

“十五”国家重点图书出版项目

ENGINEER'S MANUAL OF
OIL AND GAS PRODUCTION

油气开采工程师手册

何生厚 主编



中国石化出版社
HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

“十五”国家重点图书出版项目

油气开采工程师手册

何生厚 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本手册结合油气开采技术的发展,系统地收编了采油工程技术的相关资料、图表,同时也拓展收编了相关性较强的其他专业的基本应用性内容,以适应油气开采工程师工作中涉及的专业知识需求。手册以采油工程方案设计作为起点,以多相流数学模型为基础,集中编写了采油工程方案设计内容和方法;立足生产流程和工艺特点,分别编写了完井、测井、采油、采气、注水以及重点工艺措施、修井、油气层保护、防腐防垢和矿场集输等十九章内容,涉及到油气开采的全过程,较为突出地体现了“全、新、准”的需求。

这部手册是为现场油气开采工程师和技术人员提供的一套在设计、施工、管理等工作过程查阅参考的工具书。它既是油气开采工程师的工作手册,也是一般技术人员学习和工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油气开采工程师手册/何生厚主编.
—北京:中国石化出版社,2005
ISBN 7-80164-932-X

I.油… II.何… III.①石油开采—技术手册②天然气开采—
技术手册 IV.TE3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 140696 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 48.5 印张 1160 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定价:200.00 元

用好采油工程技术
为提高采收率服务

王志刚

二〇〇六年六月

序

近几年，从事油气开采的广大工程技术人员积极应对油气开采过程中不断提出技术难题的挑战，转变观念，开拓创新，开展基础研究和技术攻关，注重技术集成与综合配套，形成了一批新技术、新工艺、新方法、新材料，使油气田开采技术水平得到了有力提升。

采油工程行业应用过多种技术手册，这些手册对于指导油田开发生产、解决各种技术问题、促进科技攻关与技术进步起到了十分重要的作用。但是，随着油气生产的发展和开采工程技术的进步，各种新工艺、新技术、新装备、新材料、新工具不断出现，原有一些手册技术老化、缺乏全面性等问题越来越突出，很有必要编写一部全面汇集油气开采工艺、装备、材料、工具最新技术进展的实用手册，满足从事油气开采的广大工程技术人员的需要。

《油气开采工程师手册》汇集了油田新、老技术专家的智慧 and 心血，认真总结了油气田开采工程技术的设计经验和科研成果，吸收了国外先进技术，内容丰富、资料翔实。是集新颖性、先进性与实用性为一体的油气开采技术手册。

目前我国已普遍进入高含水开发阶段的老油田，如何提高经济采收率、保持稳产；滩浅海、深层超深层、低渗特低渗油藏及稠油特稠油油藏等难动用储量如何有效动用；西部新区缝洞型碳酸盐油藏如何有效控制自然递减速度，提高采收率，保持较长时间的稳产；高含硫气田如何实现安全开发；低压低渗透气田及凝析气田如何高效开发等等，都面临一系列的技术难题，只有依靠广大工程技术人员积极推进油气开发工程技术进步才能解决。相信这部手册的出版和广泛应用，必将为提高油气开采的技术水平和我国油气开采技术的创新开发起到积极的促进作用。



前 言

《油气开采工程师手册》是油气开采技术工作者必备的工具书。随着油气田开采的不断深入，油气田开采技术不断提高，为了适应新形势下油气开采的需要，我们组织专门人员编写了《油气开采工程师手册》，其目的是为现场采油工程师和技术人员提供一套在设计、施工、管理等工作过程中查阅参考的工具书。它既是采油工程师的工作手册，也是油气开采工程技术人员学习和工作的参考书。《油气开采工程师手册》是“十五”国家图书出版规划项目图书。

本手册系统地收编了采油工程技术的技术方法、设计与评价、工艺流程与设备、工艺措施与工具及相关资料与图表，同时也拓展收编了相关性较强的其他专业的基本应用性内容，以适应油气开采工程师工作中涉及的相关专业知识的需求。

