

近岸水下扇储层三维地质建模方法比较

王小嘉 李少华

(长江大学 地球科学学院 武汉 430100)

摘要:以胜利油田近岸水下扇储层为例,分别选择赋值相建模方法、序贯指示建模方法和多点地质统计学建模方法进行近岸水下扇储层沉积微相建模的比较研究,通过对比分析决定近岸水下扇储层建模的优选方法。从模拟结果看,赋值相建模方法建立的模型砂体连续性最好,与井连通的砂体体积较大,但无法反映出各小层内部垂向上各微相类型的空间变化情况;序贯指示建模方法建立的模型砂体连续性差,与井连通的砂体体积较小,各沉积微相类型的空间分布情况与研究区地质实际存在较大差异,分布边界的细节表征较为混乱,模拟的随机性较强;多点地质统计学建模方法建立的模型砂体连续性介于两者之间,与井连通的砂体体积适中,对于各微相类型在三维空间的分布情况和接触关系反映效果较好,可以更好地体现储层特点,对井间储层的预测可信度较高,建模结果符合研究区地质实际情况。方法比较结果为近岸水下扇储层建模方法的选择提供了依据,表明多点地质统计相模型质量较高,更适合油田开发与决策。

关键词:赋值相建模;序贯指示建模;多点地质统计学;近岸水下扇储层

中图分类号:TE132 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-8020(2021)01-0081-08

近岸水下扇是在陆相断陷湖盆中发育的一种重要的油气储层类型,其沉积体系沉积环境复杂,扇体多期叠置,储层非均质性比较强^[1],是近年来储层和成藏研究的热点和难点之一,研究成果颇为丰富。刘招君^[2]、梁官中等^[3]曾对近岸水下扇的露头进行了研究,重点分析了其沉积环境;常海燕等^[4]对近岸水下扇储层进行构型单元级次划分及多井联合对比,建立了近岸水下扇内部构型模式,将近岸水下扇储层自下而上划分为扇根、扇中、扇端亚相;王珏^[5]、张华锋^[6]以地震沉积学为基础对近岸水下扇砂砾岩油藏期次进行了研究,描述了其沉积相特征、平面展布及时空演化过程;吴群等^[7]提出近岸水下扇沉积环境以重力流为主,可细分为扇中主体、扇中侧缘、扇中前缘、扇端、湖相泥、滑塌浊积砂等6种沉积微相类型;赵红兵等^[8]提出近岸水下扇砂砾岩体岩性主要为砂砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩、细砂岩,沉积物孔隙类型以砾内溶孔、晶间孔为主。

指导油田生产和开发,建立三维油藏地质模型尤为重要,但前人对近岸水下扇储层三维地质模型建立方面的研究很少,各建模方法之间建模

效果的对比研究更为少见。为了提高模型精度,需选择合适的建模方法^[9],近年来较为常见的建模方法有确定性方法^[10-11]、序贯指示方法^[12]、序贯高斯方法^[13]、多点地质统计学方法^[14-15]等。以胜利油田近岸水下扇储层为例,分别选择赋值相建模方法、序贯指示建模方法及多点地质统计学建模方法进行对比研究,为油田开发中后期储层建模方法的优选提供可靠的依据。

1 区域概况

胜利油田的主体集中在东营凹陷^[16-17],研究区处于东营凹陷北部陡坡带西段二台阶,构造上位于滨南—利津断裂带的东段(见图1),主要含油层位为沙四段,目的层段为沙四上亚段7砂组,共8个小层,发育15条西南—东北走向的低序级断层。通过精细地层对比和沉积相研究发现,研究区7砂组沉积地层中发育砂砾岩扇体,其沉积类型主要为近岸水下扇,属于近源快速沉积^[18-22],由多期扇体叠置而成,沉积特征较复杂。

细分沉积微相表明,在研究区可以识别出沟

收稿日期:2020-10-27;修回日期:2020-11-15

基金项目:国家自然科学基金(41872129)

第一作者简介:王小嘉(1996—),女,辽宁盘锦人,硕士研究生,研究方向为储层表征与建模。E-mail:541022678@qq.com

通信作者简介:李少华(1972—),男,湖北武汉人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向为地质统计学。E-mail:jpsihli@sina.com

