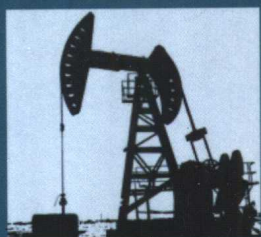


Production Engineering Project Design



采油工程

方案设计

张琪 万仁溥 编著



石油工业出版社

采油工程方案设计

张 琪 万仁溥 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统讲述了采油工程方案的构成、方案设计的原则与方法、方案编制的要求和步骤。重点讲述了采油工程方案设计过程中所涉及的有关技术问题, 主要内容包括: 基础资料准备、完井工程、注水工程、采油方式的确定、常用开采技术、整体压裂技术、酸化处理技术、防砂技术、经济评价和 HSE 问题。

本书可供从事油气田开发工作的决策人员、管理人员、技术人员, 以及相关的科研人员参考, 也可作为研究生“采油工程方案设计”课程及采油工程师培训班的参考教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

采油工程方案设计/张琪, 万仁溥编著.

北京: 石油工业出版社, 2002.9

ISBN 7-5021-3862-5

I. 采…

II. ①张…②万…

III. 石油开采-方案-设计

IV. TE35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 061980 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

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 开本 22 印张 555 千字 印 1—2000

2002 年 9 月北京第 1 版 2002 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3862-5/TE·2801

定价: 66.00 元

《采油工程方案设计》

编写组

组 长：万仁溥 张 琪

组 员：陈宪侃 李章亚 董恩环 黄盛崇

常毓文 曲占庆 俞绍诚 高大康

《采油工程方案设计》各章编审人员名单

章 节	编写人	审核人
第一章 总论	张琪、薄启炜	张卫国
第二章 采油工程方案设计的基础资料准备	张琪、李志明、陈德春、林博	常毓文
第三章 完井工程设计	万仁溥、李章亚、高大康	董恩环
第四章 注水工程设计	夏健、李善维、杨小平、夏杨	陈宪侃、黄盛崇、耿玉广
第五章 采油方式确定	张琪、薄启炜、李志芬、林博	陈宪侃、吴奇
第六章 采油工程常用开采技术	杨迪、贾永良、李彦卓、李善维、耿玉广	陈宪侃、刘万赋
第七章 低渗透油藏整体压裂	汪永利、俞绍诚	吴奇
第八章 稠油油藏开采工艺技术	常毓文、万仁溥、张朝晖、曲占庆	黄盛崇
第九章 酸化与酸压	孙锐、曾昊	陈宪侃、汪绪刚
第十章 防砂工艺技术	董恩环	黄盛崇
第十一章 采油工程方案经济评价	陈德春、张琪	张卫国
第十二章 油气田开发过程中的健康、安全与环境保护	曲占庆、赵东伟	刘万赋

前 言

从新中国成立以来，我国油田开发方案都是采用前苏联的模式。该方案模式的内容中仅包括油藏工程研究和油田建设方案。油田开发方案是根据油藏工程研究的结果而制定的，同时提出油田开发方式（枯竭式或注水开发）、油水井数、开采方式（自喷或人工举升）、单井产量及产液量、最终产量及产液量、注水压力、注水能力以及油层压力保持水平等方面的参数交油田设计部门，做出油田建设方案及经济评价。而承担实施油田开发方案的采油工程系统却没有任何方案。

20世纪60年代，我国开发大庆油田时，发现此模式问题较多，承担油田开发方案实施的采油工程始终处于被动或滞后状态，无法满足生产的需求。于是成立了采油工艺研究所，研究油田开发中的采油工程技术问题。当时，由于历史条件的原因，没有脱开原来油田开发模式，没有涉及到采油工程如何在油田开发中发挥作用的问题，也没有考虑采油工程方案系统设计，只是为解决油田开发过程中可能发生的问题，提前做好技术准备。

20世纪80年代初，由于全国改革开放的发展，原中国石油天然气总公司也加大了对外交流和合作的力度，多次与国外公司合作进行油田开发方案的研究，发现国外公司的油田开发方案中，不仅有油藏工程、油田建设方案，而且包括采油工程方案，并且放在重要地位。他们认为油田开发方案做得再好，还是要靠采油工程去实施，而且要由采油工程去衔接油藏工程和油田建设工程，并协调和解决三者各自的技术问题。西方公司比前苏联更注重实际，不仅关注油田开发指标，而且着重于此方案在现有技术条件下是否能实施，真正将油田开发方案做到切实可行。

