



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106198264 A

(43)申请公布日 2016. 12. 07

(21)申请号 201610513764.X

(22)申请日 2016.06.30

(71)申请人 安徽理工大学

地址 232001 安徽省淮南市田家庵区安徽理工大学

(72)发明人 赵光明 贾瀚文 孟祥瑞 彭瑞
王超 董春亮

(74)专利代理机构 温州市品创专利商标代理事
务所(普通合伙) 33247

代理人 程春生

(51)Int.Cl.

G01N 3/32(2006.01)

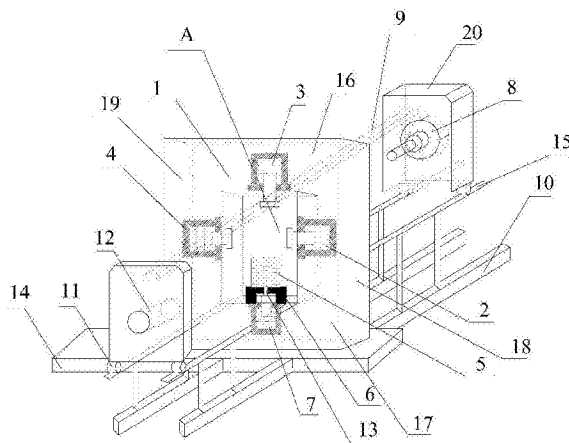
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置及其使用方法

(57)摘要

本发明公开了一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,包括垂直加载装置和水平加载装置,所述垂直加载装置与水平加载装置呈正交分布。垂直加载装置中空,且上、下、前、后四个方向上均设有加载油缸,水平加载装置的左右两端均设有传压柱,传压柱通过加载油缸驱动,以实现试件进行六面受力加载模拟。本发明能够在基于真三轴三向六面受力状态下,获得岩石试件单面受力突然卸载的卸载岩爆实验方法和单面突然卸载后增加垂直荷载的加载岩爆试验方法。



1. 一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,包括垂直加载装置(1)和水平加载装置(9),所述垂直加载装置(1)与水平加载装置(9)呈正交分布,其特征在于:所述垂直加载装置(1)中空,且上、下、前、后四个方向上均设有加载油缸,所述水平加载装置(9)的左右两端均设有传压柱,所述传压柱通过加载油缸驱动,以实现岩石试件进行六面受力加载模拟。

2. 根据权利要求1所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:所述垂直加载装置(1)包括上横梁(16)、下横梁(17)、前立柱(18)、后立柱(19),所述上横梁(16)上设有第一加载油缸(3),所述第一加载油缸(3)用于进行垂直向下加载;所述前立柱(18)上设有第二加载油缸(2),所述第二加载油缸进行水平加载;所述后立柱(19)上设有第三加载油缸(4),所述第三加载油缸为动态加载油缸,进行水平加载,且可实现极短时间内压力降为零;所述下横梁(17)上设有第四加载油缸(7),所述第四加载油缸进行垂直加载,且可按照不同输出频率进行振动或冲击式扰动加载。

3. 根据权利要求2所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:所述第四加载油缸上设有扰动压头(13)。

4. 根据权利要求2所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:所述下横梁(17)的内侧面上设有支撑架(6),所述支撑架上设有通孔,扰动压头穿过所述通孔。

5. 根据权利要求1所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:所述水平加载装置(9)包括设于连接件两端的左加载架、右加载架(20),所述左加载架和右加载架的内侧面上均设有传压柱(12),所述右加载架上设有第五加载油缸。

6. 根据权利要求1所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:所述左加载架和右加载架的底部均设有可沿着水平导轨移动的滑轮。

7. 根据权利要求1所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,其特征在于:导轨底座(10)上设有支撑底台(14),支撑底台(14)与导轨底座(10)呈正交分布,所述垂直加载装置(1)安装于支撑底台(14)上;水平导轨(15)通过导轨底座(10)支撑,水平加载装置(9)在水平导轨(15)上左右移动。

8. 一种如权利要求1到7中任一项所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,其特征在于:包括以下步骤:

1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,完成卸载岩爆实验。

9. 一种如权利要求1到7中任一项所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,其特征在于:包括以下步骤:

1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,同时垂直方向的第一加载油缸(3)增加垂直荷载,完成卸载岩爆实验。

