

一、名词解释

- 1、地质井（构造井、地质浅井）：盆地普查阶段为解决一定地质调查（构造、地层）问题而钻的井。
- 2、参数井（地层探井、区域探井）：为了了解不同构造单元的地层层序、厚度、岩性、生储盖组合条件，并为物探提供有关参数而钻的井。
- 3、预探井：在地震详查的基础上，以局部圈闭或构造带为对象，以发现油气藏为目的而钻的井。
- 4、评价井（详探井）：在地震精查的基础上，在已获得工业性油气流的构造或断块上为落实地质储量，了解油气层的分布和厚度变化以及明确油气藏类型所钻的井。
- 5、开发井（采油井、注水井）：在地震精查构造图可靠，评价井所取的地质资料比较齐全，探明储量误差在规定范围以内时，根据编制的该油气田开发方案，为完成产能建设任务按开发井网布署所钻的井。
- 6、调整井：指油气田投入开发若干年后，根据开发动态及油气藏数值模拟资料，为提高储量动用程度，提高采收率，进行开发调整而钻的井。
- 7、定向井：指既有一定斜度，又有方位要求的井
- 8、丛式井：海上油田开发时，在钻井平台上打的井群，一般为 30 口左右，最多可达 96 口。
- 9、水平井：最大井斜角接近或达到 90°，且有水平延伸的井。
- 10、CT 值：定向井的水平位移与垂直井深之比。（反映定向井钻井工艺水平的一个指标）
- 11、井斜角：井眼轴线的切线与铅垂线的夹角
- 12、井斜方位角：井眼轴线的切线在水平面上投影与正北方向的夹角。
- 13、钻时：每钻进一定厚度的岩层所需要的纯钻进时间。它与钻速互为倒数关系。
用“分/米”来表示。记录钻时的间隔距离根据需要来设计。
- 14、钻时录井：按井深记录钻时的录井方法。
- 15、岩心：将井下取上来的岩石，这种岩石叫做岩心。
- 16、岩心收获率：指实取岩心的长度与取心进尺的比值，用百分数表示。
- 17、岩心编号：将丈量好的岩心按井深自上而下，由左向右（岩心盒以写井号一侧为下方）依次装入岩心盒内，然后进行涂漆编号。
- 18、岩屑：在钻井过程中，地下的岩石被钻头钻碎后随泥浆一起被带到地面上来，这些岩石碎块就叫岩屑（砂样）。
- 19、岩屑录井：在钻井过程中，地质人员按照一定的取样间距和迟到时间，连续收集与观察岩屑并恢复地下地质剖面的过程，就称为岩屑录井。优点：成本低，简便易行，了解地下情况及时，资料系统性强。
- 20、迟到时间：岩屑从井底随泥浆返出到井口的时间。
- 21、套管程序（井身结构）：指下入井中的套管层数，尺寸，规格和长度。

二 问答题

1、录井方法一般包括哪几种？

答：钻时录井、岩心录井、岩屑录井、钻井液录井、气测录井、荧光录井、罐装气录井、地化录井

2、影响钻时的因素有哪些？如何根据钻时来判断岩性？

答、(1) 岩石性质（岩石的可钻性）及井深

在合理选择钻头和钻井参数的情况下，松软地层比坚硬地层钻时小，如：疏松砂岩比致密砂岩钻时小，多孔的碳酸盐岩比致密的石灰岩、白云岩钻时小。这一点，正是我们利用钻时录井来进行岩性识别的主要依据。

在钻进过程中，可以明显看出，随着井深的增加，钻时会相应增大，其原因之一就是深部地层比浅部地层更致密、更坚硬的缘故。

(2)、钻头类型与新旧程度

钻头类型较多，常用：刮刀钻头、牙轮钻头，金刚石钻头等。

一般，钻软地层用刮刀钻头，而钻硬地层用牙轮钻头。钻头选择是否合理，直接影响到钻时的大小。如果钻硬地层选用了适于钻软地层的钻头，就必然影响钻进速度，钻时就大。

钻头新旧程度的影响也是非常明显的，在同一段地层中可以清楚地反映出来，新钻头比旧钻头钻进快，钻时小。所以在

现场我们可以看到: 钻头用到后期钻时有逐步增大的现象。

(3)、钻井措施(钻井参数)与钻井方式

相同岩性的地层中, 钻压大, 转速快, 排量小时, 钻头对岩石的破碎效率高, 钻时小, 相反的条件下, 钻时大。

钻压太小: 钻时过大影响钻进速度。

钻压过大: 超过钻具负荷, 掉牙轮, 掉钻头, 断钻具, 引起工程事故。

排量太小: 钻时大影响进尺。

排量过大: 井壁“大肚子”。

钻井方式: 指采用涡轮钻还是旋转钻。

一般, 涡轮钻转速比旋转钻约大 10 倍, 所以涡轮钻的钻时小。

(4)、泥浆性能

一般, 粘度低、比重小、排量大的泥浆钻进快, 钻时小; 清水钻进比泥浆钻进的速度要高一倍以上。

(5)、人为因素的影响

与司钻的操作技术和熟练程度有关: 如有经验的司钻送钻均匀, 能根据地层性质采取措施。如: 软地层: 快转轻压; 硬地层: 慢转重压; 这样达到提高钻速、加快进尺的目的。

3、现场上常用的荧光录井方法有哪几种?

答: ①直照法: 将岩心或岩屑放在荧光灯下直接照射, 主要是观察记录荧光发光程度、产状、发光面积。分为湿照和干照两种。

②滴照法: 取 1~2g 无人为污染的小块岩心, 研碎置于标准滤纸上, 滴 1~2 滴氯仿, 待氯仿挥发后, 在荧光灯下直接观察滤纸上留下的发光痕迹。根据发光颜色、产状确定沥青含量与沥青性质。

③系列对比法: 称 1g 研碎后的岩样, 倒入干净试管内, 加入 5ml 氯仿密封浸泡, 摇动数分钟后, 静置 8~10h, 与标准系列对比, 根据荧光级别, 在“荧光分析沥青含量标准表”中可查出沥青含量。

④毛细分析法: 利用石油沥青溶液的毛细管特性及发光特性判定溶液中石油沥青的组分和性质。由于溶液中石油沥青不同组分沿毛细管即滤纸条上升速度不同而在滤纸条上形成特有的宽窄不等的色带, 在荧光灯下观察其色带宽度和颜色, 就可确定石油沥青的性质和组分。

5、如何划分碎屑岩的含油级别?

答: 含油级别是判断油层或油层好坏的主要标志。主要依靠含油面积大小和含油饱满程度来确定。分为 6 级(从大到小): 饱含油、含油、油浸、油斑、油迹、荧光。

6、为什么要进行岩心归位? 简述岩心归位的原则和步骤。

答: (1) 由于地质上、钻井技术及工艺方面的种种原因, 并非每次取心收获率都能达到 100%, 而往往是一段一段不连续的, 因此需要恢复岩心在地下的本来位置, 而未取上岩心的井段, 则根据电测、岩屑、钻时等录井资料来判断取心井段的地层在地下的实际面貌, 如实地反映在岩心综合录井图上。通常把这项工作称为岩心“装图”或“归位”。

(2) 装图原则:

以每筒岩心为基础, 用标志层控制, 在磨光面或筒界面适当拉开, 泥岩或破碎处合理压缩, 使整个剖面岩性、电性相符, 解释合理。

(3) 具体步骤如下:

1、校正井深: 岩心录井以钻具长度来计算井深; 电测曲线以电缆长度来计算井深。由于钻具和电缆的伸缩系数不同, 两者在深度计算上有差别。装图时, 找出两者之间的差值, 以电测深度为准加以校正。

2、以筒为基础装图: 每筒岩心作为一个装图单元, 余心留空位置, 套心推至上筒。

3、以标志层作控制: 岩性、电性特征明显, 厚度不大的层。

4、岩、电相符, 拉、压合理: 压: 泥岩膨胀(实取长度>解释厚度) 拉: 磨光面 (实取长度<解释厚度)。

5、岩心位置的绘制: 以每筒岩心的实际长度绘制, 用不同符号表示在该栏目中, 空白、斜线相间。

6、样品位置的标注: 用符号标在距本筒顶的相应位置上。

7、如何获取有代表性的岩屑? 常用的测定迟到时间的方法有哪几种?

