



3RG

2009



3RG

2009



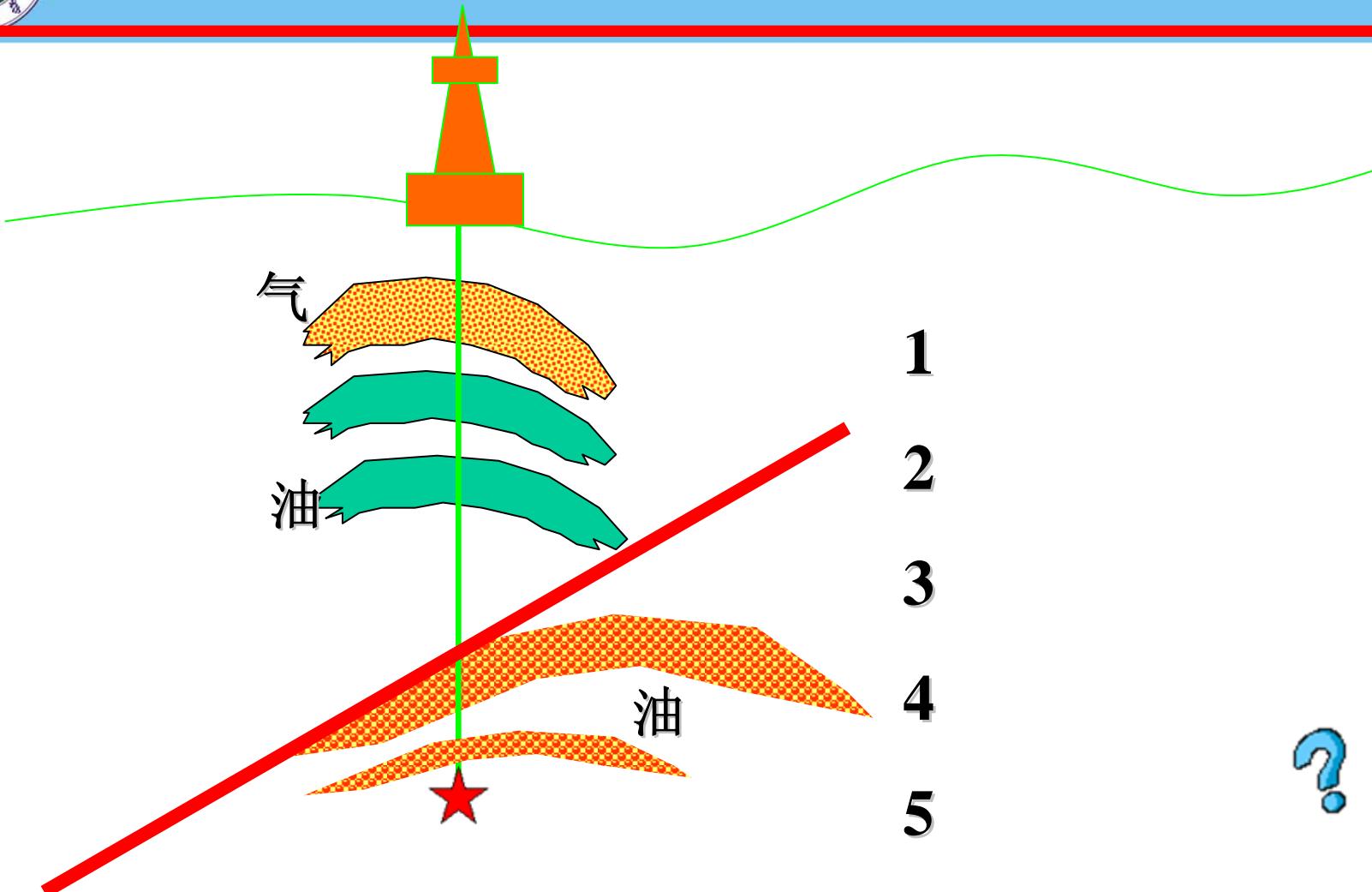
3RG

2009



## 油田地區的地質構造







3RG

2009



3RG

2009



# 第一节 压力监测





3RG

2009

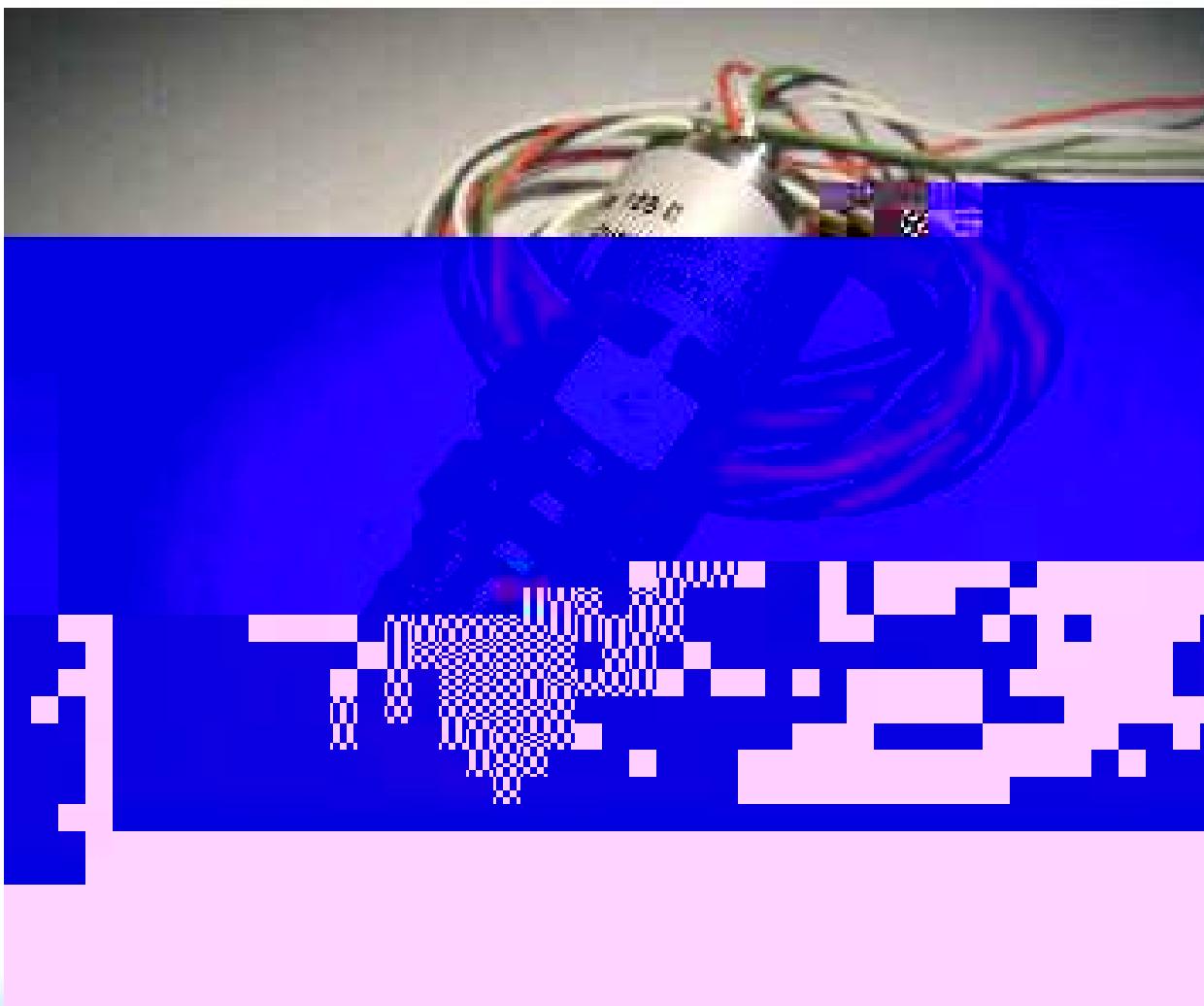


**1**



3RG

2009



3RG

2009



2

3



## 1. 油层压力的保持水平

油层在生产过程中消耗了一定的水能量，可供油层压回回升。所以油层在生产过程中消耗了一定的水能量，可供油层压回回升。所以

油层压力保持的水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

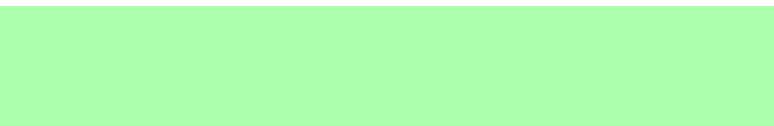
油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前

