

TeTsp 超前地质预报处理系统

Version 3.2

南京瑾陆电气科技有限公司

2016 年 04 月

目 录

1 TeTsp 超前地质预报处理系统简介	1
1.1 模块概况	1
1.2 软硬件配置	1
1.3 软件安装与启动	1
2 TeTsp 数据处理软件使用说明	3
2.1 数据导入与观测系统设置	3
2.2 预处理	7
2.2.1 查看与重置	7
2.2.2 数据编辑	7
2.2.3 去直流噪音	8
2.2.4 记录长度修正	8
2.2.5 频谱分析	8
2.3 数据处理	10
2.3.1 初至拾取	11
2.3.2 能量均衡	11
2.3.3 扩散补偿	12
2.3.4 滤波	12
2.3.5 Q 值估算	12
2.3.6 提取反射波	12
2.3.7 反 Q 滤波	13
2.3.8 纵横波分离	13
2.3.9 速度分析	13
2.3.10 偏移成像	14
2.4 解释成果	15
2.4.1 提取反射层	15
2.4.2 解释成果	15
3 帮助及其他	16
3.1 技术支持	16
3.2 Ver3.0 版本更新说明	17
3.2 Ver3.1 版本更新说明	17
3.3 Ver3.2 版本更新说明	17

1 TeTsp 超前地质预报处理系统简介

TeTsp 超前地质预报处理系统，以下简称 TeTsp。

1.1 模块概况

TeTsp 超前地质预报处理系统是专业的用于处理隧道（巷道）地震反射波超前地质预报数据的软件，该软件由“数据导入”、“预处理”、“数据处理”、“解释成果”和“帮助”5个模块组成。

软件采用 Ribbon 风格的界面设计，按照超前地质预报的处理流程设计功能按钮，达到一站式处理模式。输入为原始的采集数据和观测参数，最终结果为地震深度域偏移剖面，同时给出了解释异常的二维空间内的分布情况和勘探范围内的岩性属性分布特征（共9种）。主要功能如下：

数据导入：完成数据的管理和观测系统的编辑；

预处理：实现数据的简单编辑（坏道剔除、时移、初至拾取和噪音切除等）、去直流和频率分析（为后期的滤波处理提供必要的参数）；

数据处理：一共分为“初至拾取”、“能量均衡”、“扩散补偿”和“滤波”等10个模块，各个模块之间有严格的先后顺序，最终得到偏移成像结果。

解释成果：在偏移成像的基础上进行层位的提取和解释，并给出综合解释结果和岩性属性信息。

帮助：除了基本的剪切板和窗口功能外，“拷屏到文件”可以将相应的视图保存到BMP文件中。

1.2 软硬件配置

本处理系统所需软硬件配置如下：

操作系统配置： Windows-7 64bit 及以上系统

硬件系统配置： CPU: Genuine Intel(R) CPU T2080 @1.73GHz 或以上；

内存：2GB 或以上；

硬盘：120GB 或以上。

1.3 软件安装与启动

本系统软件只需安装配套安全狗的驱动即可。在软件包中提供了两个版本的圣天狗驱动程序（“1-1 Sentinel Protection Installer 7.6.1.exe”或“1-2

Sentinel Protection Installer 7.6.4.exe”文件），用户可以按需进行选择或者到圣天狗官网下载最新版本，网址为：<http://china.safenet-inc.com/>。圣天狗驱动安装成功后，插入硬件狗后其提示灯会亮起。

正确安装硬件狗后，可以双击 TeTsp_V3.1_Setup 即可进入安装进程。成功后通过运行 TeTsp.exe 打开软件，如果没有显示界面，说明硬件狗未能安装成功。

2 TeTsp 数据处理软件使用说明

运行 TeTsp 系统后，默认加载一个空工程，如下图所示：

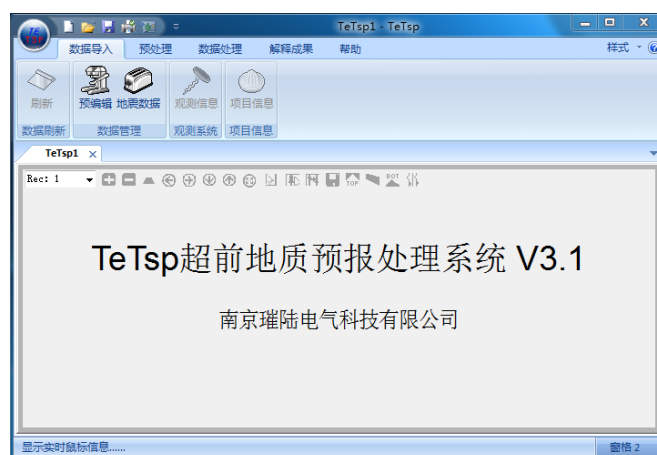


图 2-1 主数据管理窗口

2.1 数据导入与观测系统设置

该部分有四个功能按钮：



图 2-1-1 “数据导入”功能面板

● 预编辑

当设备数据不是按照分量排序时，可以单击“预编辑”按钮进行抽取，单击后会出现如下图所示的界面。

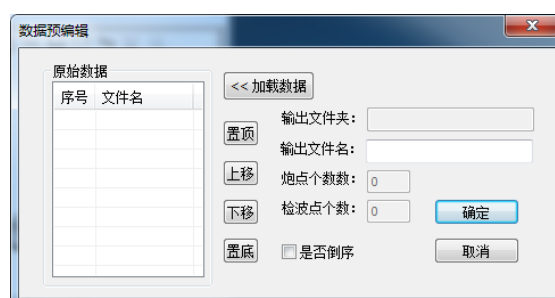


图 2-1-2 “预编辑”界面

单击“加载数据”按钮，加载所有的原始记录，加载后如下图所示，在左侧的列表框中会显示各个文件的排序，通过“置顶”、“上移”、“下移”和“置底”移动数据的顺序。右侧的文本框中提示了加载数据的相关信息（文件夹路径、

