

GeoEast处理解释一体化系统远程培训  
(处理部分)

**第二十二讲**  
**GeoEast系统海上**  
**地震资料处理**

本讲主要介绍GeoEastV4.2版本处理系统海上资料处理技术及应用，共分六节，分别介绍观测系统定义、压制涌浪噪声、延迟时校正、气泡干扰压制、虚反射（鬼波）压制、子波提取及零相位处理。

# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

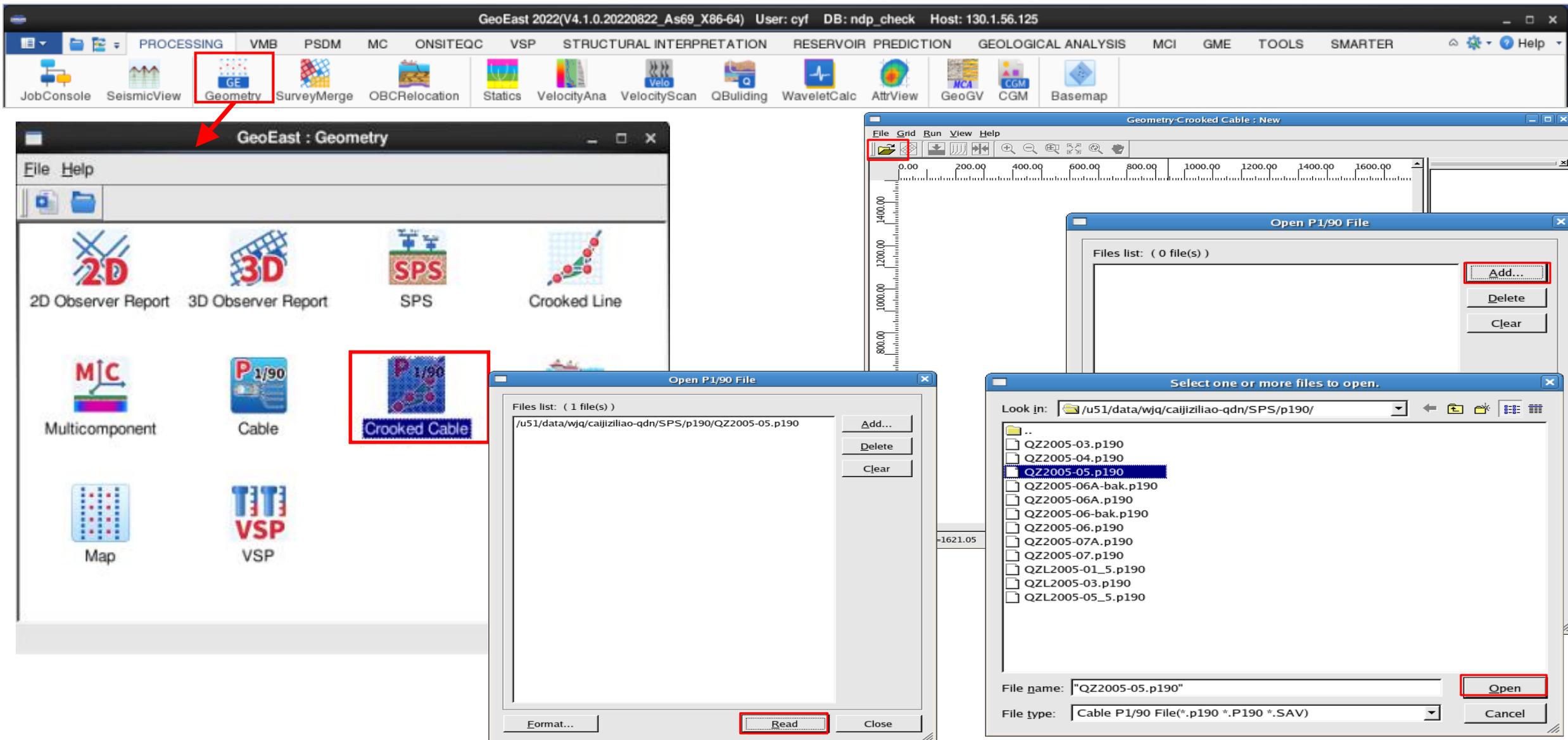
第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

第五节、虚反射（鬼波）压制

第六节、子波提取及零相位处理

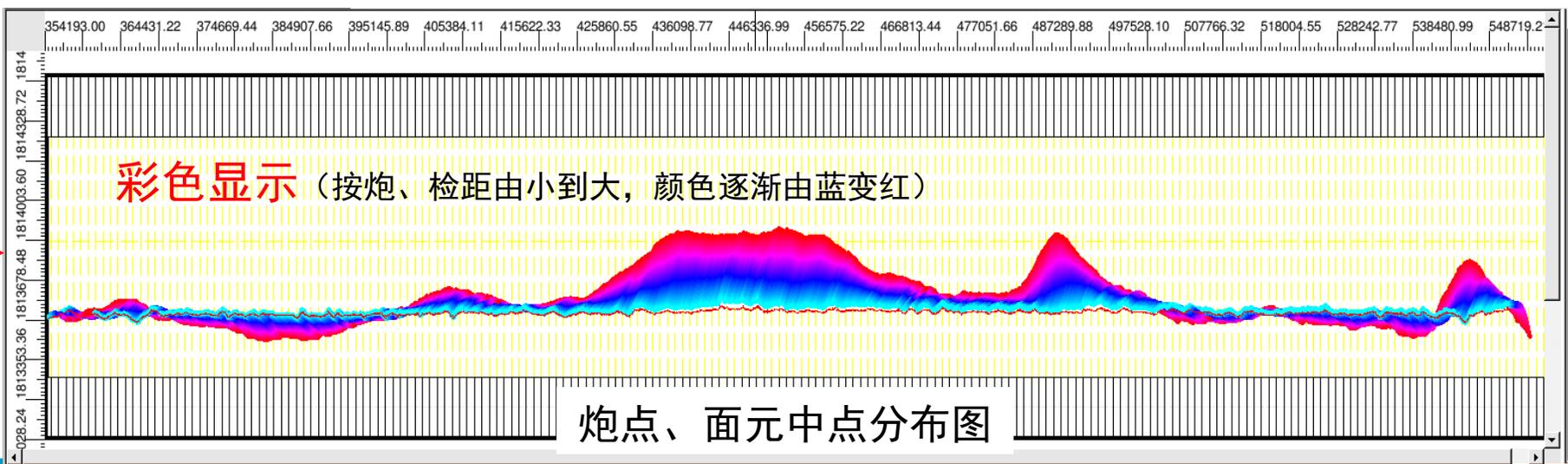
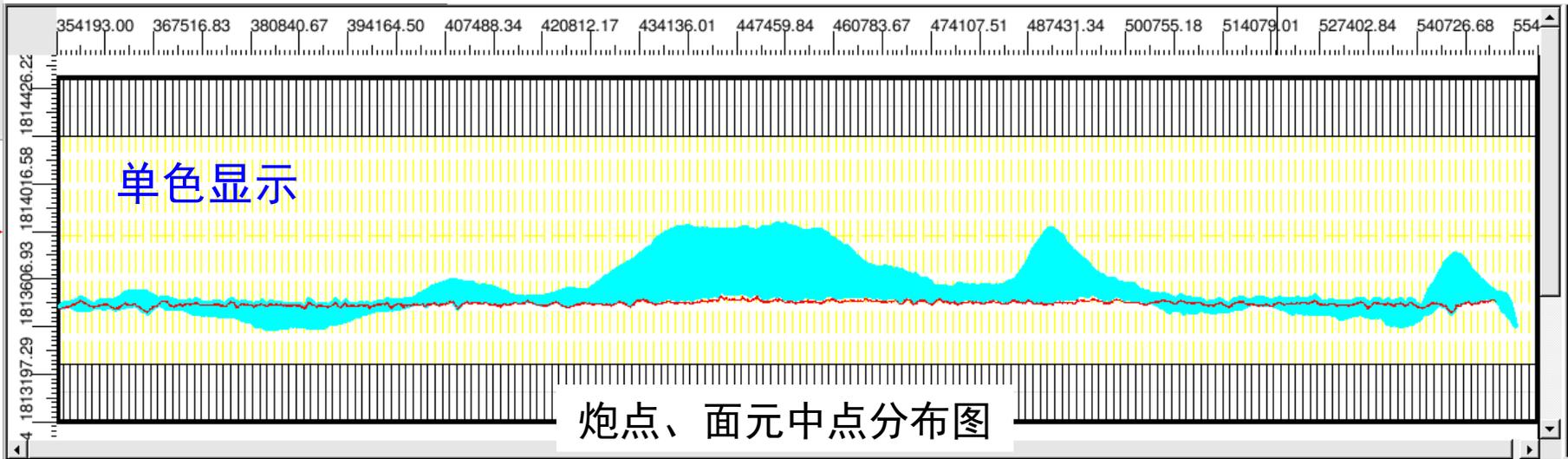
# 第一节、观测系统定义



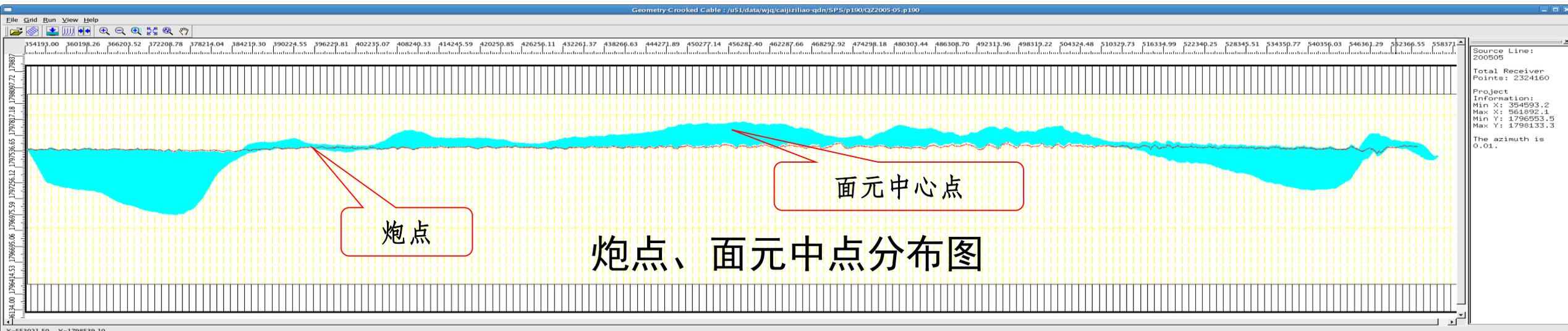
# 第一节、观测系统定义

Question

Do you want to draw the middle point using colormap?



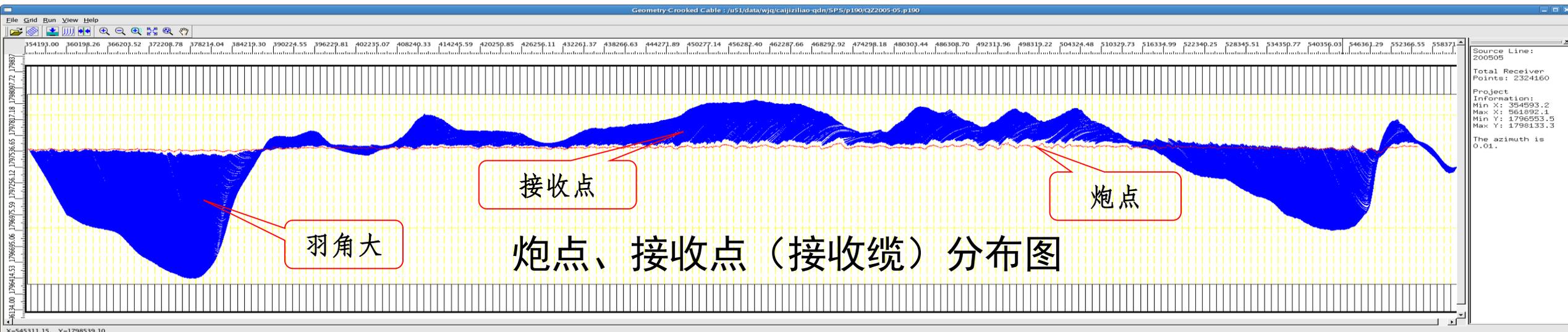
# 第一节、观测系统定义



炮点

面元中心点

炮点、面元中点分布图



接收点

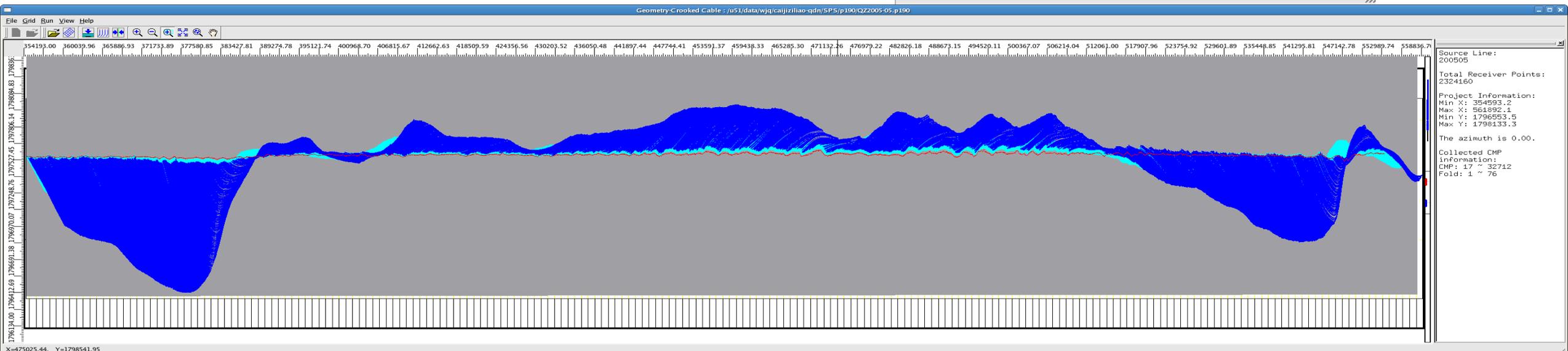
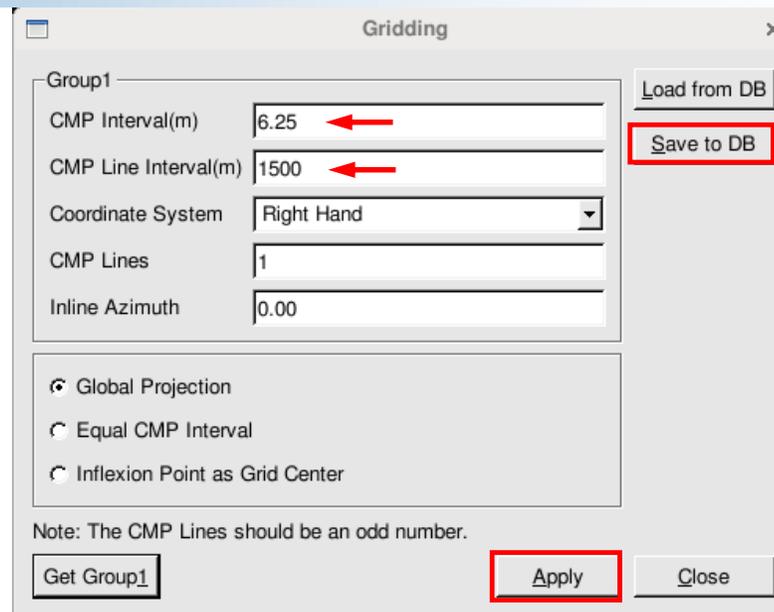
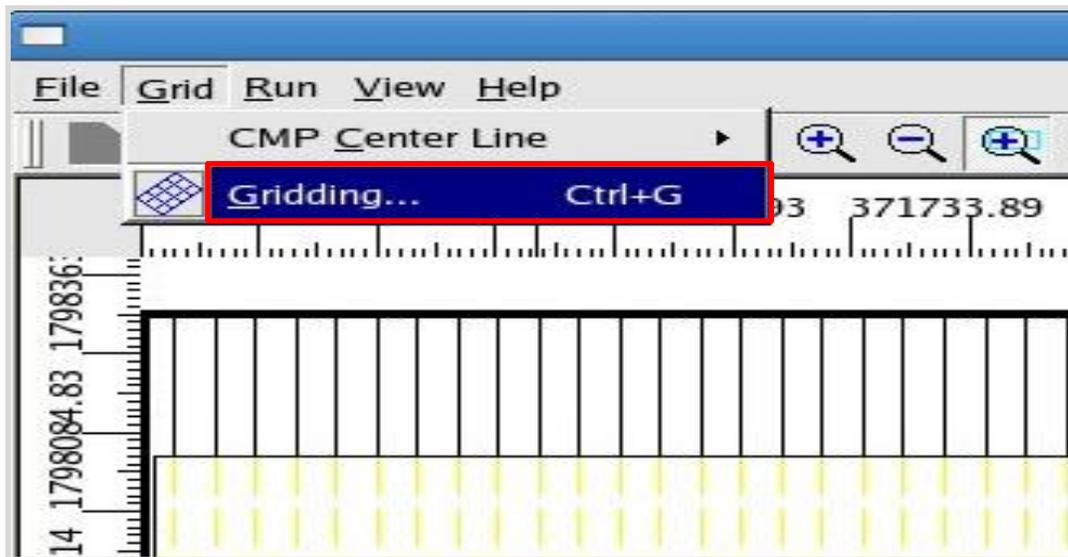
炮点

羽角大

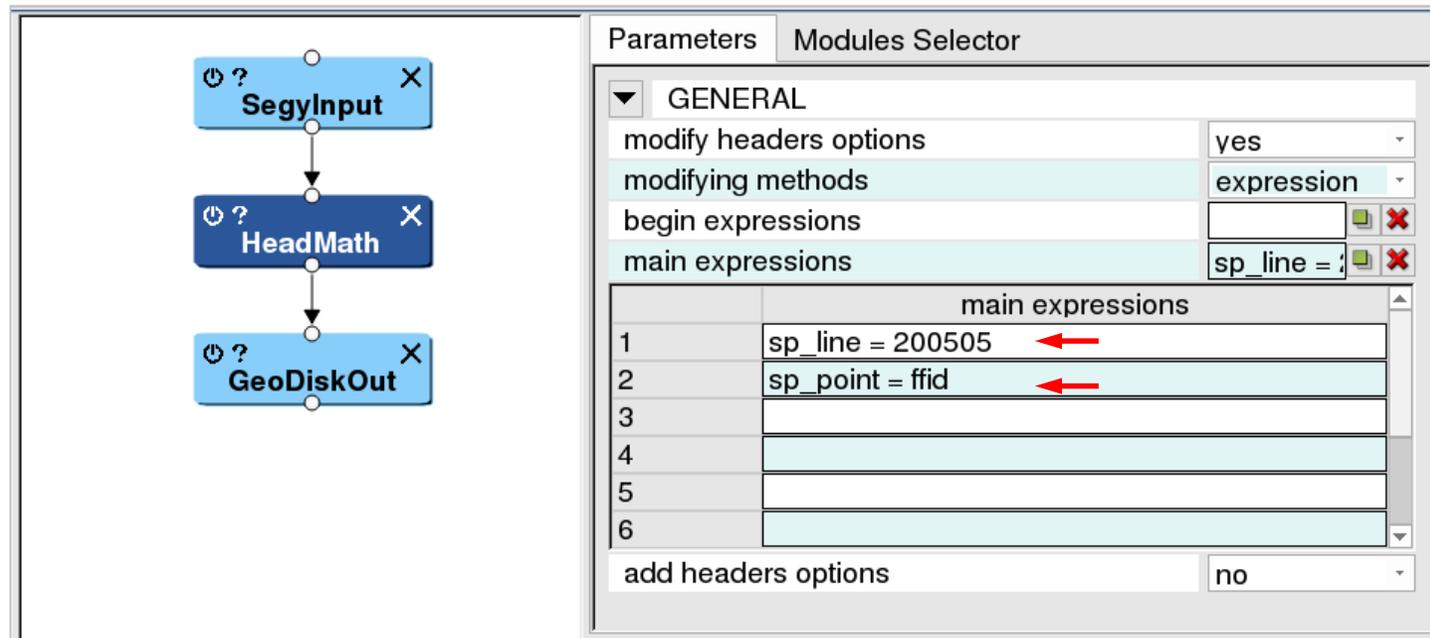
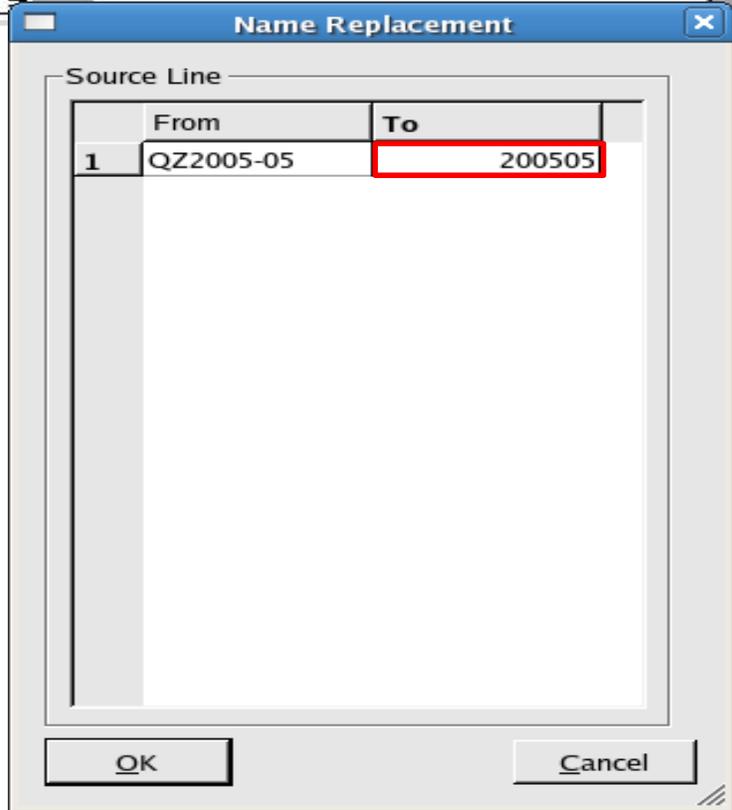
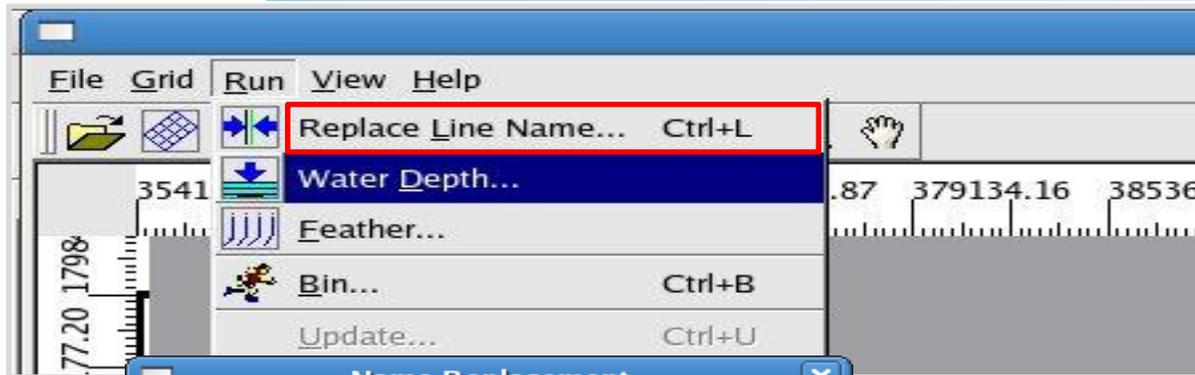
炮点、接收点（接收缆）分布图



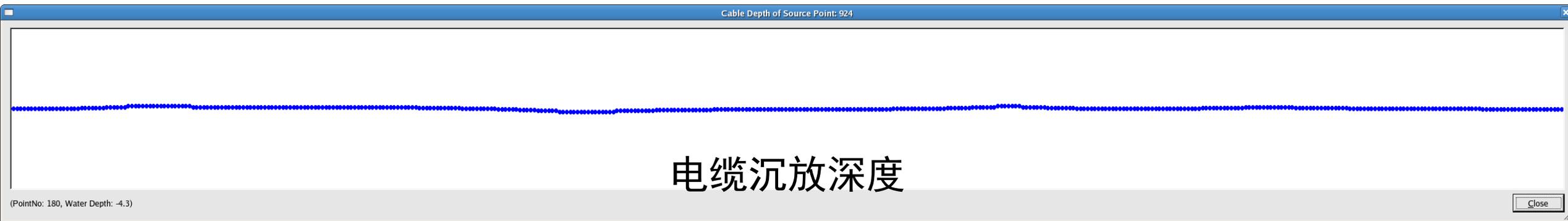
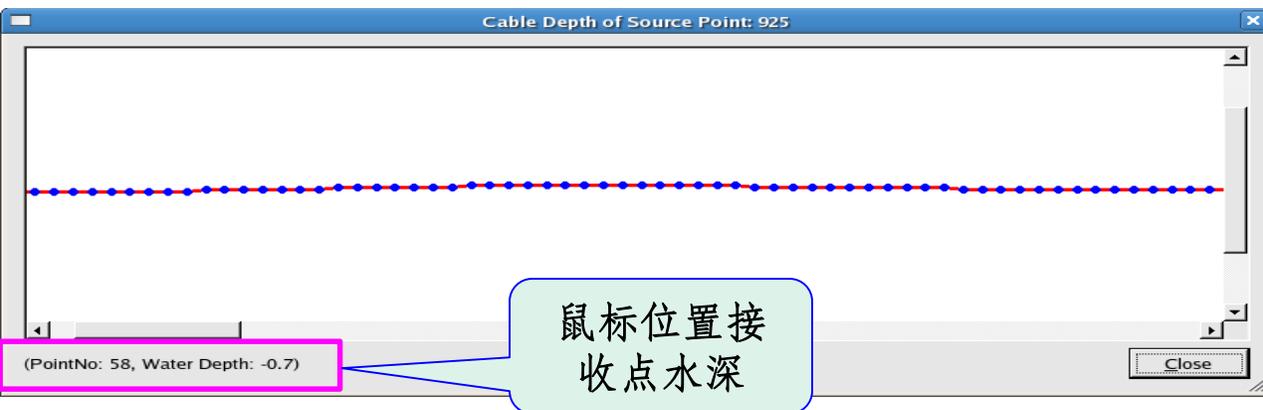
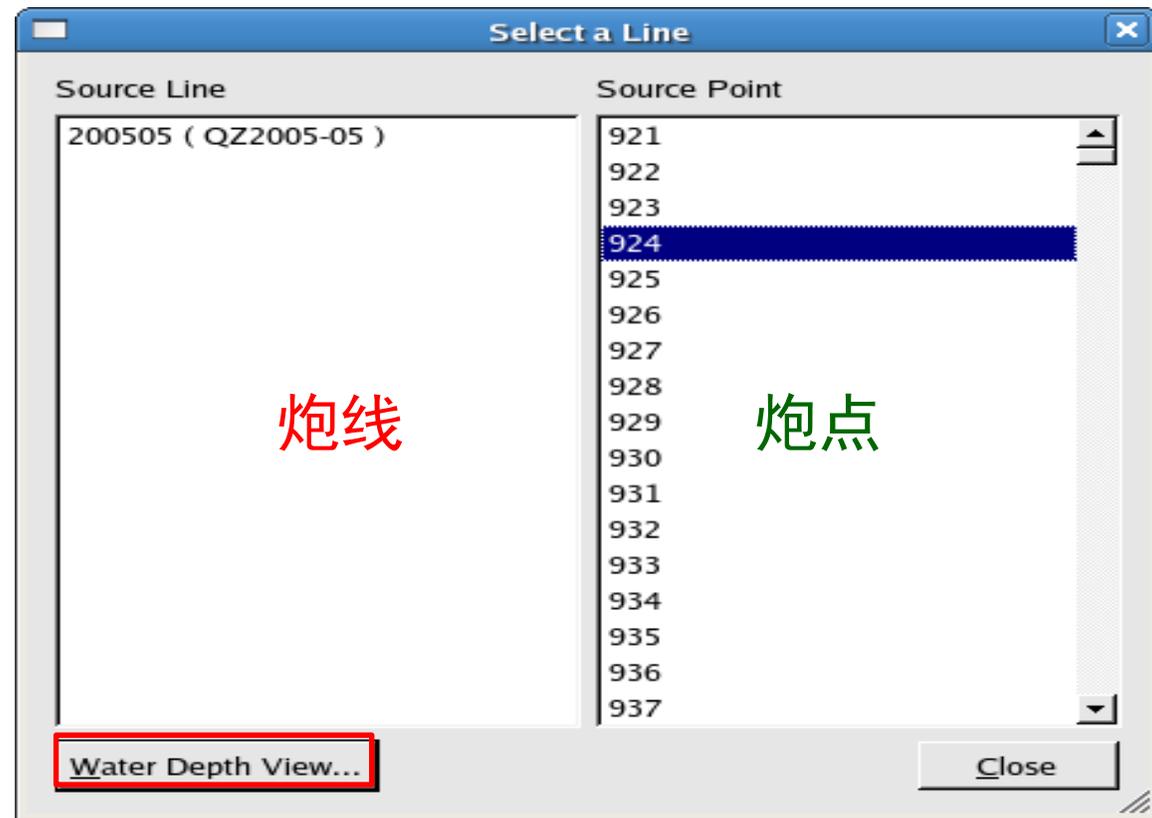
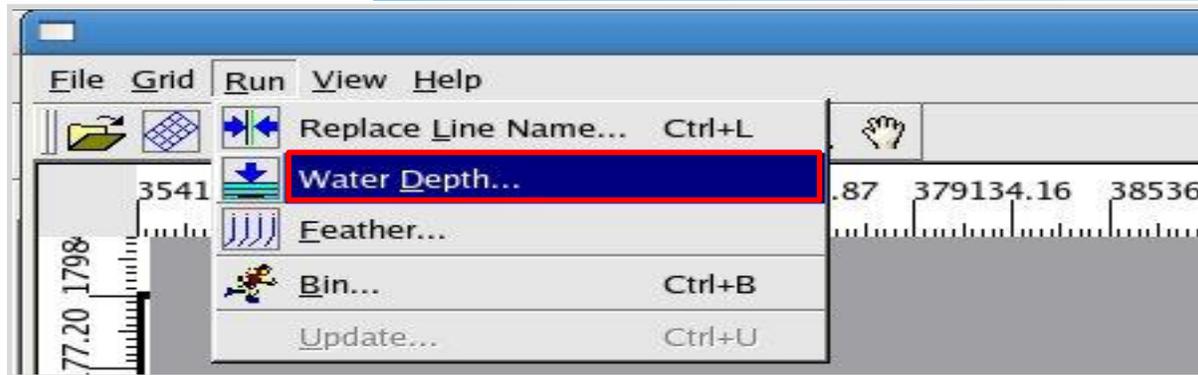
# 第一节、观测系统定义



