

文章编号:1673-9469(2012)02-0081-04

煤矿安全生产风险集成管理研究

杨金廷¹,宋云峰²

(1. 邯郸学院,河北 邯郸 056005;2. 河北工程大学 经济管理学院,河北 邯郸 056038)

摘要:基于霍尔的三维集成管理理念,构建了煤矿安全生产风险时间域、对象域和功能域三维集成的风险管理模型,提出了从整体和单个模块视角分析煤矿安全生产风险的管理思想,并建立了基于煤矿安全生产风险时间域和对象域集成的模糊综合评价模型,为决策者提供模糊信息状态下的生产系统的风险状态识别。

关键词:煤矿安全生产风险;集成管理;模糊综合评价

中图分类号:F407.21

文献标识码:A

Research on integrated management of coal mine safety production risk

YANG Jin-ting¹, SONG Yun-feng²

(1. Handan College, Hebei Handan 056005, China; 2. College of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: Based on Hall's three-dimension theory, a three-dimension pattern of risk management which was combined by time domain, targeted domain as well as role domain was constructed. The conception of analyzing risk not only from entire system but also from a single element was proposed. A multi-level fuzzy comprehensive assessment model of mine production process and risk targets were established in this paper, which can help managers to identify the risk state with fuzzy information.

Key words: coal mine safety production risk; integrated management; fuzzy synthetic evaluation

煤矿安全生产风险管理领域的现有研究,分别从风险管理技术、煤矿安全事故经济学致因和风险评估方法角度进行研究,取得了相应的研究成果,但多为单一类别风险致因和分隔式的风评估研究。运用系统理论和风险管理理论,从煤矿生产的每一个环节对每一个风险对象进行集成化的风险管理,实现对煤矿安全生产风险某一模块的描述和分析,又可对煤矿安全生产风险总体水平进行描述与分析,是本文风险集成管理研究的目的。

1 安全生产集成管理

系统安全理论认为,系统中存在的危险源是事故发生的根本原因。根据危险源在事故发生、

发展中的作用,可将危险源划分为两大类:固有型危险源和触发型危险源^[1-3]。

固有型危险源包括两类:(1)由煤炭生产的自然条件决定,客观存在的五大自然灾害,包括瓦斯、火、粉尘、水、顶板;(2)由特定的生产设备和生产方式决定的危险源,包括运输提升、机电设备和爆破。触发型危险源涉及到人、机、环三方面,我国煤矿最主要危险源的触发因子是人及其行为,第二类固有危险源既是危险源又是触发因子^[4-5]。

煤矿开采的过程是一个非常复杂的过程,包括采、掘、机、运、通五大块,同时涉及到人、机、环境、管理四个方面,风险存在于各个层面中,需要研究与采用风险集成管理的模式与方法。煤矿风险集成管理是以系统论和全面风险管理的理论为

依据,运用风险管理的技术和方法,实现企业战略目标在集成平台上所进行的对各种集成活动的管理,能够实现煤矿企业的风险对象域在风险管理功能域和生产流程域上的充分耦合,使企业系统结构精益化和功能整合的一系列思想、方法、技术和行为的总合^[6]。

2 风险集成管理三维模型

依据煤矿危险源分类的研究成果,定义煤矿存在三类危险源,代表集风险管理的对象域,分别是:装置设备风险对象、地质环境风险对象、人及其行为风险对象。煤矿生产的开拓、掘进、采煤和运输过程为风险管理的时间域,风险管理规划、识别、估计、评价、应对、监控六阶段为风险管理的功能域,依次为基础,借鉴霍尔的三维结构和李从东的集成企业工程思想,构建如图1的煤矿安全生产风险集成管理的三维结构模型。

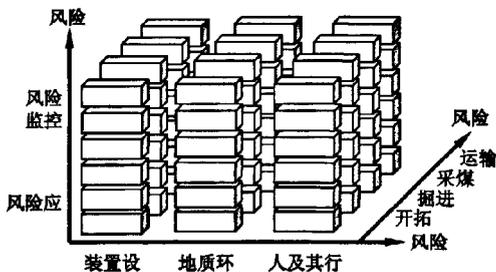


图1 煤矿安全生产风险集成管理三维结构模型

Fig.1 A 3-dimension pattern of integrated management of coal mine safety production risk

