

深孔泄压技术研究与应用

秦鑫，苗路凡

河南能源焦煤公司赵固一矿，河南 焦作 454000

摘 要： 采煤工作面采空区上覆岩层垮落分为主动垮落和被动垮落，针对赵固一矿西六盘区采煤工作面初次来压和见方来压剧烈为研究背景，通过使用深孔预裂切缝技术，使工作面采空区基本顶被动垮落，减小了基本顶的悬顶面积，降低了工作面初次来压和见方来压强度，促进了工作面安全、高效生产。

关 键 词： 初次来压；见方；预裂切缝

Research and Application of Deep Hole Pressure Relief Technology

Qin Xin, Miao Lufan

Henan Energy Coking Coal Company, Jiaozuo, Henan 454000

Abstract： The collapse of overlying rock strata in the goaf of the coal mining face can be divided into active collapse and passive collapse. Based on the research background of severe initial and square pressure of the coal mining face in the West Liupan area of Zhaoguyi Mine, deep hole pre splitting and cutting technology is used to make the basic roof of the goaf of the working face passively collapse, reduce the hanging area of the basic roof, lower the initial and square pressure intensity of the working face, and promote safe and efficient production of the working face.

Keywords： first time pressing; square pre cracking; cutting seam

引言

初次来压是采煤工作面采空区范围内直接顶随回采推进而垮落，基本顶的支撑点作用于两帮煤体上，随工作面推进采空区基本顶悬顶面积不断增大，当基本顶承载能力达到极限时断裂垮落，此时采空区基本顶及上覆承载的岩层迅速下沉垮落，使工作面压力增大。依据赵固一矿西六盘区以往经验，采煤工作面回采推进至40–50m时，工作面初次来压，回采至160–170m段，工作面见方来压。根据工作面煤层覆存情况，在来压明显段实施预裂切缝后，经现场实际观测，极大的降低了工作面初次来压和见方来压强度，为今后工作面初采初放提供了可资借鉴经验。

一、工作面概况

16151工作面属矿井-525m水平，位于矿井北翼，所属盘区为西六盘区，开采煤层为二₁煤层，煤层顶板标高为-433.0 ~ -482.5m，对应地面位置标高为+84.2 ~ +86.2m，煤层埋深519.2 ~ 567.7m，该工作面设计长度1356.2m，切眼长度175m，安装支架99架（91架ZF18000/21/38D型液压支架及8架ZFG18000/27/40HD型过渡支架）。同时安装1部MG400/930-WD3型采煤机、1部SGZ800/800型刮板输送机、1部SZZ800/250型转载机（含PCM160型破碎机两部）、1部DSJ120/2×315型可伸缩带式输送机。

上顺槽沿煤层顶板掘进，矩形断面，规格为净宽5500mm，净高3800mm，采用锚网索支护。上顺槽主要担负工作面主运输、辅助运输、回风及行人任务。下顺槽为沿空留巷返修巷道，矩形断面，巷道返修后规格为净宽3000mm，净高3500mm，顶板及回采侧帮部采用锚网索支护，非回采侧帮部采用“金属菱形网（柔性网）+钢丝绳+U钢柱”方式防护。下顺槽主要担负工作面辅助运输、进风及行人任务。

（一）煤层顶底板情况

根据16151工作面附近实际揭露地质资料及三维地震勘探资料显示，16151工作面断裂构造主要发育方向为NE，且顶板裂隙较发育。二₁煤层顶底板岩性、厚度等情况见表1。

表1 二₁煤层顶底板情况表

煤层顶底板情况	顶底板名称	岩石名称	厚度（m）	岩性特征
	\	松散粘土层	471.7 ~ 501.00	棕黄色，含细沙，部分区域含砾石，粒径5-20mm，以长石、泥岩、砂岩为主。
			486.35	
	\	砂质泥岩	0 ~ 12.80	深灰色，泥质结构，中夹泥岩薄层，含大量白云母碎片，局部裂隙发育，裂隙充填氧化铁薄膜。
			5.15	
	\	中粒砂岩	1.50 ~ 2.40	灰白色，矿物成分以石英、长石为主，暗色矿物次之，钙质胶结，分选性差，次棱角状。
			1.80	
	\	砂质泥岩	3.40 ~ 6.50	深灰色，层里面含云母及炭质。
			5.00	
	\	细粒砂岩	2.20 ~ 2.40	灰白色，细粒砂状结构，矿物成分以石英、长石为主，暗色矿物次之，硅质胶结，含大量白云母碎片，裂隙发育，裂隙充填氧化铁薄膜，具滑面，坚硬。
			2.30	
	\	泥岩	12.10 ~ 14.10	黄灰色，泥质结构，中夹砂质泥岩和细粒砂岩薄层，含大量植物茎、叶部化石和少量白云母碎片，局部具滑面。
			13.10	
	\	砂质泥岩	4.10 ~ 9.10	深灰色，泥质结构，含大量植物化石，含少量白云母碎片和菱铁质鲕粒，局部具滑面和炭屑，松软。
			6.60	
	老顶	中粒砂岩	4.77 ~ 19.11	灰色，成分以石英为主，次为长石，钙质胶结，夹泥质条带，裂隙发育，充填方解石脉。
			13.64	
	直接顶	砂质泥岩	0.39 ~ 7.40	灰黑色，富含植物化石，局部夹细粒砂岩条带及煤线，具滑面。
			3.63	
	伪顶	泥岩	0 ~ 0.93	灰黑色，含炭质，富含植物颈部分化石。
			0.23	
	直接底	泥岩、砂质泥岩	9.36 ~ 15.71	泥岩：黑色，致密、块状，含少量植物化石碎片，含黄铁矿晶体。 砂质泥岩：深灰色，富含植物根部化石，具水平层理，夹砂岩条带，含云母片。
			13.33	
	老底	L ₉ 灰岩	1.14 ~ 1.36	灰色，隐晶质，遇稀酸起泡，含动物化石，含黄铁矿晶体，具不规则方解石脉。
			1.26	