油层压力的保持水平，直接反映了注采两方面的平衡状态和目前油层水驱油的能量状况。目前



## 2. 单井及井组剖面压力监测结果分析

单井压力分析是分析油井生产动态的主要内容之一，同时它也是区块、乃至全油田动态分析的基础。地层中的流体正是在地层压力与井底流动压力这个生产压差作用下流入井筒或行，掌握地下 喷出地表，并决定着地层中储量的动用状况和油井的生产能力。由此可见，分析与油井产量、含水与时间的变化情况，与油井工作制度的变化、各种生产措施（包括周围油井、注水井）的实施等进行综合对比分析，随时掌握油层压力及其生产状况。在多层合采油井中，还必须及时掌握各分层的压力状况，即掌握单井压力剖面特征，帮助我们认识和分析采平衡关系，并指导油田开发调整。



(1) 分析油层地质特征。各区块的油层地质特征不同，反映在等压图上的特征也不同。

在弹性水压驱动油田内，渗透性好、采油多的区域压力较低，采油少的区域压力较高；渗透率线族：岩性和连通性较好的油层，等压线的分布常常是均匀的，连续不断的，且多形成平行线族；高压带和连通性较差的油层，等压线的分布常常是不均匀的，连接不断的，且多形成平行线族；高压带变化大的油层等压图上会出现许多眼睛状的小圈，存在高渗透的透镜体时，等压线会向高压带弯曲；高渗透带与低渗透带接触时，从山麓低丘带、丘陵地带附近，断层西侧变化很大。如布律规律差别很大，有的根本连不过去，有不渗透边界存在的地区，等压线梯度很大，且明显；当油井取水时，油井附近的等压线受到油水井影响，油井等压线很密，且级数大，油水井附近的等压线也很密，且级数大。



(2) 求区块平均地层压力。在由各单井压力数据所作的油层等压图上，各局部区域压力点分布较均匀规则的开发区块，计算其平均压力可用算术平均法，即

$$(3-2)$$

$$\bar{p}_k = \frac{p_{k1} + p_{k2}}{2}$$

式中  $\bar{p}_k$ ——均匀布点区的油层平均压力；

$p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kn}$ ——各井点的油层压力；

$n$ ——测压井点数

$$p_s = \frac{\frac{1}{2}(p_1 + p_2) \cdot S_{1-2} + \frac{1}{2}(p_2 + p_3) \cdot S_{2-3} + \dots + \frac{1}{2}(p_{n-1} + p_n) \cdot S_{n-(n+1)}}{S_{1-2} + S_{2-3} + \dots + S_{n-(n+1)}}$$

(3-4)

等压线间面积；  $S_{1-2}, S_{2-3}, \dots, S_{n-(n+1)}$ ——两相邻压力厚度乘积等值线间或相邻  
 $p_1, p_2, \dots, p_{n+1}$ ——各等压线的压力数值。



根据油层的平均压力，可以指导弹性驱动或溶解气驱动油田采取合理的采油速度，防止油层加厚。

消耗的能量的平衡状况，并有效地进行注采平衡调整，使油层压力保持平衡，保证油田长期稳产。油层的平均压力，也是分析和计算油田其他开发指标的一个很重要的参数。

油层的平均压力是评价油层开发效果、评价油层储量及预测油层未来产量的一个重要参数。

油层的平均压力，对油层的生产速度是一条重要的控制线，它能有效地指导油层的注采平衡，从而保证油层的长期稳产。

基础上，就可指导我们进行合理的注采方案调整。





对注水开发的非均质多油层油田，为了了解注水井每个层段或小层吸水状况，需要用生产测井方法测注水井的吸水剖面。吸水剖面反映油层在注水时的吸水量。常用放射性同位素载体法进行测量。

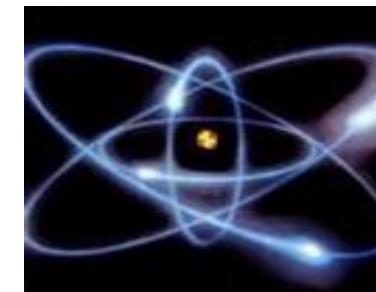


活 性 炭  
载 体



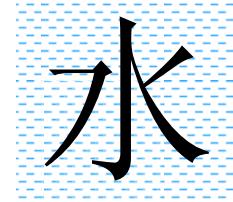
活化悬浮液

ž



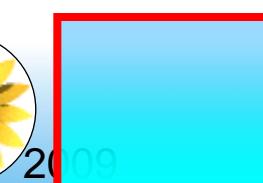
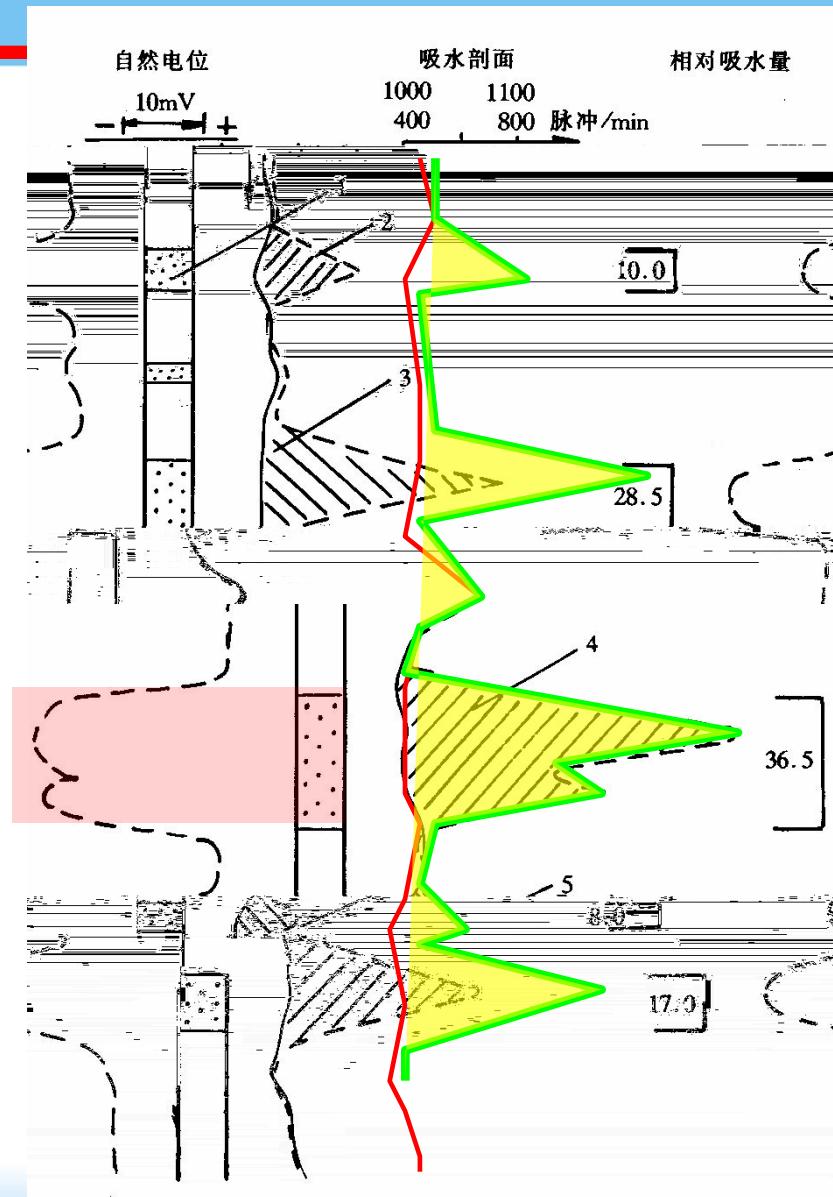
放射性  
同位素

