

# 矿工不安全行为的可拓控制模式研究\*

慕庆国<sup>1,2</sup> 教授

(1 山东工商学院 管理学院, 山东 烟台 264005 2 山东能源经济协同创新中心, 山东 烟台 264005)

学科分类与代码: 6206010(安全管理工程)

中图分类号: X928.02

文献标志码: A

资助项目: 教育部社会科学项目(14YJA630086); 住房与建设部社会科学项目(2009-R3-3)。

**【摘要】** 为正确认识和把握矿工不安全行为变化的规律, 并对其进行有效的预防和控制, 鉴于矿工不安全行为在煤矿事故中的重要性, 采用行为基础安全(BBS)可拓理论的可拓性和形式化的模型, 在分析矿工不安全行为的基础上, 建立矿工不安全行为可拓控制模式。结果表明, 矿工不安全行为的影响因素是内在的生理和心理因素以及外在的环境因素; 矿工不安全行为的控制模式是矿工认知可拓控制模式、矿工安全可拓行为控制模式和矿工信息可拓处理模式。这些模式可用来提高矿工的行为认知、行为安全和行为信息处理几方面能力, 实现矿工安全行为的自律性, 并帮助煤炭企业管理者提前采取有效的措施, 预防和控制矿工不安全因素的发生和发展, 保障煤矿安全生产。

**【关键词】** 可拓控制模式; 矿工; 事故; 不安全行为; 行为基础安全(BBS)

## Study of extension control modes for miners' unsafe behavior

MU Qing-guo<sup>1,2</sup>

(1 School of Management, Shandong College of Industry and Business, Yantai Shandong 264005, China  
2 Shandong Energy Economy Collaborative Innovation Center, Yantai Shandong 264005, China)

**Abstract:** In the paper, the rule of changes in miner unsafe behavior was recognized for the sake of its precaution and control. In consideration of importance of miner unsafe behavior to mine accidents, the extensibility and formalization model of BBS extension theory was adopted to build a miner unsafe behavior extension control mode based on the analysis of behavior. Results of study show that factors affecting miners' unsafe behavior are their internal physical and psychological factors as well as changes in the external environment, that modes for controlling the unsafe behavior are miner recognition extension control pattern, miner safety extension behavior control mode and miner information extension processing mode, and that these modes can be used to improve miners' skills in behavior recognition, behavior safety and behavior information processing, and their self-restraint on unsafe behavior.

**Key words:** extencitics control mode; miner; accident; unsafe behavior; behavior based safety (BBS)

## 0 引言

煤炭是国民经济发展的基础性能源, 然而, 煤矿事故一直在困扰一些煤矿的可持续发展。从煤矿的生产过程来看, 引发事故的主要因素存在于人机环管这个统一体里, 其中, 矿工以及管理者的不安全行

为是这些因素发生变化的触发器和控制器。为提高矿工和管理者的安全素质、安全文化及安全技能水平, 创造和谐的人机环条件和氛围, 需要了解和把握矿工和管理者安全行为形成机理, 同时总结引起和影响不安全行为构成因素的物元及其变化规律。国内外学者对人不安全行为的研究<sup>[1-6]</sup> 越来越多, 而

