

同步显示钻孔地层柱状图技术的研究进展

周劲辉¹, 李 晖², 屠厚泽¹

(1. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质大学(武汉)信息工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:提出了用人工神经网络方法进行地层识别并同步显示钻孔地层柱状图的方法, 开发了一套地层识别软件和绘图软件, 并用实际钻探资料进行了初步验证。

关键词:同步显示; 钻孔地层柱状图; 人工神经网络; 绘图软件

中图分类号:P634.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3746(2001)S1-0187-03

钻探是地质工作中耗资巨大的工程之一, 又是一项特别费时的的工作。随着计算机技术和检测技术的发展, 电子技术在钻探领域也获得广泛的应用, 目前国内外研制出了许多随钻监测系统, 这些监测系统一般用来对钻探参数如机械钻速、钻压、扭矩、转速等进行检测。并且这些钻参仪都在野外成功地应用过, 在钻探生产中有一定的指导意义, 也为随钻地层识别打下了较好的硬件基础。

人工神经网络是由大量简单的高度互连的处理元素(神经元)所组成的复杂网络计算系统, 它是一种非线性处理系统。人工神经网络方法是既传统又年轻的数据处理与识别方法, 近年来在我国工业部门得到广泛的应用。如用于机械故障的诊断和工况识别, 以及语音、图像处理, 通讯, 气象等方面; 在石油勘探中可以利用人工神经网络进行地层识别和油、气层识别; 在钻探工程中用人工神经网络方法进行金刚石钻头的配方, 判断钻头在孔底的磨损情况, 以及进行钻压优化等。

钻进过程是一个动态的非线性过程, 它很难用用精确的数学模型来描述, 而人工神经网络具有传统的信息处理系统无法比拟的优势, 对于难以用精确的数学模型来描述的系统尤为有利。

1 人工神经网络的设计

1.1 误差回传神经网络算法设计

人工神经网络的模型很多, 根据钻探生产的特点, 选用了误差回传神经网络——BP 网络。误差回传神经网络(Back-Propagation Neural Network)是一种无反馈的前向网络, 网络中神经元分层排列; 除了有输入层、输出层之外, 还至少有一层隐蔽层。BP 网络的学习期由输入信息的正向传播和误差的反向传播 2 个过程组成。在正向传播过程中如果输出层的输出与给出的学习样本希望输出不一致, 则计算输出误差, 转入误差反向传播过程, 将误差沿原来的连接通路返回, 通过修改各层神经元之间的权值, 使得误差达到最小, 经过大量的样本的学习之后, 各层神经元之间的权值就固定下来了, 便可开始工作。

1.2 人工神经网络的结构设计

在钻探生产中, 反映岩石物理力学性质的参数主要有机械钻速、钻压、泵压和扭矩, 为了正确反映地层随孔深的变化, 拟将孔深作为一个参数加以考虑。拟采用三层无反馈的前向人工神经网络模型, 根据输入参数的个数不同, 采用如图 1 所示的人工神经网络模型。

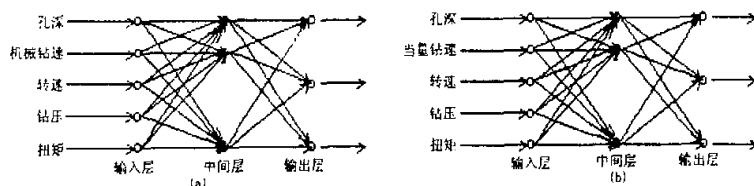


图 1 人工神经网络结构图

收稿日期: 2001-05-30

作者简介: 周劲辉(1971-), 男(汉族), 湖南汨罗人, 中国地质大学(武汉)博士在读, 地质工程专业, 研究方向为钻进过程微机检测, 湖北省武汉市武昌喻家山中国地质大学博 993 班, (027)87515553。

第一种是如图 1(a)所示:输入层 5 个,中间层 1 层,神经元个数为 5~15 个,输出层 3~5 个神经元,分别代表岩层代码。第二种如图 1(b)所示,与第一种相比,其主要区别在于输入层第二个神经元是当量钻速(即同一钻头在单位钻压下每转一圈的切入量)。这样可消除钻进工艺参数的影响,使网络的输入主要反映不同地层的钻进特征。

1.3 人工神经网络的训练参数设计

人工神经网络的训练参数主要包括学习率、惯性系数、最大单个样本误差、总体样本误差、最大训练次数等,各训练参数根据具体情况确定。

1.4 人工神经网络的识别结果和输出方式的设计

人工神经网络应能够识别多种岩石并用图像、文字等方式将其详细情况表示出来。显示结果直观、美观,便于操作。因此操作应简单,界面力求直观、友好,以便工人熟练操作和推广使用。为了满足以上输出结果的要求,在人工神经网络的识别结果输出方式上作如下设计:

(1)用不同的代码表示不同的岩石,如果输出层

单元数为 5 个,则可以输出如 00001,00010,00100 等代码;如果输出层单元数为 3 个,则可以输出如 001,010,100 等代码,分别代表不同的岩石。

(2)用不同的显示识别结果,便于操作者清楚直观地了解到岩层的变化情况。

(3)采用适当的坐标系,拟将识别结果以及各钻探参数在同一坐标系中显示,操作者可以详细地了解到在钻孔的各位置对应的钻探参数和钻孔地层的变化情况。

2 绘图软件的开发

绘图软件的开发也是该研究的重点工作之一,要求它能直观地反映钻进过程中岩石破碎时不同岩性的物理机械信息,同时能满足实际钻探生产的需要,因此绘图软件要图文并茂,能实时显示钻孔地层柱状图,显示各钻探参数的变化情况,因此在 Windows 98 平台上,以 Visual C++ 6.0 为开发工具开发了一套绘图软件,软件主要功能模块如图 2 所示。

