



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111270987 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 202010064329.X

(22) 申请日 2020.01.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111270987 A

(43) 申请公布日 2020.06.12

(73) 专利权人 中国矿业大学
地址 221000 江苏省徐州市铜山区大学路1号

(72) 发明人 王恩元 张超林 刘晓斐 沈荣喜 冯小军

(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 陆志斌

(51) Int. Cl.
E21B 7/02 (2006.01)
E21B 7/04 (2006.01)
E21B 43/26 (2006.01)
E21B 47/00 (2012.01)
E21B 47/06 (2012.01)

(56) 对比文件

CN 102296957 A, 2011.12.28
CN 107083961 A, 2017.08.22
CA 1202882 A, 1986.04.08
CN 109736805 A, 2019.05.10
CN 109598102 A, 2019.04.09
CN 110410053 A, 2019.11.05
CN 103821516 A, 2014.05.28
CN 102777180 A, 2012.11.14
CN 110145233 A, 2019.08.20

李宏艳等. 煤矿冲击地压灾害防控技术研究现状及展望. 《煤炭科学技术》. 2019, 第47卷 (第1期),

刘晓斐等. 孤岛工作面冲击地压危险综合预测及效果验证. 《采矿与安全工程学报》. 2010, 第27卷 (第2期),

王恩元等. 坚硬顶板断裂震源模型及应力波远场震动效应. 《采矿与安全工程学报》. 2018, 第35卷 (第4期),

审查员 熊陈微

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

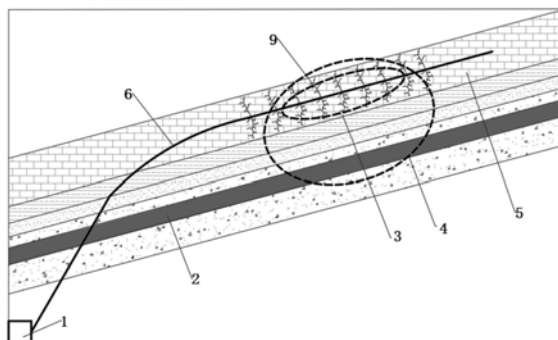
(54) 发明名称

一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法

(57) 摘要

本发明公开了一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法, 根据地质及采矿条件, 分析评价采掘工程及相邻各区域的冲击危险性, 确定冲击震动源、应力波传播路径及冲击地压危险区, 制定定向钻进和分段可控压裂关键技术工艺参数, 利用定向钻机向冲击震动源或冲击应力波传播路径区域施工定向长钻孔及分支钻孔, 采用后退式、逐级、分段可控压裂, 通过监测并反演分析定向钻孔分段压裂有效影响区域, 定量评价远程区域精准防控效果。该方法能有效降低高位顶板弯曲能、断裂能、冲击能和构造活化能, 或者切断冲击应力波传播路径或降低应力波传播强度, 最终实现远程、区域精准高效防控冲击地压, 特

别适合于顶板断裂型和构造活化型等大型冲击地压的防治。



CN 111270987 B

1. 一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,其特征在於,包括以下步骤:

a、根据地质及采矿条件,分析评价采掘工程及相邻各区域的冲击危险性,确定冲击地压主控因素,判断冲击震动源的位置和强度,确定冲击地压危险区域(4);

b、若步骤a判断受到顶板断裂的影响;在步骤a的基础上,根据冲击震动源(3)、冲击地压危险区域(4)的位置和范围及煤岩层属性、特征参数,并结合室内煤岩试样动载应力波能量分析结果,确定顶板断裂冲击震动源(3)的实际能量;

c、若步骤a判断受到断层活化的影响,在步骤a的基础上,还需要确定断层活化冲击应力波传播路径(13);

d、根据步骤b或步骤c的参数,制定煤矿井下远程区域精准防控工艺参数,包括:定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向;

e、根据步骤d的设计,利用千米定向钻机通过钻场(1)向高位顶板冲击震动源(3)或冲击应力波传播路径(13)区域施工定向长钻孔(6)及若干个分支钻孔;再依次下入压裂管和封隔器,采用从钻孔深处由内向外,按照后退式、逐级、分段进行可控压裂;