答: ①井深准: 管理好钻具。②迟到时间准。

(1) 实物测定法: 选用与岩屑大小, 比重相近的物质 (易辨), 在接单根时投入钻杆内, 记下开泵时间, 然后在泥浆出口振动筛处密切观察, 记下开始返出的时间。

(2) 特殊岩性法: 与邻井对比, 利用大段单一岩性中的特殊岩性 (如大段砂岩中的泥岩、大段泥岩中的砂岩, 大段泥岩中的灰岩等) 在钻时上表现出的变化 (特高值或特低值), 记录钻遇时间 (钻时变化点) 和上返至井口的时间 (振动筛处开始出现特殊岩性), 二者差值即为该岩屑所在深度的迟到时间。

8、在钻井中泥浆的功能是什么? 泥浆性能包括有哪些?

答: (1) ①带动涡轮, 冷却钻具; ②携带岩屑, 返出井口; ③保护井壁, 防止地层垮; ④平衡地层压力, 防止井喷、井漏。

(2) 2、性能: ①相对密度: 在标准条件下泥浆密度与 4℃纯水密度的比值, 为无量纲量。②粘度: 泥浆粘度是指泥浆流动时的粘滞程度。通常用时间“秒”来表示。③切力: 使泥浆自静止开始流动时作用在单位面积上的力, 也就是泥浆静止后悬浮岩屑的能力称为泥浆的切力。单位: mg/cm^2 。④泥浆失水量和泥饼。⑤泥浆含砂量。⑥泥浆 PH 值。⑦含盐量

9、什么是泥浆的失水量和泥饼? 钻井过程中对其作何要求? 为什么?

答: (1) 失水量: 泥浆中的自由水渗入地层孔隙中的现象称为失水。其量的多少称为失水量。单位为 ml; 泥饼: 泥浆失水的同时, 粘土颗粒在井壁岩层表面逐渐聚结就形成了泥饼 (造壁过程)。泥饼厚度以 mm 表示。

(2) 泥浆失水量小, 泥饼薄而致密, 有利于巩固井壁和保护油层。若失水量太大, 泥饼厚, 造成井径缩小, 起下钻时遇阻遇卡, 并且降低了井眼周围油层渗透性, 对油层造成损害, 降低原油的生产能力。一般要求泥浆失水量不超过 10ml, 泥饼厚度小于 2mm。

10、如何根据井号编排判断井别:

答: 渔浅 1 井 (地质井)、荆参 2 井 (参数井)、浩 4 -3 井 (开发井)、陵 1 井 (预探井)、沙 36 井 (评价井)。

11、泥浆显示分为哪几类?

答: 泥浆显示分类可分五类: 油花气泡: 油花或气泡占槽面 30% 以下。油气浸: 油花或气泡占槽面 30% 以上, 泥浆性能变化明显。井涌: 泥浆涌出到转盘面以上, 不超过 1m。井喷: 泥浆喷出至转盘面 1m 以上, 喷面超过二层平台称强烈井喷。井漏: 泥浆量明显减少。

12、完井方法因地质条件不同可分为哪几类?

答: (一) 先期完成: 先下入油层套管, 再钻开油层。

1、裸眼完成: 钻至油气层顶部后, 下油层套管固井, 然后用小钻头钻开油气层, 完井后, 油气层部位直接与井眼连通。

2、衬管完成: 与裸眼完成不同之处是钻开油气层后, 再下衬管 (割缝的套管) 完成。

先期完成方法的优点: 油气层被泥浆浸泡的时间短, 可以采用清水或轻泥浆钻开油气层, 油层暴露充分, 有利于保护并解放油气层。

(二) 后期完成: 先钻开油气层, 然后再下油层套管。

1、射孔完成: 钻开油气层后, 下油层套管至生产层底部固井。下入专门射孔器在油气层部位射孔, 穿透套管和水泥环进入地层, 从而为油气流进入井内造成通道。

优点: 能够封隔油气水层, 防止互相窜扰, 有利于进行分层试油, 分层开采, 分层注水, 分层压裂等。能消除井壁坍塌对油气井的影响, 该方法适应性强, 是目前我国较为广泛采用的一种油井完成方法。缺点上油气层暴露面积小, 油气流入井中阻力大, 防砂效果差, 不利于疏松岩气层的开采。

2、尾管完成: 钻至油气层顶部, 下入油层套管, 然后钻开油气层, 再在油气层段下入尾管, 用射孔的方法使油气层与井眼连通。优点: 除射孔完成法的优点外, 还可节约大量的钢材, 水泥等固井材料, 降低钻井成本。

第二章 油气水的综合判断与测试技术

一、名词解释

1、油气水的综合判断: 根据钻井地质录井、地球物理测井以及地层测试资料来综合分析对地层进行的判断。包括两方面的内容: A、从地层剖面中划分出渗透层 (储层)。B、确定渗透层的产液性质并估计其生产能力。

2、束缚水：所谓“束缚水”就是指不能在孔隙中流动的水。

3、可动水：可以在地层孔隙中流动的水，主要占据在较大的孔隙内。

4、含油饱和度：

5、相渗透率：在多相共渗体系中，不同相的流体在地层内部的流动能力（实际上就是各相的有效渗透率）。

6、增阻侵入：地层孔隙中原始流体的电阻率较低，泥浆滤液侵入后，侵入带的电阻率比原来地层的电阻率高（ $R_i > R_t$ ），这种现象称为“增阻侵入”或“高侵”。该情况多出现在含高矿化度水的水层处。

7、减阻侵入：地层孔隙中原始流体的电阻率较高，泥浆滤液侵入后，侵入带的电阻率比原来地层的电阻率低（ $R_i < R_t$ ），这种现象称为“减阻侵入”或“低侵”。该情况多出现在含油气的地层中。

8、地层测试：在钻井过程中或完井后对油气层进行测试，获得动态条件下地层和流体的各种特性参数，从而及时准确地对产层作出评价。

9、中途测试：探井钻进过程中，钻遇油气层或发现重要油气显示时，中途停钻对可能的油气层进行测试。一般在裸眼井中进行，岩性致密，井壁规则，早期评价。

10、跨隔测试：在一口井有多层的情况下对其中某一层进行的测试，要求必须有两个封隔器将测试层的上部 and 下部都隔开。

11、测试垫：测试过程中，若井很深，井底泥浆柱压力高，这时常在钻杆中充入水、泥浆、N₂ 或者其组合，这就是测试垫。

二、问答题

1、在进行油气水层的判断时，为什么对低渗透性砂岩油气层的含油性解释偏低？

答：对低渗透性砂岩油气层的含油性解释偏低

岩性：粉砂岩、泥质粉砂岩。

特点：颗粒粒径小，比表面大，孔隙中粘土含量高，孔隙喉道窄小，微孔隙发育。亲水、低渗透性。SW 高，但以束缚水形式存在，S₀ 低。

因此，我们根据 S₀ 来判断时，就可能把油层定为水层或油水同层，出现对油气层的含油性解释偏低，导致错误。

2、在进行油气水层的判断时，为什么对高渗透性砂岩油气层的含油性解释偏高？

答：、对高渗透性砂岩油气层的含油性解释偏高

岩性：细砂岩以上；

特点：粒径大，比表面小，粘土含量少、孔隙分布均匀、孔径大、K 高、水以可动水的形式存在。如 SW 低，S₀ 高，我们则判断为油层，但由于水是以可动水形式存在，此时仍然产水，可能为油水同层甚至水层，这样把油水同层或水层就定为了油层，导致判断油气层时出现解释偏高的现象。

所以说，油气层并没有固定不变的含油饱和度界限，S₀ 界限往往随着产层束缚水含量的变化而变化，特别是岩性和泥质含量变化大的地层更是如此，因此，含油性只是判别油气层的重要依据，并非充分条件。

3、简述在碳酸盐岩双重孔隙结构中，基质孔隙系统和裂缝系统的主要区别。

答

	基质孔隙	裂缝
孔隙类型	粒间+晶间，原生+次生	缝、洞，构造应力+溶蚀
分布	均匀、孔隙小， 靠狭窄喉道连通	不均匀，连通性好
K	低：<1md	高：50~100 md
作用	储集流体的主要场所	流体渗滤的主要通道

