

中国石油“十五”科技进展丛书

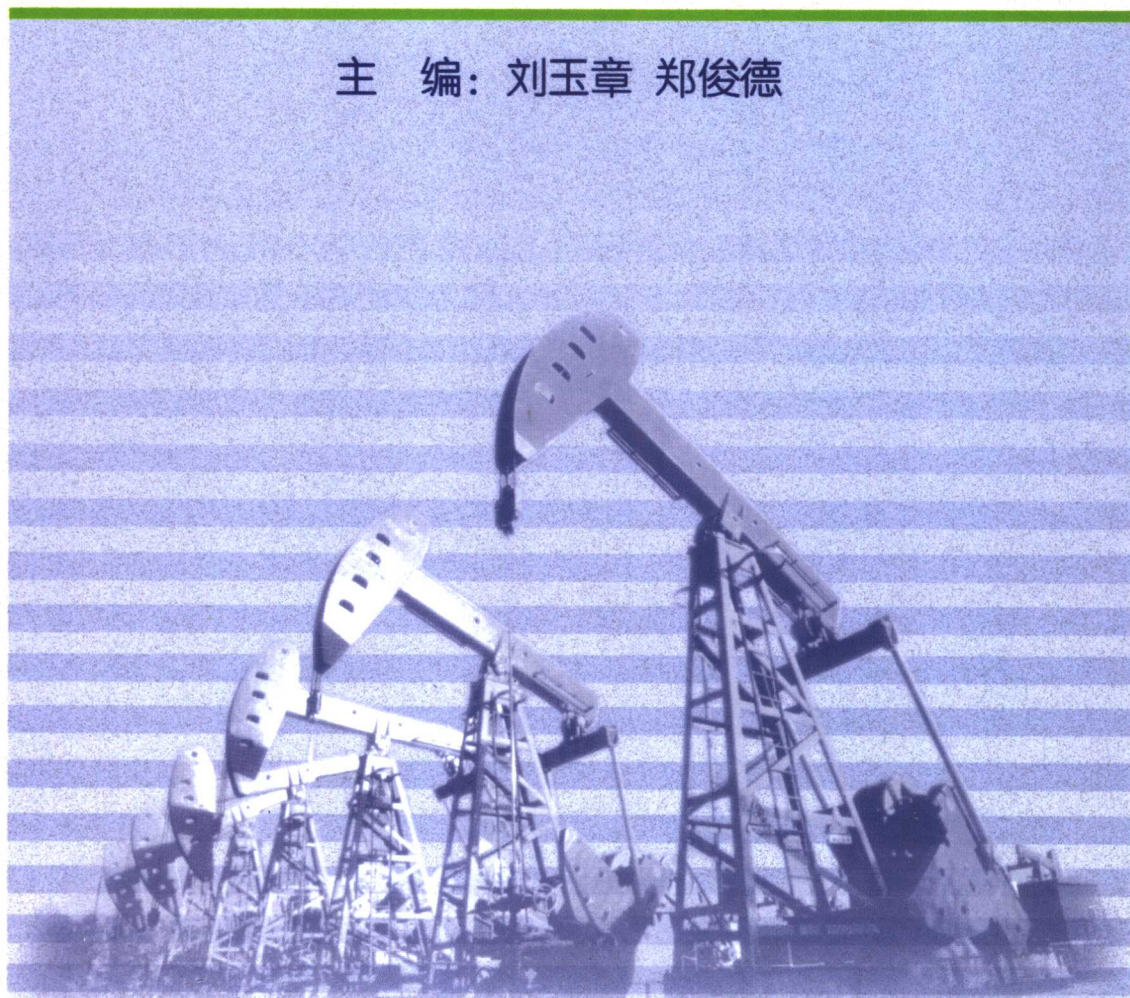
DEVELOPMENTS IN PETROLEUM SCIENCE & TECHNOLOGY, CNPC

丛书主编：周吉平

采油工程技术进展

Technological Developments in Petroleum Production Engineering

主 编：刘玉章 郑俊德



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

中国石油“十五”科技进步丛书
丛书主编：周吉平

采油工程技术进展

主 编：刘玉章 郑俊德



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

内 容 提 要

本书主要介绍了近几年来我国石油行业在采油工程方案编制、完井、人工举升、注水工艺、油田堵水调剖技术、低渗透油藏压裂酸化工艺技术、热力采油、防砂工艺技术、套损机理分析及修复防护技术、采气工艺等方面的技术活动、研发工作、技术引进、技术推广与应用和装备研制情况,并对采油、采气工程目前存在的问题和未来应该采取的对策进行了展望。

本书可供采油工程技术人员、管理人员和石油院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

采油工程技术进展/刘玉章、郑俊德主编.

