

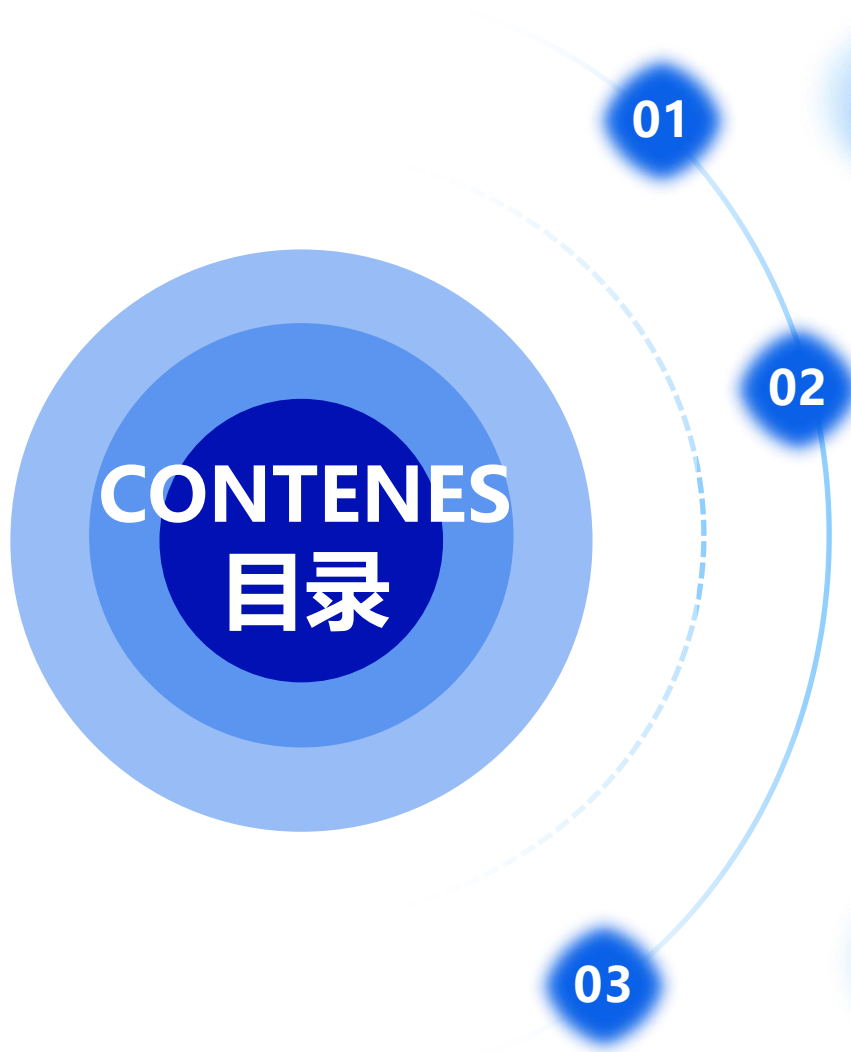
# 叠后自适应宽带约束/外推反演 (ABci) 及应用

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



## 一、研究背景

## 二、反演流程及实例

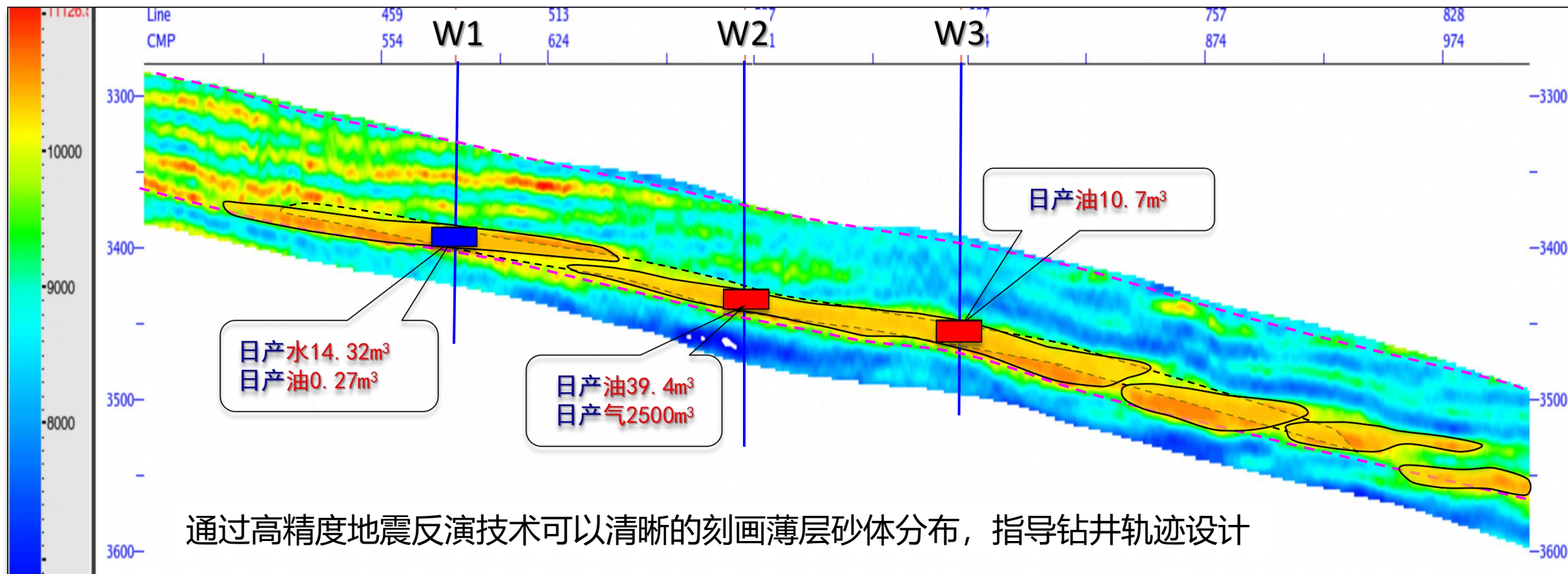
- 1.反演启动及流程
- 2.自适应宽带约束反演原理、特点及影响参数分析
- 3.自适应外推反演原理、特点及影响参数分析
- 4.案例应用效果

## 三、注意事项及推荐流程



# 一、研究背景

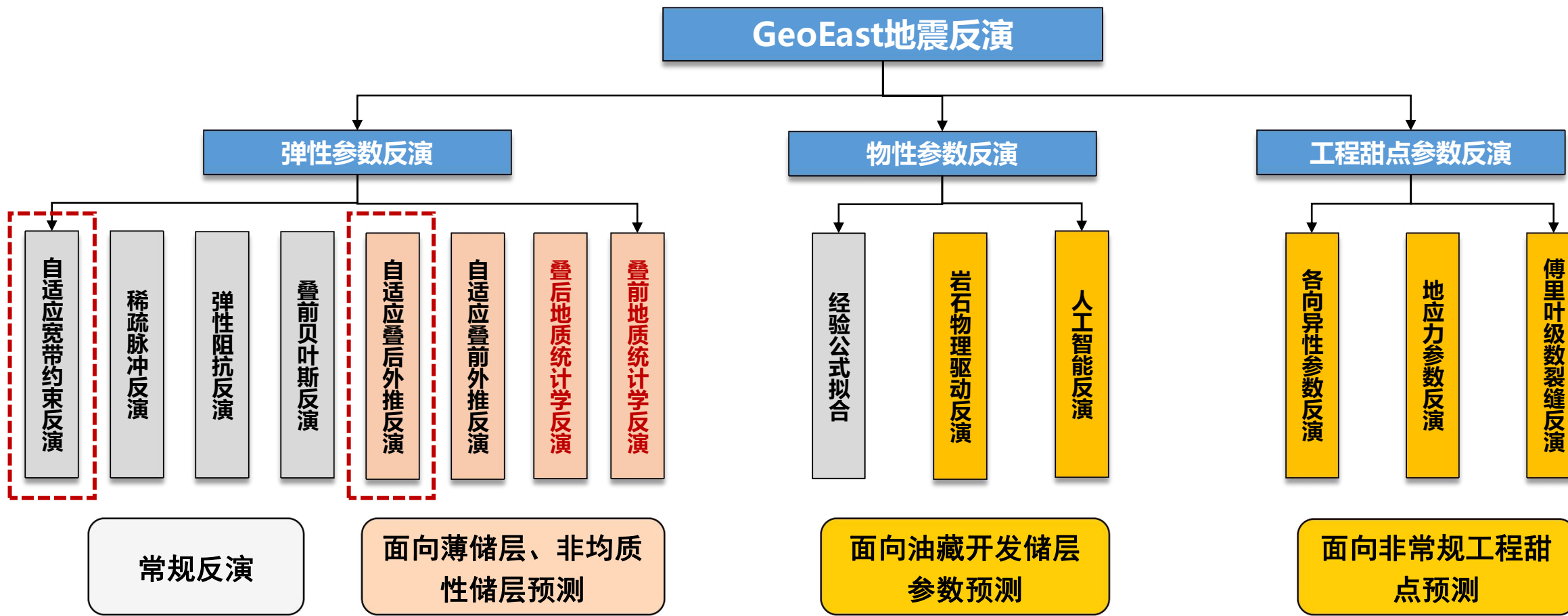
随着GeoEast向油气田勘探开发领域深入推广，生产中面临的储层越来越复杂，对于储层预测的技术的要求越来越高。

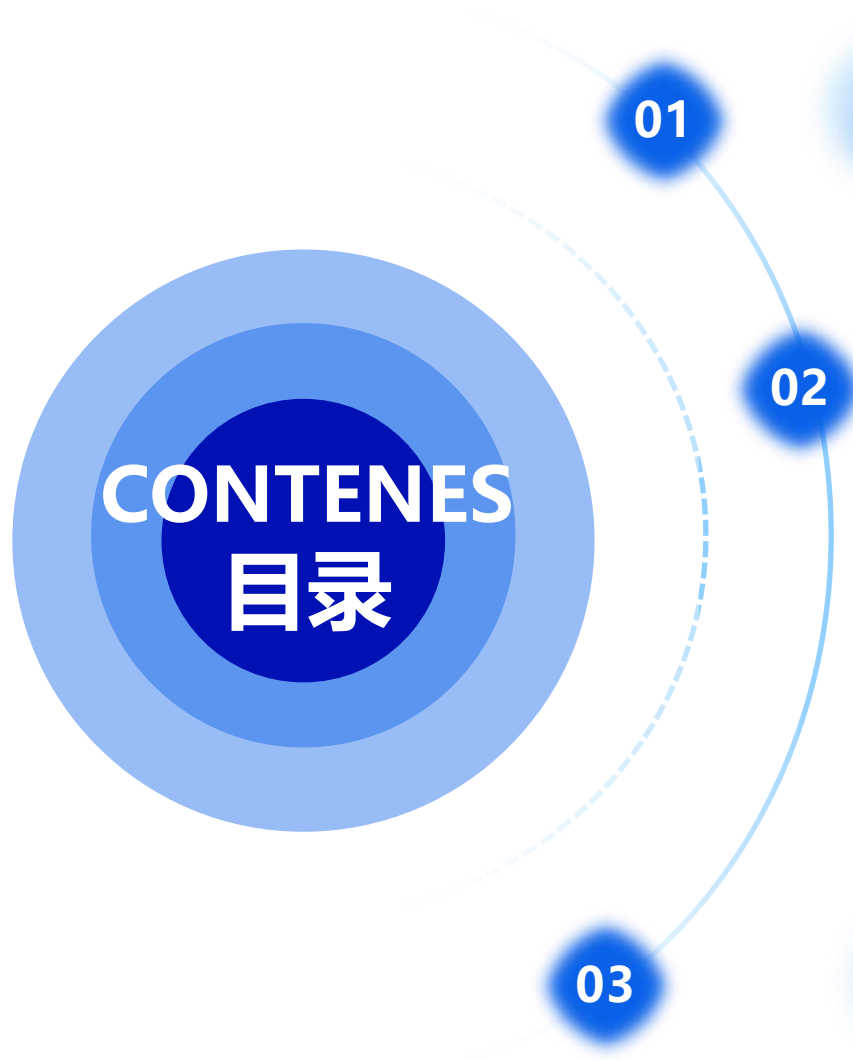




# 一、研究背景

## GeoEast软件的反演方法系列





## 一、研究背景

## 二、反演流程及实例

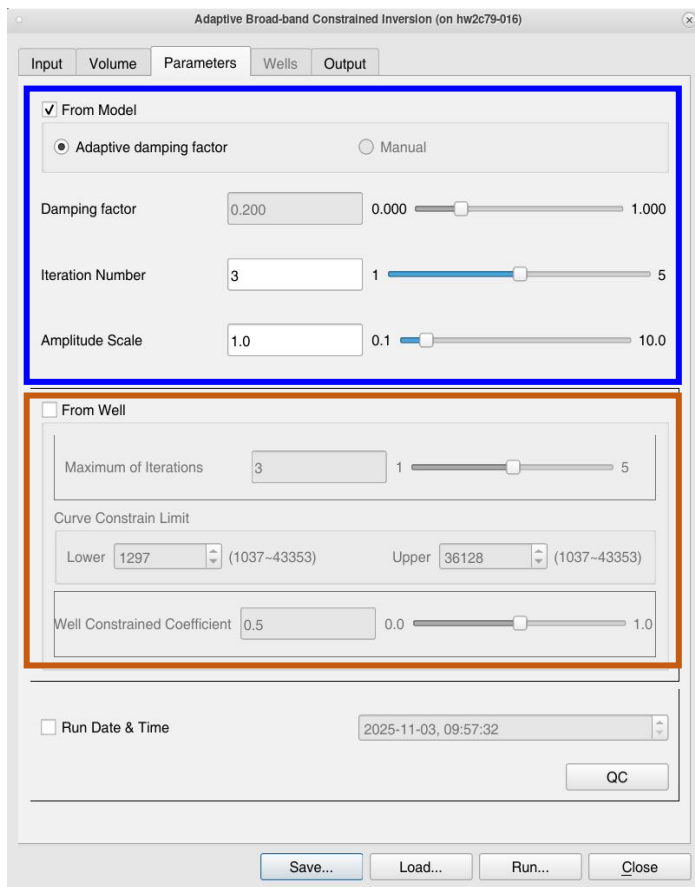
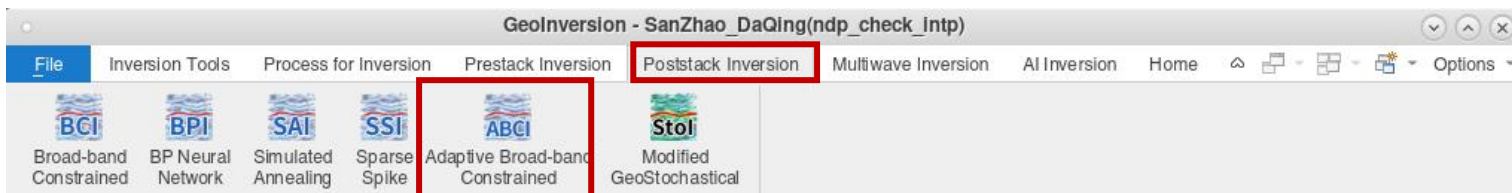
- 1.反演启动及流程
- 2.自适应宽带约束反演原理、特点及影响参数分析
- 3.自适应外推反演原理、特点及影响参数分析
- 4.案例应用效果

