

GeoEast 特色解释技术

反演系列

题目：曲线重构与稀疏脉冲反演

汇报人：李静叶

会议时间：2026年1月27日16:00 – 16:30

Geo



A graphic consisting of three concentric circles. The innermost circle is dark blue and contains the white text "目录". The middle circle is a lighter shade of blue, and the outermost circle is the lightest shade of blue.

目录

01

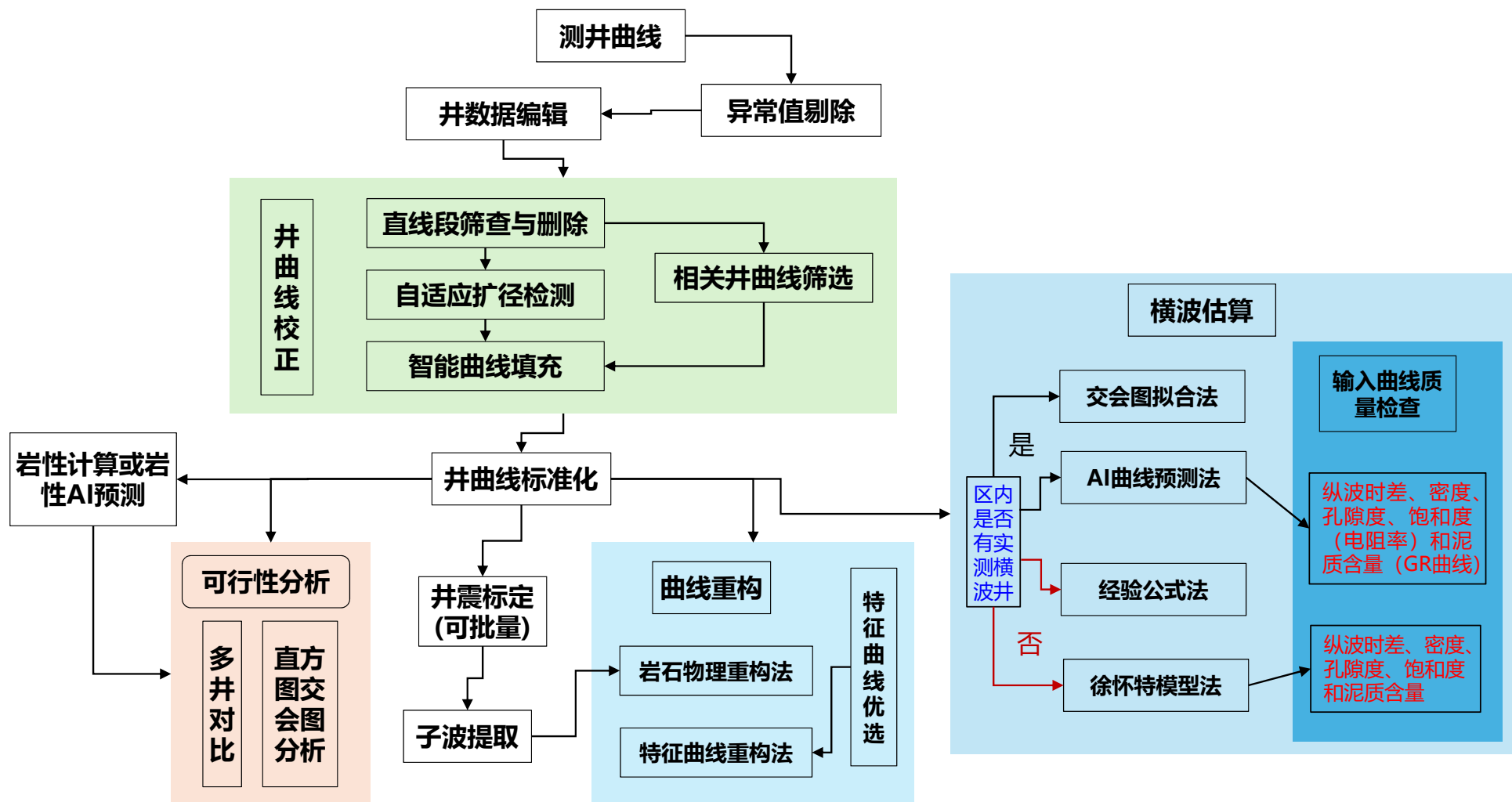
声波曲线重构

02

稀疏脉冲反演

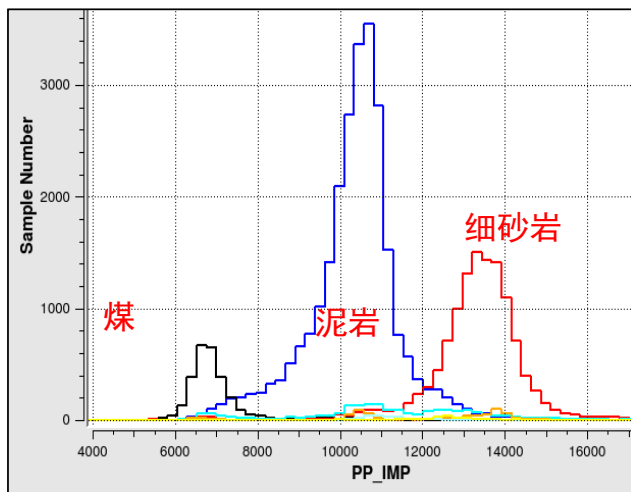


测井数据预处理——推荐流程图

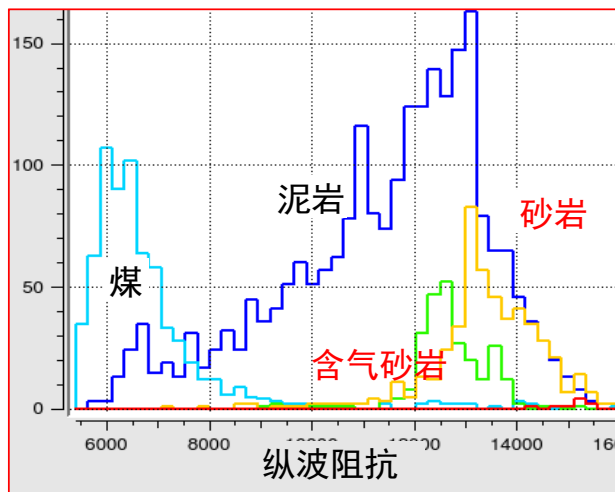


多数叠后反演以纵波阻抗为核心输出成果，该参数是采用叠后反演进行储层预测的基础。因此，在开展反演工作之前，首先要通过对测井数据进行分析，建立储层与纵波阻抗之间的映射关系。

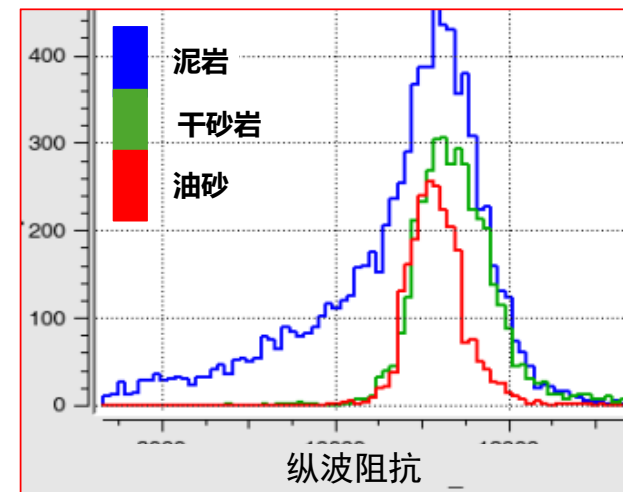
受压实作用等因素的影响，地层中**声波测井曲线无法反映岩性的变化的情况非常普遍**。反演可行性分析阶段，**采用纵波阻抗直方图进行分析，会发现地层中各岩性相互叠置，纵波阻抗无法直接划分储层，井-震桥梁难以建立。**



纵波阻抗可以划分岩性的情况



纵波阻抗无法划分岩性的情况

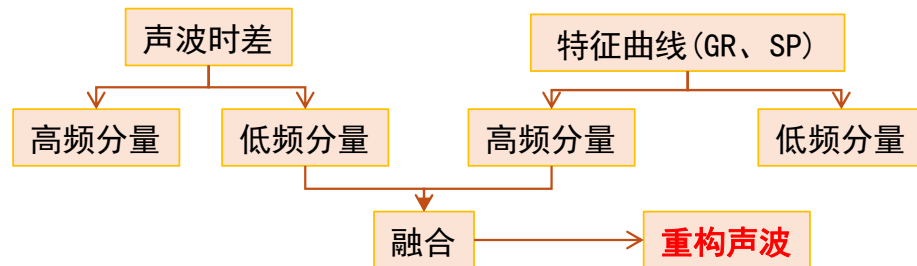




— 声波曲线重构

1、特征曲线重构法 GeoEast

从原始声波曲线中提取能够反映地层背景速度的**低频成分**；从特征曲线中提取能够反映地层岩性变化特征的**高频成分**；将二者融合得到重构曲线。



数据输入

| QC | Well Name | P_AC | Version | GR | Version |
|----|-----------|------|---------|----|---------|
| 1 | b65 | P_AC | 1 | GR | 1 |
| 2 | bs701 | P_AC | 1 | GR | 1 |
| 3 | bs702 | P_AC | 1 | GR | 1 |
| 4 | bs76 | P_AC | 1 | GR | 1 |