炮点和检波点个数，不可修改）。

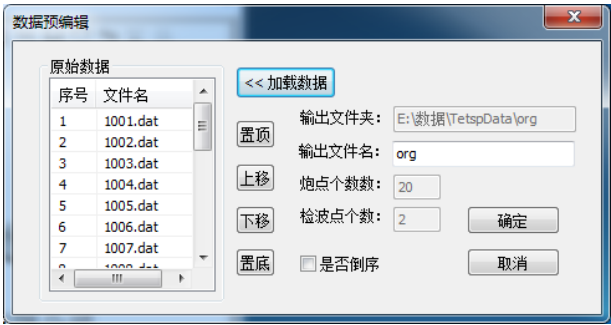


图 2-1-3 数据加载后界面

如果野外数据为远跑到近炮，可以通过“是否倒序”的复选框来控制数据的排序。确认信息后，单击“确定”按钮即会在原来的文件夹中生成以下数个文件：

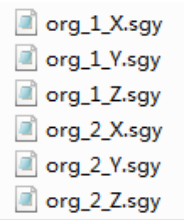


图 2-5 数据目录下新增加的数据

在新增加的几个文件中，命令方式为“输出文件名_检波点序号_分量标记.sgy”。

● 数据导入

首先选择“地震数据”按钮，弹出数据加载对话框，如下图。



图 2-1-4 “数据添加”界面

分别添加对应数据，在“数据道抽取”部分填写需要抽取的参数，如下图，即可得到合成后的数据。



图 2-1-5 数据重采样

数据加载后，将在视图中显示加载的三分量数据，如下图所示。

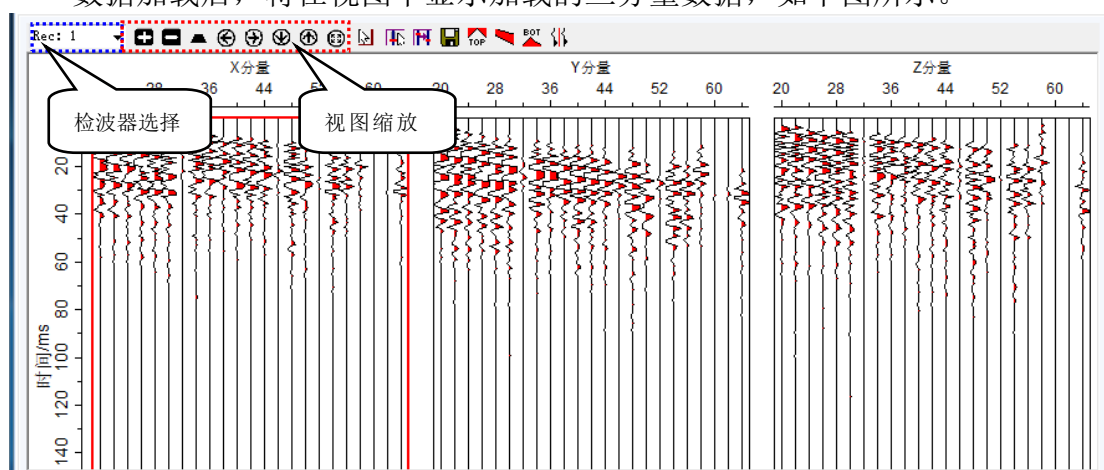


图 2-1-6 三分量数据视图与显示控制按钮

通过“检波器选择”按钮可是实现不同检波器数据之间的切换；视图的缩放可以通过“视图缩放”按钮组进行操作，其功能从前往后一次是：振幅争强、振幅缩小、波形切除控制、显示比例水平缩小、显示比例水平放大、显示比例垂直放大、显示比例垂直缩小和布满视图。

● 观测系统设置


在数据加载完成后，点击  按钮进行数据的观测系统设置，其设置窗口如下所示。




图 2-1-7 观测系统设置界面

观测系统参数中，接受点数和激发点数从数据中直接获得，不可修改。其他数据既可以手动输入，也可以通过自动生成和文件加载形式完成。点击“生成”按钮会弹出“观测系统自动化生成”界面（下图左），参数填完后点击“确定”按钮在观测系统窗口中机会生成相关数据。数据生成后下图又中红色虚线框中的参数需要才吃确认。注：掌子面中心为横向坐标原点，左负右正。



