



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106248487 A

(43)申请公布日 2016.12.21

(21)申请号 201610859649.8

(22)申请日 2016.09.28

(71)申请人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌区水果湖
街小洪山2号

(72)发明人 周辉 张传庆 崔国建 汤艳春
胡大伟 刘继光

(74)专利代理机构 北京华沛德权律师事务所
11302

代理人 房德权

(51)Int.Cl.

G01N 3/08(2006.01)

G01N 3/12(2006.01)

G01N 3/42(2006.01)

G01N 15/08(2006.01)

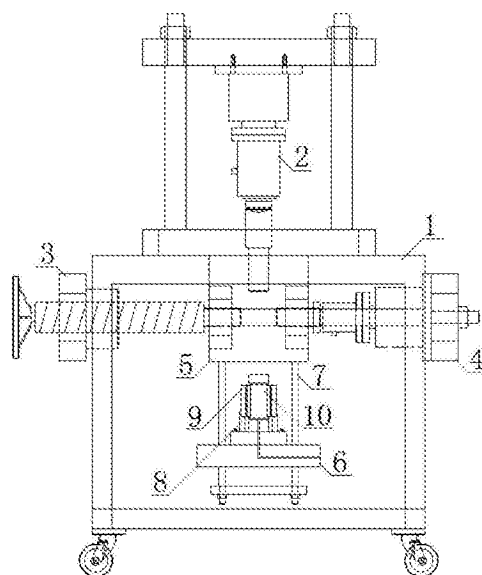
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种岩石真三轴试验设备

(57)摘要

本发明属于岩土力学与岩土工程技术领域，公开了一种岩石真三轴试验设备，包括：垂直加载系统、水平加载系统、反力架、三轴室以及浮动框架；所述垂直加载系统设置在所述反力架上；所述三轴室固定在所述反力架上；所述浮动框架通过滑动连接件与所述三轴室活动相连，可沿水平方向相对于所述三轴室滑动；其中，所述浮动框架包括：第一固定板、第二固定板以及连接在两者间的导向杆；所述导向杆通过设置在所述三轴室上的滑动管套与所述三轴室活动相连；所述水平加载系统包括：第一施力组件以及与之相对的第二施力组件；所述第一施力组件固定在所述第一固定板上，所述第二施力组件固定在所述第二固定板上。本发明提供了一种对中稳定高的岩石真三轴试验设备。



1. 一种岩石真三轴试验设备,其特征在于,包括:垂直加载系统、水平加载系统、反力架、三轴室以及浮动框架;

所述垂直加载系统设置在所述反力架上部;

所述三轴室固定在所述反力架上;

所述浮动框架通过滑动连接件与所述三轴室活动相连,可沿水平方向相对于所述三轴室滑动;

其中,所述浮动框架包括:第一固定板、第二固定板以及连接在两者间的导向杆;所述导向杆通过设置在所述三轴室上的滑动管套与所述三轴室活动相连;

所述水平加载系统包括:第一施力组件以及与之相对的第二施力组件;所述第一施力组件固定在所述第一固定板上,所述第二施力组件固定在所述第二固定板上。

2. 如权利要求1所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述三轴室包括:固定室、三轴室底座、升降连杆、侧压板以及侧压板支撑件;

所述固定室固定在所述反向架上,位于所述垂直加载系统正下方;

所述三轴室底座通过所述升降连杆与所述固定室相连;

所述侧压板通过所述侧压板支撑件固定在所述三轴室底座上;

其中,所述侧压板包括:第一侧压板以及第二侧压板;

在执行试验时,岩石试样固定在所述三轴室底座上,夹在所述第一侧压板和所述第二侧压板之间;所述第一施力组件抵靠在所述第一侧压板上,所述第二施力组件抵靠在所述第二侧压板上。

3. 如权利要求2所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述第一侧压板与所述第二侧压板结构相同,包括:内侧压板、外侧压板以及夹在两者间的滚珠排。

4. 如权利要求3所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述第二施力组件包括:水平千斤顶、水平压头以及第二水平压力传感器;

