

PILE DRIVING TESTER

YL-PDT

高应变基桩检测仪

技术说明书

MANUAL



感谢您选择本公司的仪器，在使用本仪器前，请仔细阅读本说明书。

尊敬的岩联用户：


为了使您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，从中您可获得有关本仪器的功能特点、性能参数、操作方法等方面的知识。我们建议您在使用的产品之前，务必先仔细阅读，这会有助于您更好的使用本产品。

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，我们可能会对仪器的硬件和软件做一些改进和升级，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！

感谢您的合作！

Y-LINK 团队

 **注意事项**

1. 仪器的使用及储藏过程中应注意**防尘、防水**；
2. 在运输过程中应注意**防撞、防摔**。
3. 不要使用坚硬的物体（如钥匙等）操作触摸屏，否则会使触摸屏出现划痕甚至损坏。
4. 本仪器采用内置专用可充电锂电池进行供电，如完全充满，最长工作时间 ≥ 6 小时；随着使用次数的增加，最长工作时间会变短。
5. 仪器充电状态下充电器充电指示灯为红灯，充满状态下，充电指示灯为绿灯，**切忌不要对电池进行超长时间充电**。
6. 仪器长期闲置不用时，应定期对仪器进行使用放电、充电。
7. 在充电过程当中，若出现过热等异常现象发生时，请立即切断电源开关。
8. 传感器在使用过程中应注意保护，应防止传感器从高处跌落或被压在重物之下；同时不能随意扯拉加速度计连线。
9. 本仪器已进行密封处理，未经允许**请勿自行拆卸仪器**。

版本：2024121901

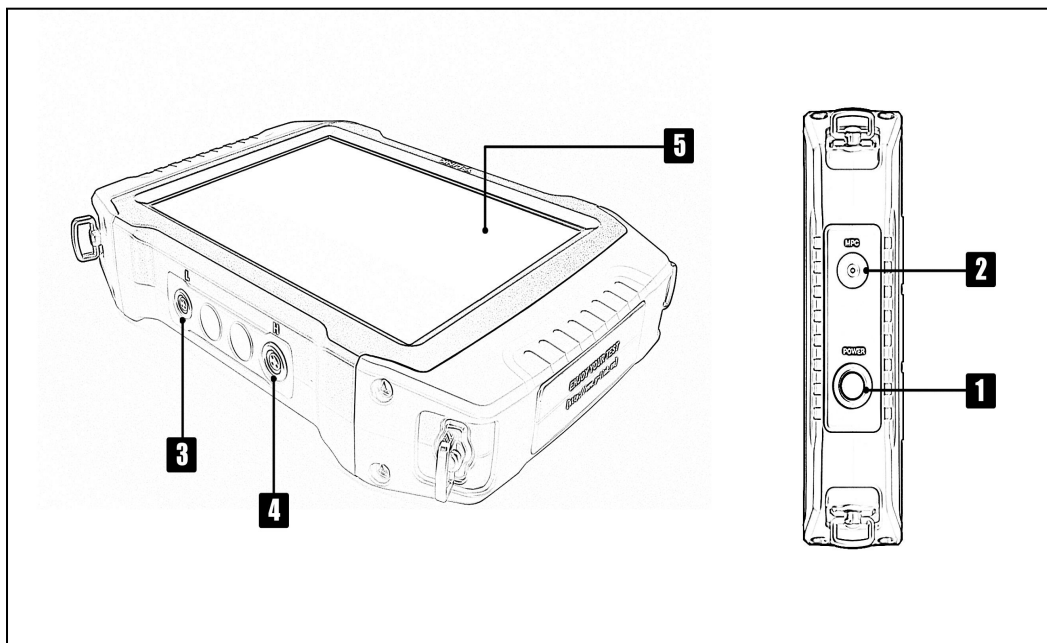
目录

概述	1
主机概况	1
仪器简介	1
仪器操作说明	3
启动与运行	3
设置界面	4
监视界面	8
采样界面	9
分析界面	11
管理界面	16
帮助	17
软件介绍	19
安装、运行、卸载	19
凯斯分析部分	23
主界面说明	23
菜单栏	23
常用工具栏	32
通道选择栏	33
文件栏	34
工程信息栏	34
波形编辑栏	34
波形窗口选择栏	36
凯斯结果看板	37
波形显示区	38
状态栏	39
拟合分析部分	40
拟合波形通道选择界面	40
桩土参数配置界面	42
拟合分析主界面	43
快捷菜单栏	44
拟合参数配置区	44
结果显示区	46
结果暂存表	46
波形显示区	47

模型桩显示区	47
桩侧、桩端拟合结果表	47
其它	49
拟合参数调整以及对应波形影响	49
拟合常见问题	49
附录	55
1. 建筑桩基技术规范 JGJ94-94 中侧阻力、端阻力经验值	55
2. 建筑地基基础设计规范 (GBJ7-89)	57
3. 灌注桩基础设计与施工规程 (JGJ4-80)	59
4. 交通部港口工程技术规范	61
5. 铁路工程技术规范	62
6. 公路桥梁设计规范	62
7. 上海市地基基础设计规范 (1989)	63
8. 深圳地区建筑基础设计试行规程 (SJG1-88)	63
联系我们	65

概述

主机概况



1 电源开关

实现仪器开关机。开机状态下按钮指示灯为绿色。

2 MPC 口（多功能口）

通过该口可以完成主机充电，下载测试数据，系统升级等功能。

需使用随机附带的专用多功能线方可实现以上功能。

3 L 接口

连接低应变加速度传感器。

4 H 接口

连接高应变电缆

5 触摸屏

仪器操作屏幕。

仪器简介

YL-PDT 基桩高应变检测仪是高性能检测仪器，适用于基桩高、低应变检测；具有测试精度高、性能稳定、界面友好、操作方便等特点。

主要性能指标

型号	YL-PDT
主控单元	低功耗嵌入式工业计算机
显示屏	8.4 寸真彩液晶显示屏（高亮）1024×768
存储容量	8G
供电模式	内置高性能复充锂电池≥6h
操作方式	触摸屏
采样间隔	5μs~65535μs
记录长度	1024 点
采样分辨率	16 位 AD
信号带宽	1Hz~12kHz
浮点放大器	1~256 倍（ 根据信号大小仪器自动调节）
系统噪声	<20μv
动态范围	≥100dB
数据传输模式	USB
通道数	4 通道（2 通道加速度+2 通道应变）
传感器	速度计、前置 IC 压电加速度计、应变环
工作温度	-20℃~+55℃
体积	266×80×50 mm
重量	1.9 kg

仪器操作说明

YL-PDT 检测仪采用向导式操作流程设计，您只需要按照【设置】-【监视】-【采集】-【保存】-【导出】的操作流程即可快速完成基桩检测工作。操作过程全程均有系统提示指导您的操作，从而可以大大提高您的检测效率。

启动与运行

在连接好传感器后，按下电源开关，屏幕上显示开机 LOGO。数秒钟后，仪器进入操作主界面，用户即可进行测试工作。主界面如图 2-1 所示。



图 2-1 主界面

主界面上显示了仪器基本信息、仪器版本号及操作按钮。各操作按钮的功能如下：

设置：采集前的信息设置，包括：工程信息、采集参数等设置。

采样：波形采集及保存等操作。

管理：存档波形操作，包括：浏览、删除、导出、分析等操作。

帮助：联机帮助，程序升级。

设置界面

在主界面单击【设置】后，将进入仪器的设置界面，如图 2-2 所示。

作业信息		重锤设置	
工程名称:	测试数据测试数据测试数	落距(m):	0.30
检测人员:	Dimjaya	锤重(kN):	10.000
检测单位:	Y-Link	锤型:	自由落锤
系统时间:	2022-01-13 10:32	考虑惯性力:	是

基桩信息			
桩号:	test132	桩身波速:	4000 m/s
总桩长:	50.00 m	测点波速:	4000 m/s
测点下桩长:	50.00 m	桩身密度:	2450 kg/m ³
入土桩长:	50.00 m	测点密度:	2450 kg/m ³
桩径:	800 mm	基桩特征值:	500 kN
桩身截面积:	1.0000 m ²	桩底截面积:	1.0000 m ²
测点截面积:	1.0000 m ²	安全系数:	2.0

图 2-2 设置界面

● 仪器信息区

仪器信息区主要用于显示当前仪器剩余电量、系统时间、当前操作的工程和单桩文件名。

同时提供屏幕亮度调节按钮，用户可以根据现场环境实时调节屏幕亮度。

点击“WIFI”，插入无线网卡，可连接无线网络。

仪器信息区在后面每个操作界面均会显示。

● 工程信息设置区

设置界面进入后单击【工程】，该设置界面如图 2-3 所示：

作业信息	
工程名称:	测试数据测试数据测试数 ...
检测人员:	Dimjaya
检测单位:	Y-Link
系统时间:	2022-01-13 10:32

图 2-3 工程信息设置界面

①工程名

新建一个工程，输入工地的工程名称，保存的桩文件均在该工程名的文件夹里。

②检测人员、检测单位

输入现场检测人员和检测单位信息。

③系统时间

当仪器当前系统时间不准确时，可以在此校正到准确的系统时间。

● 基桩信息设置区

如图 2-4 所示。

基桩信息			
桩号:	test132	...	桩身波速: 4000 m/s
总桩长:	50.00	m	测点波速: 4000 m/s
测点下桩长:	50.00	m	桩身密度: 2450 kg/m ³
入土桩长:	50.00	m	测点密度: 2450 kg/m ³
桩径:	800	mm	基桩特征值: 500 kN
桩身截面积:	1.0000	m ²	桩底截面积: 1.0000 m ²
测点截面积:	1.0000	m ²	安全系数: 2.0

图 2-4 基桩设置界面

①桩号

输入所测桩的桩号，保存时默认为该桩文件名。

②总桩长、测点下桩长、入土桩长

分别指该桩桩顶至桩底总桩长，传感器到桩底的桩长，桩入土部分的桩长。

③桩径

指该桩直径。

④桩身波速

指该桩的桩身平均波速。

⑤测点波速

指安装传感器处的桩身测点波速。

🔧 普通钢桩，一般波速为 5210m/s，混凝土桩波速变化范围为 3000~4500m/s。

⑥桩身截面积、测点截面积、桩底截面积

分别指该桩的平均截面积、传感器安装点处的桩截面积、桩底的截面积。

⑦桩身密度、测点密度

指该桩的桩身平均密度、传感器安装点处的密度。一般桩身材料质量密度如表

2-1 表：

钢桩	混凝土预制桩	离心管桩	混凝土灌注桩
7850kg/m ³	2450~2500kg/m ³	2550~2600kg/m ³	2400kg/m ³

表 2-1 材料质量密度

⑧基桩特征值

指该桩设计图中的特征值。

⑨安全系数

指该桩的设计安全系数。

● 重锤设置区

如图 2-5 所示。

图 2-5 重锤设置界面

①锤重

指落锤的重量。

②落距

指落锤落下高度。

③锤型

有自由落锤、柴油锤、气锤和其他等几种选择。

④考虑惯性力

有是和否两个选项。

● 高级设置界面

点击操作按钮区的【高级】，可以进入到高级设计界面，如图 2-6 所示。

图 2-6 高级设置界面

①传感器设置

加速度和应变计依据检定证书或出厂检定参数设置，一般加速度计为 3mv/g ，应变计为 7。

触发等级有 0~7 八档，等级越低越容易触发，一般设置为 3 档。

②采样间隔

采样间隔宜为 $50\sim 200\mu\text{s}$ ，一般设为 $100\mu\text{s}$ ，对于常见的工业与民用建筑的桩是合适的，对于超过 60m 的长桩，可设为 $200\mu\text{s}$ 。

③测试方法


A. 计算方法有阻尼系数法、最大阻力法、最小阻力法、卸载补偿法等选项。

B. 凯斯系数

一般经验取值见表 2-2 所示：

桩端土质	砂土	粉砂	粉土	粉质粘土	粘土
J_c	0.1~0.15	0.15~0.25	0.25~0.4	0.4~0.7	0.7~1.0

表 2-2 凯斯系数表

 规范中要求 J_c 值宜根据同条件下静载试验结果校核，或应在已取得相近条件下可靠对比资料后，采用实测曲线拟合法确定。

C. 触发通道

有加速度 1、加速度 2 和任意通道三种触发通道模式。

④滤波设置

进行力和速度的高通和低通滤波。

监视界面

点击【监视】，进入监视界面，如图 2-7 所示。

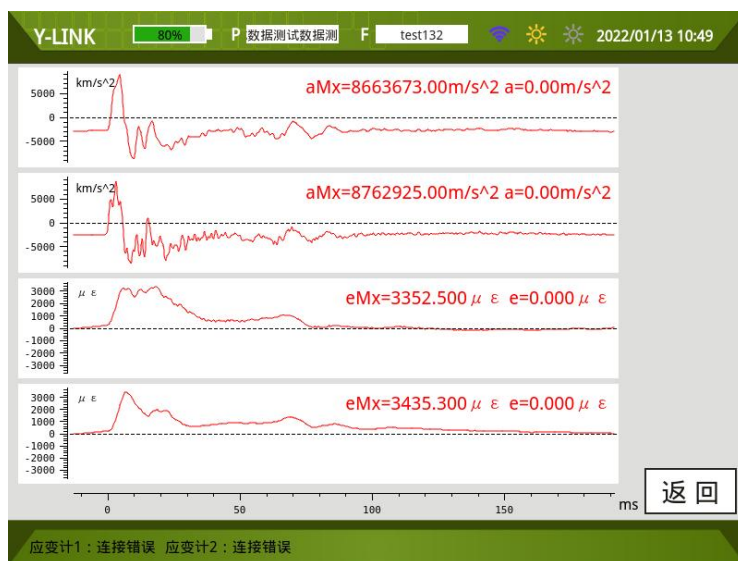


图 2-7 监视界面

在安装好传感器之后点击【监视】，查看传感器在安装过程中的平衡状态，底部显示应变环的安装状态。

➤ 采样界面

在设置界面设置好参数点击【确认】进入采样界面，不需要修改参数也可点击主界面中的【采样】进入采样界面，如图 2-8 所示。



图 2-8 采样界面

● 波形显示区

显示 4 道波形，上面 2 道波形显示加速度计通道信号，下面 2 道显示应变计通道信号。

● 按键操作区

① 上翻

进行上道波形的查看。

② 下翻

进行下道波形的查看。

③ 采样/暂停

点击【**采样**】进行波形进行连续采集，会弹出如图 2-9 所示的保存界面。最多能采 999 道波形，采样最大数量根据前面设置中的采样数量确定。采样完成后点击【**暂停**】，再点击【**完成**】。

