

Research on Establishing Emergency Management Systems and Enhancing Rescue Efficiency in Mining Engineering

Hongjun Zhu

Pingliang Xin'an Coal Industry Co., Ltd., Pingliang, Gansu, 744200, China

Abstract

Mining operations face complex production environments and volatile geological conditions, with frequent accidents causing widespread impacts. Developing a scientific and efficient emergency management system is crucial for minimizing casualties and economic losses. Based on accident characteristics and risk analysis, this study explores pathways for emergency system construction through organizational structure optimization, contingency plan development, information technology integration, and multi-department coordination. By implementing risk classification control, intelligent monitoring and early warning systems, digital command platforms, and collaborative mechanisms, a closed-loop management model of "prevention—response—recovery" is established. The research demonstrates that the scientific rigor and execution capability of emergency management systems directly influence rescue efficiency and safety standards. The paper proposes establishing a smart mine emergency platform and strengthening rescue team deployment and resource allocation to achieve intelligent and efficient emergency response.

Keywords

Mining Engineering; Emergency Management System; Accident Rescue; Risk Control; Information Management

采矿工程应急管理体系构建与事故救援效率提升研究

朱红军

平凉新安煤业有限责任公司, 中国·甘肃 平凉 744200

摘要

采矿工程生产环境复杂、地质条件多变, 突发事件频发且影响广泛。构建科学高效的应急管理体系是降低人员伤亡与经济损失的关键。本文基于事故特征与风险成因分析, 从组织架构、预案体系、信息化技术与救援协同等方面探讨应急体系构建路径。通过引入风险分级管控、智能监测预警、信息化指挥与多部门协作机制, 形成“事前预防—事中应对—事后恢复”的闭环管理模式。研究表明, 应急管理体系的科学性与执行力直接影响救援效率与安全水平。文章提出建设智慧矿山应急平台、强化救援队伍与资源调度, 以实现应急响应的智能化与高效化。

关键词

采矿工程; 应急管理体系; 事故救援; 风险控制; 信息化管理

1 引言

采矿工程是资源型产业的重要支柱, 其安全生产水平直接关系到国家能源保障与社会稳定。随着矿业生产规模扩大和机械化、自动化程度提高, 矿山事故呈现出复杂性、突发性与链式反应特征。传统安全管理模式在面对突发事件时反应迟缓、指挥分散、救援协调效率低下, 亟需构建系统化、智能化的应急管理体系。近年来, 国家陆续出台《安全生产法》《矿山安全规程》《生产安全事故应急条例》等政策文件, 强调应急预案与救援机制建设的重要性。采矿工程应急管理体系建设不仅是安全技术问题, 更是综合治理与系统工程, 涉及组织架构、信息传递、技术支撑与人力资源等多个层面。

本文以应急管理体系为研究核心, 结合采矿工程特点, 系统探讨应急体系构建思路与事故救援效率提升策略, 旨在为矿山企业实现安全治理体系现代化提供路径借鉴。

2 采矿工程事故特征与应急管理需求分析

2.1 采矿工程事故的主要类型与特征

采矿工程事故呈现多样性与复杂性, 主要包括瓦斯爆炸、煤尘爆炸、顶板垮塌、水害突发、机械设备故障以及火灾中毒等类型。这些事故通常具有“高危性、高损失、高速传播”的特征。瓦斯与煤尘爆炸往往在瞬间引发连锁反应, 造成大范围破坏; 顶板垮塌和地压事故则破坏力强、次生灾害多, 极易诱发新的结构失稳; 水害事故具有隐蔽性和突发性, 常导致设备损毁与通信中断; 火灾与有害气体中毒则进一步加剧救援难度。事故发生后, 矿井空间狭小、能见度低、通风不畅、温度高等不利条件叠加, 使得搜救行动复杂、风

【作者简介】朱红军(1986-), 男, 中国甘肃平凉人, 本科, 助理工程师, 从事采矿工程方面研究。

险倍增，对应急响应的科学性与指挥效率提出更高要求。

2.2 传统应急管理的局限性

传统矿山应急管理体系以人工决策和行政指令为主，缺乏技术支撑与信息化手段，难以应对复杂多变的灾害情境。事故信息采集与传递存在显著延迟，决策层难以实时掌握现场态势，导致救援调度缺乏精准依据。多数企业的应急预案停留在文件层面，缺少实战演练和动态修订机制，组织协调效率低，资源利用不均衡。数据孤岛现象普遍存在，监测、通信、调度等系统未实现数据共享与联动，限制了指挥平台的整体效能。应急管理的被动性与滞后性，使得救援反应时间延长，增加了人员伤亡与经济损失的风险，亟需通过智能化、体系化手段实现优化与革新。

