

煤矿冲击地压监测设备的研究与应用

柳 杰

甘肃华亭煤电股份有限公司砚北煤矿 甘肃 华亭 744100

摘要:近年来,随着传感器技术、数据处理技术和通信技术的快速发展,煤矿冲击地压监测设备的研究和应用取得了显著进展。本文简要介绍了煤矿冲击地压的发生机理,分析了煤矿冲击地压监测设备的研究方向,并针对煤矿冲击地压监测设备的应用进行了分析,以期为相关工作人员提供参考和借鉴。

关键词:煤矿;冲击地压;监测设备;研究;应用

引言

煤矿冲击地压是煤矿开采过程中由于煤岩体内部应力集中和释放而引发的一种地质灾害,它不仅会对煤矿的巷道、支架、设备等造成破坏,还会对矿工的生命安全构成严重威胁。因此,对煤矿冲击地压进行有效的监测和预警是确保煤矿安全生产的重要措施之一。

1 煤矿冲击地压的发生机理

煤矿冲击地压的发生机理是一个复杂且多因素交织的过程,涉及到地质构造、煤体和围岩结构性质、开采方法、开采深度、水文地质条件等多个方面。第一,从地质构造的角度来看,煤矿冲击地压的发生与煤层的赋存状态、煤层的厚度、煤层的倾角、煤层的埋藏深度以及煤层的顶底板岩层性质等密切相关。在地质构造复杂、煤层厚度变化大、倾角陡峭、埋藏深度深的区域,煤层和顶底板岩层之间的应力分布更加不均匀,容易发生应力集中和释放,从而引发冲击地压。第二,煤体和围岩结构性质对冲击地压的发生也有着重要影响,煤层及其顶底板岩层的强度、硬度、弹性模量等物理力学性质决定了它们对应力的响应能力。当煤层及其顶底板岩层的强度和硬度较大时,它们对应力的抵抗能力也较强,容易发生应力集中和释放,导致冲击地压的发生。此外,煤层和顶底板岩层中存在的裂隙、节理等构造缺陷也会降低它们的强度和稳定性,增加冲击地压的风险。第三,在开采方法方面,不同的开采方法和采煤工艺对冲击地压的影响也不同。例如,长壁开采法相对于短壁开采法更容易引发冲击地压,因为长壁开采法会导致煤层和顶底板岩层中的应力分布更加不均匀,容易发生应力集中和释放。并且,爆破、钻孔、支架移动等作业也会产生动力学因素,这些因素在煤层和岩层中的传播、积累和释放过程中可能引发冲击地压。第四,开采深度也是影响冲击地压发生的重要因素之一,随着开采深度的增加,煤层和顶底板岩层所受的夹持力也不断增

加,应力也随之加大。当应力超过煤层和顶底板岩层的承载能力时,就会发生冲击地压。因此,在开采深度较大的煤矿中,冲击地压的风险也相对较高。

2 煤矿冲击地压监测设备的研究方向

2.1 实时监测技术

在煤矿开采过程中,煤层和顶底板岩层的应力、位移、震动等参数会随着开采活动的进行而发生变化。当这些参数超过一定的阈值时,就有可能引发冲击地压。因此,实时监测这些参数的变化,对于及时发现冲击地压征兆、预测冲击地压的发生具有重要意义。实时监测技术通过安装在煤矿关键区域的传感器和监测设备,实时采集煤层和顶底板岩层的应力、位移、震动等参数,并将这些数据传输到中央控制系统进行分析处理^[1]。这种技术的应用,不仅能够实现对煤矿开采过程中各项参数的实时监控,还能够对监测数据进行实时分析,及时发现异常变化,为煤矿冲击地压的预测和防控提供有力支持。(1)应力实时监测。应力是引发冲击地压的关键因素之一,对应力的实时监测对于预防冲击地压具有重要意义。煤矿冲击地压监测设备通过布置在煤层和顶底板岩层中的应力传感器,实时采集煤岩体的应力变化数据,并传输到中央控制系统进行分析处理。当应力超过预设阈值时,系统会自动发出预警信号,提醒矿工采取相应措施。(2)位移实时监测。位移是煤岩体变形的直接表现,也是冲击地压发生的重要征兆之一,通过布置在关键区域的位移传感器,煤矿冲击地压监测设备可以实时采集煤岩体的位移变化数据,并将其传输到中央控制系统进行分析处理。通过分析位移数据的变化趋势,可以判断煤岩体的稳定性状态,预测冲击地压的发生概率。(3)震动实时监测。震动是煤岩体内部应力变化产生的响应之一,也是冲击地压发生的重要前兆。煤矿冲击地压监测设备通过布置在煤岩体内的拾震传感器,实时采集煤岩体的震动信号,并将其传输到中央控制系统