煤矿安全生产风险集成管理三维结构模型的基本理念是,通过功能域、时间域与对象域的集成,使管理者既可以把握煤矿生产的整体风险水平,又可以对每一生产环节中的每一种风险对象及其相互关系进行风险规划、风险识别、风险估计、风险评价、风险应对和风险监控,实现煤矿安全生产风险管理的对象域在风险管理功能域和时间域上充分耦合,达到煤矿安全生产风险管理系统的结构精益化和功能整合^[7]。

要实现煤矿安全生产风险管理的集成化管理,必须实现风险管理方法的集成化、投入要素和信息资源的集成化、风险管理目标的集成化。

1) 风险管理方法的集成。运用多种风险管理的方法、手段和措施,并将这些方法、手段和措施

综合集成起来,才能确保煤矿安全生产风险管理目标的实现。

2) 投入要素和信息资源的集成。运用各种风险管理手段,投入各种资源来确保风险管理的正常进行,保证风险管理的有效性。

3) 风险管理目标集成。将装置设备风险管理目标、地质环境风险管理目标、人及行为风险管理目标集成为煤矿安全生产的整体风险管理目标。这种风险管理目标的集成要求从煤矿安全生产风险管理的整体着眼,各职能部门、各采区、各掘进队、各矿井不能只关注自己职责范围内的安全生产目标,而应以煤矿全局的安全生产目标为标杆。

3 风险集成综合评价

鉴于煤矿企业是一个由连续生产过程(时间域)和多种风险源(对象域)所构成的复杂系统,本文采用煤矿安全生产风险评价的模糊综合评价方法,以期从系统角度出发,在全面分析煤矿安全管理目标和各生产环节各种风险水平的基础上,综合考虑所有风险因素的影响程度,评价煤矿的整体风险水平。

假定某煤矿的安全生产风险有3类:装置设备风险、地质环境风险和人及其行为风险,这3类风险对象全部或部分表现在煤矿安全生产的开拓过程、掘进过程、采煤过程和运输过程中,为体现煤矿安全生产风险对象域与时间域(生产过程)的集成风险评价思想,本文构建以煤矿安全生产风险整体水平为风险管理总目标,装置设备风险总水平、环境风险总水平和人及其行为风险总水平为风险管理系统分目标(子系统目标),开拓过程、掘进过程、采煤过程和运输过程的风险综合水平为第3级目标,单个风险水平为第4级目标的风险评价层次模型。首先,对瓦斯爆炸(风险1)、瓦斯中毒(风险2)、煤与瓦斯突出(风险3)、煤尘爆炸(风险4)、火灾(风险5)、水害(风险6)、冒顶(风险7)7类风险进行单个风险评价,通过专家打分法得到对每一类风险概率、损失、暴露三要素的隶属级别,然后根据三要素的隶属级别评价单个风险水平的级别^[8]。

表1、表2、表3和表4分别给出了风险发生可能性分级基准、风险损失分级基准、人员暴露于危险环境的频繁程度和风险总体水平评价基准。

表1 风险发生的可能性分级基准

Tab.1 The grade criterion of risk probability

级别	风险发生的可能性
6	完全可以预料到会发生(90% - 100%)
5	相当可能(70% - 90%)
4	可能,但不经常(50% - 70%)
3	可能小,完全意外(20% - 50%)
2	很不可能,可以设想(10% - 20%)
1	极不可能(0 - 10%)

表2 风险损失分级基准

Tab.2 The grade criterion of risk loss

级别	发生事故可能造成的后果
6	大灾难,许多人死亡,或造成重大财产损失
5	灾难,数人死亡,或造成很大财产损失
4	非常严重,一人死亡,或造成一定的财产损失
3	严重,重伤,或较小的财产损失
2	重大,致残,或很小的财产损失
1	引人注目,不利于基本的安全卫生要求

