

文章编号: 1000-0550(2007) 06-0954-07

# 鄂尔多斯盆地西峰油田白马南特低渗岩性油藏 储层地质建模<sup>1</sup>

李 红<sup>1</sup> 柳益群<sup>1, 2</sup>

(1 西北大学大陆动力学国家重点实验室 西北大学地质系 西安 710069;

2 山东科技大学地球信息科学与工程学院 山东青岛 266510)

**摘 要** 以鄂尔多斯盆地西峰油田白马南长 8 砂岩油藏为例, 应用随机序贯高斯模拟法 (SUS) 和序贯指示模拟法 (SIS) 建立研究目标的储层地质模型, 进而探讨了在特低渗岩性油藏中相对高渗透储层形成的控制因素。认为长 8 油藏储层的形成主要受控于沉积作用; 成岩作用对改善储层物性及油气的运聚起了重要的作用。砂体的三维模拟结果显示主砂体位于研究区西部, 呈西南—东北向展布。储层物性参数的三维模拟也表明优质储层主要分布在主砂体带上长石溶蚀相和绿泥石薄膜胶结成岩相区。

**关键词** 鄂尔多斯盆地 西峰油田 特低渗透岩性油藏 随机模拟 成岩相

**第一作者简介** 李 红 女 1975 年出生 博士 矿产普查与勘探 E-mail: liu-yiqun@263.net

**中图分类号** T588.2 P588.2 **文献标识码** A

岩性油气藏是在沉积作用或成岩作用下, 储集岩体的岩性或物性发生突变, 被非渗透层所包围或遮挡而形成的油气藏<sup>[1-3]</sup>。据不完全统计, 在我国陆上中、新生代含油气盆地中, 岩性地层油气藏约占 42%, 是我国最具潜力的油气勘探领域<sup>[3]</sup>。近年在鄂尔多斯盆地西峰地区三叠系发现的亿吨级大油田即为岩性地层油气藏, 主力油层为三叠系上统延长组长 8 段, 该区成藏地质条件优越, 具有广阔的勘探前景<sup>[4]</sup>。目前我国将储层渗透率小于或等于  $50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  作为低渗透油藏的标准, 渗透率小于  $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  者定为特低渗透油藏<sup>[5]</sup>。而西峰油田长 8 油藏储集层渗透率平均不超过  $2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 属特低渗透油藏。

白马南地区是西峰油田主要的开发区块, 其长 8 岩性油藏具有砂体连续性差、非均质性强、层内物性变化大的特点。本文利用随机模拟的方法, 对白马南油藏储集层的砂体展布、泥岩夹层及物性分布进行三维建模研究, 建立了储层的三维地质模型, 目的在于探索研究区以及西峰油田渗透砂体的分布规律, 预测油藏储集层。

## 1 地质概况

研究区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡西南部, 区内

构造简单, 断层和褶皱不发育, 地层平缓, 地层倾角不足  $1^\circ$ , 缺乏形成油气聚集的二级构造带和构造圈闭, 仅有少量鼻状隆起, 岩性圈闭是主要的油气聚集场所。研究区面积约  $1200 \text{ km}^2$ , 区内约有探井、评价井 78 口, 本文对其中 38 口井进行了详细岩心描述及取样。

受西南物源方向的控制<sup>[4, 6]</sup>, 西峰地区延长组长 8 段发育湖泊背景下的辫状河三角洲前缘亚相沉积 (图 1), 主要包括水下分流河道、河口坝、分流间湾等微相。水下分流河道砂岩粒度为中—细砂岩, 发育块状层理、板状交错层理和平行层理, 底部具冲刷面并伴有泥砾等滞留沉积物, 单砂层厚约 2~8 m。河口坝砂岩分选性为中—好, 多为细砂—粉砂级, 常见的沉积构造有斜层理、透镜状层理及变形层理等, 单砂层厚约 0.5~3 m。水下分流河道和河口坝砂岩是油气主要的储集场所, 岩心样品上常见到油浸或油斑。分流间湾的岩石类型以泥岩、粉砂质泥岩为主, 富含有机质及植物化石, 常可见到劣质油页岩与煤线。

根据沉积旋回及电性特征, 长 8 砂岩储层由上自下又可分为三个小层, 即长 8<sub>1</sub>、长 8<sub>2</sub>、长 8<sub>3</sub>, 其中长 8<sub>2</sub> 小层为主力产油段 (图 2)。油藏埋深 1770~2280 m, 油层厚度 1.4~26.3 m, 平均 10.13 m, 约 30 口井油层厚度超过 10 m, 储层结构复杂, 非均质性

<sup>1</sup> 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 项目 (2003CB214603) 资助