本手册收集并分析了以往相关采油工程技术工具书的特点和不足，以实用性、系统性和拓展性为编写原则，努力做到继承和拓展并重，力求为现场的采油工程设计人员、生产管理人员和科研人员提供一套先进实用的工具书。手册内容以采油工程方案设计作为起点，以多相流数学模型为基础，集中编写了采油工程方案设计内容和方法；立足生产流程和工艺特点，分别编写了完井、测井、采油、采气、注水、重点工艺措施、修井、油气层保护、防腐防垢和矿场集输等十九章内容，涉及到油气开采的全过程，并力争体现“全、新、准、精”的要求。

本手册由何生厚主编，负责起草编写大纲和统稿工作，初稿第一章、第二章由张琪、蔡文斌、李恒编写，第三章由王毅编写，第四章由魏亚峰、李蓉、吴家松编写，第五章由刘常福、徐文庆、黄伟、王桂英、祝庆远编写，第六章由唐健、席文厚、付明森、李瑞云、张凤梅、仇光录编写，第七章由李小奇、赵金献、陈宗林、魏瑞玲、王海编写，第八章由张庆生、王连习、李宗田、张中伟、王小彩、蒲仁瑞、许现西、焦玉卿、赵华军编写，第九章由白增杰、盖平原、李淑兰编写，第十章由何桂华、马宏伟、范喜群、单永年、王春生编写，第十一章由侯庆功、姜文芝、鞠文编写，第十二章由黄波、赵海英、

鞠玉芹、张强德、李明志、王青涛、邹枫、王安培、李凤霞编写，第十三章由刘明华、朱彩虹、衣春霞、姜静、王威、智勤功、梅明霞编写，第十四章由唐功勋、陈德红、王海英、张光焰、何桂华、单永年编写，第十五章由陈晓源、贺鸿昌、苏浩编写，第十六章由李宗田、张强德、林觉振、耿元根、邹枫、王青涛编写，第十七章由李宗田、阚庆山、张丽、纪云岭、赵金献编写，第十八章由崔巨师、董学让、陈利霞、杨景辉编写，第十九章由张建、吴安民、郑玉岭编写，附录由邓敦夏、宋开利、刘志波组编。

本手册先后进行了四审，由白增杰、滕春鸣对三审稿进行了全书的风格、体例和插图的编整，由何生厚、沈琛、张毅、李宗田、曾庆坤、李宝同、蒋贤儒、朱晓荣、魏淋生、邓敦夏、王世清、张强德、余刘应、马洪兴、胥锐一进行了终稿的审定。

本手册涉及专业面广，资料收集研究工作量大，参加编写的技术专家历时三年，付出了辛勤的劳动。中国石化股份公司有关领导、中国石化股份公司油田勘探开发事业部、胜利油田、中原油田、江汉油田、河南油田、中国石化出版社等给予了大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于编写经验不足，掌握成熟新技术有局限性，手册中可能存在一些不足之处，恳请读者多提宝贵意见，以便修订时予以完善。

