

ZBL-P8000  
无线基桩动测仪

使  
用  
说  
明  
书







# 目 录

本说明书中的约定.....	0
<b>第一章 概 述.....</b>	<b>1</b>
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.....	2
1.3 主要技术指标.....	3
1.4 术语与符号.....	3
1.4.1 术语.....	3
1.4.2 符号.....	4
1.5 注意事项.....	4
1.6 维护及保养.....	5
1.7 责任.....	6
<b>第二章 仪器描述.....</b>	<b>7</b>
2.1 仪器组成.....	7
2.1.1 无线动测仪主机.....	7
2.1.2 接收传感器.....	9
2.1.3 平板电脑.....	10
2.1.4 激振设备.....	10
2.1.5 配件.....	11
2.2 低应变（反射波）检测原理.....	12
<b>第三章 反射波法检测软件.....</b>	<b>13</b>

---

3.1	软件简介 .....	13
3.2	软件功能介绍 .....	16
3.2.1	文件管理 .....	16
3.2.2	参数设置 .....	23
3.2.3	开始测试 .....	35
3.2.4	波形分析 .....	42
3.3	快速操作指南 .....	50
3.3.1	测试前准备 .....	50
3.3.2	新基桩的测试 .....	53
3.3.3	数据后处理 .....	54
3.3.4	现场检测时的注意事项 .....	56
<b>第四章</b>	<b>计量与检定 .....</b>	<b>62</b>
4.1	启动软件 .....	62
4.2	参数设置 .....	63
4.3	检定步骤 .....	64

## 本说明书中的约定

- A. 灰色背景、带黑色方框的文字表示界面上的一个按钮，如：  
 确定按钮。
- B. 仪器面板上的按键均用【】表示，如：【】键。
- C. 白色背景、带黑色方框的文字表示 Windows 软件菜单命令，其中“→”表示菜单级间的分隔符，如  →  表示文件菜单下的打开菜单项命令。
- D. 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  选项。
- E. 标志  为需要特别注意的问题。
- F. 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。
- G. 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。

# 第一章 概述

## 1.1 简介

ZBL-P8000 无线基桩动测仪（以下简称“无线动测仪”）是采用低应变反射波法对混凝土基桩的完整性进行检测，无线动测仪控制端采用 Android 平台下的移动终端做数据接收端，采集端使用无线动测仪，通过无线通信将采集数据实时发送到接收端进行数据显示、分析、保存等。

## 1.2 主要功能及特点

### 1.2.1 主要功能

1、低应变反射波法检测基桩完整性；

相关检测规范及检定规程：

- 1) 《建筑基桩检测技术规范 JGJ106》
- 2) 《公路工程基桩动测技术规程 JTG/TF81-01》
- 3) 《铁路工程基桩无损检测规程 TB10218》
- 4) 《广东省建筑地基基础检测规范（DBJ 15-60）》
- 5) 《深圳地区基桩质量检测技术规程（SJG 09）》
- 6) 《基桩动态测量仪检定规程（JJG930-1998）》

7) 《基桩动测仪 JG/T 3055-1999》

## 1.2.2 主要特点

1. 宽动态范围、低噪声放大系统设计，真 24 位 A/D 采样，信号稳定性好，缺陷和桩底分辨能力强；
2. 自带 WIFI 模块，可通过无线路由接入局域网，使得数据传输更加方便、快捷；与检测管理系统配合使用，可实现野外数据远程实时传输和管理；
3. 现场实时对检测波形进行平滑、积分、滤波、指数或线性放大等处理；
4. 全新的小波分析处理，达国外先进水平；
5. 可以对信号进行叠加平均，去除“噪声”信号，可随时查看叠加信号，剔除质量较差的信号；
6. 可支持 Android 版本：4.03~4.4 之间，Pad 支持屏幕尺寸：1024×768 和 1280×800 两种；
7. 文件按工程→桩分级管理，直观、方便，可以方便地查看、删除工程或桩的测试数据；
8. 无线连接，适用于任何场所，传输距离 10m 以上；
9. 仪器操作简单，一切从实际工程检测的需要出发，易学易用，几分钟即可学会使用；
10. 体积小、重量轻，携带方便，随时充电无“记忆”；
11. 直接在触摸屏上操作，使用极为方便。
12. 可自动检测程序更新，并进行在线升级；
13. Windows 平台下的分析软件功能全面，界面友好；打印设置灵活，可以打印预览并输出处理结果；可生成检测报告。

## 1.3 主要技术指标

表 1.1 主要技术指标

项 目	指 标
定点放大倍数	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
A/D 转换精度	真 24 位
采样间隔	6.4 $\mu$ s~1638.4 $\mu$ s 多档可调
最大采样长度	2048
触发方式	信号触发
系统噪声电压	$\leq 2$ mV
动态范围	144 dB
频带	1Hz~10kHz
幅值非线性度	$\leq 10\%$
时间示值误差	$\leq 1\%$
时间分辨率	6.4 $\mu$ s
增益误差	$\leq 1$ dB
程控放大误差	$\leq 1\%$
供电方式	内置可充电锂电池（额定能量 7.4Wh）
ICP 传感器灵敏度	100 mv/g
ICP 传感器频率范围	0.5~10kHz
重量	340g
体积	$\phi 50\text{mm} \times 120\text{mm}$

## 1.4 术语与符号

### 1.4.1 术语

#### 1. 基桩（foundation pile）

桩基础中的单桩。

#### 2. 桩身完整性（pile integrity）

反映桩身截面尺寸相对变化、桩身材料密实性和连续性的综合定性指标。

### 3. 桩身缺陷 (pile defects)

使桩身完整性恶化，在一定程度上引起桩身结构强度和耐久性降低的桩身断裂、裂缝、缩颈、夹泥（杂物）、空洞、蜂窝、松散等病害的统称。

### 4. 低应变法 (low strain integrity testing)

采用低能量瞬态或稳态激振方式在桩顶激振，实测桩顶部的速度时程曲线或速度导纳曲线，通过波动理论分析或频域分析，对桩身完整性进行判定的检测方法。

## 1.4.2 符号

$c$ ——桩身一维纵向应力波传播速度（简称桩身波速，m/s）；

$D$ ——桩身直径（外径，mm）；

$L$ ——桩长（m）；

$T$ ——应力波沿桩身传播的时间（ms）；

$F$ ——频率值（Hz）；

## 1.5 注意事项

1、为了更好地使用本仪器，请您按照以下要求操作使用：

2、工作环境要求：

环境温度：0℃~40℃

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。

3、存储环境要求

环境温度：-20℃~+60℃



相对湿度：<90%RH

不用时请将传感器放在包装箱中，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。

- 4、避免进水。
- 5、**防磁**：避免在强磁场环境下使用，如大型电磁铁、变压器附近。
- 6、**防震**：在使用及搬运过程中，应防止剧烈震动和冲击。

## 1.6 维护及保养

1、电源：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。禁止使用其他电池、电源为本仪器供电。

### 2、充电：

请使用仪器配套的电源模块为内部电池充电，当无线动测仪主机的充电指示灯为红灯亮时，表示正在对内置电池充电；当指示灯变绿亮时，则表示电量已充满。



**注意：为了保证完全充满，请保持连续充电 6~8 小时。**

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、充不满或每次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。

4、传感器：较强烈的冲击或震动都会导致传感器的性能下降或损坏，所以应防止传感器从高处跌落或被压在重物之下。

5、每次使用完仪器后，应当进行适当清洁，以防止水、泥等进入接插件，从而导致设备的性能下降或损坏。



**注意：请勿将仪器放入水中或用湿布擦洗！**

6、储存：不用时请将设备放在包装箱中，应放在通风、阴凉、干燥、室温环境下保存。若长期不使用，应定期通电开机检查。

## 1.7 责任

无线基桩动测仪为精密设备，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设备严重损坏。

## 第二章 仪器描述

### 2.1 仪器组成

无线基桩动测仪主要由无线基桩动测仪主机、平板电脑（Android 系统）、ICP 加速度传感器、激振设备及配件（包括电源适配器、数据线等）组成。

#### 2.1.1 无线动测仪主机



图 2.1 无线动测仪

无线动测仪主机将采集电路、电源管理电路、无线传输模块、锂电池等封装在一个体积小巧的壳体之内，如图 2.1 所示。传感器直接与被测桩相连接，将机械振动参量换成电信号，采集电路

对传感器接收的信号进行采集，然后通过无线传输模块将采集的信号实时发送到 PAD 接收端进行显示、分析、存储，操作方便快捷，无需任何连线，适用于任何场所。

### 2.1.1.1 电源开关

用于打开/关闭仪器电源。

### 2.1.1.2 电源插座

采用通用的 MicroUSB 接口，电量不足时给设备充电：将随机配备的电源适配器的输入插头连接 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。

### 2.1.1.3 保护盖


电源插座上有一个保护盖，平时不用时盖上，使用时打开，主要是为了对其进行防护。

### 2.1.1.4 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，灯变绿时表示充电已满。

### 2.1.1.5 工作指示灯

用来标识当前设备的工作状态，红灯常亮表示电量低，需要及时充电方可正常工作；绿灯表示工作正常；红绿闪烁表示等待配对；

 **注意：**工作指示灯红灯常亮时，表示电量过低。必须插入电源充电，否则会影响设备正常工作。

### 2.1.1.6 传感器接口

通过信号线与传感器相连，用于接收反射波信号。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。

## 2.1.2 接收传感器

测振传感器是反射波动测中最基本的重要测试元件之一，它直接与被测桩相连接，将机械振动参量换成电信号，它的性能参数的好坏，直接影响到转换电信号的数据是否真实地反映桩本身的反射信息。现在大家都倾向于选择内装式（ICP）加速度传感器（如图 2.2 所示），因为这种传感器无电荷放大器约束，频响更宽，由于已变成电压量和低阻输出，对连线要求低，更适合于野外需要。




图 2.2 ICP 加速度传感器

### 2.1.3 平板电脑

P8000 无线动测仪可以与三星、华硕等主流品牌的多款 PAD (如图 2.3 所示) 配合使用, 用于接收动测仪采集到的数据并进行显示、分析、存储。



图 2.3 平板电脑

 注意: 实际的 PAD 可能与示意图有所差别, 请以实物为准。

### 2.1.4 激振设备



图 2.4 手锤、力棒

激振的目的是在桩头产生一个扰动，从而生成一个沿桩身传播的弹性应力波，而不同频率的应力波沿桩身传播时，具有不同的衰减特性。定性来说，高频分量对浅部细小界面等反应灵敏，但衰减较快；低频分量在小界面处易产生绕射，但衰减较慢，传播深度相对较大。因此，实际应用中常通过现场敲击试验，如改变手锤重量或激发棒的形状、材料硬度以及在桩头加不同材料的桩垫来达到产生不同频率成分的应力波的目的，以适应对桩浅部和深部缺陷的判断的需要。

