

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 11 月 15 日 (15.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/205492 A1

- (51) 国际专利分类号:
E21D 9/00 (2006.01) *E21B 43/26* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/104696
- (22) 国际申请日: 2017 年 9 月 30 日 (30.09.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710324648.8 2017 年 5 月 10 日 (10.05.2017) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学南湖校区, Jiangsu 221116 (CN)。徐州佑学矿业科技有限公司 (XUZHOU USURE MINING TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 99 号大学路 99 号高新区大学创业园 A 区高新区大学创业园 A 区七层 710, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 黄炳香 (HUANG, Bingxiang); 中国江苏省徐州市中国矿业大学南湖校区, Jiangsu (CN)。刘江伟 (LIU, Jiangwei); 中国江苏省徐州市中国矿业大学南湖校区, Jiangsu (CN)。赵兴龙 (ZHAO, Xinglong); 中国江苏省徐州市中国矿业大学南湖校区, Jiangsu (CN)。陈树亮 (CHEN, Shuliang); 中国江苏省徐州市中国矿业大学南湖校区, Jiangsu (CN)。
- (74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: HIGH GROUND PRESSURE LANEWAY STRESS TRANSFER METHOD BASED ON FRACTURING RING

(54) 发明名称: 基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法

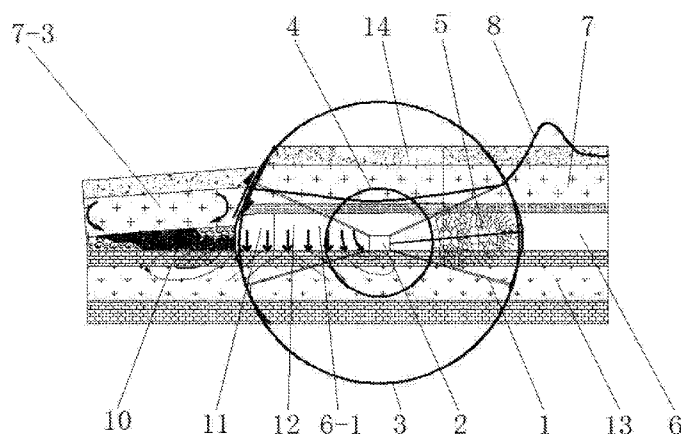


图1

(57) Abstract: A high ground pressure laneway stress transfer method based on a fracturing ring. Fracturing is conducted by constructing a drill hole (1) according to a laneway (2) stress source; a circle of artificial weakening zone, i.e., "a fracturing ring (5)", is formed in a surrounding rock, the high stress (8-1) of the laneway (2) surrounding rock is transferred under the action of unloading, stress blocking and yielding, the impact energy is absorbed by an added weak structure area, and the influence of loads on deformation of the laneway surrounding rock is controlled. The fracturing ring (5) is the weakening zone with a certain width, the inner boundary is called as a guard circle (4), and the fracturing ring with a small belt width is called as a blocking circle and a blocking arc (9). The radius of the guard circle (4) is generally determined by a safety coal and rock pillar barrier which is reserved at the edge of a support and has a certain width. The width of the fracturing ring (5) is determined according to the surrounding rock structure, geological stress conditions and construction process conditions, and the higher the geological stress is, the wider the fracturing ring is. All target strata for spreading stress are blocked by the blocking circle and the blocking arc (9). The blocking arc (9) of a hard hanging arch (7-2) approaches or is the boundary between a plastic zone (12) and a crushing zone (11) of a coal pillar.

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法, 根据巷道(2)应力源施工钻孔(1)进行压裂, 在围岩内形成一圈人为弱化带, 即"压裂圈(5)", 通过卸荷、应力阻断和让压作用使巷道(2)围岩高应力(8-1)转移, 并利用增加的弱结构区吸收冲击能量, 控制荷载对巷道围岩变形的影响。压裂圈(5)是具有一定宽度的弱化带, 内边界称为保护圆(4), 带宽较小的压裂圈称为切阻断圆和切阻断弧(9)。保护圆(4)半径一般在支护体的边缘留设一定宽度的安全煤岩柱屏障来确定; 压裂圈(5)的宽度根据围岩结构、地应力条件和施工工艺情况确定, 地应力越大, 压裂圈的宽度就越大。切阻断圆和切阻断弧(9)切断传播应力的所有目标岩层; 坚硬悬顶(7-2)的切阻断弧(9)接近或者是煤柱的塑性区(12)和破碎区(11)的交界线。

基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种强地压巷道压裂应力转移方法,能够在巷道围岩内形成一圈人为弱结构区,即“压裂圈”,通过卸荷、应力阻断、让压作用主动将巷道围岩富集的高应力转移至远离巷道的安全区域,使得巷道围岩应力减弱至较低的可控的水平,并利用增加的人为弱化带吸收冲击能量,控制荷载对巷道围岩变形的影响。

背景技术

[0002] 巷道围岩失稳原因从产生机理上主要分为以下三方面:

[0003] ①高地应力环境

[0004] 越来越多的煤矿进入深部开采,千米深井开采逐渐成为常态;靠近地质构造带的巷道,地应力集中程度高,围岩完整性差都会造成巷道地应力水平整体或局部升高,并由此带来强地压现象。

[0005] ②开采扰动

[0006] 人为采掘布置形成的孤岛和半孤岛(一侧采空)工作面,或者为了使要回采的高瓦斯工作面进行长时间的瓦斯逸散,形成的长时间留设未采的孤岛工作面;近距离煤层群开采过程中上部开采完毕后残存的保护煤柱使下部煤层应力升高。

[0007] 巷道在维护过程中,受本工作面、相邻工作面、上部工作面或急倾斜煤层中的下部工作面影响,引起动载和静载叠加,应力集中程度增加,增加了巷道强地压和失稳破坏的速率;当巷道在掘进过程中,自身的巷道围岩存在围岩扰动,再加上临近工作面和周边工作面回采动压的影响,顶板活动进一步加剧,巷道的强地压现象会更加强烈。

[0008] ③围岩的力学特性

[0009] 巷道围岩的力学特性对巷道的稳定性具有重要作用。对于金属矿山和非金属矿山,采空区坚硬顶板往往会大面积悬而不断,将其自重及承载的上覆岩层的重量转移至煤柱及巷道顶板,煤柱和巷道上方载荷增加;其次,坚硬顶板由于强度高,弹性模量强等特点,是良好的弹性能量储存体,为强地压提供了能量储备;再者,开采所面对的多是沉积岩层,坚硬顶板的整体性能好,刚度大,变形量小,能将高应力远距离传递到顶板下方的高承载区域,是高应力传播的良好通道和载体,为巷道临近工作面的应力扰动提供了条件。

[0010] 在金属矿山和煤矿井下,对于具有冲击倾向性的煤岩,当应力集中到一定程度,达到临界失稳强度就会形成冲击地压。对与具有煤与瓦斯突出倾向性的煤层,当地应力达到突出临界值时也会形成突出。目前,煤巷占煤矿巷道总长的80%以上,其中顺槽巷道基本为全煤巷,煤巷在掘进和回采期间受煤与瓦斯突出影响严重。

[0011] 强地压和煤岩动力灾害是制约巷道围岩控制的技术难题,但其核心共性问题是煤岩的力学特性和地应力的状态。大量研究表明,强地压和煤岩动力灾害的发生与地应力环境有着紧密的联系,降低围岩的应力可有效减小围岩变形和动力灾害发生的概率和剧烈程度,因此,为控制巷道围岩,关键是控制巷道围岩的应力环境。对巷道围岩压裂可形成水压裂缝,有效改变和降低围岩的应力状态,因此,对于深部矿井、有大变形和动力灾害的巷道,

采用巷道围岩压裂的方法可有效控制强地压。

[0012] 现有一种控制强矿压的方法,即一种水力致裂控制临空巷道强矿压的方法,首先根据采煤工作面地质信息柱状图,确定顶板坚硬岩层,然后设计控制钻孔,分别控制超前支承压力和侧向支承压力,钻孔施工结束后,可在孔底进行开槽或割缝,以实现定向致裂的目的,然后实施水力致裂工艺,将坚硬顶板弱化或沿钻孔定向预裂缝的位置切断,实现应力转移和围岩弱化,从而减轻临空巷道的侧向与超前支承压力,围岩内部弱化带能有效吸收或减弱冲击应力波,避免坚硬顶板突然断裂等导致的冲击地压等动力灾害,控制临空巷道的大变形。不仅适用于控制对具有坚硬顶板采煤工作面的临空巷道的强矿压,也适用于控制工作面回采与相邻工作面巷道掘进交锋等巷道的强矿压。

[0013] 上述控制强矿压的方法的本质只是将工作面一侧存在悬空状态的坚硬顶板(半孤岛工作面)或者两侧都存在悬空状态的坚硬顶板(孤岛工作面)定向预裂切断,不适于没有形成孤岛和半孤岛工作面的情形,巷道在维护过程中,既可能受到本工作面回采动压或者其它扰动的影响,在施工和维护过程中也可能受到周边工作面回采动压的影响,巷道围岩的应力水平在影响范围内明显提高,尤其是迎采巷道掘进与相邻工作面回采交锋过程,压力动载系数达到几倍甚至十倍以上,强地压现象异常明显,也不适应于深部矿井高应力的影响和地质构造带的高应力影响的情形,不适应于巷道在掘进迎头存在动力灾害隐患的情形,而这种情况下采用现有的控制方式无法切断应力,从而方法失效。此外,虽然现有控制矿压的方法提出了围岩内部的弱化带能有效吸收或减弱冲击应力波,避免坚硬顶板突然断裂等导致的冲击地压等动力灾害,但是其弱化带吸收或减弱冲击应力波的效果不可控制,不能调节。

发明内容

[0014] 为了克服现有技术的上述不足,本发明提供一种基于“压裂圈”的强地压巷道应力转移方法,避免强地压引起的巷道大变形和冲击地压等动力灾害,人为弱化带能够吸收或减弱冲击应力波的效果,过程可控制。

[0015] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是:一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:首先根据巷道所处的应力环境,找出目前已经或者以后可能会导致巷道发生强地压的应力源,然后针对性的施工钻孔进行压裂,在巷道围岩内形成一圈“人为弱化带”,即“压裂圈”;压裂圈的半径由在支护体的边缘留设一定宽度的安全煤岩柱屏障来确定;压裂圈的宽度根据围岩结构、地应力条件和施工工艺情况确定,地应力越大,压裂圈的宽度就越大。

[0016] 进一步,宽度大的压裂圈,采用施工钻孔、整段压裂;窄压裂圈,即“切阻断圆”采用施工钻孔、预割缝、孔底压裂。

[0017] 进一步,“压裂圈”的形式根据条件的不同而变化:当需要阻断高应力和采动应力向巷道传播时,在所述巷道内向应力集中的目标围岩处施工钻孔,钻孔末端的垂直位置位于目标围岩内,目标围岩是顶板、底板或两帮中的一种或多种;调节压裂段的长度来控制形成的压裂圈宽度,较小宽度的压裂圈近似为一个压裂圆,称为“切阻断圆”,利用“切阻断圆”主动切断采动应力和深部矿井远场传递过来的高应力以及地质构造带的高应力,实现应力阻断;当需要切断坚硬悬顶的时候,形成的压裂圈不仅宽度较小,而且仅需要压裂圈的一部

