测井解释功能介绍

汇报人：张婷婷

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7月• 涿州

CONTENES
目录

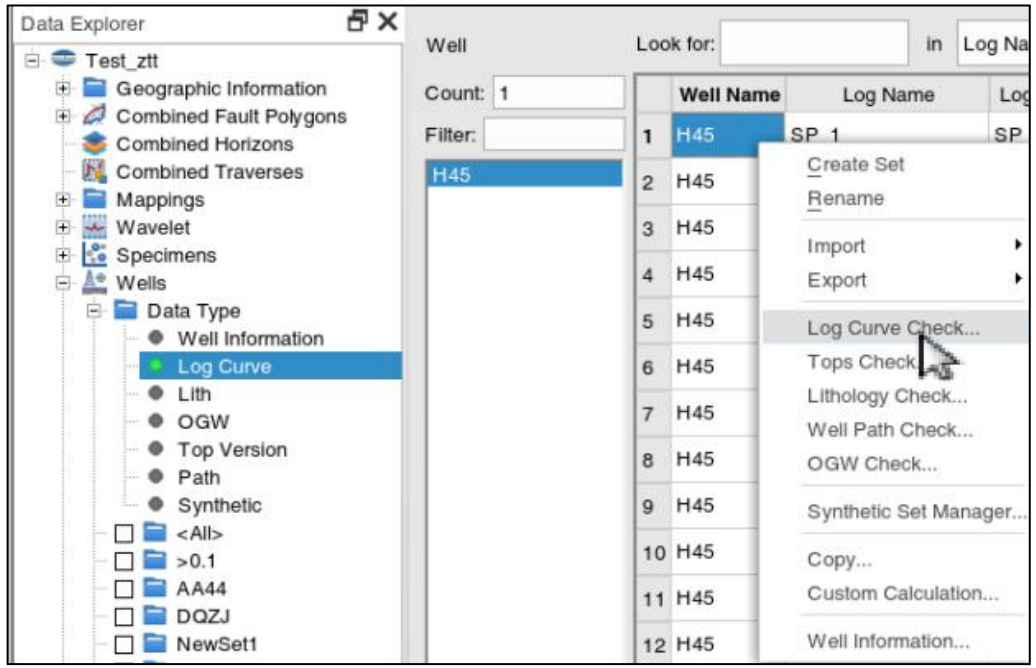
曲线计算

测井解释工作涉及大量复杂的测井曲线计算，GeoEast软件提供了专业且灵活的曲线计算功能。

曲线自定义计算功能允许测井解释人员按照一定规则自定义计算表达式，把输入测井曲线通过自定义的表达式进行运算、组合、转换，最终生成符合特定解释需求的新曲线。

测井曲线自定义计算

1. GeoRock模块→ User Define Calculation
2. Tools模块→ Calculation
3. 主控→ Well → Data Type → Log Curve → 选中曲线右击选择Log Curve Check

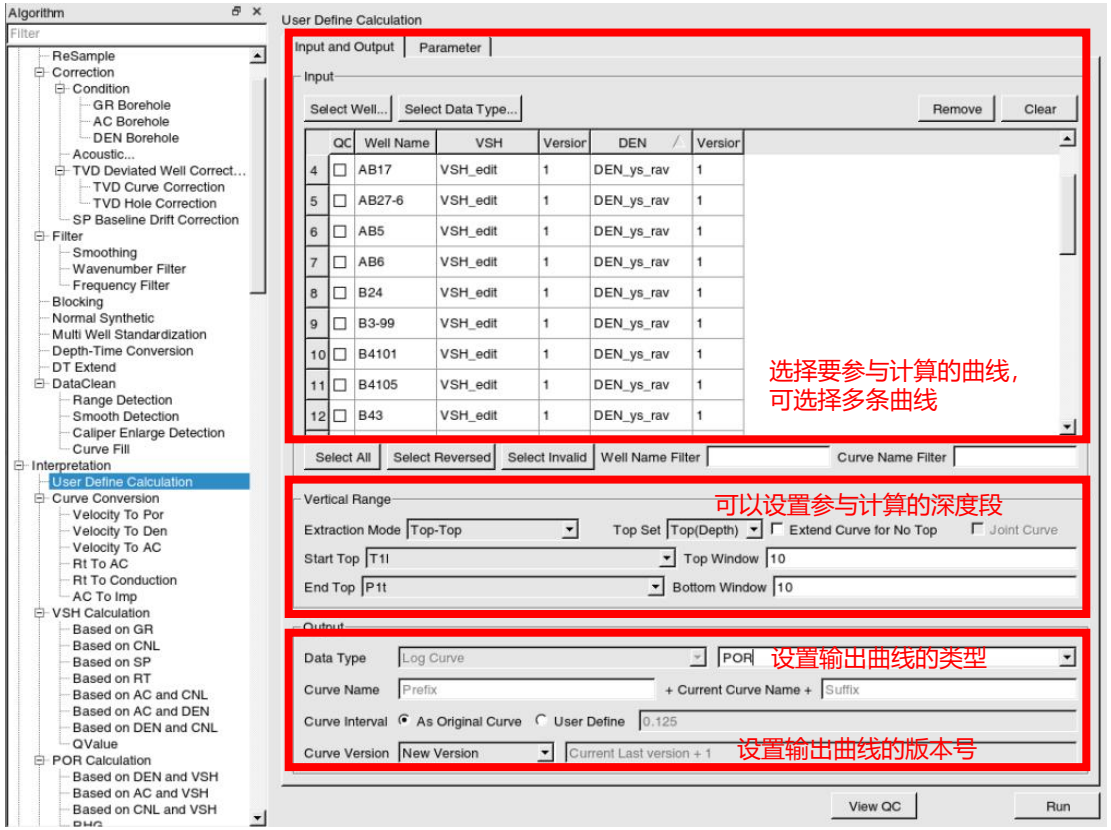


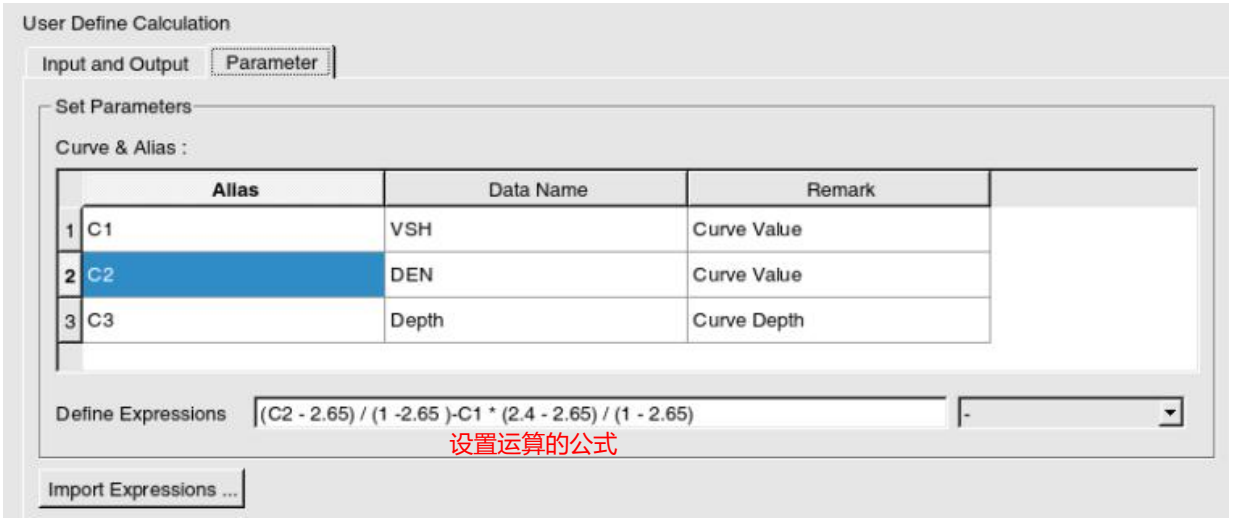
曲线计算

1、GeoRock模块→ Calculation

在方法列表中选择Interpretation->UserDefineCalculation，切换到曲线自定义计算。

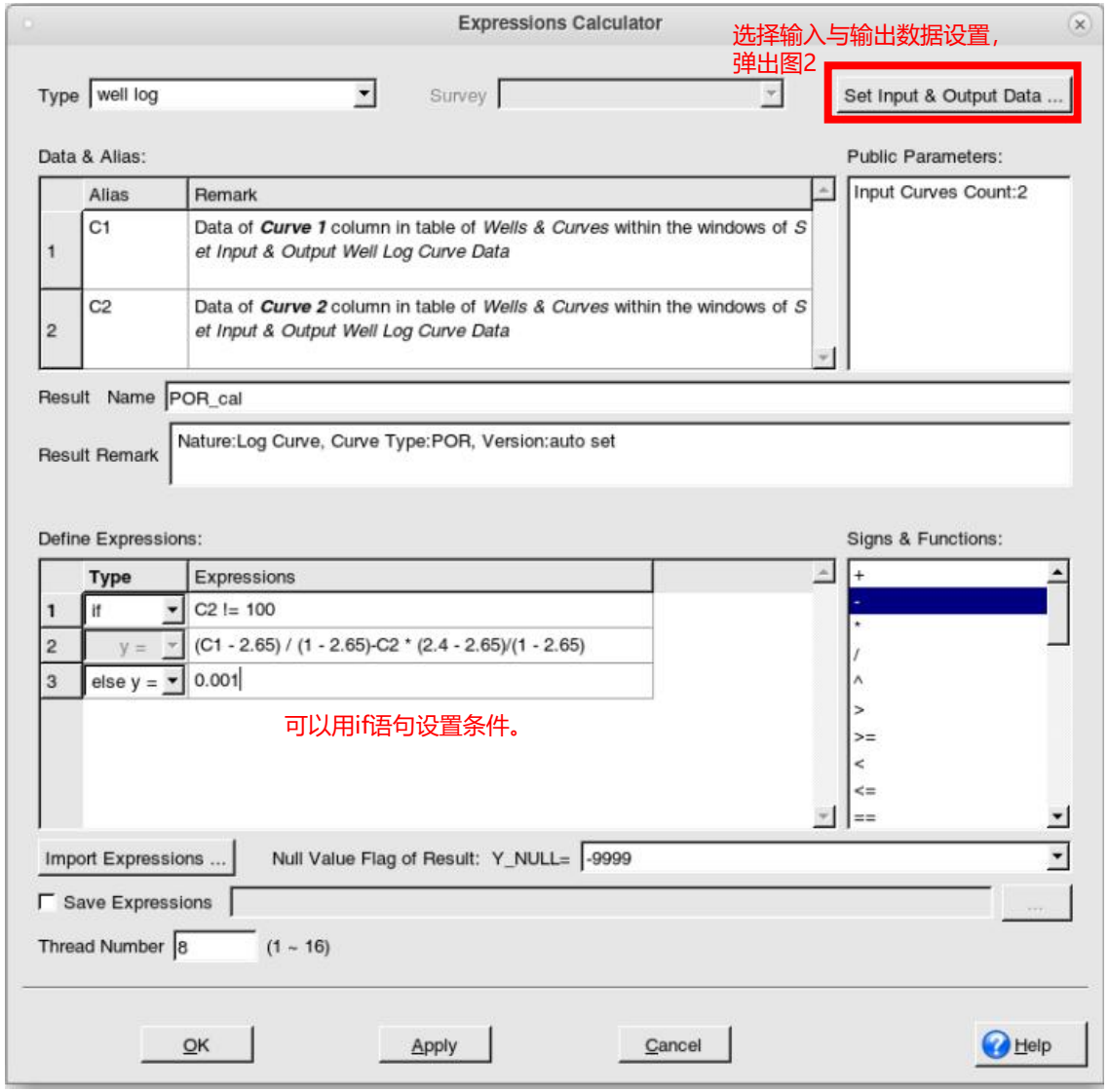
支持复杂函数运算，支持多曲线组合运算，支持利用地质分层设置参与计算的曲线深度段。

