维普资讯 http://www.cqvip.com

·试验研究·

综采工作面陷落柱超前静态预裂技术

张士钰①
(山西焦煤西山煤电集团公司屯兰矿)

摘 要 针对屯兰矿陷落柱特性,依据陷落柱的物理力学性质,合理设计静态破碎方案,对施工作业组织、设备配置、施工质量控制等重要环节进行综合分析,探讨高产高效矿井采取超前预裂静态破碎技术的应用可行性,为综采工作面稳产高产创造有利的条件,为今后其它矿井安全快速通过陷落柱提供新的思路。

关键词 超前预裂;注浆;静态破碎

山西焦煤西山煤电集团公司屯兰矿是一座特大型国有重点煤矿,位于山西省古交市西南6 km。区内陷落柱比较发育,屯兰井田从建井至2006年底,井下共揭露陷落柱90个;陷落柱在平面上呈带状分布,柱体形态多呈椭圆、扁圆或不规则圆形,剖面上多呈反漏斗状,陷落角多为60~80°。柱体内岩块杂乱无序,一般胶结松散,呈半胶结状态。从井下揭露陷落柱情况来看,长轴直径一般30~50 m,最大达100 m以上。

屯兰矿18201工作面为南二左翼下组煤首采工作面,距工作面切眼540 m处将揭露一陷落柱。该陷落柱短轴55 m、长轴59 m(见图1)。采用传统的放震爆破方法将影响综采工作面正常推进,同时严重制约了安全高效矿井的发展。超前静态预裂技术利用静态破碎剂(SCA),水化膨胀后对孔壁产生径向压力(最大可达130 MPa),自动破碎陷落柱岩石,破碎后的岩石硬度与煤体硬度相当,采煤机可以正常截割,可消除陷落柱的影响,确保工作面正常生产。

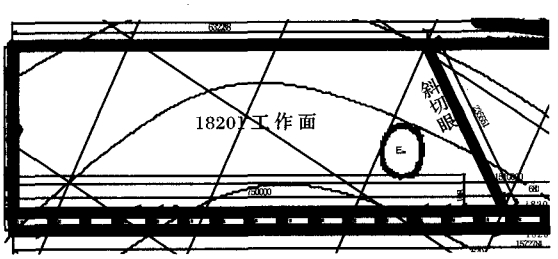

图1 工作面陷落柱位置图

1 超前静态破碎设计

1.1 静态破碎剂选择

由于陷落柱中岩石强度大多比较高,因此,必须选用能提供较大膨胀力的静态破碎剂。

经比选采用的静态破碎剂,其膨胀力可达到50~130 MPa;反应时间可在10 min~2 h之间调节。

1.2 钻孔布置和参数设计

孔距与排距的大小与岩石硬度有直接关系,硬度越大,孔距与排距越小,反之则大。孔距与排距的大小与岩石破碎效果及施工成本有直接关系,孔距与排距越大,破碎效果越差,成本越低,孔距与排距越小,破碎效果越好,但是成本越高,所打钻孔数目多。因此,要通过现场试验确定适宜的破碎参数。

对于静态破碎,临空面(自由面)越多,单位破石量越大,经济效益越好。由于18201陷落柱要采取超前预裂技术,陷落柱没有揭露,这样就没有可利用的临空面。因此,应该尽可能多创造人工补偿孔作为临空面。对于基岩的破碎,先在中间钻几排密集水平和倾斜孔,装药破碎后将碎石掏出,形成槽形空间,增加临空面,以方便两侧岩体的破碎;然后再钻周边孔及辅助破碎孔,同排钻孔要布置在同一平面上,装药时全孔长灌注,先装辅助破碎孔,再装周边孔。而本课题的难度就在于为陷落柱的静态破碎提供尽可能的补偿空间。