## 三、注意事项及推荐流程



中国石油

# 1.启动及流程



自适应  
宽带约束

自适应  
外推反演

自适应宽带约束反演：适用范围广、反演结果分辨率较高。

自适应外推反演：反演结果分辨率高，可以反映5m左右的薄储层，对地层稳定发育的资料反演效果较好。

自适应外推反演

自适应宽带约束反演

稀疏脉冲反演

分辨率



中国石油

# 1.启动及流程

自适应宽带约束

自适应外推反演

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

From Model

Adaptive damping factor  Manual

Damping factor: 0.200 (slider from 0.000 to 1.000)

Iteration Number: 3 (slider from 1 to 5)

Amplitude Scale: 1.0 (slider from 0.1 to 10.0)

---

From Well

Maximum of Iterations: 3 (slider from 1 to 5)

Curve Constrain Limit: Lower: 1297 (1037~43353) Upper: 36128 (1037~43353)

Well Constrained Coefficient: 0.5 (slider from 0.0 to 1.0)

Run Date & Time: 2025-11-03, 09:57:32

QC

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

## 自适应宽带约束反演

1. 地震/模型/子波数据

2. 定义反演范围

3. 设置反演参数

4. 定义输出结果名字

## 自适应外推反演

1. 地震/子波数据

2. 定义反演范围

3. 设置反演参数

4. 设置反演的井曲线

5. 定义输出结果名字



## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

基于贝叶斯理论的自适应宽带约束反演技术，能够直接反演波阻抗，并且根据地震噪声水平自动计算阻尼因子，获得具有最佳分辨率和稳定性的反演结果，提升GeoEast确定性反演结果精度。

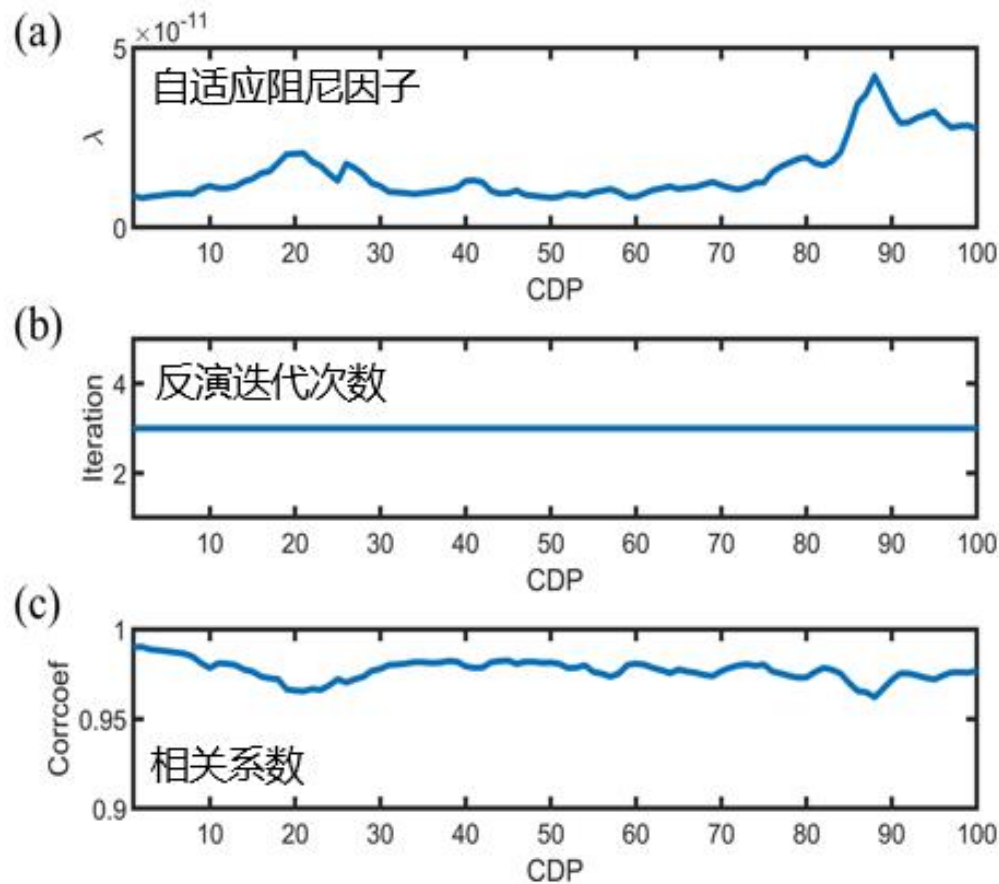
1、泰勒公式构建波阻抗摄动量正演方程

$$\mathbf{s}(\mathbf{z}) \cong \mathbf{s}(\mathbf{z}_0) + \mathbf{G}(\mathbf{z} - \mathbf{z}_0) \quad \Delta \mathbf{s} = \mathbf{G} \Delta \mathbf{z} + \mathbf{e}$$

2、贝叶斯理论推导自适应阻尼因子

$$p(\Delta \mathbf{z} | \Delta \mathbf{s}) \propto \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_z^2} \|\Delta \mathbf{z}\|_2^2 + \frac{1}{\sigma_n^2} \|\mathbf{G} \Delta \mathbf{z} - \Delta \mathbf{s}\|_2^2 \right) \right]$$

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{z}_k = [\mathbf{G}_{k-1}^T \mathbf{G}_{k-1} + \lambda_{k-1} \mathbf{I}]^{-1} \mathbf{G}_{k-1}^T (\mathbf{d}^{obs} - \mathbf{s}_{k-1}) \\ \mathbf{z}_k = \mathbf{z}_{k-1} + \Delta \mathbf{z}_k \end{cases} \quad \lambda_{k-1} = \sigma_{n_{k-1}}^2 / \sigma_{z_{k-1}}^2$$





中国石油

## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

9

自适应  
宽带  
约束  
反演

自适应  
外推  
反演

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

From Model

Adaptive damping factor  Manual

Damping factor 0.200 0.000 1.000

Iteration Number 3 1 5

Amplitude Scale 1.0 0.1 10.0

From Well

Maximum of Iterations 3 1 5

Curve Constrain Limit

Lower 1297 (1037~43353) Upper 36128 (1037~43353)

Well Constrained Coefficient 0.5 0.0 1.0

Run Date & Time 2025-11-03, 09:57:32

QC

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

输入界面

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

Seismic m\_ovt\_Q\_cg\_cn6\_rm0.3\_15-20\_T1s-2.5s\_merge.merge Select... View

Model ly709\_ori\_lp\_Volume\_PP\_IMP Select... View

Wavelet rick36\_1ms\_60 Select... View

特点:

- 1) 基于模型;
- 2) 阻尼因子可自适应调节
- 3) 不需要输入井曲线

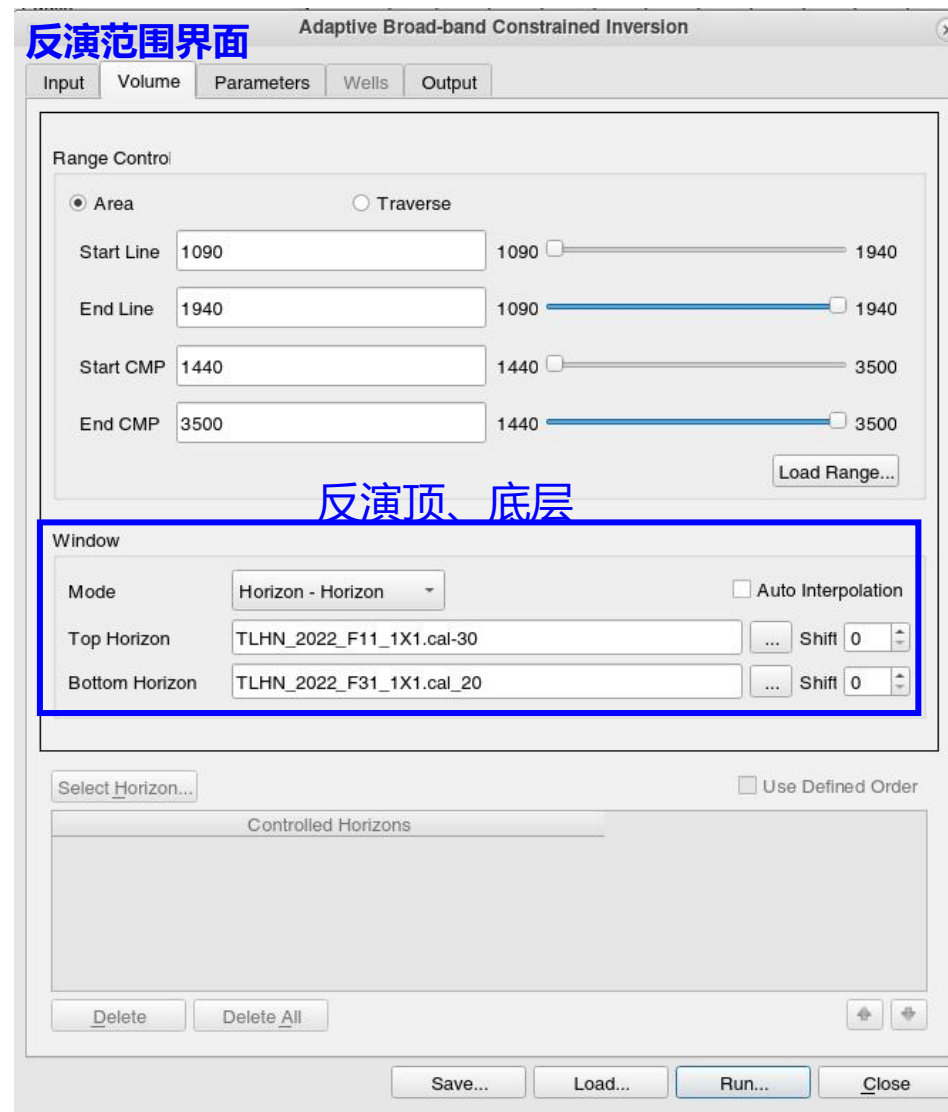
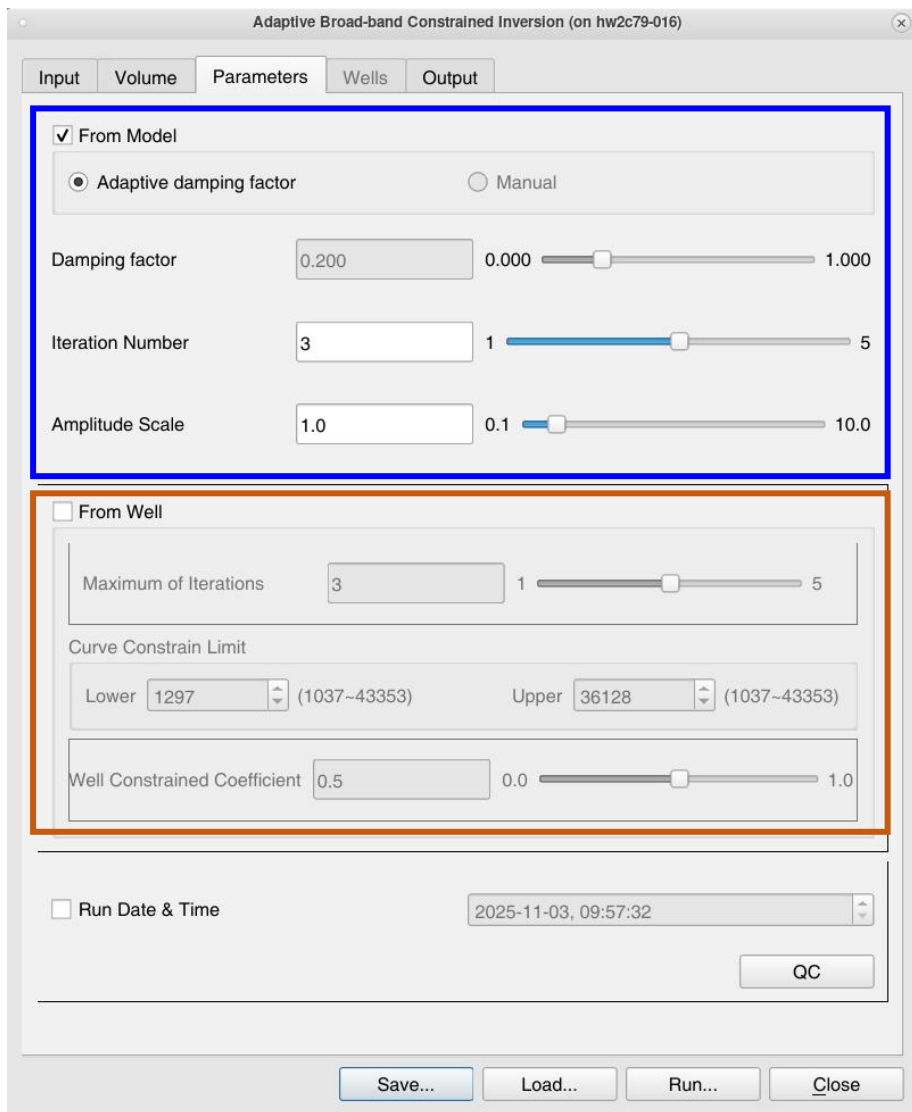


## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

注意事项：反演层段需大于1个子波长，不够一个子波长度的需要外扩。

自适应宽带约束反演

自适应外推反演



## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析



中国石油

### 1) 阻尼因子：分为自适应阻尼因子和手动调节阻尼因子两种方式

自适应  
宽带  
约束  
反演



#### 自适应阻尼因子：

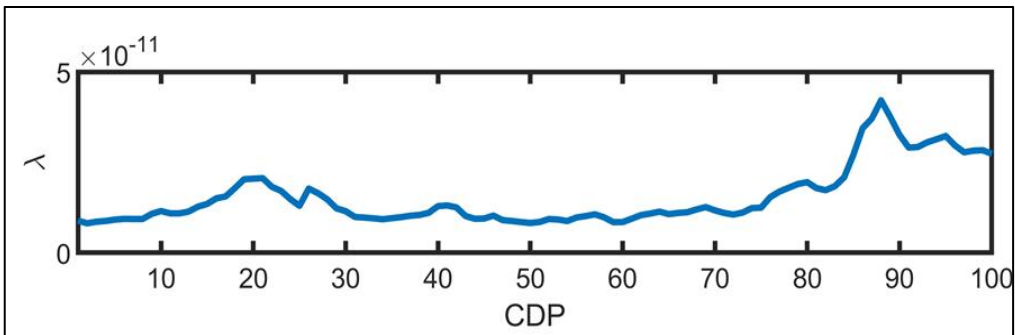
各道的阻尼因子各不相同，自动变化，调节反演分辨率和稳定性；

#### 手动调节阻尼因子：

- 1) 值越大反演结果越接近初始模型，稳定性越高。
- 2) 值越小，反演结果与地震数据匹配性更好，但过小时，反演结果不稳定。

敏感性高，V4.3之后的版本关闭手动调节功能。

阻尼  
因子

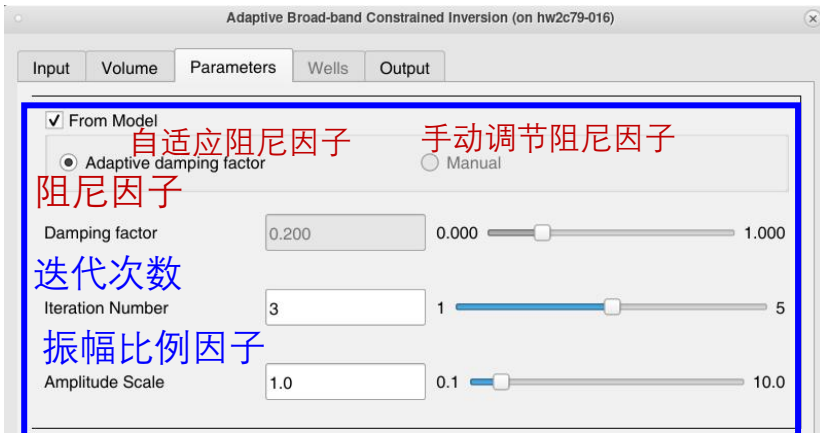




## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

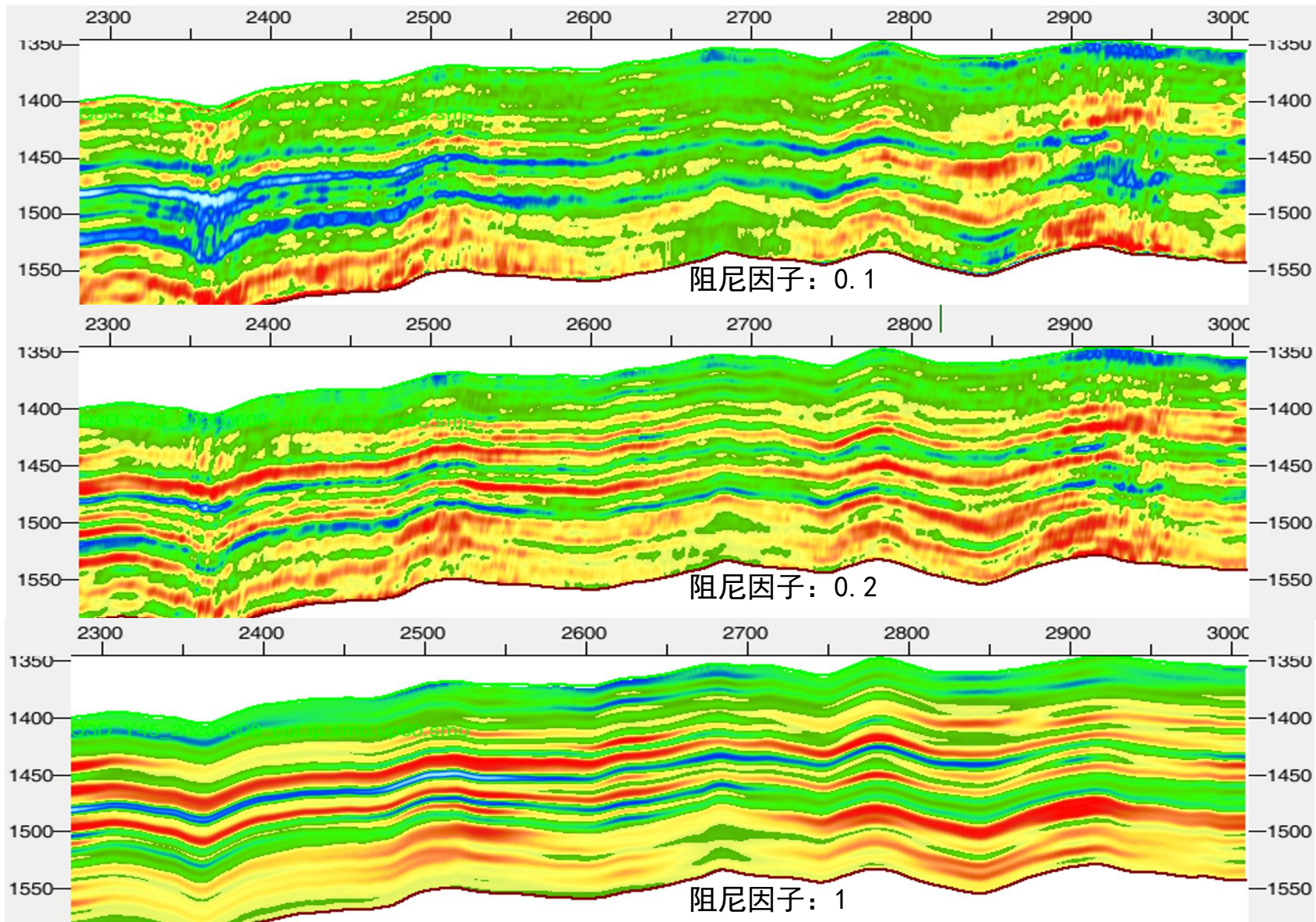
中国石油

### 自适应宽带约束反演



#### 手动调节阻尼因子:

- 1) 值越大反演结果越接近初始模型，稳定性越高。
- 2) 值越小，反演结果与地震数据匹配性更好，但过小时，反演结果不稳定。敏感性强，V4.3之后的版本关闭手动调节功能。



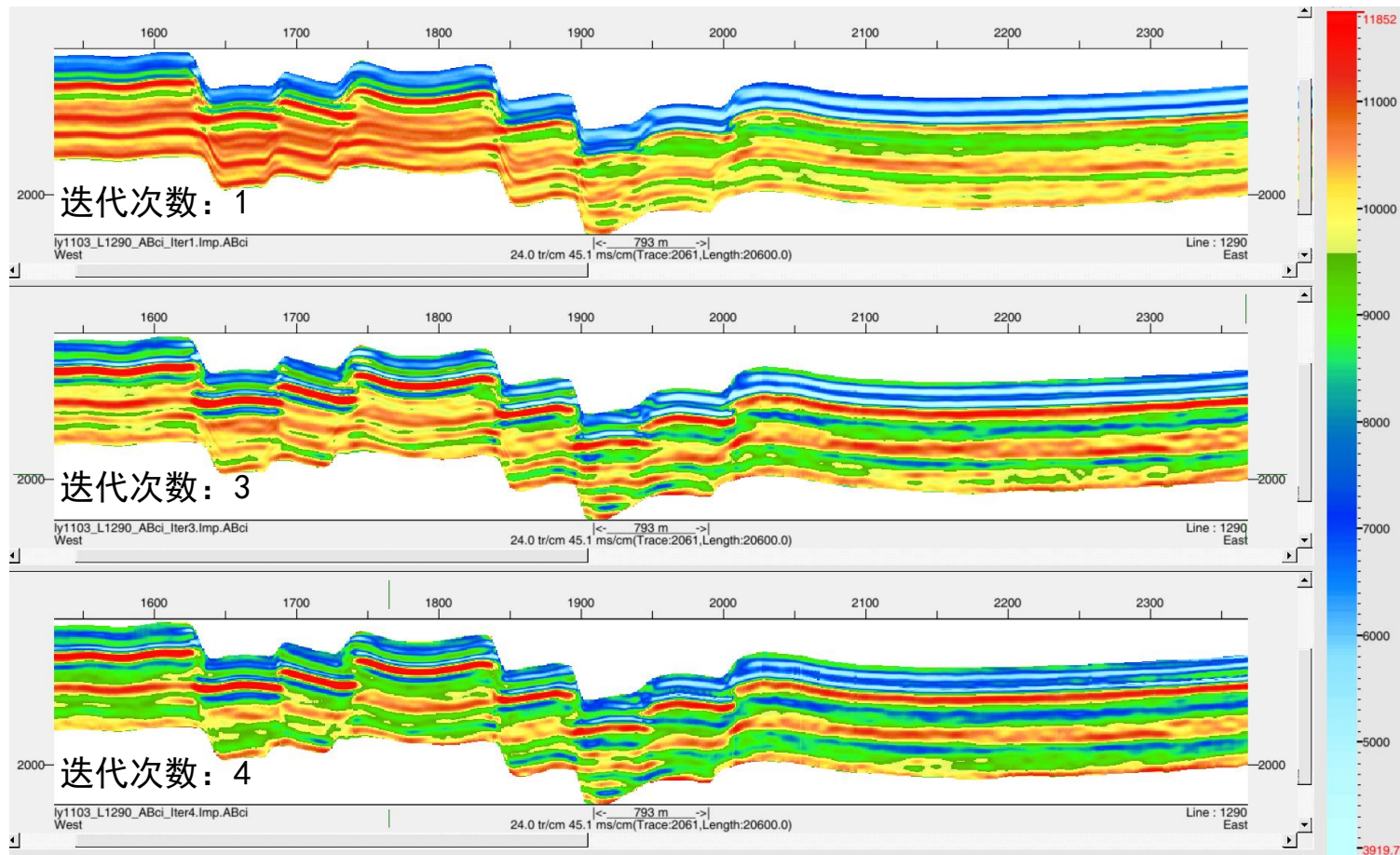
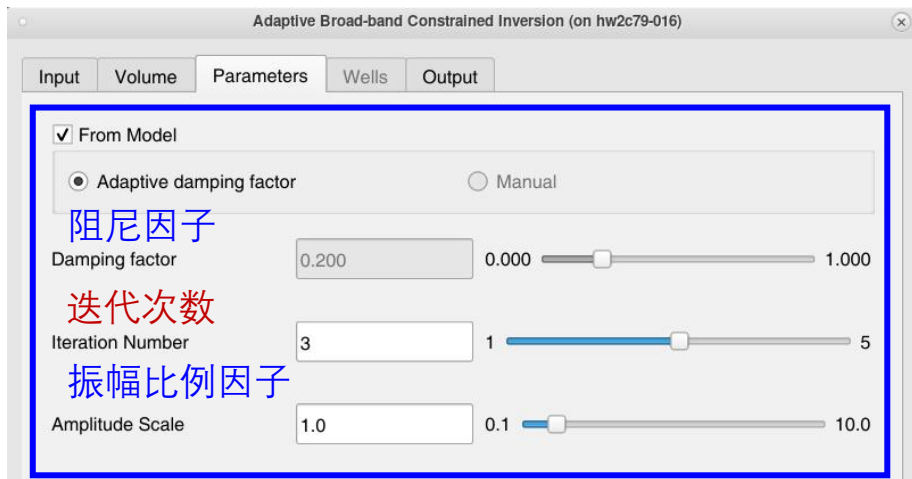
阻尼因子对反演结果的影响



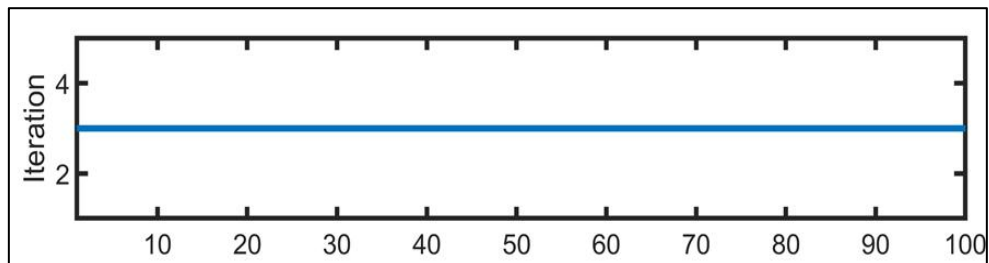
## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

