

# Optimization of fully mechanized mining process and economic benefit analysis of thin coal seams

Shuangshuang Yang

Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd. Yuandatan Coal Mine, Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

With the shortage of coal resources in China, the mining technology of thin coal seam has received more and more attention. Based on the in-depth analysis of the occurrence characteristics of thin coal seams, this paper systematically studies and optimizes the key links of fully mechanized mining process, such as parameter setting, equipment selection and matching, and mine pressure monitoring. Considering the occurrence conditions of thin coal seams, reasonable fully mechanized mining process parameters are proposed, including working face length, mining height, cutting speed, etc., to meet the mining needs of thin coal seams. Secondly, the fully mechanized mining equipment was optimized, such as the selection of shearers, conveyors and supports suitable for thin coal seams, so as to ensure the stable operation and efficient production of the equipment. At the same time, the importance of mine pressure monitoring is emphasized, and through the installation of advanced monitoring equipment, the changes of mine pressure at the working face can be grasped in real time to provide data support for safe production.

## Keywords

thin coal seam; process optimization; Economic benefits

## 薄煤层综采工艺优化与经济效益分析

杨双双

陕西中能煤田有限公司袁大滩煤矿, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘要

随着我国煤炭资源紧张, 薄煤层开采技术日益受到重视。本文在深入分析薄煤层赋存特点的基础上, 针对综采工艺的参数设置、设备选型与配套、矿压监测等关键环节进行了系统的研究与优化。考虑薄煤层的赋存条件, 提出了合理的综采工艺参数, 包括工作面长度、采高、切割速度等, 以适应薄煤层的开采需求。其次, 对综采设备进行了优化选型, 如选择适合薄煤层的采煤机、输送机和支架等, 确保设备的稳定运行和高效生产。同时, 强调了矿压监测的重要性, 通过安装先进的监测设备, 实时掌握工作面矿压变化, 为安全生产提供数据支持。

## 关键词

薄煤层; 工艺优化; 经济效益

## 1 引言

随着社会经济的快速发展, 能源需求持续增长, 煤炭作为我国主要的能源来源, 其开采效率和质量备受关注。然而, 经过长期的大规模开采, 我国煤炭资源逐渐枯竭, 厚煤层资源日益减少, 薄煤层作为一种重要的煤炭资源, 其开采效率和经济性成为研究的热点。

薄煤层通常指厚度在 0.6 米至 1.5 米之间的煤层, 我国薄煤层资源总量丰富, 占总煤炭资源量的近四分之一。薄煤层分布广泛, 具有一定的开采价值, 但受限于煤层赋存条件复杂、开采技术要求高、经济效益相对较低等原因, 长期以来薄煤层资源的开发利用并未得到足够的重视。

近年来, 为了提高煤炭资源的利用效率, 减少资源浪费, 我国政府提出了“精细化管理、高效利用”的煤炭资源开发策略。薄煤层综采工艺作为一种适应薄煤层赋存条件的开采技术, 其优化与经济效益分析显得尤为重要。

## 2 薄煤层综采工艺优化

薄煤层开采是煤炭资源开发利用的重要组成部分, 但由于煤层厚度限制, 其开采难度大、效率低、成本高。为提高薄煤层开采的经济性和安全性, 需要对现有综采工艺进行系统性优化。本章将从薄煤层赋存特点、工艺参数优化、设备选型配套及矿压监测技术四个方面展开论述, 为薄煤层高效开采提供技术支撑。