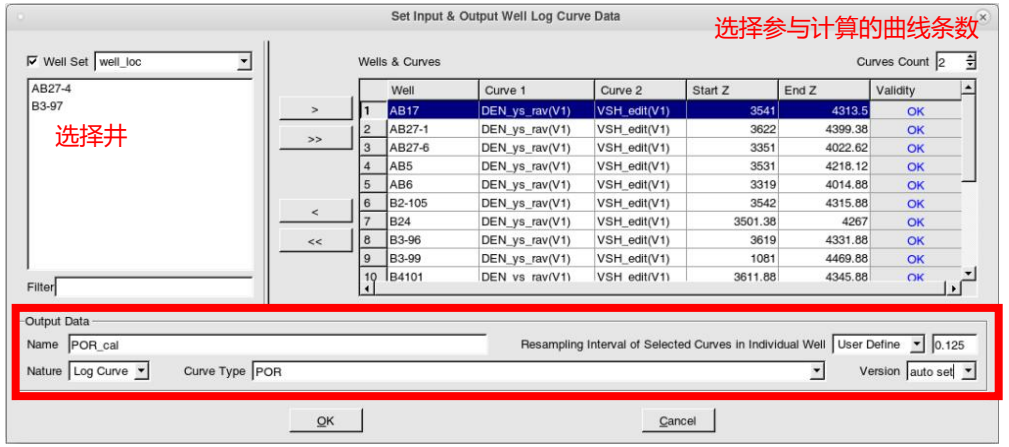


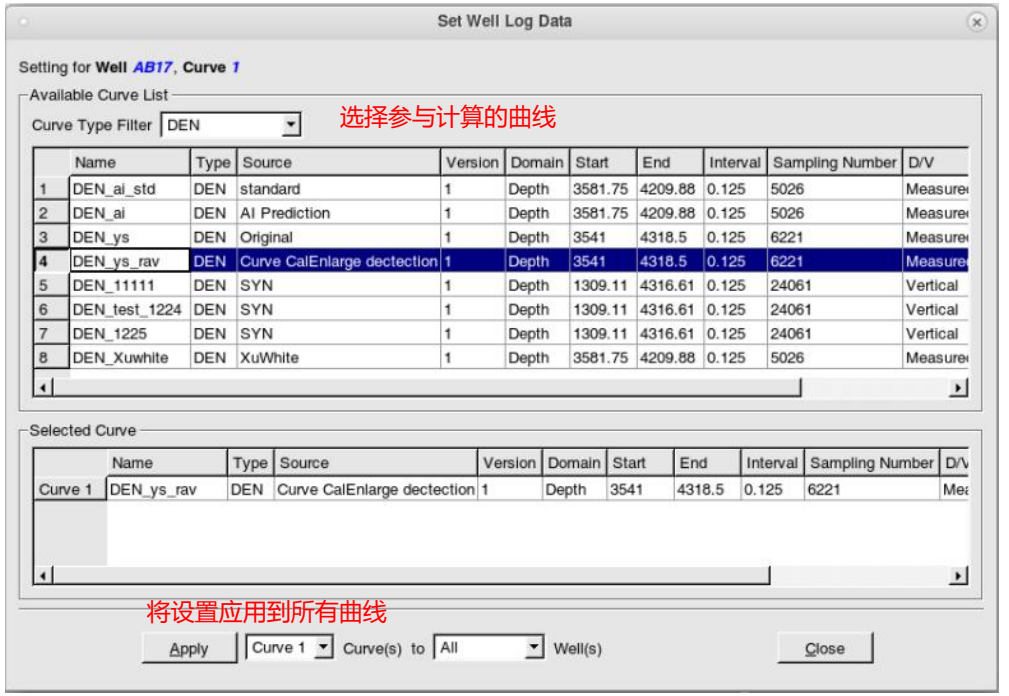


曲线计算

2、 Tools模块→ well logs　支持复杂函数运算，支持多曲线组合运算，可以利用if语句进行有条件的计算。



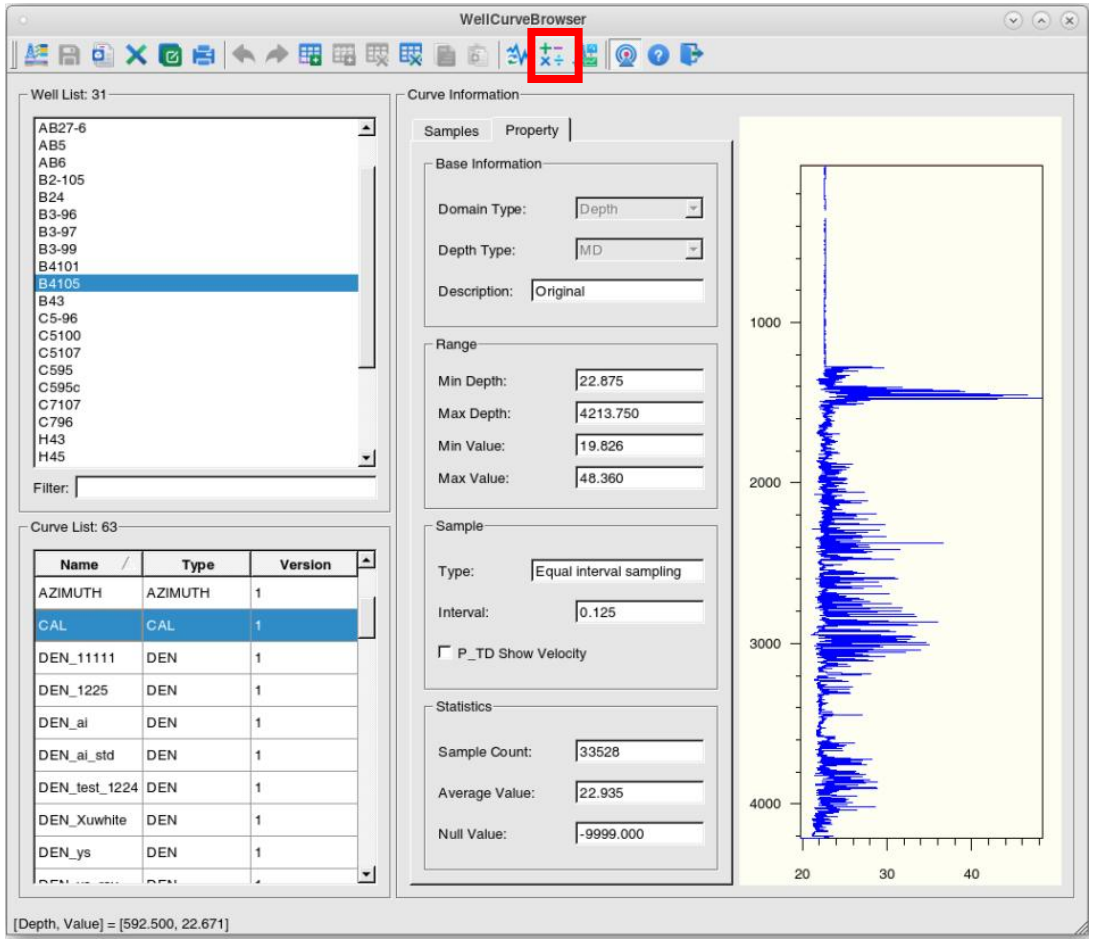


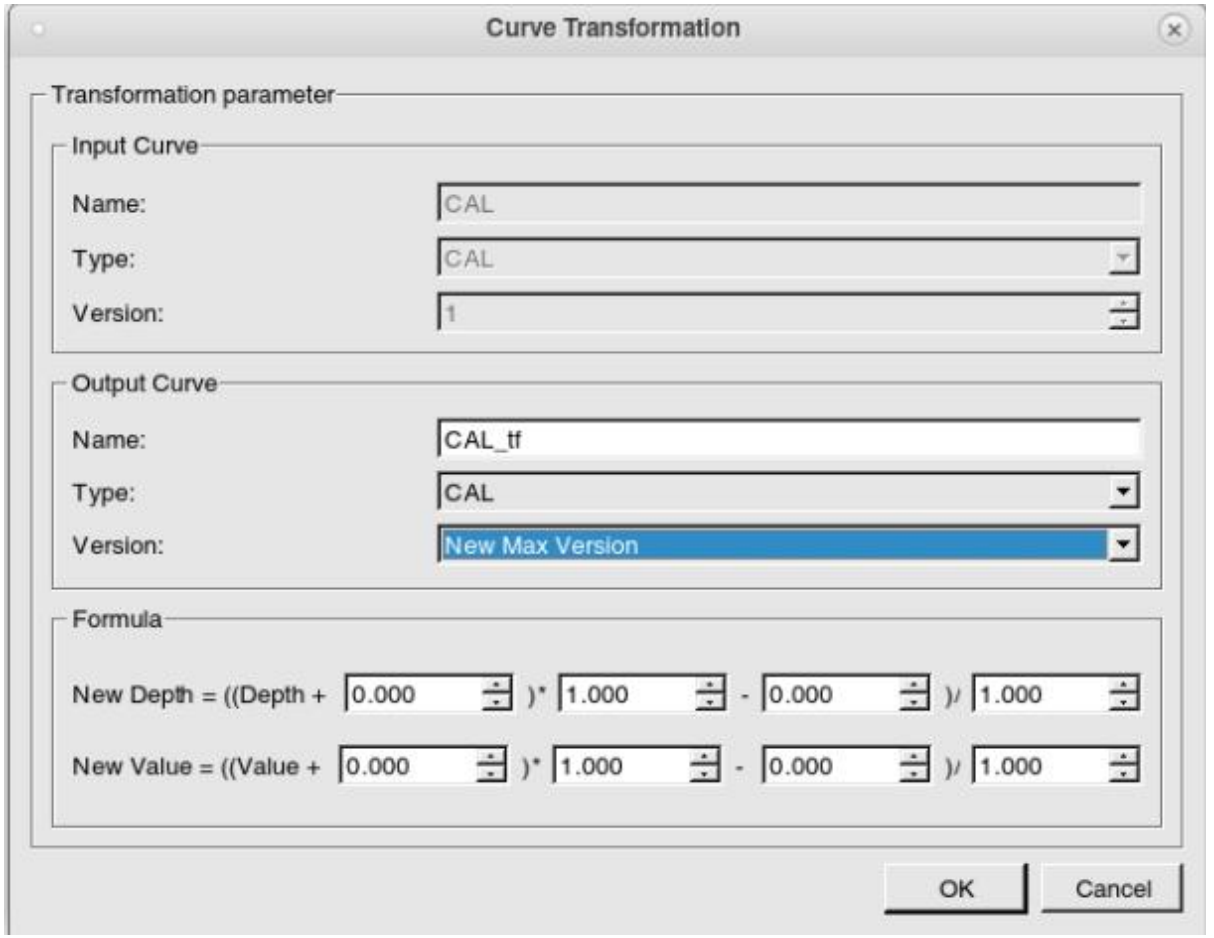


曲线计算

3、 主控→ Log Curve Check

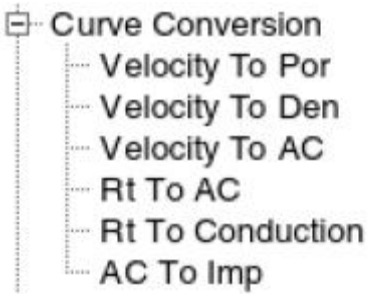
可以进行单条曲线的简单加减乘除运算，进行曲线复制，单位转换。





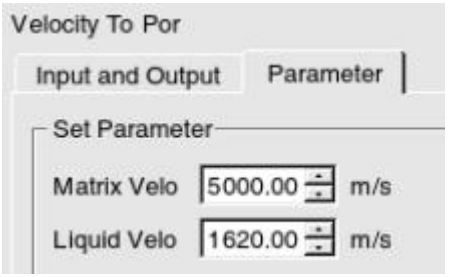
曲线转换

曲线转换: GeoRock提供曲线快速转换工具，实现速度与声波时差、速度与密度、电阻率与声波时差、声波时差与阻抗等常用曲线的快速转换



1）Velocity to POR

$$por = 100 * (\frac{velo - velo_{matrix}}{velo_{fluid} - velo_{matrix}})$$



2）Velocity to DEN

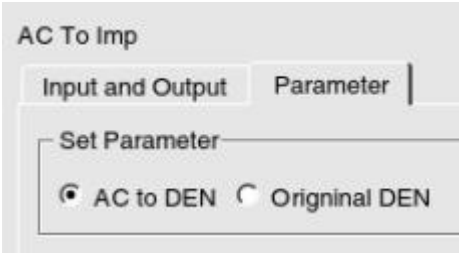
$$DEN = 0.31 * velo^{0.25}$$

3）Velocity to AC

$$AC = \frac{1.0 * 10^6}{velo}$$

4）RT to AC

$$AC = \frac{10^3}{(Rt * depth)^{\frac{1}{6}}}$$



5）RT to Condition

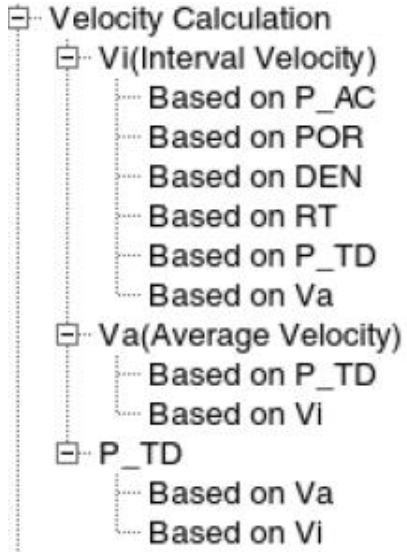
$$Cond = \frac{1000.0}{Rt}$$

6）AC to Imp

$$IMP = DEN * Velo \quad Velo = \frac{1.0 * 10^6}{AC} \quad DEN = 0.31 * Velo^{0.25}$$

速度转换

速度转换: GeoRock提供声波时差、速度、密度、电阻率等转换成层速度，层速度、平均速度与时深关系间的相互转换功能。



1）基于P_AC的层速度计算 $Vi = \frac{1.0 * 10^6}{AC}$

2）基于POR的层速度计算 $Vi = por * velo_{fluid} + (1 - por) * velo_{matrix}$

3）基于DEN的层速度计算 $Vi = (\frac{Den}{0.31})^4$

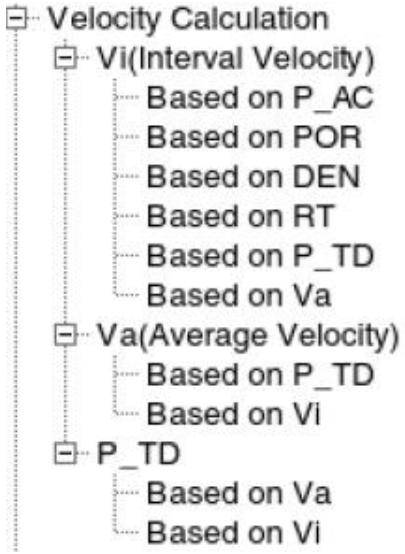
4）基于RT的层速度计算 $Vi = 1000 * (Rt * depth)^{\frac{1}{6}}$

5）基于P_TD的层速度计算 $Vi = \frac{2000 * (depth[i] - depth[i-1])}{time[i] - time[i-1]}$

6）基于平均速度的层速度计算 $Vi = \frac{(depth[i] - depth[i-1])}{\frac{(depth[i]+\Delta depth)}{Va[i]} - \frac{(depth[i]+\Delta depth)}{Va[i]}}$

速度转换

速度转换: GeoRock提供声波时差、速度、密度、电阻率等转换成层速度，层速度、平均速度与时深关系间的相互转换功能。



1）基于P_TD的平均速度计算

$$Va = \frac{2000 * depth[i]}{time[i]}$$

2）基于层速度的平均速度计算

$$Va = \frac{depth[i] + \Delta depth}{time[i-1] + \Delta time}$$

$$\Delta time = \frac{(depth[i] - depth[i-1])}{Vi[i]}$$

3）基于平均速度的P_TD计算

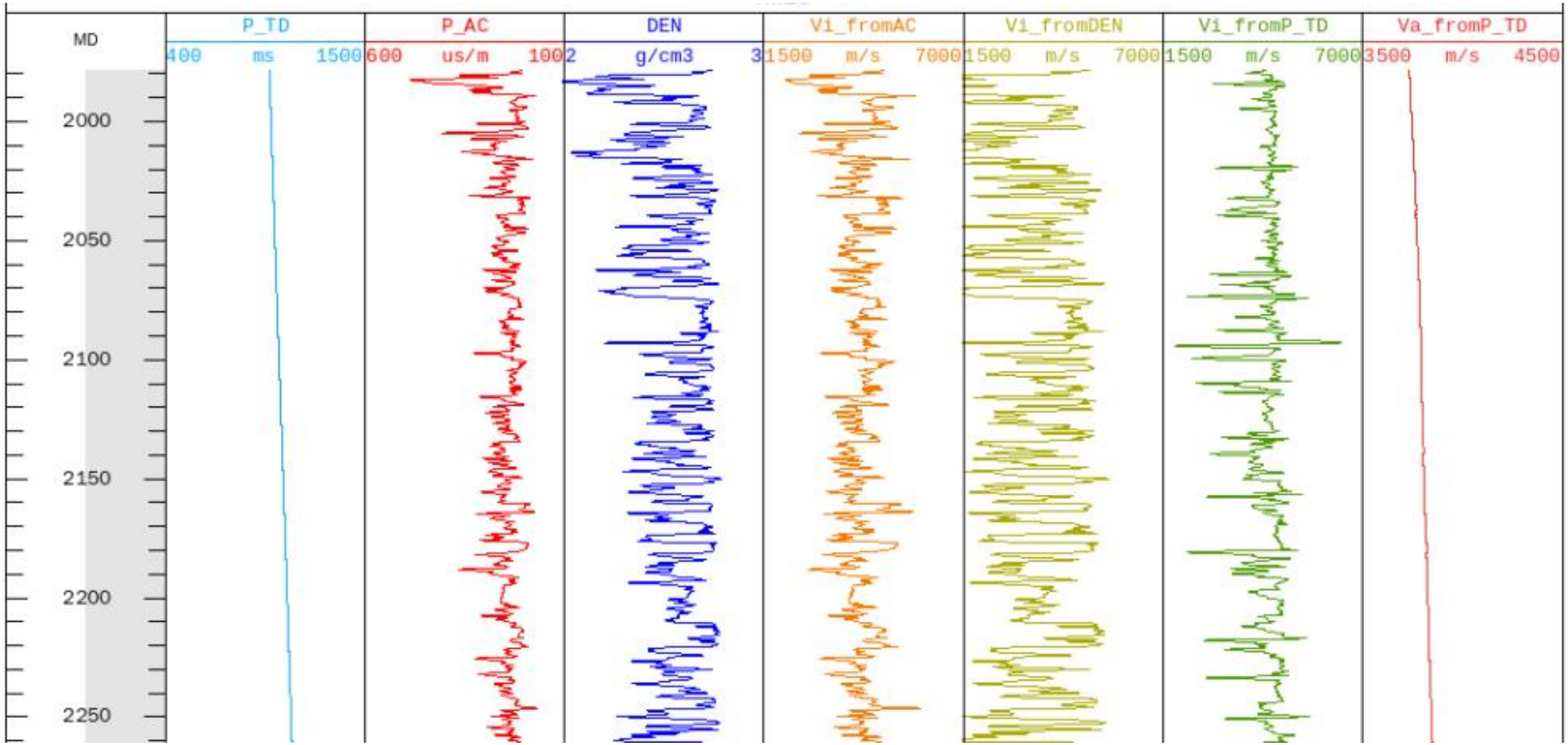
$$time = \frac{2000 * （depth[i] + \Delta depth）}{Va[i]}$$

