

李红霞,李妍雯.安全信息认知视角下矿工个体安全信息力影响因素研究[J].西安科技大学学报,2019,39(5):867-874.
LI Hong-xia, LI Yan-wen. Influential factors on miners' individual safety information force from the perspective of safety information cognition [J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 2019, 39(5): 867-874.

安全信息认知视角下矿工个体安全信息力影响因素研究

李红霞,李妍雯

(西安科技大学 管理学院,陕西 西安 710054)

摘要:在中国煤矿事故中,矿工不安全行为是导致事故的主要原因,而归根结底是由于矿工个体安全信息力低下,导致无法全面感知安全信息,进而产生认知偏差,最终容易导致不安全行为的发生,造成事故。文中在对安全信息认知的通用模型进行分析的基础上,结合矿工作业环境的特殊性以及矿工对安全信息的认知特征构造了矿工安全信息认知的一般过程。针对此认知过程,文中从安全信息、安全信息传播、个体信息感知、个体信息认知和个体信息利用5个一级因素出发,细分出影响矿工个体安全信息力的二级因素。通过DEMATEL(评价实验室)和ISM(解释结构模型)分析了各影响因素,找出了影响矿工个体安全信息力的原因要素和结果要素以及根源因素,并对其进行分层,构建了矿工个体安全信息力影响因素的多级递阶结构图。文中对此提出了相关建议,也为后续的研究提供了参考意见。

关键词:安全信息认知;个体安全信息力;DEMATEL;ISM;影响因素

中图分类号: X 911

文献标志码: A

文章编号: 1672-9315(2019)05-0867-08

DOI: 10.13800/j.cnki.xakjdxxb.2019.0517

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Influential factors on miners' individual safety information force from the perspective of safety information cognition

LI Hong-xia, LI Yan-wen

(College of Management, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: Unsafe acts are the main cause of coal mining accidents in China. Basically, these accidents are mainly due to the miners' weak safety information force which leads to incomplete cognition of safety and consequently cognitive bias and finally results in unsafe acts and the occurrence of accidents. Based on an analysis of the general model of safety information cognition in a system and considering the particularity of mining environment and the characteristics of miners' cognition of safety information, this paper built a general process of miners' safety information cognition. Based on this process and the five first-level factors: safety information, safety information spreading, individual information perception, cognition and using, this paper analyzed the secondary factors that affect the individual safety information force of miners. Through Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) and Interpretative Structural Modelling (ISM), different factors were analyzed, the causative factors, se-

收稿日期: 2018-12-19

责任编辑: 杨泉林

基金项目: 国家自然科学基金(71271169)

通信作者: 李红霞(1965-),女,河北遵化人,教授,博士生导师, E-mail: 4061445196@qq.com

quent factors and root factors of affecting miners' individual safety information force were found and stratified, and a multilevel hierarchical structure diagram of the affecting factors was built. In this way, this paper proposed related advice and provided reference comments for subsequent research.

Key words: safety information cognition; individual safety information force; DEMATEL; ISM; influential factors

0 引言

随着现代社会生产技术的不断提高,机械设备的性能也越来越高,但在煤炭开采这种高危行业中,事故的发生率依然居高不下。2017年间全国煤矿共发生事故219起,相对于前几年,煤矿安全生产形势有所好转。同比2016年事故发生率下降12%。截止2016年的统计,2016年煤炭事故中顶板事故占比13.79%,瓦斯泄露占比37.93%,透水事故占比20.69%,火灾事故占比13.79%,运输事故占比3.45%,有害气体中毒事故占比10.35%,而这些事故基本都是由于人为原因造成^[1]。因此,导致事故发生的人为因素一直是煤炭安全管理的重要研究方向。

