

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJI

采油工

CAI YOU 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 油 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，依据采油工国家职业标准，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。书中包括采油工高级工、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鉴定试题。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，是采油工职业技能培训和鉴定的必备教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

采油工. 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, 2004. 9

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 7-5021-4670-9

I. 采…

II. 中…

III. 石油开采-技术培训-教材

IV. TE35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 050587 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

印 刷: 煤炭工业出版社印刷厂印刷

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 27.5

字数: 700 千字 印数: 1—40000 册

书号: ISBN 7-5021-4670-9/TE·3255

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

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、魏连凯、何登龙。上册主要编写的人

员有：卢鸿钧、魏连凯、何登龙、陈光、李长安、褚福鑫、孙刚。下册主要编写的人员有：卢鸿钧、魏连凯、何登龙、陈光、李长安、那末红、侯春艳。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。在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误和疏漏，恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2003年12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 开发方案的编制及动态分析	（ 4 ）
第一节 配产配注方案的编制及调整	（ 4 ）
第二节 生产动态分析	（ 5 ）
第二章 机械采油	（ 14 ）
第一节 抽油机井参数的分析与计算	（ 14 ）
第二节 电动潜油泵井与电动螺杆泵井的维护与资料	（ 17 ）
第三节 其他机械采油方式	（ 20 ）
第四节 分层采油及措施调整	（ 22 ）
第五节 热力采油简介	（ 28 ）
第三章 油水井站管理	（ 31 ）
第一节 油水井动态资料整理与分析	（ 31 ）
第二节 油水井生产调控与动态分析	（ 37 ）
第三节 油水井井下施工作业	（ 46 ）
第四章 设备维修保养	（ 49 ）
第一节 采油树的维护	（ 49 ）
第二节 抽油机各部件的调整	（ 53 ）
第三节 抽油机故障的判断与处理	（ 56 ）
第五章 电工仪表	（ 62 ）
第一节 万用表的分类及使用操作	（ 62 ）
第二节 兆欧表的测量原理及使用操作	（ 66 ）

第二部分 高级工技能操作与相关知识

第一章 管理油水井	（ 69 ）
第一节 跟踪描述抽油机井停产作业	（ 69 ）
第二节 跟踪描述电动潜油泵井停产作业	（ 70 ）

第三节 跟踪描述注水井停产作业·····	(71)
第二章 维护保养设备 ·····	(73)
第一节 调整游梁式抽油机(井)曲柄平衡·····	(73)
第二节 更换抽油机刹车蹄片·····	(74)
第三节 电机找头、接线(直流法)·····	(75)
第三章 操作仪器仪表(校对计量分离器量油常数) ·····	(77)
第四章 处理故障 ·····	(79)
第一节 处理抽油机曲柄销子退扣·····	(79)
第二节 检查电动潜油泵井过欠载保护值·····	(80)
第五章 绘图 ·····	(82)
第一节 绘制抽油机井(分采)管柱图·····	(82)
第二节 绘制注水井分注管柱图·····	(83)
第六章 分析资料 ·····	(85)
第一节 分析判断抽油机井典型示功图·····	(85)
第二节 电动潜油泵井电流卡片分析·····	(86)
第三节 分析注水井指示曲线·····	(87)
第七章 井组生产动态分析 ·····	(89)

第三部分 高级工理论知识试题

鉴定要素细目表·····	(91)
理论知识试题·····	(95)
理论知识试题答案·····	(143)

第四部分 高级工技能操作试题

考核内容层次结构表·····	(155)
鉴定要素细目表·····	(156)
技能操作试题·····	(157)
组卷示例·····	(190)

技师、高级技师

国家职业标准(技师工作要求)·····	(197)
国家职业标准(高级技师工作要求)·····	(198)

第五部分 技师、高级技师基础知识

第一章 地球物理测井资料及应用	(199)
第一节 地球物理测井的原理及方法	(199)
第二节 地球物理测井曲线及应用	(199)
第二章 油水井措施调整	(202)
第一节 油水井酸化	(202)
第二节 油水井压裂	(203)
第三节 油井堵水	(205)
第三章 抽油机设备管理与调整	(207)
第一节 抽油机的安装与验收	(207)
第二节 抽油机设备常见故障判断与处理	(211)
第三节 抽油机设备的调整	(216)
第四章 油田开发与三次采油	(220)
第一节 储量及提高采收率的方法	(220)
第二节 聚合物驱油技术	(221)

