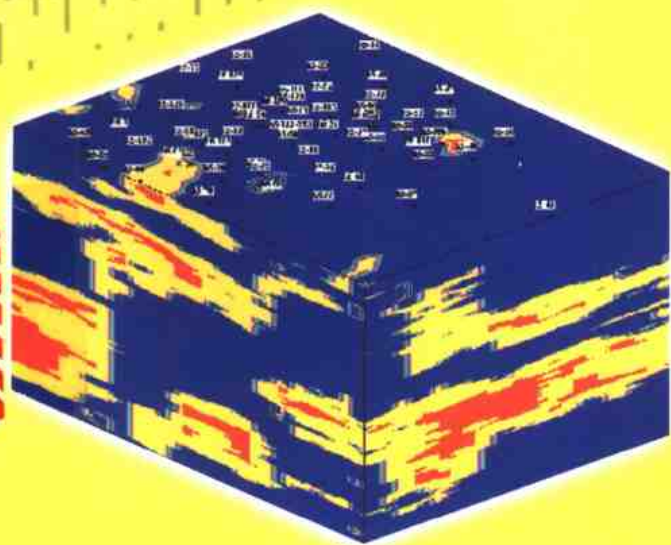


复杂断块油田非均质油藏精细描述

——以中原胡状集油田为例

甄维胜 吕新华
胡望水 喻高明
等编著



石油工业出版社

复杂断块油田非均质油藏精细描述

——以中原胡状集油田为例

甄维胜 吕新华 胡望水 喻高明 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

复杂断块油藏精细描述是 20 世纪 90 年代以来国内外在油田开发的中后期对油藏实施全面深入细致描述和预测的热门课题。本书在综合了近年来国内外最新研究成果的基础上,以中原胡状集油田为例,全面系统地介绍了复杂断块油藏精细描述的新方法和技术。主要包括构造精细描述技术、高分辨率层序地层学的原理和方法、精细沉积微相分析方法、测井约束反演技术、储层三维建模的基本原理、油藏特征和非均质性的分析方法、常见注水开发问题的解决方法、油藏模型建立技术。

本书可供从事油藏勘探开发的工程技术人员、科研人员使用,也可作为矿产普查与勘探及油气田地质工程专业的本科生、研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

复杂断块油田非均质油藏精细描述:以中原胡状集油田
为例/甄维胜等编著. —北京:石油工业出版社,2001.10

ISBN 7-5021-3555-3

I. 复…

II. 甄…

III. 中原油田—复杂地层:断层油气藏—油藏描述

IV. P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 070490 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)

北京乘设伟业科技排版中心排版

北京市密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 270 千字 印 1—1000

2001 年 10 月北京第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3555-3/TE·2624

定价:38.00 元

前 言

油藏描述始于 70 年代末期,是 80 年代发展起来的一项利用多学科多参数多技术对油藏各种特征进行三维空间定量描述和预测的新技术。油藏描述在油气田勘探开发的各个阶段都是一项最关键的研究工作,但不同阶段所拥有的资料类型和丰富程度不同,因而不同开发阶段油藏描述的重点内容、研究尺度和研究精度也有差异,所采用的方法和技术差异很大。复杂断块油藏精细描述就是充分利用地质学、沉积学、储层地质学、油藏工程学及计算机科学等新理论和新技术,建立精度高和预测性强且更接近实际的储层地质模型和剩余油分布模型,为挖掘油藏的最大潜力而服务。

实现复杂断块油藏的描述具有重要的理论和现实意义。在理论上可以促进油藏描述方法和技术不断发展,提高油藏描述和预测的精度。它可以广泛地应用于油气勘探开发的全过程,能有效地促进各类信息转化为地质信息,可以实现人与数据之间的图像通信,拓展地质工作者解决地质问题的广度和深度,让石油工作者快速直观地认识和判断地下构造、地层和储层等的分布状况,提高工作效率,从而降低投资和风险。

中国油气藏不仅复杂多样,而且多为陆相复杂断块油气藏,构造复杂,储层非均质性极强,中原胡状集油田的油气藏就是这类油气藏的典型代表。近几年我们在中国石油天然气集团公司“八五”、“九五”攻关项目及东部主要油公司委托项目,特别是中原油田分公司采油五厂委托项目的资助下,对油藏开展了一系列攻关性研究,尤其是复杂断块油藏开发的中后期,利用地质学、沉积学、储层地质学、油藏工程学及计算机科学等新理论和新技术,逐步形成了一套适用于中国复杂断块油气藏精细描述、预测的技术和方法。本书以中原胡状集油田为例,系统阐述了复杂断块油气藏精细描述的内容、方法和技术思想。

