



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117328895 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 02

(21) 申请号 202311454293.6

(22) 申请日 2023.11.03

(71) 申请人 云南磷化集团有限公司

地址 650000 云南省昆明市晋宁区昆阳街
道永乐大街403号

申请人 中国矿业大学

(72) 发明人 吴浩 李树建 张斌 王万禄

刘映辉 王宗勇 张吉雄 马丹

周帆 杨世飞 陈英 戴兵 李樯

凡奥奇

(74) 专利代理机构 昆明普发诺拉知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)

53209

专利代理师 葛玉军

(51) Int.Cl.

E21D 11/00 (2006.01)

E21F 17/18 (2006.01)

E21D 11/12 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/15 (2006.01)

E21D 11/18 (2006.01)

E21D 20/02 (2006.01)

E21D 21/00 (2006.01)

E21D 15/44 (2006.01)

E21D 15/51 (2006.01)

E21D 15/50 (2006.01)

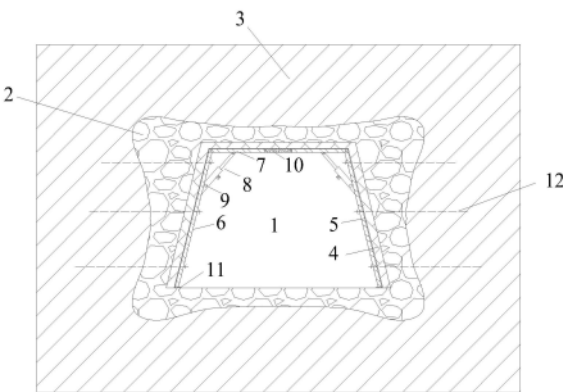
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,包括下列步骤:S1、巷道围岩地质力学参数测定,S2、柔性缓冲层构筑,S3、液压钢拱架组件选型与安装,S4、巷帮钻孔施工及锚索安装,S5、液压阻尼杆内腔注液,根据围岩应力设置液压阻尼杆三用阀压力阈值,本发明支护结构匹配深部围岩复杂地质条件,在工作中能够稳态让压抗变形和释放高弹性储能。更为重要,继而可以充分控制巷道围岩的变形和破坏,并且能够防治岩爆等岩石动力灾害的发生。



1. 一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于,包括下列步骤:

S1、巷道围岩地质力学参数测定

在待支护巷道围岩中施工若干测量钻孔,采用钻孔窥视仪与钻孔应力计,测量巷道围岩松动圈范围及巷道矿压显现特征,获得巷道围岩松动圈厚度与围岩应力大小,为后续短锚索尺寸设计、液压钢拱架型号及压力阈值设置提供基础数据;

S2、柔性缓冲层构筑

在巷道围岩壁面沿环向连续码放袋装轻质颗粒材料,在巷壁表面形成一定厚度的柔性缓冲层,之后紧贴缓冲层表面铺设金属网并采用杆件抵住金属网进行临时支撑;

S3、液压钢拱架组件选型与安装

根据巷道断面和围岩应力大小对液压钢拱架组件进行选型,借助螺栓螺母将帮部钢拱架、顶板钢拱架、液压支柱与液压阻尼杆通过销接方式组装为一体形成支护结构,并紧贴金属网,沿巷道轴线按一定排距放置;设置液压支柱压力阈值并利用注液枪通过三用阀向液压支柱注入液压油至阈值大小,使顶板钢拱架对顶板成形一定支撑工作阻力;

S4、巷帮钻孔施工及锚索安装

基于巷道松动圈厚度在帮部钢拱架一侧沿竖直方向朝巷帮间隔钻凿一定数量与深度的锚索钻孔,钻孔内全长填塞树脂锚固剂,依次安装锚索索体、异形托盘与锁具,形成一定预应力,实现巷道帮部围岩的深层锚固以及锚索与帮部钢拱架的锁定;

