

煤矿冲击地压防治技术研究与应用

尚楠 安忠成

陕西彬长文家坡矿业有限公司 陕西 咸阳 713500

摘要：随着煤矿开采深度与强度的不断增加，冲击地压问题愈发凸显，对煤矿安全生产构成了严重威胁。为此，本研究深入探究冲击地压的形成机理及影响因素，提出一系列针对性的防治技术。通过数值模拟预测冲击地压发生概率，结合多参数综合监测预警系统实时掌握煤层动态，同时采用钻孔卸压等主动干预措施释放应力能量。实践应用表明，这些技术有效降低了冲击地压发生频率和强度，提升了煤矿安全生产水平，为煤矿的可持续发展提供了有力保障。

关键词：煤矿冲击地压；防治技术；应用

引言：煤矿冲击地压作为煤矿安全生产的重要隐患，一直以来备受关注。随着煤矿开采深度和规模的扩大，冲击地压问题愈发严重，对矿工生命安全和设备稳定性构成了严重威胁。因此，研究和应用煤矿冲击地压防治技术，对于提高煤矿安全生产水平具有重要意义。本文旨在探讨煤矿冲击地压的形成机理、影响因素及防治技术，通过理论分析和实践应用，为煤矿冲击地压的防治提供科学依据和技术支撑，以期推动煤矿安全生产事业的持续发展。

1 煤矿冲击地压基础知识

1.1 冲击地压定义及分类

冲击地压，又称矿震或矿山冲击，是指煤矿在开采过程中，由于煤岩体内部应力的积累达到一定程度时，突然发生的一种能量释放现象。这种能量释放以爆炸性、突发性、破坏性强为特点，对煤矿巷道、支架、设备等产生强烈的冲击破坏，严重威胁煤矿的安全生产。从冲击地压的表现形式与机理上，可以将其大致分为以下几类：（1）煤炮型冲击地压。主要发生在煤层开采过程中，尤其是厚煤层或具有冲击倾向性的煤层。当煤体应力达到一定程度时，煤体内部微裂缝迅速扩展贯通，释放出储存的弹性能量，形成煤炮现象。这种冲击通常伴随着声响和煤块抛出，但破坏范围相对较小。（2）矿震型冲击地压。常见于深部岩石巷道或采空区周围。由于岩石具有较高的强度和弹性模量，在应力集中区域容易发生大规模的岩石破裂和错动，产生强烈的震动。这种冲击往往具有较大的能量和破坏范围，对巷道支护和采矿设备构成严重威胁^[1]。（3）混合型冲击地压。是煤炮型与矿震型冲击地压的综合体现，可能同时发生在同一煤矿的不同区域。这种类型的冲击地压更为复杂多变，需要综合考虑多种因素进行防治。了解冲击地压的

分类有助于我们根据具体情况制定针对性的防治措施，降低其对煤矿生产的影响。

1.2 冲击地压形成机理分析

冲击地压的形成机理是一个复杂的过程，涉及地质构造、煤岩物理力学性质、开采技术条件等多个因素。以下是冲击地压形成机理的主要分析：（1）地质构造是冲击地压发生的基础。煤矿区域的地质构造，如断层、褶曲等，容易导致应力集中和能量积聚。在开采过程中，这些区域往往成为冲击地压的高发区。（2）煤岩体的物理力学性质对冲击地压的形成具有重要影响。煤岩体的强度、弹性模量、泊松比等参数决定了其在受力过程中的变形和破坏特性。具有冲击倾向性的煤岩体在应力作用下更易发生突然破坏，释放大量能量。（3）开采技术条件也是冲击地压发生的关键因素。不合理的开采布局、过快的推进速度、不适当的支护方式等都可能加剧应力集中和能量积聚，进而诱发冲击地压。综合以上因素，冲击地压的形成机理可以概括为：在地质构造和煤岩体物理力学性质的基础上，由于开采技术条件的不当导致应力集中和能量积聚，当这些能量达到一定程度时，煤岩体突然破坏释放能量，形成冲击地压。

1.3 冲击地压对煤矿生产的影响

冲击地压对煤矿生产的影响是多方面的，严重制约了煤矿的安全高效生产。具体影响包括：（1）冲击地压会造成巷道破坏和支架损坏。强烈的冲击波会对巷道壁产生强烈的挤压和剪切作用，导致巷道变形、开裂甚至坍塌。同时，支架在冲击波的冲击下也会发生弯曲、折断等破坏，影响巷道的稳定性。（2）冲击地压会对采矿设备造成损坏。采矿设备在冲击波的冲击下容易出现故障，甚至导致设备报废。这不仅增加了设备维修和更换的成本，还影响了煤矿的正常生产进度。（3）冲击地压

