

EPS Reservoir 系统培训教程

E&P Tech, Inc.

目录

介绍.....	1
练习 1. 创建工区.....	3
练习 2. 加载 SEG-Y 格式地震数据	5
练习 3. 加载二维测线的坐标.....	9
练习 5. 加载地质数据.....	12
练习 6. 加载测井曲线数据.....	14
练习 7. 定义层位信息.....	17
练习 8. 加载层位文件.....	19
练习 9. 加载时深关系文件.....	21
练习 10. 显示地震剖面.....	23
练习 11. 层位解释.....	25
练习 12. 投影测井曲线到地震剖面上	27
练习 13. 测井资料处理.....	28
练习 14. 子波估算和层位标定	33
练习 15. 创建反演初始模型.....	36
练习 16. 波阻抗反演.....	42
练习 17. 连井线反演.....	46
练习 18. 储层参数反演.....	49
练习 19. 信息融合.....	51
练习 20. 地震相干计算.....	55
练习 21. 地质岩性体解释.....	62
练习 22. 平面作图.....	66
练习 23. 空间三维显示.....	67

介绍

EPS4.0 版本由 7 个应用模块（EPlog、EPstru、EPinvs、EPdetect、EPlith、EPanaly 和 EPview）、数据加载和管理模块 EPbase、工区管理和服务模块 EPproject 组成。

单击 CDE 桌面环境的前台面板（在屏幕的下部）上的 EPS 图标，弹出 EPS 主控板（如图 1-1）。EPS 主控板用于启动 EPS 系统各应用模块。

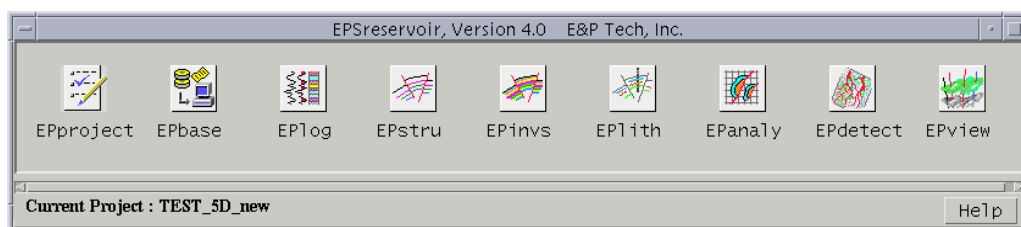


图 1

本教材中，我们将加载系统随机所带的二维示例数据，并应用各个模块对该数据进行处理。力求使用户对各个模块的主要功能有一个基本的了解和熟悉。

二维示例数据存放在 EPS 用户主目录下的 `demo_data/2d_demo_data` 中，其中又分 `seis` 和 `well` 两个子目录，目录中文件分别为：

seis---地震数据目录

- project.coord---工区坐标数据
- line.coord---测线坐标数据
- line1.sgy---测线 1 的 SEG Y 文件
- line2.sgy---测线 2 的 SEG Y 文件
- line3.sgy---测线 3 的 SEG Y 文件
- line4.sgy---测线 4 的 SEG Y 文件
- h1.hor.dat---层位 h1 的 ASCII 文件（IES 格式）
- h2.hor.dat---层位 h2 的 ASCII 文件（IES 格式）
- h3.hor.dat---层位 h3 的 ASCII 文件（IES 格式）
- h4.hor.dat---层位 h4 的 ASCII 文件（IES 格式）
- F1.flt.dat---断层 F1 的 ASCII 文件（IES 格式）
- F2.flt.dat---断层 F2 的 ASCII 文件（IES 格式）
- F3.flt.dat---断层 F3 的 ASCII 文件（IES 格式）

well---测井数据目录

- well.coord---井名及井位坐标数据
- w1.data---w1 井曲线数据
- w1.vsp---w1 井 VSP 数据
- w2.data---w2 井曲线数据

w2.vsp---w2 井 VSP 数据
w3.data---w3 井曲线数据
w3.vsp---w3 井 VSP 数据
w4.data---w4 井曲线数据
w4.vsp---w4 井 VSP 数据
w5.data---w5 井曲线数据
w5.vsp---w5 井 VSP 数据
well.formation---井地质分层数据
well.lithology---井岩性数据
well.payzone---井油层数据

三维示例数据存放在主目录下的 **demo_data/3d_demo_data** 中，其中又分 **seis** 和 **well** 两个子目录，目录中文件分别为：

seis---地震数据目录

project.coord---工区坐标及数据体道头信息
3d_demo.sgy---三维示例数据体的 SEGY 文件
h1.hor.dat ---层位 h1 的 ASCII 文件（IES 格式）
h2.hor.dat ---层位 h2 的 ASCII 文件（IES 格式）
F.flt.dat ---断层 F 的 ASCII 文件（IES 格式）
F1.flt.dat ---断层 F1 的 ASCII 文件（IES 格式）
F2.flt.dat ---断层 F2 的 ASCII 文件（IES 格式）

well---测井数据目录

well.coord---井名及井位坐标数据
w1.data---w1 井曲线数据
w1.vsp---w1 井 VSP 数据
w2.data---w2 井曲线数据
w2.vsp---w2 井 VSP 数据
well.formation---井地质分层数据
well.lithology---井岩性数据
well.payzone---井油层数据

练习 1. 创建工区

1.1 创建二维工区

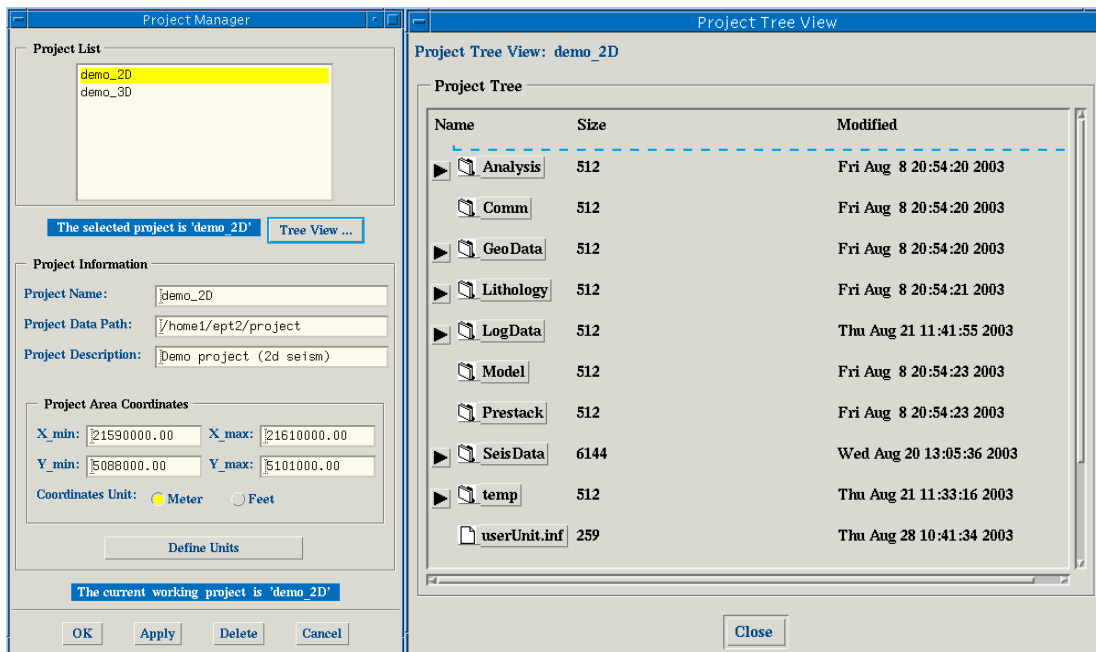


图 1-1

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。按下列步骤创建一个二维工区：

- (1) 确认当前用户的主目录路径。本示例中，我们假设为 `/home/users/eps`
- (2) 在 **Project Name** 文本区内键入 `2d_demo`
- (3) 在 **Project Data Path** 文本区内键入 `<主目录路径>/project`，即 `/home/users/eps/project`（以下 `/home/users/eps` 均指用户当前的 `<主目录路径>`，用 `$HOME` 替代）。
- (4) 在 **Project Description** 文本区内键入说明文字，比如 `for 2d demo`
- (5) 在 **X_min, X_max, Y_min, Y_max** 文本区内分别键入 `21590000, 21610000, 5088000, 5101000`。（该工区范围数据可在 `$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis/project.coord` 文件中查到）
- (6) 按 **Apply** 键，弹出提示对话框，提示用户是否确认创建新工区。按 **OK** 键，新工区创建完毕。下次进入工区管理对话框（图 2-1）时，直接从 **Project List** 列表选取工区名 `2d_demo` 即可
- (7) 按 **Cancel** 键退出工区管理对话框

1.2 创建三维工区

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。按下列步骤创建一个三维工区：

- (1) 确认当前用户的主目录路径。本示例中，我们假设为 `/home/users/eps`
- (2) 在 **Project Name** 文本区内键入 `3d_demo`
- (3) 在 **Project Data Path** 文本区内键入 `$HOME/project`，即 `/home/users/eps/project`。
- (4) 在 **Project Description** 文本区内键入说明文字，比如 `for 3d demo`
- (5) 在 **X_min, X_max, Y_min, Y_max** 文本区内分别键入 `559000, 566000, 5383000, 5387000`。
（该工区范围数据可在 `$HOME/demo_data/3d_demo_data/seis/project.coord` 文件中查到）
- (6) 按 **Apply** 键，弹出提示对话框，提示用户是否确认创建新工区。按 **OK** 键，新工区创建完毕。下次进入工区管理对话框（图 1-1）时，直接从 **Project List** 列表选取工区名 `3d_demo` 即可
- (7) 按 **Cancel** 键退出工区管理对话框

练习 2. 加载 SEGY 格式地震数据

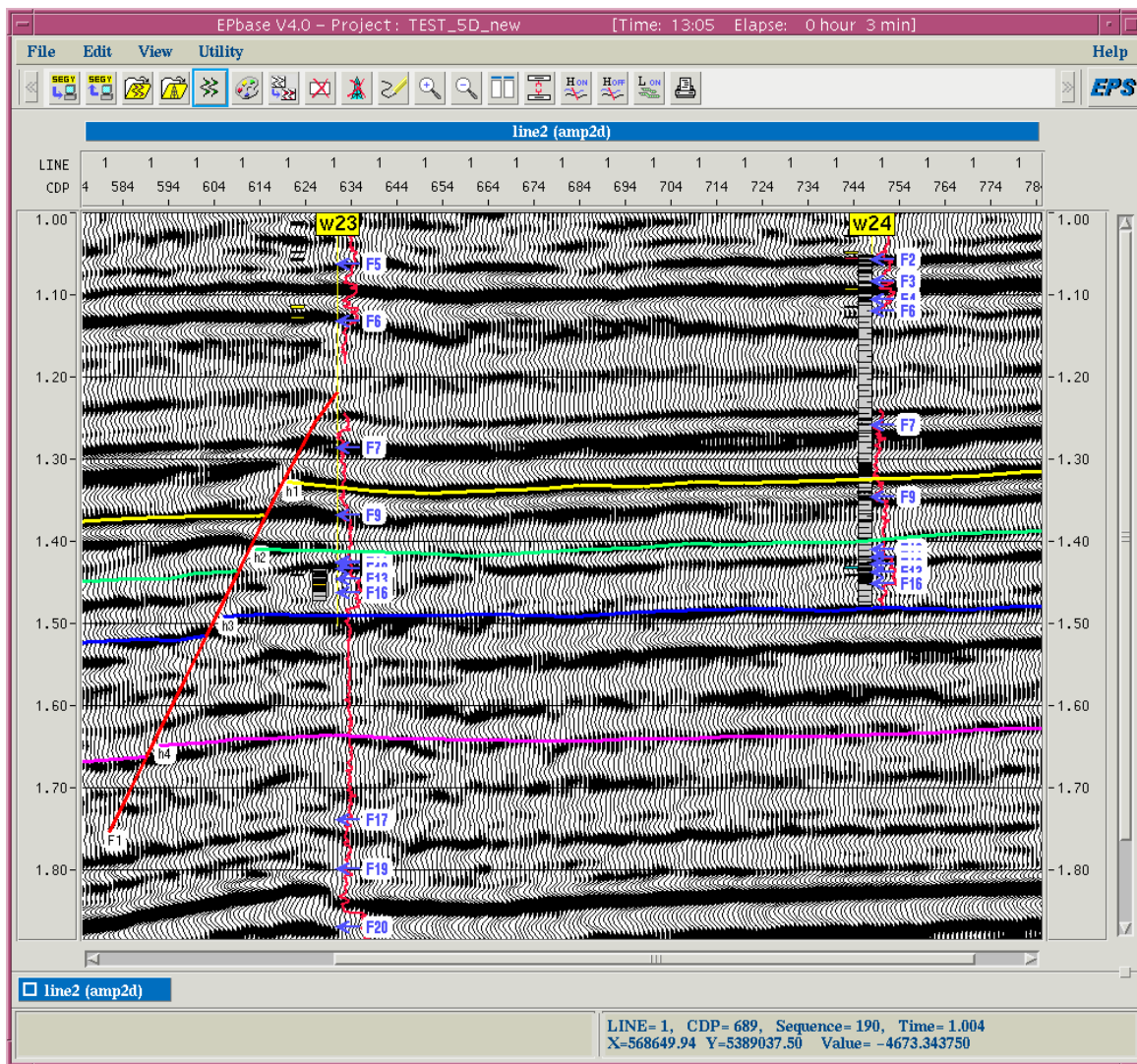


图 2-1

2.1 加载二维地震测线 SEGY 数据

双击图 1 中的 Project 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 Project List 中选 2d_demo,然后按 OK 键退出。

双击图 1 中的 EPbase 图标,弹出 EPbase 主窗口(图 2-1)。选取 File - Import SEGY Data - 2D Multiple SEGY Data 键,弹出二维 SEGY 数据加载对话框(图 2-2)。按下列步骤加载四条二维测线的 SEGY 数据:

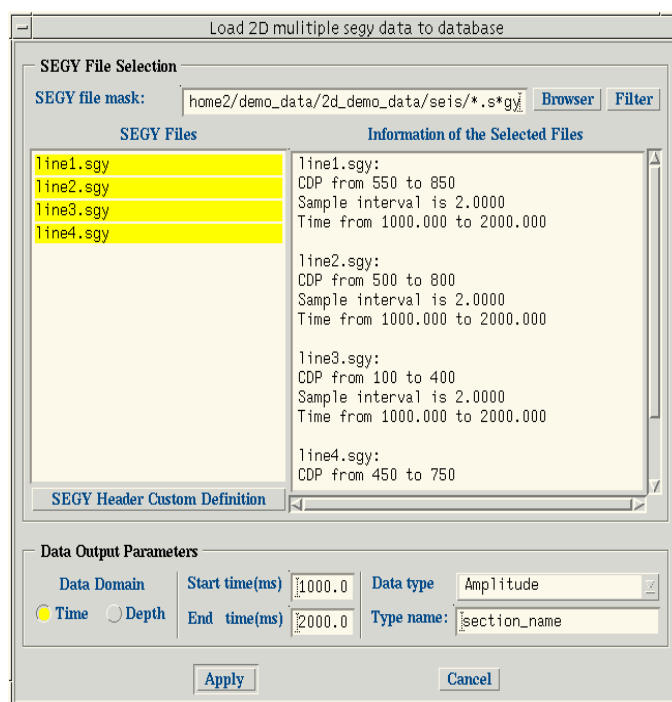


图 2-2

- (1) 按下图 2-2 中的 **Browser** 键，弹出文件目录选择对话框（如图 3-1）选择 Segy 数据文件所在的目录\$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis。
- (2) 按 Filter 所选目录中的 Segy 文件出现在 SEGy Files 列表中。
- (3) 选择 SEGy Files 列表中的所有 Segy 文件。
- (4) 修改图 2-2 中 **Type Name** 文本区内容为 **amp**
- (5) 修改图 2-2 中 **Start Time(ms)**文本区内容为 **1000**
- (6) 按图 2-2 中的 **Apply** 键，弹出加载进程信息窗。该窗消失后，所有测线加载完毕
- (7) 所有测线加载完毕后，按图 2-2 中的 **Cancel** 键，退出 SEGy 数据加载对话框。

图 2-2

2.2 加载三维 SEG-Y 数据

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **3d_demo**,然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **3d_demo**,可省略此步)

双击图 1 中的 **EPbase** 图标,弹出 **EPbase** 主窗口(图 2-1)。选取 **File - Import SEG-Y Data - 3D SEG-Y Data** 键,弹出三维 SEG-Y 数据加载对话框(图 2-3)。按下列步骤加载三维 SEG-Y 数据:

The dialog box is titled "Import SEG-Y data to database". It has two main panes. The left pane contains "SEG-Y File Selection" with a text field for "SEG-Y File:" and a browse button. Below it are tabs for "SEG-Y Import", "Format Custom", and "File View". Under "SEG-Y Import", there are "Data Loading Parameters" with fields for First line number, Last line number, First CDP number, Last CDP number, First time(ms), Last time(ms), and Sample rate(ms). Below these are "Survey Parameters" with fields for First Line, First CDP X, Y, First Line, Last CDP X, Y, Last Line, First CDP X, Y, Trace interval, Line interval, and Scalar. There is an "Apply Custom Survey Parameters" button. At the bottom are "Data Output Parameters" with fields for Start line number, End line number, Start CDP number, End CDP number, Start time(ms), End time(ms), Sample rate(ms), Data type (Amplitude), Data name, Type name (amp), and Description (3D Seismic Data). The right pane also has "SEG-Y File Selection" and tabs for "SEG-Y Import", "Format Custom", and "File View". Under "SEG-Y Import", there is "Basic Information" with "Import data type" (3D Data) and "Data domain" (Time). Below is "Binary File Header Custom" with "Sample interval(s)" (0.001), "Number of sample" (4000), "Data sample format" (4-byte IBM float), and "Measurement system" (Meter). At the bottom is "Trace Header Custom" with a table for header information.

Header Name	Position(byte)	Format
Line Number	9	4-byte integer
Ensemble Number	21	4-byte integer
Coordinate scalar	71	☒ Use scalar in header
Coordinate system		4-byte integer
Coordinate of ensemble X at:	73	Y at: 77
Line math: (N*a+b)/c	a: 1 b: 0 c: 1	
Ensemble math: (N*a+b)/c	a: 1 b: 0 c: 1	
Coordinate math: (X*a+b)/c	a: 1.0 b: 0.0 c: 1.0	

图 2-3

- (1) 按下 **Disk File** 键,弹出文件选择对话框(如图 3-1)。
- (2) 在文件选择对话框的 **Directories** 列表中,用鼠标点击改变目录路径,直到进入 **/home/users/eps/demo_data/3d_demo_data/seis** 目录,则 **Files** 列表中列出 SEG-Y 数据文件名 **3d_demo.sgy**。在 **Files** 列表中选 **3d_demo.sgy**,按 **Browser** 键扫描地震数据,此时程序会自动扫描 SEG-Y 数据文件的格式和内容,然后显示在加载对话框中各数据区域内。仔细浏览各个数据区的内容,如果与下面要求修改的内容不符,按下面的要求修改。
- (3) 修改 **Data Type** 文本区内容为 **amp**
- (4) 修改 **First Line Number** 文本区内容为 **105**
- (5) 修改 **Last Line Number** 文本区内容为 **200**
- (6) 修改 **First CDP Number** 文本区内容为 **200**
- (7) 修改 **Last CDP Nunmer** 文本区内容为 **350**
- (8) 修改 **First Time** 文本区内容为 **1.0**

- (9) 修改 **Last Time** 文本区内容为 **1.698**
- (10) 修改 **Sample Rate** 文本区内容为 **0.002**
- (11) 修改 **Survey Control Points' Coordinates** 的 6 个文本区的内容为
 - X: 560749.0 Y: 5383887.0
 - X: 563749.0 Y: 5383887.0
 - X: 560749.0 Y: 5385787.0
- (12) 修改 **Trace Interval** 文本区内容为 **20.0**
- (13) 修改 **Line Interval** 文本区内容为 **20.0**
- (14) 按 **Apply** 键，弹出加载进程信息窗。该窗消失后，数据体加载完毕
- (15) 按 **Cancel** 键，退出三维 SEG-Y 数据加载对话框

练习 3. 加载二维测线的坐标

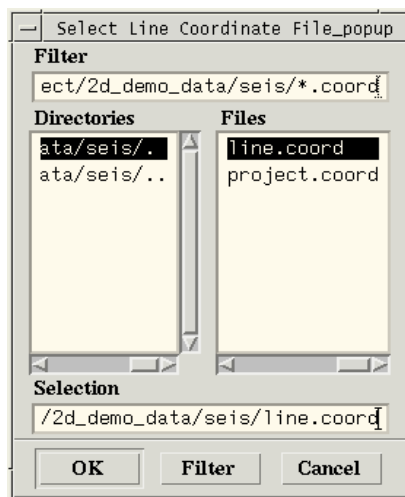


图 3-1

双击图 1 中的 Project 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 Project List 中选 2d_demo，然后按 OK 键退出。（如当前工区已经是 2d_demo，可省略此步）

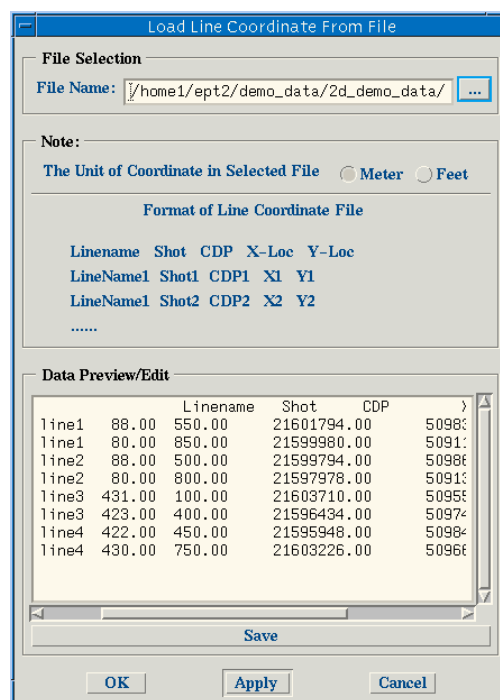


Figure 3-2

双击图 1 中的 EPbase 图标，弹出 EPbase 主窗口（图 2-1）。选取 **File - Import SEGY Data - 2D Seismic Line Coordinate** 键，弹出二维测线坐标（图 3-2），点击...，弹出文件选择对话框（图 3-1）。按下列步骤加载四条二维测线的坐标数据：