在此前的安全管理研究中,国内外学者总结归纳出了众多事故致因模型。从员工的不安全行为出发,分析了导致员工不安全行为的众多原因。文献[2]从人因失误的角度出发,分析了员工不安全行为导致事故发生的路径。文献[3]从安全素质、安全技能和安全态度等多方面分析了出现不安全行为的原因,文献[4]从员工行为本身出发,分析其对工作安全的作用。文献[5]从心理学的角度出发,认为人的行为实质是内在信息认知过程的外在表现。文献[6]从生理原因分析了高危行业从业人员发生不安全行为的原因。文献[7]从作业环境的角度出发分析了对不安全行为的影响因素。这些研究多聚焦于对客观因素以及行为本身导致事故发生的路径分析,缺乏对导致这些行为发生的某一个行为主体因素的分析。近年来,国内外一些学者开始从神经科学的角度出发,分析导致不安全行为发生的主体原因。文献[8]从大脑功能角度分析了认知差异。文献[9]从工作记忆对注意力的影响角度分析了大脑记忆力对信息的认知影响。李红霞、黄浪、牛莉霞、李乃文等人从神经科学和认知科学的不同方面,如大脑疲劳、信息认知、大脑紧张等角度分析了矿工不安

全行为产生的原因,这些研究都表明大脑功能是影响员工不安全行为的深层次原因^[10-13]。结合已有研究,文中认为个体安全信息力的不足是影响矿工产生不安全行为的根本原因。

所以要改善矿工的不安全行为,必须从矿工对安全信息的认知过程入手,分析影响矿工个体安全信息力的影响因素并对其进行改进。黄浪等提出,个体安全信息力是指在特定的工作环境与任务中,个体整合并利用包括安全态度和安全技能在内的多种内在安全素质,进行安全信息的获取、分析和利用,从而实现安全目标与绩效的能力^[11]。文中将在安全信息的认知视角下,结合矿工对安全信息的认知特征以及认知过程,找出影响矿工个体安全信息力的因素,对其进行分析并提出相关建议。

1 矿工安全信息认知特征

1.1 片面滞后

煤矿工人长期处于作业阶段,工作场所处于井下^[12]。受井下瓦斯、矿尘等自然条件的影响,煤矿工人的工作环境更恶劣,安全风险更大。这种幽暗狭窄且危险的工作环境会影响矿工对安全信息的认知,对安全信息的捕捉具有片面性和滞后性。

1.2 低效

长期的井下作业和高强度的工作负荷以及对安全生产活动的高度紧张等原因都使矿工长期处于高压状态,导致心智游移^[13],从而占用了矿工大脑中的部分注意资源。体力与精神力的巨大消耗都使矿工难以在工作中保持高度的注意力,对安全信息的认知效率就会降低,容易产生不安全行为。

1.3 复杂易错

信息在当今大数据社会中已不单单由一个维度构成,要想全面把握信息,必须从多维视角进行挖掘^[14]。同样,煤矿安全信息不是从一个方面进行捕捉,其涉及到多个方面,根据谢斌红等人依据《煤矿安全生产事故隐患分类分级标准》对安全信

信息的分类以及田鹏伟等人提出的事物之间的复杂异构性^[14-15],文中认为煤矿安全信息之间也存在复杂的关系。煤矿安全信息的传播贯穿了整个企业,这种传播层级的影响以及煤矿安全信息的多源异构都造成了矿工对安全信息收集与传播的困难以及矿工对安全信息认知的复杂性和易错性。

而要解决这个问题,使矿工的个体安全信息力得到有效发挥与提升,应该对安全信息进行多元融合。可将马琳茹等人研究的“多源异构安全信息融合关联技术”引入思考,在矿工对来自多方面的安全信息进行认知时,可利用其安全信息源的互补性和联系性,减少认知错误^[16]。

2 矿工安全信息认知过程

2.1 安全信息认知通用模型

吴超在对安全信息认知的研究中,构造了安全信息认知通用模型^[17]。他认为安全信息认知过程包括 7 个关键事件: 真信源、信噪、信源载体、感知信息、认知信息、响应动作和动作结果。6 个时间状态: S_{11} , S_{12} , S_{13} , S_{14} , S_{15} , S_{16} 。五级信息失真: 失真、失误、失解、失控和失效。四级信息传播: 信源、信道、信宿和信馈。如图 1 所示。

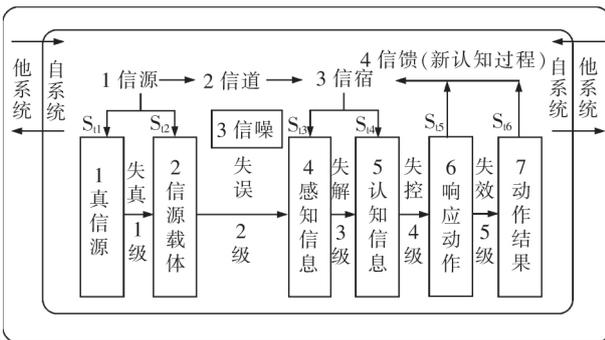


图 1 安全信息认知通用模型^[17]

