

文章编号: 0253 - 9993 (2005) 04 - 0429 - 04

主动支护下沿空留巷顶板破碎原因分析

张国华

(黑龙江科技学院 安全工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150027)

摘 要: 在阐述采空区边界处顶板活动规律的基础上, 从巷旁支护与煤体之间的匹配、超前支护在巷内的均布程度、超前支护与上位岩层对下位岩层之间的“顶 - 压”作用, 以及不同时期不同方向上的反复扰动 4 个方面, 详细论述了锚杆支护条件下超前主动支护沿空留巷顶板破碎的原因, 提出了“匹配协调、力求均布、弱化扰动”的预防原则, 并应用于鸡西杏花煤矿东四采区 23 号煤层右三面下巷中, 成功地解决了沿空留巷顶板破碎问题。

关键词: 沿空留巷; 顶板破碎; 超前支护; 主动支护

中图分类号: TD35 **文献标识码:** A

Roof cracking reason analysis about gob-side entry retaining under initiative support

ZHANG Guo-hua

(Institute of Safety Engineering, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China)

Abstract: On the basis of expounded the roof move law along gob boundary, from four aspects explained roof cracking reason about gob-side entry retaining of anterior strengthen support and initiative support, they are the matching of roadside support and coal body, equably dispose anterior strengthen support, anterior support and epigynous rock's "roof and press" act on hypogynous rock, and move during differ time and differ direction times without number, put forward three principles to avoid roof cracking, they are matching and hamony, equably dispose with might and main, bate move, applied the principles to laneway in No. 23 coal bed of Jixi Xinghua Colliery, solved the roof cracking problem of the gob-side entry retaining successfully.

Key words: gob-side entry retaining; roof cracking; anterior strengthen support; initiative support

在煤矿开采中, 推广应用沿空留巷不仅可以大大提高煤炭资源的回收率, 而且还可以缓解采掘接续紧张的局面。然而锚杆支护在沿空留巷的应用过程中, 在工作面超前支护采用主动支护形式的条件下, 往往会导致顶板破碎状况加剧, 严重时还会导致下一回采工作面生产之前需要对沿空留巷进行翻修, 这不仅增加了沿空留巷的支护成本, 而且还严重限制着下一工作面正常生产能力的发挥。因此, 对沿空留巷顶板破碎原因进行详细地分析, 并提出相应的对策措施, 将对沿空留巷技术在煤矿生产中的推广应用具有重要的现实指导意义。

1 沿空留巷顶板的活动规律

在工作面回采过程中, 随着回采工作面从开切眼向前推进, 顶板垮落由初次垮落循环逐步过渡到周期

收稿日期: 2005 - 03 - 18

作者简介: 张国华 (1971 -), 男, 黑龙江讷河人, 硕士, 副教授。Tel: 0451 - 88036483, E-mail: zgh710828131@163.com

垮落循环,同时由于顶板各岩层分层垮落的时间不同,在各垮落循环中又都包含有主动垮落和被动垮落两种形式.因受采场边界煤体的支承作用,经常在采空区边界上方形成如图 1所示的不整齐的悬臂式顶板残留边界.

根据顶板岩层的分布状态,可将采空区边界附近的岩层分为 4个区,分别为垮落区、错动离层区、二次破断区、微破裂区,如图 2所示.

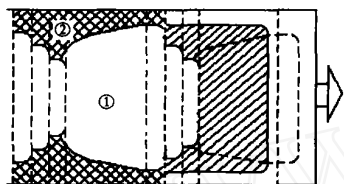


图 1 悬臂式顶板残留边界

Fig. 1 Remainder border of cantilever roof

① 垮落区; ② 边界残留顶板

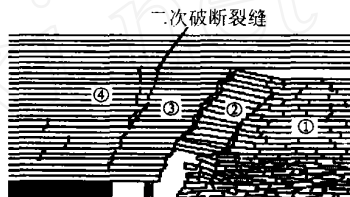


图 2 顶板破坏

Fig. 2 Roof cracking sketch map

① 垮落区; ② 错动离层区; ③ 二次破断区; ④ 微破裂区

由于煤体的强度不同,顶板在采空区边界处的断裂位置及巷道多处的位置也不一样,当煤体强度较低时,顶板断裂位置处于煤体内部上方,相应巷道位于错动离层区的下方;当煤体强度较高时,顶板断裂则处于煤壁外侧,相应巷道位于二次破断区的下方.因此,错动离层区和二次破断区顶板的下沉将直接影响沿空留巷的围岩变形特点及大小.

