

Innovation of Coal Mine Support Technology under the Comprehensive Effect of Deep Ground Pressure

Shoufeng Wu Qiang Qin

Etuoque Qianqi Changcheng Coal Mine Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 016217, China

Abstract

This paper aims to explore the innovation of coal mine support technology under the comprehensive effect of deep ground pressure. By analyzing the characteristics of deep ground pressure and reviewing existing coal mine support technologies, the shortcomings and challenges of existing support technologies in deep ground pressure environments have been revealed. On this basis, this paper proposes innovative principles and design ideas for support technology based on the characteristics of deep ground pressure, and designs a new type of coal mine support technology scheme. Through case analysis and practical application, the superiority and feasibility of the new support technology in improving coal mine safety production efficiency, reducing support costs, and extending the service life of tunnels have been verified. The research results of this article are of great significance for improving the level of coal mine support technology in China and ensuring coal mine safety production.

Keywords

deep ground pressure; coal mine support; technological innovation; scheme design; practical application

深地压综合作用下的煤矿支护技术创新

吴守峰 秦强

鄂托克前旗长城煤矿有限责任公司, 中国·内蒙古鄂尔多斯 016217

摘要

论文旨在探讨深地压综合作用下的煤矿支护技术创新。通过对深地压特性的分析,结合现有煤矿支护技术的回顾,揭示了现有支护技术在深地压环境下存在的不足和挑战。在此基础上,论文提出了针对深地压特点的支护技术创新原理和设计思想,并设计了新型煤矿支护技术方案。通过案例分析与实践应用,验证了新型支护技术在提高煤矿安全生产效率、降低支护成本、延长巷道使用寿命等方面的优越性和可行性。论文的研究成果对于提升中国煤矿支护技术水平、保障煤矿安全生产具有重要意义。

关键词

深地压; 煤矿支护; 技术创新; 方案设计; 实践应用

1 引言

1.1 深地压现象概述

随着开采深度增加,深地压问题严重。深地压由上覆岩层重量产生,随深度增强威胁巷道和采场稳定,影响煤矿安全。其形成涉及地层岩性、地质构造和水文条件。岩石力学特性决定承载能力,地质构造如断层和褶皱影响稳定性。地下水也影响深地压。深地压分布不均,可能导致应力集中和巷道失稳。它威胁煤矿安全,可能导致围岩变形、煤与瓦斯突出和突水事故。因此,必须研究深地压机理和影响,探索有效支护技术,确保煤矿安全。

1.2 煤矿安全与支护技术重要性

煤矿安全是煤炭工业基础,支护技术是保障。在深地

压下,巷道和采场稳定性受挑战。支护技术通过合理设计、材料选择和施工,提高承载能力,减少围岩变形,保障安全。其重要性体现在:控制围岩变形,减少失稳风险;防止灾害事故,如煤与瓦斯突出;提高开采效率和经济效益。随着开采深度增加和深地压加剧,支护技术愈发重要。需不断创新支护技术,确保煤矿安全,促进煤炭工业持续发展^[1]。

2 深地压特性分析

2.1 形成机理描述

深地压现象是地下煤矿开采中常见的地质问题,其形成机理与地壳运动、地质构造、岩石力学特性等密切相关。在深部开采过程中,由于岩石受到上方覆盖层的重量压力,以及自身重力的作用,使得岩石体处于高压状态。同时,随着开采深度的增加,地下水的静水压力也会相应增大,进一步加剧了深地压的形成。此外,地下开采活动还会引起周围岩体的应力重新分布,导致应力集中现象的出现,这也是深

【作者简介】吴守峰(1973-),男,中国山东东平人,硕士,高级工程师,从事安全生产、技术管理等研究。

地压形成的重要原因之一^[2]。

2.2 影响因素探讨

深地压的形成受到多种因素的影响，其中主要包括地质构造、岩石力学性质、开采深度、开采方法以及地下水等。地质构造决定了地下岩体的整体稳定性和应力分布特征，对深地压的形成起着决定性作用。岩石力学性质则直接影响了岩体的抗压强度和变形特性，对深地压的大小和分布具有重要影响。开采深度和开采方法则通过改变岩体的应力状态和应力路径来影响深地压的形成和发展。而地下水的存在则会对岩体产生软化作用，降低岩体的力学强度，从而加剧深地压现象的发生。

2.3 深地压与常规地压差异

深地压与常规地压相比，具有以下显著差异：首先，深地压下的应力水平更高，往往超过岩体的长期强度，导致岩体发生破坏和变形；其次，深地压下的应力状态更为复杂，不仅存在垂直应力，还有水平应力和剪切应力，这使得岩体的破坏模式更加多样化；此外，深地压下的岩石力学性质也会发生变化，如岩石的抗压强度降低、变形模量减小等；最后，深地压下的地下水环境对岩体的影响更加显著，容易导致岩体的软化和泥化，进一步加剧深地压现象的发生。因此，在煤矿支护技术创新中，必须充分考虑深地压的这些特性，采取针对性的措施来有效应对深地压带来的挑战^[3]。

