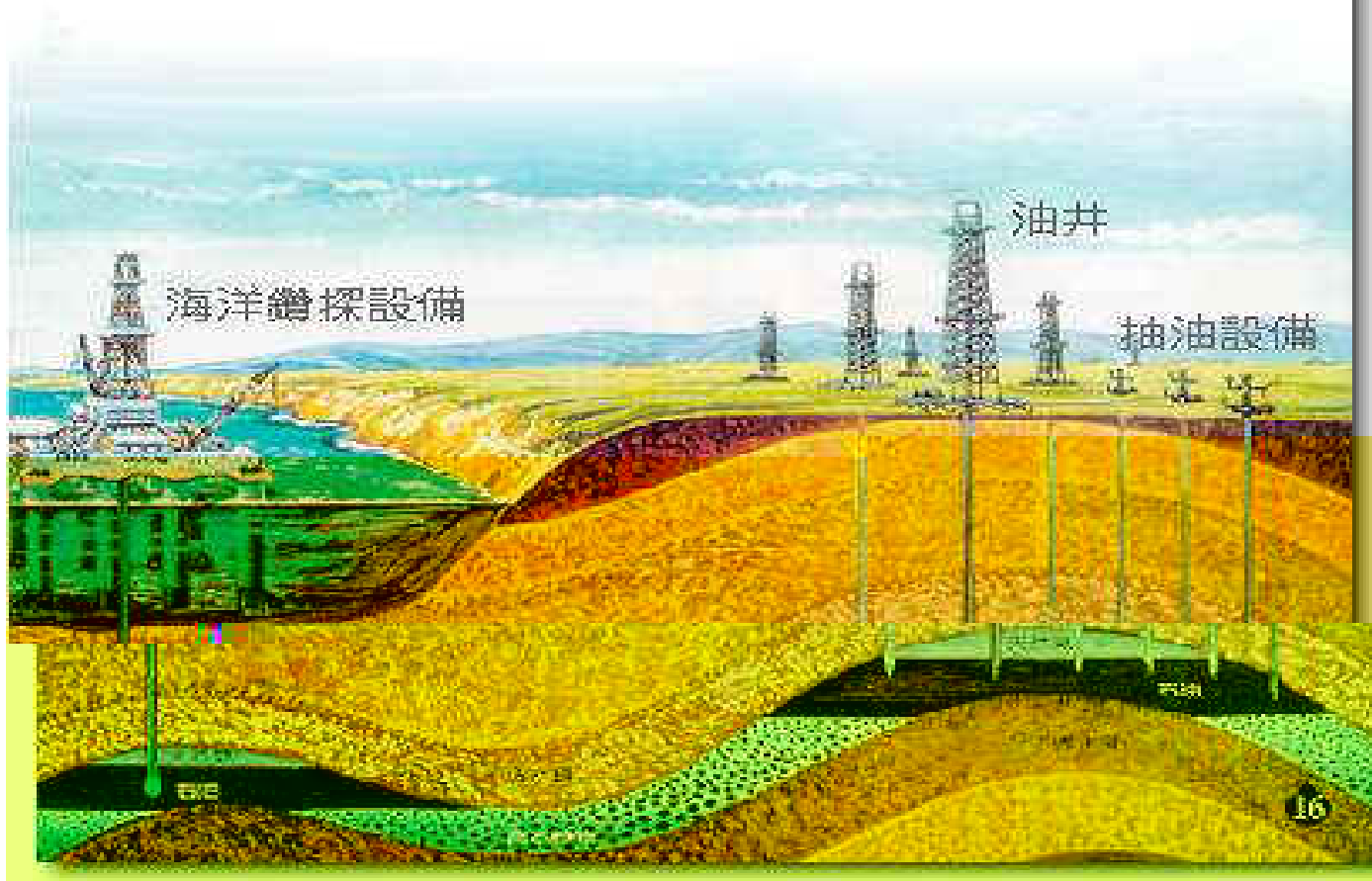


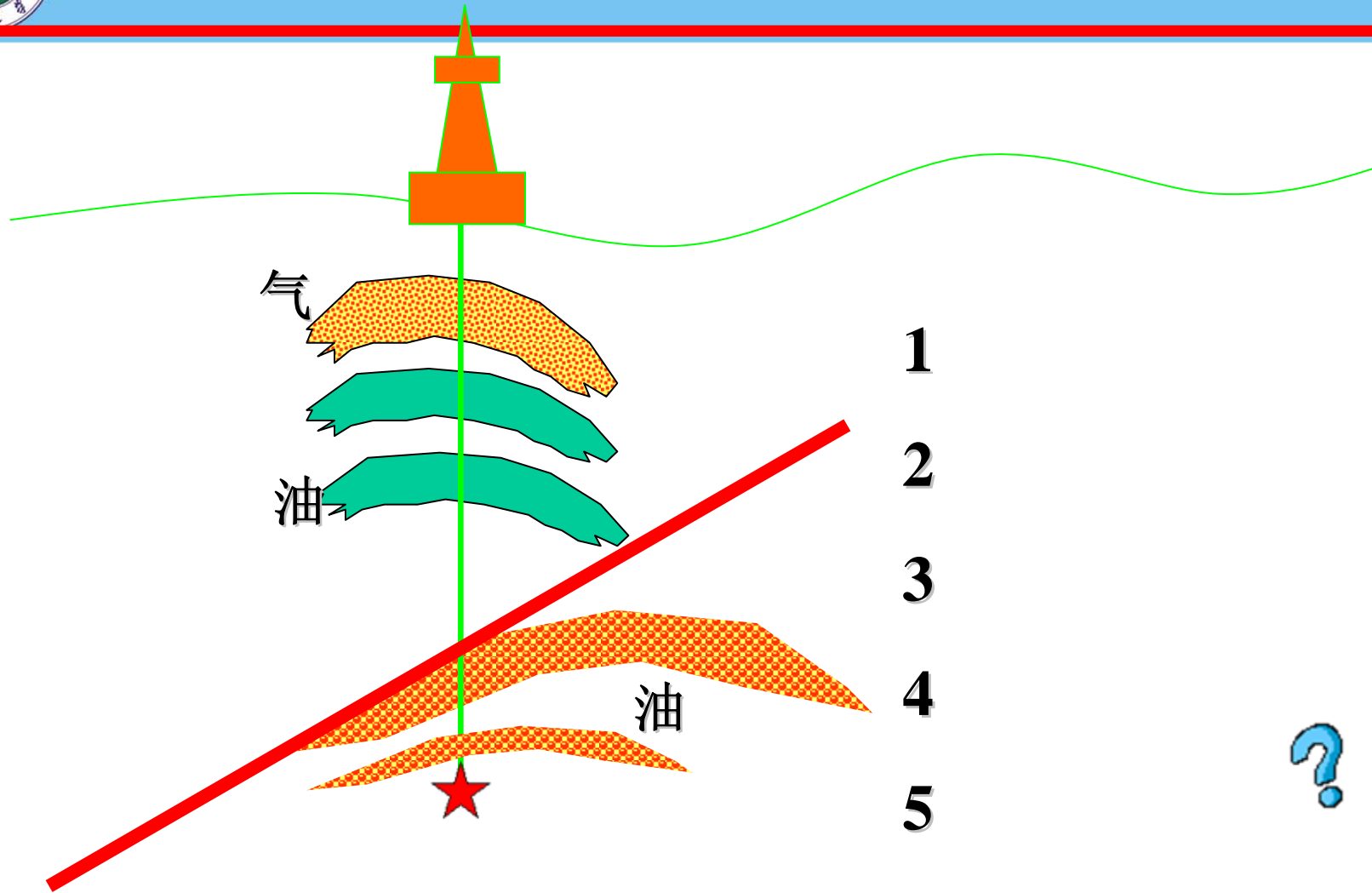






油田地區的地質構造











第一节 压力监测

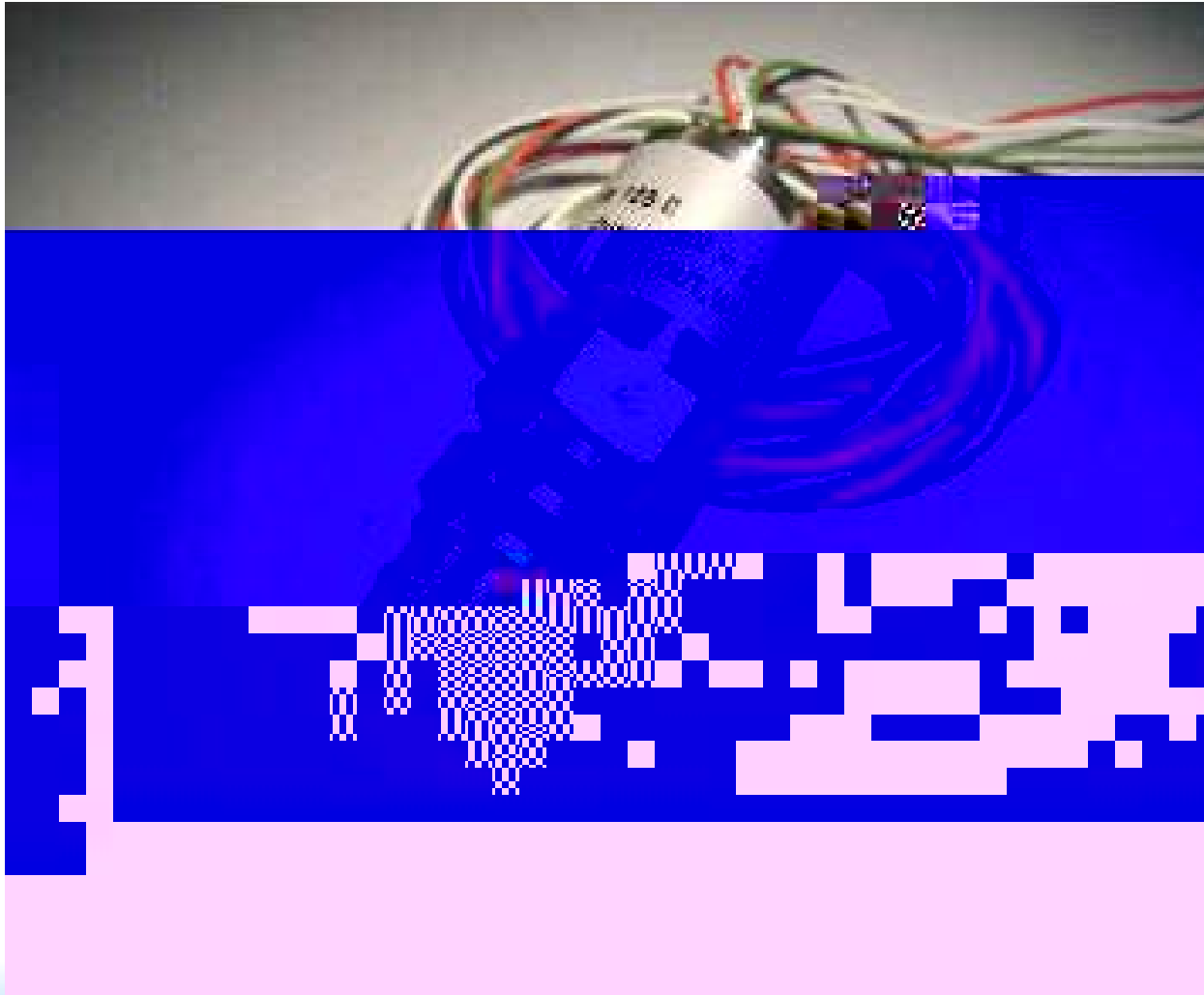






1







2

3



1. 油层压力的保持水平

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

破裂压力，则会产生新的裂缝或使原微裂缝进一步开闭，也可能使油水连接带附近水驱油

力的保持水平。应考虑多种因素，防止产生油套管损坏变形等问题。实际上，油层压

油层压力保持在原始压力附近



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，分析油层压力的变化，并掌握油层压力与油井产量、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各分层的产能状况、储量动用情况。对已注水开发的油藏，还可以分析注采层位对应关系，掌握采平衡关系，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

性差、采油少的区域压力较高。等压线的分布常常是均匀的、连续不断的，且多形成平

行线状。在渗透性差的油层，等压线的分布常常是均匀的、连续不断的，且多形成平

行线状。在渗透性差的油层，等压线的分布常常是均匀的、连续不断的，且多形成平

变化很大。如分布规律差别很大，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，说明在采油井附近存在低渗透带。在采油井附近，等压线很密，说明在采油井附近

油水界面附近有低渗透带存在。



(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，各局部区域压力测试测点井三分井是错开排列的，为了了解某区块油层的总体压力水平，需要取该区块内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

