

孤岛工作面冲击地压防治技术研究与应用

刘吉超

淮北矿业集团西北分公司华龙煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v7i10.1967

[摘要] 通过微震系统、钻屑法、支架阻力监测等方法,对孤岛工作面冲击地压危险性进行预测和分析。对冲击危险性区域采取“帮部大直径钻孔预卸压+顶板水力压裂卸压”立体式卸压解危。局部小范围顶板裂隙发育,使用顶板水力压裂卸压效果不佳的情况下,以密集钻孔代替水力压裂取得了较好的效果。解危后,通过“钻屑法+N”的方法进行综合分析验证。现场施工期间,通过改进钻屑法施工,提高了钻屑法监测和验证数据的可靠性。根据冲击危险性预测和分析、综合分析验证,调控工作面推进速度,促进了孤岛工作面安全生产,给类似孤岛工作面冲击地压防治技术与应用提供了参考。

[关键词] 孤岛工作面; 冲击地压; 区域监测; 在线监测; 微震系统; 局部监测和验证; 钻屑法+N; 支架阻力监测; 立体式卸压解危; 水力压裂卸压; 密集卸压钻孔

中图分类号: TK01+2 文献标识码: A

Research and Application of Impact Ground Pressure Prevention and Control Technology in Isolated Face

Jichao Liu

Huabei Mining Group Northwest Branch Hualong Coal Mine

[Abstract] The impact ground pressure danger of the isolated face was predicted and analyzed through microseismic system, drilling debris method, and support resistance monitoring. For the areas with impact danger, a three-dimensional pressure relief and hazard elimination method of "large-diameter boreholes on the side walls for pre-relief + hydraulic fracturing of the roof for relief" was adopted. When the local small-scale roof fractures were developed and the effect of hydraulic fracturing was not good, dense boreholes were used instead of hydraulic fracturing and achieved better results. After hazard elimination, a comprehensive analysis and verification were conducted through the "drilling debris method + N" approach. During the on-site construction period, the reliability of the drilling debris method monitoring and verification data was improved by improving the construction of the drilling debris method. Based on the prediction and analysis of impact danger and comprehensive analysis and verification, the face advancement speed was regulated to promote the safe production of the isolated face and provide a reference for the prevention and control technology and application of impact ground pressure in similar isolated faces.

[Key words] Isolated face; Impact ground pressure; Regional monitoring; Online monitoring; Microseismic system; Local monitoring and verification; Drilling debris method + N; Support resistance monitoring; Three-dimensional pressure relief and hazard elimination; Hydraulic fracturing relief; Dense relief boreholes.

引言

目前,随着我国采煤工艺的发展,高产高效综合机械化采煤工作面已经替代了低产低效的炮采面,并且出现了智能化采煤技术,这给很多矿井采煤工作面的接替造成了严重的困扰。鉴于以上原因,综采工作面跳采成为接替紧张的一个产物,造成两面采空的孤岛工作面增加,这给矿井孤岛工作面防冲管理增加了难度。

孤岛工作面开采上覆岩层运动规律以及矿压显现规律与非孤岛开采条件下的工作面有很大差别。对比一般采场非孤岛工作面开采时上覆岩层运动规律,孤岛开采条件下,地应力显现复杂多变,工作面应力集中明显,巷道支护困难,覆岩离层和断裂高度明显增大。由于孤岛工作面开采顶板控制难度的增加,会给工作面的快速推进带来较大的困难。

1 工作面概况

华龙煤矿50215孤岛工作面走向长1050m,倾向长194m,煤层倾角 $0\sim 2^\circ$,煤层厚度平均2.1m,可采储量54.86万吨,设计月生产能力为10.9万吨,工作面服务年限5个月。该工作面因采掘接替极其紧张而采取的跳采方案形成的工作面布局,工作面两侧均为采空区,属于孤岛工作面。

