

智能化采煤技术在煤矿采矿工程中的应用实践

罗鹏

新疆库车市科兴煤炭实业有限责任公司 新疆库车 842000

DOI:10.32629/ems.v8i5.20128

[摘要] 煤矿采矿工程是我国能源供给的重要保障,传统采煤模式长期存在效率偏低、安全风险突出、人力依赖度高、资源利用率不足等现实问题,已难以适配新时代煤矿高质量发展的实际需求。智能化采煤技术整合信息技术、自动化控制、智能装备等关键技术,实现采煤全流程自动化、精准化、安全化管控,是煤矿采矿工程转型升级的核心支撑。本文结合煤矿采矿现场实操经验,阐述智能化采煤技术的核心内涵、组成原理及应用现状,分析其在采矿工程中的具体应用场景,明确技术优化与发展方向,为智能化采煤技术在煤矿采矿工程中的推广应用提供实操参考与技术支持。

[关键词] 智能化采煤技术;煤矿采矿工程;智能装备;应用实践;技术优化

煤炭是我国主体能源,其稳定开采直接关系到国家能源安全与工业经济平稳运行。煤矿采矿工程作业环境特殊,井下地质条件复杂多变,瓦斯、水、顶板等多重安全隐患并存,传统采煤模式以人力作业为主,不仅生产效率低下,还难以有效防范安全风险,严重制约煤矿产业高质量发展。随着信息技术、自动化技术、智能装备技术的快速迭代,智能化采煤技术逐步应用于煤矿采矿工程,打破了传统采煤模式的局限,实现采煤过程无人化、自动化管控,有效提升采矿效率、强化安全保障、提高资源利用率。当前,我国智能化采煤技术虽已实现一定范围推广,建成部分智能化示范矿井,但在技术创新、系统稳定性、人才储备等方面仍存在明显短板,技术应用效能未能充分发挥。立足煤矿采矿工程实际,深入梳理智能化采煤技术的应用实践,剖析现存问题、明确发展方向,对推动煤矿产业智能化转型升级、实现安全高效开采具有重要现实意义。

1 智能化采煤技术核心概述

1.1 定义与发展历程

智能化采煤技术是多领域技术深度融合的产物,整合自动化控制、信息技术、智能装备、地质探测等相关技术,核心目标是减少人力干预,实现采煤全流程自动化、精准化、安全化管控。其发展历程与煤矿产业转型升级需求同步,从早期单机自动化作业,逐步发展为全流程智能化协同管控,核心技术不断完善,应用场景持续拓展,已成为煤矿采矿工程的核心技术支撑,有效解决了传统采煤模式的诸多痛点。

1.2 组成架构与工作原理

智能化采煤技术体系核心由智能装备、控制系统、感知

系统、数据处理系统四部分构成,各部分协同联动,形成完整的智能化采煤闭环。智能装备是实操基础,主要包括智能采煤机、刮板输送机、液压支架等核心设备,承担井下采煤、输送、支护等核心作业任务;感知系统负责采集井下地质条件、设备运行状态、作业环境等各类数据,为系统决策提供基础支撑;控制系统基于感知数据,对智能装备进行精准控制,统筹推进采煤全流程有序开展;数据处理系统对采集的各类数据进行分析、整合,生成决策指令,保障智能化系统高效运转。其核心工作逻辑是通过感知系统捕捉关键数据,经数据处理系统分析研判后,由控制系统下达操作指令,驱动智能装备完成各项作业,全程减少人力干预,确保作业精准、安全、高效。

1.3 国内外应用现状

国外智能化采煤技术起步较早,经过长期实践积累,在智能装备研发、系统集成、全流程智能化管控等方面形成成熟经验,部分发达国家已实现井下无人化采煤,核心优势集中在装备可靠性、系统稳定性及智能化集成水平上。我国智能化采煤技术起步较晚,但发展势头迅猛,依托政策引导与技术创新,逐步实现从引进吸收到自主研发的转型,大型煤矿企业已广泛推广应用智能化采煤技术,打造一批智能化示范矿井。目前我国智能化采煤技术应用呈现明显的区域与规模差异,大型煤矿凭借资金、技术、人才优势,智能化应用水平较高;中小型煤矿受资金、技术、人才等因素制约,智能化应用程度较低,技术应用效能未能充分发挥。

