

Mining Technology and Application of Top Coal Paving Network under Complex Geological Conditions

Chenghang Ao¹ Wei Zhao^{2*} Yongshun Jiang² Shirui Pu¹

1. Production Technology Department of Guizhou Shuicheng Mining Co., Ltd., Liupanshui, Guizhou, 553000, China

2. Wangjiazhai Coal Mine of Guizhou Shuicheng Mining Co., Ltd., Liupanshui, Guizhou, 553009, China

Abstract

The coal mining technology is a new coal mining technology. In the process of mining at large inclination in complex geological conditions, the coal seam roof is broken, and the hydraulic support changes with the roof of the mining surface, resulting in the insufficient initial support force and the instability of the hydraulic support. Put forward the top coal network mining technology, optimize the mining engineering process, in the surface roof crushing area artificial laying a layer of barbed wire mesh, reduce the roof coal layer collapse support empty roof phenomenon, control roof collapse, improve the stability of hydraulic support, achieve the purpose of working face stable mining, and achieve the expected results in practical application.

Keywords

roof coal; roof crushing; hydraulic support stability

复杂地质条件下放顶煤铺网开采技术与应用

敖成杭¹ 赵威^{2*} 姜永顺² 浦仕锐¹

1. 贵州水城矿业股份有限公司生产技术部, 中国·贵州六盘水 553000

2. 贵州水城矿业股份有限公司汪家寨煤矿, 中国·贵州六盘水 553009

摘要

放顶煤采煤工艺属于新型采煤技术,在复杂地质条件大倾角采面回采过程中,煤层顶板破碎,液压支架随着采面顶板情况而变化,导致初撑力不足、液压支架不稳定。提出放顶煤铺网开采技术,对回采工程中工艺进行优化,在采面顶板破碎区域人工铺设一层铁丝网,减少顶板煤岩层垮落造成支架空顶现象,控制顶板垮落,提高液压支架稳定性,达到工作面稳定回采的目的,并在实际应用中达到预期成效。

关键词

放顶煤; 顶板破碎; 液压支架稳定性

1 引言

放顶煤开采目前属于新型采煤工艺,该工艺主要是沿厚煤层底部边缘布置综采面,采煤机进行底部割煤开采,在截割一定采高后,借助辅助手段以及矿山压力对顶部未截割煤进行破碎,通过放煤口放出未采到的顶煤^[1],综采放顶煤采煤工艺具有对减小巷道掘进量、增高回采效率、煤层条件适应性强等优点^[2]。但是针对更为复杂地质条件下,综采放顶煤工艺在实际应用过程中容易受到各种客观条件的影响,比如综采放顶煤工作面容易受到顶板煤层和煤层顶板岩层破碎的影响,导致工作面液压支架稳定性失衡,未能发挥该

工艺的价值。因此,有必要结合采煤工作面的生产情况,提出在生产过程中在液压支架顶部铺设铁丝网,达到控制工作面顶板岩层破碎程度,有效提升液压支架稳定性,达到开采效率提升的效果。

2 工作面概况

贵州水城矿业股份有限公司某矿110x工作面,设计走向可采长度670m,采面长度170m,煤层倾角均值为17°、容重1.52t/m³、煤层厚度均值为5.5m。工作面采深712m,顶底板基本信息包括基本顶厚6m,属稳定类顶板,为灰色细砂岩;直接顶厚3m,属不稳定类顶板,为深灰色泥质粉砂岩;伪顶为厚0~0.4m,碳质泥岩;直接底厚3.2m,为褐色粘土岩,属松软类底板;基本底厚4m,为细砂岩,属稳定类底板。结合以上对厚煤层的地质信息分析,决定应用综采放顶煤采煤工艺,同时采空区顶板的管理选择全部垮落法^[3]。

