

# 兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层坚硬顶煤预裂爆破技术

南存全, 商佳新

辽宁工程技术大学矿业学院, 辽宁阜新 123000

**摘要** 急倾斜坚硬厚煤层的开采方法是采矿技术所面临的难题之一。由于急倾斜坚硬厚煤层矿山压力显现不清楚, 煤层顶板管理复杂, 顶板事故多, 回采率低等诸多因素的存在, 使得矿井生产能力的提升及经济效益的提高受到束缚。兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层具有煤质坚硬、倾角大、瓦斯高、煤层厚等显著特点。因此, 提高坚硬顶煤的冒放性是兴泰煤矿放顶煤开采所面临的主要技术难题。本文在对坚硬顶煤破碎特点分析的基础上, 结合兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层工程地质条件, 提出了提高二<sub>1</sub>煤层坚硬顶煤冒放性的主要技术措施及三种预裂爆破方案。通过现场试验, 成功的解决了二<sub>1</sub>煤层坚硬顶煤难以放出的问题, 取得了预期的效果。实现了急倾斜坚硬厚煤层放顶煤开采技术的突破, 对中国急倾斜坚硬厚煤层的开采具有指导意义。

**关键词** 坚硬厚煤层; 急倾斜; 放顶煤; 预裂爆破

**中图分类号** TD821

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.27.008

## Presplit Blasting Technology for Hard Top Coal of Xingtai Coal Mine Second 1 Coal Seam

NAN Cunquan, SHANG Jiixin

*Institute of Mining, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, Liaoning Province, China*

**Abstract** The mining of a sharply inclined hard thick coal seam is one of the difficult technical problems in the mining technology. In the sharply inclined hard thick coal seam, the mining pressure does not show clearly and the coal seam roof management is complex, in addition to roof accidents, low stopping rate and other factors, which makes the improvement of the mine production and the economic benefits very difficult. The Xingtai coal mine of second 1 coal seam has remarkable characteristics of hard coal, large dip angle of coal seam, high mashgas and thick seam. Thus, the main technical problems that the Xingtai Coal Mine has to face, are the improvement of hard top-coal caving characteristics. This paper, on the basis of analysis of the broken characteristics of hard top-coal, and combined with the coal seam's second 1 engineering geological conditions, suggests some major technical measures and three kinds of presplit blasting schemes of improving the second 1 coal seam hard top-coal caving characteristics. Through the field test, the problem that the second 1 coal seam hard top-coal is difficult to release is successfully solved, and the desired effect is achieved.

**Keywords** hard thick coal seam; sharp inclined; caving characteristics; presplit blasting

### 0 引言

内蒙古太西煤集团兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层赋存稳定, 为侏罗系优质无烟煤, 煤层平均厚度 10m, 煤层中还夹有一层约 1.5m 厚的夹矸, 煤层倾角为 35°—50°, 煤质坚硬, 硬度系数  $f=1.5-2$ 。目前, 国内外对煤层厚度在 10m 左右的急倾斜坚硬厚煤层还没有成熟的开采技术方案。为此, 基于二<sub>1</sub>煤层放顶煤

开采的工程条件, 本文主要对坚硬顶煤预裂爆破技术方案进行研究。并直接应用于工程实践, 以形成急倾斜坚硬特厚煤层条件下放顶煤开采的关键技术。

### 1 二<sub>1</sub>层煤柔性掩护工作面工程地质概况

兴泰煤矿 +1850 北翼二<sub>1</sub>煤层工作面运输巷底板标高

收稿日期: 2012-03-05; 修回日期: 2012-07-23

作者简介: 南存全, 副教授, 研究方向为煤矿开采技术, 电子邮箱: nancq@163.com

为+1850m, 回风巷道底板标高为+1895m, 工作面上部为二<sub>1</sub>煤+1923m采空区, 下部为尚未开采的二<sub>1</sub>煤+1800—1850m采区; 南部为二号井二<sub>1</sub>煤+1850—1895m南采区, 北部至二<sub>1</sub>煤北部边界, 走向长度 390m, 倾斜长度 89m, 面积为 34710m<sup>2</sup>。工作面绝对瓦斯涌出量 3.6m<sup>3</sup>/min; 相对瓦斯涌出量 18.5m<sup>3</sup>/t。CO<sub>2</sub>涌出量小, 煤尘爆炸指数小于 15%, 无地温危害, 无冲击地压危害。煤质属低硫、低磷的优质无烟煤, 硬度 1.5—2, 煤层理呈水平层理, 节理发育不明显。顶底板岩性及厚度如表 1 所示。

