

大采高综采面末采矿压控制技术

温贺兴,杜福荣,孟祥甜,何志辉,肖玉峰,徐衍

(内蒙古科技大学 矿业工程学院,内蒙古 包头 014010)

摘要:针对神东矿区工作面末采段容易发生压架事故的问题,结合矿压规律、覆岩运动特征及理论计算,就停采调速让压、强制放顶减压、调节采高缓冲降压3种措施的机理与运用进行了研究.结果表明,在调整采高前提下通过停采、调速让压、强制放顶措施的单一或者综合运用均能实现定点定位来压与围岩的提前卸压,保证贯通回撤时顶板不来压.此研究结论很好地指导了霍洛湾矿22202面的末采顶板管理工作,实现了安全高效生产与回撤,为类似条件矿井末采提供参考.

关键词:大采高;末采;矿压控制;让压开采;强制放顶

中图分类号:TD323 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-5876(2014)01-0009-04

Research on mine pressure control technology of end – mining in large mining height fully – mechanized mining face

WEN Hexing, DU Furong, MENG Xiangtian, HE Zhihui, XIAO Yufeng, XU Yan

(School of Mining Engineering, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

Abstract: According to the problem of support crushing accidents at the ending stage of fully – mechanized face in Shendong mining area, strata behavior regularity and overburden strata movement and theoretical calculation are adopted to study the principle and the application of stopping mining and speed control for yield, forced caving for reducing pressure, and adjusting mining height for Buffer Depressurization. Results show that under the premise of adjusting mining height, speed control and forced caving can achieve the pressure coming from the fixed point and position and the surrounding rock depressurizing in advance, no matter the above – mentioned single method or comprehensive methods are taken. It can ensure that the roof pressure of the well does not retreat. It can guide the roof control at the ending stage of the NO. 22202 fully – mechanized face in Huoluowan coal mine mining well, which can realize the safe and the efficient production and removing, and provide references for the similar conditions at the ending stage.

Key words: large mining height; end – mining; mine pressure control; yield mining; forced caving

为适应高产高效矿井的建设,在神东矿区建立了以无轨胶轮车为辅运设备、辅巷多通道为巷道布置的末采回撤模式,实现快速搬家倒面^[1,2].末采段顺利进行是此模式实施的重要前提,因为在近浅埋煤层条件下工作面采动压力集中,矿压显现剧烈,局部极易发生顶板大面积来压,出现冒顶甚至压架现象,直接影响后续工作的展开.如何有效控制末采段矿压显现是能否实现快速回撤的关键,是

实现末采期间工作面开采和回撤的安全性、可操作性、高效生产首要解决的问题^[3].

为此,本文基于矿山压力与岩层控制理论与技术,对末采期间工作面顶板运动特征及岩层运动引起的矿压显现规律进行分析,提出了让压开采、控制采高、强制放顶的技术办法,结合霍洛湾煤矿2盘区22202面末采进行控制技术实践与研究,所得结论可为类似开采条件的矿井末采段安全高效生

产提供技术参考。

1 工程概况

霍洛湾煤矿位于神东矿区西北部,22202 工作面所采 2-2 煤,煤层倾角 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$,普氏系数 $f=2 \sim 3$,厚度 5.4 ~ 5.76 m,设计采高 5 m,地面标高 1 193 ~ 1 260 m,底板标高 1 060 ~ 1 075 m,为近浅埋埋藏条件. 工作面面长 240 m,推进长度 1 887 m,在工作面回风巷道侧的初采起 987 m 长为 1 盘区的采空区,中间保护煤柱宽度在 30 ~ 80 m 不等,随后 900 m 长为 150 m 公路保护煤柱;在进风巷道侧为 22203 工作面;切眼后方为矿井边界;工作面停采线距 2 盘区辅运大巷 80 m. 工作面老顶为 16.2 m 灰白色细砂岩、粉砂岩,直接顶为 1.5 m 深灰色砂质泥岩、泥岩,直接底为 5.1 m 深灰色砂质泥岩、粉砂岩^[4]. 采用 ZY86400/25.5/55 型掩护式支架,工作阻力 42.5 MPa.

2 控制技术

目前对未采段的研究主要为矿压观测与规律层面,而对矿压控制技术方面的研究较为缺乏,主要有让压开采、采高控制、强制放顶.