1986年辽河沈阳油田开发，沈阳油田为高凝油，要建设年产300万吨产能，开采难度很大，仅靠过去的开发方案是难以开发此油田的。于是开展了大量的采油工程研究和试验，首次制订了包括油藏工程、采油工程和油田建设方案的油田开发方案。这是我国第一个采油工程方案，该方案根据沈阳油田高凝油凝固点高达50~60℃的特点，并与油藏工程和油田建设结合，优选了高凝油开采的工艺技术，制订出适合高凝油有效开发的方案，为顺利开采出高凝油和建设年产300万吨产能，发挥了重要作用。

1988年，塔里木轮南油田开发，制订了采油工程方案，长庆安塞油田、华北二连阿尔善油田也相继做出了采油工程方案；中原马厂、桥口油田以及胡状集老油田调整也做了采油工程方案。1990年吐哈油田开发，先后对其中的鄯善、丘陵、温米等油田都做了采油工程方案。采油工程方案于80年代末期已形成模式及程序，并在各油田推广应用，有力地促进了油田开发方案的实施。

从20世纪80年代末开始制订采油工程方案，经过近20年实践的检验，其对提高油田开发效果和经济效益都起到了举足轻重的作用，事实证明了采油工程在油田开发中的重要地位和作用。但是采油工程必须立足于油藏工程，并衔接油田建设工程，三者结合，互相渗透，搞好协调，各尽其责，发挥各自特长，形成一个整体，制定出一个实事求是，技术先进的油田开发总体方案，以便提高油田开发水平。另一方面我们也要看到，有的部门有时仍然以油藏工程方案代替采油工程方案，或者淡化采油工程方案，或忽视采油工程师的作用。在

当前高新技术快速发展的时代，各专业都有其独立的工程系统。只有各项工程紧密结合，才能提高油田开发方案整体水平。

这次编写出版《采油工程方案设计》一书，其目的是总结过去的经验，并进一步完善采油工程方案设计理论、计算方法和编制程序，为方案设计技术人员和方案设计组织人员提供一本具有理论基础和实用价值的参考书，也为采油工程师培训及相关院校研究生提供一本参考教材。该书虽然经过专家们多次修改完善，恐难免有不当之处，恳请专家、读者指正。

葛仁博

2002年8月

目 录

第 1 章 总论	(1)
1.1 油田开发总体建设方案	(1)
1.1.1 总体建设方案的基本构成	(1)
1.1.2 采油工程方案在油田开发总体建设方案中的地位和作用	(2)
1.2 采油工程方案	(2)
1.2.1 方案的基本构成	(2)
1.2.2 采油工程方案设计的基本原则	(3)
1.2.3 方案编制要求	(4)
1.2.4 方案编制步骤	(4)
参考文献	(4)
第 2 章 采油工程方案设计的基础资料准备	(5)
2.1 油田地质基础资料	(5)
2.1.1 地质构造特征	(5)
2.1.2 地层划分及岩性特征	(5)
2.1.3 储层特征	(6)
2.1.4 油藏类型及油、气、水分布	(6)
2.2 油藏工程基础资料	(6)
2.2.1 油藏流体的组成及性质	(6)
2.2.2 油藏压力与温度	(7)
2.2.3 储层岩石渗流特征	(7)
2.2.4 试油、试采成果及试井资料解释结果	(8)
2.2.5 油藏类型和驱动方式	(8)
2.2.6 油田开发层系、开发方式及井网部署	(8)
2.2.7 油井产能分布及其变化的预测结果 (J_L-F_w, F_w-t)	(8)
2.2.8 油田开发指标预测结果	(8)
2.3 采油工程基础资料	(10)
2.3.1 系统保护油层	(10)
2.3.2 储层敏感性	(12)
2.3.3 地应力	(15)
参考文献	(28)
第 3 章 完井工程设计	(30)
3.1 完井方式选择的技术要求	(30)
3.1.1 直井和定向井完井方式	(30)
3.1.2 水平井完井方式	(39)
3.1.3 不同类型油藏完井方式选择	(43)