目 录

第一章 采油工程方案设计概要	(1)	第四节 油井生产系统分析——	
第一节 概述	(1)	节点分析法	(42)
一、油田开发总体建设方案	(1)	一、以分离器压力为求解点的分析	
二、采油工程方案的基本构成、设计		方法	(42)
原则与要求	(1)	二、以油藏压力为求解点	(43)
第二节 采油工程方案技术设计内容	(3)	三、以井底压力为求解点的分析	
一、采油举升方式选择	(3)	方法	(44)
二、采油工程配套工艺	(3)	四、自喷井以井口压力及油嘴为	
三、注水工艺方案设计	(4)	求解点的分析方法	(45)
四、油田生产动态监测	(4)	五、以泵口压力为求解点的分析	
五、作业工作量预测	(5)	方法	(46)
第三节 采油方式综合评价与决策分析	(5)	六、注水井节点系统分析	(47)
一、采油方式选择的基本内容	(5)	第三章 完井方式与井口装置	(48)
二、采油方式综合评价与决策模式	(5)	第一节 完井方式	(48)
三、油井生产系统及其动态模拟	(6)	一、常规井完井方式	(48)
四、采油方式综合评价因素及模型	(9)	二、水平井完井方式	(50)
五、决策分析步骤	(10)	三、分支井完井方式	(52)
第四节 采油工程方案经济评价	(11)	第二节 井口装置	(54)
一、评价基础数据与指标的确定	(11)	一、井口装置分类与表示方法	(54)
二、采油设备投资及生产费用	(13)	二、自喷井井口装置	(54)
三、敏感性分析	(13)	三、人工举升井井口装置	(57)
四、采油工程方案的技术经济评价	(14)	四、注水井井口装置	(59)
第二章 油气井流入动态与井筒多相流	(15)	五、注蒸汽热采井井口装置	(60)
第一节 油藏流体的性质	(15)	六、高压井井口装置	(61)
一、原油	(15)	第四章 自喷采油	(63)
二、天然气	(17)	第一节 自喷井采油设计	(63)
三、油田水	(21)	一、常用自喷管柱	(63)
第二节 油气井流入动态	(23)	二、自喷井工作制度	(65)
一、直井流入动态	(23)	三、常用井下工具	(67)
二、水平井和定向井流入动态	(27)	第二节 自喷井清防蜡工艺技术	(74)
三、气井流入动态	(30)	一、机械清蜡	(74)
第三节 井筒多相流动特征及计算		二、化学清蜡与防蜡	(76)
方法	(34)	三、热力清蜡与防蜡	(76)
一、基本概念	(34)	四、其他清防蜡	(77)
二、井筒压力分布的计算——Beggs -		第五章 有杆泵采油	(79)
Brill 法	(35)	第一节 机杆泵规范与性能	(79)
三、水平井变质量流压力分布计算	(38)	一、抽油机	(79)
四、气井井底压力计算	(40)	二、抽油杆柱	(83)

三、抽油泵	(87)	三、气举管柱的选择	(174)
第二节 有杆泵配套工具	(95)	第三节 气举井测试技术	(175)
一、井口光杆密封装置	(95)	一、井筒流压、流温测试	(175)
二、脱接器	(96)	二、油、套压力测试	(176)
三、泄油器	(98)	第八章 采气技术	(180)
四、气锚	(100)	第一节 气井工作制度	(180)
五、油管锚	(101)	第二节 气井排液采气工艺技术	(180)
六、抽油杆扶正器	(102)	一、井筒积液与排液措施	(180)
第三节 有杆泵生产系统设计	(102)	二、排液采气工艺技术	(181)
一、有杆泵抽油系统的确定	(102)	第三节 酸性气藏开采技术	(191)
二、设计校核	(104)	一、含硫气井分类	(191)
第四节 有杆泵生产系统分析	(105)	二、含硫气井常用管材	(191)
一、分析诊断设备与仪器	(105)	三、含硫气井管材防腐	(195)
二、地面示功图分析	(106)	四、含硫气井的生产管柱	(195)
第五节 地面驱动螺杆泵采油	(108)	第四节 凝析气藏注气开采技术	(197)
一、螺杆泵采油系统组成	(108)	一、注入气体的选择	(197)
二、系统参数确定	(111)	二、排液采气技术	(197)
三、螺杆泵采油常见故障诊断	(112)	第九章 稠油热采工程技术	(198)
第六章 无杆泵采油	(113)	第一节 稠油的特征与分类	(198)
第一节 潜油电动离心泵	(113)	一、稠油的分类标准	(198)
一、工作流程	(113)	二、稠油的物性特征	(199)
二、井下设备	(113)	第二节 相关的热参数计算	(200)
三、地面设备	(131)	一、湿饱和蒸汽的热焓	(200)
四、选泵设计	(134)	二、湿饱和蒸汽的比容	(200)
第二节 潜油电动螺杆泵	(138)	三、湿饱和蒸汽的黏度	(201)
一、工作流程	(138)	四、湿饱和蒸汽的密度	(201)
二、井下设备	(139)	五、饱和水与饱和蒸汽的热物理	
三、选型设计	(142)	参数	(201)
第三节 水力活塞泵	(143)	六、井筒热损失的计算	(201)
一、工作流程	(143)	七、各种井筒条件下的总传热系数	(203)
二、井下设备	(144)	第三节 蒸汽吞吐开采技术	(204)
三、动力液及配套设施	(148)	一、蒸汽吞吐采油机理	(204)
四、选型设计	(150)	二、蒸汽吞吐油藏筛选标准	(204)
第四节 射流泵	(151)	三、蒸汽吞吐参数优化	(205)
一、工作流程	(151)	四、地面注汽设备	(205)
二、井下泵及专用工具	(153)	五、井筒隔热技术	(208)
三、选型设计	(157)	六、蒸汽分配与测试技术	(212)
第七章 气举采油	(159)	七、注蒸汽中的油层保护技术	(214)
第一节 气举设备与工具	(159)	八、井筒降黏技术	(215)
一、气举采油地面设备	(159)	第四节 蒸汽驱开采技术	(216)
二、气举井下工具	(166)	一、蒸汽驱采油机理	(217)
第二节 气举井生产系统设计	(171)	二、蒸汽驱筛选标准	(217)
一、气举管柱设计	(171)	三、蒸汽驱参数设计原则	(218)
二、柱塞气举工作参数设计	(173)	四、汽驱增效技术	(218)