泥浆侵入特点	浅	深
--------	---	---

4、标注钻柱测试压力卡片各点所表示的压力。

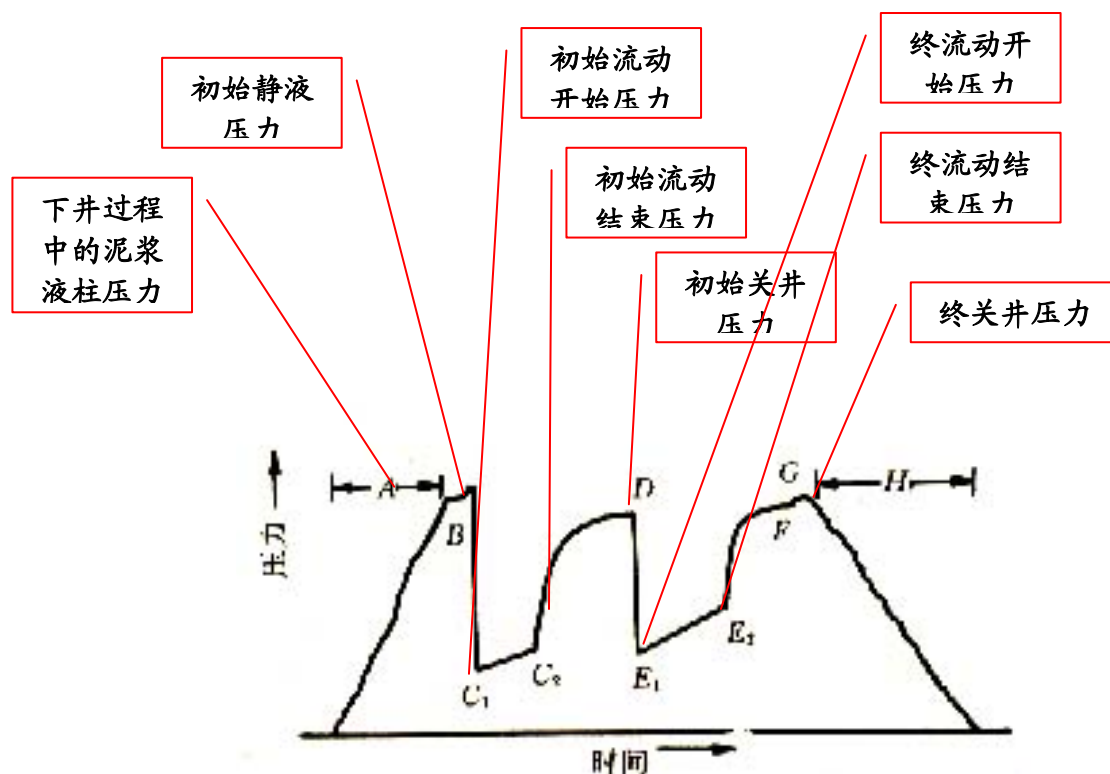


图 2-6 钻柱测试器压力记录示意图

答:

5、满足什么样条件的压力卡片才能供我们解释分析用?

答: 满足以下三个条件, 才能供解释分析用: ①压力基线是直的和清楚的; ②所记录的初始和最终泥浆柱压力与泥浆比重和深度求出的压力是一致的; ③流动压力曲线是平滑的。

6、简述 MFE 的工作过程 (步骤)。

答: ①下井: 封隔器松开, 测试阀关闭, 旁通凡尔打开。②开井 (流动): 下至目的层, 封隔器座封, 旁通凡尔关闭, 测试阀打开。③关井 (恢复): 封隔器仍然座封, 旁通凡尔关闭, 测试阀关闭, 取样器取样。④起出: 测试阀关闭, 旁通凡尔打开, 封隔器松开。

第三章 油气田地下地层研究

一、名词解释

1、有效厚度:

2、沉积旋回: 垂直地层剖面上, 具相似岩性的岩石有规律地重复出现现象。分正旋回 (岩性下粗上细) 和反旋回 (岩性上粗下细)。造成旋回的原因: 地壳升降, 海平面变迁。

3、细分沉积相: 油田内对油层进行沉积相的研究, 垂向上要细分到单层, 平面上要细分到微相, 并要确定每口井、每个油层所处的相带位置, 进一步划分砂体的沉积类型。

4、标准层: 岩性稳定, 特征明显, 分布广泛, 厚度不大且易与上、下岩层相区别的岩层。一般, 选标准层要尽可能多, 而每个标准层厚度不要太大。

5、标准剖面:

6、含油层系: 是若干油层组的组合, 同一含油层系内的油层其沉积成因、岩石类型相近, 油水特征基本一致。含油层系的顶、底界面与地层时代分界线具一致性。

7、油层组: 由若干油层特性相近的砂层组组合而成。以较厚的非渗透性泥岩作盖、底层, 且分布于同一岩相段之内。岩相段的分界面即为其顶、底界线。

8、砂岩组: 是由若干相互邻近的单油层组合而成。同一砂层组内的油层其岩性特征基本一致。砂层组间上下均有较为稳定的隔层分隔。

二、问答题

1、按研究范围, 地层对比分为哪四级?

答: 在油田范围内, 将油层对比单元从大到小划分为四级: 含油层系、油层组、砂层组、单油层。油层单元级次越小, 油层特性一致性越高, 垂向连通性越好。

2、什么是沉积旋回? 在油田, 如何进行沉积旋回级别的划分?

答: (1) 指在地层剖面上, 若干相似的岩性在纵向上有规律地重复出现。这种有规律地重复出现, 可以在岩石的颜色、岩性、结构、沉积构造等各方面表现出来, 最明显的是表现在岩石的粒度上, 称之为韵律性。

(2) 在油田范围内, 沉积旋回级次的划分: (从大到小分四级) 一级沉积旋回、二级沉积旋回、三级沉积旋回、四级沉积旋回 (韵律)

3、油层对比单元划分为哪几级? 各有何特点?

答: (1) 在油田范围内, 将油层对比单元从大到小划分为四级: 含油层系、油层组、砂层组、单油层。

(2) 1. 单油层 (通称小层或单层)

组合含油层系的最小单元, 相当于沉积韵律中的较粗粒部分。同一油田范围内的单油层具一定的厚度和分布范围, 并具岩性和储油物性基本一致的特征。单油层间应有隔层分隔, 其分隔面积应大于其连通面积。

组成单层的条件:

a、每个小层必须是一个连通性的孔隙介质, 其层位在开发区能追踪对比, 有效厚度 $> 0.5\text{m}$ (油层中能出工业油流的层厚);

b、每个小层上、下必须有不渗透的泥岩夹层分隔, 其厚度 $> 0.5\text{m}$, 分布面积不小于含油面积的 70%;

c、上、下小层连通性不能大于 30%。

2. 砂层组 (或称复油层)

是由若干相互邻近的单油层组合而成。同一砂层组内的油层其岩性特征基本一致。砂层组间上下均有较为稳定的隔层分隔。

3. 油层组

由若干油层特性相近的砂层组组合而成。以较厚的非渗透性泥岩作盖、底层, 且分布于同一岩相段之内。岩相段的分界面即为其顶、底界线。

4. 含油层系

是若干油层组的组合, 同一含油层系内的油层其沉积成因、岩石类型相近, 油水特征基本一致。含油层系的顶、底界面与地层时代分界线具一致性。

4、简述油层对比的步骤。

答: ①利用标准层对比油层组; ②利用沉积旋回对比砂层组; ③利用岩性和厚度比例关系对比单油层; ④连接对比线:

5、单层及其组合条件是什么?

6、碳酸盐岩储集单元及其划分原则是什么?

答: (1) 储集单元: 碳酸盐岩油气层剖面中, 能封闭油气并具有统一压力系统的基本岩石组合。(储、产、盖、底)

(2) 划分原则: ①同一储集单元必须具备完整的储、渗、盖、底的岩性组合; ②同一储集单元具有同一压力系统; ③同一储集单元内, 流体性质基本相似; ④组成储、产、盖、底的层位相同, 但平面上被断层分隔, 造成压力系统不同, 油 (气) 水界面不在同一海拔高度, 可划为两个储集单元。

7、地层对比和油层对比的依据有哪些?

答: 油层对比依据: 通过区域地层对比, 已确定了地层的层位关系。在此基础上还要对相同层位内油气层的连续关系进行对比。油层对比: 系指在一个油田范围内, 对区域地层对比时已确定的含油层系中的油层进行划分和对比。油层对比, 除通常应用的岩性和电测曲线资料外, 目前已逐步发展到综合应用微体古生物、微量元素、粘土矿物等多种资料进行小层划分和对比, 这无疑将提高小层对比的精确度。

地层对比原则: 同一沉积环境下所形成的沉积物, 其岩性特征亦应相同, 而不同沉积环境中形成的沉积物, 其岩性特征不同。这是我们进行对比的基本原则。

8、常用的油层对比成果图有哪些?

