

# MC 立柱埋深检测仪使用手册

南京铭创有限公司

## 声明

尊敬的用户，在使用本公司产品前，请您仔细阅读相应的使用手册，凡在销售合同中未曾涉及的使用规定，均以用户手册内容为准。

### 一、安全规定：

1、本公司产品以直流供电为主，交流供电为辅，在接通交流电使用本产品之前，请按章操作，使用带接地端的 AC220V 交流电；

2、本公司产品应在仪器规定的电压范围内使用，交流电 AC220V  $\pm 10\%$ 、直流电 DC 6V  $\pm 5\%$ ，DC 12V  $\pm 5\%$ ，DC 24V  $\pm 5\%$ ，否则极易引起故障；

3、进入工程现场应按现场管理要求，配戴安全帽及其它防护用品，注意自身和仪器安全。

### 二、方法及标准的引用：

1、相应用户手册中涉及的有关测试方法与国家标准，均系普及性说明与引用，准确的法定描述和引用，请直接查阅有关技术资料、规程规范和国家标准，本公司仅对销售产品的质量符合本企业标准负责。任何因使用不当引起的仪器故障或其它损失，本公司概不负责；

2、本公司产品中涉及的各种方法，国家有相应规范、规程者，以国家规范、规程为准绳；没有规范、规程或超出规范、规程内容者，仅供参考；争议较大的测试方法与测试内容亦仅供参考，本公司对测试方法的使用不当概不负责。

## 目录

一 背景介绍.....	5
二 仪器原理及测试方法介绍.....	7
2.1 检测原理.....	7
三 仪器介绍及使用方法.....	9
四 数据分析与处理.....	15
4.1 分析软件使用介绍.....	15
4.2 分析软件数据处理.....	20
五 报告结果图.....	23
六 参考资料.....	24

## 一 背景介绍

### 1.1 概述

公路的护栏是关系到交通安全的非常重要的设施。其中，护栏立柱是最主要的抗力装置，被称为“最后一道安全屏障”。立柱作为承受车辆驶出路外冲击力的主体，是否按照设计要求有足够的埋入深度，直接影响到其对车辆的防护能力，是极其重要的指标。从已建成的高速公路项目来看，大部分项目质量达到了要求，成为促进经济发展和社会进步的重要基础设施。但因种种原因，部分项目隐蔽工程存在隐患，安全问题令人勘忧。

近年来，随着高速公路数量的日益增加，由于立柱埋入深度不达标造成的交通事故越发增多。据统计，每 3 人死亡事故中，就有 1 人死于车辆驶离道路的事故。对于普通公路特别是二级以下公路所发生的重特大交通事故中，车辆冲出路外的比例高达 70%，这些立柱埋深对设施结构强度和可靠性有着重要影响，因此很有必要对立柱的埋深进行检测。传统的方式是采取现场拔柱，即将立柱拔出后检测。该方法尽管精度最高，但费工费力，特别是容易破坏边坡和路基的完整性。根据《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81-2006)要求，拔柱后需要对路基重新夯实后方可再次打入，因此现场拔柱法无法作为日常检测手段。所以，工程界殷切期待着有效可靠的无损检测技术和设备。

我国于 2010 年 8 月正式颁布了国家标准“钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪 (GB/T 24967-2010)”，标志着钢质护栏立柱埋深的无损检测技术进入了实用化阶段。钢质护栏立柱冲击弹性波检测仪的研发成功和推广使用，既可以满足当前已建工程验收检测的需要，更是对未来 4 万公里高速公路工程及部分城市道路建设质量的重要保障，同时将填补交通工程检测标准的空白，解决目前护栏立柱埋深等部分隐蔽工程无法按标准进行检测的难题。它可以显著改善高速公路安全设施施工质量，推动公路行业技术进步。此外，对于采用钢材质（钢管、钢桩等）材料直接埋入基础作为支撑立柱的其他公共设施的竣工后埋深检测也具有参考作用，对提高公路交通的安全性具有重要的现实意义。

## 1.2公路护栏立柱埋深检测技术动向

我国在 2010 年 8 月颁布的国家标准：“钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪（GB/T 24967-2010）”中，则对测试设备的原理、构成以及精度等方面提出了明确的要求。从测试方法来看，大致可以分为三类：

1) 电磁感应法：该方法是在立柱内侧钻孔，插入电磁感应探头。当探头周围有金属（立柱）和没有金属时，感应的电流会发生明显的变化，据此既可探测立柱的埋深。该方法原理简单，测试精度也较高，但需要在立柱内钻孔，测试工作量大，对土质也有松动，现在较少使用；

2) 超声波法：该方法采用超声波测试装置，在立柱的侧面安装探头并激发超声波信号，通过接收从立柱底部的反射信号，并根据其传播时间和传播速度来推算立柱的埋深。何成富等（2008）提出了一种利用超声波导波技术的测试方法[9]。该方法在立柱周围粘贴 24 片压电片，通过激发轴对称导波模态来测试立柱深度。此外，国外也有用 SH 超声波进行了有益的尝试。日本的一些大学和厂商利用超声波开展了立柱埋深检测技术的研究。其主要特点是利用独特的超声波设备：往往采用表面波，SH 波等比较独特的超声波探头。该类技术受残留噪声以及空腔共鸣的影响小，较之普通的超声波（压缩波）相比，更加适合测试立柱埋深。由于超声波的频率高，能量小，在测试立柱时衰减很大。因此，这些设备的性能取决于超声波探头以及相关的控制电路模块。根据公开的资料（其核心部分往往保密或已申请专利），这类方法均直接从反射波形上读取反射信号，其测试原理并无特别之处。同时，对于硬质土体或长柱，由于反射信号衰减大，识别困难，从而测试的误差也较大。