北京:石油工业出版社,2006.4

(中国石油“十五”科技进展丛书)

ISBN 7-5021-5401-9

I. 采…

II. ①刘… ②郑…

III. ①石油工业-技术进步-中国-文集

②石油开采-文集

IV. TE-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 000419 号

采油工程技术进展

Caiyou Gongcheng Jishu Jinzhan

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:石油工业出版社印刷厂

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:29

字数:700 千字 印数:1—5000 册

定价:98.00 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

《中国石油“十五”科技进展丛书》编委会

主 任：周吉平

副主任：刘振武 白泽生 赵文智 袁士义 李庆平

成 员：（按姓氏笔画排序）

于建宁	卞德智	方朝亮	牛嘉玉	王同良	王尚旭
王敬农	孙 宁	孙为群	叶先灯	刘玉章	孙星云
张 镇	张卫国	杨 龙	沈平平	苏义脑	迟尚忠
周家尧	胡永乐	赵 明	徐春明	钱荣钧	高泽涛
董国永	窦立荣	鲍晓军	鞠晓东		

《采油工程技术进展》编写组

主 编：刘玉章 郑俊德

主要编写人员：（按姓氏笔画排序）

丁云宏	马 强	弓 麟	王中国	王任飞	艾 池
卢拥军	石惠宁	申瑞臣	刘永喜	刘 合	刘喜林
齐奉中	张汝生	张传绪	陈彦东	吴晓东	李宜坤
李德富	杨川东	杨 华	杨 涛	林英姬	胥 云
赵志宏	高朝阳	唐孝芬	韩树柏	蒋廷学	熊春明
裴晓含					

序

人类进入 21 世纪，能源的全球供求矛盾呈现日益突出的态势。石油是世界能源消费的重要组成部分。近年来，随着国民经济的持续、快速发展，中国已经成为世界第二大石油消费国。如何保障我国石油安全和有效供给，已经成为我们面临的巨大挑战。

中国石油担负着保障国家油气安全供给的责任。长期以来，面对国内外竞争环境的变化，面临资源有限与需求不断增长的现实矛盾，中国石油实施技术创新战略，努力建设创新型企业，把提升自主创新能力放在突出的位置，围绕主营业务发展的需求，一手抓关键技术的攻关，一手抓技术创新能力建设，通过技术研发培育创新能力，依靠创新能力的提升，实现技术突破，使技术创新成为实现持续有效较快协调发展的重要支撑，成为建设具有较强国际竞争力跨国企业集团的重要支撑。“十五”期间，在勘探开发、炼油化工、油气储运、工程技术和软件、装备等研发领域，取得了一大批创新成果，在日益复杂的条件下，实现了石油储量和产量的稳步增长。

创新固然重要，技术的集成、有形化和共享同样重要，总结和提高非常有意义，这些都是提高科技竞争力所必须做的工作。国外的许多大型石油公司就有各专业系统、详尽、实用的技术手册，并且经常在修订。正是出于总结和提高的目的，中国石油天然气集团公司科技发展部以创新的思路，提出了组织《中国石油“十五”科技进展丛书》编写的计划，系统、全面总结中国石油五年来的科技工作，包括应用基础研究、技术开发、技术引进、技术推广与应用和装备研制等。这是十分有益的尝试，也是一项非常重要的工作，应该做好并继续做下去。

我十分高兴地看到，现在这项工作得到了大家的充分重视，进展得很顺利。《丛书》的阶段成果已经为我们编制“十一五”科技发展规划提供了重要的基础和依据；《丛书》的审稿结果也表明，我们的科技成果得到了很好的总结，体现了我们自己的专有技术、特色技术和技术集成；《丛书》的出版，我们预期也会对培养一批优秀专业人才起到重要的作用。