收稿日期: 2007-05-14 收修修改稿日期: 2007-08-13

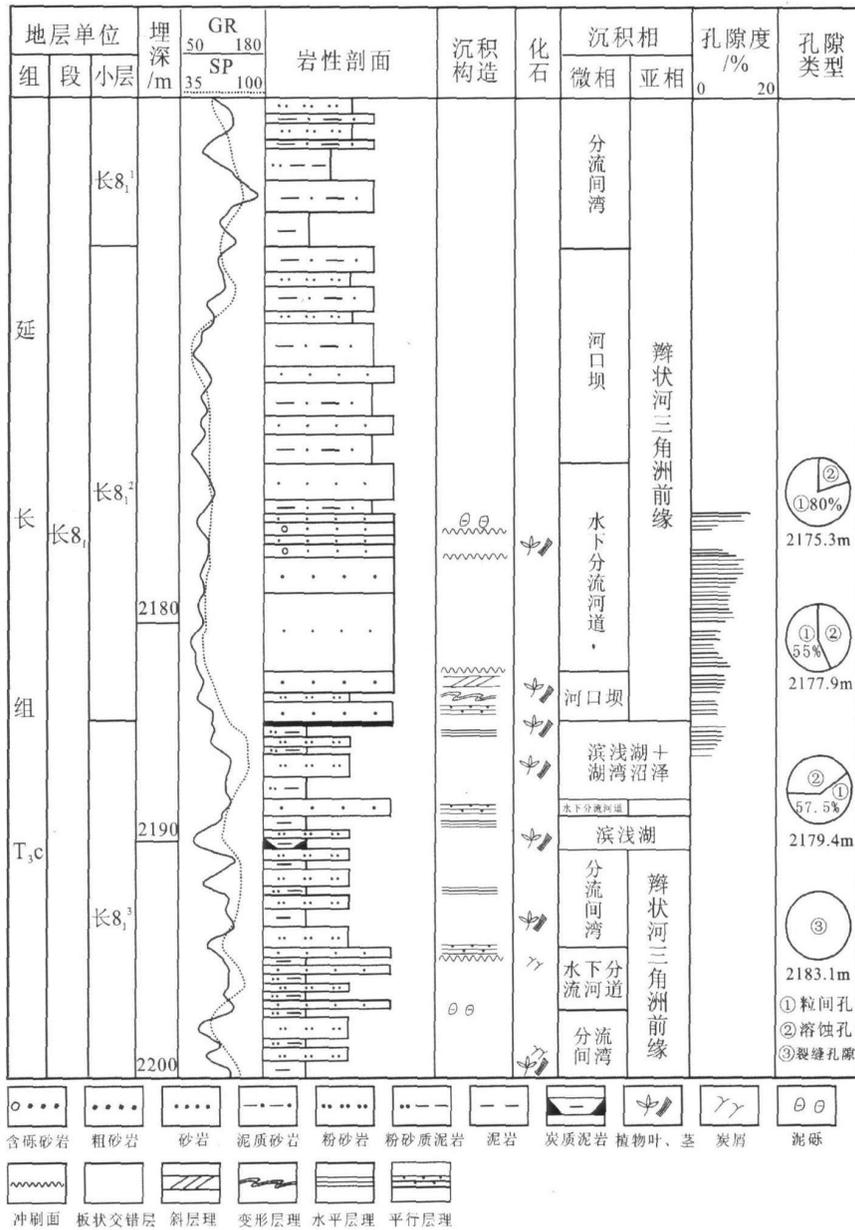


图 1 白马南 X120 井长 8₁ 储层综合柱状图

Fig 1 Generalized stratigraphic column of Chang 8₁ Formation of Well X120 in Baianan area

强。砂岩形态上呈上倾尖灭状和透镜体状(图 2)。此类砂体可以直接或间接接触烃源岩易于形成岩性油藏,同时砂体内部颗粒间的孔隙喉道、裂缝以及砂体表面的微裂隙均构成了油气运聚的通道。

## 2 长 8₁ 砂岩储集层特征

### 2.1 岩性特征

以岩屑长石砂岩及长石岩屑砂岩为主。砂岩的成分成熟度普遍较低,碎屑成分中石英 41.1%,长石 29.7%,岩屑 24.9%,云母类 4.3%。砂岩的分选中

等,磨圆度为次棱角一次圆状。填隙物含量 2%~10%,主要为绿泥石、伊利石、高岭石、方解石、铁方解石、铁白云石、自生石英以及铁泥质杂基等。反映了沉积区距物源较近,水动力较强的特点。

### 2.2 物性特征

根据铸体薄片和物性资料分析,长 8₁ 油层砂岩的孔隙类型包括绿泥石薄膜剩余粒间孔、溶蚀粒间孔、长石溶蚀粒内孔、自生矿物晶间微孔以及裂缝孔隙等。其中剩余粒间孔隙和溶蚀孔隙为最主要储油空间。储层的实测孔隙度为 0.5%~20%,平均