反射波测桩时，不能一成不变地使用一种锤头，应准备几种锤头、垫层，依据不同检测目的而选用。对于长大桩测试一般应选择能量大、脉冲宽、频率低的激振方式，如力棒、尼龙锤等，适用于桩底及深部缺陷的检测，但由此很容易带来浅部缺陷和微小缺陷的漏判，可以结合能量小、脉冲窄、频率高的激振方式来判定桩身浅部的缺陷和位置。在某些复杂情况下，可以用高频与低频相结合的方式获取基桩桩身的完整信号，即用低频脉冲波获取桩底反射，再用高频脉冲波检测桩身上部缺陷。为此，我们设计了多种不同重量、不同材料的敲击设备，如图 2.4 所示。

## 2.1.5 配件

### 2.1.5.1 电源适配器

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

### 2.1.5.2 其他附件

详见仪器装箱单。

## 2.2 低应变（反射波）检测原理

反射波法是采用低能量瞬态激振方式在桩顶激振，实测桩顶部的速度时程曲线，通过波动理论分析或频域分析，对桩身完整性进行判定的检测方法。

反射波法能检测桩身混凝土的完整性，判定桩身缺陷的程度和位置。

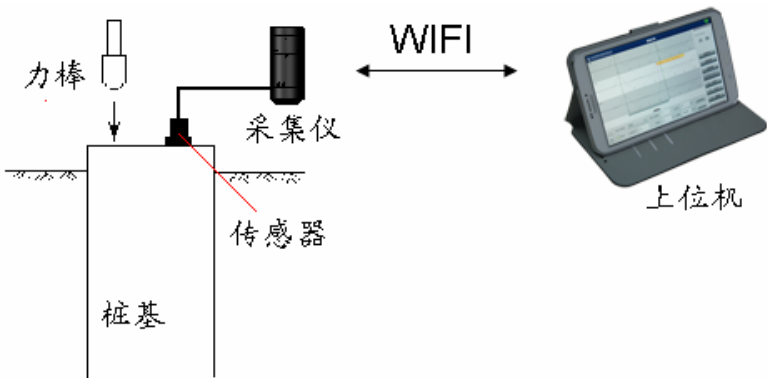


图 2.5 反射波检测原理图

反射波法测桩的示意图如图 2.5 所示，其基本原理为：用锤或力棒等激振设备激励桩头，所产生的应力波将沿着桩身向下传播，在传播过程中，如遇到波阻抗界面，将产生声波的反射和透射。应力波反射和透射能量的大小取决于两种介质波阻抗的大小。由波动理论可知，当应力波遇到断裂、离析、缩颈及扩底时，由于波阻抗变小，反射波与入射波初动相位同相；当应力波遇到扩颈、扩底时，波阻抗变大，反射波与入射波的初动相位反相。结合振幅大小、波速高低、反射波到达时间等可对桩的完整性、缺陷程度、位置等做出综合判断。



## 第三章 反射波法检测软件

### 3.1 软件简介


在 PAD 启动完成后，在应用程序中找到“P8000 无线基桩动测仪”的图标并点击该图标，则进入反射波测桩软件主界面，如图 3.1 所示，该界面主要由以下五部分组成：**标题栏**、**功能按钮区**、**波形区**、**分析参数区**、**桩信息区**。



图 3.1 反射波测桩软件主界面

#### 1. 标题栏

位于界面的顶部，左侧显示公司 LOGO 及名称，中间显示当前界面名称，最右侧显示传感器的连接状态及其剩余电量。

当传感器未连接时，无线图标会不停闪烁，等待连接，此时点击该图标，可以进入网络设置界面，手动选择网络进行连接；

连接成功后无线图标停止闪烁，并且动测仪上的工作指示灯由红灯闪烁变为绿灯。

## 2. 桩信息区

位于界面的右侧，用于显示或修改桩号、桩长及波速等常用参数。其上方还有一个新建桩按钮，用于新建桩。两个辅助按钮◀、▶，用于左、右移动光标（短按一次移动 1 个点，长按可加速移动光标）。

桩信息区的顶部显示数据文件名称，长按该位置，会弹出一个列表框，显示当前工程中所有已测桩的数据文件，点击列表中的数据文件则可以将其打开并显示。

## 3. 功能按钮区

功能按钮区停靠在界面的右侧，可以通过翻页查看显示更多的功能；主要由文件、参数、采样等一系列功能按钮组成，如图 3.1 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。

点击功能按钮区顶部的  按钮及底部的  按钮，可以上、下翻页切换功能按钮区的功能按钮，此外，也可在功能按钮区上、下滑动来实现切换。

## 4. 波形区

用于显示采集到的波形，位于主界面的左半部分，如图 3.2 所示。每一道波形中间的细黑线为基线，波形下方标有刻度，刻度值可以为时间或长度，波形右上角显示最大信号值占满量程的百分比（该比值应控制在 10%至 90%之间）。每道波形有两条垂直的绿色实线，分别代表桩头和桩底位置；红色垂直虚线为我们所设定的缺陷位置，虚线右侧标有缺陷的位置。每道波形左侧显示当前道波形的序号 n 及总道数 m（格式为 n/m）。当前道波形以白色背景显示，其他波形则以浅灰色背景显示。

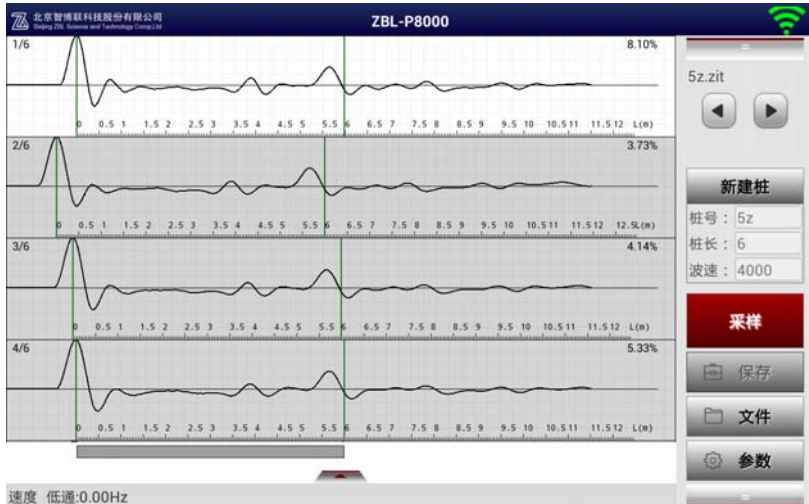


图 3.2 波形区

波形区可进行如下交互：

- 1) 在波形区点击某道波形，则将该道作为当前道，并在点击位置显示一竖向光标，同时在光标右侧显示光标位置的参数（时间 T、长度 L 及波速 C）；
- 2) 在波形区左右滑动手指，光标会跟随手指移动，同时在光标右侧显示光标位置的参数；
- 3) 波形超过一屏时，沿竖向上、下滑动可实现波形滚动。

## 5. 桩形图区

位于波形区的下方，用于显示当前桩的桩形示意图。

## 6. 分析参数区

该区位于界面的底部，平时不用时收起，仅显示已使用的分析处理参数，需要调整参数时，点击该区任一位置，则展开显示所有分析参数，详参 3.2.4.2 节。

## 3.2 软件功能介绍

本软件主要有文件管理、参数设置、数据采集、数据分析等多项功能，在本章将对其进行详细介绍。

### 3.2.1 文件管理

在反射波测桩软件主界面点击**文件**按钮，则进入文件管理界面，如图 3.3 所示，包含**文件**、**FTP 上传**、**数据上传日志**三个属性页，可查看、上传已测的工程及桩文件。

#### 3.2.1.1 文件列表

在文件管理界面点击左侧的**文件**按钮，则在界面右侧列表显示已测工程及桩文件，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。



图 3.3 文件列表界面

## 1. 操作方法

- 1) 点击工程列表中的某一工程后，右边列表中显示该工程中所有的文件；点击某一文件名称前的复选框，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) 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，点击列表表头复选框可以选中全部工程或文件。
- 4) 当列表中的内容超过一屏时，可以在列表区域上、下滑动屏幕进行翻页。


## 2. 打开文件

在文件列表区的某一个文件名称上点击一下即可打开当前文件并返回至主界面，显示该文件的数据信息。

## 3. 工程及文件的删除

勾选一个或多个工程后点击 **删除** 按钮，则将所选工程及其中的所有桩文件删除；若勾选一个或多个文件后点击 **删除** 按钮，则将所选文件删除。当未勾选工程或文件时，删除按钮无效。

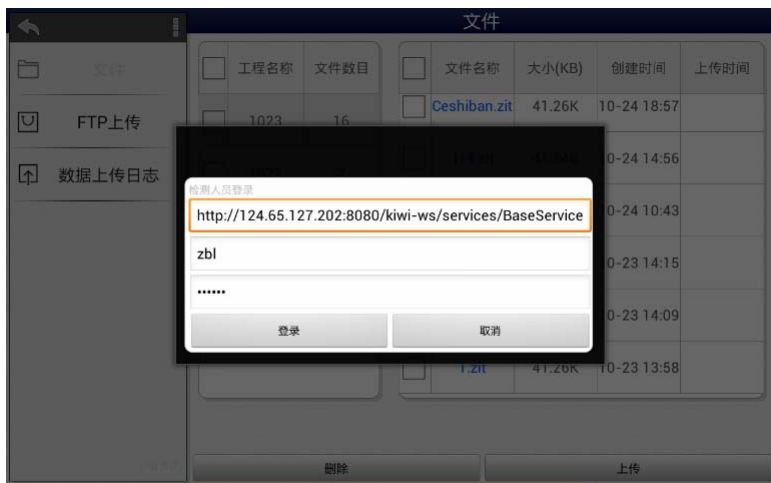
删除工程或文件之前均会询问“你确实要删除所选工程或文件吗？”，按 **是** 按钮则删除，**否** 按钮则不删除。

 **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。**

## 4. 文件的上传

在工程列表中勾选一个工程，点击 **上传** 按钮，弹出图 3.4a 所示

对话框，设置完所有登录信息后点击**登录**按钮，则弹出图 3.4b 所示对话框，选择测试人员、备案号等信息后，点击**确定**按钮，则将该工程中所有文件上传至检测管理系统，弹出图 3.4c 所示对话框，显示上传进度等信息。



a) 登录



b) 备案号选择




c) 上传信息

图 3.4 文件上传对话框

在文件列表中勾选一个工程或多个文件，点击`上传`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，`上传`按钮无效。