参数定义

输入源曲线

Target Curve: P_AC, Source Curve: GR

Inverse Source Curve 是否对源曲线进行反转

目标曲线和源曲线标准化

Target Curve Value Range: 3.6 (163.5030~163.5030) - 520 (523.6640~523.6640) us/m

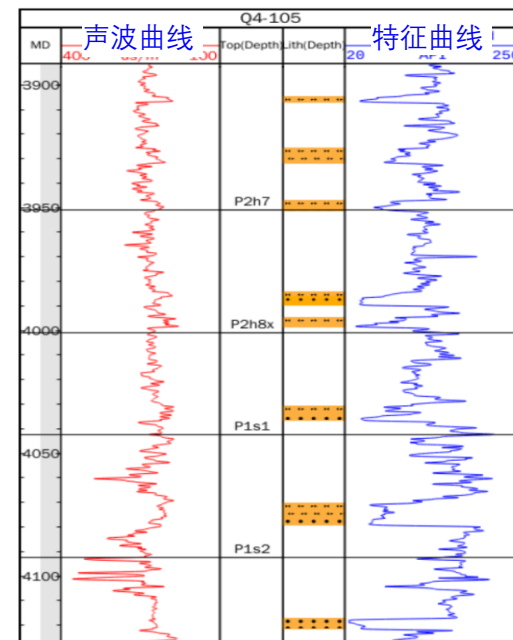
Source Curve Value Range: 69 (2.6900~2.6900) - 250 (479.0110~479.0110)

目标曲线频率分离

Low-Cut Frequency: 0.05 (1/m) Low Overlap: 0.01 (1/m)

源曲线频率分离

High-Cut Frequency: 0.05 (1/m) High Overlap: 0.01 (1/m)





一 声波曲线重构

1、特征曲线重构法 GeoEast

Regression-Based Generation

Input and Output | Parameter

Select Curve

Select Source Directly

Target Curve Source Curve

Inverse Source Curve **是否对源曲线进行反转**

Normalize Target and Source Curves

Automatic Min-Max Value User-Defined Min-Max Value None

Target Curve Value Range (143.4930~143.4930) - (423.1570~423.1570) us/m

Source Curve Value Range (12.5689~12.5689) - (504.6269~504.6269)

Set Parameter

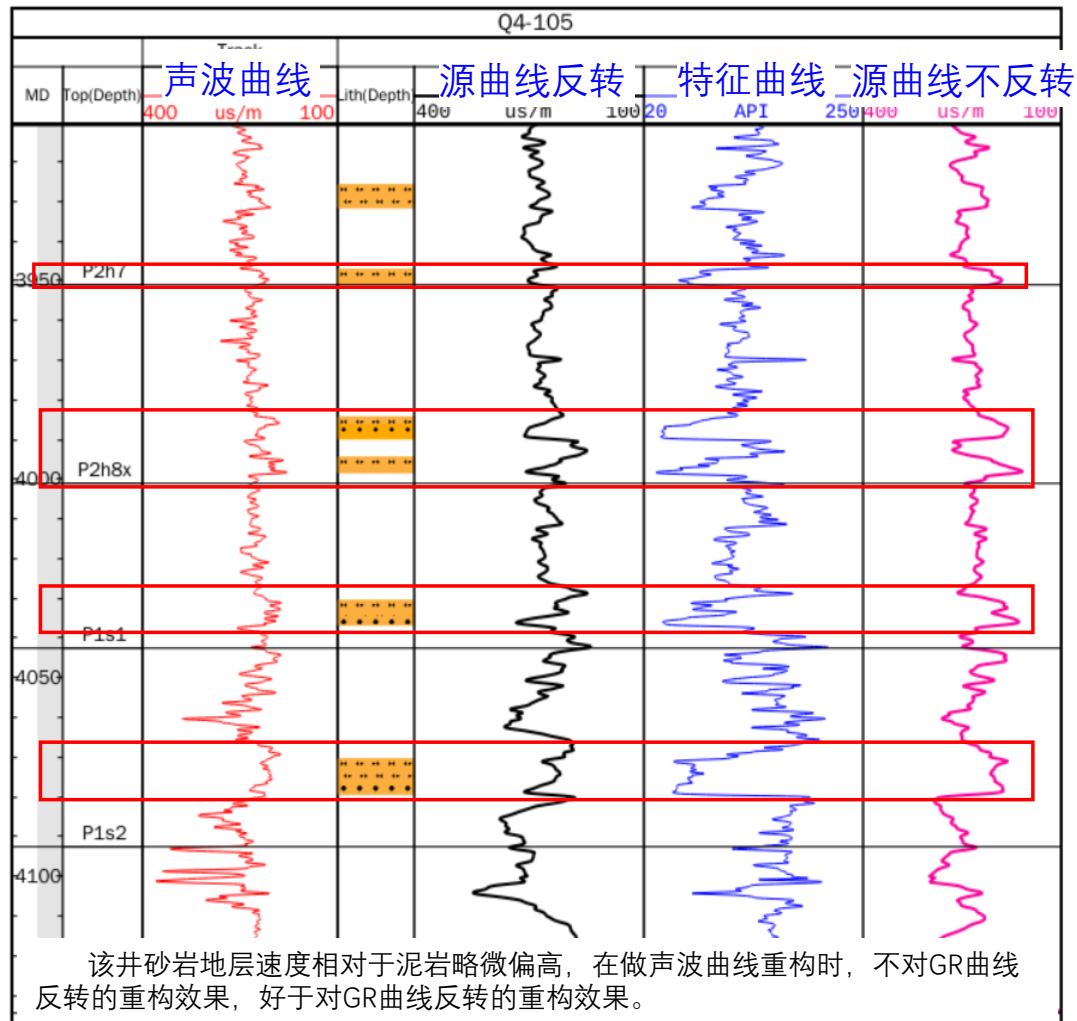
Target Curve Frequency Separation

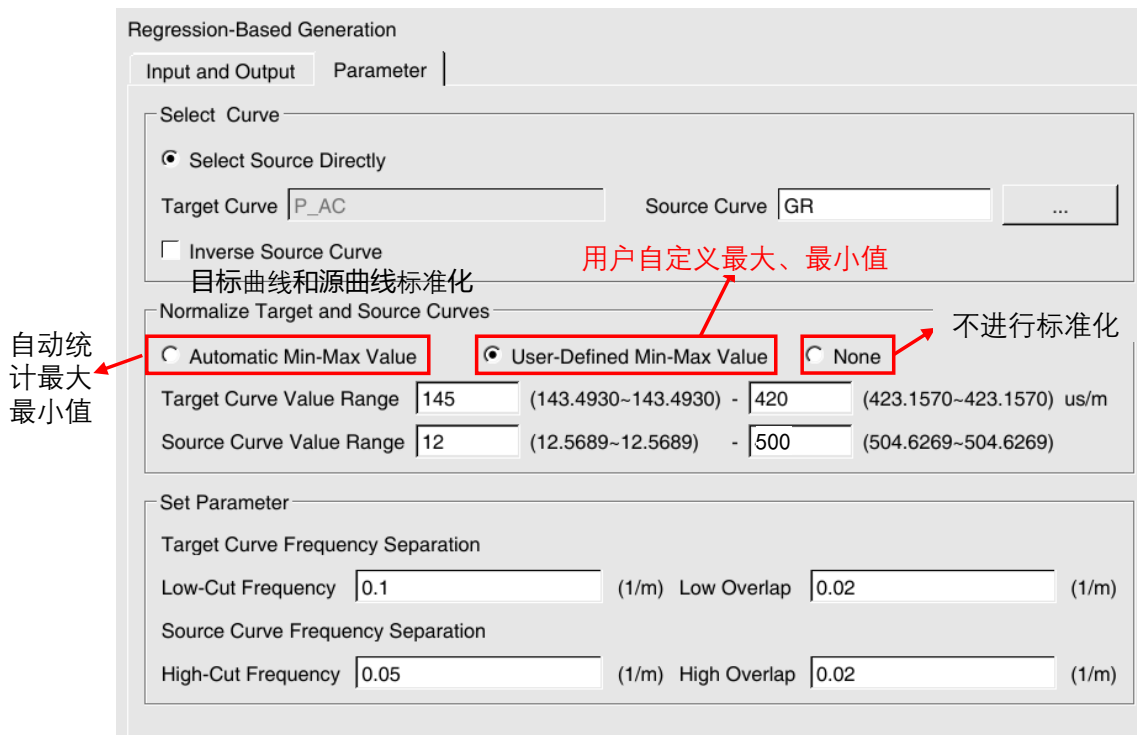
Low-Cut Frequency (1/m) Low Overlap (1/m)

Source Curve Frequency Separation

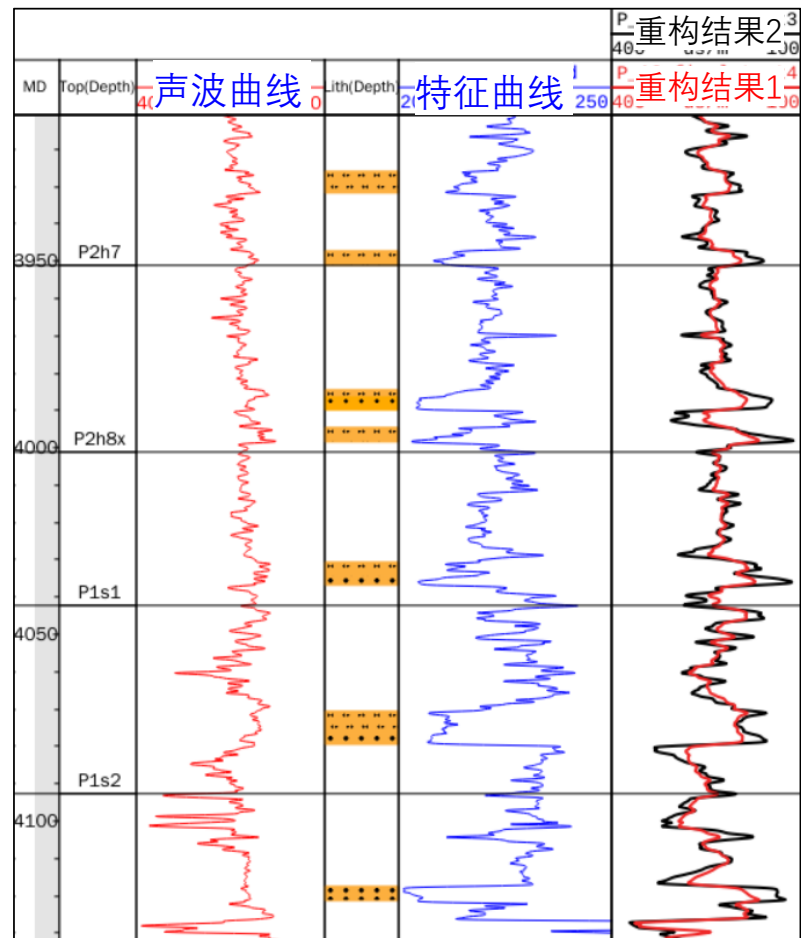
High-Cut Frequency (1/m) High Overlap (1/m)

| | |
|--------|---------------------------------|
| GR为源曲线 | 重构声波时差在砂岩段（GR曲线低值井段）的变化 |
| 反转 | 升高，即地层速度降低，适用于砂岩速度相对于泥岩略微偏低的地层。 |
| 不反转 | 降低，即地层速度升高，适用于砂岩速度相对于泥岩略微偏高的地层。 |





