

智能化背景下煤矿安全监管模式创新研究

胡永昭

郑煤集团大平煤矿 河南 登封 452470

摘要: 在智能化技术快速发展的背景下, 煤矿安全监管模式面临着新的机遇与挑战。基于此, 本文深入探讨了传统煤矿安全监管模式存在的问题, 分析了智能化技术在煤矿安全监管中的应用现状及优势, 并提出了智能化背景下煤矿安全监管模式的创新策略, 包括构建智能感知与监测体系、打造智能决策与预警系统、优化智能应急响应机制以及推进安全培训与管理的智能化升级。希望论文的研究, 能够为煤矿企业提升安全监管水平、保障安全生产提供理论支持和实践指导。

关键词: 智能化; 煤矿安全监管; 模式创新

引言: 长期以来, 煤矿安全监管一直是煤矿行业管理的核心任务之一。但问题是, 传统的煤矿安全监管模式在应对复杂多变的煤矿生产环境和日益增长的安全管理需求时, 逐渐暴露出诸多问题。随着智能化技术的飞速发展, 物联网、大数据、人工智能、5G等新兴技术为煤矿安全监管模式的创新带来了新的契机。智能化技术具有强大的数据处理能力、实时监测能力和智能决策能力, 能够有效地弥补传统监管模式的不足, 提高煤矿安全监管的效率和精准度。因此, 深入研究智能化背景下煤矿安全监管模式的创新具有重要的现实意义。

1 智能化背景下煤矿安全监管模式创新的意义

1.1 保障矿工生命安全

矿工是煤矿生产的直接参与者, 其生命是煤矿安全监管的核心目标。传统监管模式受限于人力和技术, 难以做到对煤矿生产全过程的实时、全面监控, 安全隐患不能被及时发现和处理, 矿工时刻面临生命威胁^[1]。在当今智能化背景下创新监管模式, 借助物联网、传感器等先进技术, 可轻松实现对煤矿井下环境参数(如瓦斯浓度、一氧化碳含量、温度、湿度等)和设备运行状态的实时监测。一旦出现异常, 系统能立即发出警报, 第一时间提醒矿工及时撤离, 进一步为矿工的生命安全筑牢防线。

1.2 提升煤矿生产效率

安全与生产相辅相成, 创新安全监管模式有助于提升煤矿生产效率。传统监管模式下, 因安全隐患排查不及时, 常导致生产中断, 严重影响生产进度。智能化监管模式利用大数据分析和人工智能算法, 能对设备运行数据进行深度挖掘, 预测设备故障, 提前安排维修保养, 尽可能减少设备停机时间。更重要的是, 智能调度系统可根据生产需求和设备状态, 优化生产流程, 实现

资源的合理配置, 大幅度提高生产效率。

1.3 降低企业运营成本

安全事故不只是会造成人员伤亡和财产损失, 还会带来一系列后续费用, 如赔偿、停产整顿、设备修复等, 进而增加企业运营成本。创新安全监管模式可有效预防事故发生, 减少这些额外支出。除此之外, 智能化监管系统能实现数据的自动采集和分析, 显著减少人工巡检和数据处理的工作量, 降低人力成本。而且, 通过对设备运行状态的精准监测和预测性维护, 可延长设备使用寿命, 降低设备更换成本。

1.4 推动行业可持续发展

智能化背景下煤矿安全监管模式创新是煤矿行业转型升级的必然要求。创新监管模式有助于提升煤矿行业的整体安全管理水平, 树立良好的行业形象, 进而吸引更多的投资和人才^[2]。并且, 符合国家对能源行业绿色、安全、高效发展的政策导向, 有利于煤矿行业在激烈的市场竞争中实现可持续发展, 最大程度上为国家能源供应提供稳定保障。

2 传统煤矿安全监管模式存在的问题

2.1 监管方式滞后

传统煤矿安全监管主要依赖人工巡检和定期检查, 这种方式劳动强度大、巡检周期长, 容易出现漏检情况。更糟糕的是, 人工在危险区域进行监测时, 还面临着生命安全威胁, 如瓦斯泄漏、粉尘爆炸等环境下, 监管人员的人身安全难以得到有效保障。而且, 人工巡检难以实现对煤矿生产全过程的实时、全面监控, 无法及时发现潜在的安全隐患。