二、爆破孔深度

顶板预裂爆破切顶深度是确保预裂切缝的关键，孔深应大于冒落带高度，根据煤层上覆岩层的碎胀系数，切顶高度应满足下式：

$$h = \frac{h_0}{K - 1}$$

式中： h 为爆破孔深度，m； h_0 为采高，m； K 为顶板岩层碎胀系数。

16151工作面上覆基岩岩石碎胀系数较小，平均1.24。高3.5m，理论爆破孔深度 $h=3.5/（1.24-1）m \approx 15.0m$ 。在16151切眼及16151上顺槽布置预裂孔孔深均为15m。

根据钻探取芯探得工作面回采通尺40m处顶板砂岩约7.5m（煤层顶板向上9-16.5m段），工作面回采通尺160m处顶板砂岩约4m（煤层顶板向上14-18m段），在上顺槽向工作面布置扇形钻孔时，预裂原则上切断相应砂岩。

三、预裂孔布置

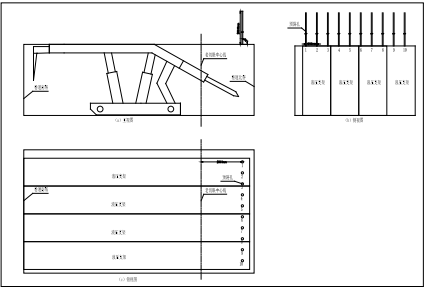
（一）工作面切眼预裂孔布置

爆破孔位置：16151工作面切眼老塘侧（北侧）顶板肩窝处，北偏老巷中1500mm。

爆破孔角度：爆破孔与切眼中线垂直，与水平面垂直；

孔径、孔间距及孔深：孔径50mm，孔间距800mm，孔深15m。

装药结构：上切眼口以西130m以内：正向连续装药15m孔（从上向下按照5-5-3-3结构进行装药）。



> 图1切眼切顶孔布置示意图

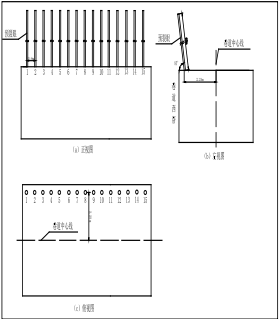
（二）上顺槽预裂孔布置

开孔位置：回采侧巷帮（西帮）顶板布置爆破孔，西偏中线2.25m；

开孔角度：爆破孔与巷道中线垂直，偏向工作面5° 如图2；

孔径、孔间距及孔深：爆破孔孔径50mm、孔间距0.6m，孔深15m；

装药结构：正向连续装药（从上向下按照4-4-3-3-2结构进行装药）；



> 图2上顺槽顶板预裂爆破炮眼布置图

(三) 上顺槽 (切眼煤壁以外40m、160处) 预裂孔布置

1. 爆破孔位置: 16151上顺槽 (切眼煤壁以外40m处)

开孔位置: 顶板: 距巷道西帮800mm (2#孔)、1600mm (1#孔); 帮部: 回采侧巷帮 (巷道西帮) 顶板以下500mm、1000mm、1500mm (由上至下分别为3#孔、4#孔、5#孔)。

如图4。

开孔角度: 1#孔仰角 57° 、2#孔仰角 44° 、3#孔仰角 36° 、4#孔仰角 30° 、5#孔仰角 25° 。

设计孔深: 1#孔19.39m、2#孔23.19m、3#孔27.9m、4#孔33.3m、5#孔40.21m。

设计孔径: 94mm。

2. 爆破孔位置: 16151上顺槽 (切眼煤壁以外160m处)

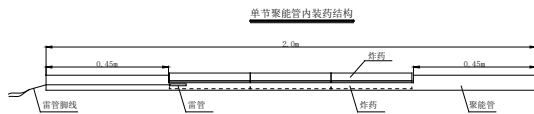
开孔位置: 顶板: 距巷道西帮800mm (2#孔)、1600mm (1#孔); 帮部: 回采侧巷帮 (巷道西帮) 顶板以下500mm、1000mm、1500mm (由上至下分别为3#孔、4#孔、5#孔), 如图5。