2.1 让压开采

让压开采是在综采面末采工作工程中通过调节推进速度及适当位置停采来改变周期来压步距,在贯通前定位实现最后一次周期来压,使回撤通道顶板的压力得到提前充分释放^[5],消除贯通回撤工程中受顶板来压威胁的有效措施. 使用停采让压、调节推进速度,可以使周期来压步距发生改变、使来压段持续的长度得到减短,实现贯通时顶板不来压的目标,而要实现以上目标,停采时机与位置的选择尤为重要. 在时机合适的前提下,合理的让压位置是间隔煤柱保持稳定与贯通回撤期间顶板不来压的保证. 根据文献[6]中关于使煤柱保持稳定的让压间隔煤柱宽度的公式,计算得到当工作面推进至距离主回撤通道 5.6 m 时为停采让压的合适位置. 在未采剩 100 m 时开始跟进矿压观测与老顶断裂步距测量,根据测量数据分析若得到图 1 此类情况,则符合采取停采让压措施的适用条件,图 2 的情况还将在下文强制放顶中进行论述.

当工作面推进至距回撤通道 100 m 左右时,在正常推进速度下开始跟进矿压观测与老顶断裂步距测量工作,依据断裂步距数据推算出距主回撤通

道最近的周期来压位置,且随推进工作的进行实时更新,保证资料数据的准确性. 尽量在最后挂网段控制好推进速度,保持匀速推进,如此所得的数据具有较高的可用性和准确性. 在此结合矿山压力显现规律与覆岩运动特征,在停止推进与减速推进这 2 方面对停采让压实现工作面不来压的情况进行分析.

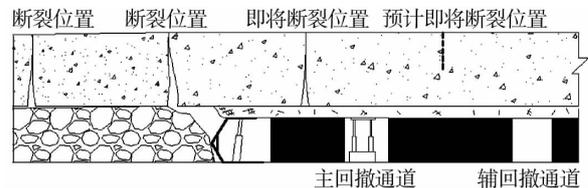


图 1 让压开采适用类型

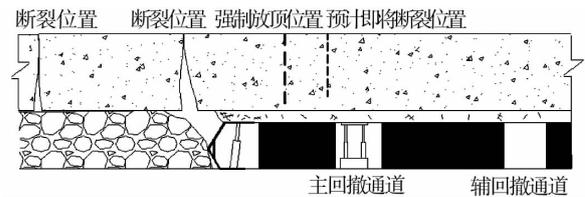


图 2 强制放顶适用类型

在未采段跟进矿压观测与老顶断裂步距测量,若得到在图 2 此类情况下,符合停采让压措施的适用条件. 当工作面末采段最后一次即将来压或已经出现来压迹象时采取停采措施,因为在贯通位置前最后一次来压前的某合理位置停采,可以实现减小来压持续长度与剧烈程度的目标,从而有效避免支架在与主回撤通道贯通时受顶板剧烈来压影响. 因为在正常推进时,推进速度较快(基本在 10 ~ 12 m/d),若将采场围岩视为黏弹性体,自身具有一定稳定性,在此速度下可以维持一段时间的稳定不断裂且具有较好的完整性,即受破坏程度较小,导致无法充分卸压. 在停采时基本顶在围岩压力作用下会在裂隙处不断发育裂隙并在新的地方产生新的裂隙,同时在围岩压力与自重作用下顶板产生一定程度的下沉与回转. 与支架直接相接的岩块下沉回转会将部分力作用于支架,如此则支架会处于较高工作阻力状态,故而停采前要做好泵站压力保持与支架活柱有效行程的准备. 停采一段时间后,工作面继续按正常速度推进,在直接顶在停采时间内充分垮落,基本顶已经有部分下沉与回转情况下,此时的推进过程中基本顶回转下沉到达支架后方煤矸石堆的距离明显减小,将更容易搭接到矸石堆顶部到达稳定状态,在与没有采取停采措施相比,来压持续长度与剧烈程度都有明显减小.

顶板岩层的破断不只是受岩石物理力学性质、岩体结构、厚度、地质构造、层理等自身因素影响,而且很大程度由采高、推进速度等因素所主导.推进速度直接影响工作面矿压显现特征.在该矿区老顶条件下,推进速度的加快,则顶板岩层的极限垮落步距越大,反之将减少,所以通过调节推进速度来顶板控制周期所在位置及来压步距.在根据工作面不同的顶板岩性以及周期来压规律,采取让压开采措施正是利用推进速度的变化会对周期来压特征产生影响的规律来改变工作面来压的位置,顺利实现如图1所示条件的出现.覆岩载荷的传递是时间延迟的,当推进速度较快时,载荷将无法充分传递,即作用于老顶的载荷 q 将减小,而按周期来压步距的计算公式来看,步距随载荷的减小而增大^[7].反之,减慢推进速度延长时间可以给顶板裂隙发育提供充足的时间,也就相应给顶板下沉回转留有更多时间,这样顶板来压周期步距就减小.按照此规律,结合矿压数据观测与老顶断裂步距测量分析,再通过控制推进的速度,来实现定位来压.这样所留下的顶板长度不足以构成一次周期来压,也减小围岩压力,实现贯通后的通道顶板无压力.

