

Research on Safety Risk Identification and Dynamic Control of the Whole Process in Coal Mine Mining Engineering

Yamin Liu

Shanxi Xinzhou Shenda Qifeng Coal Industry Co., Ltd., Shanxi, Ningwu, 036700, China

Abstract

In coal mining engineering, safety risk identification and dynamic control are key factors in ensuring mine safety and improving production efficiency. As mining depth increases and mining conditions become more complex, safety risks are becoming increasingly severe. This paper explores the safety risk identification and dynamic control throughout the entire process of coal mining engineering. It first analyzes the main safety risks in the mining process and focuses on assessing the methods and technologies of risk identification. Then, based on the actual conditions of coal mines, it studies the construction and application of dynamic risk control mechanisms, proposing a comprehensive safety management model and emphasizing the importance of dynamic control and its role in emergency management. Moreover, it combines modern technological methods to propose optimized technical paths and measures for safety risk control in coal mining engineering. These measures can effectively prevent accidents, ensure mine production safety, enhance the safety and efficiency of mining projects, and provide strong support for the sustainable development of the coal mining industry.

Keywords

coal mining; safety risk; dynamic control; risk assessment

煤矿采矿工程全过程安全风险识别与动态管控研究

刘亚民

山西忻州神达栖凤煤业有限公司, 中国·山西宁武 036700

摘要

煤矿采矿工程中, 安全风险识别与动态管控是保障矿山安全、提高生产效率的关键因素。随着矿山深度的增加及开采条件的复杂化, 安全风险日益严峻。本文探讨了煤矿采矿工程全过程中的安全风险识别与动态管控, 首先分析了煤矿采矿过程中存在的主要安全风险, 重点评估了风险识别方法和技术应用。其次, 结合煤矿实际情况, 研究了动态风险管控机制的构建与应用, 提出了全过程安全管理模式, 强调了动态管控的重要性及其在应急管理中的作用。并结合现代技术手段, 提出了优化煤矿采矿工程安全风险管控的技术路径与措施, 可以有效预防事故发生, 保障矿山生产安全, 提升采矿工程的安全性及效率, 为煤矿行业的可持续发展提供有力支持。

关键词

煤矿采矿; 安全风险; 动态管控; 风险评估

1 引言

煤矿采矿工程是一项高风险的生产活动, 涉及的安全问题事关矿工生命安全和矿山资源的可持续利用。近年来, 随着矿山开采深度的增加以及环境条件的复杂化, 煤矿工程中的安全风险日益突出。传统的安全管理方法已无法满足煤矿采矿过程中的动态风险变化需求。因此, 构建科学、系统的安全风险识别与管控体系显得尤为重要。煤矿采矿过程中的安全风险不仅来源于自然环境, 还涉及技术设备、操作管理等多方面因素, 如何全面识别和实时监控这些风险, 成为

当前煤矿工程安全管理中的关键问题。本文旨在深入分析煤矿采矿工程全过程的安全风险识别技术与动态管控机制, 探讨如何通过动态的风险管控手段, 有效应对采矿过程中可能出现的各类安全隐患, 从而提高煤矿工程的安全管理水平, 并为矿山安全提供理论支持和实践指导。

2 煤矿采矿工程安全风险识别的重要性

2.1 安全风险识别的背景与意义

煤矿采矿工程是一项高风险的生产活动, 涉及的危险因素复杂且多样。随着矿山开采深度的增加和开采条件的复杂化, 安全风险日益突出。传统的安全管理方法已经无法满足当前矿山安全管理的需求, 尤其是在深部矿山开采过程中, 面临着更多的地质灾害和设备故障等潜在危险。通过建

【作者简介】刘亚民(1990—), 男, 中国山西忻州人, 本科, 工程师, 从事煤矿采矿工程研究。

立完善的风险识别机制，可以及早发现潜在的安全隐患，为后续的风险管控和安全决策提供科学依据，保障矿山生产安全。此外，随着煤矿行业的现代化发展和信息化技术的应用，风险识别也面临新的机遇，利用新技术和数据分析手段，可以提升风险识别的准确性和效率，有助于从源头上减少事故发生，推动矿山安全管理水平的提高。

2.2 煤矿采矿工程中的主要安全风险分析

煤矿采矿工程中的安全风险主要来源于地下开采过程中不可预测的地质灾害、矿山设备故障、人为操作失误等多个方面。在地质灾害方面，煤矿开采过程中可能发生的岩体塌陷、瓦斯爆炸、火灾等事件，往往对矿工生命安全构成严重威胁。设备故障同样是导致事故的重要因素，矿山开采中的各种机械设备可能由于老化、维修不到位或操作不当发生故障，进而引发一系列连锁反应。此外，矿山采矿过程中，缺乏完善的安全保障设施、监测设备及应急预案，也会加剧安全风险。因此，全面识别和预防这些风险是确保矿山安全的基础^[1]。

