

# 模拟矿井综合实践教学平台安全风险评价研究

刘音<sup>1,2</sup>, 崔向峥<sup>1</sup>, 高天<sup>1</sup>, 冯肖<sup>1</sup>, 刘洋<sup>1</sup>

(1. 山东科技大学 矿业与安全工程学院, 山东 青岛 266590;

2. 山东科技大学 矿业工程国家级实验教学示范中心, 山东 青岛 266590)

**摘要:** 该文从模拟矿井实训教学平台安全规章制度、仪器设备管理、人员管理等6个方面进行风险识别,建立了模拟矿井综合实践教学平台风险评价指标体系,结合模糊综合评价法得出平台模糊综合评价模型。以山东科技大学模拟矿井综合实习实训教学平台为例进行了风险评价实证研究,根据综合评价结果对存在的安全隐患提出相应的整改措施。

**关键词:** 模拟矿井; 综合实践教学平台; 安全风险评价; 模糊综合评价; 整改措施

**中图分类号:** G474; X923 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2018)09-0265-05

## Research on safety risk assessment of comprehensive practical teaching platform for simulation mine

Liu Yin<sup>1,2</sup>, Cui Xiangzheng<sup>1</sup>, Gao Tian<sup>1</sup>, Feng Xiao<sup>1</sup>, Liu Yang<sup>1</sup>

(1. College of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. National Experimental Teaching Demonstration Center for Mining Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

**Abstract:** The risk identification is carried out from six aspects such as the safety rules and regulations, training equipment management, personnel management, etc., the risk assessment index system of the comprehensive practical teaching platform for simulation mine is established, and the fuzzy comprehensive assessment model of platform is obtained in combination with the fuzzy comprehensive assessment method. By taking the comprehensive practical teaching platform for the simulation mine in Shandong University of Science and Technology as an example, the empirical study of risk assessment is carried out. It is concluded that the safety grade of the comprehensive practical teaching platform of Shandong University of Science and Technology is safer, and according to the results of the comprehensive assessment, corresponding rectification measures are put forward for existing hidden dangers.

**Key words:** simulation mine; comprehensive practical teaching platform; safety risk assessment; fuzzy comprehensive assessment; rectification measures

模拟矿井综合实习实训教学平台是矿业工程中采矿工程、安全工程、机电工程、测绘工程等专业实习教学中不可或缺的实践场所。根据实际需求,模拟矿井综合实习实训教学平台一般模拟实际矿井包含地

上工作面 and 地下工作面两大部分,虽然较之真实矿井,其深度较浅,内部结构较为简单,但其运输巷道、采掘系统、电力系统、通风系统、排水系统较真实系统相差无几。因此在模拟矿井实训平台建设与使用中同实际矿井一样也存在诸多安全隐患,一旦处置不当也会发生严重的安全事故,从而给师生正常学习生活带来不容忽视的影响。因此对模拟矿井综合实训平台进行安全风险评价具有重要的现实意义。

有关实验室安全风险评价的研究,在国内外都有长足发展。陈晶晶采用模糊综合评价法对高校实验室安全管理情况进行评价<sup>[1]</sup>,提出了提高学术性实验室安全管理的建议;陈祺采用遗传算法优化BP神经网络

收稿日期:2018-02-14 修改日期:2018-07-09

基金项目:山东省研究生教育创新计划项目(SDY16005);山东省重点教改项目(2015Z069);教育部学校规划建设发展中心学校绿色发展研究基金重点项目(LSFZ1601)

