

# Application of High Pressure Hydraulic Cracking Technology in Recovery Face

Xianghui Hao

Henan Energy Group Xinjiang Yuneng Investment Group Yushuquan Coal Mine, Kuqa, Xinjiang, 842008, China

## Abstract

In view of the phenomenon that the roof of 1015 fully mechanized mining face is hard and difficult to collapse, which restricts safe production, the roof is decided to implement water-crack technology to weaken and collapse. By using hydraulic fracturing technology in the upper and lower grooves of the working face, the hydraulic fracturing construction technology of the mine roof is studied and analyzed, and the reasonable process parameters are determined to provide technical reference for the hydraulic fracturing scheme of the mine under similar conditions. The 1015 fully mechanized mining face is the fifth working face of the lower 10 coal seam, with a near north-south and east-west layout in the east, the coal pillar in the west, the coal pillar in the well boundary, the 1013 goaf in the south, and the lower 10 coal seam in the north.

## Keywords

hydraulic crack; hard roof; fracturing hole; weakening

# 高压水力致裂技术在回采工作面的应用

郝向辉

河南能源集团新疆豫能投资集团榆树泉煤矿, 中国·新疆 库车 842008

## 摘要

针对榆树泉煤矿1015综采工作面煤层顶板坚硬难以垮落, 制约安全生产的现象, 经过技术研究决定实施水致裂技术对顶板进行预裂使其弱化垮落。通过在工作面切眼、上、下顺槽采用水力压裂技术为工程背景, 研究分析矿井顶板的水力致裂施工工艺, 确定合理工艺参数, 为类似条件下矿井实施水力压裂方案提供技术参考。1015综采工作面是下<sub>10</sub>煤层第5个工作面, 工作面倾向为近南北向, 近东西走向布置, 工作面东部为卡日牙合厄肯尼阔坦沟保护煤柱, 西部为井田边界保护煤柱, 南部为1013采空区, 北部为下<sub>10</sub>煤层实体煤。

## 关键词

水力致裂; 坚硬顶板; 压裂孔; 弱化

## 1 引言

工作面呈长方形布置, 切眼斜长 222m, 煤层厚度 26~32m, 平均 29m, 轨道运输顺槽长 2729m, 胶带运输顺槽长 2785m, 可采长度 2650m。采用走向长壁后退式智能机械化一次采全高采煤方法, 全部垮落法管理采空区顶板。煤层顶板以含砾粗砂岩、中砂岩、砾岩为主, 厚度稳定, 无伪顶和直接顶, 岩石属泥质钙质胶结, 在干燥及天然状态下, 岩石抗压强度较大, 不易变形, 在饱和状态下强度大大降低。据测试煤层顶板在饱和状态下单轴抗压强度为 3.2~37.9MPa。在天然状态下单轴抗压强度为 26.0~70.4MPa, 软化系数 0.1~0.87, 软化系数多小于 0.75,

岩石抗水性较差, 属软弱~坚硬岩石。

表 1 下<sub>10</sub>煤层顶底板岩石物理力学试验统计表

煤层位置	岩性	单轴抗压强度 (MPa)		单轴抗拉强度 (MPa)		软化系数
		天然	饱和	天然	饱和	
顶板下	粗砂岩、细砂岩	26.0~70.4	3.2~37.9	1.2~6.8	0.8~3.4	0.12~0.87
	<sub>10</sub> 底板	细砂岩、粉砂岩	22.5~70.0	0.6~51.9	2.3~9.0	0.3~5.0

## 2 水力致裂技术在工作面初采初放期间的应用

### 2.1 初采初放工作方案

矿井深刻吸取以往工作面初采初放工作经验, 结合水力致裂技术, 制定了以“水力致裂+局部注水”为主的放

【作者简介】郝向辉 (1985-), 男, 中国河南洛阳人, 本科, 工程师, 从事煤矿安全管理、采掘智能化、快速掘进技术研究。

顶技术方案。在工作面支架安装之后，通过对切眼内支架顶梁前后打设的2排压裂钻孔先进行水力致裂并通过定期注水以弱化顶板，同时在工作面上下顺槽，每间隔5m施工水力致裂钻孔，在回采之前预先弱化顶板岩层，待工作面回采后顶板岩层可自行、及时垮落，保证初采安全<sup>[1]</sup>。