道、沟道间、辫状水道、水道间、扇中前缘及扇端泥 6 种微相类型^[23]。本次研究中,合并沟道微相和辫状水道微相,扇中前缘微相单独作为一种相类

型,沟道间、水道间及扇端泥微相均作为背景湖相泥,共分为 3 种相类型进行模拟。

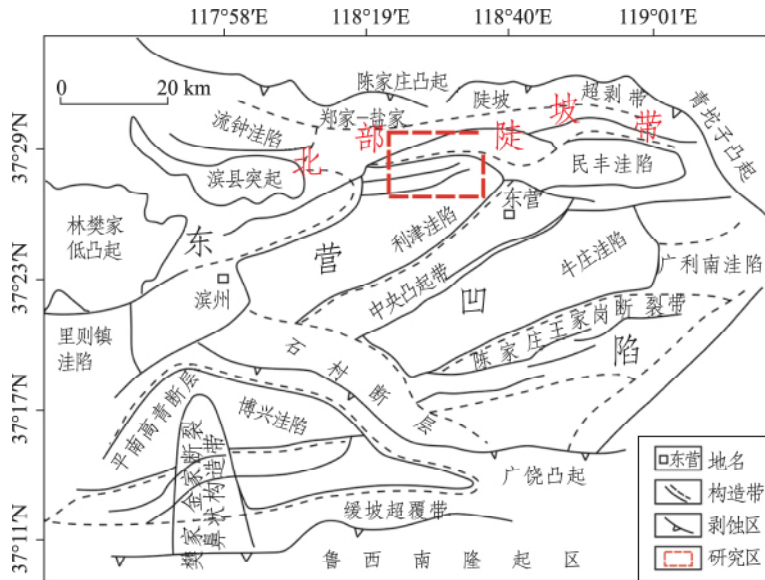


图 1 研究区地质构造位置图(据文献[23]修改)

Fig.1 Geological structure location map of the study area(modified according to reference [23])

2 方法介绍

2.1 赋值相建模方法

赋值法属于确定性建模所应用的储层预测方法之一。确定性建模是从已知的确定性资料出发,通过特定的数学算法,利用钻井数据进行确定性插值,推测出井间未知储集空间唯一的、确定的储层参数^[24-25]。本文在前人研究的基础上,对研究区 8 个小层的沉积微相分布平面图进行了分析,认为各小层沉积微相在平面上的展布特征可以通过该平面图较好地表征出来,因此可以应用赋值法对研究区沉积相进行模拟。

2.2 序贯指示建模方法

本文根据给定沉积相数据离散性的特点,选择随机模拟方法中比较常见的序贯指示模拟方法对研究区沉积相进行模拟。

随机模拟方法主要利用随机模拟算法,通过已知井点数据,利用变差函数表征下的算法来随机模拟井间未知的储集空间,一般可分为两大类:基于目标的方法和基于像元的方法,其中以像元

为模拟单元的方法可进一步分为高斯随机域模拟和指示模拟^[26-27]。序贯指示模拟是指示模拟的一种典型算法,通过求解多个克里金方程组,求取不同沉积微相实现的概率大小,概率分布模型依据期望值建立,进而通过蒙特卡罗随机抽样决定网格最终的模拟实现^[28]。

2.3 多点地质统计学方法

多点地质统计学方法着重表达空间中多个点之间的相关性,能够有效克服传统地质统计学在描述空间形态较复杂的地质体方面的不足^[29-30],具体来说是通过地质体复杂的几何形态进行参数化处理以及对多井数据进行条件化处理,获得地质数据多个空间点的相关性规律,以此作为依据预测未知区域的参数值^[31]。

多点地质统计学是由 Journel 等学者首先提出,斯坦福大学 Strebelle 博士等人在此基础上提出了 Snesim 算法,使得多点地质统计学算法成为一种真正实用的建模算法,本文即用该算法进行沉积微相模拟研究。多点地质统计学方法的一大优势是引入了主要工具——训练图像,训练图像属于一种定量的相模式,用来表达地质变量的空间结构性^[32],其地位相当于传统地质统计学方法

中的变差函数。通过合理利用训练图像,多点地质统计学方法可以精确表征具有复杂空间结构和几何形态的地质体。

3 三维沉积相模型的建立和对比

3.1 赋值相建模

研究区主要发育 3 种沉积微相类型: 辫状水道(橙色)、扇中前缘(黄色) 和暗色的湖相泥。在 Petrel 软件中导入各小层沉积微相分布平面图, 分别清绘相平面图中各沉积微相的边界, 其中辫状水道微相清绘出每条水道的边界, 将清绘完成的各沉积微相边界分别制作成代表单一沉积微相分布的面。根据各沉积微相的叠置关系对制作好的相面进行赋值数字化处理, 通过面—面操作, 将代表不同类型沉积微相的面组合到一起, 形成数字化的沉积微相平面图, 各小层均重复此操作。

赋值相建模方法就是将制作好的数字化沉积微相平面图赋值到地质体对应的小层中, 借助地质体的空间立体性将二维的沉积微相平面图三维化, 从而形成相的三维属性体, 即完成确定性沉积相模型的建立。模型如图 2 所示。