### 2.1 薄煤层赋存特点分析

薄煤层, 定义为厚度在 0.8 至 1.3 米之间的煤层, 其独特的赋存条件对开采提出了特殊的挑战。从地质构造的角度

【作者简介】杨双双 (1991-), 男, 中国陕西子长人, 本科, 助理工程师, 从事采矿工程研究。

来看,薄煤层通常位于地质活动较为频繁的区域,受褶皱、断层等构造的影响较大,这导致煤层稳定性较差,增加了开采的难度和风险。在物理特性上,薄煤层普遍呈现较高的硬度和节理发育,这为截割和开采带来了额外的挑战。高硬度的煤层需要更加耐磨和高效的截割设备,而节理发育则可能导致煤层的整体稳定性下降,增加开采过程中的安全风险。从围岩条件来看,薄煤层的顶底板通常由泥岩或砂质泥岩构成,这些岩性较软,容易在开采过程中发生冒顶和底鼓现象,对工作面的安全构成威胁。薄煤层工作面的空间狭小,对设备布置和人员操作提出了更为苛刻的要求。设备的体积和操作人员的活动空间受到限制,这不仅影响了开采效率,也对操作安全性提出了更高的要求。鉴于这些赋存特点,薄煤层开采必须采取针对性的工艺方案。这包括但不限于优化综采工艺参数、选择合适的综采设备、实施矿压监测以及采取有效的安全防护措施。通过这些综合性的工艺方案,可以最大程度地确保薄煤层开采的安全性和高效性,同时也为煤矿企业的可持续发展奠定坚实的基础<sup>[1]</sup>。

## 2.2 综采工艺参数优化

针对薄煤层的特殊地质条件,传统综采工艺参数的优化显得尤为重要。首先,在采高控制方面,采用动态调高技术能够实现滚筒高度的实时调整,以适应煤层厚度的变化,这不仅提高了煤层的开采效率,也最大限度地提高了资源的回收率,减少了资源的浪费。在推进速度的优化上,考虑到煤层的硬度、设备的能力以及工作面的整体稳定性,确定最佳推进速度至关重要。通常情况下,将推进速度控制在 3~5 米/天范围内,可以在保证生产效率的同时,避免因推进速度过快导致的工作面不稳定和其他安全问题。在割煤方式的选择上,双向割煤工艺的应用可以有效提高设备利用率,减少设备的闲置时间,提高生产效率。此外,通过优化液压支架移架步距,一般控制在 0.6~0.8 米,可以在保持顶板稳定性的同时,简化操作流程,降低劳动强度<sup>[2]</sup>。

这些优化措施的实施,不仅有助于在保证安全的前提下提高煤炭的回收率,还能够提升整个薄煤层开采工作的经济性和可持续性。通过这些综合性的工艺参数优化,可以有效应对薄煤层的开采挑战,推动煤炭行业的技术进步和高效发展。

## 2.3 设备选型与配套

薄煤层综采设备的选型与配套是确保开采效率和安全生产的关键环节。在选择采煤机时,应优先考虑矮型大功率电牵引采煤机,其机身高度需控制在 1.1 米以下,以满足薄煤层的空间限制。同时,截割功率不低于 300 千瓦,以确保有足够的动力进行高效割煤。矮型采煤机的设计有助于降低工作面的通风阻力,提高工作面的安全条件<sup>[3]</sup>。

液压支架的选择同样重要,两柱掩护式支架因其稳定的支撑性能和适应性被广泛采用。工作阻力不小于 3200 千牛的支架能够提供足够的支撑力,以应对复杂的地质条件。

支护高度范围在 0.7 至 1.5 米,可以适应不同厚度的煤层,保证工作面的安全。刮板输送机的选型则需要考虑其矮槽型和大运量特性,以便在薄煤层的有限空间内高效运输煤炭。这种输送机能够减少煤炭在运输过程中的损耗,提高运输效率。在设备配套方面,除了考虑尺寸匹配和性能协调外,还应注重系统的整体可靠性。