2.2 数据整合与分析能力不足

煤矿生产过程中会产生大量的数据, 包括地质数据、设备运行数据、人员定位数据等。但传统监管模式

下,这些数据格式不统一,难以进行有效整合分析。缺乏有效的数据分析手段,根本无法从海量数据中及时挖掘潜在的安全问题,难以为安全管理决策提供有力支持。如,对于设备运行数据,仅能进行简单的记录和查看,无法利用数据分析预测设备故障的发生,导致设备故障不能及时发现和处理,增加了安全事故发生的风险。

2.3 应急响应能力有限

在发生安全事故时,传统监管模式下的应急响应往往不够及时和高效。由于信息传递不及时、救援决策缺乏科学依据等原因,救援人员难以快速准确地到达事故现场,无法有效开展救援工作,导致事故损失扩大。再加上,传统监管模式对应急预案的制定和演练不够重视,缺乏针对性和实战性,也使得在面对突发事件时,救援人员缺乏应对经验,无法迅速采取有效的救援措施。

3 智能化背景下煤矿安全监管模式的创新策略

3.1 构建智能感知与监测体系

3.1.1 多源传感器融合部署

在煤矿井下全面部署多种类型的传感器,包括环境传感器(如瓦斯、一氧化碳、粉尘、温湿度传感器等)、设备状态传感器(如振动、温度、压力传感器等)和人员定位传感器(如RFID标签、UWB定位设备等)。利用多源传感器融合,能够实现对煤矿生产环境和设备运行状态的全方位、实时感知^[3]。如,在采煤工作面、掘进工作面、运输巷道等关键区域,合理布置传感器,确保能够及时准确地采集到各种数据。

3.1.2 高清视频监控与图像识别

安装高清摄像头,对煤矿井下各个作业区域进行全方位、无死角的视频监控。利用图像识别技术,对视频图像进行分析处理,自动识别人员违规操作(如未佩戴安全帽、跨越安全警戒线等)、设备异常状态(如设备损坏、部件缺失等)和潜在安全隐患(如顶板裂缝、片帮等)。一旦发现异常情况,系统立即发出警报,并将相关信息实时推送给监管人员。

3.1.3 数据传输与存储优化

构建高速、稳定的有线和无线网络,确保传感器和摄像头采集到的数据能够实时、准确地传输到地面监控中心。井下采用5G或工业以太网技术,提供高带宽、低延迟的数据传输通道;井上采用光纤网络,保证数据传输的稳定性和安全性。在此基础上,配备高性能服务器和大容量存储设备,建立煤矿大数据中心,对采集到的数据进行分类存储和管理,满足数据长期保存和快速查询需求。

3.2 打造智能决策与预警系统

3.2.1 大数据分析挖掘

利用大数据技术对煤矿生产过程中的海量数据进行深度分析和挖掘。具体可建立数据模型,对设备运行数据、环境监测数据、人员行为数据等进行关联分析,及时发现潜在的安全风险和事故规律。如,分析设备振动数据与设备故障之间的关系,预测设备故障的发生时间;研究瓦斯浓度变化与采煤作业的关系,提前预警瓦斯突出等事故。

3.2.2 智能风险评估与预警

基于大数据分析结果,建立智能风险评估模型,对煤矿各环节进行实时风险评估。量化风险等级,如将风险分为低风险、中风险和高风险三个等级,并以不同颜色、图标等形式在监控界面上直观展示。当风险等级超过预设阈值时,系统自动发出预警信号,提醒监管人员采取相应的措施。之后,生成风险评估报告,详细说明风险来源、可能影响的范围和程度,为安全管理决策提供依据。

3.2.3 决策支持与优化

利用人工智能算法,如专家系统、机器学习等,为煤矿安全监管提供决策支持。根据风险评估结果和实时监测数据,系统能够自动生成多种应对方案,并对方案进行评估和优化,为监管人员提供最佳决策建议。如,在发生瓦斯超限事故时,系统可根据瓦斯浓度、通风系统状态、人员分布等信息,快速计算出最佳的通风方案和人员疏散路线。

3.3 优化智能应急响应机制

3.3.1 应急预案数字化与智能化

将煤矿应急预案进行数字化处理,建立应急预案数据库。利用智能算法对应急预案进行分析和优化,根据不同类型的事故场景,自动匹配相应的应急预案和处置流程。同时,将应急预案与智能感知与监测系统、智能决策与预警系统进行集成,实现应急预案的自动触发和执行。