50215孤岛工作面于2021年12月被安徽理工大学鉴定为弱冲击地压危险工作面,冲击类型为孤岛工作面煤柱型。该工作面于2022年11月开始生产,工作面采用综合机械化开采工艺,并采取了科学、合理的防冲措施,目前50215孤岛工作面已正常回采完毕。

2 存在问题

(1)50215孤岛工作面是两侧采空的工作面,开采过程中工作面与采空区的高位顶板将同时运动,存在冲击地压危险,同时存在“一通三防、防治水和顶板”等安全问题。(2)工作面支架可能出现的异常压力。(3)应力集中区、初次来压、周期来压、见方来压,可能造成压死支架。

3 技术措施及原理说明

3.1 两巷围岩变形监测和顶板离层仪监测

能提前发现巷道压力变化情况,可以提前对压力大区域采取补强支护措施,对应力集中区域提前采取预卸压,进一步减小了冲击地压危险性的可能性。

3.2 支架阻力在线监测

安装好后,能自动全天候监测矿压情况,能及时发现工作面初次来压、周期来压、见方来压等情况,为孤岛工作面冲击地压危险性提供数据参考。

3.3 区域监测选用微震系统监测

微震系统能覆盖整个工作面及附近200m范围的影响区域,敏感度高,安装好后能形成立体空间式的、连续无死角自动监测。

3.4 局部监测和验证

局部监测采取超前煤壁150m进行钻屑法监测,让工作面形成150m左右的动态安全回采区间。

验证采取“钻屑法+N”的方法进行综合分析验证。对应力集中区域或钻屑法等数据异常的,解危后,使用“钻屑法+N”的方法进行综合分析验证,即“钻屑法+微震监测+顶板离层仪监测+围岩监测+抗压在线监测”等数据及其他观测数据进行综合分析和验证,直至“钻屑法+N”数据全部正常后方可回采通过,确保安全回采。

3.5 立体式卸压解危方案

冲击地压解危方案采取“帮部大直径钻孔预卸压+顶板水力压裂卸压”立体式卸压解危方案。

50215孤岛工作面回采期间,对弱冲击区、应力集中区、“钻屑法+N”验证异常区采取“帮部大直径钻孔预卸压+顶板水力压裂卸压”立体式卸压解危。

4 现场应用

4.1 矿压管理

(1)围岩变形监测和顶板离层仪监测。50215孤岛工作面两

顺槽每隔50m布置2组间距1m的围岩变形监测点,每隔50m设置1组顶板离层仪监测,正常每7天观测一次,异常地段每天观测一次。(2)工作面支架阻力监测。工作面每隔10台支架安装一台GPD60W(A)矿压无线在线监测器,实现24小时工作面矿压在线监测监控。工作面回采期间,矿压在线监测和人工观测相结合,对液压支架初撑力、工作阻力进行监控,认真记录监测数据。若现场发现工作面支架工作阻力异常增加,结合其它监测方法确定超前段冲击危险性,并采用钻屑法进行检验。(3)50215孤岛工作面两顺槽支护。50215孤岛工作面两顺槽超前工作面煤壁70m架设2排一梁一柱中定位铰接顶梁(长1.2m)配合DW28-250/100单体支护进行支护。

对围岩变形监测、顶板离层仪监测数据变化较大区域,采取补打锚杆、锚索进行补强支护,按照弱冲击地压区域进行管理,超前煤壁200m采取大直径钻孔预卸压解危,严格按照钻屑法施工方法进行冲击危险性验证。

4.2 微震系统

4.2.1 微震系统布置

根据台网布设原则以及50215工作面地质条件,且利用现有巷道,在保证事件定位精度的情形下,50215工作面微震监测台网共设计11个微震监测点:

(1)50215工作面回采期间冲击地压微震监测台网设计为:回风顺槽5个微震监测点,胶带顺槽6个微震监测点,并在两顺槽各设置一个采集分站。(2)50215工作面胶带顺槽距离切眼80米处设置第一个微震传感器,由切眼向外每隔180米安装一个微震传感器;50215工作面回风顺槽距离切眼180米处设置第一个传感器,由切眼向外每隔180米安装一个传感器,胶带顺槽与回风顺槽传感器布设呈交叉状,从而实现整个工作面回采期间的冲击地压监测。

