

Research on Roof Control Technology and Mine Pressure Monitoring Along the Empty Roadway of the Withdrawal Support of Fully Mechanized Mining Face

Yanlong Wang

Shanxi Jinhui Kaichuan Coal Industry Co., Ltd., Lvliang, Shanxi, 033100, China

Abstract

In this paper, the problem of roof control technology and mine pressure monitoring along the empty roadway of the retraction support of the fully mechanized mining face is studied in Kaichuan Coal Mine 5109 fully mechanized mining face. Firstly, the actual situation of the working face was introduced, and the production conditions such as the characteristics of the coal seam roof and floor, low gas, and no water accumulation were clarified. Then, the roof control and mine pressure monitoring technology of the withdrawal support along the empty roadway were analyzed, and the methods of the withdrawal support, the implementation of the empty roadway and the mine pressure monitoring were elaborated, including the observation of the surrounding rock of the roadway, the monitoring of roof separation and the load monitoring of the single hydraulic pillar. Finally, the safety technical measures for the construction along the empty roadway are proposed, which can provide a reference for the relevant personnel to implement the construction along the empty roadway of the fully mechanized mining face withdrawal support.

Keywords

mine pressure monitoring; fully mechanized mining face; stay along the empty lane; retract bracket; top plate control

综采工作面回撤支架沿空留巷顶板控制技术与矿压监测研究

王艳龙

山西方山金晖凯川煤业有限公司, 中国·山西 吕梁 033100

摘要

论文以凯川煤矿5109综采面为对象研究了综采工作面回撤支架沿空留巷顶板控制技术与矿压监测的问题。介绍了工作面的实际情况,明确了煤层顶底板特征、低瓦斯、无积水等生产条件。分析了回撤支架沿空留巷顶板控制和矿压监测技术,具体阐述了回撤支架、实施沿空留巷以及矿压监测的方法,包括巷道围岩观测、顶板离层监测和单体液压支柱荷载监测。提出了沿空留巷施工安全技术措施,能够在技术层面为相关人员实施综采工作面回撤支架沿空留巷施工提供参考。

关键词

矿压监测; 综采工作面; 沿空留巷; 回撤支架; 顶板控制

1 引言

在煤矿开采技术不断发展的过程中,想要保证煤矿生产安全,综采工作面回撤支架沿空留巷顶板控制技术及矿压监测属于重要的技术措施,近年来很多学者研究了此方面的问题,但是相对来说结合具体综采工作面展开研究的较少。在本次研究中笔者将以凯川煤矿5109综采工作面为例研究相关技术的具体应用。

2 综采工作面概况

凯川煤矿5109综采工作面现今已经将要开采到停采线,

以辅助进风巷 r-1 点前 42.9m, 运输顺槽 g-11 点前 19m 作为停采位置,停采工作面存在南面低北面高的特点,拥有 8 度的平均坡度。工作面停采位置不存在风氧化带且未揭露断层。对应停采位置的地表不存在水体,邻近煤层的采空区无积水,上部 3# 煤采空区无积水,不会产生老空水水害危险。矿井的具有 1.01m³/min 的绝对瓦斯涌出量,0.68m³/t 的相对瓦斯涌出量,属于低瓦斯矿井范畴,但是煤尘具备爆炸危险性。

