

# 《石油及天然气地质学》复习题

## 绪论

1. 什么是石油地质学？石油地质学的研究对象是什么？

答：石油地质学：又称石油及天然气地质学，是研究地壳中油气藏及其形成原理和分布规律的一门科学。  
研究对象：油气藏。

2. 石油地质学的主要研究内容有哪些？

答：成盆、成烃、成藏研究是石油地质学的三大主要内容。油气藏的形成条件可归纳为：生、储、盖、圈、运、保，所以本课程根据由浅到深可归纳为以下四部分内容：

油气藏的基本要素：流体、生储盖层、圈闭。

油气藏形成的基本原理：生成、运移、聚集。

油气藏成藏分析：成藏条件、保存与破坏。

含油气盆地及油气分布规律和控制因素。

3. 石油在国民经济中有何作用？

答：①在工业及交通运输上作为燃料，称为工业的血液；

②在轻纺工业上，作为石油化工原料，称为工业食粮；

③在农业上，为农机燃料，化肥、农药的原料，是良田沃土；

④在军事上，为战略资源和物质基础。

4. 解放后我国石油工业经历了哪三个发展阶段？

答：第一阶段:1949 年——1958 年

油气勘探重点在西部地区，56 年 5 月发现克拉玛依、四川的扬高寺气田，56 年 12 月发现鸭尔峡油田。

第二阶段:1959 年——1978 年

勘探重点由西部转向东部，1959 年 9 月 26 日，发现了大庆油田，1963 年发现胜利油田，1964 年发现大港油田，1965 年发现江汉油田，1967 年发现下辽河油田，1970 年发现长庆油田，1971 年发现南阳油田，1975 年发现任邱油田，1975 年发现中原油田。

第三阶段:1978 年 12 月——现在

稳定东部，发展西部，面向海上，进军国际石油市场。

发展东部：东部油田继续增储上产，寻找隐闭油气藏。

发展西部：塔里木油田、吐哈油田等大油田的相继建成，……

面向海上：发现海上大陆架，查明近海盆地的油气概况，有近 10 盆地含有丰富的油气资源，油储量主要在渤海 4 亿多吨，珠江口 4 亿多吨，北部湾 1 亿多吨；气主要在琼东南，东海、辽东有少量的气，……。深部海域还有大量的天然气水合物储存。

进军国际石油市场：自 1992 年以来，先后在秘鲁、加拿大、苏丹、委内瑞拉、马六甲、泰国、哈萨克斯坦等国家和地区取得了合作项目或股权，中东——北非、中亚——俄罗斯和南美已经成为我国在国际上进行油气勘探开发的战略区。与其它国家的合作还在继续进行。

5. 未来石油发展的领域有哪些？

答：1.在地域上，扩大海上及沙漠勘探，从海上和沙漠地区寻找发现油气藏。

2.在纵向上，利用高新科技，加大深部勘探力度，从较深部位寻找油气藏。

3.寻找新的替代能源，天然气水合物也成为前景巨大的新能源而日益受到关注。

6. 如何理解整装大油田的发现依赖石油理论的大突破？

答：1.海相生油理论的提出，促使发现了一大批油田，但是它有一定的局限性。

2. 1941 年，潘钟祥提出陆相沉积可以生油的观点，使中国摘掉了贫油国的帽子，发现了一大批新油田。

3. 现阶段，已发展到石油勘探开发的中后期，要寻找新的油气藏，更需要有新的石油理论的突破。

4.好的理论可以有效地指导实践。

## 第一章

### 1. 简述石油的元素组成、馏分及组分。

答：石油的主要元素组成是 C、H 其次是 O、S、N，此外，还有其它微量元素。

石油的馏分：是利用组成石油的化合物具有不同沸点的特性，加热蒸馏，将石油切割成不同沸点范围（即馏程）的若干部分，每一部分就是一个馏分。馏分：分为轻馏分如石油气、汽油，中馏分如煤油、柴油、重瓦斯油，重馏分如润滑油、渣油，等。

石油的组分：石油化合物的不同组分对有机溶剂和吸附具有选择性溶解和吸附性能，选用不同有机溶剂和吸附剂，将石油分成若干部分，每一部分就是一个组分，分别为油质、苯胶质、酒精苯胶质及沥青质。

- 1) 油质：凡能溶解于中性有机溶剂，不被硅胶所吸附，浅黄色粘性油状物。
- 2) 胶质：能溶解于中性有机溶剂，被硅胶所吸附，主要溶于苯，属暗色的油状物。
- 3) 沥青质：用石油醚分离，得到一种不溶于石油醚的物质暗黑色-黑色沥青状无定形的固体。
- 4) 碳质：石油中不溶于有机溶剂的非烃化合物。

### 2. 简述石油中化合物组成的类型及特征。

答：A. 烃类化合物

#### 1. 烷烃类（又称脂肪烃类），通式为 $C_nH_{2n+2}$

一般在常温常压下 1~4 个碳原子（ $C_1 \sim C_4$ ）的烷烃呈气态；含五到十六个碳原子正烷烃呈液态；十七个以上碳原子的高分子烷烃呈固态。

#### 2. 环烷烃

即分子中含有碳环的饱和烃。根据组成碳环的碳原子数分为三员环、四员环、五员环……。

#### 3. 芳香烃

指具有六个碳原子和六个氢原子组成的特殊碳环——苯环的化合物，其结构特点是分子中含有苯环结构，属不饱和烃。根据其结构，可分为单环、多环和稠环三类。

#### B. 非烃化合物

##### 1. 含硫化合物

它在石油中的含量变化较大，从万分之几到百分之几。

##### 2. 含氮化合物

分为碱性和非碱性两种，一般含量为万分之几至千分之几。

##### 3. 含氧化合物

一般只有千分之几，个别石油可高达 2~3%。可分为酸性和中性两类。

### 3. 何谓正构烷烃分布曲线？在油气特征分析中有哪些应用？

答：在石油中不同碳原子数正烷烃相对含量呈一条连续的分布曲线，称为正烷烃分布曲线。

据主峰碳位置及形态，分 3 种基本类型：

- ①主峰小于  $C_{15}$ ，且主峰区较窄；
- ②主峰大于  $C_{25}$ ，且主峰区较宽；
- ③主峰在  $C_{15} \sim C_{25}$  之间，且主峰区较宽。

应用：与成油母型、成油环境及演化程度密切相关，能反映三者的情况。并被广泛的应用于石油的成因和油源对比研究。

能反映成油环境：陆相有机质形成的石油：高碳数（ $>C_{22}$ ）正烷烃多；海相有机质（菌藻类）形成的石油：低碳数（ $<C_{21}$ ）正烷烃含量多。

能反映有机质演化程度：年代老、埋深大，有机质演化程度较高的石油：低碳数正烷烃多；有机质演化程度较低的石油：正烷烃碳数偏高。

能反映成油母型：受微生物强烈降解的原油：正烷烃被选择性降解，一般含量较低，低碳数的更少。

### 4. 简述 Tissot 和 Welte 三角图解的石油分类原则及类型。

答：注重原油组成及其与生油岩和演化作用的关系。分类采用三角图，以烷烃、环烷烃、芳烃+N、S、O 化合物作为三角图解的三个端元。

Welte 三角图解分为六种类型：芳香—沥青型，芳香—中间型，芳烃—环烷型，石蜡—环烷型，石蜡型，环烷型。

5. 简述海陆相原油的基本区别。

答：海相以芳香—中间型和石蜡—环烷型为主，饱和烃占 25—70%，芳烃占 25—60%。含蜡量低，含硫量高， $V/Ni > 1$ ，碳同位素  $\delta^{13}C$  值  $> -27\%$ 。

陆相以石蜡型为主，饱和烃占 60—90%，芳烃占 10—20%。含蜡量高，含硫量低， $V/Ni < 1$ ，碳同位素  $\delta^{13}C$  值  $< -29\%$ 。

6. 描述石油物理性质的主要指标有哪些？

答：1. 颜色，2 密度和相对密度，3 粘度，4 凝固点，5 导电性，6 溶解性，7 荧光性，8 旋光性。

7. 简述天然气在地壳中的产出类型及分布特征。

答：1. 聚集型：指呈游离状态的天然气聚集成藏的天然气。

包括纯气藏气、气顶气和凝析气。

2. 分散型：在地下呈分散状态的天然气。

包括油溶气、水溶气、煤层气（吸附气）和固态气水合物。

8. 油田水的主要水型及特征。

答：苏林根据  $HCO_3^{3-}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$  和  $Ca^{2+}$ 、 $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$  6 种阴、阳离子的相对含量，以  $Na/Cl$ 、 $(Na-Cl)/SO_4$  和  $(Cl-Na)/Mg$  这三个成因系数，把天然水划分为四种基本类型。它们分别是大陆水中的硫酸钠型 ( $Na_2SO_4$ )、重碳酸钠型 ( $NaHCO_3$ )，海水中的氯化镁型 ( $MgCl_2$ )，深层水中的氯化钙型 ( $CaCl_2$ )。

苏林认为，在油田剖面上部以重碳酸钠型为主，随着埋深增加，过渡为氯化镁型，最后成为氯化钙型。油田水的水化学类型以氯化钙型为主，重碳酸钠型次之，硫酸钠型和氯化镁型较为罕见。

9. 碳同位素的地质意义。

答：碳有  $C^{12}$ 、 $C^{13}$ 、 $C^{14}$  三个同位素，前两者为稳定同位素，第三者为放射性同位素。碳的放射性可用于考古中确定绝对年龄，但因半衰期太短 ( $C^{14}$  的半衰期只有 5568 年)，放射性碳不能用于第四纪以前的古代沉积，此法可测定的最大年龄为 30000~45000 年。年代越老的石油， $C^{12}$  越富集， $C^{13}$  越少。

