区间距不宜大于 2m；
- 3) 避开钢筋密集区和预埋件；
- 4) 测区尺寸宜为  $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ；平测时宜为  $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ；
- 5) 测试面应清洁、平整、干燥，不应有接缝、施工缝、饰面层、浮浆和油垢，并避开蜂窝、麻面部位，必要时可

- 用砂轮片清除杂物和打磨不平处，并擦净残留粉尘；
- 6) 结构或构件上的测区注明编号，记录测区位置和外观质量情况。
  - 7) 采用对测法测试时，必须确保两个测试面布置的测区正对。

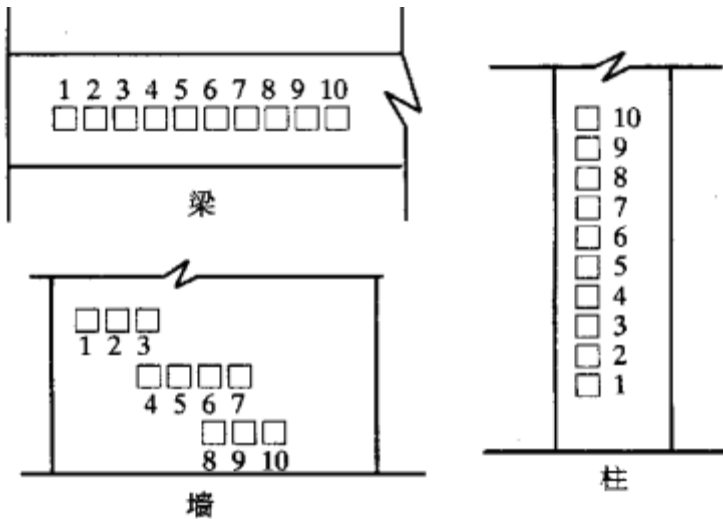


图 F1.10 综合法测强的测区布置示意图

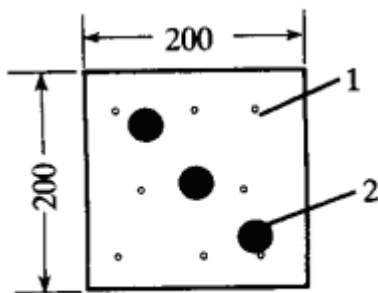
## F1.2.2 新构件的测试

### F1.2.2.1 回弹值测量与计算

- 1) 测区内应先进行回弹测试，后进行超声测试。
- 2) 回弹仪的轴线垂直于混凝土测试面。
- 3) 宜首先选择混凝土浇筑方向的侧面进行水平方向测试。

如不具备浇筑方向侧面水平测试的条件，可采用非水平状态测试，或测试混凝土浇筑的顶面或底面。

- 4) 测量回弹值应在构件测区内超声波的发射和接收面各弹击 8 点（如图 F1.11 所示）；单面平测时，可在超声波的发射和接收测点之间弹击 16 点。每一测点的回弹值，测读精确度至 1。



1. 回弹测点；2. 超声测点

图 F1.11 对测测点分布示意图

- 5) 测点在测区范围内宜均匀布置，但不得布置在气孔或外露石子上。
- 6) 回弹值计算同《回弹法检测混凝土强度》要求：先去掉 3 个最小、3 个最大，取余下回弹值的平均值；然后进行角度修正、浇筑面修正，获得最终的回弹值。

### F1.2.2.2 超声声速测量与计算

#### 1. 测试要求

- 1) 超声测点布置在回弹测试的同一测区内，每个测区布置

3 个测点，如图 F1.11 所示；

- 2) 优先采用对测或角测，无条件时，采用单面平测；
- 3) 换能器与混凝土耦合良好；
- 4) 测试的声时值应精确至  $0.1 \mu\text{s}$ 。超声测距的测量精确到  $1.0\text{mm}$ ，误差不大于  $\pm 1\%$ ，声速计算精确到  $0.01\text{km/s}$ 。

## 2. 测试准备

- 1) 打开仪器电源，在启动界面选择“综合法测强”，进入综合法测强软件；
- 2) 将发射、接收换能器的信号线分别与仪器的发射、接收通道相连。
- 3) 进入参数设置界面，设置工程名称、构件名称、测距、测区、测点等参数；如果需要，还可设置发射电压、采样间隔等参数。
- 4) 测量零声时：用黄油将收、发换能器的两个端面正对耦合好，按“调零”键进行调零，详细操作见 3.6 节。