答: ①小层划分数据表②单层对比数据表③小层平面图④油层剖面图⑤油层栅状图⑥油砂体连通图⑦油砂体平面图

第四章 油气田地下构造研究

1、画示意图, 说明为什么在作构造剖面图时对弯井要进行井斜校正?

答: 如果井是铅直的, 经过上述准备就可以作剖面图了。但是, 由于地层软硬的差别、倾角的变化及钻井技术等原因, 井轴往往在空间是弯曲的, 这种弯曲井称为自然弯曲井。有时为了某种特殊的需要, 如钻探裂缝发育带, 钻探海底油田, 钻探地面有湖泊、河流、沼泽或重要建筑物的油田, 都需要人为地向某一方向钻井, 这称为人工定向井。若将弯曲井当成直井来作剖面图, 就会歪曲地下构造形态。

图 a, 井的弯曲方向与地层倾向一致: 若把弯井当直井处理, A 点就错误地画到了 B 点, 地层的实际埋藏深度被夸大, 导致地层倾角变小, 甚至倾向倒转。

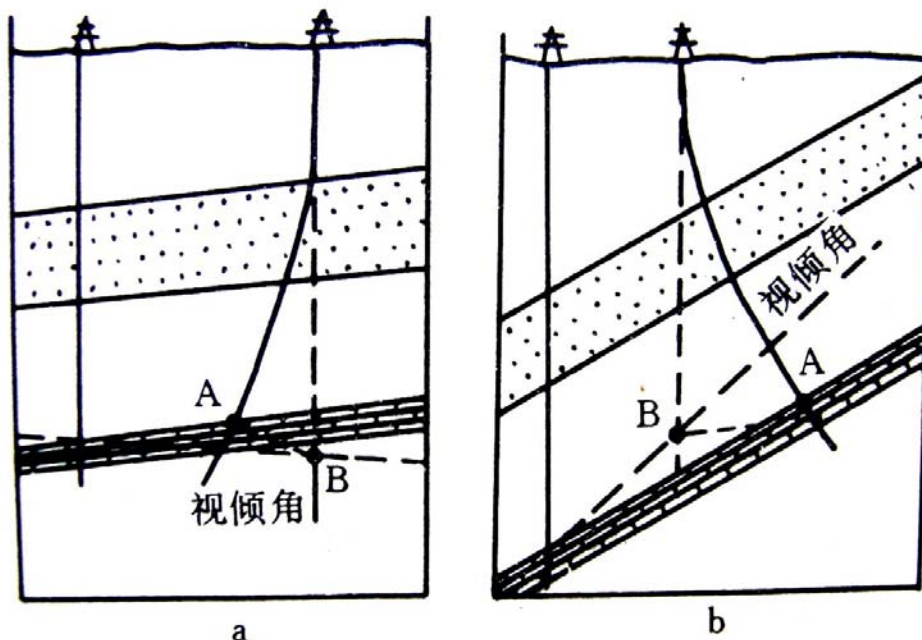
图 b, 井的弯曲方向与地层倾向相反: 若把弯井当直井处理, A 点被歪曲到 B 点, 把地层的实际埋藏深度减小了, 导致地层倾角变大。

因此, 用作剖面图的弯井必须进行井斜校正。

图 a, 井的弯曲方向与地层倾向一致: 若把弯井当直井处理, A 点就错误地画到了 B 点, 地层的实际埋藏深度被夸大, 导致地层倾角变小, 甚至倾向倒转。

图 b, 井的弯曲方向与地层倾向相反: 若把弯井当直井处理, A 点被歪曲到 B 点, 把地层的实际埋藏深度减小了, 导致地层倾角变大。

因此, 用作剖面图的弯井必须进行井斜校正。

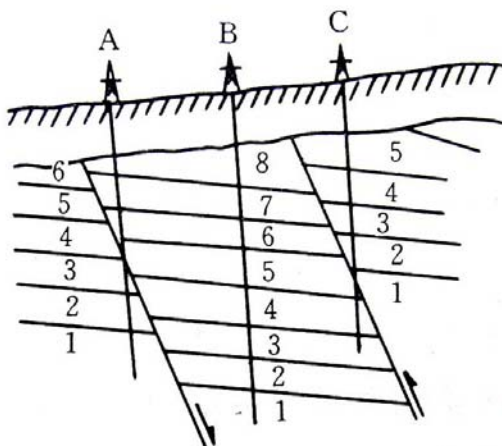


每口井钻井过程中, 一般都要进行井斜测量, 提供井斜段 (L)、井斜角 (δ) 和井斜方位角 (β) 三个变量的一系列数据。

井斜校正的实质是将弯井的井身沿地层走向投影到剖面上去。

井斜校正的主要任务是求得空间井段沿地层走向投影到剖面上的井斜角 (δ') 和井斜段长度 (L')。

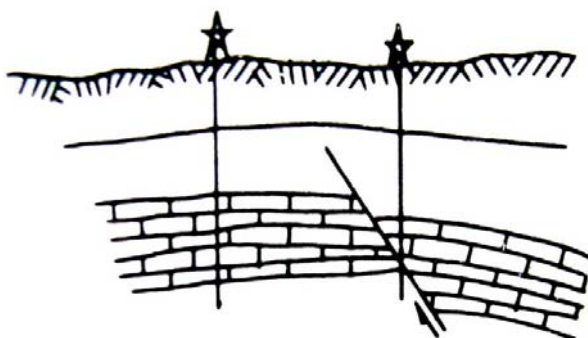
2、在油田地质研究中，如何进行井下断层的识别？



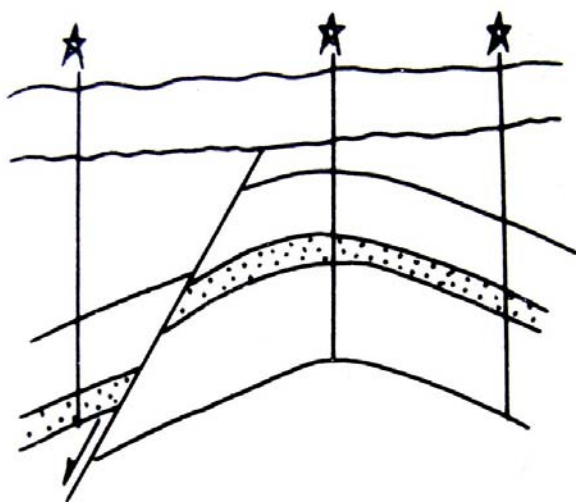
答：1、井下地层的重复与缺失

A、正断层地层缺失 C、逆断层地层重复

2、短距离内同层厚度突变：地层部分重复或缺失造成的同层厚度突变。可以通过地层的细分对比把这种小断层判断出来。



3、近距离内标准层海拔高程相差悬殊：断层从井间通过造成的高程差如图所示。它可能是单斜挠曲造成的，这就必须参考其它资料综合分析，加以区别。



4、石油性质的差异

5、折算压力和油水界面的差异：由于断层的切割作用，使其两侧的油层处于不同深度，互不连通，各自形成独立的压力系统。同一压力系统中，压力互相传导，直到平衡，因此，各井油层折算压力相等；而不同压力系统，其折算压力完全不同。同理，油水界面的高程在断层两侧也是完全不同的。

6、倾角测井资料识别：由于断裂作用使断层上下盘地层产状变异，在倾斜矢量图上表现出明显的差异；构造力使岩石破裂，在断层面附近形成破碎带，在倾斜矢量图上呈现杂乱模式或空白带；构造应力的作用通常在断层附近发生牵引现象，使局部地层变陡或变缓，这种变化带在倾斜矢量图上表现为红模式或蓝模式。根据倾斜矢量图的变异特征，可以比较准确地确定断点位置、断层走向及断面产状。

3、断点组合及其原则是什么？

答：、断点组合：把属于同一条断层的各个断点联系起来，全面研究整条断层的特征，这项工作称为断点组合。

断点组合原则：

- 1) 各井钻遇的同一条断层的断点，其断层性质应该一致，断层面产状和铅直断距应大体一致或有规律地变化；
- 2) 断点附近地层界线的升降幅度与铅直断距要基本符合，各井钻遇的断缺层位应大体一致或有规律地变化；
- 3) 组合起来的断层，同盘地层厚度不能出现突变；
- 4) 断层两盘地层产状应与构造变化总趋势相符合。

