

YOU CANG
XITONG GONGCHENG GUANLI



油藏系统工程管理

苗丰裕 孙智◎主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了一门综合性边缘学科——油藏系统工程,论述了将油藏工程管理的内容与方法,按照系统工程管理思想进行系统管理,使得油藏工程不断发展与深化,确保开发技术的不断发展,实现采收率不断提高的目标。

本书适合从事油田开发的管理者及技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

油藏系统工程管理/苗丰裕,孙智主编.

北京:石油工业出版社,2010.7

ISBN 978-7-5021-7905-2

I. 油…

II. ①苗…②孙…

III. 油藏-系统工程

IV. TE34

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第137563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:中国石油报社印刷厂

2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:11

字数:220千字 印数:1—1000册

定价:42.00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

《油藏系统工程管理》

编 委 会

主 任:苗丰裕 孙 智
副 主 任:张 东 叶 鹏
委 员:苏云行 席国兴 沈忠山 贺贵欣 罗 庆
姜贵璞 李作光 刘 威 梁卫东 冯长山
徐典平 梁秋丽 刘 明 李国娟 邓淑华

编写人员:

第一章 苗丰裕 叶 鹏
第二章 席国兴 沈忠山 刘 雷
第三章 范孝银 刘 明
第四章 单 峰 梁秋丽
第五章 苏云行 夏连晶
第六章 肖建群
第七章 刘 雷 杜树楷 于风林
第八章 叶 鹏 贺贵欣
校 对 夏连晶 王丽敏

前 言

世界石油行业的工作者始终力求开发好所辖油田,其“好”的标志是力求达到最高的采收率。为此,人们在理论和技术领域不断探索,不断创新,不断发展,使石油开采自 19 世纪初形成工业化产业以来,开发理论和开采技术不断发展,采收率不断提高。伴随着石油开采技术的发展,其技术管理逐步形成一门学科,在开发过程中的作用也越来越重要,并且人们认识到,要实现真正优质、高效地开发油田,技术的发展、理论的创新和技术的管理是“三驾马车”,缺一不可。先进的理论和技术在应用过程中,必须要有一套科学的管理程序,才能在工业生产中形成实用技术,产生良好的效果和效益,这就使得管理工程在实践中发展起来并不断完善,以至于成为与开发理论和开发技术并驾齐驱的石油工程领域一个不可缺少的部分,成为开采业的重要组成部分。

油藏工程是集多种学科、多种技术为一体的油田开发的系统工程,也是一门复杂的学科,它的领域涵盖了钻井工程、地面工程、采油工程、地质工程、计算机工程等多个学科,这些工程之间互相渗透、互相配合、互相协同,综合解决油藏工程问题。要使各个学科、各种工程技术有机的联系在一起,有序的组织在一个平台上,使各个学科活动一致、步调一致、发展一致,发挥出各学科的协同效应,必须要有一个科学的管理系统,这个系统就是油藏系统工程。这是一个新的领域,也是一个重要的领域。

大庆油田经过半个世纪的勘探开发,形成了具有世界领先的油藏开发技术,并逐步建立和完善了适合油田开发需要的油藏系统工程管理,使油藏工程不断发展与深化,使各项工程有序、顺畅的融进油藏工程里,确保了开发技术的发展,实现了采收率不断提高的目标。

本书的目的是将油藏工程按照系统工程的管理思想和方法介绍给大家,起到“抛砖引玉”的作用,对油田开发的技术管理者及相关技术人员有所启迪和帮助,提高其管理能力,也使后来人发展和完善该领域,使其真正成为完善的工程系统。

目 录

第一章 概述	1
第一节 油藏系统工程的基本概念	1
第二节 油藏系统工程的特点	2
第三节 油藏系统工程的构成	2
第四节 油藏系统工程的体系	4
第五节 油藏系统工程的管理	8
参考文献	10
第二章 地质工程系统	11
第一节 地质工程的内容	11
第二节 储量技术标准与管理	12
第三节 构造与储层描述	16
第四节 地质数据库管理体系	25
第五节 成果共享体系	26
参考文献	27
第三章 油田开发调整系统	28
第一节 加密调整方案的作用、内容与管理	28
第二节 注采系统调整方案的内容与管理	35
第三节 调整方案的优化与决策	41
参考文献	42
第四章 开发过程的循环分析	43
第一节 循环分析调整体系	43
第二节 控制自然递减分析调整体系	48
第三节 控制含水上升分析调整体系	55
第四节 地层压力分析控制体系	59
第五节 动态分析管理与考核体系	61
参考文献	74

