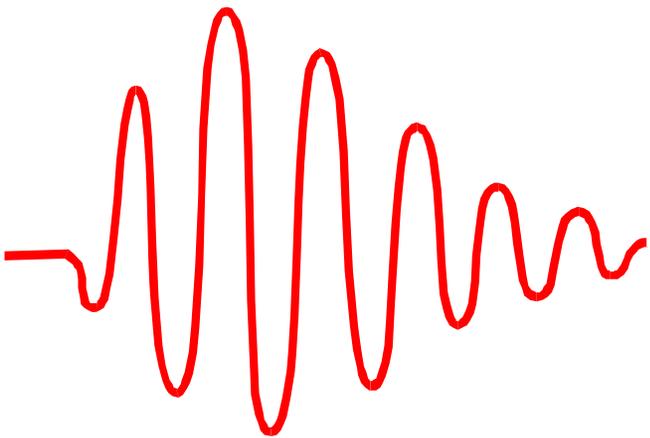


HOTWELL 

脉冲中子 \* 中子系统

- PNN -

**HOTWELL**

# **PNN 系统描述**

## **- 井下仪器**

通讯短节与CCL

GR (自然伽马)

中子探测器

中子发生器

## **- 地面设备**

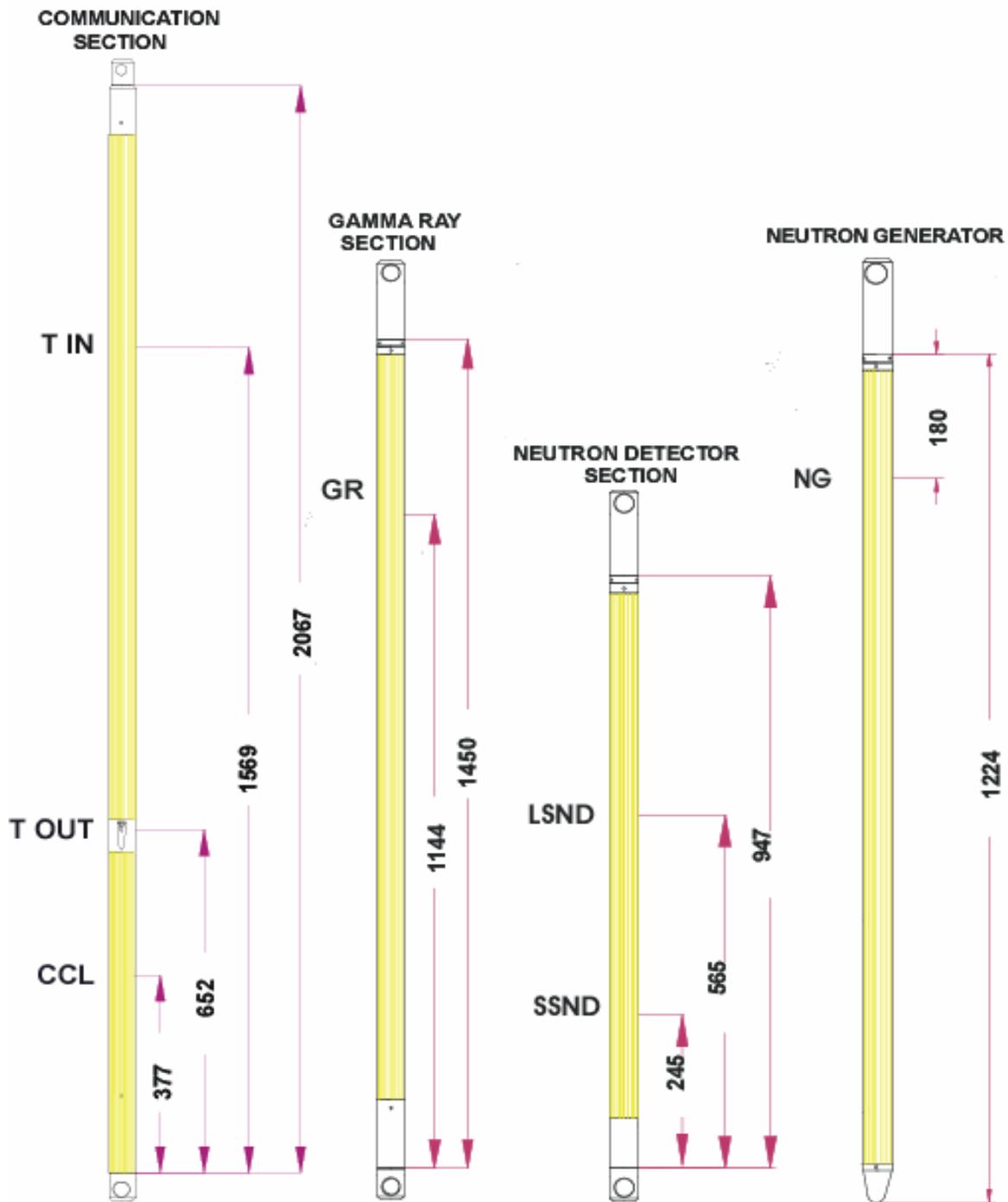
全系统供电

仪器交换处理单元

深度编码器交换单元

地面采集控制计算机

# HOTWELL



## 中子发生器

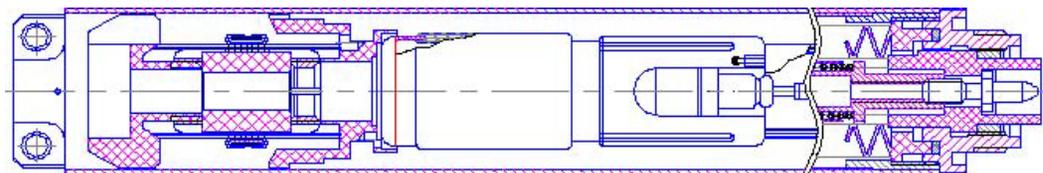
- 氘氚中子管

- 优点

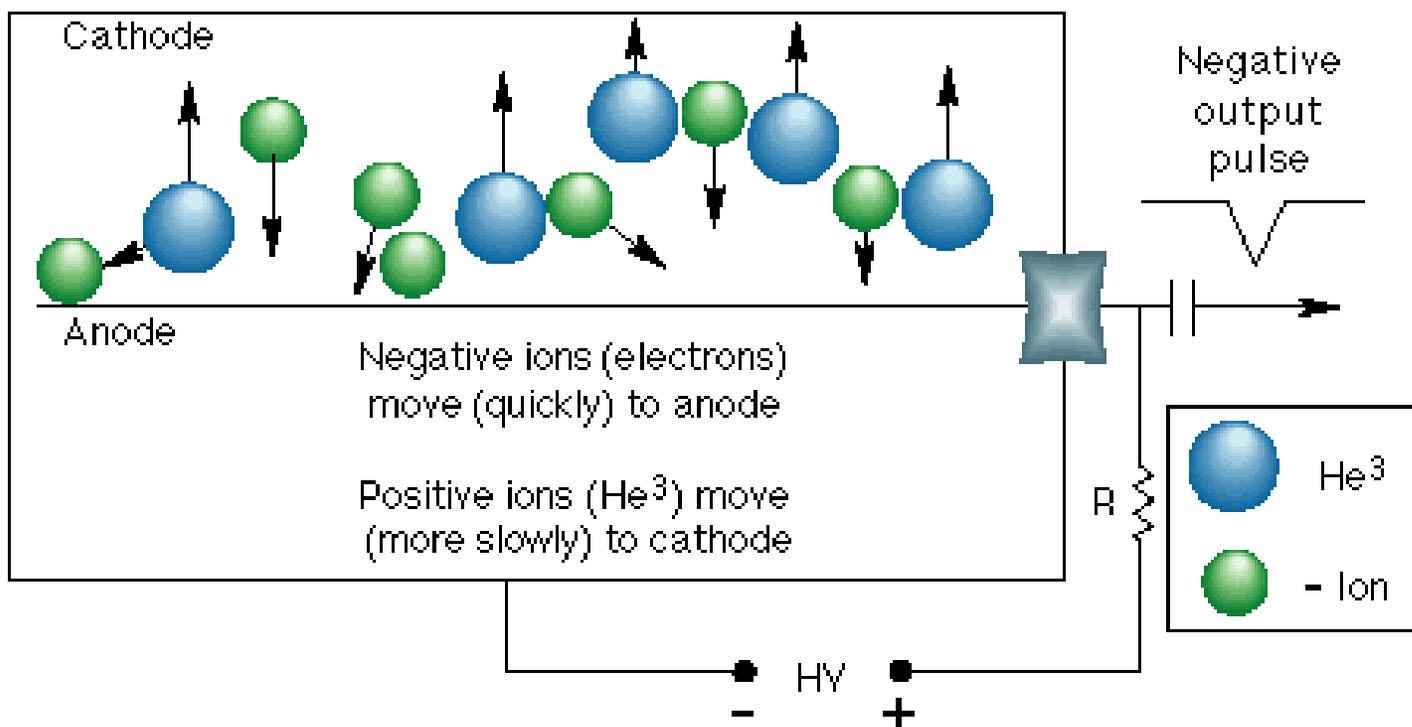
- 工作状态以外无危险
- 高能量中子 (14.1 MeV)
- 脉冲式

- 缺点

- 相对价格较贵
- 体积稍大
- 100 - 200 工作小时

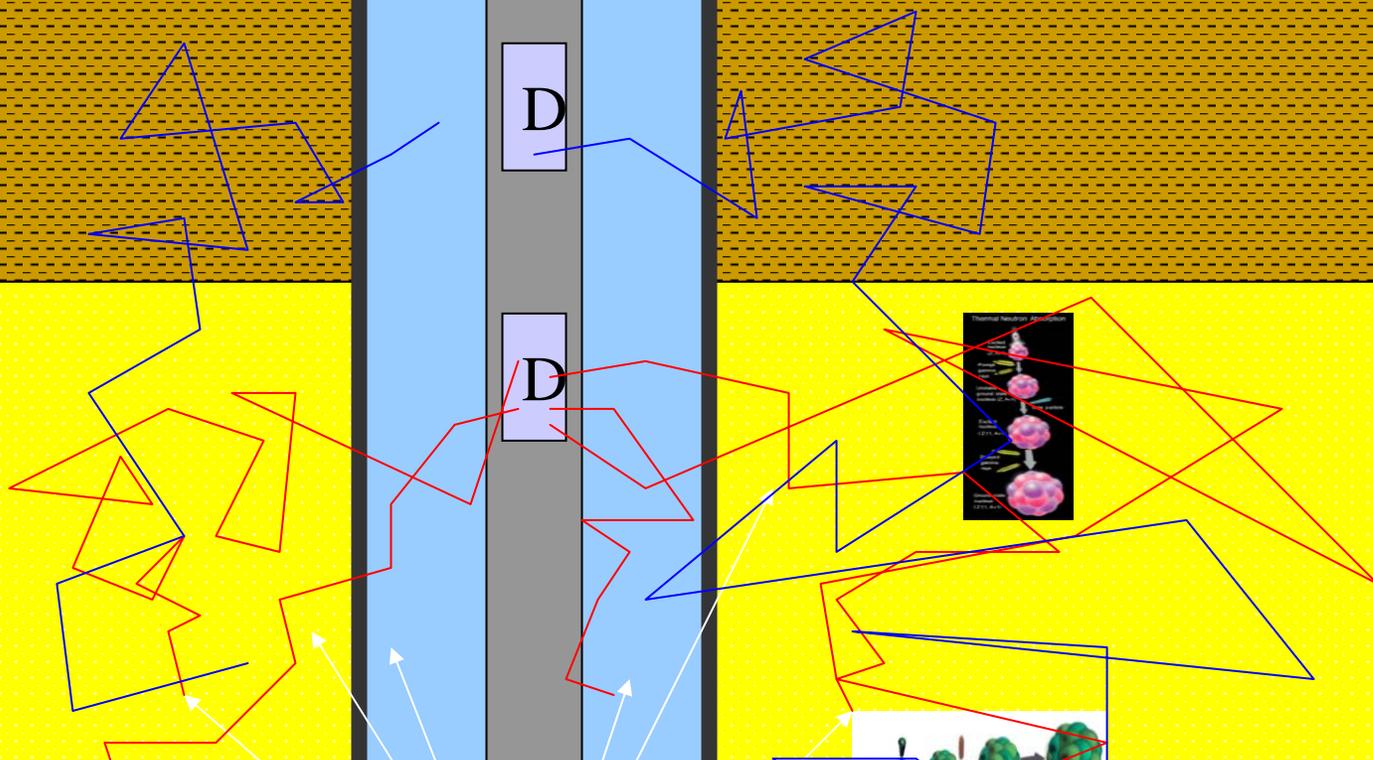


## 双 He3 中子探测器

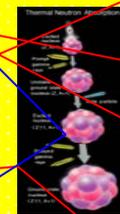
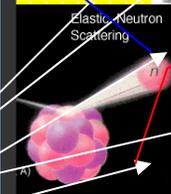
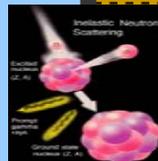
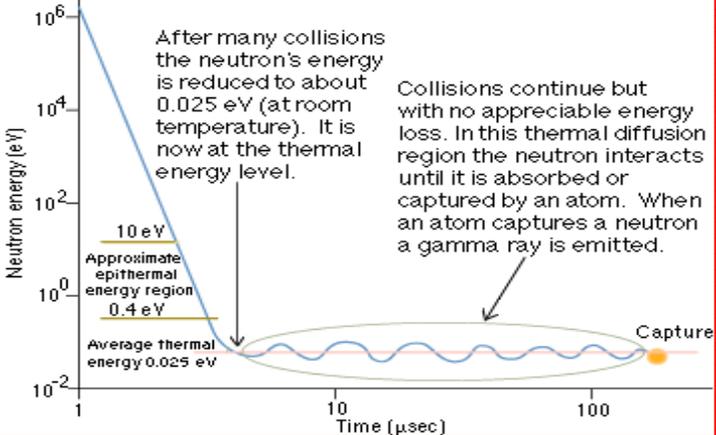