还会威胁人员的安全。冲击地压发生时,强烈的震动和飞石会对人员造成伤害,甚至危及生命。因此,防治冲击地压对于保障矿工的生命安全至关重要。

2 煤矿冲击地压防治技术研究

2.1 传统防治技术回顾及评价

传统煤矿冲击地压防治技术主要包括优化开采布局、合理控制开采速度、加强巷道支护等。这些技术在一定程度上能够降低冲击地压的发生概率和减轻其影响程度,但在实际应用中存在诸多不足。(1)优化开采布局是预防冲击地压的重要手段之一。通过合理设计工作面推进方向和长度,避免在地质构造复杂区域布置工作面,可以降低应力集中和能量积聚的可能性。然而,这一方法的实施受限于矿井的地质条件和已有的生产系统布局,因此在实际应用中往往难以完全满足防治要求^[2]。(2)合理控制开采速度也是传统防治技术的重要手段。过快的开采速度会导致应力集中和能量积聚加剧,从而增加冲击地压的风险。因此,通过控制开采速度,使煤岩体有足够的时间进行应力调整和能量释放,可以降低冲击地压的发生概率。然而,这一方法往往与生产效率相矛盾,如何在保证安全的前提下提高生产效率是一个需要解决的问题。(3)加强巷道支护也是传统防治技术的重要组成部分。通过采用高强度、高韧性的支护材料,提高巷道的抗冲击能力,可以减轻冲击地压对巷道的破坏程度。然而,传统支护方式往往难以适应冲击地压的强大冲击力,支护效果有限。传统煤矿冲击地压防治技术在实际应用中存在一定的局限性,难以完全满足防治要求。因此,研究和新型防治技术具有重要意义。

2.2 新型防治技术研究与展望

随着科技的不断进步,越来越多的新技术被引入到冲击地压的防治工作中,这些新型防治技术主要包括数值模拟与预测技术、监测预警系统以及能量释放与消耗控制方法等。(1)数值模拟与预测技术研究。数值模拟技术通过建立煤岩体的力学模型,模拟其不同开采条件下的应力分布和变形过程,从而预测冲击地压的发生可能性。这一技术的应用可以帮助我们更好地理解冲击地压的形成机理和演化规律,为防治提供理论支撑。随着计算机技术的不断发展,数值模拟的精度和效率也在不断提高,使得其在实际应用中更加可靠和有效。然而,数值模拟技术的应用也存在一定局限性,比如对复杂地质条件的处理、模型参数的选取等都需要进一步研究和完善。此外,数值模拟结果需要与实际观测数据相结合,进行综合分析和验证,才能更准确地预测冲击地

压的发生^[3]。(2)监测预警系统设计与应用。监测预警系统通过对煤矿井下的应力、位移、震动等参数进行实时监测和数据分析,及时发现冲击地压的前兆信息,并发出预警信号。这一技术的应用可以在冲击地压发生前进行预警和干预,有效降低冲击地压的危害程度。目前,多参数综合监测技术被广泛应用于煤矿冲击地压预警。通过多种参数的协同分析和监测结果的综合判断,可以更加准确地识别冲击地压的前兆信息。同时,随着物联网、大数据等技术的引入,监测预警系统的智能化水平也在不断提高,可以实现实时数据分析、智能预警和远程监控等功能。然而,监测预警系统的设计和应用也面临一些挑战,比如监测设备的稳定性和可靠性问题、数据处理和分析的精度和效率问题等都需要进一步研究和改进。(3)能量释放与消耗控制方法。能量释放与消耗控制方法是一种主动干预冲击地压发生的防治技术。通过人为地改变煤岩体的应力分布和能量状态,降低其发生冲击地压的风险。例如,通过注水、注气等方式改变煤岩体的物理力学性质,降低其强度和弹性模量,从而减少能量积聚和释放的可能性。此外,还可以采用钻孔卸压、爆破卸压等方法,主动释放煤岩体中的能量,降低冲击地压的发生概率。这些方法在实际应用中取得了一定的效果,但也存在一些问题和挑战。比如,注水、注气等方法可能导致巷道内湿度增加、环境恶化等问题;钻孔卸压、爆破卸压等方法可能会对巷道造成破坏和影响生产效率等。因此,在应用这些方法时需要根据具体情况进行综合评估和选择^[4]。