本书共分十三章。第一章为绪论,系统阐述了复杂断块油藏精细描述的基本原理、内容、方法和技术路线。第二章为胡状集油田地质概况,介绍了油田的地质特征、勘探开发工作的现状,以及急需解决的问题。第三章为构造精细描述,系统阐述了构造精细描述的方法,以及胡状集油田主要区块的构造特征和对剩余油分布的影响。第四章为高分辨率层序地层学与储层描述,全面介绍了高分辨率层序地层学的原理和在储层描述中的应用、胡状集油田主力区块的高分辨率层序地层学特征及其对储层分布的影响。第五章为精细沉积微相及储层模型,系统阐述了沉积微相研究的思路和方法,岩石微相、测井微相及胡状集油田主要区块的微相特征。第六章为三维地震储层预测,阐述了测井约束反演的原理和步骤及胡状集油田主要区块的储层确定性模型。第七章为储层地质知识库,详细阐述了储层地质知识库及其建库方法,以及胡状集油田主要区块的储层地质知识库的建立和特征。第八章为储层随机建模,详细阐述了随机建模的原理和方法、储层随机建模的基本原理及胡状集油田主要区块的储层模型的建立、三维模型分析与评价。第九章为油藏特征分析,结合胡状集油田实例系统介绍了油藏非均质性、流体性质、产液和吸水剖面,是示踪剂监测和水体分析的评价方法和技术。第十章为注水开发存在的主要问题,阐述了胡状集油田主要区块注水开发中存在的问题和解决的方法。第十一

章为剩余油分布研究,系统阐述了油藏数值模拟的方法及预测和建立了胡状集油田主要区块的剩余油分布的模型。第十二章为油藏调整治理研究,阐述了油藏治理方法和胡状集油田主要区块调整治理方案。第十三章为效果与结论,介绍了胡状集油田主要区块进行油藏精细描述之后所取得的效果和结论。

本书第一章、第二章、第三章由胡望水编写,第四章由甄维胜、陈波编写,第五章由陈波、胡望水编写,第六章由吕新华、胡望水编写,第七章由李功权、林明华、贾建明编写,第八章由李功权、胡望水编写,第九章由喻高明、蒋明煊编写,第十章由喻高明、甄维胜编写,第十一章由喻高明、吕新华编写,第十二章由喻高明编写,第十三章由周延军、贾云超、王军锋、张凯、朱彦群编写。全书由胡望水审定。

本书的出版,得到了康晓东、罗忠辉和中原油田分公司采油五厂的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

作者

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 油藏描述的概念及类型	(1)
第二节 复杂断块油藏精细描述	(1)
第二章 胡状集油田概况	(4)
第一节 胡状集油田地质背景	(4)
第二节 胡状集油田地质特征	(5)
第三节 油藏基本特征	(7)
第四节 胡状集油田勘探开发概况	(8)
第三章 微构造特征精细描述	(10)
第一节 描述方法与步骤	(10)
第二节 微构造特征	(12)
第四章 高分辨率层序地层学研究	(17)
第一节 高分辨率层序地层学的基本原理	(17)
第二节 沙三中 4-12 及沙三下 1 高分辨率层序格架的建立	(22)
第三节 储层特征分布预测	(34)
第五章 精细沉积微相研究	(38)
第一节 研究思路与方法	(38)
第二节 取心井沉积微相研究	(38)
第三节 测井相分析	(43)
第四节 沉积微相的平面和剖面演化	(48)
第六章 三维地震资料确定性建模	(50)
第一节 地层格架模型的建立	(50)
第二节 波阻抗反演确定储层骨架模型	(50)
第七章 储层地质知识库	(56)
第一节 储层地质知识库概述	(56)
第二节 储层模型中的储层地质知识库	(58)
第三节 胡 5 块油田储层地质知识库的建立	(59)
第八章 储层模型	(79)
第一节 随机模拟技术的现状及未来	(79)
第二节 建模基本原理	(83)
第三节 二阶段随机建模	(92)
第四节 胡 5 块油田的储层地质模型	(95)
第五节 胡 5 块三维储层地质模型	(104)
第九章 油藏特征及开发状况分析	(107)
第一节 油藏非均质性	(107)
第二节 流体性质	(112)

第三节	产液剖面 and 吸水剖面·····	(112)
第四节	示踪剂监测分析·····	(117)
第五节	开发效果分析·····	(119)
第六节	注水开发中存在的主要问题·····	(123)
第十章	剩余油分布研究·····	(133)
第一节	剩余油潜力的再认识技术·····	(133)
第二节	剩余油分布研究·····	(133)
第十一章	油田调整治理研究·····	(138)
第一节	油田开发调整涉及的几个重要问题·····	(139)
第二节	编制调整方案的准则、方法及实施·····	(142)
第三节	调整治理方法研究·····	(145)
第四节	调查治理方案的数值模拟预测·····	(150)
第十二章	效果与认识·····	(153)
第一节	构造精细描述·····	(153)
第二节	储层精细描述·····	(154)
第三节	剩余油分布及提高采收率·····	(156)
参考文献	·····	(159)

第一章 绪 论

第一节 油藏描述的概念及类型

油藏描述就是利用快速发展的计算机技术对油藏各种特征进行三维空间的定量描述、表征和预测。油藏描述的目的是应用地质、地震、测井和测试等学科的相关信息,以石油地质学、构造地质学和沉积学理论为指导,利用储层地质学、层序地层学、地震地层学、油藏工程学等研究方法,借助先进的计算机技术,建立反映油藏圈闭几何形态、储层发育特征、渗流特征及流体性质等的三维油藏地质模型,为寻找新的油气藏或油气田、优选井位或区带、计算油气储量、油藏数值模拟、开发方案优化、提高采收率等提供决策依据。