所述水平千斤顶固定在所述第二固定板上;

所述第二水平压头固定在所述水平千斤顶前端;

所述水平压力传感器设置在所述水平千斤顶上,用于检测水平压力。

5. 如权利要求3所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述第一施力组件包括:旋转推拉装置以及第一水平压头;

所述第一水平压头固定在所述旋转推拉装置上;

所述旋转推拉装置固定在所述第一固定板上,可在水平方向上驱动所述第一水平压头移动。

6. 如权利要求3所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述垂直加载系统包括:垂直千斤顶、垂直压力传感器以及上压头;

所述垂直千斤顶固定在所述反向架上;

所述上压头固定在所述垂直千斤顶前端;

所述垂直压力传感器设置在所述垂直千斤顶,用于检测竖向压力。

7. 如权利要求6所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述垂直加载系统还包括:球形绞座以及与之匹配的球头;

所述球形绞座连接与所述上压头相连,所述球头与所述垂直千斤顶前端相连。

8. 如权利要求7所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述三轴室还包括:试样底座以及试样顶部垫块;

所述试样底座固定在所述三轴室底座上,用于承载岩石试样;

所述试样顶部垫块设置在所述上压头与岩石试样顶部之间。

9. 如权利要求1~8任一项所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于,所述设备被还包括:万向轮组;

所述万向轮组固定在所述反向架底部。

10. 如权利要求9所述的岩石真三轴试验设备,其特征在于:所述反向架上设置加强钢梁。

一种岩石真三轴试验设备

技术领域

[0001] 本发明涉及岩土力学与岩土工程技术领域,特别涉及一种岩石真三轴试验设备。

背景技术

[0002] 岩石力学性质、本构关系、强度准则、破坏机理的研究是岩石力学与工程领域最基础且最核心的内容。目前相关的研究主要是通过单轴、双轴、常规三轴试验进行,由于地下工程围岩在开挖前处于三维应力状态,考虑到三维应力状态下岩石特性与二维及一维应力状态下岩石性质存在较大差异,如岩石强度准则,二维应力状态下认为岩石的破坏只与最大、最小主应力有关,而与中主应力无关,但目前研究发现中主应力对岩石强度有较大影响,随着中主应力的增加,岩石强度先增加至峰值随后会开始下降。因此,为了模拟围岩真实环境、获得准确的岩石特性,有必要进行岩石真三轴试验。

[0003] 但是,现有技术中,由于施加中主应力刚性结构的关系,难以避免的会导致岩石试样变形,中轴线偏移,从而导致侧向对中问题,严重影响实验数据的可靠性。同时,围岩中节理、裂隙是主要的地下水渗流通道,绝大多数岩石工程或多或少都涉及到地下水渗流,地下水渗流特性严重影响工程安全稳定及造价。此外,岩石化学溶蚀对岩石性质也存在较大影响,于是,真三轴状态下岩石渗透及化学腐蚀试验也十分重要。

发明内容

[0004] 本发明提供一种岩石真三轴试验设备,解决了现有技术中真三轴试验中岩石试样对中精度不高,中轴线偏移的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种岩石真三轴试验设备,包括:垂直加载系统、水平加载系统、反力架、三轴室以及浮动框架;

[0006] 所述垂直加载系统设置在所述反力架上部;

[0007] 所述三轴室固定在所述反力架上;

[0008] 所述浮动框架通过滑动连接件与所述三轴室活动相连,可沿水平方向相对于所述三轴室滑动;

[0009] 其中,所述浮动框架包括:第一固定板、第二固定板以及连接在两者间的导向杆;所述导向杆通过设置在所述三轴室上的滑动管套与所述三轴室活动相连;

[0010] 所述水平加载系统包括:第一施力组件以及与之相对的第二施力组件;所述第一施力组件固定在所述第一固定板上,所述第二施力组件固定在所述第二固定板上。

[0011] 进一步地,所述三轴室包括:固定室、三轴室底座、升降连杆、侧压板以及侧压板支撑件;

