

42108 回风巷沿空留巷实施方案

Implementation Plan of Gob-side Entry Retaining in 42108 Return Air Lane

吕纯涛

山西省朔州市平鲁区大恒煤业有限公司, 中国·山西 朔州 036000

Chuntao Lv

Daheng Coal Mine Co. Ltd. of Pinglu District, Shuozhou City, Shanxi province, Shuozhou, Shanxi, 036000, China

摘要】为认真践行科学发展观,逐步实现无煤柱开采,废弃物利用,保护地面,提高资源回收率的目的,论文提出了回风巷沿空留巷的实施方案。论文结合实施工作面的基本情况,在确定该实施工作面适合留巷的基础上,具体分析了地质构造、水文地质等各方面的具体情况,从而提出了回风巷沿空留巷的具体方案,并清晰地分析了该方案的利弊以及长远的发展方向,做到了理论与实践的结合。

【Abstract】In order to conscientiously practice the Scientific Outlook on Development, and gradually realize the purpose of non pillar mining, waste utilization, protecting the ground and improving the rate of resource recovery, the paper puts forward the implementation plan of gob side entry retaining in the return air lane. According to the basic situation of the implementation of the working face, and the determination that the implementation face is suitable for retaining lane, the paper analyzes the specific conditions of the geological structure, hydrogeology and other aspects, and puts forward the specific plan of gob side entry retaining in the return air lane, and clearly analyzes the advantages and disadvantages of the plan and the long-term development direction, which achieves the combination of theory and practice.

【关键词】回风巷支护;沿空留巷;煤柱;监测

【Keywords】Support of return air lane; gob side entry retaining; coal pillar; detection

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i3.620>

1 实施工作面基本情况

1.1 地面相对位置及邻近采区开采情况

表 1 地面相对位置及邻近采区开采情况表

水平名称	一水平	巷道性质	回采巷道
地面标高(m)	+1215~+1300	井下标高(m)	+1020~+1055
地面的相对位置及建筑物	地表南部为选煤厂及大恒煤矿工业广场,北侧为兴陶煤矿。联通、移动通信线路从工作面上方通过,工作面东侧有移动通讯塔 1 座,西部为荒山和农田。		
井下位置及掘进对地面设施的影响	位于井田西北部,正上方为 41108 采空区;北部为井田边界保护煤柱(兴陶煤矿),边界外为兴陶煤矿 4 ⁻¹ 、4 ⁻² 采空区;西侧为 42108 工作面;东侧为规划的 42103 工作面和 DF3 断层煤柱及原大恒矿 4 ⁻¹ 采空区;南部为主斜井和选煤厂保护煤柱及西翼皮带大巷保护煤柱。掘进对地面无影响。		
邻近采区开采情况	其上方 4 ⁻¹ 号煤层已回采完毕,南东侧上方为 4 ⁻¹ 号煤“小采”采空区,两侧为设计 4 ⁻² 号煤层工作面,均未回采,其他为未开采区域。		

如表 1 所示,基础评述为:上覆盖层厚度小,地应力小,回采动压显现弱,适合留巷。

1.2 煤(岩)层赋存特征

1.2.1 煤(岩)层产状、厚度、结构、坚固性系数、层间距

42108 工作面区域内的 4⁻² 煤层为井田内主要可采煤层之一,位于太原组上部。煤层走向近西东--北西,倾向南--南西,倾角 0~5°,平均 2°。全区厚度、层位稳定,该区煤层厚 4.1~5.93m,平均 4.92m,含 1~2 层夹矸,厚度 0.23~0.65m,平均厚度 0.44m。

4⁻² 煤层一般为沥青光泽,线理状—细条状结构,薄层状、块状构造。主要以暗煤为主,含少量的亮煤,镜煤、丝炭含量很少,内生裂隙不发育,断口多呈参差状,常见黄铁矿薄膜和结核。煤层普氏硬度系数 $f=0.9$,4⁻² 号煤上距 4⁻¹ 号煤层 5.96m,下距 8 号煤 12.53m。