图 2-1-8 观测系统辅助生成

● 项目信息设置

在数据加载完成后，可点击按钮进行数据的观测系统设置，其设置窗口如下所示，“数据目录”项可通过其后的按钮选择，其余项可以手动收入也可选择输入。

项目信息管理

基本信息

工程名称

新建某某铁路

标段名称

第*标段*分部

隧道名称

某某溪隧道进口

时 间

2015/11/28

里程前标

DK

项目经理

经理1

采集人员

采集人员1

处理人员

处理人员1

报告编写

处理人1

预报单位

某某工程检测有限公司

项目部

某某铁路隧道超前地质预报

业 主

业主1

设计方

设计1

施工方

施工1

监理方

监理1

数据目录

背景信息

岩性

岩性1

风化程度

未风化

渗水量

干燥或

构造影响

轻微

备注

取消

确定

图 2-1-9 项目信息管理窗口

备注：在实际工作中，可以预先将程序目录中的 Infor.par 文件用记事本打开进行编辑，预设常用信息，程序运行时会自动加载，可以显著降低工作量。文件格式如下：

```

#项目 1
项目 1 内容 1
项目 1 内容 2
.....
#项目 2
项目 2 内容 1
项目 2 内容 2
.....
#项目 3
.....

```

图 2-1-10 Infor.par 文件结构示意图

2.2 预处理

单击“预处理”选项卡，即跳转到数据的编辑、去直流处理、长度修正和频谱分析界面，具体功能与操作如下。



2.2.1 查看与重置



按钮为数据的刷新和重置按钮，单击对应按钮即会对数据的编辑进行刷新和或重置。

2.2.2 数据编辑

编辑共分为“单道振幅”、“单道时移”、“坏道处理”、“切除处理”和


针对声波干扰的“管波切除”五项，前四项均要勾选后才能通过鼠标操作完成，而“管波切除”在确认参数后单击  按钮完成。确认编辑的效果后，单击  按钮实现数据的后台编辑完成。

单道振幅处理：勾选 ☒ **振幅处理**，将鼠标移到需要调整振幅的数据道上，按住“Ctrl”键不放同时滚动鼠标中键，振幅会实时调整，达到效果后松开键盘和鼠标；


单道时移处理：勾选 ☒ **时移处理**，将鼠标移到需要调整振幅的数据道上的起始时间处，按住左键不放同时移动鼠标至需要移动到的时间处，松开左键；

坏道处理：勾选 ☒ **坏道处理**，选择响应的处理方式，通过鼠标左键选择需要处理的数据道；


切除处理：勾选 ☒ **数据切除**，选择响应的处理方式，通过按住左键不放同时移动鼠标来选择需要处理的数据范围，松开左键结束选择；在“多边形切除”的模式下通过鼠标左键结束选择。

管波切除：确认参数后单击  按钮完成。


2.2.3 去直流噪音

该功能提供了对数据频谱的去零飘（去直流噪音）操作，在对应窗口参数下拉框中选择对应的窗口长度（一般为一个子波长度的2倍左右），通过单击  按钮，即会给出结果。

2.2.4 记录长度修正

通常情况下，在管波影响范围记录为无效记录，所以可以在进行管波去除后有针对性的进行记录长度的剪切，从而提高后期计算的效率。该功能提供了对数据长度的修改，在对应窗口参数下拉框中选择对应的修正长度（正数为增加记录长度值，负数为减小记录长度的值），通过单击  按钮，即会给出结果。

2.2.5 频谱分析

该软件提供了对数据频谱的分析工具，通过单击  按钮，即会弹出如下图所示

示的频段筛选界面。选择主要的频段范围，便于查看。

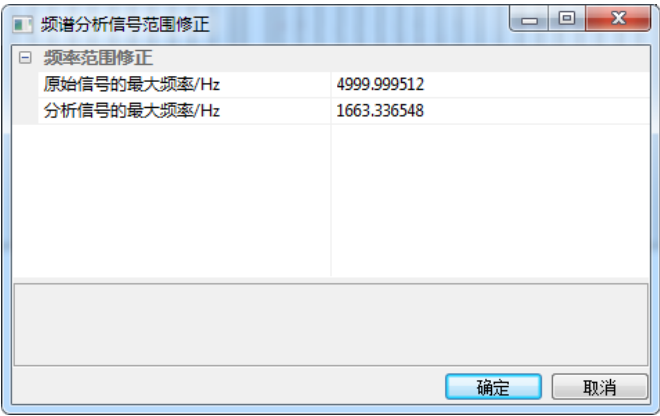
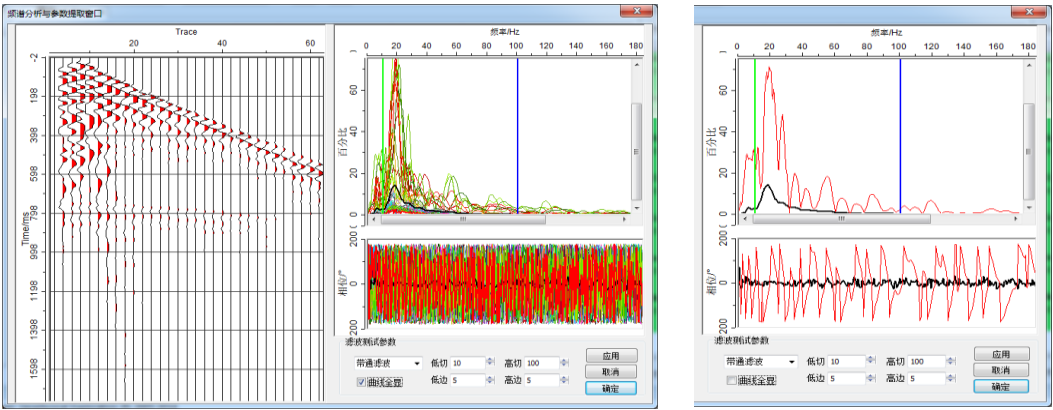


