

新形势下煤矿开采中采煤技术的应用

杨耀恒 张一亮

国家能源宁夏煤业集团枣泉煤矿 宁夏 银川 750000

摘要：在双碳战略与安全生产新规落地的新形势下，煤炭开采面临政策收紧、地质条件复杂、产业亟需转型的多重局面。为适配行业高质量发展需求，采煤技术逐步向安全、高效、绿色、智能方向升级。本文分析煤矿开采行业新形势与技术应用需求，阐述机械化、智能化、绿色化及深部开采核心技术的具体应用，梳理技术普及不均、地质适配性不足等现存问题，并提出针对性优化对策，预判行业未来发展趋势，助力煤矿产业提质增效、绿色转型。

关键词：新形势；煤矿开采；采煤技术；应用

引言：煤炭是我国核心基础能源，支撑着国民经济稳定发展。当前国内浅层优质煤炭资源枯竭，开采作业逐步转向深部复杂地层，叠加环保、安全政策持续收紧，传统粗放型采煤模式的弊端日益凸显，已无法适配新形势发展要求。为破解开采安全隐患大、资源利用率低、生态损耗严重等行业痛点，采煤技术革新与升级成为煤炭产业转型核心。基于此，本文结合行业发展现状，探究各类先进采煤技术的应用价值、现存问题及优化路径，为煤矿安全、高效、绿色开采提供参考。

1 新形势下煤矿开采发展特征与技术需求

1.1 煤矿开采行业新形势特征

（1）政策约束趋严。随着双碳战略、煤矿安全生产新规及生态环保监管持续落地，行业管控标准持续收紧，传统高耗能、高污染的粗放采煤模式已难以适配发展要求。严苛的低碳、环保与安全政策，倒逼采煤技术加速向绿色、安全、低碳方向转型升级。（2）开采条件复杂化。国内浅层优质煤炭资源日渐枯竭，开采重心逐步转向深部地层与复杂地质区域。深部开采面临高地压、高瓦斯、复杂构造等恶劣工况，地质灾害风险大幅提升，显著增加了井下开采的作业难度与安全隐患。（3）行业转型刚需。传统开采方式效率偏低、资源损耗大、回收率较差，且安全事故多发。在煤炭产业高质量发展背景下，淘汰落后开采工艺，推广智能化、集约化开采模式，已成为行业提质增效、转型升级的核心趋势。

1.2 新形势下采煤技术核心应用需求

（1）安全开采需求。深部复杂地质环境下，地质灾害风险显著增加，亟需依托智能监测、精准操控、风险预警等核心技术，搭建全方位安全防控体系，精准规避顶板坍塌、瓦斯突出等灾害，从源头降低事故发生率，保障开采作业安全。（2）高效开采需求。为改善传统开采资源回收率低、作业流程繁琐的问题，需持续

优化机械化、智能化采煤工艺，升级开采设备与作业模式，简化生产流程，有效提升煤炭资源利用率和整体开采效率，助力煤矿降本增效。（3）绿色低碳需求。紧扣双碳发展目标，煤矿开采需配套环保型开采技术与综合治理工艺，有效管控开采过程中的扬尘、矿井废水、煤矸石等污染物排放，减少开采活动对周边生态环境的破坏，实现生态损耗最小化^[1]。

1.3 采煤技术升级核心原则

（1）安全优先原则。安全是煤矿开采的核心底线，所有采煤技术的研发、落地与应用，均以规避地质风险、保障作业人员与设备安全为首要前提，坚决杜绝重效益、轻安全的技术应用模式。（2）适配性原则。不同矿井的地质条件、资源储量、开采规模存在显著差异，技术升级需结合矿井实际工况，定制匹配差异化、适配性强的采煤技术方案，避免技术套用导致的适配性不足问题。（3）节能环保原则。技术升级需兼顾生产效益与生态保护，平衡煤炭开采效率、资源利用与生态治理，推进低碳开采技术落地，实现资源高效利用与生态环境保护协同发展。

2 新形势下煤矿开采中采煤技术的具体应用

2.1 综合机械化采煤技术的应用

（1）技术核心原理。综合机械化采煤技术是传统煤矿升级改造的基础核心技术，主要依托采煤机、液压支架、刮板输送机等成套联动设备，构建一体化开采作业体系。该技术可自动完成破煤、装煤、运煤、工作面支护、采空区处理等全流程工序，彻底替代传统人工爆破、人工支护的粗放作业模式，形成标准化、流水线式采煤作业体系，广泛适配中厚煤层常规开采场景，是煤矿机械化生产的核心支撑。（2）实际应用优势。相较于传统人工开采模式，综合机械化采煤技术自动化、集成化程度高，能够大幅提升煤炭开采的整体作业效率，