作者简介:刘音(1973—),女,陕西米脂,博士,讲师,从事环境与安全工程的研究与教学。

E-mail:liuyin-73@163.com

络<sup>[2]</sup>,建立了基于GA-BP神经网络的高校实验室安全评价模型;李丁依据当今高校实验室安全管理的新特点<sup>[3]</sup>,从健全实验室安全制度等5个方面,对如何建立完善的实验室安全管理体系以及如何评价其实施效果进行了阐述;姜慧敏运用海因里希因果连锁理论分析实验室事故发生的原因<sup>[4]</sup>,并结合组织管理学、行为科学等相关管理理论提出了进一步加强实验室安全管理的建议;Pluess等基于实验室评估与风险分析软件的联合适用性<sup>[5]</sup>,检验并总结出整体风险分析方法更适用于非专业人员,有助于降低学术环境中的事故率。

但是以上研究都是关于实验室安全风险评价及管理研究,目前还没有文献对模拟矿井实训平台的安全风险评价进行研究,因此为提高模拟矿井实训平台安全等级,需要建立一套完善的安全风险指标评价体系,对实训平台进行整体分析评价,进而制定相应的安全管理措施,提高实训平台安全性。本文从安全规章制度、仪器设备管理、人员管理、环境安全管理、应急处置管理、安全知识教育6个方面入手建立实训平台安全风险指标评价体系,运用模糊综合评价法对检测实验室的整体安全性进行分析和评价,最终结合综合评分,提出针对提高模拟矿井实训平台安全的管理措施。

## 1 模拟矿井综合实习实训教学平台安全风险综合评价模型的建立

### 1.1 风险识别及评价指标体系

结合综合教学平台的自身特点以及有关专家的意见,针对模拟矿井,归纳出了影响安全的主要风险因素,并确立评价指标如下:

(1) 安全规章制度。由于矿井生产的复杂性,单纯依靠个人的自我管理难以有效控制生产风险,安全规章制度的制定和执行对于煤矿安全生产会构成较大的影响<sup>[6]</sup>。针对模拟矿井综合实践教学平台安全规章制度而言,首先考虑的是地面工业广场管理和井下作业规程的制定,其次还应制定完善的突发事件应急预案。

(2) 仪器设备管理。模拟矿井综合实践教学平台内生产设备的使用寿命和其他各类机械设备的完好程度是影响教学平台安全的重要因素,特种仪器设备的使用是否合乎规范也会影响其安全<sup>[7]</sup>。此外,地面仪器设备的定期检测以及井下设备设施的维修保养都应安排专人负责。

(3) 人员管理。模拟矿井综合实践教学平台的人员管理分为工作人员的管理和参观实习人员的管理。首先,对于工作人员来说,专业的技术培训、强大的心理素质和严谨负责的态度对实验室的安全起到决定性作用<sup>[8]</sup>。对于参观实习人员来说,其对矿井布局的了

解程度和自身动手操作的熟练度也影响着教学平台的安全。另外,井下工作时间的长短也对安全产生一定程度的影响。

(4) 环境安全管理。环境是影响实验室安全的外在与客观因素<sup>[9]</sup>。影响教学平台环境安全的因素总体分为地面环境因素和井下环境因素两大类。其中,地面环境因素包括地面建筑施工情况等;井下环境因素包括井下毒害气体浓度、顶底板的可靠性和井下通风照明设施等。环境因素近年来愈来愈成为导致风险发生的关键因素,因此正视环境安全管理对于营造一个安全可靠的实验室环境至关重要。

(5) 应急处置管理。应急处置措施的正确与否直接关系到模拟矿井综合实践教学平台财产和人身安全。对于模拟矿井综合教学平台而言,井下应急设备设施、地面应急救援准备、采煤面处应急通道和井下应急物资准备都影响着灾害的破坏力度,对后期综合教学平台的整顿与修复起到关键性作用。

(6) 安全知识教育。安全知识教育落实的程度直接影响工作人员的安全理念。对于模拟矿井综合教学平台而言,主要包括煤矿安全教育手册的制定与颁发,定期开展安全主题教育活动,定期组织开展井下安全消防演练。