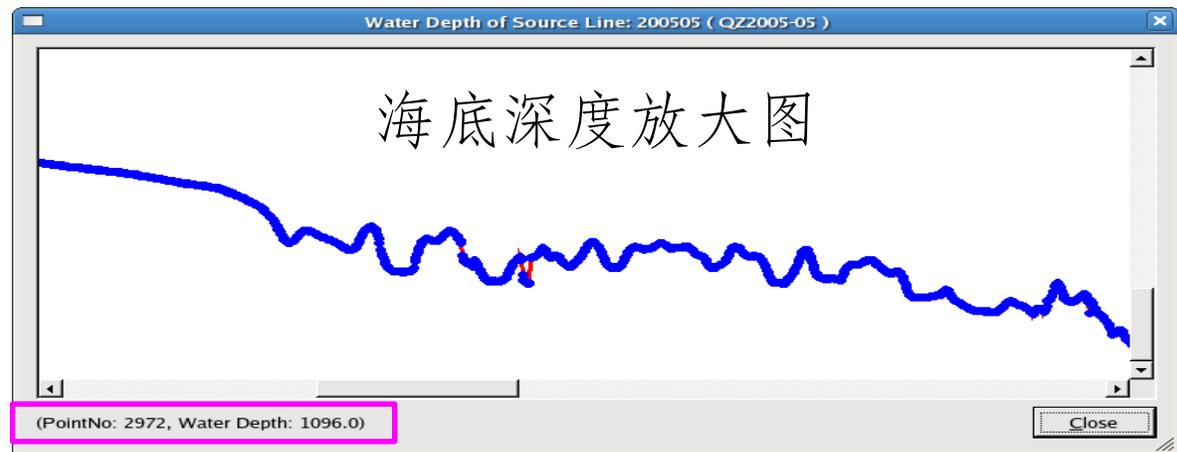
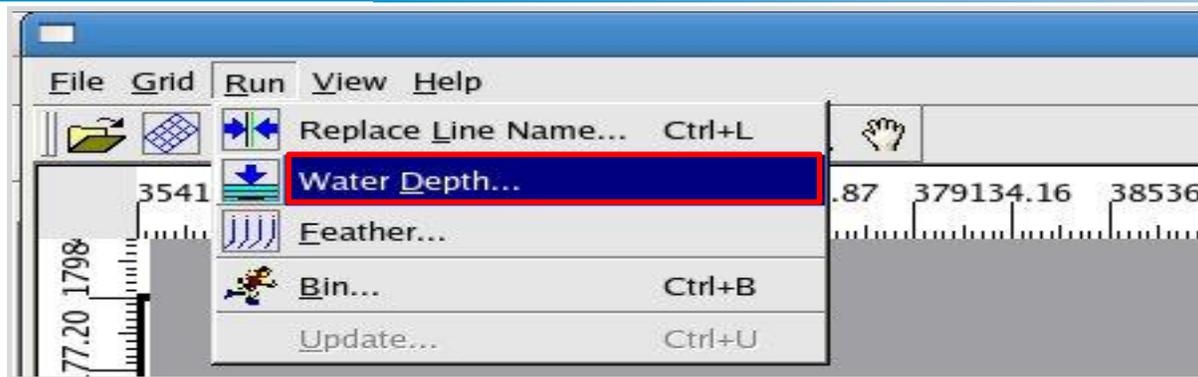
# 第一节、观测系统定义



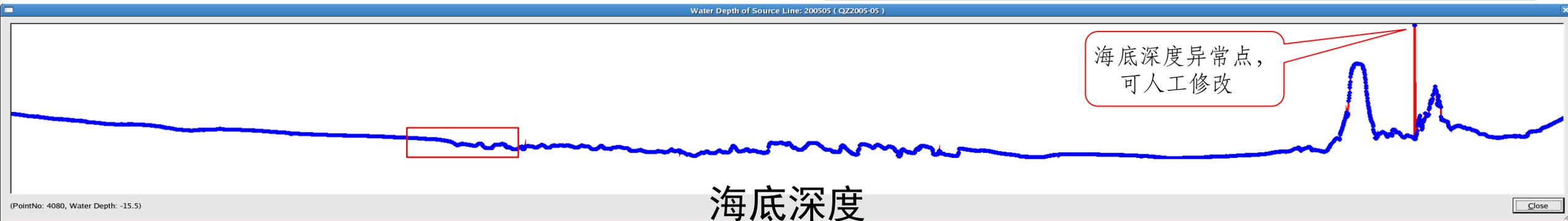
# 第一节、观测系统定义



# 第一节、观测系统定义

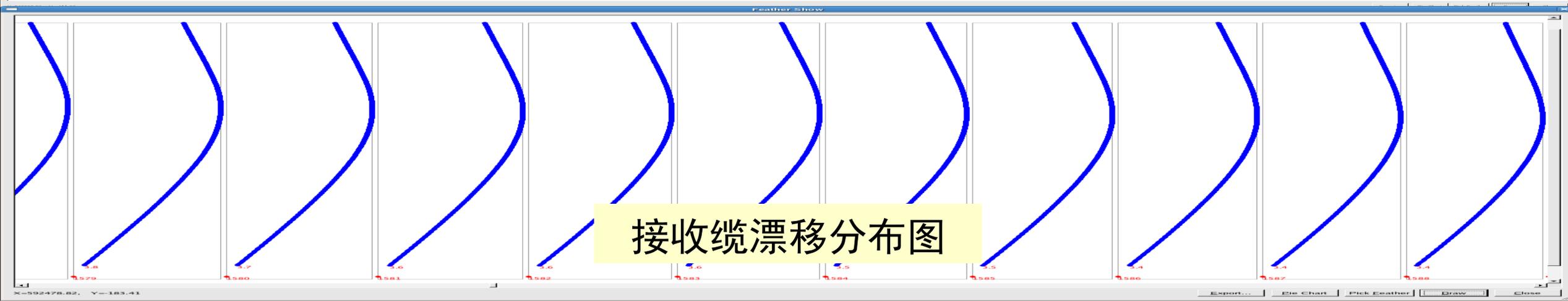
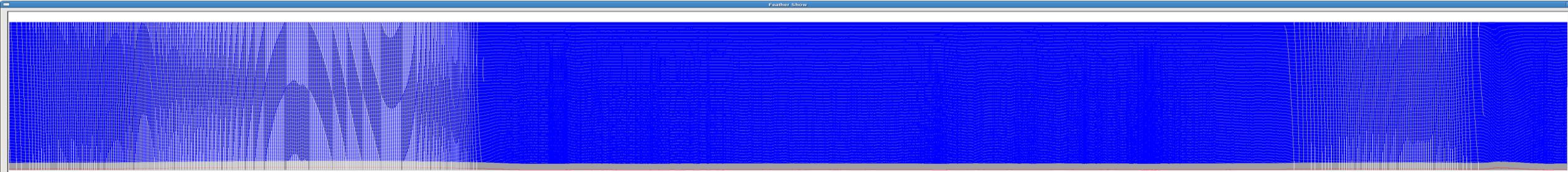
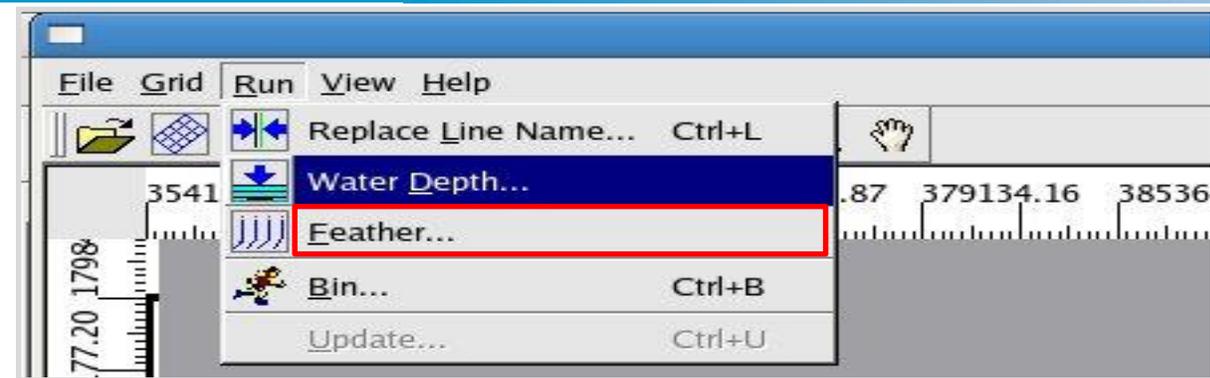


A 'Select a Line' dialog box with two columns: 'Source Line' and 'Source Point'. The 'Source Line' column contains '200505 ( QZ2005-05 )'. The 'Source Point' column contains a list of numbers from 921 to 937. The text '炮线' (Shot Line) is written in red next to the 'Source Line' entry, and '炮点' (Shot Point) is written in green next to the 'Source Point' list. A 'Water Depth View...' button is highlighted with a red box at the bottom left, and a 'Close' button is at the bottom right.



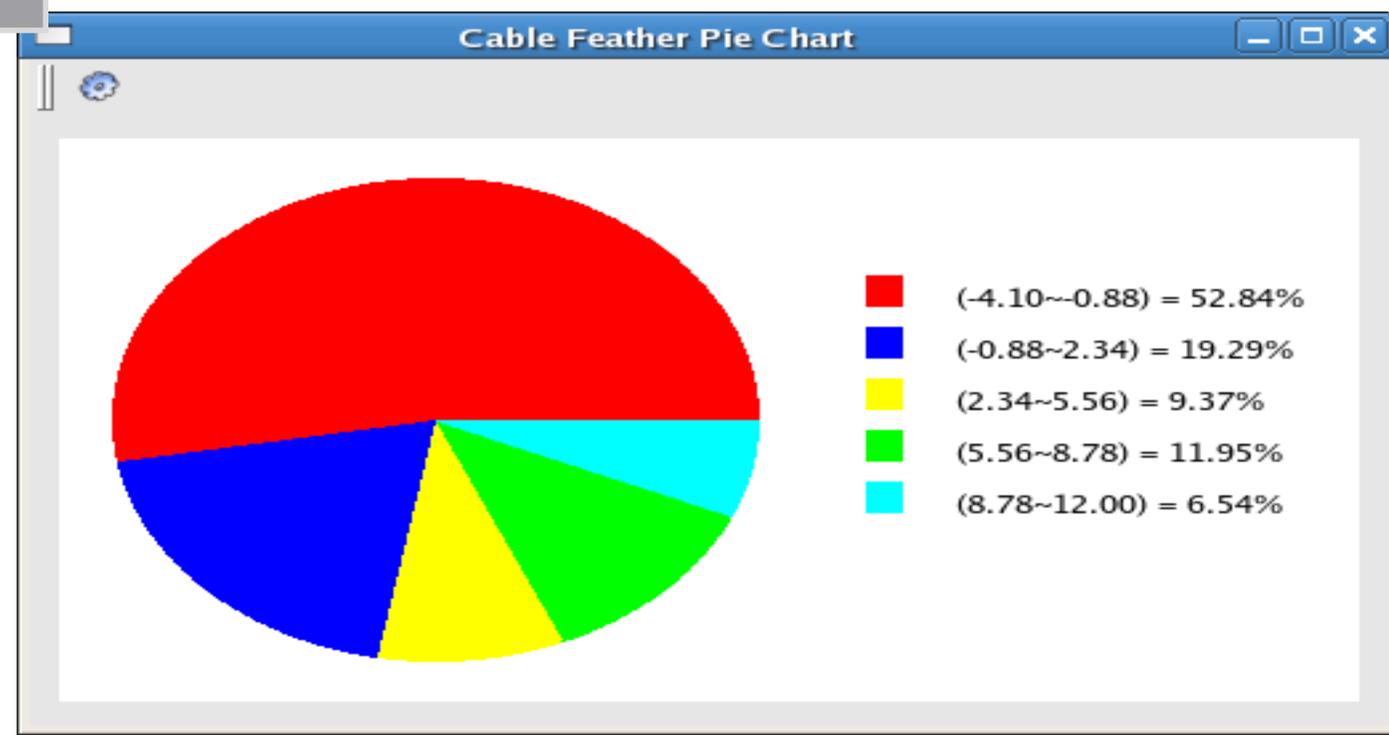
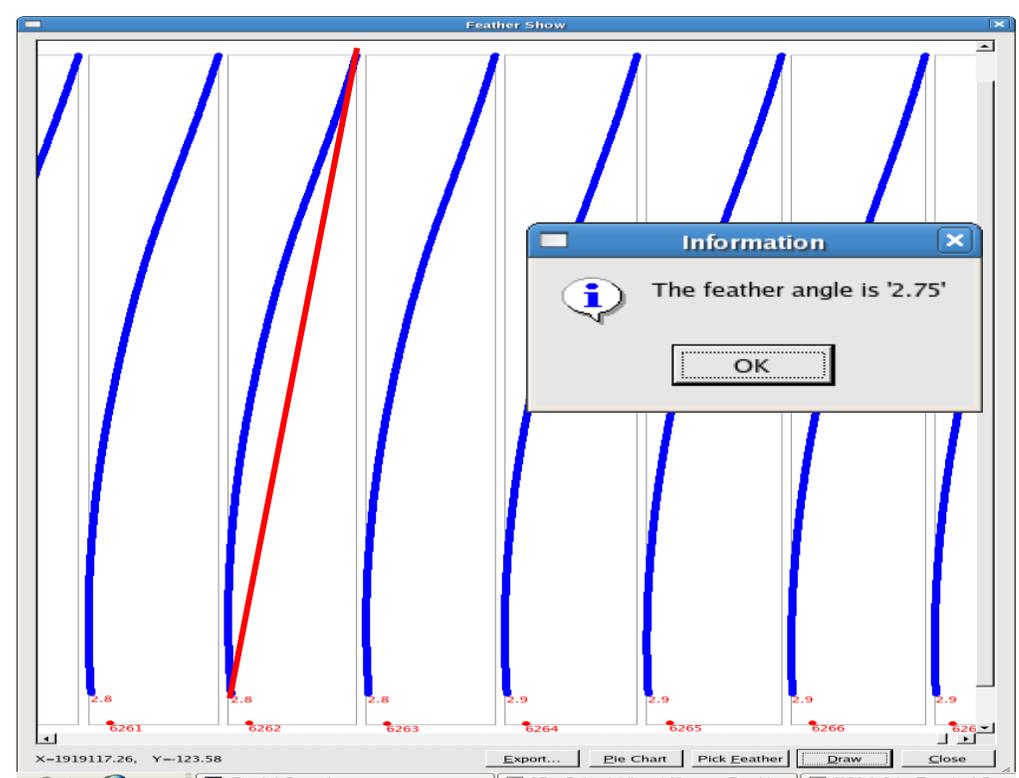
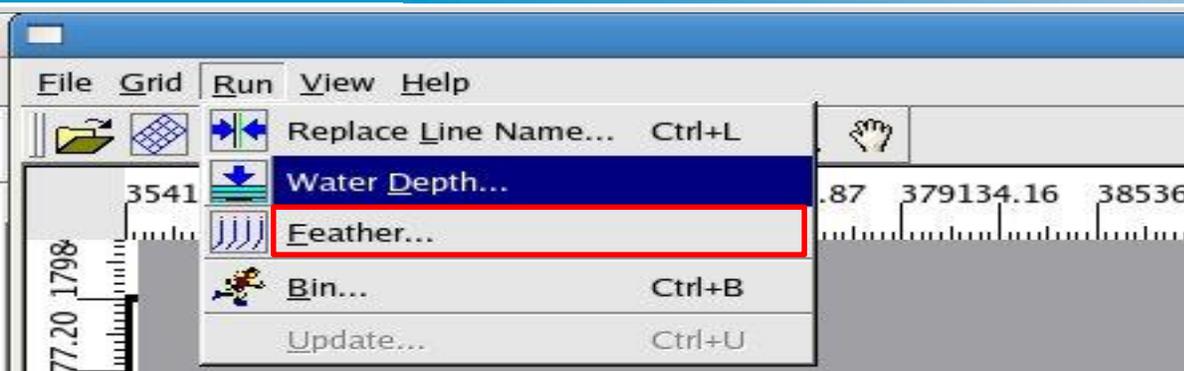
海底深度

# 第一节、观测系统定义

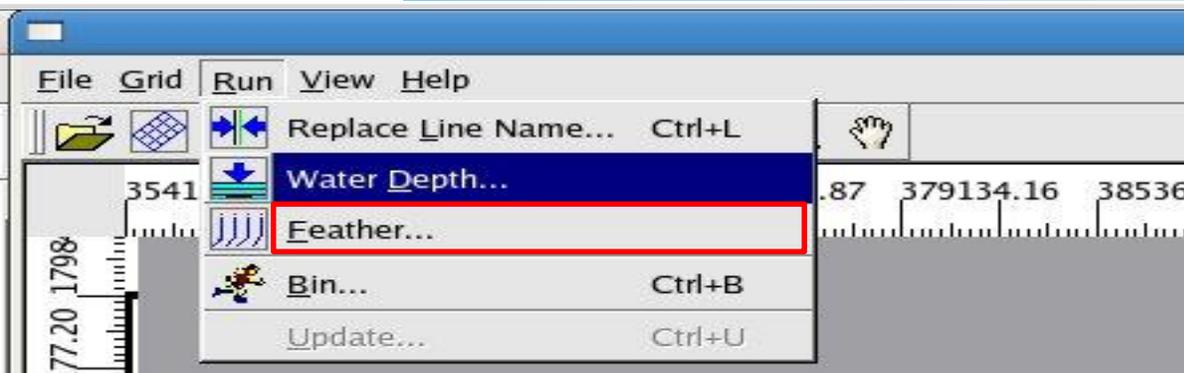


接收缆漂移分布图

# 第一节、观测系统定义



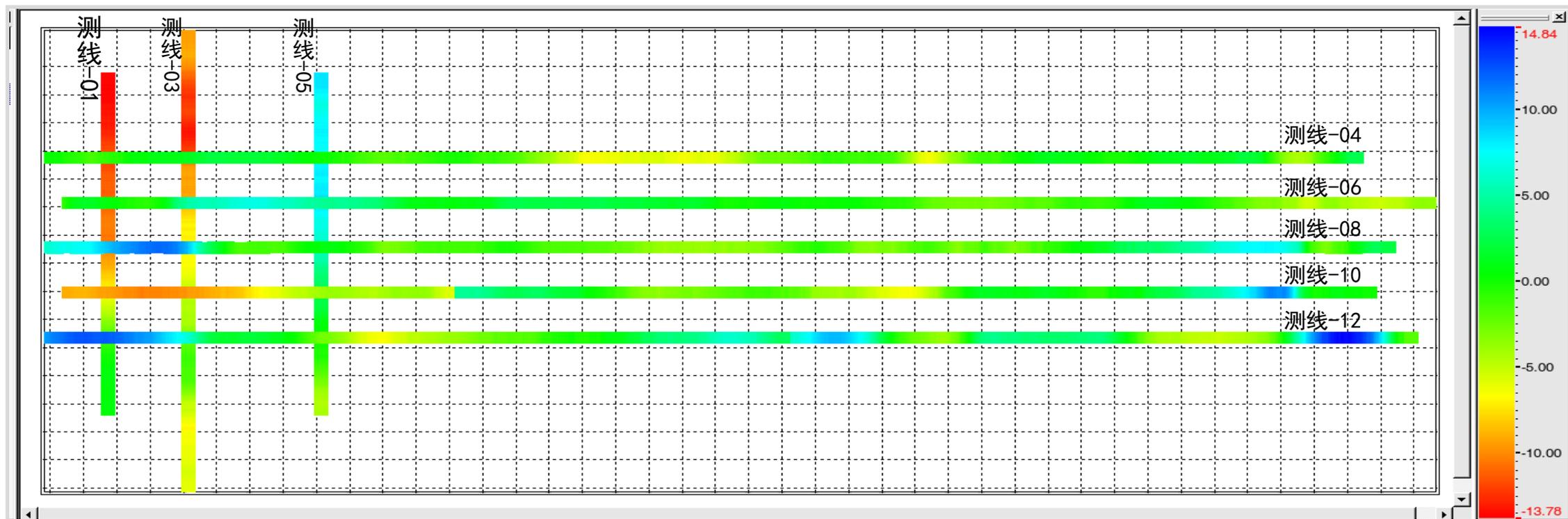
# 第一节、观测系统定义



A screenshot of a Terminal window titled 'Terminal'. It displays a table with columns: Source Line, Source Point, X, Y, Streamer ID, and Feather. The data consists of 57 rows of numerical values.

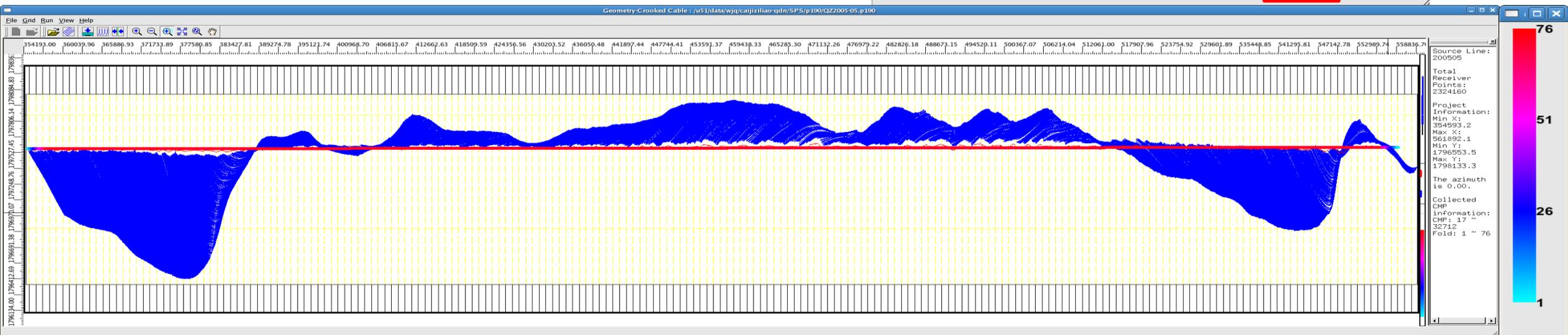
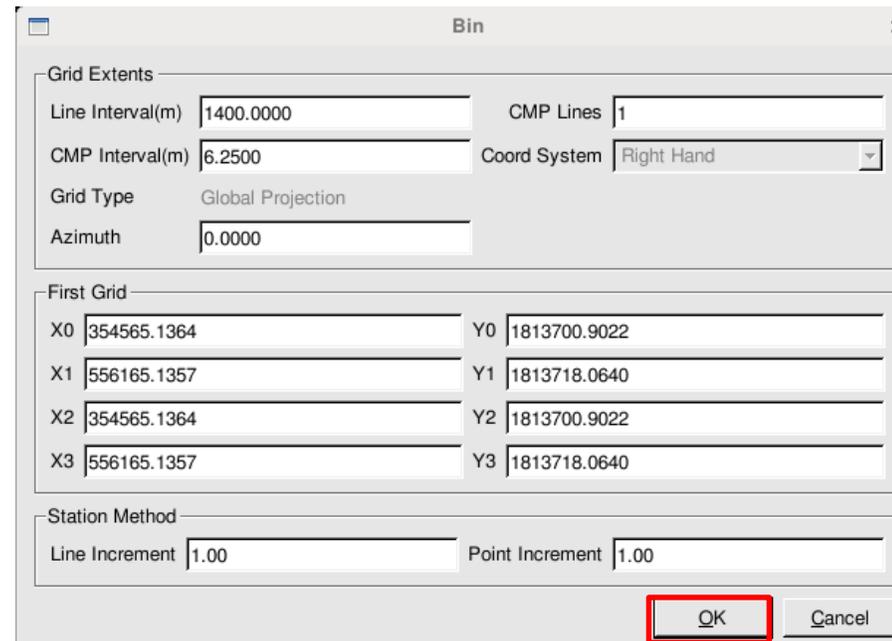
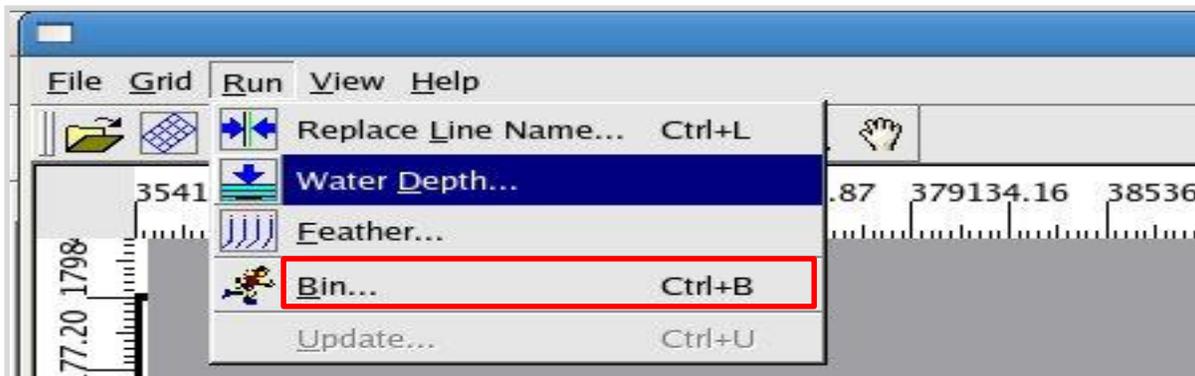
Source Line	Source Point	X	Y	Streamer ID	Feather
QZ2005-05	921.00	354593.20	1797698.80	1	6.02
QZ2005-05	922.00	354630.50	1797698.70	1	6.01
QZ2005-05	923.00	354668.00	1797697.70	1	6.01
QZ2005-05	924.00	354705.40	1797695.40	1	5.97
QZ2005-05	925.00	354742.60	1797691.30	1	5.92
QZ2005-05	926.00	354780.40	1797694.00	1	6.03
QZ2005-05	927.00	354818.00	1797694.90	1	6.05
QZ2005-05	928.00	354855.30	1797696.20	1	6.10
QZ2005-05	929.00	354893.00	1797698.50	1	6.14
QZ2005-05	930.00	354930.40	1797697.90	1	6.12
QZ2005-05	931.00	354968.00	1797695.70	1	6.07
QZ2005-05	932.00	355005.60	1797696.10	1	6.10
QZ2005-05	933.00	355042.80	1797697.20	1	6.17
QZ2005-05	934.00	355080.40	1797699.20	1	6.23
QZ2005-05	935.00	355117.80	1797698.10	1	6.19
QZ2005-05	936.00	355155.50	1797696.60	1	6.16
QZ2005-05	937.00	355193.20	1797696.40	1	6.17
QZ2005-05	938.00	355230.60	1797696.20	1	6.18
QZ2005-05	939.00	355267.80	1797693.70	1	6.14
QZ2005-05	940.00	355305.30	1797693.80	1	6.17
QZ2005-05	941.00	355342.80	1797694.80	1	6.21
QZ2005-05	942.00	355380.90	1797694.30	1	6.20
QZ2005-05	943.00	355418.40	1797694.00	1	6.19
QZ2005-05	944.00	355455.60	1797692.10	1	6.18
QZ2005-05	945.00	355493.10	1797689.90	1	6.14
QZ2005-05	946.00	355530.50	1797687.10	1	6.13
QZ2005-05	947.00	355568.00	1797687.20	1	6.17
QZ2005-05	948.00	355605.50	1797687.90	1	6.24
QZ2005-05	949.00	355643.00	1797688.60	1	6.26
QZ2005-05	950.00	355680.90	1797690.50	1	6.32
QZ2005-05	951.00	355718.50	1797691.50	1	6.36
QZ2005-05	952.00	355755.90	1797689.00	1	6.29
QZ2005-05	953.00	355793.30	1797683.60	1	6.21
QZ2005-05	954.00	355830.50	1797683.40	1	6.25
QZ2005-05	955.00	355868.10	1797686.40	1	6.34
QZ2005-05	956.00	355905.70	1797688.80	1	6.41
QZ2005-05	957.00	355943.20	1797690.30	1	6.44