1.2.2 煤层顶底板岩性、厚度

煤层厚度最大 4.5m,属于较厚煤层,在留巷方面属于中等难度。老顶为采空区垮落带,对留巷支护极为不利。直接顶为节理发育灰色砂岩,需要支护。直接底较坚硬,对留巷十分有利。

1.3 地质构造

42108 回风顺槽范围内地质构造相对简单。施工期间揭露落差 0.5m 和 0.6m 两条小断层,巷道东侧的 DF3 断层距离巷道 62–210m,距离较近处可能会对巷道留巷施工造成一定影响。

1.4 水文地质

1.4.1 含水层

工作面区域内自上而下主要有 5 层含水层:预计正常涌水量 $2\text{m}^3/\text{h}$,最大涌水量 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.4.2 隔水层

主要隔水层为石炭系中统本溪组,厚 43.32m,上部多为粉砂岩,砂质泥岩,下部为铝土矿,本组地层在全井田分布稳定,是奥陶系灰岩与上部煤系地层良好的隔水层。另外,下石盒子组、山西组、太原组中与砂岩互层的砂质泥岩、泥岩亦是良好的隔水层。

1.5 煤层瓦斯涌出量、瓦斯等级、发火期、煤尘爆炸指数

据中国山西省煤炭工业局文件晋煤瓦发[2013]1706 号《关于忻州市 2013 年度矿井瓦斯等级鉴定结果的批复》,山西忻州原平龙矿盘道煤业有限公司瓦斯绝对涌出量为 $2.46\text{m}^3/\text{min}$,瓦斯相对涌出量为 $1.01\text{m}^3/\text{t}$,二氧化碳绝对涌出量为 $3.02\text{m}^3/\text{min}$,二氧化碳相对涌出量为 $1.24\text{m}^3/\text{t}$,属瓦斯矿井。

所有可采煤层吸氧量为 $0.42\text{--}0.90\text{cm}^3/\text{g}$,自燃等级均为 II 级,自燃倾向性为自燃煤层。矿井无自燃发火历史。

1.6 地温预测

地温平均 12°C ,对掘进施工无影响。

1.7 42108 回风巷支护

顶板锚杆只穿过直接顶,帮部无锚杆,只有过采空区或煤柱段两帮打设锚杆,回采端头后把子部分悬顶,说明留巷的先决条件较好。

1.8 实施条件评述

42108 工作面上覆盖层厚度小,地应力小,42108 回风巷支护结构简单,回采端头垮落滞后采空区一般为 10–12m。综合分析认为:自然条件比较适合沿空留巷,42108 工作面将回风巷作为留巷是可行的,关键是选择合理的支护方式。

2 方案确定

2.1 方案确定理论分析

2.1.1 综采沿空留巷理论分析

只要顶煤、煤帮加固和巷旁支护体性能参数设计合理,使综放沿空留巷围岩形成的小结构保持稳定,沿空留巷就能成功,但大结构(工作面采空区)对小结构(预留巷道)的下沉变形是不可抗拒的,小结构既要有一定的支护阻力又要有一定的可缩量,才能保证综放沿空留巷在生产期间的正常使用。

2.1.2 保持小结构稳定的技术关键

在具体的煤层开采条件下,小结构的稳定性是决定沿空留巷稳定的主要因素,巷旁支护体与顶板、实体煤帮及底板加固区是一个有机整体,其变形和破坏是各组成部分相互作用、相互影响的综合结果,任何一组成部分的变形失稳都将导致整个小结构的变形破坏^[1]。

2.2 综放工作面沿空留巷支护理论基础

综放工作面巷道,由于老顶距巷道顶部较远,根据顶板关键块稳定性分析,老顶形成的结构即使受二次采动影响也能保持稳定,因此对于综放沿空巷道支护的关键是对巷道顶煤、直接顶的加固,使两者形成承载能力较强的悬臂梁结构。同时为保持该悬臂梁结构的稳定,需在悬臂梁的自由端提供一定强度的支撑,减小梁的跨度,避免破坏性的弯曲下沉,另外还需对悬臂梁固支端进行加固,提高结构的承载能力。