3) 冲击弹性波法：该方法的基本原理与超声波类似，所不同的是采用电磁激振的方式诱发冲击弹性波。由于其具有激振能量较大、波长较长（衰减相对较小）、基本参数（波速）稳定等优点，使得其测试深度较深，不仅适合于新设立柱，也能够适合于埋设时间较长的既设立柱。通过大量的现场测试和验证，证明该方法具有较高的测试精度和信赖性，能够达到工程实际的要求。

## 二 仪器原理及测试方法介绍

### 2.1 检测原理

#### 2.1.1 测试的基本原理

基于冲击弹性波的立柱埋深测试的基本原理与超声波类似，所不同的是采用电磁激振的方式诱发冲击弹性波，利用弹性波的反射特性，根据标定所得的弹性波波速，并通过立柱底部的反射时刻进而推算立柱的长度及埋深。在实际工程的测试中，南京铭创有限公司研发的 MC 护栏立柱检测仪采用的测试方法如下图示：



利用电磁激振装置在柱头截面上发出一个脉冲信号，该脉冲信号在立柱的端面发生弹性波反射。通过对采集到的弹性波反射信号分析判断，从而可以计算立柱长度及埋深。

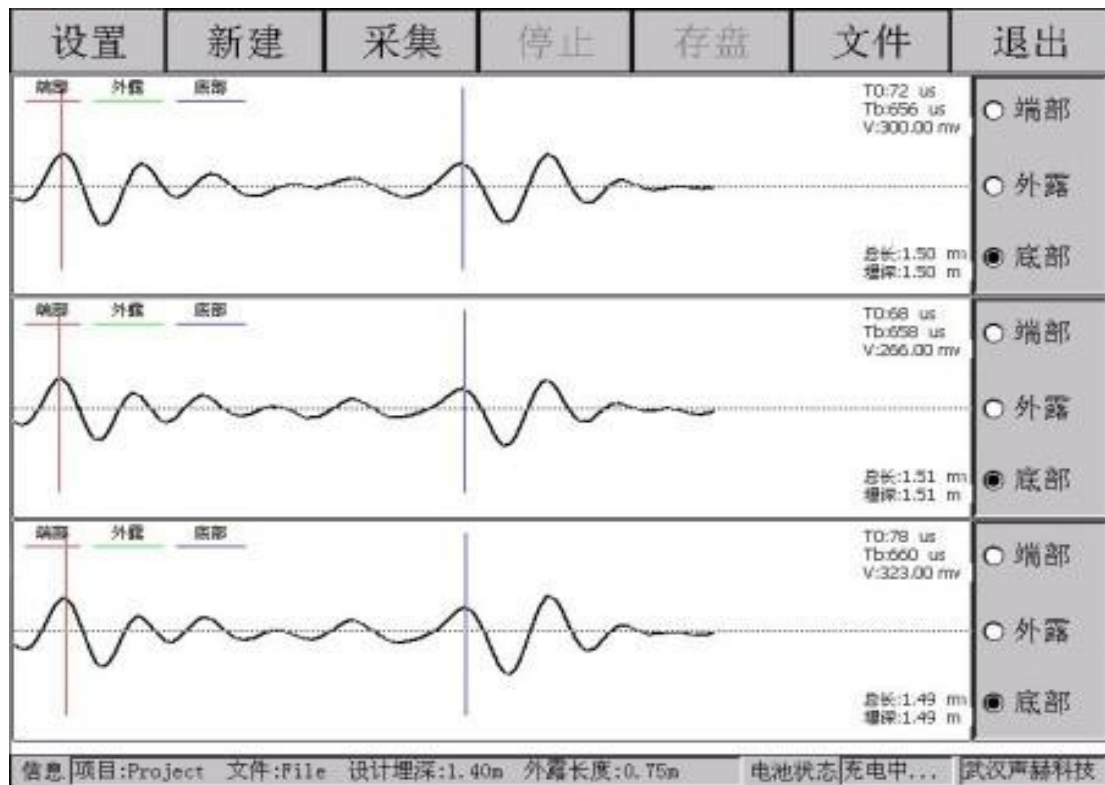


图 2-2-2A 采集到的弹性波反射信号

## 2.2 测试的方法

### 2.2.1 单一反射法

利用首次反射信号，根据其传播时间按下式即可计算出立柱长度和埋深。 $L=V \cdot (T_R-T_S)$

其中，L：为立柱长度， $T_R$ ：反射波到达时刻， $T_S$ ：发射波到达时刻

V：在立柱中的弹性波波速，在本系统中采用 P 波。其波速可以通过下式计算或实测。把立柱作为一维物体，其中传播的 P 波波速

$$V=V_P=\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

其中 E 为立体材料（钢材）的杨氏弹性模量，一般在 200 到 210GP 之间； $\rho$  为

立体材料（钢材）的密度。

### 2.2.2 重复反射法

在立柱较短，弹性波衰减较小时，发振的弹性波会在立柱内重复反射。此时，立柱的长度按下式计算：

$$L=V \cdot T/2$$

其中，T：在立柱中弹性波 1 个往返所需的时间，可以通过 FFT，MEM 等频谱分析的方法来确定。

## 三 仪器介绍及使用方法

### 应用领域

钢制护栏立柱长度、埋深检测；



### 支持标准

《钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪》-（GB/T 24967-2010）

《钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪检定规程》

### 技术特点

便携式手持设计、轻便、小巧；



工业彩色宽温液晶屏、全触摸屏操作、USB2.0 接口；  
 超磁致震源、收发同步、余震短、能量可调；  
 采用 A8+ARM 主控单元、低功耗、高速率；  
 嵌入式 WinCE 操作系统、高稳定性、超强兼容性；

