

文章编号: 1000-0550(2007) 02-0207-07

# 河流储层建筑结构要素的定量识别

## ——以胜坨油田二区沙二段 3 砂层组为例

冯建伟 戴俊生 冀国盛 黄文科

(中国石油大学地球资源与信息学院 山东东营 257061)

**摘要** 针对地下河流相储层内部建筑结构分析难度大、非均质性突出的问题,在岩芯、露头、钻井、测井资料分析的基础上,以胜坨油田二区沙二段 3 砂层组(胜二区  $S_2^3$ )辫状河沉积体为例,运用 Mail 的结构要素分析法,进行层次界面解剖、岩相类型和建筑结构要素的划分,提取相应测井曲线特征参数,建立有效的结构要素定量模糊识别模型,并编成软件,对研究区进行了实际资料处理,结果与地质专家解释结果相当吻合,最后建立了储层建筑结构展布模型,精细表征了砂体间的接触方式和连通程度,为进行精确的储层预测和剩余油挖潜提供了地质依据。

**关键词** 河流储层 测井资料 建筑结构 模糊识别模型

**第一作者简介** 冯建伟 男 1979 年出生 在读博士研究生 地质资源与地质工程 E-mail dafengjianwei@163.com

**中图分类号** TE122.2 **文献标识码** A

河流相储层是我国油气最富集的储集层,但内部结构复杂,非均质性强<sup>[1]</sup>,Mail 提出的储层建筑结构要素分析法,为精细解剖河流储层的层次结构、划分建筑结构要素、搞清非均质性提供了有效手段<sup>[2]</sup>。根据岩性、颜色、结构、构造、古水流、沉积序列、沉积体与围岩接触关系、沉积体形态以及古生物特征结合露头沉积事件信息可以进行沉积古环境恢复和储层建筑结构要素的划分工作。但是,这主要集中在现代沉积和露头,对于地下储层砂体,尤其进入成因单元级别研究的不多,即对地下未取芯井段则不适合<sup>[3]</sup>。研究发现,除了岩石颜色和古生物特征外,各种测井资料都是对这些特征的侧面反映,当然不同测井系列

和测井方法反映地层特征侧重面不同<sup>[4]</sup>,如自然电位幅度与泥质含量和地层水矿化度密切相关,主要反映了泥质含量的影响,泥质含量与当时沉积能量的大小有关;电阻率曲线反映了岩石骨架和流体特征,即与岩性关系密切等。因此,充分利用结构要素分析法、测井曲线资料建立各种建筑结构要素的判别模型,编成软件,准确、快速、客观、定量地由计算机自动识别砂体内部结构要素类型,并综合运用隔挡层、数值模拟等知识建立储层定量地质模型,具有一定的开创性和探索性。本次研究以胜坨油田二区  $S_2^3$  砂层组为例对结构要素定量化识别方法进行探讨,然后按照大、中、微三种尺度对砂体进行逐层剖析。

