

煤矿冲击地压发生条件及防治探析

刘韩伟 王战行

山东省枣庄矿业集团高庄煤业有限公司防冲办

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1752

[摘要] 冲击地压也被称为岩爆,是煤矿开采过程中面临的严重灾害之一。在煤矿开采深度逐渐增加、开采条件日益复杂的形势下,深入研究煤矿冲击地压防治措施,不仅能更加有效地保障煤矿工人生命安全,还可一定程度上降低设备安全风险,降低企业的经济损失,对促进煤炭工业高质量发展具有重要价值。本文以煤矿冲击地压的危害为落脚点展开叙述,深入剖析煤矿冲击地压的发生条件,并提出可行性的煤矿冲击地压防治措施,以期为企业开展工作提供理论支持。

[关键词] 煤矿; 冲击地压; 发生条件; 防治

中图分类号: TD82 文献标识码: A

Analysis on the occurrence conditions and prevention of coal mine rockburst

Hanwei Liu Zhanxing Wang

Shandong Zaozhuang Mining Group Gaozhuang Coal Industry Co., Ltd

[Abstract] Rock burst, also known as rock burst, is one of the serious disasters in the process of coal mining. In the situation of increasing depth of coal mining and increasingly complex mining conditions, in-depth research on coal mine rock surge prevention measures can not only more effectively protect the life safety of coal miners, but also reduce equipment safety risks to a certain extent and reduce the economic losses of enterprises, which is of great value to promote the high-quality development of coal industry. In this paper, the hazards of rock burst in coal mine are described, the occurrence conditions of rock burst in coal mine are deeply analyzed, and feasible prevention measures are put forward, in order to provide theoretical support for related enterprises to carry out work.

[Key words] coal mine; Rock burst; Occurrence conditions; Prevention and cure

前言

煤矿冲击地压主要是指煤矿井巷或工作面周围煤(岩)体由于弹性变形能的瞬时释放,而产生突然、剧烈破坏的动力现象,现已成为威胁煤矿开采安全的重要因素。冲击地压灾害的发生具有极大的突发性,往往没有明显的征兆,且难以对其发生的时间、地点及强度开展预测;发生时伴随着的强烈震动和声响,将对周围的煤岩体和设备产生极大的破坏作用,如煤壁片帮、顶板下沉、底鼓、支架折损、巷道堵塞等,甚至出现人员伤亡。基于此,制定科学的防治措施,对煤矿安全生产具有重要价值。

1 煤矿冲击地压的危害

煤矿冲击地压灾害的出现常伴随煤(岩)体瞬间位移、抛出、巨响、气浪等作用力,产生极大的破坏力,具体体现在以下几个方面。第一,损坏巷道。煤矿开采过程中,巷道发挥着通风、运输、行人、排水、瓦斯抽放重要作用,一旦发生冲击地压灾害,巷道内支架可能受到破坏,导致巷道断面瞬间收缩变小,甚至出现巷道合拢情况,从而对其正常使用产生不良影响,增加后续救

援难度。第二,毁坏设备。冲击地压对范围内煤矿开采、通风、运输等设备的危害是毁灭性的,在冲击地压发生的瞬间,设备可能会出现颠覆移位、损坏变形,导致设备瞬间无法正常工作而引起一系列的连锁反应,增加安全隐患。如冲击地压产生的强大冲击波,可能会摧毁风门、掘进工作面的风筒等通风设施,导致矿井通风系统瘫痪,进而影响矿井的安全生产。第三,人员伤亡。由于该灾害具有突发性特征,发生时人员往往难以快速躲避至安全区域,受撞击、冲击波等伤害造成伤亡。第四,诱发其他灾害。冲击地压将诱发一系列煤矿重大事故,包括瓦斯异常涌出、煤与瓦斯突出、突水、瓦斯爆炸等,带来更为严重的后果^[1]。

2 煤矿冲击地压的发生条件

2.1 煤层或围岩的冲击倾向性

煤岩体的物理力学性质直接决定了煤层或围岩的冲击倾向性。煤岩体受外力作用时,内部应力超过了其强度极限,将释放出极大的能量,此时若受外力作用,将极大增加突破坏力的概

率,进而引发冲击地压。而煤岩体的应力状态也是影响其冲击倾向性的重要因素。通常情况下,开采深度超700m的矿井,煤层和围岩可能处于高应力状态,即使开采深度低于700m,其应用也将受复杂开采环境的影响,提高冲击地压发生的概率,且开采越深,冲击地压发生的概率越大^[2]。