2.3 防治技术效果评估与优化

为了评估防治技术的效果并进行优化,我们需要建立一套科学有效的评估体系。这包括制定评估指标、收集和分析数据、进行效果对比等步骤。(1)需要根据冲击地压的特点和防治技术的原理,制定合适的评估指标。这些指标可以包括冲击地压的发生频率、能量大小、破坏范围等。通过定期收集和分析这些指标的数据,我们可以对防治技术的效果进行定量评估。同时,我们还可以将不同防治技术的效果进行对比,找出最优的方案。(2)在评估的基础上,我们需要对防治技术进行优化。优化可以从多个方面入手,比如改进防治技术的实施方法、提高防治技术的精度和效率、降低防治技术的成本等。通过不断的优化和改进,我们可以提高防治技术的效果,降低冲击地压对煤矿生产的影响。在进行技术效果评估和优化时,还应充分考虑实际生产中的可操作性和经济性。防治技术不仅要能够有效降低冲击地压的风险,还需要在生产实际中具有可操作性,并且

能够控制在可接受的经济成本之内。这要求我们不断推动技术的创新与融合,以期实现经济效益与安全生产的最优化平衡。

3 煤矿冲击地压防治技术应用案例

3.1 应用案例选取与背景介绍

本案例选取国内某大型煤矿作为研究对象。该煤矿地处地质条件复杂的区域,且近年来随着开采深度的增加,冲击地压问题愈发严重,给煤矿的安全生产带来了严峻的挑战。为了有效预防和控制冲击地压的发生,该煤矿积极引进并应用了先进的冲击地压防治技术。

3.2 具体防治技术实施过程

该煤矿根据自身的地质条件和开采实际情况,综合采用了数值模拟预测、多参数综合监测预警、钻孔卸压等多种防治技术,以形成一个完整且高效的冲击地压防治体系。(1)该煤矿利用数值模拟技术对煤层的冲击倾向性进行了评估。通过建立煤层的三维数值模型,模拟了不同开采条件下的应力分布和能量积聚情况,进而预测了冲击地压可能发生的位置和强度。这为后续的监测和防治措施提供了重要的理论依据。(2)为了实时监测煤层的应力变化和冲击地压的前兆信息,该煤矿建立了多参数综合监测预警系统。该系统结合了应力监测、微震监测、声发射监测等多种技术手段,实现了对煤层状态的全面监控。通过实时分析监测数据,系统能够及时发现冲击地压的前兆信息,并自动触发预警机制,为及时采取应对措施提供了保障。在防治措施方面,该煤矿采用了钻孔卸压技术。根据数值模拟和监测预警的结果,确定了钻孔卸压的区域和参数。通过钻孔释放煤层中的应力能量,降低了冲击地压的发生概率。同时,该煤矿还加强了巷道支护,采用了高强度、高韧性的支护材料,提高了巷道的抗冲击能力。此外,为了进一步提高防治效果,该煤矿还进行了开采工艺的优化。通过合理调整开采顺序和速度,避免在地质构造复杂区域集中开采,降低了应力集中和能量积聚的可能性。在防治技术的实施过程中,该煤矿注重培训和技术指导。通过开展培训班、现场指导等方式,提高了员工对冲击地压防治技术的认识和理解,确保了技术的有效应用。

3.3 应用效果分析与总结

经过一段时间的实施,该煤矿的冲击地压防治技术取得了显著的成果。冲击地压事件的发生次数和强度均得到了有效控制,矿井的安全生产水平得到了显著提升。(1)数值模拟预测技术的应用使得煤矿能够提前预测冲击地压可能发生的位置和强度,为制定有针对性的防治措施提供了依据。通过预测结果与实际发生的冲击地压事件进行对比分析,验证了数值模拟技术的可靠性和准确性。(2)多参数综合监测预警系统的建立使得煤矿能够实时监测煤层的应力变化和冲击地压的前兆信息。预警系统能够及时发现异常数据并触发预警机制,为煤矿提供了及时应对冲击地压的机会。通过及时采取钻孔卸压等防治措施,有效降低了冲击地压的发生概率。(3)开采工艺的优化和巷道支护的加强也起到了关键作用。通过合理调整开采顺序和速度,避免了应力集中和能量积聚的问题;高强度、高韧性的支护材料则提高了巷道的抗冲击能力,减少了冲击地压对巷道的破坏。

结束语

煤矿冲击地压防治技术的研究与应用是保障煤矿安全生产的重要一环。经过不断的探索与实践,我们取得了一系列成效,成功降低了冲击地压的发生频率和破坏程度,提高了煤矿生产的稳定性和安全性。然而,冲击地压的防治工作仍任重道远,需要我们继续努力。未来,我们将继续深化冲击地压机理研究,优化防治技术,强化现场应用,以期实现煤矿冲击地压防治技术的创新突破,为煤矿的安全生产保驾护航。

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,2020,27(18):75.
- [2]刘福兴.浅谈煤矿冲击地压防治技术研究与应用研究[J].能源与环保,2019,40(07):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,2020,31(06):13-15.