

高产高效采矿工程工艺优化与实践研究

姬鹏

内蒙古锦泰川宏煤炭有限公司, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 本文以高产高效采矿工程工艺为研究对象, 系统剖析了传统工艺适配性不足、工序协同性差、能耗成本管控薄弱、安全与效率失衡的核心问题, 从采掘、运输提升、通风辅助等基础工艺环节出发, 结合智能化技术融合、资源回收与绿色开采维度提出针对性优化策略, 并构建了包含方案落地、参数调控、组织管理、质量管控在内的工艺优化实践管控路径。对推动采矿工程实现高效化、绿色化发展具有实践意义。

关键词: 高产高效采矿; 采矿工程; 工艺优化

Research on Process Optimization and Practice of High-yield and High-efficiency Mining Engineering Technology

Ji Peng

Inner Mongolia Jintai Chuanhong Coal Co., Ltd., China Inner Mongolia Ordos 017000

Abstract: This study focuses on high-yield and high-efficiency mining engineering processes, systematically analyzing core challenges including inadequate process compatibility, poor operational coordination, weak energy consumption cost control, and safety-efficiency imbalance in traditional methods. Starting from fundamental process stages such as mining operations, transportation systems, and ventilation support, the research proposes targeted optimization strategies integrating intelligent technology applications, resource recovery mechanisms, and green mining practices. A practical process optimization management framework is established, encompassing solution implementation, parameter adjustment, organizational coordination, and quality control measures. These findings hold significant practical implications for advancing efficient and sustainable development in mining engineering.

Keywords: High-yield and high-efficiency mining; Mining engineering; Process optimization

0 引言

当前矿产开采向复杂地质延伸, 传统工艺的各类问题严重制约产能释放, 开展采矿工艺优化研究迫在眉睫。本文通过剖析工艺现存问题, 提出优化策略并构建管控路径, 为矿山工艺升级提供思路。

1 高产高效采矿工程工艺现存问题剖析

1.1 传统采矿工艺适配性不足问题

当前高产高效采矿工程推进过程中, 传统采矿工艺的适配性短板愈发凸显, 难以匹配复杂地质赋存条件与规模化集约化生产的核心需求。相较于现代化开采要求, 传统工艺普遍存在技术老旧、工序繁琐、作业灵活性差的问题, 面对深部高地应力、矿体厚薄不均、断层破碎带等复杂工况时, 工艺适配度大幅降低, 无法实现高效作业适配, 不仅直接制约了单井产能的有效释放, 还易引发资源开采不充分、开采损耗偏大等连锁问题。

1.2 工艺工序衔接与协同性缺陷

采矿工程各工艺环节的衔接流畅度与协同联动性, 是保障生产高效运转的核心关键, 而现有工艺体系普遍存在

采掘、运输、支护等核心工序衔接不畅、协同性不足的现实缺陷。部分矿山仍沿用分段式、离散化的传统作业模式, 各工序间缺乏统一的调度管控与标准化流程衔接机制, 极易出现工序脱节、作业等待、流程冗余等问题, 比如采掘作业与临时支护不同步、矿石运输节奏与采掘出矿效率不匹配等, 这类问题直接打破了生产作业的连续性, 大幅拉低了整体开采效能, 难以形成闭环式的高效生产格局。

1.3 工艺能耗与成本管控短板

现有采矿工艺在能耗管控与成本优化层面存在明显短板, 成为制约矿山降本增效、实现可持续高产高效开采的重要因素。受工艺设计不合理、资源利用精细化程度不足、全流程能耗管控机制缺失等多重诱因影响, 部分采矿工艺存在生产能耗偏高、资源回收率偏低的问题, 同时开采过程中的物料损耗、设备空转损耗、无效作业损耗等持续叠加, 直接推高了矿山运营的综合成本, 也违背了绿色集约、高效采矿的行业发展理念, 进一步凸显出工艺优化在降本增效、资源高效利用层面的迫切性。

1.4 工艺安全与高效协同失衡问题

传统采矿工艺普遍存在安全管控与高效生产协同失衡的突出矛盾，难以兼顾安全作业与高效开采的双重核心目标。部分工艺设计更侧重短期开采效率提升，忽视了安全防护体系的配套完善与风险前置管控，存在安全防护措施滞后、现场风险管控流程缺位、作业环境安全保障不足等问题，不仅易引发顶板失稳、设备故障、人员违规作业等安全隐患，还会因隐患排查、应急处置等工作中断正常开采流程，反向制约高产高效生产的持续推进，也印证了采矿工艺优化必须坚守安全与效率并重的核心原则^[1]。