推荐采用用户自定义最大、最小值进行标准化。用户自定义设置可以去除曲线异常值对标准化的影响，因此重构效果会好于自动统计和不进行标准化的效果。且通过控制输入曲线的有效幅值范围，可以调节重构效果。



重构结果1: P_AC范围: 145-420; GR范围: 12-500

重构结果2: P_AC范围: 145-470; GR范围: 12-250



一 声波曲线重构

1、特征曲线重构法 GeoEast

Regression-Based Generation

Input and Output | Parameter

Select Curve

Select Source Directly

Target Curve Source Curve ...

Inverse Source Curve

Normalize Target and Source Curves

Automatic Min-Max Value User-Defined Min-Max Value None

Target Curve Value Range (143.4930~143.4930) - (423.1570~423.1570) us/m

Source Curve Value Range (12.5689~12.5689) - (504.6269~504.6269)

Set Parameter

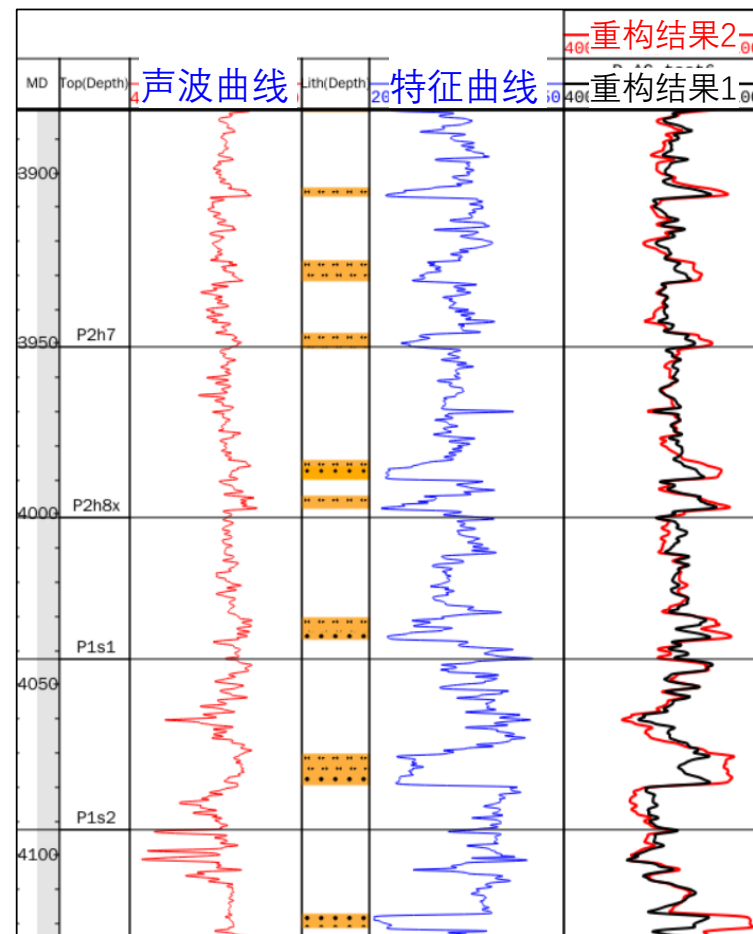
Target Curve Frequency Separation P_AC曲线分解频率

低通滤波截止频率 (1/m) Low Overlap (1/m)

Source Curve Frequency Separation 特征曲线分解频率

高通滤波截止频率 (1/m) High Overlap (1/m)

- 对于声波时差来说，采用的是低通滤波，分离频率值越小表示声波时差保留的低频信息越少；
- 对于特征曲线来说采用的是高通滤波，分离频率值越小，代表去除的低频越少，重构结果中保留的特征曲线的特征也就越多。



重构结果1: 特征曲线分离频率为0.1

重构结果2: 特征曲线分离频率为0.02

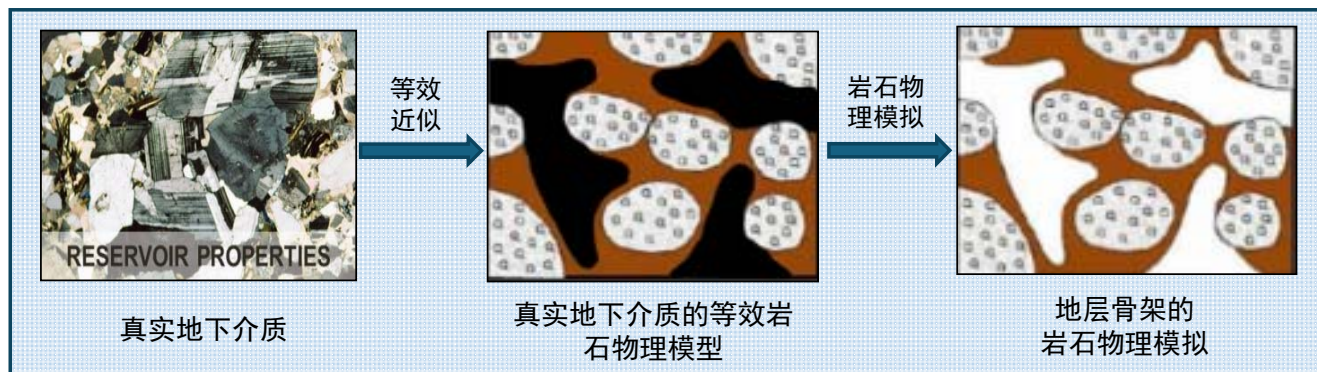


一 声波曲线重构

2、岩石物理建模法 GeoEast

通过岩石物理模型，消除孔隙和流体对声波速度的影响，重构反映地层骨架信息的特征曲线，将储集层的速度信息与围岩区分开来，为储层预测提供高质量的基础数据。

岩石物理建模法曲线重构模块是批量合成记录模块的一个特殊应用场景。在制作批量合成记录的同时完成曲线重构，同时生成重构阻抗对应的合成记录。



- Remove Abnormal Value
- Datum Correction
- ReSample
- Correction
 - Condition
 - GR Borehole
 - AC Borehole
 - DEN Borehole
 - Acoustic...
 - TVD Deviated Well Correction
 - TVD Curve Correction
 - TVD Hole Correction
 - SP Baseline Drift Correction
- Filter
 - Smoothing
 - Wavenumber Filter
 - Frequency Filter
- Blocking
- Normal Synthetic**
- Multi Well Standardization
- Depth-Time Conversion
- DT Extend
- DataClean

| QC | Well Name | 纵波时差 | Version | 密度 | Version | 孔隙度 | Version | 含水饱和度 | Version | 时深关系 | Version | 平均子波 |
|----|-----------|------------|---------|------------|---------|-----|---------|---------|---------|------------------|---------|-------------|
| 6 | Q5-95c | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q5-95c : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 7 | Q5-95 | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q5-95 : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 8 | Q5-107 | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q5-107 : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 9 | Q5-100 | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q5-100 : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 10 | Q4-105 | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q4-105 : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 11 | Q4-101 | P_AC_final | 1 | DEN_ai_std | 1 | POR | 1 | SW_edit | 1 | Q4-101 : 0822_DT | 1 | Ricker_30_0 |
| 12 | Q3-99 | P_AC_fi | | | | | | | | | | 1_0 |
| 13 | Q3-97 | P_AC_ft | | | | | | | | | | 1_0 |
| 14 | Q3-96 | P_AC_fi | | | | | | | | | | 1_0 |

孔隙度曲线相当于一特征曲线，最好采用有效孔隙度，而不是总孔隙度。
并且，在重构之前需要对其质控，确保它能够反映地层中储层的位置。

缺少含水饱和度曲线时，可以直接生成一条所有地层均100%含水的曲线作为代替

采用用户自定义计算生成100%含水的饱和度曲线

任意输入一条能穿过目的层的井曲线

| 井号 | Well Name | P_AC | Ver |
|----|-----------|------------|-----|
| 1 | Q43 | P_AC_final | 1 |
| 2 | Q24 | P_AC_final | 1 |
| 3 | Q7-96 | P_AC_final | 1 |
| 4 | Q7-107 | P_AC_final | 1 |
| 5 | Q5-96 | P_AC_final | 1 |
| 6 | Q5-95c | P_AC_final | 1 |
| 7 | Q5-95 | P_AC_final | 1 |
| 8 | Q5-107 | P_AC_final | 1 |
| 9 | Q5-100 | P_AC_final | 1 |
| 10 | Q4-105 | P_AC_final | 1 |
| 11 | Q4-101 | P_AC_final | 1 |
| 12 | Q3-99 | P_AC_final | 1 |

