



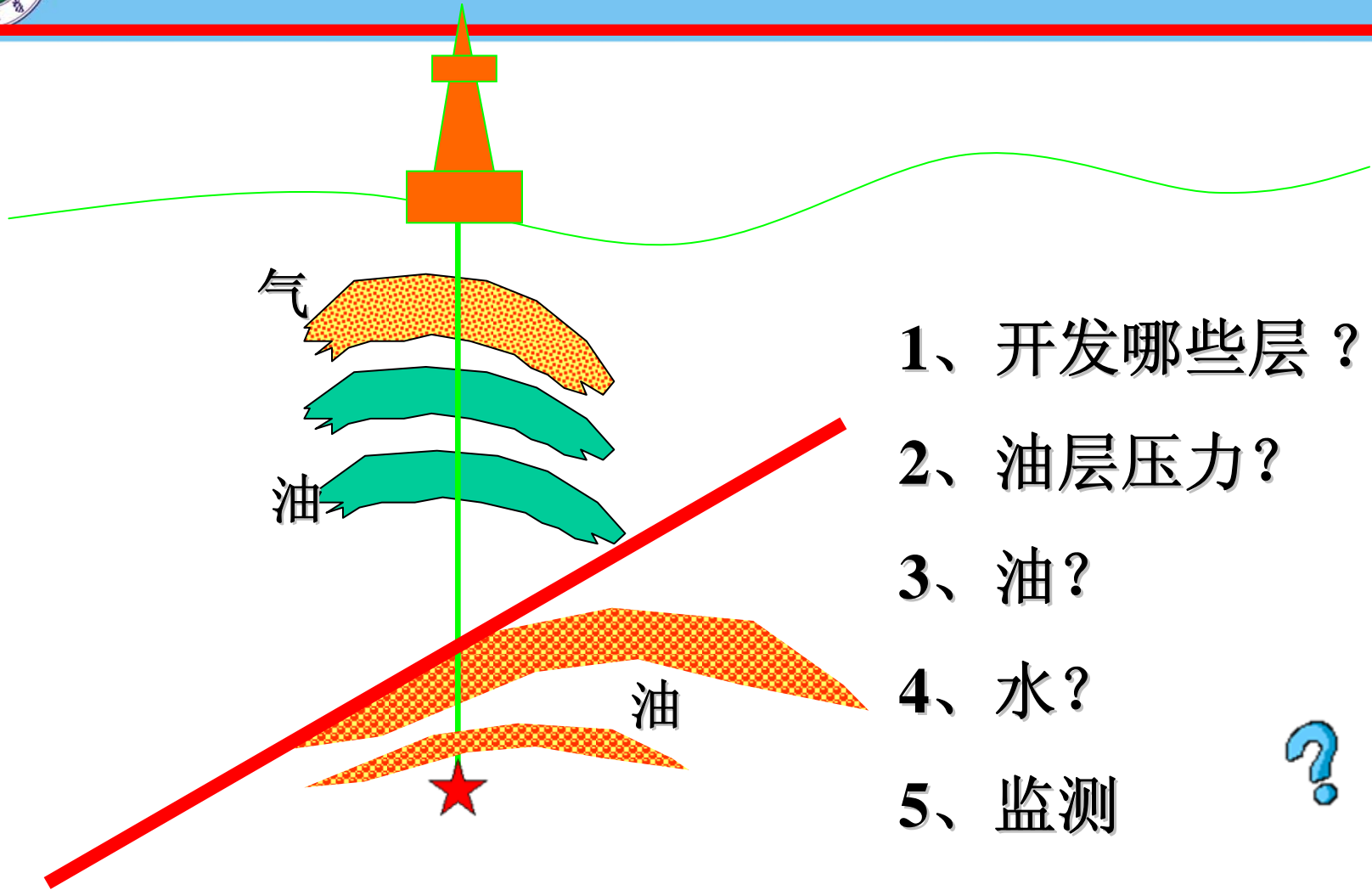







油田地區的地質構造





- 1、开发哪些层？
- 2、油层压力？
- 3、油？
- 4、水？
- 5、监测 



- 油藏一旦投入开发，地下油水就处于运动状态，注水开发的油藏更是如此，为了及时掌握地下这种动态变化情况，在油田开发过程中，就要运用各种监测手段和技术方法，了解地下情况，为油藏动态分析和开发调整供依据。



第九章 注水开发油藏动态监测

第一节 压力监测

第二节 吸水与产出剖面监测

第三节 油水运动状况监测



第一节 压力监测

一、压力监测的意义和监测系统

二、测压方法

三、压力监测结果分析

油层压力的保持水平、

单井及井组剖面压力监测结果分析

区块油层压力监测结果分析



一、压力监测的意义和监测系统

目前油层压力是油藏某时期开发动态最敏感的参数之一，它是注水保持能量状况和注采平衡关系的直接反映，也是我们选用合理的开采方式和进行配产配注的主要依据。



按一定的要求被选定为定期观测其井底压力的一批井（观测井、油井、注水井）及其监测制度，就构成了一个压力动态监测系统。有的油田规定，要选三分之一的采油井每半年测一次压力，选二分之一的注水井每三个月测一次压力，且保持其连续性。



二、测压方法

1、直接测量法

选用合适的压力计下入井底，直接测取关井后的恢复压力值。这种方法较为准确。但需关井，影响产量。现场常常将所测取的未达稳定状态的恢复压力数据再经过处理后求取地层压力。

直接测量地层压力的仪器包括地面直读式电子压力计测试系统；环空测压法；重复式地层测试器



存储式井下电子压力计

静压和流压梯度监测

井筒压力和温度监测

产能测试

油井、油藏解释

压力恢复试井



井下油田压力传感器



2、间接测量法

利用压力恢复数据求油井平均地层压力

用井筒液面计算地层压力

3、油井生产资料算法

利用油井生产数据，如两种工作制度下油井的稳定产量和流压或油井生产指示曲线等在适当的条件下也可计算油层压力。



三、压力监测结果分析

1. 油层压力的保持水平

油田投产后，油层能量消耗，产生压力降。注水补充能量，可使油层压力回升。所以，目前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态。一般要求油层压力高于饱和压力，即尽量避免原油中溶解气在油层中脱出，由于气体的流动而抑制油的流动。但也并不是油层压力保持的越高越好。如果注水使油层压力高于岩石破裂压力，则会产生新的裂缝或使原微裂缝进一步开启，也可能使油水过渡带附近原油外流损失，也会产生油套管损坏变形等问题。实际上，油层压力的保持水平，应考虑多种因素，根据本油田的实际情况来决定。如江苏油田，对低渗透油藏，油层压力保持在原始压力的80%以上，而中、高渗透油藏可适当低些。一般认为，为使油层保持较高的能量状态，应使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、掌握地下油层压力是多么的重要。实际分析中，通常都要掌握油层压力、井底流压随时间的变化，并与油井产量、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层的能量状况、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，注采平衡关系，并指导油田开发调整。



3. 区块油层压力监测结果

(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；岩相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，会出现高压圈，高渗透层中夹有低渗透透镜体时，会出现低压圈；在封闭断层附近，断层两侧的等压线分布规律差别很大，有的根本连不过去，有不渗透边界存在的地区，等压线梯度变化很大。如某油田采取边缘注水，油井长期受不到注水效果，边部等压线很密，后经水文勘探，证明在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，各局部区域压力分布是有差别的，为了了解某区块油层的总体压力水平，需求出平均地层压力。对于测压井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

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

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

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

式中 p_s ——非均匀布点区面积均衡法所求平均油层压力；
 $S_{1-2}, S_{2-3}, \dots, S_{n-(n+1)}$ ——两相邻压力厚度乘积等值线间或相邻等压线间面积；
 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油田采取合理的采油速度，防止油田采收率损失；对于水压驱动的油田，可根据油层平均压力，分析注入水补充的能量和采出液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。

(3) 分析地下流体动态。油层的压力分布特征直接控制着其中流体的运动状况。一般的规律是：采油多的区域压力低，注水多的区域压力高；沿压力梯度大的方向，是流体的主流动方向；等压图上形成的以注水井为起点的高压舌，也指示了有水舌突进的方向和区域；等压线均匀并大体与等高线平行的区域，注入水一般均匀推进等。在分析地下流体运动状况的基础上，就可指导我们进行合理的注采方案调整。