S5、液压阻尼杆内腔注液

根据围岩应力设置液压阻尼杆三用阀压力阈值,利用注液枪通过液压阻尼杆两端的三用阀朝其内部左右两腔体同时注入液压油直至达到额定压力,与液压支柱共同作用,实现围岩让压释能与抗变形的两级联动。

2. 如权利要求1所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述测量钻孔的孔径为30~90mm,其深度3~5m,沿巷道环向均匀布置5~11个。

3. 如权利要求1所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述轻质颗粒材料包括形状为球形的聚苯颗粒、聚氨酯颗粒与陶粒中的一种或多种,袋装轻质颗粒材料构筑的柔性层厚度为20~40cm。

4. 如权利要求1所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述液压钢拱架组件包括两根帮部钢拱架、两根顶板钢拱架、两根液压支柱与一根液压阻尼杆,帮部钢拱架底部焊有方形铁板来增大钢拱架受力面积从而提高稳定性,帮部钢拱架顶部与一根顶板钢拱架的一端通过螺栓螺母进行销接且二者腰部还销接有一根液压支柱,能够实现顶板钢拱架在环向上的升降;两根顶板钢拱架之间通过销接方式连有一根可伸缩的液压阻尼杆;基于围岩应力与理论力学可获得钢拱架断面尺寸,钢拱架组件在巷道轴向上的排距为0.8~1.5m。

5. 如权利要求1或4所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:钢拱架类型为工字钢、槽钢与U型钢中一种。

6. 如权利要求1所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述液压阻尼杆由圆筒、伸缩杆、活塞、弹簧与三用阀组成,所述伸缩杆的头部焊有带圆孔的销接头,所述伸缩杆的尾部延伸入所述圆筒内与所述活塞焊接,所述圆筒内设有液压油腔,所述圆筒的两端外侧面上设有三用阀,所述伸缩杆的尾端、活塞与液压油腔在所述圆筒内两端对

称分布,所述圆筒内的两个活塞之间设有大刚度弹簧;所述液压阻尼杆的伸缩长度范围为0.5~1.5m。

7.如权利要求1或6所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述三用阀具有注液、放液与泄液功能,液压油超过设定阈值时会自动泄液而保持恒阻特性,继而实现卸压释能和适应大变形的功能。

8.如权利要求1所述的一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,其特征在于:所述锚索钻孔的孔径为30~60mm,其深度>松动圈厚度0.5~3.0m,索体直径15~25mm;异形托盘中开有供索体穿过的圆孔,且一端紧贴锚索钻孔外岩壁一端,卡箍在帮部钢拱架上通过锚索预应力作用实现帮部钢拱架的锁定与围岩的预应力锚固,相邻的锚索间距0.5~2.0m,排距与钢拱架组件一致。

一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及矿山巷道支护技术领域,尤其涉及一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法。

背景技术

[0002] 地下开采通常需要开掘大量的井巷工程通达矿体,继而实现矿床开拓和矿块的采准、切割及回采工作。《中国矿产资源报告2022》显示,全国173种矿产对应的地下矿山共计3万多座,每年新掘各类巷道高达1.5万公里。显然,巷道掘进在地下矿山生产中占有极其重要的地位。在岩体中进行巷道开挖时,原岩应力平衡状态遭到破坏,围岩应力重分布导致应力集中或瞬态卸荷。当巷道围岩稳定性不足以自承载时,若不能进行及时有效的支护极易引起巷道冒顶、片帮、大变形和岩爆、突水灾害等事故。可见,巷道支护是保持巷道畅通和围岩稳定的关键,对矿山实现安全高效开采意义重大。