 **注意：**检测管理系统是北京智博联公司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。

## 5. 退出

点击左上角`返回`图标，则退出文件管理，返回至主界面。

### 3.2.1.2 FTP 上传

该功能用于将已测试的工程及桩文件上传到 PC 机上。

在文件管理界面点击左侧的`FTP 上传`按钮，则在界面右侧显示如图 3.5 所示对话框，可以设置局域网内待访问的`用户名`、`密码`等信息。



图 3.5 FTP 上传界面

### 1. 用户名及密码

设置客户端（局域网内的计算机）访问 PAD 中数据时使用的用户名及密码，此项为必填项，FTP 客户端登录时需要校验该用户是否有权限访问数据。

### 2. 服务状态

局域网 FTP 服务未启用时，服务状态显示“已经停止”；若 FTP 服务启用后，显示“正在运行”。

### 3. 访问地址


PC 客户端通过链接访问地址，可查看并下载测试的数据。

在局域网 FTP 服务未启用时，访问地址显示为“--”；FTP 服务启用后，访问地址显示格式为：ftp://xxx.xxx.xxx.xxx:xxx/，如 ftp://192.168.1.220:2121/。

### 4. Wifi 状态

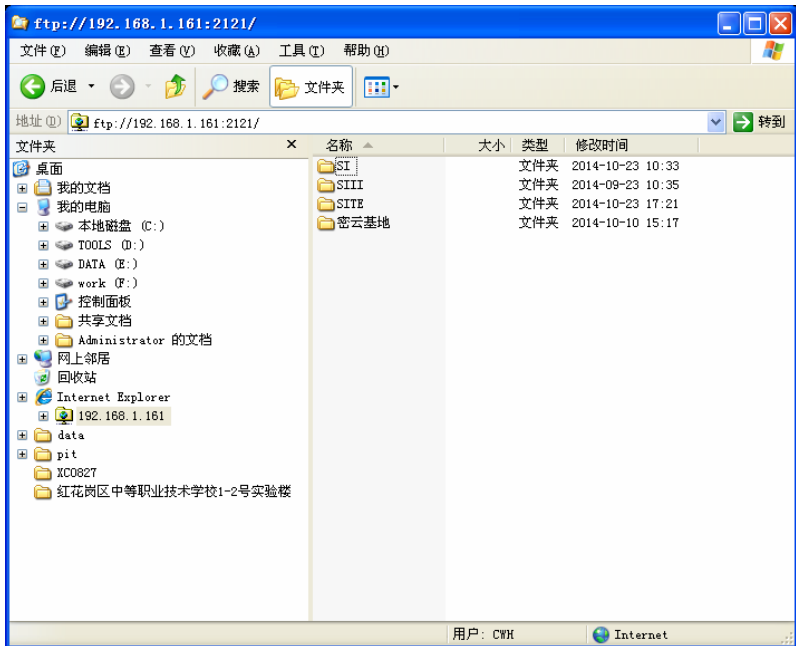
Wifi 状态显示当前连接的网络名称，无连接时显示为“不可用”。点击连接的网络名称，如“zbl-1”即可进入网络设置界面，选择要使用的网络连接。



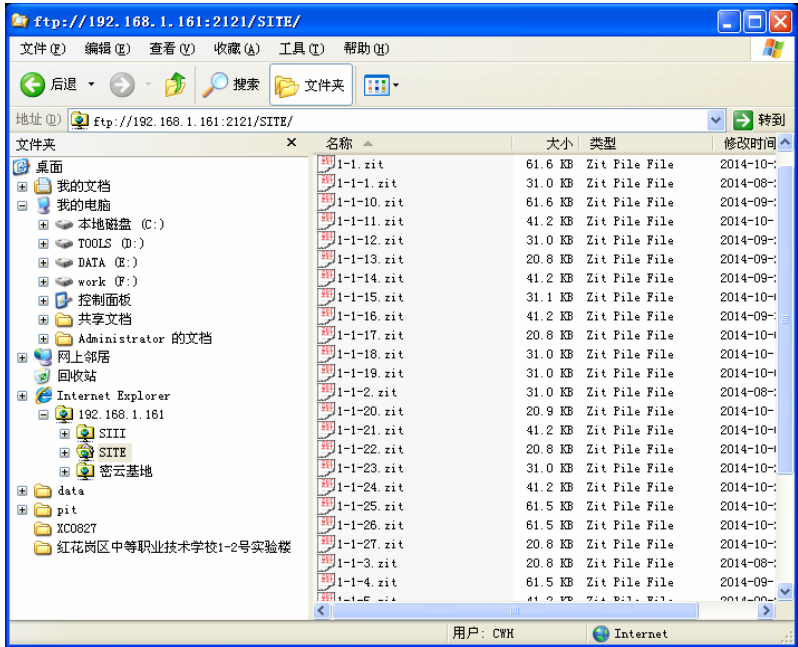
 **注意：**FTP 是 Internet 上用来传送文件的，常用的工具有：FTP 软件，IE 浏览器、资源管理等，启动 FTP 服务时必须使用局域网网络，否则无法生成访问地址。

## 5. 拷贝数据

设置完后点击**开始**按钮，则系统自动生成该局域网的 PC 访问地址，服务状态显示“正在运行”，此时在局域网内任意 PC 机上打开资源管理器，并在其地址栏中输入访问地址（如：<ftp://192.168.1.161:2121/>）并回车确认，则弹出对话框要求输入用户名及密码（图 3.5 中所设置的用户名及密码），输入正确后点击**确定**按钮，则可查看设备存储卡中的工程文件夹及文件，如图 3.6 所示。



a) 文件夹列表



b) 文件列表

图 3.6 FTP 访问

在资源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。

### 3.2.1.3 数据上传日志

在文件管理界面点击左侧的**数据上传日志**按钮，则在界面右侧显示数据文件上传检测管理系统的日志，包括检测人员、备案号、文件名称、上传时间等信息，如图 3.7 所示。

数据上传日志					
检测人员	备案号	文件	结果	上传时间	
zbl	1400204	2.zit	已存在	11-19 15:58:55	
zbl	1400204	3.zit	上传成功	11-19 15:58:54	
zbl	1400204	2.zit	上传成功	11-19 15:58:34	
zbl	1400204	韩佳凝.zit	上传成功	11-19 15:58:33	
zbl	1400204	1-1.zit	已存在	11-14 16:05:11	
zbl	1400404	1-1.zit	未知错误!	11-14 16:04:48	
zbl	1400204	1-3-3.zit	上传成功	11-14 11:59:25	

图 3.7 数据上传日志

选中一条日志时长按，会弹出**删除**功能按钮，确定后可将当前选中的日志手动删除。

## 3.2.2 参数设置

在主界面点击参数按钮，则进入参数设置界面，包括**桩参数**、**采集参数**、**设备参数**、**显示参数**、**还原出厂参数**、**检测人员**、**关于我们**七个属性页，每一参数的缺省值为上一次设置的值。

设置参数后所设参数实时生效，所有参数设置完毕后，则返回反射波测桩主界面可进行测试。

### 3.2.2.1 桩参数

点击**桩参数**标签，则切换到该属性页，如图 3.8 所示，可以设置**工程名称**、**桩号**、**桩长**、**波速**等参数。



图 3.8 桩参数

## 1. 新建工程

点击工程名称编辑框后的新建工程按钮，则弹出对话框及字符输入软键盘，输入工程名称后，将以工程名称创建文件夹，其后测试的所有桩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，是否合并？”，选择是按钮，则合并，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. 新建桩

当测试完一根桩后，要测试下一桩时，可以点击桩号后的新建桩按钮，将会把当前桩的数据清空，并新建一新文件以进行新桩的测试。清空数据前，系统会检查当前数据是否已保存，如果当前桩的数据未保存，则会弹出提示框询问“数据已修改，是否保存？”，选择保存数据按钮，则保存数据；选择不保存按钮，则不会保存数据；选择取消按钮，则关闭提示框。

新建桩后会弹出对话框及字符软键盘，输入待测基桩的名称。

### 3. 现场拍照

该功能用于拍摄待检测基桩的照片。点击**新建桩**按钮下方的相机图标，则进入拍照程序，拍完照片后会自动将照片保存在工程文件夹中，照片名称与桩号相同。

### 4. 桩长及波速

点击**桩长**后的编辑框，弹出数字软键盘，输入设计（或实际）桩长（单位：m）。桩长应尽量准确，输入后，仪器将自动设置采样间隔，准确的桩长将有利于桩形分析。输入的桩长应大于 0 且不大于 200。

点击**波速**后的编辑框，弹出数字软键盘，输入被测桩混凝土的波速值（单位：m/s）。波速应尽量准确，输入后，仪器将自动设置采样间隔，准确的波速将有利于桩形分析。输入的波速应不小于 100 且不大于 10000。

波速值一般根据桩身砼设计强度等级及经验估计所得，其合理范围一般为 3000m/s~4500m/s。其它各种类型的桩的波速大致范围如下：

对于混凝土桩，不同的强度等级与波速的对应关系如下表：

砼强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40
波速范围	2500	2800	3300	3600	3800	4100
(m/s)	3000	3500	3800	4000	4200	4400

- 预制桩：3600 至 4200m/s
- 钢桩：5100 至 5400m/s
- 灌注桩：3400 至 4000m/s
- 粉喷桩：1400 至 2100m/s

### 5. 桩形状信息

桩形状是指桩的截面形状，有**圆形**、**矩形**之分，当选择矩形时，**桩径**会变为**长**和**宽**，同时会出现**长**和**宽**编辑框。

### 6. 基桩类型

基桩的类型主要有**钻孔灌注桩**、**人工挖孔桩**、**混凝土预制桩**、**预应力管桩**、**沉管灌注桩**、**夯扩桩**、**CFG 桩**。

## 7. 测试日期

测试日期、时间为测试当前桩的日期、时间，始终不可修改。对于新建桩，则测试日期、时间为系统日期、时间；对于已测桩，则显示测试日期、时间。

## 8. GPS 信息及时间

全球导航定位系统用于显示当前测试数据的坐标位置，方便对数据的真实性调查。对于新建桩，则 GPS 信息及时间为当前桩的位置信息；对于已测桩，则显示已测数据的位置信息。

