

doi: 10.11799/ce201308073

综放工作面初采期间矿压异常显现分析及控制措施

白俊豪¹, 高升², 方树林³, 庞茂瑜², 王欢²

(1. 神华神东煤炭集团 布尔台煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 017000;

2. 中煤科工能源投资有限公司, 北京 100082;

3. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

摘要: 针对布尔台煤矿 42103 首采综放面初采期间矿压异常显现特征, 分析了矿压显现异常的原因, 总结了控制综放面矿压异常显现的综合措施, 包括降低顶煤放出速度、采用泵站调压、提高支架额定工作阻力及保证支架合理的工作位态等, 取得了良好的效果。

关键词: 综放面; 矿山压力; 异常显现; 控制措施

中图分类号: TD323 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2013)S1-0060-04

放顶煤开采技术自 20 世纪 80 年代引进国内以来, 经过 30a 的不断完善与发展, 已经成为目前我国厚及特厚煤层实现安全高效开采的首选采煤方法, 特别是综放开采技术, 是我国厚煤层矿区实现高产高效、集约化生产的核心技术途径^[1]。近年来随着工作面机械化水平的不断提高, 综放回采工艺在厚煤层矿区逐渐得到推广使用, 但是综放工作面的矿压异常显现等问题也随之而来^[2-5], 如老顶来压大、顶板下沉明显、煤壁片帮严重等。因此, 分析异常矿压显现的原因并研究相应的控制对策, 是十分必要的。

神东布尔台煤矿是一座产能达 20Mt/a 的特大型高产高效矿井, 其主采煤层 42 煤层复合区平均煤厚达 6.71m, 属于典型的厚煤层。42 煤一盘区内的前两个工作面 42101-1 和 42102-1 工作面选用大采高综采回采工艺, 后因冒顶严重、回采率达不到要求、易自然发火等原因放弃了大采高综采工艺, 选用综放开采工艺对盘区内剩余工作面进行回采, 其盘区内第三个工作面 42103 工作面首次采用综放开采工艺, 该工作面初采期间矿压观测工作显得尤为重要。通过本次初采期间矿压观测, 掌握了工作面来压强度、来压规律以及其它来压现象, 并提出了针对性的控制措施。

1 综放工作面概况

布尔台煤矿 42103 工作面埋深 348~410m, 与上部 22103 工作面采空区的间距为 35~77m。直接顶为砂质泥岩, 平均厚度 4.75m, 老顶为细粒砂岩, 平均厚度为 9.35m。工作面长 230m, 推进长度 5242.5m, 煤层平均厚度为 6.7m, 采煤高度为 3.7m, 平均放煤高度为 3.0m, 采

放比为 1:0.811。工作面采用 ZFY12500/25/39D 两柱掩护式综放液压支架, 支撑高度为 2500~3900mm, 额定工作阻力为 12500kN, 支护强度为 1.31~1.33MPa。工作面初采期间(推进距离 0~200m), 当老顶来压时, 出现顶板下沉严重、支架立柱下沉量大、安全阀大量开启并损坏及支架平衡油缸损坏等矿压异常现象, 影响了工作面的安全高效生产。

2 42103 综放面矿压异常显现特征

通过对初采期间工作面矿山压力显现进行现场实测, 老顶先后经历了初次来压和 7 次周期来压, 工作面的矿压异常显现主要表现在以下几个方面:

1) 来压范围广, 强度大, 支架液压力值较高, 动载系数大, 大量安全阀开启。42103 工作面老顶初次来压期间, 25#~110# 支架区域矿压显现相对严重, 各支架液压最大值分布在 39.3~49.5MPa。据统计, 88% 的支架承压达到其工作阻力的 80% (液压力值为 45~50MPa), 其中 41% 的支架承压已超出了其工作阻力 (液压力值为 48~50MPa)。老顶初次来压时动载系数最大达 1.52, 整个工作面支架安全阀开启率达 82%。

老顶周期来压期间, 工作面支架压力最大值达到 49.9MPa, 动载系数最大为 1.38。2012 年 6 月 3 日老顶周期来压期间, 工作面支架安全阀开启率达 64%。老顶周期来压期间支架液压力值分布情况如图 1 所示。

2) 支架立柱下沉量大, 支架顶梁出现低头现象, 顶板下沉严重。老顶初次来压期间, 整个 42103 综放面支架立

收稿日期: 2013-04-10

作者简介: 白俊豪(1987-), 男, 河南洛阳人, 注册安全工程师, 2009 年毕业于中国矿业大学采矿工程专业, 现在神华神东煤炭集团布尔台煤矿生产技术科从事采矿技术工作。