第六部分 技师技能操作与相关知识

第一章 管理油水井	(223)
第一节 调游梁式抽油机冲速	(223)
第二节 抽油机井碰泵	(225)
第三节 调整电动潜油泵井过欠载值	(226)
第四节 注水井作业质量验收	(228)
第五节 抽油机井作业质量验收	(231)
第六节 电动潜油泵井作业质量验收	(234)
第二章 抽油机设备维护保养	(238)
第一节 抽油机安装质量验收	(238)
第二节 测量抽油机剪刀差	(240)
第三章 抽油机设备故障处理	(243)
第一节 处理抽油机曲柄销轴承壳磨曲柄	(243)
第二节 处理抽油机曲柄在输出轴上外移	(244)
第四章 分析资料	(248)
第一节 解释抽油机井理论示功图	(248)
第二节 分析抽油机井实测示功图	(249)
第五章 测绘工件图	(251)
第六章 管理	(253)

第一节 组织 QC 小组开展活动	(253)
第二节 编写阶段生产总结报告	(260)
第七章 理论和技能培训	(262)

第七部分 技师、高级技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(266)
理论知识试题	(270)
理论知识试题答案	(311)

第八部分 技师技能操作试题

考核内容层次结构表	(320)
鉴定要素细目表	(321)
技能操作试题	(322)

第九部分 高级技师技能操作与相关知识

第一章 处理故障	(358)
第一节 处理抽油机井出油不正常故障	(358)
第二节 处理井间管线冻结	(361)
第三节 处理电动潜油泵井过载停机故障	(362)
第二章 调整游梁式抽油机冲程	(365)
第三章 区块生产动态分析	(369)
第四章 绘图	(373)
第一节 识读油水井间(站)管道安装图	(373)
第二节 设计、绘制工件加工图	(379)
第五章 管理	(382)
第一节 用 HSE 管理体系指导生产	(382)
第二节 撰写技术论文	(387)

第十部分 高级技师技能操作试题

考核内容层次结构表	(389)
鉴定要素细目表	(390)
技能操作试题	(391)
参考文献	(429)

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 油	(一) 管理油水井	能跟踪描述停产井恢复生产作业	1. 井下作业操作规程 2. 井下作业工序
	(二) 维护保养设备	1. 能调整游梁式抽油机曲柄平衡 2. 能更换抽油机刹车毂 3. 能进行电动机找头、接线	1. 调整抽油机平衡操作规程 2. 抽油机刹车毂技术规范 3. 兆欧表使用方法 4. 电动机找头方法 5. 电动机接线要求
	(三) 处理故障	1. 能判断处理曲柄销退扣故障 2. 能检查、分析、判断电泵井常见故障	1. 曲柄销退扣判断方法 2. 抽油机曲柄销组装标准 3. 电泵井工作原理 4. 电泵井常见故障判断方法
	(四) 绘图	能绘制油水井典型管柱图	1. 油水井管柱结构知识 2. 绘制油水井典型管柱图的方法
	(五) 分析资料	1. 能分析、解释典型示功图 2. 能分析电泵井电流卡片 3. 能分析注水井指示曲线	1. 抽油泵的工作原理 2. 动力仪的工作原理 3. 理论示功图知识 4. 电流卡片的分析方法 5. 指示曲线的分析方法
	(六) 操作仪器、仪表	能校对计量分离器量油常数	1. 计量分离器的类型 2. 计量分离器的工作原理 3. 计量分离器的技术规范 4. 量油常数的计算方法
	(七) 分析生产动态	能进行井组生产动态分析	井组生产动态分析方法
	(八) 操作计算机	1. 能录入文字 2. 能制作表格	1. 计算机的基本组成 2. 计算机录入知识

第一部分 高级工基础知识

第一章 开发方案的编制及动态分析

在初级工和中级工部分已经详细介绍了油田开发原则、层系划分原则以及开发方式、井网布置等方面的知识，在此就不再重复叙述了，下面简要介绍一下有关配产配注方案的编制及调整以及油水井生产动态分析的知识。

第一节 配产配注方案的编制及调整

配产配注是油田开发过程中一项非常重要的工作内容，是油田开发原则、层系划分、井网布置及开采方式确定后首要任务——即配产配注方案的编制。

配产配注就是对于注水开发的油田，为了保持地下流动处于合理状态，根据注采平衡、减缓含水率上升等开发原则，对全油田、层系、区块、井组、单井直至小层，确定其合理产量和合理注水量。从开采过程和时间上配产配注可分为某一个时期（3~5年）的配产配注方案编制与某一个阶段（6~12月）配产配注方案的调整编制。

