

# SY

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/ T 6172—1995

---

### 油井试井技术要求

1995-12-25 发布

1996-06-30 实施

---

# 前 言

油井试井作为一种有效认识和评价油藏的方法在油田勘探和开发中得到了广泛的应用。为了使油井试井工作规范化,本标准规定了油井试井工作的基本技术要求,为各油田的油井试井工作提供了技术依据。

本标准的某些章条与 SY 5440—92《天然气井试井技术规范》和 SY/T 5598—93《砂岩气藏探边测试技术规范》的某些章条相同时,采取直接写入的办法。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准的附录 C 是提示的附录。

本标准由油气田开发专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位:大港石油管理局石油地质勘探开发研究院。

本标准主要起草人:唐云凤、胡勇。

# 目 次

## 前言

1 范围 .....	1
2 油井试井目的 .....	1
3 试井设计 .....	1
4 测试应取得的数据 .....	3
5 试井资料解释 .....	4
6 试井解释报告 .....	5
附录 A (标准的附录) 试井解释中常用的计算公式 .....	8
附录 B (标准的附录) 符号 .....	12
附录 C (提示的附录) 试井解释报告中的典型图例 .....	14

## 油井试井技术要求

## 1 范围

本标准规定了油井单井试井资料录取和解释的技术要求。

本标准适用于油井单井试井。

## 2 油井试井目的

通常油井试井（以下简称“试井”）目的为：

- 确定油层的地层压力、流动压力及地层温度；
- 求得油井的产能方程，确定油井的生产能力；
- 确定储集层孔隙类型，计算地层渗流特征参数；
- 确定井底的完善程度，为制定增产措施及评价其效果提供依据；
- 确定油藏边界的形状及距离，计算油藏的储量；
- 分析油井的生产状况，并确定其最佳工作制度。

## 3 试井设计

## 3.1 试井目的

根据油藏不同开发阶段的要求，阐明本次试井所要解决的问题（见本标准第2章）。

## 3.2 测试井、层的基础数据

测试井、层的基础数据见表1和表2。

表1 测试井基础数据表

井号:	井别:	构造位置:
油层套管尺寸及深度:		生产管柱结构:
最大井斜及深度:		井斜位置:
完井方式:		目前人工井底:

表2 测试层基础数据表

层位	层号	解释井段	射孔井段	射开厚度	有效厚度	孔隙度 %	渗透率 $10^{-3} \mu\text{m}^2$	试油结论	措施情况
		m							

## 3.3 测试时间估算

## 3.3.1 稳定试井应计算每个测点流动达到稳定的时间：

$$t_s = 27.8\phi\mu C_1 A / K \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $t_s$ ——流动达到稳定的时间, h;  
 $\phi$ ——地层孔隙度;  
 $\mu$ ——地下原油粘度, mPa·s;  
 $C_1$ ——综合压缩系数, MPa<sup>-1</sup>;  
 $A$ ——泄油区面积, km<sup>2</sup>;  
 $K$ ——地层有效渗透率, 10<sup>-3</sup>μm<sup>2</sup>。

稳定试井的最小测试时间应大于  $t_s$ 。

### 3.3.2 不稳定试井应计算径向流开始的时间:

$$t_b = 2210Ce^{0.34S} / (Kh / \mu) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $t_b$ ——径向流开始的时间, h;  
 $C$ ——井筒储集系数, m<sup>3</sup> / MPa;  
 $S$ ——表皮系数;  
 $h$ ——地层有效厚度, m。

不稳定试井的最小测试时间应大于  $10t_b$ 。

### 3.3.3 探边测试应计算拟稳态出现的时间:

$$t_{ps} = 83.3\phi\mu C_1 A / K \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $t_{ps}$ ——拟稳态出现的时间, h。

探边测试的最小测试时间应大于  $10t_{ps}$ 。

## 3.4 试井方法选择

### 3.4.1 稳定试井方法选择

根据流动达到稳定的时间选择分析方法:

- 当  $t_s < 10h$  时, 采用系统试井法;
- 当  $t_s > 10h$  时, 采用等时试井或修正等时试井法。

### 3.4.2 不稳定试井方法选择

可根据下列情况进行选择:

- 一般情况下采用压力恢复测试;
- 井底压力稳定的关闭井, 采用压力降落测试;
- 在不具备关井条件的情况下, 采用变流量测试。

## 3.5 测试步骤

3.5.1 测试前应先深通油管, 然后下入压力计, 并测取不同井深的压力、温度及其梯度数据, 最后将压力计下至预定位置 (一般下至油层中部)。

3.5.2 根据测试目的和要求, 测取稳定试井或不稳定试井数据。

3.5.3 测试完毕后, 起压力计, 并测取不同井深的压力、温度及其梯度数据, 最后起出压力计, 结束本次测试。

## 3.6 测试设备

根据试井要求, 选择流量计、压力计的类型, 配备相应的试井设备。高压油井应配备专用防喷及安全装置。

## 3.7 经费预算

包括人员配备、仪器仪表、试井装置、折旧费、油料费、通讯设备、井场和道路维修费、必要的

安全设施费用、试井资料处理费及其他费用。

### 3.8 录取资料要求

#### 3.8.1 稳定试井测试的要求

测试应达到下列要求:

- 选择 4~5 个工作制度进行测试, 测点产量由小到大, 逐步递增;
- 在每一个工作制度下均应保持产量稳定, 其波动范围不超过本井产量的 10%, 并使流压达到稳定;
- 在每一个工作制度下测量井底压力、井温、油压、套压、油、气、水产量和含砂量;
- 各测点的流压下降值应保持相对均衡。
- 等时试井要求测试 4~6 个工作制度, 最后一个工作制度应适当延长测试时间, 使其达到稳定流状态。

#### 3.8.2 不稳定试井测试要求

测试应达到下列要求:

- 测试期间测试井和邻井的工作制度应保持稳定, 测试井产量的波动不超过本井产量的 10%;
- 探边测试应开井生产较长的时间, 待压力波及到边界之后再关井;
- 应做到瞬时关井, 从关闸门到完全关闭, 时间不要超过 1min。

### 3.9 安全注意事项

提出本次测试中应注意的具体的安全事项。

## 4 测试应取得的数据

### 4.1 生产数据 (见表 3)

表 3 ×× 井生产数据表

生产日期 年 月 日	工作 制度	日产量 m <sup>3</sup> /d		含水 %	累计产量 m <sup>3</sup>			压力 MPa				温度 ℃	
		油	气		油	气	水	油压	套压	流压	静压	流温	静温

### 4.2 压力、温度梯度数据 (见表 4)

表 4 ×× 井压力、温度梯度数据表

测试日期: 年 月 日			测试仪器型号、编号:			
测试时间 h:min:s	测试深度 m	压力 MPa	温度 ℃	压力梯度 MPa/m	温度梯度 ℃/m	备注

## 4.3 稳定试井测试数据 (见表 5)

表 5 ×× 井稳定试井测试数据表

测点	工作制度	生产时间 h	稳定时间 h	油压 MPa	套压 MPa	井底压力 MPa	产气量 m <sup>3</sup> /d	产油量 m <sup>3</sup> /d	产水量 m <sup>3</sup> /d	含水 %	含砂量 %	气油比 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	井口温度 ℃

## 4.4 不稳定试井测试数据 (见表 6)

表 6 ×× 井不稳定试井测试数据表

点序	关井时间				关井 累计时间 s	关井井口压力		实测 井底压力 MPa	井口温度 ℃	备注
	d	h	min	s		套压(绝) MPa	油压(绝) MPa			
										关井前必须测得稳定油、气产量及相应的流压

## 5 试井资料解释

试井解释中常用的计算公式见附录 A (标准的附录), 公式中参数的符号、单位见附录 B (标准的附录)。

## 5.1 资料解释的要求

5.1.1 应详细了解整个测试过程, 全面鉴定测试井(层)的基础数据和测试资料的质量。

5.1.2 应使用各种试井解释方法和软件对测试资料作出准确可靠的解释。

5.1.3 解释结果要参考地震、地质、测井、岩心和试采资料加以综合判别, 力求能够选择正确的解释模型, 计算出准确的结果。

5.1.4 资料解释完成后必须提交试井解释报告。

## 5.2 试井解释程序

## 5.2.1 稳定试井资料解释

资料解释程序如下:

- 绘制系统试井曲线;
- 绘制指数式和二项式产能曲线;
- 确定指数式和二项式产能方程;

d) 计算稳定生产状态下的产能系数。

## 5.2.2 不稳定试井资料解释

### 5.2.2.1 常规试井分析

对双对数压力导数曲线中期出现水平直线段的资料,都要用霍纳法(或 MDH 法)进行分析,计算出有关参数(有效渗透率  $K$ 、表皮系数  $S$ 、目前地层压力  $\bar{p}$ 、边界距离  $L_b$  等)和压力拟合值  $p_{fit}$ ,并以此校正双对数图版曲线拟合分析中的压力拟合值。