10. 一种如权利要求1到7中任一项所述的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,其特征在于:包括以下步骤:

1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)、前后方向的第二加载油缸(2)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),同时选择垂直方向的第四加载油缸(7)或水平方向的第三加载油缸(4)中的一个,完成三相五面加载;

2)、在水平方向启动第三加载油缸(4)或垂直方向的第四加载油缸(7),施加一个小幅度和周期性循环的加卸荷载作为扰动荷载,同时记录整个过程的应力应变,获得岩石试件(5)在不同的应力水平受扰动时的物理状态,完成岩石扰动实验。

一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及岩石力学实验装置,特别涉及一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置及其使用方法。

背景技术

[0002] 深部岩体由于其自重和地球构造运动的影响,本身是应力和能量的储存体,在开采扰动作用前,已处于一种较高的应力状态,并储存大量的弹性能量。当岩体开挖,原有的平衡状态被打破,引起初始应力和能量的重新分布、转移和释放,实际深部工程中随着工作面和巷道的掘进,周围煤岩体往往经历往复的加卸载扰动,是一个循环的扰动加卸载载体,这一过程不仅致使岩石强度改变,同时可能产生岩石加卸载岩爆,带来无法估计的经济损失,针对这一开采扰动工程特征,亟需进行高应力状态下岩石的真三轴加卸载扰动实验,获得高应力状态下岩石的力学强度和变形特征,寻求深部岩体的损伤演化和破裂规律,为识别预测现场冲击危险性提供一定理论和试验依据。

[0003] 目前真三轴岩石实验装置基本实现了恒试验力、恒位移、恒变形、恒速率试验力、恒速率位移、恒速率变形以及多种控制方式多种试验速率的程序试验。同时包含了高温环境模块、蠕变模块、渗流模块以及相关的剪切实验,但并没有一种针对深部岩体的加卸载扰动实验装置。现存实验装置存在以下不足:1、无法实现单面突然卸载的卸载岩爆实验;2、无法实现单面突然卸载后增加垂直荷载的加载岩爆试验;3、无法实现间断地对岩石试件施加一次或多次冲击的冲击载荷扰动试验。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置及其使用方法,该装置能够获得高应力加卸载扰动状态下岩石的力学强度和变形特征。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供以下的技术方案:一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,包括垂直加载装置(1)和水平加载装置(9),所述垂直加载装置(1)与水平加载装置(9)呈正交分布,其特征在于:所述垂直加载装置(1)中空,且上、下、前、后四个方向上均设有加载油缸,所述水平加载装置(9)的左右两端均设有传压柱,所述传压柱通过加载油缸驱动,以实现对待件进行六面受力加载模拟。

[0006] 作为上述方案的进一步优化,所述垂直加载装置(1)包括上横梁(16)、下横梁(17)、前立柱(18)、后立柱(19),所述上横梁(16)上设有第一加载油缸(3),所述第一加载油缸(3)用于进行垂直向下加载;所述前立柱(18)上设有第二加载油缸(2),所述第二加载油缸进行水平加载;所述后立柱(19)上设有第三加载油缸(4),所述第三加载油缸为动态加载油缸,进行水平加载,且可实现极短时间内压力降为零;所述下横梁(17)上设有第四加载油缸(7),所述第四加载油缸进行垂直加载,且可按照不同输出频率进行振动或冲击式扰动加载。

[0007] 作为上述方案的进一步优化,所述第四加载油缸上设有扰动压头(13)。

[0008] 作为上述方案的进一步优化,所述下横梁(17)的内侧面上设有支撑架(6),所述支撑架上设有通孔,扰动压头穿过所述通孔。

[0009] 作为上述方案的进一步优化,所述水平加载装置(9)包括设于连接件两端的左加载架、右加载架(20),所述左加载架和右加载架的内侧面上均设有传压柱(12),所述右加载架上设有第五加载油缸。

[0010] 作为上述方案的进一步优化,所述左加载架和右加载架的底部均设有可沿着水平导轨移动的滑轮。

[0011] 作为上述方案的进一步优化,导轨底座(10)上设有支撑底台(14),支撑底台(14)与导轨底座(10)呈正交分布,所述垂直加载装置(1)安装于支撑底台(14)上;水平导轨(15)通过导轨底座(10)支撑,水平加载装置(9)在水平导轨(15)上左右移动。

