



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108678747 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810398499.4

(22)申请日 2018.04.28

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路1号

申请人 徐州佑学矿业科技有限公司

(72)发明人 黄炳香 赵兴龙 陈树亮 邵鲁英

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.

E21C 45/04(2006.01)

E21C 41/18(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法及设备

(57)摘要

本发明公开了一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法和设备,所述方法结合脉冲致裂和常规水力致裂的方法优势,先通过脉冲水力致裂在煤体中产生裂缝网络,然后采用常规大排量水力致裂使裂缝网络进一步扩展,充分改造煤体结构,减小顶煤破碎块度,提高顶煤冒放性。本发明中的设备包括小排量的脉冲泵与大排量的常规泵之间通过三通阀和开关阀控制,施工时先导通脉冲泵的一路,关闭常规高压泵管路,脉冲致裂结束后再关闭脉冲通道,打开常规压裂通道。本发明可以使顶煤产生足够多的裂缝,达到弱化顶煤的效果,改善顶煤冒放性,减小顶煤的冒放块度,施工方便,安全可靠,减少资源的浪费。

1. 一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的设备,包括水力致裂泵组(7)、高压胶管(8)、封隔器(6)和高压密封安装杆(5),高压密封安装杆(5)深入钻孔底部的一端安装封隔器(6),高压密封安装杆(5)的另一端通过高压胶管(8)与水力致裂泵组(7)相连,封隔器(6)通过高压细软管(17)与手压泵(18)相连,其特征在于,所述水力致裂泵组(7)包括水力致裂高压泵(7-2)和水力致裂脉冲泵(7-1),水力致裂高压泵(7-2)输出的高压胶管(8)与水力致裂脉冲泵(7-1)输出的高压胶管(8)之间通过三通阀(15)相连,水力致裂高压泵(7-2)与三通阀(15)之间的管路上设有开关阀I(14),水力致裂脉冲泵与三通阀(15)之间的管路上设有开关阀II(13),三通阀(15)的另一端通过高压胶管(8)与高压密封安装杆(5)相连,高压胶管(8)与高压密封安装杆(5)之间通过转换接头(16)相连。

2. 如权利要求1所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的设备,其特征在于,三通阀(15)与转换接头(16)之间的高压胶管管路上设有泄压阀(9)。

3. 如权利要求2所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的设备,其特征在于,三通阀(15)与泄压阀(9)之间的高压胶管管路上设有水力致裂测控仪(10)。

4. 一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步、在切眼煤层(11)内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔(19);分别在运输顺槽(1)和回风顺槽(12)施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I(4)和倾向长钻孔II(20),两顺槽钻孔相互错开布置;

第二步、安装水力致裂脉冲泵(7-1)并调试;

第三步、将封隔器(6)送至钻孔底部(4),并依次连接高压密封安装杆(5)、转换接头(16)及高压胶管(8),将高压胶管与水力致裂脉冲泵(7-1)相连接;

第四步、利用手压泵(18)向封隔器注入高压水,使封隔器(6)膨胀封孔;

第五步、打开开关阀II,开启水力致裂脉冲泵(7-1)进行脉冲水力致裂,致裂过程中通过实时观察安装于管路中的水力致裂测控仪(10)来监测致裂钻孔的水压力变化情况以及致裂区域的煤壁渗水情况;

第六步、当水力致裂测控仪(10)监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵(7-1),打开泄压阀(9),将封隔器(6)退出至设计的第二段压裂位置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成;

第七步、取出封隔器(6),安装至下一个钻孔,重复步骤c~f,直至完成所有钻孔的致裂。

5. 如权利要求4所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,

第二步骤中,安装水力致裂脉冲泵(7-1)的同时安装水力致裂高压泵(7-2)并调试,利用三通阀将水力致裂脉冲泵(7-1)和水力致裂高压泵(7-2)并联到一起;

第五步骤中,水力致裂脉冲泵(7-1)进行脉冲水力致裂30分钟后关闭水力致裂脉冲泵(7-1)以及开关阀II(13),然后打开开关阀I(14),以及水力致裂高压泵(7-2),通过大排量的泵注,进一步扩展脉冲水力致裂产生的裂缝,增大裂缝扩展范围;

第六步骤中,当水力致裂测控仪(10)监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂高压泵(7-2),打开泄压阀(9),将封隔器(6)退出至设计的第二段压裂位置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成。

6. 如权利要求4或5所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,第一步

骤中,先进行切眼钻孔施工,然后进行两顺槽钻孔施工,两顺槽钻孔从切眼方向向大巷方向顺序进行;第三至六步骤中的水力致裂顺序与钻孔施工顺序相同,两者同步进行,平行作业,施工速度要匹配,钻孔可提前施工。

7. 如权利要求6所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,采用分段后退式压裂,分段压裂长度为10~20m;具体步骤如下:

(a) 开启水力致裂脉冲泵(7-1)或水力致裂高压泵(7-2);

(b) 向一个致裂钻孔内注水,进行一次循环水力致裂;

(c) 当水力致裂测控仪(10)监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵(7-1)或水力致裂高压泵(7-2),打开泄压阀(9),完成此次循环水力致裂;

(d) 接着将封隔器(6)向钻孔的孔口方向退后10~20m,再次进行一次循环水力致裂;

(e) 周而复始,直至封隔器(6)后退至距致裂钻孔的孔口深度15m处进行最后一次循环水力致裂;

(f) 退出封隔器(6),完成后退分段式水力致裂。

8. 如权利要求7所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,水力致裂脉冲泵(7-1)输出的水力脉冲的压力范围为0~20MP,额定流量为6.7m³/h。