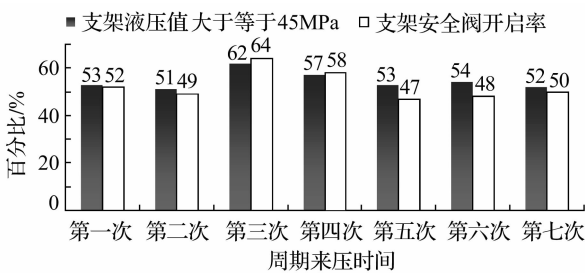


图1 老顶周期来压期间支架液压力分布

柱下沉量平均为720mm,其中55#支架立柱最终行程仅为310mm,立柱下沉量最大达810mm,此处采高仅为3.2m,顶板下沉较严重。

2012年6月3日工作面老顶周期来压期间顶板下沉相对更严重,整个工作面采高平均为3.3m。支架立柱下沉量平均为812mm,其中85#支架立柱下沉量最大达939mm,立柱行程仅剩余131mm。42103综放面老顶来压期间,支架顶梁出现低头现象,主要集中在60#~120#支架区域,顶梁俯角为-6°~-14°。老顶来压期间支架立柱行程变化如图2、图3所示。

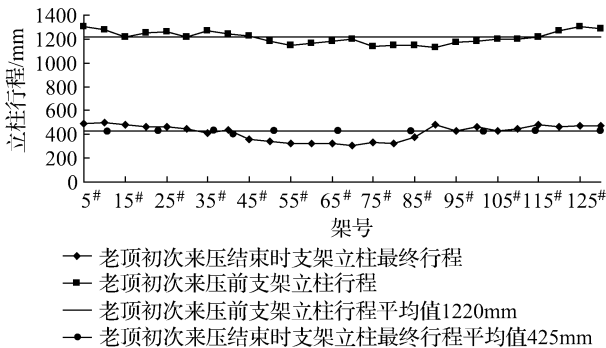


图2 老顶初次来压期间支架立柱行程变化图

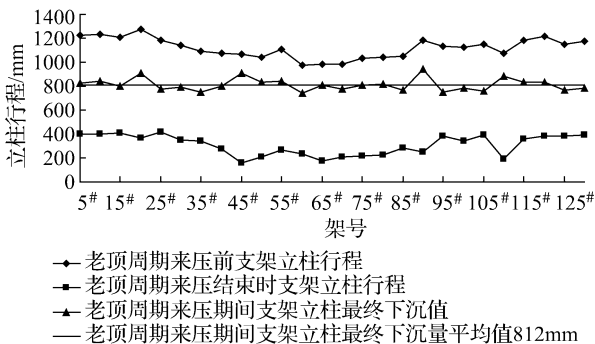


图3 6月3日老顶周期来压期间支架立柱行程变化图

3) 支架端头煤壁冒顶片帮现象严重,并且出现大量安全阀和平衡油缸损坏。42103工作面老顶周期来压期间,支架端头煤壁冒顶片帮频繁发生,主要集中在35#~65#和75#~90#支架区域煤壁内,且片帮多发生在煤壁中下部。整个工作面煤壁片帮深度达0.4~1.8m,冒顶深度为0.3~1.3m。其中,5月30日老顶周期来压时,55#支架处出现冒

顶,且冒高×冒长×冒宽为1.3m×1.5m×1.2m;6月7日老顶周期来压时,35#支架煤壁中部发生片帮,且片帮深×长×宽为0.8m×4.5m×1.2m,最大片帮块度长×宽×高达1.8m×1.2m×0.8m。

老顶来压期间,工作面支架出现大量的安全阀和平衡油缸损坏现象。其中35#~65#、68#~90#和105#~110#区域支架安全阀损坏,38#、45#~58#、59#~72#、74#、76#和79#~92#平衡油缸损坏。

3 42103综放面矿压异常显现原因分析

基于综放面上覆顶板岩层破断机理和矿压显现规律,结合42103综放工作面地质生产条件及采场矿压显现异常特征,得出造成42103综放面矿压异常显现的原因主要有以下方面:

1) 综放面上覆老顶岩层失稳时,对支架形成较大的冲击作用。一方面是综放面上覆老顶岩层产生滑落失稳。老顶初次来压时岩梁发生滑落失稳的判别条件为:

$$\frac{H}{L/2} > \frac{1}{2} \tan \varphi \quad (1)$$

式中 H ——老顶厚度, m;