生成曲线的井段

Extraction Mode: Top-Top Top Set: Top(Depth) Top Window: 50 Bottom Window: 50

生成曲线的类型选为SW

Data Type: Log Curve SW

Curve Name: Prefix + Current Curve Name + Suffix

Curve Interval: As Original Curve User Define: 0.125

Curve Version: Overlay Last Version Cover Last Version

计算公式

Define Expressions: C1-C1+100

注意：生成含水饱和度曲线的井段，可以采用井分层约束，使生成的SW曲线仅在目的层段有值，这样可以仅对目的层的阻抗曲线进行重构，目的层外的阻抗仍为原始阻抗。



一 声波曲线重构

2、岩石物理建模法 GeoEast

Normal Synthetic

Input and Output | Parameter |

声波转密度，适用于密度曲线缺失或质量不好的情况
 密度转，适用于声波曲线缺失的情况

Select AC/DEN 直接采用输入的声波和密度曲线
 Original AC to DEN DEN to AC

Select Survey 制作合成记录的工区与对应的地震数据
 Survey Data Volumn Datum (m)

Lithology Constraint 如果要进行岩石物理曲线重构需要勾选岩性约束选项

Fluid Type 地层流体类型
 Oil and Water 油水勾选此选项 Gas and Water 气水勾选此选项

Porosity Efection 孔隙度影响因子 (0-1)

Check-Shot 时深关系参照类型

DT 时深曲线 Tops 井分层与层位的对应关系

-Set Tops Parameter-

Select Tops

| Top | Horizon |
|--------|------------------|
| 1 P1s1 | 2025_Tp9.jp.srmo |

Correlation

Top Window (ms) Bottom Window (ms) Sample Number

Lithology Constraint: 如果不勾选此选项，该模块的功能是普通的批量合成记录制作（这种情况下输入数据中POR、SW曲线列可以空白）；勾选此选项后，该模块可以完成基于POR和SW曲线的阻抗曲线重构，并同时生成重构阻抗对应的合成记录。

Fluid Type: 地层中的流体类型

Porosity Efection: 孔隙度影响因子。孔隙度参与阻抗曲线重构的百分比。参数值越大重构效果越明显。

Check-shot: 时深关系的参照类型。

DT: 采用之前的时深曲线作为新合成记录的时深关系（该模式一般用于曲线重构）

Tops: 采用井分层与层位的对应关系作为合成记录的时深关系。（该模式一般用于首次标定）



— 声波曲线重构

Lithology Constraint

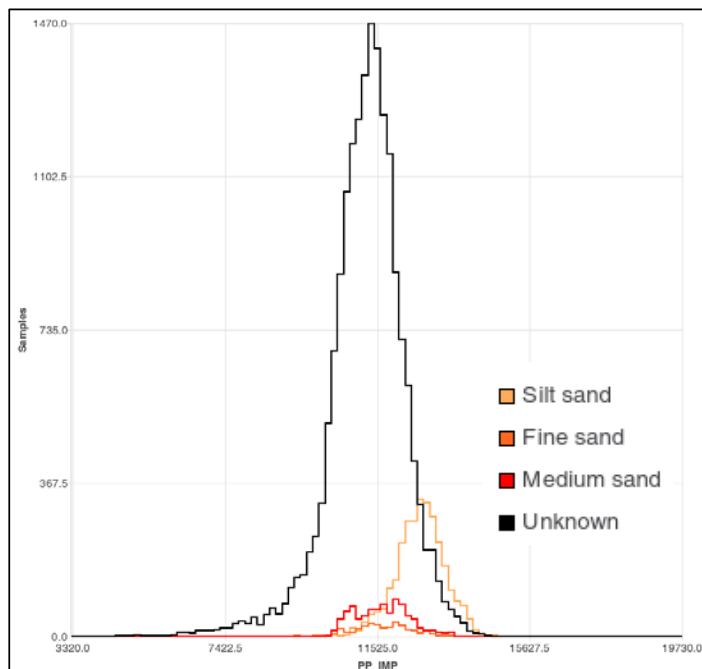
Fluid Type

Oil and Water Gas and Water

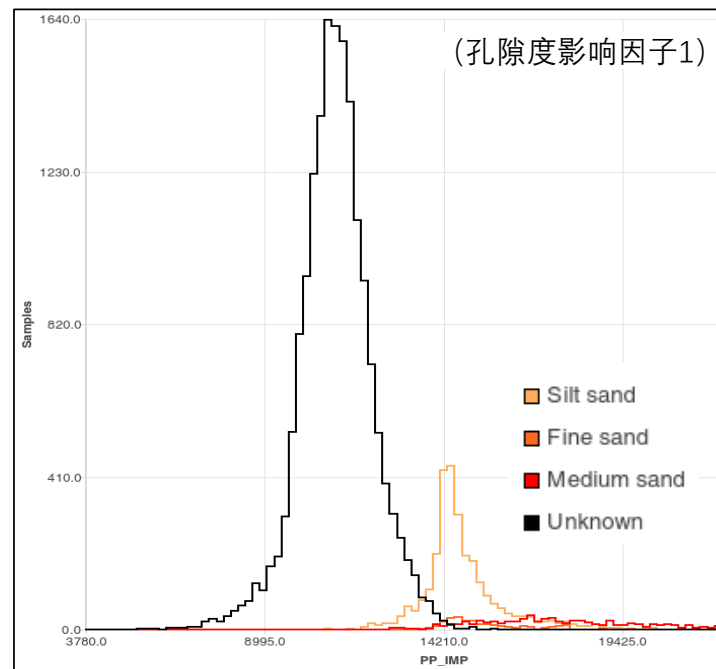
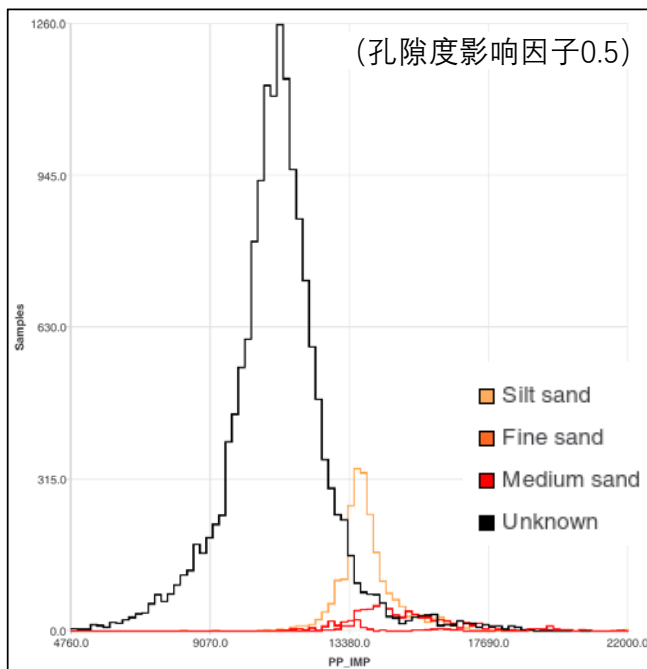
Porosity Effection 孔隙度影响因子 (0-1)

