

职业技能培训教程与鉴定试题集
ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENG YU JIANDINGSHITIJI

采气测试工

CAI QI CE SHI GONG

(下 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
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

采气测试工

(下册)

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

内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司人事服务中心,依据油气井测试工国家职业标准,统一组织编写的《职业技能培训教程与鉴定试题集》中的一本。本书包含采气测试工高级工、技师和高级技师三个级别的内容,分别介绍了应掌握的基础知识、技能操作与相关知识,并给出了部分理论试题和技能操作试题。本书语言通俗易懂,理论知识重点突出,且实用性强,可操作性强,是采气测试工职业技能培训和鉴定的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

采气测试工.下册/中国石油天然气集团公司人事服务中心 编.
北京:石油工业出版社,2005.12

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 7-5021-5258-X

I. 采…

II. 中…

III. 天然气开采-测试-技术培训-习题

IV. TE37-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 118941 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.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:26.25

字数:662 千字 印数:1—2000 册

书号:ISBN 7-5021-5258-X/TE·4059

定价:38.00 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

《职业技能培训教程与鉴定试题集》

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东

史殿华 郭学柱 丁传峰 郭进才 刘晓华

巩朝勋 冯朝富 王阳福 刘 英 申 泽

商桂秋 赵 华 时万兴 熊术学 杨诗华

刘怀忠 张 镇 纪安德

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)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《采气测试工》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、技师和高级技师三个级别的内容。《采气测试工》由中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司组织编写,主编徐必建,副主编杜涓。徐必建编写了上册第一部分的第二、第三章,第二部分,第四部分,第五部分的第一至第七章和第十至第十二章,第七部分;下册第二部分的第一至第

九章和第十一章,第四部分,第五部分的第一章、第三至第五章、第七章和第九章,第七部分。杜涓编写了上册的第三、第六部分,下册的第三、第六部分。参加编写的还有胜利油田的叶贵忠,编写了上册第一部分的第一、第四章,下册第一部分;西南油气田分公司的雍锐编写了下册第五部分的第六、第八、第十、第十一章;陈怀刚编写了上册第五部分的第八、第九章,下册第二部分的第十章,第五部分的第二章,并参与理论知识试题的编写;王世平参加了理论知识试题的编写。最后经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,参加审定的人员有芦造华、徐立红、万正川、杨国、钟丹丹、李肃忠、谭玉林、谢军、乔德刚、舒秉钊、张友彩、李顺清。在编写过程中,长庆油田第一采气厂测试中心、胜利油田油气集输公司孤岛测试队提供了宝贵资料和修改意见,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

2005 年 5 月

目 录

高 级 工

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

第一部分 高级工基础知识

第一章 钻井地质基础	(5)
第一节 钻井的基本概念	(5)
第二节 钻井质量对油气井的影响	(6)
第三节 气井的完井方法及其对采气的影响	(6)
第四节 井身结构和井口装置	(7)
第二章 流体在油气层中渗流的基础知识	(8)
第一节 油气层的渗流特性	(8)
第二节 流体渗流的规律	(10)
第三章 气田的开发及试采知识	(16)
第一节 气田的开发	(16)
第二节 气田的试采	(19)
第四章 质量管理体系	(27)
第一节 全面质量管理与质量管理小组	(27)
第二节 质量改进的程序和方法	(27)

第二部分 高级工技能操作与相关知识

第一章 不稳定试井操作	(30)
第二章 深度计数器故障的排除与保养	(34)
第三章 编制电缆绳帽头	(40)
第四章 连接电缆防喷系统	(46)
第五章 安装注脂泵	(55)
第六章 操作车装柴油发电机	(62)
第七章 操作车装空压机	(67)
第八章 操作电缆绞车	(71)
第九章 识别简单零件图	(80)

第十章 进口存储式电子压力计的操作	(85)
第十一章 安全文明生产	(99)

第三部分 高级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(106)
理论知识试题	(110)
理论知识试题答案	(146)

第四部分 高级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(156)
鉴定要素细目表	(157)
技能操作试题	(158)
组卷示例	(181)

技师和高级技师

国家职业标准(技师工作要求)	(187)
国家职业标准(高级技师工作要求)	(188)

第五部分 技师和高级技师技能操作与相关知识

第一章 用万用表测试晶体管	(190)
第二章 直读式电子压力计资料录取操作	(197)
第三章 电缆试井工艺和设备维护保养	(207)
第四章 处理井下事故	(213)
第五章 特殊井的试井测试	(224)
第六章 试井设计	(227)
第七章 组织完成气井试井	(235)
第八章 测试资料整理分析	(237)
第九章 试井管理	(248)
第十章 现代试井解释方法	(270)
第十一章 试井成果应用	(305)

