



*GeoElectro*

电法数据处理软件系统

## 瞬变电磁法模块用户手册

2w 电法勘探数据处理软件

<http://www.dianfa.com>

公司地址：长春市朝阳区西民主大街 6 号

电话：13664400103

传真：0431-87912915

E-mail：wengaihua@sina.com

## 目录

中心（重叠）回线瞬变电磁测深数据处理解释系统 INLOOPTEM ..	- 7 -
1 系统简介 .....	- 7 -
2 运行 INLOOPTEM .....	- 8 -
3 INLOOPTEM 反演使用基本步骤 .....	- 8 -
4 打开数据文件 .....	- 9 -
4.1 VES 文件打开方法 .....	- 9 -
4.2 DAT 与 RAW 文件打开方法 .....	- 9 -
5 修改测点坐标 .....	- 10 -
6 数据处理（光滑所有测点数据） .....	- 11 -
6.1 数据截断 .....	- 11 -
6.2 数据光滑 .....	- 12 -
6.3 发射电流斜坡电流校正 .....	- 12 -
7 反演全部测点 .....	- 12 -
7.1 (无)约束反演 .....	- 13 -
7.2 光滑模型反演 .....	- 13 -
7.3 设置模型层厚度 .....	- 13 -
7.4 冗余层校正 .....	- 13 -
7.5 恢复反演结果 .....	- 14 -
7.6 浏览反演结果 .....	- 14 -
8 数据解释剖面图 .....	- 14 -
8.1 瞬变电磁响应剖面图 .....	- 14 -
8.2 绘制全区视电阻率断面图 .....	- 15 -
8.3 电阻率反演模型断面 .....	- 16 -
8.4 绘制视纵向电导断面图 .....	- 17 -
9 观测数据异常分析平面等值线图 .....	- 17 -
9.1 工作步骤 .....	- 18 -
9.2 详细流程 .....	- 18 -
10 单点数据处理与反演 .....	- 20 -
10.1 反演模型 .....	- 20 -
10.2 初始模型的确定及全区视电阻率的计算 .....	- 20 -
10.3 快捷的“使用其它测点” .....	- 21 -
10.4 设置反演参数 .....	- 23 -
11 精细调整 .....	- 23 -
12 (视) 电阻率-深度断面图 .....	- 24 -
13 高级技巧 .....	- 25 -
13.1 系统菜单认识 .....	- 25 -
13.2 快捷菜单认识 .....	- 26 -
13.3 主窗口反演工具按钮 .....	- 27 -
13.4 等值线图工具按钮 .....	- 27 -
13.5 鼠标的使用 .....	- 28 -
15 断面等值线图基本功能 .....	- 29 -

15.1 等值线图子窗口 .....	- 29 -
15.2 等值线图工具栏 .....	- 30 -
15.3 等值线图快捷菜单及图形修饰 .....	- 33 -
15.4 MapGis 及 CAD 格式 .....	- 35 -
大定源瞬变电磁测深处理系统 FLTEM .....	- 37 -
1 简介 .....	- 37 -
2 FLTEM 总控用户界面 .....	- 37 -
2.1 运行 FLTEM 软件 .....	- 37 -
2.2 重要说明 .....	- 38 -
3 FLTEM 建议 .....	- 38 -
4 FLTEM 使用过程 .....	- 38 -
5 快速入门 .....	- 38 -
6 大定源数据显示及操作 .....	- 39 -
6.1 测点显示 .....	- 39 -
6.2 剖面选择 .....	- 39 -
6.3 剖面模型精细处理 .....	- 40 -
6.4 剖面操作 .....	- 40 -
7 重置大定源几何参数（可选） .....	- 40 -
8 创建规则矩形测网 .....	- 40 -
9 计算视电阻率 .....	- 41 -
9.1 检查视电阻率 .....	- 41 -
9.2 多项式数据拟合 .....	- 41 -
10 多点反演 .....	- 41 -
10.1 反演方法 .....	- 42 -
10.2 相同初始模型 .....	- 42 -
10.3 约束光滑模型 .....	- 42 -
10.4 反演控制参数 .....	- 42 -
10.5 模型属性 .....	- 42 -
10.6 设置模型层数 .....	- 42 -
11 数据切片 .....	- 43 -
11.1 指定测道视电阻率或者电压平面分布 .....	- 43 -
11.2 指定视深度视电阻率平面分布 .....	- 43 -
11.3 指定深度的反演电阻率平面分布” .....	- 43 -
11.4 输出所有测点视电阻率-视深度数据 .....	- 44 -
11.5 输出反演模型 TECPLOT 文件及 Surfer3D 数据 .....	- 44 -
12 拟断面图（绘制断面图） .....	- 44 -
12.1 剖面切取 .....	- 44 -
12.2 剖面数据的显示 .....	- 45 -
13 单点反演处理 .....	- 45 -
13.1 启动单点反演子窗口 .....	- 45 -
13.2 单点反演 .....	- 46 -
14 批处理数据 .....	- 46 -
14.1 操作过程 .....	- 46 -

14.2 重要说明 .....	- 46 -
15 理论模型模拟与工作设计 .....	- 47 -
16 常见问题及原因分析 .....	- 47 -

## 中心（重叠）回线瞬变电磁测深数据处理解释系统 INLOOPTEM

### 1 系统简介

由 2W 开发的瞬变电磁测深数据处理系统 INLOOPTEM (GeoElectro 子系统) 是用于瞬变电磁测深数据编辑、提取、显示与反演解释的多功能软件，主要适用于如下的装置类型：

-  中心回线
-  重叠回线
-  分离回线

INLOOPTEM 瞬变电磁测深数据处理与解释解释软件直接对瞬变电磁仪器观测到的电动势进行数据处理与反演解释的程序。由于在一些条件下，瞬变电磁测深的电动势不能计算适合全区的视电阻率。因此，INLOOPTEM 避开了由视电阻率反演这一弱点，反演的结果较基于视电阻率反演的结果更为可靠。

利用 INLOOPTEM，您可以直接使用目前国内勘探市场上主流瞬变电磁仪器的观测数据，并在提供测点点位辅助信息的条件下，获得瞬变电磁某个测道的感应电动势的平面分布数据，并利用理论公式，可以同时获得某个测道（时窗）的视电阻率平面分布数据，还可以将该测道的电动势平面分布用彩色等值线图的形式显示出来，为进一步从平面上认识瞬变电磁异常与解释奠定基础。

INLOOPTEM 软件系统可以帮助您对中心回线瞬变电磁测深剖面数据进行

1. 滤波光滑处理
2. 激发极化效应的截断
3. 地形影响的校正
4. 绘制并打印整个剖面的电动势综合剖面图
5. 计算每条曲线的视电阻率及整个剖面的视电阻率-深度剖面
6. 计算每条曲线的视纵向电导随深度的变化及电导率断面剖面图
7. 结合方便的人机交互解释的更合理的一维可行方向法反演分析
8. 整个剖面的反演解释模型彩色柱状断面图
9. 方便快捷的剖面模型约束反演

INLOOPTEM 软件是完全 WINDOWS 的功能齐全的瞬变电磁解释系统，程序运行的界面如图 1-1。所有的操作步骤及基本顺序，都以快捷菜单中以操作序号表示出来，使用非常方便。图 1-2 是 TEM 数据处理基本过程的菜单提示。

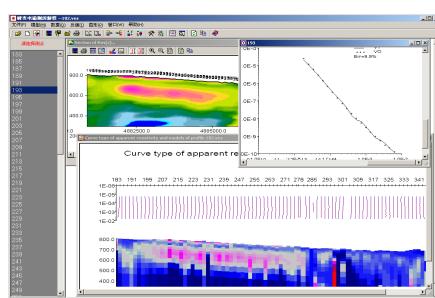


图 1-1 程序

运行的界面

## 2 运行 INLOOPTEM

在“桌面”上点击“中心（重叠）回线瞬变电磁处理”。

或者在“开始”菜单中的“程序”中找到“GEOELECTRO 电法数据处理系统”，点击“瞬变电磁数据处理与反演”，初始界面如图 1-3。

### 3 INLOOPTEM 反演使用基本步骤

INLOOPTEM 遵从电法数据处理的基本原则与步骤，即数据处理、数据反演、结果成图等几个步骤。

图 1-1 INLOOPTEM 程序界面为了突出这个特点同时指导用户使用，在“请选择测点”列表中设计了图 1-2 的快捷菜单。

3.1 “打开”已经反演的结果文件(\*.ves);

3.2 从“请选择测点”列表框中点击某个测点，将弹出该测点对应的解释子窗口；

3.3 在“反演解释子窗口”中的“模型区”，用鼠标选择“层电阻率”(模型区的竖线)，鼠标将变成 $\leftrightarrow$ ，水平按住拖动到合适的位置改变层电阻率；选择“层面位置”(模型区横线)，鼠标变成 $\downarrow$ ，按住鼠标垂直拖动到合适的位置松开；

3.4 每拖动一次模型，将计算对应模型的感应电动势，并在数据区用实线绘制出来，以便与原始数据比较；

3.5 如果模型不合适，可以通过“插入新的电性层”或“删除一个电性层”改变模型的类型；

3.6 使用“参数化反演”或者“光滑模型反演”，对初始模型进行更为精确的反演；

3.7 点击鼠标右键，从弹出菜单中选择“更新主窗口中模型”保存反演模型；

3.8 “保存”反演的模型。

点击“请选择测点”中的某个测点，将弹出与该测点号对应的观测数据处理与反演子窗口(图 1.6)。

如果打开的是原始数据文件(\*.raw、\*.dat)，则与该数据对应的一维反演初始模型为三层 K



图 1-2 操作顺序提示菜单



图 1-3  
INLOOPTEM 程序初  
始界面

型模型。如果是反演解释结果的 VES 文件，模型区将绘制文件中保存的上次反演解释的结果模型。

#### 4 打开数据文件

有多种文件可以打开，包括 VES 文件、USF 文件、RAW 文件、GX7 文件以及其它仪器厂原始观测数据文件。

##### 4.1 VES 文件打开方法

点击工具栏中的“打开文数据件”按钮，或者“文件”菜单中子菜单项“加载”

- ▶ 从打开文件对话框中选择文件后缀为\*.ves
- ▶ 选择待解释的数据文件
- ▶ 打开

程序将从数据文件中读入观测数据与反演的模型，并从同名的 TXF 装置文件中读入装置参数，并用读入的数据块初始化“选择测点”列表框。具体操作结果如图 1-4。



图 1-4 加载数据后的窗口

说明：

虽然打开的是 VES 文件，但实际上程序同时打开与 VES 同名的瞬变电磁测深装置文件 CFG。有关 CFG 的格式见附录

##### 4.2 DAT 与 RAW 文件打开方法

- ▶ “文件”
- ▶ “打开测线数据”或者点击“打开文数据件”按钮
- ▶ 从打开文件对话框中选择文件后缀为\*.raw 或者\*.dat
- ▶ 选择待反演的原始数据文件
- ▶ 打开

此时，将弹出图 1-5 所示的测点（桩号）数据块选择对话框，程序将从打开的文件中读入所有的瞬变电磁观测数据块或测点（桩号）并显示在左边的数据块列表中。



图 1-5 RAW 格式数据文件打开 .USF 以及 DAT 格式与此同此。

在该对话框中，最上边是打开的原始数据文件名。左边是一个列表框，显示当前被打开文

## GeoElectro 电法多模块系统

件所包含的所有可能的瞬变电磁测深（包括常规的瞬变电磁测深数据与浅探测的甚早期瞬变电磁测深即 NanoTEM 的观测结果）数据块块号。

右边也是一个列表框，用于显示已经选择的有效数据块。通过功能按钮“**选中当前块**”、“**全部选中**”可以将左边数据块添加到右边的列表框中，而通过“**删除选中**”和“**删除全部**”功能按钮，可以将右边列表框中选择的数据块删除，或者清空所有的选择，回到初始状态。

每当用户在左边选中一个数据块时，与该数据块相关的信息将在对话框的下部左边显示出来便于用户挑选合适参数的数据，而观测的感应电动势在左边绘制出来，以便用户根据曲线的变化情况了解数据的质量，从而决定是否选择该块数据。

