

基于神经网络的非地震综合评价

胡艳, 邹立群, 董文彤

(中国石油勘探开发研究院 测井遥感研究所 北京 100083)

摘 要 : 利用神经网络 , 运用化探、地电及遥感资料 , 对镰刀弯地区进行了含油性的非地震综合评价 , 取得了很好的效果。在此基础上进一步分析训练结果 , 对参评因子的重要性进行优选 , 并对不同参数类型的评价效果进行了对比 , 对因子的优化具有指导意义。

关键词 : 地电化探 , 化探 , 神经网络

中图分类号 : P631.2 文献标识码 : A 文章编号 : 1000 - 8918(2005)02 - 0161 - 02

神经网络是近 20 余年迅速发展的一门交叉学科 , 由于其收敛性、容错性、稳定性、非线性动力学复杂性等特点 , 广泛应用于模式识别、信息分类、预测分析等各方面。将其用于含油气性的综合评价也有很好的应用价值。含油气性的综合评价的特点之一是它的综合性和不确定性^[1]。在非地震综合评价中 , 化探异常、地电异常、遥感资料是主要的数据源。由于地电、化探异常的成因复杂 , 与油气藏的关系微妙 , 很难根据异常的元素含量及组合关系的解析方法进行分类。目前还没有一种完善的地质—数学模型来分析 , 然而利用神经网络则能有效地避免复杂的成因分析 , 它是一种从输入到输出的高度非线性映射 , 通过训练感知 , 得到满意的输出。因此 , 用神经网络方法进行含油气综合评价具有重要意义。

1 神经网络综合评价的原理

神经网络是由大量的类似人脑神经元的简单处理单元广泛地相互联接而成的复杂的网络系统 , 它是一种并行的分布式信息处理结构 , 通过称为连接的单向信号通路将一些处理单元互连而组成^[2]。每一个处理单元都有一个输出到所期望的连接 , 传送相同的信号。处理单元的输出信号可以是任一种所要求的数学类型。用神经网络来进行非地震数据的多变量分析 , 不用考虑数学模型 , 神经网络就能用隐式表达出各变量间非线性的关系。因此 , 该方法对进行变量间的复杂关系分析非常有效。一些无法用具体模型描述的地质概念 , 利用神经网络处理就有可能取得比常规方法更好的效果。

BP(back propagation)模型即误差后向传播神

神经网络是神经网络模型中使用最广泛的一类^[3]。从结构上讲 , BP 网络是典型的多层网络 , 分为输入层、隐层、输出层 , 层与层之间多采用全互连方式 , 同一层单元之间不存在相互连接。

BP 网络的每一层连接权值都可通过学习来调节 , 其基本处理单元(输入层单元除外) 为非线性输入-输出关系 , 一般选用 sigma 型作用函数 , 处理单元的输入、输出值可连续变化。

BP 网络是一种有监督的模式识别方法 , 包括学习和识别部分。当给定网络的一个输入模式时 , 它由输入层单元传到隐层单元 , 经隐层单元逐层处理后再送到输出层单元 , 由输出层单元处理后产生一个输入模式 , 这是一个逐层状态更新过程 , 称为前向传播。如果输出响应与期望输出模式有误差 , 不满足要求 , 那么就转入误差后向传播 , 将误差值沿连接通路逐层传送并修正各层连接权值。对于给定的一组训练模式 , 不断用一个个训练模式训练网络 , 重复前向传播和误差后向传播过程 , 当每个训练模式都满足要求时 , 就说 BP 网络训练好了。

BP 学习算法描述为以下步骤 :

