

# 煤矿冲击地压防治的现状与前景探析

梁民 孙伟

山东省枣庄矿业集团高庄煤业有限公司防冲办

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1751

**[摘要]** 随着煤炭开采业的持续扩展,浅层煤炭资源逐渐减少,开采作业逐步向更深的煤层转移,从而提高了深层开采难度,加剧冲击地压的风险。冲击地压是指在矿井深处的围岩突然释放出累积的变形能量,会导致严重的巷道破坏和工作面毁损,引发重大人员伤亡和财产损失。因此,应有效减少冲击地压的发生,确保采矿作业的安全性。基于此,本文对煤矿冲击地压防治的现状与前景进行探讨。

**[关键词]** 煤矿冲击地压; 类型; 防治; 现状; 前景

**中图分类号:** X752 **文献标识码:** A

## Analysis of the current situation and prospects of coal mine rockburst prevention and control

Min Liang Wei Sun

Shandong Zaozhuang Mining Group Gaozhuang Coal Industry Co., Ltd

**[Abstract]** With the continuous expansion of the coal mining industry, shallow coal resources are gradually decreasing, and mining operations are gradually shifting towards deeper coal seams, thereby increasing the difficulty of deep mining and exacerbating the risk of rockburst. Shockwave pressure refers to the sudden release of accumulated deformation energy from the surrounding rock in the depths of a mine, which can cause serious tunnel damage and workplace damage, leading to significant casualties and property losses. Therefore, it is necessary to effectively reduce the occurrence of rockburst and ensure the safety of mining operations. Inventory, this article explores the current situation and prospects of coal mine rockburst prevention and control.

**[Key words]** Coal mine rockburst pressure; Type; Prevention and control; Current situation; prospect

### 引言

现代煤矿开采活动受众多因素影响,如人员配备、采矿技术及环境条件等,容易面临各种作业问题,其中冲击地压是较为常见的一种现象,直接关系到煤矿的开采效率与质量。我国大部分煤矿随着开采深度的增加,煤层及其顶底板岩层都存在冲击倾向性,冲击地压引发的灾害风险也随之上升,对矿山的安全生产造成严重威胁。为有效降低冲击地压的发生频率,确保井下作业的安全,需结合具体矿井的地理位置详细分析冲击地压致灾原因,确保开采活动的顺利进行。

#### 1 冲击地压特点

##### 1.1 巨大的破坏性

冲击地压的发生通常伴随巨大的能量释放,在矿体及其周边岩石中的迅速传递,能够在瞬间对巷道支护结构造成极大冲击力,导致支护结构变形甚至崩塌。冲击地压的高能量特点还会导致岩爆现象,当岩石内部应力超过岩石强度极限时,岩石会发生破裂,产生喷射的岩块,从而影响维护作业的顺利进行。冲击地压还会引发地面沉降,影响地表水的流向和分布,进而对区域

的生态环境造成破坏。

##### 1.2 瞬时震动性

冲击地压发生时伴随短暂而强烈的震动,一般由于地下岩石突遭重大破坏或结构失稳时所释放的能量急剧增加所致。瞬时震动性是指地表震感明显,振动速度及强度迅速升高,导致矿区内部结构受到冲击波的直接影响,引起远处地表的次生效应。瞬时震动性还与冲击能量的传播方式密切相关,冲击波的传播速度极快,能够在极短的时间内影响较大的范围,其影响范围依赖于地质结构的连续性,若岩石层存在多种不连续面如裂隙或断层,振动波的传播会更加复杂,使得能量在某些点集中释放,导致局部区域的破坏更为严重。

##### 1.3 突发性

冲击地压的发生无明显前兆,时间极短且具有极高破坏性,使得冲击地压成为矿山安全中最难以预测的灾害之一。由于煤层及其周围岩层的应力状态极度不稳定,当地应力超过岩石的承载能力时就会迅速引发冲击地压,其应力的快速释放通常伴随强烈的震动,瞬间对巷道支护系统造成破坏。同时,矿体的地

质条件复杂多变,从而影响力分布。岩石力学的不均匀性及其在地下压力作用下的非线性响应是导致冲击地压突发性的主要原因,开采作业本身也可能触发冲击地压的突发性,尤其是在大规模高强度开采活动中,前期采掘已导致应力重新分布,从而为后续冲击地压提供触发条件。

