

低渗透油田 开发技术与管理

郝世彦 张 林 雷晓岚/等 编著

石油工业出版社

低渗透油田开发技术与管理

郝世彦 张 林 雷晓岚 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书针对低渗透油田的开发,从油藏工程、钻井工程、采油工程和地面工程四个方面总结了相关的管理制度、技术规范、操作规程、质量标准,并吸收了近年来低渗透油田开发的实践成果和工作经验。

本书适合低渗透油藏开发的科研技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

低渗透油田开发技术与管理/郝世彦等编著. —北京:石油工业出版社, 2012. 7

ISBN 978 - 7 - 5021 - 9025 - 5

I. 低… II. 郝… III. 低渗透油层—油田开发
IV. TE348

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 076419 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) 64523562 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京晨旭印刷厂

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 40.75

字数: 1040 千字 印数: 1—5000 册

定价: 160.00 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

《低渗透油田开发技术与管理》

编 委 会

主 任：王香增

副 主 任：雷晓岚 郝世彦

主 编：郝世彦 张 林 雷晓岚

编 委：刘立平 秦玉英 樊万红 赵晨虹 陈根生

钟光键 安亚峰 高新奎 闫凤平 俞忠宝

樊平天 童长兵 叶政钦 李星红 朱德维

张文忠 康立明 孙子杰 于 波 王廷辉

梁文天 魏 斌 刘向东 杨温海 田景隆

编写人员：

胡国祥 王宝军 张声涛 林利飞 高玉洲

金永辉 王新庆 郭春芬 李小平 黄红兵

张兴涛 王迪东 陈 锐 余海棠 冯 跃

孔玉霞 刘艳梅 马绒利 贾 磊 阳晓辉

杨 红 刘景峰 王江涛 邢 强 程 锐

牛 敏 薛金泉 张行东 吴 颖 白步平

许 燕 王新利 张恒昌 高万阳 高 毅

贡玉平 欧阳华劲

序

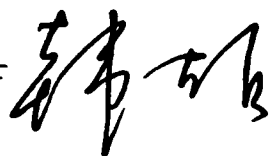
近年来，随着全球石油需求量的持续增长和中高渗透油气资源的不断减少，低渗透油气资源的探明及开发比重日益增长，并呈现出良好的发展势头。世界范围内，已探明的油气田，低渗透资源量占区域总资源量的 20% ~ 60%。

我国的低渗透油田广为分布，典型的如鄂尔多斯盆地中生界油田、吉林油田、大庆外围油田、青海油田等。目前我国低渗透气资源可采储量占到总可采储量的 1/3 以上，近 20 年来低渗透油气资源探明储量也占到新增储量的 70% 以上。因此，今后 20 年乃至更长时间内，低渗透油田的高效开发将是我们共同面对的主要课题。

低渗透油田主要特点表现为低孔、低渗，同时也往往表现为低压、低产，需要进行人工增产改造。而注水过程中又易造成局部井的高压与高产。所以低渗透油田开发技术与管理不仅有与中高渗透油田相似的一面，也有自身独特的特点。

本书编者都是一些长期从事低渗透油田开发的技术与管理人员，他们结合生产实际，广泛查阅文献，集思广益，汇编形成了这本适用于低渗透油田开发的技术与管理参考书，较为系统全面地归纳了低渗透油田开发涉及的油藏、钻井、采油、地面工程等相关制度及技术规范，注重理论性、系统性和实用性。相信该书的问世将对低渗透油田的高效开发提供有益的参考和借鉴。

中国工程院院士



2012 年 7 月

前 言

为建立一套适用于低渗透油田开发的技术与管理规范，符合现代油藏经营管理理念和油田开发理论的配套技术管理制度，使低渗透油田的开发工作更加科学和规范，特编写此书。

《低渗透油田开发技术与管理》包括油藏工程、钻井工程、采油工程和地面工程四个部分。

本书编写过程中主要参考了国家行业规范、中国石油《油田开发管理纲要》，以及国内外各石油公司的管理制度、技术规范、操作规程、质量标准，并大量借鉴和吸收了近年来低渗透油田开发的实践成果和工作经验。在编委会同志们三年多的辛勤努力下，本书得以面世，期望能为低渗透油田的开发管理起到参考和借鉴作用。