3 回撤支架沿空留巷顶板控制和矿压监测技术

3.1 回撤支架

工作面自机头向机尾逐架回撤支架,回撤支架的总数量为 98 台,在回撤支架后随时向外运输。在回撤支架前需要准备圆木、U 型环、螺丝、滑轮、大链等工具材料,而且

【作者简介】王艳龙(1988-),男,中国山西柳林人,助理工程师,从事采煤工程施工及管理研究。

每次开车前需要认真检查绳卡子、钢丝绳、绳皮、地锚、绞车等，在确定相关材料设备可正常使用后才可实施回撤支架的工作。

在回撤支架时需要遵循以下步骤进行：第一，清理干净待回撤支架架前与两侧架间存在的浮煤活矸，并实施相邻2~3架的补液工作，确保其有效支撑顶板。第二，断开待撤支架架间进回液管路（严禁带压操作），一般情况下，以当班能够回撤的支架数量为限，其敞口端须使用与管路匹配的堵头对管路进行封堵，以防进入矸石、煤等杂物。并用堵头和截止阀将邻架主进、回液管路封闭，从相邻支架用临时高压管向待拆支架供液，同时接通注液枪管路^[1]。第三，降柱收回侧护板，操作立柱对应的功能片阀，对所撤支架适当降柱，当支架离开顶板20cm左右时，停止降柱，收回侧护板，使支架缩至最窄宽度，减小支架运行阻力。第四，支架离位、拉出、调正。首先，放置单体调离支架。选择一根完好的单体液压支柱，将该单体前端顶在待撤支架底座加强部位，后部顶在相邻支架底座加强部位或起重孔内，支柱受力后停止供液，然后关掉注液枪高压截止阀，绑枪通过远距离控制注液枪截止阀，对单体进行供液，使支架一步步慢慢顶出原位置。之后，单体配合双速绞车调离支架。在拆卸架的下一架前梁适当位置挂不小于25T的滑轮，用工作面拆架绞车钢丝绳通过导向滑轮，通过破断力不小于25t的U型环与支架推移缸连接牢固，并将其保险绳固定在支架立柱上，单体柱腿铰于下一支架，将周围人员撤至五架以上的支架架箱内操作，发信号开动绞车，边用拆架绞车调向牵引边给单体送液，相互配合将支架拉出，调正方向。第五，支架调正后停止绞车运行、卸下单体柱，拆除供液管，并将钢丝绳从滑轮中取出，绞车绳头连接在支架推移千斤顶前端销孔内，将支架沿工作面底板拖运至装车平台处装车，采用高强度螺栓将支架固定牢固。第六，支架离位后，煤帮侧进行沿空留巷支护，采空区侧采用DW35-300/110X悬浮式单体配合长2.7m的 π 型钢梁支护， π 梁平行支架布置，支护形式为5排，每排3根单体，间排距 $1\text{m} \times 0.75\text{m}$ 。每出一架先在外侧打上2排单体，单体与待撤支架保持0.75m的间距，再把最里侧的2排单体回撤掉，以见7回2的形式管理顶板，待里侧2排单体回撤完后出下一架，以此类推进行循环作业^[2]。所有单体的三用阀要平行于支架，注液阀口朝向采空区一侧，所有单体要迎山有力， π 型钢梁打紧打牢，空帮侧顶板压力大时缩小单体支护间排距，严格执行“先支后回”的原则，并且柱头用防倒链拴好固定在顶网上。第七，工作面拖运支架，绞车绳头与支架必须使用以下方式连接（简称闭式连接），将25T的U型环穿过绞车绳头再穿过支架推移千斤顶前端的销孔，然后将丝口全部拧满，将保险绳通过工作面输送机优质大链或 $\phi 24.5\text{mm}$ 钢丝绳专用绳套，绕过支架立柱，然

后采用专用连接环进行闭合连接。

3.2 实施沿空留巷

3.2.1 沿空留巷支护

在完成回撤支架的工作后，需要在待拆支架下侧开展沿空留巷支护，首先应清静支护范围内底板浮渣，保证复合铁鞋和圆柱鞋支设到实底并水平放置，挂防漏风风筒布，风筒布顶端预留500mm，压在十字梁上，风筒布底部顺至采空区内，与前一十字顶梁铰接十字顶梁，用单体临时支撑十字顶梁接顶，复合铁鞋放到适当位置，将靠帮梁铰接在十字梁上，下端搭接于复合铁鞋上，靠帮梁与复合铁鞋搭接200~400mm，且底部与底板间距不小于300~400mm（伸缩量），之后在复合铁鞋上打设单体，单体应打在十字梁中心，保证迎山。然后在每排十字顶梁上根据支护设计铰接两根1.2m铰接梁，在铰接顶梁下打设相应的单体柱，单体下穿 $\phi 300\text{mm}$ 圆铁鞋。单体间距从空区侧至沿空留巷内依次为600mm、500mm、950mm，排距为500mm。

