

# 低渗煤层 CO<sub>2</sub> 预裂增透高效瓦斯抽采原理及应用

汪虎

陕西彬长胡家河矿业有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.247

**[摘要]** 要想有效提高低渗透煤层抽采效率、缩短抽采时间,就需要使用 CO<sub>2</sub> 高能气体预裂增透技术来对低渗透煤层进行改造,以此来保证煤层的透气性,进一步提升瓦斯的抽采量与抽采效率。基于此,本文首先将分析高能气体微裂增透瓦斯抽采技术的原理,并在此基础上阐述它的具体应用以及效果。

**[关键词]** 低渗透煤层; CO<sub>2</sub> 预裂; 卸压增透; 瓦斯抽采

## 1 高能气体预裂增透瓦斯抽采技术原理

### 1.1 高能气体预裂原理

一般来说,在密闭空间液气两相转变过程中,高能气体预破碎和防渗透技术需要通过释放大量的高能气体来预裂煤体。当温度低于 31 摄氏度,压力是 7.2 兆帕的时候,CO<sub>2</sub> 以液态的形式存在,但是,在温度大于 31 摄氏度的时候,不管压力的数值是多少,液态的 CO<sub>2</sub> 都会变为气态。按照这个原理,在压裂管中采用一种特殊的高压泵来填充 CO<sub>2</sub> 液体。在预裂的过程中,需要接通加热器的电流,并通过内部化学物质的快速放热反应,使得 CO<sub>2</sub> 液体可以在 20 到 40 毫秒以内快速地变成气态形式,在这个过程中,它的体积会膨胀到原来的六百倍左右,压力也会提高到设定的压力,剪切片破裂,这时高能气体就会立刻由压裂管喷气阀喷射而出,因为喷射而产生的流动射流与后期气体膨胀形成的静态压力会对煤体产生共同的作用力,然后就会导致煤体裂隙的产生。具体如下图 1 所示:

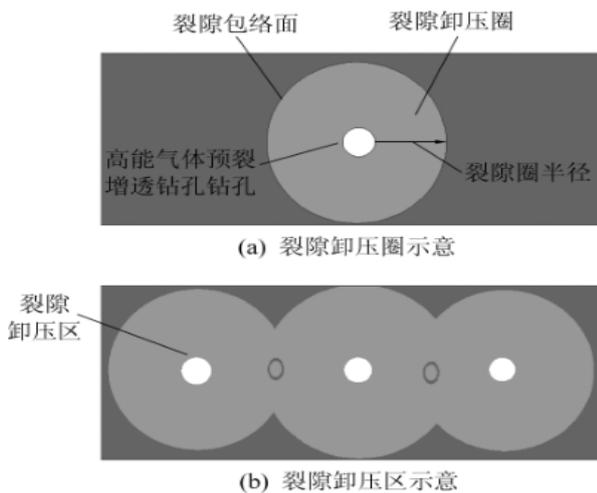


图 1 高能气体预裂增透技术机理示意

### 1.2 卸压增透高效抽采技术原理

高能气体预裂增透瓦斯抽采技术主要通过高能气体预裂增加煤层透气性,并加快煤体内吸附态瓦斯的快速解吸,从而可以提高瓦斯的抽采量与抽采效率,缩短抽采的时间,具体的作用原理有以下几点:第一,高能气体预裂在增透过

程中,由高压气体所造成的射流与静压力会对煤体产生一个作用力,从而导致煤体裂隙,也会导致煤体内部那些已经被填充和压实的裂缝再次打开并不断扩大。在使用单孔和多孔高能气体预裂增透的过程中,会在煤层内部形成单个裂隙卸压区,在这个区域内部煤体裂隙数量与规模的不断扩大,会造成瓦斯运移通道的提高,有效改善应力集中的问题,然后就会提高区域内煤层的透气性。第二,在预裂增透的时候,干燥的高压气体会对煤体产生作用,所以煤层内部并不会会有额外的积水出现,从而也就可以防止因大量水的侵入导致煤层的含水饱和度提高,而且也能够防止因水所反应的产生影响瓦斯的抽采速度与效率。

## 2 现场应用及分析

### 2.1 试验区概况

E1206 工作面与 E2202 工作面位于某个试验区域,目前需要开采 2 号煤层,煤层的平均厚度介于 6 米到 7 米之间,倾角介于 3 度到 15 度之间。在该试验区域中,2 号煤层的瓦斯含量是相对比较高的,在实验室对其进行测量之后发现,瓦斯的含量是 5.56 到 15.01 m<sup>3</sup>/t, 平均的含量大概是 12.6 m<sup>3</sup>/t。

### 2.2 掘进工作面预裂增透瓦斯抽采

#### 2.2.1 设计施工情况

按照工作面的布置情况,将 E2202 进风巷作为实验区。按照掘进面的布置方案,在掘进工作面开一个预裂孔,并在掘进工作面的左右两面钻场内分别开五个辅助的瓦斯抽采钻孔,具体的布置方式与参数如下图 2 与下表 1:

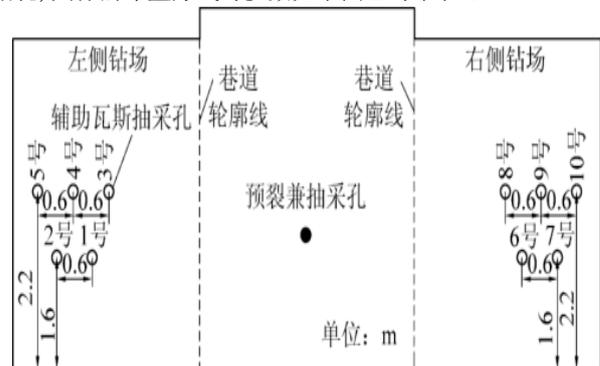


图 2 掘进工作面高能气体预裂增透钻孔布置

表1 采掘工作面高能气体预裂增透钻孔参数

工作面类型	掘进工作面	回采工作面
高能气体	94	94
预裂孔	60(孔深在超前距离以内)	≥1/3工作面宽度
扩孔	孔口15 m使用113 mm钻头扩孔	孔口15 m使用113 mm钻头扩孔
钻孔角度	方位:垂直煤壁;倾角:沿煤层倾向	方位:垂直煤壁;倾角:沿煤层倾向
辅助瓦斯	94	94
抽采孔	80	≥1/3工作面宽度
封孔深度/m	方位:垂直煤壁;倾角:沿煤层倾向	方位:垂直煤壁;倾角:沿煤层倾向
封孔深度/m	10-15	10-15
预裂管数量/(根·次 <sup>-1</sup> )	15-20	15-20
封孔压力/MPa	5-7	5-7

### 2.2.2 应用效果分析

首先需要在E2202进风巷的左右钻场分别开五个起辅助作用的瓦斯抽采钻孔, 并网进行抽采, 并在掘进工作面开一个预裂孔用于高能气体预裂增透。因为会对瓦斯抽采效果产生影响的因素有很多, 单独的某个钻孔可能会因为一些特殊因素的影响而难以体现出真正的预裂增透效果, 所以这次实验并不是单纯地针对某个抽采钻孔的效果来展开观察, 只是对掘进工作面预裂区域里钻孔的整体抽采情况进行观察与分析。所以, 把所有的钻孔连接在同一个汇流管上并入抽采支管, 然后在汇流管上安装孔板流量计, 以此来对掘进工作面钻孔整体抽采情况的监控与分析。在预裂结束抽采20天以后, 平均的抽采纯流量是 $0.75\text{m}^3/\text{min}$ , 平均百米钻孔抽采纯瓦斯流量为 $0.1317\text{m}^3/(\text{min}\cdot\text{hm})$ 。对比E2202进风巷的抽采数据和预裂之前的数据, 结果如下表2所示:

表2 掘进工作面预裂前后抽采数据对比

抽采参数	预裂前	预裂后	增幅/%
平均瓦斯体积分数/%	21.2	52	145
平均抽采混合流量/ ( $\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}$ )	0.62	1.43	131
平均抽采纯流量/ ( $\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}$ )	0.13	0.74	469
平均百米钻孔抽采纯流量/ ( $\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{hm}^{-1}$ )	0.007 0	0.121 7	1 781

由表2中的数据能够得出, 在掘进工作面开展高能气体预裂增透以后, 可以有效提高抽采钻孔的抽采浓度、混合流量以及纯瓦斯流量。

### 3 结束语

在密闭空间液气两相转化过程中产生的高压气体, CO<sub>2</sub>预裂产生的高压气体会对煤体造成破坏, 从而就会导致很多新裂隙的产生, 而且也会导致之前的裂缝不断扩大, 最终就会形成裂隙卸压区。在这个区域内, 煤层的透气性不断提高, 瓦斯的运移阻力减少, 区域内的煤层瓦斯解吸率提高, 许多吸附态瓦斯会演变成游离的状态, 瓦斯运移的驱动力进一步提高, 从而也就可以提高煤层的透气性以及瓦斯的抽采效率。

### 参考文献

- [1]郭臣业, 沈大富, 张翠兰. 煤矿井下控制水力压裂煤层增透关键技术及应用[J]. 煤炭科学技术, 2015, 43(2): 114-118+122.
- [2]申宝宏, 刘见中, 雷毅. 我国煤矿区煤层气开发利用技术现状及展望[J]. 煤炭科学技术, 2015, 43(2): 1-4.
- [3]付江伟. 井下水力压裂煤层应力场与瓦斯流场模拟研究[D]. 中国矿业大学, 2013, (05): 179.