由于不同的勘探开发阶段,研究任务的不同,所拥有的资料类型和程度不同,因此不同的勘探开发阶段油藏描述的尺度、内容、精度也不同,所采用的油藏描述方法和技术也有明显的差异。从目前国内研究来看,将油气勘探开发分为三大阶段,油藏描述相应地也分三类,即早期油藏描述、中期油藏描述和精细油藏描述。

第二节 复杂断块油藏精细描述

对早期油藏描述、中期油藏描述,国内外有许多专家已有非常详细的分析和讨论,在此不再赘述。我国东部油气藏大部分为复杂断块油气藏,而且达到开发的中后期,因而对这些油气藏进行精细描述是目前油藏研究中的重中之重,也是当务之急。

一、复杂断块油藏的主要特点

中后期复杂断块油藏的主要特点:(1)由几条多级别断层所控制的断块油藏;(2)纵向上含油井段长,储量分布差异极大;(3)储层层间层内非均质严重;(4)地下油水运动十分复杂,剩余油分布状况复杂多变;(5)储层经过长期注水冲刷,储层性质和油水性质发生了变化。这样的特点就要求更加精细准确地揭示油藏的小断层、微构造的特征,预测出井间各类砂体的内部非均质性和三维空间分布规律,建立精细的三维油藏地质模型,揭示剩余油的空间分布特征和规律,达到提高油田最终采收率的目的。

二、复杂断块油藏精细描述

此阶段油藏精细描述的主要任务是,建立精细的、定量的油藏地质模型,研究开发过程中储层属性、流体属性的变化及建立剩余油分布的预测模型,从而达到综合治理油田和提高油田最终采收率的目的。

油田进入开发的中后期,尽管各类资料越来越多且占有程度极高,给油藏的精细描述奠定了坚实的基础,但是由于剩余油分布零散而复杂,实施提高采收率措施的难度越来越大,因此油藏描述的要求越来越高,具体表现在:(1)描述的精细程度高,构造幅度必须小于或等于 5m;

(2)描述单元小,一般应达到流动单元;(3)静态动态资料充分利用,相互补充;(4)计算机化程度高,无论在砂体模型和属性模型的预测上,还是在剩余油分布预测模拟过程中,其主要工作均由计算机计算完成(图 1-1)。

开发中后期油藏描述的主要内容及技术体现在以下几方面:(1)微型构造研究,系统分析钻井资料,进行小层精细对比,确定断点的位置和深度,利用这些数据在高分辨率三维地震中对目的层进行标定,重新对主力油层顶面构造进行三维解释,采用大比例尺成图,寻找油层微构造高点,描述断层的三维断面形态,确定微构造类型;(2)储层的细分对比,在沉积学和高分辨率层序地层学理论的指导下,综合静态、动态所有的信息,进行精细地层划分对比,精细研究井间砂体规模、连续性、连通性及参数的三维空间分布特征和规律,建立精细的储层地质模型;(3)沉积微相研究,充分利用测井、录井资料,研究主力小层的沉积微相,分析纵向上沉积微相

