

煤矿深部开采冲击地压的分析研究

韩宇

吉林省宇光营城矿业有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要] 随着现代社会的不断发展, 对于我国煤矿开采行业带来了很大便利, 由于工作过程中会受到很多因素的制约而影响开采作业效率, 所以还需要结合实际环境特点制定可行方案, 这样才能够满足各项工作需求。冲击地压防治技术目前被应用到深部煤层开采作业中, 且获得了令人称赞的成绩和效果。文中对此技术展开深入研究, 同时针对深部厚煤层开采存在的问题进行了探讨, 并提出几点有效的对策, 希望能够为相关人员带来参考依据。

[关键词] 煤矿深部开采; 冲击地压; 分析研究

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13979

中图分类号: TD324

文献标识码: A

Analysis and Research on Impact Ground Pressure in Deep Mining of Coal Mines

HAN Yu

Jilin Yuguang Yingcheng Mining Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: With the continuous development of modern society, the coal mining industry in China has brought a lot of convenience. Due to the constraints of many factors during the work process, the efficiency of mining operations is affected. Therefore, it is necessary to develop feasible plans based on the actual environmental characteristics in order to meet various work needs. The technology of preventing and controlling rockburst has been applied in deep coal seam mining operations and has achieved commendable results and effects. The article conducts in-depth research on this technology and explores the problems existing in deep and thick coal seam mining, and proposes several effective countermeasures, hoping to provide reference for relevant personnel.

Keywords: deep mining of coal mines; impact ground pressure; analysis and research

引言

煤矿深部开采冲击地压是煤矿开采过程中一种严重的地质灾害, 其对矿山安全和生产造成了重大威胁。随着全球能源需求的增加和传统煤矿资源的逐渐枯竭, 深部开采已成为煤炭开采的主要趋势之一。然而, 深部开采环境复杂, 地质条件恶劣, 地压问题因此显得尤为突出和复杂化。冲击地压的形成是由于地下煤岩层在采煤过程中受到重大变形和应力变化的影响。主要因素包括地质构造的复杂性、煤层与围岩的地质力学特性、开采工艺参数(如开采速度、采场布置等)、地下水文地质条件等。这些因素相互作用, 导致地压在煤矿深部开采中呈现出多样化和动态化的特征, 增加了其预测、监测和防范的难度。因此, 为了有效应对煤矿深部开采冲击地压的挑战, 有必要深入研究其形成机理和发展规律, 提升地质灾害预测与评估能力, 探索科学有效的防治措施和应急响应策略。本研究旨在通过系统性的分析与研究, 为煤矿深部开采冲击地压问题提供理论支持和技术指导, 推动煤矿安全生产和可持续发展。

1 煤矿深部开采特点

煤矿深部开采具有其独特而复杂的特点, 这些特点直接影响着矿井的安全生产和冲击地压的管理。深部煤矿开采通常指的是煤层深度超过 800 米的开采作业, 相较于浅

部开采, 深部开采面临着更多挑战和技术难题。首先, 深部煤矿的地质条件复杂多变, 随着深度的增加, 地质构造和岩性变化更为显著, 煤层和围岩的地质压力也随之增大。这些复杂的地质条件导致了煤层和围岩的稳定性受到严重挑战, 容易发生地质灾害, 如冲击地压、顶板冒顶、瓦斯突出等。其次, 随着开采深度不断增加, 开采所面临的地应力随之增大, 当巷道轴线与最大水平主应力方向垂直时, 巷道顶底板将承受较大的应力, 容易导致顶底板变形、破坏, 此时巷道压力较大。为了保证巷道的稳定性和安全性, 需要采取合理的支护措施, 如加强支护强度、优化支护方式等。同时, 在进行巷道布置和开采设计时, 也应充分考虑地应力的影响, 尽量使巷道轴线与最大水平主应力方向平行, 以减小巷道压力。

2 煤矿深部开采冲击地压影响因素分析

2.1 围岩地质条件

在煤矿深部开采中, 围岩的地质条件是影响冲击地压形成和演变的重要因素之一。围岩地质条件主要包括岩性、构造、断裂发育、煤层厚度和岩石力学性质等多个方面。首先, 岩性的差异直接影响了围岩的稳定性和耐压能力。不同的岩石类型具有不同的力学特性, 如硬度、抗压强度、抗拉强度和变形特性, 这些因素决定了围岩对地应力的响应方式。例如, 砂岩和页岩相对较软, 容易发生压缩和变