今年是“十一五”的开局之年，中国石油的发展也处于重要的战略机遇期。中国石油天然气集团公司召开科技大会，总结“十五”，部署“十一五”的科技工作，我们要以此为契机，进一步贯彻落实全国科技大会精神，要全面理解自

主创新的科学内涵，做好原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新。要坚定信心，坚忍不拔地建设创新型企业。在中国石油全面建设具有国际竞争力的跨国企业集团的进程中，科技工作要率先与国际接轨。值此《丛书》出版之际，我真切地希望这套书能成为记载中国石油科技发展的重要的里程碑，真诚地感谢参与研究和编撰工作的广大科技工作者。让我们继续努力，使中国石油的科技工作更加辉煌！

周群

2006年4月

丛书前言

“十五”期间，中国石油天然气集团公司（以下简称中国石油）在石油天然气勘探开发、炼油化工、石油工程技术服务、石油化工产品储运和贸易以及国际业务等方面都取得了长足的发展。中国石油的规模实力和可持续发展能力显著增强，成为历史上最好的发展时期之一。

随着半个多世纪石油天然气的勘探开发，近年来我国石油工业不得不面对越来越复杂的石油地质条件和高难度的油气生产、加工环境，而中国石油“十五”以来之所以能够取得令人瞩目的成就，得益于科技发展对主营业务的技术支持。为了应对国内外竞争环境的变化，中国石油实施建设一流社会主义现代化企业和具有国际竞争力的跨国企业集团的发展战略，全面落实科学发展观，紧密围绕主营业务发展的技术需求，以“两个转变”（由跟踪模仿向自主创新的转变，由主要为国内业务提供技术支持向立足国内、大力为海外业务提供技术支持的转变）和“四个加强”（加强重大工程技术瓶颈的攻关、加强对具有自主知识产权核心技术的开发、加强对海外业务的技术支持、加强应用基础研究）的创新思路，集中组织了重大科技攻关、重大现场试验、新技术推广应用和超前储备技术研究。“十五”期间，共承担实施国家级科技项目 15 项，安排公司级科技项目 359 项，获得国家级科技奖励 29 项和一批集团公司级重大科技成果，这些创新成果有力地支持了中国石油的生产经营和各项业务的快速发展。

为了系统全面反映中国石油“十五”的科技发展和技术创新成果，中国石油天然气集团公司科技发展部决定组织编写《中国石油“十五”科技进展丛书》（以下简称《丛书》），通过系统总结，以期形成专有技术的集成，形成中国石油具有共享性质的知识体系，从而构成企业有载体的无形资产和企业文化的重要组成部分。

《丛书》以总结中国石油科技研发活动的进展为主，兼顾国内其他部门和国外的进展；以科技计划为基础，以重大研究项目或攻关项目为重点。各分册既有重点成果，又形成相对完整的知识体系，具有先进性、系统性、实用性。它是科研成果的集成，是集体智慧的结晶，是整个科技创新的精华提升和综合性总结。

从 2003 年四季度开始调研至今的两年多时间里，中国石油天然气集团公司科技发展部组织了《丛书》项目组，在充分调研的基础上设计了 14 个分册，明

确了各分册的牵头单位及负责人，讨论确定了各分册构成内容、编写大纲，提出了各分册编写及审稿工作要求。分别于2004年8月、2005年7月和2006年3月召开了三次编委会。

《丛书》编委会主任、中国石油天然气集团公司周吉平副总经理非常重视《丛书》的组织编写工作，做出了重要指示，提出了具体要求，指出《丛书》编写也是科技集成创新的一个方面：①《丛书》是对“十五”科技成果的总结、提高，是编制“十一五”科技发展规划的重要基础和依据；②《丛书》应体现出自己的专有技术和特色技术；③《丛书》对提高科技自主创新能力要发挥重要的作用；④《丛书》对培养优秀专业人才要起到重要的指导作用。

