

厚煤层大采高全厚开采工艺研究与应用

任玉敏*

(晋能控股煤业集团晋华宫矿,山西 大同 037003)

摘要:以山西某大型煤矿开采厚煤层为例,为避免在厚煤层开采中出现资源浪费情况,以及确保生产安全、提升开采效率,应合理使用多类型国产设备,分析与研究大采高全厚开采工艺。同时,合理应用模糊综合评价模型与层次分析法,评价厚煤层大采高综采工作面。经过分析研究,确定采用双向割煤、端部斜切进刀的工艺方式,开采厚煤层工作面,可在降低成本消耗的同时,提升厚煤层开采效率以及产量。

关键词:厚煤层;大采高全厚开采工艺;顶底板

中图分类号:TD823.25 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)06-0152-04

与薄煤层和中煤层相比,厚煤层具有较高产量,并且涉及工作面相对较少,也是未来煤矿开采的重要方向之一。厚煤层主要指煤层厚度大于3m的煤层,厚煤层的开采一直是煤矿工作面的难题之一。传统的厚煤层开采工艺存在诸多问题,如采高受限、煤层破坏严重等。而通过建设高效、高产矿井,可能有效提升采煤工作面的开采效率,减低井下工作人员工作强度。

1 在厚煤层开采中应用大采高全厚开采重要性

厚煤层大采高全厚开采工艺是将整个厚煤层进行开采,采用全厚开采工艺来提高煤矿生产效率。传统支护技术存在支护能力不足、煤层破坏严重等问题,而先进的支护技术可以提高煤层的支护能力,减轻煤层的破坏程度。例如,采用高强度支护材料和先进的支护设备可以提高支护的稳定性和可靠性,使得煤层能够承受更大的压力。采用大功率的掘进机械和高效的掘进技术,可以提高掘进的速度和效率,从而减少工期。科学管理矿山是实现厚煤层大采高全厚开采的重要环节。传统的矿山管理存在管理不当、压力过大等问题,而科学的矿山管理可以合理控制矿山压力,减少煤层的破坏。例如,采用适宜的排水和通风系统可以降低矿山的压力,减轻煤层的压力。高效的煤层透气技术是实现厚煤层大采高全厚开采的重要手段。

2 厚煤层大采高全厚开采工艺研究背景

据相关调查研究后发现,我国目前已经探明地质储量大约有12000多亿吨,而厚煤层占有所有类型44%以

上。因此,能否安全、高效开采厚煤层,对矿井生产以及经济快速发展起到非常重要的作用。以山西某大型煤矿为例,该煤矿使用国产采煤设备,通过合理使用计算机数值、评价采矿地质条件以及现场实地检测等方法,全方位分析与研究厚煤层综合开采工艺的覆岩活动规律以及综采参数,并采用工艺试验研究大采高全厚开采的合理性。

山西某煤矿厚煤层工作面主要埋深169~394m,煤层整体呈现出单斜构造,煤层走向为 $272^{\circ}\sim 342^{\circ}$,倾向与倾角分别为 $356^{\circ}\sim 66^{\circ}$, $5.28^{\circ}\sim 16^{\circ}$,煤厚为5.21~5.61m。如表1所示,为煤层顶底板岩性分析表。

表1 山西某大型煤矿厚煤层底板岩性分析表

顶底板	岩石	厚度(m)	岩性特征
基本顶	细砂岩	3.48	以石英为主,钙泥质胶结, $f=5\sim 7$
直接顶	砂质泥岩	1.48	致密,泥质结构,性脆, $f=3\sim 7$
直接底	砂质泥岩	1.32	$f=5\sim 7$
老底	细砂岩	6.98	硅质胶结,成分以石英为主, $f=5\sim 7$

3 确定采煤方法

据调查研究发现,大部分煤矿开采企业仍然采用放顶煤工艺或倾斜分层工艺进行回采,而采用国外进口成套设备进行大采高全厚开采工艺相对较少。与一次采全高及放顶煤开采相比,倾斜分层下行采煤方法不仅掘进量较大、增加生产成本,而且生产工艺较为复