目前在石油地质学领域内还可以使用 C 的稳定同位素的相对丰度来研究油气的成因类型，可以区分海相原油和陆相原油。

碳的稳定同位素和氧同位素结合，广泛用于地层对比，确定地层的年龄和地质时代。

碳同位素的分馏还可用于研究古气候的变化。

## 第二章

1. 沉积有机质的生化组成主要有哪些？对成油最有利的生化组成是什么？

答：对沉积有机质来源提供最多的生化组成是：类脂化合物、蛋白质、碳水化合物和木质素。

类脂物质的特征是抗腐力较强，能在各种地质条件下保存起来，其元素组成和分子结构最接近于石油烃，是生成油气的主要原始物质。

2. 按化学分类，干酪根可分为几种类型？简述其化学组成特征。

答：I 型干酪根：称腐泥型，富含脂肪族结构，直链烷烃多，多环芳烃及含氧官能团很少，主要来源于藻类、细菌类等低等生物，富氢贫氧， $H/C$  高：1.25~1.75， $O/C$  低：0.026~0.12，生油潜能大，生烃潜力为 0.4~0.7。

II 型干酪根：属高度饱和的多环碳骨架，含中等长度直链烷烃和环烷烃很多，也含多环芳香烃及杂原子官能

团。来源于浮游生物（以浮游植物为主）和微生物组成的混合有机质。H/C 较高，约 1.3~1.5，O/C 较低，约 0.1~0.2，生油潜能中等：生烃潜力为 0.3~0.5。

III型干酪根：称腐殖型。以含多环芳烃及含氧官能团为主，饱和烃链很少。来源于陆地高等植物 H/C 低，通常<1.0，O/C 高，可达 0.2~0.3，生油不利，利于生气，生烃潜力为 0.1~0.2。

### 3. 论述有机质向油气转化的现代模式及其勘探意义。（试述干酪根成烃演化机制）

答：有机成烃是个连续过程，分四个阶段：

A、生物化学生气阶段——成岩作用阶段。在深度 0~1500 米，T<60℃、低压条件，以细菌活动为主，原始生物有机质通过水解、微生物酶作用变成可溶生物单体有机质。

B、热催化生油气阶段，在深度>1500~2000m，温度：60℃~180℃，粘土矿物作为催化剂，对有机质的吸附能力加大，加快了有机质向石油转化的速度，降低有机质成熟的温度。

热催化作用结果：长链烃类裂解成小分子烃，烯烃含量相对减少，异构烷烃、环烷烃、芳香烃含量相对增多。

C、热裂解生凝析气阶段，在 H：>3500~4000m，T：180℃~250℃。大量 C—C 链断裂及环烷烃的开环和破裂，液态烃急剧减少，C<sub>25</sub> 以上趋于零，C<sub>1</sub>~C<sub>8</sub> 的轻烃将迅速增加。

D、深部高温生气阶段，在 H>6000~7000m，T>250℃。石油潜力枯竭，残余的少量烷基链，已经形成的轻质液态烃和重质气态烃在高温下继续裂解形成大量的热力学上的最稳定的甲烷。干酪根的结构进一步缩聚形成富碳的残余物质——碳沥青或石墨。

对不同的沉积盆地而言，由于其沉降历史、地温历史及原始有机质类型的不同，可能只进入了前二或三个阶段，并且每个阶段的深度和温度界限也可能略有差别。此外，由于源岩有机显微组成的非均质性，不同显微组成的化学成分和结构的差别，决定了有机质不可能有完全统一的生烃界线，不同演化阶段可能存在不同的生烃机制。

### 4. 试述有机质成烃的主要控制因素。（简述时间—温度指数（TTI）的理论依据、方法及其应用。）

答：1、温度

化学动力学定律的一级反应方程：

$$-\frac{dc}{dt} = K \cdot C$$

阿氏方程求得速度常数 k：

$$k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$$

2、时间

一级反应方程积分：

$$-\int_{C_0}^C \frac{dc}{C} = \int_0^t K dt \quad \ln \frac{C_0}{C} = kt \quad k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$$

阿氏方程取对数：

$$\ln k = \ln A \cdot \frac{E}{R} \times \frac{1}{T}$$

上式代入下式整理得：

$$\ln t = \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T} - b$$

反应时间的对数与反应温度成反比，表明反应温度和时间可互补。

以上化学定律的原理可以得出：

- ①有机质在反应过程中，温度起决定作用，时间有补偿作用。
- ②时间的补偿是有限的，温度所产生的热量应超过活化能  $E$ 。
- ③细菌活动
- ④催化作用
- ⑤压力大阻碍有机质转化，但影响不大。

5. 试述有利于油气生成的大地构造环境和岩相古地理环境（地质条件）。

答：1. 大地构造条件

为了确保有机质不断堆积、长期处于还原环境，并提供足够的热能供有机质热解需要，地壳必须有一个长期持续下沉，以及沉积物得到相应补偿的构造环境。只有盆地的下降速度与沉积速度大致相当时有机质才有可能大量堆积和保存，才有利于有机质转化为油气。

这种大地构造环境主要分布在：板块的边缘活动带，板块内部的裂谷、拗陷，造山带的前陆盆地、山间盆地。

2. 岩相古地理条件

在海相环境中，主要有浅海区，三角洲区，滨海区，深海区，大陆架，海湾及潟湖。其中浅海区及三角洲区是最有利于油气生成的古地理区域。

大陆环境中，主要有深水、半深水湖泊，浅水湖泊和沼泽地区。其中深水、半深水湖泊是陆相生油岩发育区域。

6. 天然气可划分哪些成因类型？有哪些特征？

答：天然气按成因可分为四种类型：生物成因气、油型气、煤型气和无机成因气。

生物成因气的特征：

生物成因气是指成岩作用阶段早期，在浅层生物化学作用带内，沉积有机质经微生物的群体发酵和合成作用形成的天然气，主要是甲烷气及部分  $\text{CO}_2$  和少量  $\text{N}_2$ 。有时也混有早期低温降解形成的烃气。

1) 化学组成

甲烷含量大于 98%，重烃含量一般小于 1%，少量的  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$ ，为典型的干气。

2)  $\delta^{13}\text{C}$  值

一般为  $-55 \sim -90\text{‰}$ 。

油型气的特征：

油型气是指成油有机质在热力作用下以及油热裂解形成的各种天然气。包括湿气（石油伴生气）、凝析气和裂解气。

1) 化学组成：重烃含量大于 5%，最高可达 40 ~ 50%（石油和凝析气阶段）；过成熟气以甲烷为主，重烃气一般小于 2%。

2)  $\delta^{13}\text{C}$  值：随着成熟度的增高而增大，由石油伴生气的  $-55 \sim -40\text{‰}$  到凝析油伴生气的  $-45 \sim -30\text{‰}$  再到干气为  $\geq -35\text{‰}$ 。

煤型气的特征：

煤型气是指煤系地层中煤和分散有机质在煤化作用和再煤化作用过程中形成的天然气。

1) 化学组成：重烃含量可达 10% 以上，甲烷一般占 70% ~ 95%；非烃  $\text{CO}_2$  量最大， $\text{N}_2$  次之， $\text{H}_2\text{S}$  最少。

2)  $\delta^{13}\text{C}$  值：一般为  $-41\text{‰} \sim -24.9\text{‰}$ 。

无机成因气的特征：

无机成因气是由地壳内部、深海大断裂、深海沉积物形成，包括氢气、二氧化碳、硫化氢、氦气等。

化学组成甲烷占优势，非烃含量较高； $\delta^{13}\text{C}$  值大于  $-20\text{‰}$ 。

7. 试述生油理论的发展。

答：从十八世纪七十年代以来，对油气成因的认识基本上分为无机成油和有机成油学说两大学派。生油理论

经历了从无机生油理论-有机成油说-早期成油说-晚期成油说-未熟低熟油理论-煤成烃理论的发展历程。最终有机成油理论占据了主要地位，并逐渐完善。无机生油论也有许多证据，正在讨论和探索之中。

#### 一) 未熟—低熟油形成机理

二十世纪七十年代以来，许多国家和地区相继发现了低熟油气。随后，国外学者对低熟油气的成因机理进行了较多的研究，提出了一些假说和模式。我国对其认识和研究始于二十世纪八十年代初，到目前取得了可喜的进展。其中以王铁冠等人的研究成果最具代表性。他们通过研究，提出了六种不同有机质类型的生烃机理。1. 树脂体早期生烃。2. 木栓质体早期生烃。3. 细菌改造陆源有机质早期生烃。4. 高等植物蜡质早期生烃。5. 藻类脂物早期生烃。6. 富硫大分子有机质早期降解生烃。

#### 二) 腐殖煤的成烃机理及生烃模式

1. 煤系地层不仅可以成气也可以成油。

2. 腐殖煤在演化过程中有几个作用。

①煤化作用；②沥青化作用，可以成烃；③煤成烃的过程有多阶段性。

#### 8. 评价生油岩质量的主要指标。

答：主要有有机质丰度、类型、成熟度、有机质的转化等地化指标和排烃效率

##### 1. 有机质的丰度指标

1) 有机碳含量 (TOC)，系指岩石中残留的有机碳，即岩石中有机碳链化合物的总称，以单位质量岩石中有机碳的质量百分数表示。

2) 氯仿沥青“A”是指岩石中可抽提的有机质含量，与有机质丰度、类型、成熟度有关。

3) 总烃 (HC) 含量为沥青“A”中的饱和烃+芳香烃含量。

以上指标含量越高则有机质丰度越大。

##### 2. 有机质的类型

有机质的类型常从不溶有机质(干酪根)和可溶有机质(沥青)的性质和组成来加以区分。干酪根类型的确定是有机质类型研究的主体，有机质的类型不同，其生烃潜力及产物是有差异的。

1) 按干酪根的元素分类：一般认为 I 型干酪根生烃潜力最大，且生油为主，III型生烃潜力最差，且以生气为主，II型介于两者之间。

2) 按岩石热解指数：可以直接从岩样测出其中所含的吸附烃 (S1)、干酪根热解烃 (S2) 和二氧化碳 (S3) 与水等含氧挥发物，以及相应的温度，求得各项参数的比值，以此来划分干酪根的类型和生烃能力。

