

石油石化职业技能培训教程

SHIYOU SHIHUA ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCHENG

井下作业工

JINGXIAZUOYEGONG

中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心 编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心,依据井下作业工职业资格等级标准,统一组织编写的《石油石化职业技能培训教程》中的一本。主要内容包括石油、天然气基础知识,压井作业技术,组配管柱,油井检泵、下泵作业,套管修复技术,套管内侧钻技术以及油气田有毒有害气体的防护和井下作业安全生产基础知识等井下作业工应掌握的基础和专业知识。

本书语言通俗易懂,理论知识重点突出,实用性和可操作性较强,是井下作业工职业技能培训的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

井下作业工/中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心编.
北京:石油工业出版社,2012.9
(石油石化职业技能培训教程)
ISBN 978-7-5021-9151-1

- I. 井…
- II. 中…
- III. 井下作业-技术培训-教材
- IV. TE358

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 143008 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64523613 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:29

字数:741 千字

定价:60.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《石油石化职业技能培训教程》

编 委 会

主 任：孙金瑜

副主任：向守源 丁传峰

委 员（以姓氏笔画为序）：

仇国光 王子云 王奎一 申 哲

刘小明 孙春梅 纪安德 何 波

宋玉权 张建国 李世效 李孟州

李禄松 杨明亮 杨峰亭 杨静芬

哈志凌 赵宝红 商桂秋 崔贵维

职丽枫 蔡激扬

前 言

随着企业产业升级、装备技术更新改造步伐不断加快,对从业人员的素质和技能提出了新的更高要求。为适应经济发展方式转变和“四新”技术变化要求,满足员工培训、鉴定工作的需要,中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心坚持动态开发修订技能培训教材和鉴定题库制度,组织力量对“十五”期间开发的第一批职业技能培训教程中的《采油工》等部分从业人数多的主体工种教程进行了修订。

本批教程按工种编写,每个工种一本,以新修订颁发的石油石化行业职业资格等级标准为依据,内容范围与鉴定题库基本一致,与公开出版的试题集配套使用,既可用于职业技能鉴定前培训,也可用于员工岗位技术培训和自学提高。

井下作业工职业技能培训教程由辽河油田公司组织编写,刘鹏展、于广鹏、王延平任主编。参加编写的人员有湛建华、乔志才、陶煜征、曲景斌、李桂珍、刘钦东、宝慧、姚锦、朱卫星、应明、王佳露、轩正东、赵德宝、邓春光、陈东、肖火林、刘昌士、戴静、华正武、曹立军、于慧明、邵俊令、顾红伟、张红凤、潘俊、韩召宝、齐伟、车守龙、张雨良、李明、蒋晓波、朱国良、金铁刚、韩华君、陈兆辉、赵超、李桂库、周渝、田作勇、张文权,以及辽宁跨克石油装备公司的马相君,通化前进石油机械厂的李勇、张振平,四机赛瓦的卢刚。参加审定的人员有长庆油田公司张发展,华北油田公司刘孔成,新疆油田公司荆江录,川庆钻探工程公司张平,大港油田公司杨光远、付友忠,大庆油田有限责任公司史绍金。

由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处请广大读者提出宝贵意见。

编者

2011. 7

目 录

第一章 石油、天然气基础知识	(1)
第一节 石油、天然气的化学组成及主要物理性质	(1)
第二节 油气藏形成及开发的基本概念	(3)
第二章 油气井	(8)
第一节 油气井的类型及井身结构	(8)
第二节 油气井完井方法与井口装置	(11)
第三章 水平井	(20)
第一节 水平井概述	(20)
第二节 分支井和大位移水平井的相关知识	(23)
第四章 试油测试工艺技术	(25)
第一节 常规试油	(25)
第二节 常规试油主要操作与技术要求	(34)
第三节 分离器量油测气	(42)
第四节 地层测试工艺技术	(51)
第五节 特殊井试油测试工艺	(56)
第五章 压井作业技术	(63)
第一节 概述	(63)
第二节 压井液	(63)
第三节 压井方法及压井作业程序	(69)
第四节 压井液性能测量	(73)
第六章 组配管柱	(76)
第一节 管柱设计	(76)
第二节 组配管柱的程序和方法	(78)
第七章 通井与套管刮削	(82)
第一节 通井	(82)
第二节 套管刮削	(83)
第八章 油井检泵和下泵作业	(87)
第一节 抽油泵	(87)
第二节 地面驱动螺杆泵	(93)
第三节 抽油泵井检泵作业	(95)
第四节 探砂面以及冲砂作业	(103)
第五节 潜油电泵管柱的结构及常见故障	(112)
第六节 安装抽油井防喷盒	(121)
第七节 处理提升大绳跳槽	(122)