表 1 顶底板岩性和厚度

Table 1 Top floor rock and thickness

顶底板名称	岩石名称	厚度/m	特征
基本顶	细砂岩	6.3	灰白
直接顶	粉砂岩	1.7	灰黑落层状
伪顶	泥岩	0.5	灰黑落层状
直接底	泥岩	0.7	灰黑落层状
基本底	粉砂岩	5.5	灰白

## 2 二<sub>1</sub>煤层放顶煤开采可行性分析

### 2.1 坚硬顶煤的破碎特点

顶煤的完整煤体经过复杂的力学过程才能以散体煤形式放出, 通常情况下, 顶煤在经历了支承压力、顶板活动和支架反复支撑等共同作用下<sup>[1]</sup>, 破坏逐渐发展。对于坚硬煤层, 由于其强度较高而且层理、节理通常不发育, 顶煤的自然破碎效果相对降低<sup>[2-4]</sup>, 可能出现大块而影响正常放出, 进而影响到煤炭的采出率。这也是兴泰煤矿推行放顶煤开采所面临的主要技术难题之一。

### 2.2 提高二<sub>1</sub>顶煤冒放性的主要技术措施

根据兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层放顶煤开采的实际条件, 选择提高顶煤冒放性技术措施的顺序: 支架选型及工艺技术措施→工作面内局部范围的浅孔预裂爆破技术→工作面两巷内煤层深孔预裂爆破→专用巷道内煤层深孔预裂爆破技术等。

## 3 深(浅)孔预裂爆破顶煤方案设计

### 3.1 柔掩支架采煤法——伪斜上山爆破工艺巷预裂爆破方案

二<sub>1</sub>煤层采用伪斜上山爆破工艺巷预裂爆破方案, 工作面沿煤层底板开采, 采高 2m, 预裂爆破顶煤, 冒落后用水将其冲下滑向区段运输平巷。在工作面前方开掘伪斜上山作为预裂爆破工艺巷, 伪斜爆破工艺巷平行工作面布置, 在煤层内沿煤层顶板开掘。按标高分段, 段高 3m, 每段内布置一层预裂爆破孔<sup>[5]</sup>, 全工作面共布置 16 层, 如图 1 所示。每一层内左右两侧共布置 8 个深孔(左右各 4 个, 对称布置), 由于深孔预裂爆破的封口长度大, 一般在 5—8m, 爆破工艺巷周围的煤层不能充分预裂, 因此, 需要在深孔预裂后再打若干浅孔进行

预裂, 如图 2 所示。深孔预裂自上而下分层进行, 顶分层预裂前应在回风平巷标高开掘爆破卸荷硐, 为预裂爆破提供自由面, 如图 3 所示。

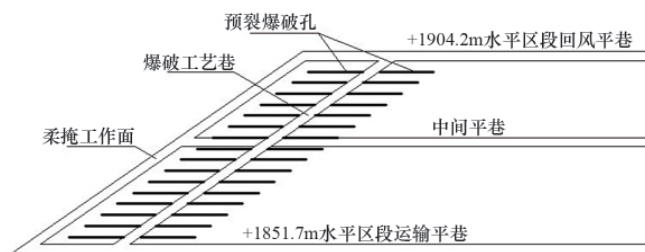


图 1 柔掩支架采煤法伪斜上山预裂爆破工艺巷炮孔布置立面图

Fig. 1 The lane blast hole layout elevation view of the soft mask coal artificial inclined steep drift presplit blasting technology

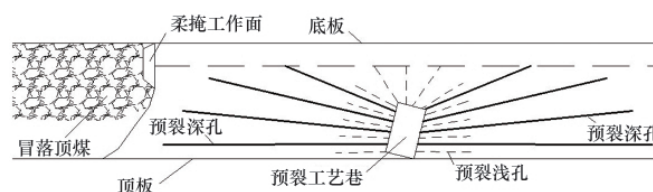


图 2 柔掩支架采煤法伪斜上山预裂爆破工艺巷炮孔布置水平切面图

Fig. 2 The lane blast hole layout level view of the soft mask coal artificial inclined steep drift presplit blasting technology

