

# 多参数储层综合评价自动分析 处理方法和程序

宋子齐 袁福文 宋华超

(西安石油学院) (大港油田测井公司)

## 提 要

本文提出一种测井多参数储层综合评价自动分析处理方法,用该方法编制的应用程序(DYX),可在成果图上连续显示各种地质参数、地层岩石物性评价级别、含油性评价级别等多种信息,为测井分析者提供了评价地层的依据。

## 一、前 言

本文提出的这种多参数综合评价自动分析处理方法,已在PE 3200系列计算机上编制了程序。该方法可应用常规测井资料对地层进行评价。在处理分析中,它有选择性地计算和利用多种测井信息及其组合,自动提取相似性程度信息,对地层进行最优划分评价。因此,在较大程度上减少了处理过程中人为因素的影响,提高了地层评价的合理性。通过对大港油田风化店、王官屯和段六拔等地区40多口井试用,表明该方法具有良好的应用效果。

## 二、多参数优先相似选择法

应用多参数优先相似选择法编制的DYX程序,可对储层的岩石物性和含油性进行分级评价。该程序除了对测井资料进行“标准化”处理以外,还可应用一些众所周知的表达式,计算出地层泥质含量(SH)、孔隙度(POR)、含水饱和度(SW)、束缚水饱和度(SWB)、冲洗带含水饱和度(SXO)、粒度中值(XMD)、渗透率(PERM)、可动水饱和度(SWM)等30多个地层特征参数。程序将这些参数中对评价地层物性和含油性比较“敏感”的参数选出作为地层评价指标。其中评价地层岩石物性的有SH、POR、SWB、PERM和XMD等5个参数;评价地层含油性的有RTI(地层电阻率相对值)、RTO(地层电阻增大率)、RWA(视地层水电阻率)、RTXO(地层径向电阻率比值)、SWM和ALF(自然电位减小系数)等6个参数。在使用中可按这些参数对评价地层的贡献大小分别赋予相应权值。

程序对地层的物性划分为好、中、差、干等4个级别。地层物性评价参数的指标规定如表1。

程序对地层含油性划分为油层、油水同层和水层3个级别。地层含油性评价参数指标是按地层物性级别分别规定的。好物性地层的含油性指标规定如表2。

表 1 地层物性评价参数指标

Table 1 Formation Parameters Used in Evaluation

评价参数	地层物性评价级别			
	好	中	差	干
SH	Y11	Y12	Y13	Y14
POR	Y21	Y22	Y23	Y24
XMD	Y31	Y32	Y33	Y34
SWB	Y41	Y42	Y43	Y44
PERM	Y51	Y52	Y53	Y54

表 2 地层含油性评价参数指标

Table 2 Criteria for Evaluation of the Oil-Bearing Properties of a Formations

评价参数	地层含油性评价级别		
	油层	油水同层	水层
RTI	OG11	OG12	OG13
RWA	OG21	OG22	OG23
RTXO	OG31	OG32	OG33
SWM	OG41	OG42	OG43
RTO	OG51	OG52	OG53
ALF	OG61	OG62	OG63

中等物性地层含油性评价指标的规定与表 2 相类似, 只是将字母“OG”改为“OM”; 物性“差”的地层含油性评价指标规定也与好物性地层类似, 只是将字母“OG”改为“OB”。

对于任一待评定层点 $S_0$ , 要根据该层点的各种评价指标, 从地层评价级别(或层样) $S_i$ 中选出一个与 $S_0$ 最相似的层样来, 以其相似程度作为评价地层的尺度。由于待评定层点的归属是由多种评价参数(即上面提到的 5 个地层物性参数和 6 个含油性参数)决定的, 故将其因子 $X_i$ 作为评价参数的特征值。由于所有层点的评价指标(级别)都要与 $S_0$ 相比较, 因此取 $S_0$ 为固定样本建立优先相似选择关系。

对于特征值因子 $X_1$ 先规定任一 $S_i$ 与 $S_0$ 的绝对值距:

$$D_i = |X_1(0) - X_1(i)| \quad (1)$$

式中 $X_1(0)$ 表示 $S_0$ 上的 $X_1$ 值,  $X_1(i)$ 表示 $S_i$ 上的 $X_1$ 值。

确定优越程度

$$r(i, j) = \frac{D_j}{D_i + D_j} \quad (2)$$

有

$$r(j, i) = 1 - \frac{D_j}{D_i + D_j} = \frac{D_i}{D_i + D_j} \quad (3)$$

于是就可以得到优先相似选择关系矩阵:

$$R(i, j) = \begin{bmatrix} 0 & r_{12} & \dots & \dots & r_{1kk} \\ r_{21} & 0 & \dots & \dots & r_{2kk} \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ r_{kk1} & r_{kk2} & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

取定阈值  $p \in [0, 1]$

$$r_p(i, j) = \begin{cases} 0 & [r(i, j) < p] \\ 1 & [r(i, j) \geq p] \end{cases} \quad (5)$$

$p$ 从 1 到 0 得截割矩阵, 若首次出现 $R_p(i, j)$ 矩阵, 它的 $i$ 行元素除对角线元素外全等于

1, 算作第一优越对象。

除去第一优越对象以后, 剩余的一批评价对象又组成新的优先相似选择关系矩阵, 用同样方法获得第二优越对象……, 一直将全体对象排出一定的优先次序, 并赋予 $X_1$ 相应的权值。

