



责任 / 品质 / 创新 / 务实

TS-ABC602

锚杆索质量检测仪

— 使用说明书 —

版本号：TS 202511-1 YZ

使用须知

尊敬的用户：

为了您能尽快掌握本仪器的使用方法，我们特别为您编写了此说明书，从中您可获取有关本仪器的功能特点、性能参数、操作方法等相关方面的知识。我们建议您在使用本产品之前，请务必先仔细阅读，这会有助于您更好的了解和使用本产品。

我们将尽最大的努力确保本说明书中所提供的信息是正确可靠的，如有疏漏，欢迎您指正，我们表示感谢。

为了提高本仪器的整机性能和可靠性，我们会对仪器的硬件和软件做一些改进和升级，这可能会导致本说明书内容与实物存在差异，请以实物为准，但这不会实质性的影响您对本仪器的使用，请您能够谅解！

谢谢您的合作！

执行标准：JGJT 182-2009 锚杆锚固质量无损检测技术规程

执行标准：DL/T 5424-2009 水电水利工程锚杆无损检测规程

目 录

第一章 前言	1
第二章 仪器特性	2
2. 1 检测原理	2
2. 2 产品特点	3
2. 3 主要特性参数	3
2. 4 主要用途及适用范围	4
2. 5 产品规格	4
2. 6 型号	4
2. 7 使用工作环境	4
2. 8 对环境及能源的影响	4
2. 9 安全	4
第三章 仪器操作使用方法	5
3. 1 主机面板简介	5
3. 2 主机充电	6
3. 3 主机使用	7
第四章 数据管理、分析与建模	12
4. 1 文件管理栏	12
4. 2 文件菜单	15
4. 3 编辑菜单	16
4. 4 查看菜单	16
4. 5 分析菜单	17
4. 6 锚杆建模	19
4. 7 数据打印与电子文档输出	20
第五章 仪器保养	22
第六章 附录	24
6. 1 全脱空锚杆实测波形:	24
6. 2 中下段空浆缺陷锚杆检测波形	25
6. 3 前端空浆缺陷锚杆检测波形	26
6. 4 小缺陷锚杆检测波形	27
6. 5 注浆均匀欠密实锚杆检测波形	28
6. 6 全密实锚杆检测波形	29

第一章 前言

锚固锚杆技术于1910年在美国开始使用，1912年，艾尔费维·布希在阿伯施莱的费里登斯煤矿开始使用锚杆支护顶板。1915~1920年，美国的金属矿山开始使用锚杆，并有所发展和推广。

我国岩土锚杆起始于50年代后期，当时有京西矿务局安滩煤矿等单位使用楔缝式锚杆支护矿山巷道，进入60年代，我国开始在矿山巷道、铁路隧道及边坡整治工程中大量应用普通砂浆锚杆与喷射混凝土支护。1964年，梅山水库的坝基加固采用了预应力锚索。70年代，北京国际信托大厦等基坑工程采用土层锚杆支护。1996年锚杆支护率已达29.1%。近10年来，北京王府饭店、京城大厦、上海太平洋饭店等一大批深基坑工程以及云南温湾电站边坡整治、吉林丰满电站大坝加固和上海龙华污水处理厂沉淀池抗浮工程等相继大规模地采用预应力锚杆。举世瞩目的三峡工程双线五级永久船闸的高边坡及薄衬砌墙稳定加固中，预应力锚索和全长粘结锚杆起了主要作用。

锚杆锚固工程不但具有复杂性，还具有高度的隐蔽性，发现质量问题难，事故处理更难。因此锚杆检测工作是整个锚固工程中不可缺少的环节，只有提高锚杆监测工作的质量和监测评定结果的可靠性，才能真正地确保锚固工程的质量与安全。

1978年，瑞典的H. EThume提出用超声波检测砂浆锚杆锚固质量的方法，并试制了Bultme检测仪

上世纪80年代末，美国矿业局研制了一种顶板锚杆粘结力测定仪。它也是根据发射和接收超声波的原理来设计的。

同时，我国铁道科学院曾在仿效瑞典所用方法的基础上做了一定的改进，研制了M—7锚杆检测仪，改用能量相对一致的机械式撞击方式激振，增大了有效检测长度。

武汉天宸物探伟业有限公司研发生产的TS-ABC602 (W) 锚杆索质量检测仪利用声波反射法检测锚杆锚索的长度和注浆密实度。仪器主要由平板、主机、震源和传感器组成。安装在锚杆或锚索端头的超磁致声波震源在主机的控制下产生脉冲波，安装在同一端头的传感器接收直达声波和经锚杆或锚索底部和周边反射回的声波信号，结合信号的走时、幅度和频率综合判定锚杆或锚索的长度以及注浆密实度。

第二章 仪器特性

2.1 检测原理

2.1.1 长度检测原理：

由于在锚固体中 $d \ll L$ ，因此，可将锚固体作为一维弹性杆件，锚固结构中锚杆（索）通过与混凝土、围岩胶结在一起，杆体与围岩（土）之间存在着较大的弹性波波阻抗差异，用一维弹性波反射原理及弹性波在锚固体系中的传播、散射、反射和衰减特性来检测分析锚杆（索）与混凝土的胶结质量、混凝土与围岩（土）的胶结质量及锚杆（索）的长度、缺陷位置。

$$L = L_1 + L_2$$

L_1 为未锚固段长度， L_2 锚固段长，按(1)式计算长度时，分别用未锚固段平均波速和锚固段平均波速。

2.1.2 密实度检测原理：

能量比值法

$$D = (1 - \beta\eta) \times 100 \% \quad \eta = E_r / E_0 \quad E_r = (E_s - E_0)$$

- η ——锚杆杆系能量反射系数；
- β ——杆系能量修正系数，可通过锚杆模拟试验修正或根据同类锚杆经验取值，若无锚杆模拟试验数据或同类锚杆经验值，可取 $\beta=1$ ；
- E_0 ——锚杆入射波总能量，自入射波波动开始至入射波持续波动结束时间段内(t_o)的波动总能量；
- E_s ——锚杆波动总能量，自入射波波动开始至杆底反射波波动持续结束时刻 ($2L/C_m+t_o$) 的波动总能量；
- E_r —— $(2L/C_m+t_o)$ 时间段内反射波波动总能量。

2. 2 产品特点

- 1) 采样精度高：仪器数字采样 AD 精度为 24 位；
- 2) 应用范围广，功能强大；
- 3) 仪器采用 24 位 500kHz 的模数转换单元，具有超强的微弱信号检测能力和检测精度；
- 4) 主机与传感器采用无线工作方式，可靠性高，适应范围广，安全高效；
- 5) 主机采用 DC11. 1V 供电，功耗低；内置高能锂电池，一次充电可连续工作 36 小时；
- 6) 主机内软件系统为嵌入式操作系统，中文界面，美观大方，简单高效；
- 7) 主机与超磁致声波震源高度集成，操作简单，携带方便；
- 8) 主机采用 USB2. 0 数据接口，数据传出简单方便；
- 9) 主机内置 32G 存贮器，采用 FAT32 数据存储格式，可在通用 Windows 操作系
- 10) 下通过 USB2. 0 接口对实测数据文件直接进行复制粘贴；
- 11) 主机外壳模具成型，美观大方，防水防尘，防护等级达到 IP54；
- 12) 主机尺寸 170mm*80mm*30mm, 重 0. 5Kg，可单人工作。

2. 3 主要特性参数

- 1) 采样间隔 1~8000us，可灵活设置；
- 2) 24 位 A/D 采样，浮点放大；
- 3) 8G 存储卡；
- 4) 光电旋钮；
- 5) 全部采用军工级元器件，内置各种保护功能，性能稳定可靠；
- 6) 声时长度不确定度：<1%（锚杆长度大于 1m 小于 100m）；
- 7) 幅值测量级线性：±0. 3dB/6dB。

2. 4 主要用途及适用范围

- 1) 新近安装锚杆的质量检测（锚杆长度、灌浆密实度）；
- 2) 长期运行锚杆的状态评价（锚杆受损情况）。

2. 5 产品规格

产品为便携式仪器。

2. 6 型号

TS-ABC602

2. 7 使用工作环境

环境温度：-20°C ~ 60°C

相对湿度：≤90%

大气压力：80~106Kpa

2. 8 对环境及能源的影响

环保型无影响

2. 9 安全

- 1) 产品采用 11.1V 直流供电，工作电流小于 1.5A。
- 2) 仪器内有精密器件，应轻拿轻放；
- 3) 显示屏易碎，请勿尖物碰撞，应防水防热；
- 4) 工程测试时测试者应注意仪器及其附属物坠落伤人，或摔坏仪器；
- 5) 相关人员还注意自身安全，进入工程现场应配戴安全帽及其它防护品。

