

# 关于煤矿冲击地压机理、预报与防治的思考

李瑞华<sup>1</sup> 杨浩宇<sup>1</sup> 孟清华<sup>1\*</sup> 种磊刚<sup>2</sup> 姬鹏飞<sup>3</sup>

1. 神木职业技术学院, 中国·陕西 神木 719300

2. 陕西麟北煤业开发有限责任公司, 中国·陕西 宝鸡 721000

3. 陕煤榆北煤业, 中国·陕西 榆林 719300

**摘要:** 作为煤矿开采活动中的常见现象之一, 煤矿冲击地压极有可能发生, 一方面影响煤矿开采的效率及效果, 另一方面也容易带来严重的危害。相较于普通矿山开采下的压力呈现程度, 煤矿开采中冲击地压的表现明显更为突出, 可以带来恶劣的不利影响。与此同时, 煤矿冲击地压在不同条件下的特征与成因均各有不同, 需要分别认识并把握, 以期更加有效地预报并防治。因而, 需要对煤矿冲击地压保持跟进和重视, 从理论层面出发加大研究力度, 为具体的预报防治实践提供科学的理论依据。为此, 应当更加清晰地分析煤矿冲击地压的作用机理, 把握煤矿冲击地压常用的科学预报技术和有效防治措施, 根据具体的煤层条件得出切实的分析结论, 以便为整体的预报防治效果提供坚实的保障。

**关键词:** 煤矿安全; 冲击地压; 安全生产; 风险防治

## Thoughts on the Mechanism, Prediction, and Prevention of Coal Mine Rockburst

Ruihua Li<sup>1</sup> Haoyu Yang<sup>1</sup> Qinghua Meng<sup>1\*</sup> Leigang Zhong<sup>2</sup> Pengfei Ji<sup>3</sup>

1. Shenmu Vocational & Technical College, Shenmu, Shaanxi, 719300, China

2. Shaanxi Linbei Coal Industry Development Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721000, China

3. Shaanxi Coal Yubei Coal Industry, Yulin, Shaanxi, 719300, China

**Abstract:** As one of the common phenomena in coal mining activities, coal mine rockburst is highly likely to occur, which not only affects the efficiency and effectiveness of coal mining, but also easily brings serious harm. Compared to the degree of pressure in ordinary mining, the manifestation of rockburst in coal mining is significantly more prominent, which can bring adverse effects. At the same time, the characteristics and causes of coal mine rockburst under different conditions are different, and it is necessary to understand and grasp them separately in order to more effectively predict and prevent them. Therefore, it is necessary to keep up with and pay attention to coal mine rockburst, strengthen research efforts from a theoretical perspective, and provide scientific theoretical basis for specific forecasting and prevention practices. Therefore, it is necessary to analyze the mechanism of coal mine rockburst more clearly, grasp the commonly used scientific forecasting techniques and effective prevention measures for coal mine rockburst, and draw practical analysis conclusions based on specific coal seam conditions, in order to provide a solid guarantee for the overall forecasting and prevention effect.

**Keywords:** coal mine safety; impact ground pressure; safety production; risk prevention and control

## 0 前言

一般而言, 煤矿开采活动需要在地下环境开展, 相较于普通矿山开采活动更容易遭遇各类安全生产风险。其中, 煤矿冲击地压属于常见的安全生产风险问题之一, 同时也可以带来较为突出的严重危害。在开采深度逐步加深后, 煤矿开采活动本身的开采难度随之提升, 同时煤矿冲击地压在煤矿开采活动中也越发常见, 轻则影响煤矿开采效率效果, 重则引发安全生产事故, 带来人员伤亡和设备损失。作为常见现象之一, 煤矿冲击地压受煤层条件影响较大, 容易在各类不确定性因素作用下出现相应的变化, 同时在同一矿井的不同位置均有可能具备各自不同的特征和成因, 对相应的预报和防治工作带来较大的困难。因此, 应当强化理论研究, 及

时跟进煤矿冲击地压预报防治相关的技术措施发展, 引入有利于提升预报防治效果的理论实践成果, 尽其所能地控制煤矿冲击地压所能带来的恶劣影响。

## 1 煤矿冲击地压的机理

为求预报并防治煤矿冲击地压, 应当优先从煤矿冲击地压的成因以及影响要素出发, 对煤矿冲击地压的作用机理形成更加全面的认知, 以便为后续的分析研究过程指出明确的方向。

