



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112096383 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202010863873.0

E21B 47/06 (2012.01)

(22) 申请日 2020.08.25

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221000 江苏省徐州市大学路1号

(72) 发明人 李桂臣 毕瑞阳 孙长伦 许嘉徽

梁巨理 孙元田 荣浩宇 李雯玉

(74) 专利代理机构 北京淮海知识产权代理事务

所(普通合伙) 32205

代理人 刘振祥

(51) Int. Cl.

E21C 41/18 (2006.01)

E21C 37/12 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 20/02 (2006.01)

E21B 47/00 (2012.01)

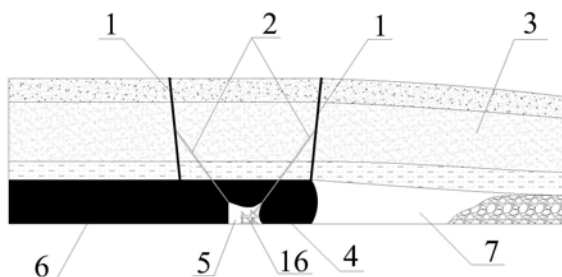
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法

(57) 摘要

本发明提供了一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,在沿空巷道左右两侧,以一定的间距分别布设一排钻孔;利用钻孔触探仪对钻孔进行探测;结合受压变形情况推测出切顶所需参数;利用电脉冲装置在沿空巷道的小煤柱上方岩层进行卸压;通过控制器上连接的显示器观察冲击波致裂范围,在达到预期效果后,取出电脉冲装置,进行下一邻近钻孔的冲击作业,直至整个巷道的致裂作业全部结束;在巷道下区段工作面一侧,在工作面回采之前进行切顶;卸压完成后,对沿空巷道周围的岩层进行稳定性控制。该方法探测过程不易出现偏差,探测精度高,同时,切顶速度快、安全性好,且切顶过程中的动力扰动小,不会损坏原有的支护,再者,其修复效果好。



1. 一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,包括钻孔触探仪和电脉冲装置(16),所述钻孔触探仪包括输送杆(8)、升降器(15)、探头(9)、探针(10)、手压泵(14)和数据采集仪(12),所述输送杆(8)为伸缩式杆件,输送杆(8)的下端与升降器(15)连接,其外径小于钻孔(2)的内径;所述升降器(15)固定安装在沿空巷道(5)内,升降器(15)为可升降式结构,且俯仰角度可调节,从而不仅可以调整输送杆(8)进入钻孔(2)的深度,也可以调节输送杆(8)的角度以适应不同角度的钻孔(2);所述探头(9)安装在输送杆(8)的上端,其顶端周身均匀的设置四个径向安装孔(33),其内部还设置有连通到四个径向安装孔(33)的油道(36),油道(36)的进油口(37)设置在探头(9)的表面;探针(10)的数量四个,四个探针(10)分别安装在四个径向安装孔(33)中,且两两成对的分布在x轴和y轴方向上;探针(10)的里端外侧安装有活塞环(34),并通过活塞环(34)与径向安装孔(33)滑动密封配合,探针(10)的长度小于径向安装孔(33)的深度,且其里端还通过拉簧(35)与径向安装孔(33)的孔底连接;探针(10)顶端的外部设置在压力传感器;在探头(9)上设置有检测探针(10)伸出长度的位移传感器;所述手压泵(14)设置在沿空巷道(5)内,且通过油路(13)与探头(9)上的进油口(37)连接;所述数据采集仪(12)通过电缆(11)与位移传感器和压力传感器连接;

所述电脉冲装置(16)包括推杆(18)、操作台(26)、冲击波产生器(17)、封孔器(19)和控制器(21),所述推杆(18)的下端与操作台(26)连接,其外径小于钻孔(2)的内径;所述操作台(26)设置在沿空巷道(5)内,操作台(26)用于控制推杆(18)伸缩长度和俯仰角度的调节;所述冲击波产生器(17)的尺寸小于钻孔(2)的内径,其安装在推杆(18)的上端,其包括变压器(27)、储能器(28)、锥形聚能器(29)、能量传输器(30)、半球形角度调节器(31)和梭式圆盘形冲击波发射器(32),所述梭式圆盘形冲击波发射器(32)、半球形角度调节器(31)、能量传输器(30)、锥形聚能器(29)、储能器(28)和变压器(27)由上到下依次连接;所述封孔器(19)为筒式结构,其套设在推杆(18)的外部,并与钻孔(2)的孔口相配合,用于建立推杆(18)与钻孔(2)的孔口之间的密封连接;封孔器(19)上设置有连通到其内腔中的注水口(20),控制器(21)与操作台(26)、和冲击波产生器(17)连接;

其特征在于,还包括如下步骤:

a、在沿空巷道(5)左右两侧,以一定的间距分别布设一排钻孔(2),每排钻孔(2)均由沿空巷道(5)一侧倾斜向上穿过小煤柱(4)并延伸到岩层(3)厚度的1/2处,且两排钻孔(2)分别向靠近下区段工作面(6)一侧和采空区(7)一侧延伸;

b、利用钻孔触探仪对钻孔(2)进行探测;通过调节升降器(15)将输送杆(8)放进钻孔(2)的内部,并将探头(9)输送到钻孔(2)内的待测位置;启动手压泵(14)工作通过油路(13)和油道(36)向径向安装孔(33)中供油,油液同时推动四个活塞环(34)向外侧移动,进而推动x轴方向上的两个探针(10)分别沿x轴正、负两个方向同时伸出,推动y轴方向上的两个探针(10)分别沿y轴正、负两个方向同时伸出;探针(10)缓慢伸出后,其的端部逐渐与岩层(3)接触并压紧,直至深入到岩层(3)中;数据采集仪(12)利用压力传感器和位移传感器进行信号的实时采集,并根据采集的信号分析钻孔(2)内压力和位移的信息数据,同时对信息数据进行记录和存储;断开手压泵(14)和油路(13)之间的连接,在拉簧(35)的作用下,探针(10)回缩到探头(9)内部,再通过调节升降器(15)带动输送杆(8)回缩,使探头(9)回缩至下一探测深度;依次获得不同深度岩层(3)受压情况和位移信息数据,直至完成整个钻孔(2)的水平探测过程;

c、数据采集仪(12)根据获得的钻孔(2)内压力和位移的信息数据,分析出岩层(3)受压变形情况,并通过与其连接的显示装置进行受压变形情况的显示;结合受压变形情况推断出切顶卸压所需的冲击波能量参数;

d、利用电脉冲装置(16)在沿空巷道(5)的小煤柱(4)上方岩层(3)进行卸压;通过操作台(26)控制推杆(18)伸入到钻孔(2)的底部,利用封孔器(19)封住钻孔(2)的孔口,并通过连接在注水口(20)上的水路进行注水作业;钻孔(2)中注满水后,再将半球形角度调节器(31)的角度调整成预期致裂面(1)的位置,接通电源,变压器(27)在短时间内将电压脉冲升高,储能器(28)将高压脉冲能量储存起来,锥形聚能器(29)将高压脉冲能量压缩聚集起来,从而形成更大的冲击能量,能量传输器(30)将压缩聚集起来的冲击能量传送到梭式圆盘形冲击波发射器(32),圆盘形冲击波发射器(32)的边缘为梭型,能再一次将能量压缩聚集,并在梭型边缘进行能量的释放,从而在瞬时产生巨大的冲击波,并以环形方式向四周扩散,扩散的冲击波结合钻孔(2)中的水形成水击效应,进而会对岩层(3)进行撕裂式破坏,在冲击波重复作业时,岩层(3)会产生裂隙,通过注水口(20)持续低压注水,并保持恒定的水压,水沿着冲击波产生的裂隙,进入到岩层(3)深部,利用水将冲击波耦合到岩层(3),水既能充当冲击波的传播介质,又能起到保护冲击波产生器(2)的作用,重复进行多次冲击作业形成圆形放射状致裂面(1);控制器(21)通过冲击波产生器(17)能获得冲击波的实时延伸距离,进而获得致裂面(1)的形状并在显示器上进行显示;