3) 根据可溶沥青有机质的类型来划分判断。

##### 3. 有机质的成熟度

1) 镜质组反射率 (R0)，镜质组反射率与成岩作用关系密切相关，热变质作用愈深，镜质组反射率愈大。

2) 热变质指数 (TAI)，它是一种在显微镜下通过透射光观测到的由热引起的孢粉、藻类等颜色变化的标度，按颜色变化确定有机质的演化程度，共分 5 个级别：

1 级—黄色，未变化

2 级—桔色，轻微热变化

3 级—棕色或褐色，中等热变质

4 级—黑色，强变质

5 级—黑色，强烈热变质，伴有岩石变质现象

油气生成的热变质指数介于 2.5~3.7 之间。

3) 干酪根颜色及 H/C~O/C 原子比关系，主要根据干酪根的颜色，结合 H/C~O/C 原子比关系图，来判断其转化程度，一般其颜色从暗褐色至深褐色标志着最大量生成正烷烃的区间，残渣 H/C 原子比约为 0.80。

4) 岩石热解法

5) 正烷烃分布特征和奇偶优势比，由于有机质成熟转化是一个加氢裂解的过程，随着热演化作用的

加强，氧、硫、氮等杂质元素含量显著减少，碳链断裂，正烷烃的低碳组份含量增高，正烷烃分布曲线显示主峰碳数小，曲线平滑，尖峰特征明显，代表成熟度高。奇偶优势比即正烷烃中奇碳分子比偶碳分子的相对浓度，它有两种表示方法，即碳优势指数（CPI）和奇偶优势指数（OPE）。随着有机质成熟度的增加，CPI 值和 OEP 值愈接近 1，并趋于稳定。

#### 4. 有机质转化率

采用氯仿沥青/有机碳、总烃/有机碳、总烃/氯仿沥青、饱和烃/芳烃、总烃/非烃等比值可以进一步了解有机质的转化率。

#### 9. 油源对比的基本原则是什么？目前常用的油源对比的指标有哪几类？

答：油源对比是基于同一源岩的油气在化学组成上具相似性，而不同源岩的油气则表现出较大差异这一基本原则的。

油源对比需具备两个条件。（1）油气运移过程中，没有或很少发生混源；（2）源岩及油气中的特征化合物性质稳定，很少或几乎无损失。

主要指标有：1.正烷烃的分布曲线，2.微量元素，  
2.生物标志化合物，3.碳、氢稳定同位素。

### 第三章

#### 1. 压汞曲线的原理及评价孔隙结构的参数。

答：实验室常用压汞曲线来研究岩石的孔隙结构。压汞曲线又称为毛细管压力曲线。它是根据实测的水银注入压力与相应的岩样含水银体积，计算出水银饱和度和孔隙喉道半径之后，所绘制出的毛细管压力、孔隙喉道半径与水银饱和度的关系曲线。

$$P_c = \frac{2\sigma \cos \theta}{r}$$

毛管压力和界面张力成正比和毛管半径成反比。

评价孔隙结构的参数有：

Rd 最大孔隙喉道半径，为当水银刚进入时的喉道半径。

Pd 排驱压力，是指汞开始大量进入所需的最低压力；

P50 是指岩样含汞饱和度为 50%时所对应的毛管压力值，则对应的 R50 为孔隙喉道半径中值。

孔喉比即孔隙大小与喉道大小的比、配位数即每个孔隙连通的喉道数。

#### 2. 碎屑岩储集层的孔隙类型有哪些？影响碎屑岩储集层物性的地质条件（因素）。

答：碎屑岩储集层是由成份复杂的矿物碎屑、岩石碎屑和一定数量的填隙物所构成的。其主要孔隙为碎屑颗粒之间的粒间孔隙，是沉积成岩过程中逐渐形成的，属原生孔隙。此外，在一些细粉砂岩发育的层间裂隙、成岩裂隙及一些构造裂隙、地下水对矿物颗粒及胶结物的溶蚀亦可成为部分储集空间，但它们一般是次要的，属次生孔隙。但在特定条件下，也可成为主要储集空间类型。

影响储层物性因素：

一）沉积作用影响：

1. 矿物成份的颗粒大小、种类。长石砂岩较石英砂岩物性差，除长石外，其它颗粒矿物成份对物性影响不大。

2. 碎屑颗粒的大小及分选。总孔隙度随粒径加大而减小。渗透率则随粒径的增大而增加。当分选系数一定时，渗透率的对数值与粒度中值成线性关系。

3. 碎屑颗粒的形状、排列和接触方式。立方体的排列，堆积最松，孔隙度最大，渗透率最高；斜方体的排列，孔隙直径较小，渗透率低。磨圆度增高，储集物性变好。

4. 杂基的含量。杂基含量高，一般代表分选差，平均粒径也较小，喉道小，多为杂基支撑，孔隙结构

差，其孔隙、渗透性也差。

5.胶结物的含量、成份、类型。胶结物含量高，粒间孔隙被充填，减少原生孔隙，连通性变差，物性变差。

## 二)成岩及后生作用对碎屑岩储层性质的影响

1. 压实作用。压实作用结果使原生孔隙度降低。

2. 胶结作用。胶结物的含量、成份、类型对储集性有影响。含量高，粒间孔隙被充填，减少原生孔隙，连通性变差，物性变差。泥质、钙-泥质胶结的岩石较松，物性较好；纯钙质、硅质或铁质胶结的岩石致密，物性差。胶结类型由接触式→接触→孔隙式→孔隙→基底式→基底式物性逐渐变差。

3. 溶解作用。粗粒、孔隙水多或含有有机酸的砂岩，能溶解孔隙中的碳酸盐、硫酸盐、硅酸盐，改善储层物性。

4. 交代作用。物性的改变要视被交代物结果而定。

5. 重结晶作用。物性的改变要视重结晶结果而定。

## 3. 碎屑岩储集层的沉积环境（储集体类型）及分布。

答：碎屑岩储层可形成于各类沉积环境中，而形成各种类型的储集体。

冲积扇砂砾岩体是在干旱、半干旱气候区，山地河流进入平原，在山的出口堆积而形成。

河流砂岩体包括边滩砂岩体（属称点砂坝），发育于河流中、下游弯曲河道内侧（凸岸）；和河床砂砾岩体（属称心滩），发育于沿河道底部，平面呈狭长不规则条带状，走向一般与海岸线垂直或斜交。

三角洲砂岩体是河流入湖或入海口流速降低而形成的扇形沉积体。

湖泊砂岩体是平行湖岸成环带状分布，有滨湖相、浅湖相、深湖相。

滨海砂岩体是滨海区由于波浪、沿岸流、潮汐、风的作用，破坏附近的三角洲可形成沿岸线呈带状、串珠状分布的砂坝；由于海水的频繁进退可形成超覆与退覆砂岩体。

浊流砂岩体是浊流携带大量的泥砂在大陆斜坡到深海平原形成的扇形堆积体。

风成砂岩体是在大陆沙漠区、河岸附近，形成的风成砂丘沉积而成。

其中风成砂、滨浅海砂坝砂、三角洲砂及辫状河砂物性好；深水浊积砂较好；河道砂物性好，但分布不稳定；冲积扇、扇三角洲物性差。

## 4. 碳酸盐岩储集层的孔隙类型有哪些？碳酸盐岩储集层按储集空间可分为哪几种类型？其物性的影响因素是什么？

答：依形态可分为孔、洞和缝。孔、洞为主要的储集空间，裂缝为主要的渗滤通道。

根据成因可将其分为以下三大类：

原生孔隙：包括粒间孔隙、粒内孔隙、生物骨架孔隙、生物钻孔孔隙、鸟眼孔隙；

次生孔隙：包括晶间孔隙、角砾孔隙、溶蚀孔隙。

裂缝型孔隙：包括构造裂缝，成岩裂缝，压溶裂缝。

碳酸盐岩储集层按储集空间可分为：

### 1. 孔隙型储集层（包括孔隙-裂缝性）

岩性：主要为颗粒石灰岩：鲕粒、碎屑、生物碎屑、粒晶灰岩及白云岩等。

储集空间：原生和次生的粒间、粒内、晶间孔隙发育；裂缝次之。

### 2. 溶蚀型储集层

储集空间：以溶蚀孔隙、洞，连成一个洞穴系统。

分布：不整合面及大断裂带附近。特别是古风化壳、古岩溶带。

### 3. 裂缝型储集层

岩性：主要为白云岩、白云岩化灰岩。

储集空间：裂缝为主，尤其纵横交错构成的裂缝网。其特征是：岩性测定其物性极低，与油气实际产能不适应。



#### 4. 复合型储集层

储集空间：孔、洞、缝同时或出现两种。有利于形成储量大、产量高的大型油气田。

影响碳酸盐岩储集空间的因素：

##### 1. 溶蚀型储集层发育的影响因素

碳酸盐岩溶解度：

其它条件相同时，成分越纯正，易溶，溶解度从大到小是石灰岩>白云岩>泥灰岩（即与 Ca/mg 比成正比）；从结构构造来看，粗晶、厚层石灰岩比细晶、薄层灰岩易溶。

地下水的溶蚀能力：取决于地下水的 PH 值、CO<sub>2</sub> 含量、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量、温度、压力。

##### 2. 裂缝型储集层发育的影响因素

岩性控制因素：

成份较纯，脆性大，裂缝发育，泥质含量高，裂缝不发育。结构构造上，质纯粒粗、结晶粗的裂缝发育，薄层裂缝密度较大，但规模较小，易产生层间缝和层间脱空；厚层裂缝密度小，但规模较大，以立缝和高角度斜缝为主。

构造的控制作用：

在构造强烈部位构造裂缝发育。长期持续上升的区域，局部构造高点、长轴、倾没端、断层及断裂带附近裂缝发育。

地下水的控制作用：

地下水活跃的地区，构造裂缝溶解，扩大裂缝的作用。

#### 5. 试述碎屑岩储层和碳酸盐岩储层储集空间及物性影响因素的区别。

答：两种储层的比较：

	砂岩	碳酸盐岩
原始孔隙类型	粒间孔隙为主	以晶间、粒间为主，还有其它类型
最终孔隙类型	仍为粒间孔隙	以次生为主，类型复杂多样
储集物性的影响	与岩石结构密切相关	主要受次生变化影响
大小、形状、分布	比较均匀	变化很大，极不均匀
裂缝的作用	不起重要作用	影响极大
渗透性与有效孔隙度关系	一般随渗透率增长有效孔隙度增大	二者变化很大、关系不密切