### 5.2.2.2 特定曲线分析

对双对数压力导数曲线上出现的特征斜率直线,都要用特定的分析方法进行分析:

a) 对早期出现单位斜率直线的数据,要作  $\Delta p - \Delta t$  的线性图,用其直线斜率计算井筒储集系数  $C$ ,并校正双对数拟合分析计算的  $C$  值;

b) 对早期出现  $1/2$  斜率直线的数据,要作  $\Delta p - \sqrt{\Delta t}$  的线性图,用其直线斜率计算裂缝半长  $L_f$ ;

c) 对早期出现  $1/4$  斜率直线的数据,要作  $\Delta p - \sqrt[3]{\Delta t}$  的线性图,用其直线斜率计算裂缝导流系数  $K_f W_f$ ;

d) 对压降晚期曲线出现上翘的单位斜率直线的数据,要作  $p(t) - t$  的线性图,用其直线斜率计算与井连通的孔隙体积  $V_p$ 、流体储量  $N_1$ 、油储量  $N$ 。

### 5.2.2.3 双对数图版曲线拟合分析

所有试井资料都要用双对数图版曲线拟合法进行分析,通过调整拟合的图版曲线值  $C_D e^{2S}$  和时间拟合值  $t_D / C_D$ ,并用叠加线源解技术拟合边界反映,使其达到最佳拟合,计算出有关参数(有效渗透率  $K$ 、表皮系数  $S$ 、无因次井筒储集系数  $C_D$ 、井筒储集系数  $C$ 、垂直裂缝半长  $L_f$ 、垂直裂缝导流系数  $K_f W_f$ 、储能比  $\omega$ 、窜流系数  $\lambda$ 、边界距离  $L_b$  等)。

## 5.2.3 解释结果检验

若不符合下面三条中的任一条,应调整解释模型,重新计算:

a) 一致性检验:即常规试井解释方法与现代试井解释方法所得的结果应相符,其相对误差应小于 10% (其中表皮系数的允许误差为  $\pm 0.5$ );

b) 无因次霍纳曲线拟合检验:即实测压力的无因次霍纳曲线应当与计算结果产生的无因次霍纳曲线互相拟合;

c) 压力史拟合检验:即实测的压力史曲线应当与根据计算结果产生的压力史曲线互相拟合。

## 6 试井解释报告

### 6.1 试井目的

试井目的按 3.1 执行。

### 6.2 测试概况

6.2.1 测试井、层基础数据见表 1 和表 2。

6.2.2 现场测试情况:包括测试方式、工作制度、测试时间、测试过程中所发生的重大事件等。

### 6.3 试井分析所需的基本参数

6.3.1 高压物性参数见表 7。

6.3.2 油、气井动、静态参数见表 8。

### 6.4 试井资料解释分析及结果

应进行下列分析,并得出结果:

a) 压力、温度梯度曲线分析及结果;

b) 压力史曲线分析及结果;

c) 产能曲线分析及结果;



- d) 早期特定曲线分析及结果;  
 e) 常规试井曲线分析及结果;  
 f) 现代试井曲线分析及结果;  
 g) 拟稳态曲线分析及结果;  
 h) 无因次幂曲线拟合分析及结果;  
 i) 压力史拟合分析及结果。

表 7  $\times\times$  井高压物性分析报告表

取 样 记 录	
层位:	井段: $m$
取样日期: 年 月 日	取样深度: $m$
分析日期: 年 月 日	气油比: $m^3/m^3$
产气量: $m^3/d$	产油量: $m^3/d$
地层压力: $MPa$	地层温度: $^{\circ}C$
上 要 分 析 数 据	
分 析 内 容	备 注
原油体积系数	
气体体积系数	
气体压缩因子	
气体粘度 $mPa \cdot s$	
原油粘度 $mPa \cdot s$	
气体压缩系数 $MPa^{-1}$	
原油压缩系数 $MPa^{-1}$	

