

职业技能培训教程与鉴定试题集

采 油 工

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油工业出版社

前 言

为提高石油工人队伍素质，满足职工培训、鉴定的需要，中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括 44 个石油天然气行业特有工种和 21 个社会通用工种的职业技能培训教程与鉴定试题集，每个工种依据《国家职业（工人技术等级）标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向，以职业技能为核心的原则，打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业（工种）标准的要求，教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业（工种）或本级别应掌握的基本知识；技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及到的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型，以客观性试题为主；技能操作试题在编写中增加了考核内容层次结构表，目的是保证鉴定命题的等值性和考核质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习，在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考核试题前均列出了《鉴定要素细目表》，《鉴定要素细目表》是考核的知识点与要点，是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习，真正达到提高职工技术素质的目的，此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题，职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》，认真学习本等级教程规定内容。

为使用方便，本套书中《采油工》分上、下两册出版，上册为初级工和中级工两个级别的内容，下册为高级工、技师、高级技师三个级别的内容。《采油工》由大庆油田组织编写，主编卢鸿钧、李长安。参加编写人员有侯春艳、孙

刚、褚福鑫、那未红。上册第一、第三、第四、第六、第七、第八部分由卢鸿钧、李长安编写，第二部分由侯春艳编写。第五部分由孙刚编写。下册第一、第二部分由褚福鑫编写，第三、第四、第七、第八、第九、第十部分由卢鸿钧、李长安编写，第五、第六部分由那未红编写。最后经由中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家审定，参加审定的专家有新疆油田李拥军，辽河油田李素敏，胜利油田赵海英，大庆油田杨明亮、于立英等，他们为本书提供了大量的资料和修改意见，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和错误，恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2003年10月

目 录

初 级 工

国家职业标准（初级工工作要求）	（ 3 ）
-----------------------	-------

第一部分 初级工基础知识

第一章 采油地质基础知识	（ 4 ）
第一节 油气藏及其油、气、水	（ 4 ）
第二节 油、气、水的物理性质和化学性质	（ 7 ）
第二章 油田开发基础知识	（ 11 ）
第一节 油田开发简介	（ 11 ）
第二节 开发方式及布井	（ 11 ）
第三节 油田开发的主要指标	（ 14 ）
第三章 采油工程基础知识	（ 16 ）
第一节 油水井结构	（ 16 ）
第二节 井口设备及维护保养	（ 20 ）
第三节 抽油机设备与保养	（ 25 ）
第四节 计量间及其辅助设备	（ 28 ）
第四章 油水井站管理	（ 33 ）
第一节 油水井开关	（ 33 ）
第二节 油水井资料录取及整理分析	（ 39 ）
第五章 电工基础知识	（ 46 ）
第一节 电的基本知识	（ 46 ）
第二节 常用电工工具及使用	（ 47 ）
第六章 常用工具、用具、量具	（ 51 ）
第一节 常用工具、用具	（ 51 ）
第二节 常用量具	（ 59 ）
第七章 安全生产基础知识	（ 64 ）
第一节 安全生产概念及意义	（ 64 ）
第二节 防火防爆的基础知识	（ 67 ）
第三节 常用消防器材的使用	（ 70 ）
第四节 防护与急救知识	（ 73 ）

第二部分 初级工技能操作与相关知识

第一章 操作油水井	(76)
第一节 倒注水井正注流程	(76)
第二节 抽油机井开井	(77)
第三节 启动游梁式抽油机	(78)
第四节 停止游梁式抽油机	(79)
第五节 启动电动潜油泵井	(80)
第二章 录取资料	(82)
第一节 井口录取油套压	(82)
第二节 在井口取油样	(83)
第三节 玻璃管量油	(83)
第四节 用双波纹管压差计测气	(85)
第三章 维护保养设备	(87)
第一节 更换抽油机井光杆密封圈	(87)
第二节 更换抽油机配电箱保险	(88)
第三节 抽油机一级保养	(89)
第四章 操作仪器仪表	(91)
第一节 在井口更换压力表	(91)
第二节 在井口校对压力表(对比法)	(93)
第五章 填写油水井日报表	(94)
第一节 填写油井班报表	(94)
第二节 填写注水井班报表	(96)