第五章 三次采油系统	75
第一节 三次采油系统管理的作用	75
第二节 三次采油基础	76
第三节 三次采油方案设计	79
第四节 三次采油方案决策	82
第五节 三次采油方案实施与分析调整	86
第六节 三次采油注入质量控制	92
第七节 三次采油效果与效益评价	103
参考文献	104
第六章 油田开发规划系统	106
第一节 油田开发规划的概念与内容	106
第二节 油田开发规划的理论方法	112
第三节 规划方案的设计	115
第四节 规划方案的决策	124
参考文献	125
第七章 油田开发过程中的资料管理系统	126
第一节 裸眼测井资料的管理与应用	126
第二节 密闭取心井资料的管理与应用	130
第三节 油层(田)动态监测系统的设计与资料管理	133
第四节 油田动态监测系统的管理与资料应用	139
第五节 采油井、注入井生产资料录取的管理	153
参考文献	158
第八章 油田开发技术创新管理	159
第一节 油田需要不断发展开发新技术	159
第二节 油田开发技术创新体系建设与管理	161
第三节 科技创新项目管理	165
参考文献	169

第一章 概 述

第一节 油藏系统工程的基本概念

油藏工程是一项系统工程,是集地质学、流体学、渗流学、岩相学、信息技术等于一体的综合工程体系,同时也是一项要求团队合作性较强、技术发展性较强、与世界同一性较强的行业。大庆油田有限责任公司作为大型油气生产公司,也是技术领先的现代化企业,不但拥有世界领先的石油开发技术,还建立了一套较先进和较完善的系统工程管理体系,这两大方面的优势使企业的航船在世界经济和技术发展的浪潮中,不断地航行在前列。

绝大多数油气资源都以流体的形式深埋于地下。如何把油气资源以最高效、最经济的手段和技术开采到地面,并进行加工利用,一直是人们不断追求和探索的目标。

油藏系统工程是研究油气资源开发的一门科学,可以被定义为最优化研究提高经济采收率的预测和控制油田开发过程的理论和方法。

油藏系统工程是以油气藏为研究对象,以渗流力学、岩石物理学、流体力学、石油地质学、物理化学等学科为理论基础,以数学、计算机科学、经济学等学科为研究工具,以高效开发油气资源为目的的一门综合性边缘学科。

油藏系统工程以油田投入开发为起点,通过不断的进行油藏地质研究,对油气藏的储量规模和产油能力作出评价,然后,结合经济分析,对油藏开发方案作出优化设计并实施,同时对油气生产过程进行监测、调整,以求达到最佳的开发效果。

自 20 世纪 40 年代以来,油藏系统工程理论和方法得到了迅速的发展。现代先进技术的发展和应用,使世界原油产量达到了顶峰。进入 20 世纪 80 年代后期,世界油气资源的新发现越来越少,油气资源开采的技术难度逐渐增大,投资额度和风险程度日益增高,油藏系统工程已发展到对多个油藏或整个开发区制定及实施某种优化的油藏管理经营策略的研究。这就要求现代油藏工程师运用先进的技术和信息手段,把握经济规律,依靠科技进步,寻求最佳的油藏管理方案并付诸于实施。

第二节 油藏系统工程的特点

油藏系统工程是从实践中成长起来的,是一门比较年轻的学科,距今仅有 70 多年历史。美国学者 Muskat 吸取了 Fancher、Schilthuis 等人的研究成果(Fancher 测量分析了油藏岩石的孔隙度和渗透率等基本岩性;Schilthuis 采集了地下流体样品并测量其流体性质,撰写了解释流体在油藏中流动的驱动能量的论文,并推导出第一个物质平衡方程),于 1937 年第一次将流体在多孔介质中的流动归纳并组织成为一门学科。