Fig. 1 General model of safety information cognition in a system^[17]

此模型完整地描述了一般情况下安全信息认知的整个过程,而矿工在对安全信息的认知过程中,其个体信息力的体现主要集中在第 4、5、6、7 号关键事件。结合个体安全信息力的定义,矿工个体安全信息力是由矿工在作业过程中对安全信息的获取、分析和执行 3 个维度构成。矿工的个体安全信息力在受这 3 个维度共同作用影响的同时,也受到信源和信道的影响。

2.2 矿工安全信息认知一般过程

基于煤矿安全信息的多源异构性,以及综合考虑煤矿工人的工作特征和安全信息认知特征,结合安全信息认知通用模型所描述的安全信息认知一般过程,从煤矿安全信息的 4 个类别出发,文中构造出煤矿工人安全信息认知的一般过程,如图 2 所示。

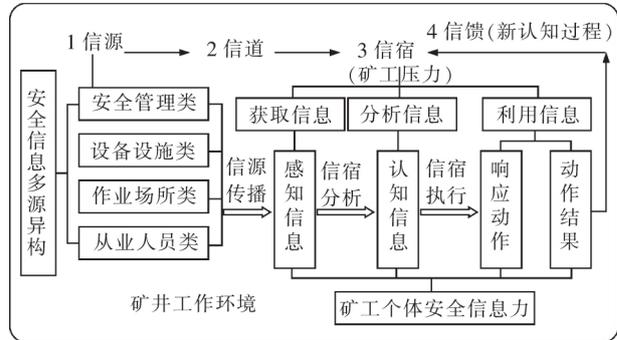


图 2 矿工安全信息认知的一般过程

Fig. 2 General process of miners' safety information cognition

3 矿工个体安全信息力影响因素提取

基于文中所构造的矿工安全信息认知的一般过程,结合矿工对安全信息的认知特征,文中对矿工个体安全信息力影响因素的研究将从以下 5 个一级因素进行分析,即安全信息、安全信息传播、个体信息感知、个体信息认知和个体信息利用。

3.1 安全信息

安全信息作为连接安全行为主体的主观安全认识和系统(组织)客观安全状态的桥梁和纽带,具有多源异构性^[18]。煤矿企业中安全信息的缺失或安全信息的不对称性会导致安全管理失败,从而导致不安全行为的发生。而安全信息的完备性、更新及时性、有效性都反映了其与实际符合的程度,因此安全信息本身与实际情况的符合程度是影响矿工对安全信息获取能力的重要因素。

3.2 安全信息传播

信息在传播过程中会受到各种因素的影响导致信息失真,从而影响矿工对真信源的把握。而从“安全信息认知通用模型”可以看出“信噪”就是传播过程中导致信息失真的影响因素,比如组织信息沟通失效^[19]、安全信息流经层级过多以及传播者的能力低下都容易产生“信噪”。受“信噪”的影响,会造成信息缺失与偏差,使矿工对信息的认

知产生偏差,导致最后的行动失误,个体安全信息力发挥失效。在安全信息的传播过程中,矿工间能够有效进行信息沟通对矿工安全能力有正向影响^[20],会减少“信噪”的产生。组织对安全信息的宣传是否到位,对风险的告知是否及时也会影响矿工对安全信息的获取和对风险的预判^[21]。

3.3 个体安全信息感知

认知神经科学认为人对信息的感知活动受大脑控制,通过感觉中枢和感觉器官,人体自身对周围环境的危险进行感知^[22]。人的五感(眼、耳、鼻、舌、皮肤)会对矿井中的光、热、气味、压力等自然环境发生的变化而产生反应,刺激人的神经产生神经兴奋^[23],从而使矿工对安全信息产生初步生理感觉。通过大脑的反应思考,使接收到的安全信息与安全知识相匹配,形成对安全信息的知觉,这就是对信息的感知过程。

