

录井气测解释的人工神经网络方法研究

曹义亲

柳 健 彭复员

(电子与信息工程系)

(华中理工大学)

摘 要 基于人工神经网络发展了一种新的油气层评价技术^[1]。利用该技术,采用层次模式识别的方法,对新疆某油田地区的实际数据进行了试算,以识别油层、气层、含水油层、油水同层、含油水层、气水同层、油气水同层、水层、干层,取得了较为满意的结果^[1]。

关键词 模式识别;人工神经网络;油气层评价;气测解释;BP 算法

分类号 TP 391

0 引 言

油气层识别与评价问题是油气勘探领域中十分重要且最为活跃的一个问题^[1]。目前,无论用哪种解释方法所得到的结论,与试油结论相比,符合率都不太高^[1]。寻找一种好的评价方法和评价手段,是油气层解释与评价的关键所在^[1]。为此,地质录井工作者们十分注重并积极探索新的评价方法和手段^[1]。随着技术的发展与进步,勘探成果不断扩大,资料逐步积累,为这项工作的深入进行创造了必要的条件^[1]。

1 人工神经网络在综合录井油气层评价中的可行性

目前,油气层评价基本上是人工经验评判,主要有地层对比法、流体性质特征法、气测解释法、地化解释法,最后根据这些方法进行综合解释,评价确定油气层^[1]。就气测解释法而言,录井时随钻记录地层释放于岩屑中的天然气含量和成分以及与此有关的各种参数的变化,然后使用某种解释模式对油气层进行解释和评价^[1]。但录取这些参数是一个受各种可变量相互影响的复杂过程,单一的参数很难作出较为全面的解释,加之储层的类型、发育程序等差异在不同的参数中表现为某种特定的响应,无论是储层等级的划分还是各种等级的储层在某种参数中的响应所给定的术语和概念,往往都具有不清晰的外延,很难使用精确的数学概念来描述^[1]。^[1]

人工神经网络是模拟人脑结构及激励行为的非线性动力学系统,它的高维性及神经元之间的广泛互连性使之具有较强的自组织自学习能力,并有很强的分类计算能力和容错能力^[1]。^[1]它可以完成输入与输出之间复杂的非线性映射,应用到综合录井油气层评价中,不需要事

先建立方程或经验公式,充分体现出其优势^[13]

本文将人工神经网络模型应用于综合录井油气层评价中,以探索新的油气层评价技术和手段,提高综合录井油气层解释的符合率^[13]

2 解释模式及网络实现

在所收集的数据中,有气测参数和地质参数,由于具有地质参数的样本不多,难以满足模式识别对样本的要求,而具有气测参数的样本有近 900 个,可以满足训练要求,为此,我们使用气测参数^[13]

2.1 气测解释模式

气测解释主要有下列三种模式:

(1) 三角图版法

$$\sum c = c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5; \quad \text{比值 } 1 = c_2 \backslash \sum c \times 100\%;$$

$$\text{比值 } 2 = c_3 \backslash \sum c \times 100\%; \quad \text{比值 } 3 = c_4 \backslash \sum c \times 100\% \quad (13)$$

(2) Pixler 比值法

$$\text{比值 } 1 = c_1 \backslash c_2; \quad \text{比值 } 2 = c_1 \backslash c_3;$$

$$\text{比值 } 3 = c_1 \backslash c_4; \quad \text{比值 } 4 = c_1 \backslash c_5 \quad (13)$$

(3) 3H 法

$$WH = [(c_2 + c_3 + c_4 + c_5) \backslash (c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5)] \times 100\%;$$

$$BH = (c_1 + c_2) \backslash (c_3 + c_4 + c_5); \quad CH = (c_4 + c_5) \backslash c_3 \quad (13)$$

其中, c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_5 分别表示甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷的含量, $c_4 = Ic_4 + Nc_4$, Ic_4 、 Nc_4 分别表示正丁烷、异丁烷的含量^[13]

以上三种解释方法均是根据相应的比值进行解释,并且只有当比值在一定的解释范围内才有效,因此影响着评判方法的实现^[13]