e、通过控制器(21)上连接的显示器观察冲击波致裂范围,在达到预期效果后,取出电脉冲装置(16),并进行下一邻近钻孔(2)的冲击作业,重复步骤d的操作,同时,通过水压的变化情况,判断当前钻孔(2)的致裂范围是否与上一钻孔(2)的致裂范围是否贯通,在两个相邻致裂面(1)相通时,即完成该钻孔(2)的冲击作业,并继续进行下一钻孔(2)的冲击作业,直至整个巷道(5)的致裂作业全部结束,致裂作业全部结束后,岩层(3)在致裂面(1)处破断,并滑落至采空区(7)即可实现切顶部分的卸压;

f、在巷道(5)下区段工作面(6)一侧,重复步骤d至步骤e,在工作面回采之前进行切顶,待下区段工作面(6)回采后,上覆岩层(3)会随着致裂面(1)滑落至采空区(7),即可实现工作面超前切顶卸压,以减小在回采过程中由于采动影响而对小煤柱(4)产生的破坏;

g、卸压完成后,对沿空巷道(5)周围的岩层(3)进行稳定性控制,采用沿空巷道(5)围岩修复技术,对沿空巷道(5)断面进行扩刷,对沿空巷道(5)底部进行挖底,使其沿空巷道(5)断面恢复至受压变形前巷道断面的大小,在原有的支护基础上,利用锚喷支护技术,采用短锚索(22)与长锚索(23)补强支护;

h、对巷道(5)帮部、顶部进行喷浆支护,将搅拌后的浆液通过喷浆设备喷在巷道(5)顶部和帮部表面,浆液与长锚索(23)、短锚索(22)一起形成锚喷支护,完成巷道围岩控制。

2. 根据权利要求1所述的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,其特征在于,在步骤g中,短锚索(22)采用 $\phi 17.8 \times 4000$ mm高强度低松弛钢绞线,且顶部和帮部的短锚索(22)间排距分别为 $3000\text{mm} \times 800\text{mm}$ 和 $1000\text{mm} \times 800\text{mm}$;长锚索(23)采用 $\phi 21.8 \times 9200$ mm高强度低松弛钢绞线,其强度为1860MPa,且间排距为 $3000\text{mm} \times 2200\text{mm}$;药卷均采用Z2360型中速树脂药卷,托盘(24)尺寸均为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$;短锚索(22)之间、长锚索(23)之间均采用钢筋梯梁(25)连接,钢筋梯梁(25)采用 $\phi 14$ 钢筋制成。

3. 根据权利要求1或2所述的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,其特征在于,在步骤g中

采用短锚索(22)与长锚索(23)的补强支护中,顶部原有支护为每排5根短锚索(22),帮部为每排3根短锚索(22),顶板短锚索(22)、长锚索(23)采用间隔式交替布置,在原有的支护基础上,在每两排支护中间进行补强支护,并按照二一七的方式布置,即长锚索(23)两根、长锚索(23)一根、短锚索(22)七根;帮部采用短锚索(22)进行补强支护,同样采用间隔式,每排4个短锚索(22)。

4. 根据权利要求3所述的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,其特征在于,在步骤h中,注浆材料选用单液水泥浆液,且水灰质量比为1:0.75;在浆液搅拌时加入外加剂,即为1:6的减水剂和膨胀剂的混合物,外加剂的浆液粘度33S,密度 $1.62\text{G}/\text{CM}^3$,结石率97%;喷浆厚度约为50mm。

5. 根据权利要求4所述的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,其特征在于,所述钻孔(2)孔径为75mm,相邻钻孔(4)之间的间距为3m。

6. 根据权利要求5所述的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,其特征在于,所述探头(9)直径54mm,探针(10)直径5mm。

一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤矿井下切顶卸压技术领域,具体涉及一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法。

背景技术

[0002] 现阶段,我国煤矿开采主要为井工开采模式,这种模式中,坚硬顶板是采场强矿压的主要因素之一。在开采具有坚硬顶板的煤层过程中,沿空巷道会出现强烈的矿压显现。沿空巷道强矿压显现主要是因为顶板坚硬,由于沿空巷道临近采空区的悬顶宽度和面积大,沿空巷道侧向支承压力影响范围大、应力集中程度高,加之静载导致沿空巷道围岩的不稳定,所以支护难度较大、维护成本过高甚至难以维护。动压巷道因受采动的影响,其应力环境复杂,易产生较大的变形,即使进行多次修复也难以保证矿井安全高效的开采。在进行下区段工作面回采时,由于受到采动的影响,给巷道造成了二次破坏。存在的这些矿压问题,严重影响了煤矿的安全生产工作,为了消除安全隐患,需要采用切顶卸压的方式来极大程度的降低这些灾害的发生的几率,以减小生产成本,提高作业的安全系数。

[0003] 现有技术中,在探测方面,钻孔探测原位测试方法有超声波探测法、钻孔触探法、钻孔剪切法等。而由于原有的钻孔触探法只在探头上安装单一的探针,对钻孔围岩进行探测时不仅测试方位容易出现偏差,而且测试数据也不够精准。在小煤柱侧向悬顶方面,传统的切顶采用的是水力压裂、爆破卸压等技术,这两种技术存在切顶速度慢、炸药消耗大、动力扰动大等缺点。在巷道修复加固方面,通常采用传统的人为铲平修复、刚体支柱支撑和传统锚杆加固的方式,这些方式存在成本高、费时费工、支护效果差等缺点。因此,在沿空巷道围岩控制领域,急需一种集探测、切顶、修复于一体的创新高效巷道围岩控制方法,以确保煤矿的安全生产工作。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,该方法探测过程不易出现偏差,探测精度高,同时,切顶速度快、安全性好,不会造成二次污染,且切顶过程中的动力扰动小,不会损坏原有的支护,再者,其修复效果好;该方法集探测、切顶、修复于一体,能有效保证煤矿的安全生产工作。

[0005] 为了实现上述目的,本发明一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,包括钻孔触探仪和电脉冲装置,所述钻孔触探仪包括输送杆、升降器、探头、探针、手压泵和数据采集仪,所述输送杆为伸缩式杆件,输送杆的下端与升降器连接,其外径小于钻孔的内径;所述升降器固定安装在沿空巷道内,升降器为可升降式结构,且俯仰角度可调节,从而不仅可以调整输送杆进入钻孔的深度,也可以调节输送杆的角度以适应不同角度的钻孔;所述探头安装在输送杆的上端,其顶端周身均匀的设置四个径向安装孔,其内部还设置有连通到四个径向安装孔的油道,油道的进油口设置在探头的表面;探针的数量四个,四个探针分别安装在四个径向安装孔中,且两两成对的分布在x轴和y轴方向上;探针的里端外侧安装有活塞环,并

通过活塞环与径向安装孔滑动密封配合,探针的长度小于径向安装孔的深度,且其里端还通过拉簧与径向安装孔的孔底连接;探针顶端的外部设置在压力传感器;在探头上设置有检测探针伸出长度的位移传感器;所述手压泵设置在沿空巷道内,且通过油路与探头上的进油口连接;所述数据采集仪通过电缆与位移传感器和压力传感器连接;