4、什么是油气田地下构造图、地质剖面图、断面构造图？

答：油气田构造图：表示地下油层或油层附近标准层的构造形态的等高线图。构造图是油田地质研究的成果图，又是油气田勘探开发中新井设计、储量计算、拟定开发方案及动态分析的重要底图。

油气田地质剖面图：沿油气田某方向切开的垂直断面图，它可以反映油气田的地下构造条件，即地层的产状变化、接触关系及断裂情况；可以反映地层岩性、物性及厚度的横向变化；也可直观地表示油、气、水在地下的分布状况，以及油气藏在地下空间位置。因此，它是一种油气田地质研究中的重要图件。

断面构造图：（断层面等高线图）以等高线表示断层面起伏形态的图件。

5、利用测井曲线进行地层对比时，如何识别断层及其性质？如何确定断点深度及其断距大小？

6、倾角测井矢量图中的蓝色模式、红色模式、绿色模式代表什么含义？

答：四种颜色模式：

- ①绿色模式：用绿色勾绘出的一组倾向基本相近，倾角随深度增加而不变的矢量。
- ②红色模式：用红色勾绘出的一组倾向基本相近，倾角随深度增加而逐渐增大的矢量。
- ③蓝色模式：用蓝色勾绘出的一组倾向基本相近，倾角随深度增加而逐渐减小的矢量。
- ④杂乱模式：矢量的倾角和倾向呈杂乱分布而无规律可循。

7、岩层倾向正北、断层面倾向与之相反。此处钻了一口直井，断点深度为 1000 米，目的层顶面为 1050 米，作示意图分析，在目的层顶面构造图上，断层线从井位的哪一侧通过？

第五章 储层特征研究

一、名词解释

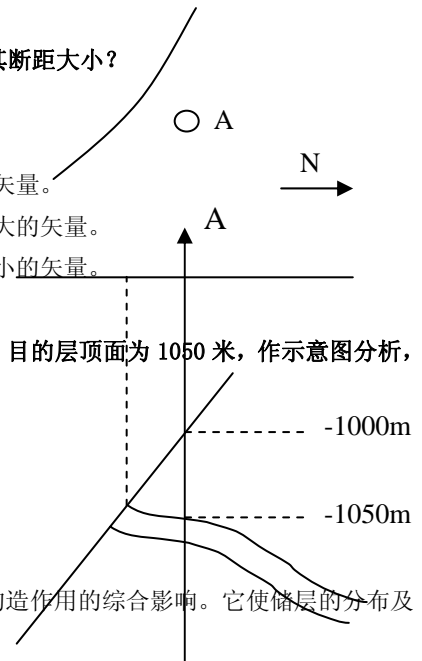
1、储层非均质性：油气储层在漫长的地质历史中，经历了沉积、成岩以及后期构造作用的综合影响。它使储层的分布及内部的各种属性都存在极不均匀的变化，这种变化称之为储层的非均质性。

2、层内非均质性：包括粒度韵律性、层理构造序列、渗透率差异程度及高渗透段位置、层内不连续薄泥质夹层的分布频率和大小、以及其它的渗透隔层、全层规模的水平、垂直渗透率的比值等。

3、层间非均质性：指垂向上各种沉积环境的砂体交互出现的规律性，以及作为隔层的泥质岩类在剖面上的发育和分布情况，是对一套砂泥岩间互的含油层系的总体研究，属于层系规模的储层描述

4、平面非均质性：包括砂体成因单元的连通程度、平面孔隙度、渗透率的变化和非均质程度、以及渗透率的方向性。

5、微观非均质性：指微观孔隙内影响流体流动的地质因素。主要包括孔隙、喉道的分布、孔隙结构特征、粘土基质及砂粒排列的方向性等。



6、储层敏感性:指储层对于各种类型地层损害的敏感性程度,储层敏感性评价则是指对储层受到损害的程度和规律的认识。

7、速敏性:指储层中各种微粒因流体流动速度增加而引起颗粒运移并堵塞孔道而造成储层渗透率下降的现象。

8、水敏性:指与地层不配伍的外来流体进入储层后引起储层中的粘土矿物发生水化膨胀和分散运移而造成的储层渗透率下降的现象。

9、盐敏性:指地层渗透率随着流过的注入液矿化度降低而发生变化的现象。

10、酸敏性:指酸液进入储层后与储层中的酸敏性矿物发生反应,产生沉淀或释放出微粒,使储层渗透率下降的现象。

11、正反向流动实验:在流速实验基础上,为进一步检验储层中微粒运移的存在,还要进行正反向流动实验。在正向流动流速超过临界流速的情况下,造成地层微粒在喉道处“桥堵”,引起流体渗透率明显下降。反向流动时,这些堵塞在喉道的微粒又会被冲开,解除了“桥堵”后使流体渗透率回升;但继续流动时,地层微粒又在其它喉道处形成“桥堵”,并再次引起渗透率的下降。

12、流动单元:指根据影响流体流动的地质参数(如渗透率、孔隙度、 K_v/K_h 比、非均质系数、毛细管压力等)在油藏储层中进一步划分的纵横向连续的储集带。

二、问答题

1、储层非均质性的研究内容有哪些?

答:(一)层内非均质性:①粒度韵律、②沉积构造、③渗透率韵律、④垂直渗透率与水平渗透率的比值、⑤渗透率非均质程度、⑥泥质薄夹层的分布状况

(二)平面非均质性:①砂体几何形态是砂体各向大小的相对反映、②砂体规模及各向连续性、③砂体的连通性、④砂体内孔隙度、渗透率的平面变化及方向性

(三)层间非均质性:①砂层分层系数、②砂岩密度(砂岩系数)
③各砂层间渗透率的非均质程度、④主力储油层在剖面中的位置、⑤层间隔层的岩性、物性、分布状况、⑥构造裂缝的发育程度、产状和分布规律

(四)微观非均质性:

1、碎屑岩喉道的非均质性

(1)孔隙缩小型喉道(a) (2)缩颈型喉道(b) (3)片状或弯片状喉道(c, d) (4)管束状喉道(e)

2、碎屑岩微观孔隙结构

3、碳酸盐岩微观孔隙结构

2、定量表征渗透率非均质程度的参数有哪些?

答:参数的定量表征

①反映孔喉大小的参数:排驱压力、最大连通孔喉半径、饱和度中值压力、喉道半径中值、平均喉道半径、主要流动孔喉半径平均值、孔喉半径均值、难流动孔喉半径。

②反映孔喉分选特征的参数:孔喉分选系数、相对分选系数、均值系数、偏态、峰态、峰值。

③反映孔喉连通性和控制流体运动特征的参数:退汞效率、最小非饱和孔喉体积百分数、迂曲度、孔隙结构综合评价系数、视孔喉体积比、结构均匀度、孔喉配位数。

3、储层非均质的影响因素有哪些?

答:(一)沉积因素:由于沉积条件的不同,如流水的强度和方向、沉积区的古地形、水盆的深浅,碎屑物质供应的差异,造成了碎屑沉积物的颗粒大小、排列方向、层理构造和砂体几何形态的差异。

(二)成岩因素:沉积物沉积之后的压实、压溶、胶结作用和重结晶作用等改变了原始孔隙度和渗透率的分布状态,增加了储层的非均质程度。

(三)构造因素:构造断裂活动使储层产生大量的构造裂缝,这些构造裂缝改变了储层渗透性的方向,造成储层的渗透性在纵、横向上有很大的差异。

4、简述储层非均质性对储层开发的影响。

答:1、层间非均质性导致“单层突进”

层间非均质性降低了水淹厚度系数。由于各单层之间的非均质性主要表现为渗透率的差异,其渗透率大小相差几倍、几

十倍甚至高达数百倍。这种非均质在多油层笼统注水和采油的条件下,注入水首先沿着连通性好、渗透率高的层迅速突进,使注水很快进入采油井,造成油井含水率迅速提高甚至水淹停产。而低渗透层动用程度低,大部分原油残留地下形成“死油”,从而降低了水淹厚度系数。

2、平面非均质性导致“平面舌进”

平面非均质性减小水淹面积系数。由于油层的平面非均质性,使各单油层在平面往往呈不连续分布,形成许多面积不大的油砂体。有的小油砂体只被少数井钻到甚至漏掉,造成注水开发时油层边角处的“死油区”和被钻井漏掉的“死油区”。此外由于平面上渗透率的差异,使注入水沿着平面上的高渗透带迅速“舌进”。而中、低渗透带相对受注水驱动小,因而降低了水淹面积系数。