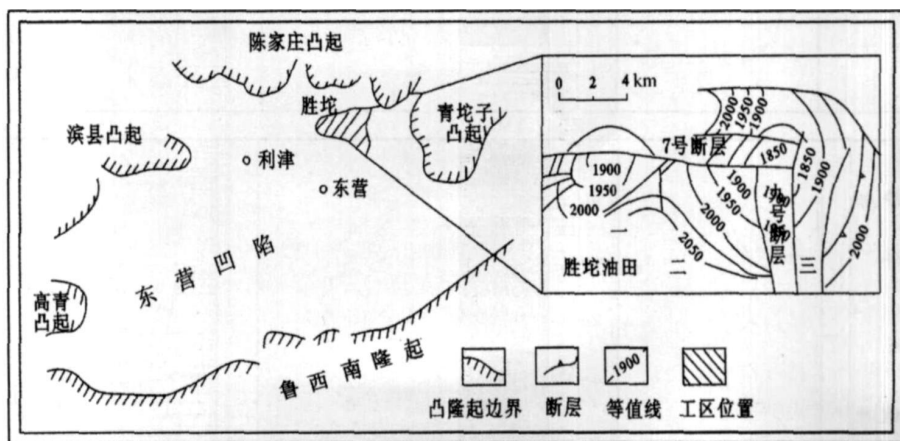


图 1 胜坨油田地质构造简图

Fig 1 Sketch showing geological structures of Shengtuo oilfield

胜坨油田位于济阳拗陷东营凹陷北侧, 陈家庄凸起南端, 是一个明显受走向近东西向胜北断层控制的逆牵引背斜构造油田(图 1)。该油田东邻民丰洼陷, 西及西南与利津洼陷毗邻, 南接东营断裂带<sup>[5]</sup>, 可分为三个油区。胜二区位于胜利村构造西南翼, 其北、东分别被 7 号、9 号断层切割, 其南接东营断裂带, 其西与胜一区相连。胜二区 S<sub>3</sub> 地层自东北向西南倾斜, 倾角 2°至 4°, 构造简单, 为一自东北向西南倾伏的断鼻构造, 区内断层不发育, 只发育两条延伸长度约 0.8~0.9 km, 断距 20~30 m 的小断层。

### 1 河流储层建筑结构特征

通过对胜二区 2-1-J1803、2-2-178、2-1-169、2-2-J1502、2-1-J1662 等取芯井的岩芯、粒度、沉积结构、构造及韵律组合、重矿物组合和测井响应等的观察分析, 胜二区 S<sub>3</sub> 砂层组为砂质辫状河沉积。

岩相类型划分、层次界面划分和结构要素分析是 Miall 结构要素分析法的三大基石, 他将河流沉积体系划分为 17 种岩相类型、6 级界面、8 种基本结构要

素<sup>[2]</sup>。借鉴 Miall 的划分方法, 结合油田实际应用, 将胜二区 S<sub>3</sub> 砂层岩相类型划分为 9 种, 层次界面划分为 7 级, 界面层次的序号与 Miall 有所不同, 第 1 级界面规模最大, 第 7 级界面的规模最小, 不同级别的界面代表了不同能量的沉积事件过程<sup>[6]</sup>。在对岩芯观察基础上, 结合测井资料的对比以及勘探成果的综合分析, 且考虑到测井响应以及研究的精度, 主要研究 3 级、4 级和 5 级界面, 其中 3 级界面被称之为河道沉积亚幕, 它们是第 3 级的沉积旋回, 也是河道规模的一个沉积幕一般包括 2 个亚幕, 亚幕层序相对不太完整, 它们代表了河道规模的一次冲刷充填事件<sup>[3]</sup>; 4 级界面被定义为砂坝的边界(死亡界面), 由此级界面圈定了砂坝的范围<sup>[7]</sup>; 5 级界面是砂坝的加积生长面, 代表了砂坝的生长过程, 如侧积体的侧积面。根据不同的岩相组合、内部几何形态、外部几何形态、界面的性质以及剖面特征, 在胜二区 S<sub>3</sub> 砂层组中划分出河道滞流沉积(CHL)、河道充填沉积(CHC)、纵向砂坝(LB)、横向砂坝(TB)、天然堤(LV)、和洪泛平原细粒(FF)等结构要素类型(图 2)。