20 世纪 50 年代,油藏数值模拟技术开始兴起,它采用数值化方法求解多相、多组分流动方程式,给出精确的产量预测,预测不同驱动机理和不同开发方式下油藏最终采收率和未来动态。油藏数值模拟逐渐成为油藏系统工程中最广泛的应用工具。

油藏系统工程是一门复杂的学科,因为我们从未充分见到我们试图描述的油藏,因此对油藏进行物理学定义是很困难的。

油藏系统工程的发展过程体现了以下 4 个特点:

(1)综合性:油藏系统工程是一门复杂的学科,要求涉及的各个学科之间互相渗透、互相配合,协同解决问题。

(2)前沿性:油田开发是一个复杂过程,在经历自喷开采、一次采油、二次采油后,油田含水上升到经济极限,必须采用三次采油等新技术继续进行开采。这就要求油藏系统工程始终走在技术的前沿,以新技术获得更高的采收率 and 经济效益。

(3)工程性:随着测试技术的不断发展和室内实验的逐渐进步,我们可以更真切的模拟和了解油藏的实际条件和开发过程。

(4)科学性:日益兴起的油藏数值模拟技术、软件工程及现代计算机技术融入到油藏系统工程当中,可以更加科学地指导油田开发。

第三节 油藏系统工程的构成

油藏工程是一项庞大的系统工程,它需要有多学科的知识 and 方方面面的配合。油田开发要把油藏工程研究贯穿始终,及时掌握油藏动态,根据油藏特点及

所处的开发阶段,制定合理的调控措施,改善开发效果,使油田达到较高的经济采收率。在具体应用上,油藏系统工程可以分为以下几方面。

一、认识油藏地质特征

油藏开发是一项隐蔽和复杂的工程,同时也是投资回报丰厚、机遇与挑战并存的工程。从油藏勘探开始,必须连续而准确地录取相关地震、地质、取心、测井、试井和试采相关资料,进行综合分析解释和研究,对埋藏于地下的油藏地质特征有比较接近客观实际的认识,为正确制定开发方案和实施措施、相应经营策略打好坚实基础。

大庆油田经过近 50 年的成功开发实践,经历了实践 - 认识 - 再实践 - 再认识的过程,对油藏地质特征取得了以下 4 方面认识:

(1) 多相带储集层的垂向叠合,形成多油层、油层和隔(夹)层的薄层间互。油层层间、平面和层内非均质严重。为提高开发效果,必须考虑分层系开发,实行分层注水开发。

(2) 陆相油藏多属于多层状边水油藏,砂体变相快、连续性差,油水过渡带油层物性和原油性质变差,边水不活跃。为提高开发效果,油藏投入开发一般需要采取早期补充能量措施。

(3) 由于大地构造影响,油藏普遍发育断层,断层的遮挡作用影响了油藏砂体连续性,井网部署时要因地制宜,井排距不能过大。

(4) 陆相油藏储层多属近源沉积,储层孔隙结构复杂,水驱油效率偏低,提高采收率的空间很大。

二、油藏物质平衡方程式

自 1936 年 R. J. Schilthuis 利用物质守恒原理,建立了油藏的物质平衡方程式以来,它在油藏系统工程中得到了广泛的应用和发展,长期以来被认为是油藏工程师解释和预测油藏动态的一个基本工具。方程最简单的体积形式可写成:

$$\text{原始体积} = \text{剩余体积} + \text{移走的体积}$$

物质平衡方程式的主要功能在于:确定油藏原始地质储量;判断油藏的驱动机理;测算油藏天然水浸量的大小;在给定产量的条件下预测油藏未来的压力动态。

三、油藏动态监测技术

试井技术是进行油、气、水等流体矿藏描述、评价及生产动态监测的重要手段。油藏勘探开发过程中,通过试井分析可以比较全面地认识油藏内部岩石与流

体的特性、储层产能和井筒状况。试井能够得到单井的产量变化关系、油藏压力、油藏渗透率以及地层伤害程度。此外,井间干扰试井可以提供油藏性质和井间连续性的信息。通过试井可以促进对油藏不断深入的认识,从而达到改善油田开发效果、降低生产成本和提高采收率的目的。