[0003] 随着地球浅部矿产资源日益枯竭,地下矿山陆续进入千米级深部开采阶段,最大采深达4350m。深部资源赋存条件复杂,开采环境呈现高应力(>40MPa)、高地温(>40℃)和高岩溶水压(>10MPa)以及强扰动等特征,以致采动过程中巷道冒顶片帮和岩爆等灾害频繁高发,且难以预测和有效防治,特别是松软破碎巷道围岩冒顶塌方和片帮大变形尤为突出,严重困扰巷道的施工和生产作业。因此,如何对高应力环境下松软破碎围岩进行有效支护是当前矿山行业亟待解决的首要难题。目前,针对松软破碎围岩的支护普遍采用注浆或者钢拱架为主的支护方式,但是实践发现上述支护方式难以适应深部高应力下的高地压和大能量,难以稳定地控制围岩变形和岩石动力灾害的发生。因此,急需发明一种匹配深部围岩复杂地质条件和工作能够稳态让压抗变形和释放高弹性储能的支护结构或方法。

发明内容

[0004] 本发明提供一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,首先在巷道周边围岩施工不同数量的钻孔测量巷道围岩松动圈厚度和围岩应力等地质力学参数,然后在巷道开挖后的岩壁先填充袋装轻质颗粒材料并挂设金属网片,之后组装架设液压钢拱架组件形成矩形或梯形支护结构,最后在巷道帮部施工一定数量的水平钻孔安装短锚索对液压钢拱架进行固定及对帮部围岩进行锚固,基于液压钢拱架和袋装轻质颗粒材料的稳态让压释能功能实现了高应力环境下松软破碎围岩变形的有效控制及岩石灾害的抑制。

[0005] 本发明的方案是:

[0006] 一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,包括下列步骤:

[0007] S1、巷道围岩地质力学参数测定

[0008] 在待支护巷道围岩中施工若干测量钻孔,采用钻孔窥视仪与钻孔应力计,测量巷道围岩松动圈范围及巷道矿压显现特征,获得巷道围岩松动圈厚度与围岩应力大小,为后续短锚索尺寸设计、液压钢拱架型号及压力阈值设置提供基础数据;

[0009] S2、柔性缓冲层构筑

[0010] 在巷道围岩壁面沿环向连续码放袋装轻质颗粒材料,在巷壁表面形成一定厚度的柔性缓冲层,之后紧贴缓冲层表面铺设金属网并采用杆件抵住金属网进行临时支撑;

[0011] S3、液压钢拱架组件选型与安装

[0012] 根据巷道断面和围岩应力大小对液压钢拱架组件进行选型,借助螺栓螺母将帮部钢拱架、顶板钢拱架、液压支柱与液压阻尼杆通过销接方式组装为一体形成支护结构,并紧贴金属网,沿巷道轴线按一定排距放置;设置液压支柱压力阈值并利用注液枪通过三用阀向液压支柱注入液压油至阈值大小,使顶板钢拱架对顶板成形一定支撑工作阻力;

[0013] S4、巷帮钻孔施工及锚索安装

[0014] 基于巷道松动圈厚度在帮部钢拱架一侧沿竖直方向朝巷帮间隔钻凿一定数量与深度的锚索钻孔,钻孔内全长填塞树脂锚固剂,依次安装锚索索体、异形托盘与锁具,形成一定预应力,实现巷道帮部围岩的深层锚固以及锚索与帮部钢拱架的锁定;

[0015] S5、液压阻尼杆内腔注液

[0016] 根据围岩应力设置液压阻尼杆三用阀压力阈值,利用注液枪通过液压阻尼杆两端的三用阀朝其内部左右两腔体同时注入液压油直至达到额定压力,与液压支柱共同作用,实现围岩让压释能与抗变形的两级联动。

[0017] 作为优选的技术方案,所述测量钻孔的孔径为30~90mm,其深度3~5m,沿巷道环向均匀布置5~11个。

[0018] 作为优选的技术方案,所述轻质颗粒材料包括形状为球形的聚苯颗粒、聚氨酯颗粒与陶粒中的一种或多种,袋装轻质颗粒材料构筑的柔性层厚度为20~40cm。

[0019] 作为优选的技术方案,所述液压钢拱架组件包括两根帮部钢拱架、两根顶板钢拱架、两根液压支柱与一根液压阻尼杆,帮部钢拱架底部焊有方形铁板来增大钢拱架受力面积从而提高稳定性,帮部钢拱架顶部与一根顶板钢拱架的一端通过螺栓螺母进行销接且二者腰部还销接有一根液压支柱,能够实现顶板钢拱架在环向上的升降;两根顶板钢拱架之间通过销接方式连有一根可伸缩的液压阻尼杆;基于围岩应力与理论力学可获得钢拱架断面尺寸,钢拱架组件在巷道轴向上的排距为0.8~1.5m。