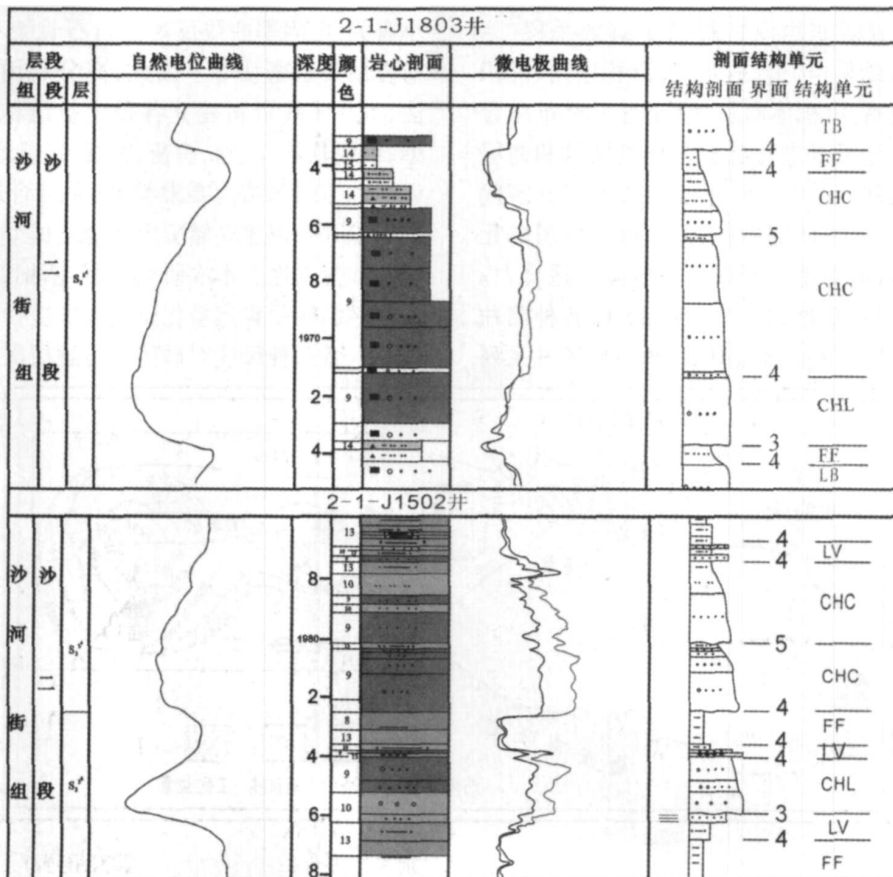


图 2 胜二区 S<sub>3</sub> 砂体建筑结构要素划分

Fig 2 Division of architectural elements of S<sub>3</sub> in TDSO

河道滞流沉积 (CHL), 位于河道砂体底部, 以泥砾岩为主, 其次是砂质砾岩, 厚度变化 1.5~2.4 m 之间, 自然电位向上升高很快达到最大值, 微电极曲线也向上升高, 但幅度差较小, 厚度大于 0.4 m 者可以识别; 河道充填沉积 (CHC), 位于河道滞流沉积之上或河道砂体下部, 一般为 1.5~5.1 m, 自然电位曲线呈小型的钟形和箱形, 微电极曲线幅度差较大, 但不够稳定, 一般在底部突然变大, 内部具泥质夹层; 纵向、横向砂坝 (LR TB), 位于河道滞流沉积之上或河道砂体下部, 厚度变化于 0.5~6.3 m 之间, 自然电位曲线呈箱形, 微电极曲线幅度差较大, 而且稳定, 向下逐渐增大或不明显, 在底部突然终止, 常由于砂体多期性叠加而显得幅度和幅度差呈周期性变化, 可发育厚度 0.10~0.30 m 的落淤层, 自然电位曲线和微电极曲线幅度明显回落; 天然堤 (LV), 位于河道砂体顶部, 厚度变化于 1.2~1.5 m 之间, 自然电位曲线呈指状, 而且幅度较小, 微电极曲线较低略呈锯齿状, 幅度差较小, 厚度大于 0.3 m 者可以识别; 洪泛平原细粒 (FF), 厚度变化于 0.8 m 到 1.3 m 之间, 自然电位曲线、微电极曲线低平, 而且幅度差很小。

## 2 建筑结构要素的测井定量识别

### 2.1 特征参数提取

从测井曲线提取反映结构要素的特征参数, 是实现自动识别结构要素的首要前提<sup>[8]</sup>。为了使所计算的参数便于对比, 首先利用极差标准化方法对原始测井值进行归一化预处理。根据二区 S<sub>3</sub> 辫状河砂体结构要素的岩性、岩石结构、沉积构造、粒序变化、沉积韵律和岩石物性等特征, 选用四条特征变化明显, 地质相划分效果好的测井曲线 (声波时差 AC、自然电位 SP、地层电阻率 R<sub>t</sub>、冲洗带电阻率 R<sub>x0</sub>)。每条曲线提取如下 5 个特征参数, 这样对每种结构要素共用 25 个参数来表示。