表3 人员暴露于危险环境的频繁程度

Tab.3 The frequency of staff in risk environment

级别	人员暴露于危险环境的频繁程度
6	连续暴露
5	每天工作时间内暴露
4	每周一次获偶然暴露
3	每月一次暴露
2	每年几次暴露
1	非产罕见的暴露

表4 总体风险水平评价基准

Tab.4 The grade criterion of total risk level

风险等级	发生事故可能造成的后果
6	风险极大,不能继续作业
5	高度风险,必须立即整改
4	风险显著,需要整改
3	一般风险,需要注意
2	可以接受的风险
1	极小或无风险

过程与风险源的关系及风险源权重见表7,风险水平要素权重见表8,风险要素隶属级别的模糊描述见表9。

表5 煤矿安全生产风险水平分目标权重

Tab.5 The weight of coal mine safety production risk to object

目标	装置设备风险	地质环境风险	人及其行为风险
权重	0.2	0.3	0.5

表6 风险水平分目标与时间域的过程关系及过程权重

Tab.6 The relation between the object and the production course and its weight

	装置设备风险	地质环境风险	人及其行为风险
开拓过程	0.0	0.15	0.1
掘进过程	0.4	0.3	0.4
采煤过程	0.6	0.4	0.4
运输过程	0.0	0.15	0.1

表7 时间域四过程与个别风险的关系及单个风险权重

Tab.7 The relation between four course of time domain and single risk and its weight

	装置设备风险(单个风险权重)	地质环境风险(单个风险权重)	人及其行为风险(单个风险权重)
开拓过程	风险1(0.3)	风险1(0.3)	风险1(0.2)
	风险2(0.3)	风险3(0.3)	风险2(0.2)
	风险4(0.4)	风险4(0.2)	风险3(0.1)
	风险5(0.1)	风险6(0.1)	风险4(0.2)
掘进过程	风险1(0.3)	风险1(0.3)	风险1(0.3)
	风险2(0.3)	风险3(0.4)	风险2(0.2)
	风险4(0.3)	风险4(0.1)	风险3(0.1)
	风险5(0.1)	风险6(0.1)	风险4(0.1)
采煤过程	风险1(0.3)	风险1(0.3)	风险5(0.1)
	风险2(0.2)	风险3(0.3)	风险6(0.1)
	风险4(0.4)	风险4(0.2)	风险7(0.1)
	风险5(0.1)	风险6(0.1)	风险5(0.1)
运输过程	风险1(0.3)	风险1(0.3)	风险6(0.1)
	风险2(0.2)	风险3(0.3)	风险7(0.1)
	风险4(0.4)	风险4(0.2)	风险1(0.3)
	风险5(0.1)	风险6(0.1)	风险2(0.3)
	风险5(0.1)	风险7(0.1)	风险3(0.2)

三类风险水平分目标权重见表5,三类风险与时间域的过程的关系及过程权重见表6,时间域的

表 8 风险水平要素权重

Tab. 8 The weight of risk element

风险类型	风险概率	风险损失	风险暴露
瓦斯爆炸(风险 1)	0.2	0.6	0.2
瓦斯中毒(风险 2)	0.3	0.5	0.2
煤与瓦斯突出(风险 3)	0.5	0.2	0.3
煤尘爆炸(风险 4)	0.2	0.5	0.3
火灾(风险 5)	0.2	0.6	0.2
水害(风险 6)	0.3	0.4	0.3
冒顶(风险 7)	0.4	0.3	0.3

表 9 风险水平要素隶属级别的模糊描述

Tab. 9 The fuzzy membership matrix of risk element

风险类型	风险要素	隶属级别					
		1级	2级	3级	4级	5级	6级
瓦斯爆炸(风险 1)	概率	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	损失	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2
	暴露	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
瓦斯中毒(风险 2)	概率	0.0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
	损失	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0
	暴露	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
煤与瓦斯突出(风险 3)	概率	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0
	损失	0.1	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0
	暴露	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
煤尘爆炸(风险 4)	概率	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0
	损失	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.0
	暴露	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0
火灾(风险 5)	概率	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0
	损失	0.1	0.3	0.4	0.2	0.0	0.0
	暴露	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0
水害(风险 6)	概率	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	损失	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.0
	暴露	0.5	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
冒顶(风险 7)	概率	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0
	损失	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0
	暴露	0.1	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0