第二节 吸水与产出剖面监测

一、吸水剖面的测量与分析

1、吸水剖面的测量方法

2、吸水剖面分析

3、影响油层吸水能力的因素

二、产出剖面的测量与分析

1、产出剖面的测量方法

2、产出剖面测试结果分析



一、吸水剖面的测量与分析

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。

同位素示踪法



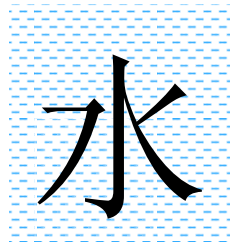
活化悬浮液



+



+



水

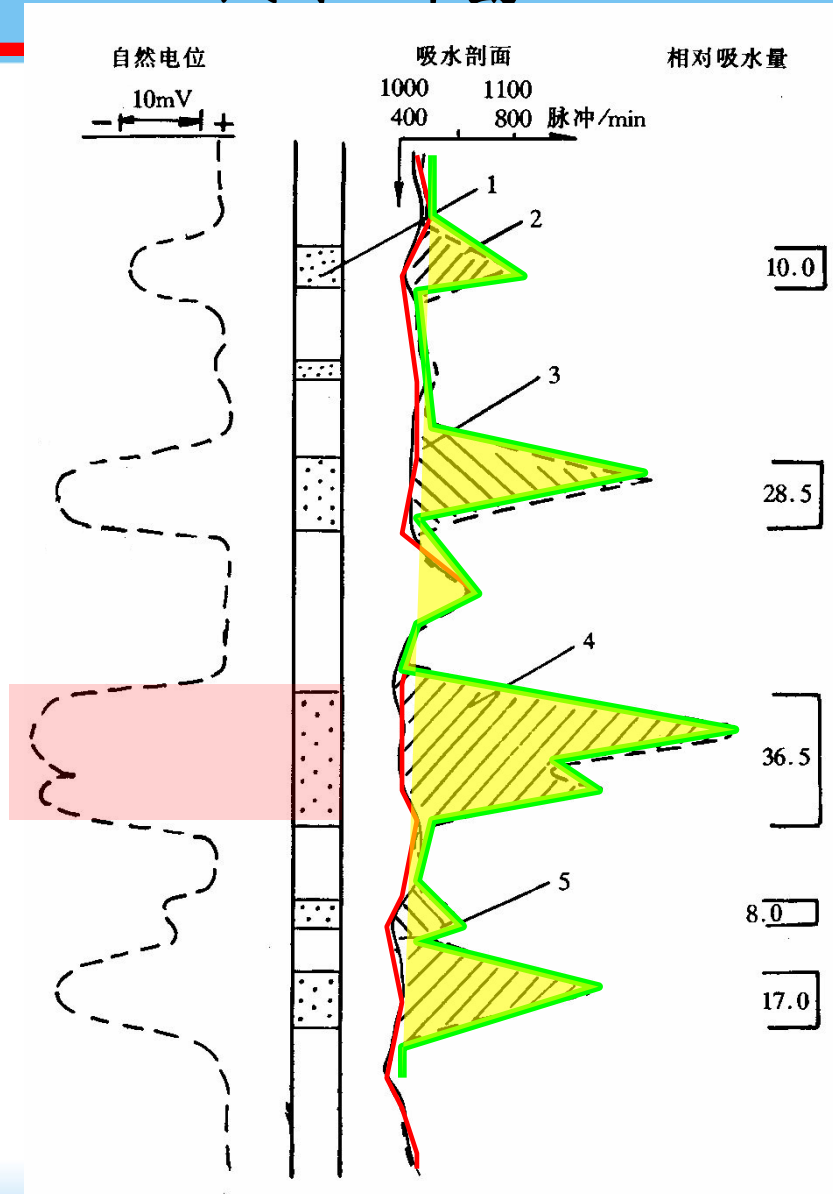
活性炭
载体

放射性
同位素

放射性同位素滤积在井壁上，与吸水量成正比



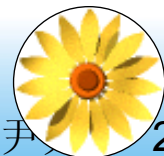
吸水剖面



自然伽马曲线(基线)

同位素曲线
渗透层，吸水量大

吸水面积，
与吸水量成正比



吸水
产出



吸水剖面分析

(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的大小直接指示出了高吸水、不吸水层位和各层的吸水能力大小及其差异程度。吸水差异越大，吸水剖面越不均匀，越易引起层间干扰，并影响油井中各分层储量的动用情况。通过具体统计吸水层数占注水射开层数百分数和吸水厚度占射开厚度百分数分别得出吸水层数百分数和吸水厚度百分数，可以直接反映油层的吸水程度和注水效果（表3-1）。显然，吸水层数百分数和吸水厚度百分数越大，注水效果越好。



$$\text{吸水厚度百分数} = \frac{\text{吸水层厚度}}{\text{射开层总厚度}} \times 100\%$$

$$\text{吸水层数百分数} = \frac{\text{吸水层数}}{\text{射开层总数}} \times 100\%$$

表 3-1 中原油田 1991 年吸水剖面测量成果表

| 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 % |
| 采油一厂 | 76 | 918 | 1 895.9 | 366 | 934.3 | 39.9 | 49.2 |
| 采油二厂 | 189 | 1 729 | 4 674.8 | 833 | 2 263.0 | 48.2 | 50.5 |
| 采油三厂 | 73 | 1 186 | 2 783.4 | 455 | 1 262.4 | 38.4 | 45.4 |
| 采油四厂 | 40 | 420 | 810.9 | 152 | 386.9 | 36.2 | 47.7 |
| 采油五厂 | 69 | 906 | 1 899.8 | 337 | 858.6 | 37.2 | 45.2 |
| 采油六厂 | 21 | 254 | 569.0 | 124 | 321.3 | 48.8 | 56.5 |
| 全油田 | 447 | 5413 | 12 633.8 | 2 267 | 6 126.5 | 41.9 | 48.5 |



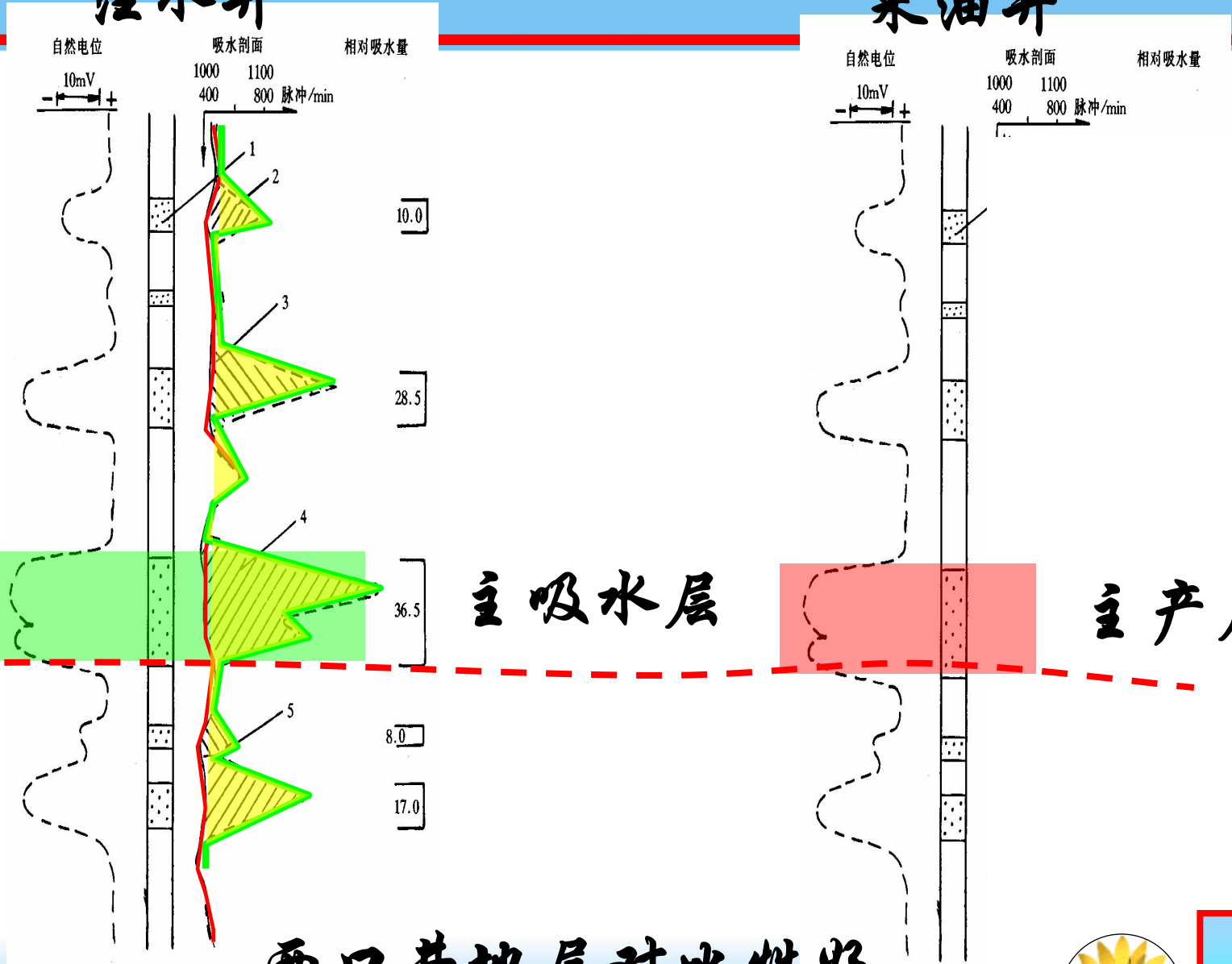
利用吸水剖面推测产出剖面

注水效果反映在油井上，当油层连通性好，注采井间油层对比关系清楚，注采层位对应明确时，一般表现为主吸水层也为主产液层，不吸水层厚度对应不出油层厚度，即吸水与产出剖面有大体一致的对应关系。所以，改善注水井吸水剖面可以达到改善油井产出剖面的目的。