[0012] 一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,包括以下步骤:

[0013] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

[0014] 2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,完成卸载岩爆实验。

[0015] 一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,包括以下步骤:

[0016] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

[0017] 2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,同时垂直方向的第一加载油缸(3)增加垂直荷载,完成卸载岩爆实验。

[0018] 一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置的使用方法,包括以下步骤:

[0019] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)、前后方向的第二加载油缸(2)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),同时选择垂直方向的第四加载油缸(7)或水平方向的第三加载油缸(4)中的一个,完成三相五面加载;

[0020] 2)、在水平方向启动第三加载油缸(4)或垂直方向的第四加载油缸(7),施加一个小幅度和周期性循环的加卸荷载作为扰动荷载,同时记录整个过程的应力应变,获得岩石试件(5)在不同的应力水平受扰动时的物理状态,完成岩石扰动实验。

[0021] 与现有技术相比,本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置具有以下有益效果:

[0022] (1)、本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,具有在三个相互垂直方向的独立加载系统,在水平方向上的水平动态加载缸可以突然卸载,暴露试件的一个侧表面,模拟地下工程中开挖后产生临空面,岩体内积聚的能量向临空面方向释放而产生岩爆的现象,为确定发生岩爆的应力状态提供了必要的手段;在基于真三轴三向六面受力状态下,获得试件单面受力突然卸载的卸载岩爆实验方法和单面突然卸载后增加垂直荷载的加载岩爆试验方法。

[0023] (2)、本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,能够通过不同形式的扰动压

头实现不同扰动载荷的作用方式：点的形式、面的形式、点面结合的形式作用于岩石试件。

[0024] (3)、本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置，水平加载装置一体成型，整体铸造，满足系统的刚度需求参数。加载油缸安装在水平加载装置的右加载架上，带动设于右加载架上的传压柱向左运动，同时给右加载架一个向右的反作用力，带动整个水平加载装置向右运动，设于左加载架上的传压柱向右运动，保证了水平加载装置对岩石试件的水平左右两端同时加载受压。

附图说明

[0025] 图1是本发明结构示意图；

[0026] 图2是图1的A处局部放大图；

[0027] 图3是本发明水平加载装置的主视图；

[0028] 图4是图3的侧视图。

[0029] 图中：1、垂直加载装置；2、第二加载油缸；3、第一加载油缸；4、第三加载油缸；5、岩石试件；6、支撑架；7、第四加载油缸；8、第五加载油缸；9、水平加载装置；10、导轨底座；11、滑轮；12、传压柱；13、扰动压头；14、支撑底台；15、导轨；16、上横梁；17、下横梁；18、前立柱；19、后立柱；20、右加载架。

具体实施方式

[0030] 为使发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了，下面通过附图中及实施例，对本发明进行进一步详细说明。但是应该理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限制本发明的范围。

[0031] 如图1到4所示，本发明一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置，一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置，包括垂直加载装置1和水平加载装置9，垂直加载装置1与水平加载装置呈正交分布，垂直加载装置中空，且上、下、前、后四个方向上均设有加载油缸，水平加载装置的左右两端均设有传压柱，所述传压柱通过加载油缸驱动，以实现试件进行六面受力加载模拟。

[0032] 本优选实施例中，水平导轨15通过导轨底座10支撑，导轨底座10上设有支撑底台14，支撑底台14与导轨底座10呈正交分布，导轨底座10与支撑底台14通过高强螺栓铰接成一体，垂直加载装置1安装于支撑底台14上，水平加载装置在水平导轨上左右移动。

[0033] 垂直加载装置1包括上横梁16、下横梁17、前立柱18、后立柱19，上横梁16上设有第一加载油缸3，第一加载油缸3用于进行垂直向下加载；前立柱18上设有第二加载油缸2，第二加载油缸进行水平加载；后立柱19上设有第三加载油缸4，第三加载油缸为动态加载油缸，进行水平加载，且可实现瞬间压力降为零；下横梁17上设有第四加载油缸7，第四加载油缸进行垂直加载，且可按照不同输出频率进行振动式扰动加载。本优选实施例中，第四加载油缸上设有扰动压头13，不同形式的扰动压头实现不同扰动载荷。下横梁17的内侧面上设有支撑架6，岩石试件5置于支撑架6。且支撑架上设有通孔，扰动压头穿过通孔，对岩石试件5进行扰动压力测试。

