

浅析矿井水涌水量预测的几种常见方法

宋春辉 杨云龙 郭继锋

(太原理工大学,山西太原,030024)

摘 要 矿井涌水量预测是一项复杂而艰巨的工作。分析了矿井涌水量预测中常用的几种方法和特点,提出了在矿井涌水量实际预测中,应根据预测精度要求和水文地质特点等条件,合理选用适当的预测参数和方法。

关键词 矿井涌水量;预测方法;灰色系统法;人工神经网络法

中图分类号 TD742

文献标识码 A

在矿井开采建设过程中,由于人为扰动的外力作用破坏了地下含水岩层和土壤的维护结构,接通地下含水系统,使地下水及地表水等通过被打通的空隙涌入矿井,从而形成了矿井涌水。矿井涌水是在煤矿建设和开采过程中不可避免发生的普遍现象,单位时间内涌入矿井水量则称为矿井涌水量。做好对矿井涌水量的预测具有十分重要的意义,一方面,由于我国的煤矿地质条件复杂,矿井涌水量难以准确预测,矿井涌水事故时有发生,这不仅给煤矿的安全生产带来威胁,在透水事故严重发生时也会给煤矿带来了巨大的经济损失和人员伤亡;另一方面,由于我国的煤矿多集中在北方缺水省份,煤炭资源的大规模开采造成了对水资源的严重破坏,同时伴生的矿井水未经处理或处理不达标随意排放,污染周围农田和水体,危害人畜健康。这不仅加剧了水资源相对短缺的矛盾,进而影响了本地区乃至全国的生态环境和经济的可持续发展。因此,准确预测矿井涌水量,有助于合理确定矿井水处理设施的建设规模,有效利用建设资金,减少或避免安全生产事故的发生。本文将对矿井涌水量的预测方法做一简介。

1 吨水吨煤法

吨水吨煤法是矿井涌水量预测的一种简单粗测方法,它是根据某一地区煤矿在某一时期内的煤炭开采总量与该煤矿在该时期内的矿井涌水总量相除计算出的比值,其公式为:

$$\text{吨煤涌水量} = \frac{\text{某时期内矿井涌水总量 (吨水)}}{\text{某时期煤炭开采总量 (吨煤)}}$$

由于该方法采用矿井多年的涌水量资料作为依据,不正确的矿井涌水量数据将严重影响矿井涌水量预测的准确性,

向选择的过程,不是某一方愿意就能成功的。因此,要想增加其招聘成功的概率,企业应该建立起合适的招聘机制,设立合适职位的招聘条件和要求,防止胜任者人才流失,不胜任者浑水摸鱼,给企业造成不必要的损失。可以从以下几个方面进行考虑。

(1)采取相应措施提高求职者的诚信态度,防止求职者欺骗行为,例如:建立诚信档案,增加欺骗的惩罚力度等。

(2)企业要建立健全人才招聘制度,设立相应职位的考察条件和要求,并且根据情况的变化实时更新,防止由于企业人才招聘机制的缺陷而导致人才的流失,或者招收了不合适的人进入企业。

(3)企业要提高员工的薪酬和福利水平,吸引更多的人才进入企业,为企业的发展建立起长久的发展机制。

(4)建立企业文化,企业文化是吸引优秀人才进入企业的无

从而不免导致错误的预测和判断。因此,该方法仅仅在矿井水文地质、气象、开采情况等相关资料情况缺乏且预测精度要求不高时采用,作为了解矿井水变化的参考值。

2 水均衡法

水均衡法认为,在矿床开采所在的某一均衡区域内,流入该区域的水量与排出该区域的水量之差等于水量的变化量,即 $V_{\text{给}} - V_{\text{排}} = V_{\text{储}}$,从而确定出矿井的涌水量。由于水平衡法所需参数较少,对资料的要求不高,便于推广,因而它在矿井水预测中被越来越广泛地采用。水均衡法最明显的优势是能在查明有保证的根本补给来源情况下,确定矿井的极限涌水量值。水均衡法的关键是均衡式的建立,即均衡要素的测定。但由于天然条件下的水均衡关系在矿井开采过程中常常遭到强烈的破坏,如强烈的疏干排水使地下水运动的速度和水力坡降增大等,因此在实际应用中均衡要素的测定具有较大的困难^[1]。

3 水文地质比拟法

比拟法是根据已知水文地质参数的矿井涌水量,通过相似比拟关系,近似地推算相似水文地质参数矿井的涌水量,它是矿井水预测的一种近似方法。应用比拟法的前提条件是两个矿井的水文地质条件相似,只要待测矿井与被比拟矿井的水文地质条件相似,且水文地质参数中存在着可用相同的数学表达式描述的物理量,两个矿井之间便存在着比拟关系,就可用比拟法来推算待测矿井的涌水量。显然,采用比拟法预测矿井涌水量的精确性取决于两个矿井之间的相似程度和被作为参照的被比拟矿井涌水量的准确性。两个矿井的水文地质条件越相似,被参照矿

形动力,只有建立起独特的能够吸引人才的企业文化,员工才能视企业为家,吸引更多的人才。

参考文献

- [1] 谢识予.经济博弈论[M].上海:复旦大学出版社,2001.
- [2] 孙文静.员工招聘中的若干博弈问题研究[J].安徽农业科学,2006,34(16):4181-4183.

(本文其他参考文献因著录项目不全被删除)

(责任编辑:张红)

第一作者简介:王海燕,女,1982年9月生,2007年毕业于山西财经大学工程管理专业,现为山西财经大学管理科学与工程学院2007级在读硕士研究生,山西省太原市,030006.