2.3 综放工作面沿空留巷综合分析

2.3.1 综放工作面沿空留巷结构特征分析

对于锚网索联合支护的综放工作面巷道,巷道支护强度高且工作面推过后不拆除回收,由于放顶煤工作面在两端放煤效果较差,工作面端头处冒落的顶煤与直接顶充填高度大,垮落的大块老顶一端由采空区的矸石支承,另一端由实体煤帮上方直接顶支承成跨梁结构。

顶煤、直接顶组成的这种悬梁结构因采用巷旁及支护强度的不同,表现为三种变形破坏特征。一种是无巷旁支护情况下,工作面原有巷道上方的悬臂梁结构将由于老顶斜跨梁结构的回转下沉而在实体煤帮折断,受关键块斜跨支承掩护和锚网索支护作用,使综放沿空垮落巷道处存在一个三角形“免压区”或“低压区”。第二种是有巷旁支护,但巷旁支护强度较低,不能限制顶煤、直接顶所组成的悬臂梁结构产生离层与下沉且超过悬臂梁结构的允许值,悬臂梁折断后呈斜跨梁结构,其上方老顶关键块也形成大的斜跨梁结构,第三种与第二种不同在于巷旁支护强度高,巷内顶煤、定邦完整性较好,顶煤、直接顶索组成的悬臂梁在“限定变形”情况下保持原巷道的参数^[2]。

2.3.2 煤柱受力分析

42108 综放面实施沿空留巷,存在两个隐患,其一,根据工作面接续情况表明,42108 回风巷与下一个工作面的间距为 6m,对实现沿空留巷极为不利;其二,老顶为采空区垮落带,对留巷支护极为不利。

3 42108 回风巷沿空留巷设计方案

3.1 沿空留巷留帮侧加强支护设计

巷道帮部原先的支护在回采过程中将会受到动压的影响,需要对巷道帮部进行加强支护。根据自稳隐形拱理论、锚杆索悬吊加固理论、摩尔应力圈理论、垮落移动角分析理论及周边矿井的实际情况分析,帮部的垮落宽度为巷道高度的一半。故设计围岩加固采用金属网、锚杆、锚索+T 型钢带、钢丝绳、喷浆、单体支柱配合 π 钢联合支护。

3.2 沿空留巷顶板加强支护设计

按照沿空留巷设计三要素,巷内顶板的加固方式采用锚索+T 型钢带及钢丝绳梁结构进行加固。顶板加强支护参数为:钢带选用 W140-L36000mm,锚索 $\Phi 15.24\text{mm} \times 5000\text{mm}$,间排距为 1600mm $\times$ 1600mm。根据巷道的变化情况,对锚索布置参数进行优化,当矿压显现不明显时,只在近面侧打设一排锚索。

4 工艺流程说明

①回风巷沿空留巷操作前,在超前支护段打设补强顶钢带梁,增加两排补强帮锚杆,钢带梁采用 W140L2400~3600 钢带,三根 $\Phi 15.24\text{L}5000$ 锚索,帮采用 $\Phi 18\text{L}2200$ 预应力圆钢锚杆,补强顶钢带梁和帮锚杆的距离根据现场矿压观测情况确定,按照大恒煤业的矿压观测情况,一般在超前支护范围内,即 20m 范围补强即可。

②工作面超前支护采用单体支柱配合 Π 型钢梁棚,间距 1.5m,切眼位置支设 3 架,一梁三柱,靠近切眼位置支设 6 架一梁三柱,再往外 5 架一梁两柱,超前支护设计距离 20m。

③沿空留巷开始前,在拟沿空留巷段支设一路拖后顺向靠墙加强棚,加强棚采用单体支柱配合 Π 型钢梁棚,柱间距 0.8~1m。

④沿空留巷施工过程中,拖后加强支护一般为一个周期来压步距+5m 以上,按照大恒煤业的周期来压情况,一般拖后加强支护不少于 50m 左右,具体数据根据现场矿压观测数据确定。