2 智能化采煤技术在煤矿采矿工程中的应用实践

2.1 智能采煤装备的现场应用

智能采煤装备是智能化采煤技术从理论落地到现场实操的核心载体,贯穿煤矿井下采煤、输送、支护等全流程关键环节,其科学配置与规范应用,是提升采煤作业自动化水平、提高作业效率、降低人力成本与安全风险的关键。智能采煤机作为井下采煤作业的核心设备,搭载自动控制模块与自适应调节系统,可通过井下感知终端精准捕捉煤层赋存状态,自动完成割煤、调高、移架等核心作业工序,彻底改变传统采煤模式下人工现场操作的局限,从根本上减少井下作业人员数量。井下地质条件复杂多变,煤层厚度波动、倾角变化、断层发育等情况频发,智能采煤机可依托实时采集的地质数据,自主调整采煤速度、截割深度等关键参数,精准适配复杂工况,减少人为操作失误导致的截割偏差、设备损耗,降低安全隐患的同时减少效率损耗。刮板输送机与智能采煤机实现无缝联动控制,构建一体化煤炭输送体系,机身搭载的智能监测模块可实时捕捉输送过程中的运行负荷、输送速度、设备温度等核心数据,精准识别卡料、过载、跑偏等异常情况,同步触发分级报警信号与自动停机指令,避免设备因过载、卡料损坏,防止煤炭堆积堵塞作业通道,保障输送作业连续稳定,为采煤全流程高效推进提供支撑。液压支架配套智能控制系统与压力监测终端,可实时捕捉井下顶板压力变化数据,根据顶板受力情况自动调整支护力度与支护位置,实现支护作业与顶板状态的精准匹配,有效规避顶板坍塌、片帮等高频安全风险,为井下采煤作业构建安全可靠的作业空间,确保采煤作业有序推进,解决传统支护作业中人工调整不及时、支护精度不足的痛点。

2.2 智能化系统的安全保障作用

煤矿井下作业环境恶劣,高温、高湿、高粉尘且地质条件多变,瓦斯、水、顶板等多重安全隐患相互交织,安全管控难度极大。智能化系统通过全方位感知、精准化控制、快速化响应,构建起全方位、多层次、立体化的井下安全防控体系,显著提升矿井安全保障能力,筑牢煤矿安全生产防线,解决传统安全管理中监测不及时、处置滞后的短板。智能化安全监测系统实现井下所有作业区域、关键设备的全覆盖,通过分布在井下各区域的传感器,实时采集瓦斯浓度、一氧化碳含量、井下水位、顶板压力、通风量等各类安全参数,数据经传输模块实时上传至地面监控中心,通过系统内置的阈值比对算法,对各类参数进行实时分析研判,一旦参数超

出安全标准,系统立即发出分级报警信号,同时联动井下相关作业设备自动停机,快速切断风险源头,遏制安全隐患进一步扩大,避免小隐患演变成大事故。智能视频监控系统采用抗粉尘、抗干扰的高清摄像头,实现井下作业区域无死角覆盖,可清晰捕捉作业人员操作行为、设备运行状态,及时发现违规操作、设备异常运行等问题,监控数据实时留存、可追溯,为安全管理提供直观、可靠的支撑依据,方便管理人员及时介入干预、精准处置,规范作业人员操作行为。智能化应急处置系统提前结合井下常见突发事件类型,预设瓦斯超限、顶板异常、涌水等各类突发情况的处置流程与处置方案,一旦井下发生突发事件,系统可快速响应,自动启动对应处置流程,通过井下广播、指示灯等设备,精准引导作业人员沿安全通道撤离至安全区域,同步调整相关设备运行状态,切断风险关联环节,最大限度降低人员伤亡与财产损失,提升矿井应急处置的快速性、针对性与有效性。

2.3 智能化技术对生产效率的提升作用

智能化采煤技术通过优化采煤流程、精简人力投入、强化精准管控,从根本上解决传统采煤模式效率低下、损耗过大的短板,全方位提升煤矿采矿工程的生产效率与综合效益,适配煤矿产业高质量发展需求。传统采煤模式高度依赖人力作业,井下各环节均需大量作业人员值守操作,受作业人员操作水平、劳动强度、作业时长等因素制约,采煤效率难以提升,且易出现煤炭截割不精准、资源浪费、作业中断等问题,人力管理成本居高不下。智能化采煤技术实现采煤全流程自动化作业,摆脱对人力的过度依赖,井下仅需少量人员负责设备巡检与应急处置,可实现24小时连续作业,大幅缩短采煤作业周期,提升单位时间内煤炭产量。智能装备的精准操作可有效减少煤炭资源浪费,通过精准截割、合理输送,提高煤炭回收率,减少边角煤、残留煤的浪费,提升资源利用效率;同时,智能装备搭载的故障预警模块可提前识别设备潜在故障,方便工作人员及时开展检修维护,降低设备故障发生率,减少停机检修时长,保障采煤作业连续稳定开展,避免因设备故障导致的作业中断。智能化系统可对采煤全流程进行精准管控,实时优化采煤参数,兼顾采煤速度与煤炭质量,减少无效作业环节,避免重复作业、冗余操作,进一步提升采矿工程的整体生产效能。相较于传统采煤模式,智能化采煤技术可大幅精简井下作业人员,降低人力管理成本