然后用 $X_2$ 特征值因子, 同样建立优先相似选择关系, 重复上述计算, 排出优越对象, 同样赋予 $X_2$ 权值。多个因子(评价参数), 则用 $X_i$ 递推下去, 逐一排出优先次序, 并逐一赋予 $X_i$ 相应权值。最后综合考虑各个因子, 评价相似程度; 即对给定每个层样相对于每个因子所得的加权序号相加, 其加权序号之和就反映了每个层样 $S_i$ 与 $S_0$ 的相似程度。加权序号之和最小者, 说明它与 $S_0$ 最相似(即为层点 $S_0$ 的评价级别), 由此评价地层岩石物性和含油性, 并对各层点评价特征值作归一化处理, 最后在成果图上直观地显示地层评价结果和各种特征性参数。

### 三、各种特征性参数的应用实例

现以大港油田F23—15井地层剖面上的一个储层点为例, 介绍该方法的处理过程。

井深为2684m的一个采样点( $P_0$ ), 所在区域的地层物性评价指标和 $P_0$ 点的各评价参数值如表3。

表3 地层物性评价指标和 $P_0$ 点评价参数值

Table 3 Petrophysical Properties Used in Formation Evaluation and the Value of Parameters Corresponding to Certain Point

特征因子		地层物性评价级别				层点	权值
		好	中	差	干	$P_0$	
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$		
$X_1$	SH	10	20	30	40	5.59	2
$X_2$	POR	25	15	10	7	25.64	1
$X_3$	XMD	0.2	0.15	0.1	0.05	0.02	1
$X_4$	SWB	10	20	30	60	33.56	0.7
$X_5$	PERM	2000	500	200	20	191.13	0.5

评价过程就是要从 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 这4个层样(评价级别)中选出一个与 $P_0$ 点最相似的层样, 使之作为 $P_0$ 点的评价级别。由于 $P_0$ 的归属是由SH、POR、XMD、SWB、PERM、的数值决定的, 因此将它们的因子 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 作为评价参数特征值。

从表3中 $X_1$ 因子的特征值开始, 按(1)式计算任一 $P_i$ 与 $P_0$ 的绝对值距离 $D_i$ , 然后再由(2)和(3)式计算其优越程度。

例如

$$D_1 = 4.41, \quad D_2 = 14.41 \quad \dots\dots$$

$$r_{12} = 0.7656748$$

$$r_{21} = 0.2343252$$

.....

于是可以得到评价地层物性的优先选择关系矩阵 $R(1)$ :

$$R(1) = \begin{bmatrix} 0. & 0.7656748 & 0.8469813 & 0.8863988 \\ 0.2343252 & 0. & 0.6287996 & 0.7048341 \\ 0.1530187 & 0.3712004 & 0. & 0.5850051 \\ 0.1136012 & 0.1951659 & 0.4149949 & 0. \end{bmatrix}$$

依次取 $p=1., 0.8863988, \dots, 0$ , 可得出不同的 $R_p(1)$ 矩阵, 当 $p=0.7656748$ 时, 有如下截割矩阵:

$$R_{0.7656748}(1) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

矩阵 $R_{0.7656748}(1)$ 中的第一行首先达到除对角线元素外, 其余元素均为1的位置。由此可知, 就因子 $X_1$ 而论,  $P_1$ 与 $P_0$ 最相似。将矩阵 $R(1)$ 的第一行及第一列元素割去, 可得到矩阵 $R(2)$ :

$$R(2) = \begin{bmatrix} 0. & 0.6287996 & 0.7048341 \\ 0.3712004 & 0. & 0.5850051 \\ 0.2951659 & 0.4149949 & 0. \end{bmatrix}$$

依次取 $p=1., 0.7048341, \dots, 0.$ , 可得出不同的 $R_p(2)$ 矩阵, 当 $p=0.6287996$ 时, 有如下矩阵:

$$R_{0.6287996}(2) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

矩阵 $R_{0.6287996}(2)$ 中的第一行首先达到除对角线元素外, 其余元素全为1的位置, 同样就因子 $X_1$ 而论,  $P_2$ 与 $P_0$ 的相似程度居第二位。依次进行下去可得与 $P_0$ 相似程度的顺序和加权相似顺序, 如表4。

表4 XI因子相似程度顺序  
Table 4 Order of Similarity of XI Factor

相似顺序	地层物性评价级别			
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
与 $P_0$ 相似顺序号	1	2	3	4
加权相似顺序号	2	4	6	8

对于 $X_2, X_3, X_4, X_5$ 等因子用类似的方法也可以得出用它们进行地层评价时各层样 $P_i$ 与 $P_0$ 的相似顺序和加权相似顺序。

为了综合考虑各个特征值因子对地层评价的作用, 我们将各特征值因子相对于各层样所



得的顺序号和加权顺序号列于表5。表5中还列出了同一层样所对应的每个特征值因子的加权序号和, 以及下列(6)式归一化的加权序号和:

$$P_i = \frac{P_i - SL}{KK \cdot SL - SL} \quad (6)$$

式中 $SL$ 为每个层样相对于各个特征值因子的加权和,  $KK$ 为地层评价级别数。

表5 特征因子序号和加权序号

Table 5 Order of the Characteristic Factor and Order of the Weighted Average Value

