

KON-LD(A)工程雷达

用户手册



北京市康科瑞工程检测技术有限责任公司

2007年4月

目 录

第一部分 工程雷达操作手册	1
前 言	1
第一章 初识 KON-LD (A) 工程雷达	2
一、KON-LD (A) 工程雷达简介	2
二、KON-LD (A) 工程雷达的应用范围	3
三、KON-LD (A) 工程雷达的性能与技术指标	3
四、KON-LD (A) 工程雷达挂接天线	4
五、系统接插件	5
1、电源接插件	5
2、信号接插件	5
3、USB 接插件	5
4、测距轮接插件	6
第二章 KON-LD (A) 工程雷达使用注意事项	6
一、供电电源	6
二、插拔系统接插件	6
三、操作	7
四、主机、笔记本电脑的背包和托架的使用	7
五、使用环境	10
第三章 使用 KON-LD (A) 工程雷达前的准备工作	10
一、驱动安装	11
二、软件安装	13
三、现场探测计划的制订	14
四、完成常规探测所需的基本设备	15
五、相关资料收集	15

第四章 KON-LD (A) 工程雷达数据采集过程	16
一、KON-LD (A) 工程雷达仪器的连接和启动	16
二、采集参数的设置	16
三、数据采集及存储过程	18
第二部分 KON-LD (A) 工程雷达系统软件使用说明	20
第一章 绪论	20
一、介绍	20
二、术语约定	20
第二章 程序介绍	20
一、菜单	21
二、工具条	21
三、快捷键	22
第三章 工程雷达软件系统各功能介绍	22
一、文件	23
二、采集系统	26
三、显示工具	29
四、信号处理	37
五、数学运算	51
六、数据编辑	53
七、窗口	60
附录一 工程雷达现场测试任务书	1
附录二 工程雷达现场测试记录	2
附录三 工程雷达资料解释记录	3
附录四 常见介质的电性特征	4

第一部分 工程雷达操作手册

前 言

随着世界经济建设和材料科学的发展，由于探地雷达探测速度快、精度高，以及对原物体无破坏作用，所以在城建、交通、地质、考古、国防、公安等部门扮演着越来越重要的角色。

北京市康科瑞工程检测技术有限责任公司（以下简称康科瑞公司）与中国科学院电子学研究所联合进行研制开发，最新研制成功的小型化便携式 KON-LD (A) 工程雷达既可用于对浅层目标的高分辨检测，又可用于地下较深层目标的探寻，可广泛应用于民用和军事领域。

首先，感谢您选用康科瑞公司的 KON-LD (A) 工程雷达系统，您能成为我们的用户是我们莫大的荣幸。为了使您能尽快熟练地使用 KON-LD (A) 工程雷达系统，我们随机配备了内容详细的 KON-LD (A) 工程雷达用户手册。

我们对用户手册的编排力求内容全面而又简单易懂，从中您可以获得有关安装步骤、系统配置、基本操作、软硬件使用方法等各方面的知识。在第一次安装和使用您的 KON-LD (A) 工程雷达之前，请务必仔细阅读所有资料，这将有助于您更好地使用本工程雷达。

我们认为手册中所提供的信息是正确可靠的，并尽量避免人为的失误，但难免会有印刷之前未发现或检查出的差错，以及那些我们无法控制的疏漏，请您多加包涵！

有时，为了提高部件及整机的性能和可靠性，我们会对硬件或软件做一些改动，这样可能造成软硬件配置与用户手册的不一样，请用户能够谅解。

如果您在使用中发现手册或仪器本身有什么问题，或者您有什么意见和建议，请与我们联系。

感谢您的合作！

第一章 初识 KON-LD (A) 工程雷达

很高兴有机会在这里向您介绍由康科瑞公司和中科院电子所联合研制生产的“KON-LD (A) 工程雷达”。KON-LD (A) 工程雷达具备“小型化便携式设计”、“稳定性强”、“探测精度高”、“系统软件功能完备、使用简单”等特点，它将会在众多的地下目标探测领域助您一臂之力。

一、KON-LD (A) 工程雷达简介

KON-LD (A) 工程雷达（便携式）是专用雷达。整个系统由便携式主机、收发天线、控制显示单元（笔记本电脑）、数据采集和处理一体化软件及其它配件（主机及笔记本电脑托架、天线拉杆、直流电源、充电器、电缆、测距轮）组成，如图 1 和 2 所示。

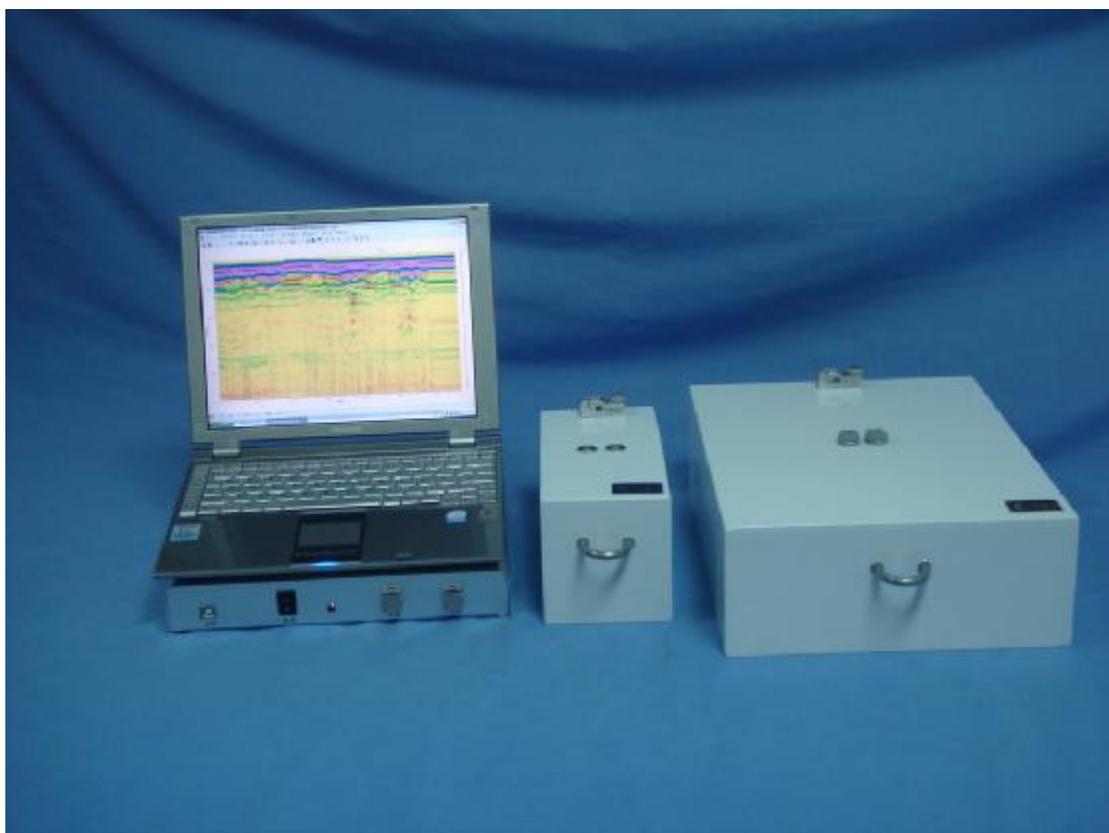


图 1 KON-LD (A) 工程雷达主要设备



图 2 KON-LD (A) 工程雷达辅助设备

二、KON-LD (A) 工程雷达的应用范围

随着时域电磁场理论和相关电子技术的不断发展，探地雷达的应用从最初的对冰层（弱衰减介质）厚度的探测，应用领域现已遍及城市建设、交通、考古、农田、水利、环保、公安和国防等部门。KON-LD (A) 工程雷达的多项关键技术处于国内领先水平，主要应用于：

(1) 市政部门：金属或非金属地下管线位置和走向探测；

(2) 交通部门：公路施工质量（包括面基层厚度和存在隐患）和运营情况，铁路路基隐患等目标的连续无损检测；

(3) 建设部门：隧道衬砌质量、桥梁结构和存在病害、建筑物内的钢筋分布探测；

还可应用于：

(4) 地质勘探部门：岩层、空洞、断层、地质结构、地下水以及地下矿藏等目标的查找和描述；

(5) 水利部门：江、河、湖泊的大坝存在隐患检测、床面测绘及水下目标探测；

(6) 军事部门：构筑工事前的地质勘察和地下工事探测、地下未爆弹药和埋藏军械的查找金属或非金属埋设物（例如地下管道、电缆线等）；

(7) 考古部门：古墓和古遗址探测。

三、KON-LD (A) 工程雷达的性能与技术指标

1、主要特点

(1) 基于 windows 系统开发的采集及数据处理一体化软件，现场操作简单，中文界面

清晰友好，操作简单，容易掌握：

- (2) 后期数据处理功能齐全，过程简易、中文界面，结果直观；
- (3) 主机体积小、重量轻，现场便携式，可直流供电；
- (4) 收发天线可分离，适于工程现场各种情况使用；
- (5) 价格低，性价比高；
- (6) 可提供良好快捷的售后服务和技术支持。

2、性能与技术指标

天线中心频率：500MHz，1000MHz

数据采集方式：点测、连续测量

水平标记方式：时间、测距轮

显示方式：外接笔记本电脑

与上位计算机接口：USB2.0

A/D 转换率：16 位

采样点数：128、256、512 或 1024

扫描速度：67scans/sec

时窗：25、50、75、100ns

系统最大动态范围：168dB

波形叠加次数：1~65535 次，可选

主机尺寸：280*200*45 mm

主机重量：1.5kg

供电电源：DC12V

连续工作时间：>4h

总功耗：<10W（其中 500MHz 天线 4.1W，1000MHz 天线 6.6W）

工作温度：-10℃ ~ +40℃

工作环境相对湿度：<90%RH

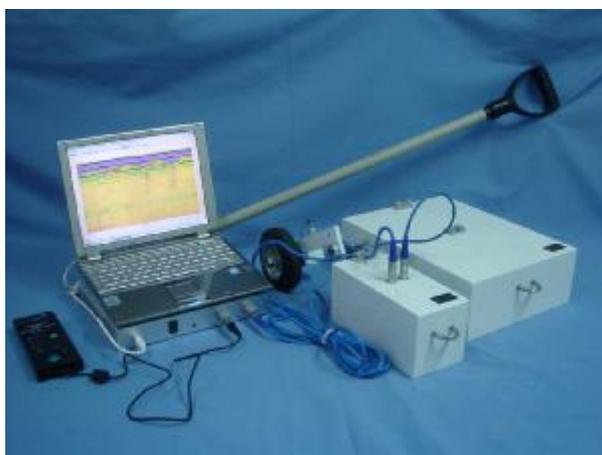


图 3 KON-LD (A) 工程雷达

四、KON-LD (A) 工程雷达挂接天线

通过挂接不同型号的天线，KON-LD (A) 工程雷达可完成对不同深度目标的探测（天线主频越高，探测深度越浅，垂向分辨率越高）。

500M 天线最大探测深度 2 米，可用于公路路基、隧道施工质量控制及较浅目标的探测，如图 4 所示。天线尺寸为 345*270*114mm

图 4 500MHz 天线



1000MHz 天线可检测不深于 0.6 米的目标，可用于公路路面层厚度的测量等，如图 5 所示。天线尺寸为 225*102*114mm

图 5 1000MHz 天线



五、系统接插件

本工程雷达共用到四种接插件：电源接插件、信号接插件、USB 接插件、测距轮接插件。

1、电源接插件

电源接插件为 2 芯连接器，外形如图（插针视图），1 脚为+12V，2 脚为+12V 回线。



图 6 电源接插件

2、信号接插件

信号接插件为 5 芯连接器，外形如图（插针视图），1 脚为地线，2 脚为送往发射机的信号线，3 脚为送往接收机的信号线，4 脚为接收机送往雷达控制器的信号线，5 脚功能留下扩展。

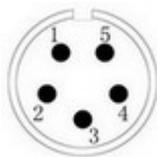


图 7 信号接插件

3、USB 接插件

工程雷达控制器采用 B 型 USB 连接器，外形如图（插座），1 脚（红）为+5V（不用），2 脚（白）为 D-，3 脚（绿）为 D+，4 脚（黑）接地。



图 8 USB 接插件

4、测距轮接插件

测距轮接插件为 3 芯连接器，外形如图（插针视图），1 脚为 T_xR_x-5 为送往天线的信号线，2 脚为+5V 线，3 脚为+12V 回线。



图 9 测距轮接插件

第二章 KON-LD (A) 工程雷达使用注意事项

一、供电电源

建议使用为 KON-LD (A) 工程雷达专门配备的锂离子电池和专用充电器，使用其它不匹配电池，可能引起不必要的麻烦，严禁混用其他电池和充电器。当工程雷达主机报警（电源灯闪烁并蜂鸣）表示电源电压偏低，请及时充电。



图 10 电池和连接线

二、插拔系统接插件

除 USB 接插件外，其余接插件都有闭锁装置，插入时应该是用手紧握接插件的螺纹部分，红色小点对准缺口，插到底时会有轻微“的”的一声，拔出时也应该捏紧接插件的螺纹部分，**插拔时万万不能旋转接插件!!!**



图 11 接插件

三、操作

在使用工程雷达时，必须先将主机与天线通过电缆连接好，主机与笔记本电脑用 USB 接插件连接好，最后把主机与电源用电源线连接好，检查无误后才打开主机电源，然后再打开笔记本电脑电源，**禁止在主机电源接通时插拔电缆接头!!!**

电源接通时插拔接头容易烧毁电子器件，先打开主机电源可以让主机预热，到采集数据时可以得到更为精确的数据，后打开笔记本电源可以节省电脑电池的能量。

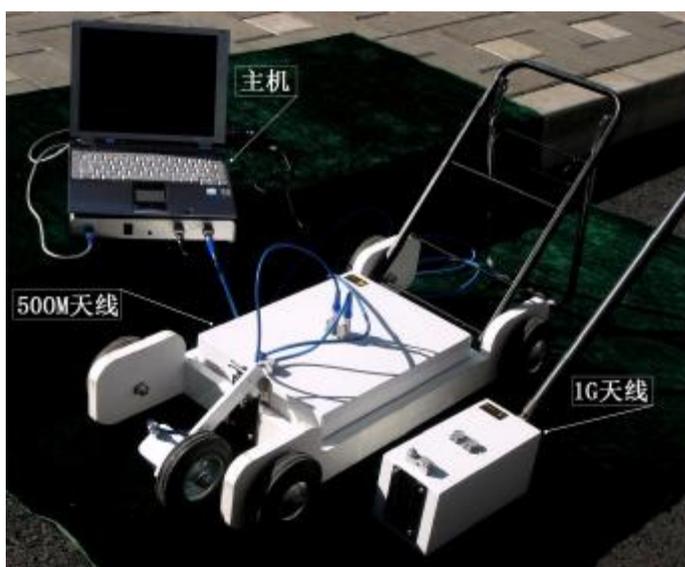


图 12 工程雷达连接图

四、主机、笔记本电脑的背包和托架的使用

在采集现场，布置的测线可能比较长，此时，你利用背包可能会更加便利轻松。

首先把背包的盖去掉放在一旁，把主机放入背包里，如下图示：



再把电池插到主机右边预留的空档里，如下图示：



然后放上笔记本电脑，用背包的包角和锁扣将其固定好，如下图示：



最后把线连上，调整支架角度，使笔记本屏幕便于观看，就可以工作了，现场采集工作如下列图所示：





五、使用环境

工作温度：-10℃ ~ +40℃

工作环境相对湿度：<90%RH

第三章 使用 KON-LD (A) 工程雷达前的准备工作

探地雷达探测作为一种无损探测技术，由于不能直接观察地下物质，因而具有一定的局限性。对于探地雷达图像的解释要充分消化吸收各种常规资料，对探测工程地点进行仔细观察，并在实践中不断积累经验，只有如此，才能更好的解释探地雷达图像，使其最大限度的接近于实际情况。

利用探地雷达探测地下目标之前，首先要在工程雷达配置的笔记本电脑上安装主机的驱动程序和采集、处理、解释一体化软件；然后根据具体的工程任务制订相应的探测计划、选择和检查相关的仪器设备、收集跟工程任务有关的资料等等，这些准备工作是十分必要的。

一、驱动安装

第一次使用工程雷达必须先安装驱动程序。把工程雷达通过 USB 线连接到计算机的 USB 口，打开工程雷达的电源，计算机将指示发现新硬件，如图：



在下图的提示中选择“从列表或指定位置安装（高级）(S)”，然后按“下一步(N) >”按钮。



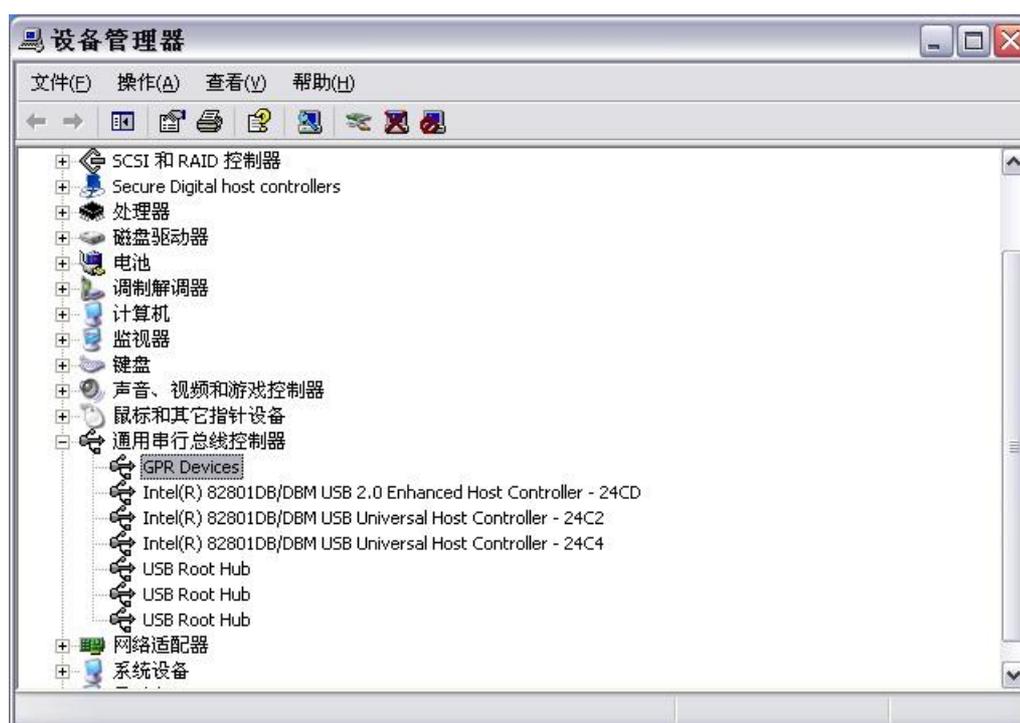
在下图的搜索路径中指定工程雷达驱动程序所在的目录, 然后选择“下一步(N) >”。



接下来, 计算机可能会出现下图的提示, 直接按“仍然继续”就可以了。

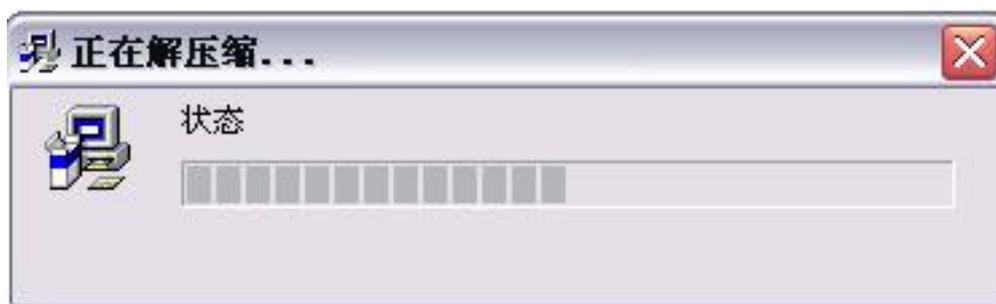


设备安装成功后，在设备管理器里就会出现类似“GPR Devices”的设备，如下图，到此工程雷达的驱动程序成功安装完毕。



二、软件安装

执行安装文件，开始解压缩，如下图所示：



解压完成后开始正式安装，如下图示：



然后一步一步选择就可以了。

一般来说软件和驱动的安装是在第一次使用 KON-LD (A) 工程雷达时要做的工作，这些工作在用户拿到仪器之前已经做好了，拿到工程雷达后只需打开一体化软件采集，或者处理，或者解释就可以了。

三、现场探测计划的制订

制订一个详尽、合理的探测计划是高效而经济地完成施工任务、达到探测目的的关键。探测任务计划书应该包括施工任务、探测目的、需要的设备、测试参数设置、拟采用的测试程序和处理解释方法等内容，其具体形式可参照附录表格。

四、完成常规探测所需的基本设备

一套完整的 KON-LD (A) 工程雷达由便携式主机、收发天线、控制显示单元、数据采集和处理一体化软件、主机及笔记本电脑托架、天线拉杆、直流电源、充电器、电缆、测距轮组成。

对于一般的探测任务，需要的设备主要有：

- (1)主要设备：便携式主机、收发天线；
- (2)辅助设备/工具：信号电缆线、测距轮、相关工具、胶带、测试计划和记录纸、笔等；
- (3)系统软件：WindowsXP 下安装的采集和处理解释一体化软件。

在这些设备的选择过程中，尤以天线型号（中心频率 f ）的选择最为重要。由于探测目标体的深度、尺寸大小、以及相关介质的电性参数与采用的天线中心频率有关，所以就应根据目标体的情况选择频率相适应的天线。频率越高探测精度也高，但探测深度越浅，反之情况亦相反。同时探测不同深度位置可能存在的病害时，如要求的空间分辨率 x (m)，介质相对介电常数为 ϵ ，则天线中心频率 f 可按下式选定：

$$f = \frac{150}{x \times \sqrt{\epsilon}} (\text{MHz})$$

在满足分辨率和场条件可行的情况下，应尽量采用中心频率低的天线。

五、相关资料收集

探地雷达剖面反映了地下介质的电性特征，由于物性参数的多解性，要想根据这些电性特征刻画出地下介质的分布情况，必须对测区的地质情况有所了解（有条件最好能建立各种目标体的探地雷达图像特征），因此需要进行下述资料收集工作。

1、获取各种可收集到的有用资料

相关资料的收集包括了解要解决的问题和测区的地形情况、确定目标体的特性、收集测区以前的普查资料、地质调查报告、钻孔柱状图及其孔位分布等资料。对于特殊地质问题，还应走访有关施工人员了解问题性质与特征。

2、探测前的试验工作

一般在现场测试工作正式开始之前，需要进行测量试验工作。其目的是：

- (1) 检查测量参数的选择是否符合预想结果；
- (2) 建立各种目标体的探地雷达图像特征。

试验测线一般应布置在埋有已知目标体的地点，特别是有钻孔的测区，试验测线应该通过钻孔。

第四章 KON-LD (A) 工程雷达数据采集过程

本章将带您经历 KON-LD (A) 工程雷达仪器的连接、参数设置、数据采集和存取整个现场探测过程。有关于数据后处理详见第二部分第三章工程雷达软件各功能介绍的信号处理部分，解释部分也有一个专用的工具栏。

一、KON-LD (A) 工程雷达仪器的连接和启动

参照图 3-1 将整个系统进行连接

具体连线为：

主机 \leftrightarrow 天线系统：专用数据线

主机 \leftrightarrow 控制显示单元：用 USB 数据线连接

主机 \leftrightarrow DC12V 电源

注意：所有连接线的插拔都应该在主机断电状态下进行!!!

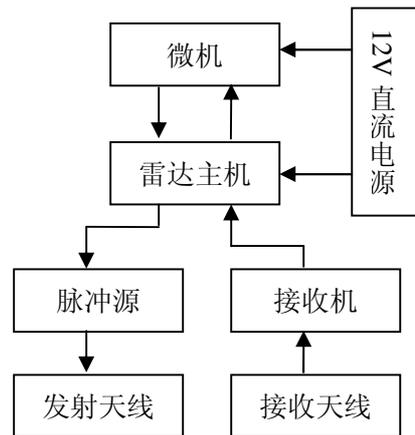


图 3-1 仪器连接图

二、采集参数的设置

确认正确连接后，首先打开笔记本电脑的电源，待进入 WindowsXP 系统后，按下位于仪器前面板中央的主机电源按钮，如果是第一次使用工程雷达会提示你找到新设备，详见第三章驱动安装部分，在这里假设驱动程序和采集、处理、解释一体化软件已经安装好了。执行采集、处理解释一体化软件，选择菜单“采集系统/数据采集”或者快捷键“Ctrl+A”可启动工程雷达的采集程序。在采集程序界面中点击采集设置，弹出的窗口如下图所示，在这里可对工程雷达的工作方式和参数进行设定。

天线频率：500MHz、1000MHz

介电常数：由当时情况设定

时窗：25ns、50ns、75ns、100ns

采样点数：128、256、512、1024

增益：0dB-42dB

可变增益：0dB-84dB

增益函数：线性、平方

高通滤波：关闭、弱滤波、强滤波

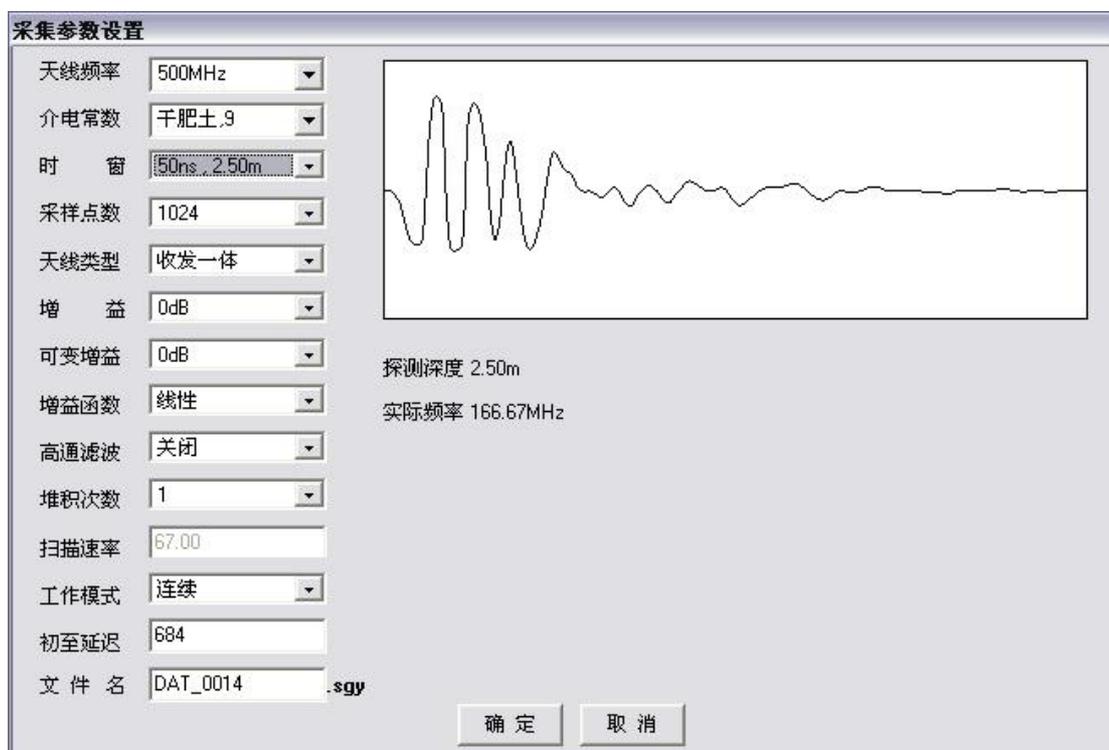
堆积次数：设定堆积的次数

工作模式：连续测量、逐点测量

时间延迟：调整接收雷达回波的时间延迟，使直达波出现在雷达回波的起始点。可用左

右方向键（←→）微调延迟时间，也可用翻页键（PgUp 和 PgDn）大幅度调整延迟时间。

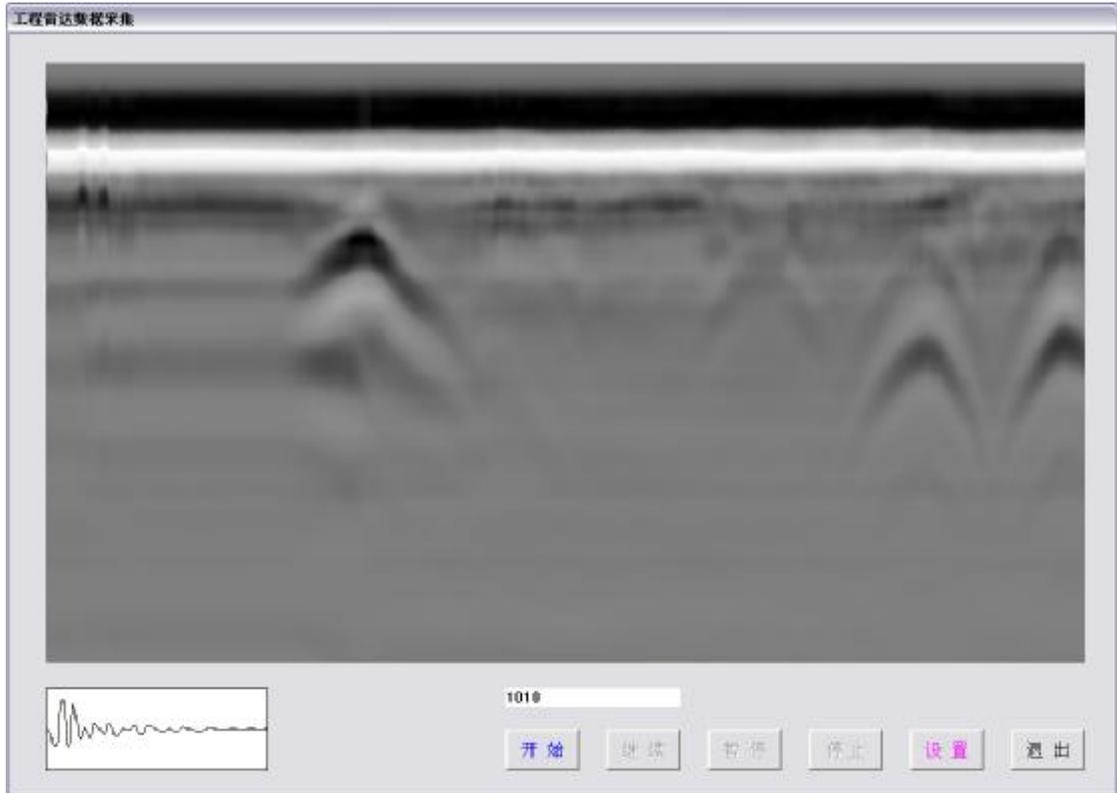
文件名：雷达回波数据保存的文件名，最好是跟工程任务相关的信息，比如公路的里程起止等等。