## 3. 测试

- 1) 用黄油将收、发换能器分别耦合在构件两测试面上的第一个测区的第一个测点上；（如果是角测或平测，则分别耦合在第一条测线的两个测点上）
- 2) 进行采样，自动或手动调整，使第一个测点的首波出现在仪器屏幕上；按“存储”键保存第一个测点的数据。

- 3) 将收、发换能器同时移至下一个测点上并用黄油耦合好，进行采样，对波形进行调整，合适后按存储键保存；
- 4) 重复第 3 步，直到测试完所有测点。

#### 4. 声速计算

##### 1) 对测法

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0}$$

式中：  $v$ —测区砼中声速代表值声速值(km/s)；

$l_i$ —第  $i$  个测点的超声测距(mm)；

$t_i$ —第  $i$  个测点的声时读数( $\mu\text{s}$ )；

$t_0$ —声时初读数。

**测试面修正：**在混凝土浇筑顶面或底面测试时，测区声速代表值修正：由于粗骨料的离析下沉以及表水浮浆等原因，声速在上下侧面测得的声速较侧面测得的声速低。回弹值也由于使用方向造成误差。

$$v_a = \beta \cdot v$$

式中：  $v_a$ ——修正后的测区混凝土中声速代表值， km/s；

$\beta$ ——超声测试面修正系数。在混凝土浇筑顶面、底面对测或斜测时，  $\beta = 1.034$ 。

##### 2) 角测法

每个测区布置 3 个测点，换能器布置如图 F1.12 所示。



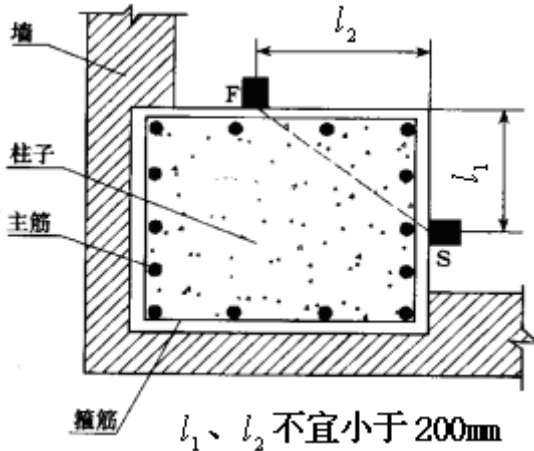


图 F1.12 角测示意图

超声测距应按下列公式计算：

$$l_i = \sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2}$$

式中： $l_i$ —角测第  $i$  个测点换能器的超声测距(mm)；

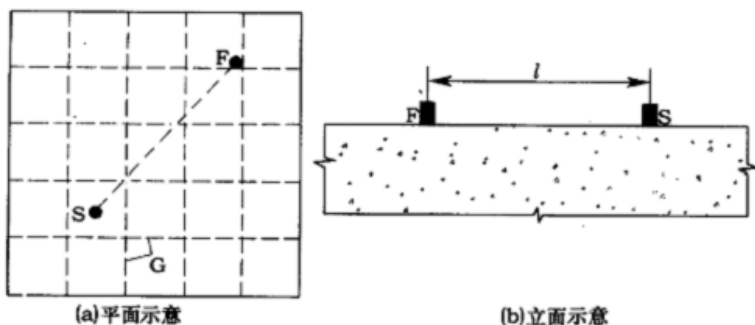
$l_{1i}, l_{2i}$ —角测第  $i$  个测点换能器与构件边缘的距离(mm)。

声速代表值计算公式同对测混凝土中声速代表值计算公式。

### 3) 平测法

当仅有一个表面可供测量时，采用平测法，每个测区布置 3 个测点，换能器布置如图 F1.13 所示。

布置超声平测点时，宜使发射和接收换能器的连线与附近钢筋轴线成  $40^\circ \sim 50^\circ$ ，超声测距  $l$  宜采用 350 ~ 450mm。



F—发射换能器， S—接收换能器， G—钢筋轴线

图 F1.13 平测示意图

### A) 平测方法—声速修正

采用同一构件的对测声速  $V_d$  与平测声速  $V_p$  之比求得修正系数  $\lambda (\lambda = V_d / V_p)$ ，对平测声速进行修正。不具备对测与平测的对比条件时，选取代表性部位，以测距  $l = 200、250、300、350、400、450、500\text{mm}$ ，逐点测读相应声时值  $t$ ，用回归分析方法求出直线方程  $l = a + bt$ 。以回归系数  $b$  代替对测声速  $v_d$ ，求出修正系数  $\lambda$ ，进行修正。