特征因子		地层岩石物性评价级别							
		P1(好)		P2(中)		P3(差)		P4(干)	
		序号	加权	序号	加权	序号	加权	序号	加权
X1	SH	1	2	2	4	3	6	4	8
X2	POR	1	1	2	2	3	3	4	4
X3	XMD	4	4	3	3	2	2	1	1
X4	SWB	3	2.1	2	1.4	1	0.7	4	2.8
X5	PERM	4	2	3	1.5	1	0.5	2	1
Σ			11.1		11.9		12.2		16.8
归一化			0.38		0.43		0.45		0.74

表5中, 各层样所对应的各特征值因子的加权序号和分别为 $P_1=11.1$ ,  $P_2=11.9$ ,  $P_3=12.2$ ,  $P_4=16.8$ ; 归一化以后其值分别为 $P_1=0.38$ ,  $P_2=0.43$ ,  $P_3=0.45$ ,  $P_4=0.74$ 。它反映了每个层样与 $P_0$ 的相似程度。由此可综合评定 $P_0$ 与 $P_1$ 最相似, 因此将 $P_0$ 点的地层物性级别定为好, 并赋值 $DYX=0.95$ 。

在地层物性评价以后, 再进行地层含油性的评价。对于物性好的地层, 可利用本地区好物性地层3个代表性样本和6个含油性评价参数的特征值因子, 并赋予相应权值按上述计算

表6 评价指标及层点参数

Table 6 Evolution and Parameters of Formation—Points

特征因子		地层含油性评价级别			层点	权值
		油层	油水同层	水层		
		S1	S2	S3	S0	Y
X1	RT1	0.3	0.2	0.11	0.81	1.5
X2	RWA	0.25	0.17	0.08	0.37	1.3
X3	RTXO	5.5	3.3	0.8	3.31	0.9
X4	SWM	15	35	50	57.51	1.1
X5	RTO	1.9	1.5	1.1	2.88	1.6
X6	ALF	0.5	0.7	0.9	0.71	0.7

方法进行评价。仍以P0点为例，其评价指标及层点S0参数如表6。

表6中，待定层点S0的含油性级别是依据它与S1、S2、S3哪一个最相似来确定的。同样，它的归属是由评价参数RT1、RWA、RTXO、SWM、RTO和ALF的数值决定，故将这些参数所对应的X1、X2、X3、X4、X5和X6作为评价参数特征值。从表中的X1特征值开始，先由(1)式计算任一Si与S0的绝对值距离Di，再由(2)式和(3)式计算其优越程度。于是可以得到评价含油性的优先选择关系矩阵R(1)：

$$R(1) = \begin{pmatrix} 0 & 0.5446429 & 0.5785124 \\ 0.4553571 & 0 & 0.5343512 \\ 0.4214876 & 0.4656489 & 0 \end{pmatrix}$$

依次取 $p = 1, 0.5785124, \dots, 0$ ，可得到不同的 $R_p(1)$ 矩阵，当 $p = 0.5446429$ 时，有如下截割矩阵：

$$R_{0.5446429}(1) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

矩阵 $R_{0.5446429}(1)$ 中第一行首先达到除对角线元素外，其余元素均为1的位置，由此评定S1和S0最相似。将矩阵R(1)中的第一行及第一列元素割去，可得出矩阵R(2)，经同样处

表 7 X1因子相似程度顺序

Table 7 Order of Similarities X1 Factor

相 似 顺 序	特 征 值 因 子		
	S1	S2	S3
与 S0 相似 顺序	1	2	3
加 权 相 似 顺 序	1.5	3	4.5

表 8 特征因子序号和加权序号

Table 8 Order of the Weighted Average of the Characteristic Factors

特 征 因 子		地 层 含 油 性 评 价 级 别					
		S1(油)		S2(油水)		S3(水)	
		序 号	加 权	序 号	加 权	序 号	加 权
X1	RT1	1	1.5	2	3	3	4.5
X2	RWA	1	1.3	2	2.6	3	3.9
X3	RTXO	2	1.8	1	0.9	3	2.7
X4	SWM	3	3.3	2	2.2	1	1.1
X5	RTO	1	1.6	2	3.2	3	4.8
X6	ALF	3	2.1	1	0.7	2	1.4
Σ			11.6		12.6		18.4
归一化			0.32		0.39		0.80

理可得出与 $S_0$ 次一级相似的层样。依次可得到 $S_i$ 与 $S_0$ 相似程度顺序和加权相似程度顺序(表7)

对于 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 因子可用同样方法得到优先选择关系矩阵 $R(1)$ ，经同样处理可得出在考虑了 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 因子时各层样相对于 $S_0$ 的相似顺序和加权相似顺序，求出与各层样相对应的各特征值因子的加权序号和，并用(6)式作归一化处理列于表8。