在此过程中,特殊的工作环境,工作压力而导致的生理及心理状况变化,以及矿工的五感这些非意向性不安全行为影响因素都会影响矿工对风险的感知能力,从而影响矿工的个体安全信息力^[24]。

3.4 个体安全信息认知

人脑接受外界输入的信息,经过头脑的加工处理,转换成内在的心理活动,进而支配人的行为,这个过程就是信息加工的过程,也就是认知过程^[25]。矿工在对安全信息进行感知后,基于矿工大脑对感知信息的短期记忆和对安全知识的长期记忆^[21],矿工会通过自身的工作经验对感知信息进行筛选和分析,选择有用的感知信息进行思考加工,形成认知信息,成为行为决策的依据^[23]。在这个过程中,矿工的理解能力、判断能力和反应能力^[25],即矿工的思维能力是很重要的因素。

3.5 个体安全信息利用

矿工在认知信息的基础上,结合实际的需要,对认知信息进行判断比较,形成决策指令,指导动作行为,对潜在危险进行预判,进行事故预防,或对紧急事故采取应急措施。在利用过程中,矿工的岗位胜任能力与应急反应能力,包括运动器官和运动神经作用在内的身体状况都会影响矿工最终动作的实施效果^[21]。

表1为对这5个一级因素下的矿工个体安全信息力影响因素的细分整理。

表1 矿工个体安全信息力影响因素

Table 1 Influential factors of miners' individual safety information force

一级因素	二级因素
安全信息	安全信息与实际符合程度
安全信息传播	信息宣传与风险告知及时程度
	信噪
个体安全信息感知	工作环境
	身心状况
	五感
个体安全信息认知	安全知识
	思维能力
	记忆能力
	工作经验
个体安全信息利用	岗位胜任力
	应急反应能力
	身心状况

4 影响因素 DEMATEL 和 ISM 建立

4.1 模型介绍

评价实验室(DEMATEL) 方法是通过图论与矩阵对系统或事件影响因素进行分析的方法^[27]。根据各因素之间的逻辑关系以及重要程度进行打分,计算出直接影响矩阵和综合影响矩阵,根据矩阵可以进一步计算出各影响因素的影响度、被影响度、中心度和原因度,继而明确影响因素之间的传递方向,从而找出最根本的因素。

解释结构模型(ISM) 是解释各因素之间层级关系的一种结构化模型分析方法,通过对邻接矩阵的计算得出可达阵,从而明确各影响因素的层次结构,便于系统地认识事件,抓住主要影响因素,着力解决重点问题^[27]。

4.2 矿工个体安全信息力影响因素分析

1) 对上述影响因素进行整合编号: F1 安全信息与实际符合程度、F2 信息宣传与风险告知及时程度、F3 信噪、F4 工作环境、F5 五感、F6 身心状况、F7 矿工个体安全信息感知、F8 工作经验、F9 安全知识、F10 矿工个体安全信息认知、F11 安全技能(记忆能力、思维能力、岗位胜任力、应急反应能力)、F12 矿工个体安全信息利用。结合专家意见以及上述对影响因素提取的分析,对12个影响因素之间的相互影响程度进行打分,0表示无影响,1表示影响弱,2表示影响中等,3表示影响强,得到以下直接影响矩阵。

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
F1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0
F3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
F4	2	3	3	0	3	3	3	0	0	0	1	2
F5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1
F6	0	0	0	0	1	0	3	0	0	2	3	3
F7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
F8	0	0	0	0	2	1	2	0	2	3	3	3
F9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	3
F10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3
F11	0	0	0	0	0	0	2	2	1	3	0	3
F12	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	0

2) 对直接影响矩阵进行归一化处理,采用取行和最大值的方法,用每一个元素除以行和中的最大值,得到正规化的直接影响矩阵 X ,再根据公式 $T(\text{综合影响矩阵}) = X(I - X)^{-1}$ 计算得出以下综合影响矩阵。