### B) 平测方法—浇筑面修正

平测声速可采用直线方程  $l = a + bt$ ，根据混凝土浇筑的顶面或底面平测数据求得，修正后混凝土中声速代表值计算公式：

$$v = \frac{\lambda \beta}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0}$$

式中  $\beta$  超声测试面的声速修正系数，顶面平测  $\beta = 1.05$ ，底面平测  $\beta = 0.95$ 。

## F1.2.3 数据处理

### 1. 数据传输：

将仪器中的测试数据通过仪器接口或 U 盘传输到计算机中。

### 2. 超声数据处理：

- 1) 双击计算机桌面上的“超声数据处理系统”图标，进入分析软件选择界面；
- 2) 点击“综合法测强”按钮，进入超声回弹综合法测强数据处理软件，打开测试数据。
- 3) 设置工程信息、构件信息；
- 4) 调整声时修正值（如果仪器内部已输入的声时初读数，则此步不必进行）；

### 3. 回弹数据处理

- 1) 如果使用数显回弹仪，则使用 U 盘或计算机端的“数据传输”软件，将回弹仪中的数据传传输到计算机；然后利用“综合法测强”软件的“文件 - 读入回弹数据”功能将回弹数据导入“综合法测强”软件。
- 2) 如果使用普通的机械回弹仪，则直接在“综合法测强”软件中切换至“回弹数据”视图，输入各测区的 16 个回弹值。

## 4. 计算

- 1) 设置计算参数（选择规程曲线）；
- 2) 将原始数据、计算结果打印输出；
- 3) 生成检测报告初稿。

### F1.2.4 报告编写

根据上述数据处理生成的报告初稿进行编写，编写的报告应涵盖以下内容：

- 1) 工程及测试信息；
- 2) 超声回弹综合法检测结果汇总表（包括每个构件的换算强度平均值、标准差、最小值及推定强度值等）；
- 3) 每个构件的原始数据、计算结果；
- 4) 每个构件的合格判定（推定强度是否达到设计要求）。

## F1.3 超声法检测混凝土不密实区和空洞

### F1.3.1 测试前准备

#### 1. 人员分工

首先将检测人员进行分工，一般仪器操作和现场记录为一人，发射换能器放置为一人，接收换能器放置为一人。

## 2. 现场资料及信息收集

- 1) 工程名称、设计、施工、建设和委托单位名称；
- 2) 检测目的与要求；
- 3) 混凝土原料品种和规格；
- 4) 模板类型，混凝土成型日期，以及浇筑和养护情况；
- 5) 构件尺寸和配筋施工图或钢筋隐蔽图；
- 6) 构件外观质量及存在的问题。

## 3. 缺陷测试的部位（测位）选择

根据检测要求和测试操作条件，确定缺陷测试的部位（简称测位）。

检测不密实区和空洞时构件的被测部位应满足下列要求：

- 1) 被测部位应具有有一对（或两对）相互平行的测试面。尽量选择二个方向测试，以便对缺陷空间定位；
- 2) 测试面积覆盖正常及可疑区域，正常区域应较缺陷区域大；测区的范围除应大于有怀疑的区域外，还应有同条件的正常混凝土进行对比，且对比测点数不应少于 20。
- 3) 测区混凝土表面应清洁、平整，必要时可用砂轮磨平或用高强度的快凝砂浆抹平。抹平砂浆必须与混凝土粘结良好。