$$\bar{p}_k = \frac{1}{n} (p_{k1} + p_{k2} + \dots + p_{kn}) \quad (3-3)$$

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。

而一般多用面积均衡法计算平均压力，即

$$\bar{p}_s = \frac{\frac{1}{2}(p_1 + p_2) \cdot S_{1-2} + \frac{1}{2}(p_2 + p_3) \cdot S_{2-3} + \dots + \frac{1}{2}(p_n + p_{n+1}) \cdot S_{n-(n+1)}}{S_{1-2} + S_{2-3} + \dots + S_{n-(n+1)}} \quad (3-4)$$

式中 \bar{p}_s ——非均匀布点区面积均衡法所求平均油层压力；

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，可以按已弹性驱动或溶解气驱油田采取合理的采油速度，防止油

层过早衰竭，防止采油速度过快，造成油层过早衰竭，影响油田的长期稳产。

所消耗的能量平衡状况，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 液
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，是油层压力的平均值，它反映了油层压力的总体水平，是油层压力的重要指标。

油层的平均压力，是油层压力的平均值，它反映了油层压力的总体水平，是油层压力的重要指标。

油层的平均压力，是油层压力的平均值，它反映了油层压力的总体水平，是油层压力的重要指标。

油层的平均压力，是油层压力的平均值，它反映了油层压力的总体水平，是油层压力的重要指标。

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。



活化悬浮液



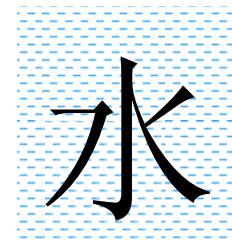
活性炭
载体

Ž



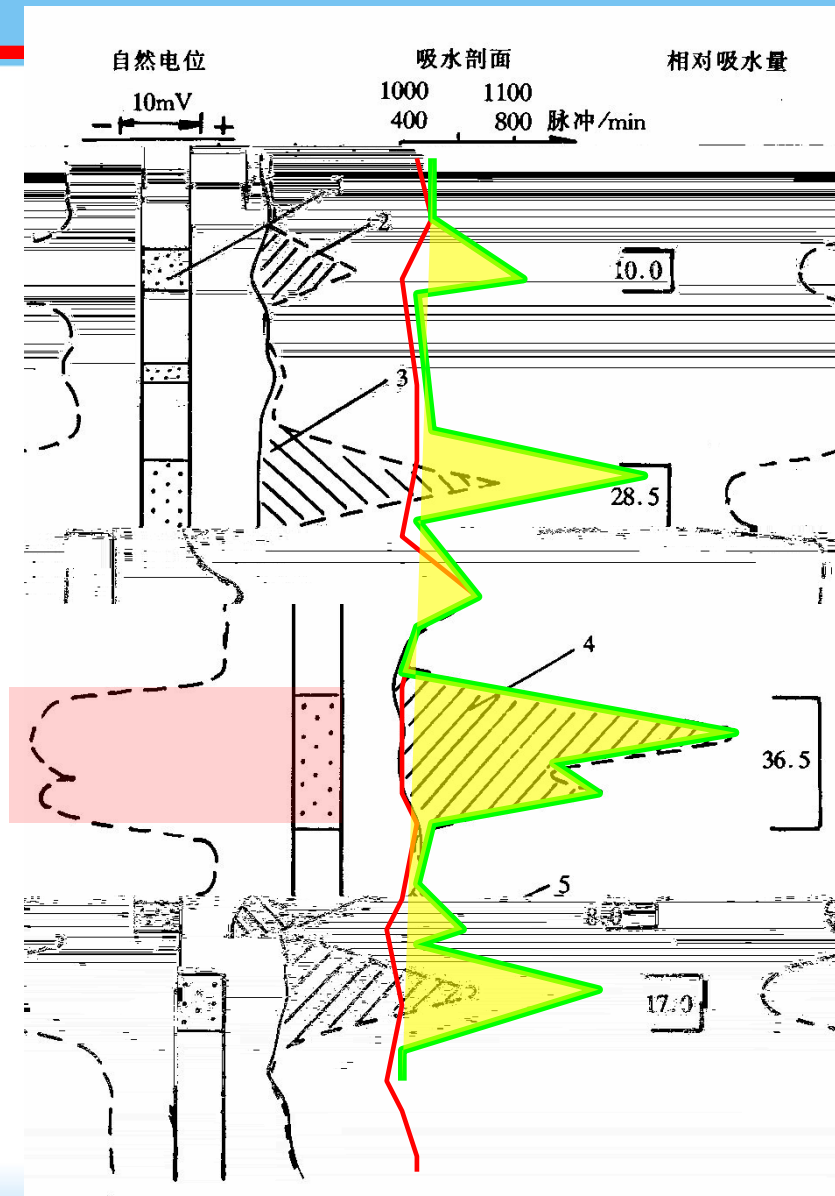
放射性
同位素

Ž



水

放射性同位素滤积在井壁上，与吸水量成正比



自然伽马曲线(基线)