研究表明,以上 4个区域之间的岩层是相互牵制的,巷道位于二次破断区的下方比位于离层错动区的下方更有利于顶板的稳定,且巷道在二次破断区的下方时,其顶板的变形属于一种“给定变形”状态.同时,巷旁支护对顶板的活动有显著的影响,从控制顶板移动和保护支护体本身不受损坏两个方面考虑,沿空留巷的支护应与顶板活动在不同时期所表现的不同特点相适应,在前期应主要考虑切顶作用,尽早支护,且保证具有较高的初撑力或增阻速度,以及较大的支护刚度,坚持以“顶”为主,并以“顶、让兼顾”为原则,在后期则应适应“给定变形”的顶板活动特点,坚持以“让”为主,并以“让、顶兼顾”为原则^[1].

2 沿空留巷顶板破碎的原因分析

目前,虽然人们对沿空留巷顶板活动规律有了比较充分的了解,并形成了主动支护优于被动支护的共识,但当超前支护采用主动支护控制沿空留巷顶板时,不同程度地会出现经过第 1次采动后顶板严重破碎的问题,且在解决办法上均采用加设金属网,以起到“护”的作用,这不仅增加了支护成本,而且还增加了工序过程和工人的劳动强度.沿空留巷顶板破碎源于两个方面:顶板岩层的自然条件因素;顶板控制的技术因素.在前者确定的条件下,后者则起促进作用,总体体现在以下几个方面:

(1) 巷旁支护与巷旁煤体之间的匹配与协调 回采巷道在原锚杆支护条件下,浅部下位岩层借助于锚杆的组合作用来发挥自承能力或借助于锚杆的悬吊作用通过深部稳定岩层保持稳定^[2],顶板破碎属于浅部下位岩层结构发生严重的破坏,表现上表现为在巷道跨度范围内顶板不均匀弯曲或局部弯曲过大,沿空留巷顶板是否能够保持在原支护条件下均匀下沉受制于巷旁支护与煤体在力学性质上的匹配程度,二者相差越小,越有利于顶板的稳定;相反,相差越大,则会进一步导致顶板不均匀地发生弯曲,层间发生错动,最终导致破坏程度加剧而破碎.

(2) 加强支护与深部岩层对顶板的“顶-压”作用 这里的“顶-压”作用是针对顶板的下位岩层而言的.对于超前加强支护而言,主动支护对顶板所起的作用是“顶”;对于深部岩层而言,在采动影响下的下沉移动对下位岩层所产生的作用是“压”.从分布形式上看,由深部岩层尤其是老顶的结构失稳而向下位岩层所传递的压力一般是相对均匀的,而支护体对顶板的“顶”力一般是局部的、不均匀的,

“压”的均匀性与“顶”的不均匀性使下位岩层局部受力过大,从而造成了顶板的破碎。

(3) 超前加强支护在巷内布置的均匀程度 超前支护是针对工作面超前移动支承力造成顶板移动而采取的安全措施。对于顶板而言,超前支护在支护面积上很难实现全暴露面封闭式,也难于实现各支护体的初撑力均匀一致,在实际现场应用中表现为支护体与顶板之间只能是点或线接触,且由于操作等人为因素的影响导致各支护体的初撑力大小不一,便造成在超前支承压力作用下,顶板下沉移动过程中压力分布遵循“硬点多支”的规律,局部支护体受力过大,从而造成顶板的破碎。

