

基于模糊层次分析法的YS煤矿安全生产风险评价

杨昶

国家矿山安全监察局陕西局

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19104

[摘要] 本文运用模糊层次分析法建立YS煤矿安全生产风险评价模型,并结合矿井实际情况对各项指标予以赋值、建立权重矩阵,通过运算,找出煤矿安全生产的主要风险,并对矿井后续安全生产提出可行性建议。

[关键词] 模糊层次分析法; 评价模型; 安全生产

中图分类号: TU714 **文献标识码:** A

Safety Risk Assessment of YS Coal Mine Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process

Chang Yang

National Mining Supervision Bureau Shaanxi Bureau

[Abstract] This paper employs the Fuzzy Analytic Hierarchy(FAH)to establish a safety production risk assessment model for the YS coal mine. By assigning values to various indicators based on the mine's actual conditions and constructing a weight matrix, the primary safety production risks of the coal mine are identified through calculations. Feasible recommendations for subsequent safety production are also proposed.

[Key words] Fuzzy Analytic; Hierarchy(FAH); assessment model safety production

引言

通过系统梳理煤矿安全生产管理现状,运用模糊层次分析法处理判断煤矿安全管理中的不确定性和模糊性,通过引入模糊数将主观评价量化,使结果更客观全面。该方法保留了层次分析法的系统性,分层分解复杂问题,便于全面评估各因素影响,适合信息不完全或难以精确描述的情境,提升决策的科学性和可靠性,以实现消除隐患,确保安全生产。

1 矿井简介

YS煤矿为核定年产10.00Mt的大型矿井,地处陕北侏罗纪煤田榆神矿区一期规划区中部,现开采2²号煤层,采用分层长壁综采采煤工艺,全部垮落法管理顶板。矿井采用公司、部门、区队三级管理模式,设矿长1人,为矿井安全生产第一责任人,总工程师、生产副矿长、安全副矿长、机电副矿长、党委书记、党委副书记、财务总监各1人。主要业务部室包括:办公室、人力资源部、财务管理部、物资采供部、经营管理部、调度指挥中心、安全监察部、机电动力部、生产技术部、地测防治水部、通风管理部、通讯信息部、工程管理部。生产区队包括:综采队、连采一队、连采二队、机电运转队、机电维护队、辅助运输队、辅助救护队。

2 模糊层次分析法简介

模糊层次分析法(FAHP)是一种融合了层次分析法(AHP)与模糊数学理论的多准则决策方法,能够有效处理判断中的

不确定性和模糊性,采用模糊数来表示判断的不确定性,保留AHP的层次化结构优势,使问题分解清晰、逻辑严谨,并能有效处理语言性评价和不完全信息,提升判断的合理性和决策的鲁棒性。^[1]

3 基于模糊层次分析法的YS煤矿安全生产风险评价

3.1 评价体系建立

经系统梳理,YS煤矿安全生产风险源可归因于四大核心要素:一,井下复杂作业环境风险,涵盖地质条件与设备运行环境;二,机电设施固有缺陷风险,涉及设备老化与防护失效;三,从业人员安全素养风险,包含技能水平与规范意识;四,管理体系决策效能风险,体现在制度执行与应急响应环节。基于国内外权威研究成果与本矿实测数据,现已构建四级风险管理评价体系:

其风险层级划分如下:第一级指标为工作环境风险(A1),涵盖地质与作业环境核心风险因子,具体包括:煤层顶板失稳坍塌(N1)、煤尘自燃与爆炸(N2)、突水透水事故(N3)、瓦斯积聚爆炸(N4);第二级指标为设施设备风险(A2),聚焦机电系统可靠性,由设备服役状态劣化(N5)、维保周期合规性(N6)、备件仓储管理(N7)构成;第三级指标人员素质风险(A3)包含五个维度:安全认知偏差(N8)、实操技能达标度(N9)、作业主观能动性(N10)、应急处置经验储备(N11)、团队协同效能(N12);第四级指标管理决策风险(A4)涉及制度体系完备性,具体表现为安全

制度缺失(N13)、执行力度不足(N14)、隐患识别盲区(N15)、责任传导衰减(N16)。^[2]

基于该四级十六项指标框架,现采用层次分析法(AHP)构建风险评价模型:首先建立“目标层-准则层-要素层-措施层”递阶结构,继而通过专家赋权法确定各层级权重系数,最终形成包含风险指数计算、阈值预警、动态修正机制的综合评价体系。^[3]

3.2建立安全生产风险评价标准

在安全生产风险评估的等级划分领域,学界已形成系统性理论框架支撑。本研究综合现有理论成果与实践验证数据,针对评价标度进行结构化设计:首先依据风险评估强度梯度,将评价结果划分为五个递进等级,设定标准符号集 $V=\{低(V_1)、较低(V_2)、一般(V_3)、较高(V_4)、高(V_5)\}$;继而采用序数赋值法建立量化映射关系,具体对应关系为 $V_1=1分、V_2=2分、V_3=3分、V_4=4分、V_5=5分$ 。该五级评价标度体系既延续了国际通用风险矩阵(ISO 31000)的分级逻辑,又通过层次化赋分机制实现了定性描述与定量分析的有机衔接,为后续层次分析法(AHP)的权重计算提供了标准化数据基础。其中,5代表最差的风险等级,而0则表示最佳状态。所有指标为负向,达到5时意味着最不理想的情况,具体见下表。

