

文章编号: 1009-6248(2010)03-0132-09

利用测井资料计算机自动识别 沉积微相方法研究

孙铁军¹, 冯庆付², 刘浩¹, 王凤刚³

(1. 东方公司研究院海外业务部尼日尔研究中心, 河北 涿州 072751; 2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 3. 首钢地质勘查院, 北京 100144)

摘要:以关键井沉积微相分析为基础, 将测井学同地质、现代数学相结合, 从测井资料中提取反映各种微相的测井特征参数, 并应用一套多元统计分析方法, 建立各种沉积微相的判别模式, 研究开发一套软件系统, 实现计算机根据测井资料自动分析判别陆相地层沉积微相。应用该软件对某油田西区的十几口井的测井资料进行处理, 并绘制出沉积微相平面图。

关键词:沉积微相; 测井相模式; 自动识别; 多元统计分析

中图分类号: P634.1 **文献标识码:** A

目前国内外, 沉积微相研究主要依靠大量的岩心资料和测井资料。然而岩心资料往往是有限的, 对沉积微相的平面展布必须借助测井信息, 根据测井曲线进行测井相的分析, 识别不同的沉积环境对应的测井响应。在确立相标志的基础上, 经过大量的资料分析, 确立出微相类型, 进而分析微相的平面展布情况(冯建伟等, 2005)。但其工作量大, 很难在实践中推广。为此研究自动识别沉积相方法尤为重要(杜启振等, 1997; 魏莲等, 2001)。

1 测井相分析原理

测井相分析是综合性的工作(刘艳容等, 2005; 刘行军等, 2007; 李洗, 2004)。它是由一组恢复地层的岩性剖面 and 沉积环境的测井曲线组成。当在一个井段确立了岩性剖面之后, 就应将测井相转化为具地质意义的数值和概念。首先, 要了解该区的沉

积环境及沉积过程, 熟悉其沉积特征和相分析方法, 在岩心分析等地质资料基础上建立匹配准则, 实现从测井相到地质相的转换。由于地层的非均质性, 测井相到地质相的转换往往具有多解性、模糊性。因此, 在特定地质条件下利用有效的数学方法建立测井相到地质相的判别准则, 才能对相应的地区做出有效的识别(杨凤丽等, 1999; 张兴金等, 1994; 翟中喜等, 2004)。

2 建立测井相模式

2.1 测井相要素

笔者在取心井段沉积微相精细研究的基础上, 将沉积微相的典型特征归纳总结, 建立了测井微相模式, 主要有 5 大要素, 其测井相参数包括: ①曲线幅度及幅度差。主要用以反映沉积层的岩性特征及物性, 通过测井曲线的幅度解释, 可反映水动力

收稿日期: 2009-10-08; 修回日期: 2010-08-05

基金项目: 国家自然科学基金项目“多井变频井间电磁测井中数据的三维层析成像”(40174030)

作者简介: 孙铁军(1982-), 男, 辽宁朝阳人, 工程师, 硕士研究生, 2007年毕业于中国海洋大学地球探测与信息技术专业, 从事地震地质综合解释工作。E-mail: suntiejun@bgs.com.cn

强度、物源供给、沉积分选等特征。②曲线形态。它反映岩性、粒度、分选性、泥质含量、含钙与否等特征，进而反映沉积过程水动力能量、物源供给情况和沉积旋回类型。③顶底接触关系。它主要反映砂体沉积初期、末期水动力能量及物源

供给的变化速度和程度。④旋回幅度（或厚度）。它反映了单一曲线形态的垂向规模。⑤曲线光滑程度。它取决于在曲线形态级的水动力背景上次一级水流能量的变化情况。另外，还有齿中线、包络线等（图1）。

单 层 曲 线 要 素	1	幅度	$\leftarrow \frac{x}{H} \rightleftarrows$ $\frac{x}{H} < 1$ 底幅 $\leftarrow \frac{x}{H} \rightleftarrows$ $1 < \frac{x}{H} < 2$ 中幅 $\leftarrow \frac{x}{H} \rightleftarrows$ $\frac{x}{H} > 2$ 高幅									
	2	幅度差 (微电极 三侧向)	负幅度差		无幅度差	正幅度差						
			高	低		高	低					
	3	形态	钟形	漏斗形	箱形	齿形			平直形	复合形		
						对称齿形	反相齿形	正向齿形	指形		漏斗-箱形	箱形-钟形
4	顶底 接触 关系	突变式		渐 变 式								
	顶			加速 (上凸)		线性		减退 (上凹)				
	底											
5	厚度	超薄层		薄层		中层		厚层				
		$H < 0.5m$		$0.5 < H < 2m$		$2 < H < 6m$		$H > 6m$				
6	光滑程度	H { 光滑		H { 微齿		H { 齿化						
7	齿中线	收 敛 式										
		U h d		(外)		H		水平 D { 下倾 U { 上倾				