#### (1) 测井均值

反映沉积物的粒度、分选性、泥质含量等沉积特征的变化。粗粒沉积物一般具有高电阻率、高自然电位异常和低自然伽马等特征, 细粒沉积物一般具有低电阻率、低自然电位异常和高自然伽马等特征, 由 AM 表示。设测井序列为  $x(i) (i = 1 \dots n)$ ,  $AM = 0.5(X_A + ME)$ ,  $X_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x(i)$ , 式中:  $n$  为层段内的数据点数;  $ME$  为数据序列的中位数。

#### (2) 曲线形态

反映沉积过程中的水流能量及物源供应变化情况, 这里采用相对重心法 (RM) 确定。其  $RM = \frac{\sum_{i=1}^n ix(i)}{[(n+1) \sum_{i=1}^n x(i)]}$ , 钟形的, 重心偏下方,  $RM > 0.5$  漏斗形的重心偏上方,  $RM < 0.5$  箱形的重心居中,  $RM = 0.5$ 。

#### (3) 曲线光滑程度

综合反映层段内曲线整体波动性大小和锯齿的多少<sup>[9]</sup>, 用变差方差根  $GS$  表示。其  $GS = [G(1) + G(2) + S^2]^{1/2}$ , 式中: 方差  $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [x(i) - X_A]^2$ ,  $G(h) = \frac{1}{2M(h)} \sum_{i=1}^{M(h)} [x(i) - x(i+h)]^2$ ,  $M(h)$  为间隔为  $h$  的数据对  $[x(i), x(i+h)]$  的数目,  $h = 1, 2, \dots$ 。波动大锯齿多, 则  $GS$  值大; 反之,  $GS$  值小。

#### (4) 顶底接触关系

反映河流砂层沉积初期、末期水动力能量及物源供应的变化速度。其中底部曲线形态可表现该砂层与下伏岩层的接触关系, 顶部曲线形态可反映沉积物源供应的终止速度, 顶部突变表示沉积物供应突然中断, 渐变说明沉积物供应是逐渐减少以至中断的, 它是通过计算顶底界面的平均斜率  $KP$  和突变幅度  $AS$  求得的<sup>[9]</sup>。

设自上而下等深度间隔采样的  $n+1$  个数据序列的测井曲线幅度为  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ ; 深度为  $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ 。则待处理的曲线形态的深度窗口数据序列为  $[a_i, d_i]_{n0}$ 。

$$\text{平均斜率: } KP = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})(d_i - \bar{d})}{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a(i), \bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a(i)$$

突变幅度:  $AS = a_{\max} - a_{\min}$ , 即在突变处最大幅度  $a_{\max}$  与最小幅度  $a_{\min}$  之差。不仅自然电位、自然伽马等测井曲线有泥岩基线, 像电阻率、声波时差等曲线可以把幅度的趋向最小处看作基线, 所以平均斜率  $KP$  越接近于 0 且突变幅度  $AS$  越大, 则突变程度越高; 否则相反。

### 2.2 主成份分析

为了有效地鉴别和划分砂体建筑结构要素类型, 应尽可能地多采用各种特征参数, 但各参数之间往往具有相关性, 所反映的结构要素信息有一定的重复,

给随后的聚类分析带来很大的困难。为此,先采用主成分分析法,从具有复杂相关关系的  $m$  个特征参数中进一步选出最能反映结构要素信息的少数几个 ( $p$  个)非相关的主成份 ( $p < m$ ),且这些新变量所含有的信息量及鉴别能力的重要性按递减的次序排列,即第一主成份含有最多的信息量,越往后的主成份信息量越少<sup>[4]</sup>。从而仅用这少数几个主成份做模糊聚类分析,就能达到有效地划分标准样本层的结构要素的目的。

