



GeoElectro

电法数据处理软件系统

VES IPer 使用手册
适用于 VES2005

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

(激) 电测深法解释处理 VESIPER (VES2005)	- 49 -
1 简介	- 49 -
2 总控用户界面	- 49 -
3 建议	- 50 -
4 运行处理程序	- 50 -
5 使用过程	- 51 -
6 快速入门	- 51 -
7 反演程序的合格数据从哪来? ——新建数据	- 51 -
7.0 数据文件类型	- 51 -
7.1 手工输入	- 52 -
7.1.1 输入参数说明	- 53 -
7.1.2 功能按钮的使用	- 54 -
7.1.3 弹出菜单	- 55 -
7.2 来自 RS232	- 56 -
7.2.1 数据传输的基本步骤	- 56 -
7.2.2 程序参数设置	- 56 -
7.3 加载文件	- 58 -
7.4 数据处理	- 58 -
8 反演	- 60 -
8.1 反演深度确定	- 61 -
8.2 反演二维电阻率 (VES2005; VESIPer)	- 61 -
8.3 极化率二维反演 (VESIPer)	- 62 -
8.4 反演一维电阻率 (VES2005; VESIPer)	- 63 -
9 成图	- 70 -
9.1 电测深曲线绘制	- 70 -
9.1.1 子窗口界面	- 70 -
9.1.2 使用方法	- 71 -
9.1.3 菜单结构	- 71 -
9.2 综合解释模型图	- 72 -
9.3 断面等值线图	- 74 -
10 主窗口菜单及工具栏工具按钮认识	- 74 -
10.1 菜单结构及功能	- 74 -
10.2 工具按钮的功能	- 76 -
10.3 快捷菜单	- 76 -

(激) 电测深法解释处理 VESIPer (VES2005)

1 简介

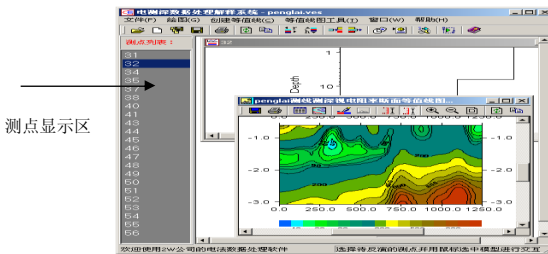
VESIPer 是由 2W™电法数据处理与软件研究所开发的用于(激)电测深数据处理解释模块, 是 VES2005 电阻率测深反演模块的完全升级版本。因此, 这里的操作过程同样适用于电阻率测深数据反演。

利用该软件, 您能完成如下的工作:

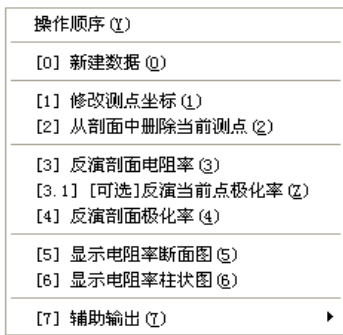
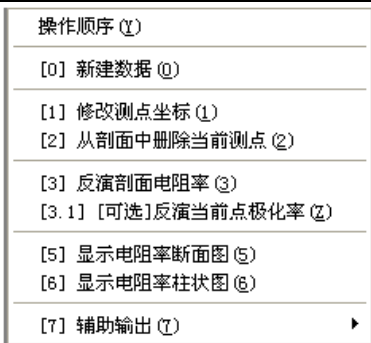
- ✘ 直流电法数据的输入、编辑、光滑、地形改正等原始数据处理
- ✘ 直流电测深法数据的基本图形(双对数曲线与单对数)输出
- ✘ 对称四极电测深电阻率数据的一维数据反演解释
- ✘ 对称四极电测深电阻率数据的二维数据反演解释
- ✘ 激发极化测深数据二维自动反演解释
- ✘ 三极电测深电阻率数据的一维数据反演解释
- ✘ 三极电测深电阻率数据的二维数据反演解释
- ✘ 电测深数据断面图的绘制, 包括单对数断面图和普通线性坐标断面图
- ✘ 配合重庆地质仪器厂的多功能电测仪 DZD-6 等电法仪器, 可直接将野外观测的数据输入计算机并可自动进行数据的分解与识别。

2 总控用户界面

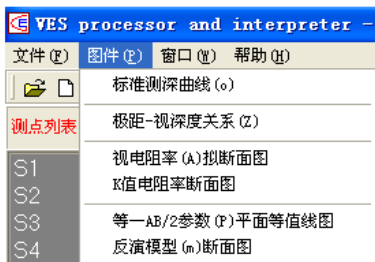
用户总界面如下图。



测点显示区的快捷菜单如下图所示。当只有电阻率数据 (VES 格式) 时, 该快捷菜单为左侧形式; 当加载的是激电测深数据 (DAT 格式) 时, 快捷菜单如右图所示, 增加了“反演剖面极化率”功能。



数据文件加载成功后，系统菜单增加了“图件”菜单，如下图。左为加载的数据文件只包含电阻率测深数据（VES 格式）；右为激电测深数据文件（DAT 格式）。



3 建议

由于本软件系统的核心技术之一：电测深数据二维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，如果为运行二维解释程序，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 至少在 Pentium II 350M 以上。

4 运行处理程序

途径 1：在桌面上直接点击“为思电测深系统”，或者“电测深处理解释系统”；

途径 2：在“开始”菜单的“GeoElectro 电法数据处理系统”中运行“VESIP 电测深数据处理解释”或者“电测深数据处理解释 VES2005”。

5 使用过程

VESIPer (VES2005) 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

等三个部分。

6 快速入门

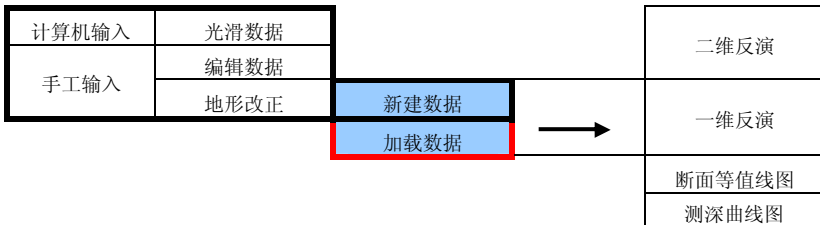
第一步：“新建数据”：如果数据在计算机中不存在。新建的数据可以手工输入，也可以通过数据传输由 RS232 得到。这些原始数据可以被编辑、光滑与进行地形校正，得到用于进一步处理的合格原始数据。

或者直接“打开”数据文件，调入已经保存在计算机中的数据。

第二步：反演处理，点击“测点列表”区中剖面上的测深点号，将弹出一维反演子窗口，在该窗口中，实现对当前测点数据的一维交互或者自动反演。

或者直接点击工具栏中的图标直接进行二维剖面反演。

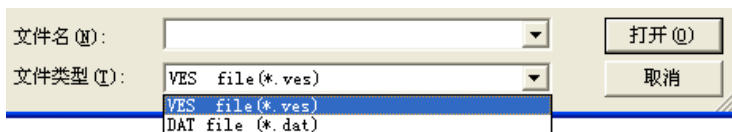
第三步：在“文件”菜单中选择观测参数绘制各种参数断面图或者是一维、二维反演解释模型成果。