9. 如权利要求8所述的脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,其特征在于,封隔器包括前膨胀胶管封孔器(6-1)和后膨胀胶管封孔器(6-2),前膨胀胶管封孔器(6-1)和后膨胀胶管封孔器(6-2)间隔设在钻孔内,前、后膨胀胶管封孔器之间设有连通管(6-3)和高压细软管17;前膨胀胶管封孔器包括液压快速接头一(6-4)、固定套一(6-5)、滑动套一(6-6)、金属管一(6-7)、封孔器空腔一(6-14),金属管一(6-7)的一端穿过固定套一(6-5)并与液压快速接头一(6-4)相连,另一端穿过滑动套一(6-6);后膨胀胶管封孔器包括液压快速接头二(6-8)、液压快速接头三(6-9)、螺纹接头(6-16)、滑动套二(6-13)、固定套二(6-10)、金属管二(6-11)和封孔器空腔二(6-15),金属管二(6-11)的一端穿过固定套二(6-10)与液压快速接头二(6-8)相连,另一端与滑动套二(6-13)相连;液压快速接头一(6-4)和液压快速接头二(6-8)之间通过连通管(6-3)相连,高压细软管(17)一端穿过固定套一(6-5)与前膨胀胶管封孔器(6-1)相连,另一端依次穿过固定套二(6-10)、封孔器空腔二(6-15)、滑动套二(6-13)和螺纹接头(6-16)连接至外端手压泵(18);手动泵打压时,胶囊封孔器径向膨胀、纵向收缩,滑动套一(6-6)和滑动套二(6-13)可分别在金属管一(6-7)和金属管二(6-11)上自由滑动;连通管(6-3)上设有通孔,用以放出高压水来致裂煤岩体。

一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种控制顶煤冒放性的方法,具体涉及一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法及设备,属于煤炭开采技术领域。

背景技术

[0002] 我国厚及特厚煤层储量、产量均占煤炭总储量和总产量的40%以上,综采放顶煤是在我国迅速发展起来的一种开采厚煤层的高产高效采煤方法,目前,综放开采已成为我国厚及特厚煤层的主导采煤方法。综放开采的基本要求是“架前完整,架后破碎”,由于其技术特点的限制,对于坚硬厚及特厚煤层或者放顶煤工作面上覆岩层的矿山压力显现缓和,而这种压力无法实现顶煤的及时且充分的破碎,因此达不到放顶煤的冒放性要求,从而导致顶煤放出率很低。

[0003] 传统控制顶煤冒放性的方法主要有深孔预爆破、煤层注水致裂、爆破和注水相结合预先综合弱化三种技术,但是对于坚硬厚及特厚煤层,这三种破碎顶煤的方法存在以下问题:

[0004] 深孔预爆破技术、爆破和注水相结合预先综合弱化技术均涉及到炸药、雷管的管理运输,放炮要严格执行“一炮三检制”和“三人连锁放炮制”,安全管理复杂;大规模爆破瞬时产生的大量CO等有害气体给矿井通风安全管理造成巨大影响;对于高瓦斯矿井,爆破破碎煤柱由于存在爆破火花诱导瓦斯爆炸的隐患而不宜采用;综采工作面一般都在200m左右,在上下巷进行深孔爆破,钻孔要辐射整个区域,钻孔长,所以需要大量的火药和雷管等火工品,经济成本高;炸药爆破通常在一定的范围内布置密集的钻孔,单孔控制范围小。

[0005] 煤层注水致裂技术由于煤层注水的压力一般在5MP左右,水力致裂的裂缝扩展方向受控于三维应力场,产生的裂缝少而疏,对煤体的强度弱化程度有限,因此无法形成足够多的裂缝,故而破碎顶煤的效果不明显。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术存在的上述不足,本发明提供一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法及设备,可以使顶煤产生足够多的裂缝,达到弱化顶煤的效果,改善顶煤冒放性,减小顶煤的冒放块度。该方法施工方便,安全可靠,减少了资源的浪费。

[0007] 为了解决上述问题,本发明一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的设备,包括水力致裂泵组、高压胶管、封隔器和高压密封安装杆,高压密封安装杆深入钻孔底部的一端安装封隔器,高压密封安装杆的另一端通过高压胶管与水力致裂泵组相连,封隔器通过高压细软管与手压泵相连,所述水力致裂泵组包括水力致裂高压泵和水力致裂脉冲泵,水力致裂高压泵输出的高压胶管与水力致裂脉冲泵输出的高压胶管之间通过三通阀相连,水力致裂高压泵与三通阀之间的管路上设有开关阀I,水力致裂脉冲泵与三通阀之间的管路上设有开关阀II,三通阀的另一端通过高压胶管与高压密封安装杆相连,高压胶管与高压密封安装杆之间通过转换接头相连。

- [0008] 进一步的,三通阀与转换接头之间的高压胶管管路上设有泄压阀。
- [0009] 进一步的,三通阀与泄压阀之间的高压胶管管路上设有水力致裂测控仪。
- [0010] 一种脉冲水力致裂控制顶煤冒放性的方法,包括以下步骤:
- [0011] 第一步、在切眼煤层内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔;分别在运输顺槽和回
- [0012] 风顺槽施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I和倾向长钻孔II,两顺槽钻孔相互错开布置;
- [0013]
- [0014] 第二步、安装水力致裂脉冲泵并调试;
- [0015] 第三步、将封隔器送至钻孔底部,并依次连接高压密封安装杆、转换接头及高压胶管,
- [0016] 将高压胶管与水力致裂脉冲泵相连接;
- [0017] 第四步、利用手压泵向封隔器注入高压水,使封隔器膨胀封孔;
- [0018] 第五步、打开开关阀II,开启水力致裂脉冲泵进行脉冲水力致裂,致裂过程中通过实时观
- [0019] 察安装于管路中的水力致裂测控仪来监测致裂钻孔的水压力变化情况以及致裂区域的煤
- [0020] 壁渗水情况;
- [0021] 第六步、当水力致裂测控仪监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过
- [0022] 5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵,打开泄压阀,将封隔器退出至设计的第二段压裂位
- [0023] 置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成;
- [0024] 第七步、取出封隔器,安装至下一个钻孔,重复步骤c~f,直至完成所有钻孔的致裂。
- [0025] 由于顶煤破断冒放的块度是反映顶煤冒放性的特征参数,而顶煤的冒放性主要由顶煤的物理力学性质和采动应力即矿山压力两个关键因素控制。本发明采用脉冲水力致裂控制顶煤冒放性,其原理是利用脉冲高压泵向煤层钻孔中注入排量呈周期性变化的高压水使钻孔孔壁在周期性的疲劳加载下发生多处破裂,从而产生较多的不受三维应力场控制的裂缝;而且,高频率的冲击波能够激活煤层的天然裂缝,使天然裂缝重新张开并扩展贯通,从而在煤层中形成复杂的裂缝网络,充分切割煤体,弱化煤体的整体力学特性;同时还可以改变煤体的渗透性能,使煤体充分吸水湿润,进一步软化煤体;因此坚硬顶煤脉冲水力致裂控制技术是采用脉冲水力致裂的方法预先破坏顶煤的宏、细观结构,再通过致裂和软化作用弱化煤体的强度,进而依靠矿山压力的破煤作用,达到提高顶煤冒放性的要求。
- [0026] 作为本发明的进一步的改进,在脉冲水力致裂弱化顶煤的基础上,结合脉冲水力致裂和常规水力致裂的方法优势,提出一种“先脉冲水力致裂,后常规水力致裂”的顶煤弱化技术,
- [0027] 其中,在上述方法的基础上,第二步骤中,安装水力致裂脉冲泵的同时安装水力致裂高压泵并调试,利用三通阀将水力致裂脉冲泵和水力致裂高压泵并联到一起;