一、方案编制

配产配注方案编制的程序与内容如图1-1-1所示。

从配产配注流程图可以看出：配产配注方案的最终落脚点都是单井和小层，这也就是采油工（主要工作对象就是管理油水井）必须学习好配产配注内容的根本所在。

二、方案调整

方案调整是指根据油田（层系、区块）开采现状（系统压力水平、产量递减、含水上升速度、油层吸水能力）、开采工艺技术的发展和企业对原油产量的需求，对上-时期或前一阶段的配产配注方案进行必要的综合调整。方案调整也是一个对油层不断认识和不断改造挖潜的过程。

一是确保油田地下，通常是以注水量的调整为主——即对全油田配注水量的增加和减少。方案调整一般从以下两个方面综合确定：

一方面是从宏观整体（全油田）大的开发形势进行，在确定调整水量后逐一分配到各层系、各区块；另一方面是从具体单井（小层）、井组、区块的动态（吸水能力变差、水淹程度增大、含水上升过快等）变化情况分析，找出必须进行调的水量，确定或增减注水量、控制注水量的层系、区块，再统计汇总各区块、各层系至全油田；最后把上述两个方面计划调整的水量进行综合分析评价，确定出下一个时期或阶段的（新）配产配注方案。

所以方案调整是随着油田开发的不断深入不断调整的过程，方案调整的编制质量是关系到油田能否保持在长期稳产、高效开采的根本基础；这是非常重要的，因为注入油层中的水

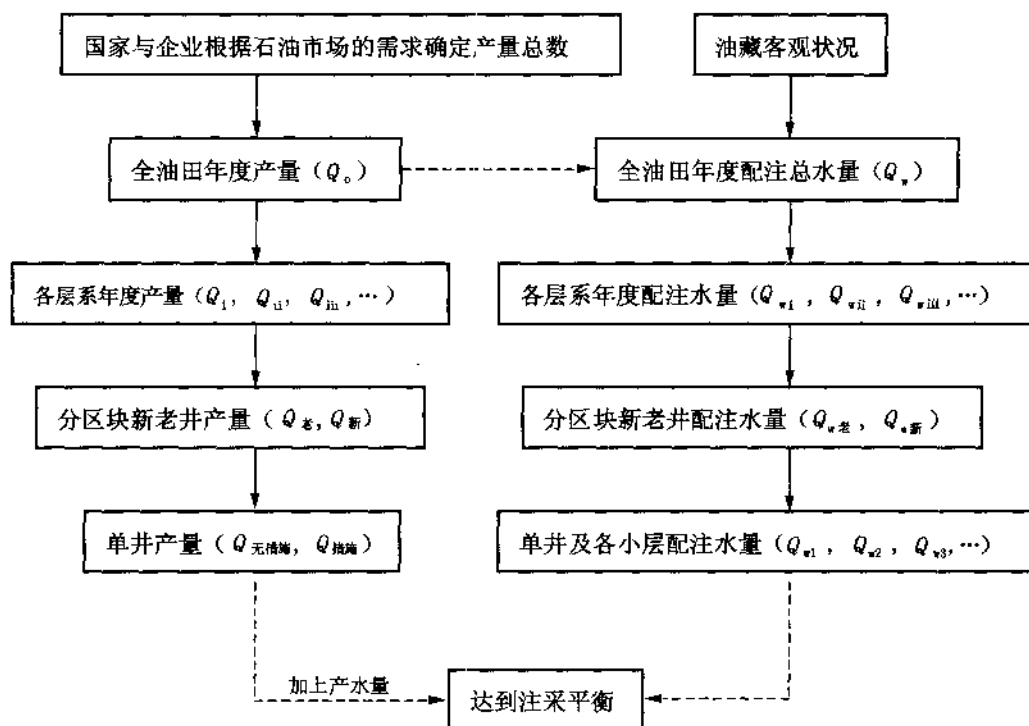


图 1-1-1 注水开发油田配产配注方案编制流程示意图

量是不可逆转的，也是难补的，这也是各油田开发管理工作为什么要首先抓好注水工作的理由。

二是确保企业对原油产量的需求，即根据目前开采工艺技术——对全油田油井稳产及增产措施等，确定与注水方案调整相适应（配套）的具体方案（调参、换泵、压裂等）。

第二节 生产动态分析

动态分析是指通过大量的油井、水井第一性资料，认识油层中油、气、水运动规律的综合性工作。动态分析主要是针对油藏投入生产后，油藏内部诸因素都在发生变化——油气储量的变化、地层压力的变化、驱油能力的变化、油气水分布状况的变化等，进行研究、分析，找出引起这些变化的原因和影响生产问题的所在；进而提出调整挖掘生产潜力、预测今后的发展趋势。对于采油工来说，这里只是介绍一些常用的基本概念知识。