# 第一节、观测系统定义

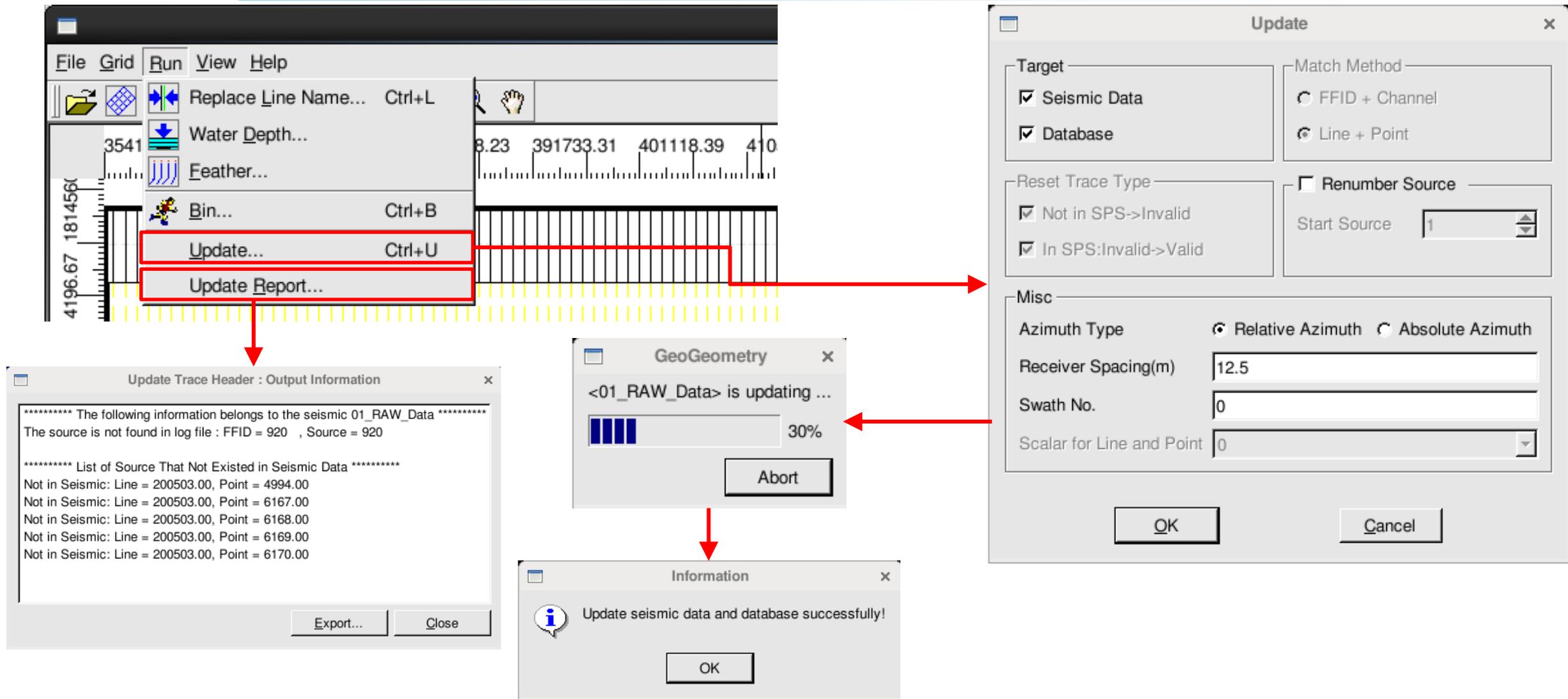


羽角分布图

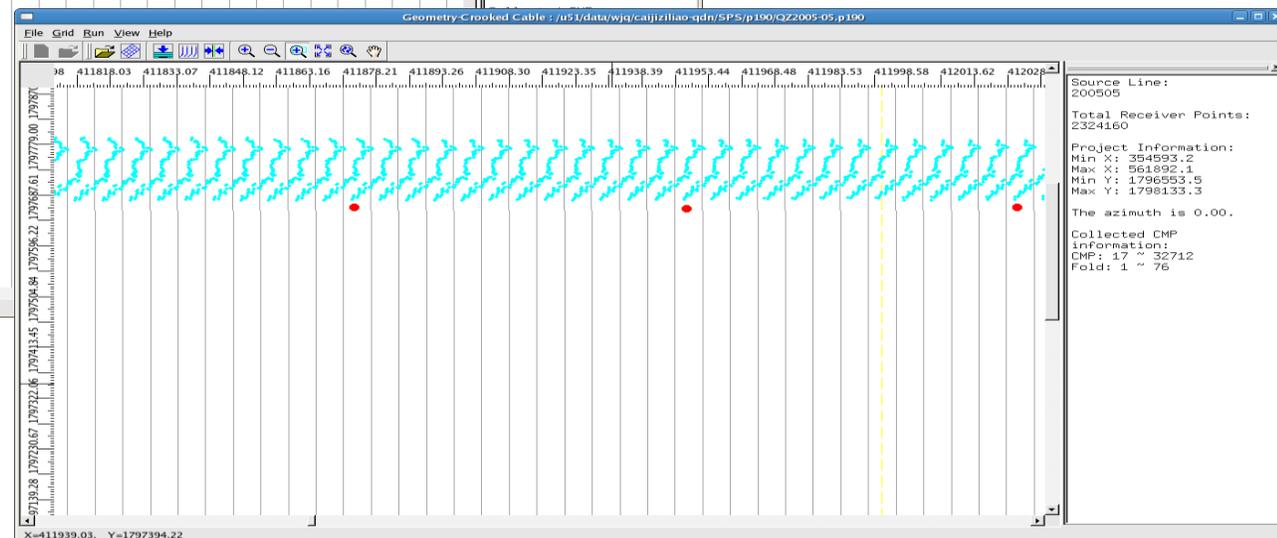
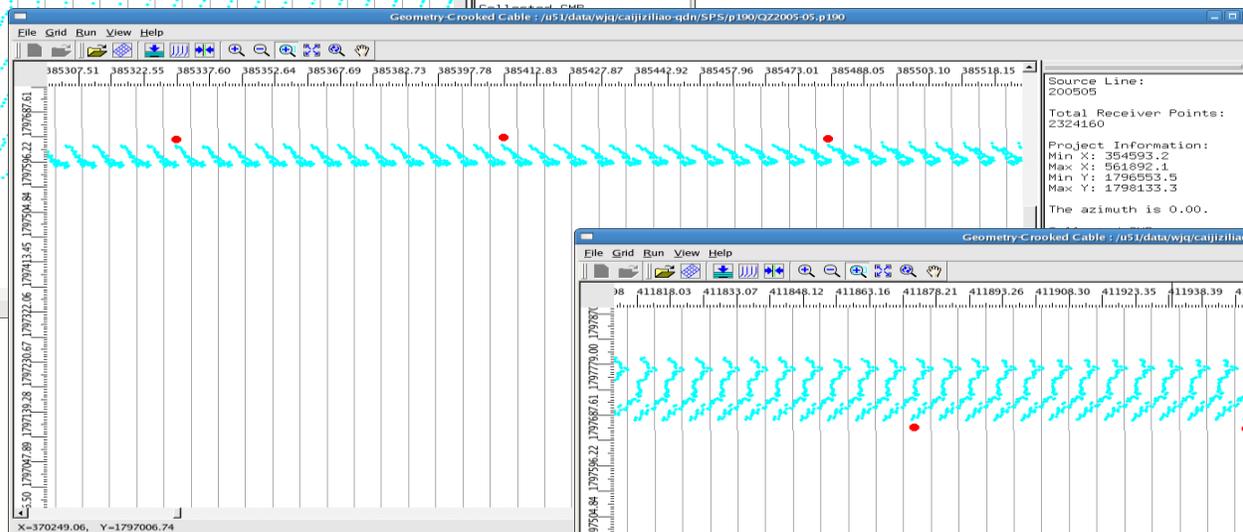
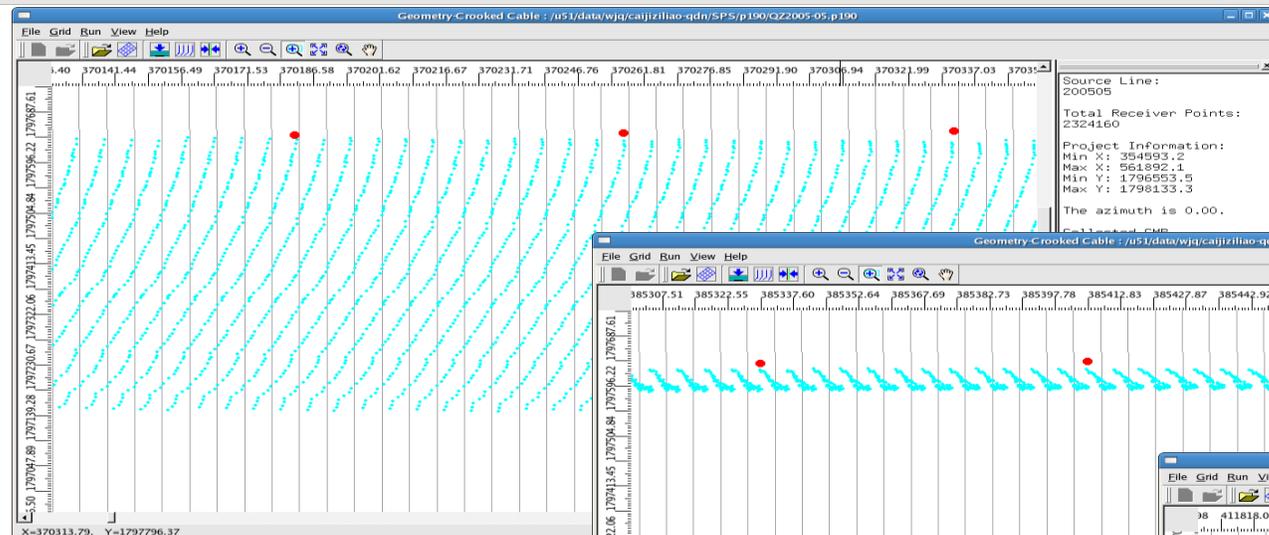
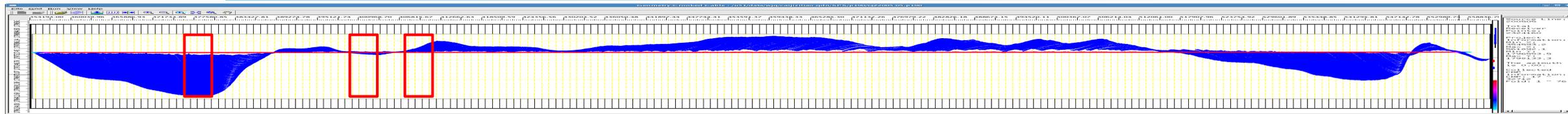
# 第一节、观测系统定义



# 第一节、观测系统定义



# 第一节、观测系统定义



不同位置CMP分布图

# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

第五节、虚反射（鬼波）压制

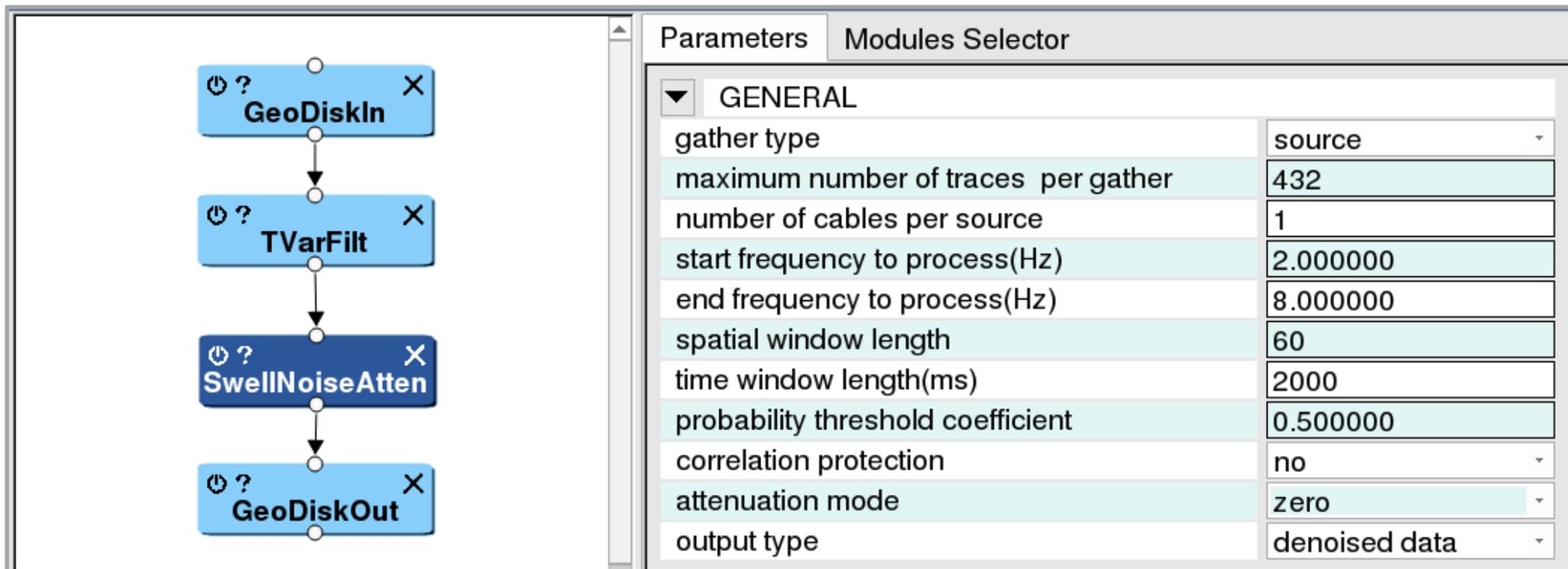
第六节、子波提取及零相位处理

## 第二节、压制涌浪噪声

涌浪噪声是海洋资料中最常见的噪音类型，具有频率低，振幅值较大，炮集或CMP道集空间上随机出现等特点。

涌浪噪声和正常的反射信号有很大区别。来自地下界面的地震反射信号无论在叠前、叠后各种数据上的分布都是有规律可循的，在能量和频率上都符合地震波的传播规律，而涌浪噪声则不同，它的能量、频率、纵横向变化规律与有效信号有较大的差异，利用这种差异对噪音进行衰减。

## 第二节、压制涌浪噪声



The screenshot displays a software interface for processing seismic data. On the left, a workflow diagram shows four modules connected in a vertical sequence: GeoDiskIn, TVarFilt, SwellNoiseAtten, and GeoDiskOut. On the right, a 'Parameters' panel is visible, showing a table of settings for the 'SwellNoiseAtten' module.

Parameters	
GENERAL	
gather type	source
maximum number of traces per gather	432
number of cables per source	1
start frequency to process(Hz)	2.000000
end frequency to process(Hz)	8.000000
spatial window length	60
time window length(ms)	2000
probability threshold coefficient	0.500000
correlation protection	no
attenuation mode	zero
output type	denoised data