ž



水

放射性同位素滤积在井壁上，与吸水量成正比





(1) 了解油层吸水状况，分析层间差异，提出改善措施。吸水剖面资料明确指出了注水

的小井中的吸水层位、各层的吸水能力和油层的吸水程度。各油层的相对束缚对吸水量

十 吸水层位和各层的吸水能力与小井的注水强度成正比。吸水层位



$\times 100\%$

$= \frac{\text{吸水层数}}{\text{总井数}} \times 100\%$

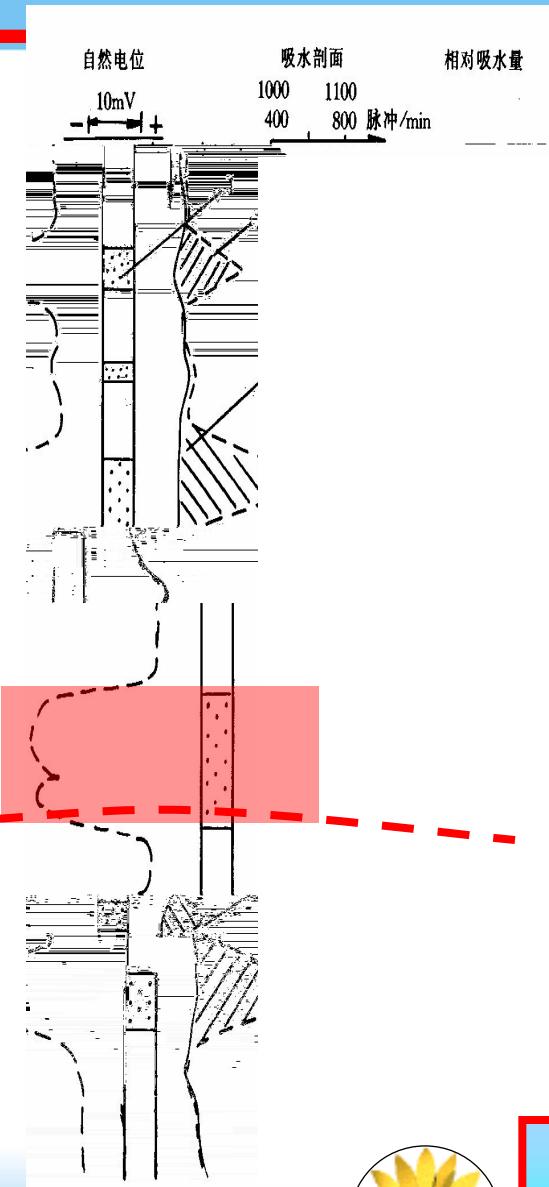
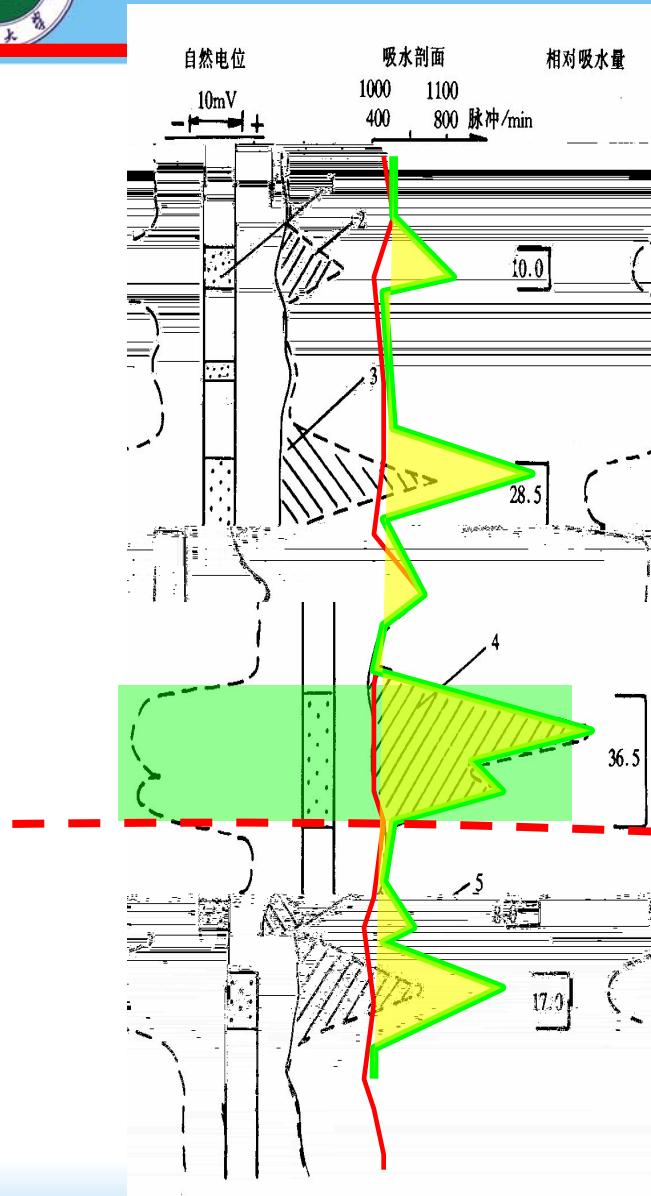
表 3-1 中原油田 1991 年吸水剖面测量成果表

层数 %	厚度 %	单位	测井数 口	注水		吸水		吸水百分数	
				层数	厚度 m	层数	厚度 m	层数	厚度 m
39.9	49.2	采油一厂	76	918	1895.9	366	934.3		
48.2	50.5	采油二厂	180	1739	4674.8	823	2263.0		
采油三厂	73	1186	2783.4	455	1262.4	384	45.4		
采油四厂	40	120	810.9	153	386.0	36.2	47.7		
采油五厂	59	906	1899.8	337	858.6	37.2	45.2		
采油六厂	22	254	935.0	124	521.3	46.8	56.5		
3.8	2.267	6126.5	41.9	48.5	全油田	447	5413	12.63	