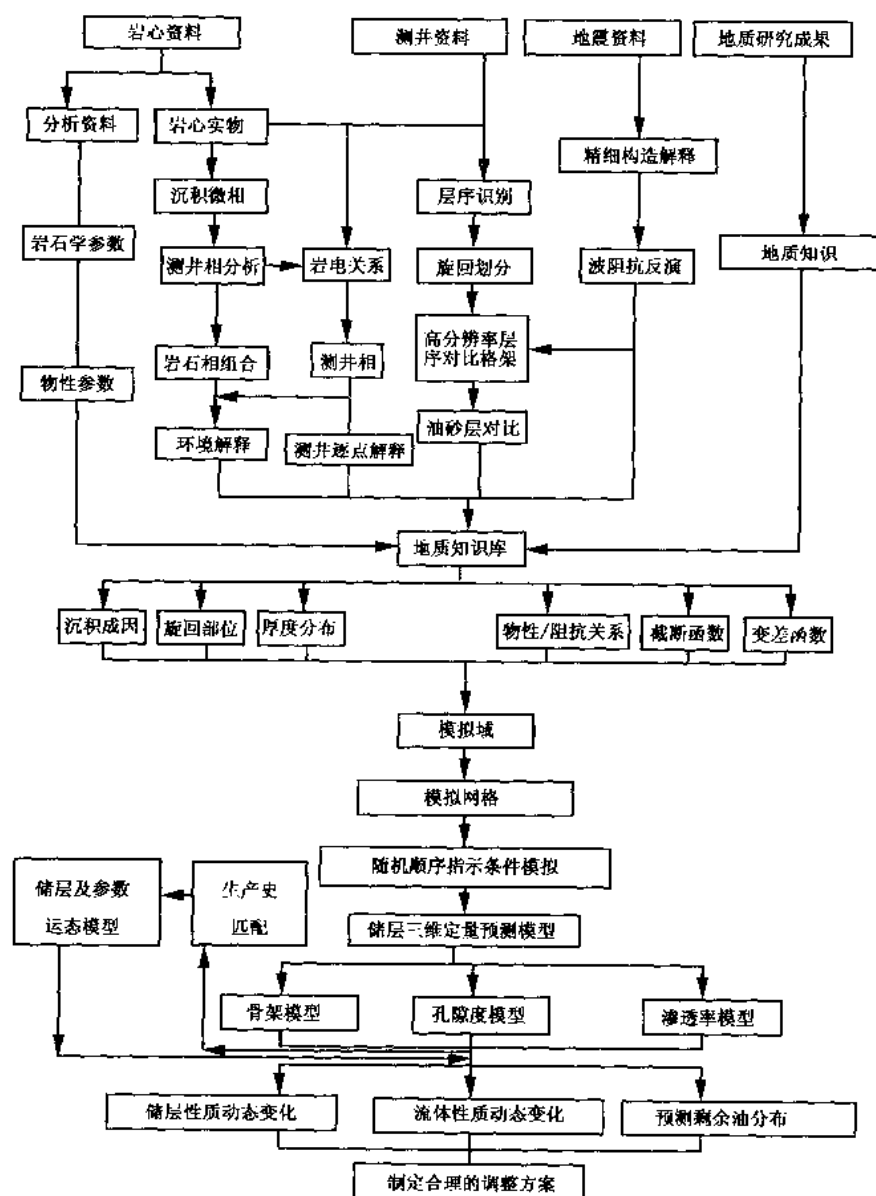


图 1-1 复杂断块油藏精细描述研究流程图

的变化规律和平面上沉积微相的特征;(4)三维地震确定性建模,通过开发地震分析与油层精细对比相结合,进行地震测井约束反演,确定砂体的骨架模型;(5)研究储层属性参数的变化,对比分析开发前取心与检查井取心及重复测井和开发地震资料,系统研究储层非均质特征在开发过程中动态变化情况及对驱油效率的影响;(6)研究储层内流体性质的变化,分析开发过程中原油和油田水性质的动态变化,研究流体和储层性质变化对水驱油及剩余油分布的作用和影响;(7)建立储层预测模型,选择合适的储层随机建模方法,建立高精度的储层静态预测模型,与生产史进行匹配分析,对静态模型进行修改,以建立储层动态预测模型;(8)剩余油分布预测,在前面研究的基础上,深入研究剩余油形成机理及剩余油分布规律,应用多种方法技术预测剩余油的分布特征和规律,最终建立剩余油的分布模型。

综上所述,复杂断块油藏精细描述就是充分利用各种静态和动态资料,对数据进行相关性分析,建立综合数据库,选择模拟预测方法,确定地质非均质性函数,提高各类信息转化为地质信息的有效性,建立储层和储层参数静态模型,与生产史匹配分析,减少不确定性,修改静态模型,建立精确的动态模型,最终建立剩余油分布模型。复杂断块油藏精细描述技术路线与流程见图 1-1。

第二章 胡状集油田概况

第一节 胡状集油田地质背景

东濮凹陷在地理位置上位于华北地区南段,包括河南省濮阳、清丰、范县、滑县、长垣、兰考及山东省菏泽、东明和莘县九个县市。大地构造上隶属于华北地台东部渤海湾盆地南部临清坳陷的东南部。东侧以兰聊基底断裂为界与鲁西隆起相邻,西侧以内黄隆起为界,南部与兰考凸起相邻,北以马陵断层与临清坳陷内的莘县凹陷相望(图2-1)。胡状集油田位于东濮凹陷西斜坡第二断阶带,受五星集断层、石家集断层和长垣断层控制,平面上呈北东-南西向长条状展布。

