

Application of Hydraulic Fracturing in Roof Control During Working Face Out-of-cut

Xiaotao Hao

Huaibei Mining Group Luling Coal Mine, Suzhou, Anhui, 234000, China

Abstract

In order to solve the difficult problem of roof management during the initial mining of working face in Luling Coal Mine, Luling Coal Mine abandons the traditional blasting technology combined with the existing technology. Through the construction of roof hydraulic fracturing drilling - manually increase the number of fractures in the hard roof, form a complex hydraulic fracture network in the hard roof and destroy its integrity, so as to change the constraint conditions and fracture characteristics of the hard roof at this support point, promote the timely collapse of the suspended roof in the goaf, realize the accurate control of the roof during the cutting of the working face, and ensure the safe production.

Keywords

hydraulic fracturing; blasting technology; primary fracture and caving of the cut-hole roof

水利压裂在工作面出切眼期间顶板控制中的应用

郝小涛

淮北矿业集团芦岭煤矿, 中国·安徽 宿州 234000

摘 要

芦岭煤矿为了解决工作面初采期间顶板管理困难问题, 芦岭煤矿结合现有技术摒弃传统的放炮工艺。通过施工顶板水力压裂钻孔—人工增加坚硬顶板中裂隙数目, 在坚硬顶板中形成复杂水压裂缝网络, 破坏其整体性, 从而改变坚硬顶板在此支撑点的约束条件和断裂特性, 促使采空区悬顶及时垮落, 实现了工作面出切眼期间顶板精准控制, 确保了安全生产。

关键词

水利压裂; 放炮工艺; 切眼顶板初次断裂和垮落

1 芦岭煤矿 III 1022 工作面切顶水力压裂施工安全技术方案

1.1 编制说明

芦岭煤矿 III1022 切眼标高 -654.9~-699.6m, 长度 176m。煤层平均厚度 8m, 平均倾角 17°。切眼断面为 8000mm×3500mm, 采用锚带网索支护。为确保芦岭煤矿 III1022 工作面初采期间顶板顺利垮落, 考虑现场实际及国家相关法律要求芦岭煤矿决定在 III1022 切眼施工切顶水力压裂钻孔并水力压裂,

1.2 施工准备

- ①由技术科提供钻孔设计及施工方案。
- ②防突区负责按设计施工钻孔。
- ③综采二区负责水力压裂。
- ④调度指挥中心负责在打钻地点安装调度电话及视频。

⑤通风区加强打钻地点通风管理, 并加装瓦斯探头。

1.3 钻孔布置及设计参数

III1022 切眼设计两排水力压裂孔, 三花布置, 同排孔间距 20m, 共设计 21 个压裂孔 (见图 1、图 2)。其中, 钻孔 A 共 12 个, 有 10 个朝向回采煤壁侧布置, 上下交岔处各 1 个朝向老塘侧布置, 钻孔 B 共 9 个, 距煤壁 1.5m 眼顺山朝向机巷布置。

A 孔参数: 倾角 60° (倾向回采侧), 偏角 0° (垂直煤壁), 孔深 13m; 沿煤壁开孔, 间距 20m, 共计 10 个孔, 钻孔直径 94mm。上下交岔点各增加 1 个孔: 倾角 60° (倾向老塘侧), 偏角 0°, 孔深 13m; 沿机风巷中线距离煤壁 2.4m 处开孔, 钻孔直径 94mm。

C 孔参数: 倾角 90°, 竖直向上施工, 孔深 13m, 沿机风巷中线距离煤壁 1.2m 处开孔, 钻孔直径 94mm。

B 孔参数: 倾角 90° (倾向回采侧), 偏角 25° (向机巷方向偏), 孔深 13m; 间距 20m (与 A 孔组间距 10m, 成三花布置), 距离煤壁 1.2m 处开孔, 共计 9 个孔, 钻孔直径 94mm。