分即可达到目的,此时的压裂圈称为“切阻断弧”,利用“切阻断弧”主动切断坚硬悬顶对巷道卸荷减负。

[0018] 进一步,在所述顶板中存在一层或者多层坚硬的岩层时,在巷道内斜向坚硬顶板中施工钻孔,巷道和采空区中间具有一定宽度的煤柱,钻孔末端在水平方向的位置内错入煤柱一定距离,钻孔末端在竖直方向的位置位于坚硬顶板的中心,在钻孔中预先割缝,然后进行压裂,单个压裂形成的裂缝沿着导向割缝扩展并延伸,形成一条或者多条以钻孔的末端为中心,具有一定方向性和范围的裂缝面,在巷道长轴方向上成排的施工钻孔并进行压裂,压裂形成的裂缝连通或间隔,整体切断坚硬悬顶,从源头把高应力消除;

[0019] 对于顶板坚硬容易造成大面积顶板悬而不断的矿井,在工作面回采过后形成的悬顶,进行事后压裂切断,或者在工作面回采之前,预先按照设计对坚硬顶板进行压裂,形成破裂面,待工作面回采过后,已经压裂切断的顶板在重力作用下自行垮落,避免坚硬悬顶的产生;

[0020] “切阻断圆”和“切阻断线”切断传播应力的所有目标岩层;坚硬悬顶的“切阻断线”为切断坚硬悬顶的破裂面,称为断顶线,断顶线的最佳位置为煤柱塑性区和破碎区的交界线。

[0021] 进一步,在巷道内沿着巷道方向向所述坚硬悬顶成排间隔施工长钻孔和短钻孔,长钻孔和短钻孔的末端在垂直方向上位于坚硬顶板的中心;其中,长短孔仰角小,距离长,更靠近采空区侧,更远离巷道,短钻孔仰角大,距离小,更远离采空区侧,更靠近巷道;长钻孔末端位置呈线性分布,作为主要压裂孔,短钻孔靠近巷道侧,钻孔末端位置呈线性分布,作为辅助压裂孔;沿着巷道方向上呈现长钻孔-短钻孔-长钻孔的连续交错布置方式,长短钻孔之间存在一定的间距,在钻孔中先预割缝后压裂,在主要压裂孔和辅助压裂孔形成“长孔压裂弧”和“短孔压裂弧”,“长孔压裂弧”用来切断坚硬顶板岩层,“短孔压裂弧”用来阻断顶板断裂形成的冲击能量对巷道的影晌。

[0022] 进一步,当存在两层或者多层坚硬顶板时,在每一层坚硬顶板内对应布置一组钻孔,几层坚硬顶板就对应几层钻孔,同一层坚硬顶板的一组钻孔布置方式完全相同,钻孔末端的竖直方向位于坚硬顶板的中心,对多层坚硬顶板分层压裂,使得多层坚硬顶板分层断裂。

[0023] 进一步,在深部矿井高地应力巷道在掘进成型初期或者回采工作面的超前应力影响巷道之前,或者受地质构造带高应力影响的巷道,在巷道内向顶板、底板或两帮中施工钻孔至传递应力的目标岩层或者整个围岩中,然后封孔、预割缝、孔底压裂,形成窄压裂带或裂缝面,即“切阻断圆”,通过“切阻断圆”来阻隔高应力向巷道方向的传播,实现应力转移。

[0024] 进一步,在深部矿井高地应力巷道或者受地质构造带高应力影响的巷道,在巷道内向顶板、底板或两帮中施工钻孔至传递应力的目标岩层或者整个围岩中,然后封孔和整段压裂,形成具有一定宽度的“压裂圈”,该“压裂圈”将高应力让至深部,使巷道及“保护圆”内的完整围岩位于低应力圈内,实现应力转移。

[0025] 进一步,向已经施工完的巷道一帮或者两帮施工钻孔,在巷道“压裂圈”内进行压裂,或者在掘进巷道的迎头向前进方向扇形施工钻孔,在前进方向的“压裂圈”内进行压裂,根据巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度,保留3~10m的安全煤岩柱屏障进行压裂。

[0026] 进一步,所述压裂的方式采用水力压裂、气体压裂、CO₂相变压裂、电磁炮压裂、膨胀胶囊压裂或膨胀螺丝机械压裂。有益效果:该方法能够在巷道围岩内形成一圈人为弱结构区,即“压裂圈”,通过卸荷、应力阻断、让压作用主动将巷道围岩富集的高应力转移至远离巷道的安全区域,使得巷道围岩应力减弱至较低的可控的水平,并利用增加的人为弱化带吸收冲击能量,控制荷载对巷道围岩变形的影响。

附图说明

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0028] 图1是本发明压裂圈转移方法思路构建的模型示意图。

[0029] 图2-1是本发明顶板阻断应力实施例压裂前的示意图。

[0030] 图2-2是本发明顶板阻断应力实施例压裂后的示意图。

[0031] 图2-3是本发明底板阻断构造应力实施例压裂前的示意图。

[0032] 图2-4是本发明底板阻断构造应力实施例压裂前的示意图。

[0033] 图2-5是本发明底板阻断底板采动压力实施例压裂前的示意图。

[0034] 图2-6是本发明底板阻断底板采动压力实施例压裂前的示意图。

[0035] 图3-1是本发明一个切断坚硬悬顶前实施例的示意图。

[0036] 图3-2是本发明一个切断坚硬悬顶后实施例的示意图。

[0037] 图4是本发明一个确定坚硬悬顶最佳“切阻断弧”实施例的示意图。

[0038] 图5-1是本发明在坚硬顶板中施工长短孔切断实施例压裂前的剖面图。

[0039] 图5-2是本发明在坚硬顶板中施工长短孔切断实施例压裂前的平面图。

[0040] 图6-1是本发明在坚硬顶板中施工长短孔切断实施例压裂后的剖面图。

[0041] 图6-2是本发明在坚硬顶板中施工长短孔切断实施例压裂后的平面图。

[0042] 图7-1是本发明一个多层坚硬顶板分组压裂实施例压断前的示意图。

[0043] 图7-2是本发明一个多层坚硬顶板分组压裂实施例压断后的示意图。

[0044] 图8是本发明一个实施例的巷道两帮让压示意图。

[0045] 图9是本发明另一个掘进巷道迎头让压实施例的示意图。

[0046] 图中,1、钻孔,1-1、高位钻孔,1-2、低位钻孔,1-3、长钻孔,1-4、短钻孔,2、巷道,2-1、迎采巷道,2-2、回采巷道,2-3、已施工完的巷道,2-4、正在施工的巷道,3、压裂圈外边界,3-1、压裂区外边界,4、保护圆,4-1、保护线,5、压裂圈,5-1、压裂区,6、煤层,6-1、保护煤柱,7、顶板,7-1、坚硬顶板,7-2、坚硬悬顶,7-3、切断悬顶,7-4、高位坚硬顶板,7-5、低位坚硬顶板,8、支承压力,8-1、高应力,9、切阻断弧,10、采空区,11、破碎区,12、塑性区,13、底板,14、上覆岩层,15、破裂面,16、回采工作面,17、断顶线,18、老顶,19、直接顶。

具体实施方式

[0047] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,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,都属于本发明的保护范围。

[0048] 巷道强地压的发生与地应力环境有着紧密的联系,降低巷道围岩的应力可有效减

小围岩变形和动力灾害发生的概率和剧烈程度,由于高应力不能被完全卸除,控制应力只能将高应力转移并减弱至较低的可控的水平。将导致巷道失稳的地应力按照来源可分为:顶板应力源、本层(两帮、迎头)应力源和底板应力源。参见图1,基于此,本专利提出压裂应力转移方法控制强地压巷道的思路包括:1)首先从源头上最大程度的削减施加在巷道围岩的载荷,通过对目标岩层压裂形成的“切阻断弧”切断坚硬顶板,将坚硬悬顶引起的高应力转移至采空区;2)可主动切断采动压力或者地质构造带应力向巷道的传播路径,通过对目标岩层压裂形成“切阻断弧”来实现,将采动高应力转移至巷道远处,也可在巷道掘进成型之后紧接着主动切断深部高应力向巷道的传播路径,通过压裂扩展的裂缝连通、交汇起来形成一个包裹在巷道外围的“切阻断圆”来阻断远场高应力向巷道方向的传播,将高应力转移至巷道远处;3)通过对“压裂圈”区域进行压裂,在围岩中人为形成弱结构区,将围岩富集的高应力转移至远离巷道的安全区域,将巷道围岩应力转移并减弱至较低的可控的水平,并利用增加的弱结构区吸收冲击能量,控制荷载对巷道围岩变形的影响。

[0049] 对于工作面采空后容易形成坚硬悬顶造成的巷道高应力环境,应采用坚硬顶板定向压裂切断悬顶或者提前预裂坚硬顶板,进行减负;对于巷道围岩在施工和维护过程中,受到深部巷道远场高应力影响较大,或者受到本工作面和周边工作面回采动压影响大,尤其是迎采巷道,或者位于褶曲轴部、断层等构造附近的巷道,应采用定向压裂围岩,切断应力的传播路径,进行应力阻断;对于不具备减负和已经处于高应力状态下的巷道,应采用在巷道围岩或者施工的迎头的“压裂圈”范围内通过压裂形成吸能的弱结构区,将高应力让至深部。

[0050] 因此本发明应力转移的过程,可以概括为阻断,或减负+阻断,或者减负+阻断+让压。具体应用情况如下:

[0051] 一、应力卸压(减负)

[0052] 参见图1和图3-1、3-2,当顶板坚硬时,具有大面积悬而不断的特点,容易在采空区侧上方形成悬臂梁结构,巨大的上覆岩层载荷通过坚硬顶板会传递到巷道上方,给巷道围岩背负了一个沉重的包袱,引起了巷道围岩处于高应力。对于这种类型的应力源,应首先进行最大限度的载荷削减,通过对坚硬顶板进行压裂,形成人为的破裂面,在巷道内向坚硬顶板中施工钻孔,钻孔末端的水平位置内错煤柱,垂直位置位于坚硬顶板的中心,在钻孔中预割缝后压裂,压裂形成的裂缝沿着导向割缝扩展延伸,连接形成连续的破裂面,同时控制人为破裂面的连续性,在目标围岩中形成强弱可调的椭圆形弱结构区,整体切断坚硬悬顶,从源头把高应力消除。一方面可将悬而未断的顶板切断,悬顶旋转下沉滑落至采空区,上覆岩层也随之落入采空区,如此,巨大的载荷得到削减,巷道和煤柱的应力范围回落至可控的范围内;另一方面,通过控制人为破裂面的连续性,可在顶板中形成强弱可调的弱结构,利用弱结构能够吸收冲击能量的原理,控制顶板破断的剧烈程度,实现安全卸减载荷,减少瓦斯爆炸等次生灾害的放生;第三方面,切断悬顶的破裂面从剖面来看,是“切阻断圆”的一部分,因此称为“切阻断弧”,切阻断弧的位置是该技术的关键,通过对断顶位置的适当内错,可使顶板在下沉过程中压垮部分煤柱形成缓冲垫层,顶板断裂下沉得到缓冲,防止因顶板剧烈破断次生灾害的发生。