同位素曲线
渗透层，吸水量大





(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

的大小 井中的吸水层位 各层的吸水能力以及油层的吸水程度 各油层的相对或绝对吸水量

十 吸水剖面二山了言吸水 下吸水层位和各层的吸水能力大小及层间差异 吸水剖面地



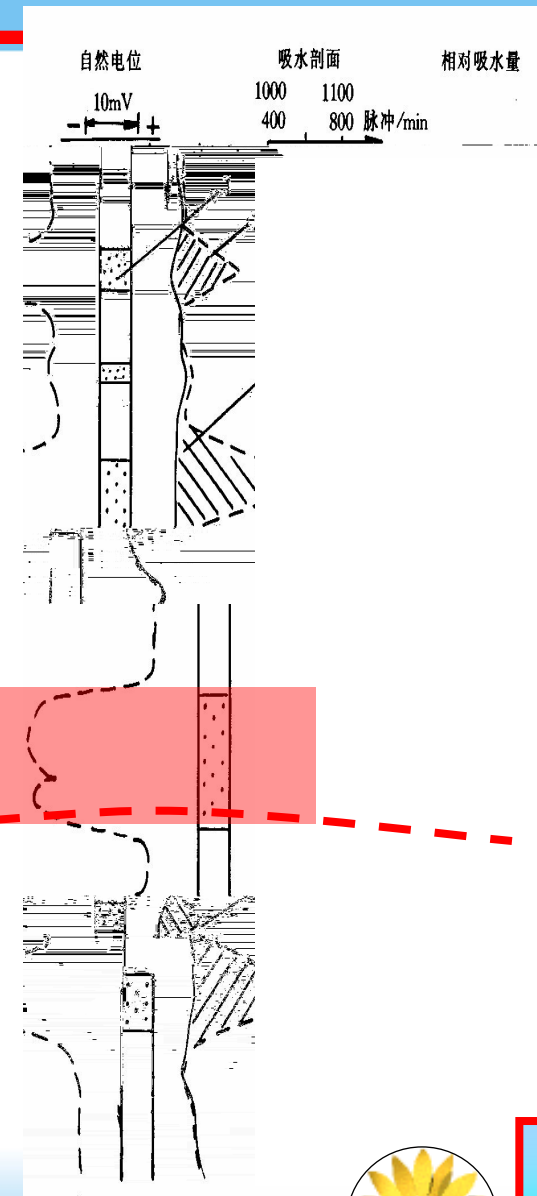
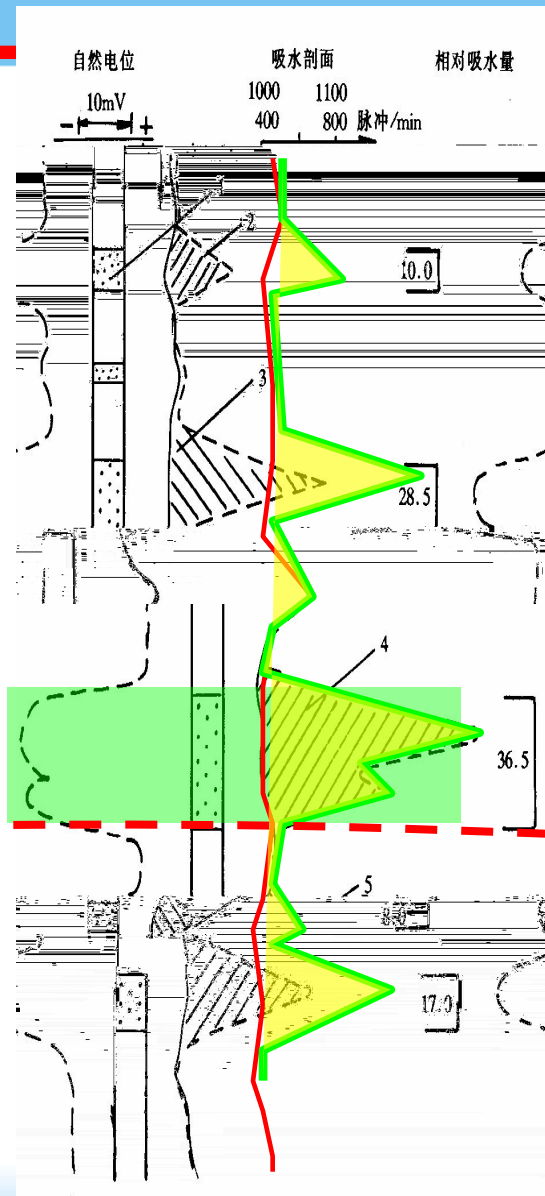
$$= \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100\%$$

表 3-1 中原油田 1991 年吸水剖面测量成果表

		注 水		吸 水		吸水百分数	
层数 %	厚度 %	单 位	测井数 口	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	1729	1674.8	833	2263.0
采油三厂	73	1186	2783.4	455	1262.4	38.4	43.4
采油四厂	40	120	810.0	153	386.0	36.0	47.7
采油五厂	59	906	1899.8	337	858.6	37.2	45.2
采油六厂	23	254	969.0	124	323.3	48.8	56.5
3.8	2.267	6126.5	41.9	48.5	全油田	447	5413
							12.63