### 1.1 煤矿冲击地压的成因

为把握煤矿冲击地压的成因, 应着重分析煤岩冲击倾向、地质构造、原岩应力与顶板活动等要素<sup>[1]</sup>。受煤矿供应需求

提升的影响, 煤矿开采活动中的开采强度和开采深度均有增加。而煤矿深层的应力分布相较于浅层差异显著, 煤岩体内部的能量持续散发, 对煤层整体的稳定性带来不利的影响。例如弹性能量, 可以显著地影响煤岩体, 引发煤矿冲击地压。因而在实际分析煤矿冲击地压成因时, 可以相应地运用能量释放理论分析, 依据煤层应力结构变化确保分析有效性。

## 1.2 煤矿冲击地压的影响要素

煤矿冲击地压可以受到多方面影响要素的作用, 诸如开采深度、顶板活动、煤层厚度以及瓦斯压力等, 需要分别把握不同影响要素实际可以产生的作用。

### 1.2.1 开采深度

在实际的煤矿开采活动中, 开采深度增加使得上方岩土层自重对煤层施加更大的应力, 同时岩土层内部的弹性能持续积存。在应力的作用下, 煤矿冲击地压的发生概率不断提升, 更有可能带来高强度的严重危害。根据相关研究分析结论可以得知, 伴随着煤矿开采活动深度的增加, 冲击地压的发生概率将会出现显著的增加, 同时煤矿冲击地压所具备的强度也会明显提升。由此可以得知, 开采深度是煤矿冲击地压影响要素中的关键因素, 可以直接决定冲击地压的强度表现。

### 1.2.2 顶板活动

从冲击地压灾害防治形势出发不难发现, 顶板活动属于常见的煤矿冲击地压影响要素之一<sup>[2]</sup>。在顶板活动中, 煤层上方存在坚硬的厚层顶板, 同样是煤矿冲击地压形成过程中的重要影响要素之一。上层顶板更容易产生弹性势能, 在煤矿开采活动的影响下引发滑移或破坏等问题, 进而在快速释放中引发剧烈的震动, 最终引发煤矿冲击地压。例如, 顶板悬顶长度增加后, 夹持力将会随之提升, 为工作面的煤层应力带来一定的变化, 增加冲击地压的发生概率。

### 1.2.3 煤层厚度

根据有关研究所得结论可以得知, 煤层厚度同样是煤矿冲击地压的重要影响要素之一, 有可能通过厚度及其变化参与煤矿冲击地压的形成, 直接作用于煤矿冲击地压的危害程度。在煤层厚度增加后, 冲击地压的发生概率将会同步提升, 可以带来的危害程度也将加深。煤层厚度变化也会直观的影响到煤矿冲击地压的特征。在煤层厚度变化较为剧烈的区域, 区域内的支撑压力将会明显偏高, 使得煤矿冲击地压更有可能发生, 需要对这一影响要素增强监测。

### 1.2.4 瓦斯压力

目前, 冲击地压和煤与瓦斯突出致灾机理尚未完全明确, 仍偶有发生, 严重威胁着中国煤矿的安全生产<sup>[3]</sup>。换言之, 瓦斯压力也是煤矿冲击地压的影响要素之一, 需要分析其实际的作用机理。煤矿中还有大量的细微孔隙, 可以在瓦斯游离后提供吸附空间, 使得煤矿整体处在稳定状态, 同时对周边的煤岩体产生一定的压力。而在煤矿开采活动致使外部温度压力发生变化后, 瓦斯将会在转化过程中产生一定的瓦斯压力, 影响煤岩的应力状态, 为煤矿冲击地压发生创造条件。

## 2 煤矿冲击地压的科学预报技术

在针对煤矿冲击地压进行预报时, 可以采用的科学预报技术主要包含煤粉量监测技术、微震预测技术、顶板动态检测技术、实地勘测技术以及电磁监测技术等, 应当更加深入地分析实际情况, 以便采取与之相对应的技术完成预报, 为后续的防治提供支持。

### 2.1 煤粉量监测技术

在科学地预报煤矿冲击地压时, 煤粉量监测技术属于相对常用的预报技术之一, 具备一定的预报精度, 同时无需较多的设备。在实际应用该技术时, 技术人员需要使用专业的设备完成煤层钻孔, 对钻孔作业中产生的钻屑量计算分析, 同时参考煤层动力现象形成科学的预报结论, 预判煤矿冲击地压的发生概率, 同时对冲击地压危害性完成预评估。究其根本, 该技术的核心在于计算钻孔产生的钻屑量, 借此对煤岩体的应力状况完成科学的分析, 预判煤矿冲击地压发生概率。