注水井

采油井



两口井地层对比性好



吸水
产出



吸水能力的影响因素

- 油层渗透率
- 注水压力和注采井距
- 注水时间和油层含水饱和度对吸水的影响
- 水质



● 油层渗透率：

油层渗透率是影响油层吸水能力的基本因素。油层吸水时存在一个最低渗透率限值，超过这个下限值油层才能吸水。



吸水启动
压力高

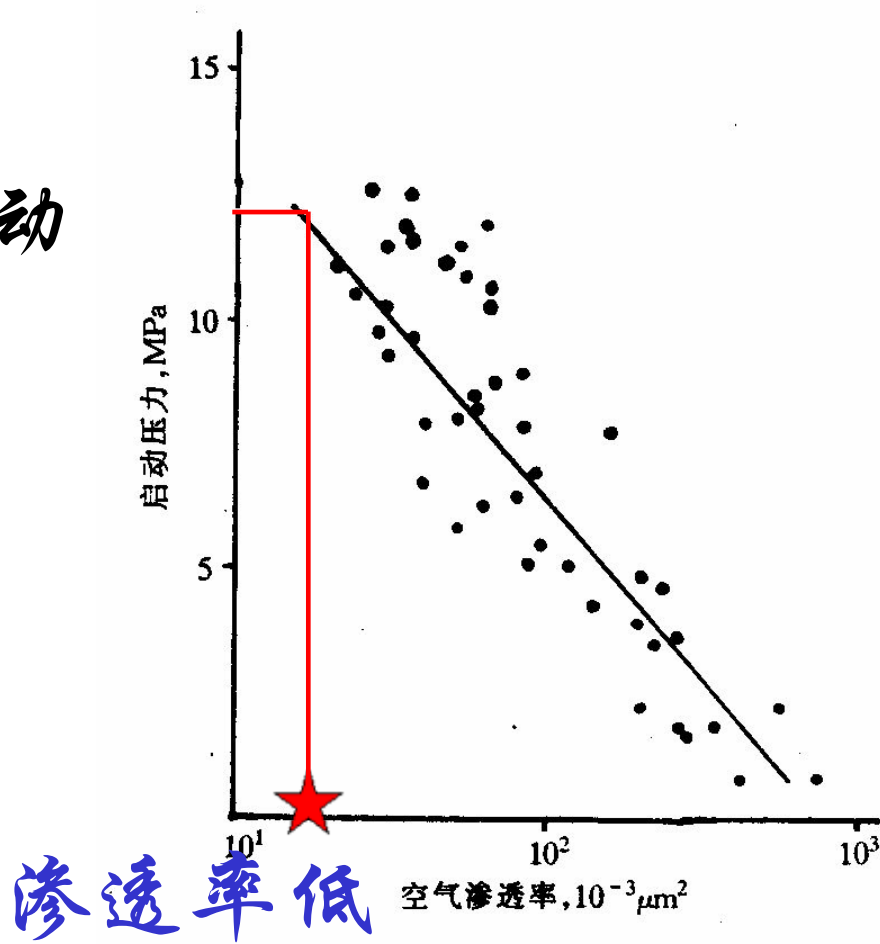
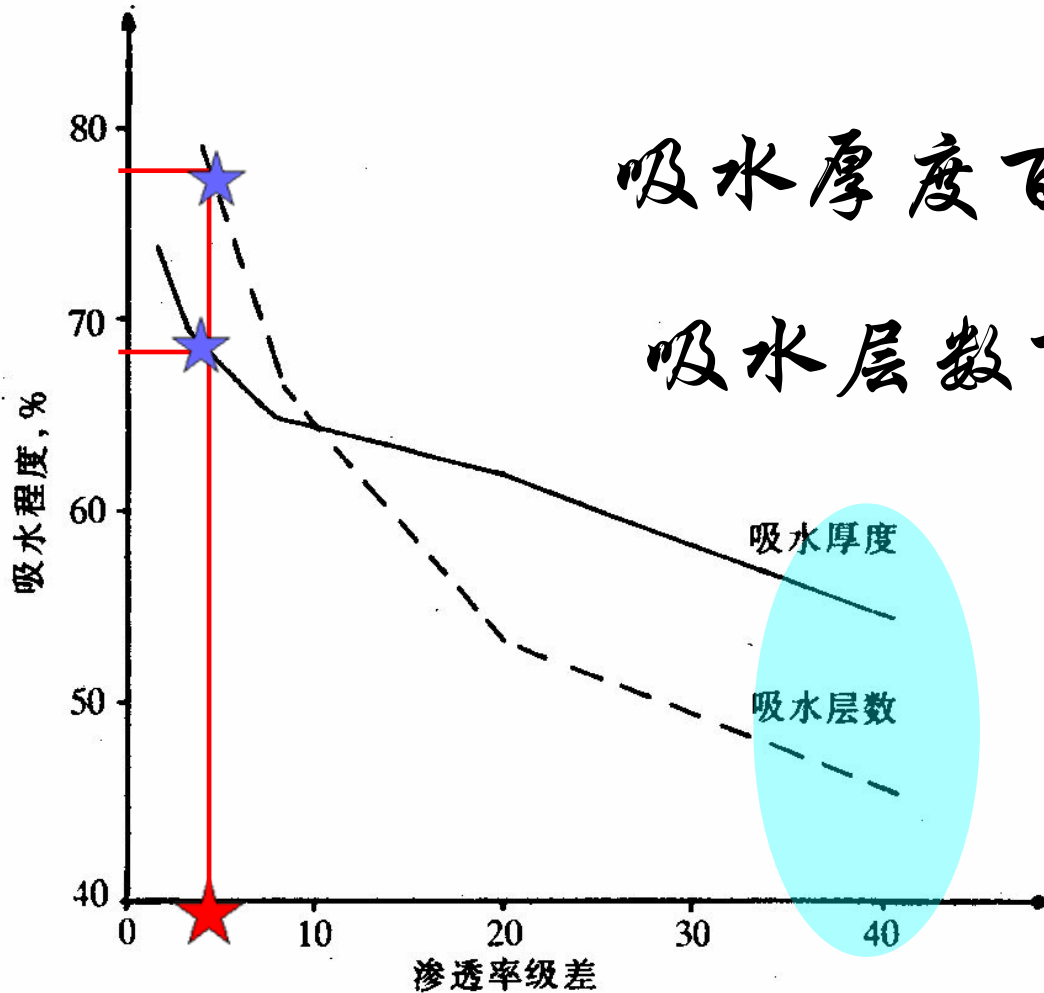


图 3-3 濮城油田启动压力与渗透率关系





吸水厚度百分数高

吸水层数百分数高

吸水程度差
采收率低

很多油层，其渗透率差别小时

图 3-4 濮城油田吸水程度与渗透率级差关系



吸水能力



注水压力和注采井距

- 生产井出油靠生产压差，注水井吸水靠注水压差。提高注水压力，增大注水压差，可以有效地增加吸水层数和吸水量，提高水驱储量动用程度。
- 注水压力也应有上限值，不能高于油层破裂压力太多。否则会引起注入水层间、井间窜流，单层注入水突进，油井过早暴性水淹，套管损坏等一系列问题。注采井距越小，油水井之间连通程度越高，油层吸水程度越高。



注水时间和油层含水饱和度对吸水的影响

由多个吸水层组成的注水层段内，随着注水时间的增长，**主要吸水层的吸水能力越来越高**，而吸水差的层吸水性能越来越差，造成吸水剖面愈来愈不均匀。

原因：

1. 高吸水层随着注水时间的增长，含水饱和度越来越大，**水相渗透率**也愈来愈大，吸水能力不断增强；
2. 低吸水性层，多为低渗层，孔道半径小，易造成注入**水固相颗粒的堵塞**和高含量粘土矿物遇水膨胀的堵塞，吸水能力就会越来越小了。