有效缩短开采周期。同时,该技术减少了井下一线作业人员数量,降低人工劳动强度,大幅削减人力成本。此外,标准化机械作业可有效规避人工操作失误引发的安全问题,适配多数中小型矿井及常规大型矿井的规模化开采需求,实用性与通用性极强^[2]。(3)应用适配场景。该技术对开采地质条件要求相对适中,主要应用于地质构造稳定、煤层厚度均匀、无复杂断层、顶板条件良好的井工煤矿工作面。适用于煤层倾角适中、地质灾害风险较低的常规开采矿区,能够在稳定工况下持续发挥高效开采优势,是目前国内煤炭开采领域应用最普及的基础采煤技术。

2.2 智能化无人采煤技术的应用

(1)智能感知监测技术。该技术以物联网、大数据、高精度传感器等数字化技术为核心支撑,在井下工作面布设全方位监测设备,可实时采集围岩应力、瓦斯浓度、通风状况、设备运行参数等关键数据。通过云端数据汇总分析,实现井下地质风险、设备故障的实时监测与提前预警,精准排查安全隐患,为井下开采作业提供全方位安全保障,从源头规避各类地质与设备安全事故。(2)智能截割与支护技术。依托智能控制系统,采煤机可根据煤层厚度、硬度的细微变化实现自适应截割,自动调整截割速度、深度与轨迹。同时,液压支架可实现群组协同控制,跟随采煤作业进度自动完成升降、推移、支护等操作,精准适配煤层动态变化,保障工作面支护稳定性,有效解决传统机械作业适配性差、精准度不足的问题,提升开采作业精细化水平。(3)远程无人操控技术。通过搭建地面智能化远程操控平台,打通井下设备与地面控制系统的数据传输通道,工作人员可在地面远程完成井下采煤设备的启停、调控与运维工作。该技术可实现井下常态化无人开采,同时具备设备故障智能诊断、参数自动调控、异常工况自动报警功能,极大降低人员井下作业风险,契合煤矿安全智能化转型发展需求^[3]。

2.3 绿色高效采煤技术的应用

(1)充填采煤技术。该技术主要包含矸石充填与膏体充填两种主流工艺,以井下煤矸石、工业膏体材料为充填原料,对开采形成的采空区进行回填压实。不仅能够有效控制地层位移与地表沉降,规避开采引发的地面塌陷问题,还可就地消耗矿井矸石废料,减少矸石地面堆积造成的土壤、大气污染,同时提升煤炭资源整体回收率,实现废料资源化再利用。(2)保水采煤技术。针对我国西部干旱缺水矿区开采水资源损耗严重的问题,保水采煤技术通过优化开采工序、调整工作面布局、构

建隔水保护体系等方式,减少开采扰动对地下含水层的破坏。该技术可有效阻隔地下水流失,保护矿区地下水资源与水文生态环境,解决煤炭开采与水资源保护的矛盾,实现开采作业与生态补水协同发展。(3)薄煤层高效开采技术。传统开采模式下薄煤层开采难度大、损耗高、资源利用率低,大量薄煤层资源长期闲置浪费。薄煤层高效开采技术采用小型化、智能化、高精度采掘设备,适配薄煤层狭小作业空间,攻克薄煤层开采效率低、设备适配性差等难题,有效盘活低效、闲置煤炭资源,提升矿区整体资源开采利用率^[4]。

2.4 深部复杂煤层采煤技术的应用

(1)高地压围岩控制技术。深部煤层开采普遍存在高地压、围岩易变形、顶板破碎不稳定等问题,极易引发坍塌事故。该技术通过强化高强度支护体系、优化卸压开采工艺、实施围岩加固处理等方式,有效缓解深部地层压力,抑制围岩变形、顶板垮落,稳定深部开采工作面环境,为深部煤炭开采提供基础安全保障。(2)高瓦斯协同开采技术。针对深部煤层高瓦斯、易爆炸的安全隐患,该技术采用开采与瓦斯抽采同步推进的作业模式,在开采前、开采中持续开展瓦斯抽采作业,降低工作面瓦斯浓度。抽采的瓦斯可转化为清洁能源实现资源化利用,既从根本上规避瓦斯爆炸安全风险,又实现了废弃资源回收利用,兼顾安全、效益与环保多重价值。

3 新形势下煤矿开采中采煤技术应用现存问题与优化对策

3.1 采煤技术应用现存主要问题

(1)技术普及不均衡。当前国内煤矿采煤技术发展呈现明显两极分化态势,大型煤矿资金充足、资源完善,智能化、集约化采煤技术落地成熟。而多数中小型矿井受资金短缺、技术储备薄弱、专业人才不足等条件限制,依旧沿用传统机械化开采模式,设备老旧、工艺落后,智能化转型进度严重滞后,整体行业技术发展参差不齐。(2)复杂地质适配性不足。现有智能化采煤技术与设备多针对常规稳定煤层研发设计,参数与作业模式适配常规开采场景。在深部高地压、高瓦斯、构造复杂及异形煤层矿井中,设备自适应调节能力不足,易出现截割精度偏差、支护适配性差等问题,难以满足复杂地质条件下的安全高效开采需求。(3)技术运维体系不完善。智能化采煤设备结构精密、技术门槛高,日常运维难度和养护成本远高于传统设备。目前煤矿行业专业运维人才缺口较大,一线工作人员操作和维修能力不足,设备故障无法及时排查修复,频繁影响开采作业连续性,制约智能技术长效应用。(4)绿色技术落地力度