3.2.2 沿空留巷顶板补强支护

出于保证沿空留巷顶板完整性，将底板下沉量控制在适宜水平的目的，应在工作面未采期间（回撤支架之前），对沿空留巷顶板采用锚网索进行加强支护。

在支护过程中主要使用两种形式，一是顺工作面方向，顶板布置3排锚杆配梯子梁支护，锚杆间距900mm，排距1200mm。使用 $\Phi 20 \times 2000\text{mm}$ 螺纹钢锚杆，每根锚杆使用一块 $120 \times 120 \times 10\text{mm}$ 钢托盘，配合 $\Phi 12 \times 70 \times 3800\text{mm}$ 梯子梁和 $1200 \times 10000\text{mm}$ 双层钢丝网支护，每根锚杆使用msck2360树脂药卷1节。二是顺工作面方向，顶板布置4排 $\phi 17.8 \times 6300\text{mm}$ 锚索配合3米长14#槽钢梁支护，槽钢梁呈迈步式布置，锚索间距1300mm，排距1200mm。每根锚索使用msck2360树脂药卷2节。与锚杆错排布置，错距600mm^[3]。未采支护俯视图如图1所示。

在沿空留巷顶板补强支护中主要是使用锚索施工工艺，在实际施工中选用MQT-130/3.2型锚杆钻机，在施工期间根据锚索间排距定好孔位，采用锚杆机打眼，打完眼后，装入锚固剂，用锚索线轻推至孔底，药卷必须逐块顶入，安上搅拌机，用锚杆机搅拌，搅拌时间不得小于45s，直至产生反向力矩，退下锚杆机和搅拌机15min后，上托盘索具，采用风动机具或手动式锚索涨拉机具预紧即可。锚索露出锁具长度150~250mm。

3.3 矿压监测

在矿压监测过程中主要存在巷道围岩观测、顶板离层监测以及单体液压支柱荷载（含活柱下缩量）监测三项监测内容。执行布置测站的工作时，留巷内每30m设一个测站，每个测站由1套顶板离层监测仪、1组巷道围岩观测站和1个单体液压支柱荷载（含活柱下缩量）监测组成。