吸水
能力



水质对吸水程度的影响

注入水的水质对油层吸水能力也有很大影响，必要时应进行注入水预处理，以防注入水中的**杂质、微生物细菌类化学物质**污染油层，造成油层吸水能力下降，甚至损害油层产能。



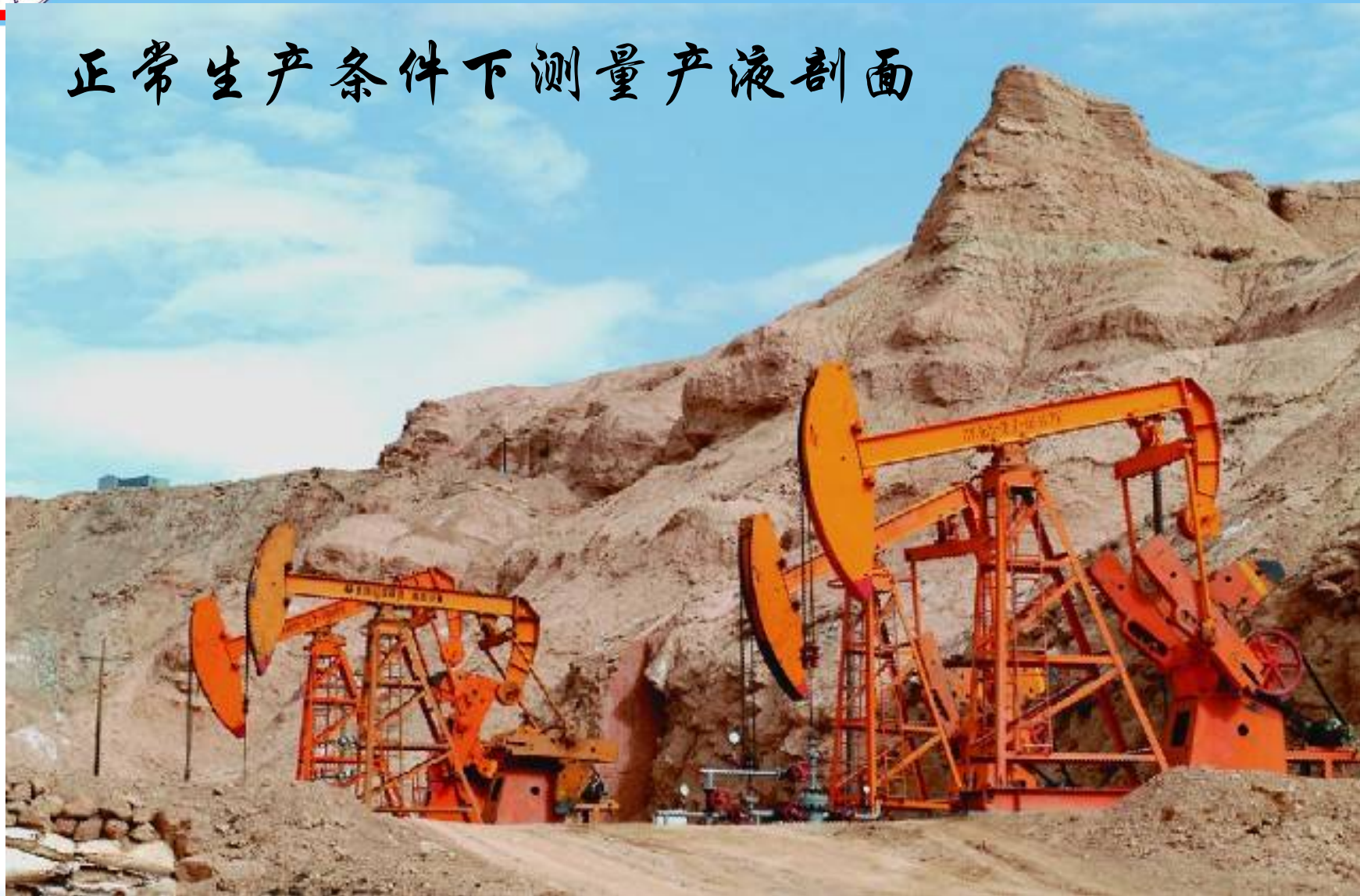
二、产出剖面的测量方法

- 产出剖面监测：

是指在生产井**正常生产条件下**，测量各**生产层或层段的产出情况**，其结果一般用各层或层段的**相对产液量或绝对产液量**来表示。



正常生产条件下测量产液剖面





产出剖面的测量方法

- 找水流量计法
- 分采井管柱测试法
- 环空测试法
- 气举测试法



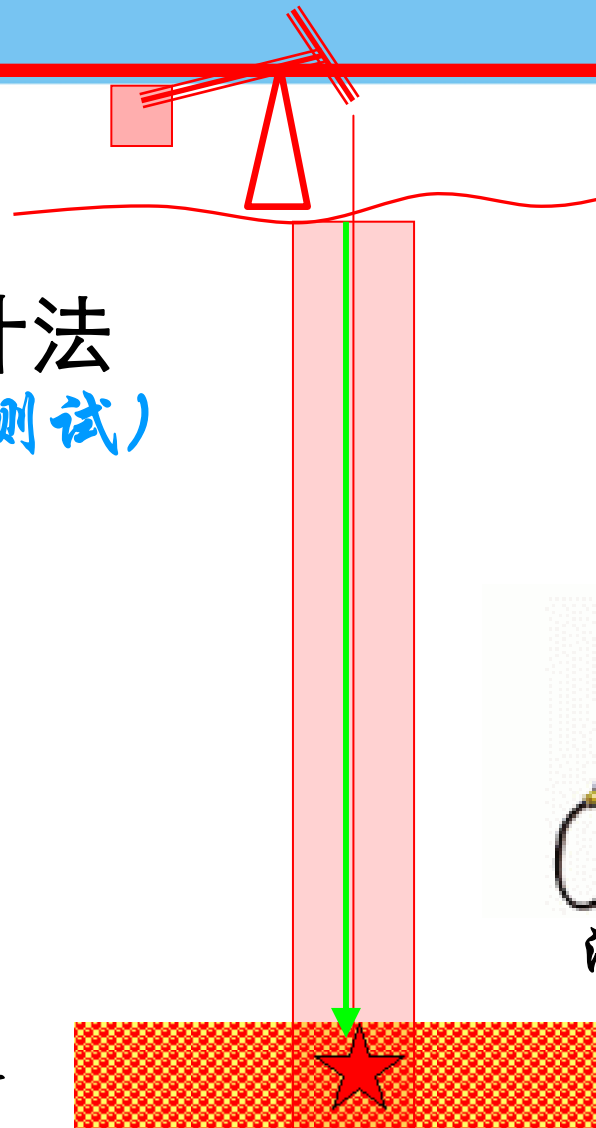
找水流量计法

(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二相流，而当油、气、水三相流动存在时，则需使用放射性密度计，分别求出各小层的产水量、产油量和产气量。

$$\text{各小层产油量} = \text{产液量} - \text{水量}$$



找水流量计法 (自喷井找水测试)



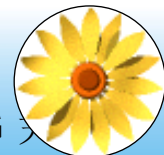
流量计

+



含水率计

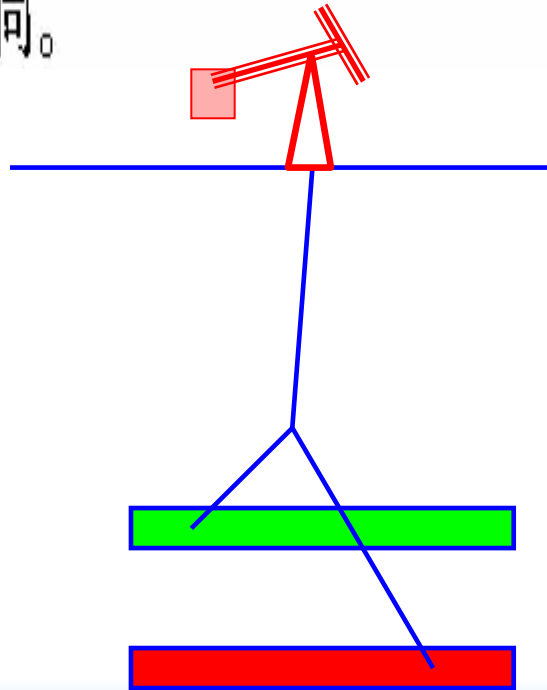
单层产油量 =
产液量 - 产水量





分采井管柱测试法

(2) 分采井管柱测试法。这是一种适合于将测试仪下入分采井管柱内，测分层段的日产量、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。

