

文章编号:1005-8907(2009)02-058-03

相控随机建模技术在非均质性研究中的应用

吴星宝^{1,2} 李少华^{1,2} 尹艳树^{1,2} 朱永进^{1,2} 徐中波^{1,2} 熊冉^{1,2}

(1.长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室,湖北 荆州 434023;2.长江大学地球科学学院,湖北 荆州 434023)

基金项目:国家自然科学基金项目“基准面旋回的理论解析与定量层序地层模型”(40572078)资助

摘要 油田开发中后期的精细油藏描述关键在于如何详细描述储层的非均质性。采用相控储层建模的方法,建立了大庆油田古龙北地区扶余油层的构造模型、沉积相模型以及物性模型,并在此基础上对研究区的非均质性进行了描述,认为:研究区平面上由北向南非均质性逐渐增强、层间隔层比较多、层内非均质性严重。对比其沉积相模型,储层非均质性主要受沉积相的展布控制;河道储层的物性较好,非均质性弱;决口扇砂体厚度虽然较大,但因泥质夹层的存在,使其物性相对较差,非均质性强。

关键词 构造模型;相控储层建模;沉积微相;非均质性

中图分类号:TE319

文献标识码:A

Application of facies-controlled stochastic modeling in heterogeneity study

Wu Xingbao^{1,2} Li Shaohua^{1,2} Yin Yanshu^{1,2} Zhu Yongjin^{1,2} Xu Zhongbo^{1,2} Xiong Ran^{1,2}

(1.MOE Key Laboratory of Oil & Gas Resources and Exploration Technology, Yangtze University, Jingzhou 434023, China;

2.College of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou 434023, China)

The key of fine reservoir description is how to describe the heterogeneity of reservoir in the middle-late stage of oilfield development. This article takes the facies-controlled reservoir modeling method to establish the structural model, sedimentary facies model and petrophysical model in Gulongbei Area of Daqing Oilfield. Based on the models, the paper analyzes the heterogeneity of research area. The heterogeneity is getting severe from north to south on the plane of research area. There are many interlayers between the layers and the in-layer heterogeneity is severe. It can be known that the reservoir heterogeneity is controlled by sedimentary facies distribution after comparing the sedimentary facies models. The physical property of reservoir is good and the heterogeneity is weak in distributary channels. Although the crevasse splay sandbody has a great thickness, the physical property is poor and the heterogeneity is severe because of the existence of muddy intercalation.

Key words: structural model, facies-controlled reservoir modeling, sedimentary microfacies, heterogeneity.

我国陆上油田已进入开发中后期,含水率上升,油气产量下降成为困扰油田开发的难题,急需开展储层精细研究,揭示储层非均质性,建立高精度储层地质模型,指导油田开发。大庆油田古龙北地区扶余油层构造复杂、断层发育、储层微相砂体分布复杂、层间及层内非均质性严重。采用相控建模技术,通过精细构造建模、沉积相建模及相控参数建模,建立地质模型,为油田开发和剩余油研究提供了详实的地质依据。

1 工区地质概况

古龙北地区构造位置位于松辽盆地北部中央坳陷区,横跨齐家—古龙凹陷和龙虎泡阶地2个二级构造带。总体上为泰康隆起和大庆长垣所夹持的北东向长轴向斜,地层倾角变化相对较缓,局部变化较大,具有良好的继承性。扶余油层形成于白垩纪,其沉积主

要受西部和北部2个物源影响,发育河流—三角洲沉积体系,储集层砂体成因类型主要为分流河道、决口扇和河道间3种类型。储层砂体分布复杂,平面和剖面上孔隙度及渗透率差异很大。目前剩余油已十分分散,利用常规技术已无法精细分析地下油水分布情况。

2 储层模型建立

油藏目前已经进入开发中后期,平均井距为1382m。由于剩余油比较分散,深化开发难度越来越大,油田稳产也越来越困难,所以,需要对扶余油层展开精细

收稿日期:2008-06-05;改回日期:2008-12-10。

作者简介:吴星宝,男,1983年生,矿产普查与勘探专业在读硕士研究生,主要从事储层表征及储层建模方面的研究工作。E-mail: wxbwtc@163.com。

的储层三维地质建模。

相控参数建模已经是一项比较成熟的技术,针对本工区断层发育、构造复杂等特点,还需要对构造进行精细研究,对沉积微相认真分析,其具体步骤为:首先建立整个油藏的概念模型;再根据层面模型和断层模型建立三维构造模型^[1];对建立起的三维构造模型进行网格化划分后,模拟出三维相模型;然后,在沉积相的控制下,建立起储层物性模型;最后,根据实际的需