[0006] 所述电脉冲装置包括推杆、操作台、冲击波产生器、封孔器和控制器,所述推杆的下端与操作台连接,其外径小于钻孔的内径;所述操作台设置在沿空巷道内,操作台用于控制推杆伸缩长度和俯仰角度的调节;所述冲击波产生器的尺寸小于钻孔的内径,其安装在推杆的上端,其包括变压器、储能器、锥形聚能器、能量传输器、半球形角度调节器和梭式圆盘形冲击波发射器,所述梭式圆盘形冲击波发射器、半球形角度调节器、能量传输器、锥形聚能器、储能器和变压器由上到下依次连接;所述封孔器为筒式结构,其套设在推杆的外部,并与钻孔的孔口相配合,用于建立推杆与钻孔的孔口之间的密封连接;封孔器上设置有连通到其内腔中的注水口;控制器与操作台和冲击波产生器连接;

[0007] 还包括如下步骤:

[0008] a、在沿空巷道左右两侧,以一定的间距分别布设一排钻孔,每排钻孔均由沿空巷道一侧倾斜向上穿过小煤柱并延伸到岩层厚度的1/2处,且两排钻孔分别向靠近下区段工作面一侧和采空区一侧延伸;

[0009] b、利用钻孔触探仪对钻孔进行探测;通过调节升降器将输送杆放进钻孔的内部,并将探头输送到钻孔内的待测位置;启动手压泵工作通过油路和油道向径向安装孔中供油,油液同时推动四个活塞环向外侧移动,进而推动x轴方向上的两个探针分别沿x轴正、负两个方向同时伸出,推动y轴方向上的两个探针分别沿y轴正、负两个方向同时伸出;探针缓慢伸出后,其的端部逐渐与岩层接触并压紧,直至深入到岩层中;数据采集仪利用压力传感器和位移传感器进行信号的实时采集,并根据采集的信号分析钻孔内压力和位移的信息数据,同时对信息数据进行记录和存储;断开手压泵和油路之间的连接,在拉簧的作用下,探针回缩到探头内部,再通过调节升降器带动输送杆回缩,使探头回缩至下一探测深度;依次获得不同深度岩层受压情况和位移信息数据,直至完成整个钻孔的水平探测过程;

[0010] c、数据采集仪根据获得的钻孔内压力和位移的信息数据,分析出岩层受压变形情况,并通过与其连接的显示装置进行受压变形情况的显示;结合受压变形情况推断出切顶卸压所需的冲击波能量参数;

[0011] d、利用电脉冲装置在沿空巷道的小煤柱上方岩层进行卸压;通过操作台控制推杆伸入到钻孔的底部,利用封孔器封住钻孔的孔口,并通过连接在注水口上的水路进行注水作业;钻孔中注满水后,再将半球形角度调节器的角度调整成预期致裂面的位置,接通电源,变压器在短时间内将电压脉冲升高,储能器将高压脉冲能量储存起来,锥形聚能器将高压脉冲能量压缩聚集起来,从而形成更大的冲击能量,能量传输器将压缩聚集起来的冲击能量传送到梭式圆盘形冲击波发射器,圆盘形冲击波发射器的边缘为梭型,能再一次将能量压缩聚集,并在梭型边缘进行能量的释放,从而在瞬时产生巨大的冲击波,并以环形方式向四周扩散,扩散的冲击波结合钻孔中的水形成电液效应,进而会对岩层进行撕裂式破坏,在冲击波重复作业时,岩层会产生裂隙,通过注水口持续低压注水,并保持恒定的水压,水沿着冲击波产生的裂隙,进入到岩层深部,利用水将冲击波耦合到岩层,水既能充当冲击波的传播介质,又能起到保护冲击波产生器的作用,重复进行多次冲击作业形成圆形放射状

致裂面；控制器通过冲击波产生器能获得冲击波的实时延伸距离，进而获得致裂面的形状并在显示器上进行显示；

[0012] e、通过控制器上连接的显示器观察冲击波致裂范围，在达到预期效果后，取出电脉冲装置，并进行下一邻近钻孔的冲击作业，重复步骤d的操作，同时，通过水压的变化情况，判断当前钻孔的致裂范围是否与上一钻孔的致裂范围是否贯通，在两个相邻致裂面相通时，即完成该钻孔的冲击作业，并继续进行下一钻孔的冲击作业，直至整个巷道的致裂作业全部结束，致裂作业全部结束后，岩层在致裂面处破断，并滑落至采空区即可实现切顶部分的卸压；

[0013] f、在巷道下区段工作面一侧，重复步骤d至步骤e，在工作面回采之前进行切顶，待下区段工作面回采后，上覆岩层会随着致裂面滑落至采空区，即可实现工作面超前切顶卸压，以减小在回采过程中由于采动影响而对小煤柱产生的破坏；

[0014] g、卸压完成后，对沿空巷道周围的岩层进行稳定性控制，采用沿空巷道围岩修复技术，对沿空巷道断面进行扩刷，对沿空巷道底部进行挖底，使其沿空巷道断面恢复至受压变形前巷道断面的大小，在原有的支护基础上，利用锚喷支护技术，采用短锚索与长锚索补强支护；

[0015] h、对巷道帮部、顶部进行喷浆支护，将搅拌后的浆液通过喷浆设备喷在巷道顶部和帮部表面，浆液与长锚索、短锚索一起形成锚喷支护，完成巷道围岩控制。

[0016] 进一步，为了提高补强支护效果，在步骤g中，短锚索采用 $\phi 17.8 \times 4000$ mm高强度低松弛钢绞线，且顶部和帮部的短锚索间排距分别为 $3000\text{mm} \times 800\text{mm}$ 和 $1000\text{mm} \times 800\text{mm}$ ；长锚索采用 $\phi 21.8 \times 9200$ mm高强度低松弛钢绞线，其强度为1860MPa，且间排距为 $3000\text{mm} \times 2200\text{mm}$ ；药卷均采用Z2360型中速树脂药卷，托盘尺寸均为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$ ；短锚索之间、长锚索之间均采用钢筋梯梁连接，钢筋梯梁采用 $\phi 14$ 钢筋制成。

[0017] 进一步，为了提高补强支护效果，在步骤g中采用短锚索与长锚索的补强支护中，顶部原有支护为每排5根短锚索，帮部为每排3根短锚索，顶板短锚索、长锚索采用间隔式交替布置，在原有的支护基础上，在每两排支护中间进行补强支护，并按照二一七的方式布置，即长锚索两根、长锚索一根、短锚索七根；帮部采用短锚索进行补强支护，同样采用间隔式，每排4个短锚索。

[0018] 进一步，为了提高喷浆支护效果，在步骤h中，注浆材料选用单液水泥浆液，且水灰质量比为1:0.75；在浆液搅拌时加入外加剂，即为1:6的减水剂和膨胀剂的混合物，外加剂的浆液粘度33S，密度 $1.62\text{G}/\text{CM}^3$ ，结石率97%；喷浆厚度约为50mm。