7 反演程序的合格数据从哪来？——新建数据

7.0 数据文件类型

VESIPer(VES2005)直接加载的数据文件有两种类型，一种是 VES，另外一种 DAT（如下图）。



当加载的是 VES 文件是，程序将只进行电阻率测深反演；

如果加载的是 DAT 数据，VESIPer 程序将同时对电阻率和极化率进行反演，并能绘制相应视参数的断面图；VES2005 则只能对电阻率反演，但可以绘制其它视参数断面图。

VES2005 有两种格式的测深数据文件，一种是普通电测深数据文件，以 VES 格式存放；另一种是激电测深数据文件，以 DAT 格式存放。具体的文件格式见附录。

原始的数据要成为合格数据，必须经过必要的处理，包括光滑、地改等。为此，用户首先“新建”数据文件。

当用户点击“新建”图标或者“文件”菜单中的“新建”菜单项时，将弹出如下的“新建测深数据...”对话框。

在该对话框中，用户一般要输入数据，然后对输入的数据进行处理，得到合格的数据。



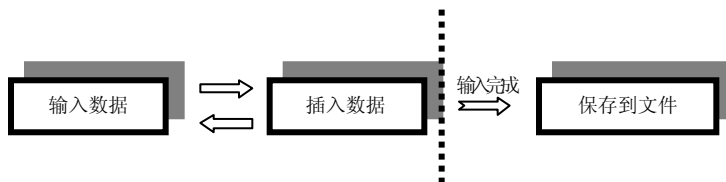
新建数据有三个来源，即“手工输入”、“来自 RS232”和“加载文件”。

7.1 手工输入

“手工输入”对话框如下图。利用该功能可将一条或多条电测深剖面的数据按照 x -坐标从小到大的顺序存储在计算机中。

输入数据时，可以将当前的数据保存到已经存在的数据文件中，从而能将一条剖面上不同时间完成的测深数据保存在同一个文件中。

利用手工输入数据的简单使用流程如下：

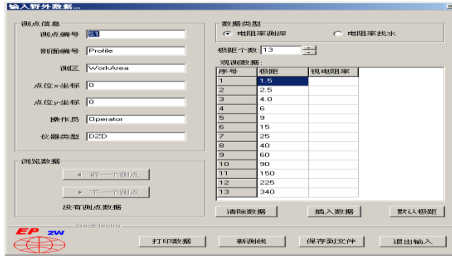


操作时：

完整输入第一个测深点数据及信息 → “插入数据” → 完整输入下一个测深点数据及信息 → “插入数据” → 输入完所有测点数据 → “保存到文件”

注意：

每一条剖面需要给定一个文件。



7.1.1 输入参数说明

利用该程序，主要完成电阻率测深和找水测深数据的输入。对于每一个测深观测点，需要输入的参数主要有：

☞ 测点编号

可以为整数，也可以为其它的用户熟悉的编码方式，如 P101 表示 P1 剖面的第一个点，等等。各个测点的编号最好不同，以示区别。

☞ 剖面编号

由该剖面在测区的具体编号确定，可以是任意的代码，如数字，字母，或是它们的组合。如果用户不关心具体剖面，可不用输入，采用默认剖面编号。

☞ 点位 x-坐标

该参数确定了正在输入的测深点的具体位置，是一个**非常重要**的输入参数，因为在后续的反演与绘图时要用到该参数。

因此，用户应确切地给出当前测深点的位置。

输入数值应以米(m)为坐标单位。

并且，输入数据时，最好将剖面测线的某一个端点作为 0 点，其它各点的 x-坐标相对于该点的坐标给出。

同时，为了符合习惯，如果剖面为南北向，通常选择最南边的测点作为坐标 0 点。对于东西向的剖

面，通常选择最西边的测点作为坐标起点。

☞ 数据类型

文件类型主要有两种，及普通的对称四极电测深与找水的多参数电测深。对于前者，用户通常只关心视电阻率随极距的变化，因此，在“观测数据”输入栏中只有“极距”和“视电阻率”两个参数需要输入。

而当数据类型为“电阻率找水”时，除了输入极距与视电阻率外，还要输入对应的视极化率、衰减度、半衰时、偏离度和综合参数。

程序给出了基本的极距参数，如果不是您实际观测使用的极距，可进行修改。极距(AB/2)(单位：m)。

注意：

对于一条剖面，一旦选中了某个“数据类型”后，在以后的数据输入过程中请不要改变已选择的数据类型。否则，在保存数据时可能丢失某些数据。

☞ 电测深极距个数

由具体的观测情况确定。对于给定的电测深极距个数，在输入数据时必须输入对应个数的观测数据，否则，程序将提示要求继续输入数据。

因此，在正式输入前，必须输入该参数。但在输入数据过程中，也可修改该参数。

☞ 观测数据

在观测数据的输入对话区中，完整的输入当前测点的所有极距及观测参数。输入区默认给出 13 个对数间隔的极距。如果用户实际使用的极距与之不同，可以修改这些极距。此外，还需要数据视电阻率（“电阻率测深”模式）或者激电测深的视电阻率、视极化率等（激电测深或“电阻率找水”模式）。如果输入的数据不正确，或者不完整，程序将给出提示，直到输入修改正确为止。

7.1.2 功能按钮的使用

☞ 新测线

如果输入完一条剖面后，想继续输入另外一条剖面。点击“新测线”按钮，如果已输入的数据没有保存，将提示保存数据。之后，程序将清空已有的输入数据，形成新的空表等待用户使用。

☞ 插入数据

对于每一个测深点，在完全输入完成后，点击“插入数据”按钮将把当前测深点的数据保存到计算机的内存中。同时，将重置各输入参数，回到初始输入状态。

☞ 清除数据

在输入过程中，如果想取消当前测深点的输入，按“清除数据”即可将当前测点的输入数据全部初始化为默认值。

☞ 默认极距

利用系统自带的极距作为当前输入的极距。默认的 AB/2 共 13 个，分别是：1.5, 2.5, 4, 6, 9, 15, 25, 40, 60, 90, 150, 225, 340。

☞ 保存到文件

当对应于一条剖面的所有测深点的数据都输入完成后，可将输入结果保存到对应于该剖面的数据文件中。将来的处理与反演中可直接使用该文件。

具体的数据文件类型取决于选择的“数据类型”。如果为“电阻率测深”，数据将保存在 VES 文件中。如果“数据类型”为“电阻率找水”，输入的数据将保存为 DAT 文件格式。