- (1) 在图 3-1 的 Directories 列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 \$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis 目录，则 Files 列表中列出测线坐标文件名：line.coord
- (2) 在 Files 列表中用鼠标按 line.coord，然后按 OK 键，完成坐标文件加载

注：只有对二维工区才有此项操作。如所加载的 SEGY 文件中含有坐标数据，此操作可省略。

练习 4. 加载测井综合信息

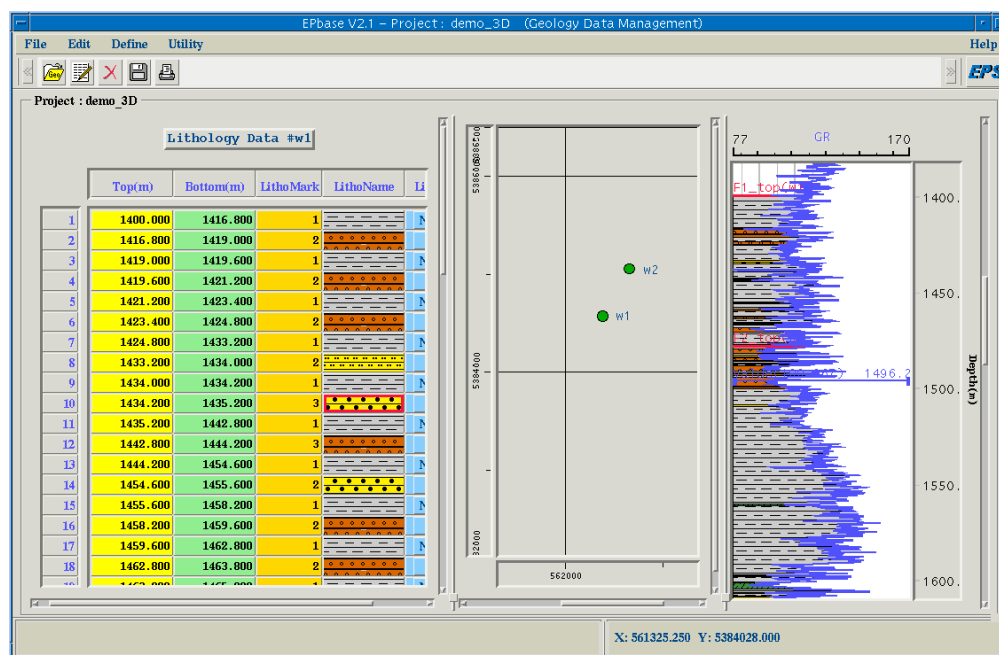


图 4-1

4.1 加载二维工区 2d_demo 的测井综合信息

双击图 1 中的 Project 图标，弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 Project List 中选 2d_demo，然后按 OK 键退出。（如当前工区已经是 2d_demo，可省略此步）

双击图 1 中的 EPbase 图标，弹出 EPbase 主窗口（图 2-1）。选取 **File - Geology Data Management** 键，EPbase 主窗口中的主菜单切换到地质数据管理项（图 4-1）。现在按下列步骤加载测井综合信息：

- (1) 选取 **File - View/Edit: Well Information** 键，主窗口显示区变成数据表格形式，如果数据库内没有数据，则为一组空表格。
- (2) 选取 **File - Import: Well Information** 键，弹出图 4-1，点选文件选择对话框
- (3) 在图 3-1 的 Directories 列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 \$HOME/demo_data/2d_demo_data/well 目录，则 Files 列表中列出该目录下所

Items List	in Column	Default
Well Name	2	(must be specified)
Surface X	5	(must be specified)
Surface Y	6	(must be specified)
☐ Subsurface X	4	same as Surface X
☐ Subsurface Y	7	same as Surface Y
☒ Well Type	3	Oil
☒ Deviated	4	☐ Yes
☒ Measure Depth	9	10.0
☒ Vertical Depth	10	10.0
☒ K.B.Elevation	11	10.0

Well Information Preview/Edit

```

2d_demo 5
1 w1 4 0 21600510.000 5094826.500 21600510.000 50
2 w2 1 0 21600704.000 5091602.000 21600704.000 50
3 w3 4 0 21599042.000 5095439.500 21599042.000 50
4 w4 4 0 21597766.000 5092739.500 21597766.000 50
5 w5 10 0 21597176.000 5096277.000 21597176.000 50
  
```

有文件

- (4) 在 **Files** 列表中找到 **well.coord** 文件，并用鼠标单击，然后按 **OK** 键，测井信息显示在窗口内，可以修改和编辑。
- (5) 定义每项数据所在的列数。
- (6) 点击 **OK** 或者 **Apply** 完成测井综合信息加载

4.2 加载三维工区 3d_demo 的测井综合信息

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1 中的 **EPbase** 图标，弹出 **EPbase** 主窗口（图 2-1）。选取 **File - Geology Data Management** 键，**EPbase** 主窗口中的主菜单切换成地质数据管理项（图 4-1）。现在按下列步骤加载测井综合信息：

- (7) 选取 **File - View/Edit: Well Information** 键，主窗口显示区变成数据表格形式，如果数据库内没有数据，则为一组空表格。
- (8) 选取 **File - Import: Well Information** 键，弹出图 4-1，点选文件选择对话框
- (9) 在图 3-1 的 **Directories** 列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 **\$HOME/demo_data/2d_demo_data/well** 目录，则 **Files** 列表中列出该目录下所有文件
- (10) 在 **Files** 列表中找到 **well.coord** 文件，并用鼠标单击，然后按 **OK** 键，测井信息显示在窗口内，可以修改和编辑。
- (11) 点击 **OK** 或者 **Apply** 完成测井综合信息加载

练习 5. 加载地质数据

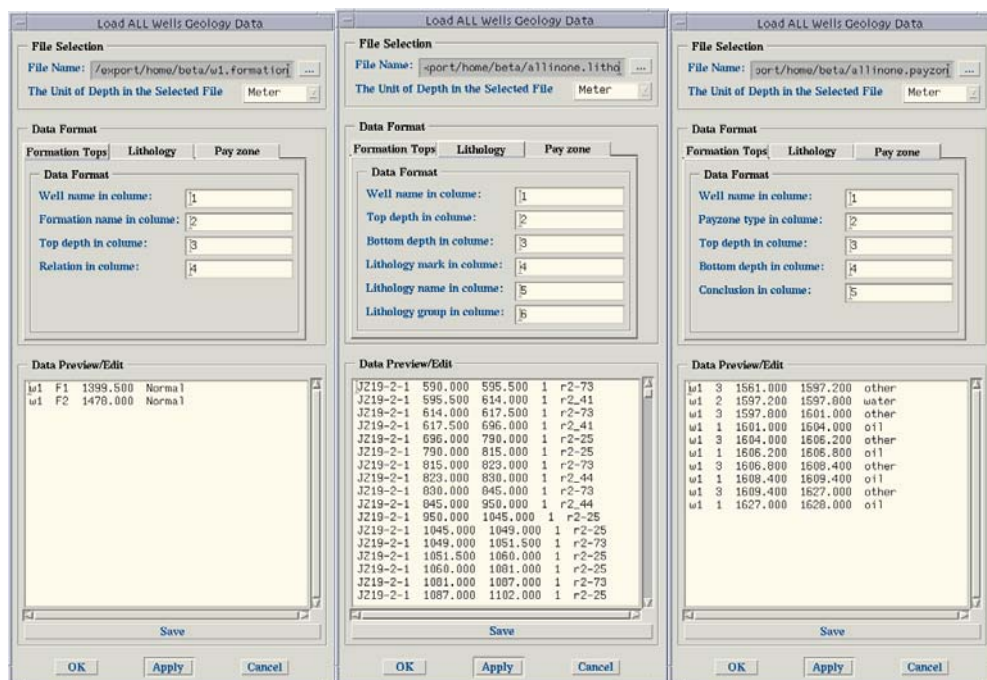


Figure 5-1-1

Figure 5-1-2

Figure 5-1-3

5.1 加载二维工区 2d_demo 的地质数据

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **2d_demo**, 然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **2d_demo**, 可省略此步)

双击图 1 中的 **EPbase** 图标,弹出 **EPbase** 主窗口(图 2-1)。选取 **File - Geology Data Management** 键, **EPbase** 主窗口中的主菜单切换成地质数据管理项(图 4-1)。加载地质数据按下列步骤:

- (1) 选取 **File - Import: Geology Data** 键, 弹出地质数据加载对话框(图 5-1)。在上边单击 **FormationTops** 键, 再选择对应文件
`$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.formation.`
 按 **Apply** 键完成加载操作
- (2) 在上边单击 **Lithology** 键, 再选择对应文件
`$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.Lithology.`
 按 **Apply** 键完成加载操作
- (3) 在上边单击 **PayZone** 键, 再选择对应文件
`$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.Payzone.`
 按 **Apply** 键完成加载操作

5.2 加载三维工区 3d_demo 的地质数据

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **2d_demo**,然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **3d_demo**,可省略此步)

双击图 1 中的 **EPbase** 图标,弹出 **EPbase** 主窗口(图 2-1)。选取 **File - Geology Data Management** 键, **EPbase** 主窗口中的主菜单切换成地质数据管理项(图 4-1)。加载地质数据按下列步骤:

- (4) 选取 **File - Import: Geology Data** 键,弹出地质数据加载对话框(图 5-1)。在上边单击 **FormationTops** 键,再选择对应文件
\$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.formation.
按 **Apply** 键完成加载操作
- (5) 在上边单击 **Lithology** 键,再选择对应文件
\$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.Lithology.
按 **Apply** 键完成加载操作
- (6) 在上边单击 **PayZone** 键,再选择对应文件
\$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/well.Payzone.
按 **Apply** 键完成加载操作

练习 6. 加载测井曲线数据

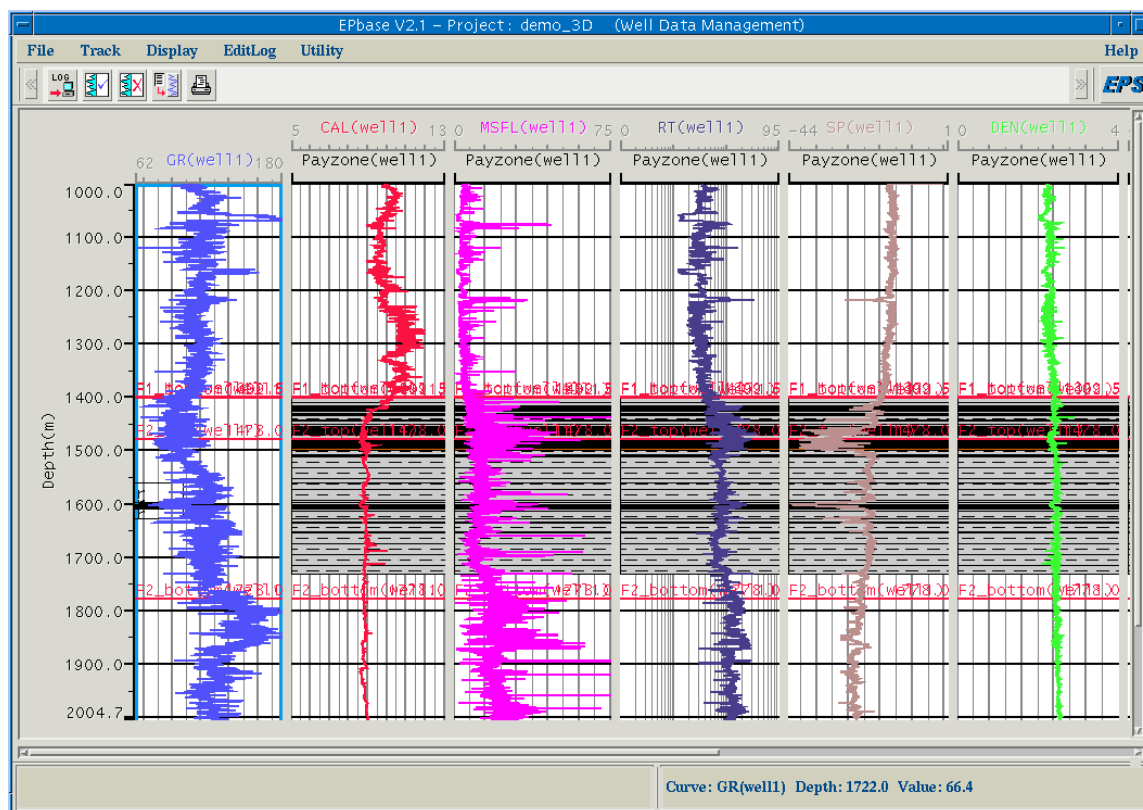


图 6-1

6.1 加载二维工区 2d_demo 的测井曲线数据

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **2d_demo**,然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **2d_demo**,可省略此步)

双击图 1 中的 **EPbase** 图标,弹出 **EPbase** 主窗口(图 2-1)。选取 **File - Well Data Management** 键, **EPbase** 主窗口中的主菜单切换成测井数据管理项(图 6-1)。现在按下列步骤加载测井曲线数据:

- (1) 选取 **File - Import Well Log Data** 键,弹出测井曲线数据加载对话框(图 6-2)
- (2) 输入井曲线所在路径和 **Filter** 参数:
`$HOME/demo_data/2d_demo_data/well/*.data`
 然后点击 **Filter** 按钮
- (3) 选择输入的井名和曲线,确定输入的 mode 为 new
- (4) 按下 **Apply**.

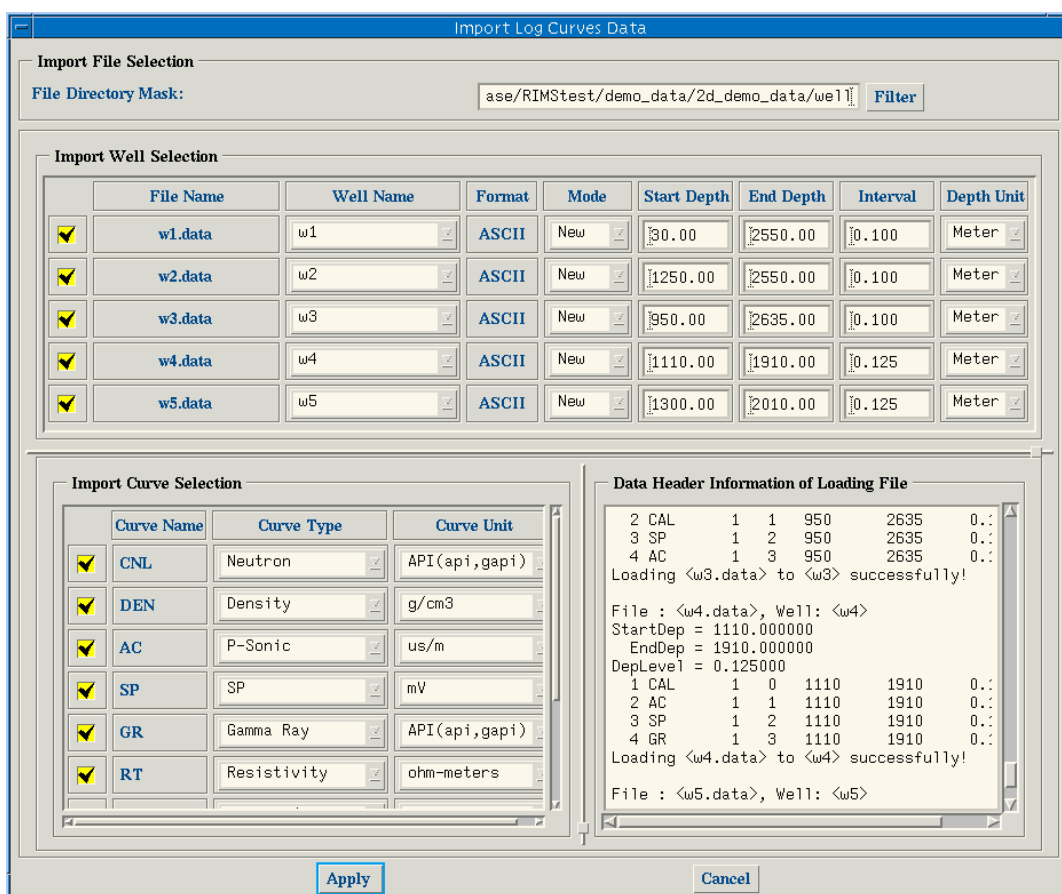


图 6-2

- (5) 在 **EPbase** 主窗口(图 6-1)中选取 **File - Exit** 键,退出 **EPbase** 主窗口

6.2 加载三维工区 3d_demo 的测井曲线数据

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **3d_demo**,然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **3d_demo**,可省略此步)

双击图 1 中的 **EPbase** 图标,弹出 **EPbase** 主窗口(图 2-1)。选取 **File - Well Data Management** 键, **EPbase** 主窗口中的主菜单切换到测井数据管理项(图 6-1)。现在按下列步骤加载测井曲线数据:

- (6) 选取 **File - Import Well Log Data** 键,弹出测井曲线数据加载对话框(图 6-2)
- (7) 输入井曲线所在路径和 **Filter** 参数:
\$HOME/demo_data/3d_demo_data/well/*.data
然后点击 **Filter** 按钮
- (8) 选择输入的井名和曲线,确定输入的 mode 为 new
- (9) 按下 **Apply**.

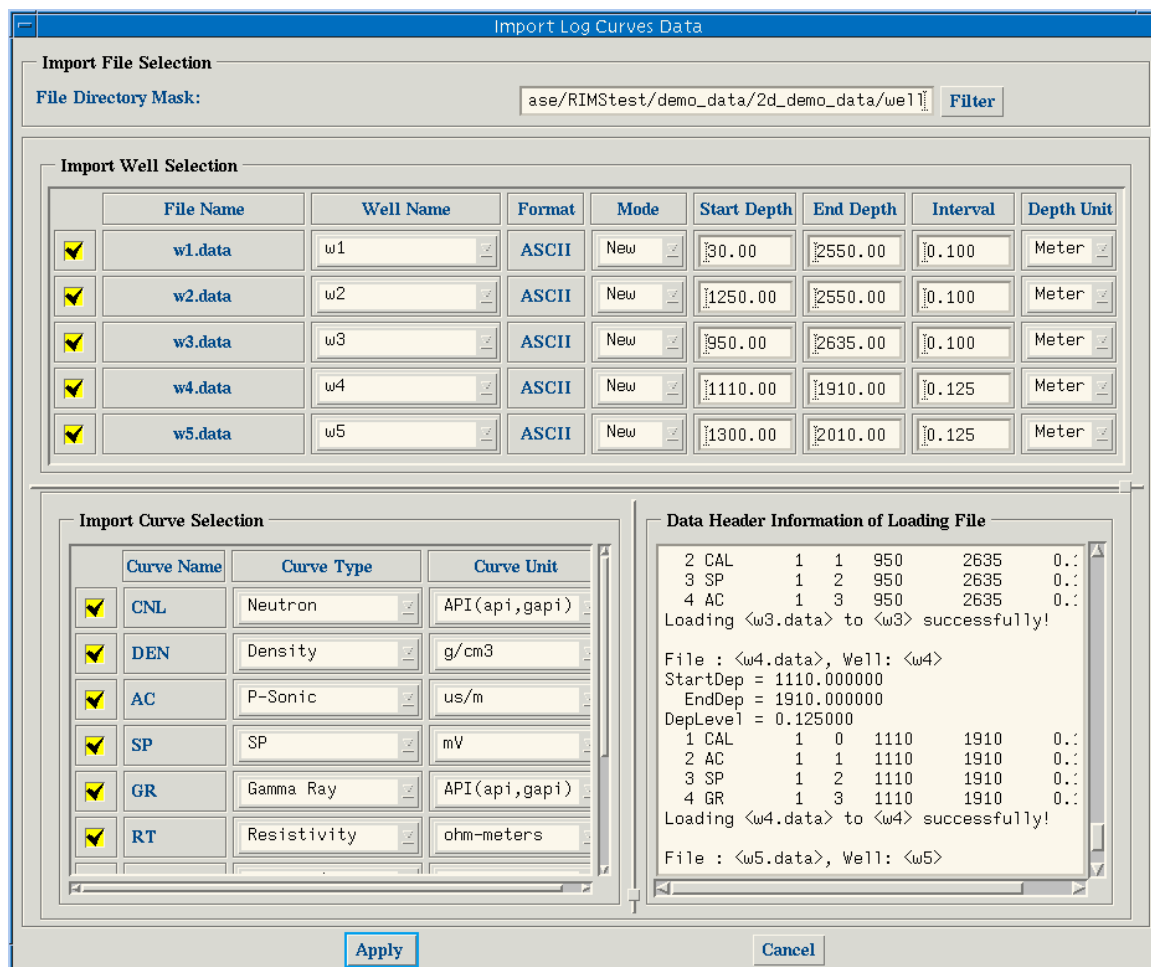


图 6-2

- (10) 在 **EPbase** 主窗口(图 6-1)中选取 **File - Exit** 键,退出 **EPbase** 主窗口

练习 7. 定义层位信息

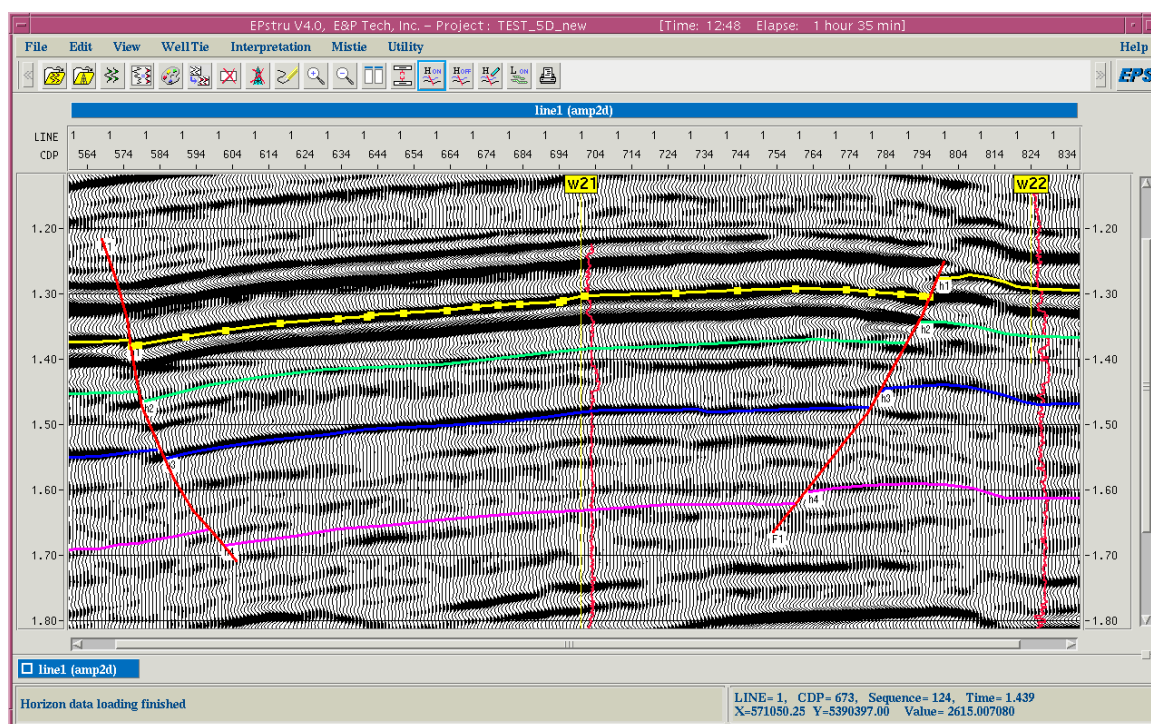


图 7-1

7.1 定义二维工区 2d_demo 的层位信息

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **2d_demo**, 然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **2d_demo**, 可省略此步)