2.1 沉积相建模

2.1.1 地质知识库

建立地质知识库是储层建模中一项十分重要的基础工作,它通过充分利用已有的各种资料对研究区进行详细研究和统计分析。建立表征储层各种特征的地质知识。

2.1.1.1 概念模型

对本工区的地质研究可知,从扶三油层组到扶一油层组沉积时期,总体表现为水体不断加深,湖面不断扩张的退积过程。

研究区内三角洲平原的分流河道微相为其主要沉积微相,其延伸方向按物源方向展布。通过对单井沉积微相统计分析表明,整体上该区的储集砂体以分流河道为主,占总砂体的 31.7%以上,在扶余油层 1 油组 7 小层中河道砂体占总砂体的 26.3%以上。单一河道宽度在 200~600 m,河道砂体厚度为 3~8 m,且呈正态分布。决口扇平面上呈舌形或扇形,在河道旁侧零星分布,常现于河道分叉、决口频繁处。砂体中,决口扇所占比例不足 14.9%。在整个研究区内,分流河道是最有利的储层相带。

2.1.1.2 变差函数分析

变差函数是地质统计学的基础,它还能反映或刻画区域化变量的许多重要性质,反映储层参数的空间相关性就是其中一个重要的性质。

确定各个层位不同沉积微相变差函数的核心就是确定其不同方向的变程。根据变差函数的基本原理,结合前期的定量地质知识库的内容,分层位计算不同微相的实验变差函数,并加以拟合^[3]。最后确定出在储层 3 种沉积微相下变差函数的参数(见表 1)。从表 1 可以看出,分流河道的延展长度为 1 294 m,宽度为 459 m,与地质认识的河道宽度在 200~600 m 相符合,分流河道的厚度为 6.7 m,与地质河道砂体厚度 3~8 m 相符合。这就表明,提取的参数正确,可以应用于建模。

表 1 扶余油层 1 油组 7 小层微相变差函数参数

微相类型	变差函数	块金值	主变程/	次变程/	垂变程/	方位角/
	类型		m			(°)
分流河道	球型	0	1 294	459	6.7	294
河道间	球型	0	450	363	5.3	297
决口扇	球型	0	376	337	5.8	—

2.1.2 储层地质模型

序贯指示建模是常用的一种离散变量模拟方法,主要通过对储层空间属性参数的变异函数进行推断,建立基于变异函数的随机模型,再进行随机模型给出属性参数空间分布的结果。在建模时,充分体现地质约束原则,保持所建模型各种微相的分布概率与原始数据统计概率一致性,各微相的三维空间变差函数与通过地质研究所建立的定量地质知识库具有一致性。图 1 是几个模型的实现。从实现来看,模拟结果符合前面地质概念模型,能够真实地反映地下油气储层的非均质性和连通性展布特征。通过与地质模型相比较,选择模型图 1b 作为参数建模的约束。

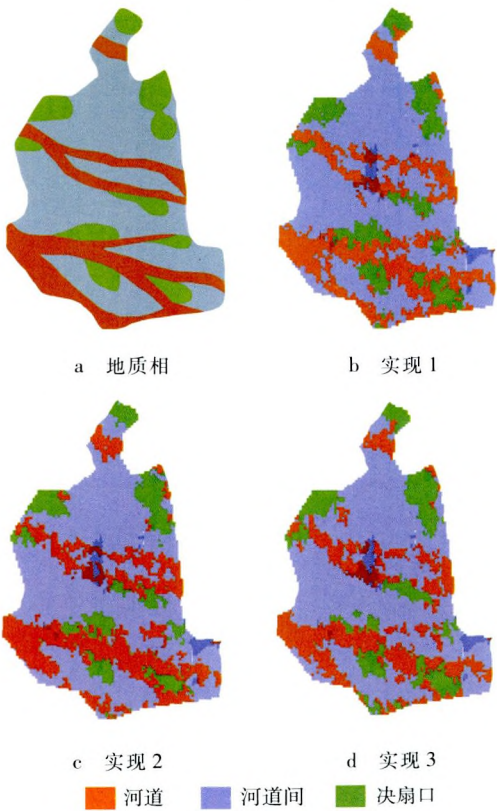


图 1 模型优选

2.2 储层物性参数建模

利用图 1b 沉积相模型进行约束,分相进行参数统

计和模拟,图2是模拟出来的三维孔隙度和三维渗透率。结果表明,物性较好的砂体都发育在沉积相图中的河道位置,连通性较好,决口扇分布在河道两侧,连通性较差。孔隙度和渗透率的分布与微相的分布相匹配,建立起来的模型符合前面的地质概念模型。