[0028] 第五步骤中,水力致裂脉冲泵进行脉冲水力致裂30分钟后关闭水力致裂脉冲泵以及开关阀II,然后打开开关阀I,以及水力致裂高压泵,通过大排量的泵注,进一步扩展脉冲水力致裂产生的裂缝,增大裂缝扩展范围;

[0029] 第六步骤中,当水力致裂测控仪监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂高压泵,打开泄压阀,将封隔器退出至设计的第二段压裂位置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成。

[0030] 本改进的方法是首先通过脉冲高压泵,向煤层注入高频率的脉冲高压水,利用周期性的高压反复冲击煤层,使煤层产生多裂缝;然后采用常规大排量水力致裂使脉冲水力致裂产生的裂缝网络进一步扩展,使相邻钻孔间的裂缝扩展贯通,把煤体切割为一定尺寸和形状的块体,充分改造煤体结构,破坏煤层的整体性和降低煤体的强度,弱化顶煤整体力学性能,使其在工作面推进的过程中能够更充分破碎,减小顶煤破碎块度,提高顶煤冒放性。

[0031] 进一步的,第一步骤中,先进行切眼钻孔施工,然后进行两顺槽钻孔施工,两顺槽钻孔从切眼方向向大巷方向顺序进行;第三至第六步骤中的水力致裂顺序与钻孔施工顺序相同,两者同步进行,平行作业,施工速度要匹配,钻孔可提前施工。

[0032] 进一步的为保证长钻孔的压裂效果,提高裂缝的均匀程度和裂缝的数目,水力压裂过程采用分段后退式压裂,分段压裂长度为10~20m;具体步骤如下:

[0033] (a) 开启水力致裂脉冲泵或水力致裂高压泵;

[0034] (b) 向一个致裂钻孔内注水,进行一次循环水力致裂;

[0035] (c) 当水力致裂测控仪监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵或水力致裂高压泵,打开泄压阀,完成此次循环水力致裂;

[0036] (d) 接着将封隔器向钻孔的孔口方向退后10~20m,再次进行一次循环水力致裂;

[0037] (e) 周而复始,直至封隔器后退至距致裂钻孔的孔口深度15m处进行最后一次循环水力致裂;

[0038] (f) 退出封隔器,完成后退分段式水力致裂。

[0039] 进一步的,水力致裂脉冲泵输出的水力脉冲的压力范围为0~20MP,额定流量为 $6.7\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0040] 封隔器包括前膨胀胶管封孔器和后膨胀胶管封孔器,前膨胀胶管封孔器和后膨胀胶管封孔器间隔设在钻孔内,前后膨胀胶管封孔器之间设有连通管和高压细软管;前膨胀胶管封孔器包括液压快速接头一、固定套一、滑动套一、金属管一、封孔器空腔一,金属管一的一端穿过固定套一并与液压快速接头一相连,另一端穿过滑动套一;后膨胀胶管封孔器包括液压快速接头二、液压快速接头三、螺纹接头、滑动套二、固定套二、金属管二和封孔器空腔二,金属管二的一端穿过固定套二与液压快速接头二相连,另一端与滑动套二相连;液压快速接头一和液压快速接头二之间通过连通管相连,高压细软管一端穿过固定套一与前膨胀胶管封孔器相连,另一端依次穿过固定套二、封孔器空腔二、滑动套二和螺纹接头连接至外端手压泵;手动泵打压时,胶囊封孔器径向膨胀、纵向收缩,滑动套一和滑动套二可分别在金属管一和金属管二上自由滑动;连接管上设有通孔,用以放出高压水来致裂煤岩体。

[0041] 与传统爆破弱化顶煤及常规水力致裂弱化技术相比,本发明采用的脉冲水力致裂顶煤弱化技术具有以下有益效果:

[0042] 1、利用脉冲水力致裂可以在煤层中产生更多的水压裂缝,同时激活煤层的原生裂缝,在煤体中形成复杂的裂缝网络切割煤体,充分弱化顶煤,改善了顶煤冒放性,减小了顶煤的冒放块度;

[0043] 2、采用后退分段式脉冲水力致裂,提高了煤体中裂缝的均匀程度和裂缝的数目,有利于提高顶煤整体的冒放块度;

[0044] 3、利用水力致裂封隔器进行封孔,与常规水力致裂的单路封孔器相比,双路封隔器可以将高压水封隔在两个胶囊封孔器中间,实现对一个钻孔分段压裂,大大减少了冲孔的可能性,提高了致裂过程的稳定性。

[0045] 4、脉冲水力致裂控制顶煤冒放性方法简单,施工方便,安全可靠,有利于提高综放工作面顶煤的冒放率,减少资源的浪费,具有广泛的实用性。

附图说明

[0046] 图1为本发明实施例一中设备及施工图;