表8中加权序号和 $S_1=11.6$ ， $S_2=12.6$ ， $S_3=18.4$ ；归一化以后的加权序号和则为 $S_1=0.32$ ， $S_2=0.39$ ， $S_3=0.80$ 。这反映了每个层样(评价级别)与 $S_0$ 的相似程度。由此可以综合评定 $S_0$ 与 $S_1$ 最相似，该层点可定为“油层”。

同样，利用该区的中等物性和差物性的含油性评价指标和特征值因子可评价物性中等和物性差的地层。

以上处理过程，可以归纳成如下逻辑框图(图1)

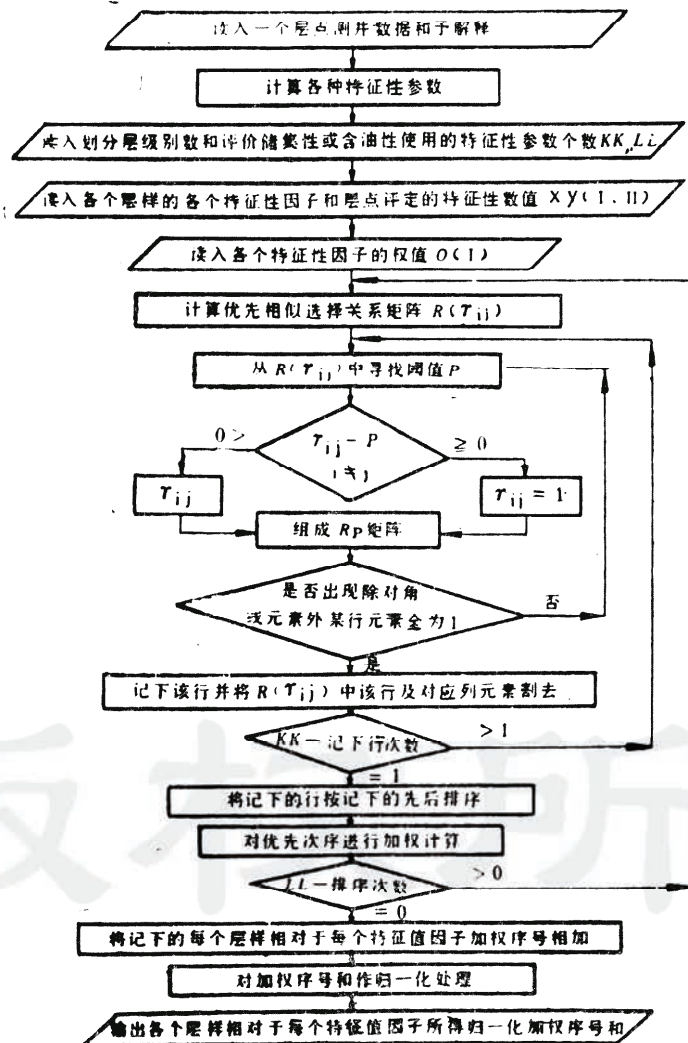


图1 应用特征参数评价储层物性和含油性框图(参考图)

Fig.1 Block diagram of a program used for evolution of the petrophysical property and oil-bearing property of a formation

## 四、程序说明

根据上述方法,我们在PE3200系列计算机上用FORTRAN语言编制了测井资料处理程序(DYX)。该程序适用于不同挡次的测井系列。程序的输出参数有20个,列于表9。

程序的输入参数共有166个,其中地层物性评价指标(YX11, YX12, ..., YX54),地层含

表9 程序输出参数  
Table 9 Process Output Parameter

参数名	含义
S1	油层优先次序参数 (0 < S1 ≤ 1)
S2	油水同层优先次序参数 (0 < S2 ≤ 1)
S3	水层优先次序参数 (0 < S3 ≤ 1)
DYX	地层物性评价参数 (0 < DYX ≤ 1)
SWB	地层束缚水饱和度
RTO	地层电阻增大率
SWM	可动水饱和度
OO	油层指示符 (OO = 1 为油层, OO = 0.5 为油水同层)
WW	水层指示符 (WW = 1 为水层, WW = 0.5 为油水同层)
ZZ	干层指示符 (ZZ = 1 为干层)
POR	地层孔隙度
PORW	地层含水孔隙度
PORF	冲洗带含水孔隙度
PORT	总孔隙度
PERM	地层渗透率
SW	地层含水饱和度
RWA	视地层水电阻率
RTI	地层电阻率相对值
SH	泥质含量
CAL	井径差值 (CAL = CAL - BITS, BITS为钻头直径)

油性评价指标(OG11, OG12, ..., OG63, OM11, OM12, ..., OM63, OB11, OB12, ..., OB63)见表1、表2及其说明。其余的输入参数列于表10

程序的解释效果,随着解释参数选择正确与否而转移。正确地选择解释参数是测井分析者面临的重要任务。DYX程序是一个具有多种功能,综合性很强的测井分析程序。它由一系列解释方法(模型)所组成,与其多参数的特性相适应,必然要输入较多的解释参数。但应指出,在这些参数中有一大部分属于有规律的地区性参数,采用其隐含值即可。另一部分参数是地区性解释标准,搞清楚一定数量的试油井资料以后,也属于固定值。余下的少量参数则为一般测井分析程序所必须选择的参数。



