



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106150503 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(21)申请号 201610522316.6

(22)申请日 2016.07.05

(71)申请人 重庆大学

地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 夏彬伟 龚涛 于斌 卢义玉

王海洋 葛兆龙

(74)专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 康海燕

(51)Int.Cl.

E21C 41/18(2006.01)

E21B 7/04(2006.01)

E21B 7/18(2006.01)

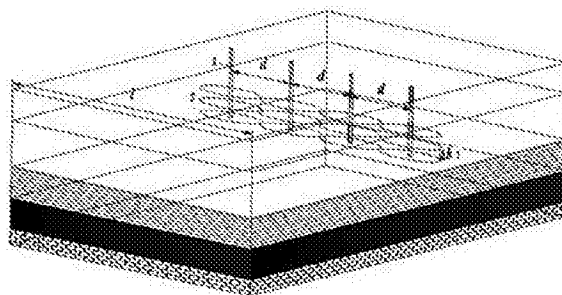
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54)发明名称

一种水力压裂治理坚硬顶板的方法

### (57)摘要

本发明公开一种水力压裂治理坚硬顶板的方法,包括以下步骤:1)明确欲压裂坚硬顶板的应力状态;2)根据所获得的应力状态选取相应的两种不同的压裂方案;3)选取钻孔位置及钻孔参数并施工压裂钻孔;4)进行水力压裂坚硬顶板。本发明的优点在于能根据地应力不同这一具体情况采取相应的两种不同的压裂方案。较之以往的压裂方法,本发明考虑得更为全面,压裂方法选择更为灵活,压裂作业更具有针对性,更便于形成有利于弱化煤层上覆坚硬顶板的压裂裂缝,以弱化坚硬顶板,最终实现坚硬顶板的适时破断,缩短顶板来压步距,减少工作面强矿压显现,利于煤矿井下安全生产。



1. 一种水力压裂治理坚硬顶板的方法,其特征在于,包含以下步骤:

步骤1,测量欲压裂坚硬顶板的应力状态;

步骤2,根据所获得的应力状态选取相应的两种不同的压裂方案:若欲压裂坚硬顶板的应力状态为水平应力大于垂直应力,则采用垂直钻孔水力喷射分层压裂的方法将压裂目标层分为多层进行压裂;若欲压裂坚硬顶板的应力状态为水平应力小于垂直应力,则采用L型钻孔水力喷射分段压裂方法对目标层进行压裂;

步骤3,选取钻孔位置及钻孔参数并施工压裂钻孔:无论采取上述两种方案中的任意一种,都将压裂钻孔平行于工作面长度方向布置,并使钻孔的深度达到目标层下部;压裂钻孔间距为 $d$ ,取值为水力喷射压裂半径的2倍;钻孔个数为 $n$ ,

$$n=1/d$$

式中, $1$ 为工作面长度,计算结果四舍五入后取整;

若采用垂直钻孔水力喷射分层压裂的方法,则分层压裂间距 $\Delta h_1$ 取值为 $1m$ ,从钻孔底部向上进行分层压裂;

若采用L型钻孔水力喷射分段压裂的方法,则将钻孔水平段沿工作面推进方向平行于压裂目标层布置,分段压裂间距 $\Delta h_2$ 取值为工作面控顶距;

步骤4,进行水力压裂坚硬顶板:从钻孔底部开始逆钻孔施工方向拖动压裂管柱进行分层或分段压裂作业。

2. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,步骤3中,进行L型钻孔施工时,采用液压顶驱钻机在地面钻孔位置利用定向钻进技术进行垂直段施工后再调整回转器角度进行造斜段施工。

## 一种水力压裂治理坚硬顶板的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及坚硬顶板治理技术,具体涉及一种水力压裂治理坚硬顶板的方法。

### 背景技术

[0002] 我国煤炭资源丰富,煤层赋存条件相对复杂,全国煤矿中属坚硬顶板的煤层约占三分之一,且分布在50%以上的矿区,如山西大同矿区、阳方口矿区、晋城矿区;北京城子矿;四川天池煤矿;以及枣庄、通化、鹤岗、神府、东胜等煤田都存在有坚硬顶板。坚硬顶板在开采过程中往往难以冒落而造成大面积悬空,且易积聚大量的能量造成应力过度集中,从而易导致强矿压显现和冲击地压,一旦突然垮落则将造成强大的冲击气流,并对井下安全生产带来严重的隐患。

