

唐安煤矿 3303 综放工作面 沿空留巷顶板控制技术优化

段晓雷

(山西兰花科技创业股份有限公司唐安煤矿分公司)

摘 要:本文以唐安煤矿 3303 综放工作面沿空留巷为工程背景,针对原有顶板变形控制技术
方案在控制顶板周期来压、巷道顶板变形方面的不足,着重对沿空留巷切顶爆破参数、巷道顶板
超前补强锚索支护、巷道顶板临时加强支护方案进行了优化。对沿空留巷原有顶板变形控制技
术方案进行优化后,巷道顶板周期来压步距明显减小,巷道顶板变形量显著下降,矿井的安全、高
效生产能力进一步增强。

关键词:沿空留巷;周期来压;顶板控制;方案优化

1 前言

3303 综放工作面沿空留巷老顶断裂后断裂岩
块滑落采空区,无法在采空区形成拱式平衡结构,巷
道上方岩块处于悬臂状态,老顶破断来压时回转角
度全部作用于顶煤,由于顶煤抗剪强度低,造成顶板
严重剪切破坏。亚关键层进入裂隙带,下部岩层破
断后对其断裂后回转角度有一定程度限制,但是由
于岩层厚度大,回转角度大,是造成留巷后期大变
形的关键。唐安煤矿 3303 综放工作面沿空留巷在巷
道基本支护的基础上,采取切顶爆破、临时加强支

护、巷旁支护等综合措施控制顶板变形,但是由于原
有顶板变形控制技术各项参数优化不足,顶板
变形依然较为明显,在一定程度上阻碍了矿井的安
全高效生产,为此有必要在切顶爆破参数、巷道补强
支护、临时加强支护方案等方面进行进一步优化。

2 工程概况

2.1 矿井及工作面情况

唐安煤矿位于高平市马村镇境内,隶属于山西
兰花科技创业股份有限公司,目前开采 3# 煤层,核
定生产能力 180 万 t/a,该矿于 2017 年 9 月开始实施

沿空留巷回采工艺,历经3307、3313和3303三个综放工作面,目前正在回采3303综放工作面。

3303综放工作面布置在3#煤层三盘区,东侧为3305未掘工作面,西侧为3301工作面采空区,北侧为边界保安煤柱,南为三盘区专用回风大巷、三盘区皮带运输大巷、三盘区轨道运输大巷。工作面走向长度1970m,倾向长度235m。3303综放工作面工程平面如图1所示。

1.03。工作面回采的同时,在轨道巷实施沿空留巷,作为3305工作面的皮带巷。

2.2 沿空留巷顶底板条件

3#煤层平均厚度6.05m,煤层节理和层理较发育;伪顶为泥岩、砂质泥岩,平均厚度0.49m,深灰色,中厚层状,参差状断口,具丰富植物化石,均匀层理,水平纹理;直接顶为泥岩、砂质泥岩,平均厚度5.3m,灰色,岩石呈块状,破碎,平行层理,中部夹黑