首先计算瓦斯爆炸风险的一级模糊综合评价:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.6 \\ 0.2 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \end{bmatrix} =$$

$$[0.18 \quad 0.10 \quad 0.08 \quad 0.22 \quad 0.24 \quad 0.20]$$

表明瓦斯爆炸风险隶属于 5 级风险。

同样的计算程序得到其它风险的模糊综合评价。

第 2 步,计算时间域各过程装置设备风险、地质环境风险和人及其行为风险的模糊综合评价,以掘进过程装置设备风险的模糊综合评价为例。

$$B_{b1} = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.3 \\ 0.1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0.18 & 0.10 & 0.08 & 0.22 & 0.24 & 0.20 \\ 0.25 & 0.20 & 0.16 & 0.18 & 0.12 & 0.09 \\ 0.15 & 0.20 & 0.35 & 0.20 & 0.10 & 0 \\ 0.14 & 0.35 & 0.34 & 0.16 & 0 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$[0.19 \quad 0.29 \quad 0.21 \quad 0.20 \quad 0.14 \quad 0.09]$$

同理,得到各过程 3 类风险的模糊综合评价,其中 B_{b1} 表示第二个过程的第 1 类风险模糊综合评价水平,其余类推。

第 3 步,计算时间域全过程中装置设备风险、地质环境风险、人及其行为风险的模糊综合评价水平,以地质环境风险水平分目标为例。

$$B_{地环} = \begin{bmatrix} 0.15 \\ 0.30 \\ 0.40 \\ 0.15 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0.26 & 0.30 & 0.25 & 0.18 & 0.07 & 0 \\ 0.19 & 0.29 & 0.21 & 0.20 & 0.14 & 0.09 \\ 0.18 & 0.19 & 0.23 & 0.15 & 0.14 & 0.08 \\ 0.21 & 0.21 & 0.20 & 0.20 & 0.11 & 0.08 \end{bmatrix} =$$

$$[0.20 \quad 0.24 \quad 0.22 \quad 0.18 \quad 0.13 \quad 0.07]$$

同理得到装置设备风险、人及其行为风险分目标的模糊综合评价为

$$B_{装备} = [0.18 \quad 0.23 \quad 0.22 \quad 0.17 \quad 0.14 \quad 0.08]$$

$$B_{人及行为} = [0.23 \quad 0.23 \quad 0.21 \quad 0.19 \quad 0.10 \quad 0.07]$$

最后,计算该煤矿安全生产风险整体水平的模糊综合评价

$$B = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ 0.5 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0.18 & 0.23 & 0.22 & 0.17 & 0.14 & 0.08 \\ 0.20 & 0.24 & 0.22 & 0.18 & 0.13 & 0.07 \\ 0.23 & 0.23 & 0.21 & 0.19 & 0.10 & 0.07 \end{bmatrix} =$$

$$[0.21 \quad 0.23 \quad 0.22 \quad 0.16 \quad 0.12 \quad 0.07]$$

按最大隶属原则归一化,得到 $B = [0.208 \quad 0.221 \quad 0.218 \quad 0.158 \quad 0.119 \quad 0.069]$,即该煤矿的安全生产风险整体水平为 2 级风险,综合评价结果见表 10。

表 10 煤矿安全生产风险综合评价结果

Tab. 10 Risk comprehensive assessment of coal mine safety production risk

等级	1级	2级	3级	4级	5级	6级
隶属度	0.208	0.221	0.218	0.158	0.119	0.069

4 结语

煤矿安全生产风险集成管理三维结构模型使管理者既可以把握煤矿生产的整体风险水平,又可以对每一生产环节中的每一种(下转第 103 页)

ease, 1990, 34: 463 - 468.

- [9] 谢晶. 蛋涂膜保鲜剂的筛选与保鲜效果的研究[D]. 湖南: 湖南农业大学, 2009.
- [10] 刘美玉, 司伟达, 崔建云, 等. 室温下不同可食涂膜剂对鸡蛋保鲜效果的影响[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2011, 28(4): 96 - 100.
- [11] KEENER K M, LACROSSE J D, CURTIS P A, et al.