第十章 注水技术	(220)	六、压裂工艺技术	(337)
第一节 水处理	(220)	七、压裂监测、诊断与分析	(344)
一、注水水质	(220)	第二节 酸化技术	(346)
二、水处理流程	(221)	一、酸化机理	(346)
三、除油设备	(224)	二、酸液及添加剂	(349)
四、过滤设备	(229)	三、酸化工艺及设计方法	(357)
五、常用机、泵	(233)	第十三章 防砂技术	(377)
六、常用化学剂	(240)	第一节 出砂预测技术	(377)
第二节 注水工艺与设备	(242)	一、定性出砂预测	(377)
一、注水流程	(242)	二、定量出砂预测	(378)
二、注水管线	(243)	第二节 防砂方法优选	(379)
三、注水设备	(247)	一、选择原则及考虑的因素	(379)
第三节 注水井井下工具及管柱	(257)	二、防砂完井方法选择	(379)
一、分层注水封隔器	(257)	第三节 化学防砂工艺技术	(382)
二、配水器	(259)	一、化学防砂原理及分类	(382)
三、其他配水辅助工具	(265)	二、化学防砂工艺	(382)
四、分层配水管柱	(267)	第四节 机械防砂工艺技术	(384)
第四节 测试及调配	(270)	一、绕丝筛管砾石充填防砂工艺	(384)
一、分层测试及验封技术	(274)	二、滤砂管防砂工艺	(400)
二、注水嘴的选配	(274)	第五节 压裂防砂工艺技术	(404)
第十一章 生产测井技术	(278)	一、压裂防砂机理	(404)
第一节 生产动态测井	(278)	二、压裂防砂工艺的选井原则	(404)
一、流量测井	(278)	三、压裂防砂关键技术	(406)
二、压力测井	(279)	四、压裂防砂施工程序	(407)
三、流体密度测井	(279)	第十四章 堵水调剖工艺技术	(409)
四、井温测井	(279)	第一节 油井堵水工艺技术	(409)
五、持率测井	(280)	一、堵剂	(409)
六、温度测井解释	(280)	二、油井堵水工艺方法	(411)
七、单相流解释	(283)	三、油井堵水效果评价	(413)
八、两相流解释	(284)	第二节 注水井调剖工艺技术	(414)
九、三相流解释	(290)	一、调剖剂	(414)
第二节 工程测井	(291)	二、注水井调剖工艺方法	(420)
一、固井质量检查测井	(291)	三、检测技术	(432)
二、套管损坏检查测井	(300)	四、效果评价	(433)
第三节 产层评价测井	(303)	第三节 化学驱工艺技术	(434)
一、中子寿命测井(NLL)	(304)	一、地面工艺要求	(435)
二、碳氧比能谱测井	(305)	二、工艺流程	(438)
第十二章 压裂酸化技术	(310)	第十五章 试油试气	(446)
第一节 压裂技术	(310)	第一节 试油试气工艺	(446)
一、压裂设备与井下工具	(310)	一、工艺流程	(446)
二、压裂设计参数	(311)	二、工艺选择	(447)
三、压裂优化设计	(317)	第二节 设备、仪器和工具	(452)
四、压裂液	(322)	一、设备	(452)
五、支撑剂	(334)	二、仪器	(456)