\* 文章编号: 1003-3033(2014)11-0133-06; 收稿日期: 2014-09-10; 修稿日期: 2014-10-15

且出发点各不相同。例如,李乃文等<sup>[1]</sup>通过构建矿工工作倦怠与不安全心理、不安全行为的结构模型,揭示工作倦怠到不安全行为的深层作用路径;刘海滨等<sup>[2]</sup>对员工不安全行为意向的影响因子进行了研究,意在揭示不安全因子的重要程度;Carder<sup>[3]</sup>的研究表明,事故之间存在着互相影响的联系,并且事故系统中有着一种激发因素,一起事故的发生可能导致另一起事故的连续发生,基于这种想象提出事故发生的流行病学模型;Hinze等<sup>[4]</sup>总结了特殊环境中人的变化因素,提出了矿山中以人的失误为主的事事故原因模型;Peter等<sup>[5]</sup>通过对人的失误和管理缺陷在事故的起因研究,认为过负荷、人机学问题和决策失误是造成人的失误的原因。Krause等<sup>[6]</sup>研究了人的不安全行为,提出个体行为是由任务和情景2种行为构成的,其中,任务行为强调的是行为的被动性,即个体在工作中必须遵从的行为,如遵守安全规章制度和安全操作规程等;情景行为强调的是行为的主动性,即个体在工作中自觉参与的行为,如安全讨论、安全沟通等。以上研究注重不安全行为因素以及定性或定量的问题,而没有分析不安全因素的变化,即对因素本身安全结构量化值的界定。因此,笔者将引入可拓理论,利用矿工不安全行为控制拓展的可能性,用其形式化的模型来解决矿工不安全行为控制模式问题,以期有助于准确把握矿工和管理人员的不安全行为,采取有效、合理的方法与措施,进行预警、预控和矫正,实现煤炭安全生产的可持续发展。

## 1 行为基础安全(BBS)可拓理论

### 1.1 行为基础安全(BBS)

人的行为是其受外界刺激后的心理活动的外在表现。行为基础安全(behavior based safety, BBS)是运用心理学、组织行为学、社会学等原理,针对人的不安全行为深层探究,通过观察反馈持续过程根本上修正不安全行为,使系统达到安全状态。煤矿生产实践中,让矿工参与安全目标的改进过程,通过观察和亲身体验,了解关键的安全行为,收集并反馈影响关键安全行为的因素数据,进而不断改善安全目标系统,使之达到安全目标<sup>[7]</sup>。BBS是人本质安全的起点,也是预防和消除不安全行为的基础,同样也是人们实现安全的一种方法,所以要提高BBS意识。

### 1.2 BBS可拓理论

可拓理论是国内学者蔡文在对事物发展变化的

研究中提出的一种新理论。可拓理论是由可拓学理论和可拓集合理论组成。可拓学是用形式化的模型研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法,并用于解决矛盾问题的科学。可拓理论的核心就是研究事物的可拓性和事物的变换及其性质。

BBS可拓理论是一种员工提高防范意识的方法<sup>[8]</sup>。这种思想是基于人本质安全需求可拓的可能性,通过对人们安全知识、安全文化及安全技能的培训,模拟人的行为轨迹,从行为基础的生理因素、心理因素以及环境条件改善人的不安全行为。

BBS可拓理论是利用前因-行为-后果(activator, behavior, consequences, ABC)理论建立的安全行为方法<sup>[7]</sup>。采用ABC模型分析事故发生的机理,找出行为与前因的关系。通过ABC理论分析还可以看出,人在受到外界的刺激和扰动时,就会产生各种行为,这些行为必然带来一些积极和消极的结果和影响。可以采用介入矫正的方法,对人的不安全行为进行矫正,使之成为合理的安全行为。ABC模式在现实行为变化中的应用如图1所示。

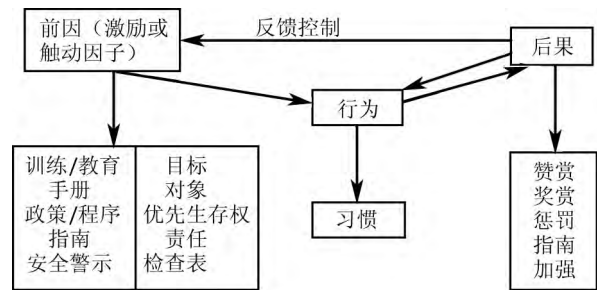


图1 形成某种习惯的ABC模型

Fig.1 ABC model for habit formation

从图1前因-行为-后果之间作用的机理分析可以得出,消极的刺激和扰动能够使不安全行为收敛和减少,积极的刺激和扰动可以提升安全行为的后果。惩罚是企业减少不安全行为的一种基本手段<sup>[7]</sup>,员工为了不受惩罚,会尽量避免出现不安全行为。而激励能够调动员工的积极性和主动性,充分发挥员工的潜能,提高生产的安全性,实现行为安全的后果。从后果的表现来看,后果的类型分为正向/反向、直接/间接、明确的/模糊。正向、直接、明确的后果可以使企业创造更大的绩效。图1明确显示,后果就是刺激和扰动的行为结果。