【作者简介】郝小涛 (1983-), 男, 中国河南登封人, 本科, 工程师, 从事安全工程、采矿工程研究。

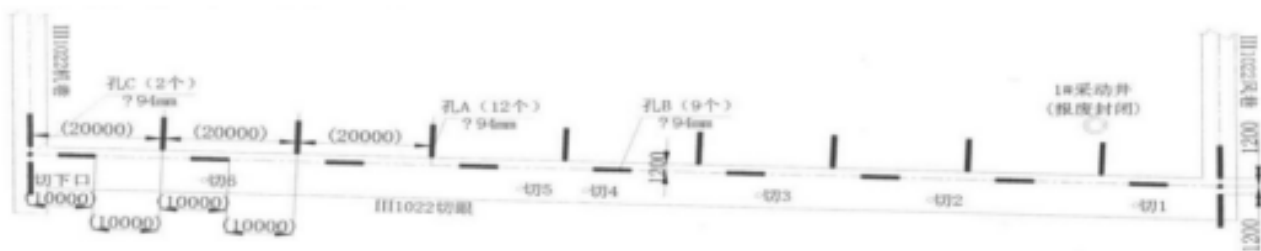


图 1 III 1022 切眼切顶水利压裂孔布置平面图

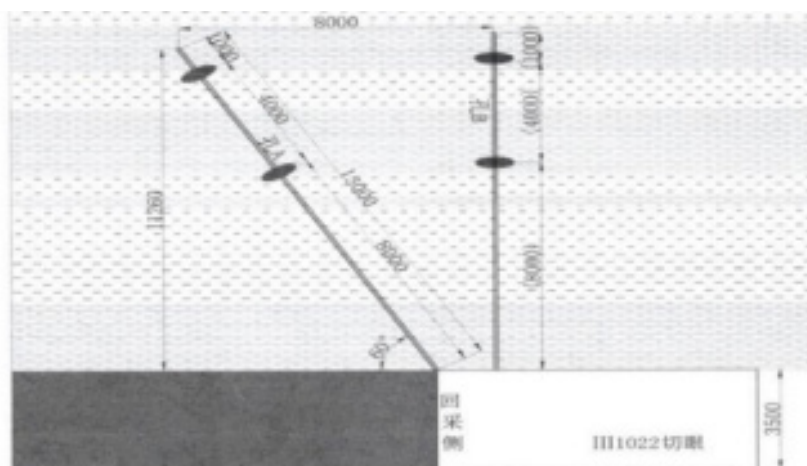


图 2 Ⅲ 1022 切眼切顶水利压裂孔布置走向剖面图

1.4 施工流程

施工流程：钻孔——安装封隔器——开泵压裂——停泵卸压——再次定位封隔器，依次循环。水力压裂系统主要包括高压系统（泵+水箱+高压胶管+电控箱）、送装杆、封隔器、水压裂监测系统。

压裂工艺：每个孔 2 个压裂段，分别位于距离孔底 1.0m、5.0m 处，压裂水压为 30~35MPa，每段压裂时间 20~30min，压裂过程中发生邻近孔出水、压力突然降低、周边岩石渗水等情况，停止压裂。

防突区按设计：自下而上逐步施工钻孔，钻孔超前安装好的支架 20m 以上，滞后综掘机不小于 20m。压裂孔应避免锚杆、锚索；距离断层面法线距离不少于 6m。

综采二区在装好的 I 支架的巷道执行水力压裂工作。按照自下而上的顺序压裂 B 孔, 滞后 B 孔不少于两孔压裂 A 孔; 压裂施工作业地点综采液压支架保护范围前后不小于 15m。

水力压裂应记录压裂孔开孔位置、孔方位、倾角,记录压裂压力、压裂时长、消耗水量,记录停止压裂判定条件。

1.5 主要设备及材料

钻机选型: ZDY-3200S 型。

配用电动机: YBK2-225S-4 (37kW)。

钻机整机质量: 2040kg。

注水泵 (BZW-200/56) : 1 台。

钻杆 $\Phi 73\text{mm}$: 30m。

钻头 $\Phi 94\text{mm}$: 2 个。

高压胶管 (19-6SP-75MPa): 300m。

水力压裂专用封隔器: FKSS46/31.5, 10 根。

水力压裂专用安装杆: M27×1.5×1500, 90 条。

箱式手动泵 (BZ-2): 2 套。

其他设备及材料：液压单体式压车柱、Φ17.5mm 锚链及配套螺栓、2ZBQ9/3 型煤矿用气动注浆泵、木楔、压力表、密封垫、密封带、测压管、注浆管、快速水泥、速凝膨胀封孔剂、管钳、扳手、水桶等。

1.6 钻孔施工技术要求与安全措施

①本次采用 ZDY3200S 型钻机施工 III1022 工作面切眼水力压裂钻孔, 21 个钻孔, 钻孔工程量 573m。采用中 94mm 钻头, 中 73mm 大通径钻杆。

