



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 214309934 U

(45) 授权公告日 2021.09.28

(21) 申请号 202120024234.5

(22) 申请日 2021.01.06

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72) 发明人 奚邦禄 张振华 刘笑显 王堡生

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所
42103

代理人 李末黎

(51) Int.Cl.

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

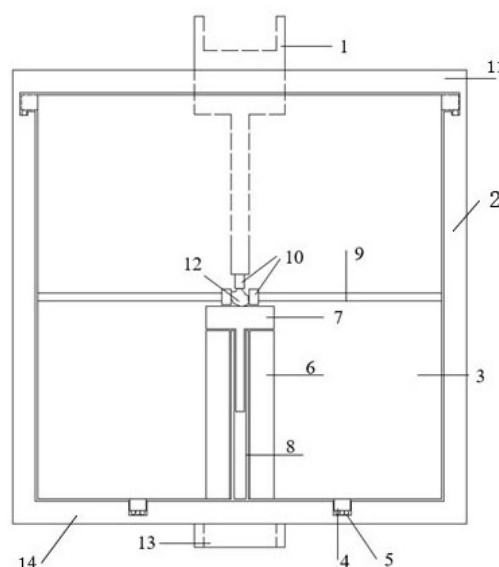
权利要求书1页 说明书4页 附图8页

(54) 实用新型名称

三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置

(57) 摘要

三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,包括刚性架,刚性架上设有辅助纵向加载机构、辅助升降平台、辅助水平加载机构;辅助纵向加载机构包括设置在刚性架顶部的顶部传力杆,顶部传力杆上端与竖向加载端连接,顶部传力杆下端与加载头连接;辅助升降平台包括底板,底板下端与加载平台连接,底板上端设有加载平台支撑,加载平台通过加载平台支撑调节高度;辅助水平加载机构包括设置在刚性架侧面两水平方向的滑动板,滑动板通过加载杆与加载头连接;滑动板外围通过常规岩石三轴仪中的液压施加并推动加载头对碎石单颗粒两水平方向施加刚性荷载。本实用新型提供的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,可实现复杂形状碎石单颗粒强度测试。



1. 三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:包括刚性架(2),刚性架(2)顶部设有辅助纵向加载机构、底部设有辅助升降平台,刚性架(2)侧面设有辅助水平加载机构;

辅助纵向加载机构包括设置在刚性架(2)顶部的顶部传力杆(1),顶部传力杆(1)上端与常规岩石三轴仪中竖向加载端连接,顶部传力杆(1)下端与加载头(10)连接,加载头(10)用于对碎石单颗粒施加纵向荷载;

辅助升降平台包括设置在刚性架(2)底部的底板(14),底板(14)下端与常规岩石三轴仪底部加载平台连接,底板(14)上端设有加载平台支撑(6),加载平台(7)通过加载平台支撑(6)调节高度并对碎石单颗粒进行支撑;

辅助水平加载机构包括设置在刚性架(2)侧面两水平方向的滑动板(3),滑动板(3)通过加载杆(9)与加载头(10)连接,加载头(10)与碎石单颗粒水平接触;滑动板(3)外围通过常规岩石三轴仪中的液压施压并推动加载头(10)对碎石单颗粒两水平方向施加刚性荷载。

2. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:所述刚性架(2)上端通过螺栓可拆卸安装有中空顶板(11),顶部传力杆(1)自由穿过中空顶板(11)。

3. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:所述加载平台(7)整体为T形结构,加载平台(7)与底板(14)上端的中空套筒(8)滑动配合并可上下移动。

4. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:所述滑动板(3)通过凸块(4)滑动设置在刚性架(2)上对应的凹槽(5)内,凹槽(5)中含润滑钢球。

5. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:两水平方向的滑动板(3)的面积不同。

6. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:所述加载平台支撑(6)为活动结构且设置有多种规格。

7. 根据权利要求1所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:所述加载平台支撑(6)包括分布在加载平台(7)左右的正旋螺杆(6.1)、反旋螺杆(6.2),其中,正旋螺杆(6.1)与底板(14)固定连接,反旋螺杆(6.2)与支承板(6.3)固定连接,正旋螺杆(6.1)、反旋螺杆(6.2)相对一端与螺纹套(6.4)螺纹连接。