第三章 仪器操作使用方法

3.1 主机面板简介

主机正上面（图 3.1）接口：USB、充电、CH1 和 CH2。

主机右侧面（图 3.2）按钮：开关和光电旋钮。

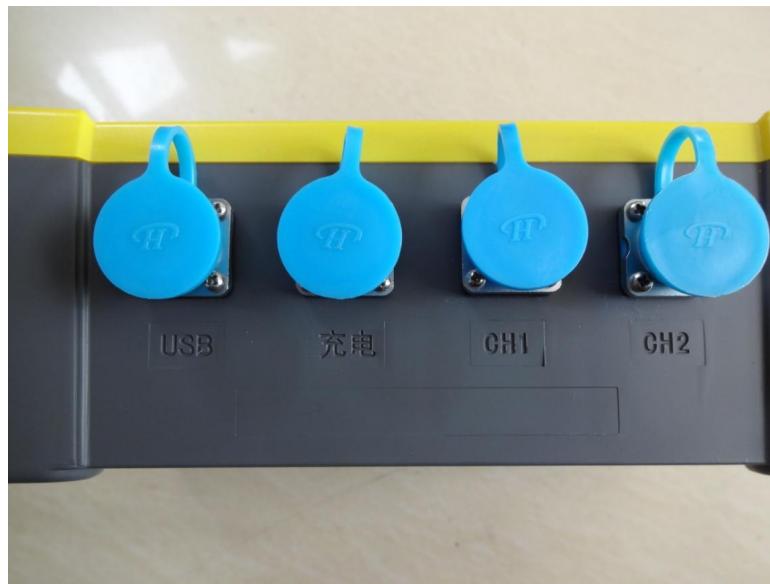


图 3.1 主机接口



图 3.2 主机侧面按钮

3.2 主机充电

TS-ABC602 锚杆索质量检测仪仪器内部装有高能量镍氢可充锂电池，充满电后可供仪器连续工作 8 小时以上。DC11.1 V 充电器充电时红灯亮起，充满电自动变绿。正确的锂电池充、放电方法及注意事项：

1. 最好是电池能量快用完时才充电；
2. 每次充电要充足（建议用户白天在室外工作一天后，晚上给电池充电一晚上，使用快速充电电源者除外）；
3. 充电完毕后，请务必将充电器拔掉。



图 3.3 主机充电



图 3.4 传感器安装

3.3 主机使用

将主机 CH1 端口与传感器用信号线连接，把传感器吸附于锚杆端头平整处。仪器按开机按钮后进入主界面，主界面有四个菜单选项（图 3.4）。



图 3.5 程序主界面

3.3.1 参数设置

旋转光电旋钮到参数设置按钮，点按进入设置界面。当各选项设置完成后轻按返回并保存参数设置（图 3.6）。

亮度调节：调节显示屏的显示对比度。转动旋钮，对比度值变大或变小，显示屏的清晰度也同时变化，调节到最佳位置，轻按旋钮，设置结束。一般亮度调节不宜太大，这样会增加电池和屏幕的损耗。

触发电平：仪器中启动采集卡进行信号采集的控制源是从检波器转换来的电信号，当该信号电压高于“触发电平”设定的门槛电压值时，采集卡开始工作，将电信号转换为数字信号。当周围环境比较安静无较大震动时，设置较低的值（50mv），当周围噪声较大时，选择低电平容易自动触发仪器采集，应适当增大阈值。

触发方式：本版本固件只支持通道触发。

通道选择：由于本版本只支持通道触发，我们只能选择通道一。

标度方式：度仪器显示波形时，光标所在位置表示的意义。“长度坐标”表示光标读取的是长度单位“毫米”，“时间坐标”表示读取的为时间单位“微秒”。

信号极性：改变入射波的显示方向，分波形正向反向两种，可根据个习惯调整。

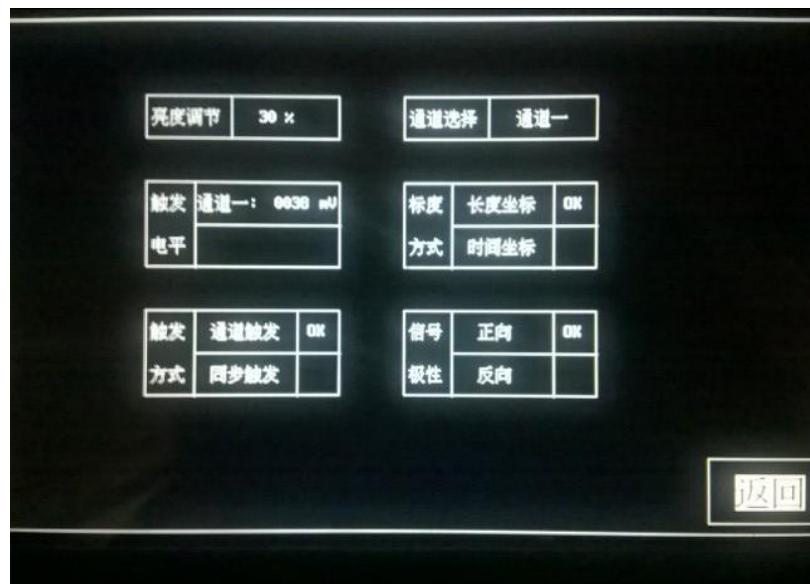


图 3.6 参数设置界面

3.3.2 开始检测

进入开始采集界面，点击新建设置锚杆信息及参数（图 3.7）。

采样方式	连续采集		
工程名称	temp (长度不超过8位字符)		
测点编号	TEST_001 (4位字符_3位数字)		
采集通道	通道一		
触发电平	50 mV		
测试日期	20140429		
检测对象	锚杆		
测点位置	请输入测点位置		
杆体波速	5120 m/s	锚固体波速	4700 m/s
设计长度	2666 mm		
采样间隔	2 us		
缩放方式	不缩放		
通道一滤波频率	低通	10kHz	高通
通道二滤波频率	低通	10kHz	高通
			500Hz

开始检测

图 3.7 新建工程

1. 采样方式：分为单次采样和连接采样两种，默认连续采样。在“单次采样”设置状态下，需每测一次，要按一次采集，才进入采集状态。而在“连续采样”设置时，系统每测一次，

自动进入下一次的采集状态，每根锚杆最多保存六条波形。

2. 工程名称：在“工程名称”上轻按旋钮，弹出字符和数字设置界面，旋转旋钮到所需字符所在的行点按进入，点按所需字符即可输入，点按退格删除字符，返回退出本行选择。输入完成后旋转到确认保存工程名，若不需保存点按取消输入。存盘作业将以此名称为基础，自动建立文件名。

3. 锚杆编号：输入方法与输入工程名称一致，注意输入编号格式必须为3位字符_3位数字，例如abc_001，以便下一根锚杆编号的自动输入。

4. 触发通道和触发电平已在参数设置中调试完毕，无需改动。

5. 锚杆位置和测试日期为非必填选项，可以在pc软件中输入。

6. 杆体波速和锚固体波速为声波的传播速度。杆体波速是自由端波速即空杆波速，缺省为5120m/s。锚固体波速指锚杆入岩端与砂浆混合体速度，缺省为4700m/s。

7. 设计长度：设计值，应尽量准确，输入后，将结合波速自动设置采样长度，单位mm。

当输入值小于10m时，采样长度为2k，当输入值大于等于10m时，采样长度为8k。

8. 采样间隔：波形采样时间间隔，本仪器有2us、5us、10us三个档可选择。

9. 缩放方式：分为“不缩放”、“对数曲线”和“分段线性系数”三种方式。轻按旋钮在这三种方式之间切换。

“对数曲线”方式将起始点的放大系数固定为1，需要设置的参数为最终点的放大系数，根据设定值自动按对数曲线计算中间各点的放大系数。终点的最大输入值为50，最小值为1，实际值为输入值/10，当输入值小于10时，实际值为1.0。

“分段线性系数”方式将波形分为10段，每段端点可以设置一个放大系数，段内数据点的放大系数在两端点之间的连线上。

10. 第一通道滤波频率：硬件滤波器的带通范围。“低通”为截止高频，可选项为：10K、6K、4K和2KHZ，“高通”为截止低频，可选项为：2000、1000、500、200和10HZ。一般对于短杆选择高频通过，长杆选择低频通过。

11. 开始检测：设置完成后点按进入波形采集界面（图3.8）

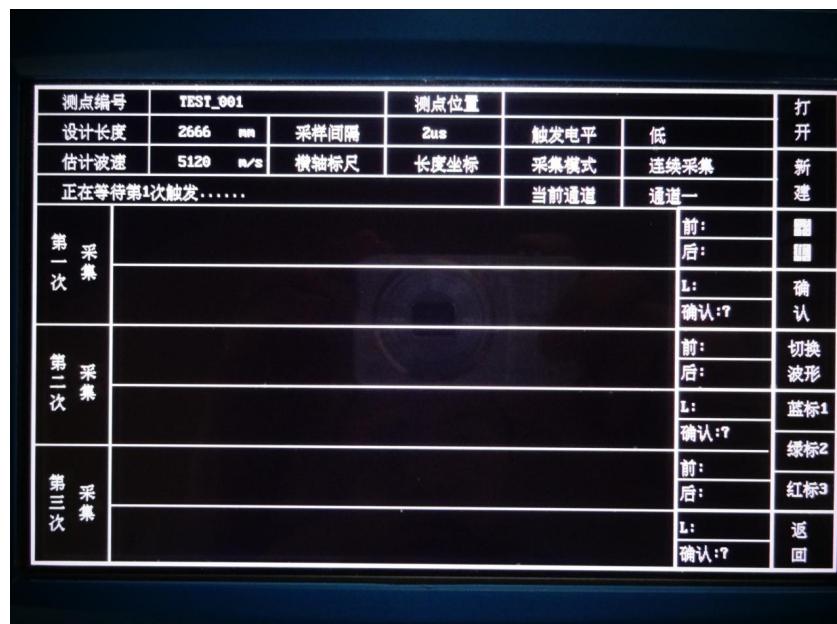


图 3.8 采集

采集界面按钮：

打开：浏览文件，可以打开主机中保存的波形。

新建：本次采样完成后点击新建可设置下一根锚杆采集信息进入下一次检测采集（图 3.8）。

采集：

1. 单次采集状态：按采集功能键，每触发一次显示一条波形，若波形质量不认可，则重新按采集键，屏幕刷新重测；若认可，则按确定键，波形保留，再按采集，进入下一行波形采集，重复上述操作。也可对某条不满意的波形，通过切换键进行重新采集测试，直到信号采集满意，按存盘功能键保存波形。