#### 6. 简述盖层封闭作用的主要机理。

答：盖层是指在储集层的上方，能够阻止油气向上逸散的岩层。

盖层较致密，岩石孔径小，渗透性差；无或少开启裂缝，即使产生裂缝，由于其可塑性较好，也容易弥合成为闭合裂缝；盖层具较高的排替压力；异常压力带也能阻止油气向上逸散而成为盖层。

##### （一）物性封闭：

盖层大多岩性致密、颗粒极细、孔隙半径很小，油气要通过盖层进行运移，必须首先排替其中的水，克服毛细管压力的阻力。

##### （二）异常高压封闭：

是指地层孔隙流体压力比其对应的静水压力高，超压盖层其实是一种流体高势层，它能阻止包括油、气、水在内的任何流体的体积流动，超压越高，封闭性越强。

##### （三）烃浓度封闭：

所谓烃浓度封闭指具有一定生烃能力的地层，以其较高的烃浓度阻滞下伏油气向上扩散运移。

## 第四章 石油及天然气运移

### 一、名词解释

油气运移—地壳中石油和天然气在各种自然因素作用下发生的位置移动。

初次运移—是指烃源岩中生成的分散状态的油气向烃源岩外排出的过程。这一过程也称排烃。

二次运移—油气脱离烃源岩后，在孔渗条件较好的多孔或者多裂缝系统内的运移。包括：油气在储集层中运移，及沿断裂、裂隙、不整合面等通道的运移。

异常（高）地层压力—油、气、水受热的膨胀系数比颗粒的膨胀系数大得多，在热力作用下泥岩孔隙流体体积热膨胀而增大。在适当条件下可及时地排出，促使流体运移；不能及时排出就产生异常高压，成为油气初次运移的动力。

生油岩有效排烃厚度—蒂索和威尔特（1971）对阿尔及利亚泥盆系生油岩研究，发现只有距储层上下各 14m 的距离内能运移出去。也就是说烃源岩排烃的有效厚度为 20~30m，如果在厚的生油层中有许多砂岩夹层，将大大增加排烃的有效厚度。

### 二、问答题

#### 1. 论述油气初次运移的主要动力因素。

答：油气从烃源岩排出的原因是由于烃源岩中存在着——剩余流体压力。引起剩余流体压力因素：压实作用、欠压实作用、蒙脱石脱水、流体热增压、渗析作用和其它作用。

压实作用：1、正常压实—在上覆沉积负荷作用下，沉积物通过不断排出孔隙流体，如果流体能够畅快地排出，孔隙度能随上覆负荷增加而作相应减小，孔隙流体压力基本保持静水压力，则称为正常压实或压实平衡状态（流体压力=静水压力）。

2、欠压实作用—泥质岩在压实过程中由于压实流体排出受阻或来不及排出，导致了孔隙流体承受了部分上覆沉积负荷，出现孔隙流体压力高于其相应的静水压力的现象。欠压实带中存着异常高压，其中流体排出方向是由欠压实中心向周围排出。

流体热增压作用：油、气、水受热的膨胀系数比颗粒的膨胀系数大得多，在热力作用下泥岩孔隙流体体积热膨胀而增大。在适当条件下可及时地排出，促使流体运移；不能及时排出就产生异常高压，成为油气初次运移的动力。

成烃增压作用：干酪根热降解成烃一方面为初次运移提供了物源，另一方面成烃增压作用也是初次运移内部能量的一个重要来源。

粘土矿物的脱水作用：粘土矿物成岩作用过程中，在热力作用下蒙脱石转变为伊利石时，可释放出粘土矿物结晶格架水，作为油气运移的载体。

扩散作用：只要有浓度差就有扩散作用。生油层中含烃浓度比周围岩石大，烃的扩散方向由生油层指向围岩，与油气运移的方向一致，因此它是进行初次运移的一种动力。

渗析作用：渗析作用是指在渗透压差作用下流体会通过半透膜从盐度低向盐度高方向运移，直到浓度差消失为止。

其它作用：油气初次运移动力还有构造应力、毛细管压力、碳酸盐岩固结和重结晶作用等。

#### 2. 论述异常高压在油气藏（生成、运移、聚集）中的作用。

答：1.欠压实异常高压，在油气生成、运移过程中起到重要作用：

（1）欠压实使孔隙流体的排出受到不同程度的延缓，如果流体的排出正好被推迟到主要生油时期，则将对油气初次运移起到积极作用。

（2）欠压实还使更多的水较长时期处于高压下，这有利于促进有机质的热成熟，也有利于油气在水

中的溶解。

(3) 欠压实地层中流体的异常高压是驱使油气进行初次运移的潜在动力, 这种异常高压远远超过一般正常压实地层的剩余压力, 使岩层产生微裂隙, 给油气运移创造更好的条件。

2、压实使非烃源岩层成为最好的压力封闭盖层, 从而阻止油气向上运移, 促进了油气的聚集过程。

3. 油气初次运移的相态有那些? 其相态演变方式。

答: 油气初次运移的相态是初次运移机理中的又一核心内容

两种主要观点:

——水溶相

——游离相(油相、气相)

1、水溶相运移

——指石油、天然气溶解于水中, 随水一起排出烃源岩。

2、游离相运移

——油气呈独立的油相或气相从烃源岩中排出。

油气初次运移以连续的游离烃相为主。目前大多数学者原则上同意连续烃相运移的观点并作了进一步完善和发展。由原来的通过压实作用排烃发展为——连续烃相通过微裂缝排烃。这种观点又被称为混相运移, 即游离的油(气)相与水相同时渗流。

相态演变方式: 油气初次运移的相态, 决定于源岩的温度、压力、生烃量、孔隙度、溶解度以及岩石的组构等条件, 也可以说是地下各种物理、化学因素综合作用的结果。它主要是随源岩的埋深和有机质类型的变化而变化。Barker 和 Tissot 提出不同埋深以不同方式进行运移的相态演变方式:

未成熟阶段, 石油还未大量生成而地层孔隙度又较大, 源岩中含油饱和度很低只可能以水溶相运移;

成熟阶段后, 生油量大大增加, 孔隙度又较小, 源岩中的含油饱和度变大以致超过临界运移饱和度而发生连续油相运移;

在高成熟的湿气阶段, 石油可以呈气溶相运移;

深处石油发生热裂解产生大量甲烷气体, 可以产生游离气相和扩散相运移。

总之, 初次运移相态随埋深的演变规律主要是水溶相—油相—气溶相。

4. 解释油气初次运移的方式。

答: 油气初次运移的模式主要有正常压实排烃模式、异常压力排烃模式、扩散模式。三者相态、动力、途径均有差异。

(一) 未熟—低熟阶段正常压实排烃模式

正常压实的作用下, 油气溶解于水中, 呈水溶液随水一起被压实出来。

介质条件: 孔隙水较多, 渗透率高,

驱动因素: 正常压实作用,

相态: 水溶相和部分游离相态,

通道: 孔隙、微层面。

(二) 成熟—过成熟阶段异常压力排烃模式

介质条件: 孔隙小, 含水少, 渗透率低。

动力条件: 异常高压——油气大量生成、蒙脱石脱水、热增压作用等因素。

相态: 以游离相为主

排烃过程:

a. 连续的过程:

当生油岩孔隙网络内部压力还不足以引起岩石产生微裂缝时, 如果孔隙喉道不太窄, 或因为存在着连续的有机质相和有干酪根三维网络而使得毛细管压力并不太大, 那么, 油就可以从生油岩中被慢慢驱出, 不需要裂缝存在。在这种情况下, 油气在异常压力作用下被驱动应是一个连续的过程。通道: 孔隙、微层面

#### b.脉冲式:

当孔隙流体压力很高而导致烃源岩产生微裂缝,这些微裂缝与孔隙连接,则形成微裂缝—孔隙系统。在异常高压驱动下,油气水通过微裂缝—孔隙系统向烃源岩外涌出。当排出部分流体后,压力下降,微裂缝闭合。待压力恢复升高和微裂缝重新开启后,又发生新的涌流。这一阶段,油气水就是以一种间歇式、脉冲式不连续的方式进行混相涌流。

这两种连续油气运移过程和脉冲式不连续相运移过程是异常压力增高过程中的两个阶段,两者可以相互转化,周期性发生,且以后者为主。

#### (三)轻烃扩散辅助运移模式

轻烃特别是气态烃,具有较强的扩散能力。尽管这是一种分子运动,效率较低,但在烃源岩中具有普遍性,因此不容忽视。对非常致密储层,或处于异常高压状态的地层,渗流作用几乎不可能进行,扩散作用尤显重要。

#### 5. 油气二次运移中质点的受力情况(即运移机理)。

答:油气二次运移的主要动力有:

浮力:动力。石油地质学中常将浮力与重力同时考虑,并将浮力与重力的代数和称为净浮力。

水动力:动力或阻力,取决于其与浮力的方向。当储集层的供水区和泄水区之间存在高差时,测势面发生倾斜,水将沿测势面降落方向流动。由水的流动产生的压力即水动力。

毛细管力:阻力。毛细管力取决于储集层孔隙半径、烃和水界面张力、润湿角。

二次运移能否进行,取决于浮力与毛细管阻力的相对大小,以及水动力的存在与否及其大小与方向。

#### 6. 根据油气二次运移的机理分析含油气盆地中有利的远景区。

答:

二次运移的方向,遵循沿着阻力最小的途径,由高势区向低势区运移这一基本规律,位于生油凹陷内部的隆起区及生油凹陷四周的隆起区和斜坡区,特别是其中的长期继承性隆起区,往往是油气二次运移的重要指向区。

