

文章编号:1671-251X(2021)08-0015-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.17809

# 基于风险管控的煤矿安全综合防控体系

陈小林<sup>1,2</sup>, 屈世甲<sup>1,2</sup>, 余九华<sup>1,2</sup>, 张羽<sup>1,2</sup>

(1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015;

2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)



扫码移动阅读

**摘要:**针对以隐患管理为核心的煤矿安全管控体系存在实时性不高、覆盖面不够和复用性不强等问题,提出了基于风险管控的煤矿安全综合防控体系建设思路。通过风险辨识及风险管控措施落实、风险动态监视、隐患闭环管理等方面对煤矿风险进行整体化管控;以重大灾害风险辨识结果为依据,通过融合传统单一安全监测类系统,整合智能通风、排水、供电等系统,实现重大灾害风险的综合监视、数据分析、预警及异常联动处置;以煤矿企业风险库为核心,根据不同等级安全风险管控效果,形成安全风险指数并进行拟合,实现煤矿安全综合防控体系运行情况评估及异常预警。基于风险管控的煤矿安全综合防控体系有助于实现人员作业行为、设备安全状态、环境安全态势、管理安全等方面风险预控,达到防控重大风险、遏制重特大事故的目标。

**关键词:**煤矿安全综合防控; 风险管控; 风险辨识; 隐患闭环管理; 灾害预警

中图分类号:TD67

文献标志码:A

## Comprehensive prevention and control system of coal mine safety based on risk management and control

CHEN Xiaolin<sup>1,2</sup>, QU Shijia<sup>1,2</sup>, SHE Jiuhua<sup>1,2</sup>, ZHANG Yu<sup>1,2</sup>

(1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;

2. Tiandi(Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of low real-time, insufficient coverage and low reusability of the coal mine safety control system with hidden danger management as the core, the construction of a comprehensive prevention and control system of coal mine safety based on risk management and control is proposed. The overall management and control of coal mine risks is carried out through risk identification and implementation of risk control measures, dynamic risk monitoring and closed-loop management of hidden dangers. Based on the results of major disaster risk identification, the system integrates traditional single safety monitoring systems and intelligent ventilation, drainage and power supply systems to achieve comprehensive monitoring, data analysis, early warning and abnormal linkage treatment of major disaster risks. Taking the coal mine enterprise risk database as the core, the system forms and fits safety risk index according to the effects of different levels of safety risk control so as to realize the evaluation and the early warning of abnormalities of comprehensive prevention and control system of coal mine safety. The comprehensive prevention and control system of coal mine safety based on risk management and control helps to realize the pre-control of risks in personnel operation behavior, equipment safety status, environmental safety situation and management safety so as to achieve the goal of preventing and

收稿日期:2021-06-21;修回日期:2021-08-17;责任编辑:盛男。

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0801804)。

作者简介:陈小林(1979-),男,江苏泰州人,副研究员,主要从事煤矿智能化、安全信息化及预警技术方面的研究,E-mail:19028268@qq.com。

引用格式:陈小林,屈世甲,余九华,等.基于风险管控的煤矿安全综合防控体系[J].工矿自动化,2021,47(8):15-19.

CHEN Xiaolin, QU Shijia, SHE Jiuhua, et al. Comprehensive prevention and control system of coal mine safety based on risk management and control[J]. Industry and Mine Automation, 2021, 47(8): 15-19.

controlling major risks and containing major accidents.

**Key words:** coal mine safety comprehensive prevention and control; risk management and control; risk identification; closed-loop management of hidden dangers; disaster warning

### 0 引言

在煤矿信息化与自动化发展的初级阶段,煤矿安全隐患排查机制是煤矿日常安全管理的重要手段<sup>[1-2]</sup>,通过对人员、设备、环境和管理方面存在的安全隐患进行识别、梳理及跟踪处置<sup>[3-4]</sup>,实现隐患闭环管理,在一定程度上避免了隐患扩大和事故发生<sup>[5-6]</sup>。但以隐患管理为核心的煤矿安全管控体系在现场应用过程中表现出一定的局限性:一方面,煤矿现场隐患类型和数量受不同地质条件、生产方式和生产过程的影响较大,隐患的产生和消除常常是动态的过程<sup>[7]</sup>,现场时常会出现对于新产生的隐患没有及时发现并纳入隐患管理流程的问题,针对隐患本身管理实时性不高和覆盖面不够<sup>[8-9]</sup>;另一方面,隐患的动态表现特征导致以隐患管理为核心的煤矿安全管控体系在不同煤矿存在较大差异<sup>[10-11]</sup>,存在复用性不强的问题。