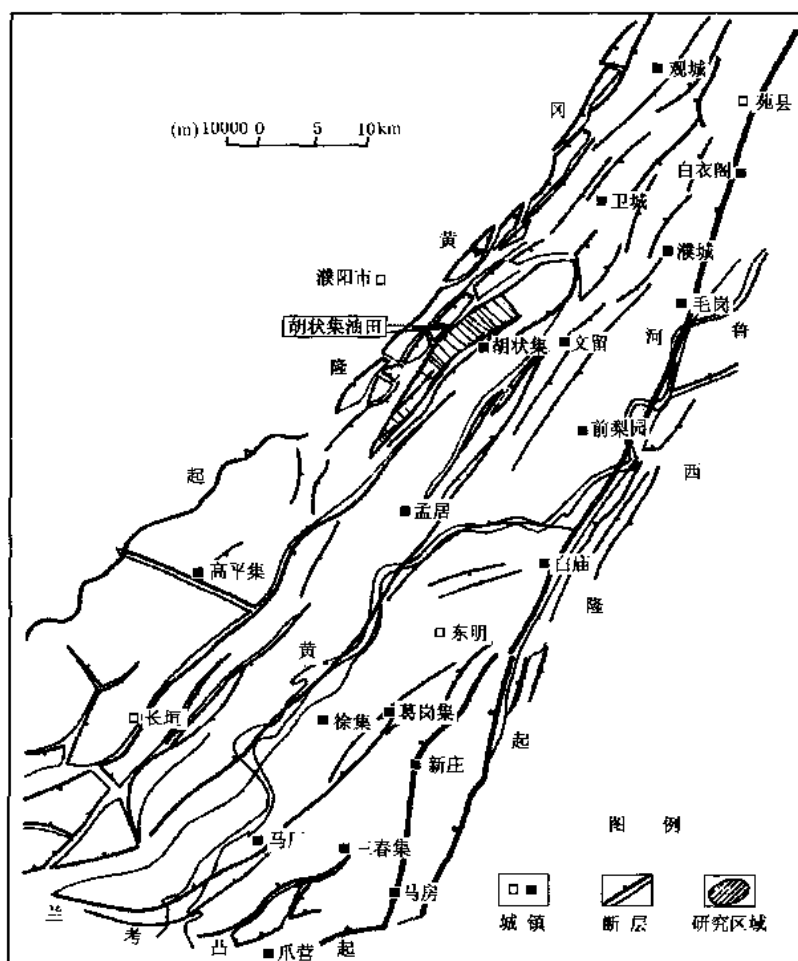


图2-1 研究区域分布位置图

在整个下第三系沉积期间,东濮凹陷西部地区经历了先注后降的发展过程,首先在第三纪早期,该区沉降幅度较大,接受一套巨厚的膏盐岩与碎屑岩的沉积组合,之后由于长垣、石家集和五星集等东倾大断裂的长期活动,该区大幅度回升,形成了以断阶为主的斜坡构造格局。在胡状集地区,从东到西、由高到低,可划分为三大台阶,第一台阶位于长垣断层下降盘,埋藏深,地层保存全;第二台阶位于长垣断层与石家集断层之间,抬升幅度较大,下第三系上部地层部分被剥蚀,是目前已知的含油富集区;第三台阶位于石家集断层与五星集断层之间,抬升幅度最大,下第三系地层中、上部均遭剥蚀,盖层条件差,目前尚未发现含油富集区块。

胡5块位于胡状集油田北部,构造上位于东濮凹陷西部斜坡带中段,南与胡39块相接,西邻胡2块,为长垣断层和石家集断层的分支断层——胡2断层共同夹持形成的西高东低的半背斜构造。块内发育近南北向的次级断层,即胡5-6断层、胡5-1断层、胡5-15断层、胡5-18断层、胡5-40断层、胡5-43断层,由于这些断层的影响,其构造形态复杂化,并把胡5块分割成三个次级断块区:胡18区、胡5-13区、胡5-15区。胡5块含油层系多,沙三上、沙三中及沙三下,井段长(1880~3250m),但纵向上油层分布不均,只有沙三上3-4和沙三中1、2、4、7、8等8个砂组油气富集,其它层段含油较差。

胡12块地处河南省濮阳县子岸乡内,位于胡状集油田南部,构造上位于东濮凹陷西部斜坡带中段,北临胡7块,南与庆85块相接,为石家集断层、胡7-7断层和胡12断层共同夹持形成的西高东低的鼻状构造。块内有一与胡7-7断层平行的胡12断层将胡12块一分为二,其西称为胡12西块,其东为胡12东块,东西两块的含油层位差别大,西块沙三中6-12及沙三下1-8个油砂组油气富集,东块仅沙三中4-5两个砂组油气富集。油藏埋深2060~2540m。

第二节 胡状集油田地质特征

一、构造特征

胡状集油田位于东濮凹陷西部斜坡带中部,东与柳屯—海通集洼陷相连,西与内黄隆起相邻,南、北分别与庆祖集构造、马寨构造相连。为长垣断层和石家集两条主控断层夹持的单斜构造,内部受许多同生次级正断层的斜向切割,将整个油田分割成8个复杂的“墙角形”低鼻状断块油藏,形成胡状集油田油气主要圈闭场所。

胡5块为受长垣断层、胡2断层所夹持的半背斜构造,和区内一组近南北向的正断层的影响,从而形成多个局部高点,形成多个局部鼻状构造。构造长约4.0km,宽约5km。内部发育6条二级或四级断层,还发育断距10m左右的多条小断层,使其构造复杂化。总的来看,构造高点位于断块区的东南部,往北受胡5-7洼子的影响,地层较陡,倾角 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$,构造中部十分平缓,地层倾角 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$,在东北部,地层又变陡,倾角 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$,长垣断层(沙三中生长期指数1.25~1.34,沙三下生长指数1.22~1.35)为同生断层,对沉积起一定约控作用,并和其它断层一起控制该断块油气富集区。

胡12块是由石家集断层,胡7-7断层和胡12断层所夹持的地层东南倾的断鼻构造,平面上呈弧形展布,构造长约为3.0km,宽约为1.5km,面积约4.5km²,内部发育1条断距100m左右的胡12断层将断块分为东西两块。其内部还发育断距10m左右的多条小断层。石家集断层、胡7-7断层(沙三中生长期指数1.25~1.34,沙三下生长指数1.22~1.35)为同生断层,

对沉积起一定约控作用。胡十二断层控制该断块油气富集区。

断块构造高点在胡 12-27 和胡 12-28 井附近,受东倾石家集断层影响,高点从上往下,逐渐向东偏移,轴向 SEE。在断块高点以北,地层倾向东—北东,高点以南地层倾向南—南东。地层倾角均在 5°左右。构造隆起幅度 110m。