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
F1	0	0	0.15	0	0	0	0.023	0	0	0.003	0.001	0.002
F2	0	0	0.1	0	0	0	0.17	0.004	0.054	0.03	0.015	0.024
F3	0	0	0	0	0	0	0.151	0.002	0.002	0.017	0.004	0.011
F4	0.1	0.15	0.18	0	0.162	0.168	0.267	0.032	0.031	0.091	0.13	0.189
F5	0	0	0	0	0.007	0.102	0.178	0.019	0.014	0.057	0.092	0.102
F6	0	0	0	0	0.055	0.008	0.188	0.046	0.037	0.189	0.221	0.237
F7	0	0	0	0	0.001	0.001	0.004	0.01	0.012	0.115	0.026	0.075
F8	0	0	0	0	0.109	0.064	0.165	0.055	0.146	0.271	0.265	0.284
F9	0	0	0	0	0.005	0.003	0.08	0.046	0.039	0.228	0.221	0.235
F10	0	0	0	0	0.004	0.002	0.023	0.035	0.074	0.062	0.153	0.2
F11	0	0	0	0	0.014	0.008	0.131	0.134	0.092	0.236	0.096	0.242
F12	0	0	0	0	0.014	0.008	0.042	0.131	0.088	0.18	0.217	0.096

根据综合影响矩阵,计算每个因素的影响度 D_i ,被影响度 C_i ,中心度 M_i 和原因度 R_i , D_i 为综合影响矩阵中的每一行之和, C_i 为综合影响矩阵中的每一列之和, $M_i = D_i + C_i$, $R_i = D_i - C_i$.影响度表示该元素对其他元素的综合影响值,被影响度表示该元素受其他各元素的综合影响值。中心度表示该元素在系统中的位置和所起的作用大小。当原因度大于零时表明该元素对其他要素影响大,称为原因要素;当原因度小于零时表明该元素受其他要素影响大,称为结果要素。由此过程得到表 2。

根据表 2 中的数据结果,F10 矿工个体安全信息认知、F11 安全技能(记忆能力、思维能力、岗位胜任力、应急反应能力)、F12 矿工个体安全信息利用这 3 个因素的中心度排前 3 位,是整个系统的关键因素。F7 对信息的感知中心度为 1.666,在整个系统的中心度排序中为第五位,认为信息感知

也是重要的影响因素。根据中心度的排名,F12,

表 2 矿工个体安全信息力各影响因素的相关度值
Table 2 Correlation degree of each influential factor of miners' individual safety information force

	D_i	C_i	R_i	M_i	排序
F1	0.178	0.100	0.078	0.278	12
F2	0.398	0.150	0.248	0.548	11
F3	0.187	0.430	-0.243	0.617	10
F4	1.500	0	1.5	1.5	6
F5	0.571	0.370	0.202	0.941	9
F6	0.980	0.363	0.617	1.343	8
F7	0.244	1.422	-1.178	1.666	5
F8	1.359	0.514	0.845	1.873	4
F9	0.855	0.590	0.265	1.445	7
F10	0.555	1.480	-0.925	2.034	3
F11	0.953	1.441	-0.488	2.394	2
F12	0.777	1.698	-0.921	2.475	1

F11,F10 在系统中的作用最大;F8,F7,F4,F9,F6,

F5 居于中间,在系统中的作用次之;F3,F2,F1 处于后3位,在系统中的作用最弱,但并非不重要,是基层因素。由此,文中认为应着力改进关键因素,通过对中间因素与基层因素的改善来保证关键因素能够得到改进。

根据原因度的数值大小,F3 信噪、F7 矿工个体安全信息感知、F10 矿工个体安全信息认知、F11 安全技能(记忆能力、思维能力、岗位胜任力、应急反应能力)、F12 矿工个体安全信息利用这5个因素的原因度小于零,表明这5个因素是典型的结果因素,容易受到其他要素的影响。其他7个因素的原因度大于零,是原因要素,会对上述5个结果因素造成不同程度的影响。

根据影响度和被影响度的数值大小,F4 工作环境因素是一个典型的纯影响因素,它的影响度居首位,被影响度为零,说明在影响矿工个体信息力的影响因素系统中,他不受到其他因素的影响,但对其他因素造成了不同程度的影响,是基本因素中的重点。在提升矿工个体安全信息力时应注意对该因素进行改进。F12 矿工个体安全信息利用的被影响度居首位,说明该因素为“根源”因素。在提升矿工个体安全信息力时,应该特别注重改善影响矿工安全信息利用力的因素,提升矿工对安全信息的利用能力。