形；而凝灰岩和安山岩等坚硬岩石则具有较高的抗压强度，能够相对稳定地承受地应力的作用。其次，构造对围岩的影响主要体现在构造线的发育程度和构造变形特征上。在深部煤矿开采中，若构造线发育，易形成构造复杂的断层和褶皱，这些构造变形不仅影响围岩的力学性质，还可能引发地层的不稳定和局部应力集中，从而增加冲击地压的危险性。此外，断裂的发育情况也是围岩地质条件的重要方面。断裂带在围岩中的分布及其性质，直接影响围岩的整体稳定性和变形特性。发育严重的断裂带容易形成应力集中区，进而导致地层的破裂和巷道的变形，加剧冲击地压的形成和发展。最后，煤层厚度和岩石力学性质也是影响围岩地质条件的关键因素^[1]。煤层厚度越大，围岩受到的覆压和地层应力就越大，对矿井的支护要求也越高。而岩石的力学性质直接决定了其抗压、抗拉和抗变形能力，不同岩石的力学参数对地压力的响应及其引发的危险性有显著差异。

2.2 开采工艺参数

开采工艺参数主要包括采场布置、采煤方法、支护方式以及回采进度等多个方面。首先，采场布置直接影响了矿井内部的应力分布和传递路径。合理的采场布置能够有效减少地应力的集中区域，降低煤层的应力变化率，从而减缓冲击地压的发展速度和危害程度。在深部煤矿中，常见的采场布置方式包括沿层开采、逆层开采等，不同的布置方式会对地压力产生不同的影响。其次，采煤方法的选择对冲击地压有着直接的影响。传统的采煤方法如支柱法和放炮落煤法，在深部开采中可能会造成大面积煤层失稳和围岩变形，从而加剧地压的危害。因此，引入先进的采煤技术如综放采煤法和巷道液压支架技术，能够有效减少煤层的回采阻力，降低压力的生成和传递。支护方式作为冲击地压治理的重要手段，其选择和设计也至关重要。传统的支护方法包括木柱支护和钢架支护等，随着技术的进步，越来越多的高效、耐压的新型支护材料和技术被广泛应用，如门式支架、巷道式液压支架等，能够有效提升围岩的稳定性和矿井的安全性。此外，回采进度的合理安排也是减少地压危害的重要策略之一。通过科学制定回采速度、采场排距和支护密度，可以有效控制地压的发展趋势，减少事故的发生概率。

2.3 水文地质条件

水文地质条件主要包括地下水位、地下水渗流性质、水文地质构造以及水文地质环境变化等多个方面。首先，地下水位的变化对于冲击地压的形成具有直接影响。深部煤矿开采过程中，地下水位的高低和变化情况会直接影响煤层和围岩的稳定性。高地下水位可能导致巷道顶板和围岩软化、溶解等现象，增加地压的危害。因此，合理的水文地质勘探和监测是预防和控制地压的关键步骤。其次，地下水渗流性质是决定围岩稳定性的重要因素之一。不同

的岩层和煤层具有不同的渗透性和水文特征，这些特性直接影响地下水的运移路径和渗流速度。在深部开采中，地下水的渗流可能导致局部应力的集中和围岩的变形，从而促进地压的发生和加剧。此外，水文地质构造如断裂带和构造线的发育情况也会对冲击地压形成产生重要影响。这些构造特征不仅影响地下水的分布和渗流路径，还可能在地下水位和渗流性质上形成复杂的空间变化，进而影响围岩的稳定性和地压的分布。最后，水文地质环境的变化也是深部煤矿冲击地压影响因素的重要组成部分^[2]。随着煤层开采的深入和时间的推移，地下水位、渗流性质以及地质构造都可能发生变化，这些变化会对地压的发展和稳定性产生持续的影响。

