

# 煤矿综采工作面高效开采技术研究

牛 堃

国能神东煤炭集团大柳塔煤矿 陕西 榆林 719315

**摘要:** 文章围绕煤矿综采工作面高效开采技术展开研究, 阐述其技术基础、核心技术、应用问题及优化保障措施。先剖析综采工作面核心构成、评价指标与影响因素, 再从装备升级、工艺优化、围岩控制、智能管控四方面详解核心技术。分析技术适配、融合及管理人才等应用瓶颈后, 提出针对性技术优化策略与管理、政策保障方案。研究表明, 智能化装备与工艺融合、精准管控是提升开采效率的关键, 需统筹技术、人才、政策资源破解难题。本文成果可为煤矿综采工作面高效、安全、绿色开采提供技术参考与实践指导。

**关键词:** 煤矿综采工作面; 高效开采; 装备升级; 工艺优化

引言: 随着煤炭行业智能化转型推进, 综采工作面作为煤炭开采核心场景, 其高效开采水平直接决定煤矿产能、安全与效益。当前, 我国煤矿面临煤层条件复杂、资源利用率不足、安全风险防控压力大等问题, 传统开采模式已难以适配高质量发展需求。高效开采技术通过装备智能化、工艺精准化、管控数字化, 实现产能提升与安全保障的双重目标, 成为行业转型关键路径。本文基于综采开采技术现状, 系统梳理技术体系, 剖析应用痛点, 提出优化方案, 旨在为突破开采瓶颈、推动煤矿行业高效绿色发展提供理论与实践支撑。

## 1 煤矿综采工作面高效开采技术基础

### 1.1 综采工作面核心构成与工作原理

煤矿综采工作面核心构成包含采煤机、液压支架、刮板输送机三大关键设备, 辅以转载机、破碎机、皮带输送机等辅助装备, 形成连续化开采作业体系。其工作原理以采煤机为核心, 通过滚筒截割煤层并将煤体装入刮板输送机, 液压支架随采煤机推进及时移架支护顶板, 防止围岩垮落, 刮板输送机将煤体转运至转载机, 经皮带输送机输送至地面储煤场, 实现“截割-装煤-运煤-支护”一体化作业。该体系打破传统炮采、普采的分段作业模式, 依托装备协同运作减少工序间隔, 大幅提升开采连续性。通过设备参数匹配与动作联动, 适配不同煤层厚度、倾角及硬度条件, 保障作业流程顺畅, 为高效开采提供硬件支撑与技术逻辑基础, 是现代煤矿开采的核心作业模式。

### 1.2 高效开采的核心评价指标

煤矿综采工作面高效开采核心评价指标涵盖产量、效率、安全、成本四大维度, 形成多维度综合评价体系<sup>[1]</sup>。产量指标以工作面日产量、月产量及回采率为核心, 回采率直接反映资源利用效率, 优质高效开采需确保回采

率不低于95%。效率指标聚焦采煤机开机率、工作面推进速度及人均工效, 开机率需稳定在80%以上, 推进速度根据煤层条件适配, 人均工效体现劳动力资源利用水平。安全指标包括顶板事故发生率、设备故障停机率及作业人员伤亡率, 零重大安全事故是高效开采的前提。成本指标涵盖装备运维费、人工成本、能耗及资源浪费成本, 需在保障产量与安全的前提下控制综合成本。各指标相互关联, 需统筹平衡, 既要追求产量与效率提升, 也要坚守安全底线, 实现经济、安全与资源效益的统一。

### 1.3 影响高效开采的关键因素

影响煤矿综采工作面高效开采的关键因素可分为地质、装备、工艺三大类。地质条件是基础制约因素, 煤层厚度稳定性、倾角、硬度及围岩性质直接影响开采效率, 薄煤层、大倾角煤层或破碎围岩会增加装备适配与支护难度, 降低推进速度。装备性能是核心支撑因素, 老旧装备故障频发、智能化水平低, 会导致开机率不足, 先进装备的稳定性与协同性直接决定作业连续性。开采工艺是重要保障因素, 割煤方式、移架步距、支护时机等工艺参数不合理, 会引发工序冲突或安全隐患。另外, 现场管理水平、作业人员操作技能及应急处置能力, 也会间接影响开采效率, 如操作不当导致设备损坏、管理疏漏引发工序脱节, 均会制约高效开采目标实现, 需针对性防控各类影响因素。

## 2 煤矿综采工作面高效开采核心技术

### 2.1 智能化综采装备升级技术

智能化综采装备升级技术是提升开采效率的核心路径, 聚焦装备自动化、精准化与协同化升级。采煤机升级采用记忆截割与自适应调节技术, 通过红外传感与数据反馈, 自动适配煤层起伏变化, 精准控制截割深度与速度, 减少无效截割与能耗。液压支架配备电液控制系