确定：保存设置的参数

取消：不保存设置的参数

在工程雷达数据采集程序界面，点击“开始”按钮可启动工程雷达的数据采集过程，雷达数据可实时在计算机屏幕上显示，如下图：



需停止数据采集时，点击“停止”按钮，即可停止雷达的工作，数据在采集的过程中已经自动保存下来了。

三、数据采集及存储过程

借助于以往的现场探测经验，雷达参数设置完毕后，下面的探测方式选择和现场采集过程对您来说将会变得相对简单。在采集过程中，笔记本电脑每从主机接收到一道数据就会存储在设置好的文件中，所以在任何时候任何原因中止了工作也不会丢失数据。

1、探测方式的选择

正确设置采集参数后，可根据实际需要选择探测方式。KON-LD(A)型工程雷达采集系统提供了三种采集方式：连续测量、人工点测和测距轮控制，下面分别予以介绍。

(1)、测量方式—连续测量

此种方式按照扫描速度的设定，连续记录雷达波形。这时记录的数据量比较大，具有较高的水平分辨率，主要用于不适合使用测距轮的场地下目标的普查。

(2)、测量方式—人工点测

事先已经知道或通过普查圈定目标的大致范围后，可利用点测方式精确确定地下目标的空间位置。

(3)、测量方式—测距轮控制方式

此种方式一般用于公路施工质量检测，在KON-LD(A)型工程雷达系统中，拖在天线后的测距轮每滚动一定距离触发一次，系统将记录一道波形。随机配套的测距轮直径 124mm，

每圈可触发 $N=100$ 次。用户可通过修改道间距来控制测距轮隔 Δl 产生一道雷达波形。

特别提示：考虑到所有的实时处理方法都可以在事后处理中实现，在采集过程中的实时处理，只对显示起作用，存储在硬盘中的数据都是未经处理的反映地下目标原始信息的真实数据(供专家综合处理解释使用)。

2、现场探测过程

参数设置完毕，选定探测方式，就可以采集了。以下将针对不同探测方式逐一进行说明。

(1)、选择连续探测方式时的采集过程

选择连续探测方式后，只需拖动天线，系统将依据扫描速度的设定自动采集数据，此种方式过程简单，不用人工干预。探测时，进入数据采集界面，您将看到相应的灰度图的滚动显示，同时在屏幕下方你可以看到当前数据的道数和波形。

(2)、选择人工点测方式时的采集过程

人工点测前，对已通过普查而圈定的范围按网格进行测线划分。探测时，将天线放置在圈定范围的一个顶点不动，正确设置参数，选择人工点测采集方式，进入实时采集界面，按下采集按钮将触发一次，系统将记录一道波形。此后逐点移动天线，直至所有测点完成。

采集过程中的其它操作可参照连续探测方式的探测过程。

(3)、选择测距轮控制方式时的采集过程

与连续探测方式过程有所不同，测距轮控制方式必须通过测距轮的不断转动进行触发并传送一个信号，系统才会进行数据采集（具体设定参照上页测量方式—测距轮控制方式）。

采集过程中的其它操作可参照连续探测方式的探测过程。

特别提示：所有的探测在采集数据前，一定要根据具体探测任务和地下目标的特性，参照以前的区域资料和先验知识，对探地雷达剖面进行初步判读，确定您所设置的采集参数和选择的采集方式是否合适。

第二部分 KON-LD (A) 工程雷达系统软件使用说明

第一章 绪论

一、介绍

工程雷达软件是专门设计用于工程雷达配套使用的一套软件系统。它主要完成以下几个功能：

1. 控制工程雷达的工作模式，设定工程雷达工作时的各种参数；
2. 采集接收工程雷达的探测数据，实时显示雷达数据，并把雷达数据以一定的格式保存在计算机硬盘上；
3. 对工程雷达的雷达数据进行处理，如多个文件合并、单个文件的操作、噪声抑制、频谱分析，振幅操作、滤波及目标的识别和解释等；
4. 处理结果图的输出等。

二、术语约定

下面对本文中用到的一些术语进行一些简单的介绍，其中有些术语可能在别的不同的场合会有不同的含义。

1. 采样点数：指单道雷达记录包含的数据点数；
2. 道：指一条数据记录；
3. 零点：被测物体表面反射信号所在位置；
4. Wiggle 图：波列变面积图；
5. 线扫描；
6. 标记；
7. 采样时窗：指从采集第一个数据开始到采集最后一个数据结束期间的的时间长度。

第二章 程序介绍

工程雷达软件系统包含“数据采集”和“后期数据处理”两大功能。运行工程雷达软件系统程序，将看到下图所示的程序界面。它包括有八个菜单项及一些常用功能的工具条和一个状态条，“数据采集”功能包含在“采集系统”的菜单栏中。



一、菜单

工程雷达系统软件中的八个菜单项如下图，下面对八个菜单分别进行介绍，Alt+菜单后的字母为菜单选择的快捷方式。

文件(F) 采集系统(C) 显示工具(S) 信号处理(P) 数学运算(M) 数据编辑(E) 窗口(W) 帮助(H)

1. 文件
2. 采集系统
3. 显示工具
4. 信号处理
5. 数学运算
6. 数据编辑
7. 窗口
8. 帮助

二、工具条

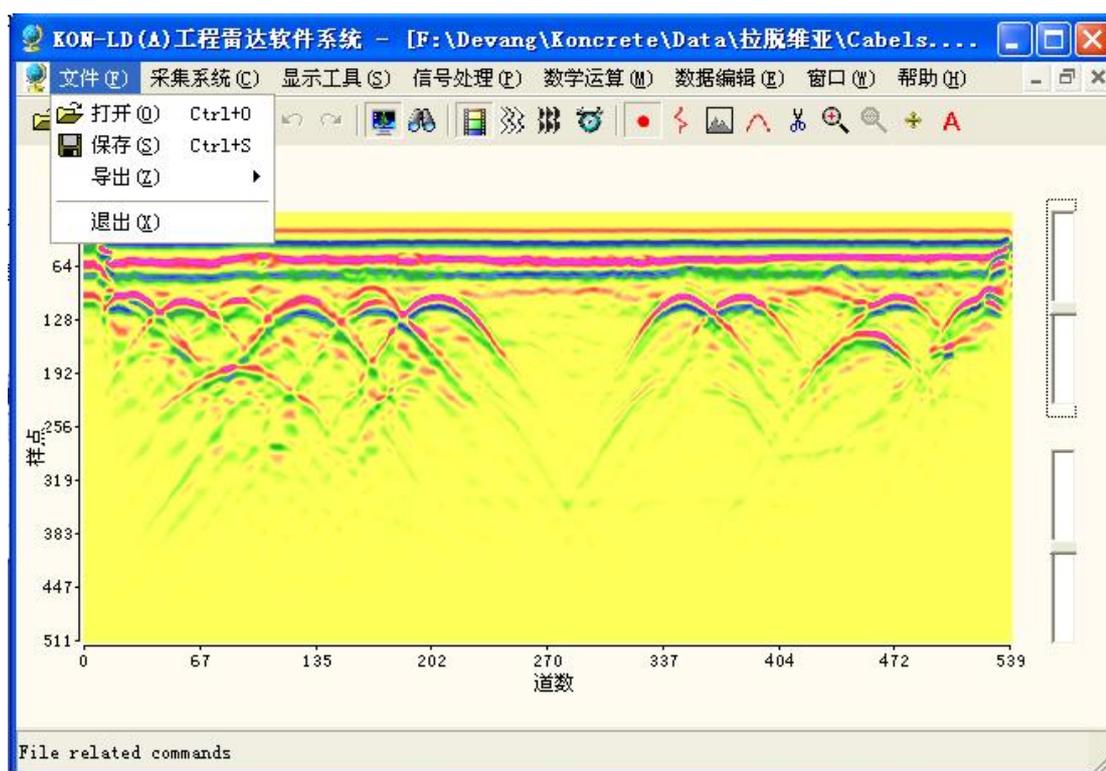
一些常用功能的工具条如下图所示。



将鼠标放在工具条图标上可显示该图标对应的功能。

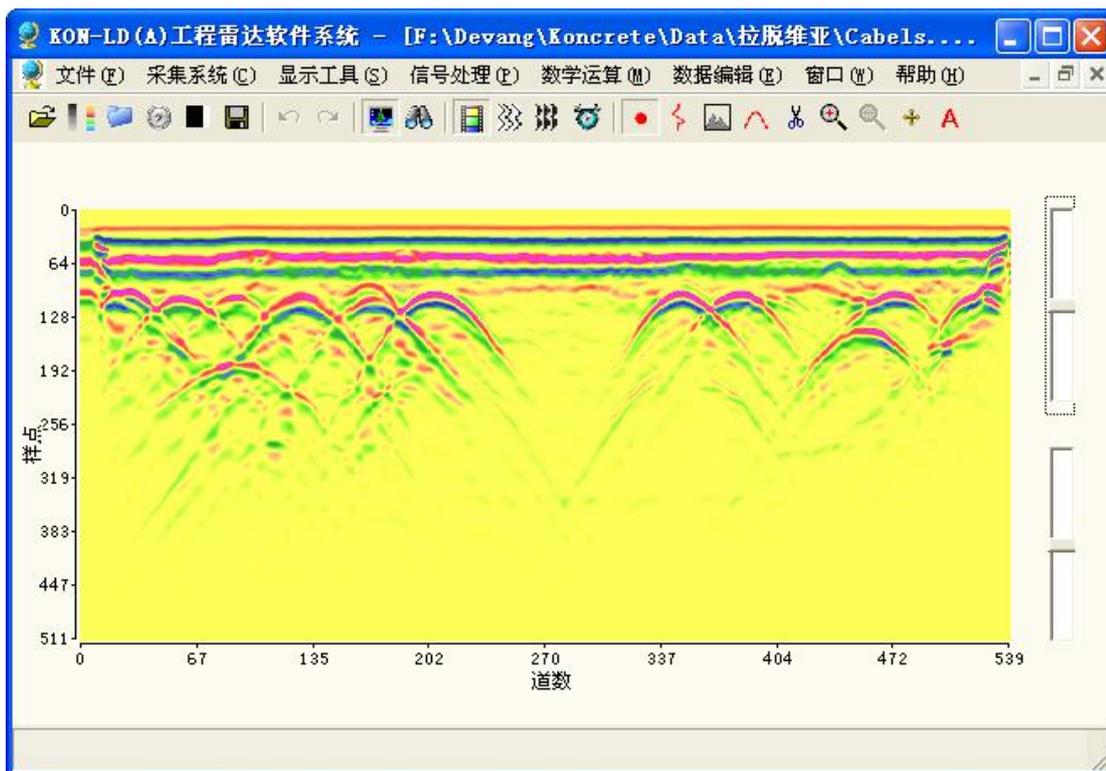
三、快捷键

为提高操作的快捷性，工程雷达程序使用了快捷方式，Alt+菜单后的字母即可打开该菜单，菜单各选项后的字母即对应该功能的快捷方式，例如“Alt+F”即可打开“文件”菜单项。



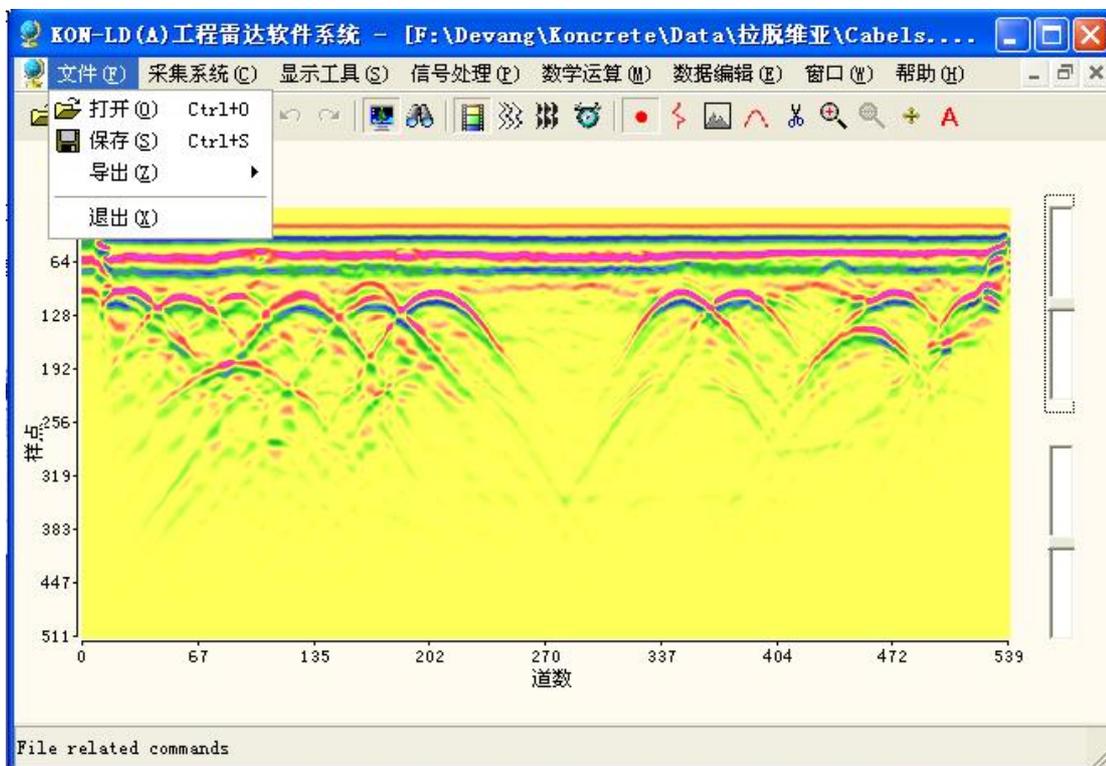
第三章 工程雷达软件系统各功能介绍

下图为工程雷达软件系统的主界面，下面分别对系统中的各个功能给出详细介绍。

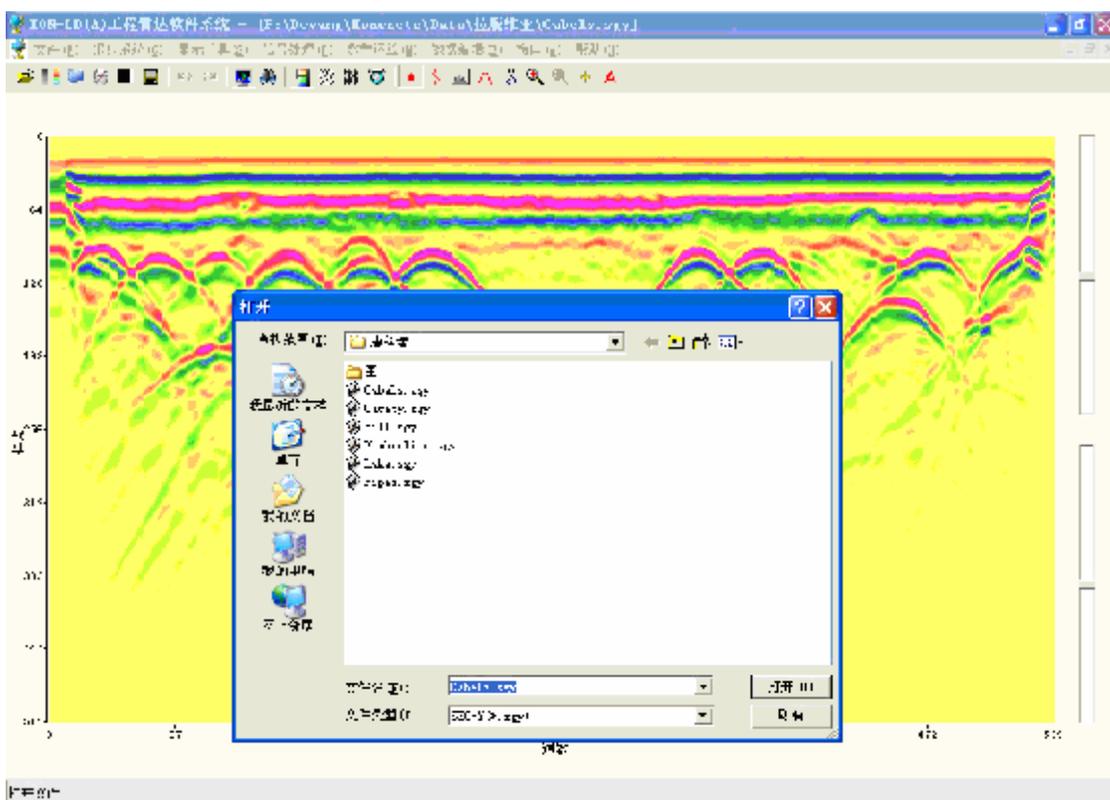


一、文件

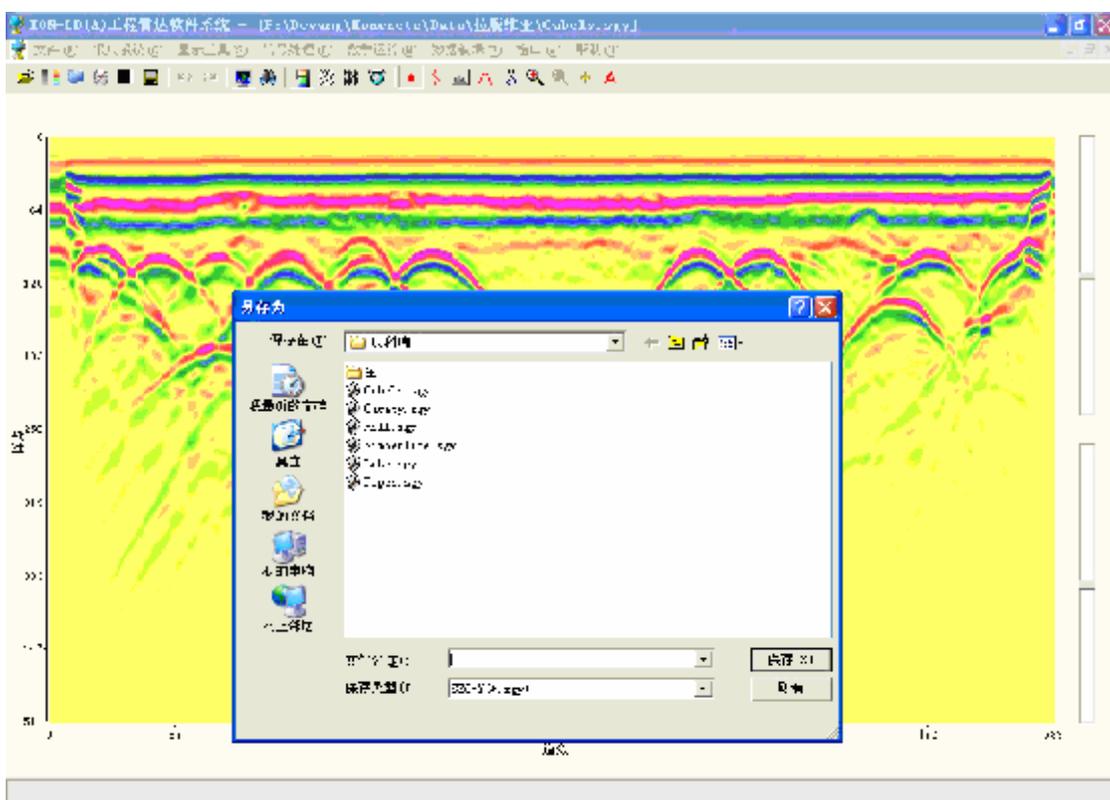
文件菜单中包含如下 4 个功能：打开、保存、导出、退出



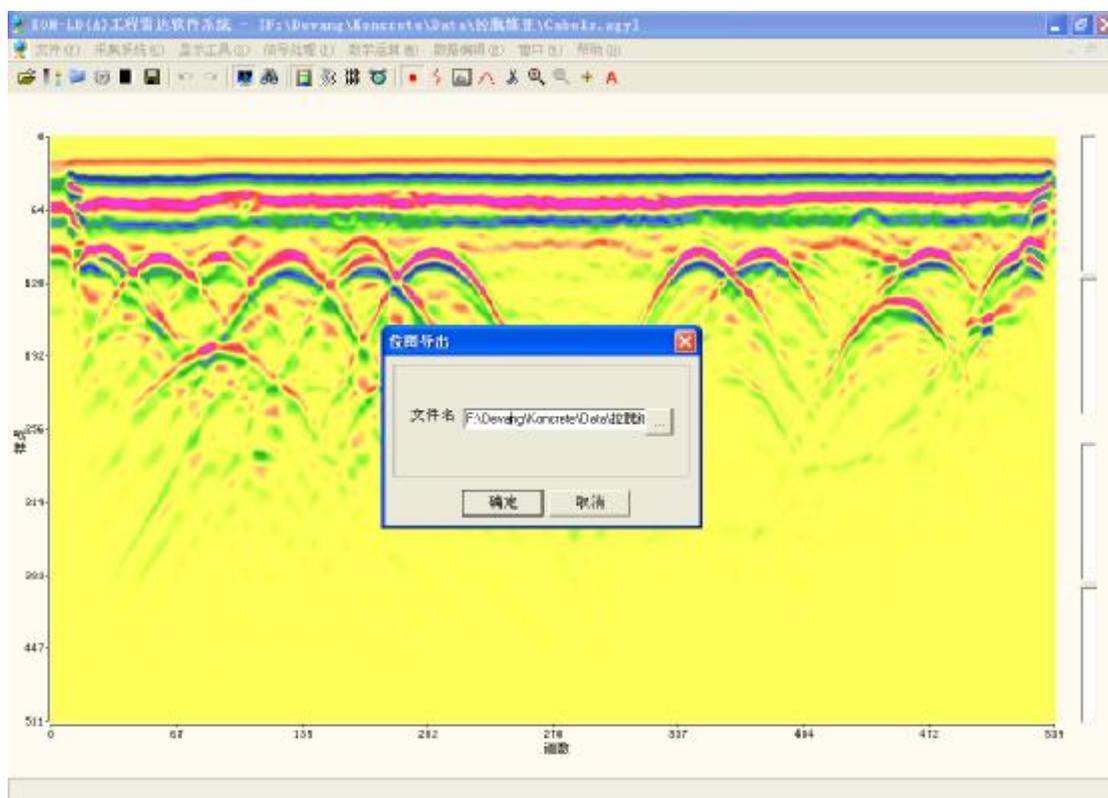
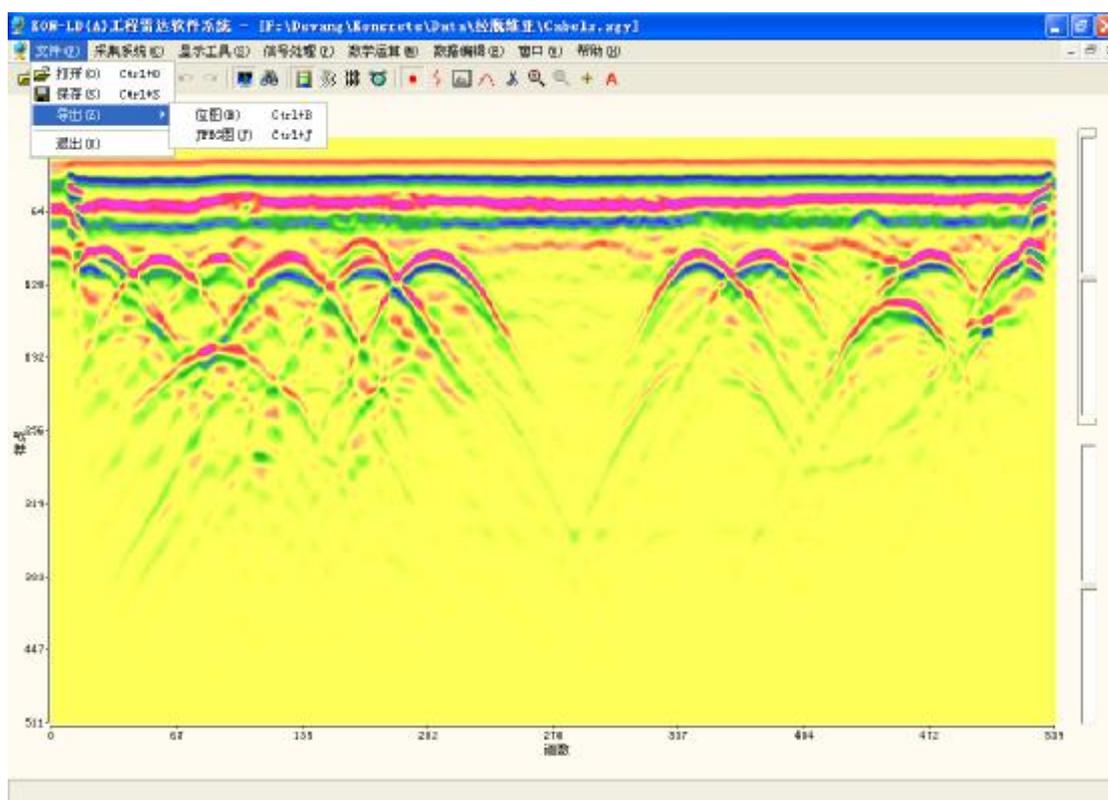
1、 打开：打开所要进行后期数据处理的文件。



