

Analysis of mine pressure control and collaborative fully mechanized mining technology of mine roadway roof

Jian Wu

Shanxi Coking Coal Fenxi Mining is helping the coal industry comprehensive mining team, Xiaoyi, Shanxi, 032300, China

Abstract

The control of roof pressure in mine roadways is one of the core technologies for ensuring safe production in mines. As mining depths continue to increase, roof pressure issues have become increasingly complex, posing severe challenges to mine safety. Traditional roof pressure control techniques face problems such as poor roof stability, outdated technical methods, and insufficient synergy between comprehensive mining techniques and pressure control measures. This paper analyzes the current state of roof pressure in mine roadways and the evolution of control technologies, explores the difficulties in current pressure control, and proposes new techniques and optimized solutions. Through research on roof pressure monitoring systems and operational standards, this paper provides valuable references for the long-term control of roof pressure in mine roadways.

Keywords

mine roadway; roof mine pressure control; fully mechanized mining technology; Mine pressure monitoring system; Mine safety

矿井巷道顶板矿压控制与协同综采技术探析

武健

山西焦煤汾西矿业正帮煤业综采队, 中国·山西 孝义 032300

摘要

矿井巷道顶板矿压控制是保证矿井安全生产的核心技术之一。随着矿业开采深度的不断加深, 顶板矿压问题愈发复杂, 对矿井的安全构成严峻挑战。传统矿压控制技术面临着顶板稳定性差、技术手段滞后以及综采技术与矿压控制之间的协同不足等问题。本文分析了矿井巷道顶板矿压的现状与控制技术的演变, 探讨了当前矿压控制的难点, 并提出了新型技术与优化方案。通过对矿压监测系统和操作规范的研究, 本文为矿井巷道顶板矿压的长效控制提供了有价值的参考。

关键词

矿井巷道; 顶板矿压控制; 综采技术; 矿压监测系统; 矿井安全

1 引言

煤矿巷道顶板的矿压治理技术问题一直以来都是煤矿开采的一大难点。随着深部矿井的开采, 也使矿井的开采加大了矿压的复杂性和对顶板稳定的更高要求。矿压的大小和矿压控制质量的好坏将会直接造成安全生产事故的重大影响, 直接影响到煤矿生产效率以及员工生命安全的状况。传统的煤矿的矿压控制技术对控制矿压产生了一定的效果, 但还无法真正满足当前煤矿开采的新要求。探索煤矿矿压控制的新技术如何与综采技术融合、共同协同的开发成为当今提升煤矿生产安全性和生产效率的重要问题。

2 矿井巷道顶板矿压控制与协同综采技术概述

2.1 矿井巷道顶板矿压现状

巷道矿压作为煤矿井工生产安全领域中的重大威胁之一, 很大程度上影响煤矿的开采稳定性以及煤矿工作人员的生命健康安全。随着煤矿井下工作深度的变化, 矿巷顶板矿压趋于复杂化, 矿压由顶板沉降、出现裂隙、断裂甚至冒落引发, 巷道顶板的矿压不仅会使巷道不稳定, 还极易造成岩石断裂发生, 具有安全隐患。现阶段, 在煤矿井下开凿中, 当遇到巷道矿压过大时, 需要采取临时性措施进行支护, 以避免出现巷道塌陷。然而, 这种过于传统的方法不能做到充分的针对性, 造成资源浪费以及成本的增加。矿压控制的困难是对矿压变化趋势的有效判断和科学控制方法制定的相对欠缺, 促使矿井开采不可持续进行。

2.2 巷道顶板矿压控制技术发展历程

矿压控制技术主要是由传统的支护技术转变成为现在矿压智能控制技术。在矿井巷道顶板支护技术中, 早期通常

【作者简介】武健(1992-), 男, 中国山东诸城人, 本科, 助理工程师, 从事综采研究。

使用钢支架、木支撑等方法,在当时条件下能够在较短时间内起到支护的效果。但此时的支护方法是依靠地基状况的条件,所以在面对不稳定情况时不能保证矿井顶板的安全性。在此后,矿井顶板的矿压控制技术开始转变成更为细微的动态监测、控制系统,采用在巷道中动态测量矿压的方式。在近些年中,人工智能、互联网和大数据技术的出现,在某种程度上促使了矿压控制技术向自动智能化发展,能够通过实时反馈数据,对矿井进行矿压的控制,借助数据的分析和测量,对矿井在短时间内的变化做出较为合理的预测,制订支护计划。但是由于这一技术与设备还不够成熟、资源配置不合理等情况。

3 矿井巷道顶板矿压控制面临的难点

3.1 顶板稳定性不足对矿井安全的影响

矿井顶板稳定性不好直接威胁煤矿采掘施工的安全,而顶板是矿井巷道的关键支护,如果顶板失稳发生顶板冒落,则极易造成矿井巷道堵塞,使得煤矿生产瘫痪,甚至发生人员伤亡事故。而实际煤矿生产中,由于种种原因矿井顶板稳定性差现象普遍存在,特别在深部煤层,随着深度增加地层承压能力减弱,顶板压力增加,冒裂、顶板坍塌严重。矿井顶板稳定性较差的表现形式也多种多样,从初始裂隙发展到整个顶板大面积坍塌,不同程度的顶板失稳损坏均有极大危险。对此,如何实现矿压预测与管理,避免顶板失稳,成为矿井安全生产工作中必须有效解决的问题。