表 10 程序输入参数

Table 10 Input Parameters for Processing

参 数 名	含 义	隐 含
YXL	实际选用的地层物性评价参数个数	0
OGL	实际选用的“好”物性地层含油性评价参数的个数	0
OML	实际选用的“中”等物性地层含油性评价参数的个数	0
OBL	实际选用的“差”物性地层含油性评价参数的个数	0
GMN1	纯地层自然伽玛(GR)值	0
GMX1	泥岩自然伽玛值	100
GMN2	纯地层补偿中子(CNL)值	0
GMX2	泥岩补偿中子值	100
GMN3	纯地层自然电位(SP)值	0
GMX3	泥岩自然电位值	100
GMN4	纯地层中子寿命(NLL)值	0
GMX4	泥岩中子寿命值	100
GMN5	纯地层电阻率(RT)值	0
GMX5	泥岩电阻率值	100
SHFG	计算泥质含量方法的指示符 SHFG = 1 用GR = 2 GNL = 3 SP = 4 NLL = 5 RT	1
SHCT	泥质含量截止值	
C	感应与电阻率曲线选择符 C = 0 用电阻率曲线 = 1 感应曲线	60 0
RWF	地层自由水电阻率	0.35
RWB	地层束缚水电阻率	0.3
M	胶结指数	1.7
A	地层因素表达式中的系数	1
N	饱和度指数	1.7
RMF	泥浆滤液电阻率	0.25
RSH	泥岩电阻率	2
DG	岩石骨架密度	2.65
DF	流体密度	1
TF	流体声波时差	620
TM	岩石骨架声波时差	180
SIRR	地层束缚水饱和度	40
SRHM	计算残余油饱和度公式中使用的系数	0.5
HF	计算累计含烃量初值	0
PF	计算累计孔隙度初值	0
BITS	名义钻头直径	21.5
SWOP	计算含水饱和度公式选择符 SWOP = 1 用印尼公式 = 2 西门杜式 = 3 阿尔奇式	3
GCUR	计算泥质含量公式中的经验系数 GCUR = 1 用于新地层 = 2 老地层	1

续表

参数名	含 义	隐 含
ADEN	补偿密度附加校正值	0
ACNL	补偿中子附加校正值	0
AAC	声波时差附加校正值	0
AGR	自然伽玛附加校正值	0
ASP	自然电位附加校正值	0
ART	电阻率附加校正值	0
ANLL	中子寿命附加校正值	0
PFG	计算孔隙度公式选择符 PFG = 1 用 DEN = 2 AC = 3 CNL = 4 CNL/DEN = 5 迭代法	1
DSH	泥岩密度值	2.65
NSH	泥岩中子值	28
TSH	泥岩声波时差值	180
RXOP	选用RXO曲线的标志符 RXOP = 0 用 RXO = 1 RXO 1 = 3 RXO 2	1
RM	泥浆电阻率	0.2
G	确定泥浆电阻率的标志 G = 1 用给定值 = 2 用RM换算	0
CALX	井径截止值	100
RMFG	泥浆性质选择符 RMFG = 0 盐水泥浆 = 1 淡水泥浆	1
GRN	用自然伽玛曲线分层的截止值	500
SPN	用自然电位曲线分层的截止值	500
RXON	用RXO曲线分层的截止值	-9999
RX2N	用RXO <sub>2</sub> 曲线分层的截止值	-9999
RTN	用RT曲线分层的截止值	-9999
B	含水饱和度公式中的系数	1
SPOP	调整计算泥质含量公式中常数的标志 SPOP = 0 调整GMIN用于负自然电位异常 = 1 调整GMAX用于正自然电位异常	0
SXOP	计算SXO的选择符 SXOP = 0 用计算饱和度公式 = 1 用SW换算	0
PORM	最大孔隙度截止值	50
ACP	声波时差压实公式中的斜率	0.236
BCP	声波时差压实公式中的截距	1.752
NF	流体中子值	100
LCOR	岩石骨架中子值	-4
SHDF	泥质含量选择标志 SHDF = 0 用公式计算 = 1 用交会法计算	0
BMD 0	用自然伽玛计算粒度中值公式中的系数	0.602
BMD 1	用自然伽玛计算粒度中值公式中的系数	1.148
AMD 0	用自然电位计算粒度中值公式中的系数	0.25