设具有  $m$  个测井参数的各样本层,均可表示为  $m$  维随机向量  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , 其协方差矩阵为  $\Sigma$ 。由多元统计分析理论可知,协方差矩阵  $\Sigma$  的  $m$  个特征值按大小排列为  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m$ ;  $a_i$  为  $\Sigma$  相应于  $\lambda_i$  的单位特征向量,且  $a_1, a_2, \dots, a_m$  互相正交,则  $\mathbf{x}$  的第  $i$  个成份为线性组合:  $F_i = a_i^T \mathbf{x}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , 且其方差  $V_{ar}(F_i) = \lambda_i$ 。第  $i$  个主成分  $F_i$  的贡献率为  $\lambda_i / \sum_{i=1}^m \lambda_i$ 。前  $p$  个主成份  $F_1, F_2, \dots, F_p$  的累积贡献率:  $\sum_{i=1}^p \lambda_i / \sum_{i=1}^m \lambda_i$ 。

因此,从以上提取的 25 个特征参数中提取了 7 个主成分(其累积方差贡献率为原总信息量的 92.3%),大大减少了样本的维数及数据量,依次是: Rt 的特征参数 KP, AC 的特征参数 GS, SP 的特征参数 RM, Rt 的 AS, Rxo 的特征参数 GS, SP 的特征参数 AM, AC 的特征参数 RM。

### 2.3 结构要素识别模型

结构要素识别模型是用于反映结构要素特征,并能将不同的结构要素区分开的一组特征参数集。对具有  $m$  个特征参数的任意结构要素都可以看作  $m$  维空间中的一个点,不同类型的结构要素在  $m$  维空间中形成一个点群,且以一定方式分开,因此,需要寻找能够识别和区分不同点群的方法,即建立结构要素的

数值识别模型。由于二区  $S_3^3$  辫状河沉积体系复杂,且砂体特征相近,选用模糊 K 均值聚类分析法来建立识别模型<sup>[4]</sup>。计算各类结构要素的聚类中心向量示  $\vec{V}$  为:

$$V_j = \frac{\sum_{i=1}^K \mu_{ij}^{\alpha} \vec{X}_j}{\sum_{j=1}^K \mu_j^{\alpha}}, \mu_j = 1 / \left[ \sum_{i=1}^K (d_{ij}) \right]^{1/(\alpha-1)},$$

$$d_{ij} = \left[ \sum_{i=1}^n |\vec{X}_j - \vec{V}_j|^q \right]^{1/q}, j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

式中:  $\vec{X}_j$  为第  $i$  个样本的主成分向量;  $\mu_{ij}$  为第  $i$  个样本对第  $j$  类要素的隶属度;  $d_{ij}$  和  $d_i$  为第  $i$  个样本至第  $j$  类与第  $l$  类要素聚类中心的距离;  $q$  为距离参数;  $\alpha \geq 0$  为控制类别模糊性的参数。

显然,某样本距某类微相的聚类中心距离  $d_{ij}$  越小,则属于该类微相的隶属度就越大。用标准样本数据计算出各类结构要素的聚类中心后,对新的样本  $\vec{Y}_j$  用上式可分别算出它至各类要素聚类中心的距离  $d_{ij}$  及隶属度  $\mu_{ij}$ , 按距离最小、隶属度最大的原则将待判样本  $\vec{Y}_j$  划归为使隶属度达到最大的那类结构要素  $j^*$  中<sup>[4]</sup>:

$$\mu_{j^*}(\vec{Y}_j) = \max_j \{ \mu_j(\vec{Y}_j) \}; 1 \leq j \leq k \quad (2)$$

实践中采取取芯和录井层段进行“地质标定测井”的思路,从本区关键井 2-1-J1803、2-2-178、2-2-J1502 划分的 37 个结构要素层中反复挑选出 28 个有代表性的样本层,建立了本区结构要素识别模型(表 1),并对模型进行验判,结果仅错判 2 个,其验判成功率为 92.8%,说明所建模型是有效的。

### 2.4 实际资料处理及效果分析

根据建立的模糊判别模型,应用开发的结构要素自动识别软件,按(2)式的最大隶属度原则,就可以对二区关键井及非关键井的测井资料进行连续逐层的结构要素识别,并输出整口井的剖面图。表 2 给出了 12 口井结构要素自动识别结果与地质划分结果的对比,按层段累计厚度统计,以地质划分为准,符合率