图1 测井相要素

Fig.1 Factor diagram of electrofacies

2.2 测井模式的建立

笔者通过取心井沉积微相和测井曲线的对比分析，以及多井同一微相的测井要素特征研究，在测井曲线优选的基础上，总结出了该微相所共有的适合某油田的测井相要素特征，并由此建立该微相的测井微相模式。研究认为，该区内核三段沉积主要为扇三角洲沉积体系的扇三角洲前缘亚相带和前三三角洲亚相带，并可进一步细分为水下分流河道、河口坝、前缘席状砂、河道间湾及前三三角洲微相。根据测井曲线的形态、幅度、光滑程度、组合等特征进行测井相的分析，识别不同沉积环境所对应的测井响应。

2.2.1 水下分流河道

岩性以含砾砂岩、中粗砂岩为主，其层序表现

为底部为冲刷面，其上由各类岩相单元组合在一起，构成不同类型的岩石相组合类型：①泥砾-含砾粗砂-中细-粉砂-粉细砂岩-泥质粉砂。②细砾-含砾粗砂-中细到粉砂-粉细砂岩-泥质粉砂-细砂到粉砂，具平行层理。③含砾粗砂-粗砂到中砂-中细到粉砂-粉细砂-细砂到粉砂-波状层理泥质粉砂岩。不同类型岩相结合有序叠加构成3种分流河道相序，每一种相序均表现为向上变细正旋回特征。在测井曲线特征方面主要表现为：自然伽玛、自然电位和视电阻率为箱形、上圆锥形（图2）、钟形（图3），越往上游其幅度值越大。

