

SHIYOU GONGREN JISHU DENGJI PEIXUN JIAOCAI

石油工人技术等级培训教材

采油地质工

CAIYOU DIZHI GONG

中国石油天然气总公司劳资局

石油工业出版社

石油工人技术等级培训教材

采油地质工

中国石油天然气总公司劳资局

江苏工业学院图书馆
藏书章

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

采油地质工/中国石油天然气总公司劳资局.
北京:石油工业出版社,1996.9
石油工人技术等级培训教材
ISBN 7-5021-1712-1

I.采…

II.中…

III.石油开采-工程地质-技术培训-教材

IV.TE14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 05803 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 19¼印张 477 千字 印 1-4000

1996 年 9 月北京第 1 版 1996 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1712-1/TE·1457

定价: 23.50 元

目 录

采油地质工技术等级标准.....	(1)
------------------	-----

第一部分 初 级 工

应 知 理 论

第一单元 沉积岩.....	(4)
一、沉积岩的概念.....	(4)
二、沉积岩的分类.....	(4)
三、沉积岩的形成过程.....	(4)
第二单元 地质时代与地层单位.....	(5)
一、地质时代.....	(5)
二、地层单位.....	(5)
三、地层单位与地质时代单位的关系.....	(6)
第三单元 油气的生成和运移.....	(6)
一、油气的生成.....	(6)
二、油、气运移.....	(7)
第四单元 油气田开发基本知识.....	(9)
一、油田开发的概念.....	(9)
二、合理开发油气田的地质认识.....	(9)
三、选择开发方案的原则	(10)
第五单元 油田的注水开发	(10)
一、油田注水开发的概念	(10)
二、注水方式的分类	(11)
第六单元 注水方法及水质要求	(15)
一、油田注水方法	(15)
二、注入水的基本要求及水质标准	(16)
第七单元 油井完成	(18)
一、钻开油层	(18)
二、油井完成方法	(18)
三、井身结构	(19)
第八单元 石油井	(20)

一、石油井的概念与分类	(20)
二、石油井井号命名	(21)
第九单元 采油井井场设备	(22)
一、井口装置	(22)
二、水套炉	(22)
三、油气分离器	(23)
第十单元 自喷采油	(24)
一、油井自喷原理	(24)
二、油气在井筒中的流动状态	(24)
三、自喷井生产参数的变化分析	(25)
第十一单元 深井泵	(26)
一、深井泵的结构	(26)
二、深井泵的工作原理	(26)
三、深井泵的有关工作参数	(27)
第十二单元 油井的防蜡和清蜡	(28)
一、油井结蜡的原因	(28)
二、防蜡	(28)
三、清蜡方法	(28)
第十三单元 油、水井应录取的资料	(29)
一、油井资料及其录取标准	(29)
二、注水井资料及其录取标准	(29)
三、蒸汽吞吐井应录取的资料	(30)
第十四单元 油水井动态分析基本常识	(31)
一、分析生产井的产油量	(31)
二、分析地层压力	(32)
三、分析油井含水	(33)
四、分析气油比	(34)
第十五单元 油田生产管理指标的计算	(35)
一、生产任务指标	(35)
二、生产管理指标的计算	(35)

应 会 技 能

项目一	看压力	(37)
项目二	互换法校对压力表	(37)
项目三	分离器玻璃管量油	(38)

