

叠后地质统计学反演及应用

汇报人：梁 琰

中国石油东方物探公司物探技术研究中心
中油油气勘探软件国家工程研究中心

2026年2月

GeoE



CONTENES
目录

01

一、研究背景

02

二、反演应用实例

- 1.反演原理简介
- 2.影响参数分析
- 3.应用小技巧
- 4.应用效果

03

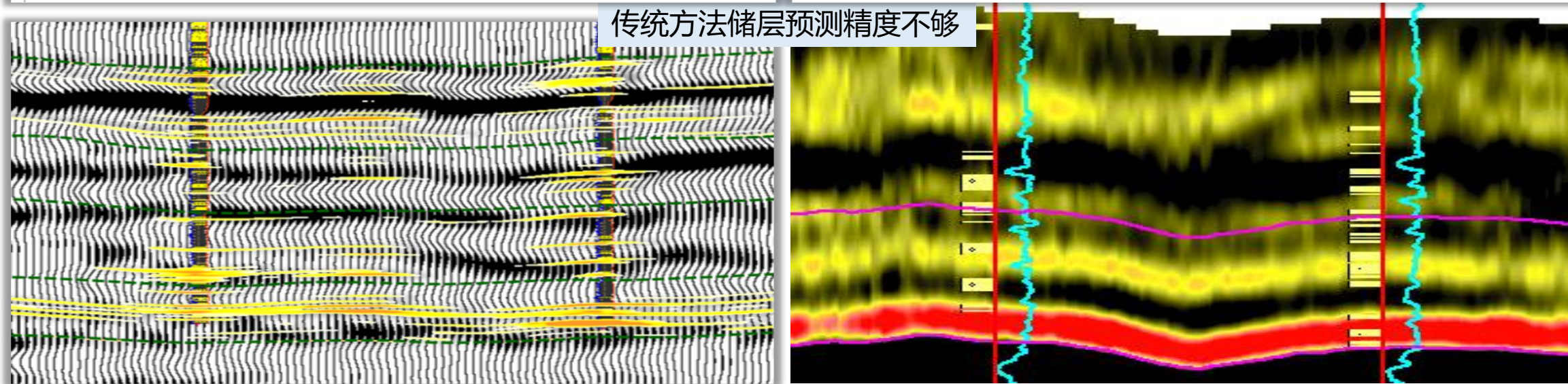
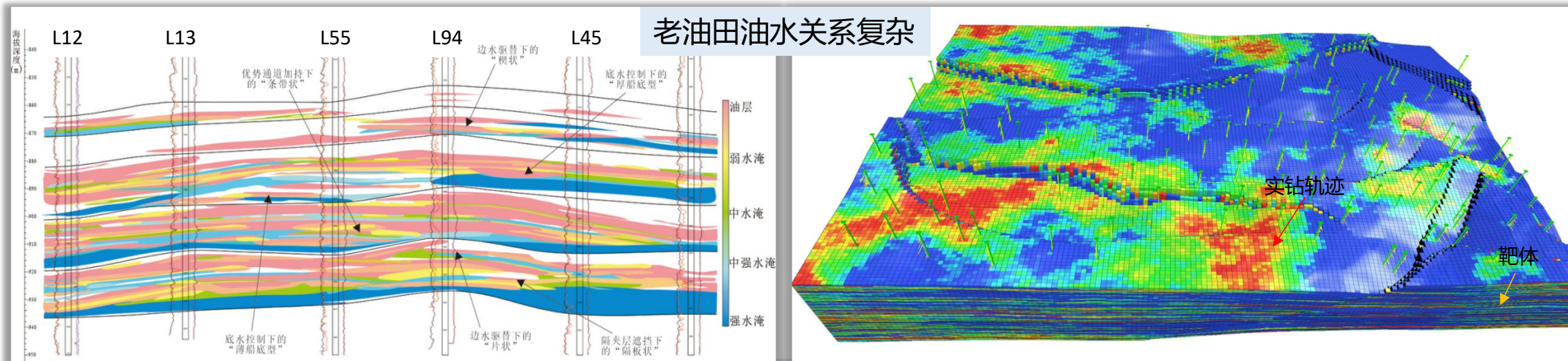
三、小结



中国石油

一、研究背景

面对更小、更薄、更复杂的地质目标，提升地震反演精度及纵向分辨率成为亟需的目标





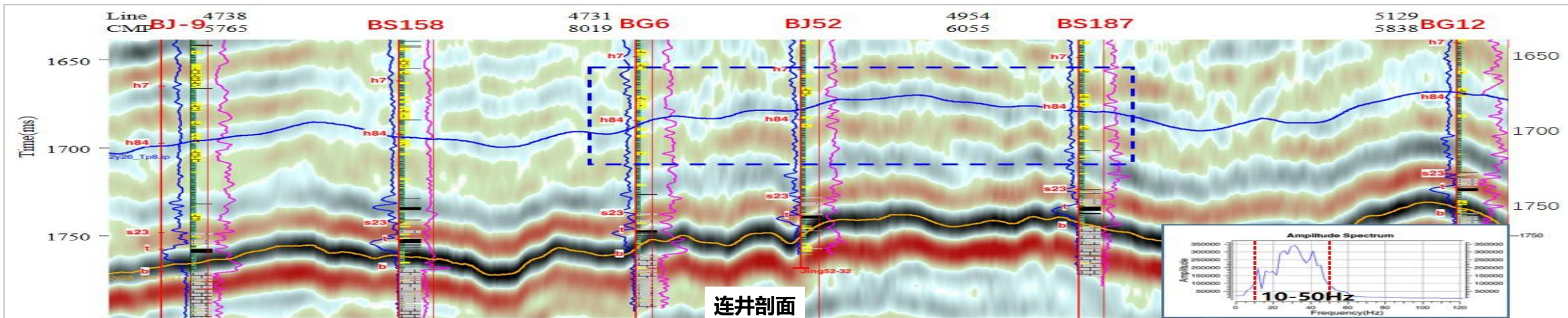
中国石油

一、研究背景

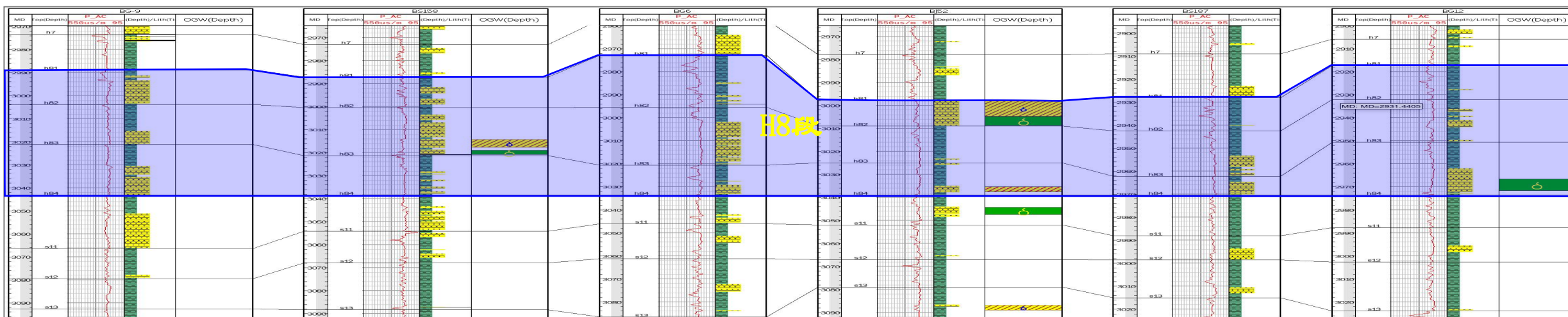
资料特点 及难点

地震资料：主频较低(30Hz)，约能识别的16m厚的储层；
井揭示：砂岩储层薄、砂体横向变化快 (2-15m)。

→ 提高砂体预测分辨率



连井剖面

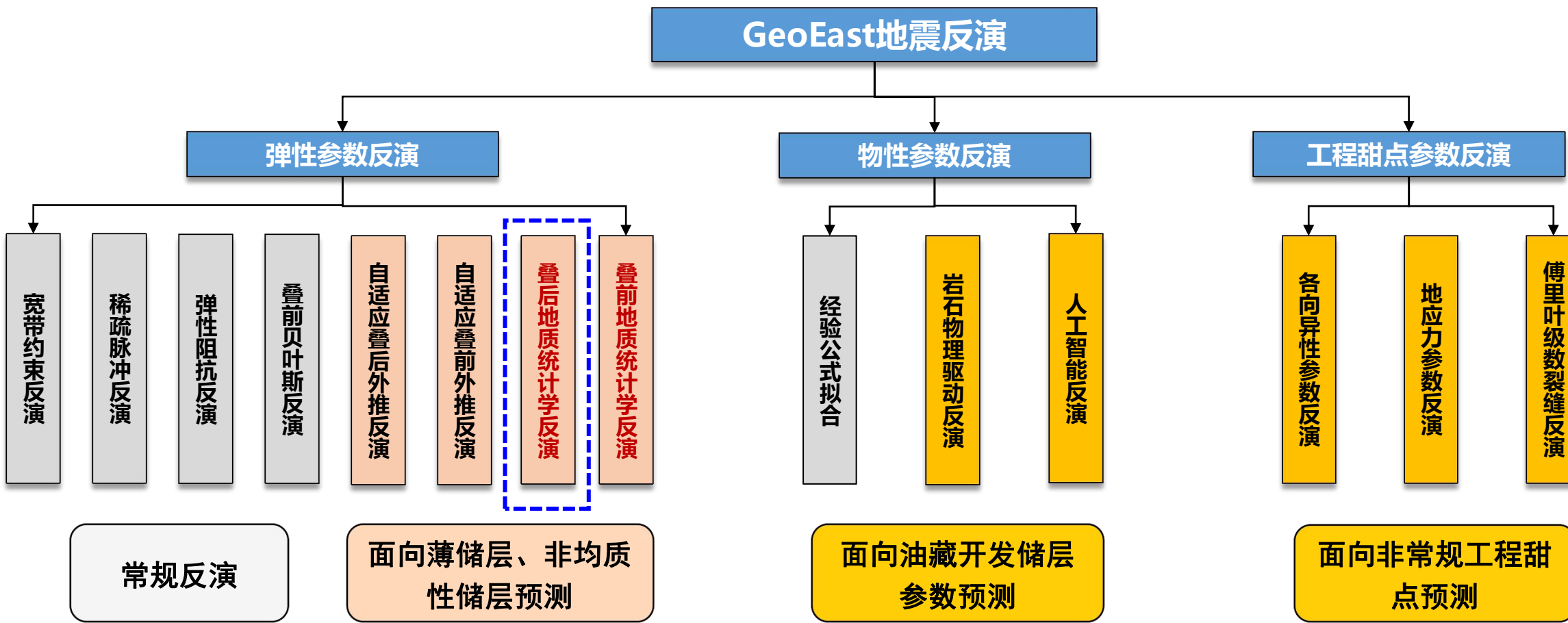


连井线



1. 改进的地质统计学反演原理简介

GeoEast软件的反演方法系列





CONTENES
目录

01

一、研究背景

02

二、反演应用实例

- 1.反演原理简介
- 2.影响参数分析
- 3.应用小技巧
- 4.应用效果 (叠后)

03

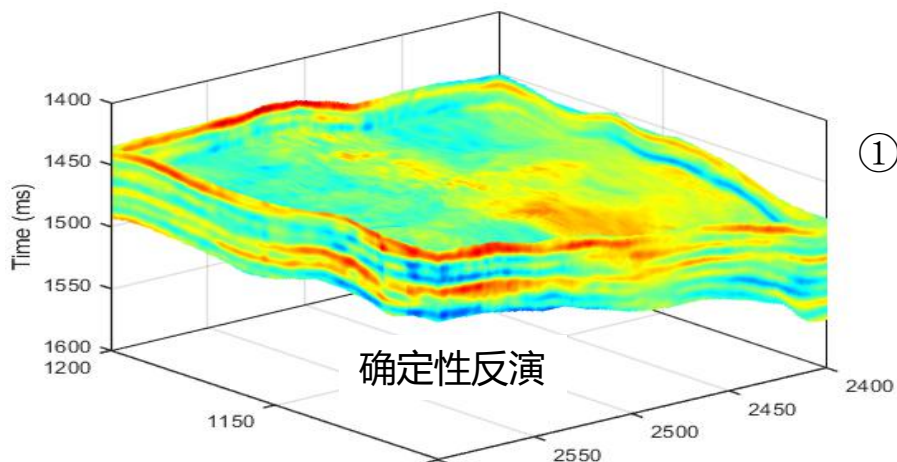
三、小结



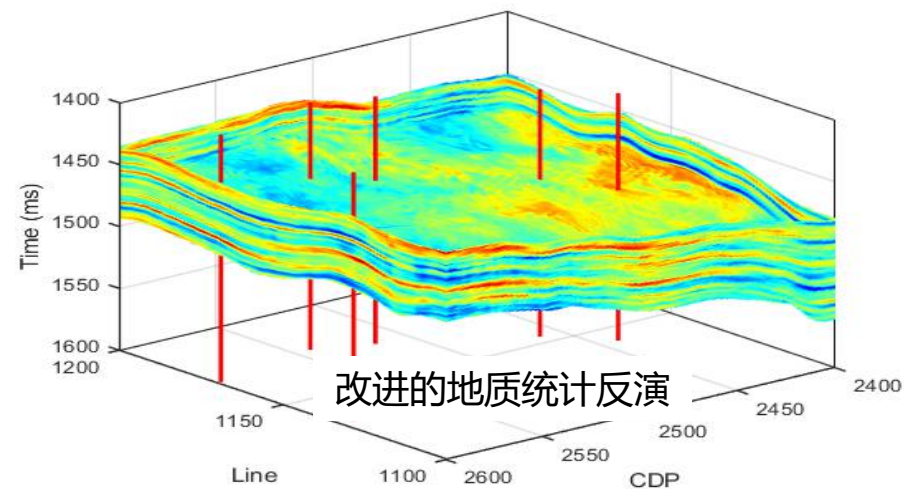
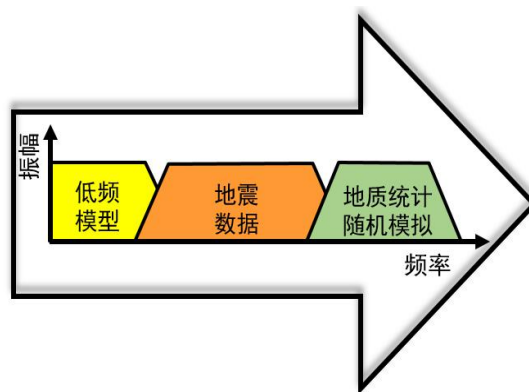
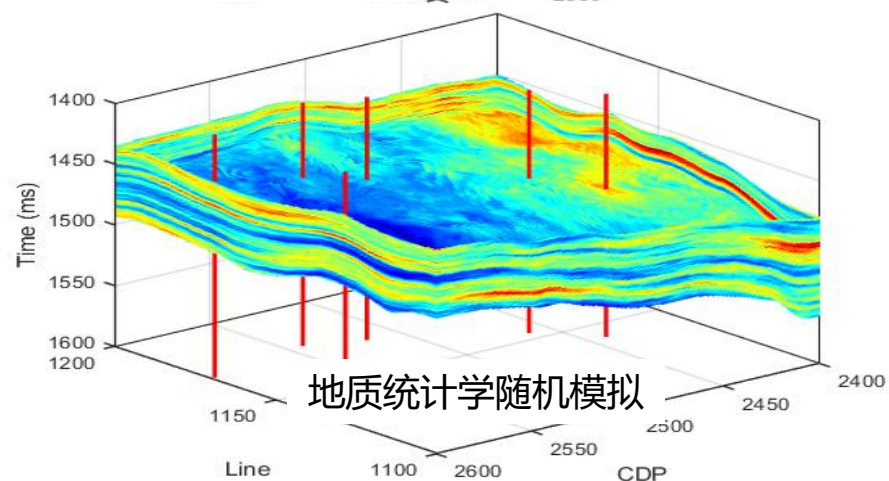
中国石油