在所有的数据块选择完成后，“**确认**”即可完成整个剖面上各测点数据的选择。程序返回到主界面，同时测点显示在左边的“**请测点列表**”中。

说明：

如果用户想打开其它的测线文件，可以在该对话框中重新打开文件，点击“**打开数据文件**”，将选择新的 RAW 文件，替代当前已经打开的数据文件。

如果一条测线很长，可能不是一次测量完成，观测数据被保存在不同的 RAW 文件中，此时为将不同文件中的数据合并到一条剖面中进行解释，可以使用这里提供的“**添加数据文件**”，程序将从其它数据文件中读入数据块，并添加到当前已经打开的数据中。

## 5 修改测点坐标

测点坐标对成图以及结果分析非常重要。很多数据没有测点坐标信息，或者坐标在测量过程中设置错误。在成图过程中，需要进行调整。在图 1-2 中的快捷菜单中，点击“测点坐标修改”，弹出如图 1-6 的对话框。在该对话框中，列出当前加载剖面各测点（块号）及对应的（x, y, z）坐标。用户可以对每个测点的坐标进行修改。同时可以将修改后的坐标保存到文件中。也可以将已经存在的点位坐标加载进来，代替当前的测点坐标。确认正确无误后，点击“**确定**”。



图 1-6 测

点坐标修  
改对话框。

对于加载的 RAW 数据，每个测点的点位数据是由原始数据(raw 文件)中的 Rx 确定的。由于通常用户在操作 GDP32 时，多不设定 Rx。因此，点位都默认为 1。显然，如果不根据实际测点的位置修改加载的数据，在绘制断面成果图时，点位将是错误的。

对于加载的 Dat 文件，数据中已明确地给出了有关测点坐标，如果没有错误，将直接从数据中获取。

需要用户注意的是，在坐标区，右击鼠标会有快捷菜单，帮助用户提高工作效率。

修改后测点坐标被保存在 VES 文件中，用户也可以把测点坐标单独保存为 POS 文件。在后来的成图中，当考虑地形时，可以加载这些坐标，获得地形条件下断面图。

**说明：**

如果您的剖面工作不是传输保存到同一个文件中时，利用“添加数据”功能将其它文件中原始观测数据添加到当前选择中来，从而实现同一剖面不同文件中多个测点数据合并。

**6 数据处理（光滑所有测点数据）**

在正式进行反演前，应首先对加载的数据进行初步分析。以图 1-7 为例，由于观测的晚期测道时间较长，激发极化效应的影响已经非常明显，甚至超过瞬变电磁响应。由于激发极化效应是负值，在绘对数图时取反，变成图中框中的情形。此外，当观测装置参数不合适时，还出现早期的饱和效应。虽然此时曲线非常光滑，但也无效，必须截断。同时，由于噪音，部分数据将出现蹦跳。由于饱和效应与 IP 效应不能参与数据反演，因此，应将其消除。

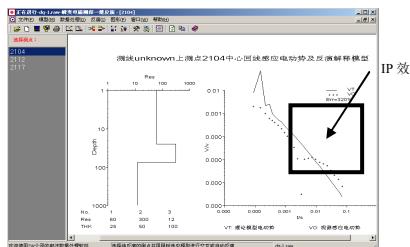


图 1-7 单测  
点反演子窗口

为此，点击图 1-2 菜单中之“光滑所有测点数据”，弹出图 1-8 中的对话框，提示用户进行激电效应截断与数据用户手动光滑。

**6.1 数据截断**

数据截断不仅用于激电效应消除，在噪音较强的情况下，对晚期数据通常也要进行截断。

图 1-9 中数据截断的实现：在“截断方式”中选择“向右”后待截断的时间道上右击鼠标，将用绿色标示出已经截断的数据，然后再在“截断方式”中选择“向左”后再右击鼠标选中左边有效时间道，无效的时间道将同样变为绿色。确定后，数据变为图 1-10 的情形。

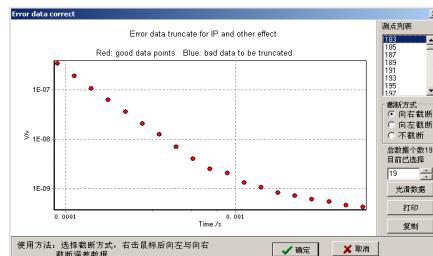


图 1-8 光滑数据对话框

## GeoElectro 电法多模块系统

如果用户对截断的数据感觉不合适，可以点击“**截断方式**”中**“不截断”**，取消原来的截断数据。

### 6.2 数据光滑

在该对话框中，对于局部受噪音影响的数据，还可以进行手工光滑调节。对于用户不满意的数据，可以直接用鼠标点击选中该时间道数据，然后直接拖动到合适的位置上即可。

在数据截断与光滑后，图中红色的点表示的有效数据将被保留下来，将不参与反演，并且在以后只保存有效的数据，其余的数据将被抛弃。

#### 注意：

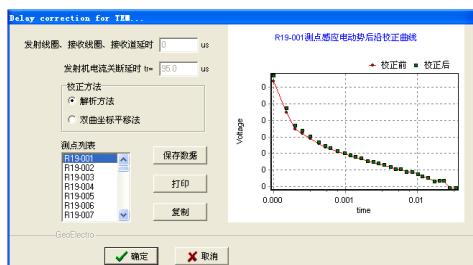
在反演之前，还可对数据进行光滑处理。但由于光滑实际是一种平均，因此，在数据变化规律较为平稳时，最好不进行光滑处理。

因此，建议用户将原始数据备份一份，或打印出来存档。

### 6.3 发射电流斜坡电流校正

当大功率工作时，电流波形对观测结果影响将很大。为此，需要进行电流波形校正。这里提供了两种校正技术：解析方法和双曲坐标平移法。建议采用第一种方法。

点击“测点列表”可以浏览各个测点校正前后电动势的变化情况。



## 7 反演全部测点

对于剖面数据，如果测点较多，用户不必一个测点一个测点反演。为提高效率，可以选择图 1-2 中的“反演全部测点”功能，此时有图 1-11 的对话框。

图 1-9 数据截断方法

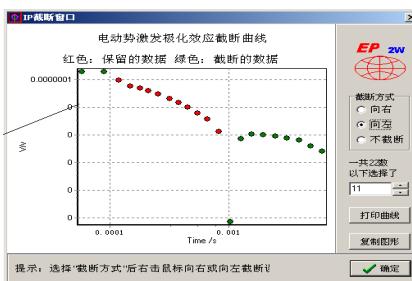
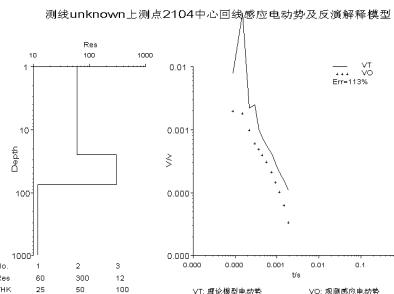


图 1-10 截断误差后感应电动



通常,用户只需要点击“OK”(确定)按钮,就进入剖面反演进程,并有图 1-12 的对话框提示反演的进程。

### 7.1 (无)约束反演

当需要定量确定电性层的电性参数,如电阻率、厚度等,可以采用约束或者无约束反演方法,此时,程序根据用户提供的初始模型,根据数据对模型进行有限的修改。由于修改量有限,反演的结果受用户给出的模型参数影响很大。要求用户有较丰富的实际经验及当地的地质、地球物理信息。

### 7.2 光滑模型反演

光滑模型反演是目前主流的地球物理反演方法,也称 OCCAM 反演方法。该方法的特点是不用用户提供初始模型,反演自动进行,且反演的结果基本反映地层电阻率变化。因此,我们推荐用户使用该反演方法。

### 7.3 设置模型层厚度

如果用户希望按照反演指定深度以上的电层,可以点击“设置模型层厚度”设置模型层数,层厚度等。点击“修改层厚度”将弹出对话框可以对各层厚度分别进行修改。具体见右图。

### 7.4 冗余层校正

由于浅部观测数据和深部观测数据的不完全和不完整,反演得到的表层和深层电

阻率不容易受观测数据的约束,反演的电阻率可能过大或者过小。这些值不符合实际地质情况,需要进行校正。

校正通过三个途径完成:

- (1) 单点调整,参见第 (10) 节;
- (2) 精细调整,参见第 (11) 节;
- (3) 本节的“冗余层校正”技术。该技术自动进行,可以完成大部分不合理层电阻率的校正,但对于



图 1-11 反演全部测点设置对话框

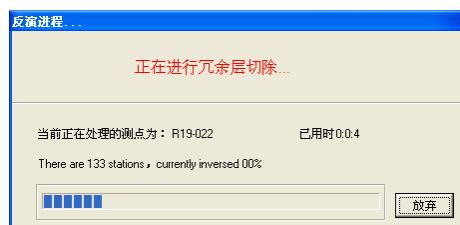


图 1-12 剖面反演进程提示



模型层厚度设置对话框

修改各层厚度



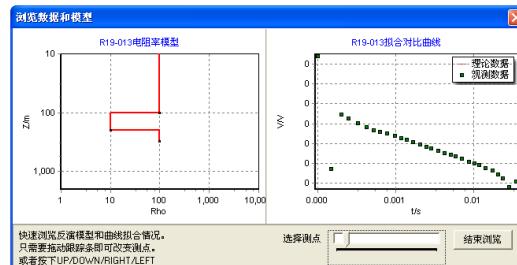
特殊测点，可能不完全，因此，最好这几个手段并用，达到理想的效果。

## 7.5 恢复反演结果

由于数据质量的不稳定性，反演工作有可能随时终止。这种情况在数据适当编辑后较少发生。一旦由于反演意外终止，可以重新启动程序，加载待反演的数据，然后使用“恢复反演结果”，弹出文件打开对话框，将同名的带有 backupfile 字样的反演模型备份文件调入程序，就可以实现原来工作的恢复，找出程序意外终止的错误数据并处理后，继续进行处理。

## 7.6 浏览反演结果

反演结束后，可以通过“浏览反演结果”对反演模型进行分析，了解反演结果的可靠性和合理性。该功能通过用鼠标拖动“选择测点”箭头选择不同的测点，也可以利用键盘的方向键实现测点切换。



## 8 数据解释剖面图

瞬变电磁测深数据除单点显示外，还需要按照剖面甚至平面综合起来，以了解整个断面或者测区的电性变化情况。

INLOOPTEM 提供了多种剖面综合图件，这些图件包括：瞬变电磁响应剖面（电压抽道剖面）、全区视电阻率-深度断面图、纵向电导断面图、电阻率反演模型断面图、解释模型综合断面图以及视电阻率深度切片的平面等值线图等。

### 8.1 瞬变电磁响应剖面图

瞬变电磁响应剖面是瞬变电磁剖面及测深中数据解释的一个基本图件。为绘制加载数据的瞬变电磁剖面，用户可在“选择测点”列表框中点击鼠标右键，弹出快捷菜单，从中点击“显示瞬变电磁测深综合剖面”，此时弹出如图 1-13 的对话框。

在该对话框中，用户可以决定显示的时窗，打印该剖面图，复制图形到文字报告中。此外，在该对话框中还有一个快捷菜单（图 1-14），用于实现对图形的修饰和光滑数据。

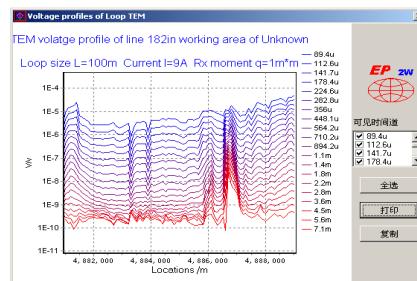


图 1-13 电压抽道剖面

#### 注意：

如果测点的工作频率不一样，将无法“显示瞬变电磁测深综合剖面”。

## 8.2 绘制全区视电阻率断面图

全区视电阻率断面图是瞬变电磁测深数据解释的重要图件。为了绘制剖面的视电阻率断面图，用户可在图 1-2 中的快捷菜单中点击“全区视电阻率-深度断面”，此时系统将根据观测数据采用先进的算法计算中心回线、重叠回线和分离回线的全区视电阻率。同时，INLOOPTEM 将根据烟圈反演理论计算模型的近似深度。