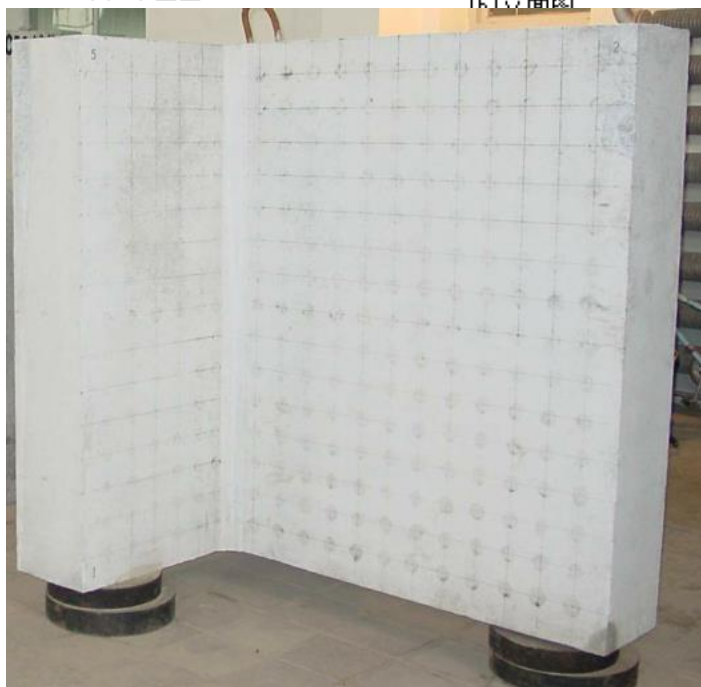
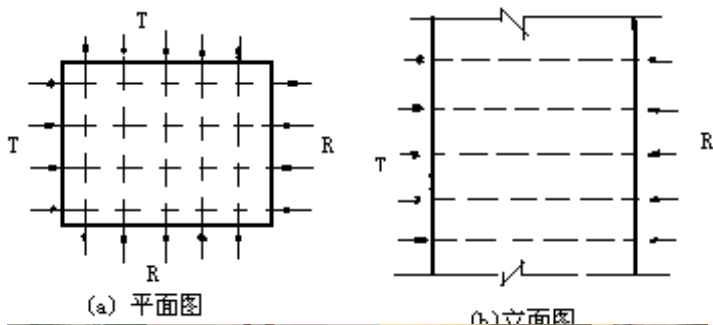
## 4. 测点布置

根据被测结构实际情况，可按下列方法之一布置测点：

- 1) 当构件具有两对互相平行的测试面时，可采用对测法，

其测试方法如图 F1.14 所示。在测区的两对相互平行的测试面上，分别画等间距的网格（网格间距：工业与民用建筑为 100~300mm，其他大型结构可适当放宽），并编号确定对应的测点位置。

- 2) 当构件只有一对相互平行的测试面时，可采用对测和斜测相结合的方法。如图 F1.15 所示，即在测位的两个相互平行的测试面上分别画出网格线，可在对测的基础上进行交叉斜测。
- 3) 当测距较大时，可采用钻孔或预埋管测法。如图 F1.16 所示，在测位预埋声测管或钻出竖向测试孔，预埋管内径或钻孔直径宜比换能器直径大 5~10mm 预埋管或钻孔间距宜为 2~3m，其深度可根据测试需要确定。检测时可用两个径向振动式换能器分别置于两测孔中进行测试，或用一个径向振动式与一个厚度振动式换能器，分别置于测孔中和平行于测孔的侧面进行测试。



(c) 实际布点图

图 F1.14 对测法示意图

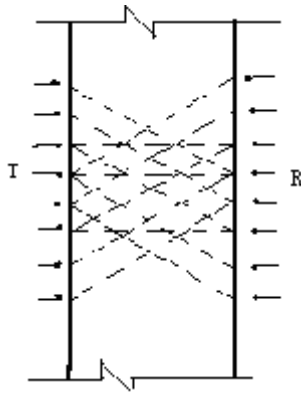


图 F1.15 斜测法立面图

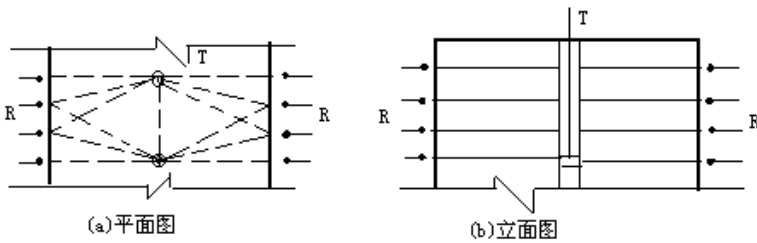


图 F1.16 钻孔法示意图

## F1.3.2 超声测试

### 1. 测试要求

- 1) 对测点的表面应进行处理，以更好地利用幅度参量；
- 2) 测试中保持测量系统与测量参数不变；
- 3) 测区混凝土表面应清洁、平整，必要时可用砂轮磨平或