### 性能指标

操作模式	触摸屏	数据转存	USB2.0
显示模式	8.4 寸、800×600 液晶屏	时窗个数	3
分辨力	优于 1cm	精度	优于±4% 或优于±8cm
量程	0.7 ~ 5.0 m	存储容量	4GB
触发方式	信号触发、同步触发	激发能量	1 ~ 10 级
采样间隔	2 ~ 65535 us	采样点数	512、1024
供电方式	内置锂电池	工作时间	≥8 小时
主机重量	1.5Kg	主机尺寸	248×185×63 mm

### 3.2.1 :现场检测要求

- 立柱总长不大于 5 米；
- 传感器安装点平整，牢固；
- 震源及传感器纵向路径上无缺陷，小孔；
- 根据立柱实际材料是否需要波速校准；

## 3.2.2 : 系统设置

设置			
高通频率	<input type="text" value="5000"/> HZ	柱体波速	<input type="text" value="5120"/> m/s
低通频率	<input type="text" value="10000"/> HZ	固结波速	<input type="text" value="5120"/> m/s
采样间隔	<input type="text" value="2"/> us	窗口坐标	<input type="text" value="1500"/> mv
采样点数	<input checked="" type="radio"/> 512 <input type="radio"/> 1024	发射能量	<input type="text" value="2 级"/>
系统时间	<input type="text" value="0"/> 年 <input type="text" value="0"/> 月 <input type="text" value="0"/> 日 <input type="text" value="0"/> 时 <input type="text" value="0"/> 分		
<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>	