有时，一条剖面的数据较多，用户需要不时保存输入的结果，或者分多次将一条剖面的数据输入计算机中，此时，利用保存功能可将多次输入的数据保存在一个文件中。

当第一次输入一个剖面的数据时，数据将被保存到一个新文件中。在重新启动输入程序，并接着输入新的数据后，点击“保存数据”，选择对应剖面的数据文件，将给出右图的提示。

用户如果选择“追加到数据文件中”，则当前的数据将被保存到已经存在的测线数据文件中，从而实现一条剖面多次输入的功能。如果选择“替换文件中的数据”则将用当前的数据替换原来的数据文件中的数据，实现数据覆盖。可能会将原来有用的数据毁掉，应十分小心。

具体的文件格式可参见附录。

☞ 前一测点

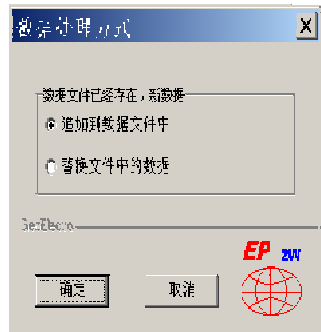
当输入了多个测深数据点后，可利用该按钮将已经输入的测点数据回放出来，以供浏览、检查或修改之用。“前一测点”将当前测点的前一个测点数据加载进来。

☞ 下一测点

当输入多个测深数据点后，可利用该按钮将已经输入的测点数据回放出来，以供浏览、检查或修改之用。“下一测点”将当前测点的下一个测点数据加载进来。

7.1.3 弹出菜单

在数据输入列表区，右击鼠标将弹出一个弹出菜单，共有四项子项，如下图。



☞ 插入一行

在输入光标当前的网格处插入一个新的数据行。

☞ 删除该行

将输入光标当前的网格行及其中的数据删除。

☞ 插入测点

功能同“插入数据”按钮。

☞ 更新当前测点

在利用“前一测点”与“下一测点”浏览数据时，如果发现浏览到的测深点数据不正确，可直接进行修改。

修改完成后，执行“更新当前测点”可将修改后的数据替换已经存在的数据，实现对数据的修改。



7.2 来自 RS232

点击“来自 RS232”将建立计算机与重庆地质仪器厂仪器之间的数据通讯。界面如下：

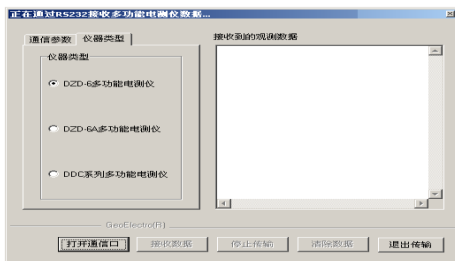
7.2.1 数据传输的基本步骤

① 利用 DZD 系列仪器配带的 RS-232 通信电缆将 DZD 系列仪器与计算机的 COM1 口连接起来；

② 运行 VES2005 执行“新建”，点击“来自 RS232”，根据通信协议设置数据传输“通讯参数”后，打开“通信端口”，并点击“接受数据”按钮，使程序处于数据接受状态；

③ 按照重仪厂系列仪器数据传输说明，在仪器中将期望传输的数据设置完成后，按确定后进入数据传输状态；

④ 数据传输完成后，点击“退出传输”，按照提示保存接收到的数据到指定的文件中。



7.2.2 程序参数设置

为了正确使用该程序，用户需要正确设置传输参数，主要包括“通信参数”与“仪器类型”的正确设置。下面给出详细介绍。

(1) 通信参数

为了设置“通信参数”，选中程序界面上的“通信参数”选项卡，将出现右图的效果。在该页中进行通信参数设置。具体如下：

☞ 选择通信端口

具体的通信端口取决于您使用的计算机。有关计算机 COM 口的具体参数可参见有关的说明书。

一般计算机有两个 COM 口。这里建议用户使用 COM1 进行数据通信。如果 COM1 口被其它设备占用，请先停用该端口。

如果您的计算机，比如笔记本电脑，可能没有 COM 口，此时数据传输将无法进行。

☞ 传输速率

传输速率的设置应该所用仪器的实际传输速率一致。具体速率可参见 DZD-6 及相应仪器的用户手册。

默认的传输速率为 4800Bits/s。

☞ 数据位数

数据位数的设置应该和 DZD-6 仪器及相应仪器的实际使用数据位数一致。具体数据位数可参见 DZD-6 及相应仪器的用户手册。

默认值为 8Bits。

☞ 停止位个数

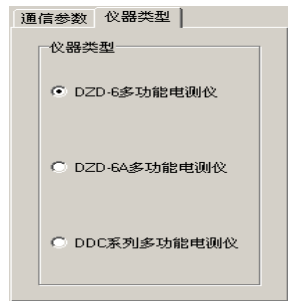
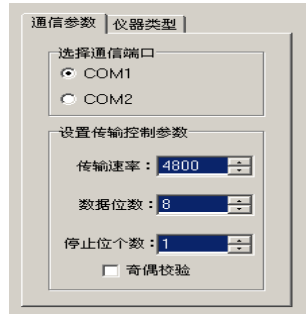
停止位个数的设置应该和 DZD-6 仪器及相应仪器的实际使用的停止位个数一致。具体停止位个数可参见 DZD-6 及相应仪器的用户手册。

默认值为 1Bit。

☞ 奇偶校验

奇偶校验的设置应该和 DZD-6 及相应仪器的实际使用的奇偶校验约定一致。具体奇偶校验约定可参见 DZD-6 及相应仪器的用户手册。

默认情况下没有奇偶校验。



(2) 仪器类型

“通信参数”设置完成后，用户还必须选择所使用的“仪器类型”，这样才能保证数据传输的正确性。

目前共有三种仪器类型可以选择，如右图所示。用户只需要用鼠标选中相应的仪器类型即可。注意必须保证使用的“仪器类型”与当前选择的一样，否则数据格式在保存时将出错。

说明：

如果 DZD-6 及相应仪器的用户使用手册没有特别说明，请最好不要改变上述参数设置，否则数据传输可能失败。

此外，在数据传输过程中，最好不要运行其它的程序，以保证数据传输的正确性和一致性。

建议：

由数据传输程序传入计算机的数据是原始观测数据。非常宝贵！

建议用户在传输数据结束后，一定要将数据保存并备份起来。同时一定要记住数据文件名且禁止将原来的数据文件覆盖掉。

7.3 加载文件

将把原来已经输入的数据加载进来，以便进行处理。这种情况是，我们可能只是将原始数据输入进来了，但没有处理便退出程序。而对数据处理可能现在才进行。此时利用“新建”将原来的数据“加载”进来进行处理。有关“数据处理”见下节。

7.4 数据处理

点击“数据处理”，将对当前“手工输入”的数据文件或者“来自 RS232”数据通讯结果以及原来没有完成处理的数据文件进行处理。“数据处理”子窗口如下。

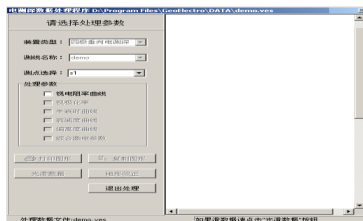
对电测深法观测数据的处理基本包括如下的三个部分，即：

① 对原始数据进行编辑、光滑，获得剔除数据异常的合理观测曲线；

② 对于地形起伏较大的测线，如果已知地形控制点点位、高程等参数，对于电测深装置、联合剖面装置与中间梯度装置，可进行地形改正，获得不受地形影响的纯视电阻率异常，且我们的中梯地改不仅适合主剖面，还可以对旁测线进行地形改正；