用高强度的快凝砂浆抹平。抹平砂浆必须与混凝土粘结良好。

- 4) 在满足首波幅度测读精度的条件下，应选用较高频率的换能器。
- 5) 换能器应通过耦合剂与混凝土测试表面保持紧密结合，耦合层中不得夹杂泥砂或空气。
- 6) 检测时应避免超声传播路径与附近钢筋轴线平行，如无法避免，应使两个换能器连线与该钢筋的最短距离不小于超声测距的  $1/6$ 。
- 7) 检测中出现可疑数据是应及时查找原因，必要时进行复测校核或加密测点补测。

## 2. 测试准备

- 1) 打开仪器电源，在启动界面选择“不密实区及空洞检测”，进入超声测缺软件；
- 2) 将发射、接收换能器的信号线分别与仪器的发射、接收通道相连。
- 3) 进入参数设置界面，设置工程名称、构件名称、测距、行数（网格横线的数量）、列数（网格竖线的数量）等参数；如果需要，还可设置发射电压、采样间隔等参数。
- 4) 测量零声时：用黄油将收、发换能器的两个端面正对耦合好，按“调零”键进行调零，详细操作见 3.6 节。

### 3. 测试

- 1) 用黄油将收、发换能器分别耦合在构件两测试面上的第一条测线的第一个测点上（也就是第 1 条横线与第 1 条竖线的交叉点）；
- 2) 进行采样，自动或手动调整，使第一个测点的首波出现在仪器屏幕上；按“存储”键保存第一个测点的数据。
- 3) 将收、发换能器同时移至下一个测点（也就是第 1 条横线与第 2 条竖线的交叉点）上并用黄油耦合好，进行采样，对波形进行调整，合适后按“存储”键保存；
- 4) 重复第 3 步，直到测试完第一条测线的所有测点。
- 5) 将收、发换能器移至第二条横线与第一条竖线的交叉点，采样，存储，如此反复，直到测试完所有测点。

## F1.3.3 数据处理

### 1. 数据传输

将仪器中的测试数据通过仪器接口或 U 盘传输到计算机中。

### 2. 超声数据处理

- 1) 双击计算机桌面上的“超声数据处理系统”图标，进入分析软件选择界面；
- 2) 点击“测缺分析”按钮，进入超声法测缺数据处理软件，打开测试数据。
- 3) 设置工程信息、构件信息；

- 4) 调整声时修正值（如果仪器内部已输入的声时初读数，则此步不必进行）；

### 3. 计算

- 1) 点击“处理 - 单构件计算”进行计算；
- 2) 查看可疑数据，对于首波判读不准确的测点重新手动判读，然后再次计算；
- 3) 通过测点的声参量异常进行判断：
  - a) 声速：稳定、重复性好，数据有可比性。
  - b) 幅度：缺陷很敏感，但受表面耦合状态的影响较大。
  - c) 频率：该参量与缺陷之间的规律尚未清晰，仅作参考。

声参量的异常点并非结构的缺陷点，应结合以下因素综合判断：

- a) 声参量较平均值的偏离程度；
  - b) 异常点是否具有区域性；
  - c) 异常点区域的外表是否存在外观缺陷
  - d) 混凝土本身的情况；
  - e) 施工及养护情况对测法
- 4) 将原始数据、计算结果打印输出；
  - 5) 生成检测报告初稿。

### F1.3.4 报告编写

根据上述数据处理生成的报告初稿进行编写，编写的报告应

涵盖以下内容：

- 1) 工程及测试信息；
- 2) 各测位的检测结果汇总表（包括各声参量的平均值、标准差、临界值等）；
- 3) 每个测位的缺陷分布示意图；
- 4) 每个测位的缺陷位置、严重程度等进行详细描述。

## **F1.4 超声法检测混凝土表面浅裂缝**

### **F1.4.1 测试前准备**

#### **1. 人员分工**

首先将检测人员进行分工，一般仪器操作和现场记录为一人，发射换能器放置为一人，接收换能器放置为一人。

#### **2. 现场资料及信息收集**

- 1) 工程名称、设计、施工、建设和委托单位名称；
- 2) 检测目的与要求；
- 3) 混凝土原料品种和规格；
- 4) 模板类型，混凝土成型日期，以及浇筑和养护情况；
- 5) 构件尺寸和配筋施工图或钢筋隐蔽图；
- 6) 构件外观质量及存在的问题。