3.2	油管及套管尺寸选择	(55)
3.2.1	自喷井油管尺寸选择	(55)
3.2.2	人工举升井油管尺寸选择	(57)
3.2.3	开采天然气藏时油、套管尺寸选择	(63)
3.2.4	井下作业措施对油管及生产套管选择的影响	(67)
3.2.5	开采稠油油藏时油、套管尺寸选择	(68)
3.2.6	开采高凝油油藏时油、套管尺寸选择	(70)
3.3	生产套管及注水泥	(70)
3.3.1	生产套管	(70)
3.3.2	生产套管设计步骤	(71)
3.3.3	套管与井眼间隙选择	(74)
3.3.4	套管程序	(76)
3.3.5	非稳定地层与套管抗外挤	(76)
3.3.6	注水泥	(80)
3.4	射孔工艺	(86)
3.4.1	射孔方式选择	(86)
3.4.2	射孔设计及参数优选	(90)
	参考文献	(99)
第4章	注水工程方案设计	(100)
4.1	油田注水开发可行性分析	(100)
4.1.1	油藏特征分析	(100)
4.1.2	储层表面润湿性分析	(101)
4.2	注水量预测	(101)
4.3	吸水能力预测	(102)
4.3.1	利用试注指示曲线确定吸水能力	(102)
4.3.2	利用渗流力学简化方法确定吸水能力	(102)
4.3.3	水力压裂井的最大注水量计算	(103)
4.4	注水压力预测	(104)
4.4.1	注水压力预测	(104)
4.4.2	注水压力预测的步骤	(104)
4.4.3	地层破裂压力预测	(105)
4.4.4	注水系统压力等级的确定	(105)
4.5	注水温度设计	(105)
4.5.1	注水井井底温度预测	(106)
4.5.2	优化注水温度的方法	(106)
4.6	注水水质及其质量要求	(106)
4.6.1	注入水质评定	(106)
4.6.2	注水介质的质量要求	(107)
4.6.3	特殊油藏注入介质中加化学剂	(111)
4.6.4	注水水源条件分析	(111)

4.7	分层注水工艺方案	(112)
4.7.1	编制分注工艺方案的原则及步骤	(112)
4.7.2	分注管柱设计	(113)
4.7.3	注水摩阻及注水管柱油管直径的确定	(114)
4.7.4	计算分注管柱的各种负荷及受力分析	(115)
4.8	注水井试注及投注	(120)
4.8.1	排液	(120)
4.8.2	洗井	(122)
4.8.3	试注	(123)
	参考文献	(124)
第5章	采油方式确定	(125)
5.1	油井产能计算与分析	(125)
5.1.1	单相液体的产能	(125)
5.1.2	油水两相流动的采油指数预测	(129)
5.1.3	油气两相渗流时的流入动态	(131)
5.1.4	$\bar{p}_r > p_b > p_{wf}$ 时的流入动态	(137)
5.1.5	油、气、水三相 IPR 曲线	(138)
5.2	自喷井生产动态预测	(139)
5.2.1	最大自喷产量预测	(140)
5.2.2	自喷能力、停喷条件及转机采时机	(140)
5.3	人工举升适应性评价	(142)
5.3.1	各种人工举升方式对生产条件的适应性	(142)
5.3.2	评价和选择人工举升方式的等级加权法	(143)
5.3.3	采油方式选择图(产量—深度图)	(146)
5.4	采油方式综合评价与决策分析	(147)
5.4.1	采油方式综合评价与决策模式	(147)
5.4.2	采油方式综合评价因素及模型	(148)
5.4.3	决策分析步骤	(150)
5.5	油井生产动态模拟	(153)
5.5.1	有杆抽油井生产动态模拟	(153)
5.5.2	电潜泵井生产动态模拟	(157)
5.5.3	水力活塞泵井生产动态模拟	(161)
5.5.4	水力射流泵井生产动态模拟	(165)
5.5.5	气举井生产动态模拟	(169)
	参考文献	(171)
第6章	采油工程常用开采技术	(173)
6.1	油水井解堵	(173)
6.1.1	研究储层伤害所必需的资料	(173)
6.1.2	分析和预测储层堵塞(伤害)的类型	(173)
6.1.3	常用解堵措施及概念设计	(174)