表 8  $\times\times$  井动、静态数据表

静 态 数 据		产 量 数 据					
地层有效厚度 $h =$ $m$	工作制度	日产量 $m^3/d$			累计产量 $m^3$		
有效孔隙度 $\phi =$		油	气	水	油	气	水
束缚水饱和度 $S_{w0} =$							
综合压缩系数 $C_t =$ $MPa^{-1}$							
井筒半径 $r_w =$ $m$							

## 6.5 结论和建议

## 6.6 附表

应具有下列附表:

- a) 生产数据表 (见表 3);
- b) 压力、温度梯度数据表 (见表 4);
- c) 压力恢复或压力降落数据表 (见表 9)。

表 9 ××井压力、温度数据表

序号	测压日期 年 月 日	测压时间 h: min: s	累计时间 h	压力 MPa	温度 ℃	备注
1						
2						
3						
4						

## 6.7 附图

应具有下列附图:

- a) 测试井构造井位图 (见图 C1);
- b) 压力、温度梯度图 (即  $p-D$ 、 $T-D$  图, 见图 C2、图 C3);
- c) 流量史图 (即  $q-t$  图, 见图 C4);
- d) 压力史图 (即  $p-t$  图, 见图 C5);
- e) 指数式和二项式产能曲线图 (即  $\lg Ap-\lg q$ 、 $Ap/q-q$  图, 见图 C6、图 C7);
- f) 早期特定分析图 (即  $\Delta p-\Delta t$  图、 $\Delta p-\sqrt{\Delta t}$  图、 $Ap-\sqrt{\Delta t}$  图, 见图 C8、图 C9、图 C10);
- g) 常规试井分析图 (即  $p-\lg \Delta t$  图、 $p-\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  图, 见图 C11、图 C12);
- h) 现代试井分析图 (即  $\lg \Delta p-\lg \Delta t$  图、 $\lg(\Delta p/\Delta t)-\lg \Delta t$  图, 见图 C13);
- i) 拟稳态曲线图 (即  $p_{ws}-t$  图, 见图 C14);
- j) 无因次霍纳曲线拟合图 (即  $p_D-\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  图, 见图 C15);
- k) 压力史拟合图 (即  $p-t$  图, 见图 C16)。

## 试井解释中常用的计算公式

## A1 计算无因次量

## A1.1 无因次压力

$$p_D = \frac{Kh\Delta p}{1.842q\mu B} \quad \cdots\cdots\cdots(A1)$$

## A1.2 无因次时间

$$t_D = \frac{3.6 \times 10^{-3} K \Delta t}{\phi \mu C_v r_w^2} \quad \cdots\cdots\cdots(A2)$$

$$t_{Dx} = \frac{3.6 \times 10^{-3} K \Delta t}{\phi \mu C_v L_f^2} \quad \cdots\cdots\cdots(A3)$$

$$t_D / C_D = \frac{22.62 \times 10^{-3} K h A_f}{\mu C} \quad \cdots\cdots\cdots(A4)$$

## A1.3 无因次井筒储集系数

$$C_D = \frac{C}{2\pi \phi C_v h r_w^2} \quad \cdots\cdots\cdots(A5)$$

## A1.4 无因次半径

$$r_D = \frac{r}{r_w} \quad \cdots\cdots\cdots(A6)$$

## A1.5 无因次裂缝导流能力

$$(K_f W_f)_D = \frac{K_f W_f}{K L_f} \quad \cdots\cdots\cdots(A7)$$

## A2 计算双对数拟合值

## A2.1 时间拟合值

$$t_M = \frac{t_D / C_D}{\Delta t} \quad \cdots\cdots\cdots(A8)$$

$$t_M = \frac{t_{\text{Dxt}}}{\Delta t} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A9})$$

## A2.2 压力拟合值

$$p_M = \frac{p_D}{\Delta p} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A10})$$

## A3 计算产能系数

### A3.1 半对数直线法

$$Kh = \frac{2.12qB\mu}{m} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A11})$$

### A3.2 双对数典型曲线拟合法

$$Kh = \frac{1.842qB\mu p_M}{h} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A12})$$

## A4 计算表皮系数

### A4.1 霍纳法

$$S = 1.151 \left[ \frac{p_{ws}(1h) - p_{wf}}{m} - \lg \frac{K}{\phi \mu C_v r_w^2} - \lg \frac{t_p}{t_v + 1} + 2.1 \right] \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A13})$$

### A4.2 霍纳法

$$S = 1.151 \left[ \frac{p_{ws}(1h) - p_{wf}}{m} - \lg \frac{K}{\phi \mu C_v r_w^2} + 2.1 \right] \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A14})$$