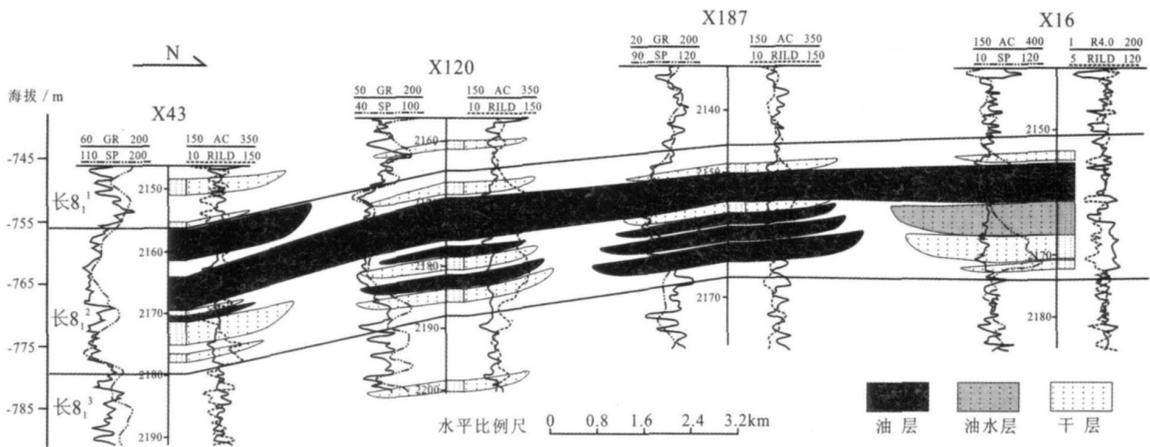


图 2 白马南长<sub>8i</sub>油藏剖面图 (X43—X16井)

Fig 2 Cross section of Chang<sub>8i</sub> reservoir in Bainan area (From Well X43 to Well X16)

8.32%，渗透率  $0.01 \times 10^{-3} \sim 36.95 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，平均为  $1.33 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，含油饱和度平均为 31.2%。根据岩心及试油资料，长<sub>8i</sub>油层通常为多期相互叠置的水下分流河道和河口坝砂体，其中局部存在的高渗区平均渗透率可达  $3 \times 10^{-3} \sim 7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，单井日油产量可达 51.77 t/d，而主砂体边部和分流间湾薄砂层通常为物性差的致密层。

### 3 建模方法

研究区储层地质建模采用了随机建模方法。随机建模方法的选择要根据研究区的地质条件、勘探程度及能够得到的模拟参数的种类和数量决定<sup>[7~20]</sup>。

序贯指示模拟 (Sequential Indicator Simulation) 是一种常用的非参数条件模拟方法，是对分散的数据概率分布场采用专门的指示克里格内插技术，并与条件随机模拟相结合而形成的一种方法<sup>[7~9]</sup>。序贯指示模拟法的基本思路是：通过直接估计小于一系列阈值的概率或属于一系列离散区间的概率来确定还没有模拟值的网格节点的局部条件概率分布，然后从中随机抽取一个数值作为该点的模拟值。将模拟出来的数值也作为条件数据来进行下一节点的模拟，如此反复，直到所有的网格节点都有一个模拟值为止。其主要优点在于：变量的分布形态无需作任何假设；另外，该方法可以利用多种来源、定性或定量的信息，并且使各种不同类型的变量对应不同的变差函数来模拟复杂各向异性的地质现象。序贯指示模拟法既可用于模拟连续的变量（孔隙度、渗透率、饱和度、碳酸盐含量等），也可用于模拟离散变量（沉积微相、岩石类型、夹层分布、裂缝等）<sup>[7~20]</sup>。

序贯高斯模拟 (Sequential Gauss Simulation) 是将高斯随机函数以序贯模拟的思想来实现的一种条件模拟方法<sup>[18~21]</sup>。高斯随机模拟的基本思路是：首先将区域化变量（如孔隙度、渗透率）进行正态得分变换（变换为高斯分布），然后再通过变差函数获取变换后随机变量的条件概率分布函数，从条件概率分布函数中随机地提取分位数，得到正态得分模拟实现，最后将模拟结果进行反变换，最终得到随机变量的模拟实现。序贯高斯模拟为产生多变量高斯场的实现提供了最直观的算法，其模拟过程是从一个象元到另一个象元序贯进行的，而且不仅计算某象元条件概率分布函数的条件数据（原始数据除外），还考虑这次模拟中已模拟过的所有数据。序贯高斯模拟主要适用于连续变量的随机模拟，如储层物性参数、地球物理参数等。但要注意在使用时要先对原始数据进行正态转换，使之满足高斯分布<sup>[18~21]</sup>。