4）基于层速度的P_TD计算

$$time = time[i-1] + \Delta time$$

$$\Delta time = \frac{(depth[i] - depth[i-1])}{Vi[i]}$$

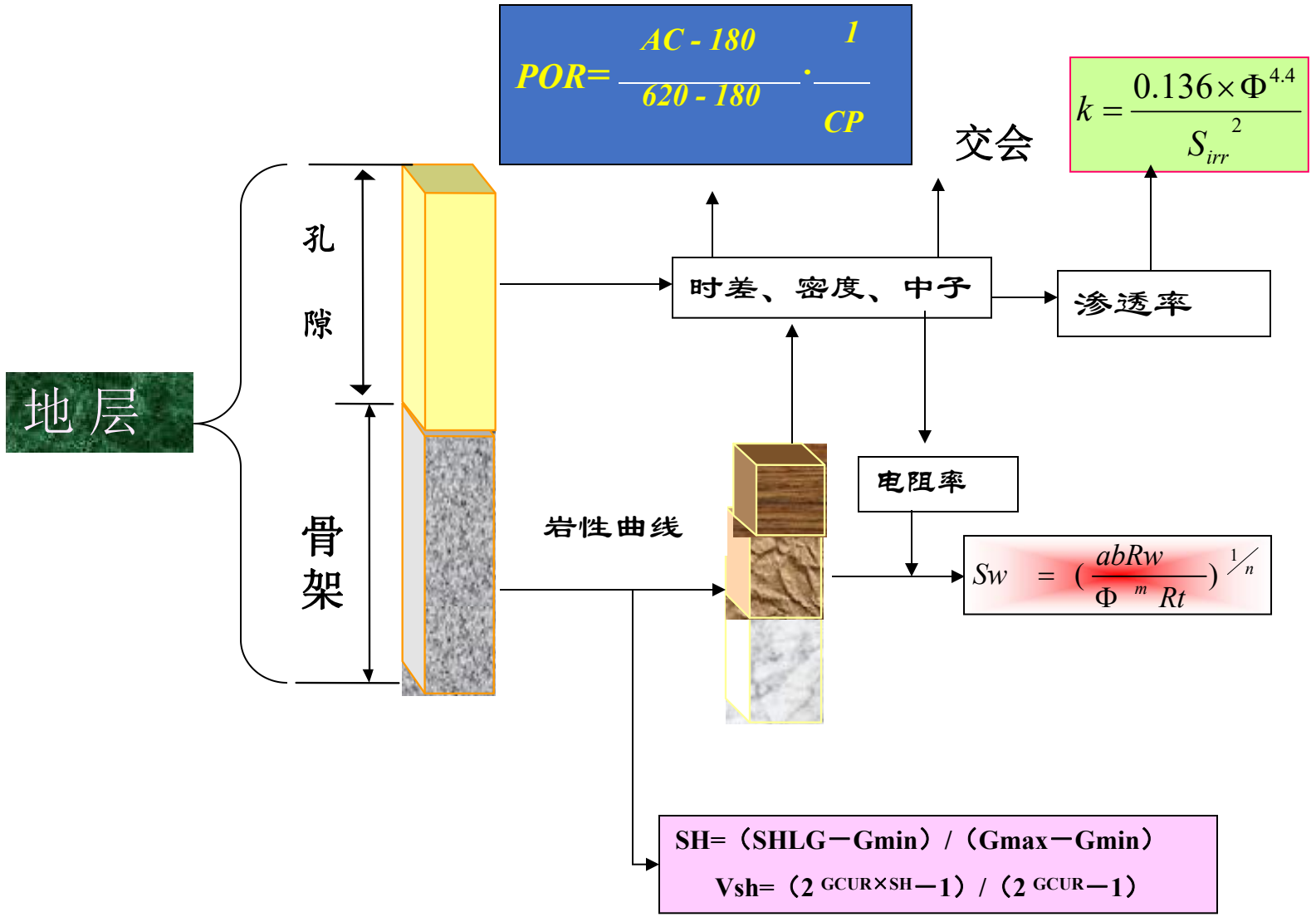
速度转换


MD
P_TD
400 ms 1500
P_AC
600 us/m 100
DEN
2 g/cm3 3
Vi_fromAC
1500 m/s 7000
Vi_fromDEN
1500 m/s 7000
Vi_fromP_TD
1500 m/s 7000
Va_fromP_TD
3500 m/s 4500
2000
2050
2100
2150
2200
2250

速度转换实例

CONTENES
目录

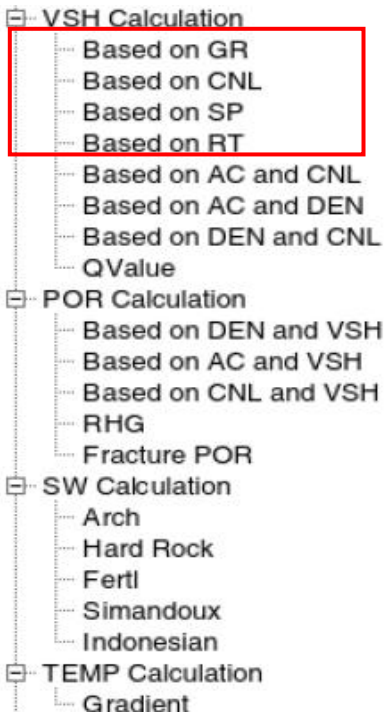
测井解释


$POR=\frac{AC-180}{620-180}\cdot\frac{1}{CP}$
交会
$k=\frac{0.136\times\Phi^{4.4}}{S_{irr}^{2}}$
孔隙
骨架
地层
时差、密度、中子
渗透率
电阻率
岩性曲线
$Sw=(\frac{abRw}{\Phi^{m}Rt})^{1/n}$
SH=（SHLG－Gmin）/（Gmax－Gmin）
Vsh=（2 GCUR×SH－1）/（2 GCUR－1）

测井解释

基础解释：根据经验公式计算储层的泥质含量、孔隙度、饱和度、地层温度等基础信息，适用于简单地层，为后续岩石物理建模和分析提供基础参数。

砂泥岩的地层组成假设



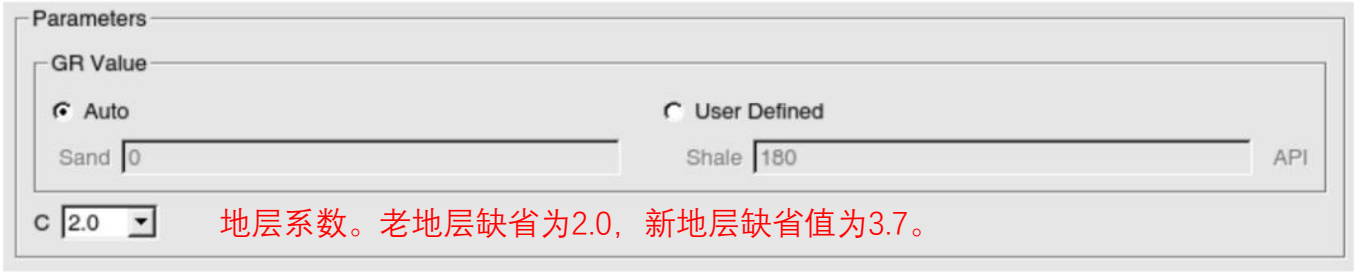
泥质含量预测：

单曲线预测泥质含量常用的是相对值指示法。理论依据是测井曲线相对值的变化反映了泥质含量的变化，即随泥质含量的增大，测井曲线的值也会发生变化。

一般会根据地区敏感曲线的不同，选择利用自然伽马、中子、电阻率及自然电位计算泥质含量。

$$SH = \frac{GR - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}$$

$$Vsh = (2^{GCUR \times SH} - 1) / (2^{GCUR} - 1)$$



测井解释

泥质含量计算：不同岩性具有不同的测井曲线响应范围，以DEN和CNL计算泥质含量为例说明，泥质砂岩储层在中子—密度交会图上居于泥质点与纯砂岩线之间(无其他因素影响条件下)，泥质含量的大小由其距纯砂岩线的距离决定。

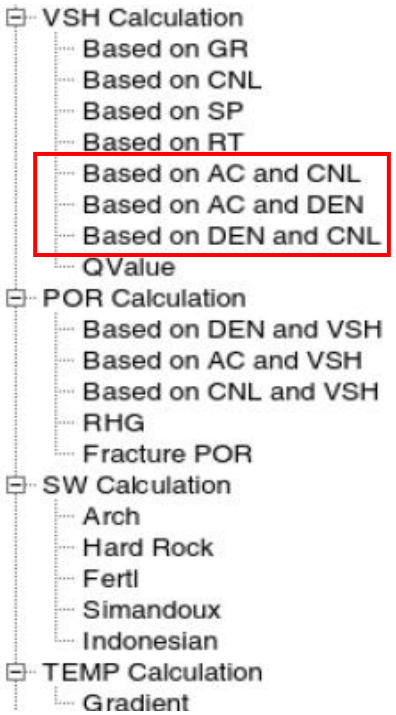
砂泥岩的地层组成假设

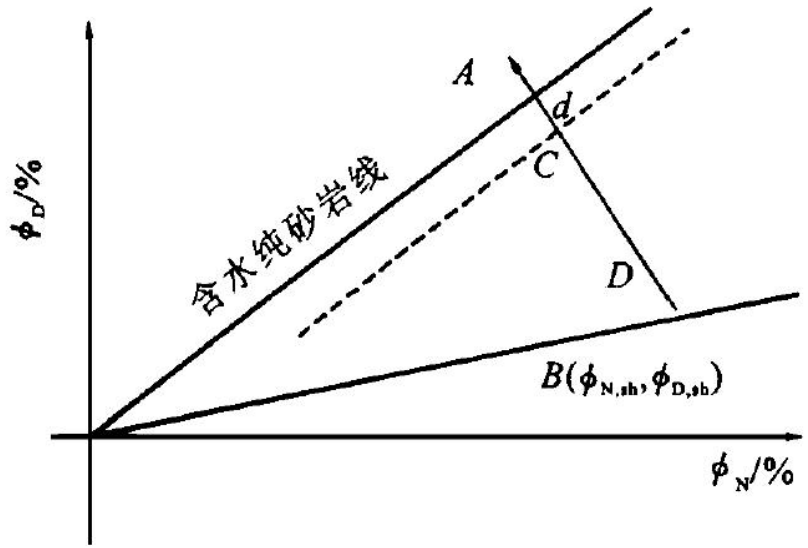
$$V_{ma} + V_{sh} + \phi = 1$$

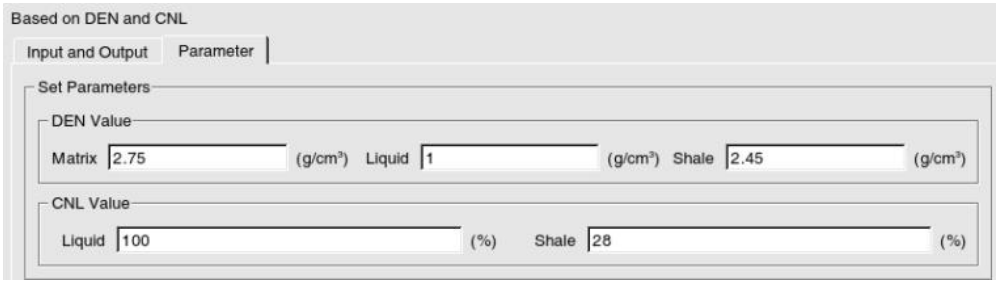
$$DEN = V_{ma} \cdot DM + V_{sh} \cdot DSH + \phi \cdot DF$$

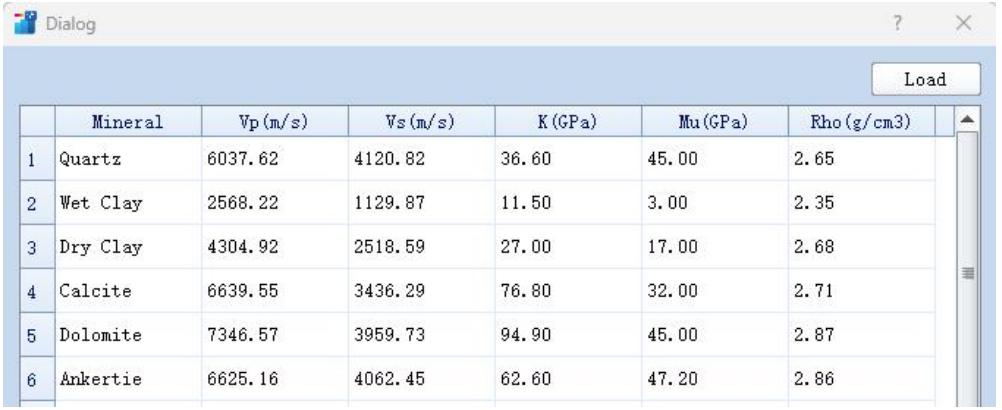
$$CNL = V_{ma} \cdot 0 + V_{sh} \cdot NSH + \phi \cdot NF$$

$$V_{sh} = \frac{(DEN - DF) \cdot (-NF) - (CNL - NF) \cdot (DM - DF)}{(DSH - DF) \cdot (-NF) - (NSH - NF) \cdot (DM - DF)}$$