Porosity Effection: 孔隙度影响因子。孔隙度参与阻抗曲线重构的百分比。参数值越大重构效果越明显。

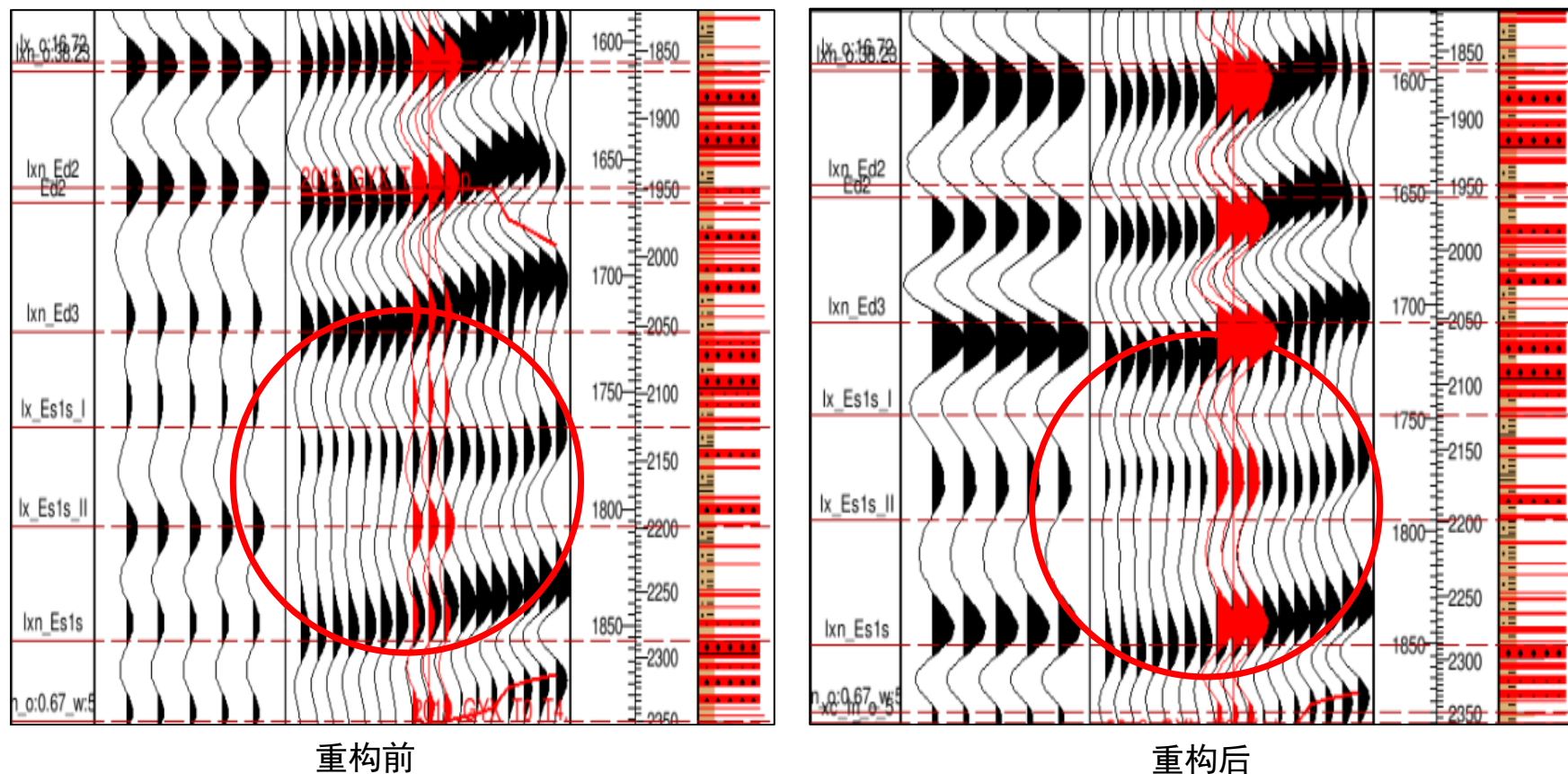
阻抗曲线重构前



阻抗曲线重构后



某区阻抗重构后的合成记录对比



重构完成之后，合成记录与地震记录的相关性变化不大或者增强，就说明重构结果对反演是比较有利的。

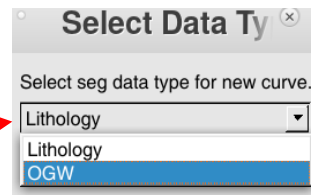
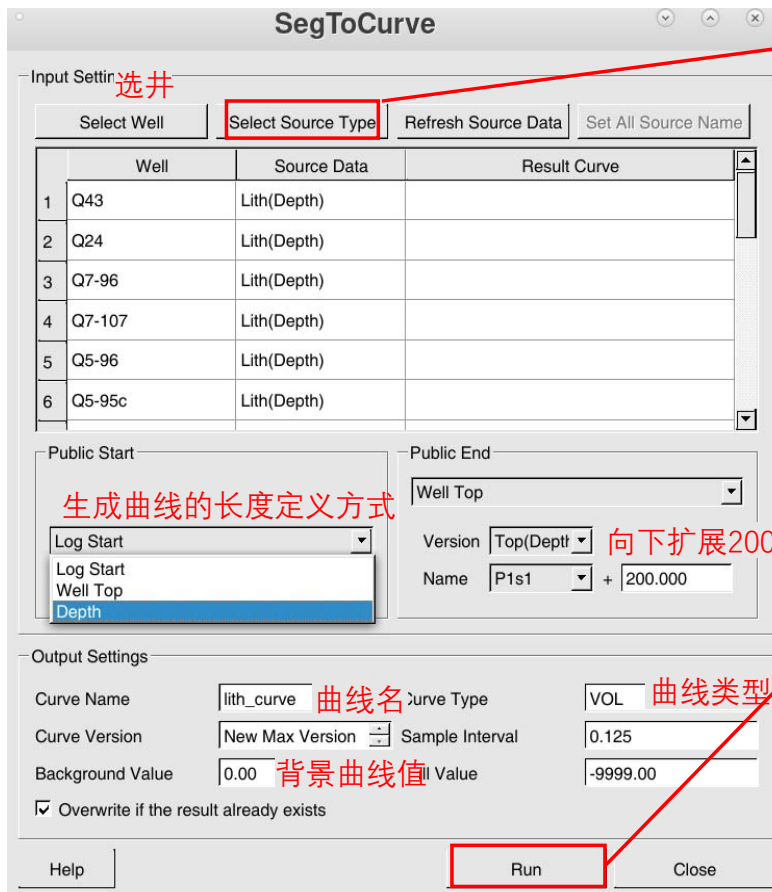
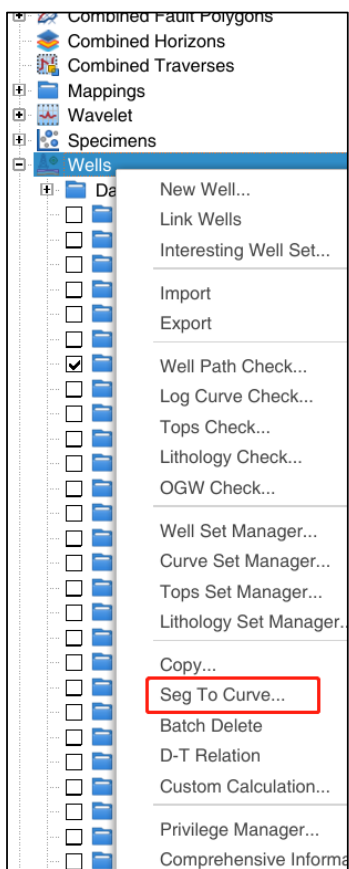


一 声波曲线重构

3、岩性约束法 GeoEast

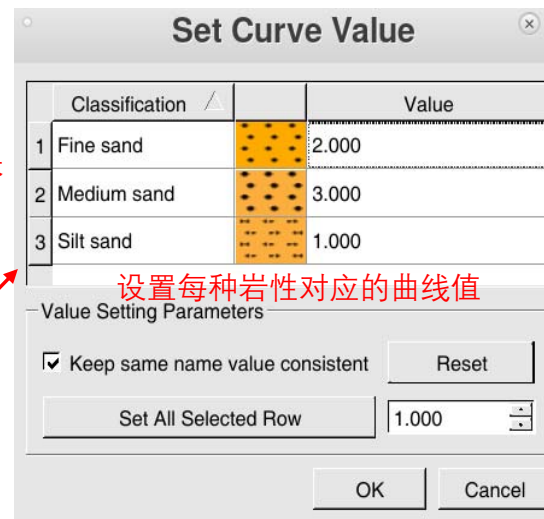
缺少其他井曲线，但又想做曲线重构时，可以直接采用录井或测井解释的岩性作为曲线重构的约束。

1、岩性转井曲线



可使用的数据类型包括岩性和油气水

生成曲线的长度定义方式：有三种类型，Log Start (end) 模式下，生成曲线的长度与岩性（油气水）数据的长度一样；Well Top模式下，生成曲线的长度以井分层为约束（顶、底可以开时窗扩展）；Depth模式下，可以按照用户定义的顶底深度来生成曲线。推荐采用Well Top或Depth模式，保证生成的曲线足够长。



Set Curve Value：设置每种岩性对应的曲线值。如果岩性种类特别多，建议将粒度差不多的岩性归为一类，即设置为同一曲线值，以便于后续的计算。

背景曲线值：岩性数据或油气水数据空白的井段填充的曲线值，默认为0值即可。

生成曲线的长度定义方式

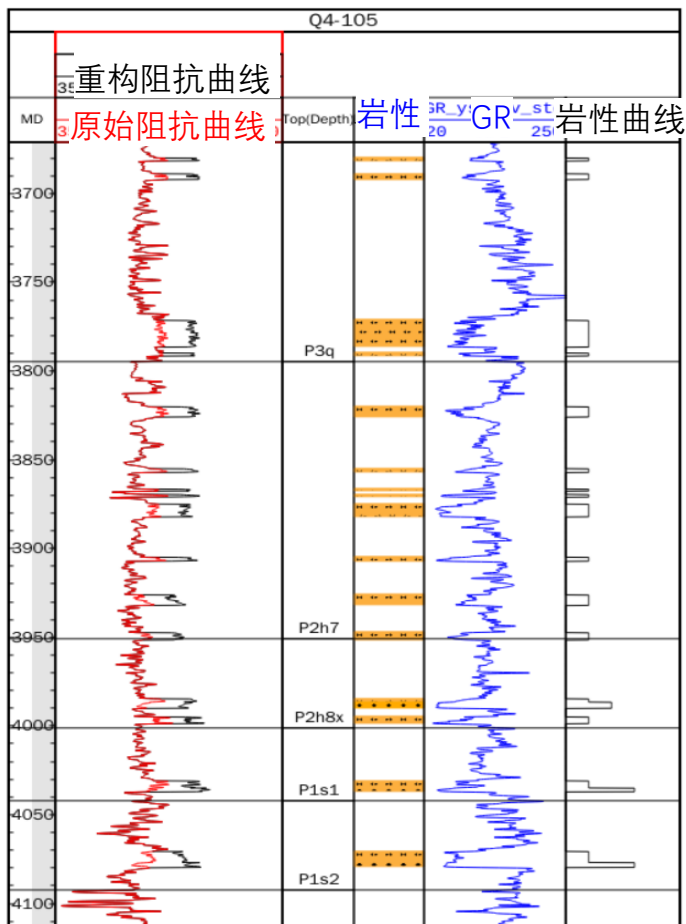
向下扩展200米

设置每种岩性对应的曲线值

曲线名 曲线类型

背景曲线值

2、岩性约束下的阻抗计算



Expressions Calculator

Type: well log Survey: [] Set Input & Output Data ...

Data & Alias:

| Alias | Remark |
|-------|--------|
| C1 | 岩性曲线 |
| C2 | 原始阻抗曲线 |

Public Parameters: Input Curves Count:2

Result Name: PP_IMP lith
Result Remark: Nature:Log Curve, Curve Type:VOL, Version:auto set

Define Expressions:

| Type | Expressions | Classification | Value |
|------|----------------|-------------------|-------|
| 1 | if C1>2.5 | 1 Fine sand 细砂岩 | 2.000 |
| 2 | y = C2+3000 | 2 Medium sand 中砂岩 | 3.000 |
| 3 | else if C1>1.5 | 3 Silt sand 粉砂岩 | 1.000 |
| 4 | y = C2+2000 | | |
| 5 | else if C1>0.5 | | |
| 6 | y = C2+1000 | | |
| 7 | else y = C2 | | |