图 2-2-1 频段筛选窗口

频段筛选窗口退出后即会弹出频率谱分析窗口，其中，复选框“曲线全选”被勾选后将显示所有道的频率振幅谱和相位谱（下图左），如果不勾选只显示当前道和平均道的频率振幅谱和相位谱（下图右）。

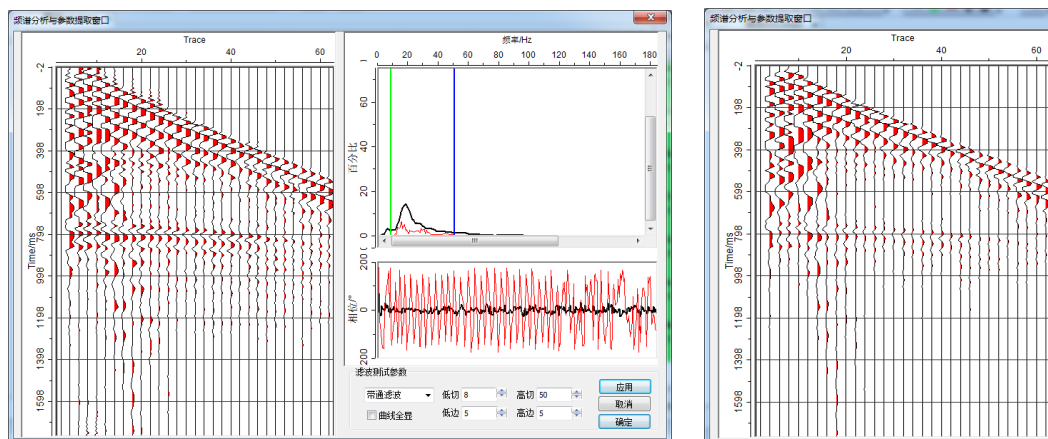


原始数据与所有道频率谱

平均道与单道频率谱

图 2-2-2 频率谱分析窗口

在“频率谱分析窗口”中可以进行频率域滤波器参数的分析，支持带通滤波、低通滤波、高通滤波和带阻滤波测试，单击“应用”按钮将呈现滤波后的数据，通过不断常识可以得到较为理想的参数。



滤波后数据与其参数

原始数据

图 2-2-3 频率域滤波前后数据对比

确认好数据的滤波参数后，单击“确定”按钮退出。

● 界面操作提示：

- 1) 水平轴（频率轴）的缩放：在振幅谱窗口中通过右键的左右拖拉实现；
- 2) 区域放大显示功能：通过框选实现；
- 3) 缩放恢复：左键双击；
- 4) 滤波参数选择：在振幅谱窗口中，鼠标左键拖拉移动蓝色和绿色频率线实现滤波参数的高低频参数确认。

2.3 数据处理

数据共分为十个步骤，功能面板如下图：

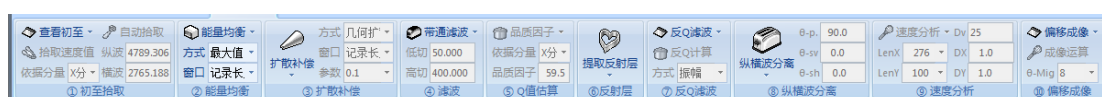


图 2-3-1 频率域滤波前后数据对比

初至拾取：自动拾取记录初至，拟合炮孔段纵横波速度值；

能量均衡：采用记录振幅最大值、均方值、绝对值最大值等参数，对每一炮由于弹性能量释放的变化进行补偿；

扩散补偿：地震记录球面扩散补偿。

滤波：将噪音振幅从频率信号范围内消除。

Q 值估算：由直达波确定衰减参数 Q；

提取反射波：利用 FK 变换或 radon 变换提取上行反射波；



反 Q 滤波：地层吸收衰减补偿波；

纵横波分离：将 X、Y 和 Z 分量记录转换为 P、SH 和 SV 分量记录；

速度分析：建立纵波和横波传播速度的 2D 网格模型；

偏移成像：将反射振幅由时间域映射到物理模型空间。

2.3.1 初至拾取

单击  按钮，视图置换到初至拾取的界面中。可通过单击 ，程序同时自动拾取三分量记录的初至时间。当噪音干扰较小，自动拾取结果满足要求。但有时由于受到干扰，初至波形紊乱时，可通过鼠标左键进行拾取。