统,实现移架、推溜、护帮动作自动化联动,响应时间缩短至0.5秒内,同步提升支护强度与灵活性。刮板输送机采用智能监测与故障预警模块,实时监测链条张力、电机负载,提前预判设备故障。同时,搭建装备协同控制平台,实现采煤机、液压支架、输送机等设备数据互通与动作联动,构建“无人跟机、远程操控”作业模式,大幅减少现场作业人员,提升开机率与作业安全性,适配复杂煤层条件下的高效开采需求。

## 2.2 开采工艺优化技术

开采工艺优化技术围绕工序衔接、参数适配与资源利用,实现开采效率与效益双提升。针对不同煤层条件优化割煤工艺,薄煤层采用“双向割煤、无空刀”模式,厚煤层推广分层开采与放顶煤工艺,合理控制采高与放煤步距,提升回采率。优化移架与推溜工艺,采用“跟机移架、同步推溜”方式,缩短工序间隔,将工作面循环作业时间压缩15%以上。推广充填开采、保水开采等绿色工艺,在复杂地质区域通过膏体充填技术控制围岩变形,减少地表沉陷,兼顾高效开采与生态保护<sup>[2]</sup>。根据煤层瓦斯含量、水文条件优化通风与排水工艺,合理布置通风路线与排水系统,消除工艺瓶颈。通过工艺参数动态调整与多工艺融合,实现开采流程最优化,破解不同地质条件下的开采难题。

## 2.3 围岩控制与安全保障技术

围岩控制与安全保障技术是确保煤炭高效开采得以顺利推进的关键前提,其核心聚焦于顶板、围岩的稳定控制以及灾害的有效防控。在顶板控制方面,采用分级支护技术,依据围岩稳定性的不同分类,精准选用合适的液压支架。对于破碎顶板这一难题,采用超前支护与注浆加固相结合的创新方式。超前支护提前为顶板提供支撑,防止其提前垮落,而注浆加固则通过向顶板内部注入浆液,填充裂隙,增强顶板的整体性和强度,从而显著强化顶板的承载能力,有效减少顶板事故的发生。围岩控制上,借助先进的数值模拟技术,提前预判围岩的变形规律,据此优化巷道的布置方案与支护参数。采用锚网索联合支护技术,将锚杆、金属网和锚索有机结合,形成一个强大的支护体系,大幅提升围岩的整体性与稳定性。灾害防控方面,配备完善的瓦斯抽采与监测系统,实时精准监测瓦斯浓度,一旦发现异常立即精准抽采,防止瓦斯积聚引发爆炸等事故。搭建水文监测预警平台,实时监测含水层水位变化,提前采取疏水降压措施。

## 2.4 智能管控与数据驱动技术

智能管控与数据驱动技术依托物联网、大数据与云计算等前沿科技,精心构建综采工作面全流程管控体系。

首先搭建智能管控平台,该平台如同一个强大的“智慧大脑”,整合装备运行、地质监测、安全指标等多源数据,实现作业状态的实时可视化监控。管理人员无论身处何地,都能通过远程终端清晰掌握工作面的动态情况,并根据实时数据进行精准调度,确保生产的高效有序进行。数据驱动技术则通过建立开采参数数据库,运用先进的机器学习算法对历史数据进行深度分析。从中挖掘出采煤机截割参数、支架支护时机等关键指标的最优值,实现开采过程的自适应调节,使开采作业更加科学合理。采用边缘计算与5G通信技术,有效解决井下数据传输延迟的难题,保障远程操控指令能够精准无误地落地执行。同时,开发设备全生命周期管理模块,详细记录装备的运维数据,通过数据分析预判设备的维护周期,提前安排维护工作,减少非计划停机时间。通过数据赋能与智能管控,打破信息孤岛,实现开采决策的科学化、运维管理的精细化,全面提升整体作业效率,推动煤炭开采行业向智能化、现代化迈进<sup>[3]</sup>。

## 3 综采工作面高效开采技术应用关键问题

### 3.1 技术层面问题

综采工作面高效开采技术应用面临多重技术瓶颈,制约技术落地效果。一是装备适配性不足,现有智能化装备多针对中厚煤层、平缓煤层设计,在薄煤层、大倾角煤层及破碎围岩条件下,易出现动作卡顿、支护失效等问题,装备与地质条件适配度低。二是技术融合性欠缺,智能化装备、工艺优化与智能管控技术各自为战,数据互通不畅,难以形成协同效应,导致技术优势无法充分发挥。三是核心技术自主化不足,部分高端传感器、电液控制系统核心部件依赖进口,维修成本高且备件供应不及时。四是复杂地质适应性差,面对断层、陷落柱等地质构造,现有技术难以快速调整开采参数,易引发安全隐患与效率下降,需突破技术适配与融合难题。