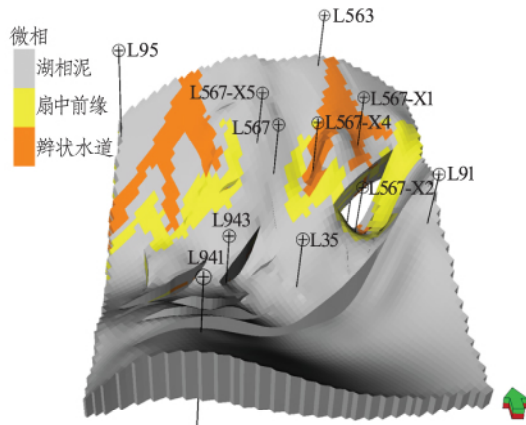


图 2 赋值相建模方法建立的储层微相模型
Fig.2 Reservoir microfacies model based on assignment simulation method

3.2 序贯指示建模

变差函数是序贯指示建模方法的关键输入参数, 利用变差函数分析数据点, 可以获得沉积相数据的空间规律性, 进而完成模拟。

使用该方法时, 需要先粗化沉积相数据, 使研究区地质体网格附有沉积相属性。沉积相数据粗

化完成后, 在 Petrel 软件变差函数分析模块进行数据分析, 分析数据在垂直物源方向和顺物源方向的相关性; 调节主变程、次变程和块金值, 分别计算各小层实验变差函数并进行曲线拟合, 将其作为序贯指示建模方法的输入参数约束和指导建模; 同时利用地震属性刻画出每个小层的扇体边界, 制作出代表各小层扇体分布范围的面并作为趋势面协同约束模拟, 完成随机性沉积相模型的建立。模型如图 3 所示。

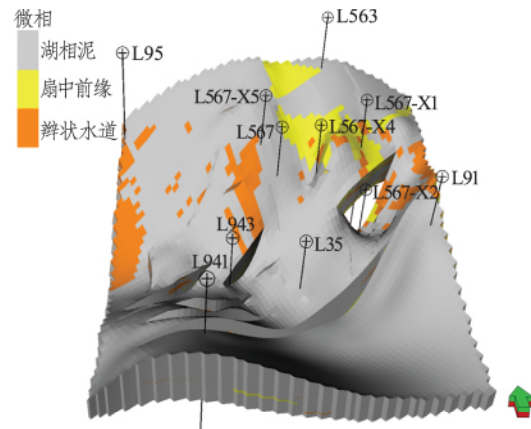


图 3 序贯指示建模方法建立的储层微相模型
Fig.3 Reservoir microfacies model based on sequential indicator simulation method

3.3 多点地质统计学建模

训练图像是多点地质统计学建模方法的主要工具, 可以定量描述研究区储层的沉积模式。在制作训练图像时, 并不需要完全忠实于井点数据, 仅需要显示主要的地层特征。本文中认为沉积微相分布平面图可以较好地表征出各小层不同沉积微相类型的展布特征, 接近研究区地质实际, 同时以各小层沉积相图为依据, 将其数字化并进行赋值处理, 得到的三维确定性相模型可以直接作为训练图像。

研究区目的层段砂体分布区域较为集中, 为了使沉积微相模拟结果符合研究区地质实际状况, 用近岸水下扇扇体边界和沉积微相趋势面对相模拟进行模拟约束。扇体边界约束的具体做法是利用地震属性刻画出每个小层的扇体边界, 进行逐层模拟时, 只对该层对应的扇体边界内部进行模拟, 扇体边界以外均默认为暗色的湖相泥。沉积微相趋势面约束的具体做法是依据沉积微相分布平面图, 勾画出每个小层扇体内部不同沉积微相类型的分

布区域,分别制作成具有相对概率值的平面,概率设置如下:辫状水道微相位置辫状水道微相概率 80%,湖相泥概率 20%;扇中前缘微相位置扇中前缘微相概率 70%,辫状水道微相概率 20%,湖相泥概率 10%;湖相泥微相位置湖相泥概率设置为 100%。将制作好的属于同一小层的概率面通过面一面操作组合到一起,即得到 8 个相对概率趋势面,作为模拟时对应小层的趋势约束。建立的多点地质统计学沉积相模型如图 4 所示。

