

煤矿综采技术创新与安全生产提升对策研究

燕秉慧 刘彦清

国能包头能源有限责任公司李家壕煤矿, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 综采技术创新是煤矿安全生产中的关键, 通过高效智能采矿设备、精细化监测预警体系和信息化管理显著提升安全性和资源利用效率。面临的挑战包括自动化系统不稳定、水害处理技术不成熟及通风降温技术落后, 对矿井安全生产和矿工健康构成威胁。针对性对策如优化自动化控制系统设计、采用先进水害预防控制技术和升级通风降温系统等, 降低了安全风险, 提升了安全生产水平。技术创新和安全生产提升对策的实施, 为煤矿行业的可持续发展提供重要支撑。

关键词: 综采技术创新; 煤矿安全生产; 技术挑战

Research on Innovation of Coal Mine Comprehensive Mining Technology and Countermeasures for Improving Safety Production

Binghui Yan Yanqing Liu

Guoneng Baotou Energy Co., Ltd. Lijiahao Coal Mine, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract: Innovation in comprehensive mining technology is crucial for coal mine safety production. Through efficient and intelligent mining equipment, refined monitoring and early warning systems, and information management, safety and resource utilization efficiency can be significantly improved. The challenges faced include unstable automation systems, immature water hazard treatment technologies, and outdated ventilation and cooling technologies, posing a threat to mine safety production and miner health. Targeted measures such as optimizing the design of automation control systems, adopting advanced water hazard prevention and control technologies, and upgrading ventilation and cooling systems have reduced safety risks and improved the level of safety production. The implementation of technological innovation and safety production improvement measures provides important support for the sustainable development of the coal mining industry.

Keywords: comprehensive mining technology innovation; coal mine safety production; technical challenges

1 引言

煤矿行业在国民经济中占据重要地位, 随着资源开采的加深, 传统采矿技术面临严峻挑战, 安全生产隐患日益凸显。聚焦综采技术的创新应用, 通过技术解决煤矿生产中的技术难题和安全风险, 提高开采效率, 降低环境影响, 确保矿工安全, 促进绿色开采。综采技术创新不仅提升了煤矿企业的生产安全性和资源利用效率, 还对国家能源安全、经济结构优化及煤矿行业的可持续发展具有深远影响, 为煤矿行业的健康发展提供了重要支撑。

2 煤矿综采技术创新与安全生产积极意义

煤矿综采技术的创新对于提升安全生产水平具有决定性作用, 尤其在当前资源开采条件愈发复杂的背景下。通过引入高效智能的采矿设备与系统, 如自动化采矿机械、精细化的监测预警体系以及信息化管理和远程控制技术, 显著提升了开采效率与作业安全性^[1]。不仅优化了作业流程, 降低了安全事故的发生概率, 还提高了资源的利用效率, 为企业的长期发展提供了可靠保障。安全生产在经济与社会层面保障了矿工的生命安全和身体健康, 维护了企业的人力资源;

安全稳定的工作环境提升了工人的士气与效率, 降低了资源和时间的浪费, 提高了生产效率; 实施有效的安全生产措施, 确保了企业在履行社会责任和保护生态环境的同时, 实现稳定的经济回报, 为社会经济的发展做出了积极贡献。综采技术的创新与安全生产水平的提升, 不仅是煤矿行业追求效率和效益的选择, 更是实现可持续发展战略的关键。

3 煤矿综采技术与安全生产现存问题

3.1 煤矿综采技术问题

3.1.1 自动化控制系统不稳定

煤矿综采技术中自动化控制系统的不稳定性影响生产安全。自动化水平的提高使综采作业对复杂的控制系统产生依赖, 涉及生产的关键环节, 包括通风、排水及设备操作等。不稳定性问题主要源于设计与实施阶段的缺陷, 如软件漏洞、硬件故障或集成不当, 以及外部环境因素的干扰, 如电力供应波动、恶劣的工作条件和通信中断等。系统维护不足或技术更新缓慢同样会削弱控制系统的稳定性与可靠性。不稳定性会导致监控和控制功能的失效, 增加了煤矿生产中事故发生的风险, 如瓦斯积聚引发的爆炸风险和排水系统故

障导致的水害事故。自动化控制系统的不稳定性不仅降低了生产效率,更威胁到矿工安全和煤矿的整体安全生产,需煤矿安全生产领域亟需关注和解决。

3.1.2 水害处理技术不成熟

水害处理技术的局限性主要体现在对水害规模、时间及地点的预测不足及应急处理能力有限。现有监测与预警系统虽能提供基本信息,但在复杂地质条件下,预测精度及时效性不足,难以实现有效预防,导致在水害发生时多采取被动应对措施。矿井内排水系统面对巨大的排水压力时,功能不全,排水效率不足以应对积水增速,从而加剧救援难度及安全风险。技术的应用还受经济因素制约,高效方案往往伴随高成本,增加了中小型煤矿的经济负担。即使理论上可行的技术方案,在实际操作中会因地质条件的复杂性而效果大打折扣。水害处理技术的发展不仅需关注技术本身的成熟度,还要考虑实际应用的成本效益和操作可行性,以确保技术方案在保障矿井安全生产的同时,经济上可行,实用性强。