针对研究区储层发育的特点，本文选择序贯指示模拟法对泥岩夹层的分布进行随机模拟，选择序贯高斯模拟法对储集层砂体厚度及物性参数进行随机模拟。

## 4 长<sub>8i</sub>油藏三维建模

### 4.1 建模参数选择

由于研究区缺乏地震资料，因此建模参数主要依靠取心井的岩心分析数据、测井解释数据和地质认识，主要包括两大类：井数据（硬数据）和地质统计特征参数（软数据）。井数据是建模的基础数据，根据研究区 78 口井的测井资料，在地质条件约束下，对长<sub>8i</sub>层的物性参数进行解释评价，同时利用取心井的分

析化验、试油及生产动态资料对解释评价结果进行拟合标定,求出拟合公式及相关系数。对没有取心数据的井用拟合公式计算出物性参数,最后将解释结果进行地质参数汇总,建立研究区井眼数据库,包括岩性、流动单元、砂地比、孔隙度、渗透率、饱和度、碳酸盐胶结物含量、油层厚度等。地质统计特征参数用于辅助井数据进行井间预测,包括主流线方向、砂体形态、厚度等。

#### 4.2 地质概念模型

白马南长<sub>8</sub>砂岩属于辫状河三角洲前缘水下分流河道和河口坝微相,砂体厚度等值线图(图 3 表明砂体在平面上呈连片状分布,主砂体的展布方向为东北—西南向,说明古主流方向为西南—东北向,这与区域沉积相的物源方向是一致的<sup>[4-6]</sup>。由于物源较稳定,且三角洲不断推进,在纵向上可以形成 3~5 个

旋回的砂层相互叠置。沿主砂体方向砂体延伸,连通性好,而垂直主砂体方向,砂体呈透镜状,侧向连通差。水下分流河道复合砂体宽度为 100~500 m,宽厚比为 60~150,砂体密度(砂地比)多在 0.3~1,砂层系数(一定地层内钻遇砂岩层数)5~15。夹层常为分流间湾细砂岩、粉砂岩和泥岩的薄互层。分流河道及河口坝顶、底部碳酸盐致密胶结砂岩也可形成很好的隔、夹层。

#### 4.3 成岩相带的分布

根据研究区砂岩广泛存在的压实作用、胶结作用、溶解作用等成岩作用在各区段的表现,将其划分出四个成岩相带。压实压溶成岩相、弱压实—碳酸盐胶结相、弱压实—绿泥石膜胶结相以及绿泥石膜胶结—长石溶蚀相(图 3)。