③ 输出每个测点的视电阻率曲线、视极化率曲线、综合参数曲线、半衰时曲线、衰减度曲线与偏离度曲线。

具体的处理过程如下：



若“数据处理”窗口被成功打开，在“装置类型”列表框中将显示当前测深数据文件的测深的装置类型，在“测线名称”列表框中将显示当前剖面名称。

[1] 测点选择

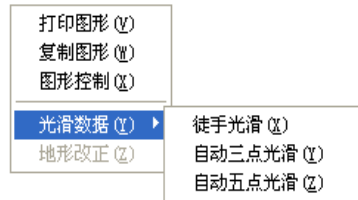
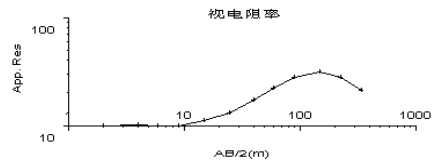
由于加载的是测深数据，每个测深剖面可以由多个独立测深点组成。因此，用户需要从“测点选择”列表框中选择待处理的测深点号。

[2] 选择“处理参数”

如果当前的处理的数据是激电测深数据，在“选择测点”后，有六个可处理的参数，它们分别是视电阻率曲线、视极化率、综合参数、半衰时、衰减度与偏高度。对于电阻率测深，只有视电阻率曲线可以处理。

选择待“处理参数”后，如“视电阻率曲线”，图形区会给出选择的测点视电阻率随极距变化曲线。

剖面 demo 上测深点s1 观测数据



[3] 光滑数据

如果观测的数据由于存在各种干扰，不是光滑变化，需要对这些数据进行剔除、光滑。可按下程序控制面板左下角的“光滑数据”按钮对数据进行光滑。

光滑的途径有两个，一个是手工拖动光滑。此时，在图形区用鼠标选中需要处理的畸变数据，拖动对应的“十”字，到合适的位置直接进行光滑处理。

另外的一个途径是自动光滑，为此用户需要首先用鼠标选中待光滑的曲线图形中的某个“十”字。接着右击弹出下边的菜单。

选择“自动三点光滑”或者“自动五点光滑”进行自动光滑处理。这样可以节约工作量。

[4] 地形改正

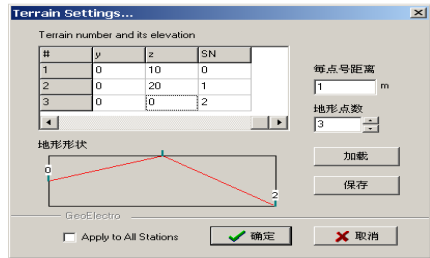
地形改正是复杂地形区进行电法勘探必须进行的处理过程。我们提供的电法数据地形改正是目前精度最高的。目前据称是最先进的地形改正程序我们试验发现，在大极距时精度不高，甚至错误。这是为什么有时采用这中程序做地形改正时出现错误。我们的地改程序精度无论是小极距还是大极距精度都非常高。

为了进行地形改正，首先选中“处理参数”中的“视电阻率”参数，此时“地形改正”按钮可用。

接着，点击“地形改正”，将弹出下图的对话框，要求用户输入剖面地形控制点的点号与高程。在该对话框中，用户可以修改地形点编号及高程。

如果用户有已经输入的地形坐标文件，可以“调入数据”，也可以将输入的地形数据通过“保存点位”保存起来。地形文件以 POS 为后缀。

在设置正确“每点号代表”的长度后，点击“确定”，程序将根据输入的地形计算地形影响校正系数进行地形校正。



注意:

为进行地形改正，要求

- (1) 地形数据输入的是地形点在剖面上的编号，该编号与测点的编号一致。
- (2) 地形编号的距离是由水平距离确定的，不是斜距。
- (3) 必须输入“每点号代表”的长度，以便在地形改正时得到正确的水平距离参数。
- (4) 地形改正将对所有的测点进行。也就是用户只需要对当前测点进行一次地形改正，其它测点的地形改正将自动完成。因此，用户只需要执行一次“地形改正”即完成整个剖面所有测点的地形改正

[5] 图形打印

对于处理好的图形，用户可将其打印出来以备使用。

[6] 复制图形

对于处理好的图形，用户可将其复制到系统剪贴板上，在其它图形处理程序或者文字处理工具如 Word 中粘贴进来作为报告的一个部分直接使用。

[7] 修改图名

在初始生成的图形中，图名是由文件名命名的，这与实际的剖面名称不一致。通过“修改图名”菜单，用户可容易地输入合适的图名，对已有的图名进行修改。

[8] 退出处理

数据处理完成后，程序会提示将数据处理结果保存起来。

8 反演

VESIPer 的反演功能包含电阻率反演和极化率反演，对于极化率目前提供了二维自动反演。而对于

电阻率，反演可以分为自动一维反演与二维反演。

VES2005 则只能进行电阻率的一维与二维反演。下面分别介绍这两种反演方法的具体操作过程。

8.1 反演深度确定

电测深反演深度通常认为是极距的 1/4，即 $AB/4$ 。但实际的深度取决于实际的地质情况。因此，用户可以根据需要和实验指定反演深度。

在“物件”菜单下，点击“积距-视深度关系”，将弹出如下的深度-极距设置对话框。

选择合适的比例后，反演的深度和视电阻率断面图等都将按照此比例关系设置，如希望反演深度为 $AB/6$ 。




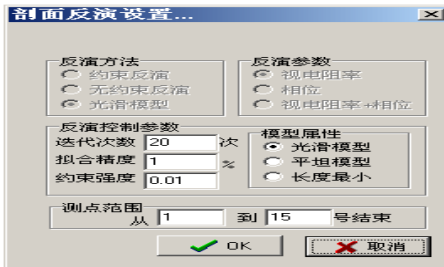
8.2 反演二维电阻率 (VES2005; VESIPer)

VESIPer (VES2005) 实现电测深数据的二维自动反演，克服目前二维反演的主要利用交互方式的缺点，大大提高反演计算效率。同时，反演的结果更加客观，能够给出比常规一维反演更为客观，信息更为丰富的地电断面模型。反演的控制参数可人为给定。反演的结果模型、反演结果拟合对比情况等反演过程中可实时显示，以便用户了解反演的效果。

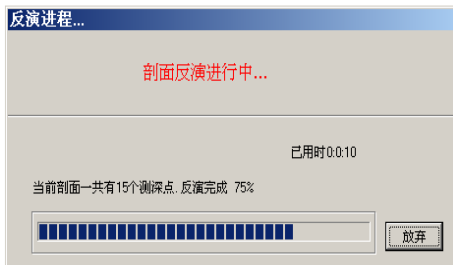
VESIPer (VES2005) 目前能处理最多有 63 个测深点数据的剖面。