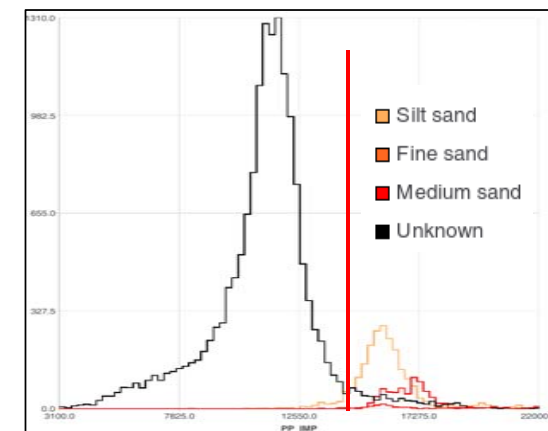
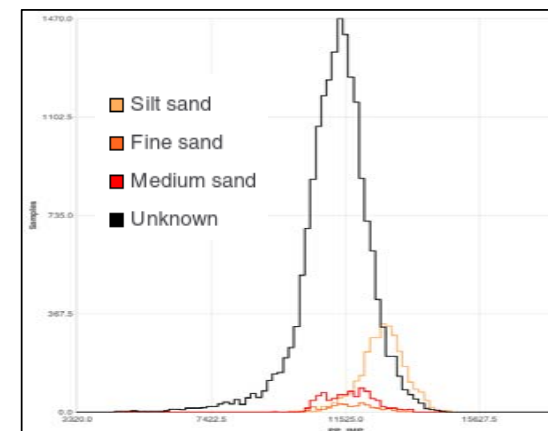
Signs & Functions: ==

Import Expressions ... Null Value Flag of Result: Y_NULL=-9999

Save Expressions

Thread Number 8 (1 ~ 16)

Buttons: OK, Apply, Cancel, Help





目录

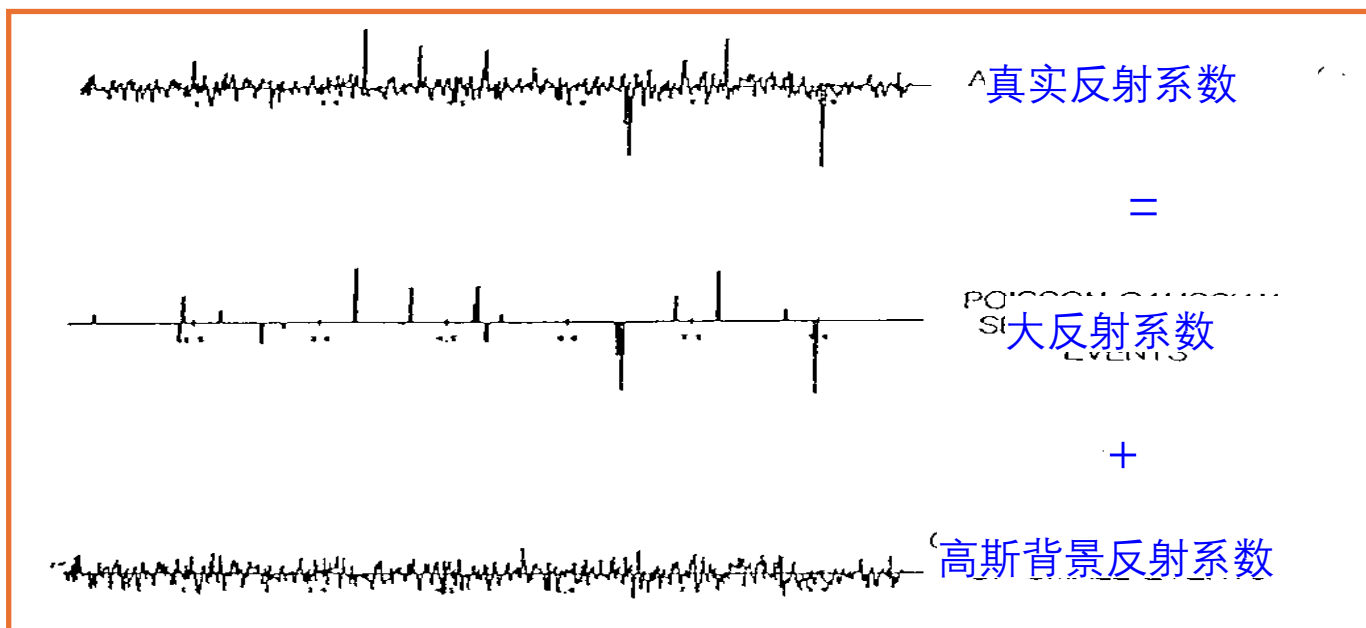
01

声波曲线重构

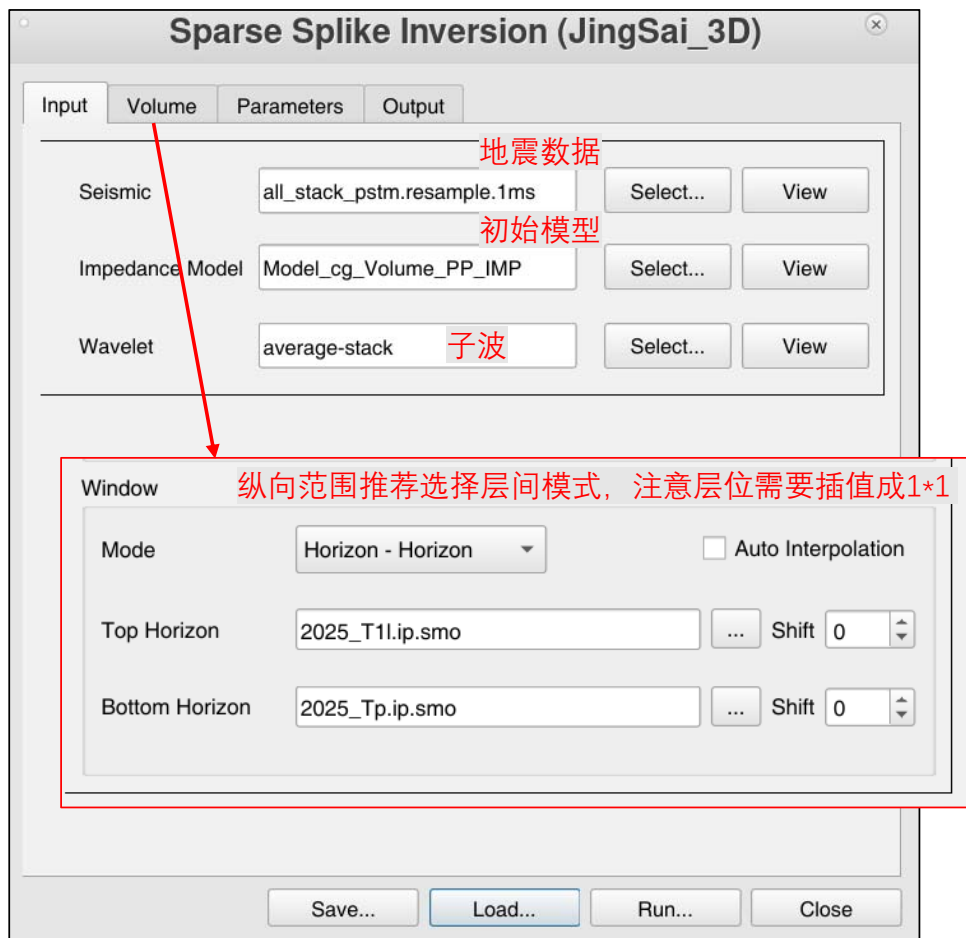
02

稀疏脉冲反演

稀疏脉冲反演假设地层的强反射系数是稀疏的，即在一系列高斯分布的小反射系数背景上叠加一些大反射系数。通过逐渐改变这些强反射系数，使合成地震道与实际地震道的误差达到最小进而得到反演结果。其主要优点是能获得宽频带的反射系数，能较好地解决地震记录的欠定问题，从而使波阻抗反演得到的数据更趋于真实。

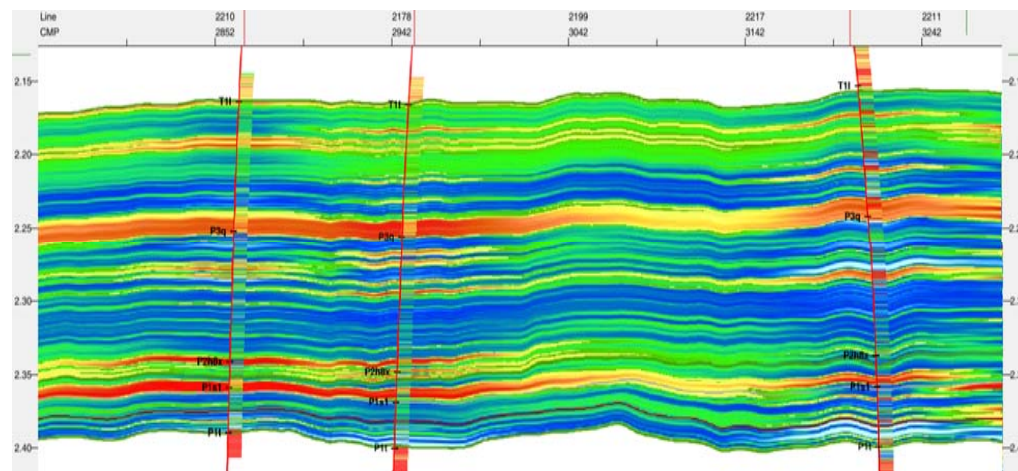
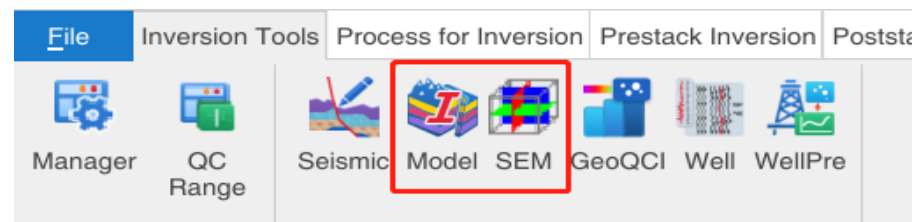


稀疏脉冲反演输入数据界面



地震数据与初始模型的采样间隔须一致。

初始模型：以构造解释成果为格架，在井震标定的基础上，对处理后的阻抗曲线进行插值。



稀疏脉冲反演参数 ingSai_3D)

Input Volume Parameters Output

Number of Iterations 5 迭代次数 1 10

Sparse Constrained Factor 10.0 1.0 80.0

Model Constrained Factor 2.00 0.01 10.00

Wavelet Factor 1.0 0.2 5.0

Run Date & Time 2025-12-17, 14:47:37 Thread Num (1-10) 4

质控线反演结果查看 QC

Prefix Name SSI_2025 输出结果前缀名 Select...