双击图 1 中的 **EPSTRU** 图标,弹出 **EPSTRU** 主窗口(图 7-1)。现在按下列步骤定义层位信息:

- (1) 选取 **Interpretation - Define** 键, 弹出定义层位信息对话框(图 7-2)
- (2) 在 **Horizon/Fault Name** 文本区键入 **h1**
- (3) 按下 **Picking Line Color** 旁的颜色键, 弹出颜色编辑对话框(图 7-3)。调节一个满意的颜色, 然后按 **OK** 键
- (4) 在图 7-2 中, 按 **Apply** 键, 完成对 **h1** 层位的定义
- (5) 重复(2) - (4), 再定义三个层位 **h2**、**h3**、**h4**
- (6) 在 **Horizon/Fault Name** 文本区键入 **F1**(以下定义三个断层层位)
- (7) 按下 **Fault Picking** 键
- (8) 按下 **Picking Line Width** 旁的下拉菜单键, 选择一条较粗的线型

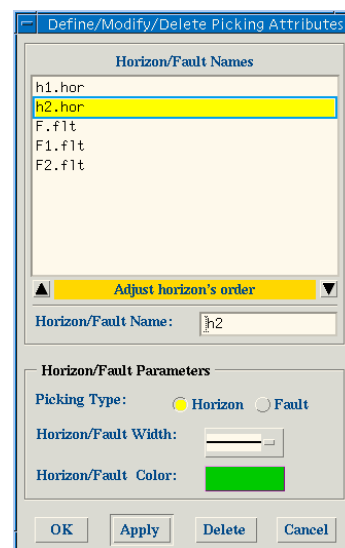


Figure 7-2

- (9) 重复 (3) — (4)
- (10) 重复 (6) — (9)，再定义两个断层层位 F2、F3
- (11) 按 **Cancel** 键，退出定义层位信息对话框

7.2 定义三维工区 3d_demo 的层位信息

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **3d_demo**，可省略此步）

双击图 1 中的 **EPstru** 图标，弹出 **EPstru** 主窗口（图 7-1）。现在按下列步骤定义层位信息：

- (1) 选取 **Interpretation - Define** 键，弹出定义层位信息对话框（图 7-2）
- (2) 在 **Horizon/Fault Name** 文本区键入 **h1**
- (3) 按下 **Picking Line Color** 旁的颜色键，弹出颜色编辑对话框（图 7-3）。调节一个满意的颜色，然后按 **OK** 键
- (4) 在图 7-2 中，按 **Apply** 键，完成对 **h1** 层位的定义
- (5) 重复 (2) — (4)，再定义一个层位 **h2**
- (6) 在 **Horizon/Fault Name** 文本区键入 **F1**（以下定义三个断层层位）
- (7) 按下 **Fault Picking** 键
- (8) 按下 **Picking Line Width** 旁的下拉菜单键，选择一条较粗的线型
- (9) 重复 (3) — (4)
- (10) 重复 (6) — (9)，再定义两个断层层位 **F2**、**F3**
- (11) 按 **Cancel** 键，退出定义层位信息对话框

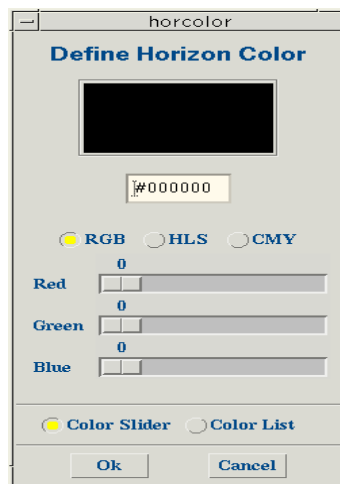


图 7-3

练习 8. 加载层位文件

8.1 加载二维工区 2d_demo 的层位数据文件

接练习 7.1, 现在按下列步骤加载层位文件:

- (1) 从EPstru主窗口(如图 7-1)中选取**File - Import: Horizon/Fault Data**键, 弹出层位文件加载对话框(图 8-1)
- (2) 按...键, 弹出文件选择对话框(如图 3-1)
- (3) 在文件选择对话框中的 **Directories** 列表中, 用鼠标点击改变目录路径, 直到进入 **\$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis** 目录
- (4) 用鼠标单击 **h1.hor.dat**, 再按 **OK** 键, 退出文件选择对话框
- (5) 选取层位名 **h1.hor**
- (6) **Project Type** 选取 **2D**, 弹出剖面选择对话框。在剖面名列表中, 用鼠标单击剖面名 **amp**, 然后按 **OK** 键, 退出剖面选择对话框
- (7) 按 **Preview** 键, 弹出层位数据预览窗。从中可看到部分层位数据, 检查是否正确, 然后按 **Close** 键, 退出预览窗
- (8) 按 **Apply** 键, 完成对 **h1** 层位数据的加载
- (9) 重复(2) — (9), 对 **h2**、**h3**、**h4**、**F1**、**F2**、**F3** 层位数据进行加载
- (10) 按 **Cancel** 键, 退出层位文件加载对话框(图 8-1)。注意: 加载完成后须检查每一层的加载结果。
- (11) 如果不想按格式读时, 也可以选择按列读

(**Read by Column**), 此时文本区的数字应分别为各自在文件中的列数。以 **h1.hor.dat** 文件为例, 当按列读此文件时, **Line Name** 后填 10, 表示线号在该文件的第 10 列, **CDP Number** 后填 6, 表示 CDP 号在该文件的第 6 列, **Time** 后填 5, 表示时间值在该文件的第 5 列, **Segment (0-absent)** 后填 3, 表示层位分段控制值在该文件的第 3 列。可以到 **\$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis** 目录下, 用 **vi** 编辑打开 **h1.hor.dat** 文件对比一下, 也可以自己定义一个更简单的按列读的文件试一试。按列读时, **Segment (0-absent)** 参数表示层位分段, 当有断层存在时, 层位是一段一段的, **Segment** 中的内容就表示哪些点是属于哪一段的。如果文件中没有该参数, 应在 **Segment** 中填 0, 加载后的层位就不分段。

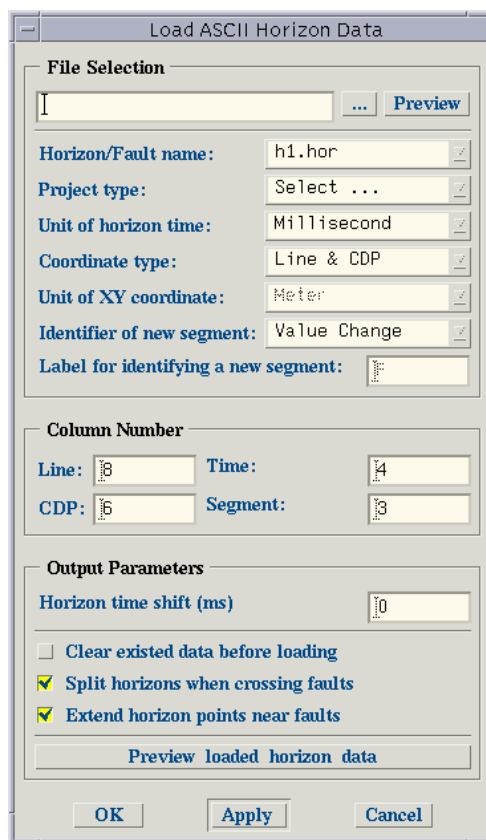


Figure 8-1

8.2 加载三维工区 3d_demo 的层位数据文件

接练习 7.2，现在按下列步骤加载层位文件：

接练习 7.1，现在按下列步骤加载层位文件：

- (1) 从EPstru主窗口（如图 7-1）中选取**File - Import: Horizon/Fault Data**键，弹出层位文件加载对话框（图 8-1）
- (2) 按...键，弹出文件选择对话框（如图 3-1）
- (3) 在文件选择对话框中的**Directories**列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 `$HOME/demo_data/3d_demo_data/seis` 目录
- (4) 用鼠标单击 `h1.hor.dat`，再按 **OK** 键，退出文件选择对话框
- (5) 选取文件格式：**ASCII**
- (6) 选取层位名 `h1.hor`
- (7) **Project Type** 选取 **2D**，弹出剖面选择对话框。在剖面名列表中，用鼠标单击剖面名 `amp`，然后按 **OK** 键，退出剖面选择对话框
- (8) 按 **Preview** 键，弹出层位数据预览窗。从中可看到部分层位数据，检查是否正确，然后按 **Close** 键，退出预览窗
- (9) 按 **Apply** 键，完成对 `h1` 层位数据的加载
- (10) 重复（2）—（9），对 `h2` 层位数据进行加载
- (11) 按 **Cancel** 键，退出层位文件加载对话框（图 8-1）。注意：加载完成后须检查每一层的加载结果。
- (12) 如果不想按格式读时，也可以选择按列读（**Read by Column**），此时文本区的数字应分别为各自在文件中的列数。以 `h1.hor.dat` 文件为例，当按列读此文件时，**Line Name** 后填 10，表示线号在该文件的第 10 列，**CDP Number** 后填 6，表示 CDP 号在该文件的第 6 列，**Time** 后填 5，表示时间值在该文件的第 5 列，**Segment (0-absent)** 后填 3，表示层位分段控制值在该文件的第 3 列。可以到 `$HOME/demo_data/2d_demo_data/seis` 目录下，用 `vi` 编辑打开 `h1.hor.dat` 文件对比一下，也可以自己定义一个更简单的按列读的文件试一试。按列读时，**Segment (0-absent)** 参数表示层位分段，当有断层存在时，层位是一段一段的，**Segment** 中的内容就表示哪些点是属于哪一段的。如果文件中没有该参数，应在 **Segment** 中填 0，加载后的层位就不分段。

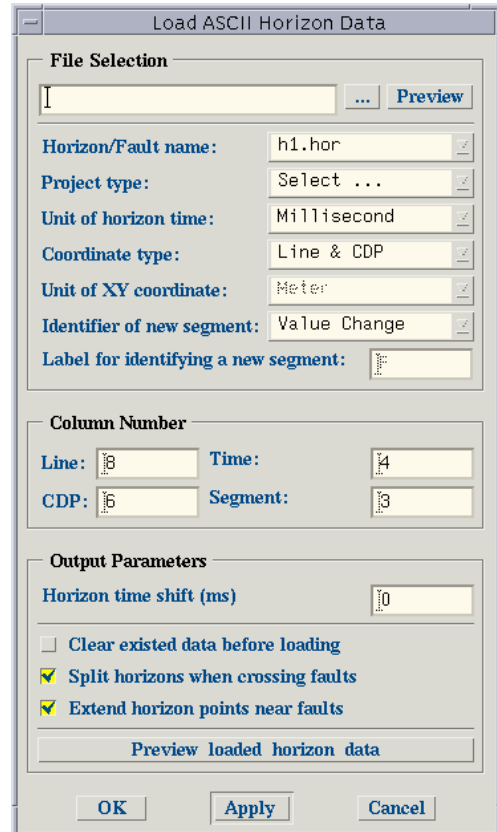


Figure 8-1

练习 9. 加载时深关系文件

9.1 加载二维工区 2d_demo 的时深关系文件

接练习 8.1, 现在按下列步骤加载 vcd 文件:

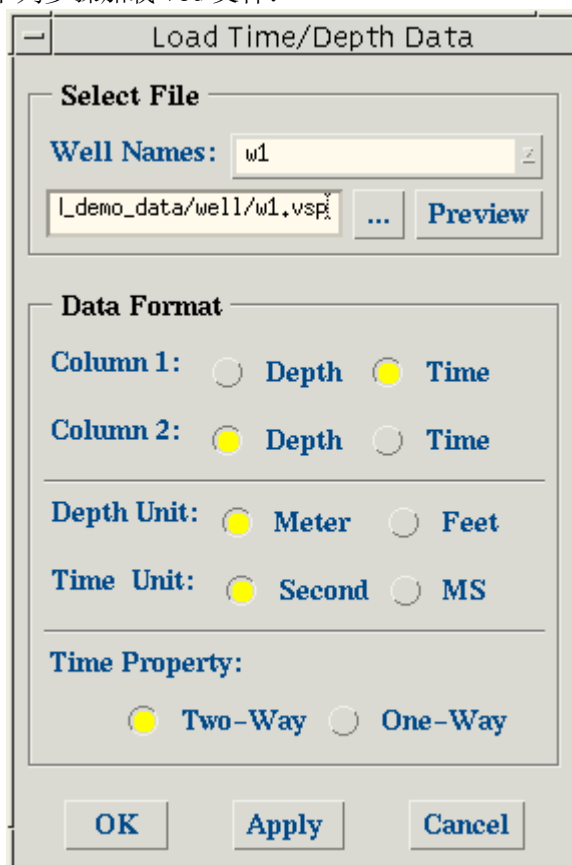


图 9-1

- (1) 从EPstru主窗口（如图 7-1）中选取**File – Import: Depth-Time Data**键，弹出VSP文件加载对话框（图 9-1）
- (2) 在 **Well Names** 列表中，用鼠标左键单击 **w1**
- (3) 单击...键，弹出文件选择对话框
- (4) 在文件选择对话框的 **Directories** 列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 **\$HOME/demo_data/2d_demo_data/well** 目录，则 **Files** 列表中列出该目录下所有后缀为 **vsp** 的文件。用鼠标单击 **w1.vcd**，再按 **OK** 键，退出对话框
- (5) 单击 **Preview Selected Vsp File** 键，弹出 VSP 数据预览窗。在预览窗中检查 VSP 数据是否符合图 9-1 中显示的 **Column 1** 和 **Column 2** 所对应的格式，然后按 **Close** 键，退出预览窗
- (6) 按 **Apply** 键，完成 **w1** 井 VSP 数据的加载

- (7) 重复 (1) – (5)，加载 **w2**、**w3**、**w4**、**w5** 井的 VSP 数据。完成后按 **Cancel** 键，退出 VSP 文件加载对话框

9.2 加载三维工区 3d_demo 的 VSP 文件

接练习 8.2，现在按下列步骤加载 VSP 文件：

- (1) 从 EPstru 主窗口（如图 7-1）中选取 **File – Import: Depth-Time Data** 键，弹出 VSP 文件加载对话框（图 9-1）
- (2) 在 **Well Names** 列表中，用鼠标左键单击 **w1**
- (3) 单击 **...** 键，弹出文件选择对话框
- (4) 在文件选择对话框的 **Directories** 列表中，用鼠标点击改变目录路径，直到进入 **\$HOME/demo_data/3d_demo_data/well** 目录，则 **Files** 列表中列出该目录下所有后缀为 **vsp** 的文件。用鼠标单击 **w1.vcd**，再按 **OK** 键，退出对话框
- (5) 单击 **Preview Selected Vsp File** 键，弹出 VSP 数据预览窗。在预览窗中检查 VSP 数据是否符合图 9-1 中显示的 **Column 1** 和 **Column 2** 所对应的格式，然后按 **Close** 键，退出预览窗
- (6) 按 **Apply** 键，完成 **w1** 井 VSP 数据的加载
- (7) 重复 (1) – (5)，加载 **w2** 井的 VSP 数据。完成后按 **Cancel** 键，退出 VSP 文件加载对话框

练习 10. 显示地震剖面

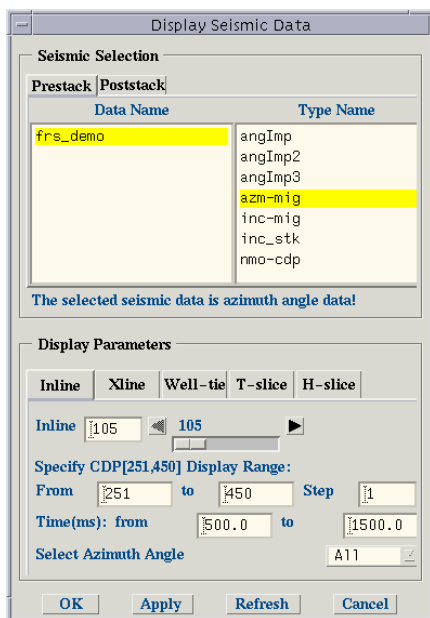


图 10-1

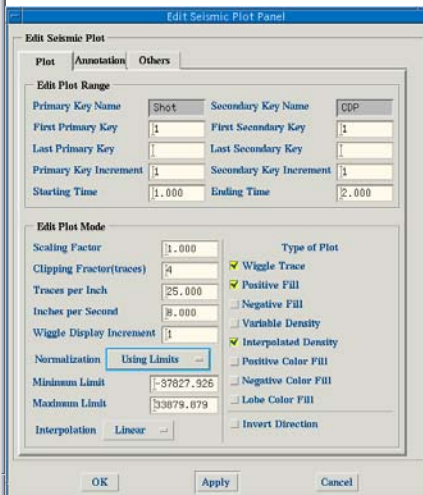


图 10-2

图 10-3

10.1 在二维工区 2d_demo 中显示地震剖面

接练习 9.1, 在 EPstru 主窗口 (如图 7-1) 中, 单击快捷键区的第一个图标 (黄色), 弹出地震测线选择对话框 (图 10-1)。现在按下列步骤显示一条二维测线:

- (1) 在 Data Name 列表中单击测线名 line1, 则 Type Name 列表中列出该测线所有剖面
- (2) 在 Type Name 列表中单击剖面名 amp
- (3) 按 OK 键, 二维测线选择对话框消失, 片刻后剖面显示在 EPstru 主窗口中
- (4) 单击 EPstru 主窗口快捷键区的第 3 个图标 (标有两个地震波形图样), 弹出剖面显示参数编辑对话框 (图 10-2)
- (5) 将 Traces per Inch 文本区的数字改为 12, 按 Apply 键, 剖面重新进行了显示
- (6) 试验其它参数

10.2 在三维工区 3d_demo 中显示地震剖面

接练习 9.2, 在 EPstru 主窗口 (如图 7-1) 中, 单击快捷键区的第二个图标 (黄色), 弹出地震数据选择对话框 (图 10-1)。现在按下列步骤显示一条三维主测线:

- (1) 在 Data Name 数据体列表中选择 3d_demo, 在 Type Name 列表中选择 amp, 则 Inline 文本区显示出第一个主测线号

- (2) 按 **OK** 键，对话框消失，片刻后剖面显示在 **EPstru** 主窗口中
- (3) 单击 **EPstru** 主窗口快捷键区的第七个图标（标有两个地震波形图样），弹出剖面显示参数编辑对话框（图 10-2）
- (4) 将 **Scaling Factor** 文本区的数字改为 **0.5**，按 **Apply** 键，剖面重新进行了显示
- (5) 试验其它参数

练习 11. 层位解释

接练习 10.1, 在EPstru主窗口(图 7-1)中, 选取Interpretation - Interpret键, 弹出层位解释对话框(图 11-1), 同时已解释过的层位显示在主窗口内的剖面上。现在按下列步骤练习层位解释:

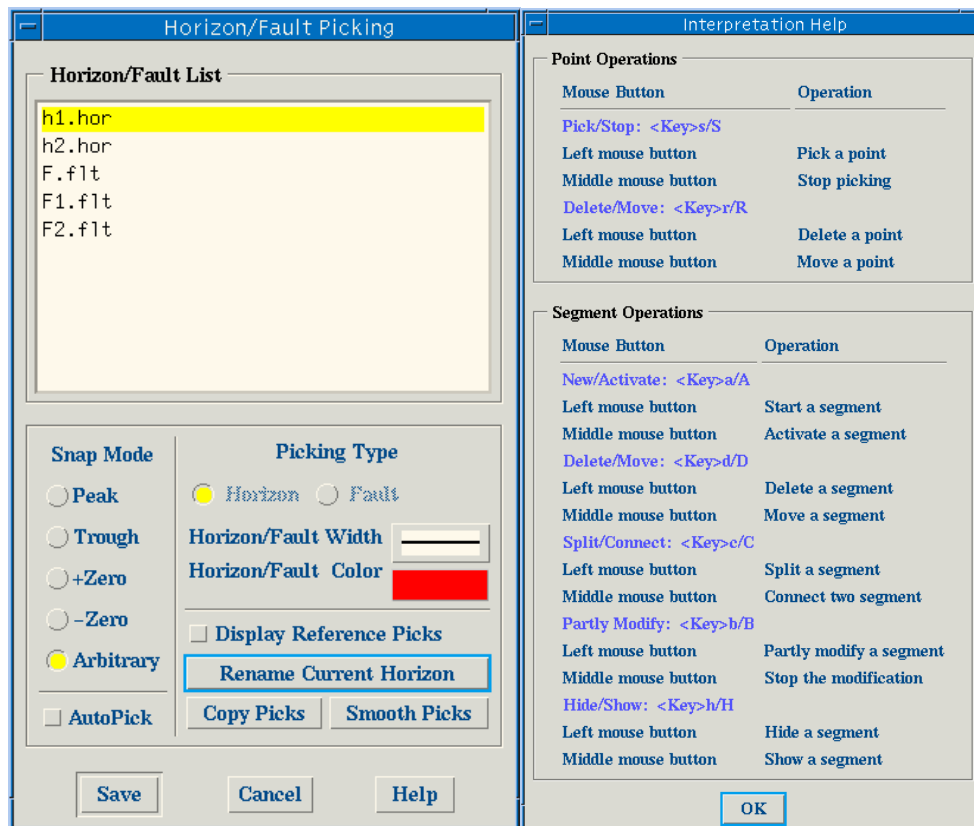


图 11-1

- (1) 按下 A 键, 然后将鼠标指向主窗口剖面中任一层位点击鼠标中键, 则该层位被激活为当前层位, 并将每个解释点显示出来
- (2) 按鼠标左键, 产生一个新的解释点, 并与当前层位的其它点相连
- (3) 按下 R 键, 鼠标指向当前层位任一解释点按鼠标左键, 该点被删除
- (4) 鼠标指向当前层位任一解释点, 按住鼠标中键并拖动, 然后放开, 该解释点被移动
- (5) 按下 C 键, 鼠标指向当前层位线中部某一个解释点按鼠标左键, 当前层位被分为两段。左段仍为激活状态, 右段为非激活状态。移动鼠标到右段的左端, 按鼠标左键, 两段层位又被接成一段
- (6) 按下 B 键, 按鼠标中键, 刚才的当前层位变成非激活状态。在剖面任一处按鼠标左键, 产生一个新解释点, 在不同位置重复几次, 产生一段新的解释线
- (7) 按下 D 键, 按鼠标左键, 刚解释的一段解释线被删除

- (8) 移动鼠标到任一层位，按鼠标中键整体移动该层位
- (9) 在图 11-1 中按 **Help** 键，弹出鼠标操作帮助信息窗。阅读其内容，然后按 **OK** 键退出
- (10) 在图 11-1 中按 **Save** 键，本次修改内容被保存到数据库。然后按 **Cancel** 键，退出层位解释对话框
- (11) 需要显示层位时，在 **EPstru** 主窗口（图 7-1）中，选取 **View - Display Horizon** 键，会弹出选择层位对话框，选择需要的层位或选择 ALL，则解释过的层位显示在当前剖面上

练习 12. 投影测井曲线到地震剖面上

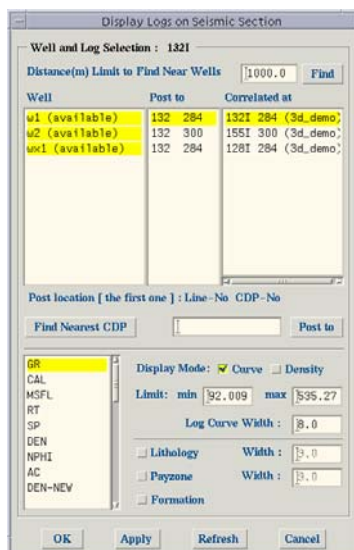


Figure 12-1

接练习 10.1, 将 line1.amp 显示在 EPstru 主窗口中 (如已经显示了 line1.amp, 跳过此步骤)。现在按下列步骤将测井曲线投影到地震剖面上:

- (1) 在 EPstru 主窗口 (图 7-1) 中, 选取 **File - Display Well Data** 键, 弹出测井曲线选择对话框 (图 12-1)
- (2) 在 **Well** 列表选取 **w1**, 在 **Log List** 列表选取 **AC**, 然后按 **OK** 键
- (3) 用鼠标拖动主窗口中的横向滚动棒, 将当前剖面拉到 **CDP 700** 附近。可看到刚刚投影到剖面上红色的 AC 曲线
- (4) 为了熟悉另外两种测井曲线投影方法, 继续进行以下操作。用鼠标单击剖面上的 AC 曲线, 曲线变成黄色, 表示该曲线被选为当前曲线。在主窗口中选取 **Edit - Delete Selected Log** 键, 该曲线消失
- (5) 选取 **File - Exit** 键, 退出 EPstru 主窗口

练习 13. 测井资料处理

13.1 目的

对测井数据进行质量检测、曲线编辑、环境校正、标准化、拟声波曲线构建、测井解释、矩形化等处理操作功能，以消除非地质因素对测井曲线数据的影响

13.2 理论

1. 测井曲线环境影响校正

对实际测井曲线进行环境影响校正，以消除各种测量环境影响。

对于密度测井曲线，采用逐点检验与校正方法，对密度曲线 ρ_b 进行井眼校正。其原理为：设正常井径条件下，解释井段的地层密度的下限值为 $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = V_{sh}\rho_{sh} + (1 - V_{sh})\rho_p$$

式中， ρ_{sh} 为解释井段的泥岩密度； V_{sh} 为当前采样点处地层的泥质含量，它可由自然伽玛测井曲线等计算； ρ_p 为解释井段中孔隙度最大的纯地层密度值。当 $\rho_b < \rho_{\min}$ 时，则认为由于井径扩大或井眼不规则，致使所测的 $\rho_b < \rho_{\min}$ ，此时，令 $\rho_b = \rho_{\min}$ ，作为该采样点处地层密度的近似值。反之，若 $\rho_b \geq \rho_{\min}$ ，则不变。

对声波测井曲线，设正常井眼条件下解释井段的地层声波时差的上限值为 $\Delta t_{\max}$

$$\Delta t_{\max} = V_{sh} \Delta t_{sh} + (1 - V_{sh}) \Delta t_p$$

式中， Δt_{sh} 为解释井段的泥质声波时差值； Δt_p 为解释井段中孔隙度最大的纯地层声波时差值； V_{sh} 为当前采样点处地层的泥质含量，它可由自然伽玛测井曲线等计算。当 $\Delta t > \Delta t_{\max}$ 时，则认为由于井眼扩径影响，使所测 Δt 比 $\Delta t_{\max}$ 还大，此时令 $\Delta t = \Delta t_{\max}$ ，作为该点处的近似声波时差值；当 $\Delta t \leq \Delta t_{\max}$ ，则不作校正，仍采用原 Δt 值。

2. 测井曲线标准化

原始测井数据含有两种潜在的测量误差，即系统误差与非系统误差。非系统误差的消除由环境影响校正完成，而消除系统误差正是数据标准化的任务。我们采用均值方差法对测井曲线进行标准化处理。

设关键井标准层的均值和方差分别为 $\bar{X}_i$ 和 σ_i ，第 i 个校正井标准层的均值和方差分别为 $\bar{X}_i$ 和 σ_i ，第 i 个校正井的第 j 个采样点处校正前和校正后的测井值分别为 X_{ij} 和 XC_{ij} ，则

$$XC_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{\sigma_i} \sigma + \bar{X}$$

在标准层相对稳定的条件下，这种方法是行之有效的。

3. 时间漂移校正

地震波旅行时 T_s 与声波旅行时 T_a 之差称之为时间漂移， $\Delta T_f = T_s - T_a$ ，正常时差 $\Delta T_f > 0$ 。这种时间漂移如果不给予校正，将会影响子波的提取。采用滑动时窗扫描和交互迭代拉伸对比法对测井曲线进行时间漂移校正。

4. 拟声波曲线构建

利用反映地层和岩性变化比较敏感的自然伽玛等测井曲线构建具有声波量纲的新曲线，结合声波的低频模型，合成拟声波曲线，使它既能反映地层速度和波阻抗的变化，又能反映岩性的细微差异。

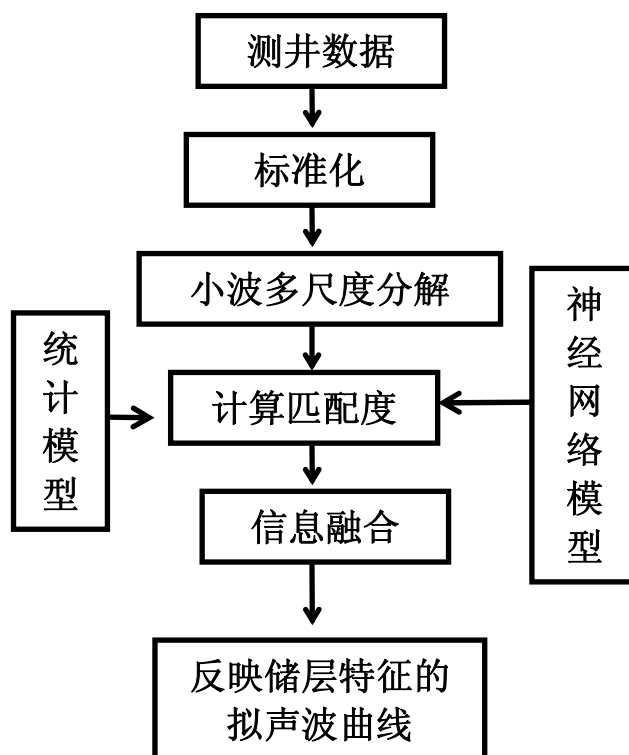


图 13-1 拟声波曲线构建流程图

13.3 练习 (拟声波曲线构建)

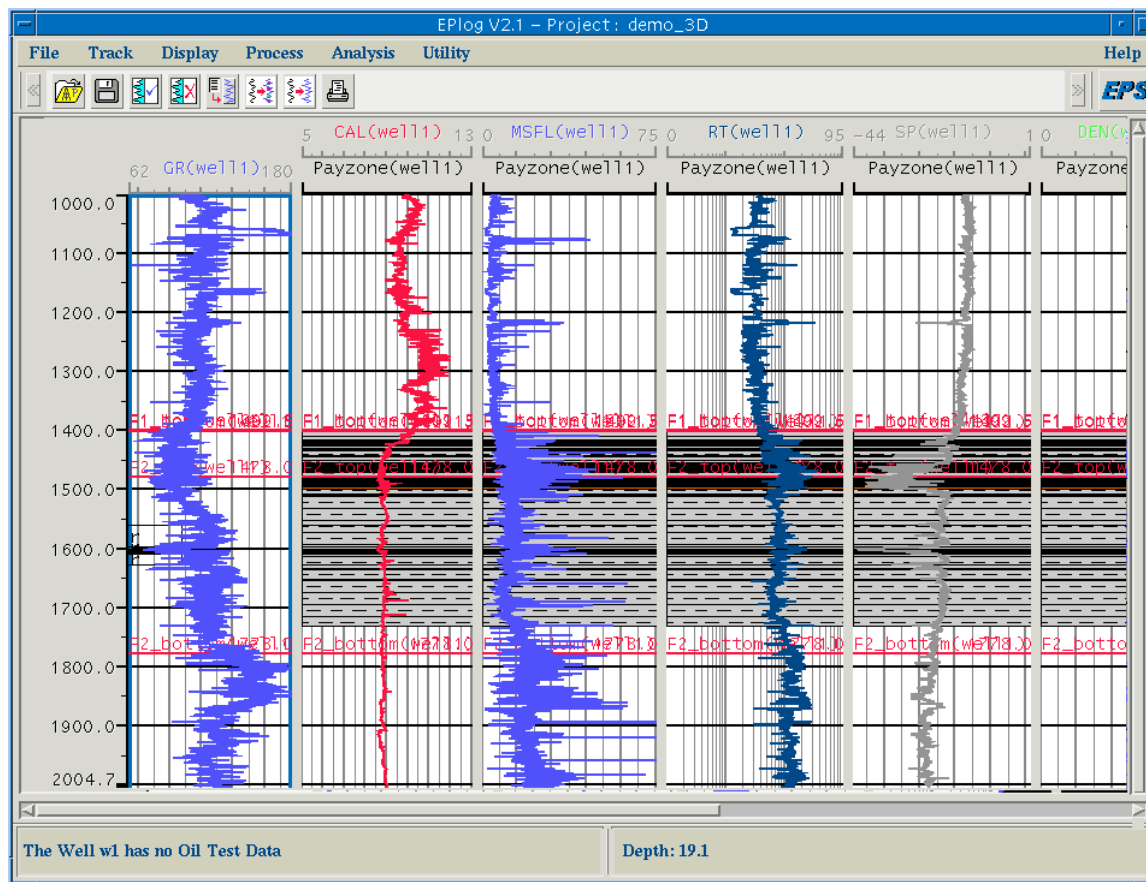


图 13-2

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1 中的 **EPlog** 图标，弹出 **EPlog** 主窗口（图 13-2）。现在按下列步骤练习拟声波曲线构建：

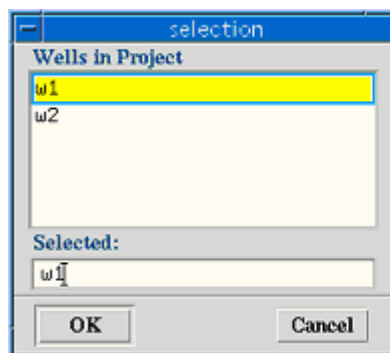


图 13-3

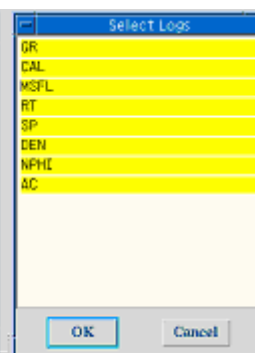


图 13-4

- (1) 在EPlog主窗口（图 13-2）中，选取**File - Select Well**键，弹出井名选择对话框（图 13-3）。选取w1，然后按OK键，弹出测井曲线选择对话框（图 13-4）。按Cancel键，退出对话框
- (2) 在EPlog主窗口选取**Process - Synthetic Log Generation - Regression-Based Generation**键，弹出回归法拟声波构建对话框（图 13-5）

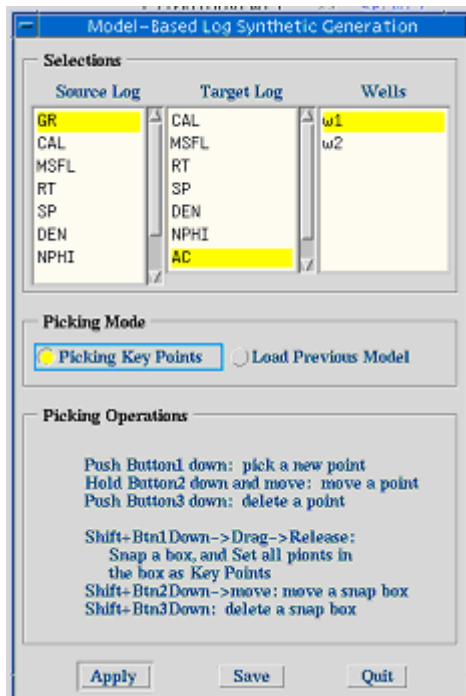


图 13-5

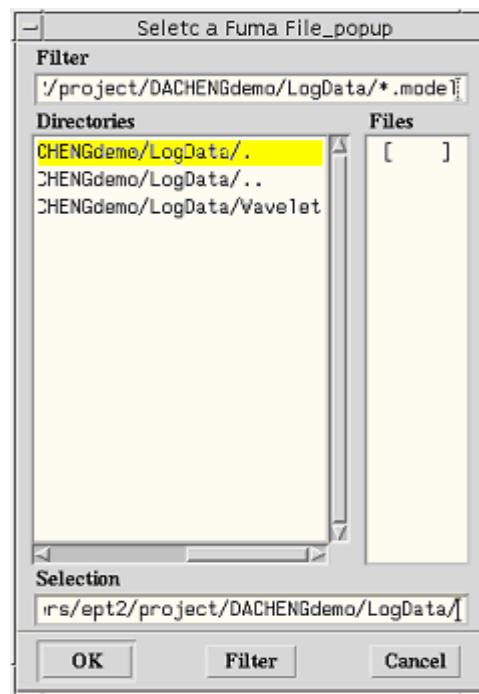


图 13-6

- (3) 在 SOURCE Log 列表选取 RT；在 TARGET Log 列表选取 AC；在 Select Wells 列表选取 w1。此时，EPlog 主窗口中增加了一个显示区。刚才选取的两条曲线显示在这个区内
- (4) 按下 Picking Key Points 键，然后移动鼠标到主窗口内的第三个显示区（最右边）。按住 Shift 键不放，移动鼠标到深度为 1730 附近，再按下鼠左键并拖动到深度为 1900 附近，然后放开鼠标左键，最后放开 Shift 键
- (5) 按 Apply 键，弹出回归分析对话框（图 13-6），回归结果显示在该对话框上
- (6) 在回归分析对话框（图 13-6）中按 Generate A New Log Curve 键，则主窗口第三个显示区内增加了一条名字为 AC_synth(w1)的曲线。该曲线就是利用图 13-6 中的回归关系产生的新曲线
- (7) 在回归分析对话框（图 13-6）中按 Low-Frequency Component 键，弹出分割频率输入参数板。在文本区内填入 5.0，再按 OK 键，则主窗口第三个显示区内增加了原始声波的低频曲线 AC_LF(w1)及转换声波的低频曲线 AC_conv_LF(w1)
- (8) 在回归分析对话框（图 13-6）中按 Synthesize A New Log Curve 键，则主窗口第三个显示区内的 AC_conv_LF(w1) 及 AC_LF(w1)消失，AC_synth(w1)曲线即为最后合成的拟声波曲线

- (9) 在EPlog主窗口（图 13-2）中，选取File - Save键，弹出测井曲线保存提示框。在主窗口第三个显示区上部显示AC_synth(w1)的地方，按鼠标左键，则AC_synth(w1)曲线被存入数据库。在数据库内该曲线的名字为AC_synth
- (10) 在EPlog主窗口（图 13-2）中，选取File - Exit键，退出EPlog主窗口
- (11) 自己练习 EPhbase的Well Data Management界面下的Utility中的Change Log Names功能，将W1 井的AC曲线的名字改为AC1，将AC_synth改为AC（注意：实际应用中，需要将重构曲线AC_synth用于后面的反演时，才做此步）

练习 14. 子波估算和层位标定

14.1 目的

层位标定及子波反演是联系地震和测井数据的桥梁，在储层预测中占有重要地位。只有在子波提取和层位标定较准确的情况下，才能获得高精度的预测结果。层位标定的好坏直接影响到子波反演结果，而子波的正确性又对层位的准确标定具有重大影响，正因为它们之间的相互制约，只有通过子波反演和层位标定交互迭代获取最佳标定和最佳子波。

14.2 理论

Matching Well to Seismic

利用最小平方方法求取子波，使合成记录最佳匹配井旁道。由声波测井反射系数 $R(t)$ 和井旁地震记录 $S(t)$ ，用最小二乘法可求出地震子波 $b(t)$ 。为使

$$Q = \sum_{i=0}^{\infty} \left[s(i) - \sum_{\tau=0}^N b(\tau) R(i - \tau) \right]^2$$

最小，对 $b(t)$ 求偏导数，并令偏导数为零即可得以下公式

$$\sum_{\tau=0}^N b(\tau) R_{rr}(t - \tau) = R_{rs}(t) \quad (t = 0, 1, \dots, N)$$