### A4.3 压降法

$$S = 1.151 \left[ \frac{p_i - p_{wf}(1h)}{m} - \lg \frac{K}{\phi \mu C_v r_w^2} + 2.1 \right] \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A15})$$

### A4.4 双对数典型曲线拟合法

$$S = \frac{1}{2} \ln \frac{(C_D e^{2S})_M}{C_D} \quad \cdots \cdots \cdots (\text{A16})$$

## A5 计算井筒储集系数

### A5.1 利用早期单位斜率数据计算

$$C = \frac{qB\Delta t}{24\Delta p} \dots\dots\dots(\text{A17})$$

### A5.2 利用双对数时间拟合值计算

$$C = \frac{22.62 \times 10^{-3} K}{r^2 t_M} \dots\dots\dots(\text{A18})$$

## A6 计算探测半径

$$r_i = 0.12 \sqrt{\frac{K\Delta t}{\phi\mu C_v}} \dots\dots\dots(\text{A19})$$

## A7 计算有效井半径

$$r_{we} = r_w e^{-s} \dots\dots\dots(\text{A20})$$

## A8 计算表皮附加压降

$$\Delta p_s = 0.87ms \dots\dots\dots(\text{A21})$$

## A9 计算边界距离

### A9.1 利用半对数直线法计算

$$L_b = 0.045 \sqrt{\frac{K\Delta t_s}{\phi\mu C_v}} \dots\dots\dots(\text{A22})$$

### A9.2 利用双对数拟合法计算

$$L_b = 0.5 \sqrt{C_D (r_D^2 / C_D)_M} \dots\dots\dots(\text{A23})$$

## A10 计算地质储量

### A10.1 压降法

$$N = \frac{4.167 \times 10^{-4} qS_c}{\beta C_v} \dots\dots\dots(\text{A24})$$

**A10.2 物质平衡法**

$$N = \frac{N_p B_o}{B_{oi} C_t \Delta \rho} \dots\dots\dots (A25)$$

**A11 计算与井筒连通的孔隙体积**

$$V_v = \frac{4.167 \times 10^{-2} q B}{\beta C_t} \dots\dots\dots (A26)$$

**A12 计算泄油面积**

$$A = \frac{4.167 \times 10^{-2} q B}{\beta C_t B \phi h} \dots\dots\dots (A27)$$

**A13 计算形状因子**

$$C_A = 5.456 \frac{m}{\beta} \exp \left[ \frac{2.303(p_{ik} - p_{im})}{m} \right] \dots\dots\dots (A28)$$

**A14 计算垂直裂缝长度**

**A14.1 利用早期特征曲线计算**

$$L_f = \frac{0.196 q b}{m_{UL} h} \sqrt{\frac{\mu}{K \phi C_t}} \dots\dots\dots (A29)$$

**A14.2 利用双对数拟合值计算**

$$L_f = \sqrt{\frac{3.6 \times 10^{-3} K}{\mu \phi C_t M}} \dots\dots\dots (A30)$$

**A15 计算垂直裂缝导流系数**

**A15.1 利用早期特征曲线计算**

$$K_f W_f = \frac{1.105}{\sqrt{\phi \mu C_t K}} \left( \frac{\epsilon \mu B}{h m_{im}} \right)^2 \dots\dots\dots (A31)$$