4.2.2 传感器安装

微震监测点传感器采用煤帮板钻孔安装,孔深为 1800 ± 200 mm,使用钢管套管安装。

单分量传感器钻孔直径30mm,套管直径40mm;安装方式:钻孔内放套管,管底用黄泥密封,再将传感器压入孔底,最后放入黄泥将传感器与套管内壁贴合固定,使黄泥包裹传感器。完成后使用黄沙填入套管内,于套管口再次填入黄泥密封,使传感器隔绝外部噪声影响。最后在套管与钻孔间隙注入水泥,固定套管与孔壁。

4.3 钻屑法实施

检测范围:重点监测回采工作面前方150m范围评估具有弱冲击危险区域的工作面实体帮。

钻孔深度:参考《煤粉监测GB/T25217.6-2019冲击地压测定、监测与防治方法第6部分:钻屑监测方法》,巷帮监测钻孔深度不小于10m。

监测频率:工作面巷道的弱冲击危险区域,巷道监测区域应覆盖采动应力影响范围,且不小于150m(考虑孤岛工作面开采),钻孔间距为30m,每循环监测周期内监测钻孔个数应各不

小于5个,每循环监测周期的监测间隔时间为:弱冲击危险区不超过3天。

4.4 立体式卸压解危

对弱冲击区、应力集中区、“钻屑法+N”验证异常区采取“帮部大直径钻孔预卸压+顶板水力压裂卸压”超前煤壁200m进行空间立体式解危。

(1)帮部大直径卸压钻孔解危。大直径卸压钻孔参数:直径150mm,孔位间距3m,钻孔布置在距巷道底板0.5~1.5m位置处,孔深设计为15m(孔深应达到高应力集中区)。钻孔卸压工作严禁与工作面采煤工作同时进行。打钻期间如若出现卡钻、顶钻、吸钻等动力现象时,应立即停止作业、按避灾路线撤人、断电并汇报矿调度。(2)顶板坚硬岩层水力压裂卸压解危。经钻孔解危卸压仍无法有效降低工作面冲击危险时(钻屑法超标;应力在线测点应力没有下降或测点应力未下降到绿色范围),再采取顶板坚硬岩层(细砂岩)水力压裂,形成立体式卸压解危。

水力压裂解危施工,做好人员管理及坚持“检验、卸压、再检验、回采”基本原则。为提高水力压裂解危卸压技术效果,结合50215工作面覆岩条件,在胶带顺槽、回风顺槽顶板各设计1排水力压裂钻孔,钻孔仰角为80°,长度为33m,钻孔内自钻孔末端1.5m开始,每3m压裂一次,钻孔采用后退式迈步压裂的方式压裂。单次压裂时间为5min,或当相邻孔内有流量稳定的水溢出时,停止压裂孔的压裂作业,并开始下一位置的压裂工作。

5 应用效果

5.1 应用过程中存在问题

(1)顶板离层仪观测反应不灵敏,经常出现围岩变形观测数据已经出现明显变化,顶板离层仪观测数据没有变化的情况。(2)微震系统反应非常灵敏,受其它干扰影响较大,需结合两巷围岩变形监测、顶板离层仪监测、工作面在线矿压监测及钻屑法验证等资料分析才能对现实生产具有指导意义。(3)钻屑孔监测准确性不高。现场施工钻屑孔时,出现煤粉量小于正常涌粉量达到0.1kg/m以上的钻屑孔。经研究分析,现场打孔时,煤粉受通风影响,部分煤粉被吹走,再加上现场操作不规范,导致数据失真较大。(4)顶板水力压裂对于顶板裂隙发育地段效果较差。