第九章 常用修井设备	(123)
第一节 常用修井作业设备概述	(123)
第二节 井架系统	(129)
第三节 游车大钩	(137)
第四节 水龙头	(140)
第五节 转盘	(144)
第六节 钻井泵	(149)
第七节 其他修井设备简介	(154)
第十章 采油工具	(160)
第一节 封隔器	(160)
第二节 其他采油工具	(173)
第十一章 油井出水与堵水	(179)
第一节 油井出水的原因及防水措施	(179)
第二节 油井找水方法	(181)
第三节 封隔器找水	(182)
第四节 油井堵水技术	(183)
第五节 封隔器堵水	(188)
第六节 化学堵水	(191)
第十二章 油水井找窜技术	(194)
第一节 油水井窜槽原因、危害与预防	(194)
第二节 油水井找窜方法	(196)
第三节 编制封隔器找窜施工方案	(199)
第十三章 注灰塞与挤水泥	(203)
第一节 油井水泥	(203)
第二节 注水泥施工作业	(210)
第三节 挤水泥与封窜工艺技术	(216)
第十四章 油井防砂	(226)
第一节 油井出砂原因	(226)
第二节 防砂方法	(226)
第十五章 酸化、压裂	(243)
第一节 酸—岩反应机理	(243)
第二节 酸化增产原理	(245)
第三节 酸液、添加剂以及酸化施工	(247)
第四节 压裂施工	(253)
第十六章 常用地面工具及配件	(256)
第一节 白棕绳	(256)
第二节 钢丝绳	(261)
第三节 管件	(272)

第四节	工具	(275)
第十七章	井下作业常用管材、钻具	(288)
第一节	套管	(288)
第二节	油管	(290)
第三节	抽油杆	(292)
第四节	常用钻具	(295)
第十八章	修井工具	(300)
第一节	锥类打捞工具	(300)
第二节	矛类打捞工具	(305)
第三节	筒类打捞工具	(312)
第四节	钩类打捞工具	(327)
第五节	小件类打捞工具	(333)
第六节	切割类工具	(337)
第七节	倒扣类工具	(344)
第八节	整形类工具	(353)
第九节	磨铣类工具	(357)
第十节	补贴类工具	(365)
第十一节	震击类工具	(368)
第十九章	测井、事故预防与处理	(379)
第一节	测井简介	(379)
第二节	常见卡钻类型	(385)
第三节	常见卡钻事故的预防与处理方法	(387)
第二十章	套管的损坏与修复	(396)
第一节	套管损坏及原因	(396)
第二节	套管修复及防护	(398)
第二十一章	套管内侧钻	(401)
第一节	套管内侧钻技术概述	(401)
第二节	套管内侧钻施工步骤	(405)
第二十二章	油气田有毒有害气体的防护	(411)
第一节	一氧化碳	(411)
第二节	硫化氢	(412)
第三节	二氧化硫	(418)
第二十三章	井下作业安全生产基础知识	(421)
第一节	防火与防爆	(421)
第二节	安全用电基本知识	(425)
第三节	井下作业施工中的预防井喷	(429)
第四节	井下作业施工中的其他防护	(431)
第五节	便携式硫化氢检测仪器与正压式空气呼吸器操作规程	(435)

附录..... (437)

 附录一 法定计量单位与国际单位制 (437)

 附录二 井下作业常用单位及换算 (438)

 附录三 硬质合金堆焊焊条 (441)

 附录四 油管、套管数据 (443)

参考文献..... (455)