2. 地质构造作用

煤矿开采过程中,常见地质构造类型有断层、褶曲等,在冲击地压的发生过程中起着至关重要的作用。断层可对煤岩体的连续性产生破坏作用,在其周围形成应力集中区域,一旦开采活动接近或揭露断层,堆积在断层带附近的高应力具有突然释放的风险,从而增加引发冲击地压的概率,对井下安全构成严重威胁。褶曲构造同样不可忽视,背斜和向斜的转折端应力集中程度通常较高,而在褶曲较为紧闭的部位,受强烈挤压作用,积聚大量的弹性能,开采过程中极易成为冲击地压的潜在发源地。需要注意的是,煤矿开采区域地质构造具有极大的复杂性,这种特征可能会进一步凸显局部区域应力异常问题,导致煤矿开采过程中应力传递、应力积聚方式出现变化,从而增大冲击地压发生的不确定性。

2.3 其他条件

煤矿冲击地压的发生还与煤矿开采方式、巷道布置与支护情况、开采区域内水文地质条件、煤岩体中瓦斯含量、施工扰动作用等因素存在一定关联性。第一,煤矿开采方式。不合理的开采方式将会对煤岩体的原有平衡性产生严重破坏,如过于激进的大规模开采或不按照特定顺序地回采,可导致局部应力快速积聚且难以有效释放,从而增加冲击地压发生风险,而采用长壁开采时,规划不科学,将导致大面积顶板垮落,诱发冲击地压。第二,巷道布置与支护情况。若煤炭开采过程中存在支护强度不足、支护方式不恰当、支护与围岩相互作用不协调等问题,可能无法有效抵抗煤岩体变形和应力传递,由巷道失稳诱发冲击地压。第三,开采区域内水文地质条件。丰富的含水层或含水构造将一定程度上降低煤岩体强度,引起应力重新分布,成为冲击地压的潜在诱因^[3]。

3 煤矿冲击地压的防治措施

3.1 优化开采设计

制定科学合理的煤矿开采方案是降低冲击地压发生概率的前提条件,也是预防冲击地压的关键措施。在矿井设计阶段,相关人员需综合采用地质钻探、地球物理勘探、坑或槽探、地质剖面法、遥感勘探法等对区域内的地质环境进行全局把握,并进行地面与井下实地调查,充分了解地质条件,确保勘测资料的准确性,以此确保开采方案的合理性。首先,明确地层分布特点、厚度、岩性变化等,分析不同岩层的物理和力学性质,如硬度、强度、稳定性等,为巷道布置和支护方式选择提供参考数据。其次,精准识别和评估断层或褶皱等地质条件,了解其对煤层的破坏程度,预测发生的安全事故概率。最后,评估冲击地压出现的风险和潜在影响,从可能性角度出发,从多方面制定详细的应对方案^[4]。

3.2 降低煤层冲击倾向性

煤层注水属于一种有效的区域性防范措施,旨在利用煤层中打设的钻孔将压力水注入煤体内部,使煤体预先湿润,降低煤尘生成量,同时改变煤岩物理力学性质,达到降低煤层冲击倾向性的目的。该技术应用需严格遵循特定的操作流程,具体如下,第一,注水前勘测。在实际应用之前,需采用水压力仪器对注水区域进行全面勘测,依据勘测结果制定注水方案。第二,注水作业。在煤层注水施工过程中,需严格控制钻孔参数、注水压力、注水量、注水流量等,具体参数详见下表1,具体需依据实际情况进行调整。

表1 煤层注水作业参数

钻孔参数	孔深	$L = L_1 - M$ 其中 L 表示钻孔深度, L_1 表示工作面长度, M 表示与煤层透水性和钻孔方向有关的参数
	孔径	75mm—100mm
	孔间距	5m—10m
	开孔位置	距地板高度 < 1.5m
注水压力	10MPa—20MPa	
注水量	煤层含水率增加 2%以上为基准	

