

人工神经网络在生烃条件评价中的应用*

孙淑霞 吴征 贝丰

(成都理工学院, 四川成都 610059)

根据生烃条件评价的地质模型, 用人工神经网络建立权重分配, 改变了以前人为给定权值的方法。通过网络的学习, 自动地建立起权重分配关系, 使权重分配较为客观准确。用该方法对鄂尔多斯盆地奥陶系生烃条件进行评价, 取得了与专家系统评价基本一致的结果。

关键词 人工神经网络 权重 生烃条件 评价

第一作者简介 孙淑霞 女 39岁 副教授 计算机应用

人工神经网络是一种试图模拟人类思维过程的计算机模型^[1], 这一技术现在已经相当成功地应用于不同领域^[2,3]。本文将其应用于鄂尔多斯盆地生烃条件的评价, 克服了以往因人为地进行权重分配而带来的误差。

1 人工神经网络的建立

在生烃条件评价中采用的是多输入单输出的三层神经网络。输入层是由沉积相、源岩厚度、有机碳、成熟度、生气强度、面积六个参数组成, 输出层是生烃条件, 隐层由四个神经元组成(图1)。

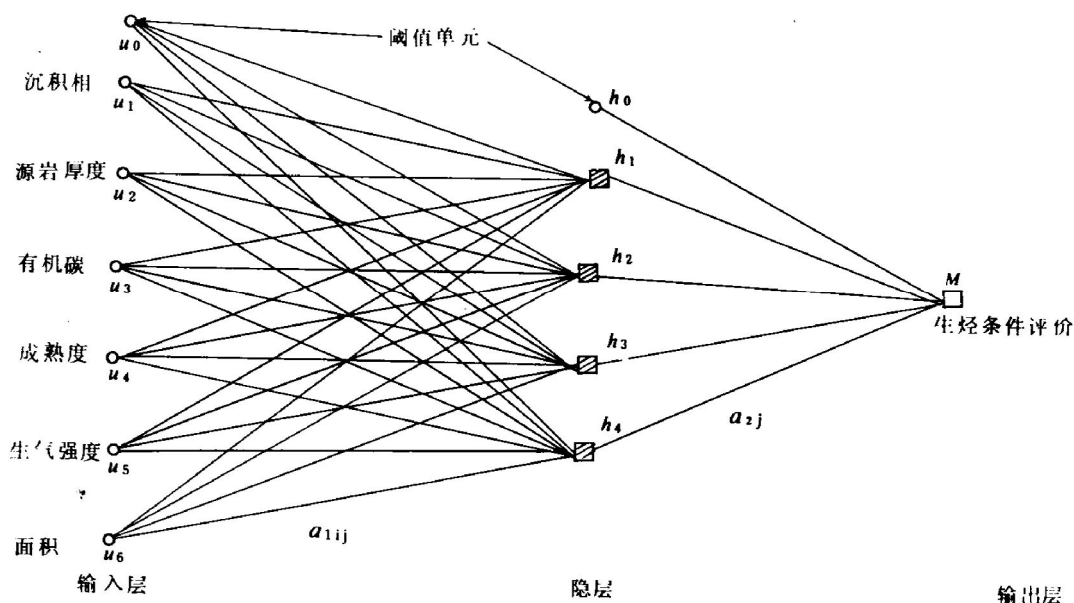


图1 生烃条件评价的神经网络

* 国家科技攻关项目, 编号: 85-102-05-01-02

收稿日期: 1995-03-29 改回日期: 1995-09-28

2 网络训练的逆传播学习算法

用人工神经网络解决问题一般分为两个阶段：网络训练即学习阶段；回想即预测阶段。通过例子进行网络训练，直到网络的输出与期望输出的误差最小，从而得到满意的权重。这时，网络就训练好了，当接受新的输入时，便可进入回想阶段。具体算法^[4]简述如下：

(1) 网络初始化

任选一组初始权值 a_{1ij} ($i=0, 1, \dots, 6; j=1, \dots, 4$) 和 a_{2j} ($j=0, 1, \dots, 4$)。

(2) 输入一学习实例。

(3) 计算隐层节点值 h_j 及输出节点值 M ：

$$h_j = \frac{1}{1 + e^{-\sum_{i=0}^6 a_{1ij} u_i}}; \quad j=1, \dots, 4$$
$$M = \frac{1}{1 + e^{-\sum_{j=0}^4 a_{2j} h_j}}$$