在中国煤炭学会发布的 T/CCS 001—2020《智能化煤矿(井工)分类、分级技术条件与评价》团体标准中,提出煤矿要具有完善的安全风险分级管控工

作体系,并实现信息化管理<sup>[12]</sup>。与隐患不同的是,对于煤矿来说风险点是客观存在的,对于地质条件、生产方式和管理方式类似的煤矿,其风险点大多数是通用的。风险如果控制、处理得当,就不会发展成隐患,但由于管控措施不到位或不可控因素发生,有可能导致风险升级成隐患<sup>[13-15]</sup>。因此,本文提出了基于风险管控的煤矿安全综合防控体系,对煤矿生产过程中面临的所有风险点按照既定的分级管控规则进行监测和防控。相比以隐患管理为核心的煤矿安全管控体系,基于风险管控的煤矿安全综合防控体系在事故预防的前置性、实时性、全面性和复用性上有较大提升。

### 1 基于风险管控的煤矿安全综合防控体系架构

基于风险管控的煤矿安全综合防控体系架构如图 1 所示。以煤矿风险为核心,围绕风险辨识、风险管控措施落实、风险监视及处置,从体系建设、体系实施及执行、体系运行监视及处置、体系运行指数综合评估及分析预警 4 个维度,构建人员、设备、环境、管理方面动态风险管控和重大灾害风险专题分析相