3RG

2009





C

\_\_\_\_\_

C

\_\_\_\_\_

C

\_\_\_\_\_

C

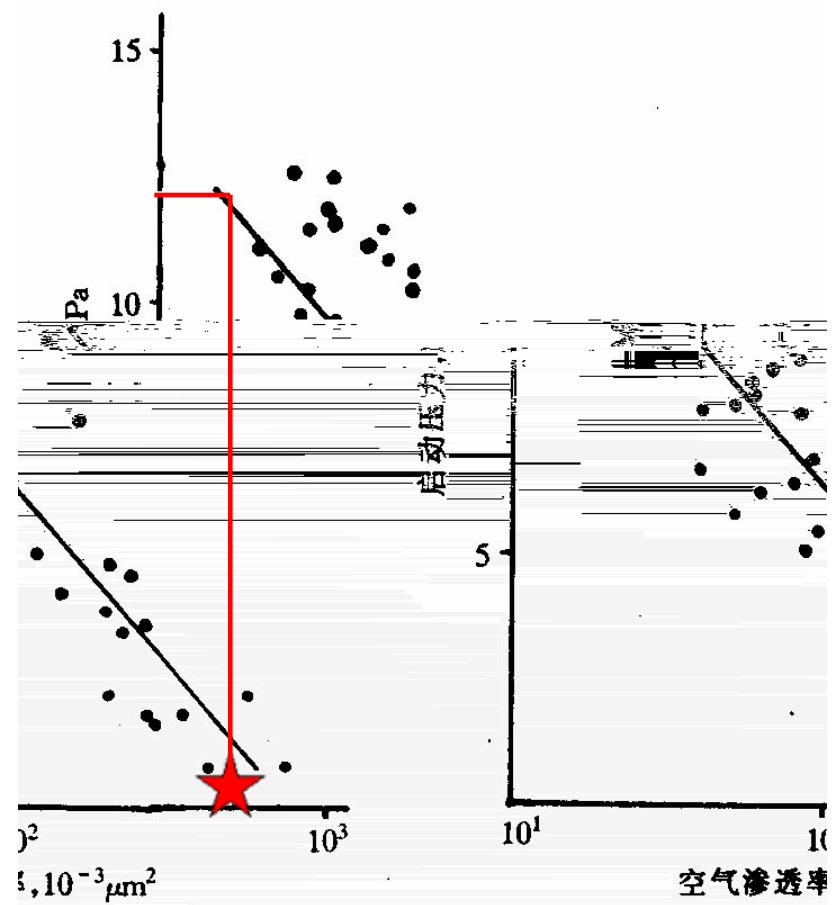
\_\_\_\_\_





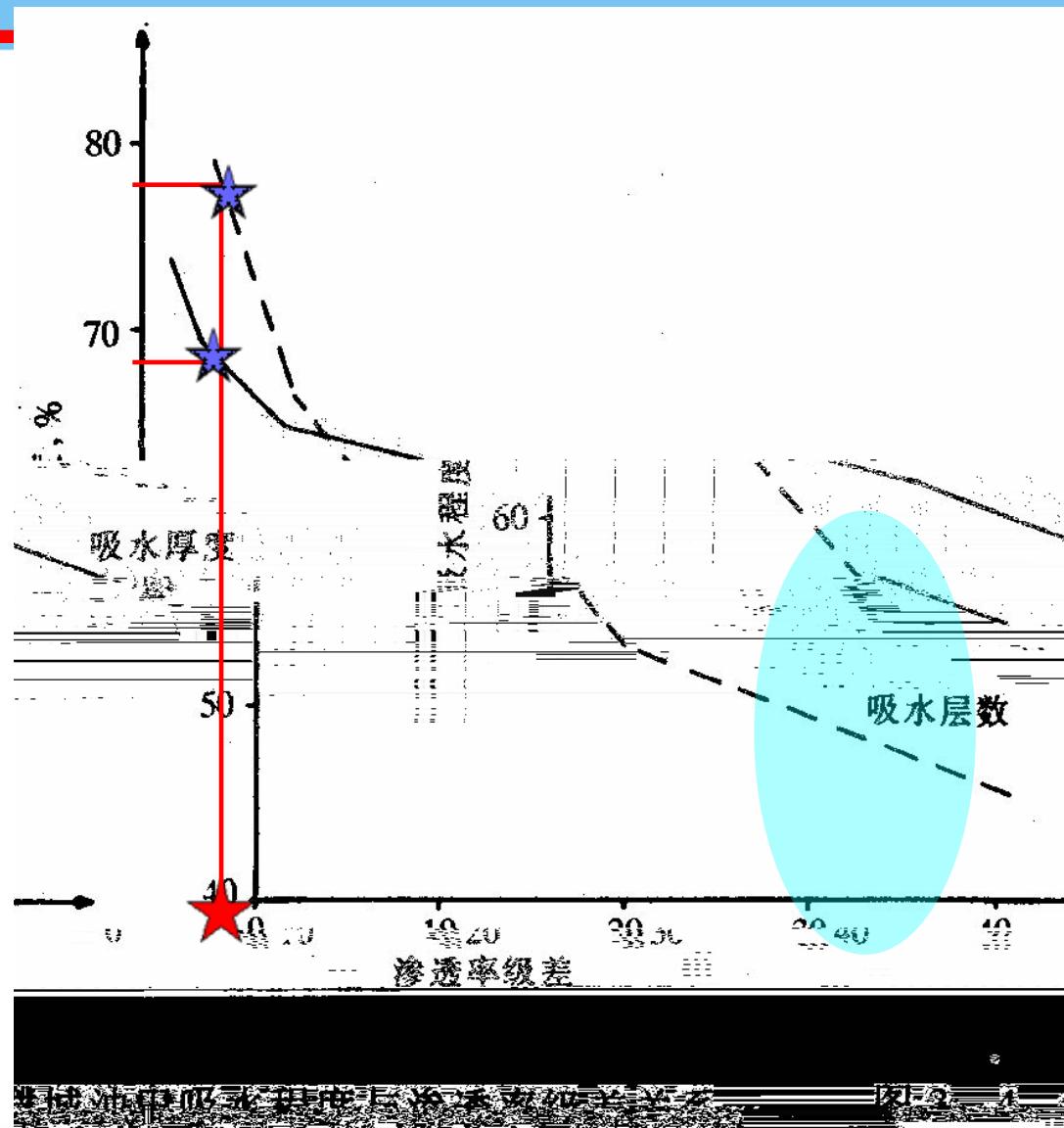
3RG

2009



压力与渗透率关系 图 3-3 潼城油田启动







# 注水压力和注采井距







3RG

2009





3RG

2009



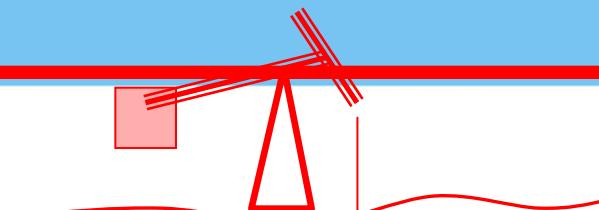
- 
- 
- 
-



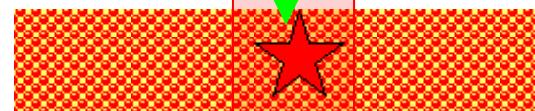
(1) 找水流量计法。用流量计和含水率计组合使用，用电缆将仪器下到预定测点，测量