为了更清楚的说明影响因素间的层级关系,文中引入ISM(解释结构模型)。根据矿工个体安全信息力影响因素之间的逻辑关系以及相互间的直接影响关系,构建出要素关系矩阵,并通过计算得出以下可达矩阵。

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
F1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
F2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
F3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
F4	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
F5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
F6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
F7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
F8	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
F9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
F10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
F11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
F12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

在对重复路径和强连通进行处理之后,对矿

工个体安全信息力影响因素分为了5个层次,第一层次: $L_1 = (F1 \text{ 安全信息与实际符合程度、} F4 \text{ 工作环境、} F8 \text{ 工作经验})$,第二层次: $L_2 = (F2 \text{ 信息宣传与风险告知及时程度、} F3 \text{ 信噪、} F5 \text{ 五感、} F6 \text{ 身心状况、} F9 \text{ 安全知识})$,第三层次: $L_3 = (F7 \text{ 矿工个体安全信息感知、} F11 \text{ 安全技能})$,第四层次: $L_4 = (F10 \text{ 矿工个体安全信息认知})$,第五层次: $L_5 = (F12 \text{ 矿工个体安全信息利用})$ 。由此构建图3所示的矿工个体安全信息力影响因素的多级递阶结构图。

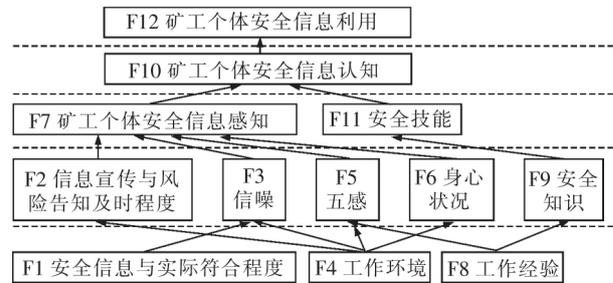


图3 矿工个体安全信息力影响因素多级递阶结构图

Fig. 3 Multi-level structure chart of influential factors of miners' individual safety information force

由多级递阶结构图可看出,ISM分析出的结果与DEMATEL的结果相一致,F12为最根源的因素,F7,F10,F11,F12为结果因素,处于层级中的后半段,其他8个因素对结果因素产生影响。结构图更直观的反映了各因素的层次,其中F1安全信息与实际符合程度、F4工作环境、F8工作经验是影响矿工个体安全信息力的基本因素,处于第一层级,说明在提升矿工个体安全信息力时应从这3个方面入手改进。同时中心度排前几位的的关键因素分布在不同的层级,更说明要提升矿工个体安全信息力需要全面考虑整个系统要素,抓住基本影响因素的重点“工作环境”,并逐级向上对影响关键因素与根源因素的要素进行改进,使整个影响因素系统得到改善,提升矿工个体安全信息力。

5 讨论

文中对矿工个体安全信息力影响因素的研究是以吴超对安全信息的研究^[17-18]以及其对安全信息的认知过程的研究^[18-21]为基础的。在对煤矿人因事故分析的文献中,多数聚焦于对矿工心理、情感、技能对不安全行为的影响的研究^[28],但基于安全信息对煤矿安全的重要性,文中认为导致煤矿人因事故的关键是矿工在工作中对安全信息的获

取感知,分析和利用的能力不足,即矿工个体安全信息力不高。基于文中对矿工个体安全信息力影响因素的分析结果,文中认为企业根据此研究结果可以从改善作业环境出发,加强对矿工信息认知能力以及安全技能的培训,定期举办知识讲座和安全技能比赛,丰富矿工的安全知识和处理事故的经验。加强矿工将工作经验与安全知识结合的意识与能力。完善企业信息系统,及时传播及反馈安全信息,避免安全信息缺失等,系统地提升矿工的个体安全信息力。