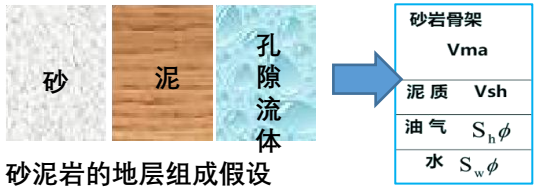
	Mineral	Vp(m/s)	Vs(m/s)	K(GPa)	Mu(GPa)	Rho(g/cm3)
1	Quartz	6037.62	4120.82	36.60	45.00	2.65
2	Wet Clay	2568.22	1129.87	11.50	3.00	2.35
3	Dry Clay	4304.92	2518.59	27.00	17.00	2.68
4	Calcite	6639.55	3436.29	76.80	32.00	2.71
5	Dolomite	7346.57	3959.73	94.90	45.00	2.87
6	Ankertie	6625.16	4062.45	62.60	47.20	2.86

测井解释

孔隙度计算：岩石各部分相对体积之和为1。针对含水泥质砂岩：$V_{ma}+V_{sh}+\varphi=1$

测井参数（岩石体积密度、含氢指数、声波时差）等于岩石各部分的相对体积与相应的物理参数乘积之和。

$$V_{ma}*\rho_{ma}+V_{sh}*\rho_{sh}+\varphi*\rho_f=1$$



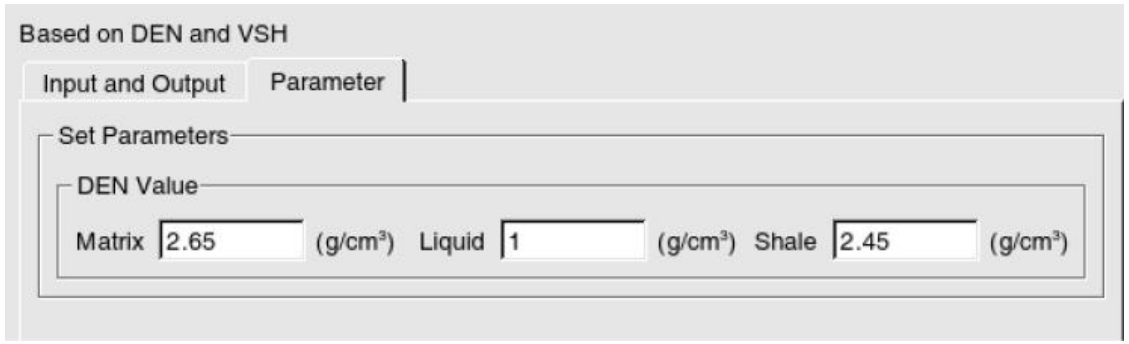
砂泥岩的地层组成假设

- VSH Calculation
  - Based on GR
  - Based on CNL
  - Based on SP
  - Based on RT
  - Based on AC and CNL
  - Based on AC and DEN
  - Based on DEN and CNL
  - QValue
- POR Calculation
  - Based on DEN and VSH
  - Based on AC and VSH
  - Based on CNL and VSH
  - RHG
  - Fracture POR
- SW Calculation
  - Arch
  - Hard Rock
  - Fertl
  - Simandoux
  - Indonesian
- TEMP Calculation
  - Gradient

基于泥质校正后的密度孔隙度计算公式

$$POR=\frac{DEN-DMA}{DF-DMA}-VSH\times\frac{DSH-DMA}{DF-DMA}$$

DEN：密度测井值（g/cm^3）
DMA：岩石骨架密度（如砂岩取2.65 g/cm^3）
DF：地层流体密度（淡水取1.0 g/cm^3）
DSH：纯泥岩密度（通常取2.2~2.5 g/cm^3）
VSH：泥质含量（小数，0~1）



测井解释

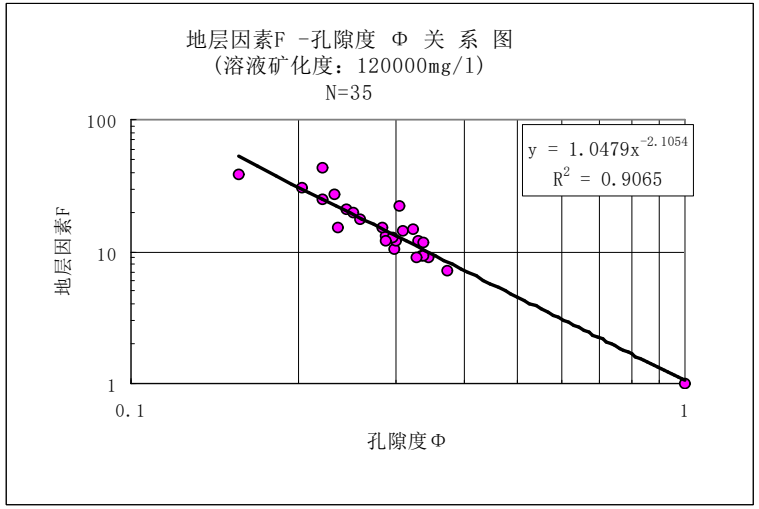
饱和度计算：通过测井数据评估储层岩石孔隙中油、气、水等流体所占体积百分比。通常认为电阻率曲线能够反映地层的含油气性。

砂泥岩的地层组成假设

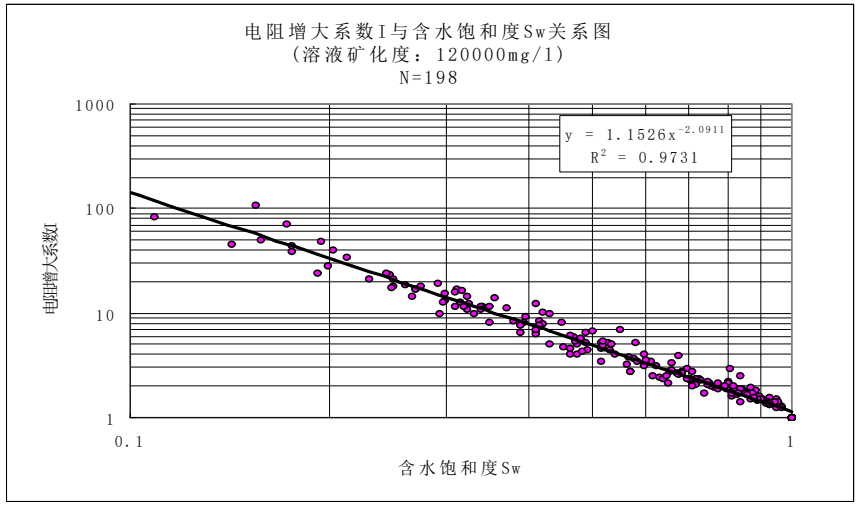
- VSH Calculation
  - Based on GR
  - Based on CNL
  - Based on SP
  - Based on RT
  - Based on AC and CNL
  - Based on AC and DEN
  - Based on DEN and CNL
  - QValue
- POR Calculation
  - Based on DEN and VSH
  - Based on AC and VSH
  - Based on CNL and VSH
  - RHG
  - Fracture POR
- SW Calculation
  - Arch
  - Hard Rock
  - Fertl
  - Simandoux
  - Indonesian
- TEMP Calculation
  - Gradient

阿尔奇公式：

$$S_w = \left(\frac{(a * b * Rw)}{Rt * \emptyset^m}\right)^{1/n}$$



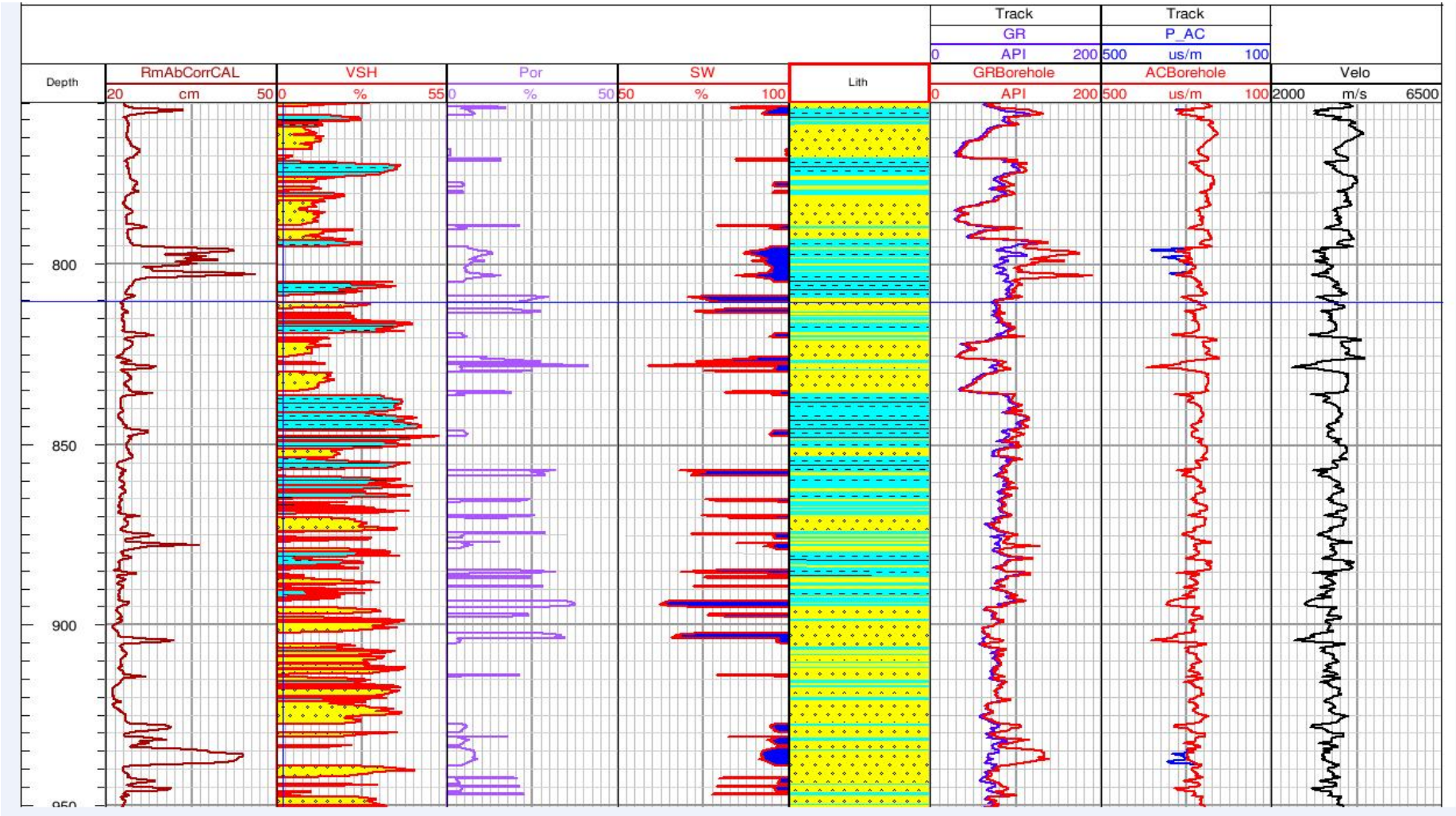
$$F = \frac{a}{\phi^m}$$



$$I = \frac{b}{S_W^n}$$

测井解释

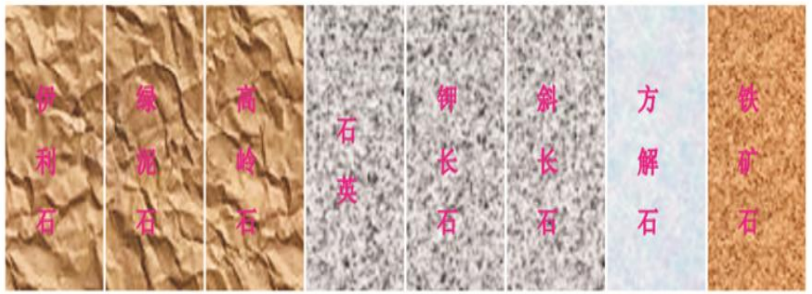
常规测井解释实例：



井径　泥质含量　孔隙度　含水饱和度　岩性　GR　AC　纵波速度

测井解释

复杂地层矿物组分： 以各矿物组分的相对含量为自变量建立测井响应方程组，输入任意反映储层特性的测井曲线，采用最优化解释方法计算矿物体积含量、孔隙度和饱和度等测井参数解释，利用响应误差和约束条件提高测井解释合理性，通过重构测井响应与真实响应的一致性进行质控。



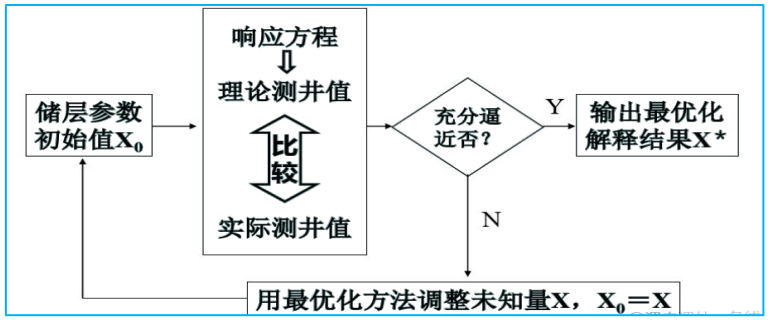
复杂地层组分组成

有效孔隙度	X_{or}	不动油相对体积
	X_{om}	可动油相对体积
	X_{fw}	自由水相对体积
	X_{gas}	天然气相对体积
泥质含量	X_{sh}	泥质相对体积
骨架矿物含量	X_{ma1}	k 种矿物骨架相对体积
	X_{ma2}	(k=1，2，3，…，n)
	…	
	X_{mak}	

$$L1 = P11V1 + P12V2 + \ldots + P1jVj + \ldots + P1\phi V\phi$$
$$L2 = P21V1 + P22V2 + \ldots + P2jVj + \ldots P2\phi V\phi$$
$$Li = Pi1V1 + Pi2V2 + \ldots + PijVj + \ldots + Pi\phi V\phi$$
$$1 = V1 + V2 + \ldots + Vij + \ldots + V\phi$$

式中 Li——测井曲线读值；
Pij——矿物测井响应参数；
Vj——矿物体积含量。

体积模型



最优化解释原理图

最优化测井解释的目标函数：
采用罚函数处理约束条件：

$$F(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{N} \frac{(a_i - f_i(\vec{x}))^2}{\sigma_i^2 + \tau_i^2} + \sum_{j=1}^{n} \frac{G_j^2(\vec{x})}{T_j^2}$$

- N—响应方程个数
- n—约束条件个数
- ai—第i个实际测井值 (SP, GR, Δt, ρb, ϕ_N, Rt, . . .)

