

采矿工程中对拉回采工作面采煤工艺技术及安全管理研究分析

张 伟

宁夏宝丰能源集团股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：采矿工程中，对拉回采工作面采煤工艺优化至关重要。本文从设备配置、回采流程、采高与循环进度、巷道维护工艺等方面提出优化策略，探讨高产高效实现路径，构建安全管理体系，分析经济效益与采掘接续改善情况。研究显示，优化后的工艺可提升效率、保障安全、增加效益，缓解采掘接续紧张问题，为采矿工程对拉回采工作面提供理论与实践参考。

关键词：对拉回采；采煤工艺；安全管理；经济效益；采掘接续

引言：在采矿工程领域，对拉回采工作面的应用日益广泛。其独特的双向开采模式，在提升资源回收率、缩短采掘周期等方面具有显著优势。然而，实际生产中，对拉回采工作面面临采煤工艺复杂、安全风险多样、采掘接续紧张等诸多挑战。如何优化采煤工艺、构建安全管理体系、实现高产高效并改善采掘接续，成为亟待解决的关键问题。本文围绕这些问题展开深入研究，以推动对拉回采技术的进一步发展。

1 对拉回采工作面采煤工艺优化策略

1.1 设备配置优化

设备配置优化需基于煤层条件调整采煤机、刮板输送机、液压支架的选型与配套，让设备性能与煤层特征精准匹配，提升协同效率。煤层较厚时选截割高度适配的采煤机，减少重复截割；倾角较大时选用防滑刮板输送机，搭配稳定液压支架防倾倒^[1]。选型需注重参数协同，采煤机截割速度与输送机运力匹配，防物料堆积；液压支架移架速度与采煤机推进速度同步，防支护滞后。通过合理选型配套，形成高效作业链条，减少设备等待与适配问题，提升整体效率。

1.2 回采流程优化

回采流程优化调整割煤、移架、推溜的作业顺序与衔接节奏，减少工序等待，形成连续作业流。可采用“跟机移架”模式，采煤机截割后支架及时跟进支护，缩短顶板暴露时间，减少对其他工序干扰。衔接节奏按设备性能与煤层条件调整，割煤快时加快移架推溜速度，保进度一致；遇夹矸层时微调割煤节奏，同步调整移架推溜间隔，防流程停滞。通过优化让各工序无缝衔接，减少空闲时间。

1.3 采高与循环进度优化

采高与循环进度优化结合煤层厚度与设备能力确定参数，平衡资源回收率与作业效率。煤层均匀无夹矸时，按采煤机最大截割高度定采高，实现一次采全高；厚度波动大时动态调采高，防顶板管理难或资源浪费。循环进度参考输送机运力与支架移架效率，过大易致设备负荷高，过小增加工序次数降速度。综合分析确定参数，实现设备高效运行与资源充分回收的双向提升。

1.4 巷道维护工艺优化

巷道维护工艺优化改进支护方式与维护周期，降低变形对回采的干扰。顶板条件差时用锚网索联合支护，增强强度减下沉变形；两帮易片帮时增加支护密度，选高强度材料防垮塌。维护周期按变形监测结果调整，地质稳定巷道可延长周期，复杂变形快的巷道缩短周期，定期查支护修复受损部件。通过优化保持巷道断面稳定，保障设备通行与物料运输，为工艺连续推进奠基。

2 对拉回采工作面高产高效实现路径

2.1 生产连续性保障

生产连续性保障需通过工艺优化减少设备停机、工序切换时间，核心是提升工作面有效作业时长，避免因中断导致效率损耗。设备停机优化需针对采煤机、刮板输送机等关键设备，提前排查易故障部件，建立定期检修机制，减少突发停机；优化设备联动控制，让采煤机截割与输送机运煤节奏匹配，避免因单机过载或空载导致的停机等待。工序切换时间优化需梳理割煤、移架、推溜等工序的衔接细节，消除工序间的空闲间隔。例如在采煤机完成一段截割后，液压支架可提前做好移架准备，减少等待采煤机到位的时间；推溜作业可与移架作业错位开展，避免同一区域工序叠加导致的停滞。通过工艺优化让设备运行与工序衔接更顺畅，最大限度减少