式中， R_{rr} 为 $R(t)$ 的自相关函数， R_{rs} 为 $R(t)$ 和 $S(t)$ 的互相关函数。解此方程即可求出地震子波。

Optimum Method

利用最小平方方法提取一个初始子波，然后利用广义线性反演方法，迭代求取最佳子波。广义线性反演把计算子波的修正量 Δb 的问题转化为求解如下方程

$$(A + \lambda I) \Delta b = g$$

式中， λ 为阻尼系数， I 为单位矩阵。

$$A = J^T J$$

$$g = J^T [S - S_0]$$

式中， S 为实际井旁地震记录， S_0 为合成井旁道。 J 为 Jacobi 矩阵，

$$J_{ij} = R(i - j)$$

Statistic Amplitude & Phase

从地震数据统计子波振幅谱，利用最小平方法，从合成记录和井旁道中提取子波相位，二者相加得到最终子波。

14.3 练习

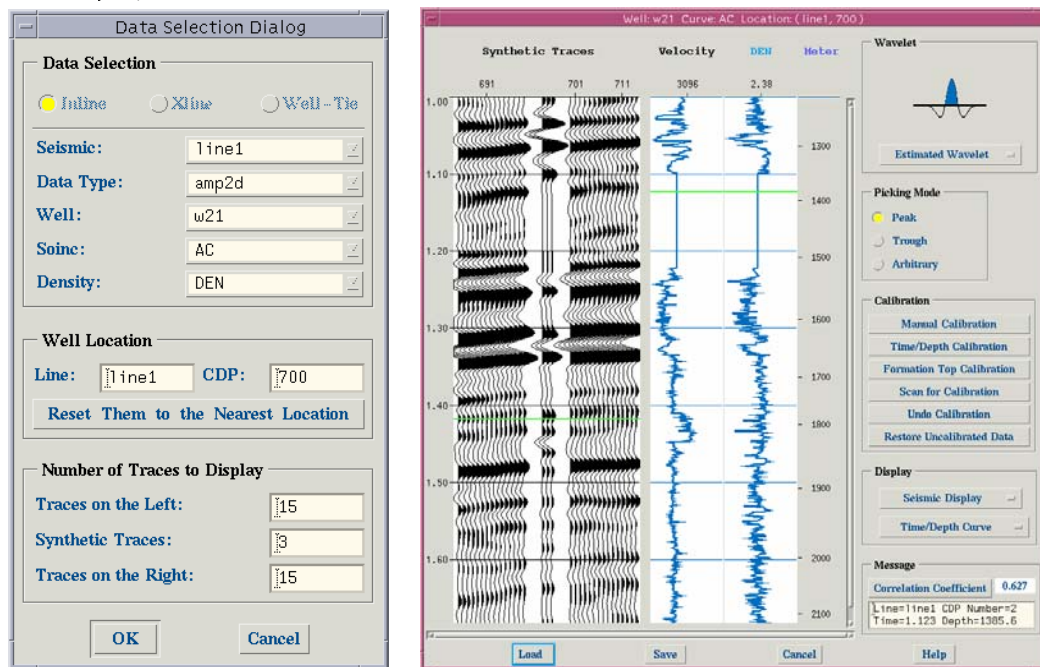


图 14-1

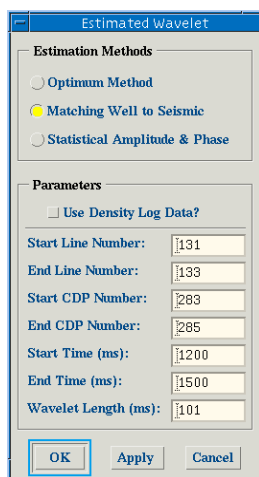


图 14-2

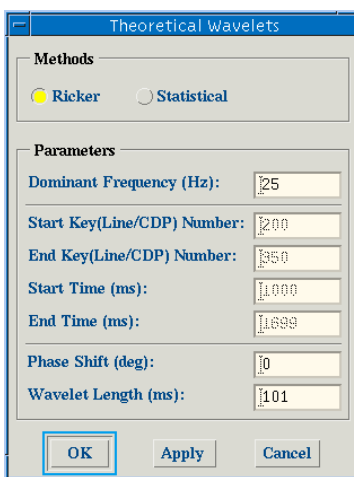


图 14-3

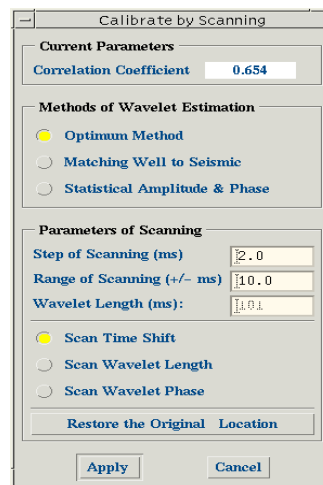


图 14-4

接练习 12, 选取 WellTie - Well-Seismic Correlation 键, 弹出层位标定对话框(图 14-1)。现在按下列步骤练习层位标定:

- (1) 用鼠标左键按住 **Seismic Display** 下拉菜单, 选取 **Display Horizon** 键, 弹出层位选择对话框。单击 **ALL** 键, 然后按 **OK** 键。所选层位显示在图 14-1 的合成记录剖面上
- (2) 单击 **Calibrate by VSP** 键, 可看到合成记录被调整
- (3) 单击 **Estimated Wavelet** 键, 弹出子波提取对话框(图 14-2)。在图 14-2 中按下 **Optimum Method** 键, 将 **Start Time** 文本区的数字改为 **1250**, 将 **End Time** 文本区的数字改为 **1600**, 按 **Apply** 键, 稍候片刻, 观察图 14-1 中合成记录及右上角子波的变化, 然后按 **Cancel** 键退出
- (4) 单击 **Theoretical Wavelet** 键, 弹出理论子波对话框(图 14-3)。在图 14-3 中按下 **Statistic** 键, 再按 **Apply** 键, 观察图 14-1 中合成记录及右上角子波的变化, 然后按 **Cancel** 键退出
- (5) 移动鼠标到合成记录剖面 **1.253** 秒附近(鼠标所在的时间位置可从图 14-1 右下角的信息区看到), 用鼠标左键在合成记录上的该波峰处拾取一个点, 然后在其右边的地震道上相应的波峰再拾取一点, 按 **鼠标右键** 进行保存
- (6) 移动鼠标到合成记录剖面 **1.830** 秒处, 用鼠标左键在合成记录上该波峰处拾取一个点, 然后在其右边的地震道上相应的波峰再拾取一点, 按 **鼠标右键** 进行保存
- (7) 按下 **Wave Trough** 键, 然后移动鼠标到合成记录剖面 **1.323** 秒处, 用鼠标左键在合成记录上该波谷处拾取一个点, 然后在其右边的地震道上相应的波谷再拾取一点, 按 **鼠标右键** 进行保存
- (8) 移动鼠标到合成记录剖面 **1.540** 秒处, 用鼠标左键在合成记录上该波谷处拾取一个点, 然后在其右边的地震道上相应的波谷再拾取一点, 并按 **鼠标右键** 进行保存
- (9) 按 **Calibrate Manually** 键, 合成记录被调整
- (10) 按下 **Wave Peak** 键, 重复(3)和(4), 拾取两对标定点
- (11) 按 **Calibrate By Scanning** 键, 弹出扫描标定对话框(图 14-4)。在图 14-4 中将 **Range of Scanning(+/- ms)** 文本区的数字改为 **10**。
- (12) 按图 14-4 中的 **Apply** 键, 进行一次扫描, 观察合成记录、子波及图 14-4 中相似系数的变化。
- (13) 按下 **Scan Wavelet Length** 键, 然后重复步骤(12)
- (14) 按图 14-4 中的 **Quit** 键, 退出扫描标定对话框
- (15) 用鼠标左键按住 **Time-Depth Curve** 下拉菜单, 选取 **Display Lithology** 键, 岩性条显示在图 14-1 中的测井曲线上
- (16) 用鼠标左键按住 **Time-Depth Curve** 下拉菜单, 选取 **Display Formation** 键, 地质分层标志线显示在图 14-1 中的测井曲线上
- (17) 用鼠标左键按住 **Time-Depth Curve** 下拉菜单, 选取 **Time-Depth Curve** 键, 弹出时深曲线图。观察曲线是否光滑, 如有畸变, 说明此段合成记录拉伸压缩不合理, 需再调整。按 **Quit** 键退出时深曲线图
- (18) 在图 14-1 中按 **Apply** 键, 观察主窗口中该井曲线的变化
- (19) 在图 14-1 中按 **OK** 键, 退出层位标定对话框, 层位标定结果被保存到数据库
- (20) 在 **EPstru** 主窗口(如图 7-1)中, 选取 **File - Exit** 键, 退出 **EPstru** 主窗口

练习 15. 创建反演初始模型

15.1 目的

把地质、测井、地震等多元地学信息统一到模型上，实现各类信息在模型空间的有机结合，提高反演的信息使用量、信息匹配精度和反演结果的置信度。

15.2 理论

EPS 提供了复杂地质建模技术，可以处理正断层、逆断层复杂构造系统，同时，建模还考虑了多种沉积模式的约束，使用分形和波形相似内插方法建造出复杂储层的地质模型。该模型完全保留储层构造、沉积、和地层学特征的空变特征；因而，其反演结果符合工区的构造、沉积和地层特征。

建模约束信息

- 复杂构造框架约束（层位、正断层、逆断层等）
- 地质异常体约束（盐丘、河道等）
- 多种空变沉积模式约束（顶超、底超和整合等）
- 斜井信息约束

建模方法

- 线性插值—缺省算法，运算速度快，横向上模型值均匀内插。
- 分形插值—运算速度较之线性插值慢，横向上根据地震振幅的变化控制模型的微观特征。
- 波形相干+线性插值—插值运算中，不仅考虑空间距离，而且考虑地震波形相似性。因此，横向上根据地震波形的相似性控制模型的微观特征（反映地层特征）

分形插值

分形插值采用设置插值点法，即已知点 x_1 和 x_2 处的函数值为 $f(x_1)$ 、 $f(x_2)$ ，则 x 处的函数值 $f(x)$ 可用如下公式计算：

$$f(x) = f(x_1) + (f(x_2) - f(x_1)) \cdot \|x - x_1\| / \|x_2 - x_1\| + RAN$$

式中 RAN 为一随机增量，其值为

$$RAN = \sqrt{1 - 2^{2H-2}} \|x_2 - x_1\| \cdot H \cdot \sigma \cdot G \cdot rate$$

式中，H 为 Hirst 指数， σ 为离差，G 为一 Gauss 随机变量，服从 $N(0,1)$ 分布， $\|x_2 - x_1\|$ 为样本距，rate 为标定系数。

波形相干+线性插值

已知点 $x_1, x_2, \dots, x_N$ 处的函数值为 $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_N)$ 。则 x 处的函数值 $f(x)$ 可用如下公式计算:

$$f(x) = (w_1 \cdot f(x_1) + w_2 \cdot f(x_2) + \dots + w_N \cdot f(x_N)) / (w_1 + w_2 + \dots + w_N)$$

式中 w_i ($i=1, 2, \dots, N$)为权系数, 其值为 $w_i = C_i / R_i^2$, R_i 为样本距, C_i 为相似系数。

15.3 二维建模练习

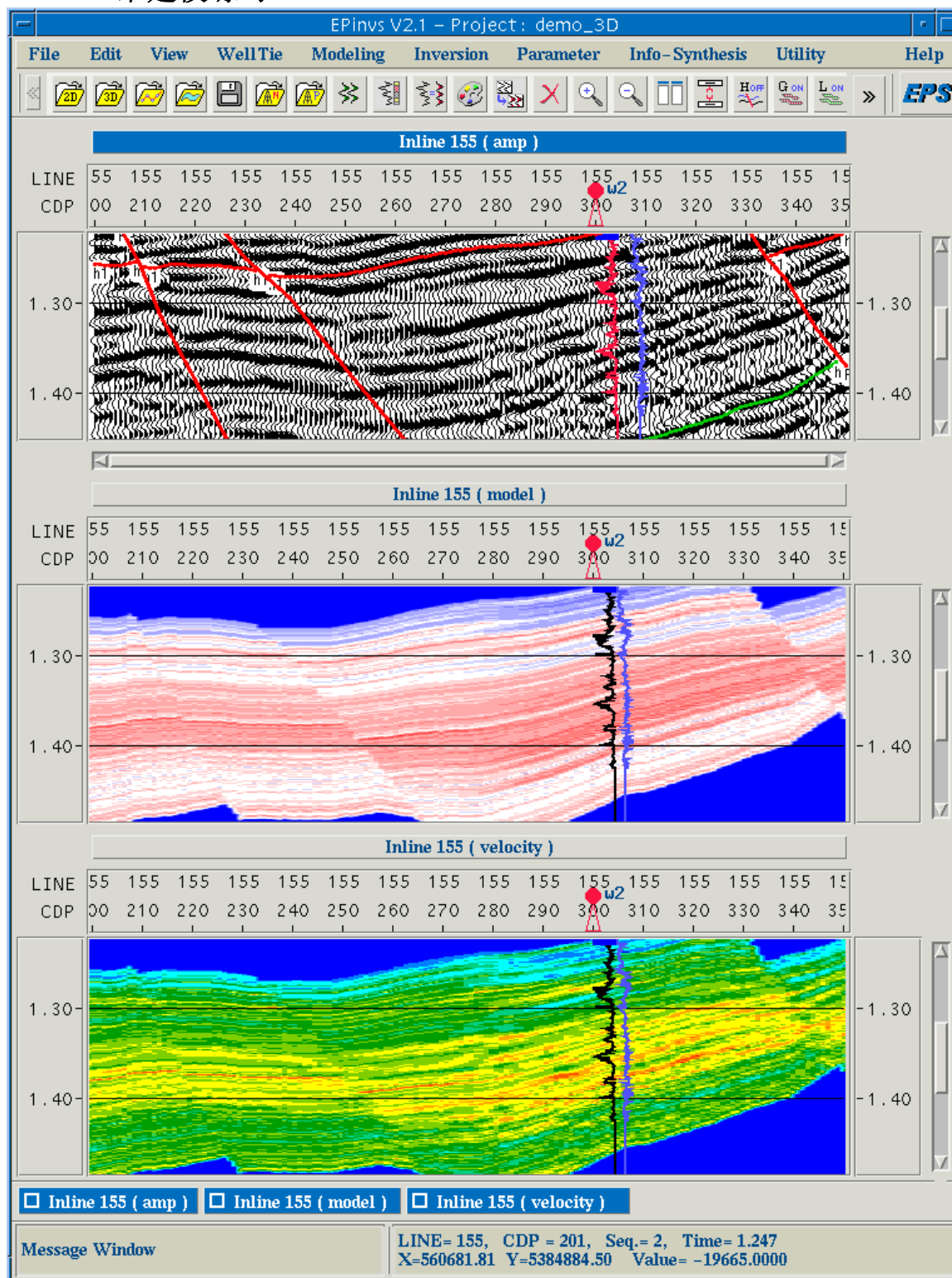


图 15-1

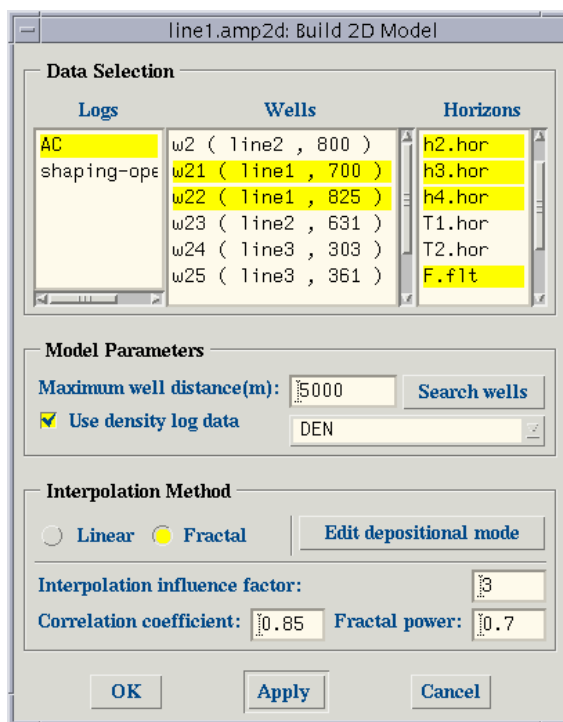


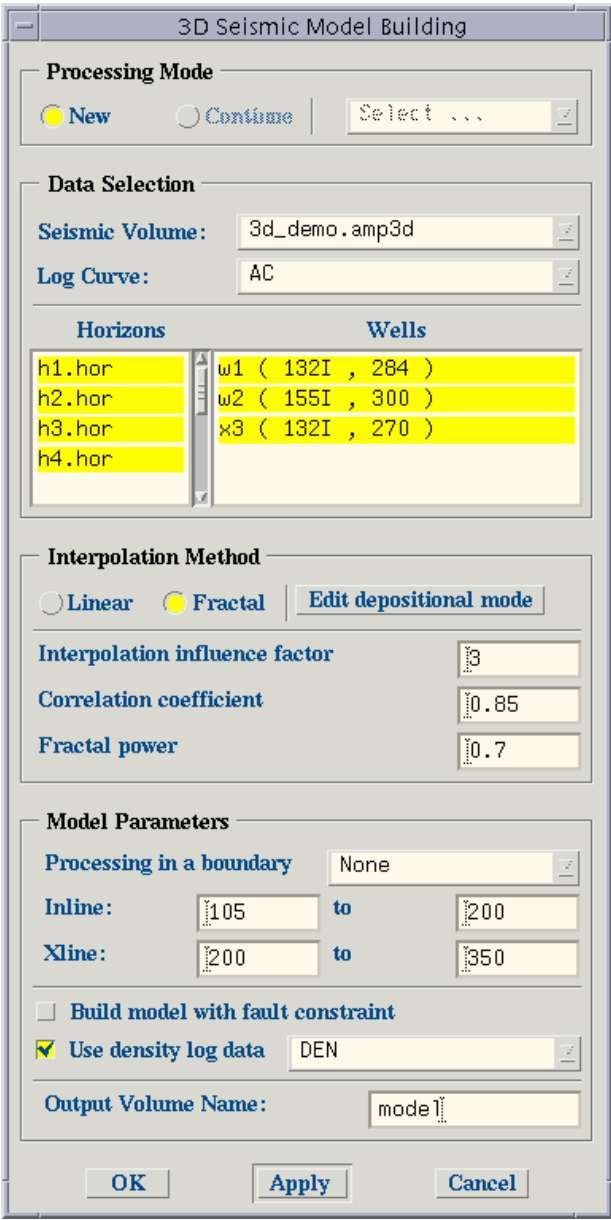
图 15-2

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPinvs** 图标，弹出 **EPinvs** 主窗口（图 15-1）。按照**练习 11**将 **line1.amp** 显示在 **EPinvs** 主窗口中。然后选取 **Modeling - 2D Interpolated Model** 键，弹出插值法建模对话框（图 15-2）。现在按下列步骤创建二维反演初始模型：

- (1) 在 **Logs** 列表中单击 **AC**
- (2) 在 **Wells** 列表中单击 **ALL**
- (3) 在 **Horizons** 列表中单击 **ALL**，弹出沉积模式文件编辑对话框。按 **Save** 键，退出沉积模式文件编辑对话框
- (4) 在图 15-2 中按 **Apply** 键，弹出建模进程显示窗。建模结束后该窗消失，主窗口内显示出新键的模型剖面。拖动纵向滚动棒，将剖面拖到 1.5 秒附近，可看到新建的模型
- (5) 在图 15-2 中按 **Cancel** 键，退出插值法建模对话框

15.4 三维建模练习



The dialog box is titled "3D Seismic Model Building". It contains several sections for configuring the model building process.

Processing Mode

☒ New ☐ Continue | Select ...

Data Selection

Seismic Volume: 3d_demo.amp3d
Log Curve: AC

Horizons

h1.hor
h2.hor
h3.hor
h4.hor

Wells

w1 (132I , 284)
w2 (155I , 300)
w3 (132I , 270)

Interpolation Method

☐ Linear ☒ Fractal | Edit depositional mode

Interpolation influence factor: 3
Correlation coefficient: 0.85
Fractal power: 0.7

Model Parameters

Processing in a boundary: None

Inline: 105 to 200
Xline: 200 to 350

☐ Build model with fault constraint
☒ Use density log data DEN

Output Volume Name: model

Buttons: OK, Apply, Cancel

图 15-4

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **3d_demo**，可省略此步）

在 **EPinvs** 主窗口（图 15-1）中，选取 **Modeling - 3D Interpolated Model** 键，弹出插值法三维建模对话框（图 15-4）。现在按下列步骤创建三维反演初始模型：

- (1) 在 **Seismic** 列表中单击 **3d_demo.amp**
- (2) 按下 **Select Horizons** 键，弹出层位选择对话框。单击 **ALL**，按 **Close** 键退出沉积模式编辑窗，再按 **OK** 键退出层位选择对话框
- (3) 按下 **Select Wells** 键，弹出测井数据选择对话框。在 **Curve** 列表中选 **AC**，在 **Wells** 列表中选 **ALL**，按 **OK** 键，退出测井数据选择对话框
- (4) 按 **Apply** 键，弹出建模进程显示窗。建模结束后该窗消失，建模结果自动保存在数据库中，其后缀为 **model**（由 **Output Volume Name** 文本区输入）
- (5) 在图 15-1 中按 **Cancel** 键，退出插值法三维建模对话框

练习 16. 波阻抗反演

16.1 目的

掌握地震波阻抗反演的基本原理和操作步骤。

16.2 原理

宽带约束反演的基本思想是要寻找一个最佳的地球物理模型，使得该模型的响应与观测数据（地震道）的残差在最小二乘意义下达到最小。宽带约束反演方法与以往的广义线性方法（GLI）方法有本质上的不同：首先，它是严格意义上的非线性反演；其次，在反演过程中，它受地质、测井先验知识的约束。

定义目标函数：

$$o(m) = \|D - F\|_p + W_I \|M_I - M_I^{pri}\| + W_C \|\nabla_x M_I - \nabla_x M_I^{pri}\|_p$$

式中：D、F分别表示实际地震记录和合成记录； M_I 为波阻抗模型参数； M_I^{pri} 为波阻抗模型参数的先验值； ∇_x 表示横向梯度； W_I 、 W_C 分别为波阻抗模型先验值以及波阻抗横向连续性的约束权系数； $\|\cdot\|_p$ 表示 L_p 模。

约束反演问题可描述为：寻找 $M^{OPT} = \left(\frac{M_I}{M_r} \right)^{OPT}$ ，使上式所表示的目标函数 $O(M) = \min$ 。

M_r —反射时间模型参数， $(\cdot)^{OPT}$ 表示最优值；将M表示成 $\left(\frac{M_I}{M_r} \right)$ ，说明求解过程中采用的是延迟脉冲模型。

在目标函数表达式中：第一项表示记录残差，即要使反演结果的模型响应(F)尽可能逼近实际记录(D)；第二项表示先验约束，即反演解不能偏离先验值太远；第三项是要保证反演结果具有一定的横向连续性，使解更合理。EPS 采用模拟退火方法解上述约束最优化问题，使 EPS 无论在勘探初期只有少量钻井，或在开发阶段有很多钻井的情况下，都可以得到高分辨率反演结果。