2.2.2 河口坝沉积

为水下分流河道末端，沉积物的扩散作用在分流河口地区形成一系列分散、孤立的并与水流方向

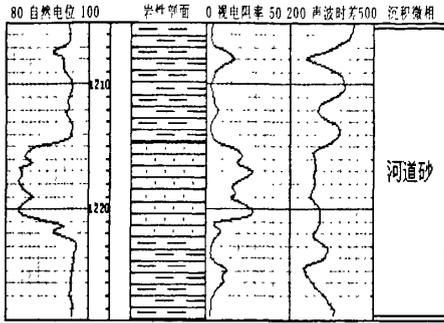


图2 王46井河道砂电测特征图

Fig. 2 Electrometrical characters of channel sand in Wang 46 well

绿色泥岩。局部夹粉砂岩和粉砂质泥岩，厚度一般较小。电测曲线表现基值或近似直线。图8为柴11井1010~1020m处分流间湾电测特征图。

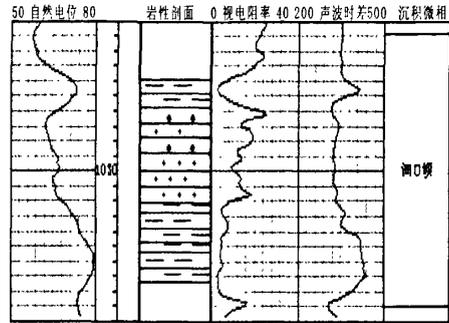


图4 泌165井河口坝电测特征图

Fig. 4 Electrometrical characters of river mouth bar in Bi 165 well

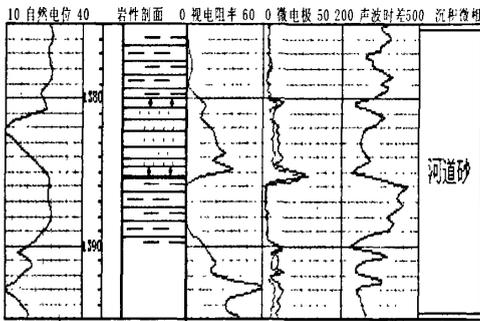


图3 王28井河道砂电测特征图

Fig. 3 Electrometrical characters of channel sand in Wang 28 well

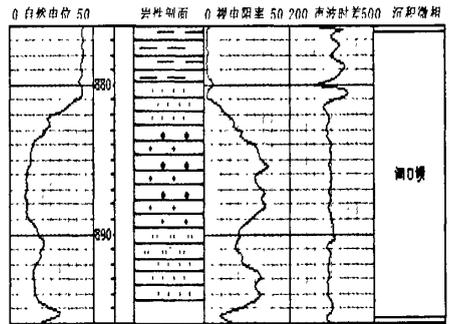


图5 柴1井河口坝电测特征图

Fig. 5 Electrometrical characters of river mouth bar in Chai 1 well

垂直的河口砂坝，河口砂坝往往在每次洪峰刚过后易保留、最显著，易形成进积型层序而向上变粗。还有水能量剩余较大的退积型层序，如中细砂-粉细砂-细粉砂交错层理，细砂岩-粉砂岩水平层理-泥质粉砂（图4、图5、图6）。测井曲线特征表现为：自然电位视电阻率呈圆锥形漏斗形。

2.2.3 前缘席状砂

分布于河口砂坝前部或侧翼，通常由粉细砂岩到泥质粉细砂岩、细粉砂岩、粉细砂岩与泥互层，韵律不明显，测井曲线为螺丝钉形中幅指状、中幅手套形（图7）。

2.2.4 分流间湾（河道间湾）

介于分流河道沉积间的细碎屑沉积，主要由氧化-弱还原性颜色泥岩构成，如灰紫色、浅灰色、灰

2.2.5 前三角洲微相

位于三角洲沉积外缘，颗粒较细，主要由暗色泥岩或碳酸盐构成，局部夹薄层粉砂岩，测井基值近似直线。

用测井资料划相时，参考声波时差曲线区分河道和砂坝。河道砂沉积的时差比砂坝的时差小，砂坝比砂坪（席状砂）时差小。席状砂小于间湾，前三角洲相与河间湾接近，但有的前三角洲有含石灰质或白云质时，时差小。其规律是：从间湾→席状砂→河口砂坝→河道砂，声波时差逐次降低。

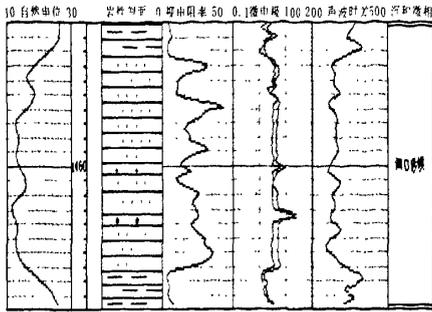


图6 E王10井河口砂坝电测特征图

Fig. 6 Electrometrical characters of river mouth bar in EWang 10 well

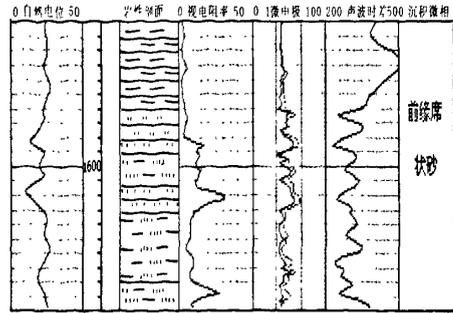


图7 王2井前缘席状砂电测特征图

Fig. 7 Electrometrical characters of front sand sheet in Wang 2 well

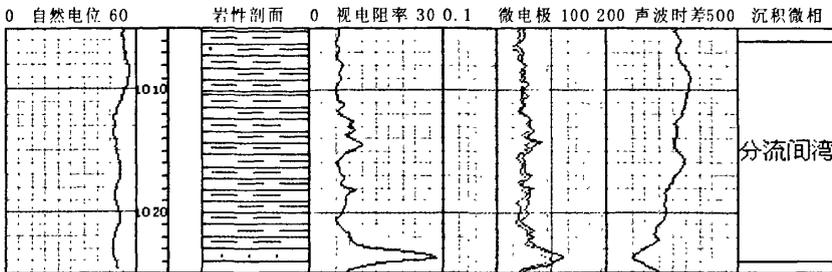


图8 柴11井分流间湾电测特征图

Fig. 8 Electrometrical characters of distributary bay in Chai 11 well

3 利用测井资料定量分析沉积微相

3.1 测井曲线的自动分层方法

利用测井曲线进行自动分层的原理是给定参数在层内变化最小，在层和层之间的变化最大（陈钢花，1997）。笔者采用层内差异分析和聚类分析相结合，来完成测井曲线的自动分层处理。