6.1.4	酸化解堵	(175)
6.1.5	其他解堵方法	(179)
6.2	油井清蜡与防蜡	(180)
6.2.1	石蜡的性质	(181)
6.2.2	影响油井结蜡的主要因素	(181)
6.2.3	油井结蜡预测和优选清防蜡工艺的方法	(182)
6.2.4	常用的清防蜡工艺及应用条件	(183)
6.3	清防垢	(190)
6.3.1	收集的主要资料	(190)
6.3.2	各种垢的结垢预测方法	(190)
6.3.3	常用各种防垢及清垢方法及适用条件	(193)
6.4	防腐蚀	(198)
6.4.1	预测腐蚀率	(198)
6.4.2	腐蚀物的鉴定	(198)
6.4.3	防腐蚀工艺	(199)
6.5	深度调剖及堵水	(201)
6.5.1	油井出水分析及预测	(202)
6.5.2	封、堵剂和深度调剖剂	(202)
6.5.3	堵水、深度调剖工艺方法选择及工艺参数的确定	(203)
6.5.4	堵水及深度调剖效果的评估方法	(205)
6.6	油田生产动态监测	(205)
6.6.1	编制油田生产动态监测方案必须收集的资料	(205)
6.6.2	生产动态监测方案设计原则	(206)
6.6.3	油田生产动态监测的内容	(206)
6.6.4	油田生产动态监测方案的设计步骤	(206)
	参考文献	(208)
第7章	低渗透油藏的整体压裂技术	(210)
7.1	整体压裂概述	(210)
7.1.1	基本特征	(210)
7.1.2	基本内容	(211)
7.1.3	基本技术支持	(212)
7.1.4	方案设计报告	(212)
7.2	油藏综合评价	(213)
7.2.1	评价内容	(213)
7.2.2	评价方法	(213)
7.3	压裂材料的评价与优选	(214)
7.3.1	压裂液	(214)
7.3.2	支撑剂	(218)
7.4	整体压裂方案设计的优化	(223)
7.4.1	方案设计参数	(223)

7.4.2	方案设计准则	(230)
7.4.3	方案设计的优化	(231)
7.4.4	方案设计参数的敏感性分析	(233)
7.5	整体压裂方案的实施、诊断与压后评估	(235)
7.5.1	方案现场实施(质量控制)	(235)
7.5.2	水力裂缝诊断	(237)
7.5.3	压后评估	(239)
	参考文献	(241)
第8章	稠油注蒸汽开采工程设计	(242)
8.1	稠油注蒸汽开采工程设计基础	(242)
8.1.1	稠油注蒸汽开采机理	(242)
8.1.2	稠油分类及注蒸汽开采筛选标准	(244)
8.1.3	水平井蒸汽辅助重力泄油技术	(247)
8.1.4	注蒸汽开采工程设计所需基础资料	(248)
8.2	稠油注蒸汽开采工程设计内容及方法	(249)
8.2.1	注蒸汽井完井方式及其完井工艺	(249)
8.2.2	注蒸汽井井筒隔热技术及选择	(252)
8.2.3	热采井井筒降粘及举升方式的选择	(255)
8.2.4	热采井防砂方法及选择	(257)
8.2.5	高温动态监测	(259)
8.2.6	高温调剖	(260)
8.3	深层稠油开采	(262)
8.3.1	掺稀油开采	(263)
8.3.2	掺活性水乳化降粘开采	(264)
8.4	稠油出砂冷采	(272)
8.4.1	稠油出砂冷采概述	(272)
8.4.2	稠油出砂冷采适用条件	(272)
8.4.3	稠油出砂冷采影响因素分析	(274)
8.4.4	稠油出砂冷采工艺技术	(274)
8.4.5	地面集输及处理	(275)
8.4.6	结论	(276)
	参考文献	(276)
第9章	碳酸盐岩油藏酸化处理工艺	(277)
9.1	碳酸盐岩油藏特征	(277)
9.2	碳酸盐岩油藏酸化工艺分类	(278)
9.2.1	酸洗	(278)
9.2.2	酸化	(278)
9.2.3	酸压	(278)
9.2.4	不同酸处理对象应注意的事项	(281)
9.2.5	油田不同开发阶段酸处理工艺特点	(282)