8. 根据权利要求7所述的三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,其特征在于:两螺纹套(6.4)上均固定有链轮(6.5),两链轮(6.5)上饶有链条(6.6)。

三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及碎石材料的强度测试装置,尤其是三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,应用于水利工程、岩土工程中碎石材料的三向加载条件下的单颗粒强度测试,可以在更真实的三向刚性受荷条件下,对复杂形状堆石料单颗粒的强度、模量等进行测试研究。

背景技术

[0002] 我国拥有丰富的水电资源,为此建造了大量的大坝。其中土石坝由于筑坝材料就地选取,造价较低,结构简单和适用性强等优点,在我国大量使用,占比高达67%。然而随着土石坝坝高的增加,坝体内堆石颗粒受力不断加大,超过颗粒自身强度后,就会发生颗粒的破碎和重组,引起堆石体的沉降和体积变形,进而引起坝体堆石料和混凝土面板间的变形协调性差,导致面板发生脱空、裂缝、挤碎以及止水破坏,从而严重影响大坝的防渗安全和长期运维。

[0003] 然而,目前已有的单颗粒强度测试都是针对单向加载条件下的颗粒破碎,即水平方向无约束力作用,与实际大坝中碎石单颗粒的受荷特征明显不符。另外,已有的岩石真三轴设备只能测试形状规则的岩石试样,这与实际大坝中碎石单颗粒复杂形状不符。因此基于常规岩石三轴仪,研制一套可在三向刚性受荷条件下,测试复杂形状单颗粒强度的试验装置非常重要。

实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是提供三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,将常规岩石三轴仪中液相围压转化为施加在单颗粒上的刚性荷载,顶部荷载传递至单颗粒上,进而实现三向刚性加载条件下的复杂形状碎石单颗粒强度测试,实现已有设备的二次开发利用。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型所采用的技术方案是:

[0006] 三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,包括刚性架,刚性架顶部设有辅助纵向加载机构、底部设有辅助升降平台,刚性架侧面设有辅助水平加载机构;

[0007] 辅助纵向加载机构包括设置在刚性架顶部的顶部传力杆,顶部传力杆上端与常规岩石三轴仪中竖向加载端连接,顶部传力杆下端与加载头连接,加载头用于对碎石单颗粒施加纵向荷载;

[0008] 辅助升降平台包括设置在刚性架底部的底板,底板下端与常规岩石三轴仪底部加载平台连接,底板上端设有加载平台支撑,加载平台通过加载平台支撑调节高度并对碎石单颗粒进行支撑;

[0009] 辅助水平加载机构包括设置在刚性架侧面两水平方向的滑动板,滑动板通过加载杆与加载头连接,加载头与碎石单颗粒水平接触;滑动板外围通过常规岩石三轴仪中的液压施压并推动加载头对碎石单颗粒两水平方向施加刚性荷载。