16.3 二维反演练习

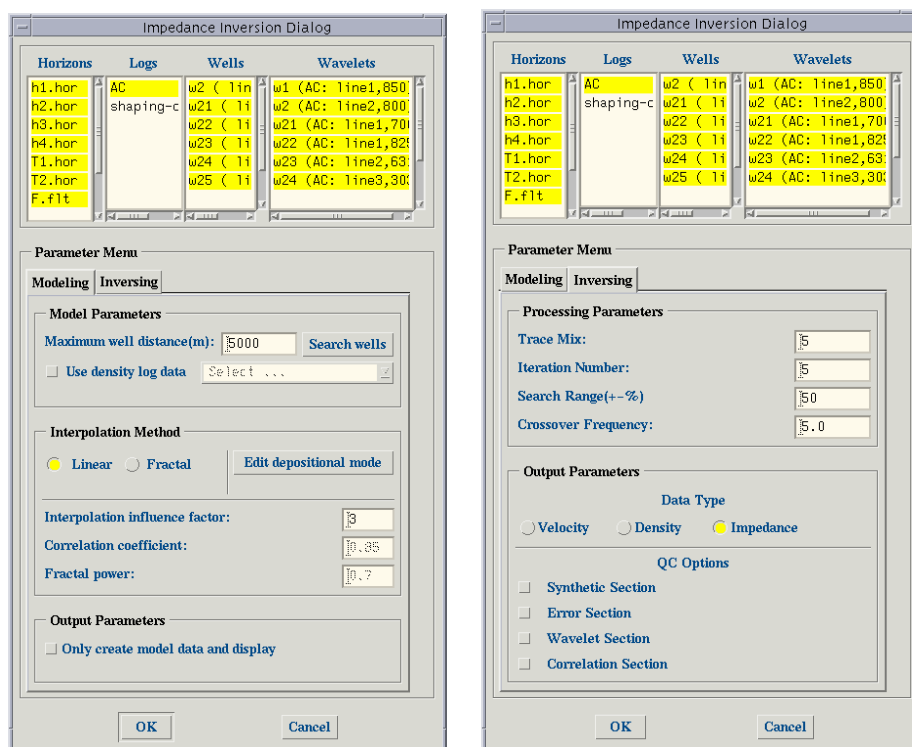


图 16-1

接练习 15.3。在EPInvs主窗口(图 15-1)中,选取Inversion - 2D Line Impedance Inversion 键,弹出二维波阻抗反演参数对话框(图 16-1)。现在按下列步骤进行二维波阻抗反演:

- (1) 在图 16-1 中,选择所有层位,选择曲线 AC,在 Wells 列表中选择所有井,在 Wavelets 栏中,选择 ALL
- (2) 将 Iteration Number 文本区内的数字改为 3
- (3) 按 OK 键,反演参数对话框消失,同时弹出模型剖面选择提示窗,提示用户选取一个参加反演的模型剖面
- (4) 在主窗口中单击 line1.model 剖面(注意:一定要点在剖面显示区内),弹出反演进程显示窗,开始进行反演处理。反演结束后,产生的速度剖面显示在主窗口内,剖面的台头为 line1.velocity
- (5) 在主窗口中选取File - Save Current Section键,弹出剖面保存对话框(图 16-2)。在Selected下的文本区内键入vel,然后按OK键,则当前剖面line1.velocity被保存在数据库内
- (6) 在主窗口中单击 line1.model 剖面(显示在中央)标注区上方的长条键,该键变成蓝色,表示该剖面被选为当前



Figure 16-2

剖面。单击快捷键区标有叉号的快捷键，弹出操作确认窗，询问是否删除当前剖面。
按 **Yes** 键，当前剖面 **line1.model** 被删除

- (7) 在主窗口中单击左下角显示窗状态按钮区中标有 **line1.velocity** 的键，**line1.velocity** 剖面从主窗口消失（注意，该剖面只是被隐藏，并没有被删除）

16.4 三维反演练习

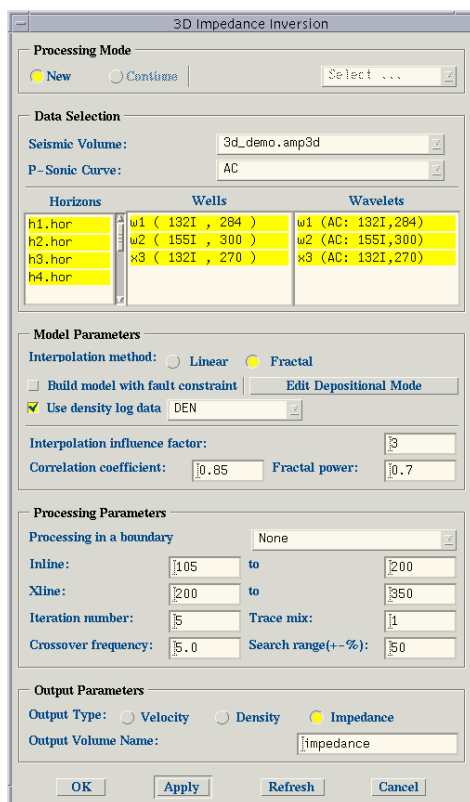


图 16-3

接**练习 15.4**。三维波阻抗反演须在初始模型创建完成后，才能进行。在**EPinvs**主窗口（图 15-1）中，选取**Inversion - 3D Impedance Inversion**键，弹出三维波阻抗反演参数对话框（图 16-3）。现在按下列步骤进行三维波阻抗反演：

- (1) 在 **Seismic** 列表中选取 **3d_demo.amp**
- (2) 在 **Curve** 列表中选 **AC**
- (3) 在 **Wells** 中选择所有井
- (4) 在 **Wavelets** 中单击 **ALL**
- (5) 将 **Iteration Number** 文本区内的数字改为 **3**
- (6) 按 **OK** 键，反演参数对话框消失，同时弹出反演进程显示窗，开始进行反演处理。反演结束后，反演结果自动保存在数据库内，其后缀为 **velocity**（由 **Output Volume Name** 文本区输入）

练习 17 连井线反演

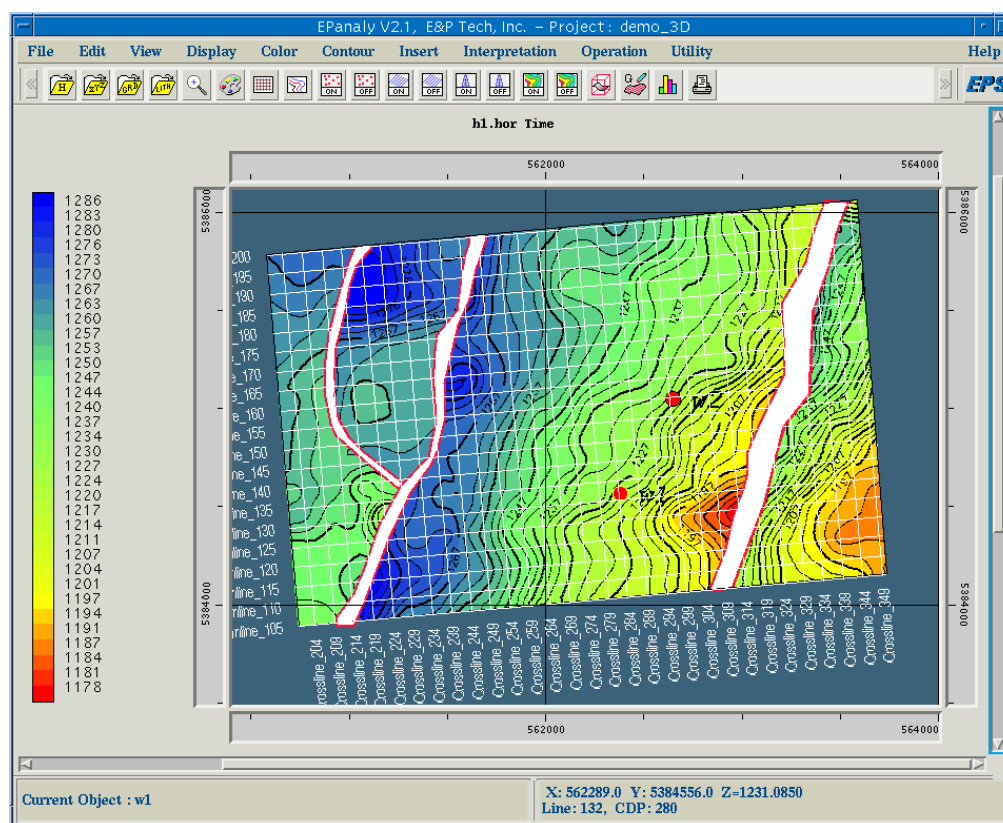


图 17-1

17.1 创建连井线

双击图 1 中的 Project 图标，弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 Project List 中选 3d_demo，然后按 OK 键退出。(如当前工区已经是 3d_demo，可省略此步)

双击图 1-1 中的 Epanaly 图标，弹出 Epanaly 主窗口(图 17-1)。选取 **File - Load - Seismic Line - Original Seismic Line** 键，弹出数据体选择对话框。在 <3D Cube> 列表中，选取 3d_demo.amp，按 OK 键退出数据体选择对话框，同时 Epanaly 主窗口中显示了所选数据体的测线网。现在按下列步骤创建一条连井线：

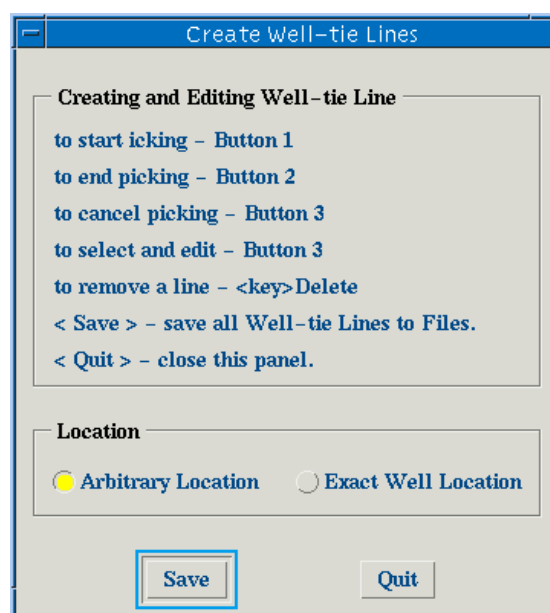


图 17-2

- (1) 在EPanaly主窗口中, 选取Utility - Create Crosswell Line键, 弹出连井线拾取对话框 (图 17-2)
- (2) EPanaly 主窗口中除了测线网, 还显示了两口井的标志。在 w1 井的左侧下方, 按鼠标左键, 拾取一个点; 移动鼠标到图 17-2 中, 按下 Exact Well Location 键, 再移动鼠标到主窗口内 w1 井的圆圈内, 按鼠标左键, 拾取该井点; 移动鼠标到 w2 井的圆圈内, 按 Shift+鼠标左键, 拾取该井点; 移动鼠标到图 17-2 中, 按下 Free Location 键, 再移动鼠标到主窗口内 w2 井的右侧上方, 按鼠标左键, 拾取一个点; 按鼠标中键, 结束拾取, 同时弹出文件名输入对话框。键入 w1_w2, 按 OK 键退出对话框
- (3) 在图 17-2 中按 Save 键, 所拾取的连井线被保存到数据库内。按 Quit 键退出连井线拾取对话框
- (4) 在EPanaly主窗口 (图 17-1) 中选取File - Exit键, 退出EPanaly主窗口

17.2 连井线反演

The dialog box is titled "Well-Tie Line Inversion". It contains two main sections: "Data Selection" and "Processing Parameters".

Data Selection:

- Seismic Volume: 3d_demo.amp3d
- Well-Tie Line: w1-w2
- Log Curve: AC

Horizons	Wells	Wavelets
h1.hor	w1 (132I , 284)	w1 (AC: 132I,284)
h2.hor	w2 (155I , 300)	w2 (AC: 155I,300)
h3.hor	x3 (128I , 282)	x3 (AC_NEW: 128I,282)
h4.hor	x4 (183I , 317)	x4 (AC: 183I,317)

Processing Parameters:

- Model interpolation method: ☒ Linear ☐ Fractal
- Horizon interpolation: ☐ Locally ☐ With Faults ☒ Globally
- ☐ Use density log data: Select ... ☒ Edit depositional mode
- Trace interval (m): 20.0
- Interpolation influence factor: 3
- Correlation coefficient: 0.85 Fractal power: 0.70
- Iteration number: 5 Trace mix: 1
- Crossover frequency: 5.0 Search range(+-%): 50
- Output Type: ☐ Velocity ☐ Density ☒ Impedance
- ☒ Save a copy of inversion result in database: w1-w2-impeda

Buttons: OK, Apply, Cancel

图 17-3

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **3d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPinvs** 图标，弹出 **EPinvs** 主窗口（如图 15-1）。选取 **Inversion - 3D Crosswell Line Inversion** 键，弹出连井线反演参数对话框（图 14-2）。现在按下列步骤进行连井线反演：

- (1) 在 **Seismic** 列表中选择 **3d_demo.amp**
- (2) 在 **Crosswell Lines** 中选择连井线名 **w1_w2**
- (3) 在 **Curve** 列表中选 **AC**，在 **Wells** 列表中选 **ALL**
- (4) 在 **Horizons** 列表中，选择 **ALL**
- (5) 在 **Wavelets** 列表中，选择 **ALL**
- (6) 将 **Iteration Number** 文本区的数字改为 **3**
- (7) 按 **OK** 键，弹出反演进程显示窗，开始进行反演处理。反演结束后，产生的剖面显示在主窗口内
- (8) 在主窗口中选取 **File - Save Current Section** 键，弹出询问窗，询问是否保存为 **SEG**Y 文件。按 **No** 键，弹出剖面保存对话框。在文本区内键入 **vel**，然后按 **OK** 键，则连井线反演剖面被保存在数据库内

练习 18. 储层参数反演

18.1 目的

掌握估算孔隙度、岩性百分含量等储层参数的基本原理和操作步骤。

18.2 理论

采用神经网络技术和多种统计公式，建立各地质层位井中波阻抗与速度、密度、孔隙度、岩性百分含量之间的非线性关系。用地震反演的波阻抗作为网络的输入，用神经网络实现波阻抗到储层参数之间的非线性映射。EPS 还提供了一种基于地震波形相干技术的储层参数模拟技术，使用地震波形相干内插技术，考虑了储层沉积模式，可以实现深度域或时间域的储层参数（如孔隙度、渗透率、电阻率等）建模，特别适合油田开发的需要。

基于神经网络技术和多种统计公式的储层参数反演

该方法利用已知的单井模型与井旁道的反演结果，通过神经网络方法建立它们在各储层的储层参数之间的非线性映射，然后反演全工区的岩石物性参数。在用所选神经网络模型进行参数反演时，考虑了构造框架、沉积模式的约束。因此，其反演可在区域上与构造、沉积趋势一样。

基于统计模型法

EPS 提供了七种统计模型，系统将自动把各井和井旁反演道取出来，按分层进行自动拟合，根据拟合的相关性，自动选择一个最佳模型，用户也可以自己指定。在用所选模型进行参数反演时，仍然考虑了构造框架、沉积模式的约束。七种统计模型如下：

- $y=ax+b$
- $y=ax^b$
- $y=ae^{(bx)}$
- $y=a+b\ln(x)$
- $1/y=a+b/x$
- $1/y=a+b/(e^x)$

- 最优化法 优选以上各个函数项组成新公式

18.3 二维储层参数反演练习

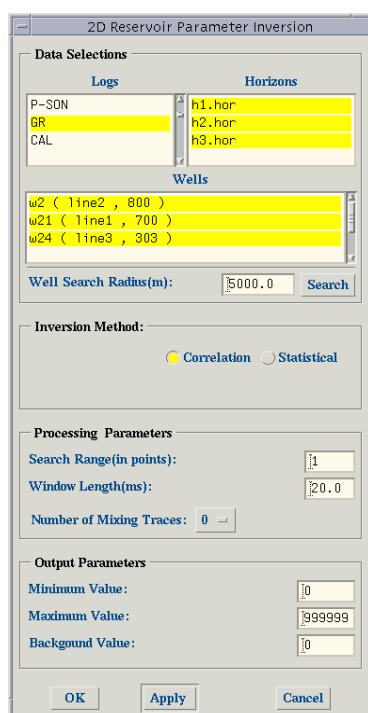


图 18-1-1

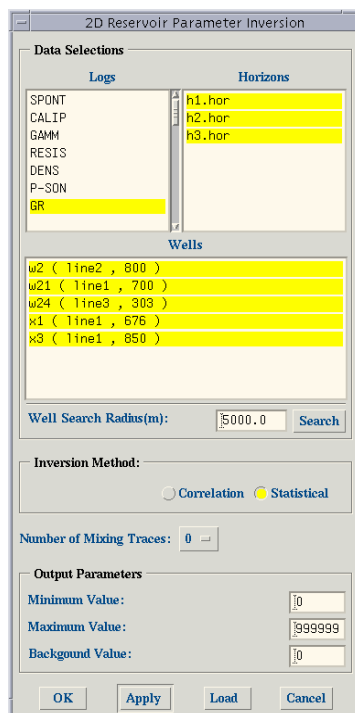


图 18-1-2

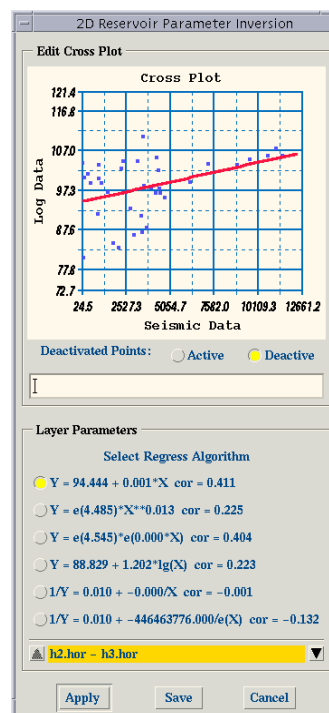


图 18-2

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPinvs** 图标，弹出 **EPinvs** 主窗口（如图 15-1）。按照 **练习 11** 将 **line1.vel** 显示在 **EPinvs** 主窗口中。选取 **Parameter - 2D Reservoir Parameter Inversion** 键，弹出储层参数反演对话框（图 18-1）。现在按下列步骤进行二维储层参数反演：

- (1) 在 **Logs** 列表中选 **AC**
- (2) 在 **Horizons** 列表中依次选 **h1.hor**, **h2.hor**, **h3.hor**（选第二个层位时弹出与图 15-3 一样的层位模式文件编辑窗，按 **Close** 关调即可）
- (3) 在 **Wells** 列表中选 **ALL**
- (4) 按下 **Statistic** 键，对话框变得与图 18-1 所示一样
- (5) 按 **Apply** 键，弹出参数反演对话框（图 18-2）。在图 18-2 中按 **Apply** 键，弹出反演进程对话框，开始参数反演处理。反演结束后，结果剖面显示在主窗口内，剖面台头为 **line1.AC**
- (6) 在图 18-1 和图 18-2 中按 **Cancel** 键，退出这两个对话框
- (7) 按 **练习 16.3** 中的 (5)，将 **line1.AC** 剖面保存在数据库内。剖面名取 **AC**

练习 19. 信息融合

19.1 目的

利用多种地球物理信息融合获得地质目标的信息，可以避免单一方法的局限性和不确定性，提高勘探成功率。

19.2 理论

对多种经过标准化后的地球物理数据进行小波变换后，其细节特征按分辨率的大小映射到各自的塔式结构中，本着在相同分辨率下进行信息融合的原则，在对应层进行区域的特征选择，再根据具体数据处理的要求，可以实现有针对性的地质目标增强，以利于观察和分析地质目标。

采用区域选择法并结合加权方法，在各分辨率的细节数据体中选择代表各原始数据的明显特征的系数，构成融合数据的金字塔数据结构，然后重构融合信息。

(1) 原始地球物理数据的小波多分辨率分解

通过小波多分辨率分解，构造原数据的金字塔数据结构，把数据所反映的细节特征按分辨率的大小映射到各自的塔式结构中。

(2) 计算数据体对应区域的匹配度

$$M^{(j)}(x, y) = \sum_{m, n \in A} \frac{\prod_{i=1}^I |D_i^{(j)}(x + m, y + n)|}{\sum_{i=1}^I (D_i^{(j)}(x + m, y + n))^2},$$

式中， $M^{(j)}(x, y)$ 为第j层分量之间的匹配度，类型由D决定，式中D代表低频分量, 水平方向的高频分量, 垂直方向的高频分量和对角线方向的高频分量中的任意一种。上标j代表分量的层号，下标i代表地球物理数据的序号，I代表融合地球物理数据的总数，A为以(x, y)为中心的匹配区域。

(1) 计算权系数

设 $M_{\min}$ 为匹配阈值，若 $M^{(j)}(x, y)$ 大于阈值 $M_{\min}$ ，则认为融合数据间匹配度较高，数据融合采用加权法，否则，数据融合采用选择法。

设序号为i的地球物理数据的第j层分量对立的能量为 $E_i^{(j)}$ ，则

$$E_i^{(j)} = \sum_{m, n \in A} (D_i^{(j)}(x + m, y + n))^2,$$

若 $M^{(j)}(x, y) > M_{\min}$ ，则

$$\lambda_k^{(j)} = \frac{E_k^{(j)}}{\sum_{i=1}^I E_i^{(j)}} ,$$

式中, $\lambda_k^{(j)}$ 是序号为k的融合地球物理数据的第j层分量的权系数。
若 $M^{(j)}(x, y) \leq M_{\min}$, 则

$$\lambda_k^{(j)} = \begin{cases} 1, & \text{当 } E_k^{(j)} = \max_i(E_i^{(j)}) ; \\ 0, & \text{当 } E_k^{(j)} \neq \max_i(E_i^{(j)}) 。 \end{cases}$$

该权系数即为在各分辨率的分量中代表各原始数据的明显特征的系数。

(4) 信息融合

$$D^{(j)} = \sum_{i=1}^I \lambda_i^{(j)} D_i^{(j)}$$

式中, $D^{(j)}$ 代表融合数据的第j层分量。在各分辨率的分量中选择代表各原始数据的明显特征的系数, 构成融合数据的金字塔数据结构。

(5) 融合数据的重构

根据融合数据的金字塔结构数据, 再通过小波逆变换重构融合数据。融合数据中综合了多种地球物理数据的有用信息, 是多种地球物理数据的有用信息的总代表。

融合数据是地质目标的综合判别指数, 判别指数越大表示是地质目标的可能性越大, 其最大值为 100, 最小值为 0。一般可以 60 为基准, 大于 60 可解释为地质目标, 精确的判别标准可由井进行标定。