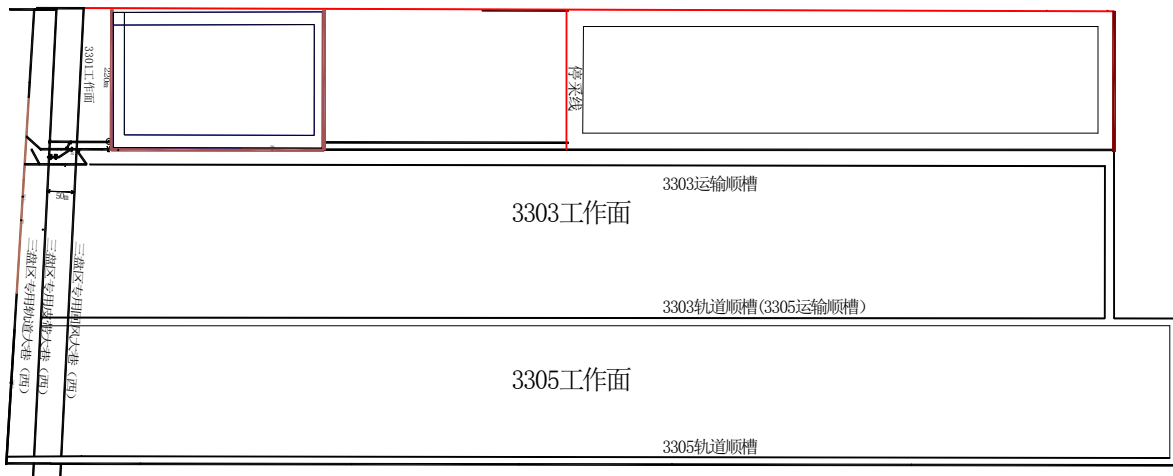


图1 3303综放工作面工程平面图

表1 3303综放工作面煤层顶底板情况

顶底板名称	岩石名称	厚度(m)	岩性特征
老 顶	细粒砂岩、砂质泥岩	7.8	浅灰色,成分以石英为主,长石次之,含植物茎叶化石,分选性好,滚圆度次棱角状,泥质胶结,块状层理 中部夹有深灰色粉砂岩互层。
直接顶	泥岩、砂质泥岩	5.3	灰色,岩石呈块状,破碎,平行层理,中部夹黑色泥岩互层,含植物茎叶化石,见滑面,性脆,吸水性差。
伪 顶	泥岩、砂质泥岩	0.49	深灰色,中厚层状,参差状断口,具丰富植物化石,均匀层理,水平纹理
煤 层	煤	6.05	煤层节理和层理较发育。
直接底	砂质泥岩	3.2	灰黑色,中厚层状,均匀层理。
老 底	粉砂岩	8.6	灰黑色,中厚层状,平坦状断口,均匀层理,水平纹理。

3303综放工作面采用倾斜长壁后退式综合机械化放顶煤顶板全部垮落的采煤方法,采放比1:

色泥岩互层,含植物茎叶化石,见滑面,性脆,吸水性差;老顶为细粒砂岩、砂质泥岩,平均厚度7.8m,浅

灰色,成分以石英为主,长石次之,含植物茎叶化石,分选性好,滚圆度次棱角状,泥质胶结,块状层理,中部夹有深灰色粉砂岩互层;直接底为砂质泥岩,平均厚度3.2m,灰黑色,中厚层状,均匀层理;老底为粉砂岩,平均厚度8.6m,灰黑色,中厚层状,平坦状断口,均匀层理,水平纹理。见表1所示。

2.3 原轨道巷顶板控制技术方案

3303综放工作面轨道巷沿底板留顶煤掘进,毛断面宽5.8m×高3.2m,净断面5.6m×3.1m,一次开挖成巷。在巷道基本支护的基础上,通过切顶爆破、临时加强支护、巷旁支护等综合措施控制顶板变形。

2.3.1 沿空留巷切顶爆破技术方案

为避免采空区顶板断裂后对巷道顶板造成剪切破坏,保证巷道顶煤的完整性,决定对沿空留巷顶板实施超前切顶爆破。

炸药采用三级煤矿许用乳化炸药,规格: $\Phi 60 \times 480$ mm,密度: 1100kg/m^3 ;雷管为煤矿许用8号瞬发电雷管;导爆索品种: $\Phi 6.5 \pm 0.3$ mm,爆速 ≥ 6000 m/s,聚能管采用PVC材料简易制作。沿巷走向肩角布一排平行孔,炮孔直径=75mm,炮孔倾角=70°,炮孔长度11.5m,炮孔间距1.5m,装药长度5.76m,封孔长度5.74m,采用煤矿许用8号瞬发电雷管串联起爆,每次起爆5个炮孔。