四、油藏开发调整决策

在经过油藏发现和油藏评价后,就要对油藏进行正式开发。在油藏正式投入开发之前,需要对油藏开发的程序和步骤进行全面的规划和设计,此即为油藏开发决策部署。油藏开发决策部署最终形成一个系统文件,即油田开发方案,它是油田开发的纲领性文件,对油田的开发方式、开发井网、开发速度、开发层系等重大问题进行科学论证后,作出明确规定。完整的开发方案应当包括油藏工程设计、采油工程设计和地面工程设计三大部分,可以实现油藏资源的科学开发,避免恶性或破坏性开采油藏现象发生。

在油藏开发后,为达到最高采收率,在不断加深认识油层的基础上,不断地进行开发调整,例如一次加密调整、注采系统调整、三次采油设计等,这些调整的决策方案也是油田开发的重要性文件,是油田开发过程的记录。

第四节 油藏系统工程的体系

油藏系统工程的研究对象是监测、预测和控制油田开发动态的理论和方法,主要研究采油过程中油藏内部油气水的运动规律及控制方法,综合地质、地震、测井、录井、钻井、采油、地面工程研究成果,使得油田开发的利润和经济采收率最高。

油藏系统工程管理的主要内容是:在油藏评价和油田开发过程中深化及把握油田开发趋势,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,确保油田高效开发。

一、油藏系统工程设计

(一)层系的划分与组合

中国及世界已发现的油田大都是多油层的,有时性质差异很大的油层多达几十个,井段绵延数百米,用一套井网开发,低渗层受到压制,很难动用;高渗层见水后,油井含水迅速升高,致使采油成本升高,从而降低了经济采收率。目前大庆油

田广泛采用分层注水,合层采油工艺。划分层系的原则是:

- (1)同一层系内油层及流体性质、构造形态、油水边界应比较接近。
- (2)一个独立的开发层系应具备一定的地质储量,有一定的产能。
- (3)层系间必须具备良好的隔层。

各个层系的物性差异,影响最大的是渗透率,一般来说一套层系之间的渗透率级差不宜超过3~4倍。

(二)开发方式

首先考虑利用天然能量开发,实践证明边底水水体大而活跃的小断块油田利用天然水驱开发效果很好。如果地质条件允许,例如地饱压差(地层饱和压差)相当大,天然能量比较充足,利用天然能量开采一段时间是适宜的,可以用较少投资获得较大收益,迅速回收资金。利用天然能量开采还可以适当降低油层压力,便于注水。大庆油田近50年的成功开发实践表明:把油层压力降到饱和压力以下,对提高单井产能和采收率都不利。

(三)单井产量及吸水能力

单井产量是油藏开发经济效益的决定性因素。第一,由于所有油藏都含束缚水,岩心分析得到的绝对渗透率是不能用于产能计算的,所以决定油井产能的是有效渗透率。第二,即便是岩心分析得到的渗透率可用,但由于取心成本高,取心井很少,代表性差,电测井解释渗透率精度又不高,仍然很难使用。第三,岩心分析渗透率代表的仅是井点值,而渗透率的横向变化往往很大。第四,目前多采用的射孔完井,射孔引起的表皮效应很难准确估计。由于以上种种原因,我们只能用探井、评价井试油、试井成果和生产试验区的生产资料,用稳定或不稳定试井结果计算油井产能和单位有效厚度的采油指数。

利用注入井试注,计算单位有效厚度的注入指数,没有实际资料的可用类比法或经验法计算。

(四)布井方案

注水方式可以分为行列注水(进一步可分为边外注水、边内注水、边上注水和切割注水)和面积注水两大类。

行列注水的适用条件为:油田面积不大,油层比较稳定,连通性好。

边外注水,注水井排应平行于原始含油边界,钻布在含水区,这样可以保证油水边界均匀推进。

边内注水,油水过渡带处的原油性质一般都较差,为了提高注水效果只得把注水井布在内含油边界以内,这不仅可以保证充分发挥注水效果,还可以减少注入水向含油区外漏失。

边上注水,由于后生成岩作用等原因油藏边部渗透率往往明显变差,砂层厚

度变薄,为了提高注水井的吸水能力,只得将注水井排移到外含油边界附近。

切割注水,上面已经说到边缘注水,注水井影响不超过三排采油井。显然不适宜油藏稳定、面积大、储量丰富的大油田。对于这样的大油田可以用注水井排将油田切割成若干个独立的小开发单元,例如两排注水井间夹3~5排生产井,这样做可以明显地提高注水效果和采油速度。