3.2 传统矿压控制手段的局限性分析

不容忽视的是传统矿压控制方法存在的弊端。传统矿压控制方法主要是以选择支护材料和支护结构为主,如钢架、混凝土棚等,在矿压长期变化较快、较复杂的情况下效果有限,而到了深部矿井,由于其矿压变化较快、较大,选择的传统支护结构和支护方法不一定能够满足需要,巷道顶板依然面临隐患。另一方面,传统矿压控制方法大部分是采用人工巡检的形式进行矿压监测,无法实时获得矿压变化信息,矿压控制措施滞后的状况较为普遍。

3.3 综采技术与矿压控制的协同问题

综采技术与矿压控制的协同问题一直是矿井安全生产中的难题。在传统的采矿方式中,矿压控制与采矿技术往往各自为战,缺乏有效的协同机制。而在综采技术中,采矿设备的不断升级和采煤工艺的改进,使得矿井的生产效率大幅提升,但随之而来的是对矿压控制提出了更高的要求。矿压与综采技术的协同不仅仅是两者的简单结合,而是如何在复杂的地质环境和不断变化的矿压条件下,确保采矿效率的同时,又能保证矿井的安全^[1]。

4 矿井巷道顶板矿压控制技术的改进与应用

4.1 新型矿压控制技术的研究应用

对于矿井巷道顶板矿压的控制,作为技术在矿山进行革新时,直接关系到矿井的安全以及矿压提升率。目前,在

矿井开采过程中,矿压控制方式会随着开采深度以及矿压的复杂性,导致以往的矿压控制方式不符合现代矿业的开采。这就使得新型矿压控制方式的应用成为对矿井巷道的安全生产的关键点。目前新型的矿压控制主要是以大数据为基础,以及智能化算法分析、感应传感技术为支撑。新型矿压控制主要是直接把控矿压的状态,这是通过在巷道或者矿井安装不同传感器收集顶板压力、矿井的变形等相关数据,并且把数据传输到云平台上进行云计算分析得出的结果以及信息进行分析,从而进行矿压的调控。对于新型的矿压控制与以往的矿压控制方式相比,本身适应性强,应用灵活以及个性化强。通过对不同的矿井环境进行深度学习进行建模,而新型的矿压控制方式可以直接对每个矿井进行针对性的矿压控制,不同于以往的“一刀切”的方式,根据不同的实际矿井地质情况、巷道类型等多种因素进行不同地调整,进而实现对矿井顶板矿压的精细化管控。这一技术在实际应用中,提高了矿井生产的安全水平,同时提升开采的效率,解决了深部开采矿压不可预知性等问题^[2]。在对矿压控制技术的应用进行研究时,需要注意的是智能化技术并不是一朝一夕就能够形成的,这一技术的发展过程要先积累数据、然后优化算法,直到形成一项稳定性的技术。

4.2 顶板压力监测系统的优化与实践

在煤炭开采领域,顶板压力监控作为煤矿巷道安全建设中最关键的技术手段之一,如今的顶板压力监测技术已经从物理传感器的简单监测转化成为集采样、监测和信息处理于一体的完整信息系统。在煤矿深部开采的过程中,由于顶板压力的变化是矿压变化的直接体现,因此采用监测技术进行有效的监测将顶板压力过大的可能或将顶板压力不稳定的状况及时预警出来,将可以更好地保障煤矿的安全生产。目前,顶板压力监测系统针对主要在于提高顶板压力信息监测系统的信息采集的精密度和系统响应速度。一方面,为了能够实现高精度的顶板压力监测,传感装置的灵敏度不断增高,并结合压力传感器与温湿度传感器的应用,可以实现毫秒级的顶板压力变化的感知;另一方面,为了加快顶板压力的响应速度,在顶板压力发生变化时,系统能够基于人工智能算法的系统分析,迅速启动应急预案实现顶板压力变化的及时处理与顶板压力异常信息的及时反馈给具体作业人员,使煤矿的安全检测变得更加及时和精确。就现阶段情况而言,煤矿顶板压力监控系统并非仅仅是单一的硬件设备组合,而是一个完整的信息化平台建设,结合矿山企业各种生产环节的应用,在监测系统的综合作用下可以实现矿井各项数据信息的全面掌控,以实现对其的全部综合。举例来说,当某个区域的顶板压力超限后,顶板压力监测系统不仅仅会发出报警信号,还可以实现应急预案的快速启动自动进行系统通风或者开采方式的更改,以减少安全隐患。综上所述,这种“综采工作面全方位压力智能监测系统”更易于实现矿井的“智能化管理”,也能对顶板压力进行全盘追溯^[3]。