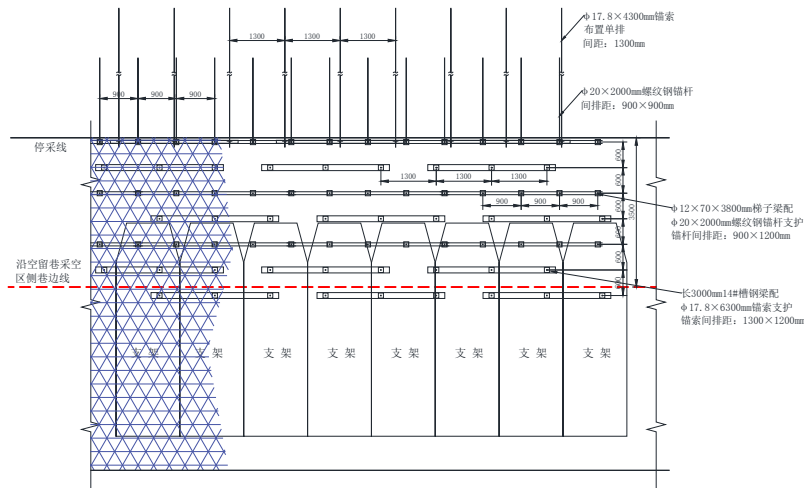


图 1 未采支护俯视图

3.3.1 围岩观测

在布置围岩观测站时使用十字布点法，每个监测站布置两组监测断面，两组监测断面间距应不大于两排顶锚杆的距离，测点设置牢固。每组监测断面确定 4 个点（顶底板各一个，两帮各一个），两帮测点距离巷道底板 1500mm，顶底板测点距离采空区帮 700mm，采空区帮线绳可直接固定在靠帮梁上，选好观测点后拴上线绳并在拴线处喷上喷漆，行人侧悬挂巷道围岩观测牌板。测读时，先自顶板挂垂线至底板，再用另一测绳连接两帮测点并拉直，取两线交点为中心点。然后分别测量读数，并建立台账，通过比较每次记录数据得到巷道变形特征。测量时采用钢卷尺作为测量工具。围岩观测站布设后，线绳固定位置要做好标记，每次观测时，要确保线绳固定位置与原始数据观测时线绳固底位置一致。设站初期每天观测一次，周变形量小于 10mm 时，一周观测一次。对监测中发现的顶底板移近量突然大面积增加等紧急情况，监测人员要立即通知跟班队长或当班班组长，及时撤出危险区所有人员，并向矿调度室汇报。

3.3.2 顶板离层监测

顶板离层仪深基点设置应选取至少 1.5 倍的巷道跨度为深度，浅基点设置深度应比锚杆长度短 0.1m，当稳定岩层与巷道顶板距离过大时，离层仪深部基点应超出锚索锚固端 1m 以上。深基点和浅基点钢丝绳必须拉紧锁好，应有一定的初始读数（一般为 5~20mm），但不能过大（不超过 25mm），初始读数为 0 将被视为安装不合格，必须重新安装，读数统一以内环进行观察。设站初期每天观测一次，周离层量小于 10mm 时，一周观测一次。当顶板全离层值 $\leq 20\text{mm}$ 时，顶板支护处于安全值范围内；当 $20\text{mm} < \text{全离层值} \leq 50\text{mm}$ 时，要将 7 天一次的观测周期调正为 2 天一次，当全离层值 $> 50\text{mm}$ 时，顶板支护处于预警范围，采取加固措施。

3.3.3 单体液压支柱荷载（含活柱下缩量）监测

沿空留巷每 30m 设一个单体液压支柱工作阻力记录仪，记录仪安装在每排支护第二根单体液压支柱上，按照监测频

率定时记录单体支柱的压力和活柱下缩量变化。设站初期每天观测一次，单体周卸载次数小于 2 次时，一周观测一次。

4 沿空留巷施工安全技术措施

在开展沿空留巷施工时需要采取以下安全技术措施：第一，使用完好的单体，禁止使用焊口有明显损伤的十字铰接顶梁，发现失效的单体和损坏铰接梁及时更换。第二，在布置单体时，要求每排单体成一条线设，其偏差不超过 50mm，单体柱要迎山有力，升紧升牢。单体防倒使用防倒链将单体上端捆绑与顶网连接，防止单体倾倒伤人。交接班时，施工人员必须用单体测压表进行测压，发现初撑力不足的单体及时进行补液，保证初撑力符合设计要求。第三，若巷道顶板不平整，要裱褙板皮，板皮裱褙要保证十字铰接顶梁、铰接顶梁与顶板之间实现面接触，以达到顶严实，受力均匀的要求。第四，支护时严格执行“敲帮问顶”制度，设专人进行观察，发现顶帮来压等不安全因素时，及时组织撤人，待来压稳定后，由外向里逐架加固支护。

5 结语

综上所述，论文通过对凯川煤矿 5109 综采工作面回撤支架沿空留巷顶板控制技术及矿压监测的研究，成功总结了适用于该工作面的支护方案和监测手段。研究成果不仅为该矿井的安全生产提供了有力保障，也为类似地质条件下的综采工作面回撤支架沿空留巷提供了宝贵的经验和参考，具有一定的推广和应用价值。

参考文献

- [1] 陈晓祥,王鸣伟.综采工作面回撤通道大变形机制及控制技术[J].煤炭技术,2024,43(11):1-5.
- [2] 郝文哲.综采工作面回撤通道施工工艺优化应用[J].江西煤炭科技,2024(4):36-39.
- [3] 马林.综采工作面回撤通道支护设计及应用[J].机械管理开发,2024,39(8):315-316+319.