

工作面围岩破碎机理及联合支护技术

李小龙*

(山西焦煤山煤国际长春兴煤业有限公司,山西 大同 037100)

摘要:基于长春兴煤矿601工作面回采过断层期间受集中应力影响,导致工作面尾端三角煤柱破碎严重、尾部悬顶面积大、支架载荷大等技术难题,长春兴煤矿通过技术研究分析了工作面围岩破碎机理,并提出了“钻孔卸压+超前管棚注浆+水力膨胀锚杆”等联合支护技术,通过实际应用效果来看,采取联合支护技术后,控制了三角煤柱垮落现象,尾端头悬顶面积由原来的 4.2m^2 减小至 0.7m^2 ,保证了工作面安全高效回采,取得了显著应用成效。

关键词:综采工作面;围岩破碎;联合支护;应用分析

中图分类号:TD353 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)08-0096-03

1 概述

长春兴煤矿601综放工作面位于井田南盘区,工作面东侧为南盘区大巷、南西部为井田边界、北部为602准备工作面。

601综放工作面可采长度为1682m,切巷长度为230m,工作面回采煤层为22#层,22#煤层结构复杂,厚

度较稳定。根据工作面钻孔Z906得知,22#层上距最近16-2#煤层约99.15m,下距最近25-1#煤层约12.7m,工作面煤层总厚12.47m,储量计算厚度9.5m,含3~4层夹矸。煤层大致走向东西,倾向北。倾角较小,平均 -2° 。呈一单斜构造。煤层顶底板岩性分析如表1所示。

表1 601综放工作面顶底板岩性分析表

顶、底板名称	岩石名称	厚度(m)	岩性特征
老顶	细、中、粗粒砂岩	22.61	浅灰色,成分以石英、长石为主,含岩屑,次圆状,分选差,泥质结构
直接顶	粗砂岩、中粒砂岩	14.44	浅灰色,成分以石英为主,长石次之,分选差,泥质胶结,含砾,块状
伪顶	砂质泥岩	0.25	黑灰色,泥岩结构,平坦状断口,碎块状
直接底	泥岩	2.17	黑灰色,近均一结构,平坦状断口

2 工作面回采现状及问题分析

2.1 工作面回采现状

601工作面采用综合机械化放顶煤回采工艺,截至2022年6月14日工作面已回采570m,工作面回采至564m处位于104#支架前方煤壁揭露一条 F_4 正断层,断层落差为1.7m,倾角为 52° ,断层向回风顺槽方向贯穿,工作面回采至560m处时位于尾端侧煤壁出现破碎垮落现象,局部顶板出现冒漏,当工作面回采至570m处时,114#~119#支架前方煤壁出现大面积片帮,最大片帮深度为1.9m,最大端面距为1.7m,尾端三角煤柱局部垮落,造成尾端头悬顶面积达 4.2m^2 ,尾端头支架载荷大,支架移架困难,同时位于工作面前方10m范围内回风

顺槽围岩变形严重,顶板最大下沉量达0.47m,两帮最大收敛量达0.54m,工作面回采速度不足1.4m/d。

2.2 工作面围岩破碎机理

通过现场观察发现,601工作面过断层期间出现顶板破碎冒漏、煤壁片帮等原因主要有以下几方面:

(1)煤体赋存差:601工作面回采的煤层为22#煤层,煤层内含多层以泥岩为主的夹矸,煤层有效最小厚度为1.2m,夹矸侵入煤体后造成煤体分层、分叉现象严重,破坏了煤体整体连续稳定结构,煤体单轴抗压强度不足15MPa,煤体稳定性差,在采动影响下出现煤体离层、断裂等现象。

(2)应力叠加破坏:601工作面回采至564m处揭露

* 收稿日期:2023-08-20

作者简介:李小龙(1989-),男(汉族),山西岚县人,工程师,现从事煤矿安全生产管理工作。

F₄断层,断层侵入煤体后破坏了煤体结构,导致煤体内裂隙带发育,同时工作面在回采过程中在前方煤柱产生超前应力区,超前应力与构造应力叠加对煤柱产生严重破坏作用,导致断层裂隙带范围不断扩大,在回采过程中造成煤壁片帮严重。

(3)支护强度低:601工作面回采期间主要采用液压支架进行顶板支护,工作面过断层区时由于端面顶板破碎严重,局部出现冒漏,支架在破碎区支护时支架顶梁与破碎顶板之间接触不严实,支架初撑力、工作阻力不足75%,支护强度低,支架顶梁上方煤体形成卸压区,在集中应力作用造成压架现象。