【作者简介】敖成杭(1974-),男,中国贵州盘州人,硕士,工程师,从事采掘技术研究。

【通讯作者】赵威(1998-),男,中国贵州盘州人,硕士,助理工程师,从事煤矿巷道支护设计研究。

3 放顶煤开采影响因素

3.1 上覆岩层结构变化分析

在矿山压力作用下，上覆岩块不断挤压变形，导致上覆岩层形成一个砌体梁结构（状似梁、实为拱）^[4]。上覆岩层在发生挠曲运动中，会产生上、下岩层层面间的挤压变形以及上覆岩层下沉的两种相互依存运动。随着顶煤持续从放煤口释放，同时采空区域逐渐扩大的情况下，会逐渐扩大顶部各个分层之间的距离，相互挤压持续发生，达到某个临界点后，由于工作面的老顶砂岩其上部和下部的岩层将出现脱层现象。

脱层现象发展至一定阶段时，会导致挤压发生拱形的砌体梁块体之间断裂，造成岩层整体性的结构失稳，从而引发老顶的下伏岩层垮落（图1）。发生的挠曲运动，导致层

面与层面之间挤压变形下沉，这决定着上方以及下方的挤压面的弯矩方向和大小，同时，会在挤压面的另一方出现张拉面。以工作面老顶A、B岩块作为研究对象，在挤压面还没有发生压裂性失稳前，可将挤压面看做一个只进行层面水平运动（图2），A被挤压移动至A'、B移动至B'、C移动至C'、D移动至D'位置，其影响范围受岩层回转角影响，随着成回转角的增大导致影响范围增大。

因此，在老顶初期挤压变形运动中，大倾角、厚煤层工作面顶部岩块不停被挤压变形，其下沉缓慢、速度较小，保持持续变形的特性，当产生失稳现象时，岩块与岩块之间的挤压程度达到极限，此时的岩层回转角处于临界点状态，一旦岩层超过临界值，必然发生挤压破碎的压裂性失稳，造成下位岩层的大量下沉垮落。

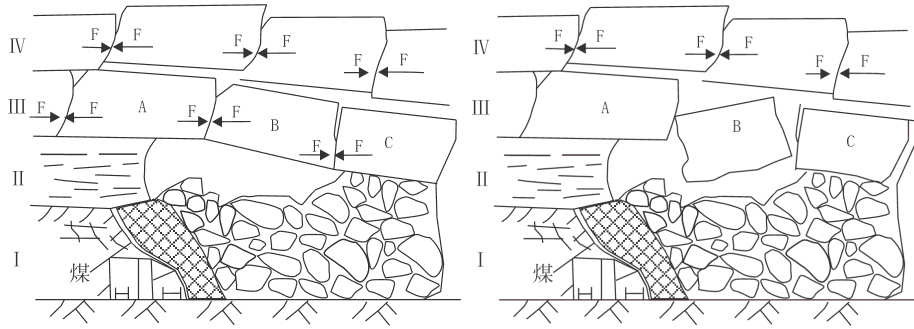


图1 煤层顶板失稳垮落过程图

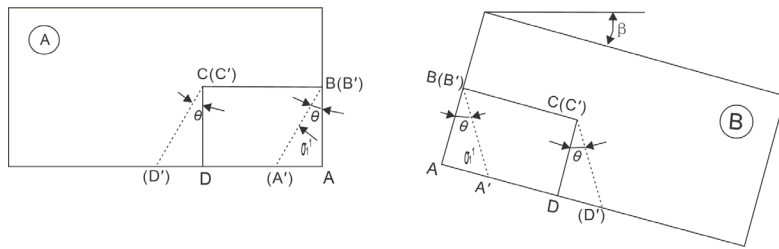


图2 挤压面变形过程

3.2 顶煤冒放性影响因素

综采放顶煤是指，利用采动支撑压力的作用，使煤体自然挤压破碎垮落，煤块从采面液压支架采空区侧及尾部的放煤口释放，所谓顶煤冒放性是指在一定地质条件下，顶煤在前方支撑压力作用下冒落，放出的难易程度的特征度量，亦即顶煤可放性和可冒性的总和^[5]。