之后图形显示下面的对话框（图 1-15，选择显示电阻率方法是“对数电阻率”还是“正常电阻率”，后绘制断面等值线。图 1-16 和图 1-17 是分别选择这两种方式后的断面图。从原理上说，对数电阻率断面比正常电阻率断面反映的断面电阻率细部特征更加丰富。推荐用户使用该模式。



图 1-14 电  
压抽道剖  
面快捷菜单

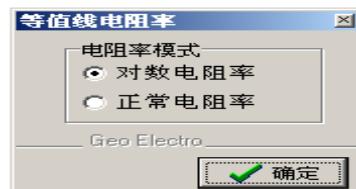


图 1-15 电  
阻率显示方  
式

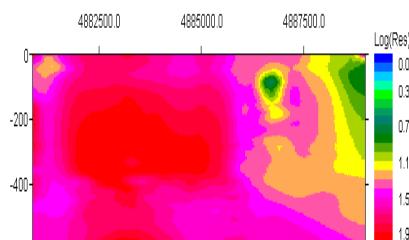


图 1-16 对  
数模式视电  
阻率断面

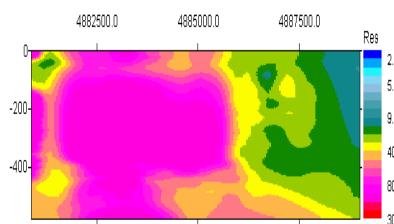


图 1-17 正  
常模式电阻  
率断面

**注意：**

这里的深度坐标是近似深度，不是实际深度。实际深度用户可以根据反演结果，调整设置视深度比例系数。由于该图件以定性分析为主，深度信息可以从反演断面图上获取。

### 8.3 电阻率反演模型断面

反演的模型断面，以两种图件显示，一种是电阻率断面图（图 1-18），以等值线形式反映电阻率在断面上的变化；另外一种是彩色柱状图（图 1-19，以类似地层柱状图形式突出表示地层空间变化特征。

#### 8.3.1 电阻率断面图

该图件反映了真实电阻率与真实的深度，是剖面定量解释的重要依据。深度单位为 m。电阻率以正常电阻率模式显示。

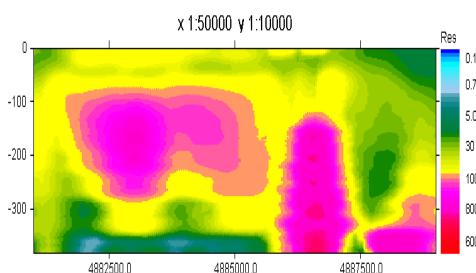


图 1-18 瞬变电磁数据反演得到的电阻断面图

#### 8.3.2 解释模型综合断面图

为了了解整个断面的观测结果变化情况以及反演解释的模型沿剖面的变化规律，需要绘制断面反演综合剖面图。该图件将视电阻率剖面曲线类型图和反映地层分布的电阻率柱状图综合显示出来，如图 1-19 所示。

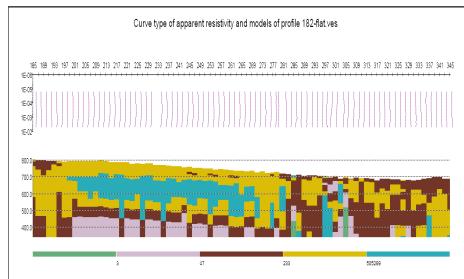


图 1-19 解释模型综合断面图

用户在图 1-2 的快捷菜单中点击 “[7]视电阻率-反演模型断面图”，生成上图的图形子窗口。

在该窗口中，上半部分是各测点的电动势（或者视电阻率）沿剖面的变化情况，即所谓的曲线类型图，定性反映电性沿剖面的变化情况。下半部分是对应的解释模型分布情况，以彩色柱状图形式表示，突出地层分布特点。

同时，系统的菜单发生变化，在主窗口的菜单中将出现“模型断面”菜单，具体结构如下：

打印	= 打印断面类型图形
复制	= 将断面类型模型图拷贝到系统剪贴板上
刷新图形	= 刷新图形

隐藏(显示) 观测数据	=
隐藏(显示) 理论曲线	= 在观测曲线上叠加模型的理论数据曲线
隐藏(显示) 模型曲线	=
模型显示为曲线(柱状图)	= 切换柱状图显示方式“柱”或者“线”
曲线纵向比例	= 改变图形纵向长度
单点曲线宽度比例	= 横向拉伸或压缩图形
图名	= 修改图名
色标	= 修改柱状图色标
显示深度参考线	= 显示、隐藏深度参考
刷新	= 重新绘制图件
保存模型断面数据	=

需要说明的是，对于“显示模型曲线”，图中只给出了一维反演模型的电阻率随深度变化的基本趋势，给出具体的深度估计。而对于电阻率，由于横轴太短，无法绘制。下图是模型显示为曲线的情况。

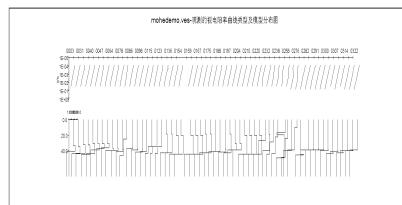


图 1-20 曲  
线形式的综  
合剖面图

#### 8.4 绘制视纵向电导断面图

INLOOPTEM 提高了高分辨的纵向电导解释功能，利用该功能，根据烟圈理论，计算剖面各个测点的纵向电导-深度变化规律，并以断面等值线的形式将剖面电导率的分布显示出来。图 1-21 是图 1-20 视电阻率模型的纵向电导解释结果。

为了绘制剖面的高分辨纵向电导断面图，用户可在图 1-2 的快捷菜单中点击 “[6]高分辨纵向电导断面图” 即可。

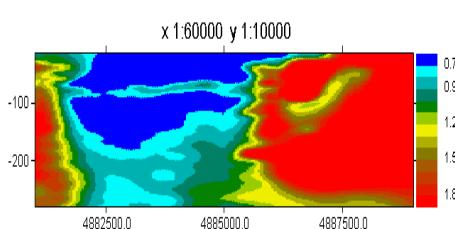


图 1-21 纵  
向电导断面  
图

#### 9 观测数据异常分析平面等值线图

为了获得工区平面观测数据或者电阻率变化规律，常常绘制参数平面等值线图。该功能利用主程序“文件”菜单中的“深度抽样”功能可以方便地帮助您实现这一目标。

“深度抽样”功能可以获得：

## GeoElectro 电法多模块系统

- (1). 某个测道观测的对应感应电动势平面分布规律。电动势的大小反映了导电性的弱强。通过同一时窗电动势的比较，定性确定相应时窗的各个测点电阻率平面变化。
- (2). 某个深度的电阻率平面变化规律，相当于进行深度切片。

为实现平面数据提取，要求用户输入同一工区多个剖面的观测数据文件、相应的剖面测点点位文件，在选择合适供电周期后，“保存数据”到指定的文件夹中，同时绘制出相应参数的平面等值线图。图 1-22 是窗口界面。

### 9.1 工作步骤

为完成平面数据的提取，用户需要按照如下的步骤进行工作：

- 1 加载数据文件 (ves.raw.dat),
- 2 打开点位文件(\*.txt)(可选),
- 3 选择待提取的瞬变电磁测道（窗口）编号，
- 4 确定“绘图参数”是“电动势”还是“视电阻率”，
- 5 切片或者保存数据为 xyz 格式。



图 1-22 平面分析数据提取对话框

### 9.2 详细流程

#### (1) 打开 Raw 文件

当用户点击“打开 RAW 文件”按钮后，程序将弹出打开文件对话框，其默认的文件后缀为\*.ves。选择需要分析的剖面观测数据文件。

#### (2) 选择标准块

在数据块选择“确定”后，程序将提示从所选择的块中，选择某块，用该块的供电周期作为标准，只有与该块的供电周期一样的数据块才可以用于数据提取。用户每在右边“数据块列表”中选择一个数据块，该数据块对应的供电周期将显示在列表框的下面，以便用户参考（图 1-23）。在获得合适的数据块后，“确定”即可。

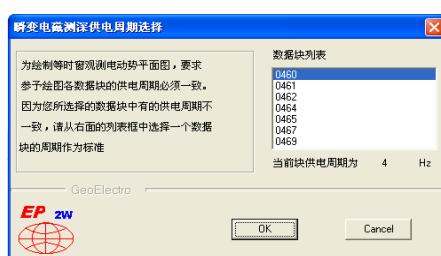


图 1-23 标准块选择窗口

为什么要使用某个块作为标准呢？因为不同的供电周期，相应的观测窗口时间不同。同一个观测时窗序号，高频供电时要比相对低频供电周期对应的采样时间小，这样，两种周期同一时窗的探测或者说是反映地下异常的深度是不一样的。如果将这些反映不同深度的数据综合到一张平面图上，将造成错误的解释。

因此，在选择合适的标准供电周期后，只有具有相同供电周期的数据才参与计算，因此，得到的平面数据具有一定的可比性。

### (3) 选择时窗

在上面的工作完成后，标准数据块中的各个时窗将显示在主窗口右边的列表框中，如图 1-24

### (4) 打开点位文件

点击“点位文件”将弹出打开对话框，用户与原始数据正确的点位后，文件中数据将显示



图 1-24 时

位文件  
“打开”  
按钮，  
文件对  
在选择  
对应的  
文件的点位  
在“块

号及点位”数据网格中。图 1-25 是一个操作结果。通过查看数据，可以了解打开点位数据是否正确。

需要说明的是，点位文件中保存的是点位及观测数据块号。如果点位文件中的块号与原始数据文件中的块号一样，或部分一样，这些一致的数据块中的文件将被提取出来。否则，将提取不出任何数据。

### (5) 保存数据

点击“保存数据”，弹出保存文件对话框，在指定文件名后，程序将按照用户选择的时窗（测道），根据打开的点位文件中的数据块号，从原始数据文件中读取相应时窗的数据，并按照三列文本格式将点位及电动势或其对应的视电阻率保存到用户指定的文件中。同时显示参数平民等值线图（图 1-26）。

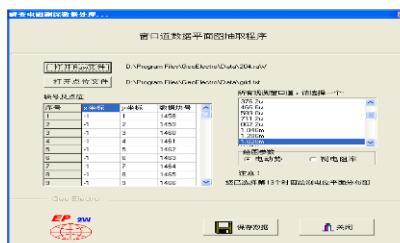


图 1-25 窗口道抽取设置界面

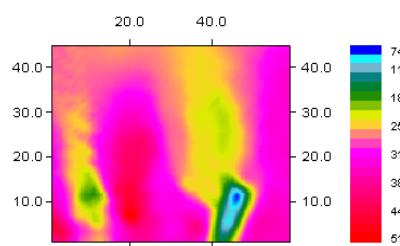


图 1-26 视电阻率平面等值线图

## 10 单点数据处理与反演

### 10.1 反演模型

由上图可见，给定的初始模型不合适，因为曲线的误差较大。

由于理论电动势比观测数据大，按照高阻地层电动势衰减快，估计是表层电阻率过小，选中第一层电阻率，将其变为  $364\Omega\text{m}$ ，拟合效果明显改善（图 1-27）。

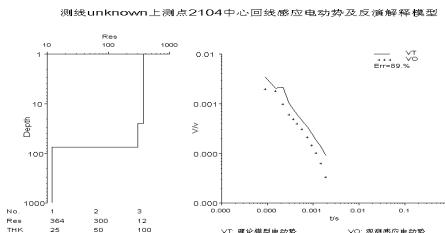


图 1-27 模型及数据拟合情况

此时，可点击“反演”按钮 ，或菜单

- ▶ 反演
- ▶ 自动反演

经过反演，得到图 1-28 的反演结果。从图可见基本达到反演的效果。

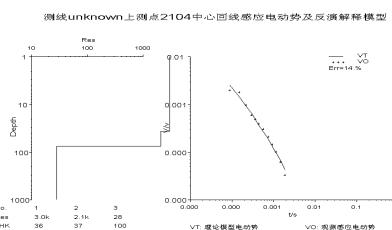


图 1-28 模拟及拟合结果

现在，保存我们的结果。具体过程：

- ▶ 在图形区点击鼠标右键
- ▶ 快捷菜单中“更新主窗口中模型”