二、地层特征

胡状集油田发育的地层有第四系平原组,上第三系明化镇组、馆陶组,下第三系东营组、沙河街组以及中生界。上、下第三系为不整合接触。其中沙河街分为沙一、沙二、沙三和沙四等四个段,沙三段细分为沙三上、沙三中和沙三下三个亚段,为胡状集地区的主要含油层系,沉积厚度约 2800m。本区开发的目的层为沙三段,是一套巨厚的暗色砂泥岩为主的地层,沉积厚度约 2000m。

沙三下亚段底部沉积一套灰色、深灰色砂、泥岩互层,油页岩较为发育,中部发育一套膏盐及灰色泥岩,砂岩不甚发育,上部浅灰色、灰色泥岩与砂岩互层,局部偶见有薄层紫红色泥岩,油页岩较发育。沙三中亚段为一套灰色、浅灰色、紫红色砂泥岩,砂岩发育,多为正反韵律交替出现,油页岩发育且稳定,地层厚度 650~800m,共划分出 12 个砂层组,是主要的含油层段之一。沙三上亚段为一套灰色泥岩、页岩与砂岩的互层沉积,油页岩不甚发育,底部砂岩发育,主要为一套正旋回沉积,沉积厚度约 250~300m(表 2-1)。

表 2-1 胡状集地区地层简表

界	系	统	组	厚度(m)	岩性描述	古生物化石
	第四系		平原组	200 左右	土黄色、浅色粉砂质粘土岩	
新 生 界	上第三系	上新—中新统	明化镇组	1000 左右	黄棕色、约棕色粘土、棕白色粉砂岩与砂砾岩互层	
			馆陶组	250~400		
	下第三系	渐新统	沙一段	0	灰色泥岩、灰白色粉砂岩、灰褐色油页岩间互	华北介
			沙三上	200 左右		
			沙三中	650 左右—800 左右	灰色泥岩、细砂岩、夹油页岩、砂岩由下而上变粗	中国华北介 隐瘤华北介
			沙三下	2000 左右	上部块状砂岩发育、下部油页岩发育红色、棕红色泥岩与棕色粉砂岩互层	玻璃介
			沙四段	300 左右		
中生界	三叠系		T	400 左右	紫红色粉砂岩、含砾细砂岩、棕褐色泥岩	
古生界	石炭—二叠系		C-P	400~600	灰黑色泥岩、浅灰色细砂岩、黑色泥岩夹有铝土岩	
	奥陶系		O		灰白色、浅灰色灰岩,夹浅绿色铝土页岩	

三、岩性特征

对该区岩心薄片镜下鉴定结果表明:岩石碎屑主要由长石、石英、岩屑组成。石英含量平均为 67%,长石平均为 8.8%。岩屑平均为 24.2%。胶结物为泥质和钙质,泥质含量高于钙

质,泥质平均含量达 13 %,钙质平均含量为 5 %,有极少量的白云质和黄铁矿。

四、储层物性特征

该断块主要含油层段为下第三系沙河街组沙三中、沙四下地层。沉积体系为扇三角洲—湖泊沉积体系,扇三角洲是其沉积主体。储层岩性以长石岩屑石英砂岩为主,一般为粗粉砂级以上的岩性,储层多为颗粒支持结构,杂基含量较少,一般少于 15 %,油层物性较好。储层孔隙度分布范围 13 %~25 %,平均孔隙度值 20 %左右。储层渗透率分布范围主要在 $500 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 以内,平均为 $55 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2 \sim 220 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。但由于受沉积环境的影响,无论在平面上还是在纵向上油层非均质性都很强,小层平面渗透率级差很大(表 2-2)。

表 2-2 主要区块的储层物性参数

单 元	平均孔隙度 (%)	平均渗透率($10^3 \mu\text{m}^2$)	渗透率级差	渗透变异系数
胡 5 块	18~24	43.5	10~40	0.6~1.2
胡 7 南块	23.14	302.3	10~100	0.71
胡 12 块	14~27	40.9~4000	50~150	0.8~8

受沉积环境的控制,储层物性变化剧烈,非均质性严重。不同区块物性参数差别大,孔隙度一般在 16.4 %~24.7 %,平均 20.4 %,渗透率 $12 \times 10^{-3} \sim 300.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,层内渗透率级差 20~150 倍,单井层间级差达 50~500 倍,渗透率变异系数 0.88。

(1) 层间非均质性。

从该区块沉积微相分区图看出,上下相邻小层之间河道发育无继承性,常常左右摆动,导致同一井点各小层之间岩性、厚度、含油性、渗透率变化极大(表 2-2)。

(2) 层内非均质性。

本区沉积韵律类型分为五种:粗粒级正韵律,较粗粒级反韵律,较粗粒级复合韵律,薄层细粒级沉积韵律,厚层细粒级沉积韵律,本区广泛分布河道沉积相,而该沉积相往往为粗粒级正韵律沉积。该沉积韵律高渗部位位于底部,注水后水沿底部高渗层段突进,造成油井见水、水淹部分往往局限于下部较薄的高渗透层,而上部低渗层段往往不能被水驱开发。