④ 设置

在此处可点击【**设置**】进行参数的修改。

⑤ F/ZV

点击【**F/ZV**】进行采集的原始波形或 F/ZV 曲线的查看。

⑥ 完成

在采样完成后，点击【**完成**】进入如图 2-10 所示的界面。



图 2-9 采样保存界面



图 2-10 完成界面

点击【退出】返回到初始引导界面。

点击【分析】进入到分析界面。详见“2.5 分析界面说明”的分析过程说明。

点击【采样】进入到采样界面，其设置参数同上一根桩的设置参数。

点击【设置】进入到设置界面，进行下一根桩的采集设置，一般对同一工地同类型同长度的桩，只需要改桩号就可以进行采集了。

⑦ 返回

点击【返回】图标，将返回到引导界面。

➤ 分析界面

可通过两种方式进入该界面：一种方式为在主界面点击【管理】，选择文件点击分析进入分析界面，另外一种方式为在采集波形保存后点击【分析】进入分析界面，如图 2-11 所示。分为信息显示区、波形显示区、基桩参数区、按钮操作区四个部分。

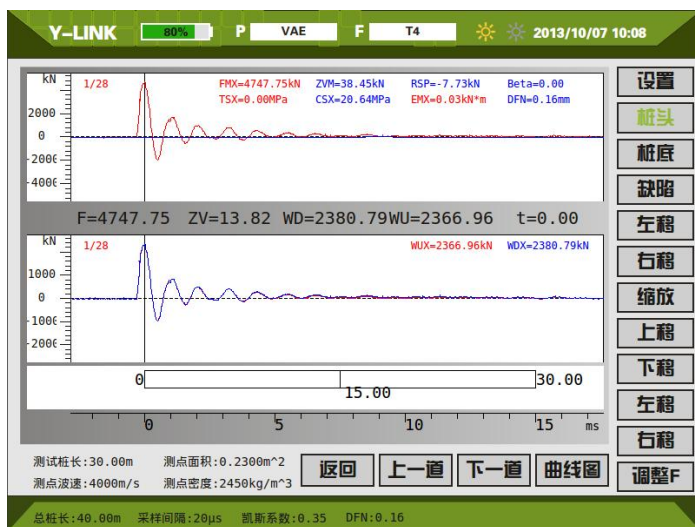


图 2-11 分析界面

● 波形分析区

波形分析区如图 2-11 所示，上部显示 F-ZV 曲线，中部显示 WU-WD 曲线，下部显示模拟桩的示意。



若要分析该桩的其它波形，可以点击【下一道】或【上一道】进行快速切换。

● 基桩参数区

显示测试设置的桩长、面积、波速、密度等参数。

● 按键操作说明

① 设置

点击【设置】会出现【设桩长】、【设波速】、【低通】、【高通】、【Jc系数】5个按键操作。

A. 点击【设桩长】会出现如图 2-12 所示的设置桩长菜单界面。输入分析的桩长，即确定以桩长为固定值，波速由桩长除以 2 倍的桩头桩底的时间差计算得出。设置桩长值后，在基桩参数区显示的测试桩长、当前波速会相应改变；分析方式显示为桩长确定。退出分析界面后，预设桩长恢复为采集前设置的桩长值。



图 2-12 设置桩长菜单界面

B. 点击【**设波速**】会出现如图 2-13 所示的设置波速菜单界面。输入波速值，即确定以波速为固定值，桩长由波速乘上 0.5 倍的桩头桩底的时间差计算得出。设置波速值后，在基桩参数区显示的测试桩长、当前波速会相应改变；分析方式显示为波速确定。退出分析界面后，“预设波速”恢复为采集前设置的波速值。



图 2-13 设置波速菜单界面

C. 点击【**低通**】会出现如图 2-14 所示的设置低通滤波频率的选择菜单界面。可以选择低通滤波频率对当前波形进行低通滤波使波形变得平滑。该操作可反复进行，对当前波形进行多次滤波。在波形显示区左下角会显示滤波状态。退出分析界面后，波形恢复为原始采集波形。



图 2-14 设置低通滤波频率界面

D. 点击【高通】会出现如图 2-15 的设置高通滤波频率的选择菜单界面。可以选择高通滤波频率对当前波形进行高通滤波使波形变得平滑。该操作可反复进行，对当前波形进行多次滤波。在波形显示区左下角会显示滤波状态。退出分析界面后，波形恢复为原始采集波形。



图 2-15 设置高通滤波频率界面

E. 点击【Jc系数】会出现如图 2-16 设置界面。退出分析界面后，系数恢复为初始设置中的系数。



图 2-16 设置 Jc 系数界面

②桩头/桩底/缺陷

初始状态下，桩头默认为首波峰值，桩底位置依据预设的桩长来确定。

点击【桩头】，一般选择首波峰值定义为桩头位置，再结合【左移】/【右移】进行桩头的精确定位。

点击【桩底】，依据桩底反射选取，再结合【左移】/【右移】进行桩底的精确定位。

③左移/右移

在定桩头/桩底/缺陷时，点击【左移】/【右移】，向左/右进行时标线的微调。

④缩放

点击【缩放】此选项可使坐标轴长度在 1 倍、2 倍之间循环切换，可以观察全局和细部查看。

⑤调整 F/调整 ZV

对 F 曲线或 ZV 曲线进行上下左右的移动。

⑥曲线图

点击【曲线图】进入到曲线图，其界面如图 2-17 所示。

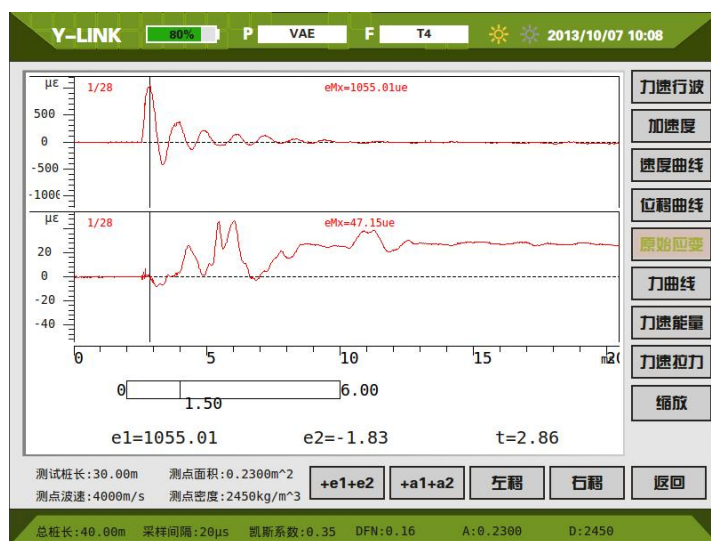


图 2-17 曲线图界面

⑦上一道/下一道

进行同一桩内不同道数之间的波形切换。

⑧返回

分析结束，点击【返回】将回到引导界面。

管理界面

在主界面点击【管理】进入管理界面，如图 2-18 所示。



图 2-18 管理界面

● 工程列表

工程列表中显示工程名，相当于文件夹，该工程中的所有桩均在该文件夹。

● 文件列表

显示当前工程下所保存的桩文件名称。

● 按键操作

①返回

点击【返回】将回到初始引导界面。

②多选工程，多选文件


点击可进行工程或文件的多选操作。

③分析

点击【分析】进入到分析界面。

④删工程，删文件

选择工程列表中的工程名，点击【删工程】，弹出删除工程确认的窗口，注意：该操作将删除该工程下的所有桩文件。选择文件列表单桩文件，点击【删文件】，弹出删除单桩文件确认的窗口，此操作只删除单桩文件。