续表

参数名	含义	隐含
AMD1	用自然电位计算粒度中值公式中的系数	0.08
XMFG	计算粒度中值选用曲线的旗标 XMFG=1 用 GR =2 用输入值 =3 用 SP	2
A0	高、中孔隙度地层计算束缚水饱和度公式系数	0.36
A1	高、中孔隙度地层计算束缚水饱和度公式系数	1.5
A2	高、中孔隙度地层计算束缚水饱和度公式系数	3.6
A3	高、中孔隙度地层计算束缚水饱和度公式系数	0.1
B0	低孔隙度地层计算束缚水饱和度公式的系数	0
B1	低孔隙度地层计算束缚水饱和度公式的系数	9.8
B2	低孔隙度地层计算束缚水饱和度公式的系数	3.3
B3	低孔隙度地层计算束缚水饱和度公式的系数	0.7
SIFG	计算束缚水饱和度公式旗标 SIFG=1 用地区公式 (1) =2 用地区公式 (2) =3 用输入值	3
MD	粒度中值输入值	0.25
RMAX	储集层深探测电阻率最大值	20
RMIN	深探测电阻率最小值	2
SSP	储集层自然电位最大异常值	100
SBL	泥岩自然电位值	100
PORP	$POR \leq PORP$ 时评价为干层	0
PBOW	当 $S1/S2 \geq PBOW$ 时评价为油水同层	0.95
PBWW	当 $S2/S3 \geq PBWW$ 时评价为水层	0.95
Y1	地层物性评价参数SH的权值	1
Y2	地层物性评价参数POR的权值	1
Y3	地层物性评价参数XMD的权值	1
Y4	地层物性评价参数SWB的权值	1
Y5	地层物性评价参数PERM的权值	1
O1	含油性评价参数RT1的权值	1
O2	含油性评价参数RWA的权值	1
O3	含油性评价参数RTXO的权值	1
O4	含油性评价参数SWM的权值	1
O5	含油性评价参数RTO的权值	1
O6	含油性评价参数ALF的权值	1

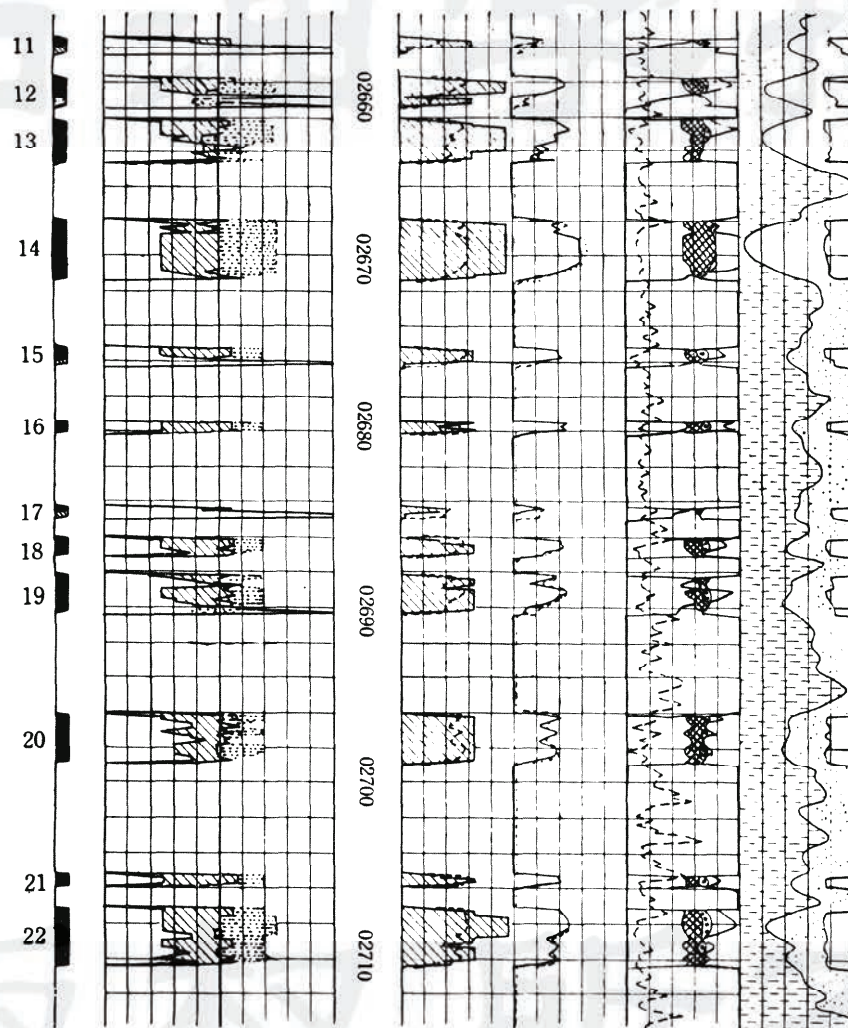
## 五、实际应用效果

以下扼要介绍该处理方法和程序在大港油田风化店、王官屯和段六拔地区的使用情况，并列举其应用效果。

该程序在这三个地区处理了已试油井14口，未试油的新井30口。其中已试油井的地层评价总层数为162层，与试油结果符合的154层，不符合的8层，符合率为95.0%。新井已有试

油结果的为18口井，地层评价的总层数为150层，与试油符合的为137层，不符合的13层，符合率为91.3%。

图2是风化店F13-17井的评价实例。该井第11、15、16、17、18、19、20、21号层原解释为干层；而用DYX程序处理15、16、18、19、20、21号层均为油层。经对第15、19号层合试，测液面求产，日产油15.9吨，不含水。



- ① 11、15、16、17、18、19、20、21号原解释为干层
- ② 15、16、18、19、20、21号本程序解释为油层
- ③ 经对15、19号合试测液面求产，日产油15.9吨，不含水