目标函数

$$r^i = \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{\sigma_i^{\wedge 2} + \tau_i^{\wedge 2}}} \quad i = 1,2 \ldots m$$

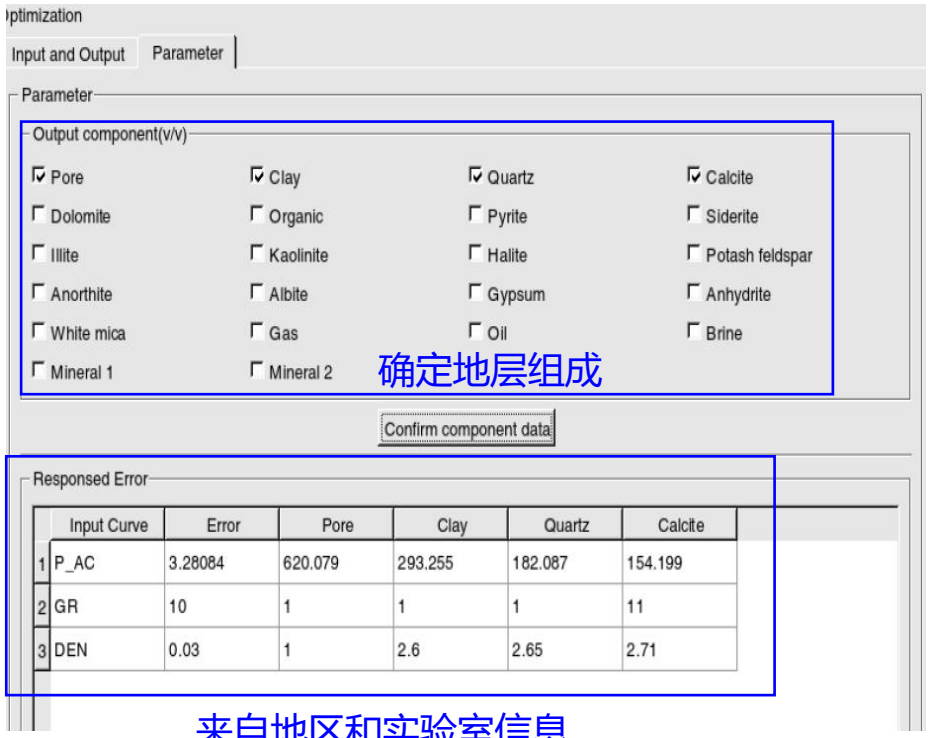
响应误差

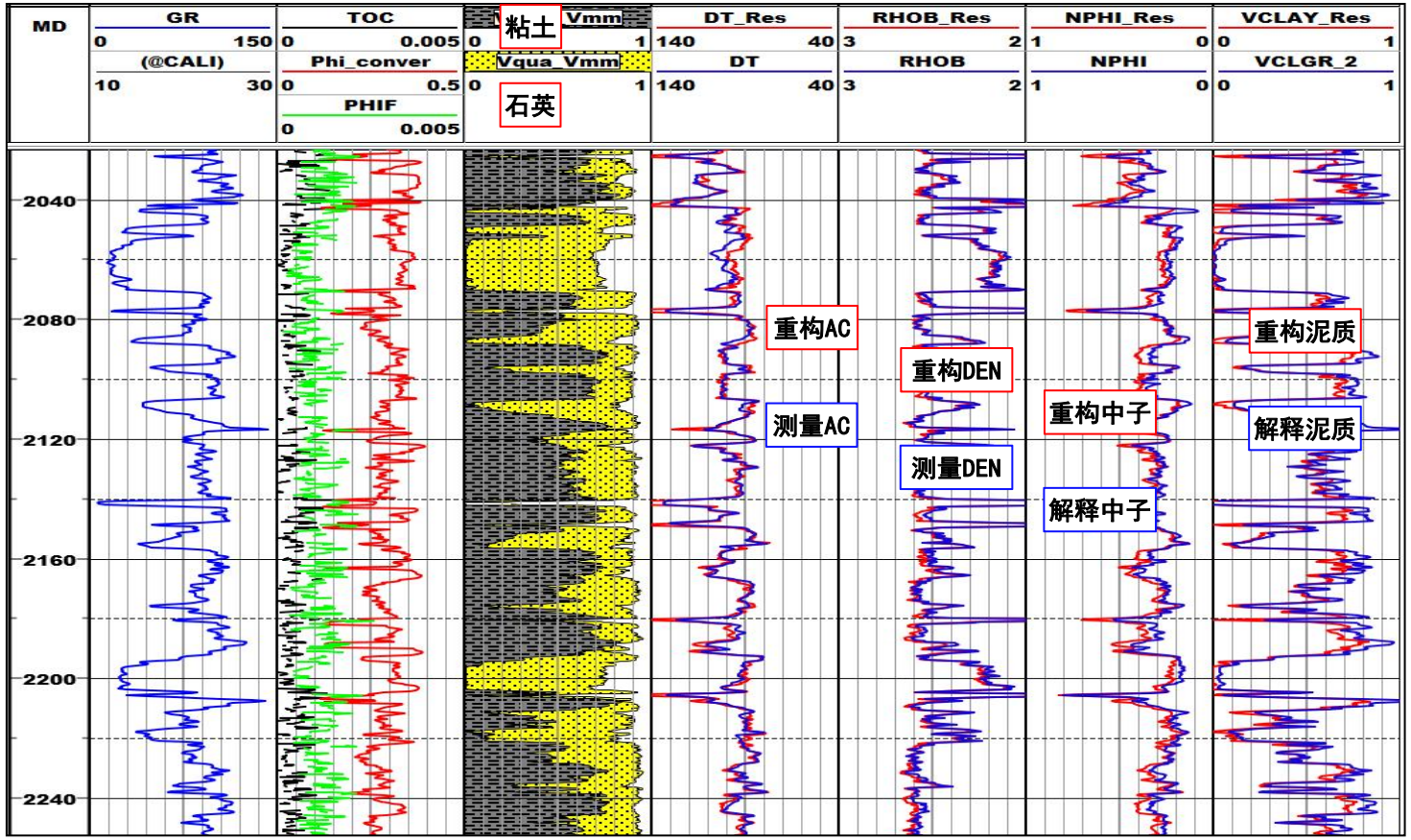
$$g_i(x) \geqslant 0, \quad (j = 1,2,\cdots,p);$$
$$h_k(x) = 0, \quad (k = 1,2,\cdots,q)$$