1. 改进的地质统计学反演原理简介

改进的地质统计学反演 (MGI)：通过解耦宽频带反演结果各频率成分，将确定性地震反演与地质统计学方法相结合，实现对薄储层的精细预测。



$$\textcircled{1} \min J(r) = J_s(r) + J_{cauchy}(r) + J_{Model}(r)$$



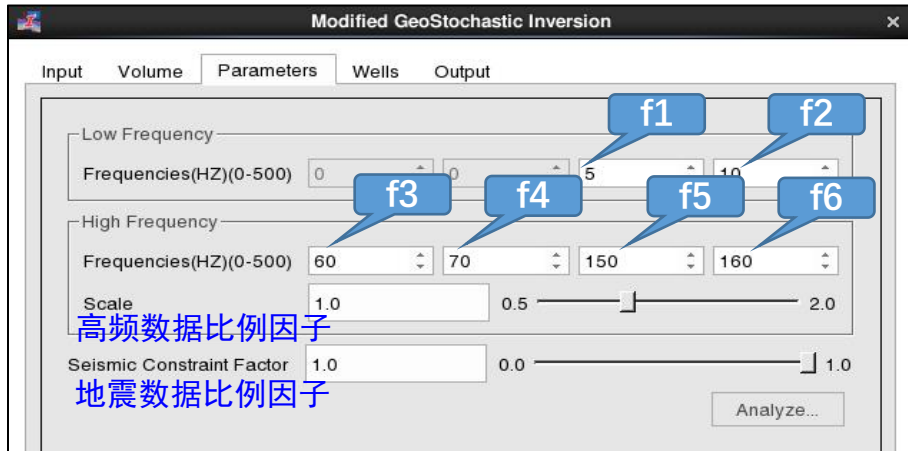
$$\textcircled{3} z_{MGI} = \text{ifft}(Z_L \cdot H_1 + \alpha Z_M \cdot H_2 + \beta Z_H \cdot H_3)$$

优点：更加灵活、更高精度、更高效

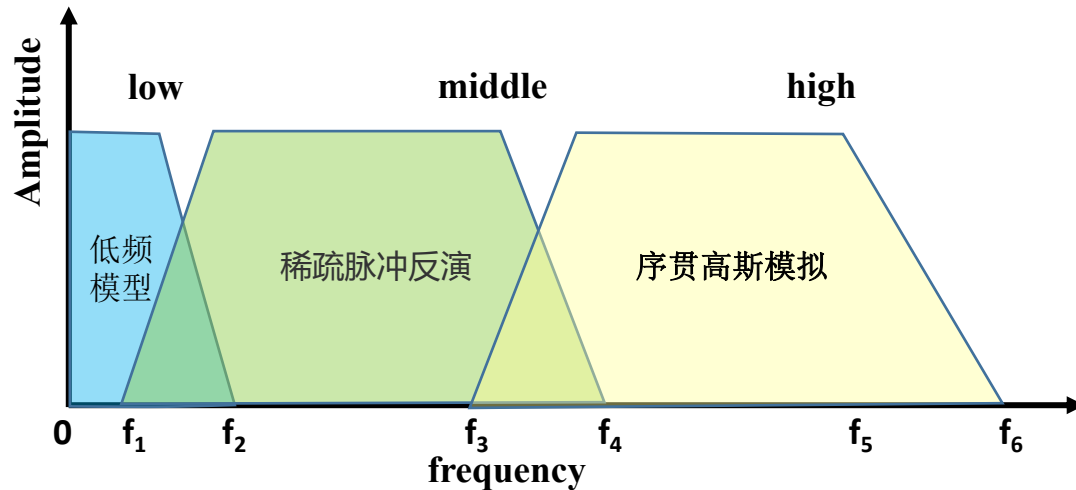


1. 改进的地质统计学反演原理简介

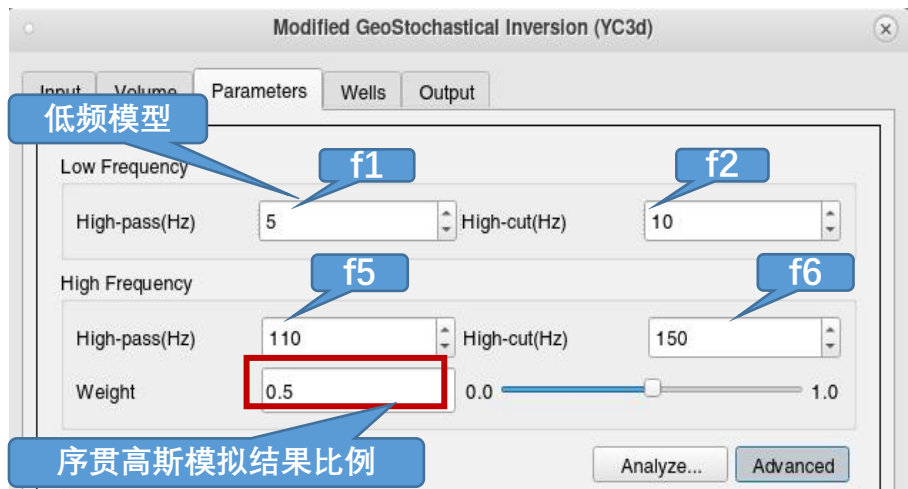
叠后地质统计学反演: 稀疏脉冲反演+序贯高斯模拟的谱融合结果



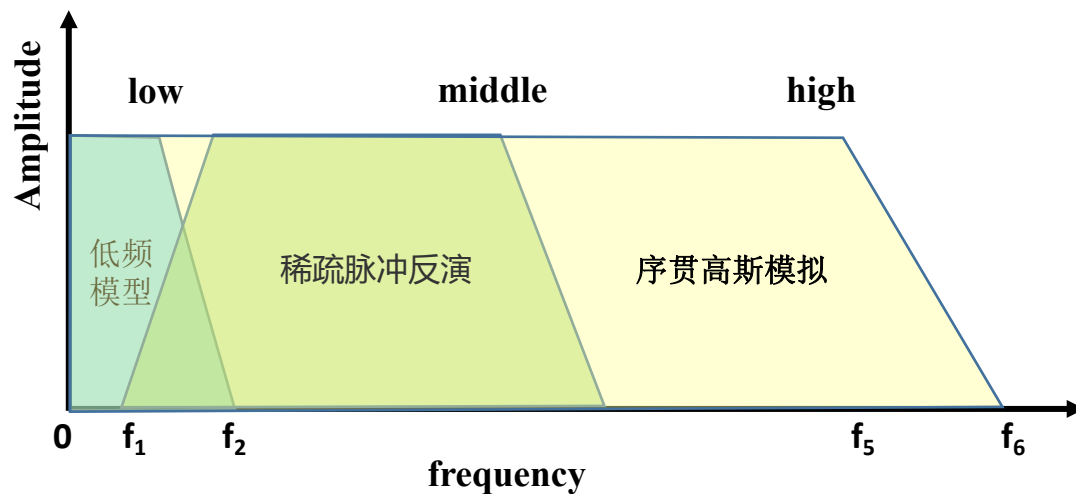
V4.2以前的版本



改进前



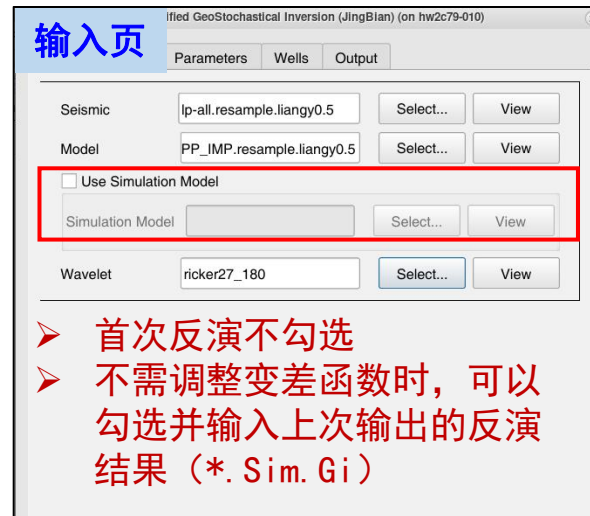
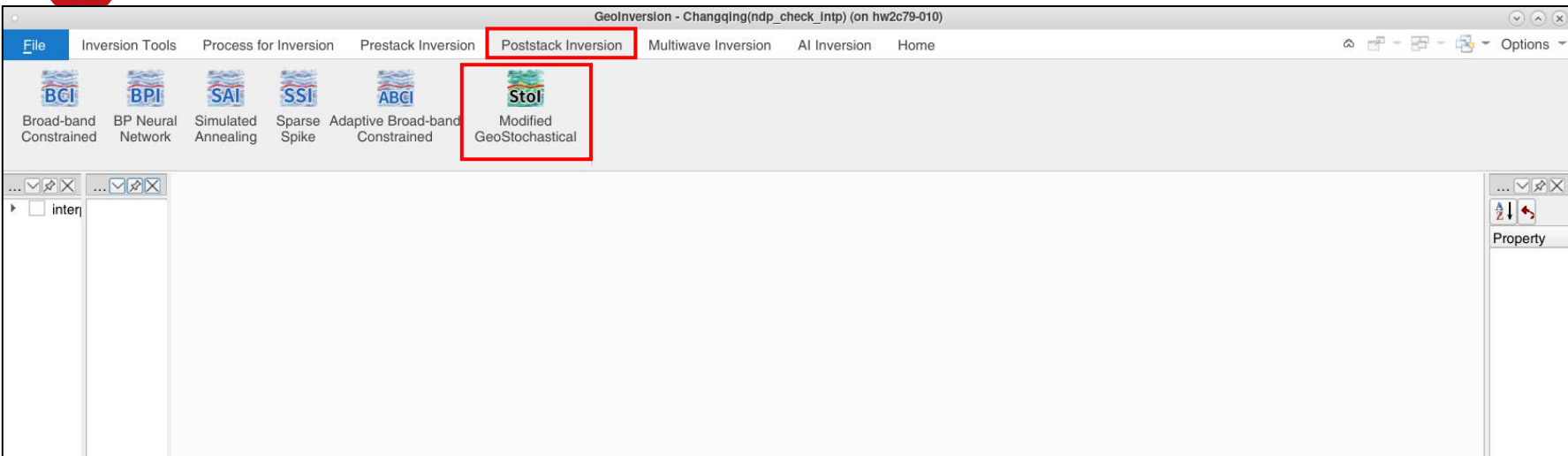
V4.2之后的版本



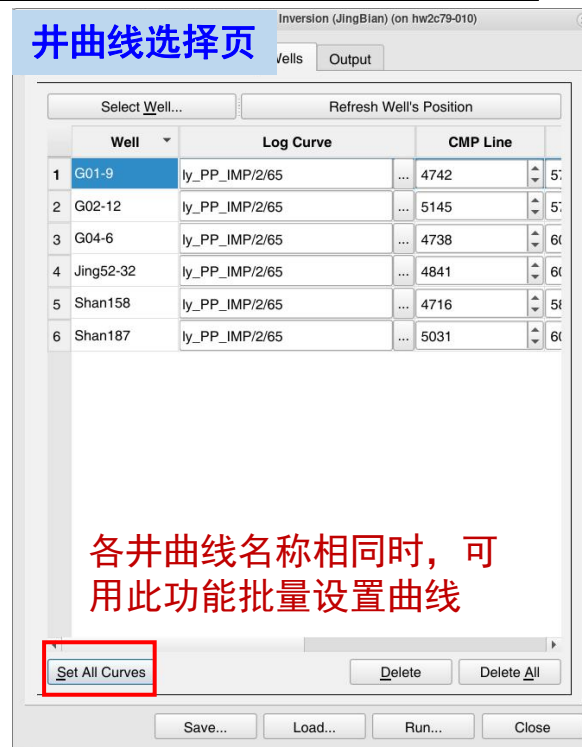
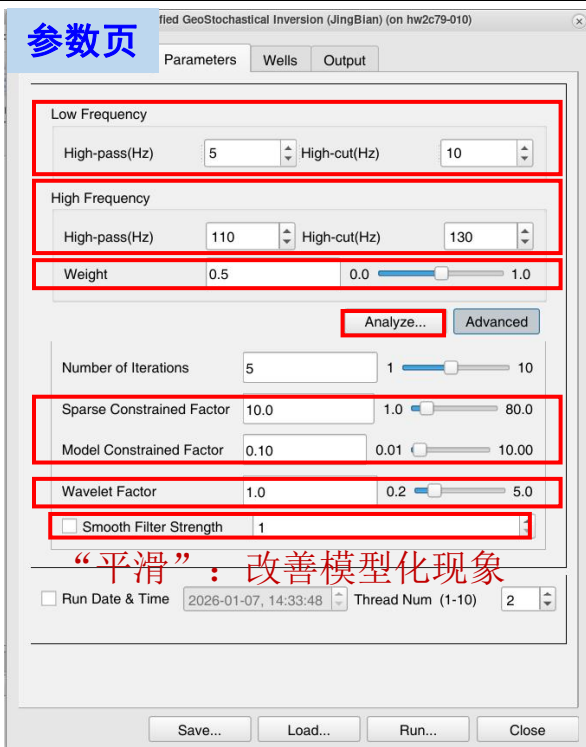
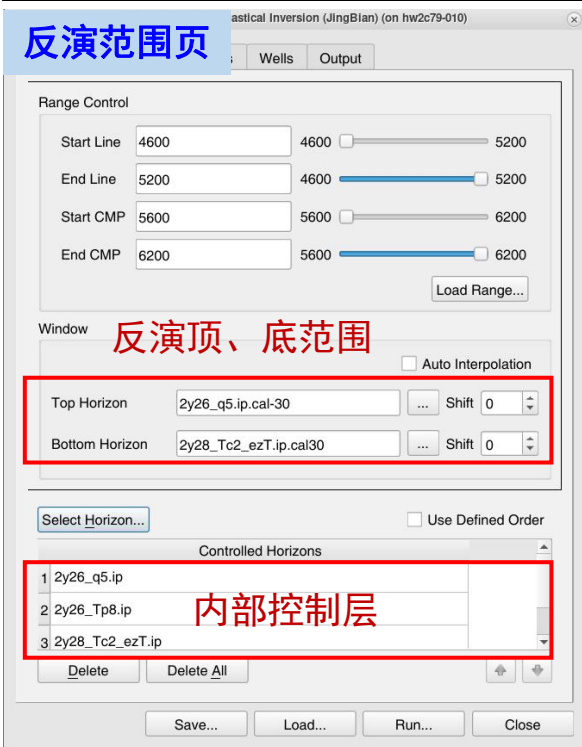
改进后



