

煤矿掘进工作面的安全风险评估与控制方法

赵晓帅

晋能控股煤业集团塔山煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1606

[摘要] 煤矿掘进工作面是煤矿生产的重要环节,也是煤矿事故的高发区域。为了保障煤矿掘进工作面的安全生产,本文分析了煤矿掘进工作面的风险因素,包括瓦斯、煤尘、火灾、顶板、机械等,采用层次分析法和模糊综合评判法对煤矿掘进工作面的风险进行了评估,并提出了相应的风险控制方法,包括瓦斯抽采、煤尘防爆、火灾预防、顶板支护、机械安全等。本文为煤矿掘进工作面的安全管理提供了一种科学的方法和参考。

[关键词] 煤矿掘进工作面; 风险评估; 风险控制; 层次分析法; 模糊综合评判法

中图分类号: X752 **文献标识码:** A

Research on Support Structure and Stability Evaluation Technology in Coal Mine Excavation

Xiaoshuai Zhao

Jinneng Holding Coal Group Tashan Coal Mine

[Abstract] The coal mine excavation working face is an important link in coal mine production and also a high-risk area for coal mine accidents. In order to ensure the safety production of coal mine excavation faces, this article analyzes the risk factors of coal mine excavation faces, including gas, coal dust, fire, roof, machinery, etc. The Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation method are used to evaluate the risks of coal mine excavation faces, and corresponding risk control methods are proposed, including gas extraction, coal dust explosion prevention, fire prevention, roof support, mechanical safety, etc. This article provides a scientific method and reference for the safety management of coal mine excavation faces.

[Key words] coal mine excavation working face; Risk assessment; Risk control; Analytic Hierarchy Process; Fuzzy comprehensive evaluation method

引言

煤矿掘进工作面的安全风险评估与控制是一项重要的研究课题,旨在通过系统地识别、分析、评价和控制煤矿掘进工作面的各种风险因素,提高煤矿掘进工作面的安全水平,保障煤矿掘进工作面的安全生产^[1]。本文以瓦斯、煤尘、火灾、顶板、机械等为主要风险因素,采用层次分析法和模糊综合评判法对煤矿掘进工作面的风险等级进行了量化的评价,同时,本文根据风险评估的结果,提出了瓦斯控制、煤尘控制、火灾控制、顶板控制、机械控制等风险控制方法,通过技术措施、管理措施、应急措施等,降低或者消除煤矿掘进工作面的安全风险。本文的研究对于煤矿掘进工作面的安全管理和安全生产具有一定的理论和实践意义。

1 煤矿掘进工作面的安全风险因素分析

煤矿掘进工作面的安全风险因素是指可能导致煤矿掘进工作面发生事故的不确定因素,主要包括以下五个方面:

瓦斯。瓦斯是指煤层中的甲烷和其他可燃气体,是煤矿掘进工作面最常见和最危险的风险因素^[2]。瓦斯的危害主要表现为瓦斯爆炸,即瓦斯与空气混合后,在一定的温度和压力下,遇到引燃源而发生的剧烈的燃烧和膨胀。瓦斯爆炸会造成巨大的冲击波和高温火焰,对人员、设备、环境造成严重的伤害和破坏。

煤尘。煤尘是指煤矿掘进工作面的煤层和煤炭在开采、运输、加工等过程中产生的细小颗粒,是煤矿掘进工作面的重要风险因素之一。煤尘的危害主要表现为煤尘爆炸,即煤尘与空气混合后,在一定的温度和压力下,遇到引燃源而发生的剧烈的燃烧和膨胀。煤尘爆炸会造成巨大的冲击波和高温火焰,对人员、设备、环境造成严重的伤害和破坏。

火灾。火灾是指煤矿掘进工作面的可燃物在一定的温度和氧气浓度下,与空气发生持续的氧化反应而产生的热量和光线的现象,是煤矿掘进工作面的常见风险因素之一^[3]。火灾的危害

主要表现为火灾蔓延,即火灾从起火点向周围的可燃物扩散,导致火势失控和范围扩大。火灾蔓延会造成高温、烟雾、有毒气体等,对人员、设备、环境造成严重的伤害和破坏。

顶板。顶板是指煤矿掘进工作面的上方的岩层,是煤矿掘进工作面的重要结构部分,也是煤矿掘进工作面的重大风险因素之一。顶板的危害主要表现为顶板事故,即顶板在受到地应力、开采影响、地震干扰等因素的作用下,发生破坏和垮塌,对煤矿掘进工作面的人员、设备、环境造成严重的伤害和破坏。

机械。机械是指煤矿掘进工作面的掘进机械、掘进台车、掘进输送机等设备,是煤矿掘进工作面的主要生产工具,也是煤矿掘进工作面的常见风险因素之一。机械的危害主要表现为机械事故,即机械在使用、维护、转移等过程中,发生故障、损坏、碰撞、卡滞、切割、挤压等,对煤矿掘进工作面的人员、设备、环境造成严重的伤害和破坏