反演程序收敛较快，一般经过 4-5 次反演迭代，反演模型就能够收敛到真实模型上。同时保证理论模型与观测数据的拟合差达到最小。

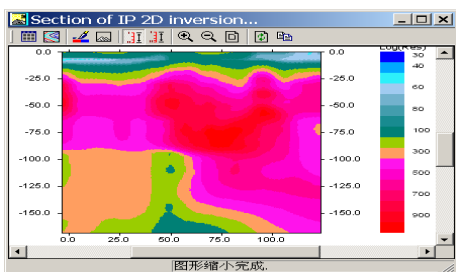
我们的二维反演是真正自动剖面反演，操作非常简单。用户在加载数据完成后，点击图标按钮  执行自动二维反演。此时，将弹出如下的对话框，进行必要的参数设置：















“OK”后，将显示反演的进程：



反演结束后，将在反演模型断面图窗口显示反演得到的电阻率模型断面，如下图。其中横坐标为水平距离，纵坐标为深度。



在反演模型断面图窗口中，点击  可以被保存为 XYZ 格式与 BMP 格式，点击  可以按照用户指定的比例打印。而点击  可以设置断面图填充色彩。点击  放大图形，点击  缩小图形，而  刷新当前的断面等值线图。如果比例不合适，可以点击  设置用户的比例，最后，点击  可以将反演的模型断面复制到剪贴板上供其它图形文字处理工具使用。其它的工具如添加地形 ，对数显示深度坐标 ，重新网格化数据 ，重新绘制等值线  等在后面介绍。

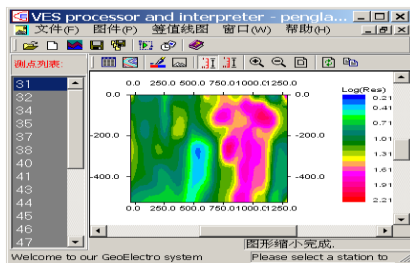
8.3 极化率二维反演 (VESIPer)

极化率二维反演不需要人为干预。为进行极化率反演，必须：

- [1] 加载数据为 DAT 格式的，或者
- [2] 加载的 VES 数据有对应的极化率数据文件，

那么极化率反演可以使用。

如果数据含有极化率信息，在“测点列表”点击右键，将弹出快捷菜单，选择“反演极化率”，此时，系统将给出反演进度，反演结束后，显示反演的极化率断面图。



8.4 反演一维电阻率 (VES2005; VESIPer)

对电测深数据的一维反演可从两个途径进行。

第一个是**人机交互反演**。首先在应用程序屏幕窗口上绘出所给实际的野外电测深曲线，初始模型的模型分布曲线及其相应的理论结算结果曲线。利用交互的手段修改电阻率模型。每修改一次模型，计算一次与模型对应的理论曲线，并与实际数据拟合比较。经过多次反复修改，当两曲线满意地拟合时，就得到由野外的视电阻率曲线对应的地电模型。

人机交互反演能够充分利用解释人员的先验知识，对模型进行约束，给出实际电阻率随深度变化的较为粗糙的初始估计。因此，能给出自动反演需要的较为合理与可靠的初始模型。

人机交互的反演最常用方式是通过对话框，输入具体的电性层参数，修改模型。但更简便的方法是利用鼠标直接对模型进行修改。VES2005 将两者结合起来达到方便快捷地修改模型、反演数据的目的。

鼠标修改模型的方法时，在模型区用鼠标左键选中待修改的层参数，比如某一层的电阻率或厚度，此时鼠标形状改变，若是选中电阻率参数，鼠标变为左右箭，若是选中厚度，变为上下箭。移动鼠标，选中的层参数会发生相应改变，松开鼠标后，将给出拟合结果。重复这一过程直到窗口客户区右边的模型响应曲线和实际野外视电阻率曲线基本重合。在视电阻率数据区同时给出了以对数相对误差给出的拟合差，作为反演精度的一个判据。鼠标的使用见后面“**鼠标的使用**”。

第二个途径是对电测深数据进行**自动反演**。自动反演的反演精度很高，对于较为简单的模型，如模型电性层少于 5 层时，自动反演效果较好。对于较复杂的观测曲线，自动反演通常无法给出好的反演结果。更重要的是，自动反演要求与实际模型较为接近的初始估计模型。但通常这是一项较为困难的事情。因此，实际上很多情况下，对于电测深剖面数据，通常给出视电阻率断面图并进行定性的解释。

由于物探方法解释模型的多解性，一种观测数据可能对应于多个模型。因此，利用已有地质信息对反演进行限制，是减少反演解释多解性的一个重要途径。在 VES2005 中，借助约束反演，用户可以指定已知的电性层的厚度或电阻率及其可能的范围，强迫计算机自动反演的结果将被限定在用户的已知信息内，同时其它未知的电阻率层厚度与电阻率也能得到更为精确的恢复。这是 VES2005 的新特色，也是其它解释软件所没有的。利用该特色，用户可以解释获得更为合理的解释地质模型。关于约束反演见“**约束反演**”


反演任务完成之后，反演的模型参数在模型曲线的下面同时给出，反演的拟合差在数据曲线下面给出，同时反演解释结果还可写入到 VES 格式的文件中以备用。

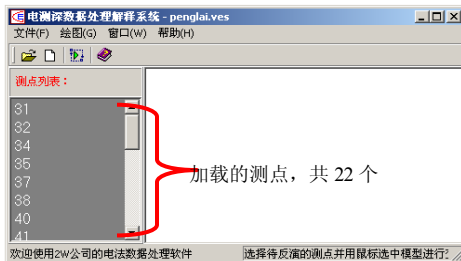
8.4.1 一维电阻率反演过程

(1) 打开测点窗口

运行 VESIPer (VES2005)，界面如下。

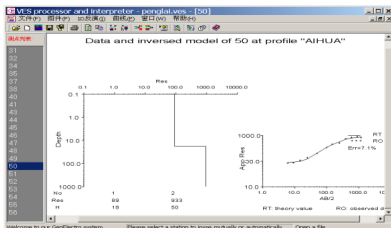



点击打开数据文件，程序将从数据文件中读入观测数据与反演的模型，并用读入的数据块初始化“测点列表”。假设选择了文件“Penglai.ves”，具体操作结果如下图。

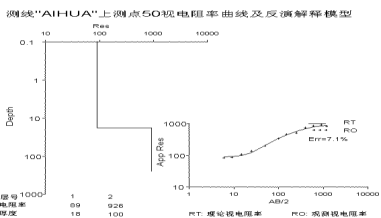


(2) 单点数据处理与反演

点击“测点列表”中的任意测点编号，假设选择了 50 号测点，将弹出与该数据块对应的数据处理与反演子窗口如下。



由上图可见，给定的初始模型不合适，因为曲线的误差较大。但从视电阻率曲线的变化规律可以看出，与之对应的地电断面大致为二层 G 型。因此，可以用当前的模型作为初始模型，试着进行自动反演，用户点击工具按钮，程序进行自动一维反演，反演的结果见下图。