(1) 初始化网络及学习参数 , 设置网络初始权矩阵(为一小的随机值) , 学习率 η 、参数 α 等。

(2) 提供训练模式、训练网络 , 直到满足学习要求。

(3) 前向传播过程 , 给定训练模式输入 , 计算网络的输出模式 , 并与期望模式比较 : 若有误差 , 则执行 (4) ; 否则 , 返回 (2)。对第 p 个训练样本 , 单元 j 的输入总和(即激活函数) 记为 α_{pj} 、输出记为 O_{pj} , 则

$$\alpha_{pj} = \sum_{i=0}^n O_{pi} ,$$

$$O_{pj} = f(\alpha_{pj}) = 1/[1 + \exp(-\alpha_{pj})]$$

对每个输入模式 p ,网络输出与期望输出一般用总误差定义网络误差

$$E = \sum_p E_p ,$$
$$E_p = \frac{1}{2} \sum_j (d_{pj} - o_{pj})^2 .$$

(4)后向传播过程为①计算同一层单元的误差 δ_{pj} ;②按照

$$W_{ji}(t+1) = W_{ji}(t) + \eta \delta_{pj} O_{pi} + \alpha [W_{ji}(t) - W_{ji}(t-1)]$$

修正权值和阈值 ,计算阈值 $i = 0$ 时的连接权值 ;③返回(2)。

2 神经网络评价方法的应用

在对陕北镰刀弯油田进行含油气评价时 ,选用了化探、地电、遥感线性体密度的 33 项指标作为输入的评价参数。其中化探指标包含 :RC₁、RC₂、RC₂H₂、RC₂H₄、RC₃、RC₃H₆、RiC₄、RiC₅、RnC₄、RnC₅、SC₁、SC₂、SC₃、SC₂H₂、SC₂H₄、SiC₄、SiC₅、SnC₄、SnC₅ ,地电指标包含 $w(\text{Co})$ 、 $w(\text{Co}) \cdot w(\text{Mn}) \cdot w(\text{Ni}) \cdot w(\text{Zn})$ 、 $w(\text{Co})/w(\text{V})$ 、 $w(\text{Cr})$ 、 $w(\text{Cu})$ 、 $w(\text{Mn})$ 、 $w(\text{Ni})$ 、 $w(\text{Ti})$ 、 $w(\text{V})$ 、 $w(\text{V}) \cdot w(\text{Ni}) \cdot w(\text{Co})$ 、 $w(\text{V})[w(\text{V}) + w(\text{Ni})]$,有些指标未作为评价参数 ,是因为这些参数是相关的 ,通过遥感多元信息解译 ,确认了区内主要发育有北东向、北北东向、北东东向线性构造 ,制成遥感线性体密度图。

对于化探和地电指标 ,为避免传统的凭借解译人员的经验画圈画环带来的人为因素 ,我们首次尝试从原始数据入手 ,直接运用其原始数据进行参评 ,即利用这些数据所表现出来的图谱特性做评价。首先必须对原始数据(各采样点测得的数据表格)进行一系列的处理 ,使之成为表征各点数据状况的图像数据 ,然后进入 BP 网络。处理过程简述如下 :将原始数据转换成文本文件 ,在地理信息系统中建立化探、地电点位与相应属性表 ,利用 Kriging 插值转换成栅格数据 ,再转为 32 位图像 ,最后拉伸归一化成 8 位黑白图像。

在训练样本的选择上 ,首先对镰刀弯地区地质资料进行综合分析 ,根据延长组长 2 一段油层等厚图、砂体厚度及构造等深线 ,延长组长 1 一段油层等厚图、砂体厚度及构造等深线 ,确定该地区含油气的优劣 ,分为 6 个等级 ,选取样本。

建立网络结构 ,输入层节点 33 个 ,隐层节点 33 个 ,输出层节点 6 个。网络学习迭代次数 332 次 ,总

的最大误差 0.009 864 ,学习效果很满意。用训练好的网络对镰刀弯地区进行识别 ,结果如文后彩图 8 所示。由图可见 ,识别分类的结果与实际油区分布状况非常吻合(文后彩图 9) ,说明利用原始资料 ,运用神经网络方法能获得很好的评价效果。

