

# 靖安油田盘古梁长6油藏地质建模研究

赵惊蜚<sup>1,4</sup>, 闫林<sup>3</sup>, 孙卫<sup>2</sup>, 梁晓伟<sup>4</sup>, 解伟<sup>2</sup>

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 西北大学大陆动力学国家重点实验室, 陕西西安 710069;  
3. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 4. 中国石油长庆油田勘探开发研究院, 陕西西安 710021)

**摘要:** 建立能正确反映靖安油田盘古梁长6油藏地质特征的地质模型, 通过对地层格架、沉积微相、骨架砂体、物性参数和储层非均质性的分析研究, 借助 GMSS 地质建模软件, 建立了确定型精细三维地质模型。所建立的构造、砂体、属性参数模型对该油藏的地质特征有了进一步认识, 为油藏的高效开发提供了依据。

**关键词:** 长6油藏; 地层格架; 沉积微相; 地质建模; 靖安油田; 盘古梁; 陕北

**中图分类号:** P618.130.2; TE121.1<sup>+</sup>5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2006)02-0162-04

## Study on Geological Model of Chang-6 Reservoir in Jing'an Oilfield

ZHAO Jing-zhe<sup>1,4</sup>, YAN Lin<sup>3</sup>, SUN Wei<sup>2</sup>, LIANG Xiao-wei<sup>4</sup>, XIE Wei<sup>2</sup>

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China; 2. State Key Laboratory for Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China; 3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China; 4. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Changqing Oilfield Company, PetroChina, Xi'an 710021, Shaanxi, China)

**Abstract** Through building an exact geological model which can show the geological character of Panguliang Chang-6 Reservoir, analysing and studying the strata frame, sedimentary microfacies, framework sand, quality parameter and reservoir heterogeneity, the assured precise 3D geological model was built with the software of GMSS. Based on the study of the structure model, the sand model and the attribute parameter model, the reservoir geology character can be understood more externally and actually, and the gist for the efficient exploitation of reservoir can be offered.

**Key words:** Chang-6 oil pool; stratigraphic framework; sedimentary microfacies; geological model building; Jing'an Oilfield; Panguliang; North of Shaanxi Province

## 0 引言

靖安油田为晚三叠世延长统、志丹三角洲前缘沉积, 局部构造发育在平面上呈环带状分异特点。构造主要以鼻状隆起和低幅度背斜为主, 隆起幅度低, 一般为 10~20 m。两翼近于对称, 倾角平缓, 闭合面积一般小于 10 km<sup>2</sup>。无一定方向性, 形态不规则, 分布无规律可循<sup>[1]</sup>。

针对油藏低渗、特低渗储集物性、孔隙结构非

均质严重、油层横向变化大、纵向含油不均等地质特征, 为高效开发盘古梁长6油藏, 认识和了解该油藏并建立真实客观的储层地质模型是必要的。

## 1 地质建模步骤

### 1.1 基础油藏地质研究及数据集成统计

以层序地层学为重要依据, 通过对研究区 450 口井的对比划分, 建立了涵盖研究区的 5 条骨架油藏剖面, 将盘古梁长6油层组划分为 15 个小区

收稿日期: 2006-07-16

基金项目: 国家重大基础研究计划项目(2003CB214606)

作者简介: 赵惊蜚(1965-), 男, 陕西乾县人, 高级工程师, 从事油气藏地质与油气田开发研究。E-mail: zjz\_cq@petrochina.com.cn

(图 1)。利用现有资料, 平面上细分出水下主流河道、分流河道、河口坝等微相(图 2)。对储层物性、含油性、非均质性进行了系统分析研究。

通过集成不同来源的数据, 建立标准储层建模数据格式, 并对数据匹配关系进行质量检验和编辑。利用研究区密集的井网资料, 提取反映储层非均质性的地质统计特征, 作为建模对象地质约束条件。