[0047] 图2为本发明实施例二中设备及施工图;

[0048] 图3为本发明方法钻孔布置图;;

[0049] 图4为图3中1-1剖面图;

[0050] 图5为图3中2-2剖面图;

[0051] 图6为图3中3-3剖面图;

[0052] 图7为封隔器的结构示意图;

[0053] 图中:1、运输顺槽;2、煤层;3、顶板;4、倾向长钻孔I;5、高压密封安装杆;6、封隔器;6-1、前膨胀胶管封孔器;6-2、后膨胀胶管封孔器;6-3、连通管;6-4、液压快速接头一;6-5、固定套一;6-6、滑动套一;6-7、金属管一;6-8、液压快速接头二;6-9、液压快速接头三;6-10、固定套二;6-11、金属管二;6-13、滑动套二;6-14、封孔器空腔一;6-15、封孔器空腔二;6-16、螺纹接头;7、水力致裂泵组;7-1、水力致裂脉冲泵;7-2、水力致裂高压泵;8、高压胶管;9、泄压阀;10、水力致裂测控仪;11、切眼煤层;12、回风顺槽;13、开关阀II;14、开关阀I;15、三通阀;16、转换接头;17、高压细软管;18、手压泵;19、走向长钻孔;20、倾向长钻孔II。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图对本发明做详细的阐述。

[0055] 实施例一

[0056] 如图1、图3至图6所示,某矿煤层平均厚度7.5m,直接顶为含砾粗砂岩,有时为泥岩、砂质泥岩,平均厚度6.32m;老顶为粗砂岩,平均厚度4.06m,直接底为粉砂岩,平均厚度2.10m。工作面切眼:采用锚、网、索联合支护矩形巷道,净宽8.5m,净高3.2m,净断面积27.2m²。工作面运输顺槽:采用锚、网、索联合支护矩形巷道,净宽4.6m,净高3.2m,净断面积14.72m²。工作面回风顺槽:支护方式与运输顺槽相同,矩形巷道,净宽4.6m,净高3.2m,净断面积14.72m²。

[0057] 如图3和图4所示,在切眼煤层内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔19,开孔位置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为50m,钻孔直径75mm;

[0058] 如图3和图5所示,在运输顺槽施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I4,开孔位

置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为105m,钻孔直径75mm;

[0059] 如图3和图6所示,在回风顺槽施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔II20,开孔位置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为105m,钻孔直径75mm,两顺槽钻孔相互错开布置。钻孔的布置要根据地质资料尽量避开断层等地质构造带,避免地质构造对顶煤压裂效果的影响。

[0060] 先进行切眼钻孔施工,然后进行两顺槽钻孔施工,两顺槽钻孔从切眼方向向大巷方向顺序进行。水力致裂顺序与钻孔施工顺序相同,两者同步进行,平行作业,施工速度要匹配,钻孔可提前施工。

[0061] 为保证长钻孔的压裂效果,提高裂缝的均匀程度和裂缝的数目,采用分段后退式压裂,封孔采用专用的封隔器,分段压裂长度为10~20m,根据现场实际情况进行多次测试后进行确定。

[0062] 具体实施步骤如下:

[0063] 如图3所示,第一步、在切眼煤层11内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔19;分别在运输顺槽1和回风顺槽20施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I4和倾向长钻孔II20,两顺槽钻孔相互错开布置;

[0064] 如图1所示,第二步、安装水力致裂脉冲泵7-1并调试;

[0065] 第三步、将封隔器6送至钻孔4或者钻孔19或者钻孔20的底部,并依次连接高压密封安装杆5、转换接头16及高压胶管8,将高压胶管与水力致裂脉冲泵7-1相连接;

[0066] 第四步、利用手压泵18向封隔器注入高压水,使封隔器6膨胀封孔;

[0067] 第五步、打开开关阀II,开启水力致裂脉冲泵7-1进行脉冲水力致裂,水力致裂脉冲泵7-1输出的水力脉冲的压力为20MP,额定流量为 $6.7\text{m}^3/\text{h}$,致裂过程中通过实时观察安装于管路中的水力致裂测控仪10来监测致裂钻孔的水压力变化情况以及致裂区域的煤壁渗水情况;

[0068] 第六步、当水力致裂测控仪10监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵7-1,打开泄压阀9,将封隔器6退出至设计的第二段压裂位置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成;

[0069] 第七步、取出封隔器6,安装至下一个钻孔,重复第三~第六步骤,直至完成所有钻孔的致裂。

[0070] 分段后退式压裂具体步骤如下:

[0071] (a) 开启水力致裂脉冲泵7-1;

[0072] (b) 向一个致裂钻孔内注水,进行一次循环水力致裂;

[0073] (c) 当水力致裂测控仪10监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵7-1,打开泄压阀9,完成此次循环水力致裂;

[0074] (d) 接着将封隔器6向钻孔的孔口方向退后10~20m,再次进行一次循环水力致裂;

[0075] (e) 周而复始,直至封隔器6后退至距致裂钻孔的孔口深度15m处进行最后一次循环水力致裂;

[0076] (f) 退出封隔器6,完成后退分段式水力致裂。

[0077] 实施例二

[0078] 如图2、图3至图6所示,某矿煤层平均厚度9m。直接顶为含砾粗砂岩,有时为泥岩、

砂质泥岩,平均厚度7m;老顶为粗砂岩,平均厚度4m,直接底为粉砂岩,平均厚度2m。工作面切眼:采用锚、网、索联合支护矩形巷道,净宽9m,净高3m,净断面积27m²。工作面运输顺槽:采用锚、网、索联合支护矩形巷道,净宽4.6m,净高3.2m,净断面积14.72m²。工作面回风顺槽:支护方式与运输顺槽相同,矩形巷道,净宽4.6m,净高3.2m,净断面积14.72m²。

[0079] 如图3和图4所示,在切眼煤层内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔19,开孔位置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为50m,钻孔直径75mm;