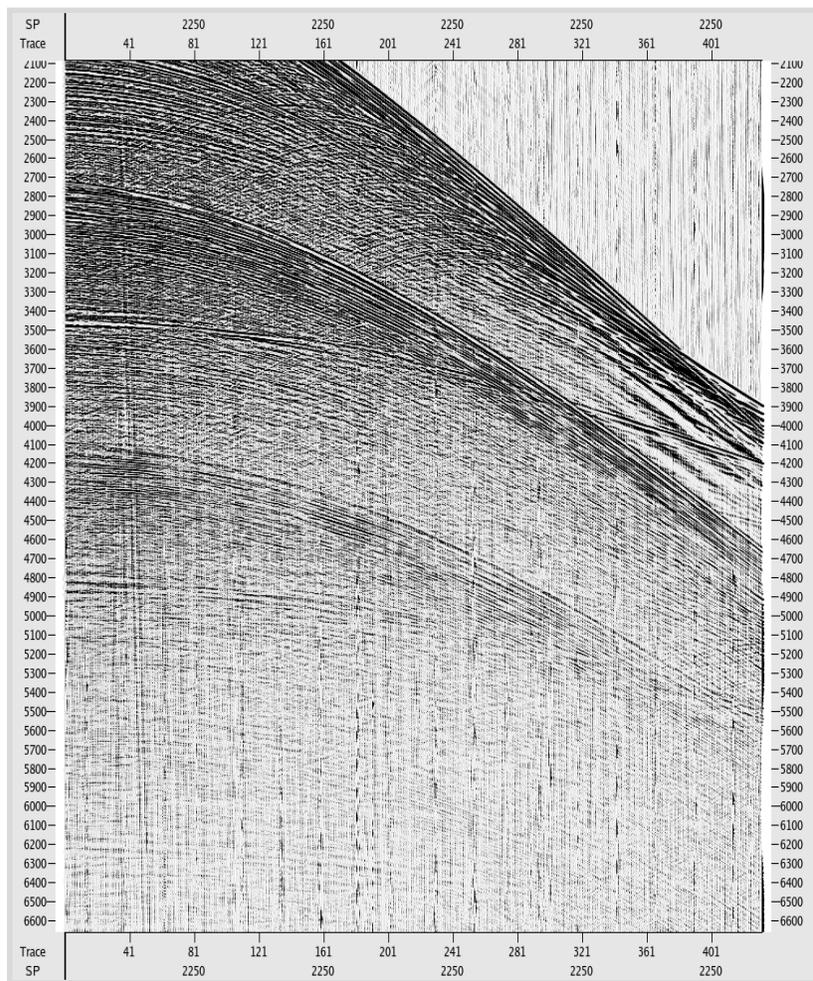
压制涌浪噪声作业主要参数：

涌浪噪声频率范围：2~8Hz；

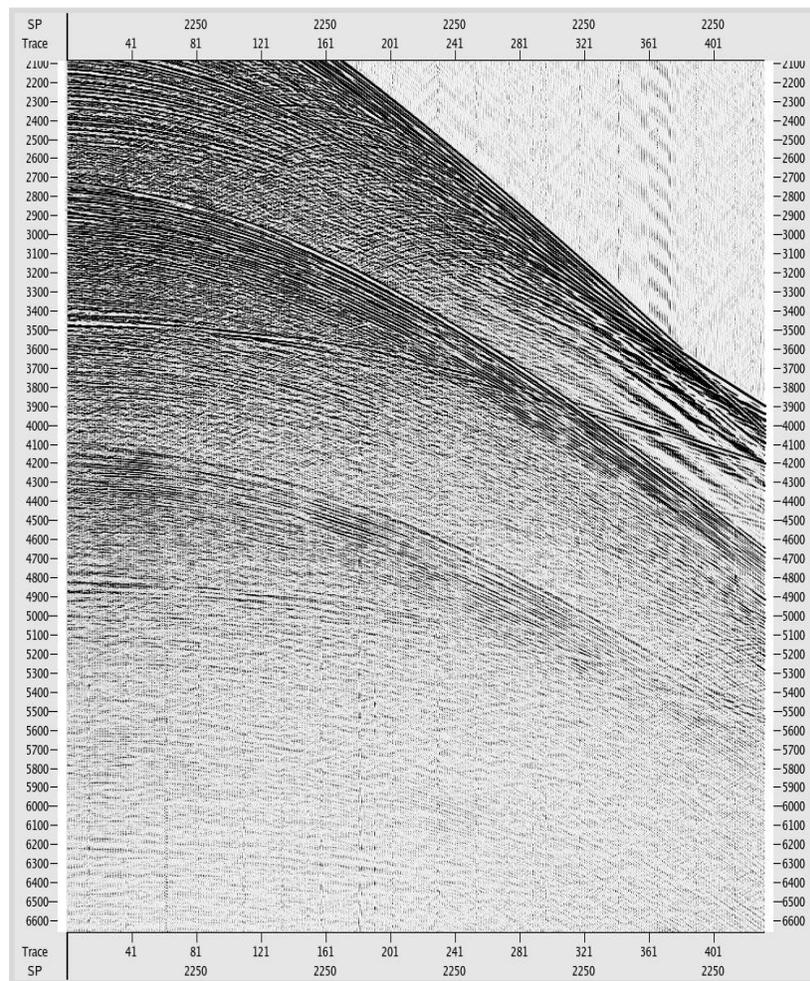
空间窗长：60道；

时窗长度：2000ms

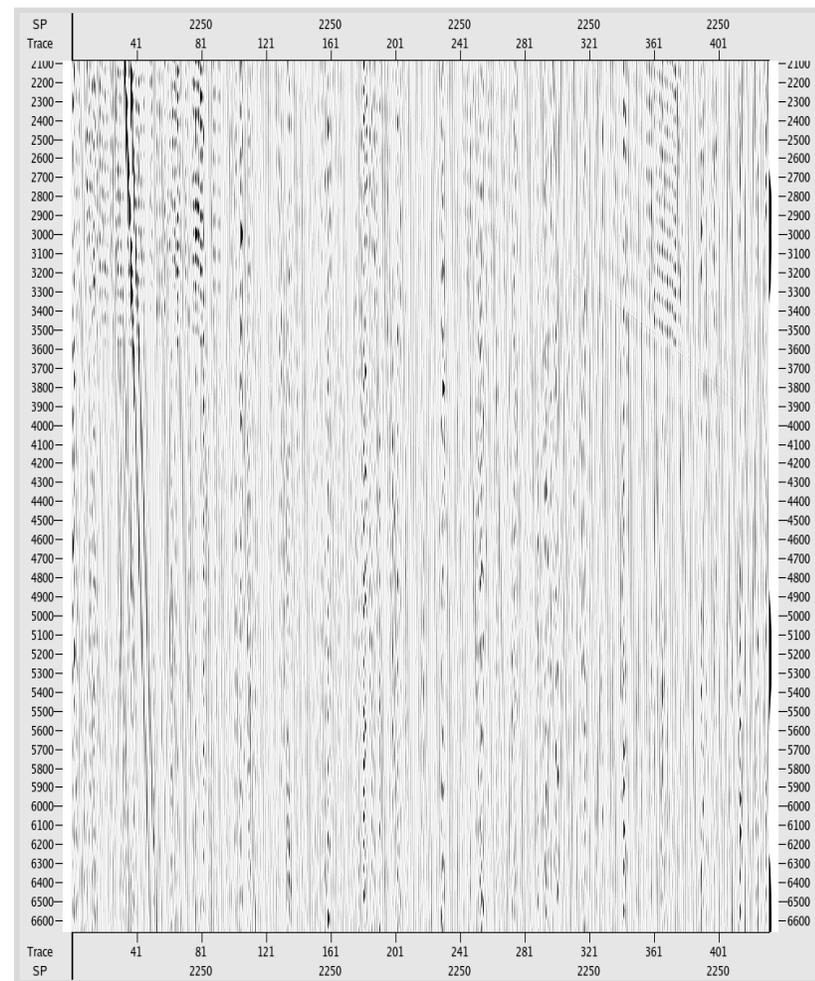
## 第二节、压制涌浪噪声



剔除涌浪前单炮

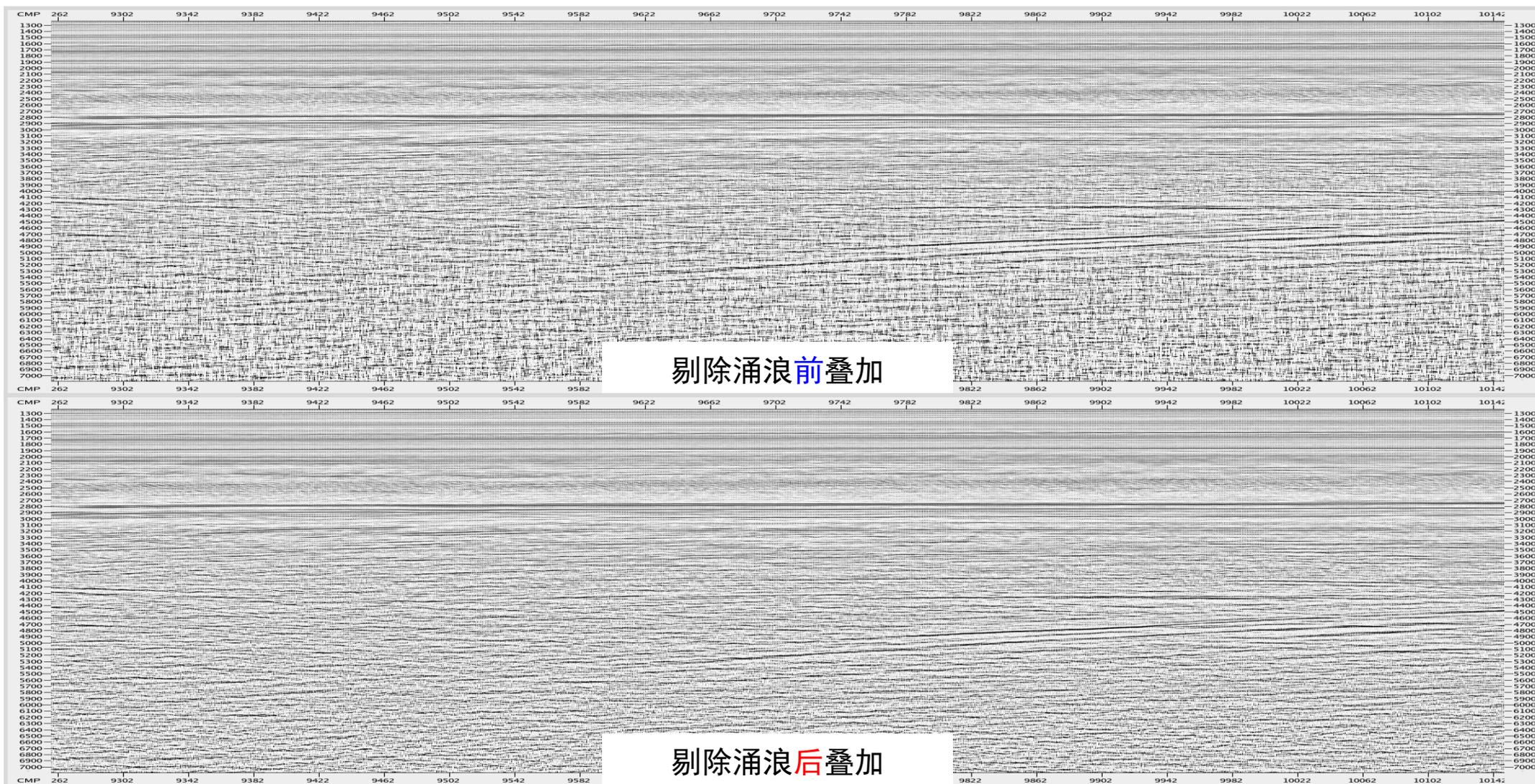


剔除涌浪后单炮



剔除涌浪噪声

## 第二节、压制涌浪噪声



# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

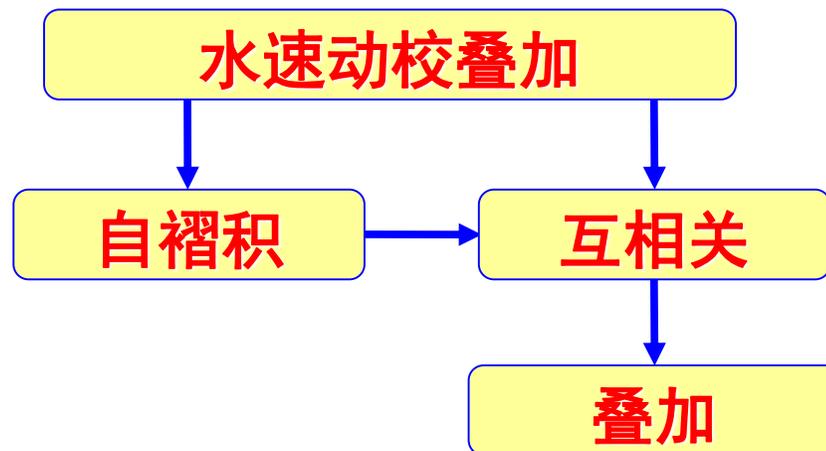
第五节、虚反射（鬼波）压制

第六节、子波提取及零相位处理

## 第三节、延迟时校正

班报上提供的延迟时一般不是十分准确，本方法是在数据驱动下准确提取延迟时，进行校正。

该方法是利用海底反射与它的多次反射的时差求取延迟时。

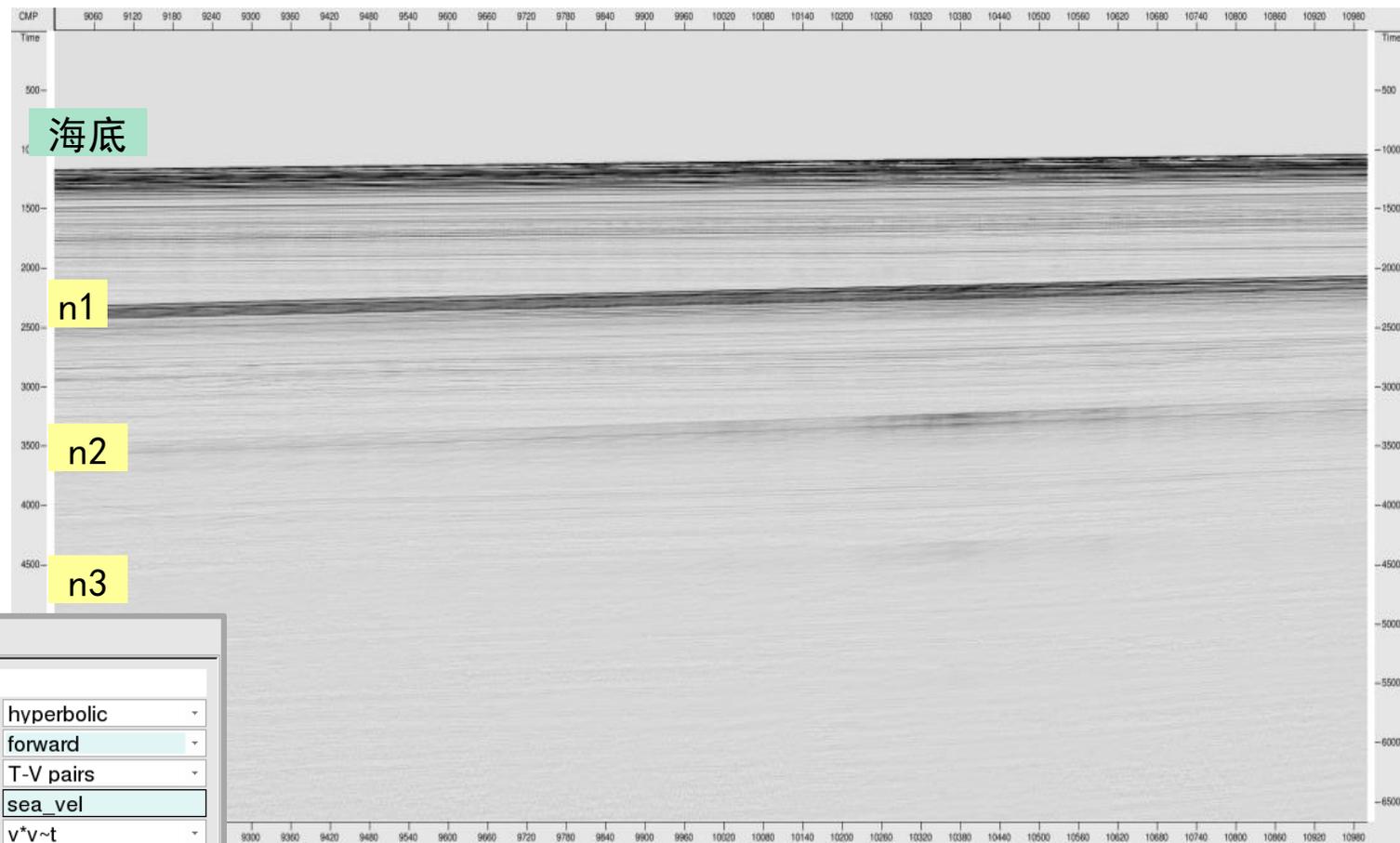


## 第三节、延迟时校正

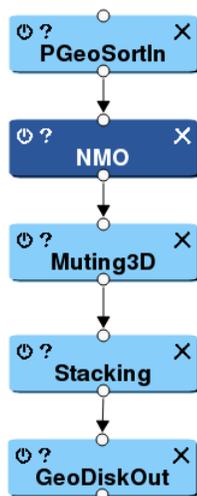
第一步：

选取海底较平缓的近偏移距资料，用水速度（1500m/s）动校叠加，这样可以较清楚的得到海底及它的多次反射波的叠加数据。

炮检距：0-2000米



水速度叠加



Parameters Modules Selector

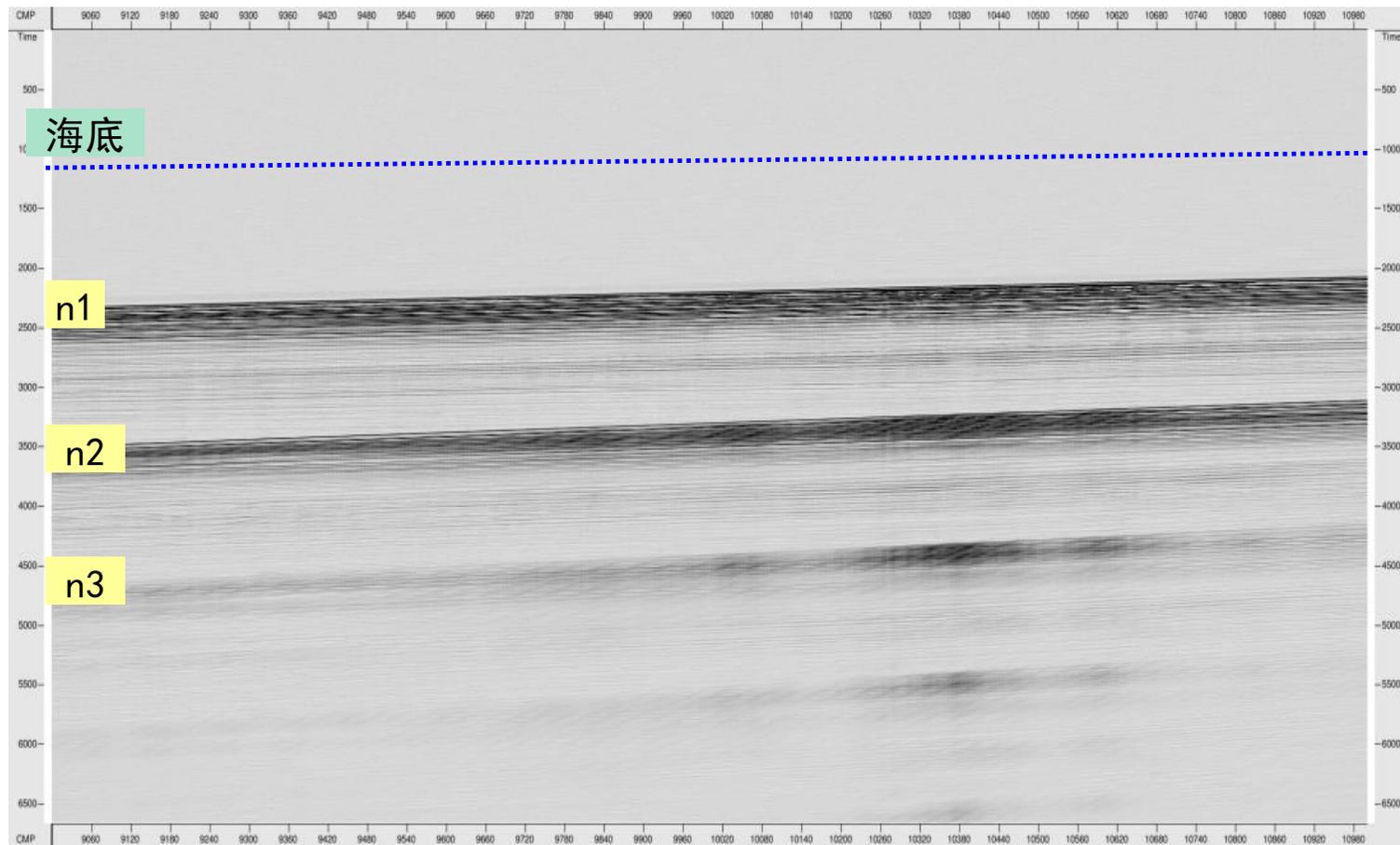
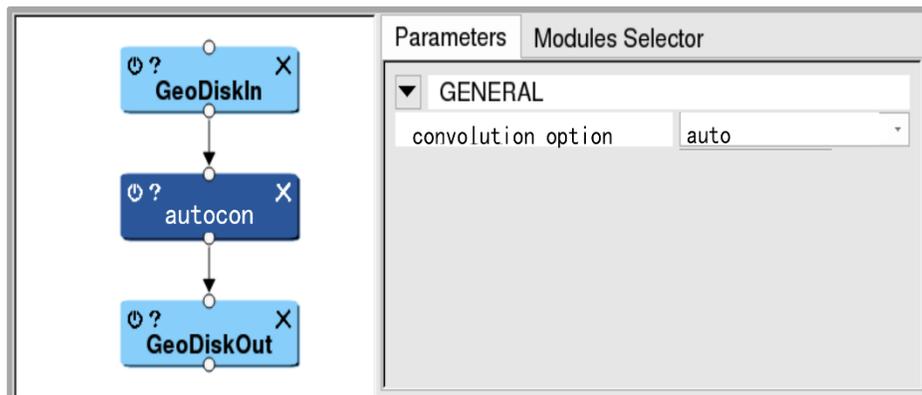
GENERAL

moveout methods	hyperbolic
moveout mode	forward
velocity type	T-V pairs
T-V filename	sea_vel
velocity interpolation methods	v*v~t
percent of Nyquist frequency	60
error in passband frequency	0.010000
crossing-traveltime mute	no
datum for velocity interpolation	original datum
add time(ms)	0

## 第三节、延迟时校正

第二步：

对水速叠加数据进行自褶积  
(autocon模块)，得到海底的多次  
反射数据。

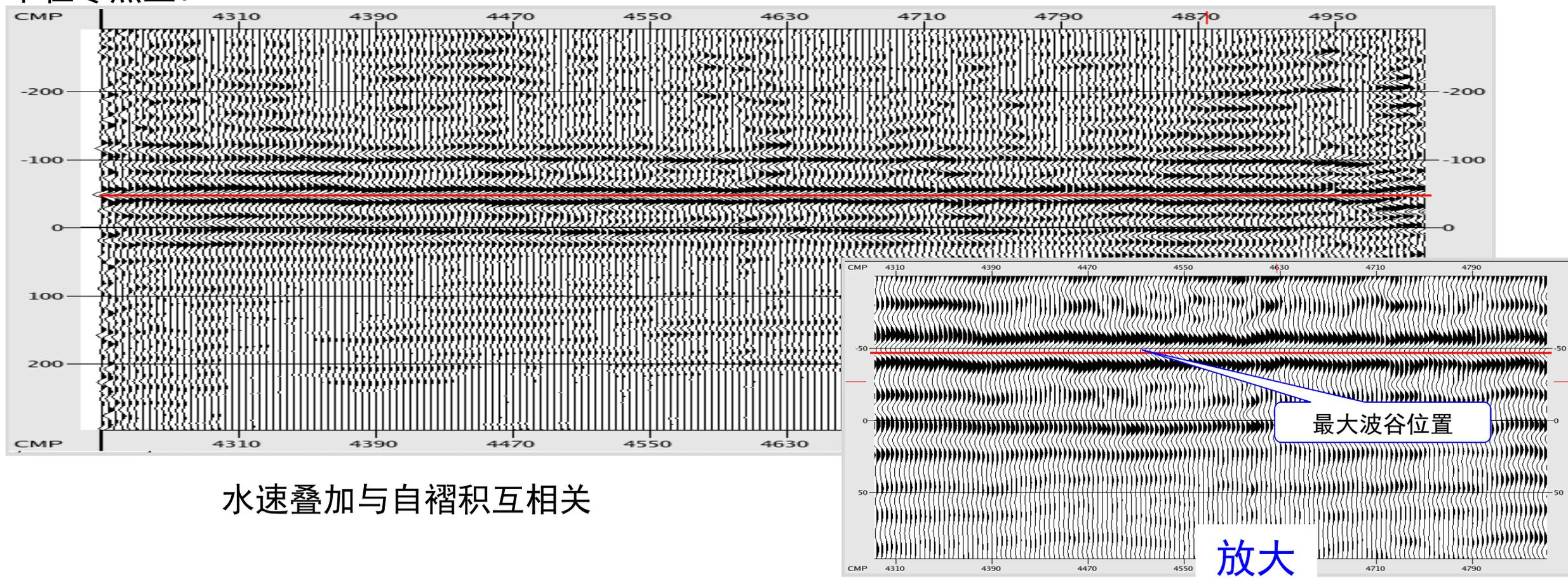


水速度叠加后自褶积

## 第三节、延迟时校正

第三步：

水速叠加数据与自褶积数据做互相关，可以看出一次反射和多次反射的相似性很好，但是极值点不在零点上。

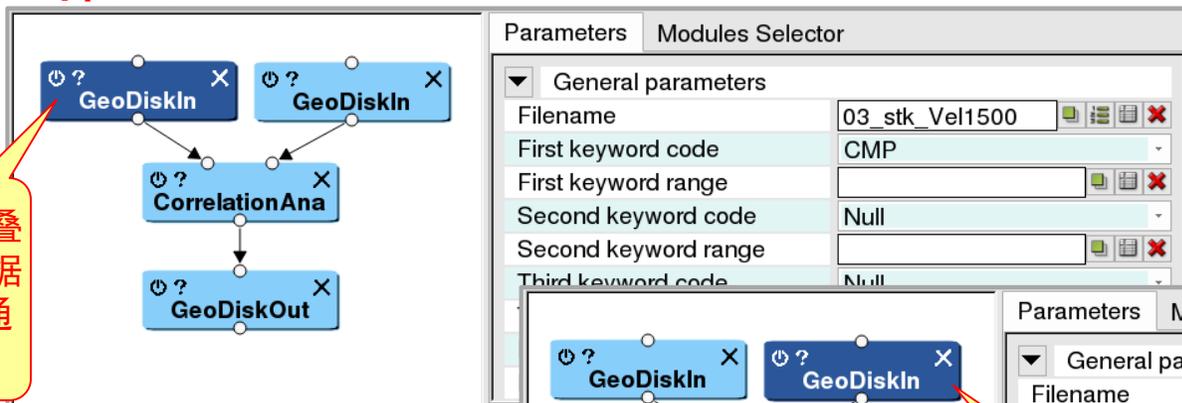


水速叠加与自褶积互相关

# 第三节、延迟时校正

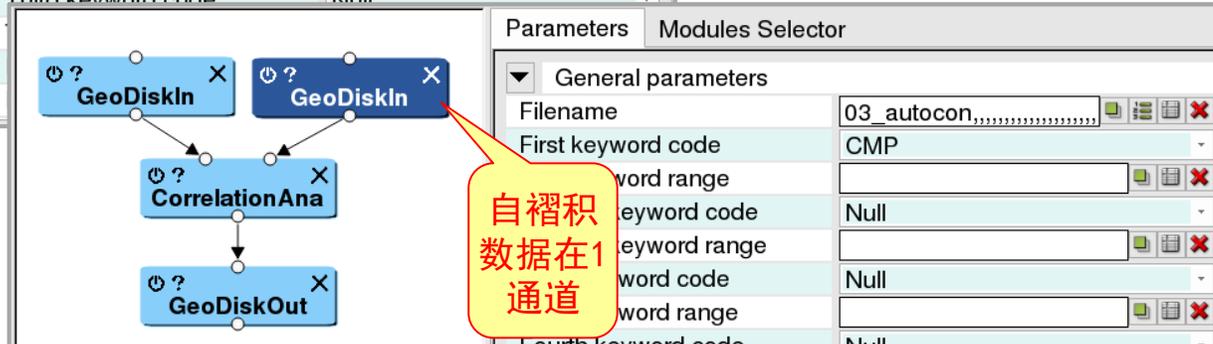
## 互相关作业：

流速叠加数据在0通道



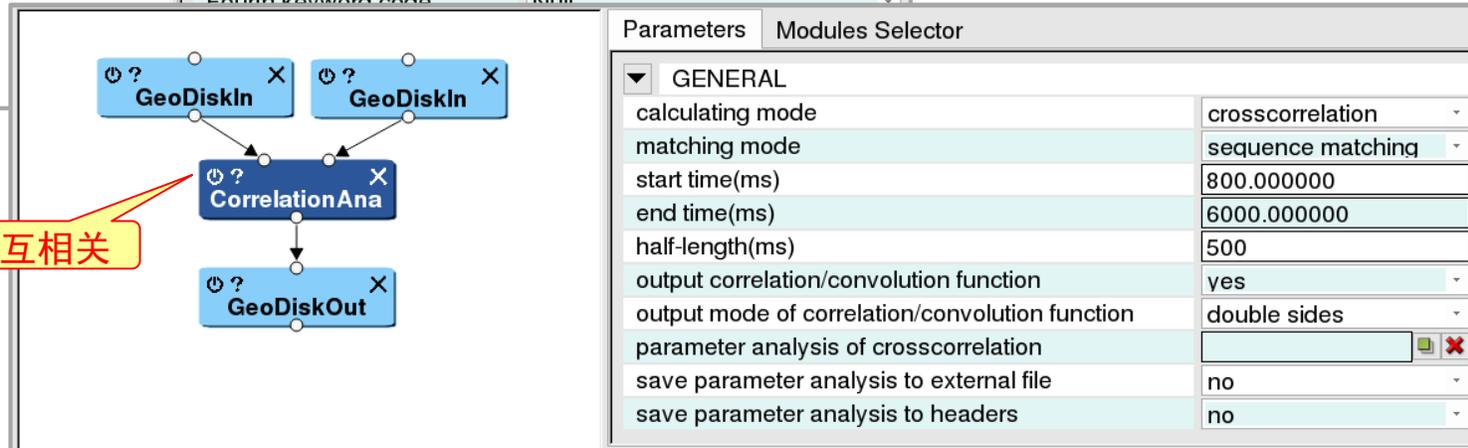
Parameters Modules Selector	
General parameters	
Filename	03_stk_Vel1500
First keyword code	CMP
First keyword range	
Second keyword code	Null
Second keyword range	
Third keyword code	Null

自褶积数据在1通道



Parameters Modules Selector	
General parameters	
Filename	03_autocon,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
First keyword code	CMP
First keyword range	
Second keyword code	Null
Second keyword range	
Third keyword code	Null
Third keyword range	
Fourth keyword code	Null

互相关

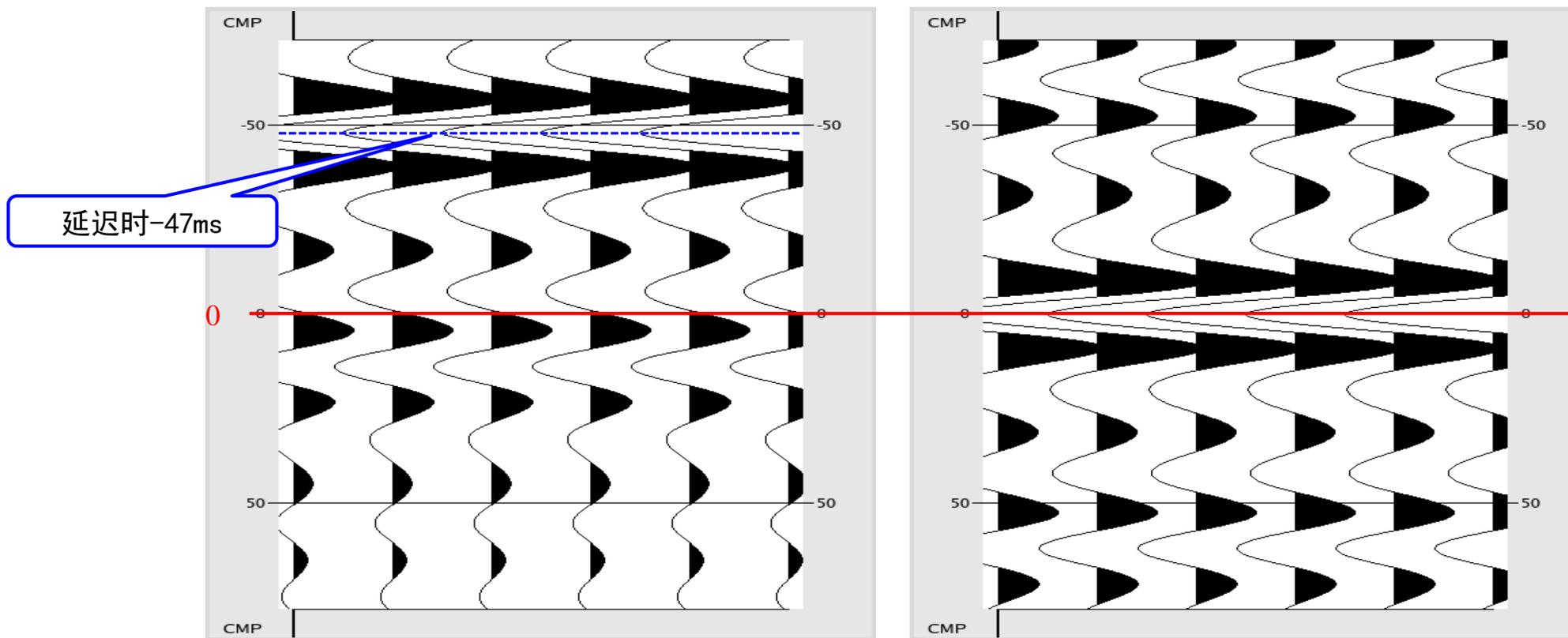


Parameters Modules Selector	
GENERAL	
calculating mode	crosscorrelation
matching mode	sequence matching
start time(ms)	800.000000
end time(ms)	6000.000000
half-length(ms)	500
output correlation/convolution function	yes
output mode of correlation/convolution function	double sides
parameter analysis of crosscorrelation	
save parameter analysis to external file	no
save parameter analysis to headers	no

## 第三节、延迟时校正

第四步：

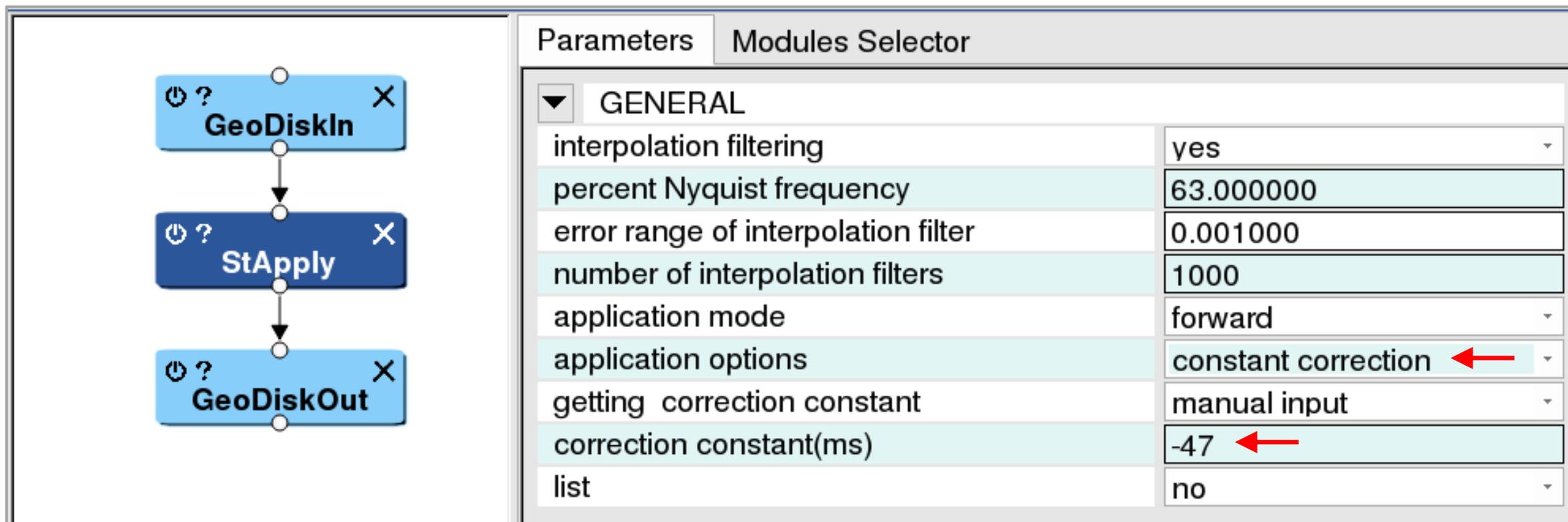
为了提高分析的精度，我们把互相关数据叠加统计，形成一道互相关结果。用这一道形成多道剖面，有利于分析时差，这个时差既为延迟时。



校正前自相关

校正后自相关

## 第三节、延迟时校正



The screenshot displays a software interface with two main sections. On the left is a data flow diagram with three vertically stacked blue rectangular blocks. The top block is labeled 'GeoDiskIn', the middle block is 'StApply', and the bottom block is 'GeoDiskOut'. Each block has a power icon and a question mark on the left, and an 'X' icon on the right. Arrows point downwards from the bottom of one block to the top of the next. On the right is a 'Parameters' panel with a 'Modules Selector' tab. The 'GENERAL' section is expanded, showing a list of parameters and their values. Two red arrows point to the 'application options' and 'correction constant(ms)' fields.