1. 改进的地质统计学反演原理简介



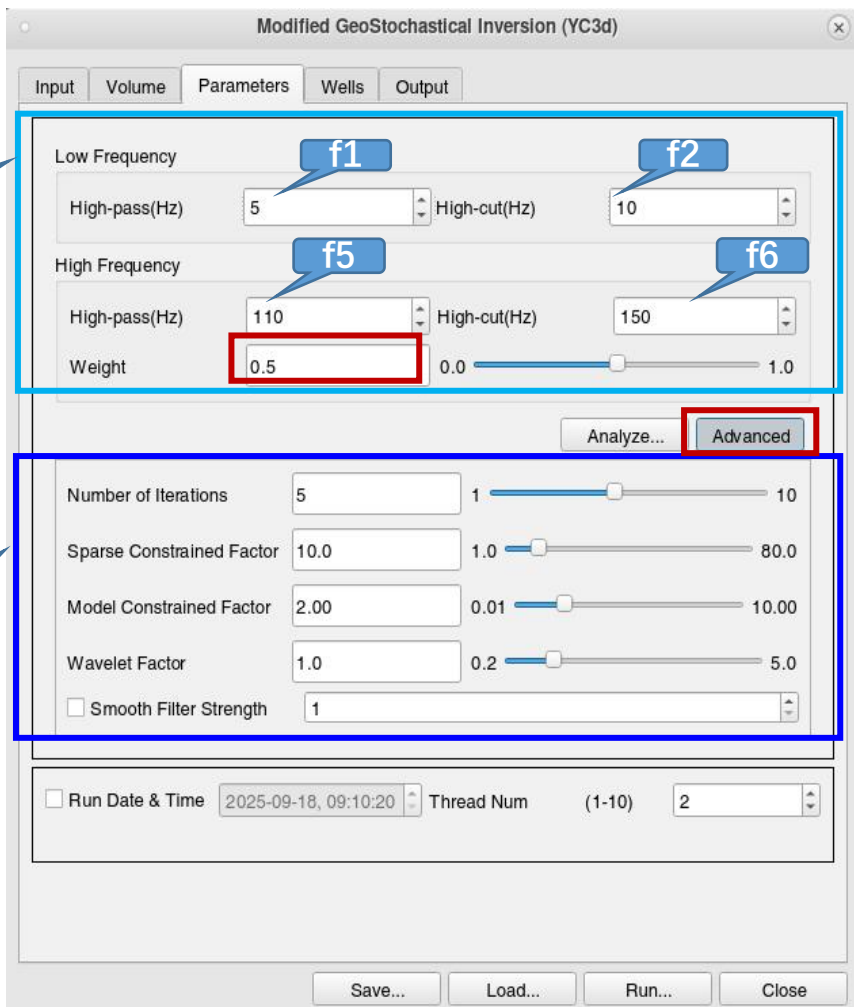
- 首次反演不勾选
- 不需调整变差函数时，可以勾选并输入上次输出的反演结果 (*.Sim.Gi)





2. 关键参数分析

叠后地质统计学反演: 稀疏脉冲反演+序贯高斯模拟的谱融合结果

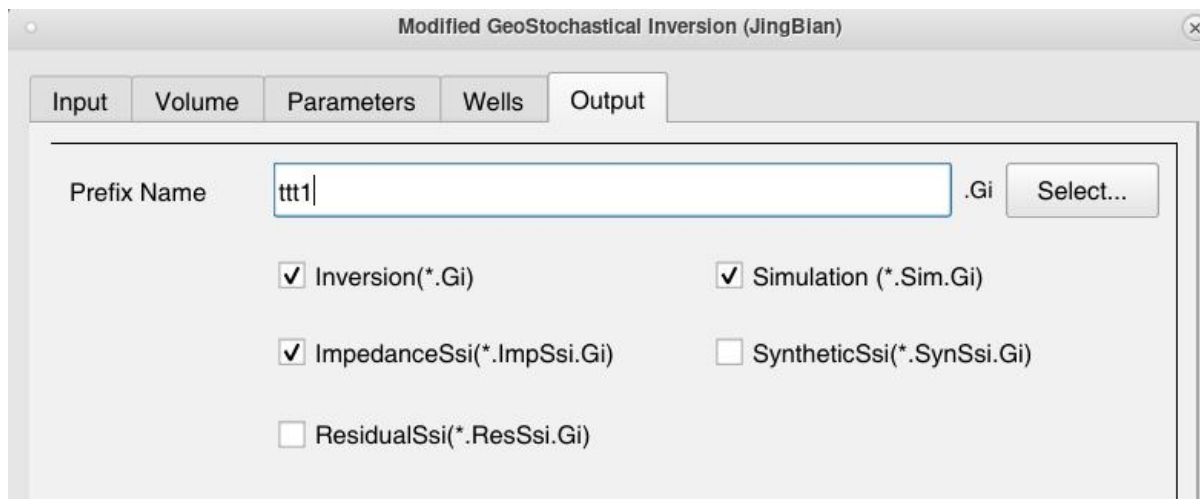


综合反演
结果调节

稀疏脉冲
参数调节

Advanced按钮点开后:

- 1) 可调节中频段稀疏脉冲反演的参数
- 2) 反演结果中包含稀疏脉冲反演结果: ImpSsi.Gi





2. 关键参数分析

1) 合并低频频率：出现竖条纹时，可适当增加低频信息

Modified GeoStochastic Inversion (YC3d)

Input Volume Parameters Wells Output

Low Frequency

High-pass(Hz) 5 High-cut(Hz) 10

High Frequency

High-pass(Hz) 110 High-cut(Hz) 150

Weight 0.5 0.0 1.0

Analyze... Advanced

Number of Iterations 5 1 10

Sparse Constrained Factor 10.0 1.0 80.0

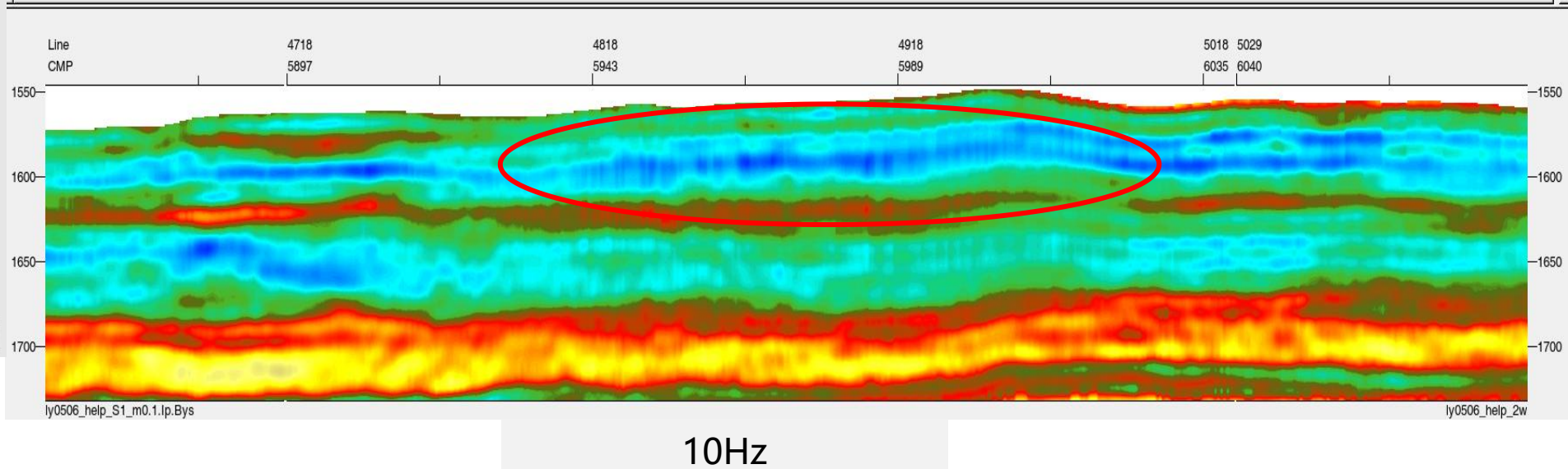
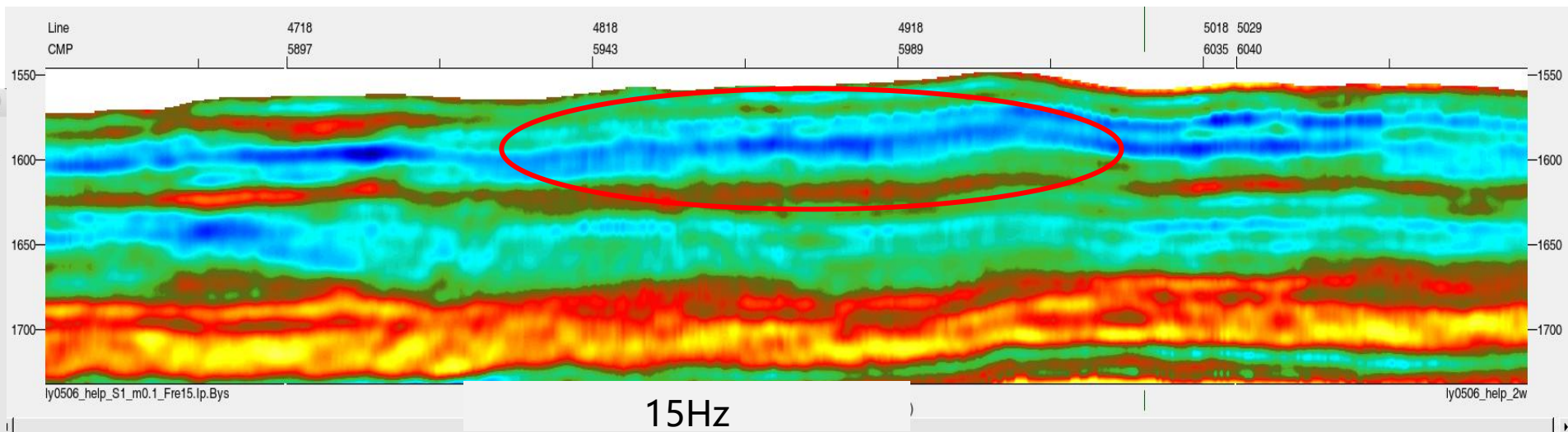
Model Constrained Factor 2.00 0.01 10.00

Wavelet Factor 1.0 0.2 5.0

Smooth Filter Strength 1

Run Date & Time 2025-09-18, 09:10:20 Thread Num (1-10) 2

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

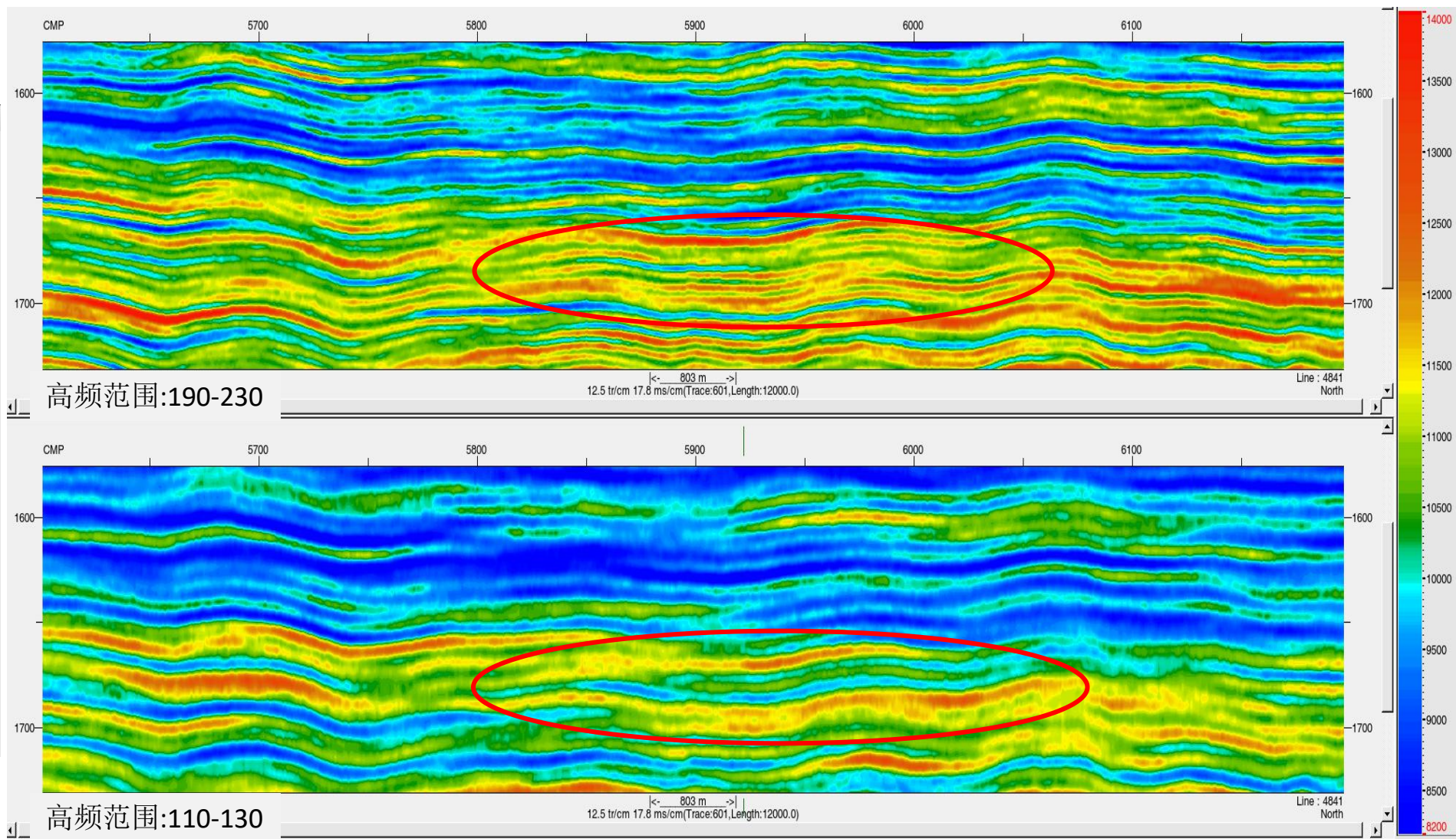
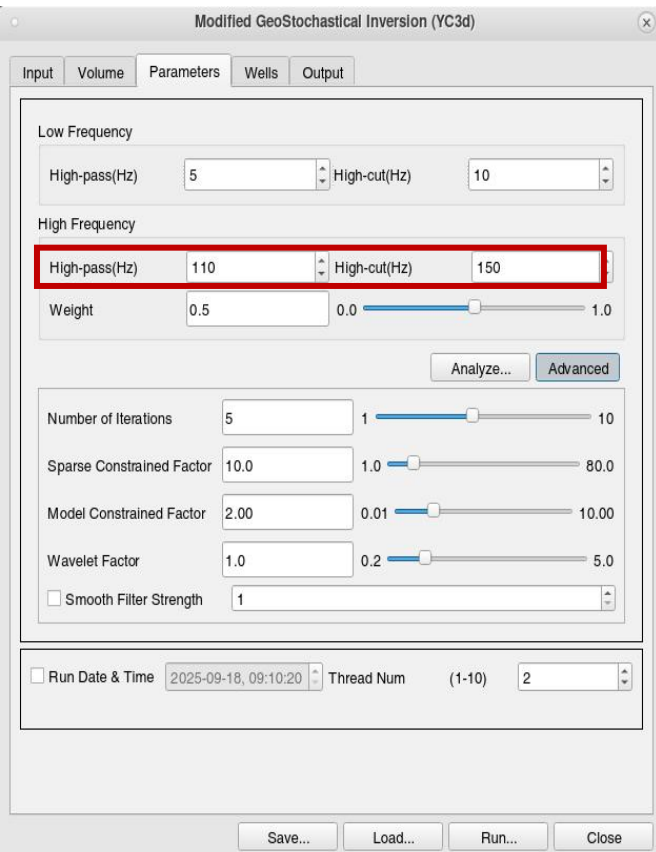