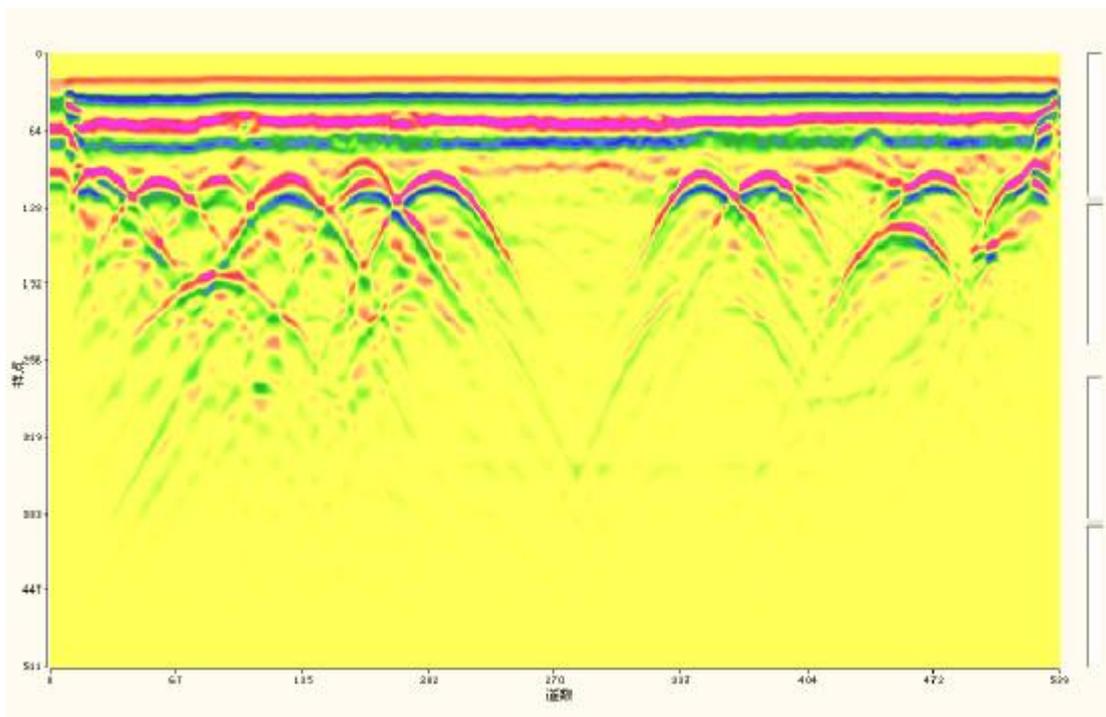
2、 保存：保存当前窗口中编辑处理后的数据文件，可对该文件重新命名。



3、 导出：对当前窗口的文件进行位图或者 JPEG 格式图形的导出。



导出的图形默认保存在该文件对应的目录下,也可以更改,如下为数据文件的导出图形。

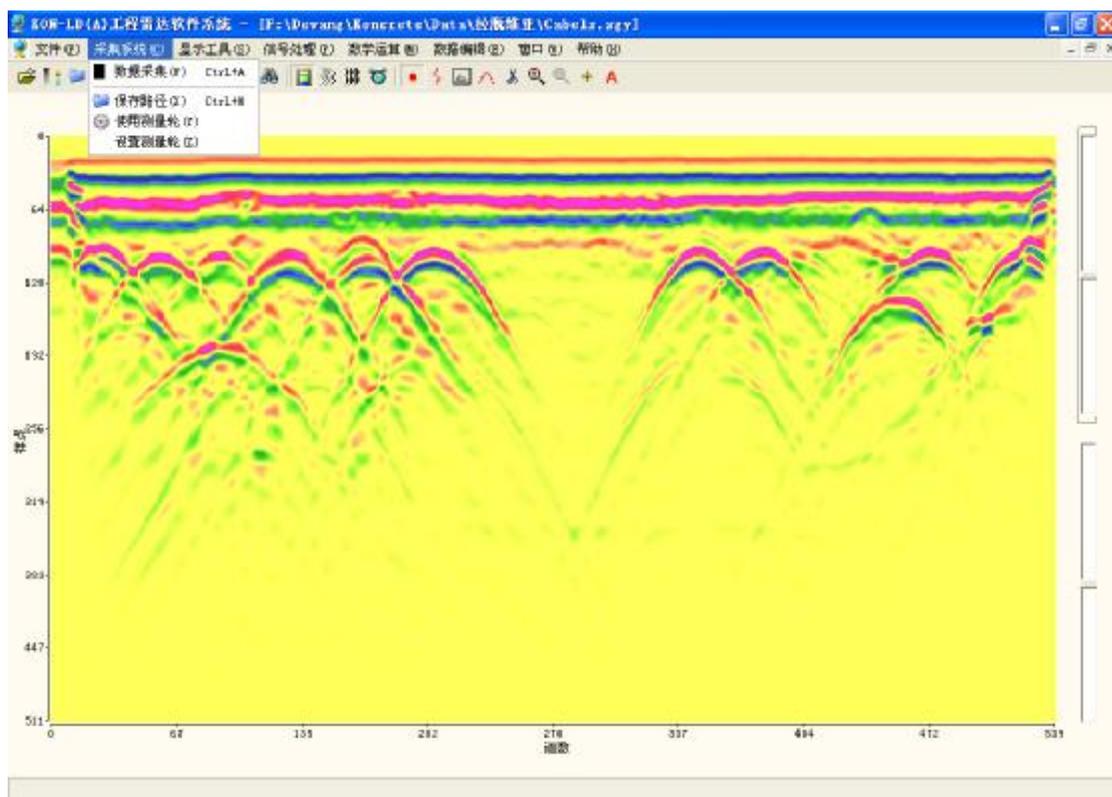


4、退出：即退出该程序。

二、采集系统

“采集系统”菜单中包含了工程雷达数据采集的参数设置的5项功能：

数据采集、保存路径、声音提示、使用测距轮、测距轮设置。

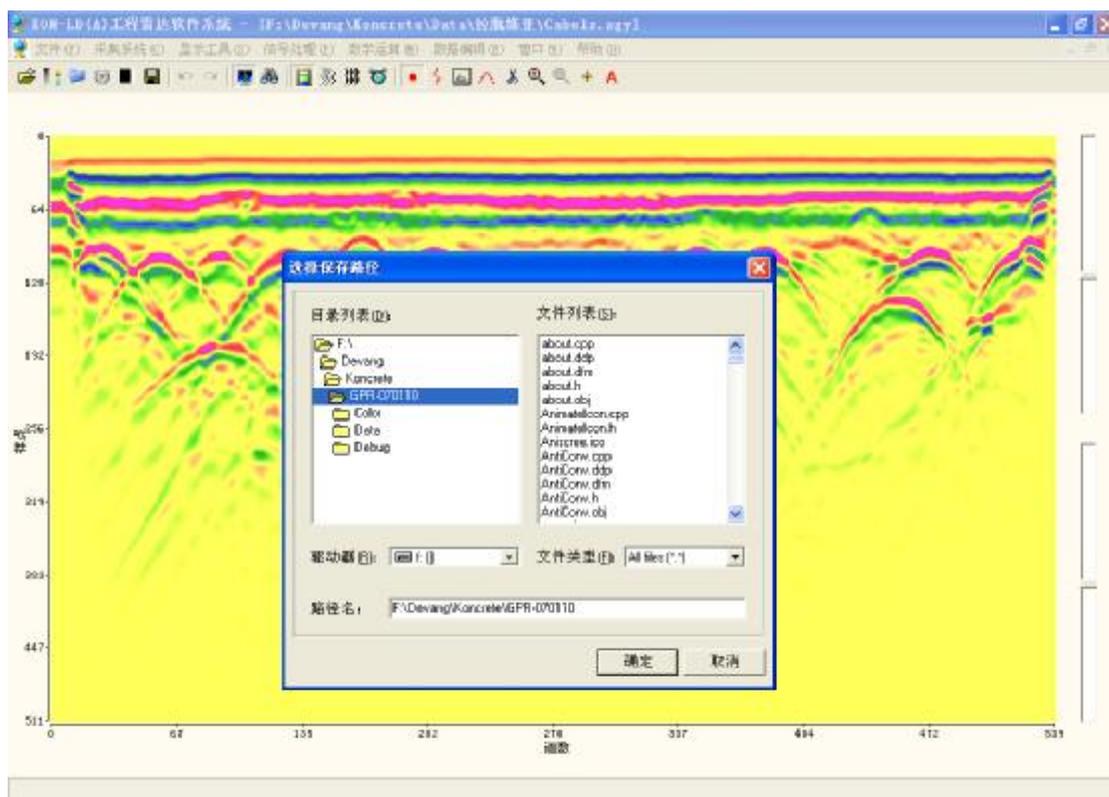


1、 数据采集

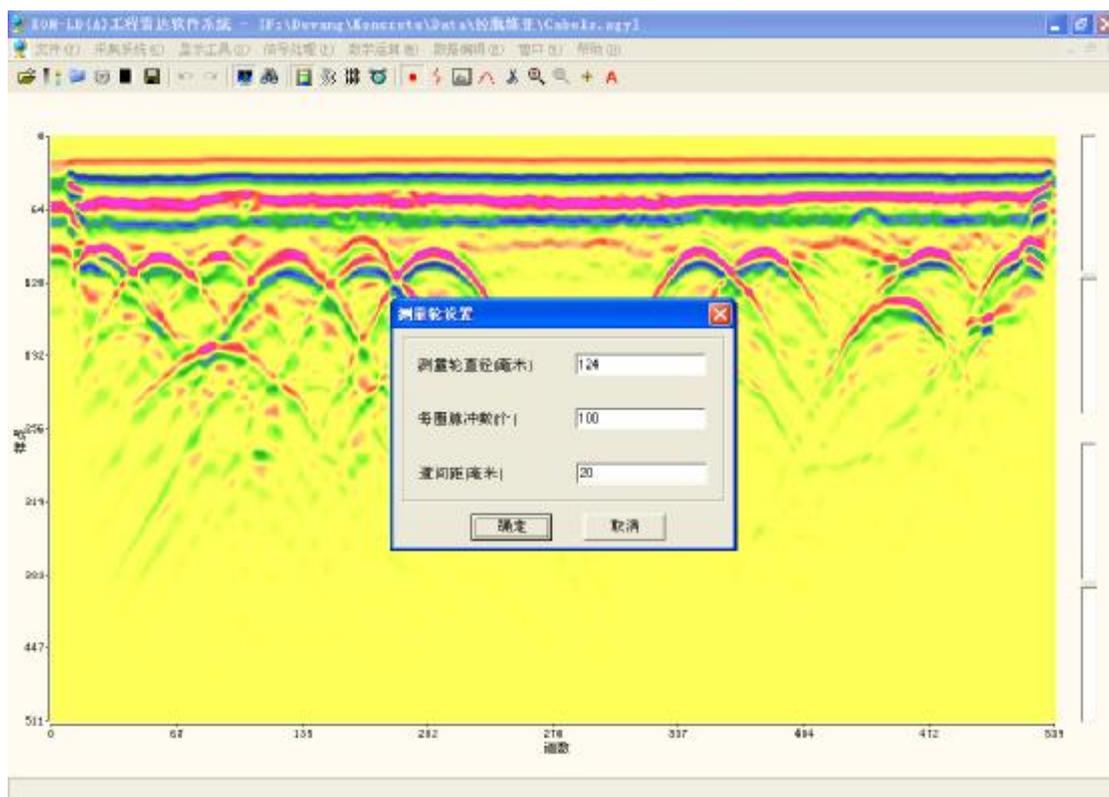
详见第一部分第四章采集参数的设置。

2、 保存路径

即设置采集的雷达数据存在的目录，可手动修改保存目录。

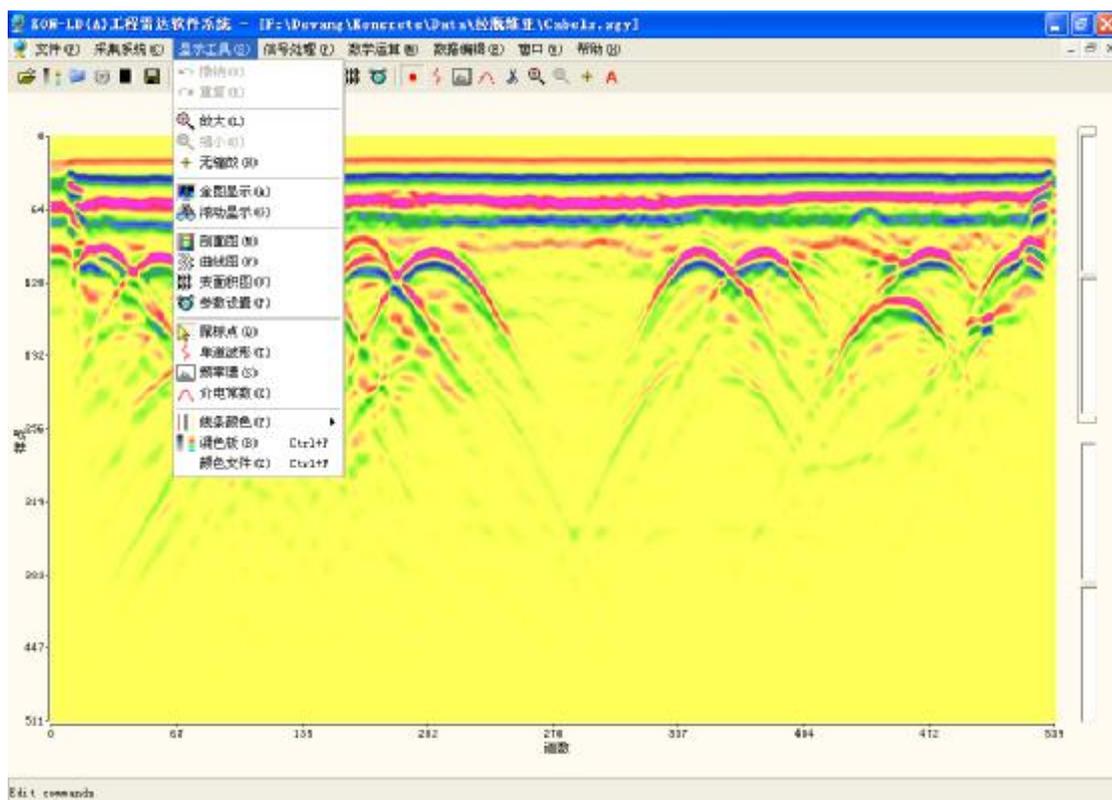


- 3、声音提示：即在数据采集的时候，可选择是否发出提示音。
- 4、使用测距轮：选择用测距轮方式触发。
- 5、测距轮设置：根据所选择的测距轮对测距轮的参数进行设置，标配测距轮参数已默认。

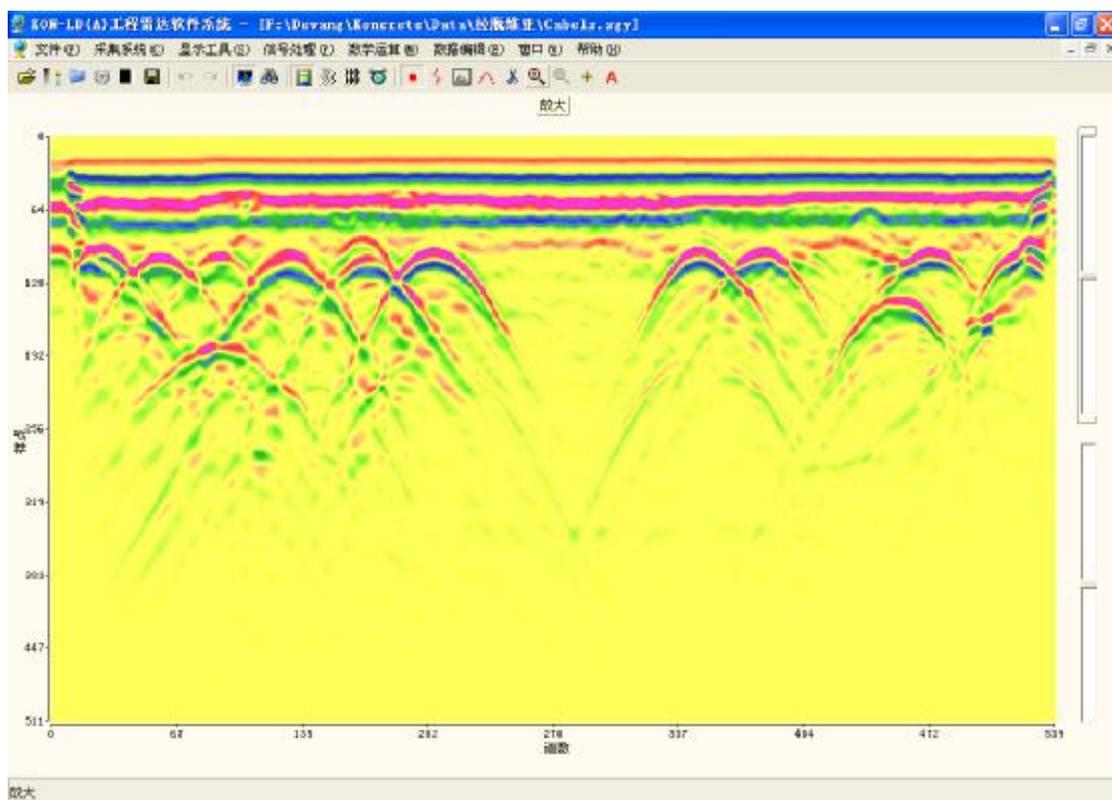


三、显示工具

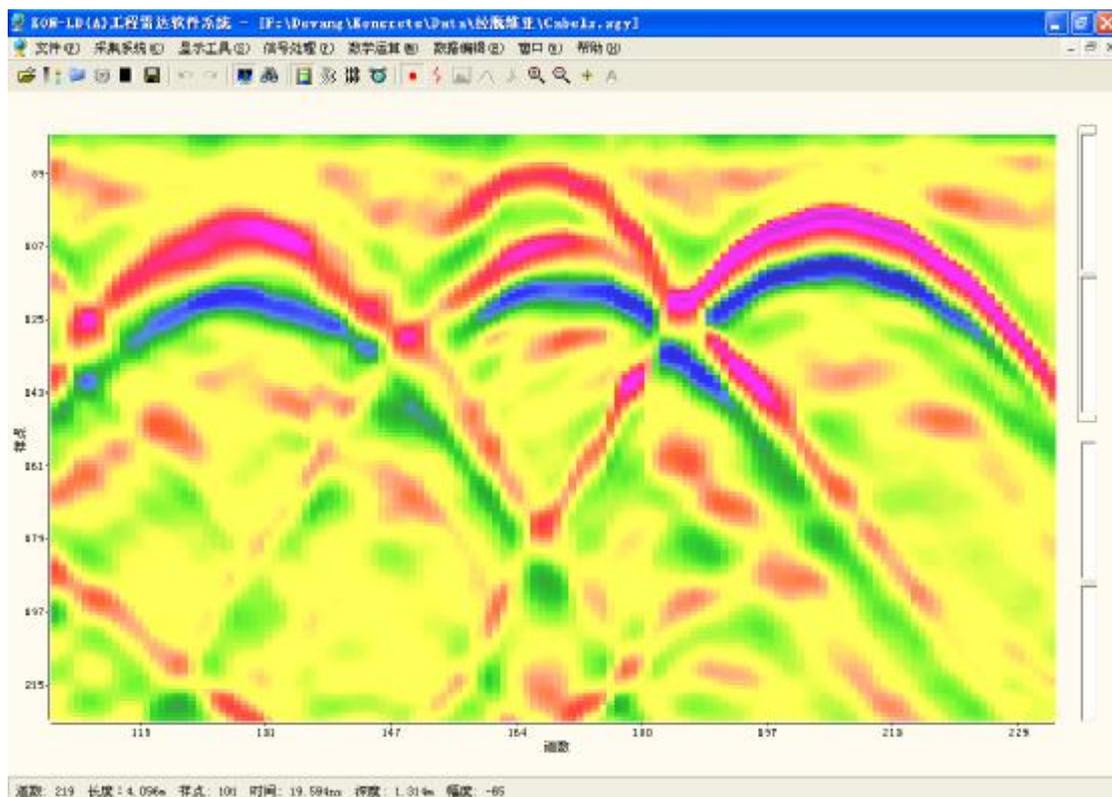
“显示工具”菜单中包含下列功能：撤销、重复、放大、缩小、无缩放、全屏显示、滚动显示、剖面图、曲线图、变面积图、参数设置、鼠标点、频谱图、单道波形、介电常数、线条颜色、调色板。



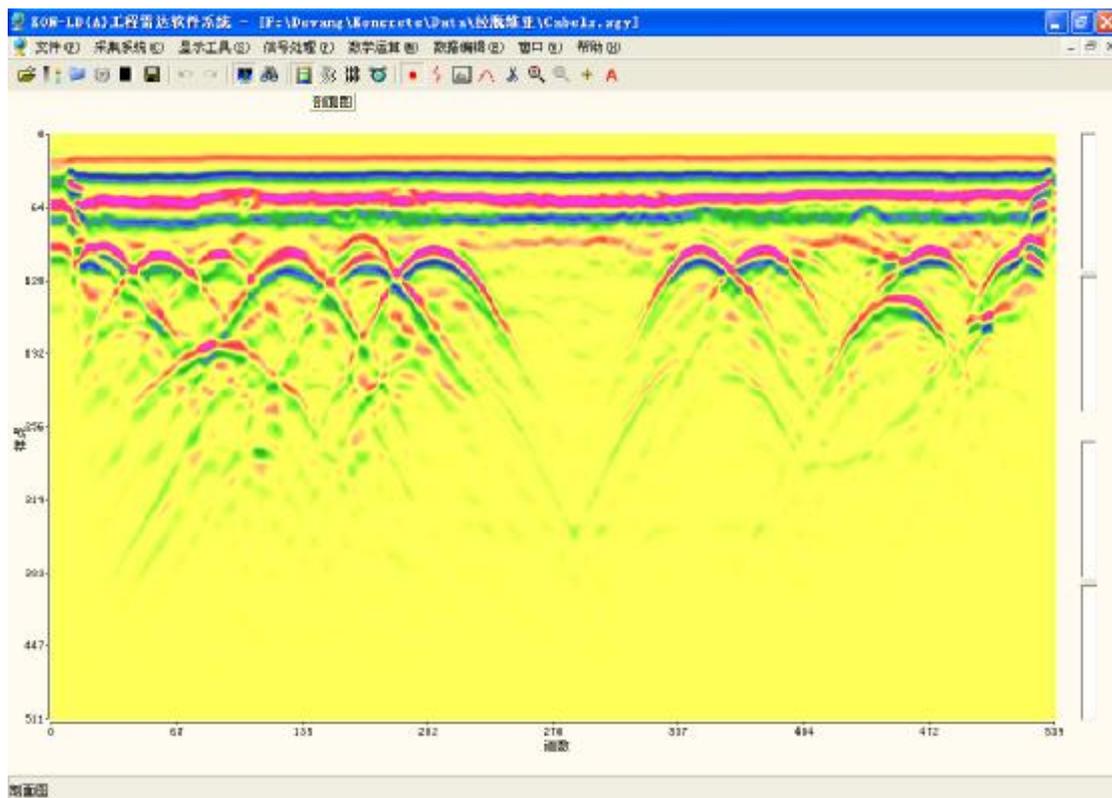
- 1、 撤销：撤销当前操作。
- 2、 重复：返回上一步操作。
- 3、 放大：文件图像局部放大，点击放大按钮—选择放大区域。



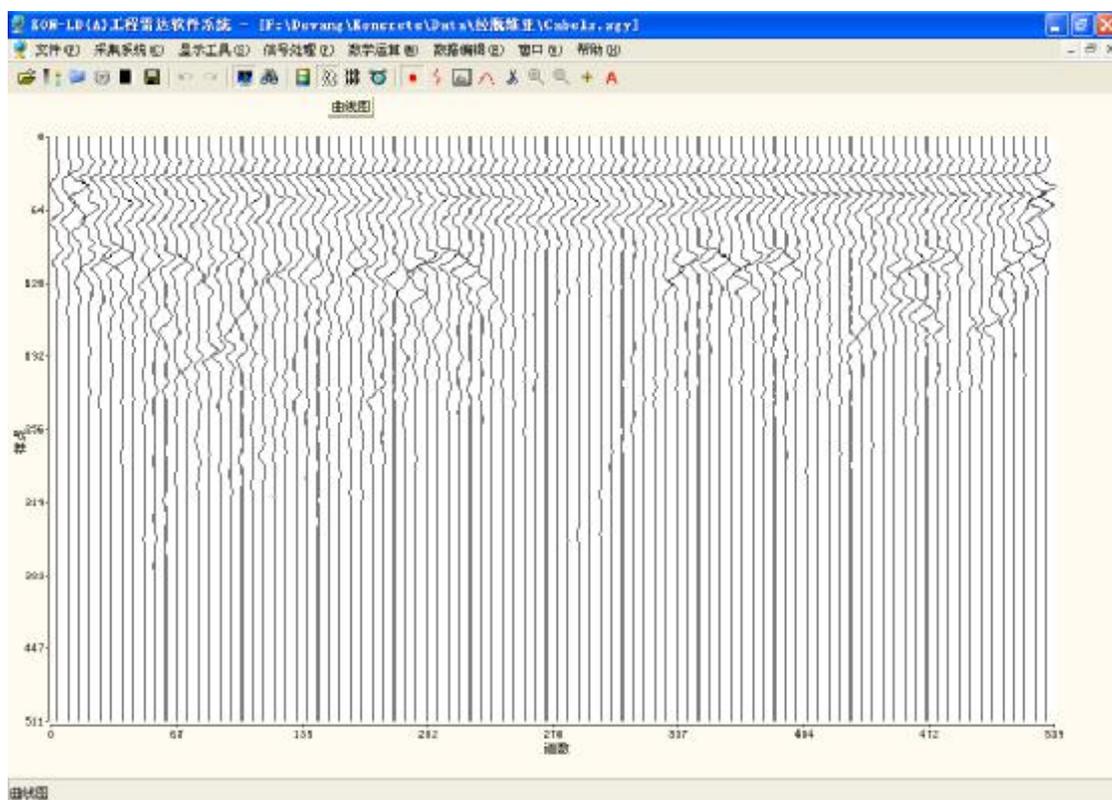
局部放大



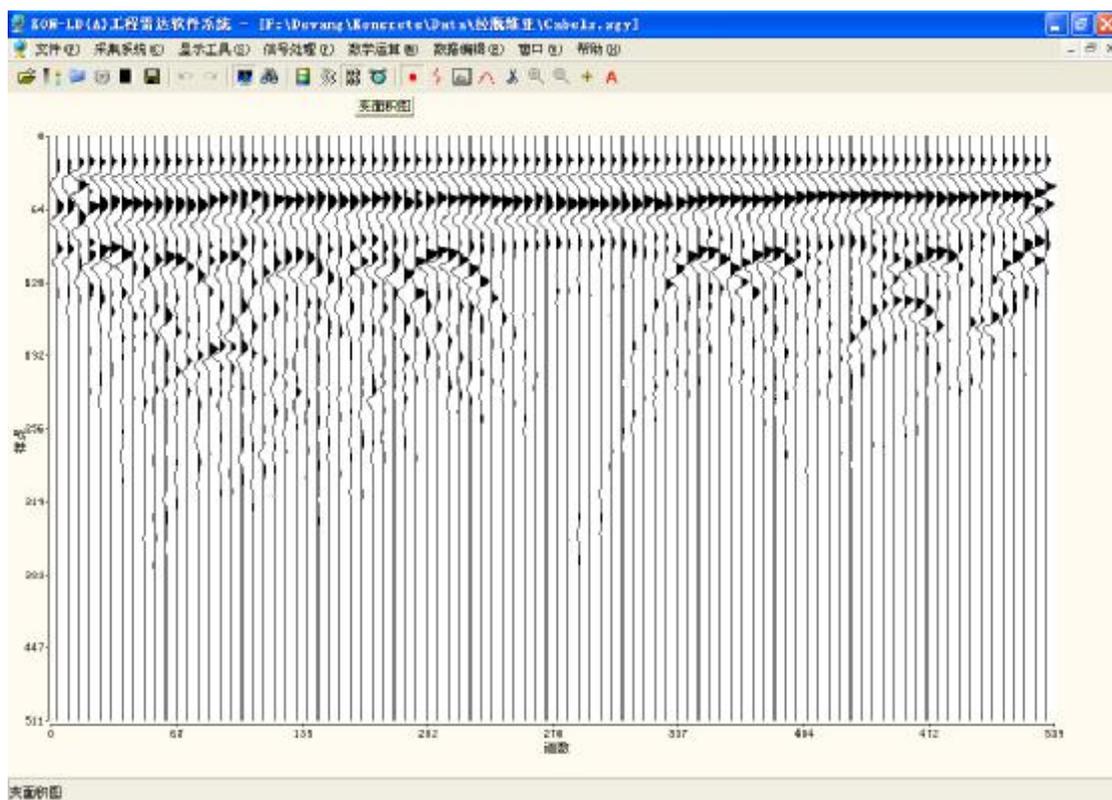
- 4、 缩小：撤销上一步的放大操作。
- 5、 无缩放：对当前窗口缩放到图像的原始大小。
- 6、 全屏显示：对当前文件的图像按屏全屏显示。
- 7、 滚动显示：对当前文件的图像按实际比例显示，尺度超过一屏可拖动滚动条。
- 8、 剖面图。