 内存 8G，可保存足够多的桩文件，为保证顺利进行后续文件存储，建议定期将已导出的工程文件进行删除。

⑤导出

插入 U 盘，选择要导出的工程文件，点击【导出】，将该工程文件夹所有文件拷入到 U 盘。导入成功后 3s 后可以直接拔出 U 盘。

>> 帮助

在初始引导界面，点击【帮助】将进入如图 2-19 所示的帮助界面。



图 2-19 帮助界面

- 在帮助列表中可根据列表目录快速找到需要帮助的内容。

- 升级，主机程序需要升级时，插入升级 U 盘，点击【升级】，升级成功后重启即可。

软件介绍

本分析软件支持凯斯分析法与拟合分析法两种分析模式，主要用于对试桩完整性、承载力的分析处理以及报告给出，其中凯斯部分处理后得波形可以直接用于拟合分析。

本软件可在 Win7、Win10 操作系统中运行。

安装、运行、卸载

● 软件安装

(1) 在随仪器配置的 U 盘上找到 YLPDTCapwpc-X. X. X-Setup.exe 文件，双击打开该文件，即可进入安装界面，如图 3-1。

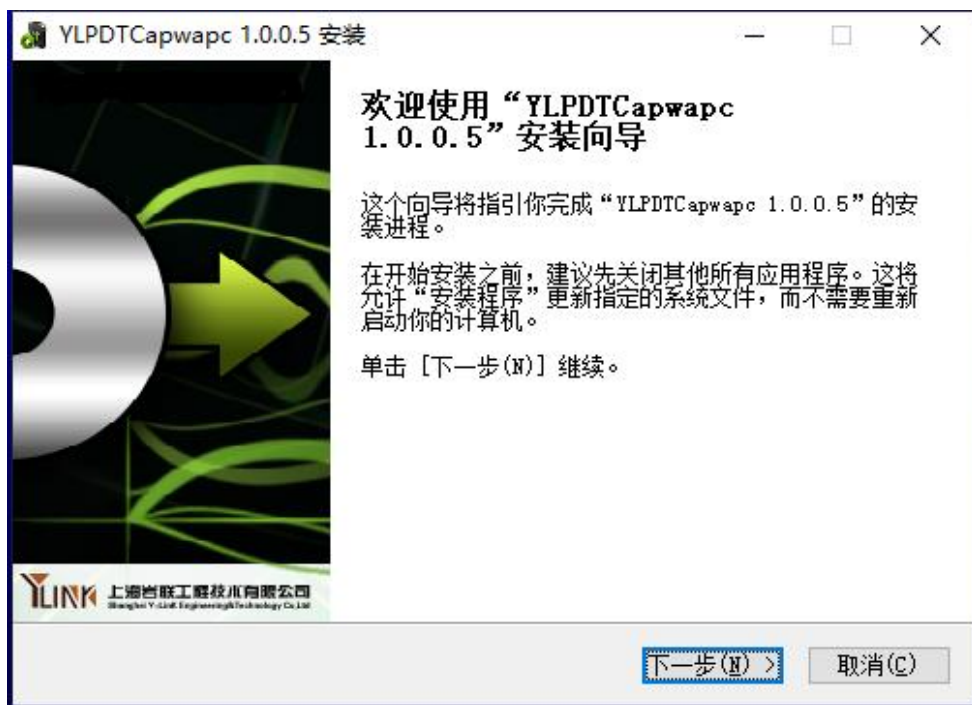


图 3-1

(2) 点击【下一步(N)】，进入许可证协议界面，见图 3-2

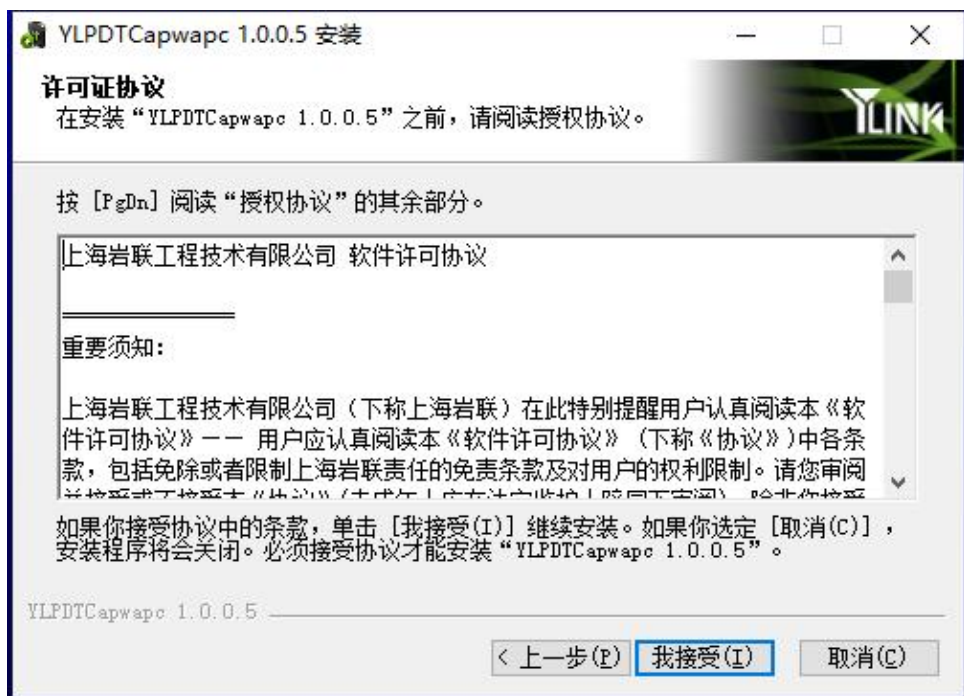


图 3-2

(3) 点击【我接受】，进入组件选择界面，见图 3-3。



图 3-3

(4) 点击【下一步】，进入安装路径选择界面，见图 3-4。



图 3-4

(5) 选择好安装路径后，点击【安装】即可开始安装工作，直至弹出对话框提示安装完成即可。

● 软件运行

点击桌面 YLPDTCapwarc 快捷方式或开始菜单 ylink 目录中的 YLPDTCapwarc.exe 即可打开分析软件。

● 软件卸载

点击开始菜单 ylink 目录或者进入到程序安装目录中的 Uninstal，即可完成软件的完全卸载。

● 安装、运行常见问题

Net Frame Work 3.5 环境缺失，如图 3-5

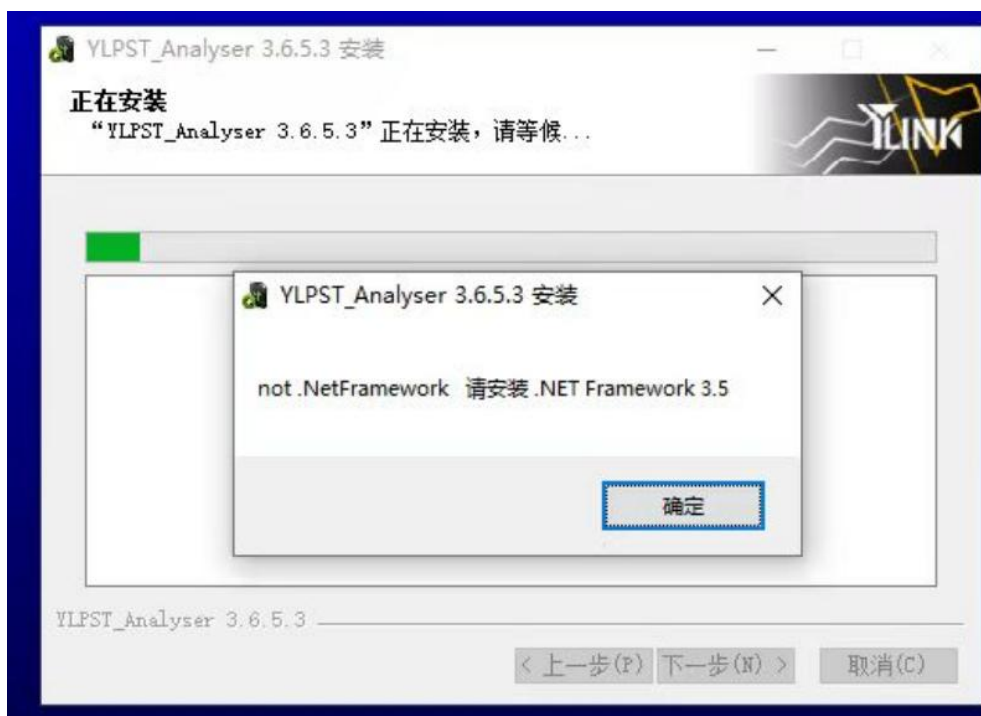


图 3-5

软件运行需要 Net Frame Work 3.5 的程序，部分系统自带该程序则无需安装，双击软件安装包会有提示（仪器箱内的 U 盘附带该程序），该程序花费较长时间，请耐心等待。

凯斯分析部分

主界面说明

软件凯斯部分主界面如图 4-1 所示，分为以下几个部分：

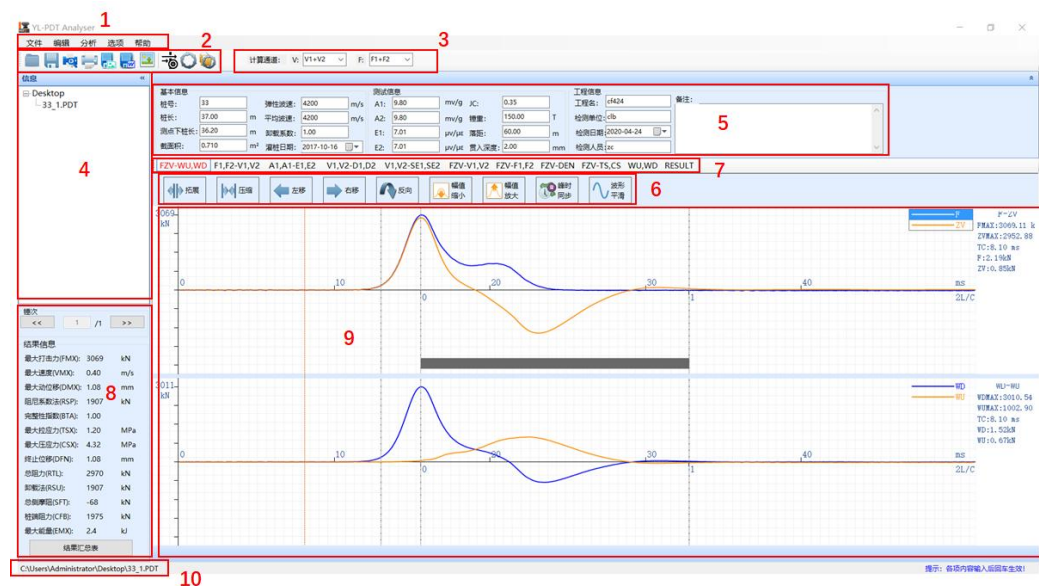


图 4-1

- ① 菜单栏
- ② 常用工具栏
- ③ 通道栏选择栏
- ④ 文件栏
- ⑤ 工程信息栏
- ⑥ 波形编辑栏
- ⑦ 波形窗口选择栏
- ⑧ 凯斯结果看板
- ⑨ 波形显示区
- ⑩ 状态栏

菜单栏

分为文件、编辑、分析、选项、帮助五项菜单，点击打开对于子菜单栏点击所需功能：

- 文件

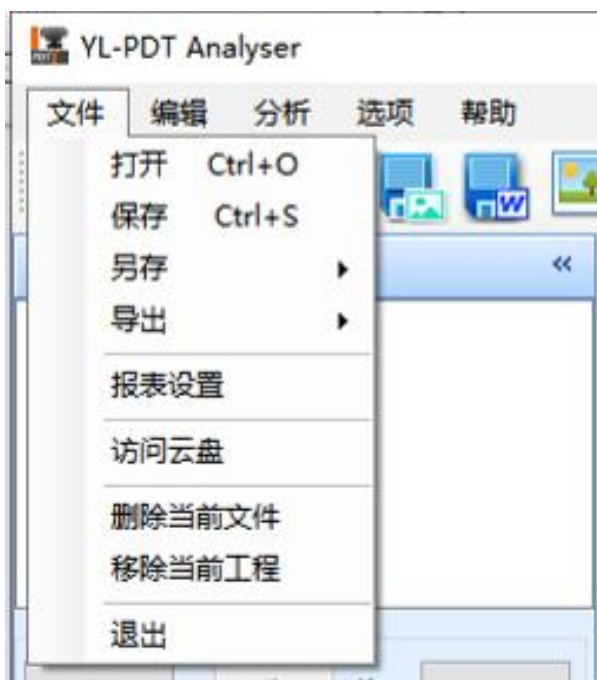


图 4-2 文件菜单栏

①打开

支持*.PDT*.PDC*.PDTX 文件得解析，选中后默认导入当前文件所在工程文件夹；

②保存

保存当前判读后得信息，文件格式为*.PDC；

③另存

支持图片、文档的另存，其报表样式与报表设置中的一致；

④导出

可将当前锤、当前文件所有锤数据，导出为其他格式文件，支持*.PDT*.PDTX 文件另存；

⑤报表设置

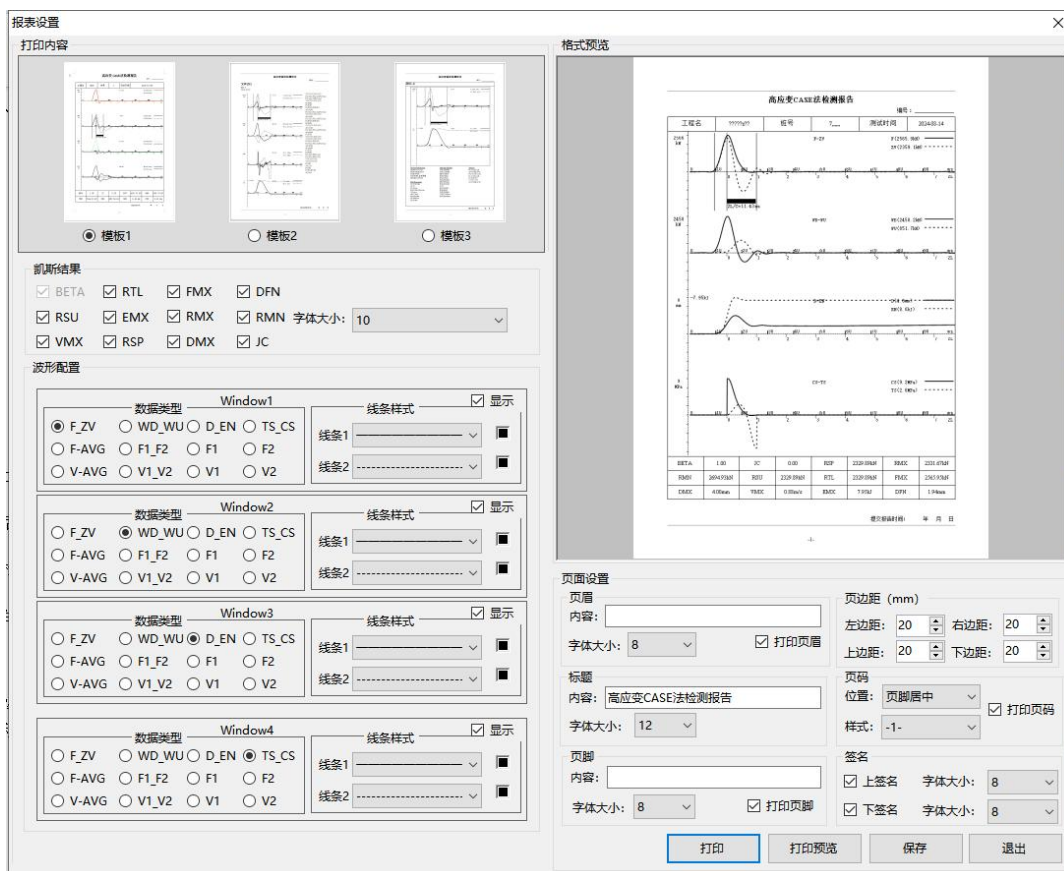


图 4-3 报表设置

用于设置导出的报表格式，内置三种模板，不同模板排列方式、支持波形、可选参数不一样，可根据需求调整。

支持波形线条、颜色、数量、类型的设置，同时可以对页面布局信息、标题等信息做调整与设置。

配置相应信息会在预览窗口实时同步，点击预览窗口进入打印预览界面。点击保存可进行保存以供后续使用。

⑥访问云盘



图 4-4 云盘管理

云盘文件加载，输入设备云盘码【采集软件设备号】后点击【登录】可以加载在设备中已经上传云盘的文件，勾选后点击下载到本地进行分析。

⑦删除当前文件

点击后会删除当前已打开文件；

⑧移除当前工程

在文件列表中移除当前在工程，该操作并不会删除文件。

- 编辑

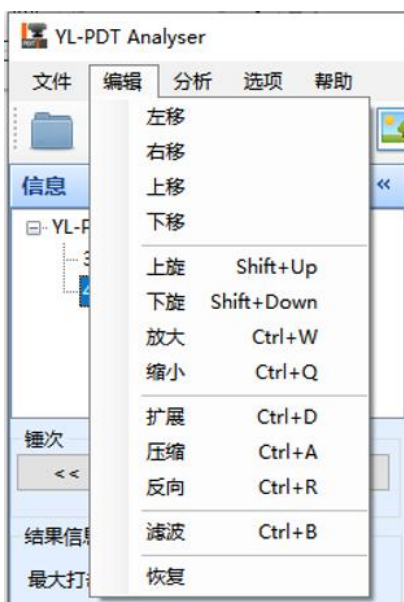


图 4-5 编辑菜单

所有常用波形编辑方式汇总，快捷键见相应操作栏，具体效果与用法见后续【**波形编辑栏**】章节。

- 分析



图 4-6 分析菜单

- ① 拟合分析

程序打开默认是凯斯分析模式，点击拟合分析会进入到拟合分析模块，拟合模块功能讲解见后续【拟合部分】章节。拟合模块的使用需要注册后才能使用，否则无法打开。

② 批量分析

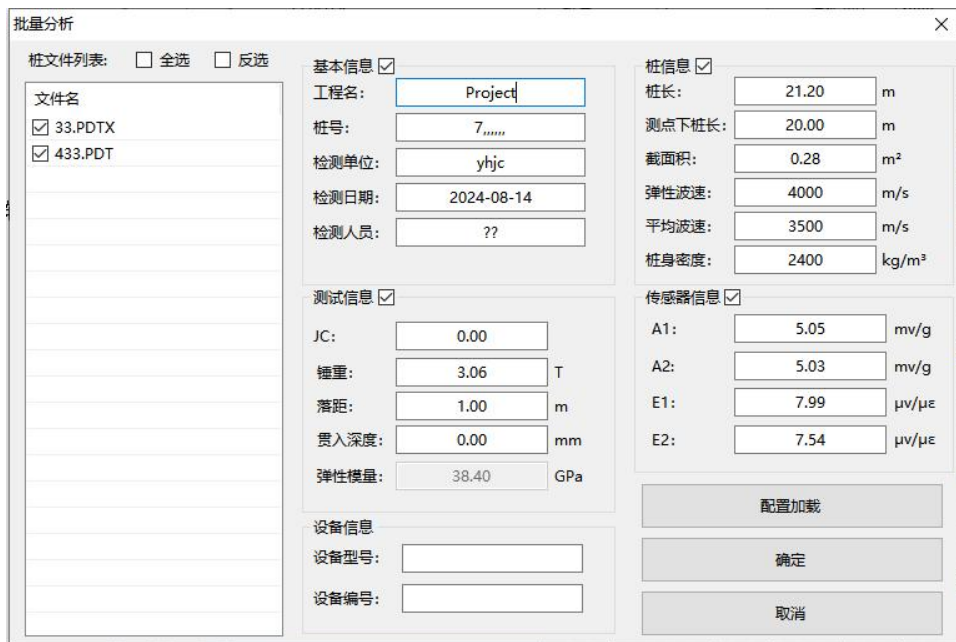


图 4-7 批量分析

可以将【基本信息】、【桩信息】、【测试信息】、【传感器信息】、【设备信息】进行编辑与同步，未勾选的信息类型不会同步。点击【确定】后会把所有选中文件批量生成*.PDC判读文件，供后续使用。