[0080] 如图3和图5所示,在运输顺槽施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I4,开孔位置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为105m,钻孔直径75mm;

[0081] 如图3和图6所示,在回风顺槽施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔II20,开孔位置距离底板1.2m,终孔位置距离顶板1m,钻孔长度为105m,钻孔直径75mm,两顺槽钻孔相互错开布置。钻孔的布置要根据地质资料尽量避开断层等地质构造带,避免地质构造对顶煤压裂效果的影响。

[0082] 先进行切眼钻孔施工,然后进行两顺槽钻孔施工,两顺槽钻孔从切眼方向向大巷方向顺序进行。水力致裂顺序与钻孔施工顺序相同,两者同步进行,平行作业,施工速度要匹配,钻孔可提前施工。

[0083] 为保证长钻孔的压裂效果,提高裂缝的均匀程度和裂缝的数目,采用分段后退式压裂,封孔采用专用的封隔器,分段压裂长度为10~20m,根据现场实际情况进行多次测试后进行确定。

[0084] 具体实施步骤如下:

[0085] 第一步、在切眼煤层11内施工互相平行的、垂直煤壁的走向长钻孔19;分别在运输顺槽1和回风顺槽12施工相互平行的、垂直煤壁的倾向长钻孔I4和倾向长钻孔II20,两顺槽钻孔相互错开布置;

[0086] 第二步、安装水力致裂脉冲泵7-1的同时安装水力致裂高压泵7-2并调试,利用三通阀将水力致裂脉冲泵7-1和水力致裂高压泵7-2并联到一起;

[0087] 第三步、将封隔器6送至钻孔底部4,并依次连接高压密封安装杆5、转换接头16及高压胶管8,将高压胶管与水力致裂脉冲泵7-1和水力致裂高压泵7-2相连接;

[0088] 第四步、利用手压泵18向封隔器6注入高压水,使封隔器6膨胀封孔;

[0089] 第五步、打开水力致裂脉冲泵7-1管路上的开关阀II13,关闭水力致裂高压泵7-2管路的开关阀I14,开启水力致裂脉冲泵7-1进行脉冲水力致裂造缝,水力致裂脉冲泵7-1输出的水力脉冲的压力为20MP,额定流量为12m³/h,;

[0090] 第六步、水力致裂脉冲泵7-1进行脉冲水力致裂30分钟后关闭水力致裂脉冲泵7-1以及开关阀II13,然后打开开关阀I14,以及水力致裂高压泵7-2,通过大排量的泵注,进一步扩展脉冲水力致裂产生的裂缝,增大裂缝扩展范围,所述水力致裂高压泵7-2的额定压力压力为63MP,额定流量为12m³/s;

[0091] 第七步、当水力致裂测控仪10监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂高压泵7-2,打开泄压阀9,将封隔器6退出至设计的第二段压裂位置处重新封孔致裂,重复此步骤直至整个钻孔段致裂完成;

[0092] 第八步、取出封隔器6,安装至下一个钻孔,重复第三~第七步骤,直至完成所有钻孔的致裂。

[0093] 分段后退式压裂具体步骤如下：

[0094] (a) 开启水力致裂脉冲泵7-1或者力致裂高压泵7-2；

[0095] (b) 向一个致裂钻孔内注水,进行一次循环水力致裂；

[0096] (c) 当水力致裂测控仪10监测到致裂钻孔的水压力小于5MPa时或煤岩层“出汗”超过5~7min时,关闭水力致裂脉冲泵7-1或水力致裂高压泵7-2,打开泄压阀9,完成此次循环水力致裂；

[0097] (d) 接着将封隔器6向钻孔的孔口方向退后10-20m,再次进行一次循环水力致裂；

[0098] (e) 周而复始,直至封隔器6后退至距致裂钻孔的孔口深度15m处进行最后一次循环水力致裂；

[0099] (f) 退出封隔器6,完成后退分段式水力致裂。

[0100] 如图7所示,封隔器包括前膨胀胶管封孔器6-1和后膨胀胶管封孔器6-2,前膨胀胶管封孔器6-1和后膨胀胶管封孔器6-2间隔设在钻孔内,前、后膨胀胶管封孔器之间设有连通管6-3和高压细软管17;前膨胀胶管封孔器包括液压快速接头一6-4、固定套一6-5、滑动套一6-6、金属管一6-7、封孔器空腔一6-14,金属管一6-7的一端穿过固定套一6-6并与液压快速接头一6-4相连,另一端穿过滑动套一6-6;后膨胀胶管封孔器包括液压快速接头二6-8、液压快速接头三6-9、螺纹接头6-16、滑动套二6-13、固定套二6-10、金属管二6-11和封孔器空腔二6-15,金属管二6-11的一端穿过固定套二6-10与液压快速接头二6-8相连,另一端与滑动套二6-13相连;液压快速接头一6-4和液压快速接头二6-8之间通过连通管6-3相连,高压细软管17一端穿过固定套一6-5与前膨胀胶管封孔器6-1相连,另一端依次穿过固定套二6-10、封孔器空腔二6-15、滑动套二6-13和螺纹接头6-16连接至外端手压泵18;手动泵打压时,胶囊封孔器径向膨胀、纵向收缩,滑动套一6-6和滑动套二6-13可分别在金属管一6-7和金属管二6-11上自由滑动;连通管6-3上设有通孔,用以放出高压水来致裂煤岩体。

[0101] 钻孔施工完毕后,根据施工水力致裂长度选择合适长度的连通管6-3,手压泵18将水通过高压细软管17向前后膨胀胶管封孔器注水使其膨胀封孔,然后水力致裂脉冲泵7-1或者水力致裂高压泵7-2将高压水通过金属管一6-7和金属管二6-11向钻孔内注水,连通管6-3上的通孔用以释放高压水来致裂煤岩体;前膨胀胶管封孔器6-1和后膨胀胶管封孔器6-2注水后径向膨胀、纵向收缩,滑动套一6-6和滑动套二6-13分别沿着金属管一6-7和金属管二6-11上自由滑动,金属管与滑动套之间设置密封圈防止封隔器内水流出,注水直至两个膨胀胶管封孔器之间的的钻孔段水力致裂完成;卸除水压,两个封孔器恢复注水前状态,可以直接移动至下一个待水力致裂钻孔。

