

# Study on high efficiency mining technology of thick coal seam with large slope under “three soft” geological conditions

Jianxiong Liu

Huozhou Coal Power Group Fenyuan Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 035107, China

## Abstract

With the gradual mining of coal resources, the difficulty of coal mining is gradually increasing, especially in the large slope, thick coal seam and “three soft” geological conditions, the traditional coal mining technology is facing many challenges. The “three soft” geological conditions, namely soft rock, soft coal and soft surrounding rock, usually cause poor rock stability during coal mining, serious equipment wear, low mining efficiency, and even pose a threat to the safety of coal mines. Therefore, it is of great practical significance to study the efficient coal mining technology under these special geological conditions. Based on the actual situation of “three soft” geological conditions, this paper discusses the mining technology of large slope thick coal seam, and puts forward the mining technology scheme suitable for this kind of mining area. Through comparative analysis of various mining methods, combined with numerical simulation and field experimental data, the optimization of mining technology for “three soft” geological conditions is proposed, including the selection of mining equipment, the support technology of coal seam and the rational layout of mining technology, etc., which provides theoretical basis and technical support for the efficient and stable mining of this kind of mining area.

## Keywords

Sansoft geological conditions; A large slope; Thick coal seam; Efficient coal mining; Coal mining technology

## “三软”地质条件下大坡度厚煤层高效采煤工艺研究

刘建雄

霍州煤电集团汾源煤业有限公司, 中国·山西 忻州 035107

## 摘要

随着煤炭资源的逐渐开采, 煤矿开采的难度逐渐加大, 特别是在大坡度、厚煤层及“三软”地质条件下, 传统的采煤工艺面临着诸多挑战。“三软”地质条件即软岩、软煤、软围岩, 通常造成采煤过程中岩层的稳定性差, 设备磨损严重, 开采效率低, 甚至对煤矿的安全构成威胁。因此, 针对这些特殊地质条件下的高效采煤工艺研究, 具有重要的实践意义。本文基于“三软”地质条件下的实际情况, 探讨了大坡度厚煤层的采煤技术, 并提出了适合该类矿区的采煤工艺方案。通过对比分析多种采煤方法, 结合数值模拟与现场实验数据, 提出了针对“三软”地质条件的优化采煤工艺, 包括采煤设备的选择、煤层的支持技术以及采煤工艺的合理布局等, 为该类矿区的高效、稳定开采提供了理论依据和技术支持。

## 关键词

三软地质条件; 大坡度; 厚煤层; 高效采煤; 采煤工艺

## 1 引言

近年来, 随着全球煤炭资源的逐渐枯竭和煤炭资源的深度开发, 煤矿开采面临越来越严峻的挑战, 尤其是在大坡度厚煤层及“三软”地质条件下的开采。所谓“三软”地质条件, 是指软岩、软煤及软围岩的组合, 这种地质条件下的煤矿开采, 不仅面临采煤技术难度大、煤层稳定性差、设备磨损严重等问题, 还经常导致矿井安全事故的发生。因此, 如何有效解决这些问题, 提高大坡度厚煤层的开采效率, 成

为煤炭行业急需解决的课题。

传统的采煤方法在应对“三软”地质条件时往往效果不佳, 主要表现为开采过程中无法有效控制煤层的稳定性, 支护系统失效或不足, 导致生产效率低下, 甚至造成安全隐患。为此, 研究适合“三软”地质条件下的高效采煤工艺显得尤为重要。本研究旨在分析“三软”地质条件下大坡度厚煤层的采煤技术, 通过优化采煤工艺和设备配置, 提升采煤效率和矿井安全性, 为煤矿开发提供理论依据和实践指导。

## 2 三软地质条件的特征分析

“三软”地质条件下的煤矿开采, 具有显著的地质特征。首先, 软岩的物理特性导致煤层及其周围岩体的稳定性

【作者简介】刘建雄(1988-), 男, 中国山西洪洞县人, 本科, 工程师, 从事采矿工程研究。

较差。软岩在采掘过程中容易发生坍塌，且支护措施难以达到理想效果。其次，软煤的脆性较高，容易发生崩塌和瓦斯积聚等问题，尤其是在采煤过程中，煤层的破碎现象更为严重，增加了采煤的难度。最后，软围岩的存在使得围岩的支护难度加大，常常导致巷道变形、围岩失稳，从而影响矿井的安全性。

## 2.1 软岩的地质特性分析

软岩层在“三软”地质条件下的特征主要表现为强度较低、塑性较差。通常，软岩的岩性主要由页岩、泥岩等细粒岩石组成，这些岩层的物理力学性质较为脆弱。在煤矿开采过程中，软岩层的破碎和变形较为明显，容易造成地下采掘作业的稳定性差。为了应对这种特殊地质条件，必须在采煤过程中采取更为坚固的支护结构，以防止软岩层的破坏进一步影响开采。