3.1.3 通风与降温技术落后

通风与降温技术的落后影响着矿井的安全生产和矿工的健康。矿井的通风系统设计难以满足深井和面积开采的高要求。矿井内的有害气体如瓦斯和粉尘不能被有效排出,容易积聚,极大增加了爆炸和中毒的风险。不良的通风还会导致空气质量下降、湿度增高,影响矿工的呼吸健康。开采深度的增加和地温升高使得矿井内温度上升,若缺乏有效的降温措施,不仅会导致矿工发生中暑等健康问题,还会加速设备老化,影响设备的稳定性和使用寿命。目前的通风与降温系统多缺乏智能化管理,难以实现环境参数的实时监控和动态调整,使得系统响应滞后,无法及时应对开采面变化和特殊气候条件的挑战,不仅削弱了矿井的生产效率,更构成了对矿工健康和生命安全的严重威胁。

3.2 煤矿安全生产问题

3.2.1 瓦斯爆炸风险管理不足

瓦斯爆炸风险管理在煤矿安全生产中的不足关乎矿井运营安全与矿工生命。瓦斯监测系统的局限,如非科学的监测点布置与监测设备的不足精度,导致监测盲区和数据不准确,无法全面掌握瓦斯浓度动态。瓦斯风险评估依赖传统经验和定性分析,缺乏基于数据的科学定量方法,使得瓦斯爆炸风险认识存在偏差。人为因素,如安全意识薄弱、操作不规范等,增加了瓦斯爆炸的潜在风险。开采条件的复杂化和开采深度的加深,瓦斯的涌出量和压力的增加,现有瓦斯管理措施难以适应新的挑战,加剧了瓦斯爆炸的风险。

3.2.2 监测预警系统不完善

监测预警系统是煤矿安全生产的关键,但现状表明多个方面的缺陷严重制约了其发挥应有的作用。监测点布置的非科学性导致关键区域监测不全面,存在盲区,无法覆盖矿井内所有潜在危险点。监测设备技术性能的不足,如传感器精度低下和稳定性差,影响了数据的准确性,削弱了预警系

统的可靠性。数据处理能力的不足使系统难以有效分析和解读海量复杂数据,难以及时识别安全隐患。响应机制的不灵敏或单一性导致系统即使检测到异常情况也无法采取有效措施,错失防范和处理安全隐患的最佳时机。维护和更新的不足使得监测预警系统无法适应技术发展和矿井条件变化的需求,导致系统性能下降。影响了监测预警系统的整体效能,无法为煤矿安全生产提供有效的支持,增加了事故发生的风险,对矿工生命安全构成严重威胁,亟需系统性的优化和改进以提升其在煤矿安全生产中的作用。

3.2.3 机电设备安全隐患

机电设备在煤矿生产中的安全隐患直接关系到生产效率和矿工安全。设备老化是主要问题之一,设备部件磨损、腐蚀和老化,降低了设备的可靠性和稳定性,增加了故障率。维护保养的不足是导致设备故障的另一原因,粉尘、湿气等恶劣环境下,设备更需要定期的清洁、润滑和检查,以保持良好的工作状态。操作人员的安全意识和技能不足也为矿井安全埋下隐患,不规范的操作或对设备性能及安全规程的不了解会导致设备损坏甚至引发事故。设备设计和制造中的缺陷如电气设备绝缘不良、防爆措施不足等,也会在生产过程中显现,增加安全风险。安全隐患涉及设备本身的老化与维护、操作人员的技能与意识以及设备设计和制造的质量,影响煤矿的安全生产环境,需引起全面重视。

4 煤矿综采技术创新实践

4.1 优化自动化控制系统设计

税收体系的合理设计对于促进财富再分配、缓解社会收入不平等至关重要,累进税制需恰当设置以避免对经济增长造成不利影响。税种的简化可减轻纳税人与政府的负担并提升政策透明度,增强公众信任^[2]。特定的税收优惠措施,如针对小微企业、创新项目和环保活动的优惠,能有效激励经济行为,支持社会发展。税收政策的稳定性与连贯性保障经济主体的长期投资信心,而透明的决策过程为税收环境提供可预测性。税收政策需与经济社会发展同步演进,通过定期评估与及时调整,以确保其既能促进经济增长又能维护社会公平。灵活适应的税收政策不仅维系公众信任和社会稳定,还确保在激发经济活力的同时,实现社会的公正与公平。

4.2 采用先进水害预防与控制技术

在煤矿综采技术创新的实践中,先进水害预防与控制技术的应用是提升安全生产水平的关键。地质勘探与水文地质分析技术的高精度实现,如三维地震勘探、地下电阻率成像,为精确识别水文地质条件,评估水害风险提供了科学依据。全面的水害监测网络,包括地下水位、渗透压、水质等参数的实时监测与数据分析,配合物联网技术,实现了对潜在水害的早期预警。针对性的矿井防水工程技术,如注浆加固、防水屏障建设与排水隧道开挖等措施,有效隔绝了矿井与地下水的接触,降低了水害风险。完善的水害事故应急预