约束条件

测井解释

最优化测井解释充分利用测量信息，精确计算地层矿物组成和孔隙度，实现复杂储层矿物组分定量计算，满足岩石物理建模的计算需要。



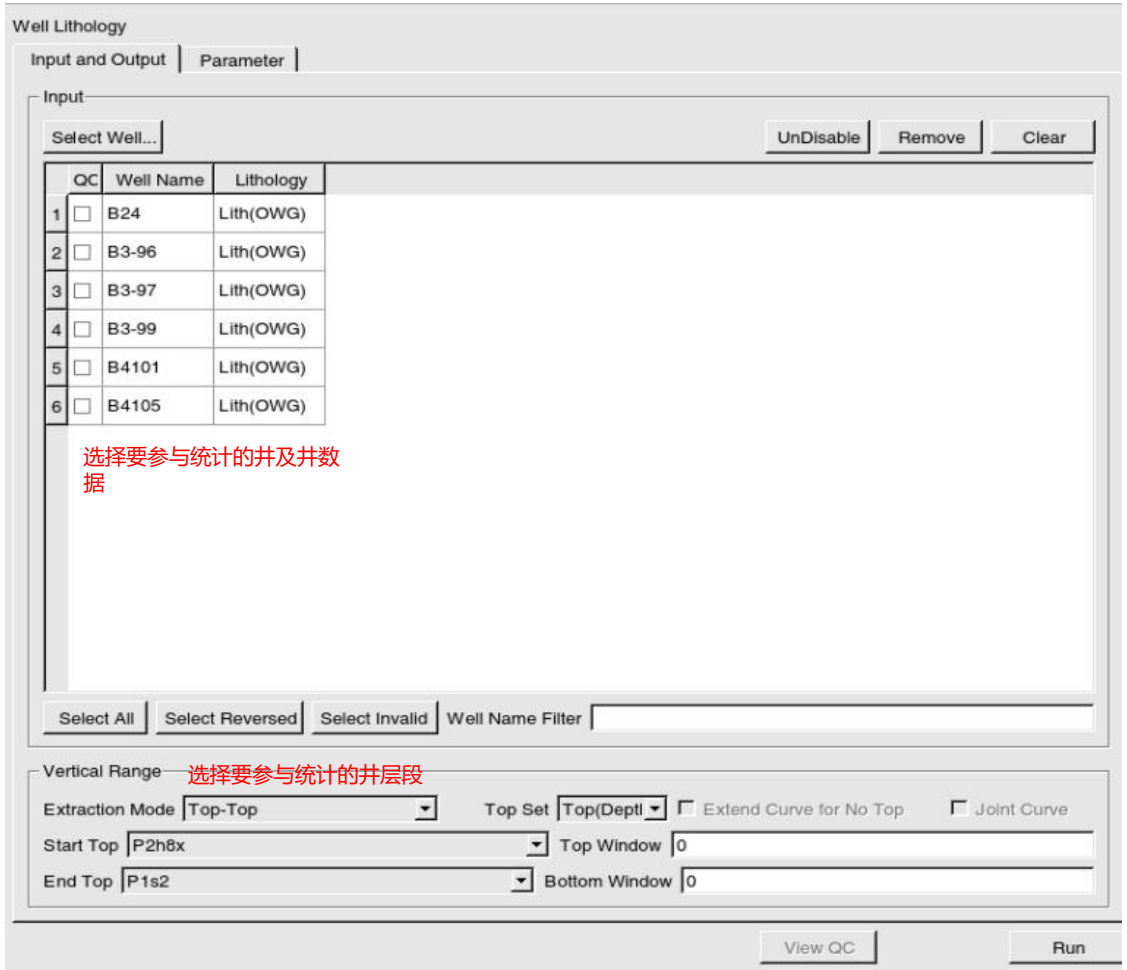


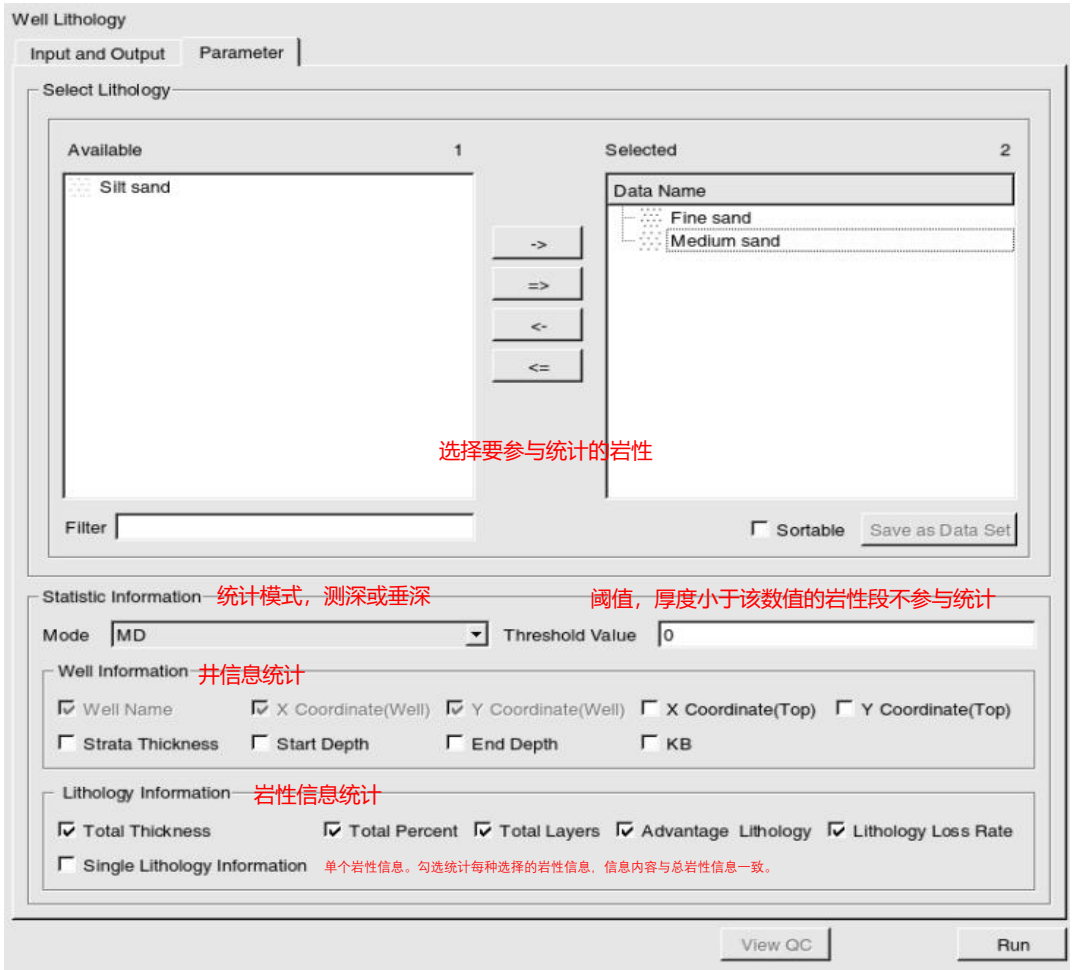
CONTENES
目录

测井统计

基于岩性统计

基于岩性解释结论，如砂岩、泥岩、碳酸盐岩等，自动统计多井中不同岩性的厚度、层数、占比（如砂地比），优势岩性等结果。

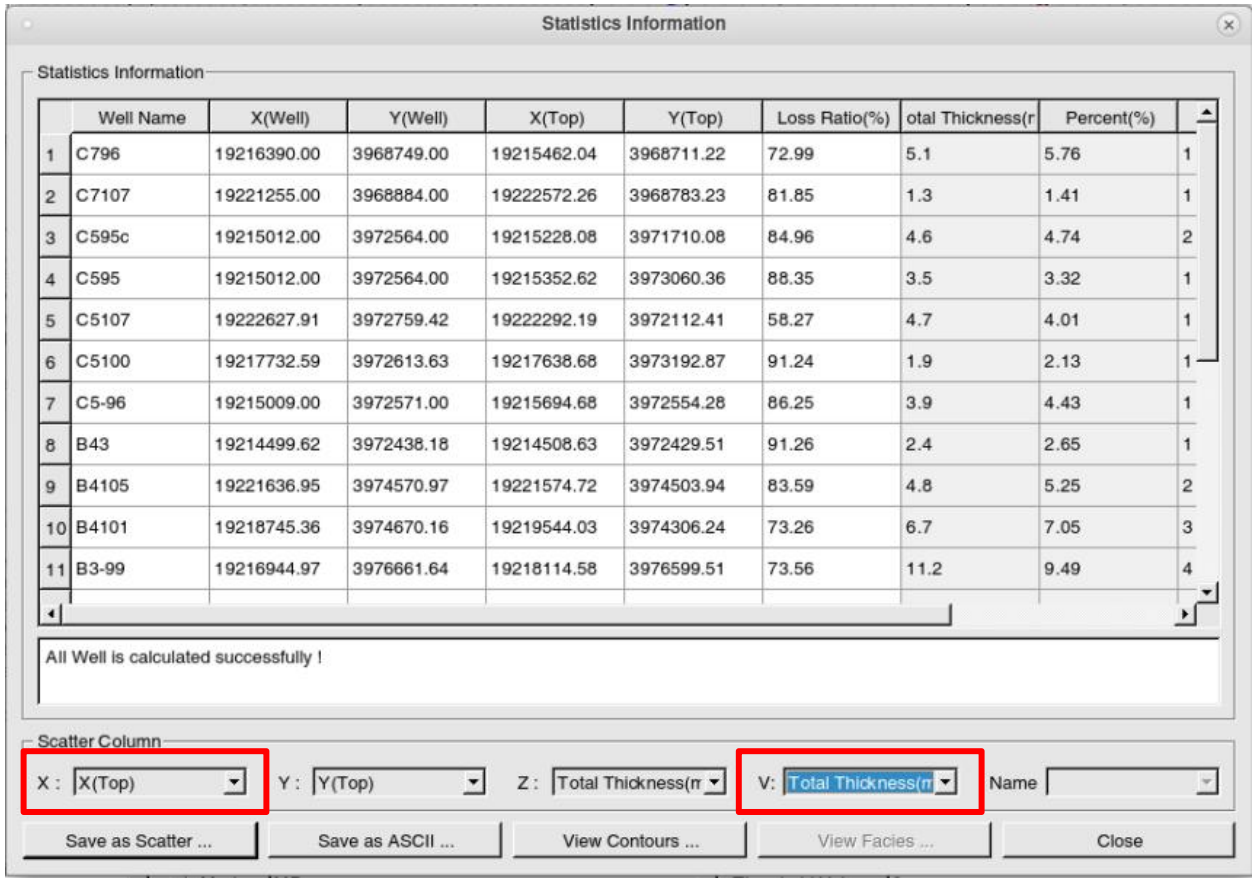




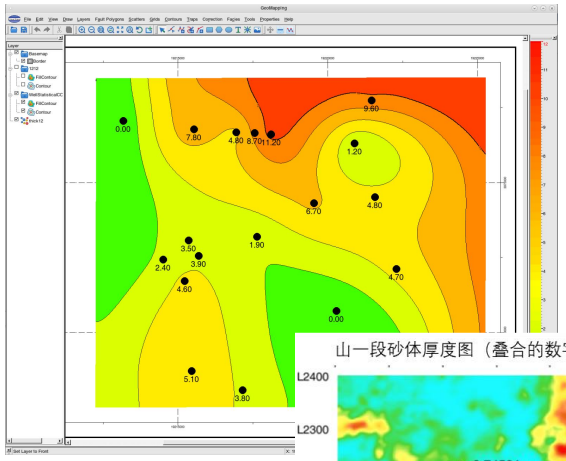
测井统计

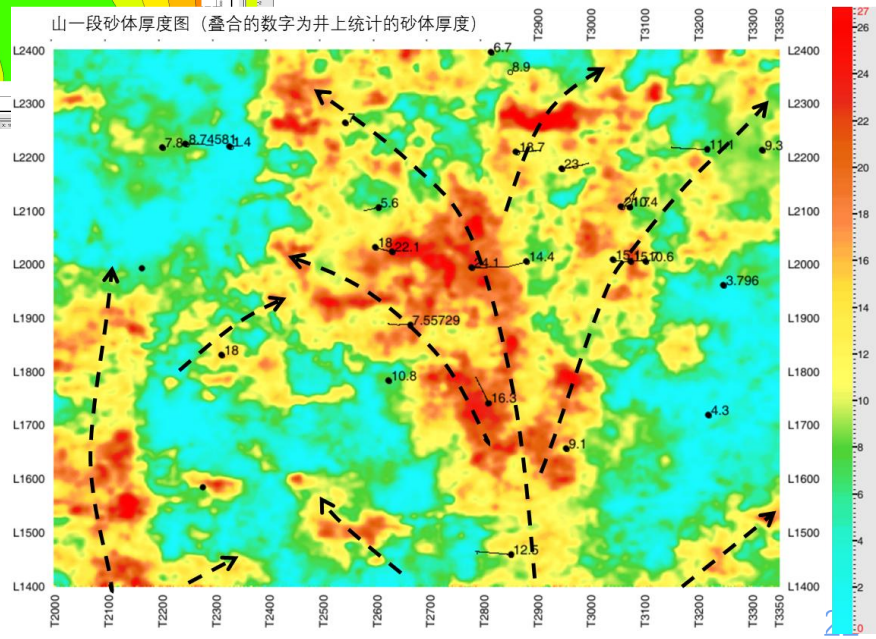
基于岩性统计

统计结果可以保存为散点或输出为ASCII文件，也可以点击 View Contours与平面成图子系统通讯，生成等值线数据。



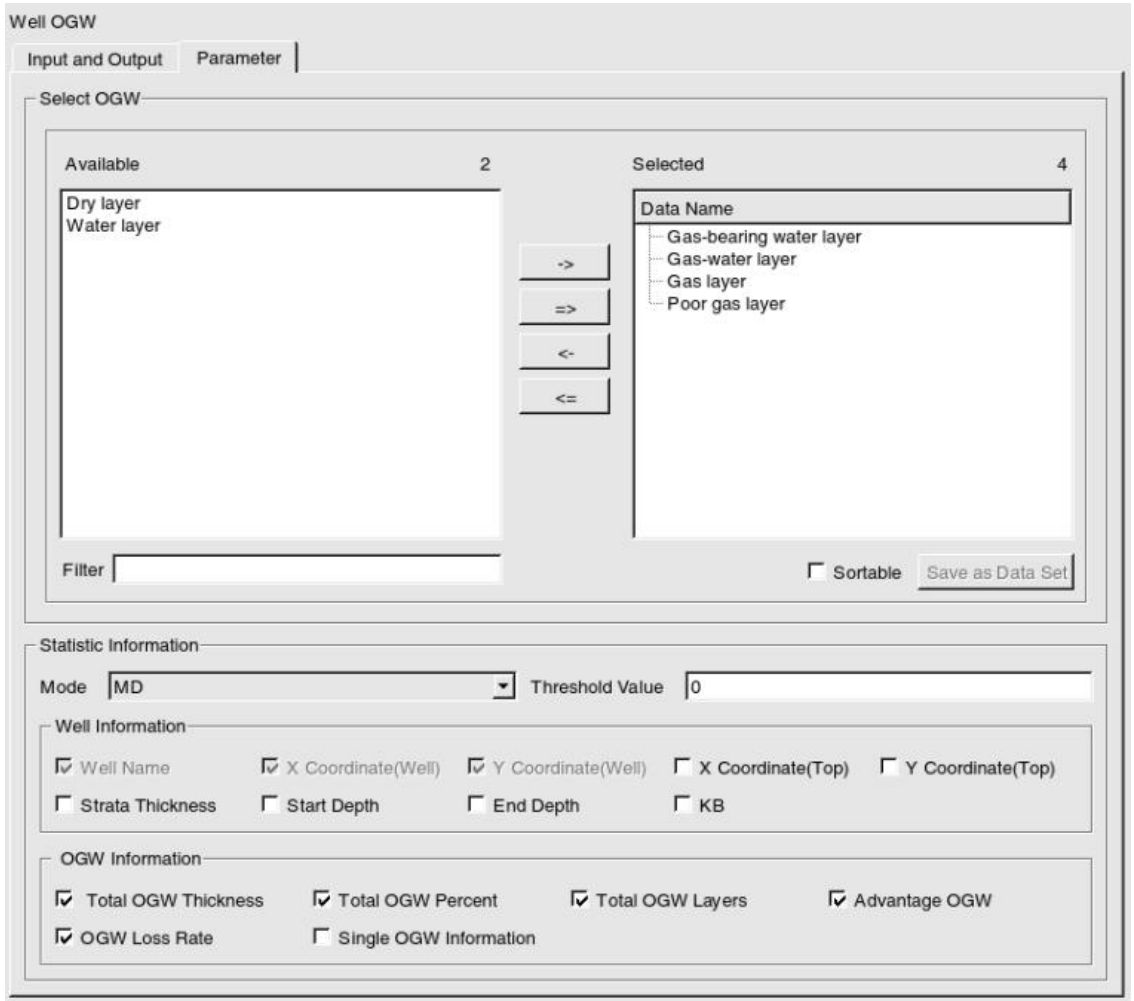
	Well Name	X(Well)	Y(Well)	X(Top)	Y(Top)	Loss Ratio(%)	otal Thickness(r	Percent(%)	
1	C796	19216390.00	3968749.00	19215462.04	3968711.22	72.99	5.1	5.76	1
2	C7107	19221255.00	3968884.00	19222572.26	3968783.23	81.85	1.3	1.41	1
3	C595c	19215012.00	3972564.00	19215228.08	3971710.08	84.96	4.6	4.74	2
4	C595	19215012.00	3972564.00	19215352.62	3973060.36	88.35	3.5	3.32	1
5	C5107	19222627.91	3972759.42	19222292.19	3972112.41	58.27	4.7	4.01	1
6	C5100	19217732.59	3972613.63	19217638.68	3973192.87	91.24	1.9	2.13	1
7	C5-96	19215009.00	3972571.00	19215694.68	3972554.28	86.25	3.9	4.43	1
8	B43	19214499.62	3972438.18	19214508.63	3972429.51	91.26	2.4	2.65	1
9	B4105	19221636.95	3974570.97	19221574.72	3974503.94	83.59	4.8	5.25	2
10	B4101	19218745.36	3974670.16	19219544.03	3974306.24	73.26	6.7	7.05	3
11	B3-99	19216944.97	3976661.64	19218114.58	3976599.51	73.56	11.2	9.49	4