## 2.2 软煤的特点及其对采煤工艺的影响

软煤是一种具有较高含水率、较低硬度的煤层类型，这种煤层在采掘过程中会面临较高的破碎性和较低的开采效率。软煤的开采易导致煤层破碎严重，从而增加了煤矿机械设备的磨损，并且在采掘过程中会产生大量的煤尘和瓦斯，严重影响工作环境和作业效率。因此，针对软煤的开采，需要使用特定的设备和技术手段来提高采煤效率。

## 2.3 软围岩的特征与支护问题

软围岩通常由松散岩层或膨胀土等不稳定岩层组成，具有较大的变形性和较低的承载力。在大坡度煤层开采过程中，围岩的稳定性直接影响矿井的开采安全。若支护不当，围岩的塌陷和变形可能导致煤层的提前倒塌，甚至引发更为严重的矿井事故。因此，针对软围岩的支护问题，必须采用强度高、适应性强的支护技术，以确保煤矿的安全生产。

# 3 三软地质条件下大坡度厚煤层开采的技术挑战

在“三软”地质条件下，大坡度厚煤层的开采面临着多重技术挑战。首先，坡度较大使得煤层开采难度增加，尤其在大坡度的情况下，煤层的稳定性较差，易发生煤壁倒塌，导致煤矿的开采成本上升。其次，厚煤层的开采需要在保证高效采煤的前提下，控制煤层的稳定性和围岩的变形，这对采煤设备和技术提出了更高的要求。

## 3.1 大坡度煤层开采的困难与解决方案

大坡度煤层的开采面临着煤层稳定性差和支护难度大的问题。为了应对这些挑战，可以采用优化的采掘方法和设备，如采用大功率、强支护能力的采煤机，并结合高强度的支护系统，以确保在大坡度条件下的安全开采。

## 3.2 厚煤层的高效开采技术分析

厚煤层的开采需要在保证安全的前提下，提高采煤效率。为此，可以采用综合机械化开采技术，结合自控系统和高效的矿井通风技术，以实现煤层的高效开采。此外，采用

连续采煤系统，可以大大提高采煤速度，减少设备磨损，从而提高整体生产效率。

## 3.3 “三软”地质条件下采煤工艺的优化方向

根据“三软”地质条件下的开采特点，优化采煤工艺的核心目标是确保煤层的稳定性，同时提高采煤效率。在技术应用方面，可以结合机械化采煤与自动化控制技术，通过智能化的监测和调节系统，提高煤矿开采的安全性和高效性。

# 4 优化采煤工艺的关键技术措施

针对“三软”地质条件，必须采取一系列技术措施来优化采煤工艺，以提高开采效率并保障矿井的安全。由于软岩、软煤和软围岩的特性，矿井在开采过程中面临的不仅是生产效率低下，还包括安全性问题。因此，优化采煤工艺并应用现代技术成为提升煤矿开采效率与确保矿井安全的关键。

## 4.1 支护技术的优化与应用

在“三软”地质条件下，支护技术的优化至关重要。软岩、软煤和软围岩的稳定性差，给煤矿的开采带来了较大的挑战。为了提高煤矿的稳定性和采掘安全性，需要应用具有高强度和适应性的支护材料和技术。首先，采用超高强度钢支架是一项有效的支护手段，这种支架能够在极端环境下为煤层提供强有力的支撑，防止围岩发生坍塌或大规模破裂。其次，喷射混凝土技术的应用能够有效增强支护结构的稳定性，并对围岩提供二次加固，特别是对于软围岩的支护起到了至关重要的作用。此外，为了提高支护的灵活性和稳定性，应用全液压支架和动力支护设备也非常必要。这些设备能够根据煤层和围岩的实际情况调整支护力，避免由于支护过度或不足造成的支护失效问题，从而最大程度保障矿井的安全开采。总的来说，支护技术的不断创新和优化，是提高“三软”地质条件下煤矿开采安全性和效率的关键所在。

## 4.2 采煤机械的创新与应用

软煤的开采由于其较低的硬度和脆性特征，容易出现煤层破碎、设备磨损严重等问题。因此，采用适应性强、具有高效能的采煤设备对于提高煤矿开采效率至关重要。采用现代化、高功率的连续采煤机，是解决软煤开采难题的有效手段。连续采煤机具备高效的采煤能力，可以在较短时间内完成大规模的煤层开采，同时减少煤层破碎的程度，从而降低设备的磨损率。在设备选型的过程中，还应根据“三软”地质条件选择适应性强的煤矿机械，例如，采用轻便高效、能适应不同煤层条件的移动式采煤设备，避免因设备不匹配而导致的作业效率低下。除了机械设备本身的选择，自动化控制系统的应用也是提升采煤效率和确保矿井安全的重要技术。自动化系统通过实时监控矿井内各项工作参数，能够及时调整采煤过程，确保作业按照预定方案进行。这种自动化的控制方式，不仅提高了生产效率，还降低了人为因