## 2 煤矿冲击地压类型

### 2.1 基于其主要的诱发因素分类

基于其主要的诱发因素分类,煤矿冲击地压被划分为三大类:重力型、构造应力型以及构造重力型。重力型冲击地压主要由于矿井开采深度的增加,导致矿井上部的岩石层所承受的重力显著增加,使得岩石层稳定性降低。在开采过程中,当支撑岩石的煤柱被移除时,上部岩层会因为承受不住增加的重力而突然下沉或崩塌,产生冲击地压。构造应力型冲击地压的形成是由于煤矿区域内的断层、褶曲等地质构造受到外界力量的影响,改变地质构造原有状态,使其积聚较高的弹性势能。当这些高能状态的岩层因某些外部扰动而能量释放时,会产生剧烈的动力现象,从而产生冲击地压。构造重力型冲击地压是由应力与重力双重作用引起的现象,一般发生在地质结构复杂、开采条件极端的矿区。在该区域,煤层开采受来自地层深处地质应力的影响,需承受因开采深度增加而增强的重力作用,使得岩层在某些情况下突然释放能量,引发冲击地压<sup>[1]</sup>。

### 2.2 根据发生位置分类

根据发生位置分类,煤矿冲击地压主要分为煤体冲击和岩体冲击两大类。煤体冲击是直接发生在煤层中的冲击地压现象,根据其发生的地质深度进一步分为浅层冲击和深层冲击。浅层冲击发生在地表较近的煤层,该区域煤层受较小的地压力,其稳定性较差,易在开采过程中产生突发性的能量释放。相比之下,深层冲击则发生在较深的地层,其煤层受更高的地压,且冲击地压的发生伴随更大的能量释放。岩体冲击是指发生在围岩中的冲击地压,依据发生的位置不同,分为顶板冲击和底板冲击。顶板冲击是指发生在煤层上方岩层的冲击地压,通常由于顶板岩石受力不均所致,在一定开采条件下突然断裂。底板冲击则发生在煤层下方的岩层,是因底板岩石受到过量的开采压力而触发。

### 2.3 根据其破坏力度的不同分类

根据其破坏力度的不同分类,可将煤矿冲击地压分类为弱冲击、中强度冲击以及严重冲击。弱冲击地压是指对矿井结构造成相对较小破坏的事件,这种冲击只会导致巷道在20m以内的范围出现破坏。尽管被称为弱冲击,但其影响仍不容忽视,即便是小范围的破坏也会危及矿工的安全和矿井的通风系统。对于此种冲击地压的防治,需要加强巷道的初期支护,以便及时检测潜在的危险并采取措。中强度冲击地压的破坏范围更广,会导致巷道在20m—50m的范围内受到影响,导致更大面积的巷道结构损坏,还会引起矿井内部的设备损坏。对于中强度冲击地压的防治,除加强巷道支护外,还应使用高强度的支护材料,实施更为严格的巷道维护计划。严重冲击地压会导致巷道在50m以上的

范围遭到破坏,甚至引发更大规模的地质灾害如岩爆等。这种冲击地压的防治最为复杂,需进行深入的地质预测,运用高强度的岩体控制技术,并大力开发先进的监测技术,以便在冲击发生之前进行预警<sup>[2]</sup>。

## 3 煤矿冲击地压防治现状

### 3.1 煤矿压力预测技术

煤矿压力预测技术能够实现矿山岩体应力状态的准确预测,主要依赖于冲击地压监测系统,实时收集关于岩石应力、岩层位移和地下微震活动的数据。对这些数据的分析,矿业工程师可以评估岩石的稳定性,识别出可能的冲击地压发生区域。应利用应力监测仪器,将应力传感器和应变计安装在矿井的关键位置,用以监测岩石的应力变化,借助倾斜测量技术评估岩体的位移情况,并采用数值模拟技术进行深入分析。数值模拟技术可以帮助工程师构建复杂的岩体力学模型,模拟岩层在不同工况下的应力分布。现代煤矿压力预测技术还集成了大数据分析和机器学习算法,能够处理大量的监测数据,从中识别应力集中的模式。在此过程中,分析历史数据中的应力分布,机器学习模型可以预测未来的应力异常,为矿山设计提供更科学的依据,同时也可利用声发射技术监测岩石破裂产生的声波,以及时发现潜在的冲击地压风险<sup>[3]</sup>。