2.3.2 沿空留巷顶板支护方案

(1) 轨道巷顶板基本支护方案

巷道顶板每排采用7根高强度锚杆支护,锚杆型号为 $\Phi 20 \times 2200$ mm,托板为 $150 \times 150 \times 10$ mm钢板压制穹形托板,间距900mm,排距900mm,两顶角锚杆与巷道轮廓垂直方向成20°角,中间5根与巷道顶部垂直,每根锚杆使用两支锚固剂,先安装一支S2360型锚固剂,再安装另一支Z2360型锚固剂,锚杆预紧力不小于 $150 \text{N} \cdot \text{m}$,锚固力不小于100kN。顶

板钢筋梯采用 $\Phi 14$ mm圆钢焊接而成,钢筋梯规格:宽为90mm,长为5600mm,在布设锚杆处焊接锚杆卡栏,锚杆需安装在卡栏内。

巷道顶板锚索型号为 $\Phi 22 \times 8300$ mm,托板为长×宽×厚=300×300×16mm的穹形多功能钢板托板,采用3-2-3相间布置,间距1800mm,排距900mm;当每排布置三根锚索时,靠近回采帮的第一根锚索距回采帮650mm,第一根和第二根锚索采用W钢带组合支护,钢带长度2400mm,钢带型号为WD280-3;当每排布置两根锚索时,靠近回采帮的锚索距回采帮1550mm。每根锚索采用四支锚固剂加长锚固,先安装一支K2335型锚固剂,再安装三支Z2360型锚固剂,预紧力不小于150kN。掘进支护时,先打一排三根锚索,另一排两根锚索滞后补打,滞后距离不宜超过20m。

(2) 巷道顶板临时加强支护方案

在超前工作面30m范围内沿巷走向采用一梁三柱,工作面煤柱侧采用一梁一柱,进行临时加强支护,棚距900(± 100)mm;滞后工作面120m范围内沿巷走向采用一梁三柱临时加强支护,棚距900mm(± 100)mm;单体支柱的型号为DW35-300/110X, π 型钢梁的长度为3800mm、1000mm。临时加强支护用 π 型钢梁均垂直巷道走向布置。

2.3.3 沿空留巷巷旁支护方案

沿空留巷的宽度为4400mm,净宽4200mm,巷旁支护宽度为1400mm,混凝土强度等级为C30。为了控制巷旁支护的横向变形,在柔模混凝土墙体内预置锚栓。锚栓为 $\Phi 20 \times 1550$ mm的高强螺纹钢,两端丝扣长度各为100mm,托板尺寸为 $150 \times 150 \times 10$ mm,双托板双螺母;1d后对锚栓施加预紧力矩,其值不小于 $150 \text{N} \cdot \text{m}$;锚栓的间排距为 900×750 mm。

