

煤与瓦斯突出危险性的预评价方法综述

扈树章

内蒙古云飞矿业有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017108

[摘要] 文章介绍了我国煤与瓦斯突出灾害严重形势, 对国内现有的煤与瓦斯突出预评价方法进行了综述: 常用的有模糊综合评判法、灰色关联度模型、神经网络预测模型等单一评价方法, 层次分析—灰色关联—模糊综合评判法、灰色理论—神经网络方法等多种评价方法的综合应用。分析了目前煤与瓦斯突出预测的主要方法优缺点及适用条件, 指出了煤与瓦斯突出预测方法中存在的问题, 展望了突出预测方法的发展前景。

[关键词] 煤与瓦斯突出; 危险性; 预评价; 综述

DOI: 10.33142/ec.v3i4.1760

中图分类号: TD712

文献标识码: A

Summary of Pre-evaluation Methods for Risk of Coal and Gas Outburst

HU Shuzhang

Inner Mongolia Yunfei Mining Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017108, China

Abstract: This paper introduces the serious situation of coal and gas outburst disaster in China, and summarizes the existing methods of coal and gas outburst pre-evaluation in China: commonly used single evaluation methods, such as fuzzy comprehensive evaluation method, grey correlation degree model, neural network prediction model, etc., hierarchical analysis grey correlation fuzzy comprehensive evaluation method, grey theory neural network method, etc. Methods. This paper analyzes the advantages, disadvantages and applicable conditions of the main prediction methods of coal and gas outburst, points out the problems existing in the prediction methods of coal and gas outburst, and looks forward to the development prospect of the prediction methods of coal and gas outburst.

Keywords: coal and gas outburst; risk; pre-evaluation; summary

引言

煤与瓦斯突出简称突出是煤矿中一种极其复杂的动力现象。研究表明, 突出危险煤层的突出危险性具有一定的区域性分布规律^[1]。若不预测这些突出危险带必然要在整个突出危险煤层采取防突措施, 从而造成人力、物力极大浪费。若长时间在非突出带工作, 很容易出伤亡事故。解决矿井煤与瓦斯突出灾害问题是实现煤炭工业可持续发展的当务之急。

目前, 煤层突出的预评价分类大多数是定性分类, 不能完全解决此方面的问题。因此, 建立一种量化的评价方法来衡量煤层突出的危险程度刻不容缓^[2]。为了判断煤层群中各煤层突出危险性大小, 基于对煤与瓦斯突出的预测指标与预测方法的综合分析, 量化评价指标, 提出了煤层突出危险性的预评价方法^[3,4]。

1 煤与瓦斯突出预评价方法

1.1 单一评价方法

(1) 灰色理论

灰色关联分析认为, 几个统计序列形成的曲线的几何形状越接近, 即曲线越平行, 其变化趋势越接近, 关联度也就越大。因此, 可以根据每个方案与最优方案之间的相关度来进行比较和排序评价对象。

刘建平^[5]、伍爱友^[6]等利用灰色理论建立煤与瓦斯突出综合评价灰色关联模型。现在还有灰色聚类评估方法^[7]、理想灰贴近函数聚类关联分析法^[8]、多维灰色评估方法^[9]等。

特点: 小样本、计算简单; 涉及参数较多, 不同选择方式导致结果不同、没有考虑指标之间的相关性, 受指标影响较大等。

(2) 神经网络 BP 网络:

BP 网络是单向传播的多层前向网络, 上下两层之间完全连通, 但是每层神经元之间并没有连接。在不建立精确数

学模型的情况下, 利用 BP 网络可以实现从输入到输出的非线性映射。

赵耀江^[10]、李树刚^[11]等对煤与瓦斯突出影响因素进行分析, 多数使用的是灰关联分析, 确定神经网络的输入参数, 建立神经网络的煤与瓦斯突出的预测模型。还有利用自适应变步长 BP 法^[12]、贝叶斯正则化 BP 神经网络方法^[13]、免疫遗传算法^[14]的 BP 网络等。

特点: 能减少人为的干扰, 从而更具有客观性, 且具有极强的非线性逼近能力, 能真实刻画出输入变量与输出变量之间的关系; 学习算法的收敛速度很慢, 网络运行还是单向传播, 没有反馈。