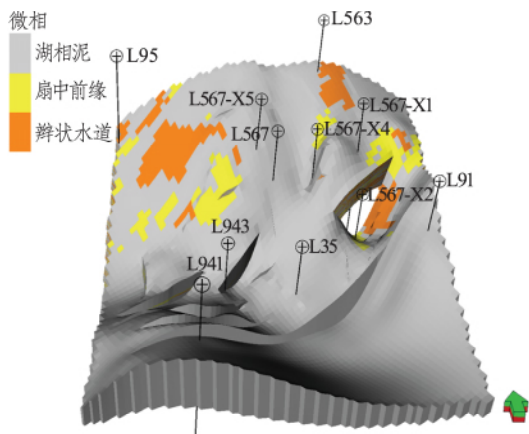


图 4 多点地质统计学建模方法建立的储层微相模型
Fig.4 Reservoir microfacies model based on multi-point geostatistics simulation method

3.4 模型三维形态对比

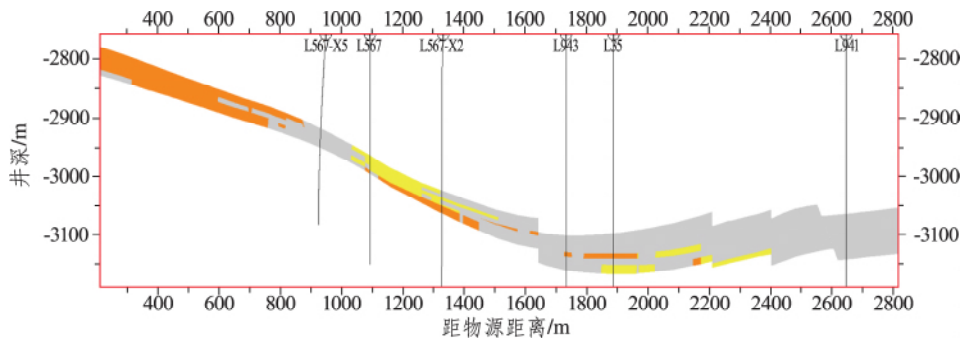
运用 3 种相建模方法建立了 3 类沉积相模型,从平面上看,3 类相模型之间存在着比较明显的差异性。为了进一步选出其中最合适的建模结果,选取垂直物源方向和顺物源方向的连井剖面各 1 条,结合上述建模结果示意图(图 2~4),对比分析各相模型的质量情况。

顺物源方向连井剖面为南北向 L567-X5 井—L567 井—L567-X2 井—L943 井—L94 井—L35 井—L941 井剖面。

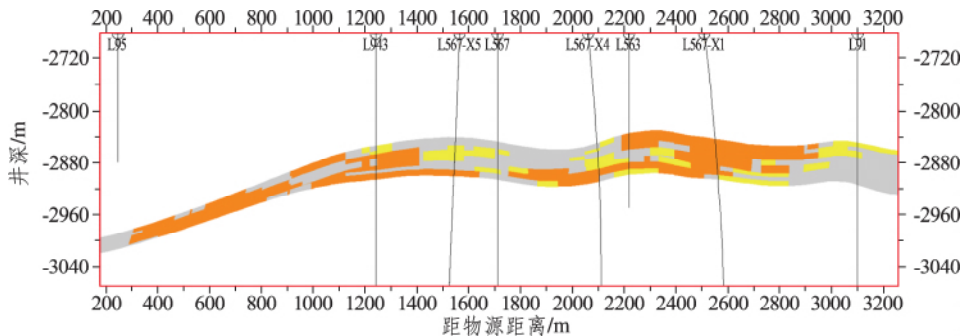
垂直物源方向连井剖面为东西向 L95 井—L943 井—L567-X5 井—L567 井—L567-X4 井—L563 井—L567-X1 井—L91 井剖面。

3.4.1 赋值相建模结果分析

赋值相建模方法建立的确定性相模型可以在平面上展示出研究区理论地质研究的结果(见图 2),能够明显地反映出各微相类型的分布情况。从选取的剖面图(图 5)来看,辫状水道微相在近物源区较为发育,呈片状分布,分布范围较广,砂体厚度较大,在纵向上连通性较好;扇中前缘微相在近物源区几乎不发育,分布范围相对较小,同样连成片状分布。



(a) 顺物源方向



(b) 垂直物源方向

图 5 赋值相模型剖面图

Fig.5 Assigned facies model profile

运用沉积微相图赋值法建立的模型,各沉积微相类型在各小层垂向上分布不变,无法反映出垂向上各微相类型的空间变化情况。

3.4.2 序贯指示相建模结果分析

序贯指示随机模拟方法建立的相模型,各沉积微相类型在空间上的概率分布情况主要是由变差函数获取,在平面上表象较差(见图 3),得到的结果和研究区地质实际存在较大差异:在垂直方向上可以反映出研究区微相分布的整体特征(见图 6),辫状水道砂体在顺物源方向连通性较好,在垂直物源方向发育过程中逐渐分离,不同期次的辫状水道被扇中前缘或湖相泥分隔开;扇中前缘微相在垂直物源方向非常发育,分布范围较广,砂体厚度较大。