3 综合评价参数的优选

为分析各评价参数在神经网络中反映油气信息的重要性 ,我们对以上训练结果的数据进行分析 ,根据网络结构 ,综合比较分析各输入层节点到各隐层节点的权重以及各隐层节点到各输出层节点的权重 ,提取输入层节点对输出层 1、2 级(即油气反映较好)综合比重最大的指标为优选指标。由此得出 12 种最优指标 :RC₁、RnC₅、SC₂H₄、SnC₅、 $w(\text{Co})$ 、 $w(\text{Co}) \cdot w(\text{Mn}) \cdot w(\text{Ni}) \cdot w(\text{Zn})$ 、 $w(\text{Cu})$ 、 $w(\text{Ti})$ 、 $w(\text{V})$ 、 $w(\text{V})[w(\text{V}) + w(\text{Ni})]$,EEN 和 NNE 遥感信息。同时提取最差的 11 项指标 :RC₂H₂、RC₃、RC₃H₆、RiC₅、SC₁、SC₂、SC₃、SiC₄、 $w(\text{Co})/w(\text{V})$ 、 $w(\text{Mn})$ 、 $w(\text{Ni})$ 。

图 3 为优选指标和弱指标的各种实验结果。由图可见 :12 项优选指标在评价中起着重要作用 :去掉 11 种弱指标 ,仅用剩余 22 项指标评价 ,就能得出与 33 项指标评价非常类似的结果 ,而仅用 12 项优选指标评价 ,也能得到比较好的结果。反之 ,若去掉 12 项优选指标进行评价 ,其结果与 33 项指标评价有较大差异 ,若仅用 11 种弱指标评价 ,差异更大 ,杂乱无章 ,不能反映油区状况。因此各项指标反映油气信息的差异 ,11 种弱指标反映油气信息不明显。

4 结论

人工神经网络方法能够很好地进行综合评价 ,具有很强的能力 ,其结果可以应用于未知领域 ,它对复杂因素的抗干扰能力较强 ,受人为因素的影响也较少。

恰当地选择训练集合是成功的网络应用的关键。这个训练集合必须大小适当 ,并且能合理地描述问题空间。

通过分析训练数据 ,可对评价指标进行优选 ,运用这些指标即能较好地反映区域含油气性。

在油气勘探、综合评价上 ,必须采用多类参数 ,综合运用各种技术的成果。采用多参数综合预测方法来评价含油气性具有广阔的前景。

助 物探公司生产技术科、四大队、地震勘探研究所以及仪器管理中心的大力支持,云美厚先生也对本文提出许多宝贵意见,在此致谢!

参考文献:

[1] 郑长明. 渤海湾赵家堡滩海地区含油远景及勘控开发工程方

法选择探讨[J]. 天津地质学会志, 1996, 14(1): 1 - 5.

[2] 陆基孟. 地震勘探原理[M]. 东营: 石油大学出版社, 1993.

[3] 谢里夫 R E, 吉尔达特 L P. 勘探地震学[M]. 初英, 李承楚, 王伟宏, 等译. 北京: 石油工业出版社, 1999.

[4] 王本吉. 检波器的地面耦合问题[J]. 国外石油地球物理勘探, 1986, 2(1): 70 - 81.

SEISMIC EXPLORATION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION
TO THE TRANSITIONAL ZONE OF KENDONG AREA

YANG Shan-qin¹, XU Jin-xi^{1, 2}, REN Fu-xin^{1, 3}, YANG Hui-chun¹, WANG Wei-qiang¹, MU Tao¹

(1. Shengli Geophysical Corp., SLOF, Dongying 257100, China; 2. Institute of Oceanography, CAS, Qingdao 266071, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract : This paper has analyzed the difficulties in the exploration of the transitional zone in Kendong area, such as the unfavorable exciting and receiving conditions of the seismic wave and the development of the disturbing wave. The seismic wave excitation and receiving as well as measures for improving the detector are discussed, the improvement of the detector and the couple effect of the surface is studied, the parameters of air gun source and dynamite source are optimized, the detector fixation method is improved, and the real time fixed location monitoring of the detector is carried out. With the adoption of the above measures, the signal - to - noise ratio of the seismic data was raised, and the seismic data acquisition task was successfully completed.

