



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112983418 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202110399901.2

(22) 申请日 2021.04.14

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221000 江苏省徐州市南郊翟山

(72) 发明人 何青源 刘奔奔 郝明 陈二亮  
张永军

(74) 专利代理机构 北京国坤专利代理事务所  
(普通合伙) 11491

代理人 张国栋

(51) Int. Cl.

E21C 37/12 (2006.01)

E21C 35/00 (2006.01)

E21B 33/13 (2006.01)

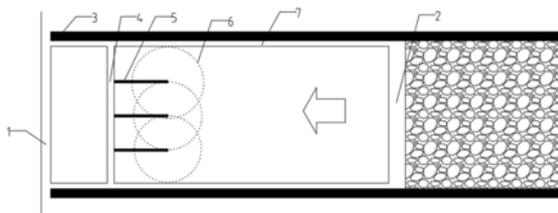
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法

(57) 摘要

本发明涉及煤矿井下开采技术领域,且公开了一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,包括以下步骤:步骤1) 确定顶板岩层结构参数,获取采煤工作面超前支承压力影响范围及影响强度;步骤2):在待压裂岩体处于采煤工作面超前支承压力影响范围外时进行一次压裂,形成多条水平方向水力裂纹;步骤3) 在待压裂岩体处于采煤工作面超前支承压力影响范围内时进行二次压裂,形成一系列垂直方向水力裂纹,切断顶板岩层。该煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,能够对煤矿井下采煤工作面回撤通道上方顶板进行高效、安全破碎,减弱超前支承压力对回撤通道围岩的扰动,保证采煤工作面未采期间的正常回撤。



1. 一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 确定顶板岩层结构参数和采煤工作面(2)地质条件,获取采煤工作面(2)超前支承压力影响范围及影响强度;

2) 在回撤通道(4)正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一组钻孔作为一次水力压裂钻孔(5);在待压裂顶板岩层处于采煤工作面(2)超前支承压力影响范围外时进行一次压裂,形成多条水平方向水力裂纹(6),增加顶板岩层分层数量;

3) 随着采煤工作面(2)的推进,当待压裂顶板岩层处于采煤工作面(2)超前支承压力影响范围内时,在回撤通道(4)正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一系列钻孔作为二次水力压裂钻孔(11),对待压裂顶板岩层进行二次压裂,形成一系列竖直方向水力裂纹(12),贯穿步骤一中所所述的多条水平方向水力裂纹(6),切断顶板岩层。

2. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤1)中顶板岩层结构参数和采煤工作面(2)地质条件包括直接顶(8)和基本顶(9)厚度、岩性、煤岩体强度、采煤工作面(2)采高和采煤工作面(2)长度等。

3. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤1)中采煤工作面(2)超前支承压力通过数值计算方法获得,获取距离回撤通道(4)不同位置时采煤工作面(2)前方支撑压力的分布情况,得到回撤通道(4)附近顶板岩层的最小主应力方向。

4. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤2)中在回撤通道(4)开凿一次水力压裂钻孔(5)时要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道(4)轴线夹角等布置参数进行;所述的一次水力压裂钻孔(5)成排布置,一次水力压裂钻孔间距为20m~50m,预设直径为45mm~98mm,所述预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m,预设一次水力压裂钻孔(5)水平投影与回撤巷道(4)轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤3)中在回撤通道(4)开凿二次水力压裂钻孔(11)分为长孔和短孔,长孔及短孔要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道(4)轴线夹角等参数进行布置;所述长孔间距为12~40m,预设直径为45mm~98mm,所述预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $5^{\circ}$ ~ $45^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m;所述长孔水平投影与回撤巷道(4)轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ ,所述短孔间距为12~40m,预设直径为45mm~98mm,预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m,预设短孔水平投影与回撤巷道(4)轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤3)中在回撤通道(4)开凿二次水力压裂钻孔(11)分为长孔和短孔,所述长孔与短孔预设间距 $0\sim 0.5\text{m}$ ;所述短孔的仰角角度大于所述长孔的仰角角度,且所述短孔的深度小于所述长孔的深度;所述短孔主要压裂基本顶(9),所述长孔主要压裂直接顶(8)。