一、动态分析的内容

动态分析的内容是多方面的，其重点分析的内容是：

- (1) 对注采平衡和保持利用状况的分析。
- (2) 对注水效果的评价分析。
- (3) 对储量利用程度和油水分布状况的分析。
- (4) 对含水上升率与产液量增长情况的分析。
- (5) 对主要增产措施的效果分析。

通过上述分析，对油藏注采系统的适应性进行评价，找出影响提高储量动用程度和注入

水波及系数的主要因素，从而采取有针对性的调整措施，提高油藏的开发效果和采收率。

二、动态分析的形式

动态分析的形式基本有：单井动态分析、井组动态分析、区块（层系、油田）动态分析。

1. 单井动态分析

单井动态分析主要是分析工作制度是否合理，生产能力有无变化，油井地层压力、含水有无变化，分析认识×××射开各层产量、压力、含水、气油比、注水压力、注水量变化的特征，分析增产增注措施的效果，分析抽油泵的工作状况，分析油井井筒中举升液的变化、井筒内脱气点的变化、阻力的变化、压力消耗情况的变化，提出调整管理措施。

类型有：×××油田×××井调参效果分析、×××油田×××井压裂效果分析、×××油田×××井泵况分析、×××油田×××井吸水能力分析、×××油田×××井方案调整效果分析等（具体分析内容和过程详见后面有关单元内容）。

2. 井组动态分析

井组动态分析是在单井动态分析的基础上，以注水井为中心，联系周围油井和注水井，重点研究分析以下问题：

- (1) 分层注采平衡、分层压力、分层水线推进情况。
- (2) 分析注水是否见效，井组产量是上升、下降还是平稳。
- (3) 分析各油井、各小层产量、压力、含水变化的情况及变化的原因。
- (4) 分析本井组与周围油井、注水井的关系。
- (5) 分析井组内油水井调整、挖潜的潜力所在。
- (6) 通过分析，提出对井组进行合理的动态配产配注，把调整措施落实到井，落实到层上，力求改善井组的开发效果。

常见的类型有：×××油田×××井组综合挖潜效果分析、×××油田×××井组方案调整效果分析、×××油田×××井组平面矛盾加大原因的分析等。

3. 区块（层系、油田）动态分析（只对技师、高级技师要求学习）

区块（层系、油田）动态分析主要有：对油藏地质特点的再认识，对油田当前开发状况的分析，对层系井网、注水方式的分析，提出油田开发中存在的问题和改善油田开发效果的意见，对油藏、油田动态监测现状的看法等。其重点是以分析当前油田开发状况为主，即区块（油田）开发方案的执行情况及调整措施效果的分析，注采平衡和能量保持利用状况的分析，储量动用状况及油水井分布状况的分析，含水上升率与产液量增长情况，开发试验效果的分析等。

常见的类型有：×××油田×××区块（层系）压力系统分析、×××油田×××区块（层系）差油层挖潜改造效果分析、×××油田×××区块（层系）稳油控水的做法、×××油田×××区块（层系）注采系统调整效果分析等。

三、动态分析的方法

动态分析的基本方法有统计法、作图法、物质平衡法、地下流体学法。这些方法与采油工有关的常用方法是统计法和作图法两种。

1. 统计法

统计法是利用各种统计方法，对油田开发过程中大量的实际生产数据进行统计分析，找出有规律性的东西。

2. 作图法

作图法是将统计的各种油田开发实际生产资料绘制成相关的图幅，从而使其生动、直观地反映油田开发中的动态变化规律。

四、动态分析常用的有关参数和资料

1. 常用的基本资料

常用的基本资料有三类：

(1) 油田地质资料：油田构造图、小层平面图、小层数据表、油藏剖面图、连通图；油层物性资料的渗透率、油层有效厚度、原始地层压力等；油气水流体性质，即粘度、密度、含蜡、天然气组分、地层水矿化度等；油水界面和油气界面。

(2) 油水井动态资料：油气水产量、压力、含水、气油比、动液面、出油剖面、注水量、吸水剖面、注入水质等。

(3) 工程资料（情况）：完井数据、井筒状况、生产流程、注采设备及工艺技术等。

2. 常用参数和术语

油田动态分析常用的参数和术语很多，这里只介绍一些常用的参数和术语。

1) 地层系数

地层系数是油层的有效厚度与有效渗透率的乘积。参数符号为 Kh ，单位为平方微米·米 ($\mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$)。它反映油层物性好坏， Kh 越大，油层物性越好，出油能力和吸水能力越大。