本书编写过程中得到众多知名专家和油田技术与管理工作者的大力支持和指导，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，加之这些年的低渗透油田开发技术与管理理论不断提升，书中难免存在不足或谬误之处，敬请各位专业人士在实践中予以检验、指正，并帮助补充完善。

本书编委会

2012 年 6 月

目 录

第一篇 油藏工程技术与管理

总 则	3
第一章 油藏评价	4
第一节 油藏评价的目的和任务	4
第二节 油藏评价总体部署	5
第三节 技术经济评价内容	8
第四节 油藏评价部署方案要取全取准的资料	14
第五节 开发先导试验要求	16
第六节 油藏描述主要内容	17
第七节 开发可行性研究	23
第八节 注 解	23
第二章 油藏工程整体方案编制	24
第一节 油田开发方案编制的目的和原则	24
第二节 油田开发方案编制的内容及要求	25
第三节 油藏工程方案编制的技术要求	39
第四节 油藏工程整体方案编制与审批程序	46
第五节 注解	46
第三章 油藏工程方案实施与跟踪	47
第四章 开发动态监测管理	48
第一节 各个开发阶段动态监测方案制定依据	48
第二节 油田开发动态监测的主要内容	48
第三节 油田监测方案设计原则	51
第四节 动态监测费用比例	52
第五节 油田开发动态监测方案编制周期及审批程序	52
第六节 注解	52
第五章 开发过程管理	54
第一节 油田开发过程中油藏工程管理的主要任务	54

第二节	注水开发油田在不同含水期需着重搞好的调控措施	55
第三节	水驱油田年度调控指标	55
第四节	月（季）度生产动态分析主要内容	56
第五节	年度油藏动态分析主要内容	57
第六节	油田开发阶段分析主要内容	64
第七节	生产能力核定及产能核销的基本原则与审批程序	70
第八节	报废井的申报内容及审批程序	70
第九节	开发调整应达到指标	71
第十节	油藏工程中长期规划及年度计划编制要求	72
第十一节	各种方案、动态监测资料、开发数据、报告和图件归档管理工作	72
第十二节	注解	72
第六章	二次采油提高采收率	73
第一节	改善二次采油提高采收率主要内容	73
第二节	油田开发调整的时机确定	73
第三节	开发调整原则	73
第四节	开发调整方案编制主要内容	74
第五节	油田开发调整方案实施后，评价和考核的主要指标	76
第六节	零散调整井的布井原则	76
第七节	区块治理的主要内容	76
第八节	油田开发调整方案报告编写要求	77
第九节	油田开发调整方案基本附图及附表	78
第十节	油田开发调整方案审批程序	78
第七章	三次采油提高采收率	79
第一节	三次采油提高原油采收率方法筛选依据	79
第二节	三次采油室内实验	79
第三节	三次采油方法先导性矿场试验要求	80
第四节	三次采油方法工业性矿场试验要求	80
第五节	三次采油方法工业化推广方案编制内容	80
第六节	动态跟踪分析及调整工作主要内容	83
第七节	先导性及工业性矿场试验和工业化推广应用项目审查审批程序	83
第八章	健康、安全、环境（HSE）管理规定	83
第一节	总体原则	83
第二节	健康与安全	84
第三节	环境管理	85

第二篇 钻井工程技术与管理

总 则	89
第一章 钻井工程投资内容及概算方法	89
第一节 钻井投资概算内容	89
第二节 钻井投资概算方法	94
第二章 钻井油层保护	97
第一节 钻完井过程中的油层伤害机理	97
第二节 钻井过程中油层保护方法	100
第三章 钻井设计管理	102
第一节 探井钻井设计的内容、规范及要求	102
第二节 开发井钻井设计主要内容、规范及要求	134
第三节 钻井设计审批程序	140
第四章 固井设计管理	140
第五章 钻井质量管理	150
第一节 常用钻机基本配置	150
第二节 钻井现场要求和钻井监督	160
第三节 钻井质量控制程序	175
第四节 定向井质量控制程序	175
第五节 钻井取心质量控制	179
第六节 钻井过程各阶段的地质录井要求	181
第七节 地质化验分析质量要求	206
第八节 固井质量验收要求	209
第九节 完井资料验收管理	210
第六章 井控	216
第一节 井控设计	216
第二节 地层流体的侵入与检测	217
第三节 井控装置	220
第四节 地层流体侵入控制	225
第五节 钻井井控日常设备的检查和维护	229
第六节 井控培训	230
第七节 井控管理制度	232
第七章 测井管理	234
第一节 测井设计	234
第二节 测井仪器的刻度与校验	238