3.1.1 层内差异法自动分层

首先选择具有较强纵向分辨能力的测井曲线（主动曲线）进行细分层，本区采用自然电位、微电极和声波时差曲线。然后再兼顾其他曲线的特点，将细分结果用到其它曲线上来。为了减小仪器系统的误差，对测井曲线归一化，其归一化公式为：

$$Log' = (Log - Log_{min}) / (Log_{max} - Log_{min}) \times 100 \quad (1)$$

式中： Log' ——归一化后的测井值（ $0 < Log' < 100$ ）；

Log_{min}, Log_{max} ——某条测井曲线的最小值和最大值；

Log ——实际的测井值。

设属于第*i*层的*n*个相邻的主动分层曲线采样值为 Log_{ij} （ $j=1, 2, \dots, n$ ），该层的允许误差为 $E (Log_i)$ ，均值为 $\overline{Log_i}$ ，方差为 S_i^2 。

$$\text{其中：} \overline{Log_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Log_{ij};$$

$$S_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (Log_{ij} - \overline{Log_i})^2;$$

均方根误差为：

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (Log_{ij} - \overline{Log_i})^2} \quad (2)$$

对第*n*+1个采样值，它与该层测井值 Log_i 的差异为 $|Log_{n+1} - \overline{Log_i}|$ ，并且有：

当 $|Log_{n+1} - \overline{Log_i}| \leq E \overline{Log_i}$ 时，属于第*i*层。此时，重新计算该层*n*+1个采样点的均值、方差及允许的误差。

当 $|Log_{n+1} - \overline{Log_i}| \geq E \overline{Log_i}$ 时， Log_{n+1} 不属于第*i*层。第*i*层划分结束，从此第*n*+1点开始划分下一层。这样一直到处理完整个井段。

在以上的处理过程中,分层的关键是确定允许的误差函数 $E(\text{Log}_i)$ 。从数理统计的角度看,可认为测井值是具有有限方差的随机变量,同一层内各点的差异反映了非地层因素引起的随机误差,且概率满足下式:

$$P = \{|\text{Log} - \overline{\text{Log}_i} \geq E \overline{\text{Log}_i}\} \leq \sigma_i / E(\overline{\text{Log}_i}) \quad (3)$$

由此我们建立误差函数为:

$$E(\text{Log}_i) = A\sigma_i \quad (4)$$

式中: A ——层内差异分层系数。它的大小决定分层结果的粗细程度,一般由实验确定。 A 值越小,允许的误差就越小,所得的分层结果就越细。

3.1.2 聚类分析法分层

聚类分析是利用相似统计量来描述样品之间的相似程度,相似程度大的可聚为一类。采用的相似统计量有两种:欧氏距离系数和相似系数。

聚类分析的目的在于将上述分层后取平均值的测井数据集,自动聚类划分为不同的测井相类。我们选用的是 INSODATA 模糊聚类方法。

一般,由于非岩性影响因素的存在,使得区域内同一种岩性可对应多种测井相类,通常为2~5类。因此,可参考工区内需要判别的岩性总类数,粗略估计聚类分析时的测井相分类总数。其次,我们定义了平均隶属度指标来评价分类总数的质量:

$$AD(M) = \frac{1}{N} \sum_{i,j} \lambda_{ij}^2 \quad (5)$$

式中: N ——样品总数;

M ——分类总数。

显然, $AD(M) \leq 1$ 为样本分类总数 M 的函数。 $AD(M)$ 越接近1,则表明总体分类效果越好。在大样本情况下,我们要求分类总数 M 除了满足前述岩性总类数考虑外,还应保证 $AD(M) > 0.6$,以保证分类总数的质量的低限。

3.2 层段内曲线参数特征的提取

根据本研究区沉积微相的岩性、物性、岩石结构、粒序、沉积构造和沉积韵律等特征,综合研究选取了3条测井曲线(视电阻率、自然电位、声波),对每个曲线分别提取下列参数(潘懋等,1994)。

3.2.1 微相段的测井均值 $\text{Log}(A)$

$$\text{Log}(A) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log}_i \quad (6)$$