(3) 线性判别分析法: 是 Fisher 准则下的两组判别法, 它一般用于判断一个样品是属于两个类别当中的哪一类。蒋承林^[15]等用线性判别分析法对数据进行处理, 得到了非突出、弱突出及突出 3 种动力现象的判别方程及临界值。

(4) 用数量化理论建立预测的综合判据: 数量化理论 III 是用来分析样品或说明变量中起支配作用的主要因素, 并据以实现样品或变量的分类。张许良^[16]等利用数量化理论 III 筛选了瓦斯突出的敏感指标, 应用数量化理论 II 建立了煤与瓦斯突出区域性预测的综合判据, 选用二维判别方法建立煤与瓦斯突出预测模型。

特点: 使突出预测工作规范化、量化、微机化, 提高了突出预测的准确性和可靠性^[17]。

(5) 事故树分析法: 是系统安全分析与评价中最广泛应用的一种方法。主要用于分析事故发生的原因和评价事故风险, 故也常称为事故树分析 FTA。张瑞林^[28]提出了探讨了瓦斯突出事故树通用模型的创建方法, 该方法的成功应用可为瓦斯地质单元的划分和瓦斯突出的区域预测提供定量化依据。

(6) 等性块段叠加法是以各单因素指标等性块段叠加后得到的新块段作为基本单元, 通过建立单元煤与瓦斯突出危险性评判标准, 以此作为评定单元瓦斯突出危险程度的依据。王生全^[18]等通过划分瓦斯等性块段、煤体结构等性块段与构造应力等性块段, 建立块段突出危险类型评定原则与方案。

(7) 分形理论: 刘长双^[19]等以分形理论为基础, 对矿区断裂构造图进行分形研究, 用分维值表示区域断裂构造系统的复杂程度, 据此最后划分了突出危险区等级。

(8) 集对分析: 核心思想是把研究问题视作一个确定不确定系统。在这个系统中, 确定性与不确定性在一定条件下互相转化, 互相影响, 互相制约, 并可用一个能充分体现其思想的确定不确定式子来统一地描述各种不确定性, 从而把对不确定性的辩证认识转换成一个具体的数学模型。李中才^[20]应用集对理论, 确立了煤与瓦斯突出指标和突出可能性之间的联系度, 建立了预测煤与瓦斯突出的集对分析模型。

特点: 步骤简洁, 预测结果客观、全面、准确, 信息利用率高。

(9) 距离判别分析: 是用于判别样品所属类别的一种应用性很强的多因素决策方法, 它是根据已有观测样本的若干数量特征对新获得的样本进行识别。样品和哪个总体的距离最近, 就判它属于哪个总体。刘金海等应用距离判别分析方法建立了煤与瓦斯突出预测模型。

特点: 距离判别分析是一种多元统计分析方法, 能够较好地描述评价对象和影响因素之间的非线性关系。其模型识别性能良好, 预测精度高。

(10) 支持向量机: 陈祖云等利用支持向量机在小样本情况下具有较强识别能力的特点, 提出了煤与瓦斯突出的支持向量机预测方法。

(11) 非线性理论: 王鹏[[]等采用非线性理论通过分析煤与瓦斯突出非线性机理, 以表征地应力大小的声发射指标和表征瓦斯状况的瓦斯浓度指标为影响瓦斯突出的敏感指标。

(12) 粗糙集方法: 在一个决策系统中, 各个条件属性之间往往存在着某些程度上的依赖或关联, 约简可以理解为在不丢失信息的前提下, 可以最简单地表示决策系统的决策属性对条件属性集合的依性或关联度。李云明等将粗糙集理论和技术引入煤矿瓦斯突出区域预测, 对影响瓦斯突出的关键因素进行约简, 建立了煤矿瓦斯突出区域预测模型, 并通过数据试验和对比, 此方法具有较高的预测准确率。

1.2 几种评价方法的综合运用

分析了各种评价方法的适用性和优缺点, 将几种评价方法综合运用, 取长补短, 优化了原来单一的评级模型。

(1) 层次分析—灰色关联—模糊综合评价法: 利用灰色关联理论确定煤与瓦斯的主控因素, 层次分析法确定各因素权重, 建立模糊综合评价建立评价模型。

(2) 灰色关联—神经网络: 利用灰色系统理论的灰色关联法确定了影响矿井煤与瓦斯突出的敏感指标, 建立了煤

与瓦斯突出预测的神经网络模型。

(3) 神经网络—遗传算法: 施式亮提出, 提出了基于神经网络和遗传算法耦合的煤与瓦斯突出区域预测模型。其他综合方法还有蚁群—模糊聚类方法、基于 ICA-SVM 的煤与瓦斯突出预测方法等。