在沉积盆地中,生油区一般位于凹陷的最深处,与之相邻的斜坡和隆起是二次运移的主要指向。有利含油远景区:隆起带的高点、断层两侧、不整合面上下、大型储集体系分布区。

#### 7. 二次运移中油气的变化。

答:1、色层效应

二次运移中,石油的高分子量成分以及极性成分易被矿物表面吸附,轻烃和无极性成分可自由通过。色层效应的结果使石油的胶质、沥青质、卟啉及钒镍等重金属减少,轻组分相对增多,在烃类中烷烃增多,芳烃相对减少,烷烃中低分子烃相对增多,高分子烃相对减少。表现为密度变小、颜色变淡、粘度变小。

#### 2、氧化作用

二次运移中依具体介质环境的变化,还可发生脱气、晶出等其他效应。特别值得注意的是氧化作用,它可使石油的胶状物质增加,轻组分相对减少,环烷烃增加,烷烃和芳烃相对减少,密度、粘度也随之加大,其效果大致与色层效应相反。不过二次运移中的氧化作用通常要被色层效应所抵消,只有当石油接近地表或当大气借助于断层或地层水而与石油沟通时,氧化作用才可占优势。

## 第5章 油气聚集

### 一、名词解释

油气聚集--油气在圈闭中不断汇聚,形成油气藏的过程称为油气聚集。

成烃坳陷--成烃坳陷是指地质历史时期曾经是广阔的有利于有机质大量繁殖和保存的封闭或半封闭的沉积区;成熟烃源岩有机质丰度高,体积大,并能提供充足的油气源,形成具有工业价值的油气聚集。

(有利)生储盖组合--生储盖组合是指紧密相邻的烃源层、储集层、盖层三者的组合型式。

有利的生储盖组合是指三者在地、空上配置恰当，有良好的输导层，使烃源层生成的油气能及时地运移到储集层聚集；盖层的质量和厚度能确保油气不致于散失。

有效圈闭-有效圈闭是指在具有油气来源的前提下，能聚集并保存油气的圈闭。

## 二、问答题

1. 试述油气差异聚集的条件、特点及意义（根据油气差异聚集的原理论述盆地中石油和天然气的分布）。

答：油、气、水由于密度不同，在圈闭中会发生重力分异。当油气生成以后，运移至储层的油气便沿上倾方向向周围高处的圈闭中运移。由于天然气的密度最小、粘度最小、分子小、它最易流动、流动地最快，运移的结果，天然气必然占据盆地中心周围最高位置的构造环，而石油则占据其下倾方向位置较低的构造，比较接近盆地的中心。当然也发现了正好相反的规律，由此而提出了差异聚集的原理。这是油气聚集的基本规律。

油气差异聚集原理：油气差异聚集的基本原理最早由加拿大著名石油地质学家 Gussow(1954)首先阐明，Gussow 认为：静水条件下，如果在油气运移的主方向上存在一系列溢出点自下倾方向向上倾方向递升的圈闭，当油气源充足和盖层封闭能力足够大时，油气首先进入运移路线上位置最低的圈闭，由于密度差使圈闭中气居上，油居中，水在底部，当第一个圈闭 I 被油气充满时，继续进入的气可以通过排替作用在圈闭中聚集，直到整个圈闭被气充满为止，而排出的油通过溢出点向上倾的圈闭 II 中聚集；若油气源充足，上述过程相继在圈闭 III 及更高的圈闭中发生；若油气源不足时，上倾方向（距油源较远）的圈闭则不产油气，仅产水，称为空圈闭。所以在系列圈闭中出现自上倾方向的空圈闭向下倾方向变为纯油藏→油气藏→纯气藏的油气分布特征。但这种结果只能代表原始的聚集规律，后期地质条件的改变有可能破坏这种聚集情况。

由差异聚集原理可以得出如下规律或结论：

1) 在离源岩区最近，溢出点最低的圈闭中，在油气源充足的前提下，形成纯气藏；稍远处，溢出点较高的圈闭中，可能形成油气藏或纯油藏；在溢出点更高，距油源区更远的圈闭中可能只含水。

2) 一个充满了石油的圈闭，仍然可以做为有效的聚集天然气的圈闭；反过来，一个充满天然气的圈闭，则不再是一个聚油的有效圈闭。

3) 若油气按密度分异比较完善，则离供油区较近，溢出点较低的圈闭中，聚集的油和气密度应小于距油源区较远、溢出点较高的圈闭中的油和气。

4) 所形成的纯气藏、纯油藏、油气藏的数目，取决于供烃的充分程度、所供烃类性质及圈闭的大小和数目。

差异聚集作用是否充分取决于下列条件：

1) 具有区域性较长距离运移的条件，即要求具区域性的地层倾斜，储集层岩相稳定，渗透性好，区域运移通道的连通性好。

2) 相连通的圈闭溢出点依次增高。

3) 油气源供应区位于盆地中心地带，有足够数量的油气供应。

4) 储集层中充满水并处于静水压力条件下，石油和游离气是同时一起运移的。

影响差异聚集的地质因素

具备上述条件，差异聚集就进行得完善，否则，当有干扰时，就进行得不完善，表现得不典型。这些干扰因素主要有：

1) 在油气运移通道上有另外油气供给来源的支流时，则会打乱原来应有的油气分布规律。

2) 气体在石油中的溶解作用，随物理条件（T、P）的改变而变化，它可以造成次生气顶，也可以导致原生气顶的消失，从而影响油气的分布规律。

3) 后期地壳运动造成圈闭条件的改变，造成油气重新分配。

4) 区域水动力条件，主要指水压梯度的大小及水运动方向，也会影响油气的分布规律。

2. 油气藏形成的主要条件。（综合大题）

答：油气在由分散到集中形成油气藏的过程中，受到各种因素的作用，要形成储量丰富的油气藏，而且保存下来，主要取决于（一）生油层、（二）储集层、（三）盖层、（四）运移、（五）圈闭和（六）保存六个条件（要素）。归纳起来油气藏形成的基本条件有以下几个方面：

- 1、油气源条件
- 2、生储盖组合和传输条件
- 3、圈闭条件
- 4、保存条件

#### (一) 充足的烃源条件

生油条件是油气藏形成的物质基础。因此，充足的油气供给，才能形成储量大、分布广的油气藏。油气源的供烃丰富程度，取决于盆地内烃源岩系的发育程度及有机质的丰度、类型和热演化程度。生油凹陷面积大、沉降持续时间长，可形成巨厚的多旋回性的烃源岩系及多生油气期，具备丰富的油气源，是形成丰富油气藏的物质基础。

#### (二) 有利的生、储、盖组合配置关系

油气生成后，只有及时地排出，聚集起来形成油气藏，才能成为可以利用的资源；否则，只能成为油浸泥岩。而储集层是容纳油气的介质，只有孔渗性良好，厚度较大的储集层，才能容纳大量的油气，形成巨大的油气藏，这是显然的。而有利的生、储、盖组合，也是形成大型油气藏不可缺少的基本条件。

有利的生储盖组合是指三者在地、空上配置恰当，有良好的输导层，使烃源层生成的油气能及时地运移到储集层聚集；盖层的质量和厚度能确保油气不致于散失。

#### (三) 有效的圈闭

有效圈闭是指在具有油气来源的前提下，能聚集并保存油气的圈闭。其影响因素有三个方面：

1. 圈闭形成时间与油气区域性运移时间的关系（时间上的有效性）
2. 圈闭位置与油气源区的关系（位置上的有效性）
3. 水压梯度对圈闭有效性的影响

#### (四) 必要的保存条件

在地质历史时期形成的油气藏能否存在，决定于在油气藏形成以后是否遭受破坏改造。

#### 3. 生储盖组合的类型及形成大型油气藏必须具备的生储盖组合条件。

答：生储盖组合类型：

(1) 根据三者之间的时空配置关系，可划分为四种类型：

正常式组合：生下、储中、盖上

侧变式组合：指由于岩性、岩相在空间上的变化而导致的生、储、盖在横向上渐变而构成。

顶生顶盖式（顶生式）：生油层与盖层同属一层，储层位于下方。

自生、自储、自盖式：本身具生、储、盖三种功能于一身。

(2) 根据生油层与储集层的时代关系划分为新生古储式、古生新储式和自生自储式三种型式。

(3) 根据生、储、盖组合之间的连续性可将其分为连续性沉积的生、储、盖组合和不连续的生、储、盖组合。

不同的生、储、盖组合，具有不同的输送油气的通道和不同的输导能力，油气的富集条件就不同。生、储互层式组合，生与储接触面积大最为有利。生、储指状交叉的组合，生油层与储层的接触局限于指状交叉地带，在这一带最有利；向盆一侧远离此带，因缺乏储集层，输导能力受限；而另一侧则缺乏生油层，油气来源又受限制。砂岩透镜体从接触关系上来说，应该是油气的输导条件最为有利，但油气的输导机理，至今还没有人能解释清楚。这三种组合关系是最有利的或较为有利的。

生储盖组合是否有利主要是看是否具有最佳的排烃效率，它与组合型式、烃源层的单层厚度和砂岩百分率有关。单层厚度在 30~50m 的烃源层排烃效率较高，而砂岩百分率适当的区带则有利于油气由烃源层排入储集层进入二次运移。

#### 4. 简述油气藏形成时间的确定方法。

答：确定油气藏的形成时间，对油气田勘探具有重要的现实意义。主要有如下几种方法：

一、根据盆地沉降史、圈闭发育史和生排烃史确定油气藏的形成时间

(一) 盆地沉降史、圈闭发育史

盆地沉降史分析实际上考虑到了盆地演化史、油气生成及排烃史、圈闭发育史，以此来分析油气藏的形成时间。

#### 1. 沉积埋藏史和构造发育史

通过回剥法来恢复埋藏史，由此也可以恢复构造演化史。这种方法也叫古厚度恢复方法。这主要考虑正常压实原理、古地层剥蚀恢复、地层欠压实现象。

#### 2. 构造发育史对油气藏形成的作用

与油气初次运移同时或早于油气初次运移的圈闭是有利的，特别是长期继承性发育的圈闭最有利。一般油气藏形成时间的上限是圈闭形成时间（最晚），下限为油气初次运移时间（最早），且前者可早于或同时于后者。