f、反演研究定向钻孔分段压裂的有效影响区域,并对比分段可控压裂前后顶板断裂冲击震动源的实际能量;检测是否达到预期目标。

2. 根据权利要求1所述的煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,其特征在於:步骤b中,煤矿顶板(5)断裂震源的实际能量来源包含:顶板弯曲能、断裂能和冲击能三部分;实际能量的获得包括如下步骤:

b1、将顶板断裂前岩层结构简化为弹性基础梁结构,综合考虑顶板(5)及上覆岩层的压力、采面超前支承压力影响范围、断裂前顶板(5)悬顶长度、顶板(5)岩性及物理力学性质,分析顶板位移变化和弯矩变化,可计算得到顶板弯曲能;

b2、通过上覆岩层厚度、顶板(5)断裂后弹性梁发生压缩、反弹的空间区域位置,研究顶板(5)破断过程中的能量聚积与释放过程,计算得到顶板(5)断裂能;

b3、根据顶板(5)岩性及物理力学性质、顶板(5)厚度、断裂尺度、悬空长度和高度、距离巷道或工作面距离,可计算得到顶板断裂后作用于巷道或工作面的冲击能;

b4、综合考虑煤矿煤岩层赋存特征和物理力学性质,结合采场结构及演化特征、能量转换及守恒理论,即可确定顶板断裂震源的实际能量。

3. 根据权利要求1所述的煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,其特征在於:在步骤d的实施中,包括:结合步骤a和步骤b或步骤a和步骤c的结果,根据试验矿井巷道所在的煤岩层及巷道三区的实际地质条件,以弹性/弹塑性材料为基础,建立几何模型,采用有限元数值模拟方法,进行单段压裂、双段分段压裂和多段压裂数值模拟实验,制定并优化包括:定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向关键技术的工艺参数。

4. 根据权利要求1所述的煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,其特征在於:步骤e的实施中,所述千米定向钻机钻井工作过程中,钻孔穿透冲击震动源(3)或冲击地压危险区域(4)在15米以上;同时若干个分支钻孔空白区不大于5米。

5. 根据权利要求1所述的煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,其特征在於:所述步骤f的实施中,采用微震监测和震动定位分析,研究刻画远距离定向钻孔分段压裂裂缝的长度、宽度、高度、大小和扩展方向的空间分布形态及其动态扩展过程,确定远距离分段压

裂有效影响范围,并结合顶板断裂冲击震动源实际能量的降低量,综合定量评价远程区域精准防控效果。

一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种防控冲击地压方法,具体涉及一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法。

背景技术

[0002] 统计表明,我国80%以上冲击地压矿井存在厚层坚硬顶板。深部煤炭和资源开采过程中,厚层坚硬顶板对冲击地压的影响,其一是大面积悬顶使局部煤体垂直应力集中程度更高,能量密度更大,其二是顶板的大面积突然断裂形成的强烈动载瞬间导致煤岩体的动力失稳。具有冲击范围广、释放能量高、发生突然而猛烈的特点,容易造成巨大的破坏。顶板断裂型和断层活化型冲击地压是造成近年煤矿深部开采过程中重特大冲击地压时有发生的主要原因。

[0003] 目前针对冲击地压治理,主要有区域防治措施和局部解危措施。其中区域防治措施有卸压保护层开采、顶板预裂、底板预裂和煤层注水等;局部解危措施主要有局部深孔卸压爆破、大直径钻孔卸压、水力压裂、水力割缝等。

[0004] 卸压保护层开采存在多数煤矿无卸压保护层或选择合适的卸压保护层非常难的问题,后三种区域措施和局部措施则存在单孔措施作用范围小、措施工程量大、可控性和精准性差、效率低,而且均是在工作面、巷道等采掘空间中实施,对生产影响大,而且近距离施工容易诱发冲击地压灾害或事故,措施施工有风险。