7. 根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤2)在待压裂顶板岩层处于采煤工作面(2)超前支承压力影响范围外时,使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽(13),相邻切槽位置

距离3~6m;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽(13)处进行多段后退式水力压裂。

8.根据权利要求1所述的一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,其特征在于,所述步骤3)在待压裂顶板岩层处于采煤工作面(2)超前支承压力影响范围内时,在步骤二中所述相邻水平方向水力裂纹(6)垂直方向距离间使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽(13);使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽(13)处进行多段后退式水力压裂。

## 一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿井下开采技术领域,具体为一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法。

### 背景技术

[0002] 综放采煤工作面在未采阶段采煤工作面及回撤通道将受到超前支承压力的作用会发生强烈的矿压现象,顶板将会发生大面积集中冒落而悬顶,严重影响采煤工作面掘进回撤通道期间的支护质量和回采结束后支架的回撤速度,导致采煤工作面支架损坏严重,甚至压死输送机,采煤工作面被迫停产。

[0003] 现有技术通常采用钻孔爆破技术对采煤工作面前方坚硬顶板进行预裂,降低前方煤岩体的应力集中程度,减小采煤工作面和回撤通道的顶板、围岩变形,专利公开号为CN108661643A,名称为“一种采煤工作面未采回撤通道切顶卸压护巷方法”的专利和专利公开号为CN107060760A,名称为“一种煤矿回撤巷道预裂爆破放顶卸压的方法”的专利提出了一种在回撤通道内布置成排钻孔,装药爆破后钻孔间形成贯穿裂缝,实现顶板的超前破断,该类方法存在以下不足:1) 该类方法涉及雷管、炸药等火工品,需在井下进行专门运输、储存,不利于矿井经济、高效生产;2) 在高瓦斯煤层进行爆破存在安全隐患;3) 爆破产生的冲击波会给回撤通道内支架带来冲击载荷,不利于巷道维护。

[0004] 水力压裂技术广泛应用于油气开采领域,通过在油气储层中注入高压液体,当此压力大于井壁附近的地应力和地层岩石抗拉强度时,便在井底附近地层产生裂缝,促进油气产量的增加,水力压裂技术近年来逐步在煤矿领域进行应用,包括采空区坚硬顶板治理、煤岩巷快速掘进和低瓦斯煤层增透等,水力裂纹的扩展受地应力状态影响,Hubbert和Willis发表的“Mechanics of Hydraulic Fracturing”论文、He等发表的“Modelling Directional Hydraulic Fractures in Heterogeneous Rock Masses”论文以及专利公开号为CN106150503A、名称为“一种水力压裂治理坚硬顶板的方法”的专利均指出水力裂纹沿着垂直于最小地应力方向的平面扩展,在浅埋煤层中,地应力条件普遍为逆地应力状态,垂直方向应力为最小主应力,因此在逆地应力条件下顶板岩层中只可能产生水平方向水力裂纹,专利公开号为CN106321049A、名称为“利用水力压裂卸压优化停采线位置的方法及装置”的专利提出由采区巷道向顶板斜向钻孔,沿采区巷道的长度方向间隔预设距离多次钻孔;在每个水力压裂卸压孔上的多个预设位置处分别进行水力压裂卸压处理,以形成多条切割裂缝;沿每个水力压裂卸压孔的各条切割裂缝切断顶板岩层,该方法存在以下不足:1) 采区巷道为煤矿准备巷道,为整个采区服务,担负着运煤、运料、行人等任务,在采区巷道内进行钻孔作业受限;2) 沿采区巷道的长度方向间隔预设距离多次钻孔,影响采区巷道内的正常生产任务;3) 忽略现场条件下地应力条件对水力裂纹扩展轨迹的影响,虽然采用了切槽钻头在水力压裂钻孔预设位置处进行切槽处理,对水力裂纹的起裂过程进行定向,但水力裂纹扩展轨迹受局部应力状态影响,难以形成定向水力裂纹,很难有效形成多条贯通裂缝。