⑤沿空留巷巷道必须随时具备运输条件,为巷道返修加固、喷浆、防火等施工提供条件。

5 沿空留巷监测方案

制定严格的矿压观测方案,聘请有经验的专业人员协助,

进行现场指导,切实掌握沿空留巷期间矿压显现规律。

5.1 巷道表面移近量监测

5.1.1 监测目的

通过巷道表面收敛量的预测巷道围岩稳定性;监测巷道顶底板和巷帮不同的收敛规律;分析监测数据评价巷道稳定性。

5.1.2 测点的布置

本次采用多点位移监测的方法,多点检测能适应于大断面巷道由于顶部或帮部表面不均匀的变形,更能切合实际地反映出巷道的变形,对顶板和底板上的多个点进行监测。

5.1.3 测点的安装与测量

沿顶底板垂直方向和两帮水平方向在设计好的监测点上钻孔,将木桩打入孔中。顶板和上帮木桩端部安设弯形测钉,底板和下帮木桩端部安设平头测钉。

多点变形检测计算方法:可以通过测量任意三个点之间的直线距离,知道三角形三边,可以利用三角形余角公式得出各个角度。

5.2 巷道顶板离层及深部位移监测

5.2.1 测点布置

测点布置在巷道顶板中间位置,应用多点位移计对巷道顶板离层进行监测,离层仪采用 4 点布置,基点深度依次为 1m、2m、4m、8m。沿走向每 20m 布置一个测站。

5.2.2 仪器的安装与测量

对巷道顶板离层监测采用的是深部多点位移计算。用钻机在巷道顶板和帮部相应的位置打上钻孔。钻孔之后用锚索将离层仪的固定倒刺送入到指定部位,全部到位之后固定离层仪,将离层仪上的测线拉紧固定,记录固定好之后离层仪上每个点的刻度。观测频度为每天观测一次。

5.3 锚索载荷监测

锚索载荷监测是为了便于实时跟踪监测锚杆载荷变化情况,分析锚杆工作状态,为调整和修改锚索支护参数提供基础数据依据。

每个测站内,在巷道的留帮加固处和顶板加固处各安装 3 套锚索(锚杆)测力计。安装后,记录初始值以后,每天观测一次。回采工作面距测站 50m 以外,可以 3 天观测一次。

5.4 临时支护矿压监测

拖后和超前临时支护矿压监测仪器仪表在回采工作面前后 30m 安装。间隔 20m 安装一组,共安装 3 组。

6 沿空留巷设备及工器具

① 运输设备:原系统常规提升运输设备。

② 矿压观测仪器仪表:深部位移计 6 套;荷载监测仪 15

套;数据接收器 2 台;其他附件 1 套。

7 沿空留巷效果分析

按照大恒煤业采场情况,采取沿空留巷技术,主要有减少煤柱损失、降低掘巷成本、缓解接续、优化系统通风等方面效益。

7.1 减少煤柱损失

按照盘道煤业现在的工作面布置方式,工作面切眼平均长度为 160m 左右,两相邻工作面留设煤柱约 10m。煤柱损失约占工作面长度的 6%。如果无煤柱留巷,则可以多回收煤量 6%,减少煤柱损失 6%。

7.2 降低掘巷成本

实体掘巷直接费用:按照大恒煤业工作面的顺槽掘进工艺和支护型式,顺槽掘进人工费 2268 元(100 人月进尺 500m,人均日工资 270 元,人工费= $270 \times 30 \times 100 / 500 = 1620$ 元,其他工资性成本占工资总额的 40%),直接支护材料费:锚杆间排距 1m $\times$ 1m,每米用锚杆 7 套,焊网 5.5m²,锚杆 24.30 元/套(含树脂药卷、托盘),焊网 10 元/m²,每米限额材料 198 元(综掘机维修费用等),实体掘进电费约 100 元/m,综合计算掘进顺槽直接成本为 2791 元/m。