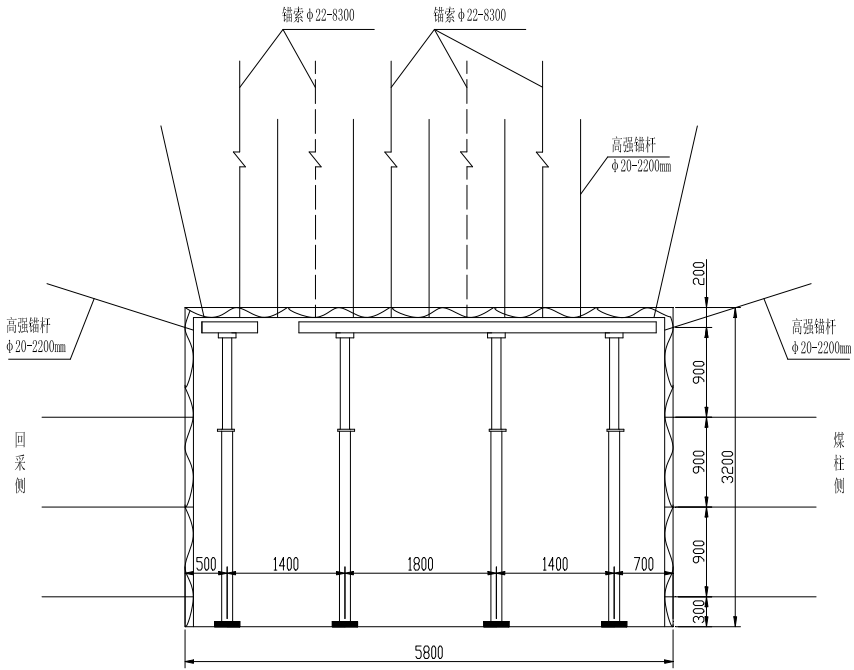


图2 原有超前工作面巷内临时加强支护断面图

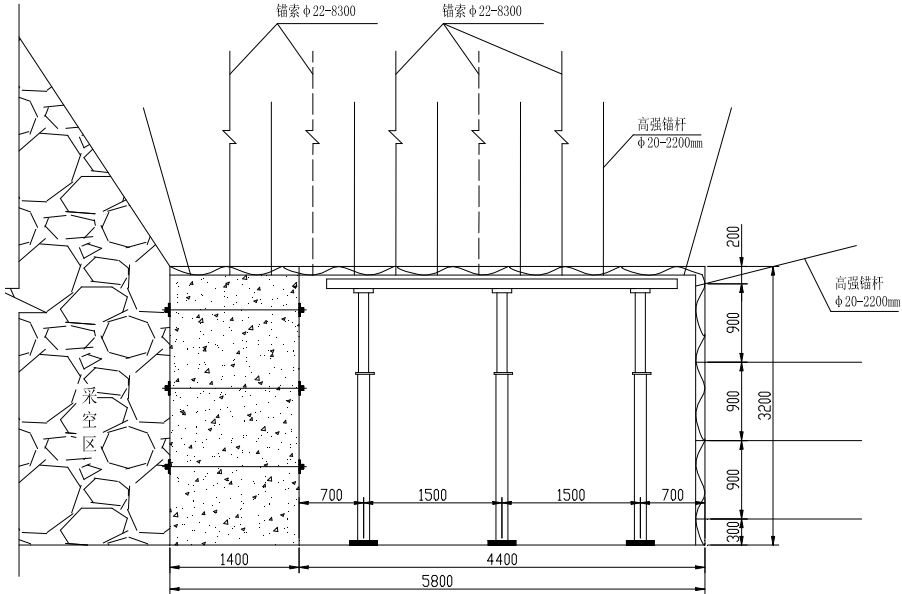


图3 原有滞后工作面巷内临时加强支护断面图

3 沿空留巷顶板控制技术方案优化

根据唐安煤矿现场实际情况,在原有支护方案

的基础上,通过调整切顶爆破参数、巷道顶板超前补强锚索支护、巷道顶板临时加强支护等措施对沿空留巷顶板变形控制技术方案进行了优化。

3.1 沿空留巷切顶爆破参数优化

炸药采用三级煤矿许用乳化炸药,规格: $\Phi 35 \times 180\text{mm}$,密度: $1100\text{kg}/\text{m}^3$;雷管为煤矿许用毫秒延期电雷管;导爆索品种: $\Phi 6.5 \pm 0.3\text{mm}$,爆速 $\geq 6000\text{m}/\text{s}$,聚能管采用抗静电阻燃聚能节聚能。沿巷走向肩角布一排平行孔,炮孔直径 $=50\text{mm}$,炮孔倾角 $=75^\circ$,炮孔长度 16m ,炮孔间距 600mm ,装药长度 8m ,封孔长度 8m ,采用煤矿4段毫秒延期电雷管串并联起爆,用单次最多起爆12个炮孔,每4个炮孔为一组,共3组。

3.2 沿空留巷巷道顶板超前补强锚索支护优化

巷道顶板原有锚索每排布置2根时,补强3根锚索,在距回采侧 400mm 处打设1根锚索,距原有第一根锚索 900mm 处再打设1根锚索,距煤柱侧帮 1250mm 处打设1根锚索。