第三部分 初级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(99)
理论知识试题	(102)
理论知识试题答案	(136)

第四部分 初级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(140)
鉴定要素细目表	(141)
技能操作试题	(142)
组卷示例	(178)

中 级 工

国家职业标准 (中级工工作要求)	(185)
------------------------	-------

第五部分 中级工基础知识

第一章 储集层与油气藏	(186)
第一节 储集层的性质	(186)
第二节 油层及其分类	(188)
第二章 油田开发方案	(191)
第一节 开发层系的划分	(191)
第二节 油藏驱动方式	(191)
第三节 油田的开发方式	(192)
第三章 机械采油	(195)
第一节 抽油机—深井泵采油	(195)
第二节 抽油泵与抽油杆	(197)
第三节 电动潜油泵采油	(202)
第四节 电动螺杆泵采油	(204)
第四章 油水井站管理	(207)
第一节 油水井间(站)工艺流程	(207)
第二节 注水井资料整理与分析	(209)
第三节 抽油机井的生产维护	(213)
第五章 设备管理与维护	(217)
第一节 抽油机的维护保养	(217)
第二节 配水间设备及维护保养	(218)
第六章 电器元件及仪表	(221)
第一节 常用电器元件及动力设备	(221)
第二节 常用电工仪表	(223)

第六部分 中级工技能操作与相关知识

第一章 操作油水井	(226)
第一节 更换抽油机皮带	(226)
第二节 调整抽油机井防冲距	(227)
第三节 检查、更换电动潜油泵井油嘴	(228)
第二章 管理油水井	(231)
第一节 抽油机井热洗	(231)
第二节 抽油机井井口憋压	(232)

第三节	用钳型电流表检查抽油机井平衡率	(233)
第四节	调整注水井注水量	(234)
第五节	注水井反洗井	(235)
第三章	维护保养设备	(238)
第一节	抽油机二级保养作业	(238)
第二节	闸板阀填加密封填料	(239)
第三节	更换法兰垫片	(240)
第四章	操作仪器仪表	(241)
第一节	更换干式水表芯子	(241)
第二节	更换计量分离器玻璃管	(242)
第三节	冲洗计量分离器	(243)
第四节	更换测气孔板	(244)
第五章	生产动态分析	(246)
第一节	注水井生产动态分析	(246)
第二节	抽油机井生产动态分析	(247)
第三节	电动潜油泵井生产动态分析	(248)

第七部分 中级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(250)
理论知识试题	(254)
理论知识试题答案	(294)

第八部分 中级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(303)
鉴定要素细目表	(304)
技能操作试题	(305)
参考文献	(344)

初 級 工



国家职业标准（初级工工作要求）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
采 油	（一） 录取资料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能在井口录取油压 2. 能在井口录取套压 3. 能测量抽油井工作电流 4. 能在油井井口取油样 5. 能在注水井井口取水样 6. 能量油 7. 能测气 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 油水井生产工艺流程 2. 录取油、套压方法 3. 钳型电流表的使用方法 4. 油水井取样操作方法 5. 量油操作方法 6. 测气操作方法
	（二） 操作油水井	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能启动抽油机 2. 能停止抽油机 3. 能启动潜油电泵 4. 能停止潜油电泵 5. 能开、关油水井 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 抽油机的工作原理 2. 抽油机启停操作程序及方法 3. 潜油电泵工作原理 4. 电泵井启停操作程序及方法 5. 油水井开关操作程序及方法
	（三） 维护保养设备	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能更换抽油机井光杆密封圈 2. 能更换配电箱熔断器 3. 能进行抽油机一级保养 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 抽油机一级保养操作规程及方法 2. 电路保护常识
	（四） 操作仪器、仪表	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能在井口安装压力表 2. 能在井口校对压力表 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 压力表技术规范 2. 安装、校对压力表操作方法
	（五） 填写报表	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能填写油井日报表 2. 能填写水井日报表 	油水井日报表填写标准及方法