9.2.6	酸处理的排液	(283)
9.3	碳酸盐岩油藏酸化选井条件	(283)
9.4	酸处理工艺	(285)
9.4.1	常用酸液配方(酸和添加剂)及优选原则	(285)
9.4.2	酸化室内试验	(289)
9.4.3	碳酸盐岩裂缝性储层酸化的布酸原则	(289)
9.4.4	酸化挤酸程序	(290)
9.5	酸化效果评价及预测	(290)
	参考文献	(291)
第 10 章	防砂技术	(292)
10.1	出砂预测	(292)
10.1.1	影响出砂因素	(292)
10.1.2	出砂预测方法	(292)
10.2	防砂方法分类及优选	(294)
10.2.1	防砂方法分类	(294)
10.2.2	防砂方法选择	(295)
10.3	套管内绕丝筛管砾石充填防砂	(297)
10.3.1	砾石充填设计步骤	(297)
10.3.2	地层预处理设计	(297)
10.3.3	砾石设计	(298)
10.4	裸眼绕丝筛管砾石充填	(306)
10.4.1	裸眼防砂的应用条件及优点	(307)
10.4.2	裸眼砾石充填与套管内砾石充填相比,在工艺设计上的主要区别	(307)
10.4.3	裸眼砾石充填的优缺点	(307)
10.5	水力压裂—砾石充填防砂	(307)
10.5.1	技术原理	(308)
10.5.2	技术评价	(309)
10.6	高温注汽井砾石充填	(309)
10.6.1	砾石设计	(309)
10.6.2	筛管设计	(309)
10.6.3	防砂管柱设计	(309)
10.6.4	施工工艺设计	(309)
10.7	化学防砂	(310)
10.8	滤砂管防砂	(312)
10.8.1	树脂砂粒滤砂管	(312)
10.8.2	双层预充填筛管	(312)
10.8.3	多孔陶瓷滤砂管	(313)
10.8.4	金属纤维滤砂管	(313)
10.9	割缝衬管防砂	(313)
10.10	套管外膨胀式封隔器防砂	(314)

10.11 防砂方法综合评价	(315)
参考文献	(317)
第 11 章 采油工程方案经济评价	(318)
11.1 基本参数及分析评价指标的确定	(318)
11.1.1 基本参数	(318)
11.1.2 评价指标	(320)
11.2 采油设备投资及生产费用	(322)
11.2.1 采油设备投资	(322)
11.2.2 不同采油方式的生产费用	(324)
11.3 敏感性分析	(325)
11.4 采油工程方案的技术经济评价	(325)
参考文献	(326)
第 12 章 油气田开发过程中的健康、安全与环境保护	(327)
12.1 油气田开发过程中 HSE 管理体系及进行 HSE 管理的意义	(327)
12.2 采油工程方案编写中 HSE 管理体系的建立	(328)
12.2.1 油田生产中 HSE 管理的方针和目标	(328)
12.2.2 采油厂 HSE 组织机构的建立和资源的配备	(328)
12.2.3 体系文件编写	(330)
12.2.4 采油工程方案中 HSE 的规划	(331)
12.2.5 采油工程方案中 HSE 的实施和监测指南	(331)
12.2.6 采油及作业生产过程中 HSE 的评价与风险管理	(332)
12.2.7 采油工程方案的 HSE 设计评审	(334)
参考文献	(335)

第 1 章 总 论

油田开发是一项庞大而复杂的系统工程，因此，在油田投入正式开发之前，必须编制油田开发总体建设方案，作为油田经济、高效地开发的指导性文件，采油工程方案是总体方案的重要组成部分和方案实施的核心，在油田开发总体方案中起着承上启下的重要作用。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。

采油工程系统有两大组成部分：一是具有一定储存和流动特性的孔隙或裂缝介质系统，即油藏；二是人工建造系统，包括井底、井筒、井口装置、采油设备、注水设备以及地面集输、分离、处理和储存并外输设备等。

