

# 水力增透技术调研

胡志华 王永红 李文正

(山西兰花科技创业股份有限公司伯方煤矿分公司)

**摘 要:**沁水煤田东南部3#煤层具有高瓦斯、低透气、强吸附性、抽采衰减系数大的特点,普通瓦斯抽采工艺难以达到理想效果,因此,改善煤层透气性成为煤矿井下瓦斯抽采的重要研究内容,水力增透技术拓宽了低透气性煤层瓦斯治理的思路,本文对目前煤矿井下主要水力增透技术特点及应用环境进行调研的基础上,就各种水力增透技术在我矿实施的可行性进行分析。

**关键词:**水力增透;水力冲孔;水力切割;水力压裂

## 0 引言

伯方煤矿位于沁水煤田东南部,存在瓦斯含量大,煤层透气性差的特点。近年来,随着矿井煤层开采深度的增加,煤层瓦斯压力与含量进一步增大,而煤质硬度及透气性系数却大幅降低,瓦斯治理难度突增。以往通常采用的增加钻孔密度提高抽采量,但工程量的增加并没有显著提高抽采效率,反而导致严重的抽采失衡。水力增透技术为瓦斯解决提供一个新的途径。

## 1 水力增透技术

### 1.1 水力冲孔增透技术

依靠高压水射流的冲击作用,破坏并冲出部分煤体,造成钻孔周围煤体失稳变形,作用范围内煤层得到充分卸压,大幅提高煤层渗透率。(如图1水力冲孔工艺示意图)

根据郑煤大平煤矿、永煤偃龙矿现场试验数据,水力冲孔后单孔抽采量分别增加7-10倍,效果显著。

该技术通常要以顶(底)板岩石巷道为安全屏

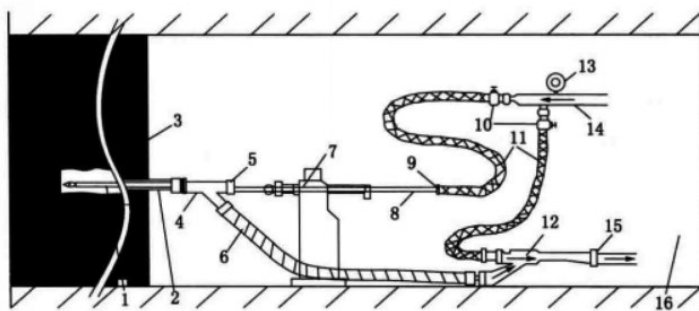


图1 水力冲孔工艺示意图

- 1-钻头;2-套管;3-煤层;4-三通;5-案例密封卡头;6-排水管;  
7-钻机;8-钻杆;9-水辫;10-匣阀;11-高压软管;12-射流管;  
13-压力表;14-供水管;15-排煤管;16-巷道

障,一般要求煤质松软,硬度 $f < 1$ 为宜,以 $f=0.5$ 效果最佳,煤体具有流变特性,要求煤体内能够产生突出的能力(宜用于突出煤层),能够在钻头和水的射流的作用下发生自喷现象,在冲孔装备方面多采用高压密封钻杆或专门的冲孔管,是多根连接的、不是连续的;注水泵组的压力和排量也较低;且就地操作,致使水力作业过程中容易埋管、劳动强度大、效率低,防突方面水力冲孔的效果较好,工艺简单,工作压力(30MPa)要求相对水力压裂低,技术也比较成熟,相对安全性高。水力冲孔过程中,释放出大量煤与瓦斯,单纯靠通风很难稀释,极易引起局部瓦斯超限,所以对安全不利。且冲出的煤炭堆积在巷道中,清理工作十分艰巨。

### 1.2 水力压裂增透技术

水力压裂是利用液体传导压力的作用,使用高压水泵将水或者一定粘度的压裂液通过高压管注入到煤体内,使煤(岩)体在管口附近憋起高压。当此压力超过煤体地应力及煤岩的抗张强度后,煤岩就会破裂产生裂缝,或使原有的微小裂缝扩张,形成较大的裂缝。随着液体的不断注入,裂缝就不断延伸和扩张。当挤入液体的速度与地层吸收的速度相等时,裂缝就不再向地层深处延伸和扩张。裂隙之间相互连接,使煤体的暴露面积增大,从而增加了煤