3、层内非均质性导致“死油区”

注入水总是首先沿着层内相对高的渗透带突进,而同一层中的其余部分却不易受注水入的冲洗,成为“死油区”。

此外层内的沉积构造造成渗透率的各向异性也影响注水效果。例如斜层理,顺层理、逆层理、平行层理方向的渗透率的差异,严重影响了不同方向注水时的采收率大小。

大庆油田对斜层理砂岩储层进行了不同方向注水驱油模拟实验,其结果如下表。

不同注水方向驱油效果对比

注水方向	无水采收率(%)	最终采收率(%)	注入水占孔隙体积
顺层理方向	2.82	21.3	1.07 倍
逆层理方向	19.4	48.5	2.5 倍
平行层理方向	34.6	53.2	1.0 倍

4、微观非均质性导致大量“残余油”分布

油水在油层孔隙系统中的原始分布,主要是受岩石润湿性的制约。由于岩石有水湿、油湿之分,因此,在孔隙系统中原始的油水分布是不同的。

由于表面张力的作用,润湿相总是附着于岩石颗粒表面,并力图占据较狭小的角隅而将非润湿相推向更为广阔的孔隙中去。(油层物理)

4、评价地下裂缝的方法主要有哪些?

答:评价的方法很多,诸如岩心测量法、测井法、试井法、地震法、地应力分析法、示踪剂测试法、油水井生产动态分析法等,但都有一定的局限性。

1、岩性观测法

用定向取心技术,对所取的岩心进行全岩心直接观察和测量,或通过岩心薄片观测,或CT扫描技术,求出有关裂缝的参数。

可观测的内容有裂缝组系、裂缝宽度、裂缝密度、裂缝产状、裂缝充填与溶蚀情况、裂缝的连续性等,通过这些参数可求取裂缝孔隙度、裂缝渗透率等。

2、地应力分析法

根据地质力学原理,从构造与裂缝的生成关系、主应力的方向等,可以预测主要裂缝的分布方向。

据研究,呈伸长穹隆构造的储层所受的最大水平应力方向呈放射状,并发现裂缝的分布及其导致的渗透率分布同样呈放射状。这一研究结果对油田进行开发设计时选择注水方式和进行压裂设计都具有重要的指导意义。

3、现代试井分析与测井解释法

现代试井分析法是研究双重介质储层的常用方法。通过压力恢复数据的处理解释可求得部分裂缝参数,根据脉冲试井可确定裂缝发育的方向性和其发育程度。

测井解释法是根据井眼周围的裂缝对测井仪器所产生的异常响应来探测裂缝,如地层倾角测井、电阻率测井、声波测井、密度测井、中子测井等。响应特点:密度减小、声波增大、电阻率低异常显示等。

4、生产动态分析法

根据钻井过程中钻具放空长度、泥浆漏失量可定性判断缝洞大小和发育情况。

考察油井的来水方向和水淹特征可判断裂缝的方向性和发育程度。在注水井中加入示踪剂,而在水井周围的各井中检测示踪剂到达的时间,由不同方向上注入水的推进速度差异,可分析在不同方向上裂缝的发育与分布状况。

5、简述储层建模的基本步骤。

答:建模步骤:

(一) 数据准备

储层建模是以数据库为基础的。数据的丰富程度及其准确性在很大程度上决定着所建模型的精度。

1、基本数据类型:

(1) 坐标数据:井位坐标、地震测网坐标等。

(2) 分层数据:各井的油组、砂组、小层、砂体的划分对比数据;地震资料解释的层面数据等。

(3) 断层数据:断层位置、断点、断距等。

(4) 储层数据:储层数据是储层建模中最重要的数据。包括井眼储层数据、地震储层数据和试井储层数据。

井眼储层数据:包括岩心和测井解释数据,包括井内相、砂体、隔夹层、孔隙度、渗透率、含油饱和度等数据(即井模型),这是储层建模的硬数据,即最可靠的数据;

地震储层数据:主要为速度、波阻抗、频率等数据,为储层建模的软数据,可靠程度相对较低。

试井储层数据:该数据包括二类。其一为储层连通性信息,可作为储层建模的硬数据,其二为储层参数数据,因其为井筒周围一定范围内的渗透率平均值,精度相对较低,一般作为储层建模的软数据。

2、数据集成及质量检查

数据集成是多学科综合一体化储层表征和建模的重要前提。集成各种不同比例尺、不同来源的数据(井数据、地震数据、试井数据、二维图形数据等),形成统一的储层建模数据库,以便于综合利用各种资料对储层进行一体化分析和建模。

为了提高储层建模精度,必须对种类数据进行全面的质量检查,如参数是否准确,岩心-测井-地震-试井解释结果是否吻合等。可以通过不同的统计分析,如直方图、散点图等方法对数据进行检查,还可以在三维视窗中直观地观察各种来源数据的匹配关系,并对其进行质量检查和编辑。

(二) 构造建模

由断层模型和层面模型组成。叠合的层面模型即为地层格架模型。

(三) 储层属性建模

是在构造模型基础上,建立储层属性的三维分布。储层属性包括离散的储层性质(沉积相、储层结构、流动单元、裂缝等),以及连续的储层参数(孔隙度、渗透率及含油饱和度等)。

首先对构造模型进行三维网格化,然后利用井数据和地震数据,按照一定的插值(或模拟)方法对每个三维网格进行赋值,建立储层属性(离散和连续属性)的三维数据体,即储层数值模型。

网块尺寸越小,标志着模型越细;每个网块上参数值与实际误差愈小,标志着模型的精度愈高。

赋值方法方法很多,就井间插值(或模拟)而言,有传统的插值方法(如中值法、距离平方反比加权法等)、各种克里金方法、各种随机模拟方法等。不同的赋值方法将产生不同精度的储层模型。因而,建模方法的选择是储层建模的关键。

(四) 图形显示

三维空间赋值所建立的是数值模型,即三维数据体。对此可进行图形变换,以图形的形式显示出来。现代计算机技术可提供十分完美的三维图形显示功能,通过任意旋转和不同方向切片可从不同角度显示储层的外部形态及其内部特点。地质人员和油藏管理人员据此三维图件就可进行三维储层非均质分析和进行油藏开发管理。

(五) 体积计算

储层建模的重要目的之一是进行油气储量计算。根据三维储层模型,可计算:

(1) 地层总体积;

(2) 储层总体积以及不同相(或流动单元)的体积;

(3) 储层孔隙体积及含烃孔隙体积;

(4) 油气体积及油气储量;

(5) 连通体积(连通的储层岩石体积、孔隙体积);

(6) 可采储量。

(六) 模型粗化

由于目前计算机内存和速度的限制, 动态的数值模拟不可能处理太多的节点, 因此, 需要对地质模型进行粗化。

模型粗化: 亦称均质化, 是使细网格的精细地质模型“转化”为粗网格模型的过程。

粗化方法很多, 有各种平均方法(算术平均法、调和平均法、几何平均法、指数平均法、调和-算术平均法、算术-调和平均法等)、归一化方法、流动模拟法(包括对角张量和完全张量方法)等。