2) 迭代次数: 缺省值为3, 经过3次迭代修正, 反演结果的合成记录与实际地震道的相关系数均能达到95%以上。

自适应  
宽带约束  
反演



迭代  
次数

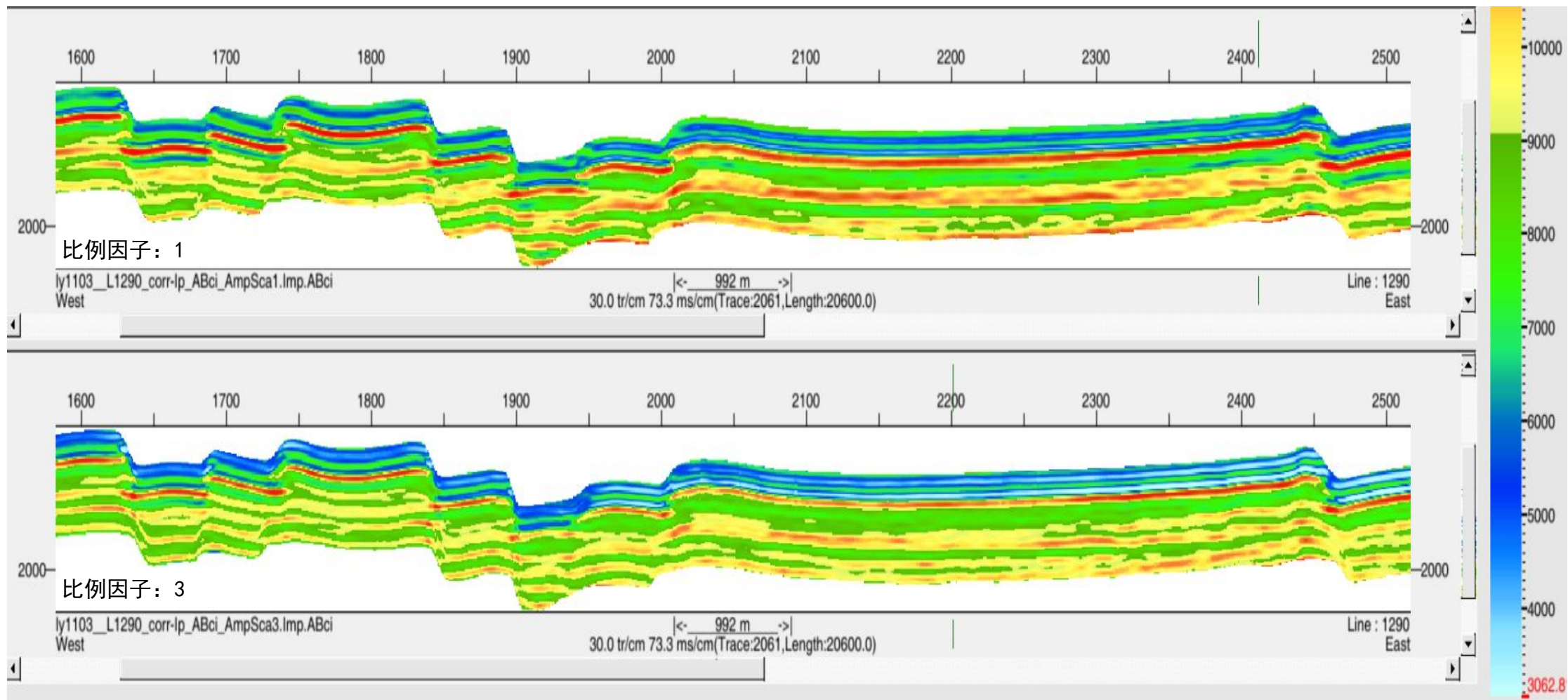


迭代次数对反演结果的影响



## 2. 自适应宽带约束反演技术原理、特点及影响参数分析

2) 振幅比例因子: 缺省值为1, 比例因子越小, 越接近于地震; 比例因子越大, 结果越稳定, 与模型相关性更高。



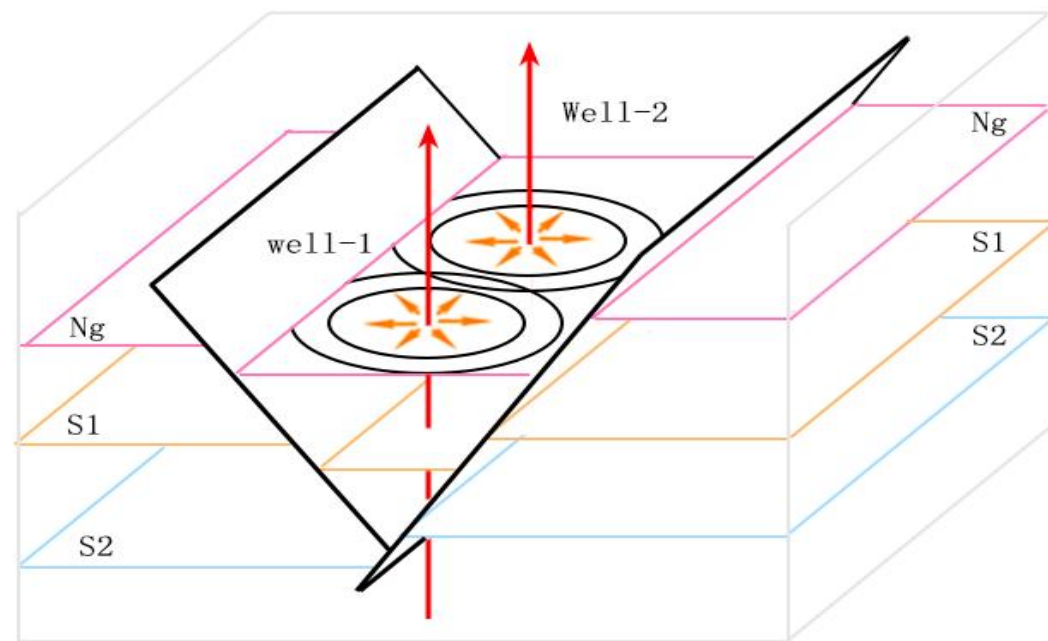
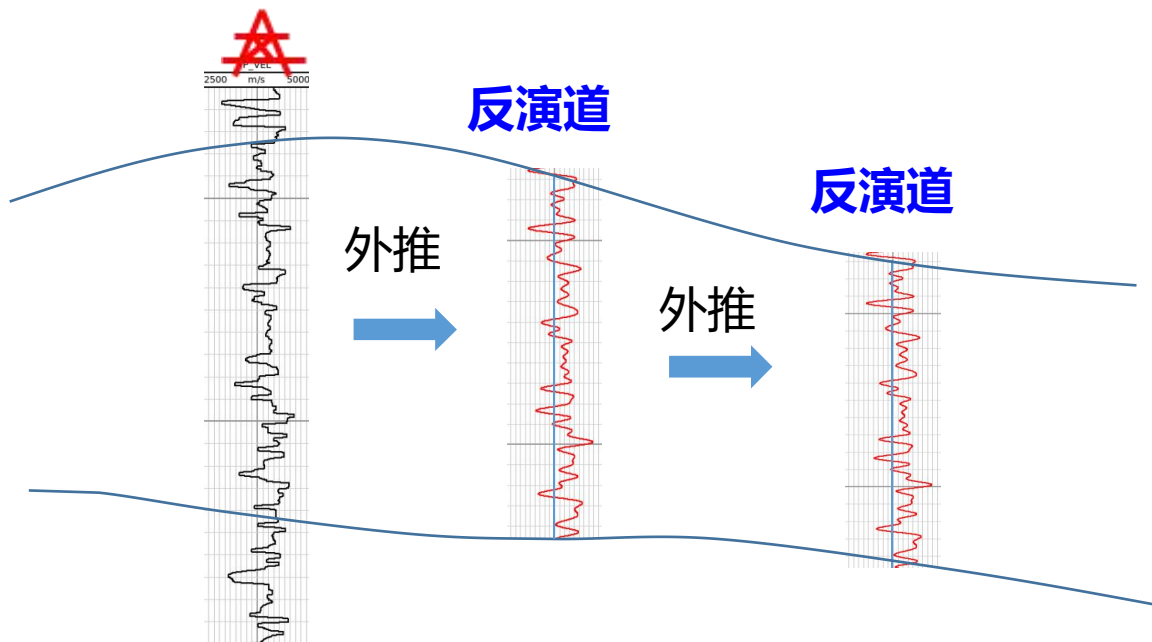
振幅比例因子对反演结果的影响



中国石油

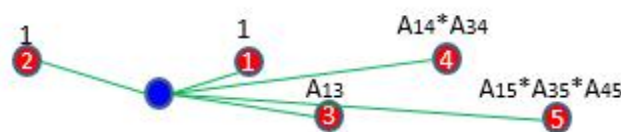
### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析

**自适应外推反演原理：**充分利用相邻地震道波形的相似性，由井出发动态建模与反演，并且引入测井约束项和贝叶斯自适应阻尼算子，获得与地质背景趋势一致的高分辨率反演结果。



**井震联合反演**

$$J = \underbrace{\|S - D\|^2}_{\text{地震约束项}} + \beta \underbrace{\|S - D_{pri}\|^2}_{\text{测井约束项}} \rightarrow \min$$



$$A_{pq} = \begin{cases} 1 & \varphi_{qp} > \Phi \\ (1 - \cos^2 \varphi_{qp})^m & \varphi_{qp} \leq \Phi \end{cases}$$

方位遮挡权系数计算

### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析



中国石油

自适应  
宽带约束  
反演

自适应  
外推反演

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

From Model

Adaptive damping factor  Manual

Damping factor 0.200 0.000  1.000

Iteration Number 3 1  5

Amplitude Scale 1.0 0.1  10.0

---

From Well

Maximum of Iterations 3 1  5

Curve Constrain Limit

Lower 1297 (1037~43353) Upper 36128 (1037~43353)

Well Constrained Coefficient 0.5 0.0  1.0

Run Date & Time 2025-11-03, 09:57:32

QC

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

特点:

- 1) 不需输入模型 (灰化);
- 2) 动态建模反演;
- 3) 需要输入井曲线。

输入界面

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

Seismic m\_ovt\_Q\_cg\_cn6\_rm0.3\_15-20\_T1s-2.5s\_merge.merge Select... View

Model Select... View

Wavelet rick36\_1ms\_60 Select... View



### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析

自适应宽带约束反演

自适应外推反演

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

From Model

Adaptive damping factor  Manual

Damping factor: 0.200 (slider from 0.000 to 1.000)

Iteration Number: 3 (slider from 1 to 5)

Amplitude Scale: 1.0 (slider from 0.1 to 10.0)

---

From Well

Maximum of Iterations: 3 (slider from 1 to 5)

Curve Constrain Limit: Lower 1297 (1037~43353), Upper 36128 (1037~43353)

Well Constrained Coefficient: 0.5 (slider from 0.0 to 1.0)

Run Date & Time: 2025-11-03, 09:57:32

QC

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

反演范围界面

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-020)

Input Volume Parameters Wells Output

Range Control

Area  Traverse

Start Line: 1090 (slider from 1080 to 1950)

End Line: 1940 (slider from 1080 to 1950)

Start CMP: 1440 (slider from 1440 to 3520)

End CMP: 3500 (slider from 1440 to 3520)

Load Range...

Window

Mode: Horizon - Horizon  Auto Interpolation

Top Horizon: TLHN\_2022\_F11\_1X1.cal\_30 (Shift 10)

Bottom Horizon: TLHN\_2022\_F31\_1X1.cal\_20 (Shift 10)

Select Horizon...  Use Defined Order

Controlled Horizons	
1	TLHN_2022_F11_1X1
2	TLHN_2022_F13_1X1
3	TLHN_2022_F22_1X1

Delete Delete All

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

反演平面范围

反演顶、底层

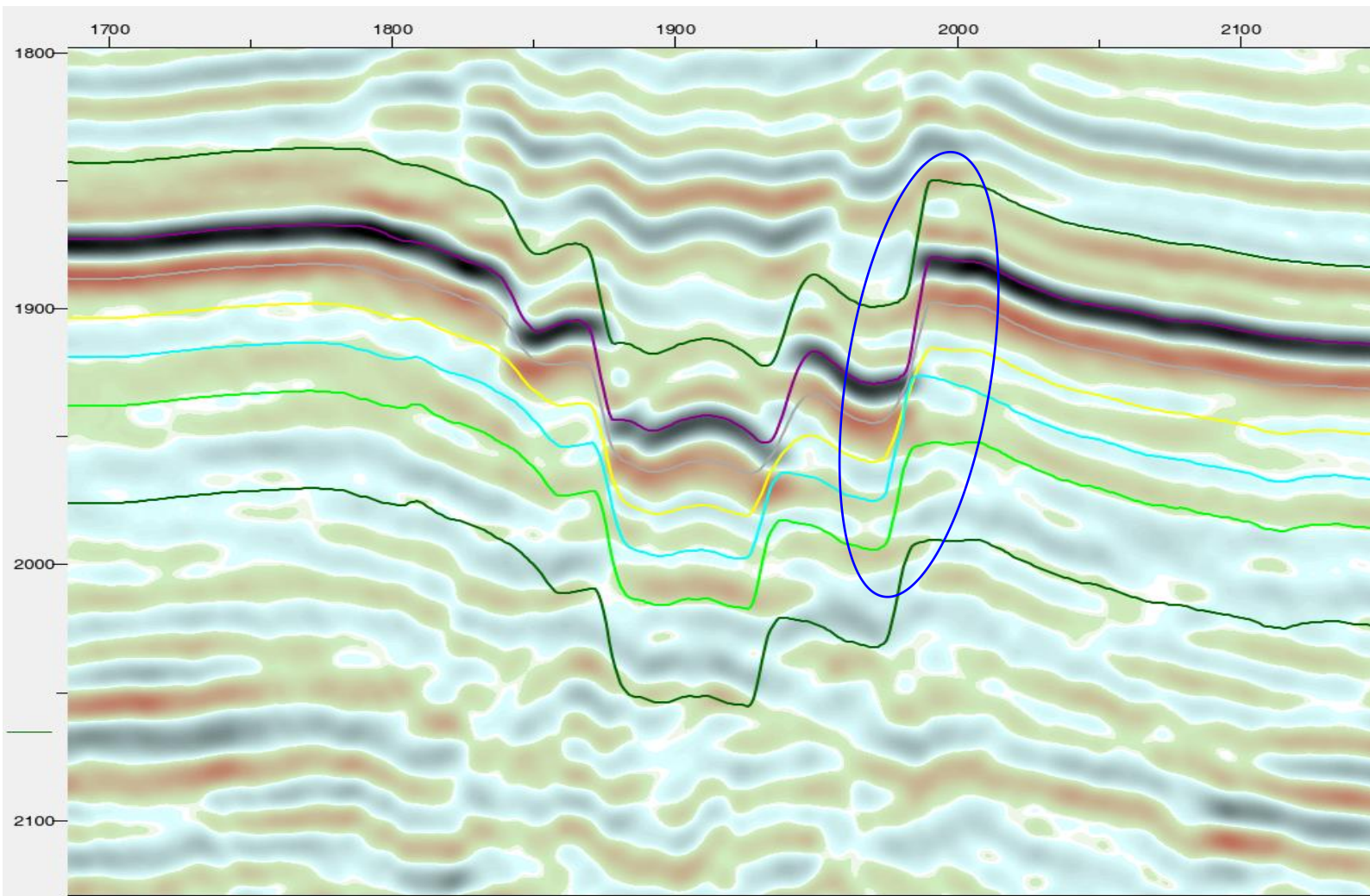
内部控制层



中国石油

### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析

- 注意事项：**
1. 反演设定的矩形平面范围内需要布满数据；
  2. 反演层段最小处需大于一个子波长度，不够一个子波长度的需要外扩；
  3. 反演顶、底层及内部控制层均不能有交叉，如有交叉时，可以用计算器进行预先处理。



Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-020)

Input Volume Parameters Wells Output

Range Control

Area  **反演平面范围**

Start Line 1090 1080 1950

End Line 1940 1080 1950

Start CMP 1440 1440 3520

End CMP 3500 1440 3520

Load Range...

Window

**反演顶、底层**

Mode Horizon - Horizon  Auto Interpolation

Top Horizon TLHN\_2022\_F11\_1X1.cal\_30 ... Shift 10

Bottom Horizon TLHN\_2022\_F31\_1X1.cal\_20 ... Shift 10

Select Horizon... **内部控制层**  Use Defined Order

Controlled Horizons	
1	TLHN_2022_F11_1X1
2	TLHN_2022_F13_1X1
3	TLHN_2022_F22_1X1

Delete Delete All

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



### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析

#### 参数界面

Adaptive Broad-band Constrained Inversion (on hw2c79-016)

Input Volume Parameters Wells Output

From Model

Adaptive damping factor  Manual

Damping factor: 0.200 (slider from 0.000 to 1.000)

Iteration Number: 3 (slider from 1 to 5)

Amplitude Scale: 1.0 (slider from 0.1 to 10.0)

---

From Well

**迭代次数** (Maximum of Iterations): 3 (slider from 1 to 5)

Curve Constrain Limit: **自动统计反演井曲线值域范围**

Lower: 1297 (1037~43353) Upper: 36128 (1037~43353)

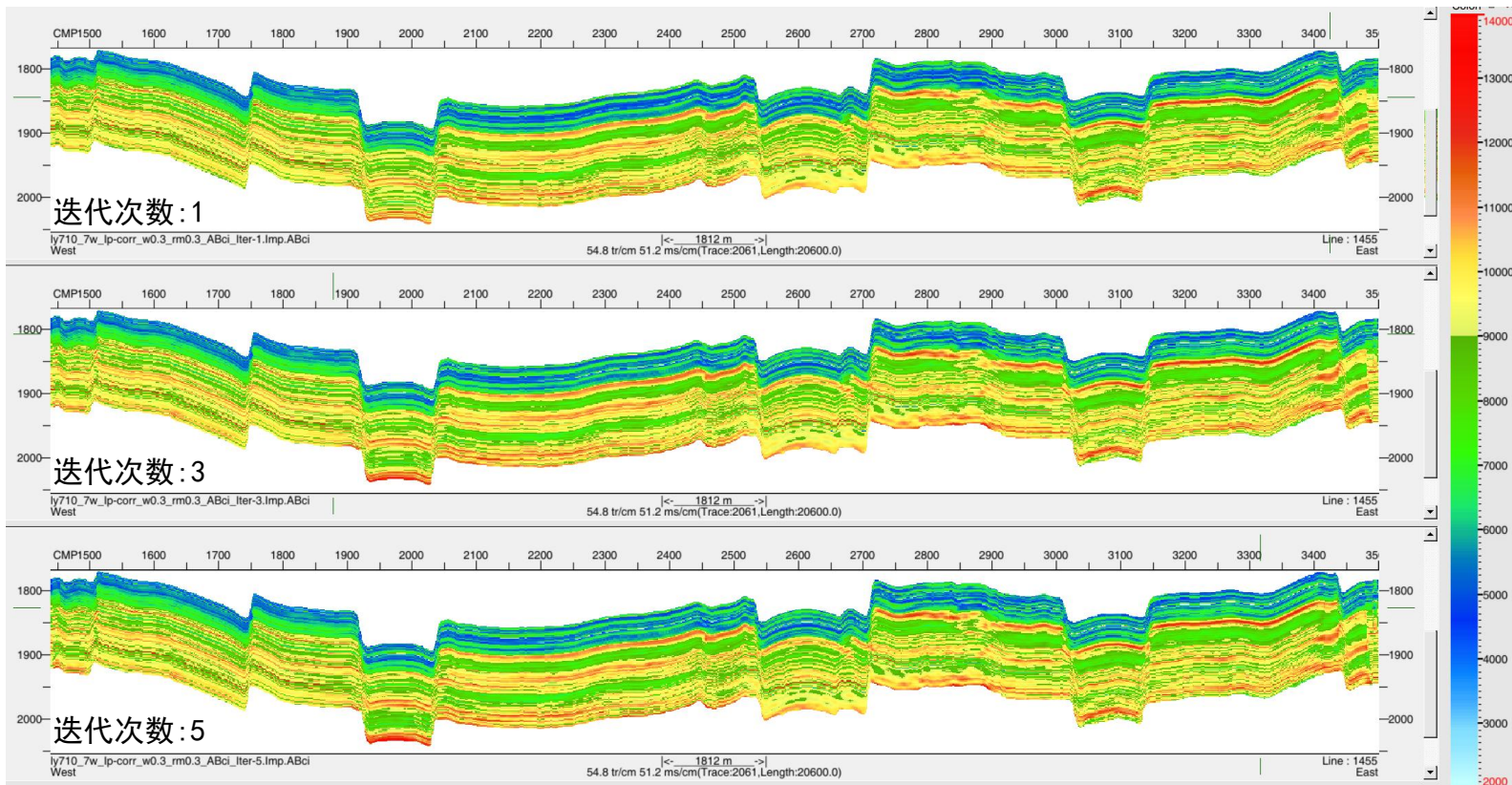
**井约束系数** (Well Constrained Coefficient): 0.5 (slider from 0.0 to 1.0)