2.2 强制放顶

目前强制放顶技术多用于工作面初采放顶,来实现顶板快速断裂,从文献检索来看该技术始于大同矿务局,2003年后开始在神东矿区的大柳塔、上湾、乌兰木伦等矿使用并得到广泛推广^[8],且都取得了较好的效果,保障了初采生产安全.

在煤矿生产过程中,顶板垮落与周期来压受到的影响因素特别多,通过人为的采取停采、调节开采推进速度等措施无法做到定位来压的情况下,即图2所示情况时,可采用强制放顶措施,定位实现顶板断裂.根据矿区浅埋深、厚基岩顶板来压时的冒落规律,运用较为成熟的初采强制放顶技术,在支架后方采空区定点进行强放,以迫使顶板提前断裂,遗留的顶板长度不足以构成一次周期来压,释放围岩压力,实现贯通前后的顶板小压力^[9].

通过向支架后方顶板打深眼放炮来使顶板形成裂隙,其在围岩压力与自身重力作用下,会发生下沉回转.通过破坏顶板的整体性,增加弱面以减弱岩层的物理力学性质,降低其力学强度,改变顶板破断的跨距与形式,达到减小来压步距和来压强度的目的^[10].用深孔爆破方法人为地将部分顶板切落使之形成一道一定深度的沟槽^[11],顶板冒落

后会可形成一定厚度的垫层.同时顶板在矿山压力作用下会沿着这条沟槽慢慢发育裂隙发生弯曲下沉直至折断.垫层可以对上覆岩层回转折断起支撑或缓冲作用,减小其回转的行程,有效的缓和顶板冒落时形成的冲击波及暴风^[12],支架受力也由动载变为静载.切断顶板破坏顶板的完整性,加速了围岩卸压,使剩余的上覆岩层较易垮落,从而减弱了后续顶板垮落的冲击强度,保证工作面贯通回撤的安全^[5].

2.3 采高控制

工作面末采段在受采动与掘进双重影响下应力高度集中,矿压显现剧烈.在同一工作面条件下,除推进速度(让压开采)外,主要受开采高度直接影响,采高越大,上覆岩层破坏范围越大,矿压显现愈强烈.为此,适当控制采高,是可以有效减缓顶板矿压显现强度,同时应给液压支架留足可缩量,以应对顶板突增的下沉.

根据工作面巷道掘进时顶底板煤层高度测量情况,末采段煤层较厚,在5.6~5.7 m之间;直接顶1.5 m.垮落直接顶的堆积高度计算式^[13]:

$$h_d = \sum h K_p. \quad (1)$$

式中, h_d :垮落直接顶的堆积高度,m; $\sum h$:直接顶厚度,m; K_p :岩石松散系数,1.35.

根据此计算公式,计算3.0,3.5,4.0,4.5 m 4种采高条件下的垮落后堆积高度与顶板可弯曲下沉的距离(见表1).

表1 不同采高下垮落情况

采高/m	架高/m	垮落堆积高度/m	弯曲下沉空间/m
3.2	3.4	5.33	1.82
3.6	3.8	4.79	2.36
4.0	4.2	4.25	2.90
4.5	4.7	3.58	3.60

从架高与堆积高度来看:在4.0 m以下采高垮落堆积能够充填到支架的高度,且采高越小,堆积比支架高出的距离越大,老顶可弯曲下沉的空间越小,即采场顶板来压时矿压显现对液压支架的影响更加有限.在采高为4.0 m时,堆积高度仅在理论上比支架高0.05 m,而在顶板下沉后会压实矸石堆,实际高度将低于架高,如此在顶板来压时对支架的冲击作用会比较强烈.

从资源利用效率与巷道支护来看:采高越大,资源利用率越高.受单体支柱的条件限制:单体最大高度4.0 m,留设0.3 m的行程.故而目前巷道

一般高度 3.6 ~ 3.7 m. 为避免形成台阶造成应力集中, 故而选择 3.6 m 作为末采段采高.