具体来说，我们组织这套《丛书》的目的，一方面是总结中国石油阶段性的科技进展，为“十一五”的工作打好基础，另一方面且更重要的是为了扩散传播和推广应用这些成果和技术。《丛书》的编写是由行政单位牵头，把学术带头人、知名专家和有学术影响的人融合在一起组成编写团队。《丛书》的编写工作有如下特点：①各单位领导高度重视，抽调精兵强将参与分册编写工作；②各分册负责人高度重视，精心组织；③编写队伍中凝聚了一大批高水平的专家，基本代表各个专业领域的最高水平；④各分册既有重点成果，又形成了相对完整的体系，体现了先进性、系统性和实用性；⑤《丛书》展望未来科技发展方向，对编制“十一五”科技计划有很好的指导作用。

经过两年多的组织编写，到2005年底，经过多次审稿、修改，各分册都达到了预期目标。各分册的主要内容如下。

(1) 石油科技进展综述：由中国石油天然气集团公司科技发展部牵头，负责人刘振武。该分册综述中国石油“十五”期间在石油科技各个方面的进展以及对“十一五”的展望。

(2) 石油地质理论与方法进展：由中国石油勘探开发研究院牵头，负责人赵文智。内容包括陆相层序地层学理论与方法、岩性地层油气藏理论与方法以及前陆盆地、被动裂谷盆地、叠合盆地的油气富集规律和勘探技术的新进展，油气资源评价方法体系建立与应用，前瞻性地对非常规油气资源进行了展望并总结了石油地质综合研究方法。

(3) 石油地球物理勘探技术进展：由东方地球物理勘探有限责任公司和中国石油天然气集团公司物探重点实验室牵头，负责人钱荣钧、王尚旭。内容包括地震勘探数据采集技术、处理方法、解释技术，地球物理软件、模型技术，油藏地球物理、重磁电综合勘探技术、勘探实例以及今后技术发展方向等。

(4) 石油地球物理测井技术进展：由中国石油天然气集团公司测井重点实

验室和中国石油大学（北京）牵头，负责人王敬农、鞠晓东。内容包括测井应用基础研究、测井新技术开发、测井装备研制、测井新技术推广与应用等。

（5）钻井工程技术进展：由中国石油天然气集团公司科技发展部和中国石油勘探开发研究院牵头，负责人孙宁、苏义脑。内容包括水平井钻井技术、深井超深井钻井技术、欠平衡钻井与气体钻井技术、大位移井与分支井钻井技术、固井和完井技术、钻井液与储层保护技术、海外钻井实践、钻井装备与工具以及钻井工程应用基础与前沿技术等方面的新进展。

（6）采油工程技术进展：由中国石油勘探开发研究院牵头，负责人刘玉章。内容包括采油工程方案编制、完井、人工举升、注水工艺、油田堵水调剖技术、低渗透油藏压裂酸化工艺技术、热力采油、防砂工艺技术、套损机理分析及修复防护技术、采气工艺等方面的新进展。

（7）油气藏工程技术进展：由中国石油勘探开发研究院牵头，负责人袁士义。内容包括油层物理与渗流力学的理论进展，以及油气藏精细描述与精细数值模拟技术、勘探开发一体化油气藏评价技术、不同类型油气藏开发/调整方案优化设计技术、剩余油分布预测研究形成的改善水驱技术和油气田开发规划与经济评价研究取得的新进展。

（8）提高采收率技术进展：由中国石油勘探开发研究院牵头，负责人沈平平。内容包括油藏精细描述技术，聚合物驱油技术、化学复合驱油技术，热力采油技术，注气提高采收率技术、微生物提高采收率技术以及其他提高采收率技术等方面的新进展。

（9）石油地面工程技术进展：由中国石油集团工程设计有限责任公司牵头，负责人迟尚忠。内容包括油田地面工程、气田地面工程、滩海油气田工程、腐蚀与防护、地面工程新设备与应用、计量仪表与自动化、化学药剂等方面的新进展。

（10）油气输送管道工程技术进展：由中国石油天然气集团公司管材研究所和中国石油天然气管道局牵头，负责人杨龙、高泽涛。内容包括油气管道勘察设计技术、高性能管材国产化技术、管道施工技术、管道输送技术、管道检测与完整性评价技术、腐蚀与防护技术、施工和运行管理技术等方面的新进展。