2 煤矿掘进工作面的安全风险评估方法

2.1 层次分析法

层次分析法是一种多准则决策分析方法,通过建立层次结构模型,利用判断矩阵和特征向量法对各层次的因素进行量化的比较和权重的计算,从而得到最终的评判结果。本文使用层次分析法对煤矿掘进工作面的风险因素进行了权重的确定,具体步骤如下:

建立层次结构模型。根据煤矿掘进工作面的风险因素分析,将煤矿掘进工作面的风险评估问题分为三个层次,即目标层、准则层和方案层。目标层是指煤矿掘进工作面的风险评估的总目标,即确定煤矿掘进工作面的风险等级;准则层是指影响煤矿掘进工作面的风险等级的主要因素,即瓦斯、煤尘、火灾、顶板、机械等;方案层是指煤矿掘进工作面的风险等级的具体划分,即低风险、中风险、高风险。构造判断矩阵。根据层次结构模型,分别构造目标层对准则层、准则层对方案层的判断矩阵,即使用一定的判断标准对各层次的因素进行两两比较,得到相应的判断值,填入判断矩阵中。计算权重向量。根据判断矩阵,使用特征向量法计算各层次的因素的权重向量,即将判断矩阵标准化,求出各行的平均值,得到权重向量。同时,检验判断矩阵的一致性,即计算判断矩阵的最大特征值和一致性指标,与随机一致性指标进行比较,得到一致性比例,判断是否满足一致性要求。

2.2 模糊综合评判法

模糊综合评判法是一种基于模糊数学的多准则决策分析方法,通过建立模糊关系矩阵,利用模糊运算和模糊综合评判法对煤矿掘进工作面的风险进行了评价,具体步骤如下:

建立模糊评判矩阵。根据层次分析法得到的各准则层的因素的权重向量,以及对各风险因素的评价标准和评价等级,构造模糊评判矩阵,即使用模糊数表示各因素对各评价等级的隶属度,填入模糊评判矩阵中。模糊数的选取可以根据专家的经验或者统计的数据进行确定,一般采用三角模糊数或者梯形模糊数。

计算模糊综合评判向量。根据模糊评判矩阵,使用模糊运算,如模糊加权平均法或者模糊最大最小法,计算模糊综合评判向量,即表示各评价等级的综合隶属度的模糊数,得到模糊综合评判向量。确定风险等级。根据模糊综合评判向量,使用模糊推理,如最大隶属度法或者最大可能度法,确定风险等级,即选择隶属度最大或者可能度最大的评价等级,作为最终的风险等级。

以某矿的掘进工作面为例,假设其风险因素的权重向量为(0.4, 0.2, 0.1, 0.2, 0.1),即瓦斯、煤尘、火灾、顶板、机械的权重分别为0.4, 0.2, 0.1, 0.2, 0.1;评价标准为(0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1),即低风险、较低风险、中风险、较高风险、高风险的评价值分别为0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1;评价等级为(低风险, 中风险, 高风险)。则其模糊评判矩阵为:

风险因素	低风险	中风险	高风险
瓦斯	(0.8, 1, 1)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0, 0, 0.2)
煤尘	(0.6, 0.8, 1)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0, 0.2, 0.4)
火灾	(0.8, 1, 1)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0, 0, 0.2)
顶板	(0.4, 0.6, 0.8)	(0.6, 0.8, 1)	(0.2, 0.4, 0.6)
机械	(0.6, 0.8, 1)	(0.4, 0.6, 0.8)	(0, 0.2, 0.4)

采用模糊加权平均法,计算模糊综合评判向量为:

低风险	中风险	高风险
(0.64, 0.8, 0.92)	(0.36, 0.56, 0.76)	(0.04, 0.12, 0.24)

采用最大隶属度法,确定风险等级为低风险,即煤矿掘进工作面的风险等级是低风险的结论。

3 煤矿掘进工作面的安全风险控制方法

3.1 瓦斯控制

瓦斯控制的具体措施包括对瓦斯进行抽采、监测和防爆。瓦斯抽采是在煤层或者巷道中开设抽采孔,利用负压或者正压的方式,将煤层中的瓦斯抽出,降低煤层的瓦斯压力和含量,减少瓦斯的释放和积聚。瓦斯监测是安装瓦斯传感器、瓦斯报警器、瓦斯分析仪等设备,实时检测和记录瓦斯的浓度和变化趋势,发现瓦斯的异常波动和超标情况。瓦斯监测的设备需要具有高精度、高稳定性、高可靠性、高灵敏性等特点,同时需要与通信系统和控制系统相连接,实现远程传输和自动控制。瓦斯防爆是采用防爆型的电气设备、机械设备等,消除或者隔离瓦斯引燃源,防止瓦斯与空气混合后爆炸。瓦斯防爆的设备应该符合国家或者行业的标准和规范。瓦斯控制的具体措施还包括执行瓦斯检查、瓦斯培训等瓦斯制度,提高煤矿掘进工作面的瓦斯防范和应对能力,减少或者避免瓦斯的发生和危害。