第一章 石油、天然气基础知识

第一节 石油、天然气的化学组成及主要物理性质

一、石油的化学组成及主要物理性质

石油是以碳氢化合物为主混合而成的,具有特殊气味、有色可燃性油质液体。石油又称原油(或石脑油),从原油中可以提炼出汽油、柴油、煤油、润滑油及其他一系列产品。

(一)石油的化学组成

石油主要由碳和氢及少量的氧、硫、氮等元素组成。其中,碳占 80% ~ 88%,氢占 10% ~ 14%。除上述 5 种元素外,石油还含有其他微量元素,目前已知的有 33 种。

(二)石油的化合物组成

石油是一种成分非常复杂的天然有机化合物的混合物,石油中的主要元素是以化合物状态存在的,以碳氢化合物(又称烃)为主,占 80% 以上,另外还有含氧、硫、氮等非烃类化合物。石油中的烃类按其结构不同,可分为烷烃、环烷烃和芳香烃三大类。

(三)石油的组分组成

(1)油质:一种浅色的几乎全部为碳氢化合物组成的黏性液体。它是组成石油的主要成分。

(2)胶质:一般为黏性的半固体物质,颜色为淡黄、棕褐到黑色。除主要的碳氢化合物外,还有较多的氧、硫、氮化合物。

(3)沥青质:暗褐色或黑色脆性固体物质,它的组成与胶质基本相同。

(4)碳质:一种非碳氢化合物,不溶于有机溶剂。

(四)石油的主要物理性质

石油的化学组成决定着石油的物理性质。但石油没有固定的成分,因此也没有确定的物理常数。石油的主要物理性质如下:

(1)颜色。石油颜色不一,通常为黑色、褐色或黄色。石油颜色的深浅取决于胶质、沥青质的含量,含量越高,颜色越深。

(2)相对密度。石油的相对密度是指在标准条件(20℃ 和 0.1MPa)下石油密度与 4℃ 条件下纯水密度之比值。石油的相对密度变化很大,一般介于 0.75 ~ 1.00 之间。

(3)黏度。石油流动时,其分子之间因内摩擦而引起的黏滞阻力称为石油的黏度。石油的黏度变化范围很大,从几毫帕秒至几千毫帕秒,胶质和沥青质含量越高,黏度越大。

(4)溶解性。石油难溶于水,易溶于多种有机溶剂,如氯仿、四氯化碳、苯、石油醚和醇等。

(5)凝点。石油的凝固温度没有固定的数值,其凝点的高低与石油中高分子化合物的含量,尤其是与石蜡含量有关,一般石油含蜡量越高,其凝点越高。根据石油凝点大小,可把石油分为高凝油、低凝油。

(6)导电性。石油为不良导电体,电阻率很高。电阻法测井就是以石油具有高电阻率为理论依据进行测井的一种方法。

(7)荧光性。石油在紫外光照射下可发荧光。轻质油的荧光为浅蓝色,含胶质多的油的荧光为绿色或黄色,含沥青质较多的油的荧光为褐色。

(8)旋光性。当(通过偏光显微镜的)偏光通过石油时,偏光面会旋转一定的角度,这个角度称为旋光角。原油的旋光角约几分至几十分,而对加工后的油品其旋光角可高于 1° 。

(五)轻质石油和重质石油及稠油的划分标准

(1)轻质石油和重质石油按石油的相对密度划分。相对密度小于0.9的石油为轻质石油,相对密度大于或等于0.9的石油为重质石油。

(2)稠油标准。稠油分类的标准主要是以黏度为指标,石油的相对密度为辅助指标。根据我国稠油的特点,稠油分为普通稠油、特稠油和超稠油三类,分类标准见表1-1。在分类标准中,以石油黏度为第一指标,石油的相对密度为第二指标,当两个指标发生矛盾时,按黏度分类。1985年全国储量委员会石油天然气专业委员会规定,石油在地面相对密度大于0.934,地下黏度大于 $50\text{mPa}\cdot\text{s}$ 时称为稠油。

表 1-1 中国稠油分类标准

分类	第一指标	第二指标	试油方式
	黏度, $\text{mPa}\cdot\text{s}$ (20℃)	相对密度(20℃)	
普通稠油	$50^*(\text{或 } 100) \sim 1000$	>0.9200	可以先注热水再热试油
	$50^* \sim 100^*$	>0.9200	热试油
	$100 \sim 10000$	>0.9200	热试油
特稠油	$10000 \sim 50000$	>0.9500	热试油
超稠油(天然沥青)	>50000	>0.9800	热试油