[0034] 水平加载装置9包括设于连接件两端的左加载架、右加载架20，左加载架和右加载架的内侧面上均设有传压柱12，传压柱设于加载架的中心位置。右加载架上设有第五加载

油缸,左加载架和右加载架的底部均设有可沿着水平的导轨15移动的滑轮11。第五加载油缸8安装在水平加载装置的右加载架上,带动设于右加载架上的传压柱向左运动,同时给右加载架一个向右的反作用力,带动整个水平加载装置向右运动,设于左加载架上的传压柱向右运动,保证了水平加载装置对岩石试件的水平左右两端同时加载受压。

[0035] 本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,第一加载油缸、第二加载油缸、第三加载油缸、第四加载油缸位于同一垂直面上,上、下横梁以及前、后立柱组成的框状结构的中心位置构成围压室,岩石试件放置于围压室内。

[0036] 本优选实施例提供的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置,加载油缸参数如下:

[0037] (1)第二加载油缸技术参数:

[0038] 最大压试验力3000kN,有效测力范围30kN-3000kN(1-100%FS),测力分辨率20N($\pm 1/180000$ 、不分档、全程分辨率不变),测力精度示值的 $\pm 1\%$ 以内,力值控制波动度小于0.1%;水平方向加载速率:10N-50KN/s。

[0039] (2)第一加载油缸技术参数:

[0040] 最大试验力:5000kN;测力范围50kN-5000kN(1-100%FS),测力分辨率30N($\pm 1/180000$ 、不分档、全程分辨率不变),测力精度示值的 $\pm 1\%$ 以内,力值控制波动度小于0.1%;垂直方向加载速率:10N-50KN/s。

[0041] (3)第三加载油缸技术参数:

[0042] 最大压试验力3000kN,有效测力范围30kN-3000kN(1-100%FS),测力分辨率20N($\pm 1/180000$ 、不分档、全程分辨率不变),测力精度示值的 $\pm 1\%$ 以内,力值控制波动度小于0.1%;水平方向加载速率:10N-50KN/s,动态油缸的响应频率50Hz;响应速度100mm/s。

[0043] (4)第四加载油缸技术参数:

[0044] (a)冲击扰动载荷:冲击力幅值可变0-500kN,能间断地对岩石试件施加一次或多次冲击。

[0045] (b)振动扰动载荷(随机波形、正弦波、三角波、方波、斜波等):振动载荷幅值可变0-500kN。频率可变0-50Hz(幅值和频率可协调变化)。

[0046] 扰动载荷的有效测力范围5kN-500kN,测力精度 $\pm 0.5\%$ FS。

[0047] 扰动载荷的要求:能改变波形、岩石试件上的作用点和入射角、频率、峰谷值、幅值、持续时间和相位,且扰动载荷能够在岩石试件处于全过程应力应变曲线上的任一时刻加载。

[0048] (c)扰动载荷的作用方式:

[0049] ①点的形式,例如扰动压头直接作用于岩石试件的某个指定点;

[0050] ②面的形式,例如扰动压头直接作用于岩石试件的某个指定面,作用于岩石试件。可以是其中的一种形式或两种形式的组合。

[0051] (5)第五加载油缸技术参数:

[0052] 最大压试验力3000kN,有效测力范围30kN-3000kN(1-100%FS),测力分辨率20N($\pm 1/180000$ 、不分档、全程分辨率不变),测力精度示值的 $\pm 1\%$ 以内,力值控制波动度小于0.1%;水平方向加载速率:10N-50KN/s。

[0053] 本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置与现有技术相比,

[0054] 1)、具有在三个相互垂直方向的独立加载系统,在水平方向上的水平动态加载缸

可以突然卸载,暴露试件的一个侧表面,模拟地下工程中开挖后产生临空面,岩体内积聚的能量向临空面方向释放而产生岩爆的现象,为确定发生岩爆的应力状态提供了必要的手段;在基于真三轴三向六面受力状态下,获得试件单面受力突然卸载的卸载岩爆实验方法和单面突然卸载后增加垂直荷载的加载岩爆试验方法,单面突然卸载是指某个面的载荷快速达到零,其它五面保持载荷不变;