[0019] 作为一种优选，所述钻孔孔径为75mm，相邻钻孔之间的间距为3m。

[0020] 作为一种优选，所述探头直径54mm，探针直径5mm。

[0021] 本方法中，通过对巷道钻孔进行前期的探测，能分析顶部岩层受压情况，从而可以针对性的选择切顶参数以提高切顶卸压作业的安全系数；采用探针进行探测时，每次测试均水平的进行，而探头上具有四个互相垂直的探针同时进行探测，能有效固定测试方位，有效的提高了探测精度。利用电脉冲冲击波破碎岩层，形成致裂面，使顶部岩层滑落进而完成卸压，具有切顶角度可控、作业区域可控和重复作业次数可控的特点；电脉冲装置中锥形聚能器瞬时压缩聚集能量使能量短时间增大，半球形角度调节器可灵活调整梭式圆盘形冲击波发射器角度，梭式圆盘形冲击波发射器边缘的梭式形状，可对岩层有更好的撕裂作用。再

者,冲击波重复作业的时间很短,能使作业能快速、高效完成,不会造成二次污染,且动力扰动小,不会损坏原有的支护,同时,不会污染井下空气,安全性高。通过对巷道变形部分进行加固修复,顶部、帮部分别采用锚索与注浆联合加固,短锚索加固的方式,有效的提高了修复效果,并保证了卸压后支护的稳固性和可靠性。本发明将探测、切顶和修复过程系统的引入了煤矿沿空巷道切顶卸压领域,改进了传统的钻孔触探法,取代了传统爆破和水力压裂的方法,增强了加固修复的支护效果,使整个沿空巷道切顶卸压能能快速、安全、高效的完成。利用冲击波的可控性、传播性,使切顶卸压能快速、安全、高效的完成,使岩层在致裂面发生剪切破断,且及时垮落至采空区,与采空区煤矸密实接触,形成稳定承载体,既能做到顶板载荷的有效卸除,也能避免下区段工作面回采对巷道造成二次采动影响。该方法操作过程简单,实施成本低廉,具有探测精准、切顶快速安全、修复稳固等优点,有效保证了煤矿的安全高效生产工作,具有广阔的应用前景。

附图说明

- [0022] 图1是本发明中巷道现状的布置图;
- [0023] 图2是本发明中钻孔触探仪的结构示意图;
- [0024] 图3是本发明中钻孔与探头相配合的示意图;
- [0025] 图4是本发明中钻孔触探仪中探针触探的过程示意图;
- [0026] 图5是本发明中电脉冲装置的结构示意图;
- [0027] 图6是本发明中冲击波产生器的结构示意图;
- [0028] 图7是本发明中沿致裂面冲击波作业的剖面图;
- [0029] 图8是本发明中修复加固巷道的断面图;
- [0030] 图9是本发明中巷道顶部加固的示意图;
- [0031] 图10是本发明中巷道帮部加固的示意图;
- [0032] 图11是本发明中卸压结束后巷道的断面图;
- [0033] 图12是本发明中探头的结构示意图。
- [0034] 图中:1、致裂面,2、钻孔,3、岩层,4、小煤柱,5、沿空巷道,6、下区段工作面,7、采空区,8、输送杆,9、探头,10、探针,11、电缆,12、数据采集仪,13、油路,14、手压泵,15、升降器,16、电脉冲装置,17、冲击波产生器,18、推杆,19、封孔器,20、注水口,21、控制器,22、短锚索,23、长锚索,24、托盘,25、钢筋梯梁,26、操作台,27、变压器、28、储能器、29、锥形聚能器、30、能量传输器、31、半球形角度调节器、32、梭式圆盘形冲击波发射器,33、径向安装孔,34、活塞环,35、拉簧,36、油道,37、进油口。

具体实施方式

- [0035] 下面结合附图对本发明作进一步的描述:
- [0036] 如图1至图12所示,本发明的一种沿空巷道脉冲切顶卸压方法,包括钻孔触探仪和电脉冲装置16,所述钻孔触探仪包括输送杆8、升降器15、探头9、探针10、手压泵14和数据采集仪12,所述输送杆8为伸缩式杆件,输送杆8的下端与升降器15连接,其外径小于钻孔2的内径;所述升降器15固定安装在沿空巷道5内,升降器15为可升降式结构,且俯仰角度可调节,从而不仅可以调整输送杆8进入钻孔2的深度,也可以调节输送杆8的角度以适应不同角

度的钻孔2,进而可以实现以对输送杆8进行灵活控制;所述探头9安装在输送杆8的上端,其顶端周身均匀的设置四个径向安装孔33,其内部还设置有连通到四个径向安装孔33的油道36,油道36的进油口37设置在探头9的表面;探针10的数量四个,四个探针10分别安装在四个径向安装孔33中,且两两成对的分布在x轴和y轴方向上;探针10的里端外侧安装有活塞环34,并通过活塞环34与径向安装孔33滑动密封配合,探针10的长度小于径向安装孔33的深度,且其里端还通过拉簧35与径向安装孔33的孔底连接;探针10顶端的外部设置在压力传感器;在探头9上设置有检测探针10伸出长度的位移传感器;所述手压泵14设置在沿空巷道5内,且通过油路13与探头9上的进油口37连接;所述数据采集仪12通过电缆11与位移传感器和压力传感器连接;

[0037] 所述电脉冲装置16包括推杆18、操作台26、冲击波产生器17、封孔器19和控制器21,作为一种优选,所述控制器21的核心为单片机;所述推杆18的下端与操作台26连接,其外径小于钻孔2的内径;所述操作台26设置在沿空巷道5内,操作台26用于控制推杆18伸缩长度和俯仰角度的调节;所述冲击波产生器17的尺寸小于钻孔2的内径,其安装在推杆18的上端,其包括变压器27、储能器28、锥形聚能器29、能量传输器30、半球形角度调节器31和梭式圆盘形冲击波发射器32,所述梭式圆盘形冲击波发射器32、半球形角度调节器31、能量传输器30、锥形聚能器29、储能器28和变压器27由上到下依次连接;所述封孔器19为筒式结构,其套设在推杆18的外部,并与钻孔2的孔口相配合,用于建立推杆18与钻孔2的孔口之间的密封连接;封孔器19上设置有连通到其内腔中的注水口20;控制器21与操作台26和冲击波产生器17连接;作为一种优选,冲击波的破碎半径可控制为1.5m;

[0038] 还包括如下步骤:

[0039] a、在沿空巷道5左右两侧,以一定的间距分别布设一排钻孔2,每排钻孔2均由沿空巷道5一侧倾斜向上穿过小煤柱4并延伸到岩层3厚度的1/2处,且两排钻孔2分别向靠近下区段工作面6一侧和采空区7一侧延伸;钻孔2延伸到岩层3厚度的1/2处,能使岩层在致裂面快速可靠的发生剪切破断,且能及时的垮落至采空区中;

[0040] b、利用钻孔触探仪对钻孔2进行探测;通过调节升降器15将输送杆8放进钻孔2的内部,并将探头9输送到钻孔2内的待测位置;启动手压泵14工作通过油路13和油道36向径向安装孔33中供油,油液同时推动四个活塞环34向外侧移动,进而推动x轴方向上的两个探针10分别沿x轴正、负两个方向同时伸出,推动y轴方向上的两个探针10分别沿y轴正、负两个方向同时伸出;探针10缓慢伸出后,其端部逐渐与岩层3接触并压紧,直至深入到岩层3中,此时x、y轴方向相当于存在一对作用力反作用力,从而给探针(10)在探测时,提供了稳固的力,从而能得出准确的数据;数据采集仪12利用压力传感器和位移传感器进行信号的实时采集,并根据采集的信号分析钻孔2内压力和位移的信息数据,同时对信息数据进行记录和存储;断开手压泵14和油路13之间的连接,在拉簧35的作用下,探针10回缩到探头9内部,再通过调节升降器15带动输送杆8回缩,使探头9回缩至下一探测深度;依次获得不同深度岩层3受压情况和位移信息数据,直至完成整个钻孔2的水平探测过程;