[0020] 作为优选的技术方案,钢拱架类型为工字钢、槽钢与U型钢中一种。

[0021] 作为优选的技术方案,所述液压阻尼杆由圆筒、伸缩杆、活塞、弹簧与三用阀组成,所述伸缩杆的头部焊有带圆孔的销接头,所述伸缩杆的尾部延伸入所述圆筒内与所述活塞焊接,所述圆筒内设有液压油腔,所述圆筒的两端外侧面上设有三用阀,所述伸缩杆的尾端、活塞与液压油腔在所述圆筒内两端对称分布,所述圆筒内的两个活塞之间设有大刚度弹簧。所述液压阻尼杆的伸缩长度范围为0.5~1.5m。

[0022] 作为优选的技术方案,所述三用阀具有注液、放液与泄液功能,液压油超过设定阈值时会自动泄液而保持恒阻特性,继而实现卸压释能和适应大变形的功能。

[0023] 作为优选的技术方案,所述锚索钻孔的孔径为30~60mm,其深度>松动圈厚度0.5~3.0m,索体直径15~25mm;异形托盘中间开有供索体穿过的圆孔,且一端紧贴锚索钻孔外岩壁一端,卡箍在帮部钢拱架上通过锚索预应力作用实现帮部钢拱架的锁定与围岩的预应力锚固,相邻的锚索间距0.5~2.0m,排距与钢拱架组件一致。

[0024] 由于采用了上述技术方案一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法,S1、巷道围岩地质力学参数测定:在待支护巷道围岩中施工若干测量钻孔,采用钻孔窥视仪与钻孔应力

计,测量巷道围岩松动圈范围及巷道矿压显现特征,获得巷道围岩松动圈厚度与围岩应力大小,为后续短锚索尺寸设计、液压钢拱架型号及压力阈值设置提供基础数据;S2、柔性缓冲层构筑:在巷道围岩壁面沿环向连续码放袋装轻质颗粒材料,在巷壁表面形成一定厚度的柔性缓冲层,之后紧贴缓冲层表面铺设金属网并采用杆件抵住金属网进行临时支撑;S3、液压钢拱架组件选型与安装,根据围岩应力大小对液压钢拱架组件进行选型,借助螺栓螺母将帮部钢拱架、顶板钢拱架、液压支柱与液压阻尼杆通过销接方式组装为一体形成支护结构,并紧贴金属网,沿巷道轴线按一定排距放置;设置液压支柱压力阈值并利用注液枪通过三用阀向液压支柱注入液压油至阈值大小,使顶板钢拱架对顶板成形一定支撑工作阻力;S4、巷帮钻孔施工及锚索安装:基于巷道松动圈厚度在帮部钢拱架一侧沿竖直方向朝巷帮间隔钻凿一定数量与深度的锚索钻孔,钻孔内全长填塞树脂锚固剂,依次安装锚索索体、异形托盘与锁具,形成一定预应力,实现巷道帮部围岩的深层锚固以及锚索与帮部钢拱架的锁定;S5、液压阻尼杆内腔注液,根据围岩应力设置液压阻尼杆三用阀压力阈值,利用注液枪通过液压阻尼杆两端的三用阀朝其内部左右两腔体同时注入液压油直至达到额定压力,与液压支柱共同作用,实现围岩让压释能与抗变形的两级联动。

[0025] 本发明的优点:

[0026] 本发明支护结构匹配深部围岩复杂地质条件,在工作中能够稳态让压抗变形和释放高弹性储能。更为重要,继而可以充分控制巷道围岩的变形和破坏,并且能够防治岩爆等岩石动力灾害的发生。