¢

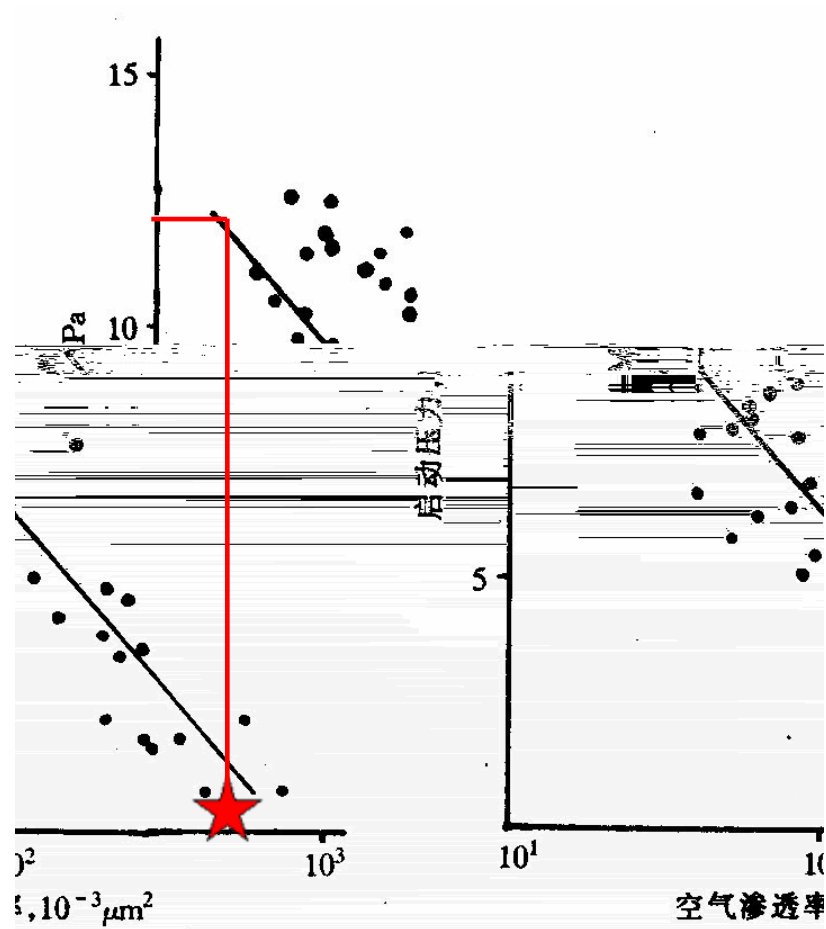
¢

¢

¢

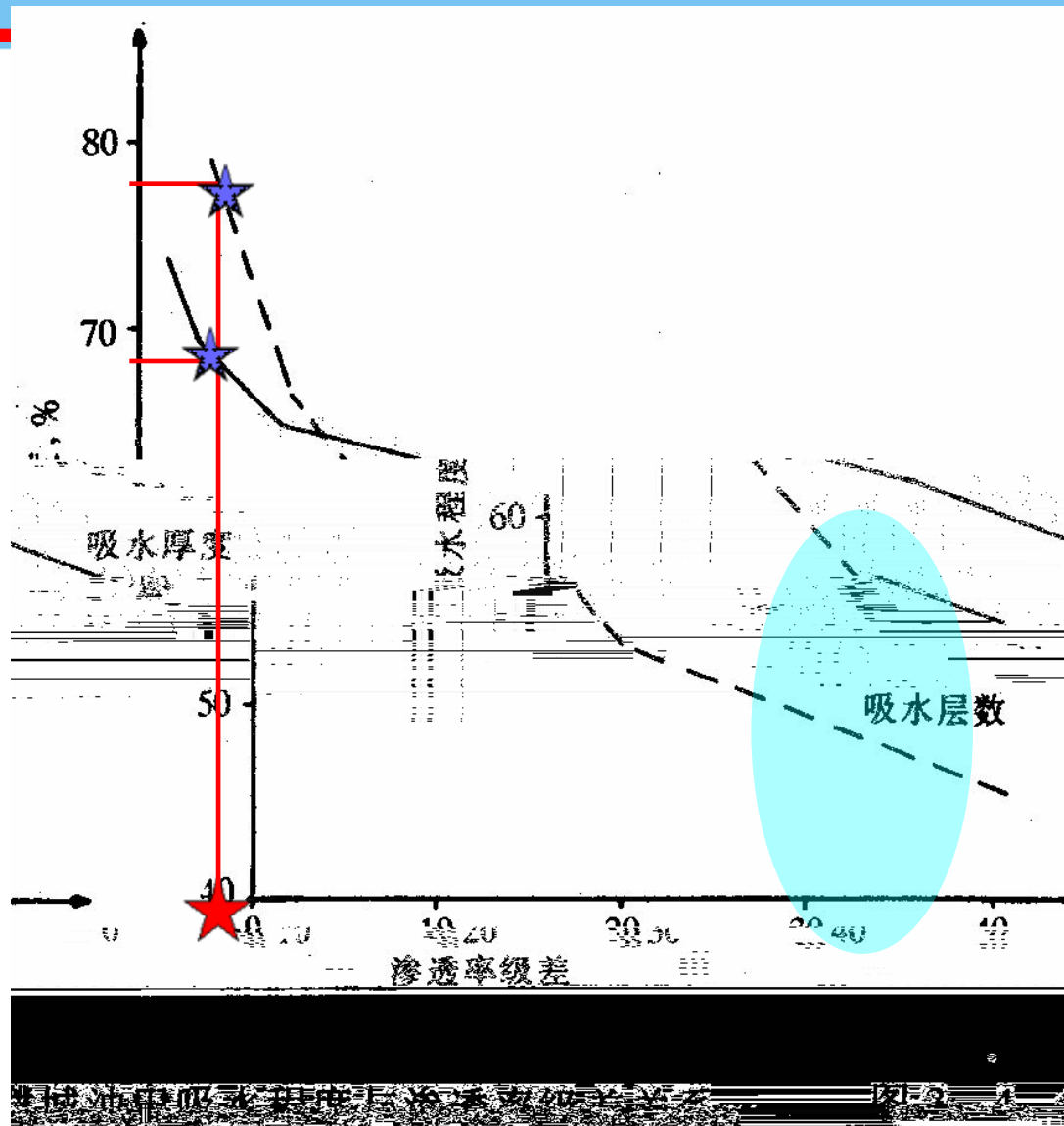






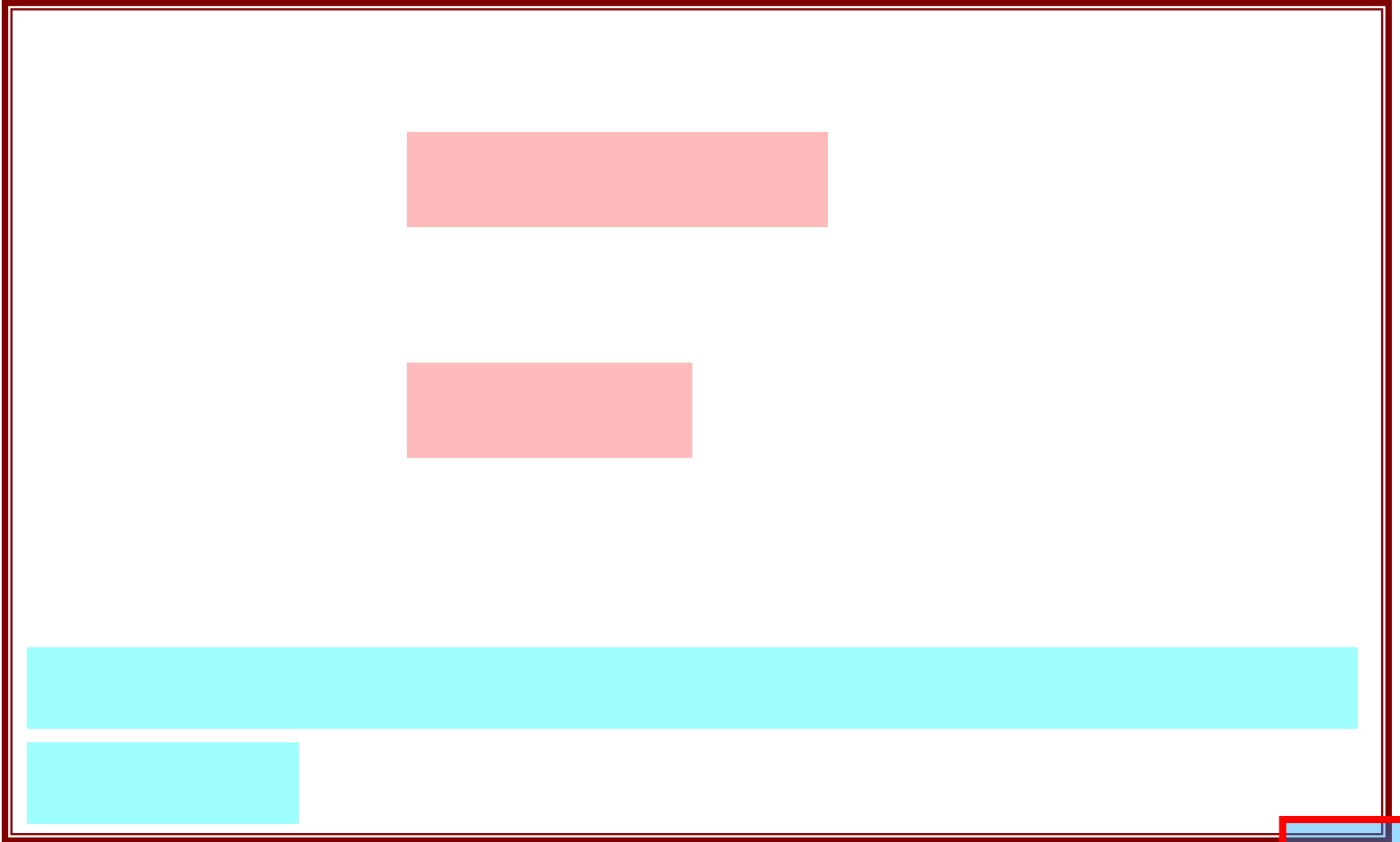
压力与渗透率关系 图 3-3 濮城油田启动







注水压力和注采井距







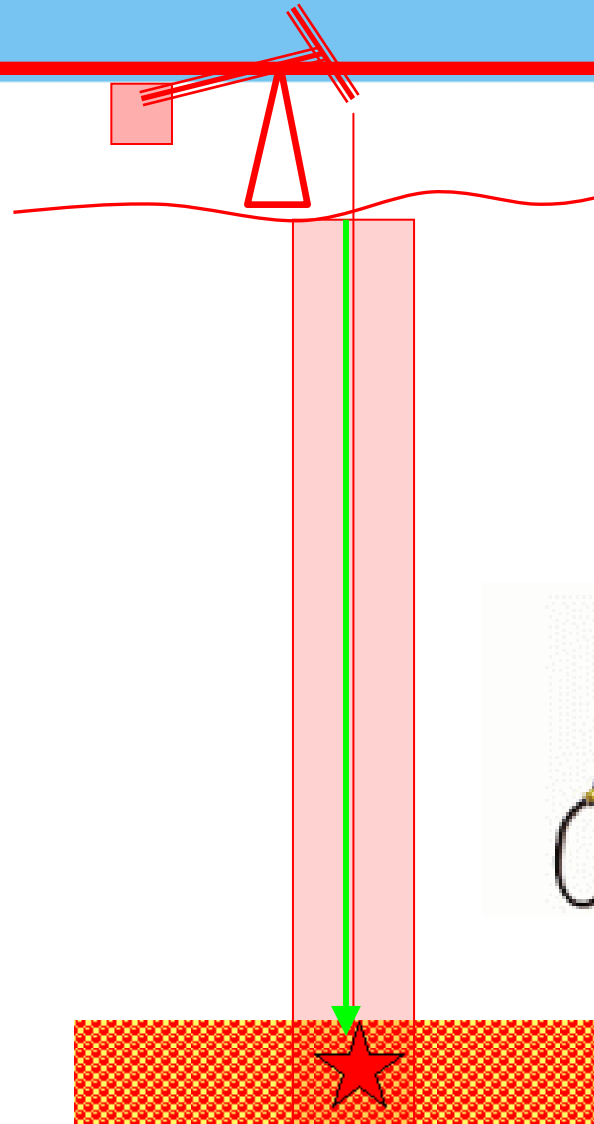






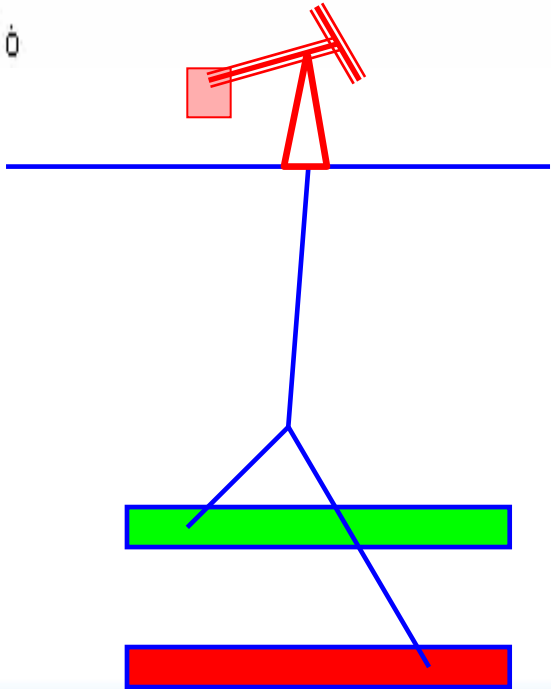


(1) 找水流量计法。用流量计和含水率计组合使用，用电缆将仪器下到预定测点，测量