第三节 油藏基本特征

由于构造控制因素不同,油藏的地质特征差异较大。以褶皱为主要因素的油藏,含油面积较大,油藏比较完整,构造相对简单;而以断层断块封闭为主要因素的油藏,小断层发育,断块破碎、构造复杂。多数油藏为严重非均质的薄层状复杂小断块油藏。主要地质特征有:

(1) 断层发育,构造复杂。

油田开发区内主控断层断距 100~500m,最小断层只有 5m 左右,生产井段内平均单井钻遇 2.7 个断点,平面上每平方公里有 3.7 条断层,最小的含油断块含油面积只有 0.02km²。断块面积在 0~0.1km²,储量主要分布在面积 0.2~0.4km² 内。

(2) 沉积环境多,砂体变化大。

该区储层属于典型的湖盆边缘相沉积物,沉积砂体属水下扇沉积,具有重力流水下扇等七种沉积环境,沉积了河道砂、远沙坝、下切水道砂等 16 种沉积砂体;在沉积剖面上、平面上表现出正常沉积与事件沉积嵌迭特征,砂体变化大。

(3) 储层渗透率差异大,非均质严重。

第四节 胡状集油田勘探开发概况

一、油田开发历程

油田自 1986 年正式投入开发,目前动用了 11 个区块,含油面积 21.2km^2 ,石油地质储量 $4.084 \times 10^7\text{t}$ 。标定采收率 24.71%,可采储量 $1.009 \times 10^7\text{t}$ 。

油田开发至今,经历了 1986~1989 年的建产期,先后动用了胡 7 南块、胡 12 块、胡 5 块、胡 10 块等主力区块,共动用探明储量 $3.391 \times 10^7\text{t}$,并在 2.2% 左右的采油速度上稳产 3 年。1989 年开始含水急剧上升,产量开始递减;1990~1993 年主要依靠老井补孔和大幅度提液,以及胡 23 块、胡 19 块新区投入开发等,油田在 1.5% 的采油速度上稳产四年;1994~1995 年产量大幅下滑,年产油从 1994 年的 $5.70 \times 10^5\text{t}$ 降至 1995 年的 $3.374 \times 10^5\text{t}$,采油速度降至 0.83%;1995 年至今的特高含水期,通过地质基础研究,剩余油挖潜和综合调整治理,油田在 0.80% 的采油速度上实现了六年稳产。“八五”末油田面临着:(1)无新区投入,后备储量接替严重不足,储采严重失衡;(2)产量大幅下滑、含水上升快、水淹快;(3)剩余油分布零散,日趋复杂;(4)两个递减呈加大的趋势,出现了在采出程度为 13.12% 的情况下,主力区块含水高达 90% 的不利局面。

二、主要油田的开发简况

胡 5 块自 1985 年投入开发以来,经历了 5 年的开发历程,按其开发特点划分为 4 个阶段:(1)弹性开采阶段,1988 年制定并实施了“滚动开发方案”,以弹性能量驱为主,基本处于无水采油期。(2)注水开发阶段,1989 年编制并实施了“胡 5 块注采方案”。至此,胡 5 块全面进入注水开发。由于断块复杂,上产快、速度高,加之相应的研究工作没有及时跟上,油藏注采系统不完善、稳产基础差的矛盾日益明显。(3)调整阶段,1990 年后实施“调整方案”,完善注采系统。断块以注水开发为主,进行以“转、补、卡、分、调”为主要手段的治理。(4)特高含水期采油阶段,措施有效率低,有效期短,单井措施增油量明显减少,加之油水井井况恶化严重,注采系统受到破坏,非均质性日渐严重,开发效果未能从根本上得到好转,造成区块采油速度持续下降。

至 2000 年 12 月,胡 5 块油井开井 55 口,日产油 212t,单井日产油 4.2t,综合含水 92.09%。采油速度 0.59%,采出程度 17.235%。水井开井 33 口,日注水平 3125 m^3 ,平均单井日注 66 m^3 ,累积注采比 1:(1.191~1.443),平均动液面 1246m,自然递减 24.85%,综合治理 12.95%。

胡 12 块自 1986 年投入开发以来,经历了 13 年的开发历程,按其开发特点划分为 4 个阶段(图 2-2):(1)弹性开采阶段,实施“初步开发方案”,以弹性能量驱为主,基本处于无水采油期;(2)注采配套阶段,实施“注采方案”,逐步完善注采系统,地层压力有所回升,油井产能稳定;(3)加密调整阶段,实施“调整方案”,完善注采系统,滚动扩边。断块以注水开发为主。由于强注强采加剧了层间、平面矛盾,油井含水量暴升,区块逐年形成分注合采的局面。1989 年断块区进入产量递减阶段;(4)综合治理阶段,早期以稳油控水,进行以“卡、堵、调”为主要手段的综合治理,措施有效率低,有效期短。近年来进行了一系列的以提高水驱动用程度为主要手段的综合治理,区块产量下降趋势得到遏制,但由于油水井井况恶化严重,非均质性日渐严重,