Impedance(*.Imp.Ssi) Synthetic(*.Syn.Ssi)
反演结果 合成记录

Residual(*.Res.Ssi)
残差

作业名保存: 为方便作业参数回溯, 作业名应与反演结果同名

Save... Load... Run... Close

稀疏约束因子: 控制反演结果的纵向分辨率

| 参数值 | 反演结果分辨率 | 反演结果噪音 |
|-----|---------|--------|
| 增大 | 降低 | 降低 |
| 减小 | 升高 | 升高 |

模型约束因子: 模型对反演结果的约束程度

参数越大模型约束作用越大，反演结果更接近模型。

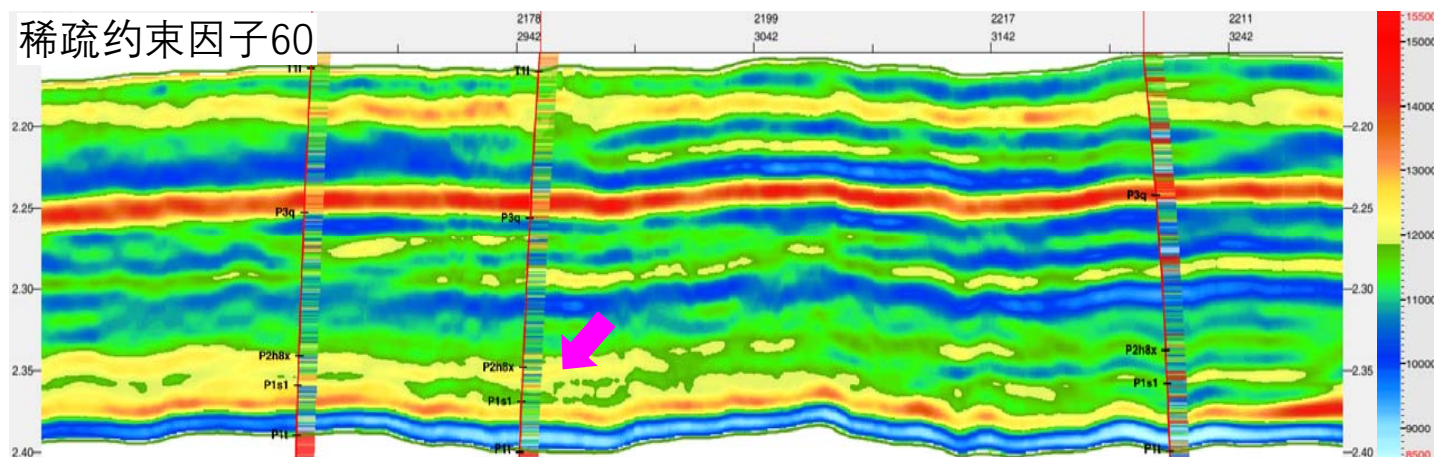
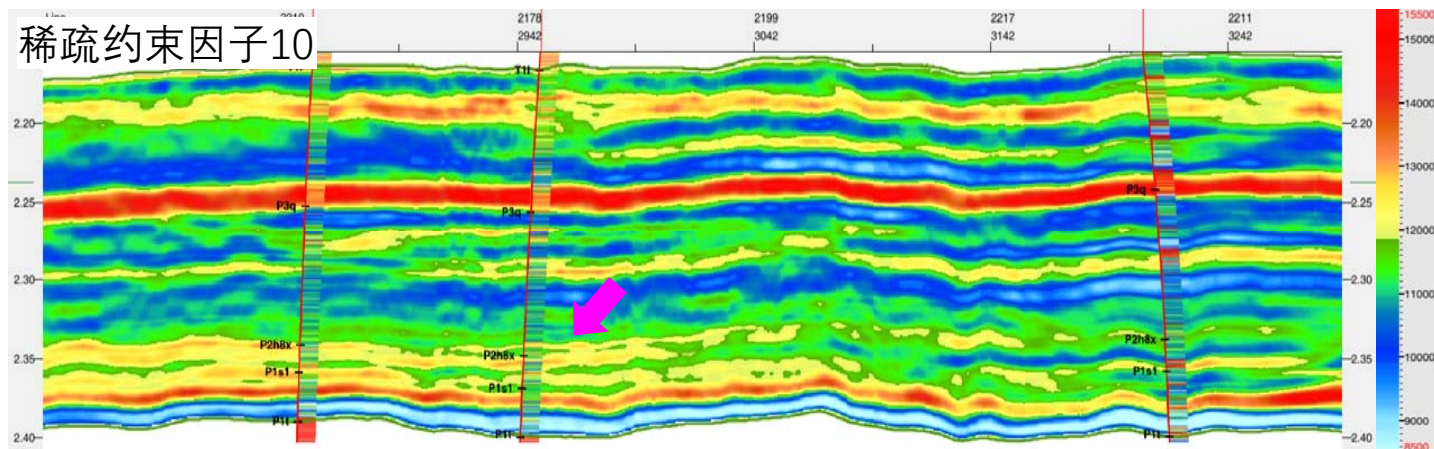
子波比例因子: 调节反演结果的值域范围。减小该参数值，反演结果的值域范围会趋于松散，增大该参数值，反演结果的值域范围会趋于集中。

| 参数值 | 反演结果的值域范围 |
|-----|--------------|
| 增大 | 反演结果的值域范围越集中 |
| 减小 | 反演结果的值域范围越松散 |

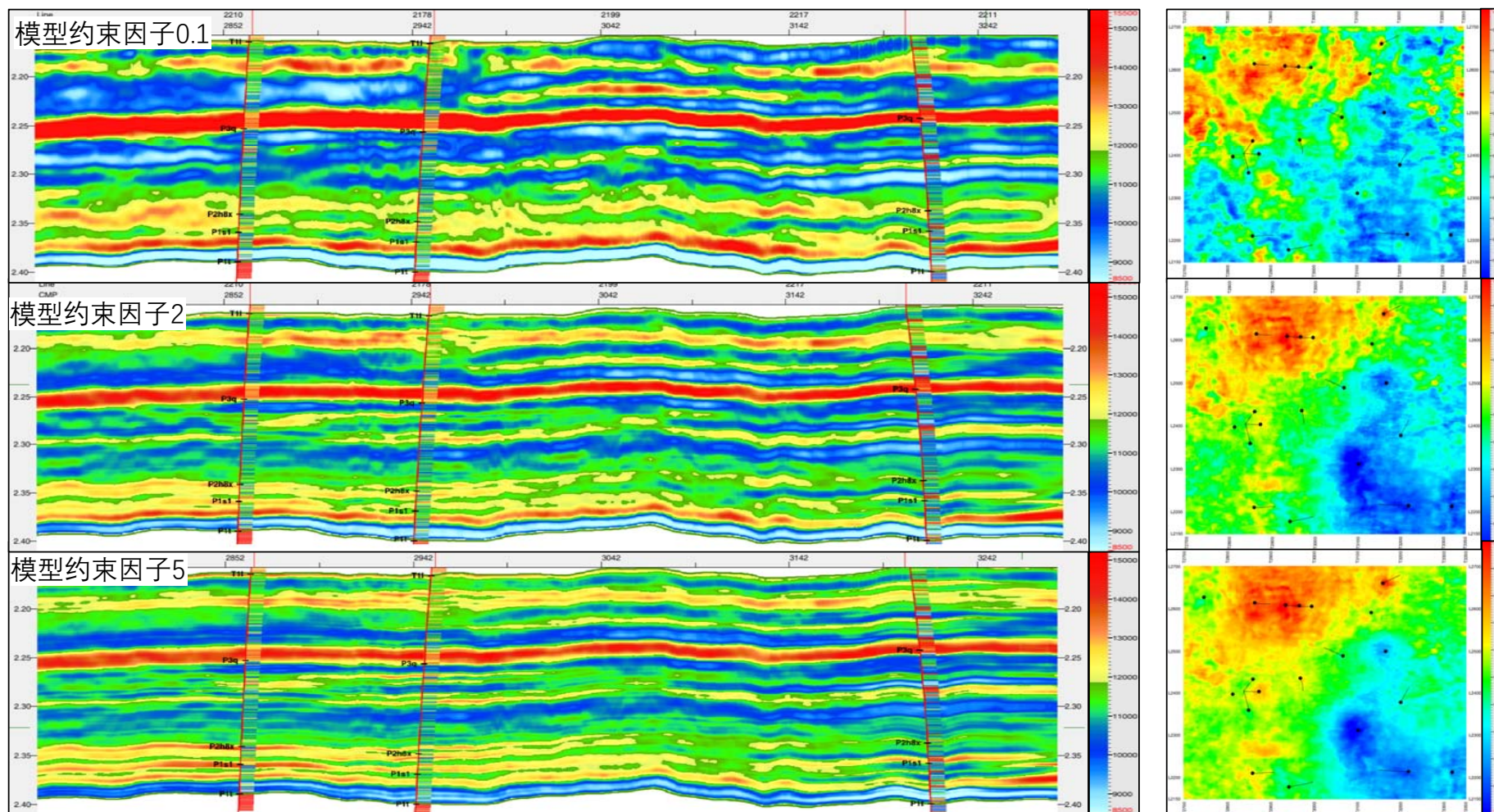
1、稀疏约束因子：控制反演结果的纵向分辨率。参数值越大，反射系数越稀疏，反演结果的纵向分辨率越低；参数值越小反射系数越稠密，反演结果的纵向分辨率越高，但同时反演结果的噪音也会增高。

| Input | Volume | Parameters | Output |
|---------------------------|--------|------------|--------|
| Number of Iterations | 5 | 1 | 10 |
| Sparse Constrained Factor | 10.0 | 1.0 | 80.0 |
| Model Constrained Factor | 2.00 | 0.01 | 10.00 |
| Wavelet Factor | 1.0 | 0.2 | 5.0 |