#### （二）根据生油岩主要排烃时间确定

#### 二、根据饱和压力确定油气藏的形成时间

由于地壳上所有油藏多少都含有天然气，且很多油藏都被气饱和或接近饱和，油藏的饱和压力与油藏的地层压力相等。与饱和压力（静水柱压力）相当的地层埋藏深度，其对应的地质时代即为该油藏的形成时代。

#### 三、气藏形成时间的确定

#### 四、油藏地球化学方法

#### 5、简述油气藏破坏的主要因素。

答：1. 地壳运动对油气藏保存条件的影响

地壳运动对油气藏的破坏表现在三个方面：

1) 地壳抬升，盖层遭受风化剥蚀，盖层封盖油气的有效性部分受到破坏，或全部被剥蚀掉，油气大部分散失或氧化、菌解，造成大规模油气苗。如西北地区许多地方的沥青砂脉。

2) 地壳运动产生一系列断层，也会破坏圈闭的完整性，油气沿断层流失，油气藏破坏。如果断层早期开启，后期封闭，则早期断层起通道作用，油气散失；而后期形成遮挡，重新聚集油气，形成次生油气藏或残余油气藏。如渤海湾盆地的“华北运动”，以块断活动为主，产生大量的断层，这些断层破坏了原有圈闭及油气藏的完整性，使油气重新分布，同时也导致次生油气藏的形成。

3) 地壳运动也可以使原有油气藏的圈闭溢出点抬高，甚至使地层的倾斜方向发生改变，造成油气藏的破坏。

#### 2. 岩浆活动对油气藏的保存条件的影响

岩浆活动时，高温岩浆会侵入到油气藏，会把油气烧掉，破坏油气藏。而当岩浆冷凝后，就失去了破坏能力，会在其它因素的共同配合下成为良好的储集体或遮挡条件。

#### 3. 水动力对油气藏保存条件的影响

活跃的水动力条件不仅能把油气从圈闭中冲走，而且可对油气产生氧化作用。

所以在地壳运动弱、火山作用弱、水动力条件弱的环境下才利于油气藏的保存。

## 第六章 圈闭和油气藏

### 一、名词解释

油气圈闭一是储集层中能聚集并保存油气的场所。

油气藏——运移着的油气，遇到了圈闭，在盖层和遮挡物的作用下，阻止了它们的继续运移，就会在其中的储层内聚集起来，于是形成油气藏。如果圈闭中只聚集了油或只聚集了气就分别称为油藏或气藏，二者同时聚集就称为油气藏。

构造圈闭（油气藏）——由于地壳运动使地层发生了变形或变位而形成的圈闭，称为构造圈闭，在其中聚集了烃类之后就称为构造油气藏。

背斜圈闭——在构造运动作用下，地层发生褶皱弯曲变形而形成的背斜圈闭，称为背斜圈闭，油气在其中的聚集称为背斜油气藏。

断层圈闭—断层圈闭是指沿储集层上倾方向受断层遮挡所形成的圈闭，聚集油气后即成为断层油气藏。

裂缝性背斜圈闭—在背斜圈闭中，油气储集空间和渗滤通道主要为裂缝性或溶孔（溶洞）的油气藏。

刺穿圈闭—由于刺穿岩体接触遮挡而形成的圈闭，称岩体刺穿圈闭。油气在其中的聚集，称为刺穿油气藏。

地层圈闭（油气藏）—指沉积层由于纵向沉积连续性中断而形成的圈闭，即与地层不整合有关的圈闭。油气在其中聚集就成为地层油气藏。

不整合圈闭（油气藏）—剥蚀突起和剥蚀构造被后来沉积下来的不渗透性地层所覆盖而形成的圈闭，油气在其中的聚集就称为不整合油气藏。

水动力油气藏—由水动力或与非渗透性岩层联合封闭，使静水条件下不能形成圈闭的地方形成聚油气圈闭，称为水动力圈闭。其中的油气聚集称为水动力油气藏。

闭合高度—是指圈闭顶点到溢出点的等势面的垂直最大高度。

油气藏高度—是指油气藏顶到油气水界面的最大高差。

流体势—Hubbert 将地下单位质量流体具有的机械能的总和定义为流体势。

## 二、问答题

### 1. 度量圈闭和油气藏的参数。

答：圈闭的度量：圈闭的大小，主要是由圈闭的最大有效容积确定的。它表示能容纳油气的最大体积，是评价圈闭的重要参数之一。一个圈闭的有效容积，取决于闭合面积、闭合高、储集层的有效厚度和有效孔隙度等参数。

油气藏的度量：对于油气藏来讲，其大小通常是用储量来表示的，主要用到以下几个参数和术语。

1. 含油边界和含油面积
2. 底、边水。
3. 气顶和油环。
4. 油气藏高度  $H$ 。
5. 油气柱高度  $h$ 。
6. 充满系数。

### 2. 简述圈闭、油气藏类型划分的依据及主要类型。

答：油气藏的类型很多，它们在成因、形态、规模与大小及储层条件、遮挡条件，烃类相态等方面的差别很大。为了便于研究和指导油气田勘探，有必要对它们进行分类。各国石油地质学家提出了很多关于油气藏分类的方案。有苏联石油地质学家 H.O. 布罗德以储层形态为依据的分类；苏联石油地质学家 M.Φ. 米尔钦科提出的以圈闭成因为主、以油气藏形态为辅的分类；美国石油地质学家 A.I. 莱复生根据圈闭成因提出的分类等等。到目前为止已提出了上百种分类方案。

油气藏的分类要遵循两条最基本的原则：

1. 科学性：充分反映圈闭成因、油气藏形成条件、各类之间的区别与联系。
2. 实用性：能有效地指导勘探工作，比较简便实用。

本书的分为五大类：构造、地层、岩性、水动力、复合

### 3. 试述背斜油气藏的成因类型及特征。

答：在构造运动作用下，地层发生褶皱弯曲变形而形成的背斜圈闭，称为背斜圈闭，油气在其中的聚集称为



背斜油气藏。

这是一类在勘探史上一直占据最重要位置的油气藏。在油气勘探历史早期，因为这类油气藏易发现，所以认识较早。随后在 1885 年由美国地质学家提出了“背斜学说”，在油气勘探史上起到了很重要的作用。到目前为止，背斜油气藏在油气储量和产量中仍占居重要位置，并且是油气勘探早期阶段的主要对象。后来，随油气勘探的深入，易于发现的背斜油气藏越来越少，并发现了一些非背斜油气藏。到二十世纪初由美国石油地质学家莱复生，系统地提出了非背斜油气藏的学说并进行了系统分类。

背斜油气藏的形成条件和形态较简单，油气聚集机理简单，也易于用地震方法发现，是油气勘探的首选对象。

#### 4. 断层油气藏形成的机理、基本特征和主要类型。

答：断层在地质历史发展过程中的不同时期或者同一断层在不同的位置，常起着封闭或通道（或破坏作用）两种截然相反的作用。对油气藏的形成至关重要。断层的开启与封闭情况是复杂的，必须用历史的观点和全面的观点去分析和认识它。有的断层在形成期或活动期一般是开启的，在非活动期亦可能是开启的，也可是封闭的，这取决于它的影响因素。一条断层，在纵向和横向的不同部位，因所受地质条件的不同，可以是封闭的，亦可以是开启的（指同一时刻）。

断层油气藏形成条件

- 1) 断层在纵横向是封闭的；
- 2) 断层位于储层的上倾方向；
- 3) 在平面上封闭断层与构造等高线或地层尖灭线，或单独、或与后一、二者能组成侧向封闭的闭合线，即能圈定出一定的闭合面积。

主要类型：1.断鼻构造油气藏

2.弧形断层断块油气藏

3. 交叉断层断块油气藏

4. 多断层复杂断块油气藏

5. 逆断层油气藏

#### 5. 论述断层封闭的因素及其在油气藏形成中的作用。

答： 封闭作用是指由于断层的存在，使油气在纵、横向上都被密封

而不致逸散，其结果是形成油气藏。断层的封闭作用决定于以下几种因素：

在纵向上的封闭作用决定于地层带的紧密程度，主要取决于：

1) 断层性质及其产状。一般逆断层是受压扭性作用形成的，其断裂带常表现为紧密性的，封闭性强；而张性断层的断裂带则常是不紧密的，是开启的。断层的产状也会影响其封闭性，断面陡，封闭性差，断面越缓，则封闭性越好。

2) 断裂带内的充填。地下水中溶解物质（如碳酸钙）沉淀，碳酸盐岩中的硅化作用均可将破碎带胶结起来，而起封闭作用；油气沿开启的断裂带运移过程中，由于原油氧化作用或生物菌解作用，形成固体沥青等物质，堵塞了运移通道，也可起封闭作用。

3) 在塑性较强的地层中（如泥岩、盐岩和膏盐），沿断裂带常可形成致密的断层泥，可起封闭作用。推论：在砂泥互层的地层中，泥岩所占比例越大，其封闭性越强。

4) 断层倾角在塑性地层缓、脆性地层陡，所以在塑性地层中封闭性好。

从横向上看，断层封闭与否取决于断距大小以及断层两侧对置的岩性组合。其基本原则是断层两侧的渗透性岩层和非渗透性岩层不直接接触，就可以起封闭作用，反之不起封闭作用。以这个原则看，由大段泥岩夹砂岩的剖面，断距小于泥岩厚度时，封闭性好；反之则差。

从本质上看，断层的封闭能力取决于断层两侧对置岩层、断裂带及与两盘岩性的排替压力差。断层的封闭性是一个相对概念，无绝对封闭、开启的概念。

#### 6. 简述地层油气藏类型、特点及其分布。

答：地层圈闭是指沉积层由于纵向沉积连续性中断而形成的圈闭，即与地层不整合有关的圈闭。油气在其中聚集就成为地层油气藏。

地层圈闭是狭义的，是指储层上倾方向直接与不整合面相切被封闭所形成的圈闭，不包括由于沉积条件的改变或成岩作用而形成的岩性圈闭。尽管地层圈闭也属构造成因，但因其主要是强调由于储层上、下不整合接触，储层遭风化剥蚀后，又能被盖层封盖而成，与前述构造油气藏是不同的。