# HOTWELL

## 测量图示



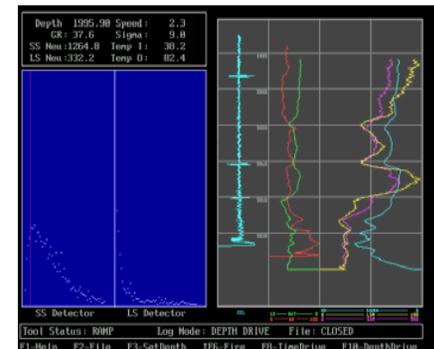
### Life of a Neutron



## PNN典型操作步骤

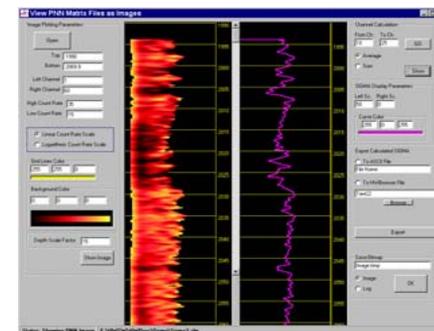
### 第一步: 数据采集

仪器记录下原始数据



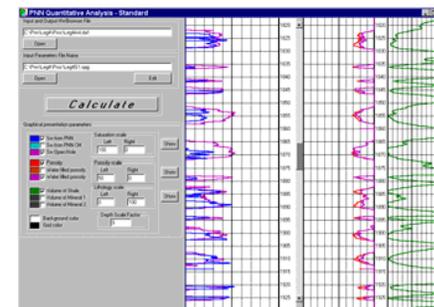
### 第二步: 处理

从测量数据中取得西格玛(Sigma)值



### 第三步: 分析

定量饱和度解析



# HOTWELL

## 第一步 - 采集

测速:  $\sim 2$  m/min

只用测井电缆和编码器

脉冲被用于测井单元



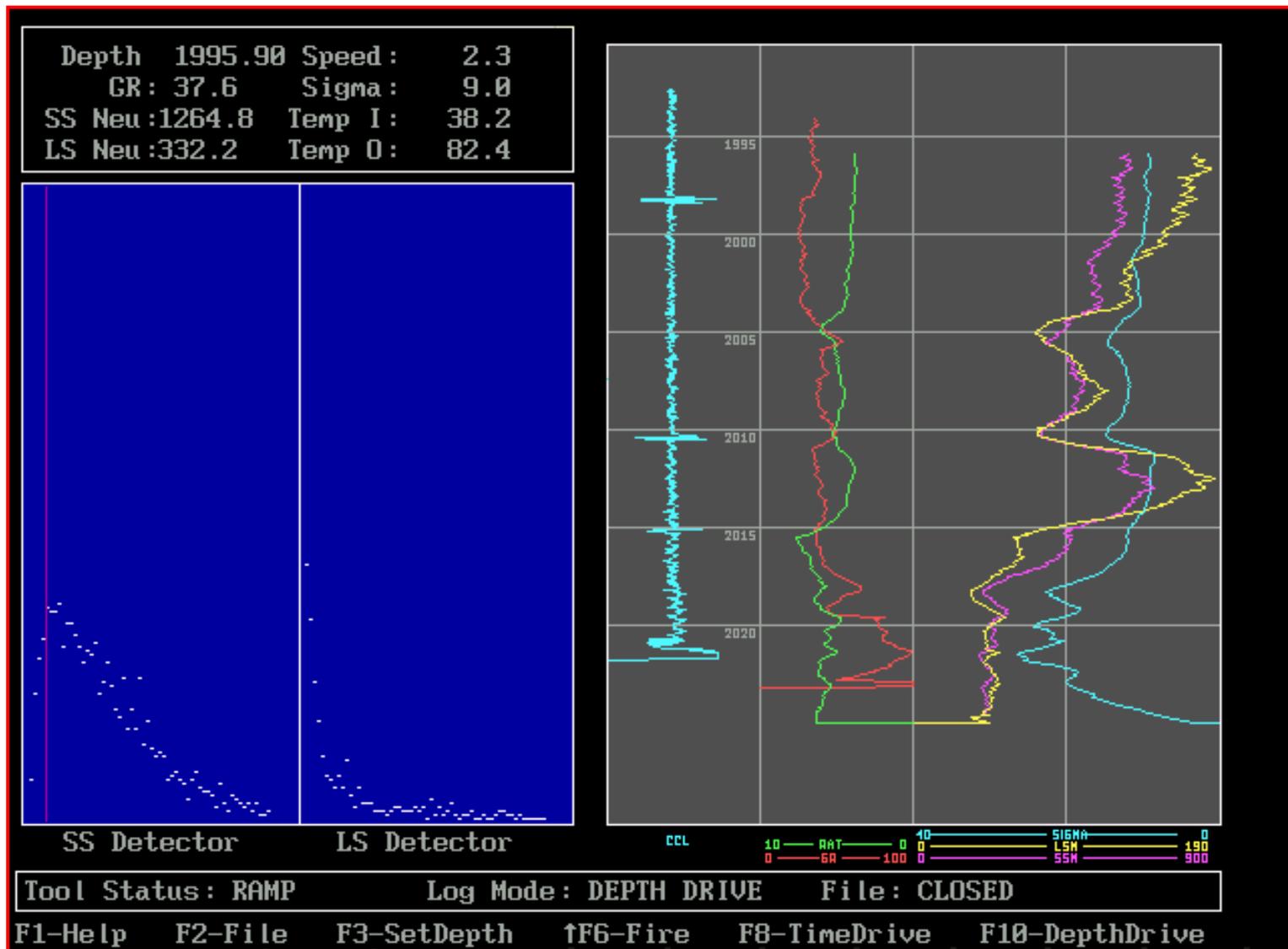
脉冲编码器

测井电缆



# HOTWELL

## 测井屏幕



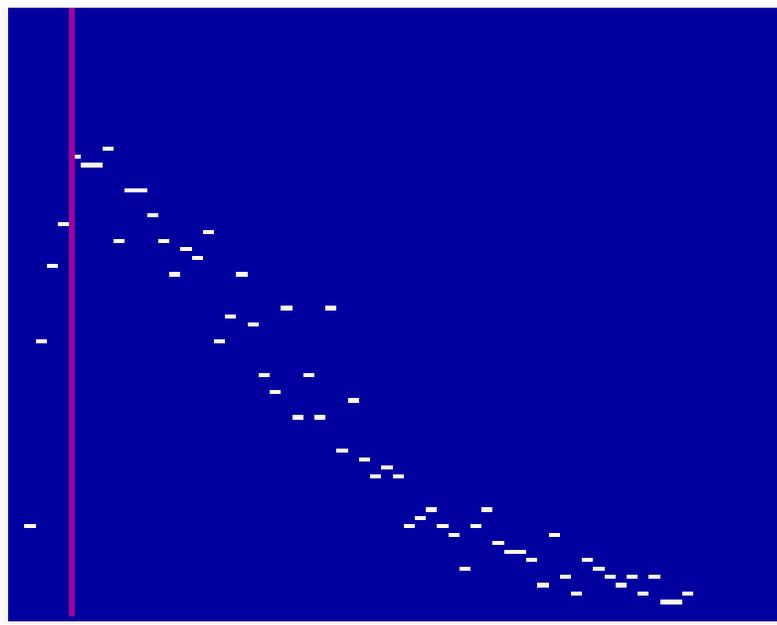
## 第二步 - 处理

- 输入原始数据
- 数据滤波
- 参数显示与确定
- 输出数据计算

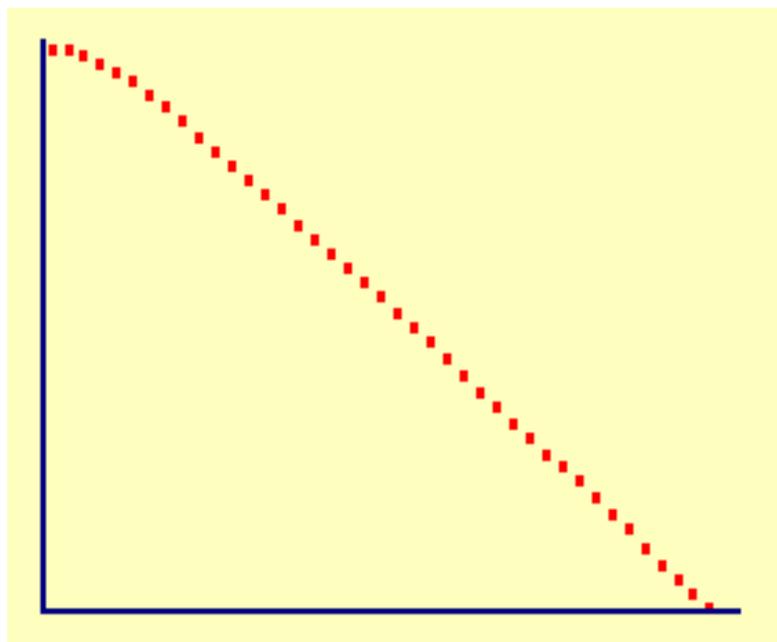
## 中子衰减曲线

数据显示图:

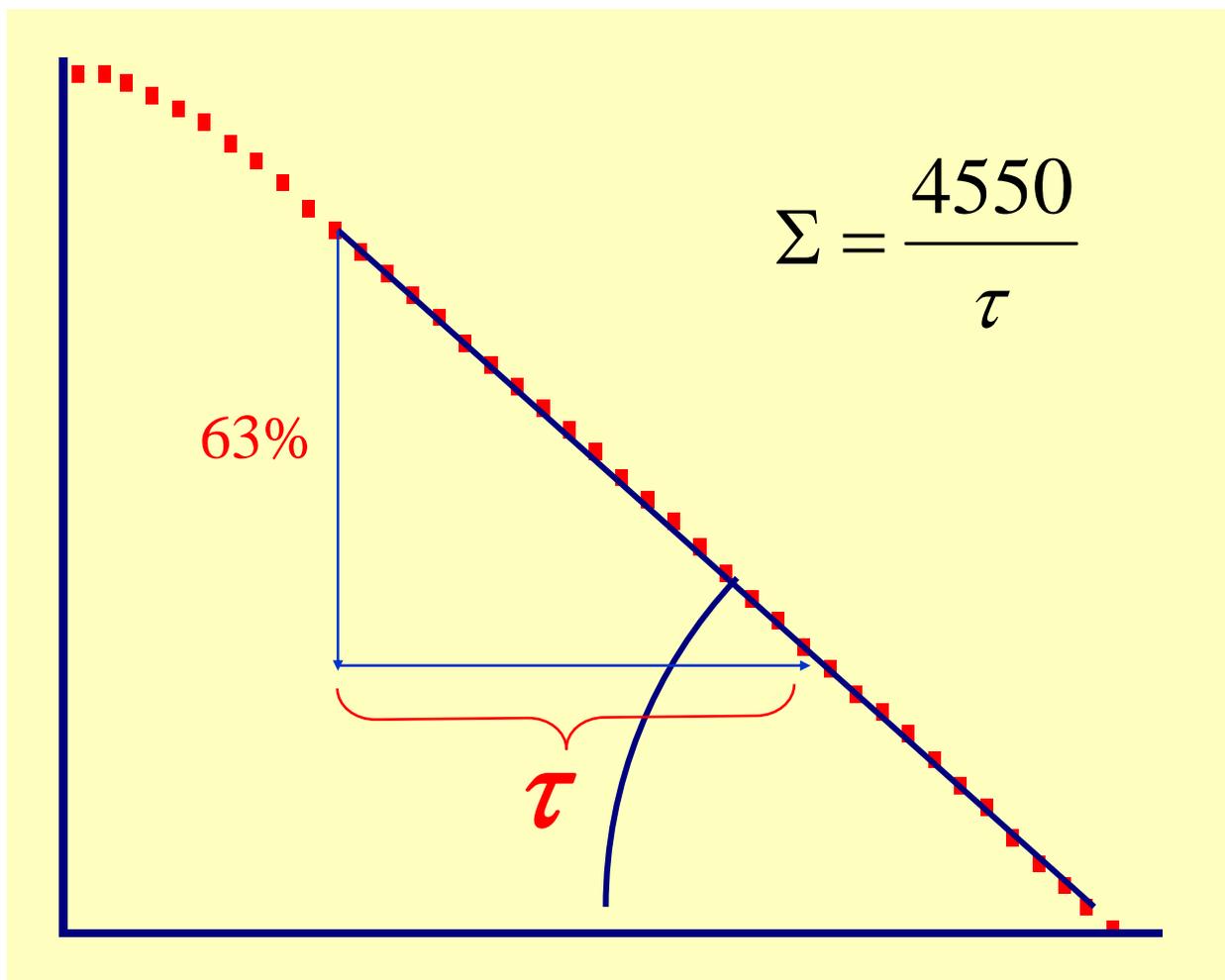
测井中的直线比例



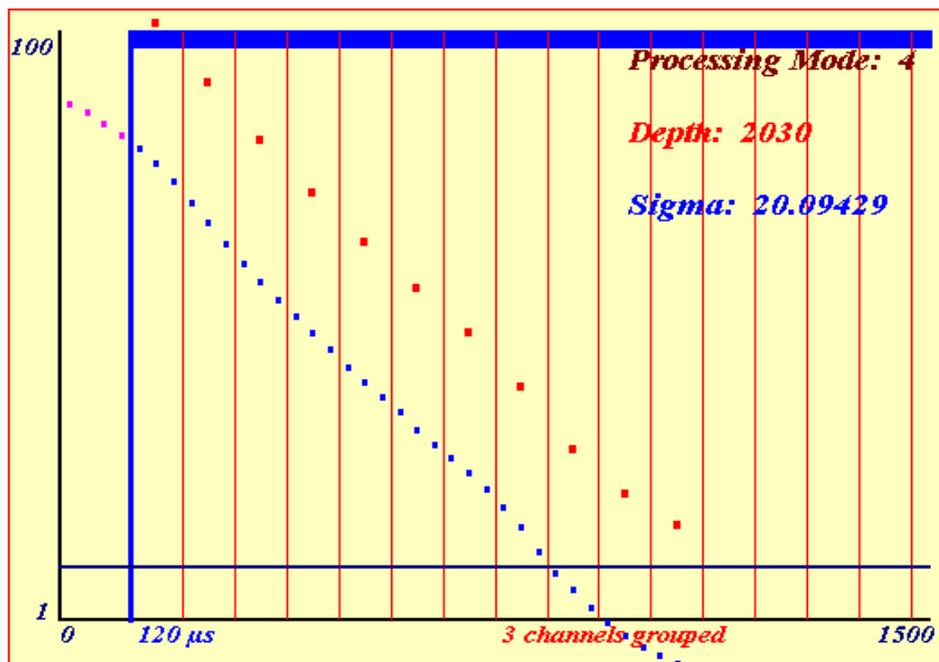
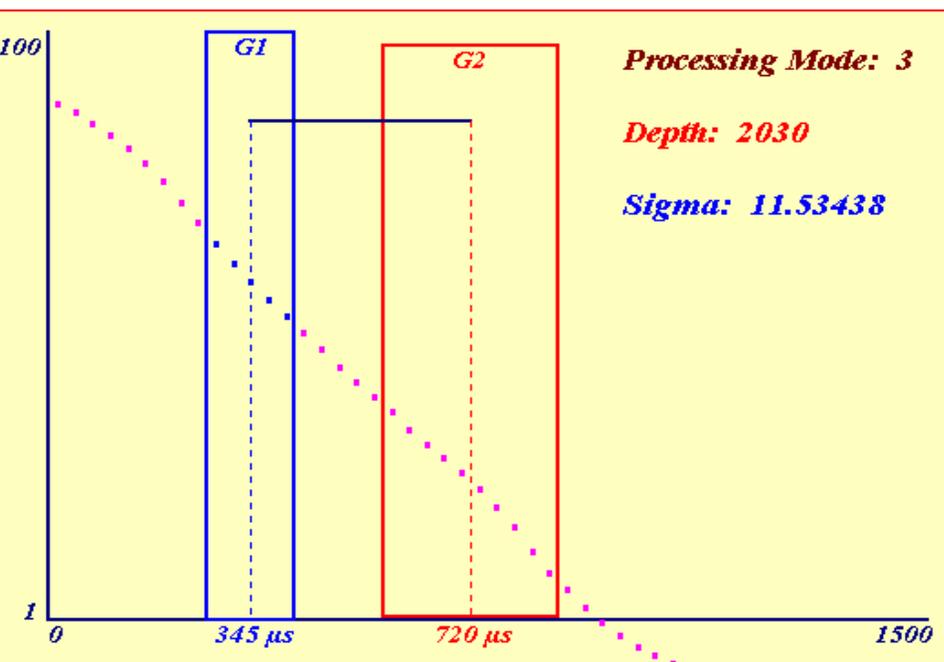
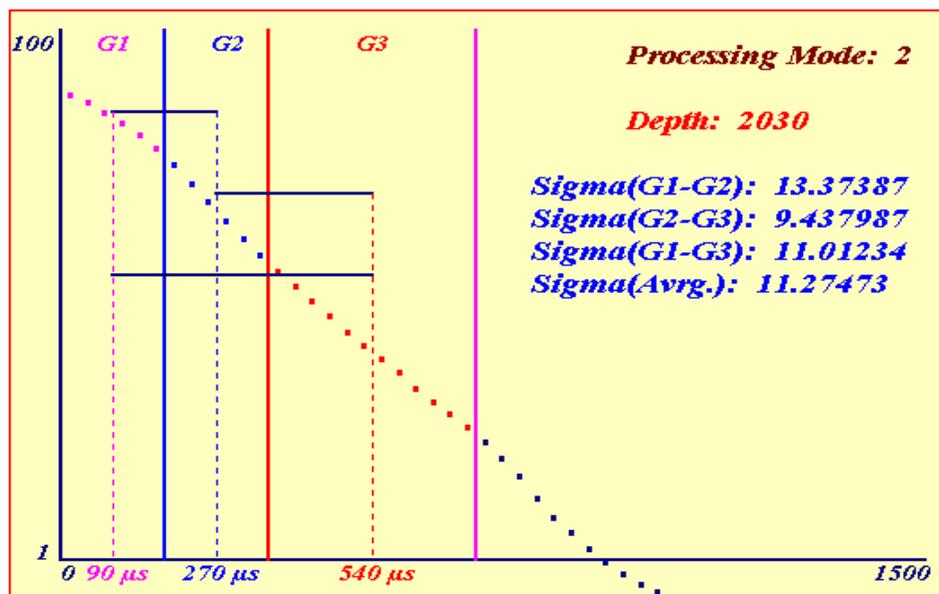
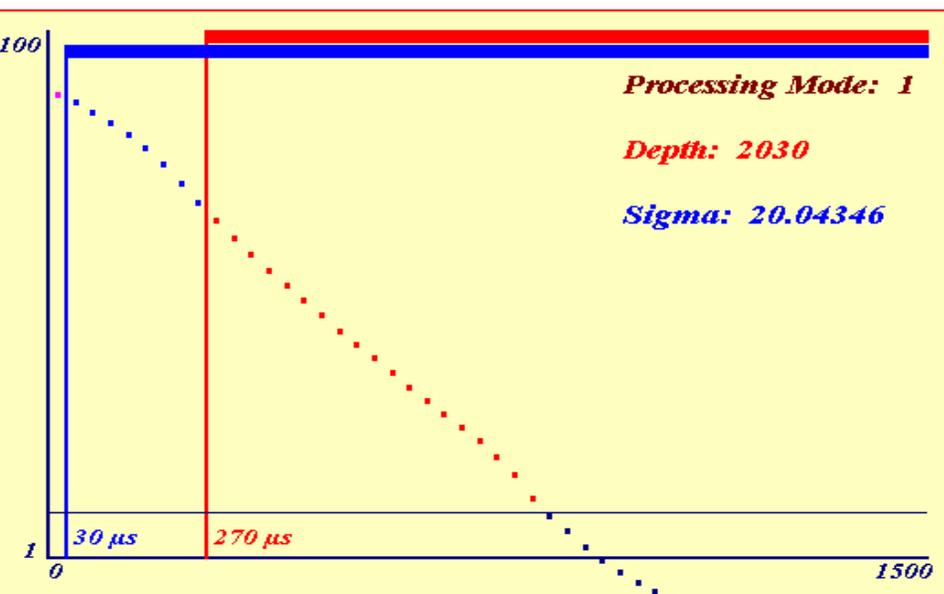
处理中的对数比例