基于BBS可拓理论的研究,提出了改进的BBS可拓模型,即WWWWH模型。该模型可以描述为人们所处环境里做了什么(Where, What),这些行为属于哪些类型(Which),为了进一步研究这些行

为发生的原因( Why ) ,提出如何创造一个人为基础安全的环境和条件以及如何矫正并完善人们基础安全的策略。进而研究提高支持人所做事情( How ) 干涉策略的一个过程( 图 2 )。行为基础可拓安全方法的目标通常是增加或减少特殊的行为 ,提高安全管理的绩效。

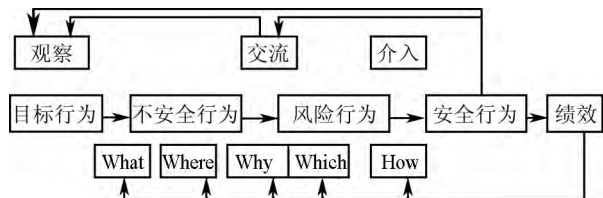


图 2 BBS 可拓模型

Fig.2 BBS extension model

## 2 基于人机环的煤矿事故发生机理研究

煤矿事故的发生有其外在的原因和内在的机理。其外在的原因就是环境因素和管理因素的变化 ,内在的机理就是事故发展的演变过程以及人机环之间的相互作用的规律。任何事物系统都孕育能量 ,构成系统能量的因素如果失去控制 ,那么孕育能量的因素就是潜在的危险因素 ,危险因素就可能是未来系统发生事故的导火索<sup>[8]</sup>。事物的安全是人的安全行为、物及环境的安全状态之间相辅相成、互为条件、协调统一的结果<sup>[9]</sup>。人的安全行为的提高靠的是软实力 ,而物的安全状态的提高靠的是硬实力 ,环境的安全形态是靠着软硬兼施的实力<sup>[10]</sup>。本质安全系统中人的本质安全处于关键的核心地位 ,机和环境的本质安全化也需通过人来实现的。人的本质安全不仅要通过系统的学习、指导以及技能操作来提高 ,而且还要从人的内外机能来增加思想方面的安全素质、安全认识与解决问题的技能、危机应对以及危机化解的能力 ,只有这样才能增强人与系统之间的和谐相处能力。机的本质安全化可以从运行的完整性、易测性、方便性、统一性和保证性来衡量。环境本质安全化包括自然、技术、社会、结构和时间 5 个方面。人机环统一体中 ,其要素之间既互相联系 ,又互相制约、互为条件、协调统一 ,所以 ,假如这些因素之间没有建立起协调统一的管控手段和机制 ,系统在运行中就会由于因素之间的不协调和矛盾 ,而使整个系统遭到破坏。煤矿系统就是一种由人、机、环所构成的大物质系统 ,系统的运行是煤矿员工在安全管理理论与方法的指导下 ,借助于一定的安全管理工具 ,自觉执行煤矿安全管理的各种

规章制度 ,并通过实施过程中的检验、修改、优化 ,升华为新的理论进一步指导人的行为活动 ,促进煤矿本质安全化的人机环系统构建。煤矿本质安全化的人机环系统的因素有:人、物的(含技术)、环境因素及其在生产过程相互作用的动态管理因素 ,如图 3 所示。

$$SML = F [M f( P, T, E ) ]$$

式中: SML( safety management level) 为安全管理水平; M 为管理因素; P 为人的因素; T 为物的(含技术)因素; E 为环境因素。

对系统的发展研究发现 ,影响人的行为模式因素在不断变化。现代系统的构造越来越趋于复杂性 ,而且系统各因素之间的关联性越来越强 ,同时为了系统安全性的防御装置也广泛使用 ,从而使得系统内部各因素的行为的模糊性不断提升 ,通常情况下造成系统内的管理人员、维护人员、操作人员对系统的内部情况越来越不清楚。整个系统内的人工操作都存在不安全的隐患 ,如同人带有病原体一样 ,时时都有发作的可能。