2.2 特征提取

由于资料数据中 c_5 为 0 的情况较多, c_2 、 c_3 、 Ic_4 、 Nc_4 也存在程度不等为 0 的情况,故此 Pixler 比值法中的几个比值及 3H 法中的 BH 、 CH 真正实现起来较为困难,超出了有效解释范围,难以作为特征参数^[13]为此可以考虑三角图版法的比值作为特征参数,经过实验,识别精度不高^[13]我们改用 c_1 、 c_2 、 c_3 、 Ic_4 、 Nc_4 、 $\sum c$ 为特征参数,利用神经网络的非线性映射优势,通过样本训练调节网络权值,自动生成有效的判决界面^[13]

2.3 数据的去噪归一

气测参数尽管定义为从岩屑中探测到的有意义的烃类气体多少的反映,但在岩屑的提取过程中可能会混入污染物(如原油、柴油、磺化沥青等),加之钻井液压力与地层压力的差值不同及钻速不同时,气测参数的真实程度不同,因此不能认为气测读值就是地层中的实际值,必须去噪归一,以保证网络学习的收敛性和高效性^[13]

实验中,我们分别采用了下列二种方法,均收到了一定的效果^[13]

方法一:对参数进行下列变换

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - S_{\min_i}}{S_{\max_i} - S_{\min_i}} \quad (1)$$

式中: X_{ij} 、 $S_{\min_i}$ 、 $S_{\max_i}$ 分别是第 i 类中某一样本的第 j 个变量、第 i 类样本的最小值、第 i 类样本的最大值^[13]

方法二:参照三角图版法,采用比值,前五个特征参数分别为 $c1 \setminus \sum c$ 、 $c2 \setminus \sum c$ 、 $c3 \setminus \sum c$ 、 $Ic4 \setminus \sum c$ 、 $Nc4 \setminus \sum c$,考虑到神经网络的特点,输入向量的某一分量变化范围不宜过大,以免引起网络权值过调或振荡,为此第六个参数 $\sum c$ 将其除以样本集中的 $(\sum c)_{\max}$ ^[13]

2.4 网络实现

我们将评判结果分为油层、气层、含水油层、油水同层、含油水层、气水同层、油气水同层、水层、干层九类,采用层次模式识别的方法,整个识别过程分为三层,分层情况如图 1 所示^[13]

对于网络结构,我们选用 BP 网^[13]输入层神经元个数按特征参数的要求选取六个,输出层采用正交编码,神经元数为对应的分类类别数^[13]隐含层神经元的数目,由于目前尚未有理论指导,考虑到应使学习时的收敛时间尽可能少和识别时的识别精度尽可能高等因素^[3],经过实验,我们选用了十个神经元^[13]

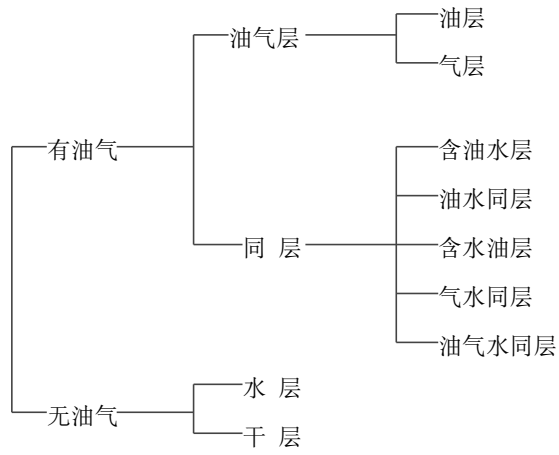


图1 识别层次结构图

2.5 改进的学习算法

BP 网络权值调整一般形式为

$$\Delta W_{ij}(n+1) = \eta \delta_j O_{pi} + \alpha \Delta W_{ij}(n) \quad (2)$$

式中: p 表示当前样本; W_{ij} 表示从神经元 i 到神经元 j 的连接权值; O_{pi} 为神经元 j 当前输入; δ_j 为神经元 j 的误差; η 为学习率; α 为动量系数^[13]

每给网络提供学习模式,都要计算误差函数,不管是采用单个处理样本学习,还是采用批处理样本学习,都是一次又一次根据误差函数调整网络权值,因而,这种算法的梯度下降偏离了全局代价函数 E 的真正梯度方向^[13]只有当学习率足够小时,这种偏离才可以忽略,但学习率太小又增加了网络的训练时间^[13]同时考虑到动量系数是确定过去学习效果的常数,因此,我们可以动态地调整学习率和动量系数^[4]^[13]

若 $\Delta E(n) = E(n) - E(n-1) < 0$,表明第 n 次迭代有效;