开孔角度: 1#孔仰角 55° 、2#孔仰角 45° 、3#孔仰角 38° 、4#孔仰角 32° 、5#孔仰角 27° 。

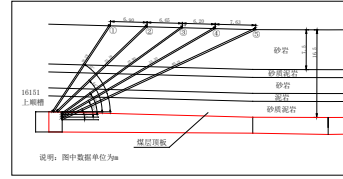
设计孔深: 1#孔21.47m、2#孔24.83m、3#孔29.11m、4#孔34.48m、5#孔40.04m。

设计孔径: 94mm。

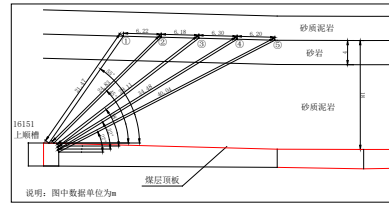
3. 装药结构: 1#~2#孔使用3节2m长聚能管; 3#孔使用4节2m长聚能管; 4#孔使用4节2m长聚能管; 5#孔使用6节2m长聚能管。均正向连续装药, 每节聚能管除去头尾0.45m, 将中间1.1m长的管壁切开一半, 然后将药卷每2卷使用胶带捆绑在一起放入聚能管中, 每节聚能管放3大卷 (6卷炸药), 如图3然后按照根据上述每个孔装入聚能管的数量将其逐一装入孔内。具体见装药结构图。



> 图3单节聚能管内装药结构



> 图4上顺槽 (切眼煤壁以外40m处) 顶板深孔预裂炮眼布置图



> 图5上顺槽 (切眼煤壁以外160m处) 顶板深孔预裂炮眼布置图

(四) 装药方法: 使用聚能管 (内径35mm、外径40mm)

辅助装药, 聚能管管壁聚能孔方向与巷道中线方向平行;

封孔: 使用矿用封孔器 (囊袋)、FKL-1型封孔注浆料配合ZBQ-30/1.0煤矿用气动注浆泵进行注浆封孔, 封孔长度不小于1/3m。

爆破器材: 选用三级煤矿许用乳化炸药, 直径32mm, 长335mm, 重量300g。雷管采用煤矿专用数码电子雷管, 一次爆破总时间差不超过100毫秒。

起爆方式: 采用FBH-200-B型数码电子雷管起爆控制器。联线方式并联。

四、结论

通过工作面使用预裂切缝技术, 减小了工作面初次来压和见方来压的垮落面积, 避免了工作面初次来压和见方来压期间出现悬臂梁结构, 降低工作面的来压强度。工作面回采至45m前后, 支架安全阀开启, 成雾状, 对工作面回采影响较小, 见方来压不明显。相较于相邻工作面, 实现了预期以预裂切缝技术降低初次来压和见方来压强度的目标, 为综采工作面降低矿压对工作面影响提供了参考和借鉴。

参考文献

- [1] 刘锡哲. 煤矿井下多源震波信号特征实验模拟研究 [D]. 中国矿业大学, 2023.DOI:10.27623/d.cnki.gzkyu.2023.000234.
- [2] 王建鹏. 神角煤矿“2209工作面沿空留巷方法的选择” [J]. 能源技术与管理, 2023,48(03):72-74.
- [3] 马守龙. 煤矿厚硬砂岩顶板爆破预损伤劣化与破断机理研究 [D]. 安徽理工大学, 2023.DOI:10.26918/d.cnki.ghngc.2023.000020.
- [4] 董凯. 综采工作面沿空掘巷小煤柱巷帮注浆加固技术实践 [J]. 晋控科学技术, 2024,(01):46-48+54.DOI:10.19413/j.cnki.14-1117.2024.01.012.
- [5] 刘增辉, 高谦, 华心祝, 等. 沿空掘巷围岩控制的时效特征 [J]. 采矿与安全工程学报, 2009, 26(4): 465-469
- [6] 张春华, 刘泽功, 徐涛, 等. 石门对掘揭开急倾斜煤层突出与爆破增透消突技术 [J]. 煤炭学报, 2010, 35(1): 85-88
- [7] 张杰. 浅埋煤层顶板深孔预爆强制初放研究 [J]. 采矿与安全工程学报, 2012, 29(3): 339-343.
- [8] 郝福坤, 周同学, 姜玉超. 人工强制放顶沿空留巷技术及其应用 [J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(2): 16-24.
- [9] 杨相海, 张杰, 余学义. 强制放顶爆破参数研究 [J]. 西安科技大学学报, 2010, 30(3): 287-290.
- [10] 闫志忠. 薄煤层综采工作面坚硬顶板强制放顶技术实践 [J]. 北京工业职业技术学院学报, 2012, 11(1): 25-28.
- [11] 刘波. 综采工作面开切眼深孔预裂爆破技术分析 [J]. 当代化工研究, 2024,(13):99-101.DOI:10.20087/j.cnki.1672-8114.2024.13.031.