# 西格玛 (Sigma) 值

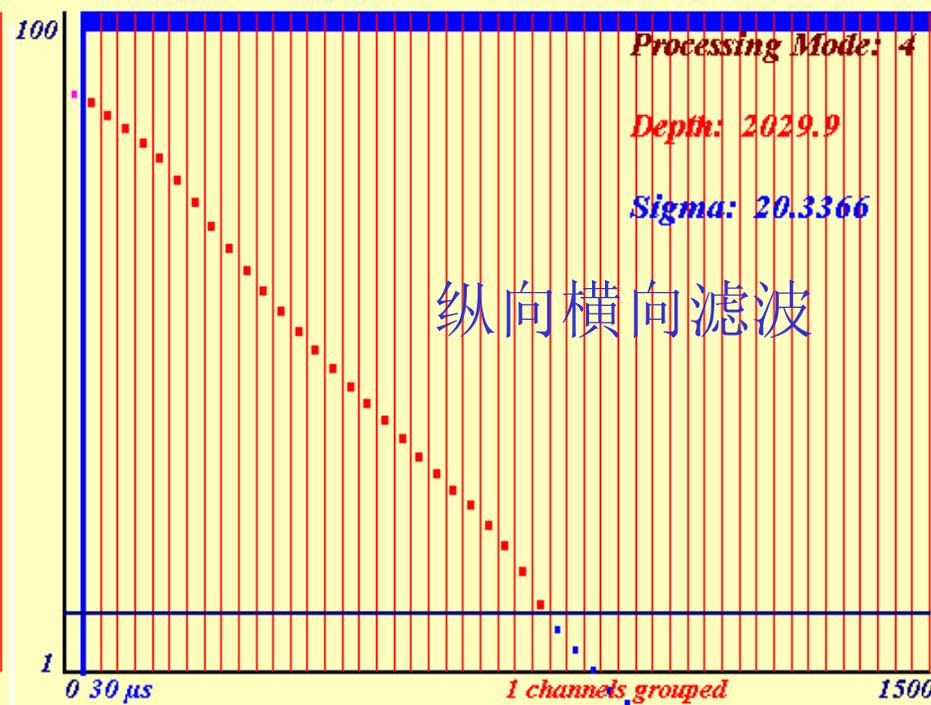
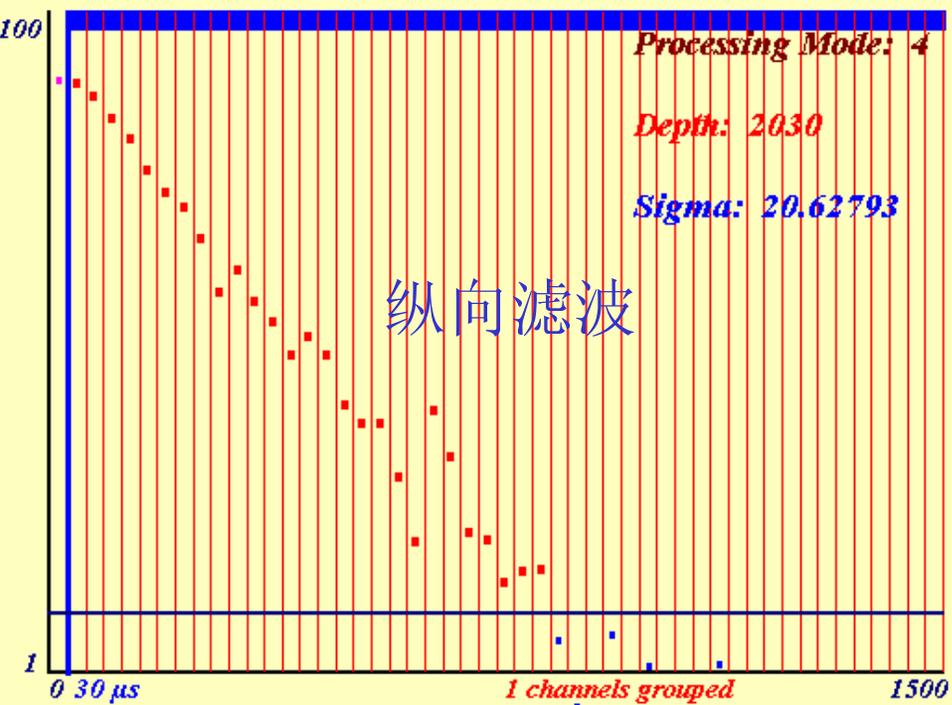
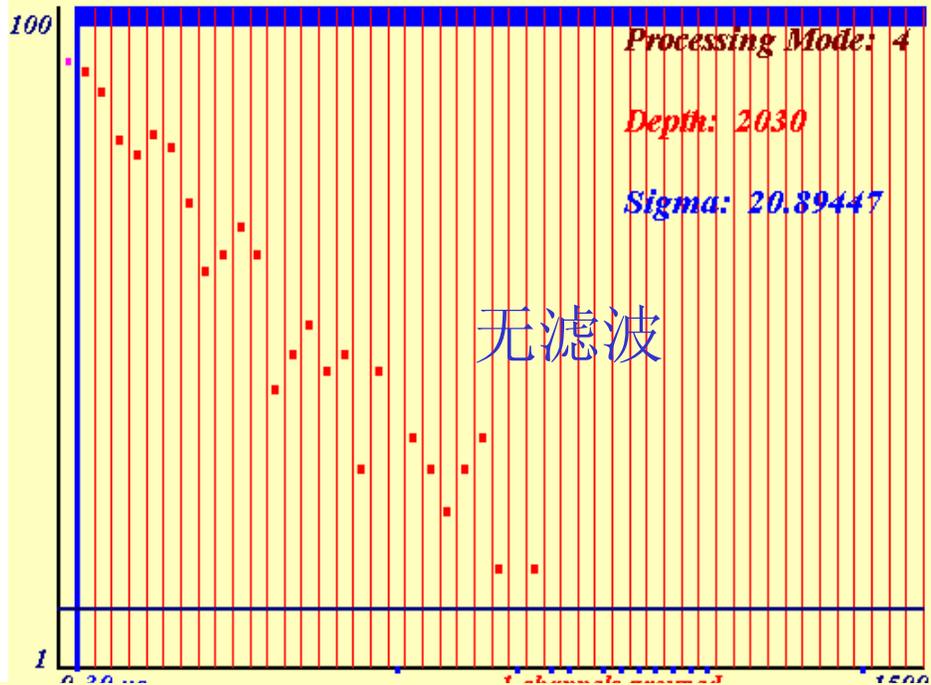


西格玛(Sigma)以对数比例方式定量向衰减曲线倾斜.



# HOTWELL

## 滤波



## 滤波

### 纵向

Depth	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7	.....	.....	Ch56	Ch57	Ch58	Ch59	Ch60
2284.5	39	34	53	59	56	66	50	.....	.....	0	0	0	0	0
2284.4	35	31	51	69	67	58	58	.....	.....	0	0	0	0	0
2284.3	36	36	51	55	58	53	45	.....	.....	0	0	0	0	0
2284.2	47	48	69	77	76	75	80	.....	.....	0	0	0	0	0
2284.1	27	28	52	52	47	51	49	.....	.....	0	0	0	0	0
2284.0	35	37	67	67	66	58	57	.....	.....	0	0	0	0	0
2283.9	32	40	62	59	69	59	50	.....	.....	0	0	0	0	0
2283.8	32	48	51	55	63	60	55	.....	.....	0	0	0	0	0
.														
.														
.														
.														
2221.2	37	44	52	51	19	10	9	.....	.....	0	0	0	0	0
2221.1	43	56	58	57	39	9	11	.....	.....	0	1	1	1	0
2221.0	44	50	52	53	28	16	9	.....	.....	1	1	0	1	0
2220.9	46	58	70	46	37	16	5	.....	.....	1	0	0	0	0
2220.8	39	43	52	41	28	15	8	.....	.....	0	1	0	0	0
2220.7	53	47	62	52	43	23	9	.....	.....	1	0	0	1	0
2220.6	46	48	59	49	33	25	14	.....	.....	0	1	1	0	0
2220.5	34	45	46	42	28	15	7	.....	.....	1	0	0	0	0
2220.4	42	49	56	42	34	17	7	.....	.....	2	1	0	0	0

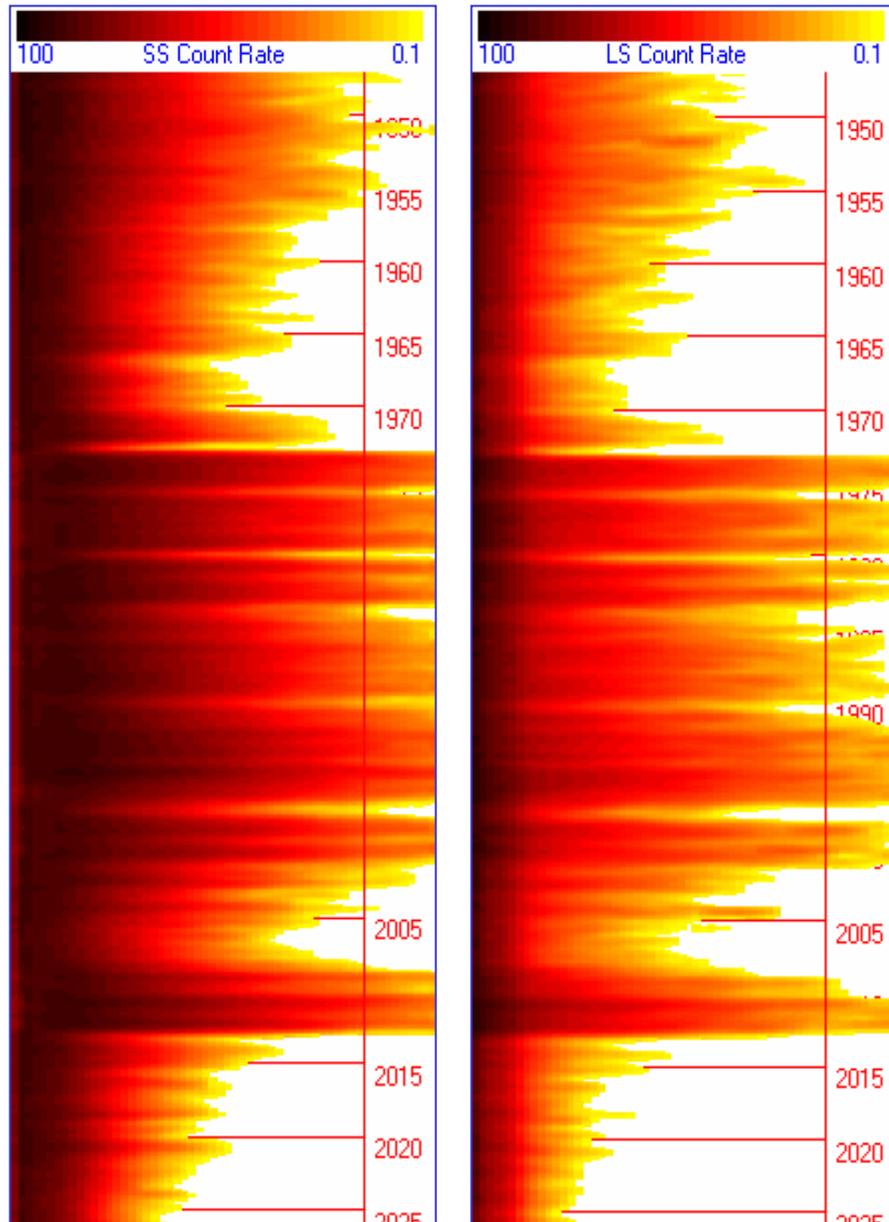
## 滤波

## 横向

Depth	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7	.....	Ch56	Ch57	Ch58	Ch59	Ch60
2284.5	39	34	63	69	66	66	50	.....	0	0	0	0	0
2284.4	35	31	51	69	67	58	58	.....	0	0	0	0	0
2284.3	36	36	51	55	58	53	45	.....	0	0	0	0	0
2284.2	47	48	69	77	76	75	80	.....	0	0	0	0	0
2284.1	27	28	52	52	47	51	49	.....	0	0	0	0	0
2284.0	35	37	67	67	66	58	57	.....	0	0	0	0	0
2283.9	32	40	62	59	69	59	50	.....	0	0	0	0	0
2283.8	32	48	51	55	63	60	55	.....	0	0	0	0	0
.													
.													
.													
.													
2221.2	37	44	52	51	19	10	9	.....	0	0	0	0	0
2221.1	43	56	58	57	39	9	11	.....	0	1	1	1	0
2221.0	44	50	52	53	28	16	9	.....	1	1	0	1	0
2220.9	46	58	70	46	37	16	5	.....	1	0	0	0	0
2220.8	39	43	52	41	28	15	8	.....	0	1	0	0	0
2220.7	53	47	62	52	43	23	9	.....	1	0	0	1	0
2220.6	46	48	59	49	33	25	14	.....	0	1	1	0	0
2220.5	34	45	46	42	28	15	7	.....	1	0	0	0	0
2220.4	42	49	56	42	34	17	7	.....	2	1	0	0	0