[0041] c、数据采集仪12根据获得的钻孔2内压力和位移的信息数据,分析出岩层3受压变形情况,并通过与其连接的显示装置进行受压变形情况的显示;结合受压变形情况推断出切顶卸压所需的冲击波能量参数,以保证能提供合适的,或者较大的能量可以有效的致裂岩层;

[0042] 作为一种优选,还可以沿空巷道5对未变形部分进行提前探测,分析出受压情况,以便及时采取相应的补救措施;

[0043] d、利用电脉冲装置16在沿空巷道5的小煤柱4上方岩层3进行卸压;通过操作台26控制推杆18伸入到钻孔2的底部,利用封孔器19封住钻孔2的孔口,并通过连接在注水口20上的水路进行注水作业;钻孔2中注满水后,再将半球形角度调节器31的角度调整成预期致裂面1的位置,接通电源,变压器27在短时间内将电压脉冲升高,储能器28将高压脉冲能量储存起来,锥形聚能器29将高压脉冲能量压缩聚集起来,从而形成更大的冲击能量,能量传输器30将压缩聚集起来的冲击能量传送至梭式圆盘形冲击波发射器32,圆盘形冲击波发射器32的边缘为梭型,能再一次将能量压缩聚集,并在梭型边缘进行能量的释放,从而在瞬时产生巨大的冲击波,并以环形方式向四周扩散,扩散的冲击波结合钻孔2中的水形成电液效应,进而会对岩层3进行撕裂式破坏,在冲击波重复作业时,岩层3会产生裂隙,通过注水口20持续低压注水,并保持恒定的水压,水沿着冲击波产生的裂隙,进入到岩层3深部,利用水将冲击波耦合到岩层3,水既能充当冲击波的传播介质,又能起到保护冲击波产生器2的作用,重复进行多次冲击作业形成圆形放射状致裂面1;冲击波在重复作用岩层3时,每一次作用对于下一次作用都是一次疲劳过程;控制器21通过冲击波产生器17能获得冲击波的实时延伸距离,进而获得致裂面1的形状并在显示器上进行显示;

[0044] e、通过控制器21上连接的显示器观察冲击波致裂范围,在达到预期效果后,取出电脉冲装置16,并进行下一邻近钻孔2的冲击作业,重复步骤d的操作,同时,通过水压的变化情况,判断当前钻孔2的致裂范围是否与上一钻孔2的致裂范围是否贯通,在两个相邻致裂面1相通时,即完成该钻孔2的冲击作业,并继续进行下一钻孔2的冲击作业,直至整个巷道5的致裂作业全部结束,致裂作业全部结束后,岩层3在致裂面1处破断,并滑落至采空区7即可实现切顶部分的卸压;

[0045] f、在巷道5下区段工作面6一侧,重复步骤d至步骤e,在工作面回采之前进行切顶,待下区段工作面6回采后,上覆岩层3会随着致裂面1滑落至采空区7,即可实现工作面超前切顶卸压,以减小在回采过程中由于采动影响而对小煤柱4产生的破坏;

[0046] g、卸压完成后,对沿空巷道5周围的岩层3进行稳定性控制,采用沿空巷道5围岩修复技术,对沿空巷道5断面进行扩刷,对沿空巷道5底部进行挖底,使其沿空巷道5断面恢复至受压变形前巷道断面的大小,在原有的支护基础上,利用锚喷支护技术,采用短锚索22与长锚索23补强支;

[0047] h、对巷道5帮部、顶部进行喷浆支护,将搅拌后的浆液通过喷浆设备喷在巷道5顶部和帮部表面,浆液与长锚索23、短锚索22一起形成锚喷支护,完成巷道围岩控制。

[0048] 为了提高补强支护效果,在步骤g中,短锚索22采用 $\phi 17.8 \times 4000$ mm高强度低松弛钢绞线,且顶部和帮部的短锚索22间排距分别为 $3000\text{mm} \times 800\text{mm}$ 和 $1000\text{mm} \times 800\text{mm}$;长锚索23采用 $\phi 21.8 \times 9200$ mm高强度低松弛钢绞线,其强度为1860MPa,且间排距为 $3000\text{mm} \times 2200\text{mm}$;药卷均采用Z2360型中速树脂药卷,托盘24尺寸均为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$;短锚索22之间、长锚索23之间均采用钢筋梯梁25连接,钢筋梯梁25采用 $\phi 14$ 钢筋制成。

[0049] 为了提高补强支护效果,在步骤g中采用短锚索22与长锚索23的补强支护中,顶部原有支护为每排5根短锚索22,帮部为每排3根短锚索22,顶板短锚索22、长锚索23采用间隔式交替布置,在原有的支护基础上,在每两排支护中间进行补强支护,并按照“二一七”的方

式布置,即长锚索23两根、长锚索23一根、短锚索22七根;帮部采用短锚索22进行补强支护,同样采用间隔式,每排4个短锚索22。

[0050] 为了提高围岩加固的效果,每根短锚索22的压应力区相互靠近连为一体,形成整体支护结构;

[0051] 为了提高喷浆支护效果,在步骤h中,注浆材料选用单液水泥浆液,且水灰质量比为1:0.75;在浆液搅拌时加入外加剂,即为1:6的减水剂和膨胀剂的混合物,外加剂的浆液粘度33S,密度1.62G/CM³,结石率97%;喷浆厚度约为50mm。

[0052] 作为一种优选,所述钻孔2孔径为75mm,相邻钻孔4之间的间距为3m。

[0053] 作为一种优选,所述探头9直径54mm,探针10直径5mm。

[0054] 通过对巷道钻孔进行前期的探测,能分析顶部岩层受压情况,从而可以针对性的选择切顶参数以提高切顶卸压作业的安全系数;采用探针进行探测时,每次测试均水平的进行,而探头上具有四个互相垂直的探针同时进行探测,能有效固定测试方位,有效的提高了探测精度。利用电脉冲冲击波破碎岩层,形成致裂面,使顶部岩层滑落进而完成卸压,具有切顶角度可控、作业区域可控和重复作业次数可控的特点;电脉冲装置中锥形聚能器瞬时压缩聚集能量使能量短时间增大,半球形角度调节器可灵活调整梭式圆盘形冲击波发射器角度,梭式圆盘形冲击波发射器边缘的梭式形状,可对岩层有更好的撕裂作用。再者,冲击波重复作业的时间很短,能使作业能快速、高效完成,不会造成二次污染,且动力扰动小,不会损坏原有的支护,同时,不会污染井下空气,安全性高。通过对巷道变形部分进行加固修复,顶部、帮部分别采用锚索与注浆联合加固,短锚索加固的方式,有效的提高了修复效果,并保证了卸压后支护的稳固性和可靠性。本发明将探测、切顶和修复过程系统的引入了煤矿沿空巷道切顶卸压领域,改进了传统的钻孔触探法,取代了传统爆破和水力压裂的方法,增强了加固修复的支护效果,使整个沿空巷道切顶卸压能能快速、安全、高效的完成。利用冲击波的可控性、传播性,使切顶卸压能快速、安全、高效的完成,使岩层在致裂面发生剪切破断,且及时垮落至采空区,与采空区煤矸密实接触,形成稳定承载体,既能做到顶板载荷的有效卸除,也能避免下区段工作面回采对巷道造成二次采动影响。该方法操作过程简单,实施成本低廉,具有探测精准、切顶快速安全、修复稳固等优点,有效保证了煤矿的安全高效生产工作,具有广阔的应用前景。