地层油气藏主要分为三类：地层不整合遮挡油气藏、地层超覆油气藏和生物礁块油气藏。

分布地区：

地层不整合遮挡油气藏在我国的任丘、渤海湾盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地均有分布。

地层超覆油气藏不能形成于盆地边部（通天砂），除非断层遮挡，或有不整合面存在。仅在盆地内部的隆起边缘可有这种情况。

生物礁油气藏有世界闻名的墨西哥黄金巷环礁带油田，该油田以拥有三口万吨高产油井而闻名，陆上已发现 50 多个生物礁油田，海上发现 20 多个油气田。

#### 7. 简述岩性油气藏的主要类型及形成的沉积背景。

答：岩性圈闭是指储集层岩性变化所形成的圈闭，其中聚集了油气，就成为岩性油气藏。主要为上倾尖灭油气藏和透镜体油气藏两类。其形成可在沉积过程中形成，亦可在成岩过程中形成。

沉积过程中，因沉积环境或动力条件的改变，岩性在横向上会发生相变。当砂岩层向一个方向上变薄，直至上下层面相交于一点即尖灭在泥岩中，形成岩性尖灭圈闭，若向两边尖灭则形成透镜体圈闭。在成岩和后生作用期间，因次生作用改造亦可形成岩性圈闭。

透镜体岩性圈闭和油气藏：透镜体岩性圈闭四周均为非渗透性岩层，无溢出点，圈闭的大小受非渗透性围岩所限，难以形成大规模的油气藏。

碳酸盐岩透镜体岩性圈闭和油气藏：透镜型岩性油气藏的储集体也可以是碳酸盐岩—鲕粒、粒屑生物灰岩等。

河道砂透镜体岩性圈闭和油气藏：河道砂体是碎屑岩透镜体岩性油气藏的主要类型之一。

三角洲分流河道砂透镜体岩性油气藏：三角洲分流河道砂体是碎屑岩透镜体岩性油气藏的主要类型，有时沿岸带多种砂岩体类型互相叠置连片组成复合砂岩体，形成规模较大的复合砂体岩性油藏。

沿岸带透镜体岩性圈闭和油气藏：沿岸带附近常是透镜型砂岩体圈闭和油气藏富集地带。其中沿岸堡坝常大致平行岸线展布，有时不同层位的堡坝砂岩体及油气藏带的位置随岸线的迁移而改变其位置。

上倾尖灭型岩性圈闭和油气藏：上倾尖灭型岩性油气藏上倾方向为非渗透性岩层遮挡，油气仍成层状分布，圈闭的闭合面积由通过溢出点的储集层构造等高线和岩性尖灭线所圈定，两者在平面上必须闭合才能形成圈闭。

碳酸岩上倾尖灭型岩性圈闭和油气藏：储层为碳酸盐岩的上倾尖灭型岩性油气藏在数量上并不太多，但比较著名的有美国胡果顿-潘汉德气田。

#### 8. 与不整合有关的油气藏类型及特征。

答：地层不整合遮挡油气藏：剥蚀突起和剥蚀构造被后来沉积下来的不渗透性地层所覆盖而形成的圈闭，分为潜伏剥蚀突起圈闭及其油气藏和潜伏剥蚀构造圈闭及其油气藏。

地层超覆油气藏：水进→超覆→退积层序 水退→退覆→进积层序 水进时，沉积范围不断扩大，较新沉积层覆盖了较老地层，原在坳陷边部的侵蚀面沉积了孔隙性砂岩，后来在其上沉积了不渗透性泥岩，就形成了地层超覆圈闭。油气在其中的聚集就形成了地层超覆油气藏。

生物礁油气藏：生物礁圈闭是指礁组合中具有良好孔隙—渗透性的储集岩体被周围非渗透性岩层和下伏水体联合封闭而形成的圈闭。

透镜体岩性圈闭和油气藏：透镜体岩性圈闭四周均为非渗透性岩层，无溢出点，圈闭的大小受非渗透性围岩所限，难以形成大规模的油气藏。储集层可以是碎屑岩和碳酸盐岩。

碳酸盐岩透镜体岩性圈闭和油气藏：透镜型岩性油气藏的储集体也可以是碳酸盐岩—鲕粒、粒屑生物灰岩等。

河道砂透镜体岩性圈闭和油气藏：河道砂体是碎屑岩透镜体岩性油气藏的主要类型之一。

三角洲分流河道砂透镜体岩性油气藏：三角洲分流河道砂体是碎屑岩透镜体岩性油气藏的主要类型，有时沿岸带多种砂岩体类型互相叠置连片组成复合砂岩体，形成规模较大的复合砂体岩性油藏。

沿岸带透镜体岩性圈闭和油气藏：沿岸带附近常是透镜型砂岩体圈闭和油气藏富集地带。其中沿岸堡坝常大致平行岸线展布，有时不同层位的堡坝砂岩体及油气藏带的位置随岸线的迁移而改变其位置。

上倾尖灭型岩性圈闭和油气藏：上倾尖灭型岩性油气藏上倾方向为非渗透性岩层遮挡，油气仍成层状分布，圈闭的闭合面积由通过溢出点的储集层构造等高线和岩性尖灭线所圈定，两者在平面上必须闭合才能形成圈闭。

碳酸岩上倾尖灭型岩性圈闭和油气藏：储层为碳酸盐岩的上倾尖灭型岩性油气藏在数量上并不太多，但比较著名的有美国胡果顿-潘汉德气田。

## 9. 试述古潜山油气藏与基岩油气藏的异同点。

## 10. 水动力油气藏形成的基本原理。

答：由水动力或与非渗透性岩层联合封闭，使静水条件下不能形成圈闭的地方形成聚油气圈闭，称为水动力圈闭。其中的油气聚集称为水动力油气藏。

在水动力条件下，油气的力场强度应是净浮力与水动力的合力。当浮力、水动力、毛细管力三者达到平衡时可形成水动力油气圈闭，在这种情况下，油、气势面与储层顶面构造等高线不再平行，倾斜或弯曲的等油气势面可以使静水条件下不存在圈闭的部位，形成聚油气圈闭。

水动力油气藏易形成于地层产状发生轻度变化的构造鼻和挠曲带、单斜储集层岩性不均一和厚度变化带以及地层不整合附近。在这些部位，当渗流地下水的动水压力与油气运移的浮力方向相反、大小大致相等时，可阻挡和聚集油气，形成水动力油气藏。

当在储集层中有水动力作用时，油水界面将发生倾斜，其倾斜度与水压梯度和流体密度差有关。因此，在同一水压条件下，石油和天然气的水动力圈闭的位置也是不同的。若圈闭聚集石油，则向水压降落方向偏移更多，且随水压梯度增大而增大。当油水界面倾角大于背斜顺水压梯度一侧的储集层倾角时，背斜就不能有效地圈闭石油，但仍能成为天然气的圈闭。若气水界面的倾角大于背斜顺水流方向一翼的倾角时，则连天然气也圈闭不住。

## 第七章 含油气盆地及油气分布

### 一、名词解释

含油气盆地--凡是地壳上有统一的地质发展历史，发育着良好的生、储、盖组合及圈闭，并已发现了油气田的沉积盆地。

一级构造单元--隆起、拗陷和斜坡都是底盘起伏而形成的构造，是盆地内最高一级的构造，通称一级构造。

二级构造单元--三级构造在盆地的展布并不是孤立的和杂乱无章的，而是按一定的规律成群、成带出现，这些群和带的规模，处于一级构造和三级构造之间，通称二级构造。

三级构造--盆地内沉积盖层因褶皱和断裂活动而形成的构造，如背斜、向斜、断层等，这是盆地最低一级的构造，通称三级构造，是油气聚集的基本单元。

油气聚集带--油气田不是孤立存在的，当发现一个油气田后，经常会在其邻近区域内找到一串新的油气田。这是因为油气的运移和聚集是一种区域性的，即运移指向常常受二级构造带所控制，当这些二级构造带与油源区连通较好或相距较近时，随着油气源源不断供给，整个二级构造带各局部构造的一系列圈闭都可能形成油气藏。造成油气田成群成带出现，成为油气聚集带。

油气田--油气田系受单一局部构造单位所控制的同一面积内的所有油藏、油气藏、气藏的总和。

## 二、问答题

### 1. 含油气盆地的基底、周边类型。 (填空)

答：盆地基底的岩性、形态上的差异强烈地控制着后期沉积物的分布方式，盆地的基底通常有两种：

①前震旦的变质岩系：大部分发育在地台区，由于刚性较大，构造活动性较小，使得其上的含油气盆地，一般都具有较大规模，形态上大都呈椭圆形。覆于底盘之上的沉积盖层以古生界和中生界为主，一般厚度不大、褶曲平缓巨大、断裂不发育。生油层系稳定且广泛分布，储集层类型较多，除砂岩储集层外，石灰岩储集层和白云岩储集层也较发育，油气运移缓慢，油气藏的含油气面积大，油藏保存条件较好。

②年轻的褶皱带：发育在地槽区，由于褶皱带往往成长条形，所以盆地大都呈长条形，规模相对较小。刚性小，由于基底下降深而沉积厚度大，面积不大，褶皱和断裂比较剧烈。沉积盖层以中、新生代为主，生油层系和含油岩系因多次沉积旋回而多次出现并且厚度较大但不稳定；油气运移条件较好；圈闭类型多；油气藏形成较快但保存条件较差；油气显示普遍。