确定后的模拟矿井综合实习实训教学平台风险评价指标体系见图1。

### 1.2 建立综合实习实训教学平台评价因素集和评语集

模糊综合评价的目的在于将每个评价对象的综合分值高低进行排序,选择一个最佳结果,应用在本文中则是在评价结果 $D$ 中挑选出最客观合理的实验室风险状态。

评价对象的影响因素组成的集合成为因素集,表达式为:

$$H = \{h_1, h_2, \dots, h_n\} \quad (1)$$

其中 $h_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为被评价系统的评价指标。

在模拟矿井综合实践教学平台的风险评价中,因素集主要包含安全规章制度、仪器设备管理、人员管理、环境安全管理、应急处置管理和安全知识教育水平等因素。

被评价系统的各个影响因素的评判结果构成的集合成为评语集 $E$ ,表达式为:

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\} \quad (2)$$

其中, $e_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 表示可能的评判结果,一般划分为3~5个等级。在综合实习实训教学平台的风险评价中,评语集按照安全的可靠程度可设定为 $V = \{\text{可靠, 较可靠, 中等可靠, 不可靠, 很不可靠}\}$ 。

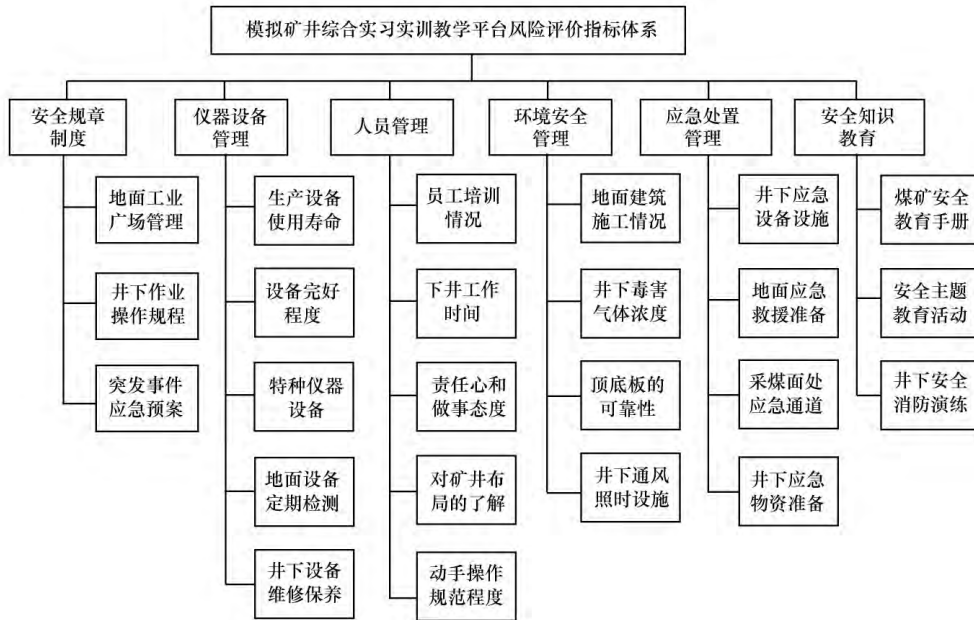


图 1 综合实习实训教学平台风险评价指标体系

1.3 基于专家评分法的各级评价指标权重的确定

先由调查者拟定评价表格,然后交由各位专家独立评分,专家之间互不交流,不受外界影响,保证评分的科学性。最后由调查者归纳整理数据,进而得出结论。

各位专家对评价指标  $H_{ij}$  的重要程度评分  $a_{ij}$  要满足公式  $\sum_{i=1}^n a_{ij} = 1$ , 因素  $h_i$  的权重系数计算公式为:

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{\sum_{j=1}^m (\sum_{i=1}^n a_{ij})} \quad (3)$$