### 3.2.2.2 采集参数设置

点击采集参数标签，则切换到该属性页，如图 3.9 所示，可以设置采样间隔、采样长度、采样道数、增益等信息。这些参数一般无需经常设置，设置好后即可始终不变。



图 3.9 采集参数

### 1. 采样间隔

采样间隔就是对信号进行采样时每两次采样的时间差，有

6.4、12.8、25.6、51.2、102.4、204.8、409.6、819.2、1638.4 档位可选。此值可以自己设置，也可不设置，但必须在采样之前设置桩长及波速，这样才会自动计算采样间隔值。

## 2. 采样长度

采样长度就是对信号进行采样的点数，一般设为 1024 即可。同样的桩长，采样长度越大，则采样间隔越小，即采样频率更高，更加符合采样定律，信号失真越小；

## 3. 采样道数

每根桩要采集的波形的总道数，有多档可选，最少 1 道，最大 12 道。

## 4. 增益

增益就是仪器对传感器接收到的电信号的放大倍数，即定点放大，有多档可选择，一般设为 8。增益值的大小视桩长、桩头表面状况、激振设备等的不同进行适当调整。当信号较弱不易触发时，可增大增益值；当信号太强时，则减小增益值。

## 5. 触发电平

触发电平就是启动仪器进行采集的信号电平，有低、中、高三档，档的设置越高，则需要启动仪器进行采集的接收信号就越强。在测桩时，一般增益不大于 8 时用“低”档，增益大于 8 时用“中”或“高”档。如果现场干扰信号较强，连接上传感器后不敲击都有信号，则可将电平设为“中”或“高”档。

## 6. 采样方式

设有**单次采集**、**连续采集**两种方式。单次采集是指根据参数的设置每次只能采集一次波形；连续采集是在相同的参数设置下进行连续多次采集，直至用户停止采样。

## 7. 每道锤数

可以选择 1~6 之间的数。如果每道锤数大于 1，则为叠加采样，即在同一道上多次采集时，将所有信号进行叠加平均。

## 8. 接受模式

在现场检测时，敲击的好坏将影响所采集信号的质量，敲击力度过大，则信号会畸变，敲击过轻则桩底信号可能不出来，所以必须力度适中。可以根据信号的强弱来判断敲击力的大小。

接受模式有自动、人工、全部三种。当选择自动模式时，如果敲击过重或过轻，动测仪将自动舍弃该信号，同时给出相应的提示信息，只有在敲击适中时，所采集信号才为有用信号。当选择人工模式时，如果敲击过重或过轻，动测仪将给出相应提示信息，并询问是否保留该信号，按确定按钮则将此信号作为有用信号，按取消按钮则舍弃该信号。当选择全部模式时，如果敲击过重或过轻，动测仪将给出相应的提示信息并保留该信号。

### 3.2.2.3 设备参数

点击设备参数标签，则切换到该属性页，如图 3.10 所示，该界面主要用于显示无线基桩动测仪的信息，主要包括仪器型号、编号、检定证号、检定日期及检定周期、固件版本等信息。仪器型号不可修改，仪器编号在出厂时设置，检定证号由计量机构计量后设置。





图 3.10 设备参数

### 1. 检定日期及检定周期


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。

### 2. 重新获取传感器信息

设备参数页面默认显示最近一次使用的仪器信息，点击**重新获取仪器信息**将当前已绑定仪器的信息更新到此处。

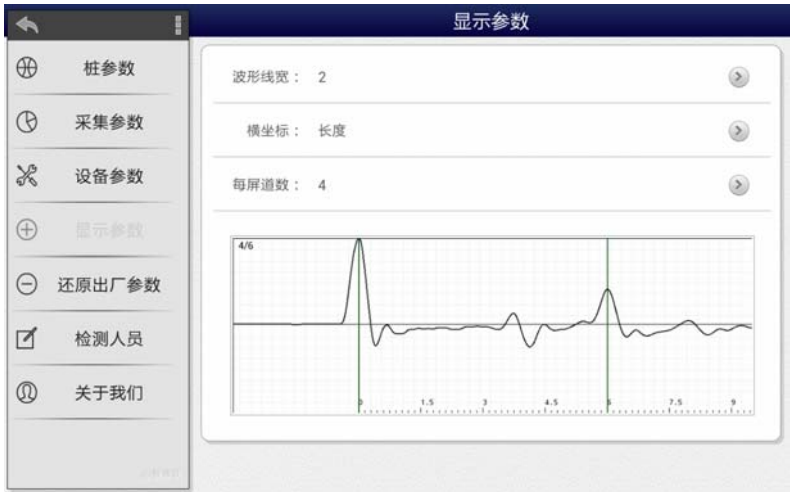
### 3. 设备灯闪烁

若同时有多台仪器开启时，不清晰当前与哪台设备已绑定，可以通过此功能查找仪器。点击**仪器灯闪烁**后，则所绑定的无线基桩动测仪的指示灯会闪烁。

 **注意：**点击上述两按钮前，须确保仪器已打开并与 PAD 建立连接。

### 3.2.2.4 显示参数

点击**显示参数**标签，则切换到该属性页，如图 3.11 所示，可以设置**波形线宽**、**横坐标**等显示参数。



3.11 显示参数

#### 1. 波形线宽

单道波形的线宽，设置范围为 1~5，缺省为 1。可在底部预览设置后的效果。

#### 2. 横坐标

可以选择**时间**或**长度**，可改变每一道波形横坐标的单位和刻度值，缺省为**长度**。

#### 3. 每屏道数

每屏显示的波形数，可以选择 1、2、3、4。每屏道数不可大于采样道数，缺省值为 3。

### 3.2.2.5 还原出厂参数

点击还原出厂参数标签，则切换到该属性页，如图 3.12 所示，可以将桩参数、显示参数、采集参数等还原为出厂时参数。



3.12 还原出厂参数

#### 1. 还原桩参数

此功能可将已修改的桩参数恢复至出厂设置。点击还原桩参数后，弹出对话框询问“是否还原桩参数设置？”，点击是按钮，则将桩参数恢复至出厂时的值，点击否按钮，则不恢复。

#### 2. 还原显示参数


此功能可将已修改的显示参数恢复至出厂设置。点击还原显示参数后，弹出对话框询问“是否还原显示参数设置？”，点击是按钮，则将显示参数恢复至出厂时的值，点击否按钮，则不恢复。

#### 3. 还原采集参数

此功能可将已修改的采集参数恢复至出厂设置。点击还原采集参数后，弹出对话框询问“是否还原采集参数设置？”，点击是按钮，则将采集参数恢复至出厂时的值，点击否按钮，则不恢复。

#### 4. 还原分析参数

此功能可将已修改的分析参数恢复至出厂设置。点击**还原分析参数**后，弹出对话框询问“是否还原分析参数设置？”，点击**是**钮，则将分析参数恢复至出厂时的值，点击**否**钮，则不恢复。

 **注意：**如果已有测试数据，则所有还原参数按钮无效，无法恢复参数。

### 3.2.2.6 检测人员

点击**检测人员**标签，则切换到该属性页，如图 3.13 所示，可以查看或修改检测人员的相关信息。



3.13 检测人员

#### 1. 新建检测人员

点击**新建检测人员**钮，弹出对话框可输入检测人员的相关信息，输入后点击**确定**钮，则将该人员显示在列表中；点击**取消**钮，则编辑信息无效。

## 2. 编辑检测人员

在人员列表区长按会弹出一个操作菜单，点击**编辑**按钮，弹出编辑对话框即可对当前选中的人员信息进行修改，修改后点击**确定**，则将修改的信息在人员列表中更新；点击**取消**按钮，则修改的信息无效。

## 3. 删除检测人员

在人员列表区长按会弹出一个操作菜单，点击**删除**按钮，弹出对话框提示将删除当前选中的人员，点击**确定**按钮，该人员将从列表中删除；点击**取消**按钮，则不进行删除。

### 3.2.2.7 关于我们

点击**关于我们**标签，则切换到该属性页，如图 3.14 所示，显示公司的简单介绍，并可查看本软件的版本信息、**联系方式**等信息，还可在线进行**意见反馈**。



图 3.14 关于我们


## 1. 版本信息

点击**版本信息**后进入图 3.15 所示界面，**版本信息**栏显示当前软件的版本号。



图 3.15 版本信息

点击**检测新版本**按钮，则检测是否存在更新的版本，如有，则在顶部信息框中显示最新版本的新增功能及版本信息，并建议用户升级，**检测新版本**按钮变成**更新**按钮；如无新版本，则在信息框中显示当前版本已为最新。当有新版本时点击**更新**按钮，则将本软件关闭并自动更新为最新版本。


 **注意：**在检测新版本或更新软件之前，须确保 PAD 已接入 Internet 网络。

## 2. 意见反馈

在使用本公司产品过程中，如果您发现一些问题，或者有一些意见或建议，可以点击**意见反馈**后进入图 3.16 所示界面，填写完您的建议及相关信息后，点击**提交**按钮，则会将您的意见发送给我们，收到后我们会针对您的问题给予解答。



图 3.16 意见反馈


 注意：在提交反馈意见之前，须确保 PAD 已接入 Internet 网络。

### 3. 联系方式

点击**联系方式**后，可查看本公司的联系方式，包括公司名称、网址、客服电话等信息。

## 3.2.3 开始测试

### 3.2.3.1 建立连接

在开始测试之前，PAD 须先与无线动测仪建立连接：点击界面右上角的图标，则进入无线网络列表界面（如图 3.17 所示），选中要使用的无线动测仪（如：ZBL-001F45），点击**连接**按钮，在弹出的对话框中输入连接密码（如：ZBL-P8000-001F45）后进行连接，连接成功后，返回到采集界面，右上角显示无线动测仪的电




池电量及  图标；若连接失败，则  图标不停闪烁，提示用户未连接成功。



图 3.17 无线网络

 注意：

- 1) 只有与无线动测仪连接成功才可以正常采集数据，否则无法正常测试。
- 2) 无线动测仪在无线网络列表中的名称为“ZBL-6 位地址码”（如 ZBL-001EEA），连接时密码为：ZBL-P8000-6 位地址码（如 ZBL-P8000-001EEA）。
- 3) 如果已经建立过连接，则在运行软件时会自动建立连接。
- 4) 如果标题栏右侧的无线连接标志一直闪烁，则表示未建立连接，须查看仪器是否打开，如果仪器打开后仍无法自动连接，则应按上述操作进行手动连接。

### 3.2.3.2 信号采集与停止

#### 1、非叠加采样

点击 **采样** 按钮后，则开始等待采样，等待用户进行敲击。在等待采样状态时，**采样** 按钮变为 **停止** 按钮。若要停止采样，则点击 **停止** 按钮即可。