第一部分 初级工基础知识

第一章 采油地质基础知识

采油地质基础知识是采油工认识地下（油藏、油层），了解油田开发基础，管理好油水井的必备基础知识。本章重点介绍油气藏的概念，油、气、水的基本物性和特征等。

第一节 油气藏及其油、气、水

每一个刚接触采油的人都会问这样一个问题：油田采出的原油来自地下什么地方？在地下是什么样子呢？这就是通常石油人所说的油藏。形象地说：每个油藏都是位于地下深浅不一、形状和大小也不一样的封闭空间；里面的原油也不是外行人所说的像个大水泡子，而是如同浸在豆腐里的水一样浸在岩石（如砂岩）里的。图 1-1-1 为某油气藏示意图，有了以上的印象就好理解和掌握真正的油藏概念及含义了。

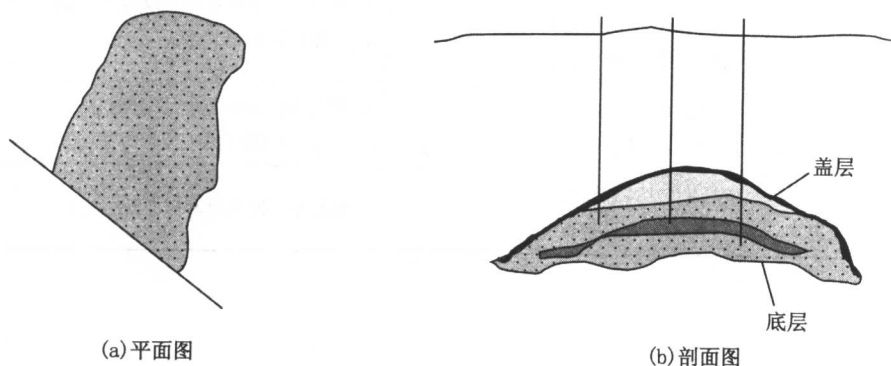


图 1-1-1 油气藏示意图

一、油气藏概念及类型

(一) 油气藏概念

油气藏的地质含义是，在同一圈闭内具有同一压力系统的油气聚集。圈闭就是能够使油气聚集起来的场所，它具备聚集油气的储集层，阻止油气逸散的盖层、底层（见图 1-1-1），以及阻止油气向四周继续运移和扩散的遮挡条件；同一压力系统是指圈闭内各点的压力都可以向整个空间传递；所以圈闭容积（场所）的大小决定油气藏的大小。