- [0010] 所述刚性架上端通过螺栓可拆卸安装有中空顶板,顶部传力杆自由穿过中空顶板。
- [0011] 所述加载平台整体为T形结构,加载平台与底板上端的中空套筒滑动配合并可上下移动。
- [0012] 所述滑动板通过凸块滑动设置在刚性架上对应的凹槽内,凹槽中含润滑钢球。
- [0013] 两水平方向的滑动板的面积不同。
- [0014] 所述加载平台支撑为活动结构且设置有多种规格。
- [0015] 所述加载平台支撑包括分布在加载平台左右的正旋螺杆、反旋螺杆,其中,正旋螺杆与底板固定连接,反旋螺杆与支承板固定连接,正旋螺杆、反旋螺杆相对一端与螺纹套螺纹连接。
- [0016] 两螺纹套上均固定有链轮,两链轮上绕有链条。
- [0017] 本实用新型三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,具有以下技术效果:
- [0018] 1)、本装置通过在刚性架上端设置辅助纵向加载机构,可将常规岩石三轴仪中顶部加载端延伸至尺寸较小的碎石单颗粒上;通过设置辅助水平加载机构,可将常规岩石三轴仪中液压转化成施加在碎石单颗粒的侧向刚性荷载,主要通过底部和侧面凸起与刚性架预留润滑钢球的凹槽来降低阻力消耗的影响,在水平两个方向共设置四个滑动板,两个方向上滑动面面积可以不同,以满足两个水平方向受力不同的要求;通过设置辅助升降平台,可实现可升降功能,加载平台上下调整可确保不同粒径的单颗粒中心与水平加载杆位于同一水平面;通过设置刚性架,可将辅助纵向加载机构、辅助升降平台,辅助水平加载机构形成整体,据此整个装置可采用柔性膜包裹,液压可直接施加在滑动板上,实现侧向作用力的施加,并通过竖向加载破碎单颗粒并测试其强度特征。
- [0019] 2)、可通过设计不同面积的滑动面实现复杂加载条件下的单颗粒强度测试。
- [0020] 3)、可通过调整加载头、升降加载平台实现不同尺寸、不同形状的单颗粒强度测试。
- [0021] 4)、功能完整,且成本低,可利用已有常规岩石三轴仪实现三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试。

附图说明

- [0022] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明:
- [0023] 图1为本实用新型的主视图。
- [0024] 图2为本实用新型的局部结构示意图。
- [0025] 图3为本实用新型的局部结构示意图。
- [0026] 图4为本实用新型中滑动板的结构示意图。
- [0027] 图5为本实用新型中滑动板的主视图。
- [0028] 图6为本实用新型的工作状态示意图。
- [0029] 图7为本实用新型中加载平台支撑的剖视图(第二种)。
- [0030] 图8为本实用新型中加载平台支撑的主视图(第二种)。
- [0031] 图中:顶部传力杆1,刚性架2,滑动板3,凸块4,含润滑钢球凹槽5,加载平台支撑6,正旋螺杆6.1,反旋螺杆6.2,支承板6.3,螺纹套6.4,链轮6.5,链条6.6,加载平台7,中空套

筒8,加载杆9,加载头10,中空顶板11,加载颗粒12,底部套筒13,底板14,橡胶扣环15,橡皮膜16,围压室17,竖向加载18,围压19。

具体实施方式

[0032] 如图1-3所示,三向刚性加载条件下的单颗粒强度测试装置,包括刚性架2,刚性架2为框架结构。在刚性架2顶部设有辅助纵向加载机构、底部设有辅助升降平台,刚性架2侧面设有辅助水平加载机构。

[0033] 如图2-3所示,辅助纵向加载机构包括中空顶板11,中空顶板11通过螺栓可拆卸安装在刚性架2顶部,可拆卸功能用于实现装置内试验时装样与拆样。顶部传力杆1自由穿过中空顶板11,顶部传力杆1上端与常规岩石三轴仪中竖向加载端连接,顶部传力杆1下端与加载头10连接,加载头10用于对碎石单颗粒施加纵向荷载。加载头10在顶部传力杆1上可拆卸,以针对不可形状、不同尺寸的碎石单颗粒需求。

[0034] 如图1-3所示,辅助升降平台包括固定在刚性架2底部的底板14,底板14固定有底部套筒13,底部套筒13与常规岩石三轴仪底部加载平台连接。在底板14上端固定有中空套筒8,加载平台7可在中空套筒8内上下平移并通过加载平台支撑6调节高度并对碎石单颗粒进行支撑。

[0035] 这里的加载平台7整体为T形结构。

[0036] 如图2所示,加载平台支撑6可为活动的柱状结构,可取放,通过采用不同高度的加载平台支撑6,来实现加载平台的可升降功能,以应对不同尺寸、不同形状的单颗粒强度测试。

[0037] 如图7-8所示,另外,加载平台支撑6也可采用机械升降结构,包括分布在加载平台7左右的正旋螺杆6.1、反旋螺杆6.2,其中,正旋螺杆6.1与底板14固定连接,反旋螺杆6.2与支承板6.3固定连接,正旋螺杆6.1、反旋螺杆6.2相对一端与螺纹套6.4螺纹连接。由于正旋螺杆6.1、反旋螺杆6.2的螺纹旋向相反,当旋转螺纹套6.4时,正旋螺杆6.1、反旋螺杆6.2会相互靠拢或远离,导致支承板6.3进行一定升降调节。