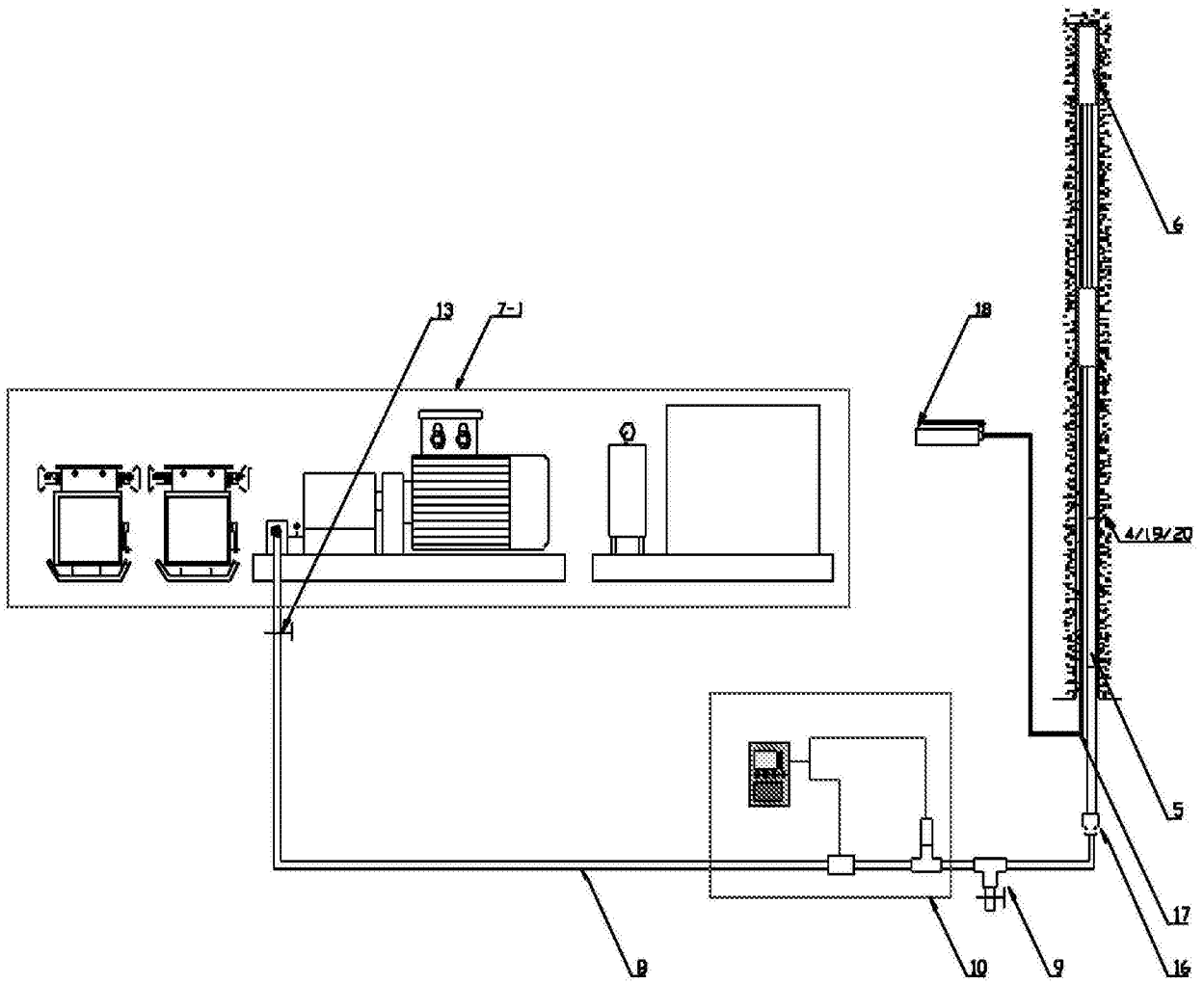


图1

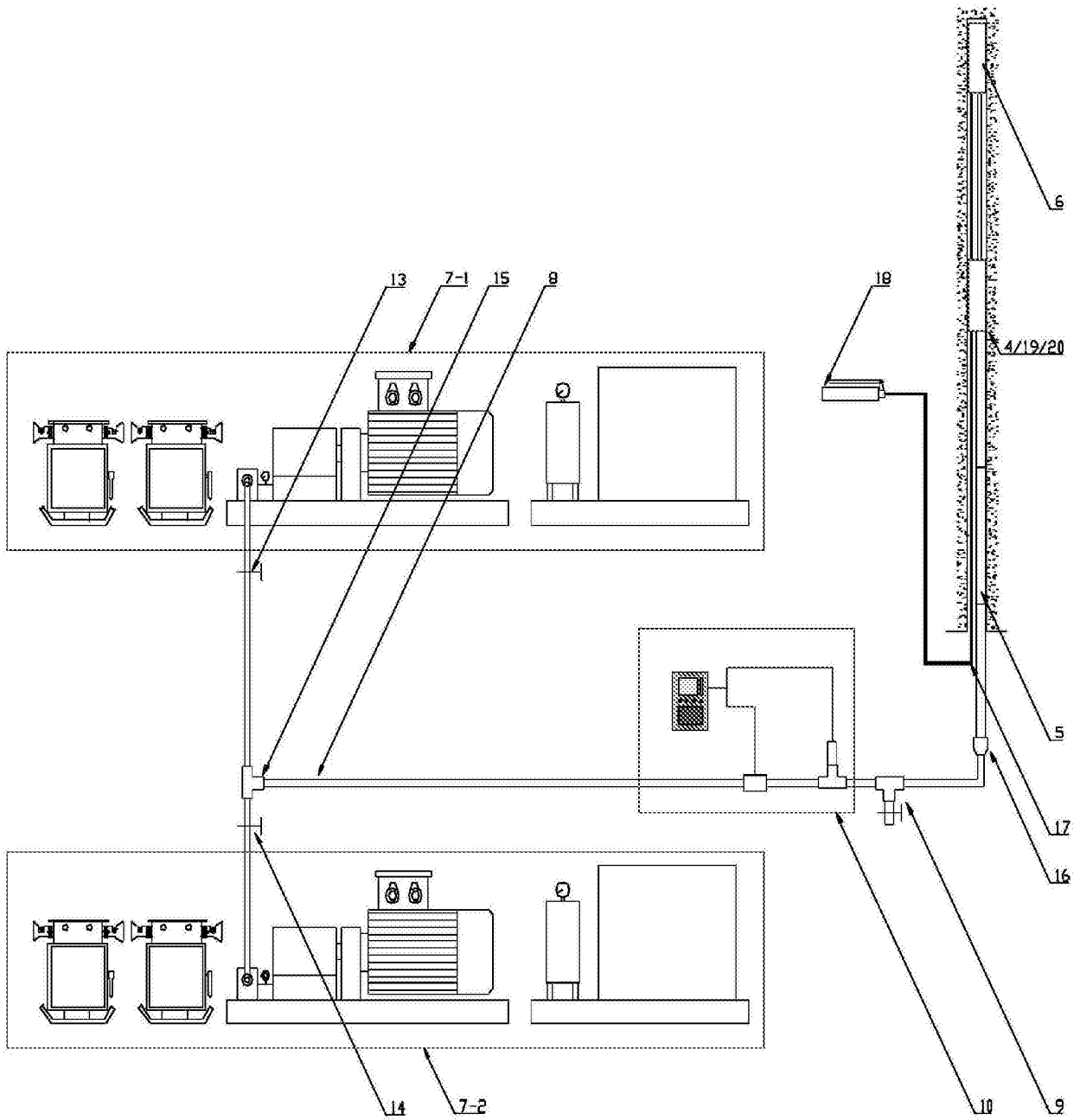


图2