1.2 逐级储层建模

遵循点→面→体的步骤, 先建立各井点的一维垂向模型, 再建立储层的框架, 然后在储层框架基础上, 建立储层各种属性的三维分布模型<sup>2-3</sup>。

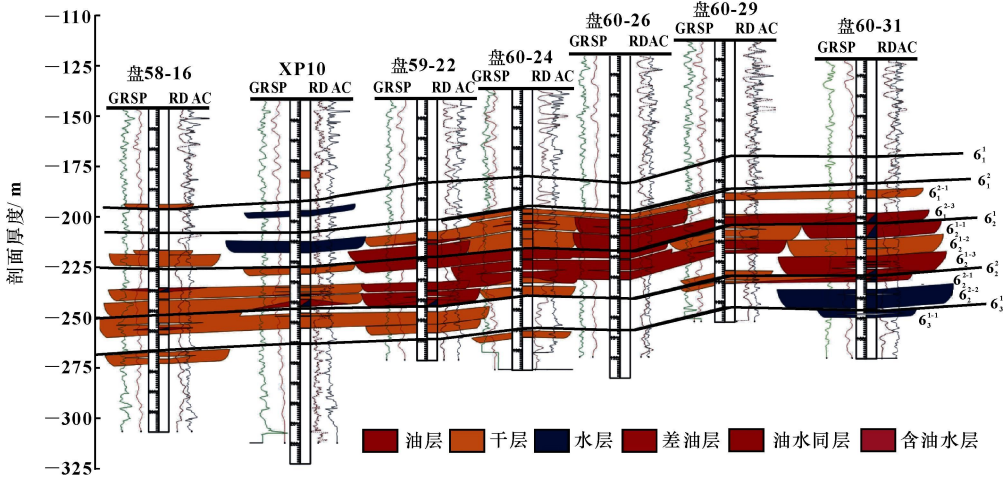
1.2.1 井模型

从井点资料出发, 将每口井中的各种信息包括砂体厚度、有效厚度、渗透率、孔隙度、含油饱和度

等转换为所需的地质特征参数, 建立每口井显示地质特征的一维柱状剖面(图 3)。关键是把储层信息转换成地质特征参数, 现阶段的测井资料及岩心观察描述测试参数是获得储层信息的主要手段。此研究共获储层各种数据信息约 200 000 条。

1.2.2 层模型

建立层模型关键是正确进行地质单元的等时对比, 对比单元越小, 所建储层格架越精细<sup>4</sup>。利用用层模型可研究骨架砂体的基本几何形态、空间展布、侧向连通状况、厚度变化等地质特征, 它是研究储层特征的基础。此次研究中, 平面坐标系内以正东方向为 X 轴, 分 110 个网格; 正北方向为 Y 轴, 分 78 个网格; 纵向上以高分辨率层序地层学为理论指导, 在前人研究划分基础上, 依据层序地层



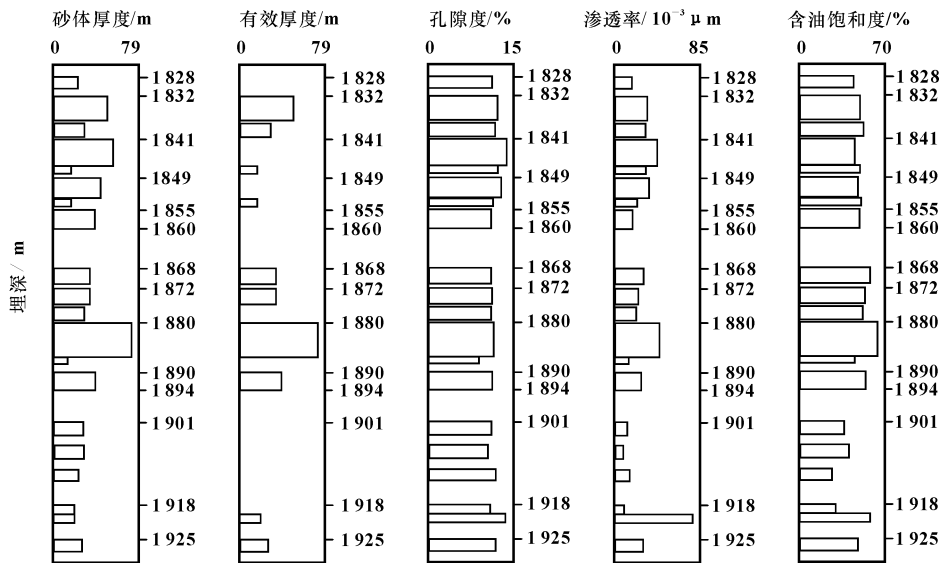


图 3 盘 32-35 井各属性参数一维柱状直方图

Fig. 3 One-Dimension Histogram of Each Character Parameter in Pan 32-35 Well

与中短期基准面旋回所对应的 15 个小层和小层单砂体进行了系统、精细的分类对比。将长 6 油层细分为 3 个砂层和 15 个小层(见图 1、表 1), 相当于分 15 个网格。因此, 建模的模型网格数为  $110 \times 78 \times 15 = 128\,700$ , 平面网格步长为 50。这 15 个叠置的小层, 共 15 个层面, 构成了储集层的格架模型。层模型的可靠建立, 为研究区开发生产中的动态分析、注水效果和油水分布特征等研究奠定了基础, 也为进一步开展对储集砂体流动单元模型的分析建立了雏形。