与人员安全风险,通过流程优化、参数精准调控,实现煤炭产量与质量的双重提升,推动采矿工程提质增效、降本减耗,为煤矿企业创造更高的经济效益与社会效益。

3 智能化采煤技术的优化与发展方向

3.1 新型智能装备研发重点

智能装备国产化是突破技术瓶颈、降低应用成本的关键,需立足现场实操,加大核心技术自主创新投入,攻克高端装备及核心元器件进口依赖问题,提升技术自主可控性。目前部分高端智能采煤装备、核心元器件依赖进口,采购成本高、维护响应滞后,且适配我国煤矿地质工况效果不佳。需依托国内科研力量,重点攻关采煤机智能控制模块、液压支架精准调控部件、感知系统核心传感器等关键领域,打造适配我国煤矿地质的国产化装备体系。结合井下复杂地质条件,研发适配断层、煤层厚度波动、顶板不稳定等工况的智能装备,优化自适应调节能力,解决现有装备运行不稳、控制精度不足的问题,提升抗恶劣环境能力。同时兼顾中小型煤矿资金实力,推动智能装备小型化、轻量化研发,简化操作、降低采购与维护成本,打破资金壁垒,推动智能化技术在中小型煤矿普及。

3.2 智能化技术融合与创新

智能化采煤技术优化的核心的是推动多领域技术深度融合,强化系统稳定性与可靠性,破解井下恶劣环境带来的应用难题。聚焦系统运行痛点,优化集成设计,提升各设备、模块兼容性,打通数据共享壁垒,解决数据传输不畅、协同不足的问题,保障采煤全流程管控顺畅。针对井下高温、高湿、高粉尘环境,优化智能装备防护设计,升级密封、防尘、抗干扰性能,降低设备故障率,保障系统连续稳定运行。深化智能化技术与地质探测技术融合,依托精准地质数据优化采煤参数,提升采煤效率与资源回收率。探索人工智能、大数据技术应用,通过分析井下设备运行、地质变化数据,实现故障预警、参数自动优化,推动技术从自动化向智慧化升级。完善后期维护体系,结合现场实操反馈建立常态化维护机制,明确责任分工、配备专业人员,确保故障及时排查处置。

3.3 政策支持与产业合作路径

智能化采煤技术推广发展,离不开政策引导与产业协同,需构建全方位政策支持体系,推动产学研用深度融合,形成技术创新、成果转化、推广应用的良性循环。加大政策扶持

力度,对煤矿智能化改造项目给予资金补贴、税收减免,降低中小型煤矿改造成本,激发企业应用积极性。搭建协同创新平台,推动煤矿企业、科研院所、技术企业合作,聚焦核心痛点联合攻关,加快实验室技术向现场实操转化,提升技术可操作性与适配性。建立行业技术标准与规范,明确装备、系统的技术要求、操作规范及验收标准,规范行业发展,保障应用质量。加强行业交流,推广先进应用经验,促进企业间技术借鉴,推动技术均衡发展。完善人才培养引进机制,通过校企合作、定向培训,提升从业人员智能化装备操作、故障排查、系统维护能力,推动传统从业人员转型;同时引进高端技术与管理人才,充实人才队伍,为技术优化发展提供支撑。

4 结语

智能化采煤技术是推动煤矿采矿工程转型升级、实现安全高效开采的核心支撑,其应用能有效解决传统采煤模式的痛点,提升采矿效率、保障作业安全、提高资源利用率。当前,智能化采煤技术在我国煤矿采矿工程中的应用已取得一定成效,但在技术创新、系统稳定性、人才储备等方面仍存在诸多挑战,制约技术应用效能的充分发挥。推动智能化采煤技术在煤矿采矿工程中的广泛应用与持续优化,需立足现场实操需求,强化核心技术自主创新,提升系统稳定性与可靠性,加强复合型人才培养,破解各类应用瓶颈。通过全方位的技术优化与实践探索,推动智能化采煤技术向更高水平发展,实现煤矿采矿工程的安全、高效、绿色、智能化开采,为保障国家能源安全、推动煤矿产业高质量发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]王猛.煤矿综放工作面智能化开采系统的应用分析[J].江西煤炭科技,2023,(01):202-204.
- [2]白长江,范红杰,马盟盟,等.现代智能化煤矿开采技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(06):59-61.
- [3]袁锴.采煤自动化和智能化开采技术在煤矿的应用[J].内蒙古煤炭经济,2025,(17):154-156.
- [4]闫伟.煤矿采矿工程采煤技术分析[J].凿岩机械气动工具,2025,51(07):181-183.
- [5]冯孟龙.综采工作面智能化采煤技术质量研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(20):179-180+183.