（11）石油炼制与化工技术进展：由重质油国家重点实验室、中国石油天然气集团公司催化重点实验室和中国石油炼油化工技术研究开发中心牵头，负责人徐春明、鲍晓军。内容包括重油加工、清洁油品生产和润滑油、石蜡、沥青等特色产品的生产技术等石油炼制技术方面取得的进展，基本有机原料、三大合成材料、天然气化工和化肥以及精细化工等石油化工领域的进展，以及在催

化材料、催化剂、石油化工装备和先进控制技术方面取得的新进展。

(12) 石油信息技术进展：由中国石油天然气集团公司石油经济技术研究中心牵头，负责人王同良。内容包括信息技术在石油工业上游、下游中的应用，中国石油计算机网络建设、管理信息系统、电子商务以及信息网站及门户建设等。

(13) 石油环保技术进展：由中国石油天然气集团公司质量安全环保部和环境工程技术中心牵头，负责人董国永。内容包括环保技术、石油相关污染及其控制、清洁化生产、环境影响评价等。

(14) 勘探开发集成配套技术及应用实践：由中国石油天然气集团公司科技发展部、中国石油勘探开发研究院和中国石油天然气勘探开发公司研究中心牵头，负责人方朝亮、牛嘉玉、卞德智。主要内容是围绕岩性地层油气藏、前陆盆地、老油区挖潜、边际油田、被动裂谷、复杂碳酸盐岩油气藏、复杂小断块、低渗透油藏等重大勘探开发领域，系统分析和总结了使油气勘探和开发取得重大突破的各项配套技术与方法。

以这样一个思路来组织编写这样一套《丛书》，是一个新的尝试。期待通过我们的努力，这套《丛书》能够达到预期的目的，能够得到大家的认可。我们计划今后每五年总结编写一次，形成一个模式。对每五年的科技进展进行总结、提炼、积累，让后人站在这个平台上继续攀登，加快企业对已有技术的学习应用和加快技术创新的步伐。

《丛书》的组织编写和出版工作也是一项任务量很大的工程。在两年多的时间里，组织数十个科研单位、数百名科研人员投身于其中，在完成紧张的科研和生产任务的同时，认真落实周吉平副总经理指示和要求，以高质量高标准完成了各个分册的编写工作，并不厌其烦的进行修改，达到了最终的出版要求；石油工业出版社组织一流的编辑出版力量，高质量、高标准完成《丛书》的编辑出版工作，力争把这套《丛书》出成精品图书。值此《丛书》出版之际，对所有参与这项工作的院士、专家及科研人员，对他们辛勤而杰出的工作深表感谢。

《丛书》的出版又使我们迈向了新的起点。我们在期望《丛书》发挥应有效用的同时，也真诚地希望广大科技界的同仁能不吝赐教，使《中国石油“十一五”科技进展丛书》能够编得更好。

《丛书》编委会

2006年4月

前 言

采油（气）工程是油气田开发的重要组成部分。随着油气田勘探开发难度的不断加大，采油（气）工程技术在勘探发现、剩余油挖潜、难采储量动用、降低操作成本、提高油气田开发整体效益等方面的作用越来越突出。

采油（气）工程技术涉及面广、内容多。近几年来，采油（气）工程系统紧密结合油气田开发的需要，研究形成了高含水油田综合治理、低渗透油藏经济开发、稠油储量有效动用、气藏有效开发、超深及复杂类型油藏采油以及完井等配套技术，基本满足了近年来油气田开发的需要，改善了老区开发效果，加快了新增探明储量的产能转化效率，提高了各类油气田开发水平。

根据中国石油的发展战略，一方面要强化勘探，坚持勘探开发一体化的方针，努力多探明经济储量；另一方面要继续深化各类已开发油田的研究，不断提高采收率，努力延长油田的稳产期。此外，随着西气东输计划和陕京二线的实施，中国石油还面临着平稳供气的艰巨任务。因此，采油（气）工程系统面临的主要问题很多、很难，不但要继续加强已形成技术的配套和综合应用，还要有针对性地持续研究和发展新工艺、新技术，通过技术进步保证中国石油长期稳产目标的实现。