注: * 指油层条件下的石油黏度,无*者为油层温度下脱气石油黏度。

二、天然气的化学组成及主要物理性质

天然气是由以气态碳氢化合物为主的各种气体组成,具有特殊气味、无色、易燃易爆混合气体。天然气按其存在的方式不同,分为独立存在的气田气和伴生于石油中的油田气。

(一)天然气的化学组成

天然气的主要成分是烃类气体,其中以甲烷为主(其含量占80%以上),乙烷、丙烷、丁烷以及重烃次之,还有少量的氮、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢以及微量的惰性气体(氦、氖、氩、氪、氙)等。

(二)天然气的主要物理性质

天然气的物理性质取决于各种组分的含量,它的物理性质变化较大。主要物理性质如下:

(1) 颜色和气味。天然气通常为无色气体,有汽油味或硫化氢味,且易燃易爆。

(2) 相对密度。天然气的相对密度是指在标准状况(20℃和0.1MPa)下天然气与空气密度的比值。天然气的相对密度一般在0.6~1.0之间。天然气相对密度的大小与其成分相关,随气体相对分子质量的增大而增大。

(3) 黏度。天然气的黏度是由天然气流动时内部分子之间产生内摩擦力而产生的,以分子间相互碰撞的形式体现出来。在标准状态下,天然气的黏度一般不超过 $0.01\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。气体的相对分子质量越高,其黏度越大。压力和温度升高时,气体黏度稍有增大。

(4) 溶解性。天然气能溶于石油和水中,溶解的数量取决于天然气和溶解剂的性质及气体的压力。在相同条件下,天然气在石油中的溶解度远远大于其在水中的溶解度,且随着天然气含重烃的增多,溶解于石油中的天然气量也增大。轻质石油比重质石油溶解的天然气多。

(5) 溶解度。在一定压力下单位体积的石油所溶解的天然气量称为该气体在原油中的溶解度。当温度不变时,单组分的气体在单位体积溶剂中的溶解度与溶解时的绝对压力成正比。

(6) 发热量。完全燃烧 1m^3 天然气所释放出的热量称为天然气的发热量,单位为 J/m^3 。天然气发热量的变化范围很大,一般为 $3.35\times 10^7\text{J}/\text{m}^3$ 。发热量随着天然气中重烃含量的增加而增大。

第二节 油气藏形成及开发的基本概念

一、石油、天然气的生成

由于石油、天然气成因问题的复杂性,到目前为止,成因问题并未得到彻底解决。石油、天然气的成因问题归纳起来可分为两大学派,即无机生成学派和有机生成学派。无机生成学派认为:石油是在基性岩浆中形成的;有机生成学派认为:各种有机物如动物、植物,特别是低等动植物,像藻类、细菌、鱼类等死后埋藏在不断下沉缺氧的海湾、潟湖、三角洲、湖泊等地,经过许多物理化学作用,最后逐渐形成石油。目前以有机生成学派为主。

二、石油、天然气的运移

油气运移是自然界的普遍现象,是油气聚集形成油气藏的前提,没有油气的运移,就没有油气藏。油气运移的通道是那些彼此连通的孔隙和裂缝(裂隙)。

储于岩石孔隙中的油气和水在一定压差条件下所发生的运移称为渗透作用;在浓度差的条件下,油气以分子状态运动而通过水层、含水的黏土层或其他岩层的移动称为扩散作用。

油气藏的运移动力有压力、浮力、水动力、毛细管力、细菌活动及扩散作用等。

油气从生油层运移至储油气层,主要靠压力、毛细管力和扩散作用。在储油气层内部运移时,水动力起主要作用,即充满在岩石中的水在流动过程中带动油气运移。在油气运移时,总是从压力高的地方向压力低的方向进行,从浓度高的地方向浓度低的方向运移。