## 2.2 水力压裂工艺流程

利用钻机钻孔并采用特制的开槽钻头在坚硬岩层开槽，随后采用膨胀型封孔器实施高压封孔，最后连接高压注水泵对钻孔实施单孔多次压裂。

## 2.3 水力压裂方案

### 2.3.1 1015 工作面切眼架前压裂钻孔参数

1015 工作面切眼架前压裂钻孔，长短孔间隔布置，长孔(C)：孔深30m，与水平方向夹角25°，与切眼夹角90°朝向回采方向，开孔位于回采煤帮距离顶板03m的位置；短孔(D)：孔深18m，与水平方向夹角45°，与切眼夹角90°朝向回采方向，开孔位置距离顶板03m，长短孔间距5m；高位孔(G)：孔深18m，与水平方向夹角70°，与切眼夹角90°朝向回采方向，孔间距5m，开孔位于切眼顶板距离回采煤帮不大于07m的位置，与长短孔间隔布置。C、D孔孔口连线应为一水平直线，G孔孔口连线应为一水平直线<sup>[2]</sup>，如图1所示。

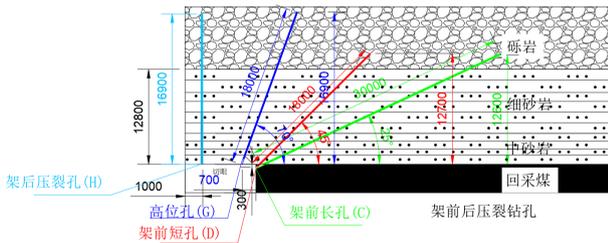


图1 1015 工作面切眼水力压裂钻孔布置图

### 2.3.2 架前孔压裂工艺

压裂顺序为，第一组压裂长孔(C)，第二组压裂短孔(D)，第三组压裂高位孔(G)，依次按照上述顺序循环进行压裂，其中长孔(C)、短孔(D)、高位孔(G)均是一组三个孔进行压裂，封孔时将封孔器推至孔底开始压裂，压裂一次后退3m，依次进行后退，直至封孔器退至孔口位置，其中长孔(C)孔深30m，共压裂9段；短孔(D)和高位孔(G)孔深均为18m，各共压裂5段。

### 2.3.3 1015 工作面切眼架后压裂钻孔参数

1015 工作面切眼架后压裂钻孔(H)：孔深18m，与水平方向夹角70°，与切眼夹角0°朝向轨道运输顺槽方向，孔间距5m，开孔位于切眼顶板距离煤柱侧煤帮1m的位置，其中架前钻孔与架后钻孔间隔布置。H孔孔口连线应为一水平直线，如图2所示。

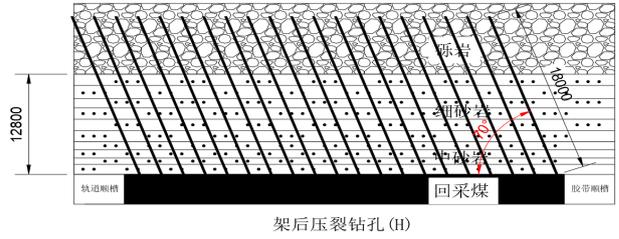


图2 1015 工作面切眼支架后部水力压裂钻孔布置图

### 2.3.4 架后孔压裂工艺

架后孔(H)为一组三个孔进行压裂，封孔时将封孔器推至孔底开始压裂，压裂一次后退3m，依次进行后退，直至封孔器退至孔口位置，架后孔(H)孔深18m，共压裂5段<sup>[3,4]</sup>。

## 3 水力致裂技术在工作面回采期间的应用

矿井未防止工作面回采期间上下端头悬顶面积过大，在上下顺槽均采用水力致裂技术开展水力压裂，消除大面积悬顶对工作面的危害。

### 3.1 1015 轨道、胶带运输顺槽压裂钻孔参数

压裂钻孔(F)：孔深30m，与水平方向夹角30°，与轨道运输(胶带)顺槽掘进方向成70°夹角朝向切眼方向，开孔位于回采煤帮距巷道顶板0.3m的位置，孔间距5m；压裂钻孔(Q)：孔深16m，间距5m，水平夹角70°，开孔位于巷道顶板距离保护煤柱1m的位置，与F孔间隔布置。F孔孔口连线应为一水平直线，Q孔孔口连线应为一水平直线。施工范围1015回采工作面切眼至80m，两顺槽均需施工F孔、Q孔2种孔，80m以外至停采线仅胶带运输顺槽施工Q孔1种孔。每轮水力致裂范围在1015胶带运输顺槽超前支架段外10~15m，超出以上距离暂停压裂，低于以上距离恢复压裂。