[0055] 2)、其水平加载框架采用整体铸造结构,其目的是为了满足不同系统的刚度要求,加载油缸安装在水平加载框架端部的加载架内,加载架下面安有滑轮,使得整个水平加载框架可以在水平导轨上平行移动,这样的结构保证了水平加载时对围压室的水平加载两端同时加载;

[0056] 3)、能够通过不同形式的扰动压头实现不同扰动载荷的作用方式:点的形式、面的形式、点面结合的形式作用于岩石试件。点的形式是指压头直接作用于岩石试件的某个指定点,面的形式是指压头直接作用于岩石试件的某个指定面。

[0057] 使用本发明的一种真三轴岩石加卸载扰动实验装置可以模拟进行三种实验,其一,进行卸载岩爆实验,包括以下步骤:

[0058] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

[0059] 2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,完成卸载岩爆实验。

[0060] 其二,第二种进行卸载岩爆实验,包括以下步骤:

[0061] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)与第四加载油缸(7)、前后方向的第二加载油缸(2)与第三加载油缸(4)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),完成三相六面加载;

[0062] 2)、加载到某个荷载时,水平方向的第三加载油缸(4)瞬间卸载,同时垂直方向的第一加载油缸(3)增加垂直荷载,完成卸载岩爆实验。

[0063] 其三,进行岩石扰动实验,包括以下步骤:

[0064] 1)、将岩石试件(5)置于支撑架(6)上,启动垂直方向的第一加载油缸(3)、前后方向的第二加载油缸(2)、左右方向的水平加载装置(9)的第五加载油缸(8)及其传压柱(12),同时选择垂直方向的第四加载油缸(7)或水平方向的第三加载油缸(4)中的一个,完成三相五面加载;

[0065] 2)、在水平方向启动第三加载油缸(4)或垂直方向的第四加载油缸(7),施加一个小幅度和周期性循环的加卸荷载作为扰动荷载,同时记录整个过程的应力应变,获得岩石试件(5)在不同的应力水平受扰动时的物理状态,完成岩石扰动实验。

[0066] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0067] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包