放顶煤的影响地质因素主要有：①岩层裂隙发育；②煤层层厚、强度、层数以及夹研层厚度；③直接顶和老顶的厚度、直接顶和老顶的强度；④煤层的强度和煤层的厚度；⑤开采深度。目前已有研究证实，顶煤冒放性的难易程度受裂隙发育程度和对顶煤破碎程度、应力状态、煤层强度这3个因素限制影响。

煤体中裂隙分为外生裂隙和内生裂隙两大类。成煤过程中，沉积压实作用生成内生裂隙，对顶煤的冒放性影响不大，多以微观裂隙出现于每个煤层的内部；而外生裂隙的

分布是影响顶煤冒放性的关键因素，以宏观裂隙贯穿在煤体各分层，主要由地质构造运动影响产生。

裂隙对冒放性的影响表现在以下两方面：①煤的冒块形状特征和大小直接由裂隙的贯通性、组数、密度以及长度影响；②裂隙的存在大大降低了煤体的强度。

顶煤冒放性分为如下几类：①极好冒放性。只需选择合理的开采工艺以及有利于控制冒顶的液压支架。②好冒放性。只需选择合理的放煤口尺寸和位置和有利于顶煤冒放的液压支架。③中等冒放性。需要在选择合理架型的基础上，选取有利放煤工艺。④较差冒放性。必须采取专门的顶煤破碎处理措施，选择合理的液压支架架型，提高顶煤的破碎情况，增大冒放效果，才能提高煤的回采率。

3.3 顶煤破碎程度变化规律

①增大支架前端控顶距，有利于顶煤破碎和冒放；控顶距过窄，顶煤不利于冒放，控顶距过大，反而导致顶煤破碎程

度过高,容易发生冒顶。②液压支架工作阻力偏高时,阻碍顶煤冒放效果。液压支架工作阻力较低时,利于顶煤破碎冒放,但工作阻力过于偏低,反而会导致支架失稳倾斜。③放煤步距参数对顶煤破碎的影响是反比变化规律,大步距放煤,不利于顶煤破碎和放出;小步距放煤有利于顶煤破碎和放出。

4 顶板铺网放顶煤开采工序

4.1 割煤

在110x工作面放顶煤工作面开采中,采煤机械采用的是MG500/1180-AWD型双滚筒交流电牵引煤机。割煤高度2.5m,放煤高度3m,割一刀循环进度0.6m,回采总高度5.5m,局部区域回采总高度7m。铺网放顶煤流程为:班前隐患排查→煤机开机割煤→工作面铺网并上钢丝绳→拉移超前架→推移前部刮板输送机→液压支架尾部破网放顶煤→拉移后部刮板输送机。在采煤机进刀环节,割煤采用割三角煤法,作业方式如下^[9]:

前端头斜切进刀工艺操作如下:①割煤机在下端头部位截割结束后,煤块通过前部刮板输送机运输,煤机开至刮

板输送机弯曲范围15m之外,将滚筒降低到煤层底部边缘部位,在上端头进刀。②通过刮板输送机弯曲状态,使采煤机斜切进刀进入煤壁,深度为0.6m。该步骤推移前部刮板输送机移动到平、直状态。③将后滚筒结构下降到一定部位,提升后滚筒,降低前滚筒,将采煤机移动到下端头,并把刮板输送机机尾段推移到煤壁侧。