因此可以得出各模糊子集  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 。

通过制定调查表、请专家打分、收集整理专家打分表等过程,带入式(3)计算得出各因素重要程度系数,如表 1 所示。

1.4 评价指标等级量化准则

根据专家对指标体系的打分,计算出各指标的权重,实现了对综合实践教学平台风险评价的定量分析。然而对模拟矿井综合实践教学平台进行风险评价的目的是要获得其风险性的高低,即需要获得一个定性的评价结果。因此,依据相关法律法规及标准,结合专家的建议,制定出了合理的评分等级标准(见表 2)。

表 1 综合实习实训教学平台风险评价因素集权重分配表

评价对象	因素子集	影响因素	权重分配
综合 实习 实训 教学 平台 风险 评价 指标 体系	安全规章制度	地面工业广场管理	0.302
		井下作业操作规程	0.345
		突发事件应急预案	0.353
	仪器设备管理	生产设备使用寿命	0.215
		设备完好程度	0.278
		特种仪器设备	0.142
		地面设备定期检测	0.136
		井下设备维修保养	0.229
	人员管理	员工培训情况	0.206
		下井工作时间	0.218
		工作人员的责任心和做事态度	0.236
		参观实习人员对矿井布局的了解程度	0.147
参观实习人员动手操作规范程度		0.193	
环境安全管理	地面建筑施工情况	0.178	
	井下毒害气体浓度	0.225	
	顶底板的可靠性	0.346	
	井下通风照明设施	0.251	

表 1(续)

评价对象	因素子集	影响因素	权重分配
综合 实习 实训 教学 平台 风险 评价 指标 体系	应急处置 管理 0.189	井下应急设备设施	0.280
		地面应急救援准备	0.214
		采煤面处应急通道	0.248
		井下应急物资准备	0.258
	安全知识 教育 0.145	煤矿安全教育手册	0.246
		安全主题教育活动	0.368
		井下安全消防演练	0.386

表 2 评分等级标准

评价分值	安全等级	评价分值	安全等级
$90 < x \leq 100$	高	$60 < x \leq 70$	较低
$80 < x \leq 90$	较高	$x \leq 60$	低
$70 < x \leq 80$	一般		

若对指标的评分位于 90~100 范围内,则表示被评价指标的安全等级为高,说明该教学平台的安全可靠性较高。若指标评分位于 80~90,则表示被评价指标的安全等级较高;若指标评分位于 70~80,则表示被评价指标的安全等级一般。若指标评分位于 60~70,则表示被评价指标的安全等级较低;若指标评分位于 0~60,则表示被评价指标的安全等级低。如果综合评分位于“较低”或“低”,说明教学平台的风险程度过高,必须立即采取整改措施。

## 2 综合实践教学平台风险综合评价实证研究

### 2.1 山东科技大学泰安模拟矿井综合实践教学平台概况

矿业工程综合实训中心隶属于山东科技大学泰山科技学院,始建于 1988 年,当时为解决煤炭工科院校所存在的现场实习难、实习效果差的突出问题,借助校内地理优势,利用校园东南隅的天然地沟,在校园内建设了一座系统完整、功能齐全、实践教学内容丰富的校内教学矿井,并配备专门教学机构组织教学,使其成为具有煤矿特色的工程训练中心。该教学矿井由“地面工业广场”和“井下”两部分构成。2013 年,被批准为山东科技大学国家级矿业工程实验教学中心。目前该矿井可进行煤矿认识实习、巷道掘进实习、采煤生产实习以及为非煤矿专业学生提供对煤矿的认识实习等实习任务,为广大师生了解矿井工作情况提供了便利条件,该实验教学中心每年接待校内、校外学生实习、参观达 2 000 人。因此实习矿井的安全保障十分必要。

### 2.2 确定因素集及因素评分

综合实践教学平台风险模糊综合评价的因素集为

模拟矿井综合实习实训教学平台风险评价指标体系的各评价指标(见图 1)。指标的定量化评分区间为 90~100、80~90、70~80、60~70 和不足 60 分,分别对应安全等级为高、较高、一般、较低、低。对于最终综合评价结果的安全等级定位分为可靠、较可靠、中等可靠、不可靠、很不可靠 5 个等级。邀请 10 位专家根据实验室的具体情况打分,然后进行数据处理。如果 8 位专家认为实验室安全等级高、1 位专家认为安全等级较高、1 位专家认为安全等级一般,则此评价指标的评分记为(0.8,0.1,0.1,0.0,0.0)。