行列注水的前提是油水边界可以平行于注水井排均匀推进,油层比较均质,事实上同一油层往往处于不同相带,对于陆相地层尤其如此,性质很不均匀,对于较大油藏要保证油水均匀推进几乎做不到,要彻底分而治之就只有采用面积注水了。

面积注水方式就是将注水井按一定几何形状和一定密度均匀布置在整个开发区上,将油层分割成许多更小的单元,一口注水井控制其中一部分,并同时影响几口油井,而每口油井又同时在几个方向上受注水影响。

二、开发方案的调整

油田开发方案只能根据少数的探井、评价井及地震细测的资料编制,这时由于样本太少,且多是间接资料,对油藏的认识程度不可能很高。其一,随着开发方案的实施,生产井数增多,监测资料增多,对油藏认识逐渐深入,必然会发现一些过去没认识到、甚至是错误之处,因此必须对开发方案做适当调整。其二,编制开发方案的时候我们对油藏中油、气、水的运动规律,只有理论上的推断而没有实际认识,对油藏的认识主要是静态的。随着油田投入开发,油、气、水在动态中就会发现前面没有发现的新问题。其三,制定开发方案时虽然划分了层系,一个开发层系中的各个油层还是有差别的,布井方案必然主要依据物性好的层系决定,而层间差异必然会在开发过程中显露出来,不加以适当调整势必会降低开发效果。由于这三个原因,必须定期、分阶段地根据动态监测和开发进程调整开发方案。

(一)注采关系调整

纵向上可以用压裂措施或提高注水压力办法加强低渗透层注水量。大庆油田通常采用限制高渗层段吸水,加强中、低水淹方向注水,减少高水淹方向的注水,对采出井的高含水层段采取封堵措施,对低含水、低渗透层段进行选择性压裂改造或其他增产措施。通过上述办法尽量做到纵向上、平面上均匀水淹。目前的工艺手段还很难做到通过加强注水,堵水和油藏改造措施完全解决油藏层间和平面差异,只能在一定程度上减轻而已。

(二)层系调整

开发初期设计的井网由于地质资料不足等原因,层系划分的比较粗,一个层系内不同层之间的差异比较大,往往投产初期就可以观察到高渗层迅速见水,而

低渗层不出油。尽管用分层注水、分层堵水和分层改造的办法,可以在一定程度上缓解层间差异的影响,但作用有限,往往不得不细分层系,使一个层系间,层与层之间的差异减小。大庆油田的开发实践是层系越分越细,当然一个独立的层系必须有一定的地质储量和产能。

(三)井网调整

层系调整的目的主要在于减少层间差异,与此同时也减小了水驱油的平面不均衡。一个层系内的各层除在纵向上有差异之外,往往在区域(平面)上差异更大,例如,不同相带间的渗透率差异很大,仅调整层系,不调整井网、井距,有时很难达到合理开发的目的。井网调整的办法一般有行列注水变为面积注水,九点井网变为五点井网等,趋势是开发单元越划越小。井距调整一般根据油砂体展布范围来定,即一个油砂体内,至少得有一口采油井、一口注水井,多采用加密的办法。局部受不到注水效果的地区,可加一口或几口注水井,实行不规则点状注水。当然无论是层系调整还是井网、井距调整,都必须从原层系、井网出发,使新井网尽可能与原井网、层系相协调。

例如:大庆油田杏北开发区是在开发准备不足的情况下部署基础井网的,当时的油田地质研究比较粗略,又未进行现场开发试验,对油层认识比较肤浅。基础井网投产后,经过十多年的开发实践和反复研究,对油田地质特征有了比较清楚的认识,特别是认识到油层性质差异很大,主要是主力油层葡 I 2~3 层和其他油层有很大差别,且基础井网对多数中、低渗透层不适应,因此进行了一次加密井网的部署和开发。一次加密调整井投产后,随着资料的积累,监测技术和研究水平的提高,进行了进一步的开发地质研究和开采工艺攻关,并开展了现场开发试验,对油田地层有了较准确的认识,进行了二次加密井网开发部署。