3 煤矿采矿工程的安全风险评估

3.1 安全风险评估的基本制度

煤矿采矿工程的安全风险评估是一个系统性、科学性强的过程，必须依托完善的制度保障。首先，煤矿企业应建立健全的安全风险评估管理制度，明确风险评估的职责分工、工作流程和技术要求。其次，评估过程中要根据不同的矿山类型、开采深度和作业环境，制定相应的评估标准和方法，确保评估工作的科学性与有效性。此外，制度还应规定定期开展安全风险评估的频率和内容，以便根据煤矿开采情况的变化，及时进行风险评估和预警。

3.2 安全风险评估方法分析

煤矿采矿工程的安全风险评估方法可以根据不同的风险性质、评估对象和评估目标选择合适的技术手段。目前，常用的安全风险评估方法包括定性分析与定量分析相结合的方法，常见的定性分析方法有危险源辨识、失效模式与效应分析（FMEA）等，定量分析方法则包括概率风险分析（PRA）和 Monte Carlo 模拟等。定性分析方法侧重于对矿山潜在风险源进行初步识别和分类，通常通过专家经验、历史事故数据等方式，系统分析可能的风险因素。而定量分析方法则通过数学模型和计算方法，评估风险发生的概率、影响程度及其可能造成的损失，进一步量化风险水平。

4 煤矿采矿工程全过程中的动态风险管控机制

4.1 动态风险管控的定义与特征

动态风险管控是指在煤矿采矿工程的整个生命周期中，基于实时数据与信息，持续监测、评估并调整安全风险控制措施的过程。与传统的静态风险管理方法不同，动态风险管控强调对风险源的实时监控和动态调整，能够根据实际情况及时识别和应对突发风险。其主要特征包括实时性、灵活

性和适应性。实时性指的是通过现代监测设备和数据分析技术，能够在第一时间捕捉到矿山安全状态的变化，并迅速作出反应。灵活性和适应性则意味着在风险发生后，能够根据新的环境和数据进行快速调整和优化管控措施，以达到最佳的安全保障效果。动态风险管控机制的实施，可以有效应对矿山开采过程中的复杂情况，提高矿山安全管理的应急响应能力^[1]。

4.2 全过程安全管理模式

煤矿采矿工程的全过程安全管理模式是指在矿山工程的设计、开采、生产、维修等各个环节中，都要采取严格的安全风险管控措施，确保安全管理的全程可控。这种管理模式要求在每个阶段都有相应的安全检查和评估措施，实时监测矿山环境和作业过程中的潜在危险，及时采取预防和纠正措施。全过程安全管理模式强调从矿山设计阶段就考虑安全风险因素，并通过科学的规划与技术手段，减少潜在风险的发生。与此同时，在采矿过程中，运用动态监控技术对设备、人员和环境进行实时监测，确保任何安全隐患能够尽早被发现并得到及时解决。通过全过程管理模式的实施，煤矿企业能够大幅度提高安全风险的管控水平，减少事故发生率，保障矿工的生命安全。

5 煤矿采矿工程安全风险控制技术与措施

5.1 传统风险控制技术与新技术应用

传统的煤矿安全风险控制技术主要依赖于经验和操作规范，常用的技术手段包括防爆瓦斯监测、井下通风系统、人员定位管理等。这些技术在确保矿山安全方面发挥了重要作用，但随着煤矿开采深度的增加及环境复杂度的提升，传统技术的局限性日益显现。新技术的应用为煤矿安全带来了新的突破，例如物联网技术、人工智能、大数据分析等。这些新兴技术通过实时监测矿山环境与设备状态，利用数据分析预测潜在风险，提供更精确的预警信息，从而实现更加高效的安全管控。例如，通过安装智能传感器和自动化监控系统，能够实时获取矿山中的瓦斯浓度、气温、湿度等数据，并结合机器学习模型对风险进行评估与预测。这些新技术的应用大大提高了煤矿安全管控的精确度和响应速度。

5.2 矿山采掘过程中的安全控制措施

矿山采掘过程中的安全控制措施涉及多个方面，关键在于通过一系列技术手段和管理措施，减少事故的发生。在采掘作业中，首先应加强矿山环境的监测，利用地质勘察和采掘数据预测矿层变动情况，防止发生突发性的地质灾害。其次，通过加强设备维护与检查，确保采矿机械和通风系统正常运转，避免设备故障导致安全事故。此外，强化矿工的安全培训和意识提升也是关键措施之一，确保每位矿工都能严格遵守安全操作规程，避免因操作失误引发的事故。对于复杂和高危的采掘环境，还需要采用先进的支护技术，采用钢架支撑、充填技术等提高巷道的稳定性，减少塌方风险。