2 高产高效采矿工程工艺优化核心策略

2.1 采掘核心工艺优化

采掘核心工艺作为高产高效采矿的核心发力点，其优化需立足精细化、适配化、高效化的核心原则，聚焦综采、掘进两大关键工艺开展全维度升级改良。一方面要结合矿山实际开采条件，精细化测算并优化采掘核心参数，梳理并精简冗余作业流程，配套匹配高性能、高适配性的采掘设备，建立常态化采掘衔接管控机制，细化作业时序规划与现场调度，从根源上破解采掘脱节、作业断续的难题，全力保障采掘作业的连续性、稳定性与高效性，夯实整体高产高效开采的核心基础；另一方面要彻底摒弃单一化、固化的工艺应用模式，针对深部高地应力、矿体厚薄不均、断层破碎带等各类复杂地质条件，量身定制差异化采掘工艺方案，灵活调整作业方式与开采强度，贴合不同工况特性释放采掘环节产能，实现采掘效率与资源开采的双向提升，如下图所示。

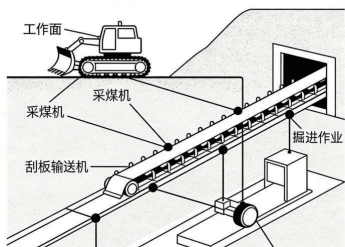


图1 高产高效采矿采掘核心工艺优化示意

2.2 运输与提升工艺优化

运输与提升工艺是串联采矿全流程、打通产能释放瓶颈的关键纽带，优化工作需围绕系统布局升级、作业模式革新、调度管控提质三大核心展开，着力破解传统运输环节损耗高、耗时长、流转慢的痛点。首先要结合矿山开采规模与井下空间布局，科学优化运输系统整体架构，淘汰间断式、分散化的传统运输模式，大力推行连续化、自动化的现代化运输工艺，同步升级提升系统设备与技术参数，

减少矿石中转损耗、设备空载耗时与人工操作延误，压缩运输提升全流程作业时长；其次要优化一体化运输调度模式，统筹协调采掘、出矿、运输、提升各环节节奏，推动运输流转与前端开采、后端处理高效衔接，全面提升运输提升环节的流转效率与适配性，彻底打通制约产能释放的运输堵点，保障采矿全流程顺畅高效运转。

2.3 通风与辅助工艺优化

通风与辅助工艺优化是保障井下作业安全、降低生产干扰、赋能高效开采的重要支撑，需兼顾安全保障、能耗管控、工序协同三重核心目标，实现辅助环节与核心工艺的无缝适配。针对通风工艺，要结合矿井开采深度、作业面布局与井下瓦斯、粉尘管控需求，科学优化通风系统网络布局，精准调控通风风量、风速等核心参数，在筑牢井下通风安全防线、满足作业环境安全标准的前提下，优化通风设备运行模式，最大限度降低通风能耗，实现安全作业与节能降耗的有机统一；针对排水、支护、充填等辅助工艺，要精简繁琐作业流程，优化锚网支护、分段排水、高效充填等技术方案，强化辅助作业的时序规划与现场协同，减少辅助工序滞后、流程脱节等问题对核心采掘作业的干扰，让辅助工艺高效适配核心开采节奏，为高产高效生产扫清障碍^[2]。

2.4 智能化技术融合下的工艺优化

智能化技术与采矿工艺的深度融合，是打破传统采矿工艺管控局限、实现提质增效的核心技术路径，也是现代高产高效采矿工程的重要发展趋势。需推动智能化监测、自动化作业、数字化管控、大数据分析等前沿技术，与采掘、运输、通风、支护等全工艺环节深度绑定融合，搭建集参数调控、流程管控、状态监测、隐患预警于一体的智能采矿工艺体系，依托智能终端与数字化管控平台，实现工艺参数的动态精准调整、作业流程的智能闭环管控、生产状态的全时段实时追踪，摒弃人工管控的滞后性、主观性与偏差性，以技术赋能优化工艺运行模式，全面提升采矿工艺的运行效率、作业精准度与现场管控智能化水平，为高产高效采矿提供坚实的技术支撑。

2.5 资源回收与绿色工艺优化

资源回收与绿色工艺优化是践行可持续发展理念、兼顾高产高效与生态保护的必然选择，契合现代采矿行业高质量发展的核心要求。一方面要针对性优化资源回收核心工艺，细化开采作业全过程管控，优化开采路径与落矿方式，严控矿石开采贫化率与损失率，最大限度挖掘矿产资源利用价值，同时兼顾共生资源的高效回收，避免优质

表1 采矿工艺关键参数动态调控明细

核心工艺环节	主要监测维度	关键调控参数	触发调控条件	调控核心目标
采掘工艺	矿体厚度、岩层应力、采掘进度	截割深度、推进速度、循环进尺	矿体厚薄突变、围岩稳定性变化、采掘效率波动	保障采掘连续性，提升采掘效率，降低资源贫化
运输工艺	运输量、设备转速、线路拥堵情况	带速、运输频次、调度间距	出矿量骤变、设备负载异常、运输节点拥堵	减少运输损耗，提升流转效率，降低设备能耗
通风工艺	井下风量、瓦斯浓度、粉尘含量	通风机频率、风窗开度、供风量	作业面拓展、有害气体超标、通风阻力变化	保障作业安全，降低通风能耗，维持井下环境达标
支护工艺	顶板沉降、围岩变形、支护受力	支护间距、锚固深度、支护强度	围岩应力增大、顶板沉降超标、采掘工况变更	强化安全防护，适配采掘节奏，避免支护冗余