3 煤矿深部开采冲击地压监测与预测方法

3.1 监测技术综述

煤矿深部开采冲击地压的监测技术是确保矿井安全和预防地质灾害的关键手段之一。监测技术综述涵盖了多种技术手段和方法，用于实时监测地下应力、围岩变形、地面沉降以及地下水位等关键参数，以提前发现地压危险，采取有效的预警和治理措施。常见的监测技术包括微震在线监测、应力在线监测、变形监测、振动监测、地下水位监测和地面沉降监测等。微震在线监测通过在采场周围布置检波器，接收采场震动信号传输至井上微震监测分站，并进行微震事件的定位分析与多方位展示。应力在线监测通过在采场巷道两侧回采帮安装应力计，实时记录煤层和围岩的应力变化情况，从而评估围岩稳定性和地压发展趋势。变形监测则通常使用测点布设或激光扫描等技术，监测巷道和支护结构的变形情况，以判断支护是否有效并预测地压影响范围。振动监测则用于检测地下工作面爆破振动对围岩稳定性的影响，及时调整爆破参数，减少地面震动对矿山周边环境和设施的影响。地下水位监测则通过井筒和水文地质观测点，实时监测地下水位的变化，分析其与地压的关系，判断地下水对煤层和围岩稳定性的影响。地面沉降监测通过全站仪、GPS 测量等手段，监测地面沉降情况，评估矿山开采对地表环境的影响，特别是在矿山邻近地区的影响预测和管理中具有重要意义。

3.2 数值模拟方法

在煤矿深部开采中，数值模拟方法是评估和预测冲击地压影响的重要工具。这些方法基于数学模型和物理规律，通过计算机仿真和模拟，可以精确地描述和预测煤层和围岩在不同开采条件下的应力、变形和稳定性变化。数值模拟方法的核心是建立煤层和围岩的力学模型，考虑地质构造、地应力分布、岩石力学参数等多种因素的影响。通过有限元法、离散元法、边界元法等数值计算技术，可以模拟和分析开采过程中的地应力分布、围岩变形、巷道稳定性以及支护结构的受力情况。具体来说，数值模拟方法可以用于以下几个方面：首先，通过模拟不同开采方案和支

护设计的影响, 评估其对地压形成和演变的影响。例如, 可以模拟不同的采场布置方式、支护结构类型和回采速度对地压稳定性的影响, 为优化设计和制定应对措施提供依据。其次, 数值模拟可以帮助分析煤层和围岩在开采过程中的应力分布和变形特征。通过建立三维数值模型, 可以实时监测和预测开采进度对地压影响的空间和时间分布, 识别潜在的地质灾害风险点。此外, 数值模拟还能够模拟复杂的地下水-围岩-地压耦合作用机制^[3]。考虑地下水对煤层和围岩稳定性的影响, 预测地下水位变化对地压形成和演变的响应, 为水文地质条件下的煤矿安全生产提供科学依据。

3.3 统计分析方法

在煤矿深部开采中, 统计分析方法在冲击地压监测与预测中扮演着重要角色。这些方法基于历史数据和现场观测结果, 通过数理统计学原理和方法, 分析和推断地压发生的规律性、潜在风险及其可能的影响因素, 为制定有效的预防和应对策略提供科学依据。首先, 统计分析方法通过收集和整理大量的地质勘探数据、地下水位监测数据、围岩变形数据等, 建立起全面的数据库。这些数据不仅包括煤层和围岩的物理性质, 还包括矿山开采过程中的操作参数和环境条件等。通过对这些数据进行统计分析, 可以揭示地压与不同因素之间的关系和规律。其次, 统计分析方法能够识别和量化地压影响因素的重要性。通过相关性分析、回归分析、主成分分析等统计技术, 确定哪些因素对地压形成和演变具有显著影响, 有助于重点监测和控制关键因素, 减少地质灾害的风险。此外, 统计分析还可用于制定地压的预测模型和预警系统。基于历史数据和监测结果, 可以建立起时间序列分析、趋势分析、灰色系统分析等模型, 预测未来地压的发展趋势和变化规律。这些预测模型可以提供及时的预警信息, 帮助防冲部门和决策层采取预防措施, 有效应对潜在的冲击地压风险。

4 煤矿深部开采冲击地压控制与治理策略

4.1 支护技术应用

在煤矿深部开采中, 冲击地压是一种常见的地质灾害, 对矿山安全和生产造成严重威胁。为了有效控制和治理冲击地压, 支护技术的应用是至关重要的措施之一。支护技术旨在通过合理布置和优化设计支护结构, 加固和稳定地下巷道和采场, 以抵御地质应力的影响, 保障工作面和通风巷道的安全稳定运行。首先, 支护技术的应用包括传统的锚喷支护和U型钢支护, 以及现代化的巷道式液压支架等技术。这些支护结构不仅能够提供稳固的支撑力量, 还能够有效地分散和减轻地质应力对围岩的影响, 延缓和减少地压灾害的发生风险。其次, 支护技术的应用需要根据煤层和围岩的特性、地质结构的复杂性以及开采工艺参数的变化进行精细化设计和施工。通过预测冲击地压地压发展趋势和巷道稳定性分析, 科学地确定支护方案, 选择合