进行分析处理,通过分析震动信号的频率、振幅等特征参数,可以判断煤岩体的应力状态和破坏趋势,预测冲击地压的发生概率。

2.2 多参数监测

在煤矿开采过程中,煤岩体的应力状态、变形情况、震动特性以及声发射现象等都是反映煤岩体稳定性及冲击地压风险的重要指标,通过同时监测这些参数,可以更加全面、准确地了解煤岩体的力学行为,进而判断其是否处于稳定状态或存在冲击地压的风险。为了实现多参数监测,煤矿冲击地压监测设备需要集成多种传感器和监测技术,这些传感器和监测技术需要具备高精度、高灵敏度和高可靠性的特点,以确保监测数据的准确性和可靠性。第一,应力监测可以通过在煤岩体中布置应力传感器来实现,应力传感器能够实时监测煤岩体的应力变化情况,并将数据传输到中央控制系统进行分析处理。第二,位移监测可以通过在煤岩体表面或内部布置位移传感器来实现,位移传感器能够实时监测煤岩体的变形情况,并将数据传输到中央控制系统进行分析处理^[2]。第三,震动监测可以通过在煤岩体中布置拾震传感器来实现,拾震传感器能够实时监测煤岩体内部应力变化产生的振震动信号,并将数据传输到中央控制系统进行分析处理。第四,声发射监测可以通过在煤岩体中布置声发射传感器来实现,声发射传感器能够实时监测煤岩体在受到应力作用时产生的声发射信号,并将数据传输到中央控制系统进行分析处理。

2.3 高精度监测

煤矿冲击地压的发生往往是由于煤岩体内部应力超过其承载能力而导致的。在这个过程中,煤岩体会发生微小的变形和震动,这些变化虽然微小,但却是冲击地压即将发生的重要征兆。高精度监测的意义不仅在于提高预警的准确性,更在于为煤矿安全生产提供更为可靠的保障,通过高精度监测,我们可以更加准确地了解煤岩体的应力状态、变形情况和震动特性,及时发现异常变化,预测冲击地压的风险,从而采取相应的防控措施,避免或减少冲击地压带来的损失。要实现高精度监测,煤矿冲击地压监测设备需要在以下几个方面进行研究和优化:首先,传感器是监测设备的核心部件,其精度直接决定了监测数据的准确性。因此,需要研究和开发具有更高精度的传感器,如高精度应力传感器、位移传感器、拾震传感器等。这些传感器需要具备更高的灵敏度、更低的噪声和更宽的测量范围,以准确捕捉煤岩体的微小变化。其次,数据采集与处理是监测设备的关键环节,通过优化数据采集方法和数据处理算法,可以

提高监测数据的精度和可靠性。例如,可以采用更高采样率的数据采集方法,以减少数据丢失和误差;采用先进的信号处理算法,如滤波、降噪等,以提高监测数据的信噪比和分辨率。最后,煤矿冲击地压监测设备通常包括多个传感器和监测子系统,为了实现高精度监测,需要将这些传感器和子系统进行有效的集成和优化。例如,可以采用分布式监测网络架构,将多个传感器分布在煤岩体的不同位置,以全面监测煤岩体的变形和震动情况;同时,通过优化系统控制 and 数据传输协议,提高系统的稳定性和数据传输效率。

3 煤矿冲击地压监测设备的应用

3.1 微震监测系统的应用

在煤矿开采过程中,冲击地压是一种常见且极具破坏性的地质灾害,为了有效预防和控制冲击地压的发生,微震监测系统作为一种先进的地质监测技术,其应用日益广泛。其中,冲击地压预警是微震监测系统最为核心的应用之一,微震监测系统通过布置在煤岩体内部的多个地震传感器,实时监测煤岩体内部发生的微小地震事件。这些微小地震事件虽然规模较小,但它们是煤岩体内部应力积累和释放的直接体现^[3]。通过分析地震波的传播规律和能量释放特征,微震监测系统能够准确判断冲击地压的发生概率和危险程度。一旦微震监测系统监测到异常地震事件,如地震波传播速度异常、能量释放异常等,系统会迅速发出预警信号,这些预警信号能够实时通知煤矿管理人员和作业人员,提醒他们采取必要的防控措施,如加强支护、调整开采进度等,从而降低冲击地压带来的损失。另外,除了冲击地压预警外,微震监测系统还可以用于煤岩体稳定性评估。微震监测系统通过实时监测煤岩体的应力状态和变形情况,可以获取大量的地震波信号数据。这些数据包含了煤岩体的应力分布、变形特征等重要信息,通过对这些数据进行深入分析,可以评估煤岩体的稳定性状况,如判断煤岩体是否存在应力集中、变形异常等问题。最后,微震监测系统还可以为煤矿灾害防控提供科学的决策支持,在煤矿开采过程中,除了冲击地压外,还可能面临其他多种地质灾害的威胁,如煤与瓦斯突出、顶板冒落等。微震监测系统通过实时监测和分析地震波信号的变化规律,可以及时发现潜在的安全隐患,这些安全隐患可能表现为地震波传播速度的异常变化、能量释放的异常增加等。一旦发现这些异常现象,微震监测系统可以迅速通知煤矿管理人员和作业人员,提醒他们采取相应的防控措施。