分层产液量和分层含水率，通常也称为自喷井找水测试。这种测试适用于油水三相流，而当
流态为单相油或单相水时，或者流体粘度较高时，分层产液量测试会产生较大误差。
产气量。





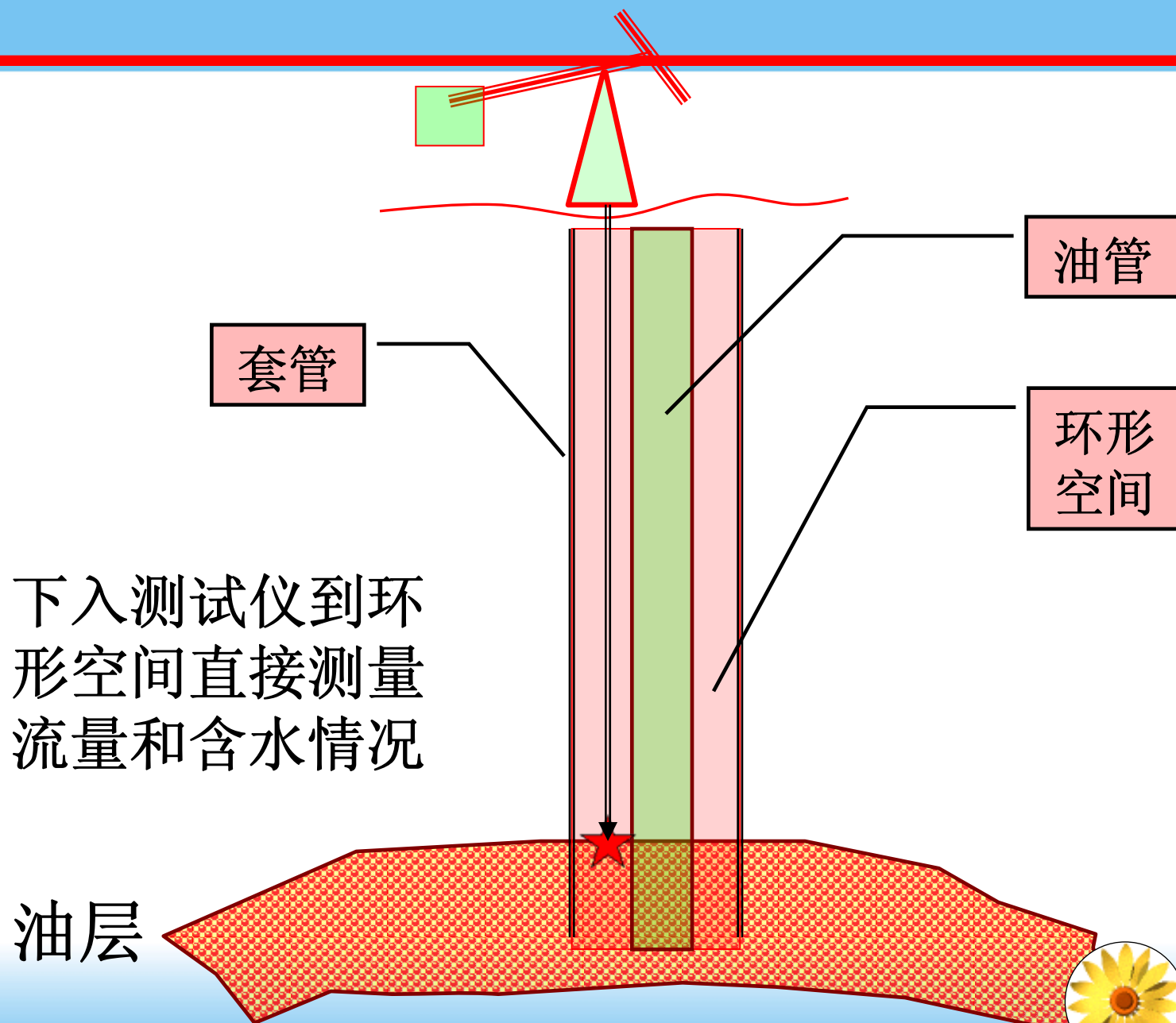
(2) 公平井等井测试法 这是一种适合于观测油层内公平井等井的产量、含水率和地层压力的自喷井测试方法。根据管柱的不同，可以分为中心式和偏心式两种，各自的测试特点也不尽相同。





(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，在套管中测试。这是目前油田最经济测试方法之一，测试时在不解注液一测试过程
中不破坏油井的正常工作制度，测试时能连续测井全井和日产液量原始数据可靠。