打开仪器后进入设置菜单进行相关参数和系统时间设置。

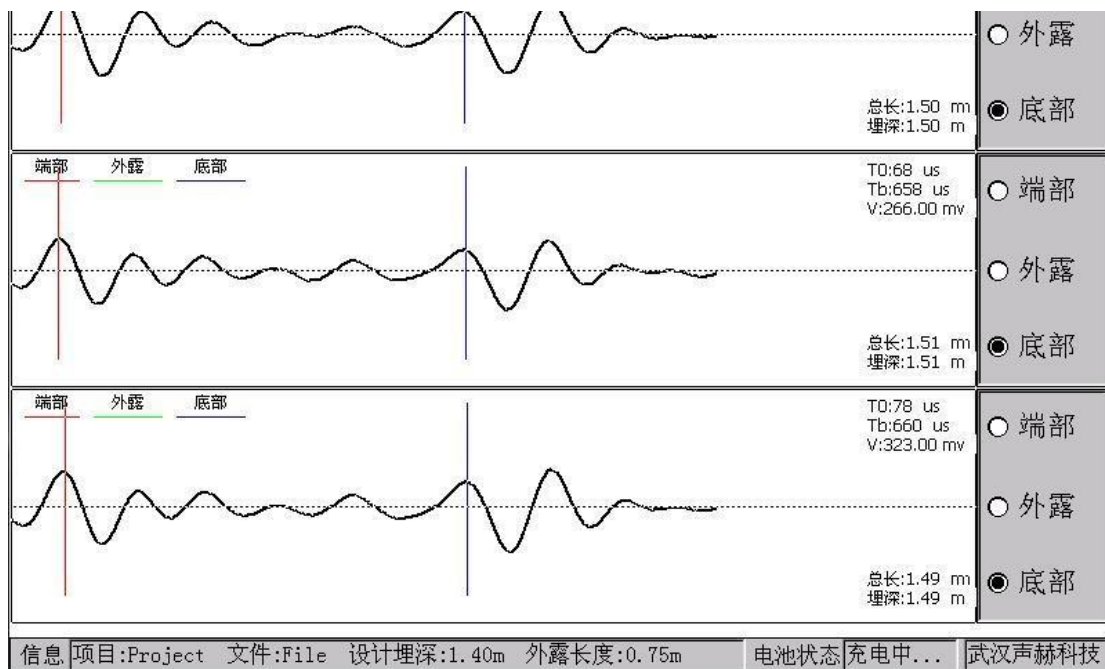
## 3.2.3 :新建

新建			
项目名称	Project	外露长度	0.75 m
文件编号	File	设计埋深	1.4 m
确定		取消	

开始测试前，为被测试立柱，新建测试文件并填写相关信息。

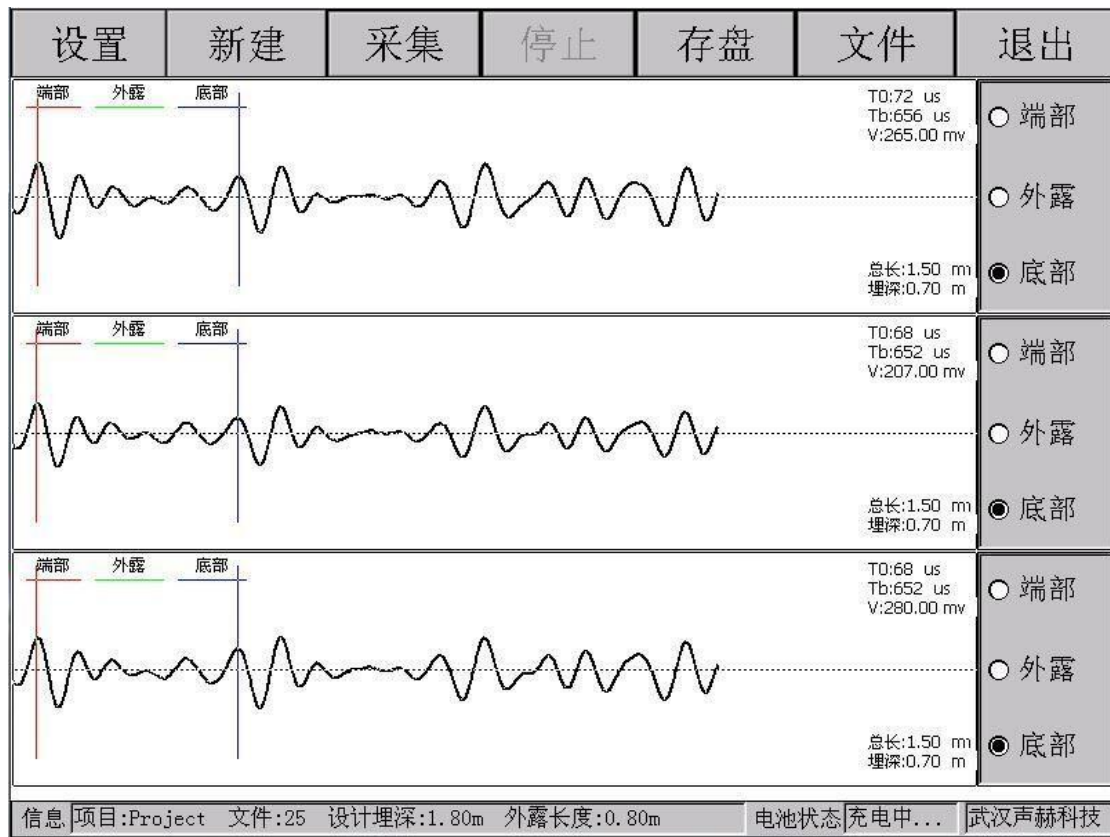
## 3.2.4 :采集

新建好文件后，开始采集信号。建议每组测试 3 次，在窗口中可以查看波形曲线，并可手动定好端部、底部，总长自动计算出来。



## 3.2.5 :存盘

检测过程中根据现场需要执行文件存盘操作，存盘完成后当前检测结束。