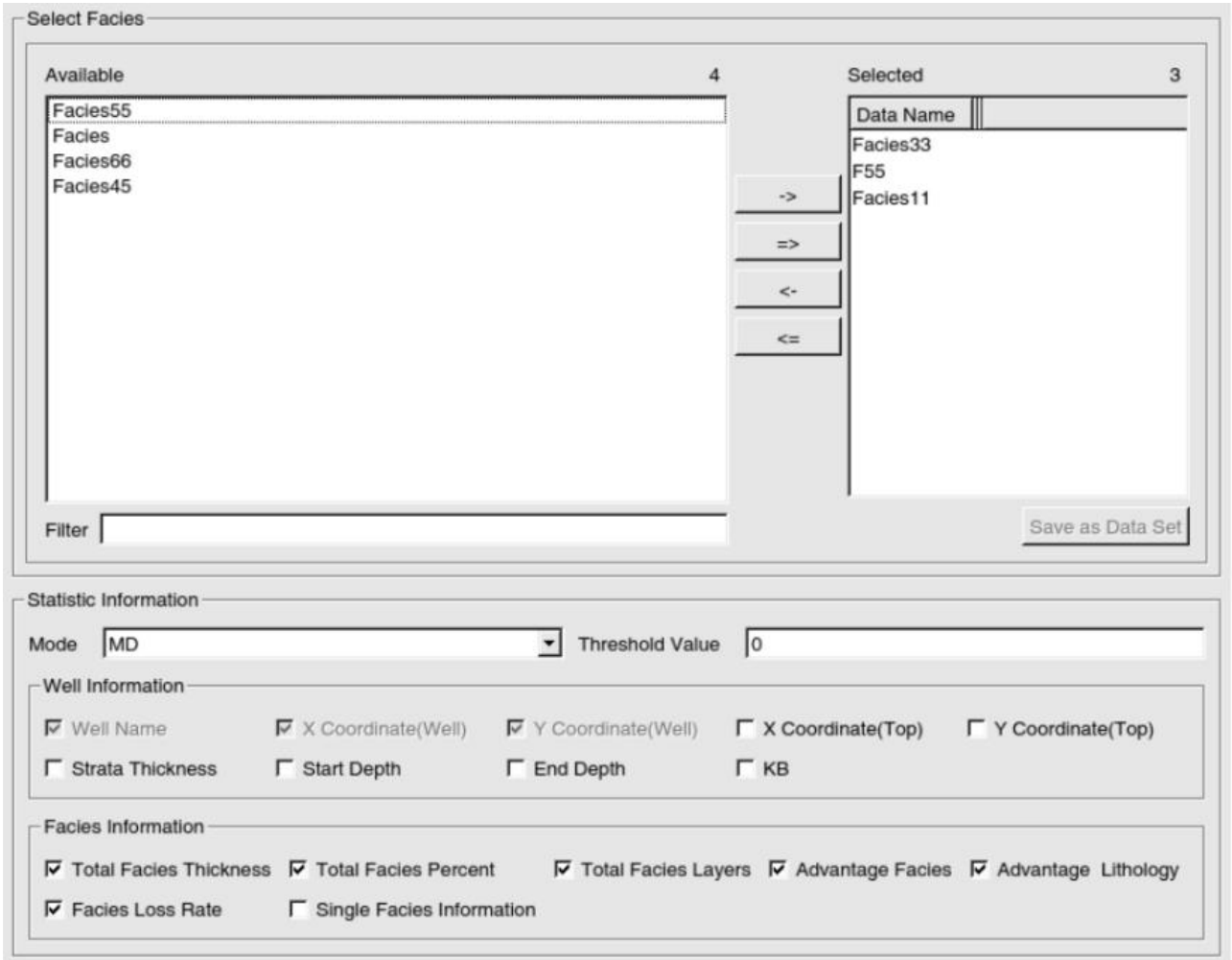




测井统计

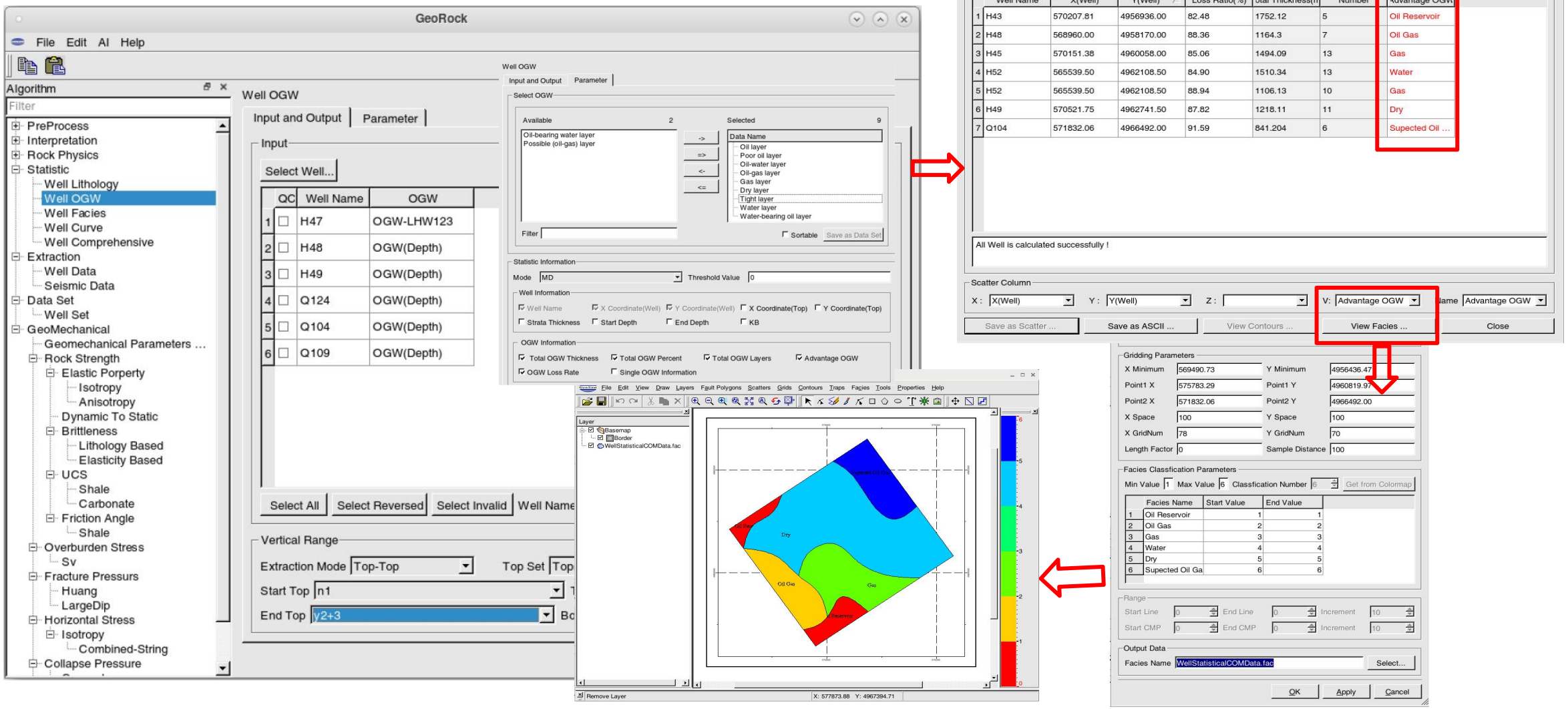
基于油气水统计与基于沉积相统计的输入输出设置及参数设置与岩性统计基本相同。



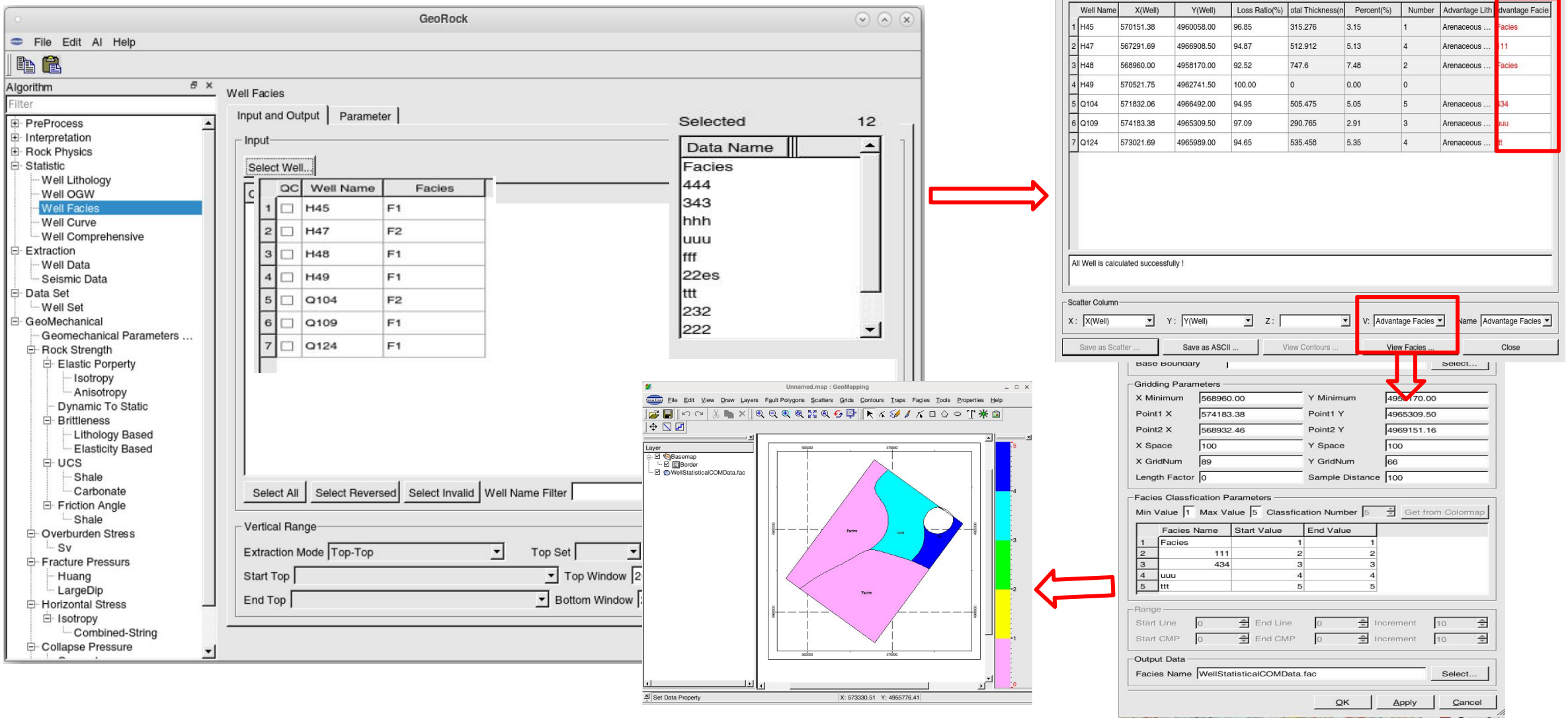


测井统计

对每口井的优势油气水进行统计，并和平面成图通讯，生成优势油气水分布图



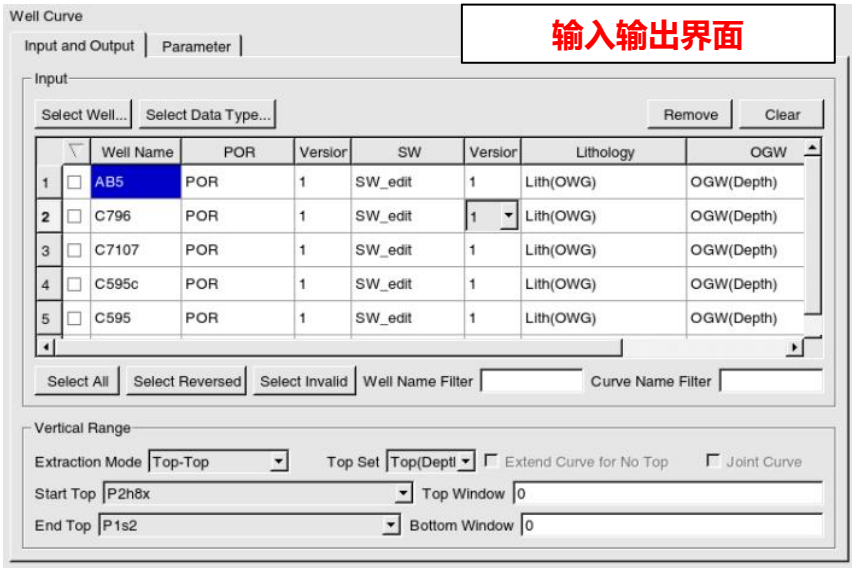
对每口井的优势沉积相进行统计，并和平面成图通讯，生成优势沉积相分布图



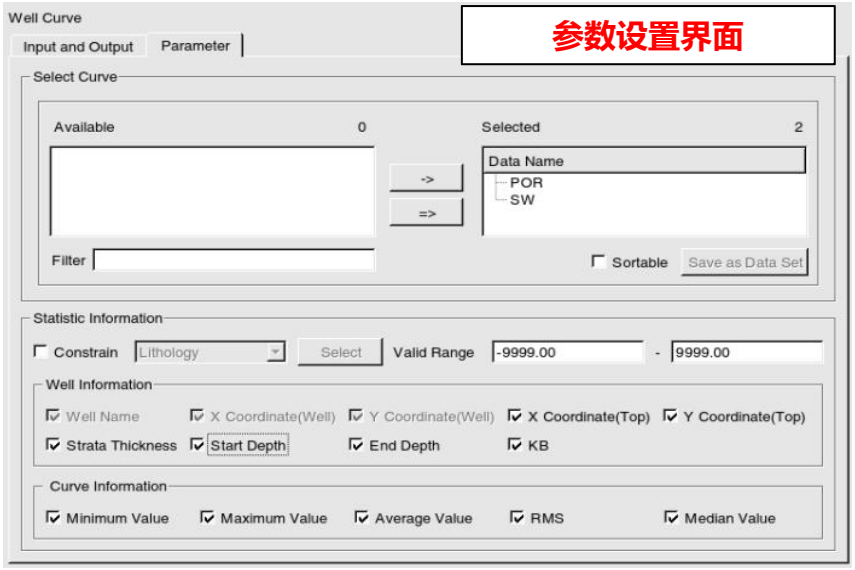
测井统计

基于曲线统计

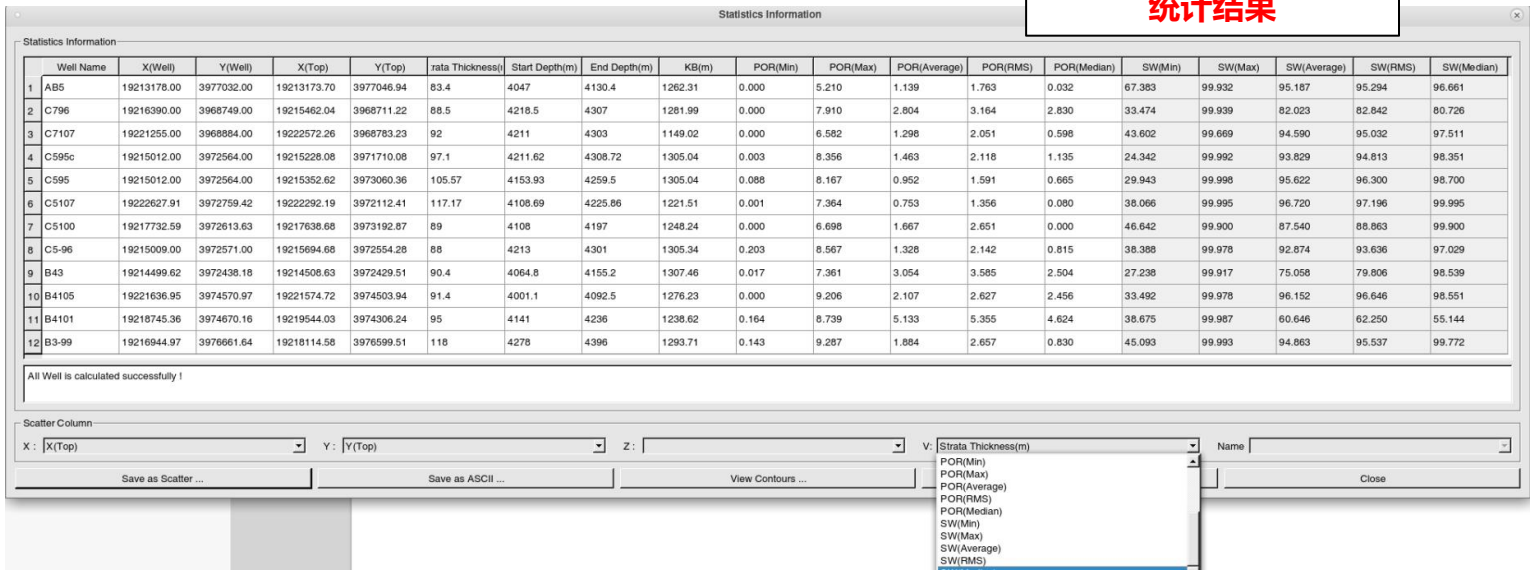
输入输出界面

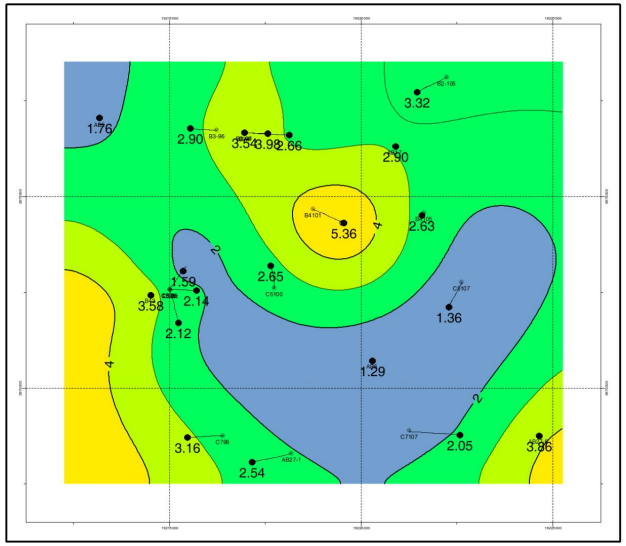


参数设置界面



统计结果

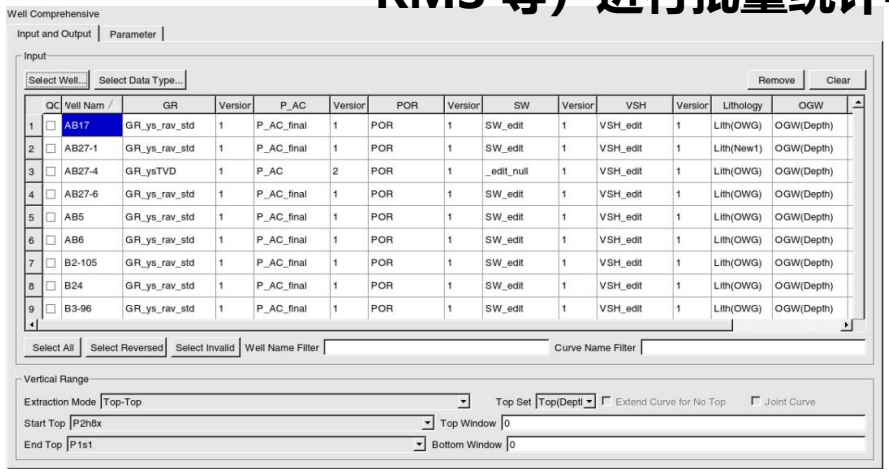


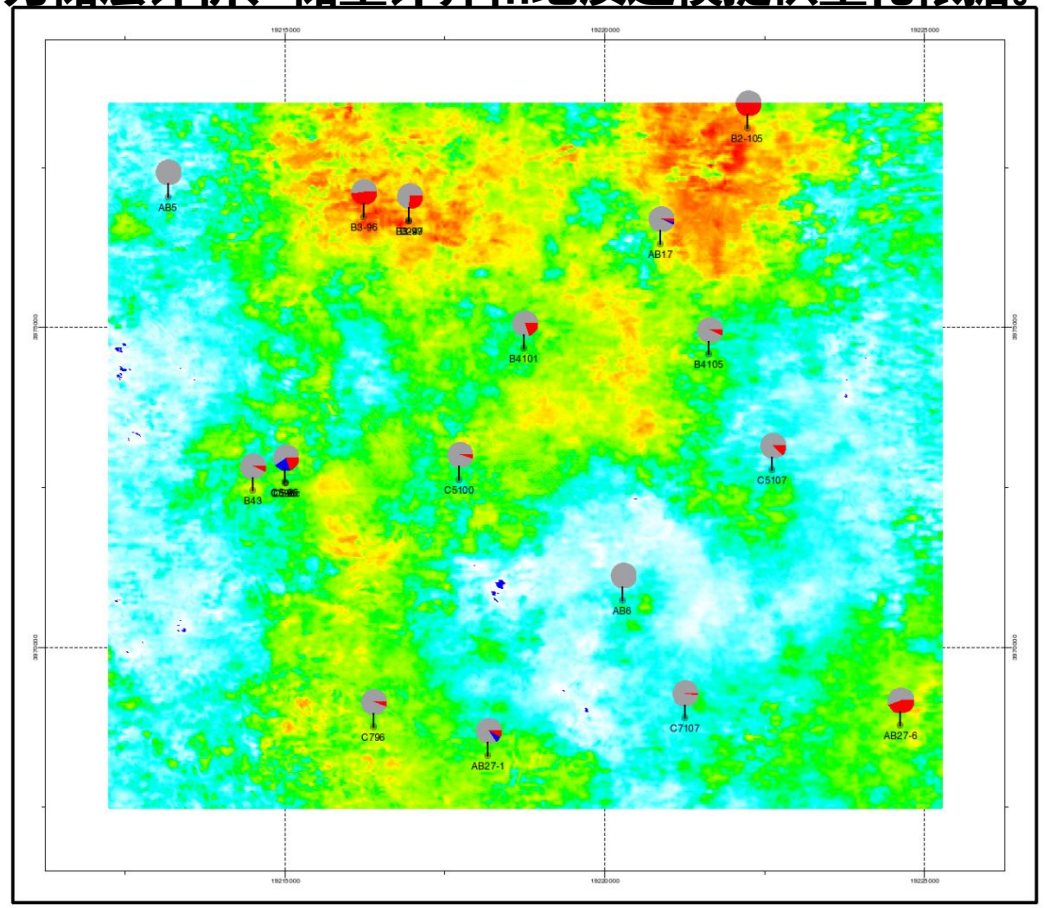


测井统计

测井综合统计

按井、分层对各类储层参数如岩性、油气水类型、沉积相及各类曲线值（最大、平均、RMS 等）进行批量统计与汇总，为储层评价、储量计算和地质建模提供量化依据。



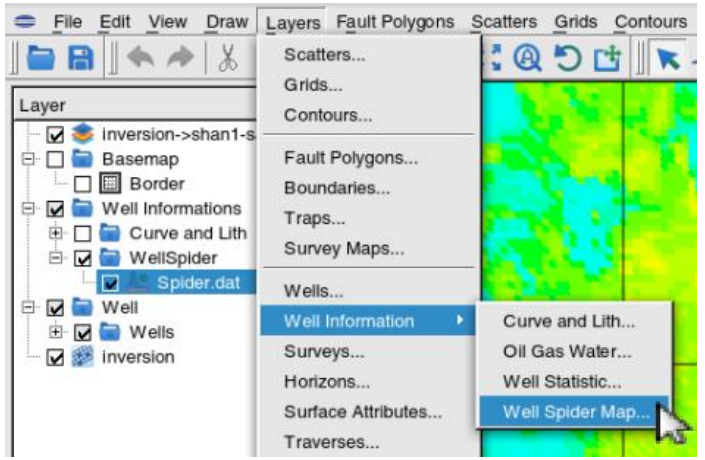


当参数只勾选油气厚度时，生成的数据保存为ASCII，可以在平面成图生成油气水饼状图使用。平面成图流程为GeoMapping->Layers->Well Information->Oil Gas Water。