### 2.2 微震预测技术

在选取科学预报技术实现煤矿冲击地压预报时, 冲击地压和煤与瓦斯突触感知报警较为关键<sup>[4]</sup>。为此, 可以选取微震预测技术, 详细地收集并记录煤矿煤层出现的震动, 确认实际的震级和震动频率, 根据震动相关信息完成深入的分析研究。借助由此产生的研究结论, 可以在一定程度上对煤矿冲击地压实现预报, 主要对其发生概率做出相对科学的预测。在该技术下, 主要是分析研究已发生的微震情况, 以便对后续可能出现的煤矿冲击地压做出科学的预判和预报。

### 2.3 顶板动态检测技术

在实际针对煤矿冲击地压实现预报时, 顶板动态检测技术属于较为普及应用的科学预报技术之一, 具备较为理想的预报精度。在该技术的具体的应用实践中, 技术人员应当准备测力计与动态顶板设备, 确认设备使用状态, 必要时做出适当的检查和调试, 确保设备可以在正常运转中准确收集数据。经确认可以正常运作后, 技术人员应在检测规范的指导下, 针对待检测区域煤层顶板测量相应的数值, 综合分析所得数值后对煤矿冲击地压是否发生实现有效的预报。

### 2.4 实地勘测技术

为减少冲击地压煤矿大能量矿震事件和遏制冲击地压事故, 应当对煤矿冲击地压的预报引起重视, 采取必要的技术完成预报, 并指导后续的防治过程<sup>[5]</sup>。经由上述分析可以发现, 煤矿冲击地压在不同条件下的特征和成因存在显著的差异, 在对其实现预防时应明确分析待预报区域煤层的具体条件, 以便确保预报结果的有效性和切实性。因而技术人员应当运用实地勘测技术, 对指定矿井及其邻近矿井的开采状况做出详尽的勘测, 以便精确预报该区域内可能发生的冲击地压。

### 2.5 电磁监测技术

在针对煤矿冲击地压实现精确的预报时, 电磁监测技

术同样属于可用的科学预报技术之一,需要如实分析其应用过程,实现更理想的煤矿冲击地压预报成果。在该技术下,技术人员需要使用专业的监测设备,确认待预报区域内的电磁辐射强弱。深入分析该技术的原理可以得知,电磁辐射强度在正常情况下处在相对稳定的状态,而在煤矿冲击地压发生前将会随之出现较为明显的波动变化,煤矿冲击地压的发生概率和破坏强度与电磁辐射强度值呈正相关,因而可以通过监测电磁辐射预报可能出现的冲击地压。

### 3 煤矿冲击地压的有效防治措施思考

在实际地防治煤矿冲击地压时,可以分别从掘进巷道、工作面、大直径平行钻孔以及重要节点等多维度出发,采取相应的措施予以防治,以便更加全面地防治煤矿冲击地压,确保煤矿开采活动可以安全顺利地开展。

#### 3.1 掘进巷道防治措施

在有效防治煤矿冲击地压时,掘进巷道相关的防治较为关键<sup>[6]</sup>。一是应当关注煤层的注水泄压处理,煤体承压增大将会引发煤爆,继而引发冲击地压。因而可以采用深孔超前注水技术和浅孔补充注水技术,降低煤体内部的压力。二是应当关注巷帮钻孔泄压,利用卸压钻孔完成巷帮的泄压。三是应当从巷道底板出发完成钻孔,完成煤体卸压处置。四是可以采用爆破措施,在掘进中发现矿压显现时,或是存在掉渣声响等现象时,及时使用爆破手段完成泄压,防止冲击地压。

#### 3.2 工作面防治措施

针对煤矿工作面的防治同样相对重要,需要从下述几个方面采取措施予以践行,实现煤层工作面的卸压处置。首先是顺层钻孔煤体注水措施,可以通过及时对煤层注水,通过注水把控压力,使用封孔器至煤壁出现水珠。其次是巷道底板钻孔措施,如回采时底板岩壁出现片帮或是裂缝,或是周围煤体出现煤爆现象,需要及时利用钻孔完成卸压,预防潜在的煤矿冲击地压。最后是超前顶板预裂措施,该措施主要用以消除基本顶周期来压可能对煤层产生的影响,通过在一定程度上卸压防止冲击地压现象。