其中关于配置加载，可以加载在给定的 EXCEL 文件模板中编辑后的信息。

● 选项

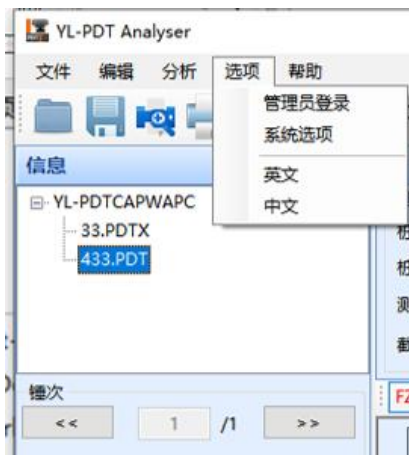


图 4-8 选项菜单

①管理员登录



图 4-9 管理员登录

第一次登录的密码即为后续登录密码，其影响的范围主要在波形编辑功能上，忘记密码可以输入 ylink123 进行密码重置（8 次）。

②系统选项

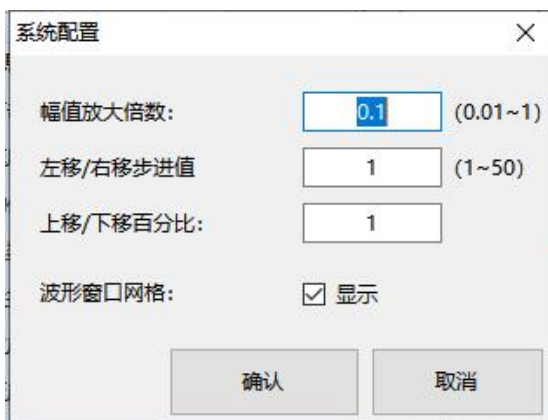


图 4-10 系统配置

可以对幅值放大时单次放大的倍数、左右移动的步进值、波形上下移动百分比与波形窗口的网格参数来进行配置，点击确定会对相应信息做保存。

③语言切换

点击中文、英文后软件会重启，并将语言设置选择的类型。

- 帮助

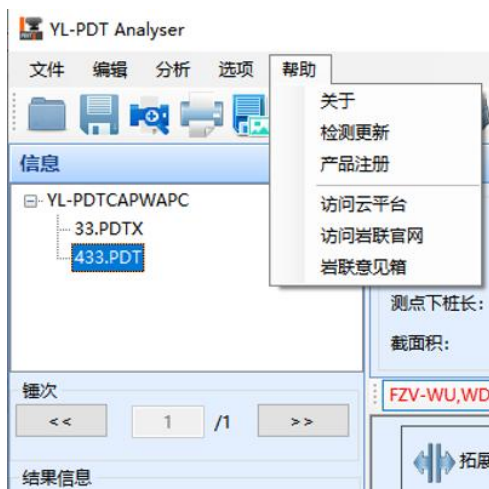


图 4-11 帮助菜单

- ① 关于

点击查看软件版本号，如图 4-12 所示，鼠标单击窗口关闭。



图 4-12

- ② 检测更新

若未发现新版本则弹窗提示，如图 4-13 所示：



图 4-13

若发现新版本则会加载显示新版本相关信息，如图 4-14 所示：



图 4-14

点击【**下载并安装**】，自动下载并安装最新版本，安装后会自动重启。

③ 产品注册

拟合部分需要注册激活后才能使用，激活界面如图 4-15 所示：



图 4-15

已激活会提示并显示激活序列号，若未激活则需把设备指纹提供厂家后，按厂家反馈得激活序列号输入，然后点击【**激活**】即可。

④ 访问云平台

点击后会自动跳转到上海岩联基桩检测管理系统平台。

⑤ 访问岩联官网

点击后自动跳转到上海岩联官网。

⑥ 岩联意见箱

您可以将您宝贵得意见或建议使用该功能通过邮件发送给我们。

常用工具栏

常用功能快捷方式选择，鼠标移动到对应图表会有相关功能说明显示：



图 4-16

① 打开

② 保存

③ 打印预览

④ 打印

⑤  图片导出

⑥  当前波形窗口导出图片

将当前波形显示区得波形导出转换为图片；

⑦  滤波

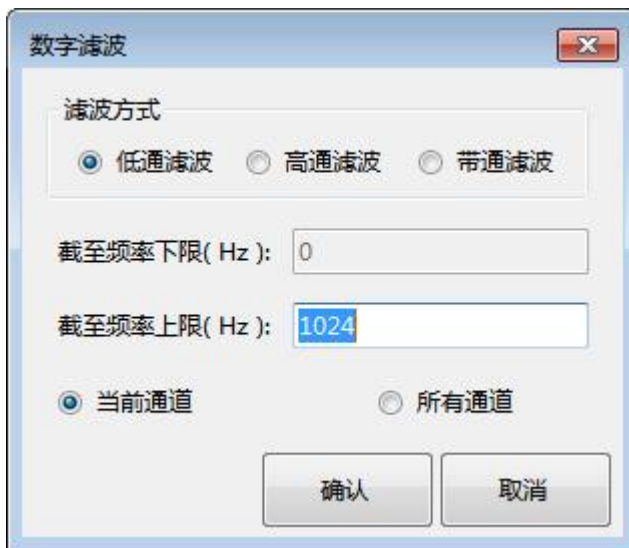




图 4-17

可以做低通、高通、带通的设定，其中当前通道滤波只会把当前选择得通道进行滤波处理，所有通道则是全部通道都会处理，滤波处理的始终为原始信号。

⑧  当前通道恢复为初始状态

⑨  当前文件恢复为初始状态

通道选择栏

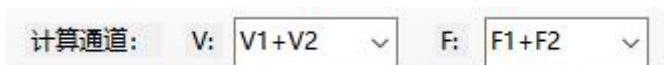


图 4-18

点击展开下拉栏，可以选择用于计算的通道。程序启动默认为凯斯分析模式，对于一些组合波形的显示中，其波形为计算后的数据，所以需要在此对参与计算的波形进行选择。

文件栏

用于展示已打开工程与文件列表，高亮为当前选择文件，右键可唤出编辑菜单，可对选中的文件删除修改，或移除当前选择文件的工程。一个原始文件中，可能有多锤数据，点击【<<】切换上一锤数据，单击【>>】切换下一锤数据。



图 4-19

工程信息栏

用于显示当前打开文件的试验信息，编辑后按回车可以修改，同时会计算相关受参数修改而影响信息。

基本信息		测试信息				工程信息		备注:						
桩号:	7.....	弹性波速:	4000	m/s	A1:	5.05	mv/g	JC:	0.00	工程名:	高位变			
桩长:	21.20	m	平均波速:	3500	m/s	A2:	5.03	mv/g	锤重:	3.06	T		检测单位:	Ylink
测点下桩长:	20.00	m	卸载系数:	1.00		E1:	7.99	μv/με	落距:	1.00	m		检测日期:	2024-08-14
截面积:	0.280	m ²	灌桩日期:	2017-11-16		E2:	7.54	μv/με	贯入深度:	0.00	mm		检测人员:	Ylink

图 4-20

波形编辑栏

当前波形组合类型下支持的所有编辑方式会展示在该区域。



图 4-21



① 波形拓展\波形压缩

可以对波形整体扩展或者压缩显示，操作不会改变原始数据。实际试验中由于采集参数配置或其他各种原因，导致有效信号过于集中，此时则可使用该功能进行处理便于分析。



② 波形移动

波形整体左右移动。力和速度波形起跃时间应一致，时间上不应有滞后现象。若波形有滞后现象可能是传感器安装位置混凝土比较疏松或者力传感器安装公差较大；或与桩面耦合不紧所致。此时可用此功能来做数据修正。



③ 波形移动

波形整体上下移动



④ 波形反向

波形整体反向。现场试验中，加速度计反向安装时需要调整（采集端也可做正向采集设置）。



⑤ 幅值放大幅值缩小

由于试验现场传感器安装、桩身本身存在得问题、锤击偏心问题导致 F 与 ZV 波上升沿不重合或峰值差别较大，此时就可以用该编辑功能来做修正。



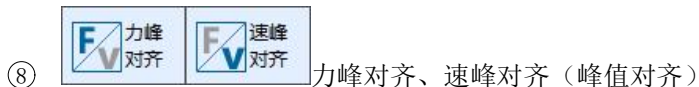
⑥ 波形上旋\波形下旋

从编辑点开始，对其之后的波形向上旋转或者向下旋转处理。



⑦ 峰值同步（F1F2-V1V2 峰值时间同步）

以靠前的通道数据峰值时间为基准，进行移动对齐，解决部分数据起跳时间不一致的问题。



⑧ 力峰对齐、速峰对齐（峰值对齐）

力峰对齐，以力的峰值为基准放大速度；速峰对齐，以速度的峰值为基准放大。常用于拟合分析前的信号处理。



⑨ 波形矫零

以编辑点为基准，将后面数据进行缓慢归零。常用于解决信号尾部飘，不归零的问题。



⑩ 波形平滑

对应波形数据进行平滑与插值运算，达到平滑效果，与滤波不一样，直接处理的是时域信号。当前窗口为同一窗口下的两道波形；当前通道为当前选中波形。常用于处理信号噪声与高频震荡。



⑪ 信号滤波

支持低通滤波、高通滤波、带通滤波，其中低通滤波可以滤去信号中的高频干扰信号，频率一般在 2000Hz 以下。其中高通可以消除信号中低频漂移。频率一般在 5Hz 左右，但不应超过 10Hz。点击确定按钮，便可对选定的波形滤波，确定按钮操作一次便可对波形进行一次滤波，在同样滤波频率下一般可进行多次滤波。



⑫ 消除直流

以编辑点为基准对当前通道波形进行直流消除。

在电信号中，包含直流分量和交流分量。直流分量表现为信号整体在一个固定的电平上有一个恒定的偏移，相当于给交流信号叠加了一个直流电平。而消除直流就是要去除这个恒定的偏移量，只保留信号中的交流变化部分，使得处理后的波形以零电平为中心上下波动，这样更便于后续对信号的分析。

波形窗口选择栏

不同类型波形组合方式选择，点击后切换窗口，鼠标悬停会有对应信息提示。

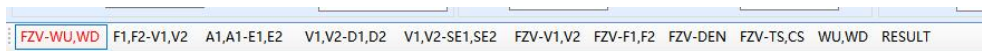


图 4-22

- ① FZV-WU,WD 力速、行波曲线窗
- ② F1,F2-V1,V2 力、速度曲线窗
- ③ A1,A2-E1,E2 原始加速度、应变曲线窗
- ④ V1,V2-D1,D2 速度、位移曲线窗
- ⑤ V1,V2-SE1,SE2 速度、应力曲线窗
- ⑥ FZV-F1,F2 力速、力曲线窗
- ⑦ FZV-V1,V2 力速、速度曲线窗
- ⑧ FZV-DEN 力速、位移曲线窗
- ⑨ FZV-TS,CS 力速、拉压应力曲线窗
- ⑩ WU,WD 行波曲线窗

⑪ RESULT 结果综合曲线窗

凯斯结果看板

当前编辑波形不同计算方式结果信息会显示在该区域：

结果信息		
最大打击力(FMX):	2566	kN
最大速度(VMX):	0.88	m/s
最大动位移(DMX):	4.00	mm
阻尼系数法(RSP):	2330	kN
完整性指数(BTA):	1.00	
最大拉应力(TSX):	2.63	MPa
最大压应力(CSX):	9.16	MPa
终止位移(DFN):	4.00	mm
总阻力(RTL):	2330	kN
卸载法(RSU):	2330	kN
总侧摩阻(SFT):	-250	kN
桩端阻力(CFB):	2580	kN
最大能量(EMX):	8.0	kJ

[结果汇总表](#)

图 4-23

提供多种凯斯结果的展示，工程信息与波形编辑后其值会同步计算与刷新。

点击【**结果汇总表**】后展示如下窗口

试验结果表			
最大速度	VMX	0.88	m/s
最大打击力	FMX	2565.95	kN
最大位移	DMX	4.00	mm
最大能量	EMX	7.95	kJ
最大压应力	CSX	9.16	MPa
最大拉应力	TSX	2.63	MPa
最大加速度	AMAX	164.31	m/s ²
最小阻力法承载力	RMN	2694.93	kN
卸载法承载力	RSU	2329.89	kN
卸载法总阻力	RTU	2329.89	kN
卸载法总侧阻	SFU	1953.33	kN
总阻力	RTL	2329.89	kN
桩端阻力	CFB	2579.77	kN
阻尼系数法承载力	RSP	2329.89	kN
桩侧总摩阻	SFT	-249.88	kN

JC取值				
JC	RSP			
0	2329.89	kN	8321.05	kPa
0.1	2071.92	kN	7399.70	kPa
0.2	1813.94	kN	6478.35	kPa
0.3	1555.96	kN	5557.01	kPa
0.4	1297.99	kN	4635.66	kPa
0.5	1040.01	kN	3714.32	kPa
0.6	782.03	kN	2792.97	kPa
0.7	524.05	kN	1871.62	kPa
0.8	266.08	kN	950.28	kPa
0.9	8.10	kN	28.93	kPa
1.0	-249.88	kN	-892.42	kPa

图 4-24

▶▶ 波形显示区

当前选中波形组合显示，右侧为波形信息，鼠标按下、滑动均有不同功能响应

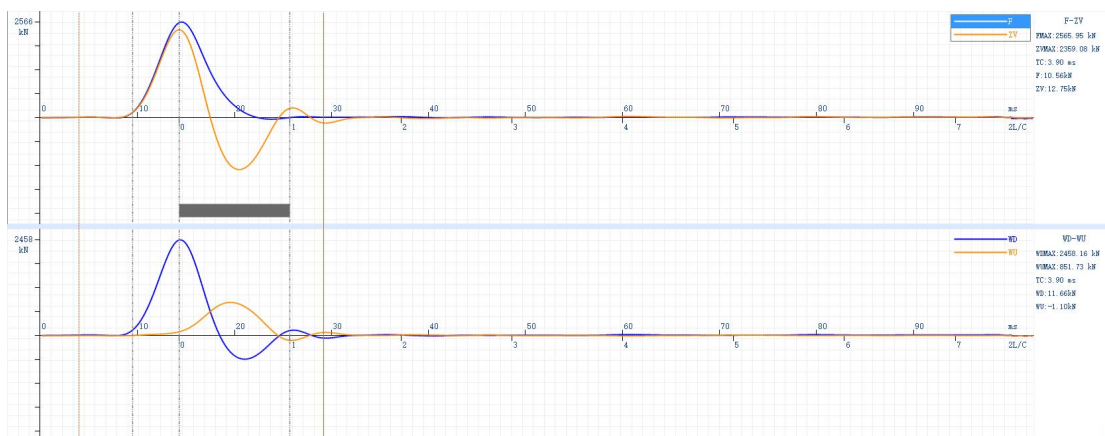


图 4-25

- ① 左侧为波形显示窗，右侧为波形信息窗。
- ② 竖向黄色虚线为当前鼠标所在位置，跟随鼠标移动而移动，右侧信息栏同步刷新。
- ③ 三条竖向灰色虚线从左到右分别为，波形起跳点、峰值点、桩底反射点。
- ④ 黄色实线为当前编辑点，部分波形编辑功能基于此点计算，如波形上、下旋，波