The influence of rapid air cooling and carbon dioxide cooling and subsequent storage in air and carbon dioxide on shell egg quality [J]. Poultry Science, 2000, 79(7): 1067 - 1071.

- [12] 江志伟, 沈蓓英. 蛋白质加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

(责任编辑 马立)

(上接第84页) 风险对象及其相互关系进行风险规划、风险识别、风险估计、风险评价、风险应对和风险监控, 实现煤矿安全生产风险管理的对象域在风险管理功能域和时域上充分耦合, 达到煤矿安全生产风险管理系统的结构精益化和功能整合化。

参考文献:

- [1] 李乃文, 罗海海. 重特大事故原因分析与对策[J]. 煤矿安全, 2007, (5): 90 - 93.
- [2] 陈宝智. 危险源辨识、控制及评价[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1996.
- [3] 何学秋. 安全工程学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.

- [4] 曹朝喜, 郭鹏, 朱煜明. 高科技项目集成风险管理及其流程体系研究[J]. 科学管理研究, 2005(6): 47 - 50.
- [5] 李从东. 集成化企业工程及其应用问题研究[D]. 天津: 天津大学, 1999.
- [6] 张智光. 面向集成化 MIS 的三维管理体系结构及其集成计划与控制[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2007, (3): 531 - 536.
- [7] 杨文安, 陈赟. 工程项目集成化风险管理研究[J]. 工业技术经济, 2005, (2): 103 - 105.
- [8] 黄敏. 基于模糊综合评判的虚拟企业风险评价[J]. 数学的认识与实践, 2004, (6): 46 - 51.

(责任编辑 刘存英)

(上接第93页)

- [6] LI S S. Binding energy of a hydrogenic donor impurity in a rectangular parallelepiped - shaped quantum dot: Quantum confinement and Stark effects[J]. Appl Phys, 2007, 101: 093716.
- [7] PEREZ - MERCHANCANO S T. Hydrostatic - pressure effects on the donor binding energy in GaAs - (Ga, Al) As quantum dots[J]. Phys: Condens Matter, 2007, 19: 026225.
- [8] WANG X F. Hydrogenic impurity in double quantum dots [J]. Phys Lett A, 2007, 364: 66 - 69.
- [9] LIU J J. The influence of compressive stress on shallow -

donor impurity states in symmetric GaAs - Ga1 - xAlxAs double quantum dots [J]. Appl Phys, 2007, 101: 073703.

- [10] XIA C X. Electron and impurity states in GaN/AlGaN coupled quantum dots: Effects of electric field and hydrostatic pressure [J]. Appl Phys, 2010, 108: 054307.
- [11] SZAFRAN B. Parity symmetry and energy spectrum of excitons in coupled self - assembled quantum dots[J]. Phys Rev B, 2001, 64: 125301.

(责任编辑 马立)

(上接第97页)

- [6] NAITO Y, MIZUTANI M, KATAYAMA. Plasma/Plume behavior during welding: welding phenomena in hybrid welding using YAG laser and TIG arc [J]. Welding International, 2006, 20(10): 777 - 784.
- [7] 陈彦斌, 李俐群, 吴林. 电弧对激光吸收与散焦的定量测量[J]. 焊接学报, 2003, 24(3): 56 - 58.
- [8] 刘金合, 杨德才, 陆开静. 激光焊接的等离子体负透镜效应[J]. 激光与光电子学进展, 1999, 9: 138 - 141.
- [9] XIAO R S, ZUO T C, VOLZ R. Experimental research

on the influence of laser - induced plasma on the beam focusing during high - power CO₂ laser materials processing[J]. Chinese Journal of Lasers, 1998, 7(6): 550 - 554.

- [10] POUETO - VERWAERDA A, FABBRO R, DESHORS G. Experimental study of laser - induced plasma in welding conditions with continuous CO₂ laser [J]. Journal of Applied Physics. 1993, 74(9): 5773 - 5780.

(责任编辑 马立)