圈闭有三种类型，可参见图 1-1-2、图 1-1-3、图 1-1-4 所示来理解。

(1) 构造圈闭：由于构造运动使岩层发生变形和位移造成的圈闭叫构造圈闭，包括背斜圈闭和断层遮挡圈闭。

(2) 地层遮挡圈闭：由于地层因素造成遮挡条件的圈闭。

(3) 岩性遮挡圈闭：由于储集层岩性改变或岩性连续性中断而形成的圈闭。

(二) 油气藏类型

圈闭中只聚集和储存石油和水的叫油藏，圈闭中只聚集和储存天然气的叫气藏。当在采出的1t石油中能分离出1000m³以上的天然气时，叫油气藏。

油气藏分三大类，即构造油气藏、地层油气藏、岩性油气藏。

1. 构造油气藏

构造油气藏是指油气在构造圈闭中的聚集，主要类型有背斜油气藏、断层遮挡油气藏、裂缝性油气藏、盐丘油气藏和向斜油气藏，如图1-1-2所示。

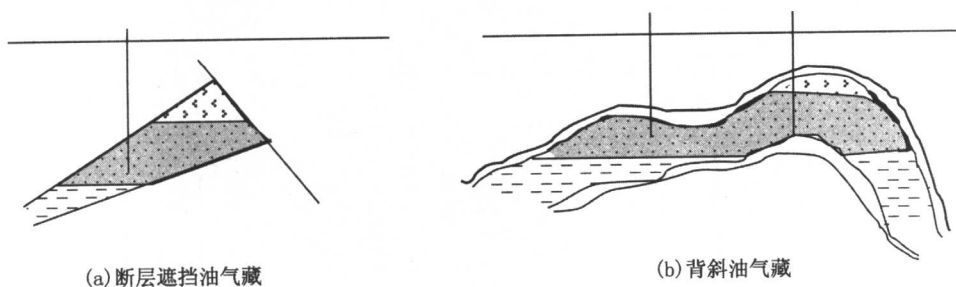


图1-1-2 构造油气藏示意图

2. 地层油气藏

地层油气藏是指油气在地层圈闭中的聚集，一般有地层不整合遮挡油气藏、地层超覆遮挡油气藏、剥蚀隆起油气藏等，如图1-1-3所示。

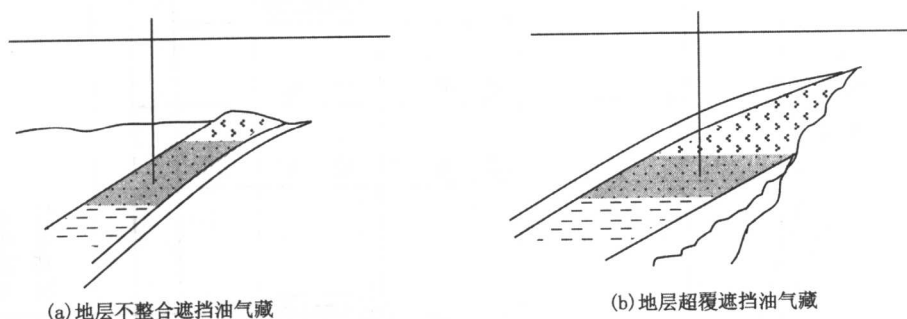


图1-1-3 地层遮挡油气藏示意图

3. 岩性油气藏

岩性油气藏是指油气在由于储集层岩性的改变或岩性的连续性中断而造成的岩性遮挡圈闭中的聚集，主要有岩性尖灭油气藏、透镜状岩性油气藏等，如图1-1-4所示。

由上述可知，(1) 圈闭是油气藏形成的基本条件之一，圈闭的类型决定着油气藏的类型，圈闭的大小直接影响其中的油气储量。(2) 油气藏是地层中油气聚集的基本单

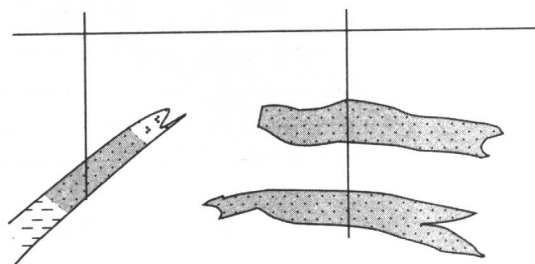


图1-1-4 岩性油气藏示意图

位，是油气在单一圈闭内，具有独立压力系统和统一的油水界面的基本聚集。

二、油气藏中油、气、水的分布

油气藏内油、气、水的分布具有一定规律，如在单一背斜圈闭内，由于重力分异作用，油、气、水的分布规律是气在上，油居中，水在油气下面，从而形成油气界面及油水界面，如图 1-1-5 所示。