《采油工程技术进展》是《中国石油“十五”科技进展丛书》的一个分册，正是根据中国石油的发展战略，将近几年来采油（气）工程的技术活动、研发工作、技术引进、技术推广与应用和装备研制等方面内容介绍给读者，以此推动采油（气）工程技术持续向前发展。

全书共十一章。第一章采油工程方案编制，由弓麟、赵志宏等人编写；第二章完井，由申瑞臣、齐奉中、张传绪等人编写；第三章人工举升技术，由刘玉章、郑俊德、吴晓东、李德富等人编写；第四章注水工艺，由刘合、裴晓含、刘永喜、马强等人编写；第五章油田堵水、调剖技术，由刘玉章、熊春明、唐孝芬、李宜坤等人编写；第六章低渗透油藏压裂酸化工艺技术，由丁云宏、林英姬、卢拥军、蒋廷学、陈彦东、胥云、张汝生等人编写；第七章热力采油，由刘喜林、韩树柏、王任飞、高朝阳等人编写；第八章防砂工艺技术，由刘喜林、韩树柏、郑俊德等人编写；第九章套损机理分析及修复防护技术，由郑俊德、王中国、石惠宁、艾池等人编写；第十章采气工艺技术，由杨川东、杨涛、杨华等人编写；第十一章采油、采气工程展望，由刘玉章、郑俊德等人编写。全书由刘玉章、郑俊德统稿。

由于编者水平有限，书中定有不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 采油工程方案编制	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 采油工程方案设计内容	(5)
参考文献	(14)
第二章 完井	(15)
第一节 复杂结构井完井方式的选择	(15)
第二节 完井液	(35)
第三节 生产套管优化设计	(40)
参考文献	(50)
第三章 人工举升技术	(51)
第一节 有杆泵采油	(51)
第二节 螺杆泵采油	(73)
第三节 潜油电泵采油	(99)
第四节 提捞采油	(109)
第五节 气举采油法	(117)
参考文献	(127)
第四章 注水工艺	(128)
第一节 分层注水技术	(128)
第二节 分层测试技术	(142)
第三节 注水井增注技术	(151)
参考文献	(158)
第五章 油田堵水、调剖技术	(159)
第一节 概述	(159)
第二节 堵水、调剖处理前油藏研究与处理目标的筛选	(168)
第三节 机械堵水、调剖技术	(169)
第四节 化学堵水、调剖技术	(176)
第五节 优化设计和施工工艺技术	(192)
第六节 堵水、调剖效果评价	(206)
参考文献	(212)
第六章 低渗透油藏压裂酸化工艺技术	(214)
第一节 压裂工艺技术	(215)
第二节 低渗透油气藏酸化技术	(252)
第三节 新型压裂液/酸液的应用与发展	(260)

参考文献 (280)

第七章 热力采油 (281)

 第一节 开采工艺技术 (283)

 第二节 提高采收率技术 (299)

 第三节 注蒸汽设备及配套技术 (326)

 参考文献 (336)

第八章 防砂工艺技术 (337)

 第一节 膨胀筛管防砂技术 (337)

 第二节 复合射孔防砂技术 (339)

 第三节 地层深部防砂工艺技术 (342)

 第四节 防砂排砂泵 (343)

 第五节 涩北气田的防砂技术 (344)

 参考文献 (346)

第九章 套损机理分析及修复防护技术 (347)

 第一节 油水井套损现状及机理分析 (347)

 第二节 套损修复及防护技术 (364)

 参考文献 (367)

第十章 采气工艺技术 (368)

 第一节 常规气藏的采气工艺技术 (368)

 第二节 特殊气藏的采气技术 (395)

 参考文献 (430)

第十一章 采油、采气工程展望 (432)

 参考文献 (443)

附录 大事记 (444)