[0005] 据最新研究结果表明,冲击地压是顶板断裂、断层活化或大范围煤体破断等产生震动应力波,应力波传播并与采动空间高应力或高应力梯度围岩耦合,造成采掘空间围岩和支护系统区域性瞬间破坏,并破坏采掘空间。因此,有效防控冲击地压必须从冲击震源、应力传播路径和高应力/高应力梯度围岩等三个冲击地压演化区域实施,特别是有效控制前二者,才能有效防控重特大型冲击地压。

[0006] 对比,本发明提出一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法。

发明内容

[0007] 为了解决远距离防控区域发生冲击地压的问题,本发明提供一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用如下的技术方案:一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,包括以下步骤:

[0009] a、根据地质及采矿条件,分析评价采掘工程及相邻各区域的冲击危险性,确定冲击地压主控因素,判断冲击震动源的位置和强度,确定冲击地压危险区域;

[0010] b、若步骤a判断受顶板断裂影响;在步骤a的基础上,根据冲击震动源、冲击危险区域的位置和范围及煤岩层属性、特征参数,并结合室内煤岩试样动载应力波能量分析结果,确定顶板断裂冲击震动源的实际能量;

[0011] c、若步骤a判断受断层活化影响,在步骤a的基础上,还需要确定断层活化冲击应

力波传播路径；

[0012] d、根据步骤b或步骤c的参数，制定煤矿井下远程区域精准防控技术参数，包括：定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向；

[0013] e、根据步骤d的设计，利用千米定向钻机通过钻场向高位顶板冲击震动源或冲击应力波传播路径区域施工定向长钻孔及若干个分支钻孔；再依次下入压裂管和封隔器，采用从钻孔深处由内向外，按照后退式逐级分段可控压裂；

[0014] f、反演研究定向钻孔分段压裂的有效影响区域并对比分段可控压裂前后顶板断裂冲击震动源的实际能量；检测是否达到预期目标。

[0015] 进一步地，在步骤b中，煤矿顶板断裂震源的实际能量来源包含：顶板弯曲能、断裂能和冲击能三部分；实际能量的获得包括如下步骤：

[0016] b1、将顶板断裂前岩层结构简化为弹性基础梁结构，综合考虑顶板及上覆岩层的压力、采面超前支承压力影响范围、断裂前顶板悬顶长度、顶板岩性及物理力学性质，分析顶板位移变化和弯矩变化，可计算得到顶板弯曲能；

[0017] b2、通过上覆岩层厚度、顶板断裂后弹性梁发生压缩、反弹的空间区域位置，研究顶板破断过程中的能量聚积与释放过程，计算得到顶板断裂能。

[0018] b3、根据顶板岩性及物理力学性质、顶板厚度、断裂尺度、悬空长度和高度、距离巷道或工作面距离，可计算得到顶板断裂后作用于巷道或工作面的冲击能。

[0019] b4、综合考虑煤矿煤岩层赋存特征和物理力学性质，结合采场结构及演化特征、能量转换及守恒理论，即可确定顶板断裂震源的实际能量。

[0020] 进一步地，在在步骤d的实施过程中，包括：结合步骤a和步骤b或步骤a和步骤c的结果，根据试验矿井巷道所在的煤岩层及巷道三区实际地质条件，以弹性/弹塑性材料为基础，建立几何模型，采用有限元数值模拟方法，进行单段压裂、双段分段压裂和多段压裂数值模拟实验，制定并优化包括：定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向关键技术参数。

[0021] 进一步地，在步骤e的实施过程中，所述千米定向钻机钻井工作过程中，钻孔穿透冲击震动源或冲击危险区域在15米以上；同时若干个分支钻孔空白区不大于5米。

[0022] 进一步地，在所述步骤f的实施过程中，采用微震监测、震动定位分析，研究刻画远距离定向钻孔分段压裂裂缝的长度、宽度、高度、大小或扩展方向空间分布形态及其动态扩展过程，确定远距离分段压裂有效影响范围，并结合顶板断裂冲击震动源实际能量的降低量，综合定量评价远程区域精准防控效果。