* 收稿日期:2023-07-28 修回日期:2023-08-16

作者简介:任玉敏(1991-),男(汉族),山西大同人,工程师,现从事井下采掘设备维修及井下安全管理工作。

杂,尤其是在往下开采作业期间,可能出现顶板破碎、难以维护上下出口,并且存在回收率较低等问题。基于此,采用大采高全厚开采工艺,可获得较高的经济效益,采用该工艺需要进口大多设备,初期投入资金较大,若采用该工艺,初期投入费用在2亿元人民币以上,较为高昂的初始投入费用,制约着大采高全厚开采工艺的应用。因此,只有解决回采工艺技术难点及厚煤层综合设备配套,即可实现一次性开采目的,有效提升厚煤层资源回收率以及安全生产水平。以我国现有煤机为基础,采用全套国产化高产、高效、高强度的综采生产设备,进行大采高一次全厚开采,计算三机配套,确定配套设备主要参数^[1]。

4 评价煤矿工作面开采条件工艺性

基于地质条件,分析研究煤矿开采规律,采用模糊综合评价模型和层次分析法,评价厚煤层工作面的地质条件和开采工艺性。该评价主要为支持一次全厚大采高综采工艺的应用提供理论依据。评价地质条件主要是寻找地质条件因素对开采的影响规律,从而客观评价煤层地质条件的优劣程度。对于特定的煤层,需要进行定性分析和定量评价,以便为开采技术决策、设计规划和生产管理提供具体依据。使用模糊综合评价方法,我们可以对工作面开采的总体方面进行整体综合评价^[2]。这就需要我们确定评价因素结构、隶属函数及权重。根据评价方法和该工作面的具体情况,我们划分了大采高综采工作面为四个等级,表2中予以展示。

表2 大采高综采工作面等级分类

评价等级	评价结果	开采条件
1	>0.84	好
2	0.68~0.84	较好
3	0.61~0.69	一般
4	<0.58	较差

5 确定大采高全厚开采工艺

5.1 确定进刀方式

通过使用端头斜切进刀技术,每个进刀段的长度约为40m,包括20m直线段和20m的斜切段。具体工艺流程为:当采煤机开始割入煤壁时,前部滚筒下降、后部滚筒会逐渐上升,然后进入直线段,并继续朝尾部割入煤层,同时进行推直进刀和刮板输送机运输。使用这种进刀技术,采煤机只需要转弯一次,就能与转移机尾部平行作业,而且无需等待时间即可清理漂浮煤。此外,端头斜切进刀方式还能及时有效地维护新顶板。如图1所示,为采煤机进刀方式示意图。采煤机牵

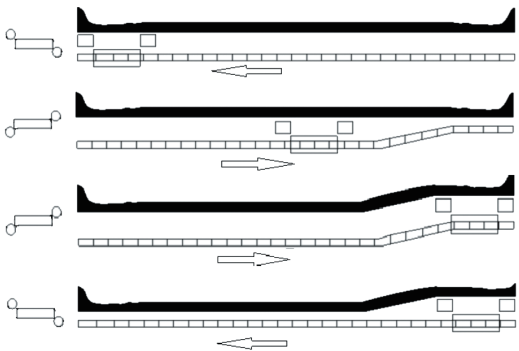


图1 采煤机进刀方式示意图

引方式:无链电牵引;牵引速度:进实刀 2.45m/min,返空刀 10m/min。

5.2 确定工作面工艺参数

在实践过程中,必须依据工作面不同生产能力,确定综采工作面工艺参数。

5.2.1 确定割煤循环时间

如公式(1)所示,为割煤循环时间计算公式:

$$T_{cs}=3T_d+\frac{L+L_s}{V_c}+\frac{L_s+L_m}{V_k} \tag{1}$$

式中: T_{CS} ——割煤时间;

T_d ——返回时间;

L ——工作面长度;

L_s ——刮板输送机弯曲段长度;

L_m ——采煤机长度;

V_c ——采煤机平均割煤速度,

V_k ——采煤机空刀运行速度。

5.2.2 确定平均割煤流量

如公式(2)所示,为计算平均割煤流量公式:

$$q=60BV_crHC_1 \tag{2}$$

式中: q ——平均割煤量;

B ——截深;

r ——煤密度;

H ——采高;

C_1 ——工作面采煤机的割煤回采率;

V_c ——采煤机平均割煤速度。

5.2.3 确定日进刀数

工作人员在得知日产量情况下,可按以下公式计算日进刀数:

$$N=\frac{Q_d}{LHBC_y} \tag{3}$$

式中: N ——日进刀数;