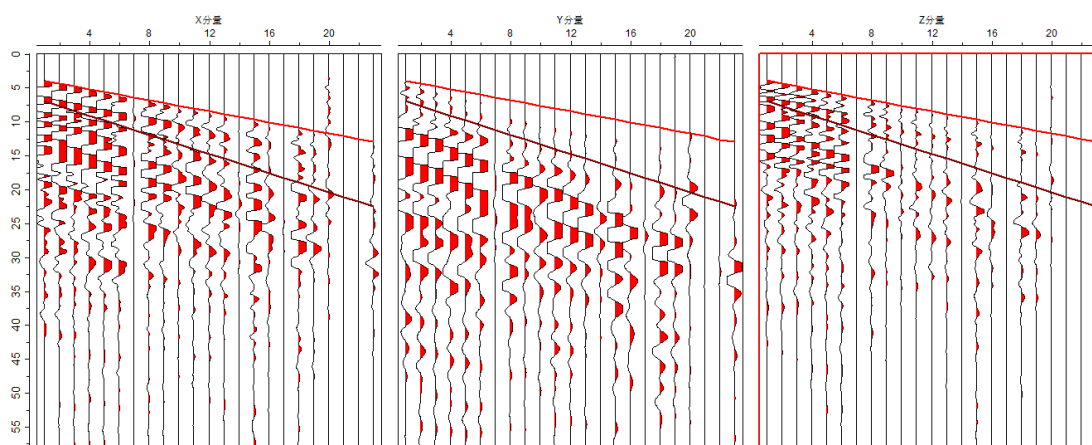





图 2-3-2 自动拾取初至

初至拾取完毕后，选择好速度分析依据的分量（选择三分量记录中初至最为清晰的分量为标准），点击 ，会计算出拟合纵横波速度值。考虑隧道开挖时存在松动圈现象，软件在实际拟合时依据距离检波远端 12 个记录初至时间拟合速度，单位 m/s。

如果速度拾取有误，可单击  右边的小三角在子按钮中的“重置初至数据”按钮。

2.3.2 能量均衡

单击  按钮，视图置换到能量均衡界面，再选择能量均衡方式，一般选择记录振幅均方值，窗口长度，选择 1/2 记录长度。

参数设定后，点击子按钮（下图）中的“均衡计算”按钮，即可获得道均衡后的数据，如果效果不理想可选择子按钮的“重置能量均衡数据”按钮进行数据

重置，如果无需进行该步操作，可选择跳过按钮。

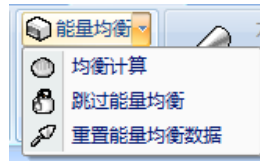




图 2-3-3 能量均衡子菜单


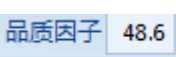
2.3.3 扩散补偿

单击  按钮，视图置换到扩散补偿界面；在参数列表中选择扩散补偿方式，扩散补偿方式有 3 种，可以根据实际补偿效果选择；窗口长度一般选择 1/2 记录长度。参数设定后，点击子按钮的“扩散补偿运算”即可获得处理结果数据，如果效果不理想可选择子按钮的“重置扩散补偿数据”按钮进行数据重置，如果无需进行该步操作，可选择跳过按钮。


2.3.4 滤波

单击  按钮，视图置换到带通滤波的界面，在参数设定后（编辑与分析模块中分析获得），点击子按钮的“带通滤波计算”即可获得处理结果数据，如果效果不理想可选择子按钮的“重置带通滤波数据”按钮进行数据重置。