5.2 应用改进

(1)两巷矿压观测以围岩变形观测为主、顶板离层仪观测为辅。(2)将微震系统数据结合工作面液压支架的工作阻力、两巷围岩变形观测、顶板离层仪观测、钻屑孔数据等进行综合分析,提高结果的可靠性,以利于指导现场生产工作。(3)为了提高钻屑监测准确性,50215工作面两顺槽将钻屑孔间距减小到5m,增加监测孔数,加密监测,以增加分析数据。(4)现场施工时,钻孔口迎风流前方设置挡风板,同时加强按粉规范操作管理,提高数据真实性。(5)对于局部较小范围顶板裂隙发育地段,以间距500mm的密集卸压钻孔代替水力压裂,密集钻孔深度、角度均与水力压裂钻孔相同,效果较好。

5.3 应用效果

(1)初次来压期间,日微震事件累积能量达到峰值,工作面工作阻力较大,煤壁出现片帮,两巷超前支护区域出现明显底鼓,钻屑孔涌粉量明显比正常值高0.1kg/m以上,个别钻屑孔数据处于报警临界值,在通过大直径预卸压钻孔后,钻屑孔涌粉量明显降至报警临界值以下。(2)工作面周期来压时,日微震事件累积能量数据会出现小峰值,液压支架工作阻力会明显升高,两巷采动影响区域内的围岩,受持续性的采动影响出现周期性变化,钻屑孔涌粉量变化不是很明显(在报警临界值以内)。(3)见方来压或回采至应力集中区时,日微震事件累积能量会出现一个峰值,巷道底鼓量增加,工作面液压支架和两巷单体支柱工作阻力明显升高,钻屑孔涌粉量明显比正常值高0.1kg/m以上,个别钻屑孔数据处于报警临界值,在通过大直径预卸压钻孔后,钻屑孔涌粉量明显降至报警临界值以下。(4)通过微震监测数据、工作面工作阻力监测数据、钻屑孔监测数据收集,每当出现周期来压、见方来压等时,我们通过调整推进速度,加强工作面支护二次补液频度,确保了50215孤岛工作面安全生产。(5)对于冲击危险区、应力集中区等采取“钻屑法+N”验证效果较好。(6)“帮部大直径卸压钻孔+顶板坚硬岩层水力压裂卸压”立体式卸压解危效果良好。对于局部较小范围顶板裂隙发育段,以密集钻孔代替水力压裂,取得了较好的效果。

6 结论

(1)经过工作面矿压在线监测、两巷围岩变形观测、微震数据、钻屑孔数据等研究分析,一般工作面周期来压期间、见方来压期间、应力集中区,工作面矿压在线监测、两巷围岩变形观测、微震数据均出现了一致性的变化,对于孤岛工作面冲击危险性分析判断具有很好的指导作用。与钻屑法结合,能超前150m对工作面冲击危险性进行预测预报,有利于对弱冲击地压区域或应力集中区域提前预卸压和补强支护。(2)对改进后的钻屑法验证,提高了准确性,为其它孤岛工作面钻屑法施工提供了实用性很高的操作经验,有效确保了孤岛工作面的安全回采。(3)对于评估具有冲击危险的区域和巷道压力大的区域,采取立体式卸压解危后,钻屑法验证数据正常,效果明显。

[参考文献]

- [1]李宝富,魏向志,任永康.千秋煤矿冲击地压发生特点及成因分析[J].煤炭工程,2014,(1):83-86.
- [2]陈颖,刘福祥.孤岛工作面冲击危险性分析及防治研究[J].山东煤炭科技,2011,(4):220-221.
- [3]秦玉红,窦林名,牟宗龙.义马千秋煤矿冲击地压危险性分析[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2004,(1):30-31.
- [4]李松营,姜红兵,张许乐,等.义马煤田冲击地压原因分析与防治对策[J].煤炭科学技术,2014,(4):35-38.
- [5]张书敬,姚建国,鞠文君.千秋煤矿冲击地压与微震活动关系[J].煤炭学报,2012,(0S1):7-12.

作者简介:

刘吉超(1985--),男,汉族,四川金阳人,工程师,本科,士,研究方向:采煤。