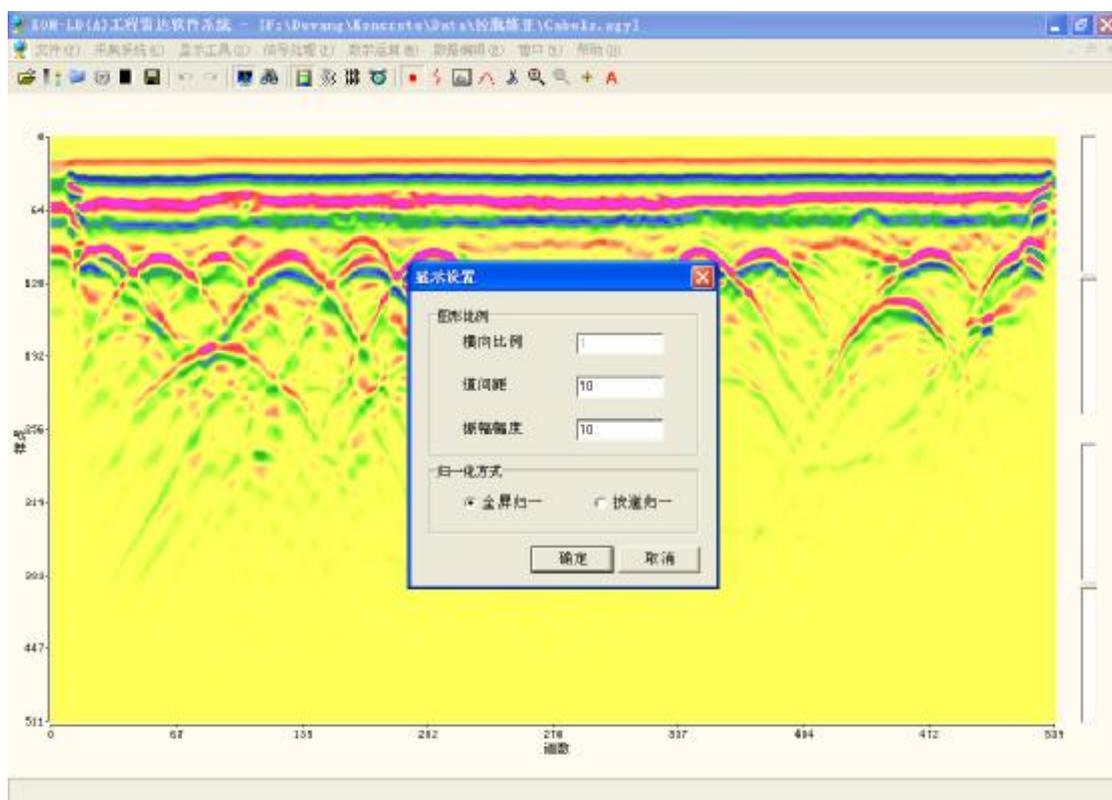
9、曲线图。



10、变面积图。



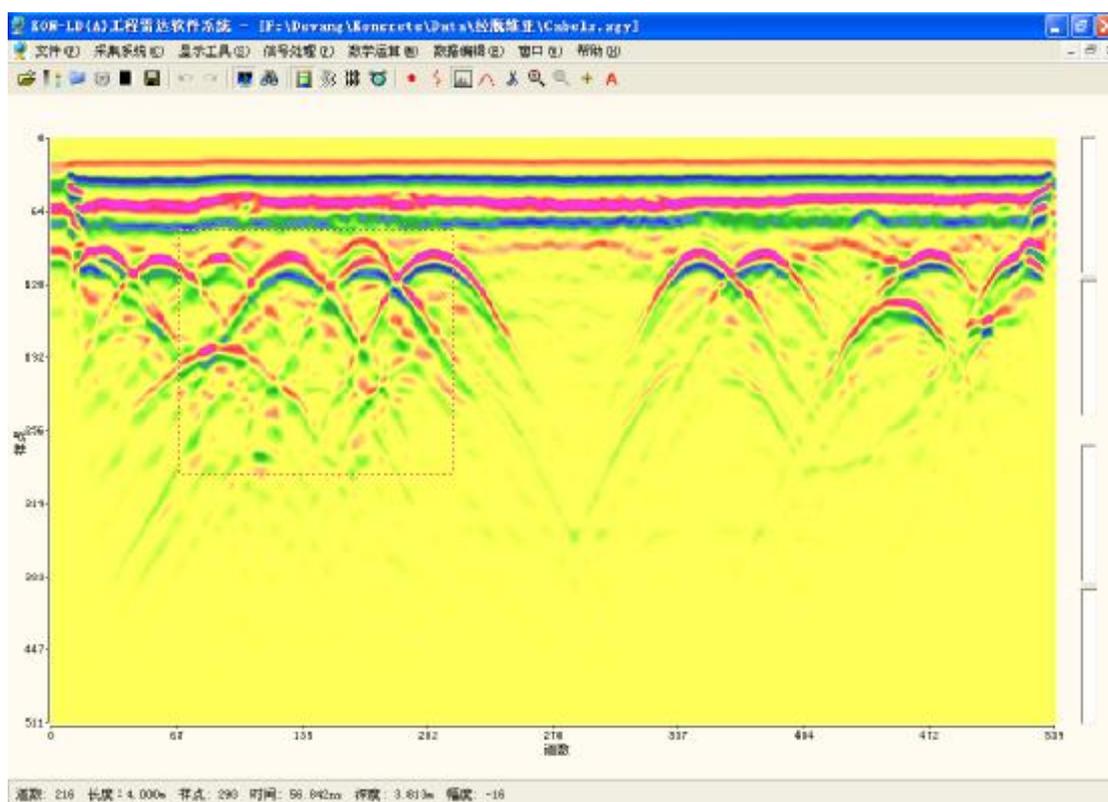
11、参数设置：可以进行显示参数设置。



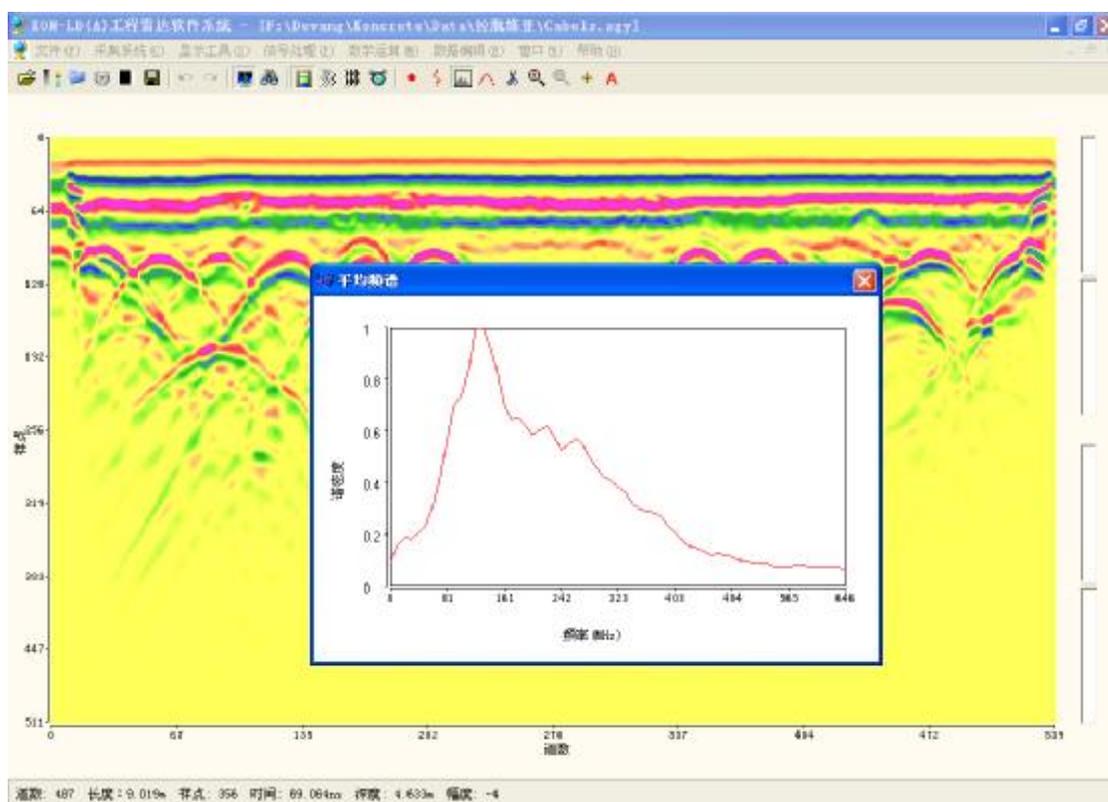
12、鼠标点：以点的形式显示鼠标。

13、频谱图：对文件进行平均谱密度进行谱分析。

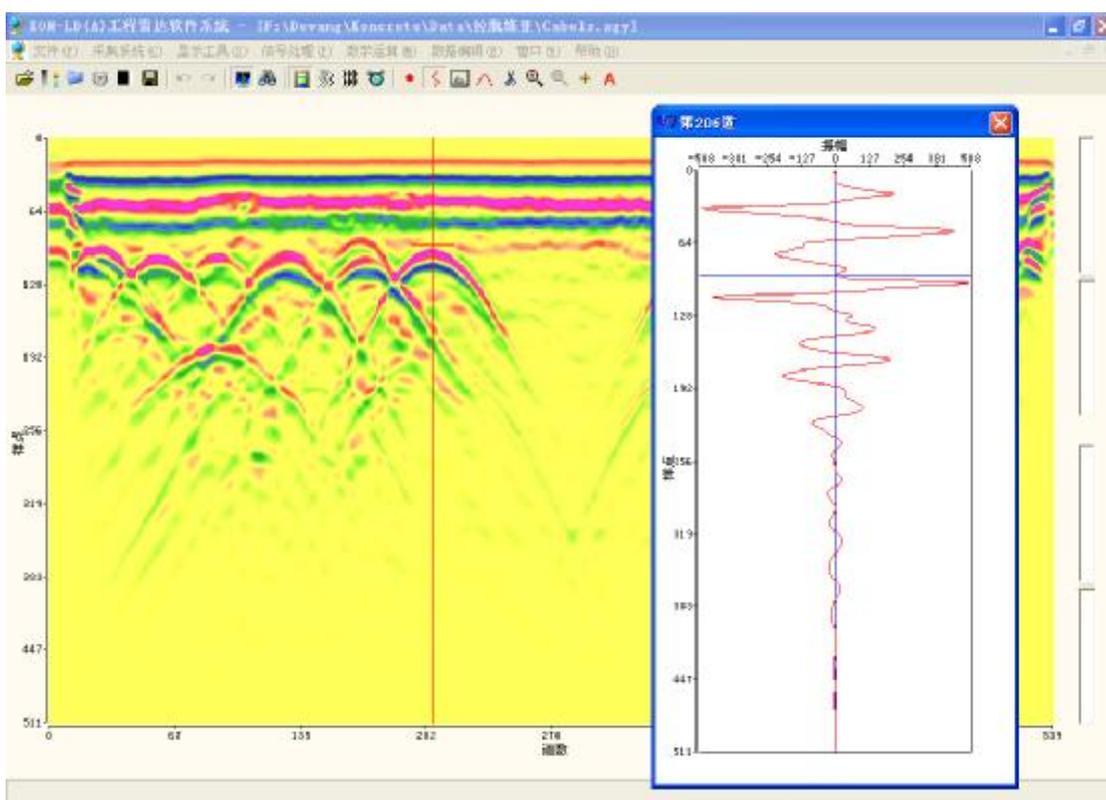
选择谱分析对象



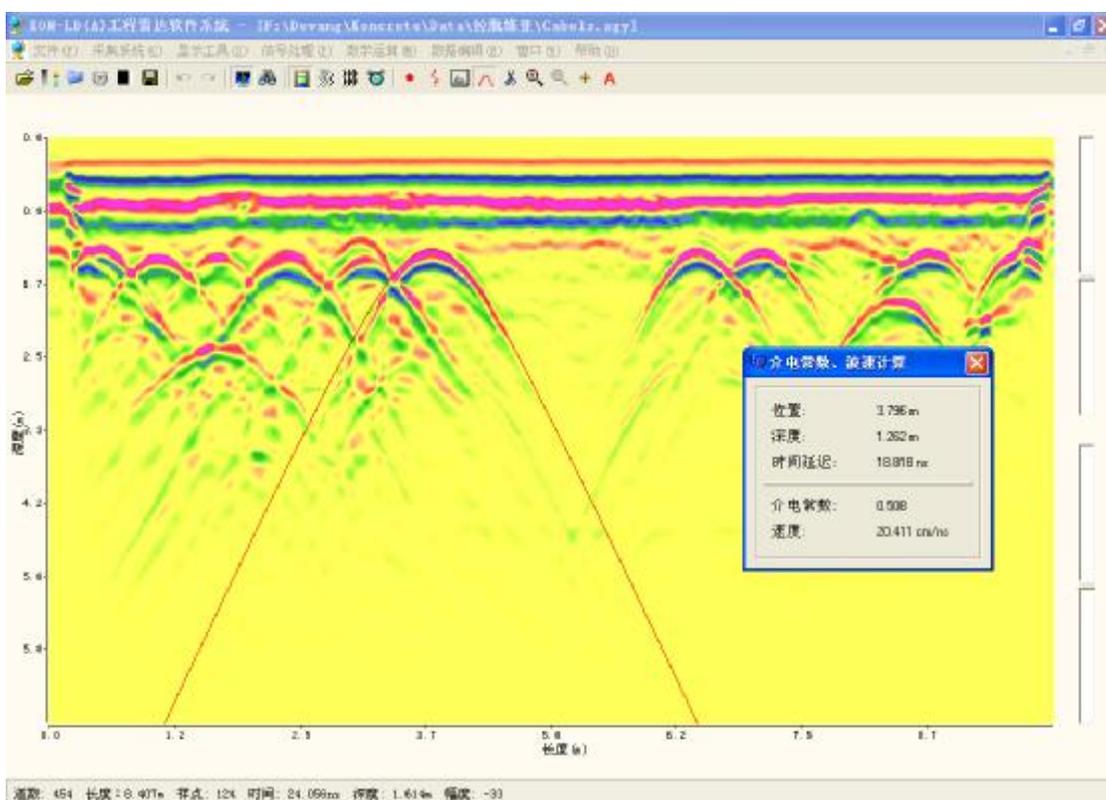
频谱分析结果



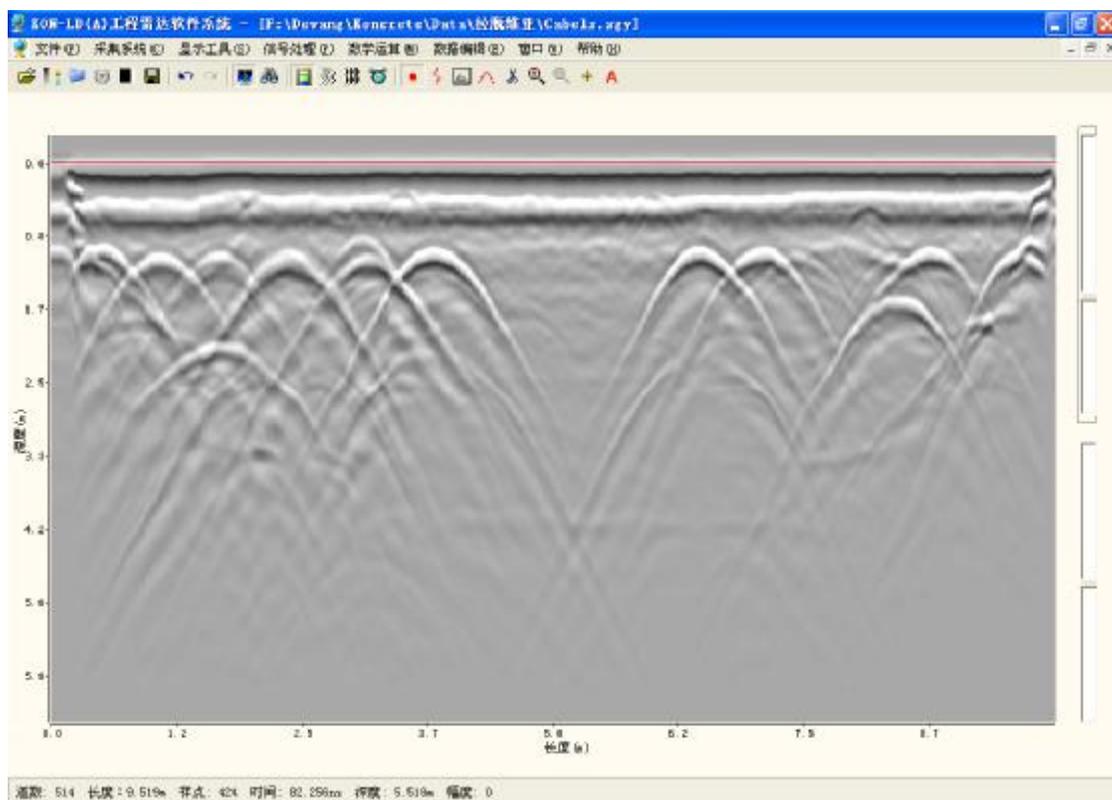
14、单道波形：对文件中选中的道以单独的对话框显示出来。



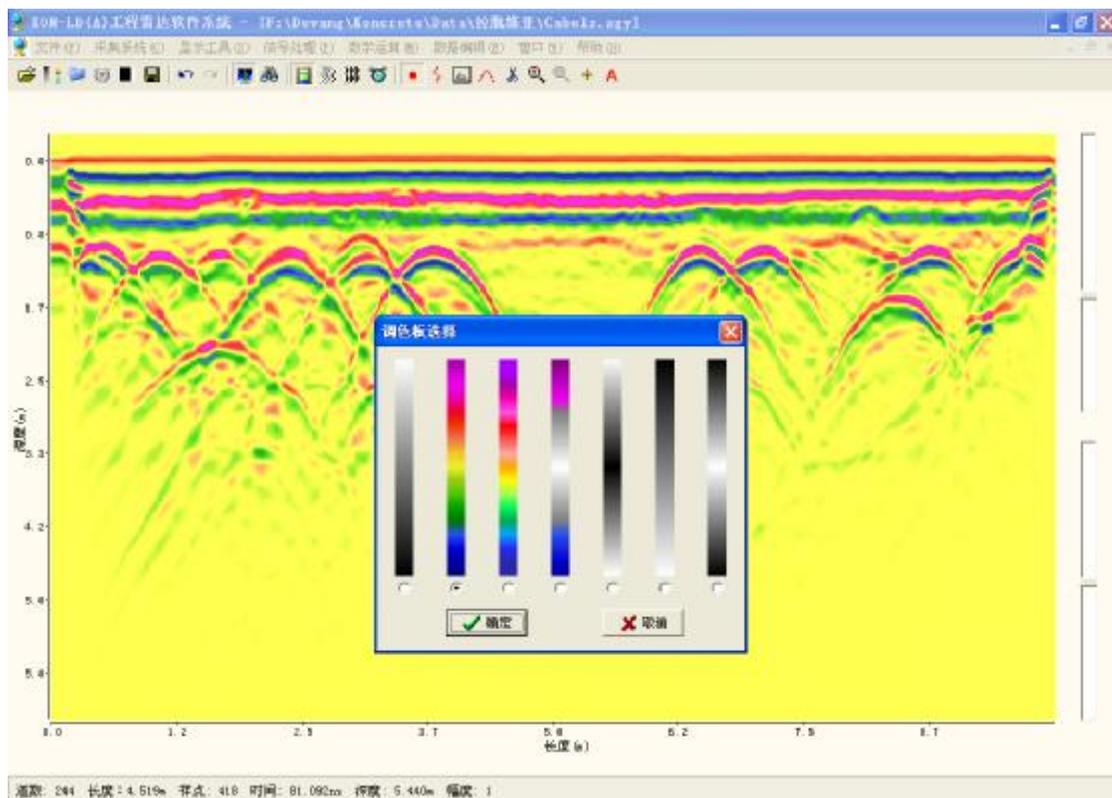
15、介电常数：此功能可估算介质的平均介电常数。



16、线条颜色：即选择零线及打标线的颜色。



17、调色板：选择调色板。



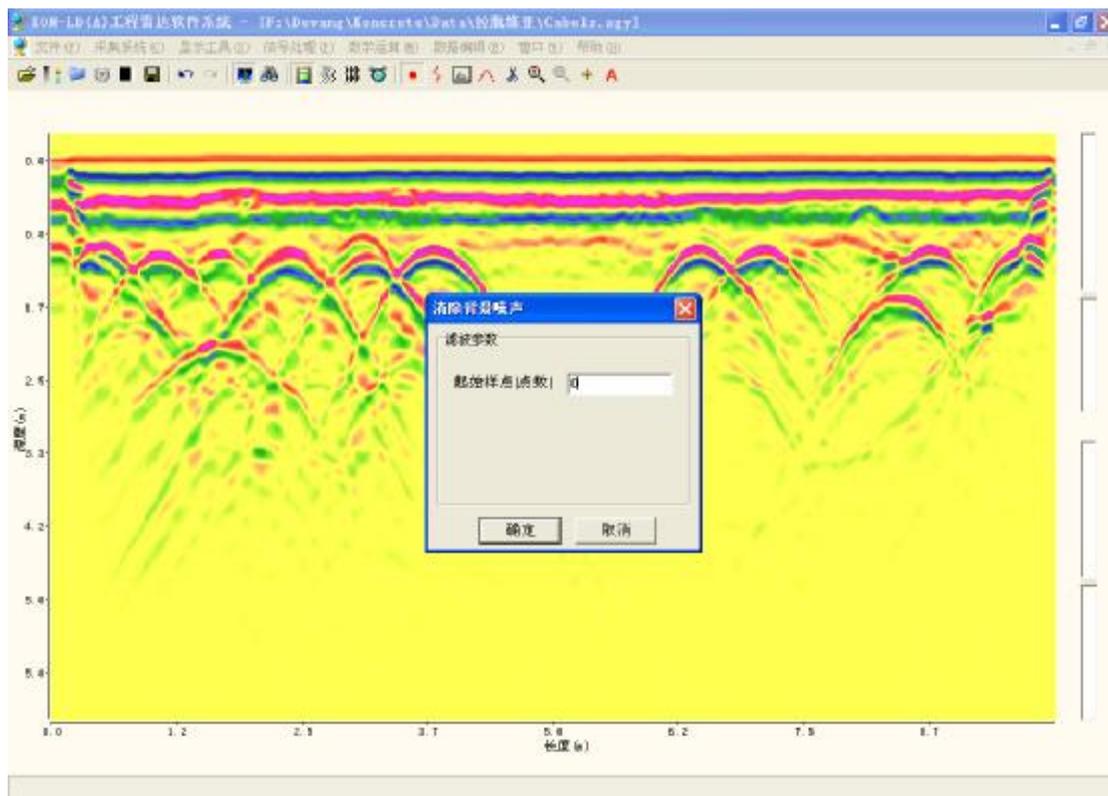
四、信号处理

“信号处理”菜单栏中包含如下功能：

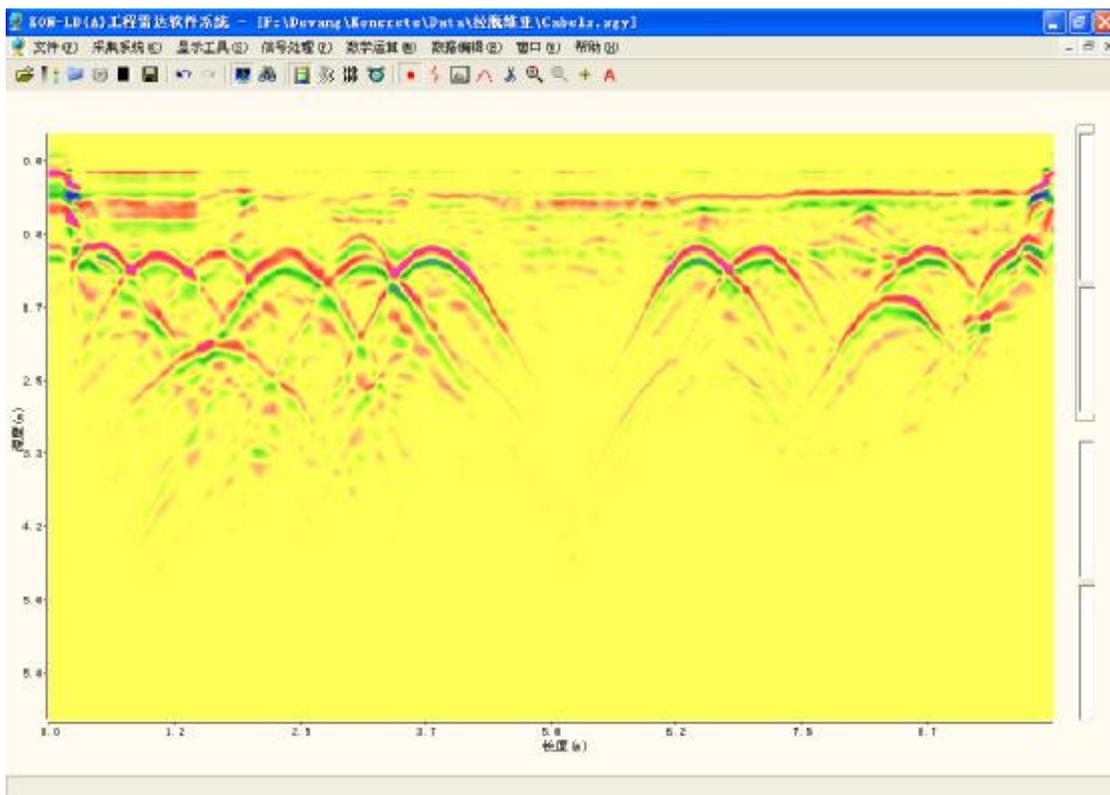
背景消除、背景噪声消除、水平中值滤波、垂直中值滤波、水平低通滤波、水平高通滤波、带通滤波、带阻滤波、增益、希尔伯特变换、偏移处理、地形矫正

- 1、 消除背景噪音：消除文件图像中的背景噪音，设置噪音消除的起始采样点数。

背景消除前进行设置参数：

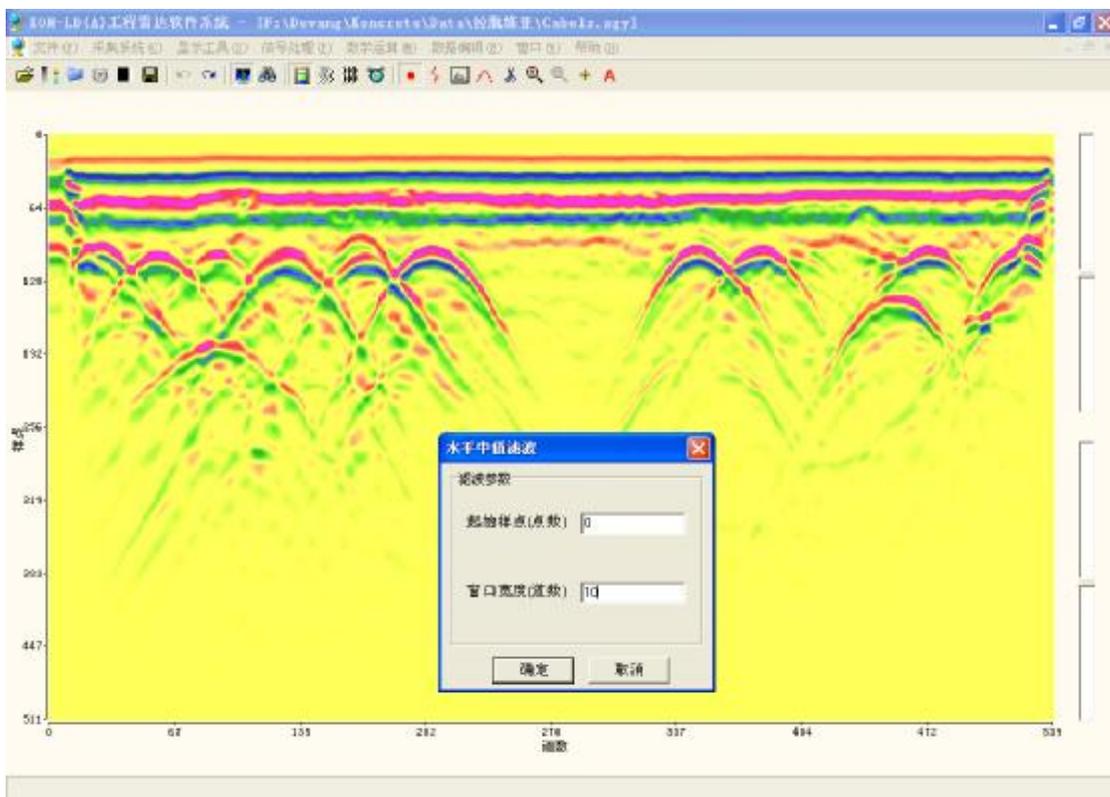


背景消除后：

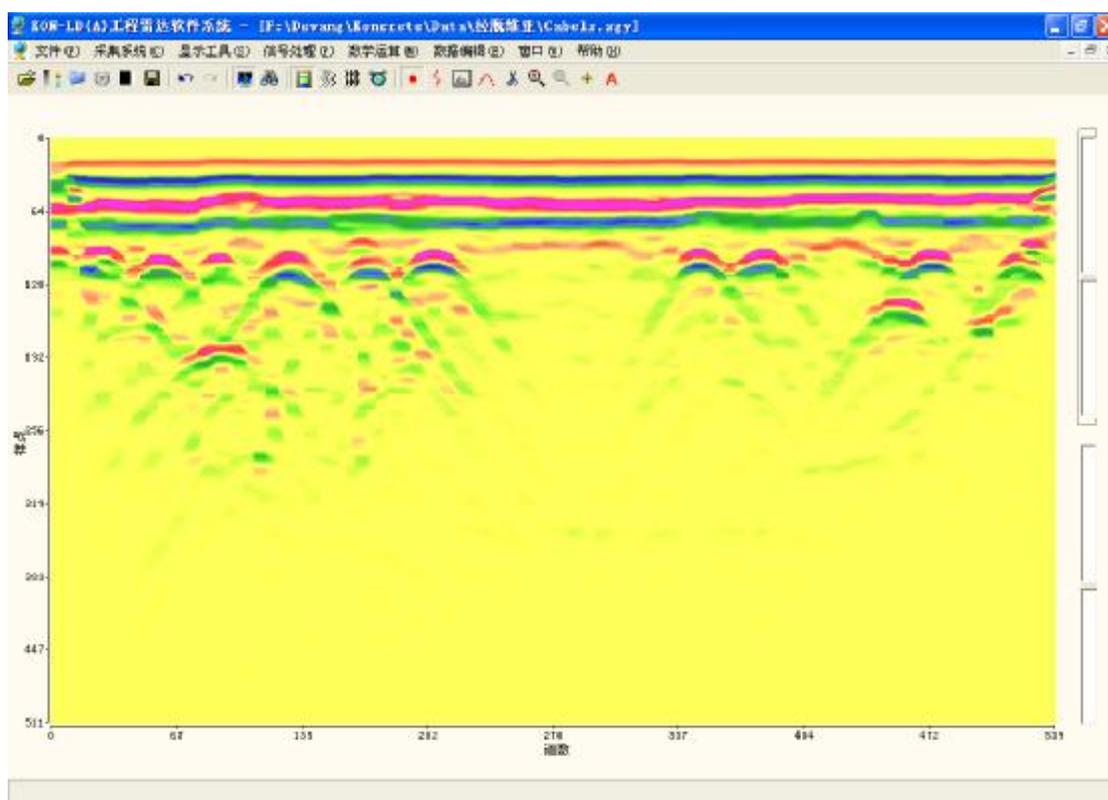


2、水平中值滤波：即对文件数据进行横向道之间的平滑滤波。

滤波前设置参数：

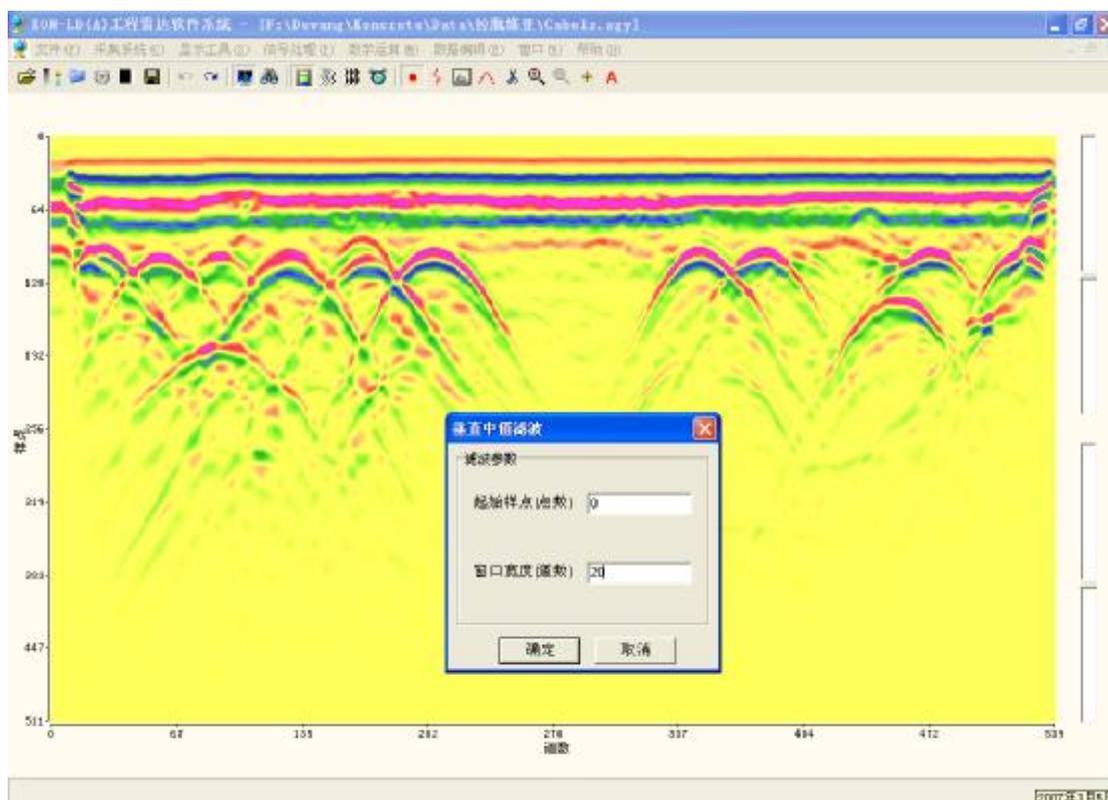


滤波后:

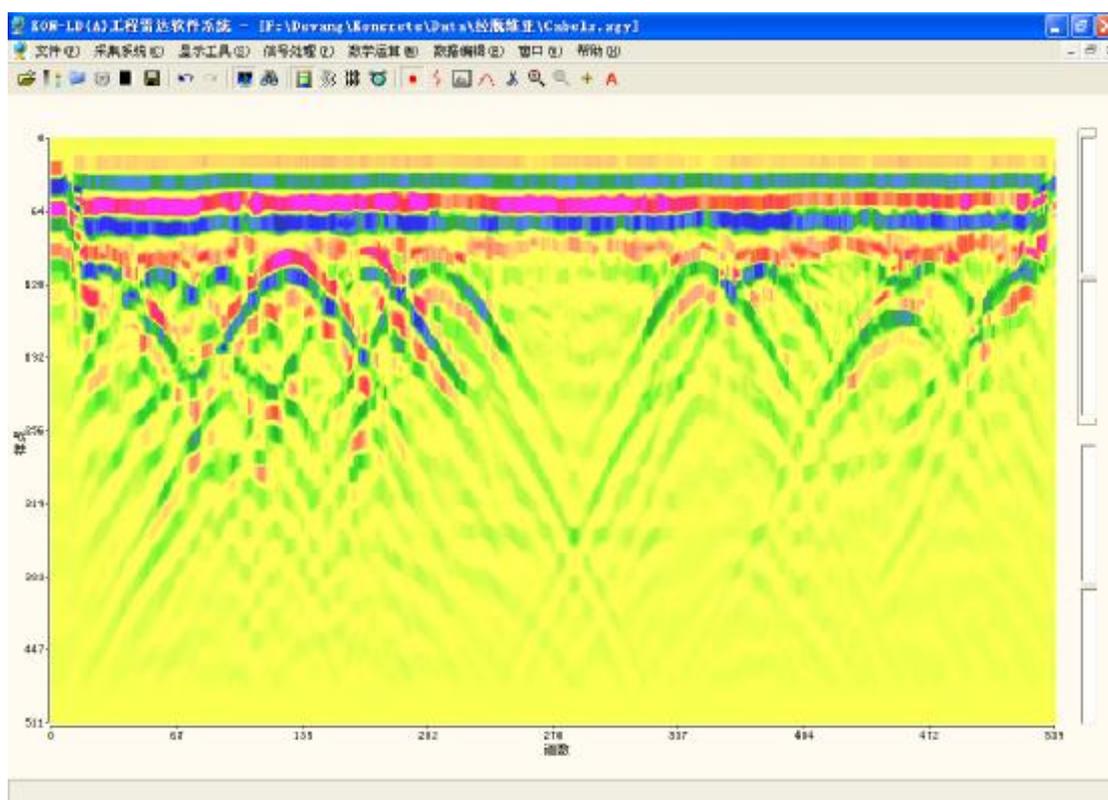


3、垂直中值滤波: 即对文件数据进行垂直方向采样点之间进行平滑滤波。

滤波前设置参数:

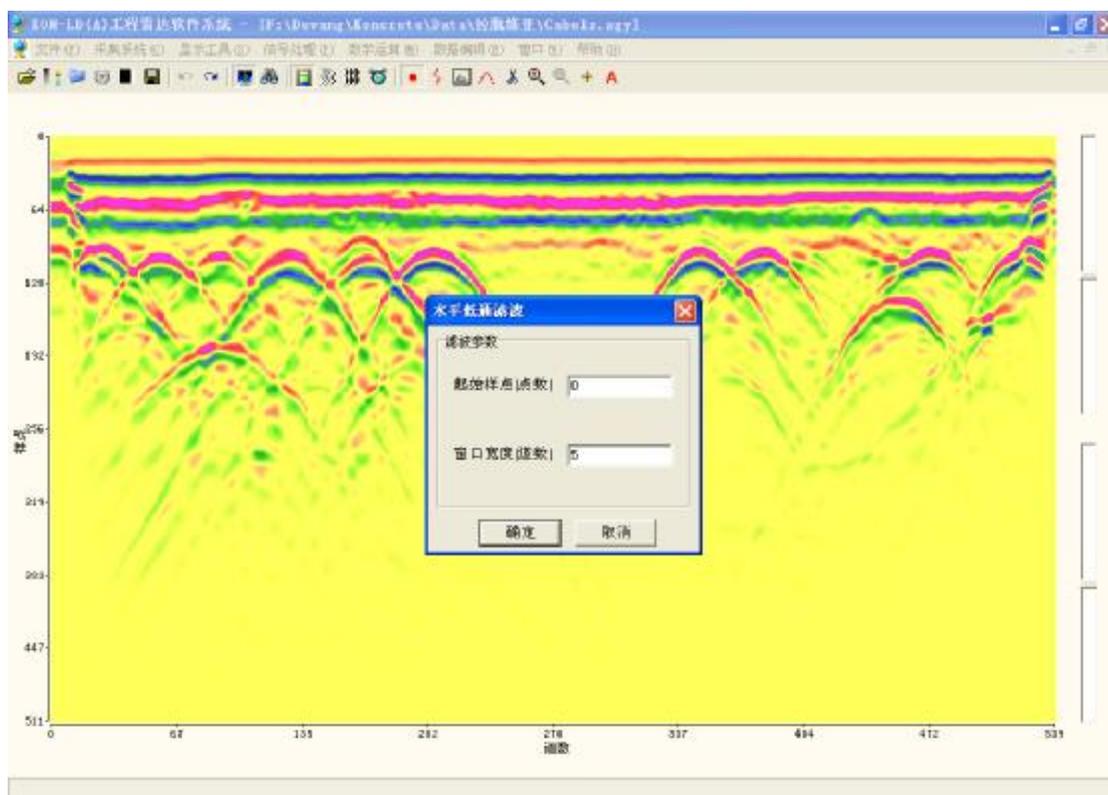


滤波后:

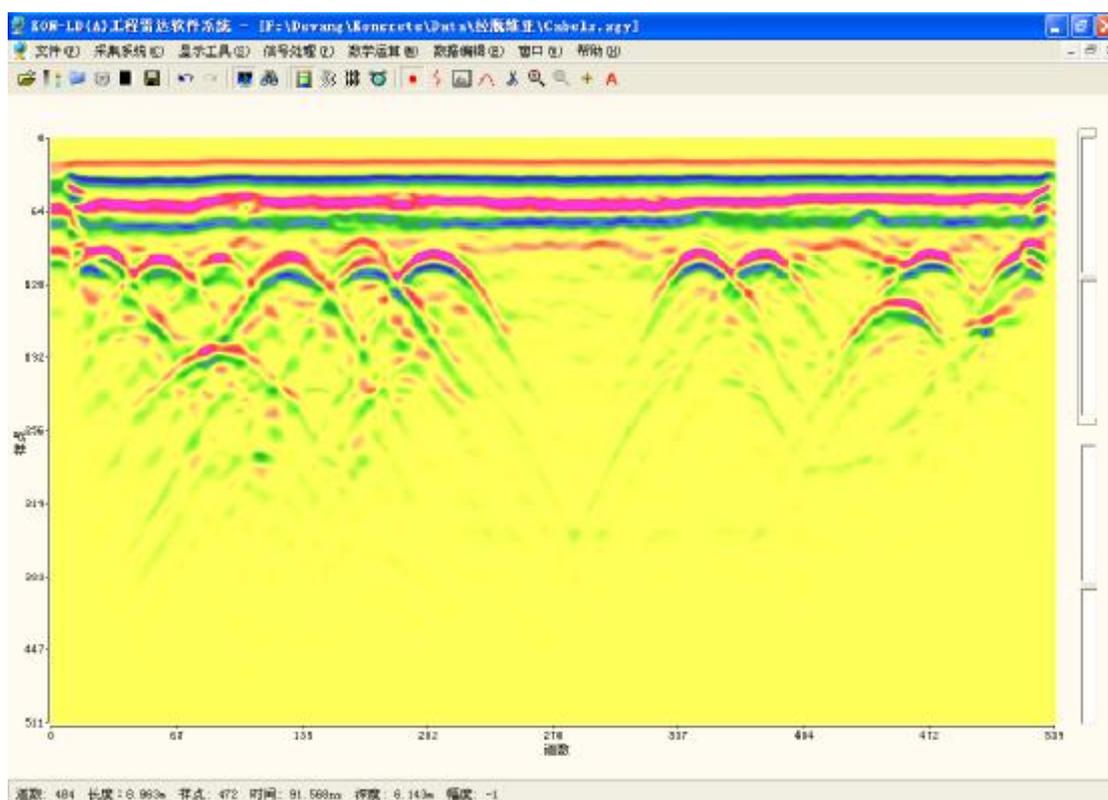


4、 水平低通滤波: 即滤去文件中高频信号成份。

滤波前设置参数:

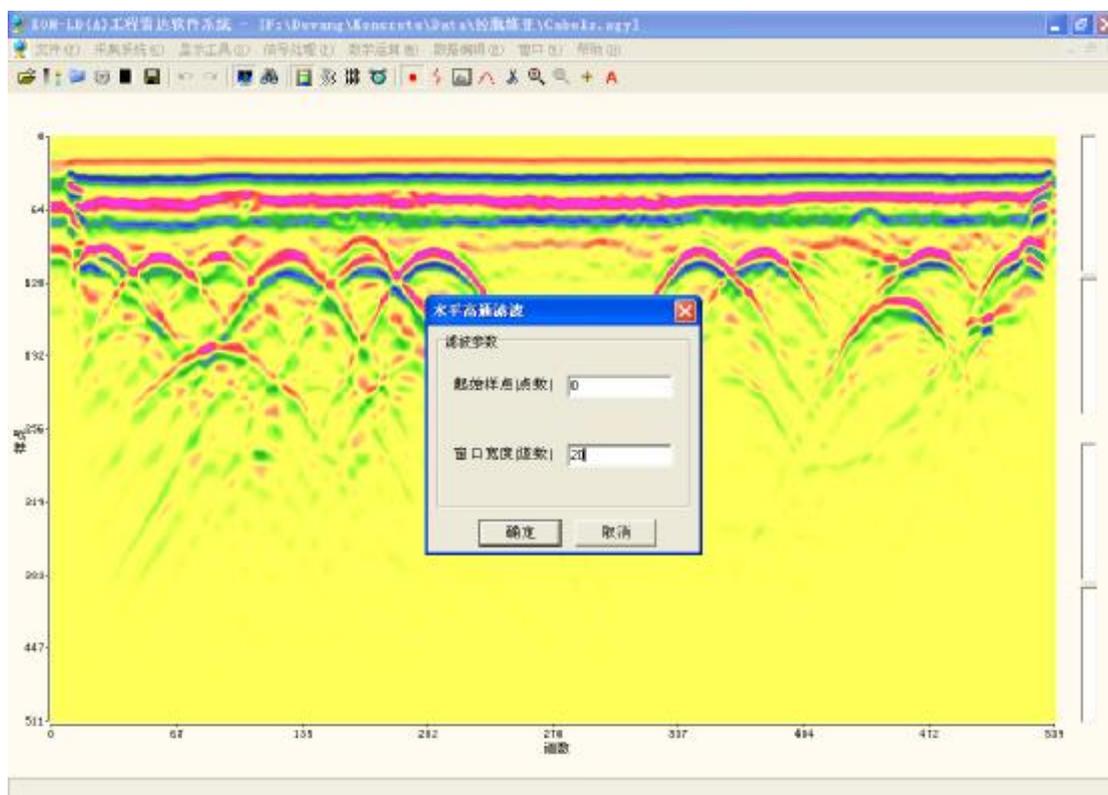


滤波后:

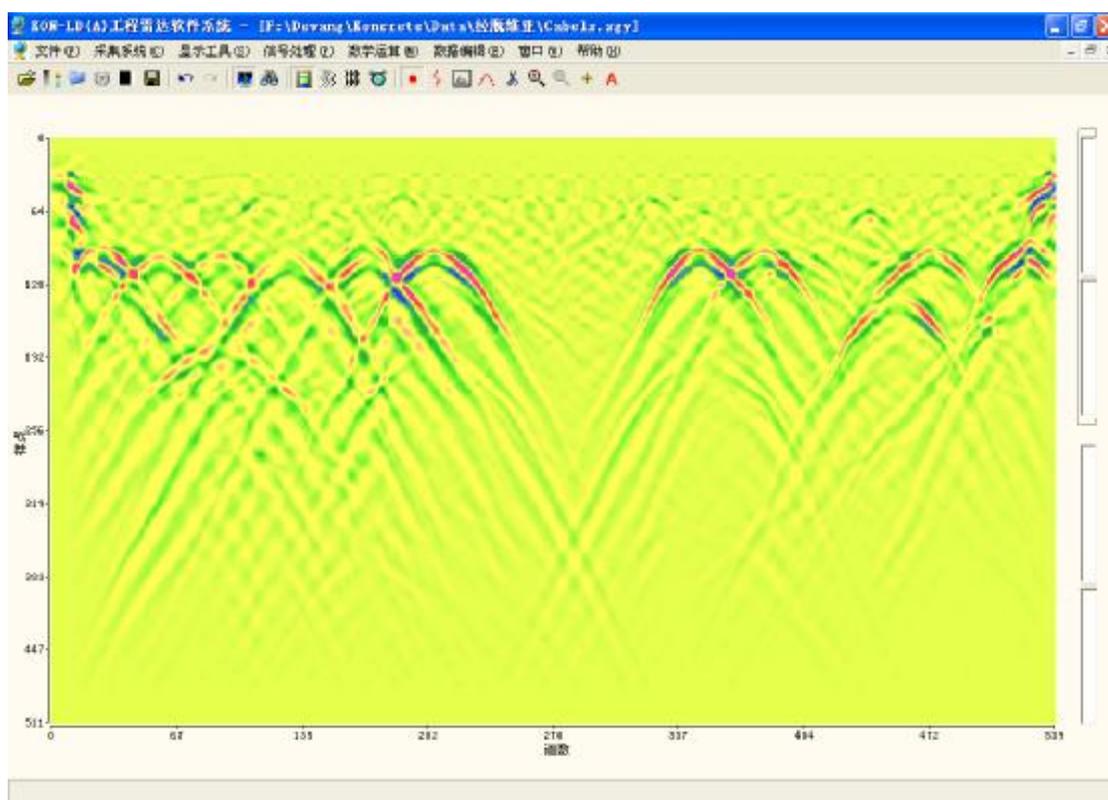


5、 水平高通滤波: 即滤去文件数据中的低频成份。

滤波前设置参数:

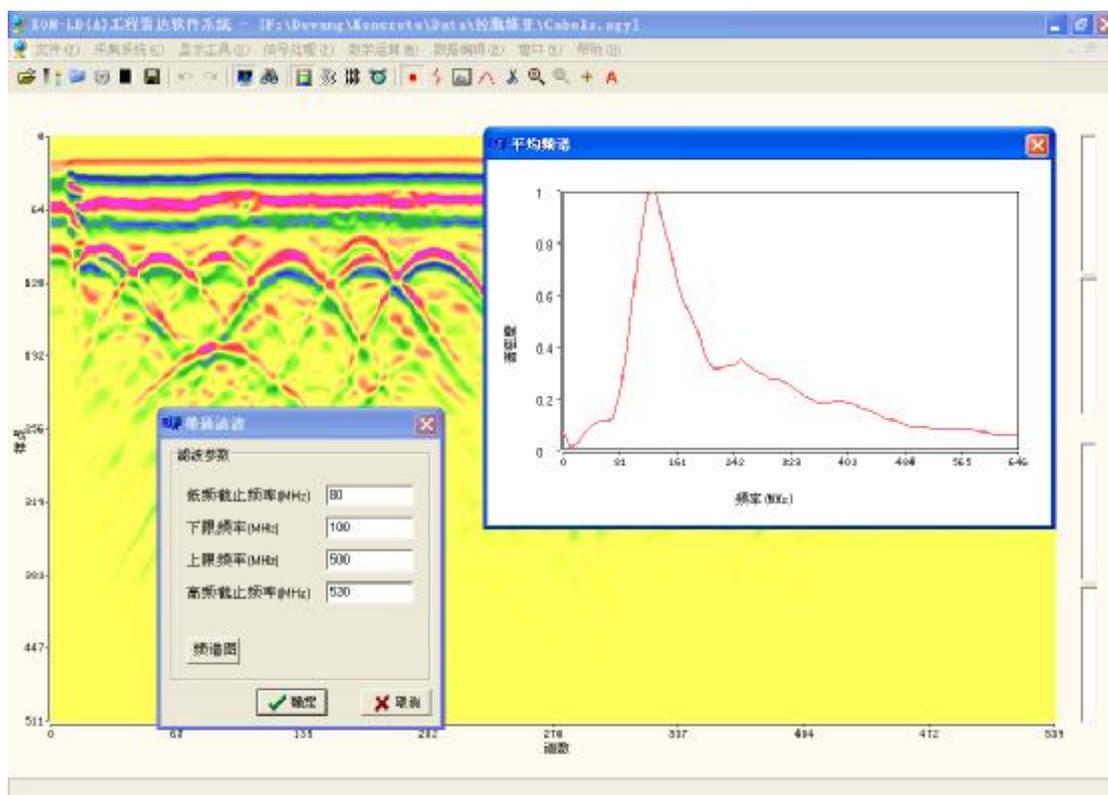


滤波后:

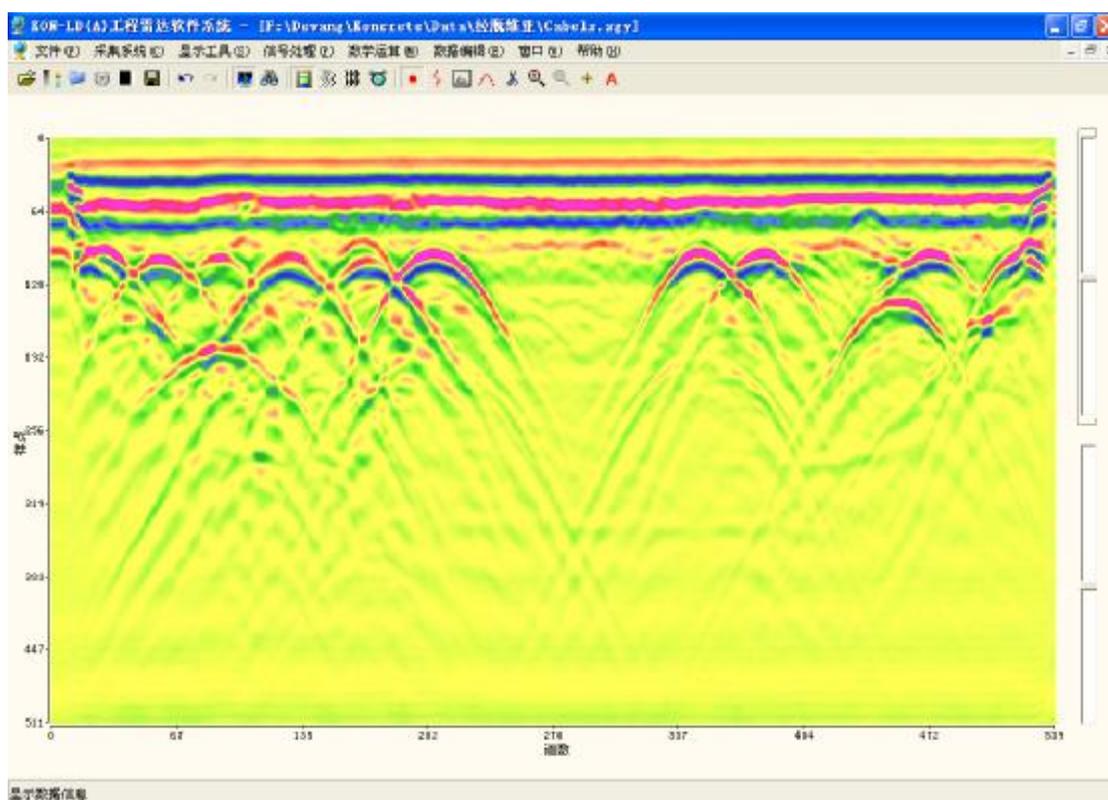


6、带通滤波：滤去文件数据中频率在所选择频带范围之外的信号。

滤波前先对整个图像做频谱分析，再选择合适的频带进行滤波：



滤波后:

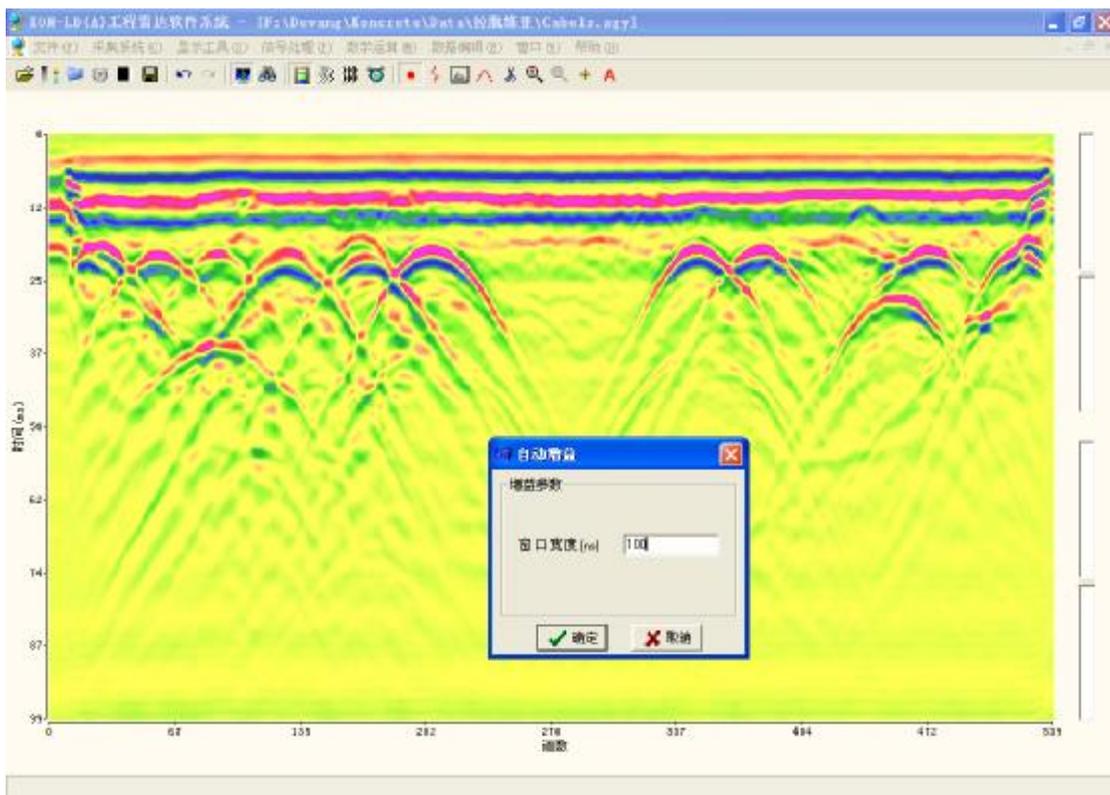


7、带阻滤波: 滤去频率在该频带范围内的信号, 滤波前先对图像进行频谱分析, 再选择合适的频带范围进行滤波。

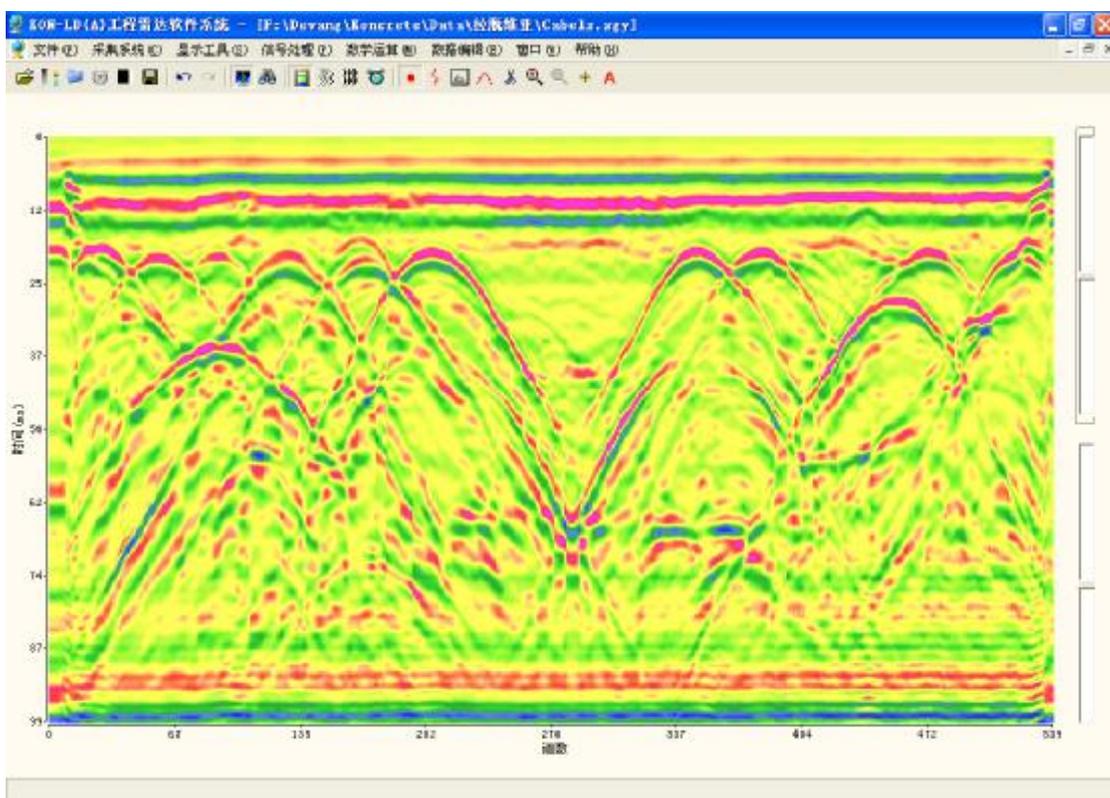
8、增益: 即对图像文件中信号进行振幅操作。

(1) 自动增益: 选择该功能, 然后进行参数设置, 即增益的单位----ns 数。

增益前:

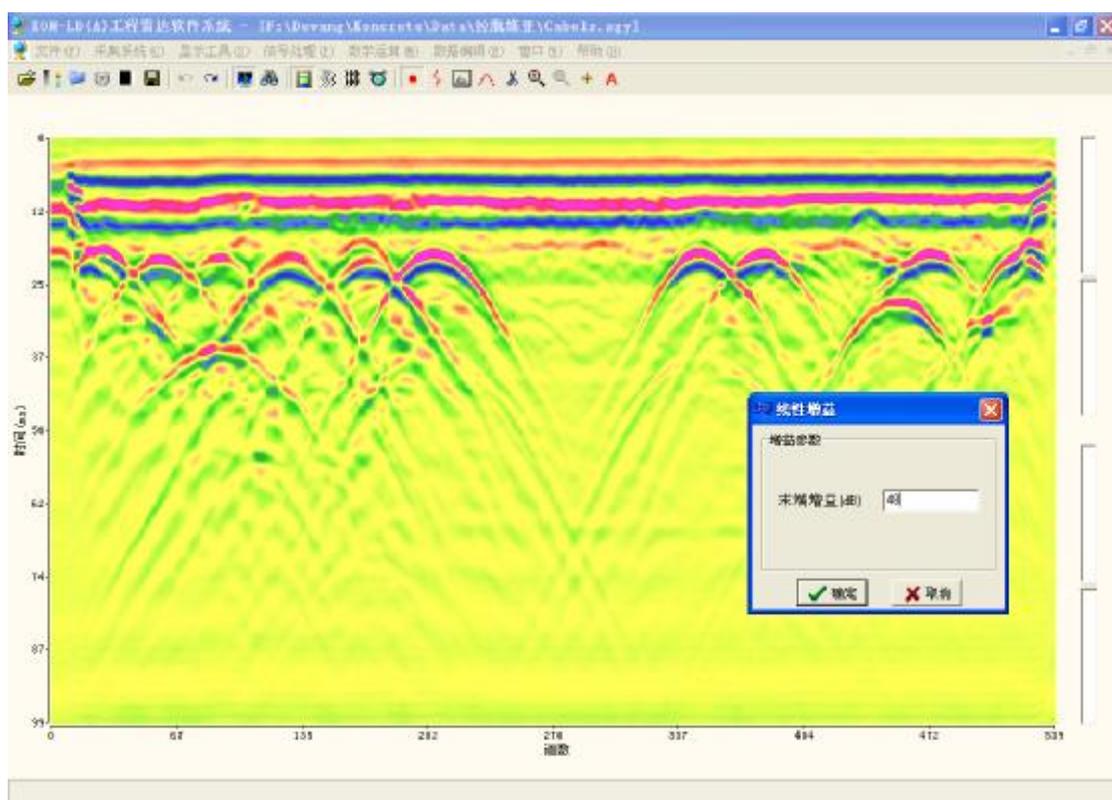


增益后:

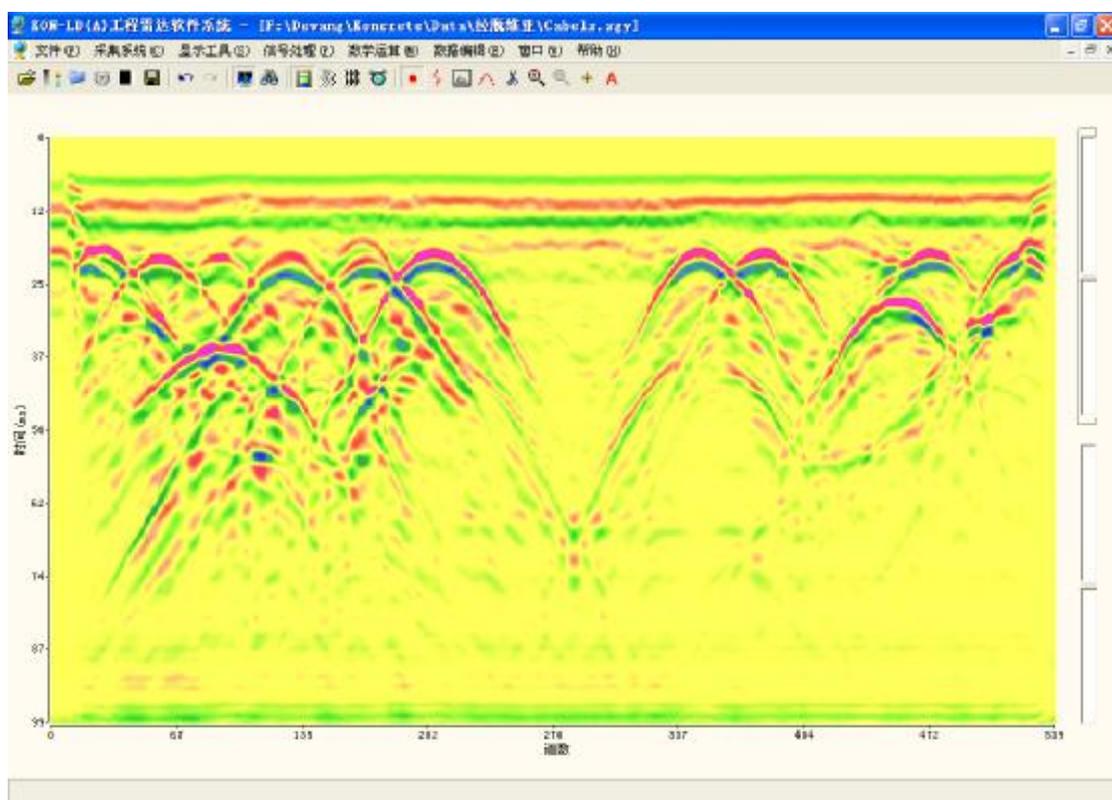


(2) 线性增益: 增益前设置参数---末端增益的 dB 数。

增益前:

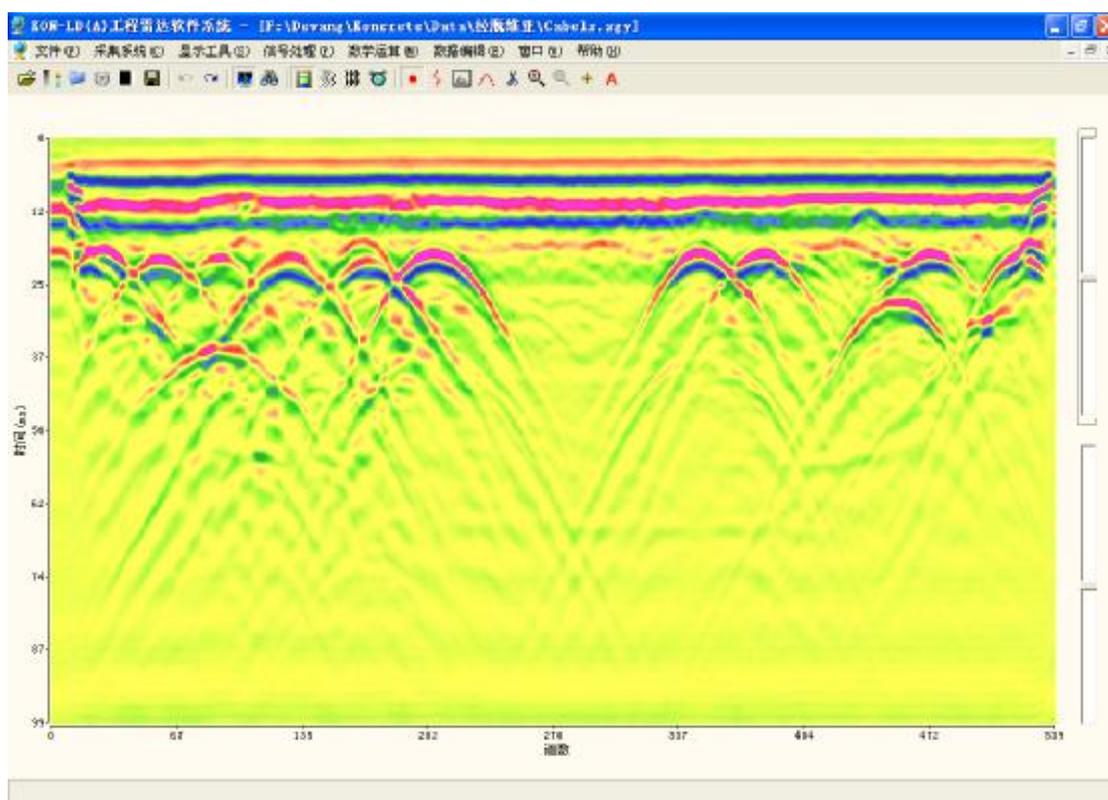


增益后:

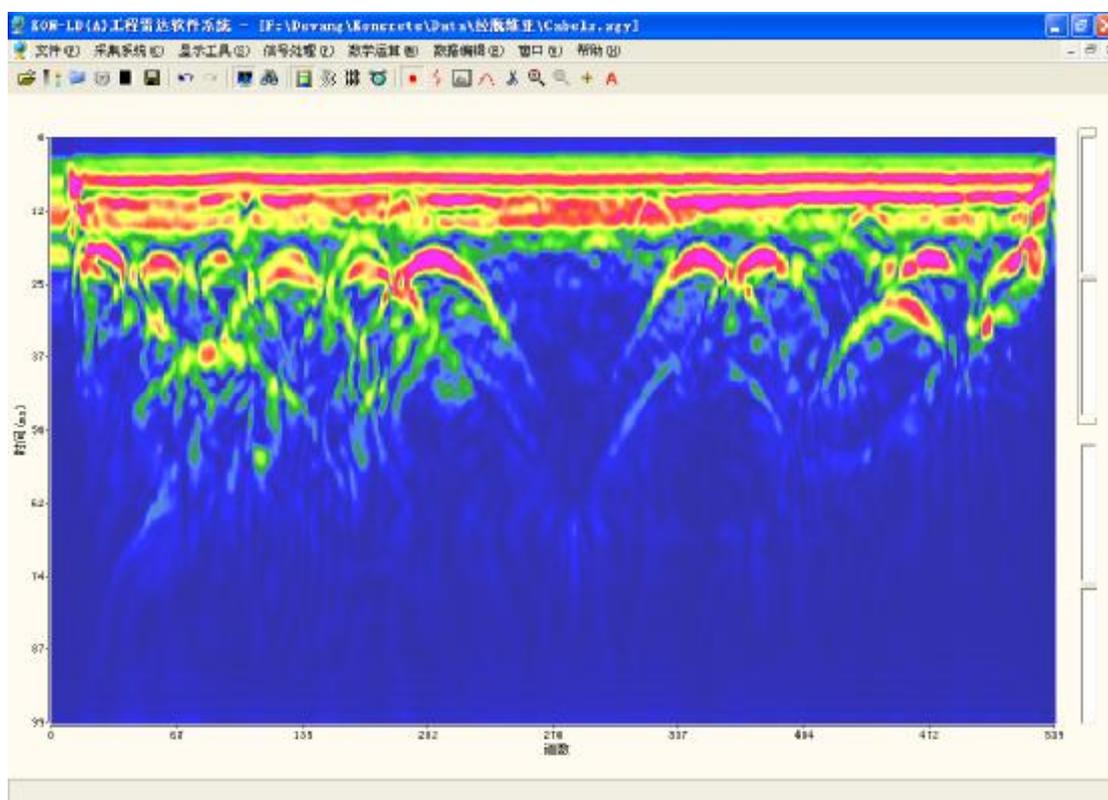


9、 希尔伯特变换：即求取信号的瞬时振幅、相位及频率，选择相应操作即可。

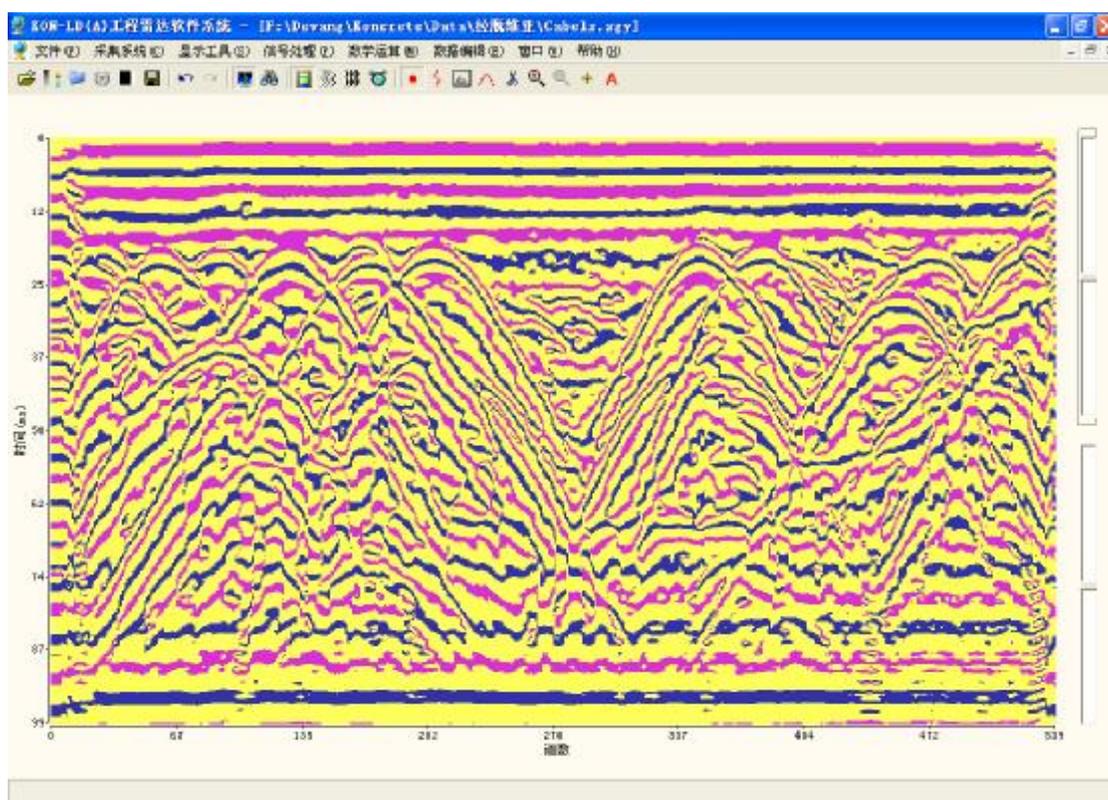
原始信号:



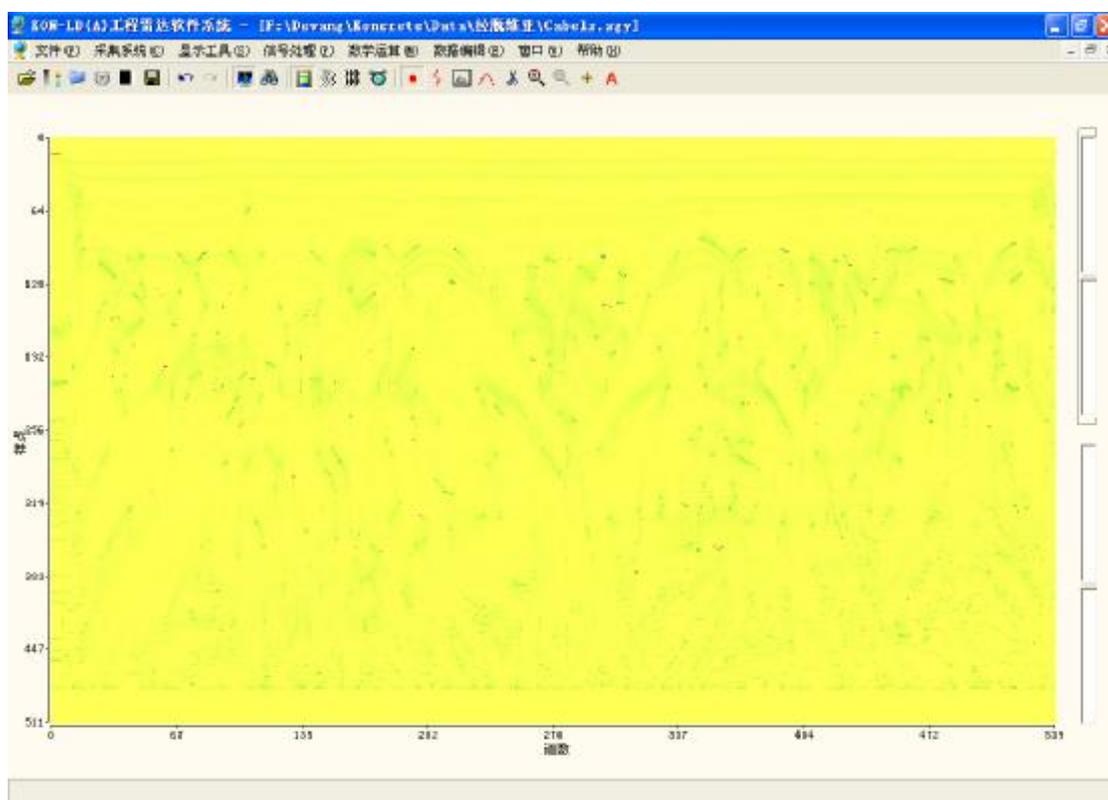
瞬时振幅:



瞬时相位:

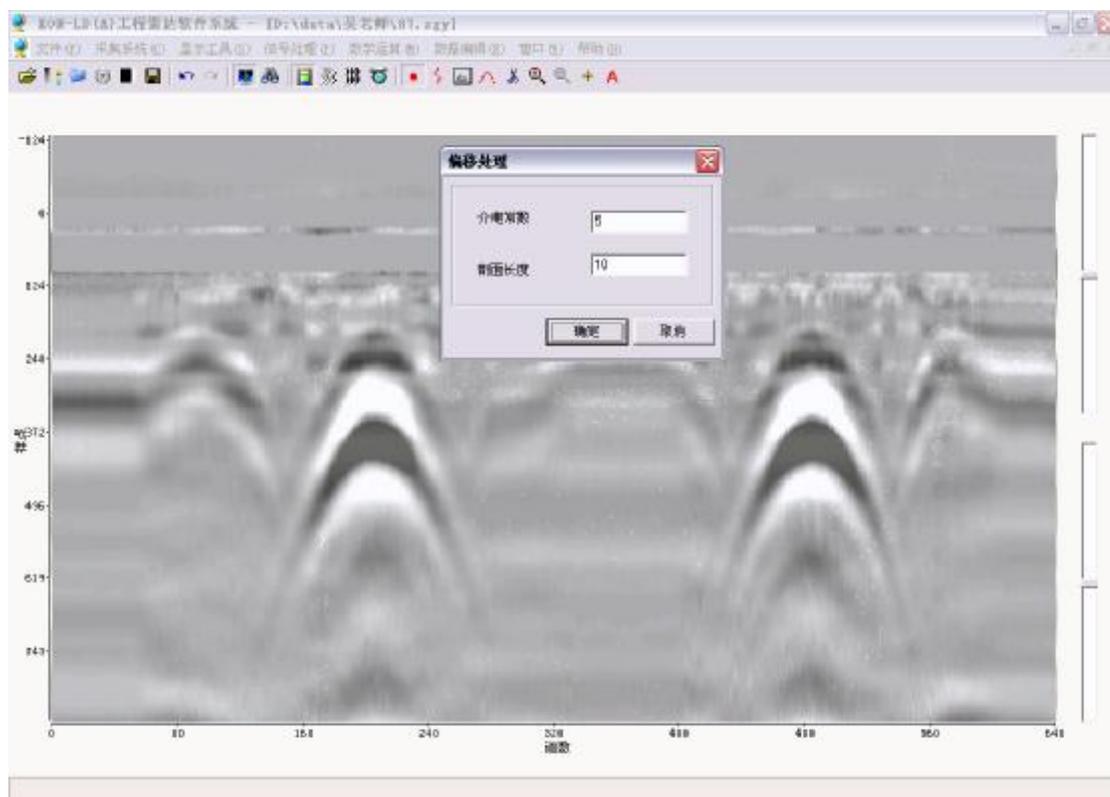


瞬时频率:

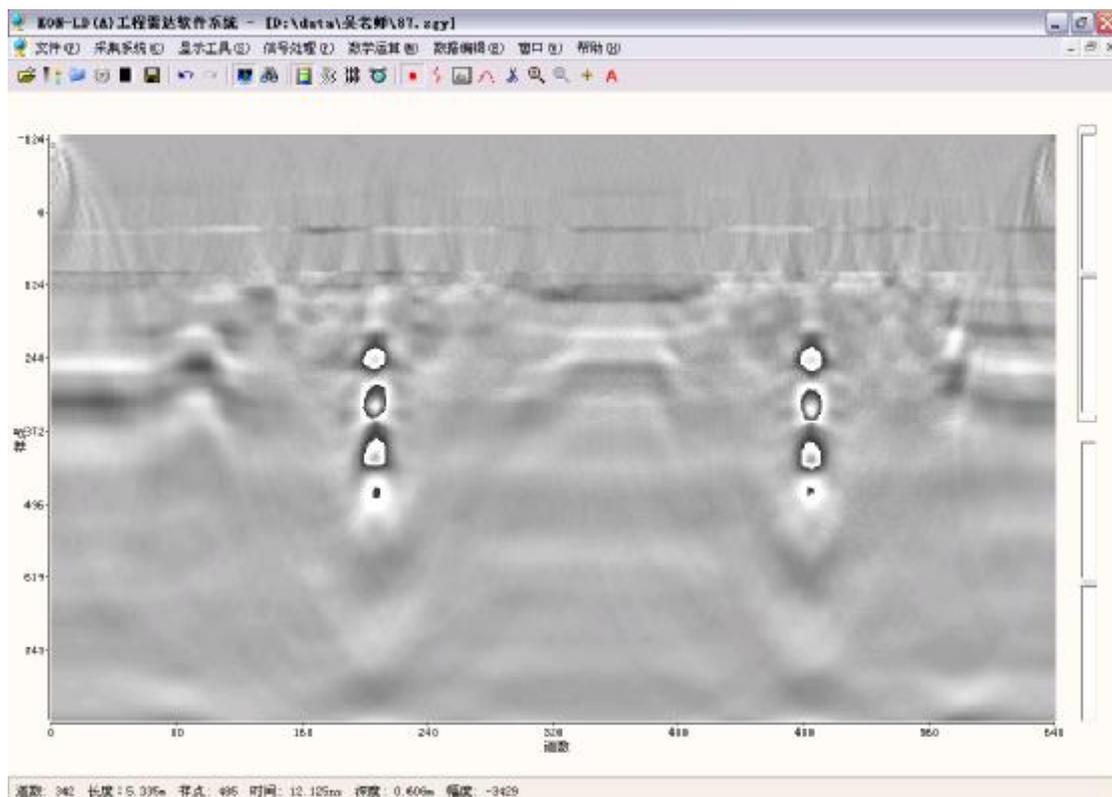
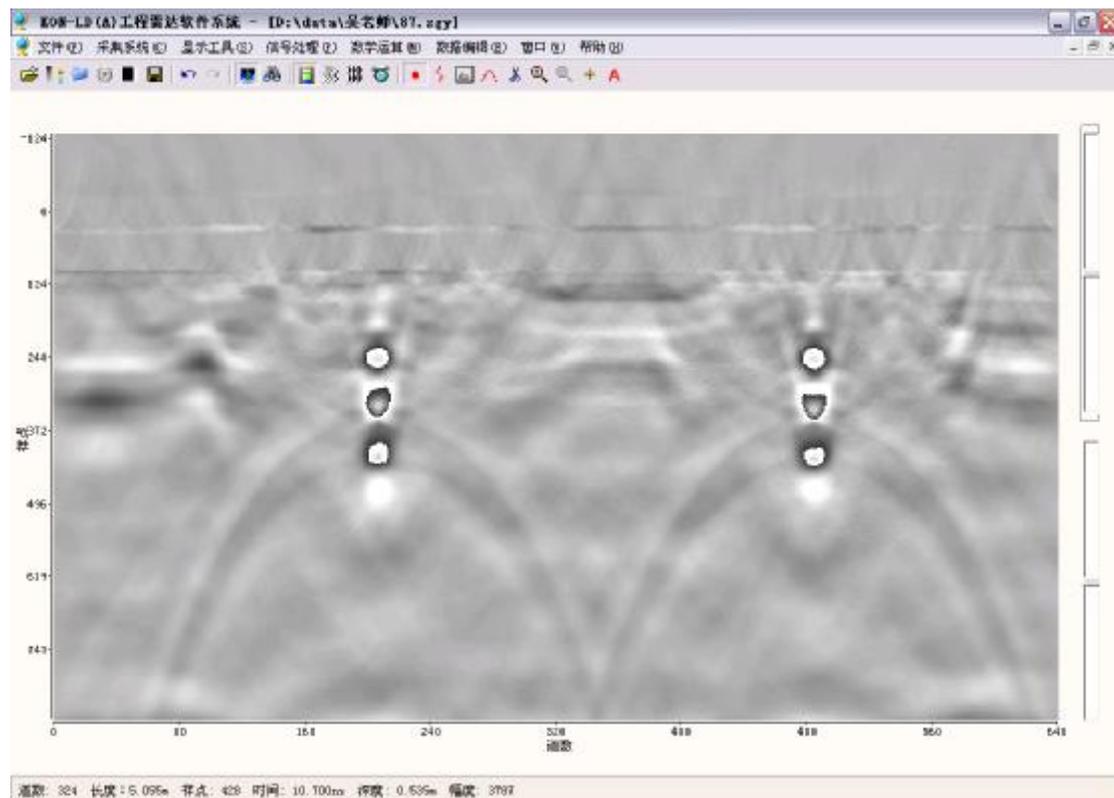


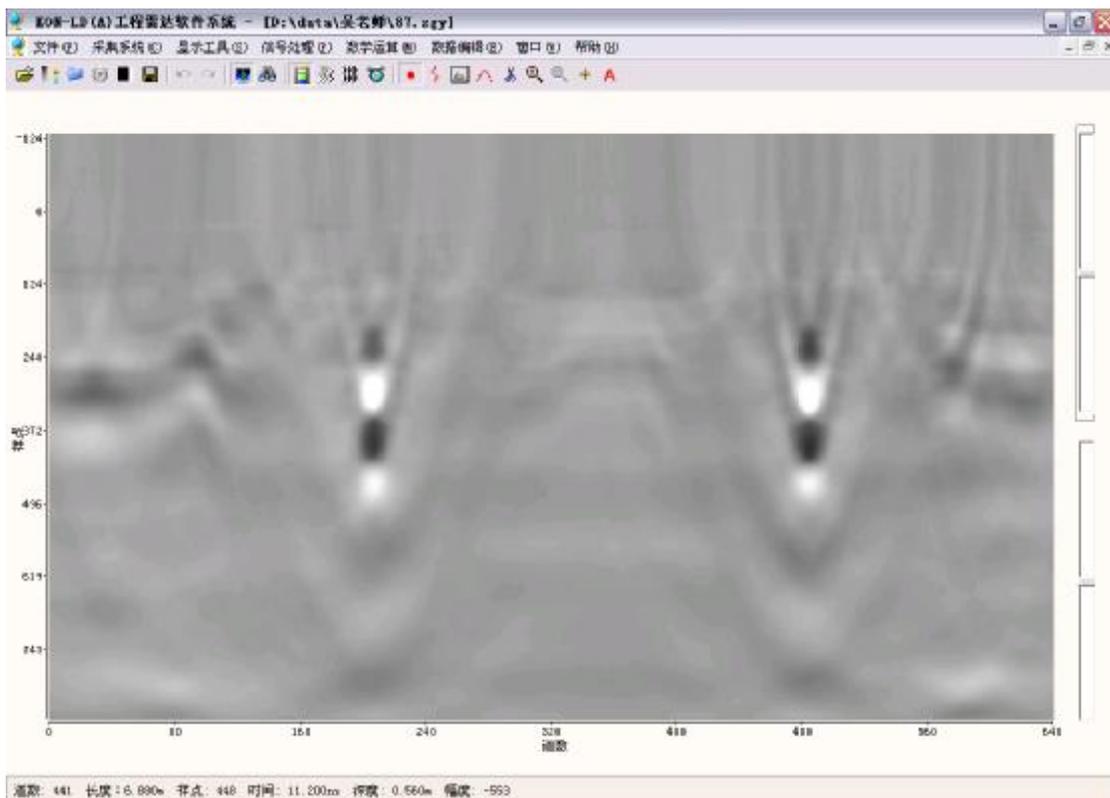
10、偏移处理：即消除该图像文件的绕射现象，使真实图象归位。该软件包含三种偏移功能---频率波数偏移、有限差分偏移、克希霍夫偏移。