2. 连续采集状态：按采集功能键，连续击震采集六条波形，若波形质量不认可，则重新按采集键，若认可，则按确定键，波形保留。也可通过设置，设为单次采集，修改一条波形。

确认：保留当前采集波形。

当前锚杆采集结束后，“确认”按键转为活动状态，在“确认”上轻按旋钮，则保存当前锚杆上采集的所有波形。此时锚杆编号自动递增，点按采集即可进入下一根锚杆采集。

切换波形：在当前锚杆采集的 6 道波形之间切换。在此轻按旋钮，然后旋转旋钮，则可进

行切换。

蓝标 1、绿标 2 和红标 3：每道波形上有三个光标，最左侧的为蓝标 1，表示锚杆的起始位置，中间的为绿标 2，表示锚杆的进入锚固段位置。红标 3 表示杆底位置。在这三个功能键上轻按旋钮，再旋转旋钮，则可移动光标，读取锚杆长度。长按光标 2 秒后松开进入放大界面，以便更准确的选取位置，长按 2 秒退出放大界面。

返回：退出采集界面，返回到开机界面。

3.3.3 USB 传输

将仪器用 USB 数据线连接至电脑，轻按此选项进入 u 盘模式。在电脑上可以拷贝删除仪器中的数据，再次点按返回开机主界面。注意：在进行数据交换时请勿拔出 USB 数据线或关机，否则可能损坏主机硬盘。

3.3.4 文件管理

在此界面可以进行波形回放、删除文件等操作（图 3.9）。

打开文件管理，轻按进入文件目录，选中所需编号后打开波形；

1. 下一页：本页只能显示 8 根锚杆，点按下一页进行翻页；
2. 上一页：向上翻页；
3. 返回：回到主界面。

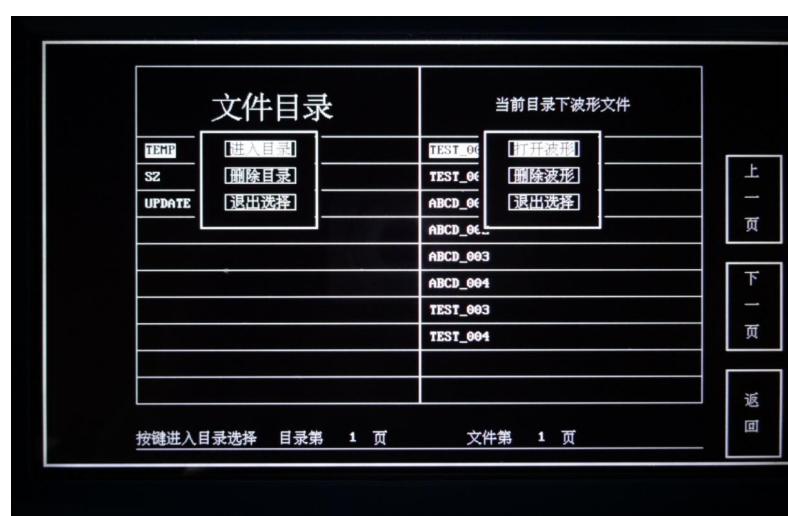


图 3.9 文件管理

第四章 数据管理、分析与建模

TS-ABC602 锚杆索质量检测仪信号分析系统分析系统的主要功能为检测数据的管理、分析、锚固系统模型建立与锚固质量评价及模型打印输出等。

检测结果中包括页眉、页脚，工程参数（工程名称、项目名称、单元名称、检测依据、仪器型号、报告编号及页面下端的检测单位等），单根锚杆参数（测试编号、测试位置、锚杆安装日期和检测日期等）及图表（分析波形图、结果模型及结果描述等）。页眉页脚及显示字体等信息在打印参数中设置，工程相关信息在工程参数中设置，单根锚杆相关信息及结果描述在锚杆结果参数中设置。所有这些均由分析软件生成（图 4-1）。

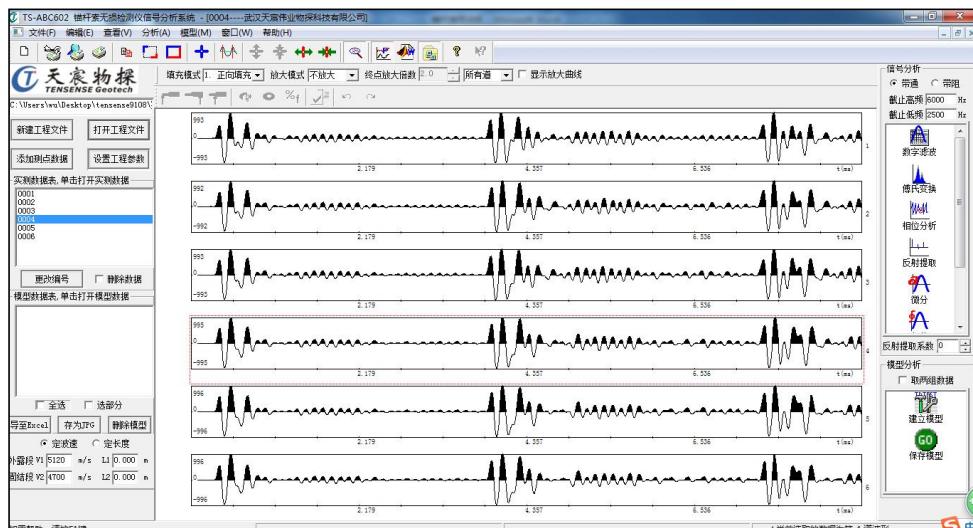


图 4-1 分析系统主界面

4.1 文件管理栏

这里可以打开工程文件、数据文件和模型文件。

『新建工程文件』

在“文件管理栏”中点击“新建工程文件”，弹出对话框，在“文件类型”下拉菜单中可以选择原始数据文件。选取不同的工程文件后，即可将当前选定目录下的工程文件显示在工地列表中（图 4-2）。

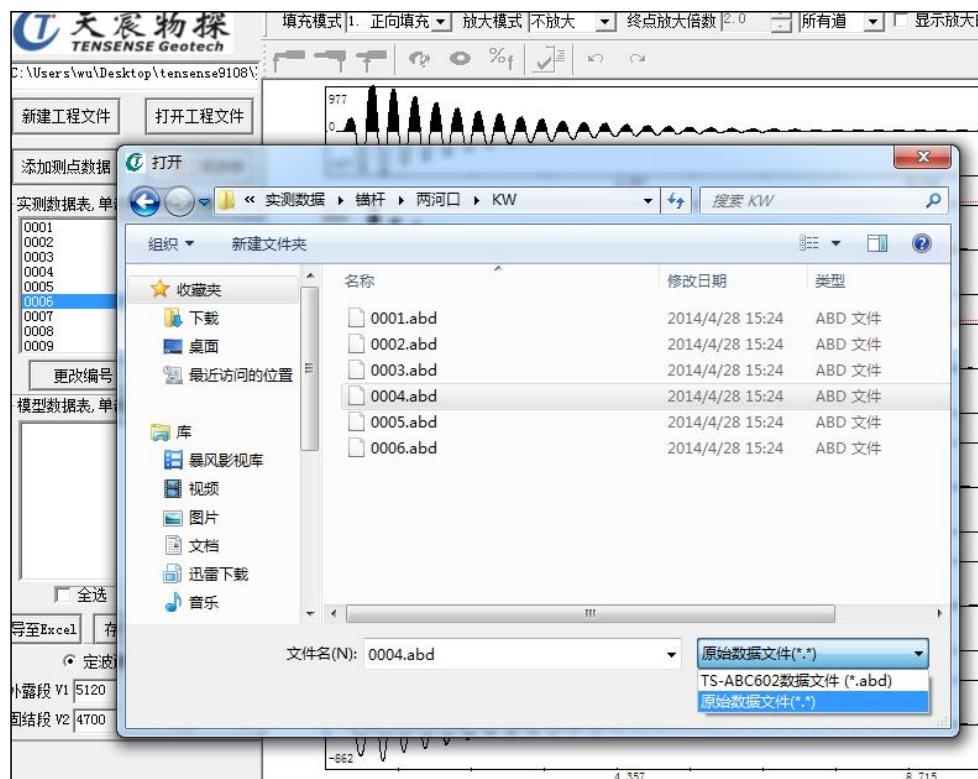


图 4-2 新建工程

『打开工程文件』

对于已分析过的锚杆，点击与程名同名后缀为. abp 的文件即可打开。

『添加测点数据』

一个工程在不同文件夹保存时，可以把另一组数据添加到此工程中，浏览所需数据，输入新的编号确定即可。

『设置工程参数』

设置的内容主要是设置工程相关的的内容最后显示在报告的工程参数位置。工程参数设置方式有两种，一种是新锚杆无损检测规范指定的格式，即规范格式和自定义格式（规范出台前本软件自定义的格式），这两种格式通过单选按钮“规范格式”和“自定义格式”来选取。

规范格式列出的参数为参考锚杆锚固质量无损检测规范的水电行业标准（DL/T 5424-2009）和建筑行业标准（JGJ/T 182-2009）的单根锚杆检测结果和单元锚杆检测结果列出的工程参数内容，在这些参数中，施工单位和监理单位仅仅用于单元锚杆的结果表中。

自定义格式中，工程参数标题和参数值均可根据实际情况自行修改和设定，当某个参数标

题为空白时，表示从该参数开始，其下面的参数均不显示输出。

『更改编号』：更改时可以对单个锚杆号，也可以对所有锚杆号添加前缀，只须在原始数据列表中选定，然后输入新编号，点击更改即可，在改名后数据列表中显示更改后的内容。完成后必须点击确定返回。