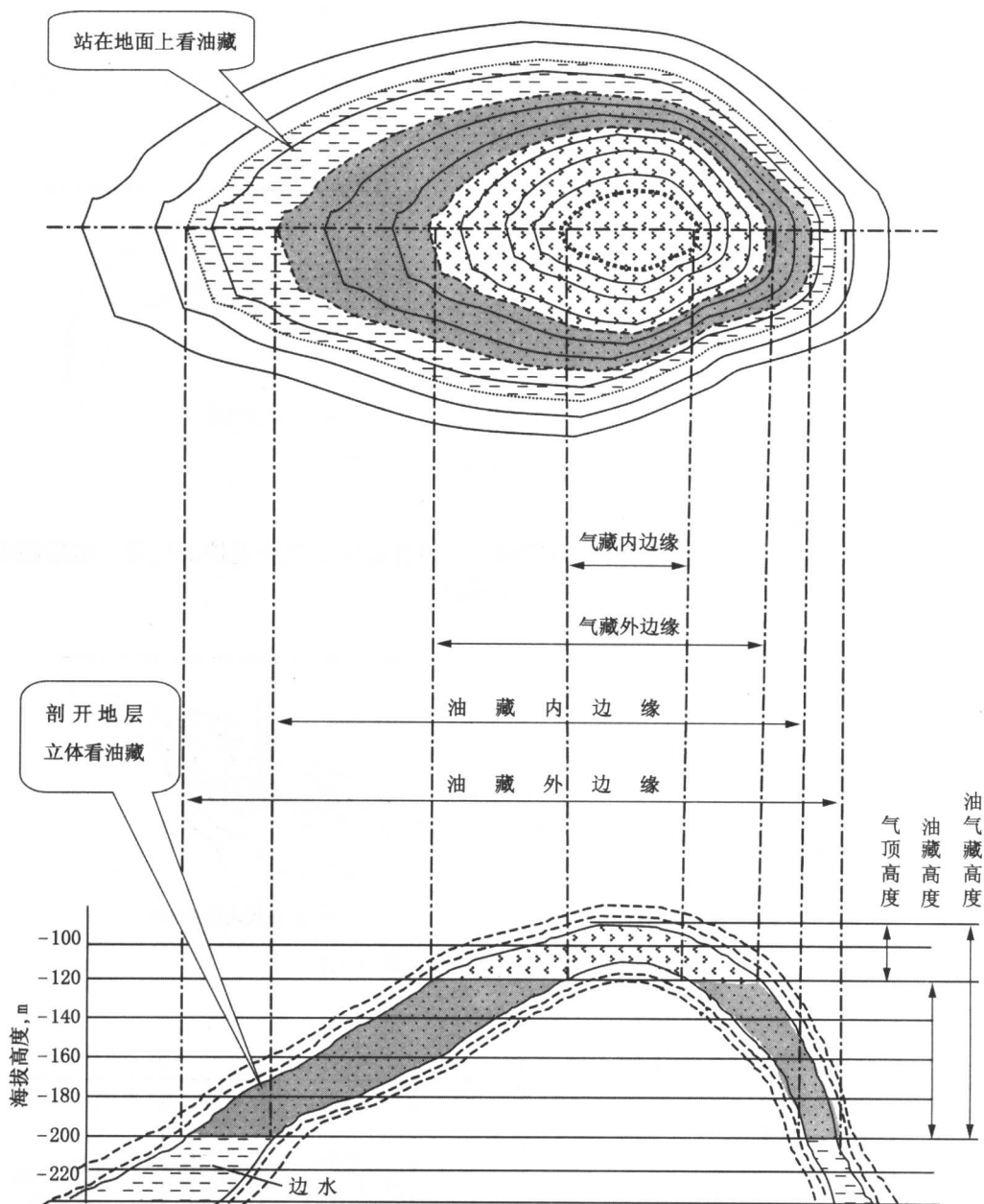


图 1-1-5 背斜油气藏中油气水分布示意图

油、气、水在油气藏内的分布特征在油田开发中常用以下术语进行描述。

(一) 油气边界

- (1) 外含油边界：油水界面与油层顶界的交线称为外含油边界，也叫含油边界。
- (2) 内含油边界：油水界面与油层底界的交线称为内含油边界，也叫含水边界。
- (3) 气顶边界：油气界面与油层顶面的交线称为气顶边界。

(二) 含油面积

(1) 含油气面积：内（外）含油边界所圈闭的面积，称内（外）含油面积，外含油面积也常叫含油面积，对油气藏来讲即为含油气面积。

(2) 含气面积：气顶圈闭的面积称为含气面积。对于纯气藏，则为气水边界所圈闭的面积。

(三) 油气藏高度

(1) 油藏高度：油水边界到油藏最高点的高度，称为油藏高度。当有气顶时，油藏高度即为油水接触面与油气接触面之间的高度值。

(2) 气藏高度：气藏高度是指油气界面与油气藏最高点的高度差。对于纯气藏，则为气水界面与气藏最高点的差。

(3) 油气藏高度：油藏高度与气顶高度之和为油气藏高度。

第二节 油、气、水的物理性质和化学性质

油气藏中的油、气、水实际就是通称的石油、天然气、油田水，学习和掌握它们的物理和化学性质对采油工来说是非常重要的，无论是生产分析还是生产安全都离不开对它们的认识。

一、石油的物理、化学性质

(一) 石油的物理性质

石油是由各种碳氢化合物混合而成的一种可燃有机油状液体。石油分天然石油和人造石油两种。天然石油是从油气田中开采出来的；人造石油是从煤或油页岩中干馏出来的。石油在提炼以前称为原油，从原油中可提炼出汽油、柴油、煤油及一系列石油产品。