表 1 胜二区  $S_3^3$  砂体结构要素模糊识别模型

Table 1 Fuzzy discriminating models of architectural elements of  $S_3^3$  in TDSO

结构要素	Rt(KP)	AC(GS)	SP(RM)	Rt(AS)	Rxo(GS)	SP(AM)	AC(RM)
河道滞留	0.173590	0.028305	-0.02528	0.250990	0.075290	0.466412	0.030692
河道充填	0.171904	0.024498	-0.06340	0.332881	0.071508	0.425160	0.037452
纵、横砂坝	0.241598	0.065197	-0.05921	0.232693	0.067623	0.417571	0.034531
天然堤	0.130962	0.031533	-0.01962	0.348147	0.039842	0.420083	0.049056
洪泛平原	0.122125	0.116458	-0.02424	0.234359	0.090100	0.385107	0.076091

表 2 胜二区 12 口井处理成果表

Table 2 Computer processing results of twelve wells

序号	井号	处理井段 /m	结构要素层数	测井划分与地质划分符合层数	不符合层数	符合率
1	2-1-J1803	1957~ 1978	19	16	3	84. 2%
2	2-1-J1662	1943~ 1968	17	13	4	76. 4%
3	2-2-J1402	1972~ 2004	20	16	4	80%
4	2-2-J1502	1967~ 1996	18	15	3	83. 3%
5	2-2-J1503	2002~ 2021	13	11	2	84. 6%
6	2-2-169	1972~ 2000	18	15	3	83. 3%
7	2-2-178	1952~ 1983	21	18	3	81%
8	2-3-235	1992~ 2019	16	14	2	87. 5%
9	2-3-260	2011~ 2034	14	12	2	85. 7%
10	2-4-168	2041~ 2068	17	12	5	71%
11	2-4-51	2028~ 2055	22	17	5	77. 3%
12	2-4-307	2076~ 2101	16	13	3	81. 3%

大都在 78% 以上, 后验概率大部分在 80% 以上 (表 2), 不吻合层主要是一些薄层及岩相特征相近的过渡性层段。可见, 以测井资料为基础, 采用模糊  $K$  均值聚类方法及软件进行结构要素识别的效果较好, 方法计算简便, 处理速度快。然后在全区依靠测井曲线

进行层次界面划分对比的基础上, 识别了 572 口井 13 个砂层的结构要素, 对比剖面共 23 条, 其中纵剖面 16 条, 横剖面 7 条, 最后编制了胜二区  $S_2^3$  砂体建筑结构展布模型。