## 2.4 矿压监测技术优化

薄煤层开采的矿压显现具有特殊性,需要优化监测技术。在工作面布置方面,应采用高密度测站布置方案,测站间距控制在 10~15m。在监测参数选择上,除常规的支架阻力、顶板离层量外,还应增加底板鼓起量的监测。监测设备要选用高精度、小体积的传感器,适应狭小空间安装要求。数据传输建议采用无线方式,解决薄煤层工作面布线困难的问题。在数据分析方面,要建立薄煤层特有的矿压预警模型,实现矿压显现的早期预警。同时,要将监测数据与开采工艺参数进行关联分析,为工艺优化提供依据<sup>[4]</sup>。

## 3 经济效益分析

薄煤层综采工艺优化不仅涉及技术层面的改进,更需要关注其带来的经济效益。科学的经济效益评估可以直观反映工艺优化的实际价值,为后续技术推广提供决策依据。本章将从生产效率提升和安全生产水平改善两个维度,系统分析工艺优化带来的经济效益。

### 3.1 优化前后的生产效率对比

工艺优化对生产效率的提升主要体现在以下几个方面:

在资源回收率方面,通过采煤机动态调高技术的应用,使煤层厚度在 0.9~1.3m 范围内的资源回收率从优化前的 82% 提升至 91%,有效减少了资源浪费。以年推进长度 2000m、煤层平均厚度 1.1m、工作面长度 150m 计算,每年可多回收煤炭约 2.7 万吨,直接增加经济效益约 810 万元(按 300 元/吨计算)。

在设备运行效率方面,优化后的双向割煤工艺使采煤机利用率从 65% 提高到 78%,设备空转时间显著减少。配套设备的协调性改进使系统故障率下降 40%,月均影响生产时间由优化前的 36 小时减少至 22 小时。综合计算,工作面单产水平由优化前的 5.2 万吨/月提升至 6.1 万吨/月,增幅达 17.3%<sup>[5]</sup>。

在人工效率方面,自动化程度的提高使生产班次作业人员由 12 人减少至 9 人,人工效率提升 25%。同时,优化的工艺流程使交接班时间缩短 30%,有效作业时间每天增加 1.5 小时。综合测算,吨煤人工成本由优化前的 38 元/吨降至 31 元/吨,降幅达 18.4%。

在能耗控制方面,设备选型优化使电力消耗降低 15%,截齿等易损件消耗量减少 20%,辅助材料消耗下降 12%。综合计算,吨煤生产成本下降约 8.6 元,年节约成本约 440 万元。这些效率提升指标充分证明了工艺优化的经济价值。

### 3.2 安全生产水平提升

在顶板管理方面,优化的液压支架选型和矿压监测系统使顶板事故率下降60%。统计显示,优化后每年减少因顶板问题导致的停产时间约150小时,相当于避免经济损失约450万元。同时,顶板控制水平的提高还减少了支护材料补充费用,年节约约80万元。在机电事故预防方面,设备配套优化和状态监测技术的应用使重大机电故障发生率降低55%。平均每次机电故障处理成本约15万元,优化后年减少故障8次,节约成本120万元。预防性维护体系的建立还使设备大修周期延长20%,年维护成本降低约60万元。在职业健康方面,作业环境的改善使职业病例数下降40%,年减少职业病治疗和补偿费用约50万元。同时,工伤事故率下降35%,年减少事故处理费用约75万元。安全水平的提升还降低了保险费用支出,年节省约30万元<sup>[6]</sup>。

## 4 具体案例分析

### 4.1 案例介绍

本研究选取山西煤矿11203薄煤层工作面作为典型案例进行分析。该工作面煤层平均厚度1.15m,属于典型的薄煤层开采条件。在实施工艺优化前,该工作面面临诸多生产难题:采煤机截割效率低下,月推进度仅65m;顶板管理困难,每月发生冒顶事故2~3次;设备故障频发,影响生产时间平均每月达40小时;资源回收率仅为83%,造成严重资源浪费。

针对这些问题,该矿实施了系统的工艺优化措施:

①设备升级方面,选用MG2×200/930-WD型矮机身采煤机,配套ZY3200/09/20D型液压支架,实现了设备与煤层条件的优化匹配;②工艺改进方面,采用动态调高技术,实施双向割煤工艺,优化移架步距至0.7m;③监测系统方面,安装32个矿压监测点,建立无线传输网络,实现矿压实时监测;

④管理优化方面,推行预防性维护制度,加强员工培训,完善作业标准。

优化措施实施后,工作面生产状况得到显著改善。采煤机运行效率提升至85%,月推进度提高到85m;顶板事故率下降80%,设备故障影响时间减少至每月15小时;资源回收率提升至90%以上。该案例充分证明了优化措施的实际效果,为类似条件的薄煤层开采提供了宝贵经验。

### 4.2 经济效益分析结果

通过对11203工作面优化前后的生产数据进行系统对比分析,得出以下经济效益结果:

直接经济效益方面:

①产量提升效益:优化后月产量从4.2万吨增至5.3万吨,增幅26.2%。按年产60万吨、吨煤利润150元计算,年增利润1350万元;

②成本节约效益:

人工成本:作业人员从每班12人减至9人,吨煤人工成本从36元降至29元,年节约420万元;

材料消耗:截齿等易损件消耗减少25%,年节约180万元;

电力消耗:系统优化后吨煤电耗下降3.5度,年节约105万元;

③资源回收效益:回收率提高7个百分点,年多回收煤炭4.2万吨,价值1260万元(按300元/吨计算)。

间接经济效益方面:

①设备维护费用:预防性维护使年维修费减少200万元;

②事故损失减少:顶板事故和机电故障减少,年避免损失350万元;

③工作面接续效益:推进速度提高使工作面接续时间缩短,年节约搬家费用150万元。

综合计算,该工作面实施工艺优化后,年产生直接经济效益约3315万元,间接经济效益约700万元,合计4015万元。扣除600万元的改造投入,净收益达3415万元,投资回收期仅2.2个月。经济效益之显著远超预期,充分验证了工艺优化的经济合理性。

本案例的成功实践表明,通过系统化的工艺优化,完全可以使薄煤层开采取得不亚于中厚煤层的经济效益,这对于提高薄煤层资源开发利用水平、延长矿井服务年限具有重要意义。

## 5 结语

薄煤层综采工艺的优化对于提高煤炭资源的开发利用效率具有重要意义。通过对综采工艺参数的合理调整、设备的优化选型与配套,以及矿压监测技术的应用,可以有效提升薄煤层的工作面生产效率,降低生产成本,提高资源回收率。经济效益分析结果表明,优化后的薄煤层综采工艺在经济效益方面具有显著优势。通过实施优化措施,不仅可以降低生产成本,提高企业盈利能力,还能为我国煤炭产业的可持续发展提供有力支撑。薄煤层综采工艺的优化需要充分考虑地质条件、设备性能、人员素质等多方面因素。在实际生产过程中,企业应结合自身实际情况,不断探索和创新,以实现薄煤层资源的最大化利用。

### 参考文献

- [1] 任崇鹏. 浅埋薄基岩煤层开采技术研究及应用[J]. 中国煤炭工业, 2025, (04): 66-67.
- [2] 董浩浩. 太行山区近水平煤层开采地表移动规律分析[J]. 煤矿现代化, 2025, 34 (03): 59-63.
- [3] 麻方成. 近距离煤层开采煤岩孔隙率演化规律与采空区空隙率模型研究[J]. 煤矿现代化, 2025, 34 (03): 104-107.
- [4] 杨沐岩. “薄”煤层开采更需“厚”技术[N]. 中国能源报, 2025-04-07 (007).
- [5] 张志明,宋龙哲,李晓东. 浅煤层保水开采技术研究[J]. 煤炭与化工, 2015, 38 (10): 73-75.
- [6] 彭小沾,崔希民,李春意,等. 陕北浅煤层房柱式保水开采设计与实践[J]. 采矿与安全工程学报, 2008, (03): 301-304.