[0005] 与本发明相近的技术是中国专利公开号CN107313777A、名称为“综采采煤工作面主回撤通道水力压裂卸压方法及装置”的专利提出了一种综采采煤工作面主回撤通道水力压裂卸压方法及装置,在回撤通道内向顶板岩层斜向钻取两种不同参数的钻孔,在钻孔多个预设位置处进行水力压裂卸压处理,以形成多条切割裂缝,并沿切割裂缝切断顶板岩层,该方法存在以下不足:1)未考虑现场条件下地应力状态,虽然对钻孔预设位置进行了切槽处理,对水力裂纹扩展起裂过程进行定向,随着水力裂纹的扩展将会受到局部地应力状态的影响(水力裂纹沿着垂直于最小地应力方向的平面扩展),只能形成同一方向的水力裂纹,仅能够增加顶板岩层分层数量,难以切断顶板;2)沿回撤通道轴线间隔布置两种钻孔,钻孔布置较多,工人劳动强度大;3)在回采巷道内靠近回撤通道一端钻取钻孔用以压裂采煤工作面端头顶板,说明在回撤通道内布置的压裂孔难以压裂端头三角区,仍需在回采巷道内再布置钻孔处理三角区顶板,增加压裂作业量,生产效率低,故而提出一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法来解决上述所提出的问题。

## 发明内容

[0006] (一)解决的技术问题

[0007] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,实现对煤矿井下采煤工作面回撤通道上方顶板进行高效、安全破碎,减弱超前支承压力对回撤通道围岩的扰动,保证采煤工作面末采期间的正常回撤。

[0008] (二)技术方案

[0009] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,包括以下步骤:

[0010] 1) 确定顶板岩层结构参数和采煤工作面地质条件,获取采煤工作面超前支承压力影响范围及影响强度;

[0011] 2) 在回撤通道正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一组钻孔作为一次水力压裂钻孔;在待压裂顶板岩层处于采煤工作面超前支承压力影响范围外时进行一次压裂,形成多条水平方向水力裂纹,增加顶板岩层分层数量;

[0012] 3) 随着采煤工作面的推进,当待压裂顶板岩层处于采煤工作面超前支承压力影响范围内时,在回撤通道正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一系列钻孔作为二次水力压裂钻孔,对待压裂顶板岩层进行二次压裂,形成一系列垂直方向水力裂纹,贯穿步骤一中所述的多条水平方向水力裂纹,切断顶板岩层。

[0013] 优选的,所述步骤1)中顶板岩层结构参数和采煤工作面地质条件包括直接顶和基本顶厚度、岩性、煤岩体强度、采煤工作面采高和采煤工作面长度等。

[0014] 优选的,所述步骤1)中采煤工作面超前支承压力通过数值计算方法获得,获取距离回撤通道不同位置时采煤工作面前方支撑压力的分布情况,得到回撤通道附近顶板岩层的最小主应力方向。

[0015] 优选的,所述步骤2)中在回撤通道开凿一次水力压裂钻孔时要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道轴线夹角等布置参数进行;所述的一次水力压裂钻孔成排布置,一次水力压裂钻孔间距为20m~50m,预设直径为45mm~98mm,所述预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m,预设一次水力

压裂钻孔水平投影与回撤巷道轴线夹角为 $0\sim 5^\circ$ 。

[0016] 优选的,所述步骤3)中在回撤通道开凿二次水力压裂钻孔分为长孔和短孔,长孔及短孔要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道轴线夹角等参数进行布置;所述长孔间距为 $12\sim 40\text{m}$ ,预设直径为 $45\text{mm}\sim 98\text{mm}$ ,所述预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $5^\circ\sim 45^\circ$ ,预设长度为 $20\text{m}\sim 60\text{m}$ ;所述长孔水平投影与回撤巷道轴线夹角为 $0\sim 5^\circ$ ,所述短孔间距为 $12\sim 40\text{m}$ ,预设直径为 $45\text{mm}\sim 98\text{mm}$ ,预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^\circ\sim 65^\circ$ ,预设长度为 $20\text{m}\sim 60\text{m}$ ,预设短孔水平投影与回撤巷道轴线夹角为 $0\sim 5^\circ$ 。