YS煤矿安全生产风险管理评价分数等级情况

评价值	评价等级	评价级别
$x \leq 1$	低	V_1
$1 < x \leq 2$	较低	V_2
$2 < x \leq 3$	一般	V_3
$3 < x \leq 4$	较高	V_4
$4 < x \leq 5$	高	V_5

3.3建立安全生产风险评价指标的权重矩阵

通过邀请专家学者对相关要素之间的关联程度进行评估,并以五个评分等级量化,分别为5、4、3、2、1。这五个分数的含义依次为:前者相较于后者特别重要、较重要、稍微重要、略微重要和同等重要。若反过来比较,则分别表示为1/5、1/4、1/3、1/2、1。根据专家评分结果,构建YS煤矿的安全生产风险评估管理指标与相关评价要素 A_i 之间的关联权重。通过将这些权重值汇总,形成 U 矩阵以及 U_i 表达的关联权重矩阵,用于系统化表示各要素之间的相对重要性关系。

代入专家经过讨论研究后得到的结果数值,则

指标层的构造矩阵为

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \quad (01)$$

工作环境风险的构造矩阵为

$$U_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1/3 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1/4 \\ 1 & 3 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (02)$$

设施设备风险的构造矩阵为

$$U_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \quad (03)$$

人员素质风险的构造矩阵为

$$U_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 4 & 1/3 & 1/2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1/2 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1/2 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \quad (04)$$

管理决策风险的构造矩阵为

$$U_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1/2 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (05)$$

3.4安全生产风险各项指标权重计算结果及分析

通过计算得到YS煤矿安全生产风险涉及到的各个指标的权重情况分别为 $M(0.43, 0.19, 0.27, 0.11)$,一致性比例0.022462;工作环境的风险权重 M_1 是 $(0.31, 0.17, 0.12, 0.40)$,一致性比例:0.030101;设施设备风险权重情况 M_2 为 $(0.62, 0.24, 0.14)$,一致性比例:0.015771;人员素质风险的相关权重值 M_3 是 $(0.15, 0.32, 0.08, 0.28, 0.17)$,一致性比例:0.071225;管理决策的风险涉及到指标的权重 M_4 是 $(0.14, 0.16, 0.35, 0.35)$,一致性比例:0.0076371。

根据权重分析结果,YS煤矿安全生产的主要风险集中在工作环境和人员素质两个方面,占比合计达70%,其中工作环境风险以井下水患和煤尘爆炸为重点,特别是水患风险占比高达40%,需加强排水系统和煤尘管理的优化;人员素质风险中,技术操作水平和现场应急情况的处置经验风险是核心问题,占比分别为32%和28%,表明需通过强化培训和实操提升员工安全意识和技能水平。设施设备风险则以设备的可靠性风险为主,占比62%,表明需优化设备可靠性管理。管理决策风险中,排查风险隐患不到位的风险和安全责任落实不到位占比最高,各为35%,需完善制度建设并强化执行与监督。总体来看,应优先聚焦工作环境和人员素质的改进,同时统筹推进设施设备和决策的优化,全面提升煤矿安全生产管理水平。

4 结论

基于YS煤矿的现状,根据模糊层次分析法的分析结果,提出以下风险管理对策:YS煤矿需要强化安全管理制度,确保其能够全面覆盖生产过程中的各类潜在风险,形成有效的风险防控体系。为了提升员工的安全意识和操作能力,煤矿应加强培训体系,特别是针对新员工和高风险岗位的培训,以增强应急处置能力。同时,煤矿应加大设备管理的投入,推动关键设备的现代化与智能化升级,特别是设备的维护与更新,以提高安全性。应急管理制度体系的完善也十分必要,通过定期演练和实践检验,提升应急响应能力,确保煤矿能够快速有效地应对突发安全事故。通过这些综合措施的实施,YS煤矿能够有效提高安全管理水平,降低安全事故发生频率,从而保障煤矿生产的持续稳定运行。

[参考文献]

- [1]朱静.基于模糊综合评价法的煤矿安全评价[J].煤矿安全,2014,45(04):226-228.
- [2]庞绪峰.煤矿风险管理的模型与方法研究[D].山东科技大学,2010.
- [3]孙青,庄晓天.煤矿风险预控管理中危险源系统可靠性分析[J].煤矿安全,2019,45(10):11.

作者简介:

杨昶(1995--),男,汉族,陕西铜川人,研究生,工程师,在国家矿山安全监察局陕西局主要从事矿山救援、事故统计和分析工作。