2) 流动系数

流动系数是地层系数与地下原油粘度的比值。参数符号为 Kh/μ ，单位为平方微米·米每毫帕秒 [$\mu\text{m}^2 \cdot \text{m} / (\text{mPa} \cdot \text{s})$]。计算公式为：

$$\text{流动系数} = \frac{\text{地层系数}}{\text{地下原油粘度}}$$

3) 地饱压差

地饱压差是指目前地层压力与原始饱和压力的差值，单位为兆帕 (MPa)。它是表示地层原油是否在地层中脱气的指标。

4) 流饱压差

流饱压差是指流动压力与饱和压力的差值，单位为兆帕 (MPa)。它是表示原油是否在井底脱气的指标。流饱压差是衡量油井生产状况是否合理的重要条件。当流动压力高于饱和压力时，原油中的溶解气不能在井底分离，气油比基本等于原始状况。如果油井在流动压力低于饱和压力下生产时，原油里的溶解气就会在井底附近油层里分离出来，气油比就升高，使原油粘度增加，流动阻力增大，影响产量。所以，要根据油田的具体情况，规定在一定的流饱压差界限以内采油。

5) 采油（液）指数

采油（液）指数是指生产压差每增加 1MPa 所增加的日产（液）量，也称为单位生产压差的日产（液）量。它表示油井生产能力的大小。参数符号为 J_0 ，单位为立方米每兆帕天 [$\text{m}^3 / (\text{MPa} \cdot \text{d})$]，计算公式为：

$$\text{采油(液)指数} = \frac{\text{日产油(液)量}}{\text{静压} - \text{流压}}$$

6) 采油强度

采油强度是单位油层有效厚度（每米）的日产油量，单位为吨每天米 [$\text{t} / (\text{d} \cdot \text{m})$]。

$$\text{采油强度} = \frac{\text{油井日产油量}}{\text{油井油层有效厚度}}$$

7) 注水压差

注水压差是注水井注水时的井底压力与地层压力的差值。它表示注水压力的的大小，单位为兆帕（MPa）。

8) 注水强度

注水强度是单位油层有效厚度（每米）的日注水量，单位为立方米每天米 $[\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})]$ 。

$$\text{注水强度} = \frac{\text{水井日注水量}}{\text{水井油层有效厚度}}$$

9) 水驱指数

水驱指数是每采 1t 油在地下的存水量，单位为立方米每吨 (m^3/t) 。它表示每采出 1t 油与地下存水量的比例关系，指数越大，需要的注水量越大。

$$\text{水驱指数} = \frac{\text{累计注水量} - \text{累计产水量}}{\text{累计产油量}}$$

10) 水淹厚度系数

水淹厚度系数是见水层水淹厚度占见水层有效厚度的百分数，单位用百分数表示。它表示油层在纵向上水淹的程度。水淹厚度的大小反映驱油状况的好坏，同时也反映了层内矛盾的大小。

$$\text{水淹厚度系数} = \frac{\text{见水层水淹厚度}}{\text{见水层有效厚度}} \times 100\%$$

11) 扫油面积系数

扫油面积系数是指油田在注水开发时，井组某单层已被水淹的面积与井组所控制的面积的比值。它反映平面矛盾的大小，扫油面积系数越小，平面矛盾越突出。

$$\text{扫油面积系数} = \frac{\text{单层井组水淹面积}}{\text{单层井组控制面积}}$$

12) 水驱油效率

水驱油效率是指被水淹油层体积内采出的油量与原始含油量之比，单位为小数或百分数（%）。它表示水驱油的程度和层内矛盾的大小。

$$\text{水驱油效率} = \frac{\text{单层水淹区总注入体积} - \text{采出水体积}}{\text{单层水淹区原始含油体积}}$$

13) 层间矛盾（三大矛盾之一）

层间矛盾是指非均质多油层油田笼统注水后，由于高中低渗透层的差异，各层在吸水能力、水线推进速度、地层压力、采油速度、水淹状况等方面产生的差异。单层突进系数表示层间矛盾的大小。

14) 层内矛盾（三大矛盾之二）

层内矛盾是指在一个油层的内部，上下部位有差异，渗透率大小不均匀，高渗透层中有低渗透带，低渗透层中有高渗透带，注入水沿阻力小的高渗透带突进，由于地下水、油的粘度、表面张力、岩石表面性质的差异等形成了层内矛盾。层内水驱效果表示层内矛盾的大小。

15) 平面矛盾（三大矛盾之三）