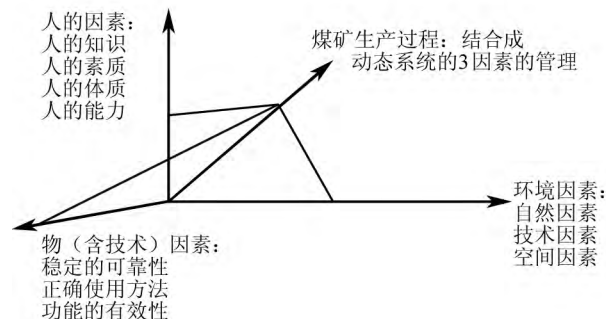


图 3 人机环境相互作用

Fig.3 Man-machine-environment interaction

## 3 基于矿工不安全行为的可拓控制模式研究

行为科学的理论指出:人的行为受生理、心理、社会和环境等因素影响<sup>[6]</sup>。因而 ,生产中引起人的不安全行为、造成的人为失误和“三违”(违章指挥、违规作业和违反劳动纪律)的原因是复杂的。

### 3.1 矿工不安全心理的可拓控制影响因素

基于矿工不安全心理影响因素拓展的可能性和转换性 ,通过对煤矿生产安全系统的深入分析发现 ,对煤矿生产组织心理安全的影响因素和对矿工心理安全的影响因素基本相同 ,这些因素都会导致煤矿事故的发生 ,主要集中在以下几个方面:

- 1) 组织领导行为的影响力。从组织领导的权

力行为来看,工作中的员工安全认知取决于组织领导权力的力度和执行力。通过深入研究可以发现,影响矿工心理安全和组织心理安全的领导行为因素是:领导行为在组织中的积极性和主动性的影响力、能够正面影响和鼓励员工参与组织活动的积极性和主动性的影响力、领导承担组织责任和义务执行力的影响力。所以,基于可拓性和转换性,加强领导行为的规范性,有利于规范矿工的行为。

2) 非正式群体的影响力。在一个组织中,包括正式的组织和非正式的组织。由于正式的组织是在规范化的范围内起作用,而非正式组织是一些短期行为或个人利益的共同体。这种共同体是在自愿基础上自发形成的群体。这种非正式的组织对群体成员号召力、控制力、改造力有一呼百应的效果,它能够满足群体成员在正式组织中不能满足的需要。所以,利用可拓理论的可转换性,通过构建有效的措施,正确引导和发挥非正式组织的影响力,能提升正式组织对矿工群体的号召力、控制力和改造力。

3) 安全理念心理练习平台的搭建。安全理念心理练习平台的搭建,旨在对组织成员进行安全心理理念训练和学习的平台,通过安全理念训练平台,组织中的成员积极主动地交流工作中可能发生的不安全影响因素,并进行探讨,同时提出各自解决问题的方法并进行模拟。基于可拓性和转换性,好的经验和方法就可以在组织成员之间互相借鉴,提升安全理念心理。

4) 信任与尊重是组织心理和矿工心理安全的基础。通常情况下,信任与尊重是对对方的一种接受的表达,相信对方一切行为都不会给自己带来损害或危险,或者相信对方不会利用某些脆弱性的愿望,要挟实现个人的私欲行为。所以,基于可拓性和转换性,应加强组织心理和矿工心理信任与尊重的培养,营造组织心理和矿工心理安全的环境。

5) 组织的认可和提供的保障。在研究中发现,组织成员能够合理有效地利用组织资源,这样可以提升组织成员的心理意义,心理意义是“组织成员能够在组织中找到自己合理位置的一种心理变化过程”。所以,基于可拓性和转换性,通过有效的措施增强组织成员的自信心和对组织的信赖,可以消除组织和成员之间的隔阂,营造矿工良好的作业环境。

