

综采工作面尾端头应力区支护技术

徐瑞新*

(山西煤炭进出口集团左云长春兴煤业有限公司,山西 大同 037100)

摘要:基于长春兴煤矿303工作面回采期间受集中应力影响,工作面尾端头围岩破碎严重,导致工作面支架移架困难,回采难度大,通过技术研究决定对尾端头支护进行优化,提出了“可伸缩超前支架+注浆锚索棚”联合支护技术;通过实际应用效果来看,对尾端头支护优化后工作面在后期回采过程中未出现尾端头煤柱垮落、顺槽顶板破碎现象,取得了显著应用成效。

关键词:综采工作面;集中应力;支护优化;应用分析

中图分类号:TD863 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)02-0125-03

综采工作面超前应力区围岩控制是工作面回采期间重要一项任务,工作面回采过程中在工作面前方顺槽30m范围内形成应力集中区,顺槽围岩在超前作用下出现煤柱垮落、顶板下沉断裂、底板鼓起等应力显现现象,不仅缩小了顺槽断面,影响工作面端头支架前移,而且一旦顺槽出现变形、垮落后工作面端头煤柱受力大,很容易垮落造成端头空顶面积大、端头支架受力大出现卸压等现象,严重威胁着工作面安全回采;本文以长春兴煤矿303工作面为研究对象,对工作面过断层期间超前应力区顺槽围岩采取联合控制技术。

1 概述

长春兴煤矿303工作面位于井田南盘区,工作面东部为东盘区设计采掘区域,北部为北盘区211工作面,南部为中煤金海洋南阳坡煤矿采空区,西部为南盘区大巷。

303工作面设计走向长度为2150m,工作面长度为230m,工作面布置于石炭系太原组中下部22#煤层中,22#煤层结构复杂,厚度较稳定,上距19#煤层17.94~53.10m,下距25-1#煤层4.11~15.17m。工作面煤层总厚8.68~10.75m。有益厚度7.4~11.26m。含4~12层夹矸,夹矸平均总厚2.36m,平均单层厚0.28m,煤层大致走向东西,倾向北。倾角较小,平均2°。煤层顶底板岩性如表1所示。

2 工作面回采现状

2.1 顺槽支护设计

(1)锚杆:左旋无纵筋螺纹钢锚杆,钢材编号

表1 303工作面回采的22#煤层顶底板岩性表

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,块状
直接顶	粗砂岩、含砾砂岩	11.14	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	0~0.5	黑灰色,泥岩结构,平坦状断口,碎块状
直接底	砂质泥岩	2.27	黑灰色,近均一结构,平坦状断口

MG335,直径20mm,长度2200mm、2400mm两种,间排距1000~1200mm,配套150mm×150mm×10mm拱形托盘加高强托板调心球垫。

(2)锚索:七股钢绞线,直径17.8mm,长度6300mm,抗拉强度1860Rm/MPa,间排距选取1600~2400mm,配套300mm×300mm×16mm的穹形多功能钢板托板加强度相匹配锚具。

(3)护表网片:采用 ϕ 6mm钢筋焊接网,网孔规格:100mm×100mm;铺设双层网时加12#铁丝编制菱形网,网孔规格60mm×60mm。

(4)锚固剂:采用K2335型和Z2360型树脂锚固剂结合使用。设计锚固力:锚杆锚固力为105kN;锚索预紧力为200kN,锚索试验锚固力大于285kN。

2.2 工作面回采现状

303工作面回采至660m处位于回风顺槽侧揭露一套F₆正断层,断层倾角为52°,落差为2.4m,断层从尾端

* 收稿日期:2022-12-29

作者简介:徐瑞新(1989-),男(汉族),山西朔州人,工程师,现从事煤矿安全生产管理工作。

向工作面侵入煤层,工作面回采至670m处时尾端头煤柱垮落严重,造成端头处出现局部空顶现象,工作面端头支架工作阻力大,部分支架出现卸压现象;位于工作面超前30m范围内回风顺槽围岩变形严重,实测顶板下沉量达0.45m,两帮收敛量达0.57m,工作面回采难度大,且严重威胁着工作面安全高效回采。