[0053] 参见图3-1、图3-2和图4,由于坚硬悬顶对煤柱的作用,使得煤柱采空区侧存在破裂区和塑性区,整体强度较小。当坚硬悬顶的破断位置偏向采空区侧,外错煤柱时,顶板断

裂后下部没有煤柱的支撑和缓冲,大面积顶板会迅速滑落或者掉落,形成冲击载荷,引发动力灾害甚至造成瓦斯瞬间挤出;且由于悬顶岩层的弯曲离层,定向压裂断顶的效果没有保障。坚硬顶板悬臂梁弯曲挠度存在一个最大位置,最大弯曲挠度位置一般与煤柱破裂区和塑性区的宽度相关联,具体与煤柱及顶板岩层的刚度等有关。当致裂位置适当内错时,顶板在煤柱上断裂,卸除的上覆岩层载荷逐渐增加,破断坚硬顶板下方的煤柱宽度也逐渐增大,临空巷道有效煤柱宽度也相应减少。当坚硬顶板下方的煤柱达到合适宽度时,断裂悬顶会平缓旋转,进一步破坏下方的塑性煤柱,并整体滑落至采空区,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,也能避免了冲击造成的影响。此外,断顶位置适当内错后,其上方顶板曲率最大,张拉力最大,可有效增加致裂断顶效果,从施工角度分析,断顶位置避开了采空区顶板离层区,也保证了压裂效果。当然,内错位置不能过大,否则断裂的顶板不能冒落触矸。因此,定向压裂临空坚硬悬顶的断顶线在理论上存在一个最佳位置,实践中结合定向压裂裂缝扩展规律和现场施工条件确定定向致裂位置,使临空巷道的应力环境达到最优。

[0054] 需要特别指出的是,随着悬顶切落,必然会挤压破坏一部分采空区侧保护煤柱,造成保护煤柱的完整性降低和有效宽度减小,煤柱和巷道上方的应力会背向采空区转移,应着重关注断顶后临空巷道围岩的完整性程度和应力变化情况。

[0055] 当破断悬顶旋转下沉过程中会同时对下部煤柱采空区侧造成压破坏和剪切破坏两种形式:当上覆悬顶在下沉过程中将下部煤柱采空区侧破碎压垮,即发生了压破坏;当上覆悬顶在滑落过程中将下部煤柱采空区侧剪切破断,即发生了剪切破坏。因此应采用压剪破坏双强度准则,即上覆悬顶岩层对煤柱采空区侧的总载荷 Q 不小于该部分煤柱可以承受的总载荷 F_N ;在剪切面上,上覆悬顶岩层对煤柱的剪切力 τ_1 不小于煤柱自身的抗剪强度 τ_0 。

[0056] 为保证两种煤柱破坏形式下断裂的坚硬悬顶能够顺利下沉或滑落至采空区,并能充分保障临空巷道围岩完整和有足够的有效煤柱宽度,一般选取两种形式计算结果的较小值作为最佳断顶位置。

[0057] 综合压破坏和剪破坏两种破坏形式,最终确定定向水力致裂坚硬悬顶的断顶线位置。

[0058] 参见图4,所述切断坚硬悬顶的破裂面称为断顶线,断顶线的最佳位置为煤柱塑性区和破碎区的交界线,具体计算公式如下:

$$[0059] \quad x_m = \min \left[\frac{\frac{1}{4} \frac{\lambda m}{\tan \phi_0} (M \gamma_c H + Y) \ln \left(\frac{M \gamma_c H + Y + c_0 \cot \phi_0}{\frac{D}{2} (q_n)_l + (H+h)(l+a) \gamma} \right) + \frac{D}{2} (q_n)_l + (H+h) l \gamma}{\frac{a}{M \gamma_c H + Y - (H+h) \gamma - \gamma_0 h_0} + \gamma_0 h_0 + c_0 \cot \phi_0}, \frac{\frac{D}{2} (q_n)_l + l \gamma (h+H) \sin \alpha}{2 \tau_0 - [\gamma_0 h_0 + \gamma (h+H)] \sin \alpha} \right]$$

$$[0060] \quad \text{公式中, } M = \frac{(2+b) + (2+3b) \sin \varphi}{(2+b)(1 - \sin \varphi)}, \quad Y = \frac{4(1+b)c \sin \varphi}{(2+b)(1 - \sin \varphi)}, \quad (q_n)_l = \frac{E h^3 (\gamma h + \gamma_1 h_1 + \dots + \gamma_n h_n)}{E h^3 + E_1 h_1^3 + \dots + E_n h_n^3};$$

[0061] 其中, H 为坚硬悬顶的埋深(m); D 为采空区两侧悬顶之间的水平跨距(m); a 为煤柱的宽度(m); l 、 h 分别为顶板的悬臂长度(m)和厚度(m); E 为顶板的弹性模量(GPa), E_1 、 E_2 、 $\dots$ 、 E_n 分别为紧挨老顶的上覆岩层的弹性模量(GPa); γ 为容重(MN/m³), γ_1 、 γ_2 、 $\dots$ 、 γ_n 分别为

紧挨老顶的上覆岩层容重 (MN/m^3), γ_c 为煤层的容重; h_0 、 γ_0 分别为直接顶的厚度 (m) 和容重 (MN/m^3); c_0 、 φ_0 分别为煤层界面的黏聚力 (MPa) 和内摩擦角 ($^\circ$); m 为煤柱的高度 (m); c 、 φ 、 ν 分别为煤柱的黏聚力 (MPa)、内摩擦角 ($^\circ$)、泊松比; b 为统一强度理论参数, 反映中间主应力 σ_2 对材料屈服或破坏的影响程度, $0 \leq b \leq 1$, 取 0.7; λ 为煤层侧压系数, $\lambda = \nu / (1 - \nu)$; 老顶上覆 n 层岩层对坚硬老顶岩梁的载荷为 $(q_n)_1$ 。

[0062] 图5-1和图5-2, 图6-1和图6-2, 向所述坚硬顶板中在巷道内沿着巷道方向成排间隔施工长钻孔和短钻孔, 长钻孔和短钻孔的末端在垂直方向上位于坚硬顶板的中心。不同在于长短孔仰角小, 距离长, 更靠近采空区侧, 更远离巷道, 短钻孔仰角大, 距离小, 更远离采空区侧, 更靠近巷道。长钻孔末端位置呈线性分布, 作为主要压裂孔, 短钻孔靠近巷道侧, 钻孔末端位置呈线性分布, 作为辅助压裂孔。沿着巷道方向上呈现长钻孔-短钻孔-长钻孔的连续交错布置方式, 长短钻孔之间存在一定的间距, 在钻孔中先预割缝后压裂, 在主要压裂孔和辅助压裂孔形成“长孔切阻断弧”和“短孔切阻断弧”, “长孔切阻断弧”用来切断坚硬顶板岩层, “短孔切阻断弧”用来阻断顶板断裂形成的冲击能量对巷道的影

[0063] 对于顶板坚硬容易造成大面积顶板悬而不断的矿井, 可以在工作面回采过后形成悬顶了, 进行事后压裂切断, 也可以在工作面回采之前, 预先按照设计对坚硬顶板进行压裂, 形成破裂面, 待工作面回采过后, 已经压裂切断的顶板在重力作用下自行垮落, 避免坚硬悬顶的产生。

[0064] 当存在两层或多层坚硬顶板时, 向每一层坚硬顶板对应施工一组钻孔, 同一层坚硬顶板的终孔水平位置相同, 竖直方向位于顶板的中心, 即向处于高位的坚硬顶板施工1-1高位钻孔, 向低位的坚硬顶板施工1-2低位钻孔, 对目标岩层进行预先压裂, 阻断周边因工作面回采产生的应力波传递至目标围岩。

[0065] 当存在两层或者多层坚硬顶板时, 如图7-1和图7-2压裂前后的示意图, 需要在巷道内倾斜向采空区方向的坚硬顶板内施工钻孔, 一般在每一层坚硬顶板内对应布置一组钻孔, 几层坚硬顶板就对应几层钻孔, 同一层坚硬顶板的一组钻孔布置方式完全相同, 钻孔末端的竖直方向位于坚硬顶板的中心, 对多层坚硬顶板分层压裂, 使得多层坚硬顶板分层断裂。

[0066] 二、应力阻断

[0067] 一方面矿井深部地应力水平普遍较高, 巷道在掘进完成后, 巷道周边的围岩受远场应力的作用, 随着时间的推移, 围岩的应力水平也会逐渐提高; 另一方面受到本工作面回采动压或者其它扰动的影响, 在施工和维护过程中也可能受到周边工作面回采动压的影响, 巷道围岩的应力水平在影响范围内明显提高, 尤其是迎采巷道掘进与相邻工作面回采交锋过程, 压力动载系数达到几倍甚至十倍以上, 强地压现象异常明显; 第三方面, 巷道施工至地质构造带或者维护过程中的地质构造带段内, 一般应力集中程度比较高, 会造成巷道强地压现象明显, 变形严重。

[0068] 一方面对于因受矿井深部地应力的影响造成巷道围岩压力升高的, 要在巷道外围形成一个闭合的完整圆形窄压裂带或裂缝面, 因此, 在巷道施工刚刚完成后, 紧接着通过“切阻断圆”阻断整个巷道远场向巷道方向的应力传播; 另一方面对于因工作面采动影响或靠近地质构造带影响造成巷道围岩压力升高的, 要阻断应力的传播, 应首先确定应力源的方位及传播路径, 然后针对性对传播应力的岩层进行压裂形成窄压裂带或裂缝面, 通过“切

阻断圆”或“切阻断弧”来阻隔应力的传播。一般相邻工作面回采主要通过煤柱上的顶板对巷道的动压传播,上部工作面回采对巷道的动压主要通过上部顶板传播,本工作面回采对巷道的动压主要通过本工作面侧顶板传播,倾斜煤层或急倾斜煤层中底板下部工作面回采动压主要通过底板传播;第三方面对于受地质构造带高应力影响的巷道,要将地质构造带和巷道中间的岩层切断,形成阻隔应力传播的裂缝面。