[0023] 与现有技术相比，本发明具有如下有益效果：本发明通过定向长钻孔结合高效精准可控分段压裂措施实现了远距离、大范围、精准区域防控冲击地压，显著提高了冲击地压预防的效率、效果和措施工作的超前性、安全性、作用范围。该方法具有方便、快捷、效率高，可控性好、措施及效果精准，远距离实施、安全性好、对生产影响小。特别适合于高位坚硬顶板和构造区域断层活化等远程大范围冲击危险源的区域防控。

[0024] 具体来说，主要有以下优点：

[0025] 1、通过岩层钻场向高位坚硬顶板或岩层施工定向钻孔，避免了传统治理冲击地压方法在煤层内大量施工，对煤矿正常生产作业影响较小，可保证煤矿正常接替生产，提高煤矿经济效益；

[0026] 2、采用超长钻孔履带式全液压定向钻机,钻孔深度可达1000m至3000m,同时可施工多个分支钻孔,实现了冲击地压的远距离、大范围区域防控,作业效率高,施工超前性好;

[0027] 3、通过确定顶板断裂震源的实际能量,并结合有限元数值模拟方法,优化定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向的关键技术工艺参数,有效避免了施工的无效性、重复性,显著提高防控效果,降低作业成本;

[0028] 4、采用千米定向钻机结合分段可控压裂,要求钻孔穿透冲击危险源或冲击危险区边界15米以上,措施间空白区不大于5米,同时施工后反演研究定向钻孔分段压裂有效影响区域,定量评价远程区域精准防控效果,不仅实现了冲击地压防控措施精准性,更保障了防控措施的有效性,最终确保完全消除冲击地压倾向性。

[0029] 5、通过向冲击震动源或冲击应力波传播路径区域实施长钻孔分段压裂,前者可实现冲击震动源的均匀预裂,从而有效降低高位顶板弯曲能、断裂能和冲击能,后者通过切断冲击应力波传播路径,从而降低应力波传播强度,两种方法针对顶板断裂型和断层活化型冲击地压理论可行,施工简单高效,可保证冲击地压的有效防控。相应地,高位顶板断裂型冲击地压也可采用切断应力波传播路径进行防治。

附图说明

[0030] 图1为本发明的煤矿井下远程区域精准防控顶板断裂型冲击地压剖面图;

[0031] 图2为本发明的煤矿井下远程区域精准防控顶板断裂型冲击地压平面图;

[0032] 图3为本发明的煤矿井下远程区域精准防控断层活化型冲击地压剖面图;

[0033] 图4为本发明的煤矿井下远程区域精准防控断层活化型冲击地压平面图。

[0034] 图中,1、钻场;2、煤层;3、冲击震动源;4、冲击地压危险区域;5、坚硬顶板;6、定向长钻孔;7、分支钻孔I;8、分支钻孔II;9、压裂裂缝;10、上顺槽;11、下顺槽;12、停采线;13、应力波传播路径;14、断盘;15、断层面;16、分支钻孔III。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0036] 本发明公开了一种煤矿井下远程区域精准防控冲击地压方法,包括在停采线12内部的煤层2,在煤层2上方的坚硬顶板5;在坚硬顶板5内部和/或坚硬顶板5上方断盘14由于断层面15而发生的冲击震动源3,一般在停采线12的两侧还设有上顺槽10和下顺槽11;还包括以下步骤:

[0037] a、根据地质及采矿条件,分析评价采掘工程及相邻各区域的冲击危险性,确定冲击地压主控因素,判断冲击震动源的位置和强度,确定冲击地压危险区域4。

[0038] b、若步骤a判断受顶板断裂影响;如图1和图2所示,在步骤a的基础上,根据冲击震动源3、冲击危险区域4的位置和范围及煤岩层属性、特征参数,并结合室内煤岩试样动载应力波能量分析结果,确定顶板断裂冲击震动源3的实际能量。在该步骤的实施中,煤矿顶板5断裂震源的实际能量来源包含:顶板弯曲能、断裂能和冲击能三部分;实际能量的获得包括如下步骤:

[0039] b1、将顶板断裂前岩层结构简化为弹性基础梁结构,综合考虑顶板5及上覆岩层的压力、采面超前支承压力影响范围、断裂前顶板5悬顶长度、顶板5岩性及物理力学性质,分