三、工具	(463)	第十八章 储层保护技术	(614)
第三节 试油试气设计	(468)	第一节 储层敏感性分类及评价	(614)
一、地质设计	(468)	一、储层敏感性分类	(614)
二、工程设计	(475)	二、储层敏感性评价	(614)
第四节 资料处理分析	(477)	第二节 钻井、完井储层保护技术	(618)
一、典型实测压力曲线识别	(477)	一、保护储层的钻井工艺	(618)
二、现代试井分析方法	(478)	二、保护储层的钻井完井液技术	(625)
三、气井试井资料录取与分析	(484)	第三节 开发过程中的储层保护技术	(634)
四、地层试油试气结论命名	(488)	一、采油生产中的油层保护技术	(634)
第十六章 修井技术	(490)	二、修井作业中的保护油层技术	(636)
第一节 修井设备	(490)	三、注水过程中储层保护技术	(642)
一、修井机	(490)	四、增产措施(酸化、压裂)中的	
二、其他主要配套设施	(495)	保护技术	(645)
三、钻具	(515)	第四节 储层伤害检测及评价技术	(649)
第二节 修井工具	(517)	一、油层损害模型	(649)
一、检测类工具	(517)	二、评价参数和标准	(650)
二、打捞类工具	(519)	第十九章 油气集输技术	(654)
三、切割类工具	(535)	第一节 油气集输工艺流程	(654)
四、倒扣类工具	(538)	一、典型的油气集输工艺流程	(654)
五、套管刮削类工具	(543)	二、稠油集输流程	(658)
六、套管补接类工具	(545)	三、高凝油的集输流程	(660)
七、套管补贴类工具	(547)	第二节 原油处理及设备	(661)
八、铣、磨、钻类工具	(549)	一、气液分离	(661)
九、震击类工具	(553)	二、油气分离缓冲罐	(666)
十、整形类工具	(556)	三、原油热化学脱水	(667)
十一、侧钻工具	(559)	四、原油电脱水	(672)
十二、辅助类工具	(561)	五、原油稳定	(674)
第三节 大修工艺技术	(563)	六、油罐烃蒸气回收工艺	(677)
一、打捞解卡工艺技术	(563)	七、原油除砂洗砂	(678)
二、套管损坏治理技术介绍	(566)	八、原油储存	(678)
第十七章 防腐防垢技术	(568)	九、矿场原油管道输送	(682)
第一节 油气田腐蚀环境	(568)	十、原油加热炉	(688)
一、腐蚀分类及影响因素	(568)	十一、输油泵	(692)
二、大气腐蚀	(571)	十二、电动机	(705)
三、土壤腐蚀	(573)	十三、阀门	(709)
四、水腐蚀	(577)	第三节 油气水计量	(717)
第二节 油气田防腐技术	(581)	一、油井计量	(717)
一、防腐蚀设计的一般原则	(581)	二、外输油计量	(724)
二、油气开采中腐蚀的特点及对策	(585)	第四节 油气集输仪表及自动化	(727)
三、油气田常用防腐蚀技术	(588)	一、加热炉自控系统	(727)
第三节 结垢机理及清防垢技术	(607)	二、应用变频调速装置(VFD)实现	
一、油田垢的成分、类型及特征	(607)	液位控制	(727)
二、防垢与除垢	(608)	三、储油罐测控系统	(728)

四、原油外输与计量	(729)	五、钢塑复合管	(742)
五、监控与数据采集系统(SCADA)		六、工程塑料性能	(746)
实例	(729)	七、常用橡胶性能及选用	(749)
附 录	(732)	八、金属腐蚀速度的表示方法	(753)
一、常用法定计量单位及换算	(732)	九、油田腐蚀监测方法	(755)
二、常用油套管性能规范	(733)	十、地质年代表	(756)
三、输送流体用无缝钢管的力学性能	(739)	十一、地层顺序表	(757)
四、螺旋缝焊接钢管	(739)	参考文献	(759)