当使用单次采样时，每采完一道波形后显示在波形区，并自



动停止采样，如需采集下一道波形，则需选中下一道后点击**采样**按钮。

当使用连续采样时，每采完一道波形后显示在波形区并自动跳到下一道，等待下一次采样。当最后一道采集完后，会自动跳到第一道，继续等待采样，如此反复循环。采样过程中，随时可点击**停止**按钮停止采样。

每次采完一道信号后，根据信号的强弱判断敲击力是否适当，如果过重或过轻时，会给出相应提示，或者弹出对话框提示。根据接受模式的不同而有所区别，详见 3.2.2.2 节。

## 2、叠加采样

点击**采样**按钮后，则开始等待采样，等待用户进行敲击。在等待采样状态时，**采样**按钮变为**停止**按钮。若要停止采样，则点击**停止**按钮即可。

当使用单次采样时，每采完一道叠加波形后自动停止采样，并重新计算平均波形，将平均波形显示在波形区的当前道。如果需要采集新一道叠加波形，则点击**采样**按钮即可。

当使用连续采样时，每采完一道叠加波形后重新计算平均波形，将平均波形显示在波形区的当前道，并自动新增一道叠加波形，等待下一次采样。当前道的叠加波形总数达到“采集参数”中的**每道锤数**后，则自动跳到下一道，进行新一道的叠加采样。

每次采完一道信号后，根据信号的强弱判断敲击力是否适当，如果过重或过轻时，会在分析参数区给出相应提示，或者弹出对话框提示。根据接受模式的不同而有所区别，详见 3.2.2.2 节。

### 3.2.3.3 波形的覆盖

在采集完信号，并停止采样后，如果发现某一道信号质量不

好，需要重新采集将其覆盖，可选中（点击）该道波形后点击**采样**按钮，重新敲击一次，采集的信号会自动覆盖该道。

### 3.2.3.4 波形的回放

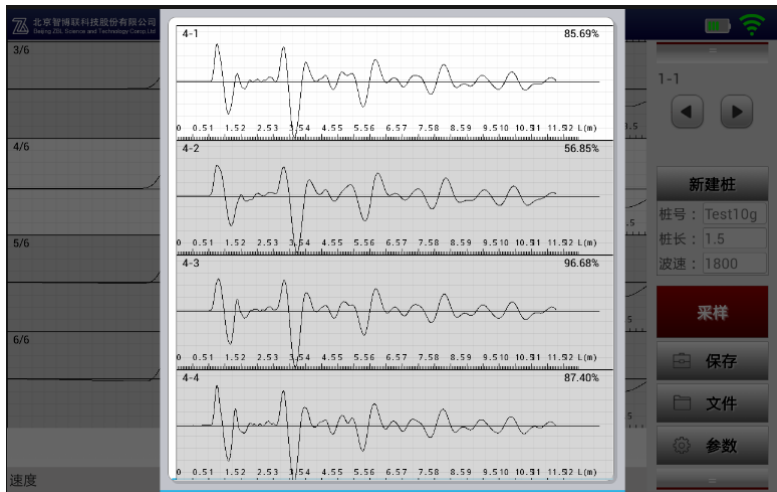



图 3.18 波形回放

在波形区选中某一道后长按弹出功能菜单，点击**波形回放**按钮，则进入图 3.18 所示回放界面，可以对叠加波形进行剔除或保留等操作。波形左上角显示“m-n”（m 为当前道的编号，n 为叠加波形的序号），当前道波形以白色背景显示，其他波形则以浅灰色背景显示。

 **注意：**只有在叠加采样时，长按波形区弹出的功能选项中**波形回放**按钮才可用。

#### 1. 波形的剔除与保留

进入波形回放界面后，如果发现波形区的某一道叠加波形质量不好，可在波形区长按弹出功能菜单后，点击**剔除**按钮，则该道波形将以黑色虚线显示，表示将该道波形剔除。

选择一道被剔除的波形，在波形区长按弹出功能菜单后，点击**保留**钮，则可将该道波形保留，重新以黑色实线显示。

## 2. 退出回放

点击 PAD 面板上的**返回**钮或点击波形显示区屏幕，则返回至测试界面，并自动计算平均波形（剔除的波形将不参与平均）并刷新波形区的显示。

### 3.2.3.5 波形编辑



图 3.19 波形编辑

当波形区有数据时，可以对波形进行回放、反向、删除等操作，长按波形区任一位置，则弹出图 3.19 所示的菜单。如果波形区无波形，则无法弹出该菜单。

#### 1. 波形的回放

波形回放详见 3.2.3.4 节。

#### 2. 波形的反向

点击**波形反向**按钮，将当前桩文件的波形反向显示。

#### 3. 波形的删除

采集数据后，如果发现波形区的某一道信号质量不好，可点击**单道删除**按钮，会弹出对话框提示“是否删除第 x 道波形？”，点击**确定**钮，则将该道波形删除，波形数将减少一道，点击**取消**则不删除。

#### 4. 波形的清除

采集数据后，若要删除波形区的所有信号重新采集，则可点击编辑菜单中的全部删除按钮，会弹出对话框提示“是否删除全部波形？”，点击确定按钮，则删除所有波形；点击取消按钮，则不删除。

#### 5. 波形的压缩/拉伸

两个手指在波形区做横向分开（或闭合）手势，波形将被横向拉伸（或压缩）。当拉伸比例较大时，波形无法显示在屏幕内，此时可以在波形区左、右滑动查看。

### 3.2.3.6 波形的查看

当波形区的波形数较多时，可在波形区向上、向下滑动屏幕翻页查看数据。

### 3.2.3.7 光标的移动

在采集信号后，如果需要查看波形区的某一道波形某一位置的参数，则仅需点击该道波形的待查看位置，在该位置将出现一竖向光标，同时在光标右侧显示该位置的声时差  $T$ (ms，相对于桩顶)、深度  $L$ (m)、波速  $C$  (m/s)。此外，还可点击采集界面右上方的◀、▶按钮可左、右移动光标；短按一次移动 1 个点，长按可加速移动光标。

### 3.2.3.8 文件的保存

当采集完一根桩的信号后，点击保存按钮，弹出文件名称输入对话框，要求输入待保存的文件名称，缺省文件名为“桩号-序号”（序号为数字），用户可以修改，也可不修改，输入文件名称后，

则将文件保存并将**保存**按钮置灰，若存在同名文件，则提示“文件已存在，是否覆盖？”，点击**是**钮，则将原文件覆盖；点击**否**钮，则不覆盖并再次弹出文件名输入对话框要求输入新的文件名称。

若未采集数据，则**保存**钮不可用。

### 3.2.3.9 对当前桩进行多次测试

如果想对当前桩进行多次测试（更换测点或敲击点或敲击设备），则在上一次测试完成并保存后，无需修改任何参数，更换测点或敲击点或敲击设备后，直接点击**采样**钮进行采样即可。采样完成后，点击**保存**钮，输入新的文件名称即可。

### 3.2.3.10 测试下一桩

测试完一根桩后，如果要测试下一根桩，则必须先新建桩，新建桩有两种方式：

- 1) 在主界面右侧的桩信息区点击**新建桩**按钮，在弹出的对话框中输入新的桩号、桩长及波速后**确定**即可；
- 2) 点击主界面的**参数**钮进入**桩参数**界面，点击桩号后的**新建桩**按钮，详参第 3.2.2.1 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“数据已经修改，请先保存数据！”，点击**确定**钮，则保存；点击**否**钮，则不保存。

在新建桩后，修改完**桩号、桩长、波速**等常用参数后点击**采样**钮即可进行测试。

### 3.2.3.11 退出

连续点击 PAD 面板上的**返回**按钮两次，则退出反射波测桩界面，退出之前检查当前数据是否已经保存，如未保存，则询问“数据已经修改，请先保存数据！”，按**确定**钮，则保存后退出，按**取消**钮，则不保存退出。

## 3.2.4 波形分析

波形区有数据后，点击界面下方分析参数区，则将分析参数区展开，并将当前道波形放大显示，如图 3.20 所示，此时，可对所有分析参数进行调整。



图 3.20 分析界面



图 3.21 编辑软键盘

### 3.2.4.1 参数的调整

在分析界面的参数调整区，可以设置各项分析参数，设置方法如下：

- 1) 点击待修改参数后的编辑框，会弹出如图 3.21 所示的键盘，输入数值后点击**完成**按钮后会实时对波形进行分析处理并显示处理后的结果波形。
- 2) 在数字键盘编辑框中，点击一次**删除**钮可删除一个数据，点击**清除**清空编辑框内的数据，点击**取消**则编辑框内的值无效并返回上一级界面，点击**完成**则设定的值有效。
- 3) 点击**原始波形**钮，将所有分析处理参数还原为零（**积分**设为**否**，**滤波**设为**无**，**小波**、**平滑**、**旋转**均设为**0**，**放大**设为**1 倍指数**）；弹出对话框询问“确定还原成原始波形参数？”，点击**确定**钮，则还原，**取消**钮，则不还原。

- 4) 点击**前桩参数**按钮,则将所有处理参数设置为最近一次的处理参数。

设置完分析参数后, 点击分析参数区的任一空白位置, 则关闭分析参数区, 并对当前文件中的所有波形按所设参数进行分析处理后显示。

### 3.2.4.2 分析参数

#### 1. 积分处理

当使用加速度传感器进行检测时, 采集的信号为加速度信号, 看起来比较“复杂”, 一般需进行积分处理, 将其变为速度信号, 看起来会比较清晰。

#### 2. 信号放大

如果要对采集后的信号进行数字放大, 则需设置放大方式(指数、线性)、放大起点及倍数。放大起点是对信号进行指数或线性放大的开始位置(相对于桩头, 单位: m), 放大起点的输入范围为 0m 至 0.8 倍桩长。当**分析参数区**显示“指数或线性”时, 表示对信号进行了指数或线性放大。如“指数:  $\times 5$ ”表示对信号进行了 5 倍指数放大。指数或线性放大的倍数不宜过大, 只要能看清桩底位置的信号就行。

#### 3. 小波分析

小波分析是近年来发展起来的一种新的时频分析方法, 它在信号处理、图像压缩、语音编码、模式识别、地震勘探以及许多非线性科学领域内获得了巨大的突破, 得到广泛的应用。我们将其用于动测信号的分析, 可以得到较好的效果。小波因子可设为 0~8.0 之间的任意小数。如果对信号进行了小波分析, 则在**分析参数区**显示“小波”字样, 并在其后显示小波因子数。



#### 4. 数字滤波

包括低通、高通及带通三种滤波方式。低通滤波是将大于某一截止频率的信号滤掉，高通滤波则是将小于某一截止频率的信号滤掉，而带通滤波则是将大于高截止频率、小于低截止频率的信号滤掉。滤波示意图如图 3.22 所示。在分析时，一般低通滤波使用较多。截止频率值可根据经验设定，桩越长，低通截止频率应越低。也可对信号先进行谱分析，然后再设置截止频率值。如果对信号进行了低通、高通或带通滤波，则在**分析参数区**显示“低通”、“高通”或“带通”字样，并在其后显示截止频率值。