第三,注水后。具体结束时间依据煤层实际需要而定,且在结束之后,需使用清洗工具对注水管道进行清洗,防止堵塞^[5]。

3.3 减缓应力集中

减缓应力集中是降低冲击地压发生概率的重要手段,常用方法有合理留设煤柱、实施局部充填、松动预裂爆破等。首先,合理留设煤柱。该防护手段意在保护建筑物、铁路、水体、主要井巷等,避免受到地下开采的有害影响,水平隔离煤柱:针对多水平开拓的深部矿井,可选择在运输水平之上、下水平、下阶段上部留设宽20m左右的水平隔离煤柱,可一定程度上避免上水平的矿井水涌入下水平,此外,煤柱留设的方法还包括垂直剖面法、垂线法、数字标高投影法等,需依据煤矿外形、煤层位置与产状等因素进行合理选择。其次,实施局部充填。在采矿过程中,可采用干式充填、水力充填或胶结充填等方式,对部分采空区进行废石、尾砂、粉煤灰等材料充填,以此减少上覆岩层的下沉和移动,达到减缓应力集中的目的。最后,松动预裂爆破。该技术应用的主要目标在于在煤岩体中人为制造裂缝,降低其整体强度,减缓应力集中作用,常用手段有深孔预裂爆破、浅孔预裂爆破、切割槽预裂爆破等,还有利于改善煤岩体的透气性,为瓦斯抽放、煤层注水等工作提供支持^[6]。

3.4 巷道安全防护

对于冲击地压发生风险较高的开采区域,掘进巷道断面净宽和净高需达到一定的标准,一般情况下,净宽需 $\geq 3m$,净高需 $\geq 2.4m$,以确保拥有足够的空间应对可能的冲击地压事件。与此同时,为增强巷道的稳定性,实际开采过程中,需适当增加支护强度,一方面,选择钢材、锚杆、锚索等更坚固的支架材料,将巷道周围的岩石同支架连接在一起,形成一个整体支护结构,提升

巷道抵抗冲击地压压力的性能,另一方面,可考虑增加支护密度,通过缩小支架间距,增强巷道的支护强度,分散冲击地压带来的压力,还可在巷道周围设置多层支护结构,如先设置锚杆支护,再设置钢架支护或锚索支护,以此形成一个更为稳定的支护体系,提升巷道的承载能力。

3.5加强危险区管理

为提高煤矿生产安全,企业在煤矿开采过程中,需对煤矿开采环境进行全面勘察和评估后,划分危险区域的具体位置和范围,并对其进行实时监测。相关人员需在危险区内安装应力传感器、位移传感器等监测设备,实时监测该区域的应力变化、岩层位移等情况,一旦发生异常情况,及时采取针对性应对措施。同时,企业还需制定详细的应急预案,明确应急组织结构、应急资源分配、应急救援措施等,并适时开展应急演练,检验应急预案的可行性和有效性,不断对其进行完善和优化,提高相关人员的应急水平,确保在发生冲击地压时能迅速、有效地做出响应。

4 结语

冲击地压属于煤矿开采过程中一种严重的自然灾害,对工作人员的生命安全、煤矿的正常生产均构成了严重的威胁。在

实际煤矿开采过程中,企业需深入分析冲击地压的发生条件,从优化开采设计、降低煤层冲击倾向性、减缓应力集中、巷道安全防护、加强危险区管理等各个方面出发,制定科学的防护方案,以此提高煤矿安全管理水平,增强煤矿生产的安全稳定性。

[参考文献]

- [1]姜福兴,张翔,朱斯陶.煤矿冲击地压防治体系中的关键问题探讨[J].煤炭科学技术,2023,51(1):203-213.
- [2]潘俊锋.煤矿冲击地压启动理论及其成套技术体系研究[J].煤炭学报,2019,44(1):173-182.
- [3]齐庆新,马世志,孙希奎,等.煤矿冲击地压源头防治理论与技术架构[J].煤炭学报,2023,48(5):1861-1874.
- [4]孟庆锋.煤矿冲击地压发生条件及防治技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(20):154-156.
- [5]李宏艳,莫云龙,孙中学,等.煤矿冲击地压灾害防控技术研究现状及展望[J].煤炭科学技术,2019,47(1):62-68.
- [6]李鹏.厚硬顶板冲击地压发生机理及防治实践[J].煤矿安全,2023,54(5):211-216.