3.2 煤尘控制

煤尘控制的具体措施包括对煤尘进行湿化、抑制和清扫。煤尘湿化是在掘进机械、掘进台车、掘进输送机等设备上安装喷雾装置,向煤层和煤尘喷洒水雾,使煤尘与水分结合,减少煤尘的悬浮和爆炸^[4]。煤尘抑制是在煤尘上撒布煤尘抑制剂,增加

煤尘的湿度和重量,减少煤尘的悬浮和爆炸。煤尘抑制剂是一种能够与煤尘发生化学或者物理反应,形成煤尘的表面活性剂。煤尘清扫是使用煤尘清扫机、煤尘清扫器等设备,定期地清除煤尘,减少煤尘的积累和堆积,防止煤尘的再悬浮和再扩散。煤尘控制的具体措施还包括执行煤尘检查、煤尘预防、煤尘培训等煤尘制度,提高煤矿掘进工作面的煤尘防范和应对能力,减少或者避免煤尘的发生和危害。

3.3 火灾控制

火灾控制的具体措施包括消除或者隔离火源,使用阻燃、隔热、不燃等材料,使用灭火器、灭火球、灭火毯等设备。火源管理是规范和监督电气设备、机械设备、照明设备等的使用和维护,防止电气火花、机械火花、人为火源等的产生。防火材料是用于建筑、设备、管道等的包裹或者覆盖,减缓或者阻止火灾的蔓延。灭火设备是用于火灾扑救和自救的设备,通过隔断或者消耗可燃物、氧气和温度,扑灭或者控制火灾的发展。火灾控制的具体措施还包括执行火灾检查、火灾预防、火灾培训等火灾制度,提高煤矿掘进工作面的火灾防范和应对能力,减少或者避免火灾的发生和危害。

3.4 顶板控制

顶板控制的具体措施包括对顶板进行加固、检测和预警。顶板支护是使用钢架、锚杆、液压支柱等设备,提高顶板的强度和刚度,抵抗和分散地应力,防止顶板破坏和垮塌。顶板支护的设计和优化需要考虑顶板的特性和条件。顶板监测是安装顶板应力传感器、顶板位移传感器、顶板声发射传感器等设备,实时检测和记录顶板的应力、位移、声发射等参数,发现顶板的变形和破裂的迹象和趋势。顶板监测的设备需要具有高精度、高稳定性、高可靠性、高灵敏性等特点,同时需要与通信系统和控制系统相连接,实现远程传输和自动控制。顶板预警的标准和模型需要根据顶板的特性和条件进行制定和更新,预警信号和信息需要具有明显的视觉和听觉效果,预警系统需要具有高效率和

高准确性。

3.5 机械控制

机械控制的具体措施包括机械设备的安全设计、安全使用和安全维护。机械设备的安全设计是在设计阶段,根据煤矿掘进工作面的环境和条件,采用安全的结构、材料、原理、功能等,使机械设备具有防爆、防冲击、防振动等特性。机械设备的安全使用是在使用阶段,遵守操作规程,正确地开启、运行、停止、调整、转换机械设备,防止过载、过速、反向、错位等现象,防止损坏和故障。机械设备的安全维护是在维护阶段,遵守维护规程,防止性能下降和故障增加。机械控制的具体措施还包括执行安全检查、安全防护、安全培训、维护记录等安全制度,提高机械设备的安全性能和可靠性,减少机械设备的伤害和事故。

4 结论

本文研究了煤矿掘进工作面的风险评估和控制,分析了瓦斯、煤尘、火灾、顶板、机械等风险因素,采用层次分析法和模糊综合评判法对风险等级进行了量化的评价,得出了煤矿掘进工作面的风险等级是低风险结论,并提出了相应的风险控制措施和方法,以降低或消除煤矿掘进工作面的安全风险。本文的研究对于煤矿掘进工作面的安全管理和安全生产具有一定的意义,但也有一些不足和局限,需要进一步的改进和完善。

[参考文献]

- [1]代文磊,宋鹏伟.煤矿掘进工作面过断层安全施工研究[J].大科技,2014,(016):214-215.
- [2]陈松.煤矿掘进工作面过断层安全施工研究[J].中外企业家,2012,(3):2.
- [3]刘万杰,张磊.采掘工作面安全风险隐患动态评级管理模式的研究与应用[J].山东煤炭科技,2019,(11):2.
- [4]陈飞.煤矿掘进工作面安全监测与预警技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(1):93-95.