三、油、气、水在地下的分布情况

地壳上的油气分布具有不均衡性和区域性的特点,在一个油气藏内,油、气、水按三者的密

度关系而分布,即气在上,油在中,水在下。水和油的外部分界线以外没有油只有水,称为含油边缘;油和水的内部分界线以内没有水只有油,称为含水边缘;天然气分布的边缘称为气顶边缘。一般油气藏中均存在游离气,如果油气藏中没有游离气,则圈闭中最凸起的地带为油所占据。

限制油藏的水称为边水;如果岩石很平缓或厚度较大,在整个含油边缘的范围内下部皆为水,这种水称为底水。

四、勘探开发常见名词

(一)油气显示

石油、天然气及其与成因相联系的各种石油衍生物的天然和人工露头均称为油气显示。油气显示又可分为地面油气显示和井下油气显示两种。

(1)地面油气显示:石油和天然气沿着地下岩石的孔隙和裂缝运移到地面所形成的各种露头称为地面油气显示。

(2)井下油气显示:由于钻井、取岩心和随同钻井液(或清水)循环而把石油和天然气携带到地面的情况称为井下油气显示。

(二)含油层

含油层指含有油气的储层。如果储层中只含有天然气,则称含气层。

(三)储油层

凡能使石油、天然气在其孔隙、孔洞和裂缝中流通、聚集和储存的岩层(岩石),均称为储油层。

(四)岩石孔隙度

岩石中未被矿物颗粒、胶结物或其他固体物质填充的空间称为岩石的孔隙空间。储油岩的孔隙空间由相当复杂的孔隙、溶孔、裂缝组成,和油气运移、聚集的关系十分密切。一般是用孔隙度来衡量储油岩石孔隙性的好坏以及孔隙的发育程度。孔隙度可以用来计算地质储量及评价油气层的好坏,可按有效孔隙度值来划分或评价储油层(表1-2)。

表1-2 储层按孔隙度分级

储层级别	特好储层	良好储层	差储层	极差储层
$\phi, \%$	>25	$20 \sim 15$	$15 \sim 10$	<10

(1)绝对孔隙度 ϕ :岩石的总孔隙体积(V_p)与岩石的总体积(V_a)之比。

$$\phi = V_p / V_a \times 100\% \quad (1-1)$$

(2)有效孔隙度 ϕ_{lia} :岩石有效孔隙体积即液体能在其中流动的孔隙体积 V_{lia} 与岩石总体积(V_a)之比:

$$\phi_{lia} = V_{lia} / V_a \times 100\% \quad (1-2)$$

(五)含油饱和度

流体饱和度是用来表示孔隙空间为某种流体所占据的程度,它在油田的勘探与开发中具有十分重要的参考作用。在油田的储量计算、油田动态分析、注水驱油效率的研究、油田剩余储量的利用以及提高最终石油采收率方面,含油饱和度均具有不容忽视的实际价值。油层孔隙中含油的体积(V_m)与有效孔隙体积(V_{lia})之比称为含油饱和度 S_m ,即:

$$S_m = V_m / V_{lia} \times 100\% \quad (1-3)$$

(六)渗透率

在一定压差下,岩石让流体通过的能力称为渗透率。渗透率的数值是根据达西定律确定的,即流体通过岩石的流量(Q)与渗透率(K)、横截面积(A)、压差(Δp)成正比,而与流体的黏度(μ)和流体所经过的距离(L)成反比,其公式为:

$$K = \frac{Q\mu L}{10A\Delta p} \quad (1-4)$$

式中 K ——渗透率, μm^2 ;

Q ——在压差 Δp 条件下通过岩心的流量, cm^3/s ;

μ ——通过岩心的流体黏度, $mPa \cdot s$;

L ——岩心长度, cm ;

A ——岩心横截面积, cm^2 ;

Δp ——流体通过岩心前、后的压差, MPa 。

国外普遍采用的渗透率单位是“达西”,其物理意义是:黏度为 $1mPa \cdot s$ 的流体在压差为 $0.1MPa$ 作用下,通过横截面积为 $1cm^2$ 、长度为 $1cm$ 的多孔介质,其流量为 $1cm^3/s$,此时,该多孔介质的渗透率就称为 1 达西(1D), $1D = 1\mu m^2$ 。