注产波量和含水率，通常也称为留倾并找水测法。该种测试适用于测水三相流的当





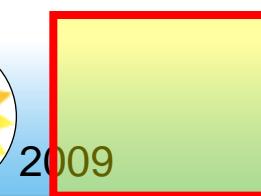
=



-

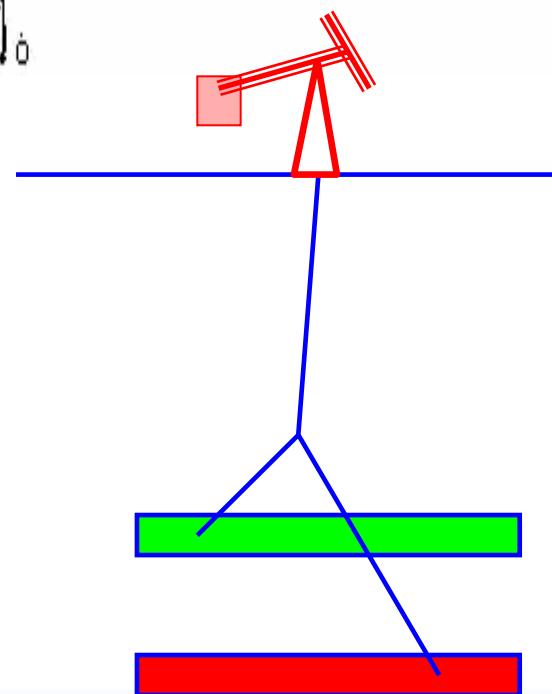


3RG



2009

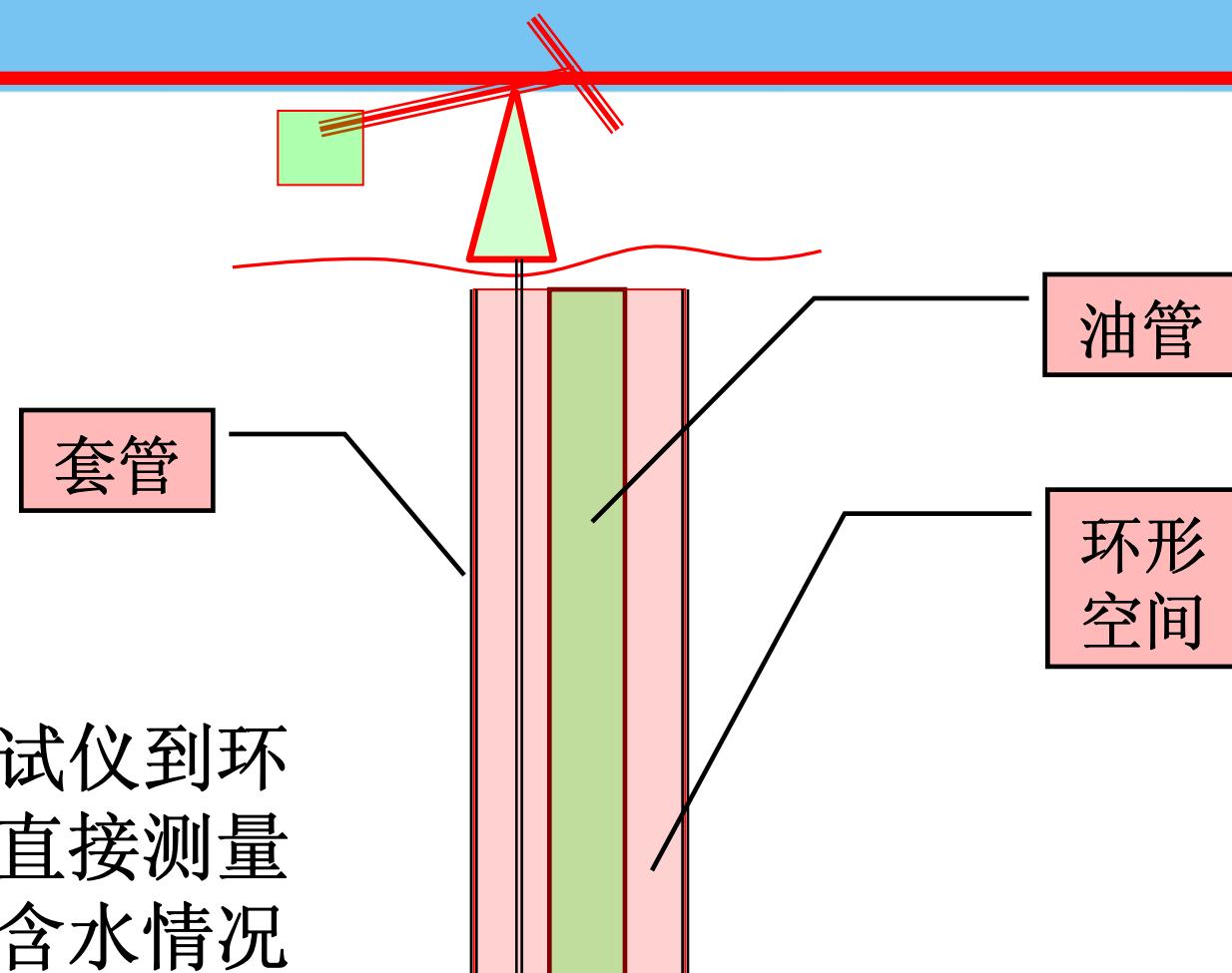
(2) 分平共管井测试方法：这是一种适合于测单孔以下分层地层的孔隙度、含水量和地层压力的高精度测试方法。根据管柱的不同，可以分为中心式和偏心式两种，各自的测试特点也不尽相同。





(3) 环空测试法。在抽油井正常生产情况下，从油套管环形空间起下专用的小直径测试

仪器，在套管内测出油层的孔隙度与含水率，从而计算出油层的吸水指数，进而推算出油层的吸水能力，从而确定油层的吸水系数和吸水量，从而推算出油层的吸水能力，从而确定油层的吸水系数和吸水量。



下入测试仪到环  
形空间直接测量  
流量和含水情况

油层





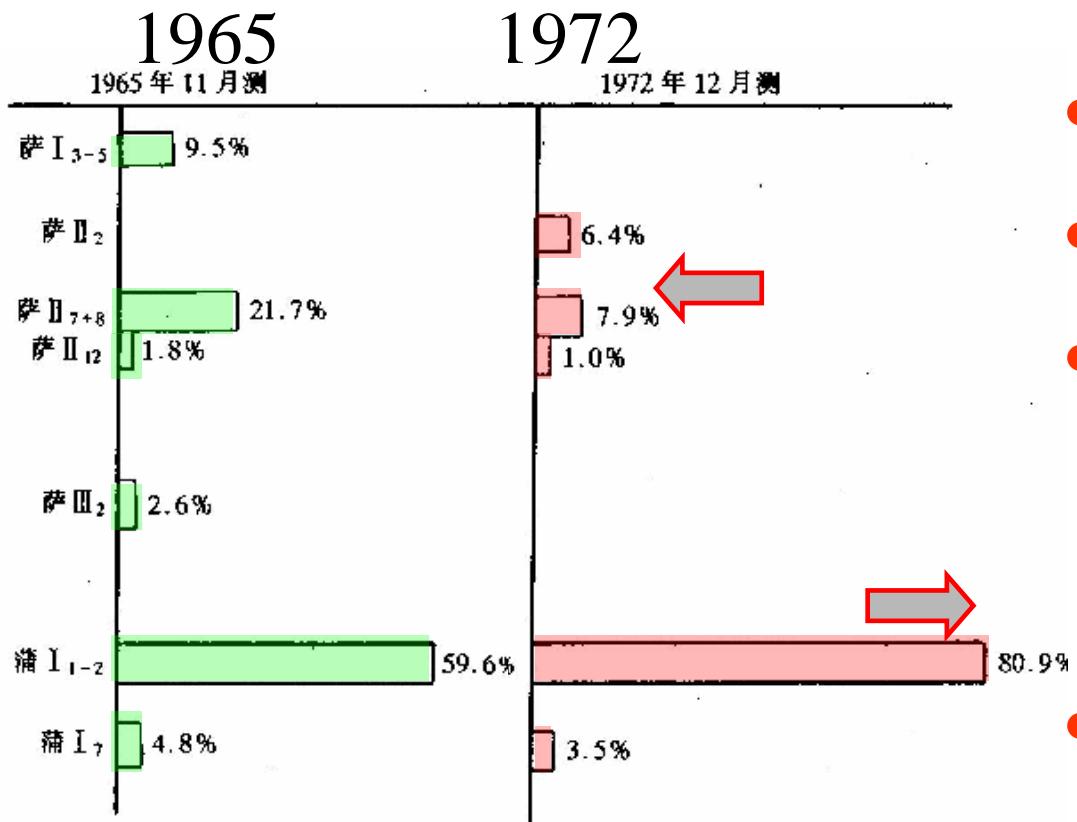
3RG

2009



表 3-4 漢 65 井产液剖面成果

层位	射孔层数 个	射孔厚度 m	产液量 m <sup>3</sup> /d	产油量 m <sup>3</sup> /d	产水量 m <sup>3</sup> /d	含水 %	流压 MPa
油水同层下2	8	8.6	0	0	0	0	1.2
油水同层下4	6	10.5	0	0	0	0	2.5
53-5	4	15.5	5.72	19.48	7.22	39.23	36.93
53-5	3	6	104.17	7.17	97.0	93.1	30.8 沙二
下5 <sup>b</sup>	1	2.4	20.21	20.21	0	31.20	沙二





%

&

(

)

%

&



1

fp/2

表 3-5 墙心滴水试验级别标准

滴水级别	水滴渗入状况	滴水次数	水滴渗入状况
完好 1级	水滴未冲破土工膜或塑料膜	2次	滴水后24h内无明显空鼓
缺状 2级	滴水后24h内渗漏或留水痕	4次	滴水后24h内水满量