析顶板位移变化和弯矩变化,可计算得到顶板弯曲能。

[0040] b2、通过上覆岩层厚度、顶板5断裂后弹性梁发生压缩、反弹的空间区域位置,研究顶板5破断过程中的能量聚积与释放过程,计算得到顶板5断裂能。

[0041] b3、根据顶板5岩性及物理力学性质、顶板5厚度、断裂尺度、悬空长度和高度、距离巷道或工作面距离等,可计算得到顶板断裂后作用于巷道或工作面的冲击能。

[0042] b4、综合考虑煤矿煤岩层赋存特征和物理力学性质,结合采场结构及演化特征、能量转换及守恒理论等,即可确定顶板断裂震源的实际能量。

[0043] c、若步骤a判断受断层活化影响,如图3和图4所示,在步骤a的基础上,还需要确定断层活化冲击应力波传播路径13。

[0044] d、根据步骤b或步骤c的参数,制定煤矿井下远程区域精准防控工艺包括:定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向。具体实施时,结合步骤a和步骤b或步骤a和步骤c的结果,根据试验矿井巷道所在的煤岩层及巷道三区等实际地质条件,以弹性/弹塑性材料为基础,建立几何模型,采用有限元数值模拟方法,进行单段压裂、双段分段压裂和多段压裂数值模拟实验,制定并优化包括:定向钻进和分段可控压裂的钻孔轨迹设计、分段压裂间距、压裂水压/流量、压裂方向关键技术的工艺参数。

[0045] e、根据步骤d的设计,利用千米定向钻机通过钻场1向高位顶板冲击震动源3或冲击应力波传播路径13区域施工定向长钻孔6及若干个分支钻孔;本发明中,分支钻孔的数量包括三根,分别是:分支钻孔I7、分支钻孔II8和分支钻孔III16。然后再依次下入压裂管和封隔器,采用从钻孔深处由内向外,按照后退式逐级分段压裂。进一步的,在步骤e的实施过程中,所述千米定向钻机钻井工作过程中,钻孔穿透冲击震动源3或冲击危险区域4在15米以上;同时若干个分支钻孔空白区不大于5米。

[0046] f、反演研究定向钻孔分段压裂的有效影响区域;检测是否达到预期目标。采用微震监测、震动定位分析等方法,研究刻画远距离定向钻孔分段压裂裂缝的长度、宽度、高度、大小、扩展方向等空间分布形态及其动态扩展过程,确定远距离分段压裂有效影响范围,并结合顶板断裂冲击震动源实际能量的降低量,综合定量评价远程区域精准防控效果。

[0047] 对步骤a至步骤f进行施工工艺、参数和效果的总结,为后续冲击地压防控工作提供指导。

[0048] 在上述的步骤中,对具体的实施过程可以分成案例一:如图1和图2所示,若冲击地压属于顶板断裂型,定向长钻孔6和多个分支钻孔均穿透冲击震动源3的边界15米,同时在措施间留有空白区为5米。若采用钻孔深度为1500米以上超长钻孔履带式全液压定向钻机,钻场1长、宽、高尺寸分别为10m、6m和5m,额定压力为16MPa,选用直径为113mm的钻杆。

[0049] 对具体的实施过程还可以分成案例二:如图3和图4所示,若冲击地压属于断层活化型,定向长钻孔6及若干个分支钻孔均穿透危险区域4边界15米,同时措施间空白区为5米。采用钻孔深度为1500米以上超长钻孔履带式全液压定向钻机,钻场长、宽、高尺寸分别为9m、6m和4m,额定压力为15MPa,选用直径为85mm的钻杆。