因渗透率是面积的因次,所以渗透率代表了多孔介质中孔隙通道面积的大小。渗透率越高,多孔介质孔隙通道面积越大,流动越容易,渗透性就越好。

(1)绝对渗透率:单相液体或气体完全充满岩石的孔隙,且这种液体或气体不与岩石起任何物理、化学反应,流体的流动符合直线渗透定律,这时测得的岩石渗透率为岩石绝对渗透率。此时岩石的渗透率表示岩石本身的特性。岩石的绝对渗透率一般用空气测定。

(2)有效渗透率:当两种以上的流体通过岩石时,岩石让某一项流体通过的能力称为有效渗透率,也称相渗透率。

(3)相对渗透率:有效渗透率与绝对渗透率的比值。

(七)与压力相关的专业名词

(1)静水柱压力:井口到油层中部的水柱压力。

(2)原始地层压力:油层在未开采前从探井中测得的油层中部压力。

(3)目前地层压力:油层投入开发以后某一时期测得的油层中部压力。

(4)静止压力:采油(气)井关井后,井底压力回升到稳定状态时所测得的油层中部压力,简称静压。

(5)压力系数:原始地层压力与静水柱压力之比。

(6)流动压力:油井正常生产时所测得的油层中部压力,简称流压。

(7)饱和压力:天然气开始从原油中分离出来时的压力。

(8)油管压力、套管压力:油、气从井底流到井口后的剩余压力称为油管压力,简称油压;在油套管环形空间内,油和气在井口的压力称为套管压力,简称套压。

(9)总压差:原始地层压力与目前地层压力的差值。

(10)采油压差:油井正常生产时地层静止压力与流动压力之差,又称为生产压差。

(11)流饱压差:流动压力与饱和压力之差。

(12)地饱压差:目前地层压力与饱和压力之差。

(13)流压梯度:油井正常生产时每 100m 液柱所产生的压力。

(14)静压梯度:油井关井后,井底压力恢复到稳定时,每 100m 液柱所产生的压力。

(15)注水压差:注水井注水时的井底压力与地层压力之差。

(八)含水率

含水率是指生产油井日产水量与日产液量(油和水)之比,也称含水百分数。

(九)气油比

气油比分为原始气油比和生产气油比。在油田未开发时,在油层条件下,1t 原油中所含溶解的天然气量称为原始气油比;在油田开发过程中,每采出 1t 原油所伴随着采出的天然气量称为生产气油比。

(十)采收率

油田采出来的油量与地质储量的比值称为采收率。无水采油阶段的采收率称为无水采收率。油田开发结束时达到的采收率称为最终采收率。

五、油田储量

在地层原始条件下,石油、天然气与束缚水共存于油层的孔隙之中。在油田勘探开发的不同阶段,人们对油气资源的掌握程度不同,因此我国将油气田的地质储量分为一、二、三级(有的分为 A、B、C 级)。一级和二级地质储量一般称为有效储量,三级地质储量称为远景后备储量。掌握翔实的地质储量和大量的第一手地质资料以后,方能进行油气田开发方案的编制。

(一)油气田储量的分级

(1)一级地质储量:又称已探明储量。一级地质储量可以直接提供用于开发,因而也称工业储量。一级地质储量可靠程度要求达到 90% 以上,它是编制油气田开发方案的依据和基础。

(2)二级地质储量:又称基本探明储量。它的可靠程度仅能达到 80% 左右。在利用二级地质储量编制开发方案时,需补充适当的详探井和资料井。

(3)三级地质储量:又称远景后备储量。它的可靠程度仅能达到 30% ~ 50%,它仅能作为编制油气田详探方案的基础,不能作为开发依据。

(二)工业油气流标准

工业油气流标准是指在现阶段具有实际开发价值的单井每日最低油气产量标准。在现实

技术条件下,若开采油气藏(田)的投资低于采出油气的价值,这类油气藏(田)称为工业油气藏(田);若开采油气藏(田)的投资高于采出油气的价值,这类油气藏(田)称为不具备工业开发价值的油气藏。