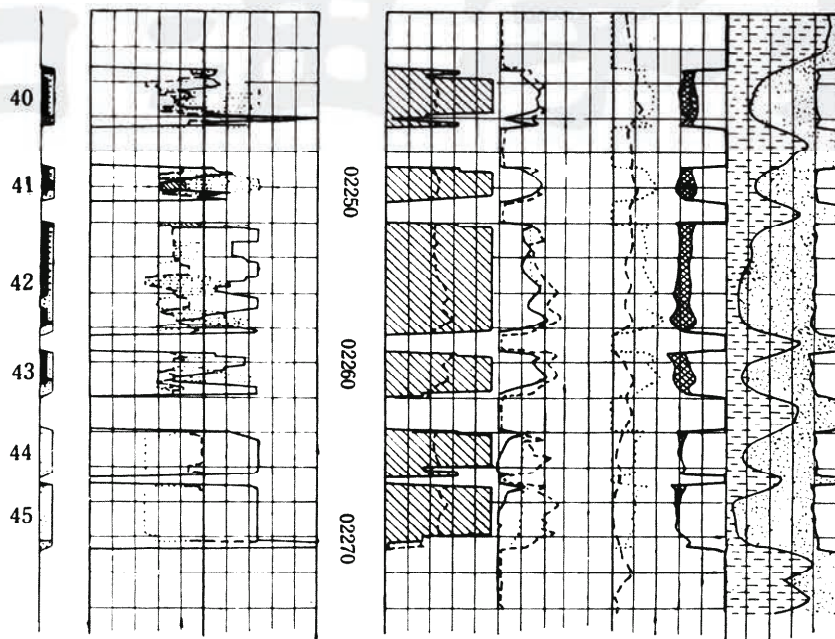
图2 F13-17井成果图

Fig. 2 Results of processing parameters from well F13-17

图3是王官屯G4-14井的评价实例。该井为本地区的一口新井，分别使用DYX和GPOR程序进行处理。对于40、41、42和43号这几层，用GPOR程序评价结果为油层；而用该程序DYX评价结果为油水同层。经对40、41、42、43号层合试，日产油27.1吨，产水48.4吨，含水64.1%。



图4是风化店 F39-21 井的评价实例。该井是一口新井,使用GPOR程序处理71、72、73、74、75、76、77和78号层均为油层;而使用该程序DYX处理75、76、77、78号层为油水同层。经对71、72、73、75、76、77、78号层合试,日产油11吨,水1.16方,含水9.5%。对第76号层单试结果,日产油8.75吨,产水4.9方,含水35.8%。



- ① 40、41、42、43 合试  
② 日产:油27.1吨,水48.4方,含水64.1%

图3 G4-14井成果图

Fig. 3 Results of processing parameter from well G4-14

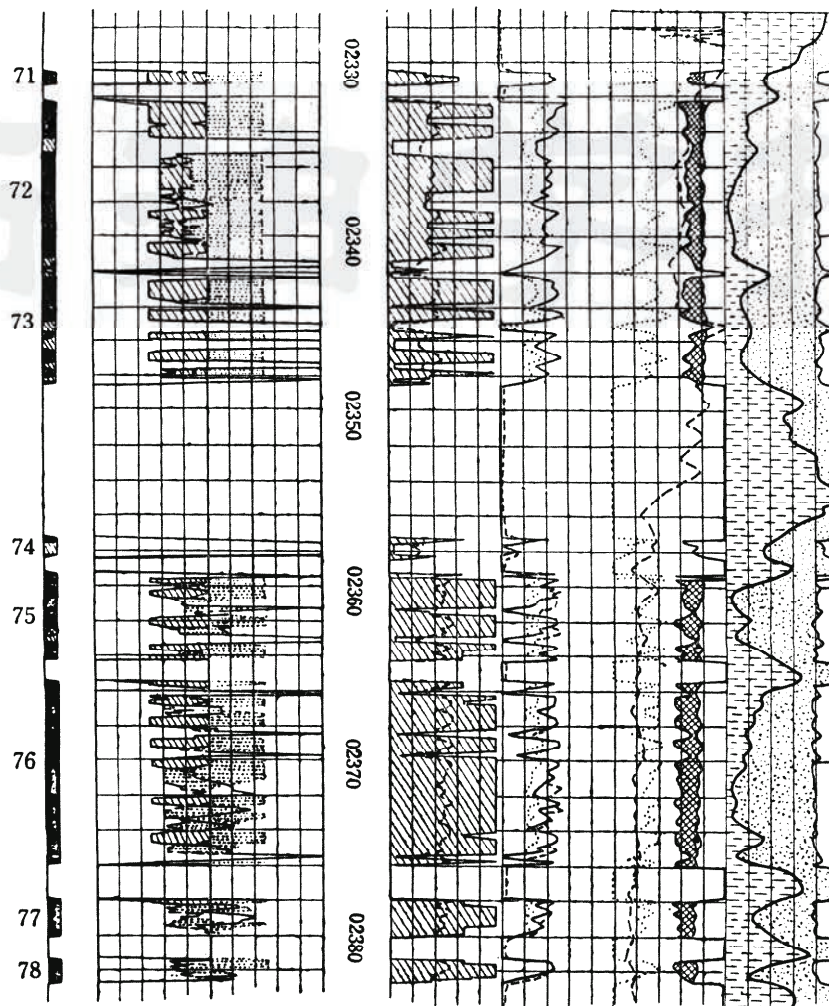
图5是王官屯 G5-10-1 井评价实例。该井是本地区一口高产井。经4、5、6、7号层合试,7mm油咀,日产油88吨。在使用DYX程序处理,该井油层部分的地层物性评价级别均为好层,与试油结果相吻合。