运用序贯指示方法建立的模型,可以在垂直方向上反映出沉积微相分布特征,但与研究区理论地质研究的结果差异较大,各沉积微相类型分布边界的细节表征较为混乱,模拟的随机性较强,不利于油田勘探与开发决策。

3.4.3 多点地质统计学相建模结果分析

观察多点地质统计学方法建立的相模型(图 4),可以看出研究区物源方向来自北部,辫状水

道微相呈南北向展布,在近物源区呈片状分布,在远处分离开来;外围分布扇中前缘微相,各微相类型的分布情况和接触关系与研究区理论地质研究的结果较为吻合。观察连井剖面图(图 7),辫状水道微相在顺物源方向连通性很好,在近物源区更加发育;在垂直物源方向,辫状水道微相和扇中前缘微相横向连通性均比较好,不同期次的辫状水道被扇中前缘和湖相泥分隔开,垂向连通性比较差,体现出多期扇体叠置分布的特征。

多点地质统计学相模型是根据先验地质模型建立起来的,各微相砂体在三维空间的分布情况和接触关系都可以较好地反映出来,与研究区理论地质研究的结果较吻合,对于井间储层的预测结果也符合沉积演化理论模式。

3.5 与井连通的砂体体积对比

利用 Petrel 软件可以计算砂体连通体积,应用 Geometrical modeling 模块中的 connected volumes 方法分别计算上述 3 个沉积微相模型与井连通的砂体体积,结果如图 8~10 所示。不同颜色代表不同的与井连通的砂体体积大小,它们之间互不连通,但均与井连通。