### 3. 测线及测点布置

#### 1) 一般要求

- a) 仅适用与深度小于 500mm 的裂缝。
- b) 裂缝不得充填有水或泥浆
- c) 换能器连线（测线）应避免钢筋轴线或成 45 度。

#### 2) 测线及测点布置

平测时应在裂缝的被测部位，以不同的测距，按跨缝和不跨缝布置测点（布置测点时应避开钢筋的影响）进行测量，如图 F1.17 所示。

- a) 在构件无裂缝区域找一块清洁、平整的表面（必要时可用砂轮磨平），画一条斜测线，使其与钢筋轴线成一定角度，然后如图 F1.17 左侧所示画 3 至 6 个测点（至少 3 个点，否则无法计算），使 1、2 测点的间距为 100mm，其余测点间距为 50mm。
- b) 在待测裂缝上寻找最宽的位置，测最宽处的缝的法线方向画一条测线，并使其与钢筋轴线成一定角度，然后如图 F1.17 右侧所示在缝的两侧对称画 3 至 5 个测点，第 1 对测点间距为 100mm，第 2 对测点间距为 150mm，第 3 对测点间距为 200mm……，依此类推。

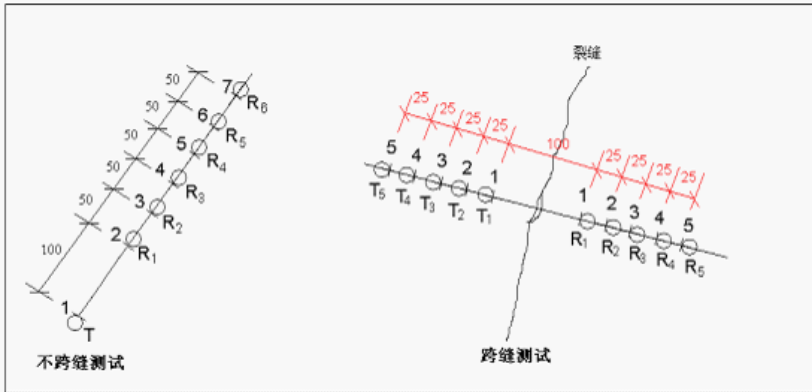


图 F1.17 测线及测点示意图

## F1.4.2 超声测试

### 1. 测试要求

- 1) 测试中保持测量系统与测量参数不变；
- 2) 换能器应通过耦合剂与混凝土测试表面保持紧密结合，耦合层中不得夹杂泥砂或空气。
- 3) 检测时应避免超声传播路径与附近钢筋轴线平行，如无法避免，应使两个换能器连线与该钢筋的最短距离不小于超声测距的  $1/6$ 。
- 4) 检测中出现不合理数据（大跨距的声时小于小跨距的声时、相同测距的跨缝声时小于不跨缝声时等）时应及时查找原因，必要时进行复测校核。
- 5) 测试过程中，必须确保收、发换能器的内边缘与所画测

点相切。

## 2. 测试准备

- 1) 打开仪器电源，在启动界面选择“表面裂缝检测”，进入超声测缝软件；
- 2) 将发射、接收换能器的信号线分别与仪器的发射、接收通道相连。
- 3) 进入参数设置界面，设置工程名称、构件名称、缝号、起点、间距等参数；如果需要，还可设置发射电压、采样间隔等参数。
- 4) 测量零声时：用黄油将收、发换能器的两个端面正对耦合好，按“调零”键进行调零，详细操作见仪器使用说明书。

## 3. 不跨缝测试

- 1) 用黄油将发射换能器耦合在不跨缝测线的第一个测点上，接收换能器耦合在不跨缝测线的第二个测点上；
- 2) 进行采样，自动或手动调整，使第一个测点的首波出现在仪器屏幕上；按“存储”键保存第一个测点的数据。
- 3) 发射换能器不动，将接收换能器移至下一个测点上并用黄油耦合好，进行采样，对波形进行调整，合适后按“存储”键保存；
- 4) 重复第 3 步，直到测试完不跨缝测线的所有测点。

## 4. 跨缝测试

- 1) 用黄油将收、发换能器分别耦合在跨缝测线两侧的第一个测点上；
- 2) 进行采样，自动或手动调整，使第一个测点的首波出现在仪器屏幕上；按“存储”键保存第一个测点的数据。
- 3) 将收、发换能器同时移至跨缝测线两侧的下一个测点上并用黄油耦合好，进行采样，对波形进行调整，合适后按“存储”键保存；
- 4) 重复第 3 步，直到测试完跨缝测线的所有测点。