### 3.2 应用与管理层面问题

应用与管理层面问题成为技术落地的重要阻碍,影响高效开采成效。首先是作业人员技能不匹配,智能化装备操作、数据解读需专业人才,现有人员多熟悉传统开采模式,对智能装备运维与管控技术掌握不足,易因操作不当导致设备故障。其次是管理体系滞后,传统管理模式难以适配智能化开采需求,缺乏针对数据管控、装备协同运维的专项管理制度,导致工序衔接不畅。再者是资金投入不均衡,部分煤矿重装备采购轻技术培训与运维保障,导致装备闲置或低效运行。另外是现场协调不足,各作业环节缺乏高效沟通机制,装备运维、工艺调整与安全管控衔接不畅,易引发工序冲突,降低开

采效率,需优化管理模式与人员配置。

#### 4 综采工作面高效开采技术优化策略与保障措施

##### 4.1 技术优化策略

针对技术应用瓶颈,需从装备、工艺、融合三个维度制定优化策略。装备方面,开展定制化研发,针对薄煤层、大倾角煤层设计小型化、高强度智能装备,突破核心部件自主化技术,提升装备适配性与可靠性。工艺方面,采用动态优化模式,结合地质监测数据实时调整割煤、支护参数,推广多工艺融合技术,如充填开采与智能化开采结合,提升复杂地质条件适应性。技术融合方面,搭建统一数据中台,打通各系统数据壁垒,实现装备、工艺、管控数据深度融合,构建“数据采集-分析-决策-执行”闭环体系。加强产学研合作,聚焦关键技术难题开展联合攻关,推动技术迭代升级,形成适配不同场景的高效开采技术方案,提升技术应用成效。

##### 4.2 管理与人才保障

管理与人才保障是技术落地的重要支撑,需构建适配智能化开采的管理与人才体系。管理层面,优化管理制度,建立智能装备运维、数据管控、工序协同专项机制,明确各岗位职责,实现管理精细化。推行数字化管理模式,依托智能管控平台实现作业流程全程可追溯,提升管理效率。人才层面,构建“培养+引进+考核”体系,开展分层分类培训,针对一线人员强化装备操作技能培训,针对管理人员开展数据解读与智能管控培训。引进高端技术人才,重点吸纳智能化装备、大数据分析领域专业人才,补齐人才短板。建立健全考核激励机制,将技术应用成效与薪酬挂钩,激发人员积极性,打造一支懂技术、善管理的专业队伍,保障高效开采技术稳定应用。

##### 4.3 政策与资金支持

政策与资金支持为综采高效开采技术发展提供坚实保障。政策层面,建议政府出台专项扶持政策,鼓励煤

矿企业开展智能化改造与技术创新,将高效开采技术纳入重点产业支持目录,简化项目审批流程。完善行业标准体系,规范智能化综采装备、工艺及管控技术应用标准,引导行业有序发展。加大环保政策协同力度,对采用绿色开采技术的企业给予政策倾斜<sup>[4]</sup>。资金层面,建立多元化资金投入机制,政府设立专项补贴资金,支持企业技术研发与装备升级;鼓励金融机构提供低息贷款、融资租赁等服务,缓解企业资金压力。企业自身优化资金配置,加大技术研发、人才培养与运维保障投入,确保资金精准投放,形成政策引导、资金支撑、企业主导的良好发展格局,推动高效开采技术广泛应用。

#### 结束语

煤矿综采工作面高效开采是行业智能化、绿色化转型的核心方向,需整合技术、管理、政策多方资源协同推进。本文构建的技术体系与优化方案,为破解复杂地质条件开采瓶颈、提升产能与安全水平提供了路径。未来,应聚焦核心技术自主化、装备与工艺深度融合,强化产学研协同攻关,补齐人才与管理短板。同时,依托政策扶持与资金保障,推动技术成果规模化应用,实现煤炭开采效率、安全、生态效益的统一。持续深化高效开采技术研究与实践,对推动煤炭行业高质量发展、保障能源安全具有重要现实意义。

#### 参考文献

- [1]陈钊,刘卿.煤矿综采工作面高效开采技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2025(15):37-39.
- [2]任连国,张哲,赵卫东.煤矿综采工作面智能开采设备协同作业优化技术研究[J].中国设备工程,2025(20):48-50.
- [3]王涛涛,王飞,包苏东.煤矿综采工作面机械设备高效安装技术研究[J].中国设备工程,2025(13):222-224.
- [4]郑博聪.薄煤层综采工作面智能化开采技术研究[J].煤炭新视界,2025(2):79-81.