19.3 二维信息融合练习

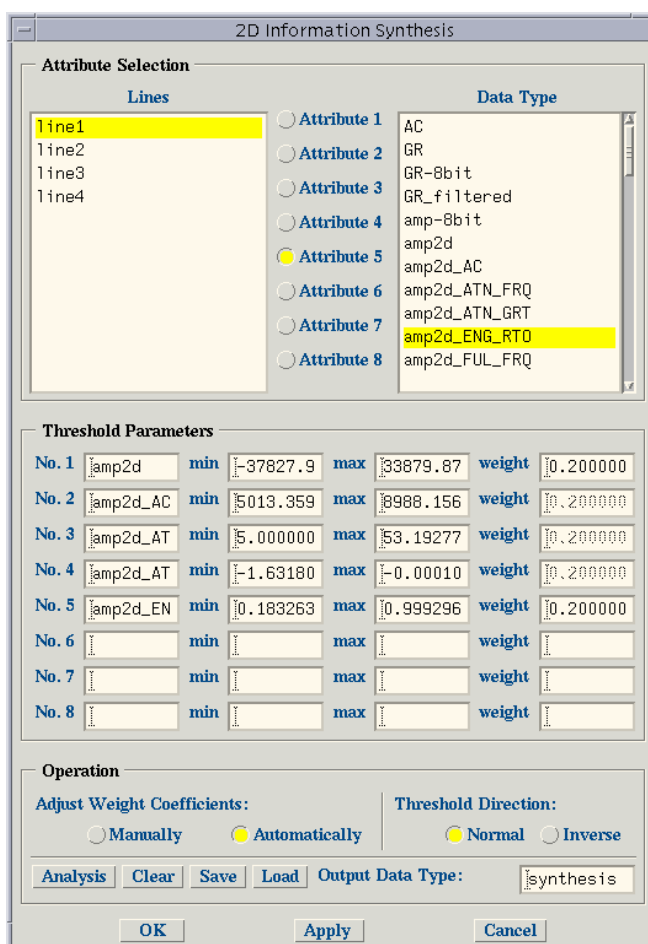


Figure 9-1

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPinvs** 图标，弹出 **EPinvs** 主窗口（如图 15-1）。选取 **Info-Fusion - 2D Information Fusion** 键，弹出二维信息融合参数对话框（图 19-1）。现在按下列步骤进行二维信息融合：

- (1) 在 **Lines** 列表中选 **line1**，在 **Data Type** 列表中选 **vel**
- (2) 单击 **Analysis** 键，弹出参数分析对话框（图 19-2）
- (3) 在图 19-2 的 **Well Names** 列表中选 **ALL**，在 **Litho - Group Names** 列表中选 **r2_45**，然后单击 **Calculate** 键。计算完成后按 **Send** 键。最后按 **Quit** 键退出参数分析对话框
- (4) 按下 **Attribute 2** 键，在 **Sections** 列表中选 **GR**
- (5) 重复 (2) - (3)

- (6) 在图 19-1 中按 OK 键，弹出处理进程对话框，开始处理。处理结束后，结果不在主窗口显示，自动保存在数据库内，保存的剖面名为 **fusion**
- (7) 按照**练习 11**，将 **line1.fusion** 显示在 EPinvs 主窗口中，检查信息融合结果

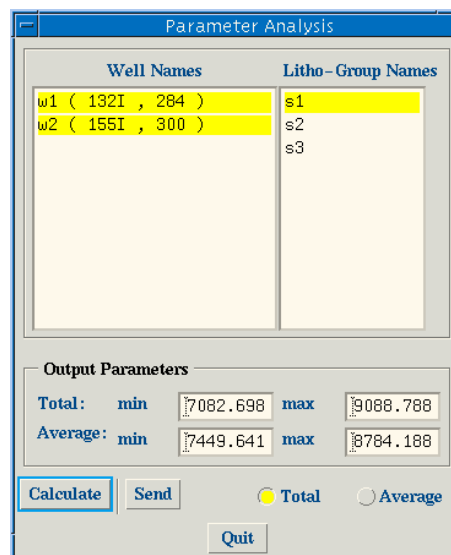


Figure 19-2

练习 20. 地震相干计算

20.1 目的

检测储层中的裂缝发育带等异常地质体。

20.2 理论

主要包括：①无地质约束地震相干方法：多道相关法、多道相似法、快速本征构造算法；②地质约束地震相干法。

无地质约束地震相干方法

EPS 提供了最新的多道相关法、多道相似法和快速本征构造法三种地震相干算法。新算法不仅速度快，而且抗干扰能力强，不仅适用于三维工区，也适用于二维工区。

- 多道相关法：相关法是最早被使用来计算相干体的方法，在信噪比较高时可以得到较好的效果。
- 多道相似法：该方法克服了相关算法的局限性，在噪声资料环境可以得到更加可靠的结果。
- 多道本征值法：本征算法用多道原始数据构造出一协方差矩阵，求解其特征值，诸特征值能量之和作为相干值。其优点是精度高和细节丰富。

地质约束地震相干法

传统的地震相干算法仅反映地震波形的不连续性。而造成这种波形不连续性，在地质上具有多解性。因此，其结果的地质意义模糊，解释困难，很难跟踪同一储层特征在空间上的变化。针对传统的地震相干算法的不足，我们提出了地质约束相干法。地质约束相干法能将储层地质信息约束结合到相干处理中，检测出与地质目标（由岩性、断层、裂缝等）相似性的区域。主要特点：

- 受构造框架、沉积模式、地质目标的几何形状和物性参数约束。地质意义明确。
- 受测井信息约束
- 检测地质异常体空间展布。

20.3 二维相干计算练习

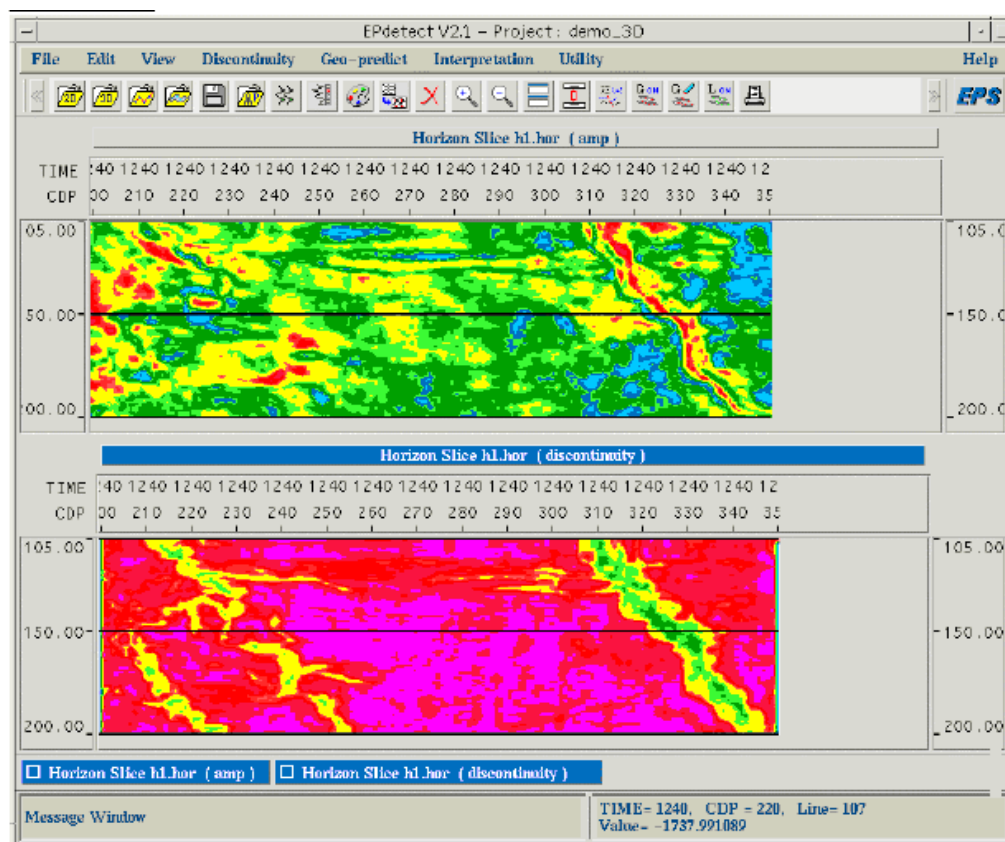


图 20-1

a) 无地质约束地震相干

双击图 1 中的 **Project** 图标,弹出工区管理对话框(图 1-1)。在 **Project List** 中选 **2d_demo**, 然后按 **OK** 键退出。(如当前工区已经是 **2d_demo**, 可省略此步)

双击图 1-1 中的 **EPdetect** 图标, 弹出 **EPdetect** 主窗口 (图 20-1)。按照 **练习 11**, 将 **linel.amp** 显示在 **EPdetect** 主窗口中。选取 **Correlation - 2D Line Correlation** 键, 弹出二维相干处理参数对话框 (图 20-2)。按 **OK** 键, 则当前的地震剖面的相干处理开始进行, 处理完成后, 直接显示在 **EPdetect** 主窗口上。如果要处理多条线, 则按下列步骤进行二维数据相干批处理:

- (1) 在 **EPdetect** 主窗口中选取 **Correlation - 2D Batch Correlation** 键, 弹出批处理对话框 (图 20-3)
- (2) 在 **Data Type** 列表选取 **amp**
- (3) 在 **Select Lines** 列表中选择 **ALL**

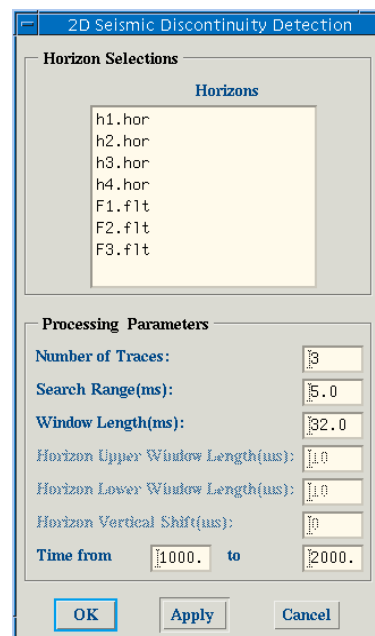


图 20-2

- (4) 在 **Horizons** 列表选取 **ALL**，按 **Close** 键退出沉积模式编辑窗
- (5) 在 **Select a Correlation Method** 中，**MVDR** 为最小方差无畸变算法，缺省算法为 **Correlation**
- (6) 按 **OK** 键，相干处理参数对话框消失，同时弹出相干处理进程显示窗，开始进行相干处理。处理结束后，处理结果自动保存在数据库内，其后缀为 **discontinuity**（由 **Output Volume** 文本区输入）

Seismic And Horizon Selections		
Data Type	Lines	Horizons
AC	line1	h1.hor
ACc	line2	h2.hor
amp	line3	h3.hor
mdl	line4	h4.hor
vel		F1.flr
velocity		F2.flr
		F3.flr

Processing Parameters	
Number of Traces:	3
Search Range(ms):	5.0
Window Length(ms):	20.0
Time from	0.0 to 9999.0
Horizon Upper Window Length(ms):	10
Horizon Lower Window Length(ms):	10
Horizon Vertical Shift(us):	0

Output Parameter	
Output Data Type:	discontinuity

OK Apply Cancel

图 20-3

b) 地质约束地震相干法

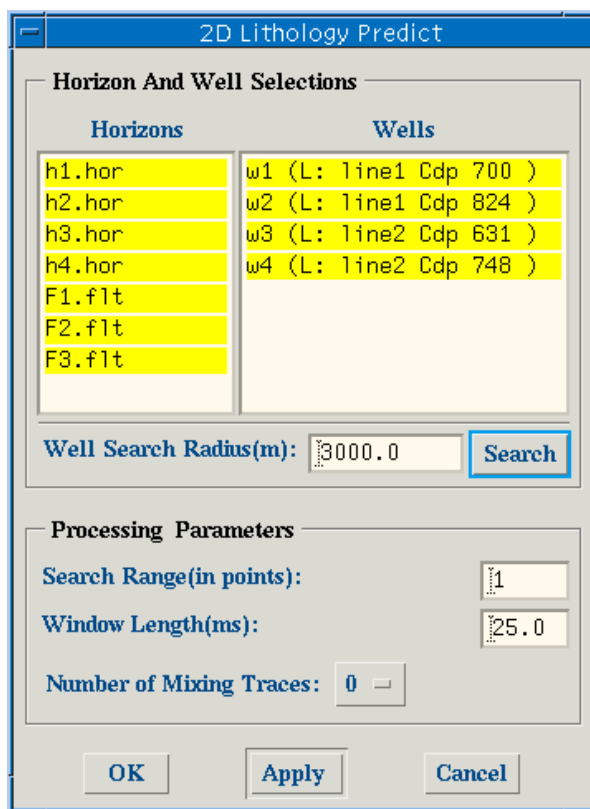


图 20-4

接上步，选取Geo-constrained - 2D Line Geology Constrained Correlation键，弹出地质约束相干处理参数对话框（图 20-4）。现在按下列步骤进行二维数据地质约束相干处理：

- (1) 在 **Horizons** 列表选取 **ALL**，编辑层位之间的沉积模式，按 **Save** 退出沉积模式编辑窗
- (2) 在 **Wells** 列表中，选择已知井的地质模式作为识别约束
- (3) 按**OK**键，地质约束相干处理参数对话框消失，同时弹出处理进程显示窗，开始进行地质约束相干处理。处理结束后，处理结果自动显示在当前主窗口上，其后缀为 **Predict**，欲保存此结果，可以按**File – Save Current Line Data**进行保存。
- (4) 当使用批处理时，处理结果会自动保存在数据库内，其后缀为 **lithology**（由 **Output Volume Name** 文本区输入）
- (5) 在 **EPdetect** 主窗口（图 20-1）中，同时显示相干体计算和地质约束相干体计算的剖面以及切片，仔细对比两种方法计算出来的结果。相干体计算的结果纯粹是数据的相干性，表示数据之间的相似性或相关度，计算出的数据本身不含有地质概念。地质约束相干体计算的结果反映的是异常地质体变化的情况，如砂岩的延伸展布、裂缝的发育分布等，计算出的数据本身表示的是一个非常直接的地质概念。

20.4 三维相干计算练习

a) 无地质约束地震相干

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **3d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPdetect** 图标，弹出 **EPdetect** 主窗口（如图 20-1）。选取 **Correlation - 3D Correlation Process** 键，弹出相干处理参数对话框（图 20-5）。现在按下列步骤进行三维数据相干处理：

- (1) 在 **Select Seismic Volume** 列表选取 **3d_demo.amp**
- (2) 在 **Horizons** 列表选取 **ALL**，按 **Close** 键退出沉积模式编辑窗
- (3) 按 **OK** 键，相干处理参数对话框消失，同时弹出相干处理进程显示窗，开始进行相干处理。处理结束后，处理结果自动保存在数据库内，其后缀为 **discontinuity**（由 **Output Volume Name** 文本区输入）

3D Seismic Discontinuity Detection Processing

Seismic And Horizon Selections

Seismic Volume	Horizons
3d_demo.amp	h1.hor
3d_demo.discontinuity	h2.hor
3d_demo.lithology	
3d_demo.model	
3d_demo.velocity	

Processing Parameters

Crossline Window Length(m): 30.0

Inline Window Length(m): 30.0

Search Range(ms): 5.0

Window Length(ms): 20.0

Processing Seismic Range

Inline from: 105 to 200

Xline from: 200 to 350

Time from: 1.000 to 1.699

Start Processing Inline: 105

Horizon Upper Window Length(ms): 10

Horizon Lower Window Length(ms): 10

Horizon Vertical Shift(us): 0

Output Parameter

Output Volume Name: discontinuity

OK Apply Cancel

图 20-5

b) 地质约束地震相干法

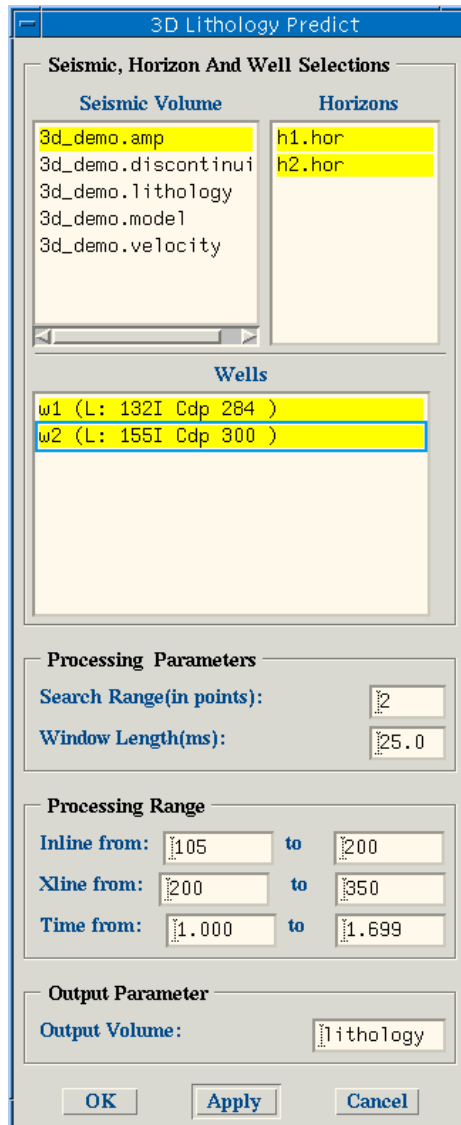


图 20-6

接上步，在EPdetect主窗口中选取Geo-constrained - 3D Volume Geology Constrained Correlation键，弹出地质约束相干处理参数对话框（图 20-6）。现在按下列步骤进行三维数据地质约束相干处理：

- (1) 在 **Seismic Volume** 列表选取 **3d_demo.amp**
- (2) 在 **Horizons** 列表选取 **ALL**，编辑层位之间的沉积模式，按 **Save** 键退出沉积模式编辑窗
- (3) 在 **Wells** 列表中，选择已知井的地质模式作为识别约束

- (4) 按 **OK** 键，地质约束相干处理参数对话框消失，同时弹出处理进程显示窗，开始进行地质约束相干处理。处理结束后，处理结果自动保存在数据库内，其后缀为 **lithology**（由 **Output Volume Name** 文本区输入）
- (5) 在 **EPdetect** 主窗口（图 17-1）中，同时显示相干体计算和地质约束相干体计算的剖面以及切片，仔细对比两种方法计算出来的结果。相干体计算的结果纯粹是数据的相干性，表示数据之间的相似性或相关度，计算出的数据本身不含有地质概念。地质约束相干体计算的结果反映的是异常地质体变化的情况，如砂岩的延伸展布、裂缝的发育分布等，计算出的数据本身表示的是一个非常直接的地质概念。

练习 21. 地质岩性体解释

21.1 目的

在反演结果剖面（如波阻抗等）上，用自动和交互结合的方式，直接解释各类岩性地层体，如砂体、火成岩体等。提取岩性体的几何和物性参数，如厚度、孔隙度等。

21.2 二维岩性解释练习

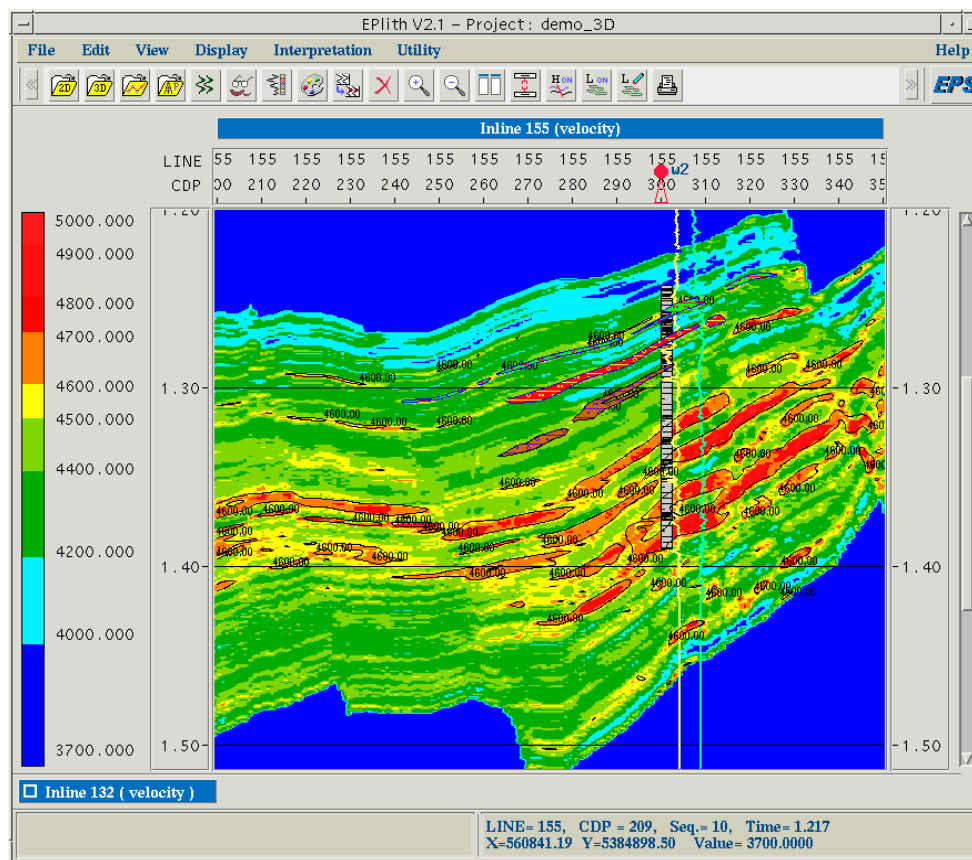


图 21-1

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPlith** 图标，弹出 **EPlith** 主窗口（图 21-1）。按照练习 11，将 **line1.vel** 显示在 **EPlith** 主窗口中。现在按下列步骤进行二维地质岩性解释：

- （1）按 **Interpretation - Current Section Search** 键，弹出岩性自动解释参数对话框（图 21-2）

- (2) 在 **Search Between Horizons** (岩性体自动追踪层位范围)