## F1.4.3 数据处理

### 1. 数据传输

将仪器中的测试数据通过仪器接口或 U 盘传输到计算机中。

### 2. 超声数据处理

- 1) 双击计算机桌面上的“超声数据处理系统”图标，进入分析软件选择界面；
- 2) 点击“测缝分析”按钮，进入超声法测缝数据处理软件，打开测试数据。
- 3) 设置工程信息、构件信息；
- 4) 调整声时修正值（如果仪器内部已输入的声时初读数，则此步不必进行）；



- 5) 查看各测点的首波是否判读准确，如果判读有误，则手动重判读。
- 6) 如果某测点首波反相，则可点击鼠标右键，在弹出菜单中选择“设置反相点”；
- 7) 如果需要手动计算，则选中裂缝信息区的“手动计算”项，然后在数据列表区对测点进行人为筛选（即剔除或保留）。

### 3. 3. 计算

- 1) 点击“处理 - 计算缝深”进行计算：
  - a) 跨裂缝测试时，如发现首波反相，以该测距及相邻两个测距计算结果的平均值为裂缝深度。
  - b) 跨裂缝测试时，如未发现首波反相，计算各测距对应的裂缝深度值及其平均值，将测距小于平均值或大于三倍平均值的测点数据删除，余下的各测距计算结果的平均值为裂缝深度。
- 2) 将原始数据、计算结果打印输出；
- 3) 生成检测报告初稿。

## F1.4.4 报告编写

根据上述数据处理生成的报告初稿进行编写，编写的报告应涵盖以下内容：

- 1) 工程及测试信息；

- 2) 每条缝的检测结果汇总表;
- 3) 每条缝的位置、走向示意图;

## 附录2. 其他两种拷贝数据的方式

仪器内部存储的数据文件除了可以通过 U 盘拷贝之外（详参 3.5 节），还可通过无线 WIFI 或者 USB 连接线来拷贝。下面以 WindowsXP 系统为例来进行说明，对于不同的系统，操作会有所不同。

### F2.1 通过无线网络拷贝数据

- 1) 打开控制面板->网络和 Internet 连接->网络连接，如图 F2.1 所示。



图 F2.1 网络连接

- 2) 在“无线网络连接”图标（如图 F2.2 所示）上点击鼠标

右键，以弹出菜单中选择**查看可用的无线连接**，弹出如图 F.2.3 所示界面，列出所有可用的无线网络。



图 F.2.2 无线网络连接图标

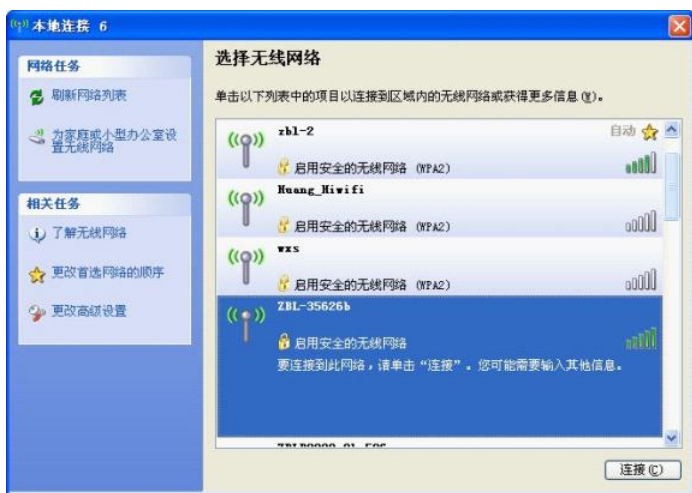



图 F.2.3 无线网络列表

 **注意：**必要时可以点击无线网络列表界面左上角的**刷新网络列表**按钮来刷新无线网络列表。

- 3) 在无线网络列表中找到仪器的无线网络，网络名称缺省为“ZBL-（MAC 地址末 6 位）”（网络名称在“系统设置-Internet 参数”中可以修改，详参 3.11.3 节，如果进行了修改，则在此选择修改后的网络名称），如图 F.2.3

所示：

- 4) 选中准备加入的设备无线网络后，点击**连接**按钮，或者直接双击准备加入的设备无线网络，弹出密码输入框，输入密码（缺省密码为“zbl12345678”，在“系统设置-Internet 参数”中可以修改，详参 3.11.3 节，如果进行了修改，则在此输入修改后的密码）。
- 5) 点击**连接**按钮，连接设备无线网络成功后，显示“已连接”。
- 6) 连接成功后，在文件管理器的地址栏中输入访问地址（缺省为 ftp://192.168.1.1/，在“系统设置-Internet 参数”中可以修改，详参 3.11.3 节，如果进行了修改，则在此输入修改后的地址）并回车确认，打开设备自带的 FTP 服务器，查看设备存储卡中的文件夹及文件，如图 F.2.4 所示。