第一章 采油工程方案设计概要

采油工程方案是油田开发总体方案的核心，它是完成油藏工程方案开发指标的重要保障，也是地面工程建设的依据和工作出发点。采油工程方案设计的科学合理与否直接涉及油田开发的重要决策和经济效益。

第一节 概 述

一、油田开发总体建设方案

油田开发总体建设方案的编制是在地质勘探成果和试油、试采工作的基础上进行的，它包括油藏地质研究、油藏工程设计、钻井工程设计、采油工程设计、地面工程设计、总体方案经济评价和总体方案决策等七个方面，其构成与相互间的联系见图 1-1。

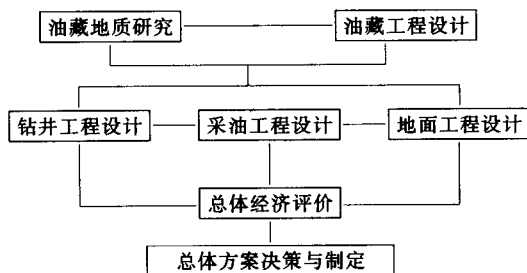


图 1-1 油田开发总体建设方案构成简图

油藏地质研究是对油藏认识和描述，并提供油藏地质模型，是总体方案设计的依据和基础。

油藏工程设计是依据油藏地质模型和试油、试采资料，通过一系列动态实验和模拟，确立开发方式和规模、划分开发层系、部署开发井网、应用油藏工程方法和数值模拟技术预测开发动态指标，并在技术经济分析的基础上编制出油藏工程方案。

