

钻进时同步显示钻孔地层柱状图技术探讨

周劲辉, 李 晖, 屠厚泽

(中国地质大学, 武汉 430074)

[摘 要]探讨了钻进时同步显示钻孔地层柱状图技术研究的意义,提出了用人工神经网络理论来解决地层识别的方法,开发了一套识别软件并用实际钻探资料进行了验证。

[关键词]同步显示 钻孔地层柱状图 人工神经网络

[中图分类号]P634.1 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2001)04-0085-03

1 岩石钻进破碎时物理机械信息

岩石在钻进破碎时的物理机械信息是指岩石破碎时所表现出来的机械钻速、钻压、扭矩、转速、振动等机械参数,不同的岩石由于其物理力学性质各异,因此在钻进破碎过程中所表现出来的钻探机械参数不同,因此如何获得并利用这些机械信息是解决问题的关键。

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。如中国地质大学研制的 CUG-1 型钻探监测系统可以检测到 9 个钻探参数。山东煤田地质局研制的 ZCY1 型钻参仪可以检测到多至 10 个钻探参数,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。该研究的主要目的就是充分利用这些检测到的信息实时识别并显示所钻地层及其主要的物理力学性质,自动绘出钻孔地层柱状图,为今后根据所钻进的岩石更加合理地选择钻进规程参数奠定基础。

2 用人工神经网络法进行地层识别

2.1 人工神经网络简介

人工神经网络(ANN - Artificial Neural Network)是由大量简单的高度互联的处理元素(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,是模拟或学习生物神经网络(Biological Neural Network)信息处理模型。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^[1]等。

钻进过程是一个动态的非线性过程,难以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。

2.2 误差回传神经网络(BP 网络)

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

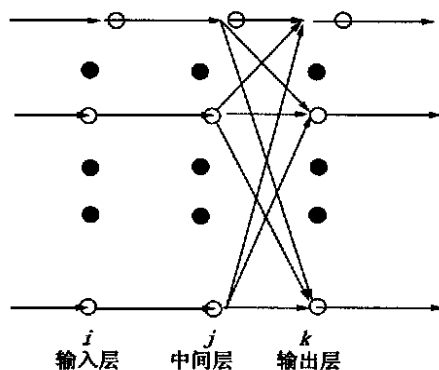


图 1 BP 神经网络结构模型

无反馈的前向网络,其结构^[2]见图 1。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两个过程组成。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

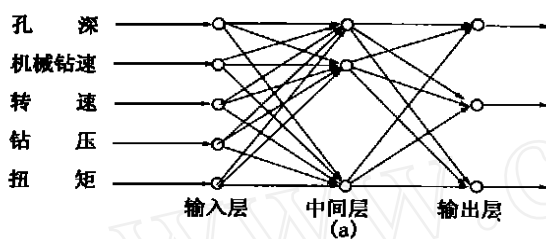
[收稿日期]2000-11-23;[责任编辑]王 梅。

[基金项目]中国地质调查局科研“十五”规划资助项目。

了,便可开始工作。

2.3 人工神经网络的结构设计

在钻探生产中,通过传感器所采集到的各种动态信息包括孔深、机械钻速、转速、钻压、扭矩、泵量、泵压等参数。而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,为了正确反映岩石随孔深的变化规律,拟将孔深作为一个参数加以考虑。拟采用 3 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 2 所示的人工神经网络模型。



第一种是如图 2(a) 所示:输入层 5 个,即孔深、机械钻速、转速、钻压和扭矩;中间层一层,神经元个数为 5 至 15 个;输出层 35 个神经元,分别代表岩层代码。第二种人工神经网络型如图 2(b) 所示,与第一种相比,其主要区别在于输入层神经元的个数和它们所代表的物理量不一样,该模型只有两个输入神经元,分别为当量钻速(即同一钻头在单位钻压下每转一圈的切入量)和当量扭矩(即同一钻头在单位钻压下的扭矩)。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。各结构参数根据具体情况确定。

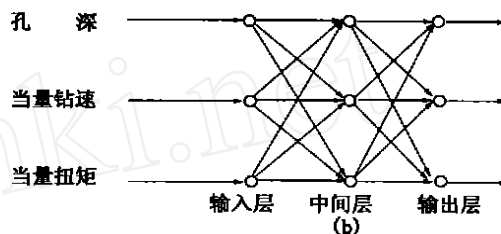


图 2 人工神经网络结构图

2.4 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。

2.5 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,分别代表 32 种不同的岩石名称;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 8 种不同的岩石名称。

2) 用不同的图例显示识别结果,便于操作者清楚直观地了解岩层的变化情况。

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。

3 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 windows98 平台上,以 Visual C++ 6.0^[3] 为开发工具开发