资源无端浪费，实现资源利用效益最大化；另一方面要深度融入绿色采矿、生态采矿理念，全面优化环保型工艺设计，淘汰高污染、高损耗、高排放的传统工艺模式，统筹高效生产、资源节约与生态保护三重目标^[9]。

3 采矿工艺优化的实践实施与管控路径

3.1 工艺优化方案落地实施流程

采矿工艺优化方案的落地实施，需搭建规范化、全流程的实施体系，依托闭环式推进流程保障优化举措有序落地、规避实施风险。首先要开展全方位方案论证，结合矿山地质条件、生产现状、设备配置与产能目标，研判工艺优化方案的可行性、适配性与实操性，细化实施节点与责任分工，剔除方案中的不合理内容；随后选取典型作业面开展试点推行，跟踪试点阶段的工艺运行效果、作业难题与改进方向，积累实操经验、优化方案细节；待试点成熟后再分区域、分环节全面落地推广，同步做好现场作业指导与技术交底，最后建立动态调整机制，结合实施过程中的工况变化、问题反馈及时修缮方案，确保工艺优化始终贴合生产实际、稳步推进^[4]。

3.2 工艺参数动态调控机制

建立完善的工艺参数动态调控机制，是破解传统采矿工艺参数固化僵化、适配性不足的关键抓手，更是维持工艺高效运转、保障高产高效生产持续稳定的核心支撑，能够最大限度贴合矿山动态生产工况，消解参数与实际脱节引发的各类生产难题。该机制的落地需依托全方位的现场感知体系，整合井下生产监测终端、设备运行传感设备、地质工况检测数据，搭建覆盖全开采环节的工艺参数实时跟踪、智能研判平台，打破人工调整滞后、参数调整粗放的局限；针对矿体赋存条件突变、采掘工作面推进、设备负载波动、井下通风与环境指标变化等各类动态情况，对采掘、运输、通风、支护等核心环节的关键参数开展精细化、靶向性调整，杜绝因参数不合理导致的生产效率下滑、能耗损耗超标、作业安全隐患加剧等问题，通过常态化、精准化的动态调控，让采矿工艺始终维持在最优运行区间，

稳定释放高效产能，为矿山高产稳产筑牢坚实的工艺管控基础。具体如表 1 所示。

3.3 生产组织管理优化

适配优化后的现代化采矿工艺，必须同步推进生产组织管理优化，以精细化、协同化的组织模式为工艺高效落地提供保障。摒弃传统粗放式的生产管理方式，结合新工艺的作业流程、节奏要求与技术特点，升级整体生产组织模式，科学优化岗位人员配置，做到人岗适配、权责明晰，合理规划作业排班与轮岗机制，规避人员闲置、作业断档问题；同时优化现场调度管理体系，强化各工序、各班组的统筹协调与联动配合，提升调度指令的执行效率与响应速度，加大工艺执行过程的管控力度，杜绝违规作业、流程跑偏等问题。

3.4 工艺运行质量管控体系

构建全流程的工艺运行质量管控体系，是保障工艺优化效果落地见效、实现长效高产高效的关键支撑，能够倒逼工艺规范运行、压实管控责任。围绕采矿全工艺环节，明确采掘、运输、支护、通风等各流程的质量标准、核心管控要点与量化考核指标，细化各岗位的工艺操作规范与质控要求，形成标准化管控细则；通过常态化现场巡查、数据核查、效果复盘等方式，强化工艺运行全过程的监督管理，及时排查工艺运行中的质量偏差、效率损耗问题，结合考核结果落实奖惩举措，倒逼各环节严格遵照优化工艺规范作业。

4 结语

综上所述，高产高效采矿工艺优化是系统性工程，需实现工艺、技术与管理的协同革新。本文提出的多维度优化策略及配套管控路径，实操性较强，可为矿山生产实践提供参考。未来采矿工艺需持续融合智能化技术，推动行业向集约化、绿色化高质量发展。

参考文献：

[1] 岳如友, 孟岳, 张玉勇等. 铁矿采矿工艺和设备升级改造的生产管理优化研究[J]. 中国金属通报, 2024,

(05):52-54.

[2] 赵刚. 红透山铜矿勘采系统工程现状与对策[J]. 有色矿冶, 2023,39(02):13-16.

[3] 闫忠军, 宫锐, 姜洪波. 浅谈矿山新老系统接续开采及优化调整措施[J]. 有色矿冶, 2021,37(03):15-18.

[4] 王想, 杨小聪, 黄丹等. 金属非金属地下矿山悬臂

式掘进机采矿的运输配套工艺探讨[J]. 有色金属 (矿山部分), 2026,78(02):76-80.

作者简介: 姬鹏 (1984.10-), 男, 汉族, 内蒙古鄂尔多斯市, 本科, 毕业于山东大学, 工程师, 研究方向: 主要从事露天煤矿开采技术方面研究。