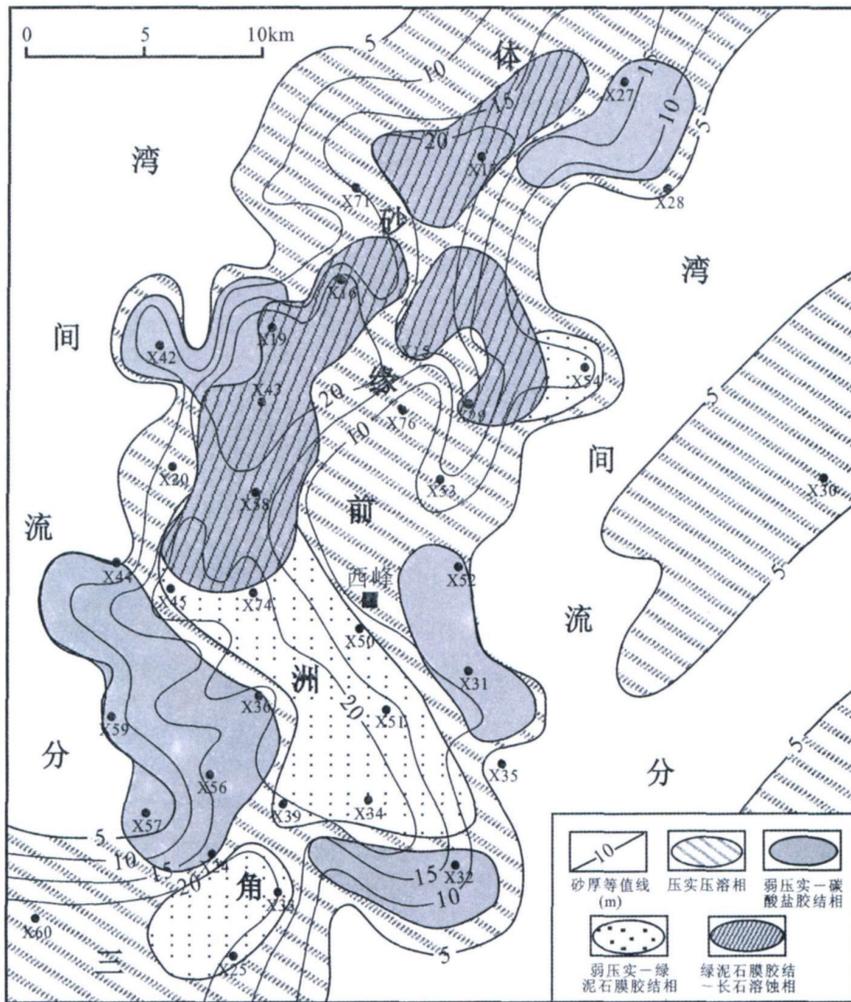


图 3 白马南长<sub>8</sub>砂体等值线及成岩相图

Fig 3 Isopach map of sandstone and the distribution of diagenetic facies

of Chang<sub>8</sub> Formation in Bai-ma-nan area

压实压溶成岩相包括机械压实和化学压实共同作用区。此相带分布面积广,不仅在水下分流河道和河口坝砂岩中发育,分流间湾的薄砂层中也普遍存在。砂岩孔隙度一般不超过 10%,渗透率不超过  $0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,构成了研究区低孔低渗储集层的主体。

弱压实—碳酸盐胶结相主要指碳酸盐尤其是含铁碳酸盐强烈胶结、机械压实强度弱的地区。碳酸盐溶蚀弱或基本不溶蚀。通常发育在分流间湾薄砂层中与水下分流河道、河口坝主砂体边部位置。此相带储层物性通常很差,孔隙度最低可降至 0.5%,渗透率可降至  $0.001 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。因此,碳酸盐胶结相区基本上属无效的致密储层。

弱压实—绿泥石膜胶结相指碎屑颗粒边缘被自生绿泥石衬边(膜)包绕,使砂岩中的原生粒间孔较好地保存下来的岩相带。此相带砂岩的孔隙度介于 8%~15%,渗透率介于  $0.5 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属于低渗透储层背景下相对高渗的较有利储层。绿泥石膜胶结相通常在三角洲前缘水下分流河道和河口砂坝中广泛发育。

绿泥石膜胶结—长石溶蚀相主要指以绿泥石膜胶结和长石溶解共同作用的地区。砂岩的孔隙度和渗透率常常优于弱压实—绿泥石膜胶结相带,这是因为此相带砂岩中不仅存在被自生绿泥石衬边包裹而保存下来的原生粒间孔隙,还有未被绿泥石膜包绕的长石颗粒与富含有机酸的孔隙水发生反应,使长石溶解产生的次生孔隙。长石的溶解不仅可在长石颗粒内部产生较多的溶蚀粒内孔隙,还会产生大量的溶蚀粒间孔将砂岩内残存的剩余粒间孔隙及喉道扩大,提高了储层的渗透性,此相带砂岩的孔隙度一般为 9%~20%,渗透率为  $1 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。长石溶蚀相主要位于多期水下分流河道相互叠置的厚砂层中,往往是优质储层发育的有利部位。

#### 4.4 长 8<sub>1</sub>油藏三维建模结果

以长 8<sub>1</sub>小层为例,利用 Petri三维地质建模软件对研究区目的层砂体、泥岩夹层及储层物性参数的空间分布进行随机模拟。

##### 4.4.1 砂体厚度模型

在三维砂体厚度模拟的一个实现(图 4)上可以看出,主砂体位于研究区西部,呈东北—西南向带状展布,砂体厚度大,连通性好。在中部 X15—X16—X19井区砂体最厚,平均厚 21.5 m,最厚处可达 26.2 m,单层砂最厚约 18 m。主砂体带上单井试油结果 > 10 t/d 的有 26 口井,单井试油结果 > 30 t/d 的有 7

口井,可见主砂体位置与生产实践吻合很好。

##### 4.4.2 泥岩夹层模型

从泥岩夹层模拟的一个实现上(图 5)可以看到,在主力产层泥岩夹层分布不稳定,侧向连续性较差,泥岩夹层厚 0.5~18.5 m,平均 5.8 m,约 57% 的泥岩夹层厚度 < 5 m,研究区中部夹层的连续性好于两侧。

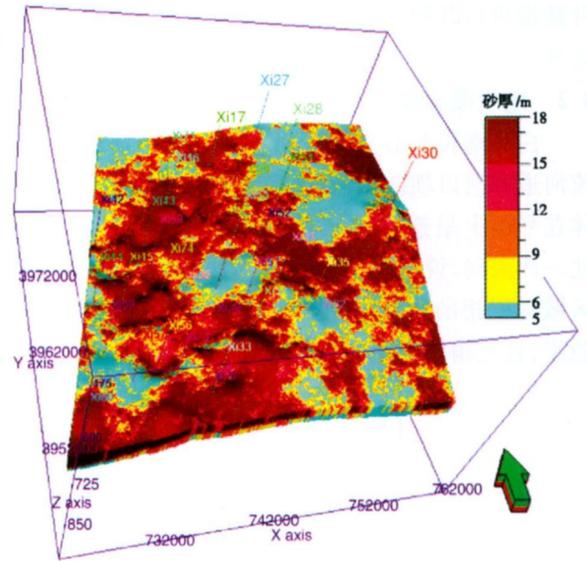


图 4 白马南长 8<sub>1</sub>砂体厚度三维模拟的一个实现  
Fig 4 One realization of spatial sand-body modeling