[0012] 所述固定室固定在所述反力架上,位于所述垂直加载系统正下方;

[0013] 所述三轴室底座通过所述升降连杆与所述固定室相连;

[0014] 所述侧压板通过所述侧压板支撑件固定在所述三轴室底座上;

[0015] 其中,所述侧压板包括:第一侧压板以及第二侧压板;

[0016] 在执行试验时,岩石试样固定在所述三轴室底座上,夹在所述第一侧压板和所述第二侧压板之间;所述第一施力组件抵靠在所述第一侧压板上,所述第二施力组件抵靠在所述第二侧压板上。

[0017] 进一步地,所述第一侧压板与所述第二侧压板结构相同,包括:内侧压板、外侧压板以及夹在两者间的滚珠排。

[0018] 进一步地,所述第二施力组件包括:水平千斤顶、水平压头以及第二水平压力传感器;

[0019] 所述水平千斤顶固定在所述第二固定板上;

[0020] 所述第二水平压头固定在所述水平千斤顶前端;

[0021] 所述水平压力传感器设置在所述水平千斤顶上,用于检测水平压力。

[0022] 进一步地,所述第一施力组件包括:旋转推拉装置以及第一水平压头;

[0023] 所述第一水平压头固定在所述旋转推拉装置上;

[0024] 所述旋转推拉装置固定在所述第一固定板上,可在水平方向上驱动所述第一水平压头移动。

[0025] 进一步地,所述垂直加载系统包括:垂直千斤顶、垂直压力传感器以及上压头;

[0026] 所述垂直千斤顶固定在所述反向架上;

[0027] 所述上压头固定在所述垂直千斤顶前端;

[0028] 所述垂直压力传感器设置在所述垂直千斤顶,用于检测竖向压力。

[0029] 进一步地,所述垂直加载系统还包括:球形绞座以及与之匹配的球头;

[0030] 所述球形绞座连接与所述上压头相连,所述球头与所述垂直千斤顶前端相连。

[0031] 进一步地,所述三轴室还包括:试验底座以及试样顶部垫块;

[0032] 所述试样底座固定在所述三轴室底座上,用于承载岩石试样;

[0033] 所述试样顶部垫块设置在所述上压头与岩石试样顶部之间。

[0034] 进一步地,所述设备被还包括:万向轮组;

[0035] 所述万向轮组固定在所述反向架底部。

[0036] 进一步地,所述反向架上设置加强钢梁。

[0037] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0038] 本申请实施例中提供的岩石真三轴试验设备,通过水平加载系统搭配浮动框架,第一施力组件充当 σ_2 方向反力构件,使得施加到岩石试样的左右两侧的应力均匀对等,同时在水平千斤顶施加 σ_2 方向应力时,浮动框架可以左右移动,保证试样 σ_2 方向两侧形变相同,从而保持中轴线稳定不偏移,有效解决了真三轴试验中 σ_2 方向存在的对中问题,保证岩样在侧向的对中,保证加载时试样处于基座中央。

[0039] 进一步地,在岩石试样左右两侧设置侧向压板,且侧向压板采用滚珠排嵌于内外两侧板的结构形式,试验过程中嵌套滚排的方式可以有效减小侧面摩擦效应,保持所施加的 σ_2 的均匀性。

附图说明

[0040] 图1为本发明实施例提供的岩石真三轴试验设备结构示意图;

[0041] 图2为本发明实施例提供的浮动框架结构示意图。

具体实施方式

[0042] 本申请实施例通过提供一种岩石真三轴试验设备,解决了现有技术中真三轴试验中岩石试样对中精度不高,中轴线偏移的技术问题;达到了提升对中可靠性,保证真三轴试验的稳定可靠的技术效果。

[0043] 为解决上述技术问题,本申请实施例提供技术方案的总体思路如下:

[0044] 通过浮动框架的设置使得施加的 σ_2 的对称性,保持中轴线的稳定;进一步通过侧向压板有效减小侧面摩擦效应,保持所施加的 σ^2 的均匀性。

[0045] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细说明,应当理解本发明实施例以及实施例中的具体特征是对本申请技术方案的详细的说明,而不是对本申请技术方案的限定,在不冲突的情况下,本申请实施例以及实施例中的技术特征可以相互组合。