形尾部矫零等功能。

⑤ 右键弹出菜单

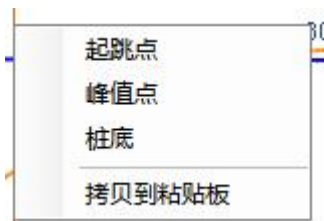


图 4-26

可以通过右键菜单对波形起跳点、峰值点、桩底进行调整。

复制到粘贴板，为把当前通道的数据转换为图片，并保存到粘贴板以供在需要的地方粘贴使用。

状态栏

当前打开文件路径展示，点击后跳转到相应路径文件夹。

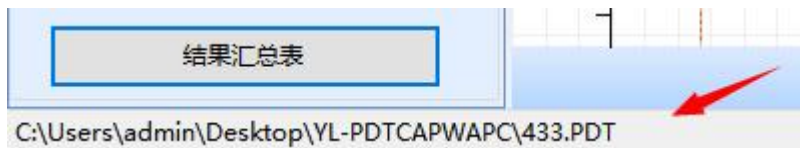


图 4-27

拟合分析部分

点击菜单栏【分析】-->【拟合分析】进入拟合分析模块，该模块需要激活后使用，若未激活点击【帮助】-->【产品注册】输入获得的激活码进行产品注册。

拟合分析受原始信号质量影响较大，为获得较好的拟合效果，需在拟合分析前在凯斯模块中对各项试验参数、工程参数正确调配好，并完成波形的预处理工作后再进入到该模块。

拟合波形通道选择界面

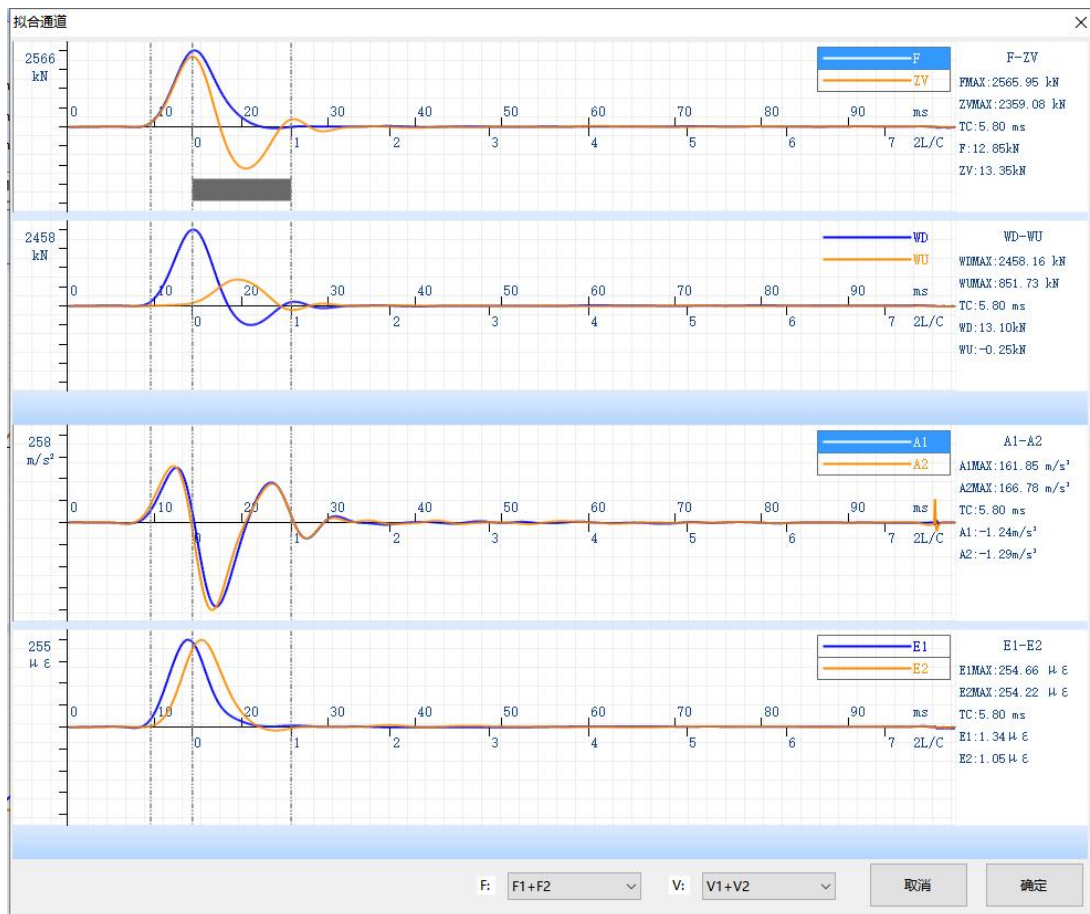


图 5-1

将传感器的一侧称作“1”，另一侧称作“2”，信号有以下几种组合方式：

V1—F1；

V1—F2；

V1—(F1+F2)；

V2—F1；

V2—F2；

V2—(F1+F2)；

(V1 +V2)—F1；

(V1 +V2)—F2；

(V1 +V2)—(F1+F2)。

其中“F1+F2”与“V1+V2”为两通道平均波形。默认选择通道会与凯斯分析时的通道保持一致。

锤击可能出现“偏心”的问题，导致一边受拉一边受压，建议力跟速度都选择平均信号。但除此外还会由于安装等各种原因导致一则信号数据质量很差，另一侧信号很好，此时采用平均波形并不合理，所以需要根据实际情况具体分析，来确定使用怎么样的组合方式。

在桩锤对心碰撞情况下，两侧实测信号应比较接近，选择一侧 F、V 曲线作为分析曲线或两侧信号不同组合是可行的。点击下拉框选择想要的通道，相关组合方式的信号会同步到曲线窗口中。

波形的选择应参考以下的几个方面因素：

- ① 力和速度波形起跃时间应一致，时间上不应有滞后现象；
- ② 波形起跃应较陡；
- ③ F 波与 ZV 波上升沿应基本是重合的，且 F 与 Z·V 的峰值基本上接近；
- ④ 信号尾部数据归零。

具体原因见后续【拟合波形选择说明】章节。

桩土参数配置界面

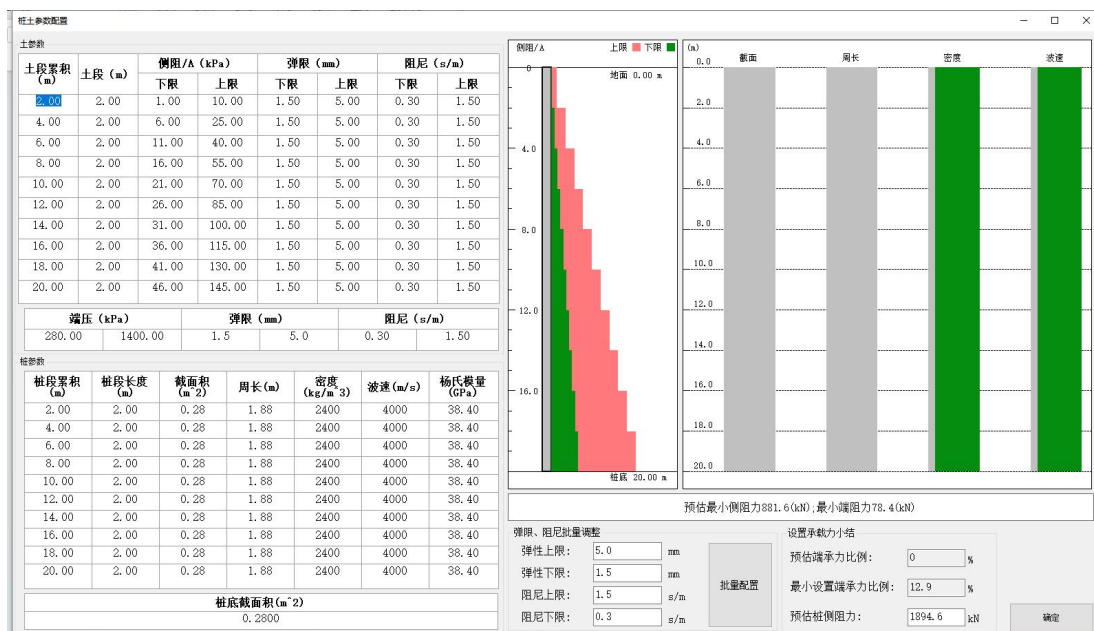


图 5-2

桩土参数根据现场地勘报告结合规范 JGJ-94 给出。在拟合反演算法中，用于边界条件与模型初始参数的给定。

● 土段累积

根据地质勘测结果，设置土段的厚度，对土性相差不大相邻土层，可将它们笼统作为一层来考虑。最大分层数为 10 层。

侧阻力上、下限

由地勘报告中分层土性，根据有关规范推荐的侧阻力取值范围来确定，或根据当地一些测试资料来确定。下限设定应比推荐的侧阻力小，而上限应比推荐的侧阻力大。拟合时的侧阻力总是以设定的侧阻力下限为下限，即拟合的侧阻力总是大于或等于设定的下限，因此，下限设定时一定要比实际的值要小。侧阻力上限设置可以超过规范推荐的值。可按 20% 浮动来设置侧阻力下限，也可按 10%、30% 等浮动来设置侧阻力下限、上限。侧阻力下限设定时。当地勘报告土体分层的总厚度大于桩长时，计算只取与桩长对应的分层及厚度。

● 弹限上、下限

一般推荐取 2.5mm，实验表明弹限的下限可以在 1~2mm 之间，弹限的上限可以达到 10mm 以上。

● 桩侧动阻尼上、下限

桩侧的 Smith 阻尼系数应大于零，一般建议最大值不应超过 1.5s/m。

● 预估桩侧总阻力

由各分层的土性预估，它应大于分层阻力下限计算的桩侧阻力。在自动拟合，它会对分层侧阻力大小作一些调整。

● 桩底端承力上、下限

与侧阻力上、下限设置类似，可以根据持力层的土性来改置。

● 桩底弹限

同桩侧

● 桩底动阻尼上、下限

桩底动阻尼（CASE 阻尼）系数应大于零，最大值也不宜超过 1.5s/m。

拟合分析主界面

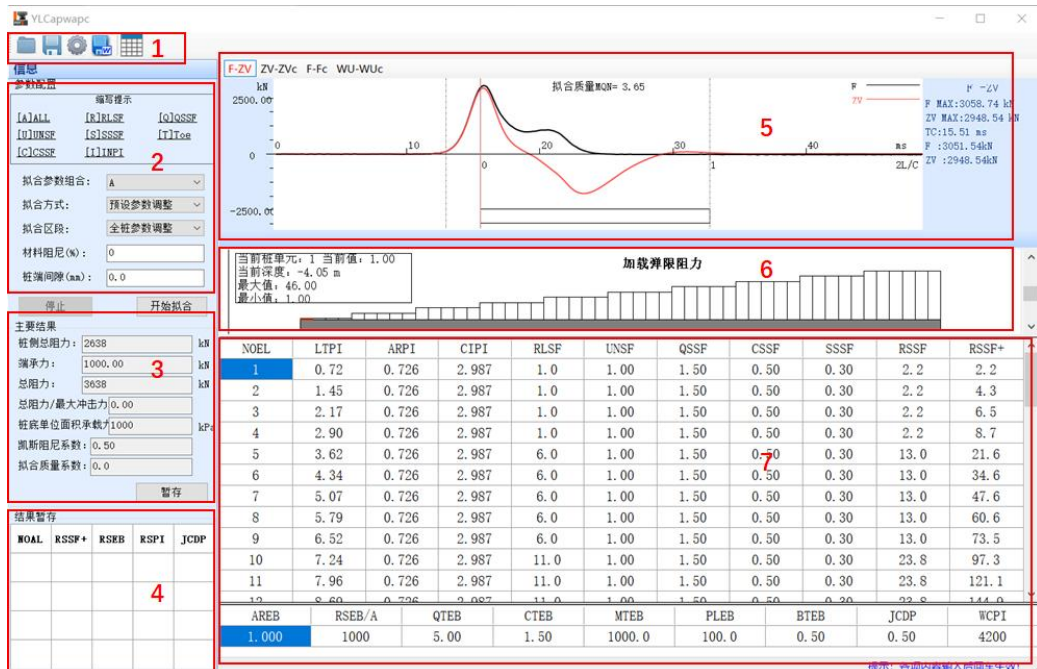


图 5-3

- ① 快捷菜单栏
- ② 拟合参数配置区
- ③ 结果显示区

- ④ 结果暂存表
- ⑤ 波形显示区
- ⑥ 模型桩显示区
- ⑦ 桩侧、桩端拟合结果表

快捷菜单栏






-  **文件打开**
支持后缀名为*.PDW 文件的解析。
-  **文件保存**
可将当前拟合结果，拟合参数保存到*.PDW 文件中供后续使用。
-  **报表设置**
导出 word 格式设置，根据需要选择不同报告类型组合。



图 5-4

-  **word 导出**
根据报表设置格式，将拟合结果导出为 word 文档。
-  **桩土参数配置**
打开桩土参数配置界面，具体参数调配方式见上述章节，点击确定后将新的桩土参数应用到拟合界面的桩土表中。

拟合参数配置区

拟合参数配置主要应用于自动拟合中，不同参数配置会影响自动拟合的最终结果。设置拟合组合的目的是：在某些参数人为设定或者由某些组合方式拟合确定后，对另外一些参数进行优化分析。此外，在选择综合项拟合后，也可对某一项或多项参数进行细致分析。由于在拟合过程中，波阻抗与桩侧阻力相关程度较高，波阻抗一般单独拟合。含有桩侧阻力与加载弹限二项的组合或有卸载阻力与卸载弹限两项的组合，在拟合过程中也不选用。