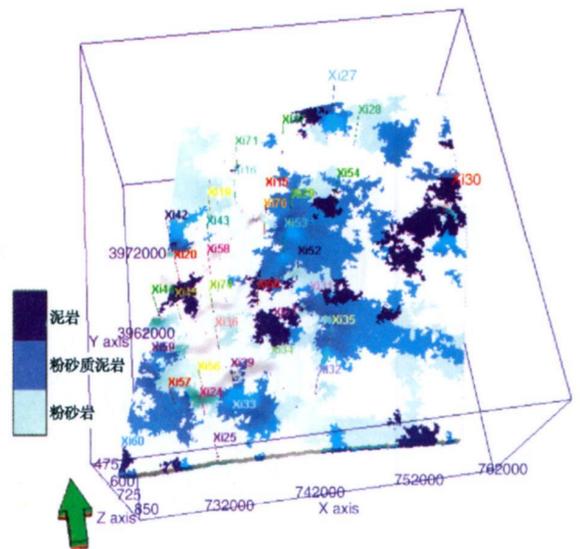


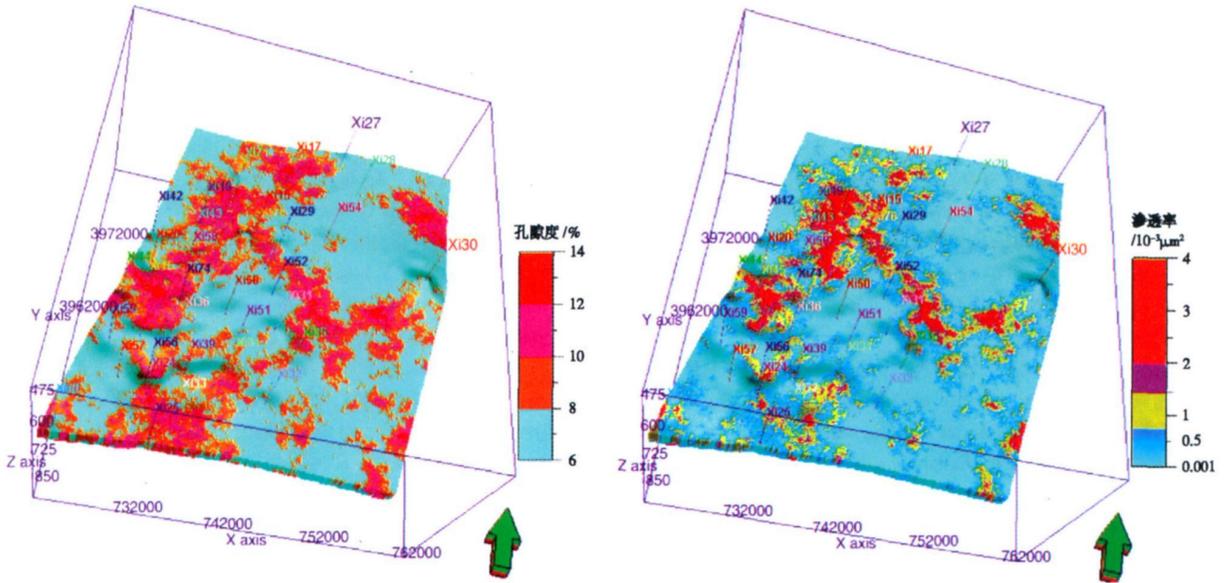
图 5 白马南长 8<sub>1</sub>泥岩夹层三维模拟的一个实现  
Fig 5 One realization of Spatial lithofacies modeling of Chang 8<sub>1</sub> Chang 8<sub>1</sub> fine-grained interlayers

##### 4.4.3 物性模型

从物性参数三维模拟的一个实现上(图 6)可以

看出,孔隙度的高值区集中在南部 X24—X33井区、中西部 X43—X16井区以及研究区北部 X17井区一带;其中以研究区中西部孔隙度值最高,孔隙度普遍大于 10%,孔隙度最高为 20%。渗透率的高值主要集中在中西部孔隙高值带和研究区北部 X17井区、中西部 X43—X15井区,平均约  $1.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,最高

可达  $36.95 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。孔隙度和渗透率的高值区均位于主砂体带上,表明沉积作用对油藏成因有决定性的影响。将物性参数的模拟结果与成岩相对照,发现高孔隙度、高渗透率地区常常与长石溶蚀相区和绿泥石膜胶结相区一致,说明高渗透储层的发育与成岩作用的联系也很密切。