[0046] 参见图1,本发明实施例提供的一种岩石真三轴试验设备,包括:垂直加载系统2、水平加载系统3、4、反力架1、三轴室(5、6、7、8、9)以及浮动框架。

[0047] 具体来讲,所述垂直加载系统2设置在所述反力架1上部;以所述反力架1为施力支点施加竖向力。

[0048] 所述三轴室固定在所述反力架1上;用于固定承载岩石试样10。

[0049] 所述浮动框架通过滑动连接件与所述三轴室活动相连,可沿水平方向相对于所述三轴室滑动。

[0050] 其中,所述浮动框架包括:第一固定板12、第二固定板13以及连接在两者间的导向杆11;所述导向杆11通过设置在所述三轴室上的滑动管套与所述三轴室活动相连。

[0051] 所述水平加载系统包括:第一施力组件3以及与之相对的第二施力组件4;所述第一施力组件3固定在所述第一固定板12上,所述第二施力组件4固定在所述第二固定板13上。

[0052] 具体来讲,所述第一施力组件3以及与之相对的第二施力组件4分别以第一固定板12、第二固定板13为施力支点,相向施力,由于浮动框架可沿三轴室滑动,因此两侧施加的力相等,使得中轴线稳定居中,保持了真三轴试验数据的稳定可靠。

[0053] 进一步地,所述三轴室包括:固定室5、三轴室底座6、升降连杆7、侧压板9以及侧压板支撑件8。

[0054] 所述固定室5固定在所述反力架1上,位于所述垂直加载系统2正下方;便于竖向施力。

[0055] 所述三轴室底座6通过所述升降连杆7与固定室5相连;便于试样装卸。

[0056] 所述侧压板9通过所述侧压板支撑件8固定在所述三轴室底座6上。

[0057] 其中,所述侧压板6包括:第一侧压板以及第二侧压板;

[0058] 在执行试验时,岩石试样10固定在所述三轴室底座6上,夹在所述第一侧压板和所述第二侧压板之间;所述第一施力组件3抵靠在所述第一侧压板上,所述第二施力组件4抵靠在所述第二侧压板上。通过侧压板受力传递给岩石试样10。

[0059] 进一步地,所述第一侧压板与所述第二侧压板结构相同,包括:内侧压板、外侧压板以及夹在两者间的滚珠排。能够在受力的时候通过滚珠排滑动抑制摩擦效应,保持施力

稳定可靠。

[0060] 所述第二施力组件包括：水平千斤顶、水平压头以及第二水平压力传感器。

[0061] 所述水平千斤顶固定在所述第二固定板13上；通过右侧夹板15锁紧。

[0062] 所述第二水平压头固定在所述水平千斤顶前端；用于传导水平力。

[0063] 所述水平压力传感器设置在所述水平千斤顶上，用于检测水平压力。

[0064] 所述第一施力组件3包括：旋转推拉装置以及第一水平压头。

[0065] 所述第一水平压头固定在所述旋转推拉装置上；通过左侧夹板锁紧。

[0066] 所述旋转推拉装置固定在所述第一固定板上，可在水平方向上驱动所述第一水平压头移动。

[0067] 所述垂直加载系统包括：垂直千斤顶、垂直压力传感器以及上压头。

[0068] 所述垂直千斤顶固定在所述反向架1上；作为施力支点。

[0069] 所述上压头固定在所述垂直千斤顶前端；传导竖向压力。

[0070] 所述垂直压力传感器设置在所述垂直千斤顶，用于检测竖向压力。

[0071] 进一步地，所述垂直加载系统还包括：球形绞座以及与之匹配的球头；

[0072] 所述球形绞座连接与所述上压头相连，所述球头与所述垂直千斤顶前端相连；用于均匀竖向压力。

[0073] 进一步地，所述三轴室还包括：试验底座以及试样顶部垫块；所述试样底座固定在所述三轴室底座上，用于承载岩石试样；所述试样顶部垫块设置在所述上压头与岩石试样顶部之间。