『删除数据』：在实测数据列表中选取要删除的数据文件，然后点击“删除数据”。删除数据时同时删除该实测数据文件和模型数据

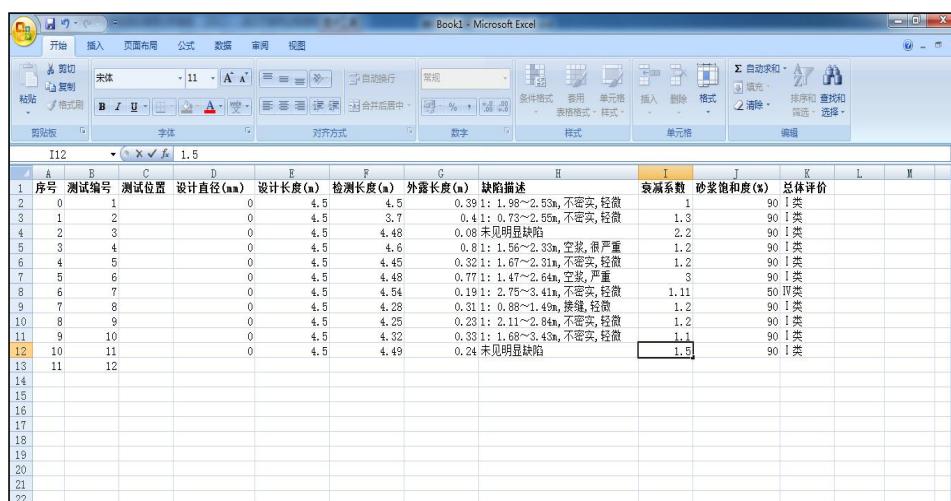
『全选』：全部选中模型列表中的模型，用于删除模型和打印。当复选框为选中状态时，即为全部选取，否则为取消全选。

『选部分』：选部分为选取部分连续的锚杆模型。当“选部分”复选框为选中状态时鼠标左键点击模型列表中的两个模型，则两个模型中的部分模型被选中。

『导至 Excel』：此功能为将分析后的模型数据导入到 office Excel 数据表中。执行此功能时应先在工地列表中单击工地名，以刷新模型数据列表，然后点击“导至 Excel”，系统自动链接到 Excel 软件，将模型数据导入到其中（图 4-3）。

『存为 JPG』：将模型列表中选定的模型转存为 JPG 图像文件。转存为 JPG 文件时，将新建一个 JPG 数据文件夹，将转换后的 JPG 数据文件存在该文件夹内。

『删除模型』：从当前模型列表中删除所选模型数据。可以多选。



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Book1 - Microsoft Excel". The data is organized into columns A through I, with rows numbered from 1 to 22. Column A is labeled "序号" (Number), column B is "测试编号" (Test Number), column C is "测试位置" (Test Position), column D is "设计直径 (mm)" (Design Diameter mm), column E is "设计长度 (m)" (Design Length m), column F is "检测长度 (m)" (Detection Length m), column G is "外露长度 (m)" (Exposed Length m), column H is "缺陷描述" (Defect Description), and column I is "衰减系数" (Attenuation Coefficient). The data includes various measurements and defect descriptions for different anchor rods.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	序号	测试编号	测试位置	设计直径 (mm)	设计长度 (m)	检测长度 (m)	外露长度 (m)	缺陷描述	衰减系数	砂浆饱满度 (%)	总体评价		
2	0	1		0	4.5	4.5	0.391: 1.98~2.53m, 不密实, 轻微	1	90	1类			
3	1	2		0	4.5	3.7	0.41: 0.73~2.55m, 不密实, 轻微	1.3	90	1类			
4	2	3		0	4.5	4.48	0.08 未见明显缺陷	2.2	90	1类			
5	3	4		0	4.5	4.6	0.81: 1.56~2.33m, 空鼓, 很严重	1.2	90	1类			
6	4	5		0	4.5	4.45	0.321: 1.67~2.31m, 不密实, 轻微	1.2	90	1类			
7	5	6		0	4.5	4.48	0.771: 1.47~2.64m, 空鼓, 严重	3	90	1类			
8	6	7		0	4.5	4.54	0.191: 2.75~3.41m, 不密实, 轻微	1.11	50	1类			
9	7	8		0	4.5	4.28	0.311: 0.88~1.49m, 接缝, 轻微	1.2	90	1类			
10	8	9		0	4.5	4.25	0.231: 2.11~2.84m, 不密实, 轻微	1.2	90	1类			
11	9	10		0	4.5	4.32	0.331: 1.68~3.43m, 不密实, 轻微	1.1	90	1类			
12	10	11		0	4.5	4.49	0.24 未见明显缺陷	1.5	90	1类			
13	11	12											
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

图 4-3 导出至 Excel

4. 2 文件菜单

系统主菜单主要有“文件”、“编辑”、“查看”、“分析”、“模型”、“窗口”及“帮助”等项。文件菜单主要实现文件的新建、关闭、屏显存为图像、逐页存为图像、打印、打印预览、打印设置、机内软件更新等功能。

『新建』：新建一个空白文档；

『关闭』：关闭当前打开的数据文件，同时关闭当前窗口，因此，下次打开文件前须利用“新建”功能建立一个空白文档窗口。

『屏显存为图像』：将屏幕显示内容保存到*. jpg 图像文件中。点击此功能菜单，自动将屏幕显示内容保存到以该锚杆号为文件名的 JPG 图形文件中。

『逐页存为图像』：根据打印设置的要求，将选定的模型以打印的方式保存到 JPG 图像文件中。

『打印』：按照最近一次设置的打印参数（页面设置参数和打印机设置参数）直接打印模型。

『打印预览』

按照最近一次设置的打印参数(页面设置参数和打印机设置参数)对模型进行打印预览(图 4-4)

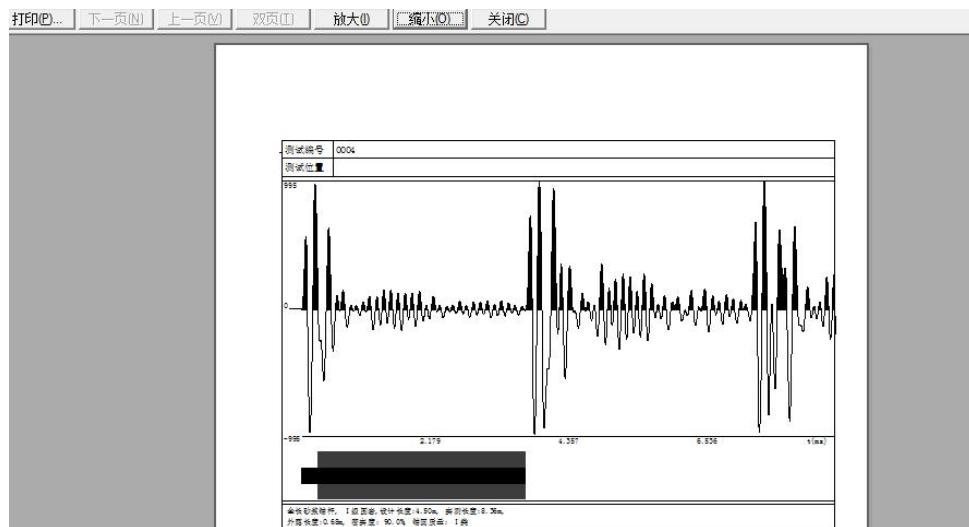


图 4-4 打印预览

『打印设置』

打印设置包括设置字体设置、图像布置及页面与打印机参数设置等（图 4-5）。



图 4-5 打印参数设置

4.3 编辑菜单

『编辑』菜单项主要实现范围选取及复制到粘贴板功能。

『全屏选取』

在复制时需要选取所要复制的范围。“全屏选取”是自动选取整个绘图区域。

『区域选取』

用于选取一定范围内的图形。选取时点击工具栏图标，用鼠标左键点击一下区域左上角，再点击区域右下角，则可见一兰色虚线框表示所选区域为复制后的图形。

4.4 查看菜单

『查看』菜单项主要实现的功能有：拉伸、压缩、放大、缩小、读取数值、读取长度、工具栏、状态栏、文件管理栏、分析建模栏及小波分析栏。

『拉伸、压缩』:

在实测波形窗口或分析窗口，实现对波形的拉伸及压缩。

『放大、缩小』:

在分析窗口中，在工具条上点击该功能图标，图表处于选中状态时，在所须放大的窗口点击鼠标，波形就相应放大或缩小 1.5 倍。

『读取数值』:

在实测波形窗口或分析窗口，在工具条上点击该功能图标，图标处于选中状态时，在波形窗口中读取鼠标所在位置的测点信息及其声学参数，并在状态栏中显示出来。

『读取长度』:

首先确定长度计算的起始位置。在波形和模型显示窗口，在工具条上点击该功能图标，图标处于选中状态时，在确定为起始位置的地方点击鼠标左键，在该点处即显示一竖线，表示读取长度起始位置，同时图标恢复成未选中状态。随后在鼠标移动过程中在状态栏即显示鼠标所在位置所表示的锚杆长度。