石油一般呈棕黑色、深褐色、黑绿色等，也有无色透明的。石油有特殊的气味，含硫化氢时有臭味，含芳香烃而有香味。

地层原油的物理性质，直接影响原油在地下的储存状况和流动性能。研究油田驱动类型，确定油田开采方式，计算油田储量，选择油井工作制度等都必须有准确的地层原油物性分析资料（也叫高压物性资料）作为依据。分析地层原油的物理性质，一般要取得以下几个参数。

(1) 饱和压力：地层原油在压力降低到开始脱气时的压力称饱和压力。原始饱和压力是指油田开采初期，地层保持在原始状况下测得的饱和压力。一般所说的饱和压力均是指原始饱和压力。它是确定开发决策的依据之一。单位为兆帕（MPa）。

(2) 溶解气油比：在地层原始状况下，单位重量（或体积）原油所溶解的天然气体积称为原始气油比，单位是立方米每吨（ t/m^3 ）或立方米每立方米（ m^3/m^3 ）。油井生产时，每采出1t原油伴随采出的天然气体积称生产气油比，单位是立方米每吨（ m^3/t ）。

(3) 原油密度和相对密度：

原油密度 是指单位体积原油的质量。单位是千克每立方米（ kg/m^3 ）。

原油的相对密度 是指原油在 20℃, 0.101MPa 的标准状态下脱气原油的密度与温度为 4℃时同样体积纯水密度之比值, 为无因次量。

(4) 原油粘度: 石油在流动时, 其内部分子之间产生的摩擦阻力称为原油粘度, 单位是毫帕秒 ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)。影响粘度的因素很多, 在地层中的原油, 由于温度高、压力高, 且溶解有大量天然气, 所以粘度小; 而地面原油温度低, 溶解气少, 所以粘度比地层条件下大得多。如果原油粘度大于 $50\text{mPa} \cdot \text{s}$, 20℃时相对密度大于 0.920 时就叫稠油。

(5) 原油凝固点: 原油冷却到失去流动性时的温度, 叫做原油凝固点。凝固点在 40℃以上的原油叫高凝油。

(6) 原油体积系数: 地层条件下单位体积原油与其在地面条件下脱气后的体积之比值, 称为原油体积系数, 为无因次量。原油体积系数是用来计算石油地质储量、注采比、地下亏空等主要开发指标的换算系数, 它的数值一般都大于 1。

(7) 原油收缩率: 地层原油采到地面后, 天然气逸出使体积缩小, 收缩的体积占原体积的百分比称为收缩率。

(8) 原油压缩系数: 单位体积的地层原油的压力每增加或减小 1Pa 时, 体积的变化率称为压缩系数 (又称压缩率), 单位是每帕或每兆帕 (Pa^{-1} 或 MPa^{-1})。

(二) 石油的化学性质

石油主要由碳 (C)、氢 (H) 元素组成, 碳占 83%~87%, 氢为 10%~14%, 二者的比值 (C/H) 一般在 6.0~7.5 之间; 还有氧、氮和硫, 但含量都不超过 1%, 个别油田含硫量可达 3%~4%。

要说明的是, 上述的各元素在原油中不是呈游离状态, 而是结合成不同的化合物而存在, 多以烃类化合物为主, 另外还有少量的含氧、硫、氮的非烃类化合物。

原油中烷烃的碳原子个数为 15~42 时, 呈固态的碳氢化合物称为蜡。原油中含蜡的百分数称为含蜡量。

胶质是原油中相对分子质量较大的烃类, 并含有氧、氮、硫等杂质。它溶解性较差, 只能溶解于石油醚、苯、氯仿、乙醚和四氯化碳等有机溶剂中, 能被硅胶吸附。石油蒸发或氧化后, 胶质成分增加。密度较小的石油一般含胶质 4%~5%, 而较重的石油胶质含量可达 20% 或更多。原油中所含胶质的百分数称为胶质含量。

原油中的沥青质为暗褐色至黑色的脆性物质, 含有碳、氢、氧、氮、硫等元素的高分子多环有机化合物, 其相对分子质量比胶质大许多倍, 不溶于石油醚或酒精, 可溶于苯、三氯甲烷及二硫化碳, 也可被硅胶吸附。原油中所含沥青质的百分数称为沥青质含量。