(4)回采工艺影响:601工作面采取顶煤回采工艺,在放煤过程中垮落煤体对回采煤柱产生水平剪应力作用,造成煤柱产生水平方向垮落,同时工作面采用支架进行支护过程中,支架顶梁对破碎顶煤产生切顶破坏作用,加剧了顶煤破碎力度。

3 工作面破碎围岩联合支护技术

3.1 钻孔卸压技术

3.1.1 卸压技术原理

由于受断层影响,工作面尾端煤壁出现应力显现现象,导致煤壁内部裂隙发育形成围岩“松动圈”,产生卸压空间,构造应力及回采应力沿围岩裂隙传递至回风顺槽围岩内,对顺槽两帮煤柱及顶板产生剪切破坏作用。

钻孔卸压技术指的是对应力区顶板施工卸压孔,人工形成卸压通道,使围岩内部应力沿指定卸压空间进行卸压,从而减小应力对围岩破坏作用。

3.1.2 卸压施工工序

(1)钻孔卸压孔布置回风顺槽顶板上,钻孔开口煤柱距煤壁侧巷帮距离为0.5m,且垂直顶板布置,钻孔深度为8.0m,直径为94mm,钻孔布置间距为5.0m。

(2)为了防止在卸压过程中对孔壁岩体产生破坏作用,避免出现塌孔现象,卸压孔施工完后,对孔内安装1根长度为3.0m,直径为92mm护孔管,护孔管采用无缝钢管焊制而成,护孔管四周均匀布置2排卸压小孔,孔直径为10mm,间距为0.3m。

(3)在护孔管外端安装1个固定底座,该底座呈锥体状,固定底座采用2根长度为2.5m,直径为22mm左旋无纵筋螺纹钢锚杆进行固定。

3.2 超前管棚注浆支护

为了控制尾端头三角煤柱破碎垮落,从104#支架向尾端施工超前管棚支护。

3.2.1 管棚支护体结构及注浆材料

超前管棚支护采用无缝钢管制成,每根超前管棚支护由2节组成,每节长度为1.5m,管棚支护体直径为35mm,管壁厚为3mm,管棚支护体四周布置3排注浆小孔,孔直径为8mm,布置间距为0.5m,管棚体下端头设置为销尖状,从而有利于稳固插在孔壁内,如图1所示。

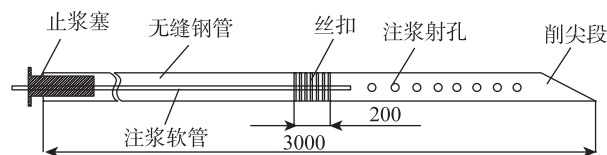


图1 超前管棚支护结构示意图(单位:mm)

3.2.2 支护工序

(1)先从104#支架前方煤壁设计顶板位置布置管棚支护钻孔,钻孔以3°仰斜布置,钻孔深度为2.8m,直径为36mm,布置间距为3.0m。

(2)支护孔施工完后对孔内安装管棚支护体,支护体安装后采用膨胀水泥对支护体与孔壁之间间隙进行封堵。

(3)对管棚支护体内安装注浆软管,孔口处采用止浆塞进行封堵,注浆软管与双液风动注浆泵进行连接,注浆材料选用聚氨酯黏结材料,由A、B两种组分组成,混合比为1:1,注浆时注浆压力为3.0MPa。

3.3 水力膨胀锚杆支护

尾端头三角煤柱受断层影响,煤柱内出现破碎现象,回风顺槽位于煤壁侧巷帮原采用玻璃钢锚杆支护,支护效果差,支护体易出现支护疲劳现象,达不到预期支护作用,决定对回风顺槽煤壁侧巷帮采用水力膨胀锚杆进行支护。

3.3.1 支护原理

传统锚杆支护主要利用锚固剂固定在稳定围岩内,然后对杆体施加预应力,形成连续稳定的应力梁,从而达到控制围岩变形的作用;但是对于破碎围岩,钻孔施工后孔壁岩体破碎严重,锚固剂在破碎孔壁内黏结效果差,很容易造成锚杆支护失效现象。

水力膨胀锚杆为中空且一侧设置为收缩结构,杆体锚固后通过对杆体高压注水,从而使杆体膨胀,杆体膨胀过程中一方面对孔壁岩体进行挤压,控制孔壁岩体破碎范围扩大,另一方面杆体在膨胀过程中沿杆体轴向出现收缩,从而增加杆体预应力,支护原理如图2所示。