若 $\Delta E(n) = E(n) - E(n-1) \geq 0$,表明第 n 次迭代无效^[13]

可采用下列表达式调整学习率 η 和动量系数 α

$$\left. \begin{aligned} \eta_{n+1} &= (1 - \lambda \Delta E(n)) \eta_n, \\ \alpha_{n+1} &= (1 - \lambda \Delta E(n)) \alpha_n, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中： λ, λ 为常数，根据实验确定，一般在 0...1 之间^[13]

3 实验结果及分析

实验中，我们采用了图 1 所示的层次模式识别方法，对新疆某油田地区的油井数据进行了试算，识别精度见表 1^[13]

在网络的训练与识别过程中，我们将层的概念作了改进^[13]以往均以试油井段(如 4 744 m ~ 4 847 m) 作为一层，给出一个评价结果，而我们则以具体的每一米井深(如 4 756 m) 作为一层，给出对应的评价结果，这样，层的含义更加深入，评价结果更加具体准确^[13]

在实验中，我们发现，影响识别精度的原因主要有以下几点^[13]

(1) 样本数据的可靠性

在前面我们分析，气测参数不能认为是地层中的实际值，加上录井仪器种类众多，仪器的性能及准确度不同，以及读数时人为的因素，使得数据的真实性受到较大的影响^[13]尽管在训练网络时，我们通过先验知识及实验挑选出最佳训练样本集，以力求网络权值的合理^[13]但在识别时，我们是使用训练样本集以外的所有样本作为待识别模式去检验网络 识别精度，一些不规范甚至是错误的样本也在其中，势必影响识别精度^[13]

(2) 层概念的改变

试油结论是按试油井段得出的一个综合整体评价，而网络的识别结果则是对每一米具体的井深而言的^[13]因而，试油井段中的一些具体井深处的气测参数可能具有试油结论以外的其它类别的特点，或许就是其它类别，只不过开采时被打通，混在一起^[13]实际的数据中，我们也发现这么一种情况，在不同试油结论的试油井段里，某些井深处的数据相似或相同^[13]这也是影响识别精度的原因之一^[13]

(3) 试油结论的定义标准不尽相同

对于试油结论，没有严格的定义，各录井解释单位的解释不完全一致^[13]实际上，对于某一试井段，可能油、气、水都含有，只是各成分所占的比例有区别，试油结论是根据各成分的比例综合得出的，而这个比例的界线各录井解释单位均存在着差异^[13]我们也发现，同是一个井段，不同的资料中试油结论不同^[13]尽管我们力求给出一个合理的定义标准，但对这些油井，我们无法确定其真实性，也必然会影响到识别精度^[13]

4 结束语

将人工神经网络引入综合录井油气层评价中是一种新的尝试，采用本文所述的算法，网络收敛速度较快，识别精度较高，为综合录井油气层评价提供了一种新的手段^[13]

实验结果表明，该方法可行，具有良好的实际使用价值^[13]

表 1 网络的识别精度 %

网络功能	网 络 层 次		
	第一层	第二层	第三层
有无油气	94 .79		
区分水层干层		95 .18	
区分油气与同层		68 .79	
区分油层气层			88 .46
区分同层			76 .19

参 考 文 献

- 1 王健,郝俊林.模糊综合评判方法在气测解释中应用.录井技术通讯,1994,(1)
- 2 Amita Sinval, Harsha Sinval. Seismic Modeling and Pattern Recognition in oil Exploration. London: Kluwer Academic Publishers, 1992
- 3 J M Zurada Introduction to Artificial Neural System. Singapore: West Publishing Company, 1992
- 4 Robert Scallero. A Fast New Algorithm for Training Feedforward Neural Networks. IEEE SP, January 1992, Vol.40 (1)

Research on Artificial Neural Network Method of Logging Data Interpretation

Cao Yiqin

(Electronic and Information Engineering Department)

Liu Jian Peng Fuyuan

(Huazhong University of Science and Technology)

Abstract In this paper, a new technique for oil-gas judgment from composite well logs is developed based on an improved artificial neural network model. By using a developed hierarchy pattern recognition strategy, a trial for actual data has been performed to recognize oil、gas、water、oil-water mixture、gas-water mixture、oil-gas-water mixture and dry well with this technique. Experimental results show its effectiveness and reliability of this method.

Key words pattern recognition; artificial neural network; oil-gas judgment; logging data interpretation; BP algorithm