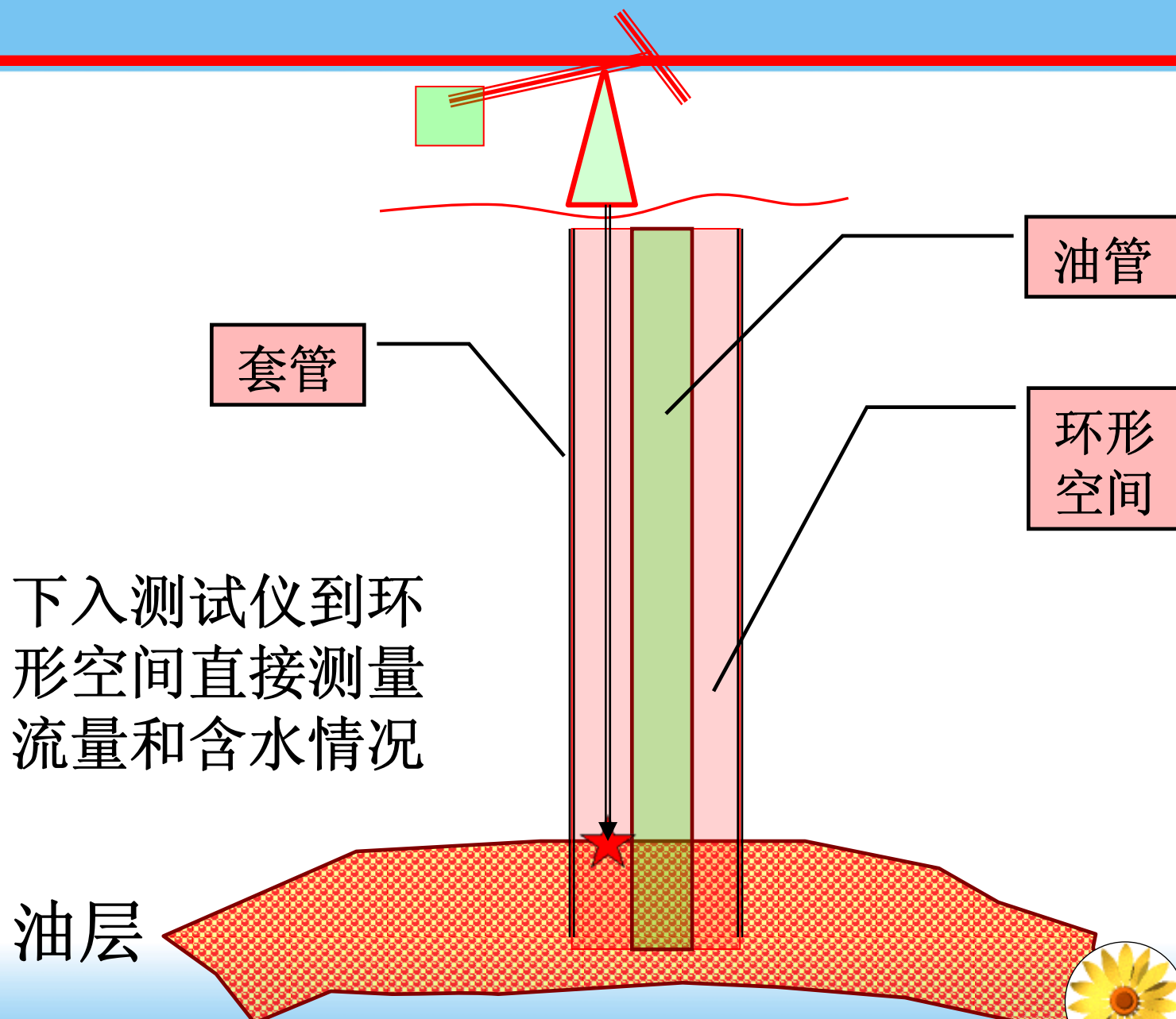


产出
剖面



环空测试法

(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。这是目前公认的最好的测试方法之一，测试前后不用作业，测试过程中不破坏油井的正常工作制度，测试周期短，所测分层含水和日产液结果较为可靠。



下入测试仪到环形空间直接测量流量和含水情况

油层

油管

套管

环形空间



产出剖面



- **气举测试法**，这种方法是将抽油泵起出，下入气举管柱，气举降低流压，然后用自喷测试仪器进行测试。存在的主要问题是工艺较复杂，从抽油变为气举后，使测试结果不能代表油井正常抽油生产时的分层出油见水情况。



产出剖面测试结果分析

一、分析各层产液、产油、含水状况，了解油层动用差别，提出调整挖潜的对象和措施

表 3-4 濮 65 井产液剖面成果

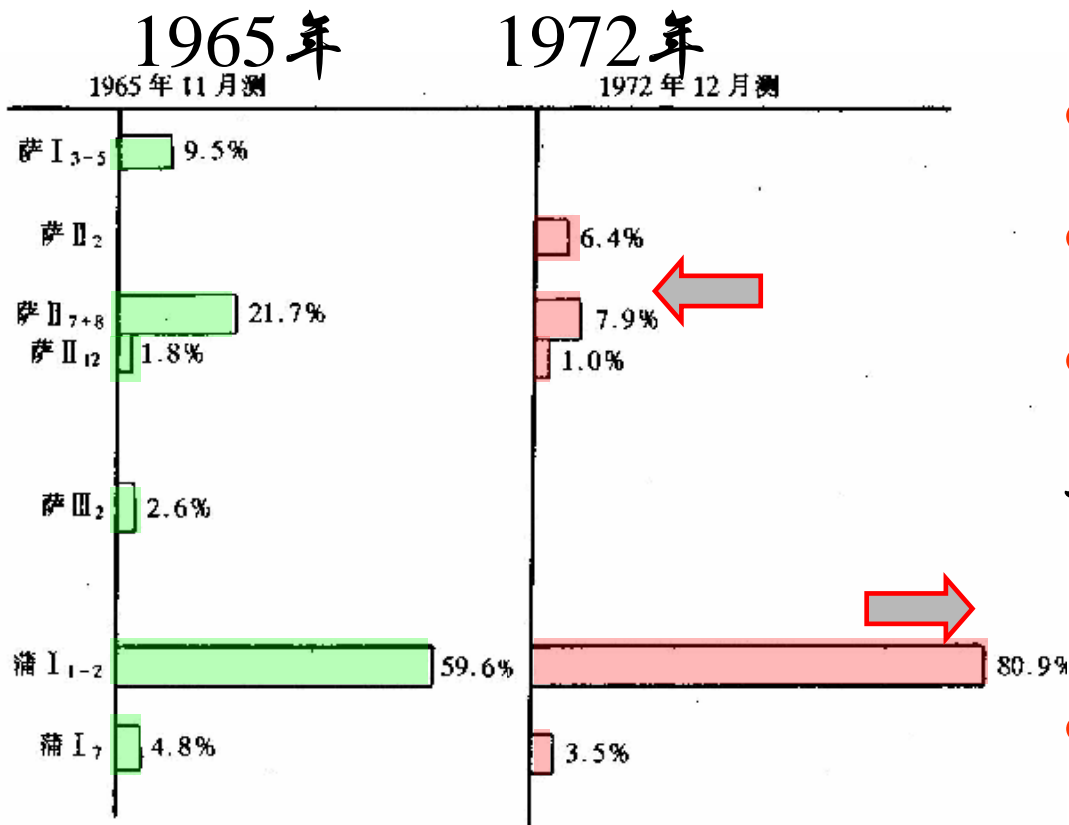
| 层位 | 射孔层数 个 | 射孔厚度 m | 产液量 m ³ /d | 产油量 m ³ /d | 产水量 m ³ /d | 含水 % | 流压 MPa |
|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|-----------|
| 沙二下 3 | 8 | 8.6 | 0 | 0 | 0 | | |
| 沙二下 4 | 6 | 10.6 | 0 | 0 | 0 | | |
| 沙二下 5 ¹⁻² | 4 | 7.6 | 8.72 | 0.8 | 7.92 | 90.8 | 30.4 |
| 沙二下 5 ³⁻⁵ | 3 | 6 | 104.17 | 7.17 | 97.0 | | |
| 沙二下 5 ⁶ | 1 | 2.4 | 20.21 | 20.21 | 0 | | |

受干扰层，加强压裂

递减层
主产油层



二、同井分期多次测试产出剖面，了解产出状况的动态变化，检验和评价措施效果



- 含水上升
- 主力产层产液增加，
- 其他层产液减少，这种趋势会更明显；层间矛盾突出。
- 调整注水

图 3-5 大庆杏北 2-6 井两次测试产液剖面变化对比 (据陈永生, 1993 年)