3.3.2 支护工序

(1)水力膨胀锚杆长度为3.0m,直径为25mm,杆体

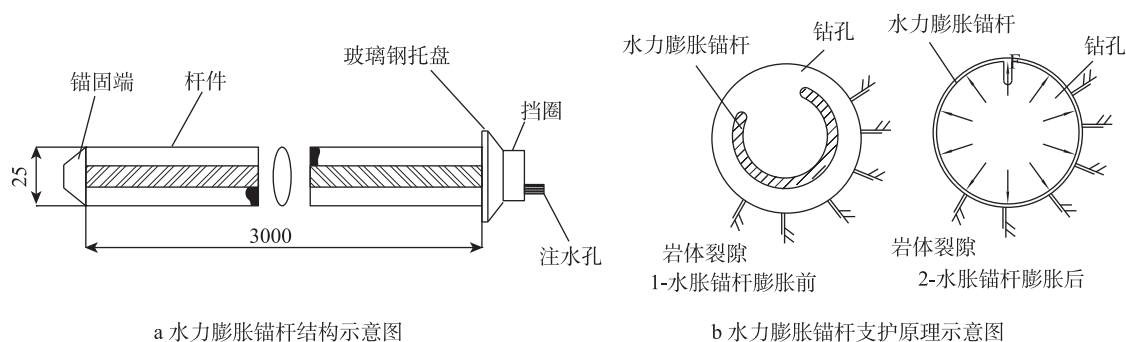


图2 水力膨胀锚杆结构及支护原理图(单位:mm)

中空状,位于杆体一侧设置为D型槽结构,杆体在水力作用下最大膨胀系数为37%,杆体屈服强度为387MPa。

(2)水力膨胀锚杆施工在回风顺槽位于煤壁侧巷帮上,共计布置1排,锚杆施工位置距顶板间距为1.5m,锚杆布置间距为1.0m,每组布置10根,工作面回采5m后布置第二组。

(3)采用手持式钻机对巷帮施工支护孔,孔深为3.0m,直径为28mm,钻孔施工完后采用2支锚固剂对膨胀锚杆进行锚固,杆体锚固后依次安装托盘、螺母并进行预紧。

(4)对膨胀锚杆端头安装注水嘴,将1根直径为15mm高压注水胶管延伸至杆体内,另一端与高压注水泵连接进行注水施工,注水压力为18MPa,当杆体D型槽完全膨胀后停止注水。

3.4 实际应用效果分析

2022年7月12日601工作面已过断层影响区,通过对工作面尾端三角煤柱采取合理有效的联合支护技术,取得了以下显著应用成效:

(1)三角煤柱区采取联合支护技术后,在后期回采过程中煤壁最大片帮长度减小至1.5m,片帮深度为0.7m,最大端面距为0.4m,三角煤柱垮落现象得到了有效控制,尾端头最大悬顶面积减小至0.4m²;距工作面10m范围内回风顺槽顶板最大下沉量为0.19m,两帮收敛量为0.23m。

(2)断层区围岩变形现象得到了控制后,加快了工作面回采速度,工作面在后期回采过程中回采速度提

高至4.8m/d;同时尾端头悬顶面积减小,顶板来压小,降低了支架载荷。

4 结语

长春兴煤矿根据601工作面过F₄断层期间尾端头及煤壁破碎机理,提出了合理有效的联合支护技术,通过实际应用效果发现,对断层区围岩采取联合支护技术后,解决了回采围岩在应力作用煤壁片帮、端面破碎以及三角煤柱垮落严重等技术难题,有效控制了围岩变形现象,加快了工作面回采速度,取得了显著应用成效。

参考文献:

- [1] 张建勇.综采工作面过断层采煤技术研究[J].能源与节能,2023(7):130-132.
- [2] 何文帅.201综采工作面过断层群关键技术及实践[J].陕西煤炭,2023(4):182-186,195.
- [3] 柳玉堃.综采工作面过断层破碎带煤壁片帮防治技术研究[J].煤炭科技,2023(14):95-97.
- [4] 雷承胜.综采工作面过断层漏顶控制技术探讨[J].煤,2023(7):100-102.
- [5] 闫志杰.注浆加固技术在综采工作面过断层顶板破碎带中的应用[J].煤炭与化工,2023(6):48-50.
- [6] 孔庆宇.综采工作面过断层回采工艺优化[J].山西冶金,2023(5):195-197.
- [7] 郭盛.大采高综采工作面过断层采煤技术研究[J].矿业装备,2023(5):57-59.
- [8] 张光荣.肥田煤矿111602综采工作面过断层技术应用实践[J].内蒙古煤炭经济,2023(6):162-164.