第三节	测井原始资料的验收和质量评定	246
第四节	测井资料的处理与解释	263
第五节	测井出图规定	272
第六节	安全与环保要求	276
第八章	完井验收	278
第一节	固井质量要求	278
第二节	井口装置的规定	282
第三节	钻井完井验收规则	282
第九章	钻井工程 HSE	284
第一节	钻井工程技术服务承包商 HSE 管理基本要求	284
第二节	钻井 HSE 管理	287
附录 1	×××油田××油井完井交接书	298
附录 2	钻井工程综合评价表	302
附录 3	几种常见岩石、矿物质和流体参数表	303

第三篇 采油工程技术与管理

总 则	307
第一章 采油工程方案与设计	307
第一节 采油工程方案设计的依据和基础	307
第二节 采油工程方案设计主要内容	307
第三节 采油工程方案设计规范	308
第四节 采油工程方案编制及审批程序	349
第五节 采油工程方案实施效果评估	350
第六节 单井设计的主要内容及规范	350
第七节 单井设计的编制及审批程序	369
第二章 完井、试油与试采管理	369
第一节 完井管理相关要求或指标	369
第二节 试油技术要求	370
第三节 施工与监督要求	374
第四节 试油试采资料管理要求	374
第五节 试油试采主要技术指标	383
第三章 采油工程生产过程管理	383
第一节 生产过程管理的目标	383
第二节 中长期规划和年度计划编制主要内容	383

第三节	抽油机井管理要求	384
第四节	注水井管理要求	398
第五节	压裂措施管理要求	402
第六节	酸化措施管理要求	402
第七节	防砂措施管理要求	403
第八节	堵水调剖措施管理要求	403
第九节	大修管理要求	403
第十节	储层保护及工作液管理要求	405
第十一节	试井管理要求	405
第四章	质量控制	406
第一节	质量控制的内容及意义	406
第二节	施工单位资质、准入审核与考评	406
第三节	施工作业质量跟踪与监督要求	409
第四节	定期检查和不定期抽查内容及要求	411
第五节	测试仪器仪表性能要求	411
第五章	采油工程 HSE 管理要求	412
第一节	采油工程 HSE 管理基本要求	412
第二节	试油 HSE 管理要求	413
第三节	堵水调剖 HSE 要求	428
第四节	修井作业 HSE 要求	429
第五节	井下作业井控细则	432

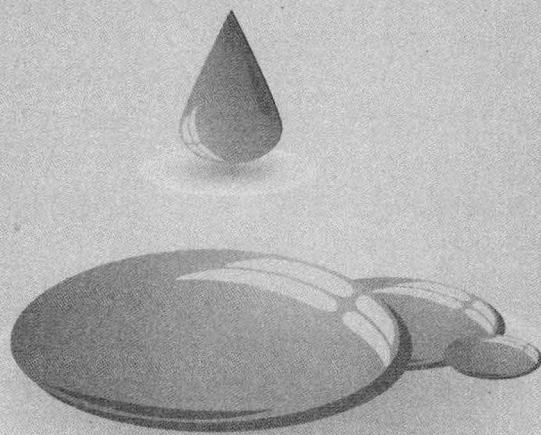
第四篇 地面工程技术与管理

总 则	449
第一章 油田地面工程设计技术规定	449
第一节 油田注水工程设计技术规定	449
第二节 油田污水处理设计规定	454
第三节 油田集输设计规定	458
第二章 油田地面工程建设前期工作管理规定	499
第一节 油田地面工程项目规划设计单位选用方式及选用原则	499
第二节 油田开发地面工程概念方案编制规定	499
第三节 油田地面工程项目可行性研究报告编制规定	500
第四节 油田地面工程初步设计编制规定	500
第三章 油田地面工程实施管理	500