### 3.2.6 :文件



可在文件管理窗口中进行文件的拷贝<到 U 盘>、删除以及打开操作。注意：仪器中的文件删除后将不可恢复。

### 3.2.8:退出

退出采集程序，再次启动采集程序可双击桌面图标“MC”。

## 四 数据分析与处理

### 4.1 分析软件使用介绍

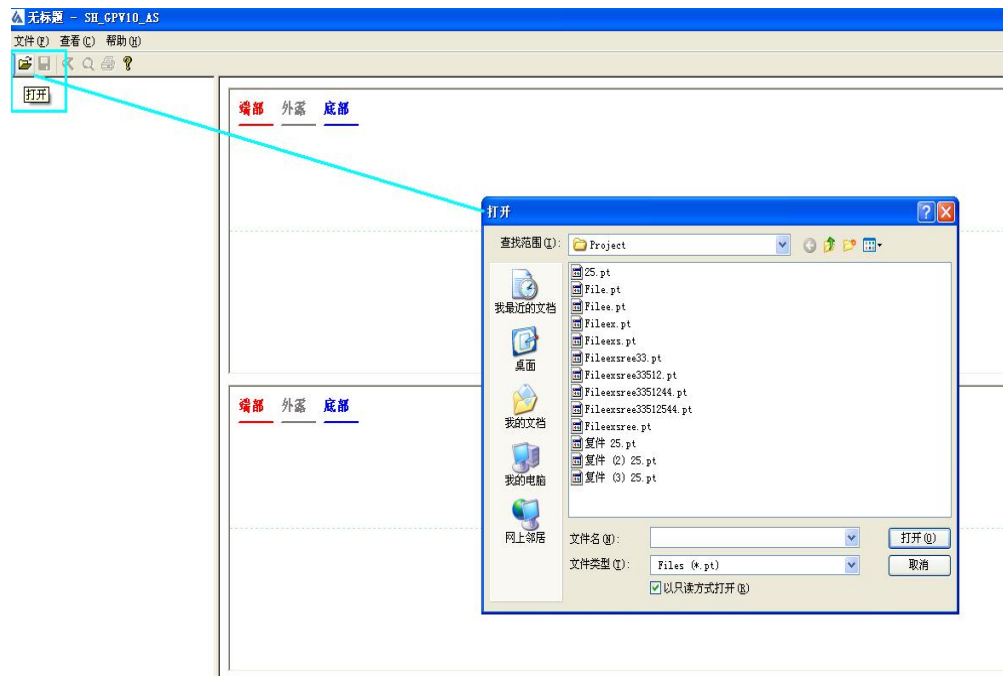
#### 4.1.1 软件主界面

分析软件界面主要分为：文件列表区、数据视图区及菜单、工具区，如图：

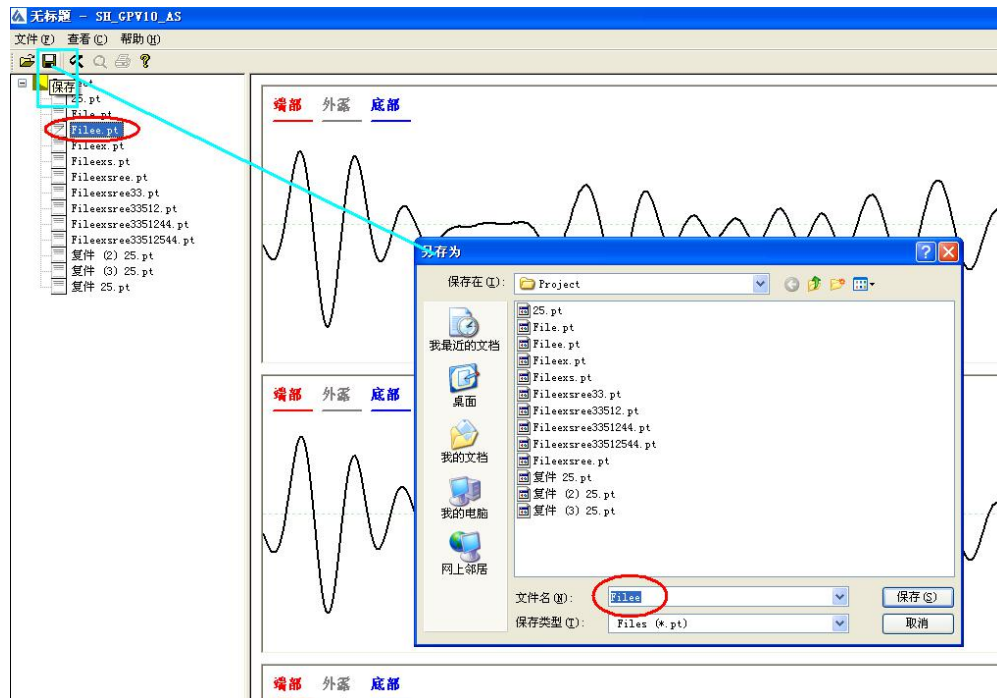


#### 4.1.2 软件主要菜单操作

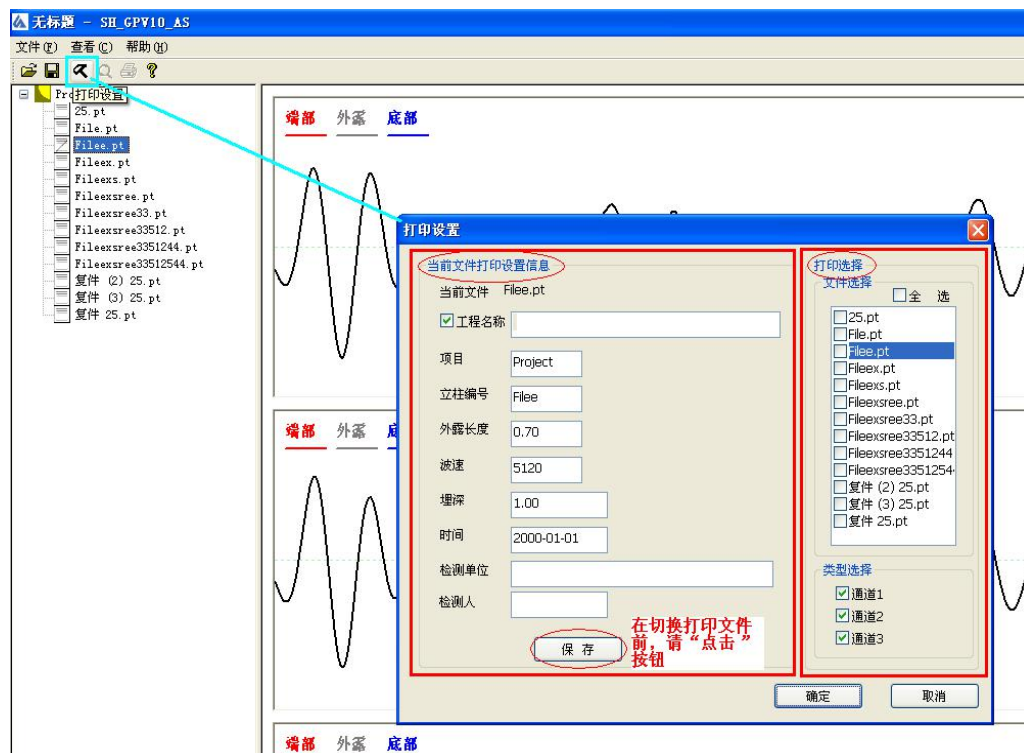
1) 打开文件：选择一个 pt 格式文件，软件会自动展示该文件目录下所有 pt 格式文件；