[0027] (1) 采用袋状轻质颗粒材料构筑的柔性层轻质、易于安装,具有分散围岩应力、吸收围岩碎胀变形和抑制围岩能量释放防冲击的功能。

[0028] (2) 液压钢拱架组件通过销接方式组装,安装方便,通过液压支柱和液压阻尼杆的双级联动作用能够在高地压和高储能释放下保持较高恒定工作阻力,借助泄油让压来适应围岩大变形及能量的突然释放;

[0029] (3) 安装后的短锚索具有一定预应力,改善帮部围岩受力状态,起到了将帮部围岩高效锚固和锁定钢拱架组件的双重目的。

附图说明

[0030] 图1为本发明支护结构示意图;

[0031] 图2为本发明液压阻尼杆结构示意图;

[0032] 图3为本发明锚索安装结构示意图;

[0033] 图4为本发明异形托盘的三视图。

[0034] 其中:1-巷道,2-围岩松动圈,3-围岩,4-柔性缓冲层,5-金属网,6-帮部钢拱架,7-顶板钢拱架,8-液压支柱,9-销接螺栓,10-液压阻尼杆,11-方形铁板,12-锚索,101-圆筒,102-伸缩杆,103-活塞,104-液压油,105-三用阀,106-弹簧,121-索体,122-异形托盘,123-锁具,124-树脂锚固剂,125-锚索钻孔。

具体实施方式

[0035] 本发明提供了一种高应力松软破碎围岩巷道支护方法。

[0036] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结

合具体实施例,进一步阐述本发明。

[0037] 实施例1:

[0038] 如图1、图2、图3和图4所示,首先,巷道1开挖以后,在巷道1周边钻凿5~11个深度3~5m、孔径30~90mm的测量钻孔,利用钻孔应力计与钻孔窥视仪测量松动圈2的厚度与围岩3中的二次应力等地质力学参数;

[0039] 其次,在地压测量基础上铺设装有聚苯颗粒、聚氨酯颗粒或陶粒的袋装轻质颗粒材料构筑厚度为20~40cm的柔性缓冲层4并紧贴铺设金属网5,采用管/杆类杆件抵住对其进行临时支撑;

[0040] 再次,利用销接螺栓9将底端焊有方形铁板11的帮部钢拱架6、顶板钢拱架7、液压支柱8与液压阻尼杆10组装为一体形成支护结构并按照0.8~1.2m排距安装,通过三用阀105向液压支柱8注入液压油104使顶板钢拱架7对巷道1顶板产生支撑工作阻力;

[0041] 然后,在巷道1帮部钢拱架6一旁钻凿垂直间距0.5~2.0m、孔径为30~60mm,深度大于松动圈厚度0.5~3.0m的锚索钻孔125,之后填塞树脂锚固剂124,索体121穿过异形托盘122安装到锚索钻孔125中进行锚固,同时异形托盘122卡箍在帮部钢拱架6上并用锁具123锁紧使锚索12具备一定预应力。

[0042] 最后,利用注液枪通过液压阻尼杆10两端的三用阀105朝其内部左右两腔体同时注入液压油104直至达到额定压力,与液压支柱8共同作用实现了让压释能和抗变形的两级联动,即两帮大变形挤压或冲击能量超过锚索12支护效能后,柔性缓冲层4先吸收或分散一部分应力和能量后,帮部钢拱架6受力并通过恒阻液压支柱8传递给顶板钢拱架7驱使伸缩杆102收缩,使活塞103相向运动并挤压弹簧105,实现让压释能和以变应变的目的。当顶板压力较大时,顶板钢拱架7受挤压超过液压支柱8的额定工作阻力时,液压支柱8的三用阀105通过自动泄油收缩保持工作阻力恒定但伴随着顶板钢拱架7下沉现象,阻尼杆10由此受到拉伸作用,此时伸缩杆102受拉伸长并带动两活塞103反向运动,由此挤压两腔体内液压油104产生抗拉阻力并在三用阀105自动泄油过程中始终保持恒阻,很大程度上支撑了顶板应力,同样具有稳态让压释能抗变形的功能。