非作业时间,延长工作面有效作业时长。

2.2 资源回收率提升

资源回收率提升需从优化采煤机截割路径、调整支架护帮护顶方式入手,减少煤层残留与资源浪费,充分利用煤层资源。采煤机截割路径优化需根据煤层赋存形态调整,对于厚度均匀的煤层,采用直线截割路径确保截割深度一致,避免漏割;对于有局部凸起或凹陷的煤层,动态调整截割高度,确保凸起部分完全截割,凹陷部分不超割顶板或底板,减少煤炭残留。支架护帮护顶方式调整需针对煤层边缘易遗漏区域,护帮装置需及时伸出贴合煤壁,防止煤壁片帮导致煤炭掉落浪费;护顶装置需覆盖顶板空顶区域,避免顶板垮塌夹带煤炭无法回收。通过优化截割路径与支架防护方式,减少煤层边缘、顶板下方等区域的资源残留,提升整体资源回收率,让煤层资源得到充分利用。

2.3 劳动效率优化

劳动效率优化需合理划分作业班组职责、优化人员配置,核心是实现人机协同高效作业,避免人员冗余或职责不清导致的效率低下。作业班组职责划分需按工序明确分工,例如设置截割作业组专注操作采煤机、支护作业组负责支架调整、运输保障组维护输送机运行,每个班组聚焦单一工序,提升操作熟练度与速度^[2]。人员配置优化需根据设备数量与工序强度调整,避免某一工序人员过多闲置或人员不足导致进度滞后。例如在采煤机高效截割阶段,可适当增加支护作业组人员,确保移架速度跟上截割进度;在设备检修阶段,可抽调部分工序人员参与检修辅助,避免人员等待。通过职责划分与人员配置优化,让人员与设备高效配合,提升整体劳动效率。

2.4 与采掘接续的适配性

与采掘接续的适配性需通过工艺调整缩短单工作面回采周期,为后续工作面衔接预留充足时间,避免因接续紧张影响整体生产节奏。回采周期缩短需依托工艺优化提升日回采效率,例如通过优化截割参数增加单日截割长度、通过提升设备协同效率减少单日作业耗时,在保证安全与质量的前提下,加快工作面推进速度。需根据后续工作面准备进度调整当前工艺节奏,若后续工作面准备滞后,可通过适度提升当前工作面回采效率,提前完成回采任务,为后续工作面的巷道掘进、设备安装预留更多时间;若后续工作面准备超前,可保持当前工艺稳定,避免过度加速导致资源浪费或安全风险。通过工艺调整让单工作面回采周期与接续计划精准适配,保障矿山整体生产的连续性。

3 对拉回采工作面安全管理体系构建

3.1 顶板安全管理

顶板安全管理需制定顶板动态监测方法、明确支架初撑力与工作阻力控制标准,核心是实时掌握顶板状态,预防顶板垮塌风险。顶板动态监测需结合现场实际选择适配方法,可通过安装压力传感器实时采集顶板压力数据,跟踪压力变化趋势,及时识别压力异常波动;同时安排专人定期巡查顶板表面情况,观察有无裂隙、下沉等迹象,形成“仪器监测+人工巡查”的双重监测体系。支架初撑力与工作阻力控制需遵循煤层顶板特性确定标准,初撑力需保证支架及时接顶并提供足够支撑力,防止顶板早期下沉;工作阻力需匹配顶板最大压力,避免支架过载损坏导致支护失效。日常管理中需定期检测支架压力参数,对未达标的支架及时调整,确保支架始终处于有效支护状态,为工作面营造稳定的顶板环境。

3.2 瓦斯安全管理

瓦斯安全管理需设计瓦斯抽采与监测方案、优化通风系统,关键是控制瓦斯浓度在安全范围,杜绝瓦斯爆炸风险。瓦斯抽采方案需根据煤层瓦斯含量与赋存状态制定,合理布置抽采钻孔,确保抽采范围覆盖整个工作面,提升瓦斯抽采效率;定期检查抽采设备运行状态,保证抽采系统稳定工作,减少瓦斯积聚源头。瓦斯监测需在工作面、回风巷等关键区域布设监测点,实时采集瓦斯浓度数据,发现浓度接近安全临界值时及时预警。通风系统优化需调整风量分配,确保新鲜风足量输送至工作面,稀释瓦斯浓度;同时检查通风设施完整性,避免风门、风窗破损导致风流短路,保障通风系统始终处于高效运行状态,从抽采与通风两方面控制瓦斯安全风险。

3.3 机电设备安全管理

机电设备安全管理需明确设备日常巡检内容、维护周期与故障排查流程,重点是避免设备故障引发安全事故。日常巡检需覆盖采煤机、刮板输送机、液压支架等关键设备,检查设备运行声音、温度是否正常,连接部件有无松动,线缆有无破损,及时发现潜在故障隐患。维护周期需根据设备使用强度与说明书建议确定,对易损耗部件如轴承、密封件缩短维护周期,定期更换;对核心部件如电机、减速器延长维护周期,但需增加检测频次。故障排查流程需先通过外观检查与参数监测定位故障范围,再拆解检查具体部件,避免盲目维修导致故障扩大。通过规范巡检、维护与排查,确保机电设备始终处于安全运行状态。