2.3 原支护主要存在的问题

(1)动压影响严重:工作面回采过断层期间回风顺槽超前30m范围内形成动压破坏区,在动压影响下顺槽围岩出现严重破碎现象,而原顺槽采用的锚杆(索)支护在动压作用孔壁围岩破裂、垮落,造成锚杆(索)端头锚固失效,支护强度降低。

(2)支护应力“疲劳”现象严重:回风顺槽在掘进过程中锚杆(索)对围岩蠕变变形进行控制,最终达到耦合支护作用,在耦合支护过程中支护体产生微量变形现象;当工作面回采时顺槽围岩出现二次蠕变变形,此时原支护体在应力作用下产生应力“疲劳”现象,与变形围岩无法实现二次耦合支护作用,且围岩变形过程

中很容易造成支护体破断现象。

(3)支护强度低:原顶板锚杆(索)属于主动支护,在动压作用下锚杆(索)支护强度降低,无法有效约束顶板变形、下沉现象,导致顶板破碎、冒漏等。

3 工作面尾端头支护优化

为了提高工作面尾端头围岩稳定性,解决传统尾端头支护强度低、围岩变形等技术难题,决定对原尾端头支护进行优化。

3.1 可伸缩超前支架支护

3.1.1 支架结构组成

(1)可伸缩超前支架包括纵梁、纵梁伸缩油缸、顶梁、折叠梁、支撑油缸、操作阀组、底座等部分,如图1所示;所述纵梁为20mm钢板焊接而成,纵梁的底端固定在顶梁上,并与纵梁伸缩油缸相连;

(2)纵梁伸缩油缸的缸体一端与纵梁连接,另一端与顶梁连接,缸体上的进液管与阀组连接。顶梁、折叠梁、支撑油缸、底座等进液管与阀组相连,液管固定在油缸的缸体上,便于操作。

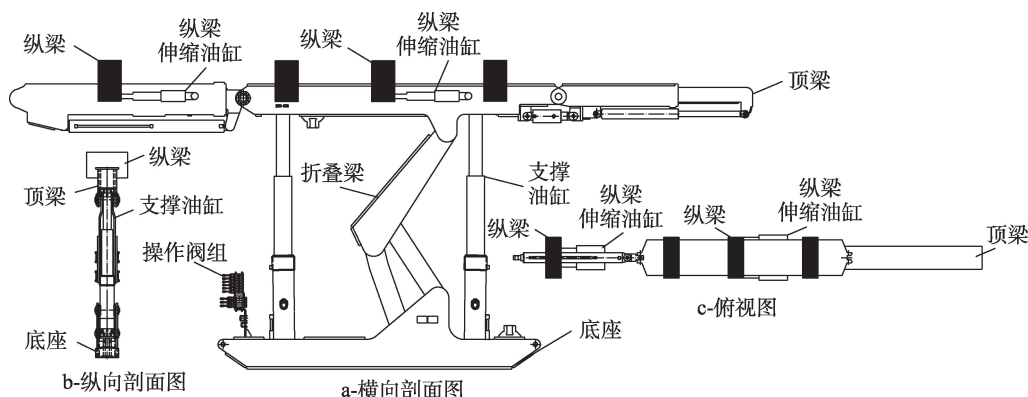


图1 可伸缩超前支架结构示意图

3.1.2 支架工作原理

随着工作面的推进,首先通过操作阀组降低折叠梁和支撑油缸后,前移超前支架底座,满足超前支护距离后,再通过操作阀组控制纵梁伸缩油缸,调整纵梁的间距,有效避开顶板原有支护后,撑起折叠梁和支撑油缸,保证纵梁与巷道顶板接触严密。在加强超前顶板支护管理的同时,减少了传统超前支架对原有顶板支护破坏程度,提高了支护强度,降低了工人的劳动强度,降低了支护成本,提高了工作面自动化程度,易于推广。

3.1.3 超前支护强度验算

(1)工作面在回采过程中超前应力区顺槽内支护

在未来压时属于主动支护,支护主要承载直接顶载荷,来压时属于被动支柱主要承载直接顶全部载荷以及老顶部分载荷,所以支护强度可按以下公式进行计算:

$$P_t = (L \times B \times h_1 \times p_1 \times G + L \times B \times h_2 \times p_2 \times K \times G) / (L \times B)$$

式中: P_t ——支护强度;

L ——超前应力区支护长度,20m;