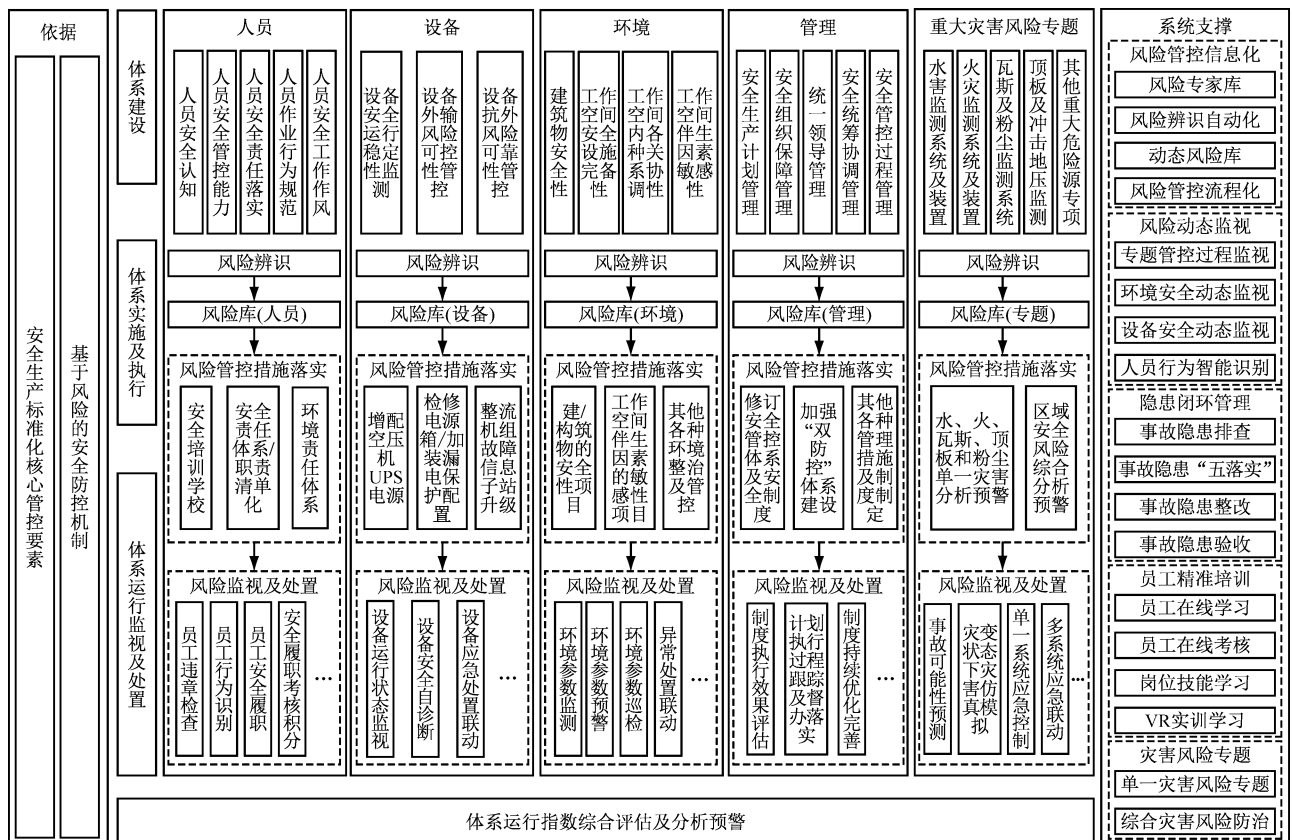


图 1 基于风险管控的煤矿安全综合防控体系架构

Fig. 1 Comprehensive prevention and control system architecture of coal mine safety based on risk management and control

结合的煤矿安全综合防控体系。

## 2 风险管控

### 2.1 风险辨识及风险管控措施落实

风险辨识及风险管控措施落实流程如图2所示。风险辨识人员根据作业地点的生产工艺、设备设置、作业环境等情况,结合煤矿安全风险标准库进行对照、分析,采用LEC法<sup>[16-17]</sup>对风险进行定性分级。风险辨识结果录入后形成适合特定煤矿的企业风险库,根据各风险点风险管控要求,自动创建风险管控任务并下发,形成完整的风险监视清单,为后期人工检查和系统自动监管提供依据。

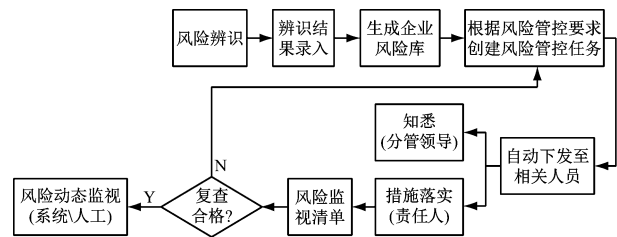


图2 风险辨识及风险管控措施落实流程

Fig. 2 Process of risk identification and risk management and control measures implementation

### 2.2 风险动态监视

风险动态监视流程如图3所示。依据风险监视清单,通过人工和系统对风险进行动态监视:当人工检查发现风险升级成安全隐患,启动风险异常处置流程;当系统监测实时数据出现异常,启动系统智能联动,同时启动相关风险异常处置流程。

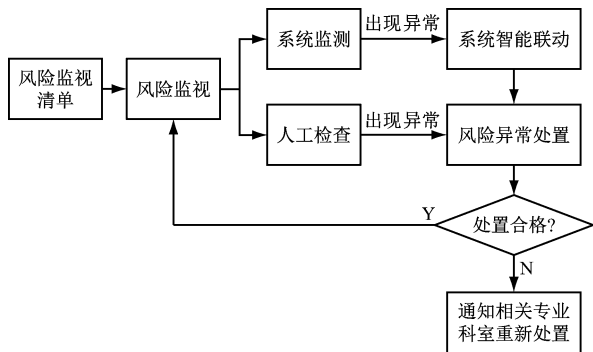


图3 风险动态监视流程

Fig. 3 Dynamic risk monitoring process

### 2.3 隐患闭环管理与员工精准培训

将隐患闭环管理与煤矿日常工作相结合,以建机制、查隐患、抓治理、遏事故、重学习为工作主线,同时结合学习平台,对因人为因素导致隐患产生的员工开展精准培训。隐患闭环管理与员工精准培训流程如图4所示。