第六部分 技师和高级技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(312)
---------------	-------

理论知识试题	(316)
理论知识试题答案	(356)

第七部分 技师和高级技师技能操作试题

考核内容层次结构表	(370)
鉴定要素细目表	(371)
技能操作试题	(372)
参考文献	(409)

高 级 工

国家职业标准(高级工工作要求)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
采 气 测 试	(一) 不稳定试井操作	1. 能根据试井设计选择合适性能的井下压力计 2. 能选择压力计时钟及电子压力计编程 3. 能进行不稳定试井测试操作	1. 不稳定试井的目的、意义及有关要求 2. 压力恢复测试操作规程
	(二) 用读卡仪量读压力恢复卡片	1. 能连接安装读卡仪 2. 能调试目镜和基准线 3. 能划分时间坐标段,读出计数器上的数值 4. 能将测读的压力数据进行编辑	1. 读卡仪的结构性能和原理知识 2. 应变与时间坐标的关系
	(三) 排除深度计数器故障并进行保养	1. 能测量计量轮直径及计算深度误差 2. 能排除计量轮,记数表转动不一致或不转的故障 3. 能分析和排除记数表跳字的故障 4. 能调试压紧轮对钢丝的压紧程度	1. 计量轮误差计算公式 2. 计量轮工作原理与记数表之间的关系 3. 记数表的结构、工作原理
	(四) 编制电缆绳帽头	1. 能根据下井仪器工具的重量决定所使用钢丝的根数 2. 能将编好的绳帽头连上芯线接头后,使绝缘性和密封性达到规定要求	钢丝拉应力有关知识
	(五) 连接电缆防喷管系统	1. 能根据井口压力确定防喷管的长度 2. 能组装液压密封系统和下井工具串 3. 能将防喷管串吊装在专用法兰上	1. 电缆防喷装置的结构、性能和原理 2. 液压密封有关知识
	(六) 安装注脂泵	1. 能根据要求拆卸、安装注脂泵 2. 能调试调节器的压力,提高注脂泵出口压力,密封井口	1. 注脂泵的结构、性能和工作原理 2. 液压密封有关知识
	(七) 操作车装柴油发电机	1. 能做好启动前的例行检查保养 2. 能操作发电机给用电系统供电 3. 能分析和排除常见故障	1. 发电机的使用要求 2. 发电机维护保养知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
采 气 测 试	(八) 操作车装空压机	1. 能看懂空压机的供电线路 2. 能调试气控阀控制电动机的启动和停止 3. 能分析和排除常见故障	1. 空压机的结构、性能、工作原理 2. 空压机的维护保养知识
	(九) 操作电缆绞车 1. 操作前的检查准备	1. 能检查操作面板上的各种旋钮、仪表、手柄的可靠程度 2. 能安装张力传感器和排丝机构设置张力、深度报警值 3. 能调节刹带、刹把连接的张紧程度, 并进行保养	1. 电缆测试操作规程 2. 张力深度仪的结构原理 3. 绞车滚筒动力传递原理
	2. 操作绞车起下电缆	1. 能在驾驶员配合下启动液压发电机 2. 能按要求严格控制电缆起下速度, 匀速平衡地将仪器下至预定测试深度 3. 能分析排除操作中常见故障	1. 绞车滚筒的结构性能和工作原理 2. 液压发电机的结构、性能和维护保养
	(十) 识别简单零件图	1. 能看懂零件图的视图配置 2. 能看懂零件图的尺寸标注 3. 能看懂零件图上的技术要求和标题栏内容	
	(十一) 检定回声仪	1. 能使用回声仪 2. 能对仪器走纸速度、精度及稳定度进行检定 3. 能测量微音器电容	1. 回声仪的使用方法 2. 回声仪的检定规程
	(十二) 用进口电子压力计 进行资料录取操作	1. 能用计算机进行编程并输入压力计, 下井测试 2. 能将测试数据进行回放处理	1. 电子压力计的性能、结构和原理知识 2. 计算机有关知识
	(十三) 安全文明生产	1. 能严格执行各项测试安全操作规程 2. 能对不安全操作行为及时制止和纠正	HSE 管理体系有关知识

第一部分 高级工基础知识

第一章 钻井地质基础

第一节 钻井的基本概念

一、钻井

为了开采地下的油、气资源,必须进行钻井。利用机械设备或人力,将地层钻成孔眼,这种工作叫钻井。在一口井中,井的下部叫井底,井的最上部叫井口,井眼周围的壁叫井壁,井眼的直径叫井径,井口到井底的距离叫井深,整个井眼叫井身,全部井身中的一段叫井段,见图1-1-1所示。

完成一口气井的全部工艺过程,包括以下几个环节:

- (1) 钻前准备。
- (2) 钻进:钻碎岩石、循环泥浆、保护井壁、加深井眼等。
- (3) 固井及完井:电测、固井、射开气层、替喷诱流。
- (4) 增产作业:酸化、压裂、防砂等。
- (5) 投产:试气、试采。

二、井的分类

(一) 根据钻井目的和任务划分

- (1) 探井:为了探明气藏的构造、储气层性质、含油、气、水边界等综合资料而钻的井叫探井。
- (2) 资料井:在勘探阶段,为了研究地层情况、沉积特点、构造形态等所钻的井叫资料井。
- (3) 生产井:在已探明的气田上,为了采油、采气而钻的井叫生产井。产气的井叫气井,产油的井叫油井,产水的井叫水井。
- (4) 观察井:为了观察地下动态而钻的井叫观察井。
- (5) 注入井:向储集层注入各种流体的井叫注入井。注水的井叫注水井,注气的井叫注气井。

(二) 按钻井时破碎岩石的方式划分

- (1) 全面钻井:用钻头将井底岩石全部破碎的钻井叫全面钻井。
- (2) 取心钻井:用取心钻头将岩石钻成环形孔眼,将环空中的岩石取出地面的钻井叫取心钻井。

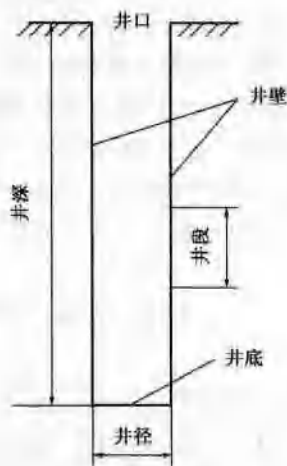


图 1-1-1 井示意图

(三)按钻井的方向划分

按钻井的方向可划分为垂直井、斜井(定向井)、水平井。

第二节 钻井质量对油气井的影响

一、井斜的影响

井眼轴线偏离了预定的中心线称井斜。由于井斜,钻达设计井深后,有可能没有全钻穿目的层或钻不到目标位置,影响气井产量。而且在井下作业过程中,易磨坏套管、油管和抽油杆等从而造成事故,给油气的开采带来诸多困难。

二、钻井液的影响

钻开油气层时,钻井液性能对油气井的影响较大。当钻井液密度过大时,浸泡时间过长,就有大量钻井液侵入产层而造成污染和堵塞,使井底附近渗透率降低(这种现象叫表皮效应),从而降低了油气井产能。当钻井液密度过低时,易造成井喷或疏松层的垮塌等事故。

三、固井质量的影响

若固井质量不合格,会导致不同层系的串通,打乱开发层系;若水层未分隔开,则会造成水侵、水淹,降低油气的采收率;若水泥环串槽,油气可能会窜漏至地表,会导致失火等险情。

四、完井方法的影响

裸眼完井和衬管完井都是先期完井,其优点是产层能充分暴露和钻井液浸泡时间相对较短,减少了对产能的伤害。缺点是下油层套管固井后,遇断层或水层等复杂情况难处理。大段裸眼易垮塌堵塞产层,降低产能。尤其给油气井的修井、酸化、治水等工作带来困难。射孔、尾管等完井方法的优点是便于自下而上的分层试采,缺点是不利于解放气层。

第三节 气井的完井方法及其对采气的影响

气井的完井方法,主要根据气层特点而定,一口井的完井方法是否适当,直接影响到本井的产能大小即今后生产能否正常。完井的方法一般分两大类。

一、先期完井

钻至油气层顶部后停钻,下油层套管,再钻开油气层,称为先期完井。属于这一类的完井方法有以下几种。

(一)先期裸眼完井

下完油层套管,钻开产气层后,在产层不再下任何管柱结构,油气层均全部裸露生产。

(二)衬管完井法

下完油层套管,钻开产气层后,再下带缝的衬管,用悬挂封隔器将衬管挂在油层套管的底部完井。

先期完井的主要优点有:产层被钻井液浸泡时间短,减少了钻井液的影响;油气层暴露完全,彻底解放了油气层,油气流动阻力小。

缺点:大段裸眼使地层容易垮塌,从而影响气井正常生产,特别是影响气井今后的增产作业、修井和排水采气工艺等工作。

二、后期完井

先钻开整个产气层段后,下油层套管至井底固井完井,称为后期完井。这类完井方法有以

下几种。

(一)射孔完井

钻开油气层后下油层套管固井,然后将气层射开,让气流通过射孔孔眼流入井筒。

(二)尾管完井

钻开油气层前下油层套管固井,再钻开油气层,下尾管固井,尾管是悬挂在上层套管的底部,仍用射孔枪射开油气层形成气流通道。

后期完井的优点有:能有效地防止油气层垮塌;便于分层试油。对有底水的油气藏,为防止水对开采的影响,普遍采用后期完井法。

缺点:不利于解放油气层、油气流动阻力大。

第四节 井身结构和井口装置

一、气井的井身结构

井身结构是指油气井井筒内的钻头尺寸,钻达深度,套管程序等组合及完井基本数据。

井身结构包括以下内容:

(1)井号。

(2)钻井日期:开钻日期,完钻日期。

(3)海拔高程:井口地面海拔,补心海拔(钻井时转盘方补心海拔)。

(4)钻头程序:钻井时所用钻头规范及钻达井深。

(5)套管程序、规范及下入井深,水泥浆返高试泵数据。

(6)产气层位,产气层段,产层中部井深。

(7)水泥返高及试压情况。

(8)油管规范及下入井深。井内管串结构是指井内油管程序和井下工具位置及工具基本尺寸。在试井测试中,对井内管串结构的了解和掌握显得更为重要。

(9)完井方式及其他情况。

二、井口装置

油气井完井后,为了采气和安全生产,安装在井口上的一套装置,叫井口装置。井口装置主要由套管头、油管头和采油树组成。

(一)套管头

套管头是用来连接各层套管和油层套管,并将它们之间的环形空间密封起来,以避免油气从中喷出。它由上下带法兰盘的厚壁铸钢短节和两个法兰盘组成。

(二)油管头

油管头是坐在大四通内锥面上,它的作用是悬挂井内的油管和密封油管及油层套管之间的环形空间。

(三)采油树

油管头以上的部分称为采油树。由闸门、针形闸和小四通组成。用于开关井,生产中调节气量、控制压力以及测试和压裂酸化等作业。

采油树有单翼和双翼两种形式,气田上多使用双翼采油树,其中一翼用于生产,另一翼作备用及测压等。

第二章 流体在油气层中渗流的基础知识

第一节 油气层的渗流特性

油气田在勘探开发过程中,地层及岩性始终是研究的对象。岩石的物理性质包括的内容很多,本节只介绍油气层岩石的渗流特性,主要讨论它的储集性、可渗性等。

一、油气层岩石的孔隙性

岩石中存在着许多未被固体物质所充填的空间,这些空间叫岩石的孔隙。不同的岩石类型其孔隙的类型也不同,砂岩以毛细管孔隙为主,碳酸岩以裂缝、溶洞为主。储集层中的油、气、水就储存在这些孔洞中。

地层中的孔隙有的互相连通,有的则不连通。互相连通的孔隙,有压差存在时,油、气、水可在其中流动。互不连通的孔隙,在油气田开发中意义不大。

岩石的孔隙可分为3类:

一类是:孔隙半径大于0.0001mm的连通孔隙,流体可以在其中流动;

二类是:孔隙半径小于0.0001mm的微毛管孔隙,由于孔壁表面固体分子的作用,使流体被拘留在孔隙中而无法流动;

三类是:互不连通的死胡同式的孔隙,这种称为死孔隙,流体无法在其中流动。

岩石孔隙性的好坏,一般用孔隙度(ϕ)表示。根据孔隙度的实用价值又细分为绝对孔隙度和有效孔隙度。

绝对孔隙度(又叫总孔隙度),是指岩石中全部孔隙体积与岩石总体积之比值。即:

$$\phi_t = \frac{V_p}{V_t} \times 100\% \quad (1-2-1)$$

式中 ϕ_t ——绝对孔隙度;

V_p ——岩石孔隙总体积,cm³或m³;

V_t ——岩石的总体积,cm³或m³。

有效孔隙度是指岩石中有效孔隙体积与岩石总体积的比值。即:

$$\phi = \frac{V}{V_t} \times 100\% \quad (1-2-2)$$

式中 ϕ ——有效孔隙度;

V ——岩石有效孔隙体积,cm³或m³。

孔隙度是反映岩石储存能力的一个重要参数,可通过测井及取岩心测定。

一般的说,绝对孔隙度大于有效孔隙度。疏松的砂岩,绝对孔隙度与有效孔隙度差别不大,而致密的砂岩和碳酸盐岩的绝对孔隙度与有效孔隙度差别很大。由于岩石的类型不同,其孔隙度差别也很大,同类岩石孔隙度变化也大。砂岩的有效孔隙度一般变化范围在10%~25%之间,甚至在5%~40%之间。碳酸盐岩孔隙度一般小于5%。对于同一岩层来讲,孔隙度在纵向、横向上都是变化的。对于裂缝性储油气层,裂缝发育的部位孔隙度大,而裂缝不发育的部位孔隙度就小。储油气层孔隙度的变化可引起含油情况的差异,因此一个油气层,某个