文章编号:1009-3850(2007)03-0108-05

双河油田储层地质模型研究

李少华1, 许月明2, 张尚锋1, 刘德华1

(1. 长江大学 地球科学学院, 湖北 荆州 434023; 2. 中海石油 湛江分公司, 广东 湛江 524057)

摘要: 在建立双河油田高精度的三维地质模型中, 首先进行了基础地质研究, 主要包括岩石相的识别、沉积微相的划 分、基准面旋回的划分与对比。在详细地质研究基础上, 以24个短期旋回为单位采用截断高斯模拟方法建立沉积微 相三维模型, 采用相控物性参数建模技术, 利用顺序高斯模拟方法建立孔隙度、渗透率的三维模型。 最后对模型进 行了粗化, 直接提供给油藏数模使用。

1 基础地质研究

基础地质研究主要包括沉积相与层序方面的研 究,其目的是建立等时的地层隔架以及定性的地质 概念模型,为建模提供基础数据。

1.1 沉积微相

双河油田位于泌阳凹陷西南斜坡双河鼻状构造 带上,其古一新近系核桃园组三段 VI油组沉积时期 发育的扇三角洲是一种陡坡型扇三角洲。通过对研 究区取芯井的观察,结合其岩石的颜色、成分、结构 和沉积构造,在研究层位主要识别出11种岩石相类 型。岩石相组合可以反映沉积微相的特点,岩石相 组合分析是沉积微相分析的基础¹¹。不同的岩石相 组合,往往反映不同的沉积微相。本次研究依据岩 石相特点及组合规律,划分出6种主要的岩石相组 合类型。在区域沉积背景研究基础上,依据沉积微 相的确定标志,结合研究区所处地理和构造位置,通 过对岩心观察和精细描述,对核三段 VI油组划分为 扇三角洲前缘、前扇三角洲两种亚相类型,进一步细 分为扇三角洲前缘水下分流河道、河道间洼地、河口 砂坝及席状砂等微相,各种沉积微相特征明显。

1.2 层序划分与对比

采用美国科罗拉多矿业学院 Cross 教授提出的 成因 地层学 原理和 方法进 行地层 的划分与 对 比^[23]。层序界面的识别是地层基准面旋回层序识 别与划分的基础。研究层段中主要发育冲刷侵蚀面 及湖泛面 两类层序界面。在层序界面识别的基础 上,对研究区内的层序进行了划分与对比,图 1为其 中一条对比剖面。并右边的三角形是其相应的短期 旋回,图右边的三角形是中期旋回的划分情况。除 了对旋回进行划分外,还对旋回内的砂体进行的对 比。建模是以等时对比的短期旋回为单位进行的。

2 数据准备

在地质建模中,数据准备及质量控制是一项基础的但十分重要的工作。研究区井多,故本次建模数据主要为井数据,包括分层数据和井参数(相、孔隙度、渗透率)数据。

2.1 层文件

经过高分辨率层序地层学研究,双河油田划分为24个短期旋回。首先,准备所有斜井的井轨迹文件,然后对区内所有井的分层数据校正到海拔深度,

收稿日期: 2006-04-15

第一作者简介:李少华,35岁,博士,副教授,主要从事储层地质建模及GIS应用方面的科研与教学。

资助项目:湖北省教育厅科学技术研究项目(编号:Q200612001)和长江大学科学发展基金。



图 1 层序的划分与对比 Fig. 1 Division and correlation of sequences in the study area

按照 RMS 文件标准格式建立各层的井分层文件,每 个层一个文件。如表 1 为第一个短期旋回的层面文 件(部分)。其中,文件头第 1 行为数 据类型说明。 文件正文第 1 列和第 2 列分别为井轨迹的 X、Y 坐 标,第 3 列为海拔深度,第 4 列为相应的井名。

Table 1 Files for bedding planes			
坐标X	坐标 Y	井深	井名
19690511.79	3610826.14	1840.90	10-19
19690601.94	3610889.43	1843.50	10-196
19689765.80	3607820.80	1930.80	2-126
19689188.90	3608042.00	1852.00	3-11
19689200.30	3608284.00	1848.60	4-126