B ——顺槽宽度,4.5m;

h_1 ——直接顶厚度,10.15m;

h_2 ——基本顶厚度,5.6m;

p_1, p_2 ——直接顶、基本顶岩石密度, $2.2 \times 10^3 \text{kg/m}^3$;

G ——重力系数,9.8kg/N;

K ——动载系数,0.6。

通过计算设计所需支护强度为0.34MPa,而可伸缩超前支架最大支护强度为1.06MPa,满足支护需求。

3.2 注浆锚索棚支护

为了提高尾顺槽顶板整体稳定性,决定对工作面回风顺槽顶板施工注浆锚索棚支护。

(1)注浆锚索棚主要由JW型钢棚、注浆锚索、让压器等部分组成;JW型钢棚长度为4.2m,宽度为0.32m,钢棚上布置三个注浆锚索支护孔,孔间距为2.0m。

(2)注浆锚索长度为8.3m,直径为30mm,注浆锚索主要由止浆塞、刚性注浆管、柔性注浆管、金属胀环、楔头芯杆等部分组成,如图2所示。

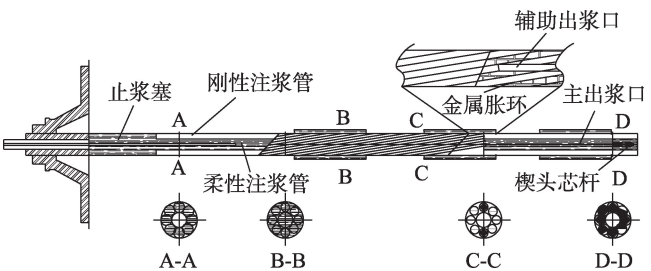


图2 注浆锚索结构示意图

(3)注浆材料采用马丽散混合液,注浆液主要由马丽散、催化剂两种成份组成,配比为1:1,注浆时注浆压力为3.0MPa,单孔注浆量为45L。

(4)注浆锚索棚支护工序:支护钻孔施工→安装注浆锚索→安装JW型钢棚→注浆施工→预紧;注浆锚索布置间距为2.0m,布置排距为3.0m。

3.3 实际应用效果分析

掌石沟煤矿对303工作面尾端顺槽围岩支护进行优化后,通过3个月实际应用效果来看,取得了以下显著应用成效:

(1)与传统单体柱相比可伸缩超前支架支护强度高,便于操作、移动,解决了传统单体柱临时支护时支

护截面小、支护强度低易变形等技术难题;工作面在后期回采过程中支架未出现变形现象,支架对顶板支护效果好,有效控制端头顶板下沉现象。

(2)对端头围岩采取注浆锚索棚支护后,实现了注浆与锚索锚索协同支护,对破碎围岩注浆加固后利用全长锚固锚索有效控制顶板二次蠕动变形失稳现象;

大大提高了顶板稳定性,顶板下沉量减小至0.21m,两帮收敛量减小至0.24m。

4 结束语

掌石沟煤矿针对303工作面前期回采过程中尾端头煤柱垮落严重、顺槽围岩变形严重等现象,对尾端顺槽采用可伸缩超前支架以及注浆锚索吊棚联合支护,实际应用效果表明,对尾端顺槽支护优化后能够有效提高应力区围岩整体稳定性,控制了围岩变形现象,保证了工作面安全高效回采,取得了显著应用成效。

参考文献:

[1] 郝青山.大断面煤巷中空注浆锚索加固技术应用研究[J].煤矿现代化,2020(3):42-45.
[2] 刘建君.中孔注浆锚索在破碎顶板支护中应用分析[J].山东煤炭科技,2021(4):12-13,16.
[3] 王录.全长预应力中空注浆锚索在过断层巷道中的应用[J].同煤科技,2020(4):34-36.
[4] 王树明.中空注浆锚索在高地应力软岩巷道底鼓治理中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2020(2):160-161.
[5] 刘永东.应用注浆锚杆锚索过破碎围岩体支护技术[J].煤,2019(6):42-43.
[6] 张小强.煤矿综采工作面端头支护浅析[J].石化技术,2020(8):153,155.
[7] 王磊.王坡煤矿综采工作面运输巷超前支护设计及端头支架的选型与应用[J].煤炭工程,2019(S1):8-11.
[8] 贾发元.店坪煤矿9-205综采工作面端头及超前支护设计[J].煤炭科技,2016(4):38-40.