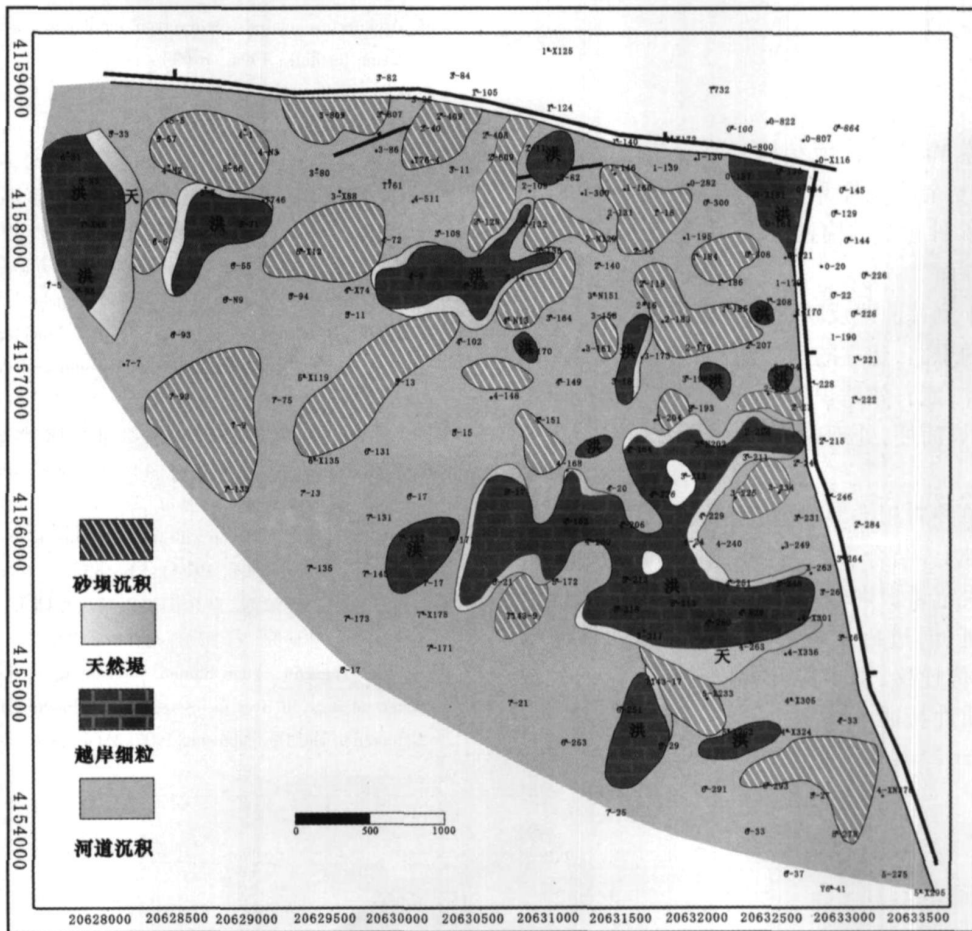


图 3 胜二区  $S_2^3$  砂体建筑结构展布模型

Fig 3 Distribution model of architectural elements of  $S_2^3$  in TDSO

由  $S_2^{34}$  砂体建筑结构展布模型看出, 该时期辫状河流沉积砂体中, 河道充填砂体最为发育, 其次为纵向、横向砂坝, 砂体空间上可以划分为三个层次 (图 3): 下部为河道滞留沉积; 中部为河道充填、纵向砂坝、横向砂坝; 上部为天然堤, 其中中部河道充填砂体和纵向、横向砂坝砂体构成了该砂层的主体结构。由于不同期次、不同级次砂体叠置, 展布范围广, 特别是河道摆动, 往往呈条带状、宽带状大面积发育, 与砂坝之间通过侵蚀面或侧积面相互叠切、连通, 砂体内部发育众多的、各种形式的冲刷面等层次界面, 从而建造了相当规模的砂体<sup>[10]</sup>, 在洪泛平原区, 泥岩呈不规则片状, 是重要的隔夹层。

正是由于砂体内部建筑结构的复杂性、多韵律性、相互切割关系及非渗透层的存在, 使得胜二区  $S_2^3$  辫状河厚层砂体的层间和平面非均质性比较严重, 影响注入水的流动及剩余油的分布规律。划分结果与实际生产相比较, 其中划分为河道充填和砂坝的生产井产量高, 而划分为洪泛平原的生产井产油量少, 说明结果较符合地质实际。

### 3 结论

(1) 借鉴 Miall 对河流结构要素分析法, 将胜二区  $S_2^3$  辫状河复杂沉积体划分为 7 级层次界面、9 种岩石相类型、6 种建筑结构要素, 其中主要涉及到 3、4 和 5 级层次界面。

(2) 基于测井曲线反映沉积特征的原理, 按照地质标定测井的思路, 建立的河流储层结构要素模糊识别模型及软件, 能有效地识别河流地下储层结构要素类型, 方法计算简便, 处理速度快, 且具有质量自我检验功能。

(3) 在单井岩相类型、层次界面划分以及结构要素分析的基础上, 结合岩芯、露头、钻井和测井资料, 采用结构要素定量识别软件进行结构要素识别, 向储层纵横方向延伸, 进一步可追索结构要素的横向变化、砂体的延伸迁移, 预测河流沉积砂体复杂的分布规律及非均质性特征。