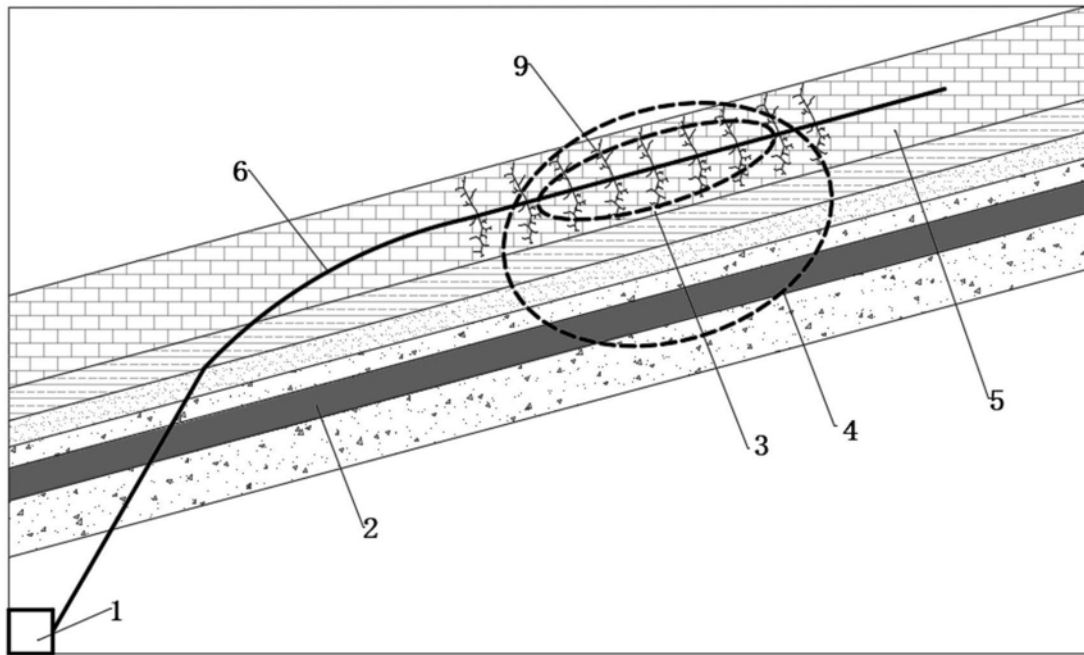


图1

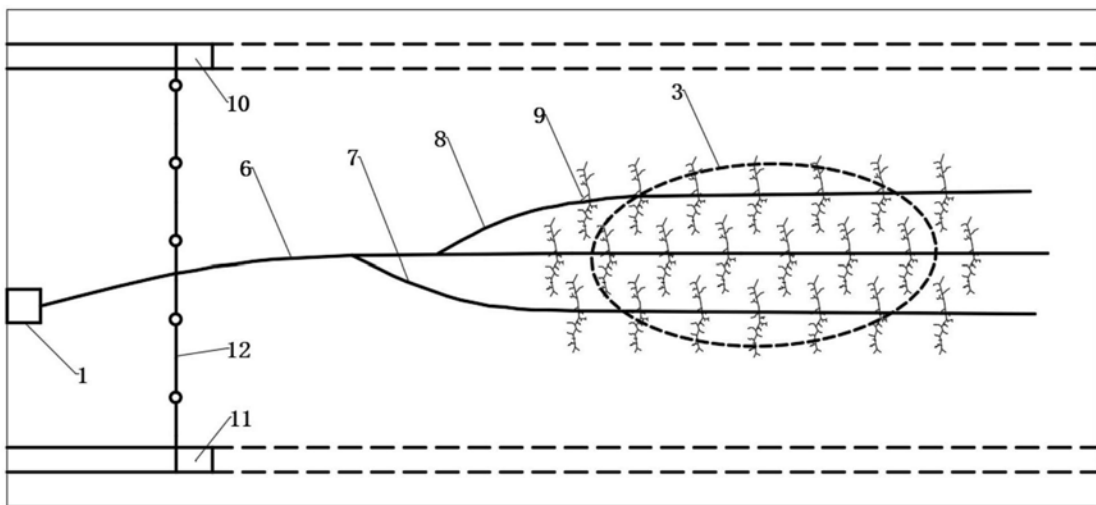


图2