二、天然气的物理、化学性质

(一) 天然气的物理性质

天然气是以气态碳氢化合物为主的气体组成的混合气体。有的从独立的气藏中采出, 有的是伴生在石油中被采出。

天然气一般无色, 有汽油味或硫化氢味, 易燃烧。

天然气的物理性质主要由以下几项参数描述。

(1) 体积系数: 气体在油层条件下所占的体积与在标准状况 (20℃和 0.101MPa) 下所占体积的比值, 为无因次量, 其值远小于 1。

(2) 天然气压缩系数: 是指压力每变化 1MPa 时气体体积的变化率, 单位是每帕或每兆帕 (Pa^{-1} 或 MPa^{-1})。

(3) 天然气粘度：是天然气流动时气体内部分子间的摩擦阻力，单位是毫帕秒 (mPa·s)。

(4) 天然气密度和相对密度：单位体积气体的质量称天然气密度，单位是千克每立方米 (kg/m³)。相对密度则是指在某一压力和温度下的天然气密度与在标准状况下同体积干燥空气的密度之比值，为无因次量。

(二) 天然气的化学性质

天然气与石油相似，主要由碳、氢、硫、氮、氧及微量元素组成，也是以碳、氢为主，碳约占 65%~80%，氢约占 12%~20%。

天然气的化合物主要有甲烷 (CH₄)、乙烷 (C₂H₆)、丙烷 (C₃H₈)、丁烷、(C₄H₁₀) 等重烃，还有数量不等的二氧化碳 (CO₂)、一氧化碳 (CO)、氢 (H₂)、硫 (S) 和氮 (N₂) 等。甲烷在天然气中含量最多，占 42%~98%。当其含量超过 95% 时，则称为干气；而乙烷以上的重烃含量超过 5% 时，称为湿气。干气多产自纯气藏，而湿气则多与石油伴生。

天然气分析一般要进行常见的以下几个组分含量的分析，即甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、正戊烷、异戊烷、二氧化碳、硫化氢、氮气和一氧化碳等。

三、地层水 (油田水) 的物理、化学性质

由于地层水在油藏中与油气有密切联系，所以它的存在状态及物理、化学性质都较复杂，对油田开发有很大的影响；对采油工来说，这里只是简单介绍一下各油田有共性的、常见类型地层水的物理性质和化学成分。

(一) 地层水状态

地层水在岩石 (油层) 孔隙中呈油水 (气) 混合状态；油藏边水和底水呈自由状态。

(二) 地层水化学成分

地层水化学成分主要有：Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ 阳离子和 Cl⁻、SO₄²⁻、CO₃²⁻、HCO₃⁻ 阴离子，各油田都是根据如表 1-1-1 所列的标准对地层水的水型进行分类。

表 1-1-1 油田常见地层水类型

水性系数		水型	形成环境
Na ⁺ > Cl ⁻	$\frac{Na^+ - Cl^-}{SO_4^{2-}} < 1$	硫酸钠型	大陆
	$\frac{Na^+ - Cl^-}{SO_4^{2-}} > 1$	重碳酸钠型	
Na ⁺ < Cl ⁻	$\frac{Cl^- - Na^+}{Mg^{2+}} < 1$	氯化镁型	海洋
	$\frac{Cl^- - Na^+}{Mg^{2+}} > 1$	氯化钙型	

实际各油田地层水水型通常有：CaCl₂ 型 (氯化钙型)，又称硬水，一般是封闭条件较好的油藏；NaHCO₃ 型 (碳酸氢钠型)，又称碱性水，也是油田常见的水型。

(三) 地层水的物理性质

(1) 外观颜色：地层水一般都带有颜色，并视其化学组成而定，通常是透明较差，呈混

浊状。

(2) 相对密度：是指单位地层水的密度与同条件下纯水的密度比值，为无量纲量，由于地层水溶有数量不等的盐类，矿化度一般较高，故相对密度多大于 1，在 1.001 ~ 1.050 间不等。

(3) 粘度：地层水粘度一般比纯水高，温度对其影响较大，随温度升高粘度降低。