第三节 油水运动状况监测

一、监测的内容和方法

1. 检查井取心（密闭取心）分析研究油层水淹状况；
2. 示踪剂测试与水淹层测井法研究油水运动规律；
3. 油水井动态监测法分析油水运动规律；
4. 油藏数值模拟研究目前和预测未来某时刻的油水层水淹状况；
5. 开发地震监测注水前缘检查。

二、监测结果分析与应用

1. 油层水淹的一般规律；
2. 运用监测结果指导油田调整挖潜。



一、监测的内容和方法

1. 检查井取心分析研究油层水淹状况

(1) 岩心的油水相对渗透性

如果水淹，则岩芯含水饱和度增加，水相渗透率增大，油层亲水滴水渗入。

表 3-5 岩心滴水试验级别标准

| 滴水级别 | 水滴渗入状况 | 滴水级别 | 水滴渗入状况 |
|------|------------------|------|-------------------|
| 1级 | 水滴于油砂上，立即渗入 | 3级 | 滴水后 2min 内水滴呈表玻璃状 |
| 2级 | 滴水后 2min 内渗入或留水痕 | 4级 | 滴水后 2min 内水滴呈球状 |

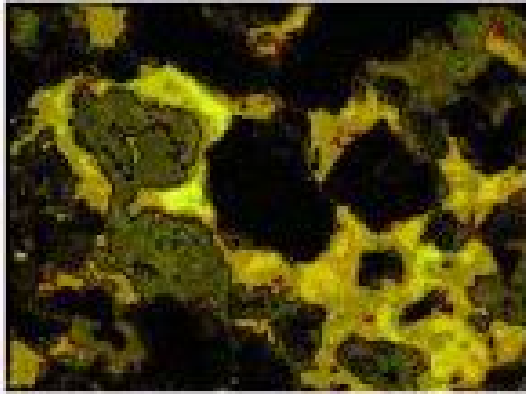
水淹严重



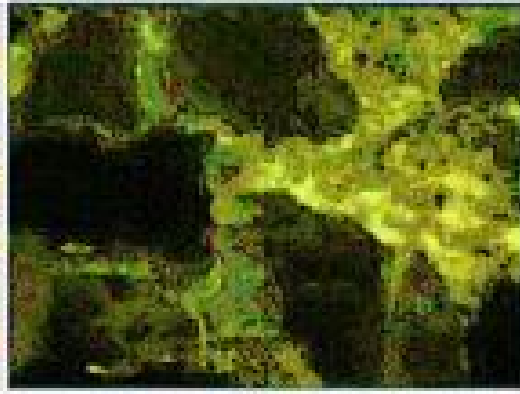
(2) 岩心含油状况

表 3-6 濮城油田油层水淹程度判断标准

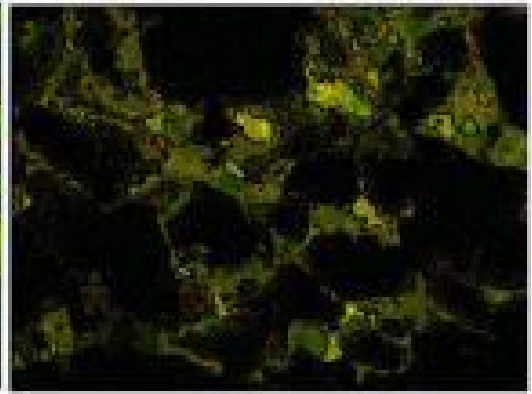
| 水淹级别 | 滴水 试验 (级别) | 污手 试验 | 颜色及含油水特征 | | | | | 氯化盐 含量 | 与原始饱 和度差值 % | 目前驱 油效率 % |
|------|------------------|---------------------|-------------|----------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|-------------|-------------------|-----------------|
| | | | 深 | 含油 饱满 | 颗粒 表面 不干净 | 渗出 油珠 | 油味强 | | | |
| 未水淹 | 3~4 | 染手 性强 不染 | 深 浅 | 含油 饱满 不饱满 | 颗粒 表面 不干净 干净 | 渗出 油珠 水珠 | 油味强 油味淡 无味 | 大 小 | <5 | |
| 弱水淹 | 2~3 | | | | | | | | 5~30 | <35 |
| 中水淹 | 1~2 | | | | | | | | 30~45 | 35~55 |
| 强水淹 | 1 | | | | | | | | >45 | >55 |



油层

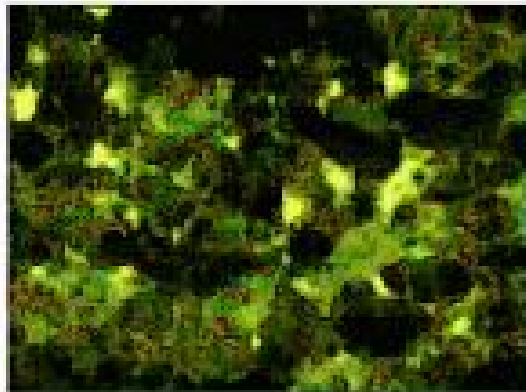


油水同层

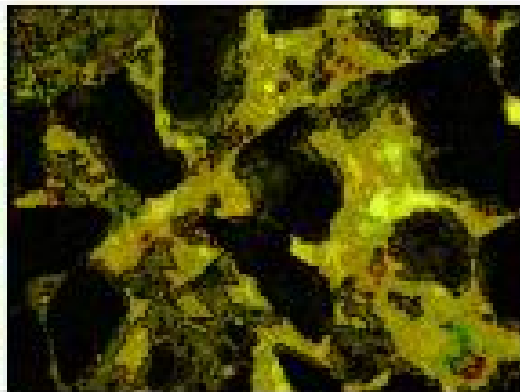


水层

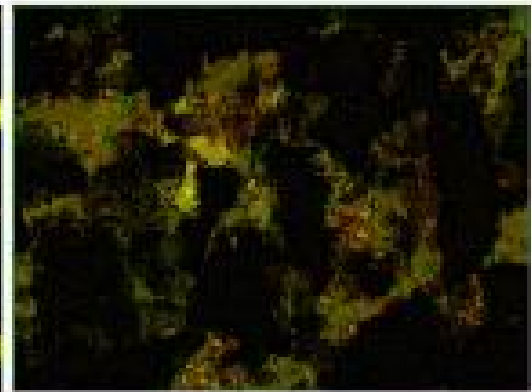
图七：不同储层性质的荧光图像



轻质原油



中质原油



重质原油

图八：不同原油性质的荧光图像



(3) 油层水的含盐量

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 |
| 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 mg/L | 6 363 | 3 877 | 5 005 | 5 775 | 4 175 | 1 759 | 1 681 | 2 314 | 1 829 |

水淹时降低

表 3-8 大庆油田划分油层水淹级别标准表

| 水淹级别 | 强水淹 | 中等水淹 | 弱水淹 |
|-------------|------|---------|------|
| 原始含油饱和度下降程度 | >35% | 20%~35% | <20% |
| 试油含水, f_w | >80% | 40%~80% | <40% |
| 氯化盐含量下降倍数 | 2~4 | 1~2 | <1 |



原始含油
饱和度

(4) 含油饱和度的变化

目前含油
饱和度

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

驱油效率

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，%。

根据驱油效率划分水淹程度，如双河油田：

<25% 弱水淹 25~45% 中水淹 >45% 强水淹



2. 示踪剂测试与水淹层测井法研究油水运动规律

用示踪剂监测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。近些年来，示踪剂法定量解释油层中含油饱和度的理论和方法有了很大的发展，并已显示出了良好的应用前景。