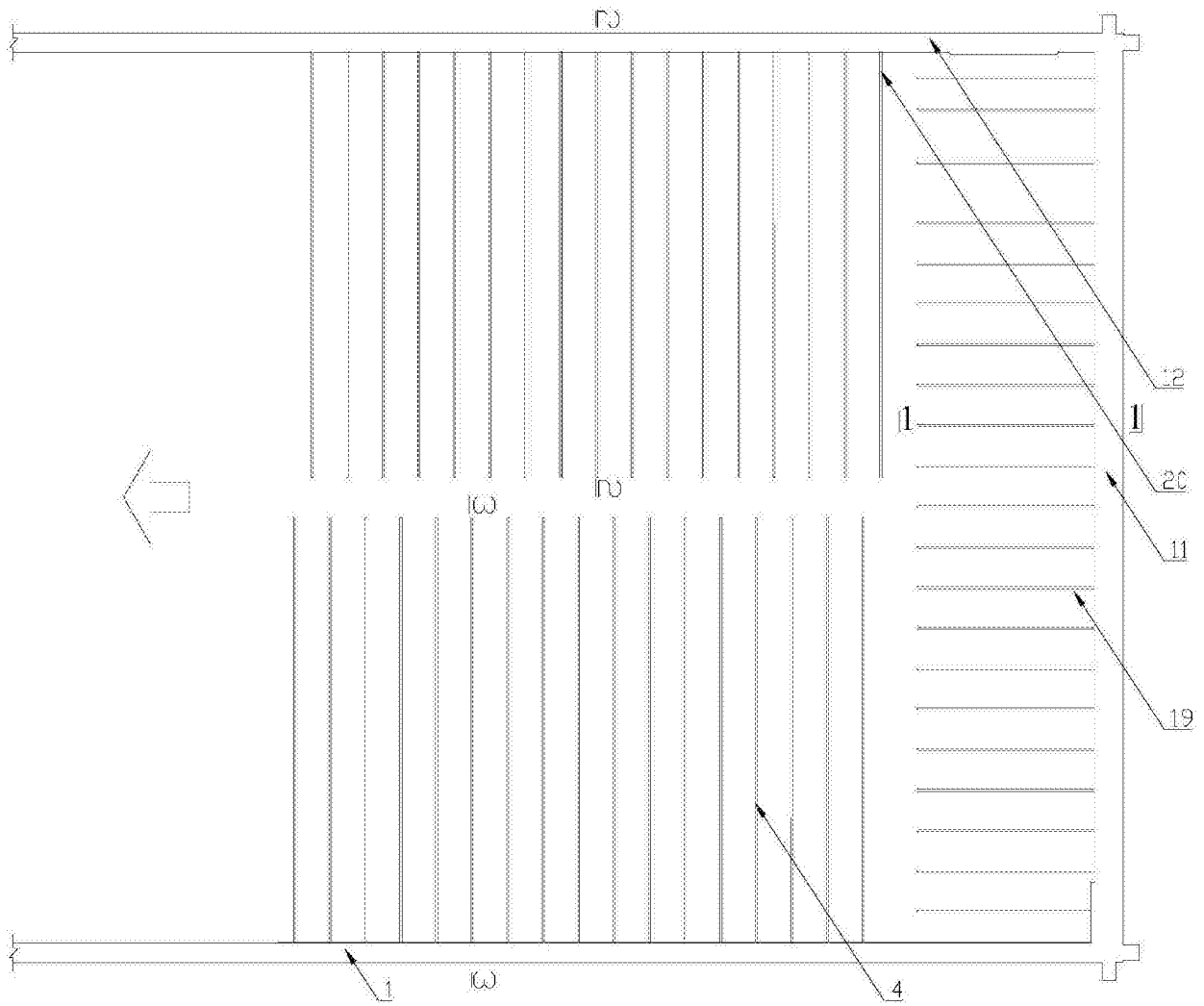


图3

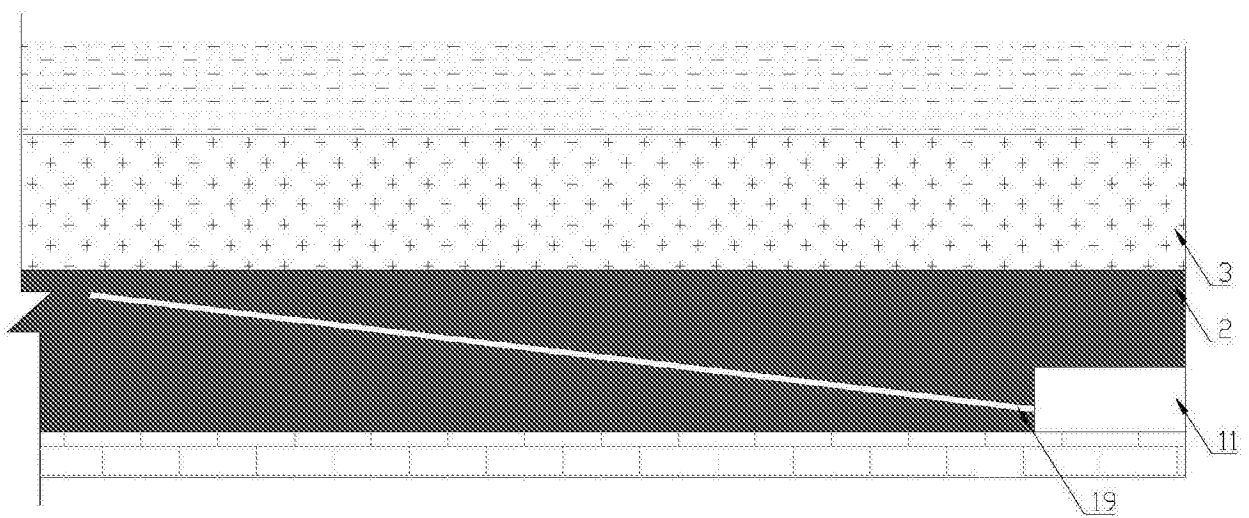


图4

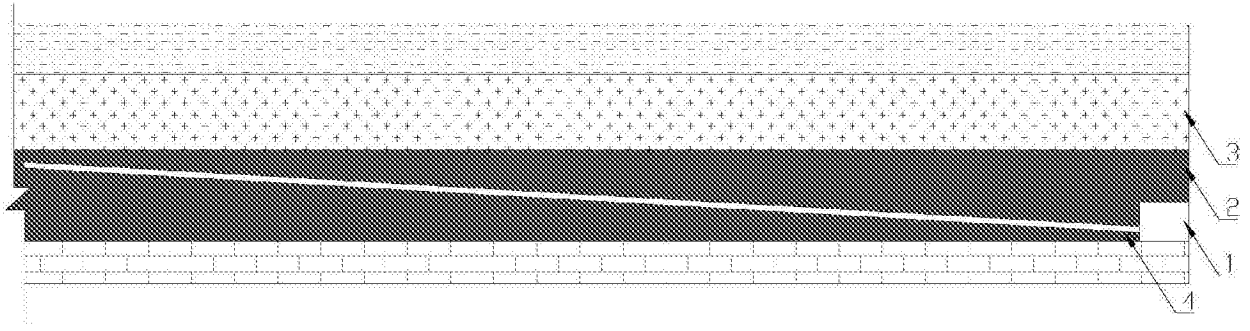