六、油藏驱动方式

当油井投入生产以后,油气就从油层中流向井底,从井底沿井筒上升至地面。那么是什么力量将油气举升到地面的呢?是油层压力。而压力的形成又由水压作用、弹性作用、溶解气作用来决定。在生产过程中,选择一种或几种能量来驱油,称为油藏的驱动方式,可把驱动方式分为水压驱动、弹性驱动、热能驱动、溶解气驱动、气顶驱动和混合驱动等。

第二章 油 气 井

第一节 油气井的类型及井身结构

一、油气井的概念

石油和天然气埋藏在地下几十米至几千米的油层中,要把它开采出来,需要在地面和地下油(气)层之间建立一条油气通道,这条通道就是井。为了开采石油和天然气,在油田勘探和开发过程中,凡是为了从地下获得油气而钻的井,统称为油气井。

对于一口钻完进尺的井眼,井内有钻井液和泥饼保护井壁,这时的井称为裸眼井。

裸眼井下入套管,再用水泥封固套管与井壁之间的环形空间,封隔油(气、水)层后,就形成了可以开采油气的油气井。为达到不同的勘探目的及适应油气田开发的需要,在不同的地质区域或已知的油气田的不同部位上可分别钻不同类型的井。

二、油气井的类型

(1)地质井:在盆地普查阶段为解决一定的地质任务(了解构造、地层分布)而钻的井。

(2)预探井:预探井是在地震详查基础上确定的某个有利圈闭上部署的第一口探井。预探井钻探目的是探明圈闭的含油气性,查明含油气层位及其工业价值。预探井试油层位主要选择有利的油气层为重点试油层,系统了解整个剖面纵向油、气、水的分布状况及产能,搞清岩性、物性及电性关系。试油的主要目的和任务是查明新区、新圈闭、新层系是否有工业性油气流,为计算控制储量提供依据。

(3)详探井:详探井是在经预探井钻探已证实的油气藏上进一步部署的井。详探井钻探目的是探明含油气边界,圈定含油气面积。详探井试油层位的选择是以目的层为主,兼探其他新层和可疑层。

(4)参数井(区域探井):参数井布井选择盆地或坳陷相对较深的部位,力求该部位地层发育最全,构造相对简单。在参数井钻探过程中,如遇有油气显示情况,则应进行中途试油,确定油气层的工业价值。钻井完井后,首先选择最好的油气显示层优先进行试油、试气,以尽快打开新区找油、找气的局面。

(5)资料井:为了取得编制油田开发方案所需要的资料而钻的井称为资料井。对这种井要求全部或部分取心。

(6)评价井:为查明油气藏类型、控制储量和编制油气田开发方案提供地质基础资料及钻井参数而钻的井称为评价井。

(7)滚动井:滚动井是在尚未认识清楚的区块所部署的井,兼有详探井的任务。

(8)生产井:用来采油、采气的井称为生产井。

(9)注入井:以向油(气)藏注水、注气、注蒸汽或注入其他驱油剂等为目的而钻的井称为注入井。

(10)观察井:在油田开发过程中专门用来观察油田地下动态的井。

(11)调整井:为挽回死油区的储量损失,改善断层遮挡地区的注水开发效果,以调整平面矛盾严重地段的开发效果而补钻的井称为调整井。调整井主要用于扩大扫油面积,提高采油速度,改善开发效果。

(12)检查井:在油田开发过程中为了检查油层开采效果而钻的井称为检查井。

(13)更新井:为代替其他井而补钻的新井称为更新井。

(14)加深井:在原有老井井身结构基础上继续加深钻探的井称为加深井。

(15)暂闭井:暂时关闭的井称为暂闭井。

(16)废弃井:由于地质、工程、开采等原因报废的井称为废弃井。

(17)水源井:为提供水源而钻的井称为水源井。

(18)试验井:为进行科学试验而钻的井称为试验井。

三、井号命名方法

井型标识代号见表2-1。

表2-1 井型标识代号

井型	标识符号	标识代号
检查井	检	J
观察井	观	I
更新井	更	K
试验井	试	T
水平井	平	H
斜井	斜	X
侧钻井	侧	C
水源井	水	W
废弃井	废	F
加深井	—	S
多底井	—	B
多枝井	—	Z
聚合物三次采油井	—	P
微生物三次采油井	—	M
三元复合三次采油井	—	A
地质井	—	D
参数井	参	—