表 1 长 6 油层组小层划分结果

Tab. 1 Layer Division of Chang 6 Reservoir			
油 层	小 层		
长 6 <sub>1</sub>	长 6 <sub>1</sub> <sup>1-1</sup>	长 6 <sub>1</sub> <sup>1-2</sup>	
	长 6 <sub>1</sub> <sup>2-1</sup>	长 6 <sub>1</sub> <sup>2-2</sup>	长 6 <sub>1</sub> <sup>2-3</sup>
长 6 <sub>2</sub>	长 6 <sub>2</sub> <sup>1-1</sup>	长 6 <sub>2</sub> <sup>1-2</sup>	长 6 <sub>2</sub> <sup>1-3</sup>
	长 6 <sub>2</sub> <sup>2-1</sup>	长 6 <sub>2</sub> <sup>2-2</sup>	长 6 <sub>2</sub> <sup>2-3</sup>
长 6 <sub>3</sub>	长 6 <sub>3</sub> <sup>1-1</sup>	长 6 <sub>3</sub> <sup>1-2</sup>	
	长 6 <sub>3</sub> <sup>2-1</sup>	长 6 <sub>3</sub> <sup>2-2</sup>	

1.2.3 储层特征参数分布模型

储层三维网格化后, 对每个网块赋予各自的参数值, 按三维空间分布位置进行地质统计计算, 通过确定性及随机模拟方法, 对井间未知区作渗透率、孔隙度等参数分布预测, 形成储层三维模型。关键是按层利用控制点的数据, 来模拟井间的各项属性参数分布, 从三维角度对储层进行定量化, 揭示储层的特性<sup>[5]</sup>。

控制点数据来源于现场 26 口取心井的 180 块岩心, 包括其岩性、物性、岩石铸体薄片、压汞、粒度、电镜扫描等多项测试、化验分析参数和岩电关系再次解释结果等第一手数据。

1.3 三维图形显示

本次建模建立了构造模型和砂体厚度、有效厚度、孔隙度、渗透率及含油饱和度属性模型, 可三维显示任意旋转、切片, 清晰地表达了储层内部结构、属性参数的分布特征(图 4、5)。

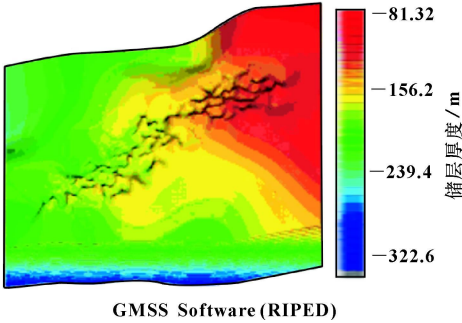


图 4 盘古梁长 6 油藏 6<sub>1</sub><sup>1-1</sup> 小层顶界结构

Fig. 4 6<sub>1</sub><sup>1-1</sup> Layer Top Structure  
Map of Panguliang Chang-6 Reservoir

2 应用效果

建立地质模型, 为油藏高效开发、制定合理注水开发方案、进行科学有效的动态预测提供依据。

(1)建立的构造模型, 进一步明确了研究区处于北东高、南西低, 由北东向南西低角度倾斜, 仅在

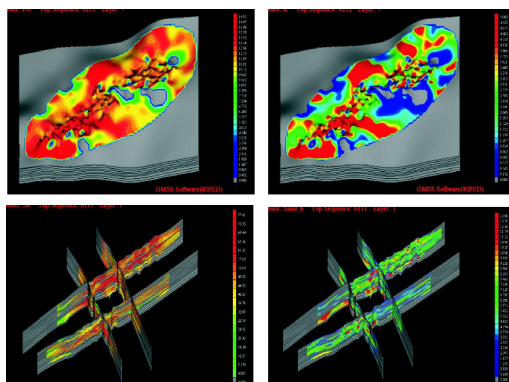


图5 长6油藏三维地质属性模型

Fig.5 3D Geology Attribute Parameter Model of Chang 6 Reservoir

局部发育的鼻状隆起与三角洲前缘砂体有机配合。在纵向上有很好的继承性,鼻状隆起部位是沉积砂体厚度最大的部位,其形成原因主要与上覆地层差异压实有关,在垂向上砂体厚度越大,压实程度越弱,储层物性相对就好,虽然这些鼻状隆起伏幅度不大(2~10 m),形成的圈闭有限,但在研究区对油气富集、遮挡仍起到重要的作用(见图4)。