**A15.2 利用双对数拟合参数计算**

$$K_f W_f = K L_f [(K_f W_f)_D]_M \dots\dots\dots (A32)$$

符 号

表 B1 符 号

名 称	符 号	单 位	单位名称
泄油区面积	$A$	$\text{km}^2$	平方千米
体积系数, 地层油体积系数, 原始原油体积系数	$B, B_o, B_{oi}$	1	
井筒储集系数	$C$	$\text{m}^3/\text{MPa}$	立方米每兆帕
形状因子	$C_A$	1	—
无因次井筒储集系数	$C_D$	1	—
典型曲线拟合值	$(C_D e^{2S})_M$	1	—
综合压缩系数	$C_1$	$\text{MPa}^{-1}$	每兆帕
深度	$D$	m	米
地层有效厚度	$h$	m	米
地层有效渗透率	$K$	$10^{-3}\mu\text{m}^2$	毫立方微米
垂直裂缝渗透率	$K_f$	$10^{-3}\mu\text{m}^2$	毫立方微米
无因次裂缝导流能力	$(K_f W_f)_D$	1	—
边界距离	$L_b$	m	米
垂直裂缝长度	$L_f$	m	米
半对数直线斜率	$m$	$\text{MPa}/\text{cycle}$	兆帕每对数周期
$\Delta p \sim \sqrt{\Delta t}$ 直线斜率	$m_{\text{bl}}$	$\text{MPa}/\text{h}$	兆帕每小时
$\Delta p \sim \sqrt[3]{\Delta t}$ 直线斜率	$m_{\text{LF}}$	$\text{MPa}/\text{h}$	兆帕每小时
原油地质储量	$N$	$10^4\text{m}^3$	万立方米
累计产油量	$N_p$	$10^4\text{m}^3$	万立方米
压力	$p$	$\text{MPa}$	兆帕
目前地层压力	$\bar{p}$	$\text{MPa}$	兆帕
压力差	$\Delta p$	$\text{MPa}$	兆帕
半对数产线 1h 处压力	$p_{1\text{h}}$	$\text{MPa}$	兆帕
无因次压力	$p_D$	1	—
拟稳态直线截距	$p_{\text{DR}}$	$\text{MPa}$	兆帕
压力拟合值	$p_M$	$\text{MPa}^{-1}$	每兆帕
表皮附加压力差	$\Delta p_s$	$\text{MPa}$	兆帕

表 B1(完)

名 称	符 号	单 位	单位名称
井底流动压力	$p_{wf}$	MPa	兆帕
井底恢复压力	$p_{ws}$	MPa	兆帕
压力差导致	$\Delta p'$	MPa/h	兆帕每小时
产量	$q$	$m^3/d$	立方米每天
径向距离	$r$	m	米
无因次半径	$r_D$	—	—
探测半径	$r_E$	m	米
井筒半径	$r_w$	m	米
有效井筒半径	$r_{we}$	m	米
表皮系数	$S$	—	—
含油饱和度	$S_o$	—	小数
束缚水饱和度	$S_{wi}$	—	小数
时间	$t$	h	小时
关井时间	$\Delta t$	h	小时
地层温度	$T$	℃	摄氏度
径向流开始的时间	$t_b$	h	小时
边界出现的时间	$\Delta t_b$	h	小时
以 $r_w$ 定义的无因次时间	$t_D$	—	—
以 $L$ 定义的无因次时间	$t_{Dx}$	—	—
时间拟合值	$t_M$	$h^{-1}$	每小时
生产时间	$t_p$	h	小时
拟稳态出现的时间	$t_{ss}$	h	小时
流动达到稳定的时间	$t_{s-1}$	h	小时
孔隙体积	$V_p$	$m^3$	立方米
垂直裂缝宽度	$W_f$	m	米
拟稳态直线斜率	$B$	MPa/h	兆帕每小时
地层孔隙度	$\phi$	—	小数
地下原油粘度	$\mu$	mPa·s	毫帕秒
窜流系数	$z$	—	—
储能比	$\omega$	—	—