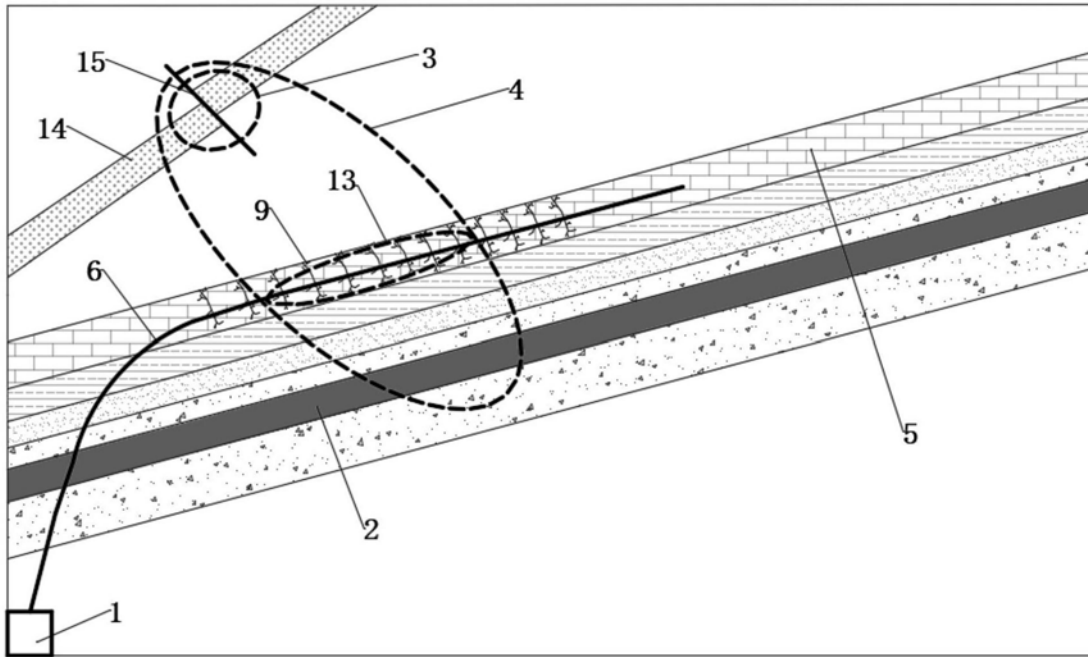


图3

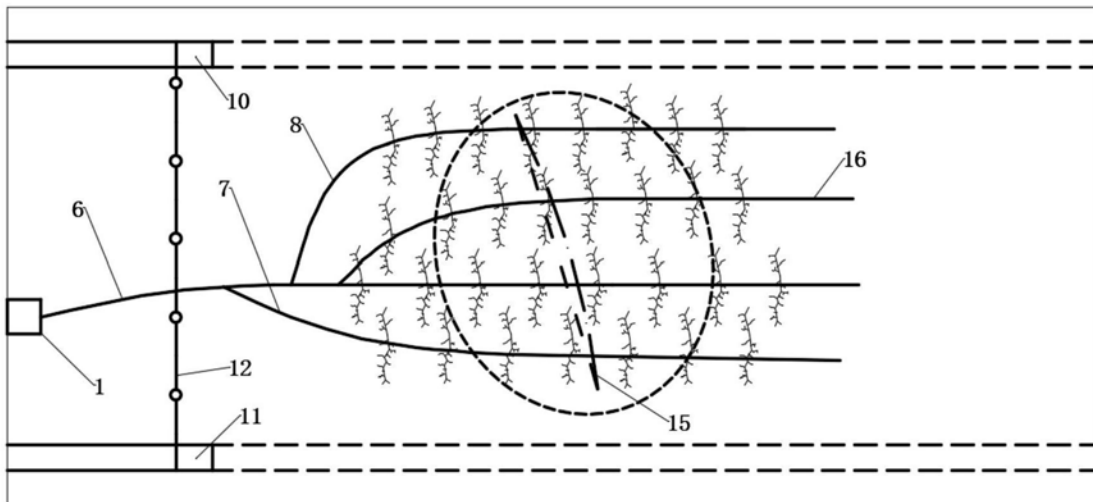


图4