4.2 铺网

采面基本顶为灰色细砂岩,均厚6m,属稳定类顶板;直接顶为深灰色泥质粉砂岩,均厚3m,属不稳定类顶板;伪顶为碳质泥岩,均厚0~0.4m。大倾角采煤过程中,由于自身重力,以及施加于顶梁上的推力(重力分力)等作用,液压支架会出现沿工作面下滑和失稳倾倒现象。同时支架在顶板压力控制阀作用下保持稳定状态,但是支架顶部煤层和煤层顶板稳定性差,未铺网前,在矿压作用下,割煤和支架移动过程中会变得破碎,顶板垮落严重,支架顶梁由于未接实顶板而失稳,也会出现下滑和倾倒现象。割煤之后在支架顶梁铺铁丝网,首先可以有效防止破碎煤岩层从架间和架前垮落,其次形成一层假顶保护顶板,提高支架稳定性(如图3所示)。

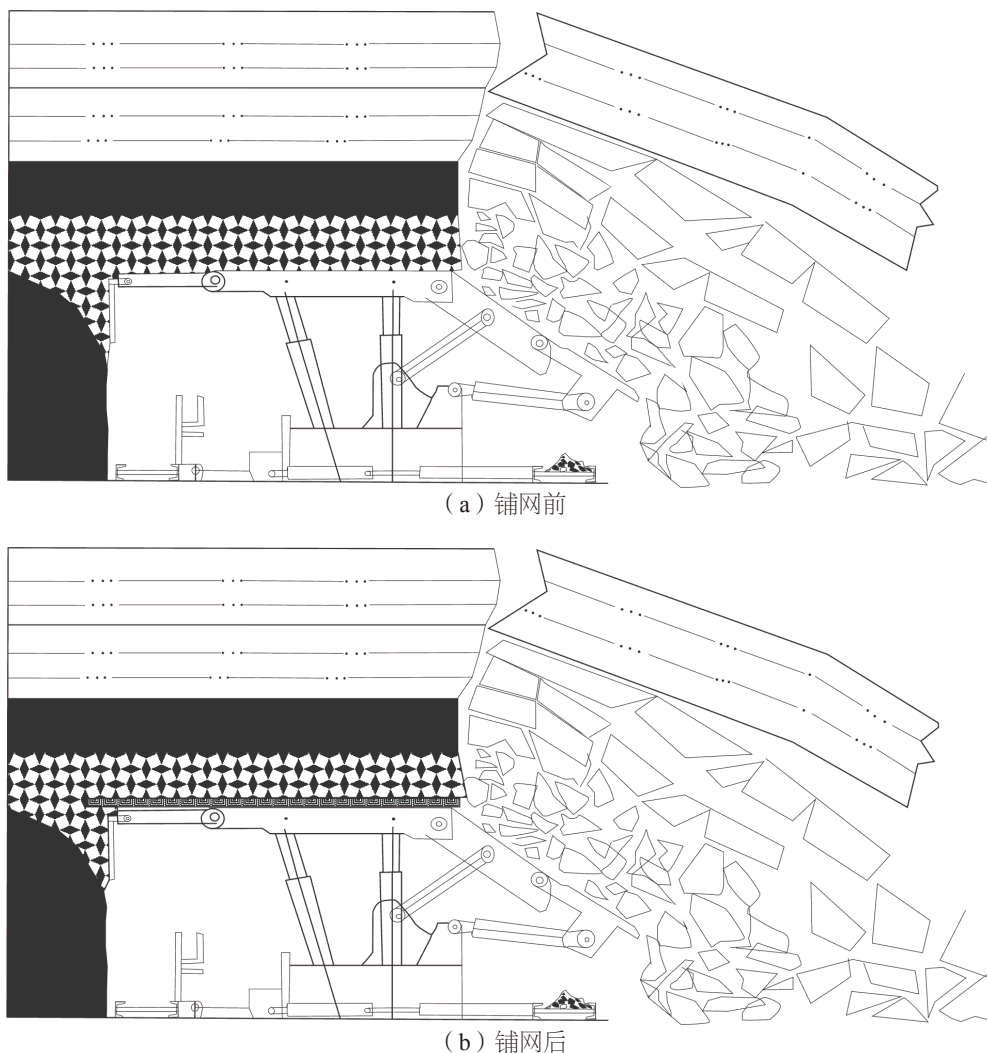


图3 采煤工作面铺网前后对比图

4.3 移超前架

根据顶板破碎垮落严重程度,在铺网之后选用跟机拉超前架的支护方式,支架移动按照带压擦顶拉架、先降后移的作业方式,做好顶部铁丝网铺设,满足结构性能要求。

4.4 推移前部刮板输送机

①前部刮板输送机推送的环节和移驾相同,利用液控阀组进行控制。②推移刮板输送机时,操作人员及时掌握刮板输送机状态,推移刮板输送机滞后煤机滚筒 8~15m。

4.5 放顶煤拉后部刮板输送机

放顶煤过程中,首先利用尾梁摆动,运用液压支架尾梁插板和顶板压力,撕破铁丝网,同时加强控制液压支架工作助力,控制住顶板压力,顺利完成放煤作业,根据不同进刀方式以及采煤工艺控制放煤顺序,步距设定为 0.6m。

①拉移后部刮板输送机采用液控阀组控制。②通过液控阀组控制拉移后部刮板输送机,弯曲段大于 15m,并保证拉移步距为 0.6m。③拉后部刮板输送机机头、机尾时,必须清理浮矸、浮煤,并检查端头、上下隅角的顶板情况,排除隐患后拉移机头机尾。④工作面后部刮板输送机机头拉移到位后,利用转载机自移装置,将其向前推移一个循环,保证自移后的刮板输送机机头与转载机机尾搭接处转载合理,流煤路线畅通^[7]。

5 铺网开采实际应用效果