[0003] 目前常采用的坚硬顶板治理方法大致可以归为四类:支撑法、爆破法、注水软化法和水力压裂法。其中,支撑法是一种传统的被动的支撑坚硬顶板的方法,其不能从根本上治理坚硬顶板,只能从支撑坚硬顶板角度来避免坚硬顶板突然冒落;爆破法可使顶板破断垮落,消除应力集中,释放顶板聚积的弹性能,从而减少冲击地压发生的可能和避免坚硬顶板大面积悬空的危害,但爆破法施工工序复杂、成本高、污染井下空气,甚至可能引发瓦斯爆炸和煤与瓦斯突出事故,故不安全;注水软化法较安全,可在井下平行作业,对生产影响小,但对于组成坚硬顶板的砂岩或石灰岩单纯的注水软化效果并不明显。水力压裂治理坚硬顶板的方法是通过压裂钻孔向目标层注入高压水以破坏坚硬顶板岩石的完整性,其对坚硬顶板的作用主要表现为压裂,其次还有软化的作用。水力压裂的方法相对于支撑法是一种主动的方法,相对于爆破法更安全,相对于注水软化法效果更显著,故而本发明提出一种水力压裂治理坚硬顶板的方法。

### 发明内容

[0004] 为克服现有技术中存在的不足,以实现利用水力压裂治理坚硬顶板的目的,本发明提供一种水力压裂治理坚硬顶板的方法。根据压裂目标层地应力分布状态的不同而选取相应不同的压裂方式,在坚硬顶板中产生压裂裂缝,以便坚硬顶板能适时垮落,从而避免坚硬顶板大面积悬而不落以致突然垮落造成强冲击气流和强矿压显现的危害。

[0005] 为达本发明上述目的,一种水力压裂治理坚硬顶板的方法包含以下步骤:

[0006] (1)测量欲压裂坚硬顶板的应力状态;

[0007] 在进行水力压裂钻孔施工之前,先进行地应力测试,明确欲压裂坚硬顶板的应力状态。考虑到在浅地层中几乎不会出现水平应力和垂直应力相等的静水压力状态,故只考虑水平应力大于垂直应力和水平应力小于垂直应力这两种情况。

[0008] (2)根据所获得的应力状态选取相应的两种不同的压裂方案;

[0009] 若欲压裂的坚硬顶板的应力状态为水平应力大于垂直应力,则采用垂直钻孔水力喷射分层压裂的方法将压裂目标层分为多层进行压裂;若压裂目标层的应力状态为水平应力小于垂直应力,则采用L型钻孔水力喷射分段压裂方法对目标层进行压裂。

[0010] (3)选取钻孔位置及钻孔参数并施工压裂钻孔；

[0011] 无论采取何种压裂方法，都将压裂钻孔平行于工作面长度方向布置，并使钻孔的深度达到压裂目标层的下部；钻孔间距为 $d$ ，取值为水力喷射压裂半径的2倍，该值可通过现场打钻孔探测得到；钻孔个数为 $n$ ，

[0012]  $n=1/d$

[0013] 式中， $l$ 为工作面长度。

[0014] 当采用垂直钻孔水力喷射分层压裂方法时，分层压裂的间距 $\Delta h_1$ 取值为1m；当采用L型钻孔水力喷射分段压裂方法时，钻孔水平段沿工作面推进方向平行于目标层布置，出于对经济效益和压裂效果的考虑，分段压裂间距 $\Delta h_2$ 可取为工作面控顶距。

[0015] (4)进行水力压裂坚硬顶板。

[0016] 水力压裂钻孔完成后就可以开始进行压裂作业了，从钻孔底部开始逆钻孔施工方向拖动压裂管柱进行分层或分段压裂作业。

[0017] 本发明的有益效果是：

[0018] 本发明是利用在不同的地应力状态下进行水力压裂形成的压裂裂缝的不同，选取相应的两种不同的压裂方案以形成水平或垂直裂缝，通过合理布置钻孔间距和压裂间距来实现裂缝的贯通，从而达到以下有益效果：