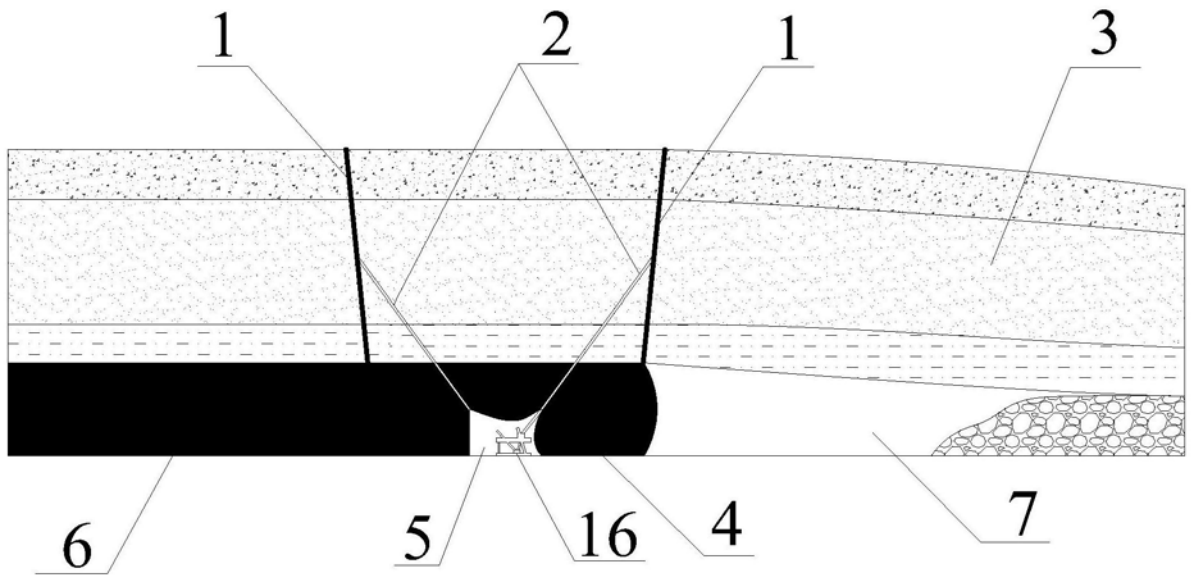


图1

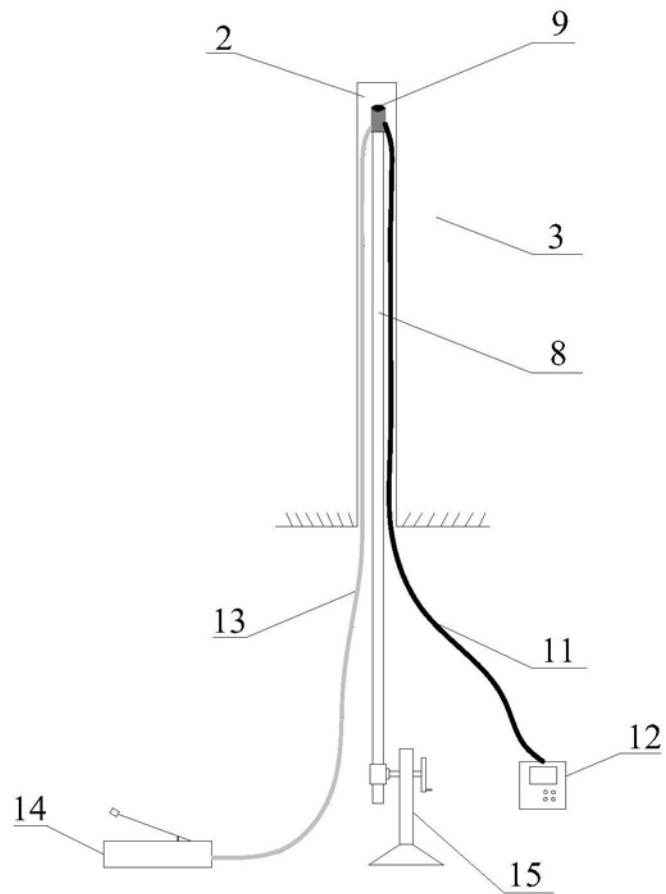


图2

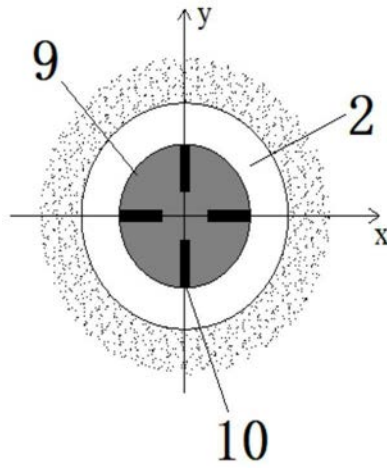


图3

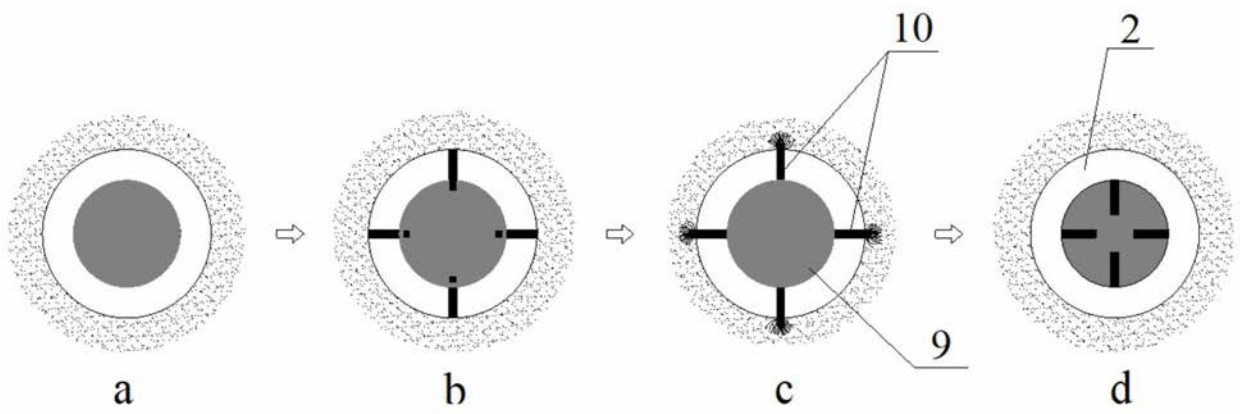


图4