● 拟合参数组合

根据需要选择不同类型的拟合参数组合，“A”、“R+U+C+S+T”、“R+U+S+T”、“R+S+T”、“R+S+T”、“R+S+T”，其字母皆为缩写，具体含义如下：

R: 加载阶段极限侧阻优化

U: 卸载水平系数优化

C: 卸载弹限优化

S: Smith 系数优化

T: 桩底参数优化

I: 桩身波阻抗优化

● 拟合方式

预设参数调整，根据桩土表参数重新拟合，当前参数微调，再当前拟合结果上再进行拟合；

● 拟合区段

全桩参数：整根桩都进行拟合

局部土参数拟合：只拟合选择的分段；

● 材料阻尼

材料阻尼是材料本身的基本属性之一，也称为内耗，是阻尼的一种主要形式。桩身的材料阻尼系数一般是一个较为固定的值。对于钢材可取值为 0.01;对于混凝土，可取值为 0.02;对于木材则更大。

● 桩端间隙

桩端间隙：当桩打入硬下卧层，且桩周土摩阻力较小时，桩可能出现反弹，在桩端与桩端土之间存在一个间隙，在下次锤击时，一开始桩端阻力很小或无阻力，一旦桩端位移超过这个间隙，桩端土静阻力开始线性增大。

桩端间隙往往伴随着较大的弹限，这样就允许在桩端有较大的端承力时，在 $2L/C$ 时刻有

一个较大的拉伸波。桩端间隙对拟合曲线的影响效果集中在 $2L/C$ 时刻左右。一般设置为零，当确信有间隙存在时，取初值为 0.15cm。

配置好各拟合参数后点击开始拟合程序会自动拟合反演，点击停止按钮会停止计算，需要注意的是，拟合反演计算量较大，点击停止后可能无法立即停止，需要等它单次运算完成后才能停止。

结果显示区

The screenshot shows a dialog box titled '主要结果' (Main Results) with the following fields and values:

桩侧总阻力:	2638	kN
端承力:	1000.00	kN
总阻力:	3638	kN
总阻力/最大冲击力	0.00	
桩底单位面积承载力:	1000	kPa
凯斯阻尼系数:	0.50	
拟合质量系数:	0.0	

At the bottom right of the dialog box is a button labeled '暂存' (Save).

图 5-5

显示当前拟合数据得关键结果信息。在拟合过程中对想保存的拟合结果点击暂存后会存储同步到结果暂存区。

结果暂存表

结果暂存				
NOAL	RSSF+	RSEB	RSPI	JCDP
1	2638.4	1000	3638	0.63
2	2638.4	1000	3638	0.63
3	2638.4	1000	3638	0.63
4	2638.4	1000	3638	0.63

图 5-6

拟合过程中点击暂存，当前拟合效果就先自动存在暂存表中，拟合完后可以点击切换查看效果。最多可以存储 4 条，超出后循环覆盖，蓝色高亮行为当前存储数据。



波形显示区

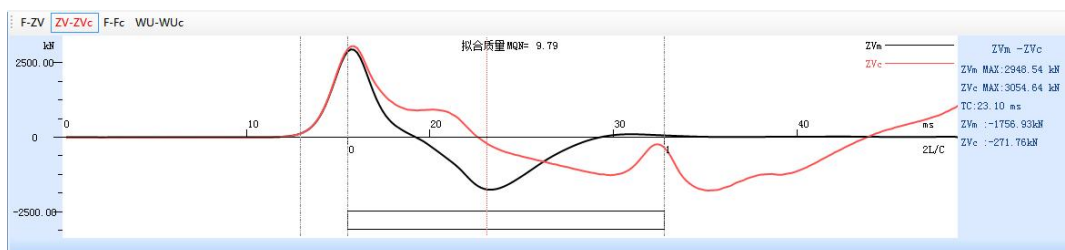


图 5-7

程序支持速度信号拟合 (ZV-ZVc)、力信号拟合 (F-Fc)、上行波拟合 (WU-WUc), 也支持对原始力、速信号的查看。不同类型的拟合方式由于目标函数不一样, 因而两种形式的计算, 拟合质量系数也不同, 切换后建议重新拟合。

图中从左到右曲线依次为波形起跳点、峰值点、编辑点、桩底反射点。右侧为信息显示框。

模型桩显示区

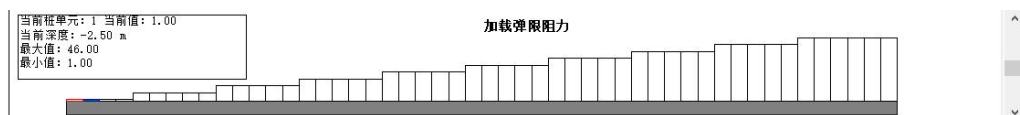


图 5-8

模型桩显示区域主要有显示不同参数随单元变化或参数分布示意图与参数编辑两个功能。需要注意的是, 拟合参数模块的拟合区段设置中的局部参数调整所说的局部就是在波形显示区中选择分段。

显示内容由结果表决定, 会与结果表选中的列对应, 目前支持 ARPI \CIP1 \RLSF \UNSF \CSSF \QSSF \SSSF 列的示意图的显示。

编辑分为单段编辑与局部编辑, 鼠标单击为单段编辑, 按下拖动则为局部编辑, 拖动右侧滑动条可对指定分段选择类型的数值做编辑调整。

桩侧、桩端拟合结果表

分为桩侧与桩端两个表, 上面为桩侧表, 下面为桩端表。此表主要用于展示桩侧不同分段和桩端得拟合参数配置信息, 默认将桩分为 50 段计算。自动拟合结果会实时刷新到该表中展示。此表也可以直接编辑调整 (人工拟合), 但拟合过程中无法修改。单击某个单元格编辑时模型桩显示区会同步定位到同一桩段, 波形显示区中编辑线也会同步到指定位置。

● 桩侧表

表格中各列含义分别为 NOEL (桩段编号) \LTPI (累计桩长) \ARPI (分段界面积) \CIPI (周长) \RLSF (加载弹限阻力) \UNSF (卸载阻力系数) \CSSF (卸载弹限系数) \QSSF (加载弹限位移) \SSSF (smith 系数) \RSSF (当前分段侧阻力) \RSSF+ (当前累积侧阻力)。

其中 ARPI\CIPI\RLSF\UNSF\CSSF\QSSF\SSSF 列可以编辑, 点击想要编辑单元格修改后回车确认即可。选择不同的列, 对应得模型桩显示区域也会同步发生变化。

● 桩端表

表格中 AREB (桩底界面积) \RSEB/A (单位面积端承力) \QTEB (桩底加载弹限) \CTEB (桩底卸载弹限) \MTEB (附加土质量) \PLEB (土塞质量) \BTEB (桩底辐射阻尼比) \JCDP (CASE 阻尼系数) \WCPI (计算波速)。编辑方式与桩侧表一致。

NOEL	LTPI	ARPI	CIPI	RLSF	UNSF	QSSF	CSSF	SSSF	RSSF	RSSF+
1	0.72	0.726	2.987	1.0	1.00	1.50	0.50	0.30	2.2	2.2
2	1.45	0.726	2.987	1.0	1.00	1.50	0.50	0.30	2.2	4.3
3	2.17	0.726	2.987	1.0	1.00	1.50	0.50	0.30	2.2	6.5
4	2.90	0.726	2.987	1.0	1.00	1.50	0.50	0.30	2.2	8.7
5	3.62	0.726	2.987	6.0	1.00	1.50	0.50	0.30	13.0	21.6
6	4.34	0.726	2.987	6.0	1.00	1.50	0.50	0.30	13.0	34.6
7	5.07	0.726	2.987	6.0	1.00	1.50	0.50	0.30	13.0	47.6
8	5.79	0.726	2.987	6.0	1.00	1.50	0.50	0.30	13.0	60.6
9	6.52	0.726	2.987	6.0	1.00	1.50	0.50	0.30	13.0	73.5
10	7.24	0.726	2.987	11.0	1.00	1.50	0.50	0.30	23.8	97.3
11	7.96	0.726	2.987	11.0	1.00	1.50	0.50	0.30	23.8	121.1
12	8.68	0.726	2.987	11.0	1.00	1.50	0.50	0.30	23.8	144.9
AREB	RSEB/A	QTEB	CTEB	MTEB	PLEB	BTEB	JCDP	WCPI		
1.000	1000	5.00	1.50	1000.0	100.0	0.50	0.50	4200		

图 5-9

其它

▶▶ 拟合参数调整以及对应波形影响

参数调整对拟合质量数的影响都不是孤立的，一般情况下，就重要性而言，土参数的调整有以下次序：土阻力—弹限—smith 阻尼—卸载系数—卸载水平—其他（包括桩自身参数）

拟合类型以拟合方向 $V-F$ 为例：

● 改变土阻力分布

分段单元侧阻增加时，使该单元及以后的计算曲线均上升：增加端阻时，使 $2L/C$ 后计算曲线升高， $2L/C$ 前的无影响。若从桩侧阻力中取出部分数量添加给桩端，由于桩侧土阻力降低，则曲线前部降低；而由于桩端阻力增大，则 $2L/C$ 时刻后计算曲线升高。

● 改变桩侧阻尼

桩侧阻尼增加，则土的动阻力增加，相应的土单元计算曲线升高，由此计算的 $2L/C$ 时刻前计算曲线也将增加，使 $2L/c$ 时刻的“波谷”减小，卸载部分计算曲线将下降，反之亦然。

● 改变桩端阻尼

增加桩端阻尼，将会使计算曲线在 $2L/C$ 时刻升高，对 $2L/C$ 时刻前计算曲线无影响，而卸载部分会下降，反之亦然。只有当力波到达桩端时桩端阻尼的改变才起作用。

● 改变桩侧弹限

降低时，会引起桩侧土的快速加载与卸载，使 $2L/C$ 时刻以前的计算曲线上升： $2L/C$ 以后的计算曲线下降，使计算曲线顺时针转动。

● 改变桩端弹限

降低时，会引起桩底土的快速加载与卸载，使 $2L/C$ 时刻以前的计算曲线上升： $2L/C$ 以后的计算曲线下降，使计算曲线顺时针转动。

▶▶ 拟合常见问题

● 拟合质量系数

拟合质量数是衡量拟合效果好坏的一个参数，主要是指计算波形与实测波形匹配程度，它并不能作为衡量拟合结果合理程度参数。

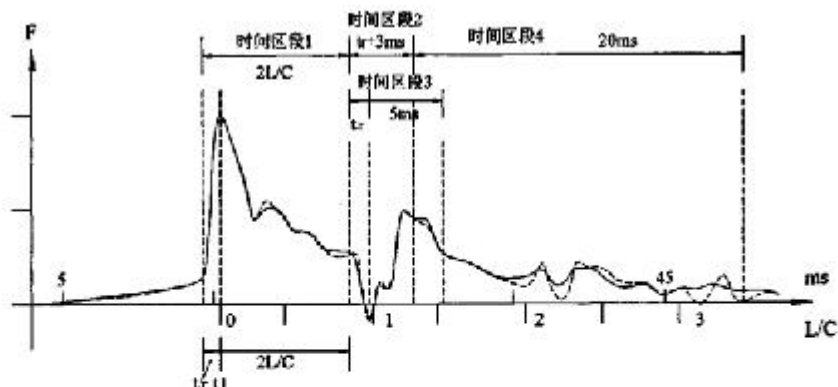
拟合质量数小不等于结果好。

理由：

1. 实测波形受传感器安装、性能影响存在失真。
2. 分析是基于一维波动理论，而对一些较特殊的桩，如挖孔桩，其反射的波形用一维近似有很大误差。
3. 桩土相互作用模型难以模拟实际情况。实际桩基中，桩土相互作用不仅与土层特性有关而且还与桩型、施工工艺等有关。
4. 计算采用离散化方法，却将桩体分成很多单元，每个单元上桩侧作用力认为集中于单元底部。这与实际连续体是有差别的。
5. 桩材料是非线性粘弹性介质，不同频率成份波传播速度不同，导致波在传播过程发生弥散，即波形状发生畸变。

固拟合质量系数小，并不能代表拟合结果是合理。当然，也并不是说拟合质量系数可以很大，波形匹配程度可以很差。视测试精度、桩长、桩型、施工工艺、桩周土层。

最佳拟合质量系数是不同的，它有一个合理范围。这个范围与实际情况有关，无法定量来描述它。



$$MQNK = \text{SUM} \left| \frac{f_{jc} - f_{jm}}{F_m} \right|$$

图 6-1 拟合质量系数计算公式

● 拟合波形选择说明

波形的选择应参考以下的几个方面因素：

① 力和速度波形起跃时间应一致

时间上不应有滞后现象。若波形有滞后现象可能是传感器安装位置混凝土比较疏松或者力传感器安装公差较大；或与桩面耦合不紧所致。若时间上有微小的滞后现象可以通过水平滚动条来修正。

② 波形起跃应较陡

这有利于用峰值或上、下行波的下降沿及上升沿来判断波速，波速的偏差无论是对 CASE 法分析，还是拟合分析都会带来较大的误差。波形起跃很缓，可能是锤垫不合适，用沙子作垫层可以提高应力均匀分布程度，特别是沙层较厚时不利于波形起跃，同时它也不利于延长锤击持续时间。除了沙层导致波形起跃过缓外，传感器与桩体的耦合程度，安装处混凝土是否密实，也会导致起跃缓慢，这是因为混凝土密实程度差，相应该处的弹模较小，要作较大的变形才会达到最大受力。

③ 波形上升沿应基本是重合的

且 F 与 $Z \cdot V$ 的峰值基本上接近，这是因为桩端地表土层阻力不是很大，因而上

行应力波也较小，此外，波形起跃陡峭，达到最大峰值时间很短，应力波传播距离不大，累积的土阻力也不大，这样， F 与 $Z \cdot V$ 的峰值基本接近。上升沿不重合， F 与 $Z \cdot V$ 的峰值相差较大，或 $Z \cdot V$ 曲线在 F 曲线之上，有可能：