图5

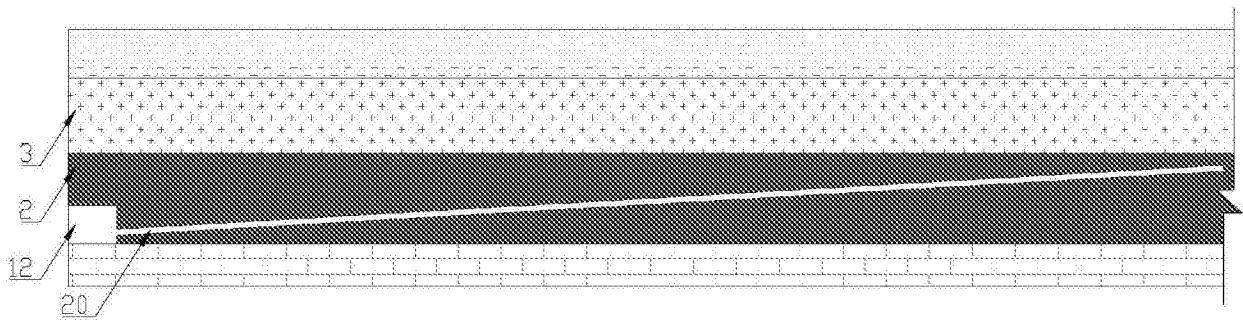


图6

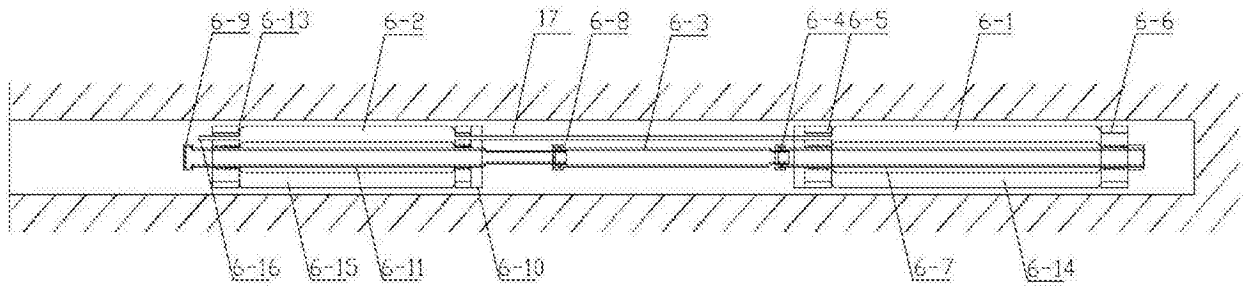


图7