(下转第187页)

井的涌水量越准确,则通过比拟关系推测出来的结果越准确,反之则误差越大。比拟法的优点是:根据条件的相似性,用已开采矿井的涌水量来模拟测算另一个难计算的待测矿井的涌水量,大大简化了矿井水计算的工作量。

4 灰色系统法

灰色系统法是由华中理工大学的邓聚龙教授在 20 世纪 80 年代初提出一套旨在解决信息不完备系统即灰色系统的理论和方法。而矿井涌水预测是一个复杂的系统,由于矿井水涌水量受水文、地质、降水量、开采程度及开采技术条件等诸多不完全、不确定或未知因素综合影响,属于一个灰色系统。这种方法的提出,解决了传统建模方法对矿井水这种物理原型不明确、数据信息量少、数据缺乏或不确定系统不能通过传统的数学统计建模方法做全面、连续、长期处理的难题。在灰色系统理论中,最常用的就是 GM(1,1)预测模型。它通过采用微分拟合的方法,对离散的、随机的时间序列原始数据信息进行累加累减动态处理,必要时再进行精度修正,从看似杂乱无序的原始数据中找出其中的规律性。与传统的建模方法相比,灰色模型具有所需样本量少、无需知道样本的分布规律、运算量小且运算时间短以及预测精度高等优点^[2]。虽然 GM(1,1)模型有其他传统模型无可比拟的优点,但它也有一定的局限性,该模型仅适用于原始数据序列非负、符合或基本符合指数规律变化且变化速度不是很快的场合,在这样的条件下应用该预测模型才有可能得到较好的预测结果^[3]。随着技术的进步和安全生产的需要,灰色模型也在不断地改进和完善。如灰色无偏 GM(1,1)模型的提出,克服了 GM(1,1)模型在实际应用中的某些不足,提高了模型的实用性和精确性^[4]。

5 人工神经网络法

自 1943 年美国芝加哥大学的生理学家 W.S. McCulloch 和 W.A. Pitts 提出 M-P 神经元模型开始,人工神经网络经过曲折的完善和发展,逐步成为一门广泛应用于各个领域的新型交叉学科。它结合现代神经科学,通过借助计算机抽象和模拟人脑处理和记忆信息的神经网络活动方式,对信息样本进行并行协同处理和非线性转换,实现数据信息的处理。它是由大量功能有限的简单处理单元—神经元互相联结作用,从而成为一种功能强大的、处理非线性信息的人工智能系统,而矿井水涌水量的时间序列也是一种非线性的。由于人工神经网络这种独特的信息处理方式,使得它具有类似于人脑的自适应、自组织、自学习和容错能力,能够处理多变量、多变化甚至不确定的大样本信息,目前应用比较广泛、效果较好的是基于误差反向传播算法的 BP 人工神经网络模型。该模型采用拓扑式网络结构,分输入层、中间层(隐含层)和输出层 3 层,各层节点数——神经元数根据实际需要设定,相邻层节点之间采用全连接方式连接。其工作原理为:

信息由输入层输入,经中间各层神经元进行信息处理,处理结果通过输出层输出,完成一次正向传播处理过程。如果输出的结果不符合期望值的要求,则误差沿从输出层到输入层的方向反向传播,在传播的过程中不断修正各层权值,使输出结果的误差减小,完成一次误差逆传过程。各层权值在网络模型的这种不断正反传学习驯化过程中得到修正,直至输出结果达到期望值要求。与其他方法相比,利用人工神经网络预测矿井水涌水量具有预测精度高、步骤简单、容错性强、可同时做定性定量处理、能对大量的数据信息高速处理并从中快速找出最优解、能动态学习涌水量变化规律从而不断增加预测精度等优点,可以解决传统预测方法建模困难、预测不准的难题^[5]。近年来,许多科研工作者不断对人工神经网络模型进行修正和完善,使得其适用范围更广,预测更为准确,相信人工神经网络在将来会有更好的实用性和发展前景。

6 结语

由于各地水文地质条件复杂多样,影响矿井水涌水量的因素很多。因此,矿井水预测是一项复杂而艰巨的工作。在实际矿井涌水量预测工作中,要根据对预测精度的要求,正确分析矿井水文地质条件,合理地选择计算参数和预测方法。

参考文献

- [1] 邓百洪,方建勤.隧道涌水预测方法的研究[J].公路交通技术,2005(3):162.
- [2] 史丽萍.矿井涌水量监测与预报[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003:109.
- [3] 吉培荣,胡翔勇,熊冬青.对灰色预测模型的分析与评价[J].水电能源科学,1999,17(2):44.
- [4] 穆勇.一种新的灰色无偏 GM(1,1)模型建模方法[J].济南大学学报:自然科学版,2002,16(4):367.
- [5] 赵向军,李文平,李龙海.基于人工神经网络的矿井涌水量预测[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版,1998,17(2):159.

(责任编辑:臧米莎)

第一作者简介:宋春辉,男,1979 年 9 月生,现为太原理工大学环境科学与工程学院 2006 级在读硕士研究生,山西省太原市 030024.



Some Common Methods for Predicting the Total Yield of the Mine Water

SONG Chun-hui, YANG Yun-long, GUO Ji-feng

ABSTRACT: The estimation of the total yield of the mine water is a complex and herculean work. This paper analyzes some common methods for predicting the total yield of the mine water, and points out that the proper predicted parameters and methods should be selected rationally according to the requirements for the prediction precision and hydro-geological characteristics in actual prediction of the total yield of mine water.

KEY WORDS: total yield of mine water; predicting method; grey system method; artificial neural network method