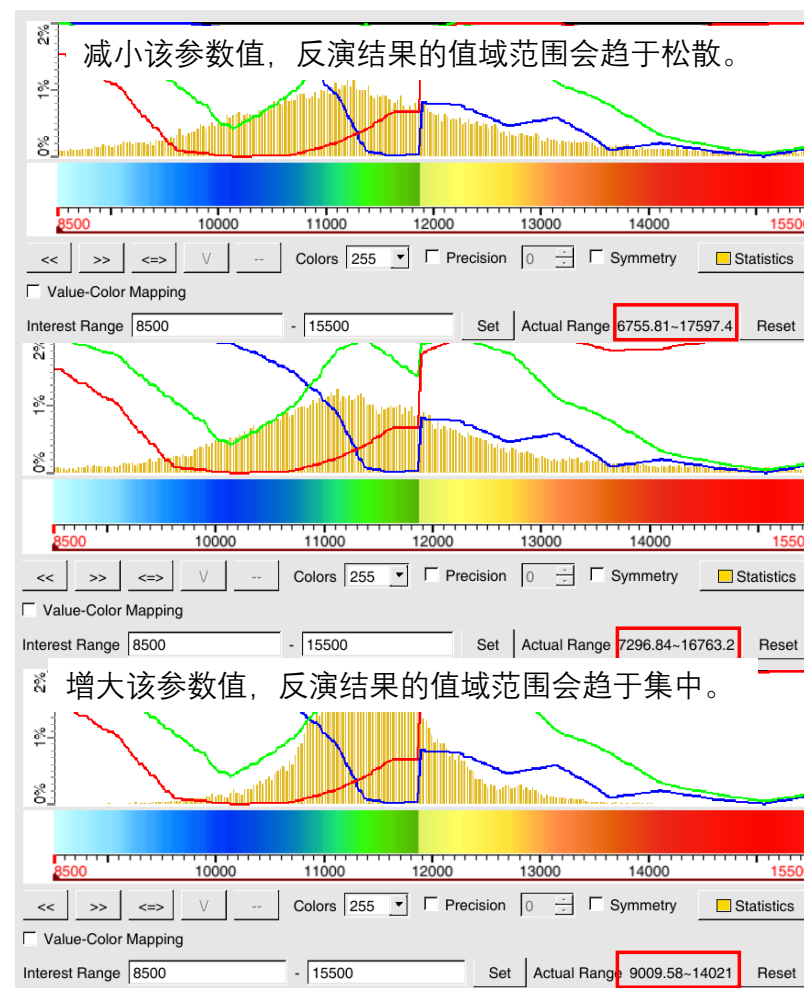
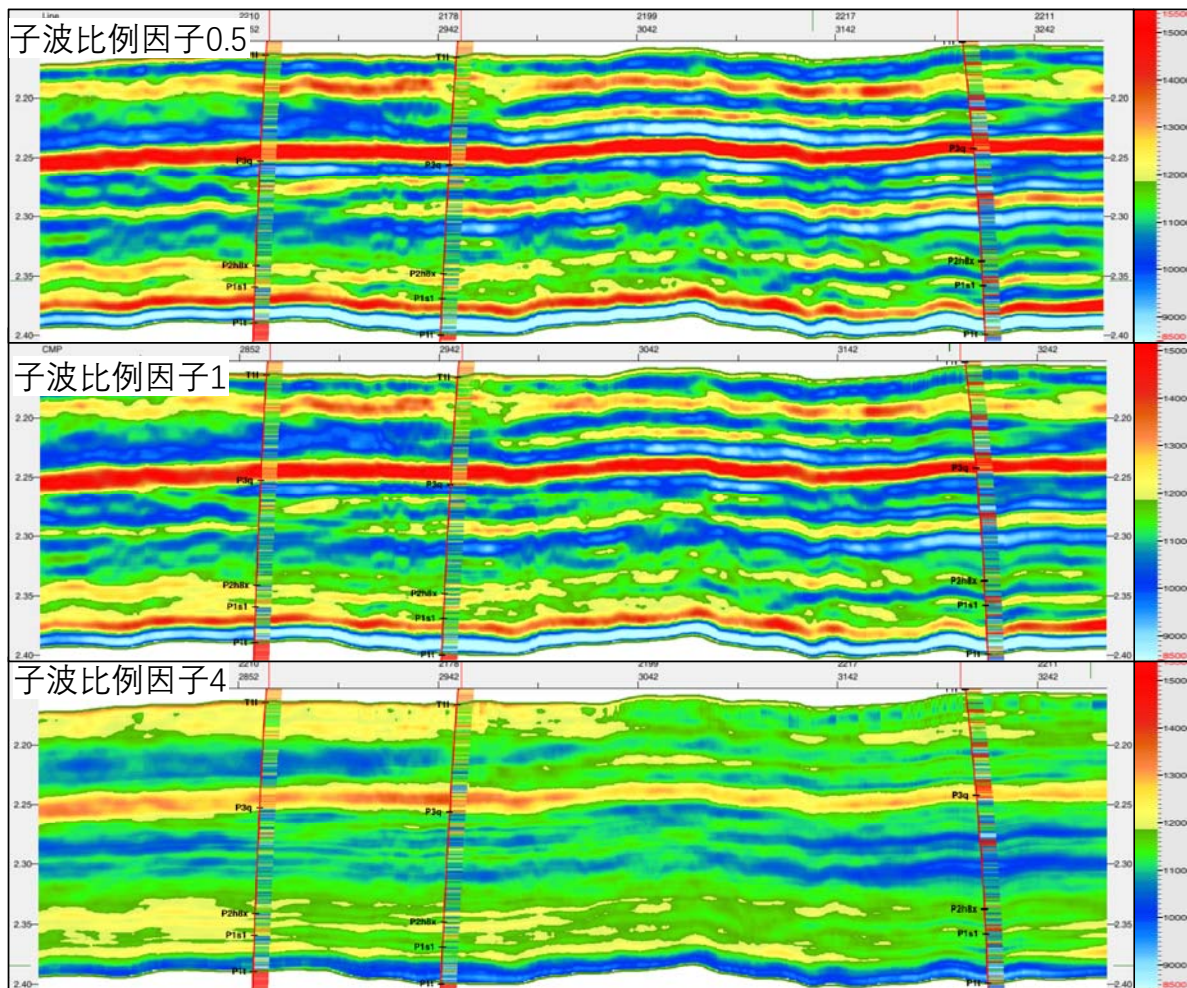
| 参数值 | 反演结果分辨率 | 反演结果噪音 |
|-----|---------|--------|
| 增大 | 降低 | 降低 |
| 减小 | 升高 | 升高 |

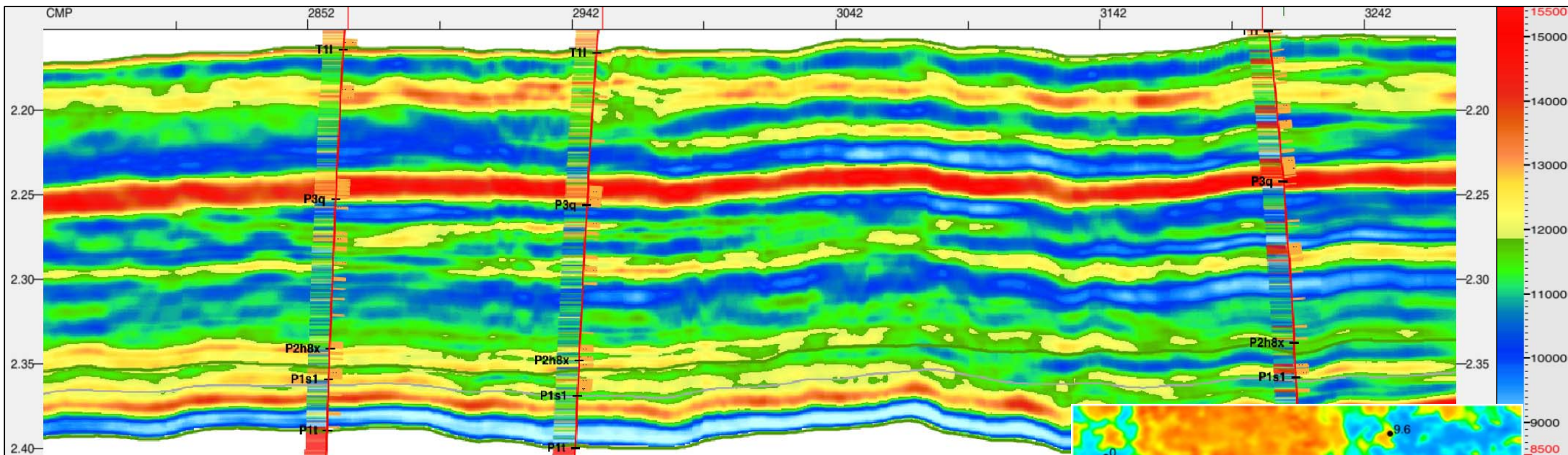


2、模型约束因子: 控制模型对反演结果的约束程度, 参数越大模型约束作用越大, 反演结果更接近模型。



3、子波比例因子：调节反演结果的值域范围，反演程序在内部做了标准化处理，一般不需要大幅改动此参数。





选取反演结果剖面上与井数据对应关系好，且平面规律与实际地质规律符合的反演结果最为最终的反演结果。在此基础上，通过面属性→层序统计面属性→Thickness of Amplitude（振幅厚度属性）可以统计出目的层的砂体厚度。同时通过岩石物理分析子系统的井数据统计功能可以统计出钻井砂岩厚度。两相对比，如果呈现出良好的对应关系，则说明反演结果可靠。

感谢大家对GeoEast软件的 信任和支持!

更多详情请关注



GeoEast微信公众号



解释技术支持QQ1群



解释技术支持QQ2群



Bilibili视频教程

技术支持热线电话: 18233420979

服务邮箱: geoeast@cnpc.com.cn

问题管理系统: <https://wt.gs.com.cn>

QQ交流群: 196011710、340847471

官网网址: <http://www.gs.com.cn>

销售热线: 0312-3736073