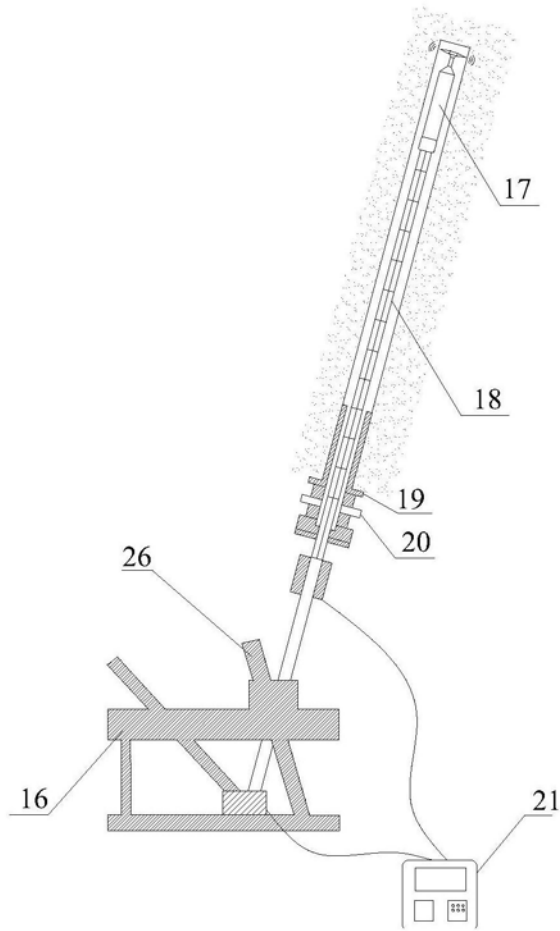


图5

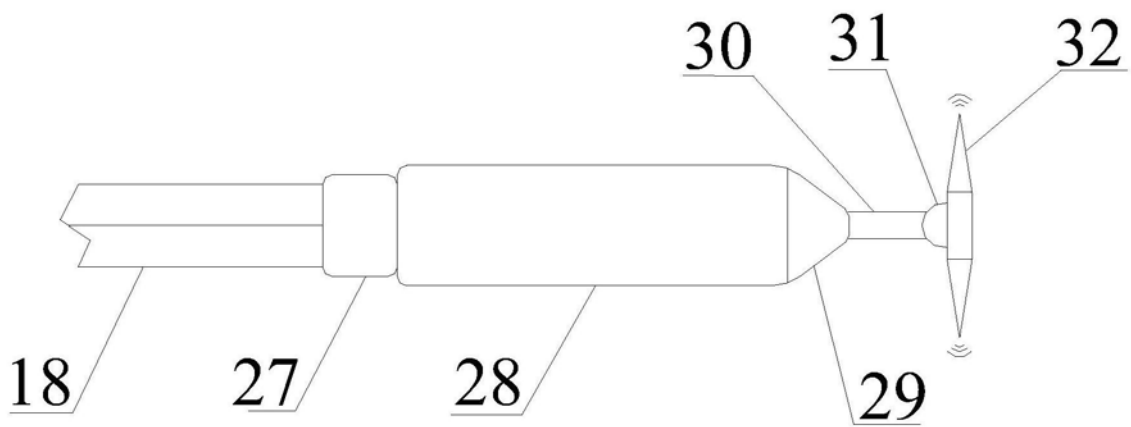


图6

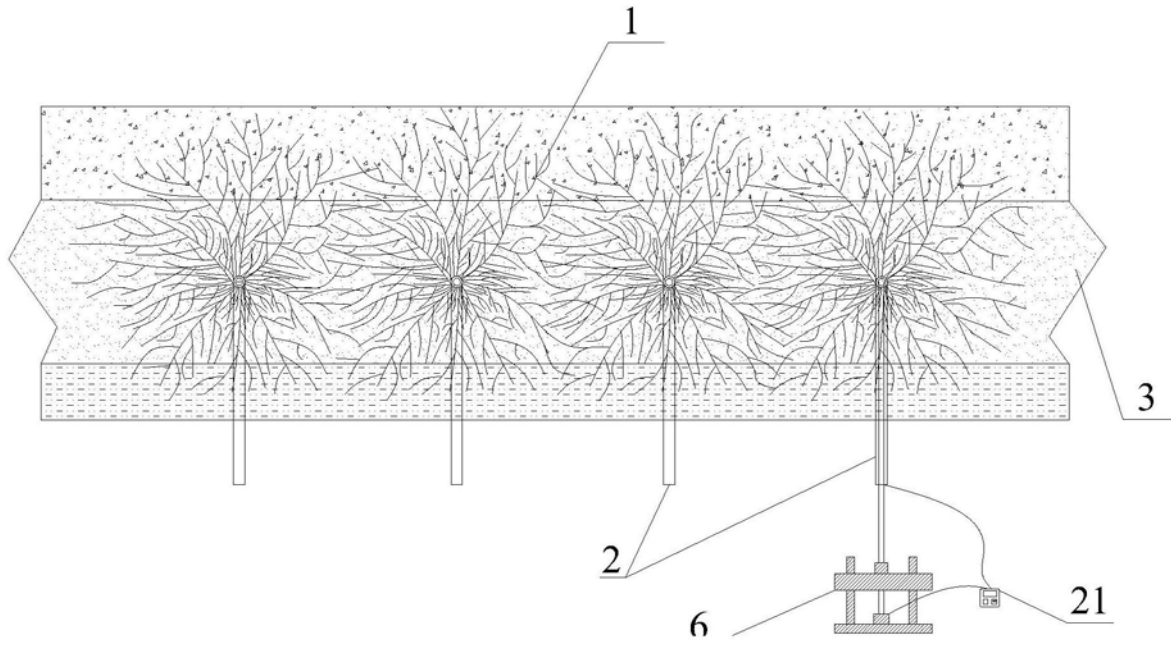


图7

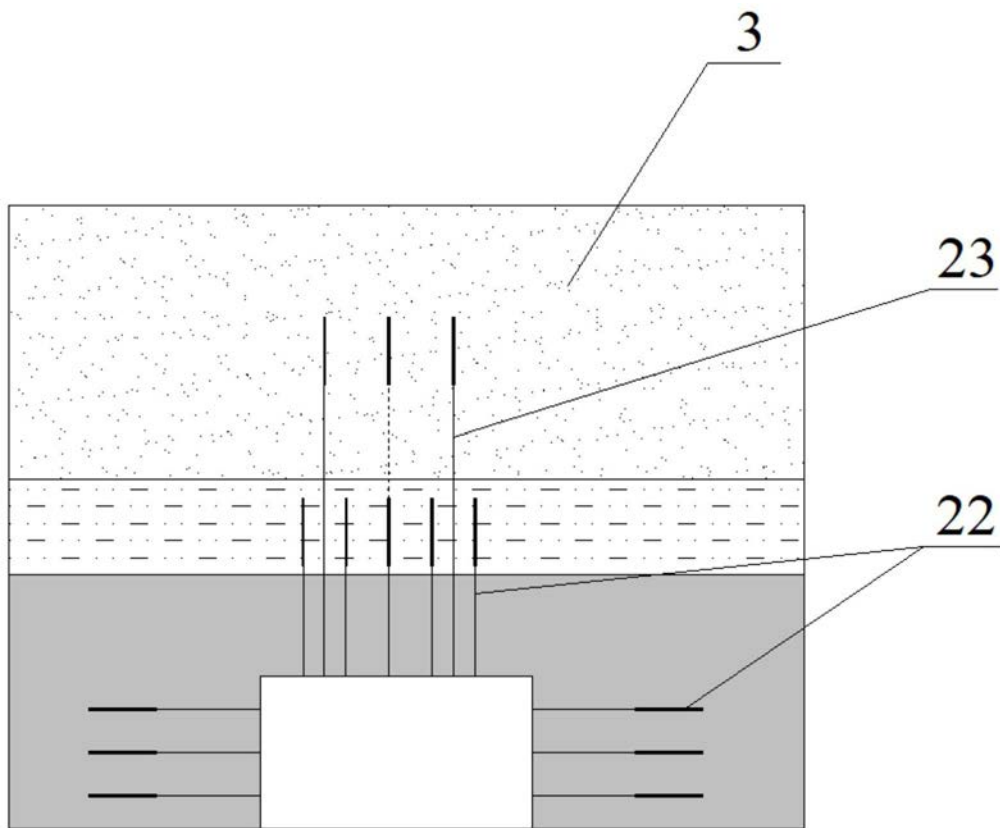


图8