式中: Log_i ——某种测井曲线第 i 个采样点的值;

n ——测井段内的采样点。

3.2.2 变差方根 GS

$$GS = \sqrt{G(h) + S^2} \quad (7)$$

式中: S^2 ——方差,反映微相段内测井值的整体波动性和局部波动性大小;

$G(h)$ ——地质统计学中的变异系数,反映微相段内的测井值的局部波动性大小,其计算公式如下:

$$G(h) = \frac{1}{2M(h)} \sum_{i=1}^{M(h)} [\text{Log}(i) - \text{Log}(i+h)]^2 \quad (8)$$

式中: $M(h)$ ——间隔为 h 的数据对 ($\text{Log}(i)$, $\text{Log}(i+h)$) 的数目实际的处理中,取 $h=1, 2$ 个采样间距。

将 S^2 和 $G(h)$ 结合起来的参数 GS 可综合反映沉积微相段内测井值的整体和局部波动性大小,有利于区分不同的微相类型。

3.2.3 正偏值 $\text{Log}(\mu)$

$$\text{Log}(\mu) = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} \text{Log}_i, [\text{Log}_i \geq \text{Log}(A)] \quad (9)$$

式中: Log_i ——微相段内大于均值 $\text{Log}(A)$ 的归一化测井值;

n_k ——微相段内大于 $\text{Log}(A)$ 的采样点数。

3.2.4 相对重心 RM

沉积相的粒序正、反各不同,一般正粒序的重心偏下方,反粒序的重心偏上方,不正不反的重心居中,但是由于各井段的长短不同,这里取相对重心,以便比较。

$$RM = \sum_{i=1}^n i \text{Log}_i / [n \sum_{i=1}^n \text{Log}_i] \quad (10)$$

3.2.5 测井曲线差分序列相对变号个数 RC

统计测井曲线段内的锯齿个数的多少可以区分测井沉积微相。为此,笔者构造了差分序列 $\text{Log}(i+1) - \text{Log}(i)$ ($i=1, \dots, n-1$)。如果相邻差分值变号,且相邻绝对差大于等于2,则认为出现一个锯齿。所以,相邻绝对差变号的个数 L 的大小可反映锯齿的多少。为了统一比较标准,取变号个数 RC :

$$RC = L / (n-2) \quad (11)$$

3.3 测井相到地质相转换

首先,从取心井中选取有代表性的各类微相作

为标准样本，并做主成分分析，用标准样本的主成分计算沉积微相的判别函数（靳松等，2006）：

$$Zg = \ln P_g + C_{0g} + C_{1g} \text{Log}1 + C_{2g} \text{Log}2 + C_{3g} \text{Log}3 \quad (12)$$

式中：Log1, Log2, Log3——标准样本的主成分分值；

g——沉积微相的类别号，g=1, 2, 3, ... k；

P_g——样本来自第 g 类微相的先验概率，这里采用样本的频数为：P_g；

C_{0g}、C_{ig}——判别系数。

不同的沉积微相有不同的判别系数 C_{0g} 和 C_{ig}，可以认为 C_{0g} 和 C_{ig} 就是各类沉积微相的判别模型。当然，不同的沉积微相有不同的判别函数值 Z_g。这里，对于新的待判别样本 Log，按照判别函数达到最大值的原則，即：

$$Zg (\text{Log}) = \max \{Zg (\text{Log})\} \quad (13)$$

然后将样本判别为第 g 类微相。

根据上述原理，选取取心井的 40 个微相的三种主成分特征值作为标准样本，建立本区的测井-沉积微相判别模型，分别为：水下分流河道相（图 9）、河口坝相（图 10）、前缘席状砂相（图 11）以及前三角洲微相（图 12）4 种。