沿空留巷直接费用:人工费 378 元/m(5 人日进尺 5 米,人均日工资 270 元,人工费= $270 \times 5 / 5 = 270$ 元,其他工资性成本占工资总额的 40%),补强支护用帮锚杆 2 套/m,48.6 元/m,补强顶钢带梁 0.5 架/m(锚索 $\Phi 15.24L5000$ 三根,T 钢带 140L3600)196.4 元/套,预应力支撑柱 0.8m 一根,200 元/根,成本为 2312 元/米。

7.3 优化通风管理

42108 工作面回采推进到 42103 工作面切眼位置,开始进行沿空留巷,42108 工作面回风巷和切眼已经掘进完成,42108 工作面通风系统调整为两顺槽均进风,通过留巷段、42103 切眼、42103 回风巷回风,减少 42108 两巷回风管理和粉尘管理工作量。

加强通风、防火管理方面:按规定在巷道内埋设束管监测系统、注浆管,确保喷浆质量,在巷道两侧采用洒浆、洒阻化剂等措施封闭煤体。

严格控制沿空留巷的喷浆质量。

7.4 减少掘进队伍占用,缓解接续

按照 42108 工作面回采情况,日推进 5m,因人员紧张,可从掘进区队抽调 5 人完成护巷的常规工作量,提高人工效率,减少劳动力占用。

无煤柱沿空留巷可以实现边回采边留巷,减少工作面准

备时间,在接续紧张时,可以作为应急措施缓解接续。

8 继续研究方向

8.1 支护技术的改进

①按照效益支护原则,利用锚索网支护巷道垮落后形成的免压区实施小断面沿空留巷,通过高强度预应力锚索、全锚高强度锚杆锚网支护提高顶煤、顶板及煤帮自身支承能力^[9]。

②根据对综放工作面锚网、锚索支护巷道垮落特征和老顶破断基本规律的分析,了解围岩大、小结构的概念,综放沿空留巷围岩变形受大结构稳定性的影响大,而小结构本身的稳定性是综放沿空留巷稳定的根本^[4]。

③通过对大结构关键块稳定性分析,大结构中的老顶关键块在采动影响过程中有一定的回转下沉,但不会失稳。在保证顶煤、直接顶所形成的小结构稳定的前提下,综放沿空留巷是可行的^[9]。

④综放大断面沿空留巷支护技术的关键是通过采前加强支护形成悬臂梁结构或斜跨梁结构,通过对留巷时的巷内加强支护与巷旁支护,提高结构自身承载能力及其稳定性^[9]。

8.2 工作面端头支护工艺改进

该方案在工作面端头采用 2 对迈步 π 型钢棚支护顶板,回采较麻烦。沿空留巷需要在工作面端头留有 1 米左右的缓冲带,既便于调整工作支架上下窜动有可能对砌墙带来的影响,又起到一定的防窜矸作用,拟考虑借鉴综采工作面端头支架做法作为缓冲带的支护。

9 其他

该方案实施时,预计有一定的局限性,要加强过程监测,加强过程及后期分析总结工作,对工艺进行进一步完善。

参考文献:

- [1]杨跃林.浅谈煤矿开采沿空留巷围岩控制理论的应用[J].工业设计,2011(06):155.
- [2]李晋平.综放沿空留巷技术及其在潞安矿区的应用[D].北京:煤炭科学研究总院,2005.
- [3]张文志.高强度锚杆支护巷道沿空留巷支护技术[J].煤矿开采,2005(03):41-42.
- [4]张宏升.高瓦斯松散软煤层大断面全煤巷锚网支护技术的应用[J].煤炭技术,2003(12):44-45.
- [5]侯朝炯,李学华.综放沿空掘巷围岩大、小结构的稳定性原理[J].煤炭学报,2001(01):1-7.
- [6]马金龙.沿空留巷围岩变形特征与巷旁支护研究[D].西安:西安科技大学,2013.