3.4 人员安全管理

人员安全管理需建立作业人员安全培训机制、制定现场安全操作规范,核心是提升人员安全意识与应急处置能力。安全培训机制需定期组织培训,内容涵盖顶板、瓦斯、机电等安全风险知识,以及设备操作、隐患识别方法,确保人员掌握基本安全技能;结合典型安全案例开展警示教育,强化人员安全意识^[1]。现场安全操作规范需明确各岗位操作标准,如采煤机操作需遵守开机前检查、运行中观察、停机后维护的流程,支架调整需避免违规操作导致支架倾倒。此外,需定期组织应急演练,模拟顶板垮塌、瓦斯超限等突发场景,提升人员应急响应与协同处置能力,让人员在实际险情中能规范应对,减少事故伤害。

4 对拉回采工作面经济效益与采掘接续改善分析

4.1 经济效益分析维度

经济效益分析需从设备能耗降低、人工成本节约、资源回收增值三个方面展开,清晰阐述工艺优化带来的直接与间接效益。设备能耗降低源于工艺优化后设备运行效率提升,例如采煤机与刮板输送机协同作业节奏优化,减少设备空载或过载运行时间,降低单位产量的电能消耗;液压支架移架路径优化,减少支架反复调整带来的能耗浪费,直接降低生产过程中的能源成本。人工成本节约得益于劳动效率提升,合理的班组职责划分与人员配置优化,让相同人数可完成更多作业任务,减少额外人员投入;工序衔接顺畅减少人员等待时间,提升单位时间劳动产出,间接降低单位产量的人工成本。资源回收增值则来自资源回收率提升,通过优化采煤机截割路径与支架护帮护顶方式,减少煤层残留,让原本可能浪费的煤炭资源得到回收利用,增加煤炭产量,提升资源利用效率,带来额外的经济收益。

4.2 采掘接续紧张问题缓解机制

采掘接续紧张问题缓解需通过缩短单工作面回采周期、提升单工作面产能实现,进而减少工作面接替频次,缓解采掘失衡压力。单工作面回采周期缩短源于工艺优化带来的日回采效率提升,例如回采流程优化减少工序等待时间,设备配置优化提升单位时间截割与运输能力,让工作面在更短时间内完成既定回采任务,为后续工作面准备预留充足时间。单工作面产能提升则通过扩大回采规模与提升资源回收率实现,对拉回采工作面

的空间布局优势的充分发挥,可在相同时间内完成更多煤层回采;资源回收率提升增加单位面积煤层的产量输出,减少对新工作面开发的依赖。两者共同作用下,工作面接替频次减少,避免因频繁切换工作面导致的采掘计划混乱,缓解掘进作业跟不上回采进度的失衡压力,保障矿山生产连续稳定。

4.3 效益与安全的协同关系

效益与安全的协同关系需从安全管理对减少事故损失、保障生产连续的作用切入,说明安全投入与经济效益的正向联动。安全管理到位可有效预防顶板垮塌、瓦斯爆炸等安全事故,避免事故导致的设备损坏、人员伤亡带来的直接经济损失,减少因事故停工造成的产量损失,保障生产连续进行,为经济效益稳定创造条件。安全投入如顶板监测设备购置、瓦斯抽采系统升级、人员安全培训等,虽需一定成本,但可降低事故发生概率。事故发生率降低意味着无需承担高额事故赔偿、设备维修与停产损失,长期来看反而减少不必要的经济支出。安全的作业环境可提升人员工作积极性与操作稳定性,进一步促进劳动效率提升,形成“安全保障生产、生产创造效益、效益反哺安全”的正向循环,实现安全与效益的协同发展。

结束语

对拉回采工作面采煤工艺技术及安全管理研究,对采矿工程意义重大。通过工艺优化策略的实施,实现了高产高效与资源充分利用;安全管理体的构建,有效降低了事故风险,保障了生产安全;经济效益与采掘接续的改善,提升了矿山整体运营水平。未来,随着技术不断进步,需持续优化工艺与管理,以适应不同地质条件下的采矿需求,推动采矿行业向更高效、安全、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1]卢军.现代化采矿工艺技术在采矿工程中的应用探讨[J].测绘与勘探,2022,4(2):34-36.
- [2]张晓勇.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术质量分析[J].矿业装备,2023,(06):70-72.
- [3]郭建彪.煤矿采煤工艺的改造[J].工程抗震与加固改造,2022,(04):173.