Q_d ——日产量;

L ——工作面长度;

B ——截深;
 H ——采高;
 C_y ——工作面采煤机割煤采煤率。

5.2.4 确定最小割煤速度

通过上述公式,可计算采煤机最小割煤速度:

$$V_{c\min} = \frac{L + L_s}{t_{c\max} - 3T_d - \frac{L_s + L_m}{v_k}} \quad (4)$$

式中: $V_{c\min}$ ——最小割煤速度;

$t_{c\max}$ ——最大割煤循环时间;

v_k ——采煤机空刀运行速度;

L_m ——采煤机长度;

T_d ——返回时间,为确保满足本次厚煤层工作面生产实际需求,采煤机和割煤速度应大于最小割煤速度,即 $V_c \geq V_{c\min}$;

L_s ——刮板输送机弯曲段长度。

5.2.5 确定截深

根据工作面选用的采煤机参数,采煤机滚筒截深为 800mm,支架参数中推移缸行程为 960mm。同时考虑到采煤机落煤、刮板输送机、转载机和胶带输送机的运输能力,以及以往的回采经验,相关人员进行综合考虑,最终确定截深为 0.8m。经验证,在采煤机以最大工作速度 3.4m/min 运转时,每小时的落煤量最大为 1110t 左右,小于各项设备的运输能力。

5.2.6 确定工艺参数

依据上述计算公式,确定厚煤层工作面实测数据,如表 3 所示,为最小刀数与最大循环时间参数分析表。

通过对表 3 进行分析研究,工作面主要采用双向割煤方式,而针对端部则采用斜切进刀方式,则日产量可达 1.1×10^4 t 以上,年产量则为 310×10^4 t。但在实践过程中发现,因为多因素影响,厚煤层工作面一般只能做到日进 5 刀,日产量则为 6284t。

表 3 最小刀数与最大循环时间参数分析表
(Q_d 为日产量, T_d 为返回时间)

Q_d/T_d	$N_{\min}$ (个)	$I_{c\max}/I_{c\min}$
5100	4.12	158.5
5600	4.52	145.3
6100	4.93	135.5
6600	4.98	133.5
7100	5.68	111.5
7600	6.18	1033.5
8100	6.58	95.8
8600	8.23	88.8

6 技术措施及试验分析

6.1 技术措施

6.1.1 防止片帮

为了避免煤壁垮塌,本研究采用双柱式液压支架以及一系列预防措施:设置具有护帮装置的液压支架,其护帮高度要求不少于 800mm,同时可配上二级护帮板,最大高度高达 2.2m;在采煤机上方安装 45°的挡煤板;在支架后侧设置升高的行人通道,提高人员撤离效率;利用遥控操作模式对采煤机进行操作,减少人员在现场的操作风险。为提升工作面侧面稳定性,在刮板机上设置侧帮挡板;实现遥控操作的液压支架。

6.1.2 防止支架下扎

针对大采高综采面的情况,由于液压支架具有一定的重量和受力集中,且存在底煤时,下扎问题很容易出现。为此,提出以下技术措施以避免液压支架下扎的情况:增加液压支架底梁的长度;在液压支架与刮板输送机之间设置调节油缸,以达到调整液压支架高度的效果;在液压支架上方后部设置小油缸,以改善支架受力状况^[3]。

6.2 试验分析

根据对厚煤层工作面实际情况的测量,工作面在初始压缩时需要压缩 45m,且周期压缩步距为 15m。在采场初始压缩期间,观测到顶底间距和顶部压力均有增加,同时采场顶板出现了局部下沉和台阶状下沉现象,但依然能维持稳定。综上所述,只要支架选型和配套得当,就可以有效控制大采高综采面顶板,避免出现台阶错动等顶板灾害。在当前条件下,采场所使用的支护技术能够有效地应对老顶破碎对采场的影响。在这次生产过程中未发生任何突水、瓦斯突出或冒顶等事故。运用了大采高综采面进行开采,周期压缩强度有所增强,进一步增加支架承载能力,提升动态载荷系数。实测表明,对于受损的直接顶板岩层而言,由于其残余强度比煤层高很多,且传输压力性能优异,因此大采高综采工作面所受的矿压效应更加明显。为提高厚煤层工作面的单产量,简化生产流程,降低井下工人工作强度,并确保井下作业的安全,厚煤层综采工艺及配套设备得到了广泛的应用和成功的实践^[4]。