从图可见，反演结果基本拟合了原始的观测曲线。但从图

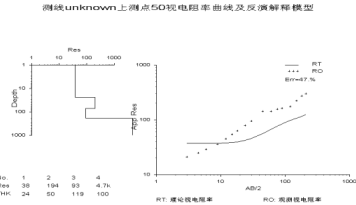
可见，在曲线的尾枝，电阻率异常没有表现出来，即在第二与基底之间



可能存在一个低阻层。为此，首先选中基底对应的电阻率，

然后点击“插入新的电性层”按钮，将弹出如下的对话框，要求用户在第二与基底之间插入新的电性层。由于可以用鼠标随意修改层参数，用户只需要点击“确定”即可。

用鼠标对输入的参数调整后，有如下的反演初始模型。

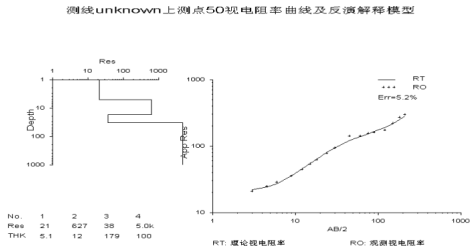


再次执行“反演”后，有如下图的反演结果。新的模型反演拟合差变小，因此，从数据拟合的角度上看，该模型更合适。但具体的情况还要结合工区的地质情况。

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”

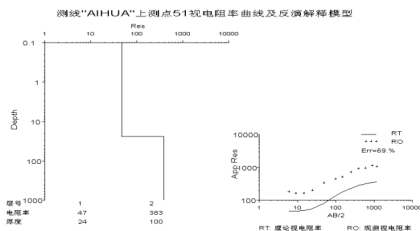
这样，我们的反演结果将被保留到文件中。同时，该点反演结果也可以被其它测点使用。



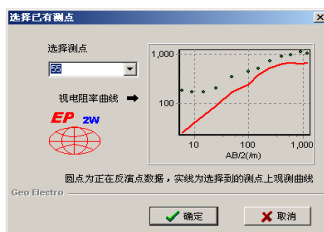
我们现在关闭当前的反演窗口。

我们完成了一个测点的反演工作。

点击“测点列表”中的其它测点，将弹出同上的反演子窗口。比如，选中了 51 号点，该点的模型与数据曲线如下图。

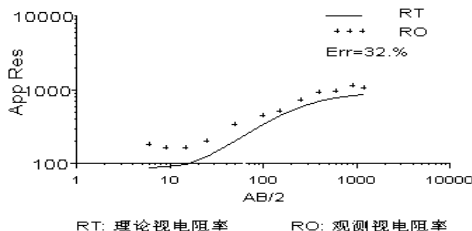


从上图看见，51号点的视电阻率曲线基本与50号点一致，只是尾部的低阻异常更加明显。显然我们可以使用50号点的反演模型作为该点反演的初始模型进行反演。具体方法是在反演图形区，右击鼠标，将弹出快捷菜单，使用快捷菜单中的菜单项“使用其它测点反演模型”。通常一条测线有很多的测点，虽然测点下方电阻率模型可能相差很大。但肯定有很多测点的曲线非常相近。这样，如果视电阻率曲线相近的某条曲线已被成功反演，那么，其它与之相近的测点就可以直接使用该模型进行自动反演而无须进行人机交互反演。

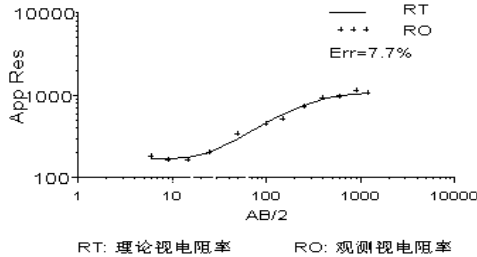


当点击“使用其它测点反演模型”后，会弹出下图对话框，从该对话框中，用户可通过“选择测点”列表框，从中选择与当前曲线最接近的曲线。如果该测点已经成功反演，则利用该测点模型替换当前测点模型。

通过比较，发现50视电阻率确实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。“确定”后，数据拟合情况如下。



点击“反演”后，处理结果如下。从图可以认为反演的结果是合理的。与“使用其它测点反演模型”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。



按照上面的操作，可以完成整条剖面的数据反演。

8.4.2 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，整个窗口图形区基本可分为两个部分，左边为模型分布区，右边为观测数据与理论曲线分布区。

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。

模型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。

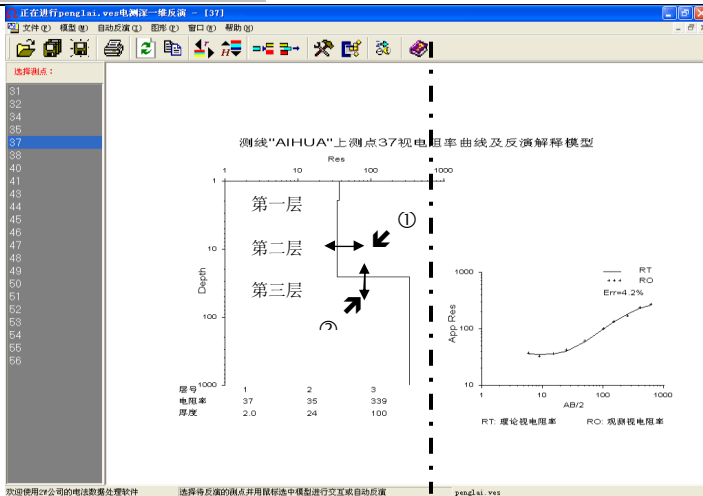
图中的电阻率模型为三层。各层的厚度和电阻率在模型区的底部已显示出来，分别为 $36.8 \Omega \cdot \text{m}$ ，20m； $25.1 \Omega \cdot \text{m}$ ，24.2m 与 $329 \Omega \cdot \text{m}$ ，100m。

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，如图中第二层的电阻率，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，如图修改第二层的厚度，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。



测点显示区



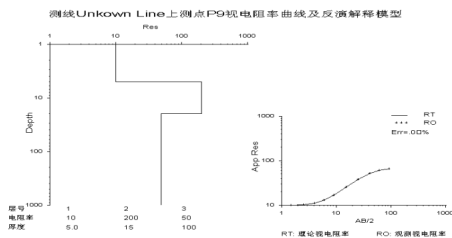
模型曲线区



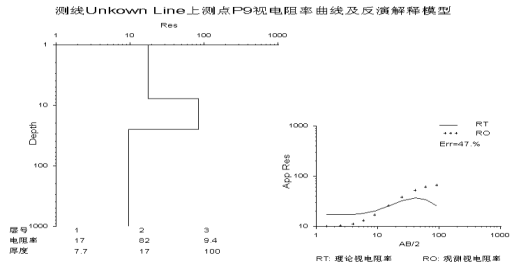
拟合曲线区

(3) 约束反演

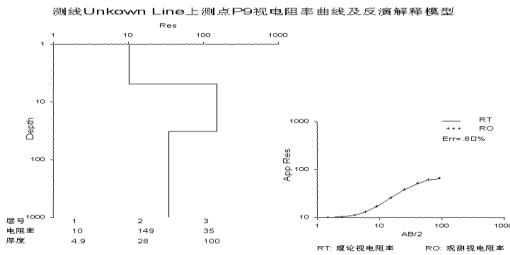
完全以来计算机进行电测深曲线的解释有时是不可靠的。比如，下图是理论模型及其计算的视电阻率曲线。