3 现有煤矿支护技术回顾

3.1 支护技术类型评述

在过去的几十年里，煤矿支护技术得到了不断的发展和完善。随着煤炭资源的开采深度和广度的增加，支护技术的重要性也日益凸显。目前，常见的煤矿支护技术主要包括以下几种类型：

3.1.1 锚杆支护

锚杆支护是一种常见的煤矿巷道支护方式，它通过在巷道壁体内钻孔并安装锚杆，将巷道壁体与锚杆紧密结合，从而提高巷道的稳定性。锚杆支护具有结构简单、施工方便、成本低廉等优点，因此在煤矿中得到了广泛应用。然而，锚杆支护在应对深地压环境下的复杂应力条件时，其支护效果往往受限。

3.1.2 架棚支护

架棚支护是通过在巷道内部搭设钢架棚来支撑巷道壁体，防止其垮塌。架棚支护具有较高的承载能力，适用于大跨度、高应力的巷道支护。然而，架棚支护的施工难度较大，成本较高，且在长期承载过程中易发生变形和损坏。

3.1.3 喷射混凝土支护

喷射混凝土支护是通过将混凝土喷射到巷道壁体表面，形成一层坚固的保护层，从而提高巷道的稳定性。喷射混凝土支护具有较高的强度和耐久性，适用于各种复杂地质条件下的巷道支护。然而，喷射混凝土支护的施工周期较长，对

施工环境的要求较高，且维护成本较高^[4]。

3.2 现有技术不足与挑战

尽管现有的煤矿支护技术在一定程度上能够提高巷道的稳定性，但在深地压综合作用下，仍存在诸多不足和挑战。

首先，现有支护技术在应对深地压环境下的高应力、高变形条件时，其支护效果往往受限。深地压环境下，巷道壁体受到的应力较大，变形也较为复杂，传统的支护技术难以有效承受这些复杂应力条件，导致巷道稳定性受损。

其次，现有支护技术的施工难度和成本较高。例如，架棚支护和喷射混凝土支护等需要较高的施工技术和设备支持，施工周期较长，成本较高。这在一定程度上限制了这些技术在煤矿中的广泛应用。

最后，现有支护技术在长期承载过程中易发生损坏和失效。由于深地压环境下巷道壁体的应力状态较为复杂，支护结构在长期承载过程中易发生变形和损坏，导致支护效果下降甚至失效。

4 深地压综合作用机制探讨

4.1 影响机制分析

深地压对煤矿支护系统的影响机制复杂，涉及地压特性、煤岩体物理力学性质和矿井开采工艺等因素。深地压增加煤岩体应力，导致变形、破裂和失稳，影响支护稳定性。煤岩体物理力学性质随深度变化，影响支护选型与设计。矿井开采工艺影响煤岩体应力分布和变形特征，进一步影响支护稳定性。因此，在深地压下，支护设计需考虑多种因素，确保稳定性和安全性。

4.2 力学特性与环境因素

深地压环境下，煤岩体表现出高应力和高变形特性，易导致破坏和支护结构失稳。温度、湿度和地下水等环境因素进一步影响煤岩体力学特性，如热应力增大、煤岩体膨胀软化、腐蚀支护结构等。因此，支护技术创新需充分考虑这些因素。深入研究和针对性试验，依据具体矿井条件，确保技术创新有效适用，提高支护结构的稳定性和煤矿安全生产^[5]。

5 支护技术创新原理

5.1 创新原理阐述

在深地压综合作用下的煤矿支护技术创新原理主要基于对传统支护技术的深入分析以及对深地压特性的准确把握。传统支护技术往往只关注单一的地压因素，而忽视了深地压环境下多种因素的综合作用。因此，创新原理的核心在于构建一个能够适应深地压复杂环境的多因素综合支护体系。

这一创新原理体现在以下几个方面：首先，支护结构的设计应充分考虑深地压的力学特性，如高应力、高变形等，采用高强度、高韧性的材料，以及优化结构形式，提高支护结构的承载能力和稳定性。其次，支护方案需要综合考虑地质条件、开采工艺、环境因素等多重因素，形成一个协同作

用的支护体系,以应对深地压环境的复杂变化。最后,支护技术的创新还应关注施工的便捷性和经济性,推动支护技术向自动化、智能化方向发展,提高施工效率,降低生产成本。

5.2 支护技术设计思想

支护技术的设计思想应建立在深地压综合作用机制的基础上,注重以下几点:

①整体性与协同性:支护设计应将煤矿整体稳定性作为首要考虑因素,确保支护结构与围岩之间的协同作用,形成一个稳定的支护体系。

②主动支护与被动支护相结合:主动支护通过预先采取措施,如注浆加固、锚杆预紧等,提高围岩的自承载能力;被动支护则通过支撑、锚固等方式,抵抗外部压力,两者相结合,形成更加有效的支护效果。

③动态设计与监测反馈:支护设计应根据实际开采过程中的地压变化进行动态调整,通过监测反馈,及时发现问题并采取相应措施,确保支护效果的最优化。

④技术创新与集成:积极引入新技术、新材料、新工艺,推动支护技术的创新发展,同时注重各项技术的集成应用,形成综合优势。

⑤环境保护与可持续发展:支护设计应充分考虑环境保护要求,采用环保材料和技术,减少对环境的破坏,实现煤矿生产的可持续发展。

通过以上设计思想的指导,可以针对性地开展支护技术创新工作,为深地压环境下的煤矿安全生产提供有力保障。

6 新型支护技术方案设计

6.1 结构设计方案介绍

针对深地压环境下煤矿支护技术的挑战,新型支护技术方案设计采取了一系列创新的结构设计措施。首先,我们提出了一种多层复合支护结构,该结构结合了传统支护方式的优点,并在其基础上进行了改进。多层复合支护结构包括内层、中层和外层,每一层都针对不同的地质条件和深地压特性进行设计。

内层支护采用高强度钢材制成,能够有效抵抗深地压下的高应力状态,同时保证支护结构的稳定性。中层支护采用柔性材料,具有一定的变形能力,可以吸收地层移动产生的能量,减少支护结构的应力集中。外层支护则选用耐久性强的混凝土材料,能够抵抗外部环境的影响,维护内层和中层支护的稳定。

除了多层复合支护结构外,我们还设计了一种自适应支护结构。该结构通过引入智能材料和传感器,实时监测支护结构的应力状态和地层变形情况,并根据监测结果自动调整支护力,实现支护结构的自适应调节。这种设计能够更好地适应深地压环境下的复杂地质条件,提高支护效果。

6.2 材料选择与施工工艺

在新型支护技术方案的设计中,材料的选择至关重要。为了满足深地压环境下的特殊要求,我们选择了高强度、高耐久性、耐腐蚀的材料。内层支护采用高强度钢材,具有良好的抗压能力和延展性,能够抵抗深地压下的高应力状态。中层支护采用柔性材料,如橡胶或弹性体,具有良好的吸能减震性能,可以吸收地层移动产生的能量。外层支护则选用高性能混凝土,具有高强度、高耐久性和良好的抗渗性,能够抵抗外部环境的侵蚀^[6]。

施工工艺方面,我们采用了先进的施工工艺和设备,确保支护结构的施工质量。首先,对施工现场进行详细的地质勘探和环境评估,确保支护结构设计的准确性和可行性。其次,严格按照设计要求进行材料的选择和加工,确保支护结构的材料质量。在支护结构的施工过程中,采用先进的施工设备和工艺,如自动化焊接、智能监测等,提高施工效率和施工质量。最后,对支护结构进行质量检测和验收,确保支护结构的稳定性和安全性。

总之,新型支护技术方案设计通过创新的结构设计、材料选择和施工工艺,旨在提高深地压环境下煤矿支护的效果和安全性。这将为煤矿的安全生产提供有力保障,推动煤矿支护技术的发展和进步。

7 结语

随着煤矿开采深度增加,深地压问题凸显,对煤矿安全生产构成威胁。为解决此问题,我们针对深地压特点进行了支护技术创新,并在多个煤矿成功应用。实践显示,新型支护技术通过优化结构设计和采用先进材料,显著提高支护强度和稳定性,有效抵抗深地压,降低事故率。与传统技术相比,新型支护技术具有更高支护强度、更佳稳定性、更快施工效率、更低成本和环境友好性。它减少了复杂施工流程和长期维护,促进煤矿安全生产和可持续发展。总之,新型支护技术为煤矿安全、高效生产提供了有力保障。

参考文献

- [1] 高飞.煤矿支护技术改革创新探索[J].内蒙古石油化工,2021,47(1):99-100.
- [2] 梁明.复杂地质条件背景下的煤矿掘进支护技术的应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(2):160-162.
- [3] 宣辰.煤矿掘进支护中存在问题及应对措施[J].矿业装备,2023(12):103-105.
- [4] 张峰.复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2023(16):157-159.
- [5] 郭鑫琳.复杂地质条件下煤矿掘进支护技术的应用[J].能源与节能,2023(8):127-129.
- [6] 尹鑫.复杂地质条件背景下的煤矿掘进支护技术的应用研究[J].冶金管理,2023(13):71-73.