2 结束语

目前, 大多数研究都是通过实验或数值模拟建立力学模型。基于数学方法的优秀预测方法都是以一定的理论为基础, 经过简化建立预测模型, 需要总结大量优秀或不优秀的的数据, 这在没有足够优秀数据的新开矿区或矿区很难应用。还需要进一步研究突出数据的物理性质, 以便定量描述突出现象。

[参考文献]

- [1] 冯涛, 尹光志, 任尚强. 模糊数学在煤与瓦斯突出预测中的应用[J]. 湘潭矿业学院学报, 1993, 8(4): 13-18.
- [2] 肖俊贤, 李希建, 孟昭君. 基于模糊综合评判的煤与瓦斯突出危险性预测[J]. 煤炭技术, 2011, 30(6): 112-114.
- [3] 刘建平. 灰色系统理论在煤与瓦斯突出预测中的应用[J]. 焦作矿业学院学报, 1994, 13(2): 85-89.
- [4] 伍爱友, 肖红飞, 王从陆, 等. 煤与瓦斯突出控制因素加权灰色关联模型的建立与应用[J]. 煤炭学报, 2005, 30(1): 58-62.
- [5] 景国勋, 张强, 周爱桃. 基于灰色系统理论的煤与瓦斯突出预测[J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(8): 18-21.
- [6] 张大伟, 郭立稳, 杜通. 基于灰色系统理论的煤与瓦斯预测预报系统的研究[J]. 安全科学技术, 2009, 10(2): 8-10.
- [7] 赵耀江, 王冶. 基于神经网络建立煤与瓦斯突出的预测模型[J]. 中国安全科学学报, 1997, 7(1): 2.
- [8] 李树刚, 刘志云, 林海飞. 基于神经网络的煤与瓦斯突出矿井等级划分方法[J]. 煤田地质与勘探, 2005, 33(1): 2.
- [9] 肖红飞, 撒占友. 基于自适应变步长 BP 法的煤与瓦斯突出预测[J]. 煤矿安全, 2002, 33(8): 6-8.
- [10] 朱玉, 张虹, 苏成. 基于免疫遗传算法的煤与瓦斯突出预测研究[J]. 中国矿业大学学报, 2009, 38(1): 125-130.
- [11] 张许良. 煤与瓦斯突出区域性预测的综合判据研究[J]. 煤炭学报, 2003, 28(3): 251-255.
- [12] 张宏伟, 李胜, 袁亮, 刘永庆. 潘一矿煤与瓦斯突出危险性模式识别与概率预测[J]. 北京科技大学学报, 2005, 27(4): 399-402.
- [13] 张瑞林, 鲜学福, 闫江伟, 等. 基于事故树分析的瓦斯突出控制因素研究[J]. 中国矿业, 2005, 14(5): 14-16.
- [14] 刘长双, 温彦良. 基于分形理论的煤与瓦斯突出区域预测研究[J]. 采矿技术, 2006, 6(4): 62-63.
- [15] 李中才, 冯述虎. 集对分析法在煤与瓦斯突出综合预测中的应用[J]. 西安科技大学学报, 2007, 27(1): 134-137.
- [16] 刘金海, 冯涛, 谢东海, 等. 煤与瓦斯突出预测的距离判别分析方法[J]. 煤田地质与勘探, 2009, 37(1): 26-37.
- [17] 李大锋, 赵帅, 吴峰. 基于 ICA-SVM 的煤与瓦斯突出预测研究[J]. 工矿自动化, 2009(10): 36-38.
- [18] 李云明, 张晓明. 粗糙集方法在瓦斯突出预测中的应用[J]. 计算机应用与软件, 2011, 28(1): 210-212.
- [19] 丁华, 王剑, 王彬. 基于灰关联分析和神经网络的煤与瓦斯突出预测[J]. 西安科技大学学报, 2009, 29(2): 135-139.

作者简介: 扈树章(1965.3-), 男, 汉族, 高级工程师, 河北蠡县人, 现任内蒙古云飞矿业有限公司串草圪旦煤矿党委书记、董事长, 长期从事煤炭开采及相关管理工作。