HOTWELL

# 记数率成像



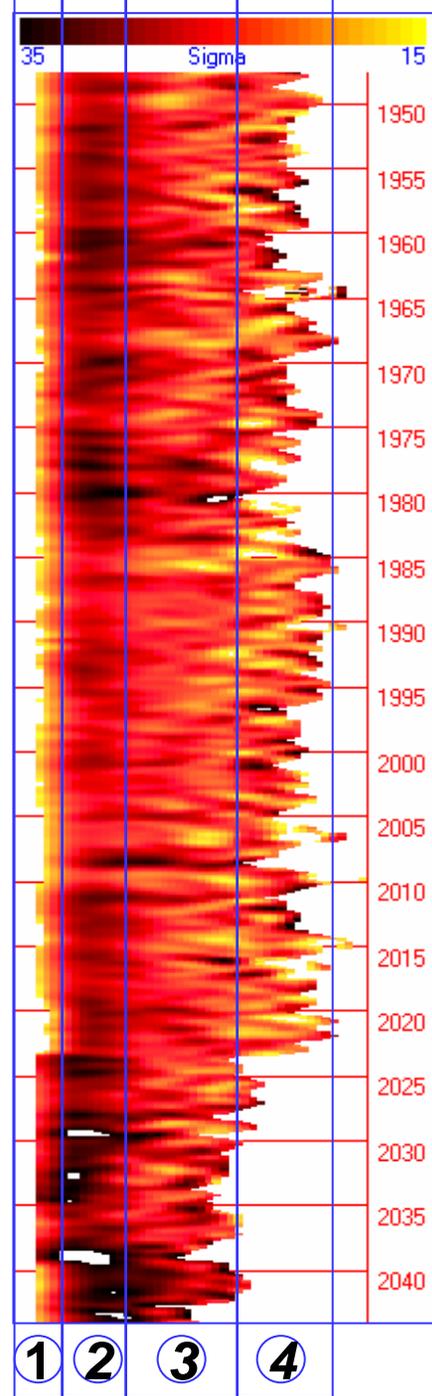
# HOTWELL

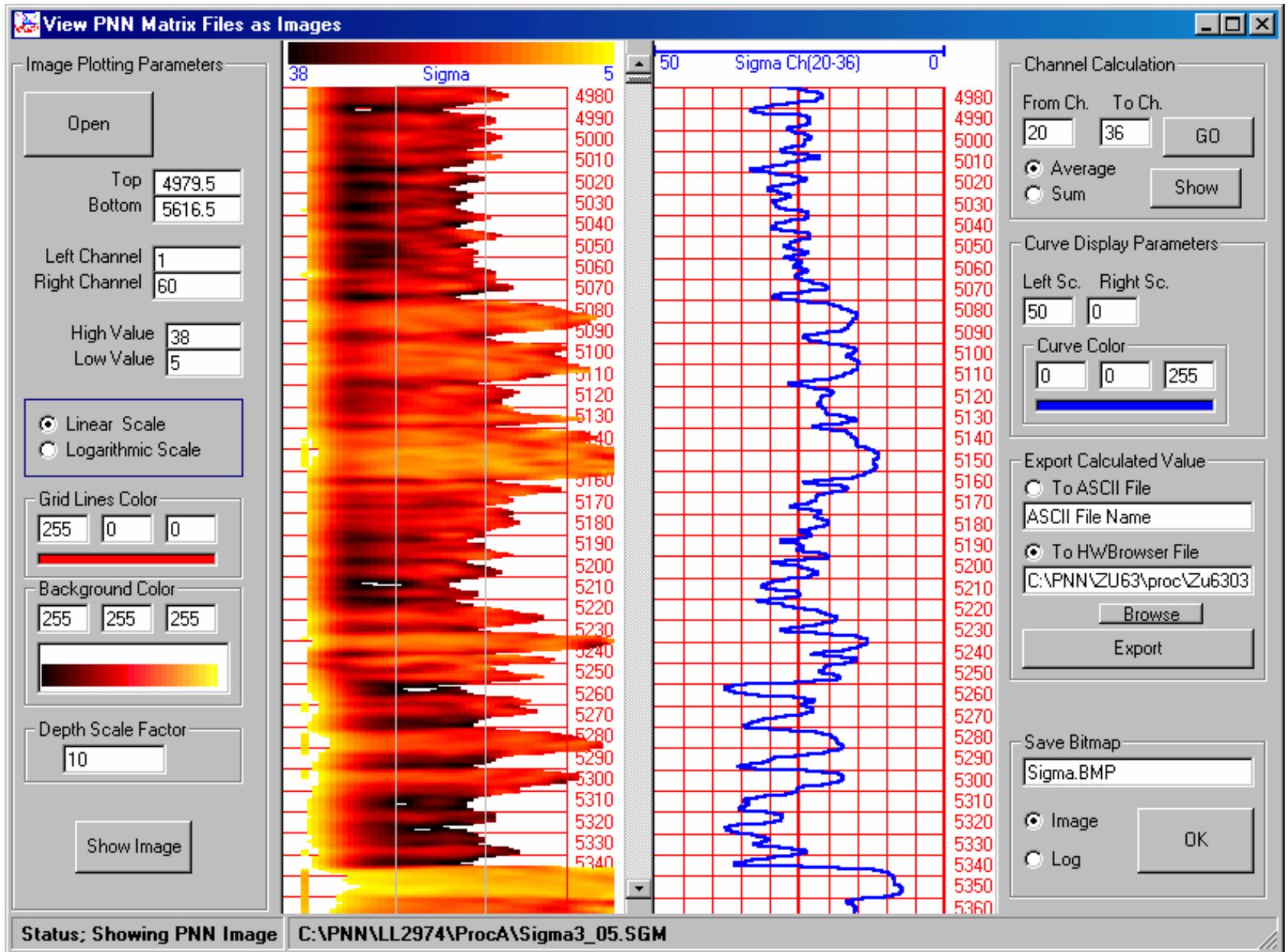
## 西格玛(Sigma)矩阵数据库创建

Depth	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch5	Ch6	Ch7	.....	Ch56	Ch57	Ch58	Ch59	Ch60
2284.5	39	34	63	69	66	66	50	.....	0	0	0	0	0
2284.4	35	31	51	69	67	58	58	.....	0	0	0	0	0
2284.3	36	36	51	55	58	53	45	.....	0	0	0	0	0
2284.2	47	48	69	77	76	75	80	.....	0	0	0	0	0
2284.1	27	28	52	52	47	51	49	.....	0	0	0	0	0
2284.0	35	37	67	67	66	58	57	.....	0	0	0	0	0
2283.9	32	40	62	59	69	59	50	.....	0	0	0	0	0
2283.8	32	48	51	55	63	60	55	.....	0	0	0	0	0
.													
.													
.													
.													
2221.2	37	44	52	51	19	10	9	.....	0	0	0	0	0
2221.1	43	56	58	57	39	9	11	.....	0	1	1	1	0
2221.0	44	50	52	53	28	16	9	.....	1	1	0	1	0
2220.9	46	58	70	46	37	16	5	.....	1	0	0	0	0
2220.8	39	43	52	41	28	15	8	.....	0	1	0	0	0
2220.7	53	47	62	52	43	23	9	.....	1	0	0	1	0
2220.6	46	48	59	49	33	25	14	.....	0	1	1	0	0
2220.5	34	45	46	42	28	15	7	.....	1	0	0	0	0
2220.4	42	49	56	42	34	17	7	.....	2	1	0	0	0

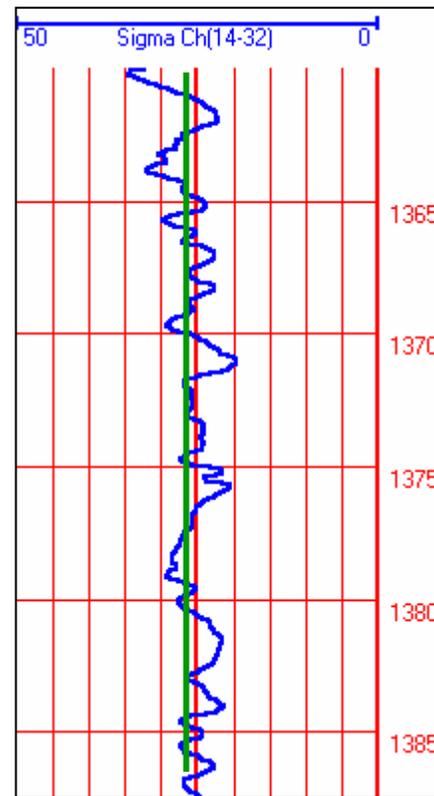
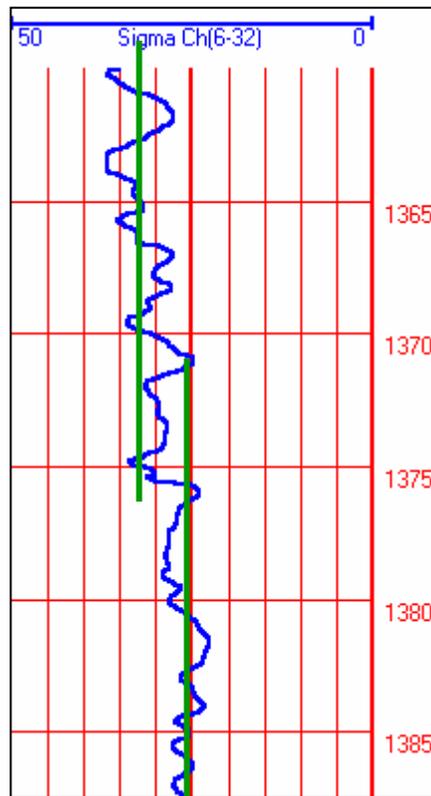
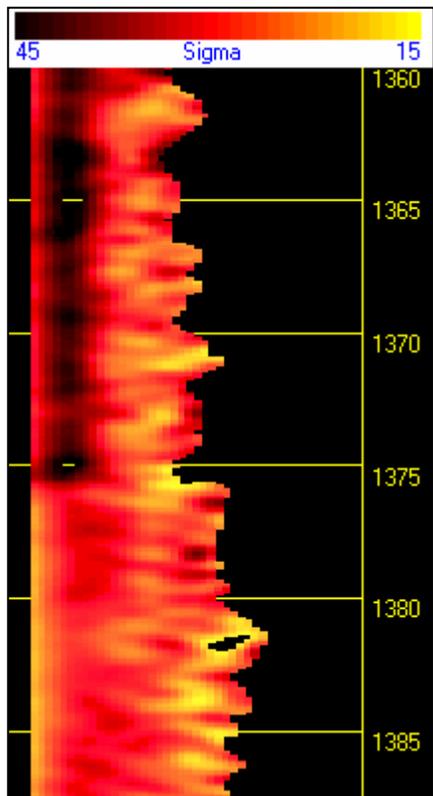
## 西格玛(Sigma)成像显示