(4) 不同时期不同方向上的反复扰动 在工作面未进行回采之前,巷道顶板在原支护和重新分布的应力作用下,经过调整已经形成新的平衡结构,在此过程中,顶板的下位岩层相对于深部岩层发生了不同程度的指向巷道内的变形,内部的节理裂隙在不同程度上发生了空间尺度的变化。工作面回采期间,在工作面超前支护架设时的主动“顶”力作用下,顶板下位岩层将向上发生移动变形,其原有的平衡稳定状态又被打破,在新的受力条件下寻求新的平衡,岩层内部的节理裂隙在不同程度上再次发生改变,自身的完整稳定程度进一步恶化。在超前支承压力到来时,顶板在上部压力增加的作用下又重新向下发生移动,其内部节理裂隙再次发生变化。在工作面推过后,受采空区顶板一定范围内岩层循环垮落的影响,边界巷道顶板的下位岩层还要多次受到来自上方的“压”力作用,多次进一步向巷道内发生移动变形。由此可见,沿空留巷顶板下位岩层在不同时期会受到来自不同方向上力的作用,这种扰动作用既具有反复性,又具有多次性,每一次扰动都会造成岩层内部节理裂隙的变化,因此会进一步破坏下位岩层的完整性,从而造成顶板破碎。

3 沿空留巷顶板破碎的预防原则

沿空留巷顶板的破碎是建立在顶板下位岩层的自然条件基础上,受巷旁支护与巷旁煤体之间的匹配与协调、加强支护与深部岩层的“顶-压”作用、超前加强支护在巷内布置的均匀程度、不同时期不同方向上的反复扰动影响下的破坏,其中部分影响是不可避免的。

因此,在沿空留巷顶板破碎的预防上应遵循“匹配协调、力求均布、弱化扰动”的原则。其中,“匹配协调”强调巷旁支护力学特性要与煤体的力学特性相适应,据此可根据实际条件采取相应对策,如在煤体强度低的情况下采取煤体加强支护措施,在煤体强度高的情况下采取松动措施等,以选择合理的巷旁支护方式。“力求均布”强调在超前支护体的布置位置上力求均匀,在初撑力上力求大小均匀一致。“弱化扰动”强调在扰动强度上力求小,在扰动次数上力求少,在扰动方向上力求无,据此可考虑超前支护尽可能布置在巷道断面两侧附近,在其内部仅采用原支护的方式。

4 实例分析

鸡西矿业集团杏花煤矿 23 号煤层为该矿井的主力开采煤层,煤层厚 1.55 ~ 2.05 m,伪顶为 0.15 ~ 0.35 m 厚的煤页岩,其层理、节理发育,直接顶由细砂岩、粉砂岩和中砂岩组成,并含有薄页岩,具有水平层理,老顶主要由细砂岩构成,煤层综合柱状如图 3 所示。

23 号煤层回采巷道的成巷方式为综掘,巷道断面为矩形,巷道高 2.0 ~ 2.2 m,巷道宽 3.2 m,顶板采用锚杆支护,锚杆长 1.6 m,间排距为 1.0 m × 0.8 m,巷帮亦采用锚杆支护,间排距均为 0.8 m。为缓解生产接续紧张的局面,曾先后采用了两种沿空留巷支护方式。

方式一 采用木排柱加砌矸石带,木柱间距 1.0 m,矸石带顶宽为 2.0 m,底宽为 2.5 m,超前支护为 3 排单体液压支柱,排内柱距为 1.0 m,两排紧贴煤帮(在工作面后方 30 ~ 40 m 处开始更换成木柱),另一排则布置在近乎巷道中央位置处。从使用效果来看,工作面推过后顶板破碎垮落和漏风严重,顶板锚杆漏空失效率高达 65%,必须进行重新架棚修复方可留住。

方式二 为治理顶板破碎垮落,在工作面前 40 m 左右开始向顶板每隔两排锚杆垂直打设两排锚索,并配以钢带和金属网,锚索长 5.0 m,距帮 0.6 m,同时为了防止漏风,在原巷旁支护内侧加设编织布,