2. 关键参数分析

中国石油

2) 融入序贯高斯模拟模型频带范围: 频率提高时, 纵向分辨率提高。

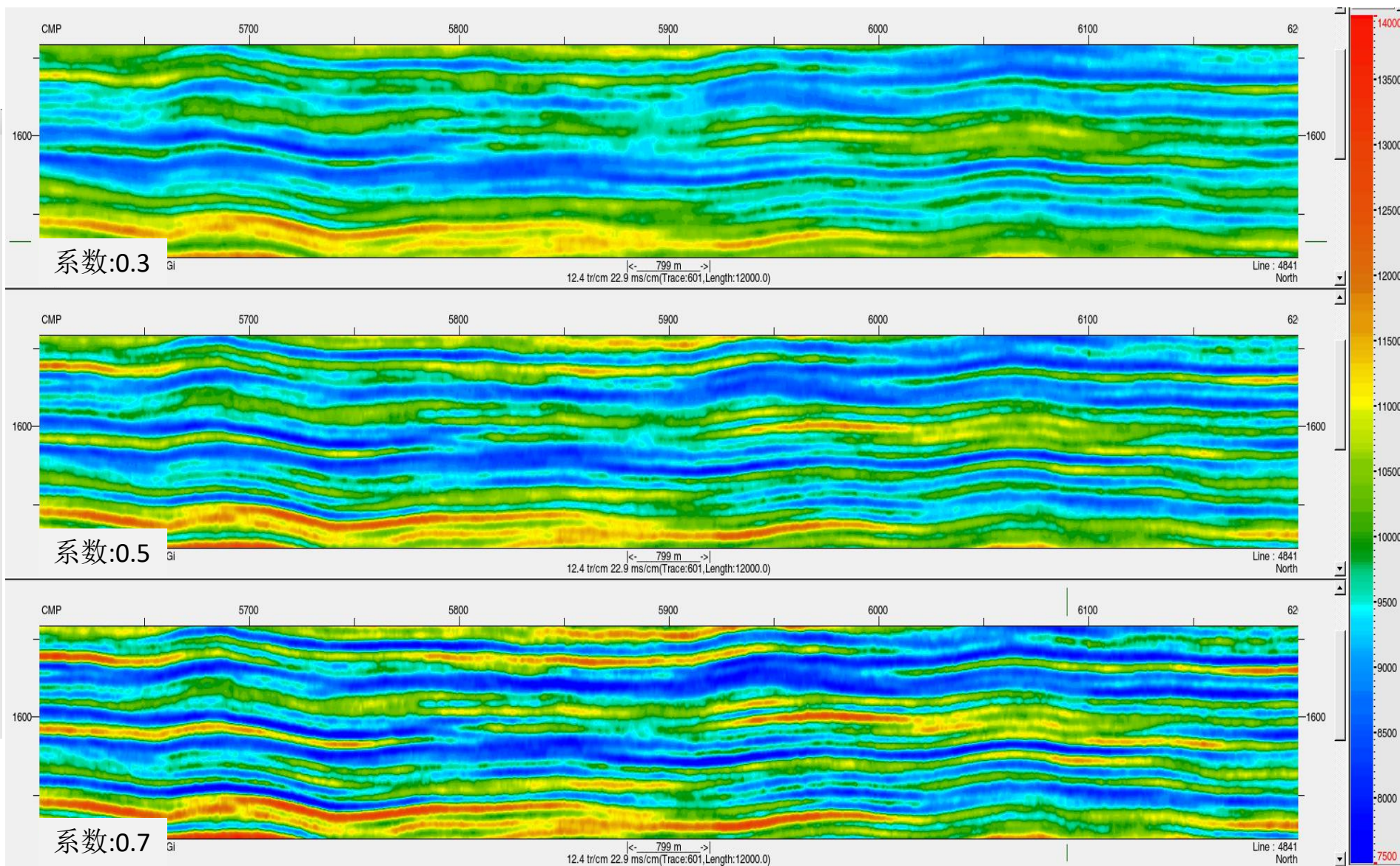
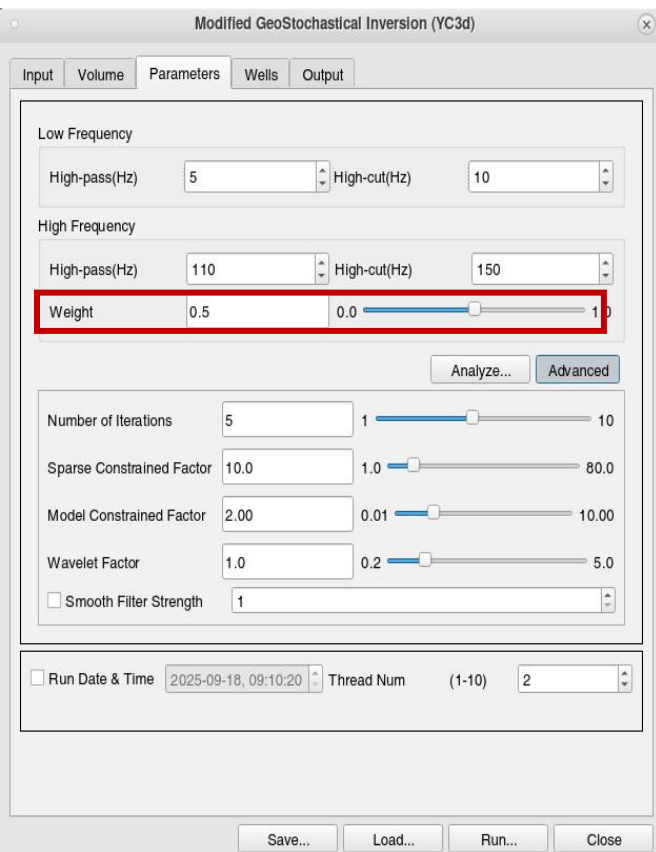




2. 关键参数分析

中国石油

3) 高频系数: 权重增加时, 序贯高斯模拟结果占比增大;



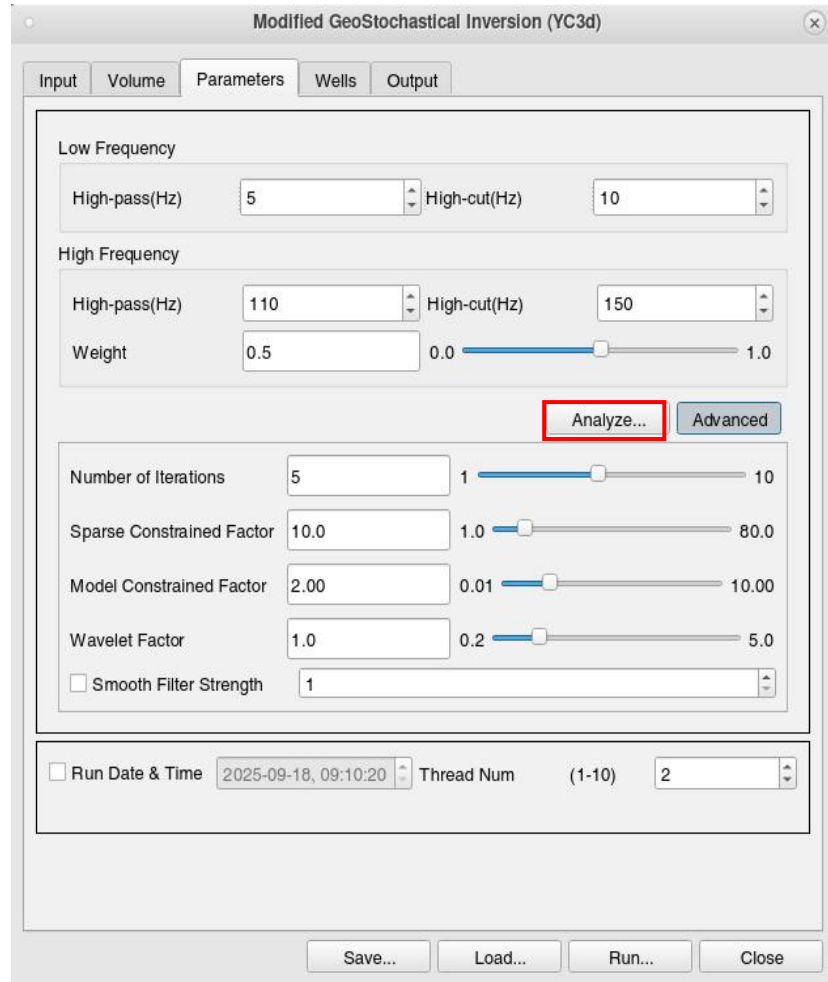


中国石油

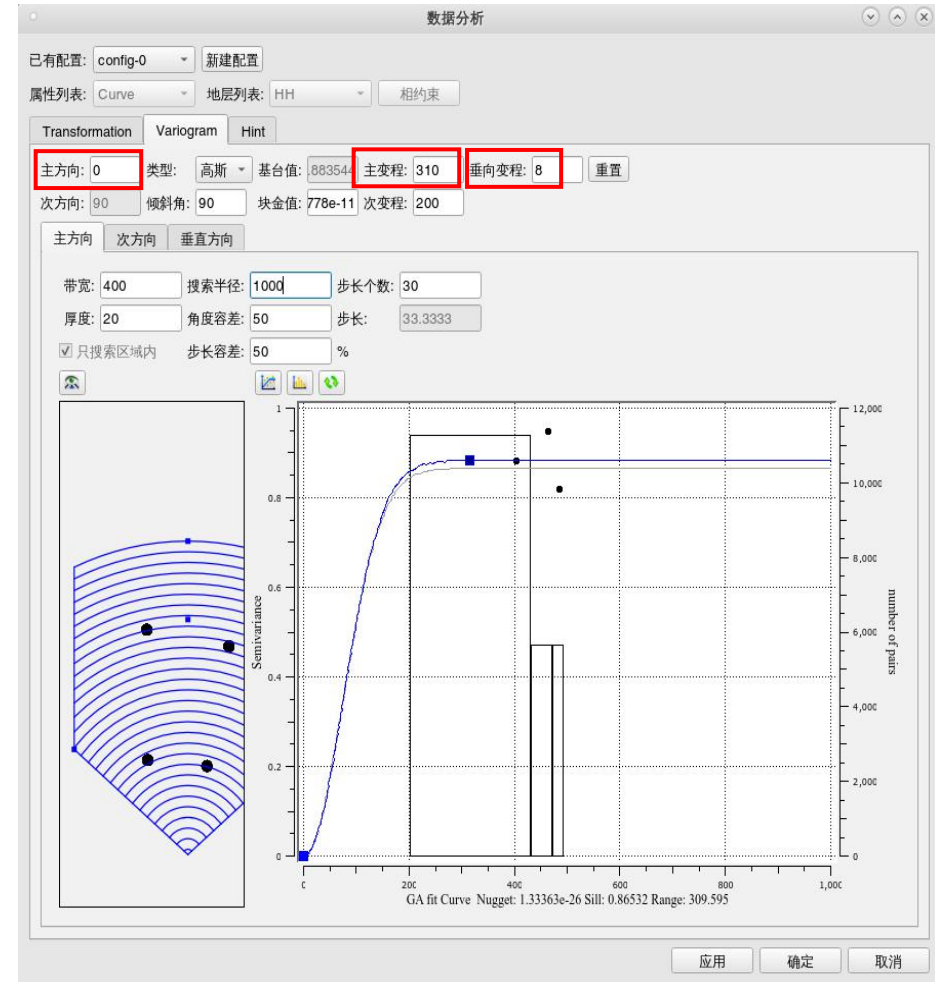
4. 地质统计学反演应用实例（叠后）

变差函数分析

- 主方向(0)：主测线方向；
- 主方向定义为地质体的方向；



参数页



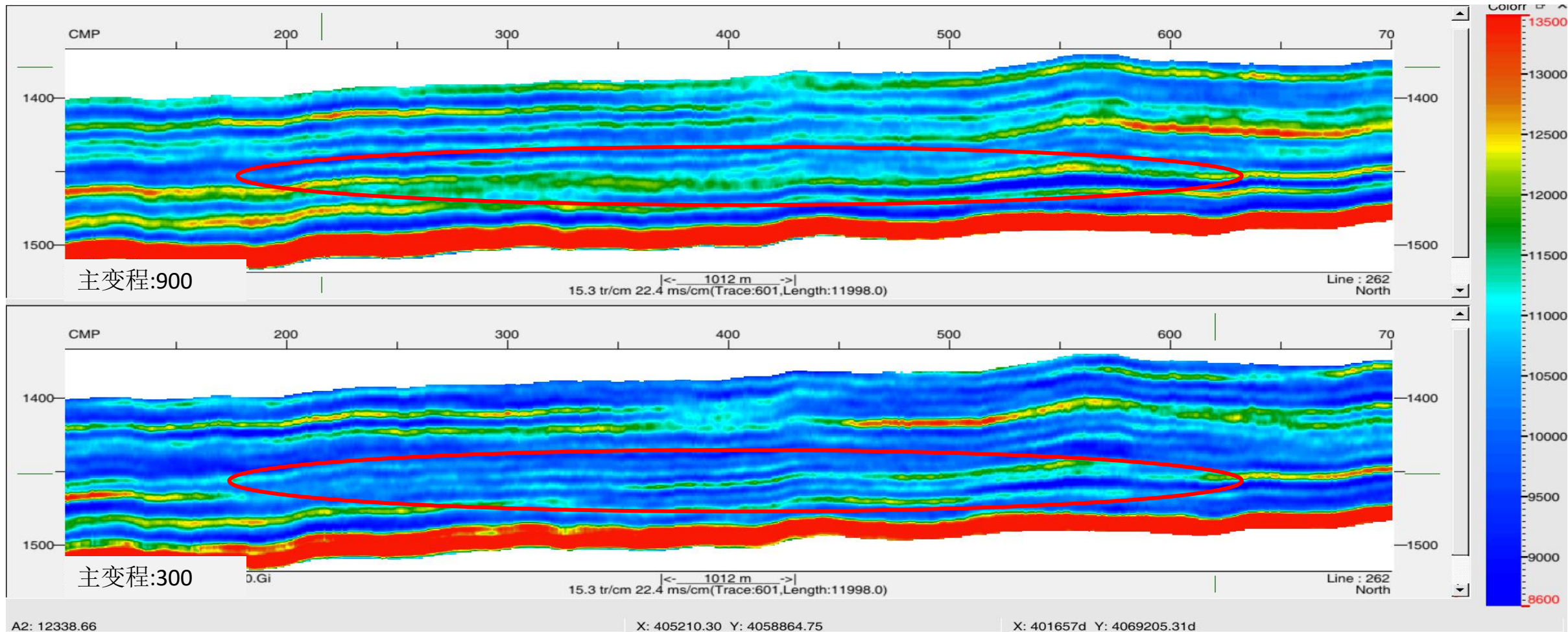
变差函数分析页



2. 关键参数分析

中国石油

4) 主变程: 200 (缺省, 道数), 值增大时, 主方向的地质体连续性增强;

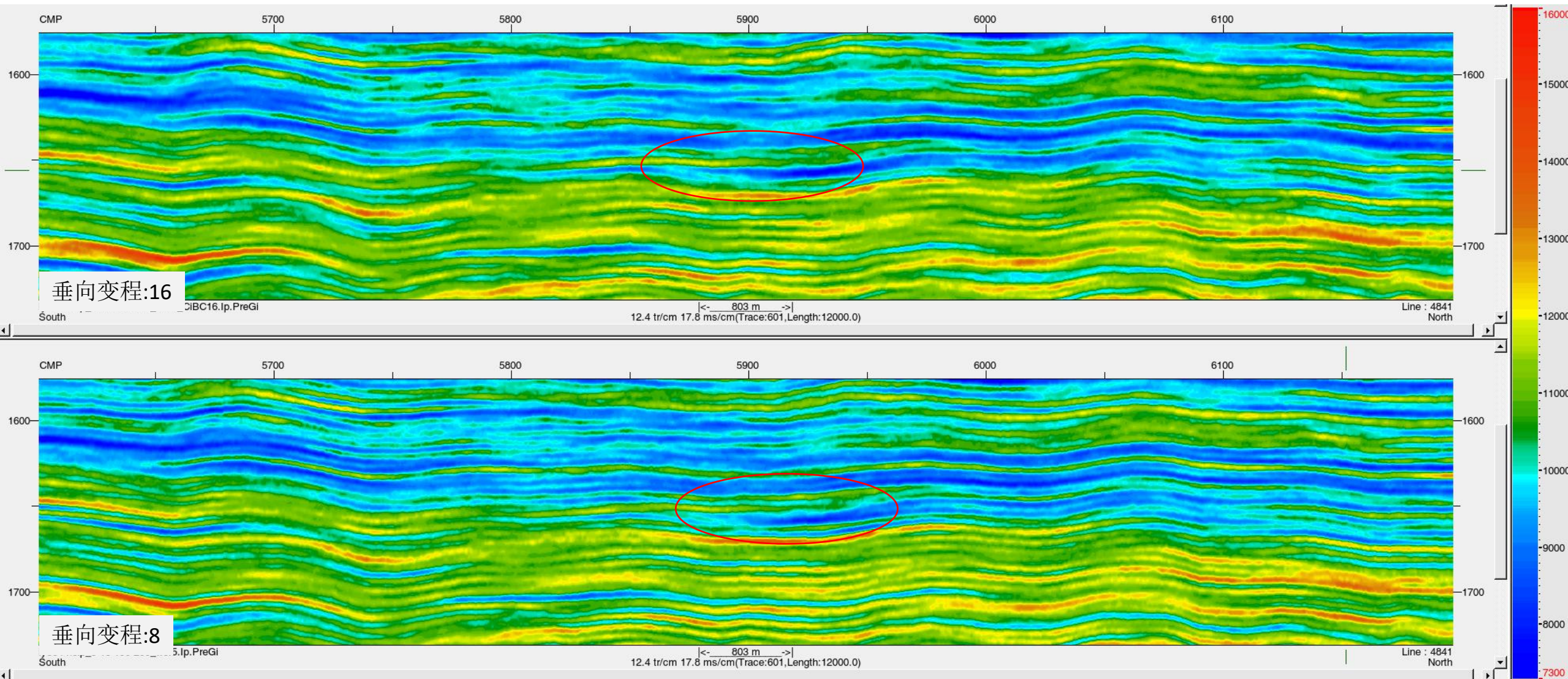




中国石油

2. 关键参数分析

5) 变差分析-垂向变程: 8 (样点数), 此值大时, 反演结果反映厚地层信息。





2. 关键参数分析

中国石油

6) 平滑: 叠后地质统计增加平滑滤波功能, 改善反演剖面显示效果。

Modified GeoStochastical Inversion (YC3d)