采油工程设计是依据油藏地质研究成果，评价油藏工程方案的技术可行性，并制订一系列工艺措施方案，以确保油藏工程方案拟定开发指标的实现。

钻井工程设计和地面工程设计是根据油藏工程、采油工程方案的要求，建立地层流体的流动通道，并实现油气生产的控制、调节与流体的分离、计量等。

总体经济评价是对工程方案进行技术经济分析，以评价技术方案的经济可行性。

总体方案决策是上述研究成果的总结与集成。

二、采油工程方案的基本构成、设计原则与要求

1. 采油工程方案的基本构成

根据采油工程在油田开发过程中的任务，采油工程方案的基本构成见图 1-2。

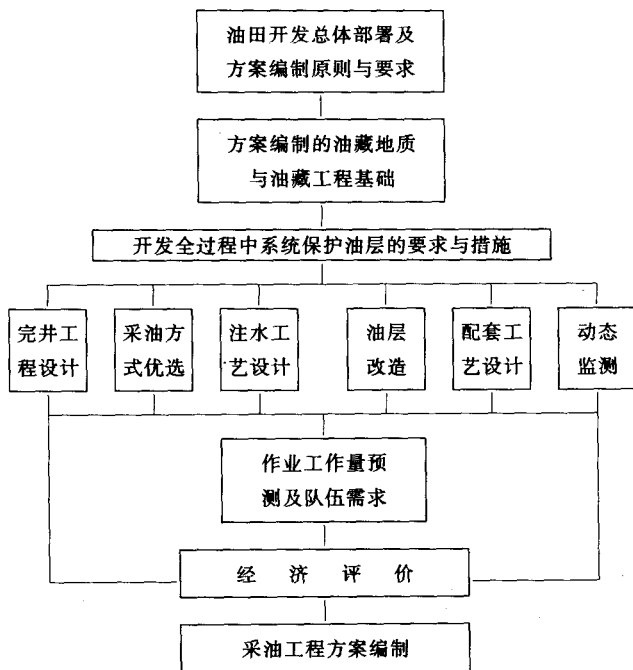


图 1-2 采油工程方案基本构成图

油田开发总体部署及方案编制原则与要求，是采油工程方案编制的指导。

方案编制的基础资料是采油工程方案设计的依据。

开发全过程中系统保护油层的要求与措施，是影响油井产能和开发效果的关键。

完井工程设计、采油方式优选、注水工艺设计、油层改造、配套工艺设计与动态监测等，是采油工程方案的主体。

措施与作业工作量预测、经济评价等，是实施采油工程方案、制定作业规划和经济评价的依据。

采油工程方案的具体设计与编制，见石油工业标准化委员会制定的 SY/T 6081—94 标准——《采油工程方案设计编写规范》。

2. 采油工程方案设计的基本原则

1) 设计方法要具有较强的科学性

在开发方案设计中，油藏工程、采油工程、地面工程必须进行平行研究，相互结合、相互渗透，充分发挥各自的优势，提高总体方案设计水平。采油工程方案必须紧密结合油藏实际，兼顾地面工程要求，借鉴国内外同类油藏和类似地面条件的油田开采的成功经验，充分利用试油、试采中取得的基本数据和前期各项研究成果，采用先进的数值模拟、物理模拟方法，使方案设计有坚实的实验和理论基础，提高方案决策的科学性。

2) 方案设计既全面又重点突出

按照石油行业规范，借鉴其他成功采油工程方案的经验，结合本油田采油工程特点，既要考虑图 1-2 所规定的采油工程方案基本构成的内容，又要根据油田具体情况对所采用的基本措施和关键技术进行重点论证，对特殊性油藏还应开展专题研究。

3) 要满足油藏工程和地面建设要求

采油工艺设计起码要遵循下述原则:

① 技术先进成熟, 工艺成龙配套, 对油藏有良好的适应性, 既能完成开发方案配产目标, 又能满足油田开发各阶段生产的需要。

② 有良好的可操作性, 在开发推移过程中可灵活调整, 充分发挥油井潜能。

③ 要最大程度的减少井下作业工作量。

4) 加强敏感性研究并进行多方案优化

对采油工程方案中的重要研究专题, 要进行多方案的敏感性分析对比研究, 优化选择最佳方案。

5) 坚持“少投入多产出”的经济原则

对方案要综合进行技术评价和经济评价, 使得优化的方案既要充分发挥油井产能和采油设备效率, 又要尽可能地降低油田开发成本, 提高油田开发的总体经济效益。

3. 方案编制步骤

① 收集和分析油藏地质和试油、试采以及钻井、完井等相关资料, 熟悉和掌握油藏特点。

② 结合油藏特点和总体部署的要求进行技术调研。

③ 拟订编制大纲, 确定重点, 提出试采工艺要求和需要开展的研究课题。

④ 在进行工程设计计算的同时, 针对油田的某些特殊问题开展专题研究或现场工艺试验。

⑤ 对各部分内容进行定期协调, 对部分成果进行审查。

⑥ 提出方案报告, 进行方案评审。

第二节 采油工程方案技术设计内容

一、采油举升方式选择

举升方式选择的依据和要求为:

① 预测不同含水阶段的油井产液指数和产油指数。

② 研究油井产能分布, 按油井产能进行油井分类, 确定不同含水阶段各类井井数的变化, 分析各类油井在油藏上的分布情况。

③ 模拟油井生产动态, 预测不同压力保持水平下, 各类油井采用不同举升方式可能获得的最大产量、完成配产要求的生产操作参数及油井生产动态指标。

④ 综合考虑经济、技术及管理等各种因素进行评价, 优选举升方式和举升设备。

二、采油工程配套工艺

1. 解堵工艺

① 对注入井液进行配伍性研究, 根据注入井液性质, 分析可能造成油层伤害的原因、伤害类型及程度。

② 针对油藏特点和堵塞原因, 分析酸化解堵或压裂解堵的可行性及工艺要求。亦可分析选择其他解堵方法。

2. 防砂工艺

① 根据储层特征、试油试采资料、油水井工作制度等进行出砂预测及出砂规律分析。

② 针对储层岩石结构、出砂预测结果、各种防砂工艺对油藏的适应性，选择高效、经济、适用的防砂方法，优选工艺参数和配套技术。

3. 防蜡工艺

① 在对原油组成、性质、含蜡量、蜡性、结蜡条件等室内实验分析的基础上，结合试采资料进行结蜡规律研究。

② 根据室内研究结果，借鉴同类油田的经验，选择经济有效的防蜡工艺措施。

4. 堵水工艺

① 根据油藏数据进行理论分析，并借鉴同类油田的经验，提出防水、堵水的措施，确定堵水的合理时机。

② 针对油藏地质及开采特点，选择堵剂与堵水工艺，制定堵水方案。

5. 防垢及防腐工艺

对产出、注入流体特性进行结垢和腐蚀性预测，根据预测结果提出相应的防垢、清垢和防腐工艺措施。

三、注水工艺方案设计

1. 注水工艺方案的基础分析

注水工艺方案的基础分析主要包括油藏工程方案对注水的要求、储层润湿性分析、储层敏感性对注水的影响分析及应采取的技术措施、水源条件分析等。

2. 注水系统压力分析

注水系统压力分析主要包括注水井吸水能力分析和预测、注水井破裂压力预测、注水井井底压力与井口压力设计等。

3. 注水管柱设计

注水管柱设计主要包括注水管柱结构设计与强度校核、井下配套工具选择、注水井井筒及管柱防腐措施等。

4. 注水井增注与调剖

① 针对油藏地质特点、配注要求和吸水能力，分析注水井采取措施的必要性，选择增注措施，并预测保证配注要求的可能性。

② 根据油藏地质特征及开发动态预测结果，分析采取调剖工作的必要性，在技术论证的基础上，提出采取相应的调剖措施建议。

5. 注水井投转注

① 根据油藏工程方案要求，针对油藏特点提出注水井投注或转注的工艺技术方

② 按注水井和注水站管理的有关规程提出日常管理要求，并针对本油田的开发特点提出维持注水井及地面系统正常工作的某些特殊要求和措施。

四、油田生产动态监测

① 根据油藏工程和采油工程要求，论证开发过程中需要实施的动态监测项目，制定油田动态监测总体方案，明确监测目标、测试方法和工艺要求。

② 选择配套测试仪器和设备。

③ 根据有关规定进行测试，取全取准各项测试资料。

五、作业工作量预测

1. 作业工作量预测

作业量预测，首先是根据采油工程方案相关部分提出的措施要求，确定进行作业种类和估算需要实施的作业次数。然后，采用统计法或折算标准工作量法进行工作量预测。

2. 作业队伍需要

按照总公司有关标准和规定，根据预测的作业工作量，提出作业队伍需求规划。

3. 配套厂站预测

根据经营模式和方案内容，遵循“因地制宜”、“避免重复”和“少投入，多产出”的原则，通过分析论证，预测配套厂站建设规模。

第三节 采油方式综合评价与决策分析

一、采油方式选择的基本内容

① 以油藏或开发区块为对象，根据油藏工程设计预测的单井产能建立不同开发阶段的油井产能分布模型，进行油井分类。

② 根据地面生产条件、油藏地质条件和各种举升方式可能的适应范围，初步确定可供选用的各种采油方式，以便进一步进行计算和分析。

③ 应用油井生产动态模拟器预测不同阶段、不同类型油井以不同举升方式生产时的油井动态，包括机械采油方式转换时机、各种方式在不同产液指数与不同含水情况下的可能产量、所用设备的工作参数及工况指标等。

④ 评价不同采油方式对不同油藏工程方案的适应程度，对油藏工程方案提出修正或选择建议。

⑤ 计算不同举升方式的举升费用和投入产出比。

⑥ 进行技术经济综合评价，对不同含水阶段采用的举升方式作出选择，对油藏工程方案提出反馈建议。

二、采油方式综合评价与决策模式

1. 油田开采和采油方式应用特点

① 油田开采是一个庞大而复杂的系统工程，油、水井生产系统则是油田开发系统的中心环节，油井生产系统则是注采系统的重要组成部分。因此，必须在充分研究各种采油方式组成的生产系统生产规律的基础上，把油井生产系统放在高一级系统的大环境中研究它对整个开采系统的影响，才能对采用何种采油方式作出正确评价和选择。

② 油田开采是一个动态过程，原油生产又必须通过单井来实现。所以，采油方式的选择，也必须综合考虑油田动态变化和单井产能分布规律。

③ 工程投资、机采设备、管理维护等，是油田投入开发后的主要投入，而不同采油方式的投入产出比不同，为此，也需要在技术经济综合评价的基础上选择采油方式。

2. 采油方式综合评价与决策的基本模式

1) 采油方式综合评价决策系统的概念框架