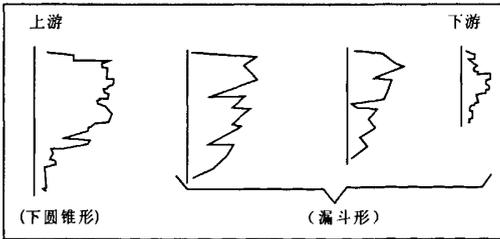


图 9 水下分流河道判别模型图

Fig. 9 Discriminating model of sub-channel branch

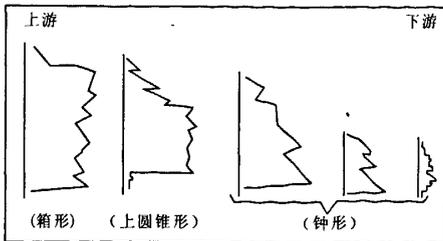


图 10 河口坝判别模型图

Fig. 10 Discriminating model of river mouth bar

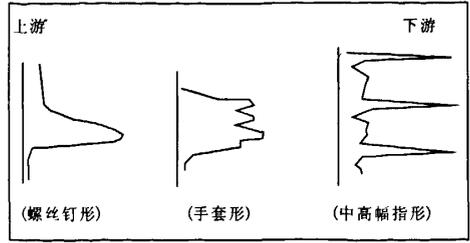


图 11 前缘席状砂判别模型图

Fig. 11 Discriminating model of front sand sheet

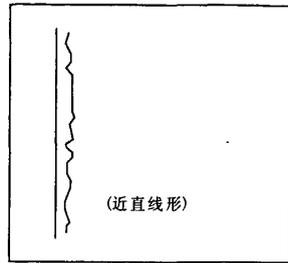


图 12 前三角洲微相判别模型图

Fig. 12 Discriminating model of front delta

4 实际资料处理及效果分析

利用上述测井-沉积微相判别标准，使用计算机自动识别软件对某油田核三段的 7 个层沉积微相进行了识别，经取心验证符合率达 80% 以上，并且识别效率高，节省了很大工作量（张玺科，2005；王少鹏，2006）。其中，典型井如双浅 1 井（图 13）从 1 002~1 010.2 m 为水下分流河道，1 010.2~1 014.8 m 为河口坝，1 014.8~1 020 m 分流间湾。其判断结构与取心结果基本一致。

该油田西区物源特征明显，呈现平行物源方向从水下分流河道微相→河口坝微相→前缘席状砂微相→前三角洲的分布规律，H₃VI⁶ 小层，东、西部水下分流河道及河口坝发育，河口坝呈新月型及放射型，前缘席状砂呈条带状分布，两支物源间存在间湾沉积（图 14）。