[0019] 1)视地应力不同这一具体情况采取相应的两种不同的压裂方案更具有针对性、灵活和全面；

[0020] 2)更易于产生贯通压裂裂缝，削弱坚硬顶板的完整性；

[0021] 3)通过控制压裂进程可使坚硬顶板得到有控制的弱化，使其强度降低；

[0022] 4)坚硬顶板能适时垮落，缩短顶板来压步距，减少工作面强矿压显现，避免顶板大面积悬而不落以致突然垮落的危害。

## 附图说明

[0023] 图1为垂直钻孔水力喷射分层压裂示意图

[0024] 图2为垂直钻孔水力喷射分层压裂平行工作面剖面图

[0025] 图3为L型钻孔水力喷射分段压裂示意图

[0026] 图4为L型钻孔水力喷射分段压裂示意图

图5为L型钻孔水力喷射分段压裂垂直工作面剖面图

[0027] 附图标记：1-垂直钻孔；2-压裂裂缝；3-L型钻孔； $l$ -工作面长度； $d$ -压裂钻孔间距； $\Delta h_1$ -分层压裂间距； $\Delta h_2$ -分段压裂间距；A-L型钻孔垂直段；B-L型钻孔造斜段；C-L型钻孔水平段；R-L型钻孔转弯半径。

## 具体实施方式

[0028] 本发明是鉴于我国许多大型煤矿赋存有坚硬顶板且有治理坚硬顶板的需求而提出的。旨在根据欲压裂坚硬顶板的应力状态的不同而选取相应不同的压裂方案，以便能形成更加有效压裂煤层上覆坚硬顶板的压裂裂缝，以弱化坚硬顶板，最终实现坚硬顶板的适时破断，缩短来压步距，减少强矿压显现，避免坚硬顶板大面积悬而不落以致突然垮落造成强冲击气流和强矿压显现的危害。

[0029] 具体实施过程结合附图进行如下说明：

[0030] (1)测量欲压裂坚硬顶板的应力状态；

[0031] 在进行水力压裂钻孔施工之前，先明确欲压裂的坚硬顶板的应力状态，因为在浅地层中几乎不会出现水平应力和垂直应力相等的静水压力状态，故只考虑水平应力大于垂直应力和水平应力小于垂直应力这两种情况，并根据这两种情况制定不同的压裂方案。

[0032] (2)根据所获得的应力状态选取相应的两种不同的压裂方案；

[0033] 若欲压裂坚硬顶板的应力状态为水平应力大于垂直应力时，较易形成水平压裂裂缝，故采用垂直钻孔水力喷射分层压裂的方法将压裂目标层分为多层进行压裂；若测试到的欲压裂坚硬顶板的应力状态为水平应力小于垂直应力时，较易形成垂直压裂裂缝，故采用L型钻孔水力喷射分段压裂方法对目标层进行压裂。

[0034] (3)选取钻孔位置及钻孔参数并施工压裂钻孔；

[0035] 无论采取何种压裂方法，都将压裂钻孔平行于工作面布置，并使钻孔的深度达到压裂目标层的下部，以便使坚硬顶板在拉应力作用下，从坚硬顶板下表面开始断裂。钻孔间距为 $d$ ，取值为水力喷射压裂半径的2倍，可由现场实测得到；钻孔个数为 $n$ ，并且满足

$$[0036] \quad n=1/d$$

[0037] 式中， $l$ 为工作面长度。

[0038] 当采用垂直钻孔水力喷射分层压裂方法时，根据波兰的顶板分类方法，顶板特征指数 $L$ 取值为35~60时为开裂顶板，顶板局部掉块、松软，由下限至上限逐渐坚硬，易成为冒落顶板；当 $L$ 取值为60~130时为好的顶板，由下限至上限逐渐为较稳定到稳定的极好顶板，劳动条件很好，较难冒落；而 $L$ 取值为130~250时则为坚硬顶板。根据其顶板分类方法，顶板特征指数为：

$$[0039] \quad L=0.016DR_m$$

[0040] 式中， $D$ —岩石平均分层厚度，mm；

[0041]  $R_m$ —岩体抗压强度，MPa。

[0042] 因为治理坚硬顶板的目的在于弱化坚硬顶板，使其能适时破断垮落，而不至于大面积悬空，也避免使坚硬顶板被过度弱化而不便于支护，故取压裂后的坚硬顶板的顶板特征指数 $L$ 为60~130的均值95。又因为坚硬顶板的抗压强度一般在60~200MPa间变化，所以得到岩石平均分层厚度 $D$