含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

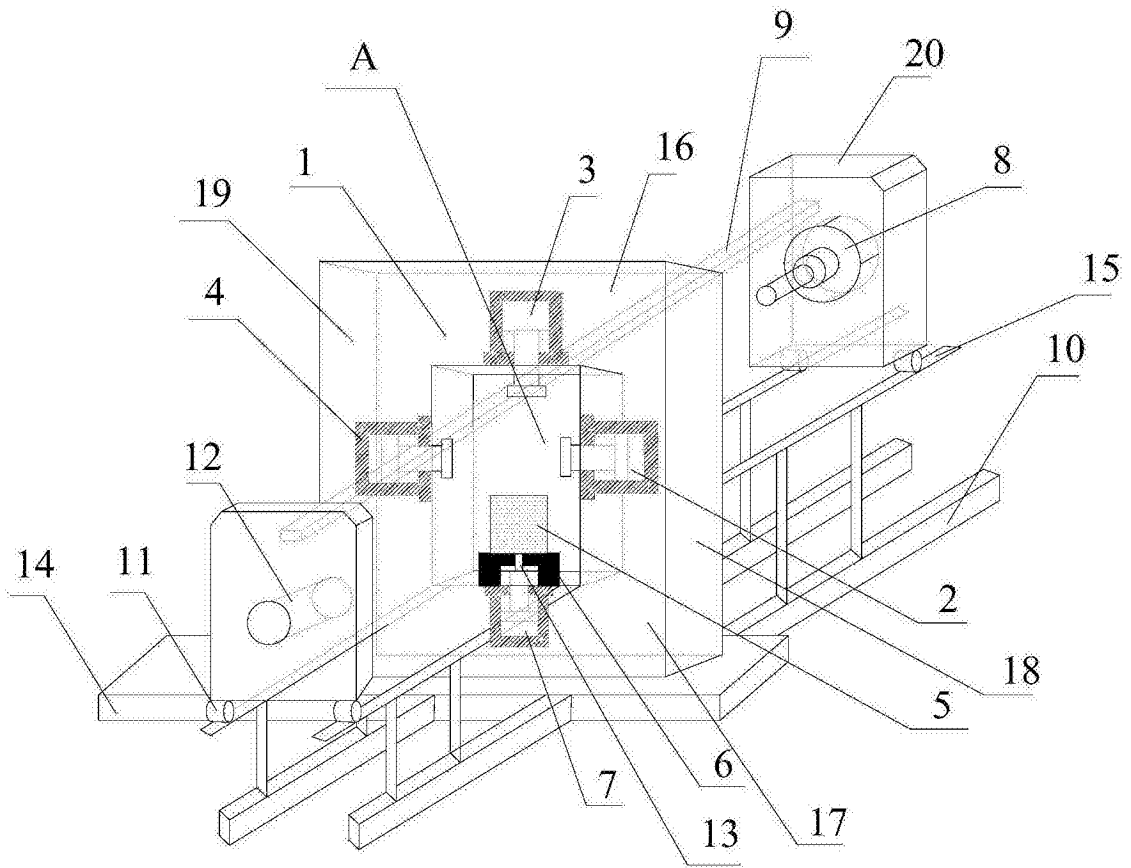


图1