[0074] 进一步地，所述设备被还包括：万向轮组；

[0075] 所述万向轮组固定在所述反向架底部。

[0076] 进一步地，所述反向架上设置加强钢梁。

[0077] 下面将通过一个具体的结构构筑方案说明本发明。

[0078] 岩石真三轴试验设备，包括垂直、水平加载系统、三轴室、反力架、浮动框架、控制系统和测量系统。

[0079] 所述的反力架由加压反力架和下部框架组成，加压反力架由反力架顶、底板及反力架立柱组成，下部框架由顶面钢板、横梁和方管组成，反力架顶、底板长宽高相同，其中底板中间留有圆柱形通道，顶、底板通过立柱连接起来形成加压反力架，加压反力架通过螺栓固定在下部框架的顶面钢板正中央，顶面钢板中央留设有与反力架底板同心但直径略小圆柱形通孔，四根方管分别位于顶面钢板四角，与顶面钢板连接在一起，方管底部通过横梁相互连接，如有必要，方管中部也可以安设横梁，以加大反力架刚度，横梁下端面设置有滚轮。垂直加载系统固定安装在加压反力架的顶面钢板中央，垂直千斤顶固定安装在垂直加载系统的千斤顶安装板上，垂直千斤顶活塞下方为垂直力传感器过渡板、垂向力传感器，垂向力传感器通过力传感器过渡板与垂直千斤顶活塞螺栓连接。垂向力传感器正下方分别为与活塞尺寸配套的球头、球座和上压头。球头下表面与球座顶面圆弧尺寸配套，采用球头设计可以确保施加的轴向力分布均匀。球座、上压头穿过反力架底板、顶面顶板留设的通孔，安装在反力架上，且两者连接在一起，可以上下运动。

[0080] 所述的三轴室由固定室、可动三轴室底座、基座、底部垫块、左右侧压板支撑、三轴室升降连杆组成。三轴室固定室安装在顶板中央正下方，固定室为立方体，固定室内留有排

气孔、上端留有供上压头穿过的圆柱形通道且其左右两端也留有安装侧压头的圆柱形通孔,通过活动连杆与底座相连,连杆可以升降从而控制三轴室的打开与闭合,底座为圆柱体,横截面尺寸略大于三轴室横截面尺寸,三轴室固定室与底座留有相同的与三轴室同轴呈环形分布的6个螺纹孔,在三轴室闭合后,通过螺栓将两者紧密连接起来。基座安装在三轴室底座上,与底座同轴。试样底座固定在基座中央,垫块横截面为60mm*60mm的正方形,大于岩石试样横截面尺寸50mm*50mm,沿着水平千斤顶轴向方向基座上试样底座两端对称安装有左右侧压板支撑,侧压板支撑通过螺栓固定在基座上,侧压板支撑位置可以调节。

[0081] 基座、底座及试样底座内提前留设有渗流与管线孔。试验时,岩样放置在底部垫块中央,岩样顶部放置有上部垫块,上部垫块与上压头尺寸匹配,垂向加载系统与试样、试样底座、三轴室同轴。

[0082] 所述的浮动框架安装在反力架下部框架顶面钢板以下,三轴室外侧,所述的水平加载系统安装在浮动框架内,两者轴线重合。

[0083] 所述的控制系统和测量系统与现有技术相同,不再赘述。

[0084] 采用上述装置的试验步骤:

[0085] 试样准备工作

[0086] 试验开始前,将试样侧向(σ_2 方向)两个面涂上硅胶,并将侧向内垫块分别粘在试样侧面。需保证侧向内垫块与试样侧面的中心线重合,上下所留出的预留行程一致。粘胶后试样需要放置1天才能进行试验。

[0087] 安放试样

[0088] 将试样(已粘上两侧垫块)放置在轴向底座正中央;将已放置滚珠排的侧向外垫块放置在左右侧压板支撑上,与侧向内垫块组合在一起形成侧向垫块系统,在试样上方放置上部垫块。