3. 油水井生产动态观测法分析油水运动与分布

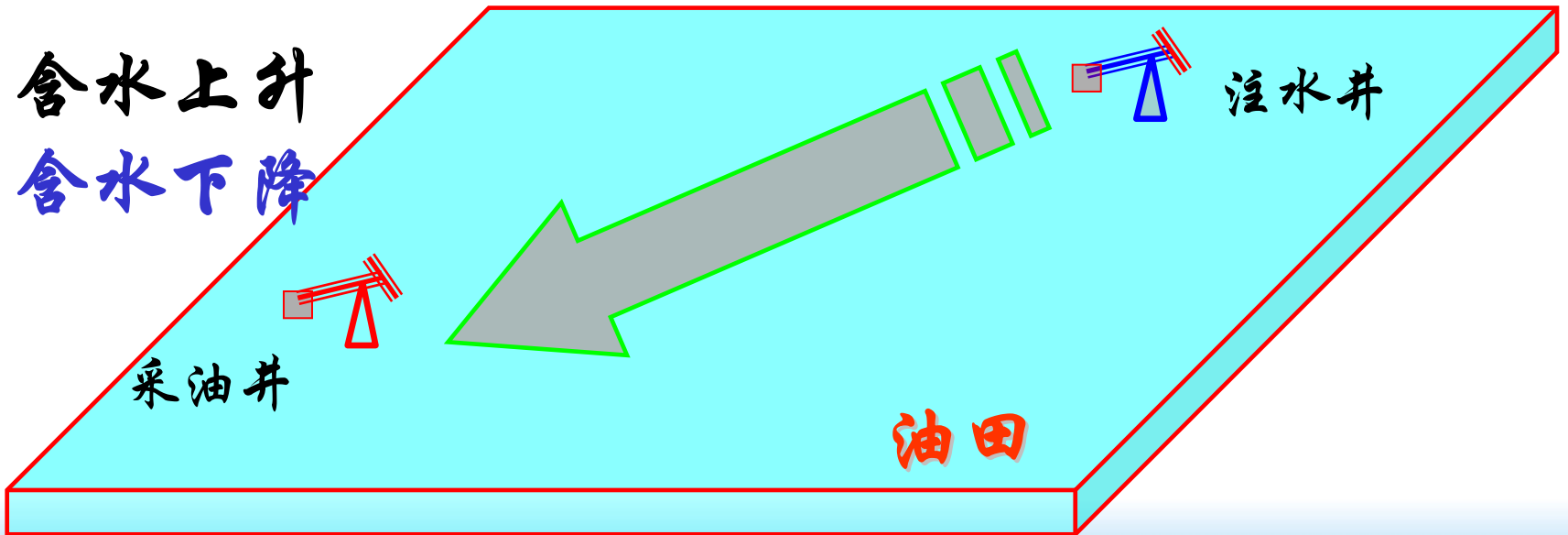
这种方法是油田开发工作者通过实际观测诸如因水井的投注、增注、停注、注入强度的改变，油井的见效、见水、含水变化，产出水的矿化度变化等特征，来分析判断地下油水运动和分布特征的常用方法。它具有方便、经济、实用的特点，且有一定的可靠性，所以也常作为对其他方法研究结果的验证。如为分析判断见水油井的来水方向，可对某水井停注（或控注）后再注（或增注），若油井含水先趋于下降或不再上升，而后又明显上升，则说明该注水井是这个见水油井的主要来水方向；如果某注水井投注后，在其某方位的油井很快见



说明注水井是该油井的主要来水方向

如果油井产水的矿化度随含水而降低的话，说明油井产水为注入水。含水率越高，则水淹程度越大。

恢复注水
停止注水





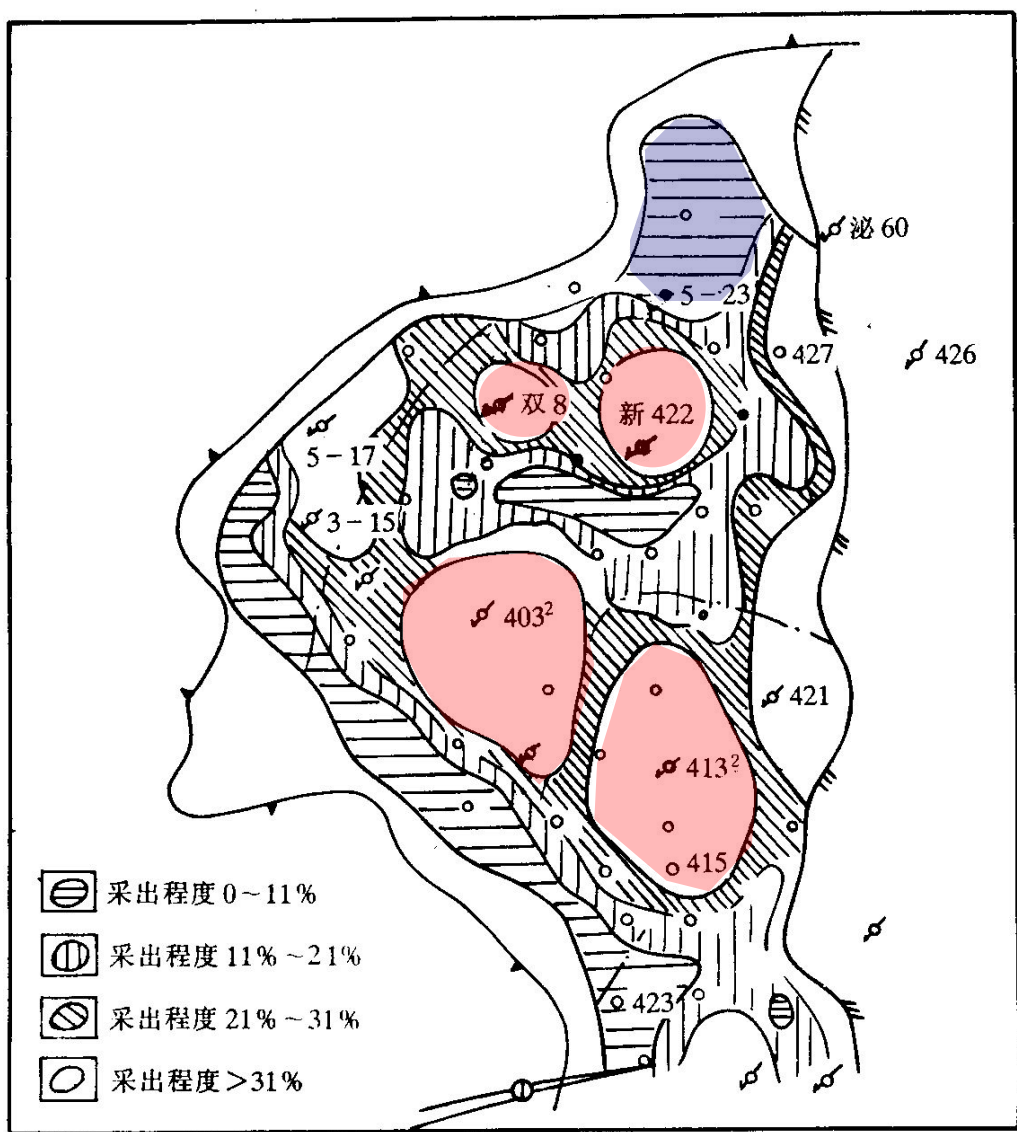
4 数值模拟法研究目前和预测未来油层水淹状况

根据目前的井网条件和油水井动态资料，用数值模拟法不仅可得出油层目前的水淹状况，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。表 3-9 和图 3-6 为双河油田核三段 IV_{1-4} 油层分小层水淹状况模拟结果。结果表明：不同小层的水淹程度不同，同一小层在不同地区水淹程度相差较大，同时存在强、中、弱水淹区，且不同强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，在井网不完善或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。

表 3-9 分小层不同水淹程度统计表（据俞启泰，1989 年）

| 层位 \ 水淹程度 | 弱水淹 | | 中水淹 | | 强水淹 | |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | 面积 | % | 面积 | % | 面积 | % |
| IV_1^1 | 1.29 | 17.5 | 3.34 | 45.3 | 2.74 | 37.2 |
| IV_1^2 | 0.83 | 14.2 | 2.82 | 48.5 | 2.17 | 37.3 |
| IV_2^{1-2} | 0.76 | 17.0 | 2.07 | 46.4 | 1.63 | 36.6 |
| IV_4^{1-2} | 0.31 | 18.1 | 0.87 | 50.0 | 0.56 | 31.9 |

注：表中弱水淹指采出程度小于 11%，中水淹 11%~31%，强水淹为大于 31%



采出程度大于31%

采出程度小于10%

图 3-6 双河油田北块某油层采出程度模拟结果
(据俞启泰, 1989 年)