[0069] 一般顶板中坚硬、完整的岩层为传播高应力的关键岩层,参见图1和图2-1、图2-2,对于这种类型的应力源,通过在特定顶板中进行压裂形成破裂带;底板中的高应力主要来源于褶皱的轴部和构造应力(在图2-3、图2-4的向斜构造和背斜构造结构下,由图中的应力线得知,应力集中在底板中),以及倾斜煤层回采动压的底板(在图2-5、图2-6中回采工作面处的影响下,由应力线可看出,底板中应力集中)。参见图2-2和图2-4、图2-6,具体地,在巷道内向应力集中的目标围岩处施工钻孔,钻孔末端的垂直位置位于目标围岩内,目标围岩是顶板、底板或两帮中的一种或多种(例如2-1和图2-2的顶板或图2-3、图2-4以及图2-5、图2-6的底板,),在钻孔孔内进行压裂,压裂形成的裂缝连接起来构成“切阻断圆”或者“切阻断线”,最终通过“切阻断圆”“切阻断弧”主动阻断高应力向巷道的传播。

[0070] 三、让压

[0071] 参见图1、图8和图9,在深部矿井高地应力巷道或者受地质构造带高应力影响的巷道,在巷道内向围岩施工钻孔,然后进行压裂,在围岩内形成一圈人为的弱结构区,称为“压裂圈”;“压裂圈”是具有一定宽度的弱化带,考虑到工程实际,“压裂圈”与巷道距离不能过近,否则会破坏巷道自身的支护体和围岩的完整性,“压裂圈”的内边界称为巷道的“保护圆”。在“压裂圈”范围内进行压裂,可以将高应力让至深部,使巷道位于低应力圈内,使巷道及“保护圆”内的完整围岩位于低应力圈内。“保护圆”范围与巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度等因素有关。如图3至图7,一方面当不存在坚硬悬顶,无法通过“切阻断弧”为巷道卸压,另一方面如图2所示,也无法利用“切阻断圆”主动阻断采动应力的传播或者深部巷道已经处于高应力状态,因此可采用让压的方法。图8为向已经施工完的巷道两帮施工钻孔,钻孔深度施工至“压裂圈”外边界,从图中俯视来看,即图中的“压裂区”外边界,切阻断弧为图纸上根据巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度设计的,每个钻孔内在“保护圆”位置进行封孔,从图中俯视来看,即图中的“保护线”,压裂钻孔内“压裂区”部分。在巷道的两侧依次是煤柱、保护线、压裂区,在阻断线和保护线之间的弱结构区起到让压的目的,图9中是在掘进巷道的迎头向前进方向施工钻孔,在掘进巷道的迎头及前进方向的两侧,向前进方向扇形施工钻孔,钻孔深度施工至“压裂圈”外边界,“压裂圈”外边界为图纸上根据保护圆半径和弱化带宽度计算得到的,其与巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度设计有关,每个钻孔内在保护圆所在的位置进行封孔,压裂钻孔内“压裂区”部分。根据巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度,留设一定宽度的安全煤柱,一般保留3~10m的安全煤岩柱屏障进行压裂。压裂圈的存在,在保护巷道周边的围岩和支护体免遭破坏,使巷道围岩稳定可靠的条件下,在巷道外人为形成了一个弱化带,主动将高应力转移到压裂圈之外,使得巷道处于较低的可控的水平。

[0072] 在应力转移的各种方法中,所述压裂的方式可以采用水力压裂、气体压裂、CO₂相变压裂、电磁炮压裂、膨胀胶囊压裂或膨胀螺丝机械压裂。水力割缝定向水力压裂技术整体

运行费用比较低,相比于用炸药爆破处理相同工程量的坚硬顶板,水力割缝定向水力致裂的运行费用不足后者的1/10。经水力割缝定向水力致裂后,临空巷道没有出现冲击性来压,保障了矿井的安全生产。一次冲击性来压损坏单体支柱数量按30根计算,一根单体支柱购置安装成本2000元,例举同煤集团同忻矿5105巷共减少冲击性来压20次,由此计算,单条巷道水力致裂后减少损失120万元。采用水力致裂后,减少了维护超前支护段对工作面正常生产的影响,工作面年产原煤可增产50万吨,创造效益约9320万元。

[0073] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明做任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质,对以上实施例所做出任何简单修改和同等变化,均落入本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:首先根据巷道所处的应力环境,找出目前已经或者以后可能会导致巷道发生强地压的应力源,然后针对性的施工钻孔进行压裂,在巷道围岩内形成一圈“人为弱化带”,即“压裂圈”;压裂圈的半径由在支护体的边缘留设一定宽度的安全煤岩柱屏障来确定;压裂圈的宽度根据围岩结构、地应力条件和施工工艺情况确定,地应力越大,压裂圈的宽度就越大。

2. 根据权利要求1所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:宽度大的压裂圈,采用施工钻孔、整段压裂;窄压裂圈,即“切阻断圆”采用施工钻孔、预割缝、孔底压裂。

3. 根据权利要求2所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:“压裂圈”的形式根据条件的不同而变化:

当需要阻断高应力和采动应力向巷道传播时,在所述巷道内向应力集中的目标围岩处施工钻孔,钻孔末端的垂直位置位于目标围岩内,目标围岩是顶板、底板或两帮中的一种或多种;调节压裂段的长度来控制形成的压裂圈宽度,较小宽度的压裂圈近似为一个压裂圆,称为“切阻断圆”,利用“切阻断圆”主动切断采动应力和深部矿井远场传递过来的高应力以及地质构造带的高应力,实现应力阻断;

当需要切断坚硬悬顶的时候,形成的压裂圈不仅宽度较小,而且仅需要压裂圈的一部分即可达到目的,此时的压裂圈称为“切阻断弧”,利用“切阻断弧”主动切断坚硬悬顶对巷道卸荷减负。

4. 根据权利要求3所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:在所述顶板中存在一层或者多层坚硬的岩层时,

在巷道内斜向坚硬顶板中施工钻孔,巷道和采空区中间具有一定宽度的煤柱,钻孔末端在水平方向的位置内错入煤柱一定距离,钻孔末端在竖直方向的位置位于坚硬顶板的中心,在钻孔中预先割缝,然后进行压裂,单个压裂形成的裂缝沿着导向割缝扩展并延伸,形成一条或者多条以钻孔的末端为中心,具有一定方向性和范围的裂缝面,在巷道长轴方向上成排的施工钻孔并进行压裂,压裂形成的裂缝连通或间隔,整体切断坚硬悬顶,从源头把高应力消除;

对于顶板坚硬容易造成大面积顶板悬而不断的矿井,在工作面回采过后形成的悬顶,进行事后压裂切断,或者在工作面回采之前,预先按照设计对坚硬顶板进行压裂,形成破裂面,待工作面回采过后,已经压裂切断的顶板在重力作用下自行垮落,避免坚硬悬顶的产生;

“切阻断圆”和“切阻断弧”切断传播应力的所有目标岩层;坚硬悬顶的“切阻断弧”为切断坚硬悬顶的破裂面,称为断顶线,断顶线的最佳位置为煤柱塑性区和破碎区的交界线。

5. 根据权利要求4所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法,其特征是:在巷道内沿着巷道方向向所述坚硬悬顶成排间隔施工长钻孔和短钻孔,长钻孔和短钻孔的末端在垂直方向上位于坚硬顶板的中心;其中,长短孔仰角小,距离长,更靠近采空区侧,更远离巷道,短钻孔仰角大,距离小,更远离采空区侧,更靠近巷道;长钻孔末端位置呈线性分布,作为主要压裂孔,短钻孔靠近巷道侧,钻孔末端位置呈线性分布,作为辅助压裂孔;沿着巷道方向上呈现长钻孔-短钻孔-长钻孔的连续交错布置方式,长短钻孔之间存在一定的间距,在钻孔中先预割缝后压裂,在主要压裂孔和辅助压裂孔形成“长孔压裂弧”和“短孔压裂

弧”，“长孔压裂弧”用来切断坚硬顶板岩层，“短孔压裂弧”用来阻断顶板断裂形成的冲击能量对巷道的影响。

6. 根据权利要求4所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法，其特征是：

当存在两层或者多层坚硬顶板时，在每一层坚硬顶板内对应布置一组钻孔，几层坚硬顶板就对应几层钻孔，同一层坚硬顶板的一组钻孔布置方式完全相同，钻孔末端的竖直方向位于坚硬顶板的中心，对多层坚硬顶板分层压裂，使得多层坚硬顶板分层断裂。

7. 根据权利要求2所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法，其特征是：在深部矿井高地应力巷道在掘进成型初期或者回采工作面的超前应力影响巷道之前，或者受地质构造带高应力影响的巷道，在巷道内向顶板、底板或两帮中施工钻孔至传递应力的目标岩层或者整个围岩中，然后封孔、预割缝、孔底压裂，形成窄压裂带或裂缝面，即“切阻断圆”，通过“切阻断圆”来阻隔高应力向巷道方向的传播，实现应力转移。

8. 根据权利要求2所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法，其特征是：在深部矿井高地应力巷道或者受地质构造带高应力影响的巷道，在巷道内向顶板、底板或两帮中施工钻孔至传递应力的目标岩层或者整个围岩中，然后封孔和整段压裂，形成具有一定宽度的“压裂圈”，该“压裂圈”将高应力让至深部，使巷道及“保护圆”内的完整围岩位于低应力圈内，实现应力转移。

9. 根据权利要求8所述的一种基于“压裂圈”的强地压巷道应力转移方法，其特征是：向已经施工完的巷道一帮或者两帮施工钻孔，在巷道“压裂圈”内进行压裂，或者在掘进巷道的迎头向前进方向扇形施工钻孔，在前进方向的“压裂圈”内进行压裂，根据巷道形式、围岩条件、周边地应力水平以及支护范围和强度，保留3~10m的安全煤岩柱屏障进行压裂。

10. 根据权利要求1所述的一种基于压裂圈的强地压巷道应力转移方法，其特征是：所述压裂的方式采用水力压裂、气体压裂、CO₂相变压裂、电磁炮压裂、膨胀胶囊压裂或膨胀螺丝机械压裂。