模型粗化后, 即可直接进入模拟器进行油藏数值模拟。

第六章 油藏评价与开发可行性研究

一、名词解释

- 1、原始油层压力 (p_i): 指油层未被钻开时, 处于原始状态下的油层压力。
- 2、油层折算压力 (p_c): 为消除构造因素的影响, 把已测出的油层各点的实测压力值, 按静液柱关系折算到同一基准面上的压力。
- 3、压力系数 (α_p): 原始地层压力与同深度静水柱压力之比值。
- 4、油层静止压力 (p_{ws}): 油井生产一段时间后关闭, 待压力恢复到稳定状态后, 测得的井底压力值。这一压力在油层的各个地方不一样, 在同一地方不同时间也是不一样的, 所以有人又称之为动地层压力。
- 5、井底流动压力 (p_{wf}): 油井正常生产时测得的井底压力。它实际上代表井口剩余压力与井筒内液柱对井底产生的回压。使流体流到井底并进入井筒, 甚至喷出地表的压差即为 $p_{ws}-p_{wf}$ 。
- 6、地质储量 (Q_{oi}): 储集层内, 呈原始状态的石油和天然气的总量。是一个地质-物理概念。
- 7、可采储量 (Q_r): 在现有工艺技术和经济条件下, 能从地质储量中开采出来的储量。
- 8、异常地层压力:
- 9、工业油气流标准: 在目前的经济、技术条件下, 一口井具有实际开发价值的最低油气产量。
- 10 油水界面: 凡含有油、气、水的圈闭内, 流体总是大致成层排列的。气最轻, 占据圈闭的最高部位, 油居中, 最下面是水, 油和水的接触面就是油水界面。
- 11、内含油边界、外含油边界:
- 12、探明储量: 在油田评价钻探阶段完成或基本完成后计算的储量, 在现代技术和经济条件下可提供开采并能获得利润的可靠储量。它是编制油田开发方案、开发分析以及油田开发建设投资决策的依据。
- 13、远景资源量: 指尚未发现的资源, 主要是根据地质、地球物理、地球化学资料统计或类比估算的资源量。它可推测今后油气田被发现的可能性和规模大小, 要求估算值有一定的合理范围, 可以吸引各石油勘探公司值得冒一定的风险。
- 14、控制储量: 在某一圈闭或断块内预探井发现了工业油气流后, 以建立探明储量为目的的评价钻探工作还未全部结束的情况下所计算的储量。
- 15、预测储量、在地震详查以及其它方法提供的圈闭内, 预探井获得油气流或油气显示, 根据区域地质条件分析, 用类比法确定的储量参数来估算的储量。
- 16、开发层系: 指由一些性质相近的油层组合为具备一定储量和生产能力, 上下又被不渗透层分隔, 而适宜于一套井网开发的一套油层。

二、问答题

1、影响流体性质变化的地质因素有哪些?

答: 生油区油气生成条件: 包括生油岩热演化程度、有机质丰度、干酪根类型和生烃、排烃期等因素, 这些因素的配合关系是决定原油性质的内在因素。

断裂活动性: 规模较大的断层控制流体性质的分布; 规模较小的断层使流体性质复杂化, 增强非均质性。开启性断层常使原生油藏遭受破坏, 是流体再分配的通道。在这类断层附近原油性质变差, 缺乏天然气和轻质油, 地层水矿化度低, 水型复杂。封闭性断层常形成圈闭, 使流体得以保存, 原油性质较好, 地层水矿化度较高。

油气运移: 运移距离越长, 运移次数越多, 流体经历的变化越多, 轻质组分散失越多, 油质变差, 地层水总矿化度降低, 水型趋于复杂。

次生变化: 引起流体性质变差。包括水洗、生物降解和氧化作用。如在油水界面附近, 由于边水长期缓慢的水洗作用,

使低部位的原油变稠变重。

另外,在注水开发过程中原油性质也会发生变化,如原油密度、粘度、初馏点等增大,原油饱和压力和气油比降低等现象表现明显。

2、研究油藏中流体性质有何意义?

答:(1)指导开发措施的合理选择:

通过对流体性质进行研究,可以获得油藏内流体性质的基本特征及分布规律,在分层、分区块对流体性质各项参数进行综合评价的基础上,就可以指出开发有利地区,为选择合理开发措施提供依据。

(2)了解油井产能:

流体性质好坏是影响油井产能的重要条件,尤其是原油粘度对产能的影响最明显。原油粘度越大,就越不容易流动,所以产能往往较低。原油粘度还严重地影响着注水驱油的开发效果。虽然原油性质影响油井产能,但决定油井能否高产的必要条件是原油性质、储层物性、含油饱和度和有效厚度的配合关系。一般地,原油性质好,储层物性好,含油饱和度高,有效厚度大,那么油井产能就高。综合应用这些参数对油藏进行评价,能准确地判断油气高产区的分布。对油田开发和稳产、增产有指导意义。

(3)掌握油井生产动态:

了解油气的不同类型后,使我们能有针对性地按开采对象来制定开发方案和采油工艺措施,在油井的生产过程中帮助我们掌握油井生产动态。

(4)研究地层水性质,可以了解油气的聚集和保存情况:

地层水总矿化度和水型可以反映地下水动力条件。当水动力较强时,油气会被水推动,那么已经形成的油气藏就可能遭受破坏,只有当水动力较弱时,才能使油气聚集成藏。一般水动力越弱,反映的地层水矿化度越高,水型越单一,所以,在油藏内地层水矿化度高值区是油气开发的有利地区。

3、简述原始油层压力在背斜构造上的分布特点。

答:①原始油层压力随油层埋深增加而加大;

②流体性质对原始油层压力的分布有着极为重要的影响,表现为:井底海拔高度相同的井,如果井内流体性质相同,则原始油层压力相等,如果井内流体性质各异,则流体密度大的,原始油层压力小,反之则大;

③气柱高度变化对气井压力影响很小,因此当油层平缓,含气面积不大时,油气界面或气水界面上的压力可以代表气藏内各处的压力。

4、何谓水动力系统(即压力系统)?如何判断不同井所钻遇的油气层是否属于同一水动力系统?

答:压力系统:也称水动力系统,是指在油气田的三维空间上,流体压力能相互传递和相互影响的范围。

判断压力系统的分布方法:

1、地质条件分析法。断层的分布和封闭条件;隔层的分布状况;储层岩性、物性的横向剧变;裂缝的发育和分布;区域性不整合面的存在等。

2、压力梯度曲线法。测原始压力,绘制成压力梯度曲线。如果梯度曲线只有一条,则说明各油层或同一油层的各点属于一个水动力系统。

3、折算压力法。同一水动力系统的油藏,油藏未投入开采时,位于油藏不同部位的各井点处,折算压力必相等。如我们需要判断各个油层或同一油层中各点是否属一个水动力系统,我们可以将各测点的原始压力都折算到原始油水接触面或海平面上,如果折算压力相等,我们可以认为各测点同处于一个水动力系统中。

4、原始油层压力等值线图法。可实际绘出某油田的原始油层等压图。如果无断层或岩性尖灭等因素的影响,原始油层等压线的分布是连续的。相反,如果原始等压线分布的连续性受到破坏,则该油田有若干个水动力系统。

5、油层压力变化规律法。油层一旦投入开发,油层压力就开始发生变化。如果处于不同油层或同一油层的不同位置的各井油层压力同步下降(压力变化速度基本一致),说明各井点处于同一水动力系统中;反之,则不为一个水动力系统。

6、井间干扰试验法。使某井开采条件改变(产生激动),观察其周围其它井(观察井)的压力变化情况。如果观察井的压力随激动井的开采条件变化而相应变化时,证明激动井与观察井处于同一压力系统中,反之亦然。

5、油藏中的天然能量类型有哪些?

答:天然能量:1、油藏边水和底水的压能;2、气顶压力;3、溶解气的膨胀力;4、岩石及其流体的弹性膨胀能;5、原

油本身的重力能

6、简述油藏的驱动方式。

答: 1、水压驱动

油藏开采后由于压力下降, 周围水体(边水、底水、或人工注水)对油藏能量进行补给, 将油气排向井底的驱动方式称为“水压驱动”。根据能量补给保持压力的情况不同, 水压驱动又分为弹性水压驱动和刚性水压驱动两种。

2、气压驱动

利用油层上部游离状态的气顶气的体积膨胀排驱石油称为“气顶气驱油”或称“气压驱动”。

3、弹性驱动

地层压力高于饱和压力时, 油层中液体和岩石本身所具有的弹性能随压力下降而释放出来, 使液体和岩石发生膨胀而驱动油气, 称为“弹性驱动”。

4、溶解气驱

溶解气从油中分离出来, 以分散的气泡存在于油中, 当压力降低时气泡膨胀把油推向井底。

5、重力驱动

原油依靠自身的重力作用流向井底称为“重力驱动”。

7、在进行油田开发之前, 为什么要合理地划分与组合开发层系?

答: 在探明油藏具有工业价值后, 接着就要进行油田开发设计, 在不同的开发设计方案中, 将好的开发方案优选出来。一般好的开发方案是指: 采收率高, 采油速度快, 无水采油期长, 经济效益好的方案。

作为油田开发总体规划的开发方案, 一般包括: 开发方式、井距和井网部署以及完井方式的选择与确定。但这些方面的设计必须要适应油层的地质特征, 否则将导致油田开发的被动或完全失败。

在一个油田范围内, 由于油层的连续性、连通性以及孔渗性等都显示很强的非均质性, 因此很难选择一种适应于各种不同地质条件的开发方式, 所以, 我们在进行开发设计时, 在选择合适的开采和布井方式之前, 首先要按照油层特性相近的原则, 将各类油层进行划分与组合

8、我国多油层砂岩油田划分开发层系的原则是什么?