Key words : Kendong transitional zone; seismic acquisition; receiving; excitation

作者简介: 杨善钦(1967 -) 男, 工程师, 现从事井间地震勘探技术研究、VSP 地震勘探技术和滩浅海高精度地震勘探技术研究工作, 公开发表学术论文数篇。

上接 162 页

参考文献:

[1] 刘天佑, 师学明, 侯连喜, 等. 综合运用模式识别方法评价塔北雅克拉地区圈闭的含油气性[J]. 石油地球物理勘探, 1997, 19(4).

[2] 李孝安, 张晓绩. 神经网络与神经计算机导论[M]. 西安: 西北

工业大学出版社, 1995.

[3] Pandya A S, Macy R B. 神经网络模式识别及其实现[M]. 徐勇, 荆涛, 译. 北京: 电子工业出版社, 1999.

NON-SEISMIC INTEGRATED EVALUATION BASED ON NEURAL NETWORK

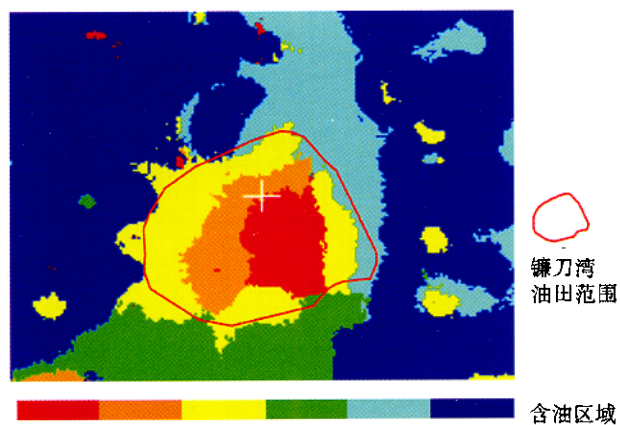
HU Yan, ZOU Li-qun, DONG Wen-tong

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China)

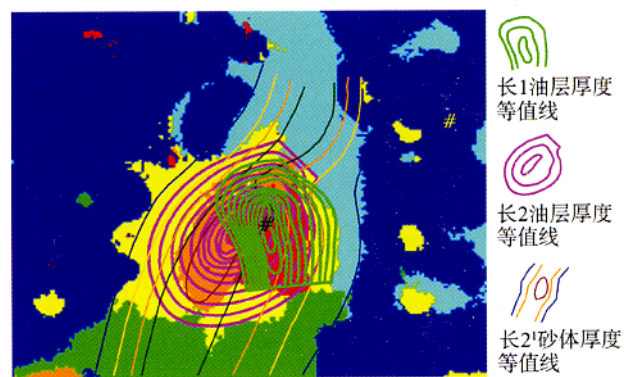
Abstract : With the neural network method, this paper used geochemical exploration and geoelectric as well as remote sensing data to evaluate hydrocarbon-bearing characteristics of Liandaowan area, with satisfactory result obtained. The trained result was further analyzed, and thus important factors were selected. The evaluation effects based on different types of factors were compared. The results are of guiding significance in factor optimization.

Key words : [WT5 "BZ"] geoelectricity; geochemical exploration; neural network

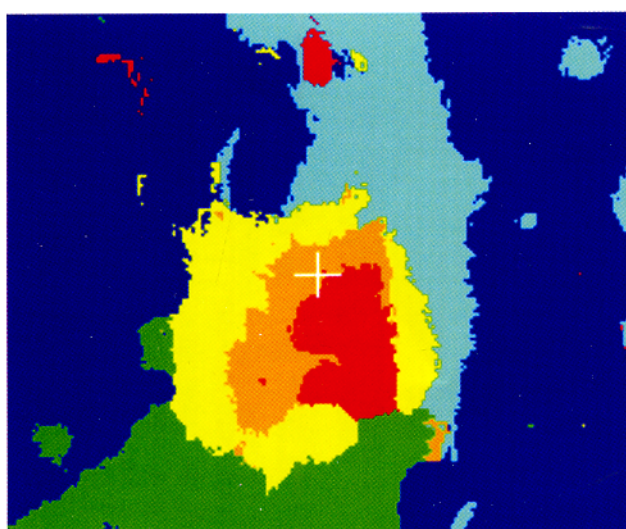
作者简介: 胡艳(1966 -) 女, 硕士, 主要从事遥感地质方面的研究工作。