三种偏移均应设定合适的介电常数及准确的剖面长度：

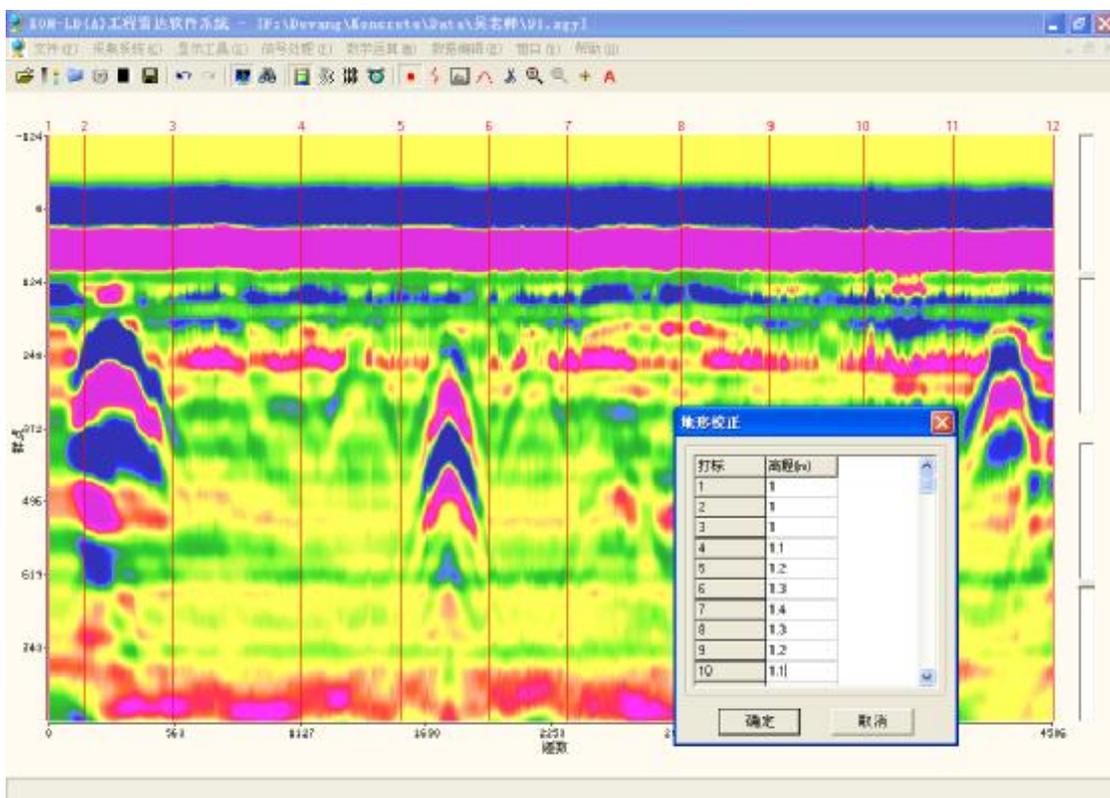


三种偏移处理后的效果如下图示：

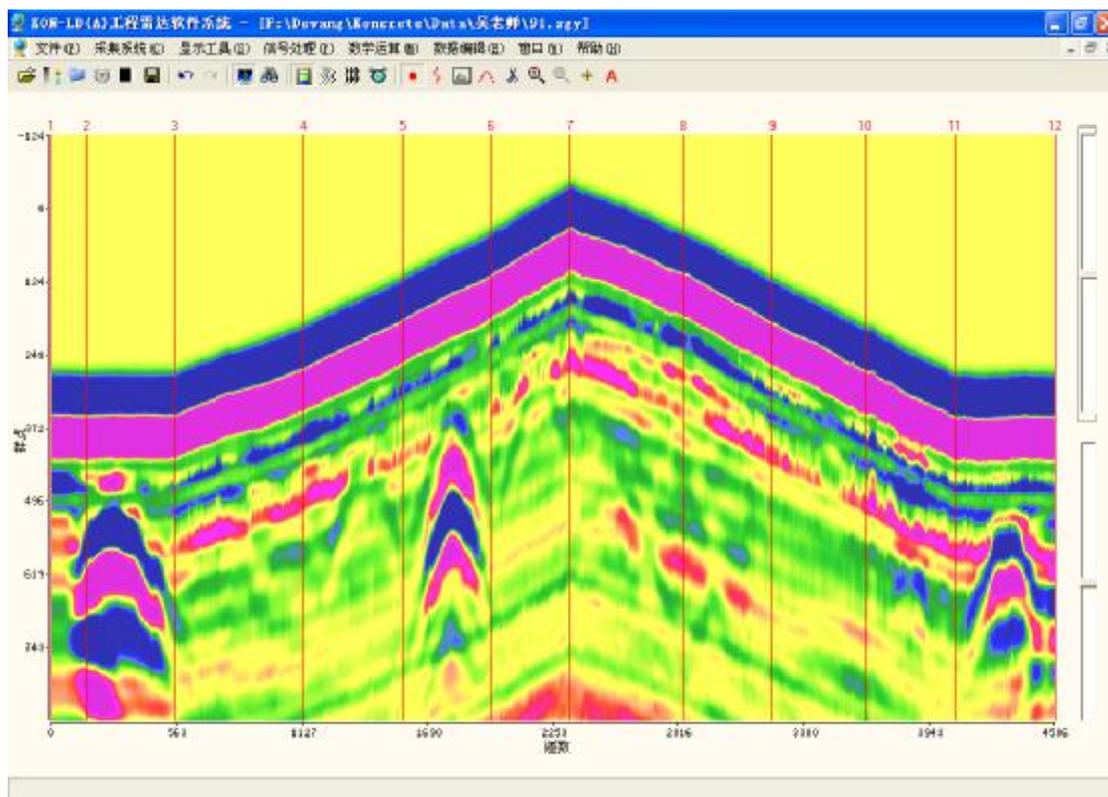




11、地形校正：即校正地形高差，将图像中目标图校正到相对于零线的同一深度处。在标记的地方输入该地的相对高程即可。



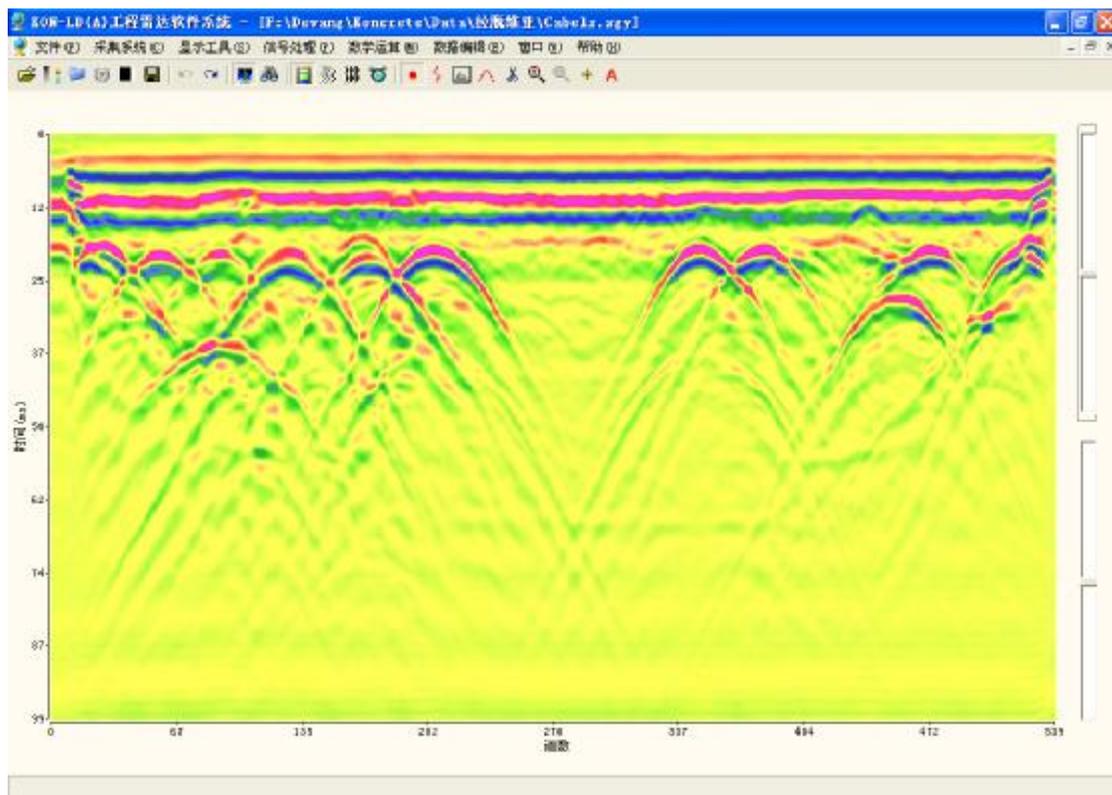
地形校正后的效果：



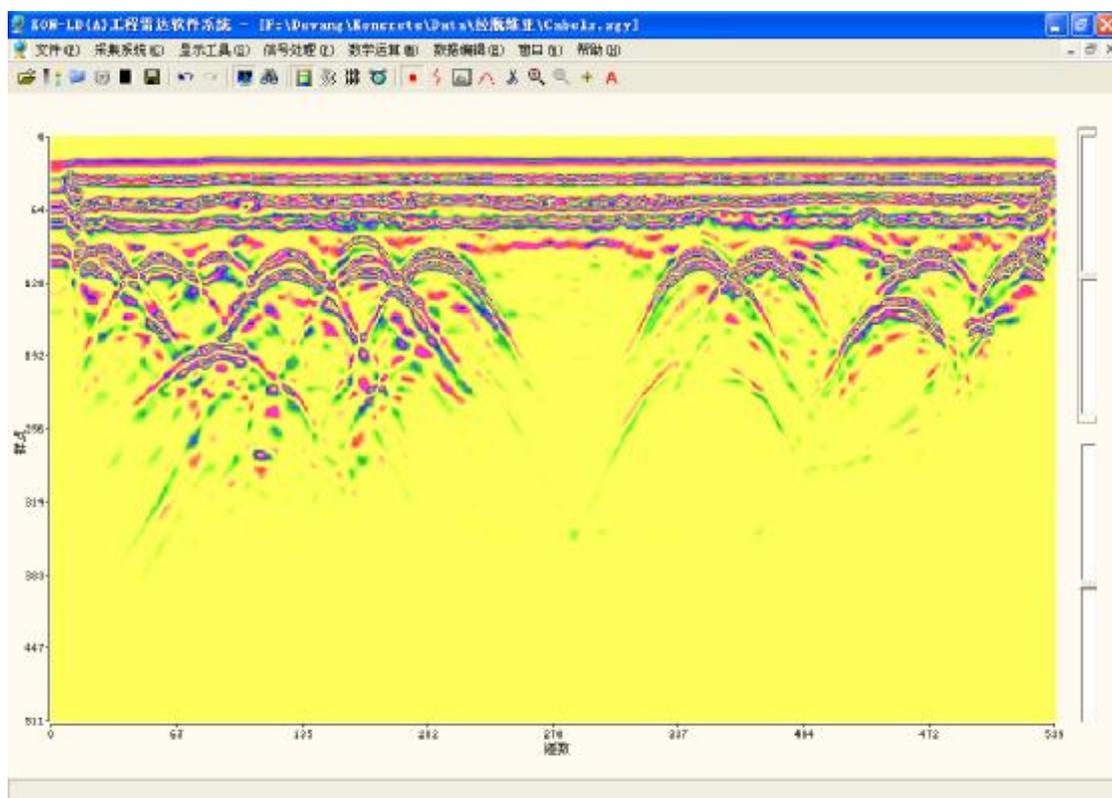
五、数学运算

即对图像文件进行振幅操作。该软件包含 6 种数学运算功能：平方、开方、指数、对数、积分和微分运算。选择相应的命令进行操作即可。

原始图像：



平方运算后:

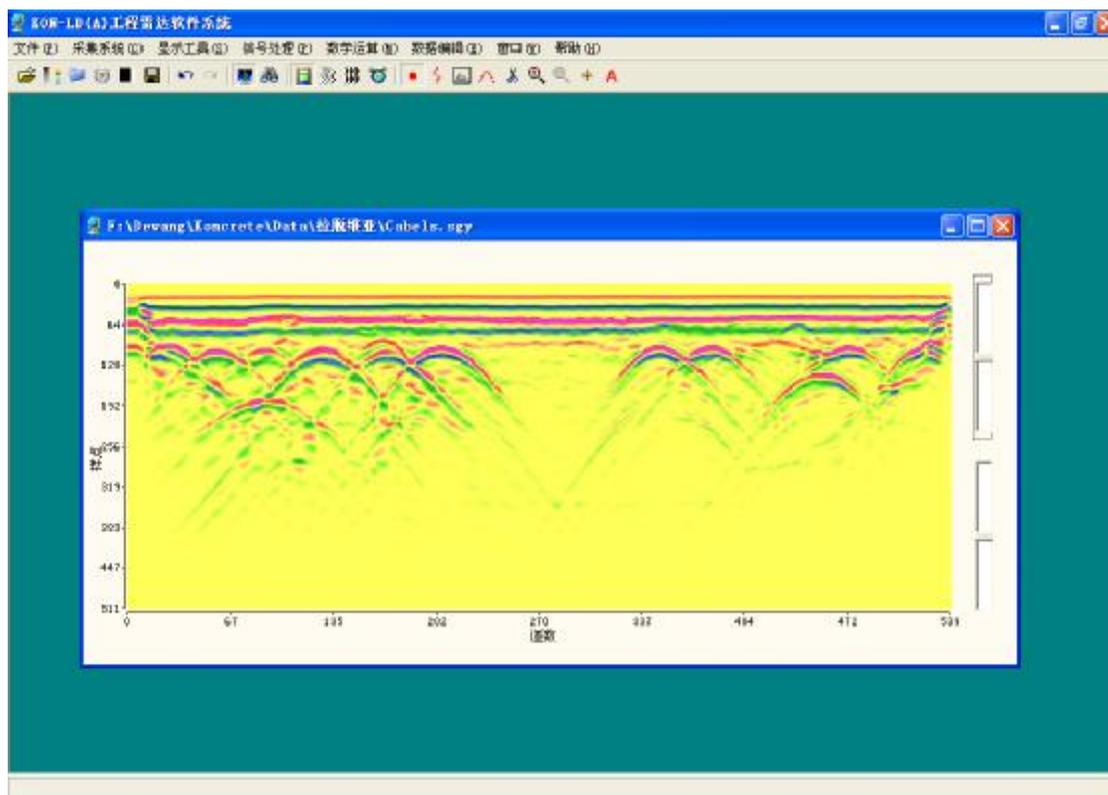


六、数据编辑

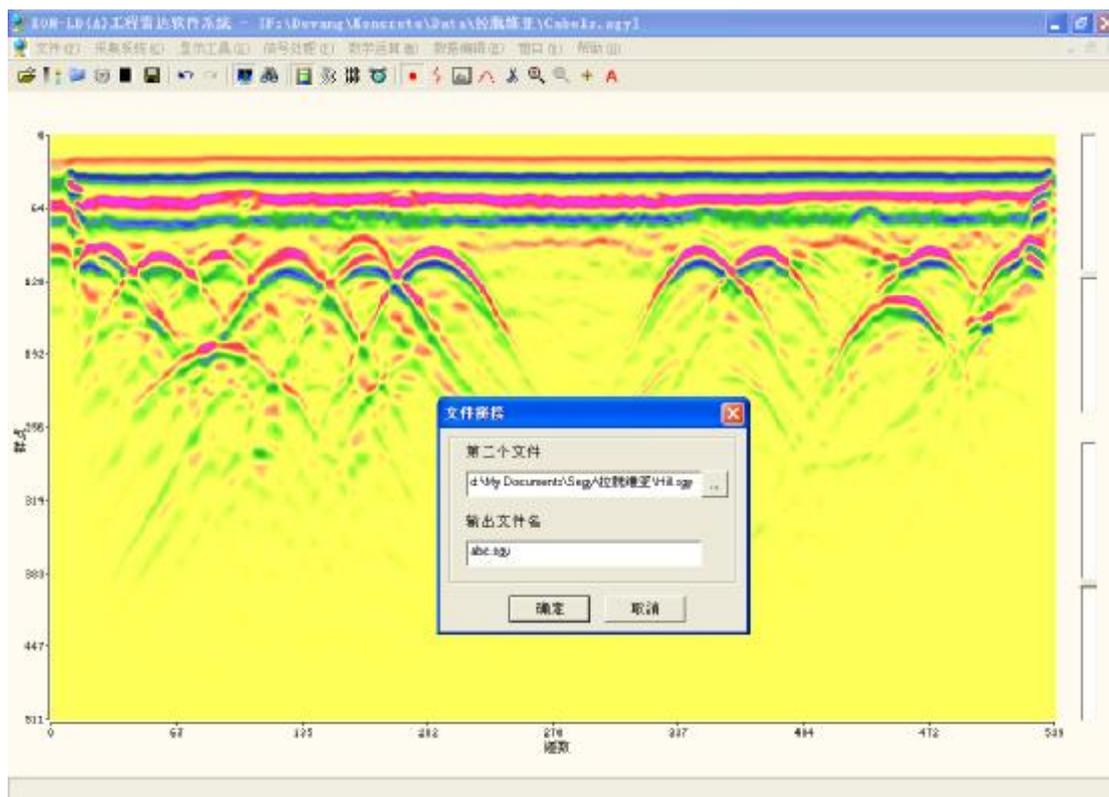
即对单个文件或者多个文件数据进行操作。该软件包含如下 7 种功能：文件拼接、文件叠加、数据删除、相位翻转、数据翻转、文件信息和标记管理。

1、文件拼接：对两个或者多个文件进行拼接合并成同一个文件，注意拼接的文件，必须满足天线频率一致，采样时窗相同的条件。

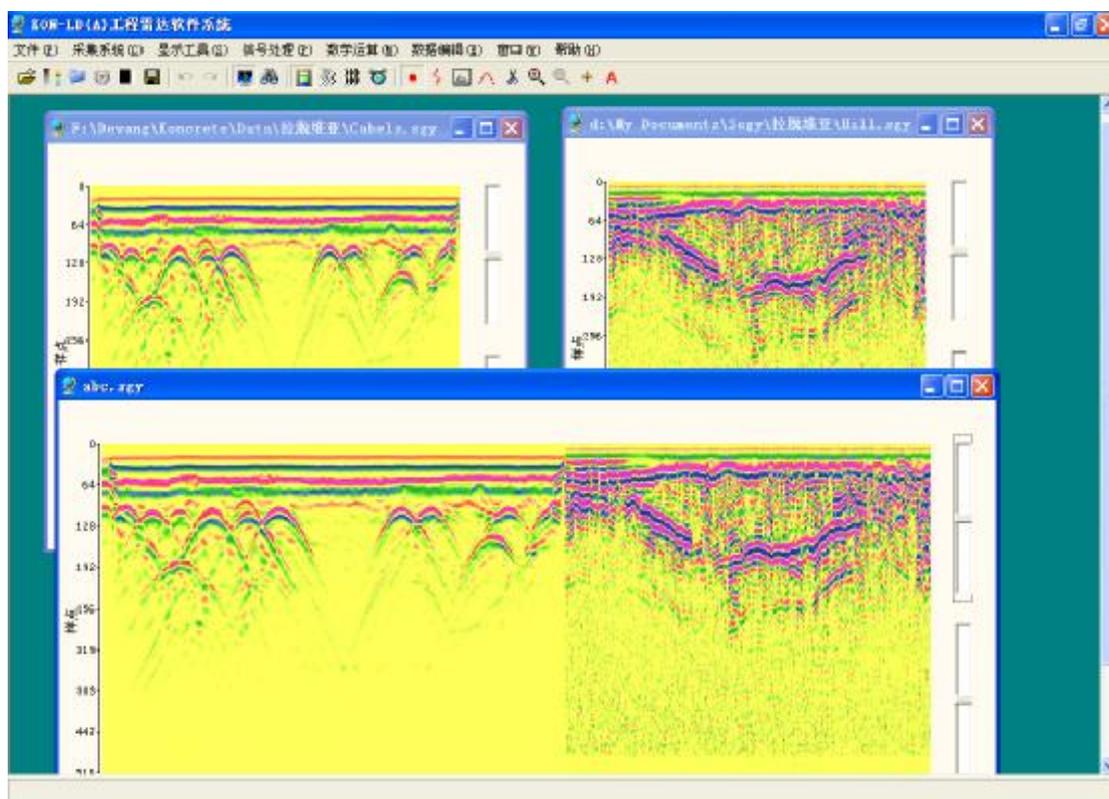
文件一 Cabel s. sgy



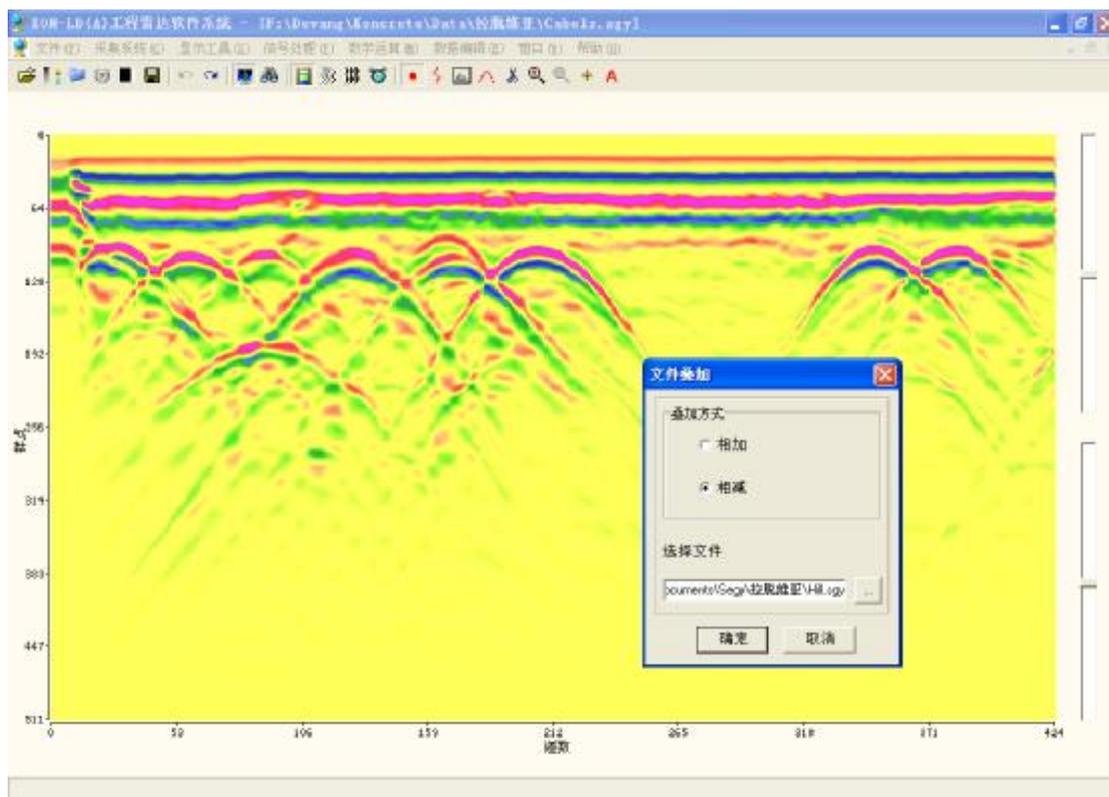
在目录中找到要拼接的文件二 Hi11. sgy 进行拼接，并输入合并后的文件名 abc. sgy:



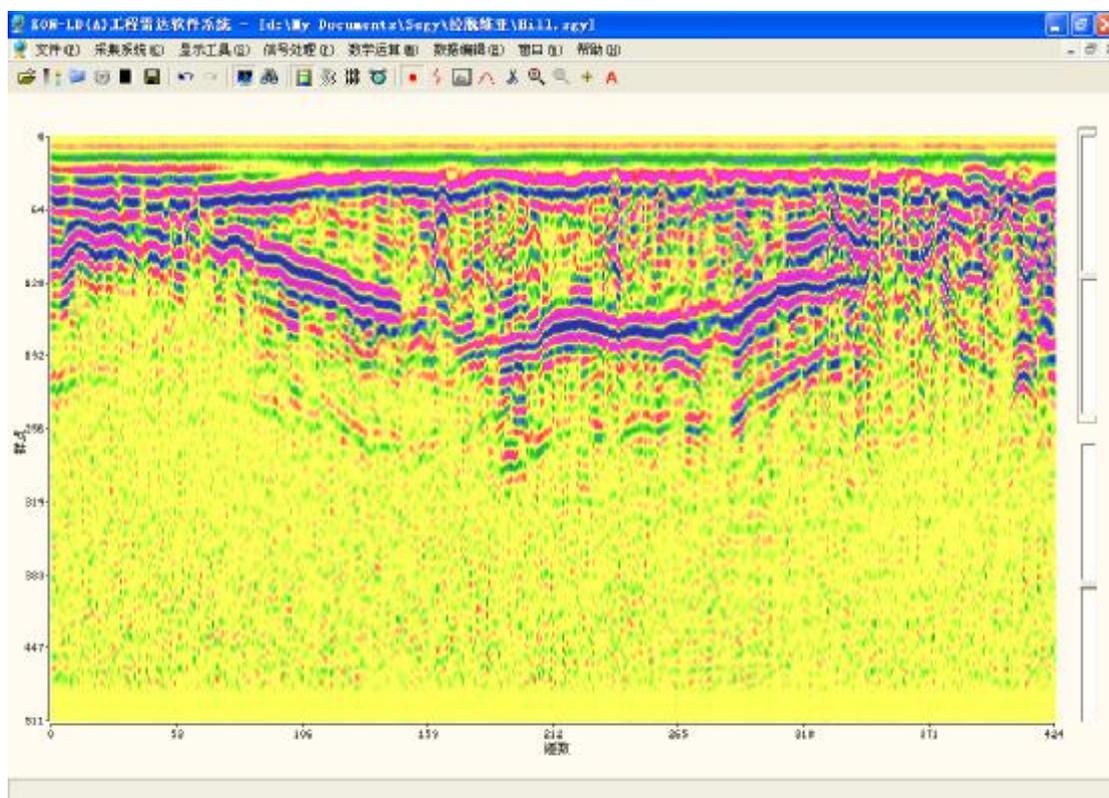
合并后的文件 abc.sgy:



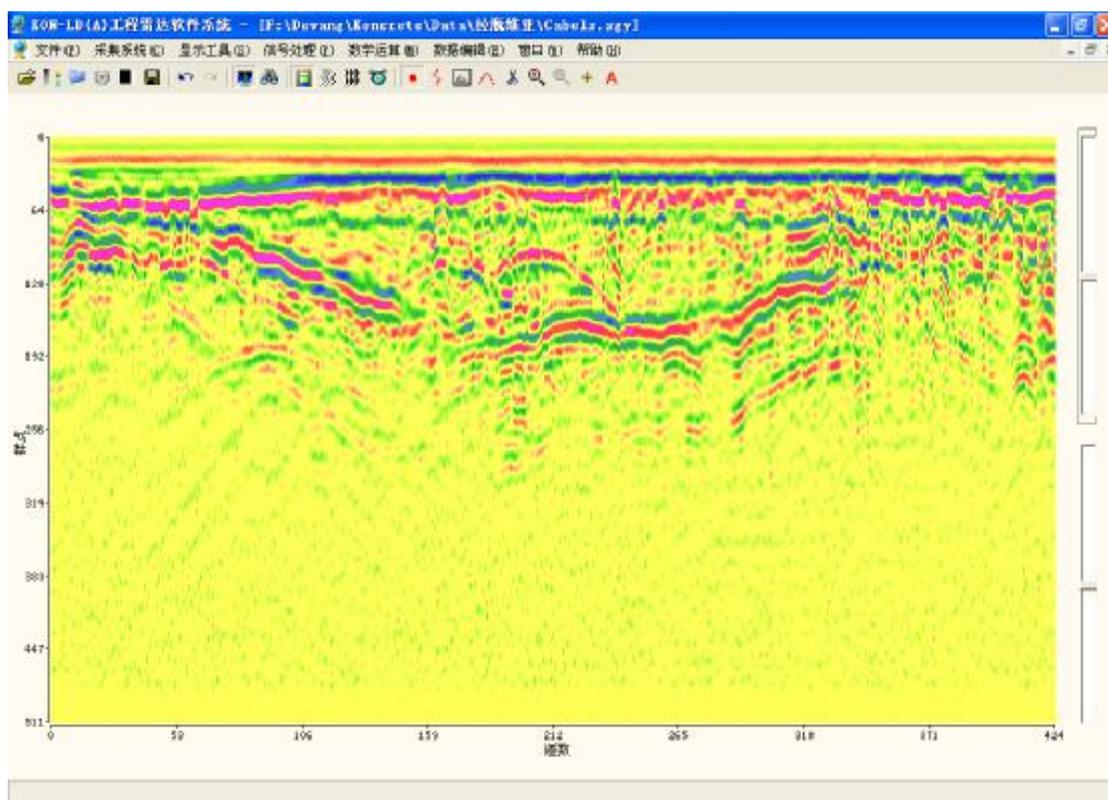
2、文件叠加:即对两个具有相同采样道数与每道采样点数相同的文件进行相加或者相减的叠加操作。