Input Volume Parameters Wells Output

Low Frequency
High-pass(Hz) 5 High-cut(Hz) 10

High Frequency
High-pass(Hz) 110 High-cut(Hz) 150
Weight 0.5 0.0 1.0

稀疏脉冲反演参数

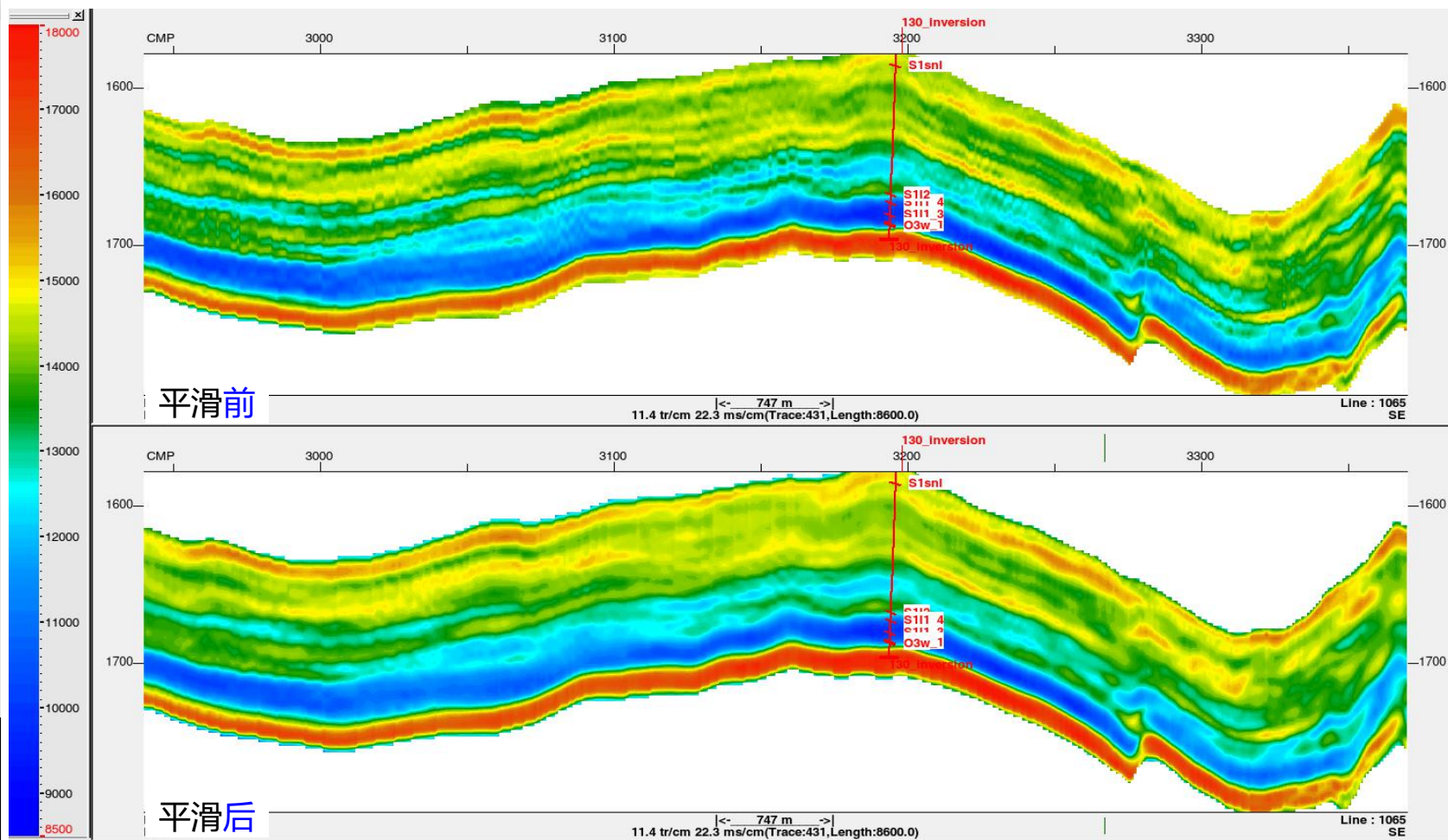
Number of Iterations 5 1 10
Sparse Constrained Factor 10.0 1.0 80.0
Model Constrained Factor 2.00 0.01 10.00
Wavelet Factor 1.0 0.2 5.0

Smooth Filter Strength 1

输入上次模拟结果时, 该功能灰化

Seismic GJH3D_PSTM_1ms Select... View
Model ly917_corr_recon2_Volume_PP_IMP Select... View
 Use Simulation Model
Simulation Model ly919_Zhu291--B500-R2000-20_good-GI.ImpSst.GI Select... View
Wavelet rick_35_1ms Select... View

模拟结果

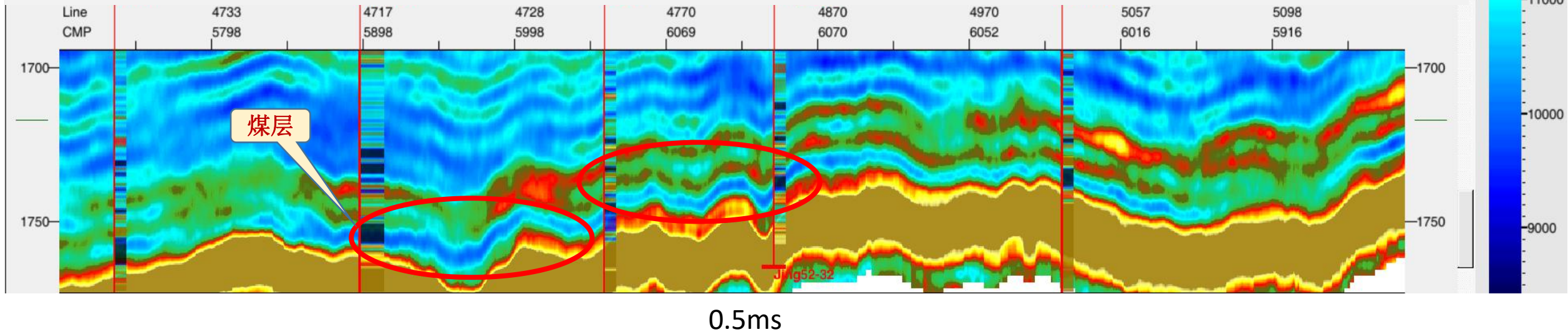
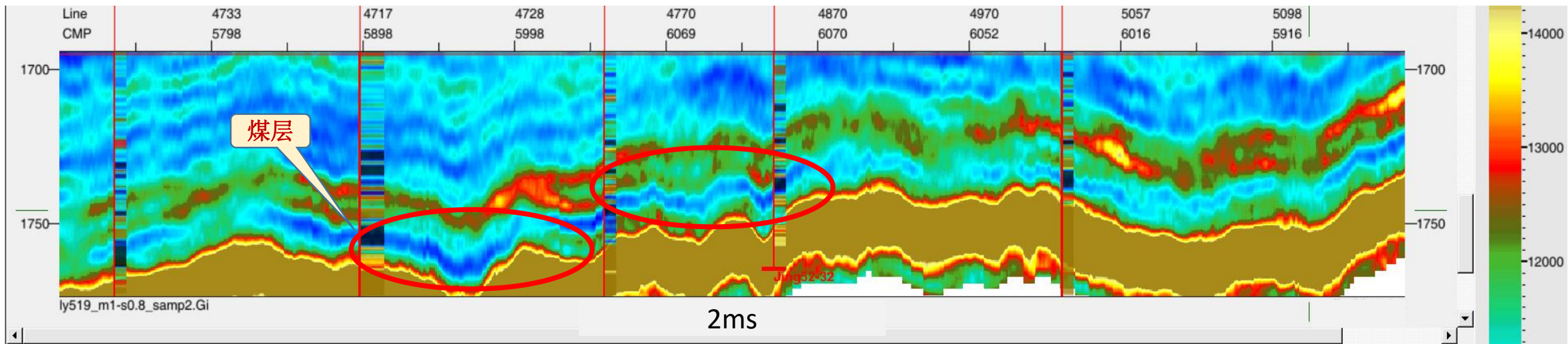




3. 应用小技巧

中国石油

1) 地震采样率：小采样时，反演结果反映的地质现象更为精细。



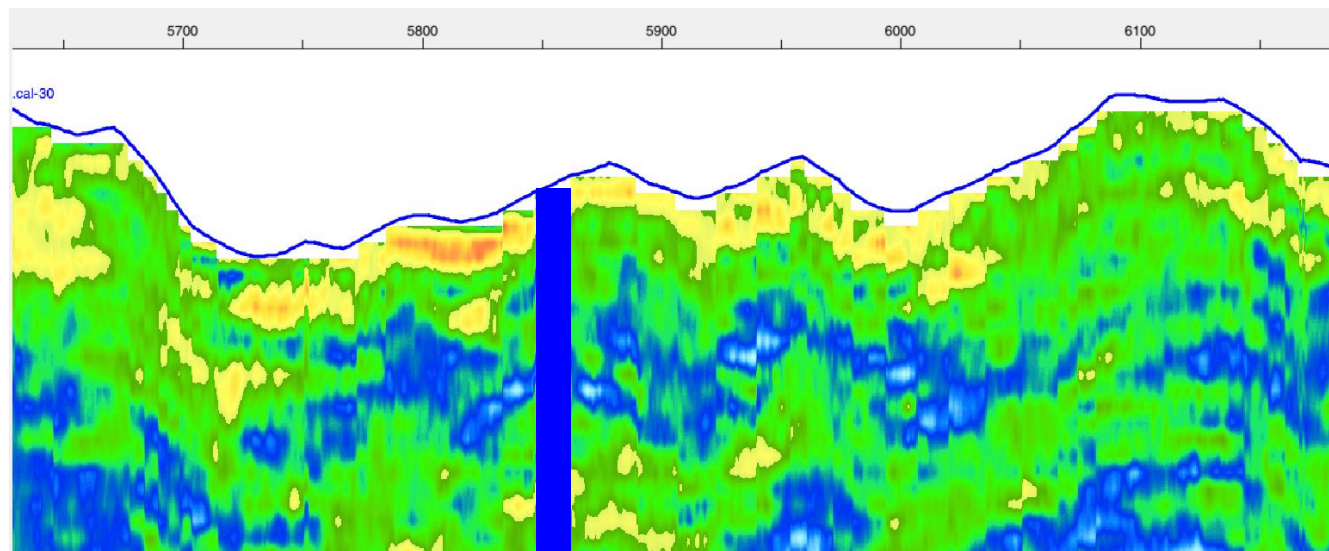
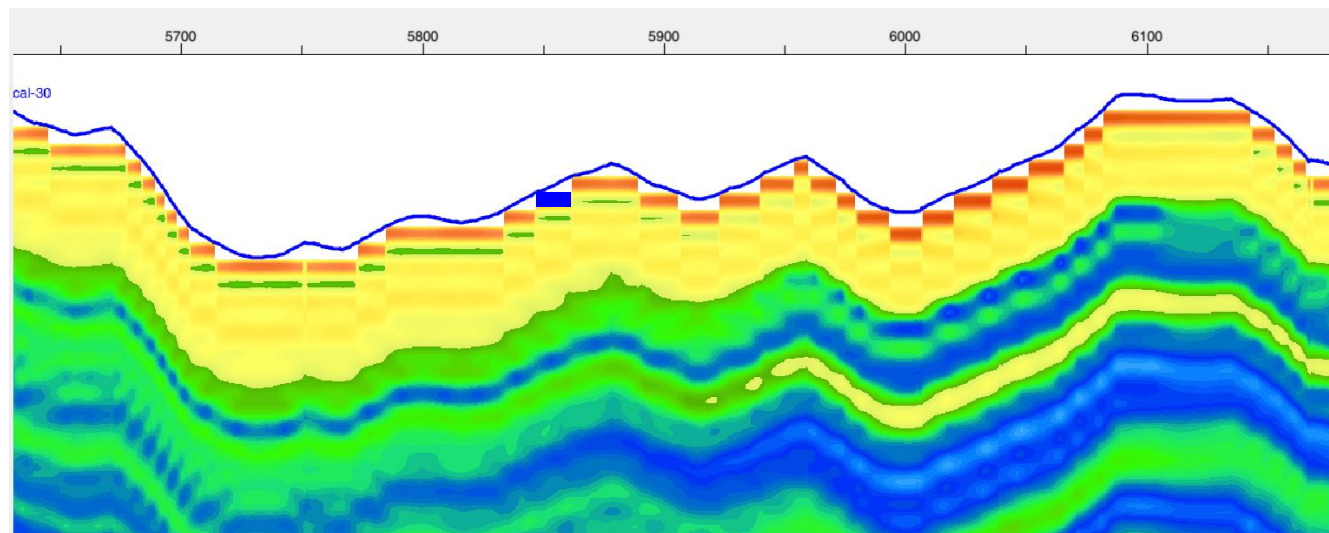


3. 应用小技巧

2) 反演时窗：时窗小范围内收，防止时窗顶底局部异常值造成的反演结果出现条带状异常。

The screenshot shows a software interface with several sections:

- Range Control:** Contains four sliders for Start Line (4600 to 5200), End Line (5200 to 4600), Start CMP (5600 to 6200), and End CMP (6200 to 5600). A "Load Range..." button is at the bottom right.
- Window:** Includes an "Auto Interpolation" checkbox and two horizon selection fields: "Top Horizon" (2y26_q5.ip.cal-30) and "Bottom Horizon" (2y28_Tc2_ezT.ip.cal30). These fields are highlighted with a red box.
- Controlled Horizons:** A list box containing three items: "1 2y26_q5.ip", "2 2y26_Tp8.ip", and "3 2y28_Tc2_ezT.ip". The third item is selected. Below the list are "Delete" and "Delete All" buttons.
- Buttons:** "Save...", "Load...", "Run...", and "Close" buttons are located at the bottom of the interface.