巷道顶板原有锚索每排布置3根时,补强1根锚

索,在距回采侧 1550mm 处打设一根锚索,该锚索需紧贴W型钢带打设。巷道顶板锚索原有支护形式为3-2-3布置,补强之后与原巷道顶板锚索形成5-4-5布置,排距 900mm 。

根据3303顶板取芯岩性分析,确定补强锚索型号为 $\Phi 22 \times 10300\text{mm}$ 。每根锚索配套长 \times 宽 \times 厚 $=300 \times 300 \times 16\text{mm}$ 的穹形多功能钢板托板。每根锚索采用四支锚固剂加长锚固,先安装一支K2335型锚固剂,再安装三支Z2360型锚固剂。

3.3 沿空留巷巷道顶板临时加强支护优化

在超前工作面 30m 范围内沿巷走向采用一梁四柱,工作面煤柱侧采用一梁一柱,进行临时加强支护,棚距 $900(\pm 100\text{mm})$;滞后工作面 200m 范围内沿巷走向采用一梁四柱临时加强支护,棚距 $900\text{mm}(\pm 100\text{mm})$;单体支柱的型号为DW35-300/110X, π 型钢梁的长度为 3800mm 、 1000mm 。临时加强支护用

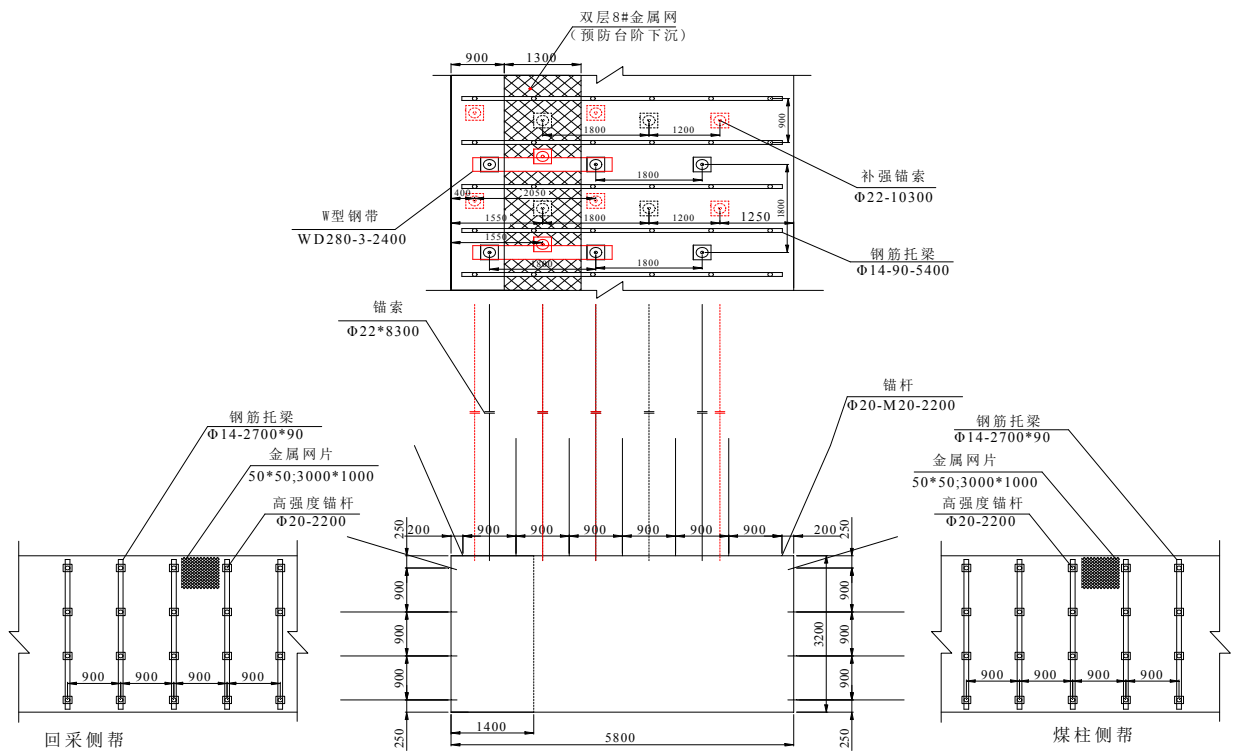


图4 3303工作面轨道巷补强支护方案

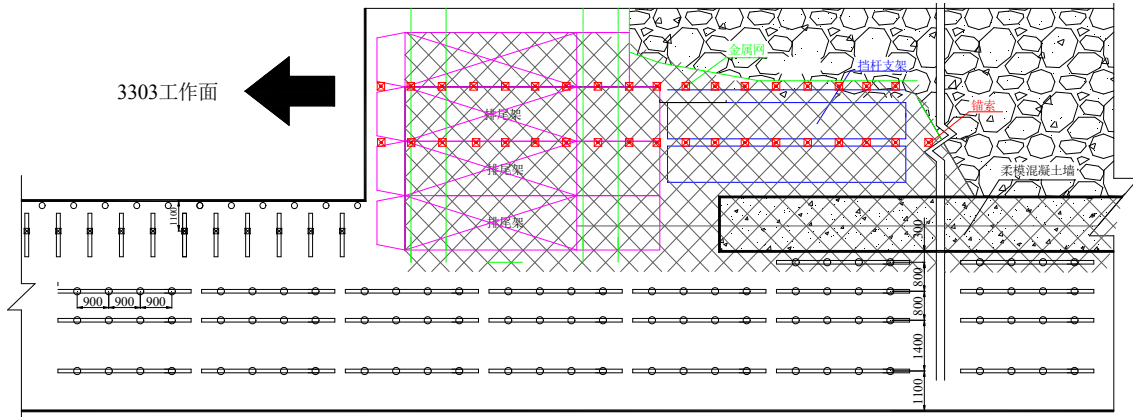


图5 沿空留巷临时加强支护平面图

π 型钢梁均平行巷道走向布置。

4 效果分析及结论