[0017] 优选的,所述步骤3)中在回撤通道开凿二次水力压裂钻孔分为长孔和短孔,所述长孔与短孔预设间距 $0\sim 0.5\text{m}$ ;所述短孔的仰角角度大于所述长孔的仰角角度,且所述短孔的深度小于所述长孔的深度;所述短孔主要压裂基本顶,所述长孔主要压裂直接顶。

[0018] 优选的,所述步骤2)在待压裂顶板岩层处于采煤工作面超前支承压力影响范围外时,使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽,相邻切槽位置距离 $3\sim 6\text{m}$ ;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽处进行多段后退式水力压裂。

[0019] 优选的,所述步骤3)在待压裂顶板岩层处于采煤工作面超前支承压力影响范围内时,在步骤二中所述相邻水平方向水力裂纹垂直方向距离间使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽处进行多段后退式水力压裂。

[0020] (三)有益效果

[0021] 与现有技术相比,本发明提供了一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,具备以下有益效果:

[0022] 1) 整个水力压裂过程不产生类似爆破作业带来的冲击载荷,有利于回撤通道的维护;

[0023] 2) 压裂钻孔均布置在回撤通道内,不影响采区内正常生产;

[0024] 3) 充分利用采煤工作面顶板内应力状态,两次压裂分别形成一系列水平方向裂纹和垂直方向裂纹,水平方向水力裂纹增加顶板岩层分层数量,垂直方向水力裂纹贯通所述水平方向水力裂纹,能够有效对顶板岩层进行致裂;

[0025] 4) 布置钻孔数目较少,减少了工人劳动强度,有利于矿井经济、高效生产;

[0026] 5) 压裂效果更为全面,两次压裂过程形成的水力裂纹间相互贯通,便于形成有利于弱化回撤巷道岩层顶板的压裂裂缝,进一步降低所述采煤工作面顶板岩层完整性,能够高效破碎回撤通道前方顶板岩层及端头三角区。

[0027] 该方法能够对煤矿井下采煤工作面回撤通道上方顶板进行高效、安全破碎,减弱超前支承压力对回撤通道围岩的扰动,保证采煤工作面未采期间的正常回撤。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明实施例的一次压裂工序平面图;

[0029] 图2为本发明实施例的一次压裂工序剖面图;

[0030] 图3为本发明实施例的二次压裂工序平面图;

[0031] 图4为本发明实施例的二次压裂工序剖面图。

[0032] 图中:1—准备巷道;2—采煤工作面;3—护巷煤柱;4—回撤通道;5—一次水力压裂钻孔;6—水平方向水力裂纹;7—回采巷道;8—直接顶;9—基本顶;10—煤层;11—二次水力压裂钻孔;12—垂直方向水力裂纹;13—径向切槽。

### 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明的实施例,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 如图1、图2、图3和图4所示,一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,包括以下步骤:

[0035] 步骤一:确定顶板岩层结构参数和采煤工作面2地质条件,获取采煤工作面2超前支承压力影响范围及影响强度;

[0036] 步骤二:在回撤通道4正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一组钻孔作为一次水力压裂钻孔5;在待压裂顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围外时进行一次压裂,形成多条水平方向水力裂纹6,增加顶板岩层分层数量;

[0037] 步骤三:随着采煤工作面2的推进,当待压裂顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围内时,在回撤通道4正帮内使用钻机向顶板岩层斜向开凿一系列钻孔作为二次水力压裂钻孔11,对待压裂顶板岩层进行二次压裂,形成一系列垂直方向水力裂纹12,贯穿步骤一中多条水平方向水力裂纹6,切断顶板岩层。

[0038] 步骤一中顶板岩层结构参数和采煤工作面2地质条件包括直接顶8和基本顶9厚度、岩性、煤岩体强度、采煤工作面2采高和采煤工作面2长度等,采煤工作面2超前支承压力通过数值计算方法获得,获取距离回撤通道4不同位置时采煤工作面2前方支撑压力的分布情况,得到回撤通道4附近顶板岩层的最小主应力方向。