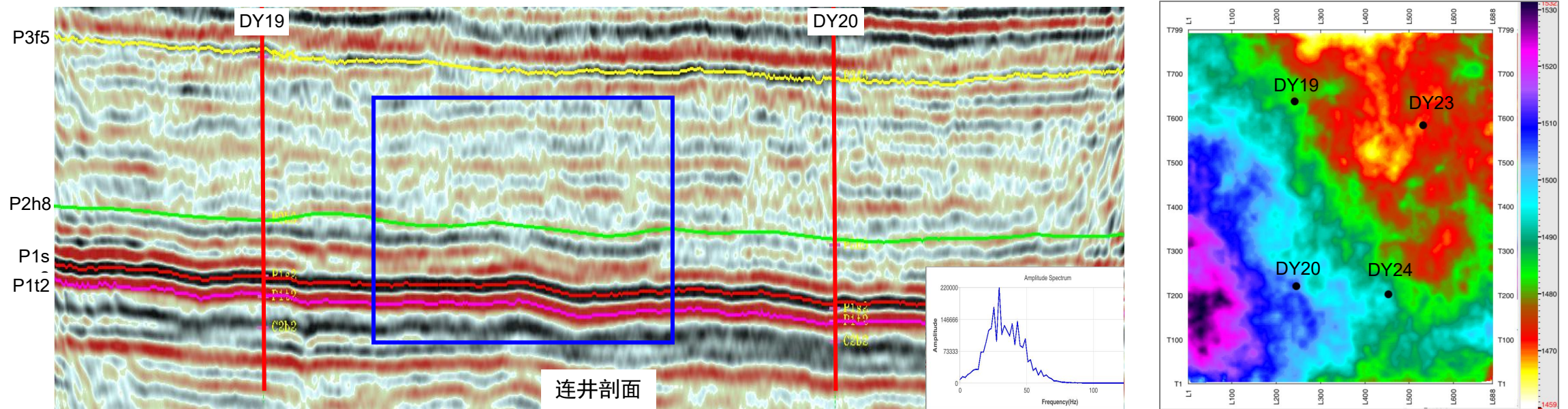


中国石油

4. 地质统计学反演应用实例 (叠后)

目标：鄂尔多斯盆地二叠系山西组底部致密薄砂岩气层，储层薄、横向变化快(0m-9m)

对策：叠后地质统计学反演，提高反演体的分辨率

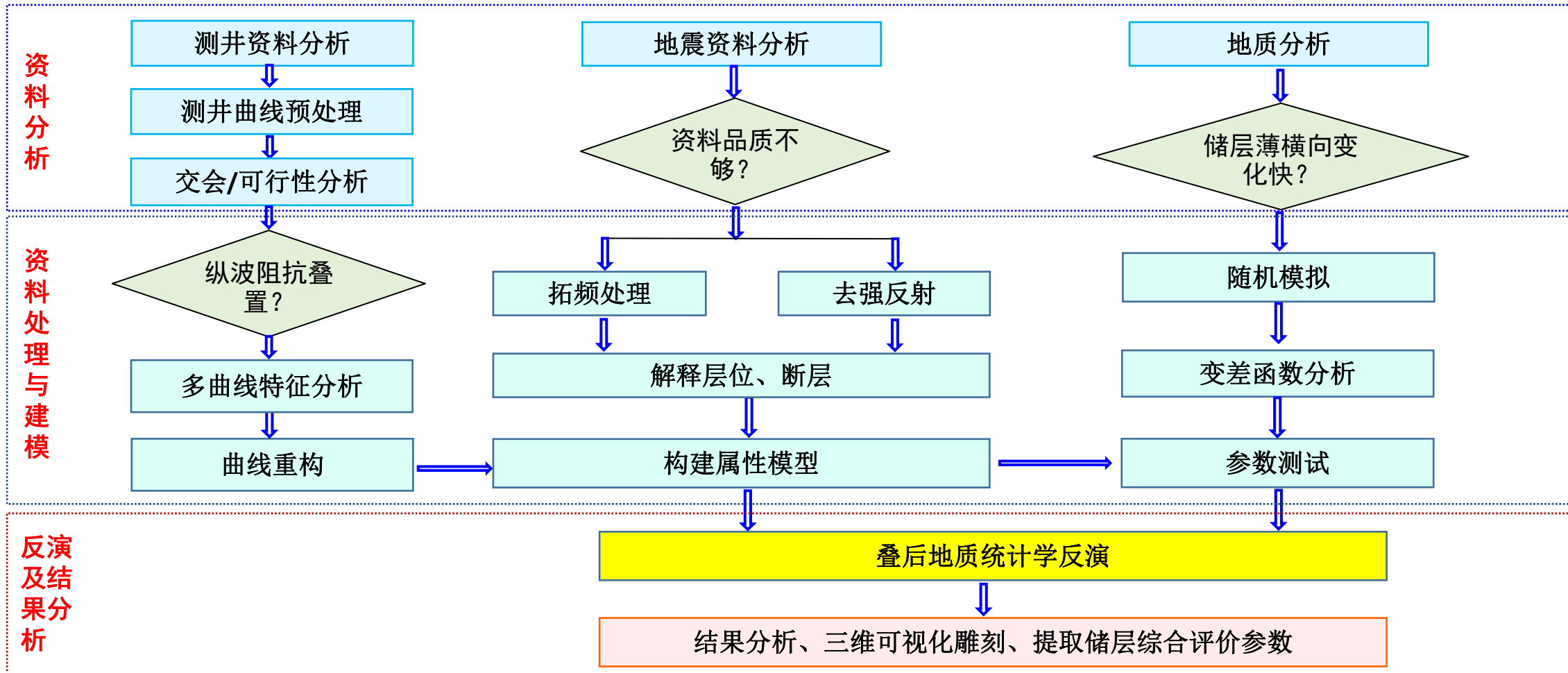


Well	MD (m)	P_AC (us/m)	Top (Depth)	GR (API)	Lithology
DY19	2600	500	10	450	GR, Lith_ly
	2650	500	10	450	GR, Lith_ly
DY20	2650	500	10	450	GR, Lith_ly
	2700	500	10	450	GR, Lith_ly
DY23	2700	500	10	450	GR, Lith_ly
	2750	500	10	450	GR, Lith_ly
DY24	2750	500	10	450	GR, Lith_ly
	2800	500	10	450	GR, Lith_ly



4. 地质统计学反演应用实例 (叠后)

结合岩石物理分析，在地震资料优化处理基础上，开展高分辨率地质统计学反演和储层参数预测，对有利储层进行综合评价。





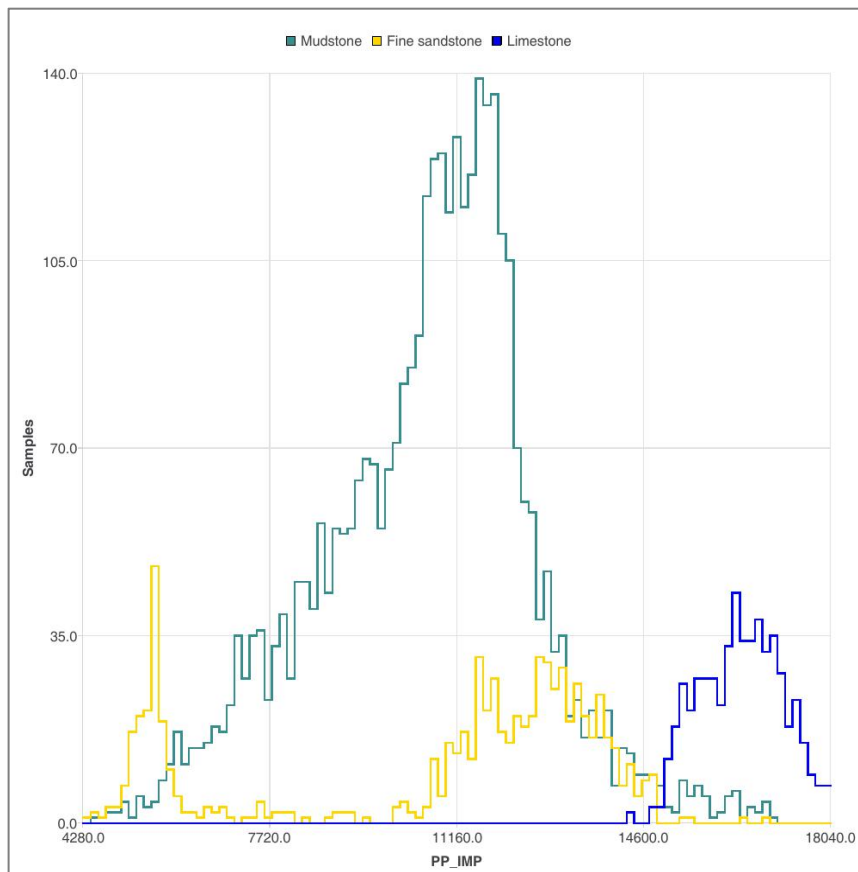
中国石油

4. 地质统计学反演应用实例（叠后）

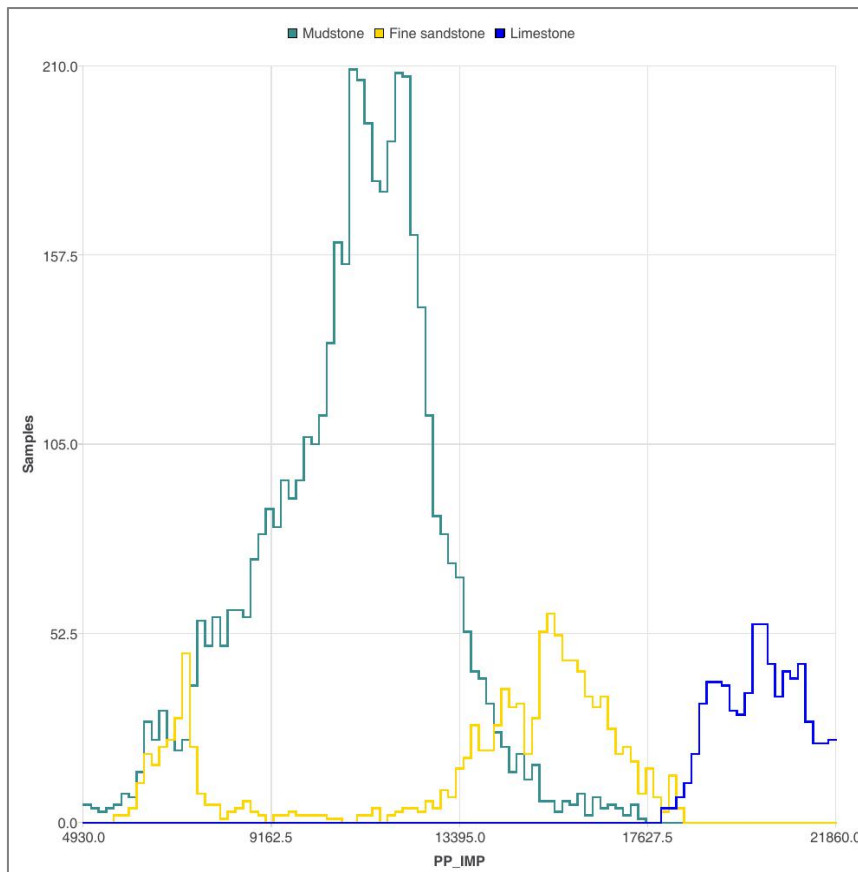
可行性分析

22

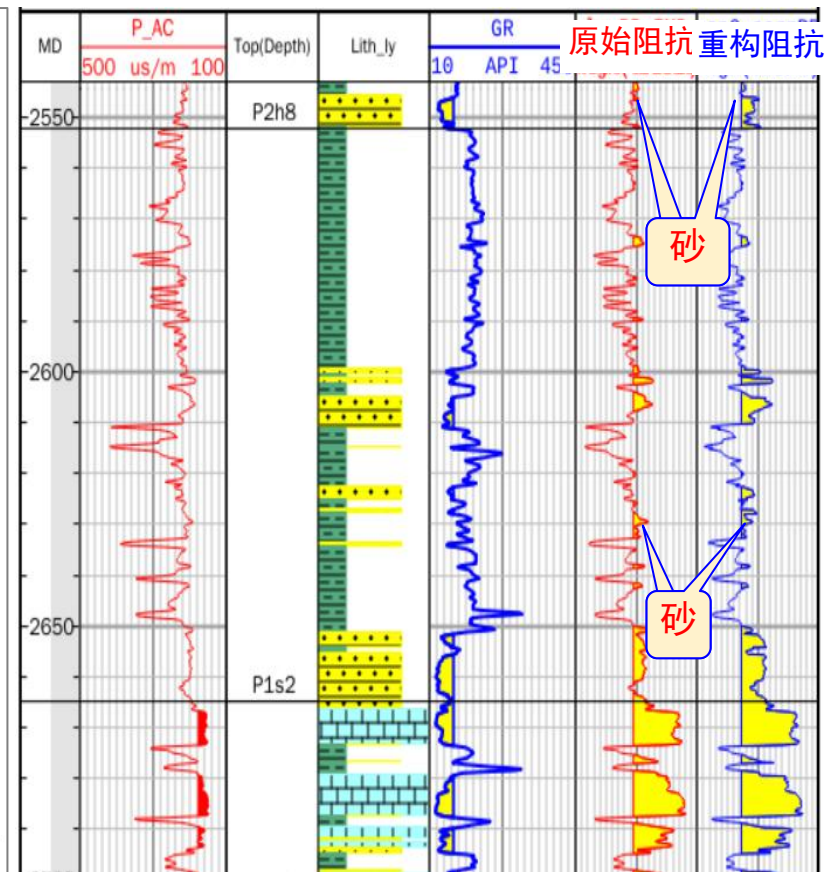
井波阻抗曲线分析：原始波阻抗曲线不能区分砂、泥岩，重构曲线后，波阻抗可以较好地区分砂岩储层。