利用该方法，对某油田沉积微相划分，可知该油田沉积微相特征：①东、西物源特征明显，从物源到湖盆微相为水下分流河道→河口坝→前缘席

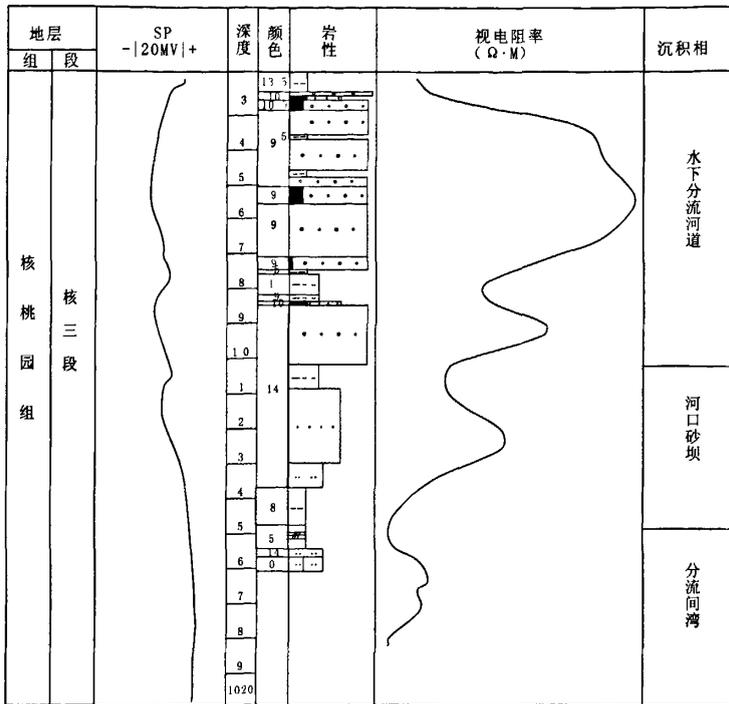


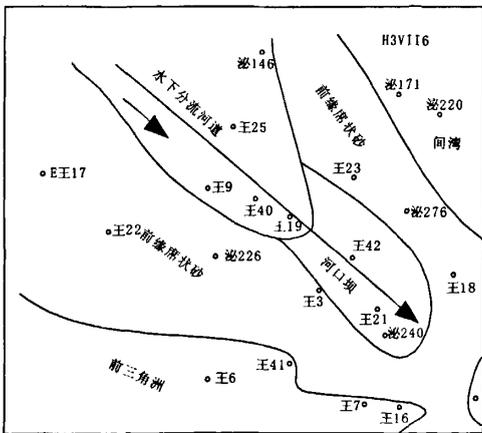
图 13 双浅 1 井核三段扇三角洲相剖面图

Fig. 13 Fan delta section of He-3 member in Shuangqian 1 well

部分以前缘席状砂为主。③分流河道在不同时期有不同程度的左右摆动和前后伸缩。

5 结论

经过以上研究与探讨，笔者综合利用测井资料与地质资料，采用了多元统计回归分析的层内差异分析和聚类分析相结合的方法，开发了一套计算机自动识别地层各种沉积微相的方法，特点如下：①该技术具有自动分层准确可靠、简单快捷、应用成本低等特点。②该方法实用效果的好坏取决于从测井资料中提取反映沉积微相本质特征的特征参数及建立的代表本区沉积微相特征的判别模型。③利用测井资料应用该软件即可自动获得深度准确、质量可靠的单井沉积微相剖面图，为追索沉积相的横向变化、预测砂体分布规律、油藏储层参数的研究、多井地层评价等提供重要的、基础的地质资料，为勘探开发隐蔽的岩性圈闭油气藏提供新的手段。



● 图 14 某油田西区沉积微相平面展布图

Fig. 14 Plane figure of sedimentary microfacies in the western zone of the oilfield

状砂→前三角洲或河间湾的分布规律。②东部物源充足，水下分流河道发育。西部物源有时不发育，大

参考文献 (References):

- 冯建伟, 杨少春. 胜坨油田二区东三段沉积微相研究. 西安石油大学学报 [J]. 2005, 20 (2): 11-16.
- Feng Jianwei, Yang Shaochun. Study on the sedimentary micro-facies of the third member of Dongying Formation in the second block of Shengtuo Oilfield [J]. Journal of Xi'an Shiyu University, 2005, 20 (2): 11-16.
- 杜启振, 杨少春, 王志欣, 等. 测井相模式自动识别分析 [J]. 石油物探, 1997, 36 (增刊): 108-111.
- Du Qizhen, Yang Shaochun, Wang Zhixing, et al. Automatic identification of logging patterns [J]. Geophysical prospecting for petroleum, 1997, 36 (supplement): 108-111.
- 杨凤丽, 张善文, 才巨宏, 等. 曲流河砂体的沉积相、测井相、地震相研究及预测 [J]. 石油地球物理勘探, 1999, 34 (2): 171-179.
- Yang Fengli, Zhang Shanwei, Cai Juhong, et al. Research on sedimentary facies, logging facies and seismic facies of meander sand body and its prediction [J]. Oil Geophysical Prospecting, 1999, 34 (2): 171-179.
- 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 [J]. 石油物探, 1997, 36 (1): 71-76.
- Chen Ganghua, Wang Zhongwen, Li Deyun, et al. Automatic discriminant sedimentary microfacies by means of multivariate statistics analysis [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 1997, 36 (1): 71-76.
- 潘懋, 魏至峰, 张绪定, 等. 复杂砂泥岩测井相专家系统 [J]. 石油学报, 1994, 15 (1): 9-15.
- Pan Mao, Wei Zhifeng, Zhang Xuding, et al. Expert system in well log facies analysis of a complex sand-mud stone [J]. Acta Petrolei Sinica, 1994, 15 (1): 9-15.
- 张兴金, 杨清彦, 马世忠. 朝阳沟油田扶余油层曲流河沉积微相及测井相研究 [J]. 大庆石油学院学报, 1994, 18 (1) 17-21.
- Zhang Xingjin, Yang Qingyan, Ma Shizhong, et al. Study on the depositional microfacies and electrofacies in Fuyu reservoir of Chaoyangou oilfield [J]. Journal of Daqing petroleum institute, 1994, 18 (1) 17-21.
- 靳松, 朱筱敏, 钟大康. 变差函数在沉积微相自动识别中的应用 [J]. 石油学报, 2006, 27 (3): 57-60.
- Jin Song, Zhu Xiaomin, Zhong Dakang. Application of variogram to automatic identification of sedimentary microfacies [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27 (3): 57-60.
- 翟中喜, 秦伟军, 台怀中. 泌阳凹陷安棚深层系测井相精细研究 [J]. 河南油田, 2004, 18 (3): 15-17.
- Zhai Zhongxi, Qing Weijun, Tai Huaizhong. A Fine Study of Logging Facies of Deep Starata in Anpeng Block in Biyang Depression [J]. Henan petroleum, 2004, 18 (3): 15-17.
- 陈钢花, 王中文, 王湘文. 河流相沉积微相与测井相研究 [J]. 测井技术, 1996, 20 (05): 335-340.
- Chen Ganghua, Wang Zhongwen, Wang Xiangwen. Study of Sedimentary Microfacies of River Facies and Electrofacies [J]. Well Logging Technology, 1996, 20 (05): 335-340.
- 李浩, 刘双莲, 郑宽宾, 等. 分析测井相预测歧50断块沙三段低电阻率油层 [J]. 石油勘探与开发, 2004, 31 (5): 57-59.
- Li Hao, Liu Shuanglian, Zheng Kuanbin, et al. Prediction of low-resistivity zones in sha-3 member of the Q50 fault block based on logging-facies analysis [J]. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31 (5): 57-59.
- 魏莲, 肖慈珣. 用自组织神经网络方法实现测井相定量识别 [J]. 物探化探计算技术, 2001, 23 (4): 324-327.
- Wei Lian, Xiao Cixun. Well logging facies identification using self-organization neural network [J]. Techniques for geophysical and geochemical exploration, 2001, 23 (4): 324-327.
- 张玺科, 周扬新, 杨前杰, 等. 王集油田西区油藏特征的在认识 [J]. 河南石油, 2005, 19 (2): 26-28.
- Zhang Xike, Zhou Yangxing, Yang Qianjie, et al. Restudy of characteristics of reservoirs in west block of wangji oilfield [J]. Henan Petroleum, 2005, 19 (2): 26-28.
- 刘艳蓉, 孙德杰, 赵发展, 等. 准噶尔盆地石南地区测井相地质分析 [J]. 新疆石油地质, 2005, 26 (1): 21-24.
- Liu Yanrong, Sun Dejie, Zhao Fazhan, et al. Log-facies