假设我们不知道具体模型参数，即猜测如下，显然误差较大。因此模型不合适。



执行自动反演后，如下图。显然，第二层的模型误差很大，导致第三层的模型也与理论值不一样。

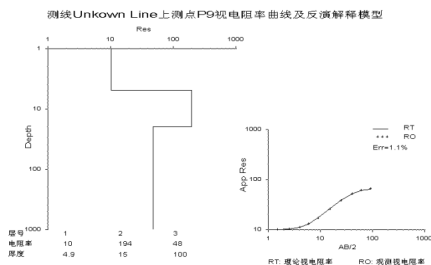


为此，我们对第二层进行约束。假设根据地质资料，其厚度是已知，为 15m。点击“设置参数约束范围”按钮，将弹出如下的对话框：



在“设置层厚度范围”中的第二层中，“下限”和“上限”框中都输入 15，“确定”。然后，再次自动反演，结果如下。从图可见，在约束条件下，反演的结果已经是理论模型。这就是约束反演的意义及优点。因

此，在反演中，充分利用已有的地质信息，是提高反演精度的重要途径。通过我们的程序，可以实现这一点。



9 成图

VES2005 提供了强大的专业图形绘制功能。利用 VES2005，可以绘制：

- [1] 电测深曲线，
- [2] 断面等值线，
- [3] 平面等值线，
- [4] 测深曲线剖面类型图
- [5] 综合解释模型图。

9.1 电测深曲线绘制

9.1.1 子窗口界面

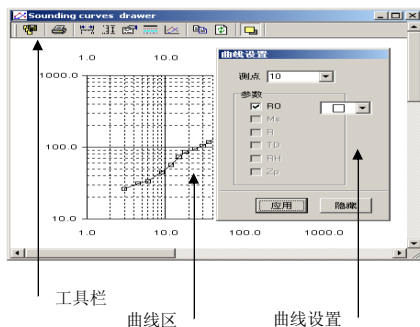
在菜单“**图件**”中，点击“**标准测深曲线**”，将进入测深曲线绘制子窗口。

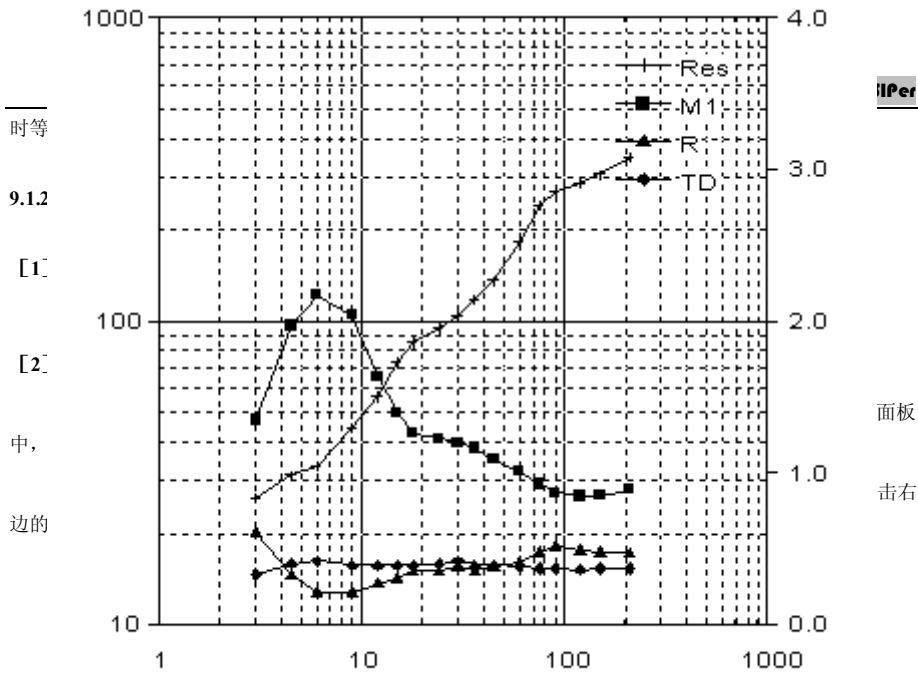
测深曲线绘制子窗口是专用的电测深曲线绘制程序。用户可以方便地对绘制的图形进行修改，打印等。

借助该程序您能绘制普通直流电测深曲线，激电测深曲线，并按照用户指定的图形长度与宽度打印输出。

对于电阻率测深，可绘制双对数曲线，模数为标准的6.25cm。对于激电测深的其它参数，绘制单对数曲线。

当绘制激电测深曲线时，可以同时绘制视电阻率、视极化率、综合参数、偏离度、衰减度和衰减





[3] 修改图形

电测深曲线图主要由图名、坐标轴（上、下、左、右）、电测深曲线（可能有即视电阻率、视极化率、综合参数、偏离度、衰减度和衰减时六条）以及图例组成。对于其中的任意一个元素，用户只要将鼠标击中该元素，将弹出对应的属性修改对话框。

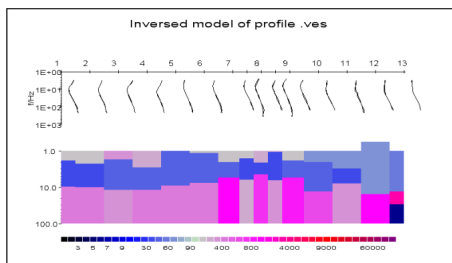
9.1.3 菜单结构

测深曲线	设置 x-轴长度 	
	设置 y-轴长度 	
	新图名 	
	曲线属性 	
	复制 	将图形复制到系统剪贴板上
	刷新 	刷新图形
	隐藏/显示图例 	
	隐藏/显示“曲线设置” 	
	保存图形 	将绘制的图形保存为图形格式

9.2 综合解释模型图

电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。

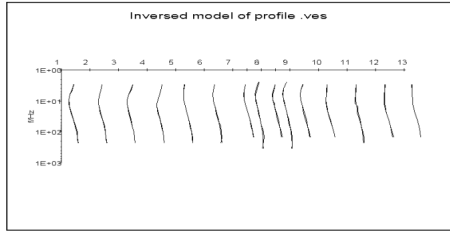
为绘制“综合解释模型图”，用户可在“测点列表”中点击鼠标右键，弹出快捷菜单，从中点击“显示反演模型断面”，或者点击“图件”菜单的子菜单项“反演模型断面图”，此时，在弹出的子窗口中显示如下图的视电阻率曲线类型分布图。在该窗口中，上半部分是各测点的电动势沿剖面的变化情况，下半部分是对应的解释模型分布情况。