并补砌宽 0.6 m 的矸石墙, 超前支护同前。

从使用效果来看, 虽然解决了破碎顶板不垮落的问题, 但顶板破碎仍很严重, 金属网下沉成兜状, 原支护锚杆的失效率仍很高, 约达 45%。为解决沿空留巷顶板的破碎问题, 在现场勘察、实验室顶板岩层和煤体力学性能测定的基础上, 依据前期“顶、让”兼顾、以“顶”为主, 后期“让、顶”兼顾、以“让”为主的整体控制原则, 以及“匹配协调、力求均布、弱化扰动”的顶板破碎防止原则, 在超前支护上改 3 排液压支柱为两排, 排内柱距仍为 1.0 m, 下帮支柱贴帮布置, 上帮支柱则距离煤壁 0.4 m; 在巷旁支护上, 考虑到下帮原锚杆失效严重, 煤体强度低的特点, 改砌筑矸石带为宽 1.6 m 的矸石袋, 矸石袋紧贴单体支柱外侧码设, 同时在码矸石袋时在相邻两单液压支柱间加打一木柱, 保留锚索-钢带, 取消金属网, 并在工作面后方的 40~50 m 处开始回撤液压支柱, 保留木柱。为减少对顶板的扰动, 在锚索的预紧力上要求不宜过高, 现场实际采用 2.5 t 根。采用以上方案在东四采区 23 号煤层右三面下巷进行了 90 m 巷长的现场工业实验, 并进行了顶板下沉位移的跟踪观测, 观测历时 45 d, 靠近采空区侧的顶、底板平均相对移近量为 250 mm, 靠近煤壁侧的平均相对移近量为 140 mm, 煤壁虽有片帮, 但顶板整体稳定, 效果良好。

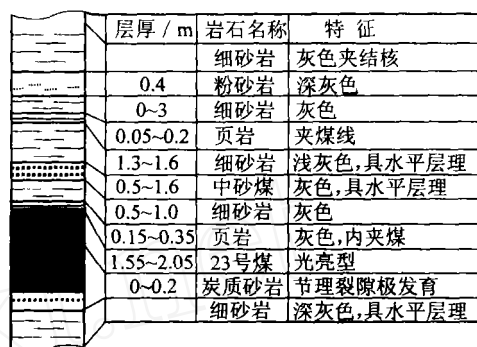


图 3 23号煤层区域煤层综合柱状

Fig. 3 No. 23 coal bed integration histogram

5 结 语

在沿空留巷顶板稳定控制中, 除从整体上结合不同时期边界顶板活动特点而遵循前期“顶、让”兼顾、以“顶”为主, 后期“让、顶”兼顾、以“让”为主的原则外, 还要以“匹配协调、力求均布、弱化扰动”为原则, 在确切分析煤体与顶板岩层力学特性的基础上, 在巷旁支护性能选择、超前主动支护布置上确定具体控制方案, 同时还要考虑巷旁支护位置处顶板的稳定性, 以防止沿空留巷顶板的破碎垮落, 保证下一工作面的正常安全生产, 现场的实际应用效果也充分证明了这一点。

参考文献:

- [1] 孙恒虎, 赵柄利. 沿空留巷理论与实践 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1993. 23~51.
- [2] 何满潮, 袁和生, 靖洪文, 等. 中国煤矿锚杆支护理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2004. 126~130.

本刊收取稿件审理费的通知

承蒙广大作者的厚爱, 近几年, 《煤炭学报》的收稿量急剧增加。由于本刊采取比较严格的审稿制度, 外审工作量很大, 审稿费的开支逐年增加, 因此, 本刊从 2006-01-01 起, 对投稿的作者酌收稿件审理费由 60 元/篇增加到 100 元/篇, 以补充办刊经费的不足, 敬请广大作者谅解与支持。

本刊编辑部