中, 分别选择两个层位作为岩性体边界自动追踪时的顶、底控制界面, 如选择 h1 和 h2

- (3) 在 **Color Contours** (岩性颜色等值数值表) 中, 输入的数值用于指定彩色剖面显示的颜色与数据 (代表岩性) 的对应关系, 要按剖面数据和突出显示目标岩性的需要填写。输入完成后, 可以按 **Color** 按钮, 弹出可编辑的岩性数值与颜色的对应关系表, 可以选择编辑每个岩性数值区间对应的颜色

- (4) 在 **Boundary Lines** (岩性体边界自动追踪数值表) 中, 输入的数值用于自动追踪 (圈定) 具有某个数值特征的岩性体。例如, 若已知砂体的速度值大于等于 4500 米/秒, 则输入该值, 将自动追踪出该砂体的边界, 供交互解释时使用。表中值可取自左边的岩性等值色数值表 (使用按钮 ==>) , 也可由自己另行输入。按 **OK** 或 **Apply** 后, 在剖面上将自动圈定出数值大于或等于给定值的岩性体

- (5) 当自动圈定完成后, 就可以按照井的岩性柱的约束进行人工交互解释, 下面就是交互解释的具体操作方法

- (6) 选取 **EPbase: Geology Data Manage: Define - Lithology Set Cat**, 弹出定义岩性体信息对话框 (图 21-3)

- (7) 在 **Object Name** 文本区键入 s1, 定义一个岩性体的名称, 选择合适的颜色, 单击 **OK** 退出定义岩性体信息对话框

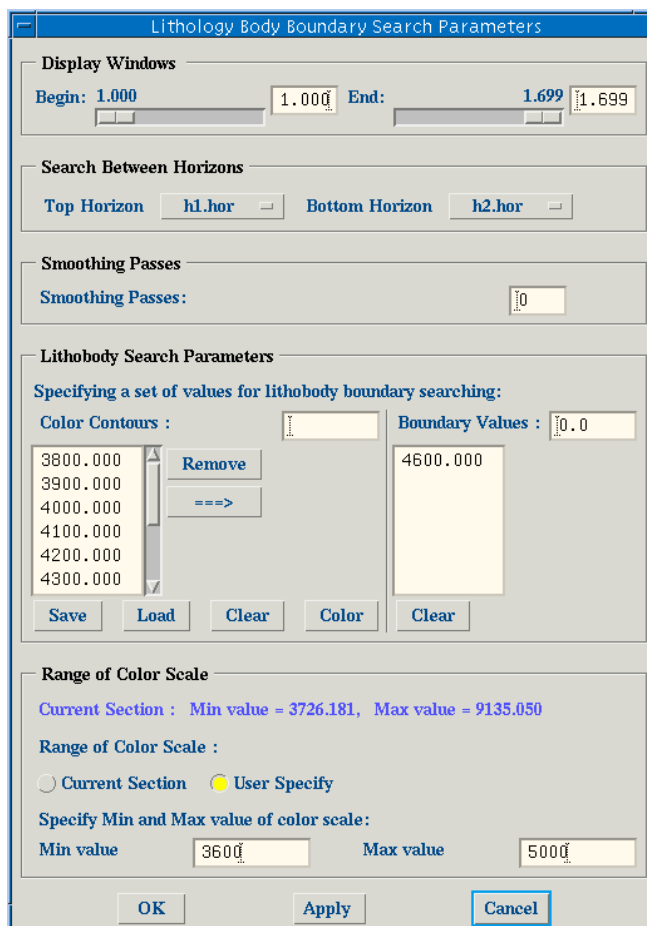


图 21-2

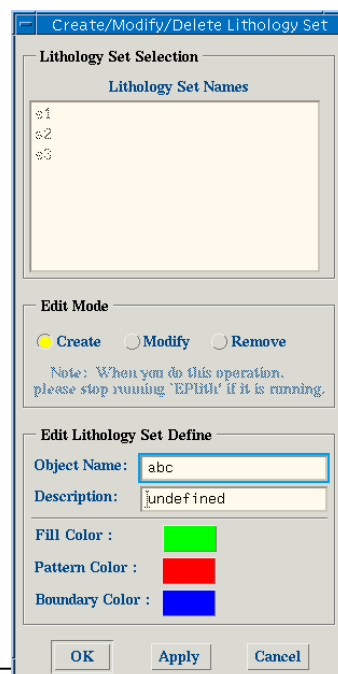


图 21-3 Version4.0

- (8) 选取 **Interpretation - Interactive Interpretation**，弹出岩性体解释对话框（图 21-4）
- (9) 单击 **s1**，选择要解释的岩性体
- (10) 单击创建解释对象六个按钮中的多边形按钮，在 **EPlith** 主窗口剖面中进行交互解释。一个岩性体可以由多个岩性体单元组成，每个岩性体单元均由一个解释过程中画出的多边形区域所代表，在这个多边形区域里可以选择充填的图案和充填的方式。图 21-4 中各个按钮所代表的意义请参考 **EPlith** 用户手册说明。
- (11) 岩性解释的具体操作方法请单击图 21-4 中 **Help** 进行查询
- (12) 当解释完成后，按 **Save Data** 按钮，将所解释的结果保存到数据库中去

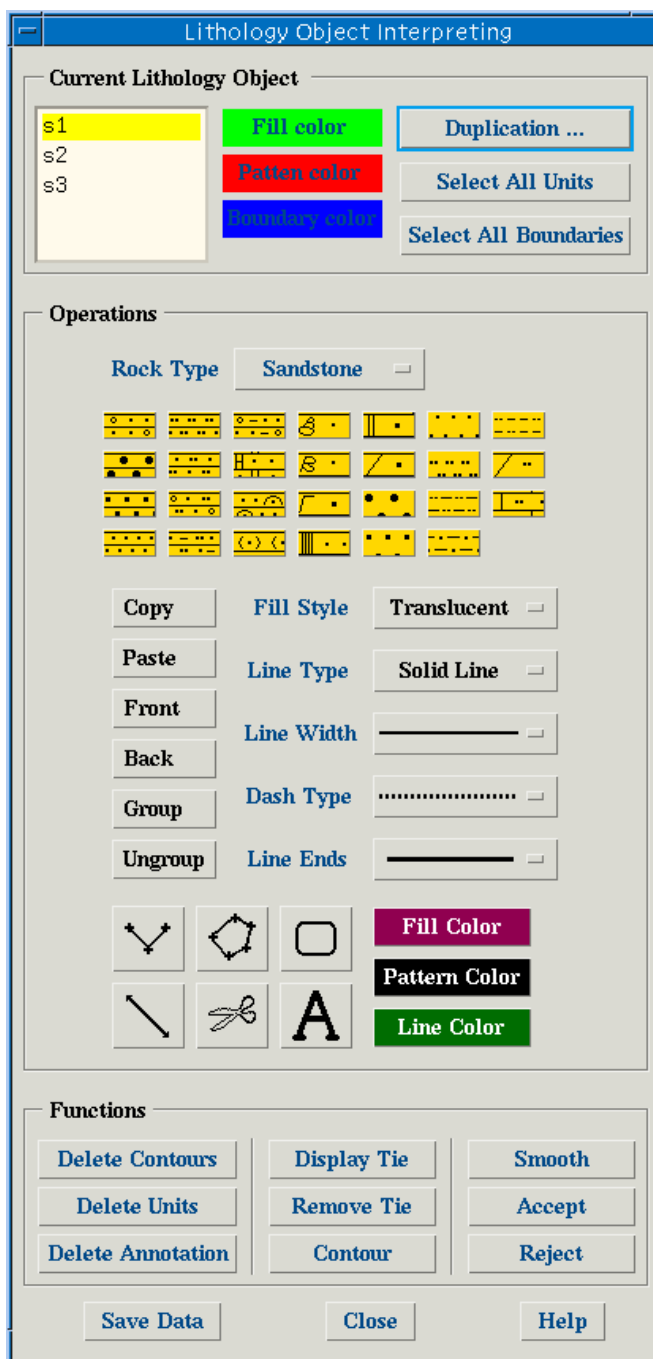


图 21-4

- (13) 选取 Interpretation - Automatic Lithobody Search - 2D Seismic Data, 弹出岩性体自动搜索对话框 (图 21-5)

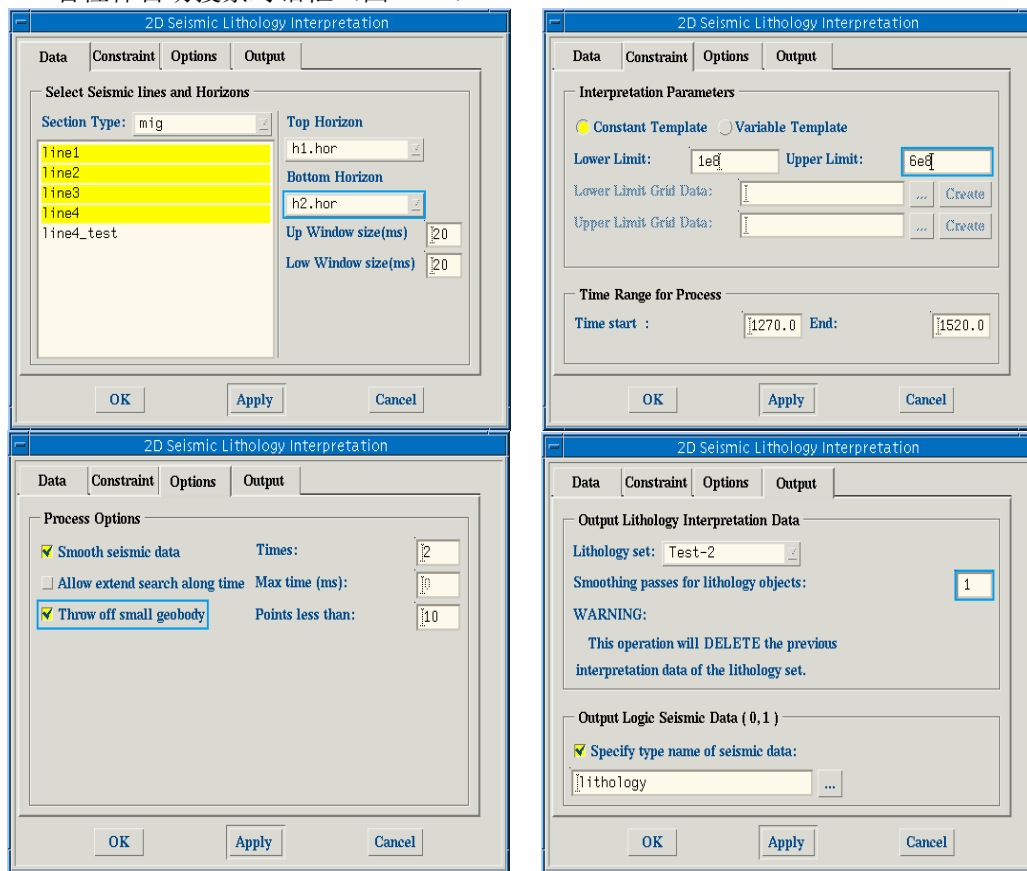


图 21-5

- (14) 选择地震数据体, 定义数据范围, 指定岩性集, 进行全工区的自动岩性搜索。

练习 22. 平面作图

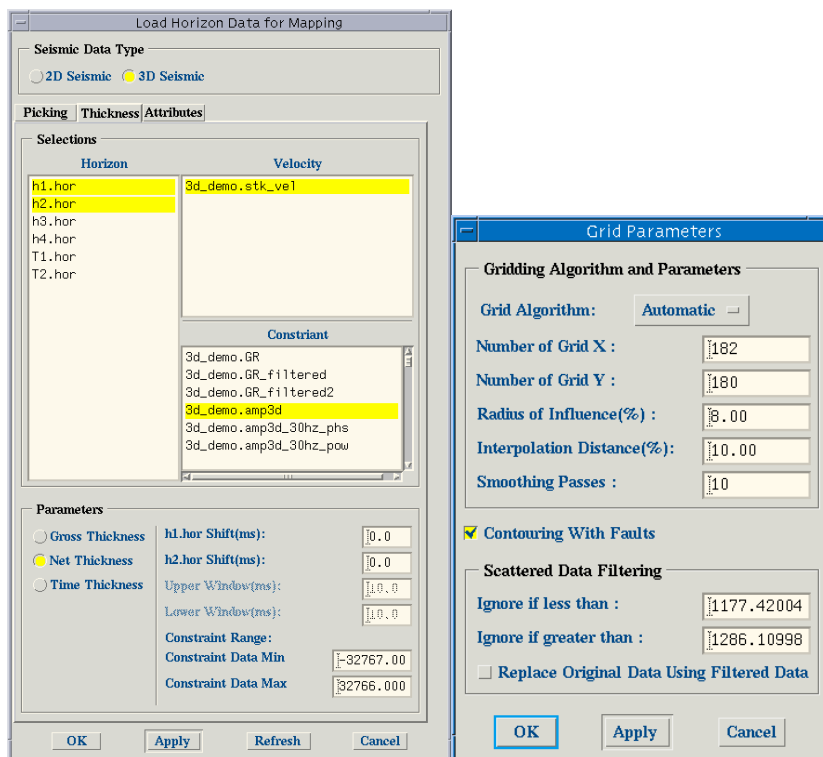


图 22-1

图 22-2

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **3d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **3d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPanalty** 图标，弹出 **EPanalty** 主窗口（如图 17-1）。现在按下列步骤进行解释层位平面作图：

- (1) 选取 **File - Load Seismic Line - Original Seismic Line** 将地震工区测线显示到 **EPanalty** 主窗口中
- (2) 选取 **File - Load Horizon Data**，弹出层位作图对话框（图 22-1）
- (3) 选择要作图的层位如 **h1.hor**，选择数据体如 **3d_demo.amp**，在测线框列表里单击 **ALL**
- (4) 单击 **OK**，弹出网格参数对话框（图 21-3）
- (5) 可以使用缺省值，单击 **OK**
- (6) 在 **EPanalty** 主窗口中，显示出 **h1** 层位的时间构造图
- (7) 此时在工区以外也有成图，可以采用下列步骤解决：
- (8) 选取 **Utility - Interpretation**，在弹出的面板上面选择 **Mapping Boundary**，画好工区边界，按 **AcceptObject**，然后按 **Save** 保存为 **survey.mbd**，或者你可以任意起一个名字。
- (9) 按提示框中 **Apply**，则作图就限制在所画的工区边界以内了

练习 23. 空间三维显示

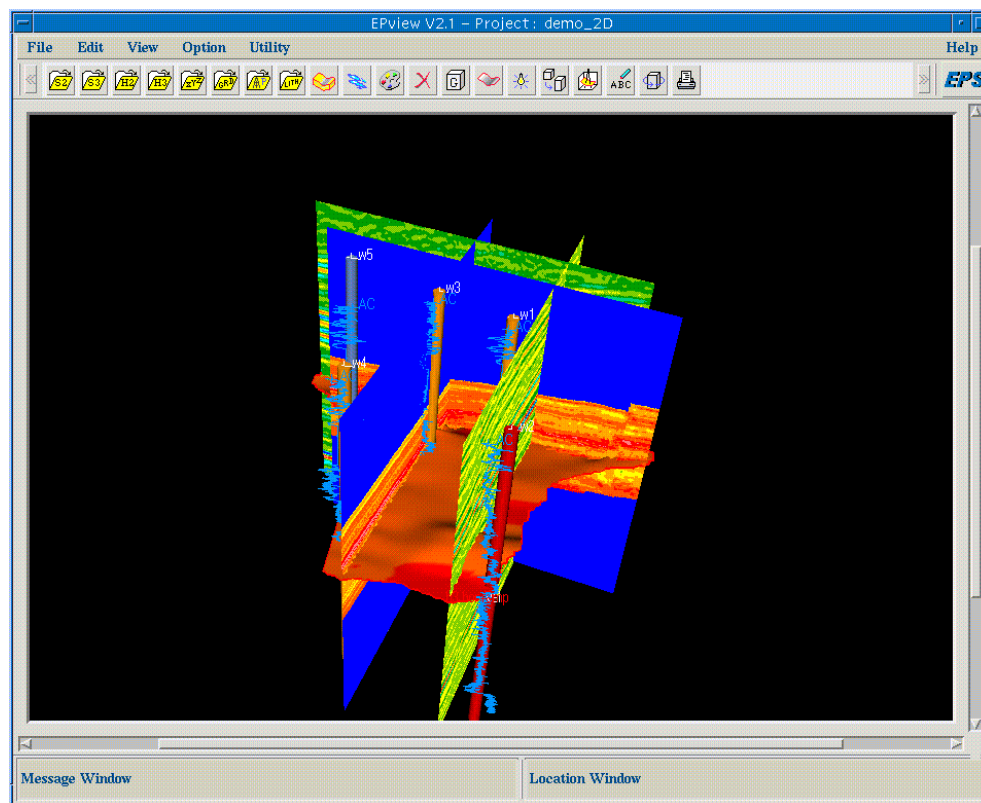


图 23-1

双击图 1 中的 **Project** 图标，弹出工区管理对话框（图 1-1）。在 **Project List** 中选 **2d_demo**，然后按 **OK** 键退出。（如当前工区已经是 **2d_demo**，可省略此步）

双击图 1-1 中的 **EPview** 图标，弹出 **EPview** 主窗口（图 23-1）。现在按下列步骤进行解释层位三维空间成像显示：

- (1) 选取 **File - Load Horizon/Fault/Surface - Horizon Picks(2D Seismic)**，弹出层位三维显示对话框（图 23-2）

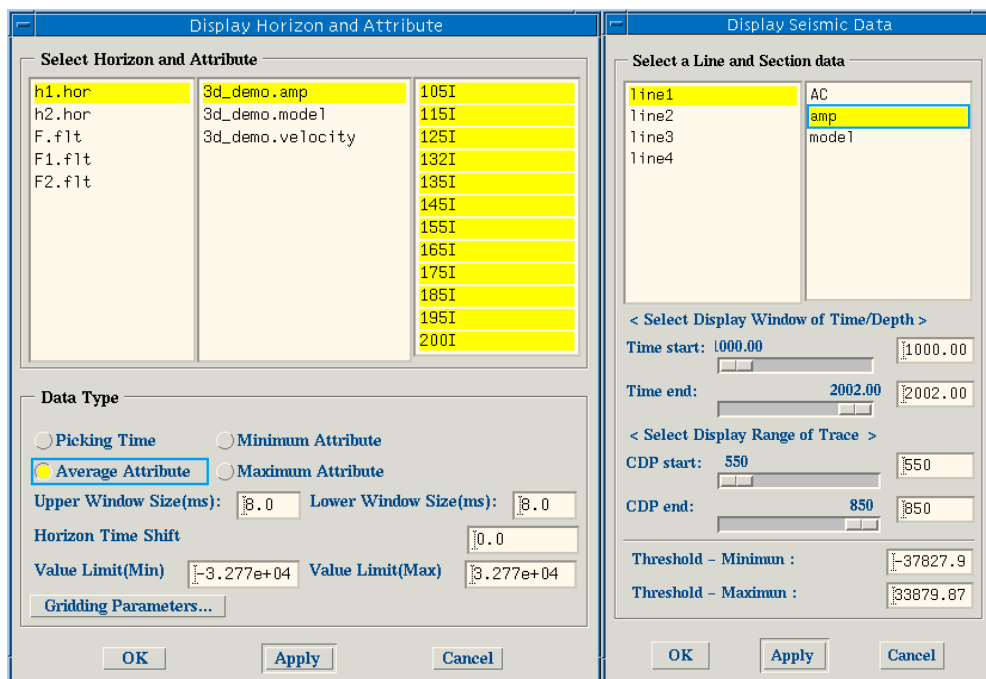


图 23-2

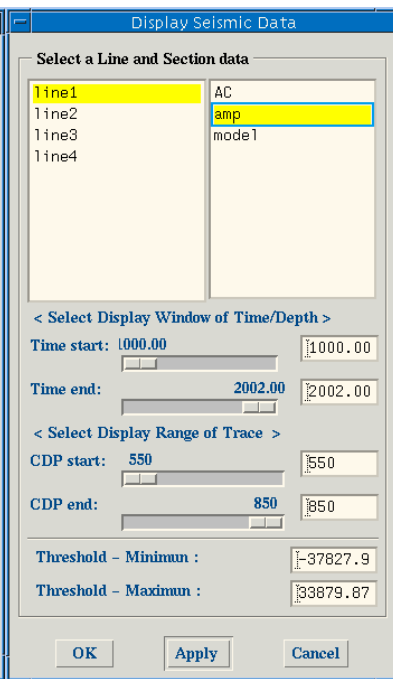


图 23-4

- (2) 选取所要显示的层位如 h1.hor
- (3) 选取数据体如 amp
- (4) 在测线列表对话框中，单击 ALL
- (5) 按 Apply，弹出网格参数对话框（图 21-3）
- (6) 在网格参数对话框（图 23-3）中，按 OK
- (7) 在 EPview 主窗口中，显示出该层位的三维空间显示
- (8) 使用鼠标第三键对三维图形进行旋转操作，使用 Ctrl+鼠标第三键对三维图形进行放大和缩小操作
- (9) 加入地震剖面，和层位一起显示：选取 **File - Load Seismic - 2D Seismic Data**，弹出选择数据体对话框，（图 23-4）选择要显示的地震数据体，如 amp，选择要显示的测线，如 line1，按 Apply，则在 EPview 主窗口中，地震测线和层位就一起显示了。同样还可以将井加进去，在 EPview 主窗口中同时显示所加的内容

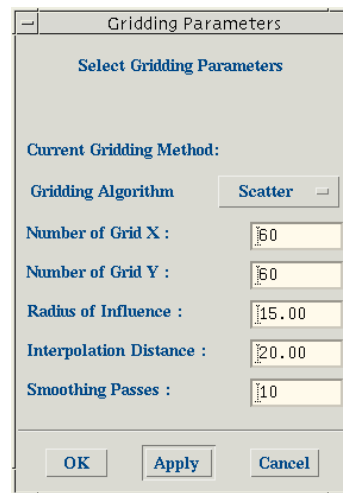


图 23-3