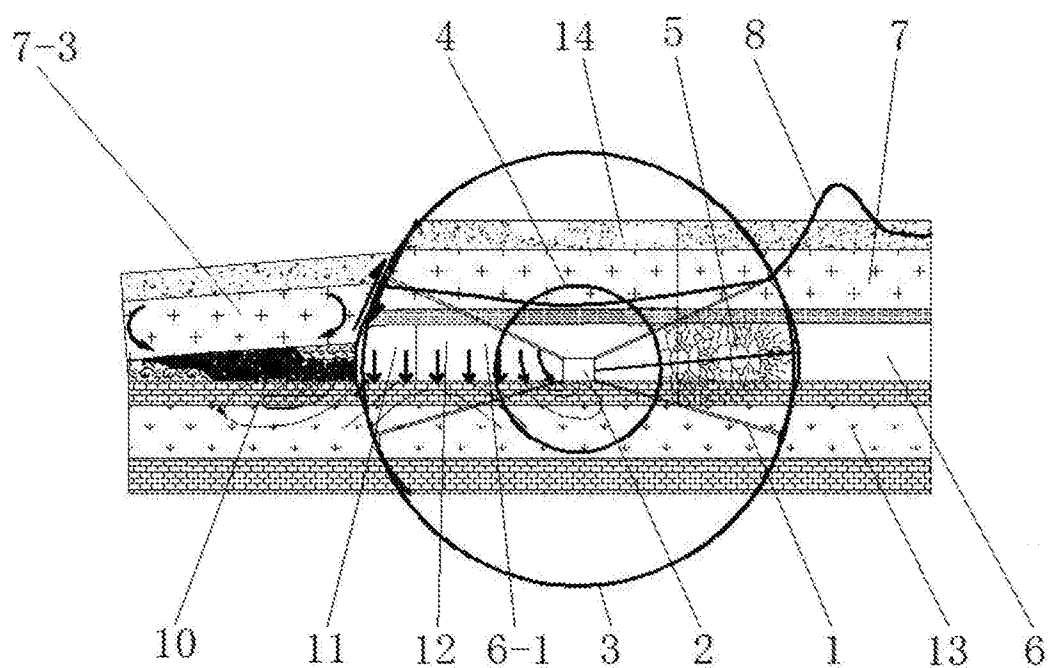


图1

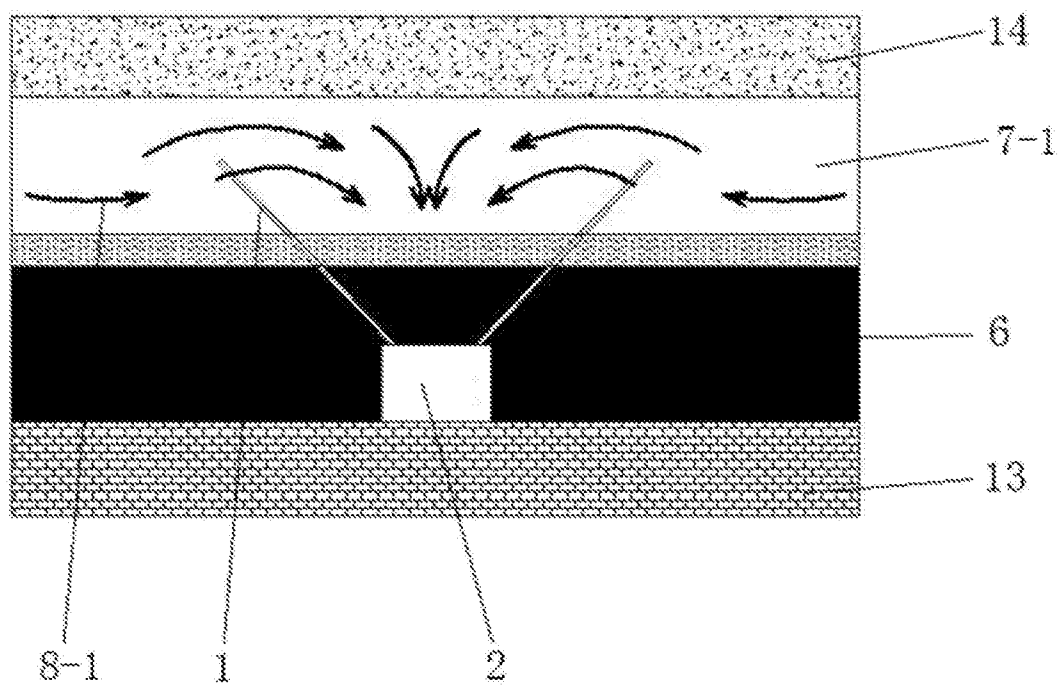


图2-1

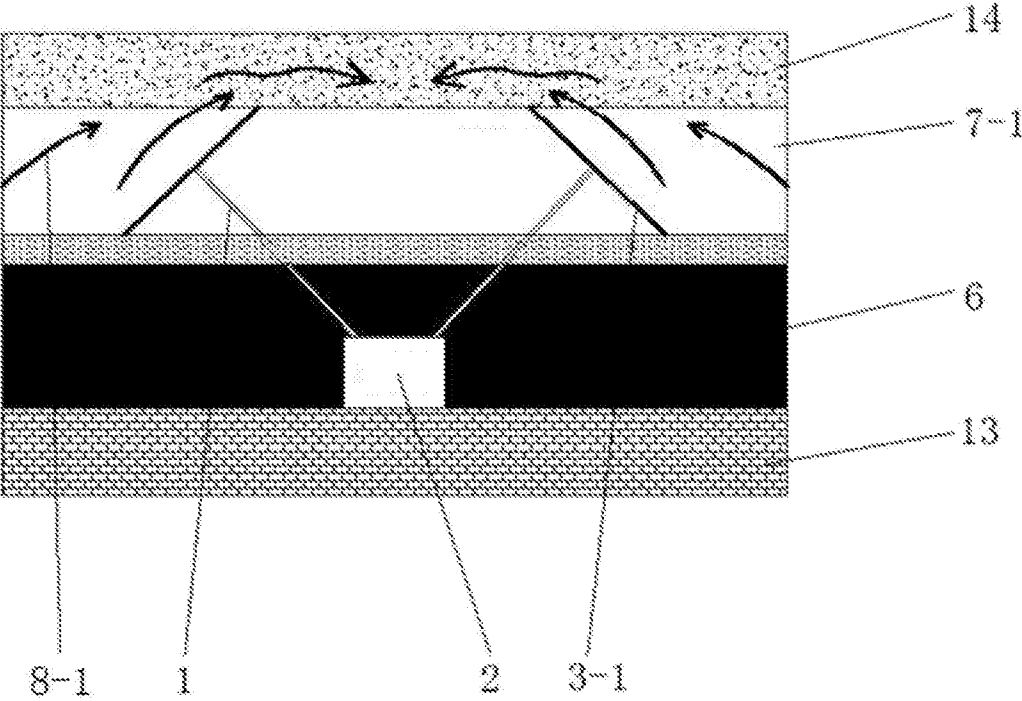


图2-2

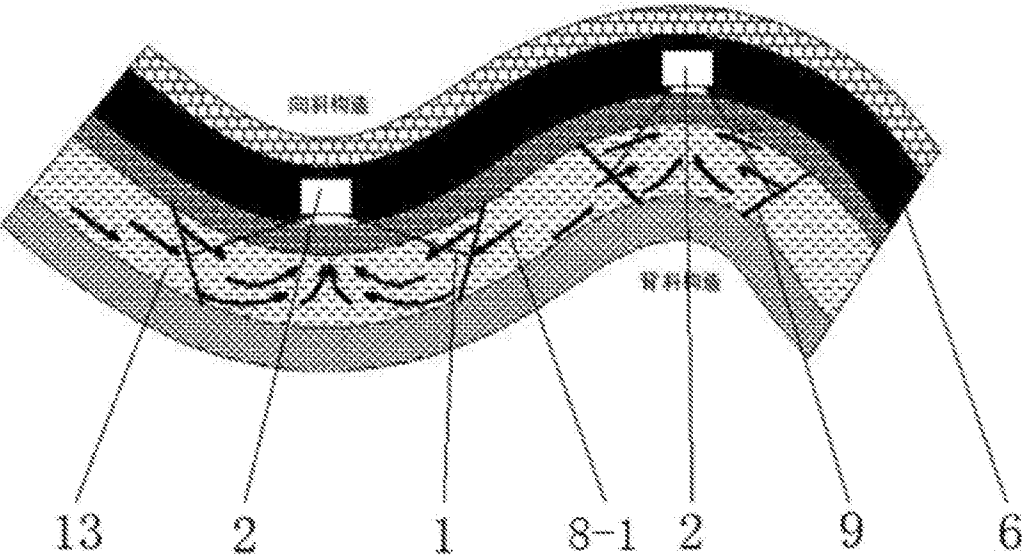


图2-3

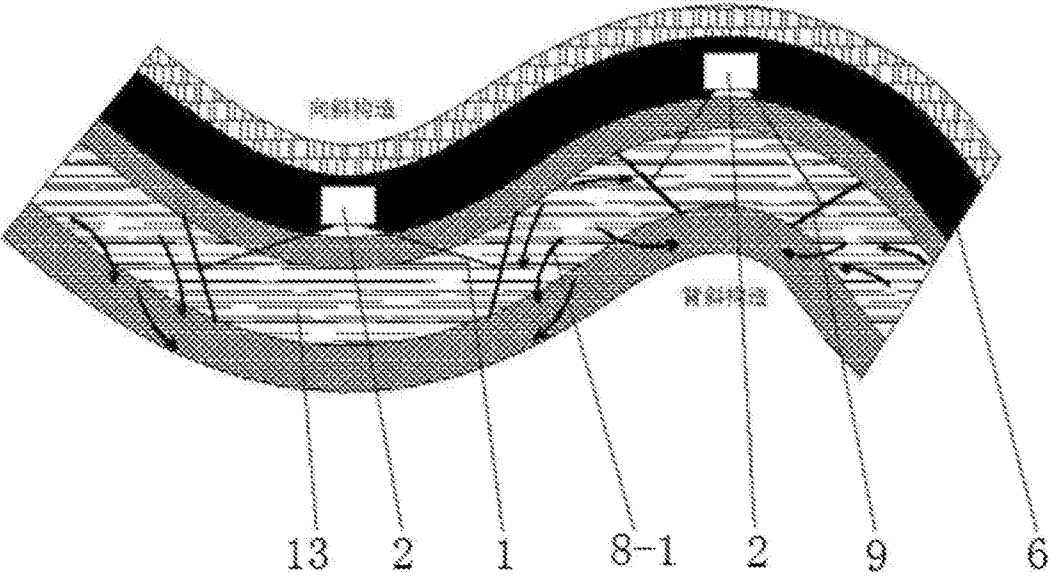


图2-4

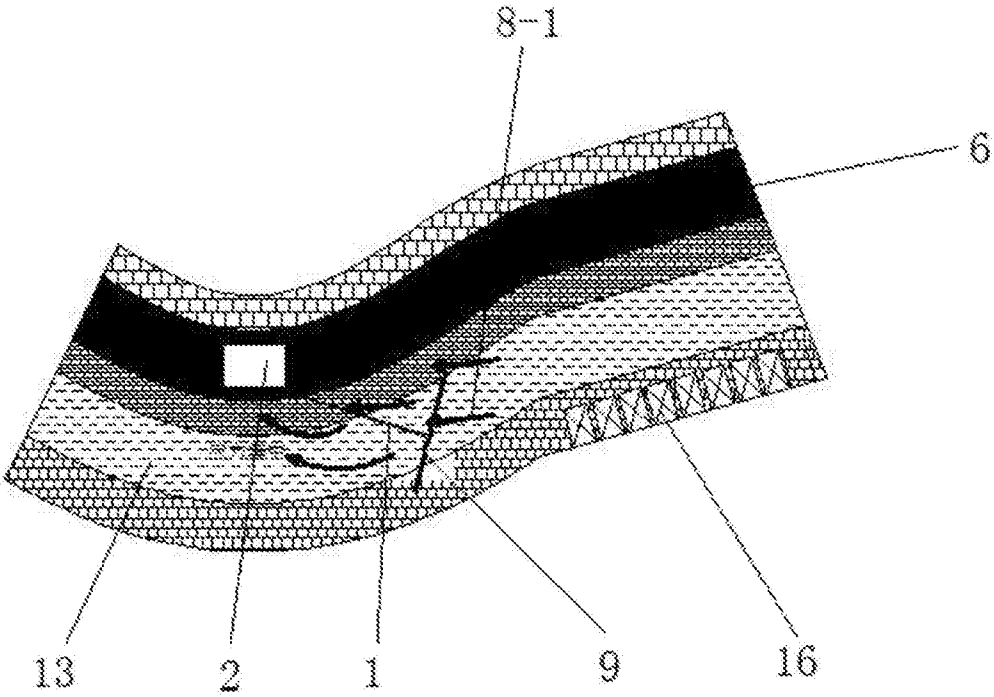


图2-5

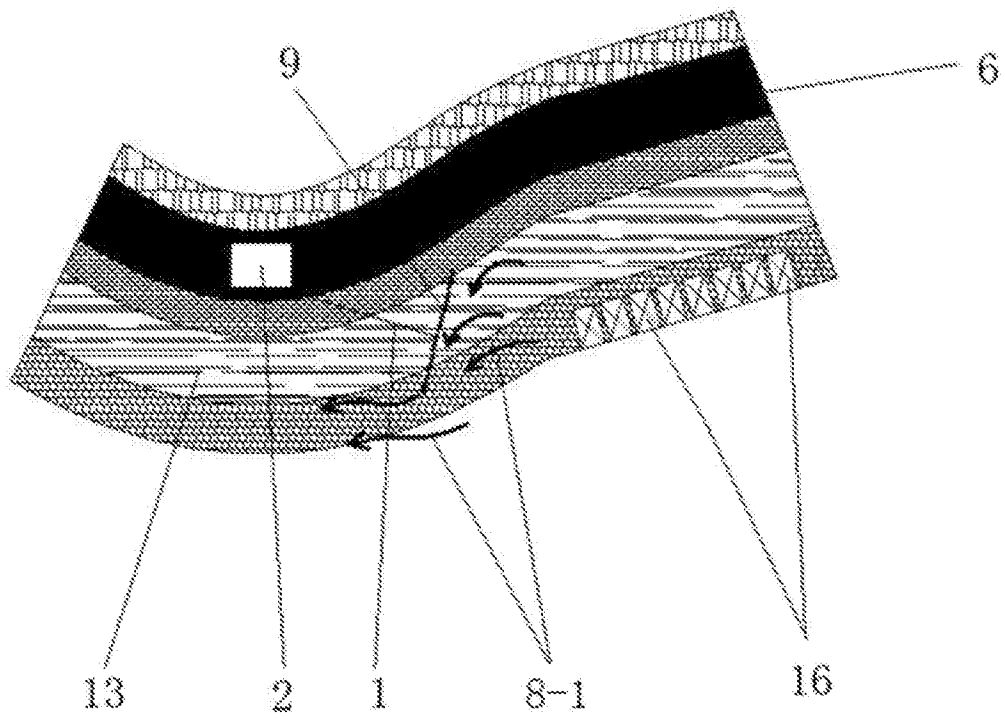


图2-6

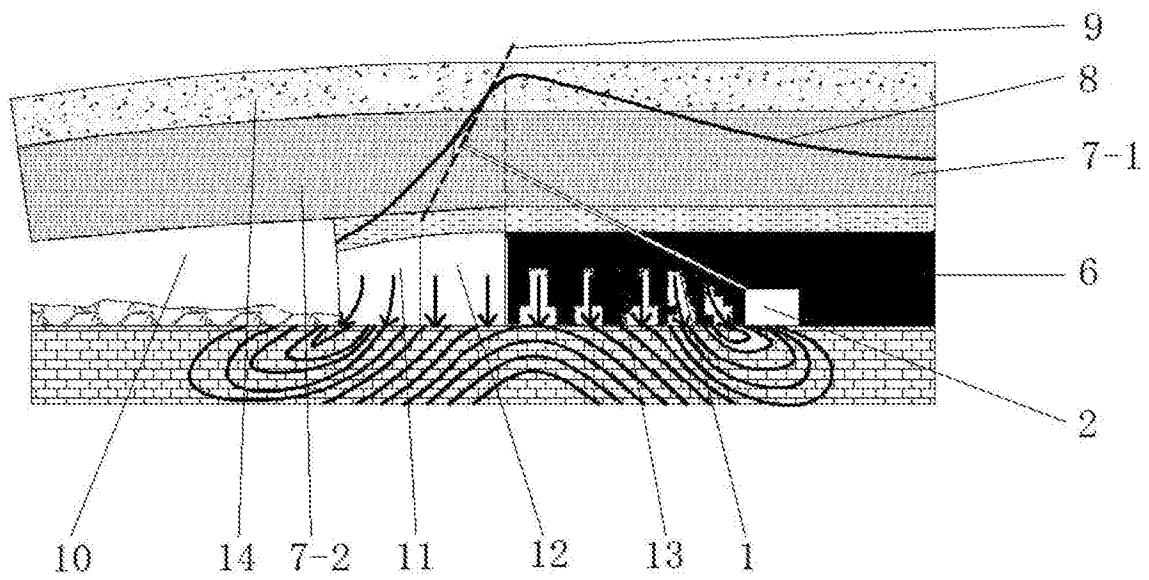


图3-1

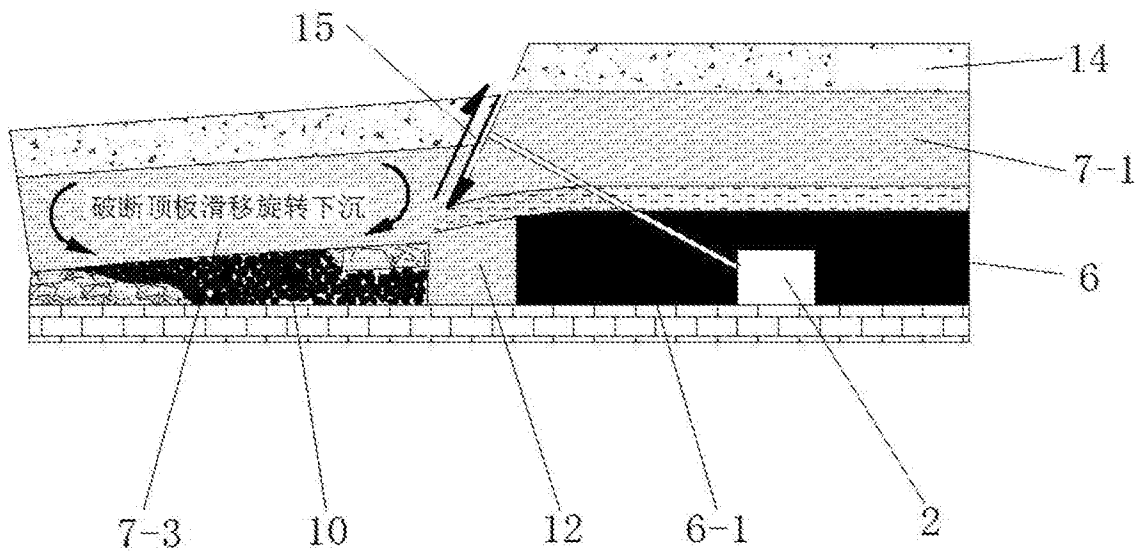


图3-2

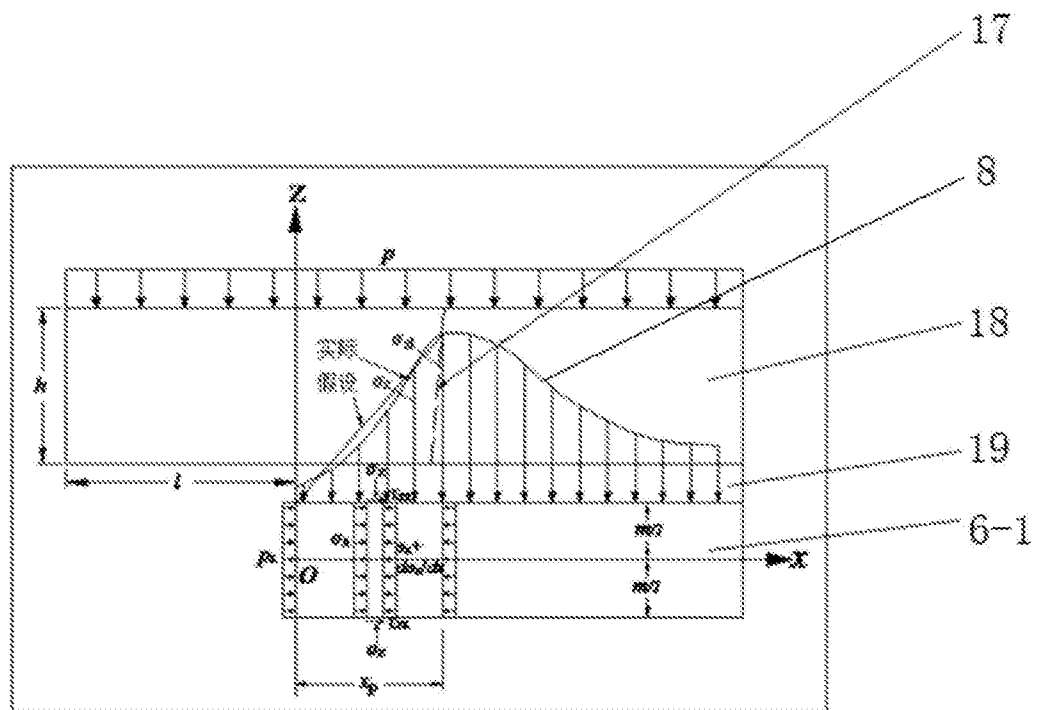


图4

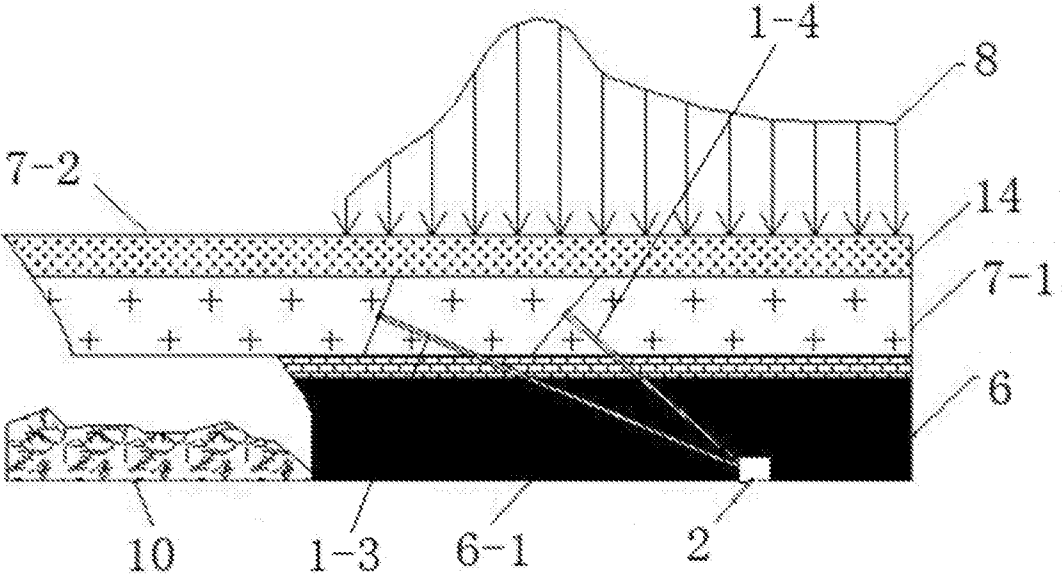


图5-1

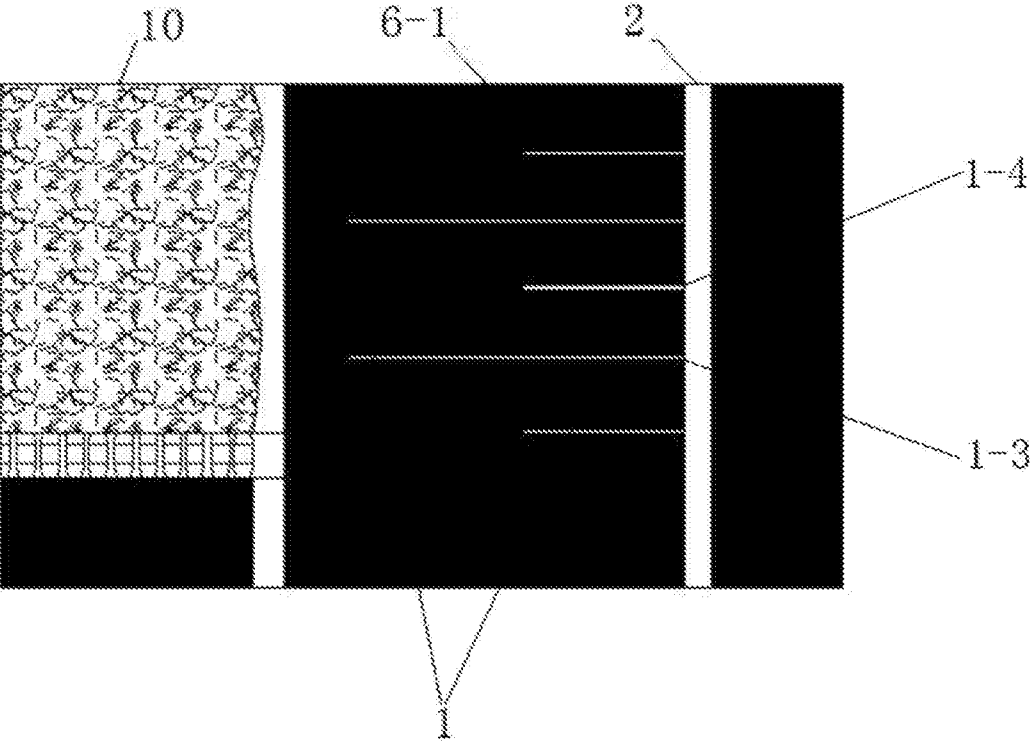


图5-2

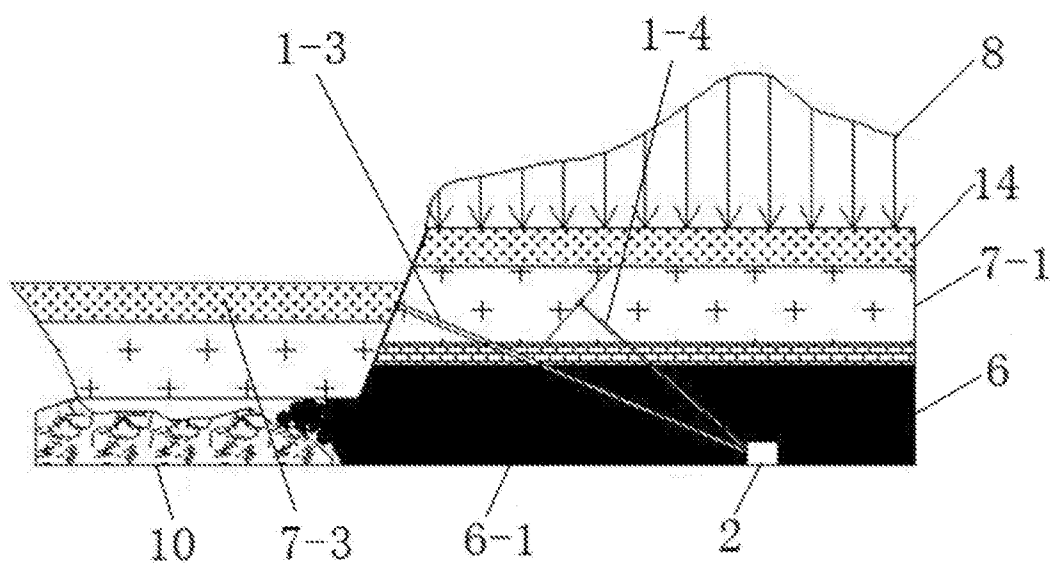


图6-1

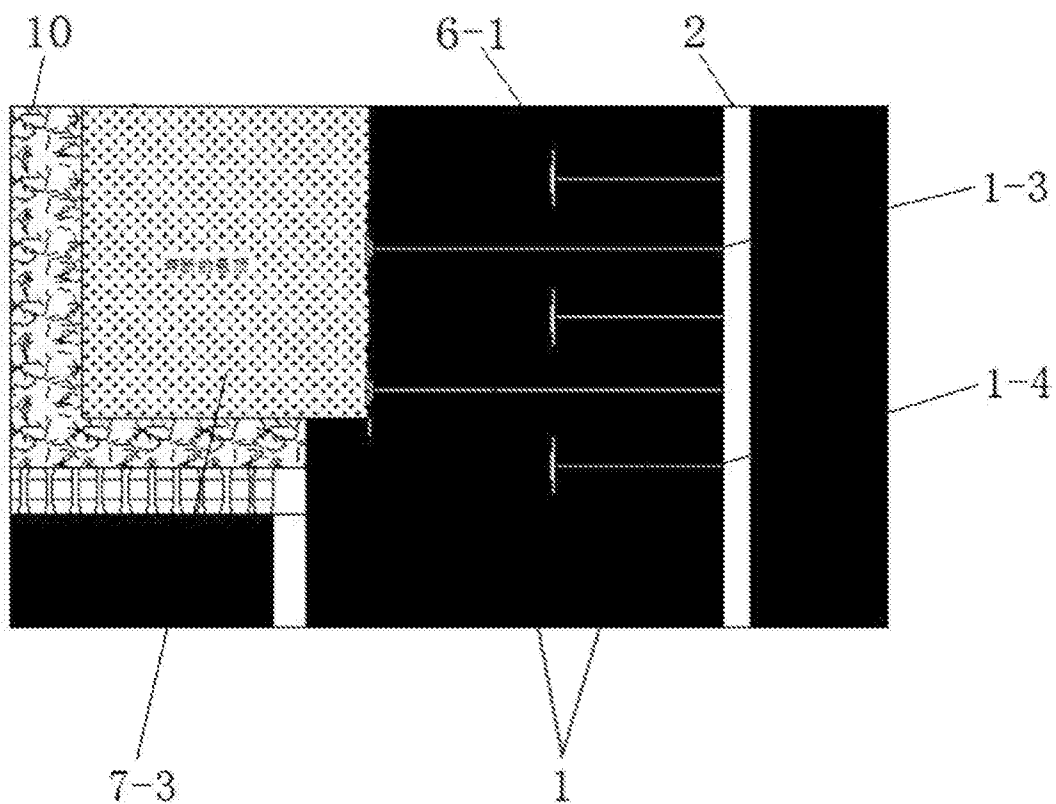


图6-2

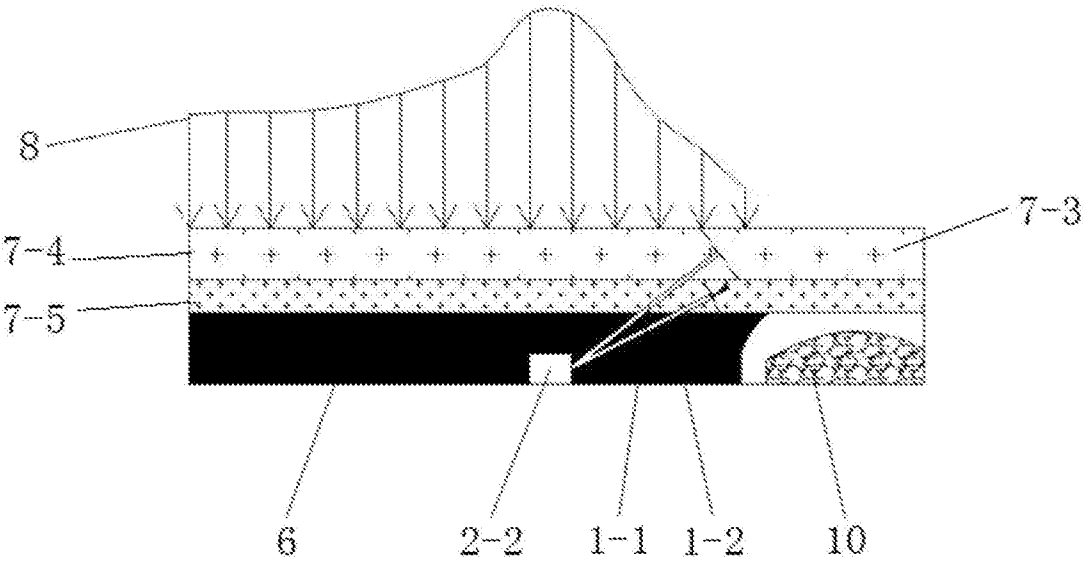


图7-1

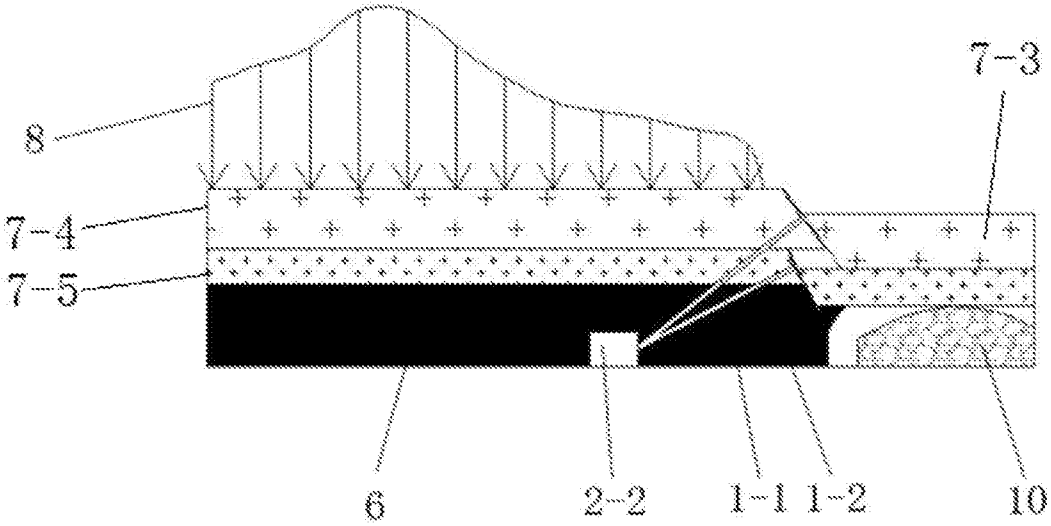


图7-2

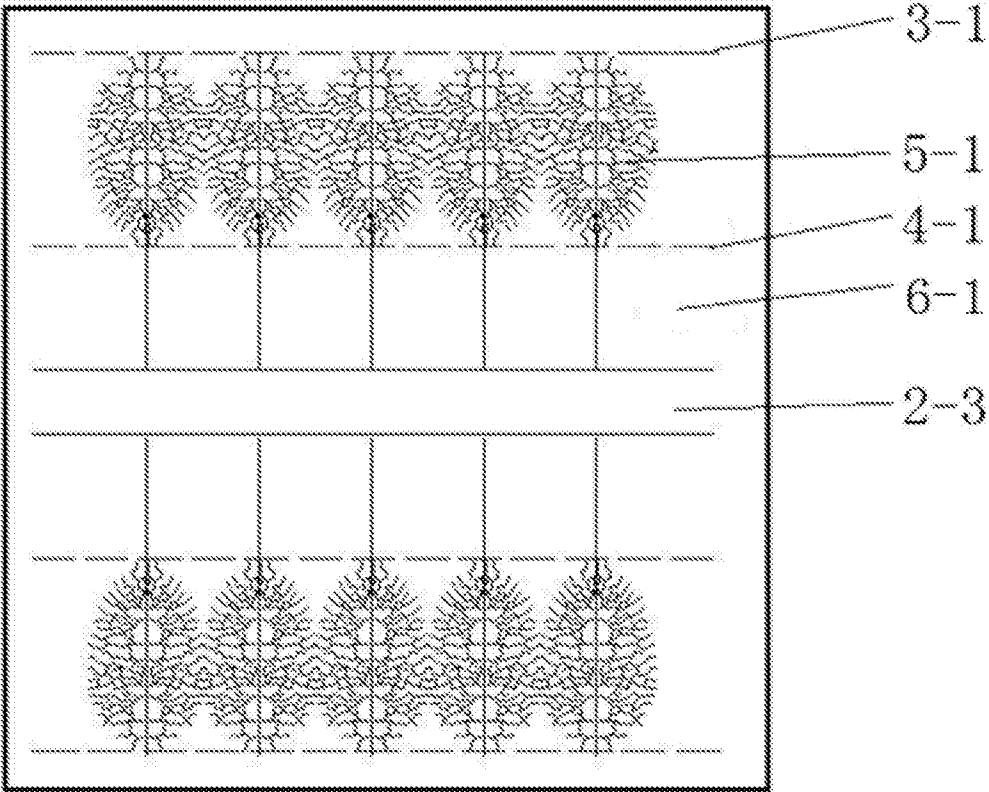


图8

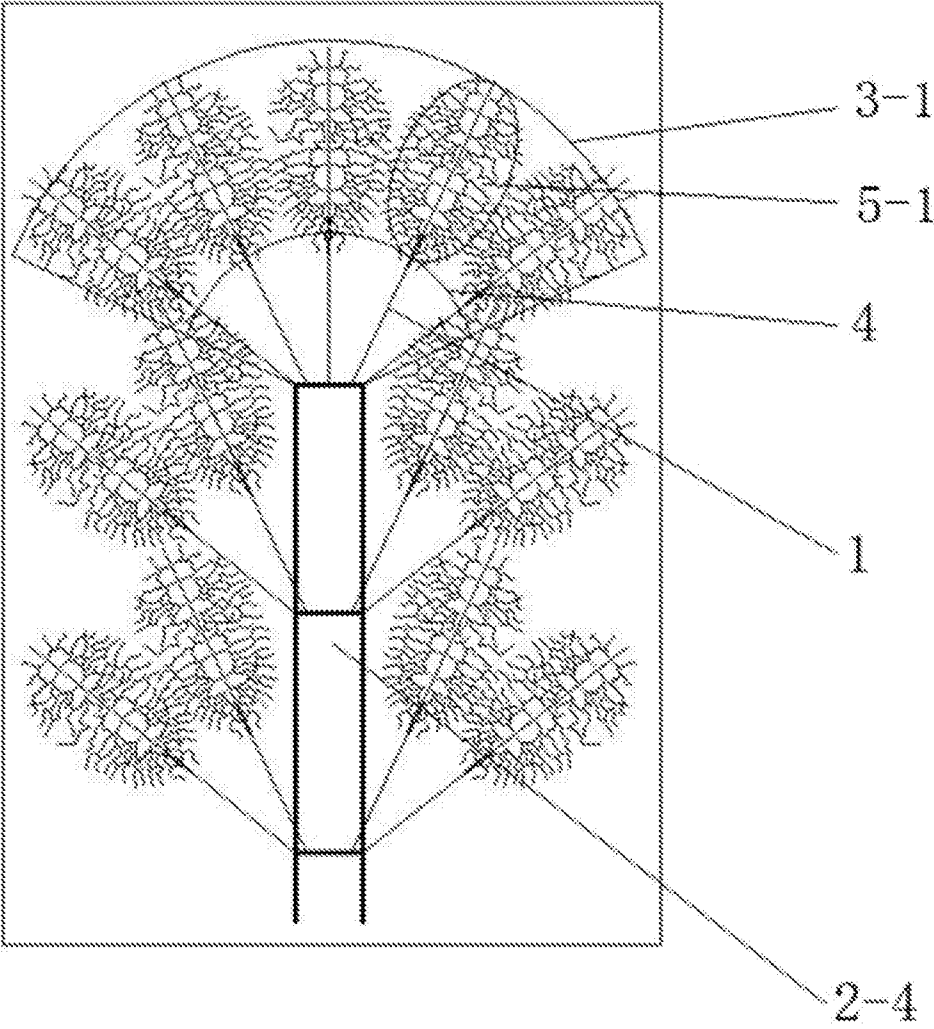


图9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/104696

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21D 9/00 (2006.01) i; E21B 43/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21D; E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CJFD, PATENTICS: 压裂圈, 压裂, 地压, 巷道, 应力, 转移, 移除, 消除, 弱化, 岩柱, 屏障, 施工, rock, structure, press, transfer, ring, stress, width