Parameter	Value
interpolation filtering	yes
percent Nyquist frequency	63.000000
error range of interpolation filter	0.001000
number of interpolation filters	1000
application mode	forward
application options	constant correction
getting correction constant	manual input
correction constant(ms)	-47
list	no

延迟时和枪深、缆深校正-47ms

# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

第五节、虚反射（鬼波）压制

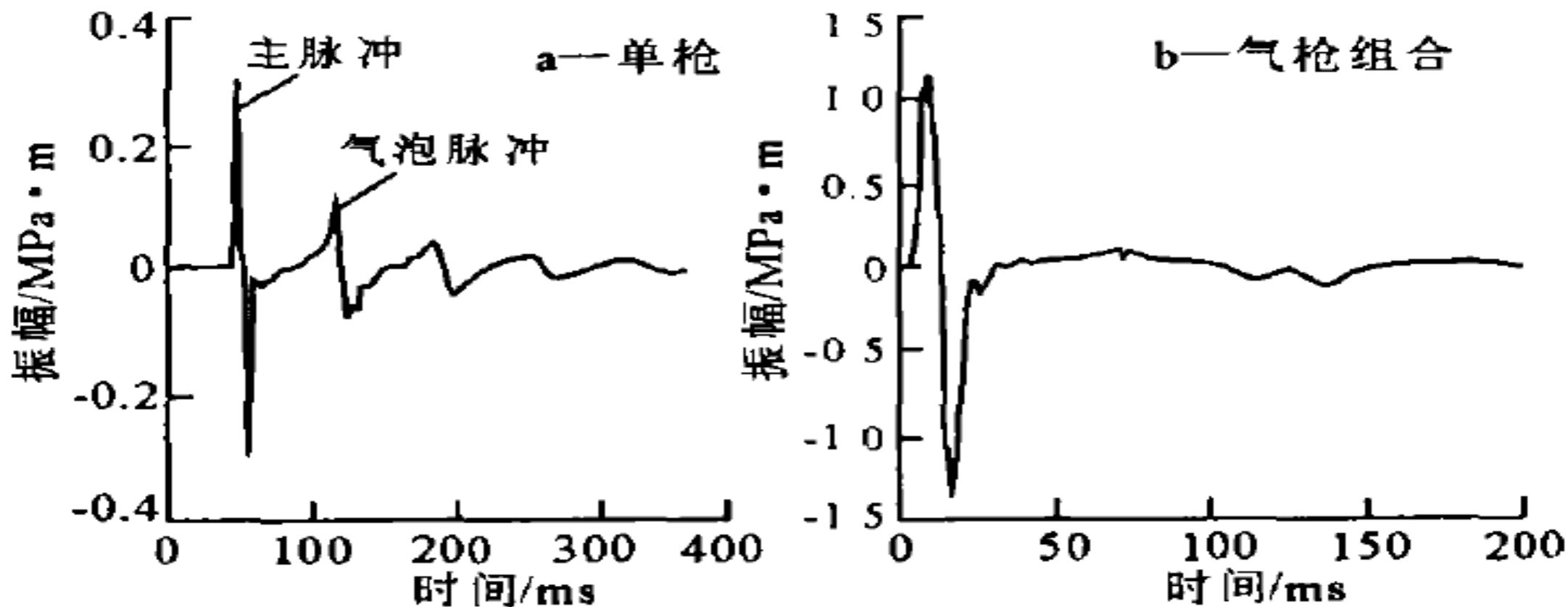
第六节、子波提取及零相位处理

## 第四节、气泡干扰压制

气枪（阵）是海上用的最多的震源。

气枪激发时, 高压空气释放到水中, 迅速形成球形气泡, 气泡会在水中不断膨胀、压缩, 形成多个气泡脉冲。每一次气泡膨胀都会产生地震波, 由于多次气泡胀缩使气枪子波产生多次振荡, 降低了地震资料的分辨率。

## 第四节、气泡干扰压制



单枪子波和气枪组合子波波形

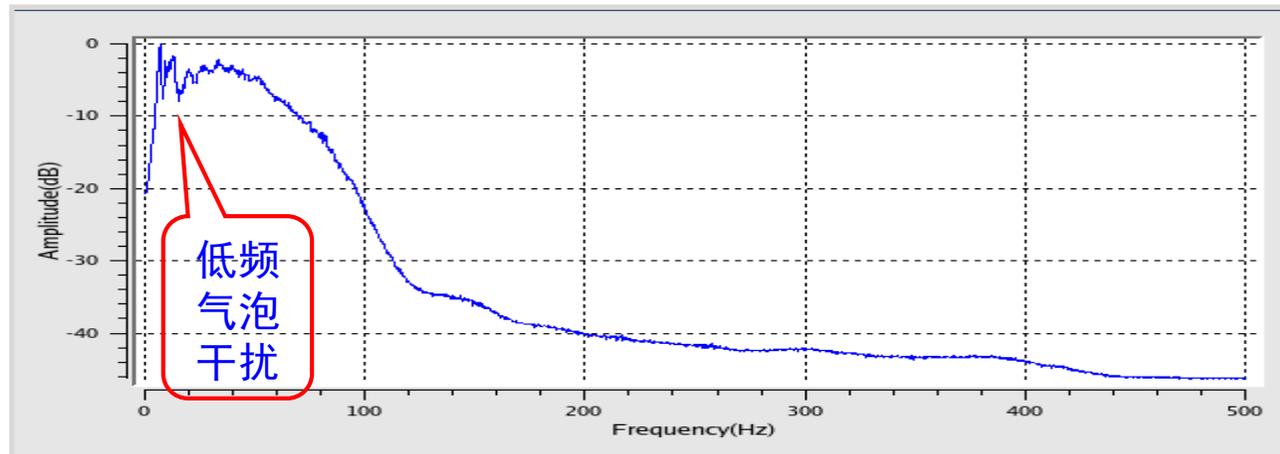
## 第四节、气泡干扰压制

### 气泡干扰特点：

- 1、周期：50-200ms
- 2、频率范围：低频
- 3、能量随着时间减弱

### 气泡干扰引起的问题：

- 1、使子波变长，变复杂
- 2、噪音，降低数据信噪比和分辨率。



气泡干扰频谱分析

## 第四节、气泡干扰压制

### 1、基本原则：整形滤波器

输入带有气泡效应的子波，期望为压制掉气泡效应的子波，计算整形滤波算子。

### 2、实现方法：

#### (1) 基于远场子波的气泡压制方法, 其特点：

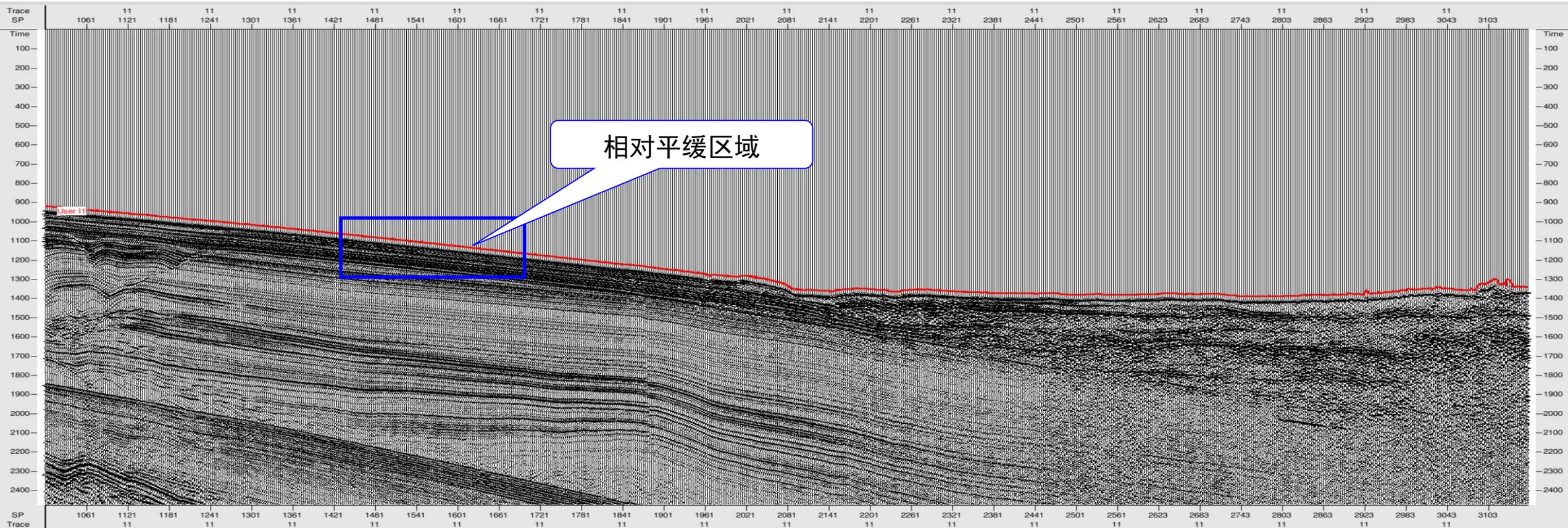
基于远场子波，是一种理想子波；忽略了实际采集因素的影响，压制效果有时不理想。

#### (2) 数据驱动的气泡压干扰制方法，其特点：

- ①从数据中提取子波，可基于局部数据或整体数据来处理；
- ②一种地震数据统计方法；
- ③考虑了实际采集因素的影响；
- ④气泡压制效果更好。

## 第四节、气泡干扰压制

这里主要介绍基于地震数据提取子波来压制气泡干扰技术。



自动拾取海底时间道炮显示（第11道）

## 第四节、气泡干扰压制

压制气泡干扰分两步：

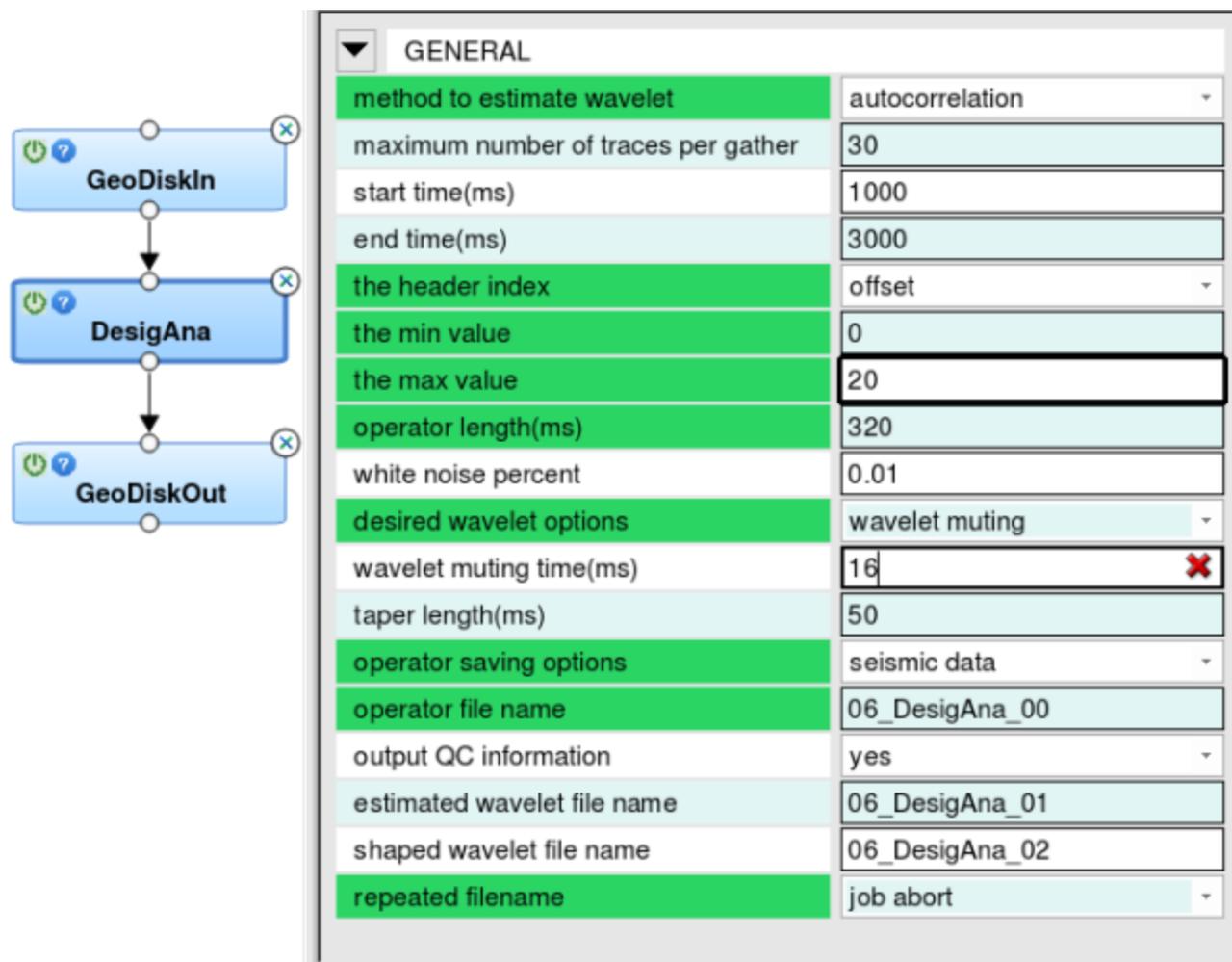
- 1、基于数据驱动的反信号算子提取 **DesigAna**
- 2、基于数据驱动的反信号算子应用**DesigApp**

## 第四节、气泡干扰压制

### 基于数据驱动的反信号算子提取 DesigAna

在用户指定期望输出子波的情况下，对输入的地震数据进行逐个道集的子波估算，然后计算反信号算子。这样，可实现气泡压制或者虚反射噪音压制。所计算的滤波算子可保存到指定的地震数据文件或滤波库中，供后续基于数据驱动的反信号算子应用模块（DesigApp）使用。

## 第四节、气泡干扰压制



The image shows a workflow diagram on the left and a configuration panel on the right. The workflow consists of three steps: GeoDiskIn, DesigAna, and GeoDiskOut, connected by arrows. The DesigAna step is highlighted in blue. The configuration panel is titled 'GENERAL' and contains various parameters for the DesigAna operator.

GENERAL	
method to estimate wavelet	autocorrelation
maximum number of traces per gather	30
start time(ms)	1000
end time(ms)	3000
the header index	offset
the min value	0
the max value	20
operator length(ms)	320
white noise percent	0.01
desired wavelet options	wavelet muting
wavelet muting time(ms)	16
taper length(ms)	50
operator saving options	seismic data
operator file name	06_DesigAna_00
output QC information	yes
estimated wavelet file name	06_DesigAna_01
shaped wavelet file name	06_DesigAna_02
repeated filename	job abort

反信号算子提取 DesigAna作业主界面

## 第四节、气泡干扰压制

### 输入数据：

- (1) 叠前炮集、共检波点道集、CMP道集。
- (2) 如果在数据库滤波表中已存在期望输出子波，由本模块读入（可选项）。

### 输出数据四种：

- (1) 经过气泡压制后的数据，由GeoDiskout输出（可选项）。
- (2) 整形算子。由用户指定保存在数据树上还是保存在数据库滤波表中。
- (3) 估算的原始子波，保存数据树上，供处理效果的质量控制。
- (4) 利用整形算子对原始子波进行滤波处理的结果；保存数据树上，供处理效果的质量控制。

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

`method to estimate wavelet` 估算子波信号的方法。有三个选项：

- ① `stacking` 利用线性校正叠加法计算
- ② `autocorrelation` 利用自相关方法计算, 为缺省选项
- ③ `far field wavelet` 远场子波

`maximum number of traces per gather` 一个道集中的最大道数；缺省1000。

`start time (ms)` 计算整形算子时窗起始时间，单位毫秒。缺省为零。

`end time (ms)` 计算整形算子时窗终止时间，单位毫秒。缺省为道长。

## 参数说明

如果 `method to estimate wavelet` 选件为 `autocorrelation`，或者是 `stacking` 选件，则需要填写以下参数：

`the header index` 利用道头字选择数据范围选项。有两个选项：

① `trace` 道号

② `offset` 炮检距，为缺省选项

`the min value` 道头的最小值

`the max value` 道头的最大值

## 参数说明

如果`method to estimate wavelet`选件为`stacking`，则需要填写以下参数：

`maximum statics (ms)` 道集内多道数据求相关时的最大时移量。缺省为2ms。

`first break time` 读取起跳时间方式，有两个选项：

① `header` 从道头读取。保存在存放初至的道头中；

② `constant` 常数时移。缺省为0ms

如果选择`header`选件，则用户应在使用该模块前先拾取起跳时间，并将拾取结果记入存放初至的道头字中。

如果选择`constant`选件，则应填写以下参数：

`wavelet zero time (ms)` 子波信号的统一起始时间，缺省为零。

## 参数说明

如果 `method to estimate wavelet` 选件为 `far field wavelet`，还需要填写以下参数来确定估算子波的起始时间：

`max amplitude time (ms)` 远场子波最大值对应的时间。缺省为0ms。

## 估算算子部分参数：

`operator length (ms)` 反信号算子长度，单位毫秒。缺省320；

`white noise percent` 白噪百分比。缺省1；

`operator saving options` 存放反信号算子的方式，有以下两个选项：

`seismic data` 以地震数据的方式保存因子，通常用于逐炮求取反信号算子；

`DB table` 反信号算子保存在滤波库中，通常用于计算平均反信号算子。

## 参数说明

如果 `operator saving options` 选件为 `seismic data`，则应填写以下参数：

`operator file name` 保存反信号算子的地震数据文件名。

如果 `operator saving options` 选件为 `DB`，则应填写以下参数：

`operator DB table name` 保存反信号算子的滤波库文件名。

## 期望输出部分参数：

`desired wavelet options` 得到期望输出整形算子的方法，有三个选项：

① `wavelet muting` 子波切除方式。为缺省选项；

② `Yu wavelet` 计算俞氏子波；

③ `DB table wavelet` 从滤波库中读取已有子波。

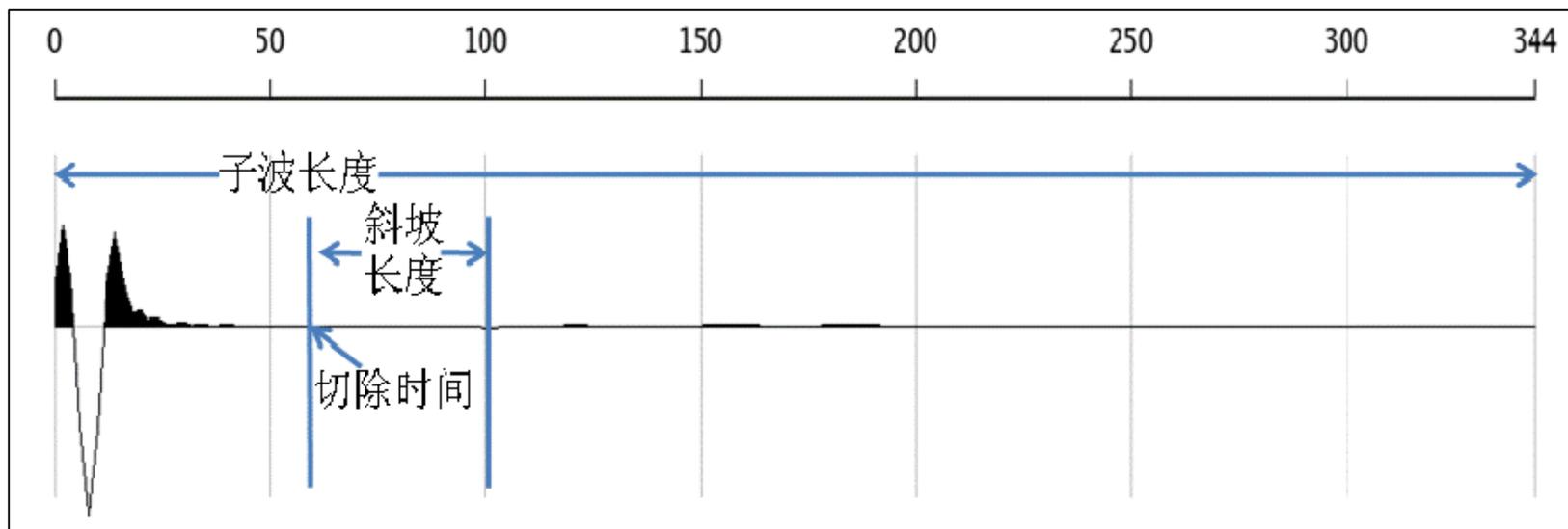
## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

如果用户选定①wavelet muting选件，则需要填写以下参数：

**wavelet muting time (ms)** 在估算的子波信号中切除的开始时间，缺省是16ms。

**taper length (ms)** 切除时间开始时要保留的斜坡长度，缺省值50ms；其关系见下图：



## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

如果用户选定②Yu wavelet选件，则需要填写以下参数：

- low cut frequency (Hz) 俞氏子波的低截频，缺省值2Hz；
- high cut frequency (Hz) 俞氏子波的高截频，缺省值120Hz；
- wavelet length (ms) 俞氏子波的长度，缺省值500毫秒。

如果用户选定③DB table wavelet选件，则需要填写以下参数：

- wavelet DB table name 从滤波库读取的期望输出子波名字。

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

如果用户选定YU `wavelet`方式，或者是DB `table wavelet`选件，从则需要填写以下参数：

`amplitude preserved` 是否进行振幅保持，有两个选件：

`yes` 进行振幅保持操作

`no` 不进行振幅保持操作，为缺省选件。

如果`amplitude preserved`选择`yes`，则需要填写以下参数，保证处理结果数据的振幅级别与输入数据的振幅级别一致。

`amplitude preserved option` 振幅保持选件，有两个选件：

`global` 对整个算子数据进行同意的振幅保持计算；

`local` 逐道进行振幅保持计算。

如果选用`global`选件，则应填写以下参数：

`max amplitude value` 振幅保持的最大值

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

#### 质控部分参数

**Output QC information** 是否输入指控信息。有以下两个选项：

①yes 输出质控信息，为缺省选项。

②no 不输出质控信息。

如果选择yes选项，输出质控信息，则填写以下参数：

**shaped wavelet file name** 保存反信号处理子波的地震数据文件名。用于定义保存对估算的子波信号进行噪声压制后的结果。

## 参数说明

### 质控部分参数

如果 `method options` 选项为 `autocorrelation` 或者是 `stacking`，则填写以下参数：

`estimated wavelet file name` 保存估算子波的地震数据文件名。用于定义保存估算的子波，方便用户进行质控。

`repeated filename` 若系统中已有同名文件时的处理方式，有三个选项：

- ① `job abort` 作业报错退出，缺省选项。
- ② `override file` 覆盖同名数据。
- ③ `override file enforceable` 强力覆盖同名数据。

## 第四节、气泡干扰压制

### 基于数据驱动的反信号算子应用DesigApp

应用“基于数据驱动的反信号算子提取（DesigAna）”模块，得到的反信号算子对输入数据进行滤波，以达到气泡压制的目的。

The screenshot displays the DesigApp application interface. On the left, a workflow diagram shows three modules connected vertically: GeoDiskIn (top), DesigApp (middle), and GeoDiskOut (bottom). Each module has a power icon, a question mark, and a close button. On the right, the 'Parameters' tab is active, showing the 'GENERAL' section with the following settings:

Parameter	Value
type of input operator	seismic data+DB table
gather type of input operator	source
name of seismic data storing operator	06_DesigAna_00
name of DB filter table storing operator	shaping_wavelet
amplitude normalize	yes
time delay of output result(ms)	0
print out match information	yes

反信号算子应用 DesigApp作业主界面

## 第四节、气泡干扰压制

### 输入数据：

- (1) 需要进行气泡压制的地震数据。
- (2) DesignAna模块得到的整形算子。整形算子可以是地震数据形式，也可从滤波库输入。

说明：如果整形算子是地震数据形式，那么在第一个自定义整形道头字中应保存有算子的长度。如果该道头字设置为零，则算子的长度和地震数据的道长一致。

### 输出数据：

去除气泡干扰后的地震数据。

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

#### Type of input operator

输入整形算子方式。包括三个选件：

①Seismic data

整形算子为地震数据形式。

②DB table

整形算子在数据库滤波表中。

③Seismic data+DB table 输入为地震数据形式的整形算子，同时

还输入滤波表中的整形算子。缺省为该选件。

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

如果选用①Seismic data选件，则需要填写以下参数：

**Gather type of input operator** 输入整形算子数据的道集类型。包括三个选件：

**Source** 输入的整形算子数据道集类型为炮集，缺省为该选件。

**Receiver** 输入的整形算子数据道集类型为检波点道集。

**CMP** 输入的整形算子数据道集类型为CMP道集。

## 第四节、气泡干扰压制

### 参数说明

**Name of seismic data storing operator** 整形算子的数据文件名。

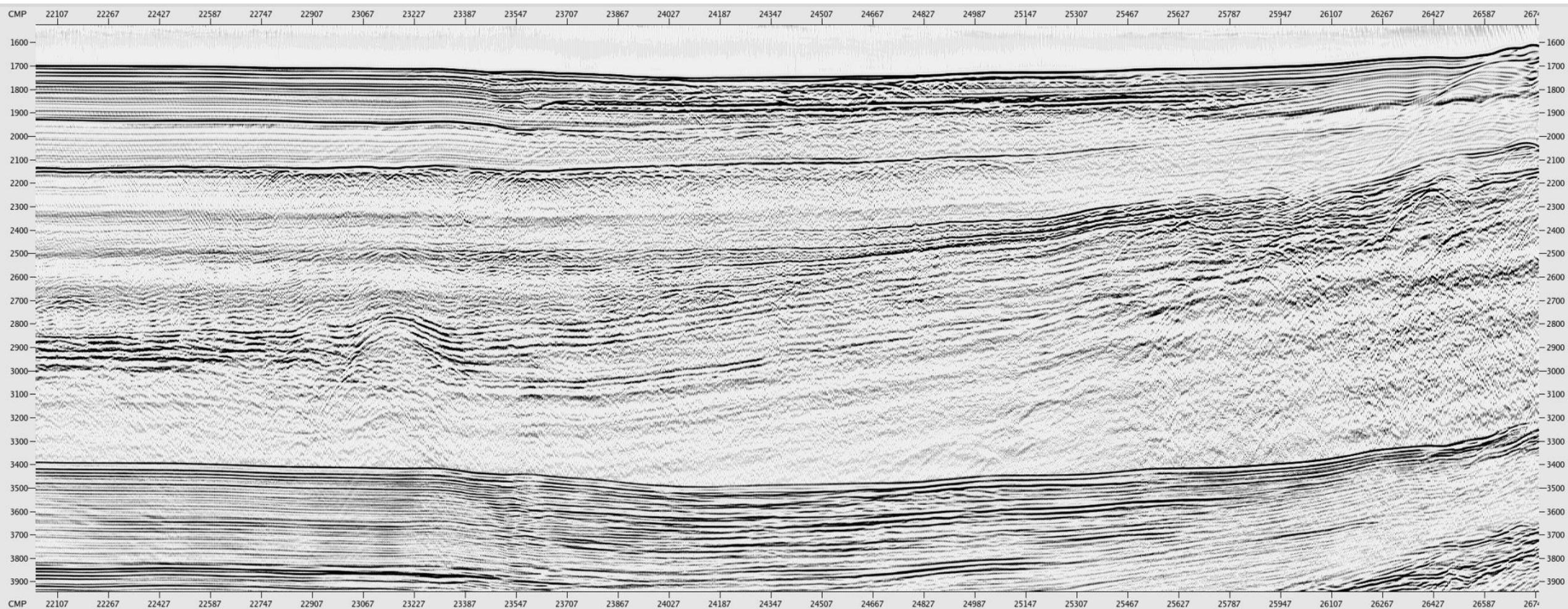
如果选用②**DB table**选件，则需要填写以下参数：

**Name of DB filter table storing operator**

数据库滤波表中整形算子名。

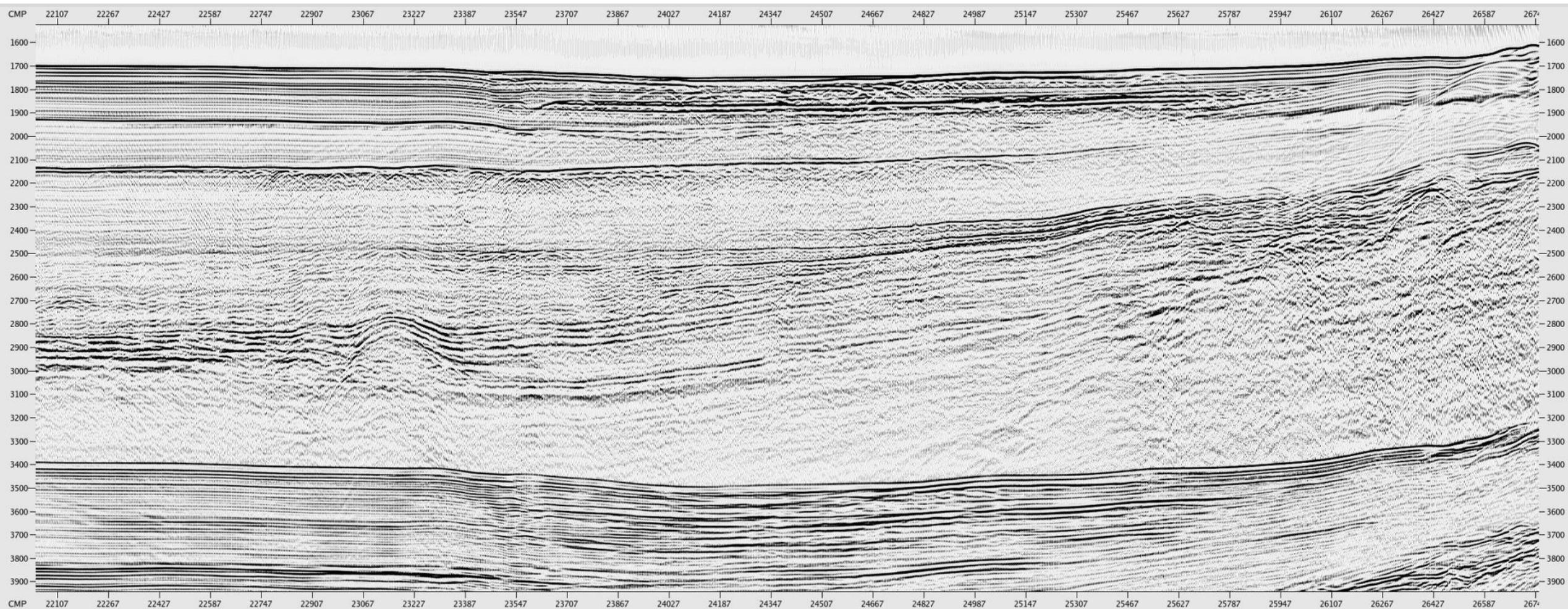
如果选用③**Seismic data+DB table**选件，则以上三个参数都需要填写。