#### 3.3 大直径平行钻孔防治措施

煤矿开采的最终目标是安全、高效、绿色,而煤矿冲击地压是影响煤矿开采的风险因素之一,需要如实予以防治<sup>[7]</sup>。该措施主要利用钻孔围岩形成的大面积塑性区,释放采煤工作面以及回采巷道冲击煤体内部积存的集中应力和弹性势能,在根本上提前防治可能出现的冲击地压。在实际应用该技术时,应在煤体出现冲击倾向后布置大直径平行钻孔,以应对回采时的钻孔应力场变化,通过卸压防治煤矿冲击地压。在实际防治时,应当依照地质赋存条件与地应力分布特征把控防治过程,确保最终的冲击地压防治效果。

#### 3.4 重要节点防治措施

除去上述防治措施,在针对煤矿冲击地压实现有效的防治时,还应关注各类重要节点,采取相应的措施完成防治。首先是技术人员队伍建设,应当围绕煤矿开采活动建设专职

负责预报和防治煤矿冲击地压的技术人员小组,全程跟进煤矿开采活动的推进过程,及时发现煤矿冲击地压潜在风险,采取相应的措施提前实现防治。其次是应当深入分析冲击地压的倾向性,优先针对高危冲击地压风险实现切实的防治。最后是可以关注作业空间的应力集中状况,以便围绕冲击地压防治把控煤矿开采作业过程。

### 4 结语

总而言之,社会经济转向高质量发展带动各行业提出更大的能源供给需求,而燃煤供电在中国能源供给体系中仍然占据较大比重,以至于国内煤矿开采行业需要面对不同于以往的压力。在持续增加开采煤矿量的过程中,开采深度逐步加深,使得煤矿冲击地压的发生越发常见。在煤矿开采活动中,煤矿冲击地压属于常见的安全生产风险之一,广泛存在于各地市的岩层与煤层之中,威胁煤矿开采活动的顺利开展,严重时则会引发安全生产事故,带来人员伤亡和设备财产损失。尤其是在深层煤层,煤矿冲击地压可以产生的破坏性和危害性尤甚,需要对煤矿冲击地压的预报与防治保持重视,最大限度地控制煤矿冲击地压可能引发的恶劣影响。为此,应当优先分析煤矿冲击地压的机理,对其成因和影响要素形成更加全面的认知,以便为预防技术选取和防治措施采取过程提供更多的科学依据。

#### 参考文献:

- [1] 吕鹏飞,苗壮,崔学凯,等.沿断层布置工作面回采诱发断层活化规律及冲击地压防治[J].煤炭技术,2023,42(12):152-156.
- [2] 潘一山,宋义敏,刘军.我国煤矿冲击地压防治的格局、变局和新局[J].岩石力学与工程学报,2023,42(9):2081-2095.
- [3] 程继杰,刘毅,李小伟.基于热红外图像的煤矿冲击地压和煤与瓦斯突出感知报警方法[J].煤炭学报,2023,48(5):2236-2248.
- [4] 孙继平,程继杰,王云泉.基于掩埋图像特征的煤矿冲击地压和煤与瓦斯突出感知报警方法[J].工矿自动化,2023,49(5):1-6+21.
- [5] 辛广龙,许振宏,苏振,等.“慢、断、散、岩、检、研”冲击地压防治体系的构建与应用[J].山东煤炭科技,2023,41(4):1-3.
- [6] 赵永芳.基于FTA改进AHP确定煤矿冲击地压安全评价指标权重的研究[J].山西能源学院学报,2023,36(2):19-21.
- [7] 齐庆新,李海涛,杨冠宇.煤矿数字化与智能开采面临的挑战及对策——兼论新建冲击地压矿井建设对策[J].智能矿山,2023,4(4):8-13.

作者简介:李瑞华(1992-),男,中国陕西神木人,本科,助教,从事煤矿智能开采研究。

通讯作者:孟清华(1989-),男,中国陕西神木人,硕士,从事煤矿安全研究。

课题项目:陕西省教育厅课题,课题名称:综采工作面回采期间冲击危险性评价及防冲设计——以园子沟煤矿1012102工作面为例,课题编号:23JK0430