文中对矿工个体安全信息力影响因素的研究是一个整体分析,在之后的研究中,文中提出以下几个可供参考的研究方向

1) 研究者可以着重研究影响矿工个体安全信息力的各个影响因素的权重以及设计对矿工个体安全信息力的评价体系。

2) 将影响因素按照组织层级进行分类,明确从管理层到矿工本身对提升矿工个体安全信息力所应承担的责任与义务,建立明确的矿工个体安全信息力提升责任体系。

3) 研究分析矿工个体安全信息力对不安全行为的影响机理。

6 结 论

文中通过对矿工工作特征以及矿工对安全信息的认知过程的分析,结合矿工个体安全信息力的定义,运用 GEMATEL 和 ISM 模型对影响矿工个体安全信息力的因素进行了分析,其中矿工个体对信息的利用能力是影响矿工个体安全信息力的根源因素,矿工对安全信息的认知与安全技能为关键因素,工作环境是其基本因素中的重点。通过对影响因素的分层,文中认为应从矿工的认知过程出发,以最底层的基本因素为开始进行逐层改进,才能系统而全面地提升矿工个体安全信息力,在一定程度上避免不安全行为的发生。

参考文献(References):

- [1] Xiao Wang ,Fan-bao Meng. Statistical analysis of large accidents in China's coal mines in 2016 [J]. Natural Hazards 2018 ,92(4) : 311 - 325.
- [2] James Reason. Human Error [M]. Cambridge: Cambridge University Press ,1990.
- [3] Jane Mullen. Investigating factors that influence individual safety behavior at work [J]. Journal of Safety Re-

search 2004 ,35(3) : 275 - 285.

- [4] P. S. Paul ,J. Maiti. The role of behavioral factors on safety management in underground mines [J]. Safety Science 2007 ,45(4) : 449 - 471.
- [5] Neisser U. Cognitive psychology [M]. Upper Saddle River: Prentice Hall ,1967.
- [6] Umberto C ,Gatti ,Suzanne Schneider ,et al. Physiological condition monitoring of construction workers [J]. Automation in Construction 2014 ,44: 227 - 233.
- [7] Matthew R Hallowell ,Ivo F Yugar-Arias. Exploring fundamental causes of safety challenges faced by hispanic construction workers in the US using photovoice [J]. Safety Science 2016 ,82: 199 - 211.
- [8] Bartlett P F ,He R Q. Introduction to the thematic issue "from brain function to therapy" [J]. Science China Life Sciences 2014 ,57(4) : 363 - 365.
- [9] David Soto ,John Hodsoll ,Pia Rotshtein ,et al. Automatic guidance of attention from working memory [J]. Trends in Cognitive Sciences 2008 ,12(9) : 342 - 348.
- [10] 李红霞 ,黄已芯 ,田水承 等. 小脑神经网络在矿工疲劳监测控制系统中的应用 [J]. 西安科技大学学报 ,2018 ,38(3) : 443 - 451.
- LI Hong-xia ,HUANG Yi-xin ,TIAN Shui-cheng ,et al. Miner fatigue monitoring and control system based on cerebella model articulation controller neural network [J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology 2018 ,38(3) : 443 - 451.
- [11] 黄浪 ,吴超 ,王秉. 个体安全信息力的概念模型及其作用机制 [J]. 中国安全科学学报 ,2017 ,27(11) : 7 - 12.
- HUANG Lang ,WU Chao ,WANG Bing. Conceptual model for individual safety information force and its action mechanism [J]. China Safety Science Journal ,2017 ,27(11) : 7 - 12.
- [12] 牛莉霞 ,李乃文 ,姜群山. 煤矿员工工作压力源结构研究 [J]. 中国安全生产科学技术 ,2014 ,10(10) : 55 - 61.
- NIU Li-xia ,LI Nai-wen ,JIANG Qun-shan. Research on structure of occupational stressor for coal miners [J]. Journal of Safety Science and Technology ,2014 ,10(10) : 55 - 61.
- [13] 李乃文 ,刘孟潇 ,牛莉霞. 矿工工作压力、心智游移与不安全行为的关系 [J]. 中国安全生产科学技术 ,2018 ,14(10) : 170 - 174.
- LI Nai-wen ,LIU Meng-xiao ,NIU Li-xia. Relationship among work stress ,mind wandering and unsafe behavior of miners [J]. Journal of Safety Science and Technology 2018 ,14(10) : 170 - 174.