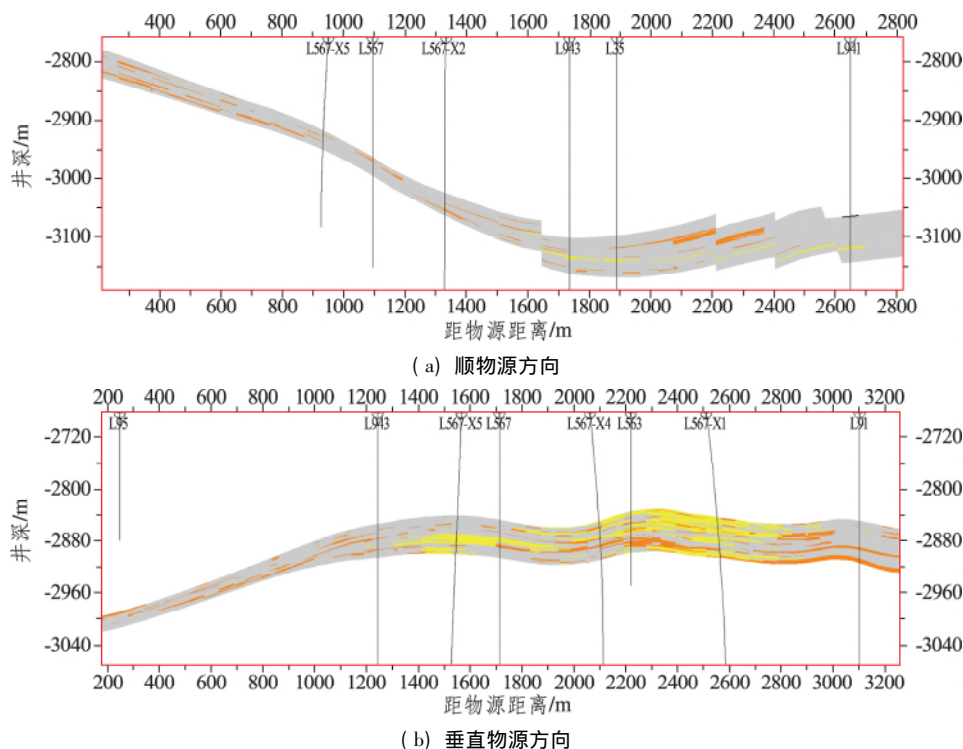


图 6 序贯指示相模型剖面图

Fig.6 Sequential indicator facies model profile

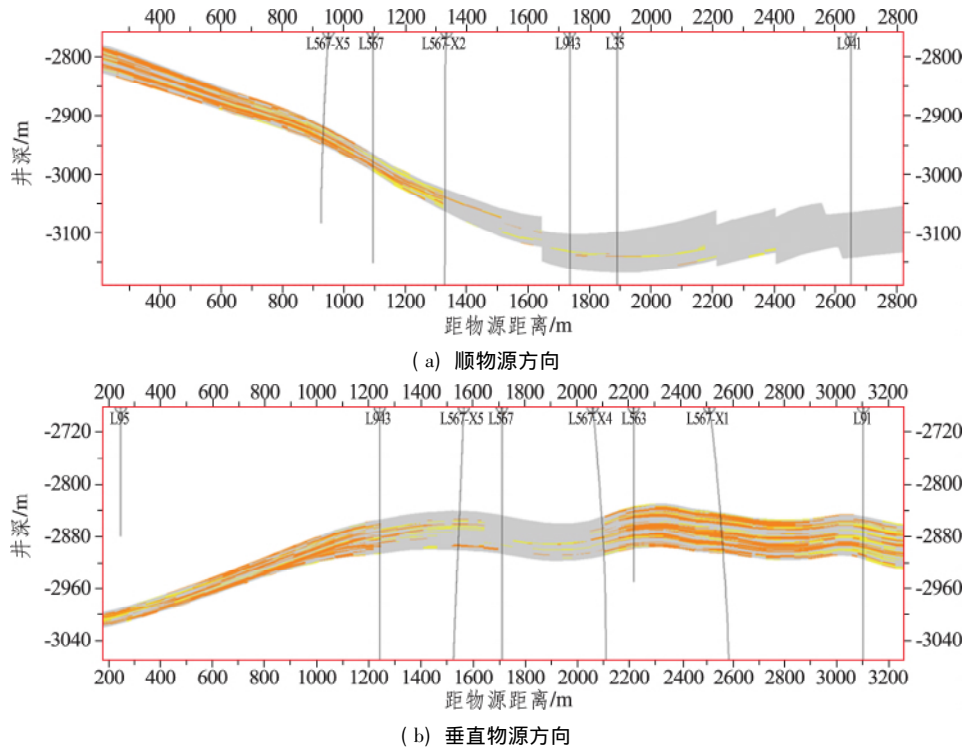


图 7 多点地质统计相模型剖面

Fig.7 Multi-point geostatistical facies model profile

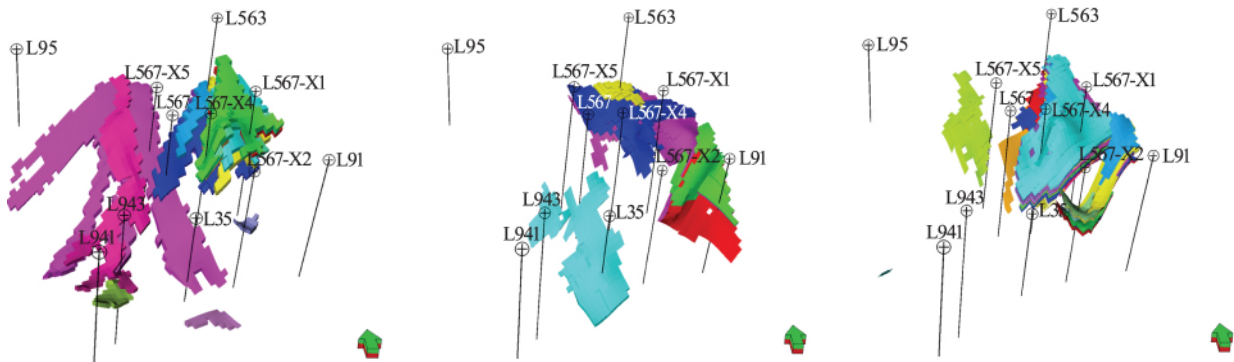


图 8 赋值相模型与井连通的砂体体积

Fig.8 Volume of sand body connected with well by assigned facies model

图 9 序贯指示相模型与井连通的砂体体积

Fig.9 Volume of sand body connected with well by sequential indicator facies model

图 10 多点相模型与井连通的砂体体积

Fig.10 Volume of sand body connected with well by Multi-point geostatistical facies model

赋值相模型中与井连通的砂体体积如图 8 所示,在建模过程中直接应用研究区沉积微相平面图,因此建立的相模型中砂体分布比较连续,与井连通的砂体体积较大,在研究区三维网格模型中占据的网格数为 40 699,但该模型中砂体分布位置过于绝对化,模式过于理想化。序贯指示相模型中与井连通的砂体体积如图 9 所示,应用序贯指示建模方法建立的砂体分布较为离散,因此与井连通的砂体体积较小,占据网格数为 12 959,该方法建立的砂体连续性较差,砂体分布随机性较

强。多点相模型中与井连通的砂体体积如图 10 所示,应用多点地质统计学建模方法建立的砂体连续性介于赋值相模型和序贯指示相模型之间,与井连通的砂体体积大小同样介于前两者之间,占据网格数为 16 771,该方法建立的模型中砂体连通性较好,砂体分布区域比较符合研究区理论地质研究的结果。