了一套绘图软件,软件主要功能模块见图 3。

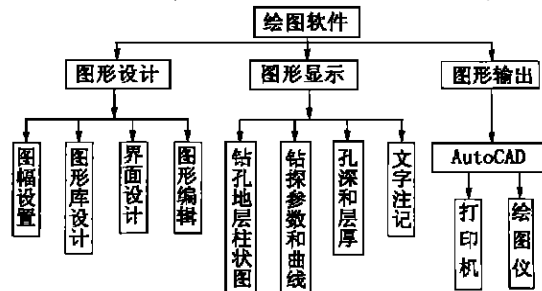


图 3 绘图软件功能模块图

绘图软件主要包括图形设计、图形显示、图形输出三大功能模块,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 AutoCAD 技术,将图形转化到 AutoCAD 环境下进行编辑,通过打印机或绘图仪输出。

4 应用举例

现用山东煤田地质局三队 303 号钻机施工的煤田勘探孔“W107”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 钻孔从 725 m 至 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。

根据以上训练结果对所有数据进行识别并绘图(图 4)。左侧的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人工神经网络识别的

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)	训练效果
5	6	3	0.90	0.70	0.005	6000	0.005	3808	32	好

注:结构参数由图 2 所示而定。

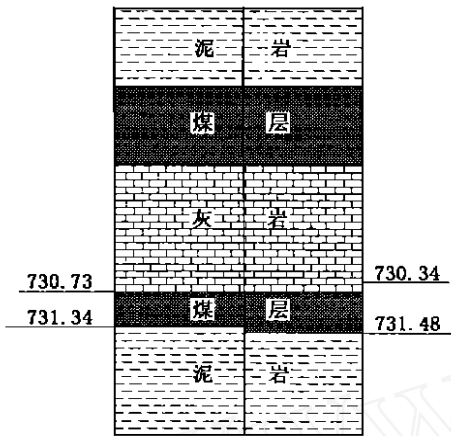


图 4 应用效果

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。根据测井数据判断第二层煤的起、止位置分别为 730.73 m 和 731.34 m,而人工神经网络识别结果显示第二层煤起、止位置分别为 730.34 m 和 731.48 m,煤层厚度两者相差 0.53 m。从表 2 数据可以分析出,在 730.34 m 处钻速开始增加,表明所钻进地层开始变软,有可能遇到较软的煤层,在 731.48 m 处钻速开始下降,表明所钻进地层开始变硬,因此造成以上差异。

当人工神经网络的结构采用图 2 (b) 所示的形式时,应用效果与上述相同。

5 结论

人工神经网络方法在识别所钻地层中取得了比

表 2 “W107”钻孔部分数据

孔 深	机械钻速	钻 压	转 速	扭矩备注	备 注
730.30	0.70	690.00	389.00	23.90	
730.31	0.90	674.00	390.00	24.00	
730.32	1.20	702.00	390.00	24.10	
730.33	1.70	726.00	389.00	24.30	
730.34	2.00	729.00	387.00	24.70	钻速增加
730.35	2.30	712.00	386.00	24.40	
730.36	2.40	701.00	384.00	24.20	
731.46	2.20	653.00	391.00	28.20	
731.47	2.10	650.00	390.00	27.90	
731.48	2.00	685.00	389.00	27.60	钻速降低
731.49	1.90	689.00	386.00	27.70	
731.50	1.80	697.00	388.00	28.50	
731.51	1.70	662.00	389.00	27.90	
731.52	1.60	674.00	390.00	28.10	

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,当网络的隐含层取一层,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、操作规程、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,人工神经网络将会得到更为广泛的应用。

[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. (7): 432 ~ 435.
[2] 焦李成. 神经网络系统理论[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1990.
[3] KRUGLINSKI D J 著,王国印译. Visual C++ 技术内幕[M]. 北京:清华大学出版社,1994.

DISCUSSION OF TECHNOLOGY

FOR DISPLAYING THE BORE STRATA HISTOGRAM IN- PHASE WITH DRILL

ZHOU Jin - hui , LI hui , TU Hou - ze

Abstract :Significance about studying the technology which displays the bore strata histogram in - phase with drill is discussed. A method which solves the problem of strata identification using the theory of artificial neural network is put forward. A suit of softWare is developed and verified by practical drill data.

Key words:display in - phase , bore strata histogram , artificial neural network



[第一作者简介]

周劲辉(1971 年 -),男,博士研究主,1995 年毕业于中国地质大学(武汉)勘察与建筑工程学院,1999 年于中国地质大学(武汉)获地质工程专业硕士学位,随后继续攻读地质工程专业博士学位,研究方向为钻探微机监控。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074