这样，我们的反演结果将被保留到文件中。同时，该点反演结果也可以被其它测点使用。我们现在关闭当前的反演窗口，完成了一个测点的电动势反演工作。

#### 我们的建议：

纯粹的反演仅从数学的角度实现了曲线的拟合。在实际中，该反演解释模型的正确性需要参考实际的地质情况进行修改。我们认为该反演解释模型是合适的只是从数据的拟合及一些先验信息给出的。广大解释人员应该引起足够的重视。

### 10.2 初始模型的确定及全区视电阻率的计算

反演的关键之一是确定合适的初始模型。这可以（1）、利用地质信息给出初步的电性分层；（2）、由计算全区视电阻率曲线进行分层。这里我们利用全区视电阻率的变化规律确定对应电动势响应可能电阻率断面。为计算视电阻率，用户可点击

- ▶ 反演
- ▶ 计算视电阻率

此时将弹出图 1-29 的当前测点数据块的视电阻率变化窗口。该结果可以被打印或者粘贴到文字报告中。

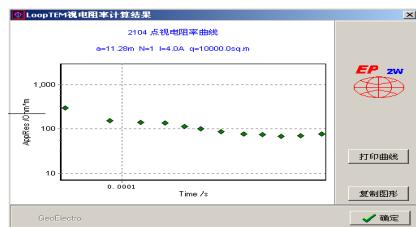


图 1-29 视电  
阻率计算窗  
口

同时，对于该测点，我们还可以计算视纵向电导/视深度曲线，如图 1-30。我们同样可以将其打印出来，作为成果图使用。

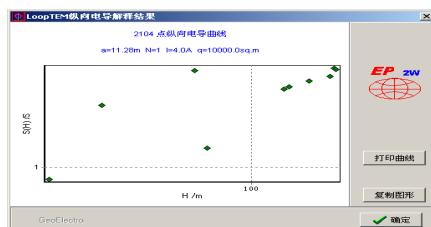


图 1-30 视  
纵向电导曲  
线

### 10.3 快捷的“使用其它测点”

点击“测点列表框”中的其它测点，将弹出该测点的反演子窗口。比如，选中了 0507 号点，该点的模型与数据曲线如图 1-31

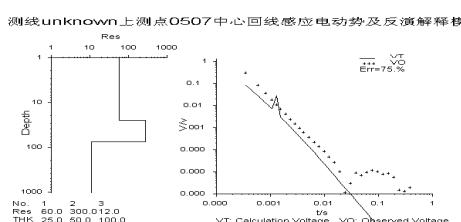


图 1-31 模  
拟及拟合曲  
线

从上图可见，数据质量与上面 2140 号测点一样，需要截断激电效应。激电效应截断后的数据图 1-32

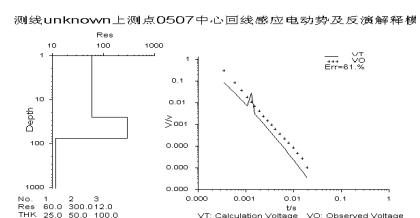


图 1-32 模拟及拟合结果

为了确定合适的反演初始模型，用户可以先计算该响应的视电阻率曲线，并根据视电阻率变化规律确定合适的初始模型。上图中曲线的视电阻率见图 1-33。从图可见，基本可以用三层的 H 型模型来反演。为此，采用鼠标将上图中地电模型进行修改，得到图 1-34 的反演解释结果。



图 1-33 视电阻率曲线

为了提高反演解释的速度。我们知道，地电模型的横向变化不是太快，除非在构造复杂的工区。因此，可以采用其它已经反演成功的测点的电阻率模型进行反演。

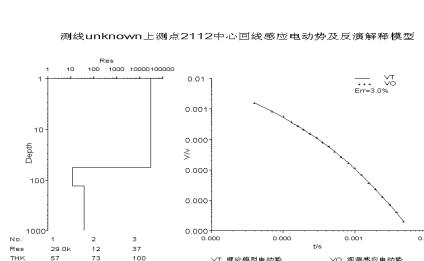


图 1-34 模拟及反演对比情况

我们可以从各个测点的视电阻率变化规律确定出相近的电阻率。但一个更直接的方法是使用快捷菜单中的菜单项“**使用其它测点反演模型**”与“**更新主窗口中模型**”。通常一条测线有很多的测点，虽然测点下方电阻率模型可能相差很大。但肯定有很多测点的曲线非常相近。这样，如果视电阻率曲线相近的某条曲线已被成功反演，那么，其它与之相近的测点就可以直接使用该模型进行自动反演而无须进行人机交互反演。当点击“**使用其它测点反演模型**”后，会弹出图 1-35 一个对话框，从该对话框中，用户可通过“**选择测点**”列表框，从中选择与当前曲线最接近的曲线。如果该测点已经成功反演，则利用该测点模型替换当前测点模型。



图 1-35 “使  
用 其 它 测  
点”功 能 窗  
口

通过比较,发现 2112 电动势与当前测点数据非常接近,因此利用该点的模型作为当前测点的初始反演模型。这里假设 2112 数据块已经成功反演。

操作的结果见图 1-36 从图可见,利用 2112 模型作为初始模型数据的拟合差仅为 6% 为  
进一步反演奠定基础。

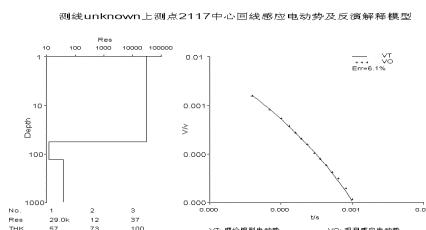


图 1-36 模  
型及拟合结  
果

与之配合的是“更新主窗口中模型”。当用户对某各测点反演完成后,最好是将反演的模型更新到主窗口中,以便其它的测点在反演时使用。

#### 10.4 设置反演参数

反演过程由许多参数控制,如反演方法、反演数据的类型等。图 1-37 是我们反演中的一些参数设置,这些参数推荐用户不用修改。

按照上面的操作,可以完成整条剖面的数据反演。



图 1-37 反  
演参数设置

### 11 精细调整

在电磁法的应用中,尤其是在水文地质、工程地质等应用中,对地层的深度精度要求非常扣克。自动反演虽然能保证数据拟合误差达到最小,但反演的模型不一定就符合地质特征。因此,必须对反演得到的电阻率模型进行精细调整,使电阻率在剖面上、甚至平面上与地质规律相符合。

“精细调整”功能就是满足该需求。在精细调整过程中,需要注意如下的原则:

1. 调整前详细研究工区的地质与地球物理特征,特别是了解标志层与目标层的电性特征,如厚度范围、电阻率大小;
2. 精细调整应该从剖面域、甚至平面域中全盘考虑,大局把握;
3. 精细调整过程中,最好标志层的电阻率或者厚度不变化。通常,对于目标层,一般假设

## GeoElectro 电法多模块系统

电阻率不变化，而调整厚度。因为岩性、含水量等在一个不大的区域内可以认为没有变化，而只是地层厚度变化。如果同时变化，调整非常困难。对于个别同时变化的点，单独考虑。

为实现精细调整，点击图 1-2 快捷菜单中的“[12]精细调整”，显示图 1-38 的对话框。

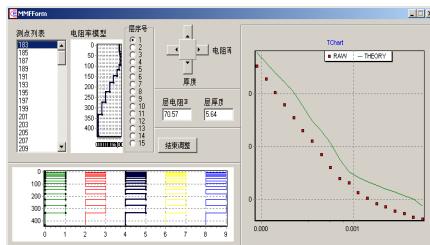


图 1-38 精细  
调整窗口

操作过程：

- (1) 在“测点列表”中点击需要调整的测点，如 183，对应的解释模型将显示在“电阻率模型”区中；
- (2) 确定需要调整的目标层“层序号”，当前层“层电阻率”和“层厚度”将显示在列表框中；
- (3) 点击▲增加或者▼减小当前层层厚度；点击减小◀或者增加▶层电阻率。没调整一次，当前模型的感应电动势曲线就会显示在右侧，并和原始观测数据进行对比；
- (4) 同时，为了增加调整的合理性，在左下角显示出剖面上当前测点及其前后 2 个测点的电阻率模型变化情况，以便进行全面比较分析；
- (5) 所有目标点调整完成后，点击“结束调整”。

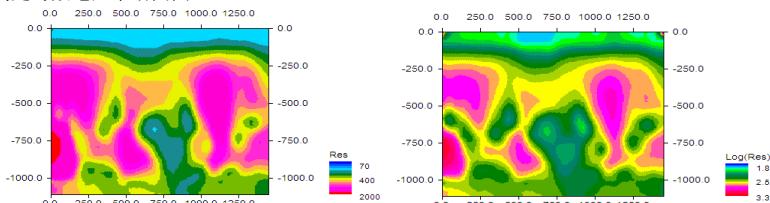
## 12（视）电阻率-深度断面图

点击“视电阻率-深度断面”或者“电阻率-深度断面”，将弹出如下的对话框。



正常电阻率：断面图参数为电阻率的真实值  
对数电阻率：断面图绘制取对数后电阻率。  
由于对数后电阻率能突出弱小的电阻率变化，因此，对提取和分析弱电阻率异常有一定的效果。

确定后，将在等值线子窗口中绘制出如下的电阻率断面图。左边的正常电阻率断面图，右侧是对数电阻率断面图。



## 13 高级技巧

### 13.1 系统菜单认识

#### (1) 文件

加载文件	=	打开 VES 格式的野外数据解释结果文件
新建模型与理论数据	=	建立理论模型与数据
深度切片	=	绘制指定深度的(视)电阻率平面等值线图
保存反演模型为 VES 格式	=	将反演电阻率模型及数据保存 VES 文件中
关闭反演测点	=	关闭当前测点的反演子窗体。如果模型已被改变，将提示是否接受对模型的修改。
关闭测线	=	将关闭该测线所有的子窗口，同时提示是否保存该测线的反演结果。关闭测线后，与该测线有关的所有测点将从窗体左边的测点列表框中同时删除。
打印	=	打印反演模型及拟合曲线
打印机	=	设置打印机
关闭	=	退出反演软件系统

#### (2) 模型

修改层电阻率	=	通过对话框修改层电阻率
修改层厚度	=	通过对话框修改层厚度
插入新电性层	=	利用对话框在当前层前插入新电性层，输入层电阻率和层厚度。新模型将增加一层。
删除电性层	=	删除当前电性层，原有的模型将减少一层。
程序自检	=	利用当前模型计算理论数据，并代替原来的观测数据，并利用该数据进行反演解释，确定程序的正确性。

#### (3) 数据处理

修改回线装置	=	修改当前数据块的发射回线尺寸、供电电流以及接收回线的有效磁矩。一般情况下，用户不用该功能。在程序中已经对这些参数进行了归算。
斜阶跃激发校正	=	校正激发电流的斜坡效应
激电效应截断与数据光滑	=	消除由于激电效应产生的晚期瞬变电磁负响应，人工或利用自适应光滑方法对观测的电动势数据进行光滑，压制噪音

显示打印数据	=	
--------	---	--

## (4) 反演

计算视电阻率	=	由观测的感应电动势，利用连分式技术计算该测点的视电阻率-时间关系
纵向电导近似解释	=	利用视纵向电导解释方法对当前数据块的感应电动势计算纵向电导与深度
设置约束条件	=	指定反演的具体工作参数，一般情况下，用户可以不用修改这些参数。
自动反演	=	利用默认的反演控制参数，在当前人机交互反演的基础上，进行视电阻率一维自动反演。如果反演成功，则更新当前反演模型与拟合结果。
高分辨率反演	=	利用先进的反演算法获得地电模型更详细的地层分布

## (5) 图形

刷新	=	如果图形区出现异常曲线，执行刷新后将去除图形错误
复制	=	将当前的模型与数据图形复制到系统剪贴板上，在其它的图形处理程序中可粘贴反演结果图形，以供报告纂写之用。