综上所述,在研究区沉积微相建模的过程中,多点地质统计学相建模方法建立的模型可以更好地反映储层特点,对井间储层的预测可信度较高,

其建模结果与研究区地质实际情况相吻合。

4 结论

对比近岸水下扇储层沉积微相建模的 3 种方法发现: 1) 赋值相建模方法建立的模型可以在平面上展示出研究区理论地质研究的结果, 砂体连续性好, 与井连通的砂体体积较大, 但无法反映出各小层内部垂直方向上各微相类型的空间变化情况; 2) 序贯指示建模方法建立的模型砂体连续性差, 与井连通的砂体体积较小, 各沉积微相类型空间分布的情况在平面上表象较差, 与研究区地质实际存在较大差异, 在垂直方向上模拟结果可以反映出各微相分布的整体特征, 但分布边界的细节表征较为混乱, 模拟的随机性较强, 不利于油田勘探与开发决策; 3) 多点地质统计学建模方法建立的模型砂体连续性介于两者之间, 与井连通的砂体体积大小适中, 各微相砂体在三维空间的分布情况和接触关系都可以较好地反映出来, 与研究区理论地质研究的结果较吻合, 对于井间储层的预测结果也符合沉积演化理论模式, 可信度较高。

利用多点地质统计学建模方法建立了胜利油田近岸水下扇储层沉积微相分布模型, 为指导油田下一步勘探开发提供了地质依据。

参考文献:

- [1] CAO Y C, WANG Y Z, GLUYAS J G et al. Depositional model for lacustrine nearshore subaqueous fans in a rift basin: the Eocene Shahejie Formation, Dongying Sag, Bohai Bay Basin, China [J]. *Sedimentology*, 2018, 65 (6): 2117-2148.
- [2] 刘招君. 湖泊水下扇沉积特征及影响因素——以伊通盆地莫里青断陷双阳组为例 [J]. *沉积学报*, 2003, 21(1): 148-154.
- [3] 梁官中, 谭建财, 魏莉, 等. 内蒙古二连盆地阿北凹陷下白垩统近岸水下扇沉积特征 [J]. *古地理学报*, 2013, 15(1): 31-42.
- [4] 常海燕, 严耀祖, 陈更新, 等. 近岸水下扇储层构型及剩余油分布模式——以柴达木盆地七个泉油田 E₃₁ 油藏为例 [J]. *岩性油气藏*, 2018, 30(3): 143-152.
- [5] 王珏. 辽河西部凹陷古近系扇三角洲前缘沉积特征 [J]. *西南石油大学学报(自然科学版)*, 2017, 39 (4): 25-35.
- [6] 张华锋. 东营凹陷沙四段近岸水下扇地震沉积学——以东辛油田盐斜 229 块砂砾岩油藏为例 [J]. *科学技术与工程*, 2019, 19(22): 115-121.
- [7] 吴群, 杨云飞, 王树芳. 南阳凹陷黑龙庙地区近岸水下扇沉积特征研究 [J]. *西南石油大学学报(自然科学版)*, 2020, 42(1): 33-44.
- [8] 赵红兵, 严科. 近岸水下扇砂砾岩沉积特征及扇体分布规律 [J]. *断块油气田*, 2011, 18(4): 438-441.
- [9] 裘亦楠. 储层地质模型 [J]. *石油学报*, 1991, 12(4): 55-62.
- [10] 胡向阳, 熊琦华, 吴胜和. 储层建模方法研究进展 [J]. *石油大学学报(自然科学版)*, 2001, 25(1): 107-112.
- [11] 王文龙, 尹艳树. 储层建模研究进展及发展趋势 [J]. *地质学刊*, 2017, 41(1): 97-102.
- [12] 吴胜和, 李宇鹏. 储层地质建模的现状与展望 [J]. *海相油气地质*, 2007, 12(3): 53-60.
- [13] ABDOLLAHIFARD M J, FAEZ K. Stochastic simulation of patterns using Bayesian pattern modeling [J]. *Computational Geosciences*, 2013, 17(1): 99-116.
- [14] 李少华, 张昌民. 石油地质统计学的新进展 [J]. *石油科技论坛*, 2008, 27(2): 35-39.
- [15] 付斌, 石林辉, 江磊, 等. 多点地质统计学在致密砂岩气藏储层建模中的应用——以 s48-17-64 区块为例 [J]. *断块油气田*, 2014, 21(6): 726-729.
- [16] 邱隆伟, 韩晓彤, 宋璠, 等. 东营凹陷盐 22 区块沙四上亚段近岸水下扇岩相特征及沉积演化 [J/OL]. *大庆石油地质与开发*, 2020: 1-12 [2020-10-01]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1286.TE.20200709.1514.001.html>.
- [17] 王永诗, 王勇, 朱德顺, 等. 东营凹陷北部陡坡带砂砾岩优质储层成因 [J]. *中国石油勘探*, 2016, 21(2): 28-36.
- [18] YAN J P, FAN J, WANG M et al. Rock fabric and pore structure of the Shahejie sandy conglomerates from the Dongying depression in the Bohai Bay Basin, East China [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2018, 97: 624-638.
- [19] 操应长, 金杰华, 王艳忠, 等. 东营凹陷北带古近系沙四段砂砾岩体沉积特征及沉积模式 [J]. *沉积与特提斯地质*, 2014, 34(4): 13-23.
- [20] 逢淑伊, 操应长, 梁超. 渤海湾盆地东营凹陷沙四上亚段—沙三下亚段岩相特征及沉积环境——以樊页 1 井为例 [J]. *石油与天然气地质*, 2019, 40(4): 799-809.
- [21] 邵绪鹏, 张立强, 靳久强. 东营凹陷民丰北带沙四上亚段砂砾岩体层序划分 [J]. *科学技术与工程*, 2017, 17(4): 175-181.