不足。充填采煤、保水采煤等绿色开采技术前期投入成本高、回本周期长。部分煤矿企业重生产效益、轻生态保护,主动应用绿色技术的积极性较低,导致绿色采煤技术普及率偏低,开采过程中的生态污染、资源损耗问题未能彻底改善。

3.2 技术应用优化升级对策

(1) 推进技术分层普及。针对煤矿技术发展不均衡问题,需推行差异化、分层化技术升级方案。大型矿井依托自身资源优势,持续深化智能无人开采、全域智能监测等高端技术应用,打造智慧开采示范工作面。中小型矿井摒弃盲目跟风升级模式,优先完成基础机械化设备更新,补齐开采效率短板,再结合自身开采规模与地质条件,循序渐进推进智能化改造,逐步缩小行业技术差距。(2) 强化技术针对性研发。聚焦深部开采、复杂构造、薄煤层等特殊开采场景的技术痛点,加大产学研协同研发力度,定向研发高适配、高稳定性、强抗干扰的采掘设备与配套工艺。优化智能设备自适应调控系统,提升设备对异形煤层、复杂地质环境的识别与适配能力,攻克复杂煤层开采效率低、安全性差的难题,全面提升特殊矿区开采技术水平^[5]。(3) 完善人才与运维体系。构建多元化人才培养体系,联合高校、职业院校开设煤矿智能开采、绿色开采相关专业,定向输送专业技术人才。同时常态化开展在岗人员技能培训,提升一线人员设备操作、故障运维能力。搭建专属专业运维团队,建立设备常态化检修、定期保养、智能监测运维机制,提前排查设备隐患,保障开采设备稳定运行。(4) 加大绿色技术推广扶持。依托行业政策扶持,降低企业绿色开采技术应用与改造成本,出台绿色开采专项补贴、税收优惠政策,激发企业转型积极性。大力推广充填采煤、保水采煤等绿色技术,规范矿区污染物治理流程,推动矸石资源化利用、地下水保护等技术常态化落地,扭转重效益、轻环保的开采模式,实现煤炭开采与生态保护协同发展。

3.3 新形势下采煤技术未来发展趋势

(1) 深度智能化。未来煤矿开采将全面推进全流

程智能化升级,依托大数据、人工智能、物联网技术,实现破煤、支护、运煤、运维全工序无人化作业。同时构建智能决策系统,可自主分析开采数据、预判地质风险,实现灾害风险精准防控,全面建成安全高效的智慧矿山体系。(2) 绿色一体化。煤炭行业将彻底转变传统粗放开采模式,构建“开采-治理-利用”一体化绿色开采体系。通过矸石充填、水资源保护、废气回收等技术整合,实现污染物就地治理、资源循环利用,大幅降低开采生态损耗,达成低碳环保、绿色可持续的开采发展目标。(3) 集成高效化。未来采煤技术将呈现多技术融合集成的发展趋势,整合智能采掘、安全防护、绿色治理、智能运维等多项技术,打破单一技术应用局限,优化开采作业流程,提升资源回收率与生产效率,全面提高煤矿开采的经济效益、安全效益与生态效益。

结束语

综上所述,新形势下各类新型采煤技术的落地应用,有效解决了传统煤矿开采安全短板、效率偏低、生态破坏等问题,推动煤炭开采模式实现集约化、智能化、绿色化变革。当前行业仍存在技术普及失衡、运维体系不完善、绿色技术落地滞后等诸多问题。未来需通过分层普及技术、强化专项研发、完善人才运维体系、加大绿色技术扶持等举措优化升级。同时煤矿行业将朝着深度智能、绿色一体、集成高效方向持续发展,助力煤炭产业高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]武杰.煤矿开采中井下采煤技术的选择[J].能源与节能,2022,9(11):134-136.
- [2]吴志涛.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术分析[J].当代化工研究,2022,17(20):141-143.
- [3]李伟.新形势下煤矿开采中采煤技术的应用探讨[J].能源与节能,2023,20(7):210-212.
- [4]王振帆.煤矿开采过程中采煤工艺与技术探讨[J].能源与节能,2025,34(1):191-195.
- [5]周慧忠.机械化采掘技术在煤矿开采中的应用研究[J].凿岩机械气动工具,2025,51(2):160-162.