Contents

1 Forming of Petroleum Production Engineering Plan	(1)
1.1 Overview	(1)
1.2 Content of petroleum production engineering plan designing	(5)
References	(14)
2 Completion	(15)
2.1 Selection of completion manners for complex construction well	(15)
2.2 Completion fluid	(35)
2.3 Optimizaiton design of production casing	(40)
References	(50)
3 Technology of Artificial Lift	(51)
3.1 Oil production with sucker rod pump	(51)
3.2 Oil production with screw pump	(73)
3.3 Oil production with electric pump	(99)
3.4 Oil Bailing production	(109)
3.5 Gas lift production	(117)
References	(127)
4 Technique of Water Injection	(128)
4.1 Technology of zonal injection	(128)
4.2 Technology of zonal testing	(142)
4.3 Injectivity enhancing technology for injector	(151)
References	(158)
5 Profile Modification and Water Plugging	(159)
5.1 Introduction	(159)
5.2 Reservoir study and target selecting before these treatment	(168)
5.3 Technology of mechanical profile modification and water plugging	(169)
5.4 Technology of chemical profile modification and water plugging	(176)
5.5 Technology of optimization design and implementation	(192)
5.6 Performance evaluation of profile modification and water plugging	(206)
References	(212)
6 Technology of Fracturing and Acidizing in Low Permeable Reservoir	(214)
6.1 Technology of fracturing	(215)
6.2 Technology of acidizing in low permeable oil & gas reservoir	(252)
6.3 Application and development of new fracturing/acidizing fluid	(260)

References	(280)
7 Thermal Recovery	(281)
7.1 Production technology	(283)
7.2 Technology of enhanced oil recovery	(299)
7.3 Steam injection equipments and matching technology	(326)
References	(336)
8 Technology of Sand Control	(337)
8.1 Technology of sand control with swelling screen pipe	(337)
8.2 Technology of sand control with compound perforation	(339)
8.3 Technology of sand control in the deep of reservoir	(342)
8.4 Sand control pump and sludger	(343)
8.5 Sand control technology in Sebei gas field	(344)
References	(346)
9 Analysis of Casing Damage Mechanism and Renovation & Prevention Technology ...	(347)
9.1 Present conditions of casing damage and mechanism analysis	(347)
9.2 Renovation and prevention technology	(364)
References	(367)
10 Gas Production Technique	(368)
10.1 Gas production technology for conventional gas reservoir	(368)
10.2 Gas production technique in special gas reservoir	(395)
References	(430)
11 Prospect of Petroleum & Gas Engineering	(432)
References	(443)
Appendix Sequence of Events	(444)

第一章 采油工程方案编制

油田开发总体方案包括油藏工程方案、采油工程方案和地面建设方案三大部分。它们之间相互作用、相互渗透、相互影响、相互制约。从系统工程观点来看,方案设计应当着眼于总体,周密地分析各子方案的影响因素和环节,必须加强采油工程与其他系统工程的协调和配合,最终实现油藏、注采、集输三大系统总体优化,实现油田开发的总体经济效益最优化。以前,我国各油田对采油工程方案的设计重视不够,现在逐步转变了观念,认识到了采油工程方案在油田开发中所起的重要作用,把编制采油工程方案列入了油田开发必不可少的工作程序。

近几年采油工程方案编制水平不断提高,主要原因是各种优化设计方法软件的应用。

为了寻求不同开发阶段影响油井产量的主要制约因素,从而制定对策,有效地控制生产动态的发展,超前做好技术储备和物资准备工作,在工艺和设备能力允许的范围内,对影响生产动态的可变因素加以控制,使其达到最佳生产效果。如:利用射孔软件进行射孔参数优化设计,通过对孔深、孔密、孔径、相位角、负压值等的敏感性分析,优选最佳射孔参数和射孔工艺;用生产井优化软件采用节点分析的方法分析油藏保持压力水平对自喷井和机械采油设备举升能力的影响,用敏感性分析方法分析油藏保持压力水平对油井举升状态影响及对井口注水压力的要求等。