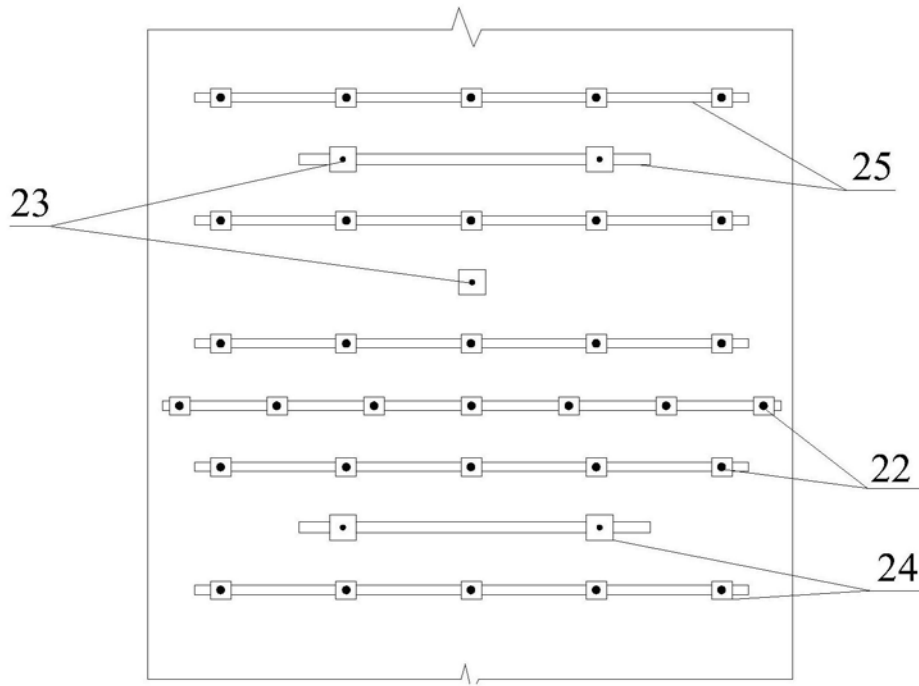


图9

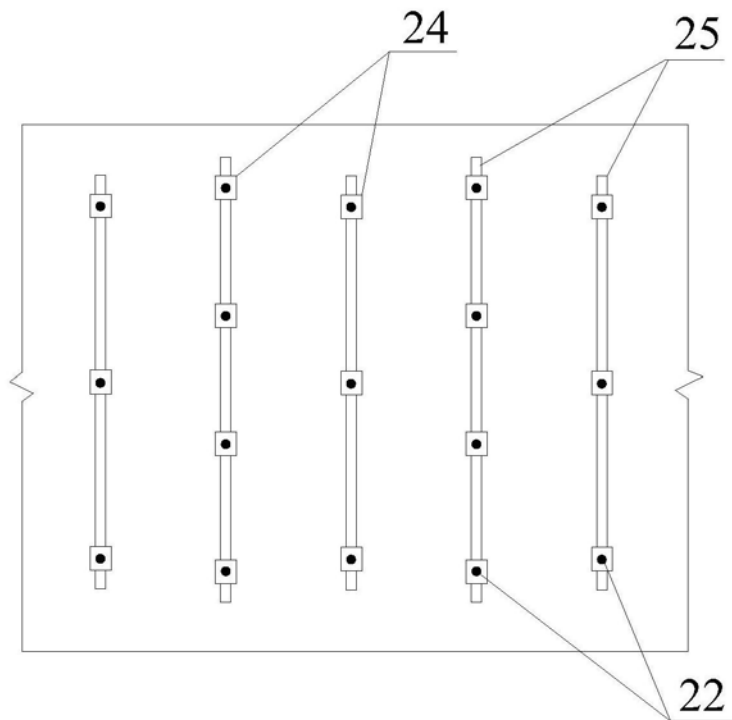


图10

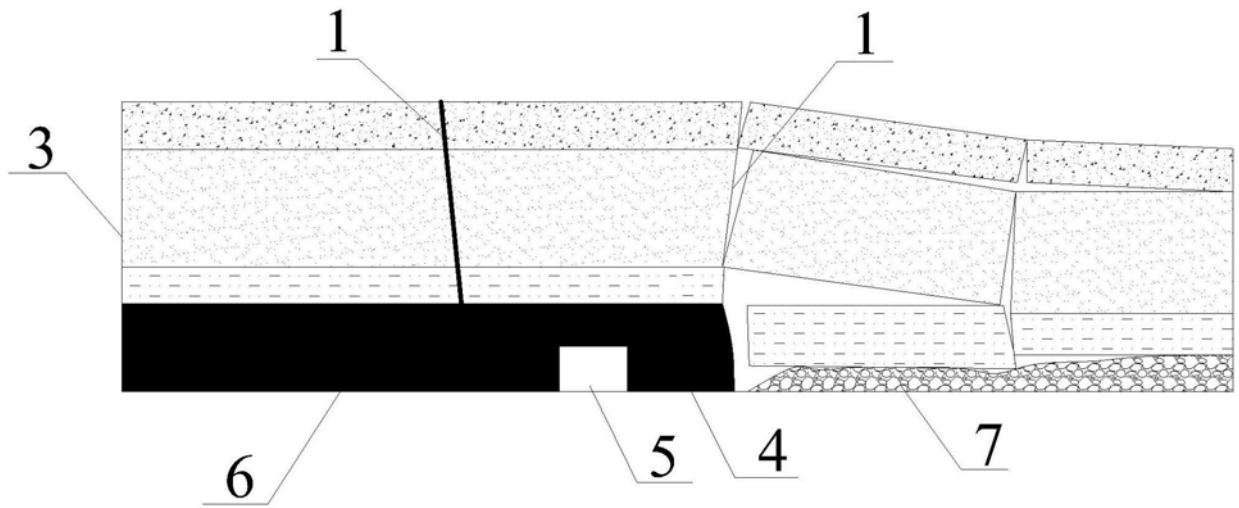


图11

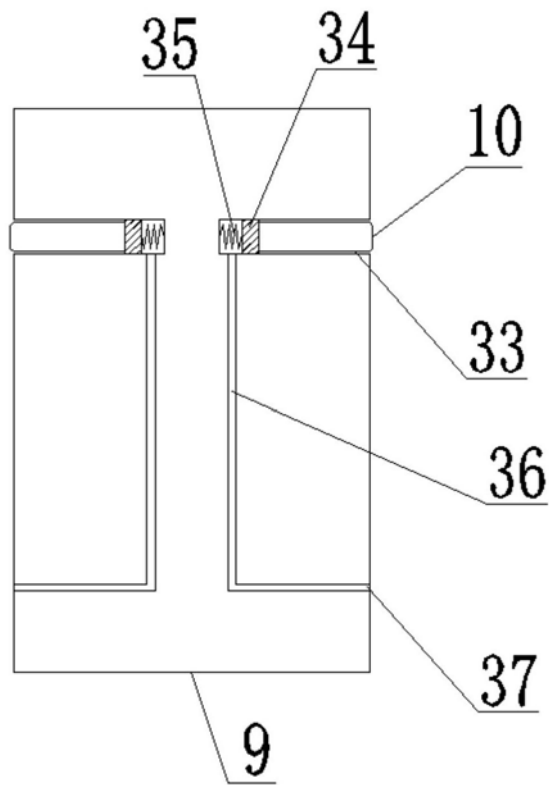


图12