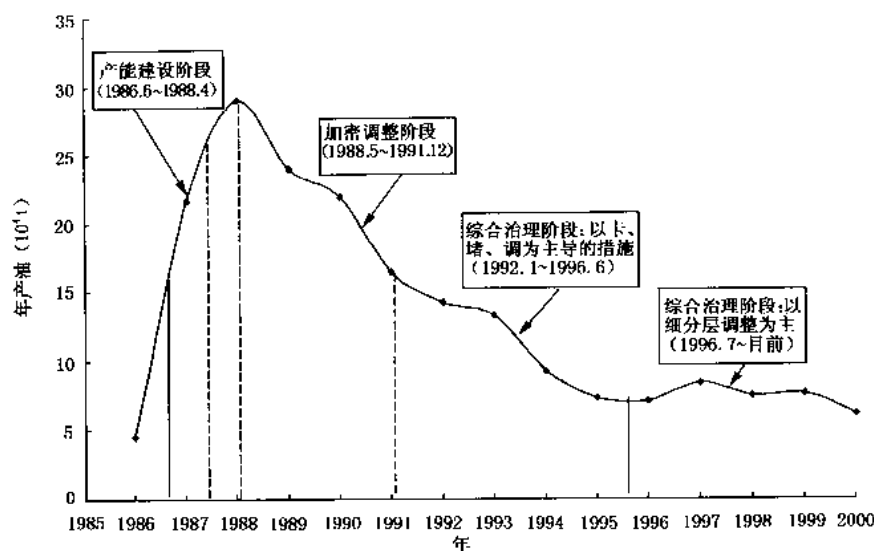


图 2-2 胡 12 块开发历程

开发效果未能从根本上得到好转。目前处于高含水期低产阶段。至 1999 年 1 月胡十二块油井开井 55 口,日产油 212t,单井口产油 4.2t,综合含水 92.09%。采油速度 0.59%,采出程度 17.235%,水井开井 47 口,日注水平 3125m³,平均单井口注 66m³,累积注采比 1:(1.191~1.443),平均动液面 1246m,自然递减 24.85%,综合治理 12.95%。

第三章 微构造特征精细描述

第一节 描述方法与步骤

微构造是指其大小在 1km^2 范围内的小构造,如小背斜、小向斜、小断层等。微构造是控制剩余油分布和改善注采关系的重要地质因素之一。微构造精细描述是在三维地震资料分析油气藏(田)总的构造特征的基础上利用较密井网资料,采用小间距等高线,以合理的内插等值线法绘制油层顶界或底界构造图,从而揭示油层局部构造起伏变化特征,利用综合井间示踪剂、干扰试井、压力恢复等生产开发资料和监测资料确定不易确定的微小断层。显示在断鼻构造上发育局部正向构造、负向构造及小断块构造。

(1)高分辨地震资料与井网资料相结合,通过对工区内所有井作人工合成记录,分别对每口井砂层组作地震层位标定和断点标定,在此基础上,利用 landmark 地震解释技术,进行砂层组层位 $25\text{m} \times 25\text{m}$ 测网密度的追踪对比解释。绘制每个砂层组顶界构造图。这样做既可以控制住整个油藏的总体构造形态和趋势,又可以弥补井间由于资料不足或者修改仅用井点资料内插时因小断层的干扰而出现的构造形态的变异。

(2)校正井口海拔高度。对于微构造研究,构造幅度变化达到 5m 精度的情况下,因补心高度不同及地面海拔的起伏变化,造成测井时深度测量的初始值不在同一海拔面上,所以有必要从测量深度中减去补心高度之后,将每口井井口海拔高度调到同一海拔面上。经计算所得本工区海拔校正值在 $0.1 \sim 3.5\text{m}$ 之间。

(3)对井斜的井作垂深校正。首先将测量深度转化为垂直深度;第二,计算出每口井作图层面的地下井位坐标位置;第三,计算出每个作图层面上各断层线的准确位置。

(4)利用三维地震可视化技术和水平切片技术,从三维空间对断点进行精确追踪、对比、组合,精细地研究微构造和小断层的空间分布、起止及变化特征。

(5)检验资料的合理性。将每口井校正后的经过精细高分辨率层序对比的分层数据加到三维可视化模软件,检验资料的合理性和可靠性,同时在井间适当加密地震资料控制点,从而建立准确的微构造模型。

(6)小断层的解释。首先进行小层的精细对比,在沉积微相和高分辨率层序地层学的理论指导下,进行高精度的小层对比,研究各小层的平面分布规律和特征;第二,小断层的平面组合,利用构造地质学理论和方法,分析小断层与大断层的匹配关系;第三,利用动态资料,特别是示踪剂资料和干扰试井资料;第四,研究各小层的油水界面,从而分析小断层的产状。

(7)成图。以 5m 构造等高距绘制旋回顶面构造图。其流程见图 3-1。

通过地质、地震、钻井资料的精细结合,综合动态的生产开发资料和监测资料,利用三维可视化分析技术,对微构造的认识精度有很大的提高,如胡 12 块的构造原来为一简单的鼻状构造,后经地质资料、钻井资料和三维地震及动态资料的精细结合,正确地描述出该构造的局部小断层、微构造及其变化特征,反映出小断层的走向、规模、数量及微构造的起伏变化特征与原构造有明显的不同(图 3-2、图 3-3)。