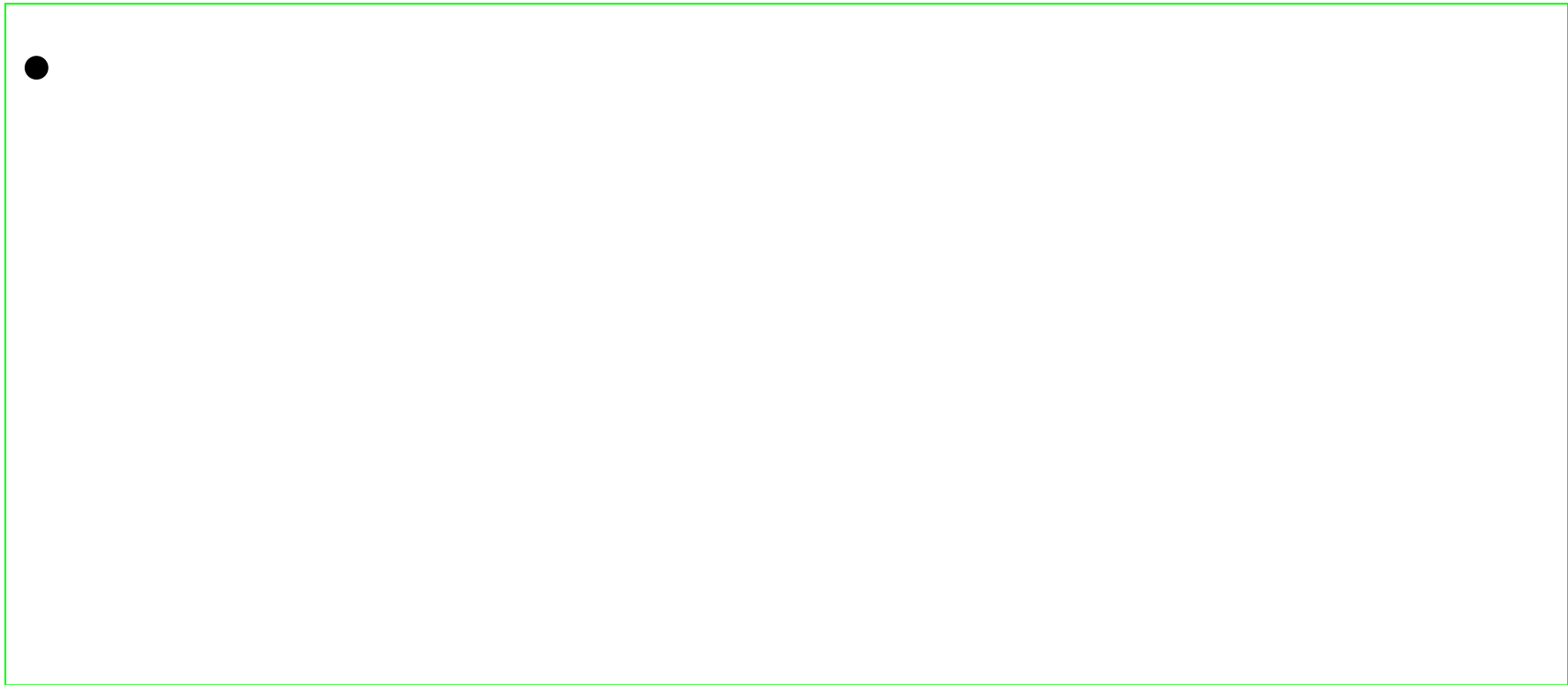




表 3-4 濮 65 井产液剖面成果

层位	射孔层数 个	射孔厚度 m	产液量 m ³ /d	产油量 m ³ /d	产水量 m ³ /d	含水 %	流压 MPa
下 2	8	8.6	0	0	0		
下 4	6	10.6	0	0	0		
下 5 ¹	4	15.6	10.8	1.2	9.6	30.8	
下 5 ²	3	6	104.17	7.17	97.0	30.8	沙二
下 5 ⁶	1	2.4	20.21	20.21	0	31.20	沙二

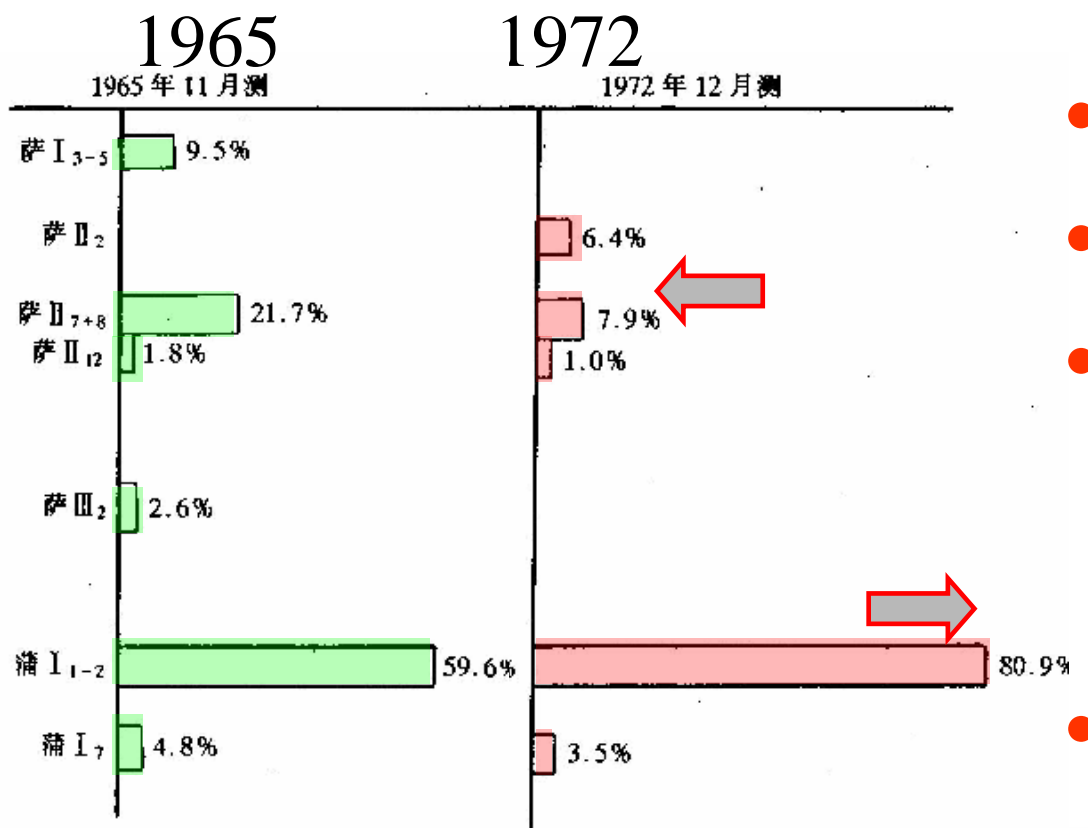


图2 七台河油田生产液剖面变化对比 (据陈永生, 1993年)



%

&

,

(
)

%

&

1

fpa

表 2-5 空心滴水试验级别标准

滴水级别	水滴渗出情况	滴水级别	水滴渗出情况
1级	滴水后2mm内无水迹	3级	滴水后2mm内水滴呈
2级	滴水后2mm内渗水或留水痕	4级	滴水后2mm内水滴呈

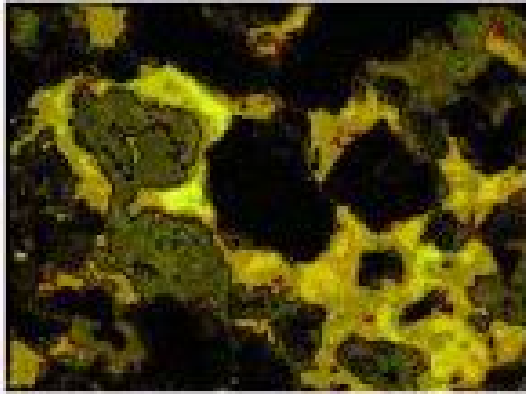




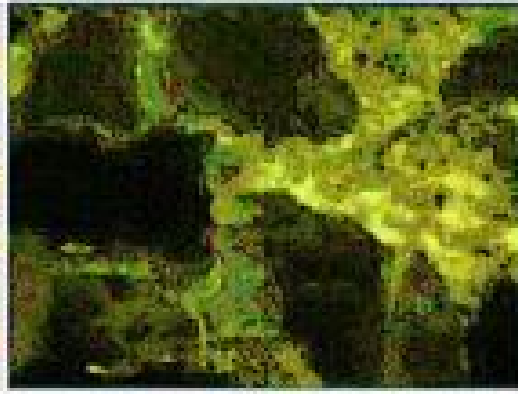
(2)

表 3-6 濮城油田油层水淹程度判断标准

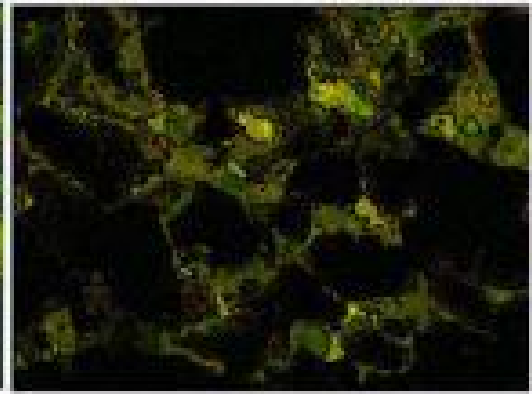
水淹级别	滴水 试验 (级别)	污手 试验	颜色及含油水特征					氯化盐 含量 %	与原始饱 和度差值 %	目前驱 油效率 %
末水淹	3~4	染手 性强	深	含油 饱满	颗粒 表面 不干净	渗出 油珠	油味强	大	<5	
弱水淹	2~3								5~30	<35
中水淹	1~2						油味淡		30~45	35~
强水淹	1	不染	浅	不饱满	干净	水珠	无味	小	>45	>5