(a) 在传感器安装截面以下不远处有变波阻抗，若遇到缩颈， $Z \cdot V$ 曲线将偏高，若遇到扩径，力曲线将偏高；

(b) 速度计安装处与力传感器安装处弹模区别较大，或耦合不好；

(c) 传感器安装的位置距锤击面太近，导致安装面的应力波非平面波；

(d) 由于 F 、 $Z \cdot V$ 幅值与波速 C 有关，因此，波速 C 的误差也会导致 F 、 $Z \cdot V$ 的幅值误差；

(e) 当某道信号严重失真时，用平均方法也会导致 F 、 $Z \cdot V$ 幅值误差。在桩底反射波到达之前时间段，若桩身没有阻抗缩小产生拉力波， F 曲线一般在 $Z \cdot V$ 曲线之上。

● 如何设置约束条件

根据现场具体土层土性、静压资料等已知信息，对模型参数范围进行约定。土层可大致分10层，对于土性相近的相邻土层可作一层来考虑，各层厚度也不需精确设定。土层阻力上、下限可参考建筑桩基技术规范 JGJ94-94 中侧阻力经验值、工程地质手册、或由当地不同土性的侧阻、端阻统计值来设定。因侧阻力与土的状态、埋深、地下水位施工工艺等有关，实际值与经验值、统计值可能有些差别，甚至很大，设定侧阻时，在推荐值的基础上按一定比例上下浮动作为上限、下限，比如 $\pm 20\%$ 。当对土层土性没有把握时可将上、下限差距拉大，如按 $\pm 50\%$ 左右甚至更高比例来设立上、下限，值得注意的是下限设定必须比可能的侧阻小。

弹限：一般认为桩打动刚体位移在 2.5mm 左右，故弹限范围可设定在 1~5mm，或 1~10mm 之间。

阻尼：一般认为 Smith 阻尼系数不易超过 1.5s/m，故上限设定为 1.5s/m，下限则在 0.1 以上。

预估侧阻：按设计值或根据场地土性参数估算一个大致值。

人工设定约束条件的意义在于可以充分利用一些已知有用信息，使参数在拟合过程中既能保证波形匹配，又要使参数在设定的范围，从而避免求解欠定或波形或多或少失真引起的拟合参数不合理。

● 关于波阻抗拟合说明

波阻抗的变化会同时影响实测力和速度曲线。波阻抗变小，反射拉力波测点质点速度在反射波影响下增加，而力则减小，反之，波阻抗增大，反射压力波、质点速度减小，力

增大。通俗地讲，桩波阻抗变小，反射波质点速度与入射波同相，而力变化则是反相，反之，桩波阻抗变大，反射波质点速度与入射波反相，力则同相。由波阻抗变小引起的 F、ZV 曲线变化，在拟合时只能通过波阻抗的调整来使计算曲线与实测曲线匹配。在拟合过程中波阻抗与侧阻参数是相关的，相关性可从以下两方面来理解：

1. 波阻抗以某种曲线形式缓慢增加，对计算的曲线的影响会与侧阻力的影响相似；
2. 侧阻力=单位侧阻×侧面积，在单位侧阻不变的情况下，截面积的以某种曲线形式缓慢增加（波阻抗： ρCA ），会导致侧阻力变化。因此，在优化目标函数中，波阻抗与侧阻力是两个相关程度很高的参数。侧阻变化会影响波阻抗变化分析，而波阻抗变化反过来又会影响侧阻分析。正因如此，在高应变拟合分析中，确定波阻抗的变化程度及范围是困难的。

在高应变拟合分析时，用以下几种方法来计算波阻抗变化程度及范围：

1. 对低应变检测信号进行拟合分析；
2. 先拟合波形，分析其它模型参数，对波形不能拟合部分通过对波阻抗的优化分析使计算值与实测值达到匹配，然后，在此波阻抗变化情况下，再对模型其它参数进行拟合；
3. 根据场地土层分布预设摩阻分布，预设最大弹限（建议值 2.5mm）、Smith 阻尼系数（0.1~1.5），在此基础上，对波形拟合分析波阻抗变化，然后，将波阻抗变化作为已知条件，再回过头来拟合分析其它参数。

● 拟合结果不准确原因

① 桩土模型参数

最初采用 Smith 模型描述桩土相互作用模型，但这种模型过于简单，特别是对桩底，它不能很好地描述能量向土层辐射情况。通过大量的有限元模拟计算及实验，对模型作了改进，模型增加辐射阻尼、附加质量。近年来，为了追求模型能与土力学研究成果相一致，增加了硬化、软化角等参数，从土力学角度上讲是无可厚非的，但在计算上存在诸多问题：

1. 有些模型参数难以通过现勘或室内实验确立，即使可通过室内实验确定，现场情况可能与之有较大的差别。这些参数大致范围不清楚，何种土层，在何种条件下，发生硬化、软化不清楚。

2. 模型参数过多，导致求解的欠定性。假设模型有 10~20 参数，50 单元就有 500~1000 个，而采样点一般只有 1024 个，若只分析 6L/C 长度，往往只要数百个已知点，导致方程数小于未知参数数目。

3. 从土力学角度上讲，不同参数代表不同的物理意义，但在计算中，参数可能是相关的，即参数调整对计算曲线的影响是相似的，调参数 A 可达到的匹配程度，调参数 B 也能达到同样的效果。那么是调整 A 还是调整 B？

4. 参数过多情况下, 仅通过 F 、 ZV 波形约束条件不足, 必然会导致部分参数人为设定。而人为设定又缺乏室内、现场实验数据支持, 设置的参数具有人为随意性, 产生适得其反的效果。

② 反分析多解性

用静载荷实验确定桩基承载力是最直接的方法。高应变试验方法是用重锤锤击桩体, 通过对桩侧 F 、 V 测量来推算承载力。这种通过一定实验方法, 由物体的某些表面现象或响应反推物体内在本质规律就属于反分析。在岩土工程中, 反分析存在多解性、不确定性问题。有以下几方面因素可能会影响多解性:

1. 已知的力学参数只有 $F(t)$ 、 $ZV(t)$ 曲线, 已知条件太少, 而模型参数又太多。这种情况与表达式 $a+b=10$ 无法唯一确定 a 、 b , a 、 b 有多种组合是一个道理。

2. 模型参数相关性。调参数 A 和调参数 B 都有类似的计算曲线, 从而导致解的不确定。

3. 计算曲线对某些参数的不敏感性, 即参数有较大的变化, 曲线仅有微小变化。自动拟合是通过目标函数后一步和前一步差值来判断是否终止计算的, 终止计算前优化循环步数的微小变化, 结果会有较大差异。当人工干预时, 更难以通过曲线的变化来把握、控制。

● 关于拟合中的 CASE 阻尼系数

CASE 阻尼系数是基于以下假设:

- ① 动阻尼集中于桩底, 并用 JV_b 表示, J 为阻尼系数, V_b 为桩底质点速度;
- ② 阻尼系数与波阻抗成正比, 比例系数就是 CASE 阻尼系数 J_c ;
- ③ 认为 J_c 仅与土层特性有关。从假设可以看出, CASE 法并没有从模型本质上定义 CASE 阻尼系数。 J_c 不仅与土层有关, 还应与桩几何尺寸、桩弹性模量、加载速率等有关。动静对比得到的 J_c 值有较大的离散性就说明这个问题。由于 J_c 经验取值范围较大, 对同一土性, J_c 取值不同, CASE 法计算结果也不同。

现行规范认为 CASE 法阻尼系数可以从拟合法得到。但使用拟合法得到的 J_c 值应注意以下几点:

1. 拟合法采用的桩底模型远比 CASE 法假设的复杂, 除了对桩土破坏模或作了改进还增加辐射阻尼、附加质量等。

2. 拟合法考虑了桩侧动阻力影响, 而 CASE 法没有考虑桩侧动阻尼, 对侧阻力影响较大的桩, 利用拟合法计算的 J_c 值, 得到的 CASE 结果会与拟合法结果有很大不同。

3. 受加载速率、桩材料尺寸及材料特性影响, 对同一土层, 拟合法得到的 CASE 阻尼系数也可能是不同。

附录

侧阻力、端阻力取值范围

下面为部分规范（规程）各种类型土的侧阻、端阻经验值（见《工程地质手册》，中国建筑工业出版社，第三版），由于资料较陈旧，仅供参考。

1. 建筑桩基技术规范 JGJ94-94 中侧阻力、端阻力经验值

桩的极限侧阻力标准 q_{sk} (kPa)

土的名称	土的状态	混凝土预制桩	水下钻（冲）孔桩	沉管灌注桩	干作业钻孔桩
填土		20~28	18~26	15~22	18~26
淤泥		11~17	10~16	9~13	10~16
淤泥质土		20~28	18~26	15~22	18~26
粘土	$I_L > 1$	21~36	20~34	16~28	20~34
	$0.75 < I_L \leq 1$	36~50	34~48	28~40	34~48
	$0.5 < I_L \leq 0.75$	50~66	48~64	40~52	48~62
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	66~82	64~78	52~63	62~76
	$0 < I_L \leq 0.25$	82~91	78~88	63~72	76~86
	$I_L < 0$	91~101	88~98	72~80	86~96
红粘土	$0.7 < a_w \leq 1$	13~32	12~30	10~25	12~30
	$0.5 < a_w \leq 0.7$	32~74	30~70	25~68	30~70
粉土	$e > 0.9$	22~44	20~40	16~32	20~40
	$0.75 \leq e \leq 0.9$	44~64	40~60	32~50	40~60
	$e < 0.75$	64~85	60~80	50~67	60~80
粉细砂	稍密	22~42	22~40	16~32	20~40
	中密	42~63	40~60	32~50	40~60
	密实	63~85	60~80	50~67	60~80
中砂	中密	54~74	50~72	42~58	50~70
	密实	74~95	72~90	58~75	70~90
粗砂	中密	74~95	74~95	58~75	70~90
	密实	95~116	95~116	75~92	90~110
砾砂	中密、密实	116~138	116~135	92~110	110~130

注：①对于尚未完成自重固结的填土和以生活垃圾为主的杂填土，不计算其侧阻力；

② I_L 为液限, a_w 为含水比, $a_w=w/w_{LL}$;

③对于预制桩,根据土层埋深,将 q_{sk} 乘以下表修正系数:

土层埋深 h(m)	<5	10	20	>30
修正系数	0.8	1.0	1.1	1.2

桩的极限端阻力标准值 q_{sk} (kPa)

土名称	桩型土的状态	预制桩入土深度 (m)				水下冲(钻)孔桩入土深度 (m)				沉管灌注桩入土深度 (m)				干作业钻孔桩入土深度 (m)		
		$h>9$	$9<h\leq 16$	$16<h\leq 30$	$h>30$	5	10	15	$h>15$	5	10	15	>15	5	10	15
粘性土	$0.75<I_L\leq 1$	210~840	630~1300	1100~1700	1300~1900	100~150	150~250	250~300	300~450	400~600	600~750	750~1000	1000~1400	200~400	400~700	700~950
	$0.50<I_L\leq 0.75$	840~1700	1500~2100	1900~2500	2300~3200	200~300	350~450	450~550	550~750	670~1100	1200~1500	1500~1800	1800~2000	420~630	740~950	950~1200
	$0.25<I_L\leq 0.50$	1500~2300	2300~3000	2700~3600	3600~4400	400~500	700~800	800~900	900~1000	1300~2200	2300~2700	2700~3000	3000~3500	850~1100	1500~1700	1700~1900
	$0<I_L\leq 0.25$	2500~3800	3800~5100	5100~5900	5900~6800	750~850	1000~1200	1200~1400	1400~1600	2500~2900	3500~3900	4000~4500	4200~5000	1600~1800	2200~2400	2600~2800
粉土	$0.75<e\leq 0.9$	840~1700	1300~2100	1900~2700	2500~3400	250~350	300~500	450~650	650~850	1200~1600	1600~1800	1800~2100	2100~2600	600~1000	1000~1400	1400~1600
	$e\leq 0.75$	1500~2300	2100~3000	2700~3600	3600~4400	550~800	650~900	750~1000	850~1000	1800~2200	2200~2500	2500~3000	3000~3500	1200~1700	1400~1900	1600~2100
粉砂	稍密	800~1600	1500~2100	1900~2500	2100~3000	200~400	350~500	450~600	600~700	800~1300	1300~1800	1800~2000	2000~2400	500~900	1000~1400	1500~1700
	中密、密实	1400~2200	2100~3000	3000~3800	3800~4600	400~500	700~800	800~900	900~1100	1300~1700	1800~2400	2400~2800	2800~3600	850~1000	1500~1700	1700~1900
细砂	中密、密实	2500~3800	3600~4800	4400~5700	5300~6500	550~650	900~1000	1000~1200	1200~1500	1800~2200	3000~3400	3500~3900	4000~4900	1200~1400	1900~2100	2200~2400
中砂		3600~5100	5100~6300	6300~7200	7000~8000	850~950	1300~1400	1600~1700	1700~1900	2800~3200	4400~5000	5200~5500	5500~7000	1800~2000	2800~3000	3300~3500
粗砂		5700~7400	7400~8400	8400~9500	9500~10300	1400~1500	2000~2200	2300~2400	2300~2500	4500~5000	6700~7200	7700~8200	8400~9000	2900~3200	4200~4600	4900~5200
砾砂	中密、密实	6300~10500				1500~2500				5000~8400				3200~5300		
角砾圆砾		7400~11600				1800~2800				5900~9200						
碎石卵石		8400~12700				2000~3000				6700~10000						

注：①砂土和碎石类土中桩的极限端阻力取值，要综合考虑土的密实度、桩端进入持力层的深度比 h_b/d ，土愈密实， h_b/d 愈大，取值愈高。

②表中沉管灌注桩系指带预制桩尖沉管灌注桩。

③极限端阻力标准值对于相同状态的粘性土、粉土和砂土，随埋深增大有所提高，一般超过 15m 后不再变化。

2. 建筑地基基础设计规范（GBJ7-89）

预制桩竖向承载力表
预制桩桩端土（岩）承载力标准值 q_p (kPa)