[0089] 闭合三轴室

[0090] 三轴室升起至最高位置,拧紧三轴室螺栓。

[0091] 预加载

[0092] 调整浮动框架至合适位置,转动手柄使 σ_2 方向左侧水平活动轴与左侧外垫块接触,施加轴向、侧向应力至初始值(1MPa左右),使得活动轴与垫块紧密接触。

[0093] 真三轴试验与渗流真三轴试验

[0094] 按照试验设计方案进行各种试验,如简单真三轴试验和真三轴渗流试验,简单真三轴试验:施加油压至给定 σ_3 值,水平加载系统加载至给定 σ_2 值,最后轴向加载系统加压直至试样破坏,同时记录试样过程中力、位移等特征值的变化规律。

[0095] 真三轴渗流试验:施加三向压力至给定值,然后通过基座、底座及试样底座内提前留设有渗流与管线孔开始渗流试验并记录数据。

[0096] 取出岩样并结束试验

[0097] 试验结束,卸载回油,卸下三轴室螺栓,然后下降三轴室,取出岩样,清理三轴室。

[0098] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0099] 本申请实施例中提供的岩石真三轴试验设备,通过水平加载系统搭配浮动框架,第一施力组件充当 σ_2 方向反力构件,使得施加到岩石试样的左右两侧的应力均匀对等,同时在水平千斤顶施加 σ_2 方向应力时,浮动框架可以左右移动,保证试样 σ_2 方向两侧形变相

同,从而保持中轴线稳定不偏移,有效解决了真三轴试验中 σ_2 方向存在的对中问题,保证岩样在侧向的对中,保证加载时试样处于基座中央。

[0100] 进一步地,在岩石试样左右两侧设置侧向压板,且侧向压板采用滚珠排嵌于内外两侧板的结构形式,试验过程中嵌套滚排的方式可以有效减小侧面摩擦效应,保持所施加的 σ_2 的均匀性。

[0101] 最后所应说明的是,以上具体实施方式仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照实例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