① 作者简介:张士钰 男 1971年出生 1998年毕业于太原理工大学 工程师 古交 030206

维普资讯 http://www.cqvip.com

2 超前预裂注浆试验方案

2.1 钻孔布置确定

采用全断面一次性破碎。钻孔布置见图2。

利用补偿孔提供的自由面和空间进行一次破碎。图2中详细标注了钻孔的间距、排距、注浆孔(装破碎剂孔)、补偿孔及注浆顺序等。

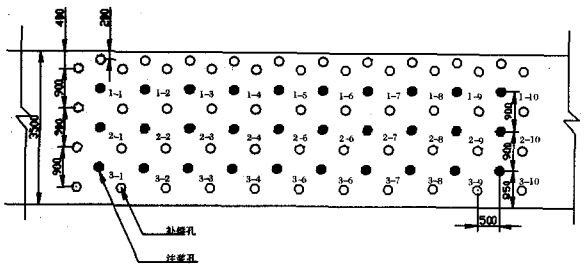

图2 超前预裂钻孔布置图

2.2 孔径、孔深确定

钻孔直径与破碎效果有直接关系,钻孔过小,不利于药剂充分发挥;钻孔太大,易冲孔。我国目前静态破碎成熟的经验,是注浆孔 $\Phi = 38 \sim 50$ mm,补偿孔直径越大越有利于破碎。本方案建议补偿孔直径 $\Phi > 56$ mm,注浆孔为 Φ42 mm;钻孔深度($L = L_1 + L_2$)根据陷落柱位置、形状以及钻孔位置现场调整,大致在 $L = L_1 + L_2 = 80\ m \sim 100\ m$ 之间,超前预裂破碎一方面为陷落柱揭露后采煤机顺利通过奠定基础,另一方面为陷落柱揭露后静态破碎二次平行作业方案设计的试验依据。因此,为了提高预注浆的效率,缩短工期,建议预裂孔不要在陷落柱岩体中打太深($L_2 < 10\ m$),L_1 为煤层内孔深,L_2 为陷落柱内孔深。具体深度由现场施工机具和技术人员确定。

2.3 注浆材料选择

静态破碎剂的组成:生石灰、高铝水泥、石膏、硼酸钙、钠基膨润土、水化反应延缓剂等材料。

针对煤矿安全要求以及本次实验项目特点,所采用的静态破碎剂产品,其性能应符合如下要求:

1)膨胀力大。2)反应时间可调。3)保质期长。在包装无破损,存储地干燥,基本恒温(15℃ ~ 30℃)的条件下,两年内品质无明显变化。4)施工简单,易操作:本品用洁净水搅拌后,灌入钻孔中捅紧即可。不需雷管炸药,不需放炮,不需专业工种人员,操作人员培训时间短。5)环保无害:使用中无声、无振、无飞石、无毒气、无冲击波,无有毒有害残留物,属无公害环保产品。

通过市场调研及产品性能分析暂确定使用CRACK. AG(无声破碎剂)。该产品为粉剂,使用时现场加入洁净水调配成一定浓度的浆液,并通过注浆泵送入钻孔。其最大膨胀力达到130 MPa,反应时间可在10 min ~ 3 h之间调节。

2.4 作业工序

钻密集补偿孔和注浆孔→插入注浆管及球阀→用水泥封孔→拌制破碎剂(按照水灰比1∶3配制)→灌注充填破碎剂→关闭球阀→进行下一孔的注浆。

注浆顺序:钻孔注浆均由高到低,间隔跳跃施工,施工顺序1-1、1-2、1-3……→2-1、2-2……→3-1、3-2、3-3……。

注浆方式:埋孔口注浆管,孔内装接长注浆管与孔口管相连,全长一次注浆。

注浆压力:注浆压力1 ~ 2 MPa。根据现场情况进行调整。

3 施工工艺和技术要求

3.1 注浆施工要点

1)注浆管:孔口注浆管采用6分焊接钢管,长度800 mm,与孔内接长注浆管相连,插入钻孔。使用水泥封堵注浆管与钻孔之间的间隙。

2)钻孔:使用锚杆钻机打孔,开孔允许使用凿岩机。钻孔位置满足设计要求,孔口位置偏差不超过200 mm,孔底位置偏差不超过最小孔距(500 mm)。成孔后应清洗干净,并作好钻孔检查记录。

3)注浆顺序:所有钻孔采用全长一次注浆。注浆顺序应先上方后下方,利用止浆阀(球阀)阻止浆液外流。

4)结束条件:单个钻孔注浆压力达到设计终压(2 MPa);