阻抗曲线重构前



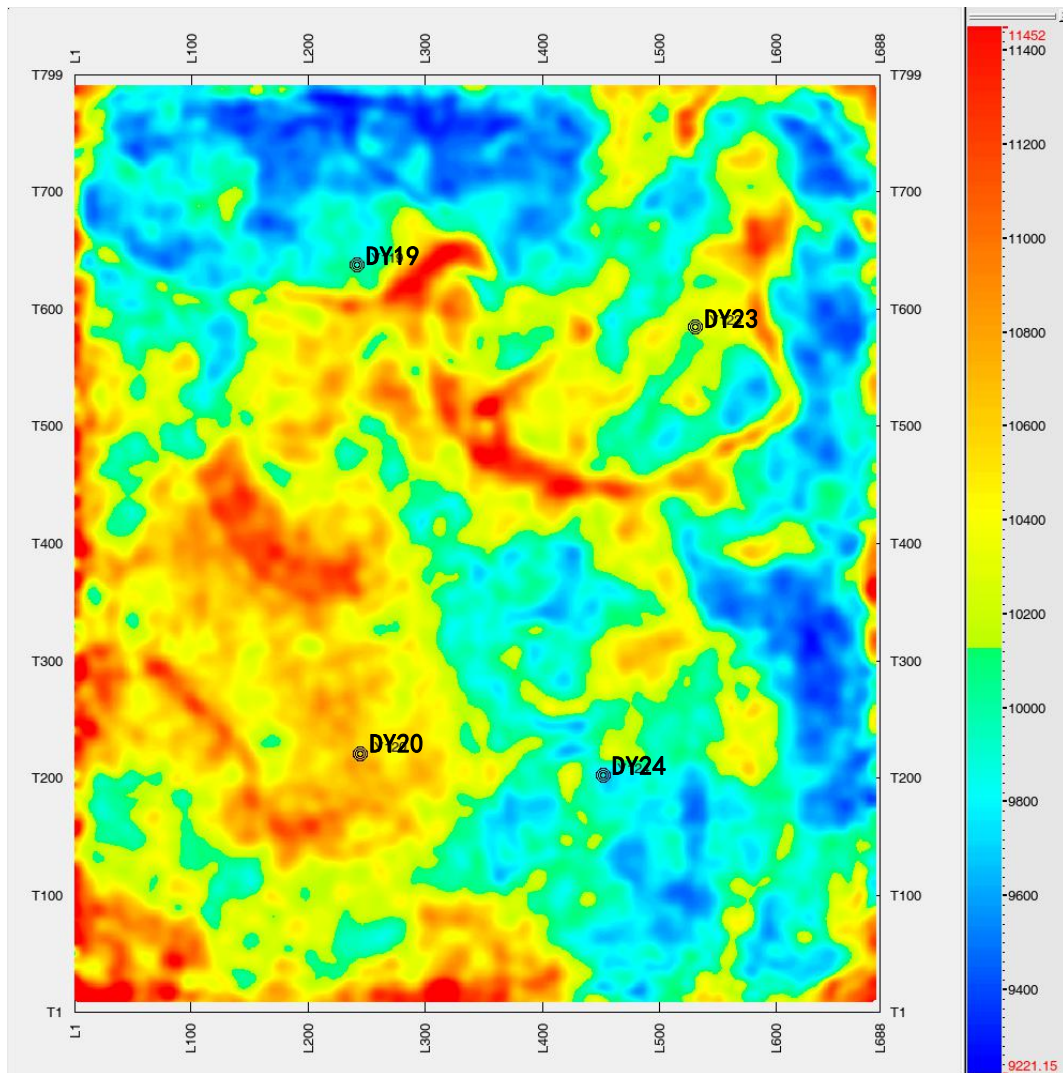
阻抗曲线重构后



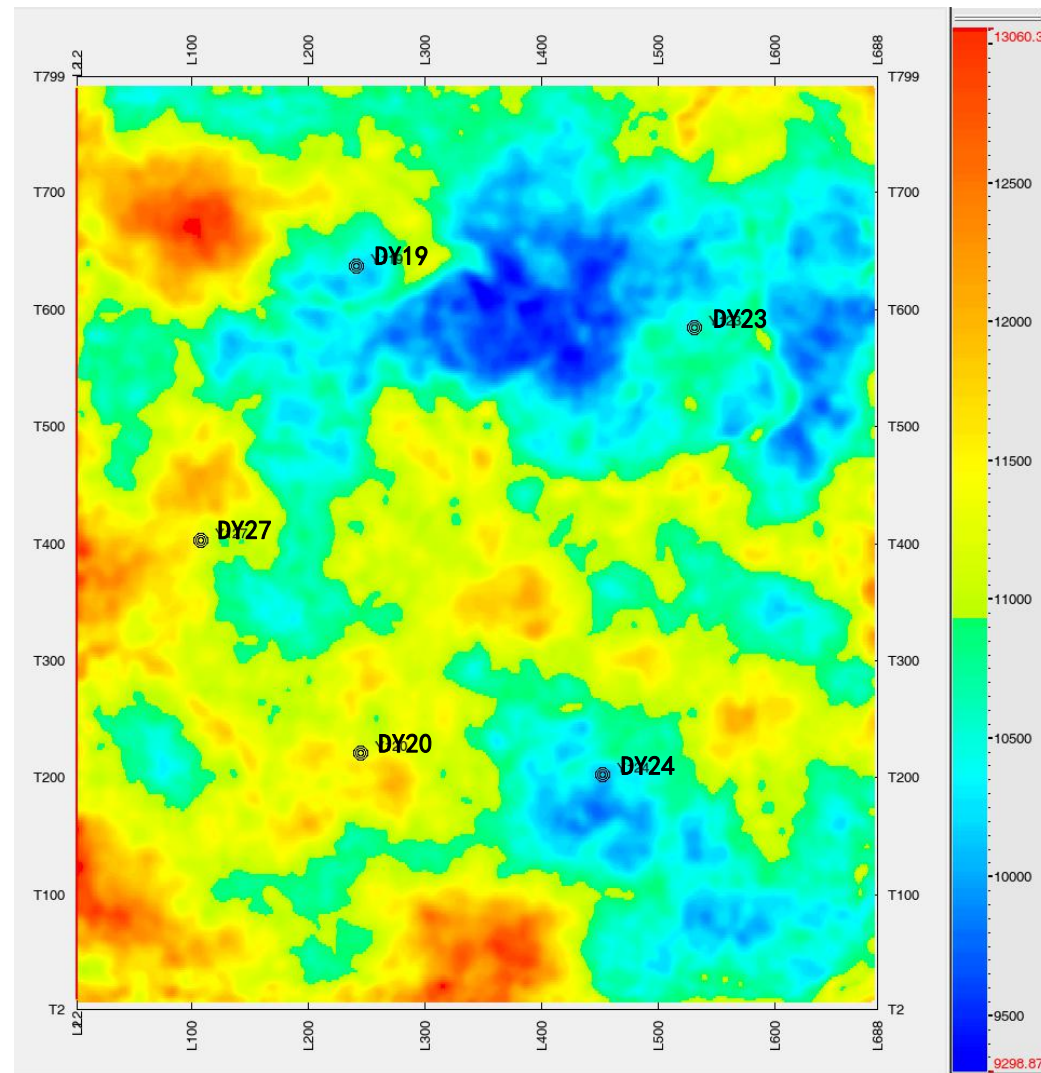
阻抗曲线重构前后对比分析



缺省变差函数预测结果与稀疏脉冲反演结果出入较大，变差分析存在问题。



稀疏脉冲反演



地质统计学反演-缺省变差函数



参数页

Modified GeoStochastic Inversion (YC3d)

Input | Volume | **Parameters** | Wells | Output

Low Frequency

High-pass(Hz): 5 | High-cut(Hz): 10

High Frequency

High-pass(Hz): 110 | High-cut(Hz): 150

Weight: 0.5 | 0.0 ————— 1.0

Analyze... | **Advanced**

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

Smooth Filter Strength: 1

Run Date & Time: 2025-09-18, 09:10:20 | Thread Num: (1-10) | 2

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

数据析

已有配置: config-0 | 新建配置

属性列表: Curve | 地层列表: HH | 相约束

Transformation | Variogram | Hint

主方向: 0 | 类型: 高斯 | 基台值: 883544 | **主变程: 310** | **垂直变程: 8** | 重置

次方向: 90 | 倾斜角: 90 | 块金值: 778e-11 | 次变程: 200

主方向 | 次方向 | 垂直方向

带宽: 400 | 搜索半径: 1000 | 步长个数: 30

厚度: 20 | 角度容差: 50 | 步长: 33.3333

只搜索区域内 | 步长容差: 50 %

上下: 调整基台值
左右: 调整主变程

控制半径

控制方向

控制带宽

上下: 调整块金值

Semivariance

number of pairs

应用 | 确定 | 取消

地质统计学反演



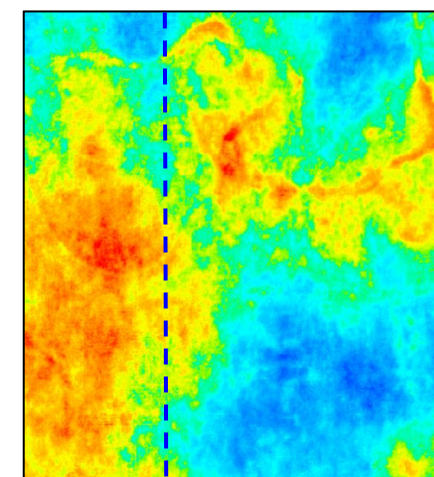
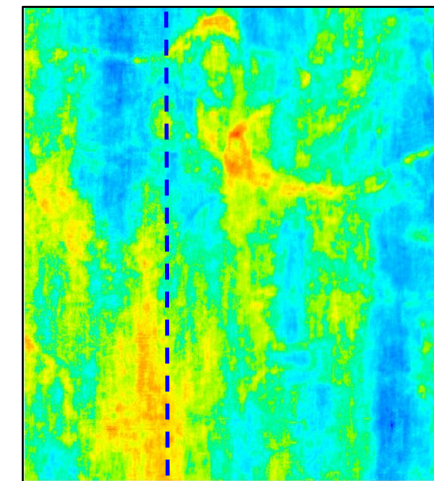
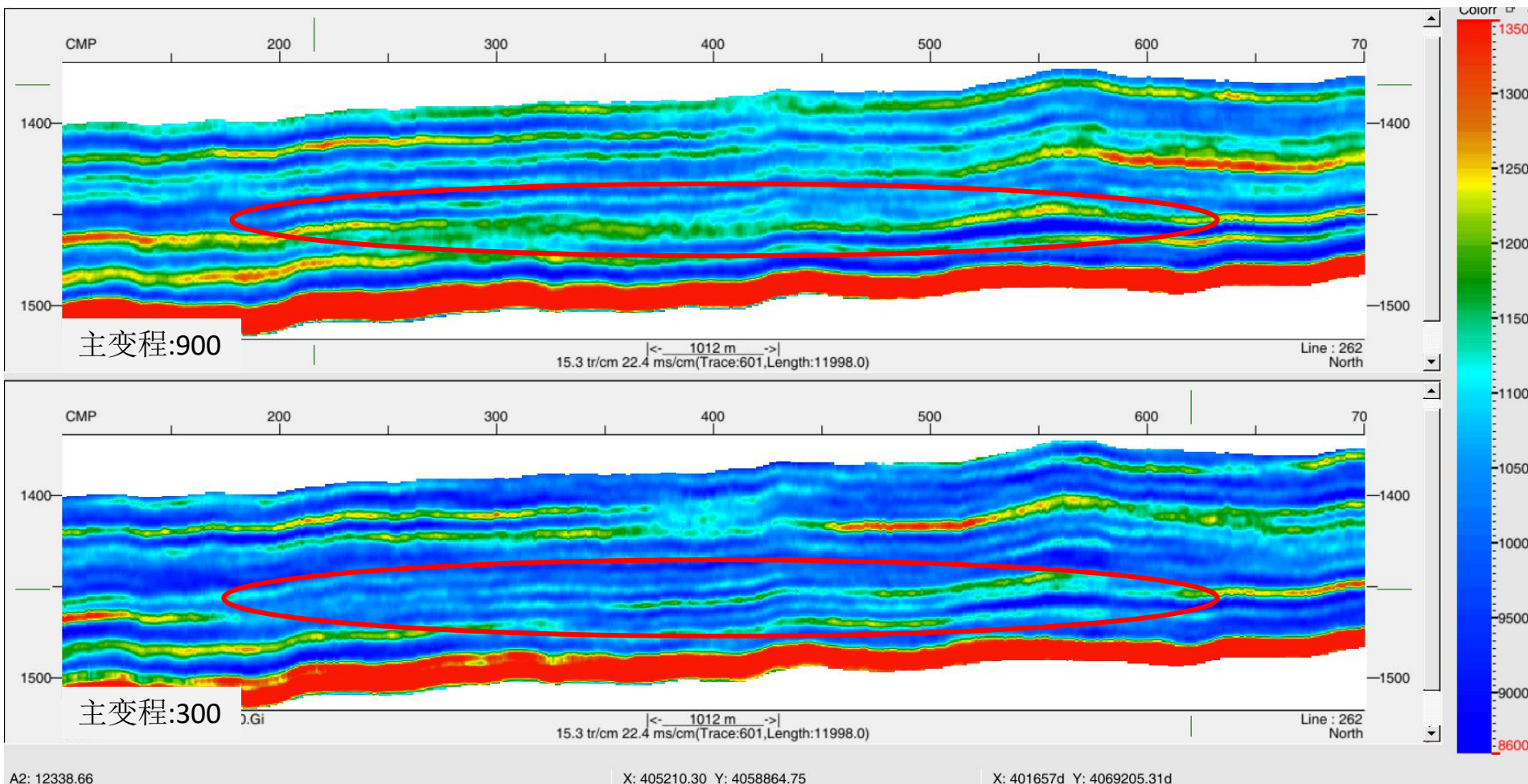
中国石油