(4) 计算 M 与期望输出的误差 e_2 及隐层节点误差 e_{1j} ：

$e_2 = Y - M$ ； Y 为希望输出值

$e_{1j} = h_j(1 - h_j)e_2 a_{2j} M(1 - M)$

(5) 计算隐层节点及输出层节点间权重的改变量 Δa_{2j} ，以及输入层节点与隐层节点间权重的改变量 Δa_{1ij} ，从而得到新的权向量。

$$\Delta a_{2j}(t+1) = \beta e_2 M(1 - M) h_j + \alpha \Delta a_{2j}(t)$$
$$\Delta a_{1ij}(t+1) = \beta e_{1j} x_i + \alpha \Delta a_{1ij}(t)$$

其中， α, β 为学习率 ($0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$)， t 代表第 t 次迭代， $x_0 = 1.0, h_0 = 1.0$ 。

(6) 重复 (2) 及以后的步骤，直到满足收敛要求为止。

3 实例

根据鄂尔多斯盆地具体的地质构造特征，划分出六大区块，我们把这六个区块的基本地质地化数据作为标准，对神经网络进行训练。将实际输出和期望输出的误差平方和作为代价函数，当代价函数小于或等于 10^{-2} 时结束网络训练。

用六个凹陷的数据进行回想，并把用该方法得到的评价结果与用专家系统^[5]评价的结果进行比较，得到了基本一致的结果。评价的结果用生烃条件有利度 (%) 表示 (表 1)。

表 1 鄂尔多斯盆地奥陶系生烃条件评价

地区	米脂凹陷	盐池凹陷	靖边鞍部	乌审旗隆起	庆阳隆起	南缘凹陷
沉积相	泻湖	泻湖	过渡相	潮坪	潮坪	潮坪至潮下浅滩
源岩厚度/m	400~800	400~800	600	200~400	<200	>400
有机碳 %	>0.2	>0.2	<0.2	<0.15	<0.15	>0.2
成熟度 (R_o) %	2~2.5	2.5~3.5	2~2.5	<2	2.0~3.0	2.0~2.5
生气强度/ $10^8 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2}$	20~40	20~40	20~30	5~20	<10	20~50
面积	大	中	小	大	大	小
人工神经网络 %	99.997	65.003	55.001	52.99	33.0	51.009
专家系统评价 %	100.0	65.0	55.0	53.0	33.0	51.0

4 讨论

通过表 1 中的比较可知，用人工神经网络所作的生烃条件评价的结果与用专家系统所作的评价结果是基

本一致的;但是,人工神经网络方法比原有的专家系统的优点表现在以下方面。

(1) 原专家系统^[5]须人为确定下层变量对其上层变量的归并限,该归并限会因地区不同,地质、地化特征的差异而改变,并且不同的人可能会给出不同的归并限,从而导致最终结果的不一致。而人工神经网络通过网络训练自动获得满意的权重分配,而不须人为干涉,结果更可靠。

(2) 人工神经网络方法与原专家系统在速度上无明显的差别,但用人工神经网络所提供的已知数据比原专家系统所须知道的原始数据少,从而再次间接地减少了人为因素的干扰。用人工神经网络进行评价时,只须给出一组输入,就可得到一个输出评价值。

参 考 文 献

- 1 Osborne D A. 神经网络提供更精确的储层渗透率. 高林译. 国外油气勘探, 1993, (4): 494~498
- 2 Rogers S J, Fang J H, Karr C L, ed. Determination of lithology from well logs using a neural network. AAPG Bulletin, 1992, 76 (5): 731~739
- 3 朱广生, 刘瑞林. 人工神经网络——勘探地球物理学家的新工具. 国外油气勘探, 1993, (2): 155
- 4 庄镇泉, 王熙法, 王东生. 神经网络与神经计算机. 北京: 科学出版社, 1992. 216~222
- 5 孙淑霞, 何宝侃. 一种预测评价 FOREVA 专家系统. 成都地质学院学报, 1989, 16 (2): 121~126

APPLICATION OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TO EVALUATING CONDITIONS OF HYDROCARBON GENERATION

Sun Shuxia Wu Zheng Bei Feng
(Chengdu Institute of Technology, Chendu)

Abstract

According to the geological model for evaluating condition of hydrocarbon generation, an artificial neural network with three-layer networks, multi-input and single output is built. The hidden layer consists of four neural cells. This neural network can acquire weight by itself, and modify constantly the connections between the cells. The weight-assigned connections are automatically built by the artificial neural network, thus renewing the old method of manned weight-assignment. This method is more objective and accurate. The method is used to evaluate the hydrocarbon generation condition of the Ordovician System in Ordos Basin, the result is basically the same as that of the expert system.