## (6) 帮助

内容	=	INLOOPTEM 软件使用的详细帮助信息
关于瞬变电磁测深一维反演	=	INLOOPTEM 的简单信息

## 13.2 快捷菜单认识

INLOOPTEM 弹出菜单有两个，一个是在“反演解释子窗口区”，另一个是在测点选择的“选择测点”。

INLOOPTEM “反演解释子窗口区”弹出菜单有程序系统菜单没有但更实用的菜单项。下面给出该菜单的结构及功能简单描述：

修改层电阻率	=	通过对话框修改层电阻率
修改层厚度	=	通过对话框修改层厚度
插入新电性层	=	利用对话框在当前层前插入新电性层，输入层电阻率和层厚度。新模型将增加一层。
删除电性层	=	删除当前电性层，原有的模型将减少一层。

使用其它测点反演模型	=	利用其它已反演完成的模型替换当前模型。
自动反演	=	同主菜单。
更新主窗口中模型	=	将反演的模型刷新到主窗口中。

INLOOPTEM “测点选择”区弹出菜单有程序主菜单没有的一个的菜单项。下面给出该菜单的结构及功能简单描述：

绘制全区视电阻率进行剖面	=	由处理后的整条剖面感应电动势数据计算其全区视电阻率与深度，并绘制断面等值线图
绘制高分辨纵向电导剖面	=	由处理后的整条剖面感应电动势数据计算其视纵向电导与深度，并绘制断面等值线图
绘制电阻率反演模型剖面	=	显示整个剖面各个测点的电动势衰减分布及对应的解释模型
绘制电动势反演模型剖面	=	以彩色柱状图形式显示反演模型剖面
显示瞬变电磁测深综合剖面	=	绘制整条剖面个测道感应电动势变化综合剖面图
修改点位	=	对数据块对应的点位坐标进行修改
删除当前测点	=	将当前的测点连同数据从当前剖面中删除
全剖面逐点反演	=	逐点反演剖面上所有测点

### 13.3 主窗口反演工具按钮

 打开数据文件	 修改当前层厚度
 新建数据文件	 在当前层下插入新电性层
 保存反演结果	 删除当前电性层
 另存数据与反演结果	 设置反演参数
 打印图形	 设置参数约束范围
 刷新图形	 自动一维反演
 复制图形	 二维反演
 修改当前层电阻率	 帮助

### 13.4 等值线图工具按钮

 保存断面图为 BMP 或 XYZ 文件或	 网格化数据
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

者 surfer8 格式网格化数据



### 13.5 鼠标的使用

利用鼠标可很容易地对电阻率模型进行修改，获得期望的拟合精度。

首先，图 1-42 单点反演解释子窗口区域基本可分为两个部分，左边为模型区，右边为观测数据与理论曲线分布的数据区。

模型曲线由各电性层的电阻率与厚度组成，横坐标为电阻率(Res)，纵坐标为深度（各层厚度之和）(Depth)。它们都是双对数坐标。

电阻率模型在模型区表现为一系列的折线。平行于横坐标的水平线代表某个电性层的顶界面与底界面。平行纵坐标的垂直线表示某电性层的电阻率。图中当前电阻率模型为 6 层。各层的厚度和电阻率在模型区的底部已显示出来，见下表。

层号	1	2	3	4	5	6
电阻率( $\Omega\text{m}$ )	78	8.7	31	3.5	45	2.3
厚度(m)	42	80	15	50	15	$\infty$

利用鼠标修改已有模型的电阻率与厚度的方法是：

将鼠标移动到模型区。

如果要修改某一层的电阻率，如图中第一层的电阻率，可用在对应的电阻率垂直折线上，按下鼠标左键，选中该折线。如果选中该折线，鼠标形状会变成标号①所指水平箭头。按住鼠标，拖动选择的垂直折线，可实现对模型电阻率的修改。在修改过程中，在窗口的状态栏中用户可看到当前的电阻率值。

同样，如果要修改某层的厚度，如图修改第一层的厚度，可将鼠标移动到与该层底界面深度对应的水平折线上，按下鼠标左键，选中该折线。如果选中，鼠标形状会变成标号②所指垂直向箭头。按住鼠标，拖动选择的水平折线，可实现对模型厚度的修改。在修改过程中，在窗口的状态栏中用户可看到当前的层厚度值。

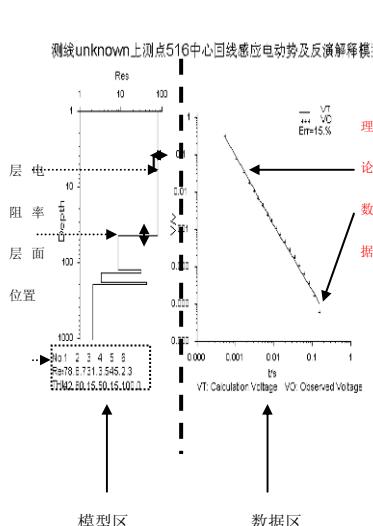


图 1-42 单  
点交互（自  
动）反演窗口

## 15 断面等值线图基本功能

### 15.1 等值线图子窗口

(视) 电阻率断面等值线图如图 1-39。该子窗口在所有等值线图中是一样的，因此，适用于瞬变电磁法模块和电阻率测深等模块。

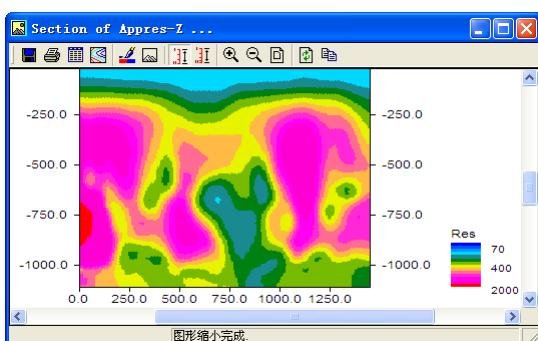
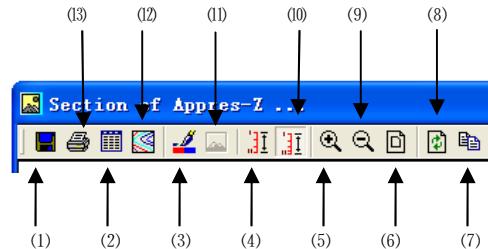


图 1-39 断  
面等值线图  
窗口

## 15.2 等值线图工具栏

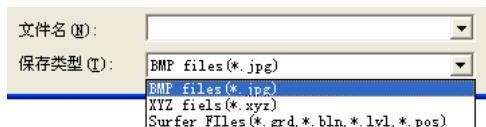


(1)	保存数据文件;
(2)	重新生成网格化数据;
(3)	重新设置色标;
(4)	y-坐标算术表示;
(5)	放大图形;
(6)	按照用户指定的比例尺绘制图形;
(7)	复制图形;

(8)	刷新图形;
(9)	按照一定比例缩小图形;
(10)	y-坐标对数表示;
(11)	添加地形曲线;
(12)	重新设置等值线值;
(13)	打印图形。

## (1) 保存

等值线图可以保存的文件类型见下图。注意，这里增加了 SURFER8 数据接口。可以将数据保存为网格化的 GRD 文件，同时输出绘图时的等值线等级和色标，空白区域文件（如果加载了地形文件）和地形数据文件。这些文件名后缀分别为：grd, bln, lvl, 和 pos。使用 surfer8 绘图时，首先利用 BLN 文件和 GRD 文件，转换得到白化后的 GRD 文件。绘制等值线后，加载 LVL 色标文件，就可以得到和 GEOELECTRO 同样美观的等值线图。如果希望添加测点位置，利用 SURFER8 提供的 post 图功能，将输出的 POS 文件加载后进行设置就可以。具体请参见 SURFER8 用户手册。



## (2) 重新生成网格化数据

左侧是数据设置，右侧是网格化方法。这里只提供两种网格化方法，建议采用“反距离加权”方法。



### (3) 重新设置色标或者填充色彩

等值线的色彩填充是在原来等值线图的基础上，对等值线区域填充相应的颜色。在断面等值线图绘制完成后，用户点击工具栏中的“填充等值线”按钮或者是选中菜单“绘制断面图”中的“填充等值线”子菜单项，将弹出如图4-1 的填充色彩设置对话框。在该对话框中，用户可以从给定的调色板中给定等值线相应的填充颜色。比如如果用户选中某个等值线的值，该值将显示在“等值线色谱”中，如果此时用户从色谱调色板中选择一个颜色，程序将把当前选择的颜色作为该值对应的填充颜色。

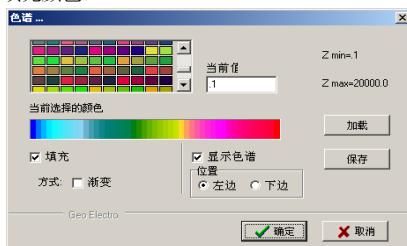


图 1-41 色  
标设置窗口

此外，如果用户对选择的色谱不满意，还可以将已经保存的等值线色谱通过“加载色谱”调入对话框中作为当前色谱。也可以将当前满意的色谱保存到文件中以便下次使用。

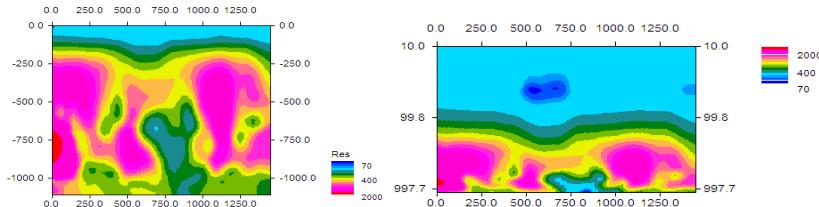
等值线图的填充有两种方法，一种是“渐变填充”，该模式将根据等值线值对等值线区域实现渐变填充，效果见本页下图。另一中是非“渐变填充”，该填充以等值线为边界实现对等值线区域的填充。

### (4) y-坐标算术表示

大极距数据在图下部，相当于深部的电性变化。小极距数据在上面，对应于浅部电性变化。当采用算术坐标，浅部的异常被压制，变得不太明显。因此，算术坐标适合突出深部异常，见下图左侧。

当为了突出浅部异常时，需要采用对数坐标，即绘制单对数断面等值线图。为此，用户只需要点击图标，将绘制单对数断面图（下图右侧）。如果点击将重新绘制算术坐标的断面等值线图。

## GeoElectro 电法多模块系统



### (5) 放大图形

按软件默认的比例放大图形。

### (6) 按照用户指定的比例尺绘制图形

将弹出下图的对话框，用户输入希望的绘图比例后，将按照指定比例绘制等值线图。



### (7) 复制图形

将图形拷贝到系统剪贴板上，在其它应用软件，如 OFFICE 中，可以粘贴绘制的等值线图。方便报告编写。

### (8) 刷新图形

重新绘制整个图形。

### (9) 按照一定比例缩小图形

按软件默认的比例缩小图形。

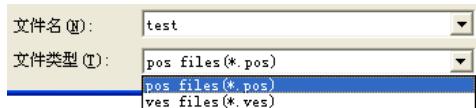
### (10) y- 坐标对数表示

见 (4)。

### (11) 添加地形曲线或者地形影响

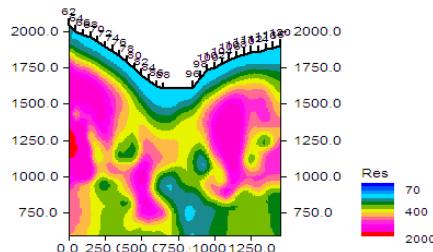
在地形复杂的工区进行的电法勘探，观测的成果应该反映地形的影响。在断面等值线图中，地形的影响通过在原来水平界面上绘制的断面图上叠加地形分布。通过叠加地形的影响，使反演的断面图更加能反映地下电阻率与极化率的空间分布规律。

为考虑地形的影响，需要给出断面测点在测线上的水平坐标与高程坐标以及点号。这可以打开以文本形式存放在点位 pos 文件 (pos 文件格式见附录)，也可以是 ves 文件 (下图的文件类型)。