1. 后期热能影响区域
2. 井眼影响区域
3. 地层反应带
4. 统计影响区域



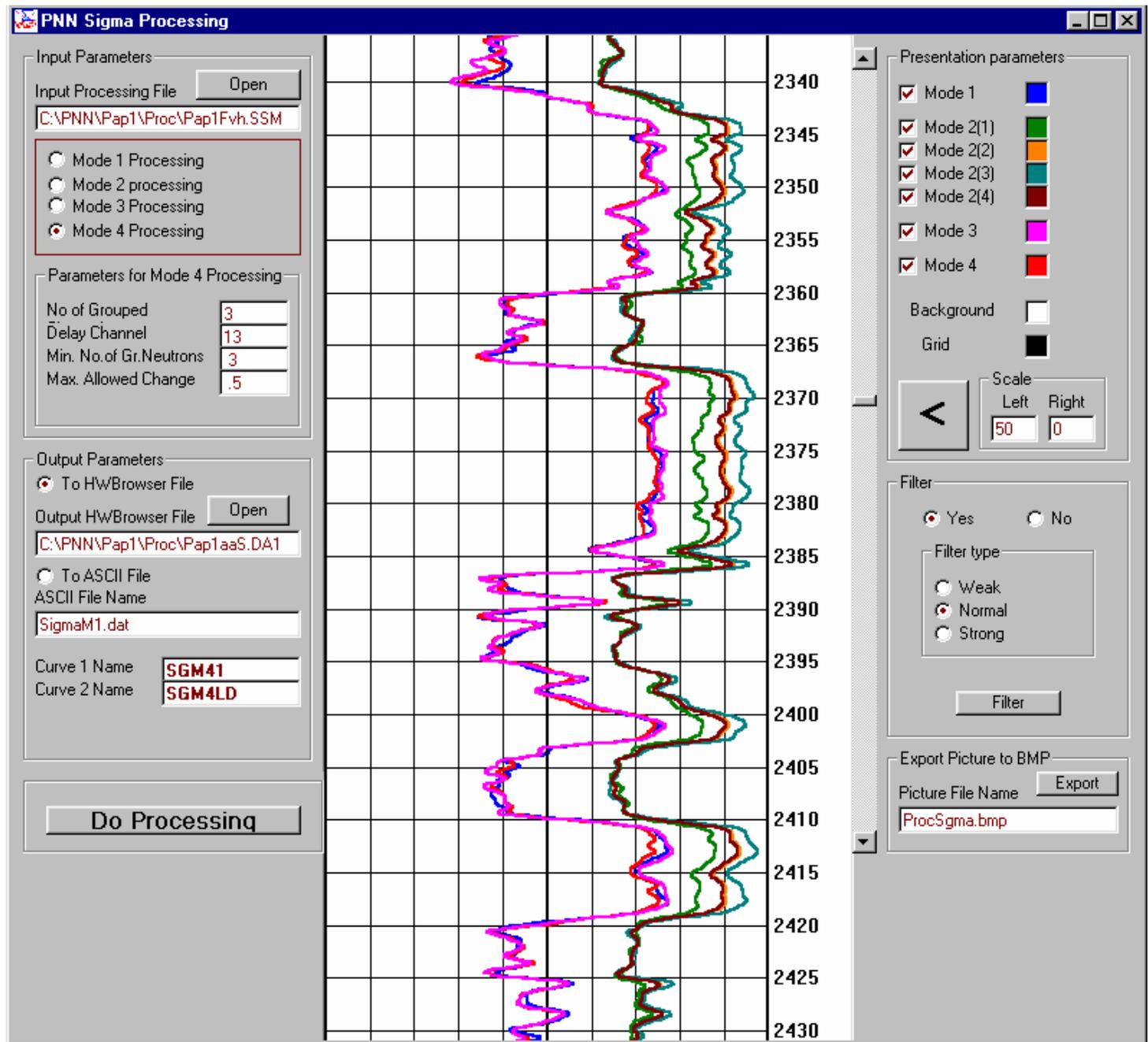


## 井眼影响



# HOTWELL

## 计算



## 解析

### 定性分析

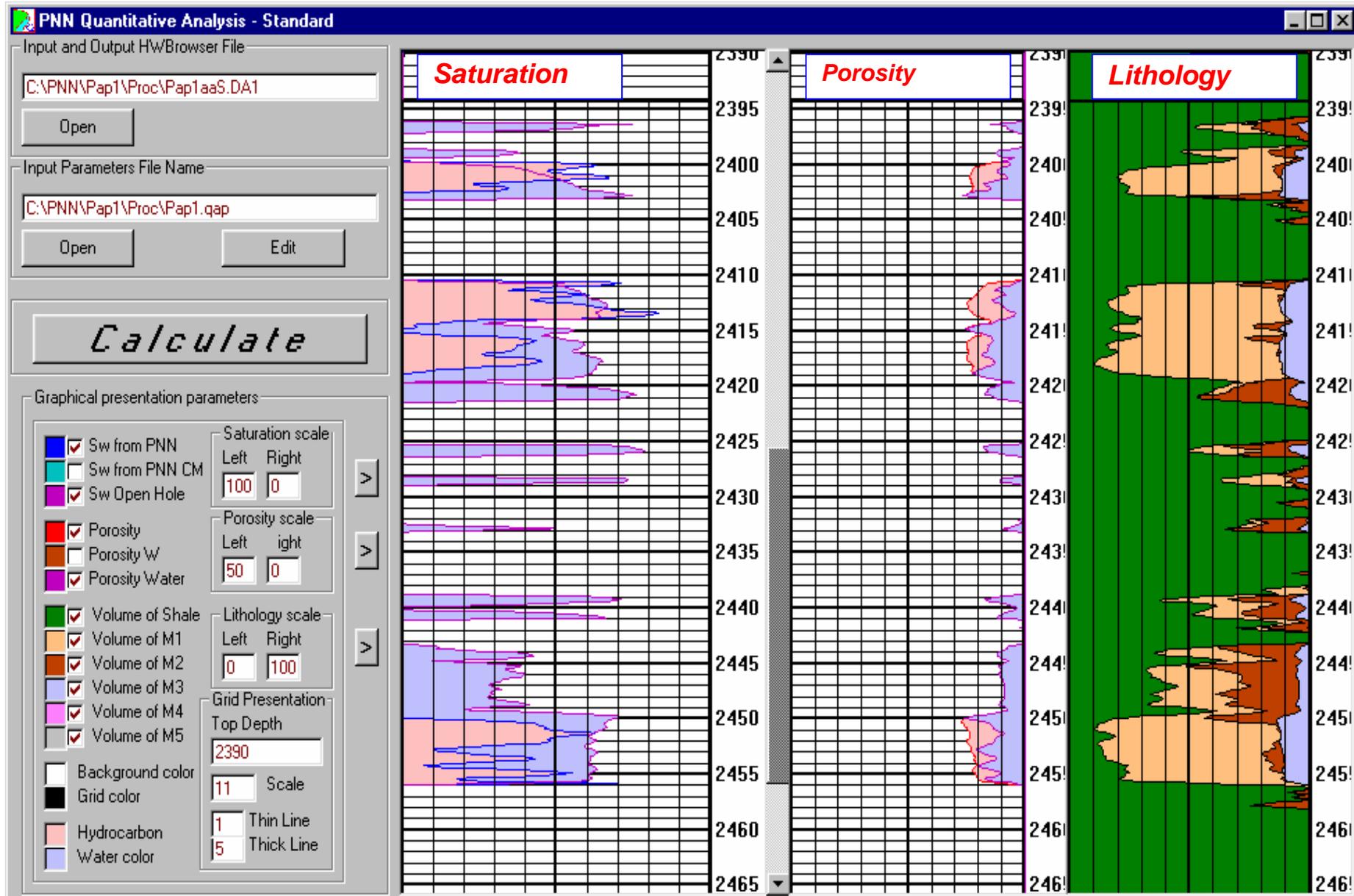
- 气/油, 气/水和油/水界面
- 使用长短, 完全不完全记数率
- 应用处理后的西格玛( **SIGMA**)曲线

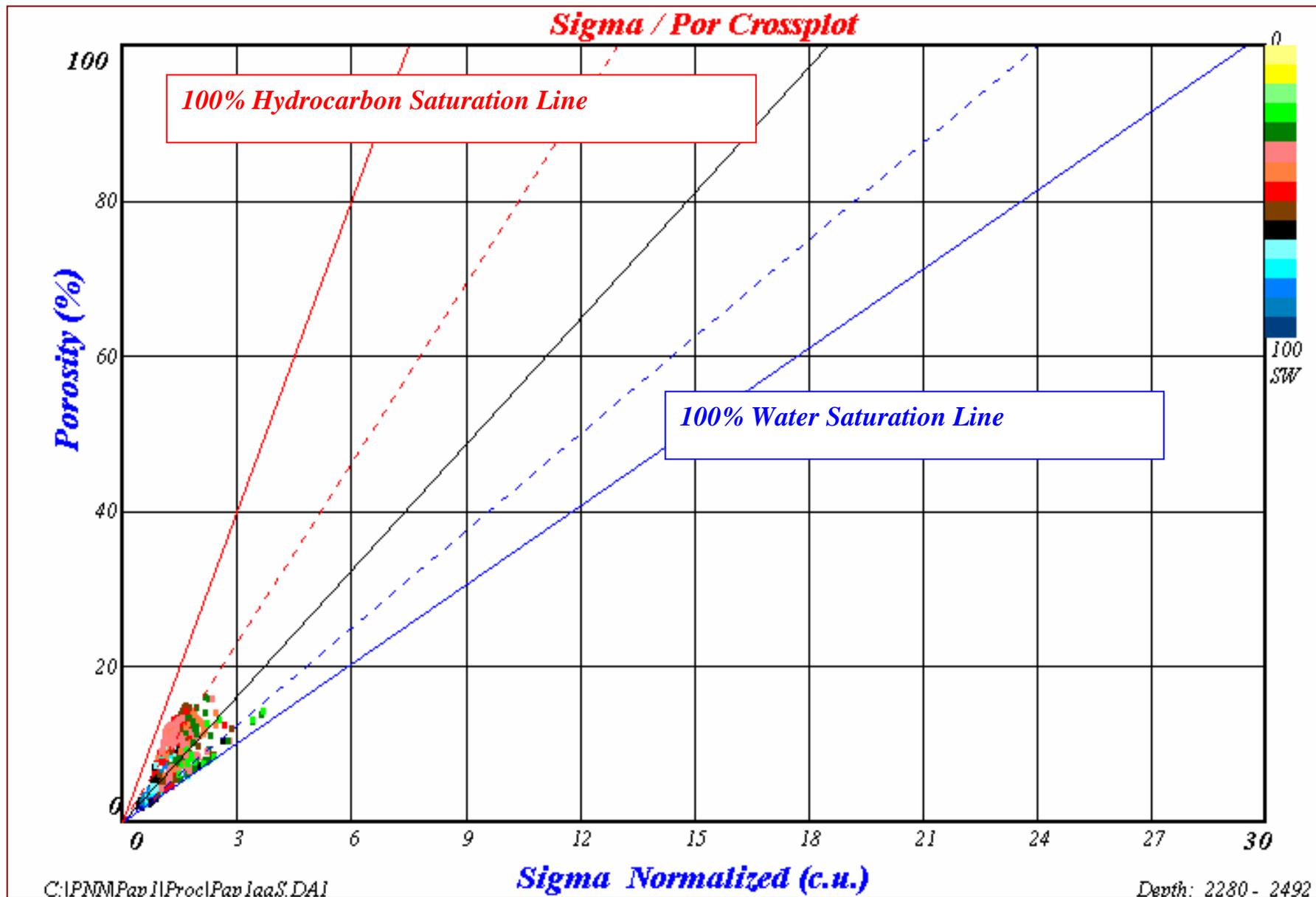
### 定量分析

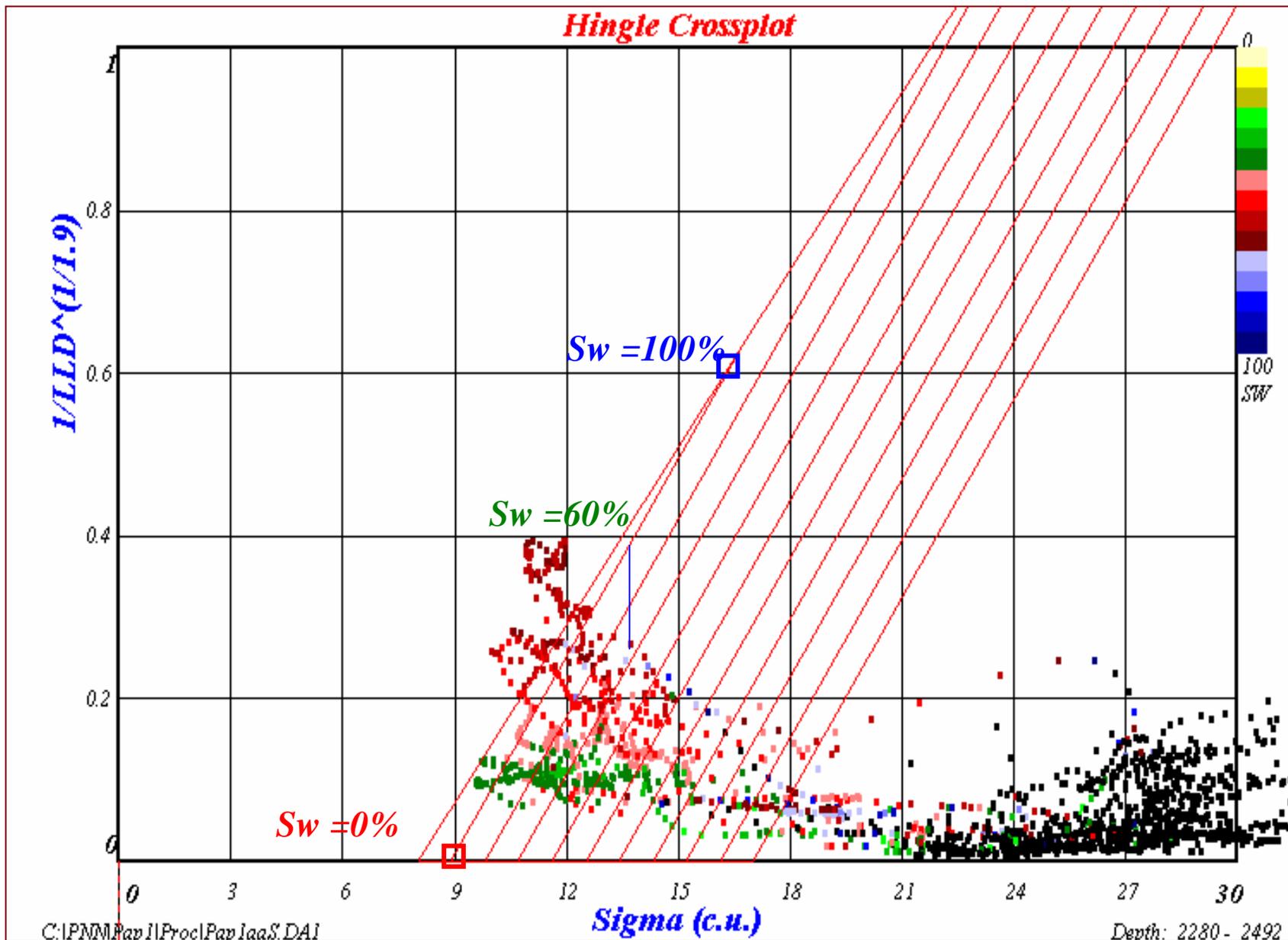
- 直接饱和度计算 (需要精确的岩石物性分析)
- 图解方法 (参数和饱和度的交叉确定)
- 时间推移技术 (长期结果)

### 其它

- 泥质含量计算 (根据不同的西格玛曲线)
- 孔隙度计算 (根据 OH中子标定比率)





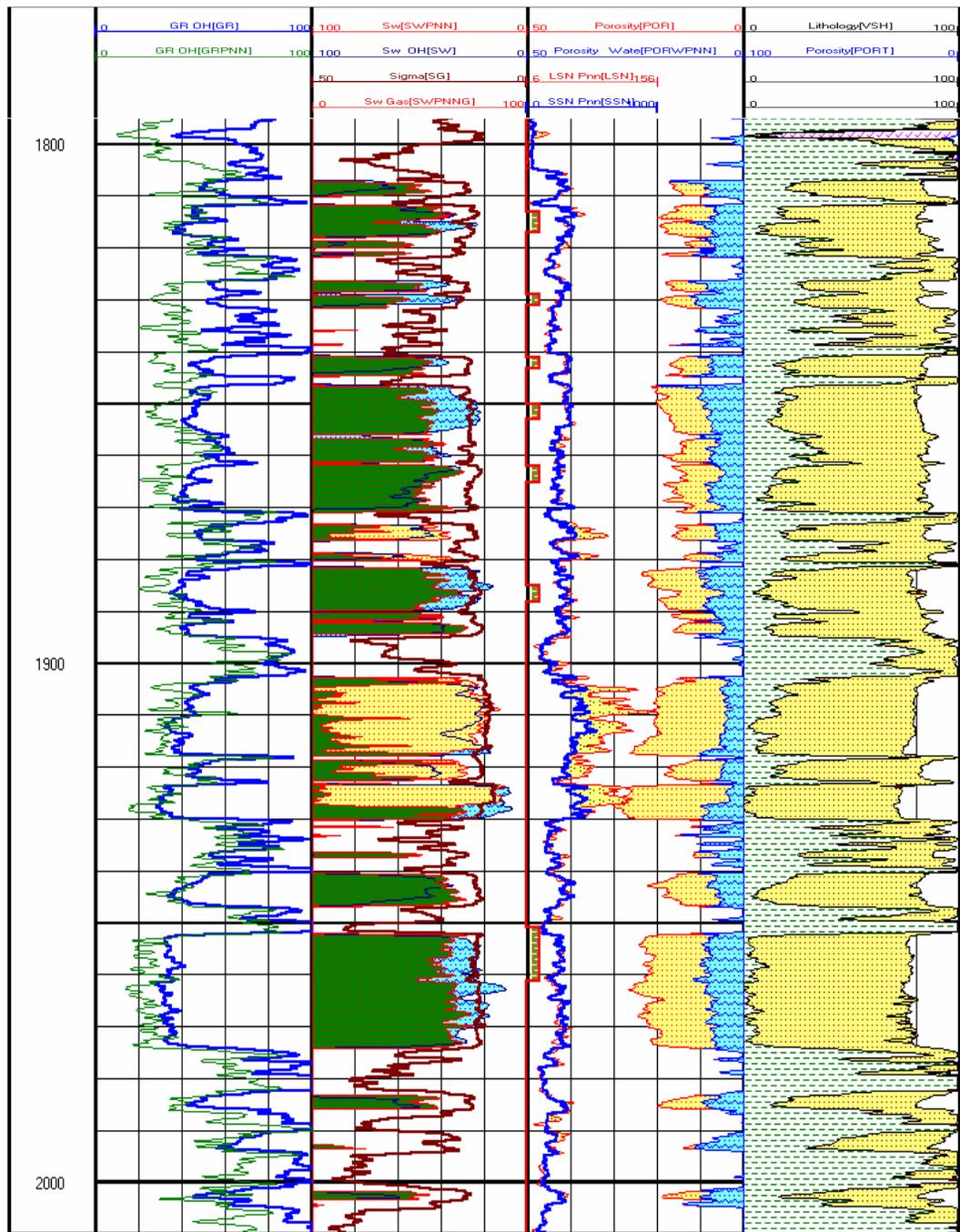


# HOTWELL

结果:

在裸眼井解释中,饱和气未被探测. 经过多年生产后,气顶分散于储层内. 请注意,新产饱和气地层显示黄红暗影. 同时可观察到大部分近期射孔的裸眼井与套管井解析中含水饱和度的明显区别.

在新建隔层时需要避开饱和气区域.



## PNN vs. 与其它热衰减系统比较

1. 手提式便携地面系统使用灵活.
2. 只需要测井线缆和编码器,脉冲来自测井单元.
3. 采集中无需对数据进行处理,保持原始状态.
4. PNN 系统与其它系统在探测方式上的区别:只对中子进行探测, 不记录伽马.

# HOTWELL

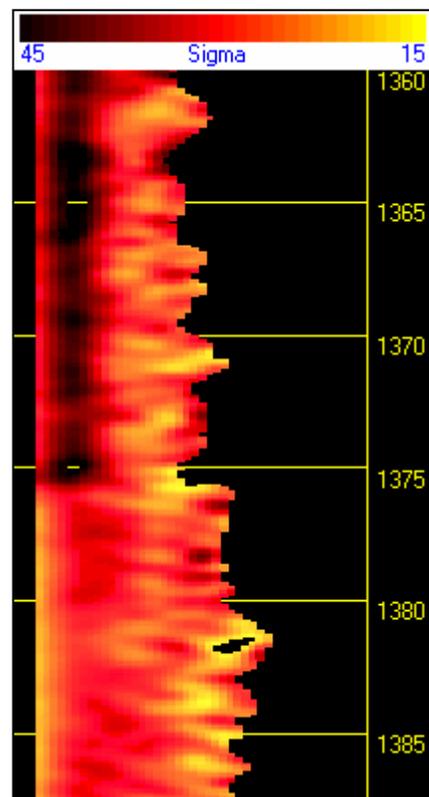
## 地面系统

- 极高的便利携带性
- 独立运用,与测井单元分开操作
- 兼容性接近 100 %



## 数据记录

- 数据记录后无需处理,保持原始状态.
- 数据在采集过程中没有丢失.
- 处理参数可在算后处理过程中进行调整.