[0038] 两螺纹套6.4上均固定有链轮6.5,两链轮6.5上绕有链条6.6。当旋转一个螺纹套6.4时,另一个螺纹套6.4同步动作,这样可保持支承板6.3水平升降。

[0039] 如图1、图4-5所示,辅助水平加载机构包括设置在刚性架2侧面两水平方向的滑动板3,滑动板3分前后左右布置,每个滑动板3上均固定有凸块4,对应的刚性架2上开有凹槽5内,凹槽5中含润滑钢球。滑动板3通过凸块4滑动设置凹槽5内。通过该设置润滑钢球使得滑动板3整体可内、外自由滑行以降低摩阻力。在每个滑动板3上均固定有加载杆9,加载杆9另一端与加载头10连接,加载头10的一端与碎石单颗粒水平接触。

[0040] 加载头10在加载杆9上可拆卸,以针对不可形状、不同尺寸的碎石单颗粒需求。此外,可改变两个水平方向的滑动板3的面积,实现碎石单颗粒两个方向不同的

[0041] 受力。

[0042] 工作原理及过程:根据实验目的,即水平面上两个方向所施加水平荷载的比值,选取滑动板面积比值相等的辅助加载装置。

[0043] 量测所需加载颗粒12的三向尺寸(高度、长度、宽度),根据测试单颗粒高度,将加载平台7在中空套筒8内上下移动至对应高度,使得加载颗粒12放置后,颗粒中心与水平方

向的加载头10中心近似处于同一水平面上。然后选取尺寸相对的加载平台支撑6放置在加载平台7下。根据测试单颗粒长度和宽度,分别选用水平上两个方向的加载头10,使得加载颗粒12可以与加载头10接触(滑动板3可提供2-5mm的自由滑动位移);安装上部的中空顶板11和顶部传力杆1,根据加载颗粒12高度选取合适的加载头10,使得加载颗粒12与纵向的加载头10初步接触。装置内试样安装完毕后,将整体试样通过底部套筒13与常规岩石三轴仪中下部加载端连接,顶部加载杆1与常规岩石三轴仪中上部加载端连接。

[0044] 安装完成后的辅助装置可视为常规岩石三轴仪中的“岩石”试样,在辅助装置外包裹定制橡皮膜16后,按照常规岩石三轴试验进行下一步测试;

[0045] 1) 安装围压室17,施加围压19(液压),其中施加的液压通过橡皮膜16直接作用于滑动板3上,而滑动板3通过凸块4伸入刚性框架2内预留的凹槽5中,凹槽中添加光滑钢球降低滑动面与边界摩擦,凸块4厚度小于预留凹槽5厚度,如此滑动板3可在液压作用下向内外自由滑行设计距离,便于液压更好的传递至加载颗粒12上,如此实现加载颗粒12的水平向荷载作用;

[0046] 2) 开始竖向位移加载,顶部传力杆1在常规岩石三轴仪加载杆作用下,向下传递竖向荷载作用于单颗粒上,直至单颗粒试样破碎,试验过程中可通过液压记录计算水平向作用荷载,竖向压力和加载位移由常规岩石三轴仪记录。