层的透气性并有效降低煤层瓦斯压力、瓦斯含量,通过后期负压带管连抽,有效提升抽采效果,缩短抽采达标时间。

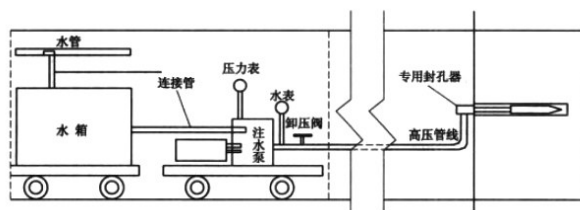


图2 水力压裂工艺示意图

为了防止停泵以后,裂缝在地应力的作用下重新闭合,位之能长期保持张开状态,为瓦斯提供较好的渗流通道,就必须在挤入的液体中加入支撑剂(石英砂、陶粒)充填到裂缝中去,支撑已形成的裂缝,这样就大大地提高了地层的渗透能力,扩大了供气面积,减小了气流阻力,从而提高瓦斯抽出量。

通过淮南张集煤矿水力压裂增透实验,该技术压裂有效影响半径达30 m,煤层透气性系数提高1倍,抽采半径大幅增加,抽采钻孔施工工程量减少2/3,同时压裂后煤层瓦斯压力及瓦斯含量大幅降低,注水完成后煤层含水率在5%~10%之间,使煤层塑性增加,基本消除突出危险,对于突出煤层来说是安全快速实现消突的捷径,增透完成后,钻孔瓦斯抽采纯量增加74%,抽采达标时间降低64%,有效提升了

瓦斯治理效果,缩短了抽采达标时间。

该技术要求水力压裂设备额定压力在 60MPa 以上,现场封孔要求较高,单孔注水量高达 100t,增加的水量对后期抽采不利,但对于消突、防尘有利。无法精准控制压裂层,易破坏顶底板。该技术在淮南等大量试验来看,水力压裂技术对于埋藏深、瓦斯大的煤层能够取得较好的结果。但对于瓦斯含量少,透气性低的煤层,这项技术的应用不是很成功。

### 1.3 水力割缝增透技术

水力割缝是近年来为了解决单一煤层瓦斯抽放而研究的一种新方法。水力割缝法就是在煤层中先打一钻孔,然后通过高压水射流切割作用,用水枪沿钻孔在煤层中冲出一条一定宽度的割缝。这条割缝有两种作用,一是在割缝本身的范围内,相当于开采了一个小的解放层,造成割缝上下煤体的卸压,增大了煤层的透气系数;另一个作用是割缝在煤体中形成的空间,可以实现人为增大煤体暴露面积、再造煤层中裂隙及微裂隙、疏通瓦斯流动通道、提高瓦斯解吸及释放速度、达到实现较高瓦斯抽采率的目的。

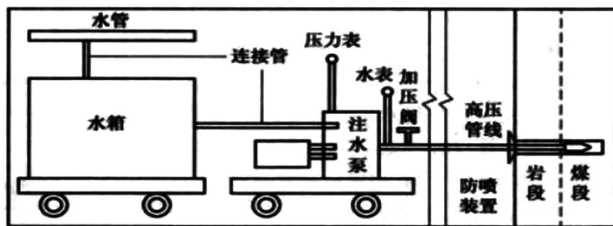


图3 水力切割工艺示意图

根据鹤壁二矿水力割缝现场应用效果,水力割缝后,钻孔自然瓦斯涌出量为非割缝的 2 倍多,经过 50 多天后,割缝钻孔的自然瓦斯涌出量仍比非割缝钻孔大 41%。在负压抽放情况下,割缝钻孔的瓦斯抽放量为非割缝上向钻孔的 2.5 倍。

水力割缝增产技术具有施工简单、方便、多层割缝一次性完成,在中软煤层中效果尤为显著,水力割缝时割缝的宽度受煤质和水压影响较大,煤质越硬,所要求的水压越高。以我矿煤硬度  $f=1.2$  左右为例,对泵压要求较高,水压应在 100—120MPa 以上,才能获得割缝效果,割缝的宽度在 0.2—0.4 米之间。

