

应用研究·煤矿·

薄煤层综采工作面坚硬顶板弱化技术研究

Study on hard roof weakening technology of fully mechanized working face in thin seam

张宪军(山西古县西山登福康煤业有限公司,山西 临汾 042400)

摘要:为解决坚硬顶板煤层回采时采空区内顶板大面积悬空问题,提出采用深孔爆破方式弱化顶板,从而实现工作面开采后坚硬顶板及时垮落。研究表明:12108综采工作面若不采取弱化措施,预计回采时顶板初次垮落步距在59.5m,顶板在采空区大面积悬空会给工作面回采安全带来显著威胁;在工作面开切眼内以及回采巷道内施工的爆破钻孔相结合,可有效弱化煤层坚硬顶板,现场应用后工作面初次来压步距为26.2m、动载系数为1.35,顶板来压步距较短、来压强度明显降低,为工作面初期回采创造了良好条件。

关键词:综采工作面;坚硬顶板;来压步距;爆破弱化

Abstract:In order to solve the problem of large area roof hanging in goaf when mining hard roof coal seam, the deep hole blasting method is proposed to weaken the roof, so the hard roof can collapse in time after mining. The research shows that if no weakening measures are taken in 12108 fully mechanized face, it is estimated that the first pressure step is 59.5m, a large area of roof hanging in the goaf will bring a significant threat to the safety of working face. After field application, the first pressure step of working face is 26.2m, the dynamic load coefficient is 1.35, the pressure step is short, and the weighting strength is significantly reduced, which creates a good condition for the initial mining of working face

Key words:comprehensive working face; hard roof; pressure step; blast weakening

1 前言

当工作面开采的煤层顶板坚硬时,在初采阶段顶板容易在采空区内大面积悬空。若采空区内暴露顶板突然垮落,会给工作面回采设备以及通风系统造成严重冲击,给煤炭正常生产带来严重威胁^[1-3]。坚硬顶板具有厚度大、裂隙不发育等特点,现阶段常用水力压裂、深孔爆破等方式来达到顶板弱化目的^[4-7]。本文以登福康矿12108综采工作面为研究对象,采用深孔爆破方式对开采的2#煤层坚硬顶板进行处理,现场应用后工作面初次来压步距及来压强度显著降低,为工作面回采安全创造了良好条件。

2 工程概况

2.1 工作面基本情况

登福康矿开采的2#煤层厚度平均1.13m,煤层结构简单,中间夹杂0~3层矸石,倾角平均5°。12108综采工作面设计推进长度、切眼斜长分别为870m、145.5m。2#煤层上有赋存不稳定的泥岩伪顶、顶板直接顶为细粒砂岩(厚5.07m)、基本顶粉砂岩(厚度4.38m),底板为泥岩,厚度7.82m,具体顶底板岩性见表1。



文章编号:

1672-609X(2021)01-0036-03

中图分类号: TD353

文献标志码: A

作者简介:张宪军(1982-),男,山西省古县人,采煤助理工程师,从事安全管理工作。

表 1 顶底板岩性

类型	岩性	厚度/m	特征
基本顶	粉砂岩	4.38	粉砂岩、夹细粒砂岩条带、坚硬
直接顶	细粒砂岩	5.07	细粒砂岩、坚硬
伪顶	泥岩	0~0.20	松软、含植物化石
直接底	泥岩	7.85	黑灰色、松软

2.2 顶板力学参数测试

为了掌握 2#煤层顶板岩层裂隙扩展情况,在 12108 工作面开切眼内施工窥视钻孔,钻孔孔深为 9.5m、孔为 28mm。钻进且冲洗干净钻孔后,采用窥视仪对窥视钻孔围岩裂隙扩展情况,具体直接顶细粒砂岩、基本顶粉砂岩窥视情况如图 1 所示。