5)注浆检查:除在注浆前进行钻孔质量,材料质量检查、注浆后对注浆效果检查外,注浆过程中应密切注意现场情况,包括:围岩变化及注浆压力等,发现问题应立即处理。

3.2 注浆施工流程

1)钻孔:开孔位置要准确,用清水钻进,慢速,大水量,减压开孔,以保证钻孔质量;换接钻杆应注意检查钻杆是否弯曲,有无损伤,中心水孔是否畅通。

2)注浆:注浆前检查注浆泵及系统管路,确认畅

维普资讯 http://www.cqvip.com

通后连接注浆系统。按规定配比配制浆液,单孔注浆结束后,关闭球阀,卸下注浆系统,并用清水立即清洗设备及管路。

3.3 注浆结束标准

注浆压力逐步升高至设计终压停止注浆。

3.4 注浆工艺及要求

1) 开始施工前进行注浆试验,初步掌握浆液充填率,注浆量、适宜的浆液配比、注浆终压等指标。

2) 开孔位置准确,与设计位置的允许偏差为 ±100 mm,角度偏差应符合设计要求。

3) 注浆采用顺序施工,由顶部向下进行;施工队必须组织并详细安排每孔注浆施工顺序,并对当班注浆钻孔进行核实,不得遗漏钻孔。

4) 注浆孔内下接长注浆管,接长注浆管长度根据现场情况确定 60 ~ 80 m, 接长注浆管与孔口管连接牢固,保证浆液沿钻孔全长充满注浆孔。

5) 孔口管必须埋设牢固,埋设长度不小于 600 mm,不得在注浆过程中松动或漏浆。

6) 每孔注浆作业应连续进行,中途不宜中断。避免因机械故障、停电、停水、器材故障等问题造成的注浆中断。因特殊情况需要中断注浆时,必须压水清洗设备和管路。

7) 注浆过程系统运行必须可靠,随时检查压力表是否正常,发生故障及时更换,禁止在压力表故障状态下进行注浆施工。

4 施工机具及材料消耗

4.1 材料消耗及工程量

材料消耗及工程量,见表 1。

表 1　材料消耗及工程量

序号	名称	型号	单位	预计用量	附加损耗 10%
1	CRACK. AG	CRACK. AG 2003	t	5	5.5
2	孔口管	焊管 6 分 ×800 mm	根	500	550
3	接长注浆管	白塑料管内径 Φ25	m	5 000	5 500
4	球阀	6 分	个	500	550
5	注浆钻孔 Φ42/Φ56 mm		m	40 000	44 000 煤内居多

4.2 施工机具

注浆预裂施工所需机具、设备见表 2。

表 2　加固施工所需机具、设备

序号	名称	型号	单位	数量
1	注浆泵(配枪头)	ZBY - 30/120	台	1
2	搅拌机	LJ - 300	台	1
3	高压胶管(带接头)	Φ19	m	500 m
4	注浆转换接头(带压力表)	自制	套	5

5 效益分析

目前,屯兰矿综采工作面设备租赁费、供电、通风等费用每小时约 1 万元。而按照传统的方法(每天推进 4 刀)该陷落柱至少需 20 天。采用超前静态预裂爆破后仅用时 10 天,每天成本按 20 万元计算,累计减少费用约 200 万元。另外,地质条件相似的矿井均可推广该技术,对全国煤炭行业安全高效矿井单产水平的逐步提高具有积极意义。

收稿日期　2007 - 08 - 20

Advance Static State Presplitting Technology of Collapse Colume in Fully Mechanized Mining Face

Zhang Shiyu

Abstract　In connection with property of collapse column in Tunlan coal mine, according to physical mechanics properties of collapse column, reasonably designs the scheme of static state fragmentation, carries out comprehensive analysing to important links of construction operations organizations, equipment configuration, construction quality control and so on, discusses the application feasibility of adopting advance presplitting static state fragmentation technology in mine of high yield and high efficiency creates favorable conditions for high and stable yield in fully mechanized mining face, provides new ideas for passing collapse column safely and rapidly in the other mines in future.

Key words　Advance presplitting; Grouting; Static state fragmentation