『工具栏与状态栏』：控制通用工具栏和窗口底端状态栏的显示与隐藏。

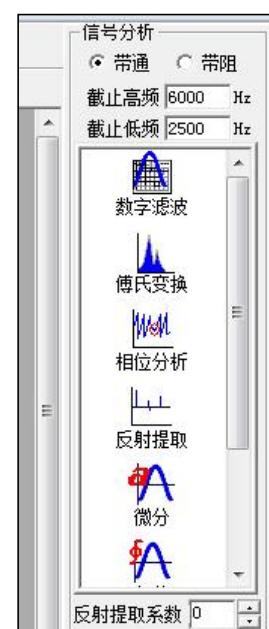
『文件管理』栏、『分析建模』栏及『小波分析』栏

分别控制左侧文件管理对话栏、右侧分析与建模对话栏和小波分析对话栏的显示与隐藏。

4.5 分析菜单

数据分析处理主要有：傅立叶变换(FFT)、数字滤波、相位分析、反射提取、积分、微分、信号反相和信号放大等功能。这些分析功能只对单道数据有效因此，在作分析前，先从实测的 6 条波形中选取一条，即在所选取的曲线上单击鼠标左键，然后在右侧功能对话栏中执行相应的功能。所有这些功能在右侧窗口的“信号分析”有相应的功能键如右图所示。

指数放大、数字滤波、积分、微分、傅立叶变换等均为 通用分析功能，数字滤波为一带通滤波器，带通范围缺省为“2500~6000HZ”，带通



滤波器的截止低频和截止高频可以从信号分析栏中直接输入，也可以在付氏变换后的频谱曲线上点击鼠标右键，在弹出菜单上选截止高频或截止低频设置。弹出菜单上的这两个功能只有在频谱分析曲线上且取用了“十字型光标”后才有效。相位分析和反射提取为本系统特有的功能，现在作详细介绍。

『相位分析』

相位分析是通过信号的瞬时相位来提取锚杆底部反射信号和中间缺陷。在相位分析前最好进行一次带通滤波，通常滤波参数为 2500~6000Hz。图为一实测信号的相位分析结果，从相位图中可以清晰地看到信号起跳、底部反射和中间缺陷位置（图 4-6）

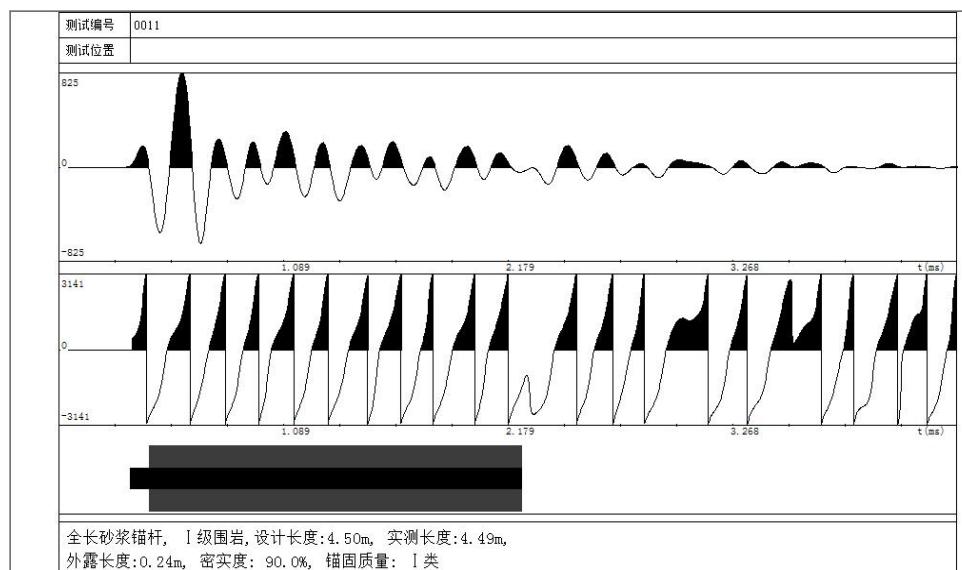


图 4-6 相位分析

『反射提取』

其目的是通过分析处理以一种最直观的方式突出叠加在原有信号中的反射信号。在进行反射提取时，首先要设置间隔点数，间隔点设置不同，分析结果差异较大。因此，反射提取时间隔点数的选取很重要。目前尚无一合适的方法来确定最佳的间隔点数，只能结合实际情况，与其他的处理方法结合（如滤波等）。

『信号放大』

信号放大分为对实测信号的 6 道波形同时放大和对单道信号放大，放大类型有不放大、线性放大和指数放大。当从实测数据列表中打开原始数据时，缺省放大模式为不放大，显示模式

为正向填充。当选取线性放大模式时，将对信号按照指定的分段放大模式进行放大。放大曲线可以编辑。分段放大时放大曲线共分为 10 段，每段的端点放大倍数可以通过鼠标点击设定，起点和终点可以通过对话框直接设置。指数放大的放大倍数由起点和终点的放大倍数决定，起点为信号的第一个点，终点缺省时为信号的最后一点，也可以通过鼠标在放大曲线上确定，鼠标点击的位置为计算指数系数的终点，终点之后的各点指数放大倍数与终点相同。

指数放大主要用于长锚杆或锚索信号。当锚杆或锚索较长时，信号衰减比较大，底端信号相对于顶部信号幅值较小，所以按照满幅显示模式时底部信号不明显，无法判断锚杆或锚索底部反射位置。此时，通过指数放大模式将底部信号放大，以利于锚杆/锚索底部反射信号的识别和判定。

4.6 锚杆建模

在图 4.1 中鼠标左键点击所要分析的波形，然后点击右侧对话栏中的“建立模型”，从工具栏的工具条上选取锚杆端头 、锚杆底端 、锚杆自由端 、锚固缺陷位置  和锚固缺陷属性  等工具，在实测波形中点击鼠标以确定各要素相应位置，同时在模型下方显示锚杆号、锚杆长度、自由端长度、锚杆顶端与底端声幅比值，对于锚杆锚固缺陷，在下方列表显示其位置、类型及程度（图 4-7）。

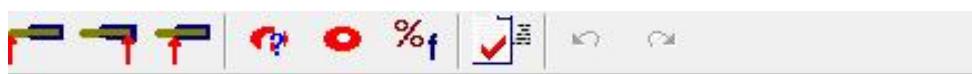


图 4-7 模型分析快捷栏

计算模型锚杆密实度时，在上图工具条上点击“计算密实度 ”工具项，然后在波形图中用鼠标右键分别点击锚杆底部位置前面的最大波峰顶部和底部后面的最大波峰顶部。

鼠标右键点击后，提示根据计算所得锚杆底端与顶端的声幅比值，并结合锚杆类型，围岩类型、实测锚杆长度等综合指标，确定砂浆饱满度及锚固质量等级（图 4-8）。



图 4-8 测试结果参数

4.7 数据打印与电子文档输出

在本软件中，生成的锚杆锚固模型以二进制形式存储在工程文件中，只有本软件才能直接打开。若要将检测结果以电子版的形式输出，则要进行转换，方法有两种：转换为 pdf 文件或复制粘贴到 word 等文本编辑软件中。

通过打印方式转换为 pdf 文件。

安装 PrimoSetup.exe 成功结束后，从 Windows “开始\设置\打印机和传真” 中可以看到里面添加一个新打印机 PrimoPDF。在利用我们的软件进行结果打印输出时，若选择实打印机，如“Samsung ML-1510_700 Series”等，可以将结果打印输出到打印纸上；若选择虚拟打印机，如“PrimoPDF”，或者“Adobe PDF”，则可以将结果转换为 PDF 文件。

下面以 TS-ABC602 锚杆索检测仪信号分析系统为例，说明 primopdf 软件使用时注意以下几点：

1) 选取模型数据

在图 4-9 TA-ABC602 软件中，在左侧模型列表栏中选定需要打印的模型，选中模型为高亮度显示；

2) 确定单双列打印

在右侧打印设置中设定每页打印的模型数及是否双列打印；

3) 设置页边距 从“文件\页面设置”中设置页边距

4) 打印输出

然后按“打印输出”，弹出打印预览界面，点击“打印”，打印机选取及打印页设置界面，在“打印机名称”中选取打印机类型，其中，Adobe pdf 和 PrimoPDF 为虚拟打印机，用于将结果打印输出到电子文档中，Samsung ML-1510_700 Series 实打印机，用于将结果打印输出到打印纸上。选取“PrimoPDF”，在上端选择设置文件名，下端输出设置中选取“For Screen”，点击“OK”，结果即以设定的文件目录及文件名保存为 PDF 文件。

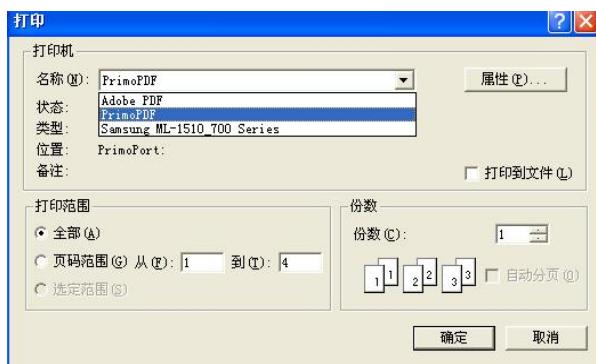


图 4-9 选取打印机

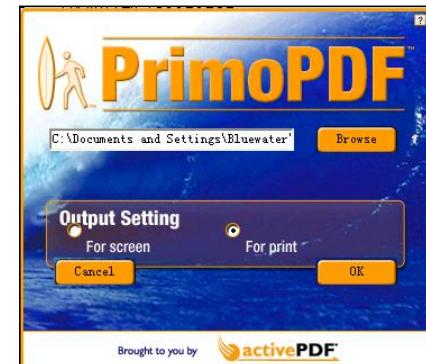


图 4-10 设置 pdf 文件名

5) 逐页存为 JPG 文件

在模型列表中选取需要转换输出的锚杆号，选中“全选”则选中模型列表栏中的所有锚杆号，点击文件菜单下的“逐页存为图像”，则将选中的锚杆模型输出到 JPG 文档中。

6) 单个模型存为 JPG 文件

在模型列表中选取需要转换输出的锚杆号，选中“全选”则选中模型列表栏中的所有锚杆号，点击“存为 JPG”（在模型数据列表旁），则按顺序逐一将所有选中的模型存为 JPG 文件，文件名为锚杆号。