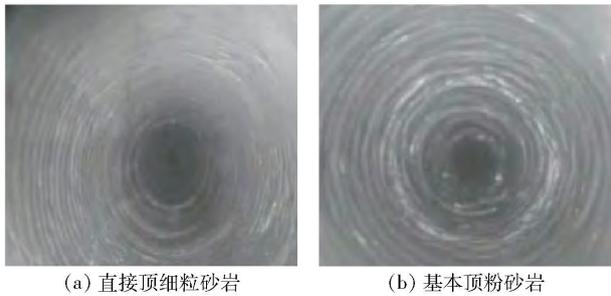


图 1 顶板钻孔窥视示意图

从窥视结果看出,2#煤层顶板细粒砂岩、粉砂岩等岩层完整性较好,裂隙不发育。现场采样对 2#煤层、直接顶细粒砂岩及基本顶粉砂岩进行力学参数测试,具体测试结果见表 2。

表 2 2#煤层及顶板岩层力学参数

类型	密度/ kg·m ⁻³	抗压 强度/ MPa	弹性 模量/ GPa	抗拉 强度/ MPa	泊松 比
粉砂岩(基本顶)	2 600	133.9	39.4	3.3	0.24
细粒砂岩(直接顶)	2 550	132.5	40.2	4.1	0.25
2#煤层	1 350	0.5	1.3	0.6	0.29

从表中看出,2#煤层上覆的细粒砂岩、粉砂岩强度以及弹性模量均较高,属于坚硬顶板,开采过程中顶板不易破断。根据其他采区 2#煤层开采情况,预计 12108 工作面顶板初次来压步距可达到 59.5m,工作面斜长为 145.5m,则采空区悬顶面积 8 657m²。



图 3 巷道上方顶板炮眼布置示意图

若工作面开采过程中采空区悬空顶板突然垮落势必会给工作面回采安全带来严重威胁,为此提出采用深孔预裂爆破技术对 2#煤层顶板坚硬进行处理。

3 坚硬顶板弱化方案

12108 工作面采用综采工艺,开切眼斜长为 145.5m,顶板弱化处理范围为工作面走向方向 60m。采用定向控制爆破方式在开切眼内、回采巷道内对 2#煤层坚硬顶板进行弱化处理。

3.1 开切眼顶板爆破弱化方案

在 12108 工作面开切眼内布置 2 排爆破孔,排距为 1.0m,爆破孔间距均为 5m。第 1 排钻孔平行开切眼方向并有 60°仰角、钻孔深度控制为 15m、孔径为 94mm;第 2 排钻孔与煤壁间有 50°夹角、仰角为 60°,钻孔孔深为 15m、孔径 94mm。具体钻孔布置如图 2 所示,施工参数见表 3。

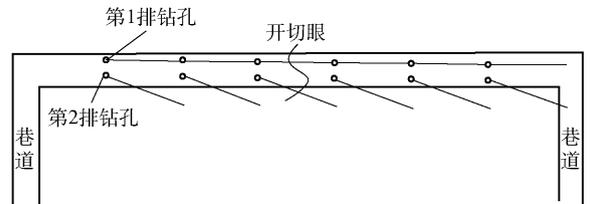


图 2 开切眼内顶板爆破钻孔布置示意图

表 3 施工参数

项目	炮眼 长度/ m	仰角/ 角/ (°)	方位 角/ (°)	孔径/ mm	装药 长度/ m	装药 量/ kg	封孔 长度/ m
第 1 排爆破孔	15	60	235	94	13	42.9	2.0
第 2 排爆破孔	15	60	285	94	12	39.6	3.0

通过在开切眼内布置第 1 排爆破钻孔,切断 2#煤层基本顶应力传递路径,从而使顶板由四端固支受力状态改为三端固支受力状态;在开切眼内布置第 2 排爆破钻孔,主要起到增加开切眼顶板破碎范围作用,使得工作面开采后顶板分段垮落来压,避免顶板集中来压给综采支架带来较大动力冲击。

3.2 回采巷道内顶板爆破弱化方案

在工作面回风巷道、运输巷道内每隔 10m 布置一组爆破,共计弱化 60m 范围,具体钻孔布置如图 3 所示,爆破参数见表 4。

表4 巷道上方顶板爆破参数

孔号	炮眼 长度/m	仰角/ (°)	孔径/ mm	装药 长度/m	装药量/ kg	封堵 长度/m
1#炮孔	10	90	94	9	29.7	1
2#炮孔	18	34	94	16.2	53.5	1.8
3#炮孔	31.6	18	94	28.5	94.1	3.1