- [14] 田鹏伟,张 娴,胡正银,等.异构信息网络融合方法研究综述[J].图书情报工作,2017,61(7):137-144.
TIAN Peng-wei,ZHANG Xian,HU Zheng-yin,et al. Review of studies on heterogeneous information network fusion methods [J]. Library and Information Service, 2017, 61(7):137-144.
- [15] 谢斌红,马 非,潘理虎,等.煤矿安全隐患信息自动分类方法[J].工矿自动化,2018,44(10):10-14.
XIE Bin-hong,MA Fei,PAN Li-hu,et al. Automatic classification method of coal mine safety hidden danger information [J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(10):10-14.
- [16] 马琳茹,杨 林,王建新.多源异构安全信息融合关联技术研究[J].系统仿真学报,2008,20(4):981-985,989.
MA Lin-ru,YANG Lin,WANG Jian-xin. Research on security information fusion from multiple heterogeneous sensors [J]. Journal of System Simulation, 2008, 20(4):981-985,989.
- [17] 吴 超.安全信息认知通用模型构建及其启示[J].中国安全生产科学,2017,13(3):5-11.
WU Chao. Construction of universal model on safety information cognition and its enlightenment [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2017, 13(3):5-11.
- [18] 王 秉,吴 超,黄 浪.一种基于安全信息的安全行为干预新模型:SHKPB模型[J].情报杂志,2018,37(12):144-150.
WANG Bing,WU Chao,HUANG Lang. A new safety & security behavior intervention model based on safety & security-related information: SHKPB model [J]. Journal of Intelligence, 2018, 37(12):144-150.
- [19] 王 秉,吴 超.安全情报在安全管理中的作用机理及价值分析[J].情报理论与实践,2019,42(2):38-43.
WANG Bing,WU Chao. Function mechanism and value of safety & security-related intelligence in safety & security management [J]. Information Studies, 2019, 42(2):38-43.
- [20] 孙华程.基于信息沟通模型分析的公共危机管理组织模式研究[J].情报理论与实践,2009,32(4):33-36.
SUN Hua-cheng. Research on the organization mode of public crisis management based on the analysis of information communication model [J]. Information Studies: Theory & Application, 2009, 32(4):33-36.
- [21] 任满收.煤矿企业信息沟通对安全行为的影响[J].煤炭技术,2013,32(11):223-225.
REN Man-shou. Influence on safety behavior of coal enterprise employees information communication [J]. Coal Technology, 2013, 32(11):223-225.
- [22] 黄 浪,吴 超,王 秉.基于信息认知的个人行为安全机理及其影响因素[J].情报杂志,2018,37(8):121-127.
HUANG Lang,WU Chao,WANG Bing. Individual behavioral safety mechanism and its influence factors based on information cognition [J]. Journal of Intelligence, 2018, 37(8):121-127.
- [23] Russell A,Poldrack. Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data? [J]. Trends in Cognitive Sciences, 2006, 10(2):59-63.
- [24] 罗通元,吴超. SIC思维下的事故致因模型构建与实证分析[J].中国安全科学学报,2017,27(10):1-6.
LUO Tong-yuan,WU Chao. Construction and empirical analysis of accident cause model under SIC thinking [J]. China Safety Science Journal, 2017, 27(10):1-6.
- [25] 胡仲春.基于GRA法的非意向性不安全行为影响因素研究[J].煤炭技术,2018,37(9):380-383.
HU Zhong-chun. Research on influencing factors of non-intentional unsafe behavior based on GRA method [J]. Coal Technology, 2018, 37(9):380-383.
- [26] 彭聆玲.普通心理学[M].北京:北京师范大学出版社,2012.
PENG Dan-ling. General psychology [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2012.
- [27] 余保华,何 刚,李恕洲.基于网络模型的矿工安全行为能力综合评价[J].煤矿安全,2017,48(7):250-252.
YU Bao-hua,HE Gang,LI Shu-zhou. Comprehensive evaluation of miners' safety behavior ability based on network model [J]. Safety in Coal Mines, 2017, 48(7):250-252.
- [28] 陆军平,于军琪,杨宏刚.基于DEMATEL和ISM的矿井通风系统脆弱性影响因素分析[J].煤炭技术,2018,37(8):152-154.
LU Jun-ping,YU Jun-qi,YANG Hong-gang. Analysis of factors affecting vulnerability of mine ventilation system based on DEMATEL and ISM [J]. Coal Technology, 2018, 37(8):152-154.