油层

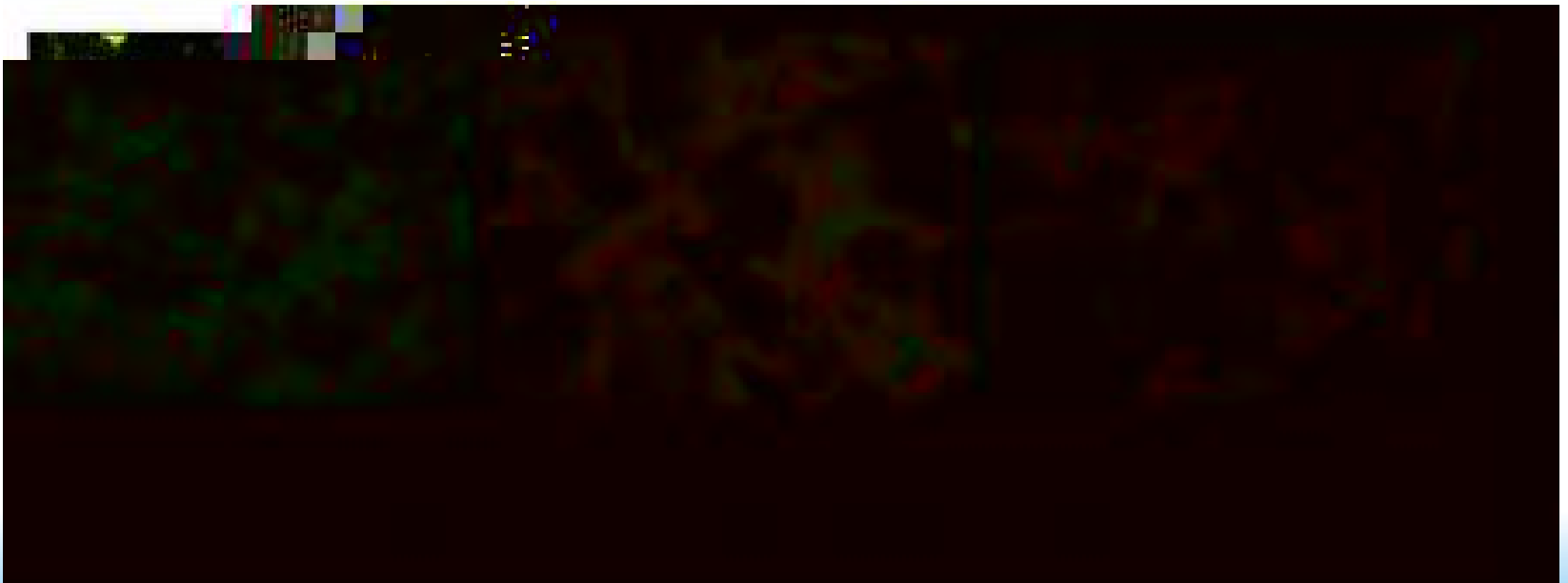


油水同层



水层

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, m	1.5	0.2	3.1	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	厚度
水淹程度	未淹	弱淹	弱淹	弱淹	中淹	强淹	强淹	强淹	强淹	水淹
氯化盐含量										氯化

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&) | "

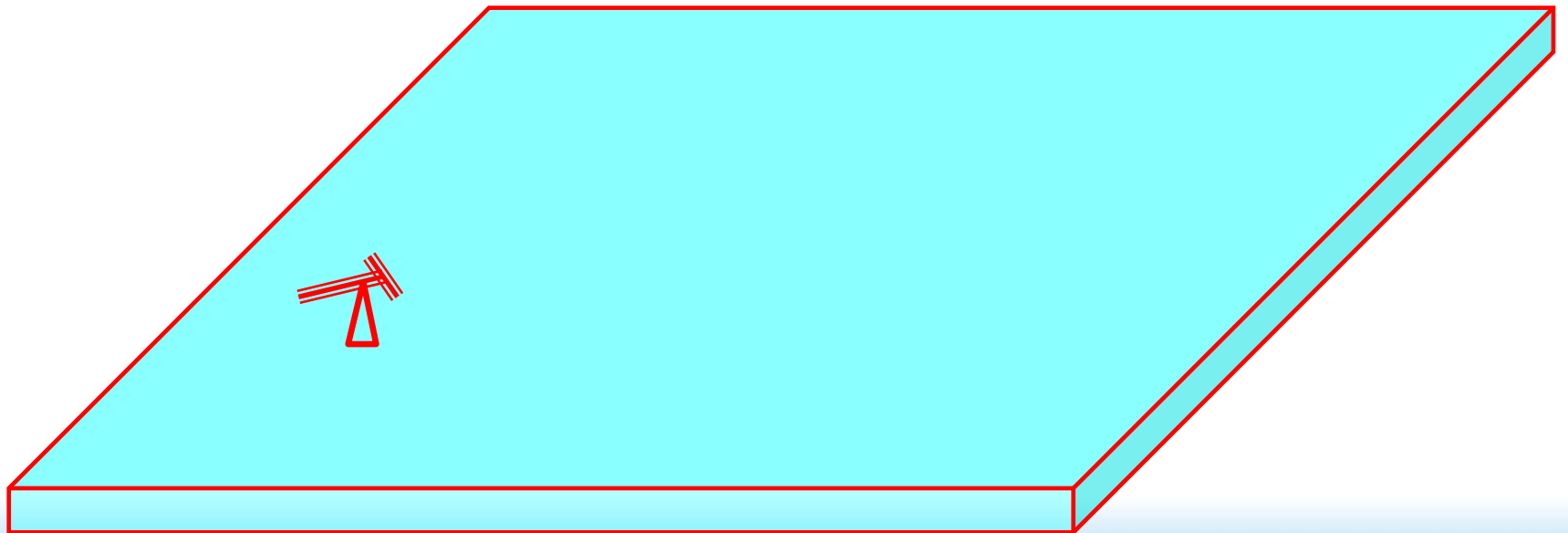
&) () | "

2() | "



示踪剂法测定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分布图,直观反映地下注入水的运动规律。近此年来,示踪剂法定量解释油层中含油饱和度的理论和应用有了很大的发展,并显示出良好的应用前景。