- geological analysis in shinan area, Junggar basin [J]. Xinjiang petroleum geology, 2005, 26 (1): 21-24.
- 王少鹏, 王洪辉. 塔巴庙地区太 2 段沉积微相与砂体展布研究 [J]. 成都理工大学学报 (自然科学版), 2006, 33 (01): 48-52.
- Wang Shaopeng, Wang Honghui. Sedimentary microfacies and sandbody distribution of Member 2 in the Taiyuan Formation of Tabamiao area in Ordos Basin, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2006, 33 (01): 48-52.
- 刘行军, 张吉, 男力亚. 苏里格地区苏 X 井区盒 8 段沉积相控储层测井解释分析 [J]. 国外测井技术, 2007, 22 (5): 22-24.
- Liu Hangjun, Zhang Jie, Nan Liya, et al. The well logging interpretation analysis about the sedimentary facies control reservoir in He8 interval Su X well field of Sulige area [J]. Well Logging Technology, 2007, 22 (5): 22-24.

Method of Automatic Identification of Sedimentary Microfacies Using Well Logging Data

SUN Tie-jun¹, FENG Qing-fu², LIU Hao¹, WANG Feng-gang³

(1. Niger Research Center Oversea Business Department GRI/BGP, Zhuozhou 072751, Hebei, China;

2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 10083, China;

3. Shougang Geological Exploration Institute, Beijing 100144, China)

Abstract: Based on the sedimentary microfacies analysis of key wells, the log characteristic parameters for all kinds of sedimentary microfacies have been extracted from the well log data integrating with well logging, geology and mathematics. The discriminant models for the sedimentary microfacies have been established by means of multivariate statistical analysis. We have succeeded to program a software, which could implement the automatic and continuous discrimination of sedimentary microfacies for the hole profile using well log data. The log data from more than ten wells of anonymous oilfield have been processed using the software, and drawn the plane graph of sedimentary microfacies.

Key words: sedimentary microfacies; log phase mode; automatic identification; multivariate statistical analysis