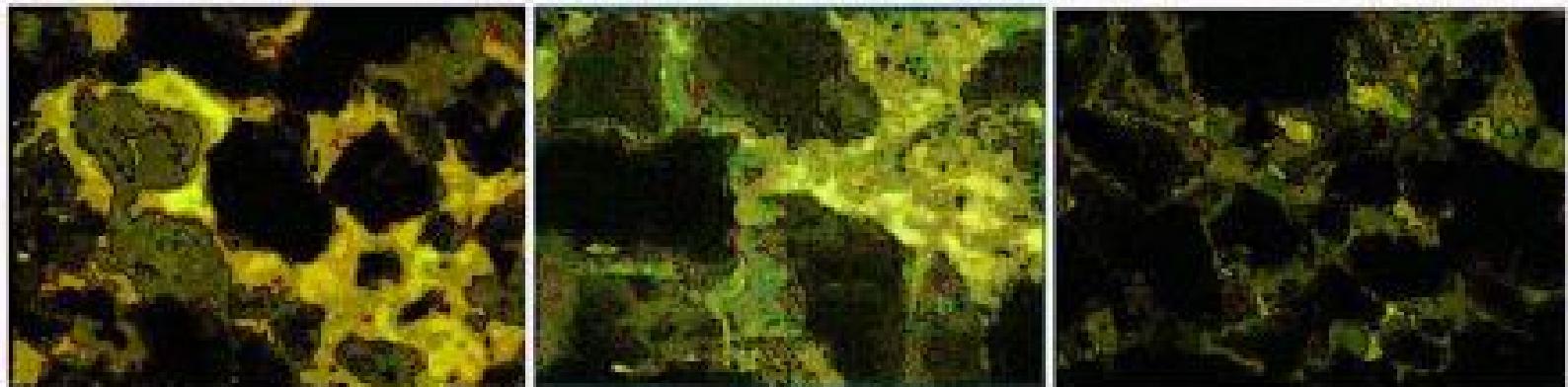




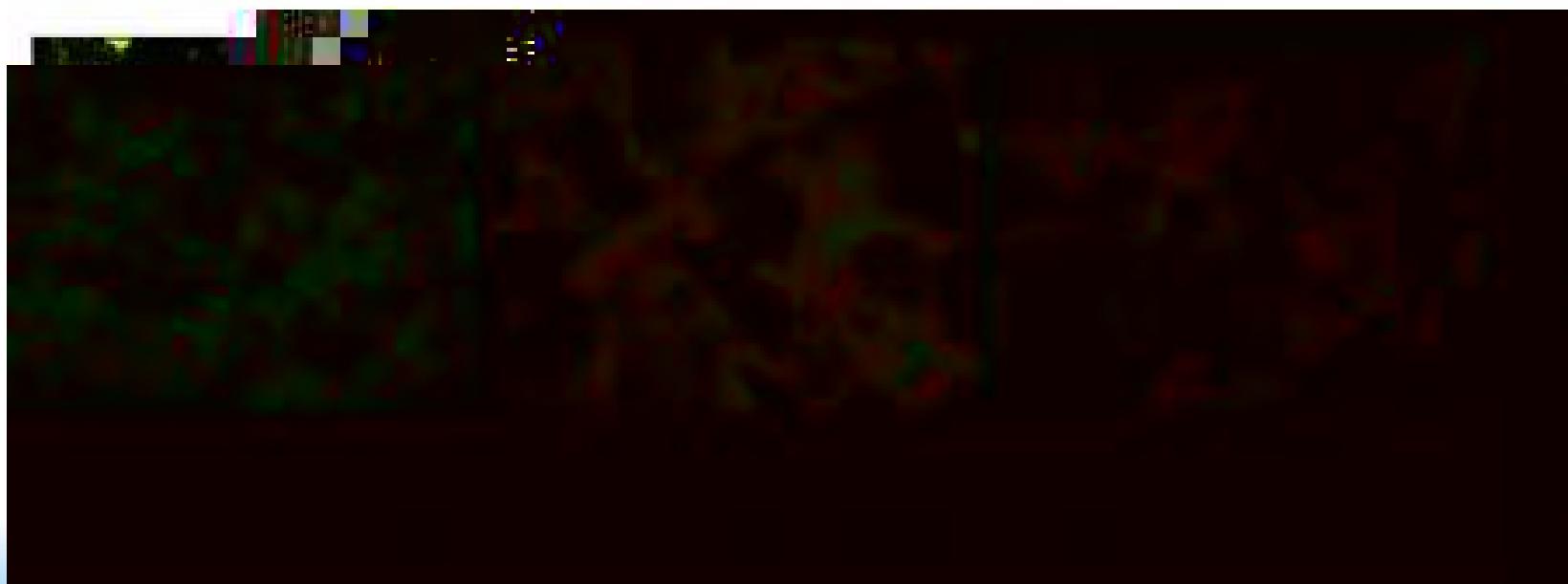
(2)

表 3-6 潼城油田油层水淹程度判断标准

水淹级别 <small>(级别)</small>	滴水 试验	污手 试验	颜色及含油水特征					氯化盐 含量	与原始饱 和度差值	目前驱 油效率
	<small>目片</small>		<small>染手</small>	<small>深</small>	<small>含油</small>	<small>颗粒</small>	<small>渗出</small>	<small>油味强</small>		
未水淹	3~4	染手	深	含油	颗粒	渗出	油味强	<5		
弱水淹	2~3	性强	深	饱满	表面	油珠		大	5~30	<35
中水淹	1~2		浅		不干净		油味淡	小	30~45	35~
强水淹	1	不染	浅	不饱满	干净	水珠	无味	>45		>5



图七：不同储层性质的荧光图像

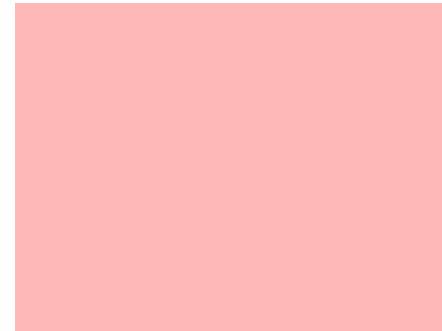




(3)

表 3-7 不同水淹层段氯化盐含量变化

分段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	厚度
深度, m	1.5	0.2	3.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	水淹
程度	未淹	弱淹	弱淹	弱淹	中淹	强淹	强淹	强淹	强淹	氯化
盐含量	1.5	0.2	3.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	水淹时降低





#### (4) 含油饱和度的变化

$$R_e = \frac{S_{oi} - S_o}{S_{oi}} \times 100\%$$

式中  $R_e$  —— 目前驱油效率, % ;

$S_{oi}$  —— 原始含油饱和度, % ;

$S_o$  —— 目前含油饱和度, % 。

0&)1 ..

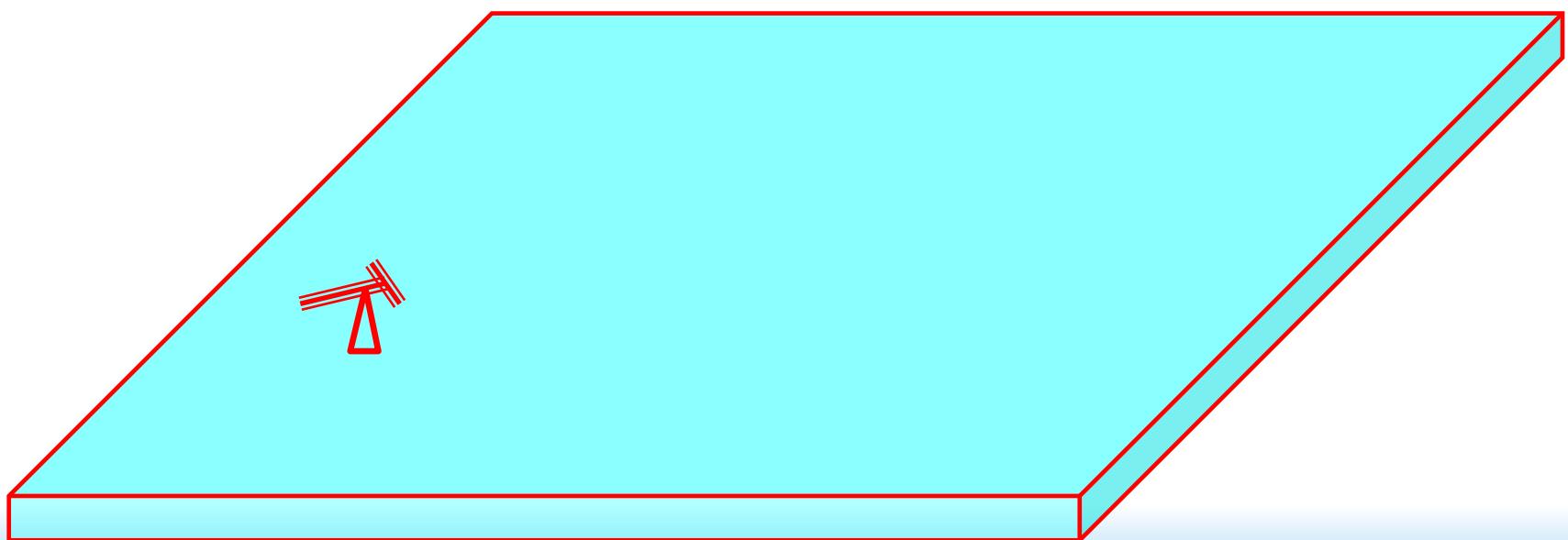
&) ( )1 ..