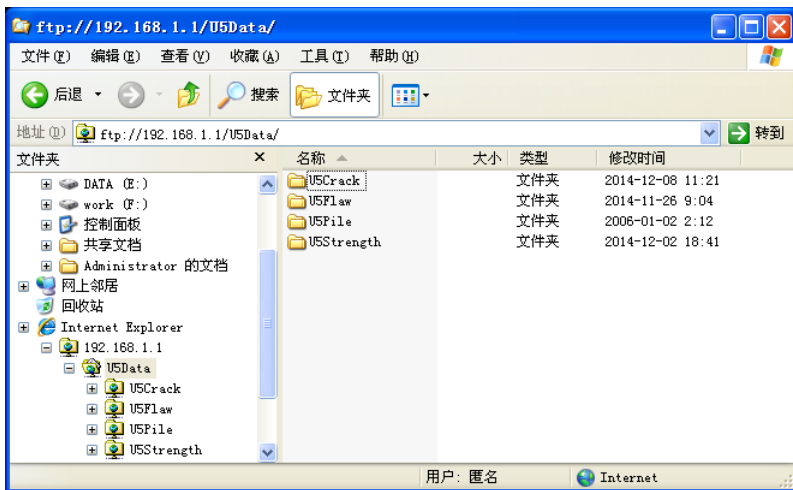


图 F.2.4 文件列表

- 7) 在文件管理器中选中需要拷贝的工程（文件夹）或桩文件，然后进行复制、粘贴就可以将仪器内部的数据拷贝到计算机中。

 **注意：**仅当仪器内部有 WIFI 模块时，才可使用此种方式。

## F2.2 通过 MiniUSB 接口拷贝数据

- 1) 用 USB 连接线将仪器的 MiniUSB 接口与计算机的 USB 接口相连；
- 2) 打开仪器电源开关，启动完成后，计算机端会自动安装驱动（只在第一次连接时需要安装驱动，这个过程可能需要一段时间，请耐心等待），完成之后，打开文件管理器，可以看到“可移动磁盘”，如图 F2.5 所示。
- 3) 在文件管理器中选中需要拷贝的工程（文件夹）或文件，然后进行复制、粘贴就可以将仪器内部的数据拷贝到计算机中。

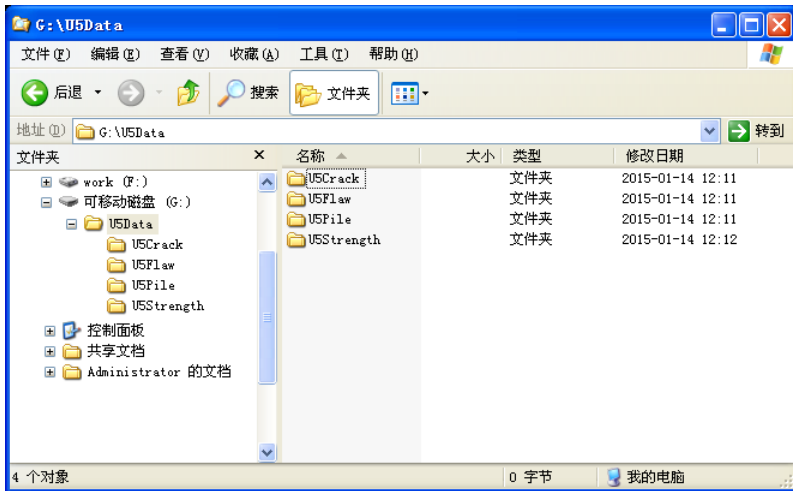



图 F2.5 仪器中工程及文件列表

 **注意：**超声检测的数据均保存在 U5Data 文件夹中，测桩、测强、测缺及测缝数据分别保存在 U5Pile、U5Strength、U5Flaw 及 U5Crack 子文件夹。每个工程的数据文件则保存在以工程名称创建的二级子文件夹中。

电话：010-51290405  
传真：010-51290406  
网址：<http://www.zbl.cn>  
版本：Ver2.0-20160925