# 第四节、气泡干扰压制



气泡压制前叠加

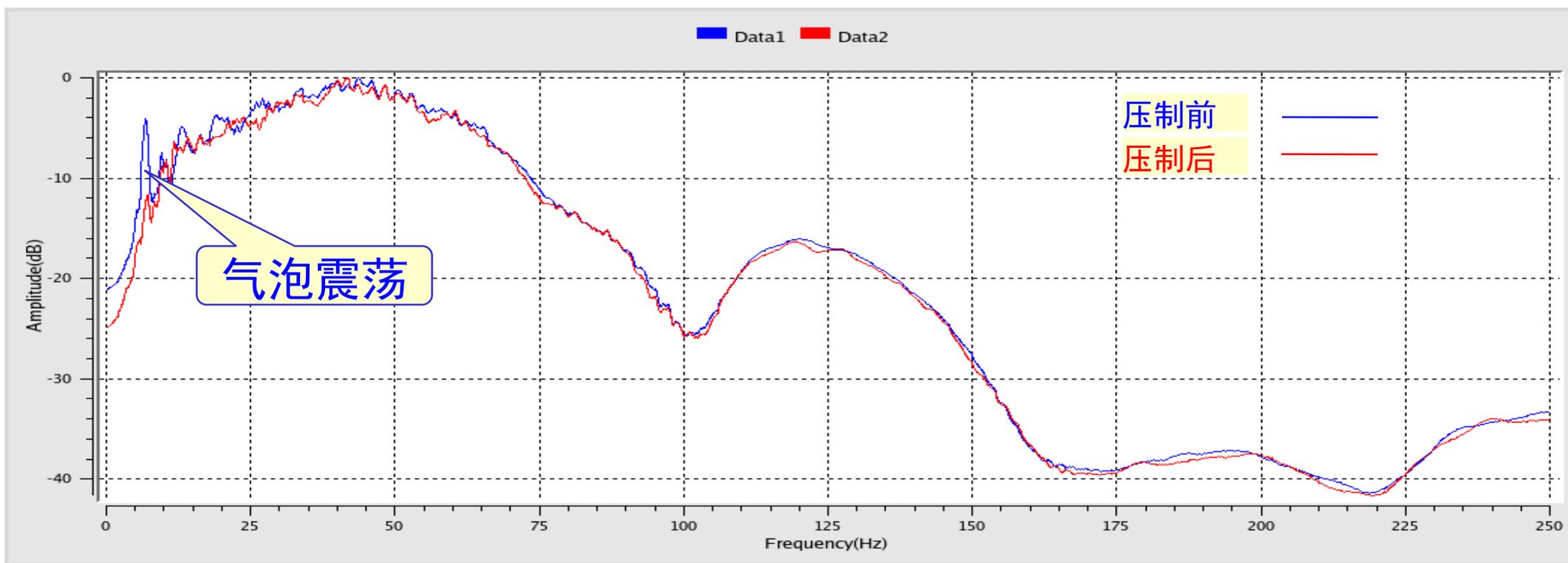
# 第四节、气泡干扰压制



气泡压制后叠加

## 第四节、气泡干扰压制

从前面叠加上看，子波处理后由于气泡震荡造成的低频多次波得到较好消除；从频谱上分析，振幅谱低频部分更加光滑，其它频谱没有损失。



气泡压制前后频谱对比

# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

第五节、虚反射（鬼波）压制

第六节、子波提取及零相位处理

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

在深海地震勘探时，一般需要将气枪震源和接收电缆沉放至海水面下一定深度。由于海水与空气的接触面是一个良好的反射界面，因此接收器除了接收到通常的反射波外，还接收到与海平面的反射作用相关的波，这种波称为鬼波，又叫虚反射波。鬼波一般分三种：

- ①激发鬼波；
- ②接收鬼波；
- ③激发接收鬼波

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

鬼波具有三个特点：

- ① 由于海水面的反射系数近似等于-1，因此鬼波经过海水面反射一次极性翻转一次；
- ② 鬼波比一次反射波要晚一段时间 $t$ ， $t$ 值大小与气枪和电缆的沉放深度及海水的速度有关， $t$ 值一般比较小，因而会造成鬼波记录在一次反射波的后部，如“鬼影”相随；
- ③ 鬼波在频谱上表现为陷波现象。

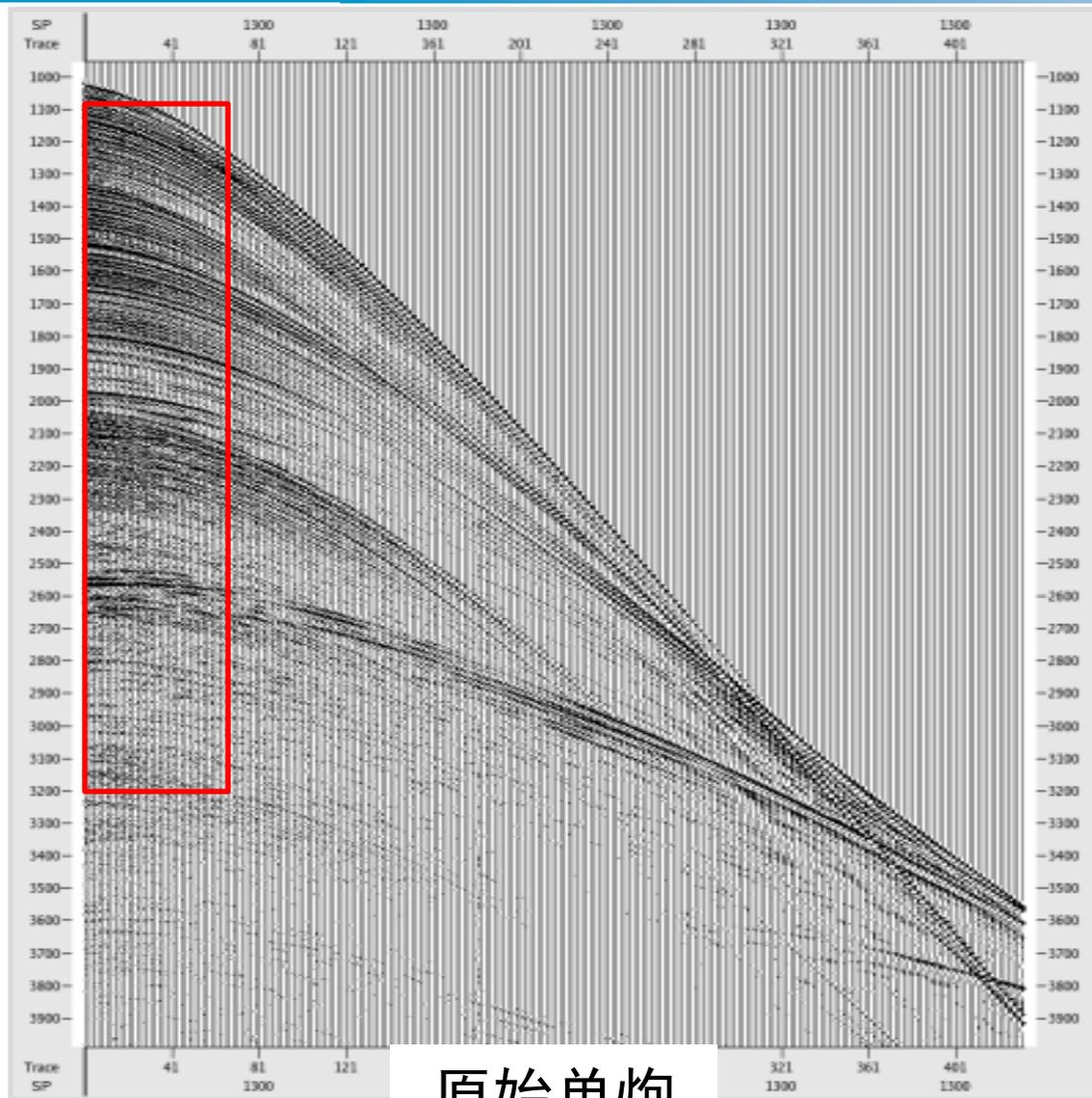
## 第五节、虚反射（鬼波）压制

陷波频率一般公式为：

$$f = \frac{v}{2d}$$

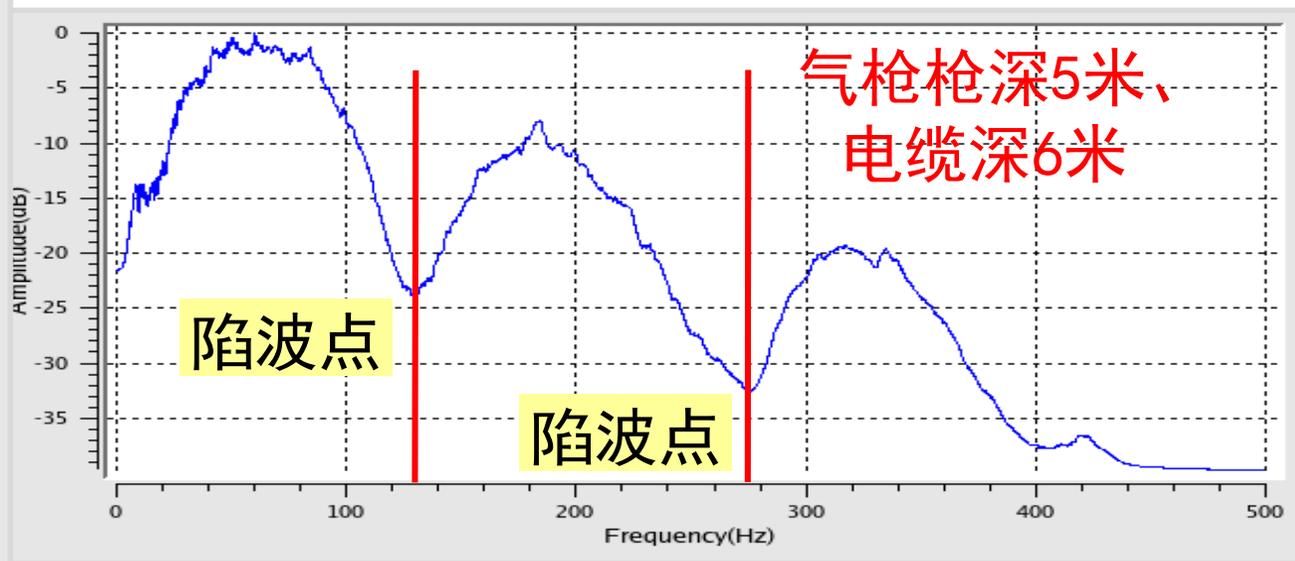
其中：f陷波频率；d气枪或缆的深度；v海水速度为1500m/s。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制



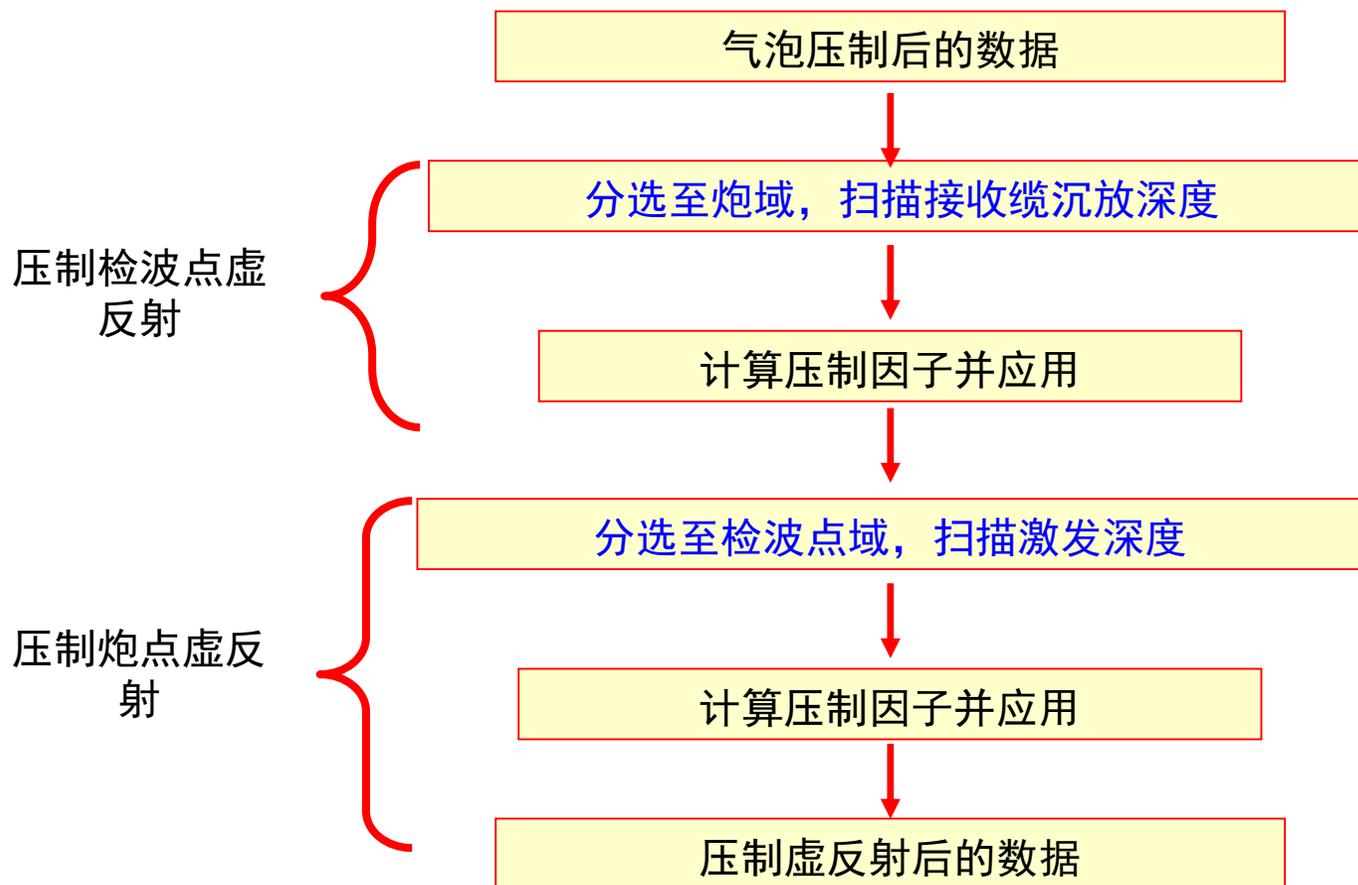
$$f_R = \frac{750\text{m/s}}{6\text{ (m)}} = 125\text{Hz}$$

$$f_S = \frac{750\text{m/s}}{5\text{ (m)}} = 150\text{Hz}$$



原始单炮近道频谱分析

## 第五节、虚反射（鬼波）压制



### 虚反射压制流程

# 第五节、虚反射（鬼波）压制

## 平缆鬼波压制 FlatStrmDeg

The screenshot displays the FlatStrmDeg software interface. On the left, a workflow diagram shows four modules connected in a vertical sequence: GeoDiskIn, Muting3D, FlatStrmDeg, and GeoDiskOut. Each module has a power icon, a question mark, and a close button (X). The FlatStrmDeg module is highlighted in a darker blue.

On the right, the 'Parameters' tab is active, showing a table of settings for the 'GENERAL' section:

Parameters	
GENERAL	
scanning depth option	yes
minimum receiver/source depth(m) for scanning	4.5
maximum receiver/source depth(m) for scanning	6.5
depth interval(m) for scanning	0.100000
time window length(ms) for scanning	1000.000000
sea wave height(m)	2.5
reflectivity of water surface	0.980000
reference water velocity(m/s)	1500.000000
maximum number of traces per gather	1000
denoising option	yes
denoising window length(ms)	300.000000
denoising frequency bandwidth(Hz)	10.000000
searching and attenuating parameters	70,150,2,1.0
padding traces	20
compensation coefficient	2.000000

平缆鬼波压制 FlatStrmDeg 作业主界面

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

### 输入数据：

单炮单缆数据。

### 输出数据：

压制虚反射后的单炮单缆数据。

### 参数说明：

`scanning depth option` 扫描检波器/震源深度选项，有两个选项：

`yes` 扫描深度

`no` 不扫描深度（缺省）

当选择“no”时，需要填写以下参数：

`receiver/source depth(m)` 检波器/震源深度，必填参数。单位：m，

取值范围是[0.1, 100.0]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

当选项是“yes”时，需要填写以下参数：

minimum receiver/source depth(m) for scanning

扫描检波器/震源深度的最小值，必填参数。

单位：m，取值范围是[0.1, 100.0]。

maximum receiver/source depth(m) for scanning

扫描检波器/震源深度的最大值，必填参数。

单位：m，取值范围是[0.1, 100.0]，其

值要大于扫描检波器/震源深度的最小值。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

depth interval (m) for scanning

检波器深度扫描的步长，单位：m，缺省值为0.1m，取值范围是[0.01, 50.0]。

time window length(ms) for scanning

扫描检波器/震源深度的时窗长度，单位：ms，缺省值为1000.0ms，取值范围是[300.0, 10000.0]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明:

`sea wave height (m)` 海浪高度, 单位: m, 缺省值为1.5m, 取值范围是[0.0, 15.0]。

`reflectivity of water surface` 水面的反射系数, 缺省值为0.95, 取值范围是[0.001, 0.999]。

`reference water velocity (m/s)` 波在水中传播的参考速度, 单位: m/s, 缺省值为1500.0m/s, 取值范围是[1000.0, 2000.0]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

`maximum number of traces per gather`

每一道集的最大道数，缺省值是1000，取值范围是[1, 100000]。

`padding traces`

镶边的道数，缺省值是20，取值范围是[1, 1000]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

`denoising option`

噪音压制选件，有两个选项：

`yes`

压制噪音（缺省）

`no`

不压制噪音

当选择“`yes`”时，需要填写以下参数：

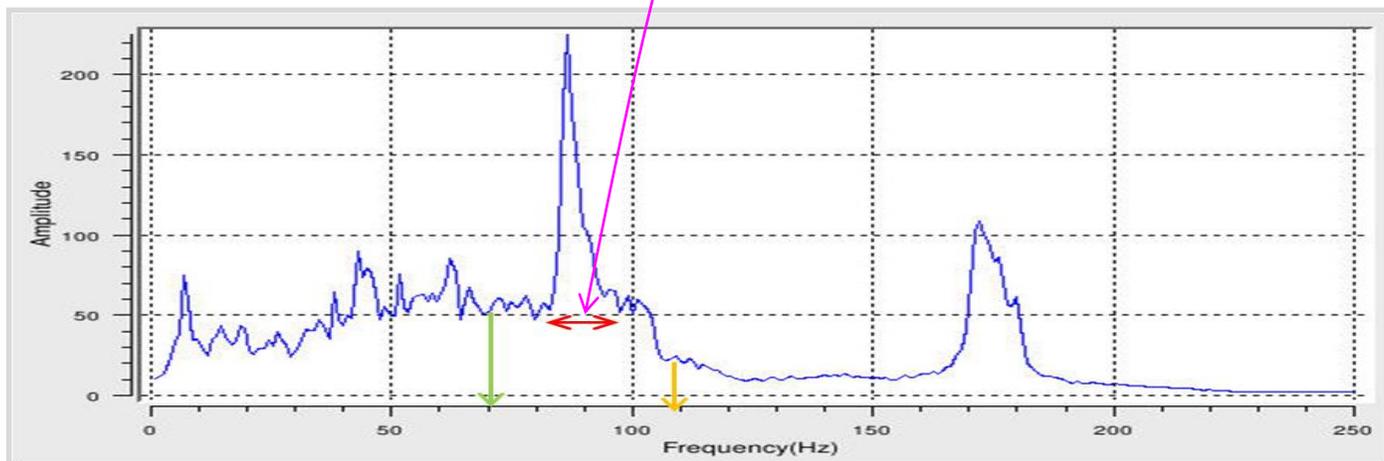
`denoising window length(ms)` 压制噪音的时窗长度，单位：ms，  
缺省值为300.0ms，取值范围是[10.0，  
5000.0]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

denoising frequency bandwidth (Hz)

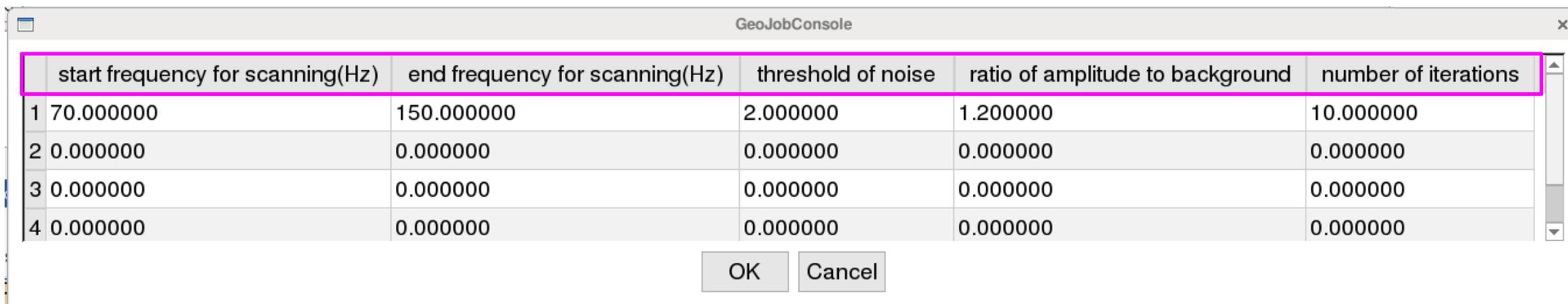
压制噪音的频带宽度，单位：Hz，缺省值为10.0Hz，取值范围是[1.0, 100.0]。



## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

searching and attenuating parameters 查找和压制噪音参数



The image shows a software dialog box titled "GeoJobConsole" with a table of parameters for noise search and attenuation. The table has five columns: an index, start frequency for scanning (Hz), end frequency for scanning (Hz), threshold of noise, ratio of amplitude to background, and number of iterations. There are four rows of data. Below the table are "OK" and "Cancel" buttons.

	start frequency for scanning(Hz)	end frequency for scanning(Hz)	threshold of noise	ratio of amplitude to background	number of iterations
1	70.000000	150.000000	2.000000	1.200000	10.000000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

参数说明：

searching and attenuating parameters 查找和压制噪音参数

start frequency for scanning(Hz) 扫描噪音的起始频率，单位：Hz。

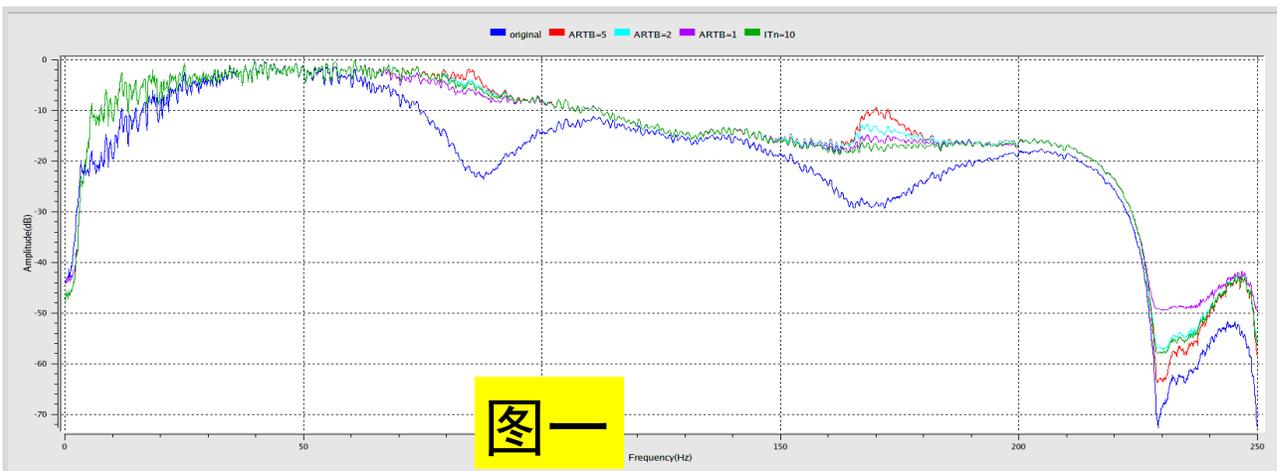
end frequency for scanning(Hz) 扫描噪音的终止频率，单位：Hz，  
其值必须大于扫描噪音的起始频率。

threshold of noise 判定噪音的门槛值，取值范围是[1.0, 100.0]。

ratio of amplitude to background 压制后，噪音能量与背景能量的  
比值，必须小于threshold of noise（门  
槛值）的值，最小值是0.01。

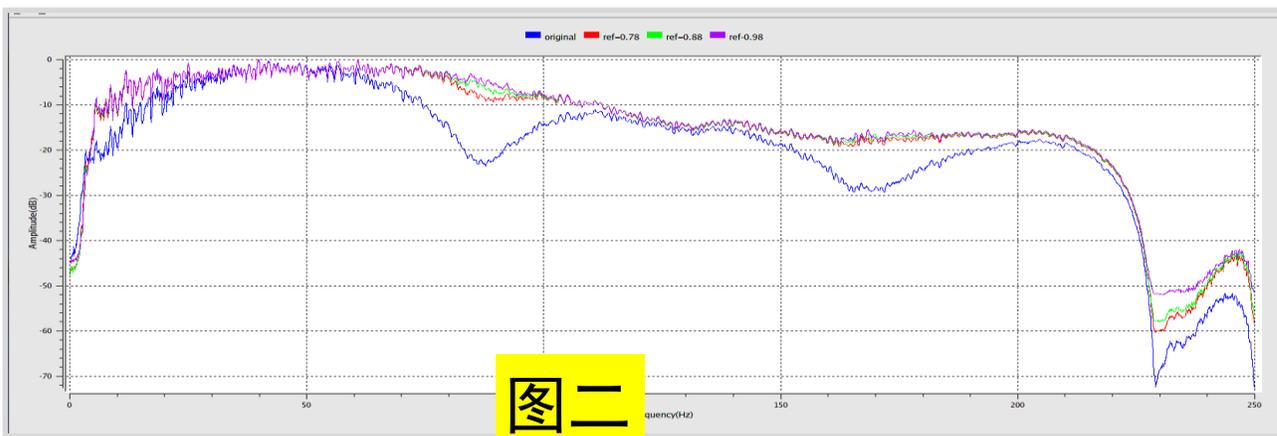
number of iterations 压制噪音的迭代次数，取值范围是[1, 50]。