L ——老顶初次来压时岩梁跨度, m;

φ ——岩块间摩擦角, $\tan \varphi$ 一般取0.8~1。

42103综放面老顶厚度 $H=18.02\text{m}$,老顶初次来压时岩梁跨度 $L=57.4\text{m}$,根据式(1)可求得:

$$\frac{H}{L/2} = 0.63 > \frac{1}{2} \tan \varphi = 0.4 \sim 0.5$$

因此,42103综放面老顶初次来压时老顶岩梁发生滑落失稳并出现台阶下沉,对支架产生较大的冲击载荷,造成工作面支架工作阻力较高,安全阀频繁开启。

另一方面是综放面推进和顶煤放出速度过快,老顶岩梁对支架形成较大的冲击载荷。42103综放面在老顶初次来压时为了避开高应力,采取快速推进和放顶煤的措施,由于顶煤放煤速度过快,老顶岩梁向下运动的空间突然增大,老顶岩梁前段断裂后形成加速下降运动,形成老顶岩梁对支架的冲击,支架受力产生瞬时增大现象。

2) ZFY12500/25/39D两柱掩护式综放支架对工作面的适应性存在一定局限。①支架选型不合理,根据老顶分级标准,计算得到42103综放面老顶级别为IVa级,且采高为3.7m(大于2.5m),应选择支撑掩护式液压支架,而工作面采用的ZFY12500/25/39D综放支架为两柱掩护式支架,故支架选型不合理;②支架额定工作阻力偏低,通过计算42103综放面支架所需的最大工作阻力为11684kN,现采用的综放支架额定工作阻力为12500kN,支架工作阻力富裕系数仅为1.06,工作面老顶来压期间少数支架工作阻力超过额定工作阻力,且此区域顶板下沉严重;③液压支架安全阀质量有瑕疵,42103综放面部分支架安全阀质量较差,阀流量较低,支架工作阻力达到45MPa左右,还未达到额定工作阻力时,安全阀便开启,造成立柱下沉量更大;④

液压支架平衡油缸未充分发挥作用,老顶来压时出现部分支架平衡油缸损坏,主要原因是支架立柱下沉量较大,平衡油缸几乎压在支架主阀上,而且支架呈现抬头工作位态,使顶板对支架形成一个向后偏移的分力,此时平衡油缸沿着支架前方提供的水平支撑力减小,而垂直顶板方向的支撑力则增大,当顶板下沉量和支架仰角很大时,无法调整平衡油缸,缸口受油缸内压力作用外胀而变形开裂,引起平衡油缸损坏。

3) 工作面生产管理没有完全到位。①42103综放面是布尔台煤矿首个放顶煤工作面,也是首次采用ZFY12500/25/39D两柱掩护式支架,人们对放顶煤液压支架的操作还不熟练,不能有效地管理支架;②工作面移架后,支架初撑力偏低,约20%的支架初撑力为23~24MPa,8%的液压支架初撑力仅为20MPa;③工作面回采时为了保证采高,采用支架顶梁抬头工作方式,有的支架顶梁仰角大于10°,支架处于抬头工作位态时,老顶岩梁对支架形成向后的偏向载荷,一方面使得支架后部压力变大,致使立柱承载更大,下沉量增大,另一方面减小了支架对煤壁的水平支护力,加剧了煤壁冒顶片帮的发生;④工作面推进时部分支架不能及时向前移架,支架端面距较大,少数支架端面距达1.5m,造成煤壁更容易发生冒顶片帮现象。

4 42103综放面矿压异常显现的控制措施

由于工作面已经回采,更换液压支架架型将耗费较大的人力和物力,故结合42103综放面具体的生产条件和矿压异常显现特征,提出以下控制措施:

1) 降低放煤速度,减缓老顶岩梁对支架的冲击强度。当工作面老顶来压前,适当减缓顶煤放出速度,缓慢放出的顶煤一定程度上对老顶的断裂、回转或台阶下沉起到缓冲作用,同时还能减少老顶岩梁沉降空间,使得老顶断裂后的下沉速度减小,进而减少断裂岩梁对支架的冲击作用,使得支架受力处于相对稳定状态。

2) 严格保证支架初撑力不低于泵站压力的80%。造成支架初撑力低的原因主要有:支架初撑注液时间短、支架上有浮矸、泵站工作压力不足及乳化液管路漏损大等。后期采取调整泵站调压方式,将泵站压力调整至35.0MPa,提高泵站出口压力,保证了工作面初撑力。此外,采用初撑力保持阀也是有效地保障支架初撑力的重要措施。