$$[0043] \quad D \leq \frac{95}{0.016 \times 60} \approx 99 \text{mm}$$

[0044] 故在此取分层压裂间距 $\Delta h_1$ 为1m，垂直压裂钻孔布置及压裂示意图如图1、图2所示。

[0045] 当采用L型钻孔水力喷射分段压裂方法时，首先进行L型钻孔施工，采用液压顶驱钻机在地面钻孔位置利用先进的定向钻进技术进行垂直段施工后再调整回转器角度进行造斜段施工(如图3所示)，为使压裂弱化坚硬顶板的效果显著，在欲压裂坚硬顶板下部将钻杆调整到沿工作面推进方向且平行于该坚硬顶板的位置进行钻进。水力压裂时，由于相邻压裂钻孔的存在，会对压裂裂缝的扩展起到一定的诱导作用，故可将压裂钻孔间距 $d$ 适当取小一些，以便能形成贯穿整排压裂钻孔的压裂裂缝，从而提高压裂效果。出于对经济效益和压裂效果的考虑，分段压裂间距 $\Delta h_2$ 可取值为工作面控顶距，L型压裂钻孔布置及压裂示

意图如图4、图5所示。

[0046] (4)进行水力压裂坚硬顶板；

[0047] 水力压裂钻孔完成后就可以开始进行压裂作业了，从钻孔底部开始逆钻孔施工方向拖动压裂管柱进行分层或分段压裂作业。

[0048] 本发明较之以前的压裂方法考虑得更为全面，压裂方法选择更为灵活，压裂作业更具有针对性，更便于形成有利于弱化煤层上覆坚硬顶板的压裂裂缝，以弱化坚硬顶板，最终实现坚硬顶板的适时破断，缩短顶板来压步距，减少工作面强矿压显现，利于煤矿井下安全生产。