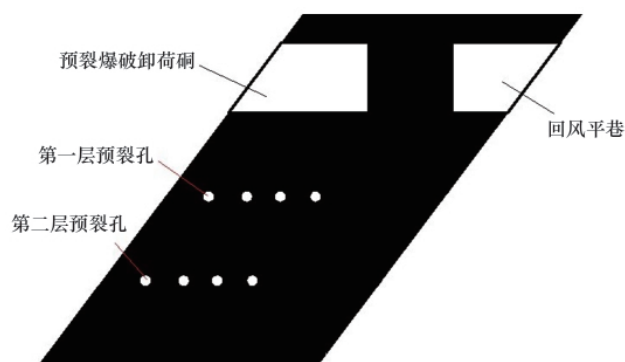


图 3 柔掩支架采煤法伪斜上山预裂爆破工艺巷方案首爆卸荷硐布置

Fig. 3 The lane first blasting scheme unloading adit layout of the soft mask coal artificial inclined steep drift presplit blasting technology

该预裂方案吨煤深钻孔长度 0.33m/t, 吨煤深钻孔炸药消耗量 0.4kg/t; 吨煤浅钻孔长度 0.14m/t, 吨煤浅钻孔炸药消耗量 0.15kg/t; 合计吨煤钻孔长度 0.47m/t, 吨煤炸药消耗量 0.55kg/t。吨煤爆破工艺巷工程量 0.02m/t。

### 3.2 水平分段放顶煤采煤法——多层煤门爆破工艺巷预裂爆破方案

二<sub>1</sub>煤层采用多层煤门爆破工艺巷预裂爆破方案,分段高度可取10m,采高3m,顶煤厚度7m。在顶煤中设3层预裂孔,每层5个预裂炮孔,孔间距2m。每层预裂孔设一煤门作为爆破工艺煤门。3个煤门爆破工艺巷上下重叠布置,由上至下分层进行预裂爆破,即首先开掘顶层的爆破工艺煤门,并向两侧各打5个预裂爆破深孔,深孔爆破预裂后,再打若干浅孔对煤门周围的煤体进行预裂,并分步撤棚放顶,之后进行第2层煤门的开掘、打眼、预裂爆破、撤棚放顶<sup>[6-7]</sup>,以此类推,再进行第3层的预裂爆破,走向剖面如图4所示,水平切面图图5所示,倾斜剖面如图6所示。

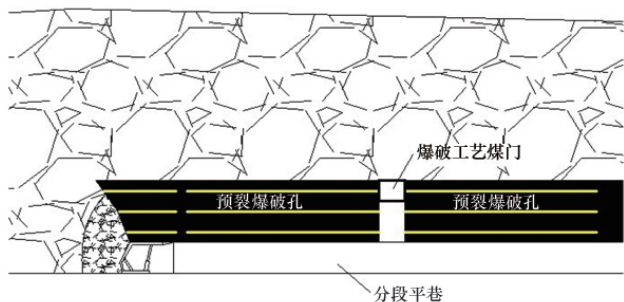


图4 水平分段放顶煤采煤法——多层煤门爆破工艺巷预裂爆破方案走向剖面

Fig. 4 Direction profile of horizontal section top coal caving mining method—the presplit blasting scheme of multi-layer coal door lane blasting technology

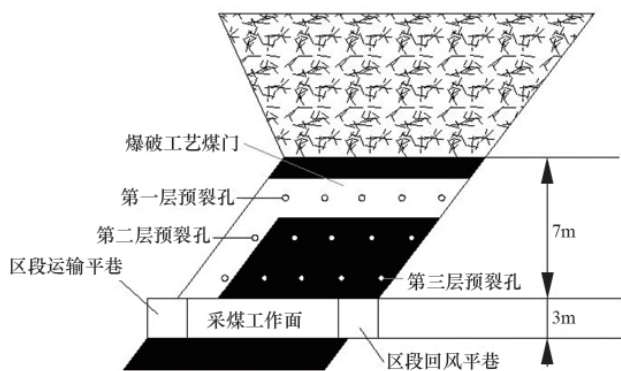


图6 水平分段放顶煤采煤法——多层煤门爆破工艺巷预裂爆破方案剖面图

Fig. 6 The sectional diagram of horizontal section top coal caving mining method—the presplit blasting scheme of multilayer coal door lane blasting technology