3.2 地音监测系统的应用

地音监测系统利用高灵敏度的地音传感器,布置在

煤岩体的关键位置,以捕捉煤岩体内部应力变化产生的声音信号,这些声音信号是煤岩体内部应力变化、微破裂等活动的直接体现,包含了丰富的地质信息。(1)地音监测系统能够实时、精确地监测煤岩体内部的应力状态,通过对声音信号的捕捉和分析,系统能够准确判断煤岩体是否处于高应力状态,是否存在应力集中或应力释放的现象。这一功能对于预防冲击地压、煤与瓦斯突出等地质灾害至关重要。当系统监测到异常声音信号时,能够迅速发出预警,为矿工提供及时的避险指导,从而有效避免或减少地质灾害带来的损失。(2)地音监测系统还能够预测煤岩体的破坏趋势,通过分析声音信号的频率、振幅等特征,系统可以判断煤岩体是否即将发生破坏,如微破裂、裂缝扩展等。这种预测功能为煤矿采取及时的防控措施提供了重要依据。一旦系统预测到煤岩体可能发生破坏,煤矿可以立即采取加强支护、调整开采进度等措施,从而降低地质灾害的风险。(3)地音监测系统的应用还可以指导煤矿的开采工作,通过实时监测煤岩体的应力状态和破坏趋势,系统可以为煤矿提供科学的开采建议,如优化开采顺序、调整支护结构等。这有助于提高煤矿开采的安全性和效率,降低开采成本。

3.3 应力在线监测系统的应用

应力在线监测系统的工作原理基于应力传感器的工作原理,这些传感器能够感应煤岩体内部的应力变化,并将其转换为可测量的电信号。这些信号经过数据采集系统处理后,传输至中央控制系统进行分析和判断,当监测到的应力值超过预设的阈值时,系统会自动触发预警机制,发出预警信号。第一,应力在线监测系统能够实时监测煤岩体内部的应力变化,包括应力的方向、大小、分布等。这些监测数据能够直观地反映煤岩体的应力状态,为煤矿的安全生产提供重要依据。通过对比分

析不同时间段的监测数据,可以判断煤岩体的应力变化趋势,为煤矿的开采决策提供支持^[4]。第二,应力在线监测系统能够实时监测煤岩体的应力变化,一旦发现应力值超过预设的阈值,系统会自动发出预警信号。这些预警信号能够提醒矿工及时采取相应措施,如加强支护、调整开采进度等,从而降低潜在地质灾害的风险。同时,预警信号还可以触发相应的应急响应机制,确保煤矿在发生地质灾害时能够迅速应对。第三,应力在线监测系统的应用还可以指导煤矿的开采工作,通过分析监测数据,可以了解煤岩体的应力分布情况和稳定性状况,为煤矿的开采顺序、支护设计等提供科学依据。这有助于降低开采过程中的风险,提高煤矿的开采效率和安全性。

结语

综上所述,通过对煤矿冲击地压监测设备的研究和应用进行综述,可以看出,微震监测系统、地音监测系统和应力在线监测系统等设备在煤矿冲击地压监测中发挥了重要作用。这些设备能够实时监测煤岩体的应力状态、微破裂活动等关键参数,为煤矿的安全生产提供了有力保障。未来,煤矿冲击地压监测设备的研究应致力于提高监测精度、增强实时性和稳定性,并加强设备的智能化和自动化程度。

参考文献

- [1]冯泽杰,龚俊豪,郭星辰,等.煤矿冲击地压特点及防治技术研究[J].科技经济导刊,2019,27(18):75.
- [2]徐跃强.煤层合并区应力分布与冲击地压防治技术研究与应用[D].中国矿业大学,2019:96-99.
- [3]胡瑞永.浅析煤矿综采冲击地压[J].能源与节能,2019(05):44-45.
- [4]常伟.马洋庄煤矿冲击地压防治技术应用[J].山西能源学院学报,2019,31(06):13-15.