验证该矿采用铺网放顶煤优化采煤工艺后的回采效果,论文分析了其月推进度和采面液压支架稳定性指标,并对比分析采煤工艺优化前后的经济效益指标。

①工作面在回采过程中,由于顶板破碎垮落严重,工艺优化前月推进度少,不足 10m。进行工艺优化后,采面月

推进度升高至 25~30m,推进度得到有效提升。②在液压支架顶板未铺网之前,顶板破碎位置液压支架倾角大,支架之间错茬超过标准,移架期间支架不稳定,采取单体柱辅助拉架,移架速度慢。采面顶板铺网优化之后,液压支架接顶严实,有效控制了液压支架倾斜、错茬等稳定性指标,提高了移驾速度。③通过铺网工艺优化之后,采面通过正常放顶煤开采循环,提高了产出煤量,经济效益得到极大增加。

6 结论

①大倾角采煤工作面液压支架在自身重力和顶板控制下保持稳定状态,割煤过程中在液压支架顶板铺一层铁丝网,起到类似假顶的作用,提高了顶板稳定性。②通过对复杂地质条件下采面顶板破碎采取铺网技术工艺优化,在传统工作面回采工序中增加了铺网环节,有效控制了顶板垮落问题,提高了液压支架稳定性。

参考文献

- [1] 张建兵.综放工作面顶煤损失的理论分析及提高顶煤回收率的途径[J].石化技术,2020,27(6):258-258+260.
- [2] 冯超.杭来湾煤矿302盘区厚煤层采煤方法选择研究[J].陕西煤炭,2022,41(3):27-29+64.
- [3] 张浩春.综采放顶煤工艺研究应用[J].煤炭与化工,2022,45(11):31-34.
- [4] 关书方,杨长益.大倾角放顶煤上覆岩层结构失稳力学机理研究[J].华北科技学院学报,2023,4(20):29-34.
- [5] 靳钟铭.放顶煤开采理论与技术[M].北京:煤炭工业出版社,2001.
- [6] 闫少宏,徐刚,志忠.我国综合机械化开采50年发展历程与展望[J].煤炭科学技术,2021,49(11):1-9.
- [7] 杨帆.煤矿综合机械化放顶煤开采工艺的实践应用[J].山东煤炭科技,2021,39(7):148-150.