采油工程方案研究的对象主要在地下,影响因素繁多,且随时间的变化十分复杂。由于计算机的发展带动了采油工程专业软件的发展,近几年来国内采油工程专业软件发展较慢,但国外关于采油工程的专业软件发展速度很快,这些采油工程专业软件在方案设计中起着主导作用,离开专业软件搞出的方案不仅内容单调,缺乏必要的依据,难以令人信服,而且也没有把握达到决策准、少失误、少投入、多产出的设计目的。为了使方案编制水平更上一层楼,中国石油天然气股份有限公司从国外新引进了油气井优化设计软件(其中包括电泵井、气举井、喷射泵井)、有杆泵设计软件、螺杆泵设计软件、防腐蚀软件、出砂预测软件、试井解释软件等,借助这些专业软件,可以提高我国各油田的采油工程方案编制水平。

第一节 概 述

一、编制采油工程方案的目的和意义

油田开发是一项庞大而复杂的系统工程,在新油田开发前必须编制“总体开发方案”,作为油田经济高效开发的指导性文件。图 1-1 表明了采油工程方案在油田开发总体方案中的位置。采油工程方案是油田开发总体方案的重要组成部分,在开发总体方案中起着承上启下的重要作用。采油工程涉及从工艺上组织和实施油藏工程方案,并对钻井工程和地面

集输工程有着直接影响和要求，是实现油田开发总体方案最优化的重要一环。由于油田开发投资巨大，风险性也大，向方案要效益是油田开发的重要一环，因此，只有增强采油工程与油藏工程、钻井工程及地面集输工程的相互协调和配合，相互渗透、统筹规划、系统优化，才能从总体上提高油田开发的技术水平和经济效益。

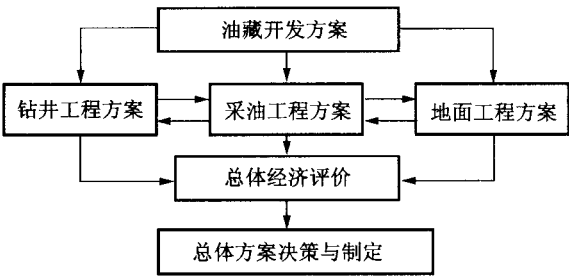


图 1-1 采油工程方案在油田开发总体方案中的位置

采油工程方案不但是完成油藏工程开发指标的技术保证和地面工程建设的依据和出发点，而且是油田未来开采过程中进行各项工艺技术配套的具体规范，采油工程方案编制的好坏直接关系到油田开发过程中产量和生产成本的高低，方案的节约是最大的节约，方案的浪费是最大的浪费。采油工程方案设计现已成为新油田投产和老油田调整改造之前必须要进行的一项综合性研究工作。

二、采油工程方案编制的原则及要求

1. 采油工程方案编制的原则

采油工程方案的编制一般应遵循以下基本原则：

- 1) 符合本油田开发的总体部署和技术政策。
- 2) 适合油藏地质和环境特点，必须满足油藏工程和地面建设对方案提出的要求。
- 3) 设计方法必须具有科学性、先进性，方案设计的内容必须具有针对性和完整性。
- 4) 选用的主体工艺技术和配套技术先进、成熟，方案的实施具有良好的可操作性。
- 5) 方案必须符合“少投入、多产出”的高效开发原则，具有显著的经济性。

2. 采油工程方案编制的要求

根据采油工程方案编制的基本原则，采油工程方案应按以下基本要求进行设计：

- 1) 充分应用油藏地质研究和油藏工程提供的基本资料，并以它们为主要的依据。
- 2) 重点论证完成本油田开发的任务及指标、主体工艺技术的适应性和需要攻关的关键技术。
- 3) 结合油藏特点，开展必要的室内和现场工艺试验，并充分借鉴同类油田的经验。
- 4) 采用先进的理论和设计方法，进行科学论证和多方案优选。
- 5) 具有科学性、完整性、适用性、可操作性和经济性。

三、采油工程方案编制步骤

采油工程方案设计应在油田开发总体建设方案编制的一开始就进行工作，其主要工作步骤如下。

- 1. 早期介入，熟悉和掌握油田地质与油藏的特点，参与油田开发的总体部署讨论
- 采油工程技术人员要认真贯彻勘探开发一体化的方针，早期介入油田开发的前期评价，为研究编制采油工程方案奠定基础。采油工程早期介入的主要任务是提出资料录取的要求，