0.8kg/t。吨煤爆破工艺巷工程量0.01m<sup>3</sup>/t。

## 4 结论

二<sub>1</sub>煤层为兴泰煤矿的主采煤层,预裂爆破选在兴泰煤

该预裂方案吨煤钻孔长度0.5m/t,吨煤炸药消耗量0.6kg/t。吨煤爆破工艺巷工程量0.015m<sup>3</sup>/t。

### 3.3 柔掩支架采煤法——工作面内预裂爆破方案

二<sub>1</sub>煤层采用工作面内预裂爆破方案,柔掩支架工作面沿煤层中部布置<sup>[8-10]</sup>,采高3m,留2.5—3m顶煤和2.5—3m底煤。采用高强度整体钢梁弓型柔掩支架,支架横梁每隔0.6m设0.1m的宽间隔,用于向顶底煤打眼。工作面每向前推进0.6m,就从支架顶端的宽间隔缝向顶煤打眼,爆破顶煤,垮落在支架后侧,再从支架底端的宽间隔缝向底煤打眼,爆破底煤。顶底煤爆破破碎后自溜进区段运输平巷,自溜困难时可用水冲刷。工作面内预裂爆破方案剖面图如图7所示。

该预裂方案吨煤钻孔长度0.66m/t,吨煤炸药消耗量

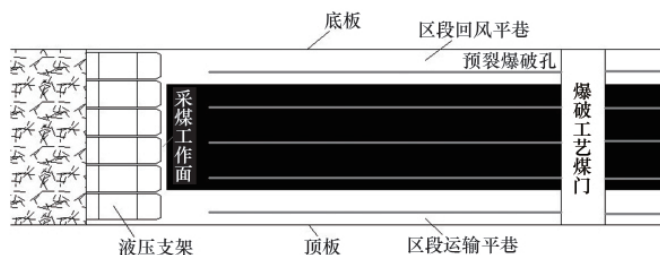


图5 水平分段放顶煤采煤法——多层煤门爆破工艺巷预裂爆破方案水平切面示意图

Fig. 5 Level block caving mining method—the presplit blasting scheme of multilayer coal door lane blasting technology

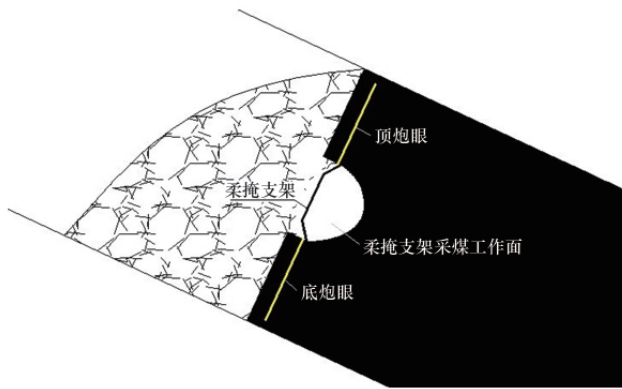


图7 柔掩支架采煤法——工作面内预裂爆破方案剖面图

Fig. 7 Soft coalface mask mining——presplit blasting scheme within the working plane

矿+1850m北翼二<sub>1</sub>层煤柔性掩护工作面中进行,该工作面运输巷底板标高为+1850m,回风巷道底板标高为+1895m,走向长度390m,倾斜长度89m。该工作面于2011年7月至8月进行预裂爆破试验配套工程准备,8月22日开始生产。自投产以