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107083961 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY et al.) 22 August 2017 (22.08.2017), claims 1-10	1-10
A	CN 106401609 A (INSTITUTES OF TECHNOLOGY OF HE'NAN) 15 February 2017 (15.02.2017), entire document	1-10
A	CN 103726872 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING et al.) 16 April 2014 (16.04.2014), entire document	1-10
A	CN 102518471 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF SHANDONG) 27 June 2012 (27.06.2012), entire document	1-10
A	CN 104763432 A (ANHUI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 July 2015 (08.07.2015), entire document	1-10
A	WO 2012/174586 A2 (GRAY, IAN) 27 December 2012 (27.12.2012), entire document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January 2018

Date of mailing of the international search report
06 February 2018

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
CHENG, Yingxin
Telephone No. (86-10) 53962870

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/104696

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4245699 A (STAMICARBON) 20 January 1981 (20.01.1981), entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/104696

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107083961 A	22 August 2017	None	
CN 106401609 A	15 February 2017	None	
CN 103726872 A	16 April 2014	CN 103726872 B	13 January 2016
CN 102518471 A	27 June 2012	None	
CN 104763432 A	08 July 2015	CN 104763432 B	15 March 2017
WO 2012174586 A2	27 December 2012	CN 103781993 A	07 May 2014
		CA 2840118 A1	27 December 2012
		AU 2012272545 A1	16 January 2014
		US 9273553 B2	01 March 2016
		US 2014117739 A1	01 May 2014
		AU 2012272545 B2	05 January 2017
		EP 2723986 A2	30 April 2014
US 4245699 A	20 January 1981	EP 0002877 B1	05 August 1981
		EP 0002877 A2	11 July 1979
		DE 2860925 D1	05 November 1981

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/104696

A. 主题的分类

E21D 9/00(2006.01)i; E21B 43/26(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

E21D; E21B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CPRSABS, DWPI, SIPOABS, CJFD, PATENTICS 压裂圈、压裂、地压、巷道、应力、转移、移除、消除、弱化、岩柱、屏障、施工、rock、structure、press、transfer、ring、stress、width

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 107083961 A (中国矿业大学等) 2017年 8月 22日 (2017 - 08 - 22) 权利要求1-10	1-10
A	CN 106401609 A (河南理工大学) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 全文	1-10
A	CN 103726872 A (北京科技大学等) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 全文	1-10