Run Date & Time: 2025-11-03, 09:57:32

QC

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

1) 迭代次数: 影响较小, 缺省值为3, 一般可保留缺省设置。

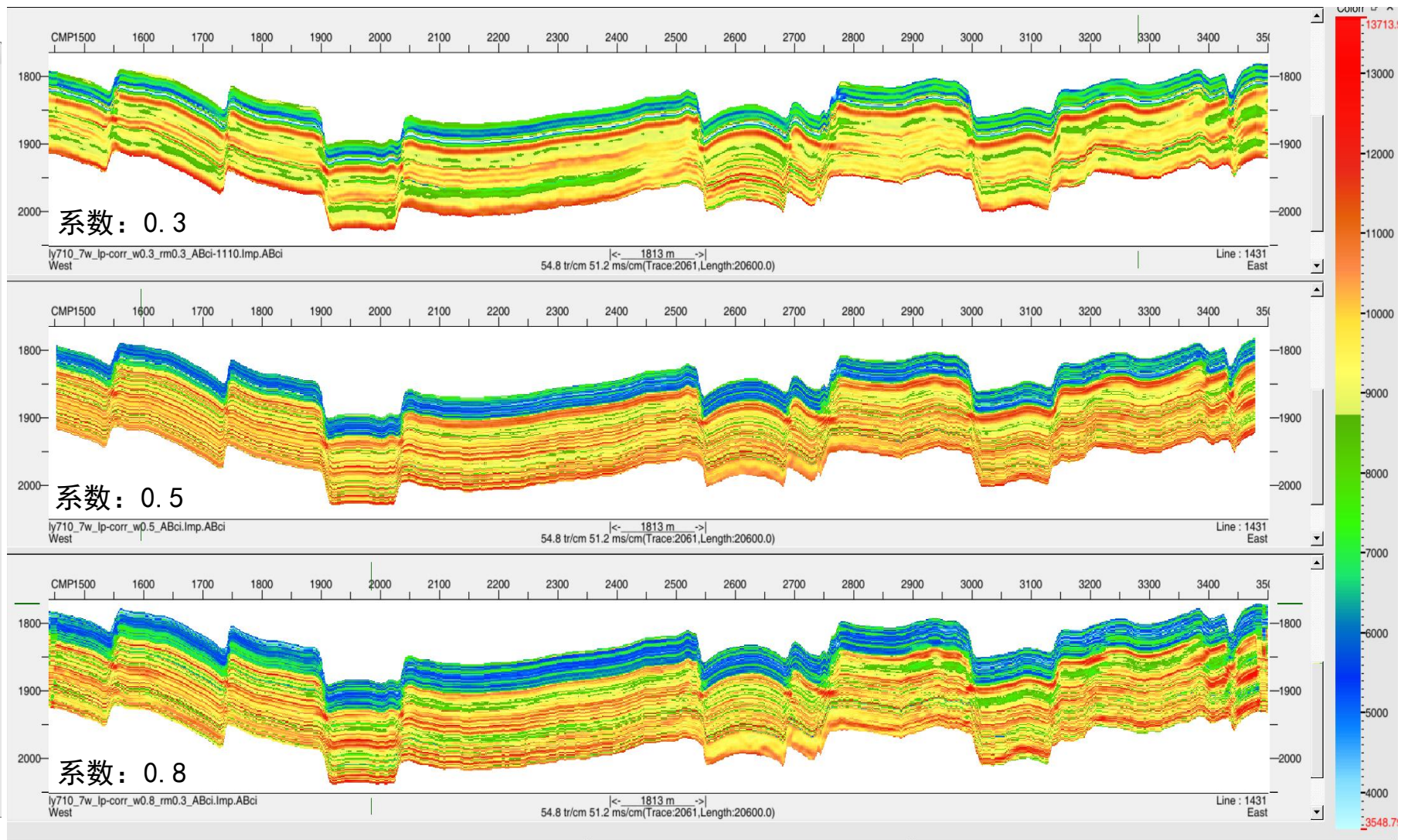




中国石油

### 3 自适应外推反演原理、特点及参数分析

2) 井约束系数: 缺省0.5, 井约束系数增加时, 结果与内置井模型的相关性更高; 井约束系数减小时, 结果与地震的相关性更高。





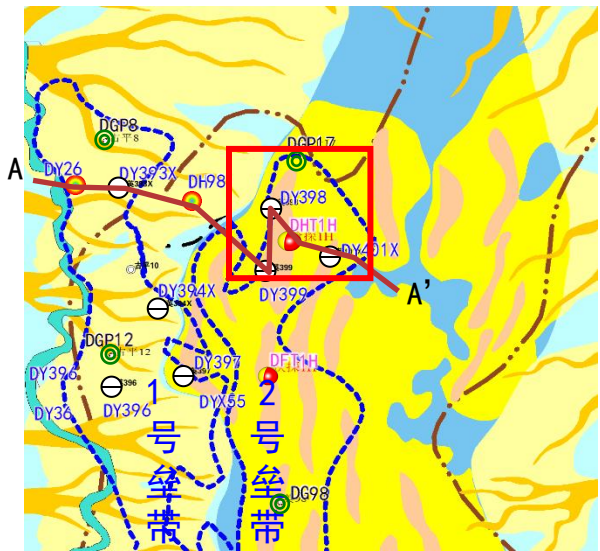
# 4.应用效果

## 地质概况

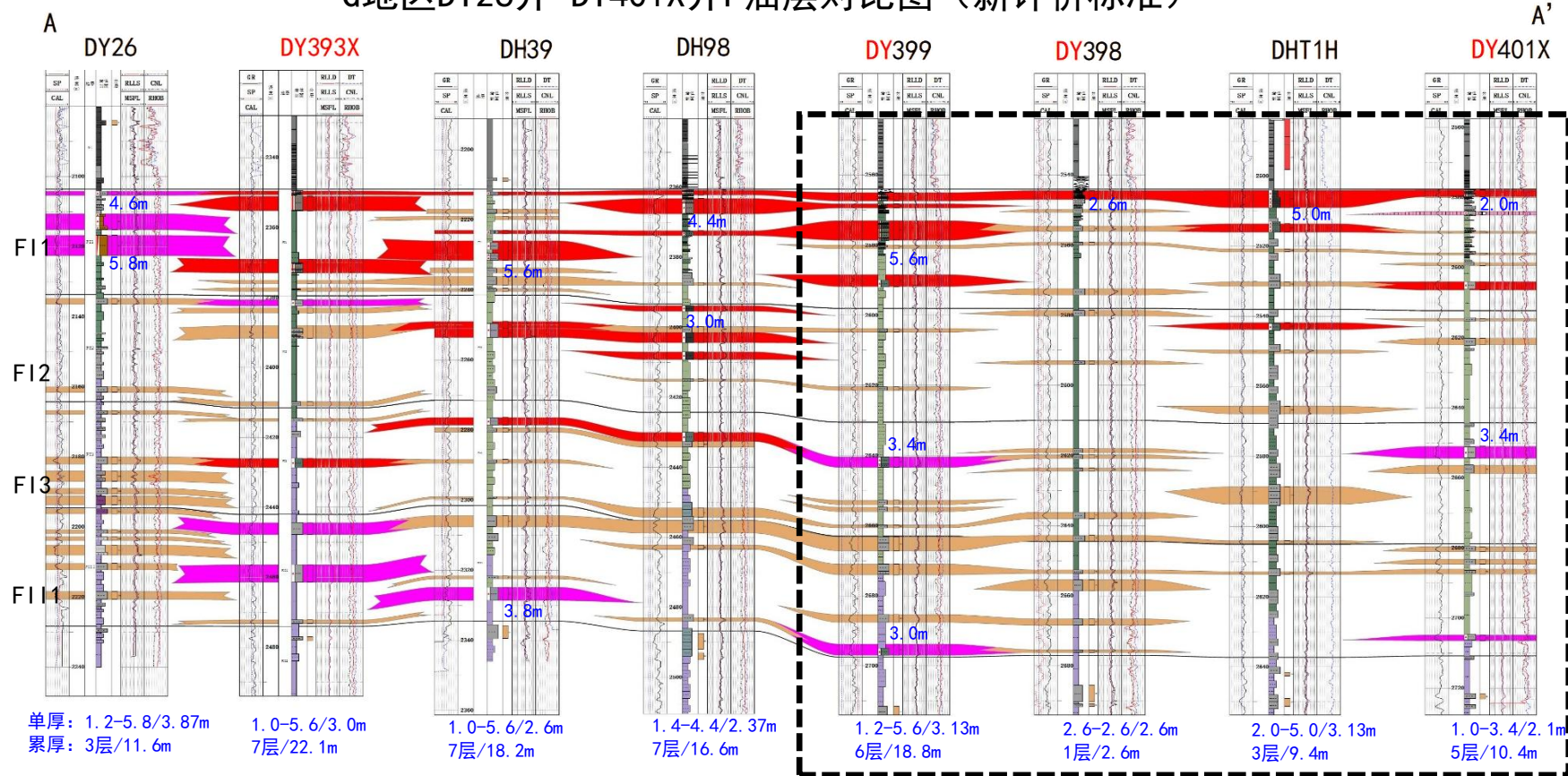
中国石油

F油层主要为大型陆相河流-浅水三角洲-滨浅湖相沉积为主。单砂体规模小，厚度薄（2-4m为主， >4m占比31.6%），纵向不集中，横向不连续，整体错叠连片。

G地区F11上沉积相图



G地区DY26井-DY401X井F油层对比图（新评价标准）



研究区

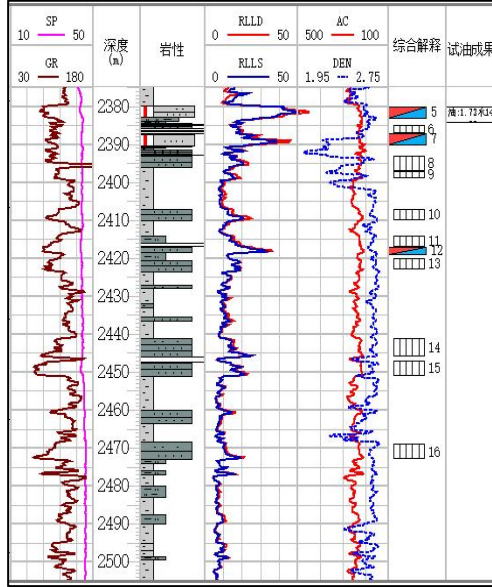


## 4.应用效果

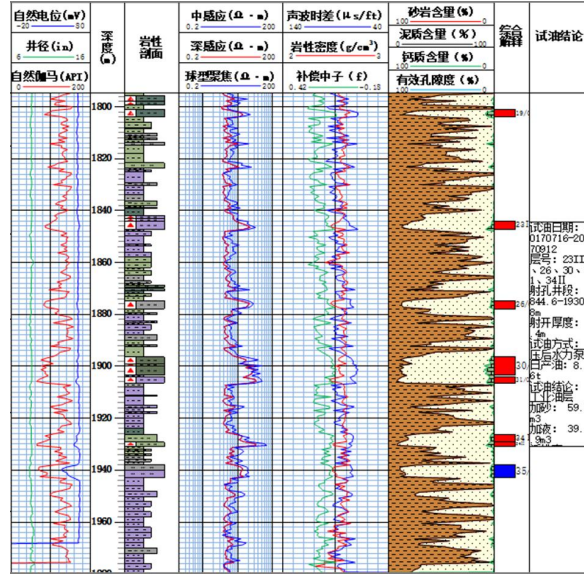
中国石油

F油层岩性组合主要为四种形式，其中单厚层型已实现动用，屏蔽型和叠置型为攻关重点

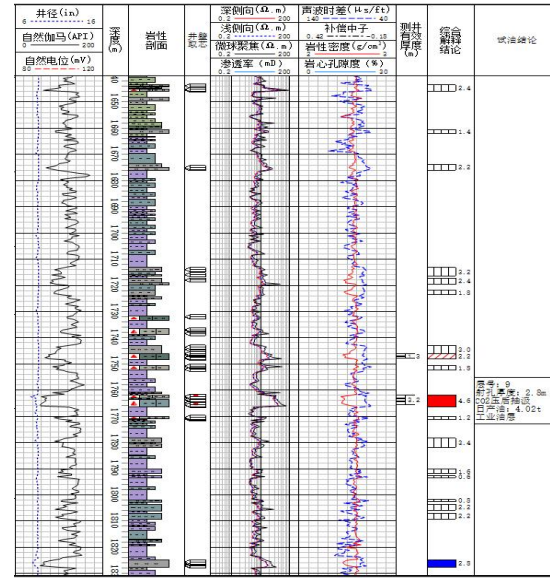
DC2井综合柱状图



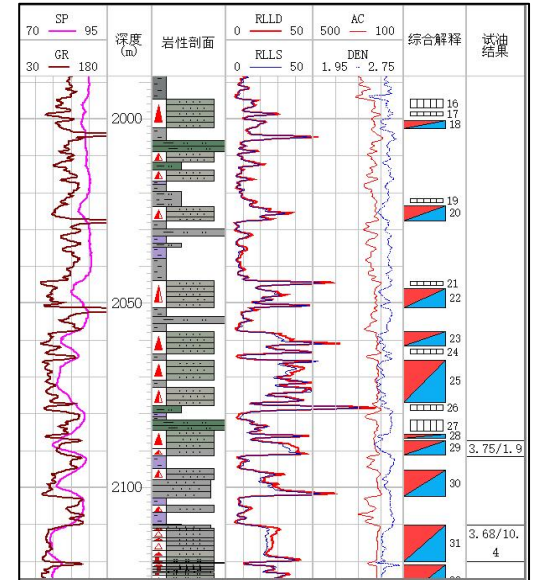
DY6井综合柱状图



DY24井综合柱状图



让DR5井综合柱状图



岩性组合	屏蔽型	单层型	双层叠置型	多层叠置型
典型特征	位于T <sub>2</sub> 强轴之下，多被屏蔽	泥包砂（大套泥岩夹持一套储层）	泥包砂（大套泥岩夹持两期砂体，泥隔层较薄）	砂包泥
砂地比	30-50%	20-50%	20-50%	50-80%
单砂层厚度	3-8m	3-8m	3-5m	8-10m
隔层厚度	1-3m	6-12m	2-5m	1-3m
累计厚度	5-12m	3-6m	6-10m	10-15m