2( )1 ..



二、用示踪剂示踪注入水的水流方向和运动速度，是一种较为简便、实用而有效的方法。在某注水井的注入水中加入某种指示剂，在见水油井中检测这种指示剂，就可根据油井与水井的方位关系，确定注入水的水流方向。根据油、水井之间的距离和从投入指示剂到检测到指示剂的时间，可推算注入水的推进速度，并以此检测结果可以绘制出研究目的层的水流方向图，直观反映地下注入水的运动规律。近此年来，示踪剂注定量解释油层中含油饱和度的理论图，直观反映地下注入水的运动规律。近此年来，示踪剂注定量解释油层中含油饱和度的理论图，直观反映地下注入水的运动规律。





3RG

2009



# 数值模拟法研究目前和预测未来油层水淹状况

根据目前的勘探条件和油层水淹情况，用数值模拟法不仅可预测油层目前水淹状况，也可模拟出未来不同开发时间某油层的水淹变化特征。对油水运动与分布动态作出预测。

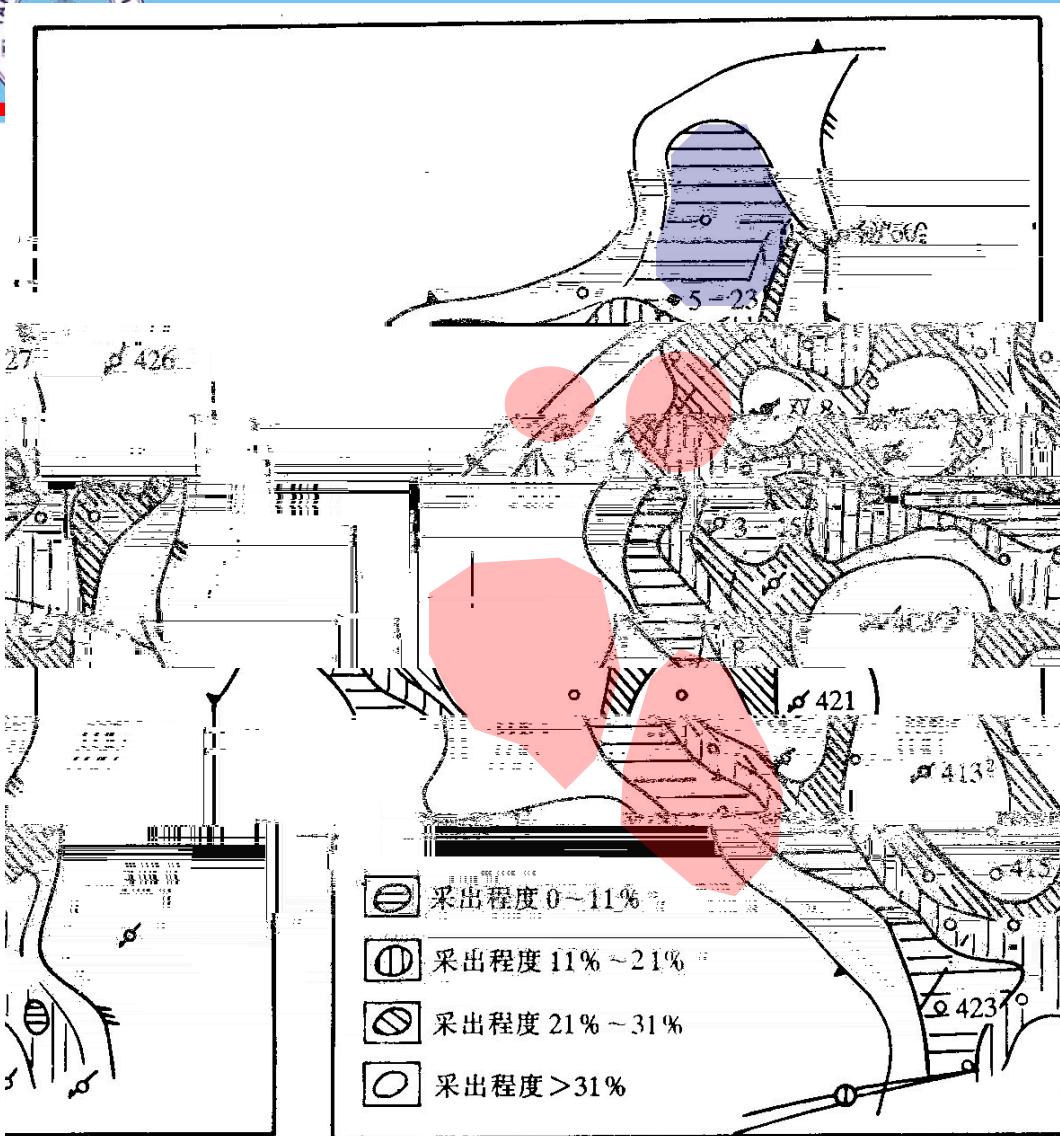
图3-6为双河油田核三段IV<sub>1</sub>油层分小层水淹状况模拟结果。结果表明：测表3-9和图程度不同，同一小层在不同地区水淹程度相差较大。同时存在强、中、弱水淹。不同小层的水淹程度水淹区在平面上交错出现。在注水强度大的地区多为强水淹区，在井网不连通区，且注水强度低的地方多为弱水淹区，目前地下油水的分布是较为复杂的。

完善或注水加强

表3-9 分小层不同水淹程度统计表（据俞启泰，1989年）

水淹程度 层位	弱水淹		中水淹		强水淹	
	面积	%	面积	%	面积	%
IV <sub>1</sub>	1.29	17.5	3.34	45.3	2.74	37.2
IV <sub>1</sub> <sup>2</sup>	0.83	14.2	2.82	48.5	2.17	37.3
IV <sub>2</sub> <sup>2</sup>	10.76	17.0	2.07	46.4	1.63	13
IV <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.31	18.1	0.87	50.0	0.56	3

注：表中弱水淹指采出程度小于11%，中水淹11%~20%，强水淹大于21%。



31%

10%

模拟结果

图 3-6 双河油田北块某油层采出程度  
(据俞启泰, 1989 年)