在煤矿隐患排查治理过程中,根据隐患类型、严重程度和发生地点,从整改责任部门和责任人员、整

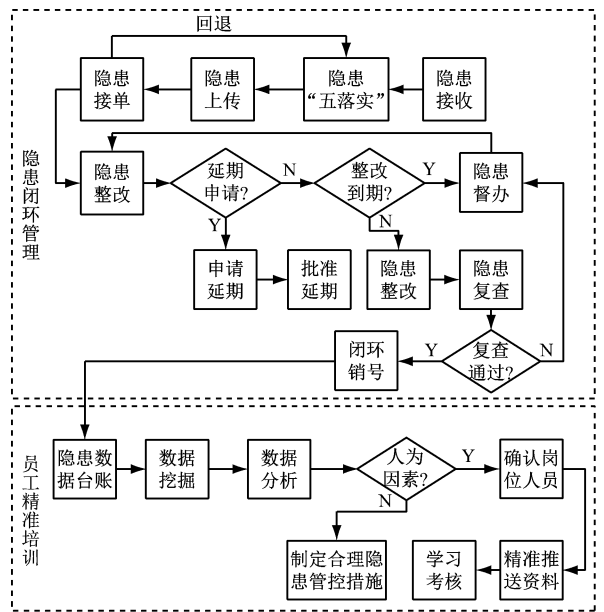


图4 隐患闭环管理与员工精准培训流程

Fig. 4 Process of hidden danger closed-loop management and staff precision training

改措施、整改时间、整改资金、整改预案5个方面对隐患进行“五落实”。隐患整改人员利用移动端APP拍照或拍视频上传整改结果,完成隐患的现场整改反馈。隐患复查人员对先前查出的隐患进行实地复查,若复查不通过则重新整改。

通过对隐患数据进行深度挖掘,分析隐患出现原因,针对人为因素导致的隐患,自动定位到相关煤矿员工,通过学习平台精准推送相应的学习资料并考核,从而有针对性地提高煤矿员工整体安全生产技能。

## 3 煤矿重大灾害风险专题

传统煤矿主要针对水、火、瓦斯、顶板和粉尘五大灾害安装单一安全监测类系统来提升安全生产能力,各系统数据独立且无法综合利用。以单一安全监测类系统为主体的安全监控运行模式虽然在现场系统维护和管理上具有一定的便利,但无法从特定灾害风险整体视角上实现全面管控。煤矿重大灾害风险专题基于风险辨识形成的整体性管控业务要求,通过融合传统单一安全监测类系统,实现对单一灾害风险的综合监视、数据分析及预警;通过整合智能通风、排水、供电等系统,实现单一灾害风险异常情况下的异常联动处置,如图5所示。

针对煤矿最常见的水、火、瓦斯、顶板和粉尘五大灾害,煤矿重大灾害风险专题从以下方面进行考虑:

(1) 瓦斯灾害风险专题与智能通风、供电系统进行联动控制,实现瓦斯变化动态仿真,可根据瓦斯

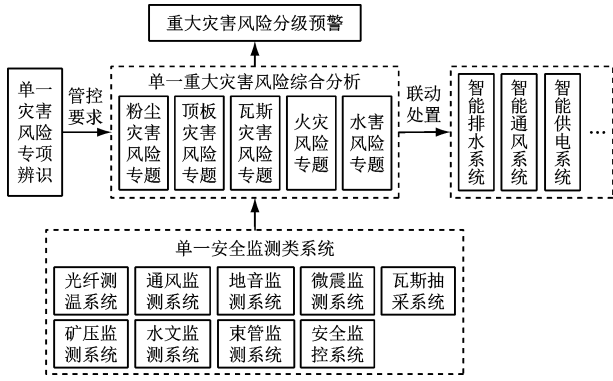


图 5 煤矿重大灾害风险专题

Fig. 5 Special topics on major coal mine disaster risk

监测数据进行瓦斯积聚区智能预测预警,风量、风速智能调节,瓦斯超限区域智能断电。

(2) 矿井水害风险专题与智能排水系统进行联动控制,实现水害智能仿真,并与矿井监测监控系统连接,实现水害实时监测与展示。

(3) 矿井火灾风险专题与安全监控系统、通风监测系统、光纤测温系统等进行联动控制,能够与灌浆、注氮等设施进行联动控制;电气设备、带式输送机易发生火灾区域设有火灾变量监测装置及防火系统,实现火灾参数智能监测、分析,并根据分析结果进行火灾智能预测、预警及联动控制。