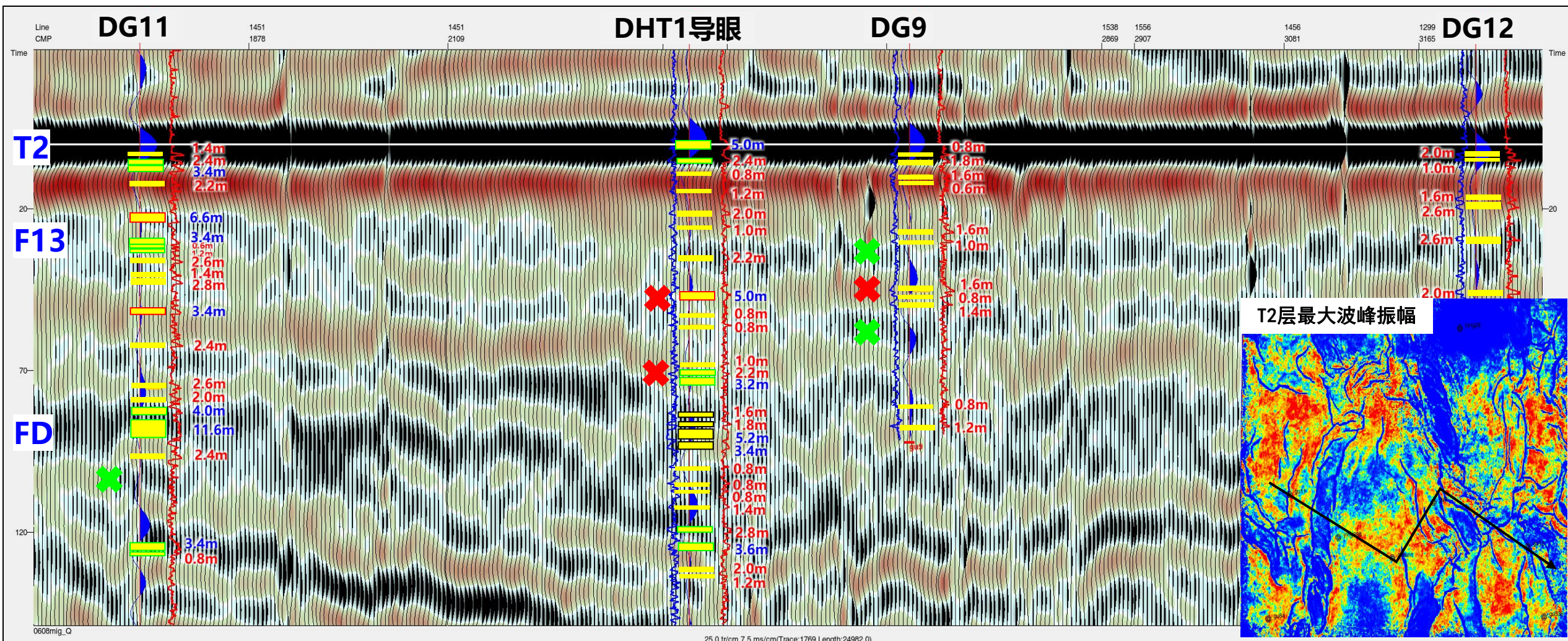


中国石油

### 3.应用效果 (叠后)

资料难点分析及对策

难点1: T2层对下伏地层屏蔽严重, F一段地震反射信号弱, 四口井在T2附近砂岩情况差异较大, 但剖面地震响应难以区分。



常规偏数据

单层厚砂体
  两层厚砂体
  多层叠置砂体



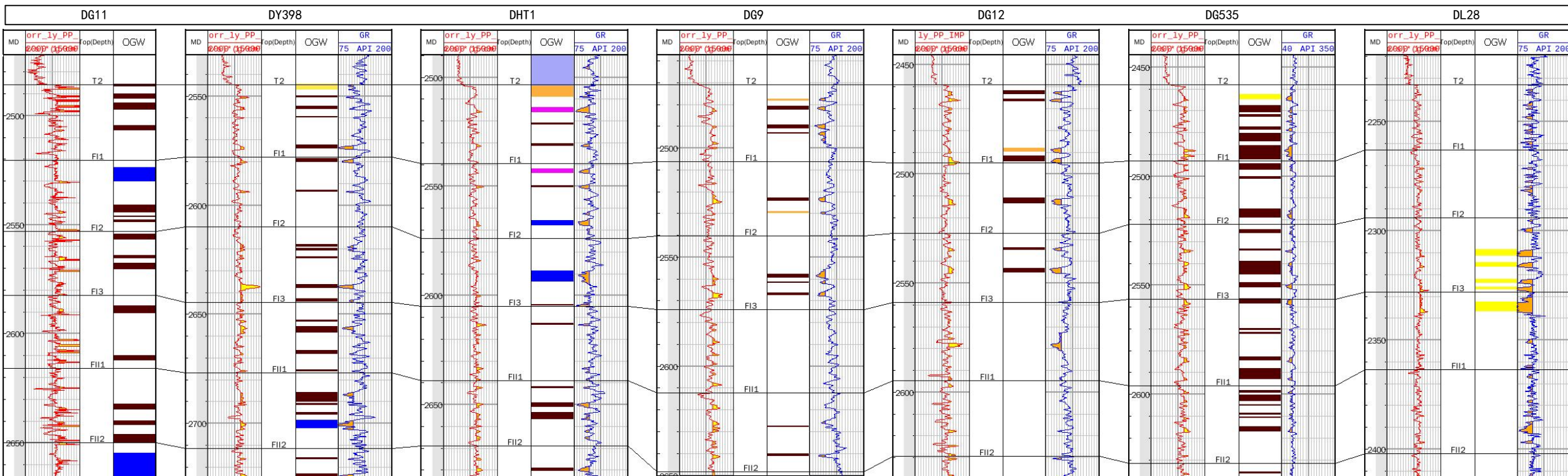
### 难点

- 1. T2层对下伏地层屏蔽严重，F一段地震反射信号弱。
- 2. 储层薄，F一段有效储层厚度范围：0.8-5m



### 对策

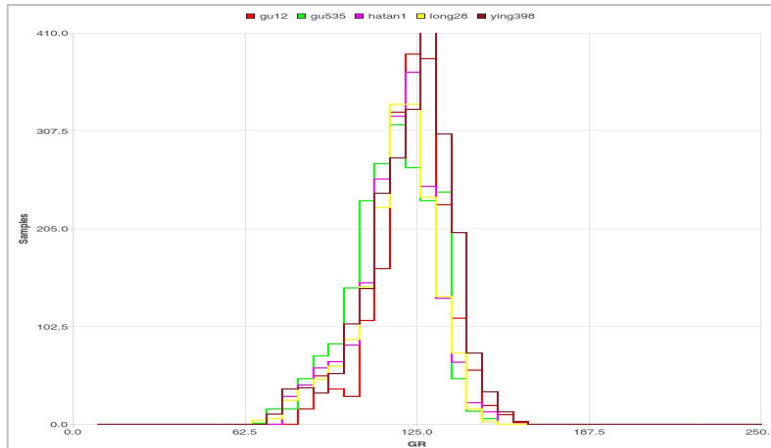
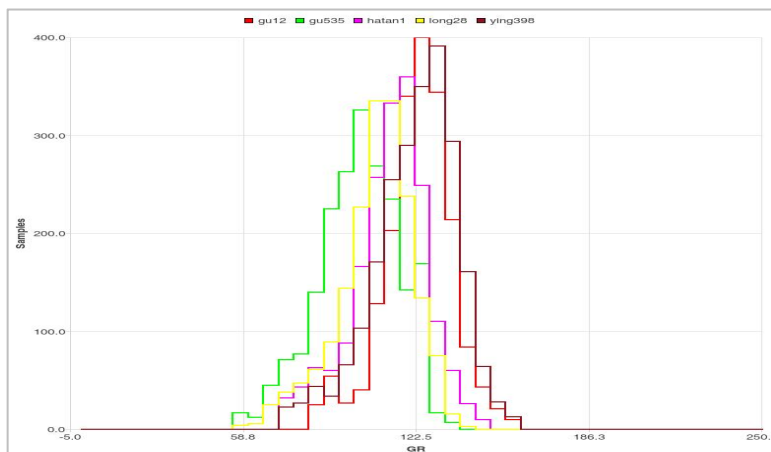
- 1. 去强轴处理，削弱强轴屏蔽的影响；
- 2. 高分辨率反演，提升薄层的识别度。



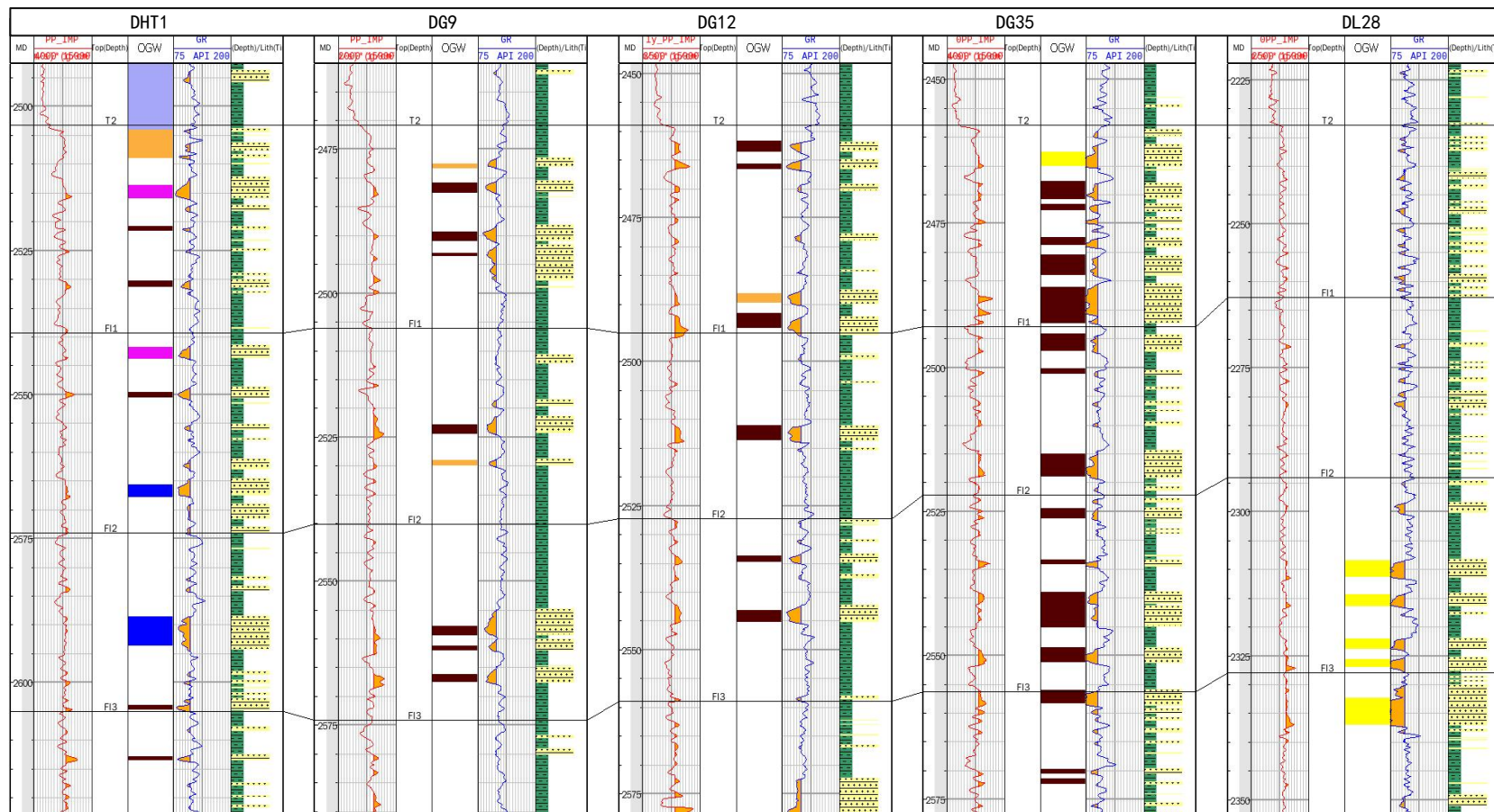


# 4.应用效果

### GR曲线标准化



### 岩性划分

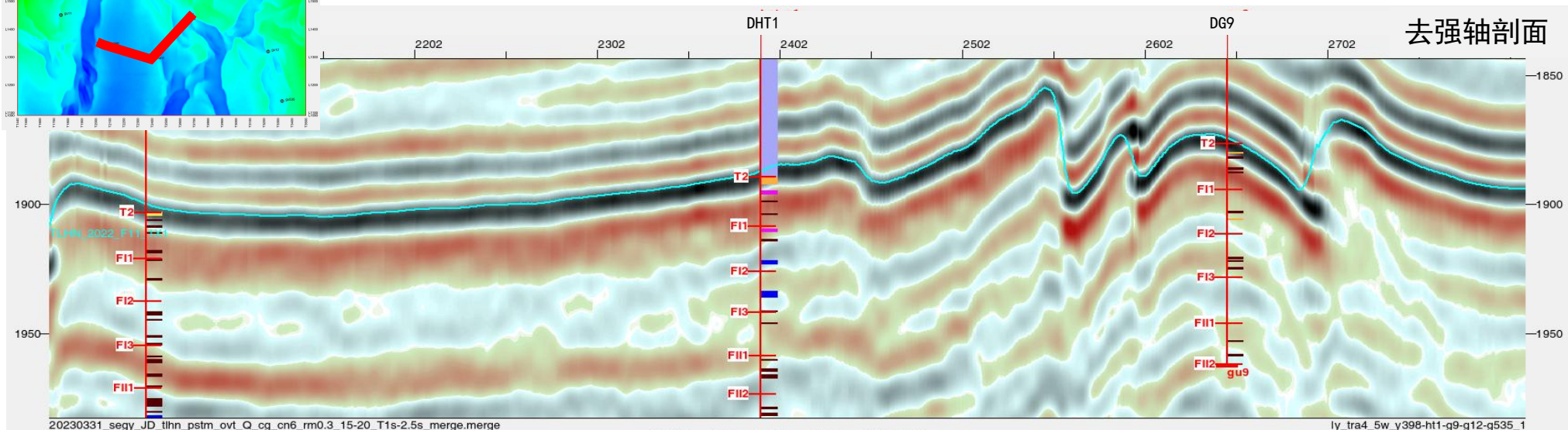
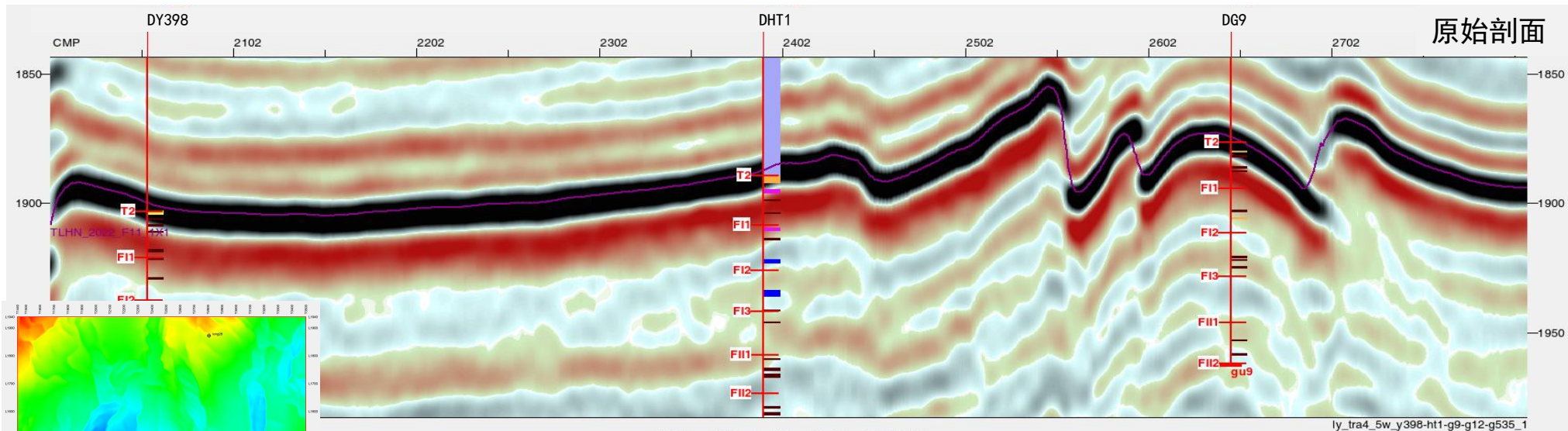
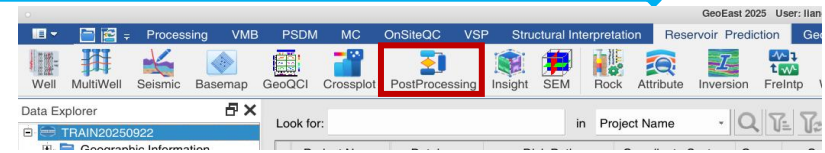