## PNN 系统探测中子

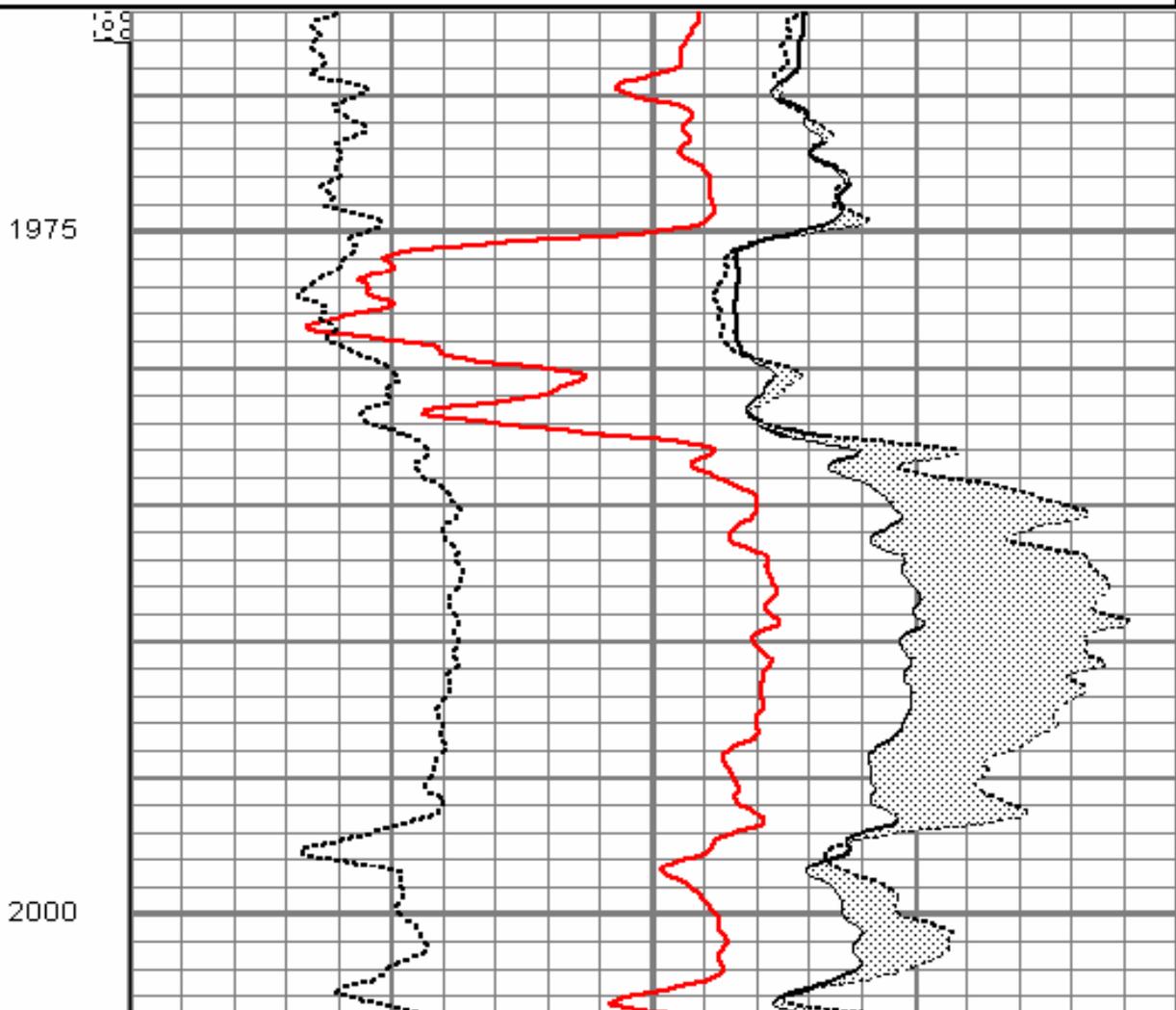
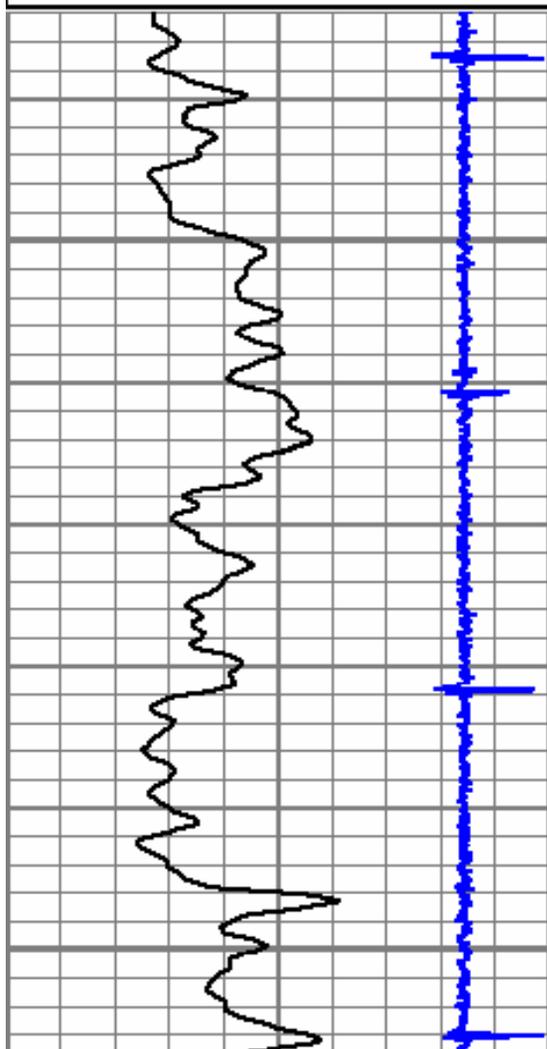
- 出色的探气指示器
- 在低  $\sigma$  值状态下分辨率更高  
(油或低矿化度层)

# HOTWELL

## 气显示

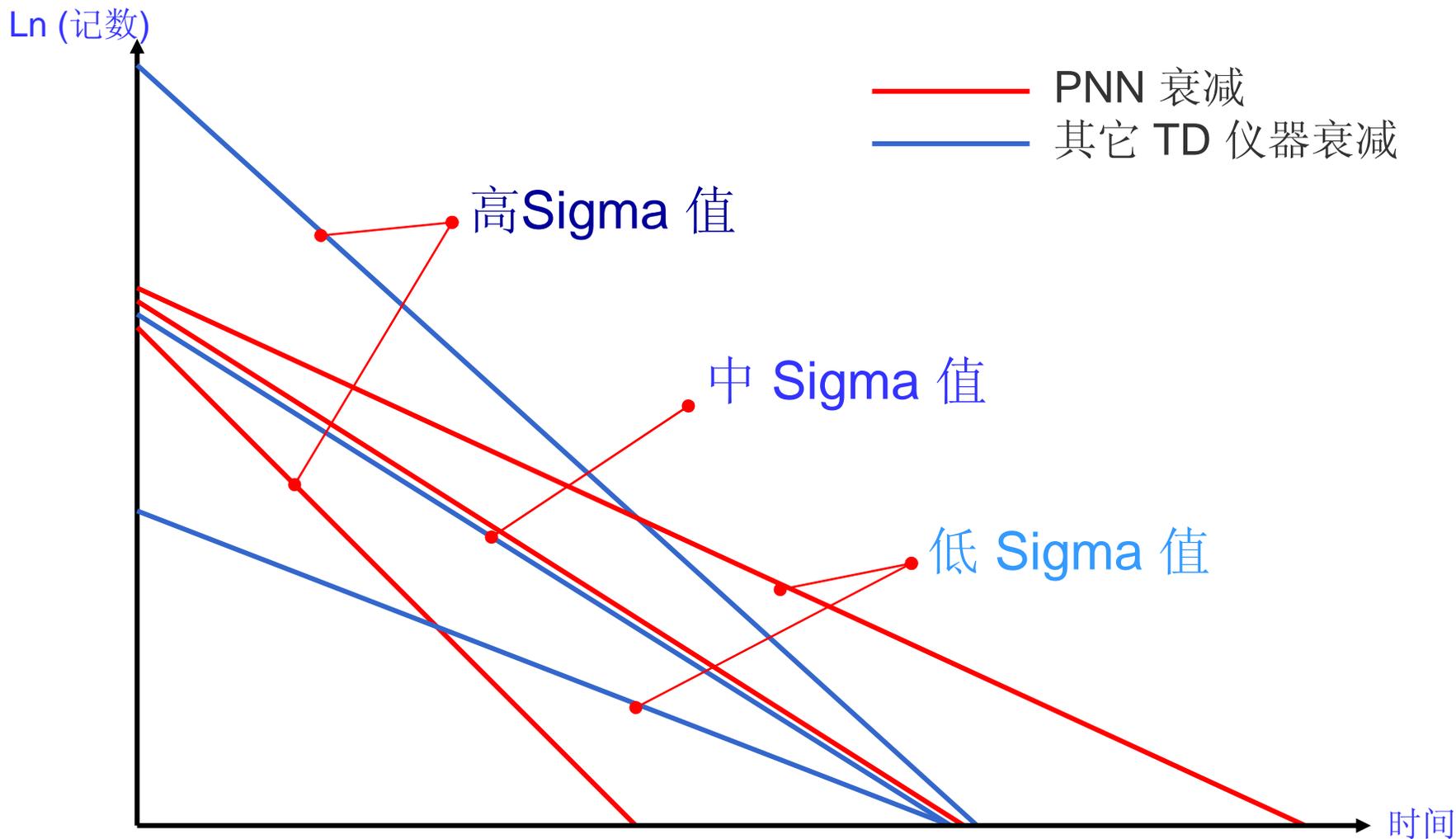
0	GR	100
10000	CCL1	0

45	SIGMA		-15
10	RATIO	0.6	LSN 156
-----			SSN 1000



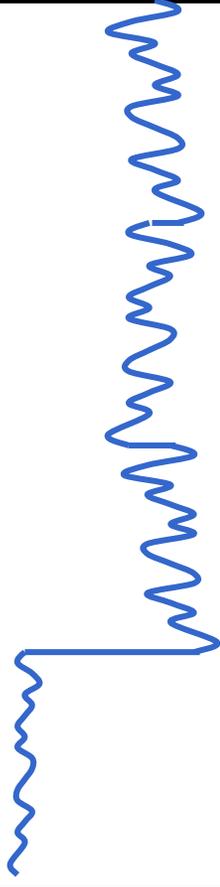
HOTWELL

## PNN 与其它 TD 仪器的衰减反映

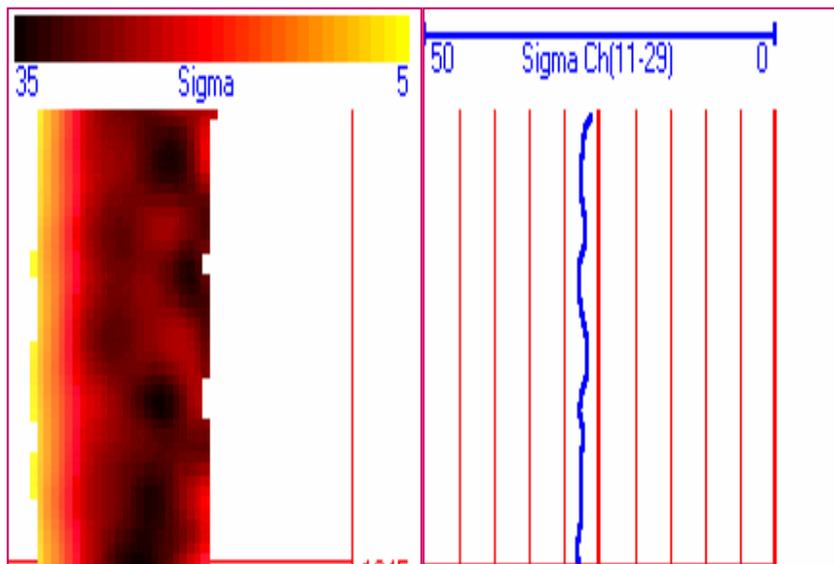


HOTWELL

# PNN 和 TD 测井结果

PNN 测试	TD 测试	理论测试	地层饱和状态
			<p data-bbox="1481 582 1538 634">油</p> <p data-bbox="1386 793 1606 845">低矿化度</p> <p data-bbox="1481 1028 1538 1079">油</p> <p data-bbox="1370 1239 1591 1290">高矿化度</p>

## 停机测量



中子探测可停机测量以确保统计数字更加完善.

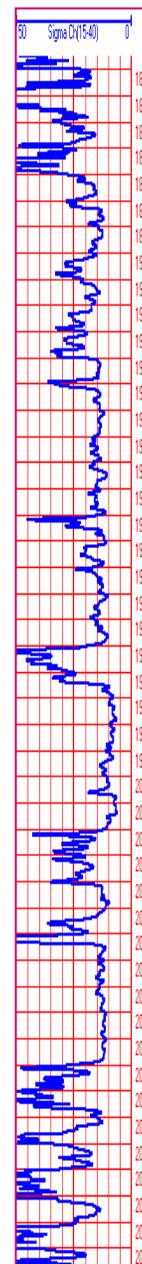
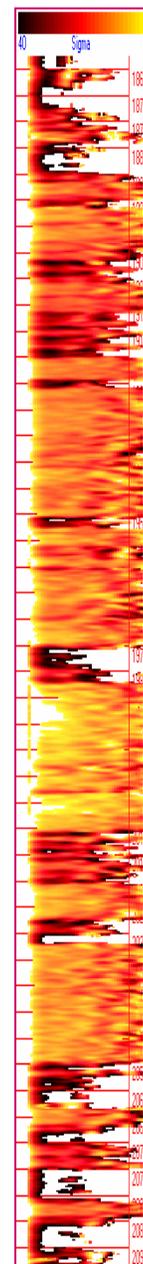
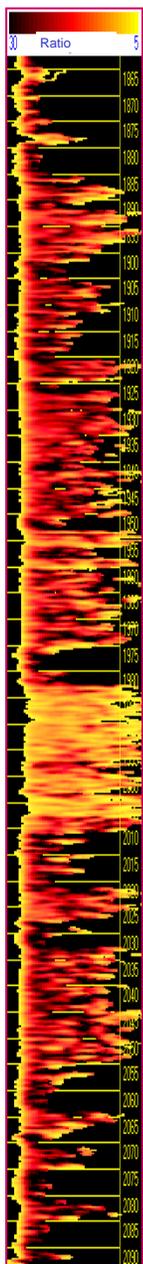
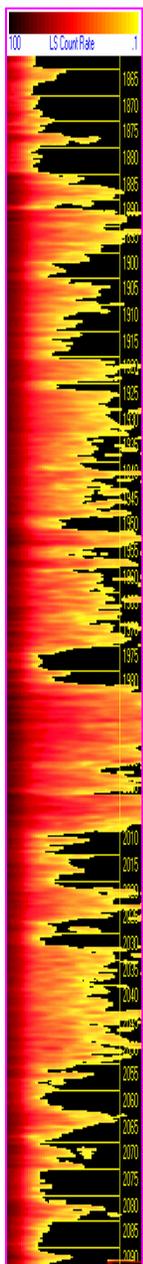
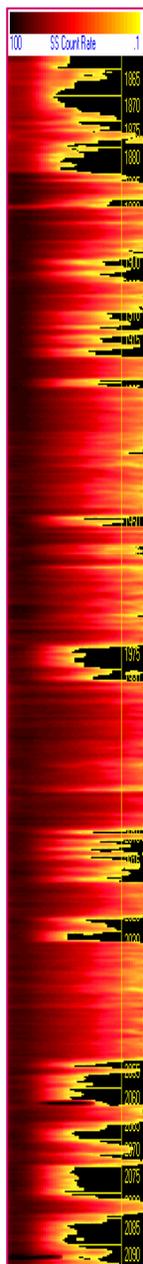
主要用于低矿化度和孔隙度等疑难情况.