土的名称	土的状态	桩的入土深度（m）		
		5	10	15
粘性土	$0.5 < I_L \leq 0.75$	400~600	700~900	900~1100
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	800~1000	1400~1600	1600~1800
	$0.0 < I_L \leq 0.25$	1500~1700	2100~2300	2500~2700
粉土	$e < 0.7$	1100~1600	1300~1800	1500~2000
粉砂	中密、密实	800~1000	1400~1600	1600~1800
细砂		1100~1300	1800~2000	2100~2300
中砂		1700~1900	2600~2800	3100~3300
粗砂		2700~3000	4000~4300	4600~4900
砾砂	中密、密实	3000~5000		
角砾、圆砾		3500~5500		
碎石、卵石		4000~6000		
软质岩石	微风化	5000~7500		
硬质岩石		7500~10000		

注：1. 表中数值仅用作初步设计的估算；

2. 入土深度超过 15m 时按 15m 计；

3. 桩端贯入持力层的深度，根据桩径及地质条件确定，一般为 1~3 倍桩径。

预制桩桩周土摩擦力设计值 q_s (kPa)

土的名称	土的状态	q_s (kPa)
填土		9~13
淤泥		5~8
淤泥质土		9~13
粘性土	$I_L > 1$	10~17
	$0.75 < I_L \leq 1$	17~24
	$0.5 < I_L \leq 0.75$	24~31
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	31~38
	$0.0 < I_L \leq 0.25$	34~43
	$I_L \leq 0$	43~48
红粘土	$0.75 < I_L \leq 1$	6~15
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	15~35
粉土	$e > 0.9$	10~20
	$e = 0.7 \sim 0.9$	20~30
	$e < 0.7$	30~40
粉细砂	稍密	10~20
	中密	20~30
	密实	30~40
中砂	中密	25~35
	密实	35~45
粗砂	中密	35~45
	密实	45~55
砾砂	中密、密实	55~65

注：1. 表中数值仅用作初步设计时估算；

3. 尚未完成固结的填土，和以生活垃圾为主的杂填土可不计其摩擦力。

3. 灌注桩基础设计与施工规程 (JGJ4-80)

沉管灌注桩摩阻力 q_s (kPa)

土的名称	土的状态	q_s (kPa)
房渣填土、素填土	已完成自重固结	20~30
淤泥		5~8
淤泥质土		10~15
粘土、粉质粘土	软 塑	15~20
	可 塑	20~35
	硬 塑	35~40
粘质粉土	软 塑	15~25
	可 塑	25~35
	硬 塑	35~40
粉细砂	稍 密	15~25
	中 密	25~40
中 砂	中 密	35~40
	密 实	40~50

地下水位以上钻、挖、冲孔灌注桩摩阻力 q_s (kPa)

土的名称	土的状态	q_s (kPa)
炉灰填土	已完成自重固结	8~13
房渣填土、素填土	已完成自重固结	20~30
粘土、粉质粘土	软 塑	20~30
	可 塑	30~35
	硬 塑	35~40
粘质粉土	软 塑	22~30
	可 塑	30~35
	硬 塑	35~45
粉细砂	稍 密	20~30
	中 密	30~40
	密 实	40~60

注：1. 对地下水位以下钻、挖、冲孔灌注桩，可根据成孔工艺对桩周土的影响，参照本表采用。

2. 淤泥、淤泥质土可参考上表采用。

地下水位以上钻、挖、冲孔灌注桩端承力 q_p (kPa)

土的名称	土的状态	桩入土深度		
		5m	10m	15m
一般粘性土、粉土	$0 < I_L \leq 0.25$	300	450	600
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	260	410	570
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	240	390	550
粉细砂	中 密	400	700	1000

	密 实	600	900	1250
中砂、粗砂	中 密	600	1100	1600
	密 实	850	1400	1900

注：表列值适用于孔底虚土 $\leq 10\text{cm}$ 。

地下水位以下钻、挖、冲孔灌注桩端承力 $q_p(\text{kPa})$

土的名称	土的状态	桩入土深度		
		5m	10m	15m
一般粘性土、粉土		100	160	220
粉细砂	中 密	150	300	400
	密 实	200	350	500
中砂、粗砂	中 密	250	450	650
	密 实	350	550	800

注：表列值适用于孔底回淤土 $\leq 30\text{cm}$ 。

沉管灌注桩端承力 $q_p(\text{kPa})$

土的名称	土的状态	桩入土深度		
		5m	10m	15m
淤泥质土		10~20		
一般粘性土、粉土	$0.40 < I_L \leq 0.60$	500	800	1000
	$0.25 < I_L \leq 0.40$	800	1500	1800
	$0 < I_L \leq 0.25$	1500	2000	2400
粉 砂	中密、密实	900	1100	1200
细 砂		1300	1600	1800
中 砂		1650	2100	2450
粗 砂		2800	3900	4500
卵石	中密、密实	3000	4000	5000
软质岩石	微风化	5000~7500		
硬质岩石		7500~10000		

4. 交通部港口工程技术规范

钢筋混凝土打入桩桩侧极限摩阻力值 q_{su} (kPa)

土的名称	土的状态	土层深度 (m)				
		0~7	7~12	12~17	17~22	22~27
粘土	$I_L > 1$	5~10	10~15	15~18	18~22	22~25
	$1 \geq I_L > 0.5$	15~25	25~30	30~35	35~40	40~45
	$0.5 \geq I_L > 0$	35~50	50~60	60~70	70~80	80~90
粉质粘土	$I_L > 1$	10~15	15~20	20~24	24~27	27~30
	$1 \geq I_L > 0.5$	25~35	35~40	40~45	45~50	50~55
	$0.5 \geq I_L > 0$	40~55	55~65	65~75	75~85	85~95
砂质粉土	$1 \geq I_L > 0.5$	40~55	55~65	65~75	75~85	85~95
	$0.5 \geq I_L > 0$	45~65	65~80	80~90	90~100	100~110
粉砂、 细砂	饱和、中密	45~65	65~80	80~90	90~100	100~110
	饱和、密实	55~75	75~90	90~105	105~115	115~125

- 注：1. 深度自天然地（泥）面起算
 2. 淤泥极限摩阻力为 5~15kPa
 3. 有地区经验时，表中数值可酌情增减

钢筋混凝土打入桩桩尖极限阻力值 q_{pu} (kPa)

土的名称	土的状态	土层深度 (m)		
		10~15	15~20	20~27
粘土	$1 \geq I_L > 0.5$	500~700	700~1100	1100~1500
	$0.5 \geq I_L > 0$	800~1200	1200~1600	1600~2300
粉质土	$1 \geq I_L > 0.5$	600~1000	1000~1500	1500~2200
	$0.5 \geq I_L > 0$	1100~1700	1700~2400	2400~3000
砂质粉土	$1 \geq I_L > 0.5$	1100~1700	1700~2400	2400~3000
	$0.5 \geq I_L > 0$	1700~2400	2400~3100	3100~4700
粉砂、 细砂	饱和、中密	1700~2400	2400~3100	3100~4700
	饱和、密实	3000~3800	3800~5000	5000~7000
粗砂、砾砂				8000~10000

- 注：1. 深度自天然地（泥）面起算；
 2. 当桩尖进入持力层大于 2d 或 2b，并无软弱下卧层时，表中数值可适当提高；
 3. 有地区经验时，表中数值可酌情增减。

5. 铁路工程技术规范

钻孔灌注桩极限摩擦力 q_s (kPa)

土的名称	极限摩擦力	土的名称	极限摩擦力
流塑粘性土	20~40	粗砂、砾砂	65~105
软塑粘性土	30~50	砾石土、角砾土	100~160
硬塑粘性土	50~80	碎石土、卵石土	150~250
粉砂、细砂	35~55	漂石土、块石土	400~600
中砂	40~70		

注：1. 砂土可根据密实度采用其较大值或较小值

2. 砾石土、角砾土、碎石土、卵石土、漂石土、块石土可根据密实度和填充料采用较大值或较小值。

6. 公路桥梁设计规范

钻孔灌注桩侧极限摩擦力 q_{su} (kPa)

土类	极限摩阻力 q_{su} (kPa)	土类	极限摩阻力 q_{su} (kPa)
回填的中密炉法	40~60	硬塑亚粘土、轻亚粘土	55~85
极软粘土、亚粘土、轻亚粘土	20~30	粉砂、细砂	35~55
粘土	30~50	中砂	40~60
软塑粘土	50~80	粗砂、砾砂	60~140
硬塑粘土	80~120	砾石（圆砾、角砾）	120~180
硬粘土	35~55	碎石、卵石	160~400
软塑亚粘土、轻亚粘土			

注：1. 漂石、块石（粒径一般为 300~400mm）可按 600kPa 采用；

2. 砂类土可根据密实度选其大值或小值；

3. 圆砾、角砾、碎石或卵石可根据密实度和填充料选用其大值或小值；

4. 挖孔桩的极限摩阻力可参照本表采用。

7. 上海市地基基础设计规范（1989）

**预制桩、灌注桩桩周土极限摩阻力 q_{su} (kPa)值
与桩端土极限端承力 q_{pu} (kPa)值**

土层 编号	土层名称	埋藏深 度 (m)	预制桩		灌注桩	
			q_{su} (kPa)	q_{pu} (kPa)	q_{su} (kPa)	q_{pu} (kPa)
②	褐黄色粘性土	0~4	15		15	
	灰色粘质粉土	4~15	20~40	500~1000	15~30	
	灰色砂质粉土	4~15	30~50	1000~2000	25~40	600~800
	灰色粉砂	4~15	40~60	2000~3000	30~45	700~900
③	灰色淤泥质粉质粘土	4~15	15~30	200~500	15~25	150~300
	粘 土	15~25	30~40	500~1000	25~35	250~350
	灰色砂质粉土	15~23	35~55	1500~2500	30~45	800~1000
	粉 砂	23~32	45~65	2500~3500	35~55	1000~1200
④	灰色淤泥质粘土	15~35	10~55	1000~2500	30~40	250~550
⑤及⑤ ₁ 、 ⑤ ₂ 、⑤ ₃	灰色粘性土	20~35	45~55	1500~2500	35~45	350~650
	灰色砂质粉土	20~35	50~70	2000~3500	40~50	1000~1500
	灰色粉砂	20~35	70~100	4000~6000	60~80	1500~2000
	灰黑色粘性土	25~40	50~70	1500~3000	40~50	450~750
⑥	暗绿、褐黄色 粘性土	20~25 20~30	60~80 80~100	1500~2500 2000~3500	50~60 60~80	750~1000 1000~1200
	⑦ ₁	草黄色砂质粉土	30~45	70~100	4000~6000	60~80
⑦ ₂	草黄、青灰色粉砂	35~50	100~120	6000~8000	70~90	2000~3000
⑧ ₁	灰色粉质粘土夹粉砂	40~55	55~70	2000~3000	50~80	1000~1500
⑧ ₂	灰色粉质粘土与粉砂互层	50~65	65~80	3000~4000	55~70	1500~2000
⑨	灰色细、中、粗砂	70~100	110~120	8000~10000	80~100	2500~3500

8. 深圳地区建筑基础设计试行规程（SJG1-88）

**外（内）击式沉管灌注桩、打入式预制桩
冲、钻、控孔灌注桩基岩承载力设计值 q_p (kPa)**

基岩名称		花岗岩	花岗片麻岩	硅化凝灰岩	硅化千枚岩
风化程度					
强风化		2500~3000	2500~3000	2500~3000	2400~3000
中风化		5000~6000	5000~6000	4500~5500	4500~5500
微风化		8000~10000	8000~10000	7500~9000	7500~8500
构造岩构 造 破碎带	块状	2400~3000	2400~3000	2400~3000	2400~3000
	胶结状	5000~6000	5000~6000	4500~5500	4500~5500
	断层泥（硬塑）	2400	2400	2400	2400

注：1. 冲钻孔桩孔底沉渣厚度应小于等于 100mm；

2. 对中风化、微风化岩及胶结状的构造岩，当节理裂隙不甚发育时，取表中上限值；反之取下限值；
3. 对强风化岩及松散块状的构造岩，视含泥量（粘性土）多少而分别选用上限或下限值。

花岗岩残积土中桩周土的摩擦力设计值 q_s (kPa)

土名	土的状态	q_s
砾质粘性土	$I_L \leq 0.25$	45~50
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	35~45
	$I_L > 0.75$	30~35
砂质粘性土	$I_L \leq 0.25$	40~45
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	30~40
	$I_L > 0.75$	25~30
粘性土	$I_L \leq 0.25$	35~40
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	25~35
	$I_L > 0.75$	15~25

- 注：1. 本表适用于打入式预制桩、内击式沉管灌注桩；
2. 对于外击式沉管桩，冲、挖、钻孔灌注桩，宜取表中范值的下限值；
3. I_L 为粘性土的液性指数。

花岗岩残积土中桩端土的承载力设计值 q_p (kPa)

土名	土的状态	桩入土深度 (m)		
		5	10	15
砾质粘性土	$I_L \leq 0.25$	2000~2200	2300~2500	2600~2800
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	1200~1400	1800~2000	2100~2300
	$I_L > 0.75$	800~1000	1000~1300	1300~1500
砂质粘性土	$I_L \leq 0.25$	1800~2000	2100~2300	2500~2700
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	1100~1300	1600~1800	1900~2100
	$I_L > 0.75$	800~900	1000~1100	1200~1300
粘性土	$I_L \leq 0.25$	1800~2000	2000~2200	2400~2600
	$0.25 < I_L \leq 0.75$	1000~1200	1500~1700	1800~2000
	$I_L > 0.75$	600~700	800~1000	1100~1200

- 注：1. 本表适用于打入式预制桩，外击内击式沉管灌注桩；
2. 桩尖进入硬持力层的深度为(1-3)D，根据桩径及地质条件确定；
3. 冲、挖、钻孔灌注桩，当孔底沉渣厚度小于等于 100mm 时，可按表中数值乘 0.3~0.5 系数后采用；
4. 入土深度超过 15m 时，按 15m 考虑。

联系我们

CONTACT

如果您对本仪器或说明书有任何疑问，请及时与我公司联系
我们将竭诚为您服务！

客服电话：021-69899545

销售电话：021-69899545 | 13917511776

24 小时技术支持电话：13554682155

电子邮箱：supports@y-link.cn



一切从顾客感受出发 ● 珍惜每一次服务机会



上海岩联信息技术有限公司

Shanghai Y-link Engineering&Technology Co.,Ltd

上海市嘉定区沪宜公路 1188 号 20 幢

Tel:021-69899545 Fax:021-69899543