数值模拟法研究目前和预测未来油层水淹状况

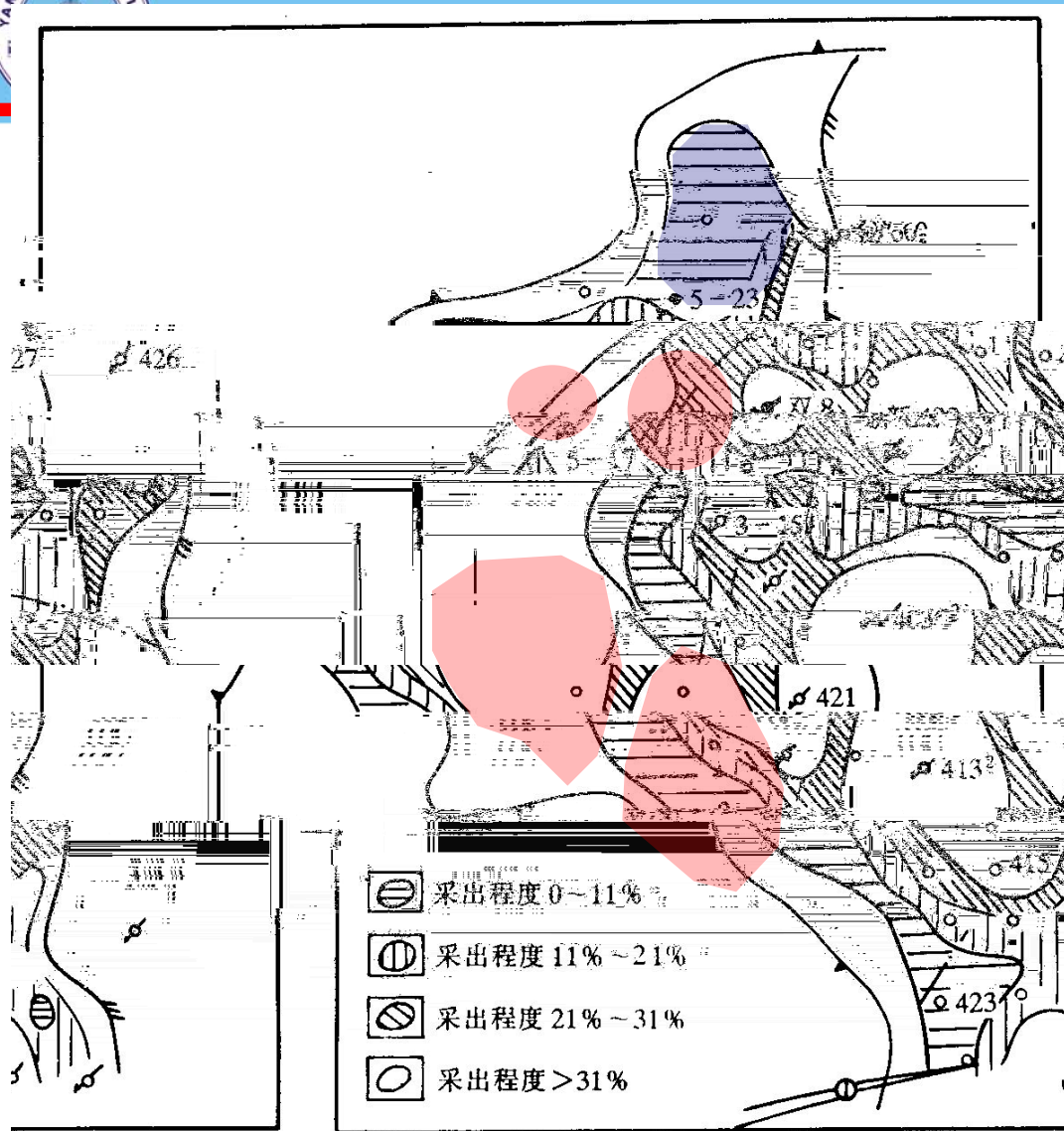
根据目前的井网条件、油层分布资料，用数值模拟法不仅可以得到油层目前的水淹状况，也可模拟出未来不同开发时间其油层的水淹变化特征。对油水运动与分布动态作出预测。图 3-6 为双河油田核三段 IV₁ 油层分小层水淹状况模拟结果。结果表明，同一小层在不同地区水淹程度相差较大，同时存在强、中、弱水淹，不同小层的水淹程度水淹区在平面上交错出现。在注水强度大的地区多为强水淹区，在井网不完善的地区多为弱水淹区，目前地下油水的分布是较为复杂的。

完善或注水强度

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 ₁	1.29	17.5	3.34	45.3	2.74	37.2
IV ₂	0.83	14.2	2.82	48.5	2.17	37.3
6.6-IV ₂	0.76	17.0	2.07	46.4	1.63	33.3
6.9-IV ₂	0.31	8.1	0.57	50.0	0.56	33.3

注：表中弱水淹指水淹程度小于 10%，中水淹指 10%~30%，强水淹指大于 30%。



31%

10%

模拟结果

图 3-6 双河油田北块某油层采出程度图
(据俞启泰, 1989 年)

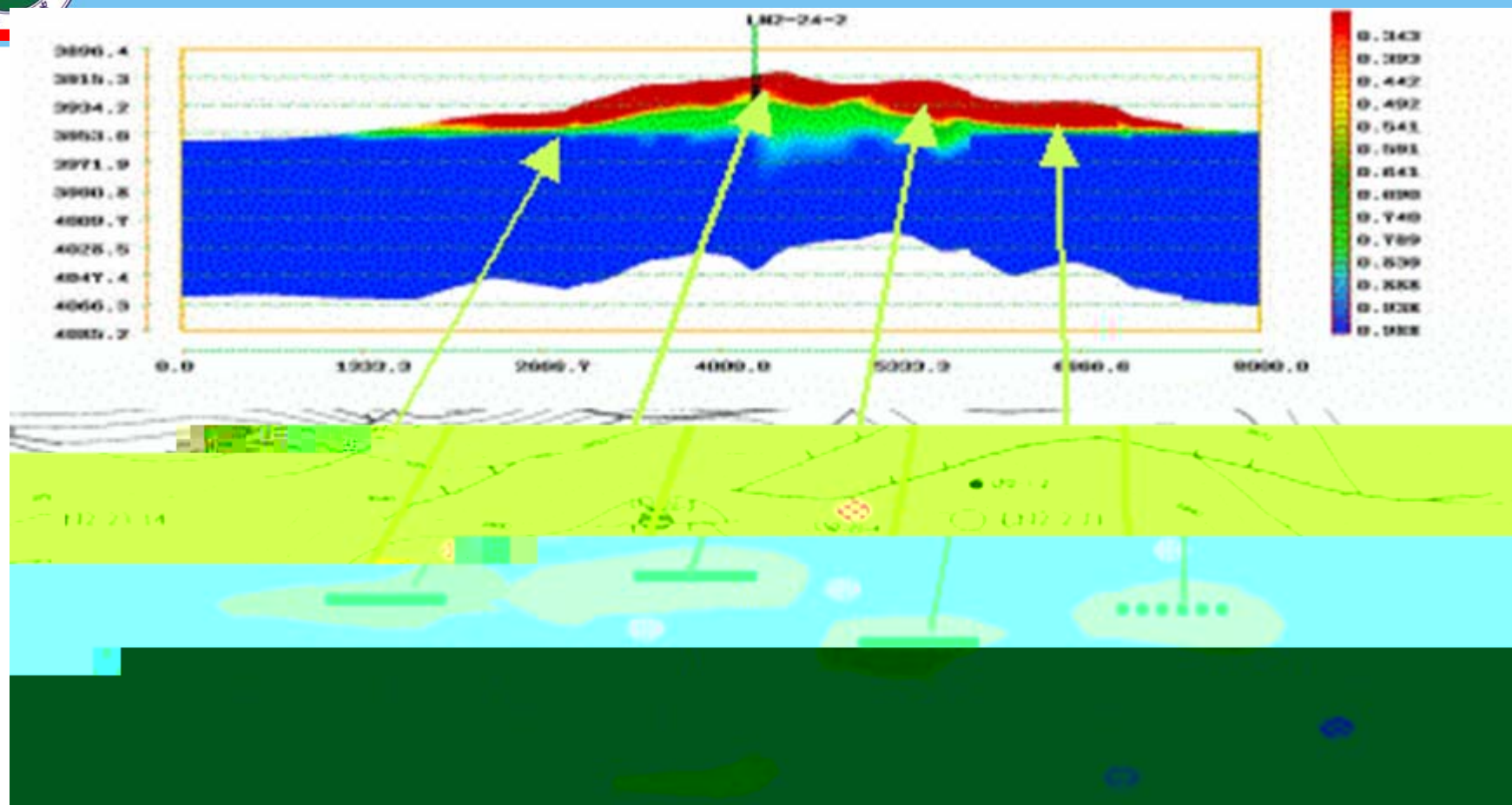


图1 LN2井区TIII油组水平井调整部署图



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, Doolittle
等人对注水前缘运动进行了深入研究,并提出了注水前缘运动监测新方法。

注水前缘运动监测新方法

注水前缘运动监测新方法

注水前缘运动监测新方法



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

“滞留区”——远离注水井的边、远地带；注采井网中的非主流区，注水二线地区中间井排水线会合处的

筑，这些地区注水上作田使用，且形成剩余油富集区，成为油田生产井网控制不住的地区。

富集。



区：(2) 条带状砂体的主体带部位层厚，渗透率也大，往往是注入水优先推进和强水淹而砂体的边缘、近角、尖灭线附近往往是水淹不到的剩余油富集区。

直大：(3) 断层附近油层动用不好，存在“滞留区”，裂缝存在时，注入水沿裂缝水窜，大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”。

左片八左地区，注入水控制强，剩余油低，油层厚度大，断八左地区剩余油含量高。(4) 油层土质和油含量高。

造中的正向构造，如小高占，小鼻状凸起，小构造阶地等名为水淹程度低。(5) 油层微形构造中的正向构造，如小沟塘，小凹地等名为水淹程度较高的地区，低效剩余油八左区。



2. 运用监测结果指导油田调整挖潜

通过监测结果指导油田调整挖潜，是提高油田采收率的重要手段。在油田开发过程中，随着生产时间的推移，油层压力会逐渐下降，导致原油采收率降低。通过监测油层压力、温度、含水率等参数，可以及时发现油层的变化，并采取相应的调整措施，如注水、注气等，以保持油层压力，提高采收率。此外，还可以通过监测结果指导油田的挖潜工作，如调整井网、调整注采比等，以提高油田的产能。总之，运用监测结果指导油田调整挖潜，对于提高油田采收率、延长油田寿命具有重要意义。