## 2.3 模糊综合评价

### 2.3.1 单因素模糊综合评判

单独对某一个因素进行模糊评价,可以得到这个因素与评语之间的模糊关系矩阵,这个过程称为单因素模糊评判。

从单因素  $H_i$  来进行评价,获得对评价子集  $D_j$  的隶属度  $r_{ij}$ ,就可以得到第  $i$  个因素的单因素模糊评价集合  $r_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$ ,那么完成对  $n$  个因素的模糊评价,即可得到模糊关系矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

则综合评判结果为:

$$B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

其中,  $B$  为  $H$  对  $D$  的隶属向量。例如

安全规章制度  $H_1$  有:

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.302, 0.345, 0.353) \cdot$$

$$\begin{pmatrix} 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.8 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.0 & 0.0 \end{pmatrix} = (0.1914, 0.6388, 0.1698, 0, 0)$$

同理可得:

仪器设备管理  $H_2$  有:

$$B_2 = (0.2653, 0.56, 0.1469, 0.0278, 0)$$

人员管理  $H_3$  有:

$$B_3 = (0.2057, 0.584, 0.1809, 0.0294, 0)$$

环境安全管理  $H_4$  有:

$$B_4 = (0.3451, 0.5047, 0.1, 0.0502, 0)$$

应急处置管理  $H_5$  有:

$$B_5 = (0.226, 0.5494, 0.173, 0.0516, 0)$$

安全知识教育  $H_6$  有:

$$B_6 = (0.0386, 0.2368, 0.5982, 0.1264, 0)$$

### 2.3.2 二级模糊综合评价

将  $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6$  看作 6 个综合影响因素,将  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$  构成其模糊矩阵  $R$ ,计算如下:

$$B = A \cdot R =$$

(0.124, 0.162, 0.215, 0.165, 0.189, 0.145) ·

$$\begin{pmatrix} 0.1914 & 0.6388 & 0.1698 & 0 & 0 \\ 0.2653 & 0.56 & 0.1469 & 0.0278 & 0 \\ 0.2057 & 0.584 & 0.1809 & 0.0294 & 0 \\ 0.3451 & 0.5047 & 0.1 & 0.0502 & 0 \\ 0.226 & 0.5494 & 0.173 & 0.0516 & 0 \\ 0.0386 & 0.2368 & 0.5982 & 0.1264 & 0 \end{pmatrix} =$$

(0.2161902, 0.5169393, 0.2196825, 0.047188, 0)

根据最大隶属度原则,综合评价结果显示,模拟矿井综合实践教学平台的安全等级为比较安全。

### 3 综合实践教学平台风险控制对策

综合评价结果显示该模拟矿井综合实践教学平台处于比较安全的状态,但从专家评分不难看出,其仍存在一些安全等级偏低的单项指标。比如安全知识教育  $H_6$ ,其专家评分为(0.0386, 0.2368, 0.5982, 0.1264, 0),安全等级为一般安全,有很大的提升空间。

结合上述评价结果,对综合实践教学平台风险控制提出以下改进措施:

(1) 建立煤矿安全风险预控管理体系。煤矿安全风险预控管理体系以风险预控为核心,以员工不安全行为管控为重点,以生产系统安全要素管理为基础,以 PDCA 循环方法为运行模式,依靠科学的考核评价机制推动体系的合理运行<sup>[10]</sup>。通过对模拟矿井综合实践教学平台建立安全风险预控管理体系,可以有效分析出该模拟矿井的风险因素,通过行之有效的风险评估,发现问题所在,进而提出相应的改善措施,提升其安全等级。