(a) 长 8<sub>1</sub> 孔隙度三维模拟的一个实现 (b) 长 8<sub>1</sub> 渗透率三维模拟的一个实现

图 6 白马南长 8<sub>1</sub> 物性参数三维模拟

Fig 6 Spatial modeling of Chang 8<sub>1</sub> reservoir property in Bainan area

(a) One realization of spatial porosity modeling of Chang 8<sub>1</sub> (b) One realization of spatial permeability modeling of Chang 8<sub>1</sub>

### 5 结论

(1) 应用序贯指示模拟法和序贯高斯模拟法建立西峰油田白马南长 8<sub>1</sub>油藏的储层地质模型。实践证明,两种随机模拟法能够简单、快速、真实地再现砂体展布规律、泥岩夹层形态及储层参数的空间分布。

(2) 沉积作用控制了特低渗砂岩储集层的位置与形态。而成岩作用则决定了储集层内相对高渗透层的分布。长 8<sub>1</sub>储集层的三维地质模拟结果表明优质储层主要分布在主砂体带上长石溶蚀相和绿泥石膜胶结成岩相区,受沉积作用和成岩作用的双重控制。

### 参考文献 (References)

- 1 贾承造, 赵文智, 邹才能, 等. 岩性地层油气藏勘探研究的两项核心技术. 石油勘探与开发, 2004, 31(3): 3-9 [Jia Chengzao, Zhao Wenzhi, Zou Caineng, et al. Two key technologies about exploration of stratigraphic/lithological reservoirs. Petroleum Exploration & Development, 2004, 31(3): 3-9]
- 2 陈冬霞, 庞雄奇, 翁庆萍, 等. 岩性油藏三元成因模式及初步应用.

- 3 李丕龙, 陈冬霞, 庞雄奇. 岩性油气藏成因机理研究现状及展望. 油气地质与采收率, 2002, 9(5): 1-3 [Li Pilon, Chen Dongxia, Pang Xingqi. Research progress and prospect about origin mechanism of lithologic deposit. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2002, 9(5): 1-3]
- 4 付金华, 罗安湘, 喻建, 等. 西峰油田成藏地质特征及勘探方向. 石油学报, 2004, 25(2): 25-29 [Fu Jinhua, Luo Anxiang, Yu Jian, et al. Geological features of reservoir formation and exploration strategy of Xifeng oilfield. Acta Petroli Sinica, 2004, 25(2): 25-29]
- 5 裴恂桐, 刘雨芬, 等编著. 低渗透砂岩油藏开发模式. 北京: 石油工业出版社, 1998 [Qiu Yinan, Liu Yufen, et al. Development Model of Low Permeable Reservoir. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998]
- 6 刘少峰, 柯爱蓉, 吴丽云, 等. 鄂尔多斯西南缘前陆盆地沉积物物源分析及其构造意义. 沉积学报, 1997, 15(1): 156-159 [Liu Shaofeng, Ke Aorong, Wu Liyun, et al. Sediment provenance analysis and its tectonic significance in the foreland basin of the Ordos southwestern margin. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(1): 156-159]
- 7 裴恂桐, 贾爱林. 储层地质模型 10 年. 石油学报, 2000, 21(4): 101-104 [Qiu Yinan, Jia Ailin. Development of geological reservoir