DYX程序对储层评价取得了明显效果。它的评价处理结果比常规处理方法(程序)符合率有显著提高(常规处理符合率分别为85.2%和86.7%)。特别是该程序对地层的物性和含油性是逐点评价的,为区分层内不同物性和含油性的夹层、自动划分储层级别和确定油气层有效厚度提供了依据。

## 六、结 语

最后,我们认为,使用该程序应注意以下几个问题:

1. 解释参数的取值不仅要符合地区规律,还要经过试油资料验证其解释效果。
2. 在使用中应不断修正和增加反映地层岩石物性和油、气、水层特性的关键信息,以



① 试油结果71、72、73、75、76、77、78号合试

油11.0吨, 水1.16方, 含水9.5%

② 76号单试 油8.75吨, 水4.9方, 含水35.8%

图4 F39-21井成果图

Fig. 4 Results of parameters from well F39-21.

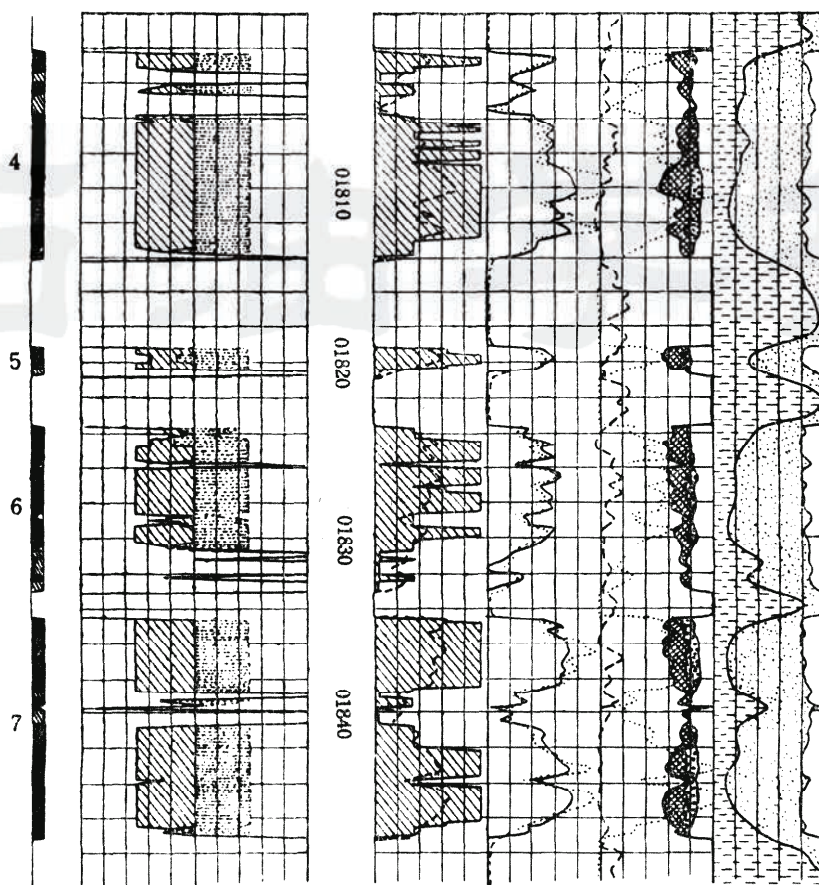
便对储层作出更好的评价。

3. 不断探索该程序新的功能。例如分析产层水淹状况、剩余油分布以及评价地层产能等。

4. 应不断提高测井资料质量, 保证测井信息可靠性。

致谢 本文在研究过程中得到大港石油管理局、西安石油学院有关领导的关心和支持, 大港测井公司解释计算站潘昱同志参加了该课题的研究工作, 在此一并致谢。

(本文收到日期1989年3月9日)



- ① 4、5、6、7 合试
- ② 7 mm咀 日产油88.0吨，不含水

图5 G5-10-1井成果图

Fig. 5 Results of processing parameters from well G5-10-1

参 考 文 献

- [ 1 ] 雍世和、洪有密，测井资料综合解释与数字处理，石油工业出版社，1982年
- [ 2 ] 曾文冲，评价油气层的一个重要理论，石油勘探与开发，1982年，9卷，2期
- [ 3 ] 宋子齐，一种划分油水层的模糊数学方法，西安石油学院学报，1987年，2卷，1期

AN AUTOMATIC ANALYSIS TECHNIQUE FOR A MULTI-  
PARAMETER COMPREHENSIVE EVALUATION  
OF A RESERVOIR

Song Ziqi

Yuan Fuweng Song Huachao

*(Xian Petroleum Institute)*

*(Well-Logging Company, Dagang Oil Field)*

**Abstract**

An automatic analysis processing of well-logging data for a comprehensive multi-parameter reservoir evaluation is presented in this paper. Based on this technique, a computer program(DYX)is completed. The program can be used to display various geological parameters, evaluation of rock properties, evaluation of oil-bearing and other information in the form of a continuous map. It provides a base for formation evaluation by well-logging analysis.

版权所有