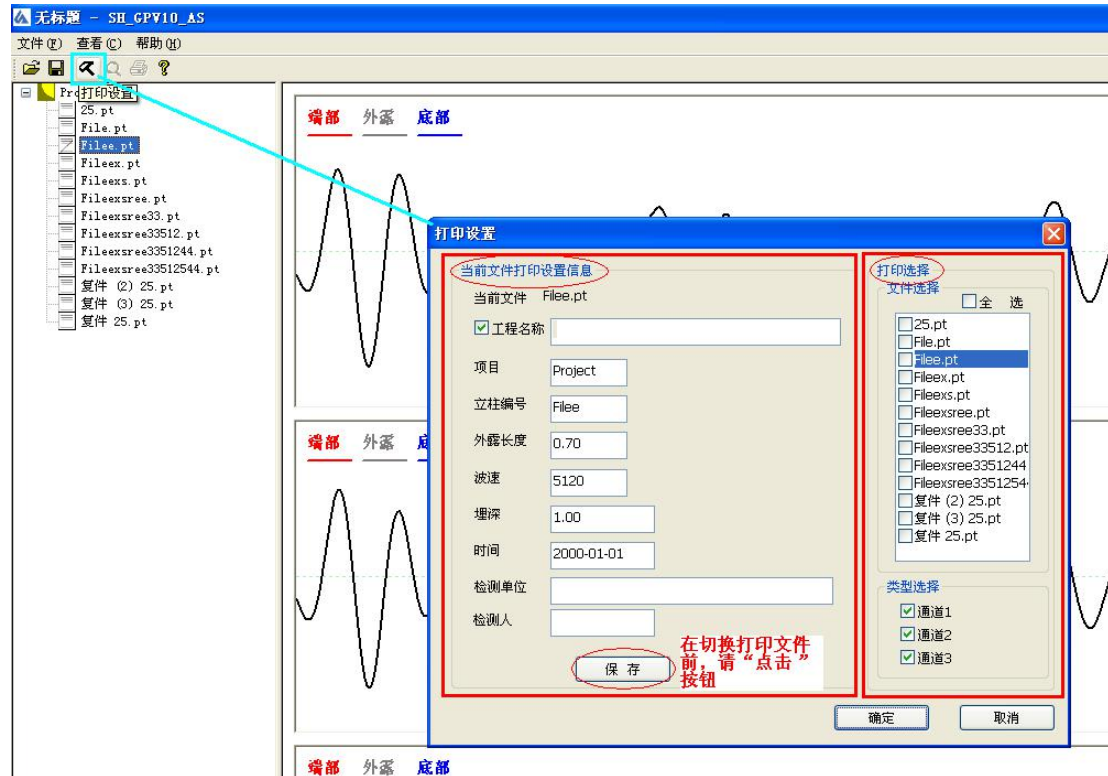
2) 保存文件：保存文件时，默认覆盖保存当前选中文件，如果需要另存文件，请修改文件名或保存路径；



3) 打印设置：打印设置分为文件打印信息设置和打印文件选择两部分，当修改某个文件打印信息后，务必及时点击“保存”按钮，然后再选择其他文件。



4) 打印预览: 当在打印设置中有勾选打印文件时, 通过点击“打印预览”按钮查看打印效果, 如果在打印设置界面没有勾选任何文件, 则不能使用打印预览功能, 也即”打印预览“只有在存在勾选文件时可以使用。



5) 打印: 打印功能, 也类似”打印预览”, 只有在打印设置中存在勾选文件时启用。





6) 时域\频谱视图切换: 在视图区, 支持和提供“时域视图“和”频谱视图“的显示和切换, 通过菜单或快捷键 (F7:时域视图 F8:频谱视图), 软件默认显示”时域视图“。



7) 保存图片: 为用户电子文档编辑工作的方便, 提供波形图片的导出功能, 导出文件为与 pt 文件的同名 jpg 文件, 并在保存在 pt 文件的同目录下。

保存图片下图:



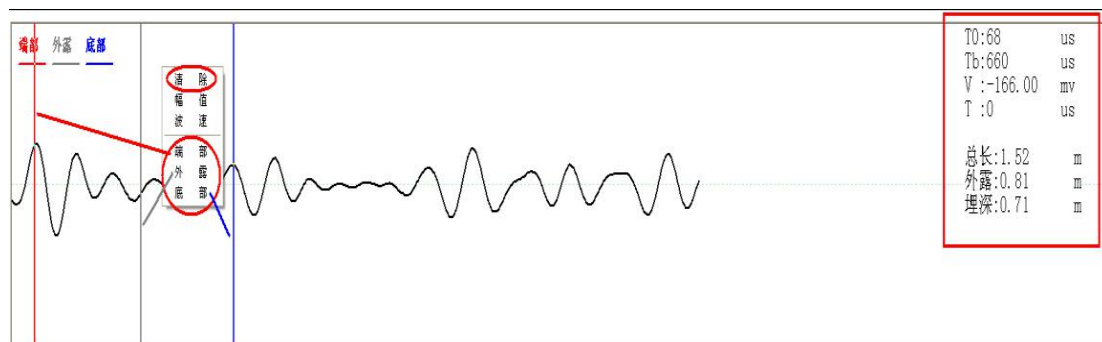
## 4.2 分析软件数据处理

### 4.2.1 数据处理

#### 1) 立柱的总长和埋深分析

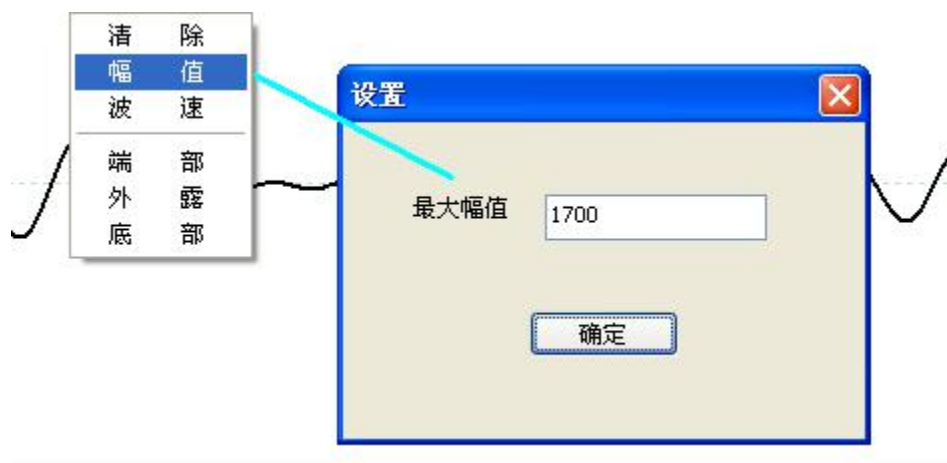
通过分析时域视图的波形，可以手动设定“端部”和“底部”位置，软件会自动根据设定参数绘制出“外露”位置（同时，“外露”也可以通过手动设定调整）。其中，“端部”、“外露”、“底部”的手动设置方法为，在视图区点击右键，在弹出菜单中点击对应的“端部”、“外露”、“底部”菜单即可。

另外，在视图区点击鼠标左键或按下键盘左右键（“←”“→”），视图区会动态在当前位置显示一条黑色细线帮助定位，并且在视图右侧会有对应参数显示。当需要清除视图区的定位线条时，通过点击右键菜单“清除”即可。

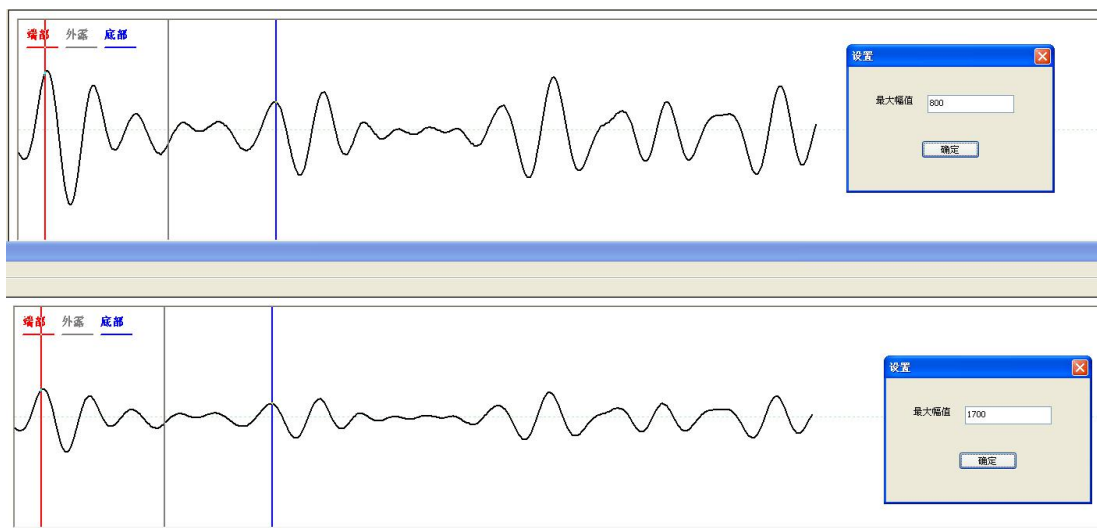


## 2) 视图显示及参数的调整

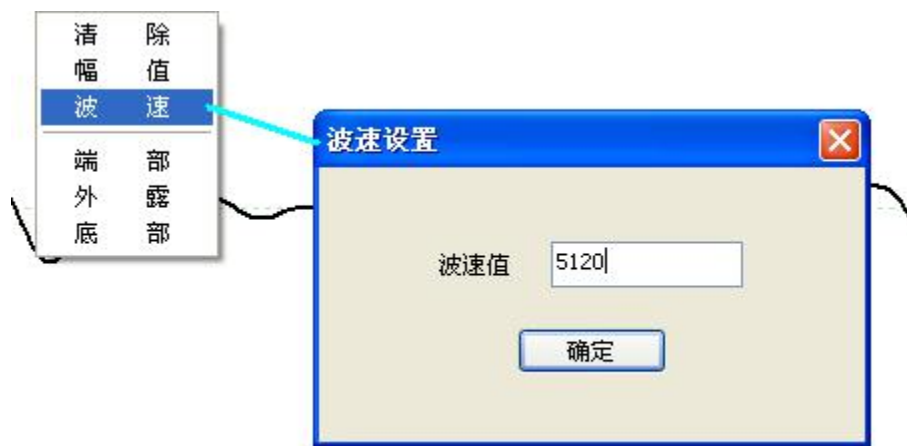
幅值调整：通过右键菜单“幅值”“设定幅值，可以调整”时域视图“波形的纵向压缩比例，也可以通过键盘上下键按每次 50mv 的幅度调整幅值，当通过键盘调整幅值时可以调整的幅值下限为 1000mv。