- modeling in past decade. *Acta Petroli Sinica*, 2000, 21(4): 101-104]
- 8 文健, 裴悱楠. 油藏早期评价阶段储层建模技术和发展方向. 石油勘探与开发, 1994, 21(5): 88-92 [Wen Jian, Qi Yinan. Reservoir modeling technique and its development in early evaluation of reservoir. *Petroleum Exploration & Development*, 1994, 21(5): 88-92]
  - 9 宋永忠, 于晶, 年静波. 随机顺序指示模拟技术与应用. 大庆石油地质与开发, 2003, 22(1): 52-53 [Song Yongzhong, Yu Jing, Nian Jingbo. Application of stochastic Sequential Indicator simulation technique. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2003, 22(1): 52-53]
  - 10 徐景祯, 刘晓东, 陶官仲. 渗透率建模的三维指示条件模拟方法及其应用. 石油学报, 2000, 21(3): 61-65 [Xu Jingzhen, Liu Xiaodong, Tao Guanzhong. 3-D conditional indicator simulation for permeability modeling and its application to the north of Lamadian Oilfield. *Acta Petroli Sinica*, 2000, 21(3): 61-65]
  - 11 Damsketh E, Tjsten C B, More H. *et al*. A two-stage stochastic model applied to a North sea reservoir. *Journal of Petroleum Technology*, 1992, 44(4): 404-408
  - 12 周丽清, 熊琦华, 吴胜和. 随机建模中相模型的优选验证原则. 石油勘探与开发, 2001, 28(1): 68-71 [Zhou Liqing, Xiong Qihua, Wu Shenghe. The principles of selecting and testifying facies models in stochastic modeling. *Petroleum Exploration & Development*, 2001, 28(1): 68-71]
  - 13 刘振峰, 郝天珧, 杨长春. 沉积模型和储层随机建模. 地球物理学进展, 2003, 18(3): 519-523 [Liu Zhenfeng, Hao Tianyao, Yang Changchun. Sedimentation models and stochastic reservoir modeling. *Progress in Geophysics*, 2003, 18(3): 519-523]
  - 14 吴胜和, 张一伟, 李恕军, 等. 提高储层随机建模精度的地质约束原则. 石油大学学报(自然科学版), 2001, 25(1): 55-58 [Wu Shenghe, Zhang Yiwei, Li Shujun, *et al*. Geological constraint principles in reservoir stochastic modeling. *Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science)*, 2001, 25(1): 55-58]
  - 15 雷利安, 徐美茹, 曹学良, 等. 带趋势序贯指示模拟方法在东濮凹陷薄砂岩储层预测中的应用. 石油地球物理勘探, 2005, 40(1): 92-96 [Lei Lian, Xu Meiru, Cao Xueliang, *et al*. Application of sequential indicator simulation with a trend to predict thin-bedded sandstone reservoir in Dongpu sag. *Oil Geophysical Prospecting*, 2005, 40(1): 92-96]
  - 16 吴胜和, 武军昌, 李恕军, 等. 安塞油田坪桥水平井区沉积微相三维建模研究. 沉积学报, 2003, 21(2): 266-271 [Wu Shenghe, Wu Junchang, Li Shujun, *et al*. 3-D microfacies modeling of Pingqiao horizontal well region of Ansai Oilfield. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2003, 21(2): 266-271]
  - 17 崇仁杰, 宋春华, 程立芝. 应用随机模拟技术建立夹层模型. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 89-91 [Chong Renjie, Song Chunhua, Cheng Lishi. Application of stochastic simulation to interlayer modeling. *Oil & Gas Geology*, 2002, 23(1): 89-91]
  - 18 陈恭洋. 碎屑岩储层随机建模的基本理论与实践. 江汉石油学院学报, 2001, 23(4): 1-4 [Chen Gongyang. A basic theory of elastic reservoir stochastic modeling and its practice. *Journal of Jianghan Petroleum Institute*, 2001, 23(4): 1-4]
  - 19 胡向阳, 熊琦华, 吴胜和. 储层建模方法研究进展. 石油大学学报(自然科学版), 2001, 25(1): 107-112 [Hu Xiangyang, Xiong Qihua, Wu Shenghe. Advancement of reservoir modeling methods. *Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science)*, 2001, 25(1): 107-112]
  - 20 Jeffrey M, Yaukus Richard L, Chambers 编, 穆龙新, 陈亮, 译. 随机建模与地质统计学——方法和实例研究. 北京: 石油工业出版社, 2000. 1-17 [Jeffrey M, Yaukus Richard L, Chambers edit, Mu Longxin, *et al*. Translated. *Stochastic Modeling and Geostatistics: Theory, methods and examples study*. Beijing: Petroleum Industry Press, 2000. 1-17]
  - 21 侯景儒. 实用地质统计学. 北京: 地质出版社, 1998. 31-63 [Hou Jingru. *Practical Geostatistics*. Beijing: Geological Press, 1998. 31-63]

## Reservoir Geology Model of Lithological Reservoir with Low Permeability in Xifeng Oilfield, Ordos Basin

LI Hong<sup>1</sup> LIU Yiqun<sup>1, 2</sup>

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069;  
2. Science and Engineering College, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266510)

**Abstract** Taken Chang 8<sub>1</sub> reservoir of Baianan area, Xifeng Oilfield, Ordos Basin as an example, established the geologic models of Chang 8<sub>1</sub> reservoir by using the stochastic methods of Sequence Gauss Simulation and Sequence Indicator Simulation, and then discussed the controlling factors of relative high permeable layer that formed in very low permeable lithological reservoir. The research results indicated that the sedimentary process was the most important reason why Chang 8<sub>1</sub> reservoir was made. The diagenesis and the fractures had also great influence on improving the reservoir properties and the migration of petroleum. The 3-D model of sandstone distribution revealed that the main sand-body which lied in the west of the region of interest appeared to be a band with the direction from southwest to northeast. The results of stochastic modeling of the reservoir property indicated that the distribution of high-quality reservoir which was matched with the regions of feldspar dissolution diagenetic facies and chlorite film cementation diagenetic facies in the main sand-body was mainly controlled by the sedimentation and the diagenesis of the research area.

**Key words** Ordos Basin, Xifeng oilfield, low permeability lithological reservoir, stochastic simulation, diagenetic facies