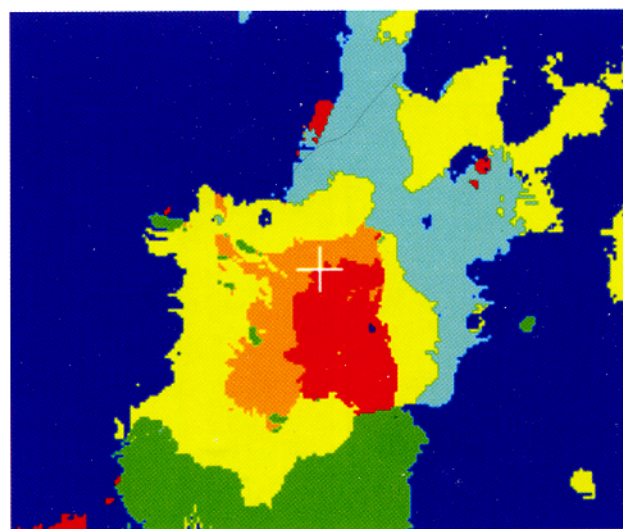
彩图8 评价结果



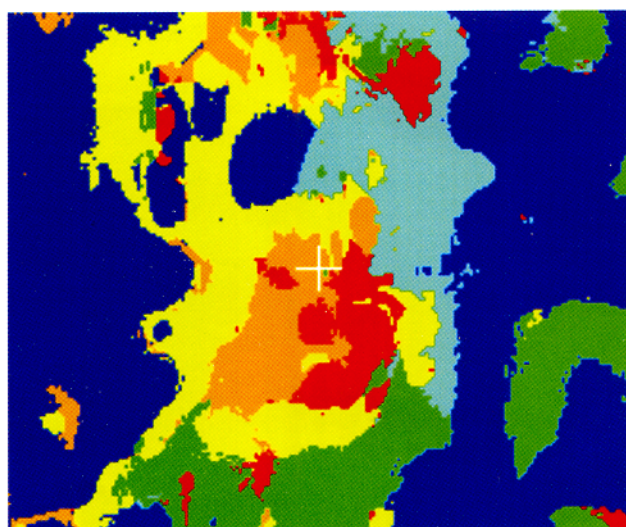
彩图9 评价结果与实际情况对比



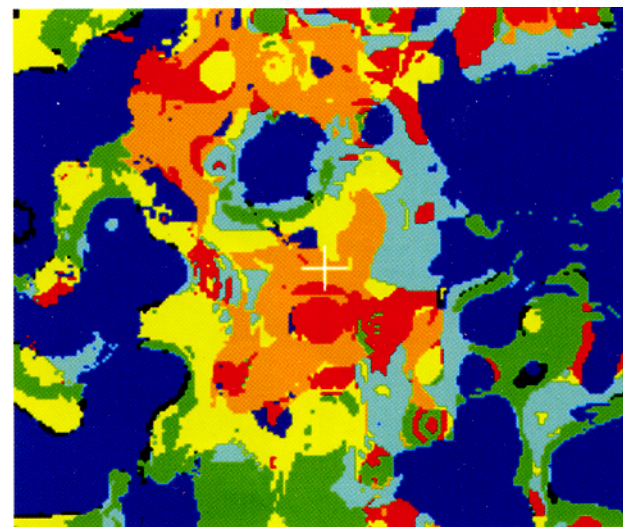
a 取掉11种弱指标的评价



b 12项优选指标的评价



c 取掉12项优选指标的评价



d 11种弱指标的评价

彩图10 优选指标和弱指标的各种实验结果