# 4.应用效果

## 去强轴

对策1: 去强轴试验, 削弱强轴反射对下伏地层的影响。



GeoSeismic Help

Modules List

- Pre-process
  - Trim
- Post-process
  - Amplitude Equalization
  - Time Shift
  - Resampling
  - Constant Phase Correction
  - Filtering
  - Smooth Filtering
  - Blue Filtering
  - EMDDecon
  - Adaptive Frequency Broad
  - Frequency Scan
  - Interpolation
  - Remove Strong Event**
  - Matching Pursuit Decomposition



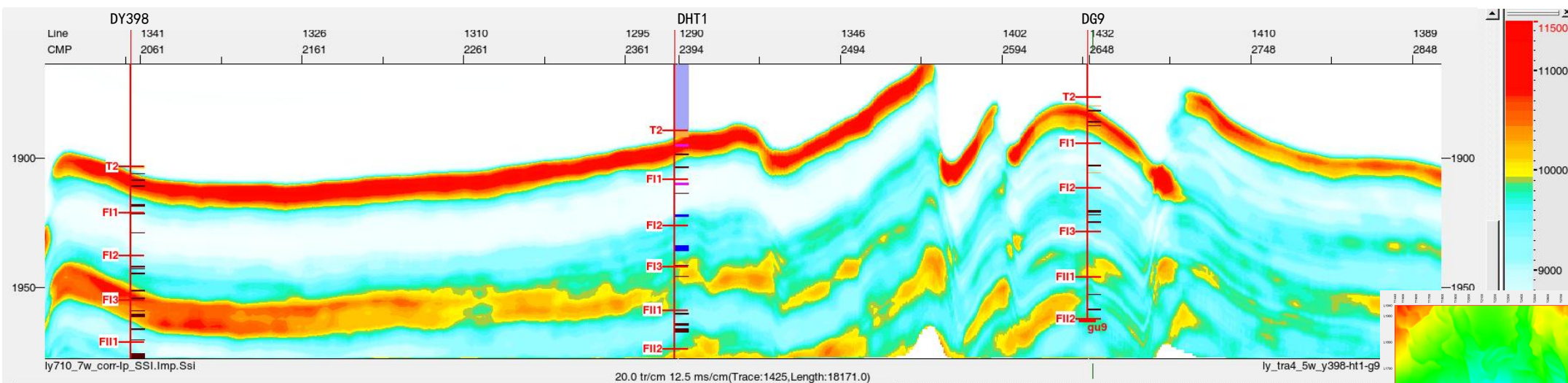
中国石油

## 4.应用效果

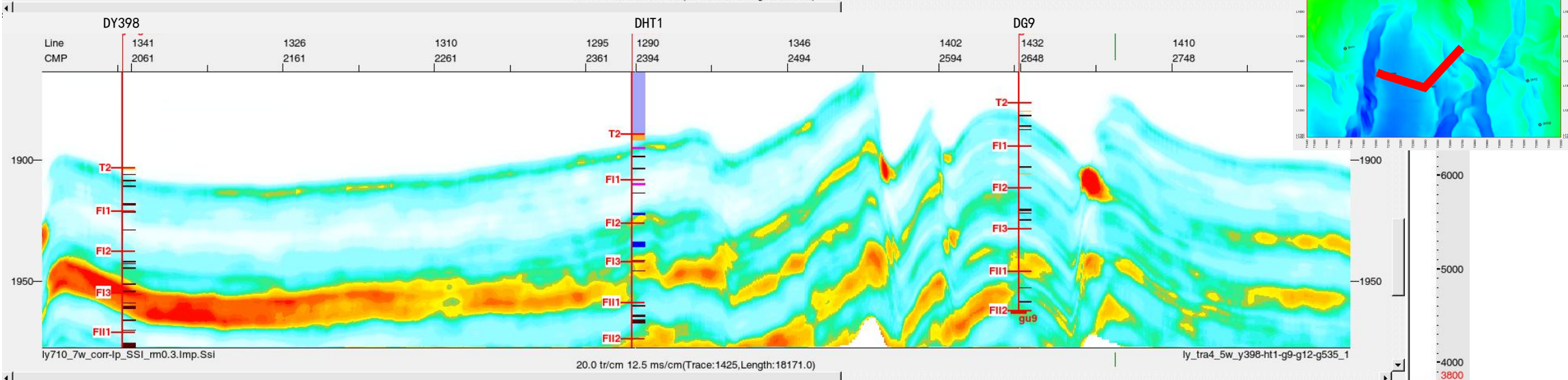
去强轴

对策1：去强轴试验，削弱强轴反射对下伏地层的影响，反演结果更能突出薄砂岩储层。

原始剖面反演



去强轴剖面反演





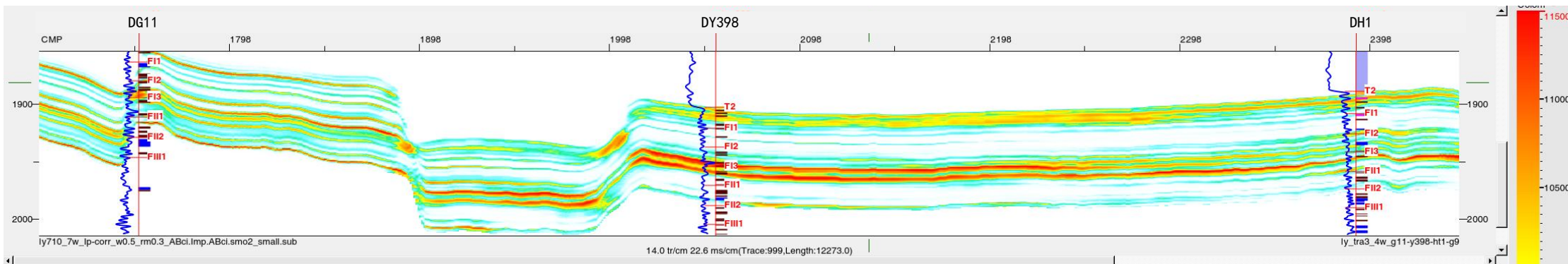
# 4.应用效果

## 自适应外推反演

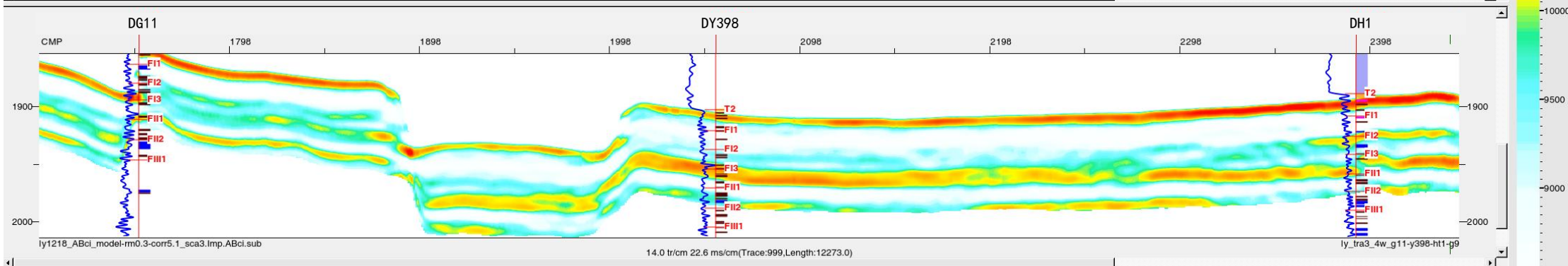
中国石油

对策2：探索各种反演方法，自适应外推反演结果对薄砂层及叠置砂有较好的反映。

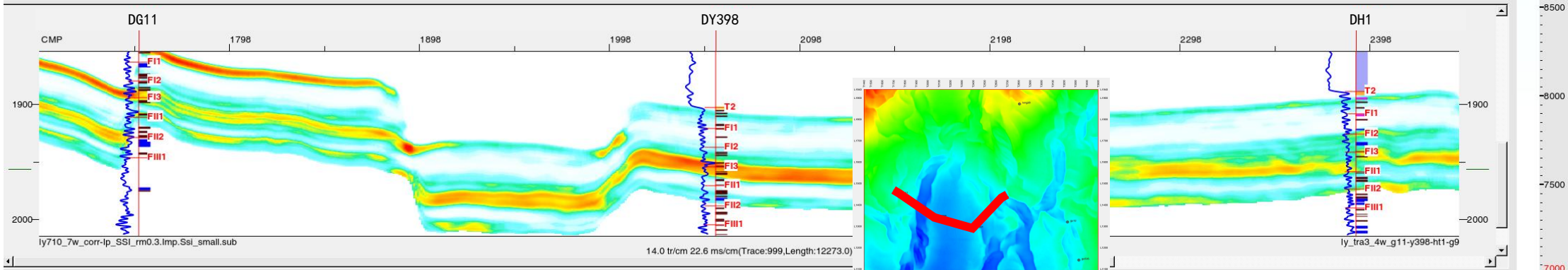
自适应外推反演



自适应宽带约束反演



稀疏脉冲反演



分辨率



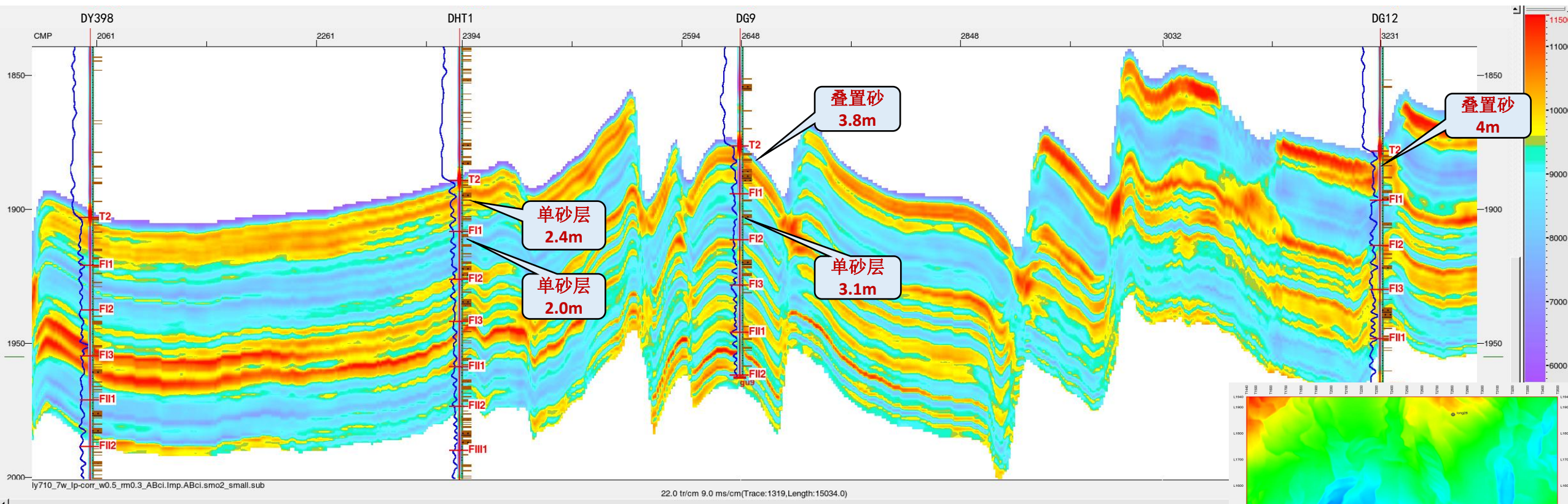
中国石油

## 4.应用效果

高分辨率反演

29

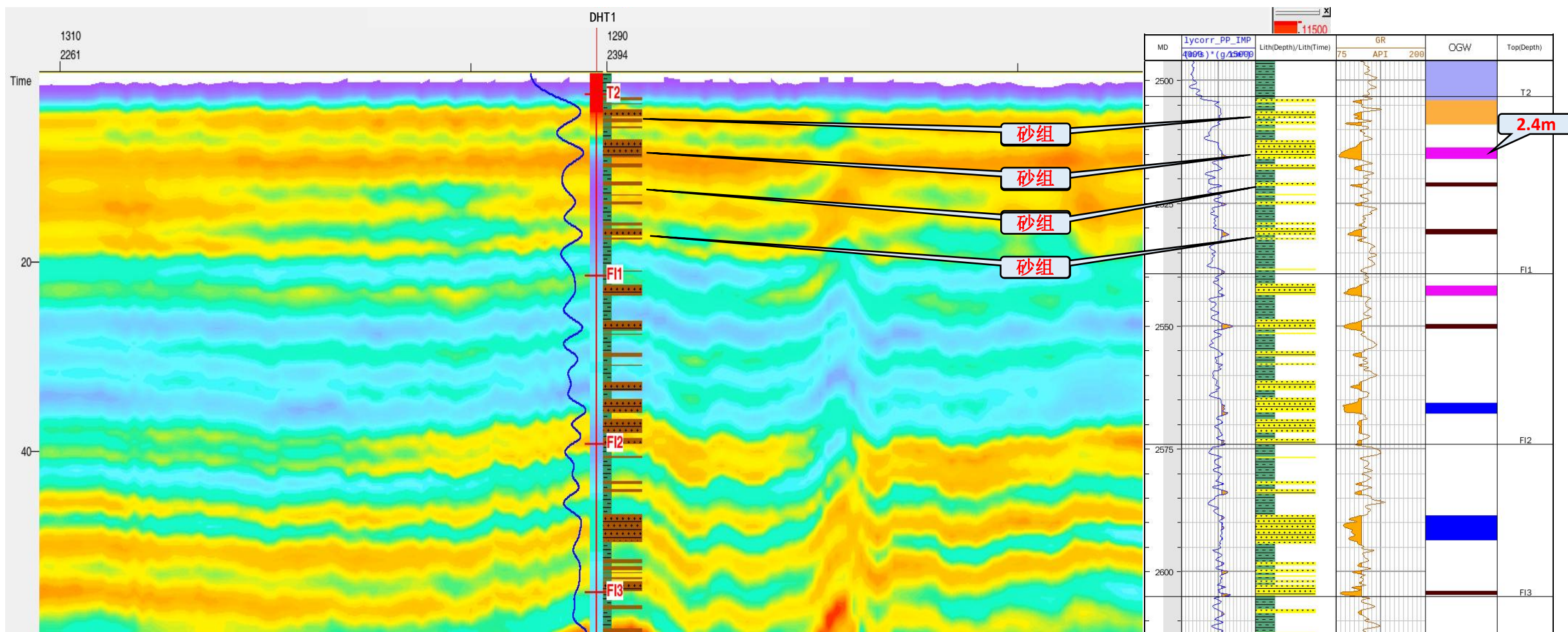
对策2：探索各种反演方法，自适应外推反演结果对4m左右的薄砂层及叠置砂有不同程度的反映。