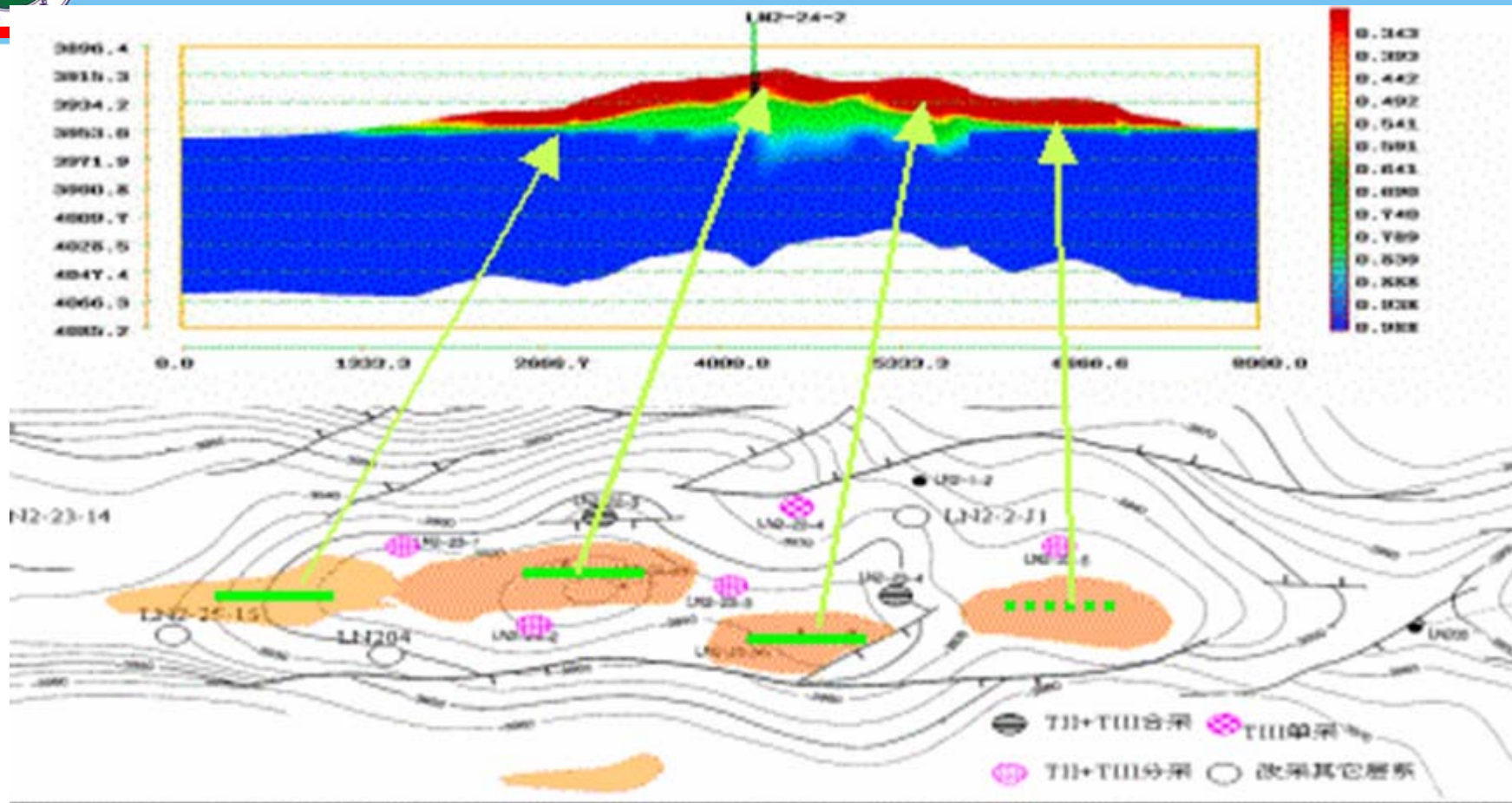


图1 LN2井区TIII油组水平井调整部署图



5. 开发地震监测注水前缘

近几年来，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, Dunlop (1988年) 和 Seymour, Marituold (1989年) 等人对陆上与海上油田运用地震测量直接监测井间注入水前缘运动状况作了深入的探讨，并得出了可以利用前后两次地震反射振幅比值和声阻抗等灵敏信息直接反映储层中油水运动，如舌状水进和含油饱和度的变化情况等重要成果，这无疑为研究油田在中高含水期油水运动和剩余油分布开辟了新的途径。不过，利用地震监测储层中的注水前缘受厚度分辨率的影响，目前只能对厚度10m以上的油层中的水驱油状况进行较为有效的监测。为进一步提高地震监测的分辨率和适应油田实际生产需要的一些具体方法技术尚在进一步探索之中。



二、监测结果分析与应用

1. 油层水淹的一般规律

注入水的平面运动规律是导致油层平面水淹特征与剩余油分布的主要原因。而注入水的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：

(1) 井网控制不住的地区，水驱控制程度差，油层动用不好，多形成剩余油富集区。如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“滞留区”，远离注水井的边、脚地区，生产井网稀、单井控制储量大的地区等，这些地区注入水作用较弱，易形成剩余油富集。



(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区；而砂体的边缘、边角、尖灭线附近往往是水淹不到的剩余油富集区。

(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，使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”。

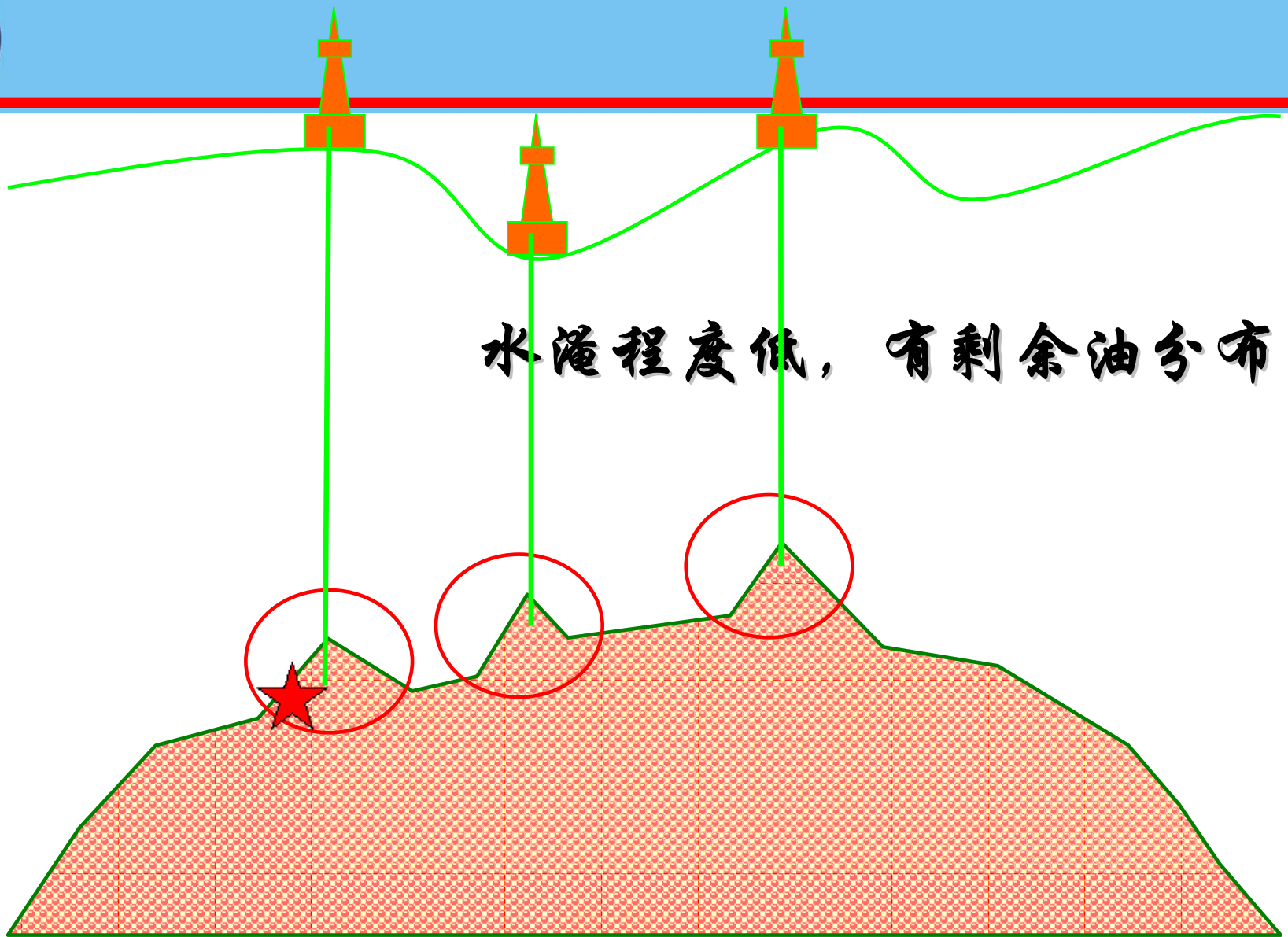
(4) 油层大面积连片分布地区，注入水控制强，剩余油低；油层零星分散分布地区剩余油含量高。

(5) 油层微型构造中的正向构造，如小高点、小鼻状凸起、小构造阶地等多为水淹程度低的剩余油分布区；而负向构造，如小沟槽、小凹地等多为水淹程度较高的地区。



2. 运用监测结果指导油田调整挖潜

对油水运动状况进行监测的结果，一般都反映在单油层平面水淹图、剩余油分布图上。这类图件是油层进行调整挖潜的主要依据。其调整挖潜的基本目的是：增大注水波及体积，提高水驱动用程度，从注与采两方面入手，提高注水开发效率和水驱采收率。



水淹程度低，有剩余油分布