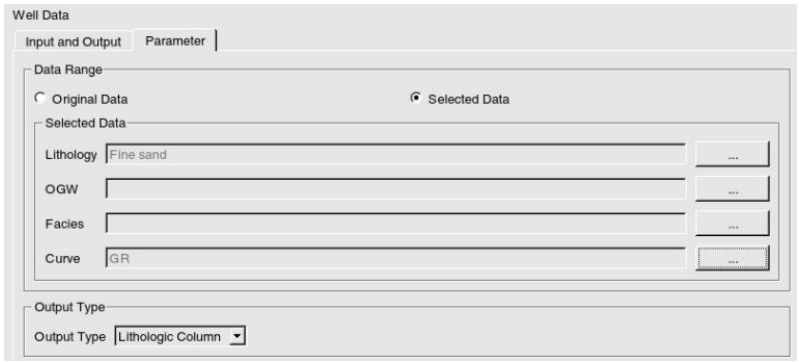
数据提取

测井数据提取

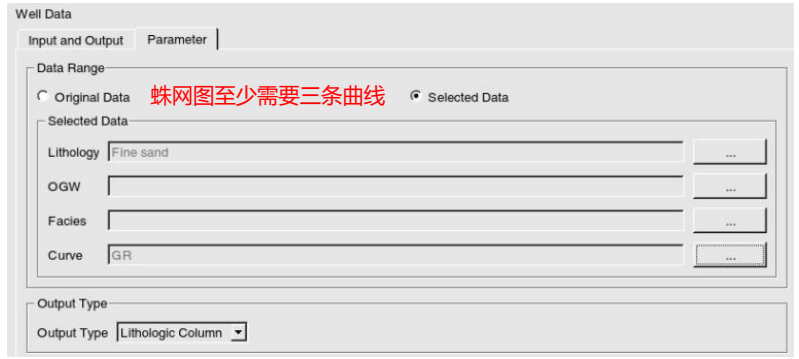
将一定范围的测井数据转化为外部散点数据，数据类型主要包括岩性、油气水、沉积相、曲线等数据，数据格式为.dat，可以通过平面成图系统进行通讯显示。

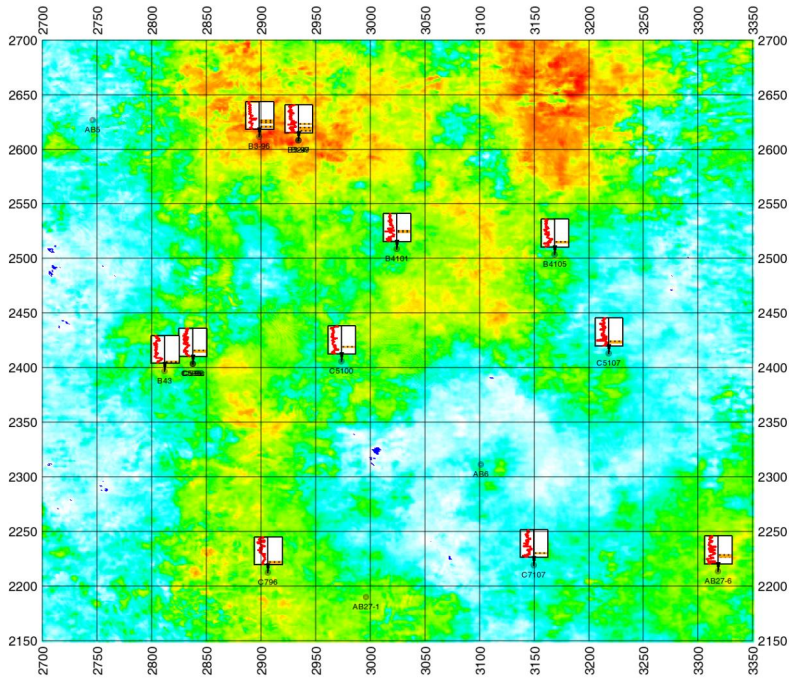


岩性和曲线提取参数设置

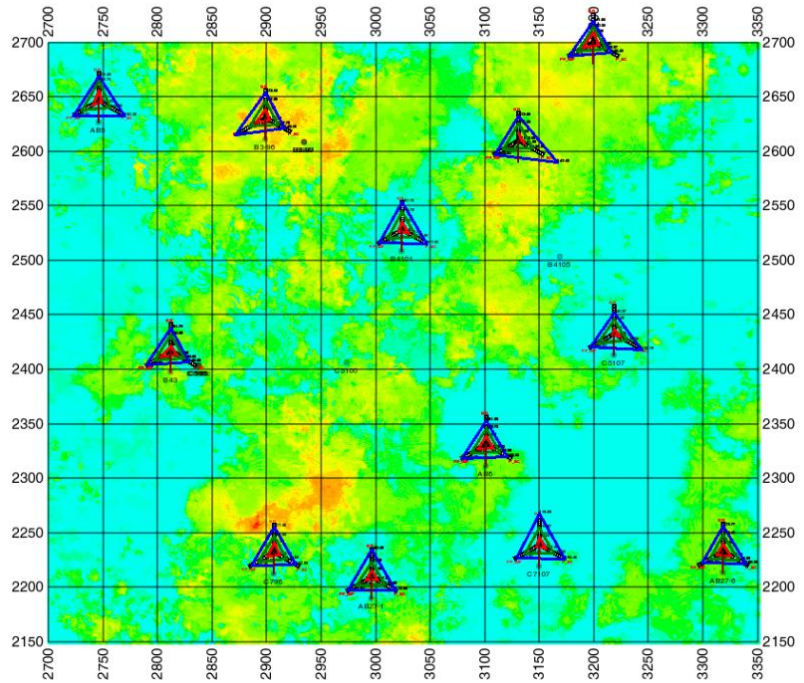


蛛网图提取参数设置





岩性和曲线提取结果

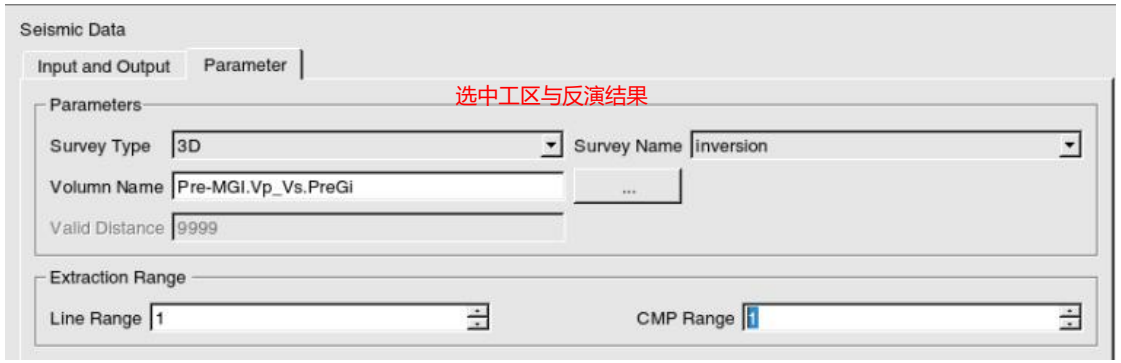


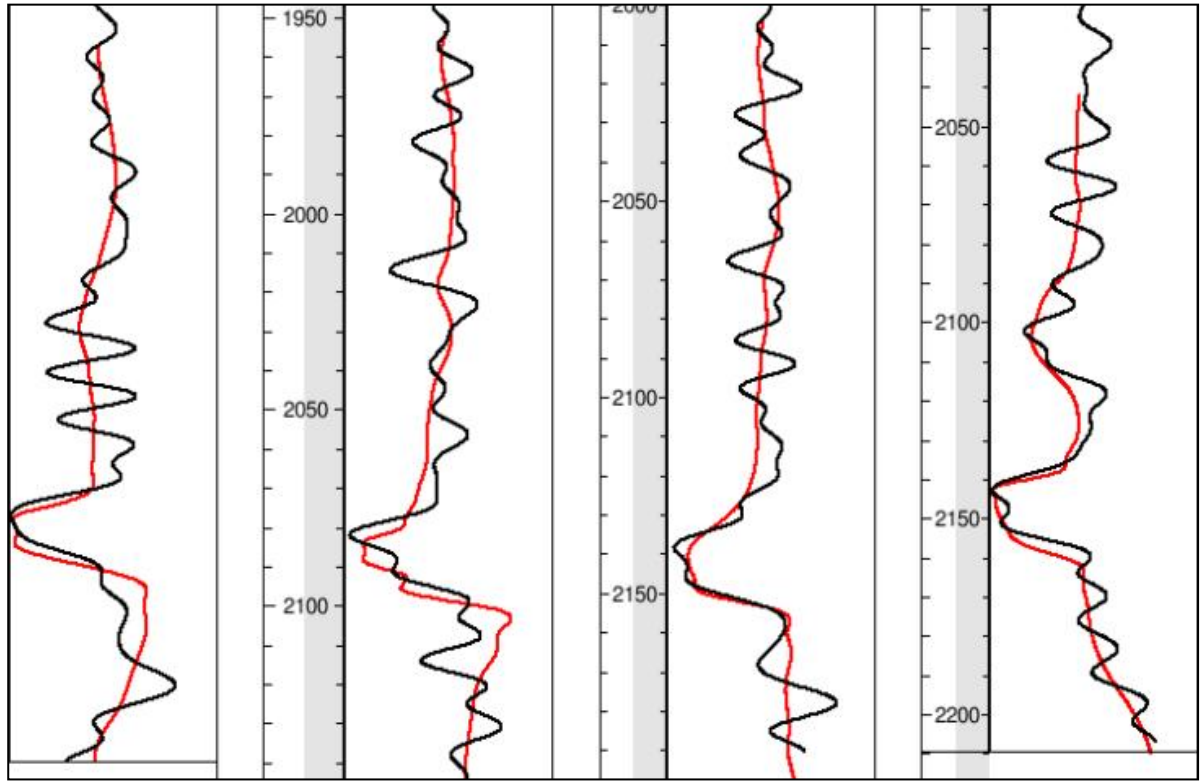
蛛网图结果

测井数据提取

地震数据提取

地震数据提取是指对地震数据体沿井轨迹提取对应的曲线。在地震数据提取过程中，需要提供相应的井时深关系。





黑色：低通滤波后的纵波阻抗；红色：从反演结果中提取的伪井曲线

将伪井曲线与低通滤波后的井曲线进行对比。反演结果与井曲线越接近，反演精度越高。

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　　QQ交流群：196011710、340847471

智能问答助手：https://community.gs.com.cn/index　　官网网址：http://www.gs.com.cn

问题管理系统：https://wt.gs.com.cn　　销售热线：0312-3736073

2026