### 3.2 构建矿工不安全行为的可拓控制模式

要研究矿工不安全行为的可拓控制模式,就要从人行为影响因素及其原因拓展的可能性和转换性

出发,解开人认知过程的“黑匣子”<sup>[11]</sup>。人的认知过程是在外界的信息刺激下,经过大脑的反射,对客观事物特征的综合反映,同时描述客观事物反作用于人的过程的复杂心理反应。通常情况下,在认知心理学基础上构建人的可靠性分析模型,称为“人的认知可靠性模型”。这个模型的目的是通过深入探究人思维过程拓展的可能性和转换性,挖掘人出现差错的原因及其机理,描述人出错行为变化的过程,以至于应用于人的行为安全分析(human safety behaviour analysis, HSBA)管理中,实现对矿工不安全行为的管理。

1) 矿工认知可拓控制模式。矿工失误的认知控制模式包括注意模式和图式模式2种。要真正把握和了解矿工失误的机理,就必须深入研究认知过程中注意模式和图式模式存在与变化的拓展可能性和转换性条件以及它们之间的关系,同时还要了解它们之间相互转化所具备的拓展可能性和转换性条件。

注意模式(attention mode)是指众多视觉刺激中的一个或一部分在人脑中的反射,经过大脑加工处理获得事物特征和作用知觉的感受心理反应过程。在这个过程中对注意影响的因素,包括:①矿工本身的动机或需求;②对矿工本身刺激的作用效果。所以,注意模式研究的应用范围主要包括:①探视矿工在初学期心理认知的反应机理;②矿工在使用新设备期间的心理认知反应机理;③矿工完成新任务期间的心理认知反应机理。通常情况下,矿工通过注意模式来认识和了解外界的事物,这需要一个过程,因此,通过注意认识事物的表现为“迟缓的状态”,不过这种模式却是矿工对事物了解和认识获取大量信息的有效途径。

图式模式(schematic mode)是指当矿工本身受到外界信息的刺激时,矿工会运用拥有的知识结构去梳理、判别、确定周围事物的特征和作用,以及它们的变化条件。当矿工受到刺激信号的作用后,大脑中所固有的相似图式就会被激活,对相应情况产生反应。通常情况下,矿工在运用2种模式处理外界刺激信息时,图式模式是一种框架式模式的对比,比较容易操作,而注意模式是一种逻辑推理模式的比较,相对会难一点。一般情况下,图式模式容易犯经验性错误。

2) 矿工的信息可拓处理模式。矿工在工作中,不断地与外界进行信息交换。通常情况下,矿工活动如同在进行着某种信息的传递和处理,而且活动

要受到来自心理、生理和外环境变化的影响。随着时间、地点、条件和心理、生理的变化,交换的信息也发生着改变,因此要把握这些信息变化的可拓性和转换性条件,采取有效的方法和措施实现信息处

理的有效性、及时性和正确性。所以在对矿工的安全行为模式进行研究中,可以把矿工的活动看作是一种只能处理有限信息量的单通道信息获取处理和运动输出系统,其运作模式如图 4 所示。