2.3.5 Q 值估算

单击  按钮，视图置换到 Q 值估算的界面，选择依据分量，单击子按钮“计算品质因子”，待运算完成后在  文本框中获得 Q 值数值。

2.3.6 提取反射波

单击  按钮，视图置换到提取反射波的界面；单击子按钮提取反射波可以实现反射波提取（下图）。

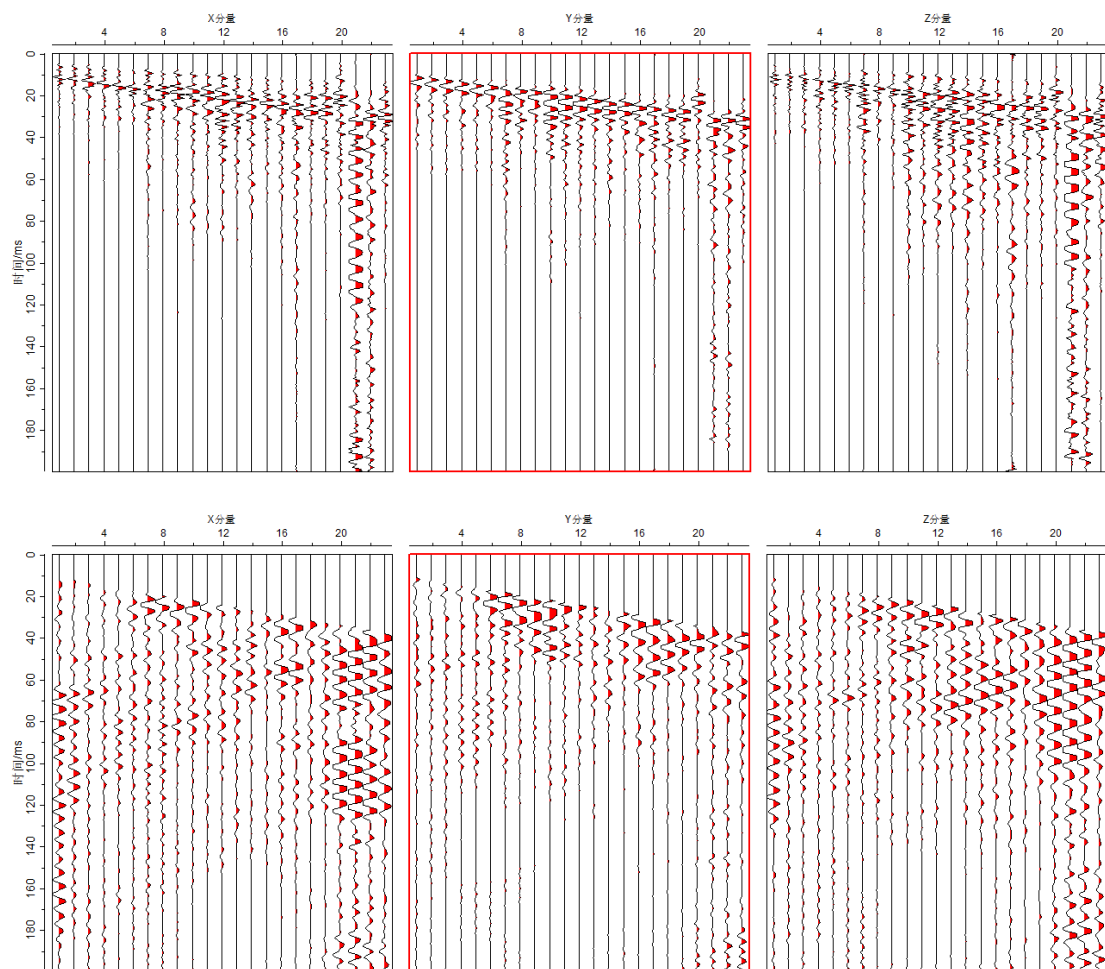




图 2-3-4 反射波提取数据


(上图-提取前三分量数据；下图-提取后三分量数据)

2.3.7 反 Q 滤波


单击  反Q滤波 按钮，视图置换到反 Q 滤波的界面；在参数列表中选择补偿方式，补偿方式有振幅补偿、相位补偿、振幅相位补偿三种，可以根据补偿效果选择。反 Q 的系数是通过 2.3.5 小节的 Q 值估算获得的。

参数设定后，单击  反Q计算 按钮进行反 Q 滤波运算，反 Q 滤波耗时较长，一般需 2 分钟左右，请耐心等待。

2.3.8 纵横波分离

单击  纵横波分离 按钮，视图置换到纵横波分离的界面；单击子按钮“纵横波分离运算”，实现纵横波分离，在波形显示窗口中显示纵横波分量结果。

2.3.9 速度分析

单击  按钮，视图置换到速度分析界面；在参数列表中填写相应预报参数（下图），其中 Dv 为速度扫描间隔， $LenX$ 为掌子面前方预报的范围， $LenY$ 为隧道中心往两次预报的范围（半径）， Dx 和 Dy 为空间网格的大小。