### 参考文献 (References)

- 1 王仲林, 徐守余. 河流相储集层定量建模研究. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 75-78 [Wang Zhonglin, Xu Shouyu. Quantitative modeling in fluvial facies reservoir. Petroleum Exploration and Development, 2003, 30(1): 75-78]
- 2 Miall A D. Architectural elements and bounding surfaces in fluvial deposits: anatomy of the Kayenta Formation (lower Jurassic), southwest Colorado. Sedimentary Geology, 1988, 55: 186-214
- 3 Miall A D. Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: Lesson from outcrop studies. AAPG Bulletin, 1998, 72(6): 127-148
- 4 文政, 壘世和, 张中文. 应用测井资料定量识别沉积微相. 沉积学报, 1996, 14(2): 41-45 [Wen Zheng, Yong Shihé, Zhang Zhongwen. Quantitative discrimination of sedimentary microfacies by using well log data. Acta Sedimentologica Sinica, 1996, 14(2): 41-45]
- 5 杨少春, 任怀强, 周建林. 油田开发阶段储层参数精细评价. 高校地质学报, 2001, 7(2): 204-206 [Yang Shaochun, Ren Huaqiang, Zhou Jianlin. Refined evaluation of reservoir parameters in development stage of oilfield. Geological Journal of China Universities, 2001, 7(2): 204-206]
- 6 张昌民, 林可湘, 徐龙, 等. 储层砂建筑结构分析. 江汉石油学报, 1994, 16(2): 1-2 [Zhang Changmin, Lin Kexiang, Xu Long, et al. Architecture analysis for reservoir sandbodies. Journal of Jianghan Petroleum Institute, 1994, 16(2): 1-2]
- 7 李双应, 李忠, 王忠诚, 等. 胜利油区孤岛油田馆上段沉积模式研究. 沉积学报, 2001, 19(3): 387-392 [Li Shuangying, Li Zhong, Wang Zhongcheng, et al. The study of depositional model in the Upper Member of Guantao Formation in Gudao Oilfield of the Shengli Petroleum Province. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(3): 387-392]
- 8 陈钢花, 王中文, 李德云, 等. 利用多元统计方法自动识别沉积微相. 石油物探, 1997, 36(1): 72-76 [Chen Ganghua, Wang Zhongwen, Li Deyun, et al. Automatic discriminant sedimentary microfacies by means of multivariate statistics analysis. Geophysical Prospecting for Petroleum, 1997, 36(1): 72-76]
- 9 唐为清, 郭荣坤, 王忠东, 等. 沉积微相测井资料神经网络判别方法研究. 沉积学报, 2001, 19(4): 581-583 [Tang Weiqing, Guo Rongkun, Wang Zhongdong, et al. The study on method of depositional microfacies discrimination with well-logging information. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(4): 581-583]
- 10 周琦, 高宏印, 袁淑芬. 萨尔特油田河流相储集层高含水后期剩余油分布规律研究. 石油勘探与开发, 1997, 24(4): 51-53 [Zhou Qi, Gao Hongyin, Yuan Shufen. Remaining oil distribution at high water-cut stage in river facies reservoir of Saertu Oilfield. Petroleum Exploration and Development, 1997, 24(4): 51-53]

## The Quantitative Discrimination of Architectural Elements of Fluvial Reservoir

FENG Jian-wei DA I Jun-sheng JI Guo-sheng HUANG Wen-ke  
(Department of Geo-Resource and Information, University of Petroleum, Dongying Shandong 257061)

**Abstract** To discuss the problem that the analysis of interior architectural structures of underground fluvial reservoirs is difficult and the heterogeneity is serious. Based on cores, outcrop, drilling and well log data, this paper analyzes the fluvial characteristics of the 3 Sand Sets in the 2 member of Shahejie Formation ( $S_2^3$ ) in 2 District Shengtuo Oilfield (TDSO), and recognizes all kinds of hierarchical bounding surfaces, lithofacies and architectural elements in the sandbody according to Miall's suggestion. Then the paper analyzes well logs of the architectural elements and extracts characteristic parameters to establish quantitative fuzzy digital model and develop a set of effective software to discriminate the types of architectural elements, and the results coincide very well with the interpretation of the geological specialist. Finally, geological models are established by using this software in Shengtuo Oilfield, and this method provides scientific foundation for enhancing oil recovery in mature oilfield.

**Key words** fluvial reservoir; well log data; architectural elements; fuzzy discriminating models