3 工程实践

在霍洛湾煤矿 22202 工作面推进至距回撤通道 97 m 时, 开始矿压监测与断裂步距测量工作, 按照设定的距回撤通道 5.6 m 为最后一次周期来压位置, 进行实时的分析计算, 运用调节推进速度控制来压步距. 周期来压步距在 10 ~ 12 m 之间较为稳定, 按正常推进预计在剩余 8 m 左右时来压, 在剩余 45 m 时, 开始将采高逐渐调低至 3.6 m, 在第 2 个来压 (21 m) 后利用检修时间挂柔性网, 此时预计在末采最后 3 m 左右来压, 如此贯通回撤时顶板将会持续来压. 运用推进速度与来压步距间的规律, 将原来每班割 5 刀煤的计划降到 3 刀, 如此第一次在割 8 刀 (6.4 m) 后来压, 继续割煤, 在第 9 刀时来压, 此时剩余 10.6 m,

为达到剩余 5.6 m 来压, 夜班快速割完 6 刀煤, 然后在 (5.8 m) 位置停住, 在停放 32 小时后即第 3 天的早班开始生产, 割第 1 刀煤开始顶板就出现来压现象, 移架后很快后方顶板就断裂, 支架出现高工作阻力状态, 割完第 2 刀后, 顶板压力基本消去, 随后的贯通回撤与预期效果相同, 顶板不来压.

4 结论

1) 让压技术是在准确详细矿压观测与老顶断裂步距测量基础上通过停止推进与调节推进速度来实现的. 先设定好最后一次来压位置, 然后通过此调节采速与停采措施来实现定位来压.

2) 末采段采高受支架高度、岩层碎胀性系数及直接顶和未采煤厚度直接影响, 考虑矸石堆受力压实的情况, 矸石堆至少要高于支架 0.5 m 以上.

3) 强制放顶技术也可在末采段使用, 只在停采与调速措施无法实现定位来压的前提下所使用. 通过深孔爆破来破坏顶板的完整性, 以迫使顶板提前断裂, 释放围岩压力, 而所剩余的顶板长度不足

以构成一次周期来压, 即可实现贯通前后顶板不来压.

4) 在工作面末采段综合使用调节采高、停采调速让压、强制放顶减压措施, 可有效降低大面积来压甚至压架的现象.

参考文献:

- [1] 雷煌. 无轨胶轮辅助运输在井下综采工作面搬家作业中的应用[J]. 煤矿机械, 2008, 29(1): 139 - 141.
- [2] 贺安民. 综采工作面回撤“辅巷多通道”工艺设计的应用[J]. 煤炭工程, 2007(10): 5 - 6.
- [3] 曹忠格. 综采工作面末采顶板支护方式技术研究[J]. 煤矿开采, 2008, 13(5): 95 - 96.
- [4] 杜福荣, 温贺兴, 徐晓宏, 等. 近浅埋煤层大采高综采面上隅角 CO 治理[J]. 采矿技术, 2013, 13(1): 49 - 51.
- [5] 冉星仕. 综采工作面收尾回撤安全贯通技术研究[J]. 煤炭工程, 2009(4): 57 - 59.
- [6] 王晓振, 鞠金峰, 许家林. 神东浅埋综采面末采段让压开采原理及应用[J]. 采矿与安全工程学报, 2012, 29(2): 151 - 156.
- [7] 王晓振, 许家林, 朱卫兵, 等. 浅埋综采面高速推进对周期来压特征的影响[J]. 中国矿业大学学报, 2012, 41(3): 349 - 354.
- [8] 宋占有. 酸刺沟矿首采面深孔预裂爆破强制放顶技术[J]. 煤矿开采, 2010, 15(4): 103 - 105.
- [9] 王金国. 浅析煤矿综采工作面强制放顶时应注意的几个问题[J]. 神华科技, 2009, 7(5): 14 - 17.
- [10] 曹胜根, 姜海军, 王福海, 等. 采场上覆坚硬岩层破断的数值模拟研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2013, 30(2): 205 - 210.
- [11] 吕德仁. 煤矿顶板弱化处理及稳定性研究与应用[J]. 煤炭技术, 2012, 31(9): 82 - 83.
- [12] 高木福. 坚硬顶板处理步距的数值模拟[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(5): 649 - 651.
- [13] 米新民. 康家滩矿 88101 综采面通道贯通回采期间的顶板岩层控制分析[J]. 山西煤炭, 2005, 25(3): 3 - 5.