项目四	用 CW-430 型双波纹差压计测气	(39)
项目五	用“U”形管压差计测气	(40)
项目六	排液法测气	(41)
项目七	填写、计算抽油井班(日)报表	(42)
项目八	填写、计算喷射泵井班(日)报表	(43)
项目九	填写、计算电泵井班(日)报表	(44)
项目十	填写、计算注水井班(日)报表	(45)
项目十一	调整注水量	(46)
项目十二	调整流量计记录笔走弧线	(46)
项目十三	调整流量计记录笔落零	(47)
项目十四	注水井洗井	(48)
项目十五	填写油井月度综合数据	(49)
项目十六	取简分析油样	(50)
项目十七	排水法取气样	(50)
项目十八	取全分析油样	(51)
项目十九	用蒸馏法测定原油含水率	(52)
项目二十	用离心法测定原油含水率	(54)
项目二十一	绘制采油曲线(抽油井)	(55)
项目二十二	绘制注水曲线	(56)
项目二十三	填写井史	(57)
项目二十四	绘制井位图	(57)
项目二十五	绘制抽油井管柱图	(58)
项目二十六	绘制注水井管柱图	(59)
项目二十七	绘制分层注采剖面图	(61)
项目二十八	用 CJ-1 双频道回声井深测试仪测油井液面	(62)
项目二十九	用电子管回声仪测液面	(64)
项目三十	用 CY-611 型动力仪测抽油井示功图	(65)
项目三十一	油水井单井分析	(67)

第二部分 中 级 工

应知理论

第十六单元 地质构造	(69)
一、岩层的产状	(69)
二、褶皱构造	(70)

三、断裂构造	(71)
四、古潜山及超覆构造	(73)
第十七单元 油气藏	(74)
一、圈闭	(74)
二、油气藏	(75)
第十八单元 储油层岩石的基本特性	(79)
一、储油层岩石的孔隙性	(79)
二、储油层岩石的渗透性	(81)
三、储油(气)岩层的含油(气)性	(84)
第十九单元 石油	(85)
一、石油的物理性质	(85)
二、石油的组成	(87)
第二十单元 天然气	(88)
一、天然气的物理性质	(88)
二、天然气的组成和分类	(89)
第二十一单元 油田水	(89)
一、油田水的物理性质	(90)
二、油田水的化学成分	(90)
三、油田水的产状	(91)
四、油田水的类型	(91)
第二十二单元 油田储量	(92)
一、油气田储量的分类	(92)
二、石油地质储量的分级	(92)
三、石油地质储量的计算方法	(93)
第二十三单元 注水开发的三大矛盾	(94)
一、注水开发的三大矛盾	(94)
二、调整三大矛盾的方法	(95)
第二十四单元 油、水井的配产配注	(97)
一、油井的分层配产	(97)
二、注水井的分层配注	(98)
第二十五单元 试井	(99)
一、自喷井稳定试井	(99)
二、自喷井的不稳定试井	(100)
三、抽油井的试井	(101)
第二十六单元 抽油井的管理	(102)

一、抽油井管理的内容·····	(102)
二、建立抽油机井管理制度·····	(102)
三、特殊抽油机井的管理·····	(103)
第二十七单元 泵效·····	(105)
一、泵效的概念及计算方法·····	(105)
二、影响泵效的因素·····	(106)
三、提高泵效的措施·····	(107)
四、工况图·····	(109)
第二十八单元 封隔器·····	(111)
一、封隔器的编号方法·····	(111)
二、常用的几种封隔器·····	(112)
第二十九单元 油井的改造挖潜·····	(116)
一、多层油井的层间接替·····	(117)
二、油井的化学堵水·····	(117)
三、油井的酸化压裂·····	(119)
第三十单元 油水井的作业·····	(120)
一、油水井作业的内容·····	(121)
二、井下作业增产(注)效果统计·····	(123)
三、油水井作业设计·····	(123)
四、油水井作业质量要求·····	(124)
第三十一单元 全面质量管理基本知识·····	(125)
一、全面质量管理概述·····	(125)
二、有关图表的绘制和应用·····	(126)
三、QC 小组活动·····	(127)

应 会 技 能

项目三十二 电泵井投产时憋压操作·····	(133)
项目三十三 测定原油含砂率·····	(133)
项目三十四 测油井流压·····	(135)
项目三十五 测吸水剖面·····	(137)
项目三十六 计算动液面·····	(139)
项目三十七 分析封隔器验封卡片·····	(140)
项目三十八 分析流压卡片·····	(141)
项目三十九 分析实测示功图·····	(145)
项目四十 校对水表·····	(149)