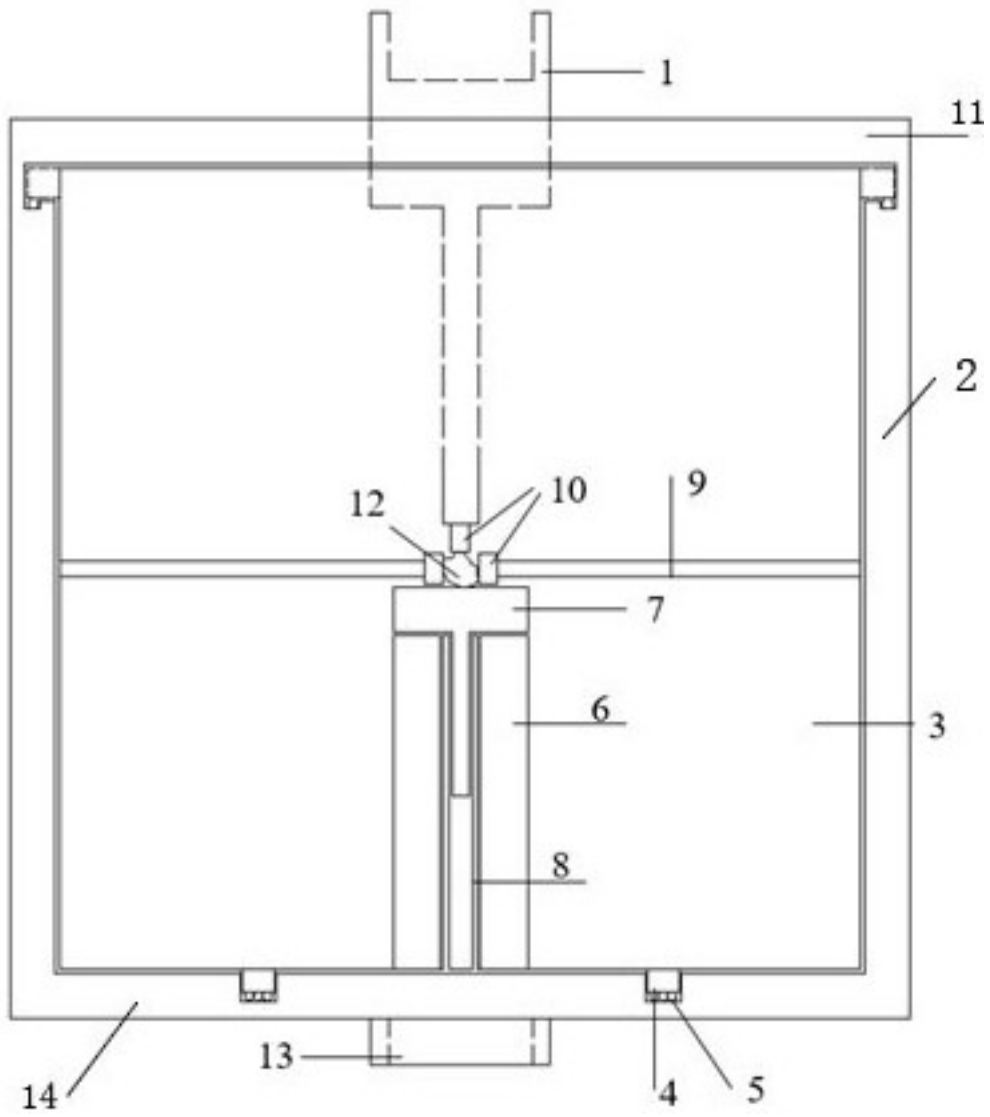


图1