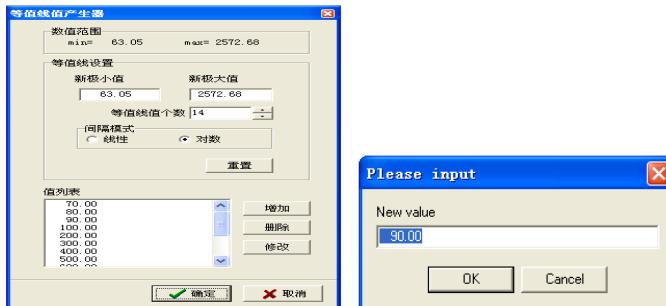
右图是一条受地形影响的测深断面。

需要指出的是，对于单对数断面等值线图，地形影响是不能考虑的。



### (12) 重新设置等值线值

弹出如下对话框，设置等值线值。如果需要修改某个值，在“值列表”中，在希望修改的值上双击鼠标，将弹出右侧的新值对话框。确定后就可以修改为新值。通过“增加”将在当前值后增加一个新值，“删除”将把当前值从列表中删除。“修改” 的作用和鼠标双击功能一样。



### 15.3 等值线图快捷菜单及图形修饰

在等值线条窗口中右击鼠标将弹出图 1-40 中的快捷菜单。

有关断面等值线图绘制的操作请参见工具栏“工具按钮”功能介绍。

断面等值线图由如下的几个部分组成：图名，点位，顶轴，左轴，底轴，右轴与等值线图本身。断面等值线本身的美观程度取决于这些组成或图元所决定。因此，对于绘制好的断面等值线图，应该能对这些图元进行修改，使绘制的图件更加规范。

对图形的修饰，即对图元的修改，主要有两个途径。一是通过主窗口的右边图元控制按钮(图 1-40 左)及其对应的弹出菜单(图 1-40 右)，另一条途径是在图形窗口区，直接用鼠标左键点击相应的图元。无论哪种方法，都将弹出与选择的图元对应的属性修改对话框，通过设置新的属性实现对图形的修饰。

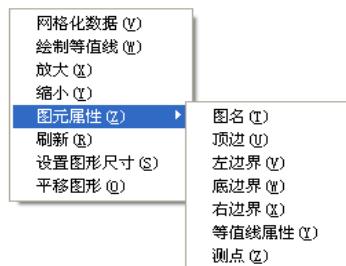
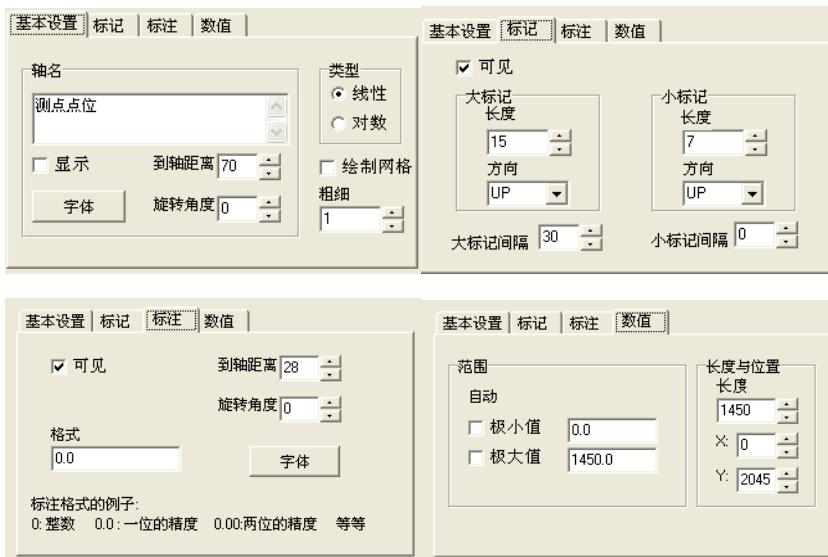


图 1-40 等  
值线窗口中  
的菜单

## GeoElectro 电法多模块系统

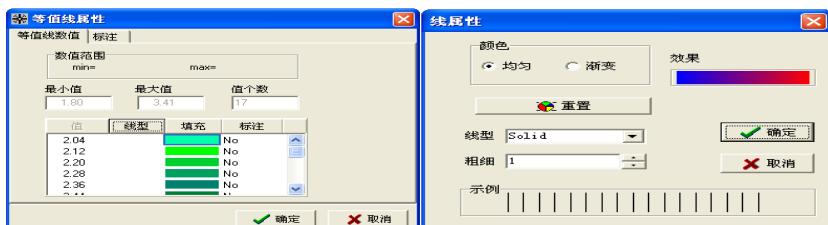
### (1) 边属性修改

等值线边界属性修改通过点击图 1-40 中快捷键“顶边”，“左边界”，“底边界”和“右边界”实现，它们都会弹出如下的多页对话框。



### (2) 等值线属性

等值线属性设置对话框如下图。在左侧的“等值线数值”页中，点击“线型”，将弹出“线属性”对话框。对等值线的色彩，线型和粗细进行设置。



点击上图的“填充”，将弹出如下基本的颜色设置对话框。在其中点击颜色将弹出右侧的颜色设置对话框。同样点击“填充”下的颜色，也将弹出右侧的颜色设置对话框。



点击“标注”将切换到下图的“标注”页面。如果不标注等值线，可以置“标注频率”的“第一个标注始于”为一个很大的值，如 100 或者更大。这样“标注”下全为“NO”。如果希望标注某个值对应的等值线，直接双击“标注”下对应值的“NO”，使之变为“YES”即可。



## 15.4 MapGis 及 CAD 格式

### (1) CAD 格式

主要有三个步骤：第一步、将各种断面图保存为 Surfer 格式的 Grd 文件、Lvl 文件及 Bln 文件；第二步、启动 Surfer 程序，如果存在起伏地形，需要利用 Bln 文件进行白化，生成新的 grd 文，并绘制出合适的断面图；第三步、将图件输出为 CAD 格式的文件；第四步、启动 CAD，打开断面图文件，修饰图件到目标结果。

### (2) MapGis 格式

主要有三步：第一步、将 InloopTEM 绘制的断面图保存为 Surfer 格式的文件（包括 Grd 文件、Lvl 文件及 Bln 文件）；第二步、启动 Surfer 程序，如果存在起伏地形，需要利用 Bln 文件进行白化，生成新的 grd 文；第三步、启动 MapGis 的模型编辑功能，利用上步生成的 grd 文件，绘制等值线图，并进行需要的修饰。



## 大定源瞬变电磁测深处理系统 FLTEM

### 1 简介

大定源回线瞬变电磁测深是瞬变电磁测深方法中勘探深度较大、勘探效率非常高的一种大功率电磁测深技术。图 2-1 是该技术的一个工作示意图。通常在回线内测量，也可以在回线外测量。

传统大定源要求在发射回线中间 1/3 范围内观测。FLTEM 软件的最大特点和优点，也是区别于目前所有大定源反演软件的特点是，**可以将处理数据范围扩展到整个回线范围内，将极大提高大定源回线瞬变电磁野外工作效率。**

FLTEM 是由 2W<sup>TM</sup>电法数据处理与软件研究所开发的专门用于全领域范围矩形大定源回线瞬变电磁测深数据垂直磁场感应电动势处理、反演的解释系统。

利用该软件，您能对大定源数据完成如下的工作：

❖ 处理反演的数据可以是回线内，也可以是回线外的观测结果

❖ 编辑、光滑、斜阶跃电流改正

❖ 单点一维数据反演解释

❖ 全域光滑模型反演解释，拟合差一般≤5%

❖ 全区视电阻率的计算

❖ 剖面的抽取及断面视电阻率、反演电阻率数据的断面成图

❖ 电阻率和视电阻率不同深度切片

❖ 三维电阻率模型数据体生成

其中，全区视电阻率计算及回线外数据处理只有我们完成了相关的处理。并且，由于采用了特殊的算法，FLTEM 的处理模拟速度相对非常快。

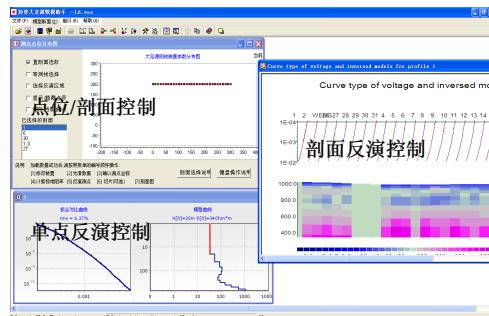
### 2 FLTEM 总控用户界面

#### 2.1 运行 FLTEM 软件

为运行该软件，用户可以采用：

途径 1：在桌面上直接点击“大定源瞬变电磁程序”，或者

途径 2：在“开始”菜单的“GeoElectro 电法数据处理系统”中运行“大定源瞬变电磁程序”。



2-1 矩形大定源观测方法



图 2-2 是

FLTEM 运行界面

## 2.2 重要说明

(1) 图中, 反演操作集中体现在“点位/剖面控制”子窗口、“单点反演控制”子窗口和“剖面反演控制”子窗口中。这些子窗口间可以通过键盘上的“**Ctrl+Tab**”组合键或者**F2**键进行快速切换。

其中

“点位/剖面控制”子窗口: 完成对测点和剖面的控制与管理, 以及所有数据的处理、反演、成图等。

“单点反演控制”子窗口: ①继续完成误差数据的编辑; ②实现自动或者交互式数据一维反演。

“剖面反演控制”子窗口功能: ①显示反演得到的模型在剖面上的分布和曲线拟合情况; ②通过, 也只有通过键盘上的 $\leftarrow\uparrow\rightarrow\downarrow$ 键选择反演模型不合适的测点; ③选择的测点上观测数据及反演模型将显示在“单点反演控制”子窗口中; ④对于测点不合适的反演模型, 用户可**Ctrl+Tab**切换到“单点反演控制”子窗口对模型做进一步修改。⑤修改后的模型及曲线拟合情况将实时显示在剖面反演控制”子窗口中, 以便对比分析。

## 3 FLTEM 建议

由于本软件系统的核心技术之一: 瞬变电磁测深数据自动反演的计算量很大, 对计算机的运算处理能力要求相对较高。因此, 请您将本软件安装在速度较高的计算机上。

开发商建议: 计算机的 CPU 主频至少在 2G 以上。

## 4 FLTEM 使用过程

FLTEM 是集数据处理、反演与成图为一体的专业软件系统。其使用可分为

**数据处理**

**反演解释**

**数据成图**

等三个基本步骤。如同 INLOOPTEM 软件, FLTEM 软件提供了包含操作参考顺序的快捷菜单, 指导用户进行操作。图 2-3 是程序操作主菜单。

从主菜单可见, FLTEM 的操作步骤基本同 INLOOPTEM。并可以按照“点位/剖面控制”子窗口快捷菜单的“操作指南”菜单提示的步骤进行。下面主要介绍 FLTEM 软件针对大定源瞬变电磁观测技术的特有处理步骤。



图 2-3  
FLTEM  
系统主  
菜单

## 5 快速入门

首先, 点击工具栏的 或者菜单“文件”→“加载”, 选择需要的数据文件。成功加载后, 大定源的各个测点分布将被显示在“大定源测点分布信息”子窗口中。

接着, 进行处理数据。处理通过菜单“处理”中的相关菜单项(图 2-4)的操作, 或者通过“大定源测点分布信息”子窗口中快捷菜单(图 2-3)完成。主要的处理包括:

处理加载的各个测点的数据;

计算所有测点的视电阻率。

然后，反演所有测点的电阻率模型。选择“反演全部测点”，完成数据的反演。

最后，在“切片”菜单中选择“回线域参数切片”或者“拟断面图”中完成所选择剖面各种参数断面图或者是反演解释模型成果的绘制。目前 FLTEM 能：

- 输出计算的视电阻率切片；
- 输出电阻率深度切片；
- 输出反演模型的三维体分布数据为 DAT 格式，用于第三方的程序绘图，如 TecPlot 或者 Surfer。