答: ①一个独立的开发层系必须具备一定的含油面积和工业储量, 生产井的单井要有一定的有效厚度和生产能力。对于一个油藏, 划分油层数少、厚度小, 储量和产能都会很低, 但如果层数多, 厚度大, 虽然储量和产能较高, 但层间矛盾会表现出来, 因此, 在进行开发层系的划分时, 对油层的层数和厚度应有要求。

②组合后每一个开发层系内的油层性质(主要指 K 、 μ)应相近, 油层的压力和分布状况不能相差过大。一般, 油层性质相差越大, 层间干扰就越严重, 油井不出油厚度明显上升, 最终采收率明显下降。

③开发层系之间应有良好的隔层分隔, 每个开发层系应为一个独立的水动力系统。隔层的作用主要是保证注水开发条件下, 各层系间严格地分开, 防止不同层系之间发生水窜, 以免影响开发效果。关于隔层的厚度界限, 一般以保证不发生水窜为原则, 各油田有所不同, 一般为 2m 左右。

④同一开发层系内的单油层应相对集中, 不宜过于分散, 开采层段也不能过长, 以利于井下工艺措施的顺利实施。

8、针对油田储层特点一套开发层系内油层数与有效厚度有何要求? 为什么?

答: 结合我国各油田分层注水的工艺水平, 一般情况下, 对于分注工艺较高的油田, 组合为一套开发层系时, 主力油层不应超过 3-4 层, 小层数不应超过 10 层, 有效厚度不大于 15 米; 对于分注工艺水平差的油田, 开发层系内的油层要少些, 以 <6-7 层为宜。

原因: 对于一个油藏, 划分油层数少、厚度小, 储量和产能都会很低。但如果层数多, 厚度大, 虽然储量和产能较高, 但层间矛盾会表现出来, 因此, 在进行开发层系的划分时, 对油层的层数和厚度应有要求。

9、如何进行开发层系的划分

答: (1) 从研究油砂体入手, 对油层性质进行全面分析与评价。

油砂体是组成油层的最小含油单元, 通过研究油砂体的分布状况和储集物性是研究油层的最基本方法。对油砂体进行研究首先是对各个油砂体的形态、延伸状况、厚度和面积变化以及物性、流体性质进行研究, 然后在此基础上对油砂体进行分类和排队, 通过分类和排队, 掌握不同油层的特点和差异程度, 为开发层系的划分提供静态地质依据。

(2) 进行单层开发动态分析, 为合理划分层系提供动态依据。

通过在各油井中进行分层试油、测试、了解各个小层的产液性质、产液量、地层压力分布、采油指数等。根据各油层不同的动态特点, 可指导开发层系的划分。

(3) 确定划分开发层系的基本单元并对隔层进行研究。

划分开发层系的基本单元是指大体上符合一套开发层系基本条件的油层组、砂岩组或单油层。在油田开发早期, 一般以油层组为基本单元划分层系。随着开发的深入, 到中、后期则调整为砂岩组或单油层为基本单元划分层系。

另外, 划分开发层系时, 必须还要考虑隔层条件。如果没有隔层, 开发层系之间可以互相窜通, 层间干扰非常严重, 影响开发效果, 对于隔层的分布情况可以通过编绘隔层平面分布图来进行了解。

(4) 综合对比, 选择层系划分与组合的最优方案。

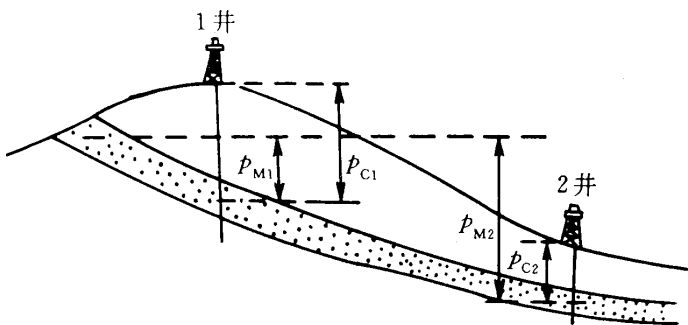
对于同一油田, 可提出多个不同的划分方案, 然后以水动力学为基础, 对每个开发层系划分方案中的下述开发指标进行测算:

- ① 储量控制程度
- ② 无水期采收率
- ③ 低产井所占百分率
- ④ 油井利用率
- ⑤ 采油速度
- ⑥ 投资效益

在考虑现有采油工艺的可行性基础上, 经过综合对比, 择优选择其中的方案作为开发方案。

10、如下图, 1 井井口海拔: -100m , 井底目的层中部海拔: -350m ; 2 井井口海拔: -300m , 井底目的层中部海拔: -400m ; 供水区露头海拔: -200m 。已知地层水的密度为 $1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

求: 1 井和 2 井目的层压力实测值和计算值分别是多少? 各说明了什么异常? 其产生的原因是什么? 是否地下岩层实际存在异常?



11、容积法计算石油储量的实质是什么? 计算公式是什么?

答: 容积法计算石油储量的实质: 确定石油在油层中所占据的那部分体积, 然后根据石油原始体积系数和地面原油比重将油层中石油的体积转化为地面上的重量。这就是我们所求的石油的地质储量。

容积法计算石油地质储量的基本公式: $N=100 \cdot A \cdot h \cdot \Phi \cdot (1 - S_{wi}) \cdot \rho_o / B_{oi}$

12、什么是有效厚度的物性标准和电性标准?

答: 有效油层的物性界限 (标准): 当油层的 Φ 、 K 和 S_{oi} 达到一定界限时, 油层便具有工业产油能力, 这一界限我们就称之为有效油层的物性界限 (标准)。

有效油层的电性界限 (标准): 当油层的地球物理测井参数达到一定界限时, 油层便具有工业产油能力, 这一界限我们就称之为有效油层的电性界限 (标准)。

13、对于不同的油藏类型, 如何进行含油面积的圈定?

答: 含油面积的圈定是由油藏类型的不同而定的, 下面分别介绍几种主要的油藏类型含油面积的确定方法。

(1) 构造油藏

对于构造油藏, 具有统一的油水边界。

对于有底水的构造油藏来说,没有内、外油水边界之分。

对于有边水的构造油藏,通常要将含纯油区与过渡带分别圈定,而且分别计算储量。因为,油水过渡带并非全部含油,而且该区内的油层有效厚度、含油饱和度等油层储量参数变化相当大。另外,当油层中有气顶时,也应将气顶面积分开圈定进行计算。

圈定含油面积时一般有以下两种方法:

A、剖面投影法

在油层横剖面图上确定油水边界之后,再将其投影到油层顶面构造图上。

B、作油水界面等值线图的方法

当油水界面为水平面时,可以根据内、外油水边界的海拔高度,在油层顶面构造图上,平行构造等高线画出内油水边界和外油水边界所圈定的面积。

当油水界面为一倾斜面时:将油水界面等值线图与油层顶面构造图相重迭,取其同值等高线之交点,按平滑曲线的方法连接后,就得到了外油水边界;同理,将该图与油层底面构造图相重迭,就得到了内油水边界。

(2)断块油藏

各断块往往有各自的油水边界。由于含油面积受断层控制,所以要首先研究断裂系统,确定断层特别是二、三级断层在含油构造上的具体位置,然后根据断层和各断块的油水边界,分别圈定含油面积。一般采用剖面投影法。

(3)岩性油藏

A、透镜状油藏

由于岩性起主导作用,其含油面积仅受岩性尖灭线的控制。所以只需确定出岩性尖灭线的位置便可圈定出含油面积。

B、上倾尖灭油藏

由于同时受岩性尖灭线和油水边界的限制,所以,在圈定含油面积时,上倾方向是采用岩性尖灭线来圈定,下倾方向是采用油水边界来圈定。

14、油层有效厚度、有效油层的起算厚度和起扣厚度是指什么?一般标准是什么?

答:起算厚度:指计算储量的最小单层厚度。厚度小于这一起算厚度的油层,原则上不计入有效厚度的范围之内。(也即,只有超过了起算厚度的油层,才能作为有效厚度层,所以,除上述物性、电性界限之外,还要确定起算厚度。)起算厚度一般为0.2~0.5m。

起扣厚度:指扣除夹层的起码厚度。一般定为0.2m。

起算厚度与起扣厚度的标准是由各地区射孔精度、测井解释精度和油层特点而决定的。