(4) 矿井顶板灾害风险专题在矿压监测系统、微震监测系统的基础上实现综采工作面、综掘工作面的矿山压力大数据分析及评价,能够基于监测数据实现矿山压力预测与预警。

(5) 矿井粉尘灾害风险专题与智能喷雾装置进行联动控制,基于粉尘监测数据实现智能降尘功能,且可实现远程集中控制。

### 4 体系运行指数综合评估及分析预警

基于煤矿企业风险库中各类风险防控要求,将较大、一般、较轻 3 个级别的风险管控要求与风险实际受控情况进行比对分析,形成较大、一般及较轻风险管控指数;将重大灾害风险管控要求与重大灾害风险专题分析结果进行比对分析,形成重大灾害风险管控指数。将形成的对应企业风险库中所有风险的风险管控指数进行拟合,从而实现体系运行指数综合评估及分析预警,如图 6 所示。

### 5 结语

从风险辨识信息化、风险监视动态化、隐患管理闭环化、员工培训精准化、安全体系运行结果指标化等方面,构建了基于风险管控的煤矿安全综合防控体系,实现对人员作业行为、设备安全状态、环境安

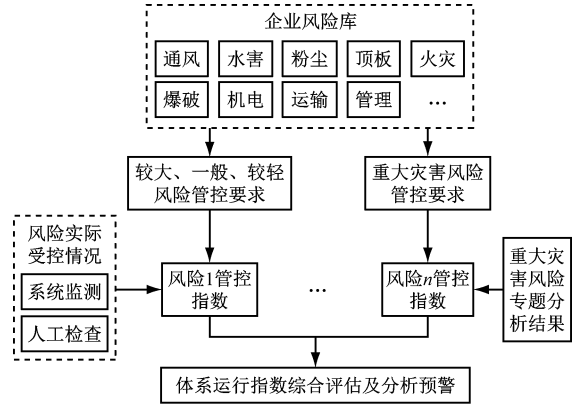


图 6 体系运行指数综合评估及分析预警

Fig. 6 Comprehensive evaluation, analysis and early warning of system operation index

全态势、管理安全等方面风险的实时监测、异常判定、联动处置及应急处置。该体系有助于实现全面风险预控,把风险控制在隐患形成之前、把隐患消灭在事故发生之前,达到防控重大风险、遏制重特事故的目标。

### 参考文献 (References):

[ 1 ] 黄继广. 井工煤矿专项安全风险辨识评估体系及方法研究[D]. 三河:华北科技学院,2020.  
HUANG Jiguang. Research on the system and method of special safety risk identification and evaluation for underground coal mine [D]. Sanhe: North China Institute of Science and Technology,2020.

[ 2 ] 张翼. 煤矿安全量化管理系统设计[J]. 能源与环保, 2020,42(1):51-55.  
ZHANG Yi. Design of coal mine safety quantitative management system [ J ]. China Energy and Environmental Protection,2020,42(1):51-55.

[ 3 ] 胡婷. 物联网模式下煤矿安全监管影响因素研究 [D]. 徐州:中国矿业大学,2016.  
HU Ting. Factors impacting of coalmine safety supervision under the internet of things[D]. Xuzhou: China University of Mining and Technology,2016.

[ 4 ] 杨振,胡东涛,陶婷婷,等. 基于危险源辨识的矿山安全管理探讨与建议[J]. 化工矿物与加工,2013,42(12):49-51.  
YANG Zhen, HU Dongtao, TAO Tingting, et al. Management and proposal of mine safety based hazard identification[J]. Industrial Minerals & Processing, 2013,42(12):49-51.