综合运用这些措施，能够有效防控矿山采掘过程中可能出现的各类安全隐患。

5.3 应急响应与事故防控措施

煤矿采矿工程的应急响应与事故防控措施是确保矿工生命安全和矿山正常生产的重要保障。在应急响应方面，首先要建立健全的应急管理体系，包括应急预案的制定、演练及应急队伍的配备。应急预案应针对可能发生的各类事故，如瓦斯爆炸、火灾、塌方等，提前做好应急物资的准备和应急通道的规划。其次，要加强对事故现场的迅速反应能力，利用智能化设备实现对事故发生的实时监测，并通过远程操控和数据分析进行有效指挥。防控措施方面，煤矿企业应强化安全生产监管，落实各项安全标准和技术要求，定期检查矿山设施的安全性。通过及时识别隐患、优化生产流程、加大安全投入和培训力度，能够有效预防事故的发生。一旦发生事故，应立即启动应急预案，进行人员疏散、火灾扑灭、设备抢修等工作，最大限度地减少事故损失。

6 煤矿采矿工程安全风险管控的优化与提升

6.1 安全风险管理体系的优化路径

煤矿采矿工程的安全风险管理体系应从多个层面进行优化与提升。首先，优化管理体系的制度建设，建立完善的安全风险评估、管控和应急响应机制，确保每一环节都有明确的责任和实施标准。其次，提升技术手段的应用水平，推动信息化、智能化技术在安全风险管理体系中的广泛应用。通过集成物联网、人工智能、大数据分析等技术，实现对矿山安全环境的实时监控与动态管控，提升事故预防的精准性和响应速度。此外，加强安全文化的建设，提高矿工和管理人员的安全意识，使安全管理理念深入到每个工作环节，形成全员、全过程的安全管控体系。最后，建立完善的反馈机制，定期对管理体系进行评估与调整，确保其适应矿山开采过程中不断变化的风险环境。

6.2 信息化技术在动态风险管控中的应用

信息化技术在煤矿采矿工程中的动态风险管控中发挥了至关重要的作用。通过信息化技术，矿山能够实时采集和分析各种安全数据，包括矿山环境、设备运行状态、人员位置等，形成一个全面的安全监控系统。物联网技术可以将矿山各类传感器连接起来，实时传输数据，为矿山管理人员提供实时的风险预警信息。大数据分析能够对历史数据进行深

度挖掘，识别出潜在的安全风险，并对其发生的可能性进行预测。人工智能技术则能够通过机器学习算法，自动识别矿山环境中的异常情况，并自动生成风险评估报告，帮助管理人员做出决策。信息化技术的应用不仅提高了煤矿安全管理的精准度，还有效缩短了应急响应的时间，提升了矿山的安全管控能力。

6.3 多方协同与安全文化建设的作用

在煤矿采矿工程中，安全管理的优化与提升不仅依赖于技术手段，还需要通过多方协同与安全文化建设形成合力。多方协同包括政府监管部门、煤矿企业、矿工及相关社会组织的共同参与。政府部门应加强对煤矿安全管理的政策支持和监管力度，确保法律法规的严格执行。煤矿企业应落实安全生产主体责任，加强内部管理和技术研发，定期组织安全检查和演练。矿工是矿山安全管理的核心，企业应定期开展安全教育培训，提高矿工的安全意识和应急处置能力。安全文化建设则侧重于从思想上提升全员的安全意识，通过建立安全奖惩机制、激励措施等手段，促使全体员工共同维护矿山安全。通过多方协同与安全文化建设，能够形成强大的安全管理网络，确保煤矿采矿工程的安全运行。

7 结语

结语：通过对煤矿采矿工程安全风险识别、评估、控制及管控优化的研究，可以看出，安全管理的核心在于建立科学、系统的风险管理体系，并运用现代技术手段实现动态管控。煤矿企业在日常生产过程中需强化安全风险评估，采用先进的技术进行实时监控与预警，同时建立完善的应急响应机制，以应对突发事件。多方协同与安全文化建设在矿山安全管理中发挥着重要作用，能够提升矿山整体的安全管控能力。随着信息化和智能化技术的不断发展，煤矿采矿工程的安全管理将更加精准、高效，为保障矿工生命安全、促进矿山可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 于彦辉.煤矿采矿过程安全管理及事故防控措施[J].能源与节能,2026,(01):284-286+302.
- [2] 常保国.煤矿工程采矿技术与施工安全管理研究[J].煤炭新视界,2025,(02):331-333.
- [3] 邢胡苟.煤矿工程采矿技术与施工安全管理措施优化[J].凿岩机械气动工具,2025,51(09):150-152.