2. 关键参数分析

结果分析

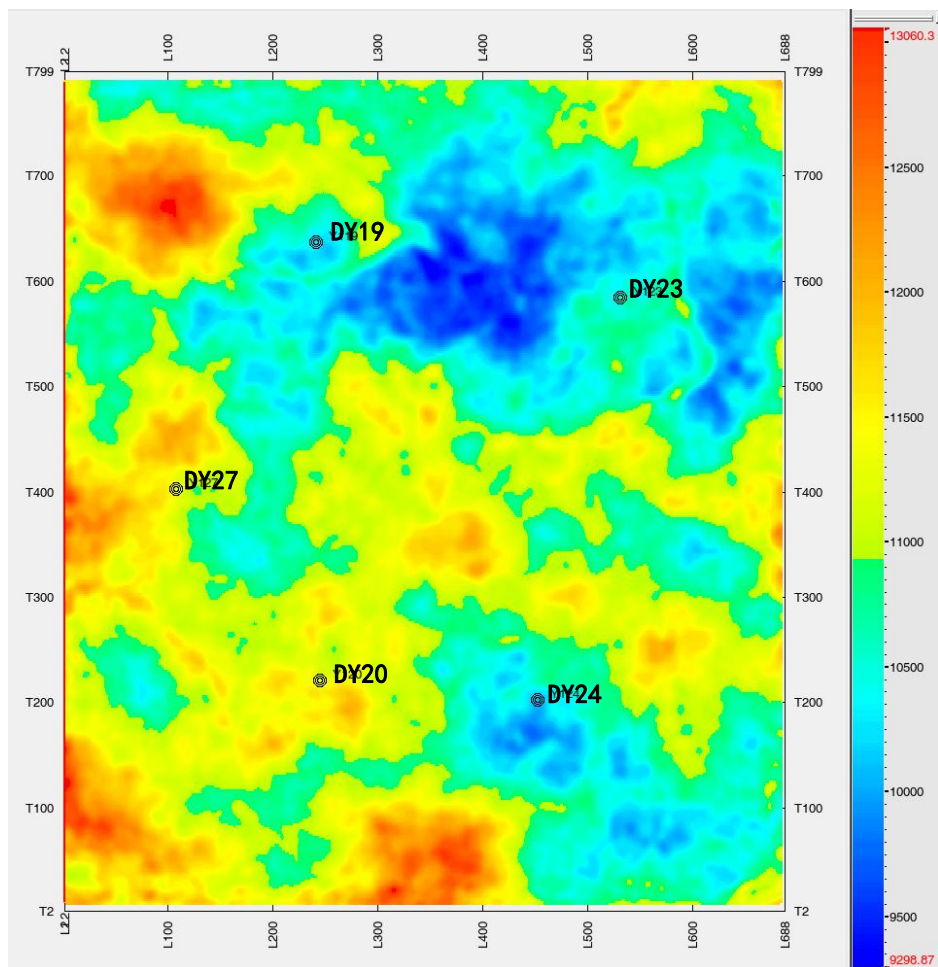
25

调节主变程（缺省200，道数）：值增大时，主方向的地质体连续性增强；



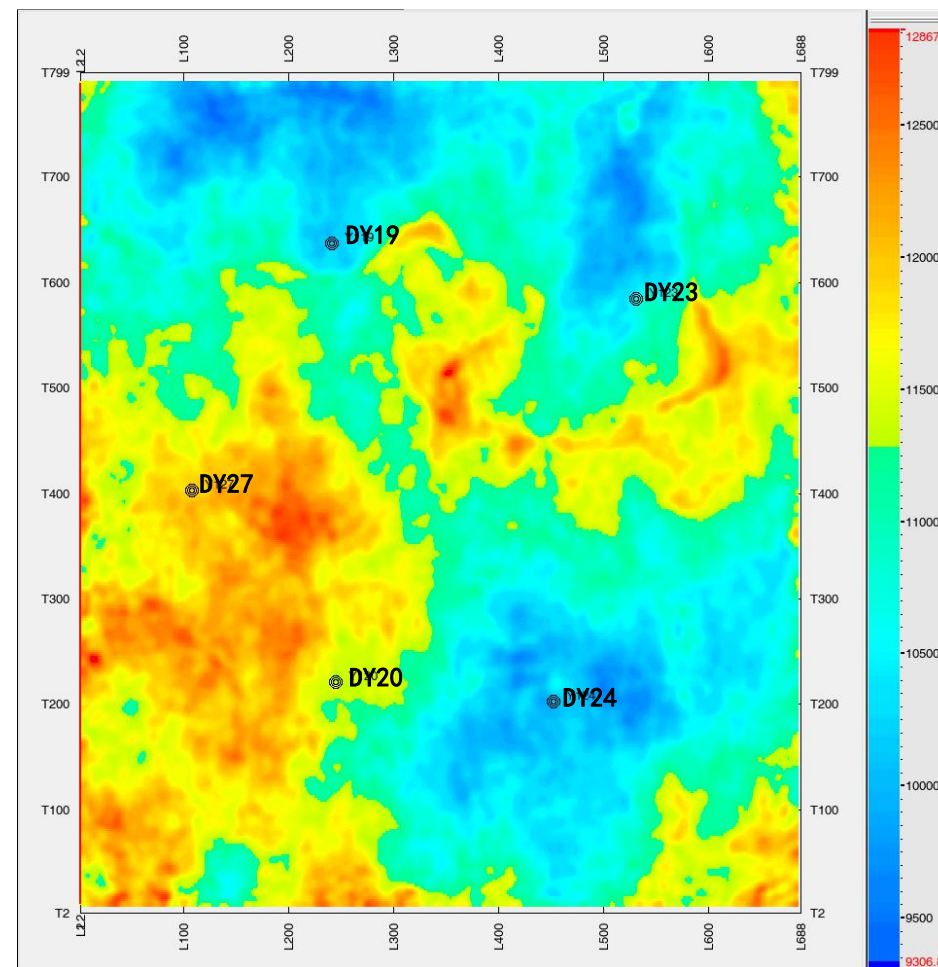


原始参数



地质统计学反演

调整参数后



地质统计学反演

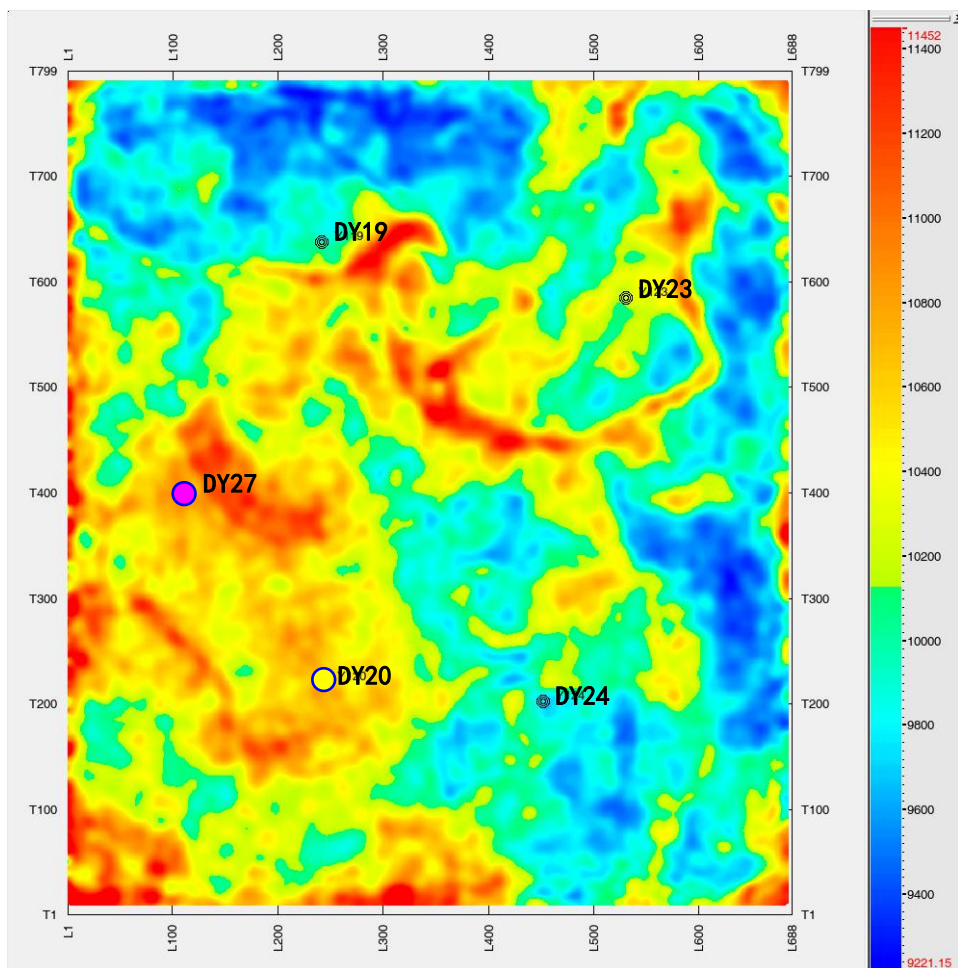


中国石油

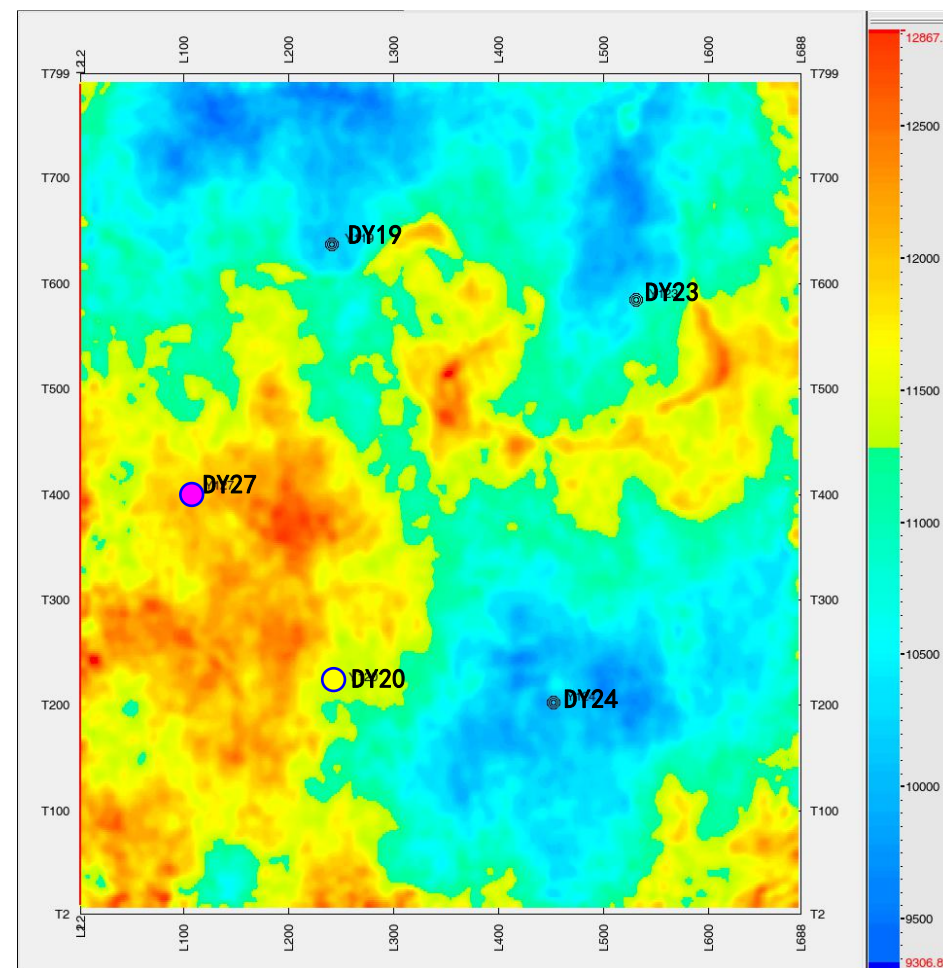
4. 地质统计学反演应用实例 (叠后)

结果分析

27



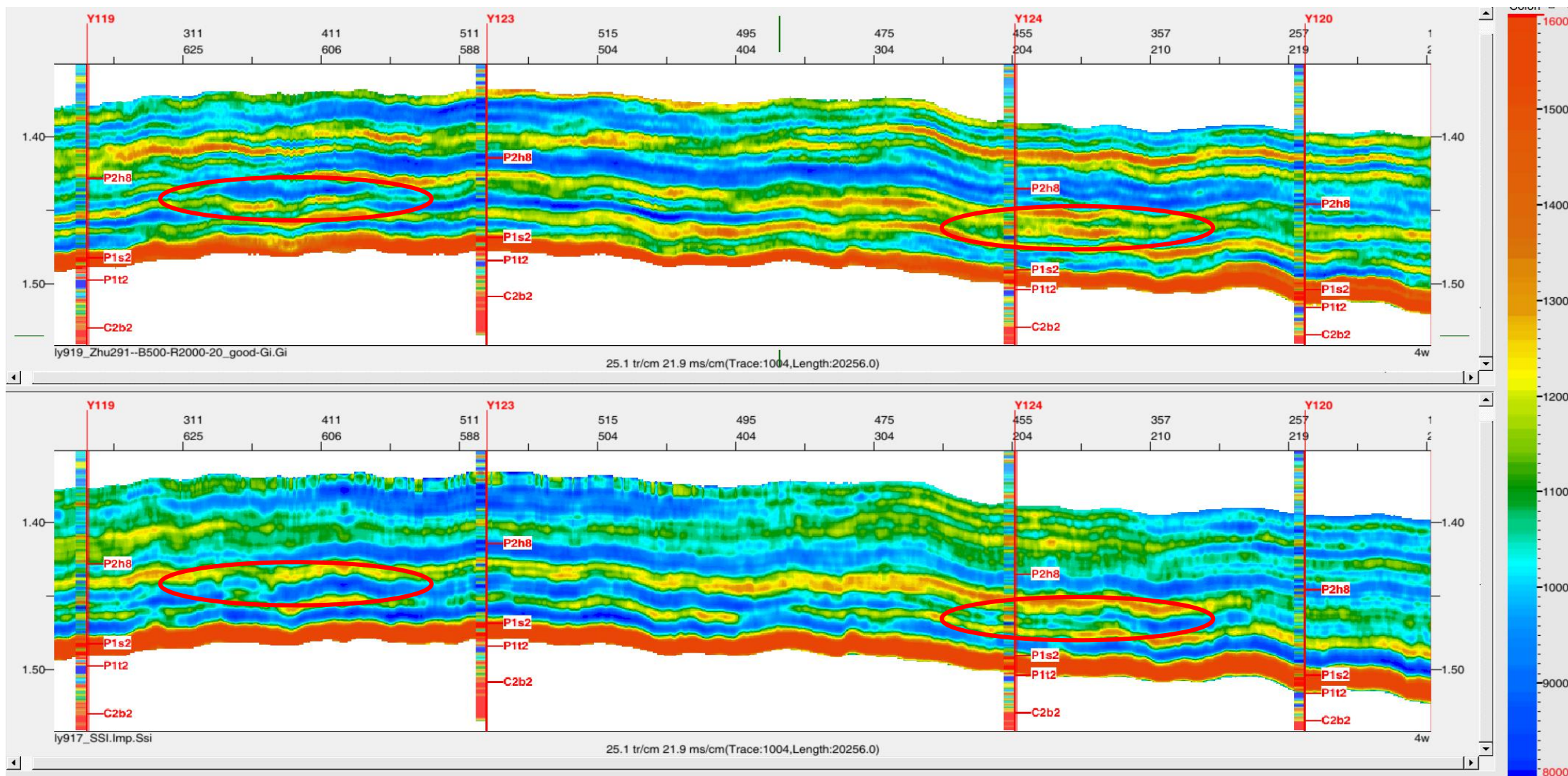
稀疏脉冲反演



地质统计学反演



4. 地质统计学反演应用实例 (叠后)





CONTENES
目录

01

一、概述

02

二、反演应用实例

- 1.反演原理简介
- 2.影响参数分析
- 3.应用小技巧
- 4.应用效果 (叠前+叠后)

03

三、注意事项及推荐流程

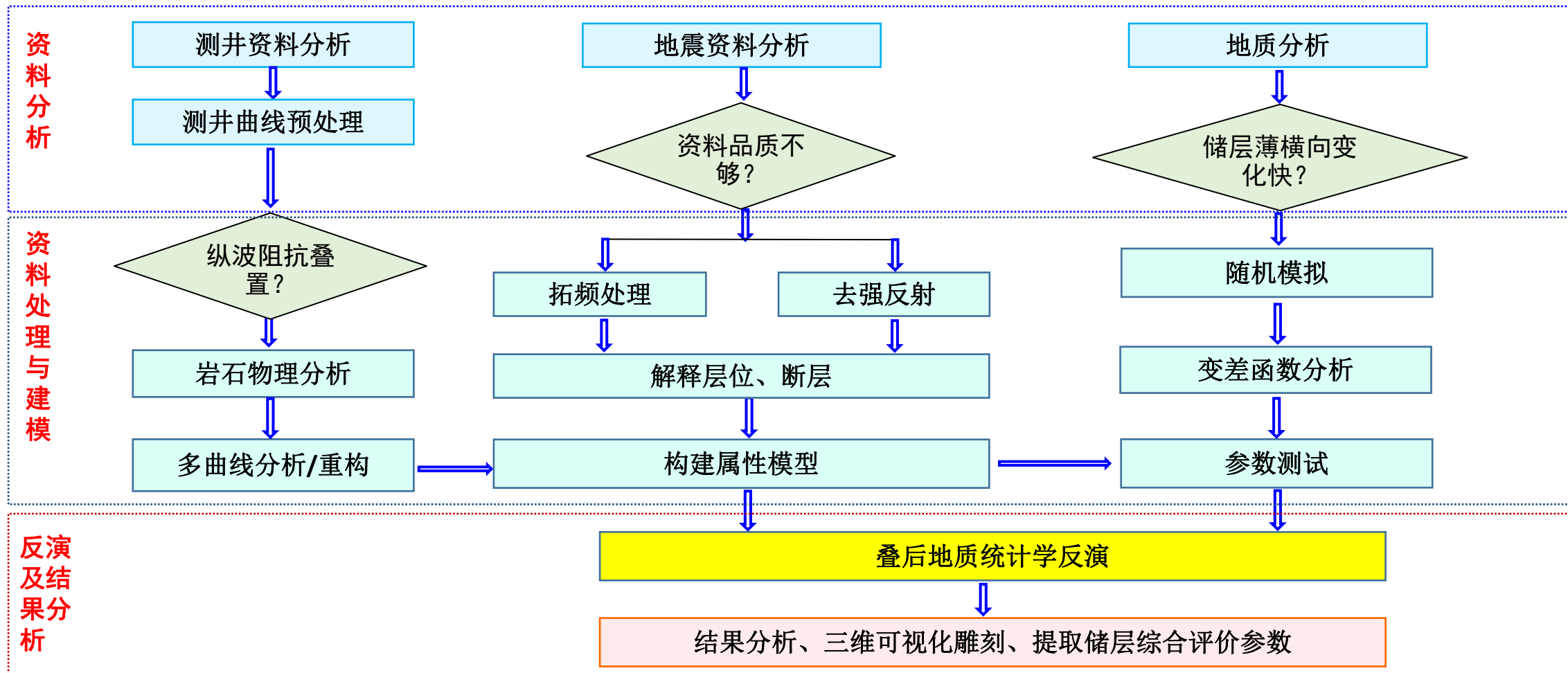


三、注意事项

1. 叠后地质统计学反演准备工作：曲线处理、标定分析、纵波阻抗是否反映目标的可行性分析等工作；
2. 根据目标对地震资料进行必要的预处理（重采样）；
3. 反演时窗进行小范围的内收可防止结果的条带异常；
4. 叠后地质统计学反演目标层段的平面结果与稀疏脉冲反演的平面结果进行对比分析。

技术流程

结合岩石物理分析，在地震资料优化处理基础上，开展高分辨率地质统计学反演和储层参数预测，对有利储层进行综合评价。



感谢大家对GeoEast软件的 信任和支持!

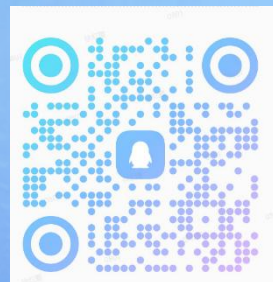
更多详情请关注



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