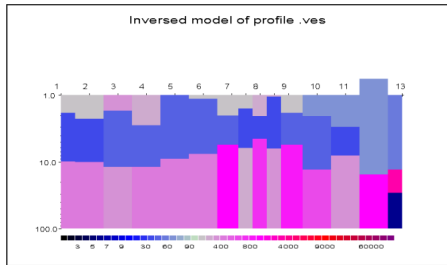
同时，系统的菜单发生变化，在主窗口的菜单中将出现“模型断面”菜单，具体结构如下：

打印	=	打印断面类型图形
隐藏观测数据	=	同时执行这两个操作，将只显示模型断面图，不显示曲线类型图。
隐藏理论数据	=	
隐藏模型	=	将只显示曲线类型图
曲线形式显示模型	=	默认是柱状图断面。执行后，将以折线形式显示反演模型。
图名	=	修改图名
模型深度对数显示	=	可以对数或者算术坐标显示模型厚度。对数显示可以突出浅部地电变化，算术坐标则突出深部电性变化。
单点曲线宽度	=	可以将模型范围变大，便于分析。
色标		
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
叠加模型曲线	=	将模型曲线追加到观测曲线下方
叠加理论曲线	=	在观测曲线上叠加模型的理论数据曲线

当用户执行“隐藏模型”，图形变为

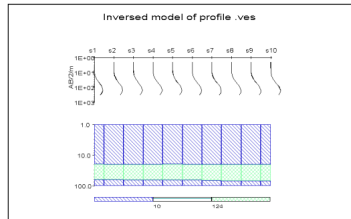
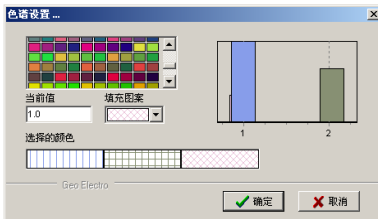


而当用户“隐藏观测数据”和“隐藏理论数据后”，将在图中只显示模型断面图。



在图形区，还有一个快捷菜单供用户修改图形。并实现图形打印、复制等功能。

如果用户点击“色标”，将弹出下面模型断面填充模式设置对话框。确定后，将利用当前的填充模式绘制断面模型。



需要说明的是，对于“叠加模型曲线”，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。

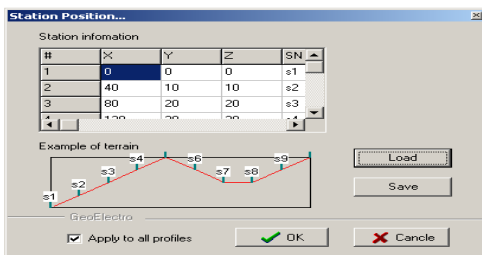
为了完成整个剖面的上述图件，需要给出各个测点准确的测点位置，即 x, y ，其中 x 为测点在

测线上的坐标，y 为测线坐标。

加载的数据，每个测点的点位数据是由原始数据(dat 文件)中的点号确定的。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。

为修改点位，用户可在“测点列表框”中点击鼠标右键，弹出快捷菜单，从中点击“修改点位”，弹出下图的对话框。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）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”。

注意：输入的块号必须包含当前测线的数据块号，否则相应测点的坐标将不能更新。



9.3 断面等值线图

参见《瞬变电磁用户手册》中相关章节。

说明：

“绘图”菜单中一共有 6 个断面等值线图可以绘制。当打开的是 VES 格式的数据文件时，只有视电阻率断面等值线图绘制功能。只有打开的是 DAT 格式的数据文件时，6 个类型的断面等值线图才能绘制。

10 主窗口菜单及工具栏工具按钮认识

菜单是动态的，随用户执行的操作不同，结构也不同。下面将所有可能的菜单项及其功能作简单介绍。

10.1 菜单结构及功能

文件

新建数据	=	新建 DAT 格式或者 VES 格式的野外数据文件
加载数据	=	调入 DAT 格式或者 VES 格式的数据文件

保存反演结果为 VES 格式	=	将反演电阻率模型及数据保存到 VES 文件中
另存反演模型为	=	将反演电阻率模型及数据保存到其它 VES 文件中。这在调入 DAT 文件时可能有用。
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
退出	=	退出 VES2005 软件系统

绘图

视电阻率断面等值线图	=	绘制视电阻率断面等值线图
视极化率断面等值线图	=	绘制视极化率断面等值线图
视偏离度断面等值线图	=	绘制偏离度断面等值线图
视综合参数断面等值线图	=	绘制综合参数断面等值线图
半衰时断面等值线图	=	绘制半衰时断面等值线图
衰减度断面等值线图	=	绘制衰减度断面等值线图
等 A B/2 参数平面等值线图	=	按照相同极距抽取一个工区中各个测点上的某个观测参数，如视电阻率等绘制异常的平面等值线图
电阻率解释模型综合断面	=	绘制解释模型断面，包括解释模型，曲线类型分布以及曲线拟合情况等。

一维模型

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。

一维自动反演

设置反演参数	=	设置反演精度控制参数
设置层参数范围	=	根据已知的地质信息，设置已知电性层的厚度与电阻范围
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。

一维图形

更名图名	=	更改图形的名称，以便将数据打印出来合适保存备案
测深曲线打印		按照双对数显示打印视电阻率测深曲线，按照单对数打印激电测深其它参数
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，以供报告撰写之用。

帮助

内容	=	VES2005 软件使用的详细帮助信息
关于电测深反演	=	软件的简单信息及联系方式
访问 GeoElectro 的网站	=	登陆我们的主页，获得软件的最新版本与信息

10.2 工具按钮的功能

在主窗口的工具栏主要是为一维反演服务的。其它窗口的工具栏主要是为等值线服务的。

	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

10.3 快捷菜单

在打开数据文件后，在“测点列表”区中右击鼠标，将弹出如下的快捷菜单：

[1]修改点位坐标	=	修改所有测点的水平坐标与高程，以便绘图
[2]从剖面中删除		

当前点		
[3]反演电阻率	=	执行电阻率二维自动反演
[4]反演极化率	=	执行极化率二维反演
[5]显示电阻率断面图	=	以等值线形式显示二维反演模型断面
[6]显示电阻率柱状图	=	以柱状图的形式显示一维反演模型

在测点数据反演子窗口中，点击鼠标右键，将弹出如下的“**一维反演**”控制快捷菜单：

改变层厚度	=	通过对话框修改层电阻率
改变层电阻率	=	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	=	执行一维自动反演。
输出拟合数据	=	将反演的模型刷新到主窗口中，以便保存结果

需要强调的是，新的菜单项“使用其它测点反演模型”与“更新主窗口中模型”的用处。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，会弹出一个对话框，从该对话框中，用户可选择与当前测点视电阻率曲线接近的已成功反演的测点，利用该测点模型替换当前测点模型。

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。