3.3 开切眼及回采巷道内爆破孔施工

在工作面开切眼内以及回采巷道内采用2台型号ZDY750钻机根据设计参数施工炮眼。钻孔钻进时采用直径94mm三翼金刚石钻头、配套的钻杆直径为75mm、长度1000mm。由于爆破孔较深,为了便于装药,采用特殊的被筒炸药,炸药直径及长度分别为75mm、1000mm;被筒炸药用抗燃烧及抗静电的管材材料制作。

在爆破孔装药前先采用炮棍探孔,避免钻孔塌孔导致装药失败,封孔采用压风封孔器,封孔材料为水、粉煤灰、石灰及水泥拌合物。

4 顶板弱化效果分析

在12108综采工作面液压支架安装完毕后,在开切眼内施工爆破钻孔弱化坚硬顶板。工作面推进2~3刀后,在液压支架后进行装药、封孔、爆破,起爆顺序由运输顺向回风巷道方向。开切眼内爆破孔爆破后顶板出现有明显的“沟槽”裂隙,工作面推进一段距离后2#煤层上覆坚硬底板垮落,充填采空区。

在工作面上(靠近回风巷道)、中及下(靠近运输巷道)3个区段布置8个压力传感器对液压支架工作阻力变化情况进行监测,从而对顶板来压情况进行监测分析。具体监测获取到的工作面初次来压情况见表5。

从表5看出,工作面初次来压步距平稳为26.2m、来压时动载系数为1.35。同时在工作面初次采期间,未出现顶板切顶、支架压死等现象,达到顶板弱化预期目标。

5 结论

(1)通过钻孔窥视发现2#煤层顶板细粒砂岩、

表5 工作面初次来压监测结果

位置	支架 编号	来压步距/ m	动载 系统	来压步距 均值/m	动载系统 均值
上部	10	24.5	1.33		
	13	25.6	1.32	25.5	1.32
	16	26.3	1.24		
中部	45	25.5	1.45		
	50	26.3	1.44	26.2	1.37
	55	26.9	1.35		
下部	95	26.8	1.43	27.0	1.35
	98	27.2	1.34		

粉砂岩均较为完整,裂隙不发育。取样测试发现细粒砂岩抗压强度以及弹性模量分别为132.5MPa、40.2GPa,粉砂岩抗压强度以及弹性模量分别达到133.9MPa、39.4GPa,属于坚硬顶板。根据以往开采经验预计12108综采工作面回采时顶板初期来压步距可达59.5m,若不采取措施则采空区悬顶面积为8657m²,给工作面回采安全带来。

(2)根据12108工作面情况,提出在开切眼内以及回采巷道内布置爆破孔弱化煤层坚硬顶板。现场应用后工作面初次来压步距降低至26.2m,工作面在来压期间未出现顶板切顶、支架压死等现象,现场应用取得较好的顶板弱化效果。

[参考文献]

- [1] 王文斌. 定向水力致裂技术在坚硬顶板弱化控制中的应用[J]. 山东煤炭科技, 2020(11): 168-170.
- [2] 杨俊哲, 郑凯歌, 王振荣, 等. 坚硬顶板动力灾害超前弱化治理技术[J]. 煤炭学报, 2020, 45(10): 3371-3379.
- [3] 郭政. 坚硬顶板水压致裂弱化技术研究[J]. 山东煤炭科技, 2020(6): 72-74.
- [4] 王建伟. 厚层坚硬顶板爆破弱化控制技术研究[J]. 河南科技, 2019(20): 87-89.
- [5] 韩敏. 坚硬顶板弱化技术在22118工作面中的应用[J]. 山东煤炭科技, 2019(4): 36-38.
- [6] 徐尚文. 庄旺煤矿坚硬顶板水压致裂弱化技术控制研究[J]. 煤炭与化工, 2019, 42(1): 36-39.
- [7] 张彦武. 综采放顶煤坚硬顶板弱化方法研究[J]. 煤, 2018, 27(12): 89-91.