速度分析		Dv	25
$LenX$	276	Dx	1.0
$LenY$	100	Dy	1.0

图 2-3-5 速度分析参数设置

参数设定完毕后，点击“速度分析”，按右键运行。三分量速度谱如下所示：

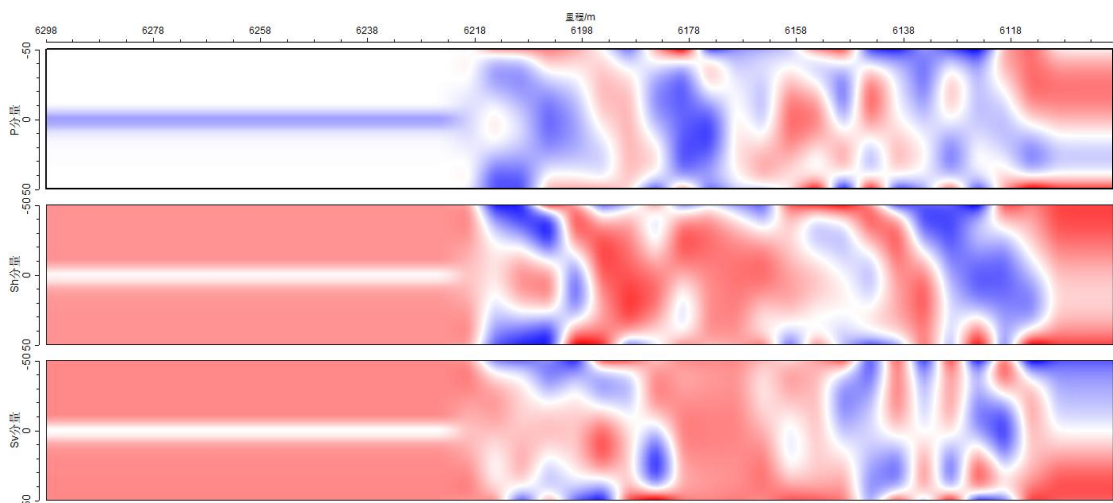


图 2-3-6 速度分析结果

2.3.10 偏移成像

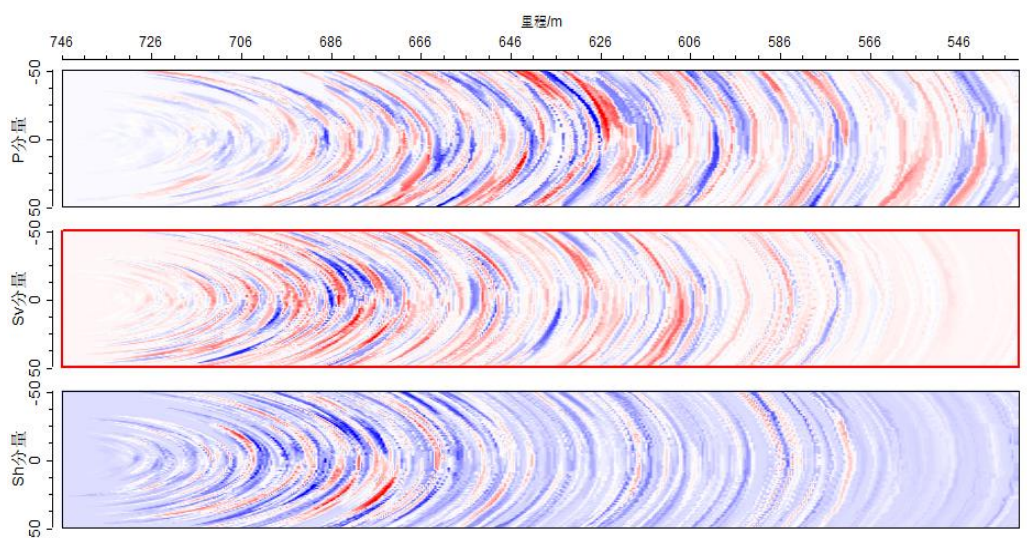




图 2-3-7 偏移成像结果

单击  按钮，视图置换到偏移成像界面；在参数列表中填写扫描角度，一般取 10 度，扫描角度越小，成像精度越高，但也容易出现假异常，一般

可多选几组，综合对比分析。参数设定完毕后，单击按钮软件进行偏移成像，偏移结果如上图所示。



2.4 解释成果

单击“解释成果”选项卡，单击成图数据按钮进入数据解释状态，该部分主要包括三部分：提取反射层和解释成果（下图）。



图 2-4 解释成果工具面板

2.4.1 提取反射层

设置好提取参数后单击按钮，即可自动提取出反射解释线（下图），如果解释线通过综合分析不合理，可以在对应解释线上单击右键进行删减。点选拾取按钮后可以手动拾取层位。

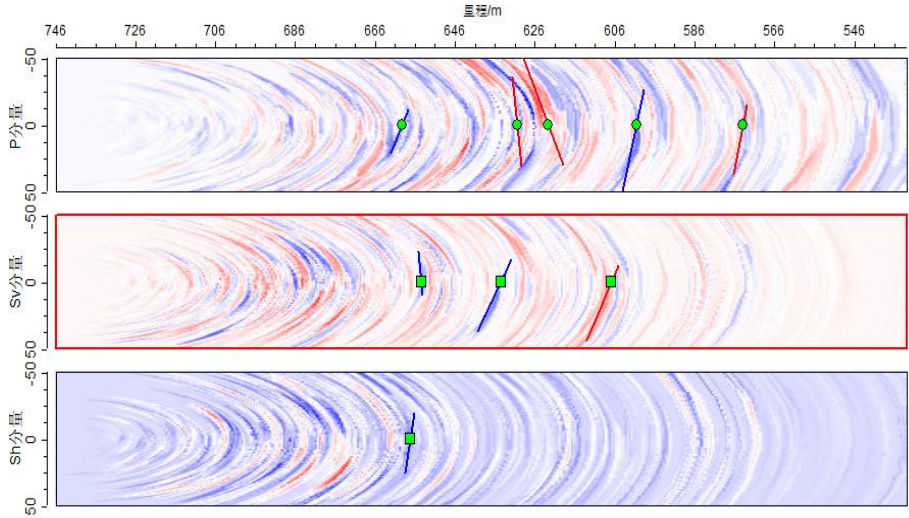


图 2-4-1 反射层提取结果

2.4.2 解释成果

在层位提取完成后，勾选需要提取的参数（通过工具面板中的复选框勾选）后单击成果图、成果表和岩石属性三个按钮进行查看。

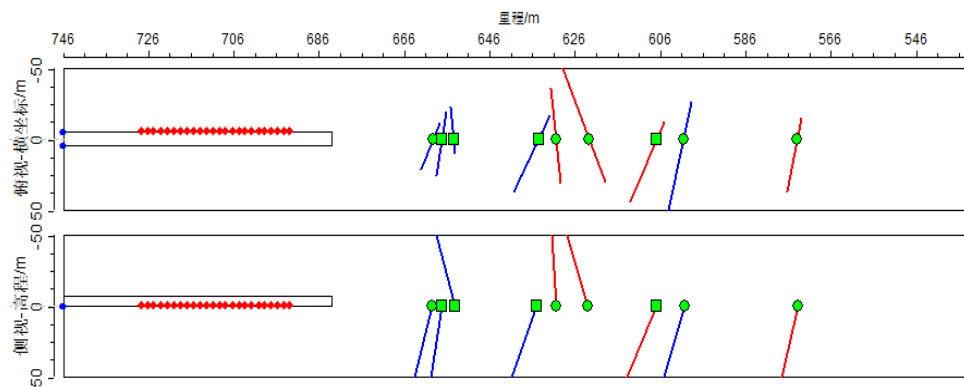


图 4-4-2 成果图

	接收序号	界面序号	波类型	x坐标	y坐标	长度	振幅	极性	轴线交点X	水平夹角	垂向夹角
1	0	1	P	244.567	58	119.374	945.6147...	-	254.771	38.451	79.189
2	0	2	P	336.899	27.5	56.253	910.4580...	-	352.465	40.057	77.218
3	0	3	P	280.257	48.5	100.4	861.0496...	-	294.011	37.135	78.754
4	0	4	P	239.41	112	176.05	858.2443...	+	239.697	52.357	-86.818
5	0	5	P	260.098	132.5	129.018	799.9212...	-	265.915	42.183	-82.264