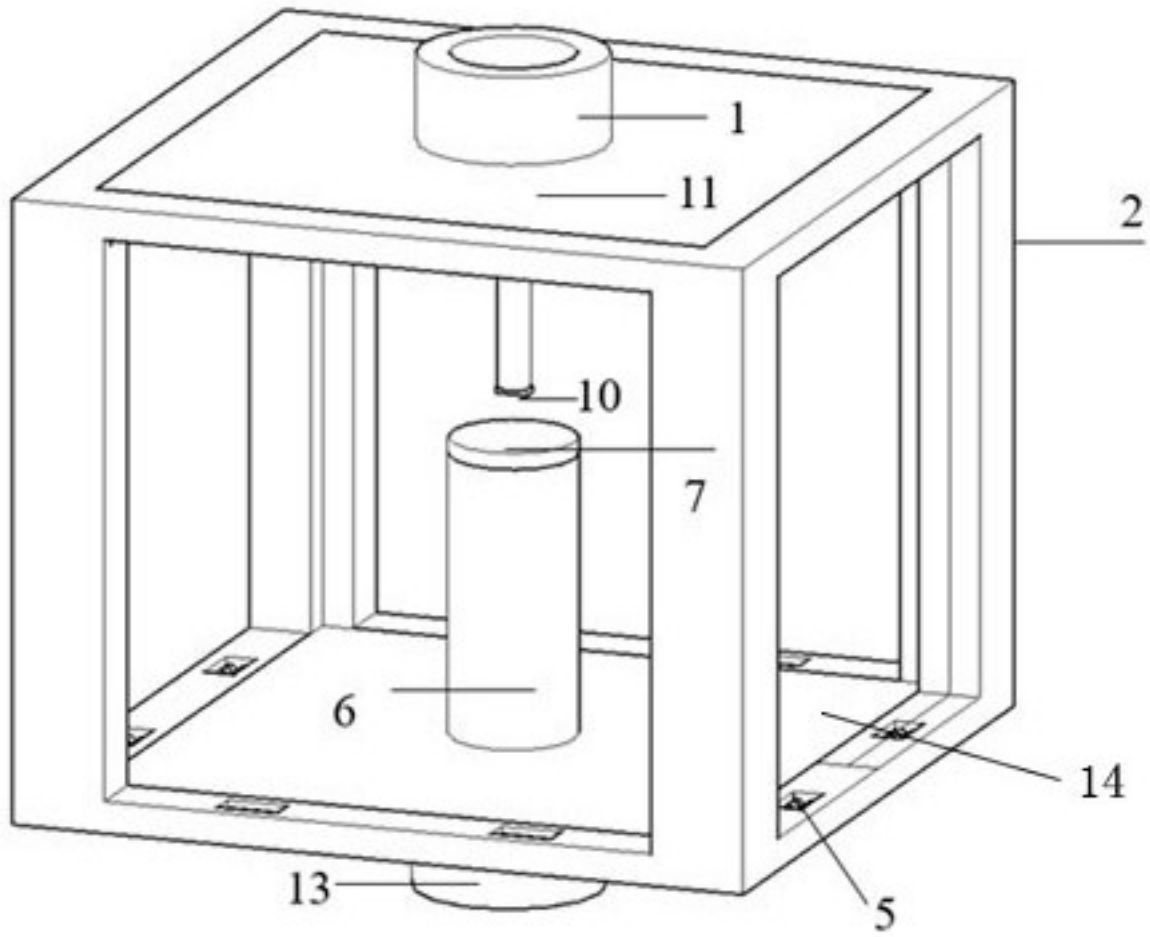


图2

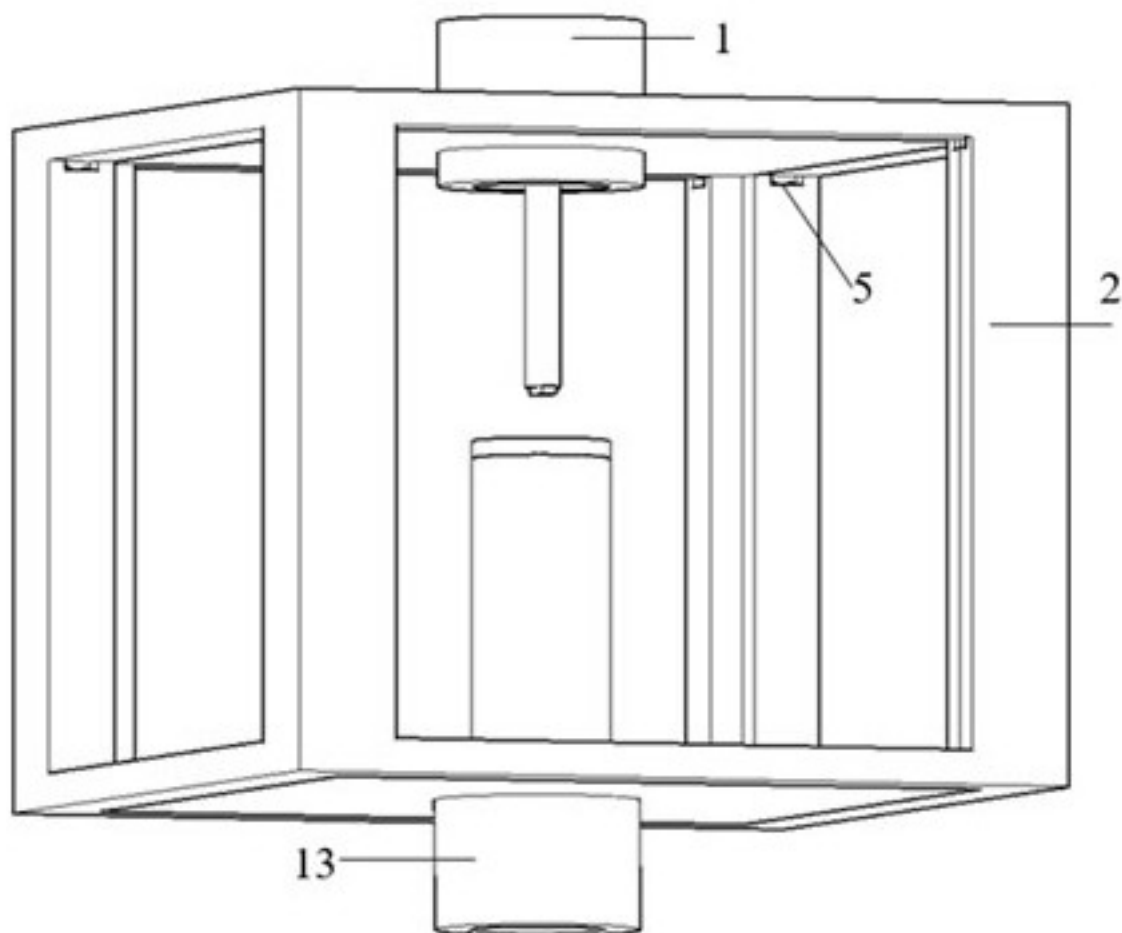