同一个时域视图的波形，在不同幅值时波形纵向压缩如图所示：



波速调整：通过右键菜单“波速”“设定波速，通过修改波速，决定了立柱总长和埋深的测定值。软件默认波速为 5120m/s。



同一个时域视图的波形，在不同波速时测定立柱总长和埋深如下：



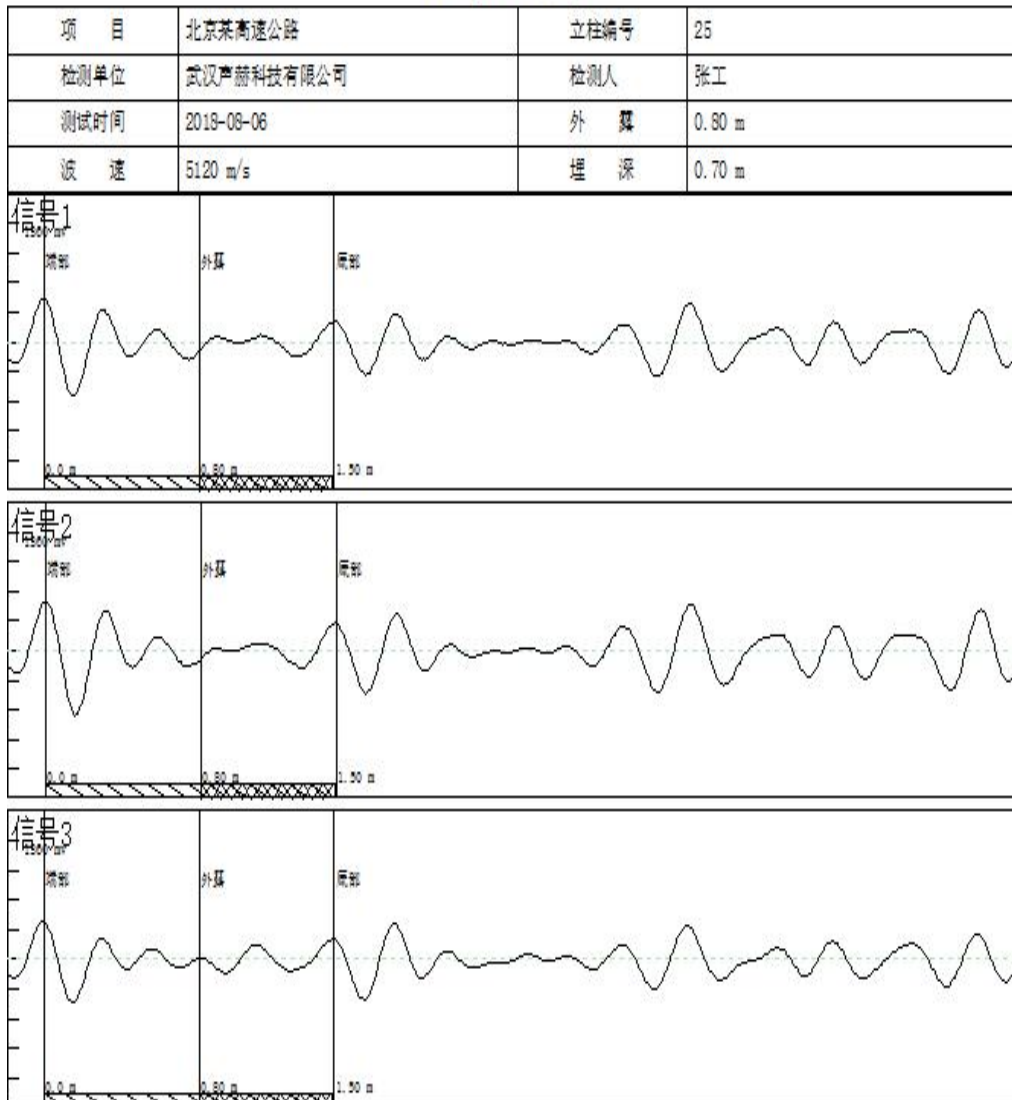
#### 4.2.2 报告输出

当测定好某文件的定位线（“端部”、“外露”、“底部”）后，请记得保存文件，然后点击”打印设置“设定该文件的打印相关信息，此时也请记得点击打印设置界面的”保存“按钮，然后勾选上本文件，点击”确定“按钮。

此时，点击“打印”按钮，选定好打印机（建议保持选中系统默认打印机）即可打印输出该文件的测定报告。

## 五 报告结果图

## 北京AP高速



## 六 参考资料

1. 中华人民共和国国家标准：钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪  
(GB/T 24967-2010)
2. 公路工程竣工质量鉴定工作规定（试行），交通运输部，2008
3. 《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81-2006)

## 七 技术支持

本资料仅供相关单位仪器使用参考，欢迎广大客户朋友查阅！



南京铭创有限公司

WUHAN SOHERTZ TECHNOLOGY CO., LTD.

单位地址：武汉市武昌区万达环球国际中心 3-909

室

联系人：张宇宁(17798252336)、杨光(13545869325)

网 址： [www.sohertz.com](http://www.sohertz.com)