来,取得了良好的顶煤预裂爆破效果。工作面月产已经达到 $5 \times 10^4 \text{t}$ , 矿井生产能力达到年产 $60 \times 10^4 \text{t}$ , 工作面的回收率在75%以上,取得了预期的效果。通过近半年的生产实践,坚硬顶煤的预裂破碎、工艺参数的优化等问题得到成功的解决。同时,对10m左右厚的急倾斜坚硬厚煤层放顶煤开采的成功实践,初步解决了这一世界性难题并形成了该条件下的系统关键技术。兴泰煤矿二<sub>1</sub>煤层放顶煤开采技术的成功,对急倾斜坚硬厚煤层的开采技术发展有一定的指导意义。

#### 参考文献 (References)

- [1] 张顶立. 下分层综放开采矿山压力控制 [J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(2): 159-166.  
Zhang Dingli. *Rock Mechanics and Engineering Journal*, 1998, 17(2): 159-166.
- [2] 张立其, 李志军. 坚硬厚煤层综采放顶煤工艺巷预裂爆破开采技术[J]. 山东煤炭科技, 2011, 37(10): 50-52.  
Zhang Liqi, Li Zhijun. *Shandong Coal Science and Technology*, 2011, 37(10): 50-52.
- [3] 赵伏军, 李夕兵, 胡柳青. 巷道放顶煤法的顶煤破碎机理研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(S2): 2309-2313.  
Zhao Fujun, Li Xibing, Hu Liuqing. *Rock Mechanics and Engineering Journal*, 2002, 21(S2): 2309-2313.
- [4] 张新忠. 兴县矿区斜沟煤矿浅埋深坚硬厚煤层开采方法研究[J]. 煤炭技术, 2009, 28(8): 52-54.  
Zhang Xinzong. *Coal Technology*, 2009, 28(8): 52-54.
- [5] 张顶立. 特厚坚硬煤层分层综放开采关键技术研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(2): 273-279.  
Zhang Dingli. *Rock Mechanics and Engineering Journal*, 2002, 21(2): 273-279.
- [6] 王家臣. 我国综放开采技术及深层次发展问题探讨[J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(1): 14-17.  
Wang Jiachen. *Coal Science and Technology*, 2005, 33(1): 14-17.
- [7] 张安兴. 坚硬厚煤层综采放顶煤预裂爆破开采技术的实践与应用[J]. 山东煤炭科技, 2007(6): 1-2.  
Zhang Anxing. *Shandong Coal Science and Technology*, 2007(6): 1-2.
- [8] 李斌. 坚硬顶煤预裂弱化爆破在大佛寺矿井的应用 [J]. 陕西煤炭, 2008(5): 63-64.  
Li Bin. *Shaanxi Coal*, 2008(5): 63-64.
- [9] Rutherford A. Moderately thick seam mining in Australia[C]//Wu J, Wang J C. Proceedings of '99 International Workshop on Underground Thick-Seam Mining. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 1999: 122-135.
- [10] 索永录, 李德玺. 综放面坚硬煤体爆破和注水预处理试验[J]. 煤炭科学技术, 1999, 27(9): 30-31.  
Suo Yonglu, Li Dexi. *Coal Science and Technology*, 1999, 27(9): 30-31.

(责任编辑 岳臣)

· 学术动态 ·

## “第二届国际扶阳论坛 暨第五届扶阳论坛”征文



由中华中医药学会、四川省中医药管理局主办的“第二届国际扶阳论坛暨第五届扶阳论坛”议拟定于2012年11月26—30日在成都市召开。

征稿范围:扶阳学派源流探讨;扶阳学派学术思想与特色研究;扶阳学派用药经验总结;扶阳学派辨证论治技巧研究;中医扶阳各家学说学术经验探讨;中医扶阳各家学说理论临床应用体会;名老中医、民族医药及特色疗法扶阳经验总结;附子等扶阳药物临床应用总结;扶阳学派传承研究;扶阳学说在养生保健中的应用探讨等。

全文截稿日期:2012年10月30日。

联系电话:13258119640。

电子邮箱:xiaoyue3548@yahoo.com.cn。

通信地址:四川省成都市人民南路4段51号(610041)。

会议网站:[http://www.cacm.org.cn/cobportal/portal/channel\\_xwzx.ptview?funcid=showContent&infoLinkId=31662&infoSortId=52281](http://www.cacm.org.cn/cobportal/portal/channel_xwzx.ptview?funcid=showContent&infoLinkId=31662&infoSortId=52281)。