第一节	工程设计、施工、监理、检测等参建单位的选用原则	500
第二节	工程开工须具备的条件	501
第三节	工程质量标准及管理规定	501
第四节	工程资料档案管理规定及要求	502
第五节	项目所在建设单位的施工管理职责及管理要求	510
第四章	油田地面工程投产试运管理	512
第一节	油田地面建设项目竣工投产方案编制规定	512
第二节	组织准备、物质准备、技术准备、外部条件准备和人员培训	512
第三节	投产试运行应急预案的编制	513
第四节	投产试运行程序和工作组织	515
第五节	项目投料试运行	515
第五章	油田地面生产系统运行控制	519
第一节	油井集油运行控制规定	519
第二节	原油接转运行控制规定	519
第三节	原油脱水运行控制规定	519
第四节	原油储运系统运行控制规定	519
第五节	伴生气系统运行控制规定	520
第六节	水处理系统运行控制规定	520
第七节	注水系统运行控制规定	520
第六章	老油田地面工程改造管理	521
第一节	老油田地面工程改造范围界定及投资管理	521
第二节	老油田地面工程改造项目竣工验收	521
第三节	老油田地面工程改造项目实施效果评价	522
附录 1	油田地面工程项目可行性研究报告编制规定	523
第一节	油田地面工程项目可行性研究报告编制内容	524
第二节	油田地面工程项目可行性研究报告编制细则	533
附录 2	开发项目后评价报告编制细则	615
第一节	前期工作评价	617
第二节	地质油气藏工程评价	619
第三节	钻井工程评价	621
第四节	采油（气）工程评价	623
第五节	地面工程评价	625
第六节	生产运行评价	629
第七节	投资与经济效益评价	633
第八节	影响与持续性评价	637
第九节	综合后评价	638

第一篇

油藏工程技术与管理



总 则

(1) 油藏工程管理是实现油藏开发经济收益最大或使油藏得以最大经济地开发而采取的有效措施，即充分运用先进科学技术，以最小的人力投入，最小的资本投资，最低的作业成本，根据当时当地法律和政策以及油藏的地质条件，制订投产次序与合理采油速度等开发技术政策，保持较长时间的稳产高产，最大限度地提高油藏开发的经济效益。

按油藏开发特征，明确油藏工程管理任务，为充分发挥各级职能部门在油藏工程管理中的作用，把握油藏特征，提高油藏开发技术与管理措施的针对性和有效性，充分利用和保护油气资源，科学、合理和高效地开发油田，加强对油藏工程管理工作的宏观调控，规范油藏工程管理各项工作，提高油田开发整体水平，而制订了“油藏工程技术与管理”。

(2) 在油藏评价和油田开发过程中，深化油藏认识，把握油藏开发趋势，搞好油藏工程方案设计和实施，做好动态监测和跟踪调整工作，预测和控制油藏开发动态，研究采油过程中油藏内部油气水的运动规律及控制办法，提高采收率，确保油藏高效合理开发。

油藏工程管理主要内容为：

- ①油藏评价与开发可行性研究；
- ②油藏工程整体方案编制；
- ③油藏工程设计方案的实施与跟踪；
- ④油藏开发动态监测管理；
- ⑤油藏开发动态分析与控制；
- ⑥油藏开发过程管理；
- ⑦提高采收率。

(3) 以油藏工程理论为指导，结合地质、钻井工艺、采油工艺、油层物理、油田化学、渗流力学、数值模拟原理及方法、测井、油藏开采动态研究方法及工艺技术等多方面理论知识，充分发挥各学科的协同优势，大力推广应用新工艺、新技术，使油藏达到较高的经济采收率。

油田开发系统各部分，包括油藏工程、钻井工程、采油工程和地面建设工程等，都要从油藏地质特点和地区经济条件出发，精心设计，选择先进实用的配套工艺技术，保证油田在经济有效的技术方案指导下开发。

油田开发过程中，要把油藏研究贯穿于始终，及时准确地掌握油藏动态，依据油藏所处开发阶段的特点，制订合理的调整控制措

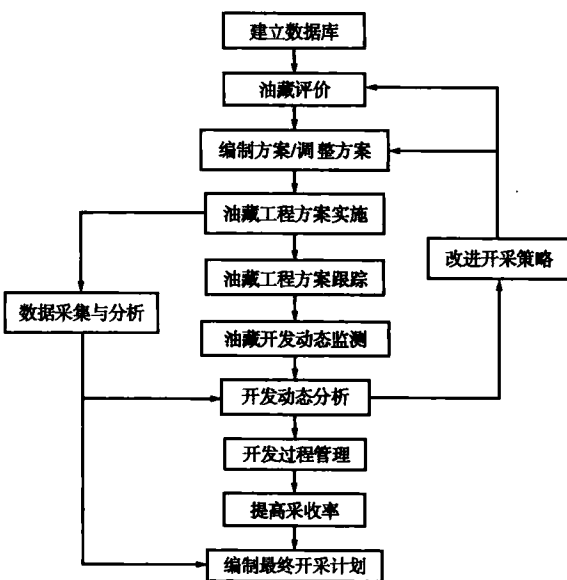


图 1-0-1 油藏工程管理模式

施,保持油田开发系统的有效性。

积极开发新油田,保持原油产量的稳定增长,同时积极改善老油田的稳产状况,实现油田开发生产的良性循环。依靠科学技术进步,努力提高油田开发技术和装备的现代化程度。加强科学研究和新技术开发准备工作,逐步提高生产效益和资源利用程度,提高油田开发水平。