图 2-4 数据“处理”主菜单结构

## 6 大定源数据显示及操作

打开观测数据，一旦加载成功，大定源的观测系统将首先显示在图 2-5 的“大定源回线装置参数分布图”子窗口中。由于大定源测量以面积测量为主，测点在回线中分布很多。该子窗口提供合理显示数据，选择用户感兴趣的剖面等功能。因此，该子窗口提供了“直剖面抽取”、“弯剖面点取”以及“删除（重复）测点”等基本功能。

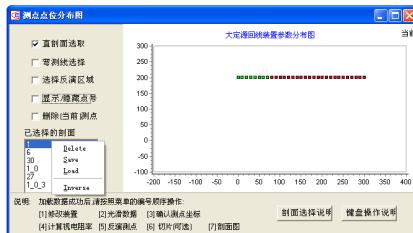


图 2-5 数据操作子窗口及剖面操作快捷菜单



### 6.1 测点显示

- (1). 在该子窗口中，提供了图 2-3 的快捷菜单。也就是，FLTEM 的操作以该子窗口为基础进行。
- (2). 显示矩形大定源回线（灰色矩形）以及测点（红色方点）的分布，用户了解工作测量情况，同时确定点位的正确性；如果这些信息不正确，可以通过“操作指南”中的“1.1”和“1.2”修改。
- (3). 通过“显示/隐藏点号”可以开关点号的显示。
- (4). 选中“删除（当前）点”，按下鼠标并拖动形成选择矩形区域，包含需要删除的单个或者多个测点，松开鼠标后，将把选择区域中的测点逐个删除。重复直到完成所有的删除工作。如果希望其它操作，请 uncheck “删除（当前）点”。

### 6.2 剖面选择

- (1). “选择反演区域”选中后，按下鼠标并拖动形成选择矩形区域，包含需要反演的测点，松开鼠标后，被选择需要反演的测点将以亮蓝色突出显示出来。同时，区域中测点将被作为剖面对象显示在“已选择的剖面”列表框中。
- (2). “弯测线选择”用于形成用户希望的任意不规则剖面。具体的步骤是：(1) 选中“弯测线选择”（其标题将变为“Uncheck 以结束选择”，同时所有测点变为红色；(2) 用鼠标按测点在剖面上的顺序点选单

## GeoElectro 电法多模块系统

个测点，如果选中，该测点将显示为亮蓝色；(3) 选择完所有期望的剖面点；(4) 选中“Uncheck”以结束选择”，将结束弯曲剖面的选择，同时选择得到的剖面将被显示在“已选择的剖面”中。

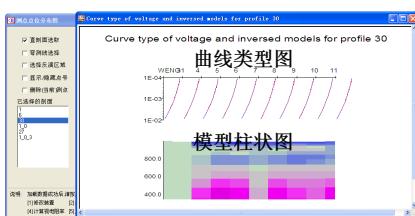
### 6.3 剖面模型精细处理

所有选择的剖面被显示在“已选择的剖面”列表中，通过该列表管理回线内由测点形成的直或者弯曲剖面对象。该控件管理所有可能的剖面，并提供剖面操作快捷菜单（图 2-5 中所示）。剖面编号同所选择剖面的第一个测点编号。

(1) 剖面显示：点击某条剖面，如 30 号剖面，将弹出该剖面的曲线类型和电阻率柱状图分布子窗口（“剖面反演控制”子窗口）。图 2-6 所示（左）。同时，在主菜单中增加“模型断面”菜单。图 2-6 所示（右）。

(2) 浏览模型：按下  $\leftarrow$   $\uparrow$   $\downarrow$  键，切换测点，被选中的测点点号暂时被标记为 WENG，同时观测曲线为高亮区域覆盖（图 2-6 右所示）。同时弹出“单点反演控制”子窗口。

(3) 单点反演：如果该点模型不合适，在“单点反演控制”子窗口中进行模型和数据调整。具体的模型交互见[13 单点反演处理]。



### 6.4 剖面操作

**Delete:** 从列表中将当前剖面删除，同时关闭相应的“剖面反演控制”子窗口；

**Save:** 将列表中所有剖面及测点编号保存到指定的剖面文件中，以便重复使用；

**Load:** 将保存的剖面文件中的剖面及测点加载到程序中，并显示在“已选择的剖面”列表中；

**Inverse:** 反演当前剖面所有测点，见[10 多点反演]。

### 7 重置大定源几何参数（可选）

大定源回线的测量和供电设备通常是分离的。许多测量数据文件没有发射回线的几何信息，在加载测量数据后，程序会给出一个缺省的参数。但该参数不一定是正确的发射回线大小和位置。因此，用户需要确认大定源几何参数的正确性。方法是在测点分布信息子窗口中，右击快捷菜单，选择“重置大定源几何参数”，此时将弹出如下的对话框。在其中输入正确的参数后“确认”。



图 2-7 大定源参数设置

说明：(1) 确保发射装置和接收点坐标在同一参考系中；(2) “相对走向旋转角”可以不用改变，表示测线东西向。90 度表示南北测线。

### 8 创建规则矩形测网

通常情况下，大定源观测测网布置为规则的方形。但由于各种限制，测网不规则或者数据无法采集，形成了不规则测点分布。

为了用三维立体方式显示电阻率的空间分布，需要规则的测点分布。此时，需要将不规则测点（测网）补充为规则测网。只有在补充成规则测网后，立体图形数据输出才能进行，否则提示操作失败。如图 2-8 中，+ 为有数据的测点分布，# 为无数据测点。通过创建规则矩形测网功能可以将#点处数据用其它测点数据补充完整。

#	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	#
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	#	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	#

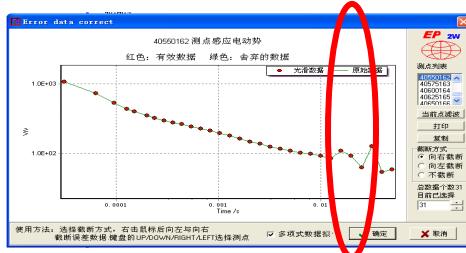
图 2-8 不  
规则测网  
规则化

## 9 计算视电阻率

视电阻率的计算是电磁法数据处理的基本内容。这里，我们提供了全区视电阻率-深度计算演示（Demo）功能。在确保各项参数设置正确后，在测点信息子窗口中的快捷菜单中选择“计算视电阻率”后，系统将对所有的测点计算出响应的视电阻率和视深度。这些数据可以用于制作切片或者是输出断面以及三维数据体。

### 9.1 检查视电阻率

该功能同“光滑数据”，见图 2-9。可以对计算失败或者不合理的视电阻率进行切除，拖拉等操作。



2-9 检查编  
辑不合理  
的视电阻  
率数据。

### 9.2 多项式数据拟合

增加了“多项式数据拟合”。操作步骤如下：

- (1) 用户选中“多项式数据拟合”功能；
- (2) 然后用鼠标在视电阻率变化曲线出现异常的位置，如图 2-9 中的椭圆中的点。用户根据视电阻率的整体变化趋势，在该异常区域的前面，中间和后面正确的位置上点出至少三个点（鼠标点击至少三次），标示出期望的曲线变化趋势；

(3) 点击“当前点滤波”就可以完成多点数据的光滑自动编辑。结果见 2-10

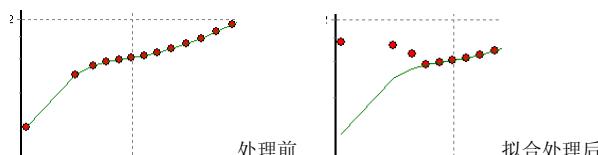


图 2-10 多  
项式数据  
拟合效果

## 10 多点反演

地下真电阻率及其深度分布必须通过一维反演完成。在测点信息分布子窗口中，选择快捷菜单的“反演所有测点”或者“反演当前测线”，将关闭所有的处理窗口，弹出图 2-11 的对话框。在其中设置完成合

适的参数后，“OK（确定）”后将执行全部测点的反演。



图 2-11 大定源

数据反演设置窗

口

说明：

[1] 在默认情形下，用户只需要点击“启动”，执行反演就可以。

[2] 由于反演的计算量非常大，在反演过程中，程序会给出反演进程提示。

[3] 由于数据问题或者系统问题，反演可能中途异常结束。此时，重新启动程序，恢复

数据点击工具栏中的 ，我们可以恢复前面数据的反演结果。并接着上次中断的测点处继续进行反演。反演备份模型保存在同名的加 BAK 的 VES 文件中。如当前数据文件为 1.VES，反演模型备份文件名为 1\_BAK.VES。

## 10.1 反演方法

建议采用“光滑模型”反演方法，用户不必选择其它方法，因为其它方法在数据质量不高时往往反演会失败。

### 10.2 相同初始模型

如果选中 (CHECKED)，所有的测点反演时将采用相同的初始模型进行反演。这样所有的测点反演结果将相互独立。但这样往往需要较长的计算时间。

如果没有选中 (Unchecked)，第一个测点用均匀半空间模型反演，时间最长。第二个测点反演时，将利用第一个测点反演模型进行反演，由于在大定源测量点距较小，相临测点间数据变化不是很大，因此，前一个点模型可能非常靠近当前点模型，反演经过较少的迭代将很快收敛，因此反演计算时间将大大缩短。但当“反演所有测点”时，由于前后反演点不在一条剖面的相临位置上，观测数据相差很大，反演结果可能不理想。因此，当“反演剖面测点”时，采用 Unchecked 状态；“反演所有测点”时，采用 checked 状态。

### 10.3 约束光滑模型

当选中后，根据图 2-11 右侧的“电阻率约束范围”和“厚度约束范围”，对反演电阻率和厚度进行约束。由于约束需要确切知道地质信息，如果没有这些信息，约束反演可能失败。

### 10.4 反演控制参数

迭代次数：默认 3 次。过大能得到好的拟合效果，但计算时间成倍增加。建议不超过 10 次。

拟合精度：默认 5%。过小导致迭代次数增加。但反演中“迭代次数”和“拟合精度”任意一个达到要求后反演将停止。

水平光滑指数：0 表示水平方向模型不光滑，1 表示 1-阶光滑，2 表示 2-光滑。光滑可以产生水平向的层状模型。指数越高，水平向越光滑。

### 10.5 模型属性

用户可以采用默认方法。如果需要，可以利用某个观测数据进行试验，确定合适的“模型属性”约束模式。

### 10.6 设置模型层数

层厚度的设置对反演结果有至关的影响。对于大定源回线瞬变电磁法，反演深度基本与发射回线边长相当，或者比边长小。具体的反演深度通过试验确定，一条经验是，如果深度设置不合理，反演可能失败。

“第一层厚度”、“电性层个数”以及“反演深度”等是相互约束的，改变其中一个，另外一个也会

变化。对于自动生成的层厚度，可用个别调整（图 2-12 右）。

在光滑模型反演中，“电性层个数”可以不改变，过少不支持，程序将自动调整到 12 层，过大将导致反演时间增加。具体可以试验获得。



图 2-12 层厚度  
设置

## 11 数据切片

参数的深度切片必须在视电阻率计算完成或者反演完成后才有能进行操作。而且，必须有多条，至少 2 条以上测线时，该功能才能执行。下面以图中测点分布为例讨论。地层的电阻率为  $100\Omega\text{m}$ 。

数据深度切片通过“测点分布信息”子窗口中的快捷菜单“数据切片”中的 5 个子菜单完成（图 2-3），主要功能包括：

### 11.1 指定测道视电阻率或者电压平面分布

此时，会弹出图 2-13 的对话框。在该对话框中，将列出测点的各个抽样时间，选择需要的“时间道”和“参数”后，点击“切片”功能，将绘制该时窗对应的参数平面等值线图。下面绘制的是视电阻率平面等值线图。由于为均匀半空间，平面电阻率数值都为 100 左右。



图 2-13 时  
窗选择窗口

### 11.2 指定视深度视电阻率平面分布

由于时窗与深度没有准确的对应关系，因此，制作视电阻率深度切片，更能反映地下电阻率的平面变化规律。点击该菜单，提示用户输入切片视深度后，将自动生成该深度的视电阻率平面等值线图。其结果同图 2-14。说明：视深度没有考虑测点高程信息。