## 第五节、虚反射（鬼波）压制



图一

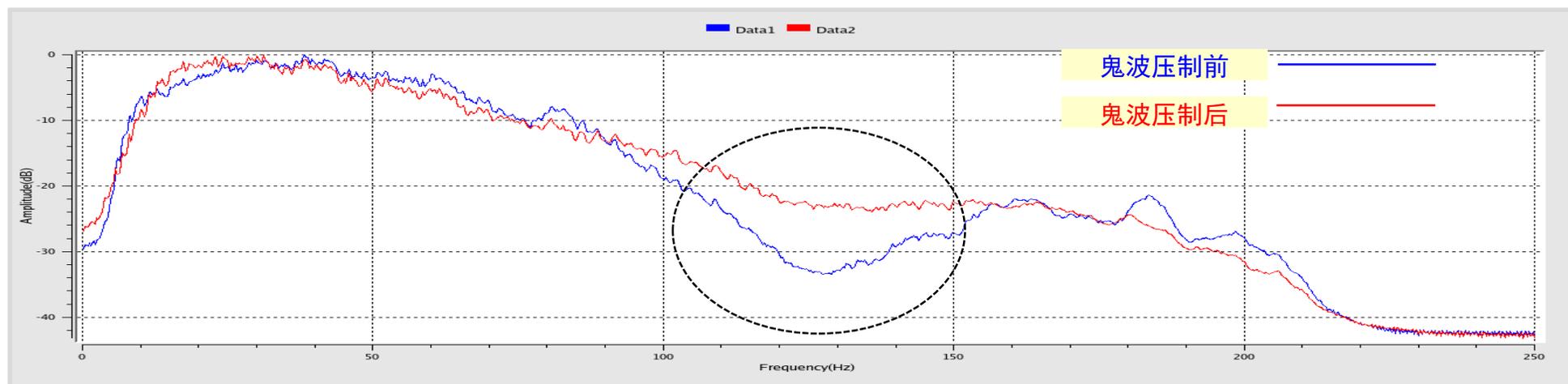
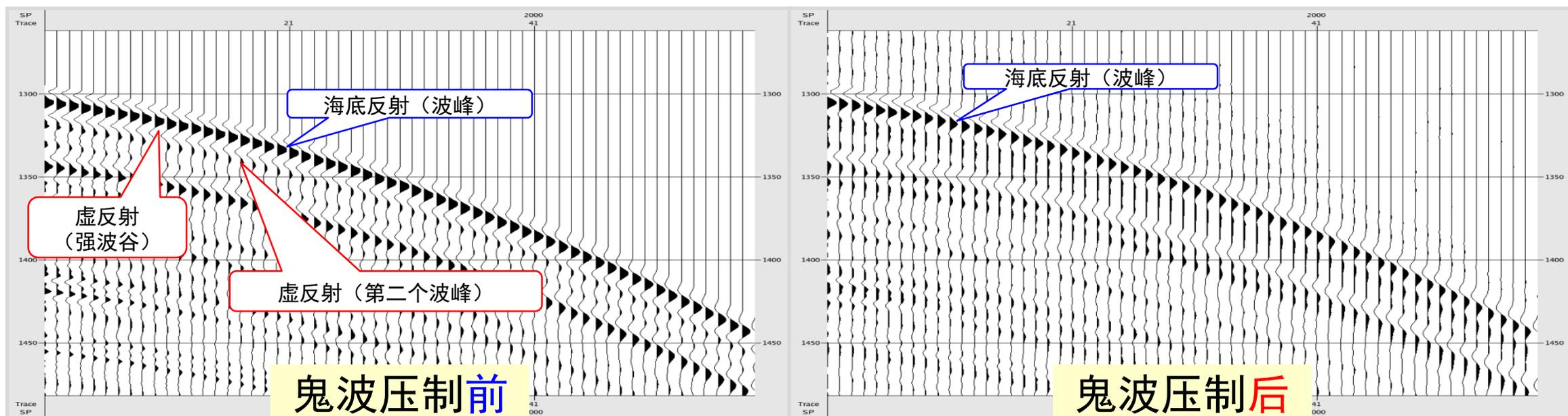
当ratio of amplitude to background参数过大时，陷频点会补过头；增加number of iterations可以减缓过头现象。因此要根据地震资料的具体情况进行认真的试验。



图二

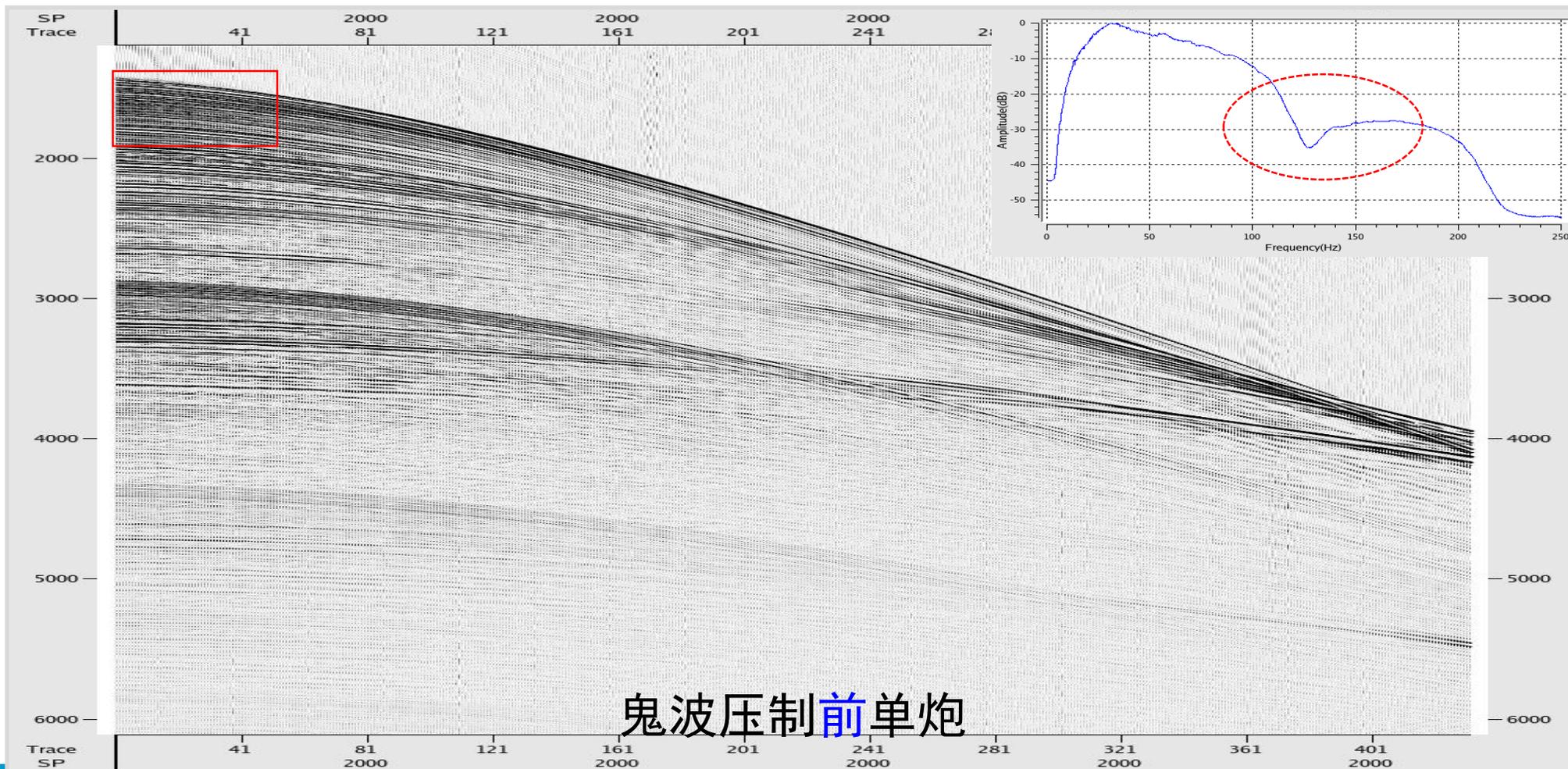
这是固定ratio of amplitude to background和 number of iterations，改变reflectivity of water surface的试验，可以看出随着反射系数的增大，陷频点补偿的逐渐增高。

# 第五节、虚反射（鬼波）压制



## 第五节、虚反射（鬼波）压制

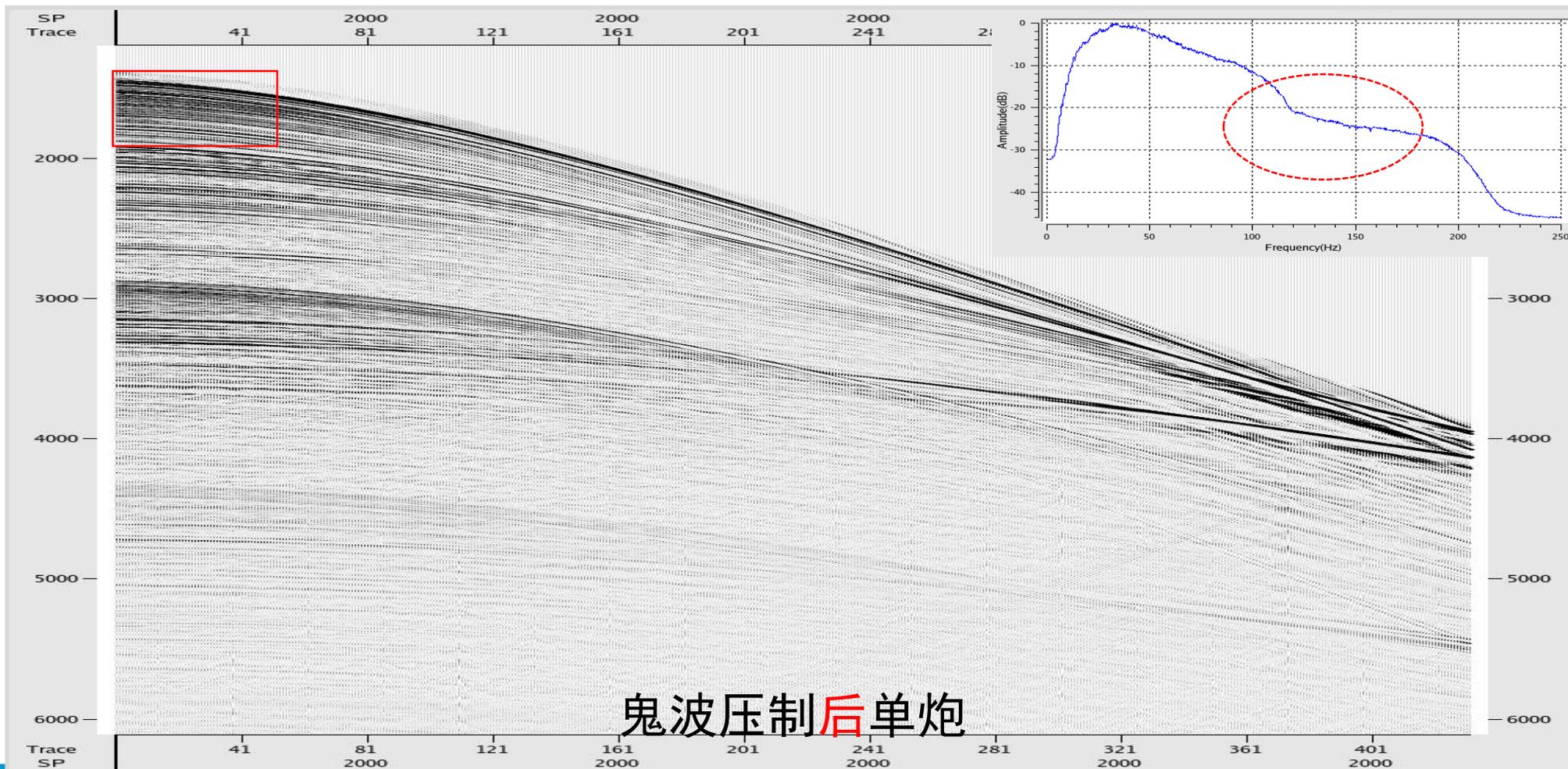
通过参数试验，选取合理的处理参数，有效压制鬼波，振幅谱陷波点得到有效补偿，检波点和炮点虚反射得到较好压制，剖面波组特征突出。



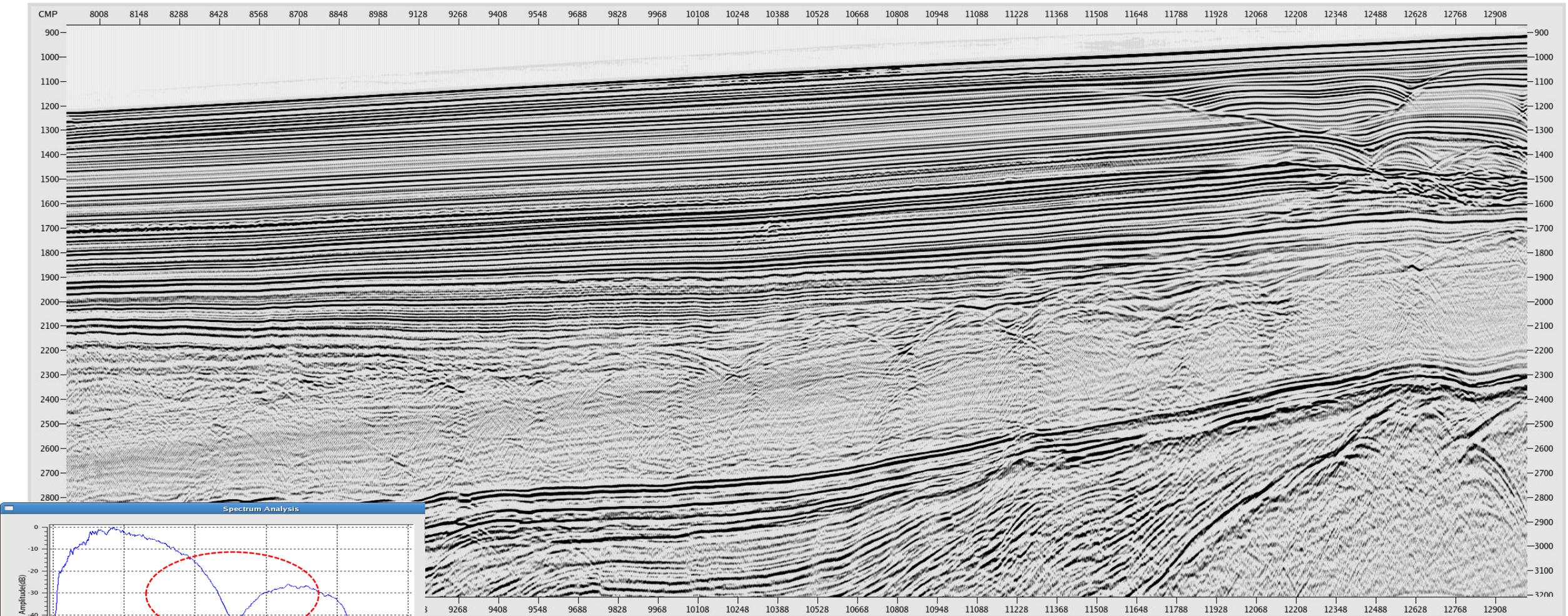
鬼波压制前单炮

## 第五节、虚反射（鬼波）压制

通过参数试验，选取合理的处理参数，有效压制鬼波，振幅谱陷波点得到有效补偿，检波点和炮点虚反射得到较好压制，剖面波组特征突出。

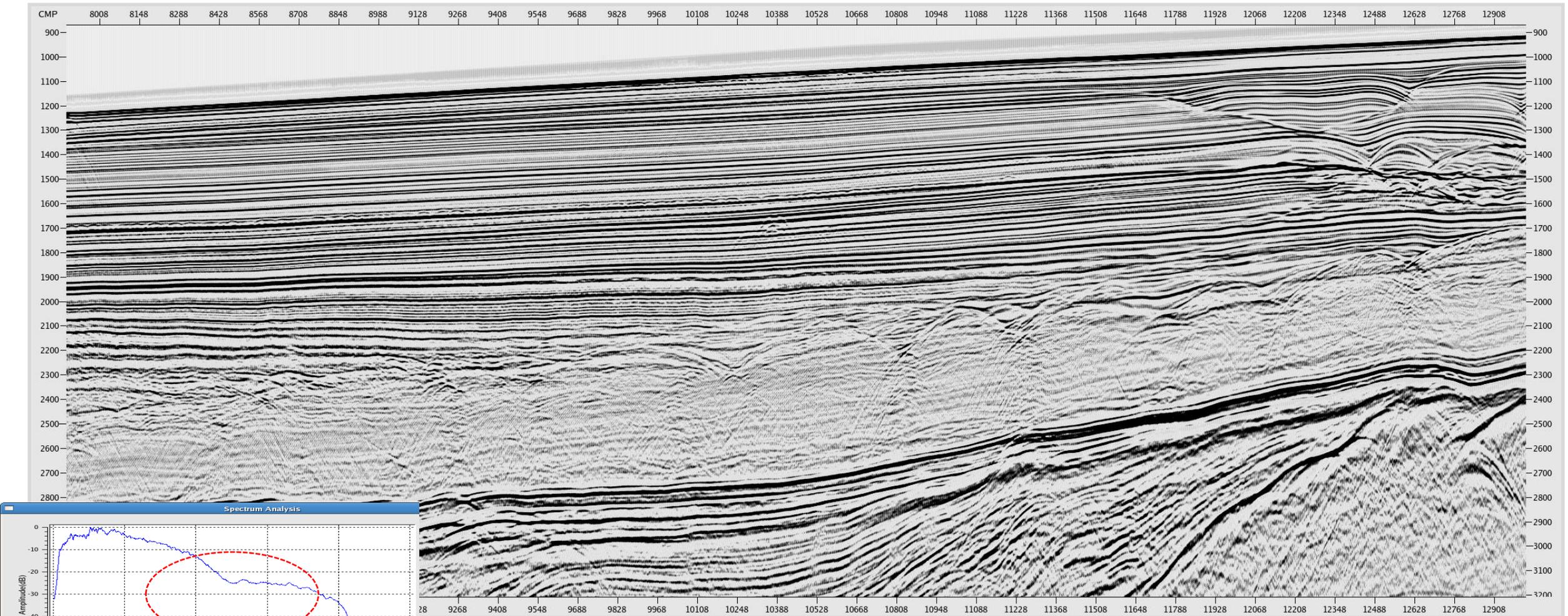


# 第五节、虚反射（鬼波）压制



鬼波压制前叠加剖面

# 第五节、虚反射（鬼波）压制



鬼波压制后叠加剖面

# 目 录

第一节、观测系统定义

第二节、压制涌浪噪声

第三节、延迟时校正

第四节、气泡干扰压制

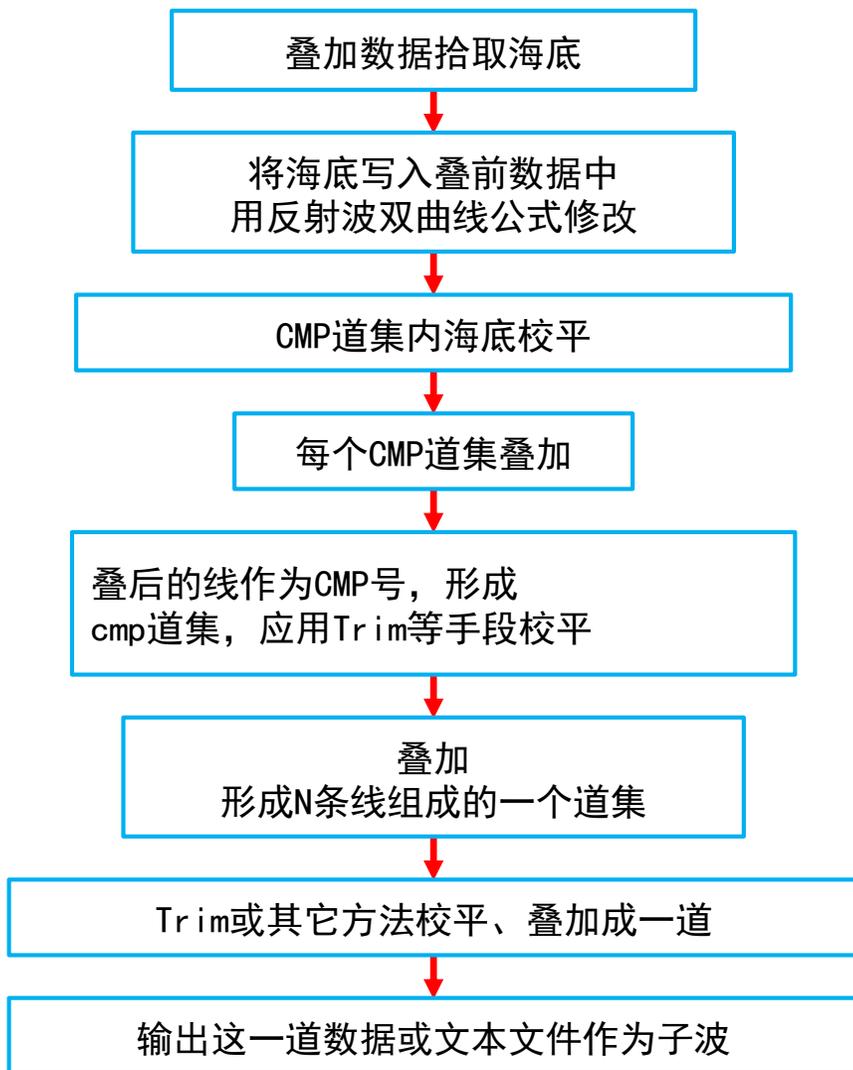
第五节、虚反射（鬼波）压制

第六节、子波提取及零相位处理

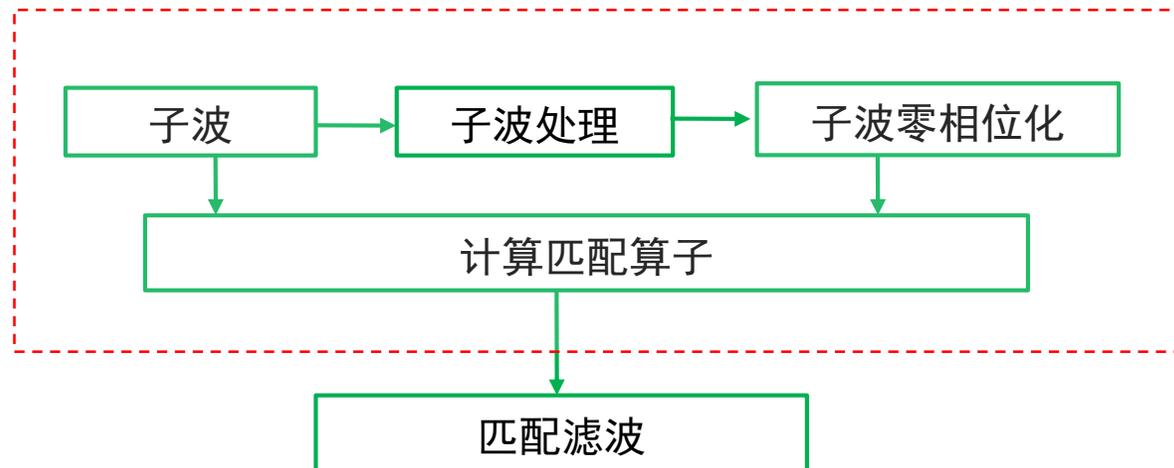
通过海底反射的综合统计，得到激发子波；并对该子波进行零相位处理，求出匹配算子。使用这个算子对数据进行匹配滤波，即实现了零相位处理。这里关键是如何提取海底反射，下面介绍具体流程。