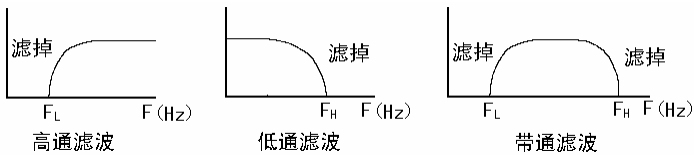



图 3.22 滤波示意图

#### 5. 平滑

当信号中有高频“杂波”时，可以采用平滑将其滤掉。平滑点数越大，则平滑后的波形越“平缓”。平滑点数的范围为 0~512，一般设为 10。如果对信号进行了平滑，则在**分析参数区**显示“平滑”字样，并在其后显示平滑点数。



#### 6. 波形旋转

有时对信号进行积分等处理后，波形尾部会上翘，此时需要对波形进行旋转，使其尾端回到基线位置。旋转百分比是相对于直达波幅值而言的，若直达波幅值为 A，信号尾端的幅值为 B，则旋转百分比为  $(100 \times B/A)$ ，此值可正可负（顺时针或逆时针旋转，数值越大旋转越多）。如果进行了波形旋转，则在**分析参数区**显示“波形旋转”字样，并在其后显示旋转百分比。

 **注意：**上述处理方法中，小波分析、数字滤波、平滑均

有滤波作用，可以只采用一种方法，也可同时采用。所使用参数应该适当，否则可能将一些有用信号处理掉，从而造成误判。

### 3.2.4.3 桩形分析

点击功能按钮区顶部的  按钮及底部的  按钮，或者在功能按钮区上、下滑动，可切换至图 3.23 所示桩形分析界面。

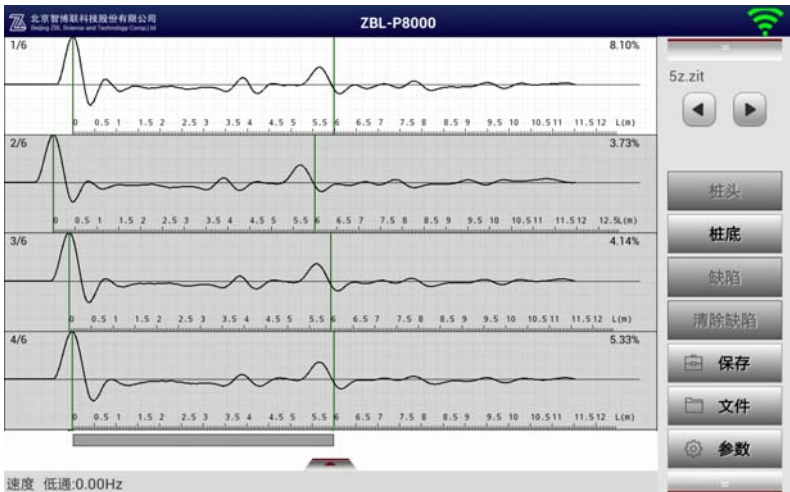




图 3.23 桩形分析

#### 1. 设置桩头、桩底

当波形区显示时域波形时，点击波形区，将光标移至点击位置，然后点击  按钮，将当前光标位置设置为桩头。

当波形区显示时域波形时，点击波形区，将光标移至点击位置，然后点击  按钮，将当前光标位置设置为桩底；缺省为按桩长计算波速，如果设置了波速之后再调整桩底位置，则按波速计算桩长。

## 2. 缺陷的设置与清除

当波形区显示时域波形时，点击波形区，将光标移至点击位置，然后点击**设缺陷**按钮，则弹出图 3.24 所示对话框，选择缺陷类型及严重程度后，点击**确定**按钮，则在当前光标位置设置相应缺陷，波形图的光标位置会出现一竖向标记线，并在其右侧显示缺陷位置。



图 3.24 缺陷设置对话框

如果在同一位置设置多种缺陷，则以最后一项设置为准。在设置缺陷后，桩形图区的示意图会发生相应变化。

设置缺陷后，点击**清除缺陷**按钮，将所有缺陷设置清除。

### 3.2.4.4 波形编辑

与测试界面相同，详见第 3.2.3.5 节。



### 3.2.4.5 修改桩信息

在分析参数区可以对桩长或波速进行修改，只需点击参数调整区中相应参数后的编辑框即可以修改。

### 3.2.4.6 光标的移动

与测试界面完全相同，详见第 3.2.3.7 节。

### 3.2.4.7 频域分析

点击功能按钮区顶部的  按钮及底部的  按钮，或者在功能按钮区上、下滑动，可切换至图 3.25 所示频域分析界面，对所有信号进行幅值谱分析并在波形区显示其频谱图，右上角显示的 F0 为频率分辨率，F<sub>m</sub> 为主频值，F1 至 F5 为峰值频率，F<sub>n</sub>-F<sub>n-1</sub> 为峰值频率之差。

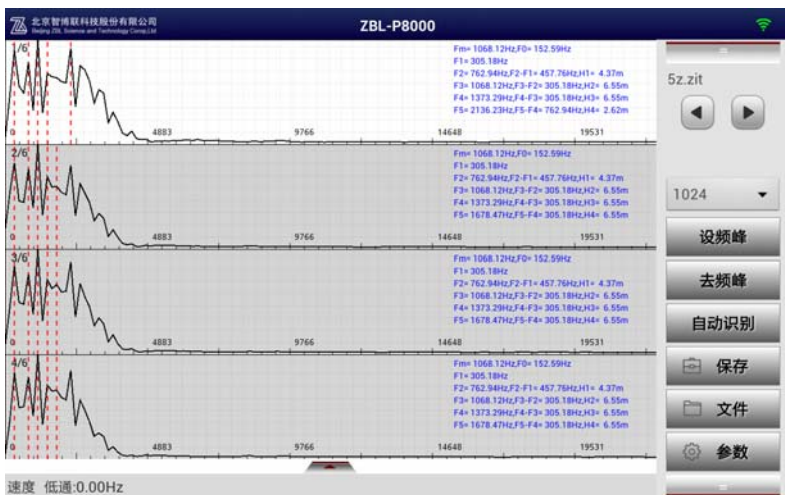


图 3.25 频谱分析

当波形区显示频谱图时，将光标移至某位置后，在光标右侧显示光标位置的频率值，此时点击 **设频峰** 按钮，则将当前光标处的频率作为峰值频率，并计算所有峰值频率之差。最多可以设置 5 个峰值频率。点击 **自动识别** 按钮即可自动识别频峰。

如果要清除某频峰标记，则将光标移至该标记附近位置，点击 **去频峰** 按钮即可。


设置当前频域波形的谱分析长度时，点击右侧谱分析长度下拉列表即可选择谱分析长度，可选：1024、2048、4096 三档，设置不同的值频谱图可实时显示。

### 3.2.4.8 文件的保存

与测试界面完全相同，详见第 3.2.3.8 节。

如果当前数据已经保存过，只是进行了修改，**保存** 按钮有效，此时点击 **保存** 按钮，则将数据保存并将 **保存** 按钮置灰；如果当前数据文件为新文件，第一次保存时，弹出文件名称输入对话框（缺省文件名为“桩号-序号”），输入文件名称后按 **保存** 按钮，则将文件保存并将 **保存** 按钮置灰；若存在同名文件，则提示“是否覆盖？”。

### 3.2.4.9 文件的快速读取

在界面右侧顶部  按钮下方显示有文件名称，长按该文件名称所在位置，则弹出一对话框，将当前工程中所有已测桩文件进行列表，点击列表中某一文件位置，则将该文件打开并显示。打开之前，会检查当前文件是否已保存，如未保存，则提示保存。

## 3.3 快速操作指南

### 3.3.1 测试前准备

#### 3.3.1.1 现场准备

##### 1、清理桩头

传感器的耦合点及锤的敲击点都必须干净、平整、坚硬，所以在测试前应对桩头进行必要的处理——清除桩头表面的浮浆及其他杂物、在桩头打磨出两至三小块平整表面分别用于安放传感器和力锤敲击。如图 3.26 所示。



图 3.26 清理桩头

##### 2、安装传感器

《建筑基桩检测技术规范 JGJ106》中对传感器的安装有如下要求：

- 1) 传感器安装点及其附近不得有缺损或裂缝；
- 2) 当锤击点在桩顶中心时，传感器安装点与桩中心的距离宜为桩半径的三分之二，如图 3.27 所示；
- 3) 当锤击点不在桩顶中心时，传感器安装点与锤击点的距离

不宜小于桩半径的二分之一；

4) 对于预应力管桩，传感器安装点、锤击点与桩顶面圆心构成的平面夹角宜为 90 度，如图 3.27 所示。

5) 对于大直径桩，宜在不同位置选取 2~4 个测点。

6) 尽量避开钢筋、混凝土质量有问题的位置。

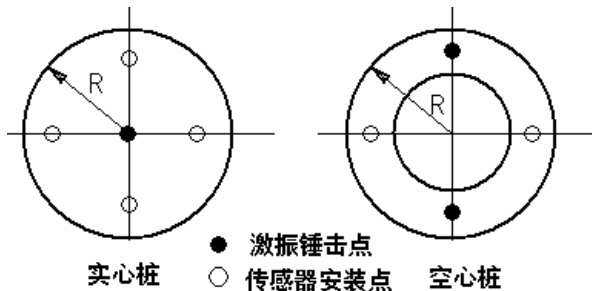



图 3.27 传感器耦合点与敲击点

安装传感器时，可用稠度较大的黄油、凡士林、橡皮泥等作耦合剂，耦合剂要尽量薄，粘性要大，粘结性最好不要受水等的影响。安装完毕后的传感器必须与桩顶面保持垂直，且紧贴桩顶面，在信号采集过程中不得产生滑移或松动。

 **注意：**传感器用耦合剂粘好后，用手指轻弹传感器侧面，若传感器纹丝不动，则说明传感器已安装好，可以进行测试。

### 3、选择适当的敲击设备

激振技术是反射波法检测基桩完整性的重要环节之一，对不同长度、不同类型的基桩，需采用不同材料、不同能量的激振设备。一般大长桩用大力棒（能量大、频率低），短细桩或测试浅部缺陷时用手锤（能量小，频率高），介于中间的桩则可用小力棒（能量及频率介于大力棒及手锤之间），当然敲击设备的选择也与地质情况有关，用户可以根据经验选择。在某些复杂情况下，可以用高频与低频相结合的方式获取基桩桩身的完整信号，即用低频脉冲波获取桩底反射，再用高频脉冲波检测桩身上部缺陷。