A	CN 102518471 A (山东科技大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-10
A	CN 104763432 A (安徽理工大学) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 全文	1-10
A	WO 2012/174586 A2 (GRAY, IAN) 2012年 12月 27日 (2012 - 12 - 27) 全文	1-10
A	US 4245699 A (STAMICARBON) 1981年 1月 20日 (1981 - 01 - 20) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 1月 18日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 6日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

程应欣

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)53962870

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/104696

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107083961	A	2017年 8月 22日	无			
CN	106401609	A	2017年 2月 15日	无			
CN	103726872	A	2014年 4月 16日	CN	103726872	B	2016年 1月 13日
CN	102518471	A	2012年 6月 27日	无			
CN	104763432	A	2015年 7月 8日	CN	104763432	B	2017年 3月 15日
WO	2012/174586	A2	2012年 12月 27日	CN	103781993	A	2014年 5月 7日
				CA	2840118	A1	2012年 12月 27日
				AU	2012272545	A1	2014年 1月 16日
				US	9273553	B2	2016年 3月 1日
				US	2014117739	A1	2014年 5月 1日
				AU	2012272545	B2	2017年 1月 5日
				EP	2723986	A2	2014年 4月 30日
US	4245699	A	1981年 1月 20日	EP	0002877	B1	1981年 8月 5日
				EP	0002877	A2	1979年 7月 11日
				DE	2860925	D1	1981年 11月 5日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)