6	0	6	P	296.124	169	63.908	781.4812...	-	313.375	38.06	-76.11
7	0	7	P	290.562	28	57.15	770.9428...	-	305.228	40.701	75.084
8	0	8	P	258.29	63	126.188	768.7108...	+	260.31	50.26	81.057
9	0	9	P	328.652	53.5	108.434	764.5014...	+	336.291	43.086	81.49
10	0	10	P	272.177	66.5	133.907	743.1649...	-	276.097	46.097	82.377
11	0	11	P	180.633	135	133.325	727.1478...	-	188.599	39.314	-77.128
12	0	12	P	215.599	42.5	88	696.4031...	-	231.009	37.084	72.949
13	0	13	P	341.474	59.5	11.488	694.9551...	-	353.673	35.361	82.882
14	0	14	D	264.207	112	86.755	677.1255...	-	271.867	45.075	80.705

图 4-4-3 成果表

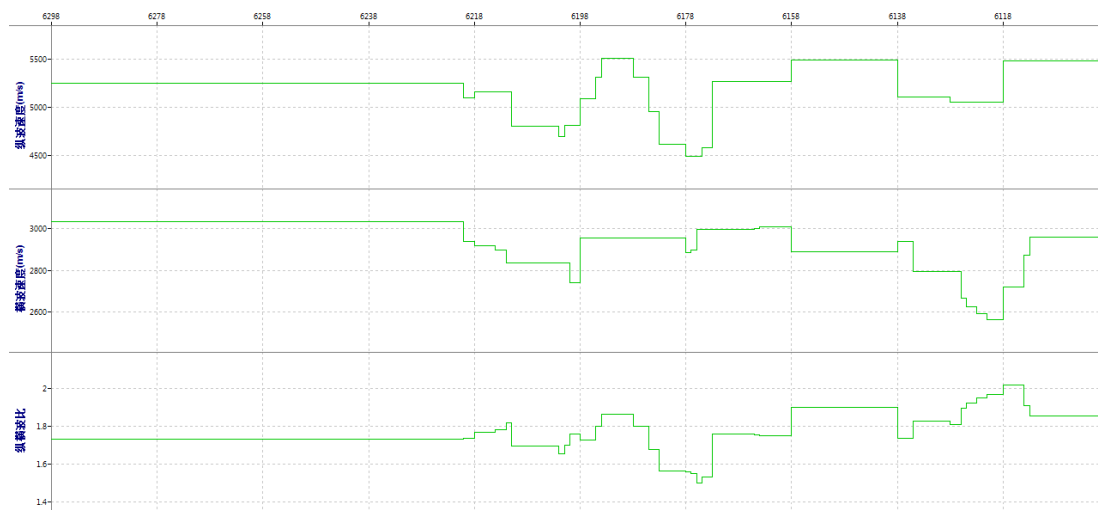


图 4-4-4 岩性属性曲线

3 帮助及其他

3.1 技术支持

如有疑问，请咨询售后。

3.2 Ver3.0 版本更新说明

- 1) 重新修正了各处理模块的默认参数;
- 2) **更新部分模块的算法：提取反射波、纵横波分离、速度分析和偏移成像；**
- 3) 岩性属性提取优化；
- 4) 修复观测系统版本串行漏洞；
- 5) 修复频谱分析参数空值漏洞；
- 6) 增加处理过程的切除编辑功能；
- 7) 优化滤波数据的边界处理；
- 8) 修复项目管理模块漏洞；
- 9) 修复显示漏洞；

3.2 Ver3.1 版本更新说明

- 1) 添加“岩石属性”模块的坐标提示功能；
- 2) 更新“项目信息管理”模块的信息内容；
- 3) 添加处理过程参数的串行功能；
- 4) **在“预处理”中增加了“去零飘”模块，实现原始数据的零飘去除；**
- 5) 修复部分后台漏洞；
- 6) 修复岩性曲线显示的控制错误；

3.3 Ver3.2 版本更新说明

- 1) 修改了增幅控制标准（以数据的平均值为标准），且不同分量的显示比例保持一致（波形形式）；
- 2) 修改了信息提示内容；
- 3) 修复了部分算法漏洞；