一般在敲击时，需要将敲击设备抬到一定高度（高度越高，则能量越大），然后释放使其自由垂直下落，在落下后反弹时应将其抓住，以免多次敲击。

敲击质量的高低将直接影响到测试结果的优劣，要由经验丰富的熟练工人来操作。敲击时锤要落到实处，干脆利索，锤击方向与桩顶平面垂直，避免二次冲击，达到产生瞬间激发点源，入射脉冲狭窄且符合半正弦规律。

此外，敲击的力度应该适中，过轻或过重敲击都会影响信号质量（过轻，则桩底或缺陷反射信号会弱；过重，则会引入“噪声”等干扰信号），所以，在信号足够强（可观察到桩底反射信号）的前提下，应该尽量轻敲。

### 3.3.1.2 仪器连接

将传感器信号线一端接插在仪器侧面的传感器插孔中（接插时请注意信号线的插头上有一个小凸起，而在插孔的内部有一小凹槽，接插时只需将小凸起对正小凹槽（红点对齐）插入，听到“咔嚓”声后则表示插好。



**注意：**拔出插头时直接握住插头的滚花部分慢慢拔出。

打开无线基桩动测仪及平板电脑的电源开关，启动完成后，在 PAD 中找到“无线基桩动测仪”应用程序图标并点击，则进入数据采集界面，然后点击标题栏右侧的无线图标，进入无线网络列表界面，选择要配对的无线网络，输入正确的密钥后，无线网络图标停止闪烁，并在标题栏显示该仪器的电池电量，则表示与仪器已正常连接。此时仪器的指示灯则变为绿色，可以正常采样。详参 3.2.3.1 节。



## 3.3.2 新基桩的测试

### 3.3.2.1 参数设置

在反射波测桩界面点击**参数**按钮，弹出参数设置对话框，在**桩参数**属性页输入工程名称、桩号、桩长及波速等参数，**采集参数**属性页的所有参数均可不进行设置而直接采用默认值（连续采样，采样道数为 6，每屏道数为 3，每道锤数为 1，接受模式为全部），设置完成后，返回至反射波测桩软件主界面。详参第 3.2.2 节。

### 3.3.2.2 信号采集

在反射波测桩界面点击**采样**按钮后，则开始等待采样，采样状态变为“采样中...”信息，等待用户进行敲击。此时用手锤或力棒开始敲击，敲击一次后等 2 秒左右再进行下一次敲击，每次的敲击点及敲击力尽量保持一致，当出现敲击过重提示时，请减小敲击力或敲击高度；当出现敲击过轻提示时，请增大敲击力或敲击高度。采集完成后，点击**停止**按钮停止采样。详参第 3.2.3 节。

采样停止后，点击数据波形下方三角图标按钮进入分析界面，在分析参数调整区，选择**积分**，设置合适的**指数放大倍数**及**小波因子**，改变参数后，实时对当前道波形进行分析处理后刷新显示，参数调整完后点击三角图标按钮，对所有波形按所设参数进行处理并刷新波形区的显示。详参第 3.2.4 节。

处理后的较好波形应该是：

- 1) 多次锤击的波形重复性好；
- 2) 波形真实反映桩的实际情况，完好桩桩底反射明显；
- 3) 波形光滑，不应含毛刺或振荡波形；

#### 4) 波形最终回归基线;

如果所采集的信号经过处理后不满足上述要求，则在测试主界面分析原因，并在检测现场及时研究，排除影响测试的不良因素后重新测试。测试到较好波形后，点击**保存**按钮，弹出文件名称输入对话框，输入文件名称后点击**保存**按钮将数据保存。

更换传感器耦合点或敲击点或敲击设备后再次点击**采样**按钮进行多次敲击，采集完信号后自动按上次设置的分析参数对信号进行分析处理并显示在波形区（当然也可进入分析界面重新设置其他参数），如果采集到的波形较好，则直接点击**保存**按钮保存即可。

如果一根桩测试完成后，需要测试另一根桩时，直接点击信息区的**新建桩**按钮，然后修改桩号、桩长及波速，将传感器耦合在待检测的基桩桩头的打磨位置，然后点击**采样**按钮进行信号的采集，后续步骤同上。详参第 3.2.3.10 节。

如此反复，直到测试完所有基桩，退出软件即完成现场测试。

### 3.3.3 数据后处理

完成现场测试之后，可将已保存的检测数据通过 FTP 上传到 PC 机上。用 Windows 平台下的反射波分析软件对所有检测数据进行分析处理并出具检测报告。详参《反射波测桩数据分析软件使用说明书》。

#### 3.3.3.1 复制数据文件

连接局域网 WIFI 网络后，点击**文件**选择**FTP 上传**，输入用户名和密码后点击**开始**按钮，系统访问地址栏后自动生成 PC 机访问的数据的 IP 地址（如：<ftp://192.168.1.220:2121/>）。在 PC 机上

打开 IE 浏览器，并将该 IP 地址输入，在弹出的对话框中输入登录的用户名和密码后，可看到所有数据文件，选择待拷贝的数据文件并将其复制到 PC 机。详参第 3.2.1.2 节。

### 3.3.3.2 数据分析处理

- 1) 运行“反射波测桩分析软件”。如果没有安装该软件，请先从随机附带光盘中找到安装文件或从我公司网站的“下载中心”下载该软件的安装文件，然后进行安装。
- 2) 选择文件→新建工程菜单项，在弹出的对话框中输入工程名称等信息，然后点击确定按钮，在弹出的“打开文件”对话框中选择所有数据文件，点击打开按钮，则将所有文件显示在桩文件列表中。
- 3) 在桩文件列表中双击某一桩文件，则将该文件打开并在波形区显示所有波形。
- 4) 如有必要，在桩信息区的“波形处理”中重新设置处理参数。
- 5) 设置桩底及缺陷位置。
- 6) 修改桩信息，选择完整性分类，然后点击文件→保存文件菜单项将该数据文件保存。
- 7) 重复第 3 至 6 步，直到分析处理完所有桩文件。
- 8) 在桩文件列表区选择待打印输出的桩文件；
- 9) 选择文件→打印设置菜单项，设置好打印输出的内容、格式等，然后选择文件→打印菜单项将所选内容按设置的格式打印输出。
- 10) 选择工具→生成报告菜单项，在弹出的对话框中选择数据文件、报告格式等后按确定按钮即自动生成 WORD 格式的

检测报告初稿，用户对其进行稍加修改或内容充实即完成检测报告。

### 3.3.3.3 数据删除

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

进入反射波测桩软件界面，点击**文件**钮进入文件管理界面，勾选待删除的工程，然后点击**删除**钮，则将所选工程及其中的所有桩文件删除。详参第 3.2.1 节。

## 3.3.4 现场检测时的注意事项

反射波法适用于检测混凝土桩的桩身完整性，判定桩身缺陷的程度及位置，它属于快速普查桩身质量的一种半直接方法，由于其具有检测速度快、费用低和检测覆盖面广的优点，它已成为基桩完整性检测中应用最为广泛的方法。

反射波法在实际应用中存在许多问题应引起注意和重视，否则将对基桩完整性检测的效果产生较大的影响。

### 3.3.4.1 现场检测要点

1、充分了解仪器及场地和桩型特点，进行细致的测前准备：

1) 选择合适的锤，一般中小桩备好专用手锤和小尺寸力棒，长大桩则应带好足够重量的力棒。

2) 根据桩型、桩头状况，选择合理的传感器。

3) 根据天气状况，桩头准备情况和所选用传感器，选择合适的耦合剂和安装方式。

2、认真测试头几根桩，注意波形是否合理，桩底和浅部缺陷的反映是否正常。

3、传感器、振源、安装方式、参数设置等在头几根桩上调试结束后，即可迅速在余下桩中展开，过程中应记下疑难桩（或在疑难桩上多花时间详测）、注意各桩的桩底反射情况和浅部缺陷情况，同时还应注意信号的一致性，每条桩上应确保三条以上一致性较好的信号。

4、详测疑难桩，换用传感器和激振锤及激振点，仔细推敲该桩可能存在的问题。

### 3.3.4.2 桩周土对波形曲线的影响

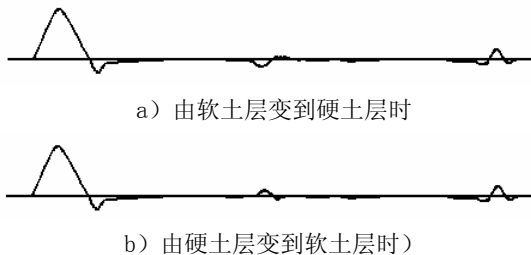


图 3.28 桩周土对波形曲线的影响示意图

在对基桩进行低应变反射波法测试时，要充分考虑到桩周土对采集波形曲线的影响，一般来说，桩侧土力学性质越好，应力波在桩侧土中损耗越大。当桩周土软土层变到硬土层时，采集的波形曲线就会在相应位置处产生类似扩径的反射波（见图 3.28a）；而当桩周土由硬土层变到软土层时，采集到的波形曲线就会在相应位置产生类似缩颈的反射波（见图 3.28b）。

如不考虑桩周土对采集波形曲线的影响，不了解基桩所处的地质情况，很容易发生误判。因此，为更好地对桩的质量进行分析和判断，首先必须对测试工地的有关资料进行全面地收集和了

解，其中包括收集工地的地质资料，查阅岩土的物理力学指标，弄清土层的分布和走向，特别要了解在基桩长度范围内各地层的含水量、孔隙比、压缩模量、容重、内摩擦角、地基承载力以及侧摩阻力和端阻力的建议值。

### 3.3.4.3 指数放大的优缺点

在现场信号采集过程中，桩底反射信号不明显的情况经常发生，这时指数放大是非常有用的一种功能，它可以确保在桩头信号不削波的情况下，使桩底部信号得以清晰地显现出来。但有些测试人员认为它使波形失真，过分突出了桩深部的缺陷，这种观点有一定的道理，过分的指数放大甚至有可能人为地造出一个桩底反射。但是如果结合原始波形，适当地对波形进行指数放大，作为显示深部缺陷和桩底的一种手段，它还是一种非常有用的功能。

### 3.3.4.4 曲线的旋转

用加速度传感器采集到的信号一般需要进行积分处理，从而获得速度信号，由于漂移特性和土阻力方面的原因，可能自某一点开始出现纯线性漂移，以至于波形负向或正向成分较多，且尾部不归零。此时，一般需要对曲线进行逆时针或顺时针方向的旋转，使曲线自某一点开始增加或减少一偏移加速度，对其进行修正，从而确保曲线的合理性和准确性。