项目四十一	更换干式水表芯子	(150)
项目四十二	注水井井口取水样	(151)
项目四十三	测定注入水含悬浮物(机械杂质)量	(151)
项目四十四	测定注入水含铁量	(152)
项目四十五	测定回注污水含油量	(154)
项目四十六	测定水中溶解氧含量(碘量法)	(156)
项目四十七	光油管注水井测试	(158)
项目四十八	空心配水管柱的测试	(158)
项目四十九	注水井偏心测试	(160)
项目五十	合注井测试	(161)
项目五十一	计算注水启动压力	(162)
项目五十二	利用注水指示曲线分析判断注水井工作状况	(164)
项目五十三	绘制注采井组综合曲线	(166)
项目五十四	绘制构造等高线图	(167)
项目五十五	绘制单油气层平面图	(168)
项目五十六	绘制栅状连通图	(170)
项目五十七	绘制产量构成曲线	(172)
项目五十八	绘制油层水淹图	(174)
项目五十九	绘制开采现状图	(174)
项目六十	编制配产配注方案	(176)
项目六十一	综合分析油气水层	(177)
项目六十二	注采井组动态分析	(179)

第三部分 高级工

应知理论

第三十二单元	沉积相	(188)
一、	沉积相的分类	(188)
二、	油田沉积相研究的现场应用	(189)
第三十三单元	油气渗流的基本知识	(190)
一、	单相渗流	(190)
二、	油、气两相渗流	(191)
三、	油、水两相渗流	(191)
四、	油、气、水三相混合渗流	(192)
第三十四单元	油藏的驱动类型	(192)

一、刚性水压驱动·····	(193)
二、弹性水压驱动·····	(193)
三、溶解气驱动·····	(195)
四、气压驱动·····	(195)
五、重力驱动·····	(196)
第三十五单元 油层对比·····	(196)
一、碎屑岩油层对比·····	(196)
二、碳酸盐岩油层对比·····	(203)
第三十六单元 斜井采油·····	(206)
一、斜井技术采油的特点·····	(206)
二、斜井的计算方法·····	(206)
第三十七单元 油田开发方案的编制·····	(208)
一、油田开发方案的主要内容·····	(208)
二、油田开发方针·····	(209)
三、油田开发原则·····	(209)
四、油田开发方案的分类·····	(210)
五、确定合理开发方案的综合措施·····	(211)
第三十八单元 油田开发层系的划分·····	(212)
一、划分开发层系的意义·····	(212)
二、划分开发层系的原则·····	(213)
三、划分与组合开发层系的基本方法·····	(214)
第三十九单元 生产测井曲线的应用·····	(215)
一、井温测井曲线的应用·····	(215)
二、放射性同位素示踪测井曲线的应用·····	(216)
第四十单元 计算单井储量·····	(217)
一、单井储量计算方法·····	(217)
二、水驱油田储量分类·····	(219)
第四十一单元 特殊有杆泵·····	(220)
一、无衬套软柱塞泵·····	(220)
二、串联泵·····	(220)
三、稠油泵工艺·····	(222)
四、双作用泵·····	(222)
第四十二单元 电动潜油离心泵·····	(224)
一、电泵的装置组成·····	(224)
二、电泵的选择·····	(224)

三、电泵的科学管理·····	(224)
四、电泵特性曲线·····	(225)
第四十三单元 稠油油田的蒸汽吞吐·····	(227)
一、稠油矿的特点及蒸汽吞吐机理·····	(227)
二、各种参数对稠油采收率的影响·····	(227)
三、蒸汽吞吐的地面设备·····	(228)
第四十四单元 油田开发阶段的划分·····	(229)
一、划分油田开发阶段的意义·····	(229)
二、划分油田开发阶段的方法·····	(229)
第四十五单元 油田开发的调整·····	(230)
一、油田综合调整的任务和原则·····	(230)
二、调整生产制度·····	(231)
三、调整注采关系·····	(231)
四、调整开采层位·····	(232)
五、实例·····	(232)
第四十六单元 油田开发效果分析·····	(236)
一、地层压力与注采平衡情况分析·····	(236)
二、储量动用状况及剩余油分布状况分析·····	(236)
三、油层水淹状况及潜力分析·····	(236)
四、油气界面和油水界面的分析·····	(237)
五、油田开发试验效果分析·····	(238)
第四十七单元 油田动态类型及动态监测·····	(238)
一、油田动态类型·····	(238)
二、油田动态监测系统·····	(242)
第四十八单元 油水井的增产增注及措施选井·····	(243)
一、油井增产工艺措施·····	(243)
二、注水井增注工艺措施·····	(243)
三、油、水井压裂选层的原则·····	(243)
四、油、水井酸化选井选层的原则·····	(244)
五、油井非选择性化堵选井、选层的原则·····	(244)
第四十九单元 控水稳油系统工程简述·····	(244)
一、控水稳油的基本内容·····	(244)
二、大庆油田控水稳油系统工程·····	(245)
三、控水稳油调整实例·····	(245)
第五十单元 微机的现场应用·····	(247)