3) 保证安全阀质量,增大安全阀溢流速度,及时检查和更换损坏安全阀。42103综放面支架安全阀未达到支架额定工作阻力便开启,安全阀质量较差,并且老顶岩梁结构失稳时,老顶对支架的最大冲击力 P_{\max} 随 v_0 的增大明显减小。因此应更换一批口径大、溢流速度大的安全阀。

4) 在冒顶区确保及时擦顶移架,减小端面距。采取带压移架方式,使移架时顶梁与顶板仍保持一定的支撑阻力,带压前移。当采煤机割煤后,及时擦顶移架,有利于减少端面距,减小端面煤岩体冒顶片帮现象,即使顶板出现破

碎,由于擦顶移架,顶板不会出现明显的松动,也不会冒落。

5) 保证支架合理的工作状态,支架顶梁俯仰角控制在 $\pm 5^\circ$ 。支架顶梁抬头时,减少了对顶板的全面支撑而使切顶线前移,从而将上覆岩层的压力转移至煤壁,促使片帮加剧,更引起端面冒顶扩大;支架顶梁低头时,使顶梁前端接顶差,加大了端面距,也易导致端面顶板的冒落。据实测统计分析,支架顶梁的俯仰角应控制在 $\pm 5^\circ$ 以内,有利于端面顶板冒落拱的形成,能够充分发挥支架的支护作用。

6) 加大生产工人对综采放顶煤采煤工艺及综放支架操作的培训与学习。布尔台煤矿相关部门应加强42103综放面生产工人对综放采煤工艺和综放支架操作的学习,确保参与42103综放面生产的工人们熟练掌握综放液压支架的操作与管理,并严格按照作业规程操作。

5 采取措施后的效果分析

老顶来压前,通过适当减缓顶煤放出速度,减少断裂岩梁对支架的冲击作用,使得支架受力处于相对稳定状态,在一定程度上降低了老顶来压强度,局部区域老顶来压强度较上一周期来压降低了3~8MPa。

通过调整泵站压力,将原有31.5MPa压力调整至35MPa,直接将泵站出口压力提高了1.1倍,有效保证了支架初撑力,减少了支架顶梁上方煤层离层。

调整安全阀开启压力至52.0MPa,对安全阀定期校验,增大了支架工作阻力,有效的减少了支架立柱下沉量,平均下沉量减少了50~230mm。

采用带压移架方式、保证平衡油缸完好,及时调整平衡油缸,保证支架合理的工作状态,杜绝出现支架低头现象,充分发挥支架的支护作用,支架片帮程度得到了有效控制。

通过采取以上措施,在一定程度上降低了局部区域来压强度,减少了煤层离层量和支架立柱下沉量,有效控制了支架片帮程度,取得了较好的效果。

6 结语

通过对42103综放工作面初采期间矿压观测,掌握了工作面初次来压强度最大达到49.9MPa,超出了支架工作阻力,来压期间支架立柱下沉量平均为720mm,将近发生支架压死事故,且支架架型极差,严重影响正常回采。通过采取上述合理措施以后,减轻了老顶周期来压强度,保证了支架工作状态,减少了支架立柱下沉量以及煤壁片帮程度。建议42104综放工作面回采支架选型时,增大支架工作阻力至15000kN,支护强度要达到1.33~1.36MPa,并对支架平衡油缸设计进行优化,避免来压期间压死支架及损坏支架平衡油缸。同时支架工作阻力增大,可有效减小工作面片帮等问题,提高回采速度,保障安全生产。

(下转第65页)

整其所受的合力,使刮板输送机保持正常的运行状态。

3.1 合理设计切眼位置

设计工作面切眼位置时,应按照生产实际,设计工作面下端头有一定超前距离。超前距离是指工作面沿两巷垂直方向下端头超前上端头的距离。这是控制工作面刮板输送机“上窜下滑”的第一步。但在实际巷道掘进过程中,由于地质构造等因素的影响,切眼位置与原设计出现差别,往往造成工作面下端头超前上端头太少的距离甚至下端头滞后于上端头。工作面安装后,试采过程中若不及时进行调面,“上窜下滑”现象将特别严重,甚至不能正常组织生产。例如1412(3)工作面,其切眼位置下端头滞后于上端头10m,结果在试采过程中刮板输送机就出现明显的下滑,严重影响正常生产。所以,在巷道掘进施工中要根据煤层倾角变化及时修改设计,尽量考虑在工作面下端头留出适当的超前距离。