[0039] 步骤二中在回撤通道4开凿一次水力压裂钻孔5时要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角等布置参数进行;一次水力压裂钻孔5成排布置,一次水力压裂钻5孔间距为20m~50m,预设直径为45mm~98mm,预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m,预设一次水力压裂钻孔5水平投影与回撤巷道4轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ 。

[0040] 步骤三中在回撤通道4开凿二次压裂孔11分为长孔和短孔,长孔及短孔要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角等参数进行布置;长孔间距为12~40m,预设直径为45mm~98mm,预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $5^{\circ}$ ~ $45^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m;长孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ ;短孔间距为12~40m,预设直径为45mm~98mm,预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为 $20^{\circ}$ ~ $65^{\circ}$ ,预设长度为20m~60m;短孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为 $0^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ 。

[0041] 步骤三中在回撤通道4开凿二次水力压裂钻孔11分为长孔和短孔,长孔与短孔间距 $0\sim 0.5\text{m}$ ;短孔的仰角角度大于所述长孔的仰角角度,且短孔的深度小于长孔的深度;短孔主要压裂基本顶9,长孔主要压裂直接顶8。

[0042] 步骤二在待压裂顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围外时,使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽13,相邻切槽位置距离3~6m;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽13处进行多段后退式水力压裂。

[0043] 步骤三在待压裂顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围内时,在步骤二中所述相邻水平方向水力裂纹6垂直方向距离间使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽13;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽13处进行多段后退式水力压裂。

[0044] 本实施例提供一种煤矿井下采煤工作面回撤通道水力压裂卸压的方法,首先使用钻孔窥测仪等设备确定顶板岩层结构参数和采煤工作面2地质条件,包括直接顶8和基本顶9厚度、岩性、煤岩体强度、采煤工作面2采高、采煤工作面2长度等;根据确定的顶板岩层结构参数和采煤工作面2地质条件通过数值模拟技术获取采煤工作面2超前支承压力影响范围及影响强度。

[0045] 当回撤通道4顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围外时,在回撤通道4开凿一次水力压裂钻孔5时要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角等布置参数进行;优选地,一次水力压裂钻孔5成排布置;一次水力压裂钻孔5间距为20m~50m,进一步优选一次水力压裂钻孔5间距为30m;预设直径为45mm~98mm,进一步优选预设直径为56mm;预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为20°~65°,进一步优选一次水力压裂钻孔5仰角的角度为45°;预设长度为20m~60m,一次水力压裂钻孔5水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0~5°,进一步优选压裂孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0°。

[0046] 使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在一次水力压裂钻5孔内部切割出一系列径向切槽13,相邻切槽位置距离3~6m,进一步优选为4m;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽13处进行多段后退式水力压裂;形成多条水平方向水力裂纹6,增加顶板岩层分层数量。

[0047] 当回撤通道4顶板岩层处于采煤工作面2超前支承压力影响范围内时,在回撤通道4开凿二次水力压裂钻孔11分为长孔和短孔,长孔及短孔要按照预设直径、预设倾角、预设长度、预设压裂孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角等参数进行布置;

[0048] 优选地,长孔间距为12~40m,进一步优选间距为15m;预设直径为45mm~98mm,进一步优选预设直径为56mm;预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为5°~45°,进一步优选仰角角度为20°;预设长度为20m~60m,进一步优选预设长度为50m;长孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0~5°,进一步优选长孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0°。

[0049] 优选地,短孔间距为12~40m,进一步优选间距为15m;预设直径为45mm~98mm,进一步优选预设直径为56mm;预设倾角为以水平面为基准仰角的角度为20°~65°,进一步优选仰角角度为55°;预设长度为20m~60m;进一步优选预设长度为45m;长孔与短孔预设间距0~0.5m;短孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0~5°,进一步优选短孔水平投影与回撤巷道4轴线夹角为0°。