## 结论

- **PNN 测井方法在中高矿化度地层具有竞争力!**
- **PNN 测井方法是低矿化度,低孔隙度地层的最佳测井方法!**
- 在矿化度低于**5 000 ppm** ,孔隙度低于 **8%**时测试结果仍然理想.
- **PNN 便携式地面系统可与任何测井单元兼容.**

# HOTWELL

## 范例

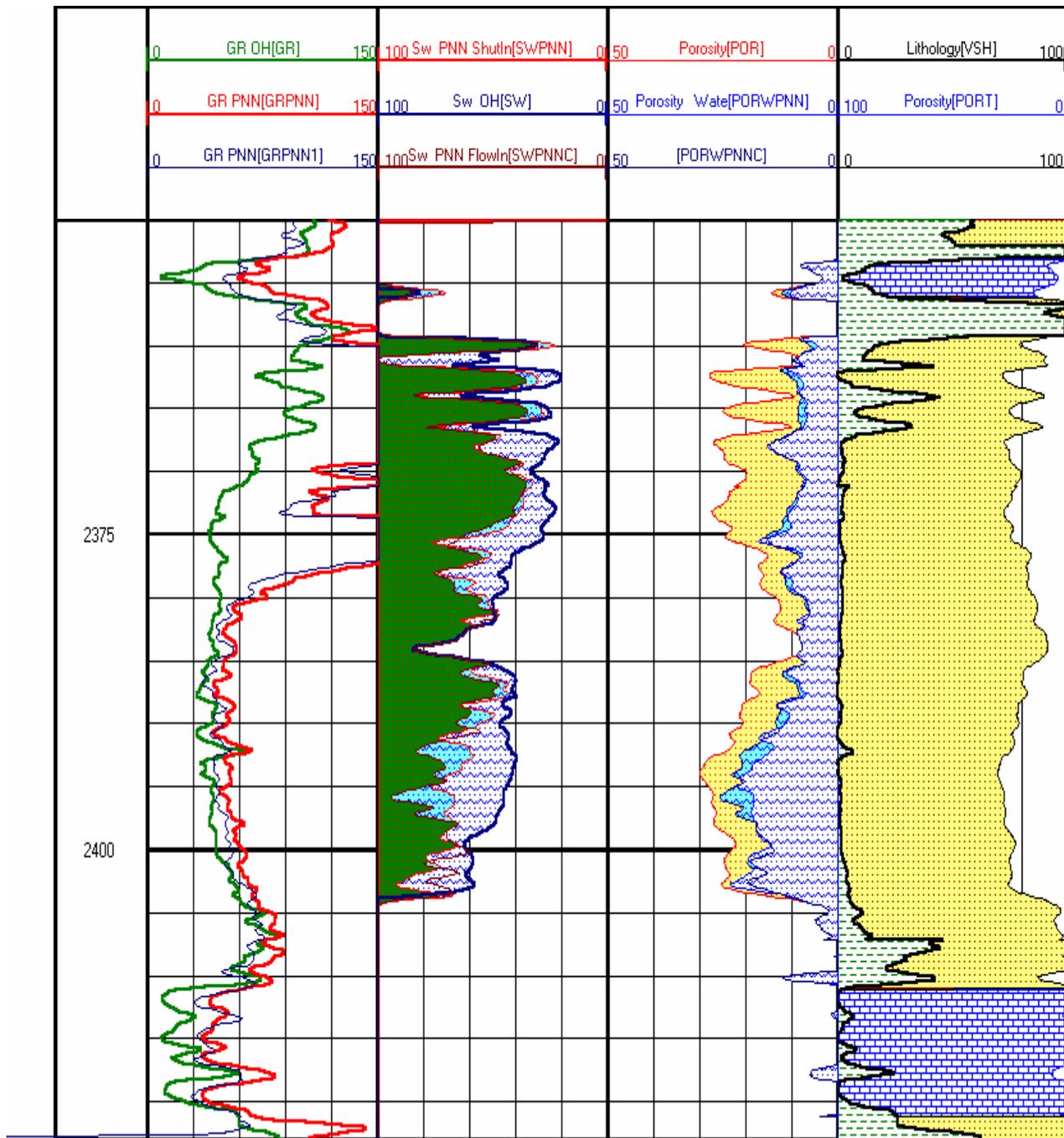


# HOTWELL

范例:

关井 / 生产

解释结果不受不同井眼  
状态的影响.

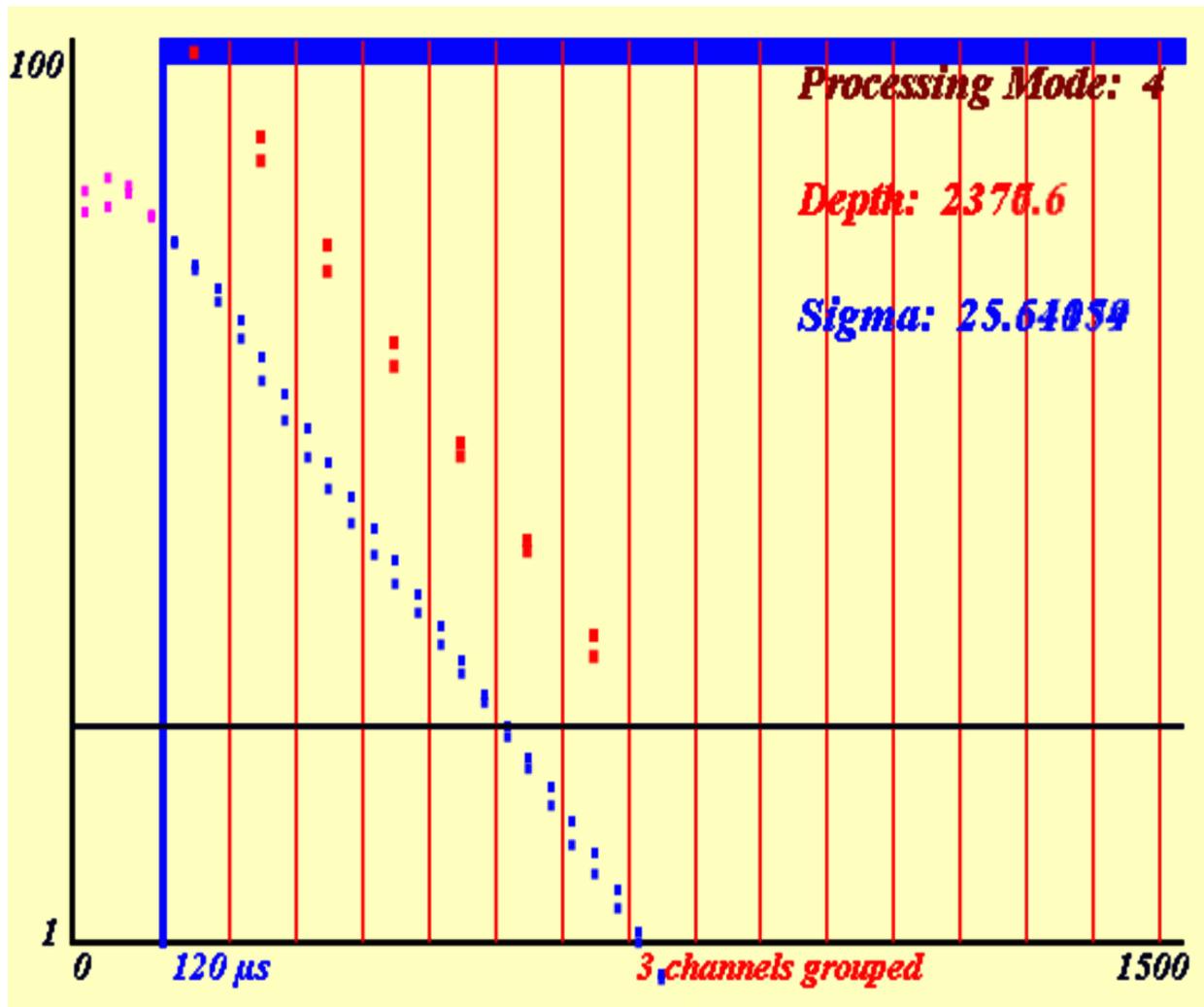


# HOTWELL

范例:

关井 / 生产

处理后的 Sigma  
曲线不变

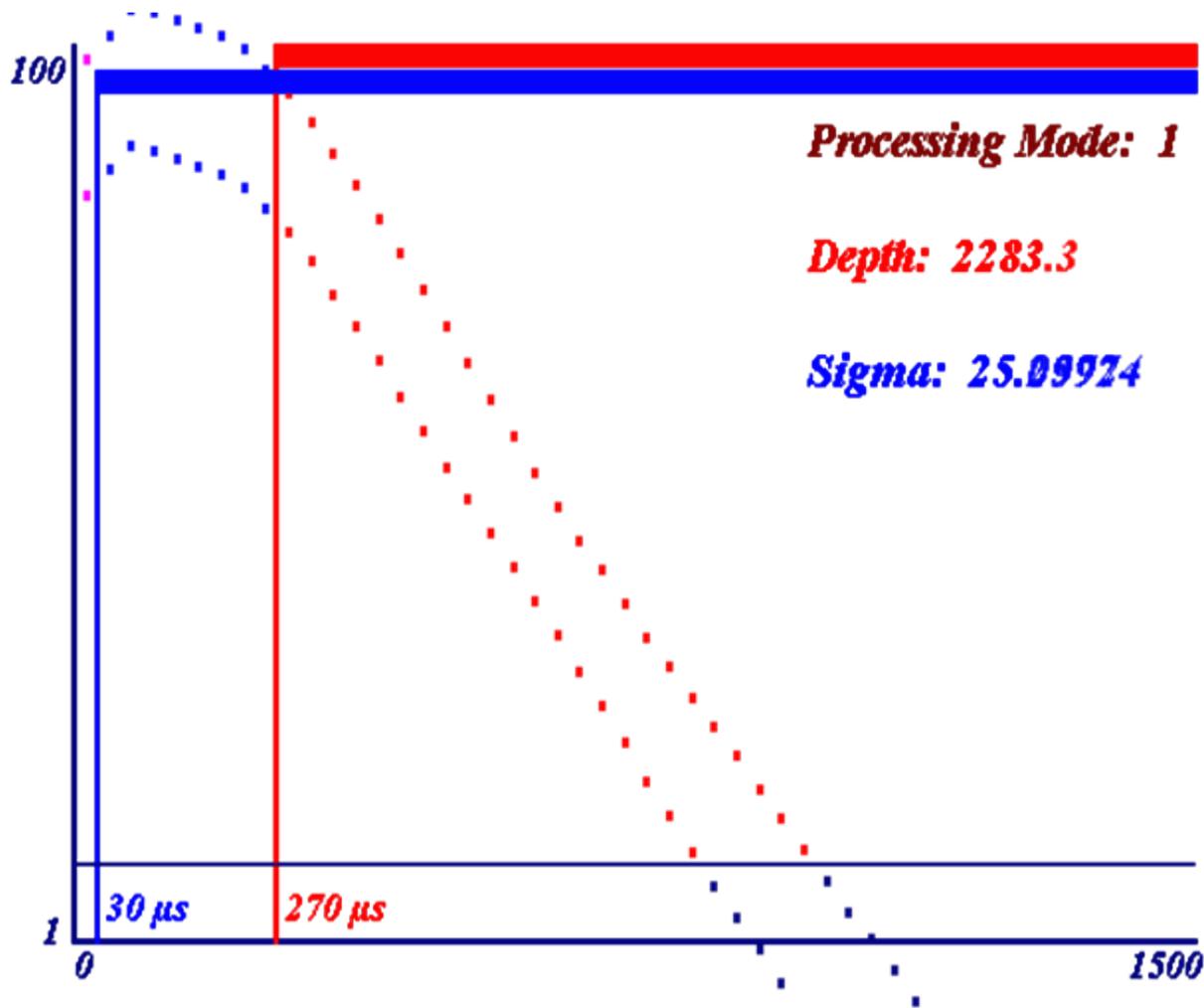


# HOTWELL

范例:

关井 / 生产

解释如何选择正确的遥控  
时间道以避免井眼对  
SIGMA 值的影响.

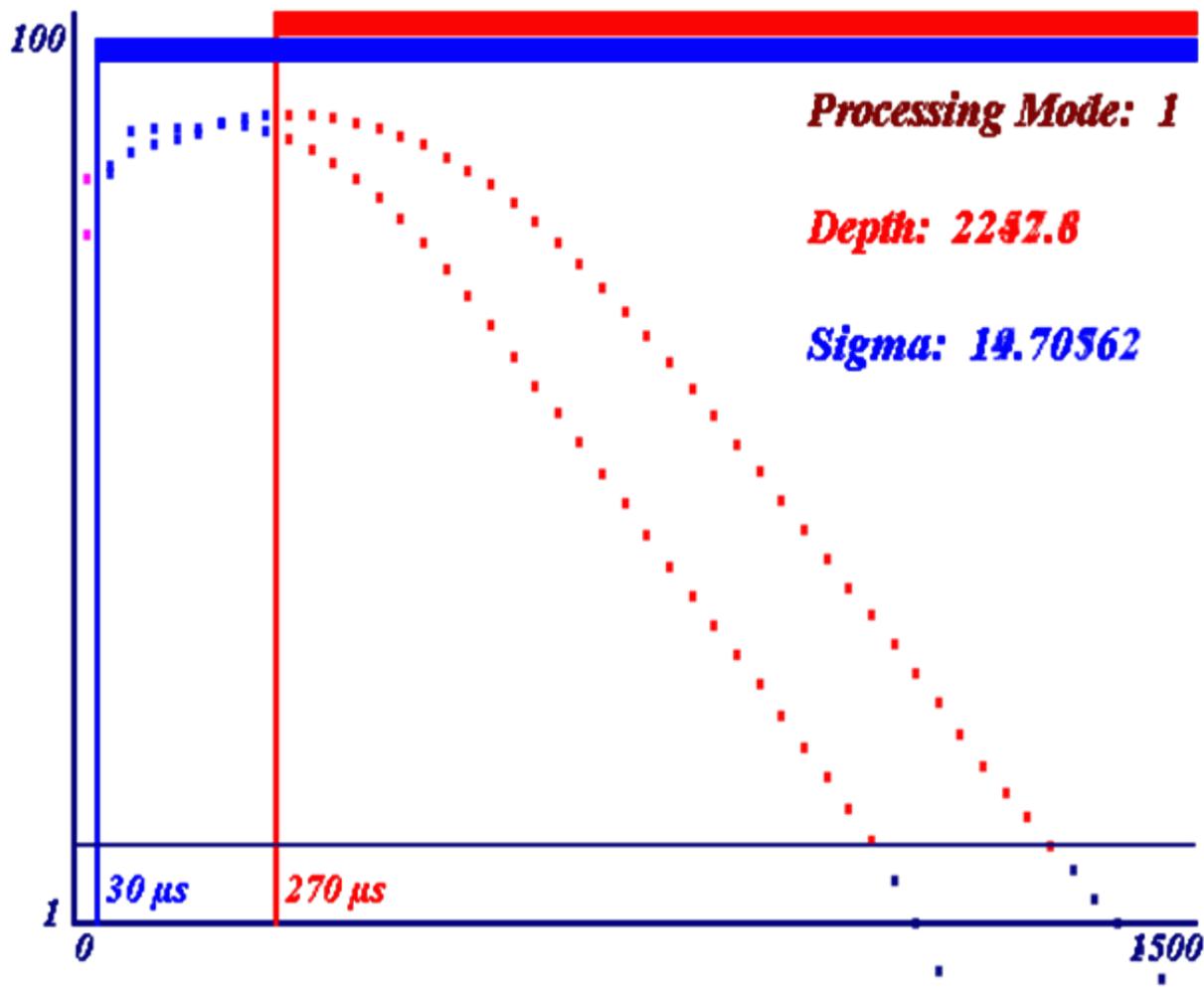


# HOTWELL

范例:

关井 / 生产

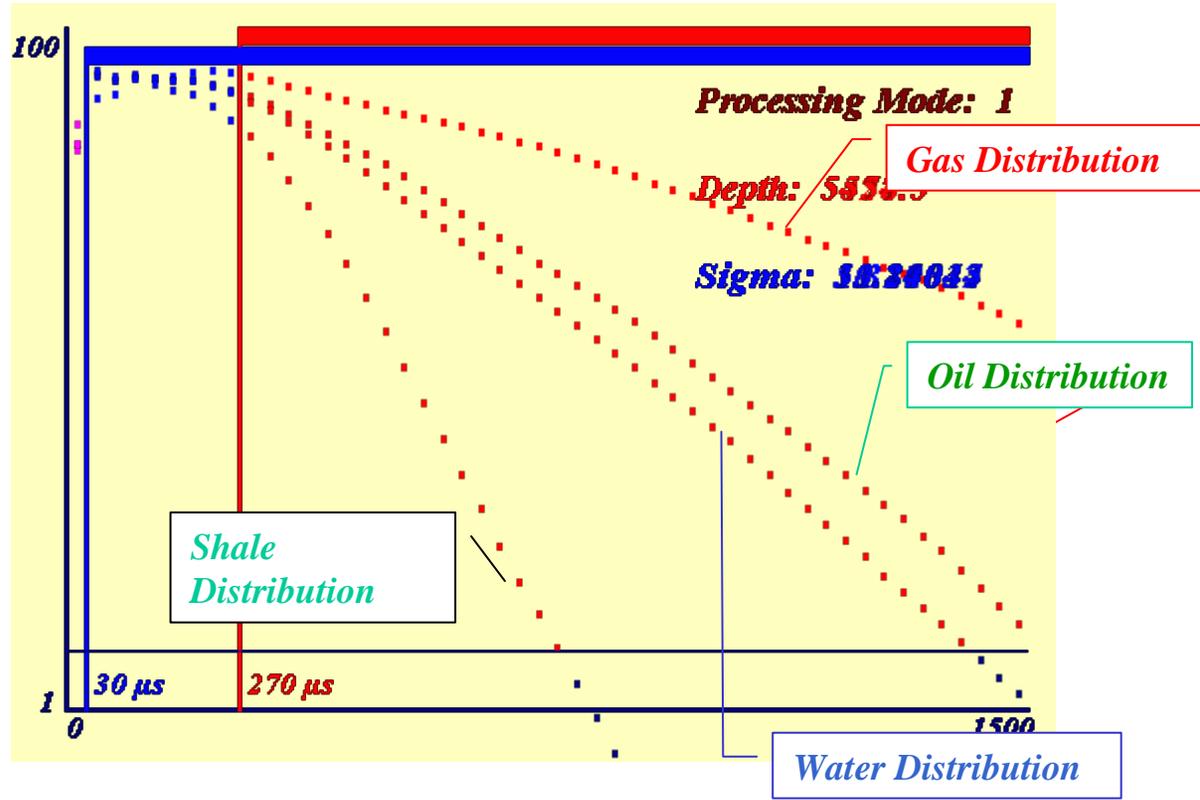
记数率的改变对解析  
SIGMA 值无影响.



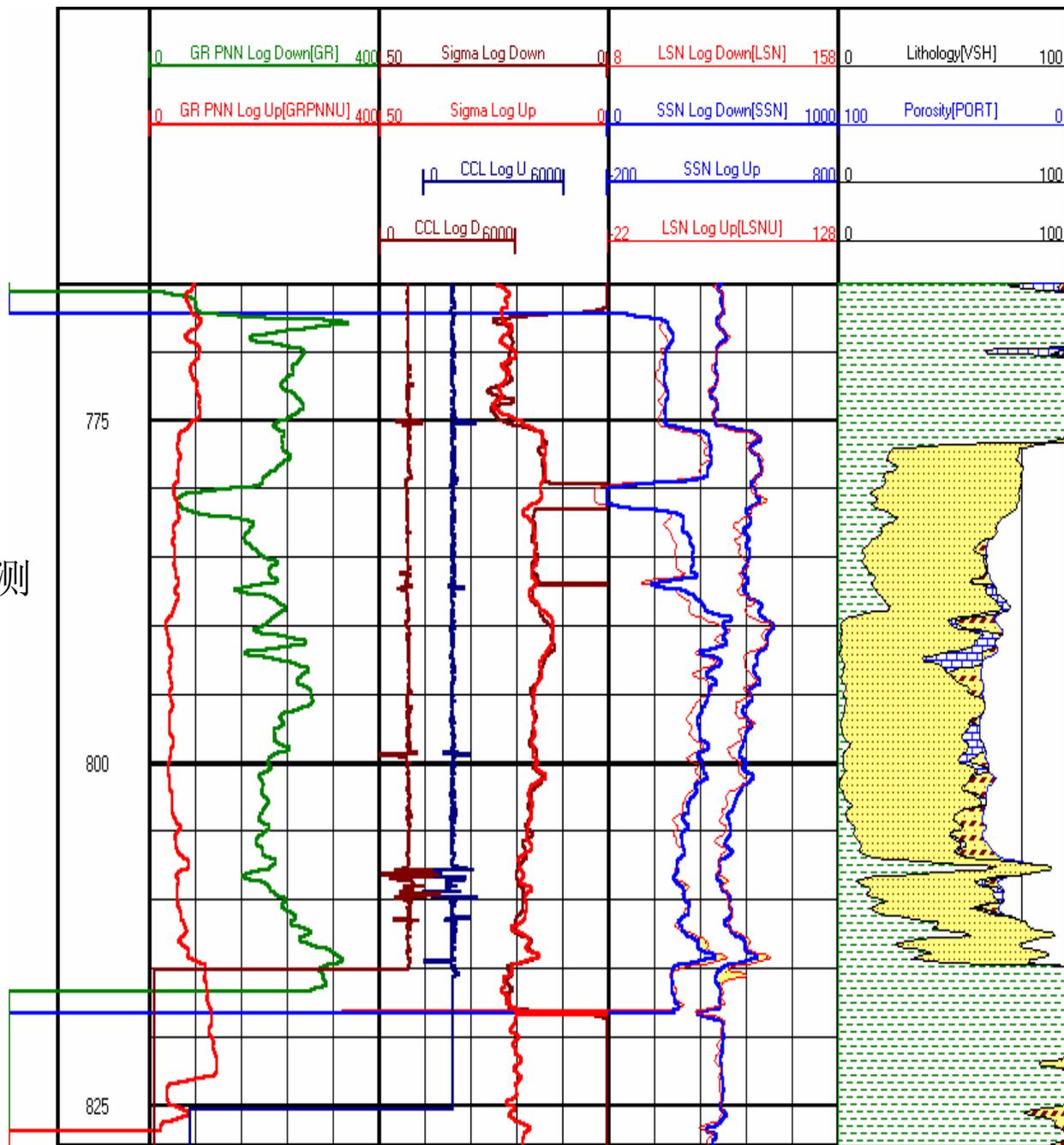
# HOTWELL

范例:

不同区域的记数率分布



# HOTWELL



范例:

下测 / 上测对比

处理后的Sigma曲线不受测井方向的影响。

Sigma曲线重复性极好。

# HOTWELL

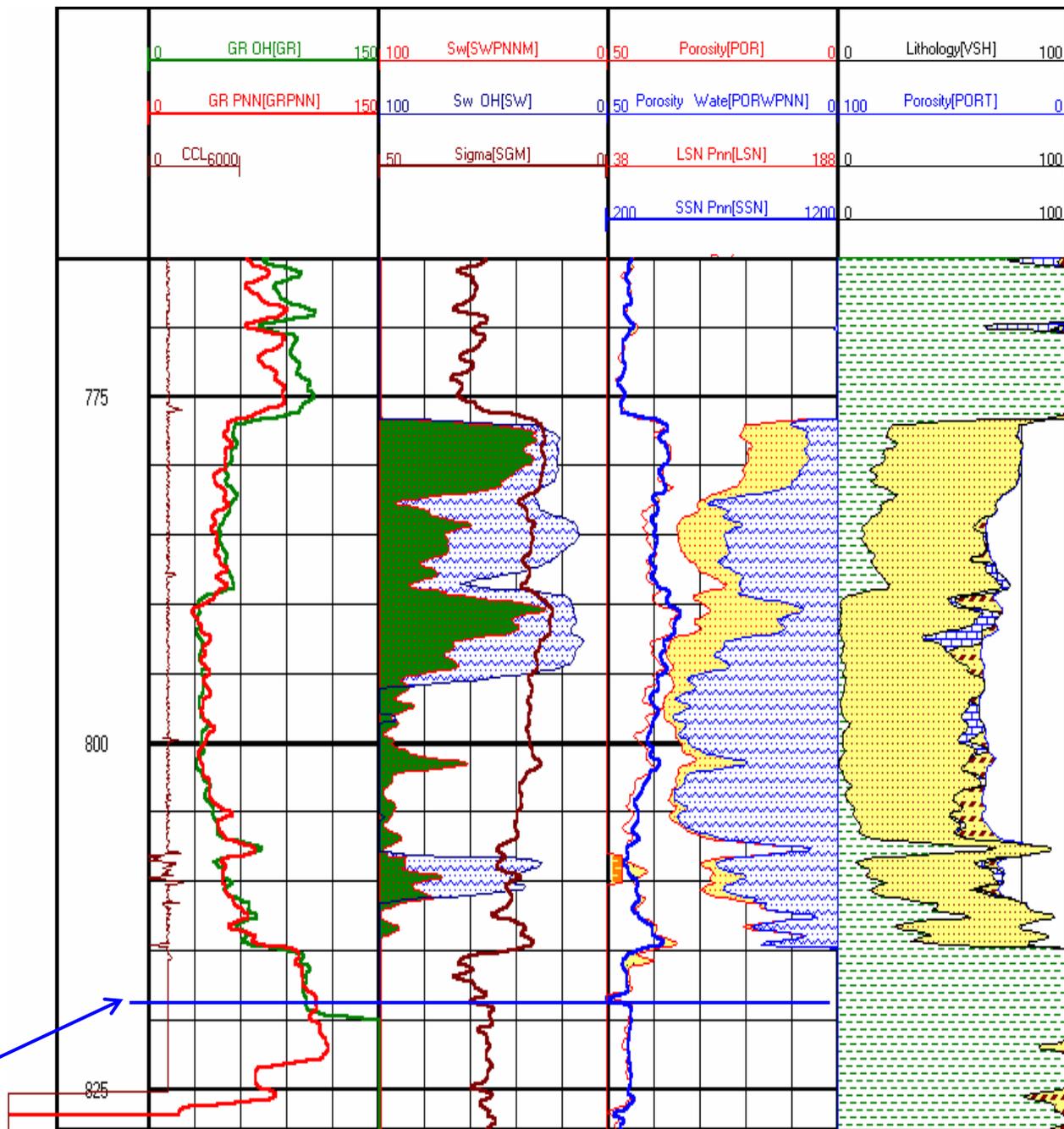
范例:

低矿化度地层解析

地层水矿化度:

4000 ppm or  
4 g/l NaCl.

已测量间隔底部



# HOTWELL

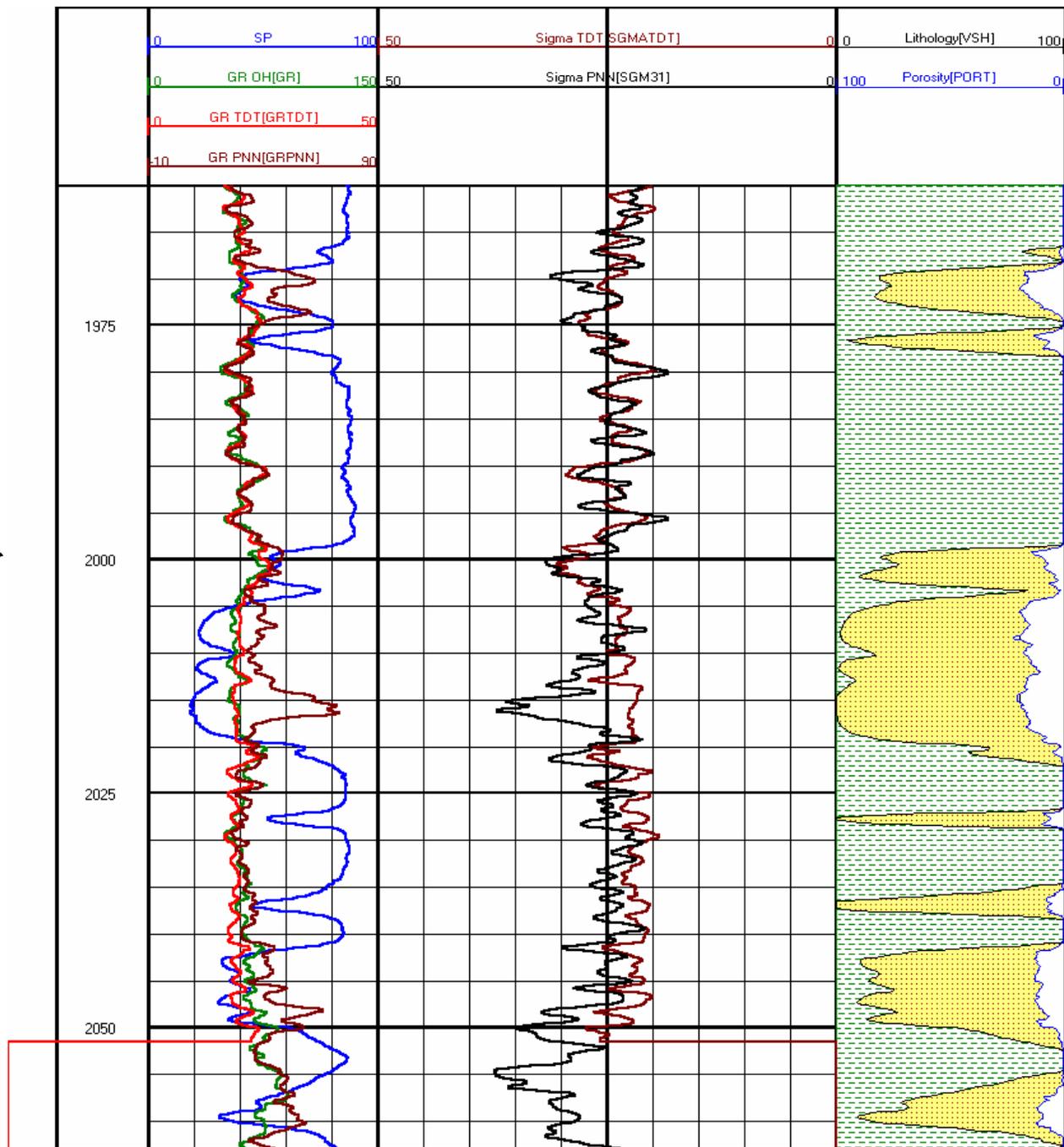
范例:

PNN / TDT 比较

TDT测井十五年后进行了  
PNN测井.  
Sigma 比较曲线良好.

此井地层水矿化度为:

14000 ppm or  
14 g/l NaCl.



# HOTWELL

范例:

PNN / TDT 解析比较

TDT 测量比PNN 早十五年  
解析使用相同参数.

该井地层水矿化度为:

14000 ppm or  
14 g/l NaCl.