### 3.2 1015 轨道、胶带运输顺槽压裂工艺

1015 轨道、胶带运输顺槽压裂孔(F)、压裂孔(Q)均为一组三个孔进行压裂，封孔时将封孔器推至孔底开始压裂，压裂一次后退3m，依次进行后退，直至封孔器退至孔口位置，压裂孔(F)孔深30m，共压裂9段，压裂孔(Q)孔深16m，共压裂4段。

## 4 水力致裂技术在工作面过断层期间的应用

回采工作面过断层期间，由于断层面岩石硬度较大，导致采煤机破岩困难，采用水力致裂措施对岩石进行弱化处理，从而提高回采效率，减少采煤机截齿损耗。

### 4.1 断层面压裂钻孔参数

压裂孔间距0.5m，与岩面呈45°夹角，孔深4m，孔径50mm，采用42mm封孔器。

### 4.2 断层面压裂工艺

压裂孔分为一组三个孔进行压裂，封孔时将封孔器推至孔底开始压裂，每次压裂不少于30分钟，直至将断层处

岩石弱化致裂。

## 5 致裂效果分析

对实施致裂后的钻孔使用窥视仪进行观察发现,水力致裂后钻孔内部出现了多条横纵相间裂隙,通过观测水力致裂期间顶板淋水变化情况,可知工作面顶板完整性已经遭到破坏,压裂孔附近顶板破坏情况尤为严重。通过 1015 与 1012 工作面初次来压观测得出实施水压致裂技术较深孔预裂爆破技术工作面初次来压步距缩短了约 10m。初次来压期间支架压力显现整体较为平稳,压力主要显现在 1#-105# 液压支架,未出现起伏波动较大的来压显现,初采初放期间采空区的顶板垮落时,对工作面支架、施工人员未造成损害,由现场实测的数据来看,其来压强度较为平缓,初次来压期间液压支架最大工作阻力为 42MPa。

## 6 社会效益和间接经济效益

水力致裂技术相比深孔预裂爆破技术,成本低,设备和材料可重复使用,更安全更环保,节省了爆破炸药和雷管的费用,顶板预裂效果好,封孔工作大大简化,单孔控制范围大,不干扰工作面正常生产及周边工程正常施工,提高了工作效率,显著改善了工人劳动强度和作业环境,避免了放炮人员撤离、一氧化碳超标等问题。水力致裂技术成功应用于榆树泉煤矿综采工作面,提高了初次放顶的管理水平,保证了工作面初采初放期间的安全,有效遏制了煤矿顶板事故

的发生,最大程度上提高了经济效益和社会效益。

## 7 结论

高压水力致裂技术具有安全、经济、环保和高效的特点,可以实现弱化顶板岩性、减尘、抑制煤层自燃、预排瓦斯等功能。高压水力致裂技术不仅提高了工作面安全生产水平,消除重大事故隐患,还降低了生产成本,提高了生产效率。实践表明,采用高压水力致裂技术可以有效地将煤层顶板进行压裂、弱化,使砂岩顶板产生裂隙,破坏其完整性,降低砂岩固有强度,有效控制工作面初采期间架后悬顶面积,缩短初次来压步距,降低初次来压强度,减少初次来压对工作面液压支架的冲击。同时在工作面正常回采期间和过断层期间,科学合理利用水力致裂技术,可有效防止上下端头的大面积悬顶及弱化断层处岩性。

## 参考文献

- [1] 张世明.水致裂技术在综采工作面回风隅角的实践与应用[J].水力采煤与管道运输,2015(1):3.
- [2] 张有河.高压水力压裂切顶技术在综采工作面初采放顶中的应用[J].煤炭与化工,2022(2):45.
- [3] 杨伟.采煤工作面水力预裂处理端头悬顶技术[J].山西焦煤科技,2020,44(11):5.
- [4] 王帅.巨厚煤层爆破切顶初采初放技术应用研究[J].山东煤炭科技,2023,41(8):89-91.