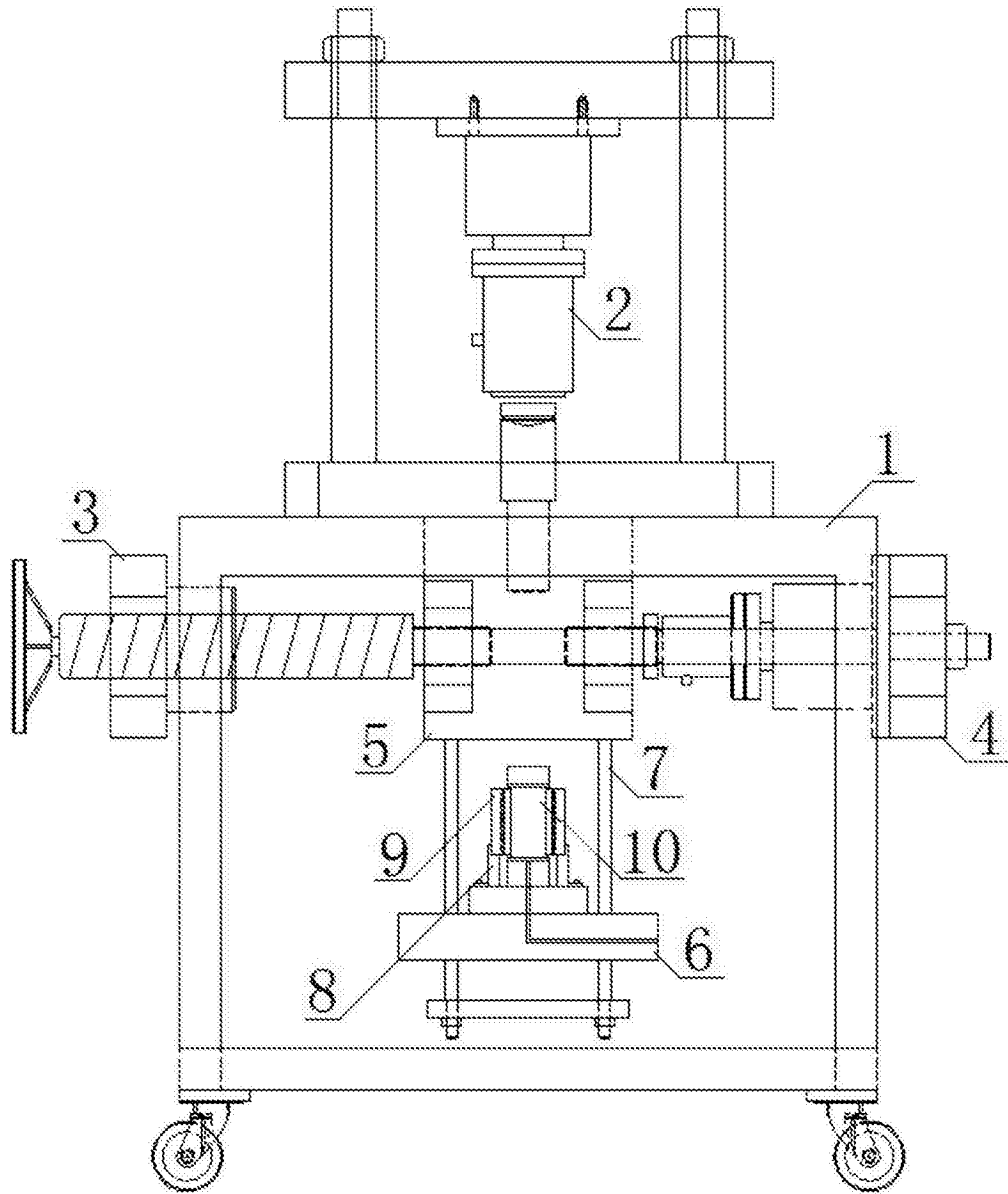


图1

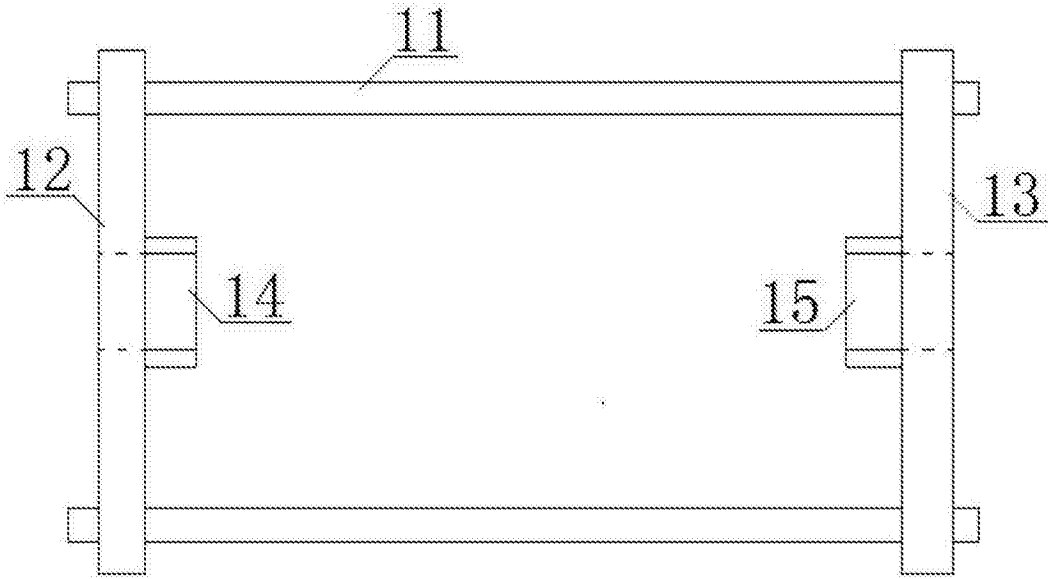


图2