②打钻地点施工现场必须配备施工图牌板、度尺、施工记录本等并按要求使用。机组人员每班必须在现场根据施工情况认真如实填写施工记录本。记录内容应包括每一孔的实际开孔位置、方位、倾角、岩石段长度、穿煤长度、顶钻夹钻情况、瓦斯情况、CO 情况及钻机故障等内容，施工异常情况及时汇报区值班。

③钻机必须满足最大设计钻孔的施工能力,所有仪器、仪表必须完好,手把齐全,开关、控制按钮灵敏可靠,机械转动部分防护栏、保护罩齐全。

④认真检查钻机各连接处的安装是否牢固、可靠,岩石段施工时适当控制钻进速度,保证钻孔孔口排渣正常,不发生憋钻、堵钻现象;遇岩石破碎段,来回撤钻冲尽孔内岩石颗粒,确保钻孔畅通。

⑤钻孔施工前必须做好安全防护工作,施工过程中加强巷道通风管理,防止钻孔瓦斯涌出异常,造成瓦斯异常。

⑥由于钻孔在切眼施工,施工平台因平整稳固。

⑦防突区负责钻孔施工,水力压裂由生产单位负责。

⑧钻孔施工与掘进二区存在平行作业,防突区施工期间,掘进一区切眼刷大应停止综掘机作业,确保钻孔施工期间的安全。

1.7 水力压裂安全措施

1.7.1 管路连接

管路连接严格按照矿用快接头使用标准连接管路,管路连接完成后,将快接头两端的胶管用 12# 双股铁丝固定两道,防止接头处因高压脱开伤人;管路固定的时候要留有一定的富余量,防治管路因受压膨胀导致接头脱开,管路连接中至少安装一个泄压阀。

管路连接好后,在正式开始施工前,施工人员必须再次检查管路的连接和固定情况,尤其是管路接头处的直通插销要确保正确插好。

在水力压裂完成,停止供液后,必须先打开泄压阀,对管路泄压后再拆开管路。

1.7.2 封孔的注意事项

①水力压裂孔封孔要用水力压裂专用封隔器和安装杆,封孔完毕后,要把孔口露出的安装杆固定牢固。封孔的原则是:封孔完毕,立即压裂,压裂完毕,泄压检查,立即拆除封孔器。

②孔内设备安装完毕后,用 12# 双股铁丝固定牢固,最好固定不少于两道铁丝。固定完毕后,在封孔处两侧巷道至少 20m 外警戒;水力压裂期间,严禁人员、车辆通过,水力压裂钻孔两侧各至少 20m 内所有人员撤出,直到封孔

器和安装杆拆除后。

1.7.3 水力压裂过程中安全注意事项

①压裂前需要在泵站和钻孔之间建立电话或者信号联系,确保钻孔处随时发出信号,泵站能够立即停泵。

②必须安排专职司机操作高压注水泵。

③压裂过程中要时刻观察泵站压力的变化,如果出现压力大幅度突降,应当立即停泵检查。压裂过程中如听到巨响、呼救等紧急情况,泵站司机应立即停泵检查。

④压裂前,距离压裂钻孔 20m 外设警戒,严禁人员通过。

⑤压裂期间泵站和压裂钻孔之间的行人不靠近固定高压管路的巷帮。

⑥压裂过程中,安排专人在压裂点上方警戒点外观察压裂钻孔附近顶板情况,如顶板、煤壁出现异常时,立即停止压裂,采取措施处理。

⑦压裂完成后,警戒人员保持警戒,打开泄压阀,确保管路泄压完成后,再拆开管路,拆除封孔器和安装杆。

2 结论

芦岭煤矿 III1022 工作面初采期间顶板管理困难问题,国家相关法律对于炸药、雷管应用管理相较过去更加严格。芦岭煤矿结合现有技术决定摒弃传统的放炮工艺;通过施工顶板水力压裂钻孔—人工增加坚硬顶板中裂隙数目,在坚硬顶板中形成复杂水压裂缝网络,破坏其整体性,从而改变坚硬顶板在此支撑点的约束条件和断裂特性,促使采空区悬顶及时垮落,实现了工作面出切眼期间顶板精准控制,确保了安全生产。

参考文献

- [1] 杨向同.水利压裂力学[M].2版.北京:石油工业出版社,2019.
- [2] 程双明.采煤工作面顶板事故及顶板管理的探讨[J].企业技术开发(学术版),2016(10):33-36.
- [3] 冯达晖.煤矿井下精准对穿巷道疏放水孔定向成孔技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(3):33-36+41.