3.2 工作面伪倾斜开采

工作面采用伪倾斜开采,即通过甩采,使工作面下端头超前上端头一段距离,这是控制工作面刮板输送机“上窜下滑”问题的一种主要方法。其主要的作用原理为:

1) 工作面采用伪倾斜开采后,使工作面倾角变小,降低了下滑力 F_1 、 F_2 、 F_3 ,增加阻止刮板输送机下滑的力 F'_1 、 F'_2 、 F'_3 ,从而减小刮板输送机所受的下滑力。

2) 将工作面调成伪倾斜回采,使推移千斤顶推输送机时给刮板输送机一个倾斜向上的力,即推移杆导向沿工作面倾斜方向向上,产生阻止下滑力 F''_6 。同时移架时千斤顶给支架一个向上的拉力以克服支架下滑分力,保证支架前头向上甩。

当工作面试采后,及时甩采使工作面下端头超前上端头适当距离,正常回采时工作面始终保持伪倾斜,可以有效地控制刮板输送机下滑。当工作面下端头超前上端头距离过多时,将造成刮板输送机上窜;当工作面下端头超前上端头距离不足或下端头滞后上端头时,将造成刮板输送机下滑。

根据经验公式^[3],工作面调斜距离可确定如下:

$$S = Ltg(\alpha/2)$$

式中 S ——经验调斜距离, m;

L ——工作面长度, m;

α ——工作面倾角, (°)。

以1412(3)工作面为例, $S = 200 \times tg(0.5 \times 10^\circ) =$

17m。

在工作面倾角保持 10° 的情况下,通过甩采,使下端头超前上端头17m的距离,基本控制了工作面刮板输送机的下滑。

3.3 采用正确的施工工艺

1) 推输送机方式:必须自下而上推输送机,若采用两端头进刀双向割煤时由下端头进刀处向上推输送机。

2) 移架顺序:坚持由下而上逐个移架。下行割煤时以分段下行移架,但分段内仍然上行逐个移架,分段距离为5~15台支架。

4 结论

1) 综采工作面刮板输送机的上窜下滑,是由于刮板输送机受力的不平衡造成的。当 $F > F'$ 时,刮板输送机所受的合力为下滑力,在下滑力的作用下,刮板输送机产生向下方向的位移,即出现下滑;当 $F < F'$ 时,刮板输送机所受的合力为向上方向的力,在这个力的作用下,刮板输送机产生向上方向的位移,即出现刮板输送机上窜现象。

2) 使工作面伪倾斜开采,是控制刮板输送机上窜下滑的有效技术措施。通过工作面的调斜,使输送机的受力趋于平衡,从而控制上窜下滑。

3) 根据经验公式,以张集矿1412(3)工作面为例,确定了工作面调斜距离,现场应用结果表明,下端头超前上端头17m时,可以有效地控制刮板输送机的下滑。

参考文献:

- [1] 王其扬. 综采工作面刮板输送机下滑机理分析及其控制[J]. 煤炭科技, 2001, (4): 17~19.
- [2] 王强. 调斜旋转回采工艺在大倾角综放工作面的应用[J]. 煤, 2003, (2)
- [3] 马洪芬, 姜涛. 综放工作面调斜探讨. 矿山压力与顶板管理[J]. 2001, (4).
- [4] 孙玉宗. 煤矿刮板输送机中部槽循环利用工程技术研究[J]. 煤炭工程, 2009, (8).
- [5] 罗庆吉, 石国祥. 综采工作面刮板输送机的现状和发展趋势[A]. 中国煤矿综采机械化发展30周年学术研讨论文集[C]. 2000.
- [6] 赵金元. 刮板输送机静、动态分析及应用程序开发[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2002.

(责任编辑 赵巧芝)

(上接第62页)

参考文献:

- [1] 孙洪星. 对我国综放开采技术发展的思考与展望[J]. 煤矿开采, 2012, 17(5): 1~3, 25.
- [2] 孟昭河, 程发祥, 李付臣, 等. 综放面矿压显现异常分析及控制技术[J]. 矿山压力与顶板管理, 2002, (3): 65~67.

- [3] 李建军, 刘毅涛. 综采工作面液压支架压死的原因及处理方法[J]. 煤矿机械, 2006, (11): 146~149.
- [4] 邢玉章. 综放采场矿压显现异常机理的研究[D]. 泰安: 山东科技大学, 2004.
- [5] 许红杰, 邢国富, 徐天发. 酸刺沟煤矿综放工作面矿压显现异常及控制技术[J]. 煤炭科学技术, 2012, (7): 21~23.

(责任编辑 张宝优)