第五章 仪器保养

锚杆质量检测仪主要配置：锚杆质量检测仪主机、加速度传感器、信号线、充电器、数据传输线、激振器。

仪器的工作环境：

环境温度：-20°C～40°C

相对湿度：≤95%

大气压力：80～106Kpa

主机：光电旋钮：位于锚杆仪主机右侧，该旋钮主要功能是对仪器各项功能的选择和确认。使用时主要注意不要用力按压旋钮。存放时不要让光电旋钮侧向受力，避免旋钮弯曲。如果遇到光电旋钮不能确认，只能旋转的情况，解决方法如下：a. 用刀片或较细针状物品挑开光电旋钮最外侧保护帽。b. 露出螺丝，将螺丝松掉后，把光电旋钮往外拉动。c. 将螺丝再次旋紧，盖上保护帽。（注意：仪器右侧的背光旋钮不存在确定功能）

接口：锚杆仪有四个接口：深度、信号、充电、USB 传输。使用时应注意不能进水，尽量防尘，避免短路。如果不小心接口进水后，应立即关机，去水，进行风干处理，最好放置一段时间，开机使用。

背光开关：此开关为按钮式开关，按到陷入时为开，按弹出为关。需要注意防水、防尘。避免进水短路。

屏幕：仪器屏幕安装有保护膜。但是对尖锐物体还是需要做好防护，避免撞击屏幕。请注意防压、防水、和防尘。

加速度传感器和信号线：传感器属于精密设备，需做到防摔和防潮。信号线在与传感器接触部位可用电工胶布加固，防止其折断。信号线为细线，须防防其被外物碾压。另外，检测完毕的时候，取下传感器一定要手拿传感器，不要硬扯信号线，从而造成信号线断开等。

充电器和充电注意事项：充电时必须保证主机关机后在充电。不推荐设备接交流电充电工作。推荐：先接好电源，通上电，然后将充电器与主机连接。充电时设备上方的红灯会亮，当充电结束后红灯会变绿。如长期不使用设备，请保证每个月至少完成一次充放电过程。如长时

间没有给设备充电，充电时红灯不能正常亮起，请将充电器与设备多次连接，使瞬间高电压给设备电池加压充电。充电时间最好不要超过 8 小时，指示灯灭后即可停止充电。

数据传输线：主要保护连接头处。须防折防碾压。

激震设备：手锤：检测时，不要锤到传感器，造成不必要的损失和伤害。

第六章 附录

6.1 全脱空锚杆实测波形：

此类锚杆的检测波形与自由锚杆相似，波形规则，底部反射强烈，反射能量衰减较慢，若采集时间足够长，可见多次重复反射。

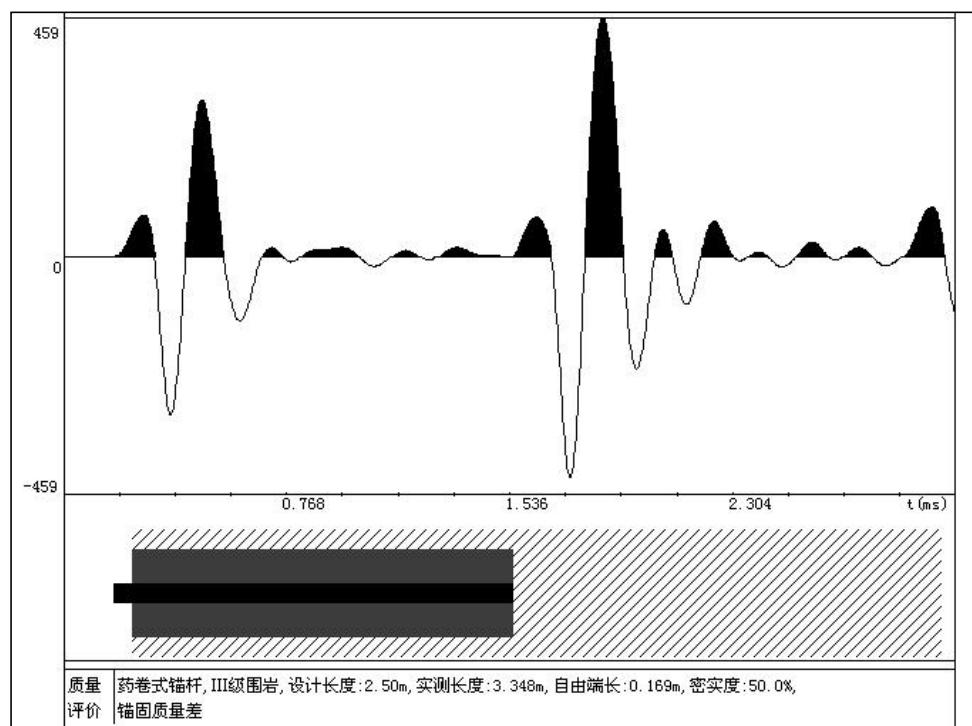


图 6-1 全脱空锚杆典型波形

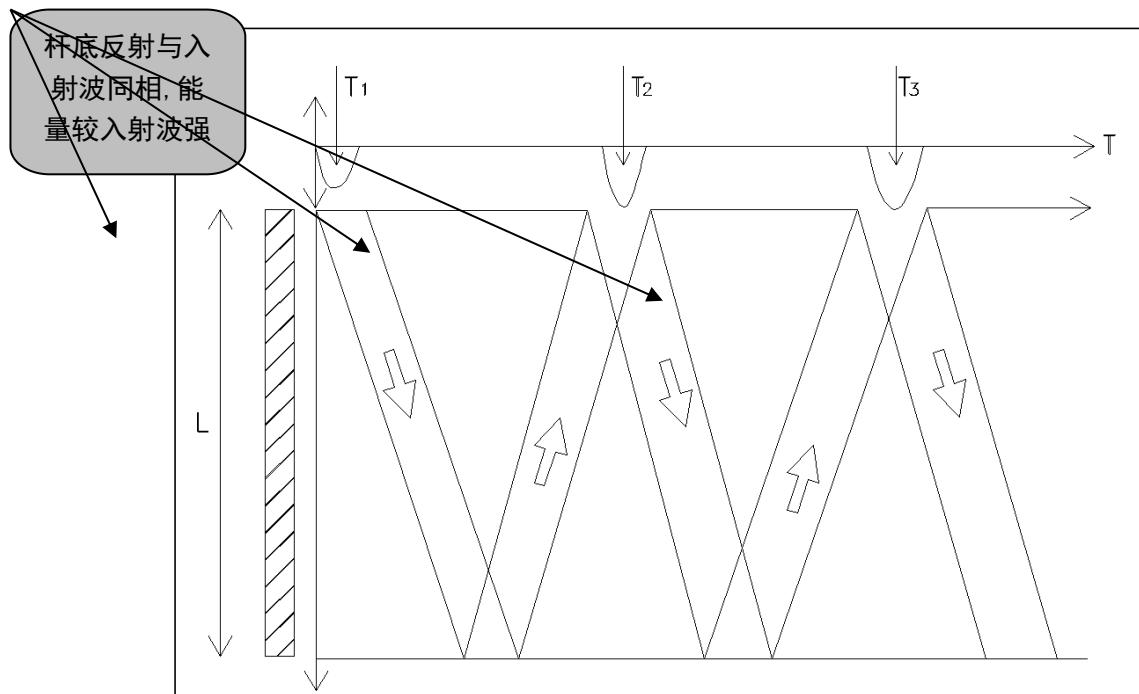
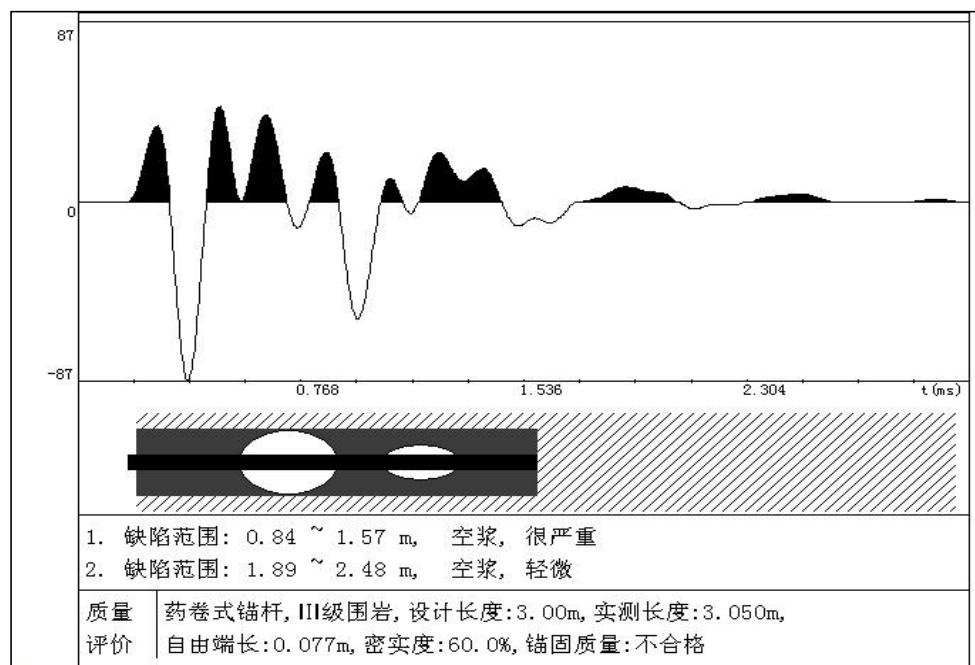
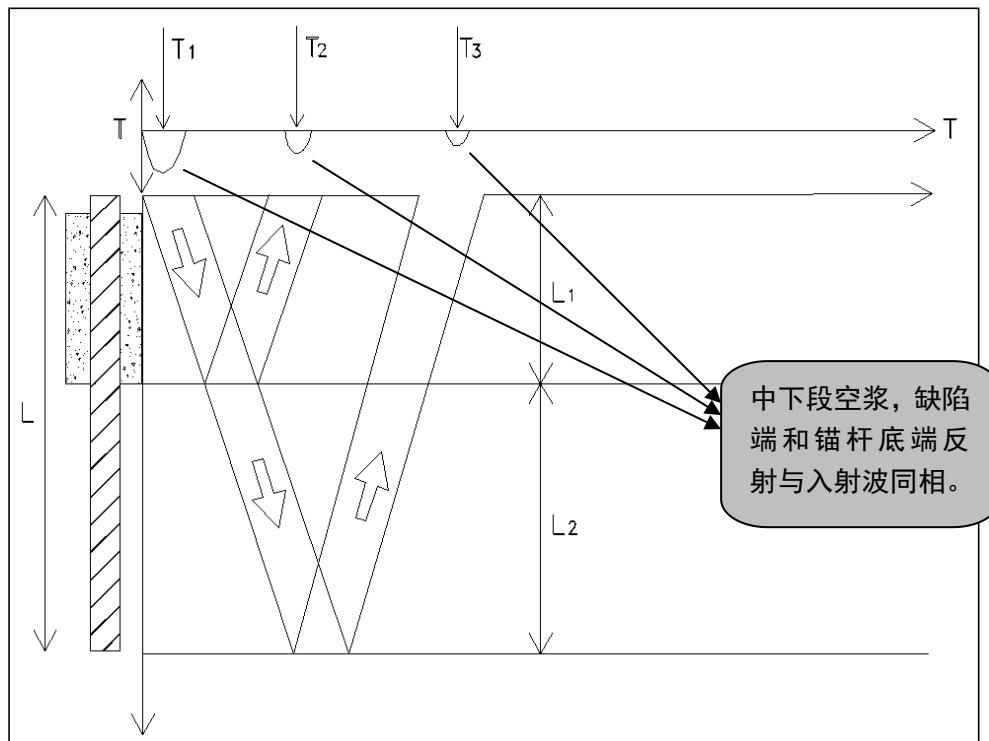