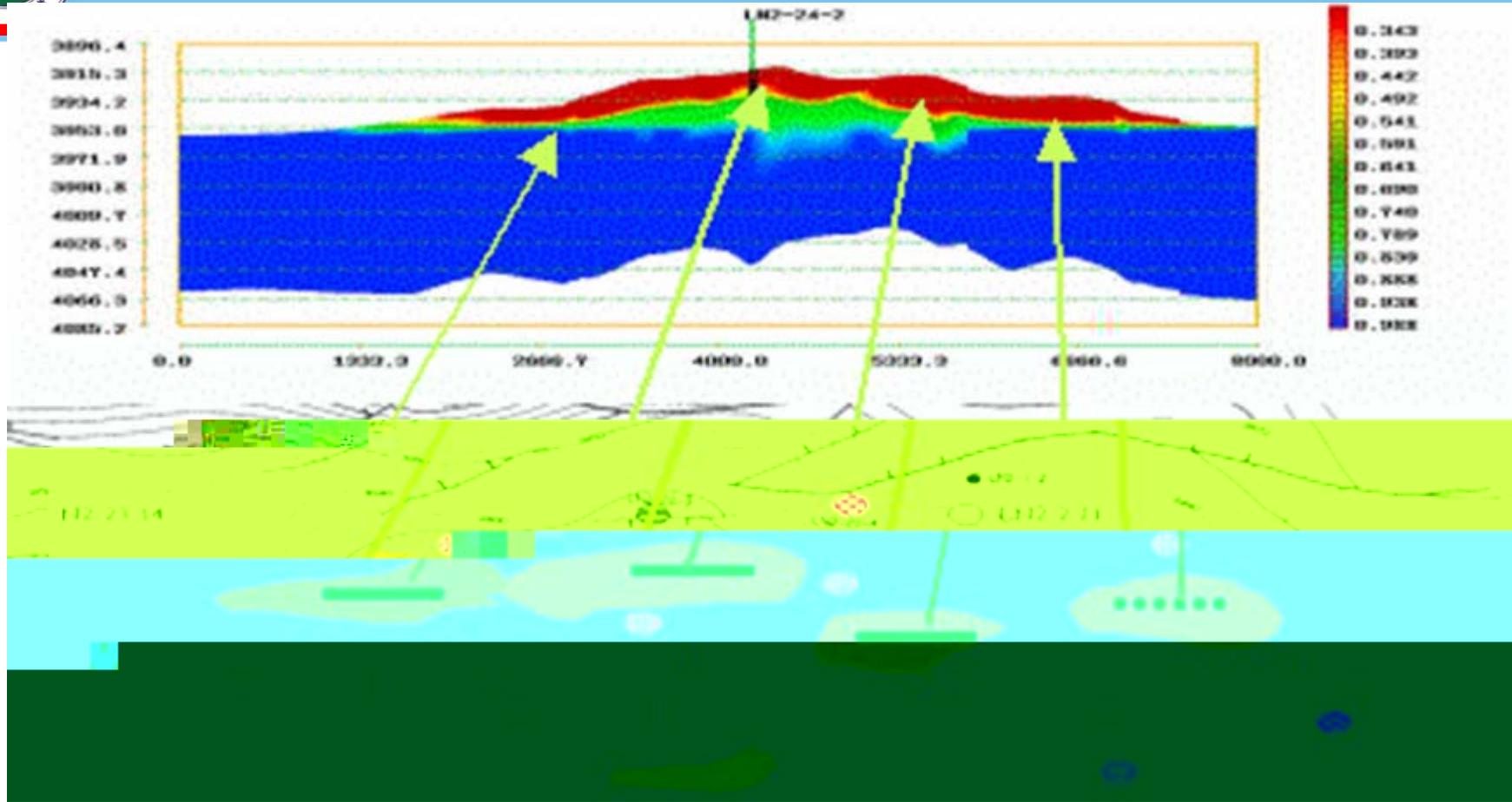


图 1 LN2 井区 TIII 油组水平井调整部署图



## 5. 开发地震监测注水前缘

近年来，运用地震方法来监测注水前缘运动的研究已取得重要进展。King, D. et al.





## 1 油层水淹的一般规律



平面运动规律主要受油层平面非均质性和注采井网的控制。对大量油层的水淹特征进行分析，其一般的水淹规律可归纳如下：

好，多形成剩余油富集区。如

(1) 井网控制不住的地区，水驱控制程度差，油层动用不

“泄印区”：远离注水井的出水点，注采井网中的非主流区，注水二线地区中间井排水线之外的竹节带。

一些地区由于水驱中控弱，且形成剩余油，如注水井网中的非主流区，注水二线地区中间井排水线之外的竹节带。

富集。



区

(2) 带状砂体的主体带部位层厚，渗透率也大，往往是注入水流先推进和强水滲

而砂体的边缘、边角、尖灭段往往是水流不畅和余油富集区。

带大

(3) 断层附近油层动用不好，存在“滞留区”，裂缝左右时，注入水沿裂缝水窜

量的原油仍饱含在孔隙或微裂缝中采不出来而形成“滞留区”。

在片八东地区

注入水控制强，剩余油低，油层重且分散八东地区剩余油层重且分散

(4) 油层重且分

油层重且分

造中的正向构造

如小高点、小阜状凸起、小构造等地等名，为水淹程度

(5) 油层重且分

五色白构造

如小沟槽、小凹地等多为水淹程度较高的地区

低的剩余油分布区

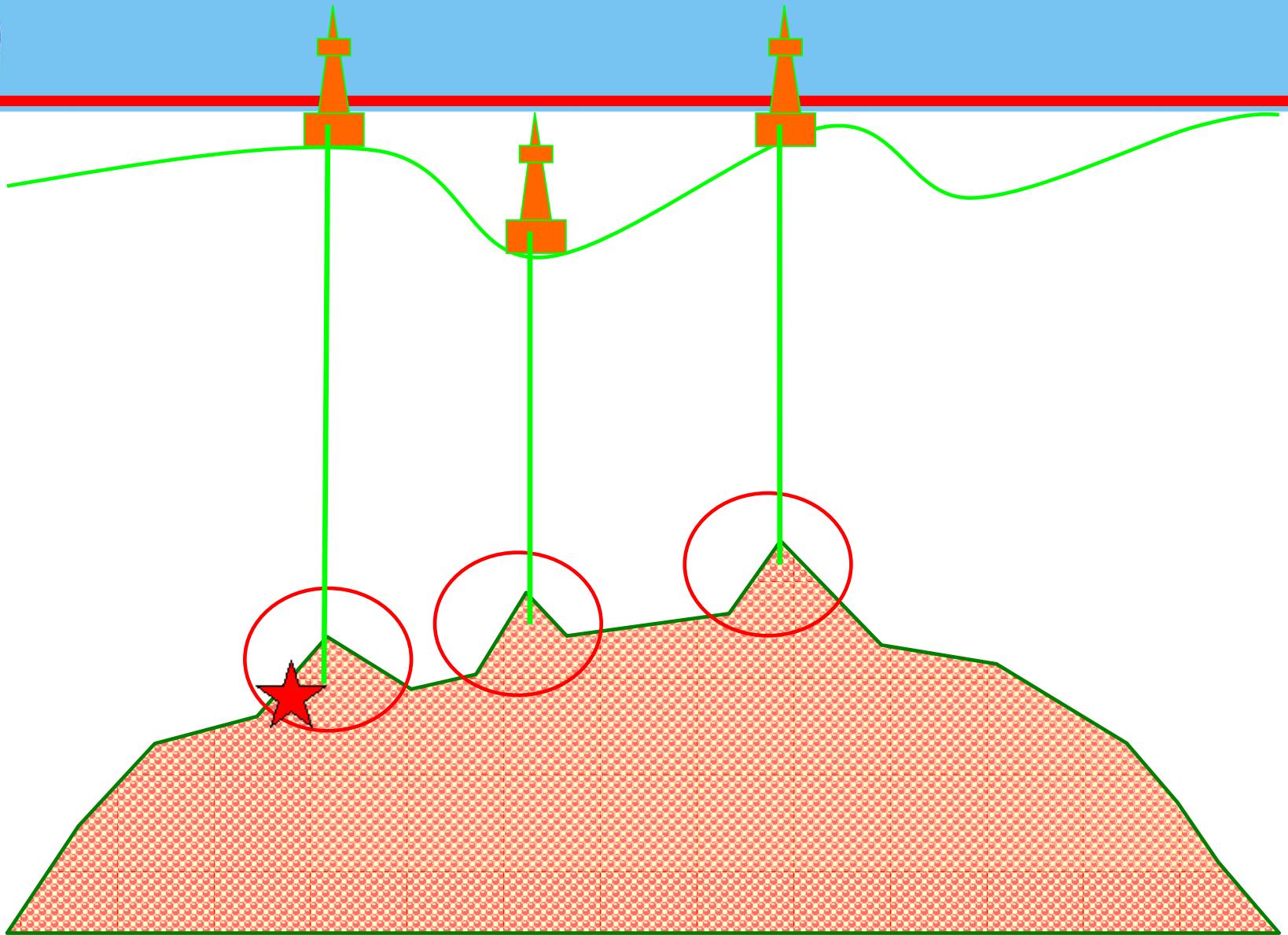


## 2. 运用监测结果指导油田调整挖潜

— 对油水井动态认识进行监测的作用 — 舟山炼油厂在单油层压注水采油，剩余油分布均匀，

— 采光风井且油层进行调整挖潜的主要依据：其调整挖潜的基本目的即增加注水油井数和





3RG

2009