(2)通过砂体展布模型,清楚地认识砂体在平面上展布特征和空间上的组合关系,验证了研究区砂体平面上主要是以北东—南西向带状展布,水下分流河道微相控制了砂体的走向,在同一小层内部河道继承性较好,迁移摆动不大,微相展布具有稳定性,其中长 $6_1^{2-2}$ 、 $6_2^{1-1}$ 、 $6_2^{1-2}$ 、 $6_2^{1-3}$ 小层水下分流河道砂体发育,连片程度高,含油普遍较好,为研究区的主要产层。纵向上以长 $6_1^2$ 和长 $6_1^1$ 小层为主,砂体钻遇率多大于64%,单砂体厚度平均5~7 m,上下继承性好,叠置厚度大,储集物性也相对较好,从而使井网部署更合理,使井位优选高速、高效。

(3)属性模型的建立,是在以单砂体模型基础上进行的,旨在表征油藏特征参数的空间变化规律,尽可能地识别对油藏性质具有较大影响的地质特征<sup>[6-7]</sup>。根据本区现有的地质资料和研究成果,结合盘古梁长6油藏的储层地质特征、试油和试采资料,在进行四性关系研究的基础上,研制了孔隙度、渗透率及含油饱和度图版,并与试采资料结合重新确定了油、水层的解释取值标准。在研究区,储层具有岩性控制物性、物性控制含油性的普遍规

律。岩性主要为长石-岩屑质长石细砂-粉砂岩,物性表现为孔渗关系复杂,高孔低渗、低孔低渗、特低渗并存,平均孔隙度为12.8%,平均渗透率为 $1.43 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,微观上孔隙类型多样,结构复杂,残余粒间孔、溶孔及微孔的不同组合交织搭配。依据这一特征,运用模糊数学聚类分析等综合评价将研究区长6储层15个小层划分为3大类,其中长 $6_1^{2-2}$ 、长 $6_1^{1-3}$ 和长 $6_2^{1-1}$ 小层I类储层最多,分别为70.36%、81.08%和63.05%。在综合分析研究的基础上,分别对各小层砂体的厚度、孔隙度、渗透率以及含油饱和度等油藏参数进行了建模(见图5)。从建模结果可以很直观地看出,砂体厚度、孔隙度、渗透率、含油饱和度与储层分类、流动单元的划分具有较好地相关性。

### 3 结语

盘古梁长6油藏地质模型的建立,反映和验证了油藏地质特征和储层在三维空间的展布和组合关系。揭示了储层内部结构、属性参数的分布特征和变化。提供了储层物性参数空间展布的分布概率,使研究区对地质特征的认识由定性转化为定量。通过与生产动态资料的有机结合、验证,使开发储层井间评价、三维定量分析既能可视化又达到了真实科学有效的预测目的,同时为盘古梁长6油藏开发过程中的动态数值建模奠定了基础。

#### 参考文献:

- [1] 王平,周义,季海锴.靖安油田北东区局部构造与石油富集关系研究[J].长安大学学报:地球科学版,2003,25(4):9-12.
- [2] 贾爱林,肖敬修.油藏评价阶段建立地质模型的技术与方法[M].北京:石油工业出版社,2002.
- [3] 吕晓光,姜彬,李洁.密井网条件下的储层确定性建模方法[J].大庆石油地质与开发,2001,20(5):19-25.
- [4] 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):107-113.
- [5] 景凤江,宋春华,张金庆.储层地质模型与油藏模拟模型之间的桥梁——一种有效的模型粗化方法[J].中国海上油气(地质),2002,16(3):211-214.
- [6] 邓玉珍,徐守余.三角洲储层渗流参数动态模型研究[J].石油学报,2003,24(2):61-64.
- [7] 刘吉余,郝景波.流动单元的研究方法及研究意义[J].大庆石油学院学报,1998,23(1):5-7.