2.3 应急管理体系建设的必要性

完善的应急管理体系是矿山安全治理体系现代化的基础。科学的应急体系应涵盖风险识别、监测预警、应急响应与灾后恢复全过程，实现“事前预防—事中控制—事后总结”的闭环管理。通过建立统一指挥、分级响应、信息共享与技术支撑机制，可显著提升事故处置的及时性与协调性。体系化建设不仅有助于形成标准化、制度化的应急管理框架，还能通过大数据与人工智能实现事故规律分析与风险趋势预测，为安全决策提供量化依据。长远来看，应急体系的建立有助于推动矿山安全管理由经验型向数据驱动型转变，从被动应对走向主动防控，构建矿山本质安全与智能治理的新格局。

3 采矿工程应急管理体系的结构与构建路径

3.1 应急组织体系的结构优化

矿山应急组织体系的构建应以“统一指挥、高效协同”为核心原则，形成多层次、网格化的应急管理结构。体系应以矿山企业为主体，政府部门提供政策与监管指导，社会救援力量作为重要支撑。企业内部需设立常设应急指挥中心，下设监测预警、救援调度、医疗救护、后勤保障、舆情应对及通信联络等职能组，明确岗位职责与权限边界。各小组之间应通过数字化指令系统和标准化工作流程实现快速响应与信息同步，避免指令传递延迟与重复指挥。在指挥层面，应实行纵向分级管理与横向协同联动相结合的运行模式，构建“指挥统一、分级负责、响应有序”的组织体系。通过制度化、流程化的组织管理，可有效提升突发事件中的协调效率与资源整合能力，实现事故应对的系统化与高效化。

3.2 应急预案体系的科学化建设

科学化的应急预案体系是矿山应急管理的制度核心，其编制应遵循系统性、实用性与动态性原则。预案制定应以全面风险评估为基础，结合矿区地质构造、通风系统、设备布局与作业流程，分类设计针对性处置方案。应按事故类型、影响范围与危害程度设定分级响应机制，确保不同级别的突发事件均有对应处置路径。预案内容应覆盖风险源识别、危

险区域划定、人员疏散路线、救援力量配置、物资调配方式及通信保障方案。为提高预案的科学性与适应性，应建立动态修订与周期性演练机制，结合生产工艺变化和技术条件更新实时调整方案。通过多场景、多部门联合演练检验预案可行性，形成“编制—验证—修订—再实施”的闭环管理模式，从而确保预案真正具备指导实践与快速落地的能力。

3.3 信息化应急指挥平台的集成构建

现代矿山应急管理的关键在于信息化支撑体系的构建。应基于“多源数据融合、智能辅助决策、可视化协同指挥”的理念，建立综合应急指挥平台。该平台应集成矿山安全监测、地理信息系统（GIS）、视频监控、人员定位、通信网络及应急调度系统，实现数据的统一汇聚与实时可视化。通过大数据分析 with 人工智能算法，可实现事故征兆识别、趋势预测及决策辅助，为指挥人员提供多维度数据支持。平台应具备多部门协同接口，支持跨系统信息互通与指令联动，使指挥中心能够在数秒内完成态势感知、资源调度与任务分配。借助云计算与区块链等新兴技术，可进一步保障数据安全性与决策透明度。信息化指挥平台的建成，将有效实现“感知—分析—决策—执行—反馈”的闭环管理，推动矿山应急管理从传统被动应对向智能化、主动化、精准化转型。

4 事故应急响应与救援效率提升机制

4.1 应急响应机制的快速化与精细化

应急响应体系的建设核心在于实现事故处置的高效联动与精准指挥。针对矿山突发事件，应建立自动报警与智能响应系统，通过多传感器监测与数据联动，当瓦斯、地压、水位等指标异常时，系统可自动触发报警并推送至应急指挥平台。信息化应急指挥系统应集成监测数据、地理信息与人员定位，实现事故类型的自动识别与分级响应。通过预设应急处置模型，系统可在第一时间匹配救援方案与物资清单，减少人工判断延误。各部门的职责与操作流程需实现数字化固化，确保从报警到指令下达的全过程流畅衔接。通过建立“多源监测—自动响应—精确调度”的快速反应机制，可显著提升矿山事故应急处置的科学性与时效性。

4.2 事故救援组织与专业队伍建设

高水平的救援组织体系是矿山应急管理的重要保障。应在矿区范围内组建常态化、专业化的应急救援队伍，配备地质灾害处置、通风排险、瓦斯检测、医疗救护等多领域专业人员^[1]。救援队伍应通过系统化培训与实战演练提升综合技能，掌握复杂地质环境下的救援策略与装备操作规范。为提高救援协同性，可建立跨企业、跨区域的联合救援联动机制，形成“企业为主、区域协同、国家支援”的多层应急组织结构。救援指挥体系应实行“统一指挥、分区救援”的模式，确保各作业面协调一致，避免重复调度或资源浪费。通过建立专业队伍与科学组织模式的结合，可在重大事故发生时实现高效、安全、有序的救援行动。