# 试井解释报告中的典型图例

C1 测试井构造井位图见图 C1。

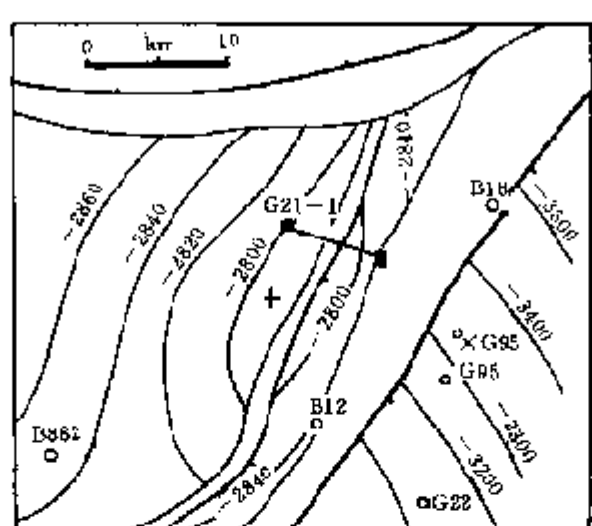


图 C1 ×× 井构造井位图

C2 压力、温度梯度图 (即  $p-D$ 、 $T-D$  图) 见图 C2、图 C3。

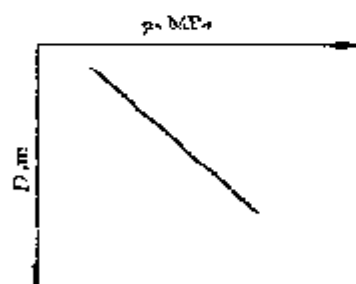


图 C2 压力梯度曲线

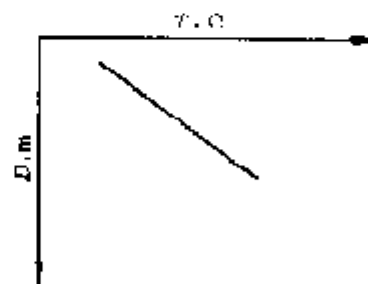


图 C3 温度梯度曲线

C3 流量史图 (即  $q-t$  图) 见图 C4。



图 C4 流量史曲线

C4 压力史图 (即  $p-t$  图) 见图 C5.

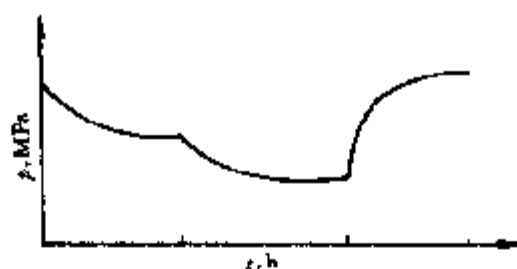


图 C5 压力史曲线

C5 指数式和二项式产能曲线图 (即  $\lg \Delta p - \lg q$ ,  $\Delta p/q - q$  图) 见图 C6, 图 C7.

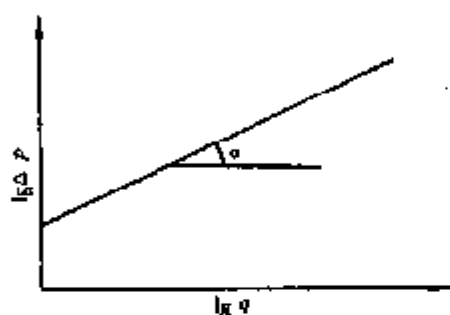


图 C6 指数式特征曲线

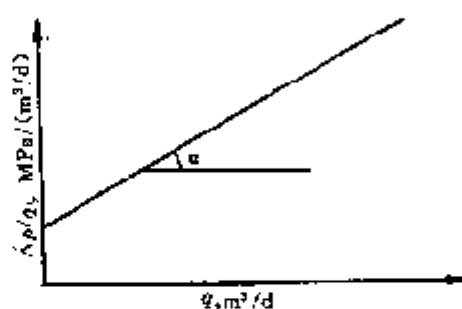


图 C7 二项式特征曲线

C6 早期特定分析图 (即  $\Delta p - \Delta t$  图,  $\Delta p - \sqrt{\Delta t}$  图,  $\Delta p - \sqrt[3]{\Delta t}$  图) 见图 C8, 图 C9, 图 C10.

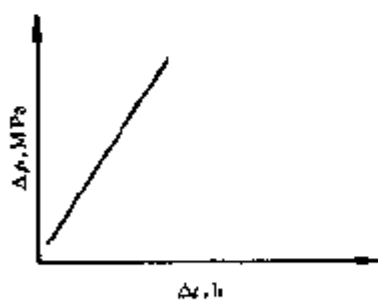


图 C8 早期特征分析曲线 (1)

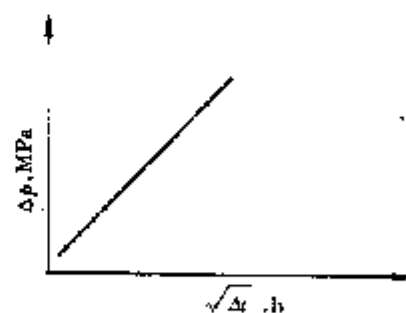


图 C9 早期特征分析曲线 (2)

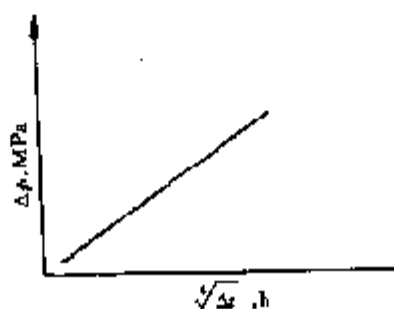


图 C10 早期特征分析曲线 (3)