采油工程的任务是通过生产井和注水井对油藏进行一系列工程技术措施，使油气顺畅地流入井内，并被经济有效地举升至地面。

采油工程的主要目标是经济、有效地将深埋于地下的原油开采至地面，它是实现油田开发指标和完成原油生产任务的工程技术保证。这也是石油工业企业的根本目标之一。

采油工程的特点：(1) 涉及的技术面广、综合性强而又复杂；(2) 与油藏工程和地面工程有着紧密的联系；(3) 工作对象是生产条件随油藏动态的变化而不断变化的采油井和注入井。

采油工程方案本身涉及油田开发的重要决策和经济效益。更重要的是涉及决策者对采油工程的认识程度。

1.1 油田开发总体建设方案

1.1.1 总体建设方案的基本构成

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、总体经济评价和总体方案决策与制订等七个方面。

图 1—1 表示了油田开发总体建设方案的构成及其相互间的联系。可以看出，油田开发总体建设方案是一个大系统，每个子系统之间存在着密切的联系，且各子系统有其特有的功能和属性。

油藏地质研究是对开发对象——油藏的认识和描述，并提供油藏地质模型。油藏地质研究成果——油藏地质模型既是总体方案的主要组成部分，又是总体方案设计

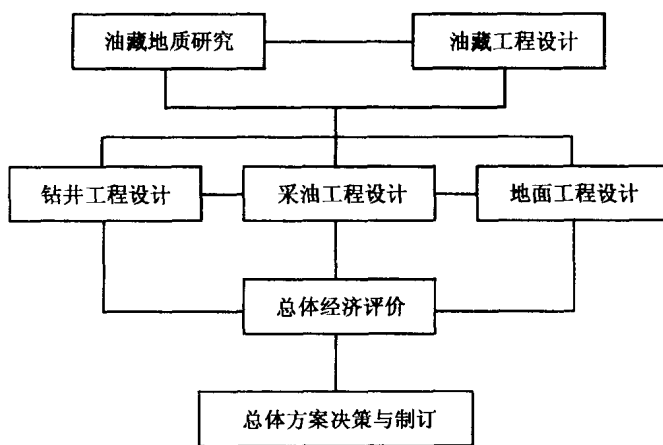


图 1—1 油田开发总体建设方案构成简图

的基础和依据。

油藏工程、钻井工程、采油工程及油气地面集输工程方案主要是依据地质模型和资源开发目的,发挥人的主观能动作用,确定需要采取的各项工程措施的技术性方案。

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,在进一步加深对油藏认识的基础上,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。

采油工程设计的依据是油藏地质研究成果和油藏工程方案,其任务是制订一系列工艺技术方案,并对油藏工程方案的工程技术可行性进行评价,以确保油藏工程方案拟定开发指标(主要是产量、注入量及压力保持水平等)的实现。它将直接涉及到油藏工程方案的适用性和可操作性。由于油田产能建成之后,油田开发指标和原油生产计划必须通过采油工程措施加以实现,所以采油工程方案在总体方案的实施中处于十分重要的位置。

钻井工程设计和地面工程设计则是根据油藏工程和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,以及流体的分离、计量等。

总体方案经济评价是依据现行的财税政策,从企业生产的根本目的出发,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,确定油田开发总体建设实施的方案。

因此,采油工程方案设计是根据油藏地质研究成果和油藏工程方案的要求,评价油藏工程方案开发指标的可行性,确定在实现油藏工程方案开发指标过程中应采取的一系列工程技术措施。

1.1.2 采油工程方案在油田开发总体建设方案中的地位和作用

- (1) 实现油田开发指标和原油生产计划的工程技术保证。
- (2) 评价油藏工程方案的适应性和可操作性。
- (3) 结合地面工程设计与建设方案,衔接油藏工程及地面工程,起到承上启下的作用。
- (4) 油田开发总体建设方案的重要组成部分和总体方案实施的核心。

1.2 采油工程方案

1.2.1 方案的基本构成

尽管油田情况千差万别,但油田开发工作遵循着共同的基本规律和需要解决的基本问题。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如图 1—2 所示。

“油田开发总体部署及方案编制原则与要求”是方案的总论,它是针对具体油田的情况确定油田采油工程方案编制的指导思想。

“方案编制的油藏地质与油藏工程基础”是采油工程方案设计的依据。

开发全过程中系统保护油层工作的好坏直接关系到油井产能,贯穿于油田开发的全过程,涉及到采油工艺技术的各个方面,必须加以强调。“完井工程设计”、“注水工艺设计”、“采油方式优选”、“油层改造”、“配套工艺设计”及“动态监测”等组成采油工程方案的主体。