4.3 救援资源优化与物资保障机制

救援资源的合理配置与动态管理是提升应急效率的重要支撑。应构建数字化物资管理平台,实现救援装备、医疗器材、交通工具及应急物资的实时监控与自动预警。物资储备布局应遵循“分级设置、就近调配、统一指挥”的原则,在矿区、区域与省级层面建立多级物资中心,确保应急物资能在最短时间内到达现场。通过建立资源共享与协同调度机制,实现矿区之间的物资互联互通,提高整体应急保障能力。各类救援装备需定期检修、校验与更新,建立设备状态档案,确保关键装备完好率达到标准要求。完善的物资保障体系不仅能提高救援效率,也能在事故应对中有效支撑持续作业与现场医疗救护,保障应急体系的整体韧性与稳定运行。

5 采矿工程应急管理的智能化与持续优化路径

5.1 风险监测与智能预警体系建设

智慧化矿山的安全管理核心在于风险的实时监测与动态预警。通过部署物联网传感器网络,可对瓦斯浓度、地压、水位、温湿度、通风状况等关键参数进行全时监控,形成高精度、多维度的数据采集体系^[2]。基于人工智能算法的异常识别模型,能够对参数波动趋势进行智能判别与预测,提前发现潜在隐患。建立多源数据融合机制,将传感数据、地质模型、历史事故案例与作业计划信息关联分析,生成动态风险地图,实现风险的空间化展示与分级管控。智能预警系统应与应急指挥中心、人员定位系统、视频监控平台联动,形成从“监测—分析—预警—响应”的闭环链路,确保在事故萌发阶段即可实现“早发现、早响应、早处置”,为矿山安全防控提供科学支撑。

5.2 大数据与区块链技术在应急管理中的应用

在矿山应急管理体系中,大数据与区块链技术的融合应用显著提升了数据治理水平与决策科学性。通过对设备运行状态、环境参数及人员行为的动态采集与分析,大数据平台能够建立风险预测模型,实现对事故高发时段、关键工序及薄弱环节的精准识别,为安全生产决策提供量化依据^[3]。区块链技术的引入,使应急数据实现分布式存储与不可篡改性,确保事故信息的真实性与透明性。通过智能合约与多节点同步机制,可实现跨部门、跨企业的信息共享与协同联动,形成可信数据链条,提升应急响应过程中的协作效率与信任

水平。两者结合可构建“数据驱动—区块协同—智能决策”的应急管理新格局,为智慧矿山安全体系提供坚实的技术保障。

5.3 持续改进与演练评估机制

完善的应急管理体系必须具备动态演化与持续改进能力。通过建立常态化事故演练与评估机制,能够在非紧急状态下检验组织指挥能力、资源调度效率与应急设施可靠性。演练应覆盖瓦斯爆炸、水害突发、火灾泄露等多种情景,采用实地模拟与虚拟仿真相结合的方式,确保参与人员具备实战应对能力。事后应进行系统复盘与专家评估,针对暴露的问题制定整改措施,并将评估结果反馈至应急预案修订与制度优化中。通过建立绩效考核制度,将演练质量与管理绩效挂钩,激励相关部门持续优化应急响应流程。形成“实战—复盘—改进—再演练”的动态循环体系,可显著提升矿山应急体系的科学性、执行力与长期适应性。

6 结语

采矿工程应急管理体系的构建,是保障矿山安全生产、减少人员伤亡和经济损失的重要环节。完善的应急体系应实现组织架构科学化、预案设计系统化、指挥调度智能化与救援响应高效化。通过构建基于信息化技术的智慧应急平台,强化风险监测与预测预警,形成“统一领导、分级响应、协同救援”的工作格局^[4]。未来,应继续推动人工智能、大数据、区块链等新兴技术与矿山安全管理的深度融合,完善应急法制体系与社会协同机制,使采矿工程的应急管理从经验型向数据驱动型、从被动应对向主动防控转变。只有构建科学、系统、可持续的应急管理体系,才能全面提升事故救援效率,推动矿业安全生产治理能力的现代化。

参考文献

- [1] 王存权.同煤集团煤矿安全预警与应急救援能力评价方法研究[D].中国矿业大学(北京),2017.
- [2] 张林林.采矿工程中的安全风险评估与管理策略[J].中国科技论文在线精品论文,2025,18(02):236-238.
- [3] 邢磊,李忠,马兆强.采矿工程施工中不安全技术因素及解决对策[J].煤化工,2024,52(S1):86-88.
- [4] 乔宇.徐州市贾汪区地质灾害应急管理问题与对策研究[D].中国矿业大学,2024.