(4)“油藏工程技术与管理”适用于低渗透油田股份有限公司及所属各采油厂的油田开发工作。油藏工程管理模式如图 1-0-1 所示。

第一章 油藏评价

第一节 油藏评价的目的和任务

一、油藏评价的目的

油藏评价是在油藏描述基础上,对油藏作出综合评价。根据经济全球化发展的需要,油藏评价应贯穿于油田勘探开发的全过程,即勘探阶段进行油藏早期评价,油田投入开发后进行油藏跟踪评价,油田开发结束后进行油藏后评价,形成油藏评价一体化技术。因此油藏评价的目的是:

- (1) 构建油藏静态及动态地质模型;
- (2) 制订油藏最优开发方式;
- (3) 获取油藏最佳开发效益。

二、油藏评价的任务

- (1) 落实油藏的沉积特征和岩石学特征等因素,以及它们对油田开发的影响;
- (2) 弄清储层展布规律、储层矿物成分、储层性质、孔隙结构和原始含油饱和度等属性;
- (3) 掌握油藏流体的性质及变化规律;
- (4) 确定油藏类型和驱动方式;
- (5) 跟踪分析和改善油田开发效果;
- (6) 获取油藏开发的最佳经济效益。

编制并实施油藏评价部署方案,进行油藏经济评价。对于具有经济开发价值的油藏,提交探明储量,编制油田开发方案;对于不具备提交探明储量的油藏评价结果进行总结。

三、油藏评价技术

油藏评价是一项综合性的研究工作,涉及到多个技术领域,运用的主要技术如下:

- (1) 构造解释技术;
- (2) 油藏描述技术;
- (3) 油藏工程技术;
- (4) 经济评价技术。

四、油藏评价区块的优选

在预探阶段所录取资料和已取得的认识及研究成果基础上, 确定优选评价原则和依据, 对有利区块进行排序, 优选出评价区块。

第二节 油藏评价总体部署

一、总体部署原则

在优选的评价区块内以最经济的工作量获得最佳的评价效果。油藏评价一般程序如图 1-1-1 所示。

二、油藏部署方案主要内容

根据油藏地质认识成果, 确定油藏评价部署方案的依据, 提出评价区油藏评价部署要解决的主要问题, 满足申报探明储量和编制开发方案所需的录取资料要求, 落实评价工作量、工作进度、投资和预期评价成果。主要内容如下:

- (1) 评价目标概况;
- (2) 油藏评价部署;
- (3) 油田开发概念方案;
- (4) 技术经济评价;
- (5) 经济评价及风险分析;
- (6) 工程要求;
- (7) 实施要求。

三、评价目标概况

以现代勘探开发技术与计算机技术为手段, 多学科相结合, 对油藏的各种动态及静态特征、动态规律和经济效果进行综合描述, 主要包括:

- (1) 预探简况;
- (2) 已录取的基础资料;
- (3) 控制储量;

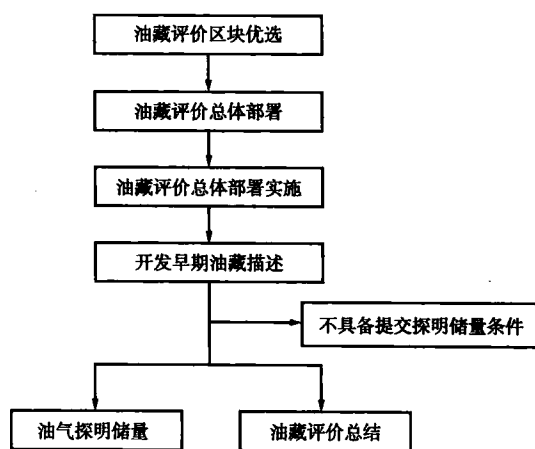


图 1-1-1 油藏评价程序