# 第六节、子波提取及零相位处理

## 子波提取流程

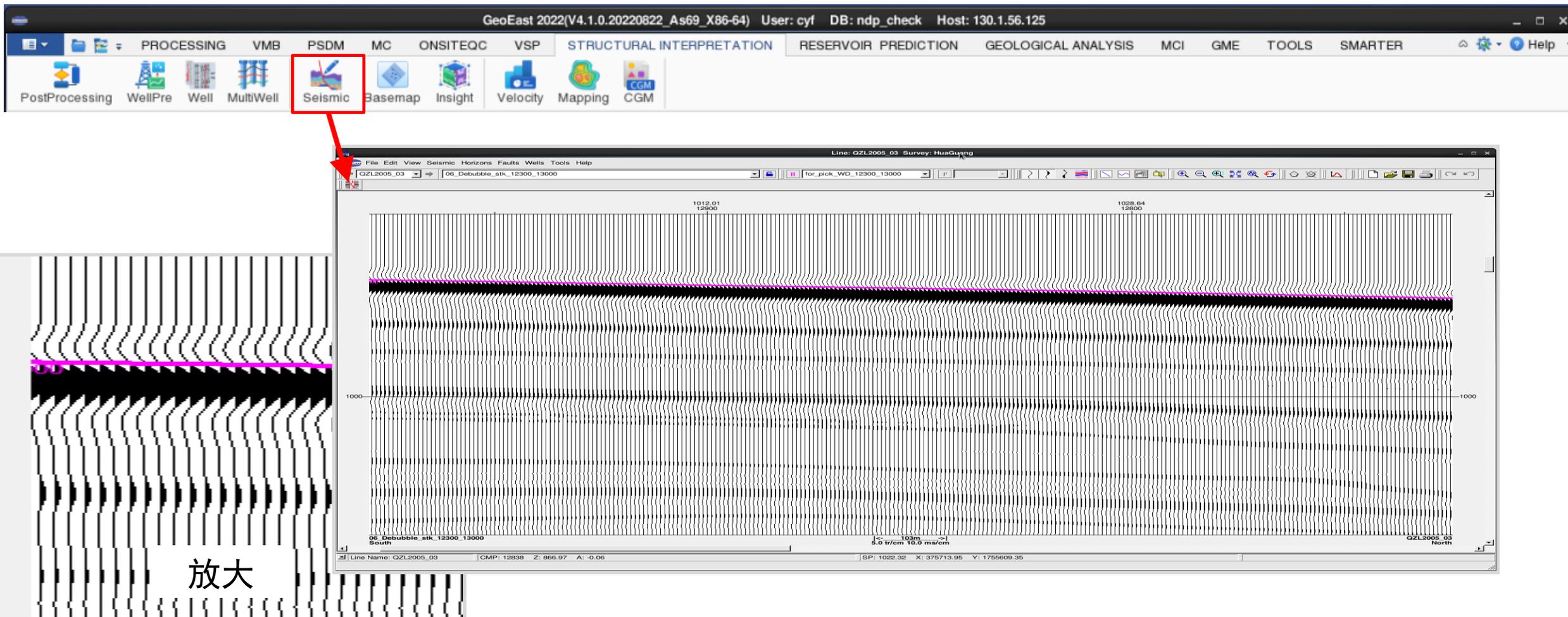


## 交互子波计算



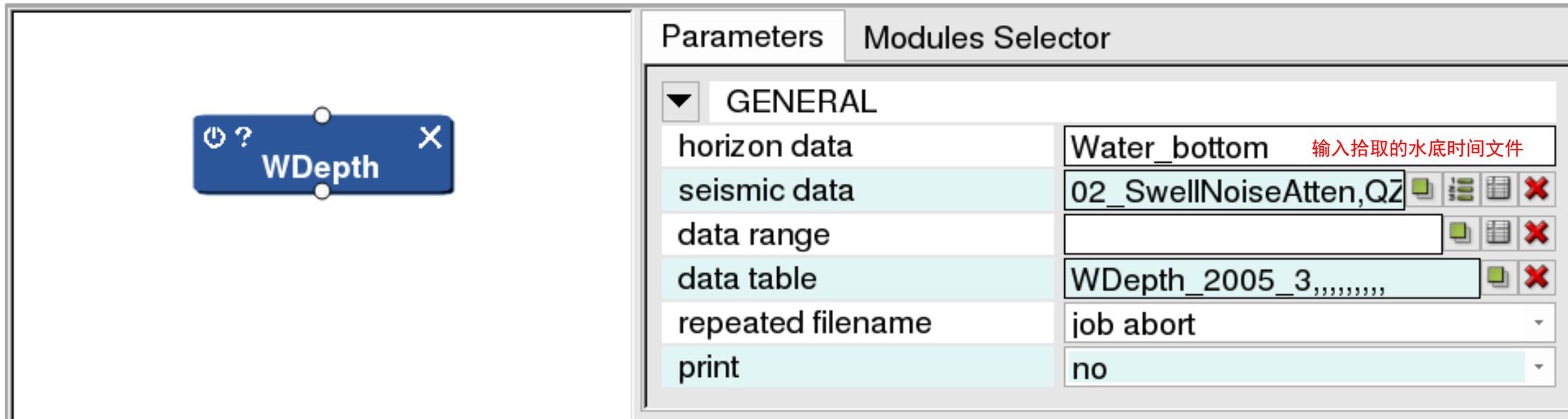
## 第六节、子波提取及零相位处理

- 1、利用“层位拾取 ”功能，在海底较平缓的叠加数据上拾取海底时间，然后写入叠前数据的道头中。注意拾取海底波峰的顶端。



## 第六节、子波提取及零相位处理

2、将拾取的水底时间置到CMP道集的水深道头字里，作为该CMP海底的 $t_0$  时间。



## 第六节、子波提取及零相位处理

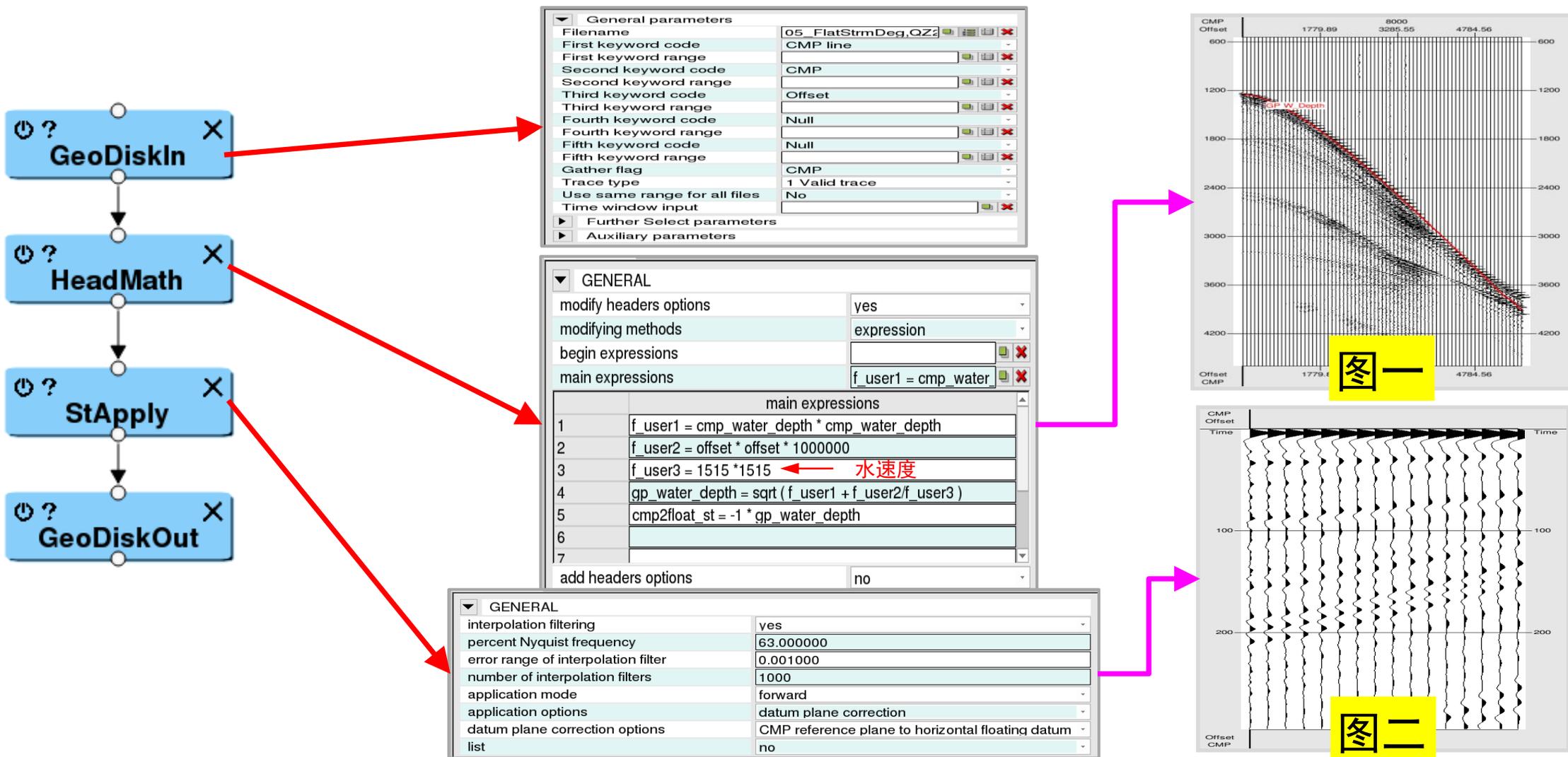
3、根据拾取的每个CMP海底的时间，使用时距曲线公式推算出道集内每个地震道上的水底反射时间。

$$T = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{v^2}}$$

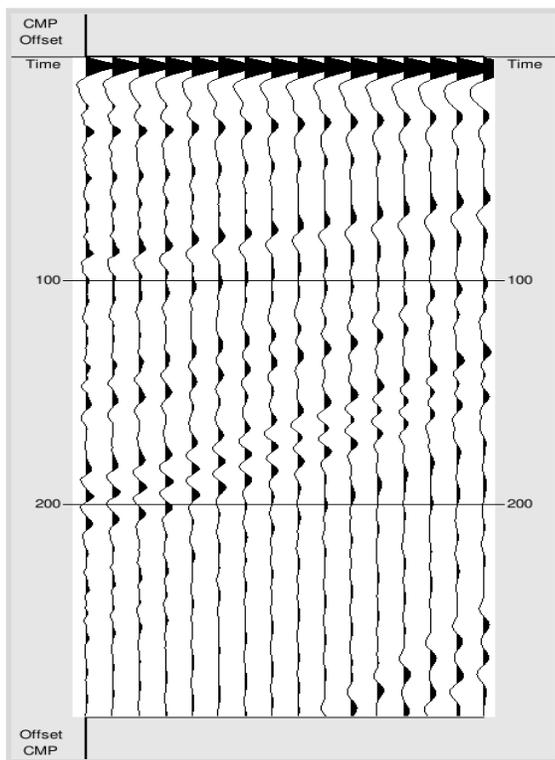
其中： $t_0$ 为拾取的海底时间， $x$ 为炮检距， $v$ 是海水速度一般为1500米/秒， $T$ 是炮检距为 $x$ 的地震道的海底时间。

# 第六节、子波提取及零相位处理

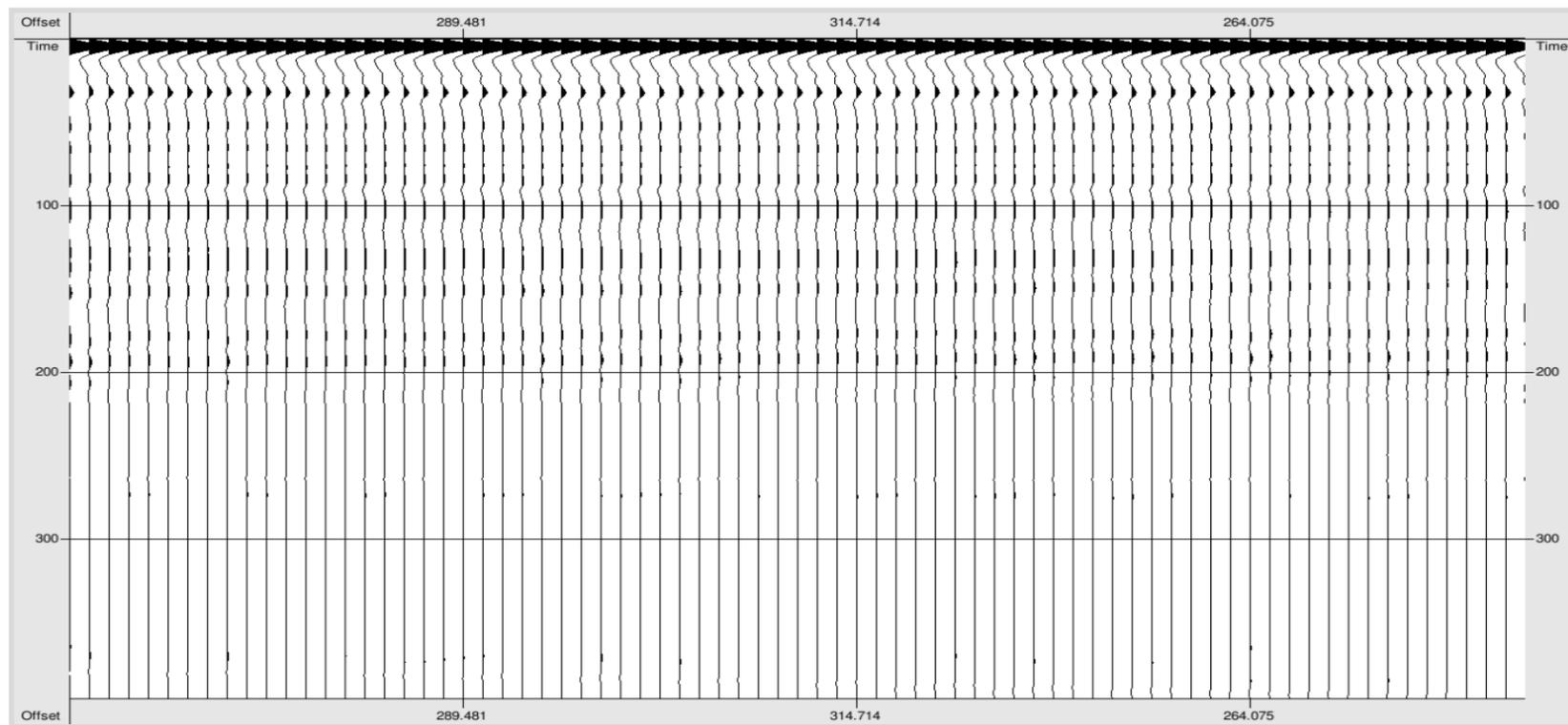
4、使用时距曲线公式计算出道集内每个地震道上的水底反射时间的作业。



5、进行海底拉平，如果不平可以用Trim等手段进行拉平；当海底完全校平后进行叠加，形成以海底反射为主的叠加数据。



在CMP道集内海底拉平

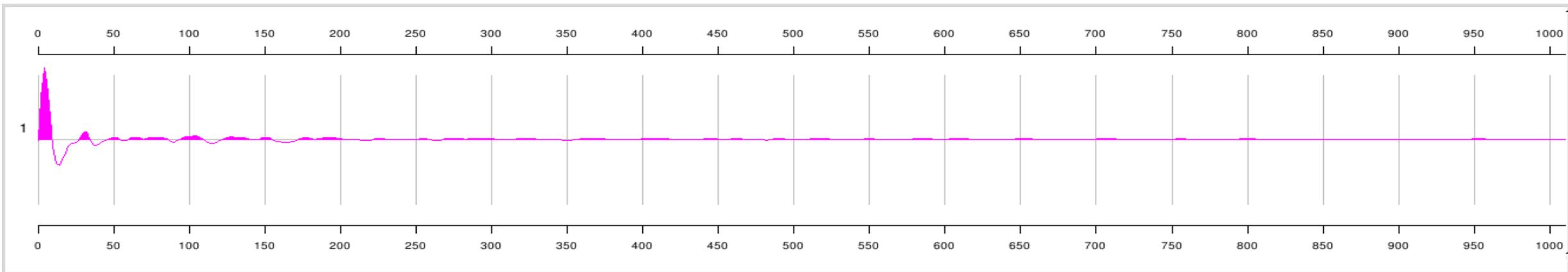


将海底拉平的道集进行叠加

## 第六节、子波提取及零相位处理

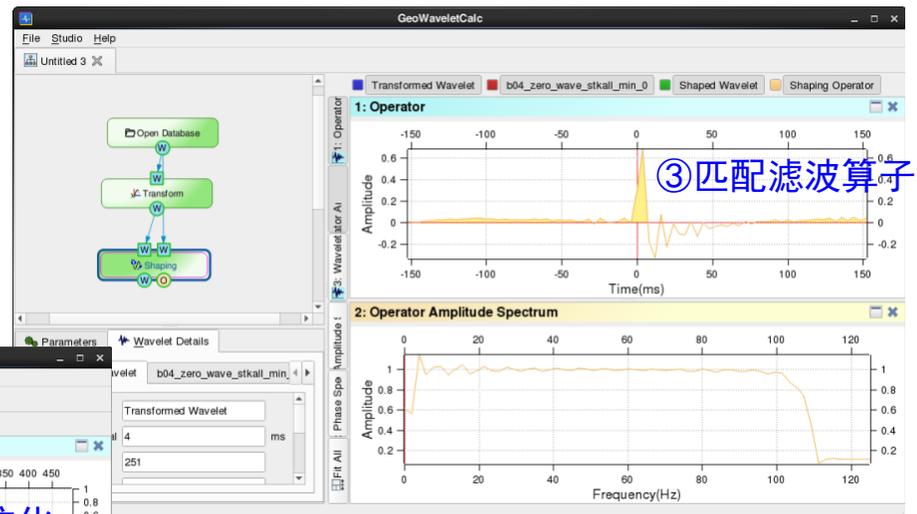
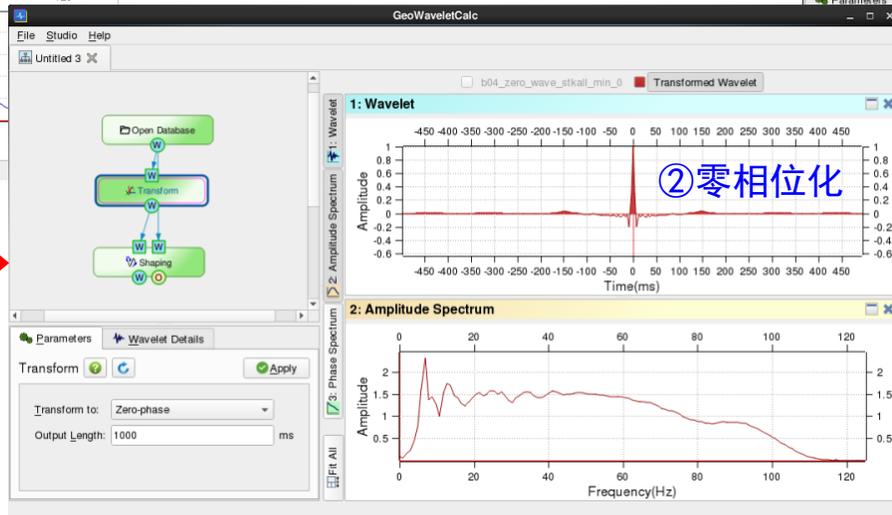
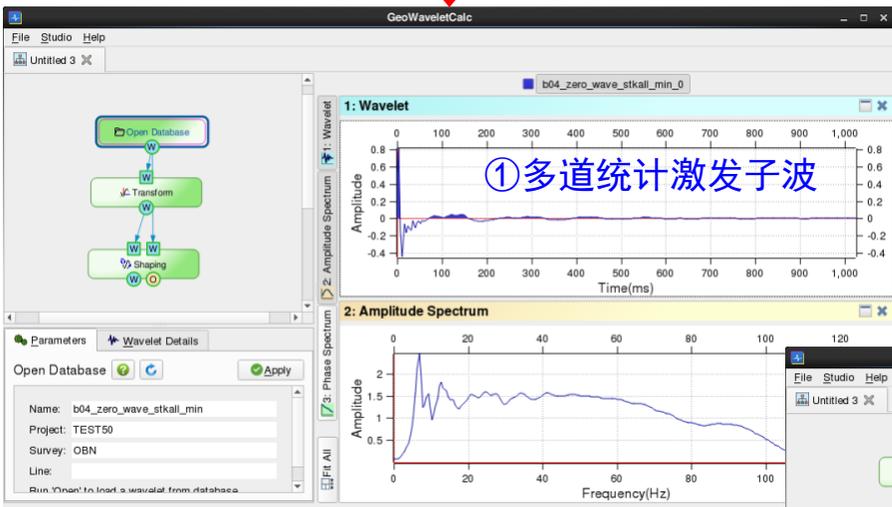
6、**2D数据**：将前面的叠加数据，修改成一个道集，再叠加成一道即为激发子波；

**3D数据**：前面叠后的线号作为CMP号，形成新的cmp道集，应用Trim等手段将这个新道集的海底校平，再叠加，又形成N条线组成一个道集，同样在该道集中将海底校平，并且叠加成一道，输出这一道数据或文本文件即为激发子波。



多道统计激发子波

# 第六节、子波提取及零相位处理



交互子波计算

# 第六节、子波提取及零相位处理

The screenshot displays the GeoWaveletCalc software interface. On the left, a workflow diagram shows the process: 'Open Database' (W) -> 'Transform' (W) -> 'Shaping' (W). Below this, a 'Parameters' panel for the 'Shaping Operator' is visible, with 'Name' set to 'Shaping Operator', 'Sample Interval' set to 4 ms, and 'Samples' set to 77. The main workspace contains two plots: '1: Operator' showing Amplitude vs. Time (ms) with a prominent peak at 0ms, and 'Operator Amplitude Spectrum' showing Amplitude vs. Frequency. A red box highlights the 'Export to Database...' option in the 'Export' menu. A red arrow points from this menu item to the 'Save Wavelet from Database' dialog box. The dialog box shows 'Survey: OBN', 'Line: [Select...]', and a list of filter operators including 'b04\_zero\_wave\_re\_shap'. The 'Name' field is set to 'Filter\_wavelet', 'Time Window' is 0 to 4092 ms, 'Sample Interval' is 4 ms, and 'Time at First Sample' is -152 ms. A 'Save Wavelet from Database' dialog box is open, showing a list of filter operators including 'b04\_zero\_wave\_re\_shap'. The 'Name' field is set to 'Filter\_wavelet', 'Time Window' is 0 to 4092 ms, 'Sample Interval' is 4 ms, and 'Time at First Sample' is -152 ms. A 'Save Wavelet from Database' dialog box is open, showing a list of filter operators including 'b04\_zero\_wave\_re\_shap'. The 'Name' field is set to 'Filter\_wavelet', 'Time Window' is 0 to 4092 ms, 'Sample Interval' is 4 ms, and 'Time at First Sample' is -152 ms.

整形算子保存到数据库

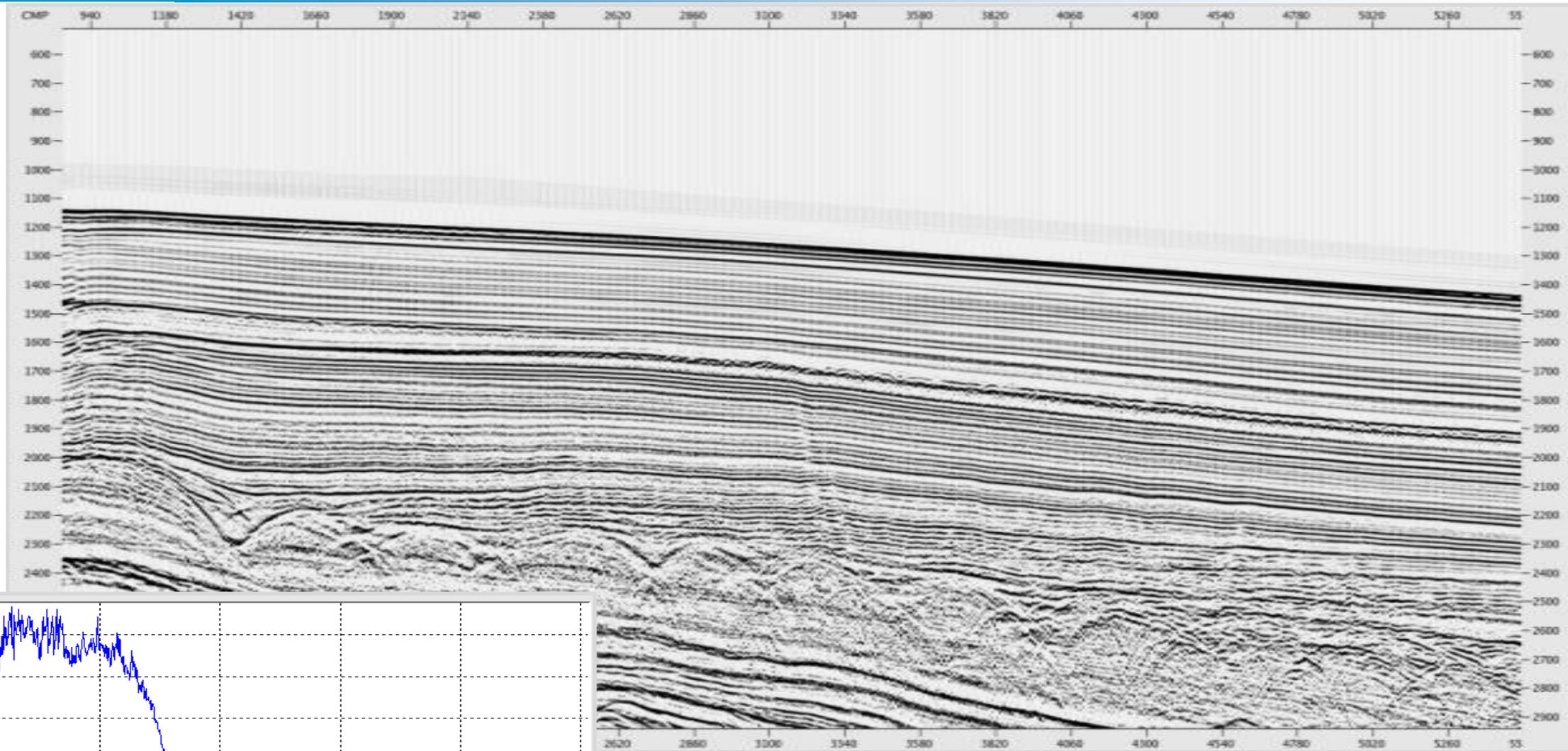
输出整形算子

# 第六节、子波提取及零相位处理

The image displays a software workflow and its configuration. On the left, a vertical flowchart shows three modules: **GeoDiskIn**, **ShapFilt**, and **GeoDiskOut**. In the center, the **Parameters** window is open, showing the **GENERAL** tab. The **filter table name** parameter is set to **Filter\_wavelet**, which is highlighted with a red box. A red callout box containing the Chinese text **整型因子** (Integer factor) points to the **smoothing step** parameter, which is set to **1**. On the right, the **Data Management** window shows a tree view of the project structure. The **Filter** module is selected, and its name is entered in the **Look for:** search field, also highlighted with a red box. A red arrow points from the **Filter** entry in the tree to the search field.

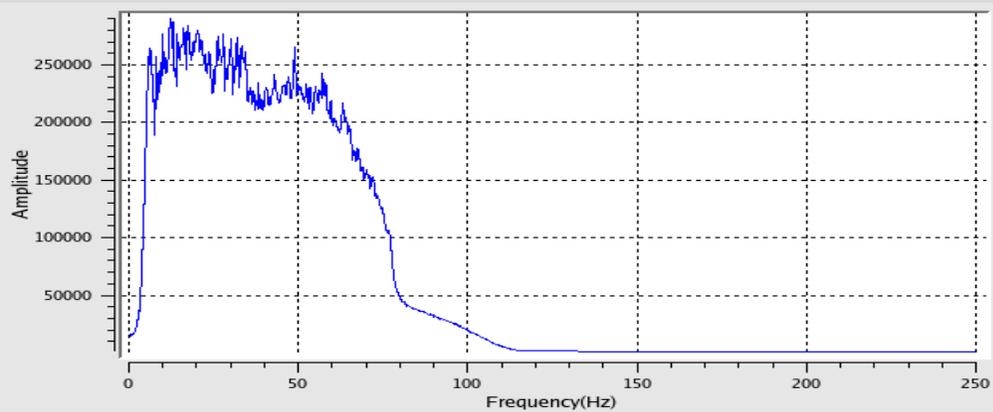
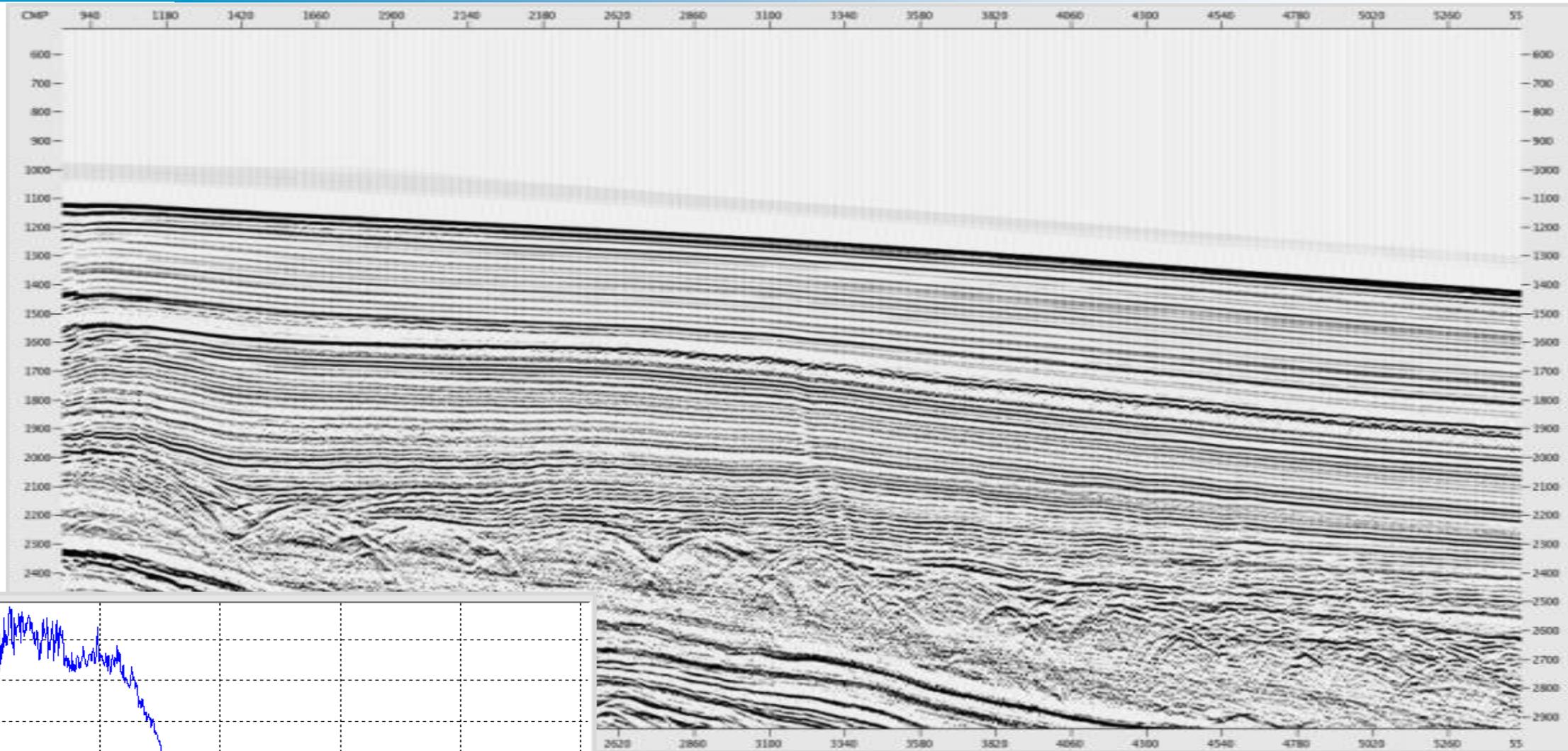
子波整型作业

# 第六节、子波提取及零相位处理



零相位转换前

# 第六节、子波提取及零相位处理



零相位转换后

各位GeoEast用户，各位同行，本讲所介绍的内容就全部结束。

本讲涉及的内容是深海处理最基础部分，距全部海上处理还相差甚远，能起到抛砖引玉的作用本人就甚感欣慰。辽阔的大海有太多未知，需要我们去探索、去开发；希望GeoEast同行共同努力，在科研和生产中勇于创新、勤于思考、善于积累，愿大家在GeoEast平台上，创造出更优质的处理成果，为海洋石油勘探取得更大的成绩而共同努力！