C7 常规试井分析图 (即  $p-t$  图,  $p-\lg \frac{t-r}{\Delta t}$  图) 见图 C11、图 C12。

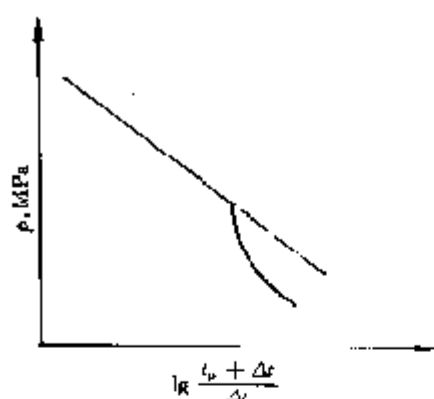


图 C11 霍纳曲线

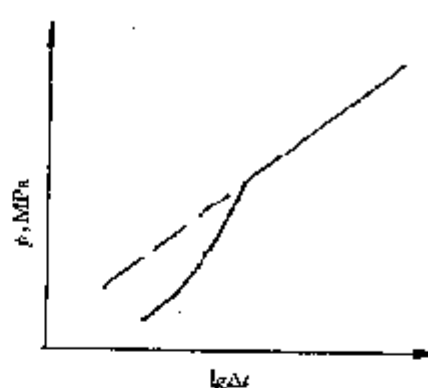


图 C12 MDH 曲线

C8 现代试井分析图 (即  $\lg \Delta p-\lg \Delta t$  图,  $\lg(\Delta p'/\Delta t)-\lg \Delta t$  图) 见图 C13。

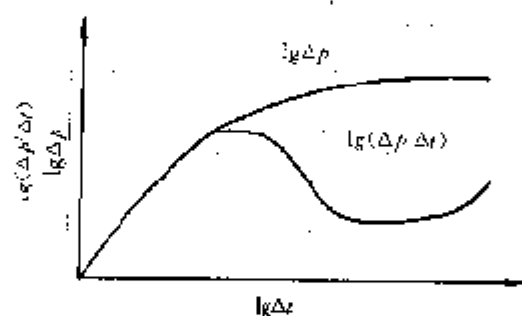


图 C13 双对数及导数曲线

C9 拟稳态曲线图 (即  $p_{wf}-t$  图) 见图 C14。

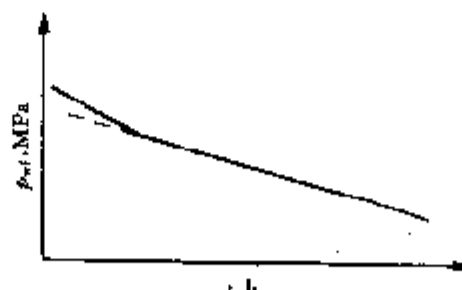


图 C14 拟稳态曲线

C10 无因次霍纳曲线拟合图 (即  $p_D-\lg \frac{t-r}{\Delta t}$  图) 见图 C15。

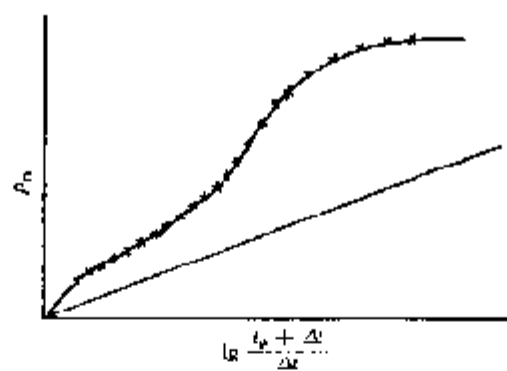


图 C15 无因次霍纳拟合图

C11 压力史拟合图（即  $p-t$  图）见图 C16。

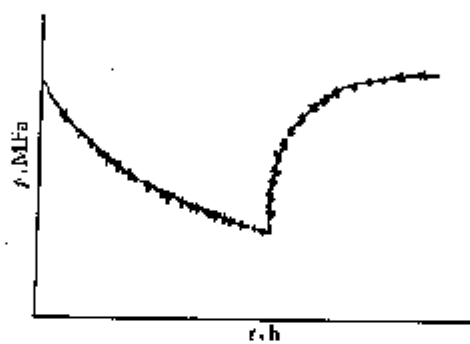


图 C16 压力史拟合图