一、监控系统构成·····	(247)
二、监控系统功能·····	(248)
第五十一单元 经济管理基本知识·····	(250)
一、油田开发经济指标·····	(250)
二、经济效益及投资核算·····	(251)
第五十二单元 机械制图基础知识·····	(254)
一、投影原理及正投影·····	(254)
二、立体表面的线面投影·····	(256)
三、绘制剖视图初步知识·····	(257)

应 会 技 能

项目六十三 在室内校验弹簧管压力表·····	(260)
项目六十四 拆装 CY-613 型井下压力计 ·····	(261)
项目六十五 校对 106 井下浮子流量计·····	(262)
项目六十六 绘制理论示功图·····	(263)
项目六十七 用井下压力计验证井下封隔器的密封·····	(264)
项目六十八 判断电潜泵欠载、超载、供液不足·····	(266)
项目六十九 配水间微机 (SL-51 型智能监测仪) 计量 ·····	(268)
项目七十 整理注水井分层测试资料·····	(270)
项目七十一 用注水指示曲线分析油层吸水指数的变化·····	(272)
项目七十二 计算抽油机负载利用率·····	(273)
项目七十三 计算抽油机总机效率·····	(274)
项目七十四 编制区块年配产配注方案·····	(275)
项目七十五 切割区块动态分析·····	(277)
项目七十六 计算油田开发指标·····	(280)
项目七十七 停产维护作业井跟踪描述·····	(283)
项目七十八 计算机诊断工作程序 (分析示功图) ·····	(284)
项目七十九 测绘简单的测试工具·····	(293)
项目八十 绘制简单机械图·····	(294)
项目八十一 分析抽油机工况图·····	(297)
参考资料·····	(298)

采油地质工技术等级标准

初 级 工

一、知识要求

1. 掌握采油地质基础知识。
2. 了解油田开发的一般基础知识。
3. 掌握油、水井生产工艺流程。
4. 了解油、水井地面设备的技术指标及工作原理。
5. 掌握油、水井生产动态及配产、配注情况。
6. 掌握油、水井资料录取、上报的有关规定。
7. 掌握各项指标完成情况及计算方法。
8. 掌握资料的整理、分析和应用方法。
9. 熟悉油、水井井下状况及分类。

二、技能要求

1. 会录取油、水井资料。
2. 会计算油、水井各种数据，会审查、结算报表，会填写井史。
3. 会原油含水化验和水质分析。
4. 会收集、整理及汇总油、水井各项资料。
5. 能绘制常用的地质、工程图表及曲线。
6. 会计算和分析各种测试资料及报表。
7. 会分析、整理有关资料，掌握油、水井动态变化。
8. 能分析、判断油、水井一般故障及处理方法。
9. 会油、水井单井和井组的月、季、年生产动态分析与总结。

三、工作实例

1. 注水井洗井。
2. 测动液面。
3. 测示功图。
4. 排水集气法采气样。
5. 用离心法化验原油含水。
6. 测定注入水的含铁量。
7. 绘制单井采油曲线。