图6-2

6.2 中下段空浆缺陷锚杆检测波形

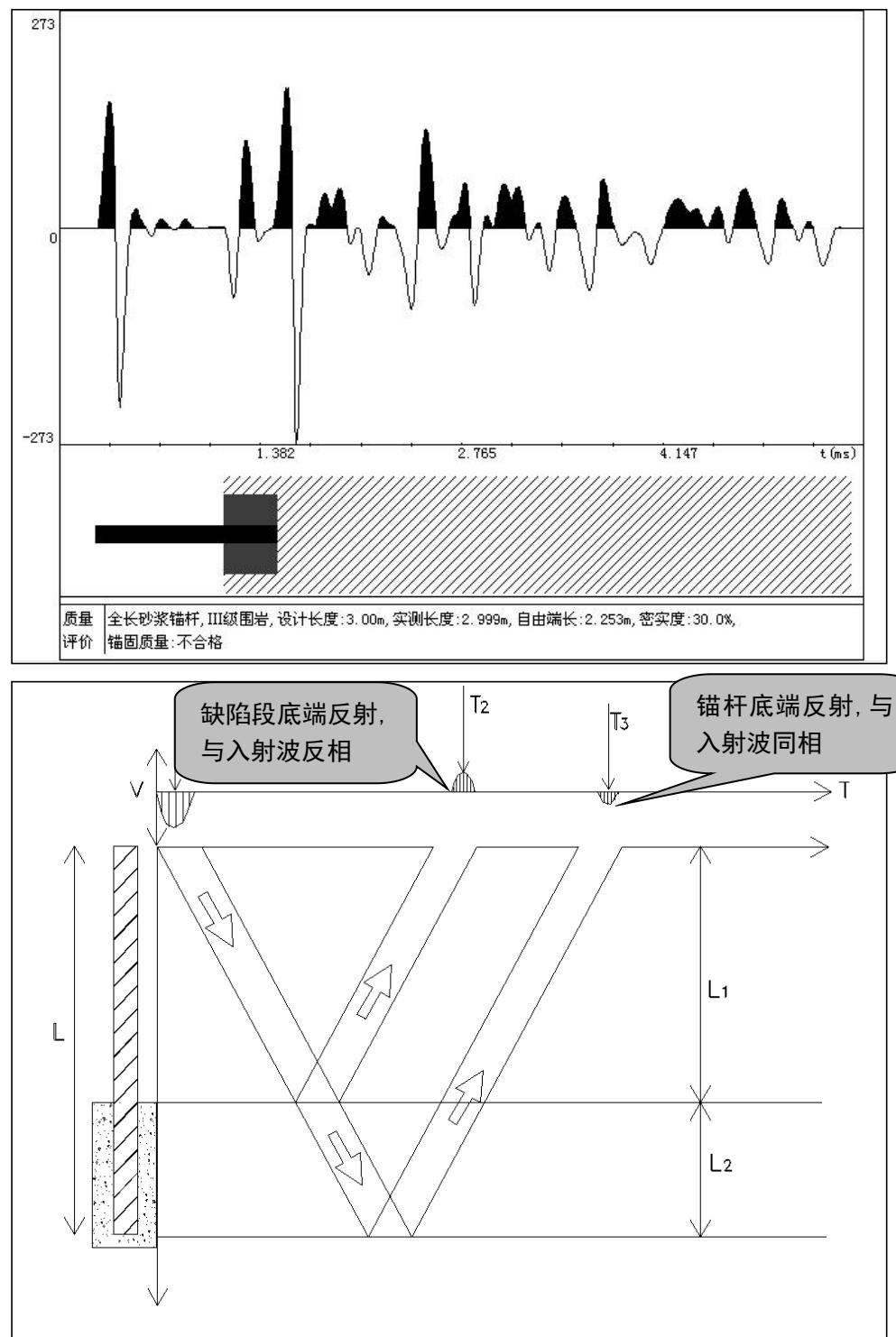
此类锚杆波形不规则，底部反射明显，空浆段前后端波形畸形或反射明显，可计算空浆段长度及密实度。





6.3 前端空浆缺陷锚杆检测波形

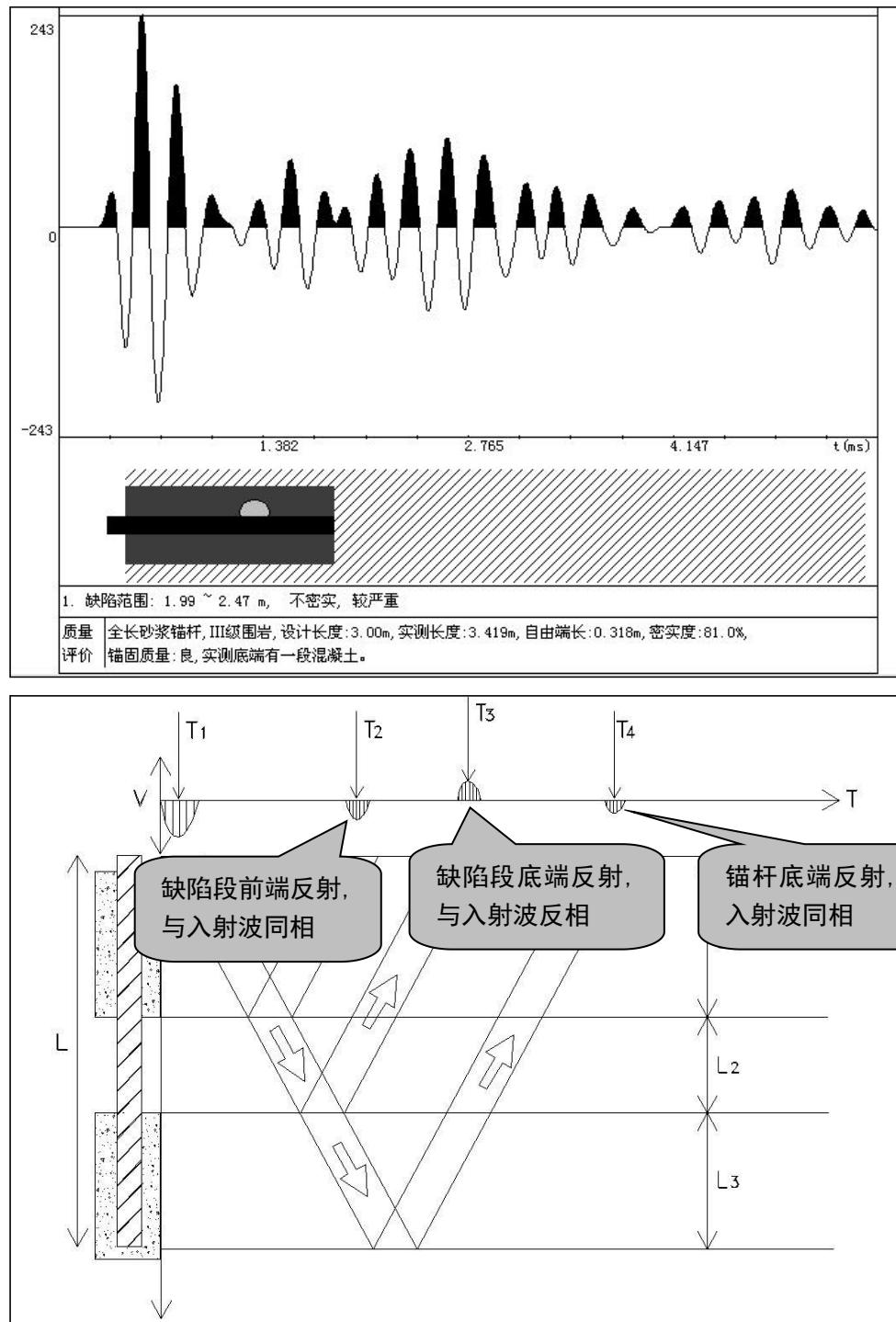
此类缺陷经常出现在注浆角度水平向下的锚杆中，其波形能量分两段衰减变化，中间较强反射波为前端空浆引起，底部反射较明显，可根据反射波的旅行时间确定空浆段的长度、锚杆的总长度、注浆密实度。