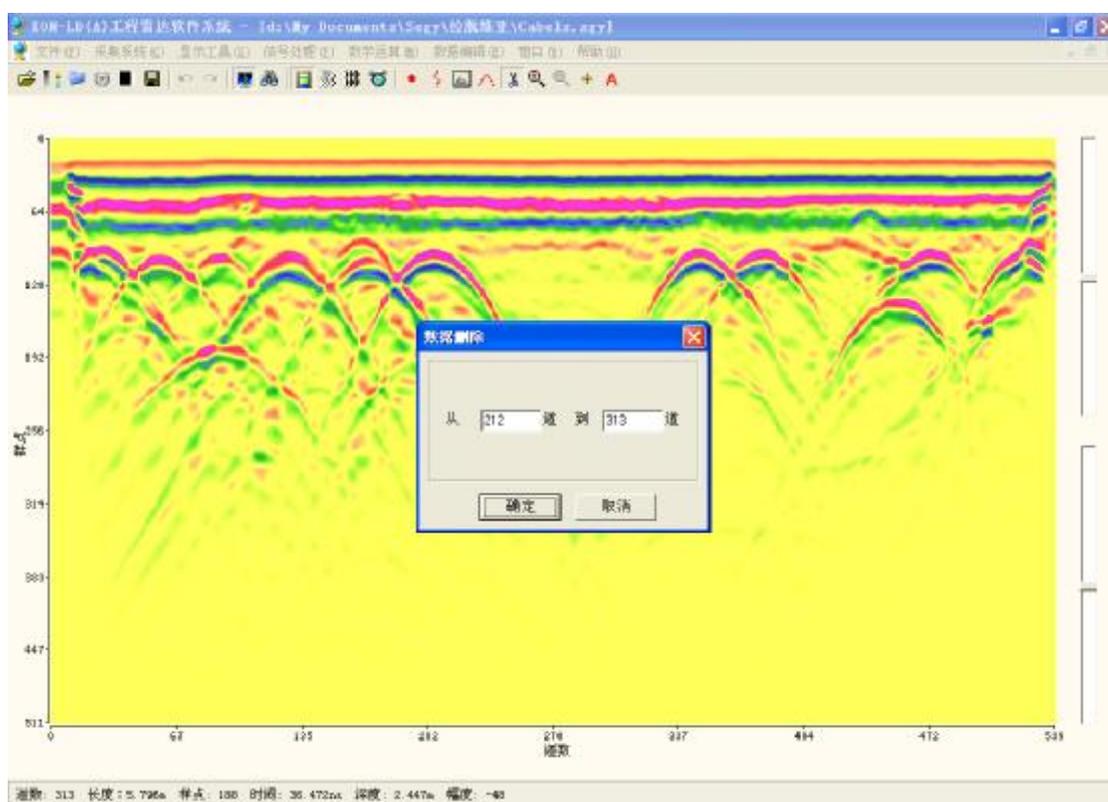
第二个文件的图形。



两个文件数据相减后的效果图。

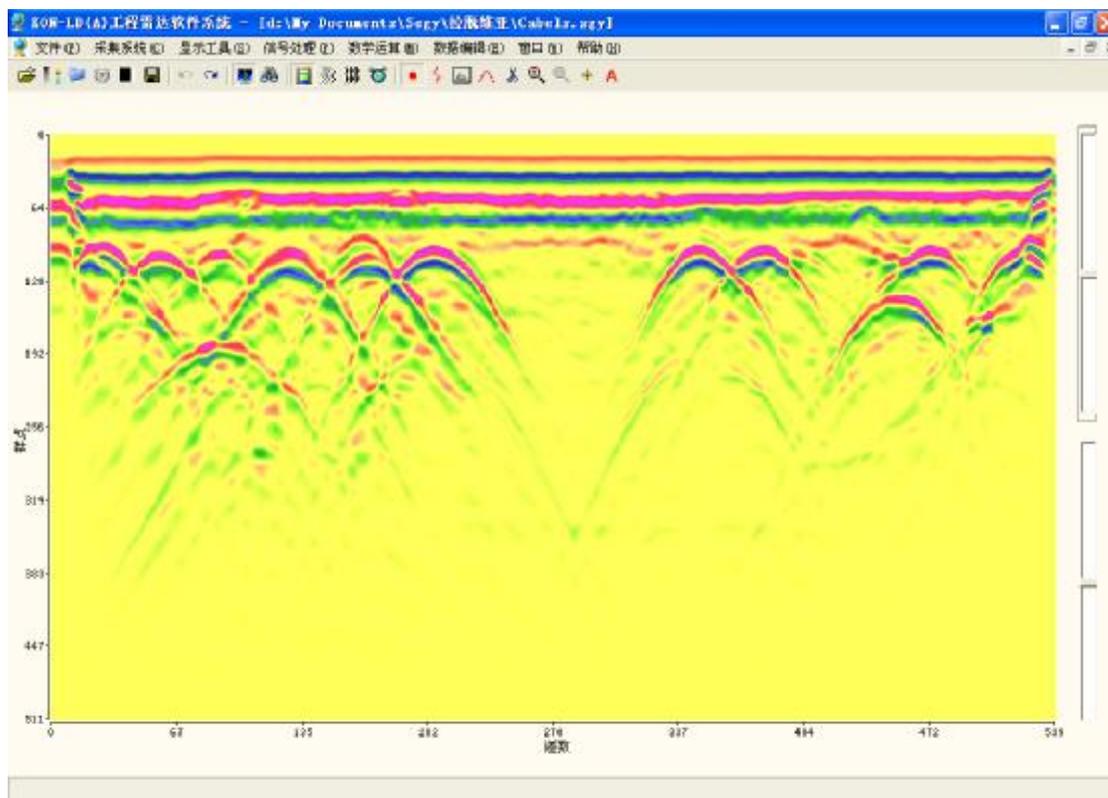


3、 数据删除：即删除文件中无用的道数。

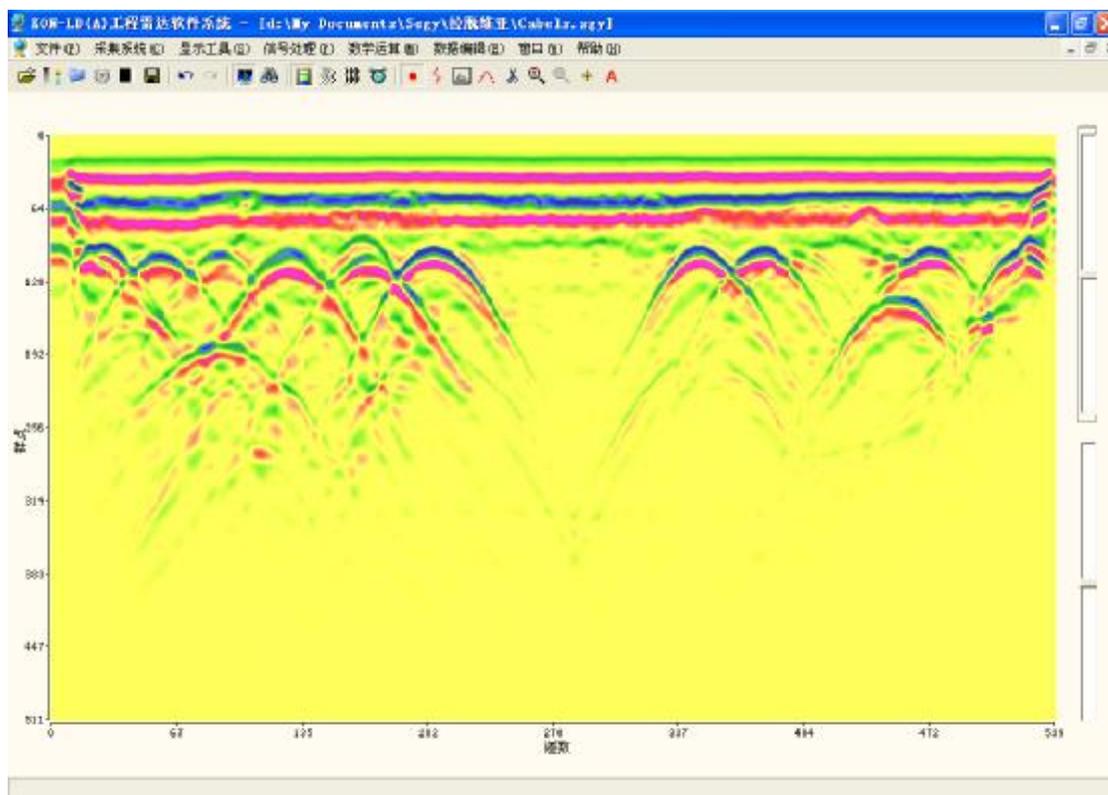


4、 相位反转：即对文件中的信号相位进行 180 度的反转操作。

原始信号：

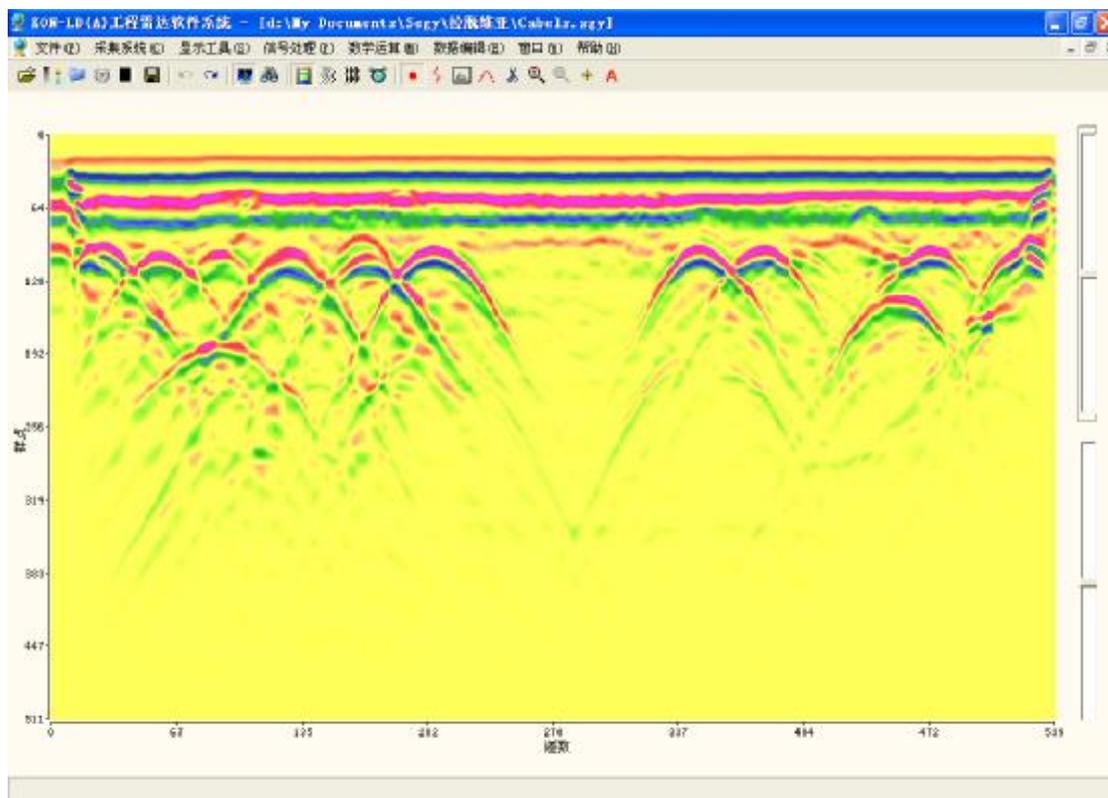


相位反转后：

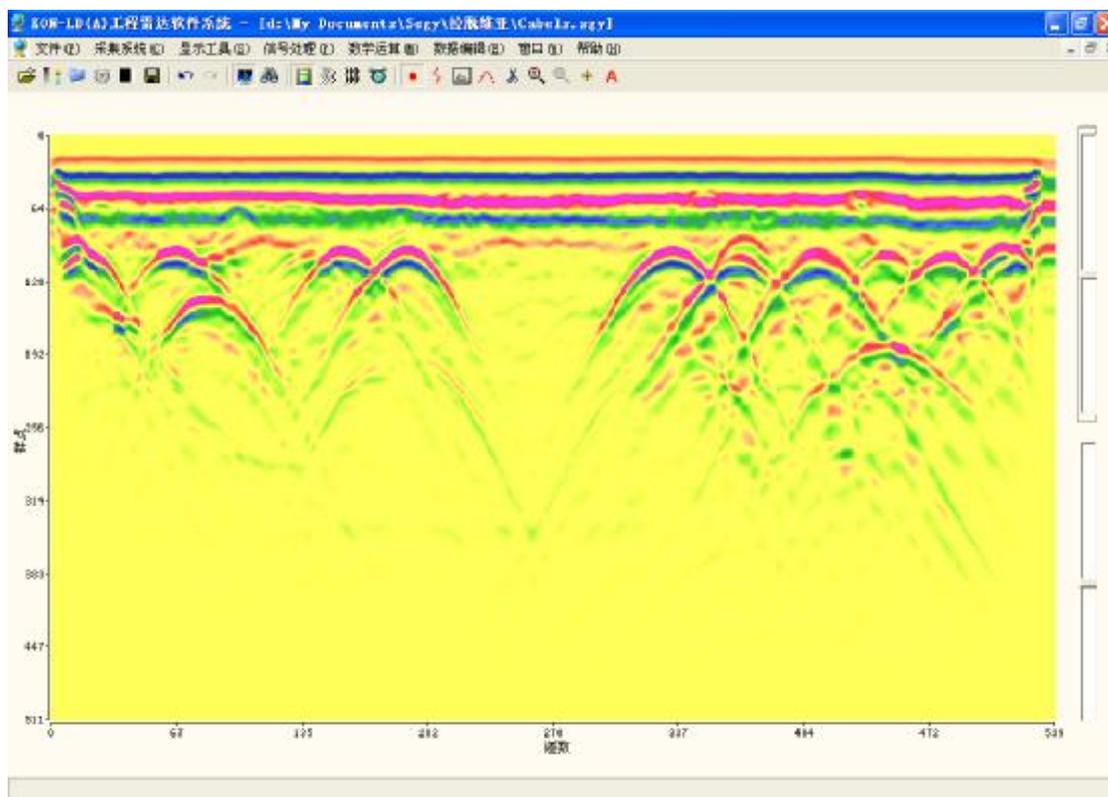


5、 数据反转：即对文件的道进行首道置为末道的镜相反转。

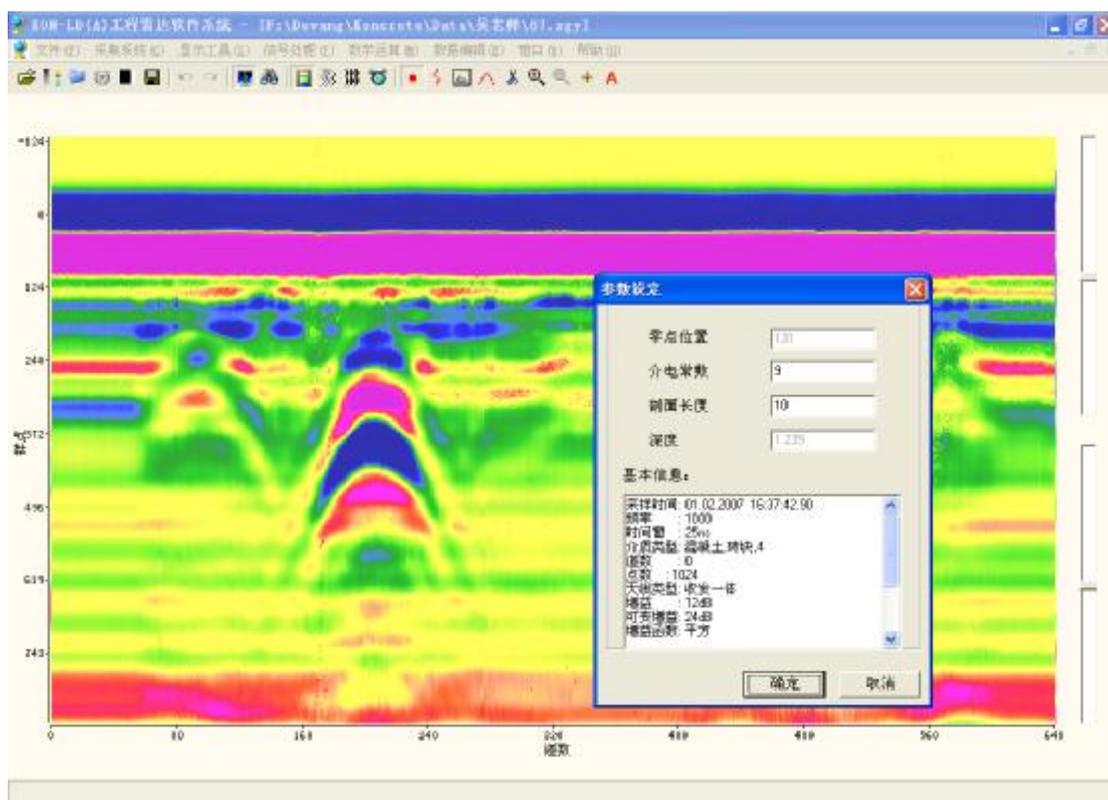
原始信号：



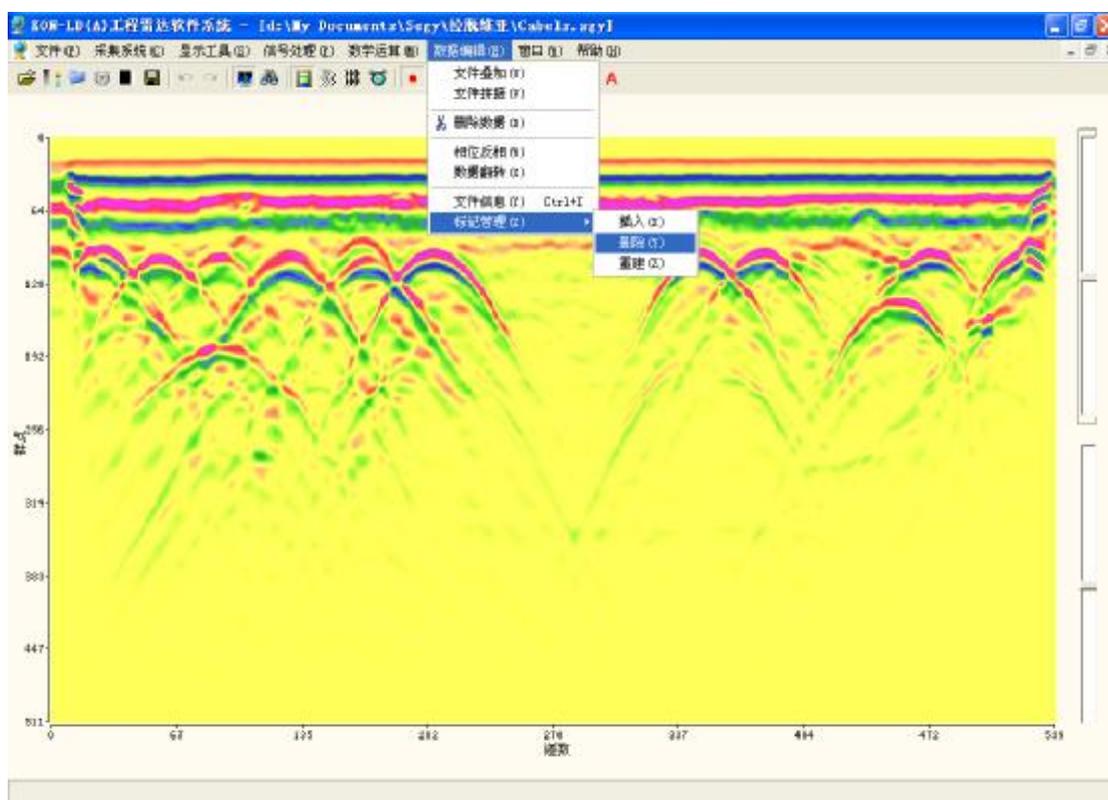
反转后：



6、 文件信息：即显示文件的相关信息，并可修改介电常数及剖面长度。



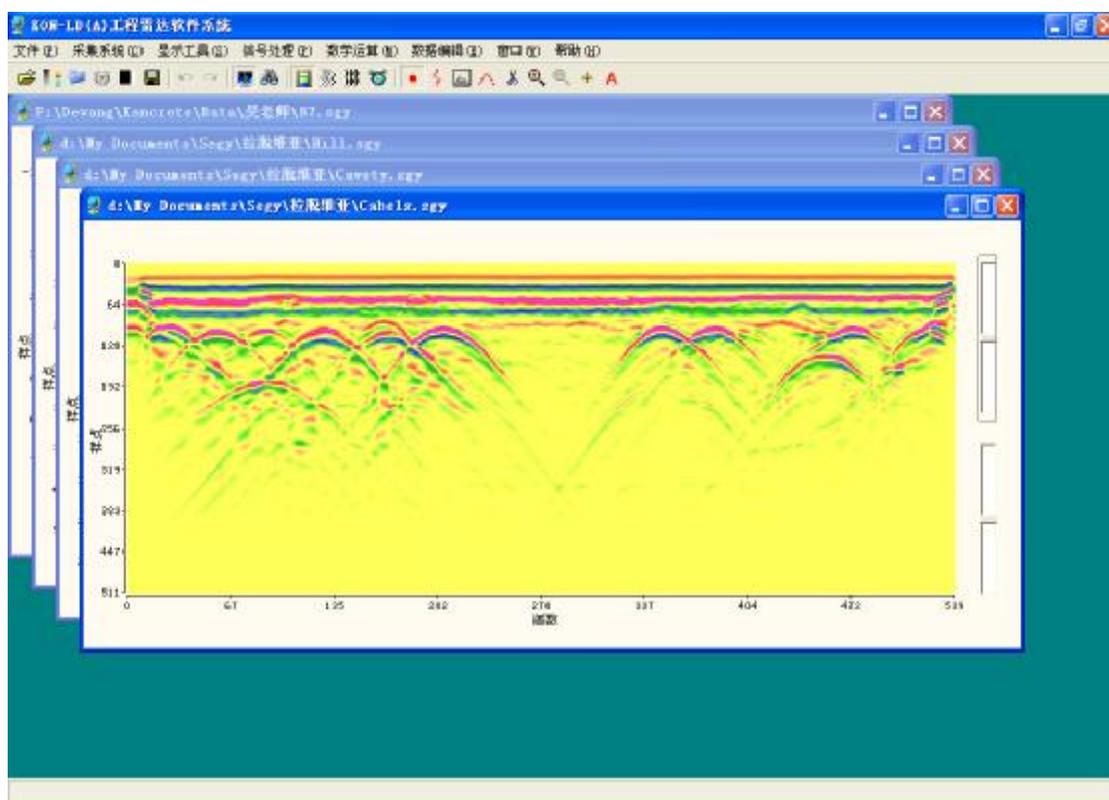
7、 标记管理：可以进行标记的插入、删除及重建操作。



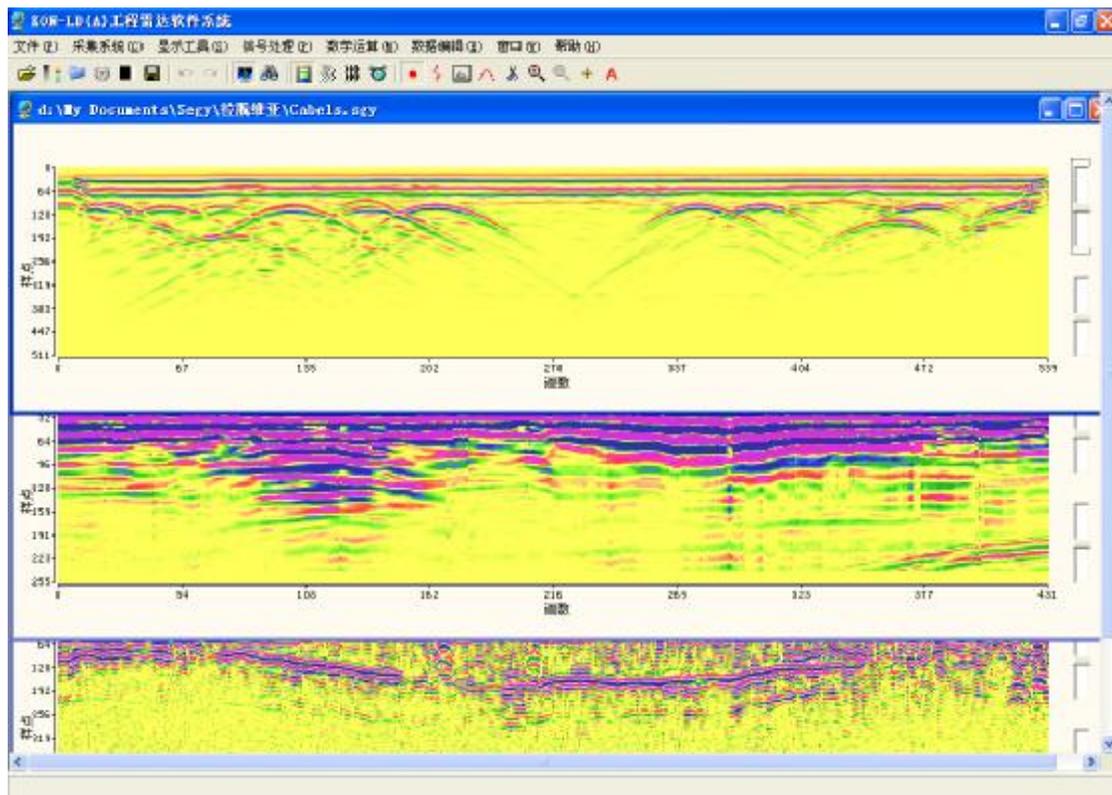
七、窗口

以三种方式排列窗口---层叠、水平平铺和垂直平铺。

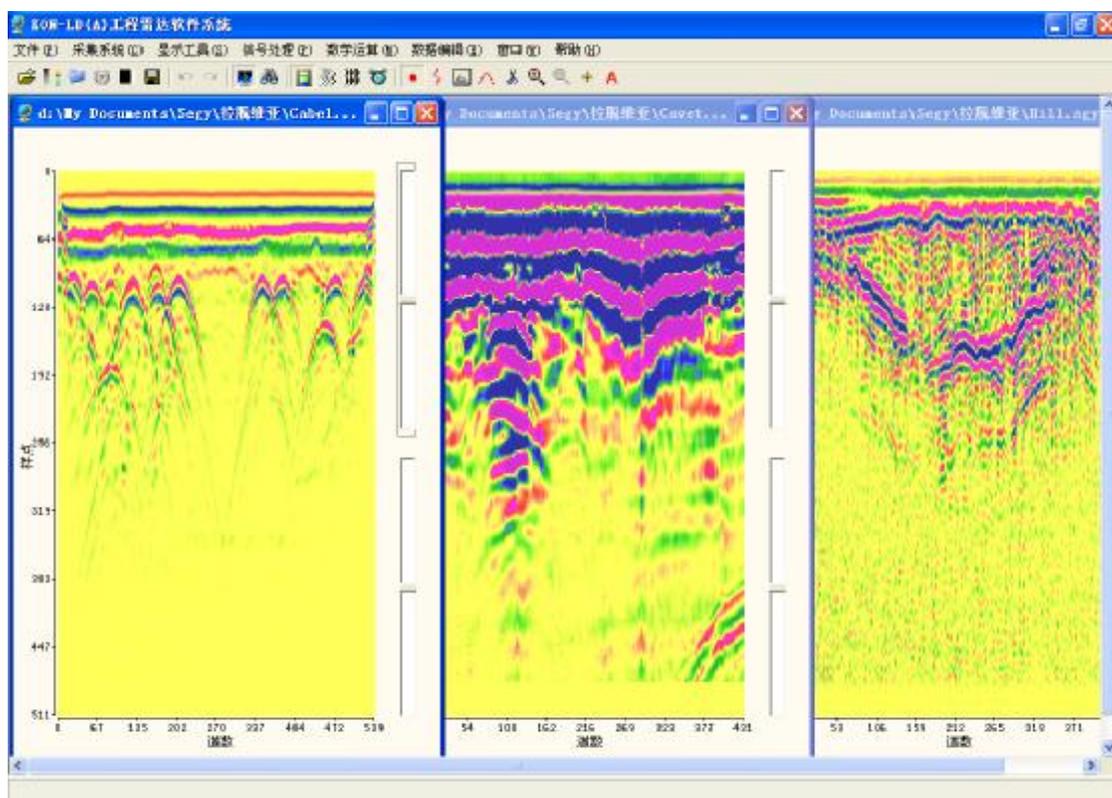
1、层叠



2、水平平铺



3、垂直平铺



附录一、工程雷达现场测试任务书

一、施工任务和测试目的：

二、测试计划（包括需要的设备、测试参数设置、拟采用的测试程序和处理解释方法等）：

附录四、常见介质的电性特征

常见介质的电性特征

介质	电导率 (sm)	介电常数 (相对值)	速度 (m / ns)	衰减系数 (dB / m)
空气	0	1	0.3	0
纯水	$10^{-4} \sim 3 \times 10^{-2}$	81	0.033	0.1
新鲜水	5×10^{-4}	81	0.033	0.1
海水	4	81	0.01	10^3
冰		3.2	0.17	0.01
花岗岩(干)	10^{-8}	5	0.15	0.01~1
花岗岩(湿)	10^{-3}	7	0.1	0.01~1
玄武岩(湿)	10^{-2}	8	0.15 (干)	
灰岩(干)	10^{-9}	7	0.11	0.4~1
灰岩(湿)	2.5×10^{-2}	8		0.4~1
砂(干)	$10^{-7} \sim 10^{-3}$	4~6	0.15	0.01
砂(湿)	$10^{-4} \sim 10^{-2}$	30	0.06	0.03~0.3
淤泥	$10^{-3} \sim 0.1$	5-30	0.07	1-100
粘土(湿)	$10^{-1} \sim 1$	8~12	0.06	1~300
页岩(湿)	10^{-1}	7	0.09	1~100
砂岩(湿)	4×10^{-2}	6		
土壤	1.4×10^{-4}	2.6~15	0.13~0.17 ($\epsilon_r=3\sim5$)	20~30
	$\sim 5.0 \times 10^{-2}$	~ 40	0.095 ($\epsilon_r=10$)	
			0.15 ($\epsilon_r=40$)	
肥土		15	0.078	
永久冻土	$1e-5 \sim 1e-3$	4-8	0.12	0.01-1
混凝土		6.4	0.12	
沥青		3~5	0.12~0.18	