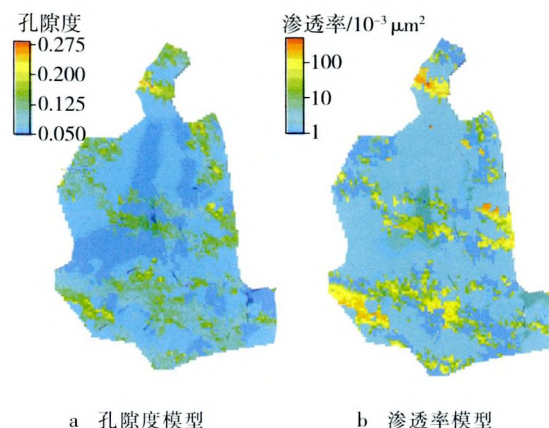


图2 扶余油层1油组7小层储层建模成果

3 储层非均质性研究

储层非均质性是指储层的各种属性在三维空间的非均一性。储层建模整合了物探、测井、岩心及分析化验等多种资料,用合理的插值法处理原始资料,建立储层三维地质模型,精细刻画储层性质的分布特征。从储层模型上可以更精细揭示储层非均质性^[1]。

从剖面上可以看出河道砂体呈透镜状,河道中心处最厚。河道砂体所占的比例较大,河道微相为优势相,全区都有分布,横向上延伸平均约300 m,垂向上平均约6 m,相变较快,多被河道间微相隔开(见图3a)。决口扇横向上展布很不规律,平均约400 m,垂向上多呈透镜状,主要分布在工区的南部和北部。孔隙度和渗透率在横向上变化缓慢,垂向上变化很快,变化频率越来越快,非均质性越来越严重。这与其所含的泥质隔夹层较多有关(见图3b和3c)。

平面上可以看出河道砂体比较发育。以扶余油层1油组7小层为例,如图2a所示,物源来自西北方向。工区内孔隙度变化大,发育3种相带,分别是河流沉积微相、河道间沉积微相和决口扇沉积微相。河道砂体在平面上呈弯曲条带状,总体来看砂体连续性好,方向性强。河道弯曲度低,属低弯曲度曲流河成因。小层大面积连通,各井点间存在同一沉积河道砂体,岩石内部结构及渗透率相似。河道微相总体综合系数分布较平均,数值较低,平均渗透率较高,均质性较好。决

口扇沉积微相位于河道相带的两侧,与河道共生,岩体形态呈舌状,向河道间方向变薄、尖灭。决口扇在该小层内分布广泛,在分流河道砂体间大面积分布,渗透率低,均质性较差。

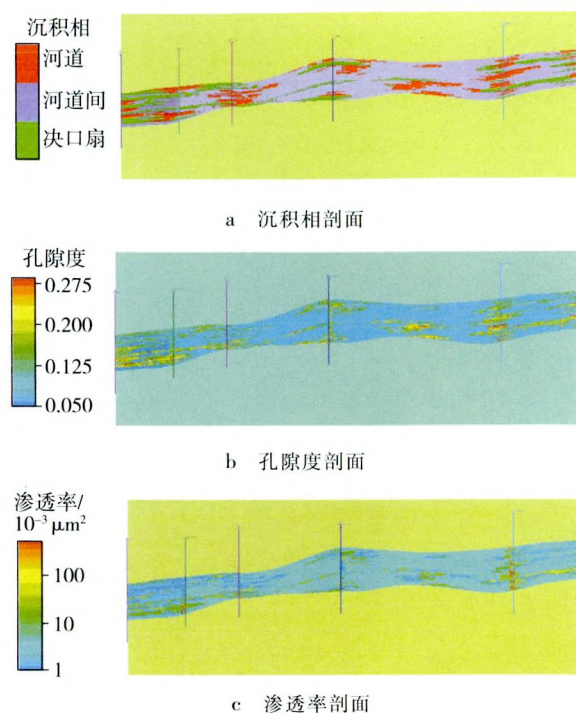


图3 古龙北地区扶余油层1油组7小层剖面

4 结论

1)采用以概念模型为指导,定量知识库与变差函数相结合的方法,运用相控进行随机建模,降低了井间模拟的不确定性,提高了建模精度。

2)沉积相细分为分流河道、河道间和决口扇3种微相。分流河道砂体平面展布良好,密度最大,连通性最好;决口扇次之。研究区孔隙度、渗透率以及含油饱和度的分布并不均匀,不同位置的物性差别较大。总体来说,分流河道微相的孔隙度和渗透率相对较大,决口扇次之,河道间微相最小。可见,研究区目的层段非均质性严重,且明显受沉积相带控制。

参考文献

- [1] 宋子齐,唐长久,林树文.随机建模在克拉玛依油田砾岩储层描述中的应用[J].特种油气藏,2006,13(6):25-29.
- [2] 李少华,张昌民,尹艳树.河流相储层随机建模的几种方法[J].西安石油学院学报:自然科学版,2003,18(5):10-16.
- [3] 于兴河,陈建阳,张志杰,等.油气储层相控随机建模技术的约束方法[J].地学前缘,2005,12(3):237-244.

(编辑 高学民)