自适应外推反演连井剖面



对策2：探索各种反演方法，并外推反演结果对2-4m的薄砂层及叠置砂有不同程度的反映。



过DHT1井的反演拉平剖面



中国石油

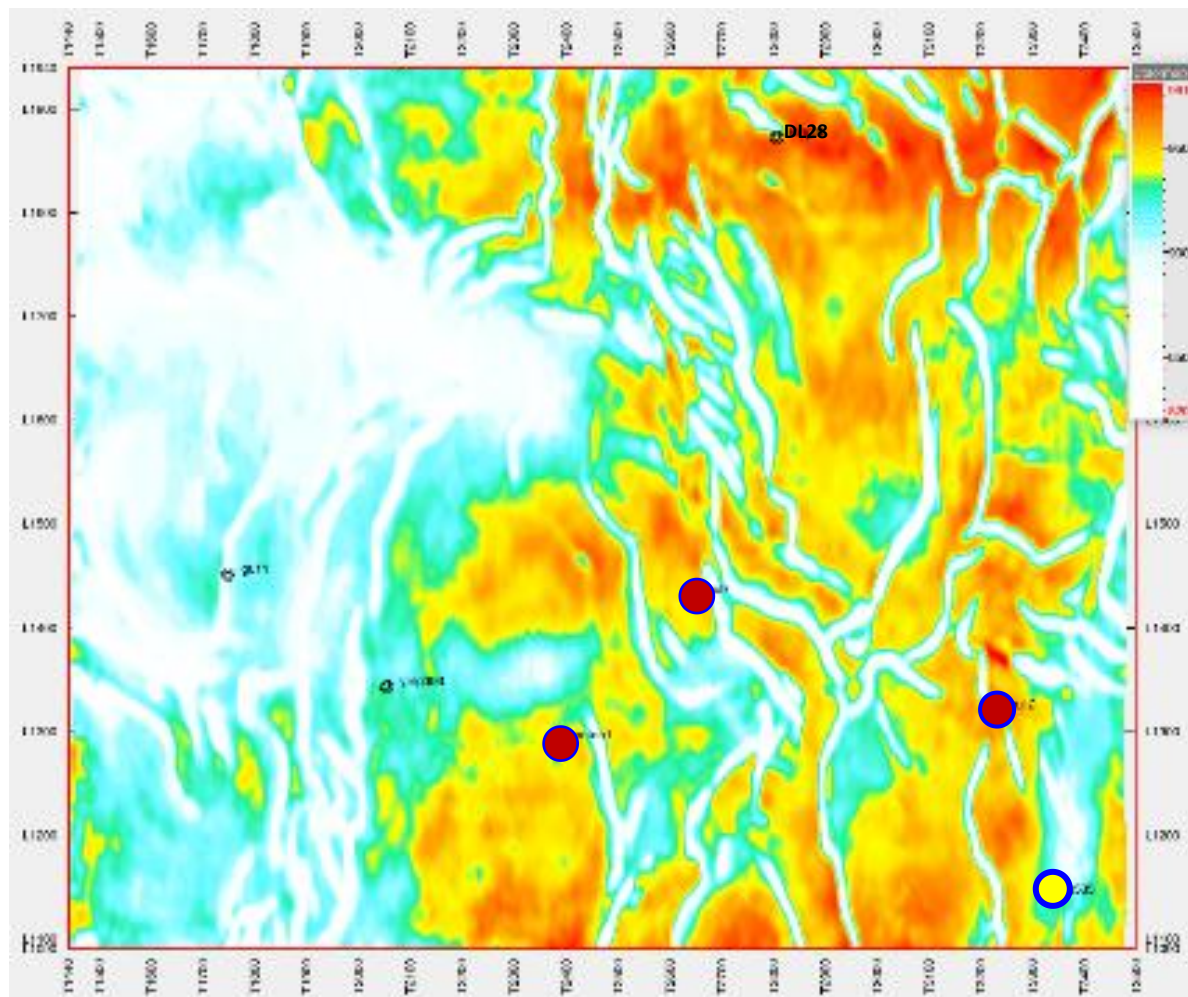
## 4.应用效果

探索井外推反演

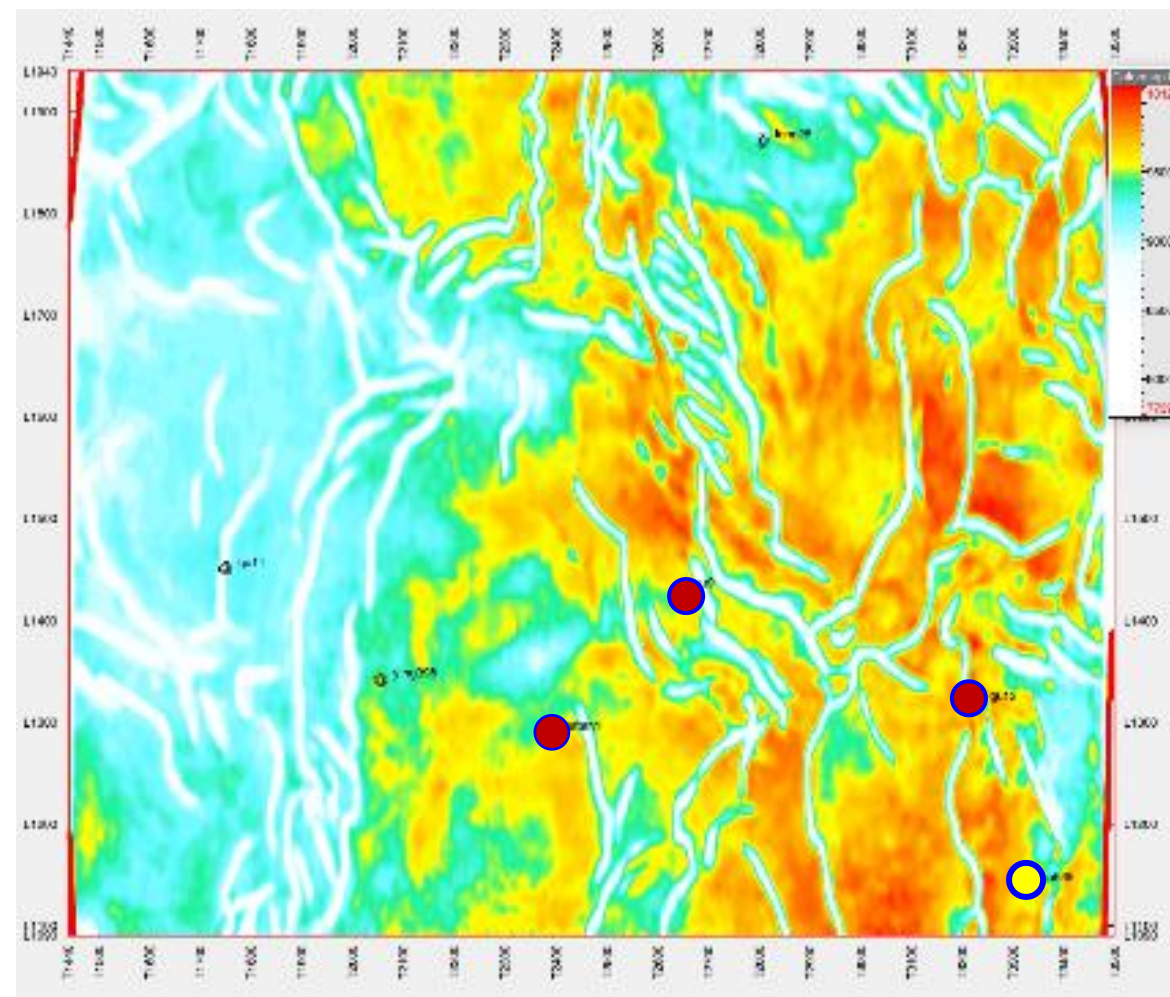
去强轴反射之后的井外推反演结果与井解释结果更为一致。

● 致密油      ● 差油层

井名	DHT1	DG9	DG12	DG35
解释油层	致密油1-1 致密油1-2	致密油1-2	致密油1-2	差油层



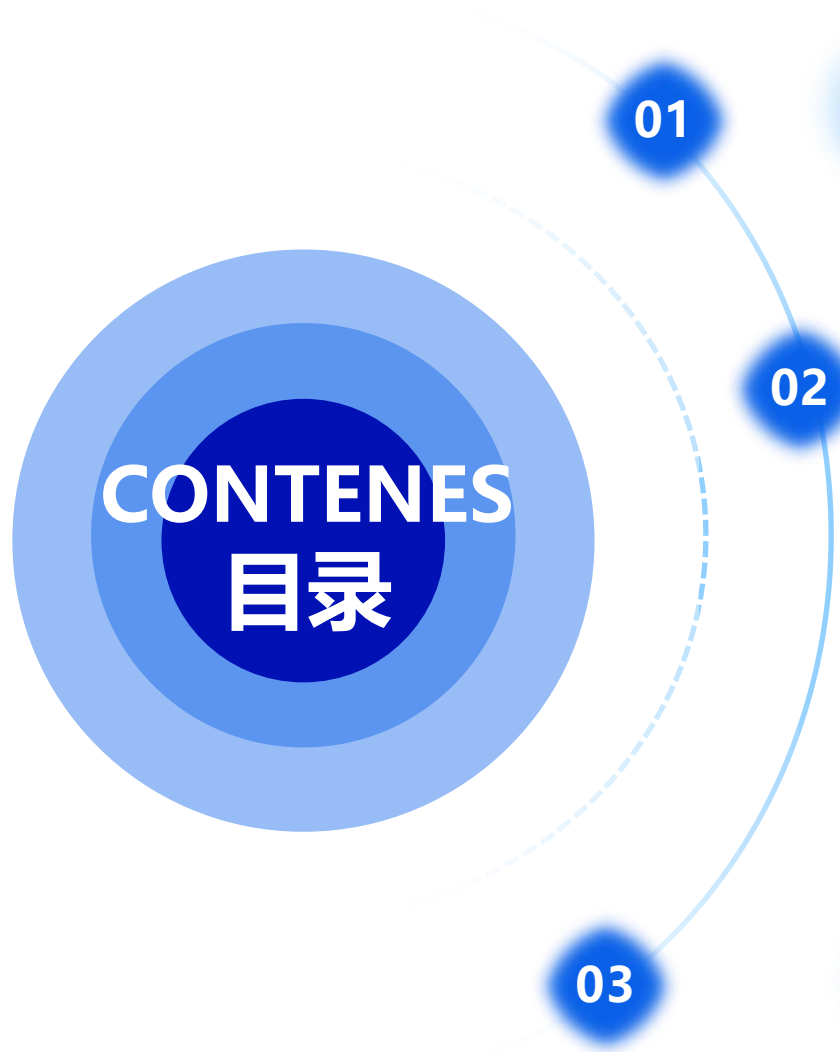
去强轴反射之前的井外推反演平面图 (T2-F11)



去强轴反射之后的井外推反演平面图 (T2-F11)



# 目 录



## 一、概述

## 二、反演应用实例

- 1.反演启动及流程
- 2.自适应宽带约束反演原理、特点及影响参数分析
- 3.自适应外推反演原理、特点及影响参数分析
- 4.案例应用效果

## 三、注意事项及推荐流程



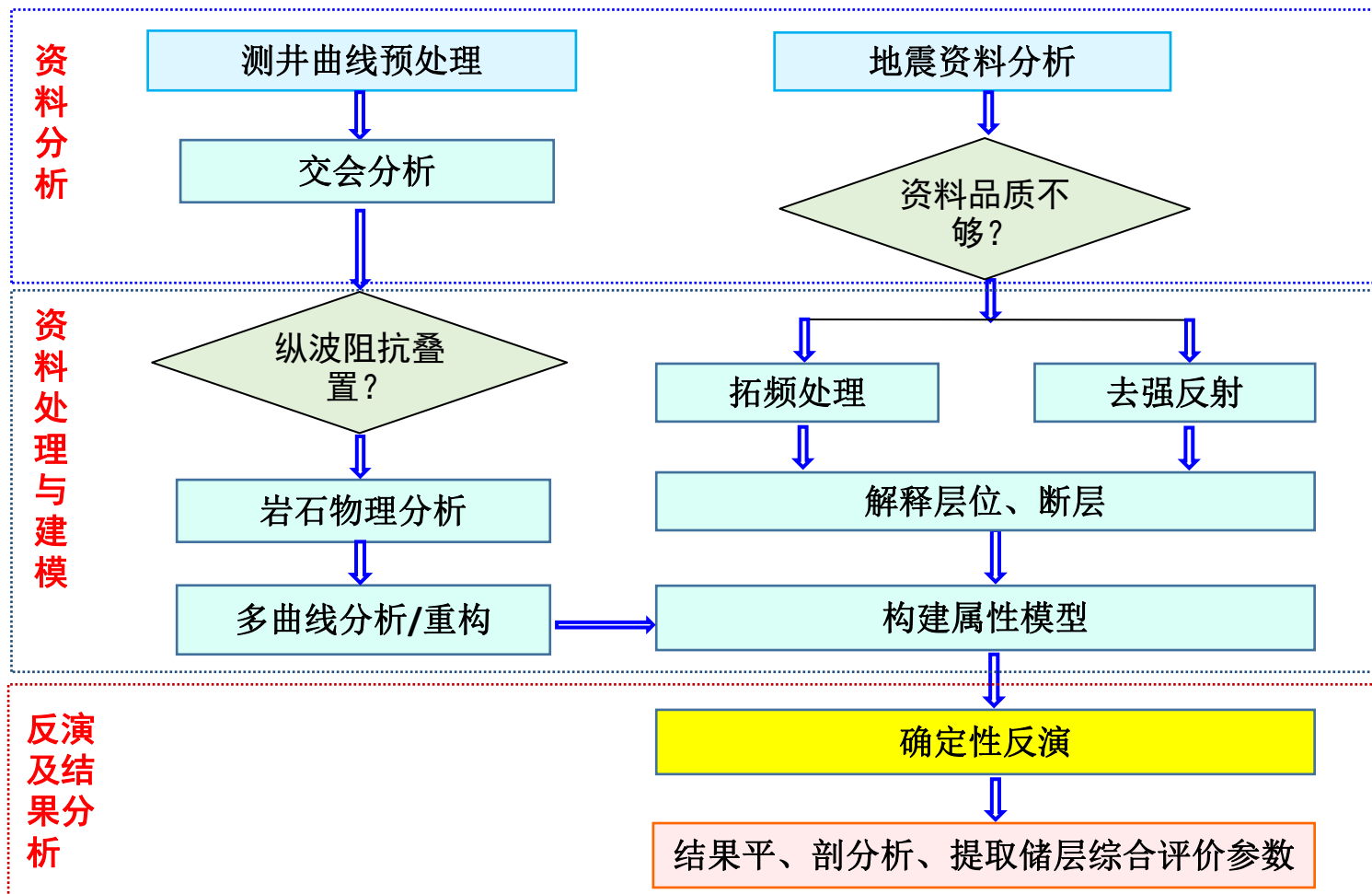
### 三、注意事项

1. 反演前：做好反演准备工作，做好必要的曲线处理、标定分析、反演可行性分析等工作；
2. 对反演的地震数据进行分析，做好地震资料的预处理，如重采样、去强轴等；
3. 自适应外推反演设定的矩形平面范围内需要布满数据；
4. 反演的层段厚度需要大于一个子波长度，不够一个子波长度的需要外扩层段；
5. 断层位置如果参与反演的层位有交叉，需要用计算器进行处理。

### 三、推荐流程



中国石油



# 感谢大家对GeoEast软件的 信任和支持!

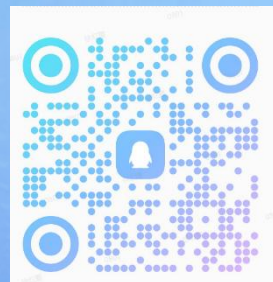
更多详情请关注



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](mailto: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