盆地的周边实际上是盆地基底与盖层的接触方式，通常有以下几种形式：

①超覆接触：一般位于地台区，以前震旦结晶岩系为基底，坳陷型，沉积中心与沉降中心一致。

②断层接触：往往为同生断层，盆地以断陷为主，平面上为长条形，剖面上为槽型。

③断超接触：盆地一般不对称，

### 2. 含油气盆地的构造单元划分。 (填空)

答：一个沉积盆地根据基底起伏形态及沉积盖层的厚度可将其划为四级构造单元。

一级单元（坳陷、隆起区，斜坡区）

亚一级（凹陷、凸起）

二级构造带（背斜带、长垣、斜坡带）

三级局部构造（背斜、穹窿、鼻状构造）

四级圈闭构造

### 3. 以地球动力学背景考虑其所处的板块位置，含油气盆地可分为哪些类型？

答：现在通常综合地球动力学背景，再依据所处的大地构造位置和板块边界类型分为张性环境发育的含油气盆地、压性环境发育的含油气盆地和走滑环境发育的含油气盆地。

### 4. 试论（大陆）裂谷型盆地（如渤海湾盆地）的石油地质特征。

答：裂谷型盆地石油地质特征：

#### 1. 油气生成特征

烃源岩可以有碳酸盐岩、泥页岩，源岩厚度大，有机质以水生生物为主，且丰富、分布广、类型多的特点。地热梯度高，利于有机质向油气的转化。

#### 2. 储盖组合特征

坳陷型裂谷在稳定沉积环境下，储集层发育规模大、横向稳定、成熟度高。断陷盆地在块断运动作用下发育规模小、横向变化大、储集层成因类型多。盖层岩石类型多，主要为泥质岩类、盐岩、膏岩及致密的碳酸盐岩。生储盖组合在裂谷前期为新生古储组合为主，断陷期为自生自储式组合为主，而裂谷后期以古生新储组合为主。

#### 3. 运移特点

裂谷盆地中油气运移既存在侧向运移又存在垂向运移，但以垂向运移为主，断裂带控制了裂谷盆地中油气田的地理分布。裂谷盆地断裂体系发育，油气纵向运移十分活跃，有多期运聚、重新分配、多期成藏的特点，油气往往沿断裂向上运移，在断裂两侧富集，纵向含油气井段长。

#### 4. 油气分布特征

裂谷盆地油气藏类型多（图 9-4），主要有背斜油气藏、断块油气藏、岩性油气藏、地层不整合油气藏、地层超覆油气藏。坳陷型裂谷盆地中部，一般发育与基底活动有关的背斜油气藏、断块油气藏；断陷盆地陡坡带则主要发育滚动背斜油气藏、断块油气藏、地层超覆油气藏。洼陷带岩性油气藏发育，缓坡带则以岩性上倾尖灭油气

藏、断块油气藏、地层不整合油气藏、地层超覆油气藏为主。

5. 试述前陆盆地油气藏类型及其形成条件、分布规律。

答：当大洋闭合和冲断带前锋扩展到伸展变薄的大陆边缘时，由于构造负荷地壳挠曲而产生深凹盆地。位于造山带与相邻克拉通之间。根据所处的大地构造位置可分为：周缘前陆盆地：当陆块被拖向俯冲带下插时，在俯冲板块上形成的，其冲断层的断面倾向与B型俯冲方向一致，为同向冲断带。如中国龙门山前陆冲断带与前陆盆地。

在大陆边缘岩浆岛弧的后面。此盆地形成之前，一种为边缘海盆地和弧间盆地，后来岛弧和大陆边缘碰撞、挤压，使边缘海沉积物受挤压形成褶皱—冲断带，叠置造成的构造负荷有关。冲断层的断面倾向与B型俯冲方向相反，为反向冲断带。如美国落基山前陆冲断带与前陆盆地，酒泉—瓦东盆地。

特征：

1. 盆地横剖面为由造山带侧翼向克拉通减薄的不对称楔状，平面上平行于造山带展布。

2. 造山带一侧发育向前陆区逆冲推覆的褶皱—冲断层带，主要断面为倾向造山带的铲形或阶梯状，常呈叠瓦状组合；盆地克拉通一侧可发育正断层。

3. 沉积组合常见的有洪积—河流—三角洲相和浅海相，有时有浊积岩，碎屑物源主要来自造山带；克拉通为一次物源区。沉降中心常逐渐向克拉通方向迁移。

4. 具有丰富的油气资源。

6. 试从大地构造观点来分析中国含油气盆地的分布特征及其油气聚集类型。

答：张性环境发育的含油气盆地—张性盆地：以背离板块活动和拉张构造为主，由于地幔上隆，地壳变薄而沉降，也可以是由于盆地形成以前，高温热流使地壳隆起，后来随着高温岩石圈热力衰减而发生沉降。

根据裂陷阶段可分大陆内裂谷盆地、陆间海盆地、被动大陆边缘盆地，根据所处的位置有孤后（间）裂谷盆地、夭折谷和拗拉槽。

压性环境发育的含油气盆地—压性盆地：多沿陆缘岩浆弧或造山带一侧分布，应力场以挤压作用为主，盆地的形成与聚散型板块活动有关。

压缩构造体系的主要组成部分是弧—沟系：深海沟、火山弧（B型）；褶皱冲断带、缝合带、消减带杂岩体（A型）。弧前地区：火山岛弧靠海沟一侧的地区。弧后地区：火山岛弧以后的地区。

与B型俯冲有关的盆地类型有：海沟、弧前盆地，与A型俯冲有关的盆地类型有：残留洋盆地、前陆盆地、山间盆地（缝间盆地）。

走滑环境发育的含油气盆地—拉分盆地：转换断层：由侧向滑移（沿走向滑移断层），转换成沿倾向滑移（沿正断层或逆断层）；或沿断层的水平剪切运动可以突然停止，转换成横越中央海岭的张性运动。拉分盆地的成因与转换断层和走滑断层有关。由于强烈走滑运动使地壳弯曲，常伴有一定倾向滑动分量，在走滑断层一侧为沉降中心。可分走滑—拉分盆地：张扭性；走滑—挠曲盆地：压扭性。

7. 为什么三角洲沉积体系是形成油气聚集最有利的地质环境？

答：三角洲（包括冲积扇、水下扇、深海扇）体系含有丰富的油气，因为它具备了形成油气藏的各种有利条件。

油源条件：三角洲所处的河口位置，使其具有大量有机质和形成还原或弱还原环境，具良好的物质基础和具油气转化条件；三角洲较高的沉积速率，常形成欠压实，有利于烃类早熟排烃，具排烃条件。因此，三角洲体系能形成巨大体系的母岩。

储集条件：三角洲区砂体类型多，有三角洲的分流河道砂、水下分流河道、河口砂坝、前缘席状砂等，因处于双向水流的长期作用和水进、水退作用交替发生，分布多种储集物性良好的储集砂体和有利的生储盖组合，如互层式、指状交叉式、断层式等复式生储盖组合。

圈闭条件：三角洲区砂、页岩频繁交替，且常有巨厚的超压页岩，同生断层，可形成多种类型的圈闭，如地层超覆、岩性尖灭、底辟构造、盐丘构造、滚动背斜等；这些圈闭大多在沉积过程中形成，形成时间较早，有利捕集油气。

盖层条件：三角洲区沼泽沉积、分支间湾、前三三角洲泥均为良好盖层。

#### 8. 论述不整合面在油气藏形成中的作用。

答：不整合面上下有丰富的油气聚集，聚集在不整合面之下的比之上的更多（如：基岩油藏、潜山油藏），其原因：

长期的风化剥蚀使孔隙性增强。不整合代表曾经长期上升、风化、淋滤、溶蚀，形成了大量的裂缝、溶孔、溶洞，为油气极好的通道或聚集空间。

不整合常为油气长距离运移的通道。不整合面孔渗高，为油气渗流的最佳通道；不整合面常凹凸不平，上面覆盖不同时代的地层，岩性差异大，易产生次生孔隙；不整合面上常有风化残余碎屑，固结后为高孔渗的岩石；不整合代表了一次区域性构造运动，使地层产生变形，促使油气运移；不整合面面积较广，延伸长，可使油气作长距离运移。

不整合是联系生油岩和储集岩的桥梁。由于不整合面为油气长距离运移的通道，且为沉积间断面，所以它可将距离较远或时代相差较远的生油岩和储集岩联系起来。

不整合面常是大范围的沉积间断，岩相突变界面，可以作为油气运移的遮挡面，形成不整合圈闭和油气藏。

#### 9. 从油气藏形成理论论述油气在地壳中的分布。

答：世界上油气储量在区域、地层和深度上分布的明显不均一性，在过去的几十年来，已引起油气地质学家的广泛注意。在早期，这种现象被认为是勘探程度不均一造成的，或是主要原因之一。然而，近几十年来的勘探，几乎已遍及地球表面各个大陆（包括极地和沙漠）和海洋（陆缘海和大陆架），尚未勘探的处女地已愈来愈少，而油气分布的明显不均一性，已成为普遍公认的基本事实。

##### 一、油气在层位上的分布（时间上）

从震旦到第四系都有油气的分布，石油多数集中在中生代，占全部储量的 92%~94.88%，只有 8%~5.13% 分布在古生代。天然气则以中古生代为主，占总储量的 90%，古生代所占比例明显高于新生界（第三系）。

造成这种分布的原因是古生代 1. 演化时间长，石油遭受破坏；2. 沉积厚度极薄的稳定带缺乏良好的生油条件；3. 演化阶段高，过成熟成气。而中生代经历的时间虽然较短，但由于地壳活动性强，沉降幅度大且速率高，为母岩形成和生烃提供了良好的条件；同时伴随海底扩张，热流增强，地温梯度增大，使得有机质成烃所需的时间大大缩短。

##### 二、油气在空间上的分布

油气在地域上的分布，主要是受大地构造条件的控制，油气集中分布在现代地壳中相对活动的，长期以沉降为主的地区。世界上最终可采储量大于或等于  $5 \times 10^9$  BOE 的盆地有 25 个盆地（占盆地数的 4.2%），主要集中在 4 大油气盆地带：北方大陆带、特提斯海带、南方大陆带、太平洋带（Klemme 和 Ulmishek, 1991）中的特提斯海带和北方大陆带，此为世界上两个巨大盆地带，尤其是前者。

油气在深度上的分布集中在 <3000m 范围内，占储量 95% 以上，50% 集中在大约 1600m 左右。其原因 1. 与石油形成的阶段有关；2. 与油气向上运移，使聚集深度小于生成深度，特别是在断裂和不整合比较发育的地区，这种现象尤为显著。