(1)超前切顶爆破由大药量、大间距切顶爆破优化为小药量、小间距切顶爆破,由简易PVC管改为抗静电阻燃聚能节聚能爆破。超前切顶爆破参数的优化,使沿空留巷老空侧上方的悬臂梁及时断裂,缩短了沿空留巷顶板的周期来压步距,减弱了老顶断裂后因回转空间不足造成对充填体的压力,有效控制了沿空留巷内的矿山压力显现。

(2)沿空留巷巷道顶板超前补强锚索支护在原有巷道的3-2-3锚索支护形式基础上锚索补强至5-4-5支护。巷道支护强度的增强,为后期沿空留巷提供了有效保障。

(3)沿空留巷临时加强支护由单体柱+ π 型钢梁“一梁三柱”支护形式改变为单体柱+ π 型钢梁“一梁四柱”支护形式;且 π 型钢梁由垂直巷道走向支护变为平行巷道走向支护;沿空留巷滞后支护长度由120m加强支护200m;使沿空留巷在增压期间的巷道变形得到有效控制,使其更快的进入稳定期。

(上接第49页) 可直接在图形中查询相关设备的故障信息等数据。

(6)应急联动功能。可将不同安全监控子系统进行联动,比如遇到突发断电、瓦斯超限等紧急情况时,可以将井下作业人员管理系统、通信系统、广播系统等进行联动,通知人员尽快撤离出相关区域。

5 结论

为了保证矿井人员安全,唐安煤矿建设了大量的矿用安全监测系统。但这些系统之间由于建设标准不统一,使得它们之间的数据无法实现共享。基于此,本文构建了标准化的应急联动系统融合平台,通过该平台可采集不同子系统的数据信息,并加以综合分析利用,实现了不同系统之间的互联互通。促进信息系统多元融合、数据共享,对保障矿工兄弟们的生命健康以及唐安煤矿的安全生产都有着非常重要的意义。