(2) 制定并发放煤矿安全教育手册。模拟矿井综合实践教学平台安全教育手册是工作人员及参观实习人员的行为指导方针,相关煤矿安全管理部门应制定并下发适合于本矿井基本情况的安全手册,并根据矿井实时情况及时修订,以期达到“预防为主,防范在先”的目标<sup>[11]</sup>,确保人身及财产安全。

(3) 定期开展安全主题教育活动。以“安全参观,安全实习,安全实训”为主线,提出实习矿井安全主题教育活动的具体工作要求,落实规范化、长效化、制度化的安全活动机制,营造更加浓厚的宣传舆论氛围,进一步增强“安全实习”的创建工作,以“安全主题教育”活动为契机,落实各项安全制度和措施,使安全教育观念深入人心。

(4) 组织实习矿井井下安全消防演练。在日常的生产实习中,我们随时都有可能遇到火灾等危险的发生,因此我们有必要定期组织实习矿井井下安全消防演练。教育广大师生进一步提高消防安全意识,减少和防范因违规操作而导致危险的发生;学会火灾初期

灭火方法;明确实习矿井井下安全逃生路线,增强自救技能。通过演练,可以最大限度地降低实习矿井风险带来的损失。

(5) 加强综合实践教学平台安全建设力度,定期监察模拟矿井安全状况。加大模拟矿井用房基础条件建设,整合资源并合理调配实验用房;配备必要的安全防护措施,确保安全资源投入;学习“四方合作”框架建设<sup>[12]</sup>,建立实习矿井地面工业广场和井下工作面实验室安全监察体制,成立安全监察小组,对实习矿井地面及井下的各项指标定期监察并反馈到学校保卫处,及时提出整改措施。只有从“全方位、多层次”进行安全监察与改进,全面提高安全监督管理和监察水平,实习矿井安全才能最大限度地得到保障。

### 4 结语

伴随着我国高等教育事业的蓬勃发展,高校综合实践教学平台的数量会日趋增加,这给我们的实践教学提供便利的同时,无形之中也带来一定程度的风险因素。因此,如何正确合理地使用好这把“双刃剑”显得尤为重要。我们必须将“安全第一”的信念牢记于心,制定科学的安全管理规章制度,采取行之有效的安全管理措施,呼吁全体师生参与到安全管理的体系之中,用实际行动去营造一种和谐、安稳的学习生活环境。

### 参考文献 (References)

- [1] 陈晶晶. 高校实验室安全管理评价体系的研究[D]. 上海:华东理工大学, 2012.
- [2] 陈祺. 基于 GA-BP 神经网络的高校实验室安全评价体系的研究[D]. 厦门:厦门大学, 2014.
- [3] 李丁,曹沛,王萍,等. 高校实验室安全管理体系构建的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(3): 274-277.
- [4] 姜慧敏. 理工院校实验室安全管理体系及运行机制研究[D]. 南京:南京师范大学, 2008.
- [5] Pluess, Meyer, et al. Joint applicability test of software for laboratory assessment and risk analysis [J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2016(40): 234-240.
- [6] 杨军. 煤矿安全风险评价与预警研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2013.
- [7] 任颖. 模糊综合评价在实验室安全管理评价中的应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2015, 11(1): 186-190.
- [8] 王敬泽. 高校实验室消防安全评价体系的建立[J]. 武警学院学报, 2016, 32(8): 76-80.
- [9] 孙学珊,周艳,魏利鹏. 高校实验室综合安全评价探究[J]. 实验室科学, 2016, 19(4): 213-216.
- [10] 郎拉弟. 煤矿安全风险预控管理体系的建设与应用[J]. 四川水泥, 2015(1): 60, 84.
- [11] 周健,朱育红,蓝闽波. 高校实验室安全管理特点及发展趋势浅析[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(7): 281-284.
- [12] 汤道路. 煤矿安全监管体制与监管模式研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2014.