7 结语

综上所述,以山西某大型煤矿厚煤层开采情况为例,分析多种采煤方法,并选定适用于大采高情况下的全厚综采方法。结合模糊综合评价模型和层次分析法,工作人员对大采高综采工作面的煤层地质条件和开采工艺,进行全面的综合分析和评价。采用先进的双向割

(下转第 164 页)

宝贵意见。

(3)为了避免爆破过程给设备带来的损害,对于现有的保护方案进行了优化,提升了爆破过程中设备保护的效果。同时,加强地质构造的预测预报,为生产提供科学依据。

参考文献:

[1] 李晋,张博,赵焱庭.综采工作面过陷落柱快速推进技术在长

平矿井的应用[J].煤矿现代化,2022,31(1):11-14.

- [2] 庞杰.综采工作面过陷落柱安全回采方法研究[J].山东煤炭科技,2019(5):87-88,97.
- [3] 杨蒙.综采工作面过陷落柱技术探析[J].机械管理开发,2016(5):86-87,103.
- [4] 张奇.大采高综采工作面快速通过陷落柱安全技术研究[J].煤,2021,30(6):44-46.
- [5] 刘凤翔.综采工作面硬过陷落柱的技术与实践[J].科技资讯,2006(28):69-70.

(上接第154页)

煤和端部斜切进刀等工艺方式,不仅能够降低工人的劳动强度,还能减少作业时间,提升煤矿开采效率。

参考文献:

[1] 张俊虎.厚煤层分层充填采煤工作面开采工艺设计[J].煤,2023,32(4):80-82.

- [2] 王勇强.厚煤层综放工作面采煤工艺优化研究[J].山西冶金,2022,45(6):119-121.
- [3] 方青龙.浅谈煤矿井下厚煤层开采的工艺选择[J].能源与节能,2020(5):18-19.
- [4] 黄涛.浅谈煤矿井下厚煤层开采的工艺选择[J].煤,2019,28(12):97-98.

(上接第157页)

降水;充水通道主要为节理裂隙。 F_1 断层导水性弱,但该断层切割溪沟,若巷道揭露该断层,可能成为矿坑涌水通道,应加强预测预防。白石溪锰矿矿山导水裂隙带最大高度为44.64m,矿层露头一带可能会导通部分地表,因此矿山开采时必须与周边保留安全防水距离,并做好预防。矿井现状最大涌水量为1231.65m³/d,最小涌水量729.81m³/d,正常涌水量为936.55m³/d。预测未来矿坑正常涌水量为971.20m³/d,最大涌水量为1281.98m³/d。

参考文献:

- [1] 龚恩德,邓祖保,张正.涌水地层绳索取心钻进泥浆处理方法与应用[J].安徽地质,2022,32(4):331-333.
- [2] 汪国顺,周士荣,邵军战,等.淮北煤田徐广楼井田水文地质特征与矿井涌水量预计[J].安徽地质,2018,28(3):224-227,230.
- [3] 李红伟.南丹县高峰锡多金属矿深部矿坑涌水量预测[J].中国资源综合利用,2023,41(11):34-36.
- [4] 崔耀明.矿井涌水量预测及防治水建议[J].山西冶金,2023,46(10):267-268,271.
- [5] 杨国栋.郭家河煤矿水文地质特征及矿井涌水量预测[J].能源与环保,2023,45(10):128-134.

(上接第160页)

7 结论

为达到洗选设计需求并增强精煤的回收效果,官地矿选煤厂使用叠层高频振动细筛取而代之的是弧形筛,以此来处理粗炼煤的泥砂并减少灰尘。这种方法不仅能够最大化地利用实际的设备环境,还能增加精炼煤的产出,防止资源的过度消耗,因此,这种改良方法的实践效果非常理想,并且具有很高的推广应用

潜力。

参考文献:

- [1] 张龙鑫,葛咸浩.叠层高频振动细筛在七星选煤厂的应用[J].选煤技术,2019(4):83-85.
- [2] 赵振龙,陈佳丽,李增慧,等.D5FG1216叠层高频振动细筛在乌海矿友选煤厂的应用[J].选煤技术,2017(3).