中 级 工

一、知识要求

1. 掌握本油田地质特点和油田开发方式。
2. 熟悉本油田的地质构造、岩性、原油物性及油、气分布规律。
3. 掌握油、水井的增产、增注原理及施工程序、技术质量标准。

4. 掌握油、水井分层注水、分层采油、分层测试的方法。
5. 熟悉油、水井的作业内容和质量标准。
6. 熟悉采油工艺、油田开发政策和技术要求。
7. 掌握油、水井作业的技术要求及工序的质量标准。
8. 了解井下资料录取方面的新方法和新技术。
9. 熟悉系统试井内容、工艺流程、资料整理及应用。
10. 了解工程测井原理及试油工艺。
11. 熟悉全面质量管理知识。

二、技能要求

1. 会审查资料、报表，利用录取的资料分析、判断油、水井井下的状况。
2. 会分析油、水井的动态变化，提出油井增产措施。
3. 会油、水井的测试，会校对压力表和分析示功图。
4. 能根据油、水井生产状况和异常变化，提出合理工作制度及处理意见。
5. 会绘制各种地质、工程图表。
6. 会分析、判断资料的准确性和可靠性。
7. 会应用地质、工程测井资料判断油、气、水层。
8. 能分析本油田开发方案实施效果。
9. 会计算机的一般操作和应用。

三、工作实例

1. 油井测流压。
2. 注水井偏心测试。
3. 更换水表。
4. 整理、计算注水井分层测试资料。
5. 绘制油层栅状连通图。
6. 分析封隔器验封卡片。
7. 绘制开采形势图和产量构成曲线。

高级工

一、知识要求

1. 掌握机械制图知识。
2. 掌握油层物理和地下渗流力学的一般知识。
3. 熟悉各种注水、采油、修井工艺的理论知识。
4. 掌握不同开发阶段油田地下动态变化规律。
5. 掌握影响深井泵正常工作的各种因素。
6. 了解当前油田开发中的工艺特点及采油工艺发展方向。
7. 熟悉油田开发方案编制程序和方法。
8. 掌握井下复杂故障的产生原因及处理方法。
9. 了解国内外先进采油技术和采油工艺设备的发展趋势。

二、技能要求

1. 会制定提高深井泵效的各种措施。

2. 能进行区块动态分析，编制区块综合调整方案和改造方案。
3. 能进行采油工艺、地质综合分析和采油地质工作总结。
4. 能在油田开发方案实施中提出合理化建议。
5. 会绘制机械零件图。
6. 会应用注采工艺新技术解决生产技术中的关键问题。
7. 会计算开发指标。

三、工作实例

1. 拆装 CY-613 型井下压力计。
2. 判断电潜泵井欠载、超载、供液不足。
3. 用注水指示曲线分析油层吸水能力的变化。
4. 计算抽油机负载利用率。
5. 校对 106 浮子流量计。
6. 计算抽油机总机效率。
7. 绘制油砂体平面分布图。
8. 根据生产动态和有关资料，编制区块配产、配注方案。

第一部分 初级工

应 知 理 论

第一单元 沉 积 岩

一、沉积岩的概念

沉积岩是外力地质作用的产物。它是指在地壳表层条件下，主要由母岩的风化产物、大山物质、有机物质等经过搬运、沉积及成岩作用而形成的岩石。

沉积岩分布面积广，岩石中含有的矿产种类多、储量大。许多矿产都储藏于沉积岩之中。特别是石油和天然气，不但生成于沉积岩，而且绝大部分也储藏于沉积岩中。

二、沉积岩的分类

沉积岩一般可分为以下三大类。

1. 碎屑岩

碎屑岩是以碎屑物质为主要成分的岩石。根据碎屑颗粒的大小，碎屑岩又分为砾岩、砂岩和粉砂岩。其中砂岩和粉砂岩可以形成储藏油气的储集层。

2. 粘土岩

粘土岩是主要由粘土矿物组成的岩石。其主要矿物成分为高岭石、蒙脱石、水云母等。粘土岩的分布范围广泛，约占沉积岩总量的 30%。

3. 碳酸盐岩

碳酸盐岩是以碳酸盐类为主要成分的岩石。它又可分为石灰岩和白云岩两大类。碳酸盐岩和石油的关系密切，它既可以生油也可以储油。目前世界上发现的油气田中，碳酸盐岩类型的油气田占很大的比重，就储量来说，约占世界总储量的 50%；就产量来说，约占石油总产量的 60%。