“作业工作量预测及队伍建设”和“配套厂站建设”是为采油工程方案的实施提供辅助设施建设及作业规划。

“经济评价”将为方案的决策和实施提供依据。

为了使采油工程方案设计与编制规范化和提高方案设计水平，石油工业标准化委员会制定了《采油工程方案设计编写规范》，即 SY/T 6081—94 标准。

1.2.2 采油工程方案设计的基本原则

要使油田开发取得较好的经济效益，就必须紧密结合油藏和地面的实际，发挥采油工程方案在早期决策中的作用。在采油工程方案设计中紧密围绕提高经济效益开展工作，并遵循以下基本原则。

1) 设计方法必须具有较强的科学性

在油田的开发方案设计中，油藏工程、采油工程、地面工程必须

从总体方案编制一开始就进行平行研究。在研究工作中相互结合、渗透，在关键性的技术方案上及时反馈意见，充分发挥各自的优势，提高总体方案的设计水平。采油工程方案必须紧密结合油藏的实际，并兼顾地面工程的要求，符合本油田开发的总体部署和技术政策；应借鉴国内外同类油藏和地面条件相近油田开采的成功经验，分析国内外同类油田已编制和实施的采油工程方案的特点；充分利用油田在试油以及试采中取得的各项基本数据和前期研究所取得的各项成果；采用先进的数值模拟、物理模拟方法，对方案设计中所涉及的各项专题开展深入的研究，使方案设计有坚实的实验和理论基础，以保证方案决策的科学性。

2) 方案设计内容必须全面

由于方案是进行油田开发的主要指导性技术文件，必须结合本油田采油工程的特点，针对油田开发中的基本问题，全面开展研究工作，完成采油工程方案基本构成（如图 1—2 所示）所规定的内容。对一些特殊性的油藏还应有针对性地开展专题研究。

3) 必须满足油藏工程和地面建设的要求

采油工程方案设计中的采油工艺应该是：①先进的，且技术成熟、工艺配套，并对油藏具有良好的适应性，能够完成开发方案配产的目标，满足油田开发各阶段生产的需要；②有良好的可操作性，随着开发过程的推移，在调整上有一定的灵活性，并能够在油田开发中最大程度地发挥油井产能；③要最大可能地减少井下作业工作量。

4) 加强敏感性研究，进行多方案优化

对采油工程方案中的重要研究专题，必须进行多方案的敏感性分析对比研究。在多方案充分论证和深入研究的基础上，给出最优方案。也可以根据优化结果给出各方案的优先顺序，结合油田的实际情况，供高层决策选用。

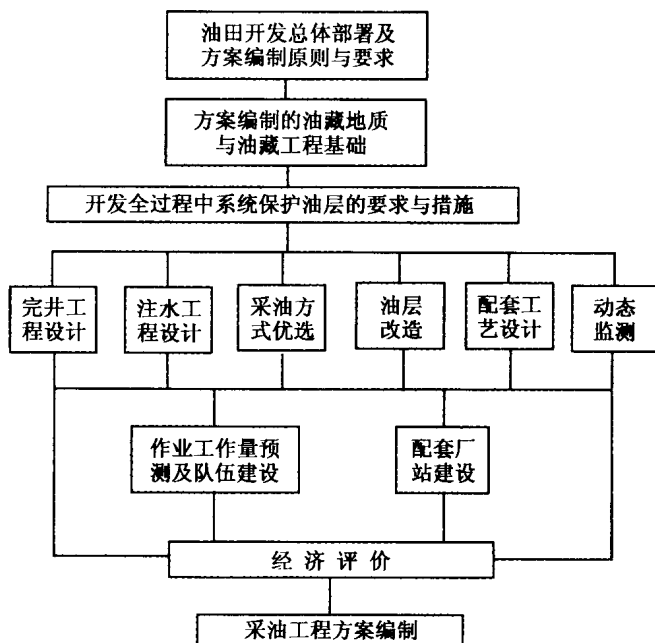


图 1—2 采油工程方案基本构成图