适的支护材料和技术手段, 确保支护结构能够有效抵御地质应力带来的挑战。此外, 支护技术的应用还需要结合现代化的监测和反馈系统, 实时监测支护结构的变形和应力情况, 及时调整和强化支护措施, 提高支护效果和安全性。

4.2 降低采场应力方法

在煤矿深部开采中, 为有效控制和治理冲击地压, 降低采场应力是一项关键的策略。采用这一策略的目标是通过合理的工艺参数调整和科学的采场布置, 减少或分散地下岩层应力集中, 从而降低地压对巷道和支护结构的影响, 确保矿井的安全稳定运行。首先, 降低采场应力的方法包括优化采场布置和采煤工艺。通过合理布置采场和调整采煤工艺参数, 如合理设置开采序列、降低回采速度、减少煤柱比等, 可以有效减少地质应力对围岩和支护结构的影响。例如, 采用分段开采、合理设置支柱、增加局部支护等措施, 可以有效分散地压作用, 减缓地质应力的传递和积累。其次, 通过巷道布局 and 支护设计, 合理利用地下空间, 减少采场开挖对周围围岩的影响, 降低地压发生的风险。选择合适的支护材料和结构设计, 提高巷道的稳定性和承载能力, 有效应对地质应力的挑战。此外, 还可以借助数值模拟和实时监测技术, 预测和评估采场应力的分布和变化趋势, 及时调整和优化采煤方案, 提高地压控制的效果和精度。

4.3 安全预警与应急响应措施

在煤矿深部开采中, 冲击地压控制与治理的关键策略之一是建立健全的安全预警与应急响应措施。这些措施旨在通过有效的监测系统和迅速响应机制, 及时识别和处理地质灾害风险, 最大限度地减少事故损失, 保障矿工的生命安全和矿山设施的运营稳定。首先, 安全预警系统应当包括多种监测手段, 如地质微震监测、应力监测、电磁辐射监测等。这些技术手段能够实时监测地下岩层的变化情况, 预警可能发生的地压灾害, 为采取预防措施和应急响应提供重要依据。通过设定合理的预警指标和警报机制, 确保监测数据的及时传输和有效处理, 提升预警系统的准确性和响应速度^[4]。其次, 建立完善的应急响应措施是保障安全的重要环节。煤矿应当制定详细的应急预案和逃生方案, 明确各级责任人员和部门的职责和任务, 确保在地下压灾害发生时能够迅速组织疏散和救援工作。应急响应措施还应包括定期的演练和培训, 提升员工的应急反应能力和危险意识, 有效应对突发事件, 最大限度地减少人员伤亡和财产损失。此外, 应急响应措施的实施需要与当地政府、相关部门和社会力量紧密合作。建立健全的信息共享机制和协调联动机制, 加强矿山安全管理和监督, 形成多方协同作战的态势, 提高应对突发事件的整体响应能力和效率。

5 结语

煤矿深部冲击地压灾害是煤矿开采过程中的一种严重地质灾害, 对煤矿安全和生产造成了严重威胁。本研究

分析了冲击地压的成因和影响因素,探讨了现有的监测预测技术及其应用效果,并讨论了有效的地压控制与治理策略。研究表明,冲击地压的形成复杂多样,受地质条件、采煤工艺参数和水文地质等因素影响。为有效应对地质灾害风险,需建立完善的监测系统和预警机制,采用科学的支护技术和应急响应措施,提升矿山的安全防范能力。通过本研究,可以深化对煤矿深部开采冲击地压的理解,并为矿山安全管理提供实用建议,以确保煤矿开采的安全稳定和可持续发展。

[参考文献]

[1]张俊文,宋治祥,刘金亮,等.煤矿深部开采冲击地压灾害结构调控技术架构[J].煤炭科学技术,

2022,50(2):27-36.

[2]马海涛,刘雷.深部厚煤层开采冲击地压防治技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(11):13-14.

[3]李明钦.关于煤矿深部开采冲击地压监测解危关键技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(9):192-193.

[4]谭云亮,郭伟耀,辛恒奇,等.煤矿深部开采冲击地压监测解危关键技术研究[J].煤炭学报,2019,44(1):160-172.

作者简介:韩宇(1989.4—),毕业院校:黑龙江科技大学,专业:采矿工程,当前就职单位:吉林省宇光营城矿业有限公司,职务:防冲副总经理,职称级别:采煤中级。