### 3.2 钻孔卸压技术

钻孔卸压技术是预先在矿体及其周边煤岩层中钻设一系列孔洞,以此来减少煤岩层中的原生地应力,降低冲击地压的发生概率。该技术以精确的计算有效控制矿山深部高应力集中的问题,增强矿山的安全性能。在具体实施过程中,需先对矿井的地质条件进行详细调查,如岩石的物理力学性质、岩层结构及历史开采情况等,并基于这些数据采用数值模拟方法对钻孔布置方案进行优化,以确保卸压效果最大化。钻孔的布局是实现有效卸压的关键,需根据岩石的应力场分布来设计,以形成最优的卸压网络,钻孔直径、间距等参数也需要精确控制,以适应不同的地质条件。钻孔卸压技术的实施可以减轻岩层应力,防止岩爆和地压突发事故,还可以改善矿井通风条件,降低有害气体的积聚,从而提高工作环境的安全性。在该项技术实施后,还需进行持续的监测与评估,以确保卸压效果符合预期,应安装应力传感器持续跟踪钻孔周围的应力变化,实时调整卸压方案。在数据分析过程中,应利用现代信息技术如大数据分析准确处理监测数据,优化卸压参数,提高预警的准确性。

### 3.3 卸压爆破技术

卸压爆破技术可以精确控制爆破参数如装药量、爆破顺序以及延时间隔,实现对高应力集中区域的有控制地释放。在煤矿深部作业中,卸压爆破有助于预防岩爆和其他地压突发事件,调整矿井应力场,改善安全条件。实施卸压爆破时,需进行详尽的地质勘察,确定卸压爆破的最佳位置,并通过应力测试、岩石物理和力学性质测定设计出最优的爆破方案,以最小的爆炸引起的破坏达到最大的卸压效果。爆破方案的设计还需要利用数值模拟工具,模拟爆破过程中的应力波传播,分析岩石断裂行为,

确保爆破后岩层的整体稳定性。在爆破实施过程中,使用电子雷管和精密延时技术可以控制爆破精度,运用电子雷管精确控制爆破网络中每一次爆炸的时间,有效控制爆破波的叠加效应,减少不必要的损伤。同时,将现场监测技术用于实时监控爆破效果,确保爆破操作的安全性<sup>[4]</sup>。

#### 4 煤矿冲击地压防治的前景

随着科技的进步与工程实践的积累,煤矿冲击地压防治技术正朝着更为高效、智能化的方向发展,未来的冲击地压防治将侧重于综合利用地质监测及预测模型来优化决策过程。在此过程中,现代信息技术可使矿山实时收集大量地质数据,实现对冲击地压的动态预测,并将人工智能技术引入冲击地压预测,以训练模型分析历史数据,从而预测冲击地压的发生时间和位置,提高预警的时效性。技术创新也推动了传统防治方法的改进,卸压爆破和煤层注水技术可以通过精确控制有效改变矿区应力场,减少冲击地压的风险,新型支护材料的研发也能够根据岩体应力的变化自动调整支护强度,提高矿井的安全性能,从而使未来防治工作更加科学、系统,为煤矿安全生产提供坚实的保障<sup>[5]</sup>。

#### 5 结束语

总之,冲击地压的形成受多种因素影响,煤矿开采条件具备多变性特点,难以采用固定的开采模式,不能依赖某一成熟的防治技术来通用解决问题,需积极利用载荷源,实施对冲击地压的实时监测与管理,根据煤矿的具体开采环境灵活应对。同时,简化处理复杂问题,确保煤矿开采工作的效率与安全,以适应性强的处理方式有效控制冲击地压带来的潜在灾害。

#### [参考文献]

- [1]钱红亮.断裂构造分形维数对冲击地压的控制及防治措施优化研究[J].煤,2024,33(03):83-87.
- [2]蔡谊军,李鹏飞,计平.下沟煤矿煤柱回收工作面冲击地压防治技术[J].陕西煤炭,2024,43(01):112-115.
- [3]潘俊锋,刘少虹,马文涛,等.陕西煤矿冲击地压发生规律与分类防治[J].煤炭科学技术,2024,52(01):95-105.
- [4]郭瑞军.采煤工作面过应力集中区冲击地压防治关键技术分析[J].采矿技术,2023,23(06):110-114.
- [5]吕甲鹏,林飞,屈英,等.华亭煤矿采掘工作面应力集中区域冲击地压防治技术[J].陕西煤炭,2023,42(05):73-77.