6.4 小缺陷锚杆检测波形

此类波形在不密实段往往表现为波形能量或相位轻微变化或产生正反相叠加现象。密实度根据锚杆的末端反射能量与入射波能量对比进行计算, 评价时将计算结果根据缺陷程度适当下

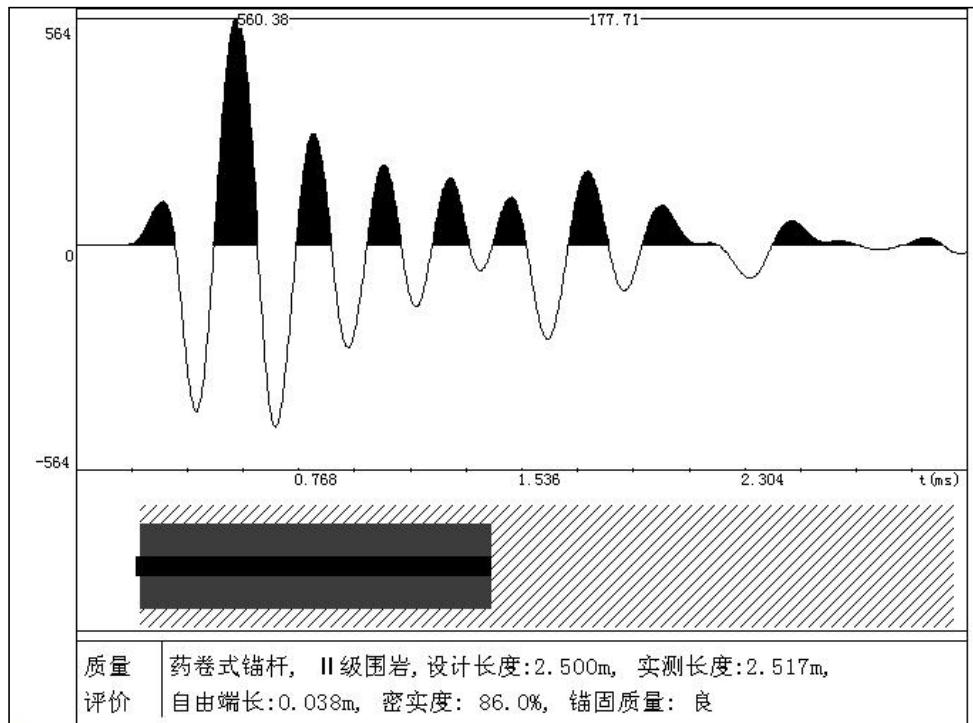
调 3~8%进行定量评价。



6.5 注浆均匀欠密实锚杆检测波形

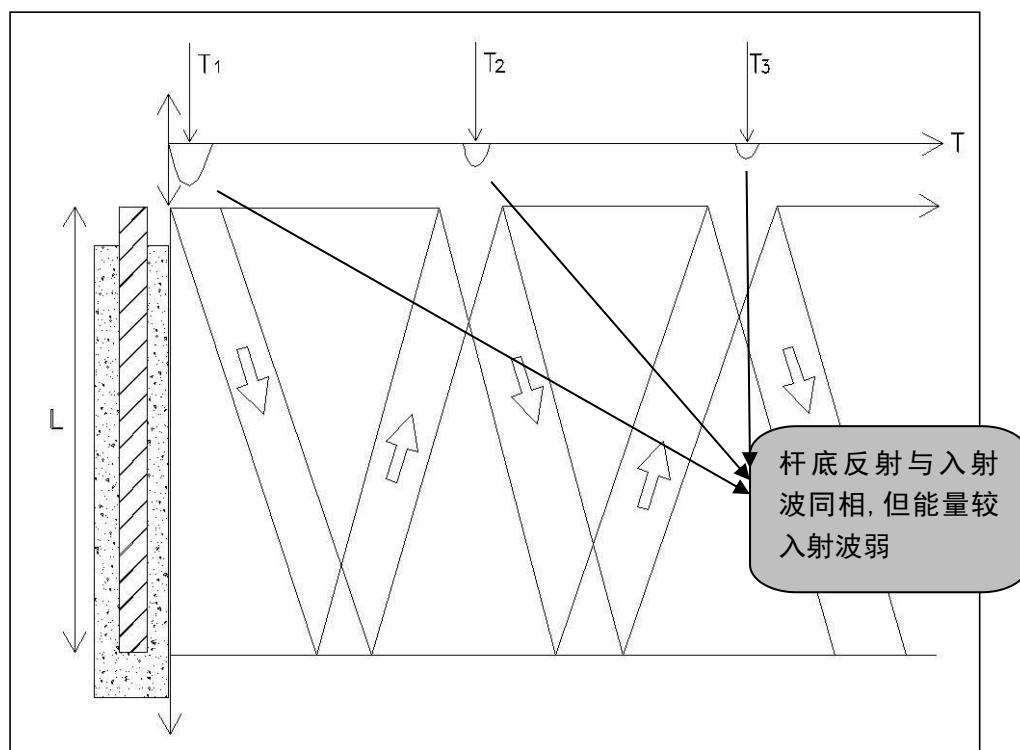
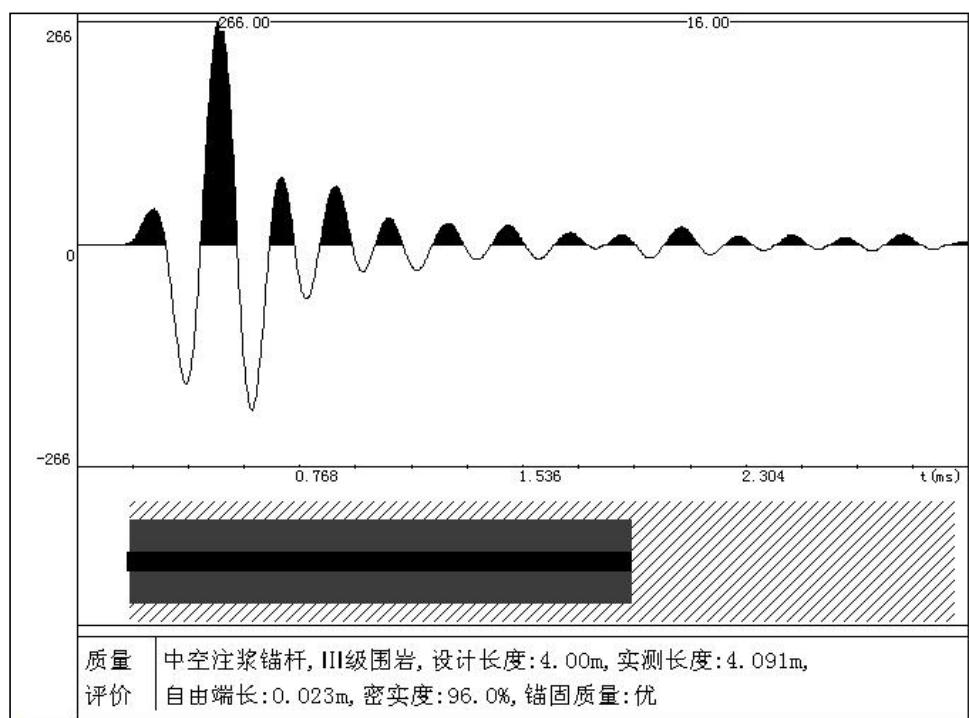
此类锚杆的杆体与浆液胶结较均匀，无明显空浆现象，但注浆欠密实，饱和度一般为 75%~90%之间，其检测波形较规则，界于全密实锚杆与全脱空锚杆之间，能量衰减较快，一般

有清晰的底端反射，且波形与入射波相似，此类波形对长度的判别较明确。



6.6 全密实锚杆检测波形

此类锚杆的杆体与浆液胶结良好，无空浆现象，注浆密实，饱和度普遍达90%以上，其检测波形规则，能量衰减快，波形最后甚至回归基线，底端反射微弱或无反射，个别情况甚至对锚杆的长度判别带来一定的困难。





以客户为中心，珍惜每一次服务机会！



地址：武汉市东湖新技术开发区流芳路 52 号光谷芯中心 B 区 10 栋

电话：027-87539108

邮箱：whtcwy@163.com

网址：www.tensegeotech.com



天宸官微