表 1 层面文件 Table 1 Files for bedding planes

2.2 参数文件

井参数文件主要包括相、孔隙度、渗透率等数 据。其中,相数据是通过各井和各小层沉积微相解 释而得到的,而孔隙度、渗透率数据则来源于测井解 释。井参数文件包括的内容是:第1行为数据文件 版本,第2行为井别,第3行为井号和井口坐标,第4 行为参数数量,第5~7行分别为孔隙度、渗透率和 沉积相,其中微相记录为离散数据(前三角洲泥,代 码为0;席状砂和分流河道间,代码为1;水下分流河 道,代码为2;河口坝,代码为3)。从第8行开始为 数据记录,第1、2列为大地坐标X、Y,第3列为垂直 海拔深度,第4、5、6分别为孔隙度、渗透率和相代码。

3 储层构造模型

旋回顶底构造模型的建立主要是根据已知井的 旋回划分数据(相应的测深、真实深度及坐标)。该 地区构造比较简单,无断层且地层起伏相对较小,在 对构造进行模拟时采用克里金方法。在建立构造模 型时以井的分层数据为主要输入数据源,利用 RMSgeoform:Stratigraphic Modelling 模块建立基准面旋回 地质构造模型,为后续的沉积微相及物性参数建模 提供准确的地层框架。小层平面网格划分为30m× 30m,垂直方向以短期基准面旋回为单位进行建模。

从图上可以看出,研究区内构造平缓,整体上是 一个西北至东南方向的单斜。不同小层的构造形态 很相似,具有较好的继承性。研究区内部具有一些 小的构造起伏。

4 储层沉积微相模型

在构造模型的基础上,首先建立能够表征较大 规模的储层非均质性的骨架(微相)模型。在骨架 (微相)模型的基础上,对不同沉积相带内各种物性 参数分别建模。这些模型主要用来表征储层成因砂 体或沉积相内部岩石性质在小范围的变化特点。储 层相建模主要包括以下几个方面的内容:



图 2 双河第 8 短期旋回顶面构造

Fig. 2 Top structures in the 8th short-term cycles of the Shuanghe Oil Field

4.1 井数据粗化

前面研究建立的井参数文件是按照 0.125m(测 深)逐点排列的数据文件,在进行模拟计算之前,需 要把井文件粗化到所建立的网格中,以便与模拟的 网格相匹配。

4.2 模拟参数设置

对沉积微相来采用截断高斯模拟^[43],需要设 置以下相应的参数:

(1)几何形态:在Geometry 选项中设置大尺度的 几何形态以及相带的主要趋势,有 proportions, stacked belts, trend & threshold 三种方式。根据前面 研究的结果选择 Stacked belts。

(2)选择 Stacked belts 方式后,有三种主要的类型供选择。在此采用了 Parallel 方式。

(3)在Stacking选项中确定不同相带接触关系, 如进积、退积等,以及接触的角度。

(4)在 Depositional direction 选项中确定不同相 带的相互接触的关系,如是线性还是曲线的,方位角 等。设置好后可以检查参数设置的结果(图3)。图 中的点是井点处解释的沉积微相类型,曲线是设置 的不同相带的接触关系。

4.3 三维相模型的建立

合理设置各种模拟参数后进行模拟计算,对 24 个短期旋回分别进行模拟,图 4给出了其中第 5 个 短期旋回的微相模型。

5 储层物性参数建模

物性参数(孔隙度、渗透率)数据主要是利用测 井解释数据。对物性参数需要分小层分沉积微相类





型分别统计其分布特征以及计算变差函数,并进行 理论模型的拟合。

模拟时采用的是在微相控制下的物性建模,因此需要对不同微相的物性分别进行模拟,分别统计不同微相的物性参数特征。沉积微相共分为4种组合,微相代码0为河道间泥与前三角洲泥,以泥岩为主,是无效储层,在模拟物性参数时对属于这类微相的物性参数可以直接赋一个缺省值,例如孔隙度可赋值4%。微相代码1为河间砂与席状砂,微相代码2为水下分流河道,微相代码3为河口坝,对这几种微相的物性模拟时,需要根据各自的统计特征值分别进行模拟。

5.1 模拟参数设置

1. 相模型

将前面建立的相模型作为输入参数,以达到相



图 4 微相模型 1.河道; 2.河口坝; 3.席状砂; 4.湖泥 Fig. 4 Model for sedimentary microfacies 1= channel; 2= river mouth bar; 3= sheet sand; 4= lacustrine mud