- [22] 远光辉, 操应长, 王艳忠. 东营凹陷民丰地区沙河街组四段—三段中亚段沉积相与沉积演化特征 [J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(2): 277-286.
- [23] 王鑫, 林承焰, 马存飞, 等. 东营凹陷北部陡坡带利 563 区块沙四上亚段砂砾岩扇体沉积特征及沉积模式 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2020, 50(3): 705-720.
- [24] 黎明. 延长油田正 72 井区确定性建模研究 [J]. 新疆石油科技, 2018, 28(3): 54-60.
- [25] 汤军. 对储层建模的研究 [J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2006, 28(3): 50-52.
- [26] 李少华, 张昌民, 尹艳树, 等. 多物源条件下的储层地质建模方法 [J]. 地学前缘, 2008, 15(1): 196-201.
- [27] 刘培刚, 张永峰, 潘懋, 等. 三维数字盆地建模研究 [J]. 科学技术与工程, 2015, 15(26): 190-195.
- [28] 尹艳树, 王进, 文志刚, 等. 浅水三角洲分流河道三维储层建模方法比较 [J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2013, 35(3): 47-51.
- [29] STREBELLE S. Conditional simulation of complex geological structures using multiple-point statistics [J]. Mathematical Geology, 2002, 34(1): 1-21.
- [30] 尹艳树, 张昌民, 李玖勇, 等. 多点地质统计学研究进展与展望 [J]. 古地理学报, 2011, 13(2): 245-252.
- [31] 李少华. 储层建模算法剖析 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2012.
- [32] DE CARVALHO P R M, DE COSTA J F C L, RASERA L G, et al. Geostatistical facies simulation with geometric patterns of a petroleum reservoir [J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2017, 31(7): 1805-1822.

Comparison of 3D Geological Modeling Methods for Nearshore Subaqueous Fan Reservoir

WANG Xiaojia, LI Shaohua

(School of Geosciences, Yangtze University, Wuhan 430100, China)

Abstract: Taking the nearshore subaqueous fan reservoir in Shengli Oilfield as an example, the assignment simulation method, sequential indicator modeling method and multi-point geostatistics modeling method are selected to conduct comparative study on sedimentary microfacies modeling of nearshore subaqueous fan reservoir, and the optimal modeling method of nearshore subaqueous fan reservoir is determined through comparative analysis. The simulation results show that the continuity of the model sand body established by the evaluation facies modeling method is the best, the volume of sand body connected with well is large, but this facies model can not reflect the spatial variation of each microfacies type in vertical direction. The continuity of the model sand body established by sequential indicator modeling method is poor, the volume of sand body connected with well is small and in this facies model, the spatial distribution of each sedimentary microfacies type is quite different from the actual geological situation in the study area, the detailed characterization of the distribution boundary is chaotic and the simulation is stochastic. The continuity of the model sand body established by multi-point geostatistics modeling method is between the above two methods, the volume of sand body connected with well is moderate, this facies model can reflect the distribution and contact relationship of each microfacies type in three-dimensional space, and can better reflect the reservoir characteristics, the prediction credibility of the reservoir between wells is high, and the modeling results are in line with the actual geological situation of the study area. The comparison results provide a basis for the selection of modeling methods for nearshore subaqueous fan reservoir, indicating that the multi-point geostatistical facies model is of high quality and more suitable for oilfield development and decision-making.

Keywords: assignment simulation method; sequential indicator simulation method; multi-point geostatistics;

nearshore subaqueous fan reservoir Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. (责任编辑: 李秀芳) <http://www.cnki.net>