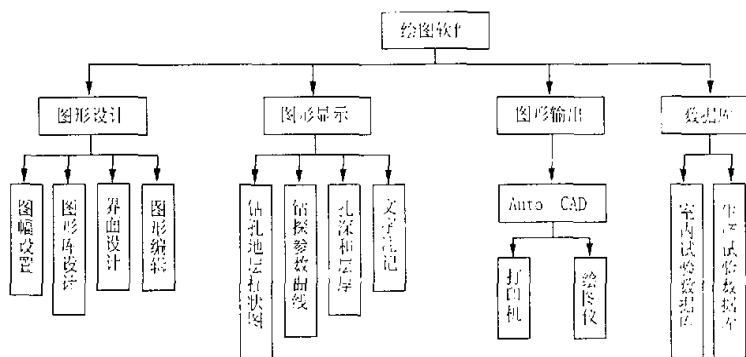


图 2 绘图软件功能模块图

绘图软件主要包括图形设计、图形显示、图形输出 3 大功能模块,图形设计模块主要完成图幅设置、图形库设计、界面设计和图形编辑等功能;图形显示内容包括钻孔地层柱状图、钻探参数曲线、孔深、各层厚度及文字注记等;图形输出利用 Auto CAD 技术,将图形转化到 Auto CAD 环境下进行编辑,通过打印机或绘图仪输出。数据库主要有室内试验和野外生产试验数据库。

3 应用举例

用山东煤田地质局三队 303 号钻机施工的煤田勘探孔——W107 号钻孔现场钻探实际数据来检验人工神经网络识别软件和绘图软件的应用效果。取

W107 号钻孔从 725~734 m 共 929 组数据中的 60 组数据为样本进行反复训练,最终确定人工神经网络结构参数、训练参数,训练结果如表 1 所示。

表 1 人工神经网络结构参数、训练参数及训练结果

结构参数			训练参数			训练结果			
输入层单元数	隐含层单元数	输出层单元数	学习率 η	惯性系数 α	最大均方误差	最大迭代次数 / 次	均方误差	迭代次数 / 次	训练时间 / s
5	5	3	0.90	0.70	0.005	6000	0.005	228	18

注:结构参数由图 1 所示。

根据以上训练结果对所有数据进行识别,并绘图,应用效果如图 3 所示。左边的钻孔地层柱状图是根据测井资料绘制的,右边的钻孔地层柱状图是

钻探参数曲线及钻孔地层柱状图

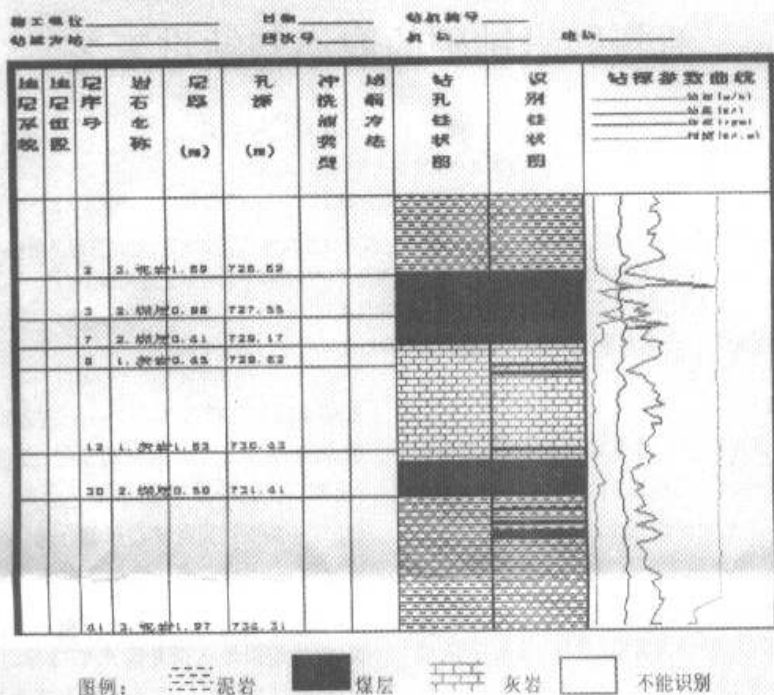


图3 绘图软件的整体效果

人工神经网络识别的结果。两者相比,地层变化基本一致,但也存在细微差别,主要表现在第二层煤的位置。

当人工神经网络的结构采用图1(b)所示的形式时,应用效果与上述基本相同。

4 结论

人工神经网络方法在识别所钻地层中初步取得了比较成功的应用,选取能反映钻进过程的主要参数如孔深、机械钻速、钻压、转速、扭矩作为人工神经网络的输入单元,当网络的隐含层取1层,隐含层单元数为6个,惯性系数为0.90,学习率为0.70时,

人工神经网络的应用效果较好。当然,钻进过程是一个非常复杂的动态过程,受地层条件、钻探工艺、操作者水平等因素的影响,因此必须建立一个很大的反映以上影响因素的钻探数据库,人工神经网络应用效果将会更好。

参考文献:

- [1] 史玉升. 基于人工神经网络的钻压优化模型的建模方法[J]. 地球科学, 1999, (4).
- [2] 姚姚. 人工神经网络和非线性最优化反演方法[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000.
- [3] DAVID J. KRUGLINSKI. Visual C++ 技术内幕[M]. 王国印译. 北京: 清华大学出版社, 1994.