## 2 抽采效果适用性分析(如表 1)

根据以上技术分析可知:相比其他两种技术,水力压裂技术要求相对较高,需水量巨大,适用于瓦斯含量较大的中硬煤层,工程上更多的用来消突,对于中软煤层提高抽采效果来说,需考虑压裂卸压后,裂缝重新闭合的问题,且整套设备投资较大,目前暂不适用我矿。

本煤层水力冲孔工艺最简单,卸压透气性改造效果最明显,但适用于软煤层,对于  $f < 0.5$  效果最好,要求煤体有突出、流变特性,缺点也很明显,冲出的煤量巨大,释放瓦斯无法通过风排解决,现场施工具有一定危险性,且一般要求穿层钻孔,若施工岩巷成本较高。我矿  $f=1.2$  左右,不完全适用于我矿,但

表 1

	水力压裂	水力冲孔	水力割缝
煤层硬度	中硬	软	中软
工艺复杂程度	中等(封孔要求高)	简单(复杂施工穿层孔)	中等
水压要求	> 60MPa	> 30MPa	> 100MPa
工程量	中等	大	小
投资	大	小	中等
适用性	不适用	可尝试	适用

可在煤巷中展开实验性尝试。

水力割缝卸压技术工艺难度中等,但对水泵装备要求较高,适用于中软煤层,可在抽采钻孔施工时同步进行割缝,更适合我矿,建议对水力割缝增透技术进行适用性试验。

### 3 目前我矿宜采用增透方法

短时间内,我矿还无法通过以上水力增透新技术提高抽采率,随着开采深度的增加,煤层透气性越来越差,抽放将越来越困难。为有效利用现有技术装备,改善抽采被动局面,可以通过以下途径提高抽放效果。

(1)通过增加双向钻孔重叠度提高钻孔覆盖

率;

(2)通过换用大钻头或扩孔方式增大钻孔直径;

(3)延缓拆除钻孔,从而延长钻孔有效抽放时间;

(4)通过增大连接管径,保证孔口抽放负压。

#### 参考文献:

[1]王魁军,富向,曹焱林等.穿层钻孔水力压裂疏松煤体瓦斯抽放方法[P]。

[2]袁亮.卸压开采抽采瓦斯理论及煤与瓦斯共采技术体系[J].煤炭学报,2000,34(1):1-8。

[3]冯增朝.煤体水力割缝中瓦斯突出现象实验与机理研究[J].辽宁工程技术大学学报,2001,20(4):443-445。

[4]陶云奇,孟杰.吞吐压裂卸压增透机理分析及应用.煤矿安全[J],2014,45(5):125-128。

(上接第21页)上不会对巷道中的作业和机械运转产生不利的影响,故障几率低且事故发生少。(3)除尘效果好。MFD型自动泡沫抑尘装置下的喷头为螺旋状,且呈现逐步叠加布置的方式,在装置运行的过程中,单个喷头的降尘面积就达到了2.0m<sup>2</sup>甚至更高,除尘效率高且面积大。

#### 4.3 缺点

但MFD型自动泡沫抑尘装置同样存在着一定的缺陷,主要体现在:自动泡沫抑尘装置的设备成本费用相对较高,与常规的喷雾洒水装置相比,成本投入较高;为使得该装置能够在掘进工作面中保持最佳的运行状态,实现粉尘浓度的科学控制,煤矿企业应安排专人定期对每台设备的泡沫产生器添加一定量的泡沫生成剂,费用投入过高<sup>[4]</sup>。

### 5 结束语

煤矿开采作业中的粉尘产生量庞大,尤其是掘

进工作面中随着掘进作业的进行,可能会产生高浓度的粉尘,加剧了掘进作业的难度。因此,各个煤矿企业都应该重视掘进工作面的抑尘和降尘,通过自动泡沫抑尘装置和技术的使用,将粉尘浓度控制在合理的范围内。

#### 参考文献:

[1]王永珍.抑尘雾炮系统的研制及其在掘进工作面的应用[J].中州煤炭,2019,041(002):54-57。

[2]马增勇.煤矿掘进工作面抑尘泡沫设备的优化与实现[J].矿业装备,2019,107(05):40-41。

[3]李刚,赵树华,杜现海,等.掘进工作面粉尘在线监测与自动除尘系统研究应用[J].山东煤炭科技,2017,06(202):82-84。

[4]惠磊磊.煤矿掘进工作面除尘系统的优化[J].信息周刊,2019,000(032):1。