4.3 综合技术在矿井巷道的应用效果

矿井巷道顶板矿压综合控制技术指的是,不再只是采用一种技术手段来进行矿压控制,而是将多种技术手段综合应用,最终形成一个立体的多角度矿压综合控制技术系统,可以包括多种技术手段,比如压力控制技术手段、压力采集检测技术手段、压力监控技术手段、压力大数据分析技术手段、压力智能调控技术手段等,它们之间的综合交叉作用和配合具有良好的互补性,从而实现矿井巷道顶板矿压控制能力的全面提高。在这种综合控制技术的作用下,最终展现出来的成效最为显著的就是矿压波动的综合调控,因为传统的矿井顶板控制技术其实都是有矿压波动的,而当采用综合控制技术时,因为在应用了多种综合控制技术后,矿压波动可以提前通过分析等方式被感知到和控制到,譬如利用大数据趋势预测模型,可以对一定作业期间的矿压变动趋势预测,提前做好预防和应对的策略,这样就可以规避矿压超大和不稳定的现象。矿井顶板综合控制技术应用后,提升了矿井巷道施工效率。因为在矿压控制的同时,就可以通过综合控制技术手段来实现矿井巷道的施工、作业优化调度,这样就规避了没有必要的资源浪费。譬如可以利用智能调控技术手段,再结合实时掌握的压力数据,提前做好对采掘工作面的精准调度,从而达到合理安排的采掘顺序、合理安排的支护方式等,这样就能对工作面的生产效率、矿井资源利用效率进行极大提高和加强。

4.4 矿井巷道顶板压力控制技术的操作指南

巷道内顶板压力控制技术主要是对压力进行准确监测、实时调整和优化完善。在矿内操作过程中,任何一个环节都不能出现松懈,而要想保证操作顺畅、安全稳定,需要操作者根据变化的支护操作的条件,对矿内支护操作进行定期的矿压监测,并根据监测到的实际操作情况来相应地调整支护条件与操作,这就要求操作者不仅具备良好的对于矿压变化的敏感性,还能根据自己操作的技术与环境条件的实际情况来进行灵活应用与调整,将新型智能化的监测技术引入操作中,将监测系统运行结果更好地实现实时反馈,在适应变化的支护条件下自动对支护强度与密度进行调整,更好地保证巷道顶板的稳定性。在巷道操作时要根据不同工况调整使用的矿压支护物料。在矿压较大的情况下,应选用支护强度较大,稳定性较强的支护物料,并根据条件变化定期更换与修补支护结构。在操作方式上要发挥数据分析的作用,对数据分析结果进行有效回溯与对比分析,预测可能出现的矿压

发展。

4.5 矿井顶板矿压控制技术的维护与管理

顶板矿压控制技术的维护和管理是一项长期工作,其中包含技术升级、矿压监控设备维护工作和人员技术培训等方面。要加强维护和管理工作的技术支撑,实现矿压控制技术运行管理、矿压控制技术维护工作与反馈结果等三者相互结合。技术升级不是一朝一夕可以完成的工作,技术需要在不断的研发及实践中,将原有技术水平进行升级,才能顺应煤矿企业不断发生变化的地质环境及煤矿企业的生产需要。需要定期对矿压监控设备进行检修,以保证其高准确率及稳定性,是对矿压控制技术维护管理工作的重心和保障。成熟并稳定的矿压监测系统需要能够长期运行而不降级,否则,如果一味使用陈旧的设备和技术也存在发生矿压事故等未知隐患。对矿压控制技术的维护工作要注意和重视反馈数据,实现对矿井各区矿压变化的反馈和实时查看,发现异常反馈的矿压数据,需要建立预警机制,及时控制操作人员行为。同时,需要对管理者和操作人员的管理人员以及操作人员开展定期的培训,引导他们对矿压变化的灵敏度,还需要定期开展应急演练以增强操作人员处理突发矿压问题的能力和意识,让操作人员知道一旦发生顶板事故需及时采取措施。

5 结语

顶板矿压控制技术不是单单的技术问题,而是关系到井下安全生产、提高生产效率、保护工作人员生命安全等方面面的一个综合问题。当矿井开采深度和复杂程度提升后,其传统矿压控制技术的局限性逐步凸显出来,矿压控制新技术、综采协同高效运作方法急需探索。通过对传统矿压控制技术和手段的补充和完善及顶板压力监测系统与操作规程的结合,未来矿井巷道的矿压控制将实现智能化、精细化发展。唯有补充完善顶板矿压治理技术,才能从根源上消除顶板矿压隐患,为矿井的可持续发展指明方向。

参考文献

- [1] 任霄洋,郭俊庆,张百胜,等.多层坚硬顶板动压巷道矿压显现规律及深浅孔组合爆破切顶控制技术研究[J].矿业研究与开发,2024,44(9):48-55.
- [2] 张尧,齐喜峰,李鹏.坚硬顶板群临空巷道强矿压显现特征及控制[J].煤炭技术,2024,43(7):69-73.
- [3] 刘家启,高兵,岳冲.矿山压力对采煤及顶板控制的影响分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(17):16-18.