[0050] 长孔与短孔优选预设间距0~0.5m,进一步优选预设间距0m;短孔的仰角角度大于长孔的仰角角度,且短孔的深度小于长孔的深度;短孔主要压裂基本顶9,长孔主要压裂直接顶8。

[0051] 在步骤二中所述相邻水平方向水力裂纹6垂直方向距离间使用特制切槽工具沿压裂孔轴向在压裂孔内部切割出一系列径向切槽13;使用双封型封孔器进行封孔;在预先切割的径向切槽13处进行多段后退式水力压裂,形成一系列垂直方向水力裂纹12,与步骤二中形成的水平方向水力裂纹6相互贯通,切割顶板岩层各分层,完成对顶板岩层的充分、高效破碎。该方法能够对煤矿井下采煤工作面回撤通道4上方顶板进行高效、安全破碎,减弱超前支承压力对回撤通道4围岩的扰动,保证采煤工作面未采期间的正常回撤。

[0052] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

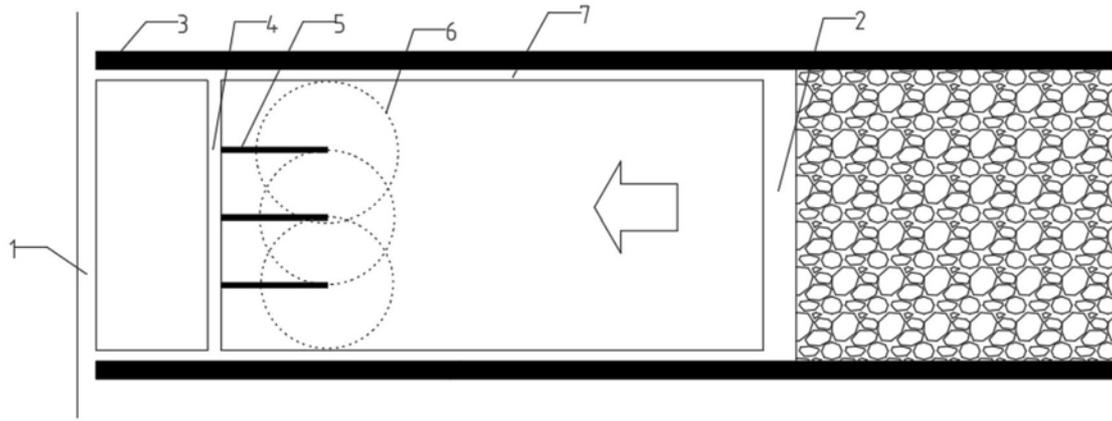


图1

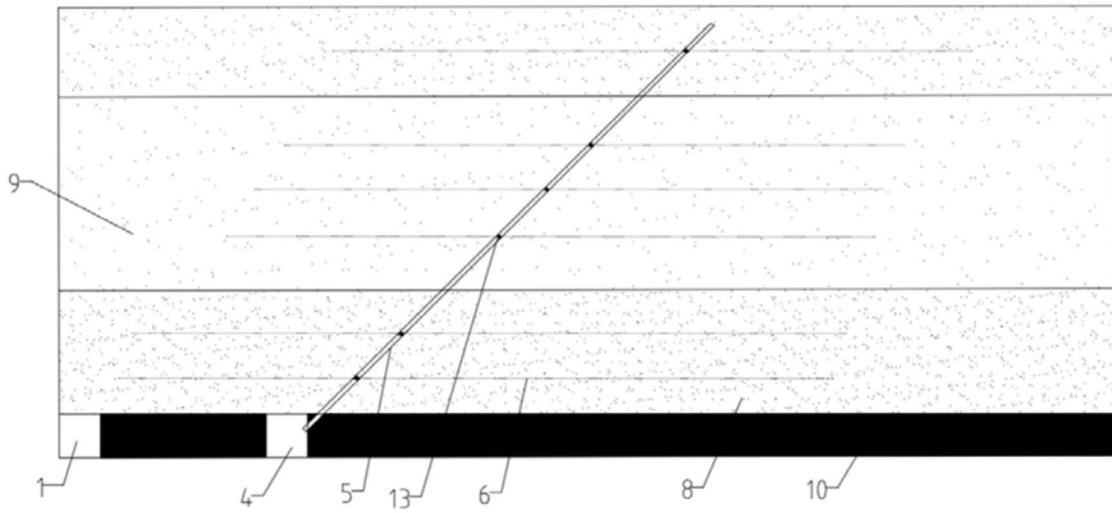


图2

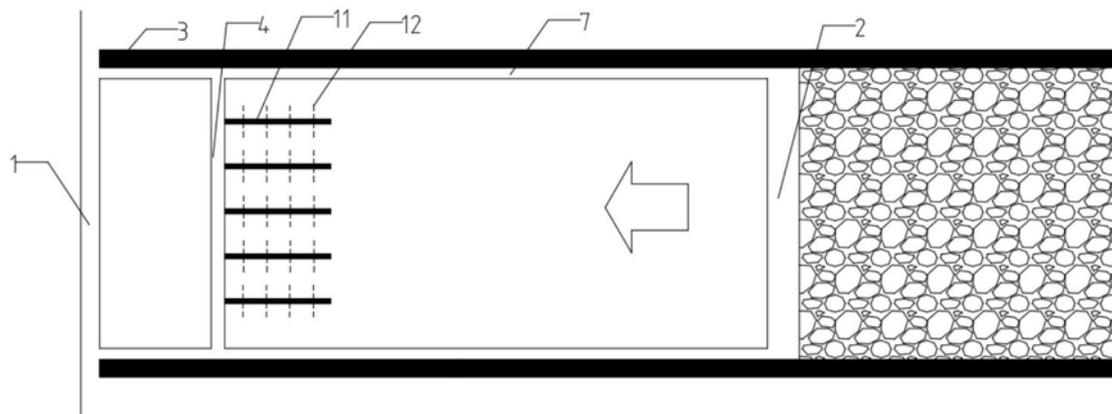


图3

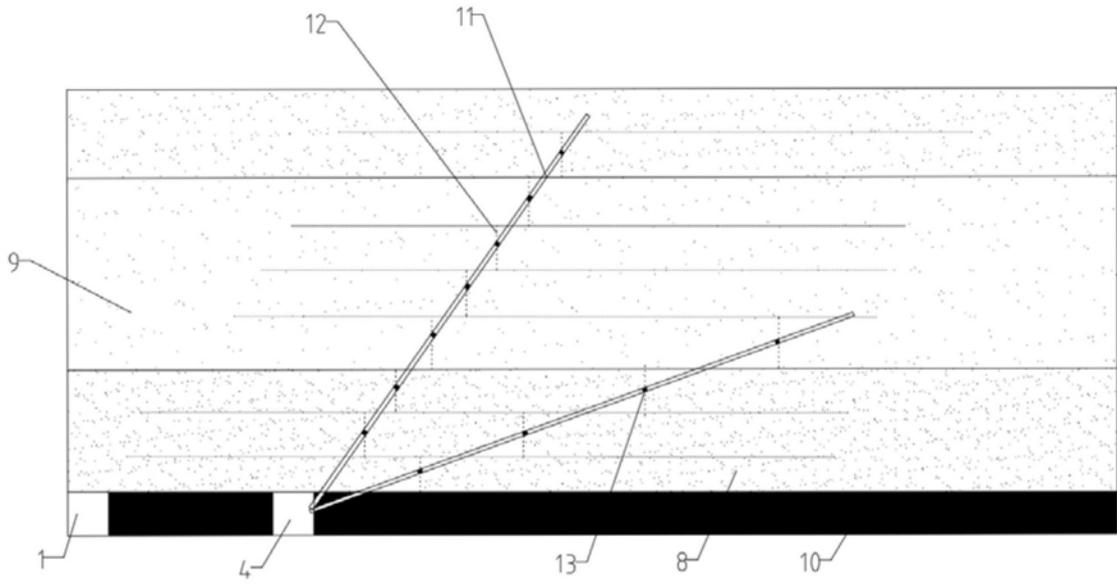


图4