素对采煤过程的干扰,使得矿井的开采更加科学合理,极大减少了事故发生的可能性。总之,采煤机械的创新和智能化控制系统的应用,是提升煤矿采煤效率和安全性的重要技术手段。

#### 4.3 智能化监控与自动化控制技术的应用

智能化监控技术为“三软”地质条件下的煤矿开采提供了强大的技术支撑。通过应用智能化监控系统,矿井能够实时获得关于煤层稳定性、瓦斯浓度、矿井通风等方面的关键数据。这些实时数据为煤矿管理者提供了重要的信息,使得他们能够及时发现潜在的安全隐患,从而采取有效措施予以解决。通过智能化监控系统,煤矿管理者可以对煤层的破碎情况、采掘设备的运行状态以及通风系统的运行效率等关键因素进行实时监控,确保煤矿在开采过程中始终保持在安全的操作范围内。此外,自动化控制技术的应用在智能化监控的基础上更进一步优化了采煤作业。通过智能算法和自我调节功能,自动化系统能够根据采煤过程中的变化情况自动调整采煤参数,确保煤矿开采的效率和煤层的稳定性。在设备维护方面,智能监控系统还能够实时检测煤矿设备的运行状态,通过对设备性能的监控,及时发现设备的故障和磨损问题,避免设备故障引起的采煤停滞和损失。与此同时,智能系统的优化使得煤矿在开采过程中的能源消耗得到有效控制,从而进一步提高了煤矿的整体经济效益和环境效益。

### 5 案例分析与实验研究

为进一步验证优化采煤工艺的有效性,本文通过对典型“三软”地质条件下的矿区进行案例分析,结合实际生产数据,评估了不同采煤工艺和设备配置对采煤效率、安全性及设备寿命的影响。研究表明,采用先进的采煤技术和设备,能够显著提高采煤效率,并有效降低煤矿事故的发生率。

#### 5.1 某矿区开采案例分析

在某矿区的开采过程中,通过引入大功率采煤机和全液压支架,结合智能化控制系统,采煤效率得到了大幅提升。传统的采煤设备和工艺在该矿区的应用效果并不理想,经常出现设备故障和煤层稳定性差等问题,造成了生产效率低下。通过引入新型设备和优化采煤工艺后,煤矿的采掘速度提高了30%以上,同时煤层的稳定性也得到了有效保障。

智能化控制系统的应用,使得矿井的采掘过程更加精细化,能够实时监控采煤机的工作状态,并对采煤进度和作业参数进行动态调整,从而提高了煤矿的整体安全性和生产效率。这一案例为“三软”地质条件下煤矿的采煤工艺优化提供了有力的证明。

#### 5.2 实验研究与数据分析

为了进一步分析不同采煤工艺的效果,本文进行了多次实验研究。通过对比不同采煤设备和支护技术的应用,发现综合机械化采煤与智能化监控技术相结合,可以大大提高煤矿的采煤效率与安全性。实验数据显示,采用高强度支护材料、连续采煤机及智能控制系统的矿区,其生产效率比传统方法提高了约30%,同时安全性也有了显著提高。通过对实验数据的分析,本文提出了一些优化方案,如采用适应性更强的采煤设备、加强支护技术以及引入智能化控制系统等,为矿区的实际生产提供了宝贵的参考。

### 6 结语

“三软”地质条件下的大坡度厚煤层开采,面临着众多技术挑战。在这种地质条件下,传统的采煤工艺和设备难以满足高效开采的需求。通过优化采煤工艺,提升采煤设备的性能,加强支护技术的应用,结合智能化监控与自动化控制技术,可以显著提高煤矿的开采效率和安全性。未来,随着科技的进步和采煤技术的不断创新,预计“三软”地质条件下的煤矿开采将实现更加高效、安全的生产模式,为煤炭行业的可持续发展提供重要支持。通过实施更加智能化、机械化的采煤工艺,可以减小劳动强度,降低矿井事故发生率,提升矿井的综合经济效益。这为未来煤矿的技术革新与可持续发展奠定了基础。

#### 参考文献

- [1] 樊红亮.三软煤层综采工作面“三机”选型及支护设计应用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(18):181-183.
- [2] 伍永平,郎丁,俞东风,等.我国大倾角煤层开采技术变革与展望[J].煤炭科学技术,2024,52(01):25-51.
- [3] 刘永生.“三软”不稳定煤层综放工作面智能化应用与实践[J].自动化应用,2023,64(07):19-21+25.
- [4] 何贵荣,王宁,张军.大倾角“三软”特厚煤层综放工作面圆弧段关键技术与管理[J/OL].煤炭科学技术, 1-12[2025-02-19].