[0043] 所述液压阻尼杆10由圆筒101、伸缩杆102、活塞103、弹簧106与三用阀105组成,所述伸缩杆102的头部焊有带圆孔的销接头,所述伸缩杆102的尾部延伸入所述圆筒101内与所述活塞103焊接,所述圆筒101内设有液压油腔,所述圆筒101的两端外侧面上设有三用阀105,所述伸缩杆102的尾端、活塞103与液压油腔在所述圆筒101内两端对称分布,所述圆筒101内的两个活塞103之间设有大刚度弹簧106。所述液压阻尼杆10的伸缩长度范围为0.5~1.5m。

[0044] 下面结合一实施例说明本发明的步骤:

[0045] 某矿山开采深度为800m,高应力现象较为突出。井巷工程揭露发现围岩岩性主要为白云岩和磷块岩,节理裂隙非常发育,且岩溶溶洞和断层等地质构造广泛分布,围岩质量较差,属于松软破碎类岩石。此外,巷道掘进过程中还发现围岩岩溶裂隙水发育,巷道全断面均出现大范围淋涌水,最大涌水量 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。前期巷道掘进过程中采用导管和钢管超前支护下的钢拱架网喷和锚网喷等工艺的支护效果较差,巷道时常发生冒顶、塌方和片帮事故,严重影响巷道施工作业和运维。虽然,采用水泥浆、水泥-水玻璃双液浆和化学浆进行预注浆起到一定的控制围岩和堵水效果,但是存在注浆成本高、施工周期长等缺点,严重影响作

业周期和成本。矿山主要巷道断面设计为矩形,长5.0m,宽4.0m。鉴于上述条件,采用本发明方法的实施步骤为:

[0046] (S1) 巷道围岩地质力学参数测定:在待支护巷道1朝围岩3中均匀施工5个直径40mm、深度4m的测量钻孔,采用钻孔窥视仪和埋设钻孔应力计测量巷道1围岩松动圈的厚度为2.2m,最大围岩应力为28MPa。

[0047] (S2) 柔性缓冲层构筑:在巷道1围岩3壁面沿环向连续码放袋装轻质陶粒,在巷壁表面形成厚度0.4m的柔性缓冲层4,之后紧贴缓冲层4表面铺设尺寸为0.5m×1.0m、网格为100mm×100mm的6mm金属网5并采用不同长度的40mm圆形钢管抵住金属网5进行临时支撑;

[0048] (S3) 液压钢拱架组件选型与安装:根据28MPa最大围岩应力大小,选择16号工字钢制作钢拱架,借助M20螺栓螺母将两根4.0m长帮部钢拱架6、两根2.0m长顶板钢拱架7、两根液压支柱8和一根液压阻尼杆10销接组装为一体形成矩形支护结构并按照1.0m排距安装布设,设置液压支柱8压力阈值为35MPa并利用注液枪通过三用阀105向液压支柱8注入液压油104至阈值大小,使顶板钢拱架7对巷道1顶板成形一定支撑工作阻力;

[0049] (S4) 巷帮钻孔施工及锚索安装:基于巷道松动圈厚度在帮部钢拱架6一侧沿竖直方向朝巷帮间隔1.0m钻凿3个深度4.5m的锚索钻孔125,孔内全长填塞MSCK2850树脂锚固剂124,依次安装22mm、直径32mm的锚索索体121、异形托盘122和锁具123形成不低于150KN的预紧力,异形托盘122对围岩的支撑和对帮部钢拱架6的卡箍作用实现了巷道1帮部围岩3的深层锚固以及与锚索12与帮部钢拱架6的锁定;