### 3.3.4.5 关于“盲区”

从应力波传播的角度看，实测中手锤对桩顶的敲击可视为点振源，敲击后产生一个半球面波，直到传播到一定深度，球面波

才能近似看作平面波，满足平截面的假设。而在此深度之内，应力波传播很复杂，信号干扰严重，理论及实测表明“盲区”范围为测点以下 1 倍桩径至  $1/2 \lambda$ 。低应变激振频率约在 1000~4000Hz 范围内，因此一般测点以下 2m 之内为反射波法测试的“盲区”。

由于“盲区”的存在，使基桩本身很浅的部分存在的缺陷被掩盖，所以应该尽量减少“盲区”对测试结果的影响，因此可在实测中通过改变手锤质量、接触面刚度，使用合适的传感器及检测参数，以减小“盲区”的范围，一般可检测到距离测点以下 1m 左右的较严重的缺陷，再浅的缺陷只能凭经验推测，并且由于缺陷在桩头附近，可通过开挖进行验证。

### 3.3.4.6 大直径桩的测试技巧

在测试大直径灌注桩时，由于浅部缺陷干扰、局部三维效应和表面波影响，往往会产生振荡现象，而且在不同的测点（传感器耦合点）和敲击点获得的信号往往一致性较差。在这种情况下，一般可以利用信号的叠加平均来得到理想的反映桩身实际情况的非振荡信号。固定传感器和敲击方式，进行多次敲击，将各次的测试信号进行平均，一般来说，平均结果可以消除浅部干扰、三维效应和表面波效应，突现理想信号。

### 3.3.4.7 信号振荡的消除

产生信号振荡的原因是多方面的，传感器耦合不好、敲击设备选用不当、敲击点混凝土疏松或离钢筋太近、桩头外露钢筋过长、桩身浅部存在缺陷都可能产生振荡信号，50Hz 干扰也会引起低频振荡。可以利用谱分析来区别不同因素引起的振荡。加速度传感器测试信号中是否有振荡应在积分成速度后观察。

在现场测试时如果出现振荡信号，应该首先检查一下传感器安装的位置是否合理、耦合剂是否恰当、耦合是否良好（粘结牢固无松动），然后换换敲击点，找一块平整、密实的混凝土表面敲击。敲击时尽量在桩中心，离钢筋远一点。

此外，一根桩上最好多测几个测点，也就是将传感器耦合点换换位置，敲击点也变动一下，再进行测试，比较一下信号。

如果通过上述几个方面的改进，振荡信号仍然存在，则应当是桩身浅部缺陷引起的。在破桩头时很容易在桩周产生浅部裂缝，取芯是取不到的，可以开挖看看。对于人工挖孔桩，由于护壁的影响也会有产生类似振荡的信号。

### 3.3.4.8 低应变反射波法的局限性与改进分析方法

#### 1、低应变反射波法的局限性：

1) 仅测出广义波阻抗的相对变化，可以区分缩径类与扩径类，也可以计算缺陷位置，但却不能确定缺陷性质、方位。如缩颈与离析、严重离析与断桩，夹层与裂缝尚不能很好地区分。进一步确定缺陷的性质需要检测经验及其它补充资料。

2) 缺陷程度的定量分析很难达到理想效果，目前只能将缺陷程度定性给出。由于波速计算或选取不准，据此计算的缺陷位置的误差在 10%左右。缺陷在桩轴向的高度及径向的分布以及缺陷质量下降的程度均难以准确计算。

3) 平均波速与砼强度之间的关系无法准确给出。

4) 对长径比超过一定限度的桩、极浅部或太小的缺陷，低应变反射波法无法正确测量。高频信号传不下去，测试范围有限，低频信号分辨率不够，容易漏判缺陷等等。

5) 若桩身存在多个缺陷时，深部缺陷容易误判。如第一缺陷在浅部时，尚可通过开挖并凿去上部缺陷再行检测，否则只能通



过其它方法进一步检测。

6) 对阻抗渐变类的缺陷难以判断,甚至可能得出相反的结论。例如缩颈、离析、扩颈等发生在桩身的某一段,缺陷程度由轻到重或由重至轻,相应波阻抗缓慢减小或增大,实测信号无法反映这一变化。特殊情况下,例如桩身渐缩后突然恢复到原截面,则可能得出桩身存在扩颈这种“有利”缺陷的结论,这是很危险的。

## 2、为了准确分析桩身缺陷,有必要:

1) 结合地质资料、施工记录分析基桩完整性。桩型、施工工艺对基桩的完整性以及缺陷类型影响很大。如:预制桩、人工挖孔桩不可能缩径;许多的缺陷或质量事故都发生在流水处或地层变化处;地层变化对波形也会产生影响(会产生反射波)等等。因此查看地质资料、了解施工记录对确定缺陷位置有很好的帮助。

2) 利用定量分析软件对基桩缺陷程度的判定。虽然定量分析软件本身存在一些不足,但它分析了应力波在桩身传播的详细过程,只要桩周土的参数选择合理,它的作用远远大于我们凭肉眼对波形缺陷程度的判断。

3) 综合分析同一工程的所有被测桩。同一工程的地质和施工状况大致相同,通过寻找被测桩之间的共性,再来分析每一根桩的情况,往往能有效的提高分析效果。有时仅仅分析一根桩,而不对整个工程的情况进行了解,很容易产生判断错误。

## 第四章 计量与检定

ZBL-P8 系列基桩动测仪在出厂前必须根据本公司企业标准《ZBL-P8 系列基桩动测仪 (Q/XCZBL 006—2006)》进行检验,合格后方可出厂。用户在购置 P8 系列动测仪后,也必须在计量检定部门定期检定,检定时依据《基桩动态测量仪检定规程 (JJG930—1998)》。在检定时,依据以下步骤进行。

### 4.1 启动软件

启动 P8000 无线基桩动测仪软件后,长按左上角显示公司名称的位置,可进入计量测试界面,如图 4.1 所示。打开无线动测仪开关后,在计量采集界面右上角处选择待检测仪器,将传感器安装在标准振动台上,并将其信号线插入动测仪的接收通道。



图 4.1 计量检定界面

## 4.2 参数设置

在计量界面点击**参数**按钮，弹出图 4.2 所示对话框，可以设置与计量相关的参数。



图 4.2 参数设置

### 1. 检定参数

- 1) **采样间隔**：采样间隔就是对信号进行采样时每两次采样的时间差，有 6.4、12.8、25.6、51.2、102.4、204.8、409.6、819.2、1638.4 多档可选择。此值可以根据信号源的频率进行设置，详见表 4.1。

表 4.1 信号频率与采样间隔对应表

序号	信号源频率 (Hz)	采样间隔 ( $\mu\text{s}$ )	序号	信号源频率 (Hz)	采样间隔 ( $\mu\text{s}$ )
1	20	204.8	4	2000	6.4
2	160	51.2	5	$\geq 5000$	6.4
3	1000	6.4			

- 2) **增益**：增益就是仪器对传感器接收到的电信号的放大倍

数，即定点放大，有多档可选择。当信号较弱不易触发时，可增大增益值；当信号太强时，则减小增益值。

- 3) **触发电平**：触发电平就是启动仪器进行采集的信号电平，有低、中、高三档，档的设置越高，则需要启动仪器进行采集的接收信号就越强。在测桩时，一般增益不大于 8 时用“低”档，增益大于 8 时用“中”或“高”档。如果现场干扰信号较强，装上传感器后不敲击都有信号，则可将电平设为“中”或“高”档。

## 2. 系统灵敏度

- 1) **系统灵敏度设置**：系统灵敏度值是由计量部门标定的，一般在出厂时已设置好，用户不必修改。只有在系统重新标定且灵敏度变化时用户才需要修改。
- 2) **检定证号**：无线基桩动测仪送检合格后的证书编号，由计量部门输入并将其保存到仪器中。
- 3) **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。
- 4) **仪器编号**：在出厂时设置，即当前设备的编号。
- 5) **仪器名称**：显示当前已绑定的仪器名称，若没有绑定则显示为空。

以上检定信息设置后，点击**确定**则当前设置生效，采集时按设置的参数采样。点击**保存到设备**，将系统灵敏度、检定证号及检定周期、仪器编号等信息发送到仪器中保存。

## 4.3 检定步骤

- 1、点击 P8000 无线基桩动测仪软件后，长按左上角显示公司

名称的位置，进入计量检定主界面。

2、点击**参数**按钮弹出图 4.2 所示的对话框，设置好**采样间隔、增益、触发电平等参数**，点击**确定**按钮返回至主界面。

3、将仪器的传感器安装在振动台上，如图 4.3 所示，将信号源的频率及幅值调整到规程规定的值，待振动台稳定后，在测试界面，点击**采样**按钮，则开始等待采样，单次采样结束后，在波形区显示采集到的信号。

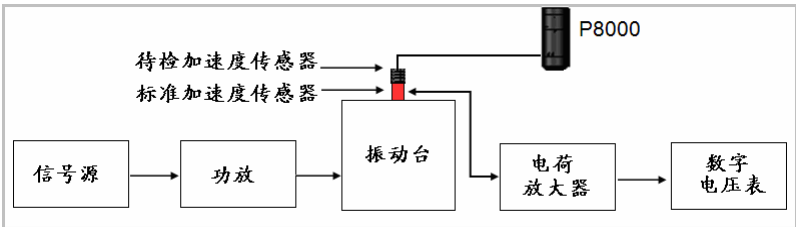



图 4.3 振动台连线示意图

4、如果想采集下一道波形，点击下一道所在波形区，然后点击**采样**按钮，则开始等待采样，采样完成后，在波形区显示采集到的信号；

5、采集完成后，点击波形区某道波形的波峰（信号幅值最大的位置）或波谷（信号幅值最小的位置）位置附近，则在点击位置出现一竖向光标，此时再点击界面右侧的**◀、▶**按钮对光标位置进行精确微调，在光标右侧会显示光标位置的时间、幅值等信息，找到幅值的最大或最小位置，读取信号幅值记录。

 **注意：**在读取信号幅值时，应该在波峰、波谷位置附近左、右移动光标，以确保读取的值为最大值或最小值。

6、重复第 2~5 步，直至检定完成。



公司官网



微信公众平台

北京智博联科技股份有限公司

电话：010-51290405

传真：010-51290406

电子邮件：[zbl@zbl.cn](mailto:zbl@zbl.cn)

网址：<http://www.zbl.cn>

版本：Ver1.2-20160131