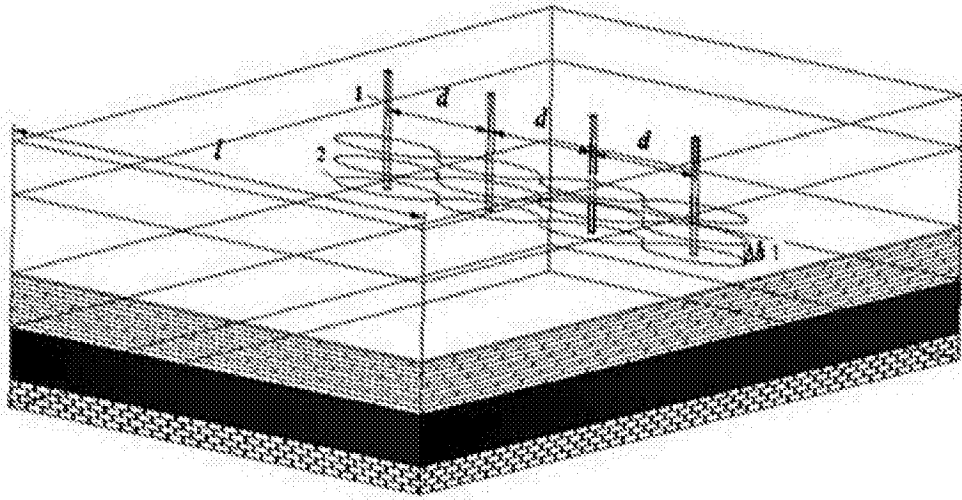


图1

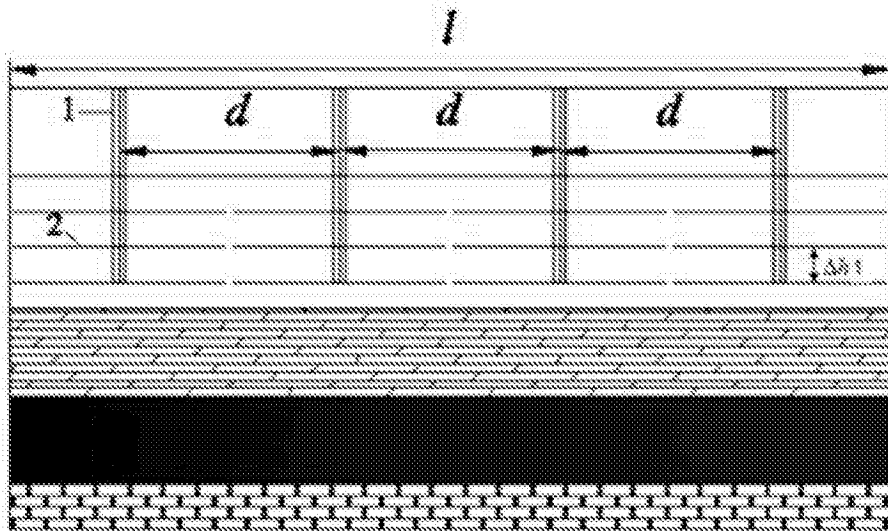


图2

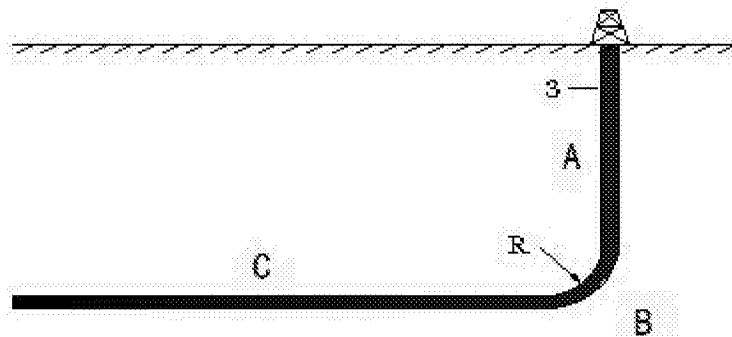


图3

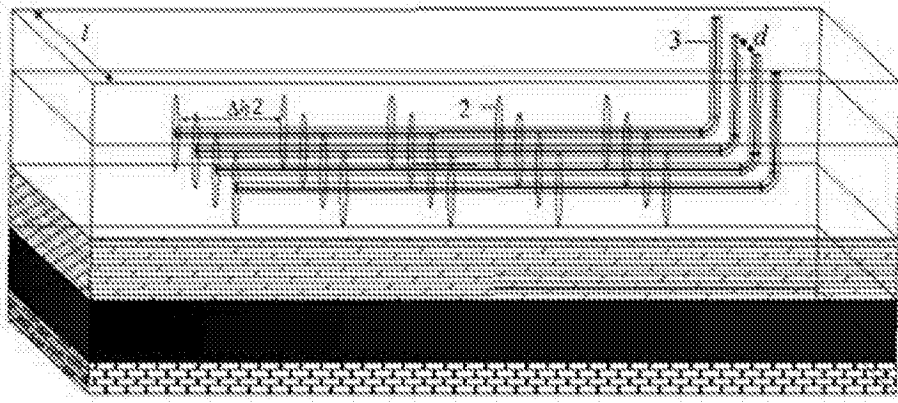


图4

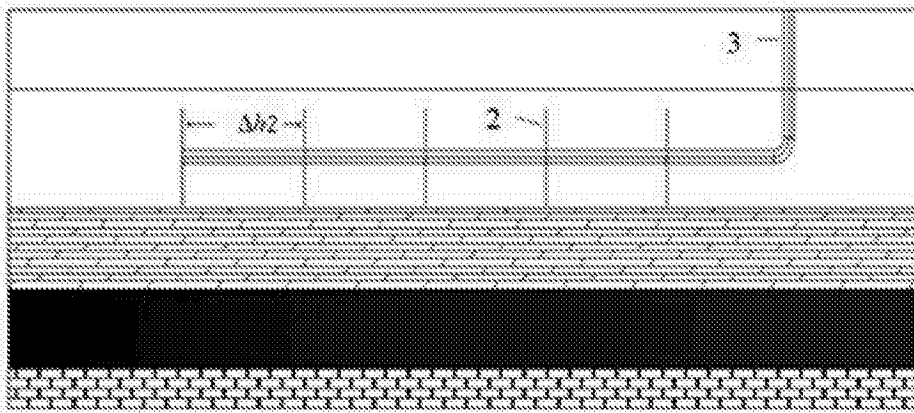


图5