控建模的目的。岩石物理参数将忠实于所选择的相 分布,同时,参数的赋值亦因相而异。

2. 数据变换

(1)井数据变换:主要为截断变换,即截除一些 由于测井解释造成的异常低值和异常高值,使井参 数符合正常分布。

(2)实现数据变换:亦主要为截断变换,使各模 拟实现的参数分布符合正常分布,特别是对于泥岩 相,无须进行参数模拟,只进行数据变换使其参数值 为指定的低值即可。

(3)对数变换:对于渗透率而言,一般不呈正态 分布,而将其进行对数变换后,其分布可接近正态分 布。因此,在建模前,一般要对渗透率进行对数变 换,建模后,再进行反变换。

(4)正态得分变换:通过变换,使各参数符合高 斯分布,以能应用高斯模拟方法进行建模;建模后, 进行反变换。

3. 变差函数

变差函数反映储层参数的空间相关性。变差函数的参数可通过计算求取。但当分相求取变差函数的并点较少,变差函数的求取会有较大的误差。因此,在实际的建模过程中,一般可应用地质概念模式 来辅助估计变差函数的参数。

4. 标准偏差

反映各相的岩石物理参数的数值变化性。一个 标准的正态分布可用均值和标准偏差来描述。标准 偏差可通过多井数据的直方图统计而得到。

5. 相关关系

反映不同类型岩石物理参数相关程度。为了进 行参数间的协同建模,可输入各参数间的相关关系 以进行约束。相关关系可通过各参数之间的回归分 析而得到。

在实际建模过程中,分小层、分相统计和输入了 各参数的相控模型、数据变换、变差函数、标准偏差、 相关关系等,在条件井的控制下,进行顺序高斯模 拟,建立了主力油组的三维孔隙度、渗透率模型。

5.2 孔隙度三维模型

准备好数据文件并进行相应的设置后就可以进 行模拟计算,图 5是其中第 5 个短期旋回的孔隙度 模型,可以直观的看出孔隙度在空间的变化情况。 对比图 5与图 4可以看出,物性的分布受控与沉积微 相的分布。

模型建立好后,为了提供给数模使用还需要进 行粗化处理,对于孔隙度直接采用简单快速的算术 平均,对于渗透率采用全张量平均方法。

6 结 论

在油田开发的中后期为了进行合理的开发调整,需要建立精细的地质模型。在详细的沉积微相研究的基础上,采用高分辨率层序地层学原理对地层进行等时的对比与划分,采用随机建模技术以短期基准面旋回为建模单位,采用相控建模技术建立



图 5 孔隙度模型

Fig. 5 Model for porosity

储层的三维精细地质模型,能够为油藏数值模拟提 供合理的基础数据。

参考文献:

- [1] 张昌民,徐龙,林克湘,等.青海油砂山油田第68 层分流河道砂 体解剖学[J].沉积学报,1996,14(4);70-76.
- [2] 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派——高分辨率层序地层
 学[J]. 石油与天然气地质 1995, 16(2):90-97.

- [3] 邓宏文, 王红亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序 地层学的理论基础[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 305-313.
- [4] DEUTSCH C V. Reservoir modeling with publicly available software
 [J]. Computers & Geosciences 1999, 25: 355-363.
- [5] DEUISCH C V, JOURNE A G. GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide [M]. New York: Oxford University Press, 1992.
- [6] 李少华,张昌民,张尚锋,等. 沉积微相控制下的储层物性参数 建模[J]. 江汉石油学院学报, 2003, 25(1):24-27.

Reservoir stochastic modeling for the Shuanghe Oil Field, Henan

LI Shao-hua¹, XU Yue-ming², ZHANG Shang-feng¹, LIU De-hua¹ (1. Faculty of Earth Sciences, Changjiang University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 2. Zhanjiang Petroleum Corporation, CNOOC, Zhanjiang 524057, Guangdong, China)

Abstract: A high-resolution 3-D reservoir model is constructed using the stochastic modeling technique for the Shuanghe Oil Field, Henan in order to provide reliable data for optimizing exploration plans. The modeling technique is base on the recognition of 11 types of sedimentary facies and 6 facies associations, division of sedimentary microfacies, and division and correlation of base level cycles with the aid of high-resolution sequence stratigraphic theory. The 3-D microfacies model is formulated by using the truncating Gauss simulation method, and the 3-D model is suggested for the porosity and permeability by using sequence Gauss simulation method. Finally the reservoir model is upscaled for reservoir numerical simulation.

Key words: Shuanghe Oil Field; Palaeogene-Neogene; reservoir; geological model; Henan