[ 5 ] 江婷婷,盛武. 基于 CiteSpace 的煤矿安全风险识别知识图谱分析[J]. 华北科技学院学报,2021,18(1):81-90.  
JIANG Tingting, SHENG Wu. Analysis of knowledge

- map of coal mine safety risk identification based on CiteSpace[J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2021, 18(1): 81-90.
- [6] 李建斌. 煤矿危险源辨识与风险管理信息系统开发与探究[J]. 电子测试, 2014(21): 144-146.  
LI Jianbin. Research and development coal mine hazard identification and risk management information system[J]. Electronic Test, 2014(21): 144-146.
- [7] 王龙康, 聂百胜, 蔡洪检, 等. 煤矿安全隐患动态分级闭环管理方法及应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13(6): 126-131.  
WANG Longkang, NIE Baisheng, CAI Hongjian, et al. Approach for dynamic classified and closed-loop management of potential safety hazard in coal mine and its application[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2017, 13(6): 126-131.
- [8] 张慧敏, 卢明银, 王苗. 基于集对分析法的综采工作面安全隐患评价[J]. 矿业安全与环保, 2018, 45(2): 114-118.  
ZHANG Huimin, LU Mingyin, WANG Miao. The safety hazard evaluation of mechanized coal working face based on set pair analysis[J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2018, 45(2): 114-118.
- [9] 傅贵, 李亚. 7个标准中危险源的定义、内容和分类研究[J]. 中国安全科学学报, 2017, 27(6): 157-162.  
FU Gui, LI Ya. Research on definition, content and classification of hazards in seven standards[J]. China Safety Science Journal, 2017, 27(6): 157-162.
- [10] 孟现飞, 丁恩杰, 刘全龙, 等. 危险源概念的重新界定及与隐患关系研究[J]. 中国安全科学学报, 2017, 27(4): 55-59.  
MENG Xianfei, DING Enjie, LIU Quanlong, et al. Study on redefinition of hazard and its relationship with latent danger[J]. China Safety Science Journal, 2017, 27(4): 55-59.
- [11] 贺耀宜. 煤矿本质安全支撑体系平台研究[J]. 工矿自动化, 2012, 38(11): 5-8.  
HE Yaoyi. Research of support system platform of intrinsic safety of coal mine[J]. Industry and Mine Automation, 2012, 38(11): 5-8.
- [12] T/CCS 001—2020 智能化煤矿(井工)分类、分级技术条件与评价[S].  
T/CCS 001-2020 Specification and classification, grading evaluation for smart coal mine[S].
- [13] 齐庆杰, 刘文岗, 李首滨, 等. 煤矿事故隐患消除科技支撑对策研究[J]. 煤炭科学技术, 2021, 49(4): 20-27.  
QI Qingjie, LIU Wengang, LI Shoubin, et al. Study on scientific and technological support countermeasures to eliminate hidden dangers of coal mine accidents[J]. Coal Science and Technology, 2021, 49(4): 20-27.
- [14] 李文, 武玉梁. 煤矿危险源风险预警与控制的研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(4): 154-157.  
LI Wen, WU Yuliang. Research on early-warning and control of hazard source in coal mine[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2009, 5(4): 154-157.
- [15] 吕礼国. 浅谈煤矿安全风险分级管控与事故隐患排查治理“一体化管理”[J]. 煤炭科技, 2020, 41(5): 65-67.  
LYU Ligu. Discussion on "integrated management" of coal mine safety risk classification control and accident hidden danger investigation and control[J]. Coal Science & Technology Magazine, 2020, 41(5): 65-67.
- [16] 潘云华. LEC评价法在煤矿安全风险评估中的应用[J]. 低碳世界, 2019, 9(2): 62-63.  
PAN Yunhua. Application of LEC evaluation method in coal mine safety risk assessment[J]. Low Carbon World, 2019, 9(2): 62-63.
- [17] 张健. LEC评价法在非煤矿山安全评价中的应用[J]. 安全, 2017, 38(3): 29-30.  
ZHANG Jian. Application of LEC evaluation method in safety evaluation of non-coal mine[J]. Safety, 2017, 38(3): 29-30.