三、驱油方式的技术指标

油田开发过程大致经过如下阶段:依靠油田本身的天然能量如油藏岩石的弹性能量、液体本身重力、气顶气的压能和边水的水力能量等进行生产阶段,一般称为一次采油,油田采收率约为 10% 左右;在天然能量枯竭的情况下,自地面补充能量恢复或保持油藏压力如注气、注水等生产阶段,即气驱或水驱开发,一般通称为二次采油,最终采收率为 25%~40%;在二次采油接近或达到经济极限的情况下,利用物理、化学和生物等手段,继续开采地下剩余的石油,以此提高原油采收率的方法称之为三次采油。三次采油技术主要包括:聚合物驱,化学复合驱、气体混相驱、蒸汽驱、微生物驱等。

(一)水驱开发主要技术指标

水驱开发过程中应通过有效的调整和控制,不断改善开发效果。水驱主要控

制指标包括:

(1)含水上升率。应根据有代表性的相渗透率曲线或水驱曲线来确定,各开发阶段含水上升率不超过理论值。

(2)自然递减率和综合递减率。根据油藏类型和所处的开发阶段确定递减率控制指标。

(3)剩余可采储量采油速度。一般控制在8%~11%。低渗透油藏控制在6%左右。

(4)油藏压力系统。水驱高饱和油藏地层压力应保持在饱和压力以上;低渗透油藏地层压力一般保持在原始地层压力以上;注水压力不超过油层破裂压力;油井井底流动压力要满足抽油泵有较高泵效。

(5)注采比。水驱开发油田原则上保持注采平衡;中、高渗透油藏年注采比要达到1.0以上;低渗透油藏年注采比要控制在1.0~1.5。

(二)三次采油主要技术指标

三次采油技术的推广应用,应按照提高采收率方法筛选、室内实验、先导性矿场试验、工业化矿场试验和工业化推广应用的程序,循序渐进。动态跟踪分析及调整工作主要包括:

(1)对剖面非均质性严重的注入井(存在高渗透条带和大孔道)及时进行深部调剖。

(2)根据注入剖面资料,对层间差异大的井及时进行分层注入。

(3)对注采能力低的井,及时采取改造措施,提高注采能力。

(4)根据平面上各井点含水、产液量和化学剂采出浓度的不均衡状况,调整各井组注入浓度和注入速度,尽可能减小井组间的差异。其技术指标有:

①注入速度:一般用孔隙体积计算。

②注入浓度:根据不同阶段浓度有所不同。

③累计注入量:方案有一个总量,达到总注入量要停止注入化学剂,但有时也根据效果增加或者减少总注入量。

④含水率:不同注入量下的含水率变化不同。

⑤阶段增加采油量(阶段增加采收率)。

第五节 油藏系统工程的管理

油藏工程是集多种学科、多种技术综合为一体的系统,各个学科集中为提高

油田采收率,提高油田开发经济效益而运行。要达到这个总目标,必须要有一个科学的管理系统,将各个学科有机的联系在一起,有序的组织在一个平台上,使各个学科活动一致,步调一致,发展一致,才能发挥出各学科的协同效应,这个系统就是油藏工程管理系统。这是一个全新的重要领域,大庆油田开发 50 年来,不断探索这个领域的建设,现如今已基本创建了工程管理的理论和做法,与开发技术同步发展和壮大,是油田开发技术的完善与发展,是油田高水平开发的重要保证。油藏工程管理系统的范围:

一、地质工程系统

主要有测井资料管理,参数解释,构造描述,油藏描述,储量管理,地质数据库的管理。

二、油田开发调整系统

调整方案设计,方案优化,方案决策,方案实施与评价,方案文档。

三、开发过程的循环分析

循环分析调整体系,控制自然递减分析调整体系,控制含水上升分析调整体系,地层压力分析控制体系,动态数据库建立与维护系统,动态数据库成果共享系统。

四、三次采油系统

三次采油方案设计,三次采油方案决策,三次采油方案实施与分析调整,三次采油注入质量控制,三次采油效果与效益评价。

五、油田开发规划系统

规划方案的设计,规划方案的决策,规划方案对计划的控制。

六、油田开发过程的资料管理系统

裸眼测井资料的管理,密闭取心井的设计与应用,油层动态监测系统的设计,油层动态监测资料的管理与应用,油水井生产资料的录取与管理。

七、油田开发技术创新管理

油田开发技术创新的体系建设,技术创新团队建设,技术创新的管理。

参 考 文 献

- [1][美]C. R 史密斯 G. W 特蕾西 R. L 法勒. 实用油藏工程. 北京:石油工业出版社,1995
- [2][英]L. P. 达克 著,阎建华等译. 油藏工程实践. 北京:石油工业出版社,2003
- [3] Muskat; The Flow of Homogeneous Fluids Through Porous Media. McGraw - Hill Book Co. Inc. ,New York 1937
- [4]Schilthuis R J. Active Oil and Reservoir Energy. Tras. AIME,1936,118,37
- [5][美]布赖恩 F. 托勒尔著. 阎建华. 赵万优,马乔,王彦军译. 油藏工程基本原理. 北京:石油工业出版社,2006
- [6]陈元千. 现代油藏工程. 北京:石油工业出版社,2001
- [7]姜汉桥,姚军,姜瑞忠. 油藏工程原理与方法. 东营:中国石油大学出版社,2006
- [8]金毓荪等编著. 采油地质工程. 北京:石油工业出版社,2003
- [9]李传亮. 油藏工程原理. 北京:石油工业出版社,2005
- [10]刘春发. 砂岩油田开发成功实践. 北京:石油工业出版社,1996
- [11]塔克雷·艾哈迈德著,冉新权,何江川译. 油藏工程手册. 北京:石油工业出版社,2002
- [12]唐曾熊. 油气藏的开发分类及描述. 北京:石油工业出版社,1994

第二章 地质工程系统

第一节 地质工程的内容

地质工程内容非常广泛,在这里主要表述有关石油地质工程方面的内容。石油地质工程主要内容就是研究如何利用地震、地球物理测井、钻井取心、录井以及试油等资料,采取适用的技术手段,来认识地质构造、储集层和储集层内部流体的空间分布状况,并对油藏认识的结果以结构化数据库和非结构化文本的方式保存起来,为深化油藏地质研究和搞好油田开发调整提供最基础的地质资料。获取油藏地质基础信息的手段很多,表述油藏基本特性的项目种类繁多,从设计、资料采集、处理解释、地质综合研究与描述、资料管理与应用等,是多部门、多学科协同工作的结果。石油地质工程的主要任务就是通过有效的技术手段、过程管理和质量控制,实现油藏地质综合研究整体工作运行顺畅、各环节工作程序规范、各节点工作质量准确,使油藏地质研究工作技术标准化、管理规范化管理,研究成果数字化、可视化,为油田开发方案编制及调整挖潜提供准确的第一手资料。石油地质工程内容主要包括以下几个方面:

储量技术标准与管理:按照石油地质储量统一的分类标准,根据不同阶段资料占有程度和油藏类型,采用与之相适应的储量计算方法,计算油藏地质储量,并按照储量审查要求,逐级审查上报批准。

构造与储层描述:在特定的历史时期,地下油藏的构造储层空间分布形态是一定的,但由于在勘探开发不同阶段资料占有程度不同,对油藏基本特征的认识不同,在实际工作过程中,按照点、线、面、体这样一个闭环工作模式,采用先进的技术手段和方法,提高对油藏认识的精度,通过多次反复综合研究,对油藏构造储层的认识逐渐逼近地下实际。

裸眼测井资料与密闭取心井资料的管理与应用:在特定的历史时期,地下油藏的构造储层空间分布形态是一定的,但随着油田开发不断加深,储层孔、渗、饱等参数在发生变化,与之相关的测井曲线也发生变化,这就需要在优化测井系列的基础上,适时钻取能够较准确反映地下储层实际的取心资料,通过岩电综合分