[0050] (S5) 液压阻尼杆内腔注液:设置液压阻尼杆10三用阀105压力阈值为35MPa,利用注液枪通过直径90mm,最短长度1.0m、伸缩长度为1.0m的液压阻尼杆10两端的三用阀105朝其内部左右两腔体同时注入液压油直至达到额定压力,与液压支柱8共同作用实现了围岩3稳态让压释能和抗变形的两级联动。

[0051] 另外,由于三用阀105具有卸液的基本功能,且液压钢拱架组件通过销接方式连接组成。因此,巷道报废后可通过三用阀105放液后拆卸液压钢拱架组件实现回收利用。

[0052] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征及本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

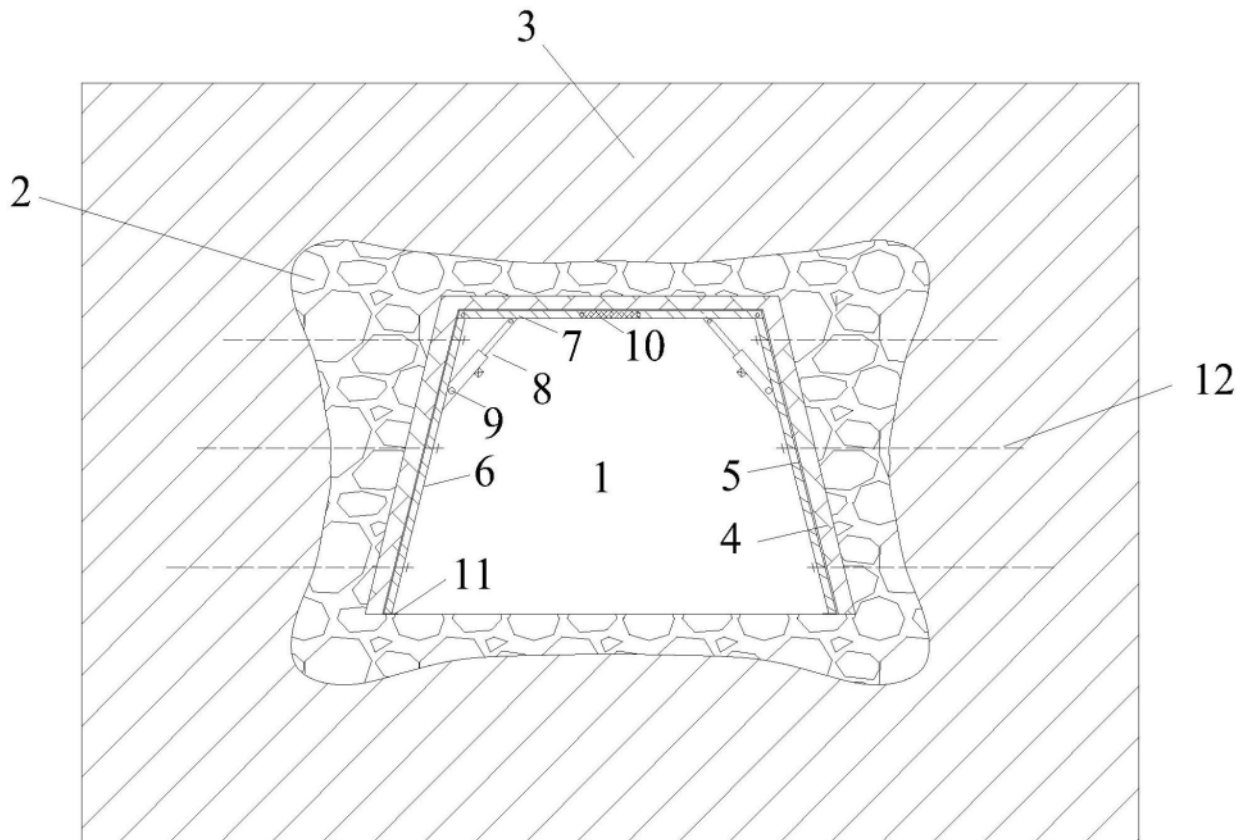


图1

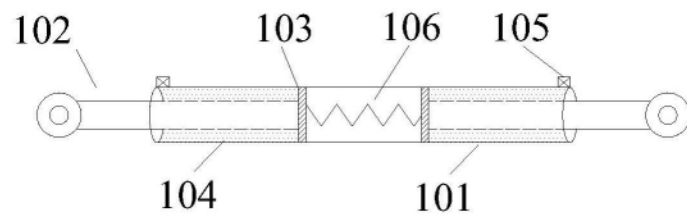


图2

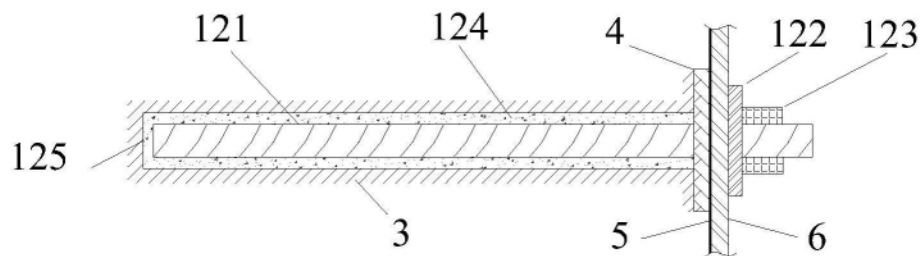


图3

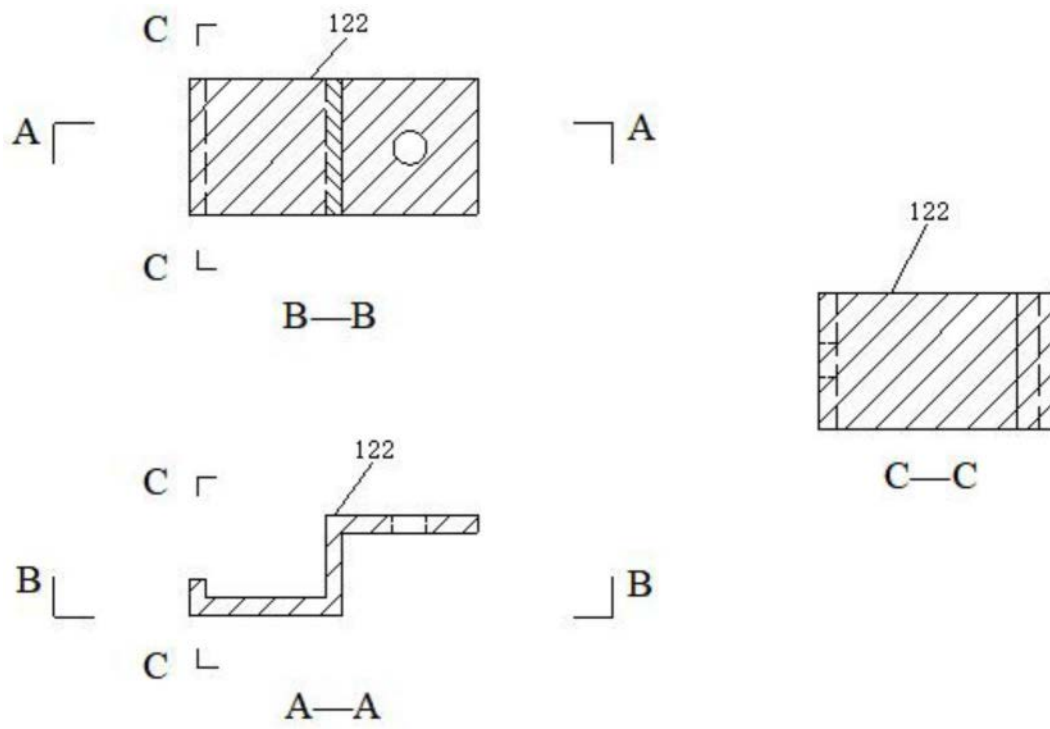


图4