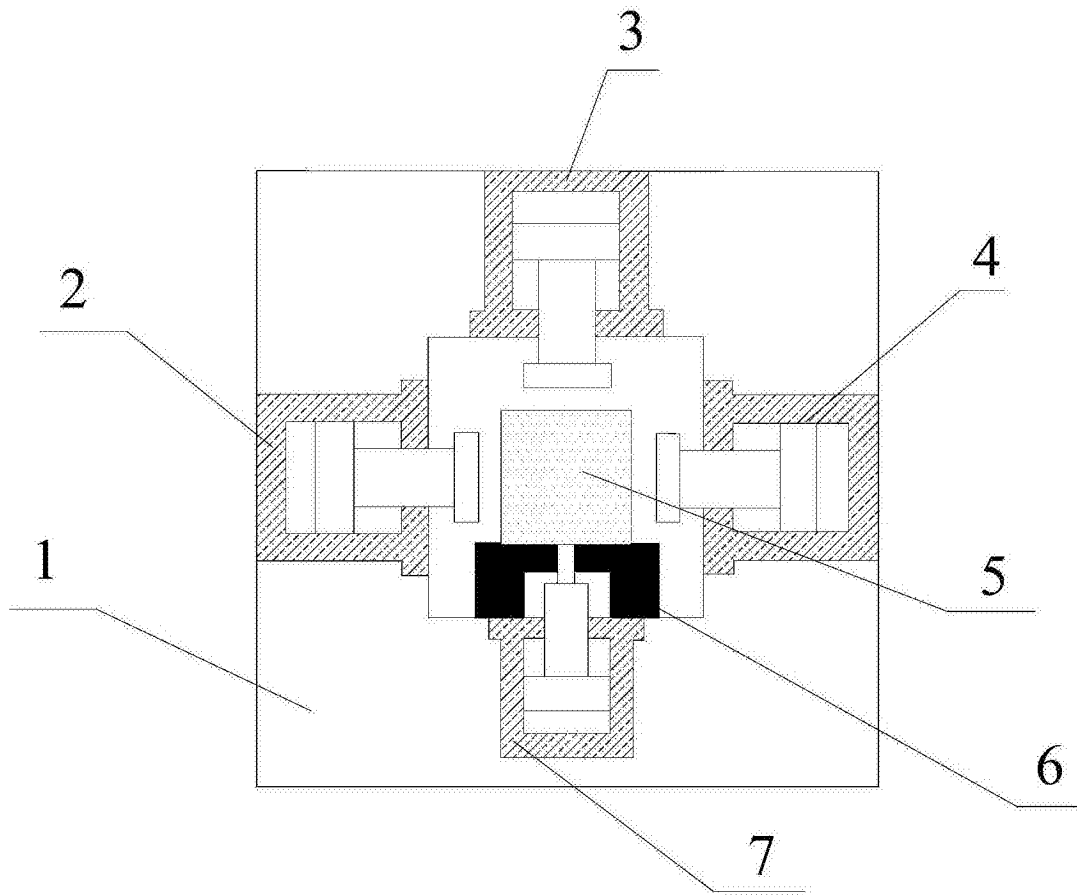


图2

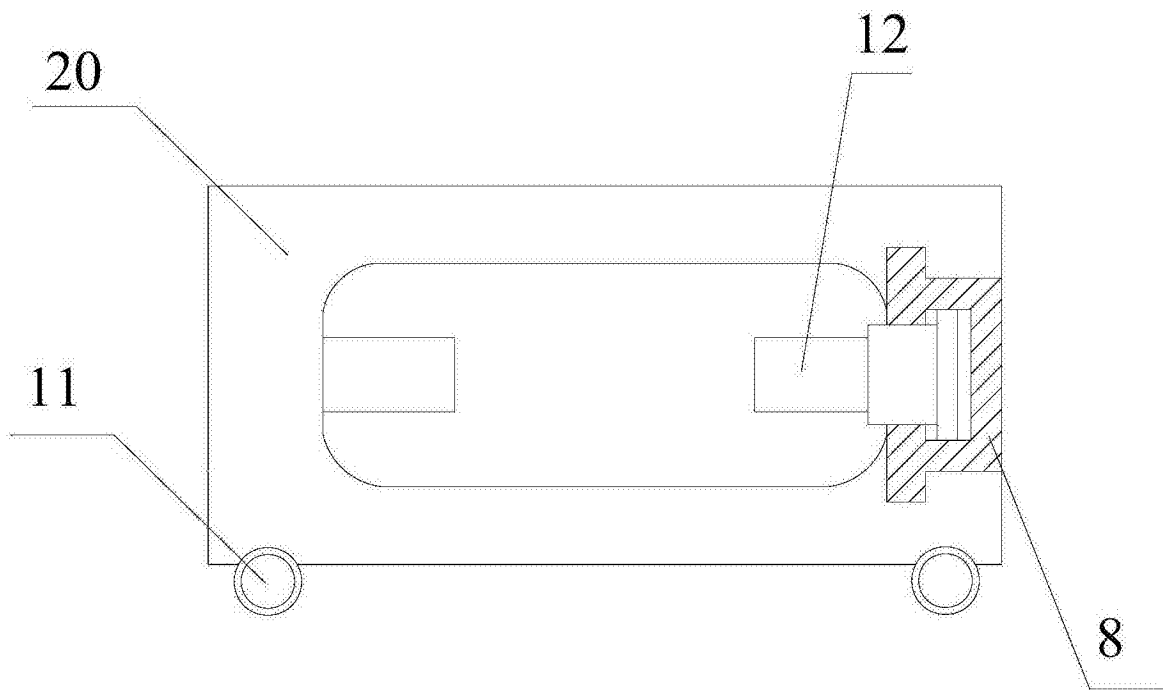


图3

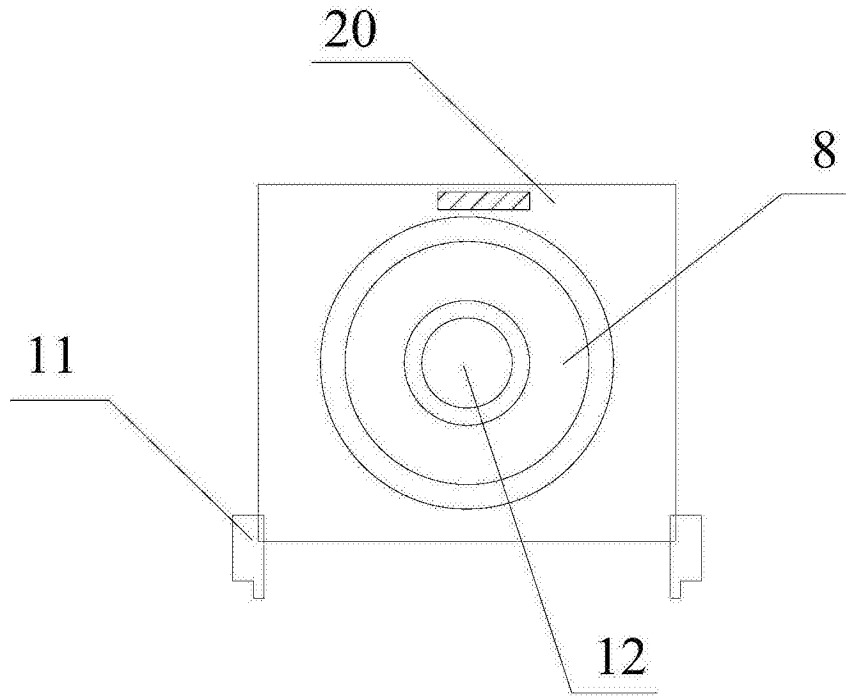


图4