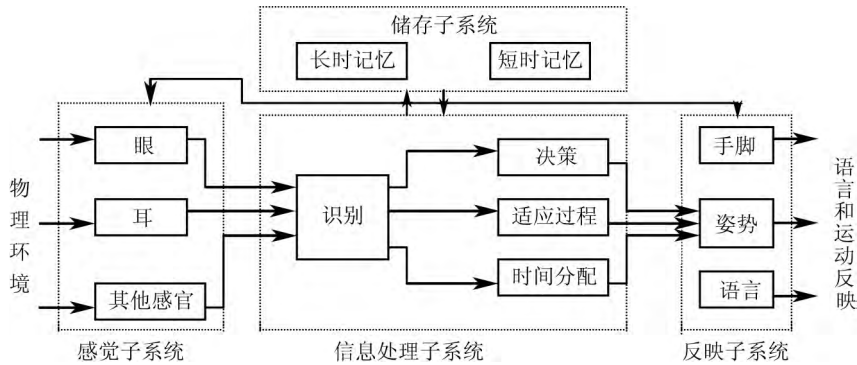


图 4 人的信息获取处理和运动输出系统

Fig.4 Man's information acquiring processing, and movement output system

图 4 这个模式只是通过人的感官,运用人的认知可拓控制模式对信息进行处理,是一种单信息通道的模式。

而决策阶梯 (step-ladder) 模型是一种可以进行信息量化处理模型 (图 5),同时也可以对矿工的失误分类进行分析。

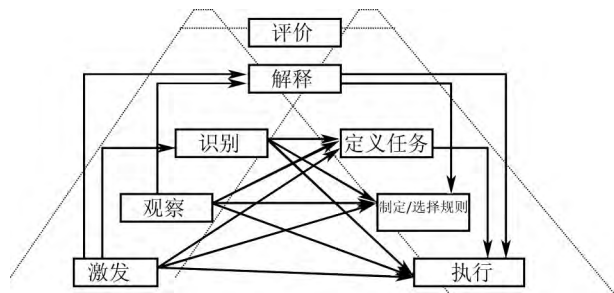


图 5 人的决策阶梯可拓模型

Fig.5 Ladder extension model for man's decision-making

运用阶梯模型的分析,发现矿工在处理问题的过程中,有时候是按照某种既定的常规步骤解决问题,有时候也是打破常规来解决问题。阶梯模型把矿工对事物的了解和认知活动分为 8 个过程:刺激、看、鉴别、分析、评估、方向确定、行动规范、执行规范。这个模型在处理认知阶段的问题时采用了割集的方法。这种方法的采用缩减对信息处理的数量。然而,这种方法使用的条件是:矿工必须熟悉处理这类事物的流程,否则运用得不好将增加矿工的失误几率。阶梯模型为深入探究每个阶段矿工失误机理提供了可能性,同时也反映了矿工在不同阶段和程度下的不同响应特点。该模型进一步演化成为了著名的技能型 (skill)、规则型 (rule)、知识型 (knowledge)

即 SRK 三级安全行为模式。

3) 矿工的安全可拓行为控制模式。基于矿工不安全行为的可拓性和转换性,在对矿工绩效安全水平研究的基础上,构建相关的矿工安全行为控制考核模型。依据 SRK 三级行为模式,从矿工对不安全行为的认知水平来划分人的行为。

技能型 (skill) 安全行为是指事物的变化比较简单,矿工依据所掌握的技能处理变化的行为。规则型 (rule) 安全行为是指事物的变化比较复杂,矿工依据一定规范处理事物变化的行为。知识型 (knowledge) 安全行为是指事物的变化比较特殊矿工依据拥有的特有知识才能解决问题的行为。图 6 展示了矿工一般认知安全可拓行为结构模式。

从图 6 可知,矿工认知安全可拓行为是一个具有拓展可能性的分层次结构模式,利用可拓理论的形式化模型,构建各个层级的影响因素,能描述各层及其之间运行机理。矿工的安全认知是从技能型到规则型再到知识型,安全的认知依次提高,所以,正确认识和把握矿工不安全行为的可拓认知模式,利用可拓理论的转换性,构建有效的可拓措施,能消除和避免矿工不安全行为,提高安全的认知性。同时还要遵循矿工可拓认知的这一规律,循序渐进,从技能培养开始,逐步熟悉各项规范,经过不断学习和训练,提升矿工安全文化和专有知识。

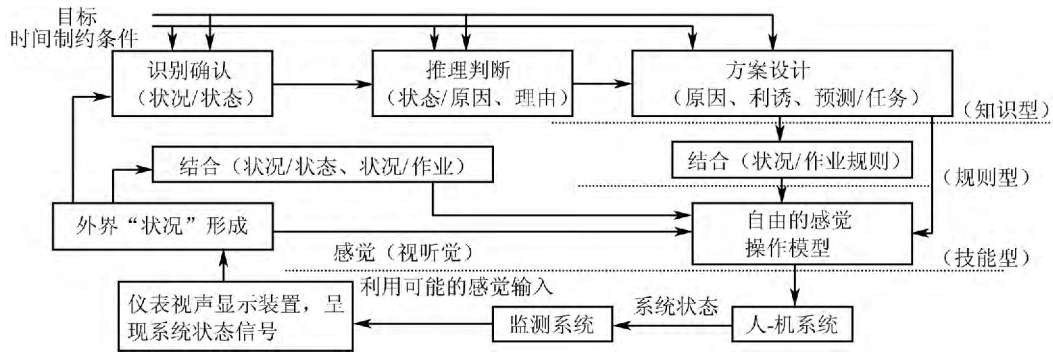


图6 矿工的基本认知安全可拓行为模型

Fig. 6 Miners' basic cognitive safety extension behavior model

### 4 结论

笔者运用 BBS 可拓理论,分析了矿工本质安全和矿工不安全行为,提出矿工不安全行为的可拓控制模式,阐述了该模式的组成模块及其运行,得出如下主要结论:

- 1) 运用 BBS 可拓理论能够将矿工不安全行为的因素模型化为安全控制模式。
- 2) 模式中的模块及其中的内容基本可以涵盖矿工不安全行为的研究内容。

3) 矿工不安全行为模式化后,描述这个模型的关键元素可被识别和定量测量,矿工不安全活动可被定量测评,以便于准确找到安全控制改进机会。

4) 结构化的安全控制模式的运行结果还可以用矿工行为观察法进行补充改善。

文中主要提出矿工不安全行为的可拓控制模式,但对于这个模式在煤矿中具体运行及其运行的效果还需要进一步探索,特别是这个模式运行需要采取什么样的措施来保障,以及模式运行中各因素量值的测定,这些都需要深入的探讨。

### 参考文献

- [1] 李乃文, 牛莉霞. 矿工工作倦怠、不安全心理与不安全行为的结构模型[J]. 中国心理卫生杂志, 2010, 24(3): 12-16. LI Nai-wen, NIU Li-xia. A structural equation model of job burnout, insecurity psychology and insecurity behavior for miner[J]. Chinese Mental Health Journal, 2010, 24(3): 12-16.
- [2] 刘海滨, 梁振东. 员工不安全行为意向的影响因子研究[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(8): 15-21. LIU Hai-bin, LIANG Zhen-dong. Study on influencing factors of unsafe behavioral intention[J]. China Safety Science Journal, 2011, 21(8): 15-21.
- [3] Carder Brooks. A survey-based system for safety measurement and improvement[J]. Journal of Safety Research, 2003(34): 157-165.
- [4] Hinze S, Goderey R. An evaluation of safety performance measurement for construction projects[J]. Journal of Construction Research, 2003, 4: 5-15.
- [5] Peter Burgherr, Petrisa Eckle, Stefan Hirschberg. Comparative assessment of severe accident risks in the coal, oil and natural gas chains[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2012, 105(9): 97-103.
- [6] Krause T R, Seymour K J, Sloat K C. M. Long-term evaluation of a behavior-based method for improving safety performance: A meta-analysis of 73 interrupted time-series replications [J]. Safety Science, 1999, 32(1): 1-18.
- [7] 黄浩, 王晶禹, 黄敏, 等. 行为基础安全的理论探讨[J]. 煤矿安全, 2007, 38(4): 66-69. HUANG Hao, WANG Jing-yu, HUANG Min et al. Theory of behavior-based safety[J]. Safety in Coal Mines, 2007, 38(4): 66-69.
- [8] H W Heinrich, D Petersen, N Roos. Industrial Accident Prevention[M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980: 22.
- [9] J Komaki, K D Barwick, L W Scott. A behavioral approach to occupational safety: Pinpointing and reinforcing safe performance in a food manufacturing plant[J]. Journal of Applied Psychology, 1978, 63(4): 434-445.
- [10] 郝贵, 刘海滨, 张光德. 煤矿安全风险预控管理体系[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2012: 10-278. HAO Gui, LIU Hai-bin, ZHANG Guang-de. Coal mine safety risk pre-control management system[M]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2012: 10-278.
- [11] 孙爱军, 刘茂. 行为安全管理理论在我国的实践困境及其解决途径[J]. 中国安全科学学报, 2009, 19(9): 58-63. SUN Ai-jun, LIU Mao. The implementing predicament of behavior-based safety management theory and its solution[J]. China Safety Science Journal, 2009, 19(9): 58-63.



作者简介: 慕庆国 (1965 -), 男, 山东蓬莱人, 博士, 教授, 硕士生导师, 从事煤矿安全管理及其事故机理研究。E-mail: mqg888@163.com.