案,包括应急排水、封堵、水害区域隔离等措施,提升了煤矿对突发水害事件的响应能力。

4.3 升级现代化通风降温系统

通过引入智能化通风管理系统,实现了通风量和风速的动态调整,根据实时监测数据自动优化空气质量,确保作业面获得充足的新鲜空气供应。采用节能型大功率风机与高效率热交换器,结合地下冷却站和地表冷水循环系统或地源热泵技术,有效提高了通风降温效率,降低能耗。通风管道材料的更新换代及布局的科学规划,减少了通风阻力,提升了空气输送效率。不仅优化了矿井内部的温湿度条件,降低了热害和有害气体对矿工健康的影响,还显著降低了运维成本,保障了矿井的长期稳定运行^[3]。智能化、节能化的通风降温系统升级改造,提升了煤矿的安全生产水平,促进了企业的可持续发展,展现了技术创新在煤矿安全生产中的关键作用。

5 煤矿安全生产提升对策

5.1 强化瓦斯管理与风险评估

构建综合风险管理框架,涵盖瓦斯检测、评估与控制,是煤矿安全生产中强化瓦斯管理与风险评估的核心。该框架依托先进的信息技术和自动化设备,通过传感器网络、物联网技术和大数据分析,实现矿井关键部位瓦斯浓度的实时监控与分析,及时识别风险,有效预防瓦斯爆炸事故。实时监测系统收集的关键参数数据,如瓦斯浓度、温度、湿度等,通过高速通讯网络传输至控制中心,结合大数据技术进行综合分析评估,实现瓦斯风险的早期预警。完善应急预案,基于瓦斯风险评估结果制定,包括瓦斯超限预警、应急响应、疏散逃生及事故处置等,明确各级人员的应急职责与操作程序。定期的应急演练和培训,提高员工对预案的熟悉度和执行力,确保在紧急情况下迅速、有序地应对。通过技术创新与管理措施的有机结合,形成有效的瓦斯风险防控策略,显著降低瓦斯爆炸风险,为煤矿安全生产提供坚实保障。

5.2 优化监测预警系统建设与运行

煤矿安全生产的提升依赖于监测预警系统的技术进步和运行机制的不断优化^[4]。通过引进先进的传感器技术,监测数据的准确性和可靠性得到显著提升,确保在高温、高湿和高尘的极端条件下,关键指标如瓦斯浓度、温度、湿度等能够稳定监测,实现数据的实时传输。增强的数据分析能力,借助人工智能和机器学习算法,使得系统能够自动分析监测数据,识别风险模式和趋势,为早期预警提供科学依据。大

大提高了预警响应速度,一旦检测到潜在风险,系统能迅速发出预警信号,并启动初步应对措施,有效保障矿工安全。优化运行机制和对操作人员的专业培训,确保了系统的有效运行和快速反应。通过定期维护、检查和员工培训,不仅提升了系统操作技能,还强化了紧急情况下的应对措施执行能力。构成了一个高效、可靠的监测预警系统,显著降低事故发生概率,为煤矿安全生产提供了坚实的技术支撑和保障,进一步确保了矿工的生命安全和健康。

5.3 深化机电设备检修与维护

深化机电设备检修与维护,通过定期检修和状态监测,确保设备稳定运行,是煤矿安全生产的基础。状态监测方法如振动分析、温度监测与声音分析,为设备提供全面的运行状态监控,实时捕获异常信号,预防故障发生。物联网和大数据技术的运用推动了智能化维护系统的发展,使设备维护步入智能化时代。通过设备上的传感器实时收集运行数据,利用大数据分析技术对数据进行深入分析,智能化维护系统能预测潜在故障,实现预测性维护,减少设备停机时间,提高维护效率。故障诊断功能进一步指导维修人员进行针对性维修,提升设备安全性和可靠性。这种高效、智能的维护方式显著降低了设备故障导致的事故风险,为煤矿安全生产提供了坚实保障,同时也为企业带来经济与社会效益的显著提升。

6 结语

煤矿综采技术创新通过引入高效智能采矿设备与系统、精细化监测预警体系及信息化管理,提升了开采效率与作业安全性。尽管自动化控制系统不稳定、水害处理技术不成熟及通风降温技术落后等问题依然存在,但通过优化自动化控制系统设计、采纳先进水害预防控制技术及升级通风降温系统等对策,可以有效降低安全风险,提高安全生产水平,维护企业的人力资源,促进煤矿行业的可持续发展,为国家能源安全、经济结构优化提供重要支撑。

参考文献:

- [1] 徐晓瑞,王建新,姚西龙,等.基于成本节约模型的煤矿综采多设备维护优化策略[J].工业工程与管理,2022(8):1-14.
- [2] 孟存田.煤矿工人勇做技术创新“排头兵”[N].山西青年报,2023-12-25(008).
- [3] 张煜.新时期背景下煤矿综采机电设备的技术创新分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(20):37-39.
- [4] 刘卓.煤矿综采机电自动化对生产安全的影响[J].能源与节能,2023(8):159-161.