3.3.2 智能应急指挥与调度

在发生安全事故时,智能应急响应系统能够快速启动,通过地理信息系统(GIS)、人员定位系统以及环境监测系统,实时收集事故信息,分析事故现场的环境条件和矿工位置。基于这些信息,智能系统能够迅速规划出最佳的救援路径,指导救援人员高效进行救援。同时,实时调度救援人员和物资,实现对应急资源的优化配置。如,根据事故地点和受伤人员位置,智能调度最近的救护车和医疗人员前往救援;根据事故类型和救援需求,合理调配救援设备和物资。

3.3.3 应急演练与评估

利用虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,开展智能应急演练。利用模拟各种事故场景,让救援人员在虚拟环境中进行实战演练,提高救援人员的应急处理能力和协同作战能力。演练结束后,系统对应急演练过程进行评估和分析,总结经验教训,对应急预案和救援流程进行优化和完善。

3.4 推进安全培训与管理的智能化升级

3.4.1 智能安全培训系统

开发智能安全培训平台,利用三维仿真技术、虚拟现实设备和多媒体教学资源,为煤矿员工提供沉浸式的安全培训体验。通过模拟井下安全事故的发生和发展过程,让员工身临其境地感受事故的危害,增强安全意识。同时,根据员工的岗位需求和技能水平,智能推送个性化的培训课程,提高培训的针对性和有效性。如,对于新入职员工,重点培训煤矿安全基础知识和基本操作技能;对于特殊工种人员,开展专业化的安全培训和技能提升课程。

3.4.2 人员行为智能管理

通过为矿工配备安全帽或装有RFID(射频识别)或其他先进定位技术的徽章,管理系统可以实现对矿工位置的实时跟踪和人员行为的智能分析。系统可监控矿工的工作时间和活动范围,有效防止矿工加班和误入危险区域。并且,对矿工的操作行为进行智能识别和评估,及时发现违规操作行为,并给予相应的警告和纠正。另一方面,系统还可以收集和分析矿工的工作习惯和行为模式,为矿山安全管理提供数据支持,帮助管理层不断优化工作流程和安全措施。

3.4.3 安全绩效智能评估

建立安全绩效智能评估体系,利用大数据和人工智能算法,对煤矿各部门和员工的安全绩效进行实时评估和分析。评估指标包括事故发生率、隐患排查治理率、安全培训合格率等^[4]。利用可视化图表和报表,直观展示安全绩效评估结果,为安全管理决策提供依据。同时,根据安全绩效评估结果,实施差异化的奖惩措施,激励员工积极参与安全管理,提高煤矿整体安全管理水平。

3.5 强化监管协同与资源整合

建立跨部门、跨层级的智能协同监管平台,打通煤矿企业、应急管理部门、矿山安全监察机构等多方的数据壁垒^[5]。通过标准化的数据接口,实现各部门监测数据、风险评估结果、执法记录等信息的实时共享与交互,避免信息孤岛。如,煤矿企业可将设备异常预警信息即时同步至监管部门,监管部门据此快速制定检查计划,形成“监测-预警-监管”闭环。

与此同时,应积极整合社会资源,引入第三方专业机构参与煤矿安全监管。利用其专业技术和独立视角,对煤矿智能化系统运行、安全管理制度落实等进行评估,为监管部门提供客观参考。此外,平台设置协同会商功能,在重大安全隐患或事故处理时,多方通过线上会议、数据共享等方式联合研判,优化处置方案,提升监管效率与科学性,推动形成多方联动、齐抓共管的煤矿安全监管新格局。

结语:智能化背景下煤矿安全监管模式创新是煤矿行业发展的必然趋势。通过构建智能感知与监测体系、打造智能决策与预警系统、优化智能应急响应机制以及推进安全培训与管理的智能化升级,能够有效解决传统煤矿安全监管模式存在的问题,提高煤矿安全监管的效率和精准度,降低事故发生率,保障煤矿安全生产。创新模式在煤矿企业中的应用能够取得显著成效,为煤矿行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]刘小龙.煤矿安全监管体制与监管模式的探寻[J].电脑爱好者(电子刊),2021(12):4381-4382.
- [2]孙林辉,贾元瑞,吴升林,等.区块链技术赋能下的煤矿安全监管监察变革[J].煤炭工程,2022,54(1):187-192.
- [3]李少鹏.煤矿安全监管体制与监管模式的分析[J].电脑爱好者(电子刊),2021(12):4459-4460.
- [4]王国法,富佳兴,孟令宇.煤矿智能化创新团队建设与关键技术研发进展[J].工矿自动化,2022,48(12):1-15.
- [5]张于祥.新形势下煤矿企业外包工程安全管控模式研究[J].能源与环保,2020,42(3):17-19,23.