三、沉积岩的形成过程

沉积岩的形成可以分为风化、搬运、沉积和成岩四个阶段。

1. 风化作用

构成地壳的岩石暴露地表，在大气、温度、水和生物的共同影响下，使原来岩石的物理性质或化学成分发生改变，这种现象称为风化。引起岩石风化的地质作用称为风化作用。风化作用是一个非常复杂的地质过程。风化作用的结果形成三种性质不同的产物：碎屑物质、新形成的矿物和溶解物质。

2. 搬运作用

母岩风化的产物除少部分残留原地外，大部分要在流水、风、冰川等自然运动的介质携带下，离开原地向它处迁移，这个过程称为搬运作用。

一般情况下，碎屑物质和新形成的矿物呈碎屑状态搬运，这种搬运称为机械搬运。而溶解物质呈真溶液或胶体溶液搬运称为化学搬运。

3. 沉积作用

随着搬运介质动力条件和化学条件的改变，被搬运的物质在适当的场所（如湖泊、海洋）按一定的规律和先后的顺序沉积下来，称为沉积作用。

机械搬运的碎屑物质在重力影响下，按颗粒大小、密度、形状依次沉积。颗粒大、密度大、粒状的先沉积；颗粒细、密度小、片状的后沉积。

化学搬运的溶解物质按溶解度大小依次沉积。溶解度小的先沉积，溶解度大的后沉积。

4. 成岩作用

由松散沉积物变为坚硬沉积岩的过程叫做成岩作用。成岩作用主要包括：

(1) 压固脱水作用：在沉积地区随着时间的延长，沉积作用不断进行，沉积物愈积愈厚，从几十米到几百米甚至上万米。沉积物的重量越来越大，因而产生强大的压力，使下面沉积物的体积缩小，孔隙度减少，密度加大，其中附着的水分也被排挤出去，颗粒之间彼此紧密联接，增大了颗粒之间的附着力，沉积物变得坚硬起来。这种使松散沉积物紧密结合和失去水分的作用叫做压固脱水作用。

(2) 胶结作用：充填在沉积物孔隙中的矿物质，将松散的颗粒粘结在一起的作用叫做胶结作用。常见的胶结物有钙质、泥质、硅质和铁质。

(3) 重结晶作用：沉积物中某些细小颗粒重结晶变为较大颗粒，以及重新排列的作用叫做重结晶作用。

经过上述种种作用后，沉积物就形成了岩石。

复习思考题

1. 什么叫沉积岩？
2. 沉积岩主要分为哪几类？与油气的储存和生成有密切关系的岩石是哪几类？
3. 简述沉积岩形成的过程。

第二单元 地质时代与地层单位

地球自形成以来经历了漫长的地质历史，在地质历史发展的每一个阶段，地球表面都有一套相应的地层形成。地层是地壳历史发展过程中，在一定地质时间内所形成的岩石总称。石油和天然气都储集于地层之中，要想正确认识油田的地质情况，进行油、气勘探、开发，就必须搞清地质时代及其相应地层。

一、地质时代

1. 概念

由于地层是在不同时代里沉积的，先沉积的是老地层，后沉积的是新地层。把各地大致相同时期沉积的某一地层，称为某某时代的地层。这种表明地层形成先后顺序的时间概念称为地质时代。

2. 地质时代单位的划分

用以划分地球历史的单位称为地质时代单位。地质时代单位由宙、代、纪、世、期四个级别和一个自由使用的时间单位“时”组成。其中宙、代、纪、世是国际性的时间单位，期是大区域性的时间单位，时是地方性的时间单位。

例如：代可分为元古代、古生代、中生代等；纪有寒武纪、侏罗纪、白垩纪等。

二、地层单位