### 11.3 指定深度的反演电阻率平面分布

用户指定需要分析的深度值，系统将把相应深度（包含海拔高程信息）的模型电阻率平面分布绘制出来。同 11-2。不过这里显示的是真电阻率，不是视电阻率。

### 11.4 输出所有测点视电阻率-视深度数据

将测区的所有测点上计算的视电阻率输出到指定的文件中。用于第三方软件绘图以及资料和结果分析，提交报告等。

### 11.5 输出反演模型 TECPLOT 文件及 Surfer3D 数据

输出反演电阻率为 TECPLOT 文件形式，用于绘制立体电阻率分布。该功能只有在数据网格规则化以后可以进行，把选择的“参数”以三维数据体的形式存储起来，供 TECPLOT® 软件绘制三维的立体图形。

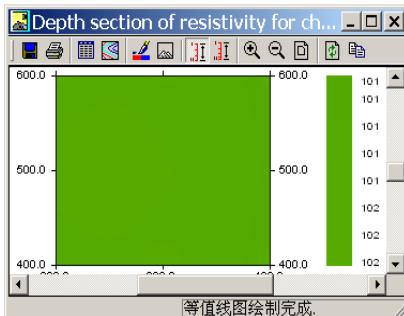


图 2-14 均匀半空间视电阻率某时窗切片

## 12 拟断面图（绘制断面图）

在有些情况下，需要了解回线内沿某些方向剖面的电阻率变化情况。这时，需要进行剖面的切取分析。为此，首先要获得（切取）期望的剖面才能对剖面的数据进行分析。

### 12.1 剖面切取

用户感兴趣的剖面有两种，一种是沿剖面或者垂直剖面的电阻率断面，另外一种是弯曲的剖面，可以获得沿某些特定路径电阻率变化。为此，FLTEM 软件提供了 2 种剖面抽取方法：“直剖面抽取”和“弯剖面点取”。

对打开的测点数据，如图 2-15 所示。为了选取剖面，首先点击测点分布信息子窗口中的“直剖面抽取”复选框，处于“选中”状态（图 2-15）。

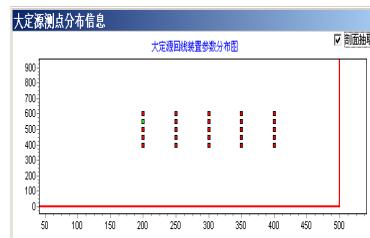


图 2-15 待抽取的测点分布

接着，在待抽取剖面的左端，按下鼠标，并拖动到剖面的右端，松开鼠标后，靠近鼠标移动轨迹的测点将自动被选取到剖面上。所抽取的剖面上各个测点以离鼠标起点和终点的连线的距离为依据确定。因此，对于斜剖面，如图中虽然鼠标移动绘制出了一个方框，但选择的剖面只是由图中黑色粗线经过的斜对角测点组成（图 2-16）。



图 2-16 斜直剖面抽取

对于弯曲剖面，选中“弯曲剖面点取”复选框后，移动鼠标，在期望的弯曲剖面经过的路径上，点击相应的测点，逐点选取，组成最终的剖面。剖面左边为选取的第一个测点，其它各点依次排列组成最终的剖面。

一旦剖面抽取完成，就可以绘制“剖面断面图”。

## 12.2 剖面数据的显示

在测点分布信息子窗口的快捷菜单（图 2-3）中，选择“拟断面图”，可以完成如下三种断面图件：

### [1] 电阻率断面

反演电阻率断面图，同 INLOOPTEM 软件中的第 8 节。

### [2] 视电阻率拟断面图

同 INLOOPTEM 软件中的第 8 节

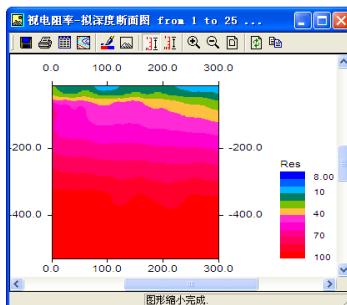


图 2-17 视  
电阻率断面  
图

### [3] 电阻率柱状图

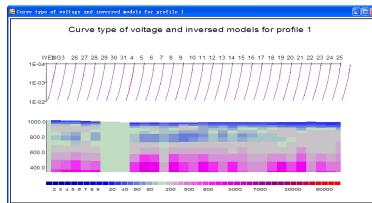


图 2-18 电  
压抽道剖面

### [4] 电压剖面

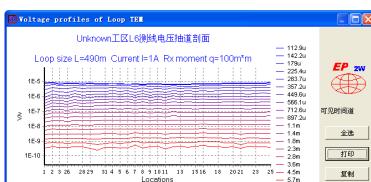


图 2-19 电  
压抽道剖面

## 13 单点反演处理

### 13.1 启动单点反演子窗口

[1] Uncheck “点位/剖面控制”子窗口中所有的项目。用鼠标点击感兴趣的测点，此时将显示单点反

演子窗口（图 2-20）。

[2] 在“剖面反演控制”子窗口中，按下方向键将弹出单点反演子窗口（图 2-20）。

### 13.2 单点反演

FLTEM 的单点交互反演可以通过鼠标或者键盘完成。利用鼠标进行层参数修改的具体交互操作请参见 INLOOPTEM 软件使用指南中的第 10 节“单点数据处理与反演”。

利用键盘控制进行交互功能，方便用户操作及在窗口间切换。具体说明如下：

[1] 选层：同时按下“Ctrl+↑”组合键向上或者“Ctrl+↓”组合键向下移动选择的层位，同时被选择的层将以红色线段表示； $\downarrow \leftarrow \rightarrow$

[2] 改变层电阻率：单独按下 $\leftarrow$ 或者 $\rightarrow$ 方向键，按照一定的规律减小或者增大电阻率；

[3] 改变层厚度：单独按下 $\uparrow$ 或者 $\downarrow$ 方向键，按照一定规律减小或增大层厚度；

[4] 切换窗口：按下“Ctrl+Tab”键将切换控制子窗口，特别是切换“剖面反演控制”子窗口和“单点反演控制”子窗口，非常方便。

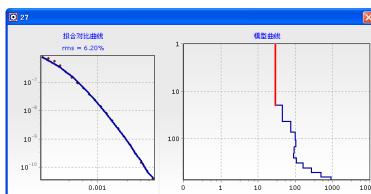


图 2-20 单  
点反演控制  
子窗口

## 14 批处理数据

大定源方法的观测数据相对其它的电磁方法，观测数据急剧增加。FLTEM 软件提供了批处理功能，能同时加载大量的数据，然后分别进行反演。批处理功能在程序主菜单“文件”菜单下，点击“批处理数据”，将弹出图 2-21 的批处理设置对话框。

### 14.1 操作过程

[1] 选择所有需要处理的数据文件，这些文件将显示在图 2-21 的文件列表中。

[2] 选中需要处理的数据文件，对应的源装置将显示在右侧的“点位分布及发射回线位置”中。如果装置不合适，此时会有图 2-22 的提示。如果修改，则弹出图 2-7 的对话框，修改装置参数。

[3] 点击“开始批处理”，进行多回线源数据反演。

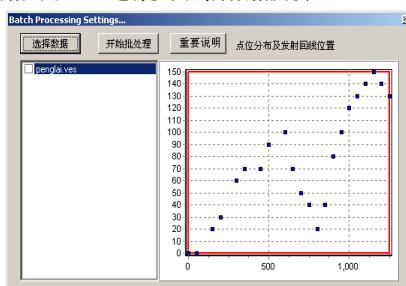


图 2-21 批  
处理设置对  
话框

### 14.2 重要说明

[1] 批处理只针对 VES 文件进行；

[2] 为了进行批处理，所有与 VES 观测数据相关同名装置 CFG 文件、发射源 TXF 文件必须在同一文件目录中。



图 2-22 源位置提示

## 15 理论模型模拟与工作设计

在实际工作中，人们往往需要通过理论模拟，来了解针对勘探目标的最优装置几何参数。这时，利用 FLTEM 提供的辅助软件“FLTEM Leaner”中“新建”功能就可以完成该项工作。

点击工具栏中的“”图标，将弹出图 2-23 装置设计对话框。在该对话框中，用户需要设计 4 组参数：

- [1] 大定源尺寸参数，包括源左下角坐标，源长度和宽度；
- [2] 测点分布信息，包括指定测区左下角坐标（和大定源左下角坐标参考系相同），测线线距，测点点距，以及测线条数和每条测线上测点的个数。

在[1]和[2]设置完成后，测点的分布将显示在上面的图形中。如果不合适，还可以修改。

[3] 模型参数：指定具体的电阻率断面

[4] 窗口时间：指定具体计算的时间分布。

“确定”后，系统将根据指定的参数计算各个测点上的感应电动势。并将测点分布显示在“大定源测点分布信息”子窗口中。

在该窗口中，用户可以根据研究深度以及电阻率的变化，大致确定出需要的线圈大小、有效的时窗范围等。

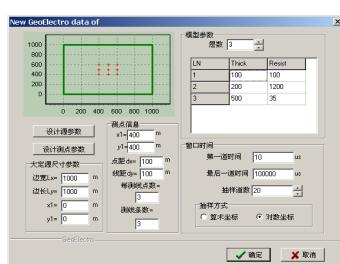


图 2-23 模型设计界面

## 16 常见问题及原因分析

**问题 1：大定源的反演深度多大？**

答：一般而言，最大深度在线圈的平均边长的 1~2 倍。如果线圈很大，如>1000m，反演深度一般为 1000m。因此，剖面反演或者反演全部测点时，设置层厚度时，保证最大深度和线圈大小相当；大线圈一般深度控制在 1000m 以内。

**问题 2：大定源反演失败**

表现：拟合的曲线形态和实际数据相差很大，甚至完全不一样。

原因：

1 光滑反演模型厚度设置不合理，试着减小层厚度或者增加层厚度后再进行反演。建议：在反演一个工区数据时，首先进行数值实验。方法是选择一到两个测点组成一条的剖面，分别设置不同反演深度

(分别等于发射回线平均边长的一半, 1 倍, 1.5 倍和 2 倍) 反演该剖面, 观测反演的拟合情况和模型变化, 选择拟合最好的反演深度作为全区正式的反演控制深度进行反演。

- 2 观测数据误差很大, 对数据进行必要的编辑。
- 3 观测数据受干扰后, 不符合瞬变电磁衰减规律, 此时放弃该点的反演。
- 4 反演控制参数设置不合理, 比如可以增加迭代次数等。

#### 问题 3: 大定源反演计算时间长

表现: 反演一个测点可能需要 2 分钟或者以上时间

原因:

- 1 计算机较老, 计算性能低, 建议采用计算性能高的计算机;
- 2 迭代次数多。对于光滑模型, 一般 3 次基本可以完成反演。过多的迭代会进一步提高拟合的精度和模型精确性, 但需要较长的计算时间。如果需要较精确的模型, 建议采用较大反演次数;
- 3 数据质量不好, 建议编辑数据。

#### 问题 4: 断面图中局部异常

表现: 电阻率断面图上, 局部高阻和低阻相间, 而在电阻率模型柱状图上, 这些高阻或者低阻在深度上是大致连续的。

原因:

1 电法反演的等值性, 导致相邻测点间相同电性层电阻率变化很大, 比如当前测点高阻  $500\Omega\text{m}$ , 右边测点高阻  $300\Omega\text{m}$ , 虽然同为高阻层, 但由于数量上不同, 导致在相同深度上, 当前点下出现高阻圈闭。如果从横向变化看, 他们实际可能是连续层位, 由于局部高阻存在而表现为不连续。因此, 层位的变化需要结合电阻率柱状图和地质情况进行分析。

2 如果以寻找局部异常为任务的勘探, 需要较高的拟合精度, 以得到较精确的反演电阻率变化。此时, 这些在宏观电阻率柱状图上虽然连续的层位, 起局部的电阻率增加或者减小可能是由于局部电阻率异常引起。对于这些异常, 应结合地质信息进行分析甄别。

#### 问题 5: 断面深度不一致

表现: 不同剖面的反演深度不一致

原因:

- 1 剖面反演时, 模型层厚度设置要保持一致, 可以限制第一层厚度后者反演深度, 使各剖面一样。