图3

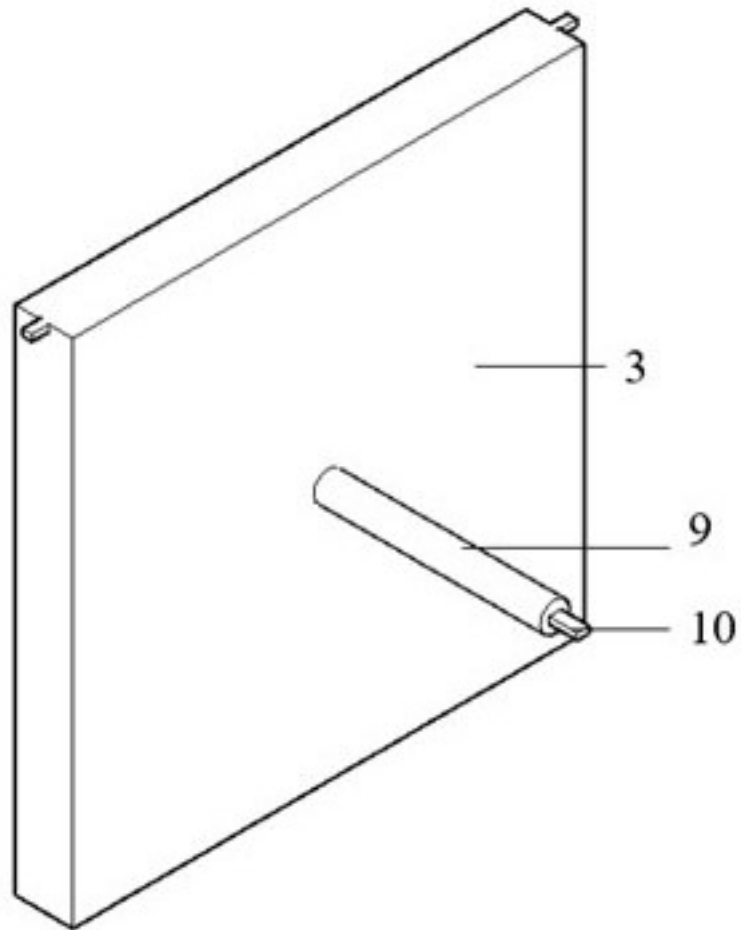


图4

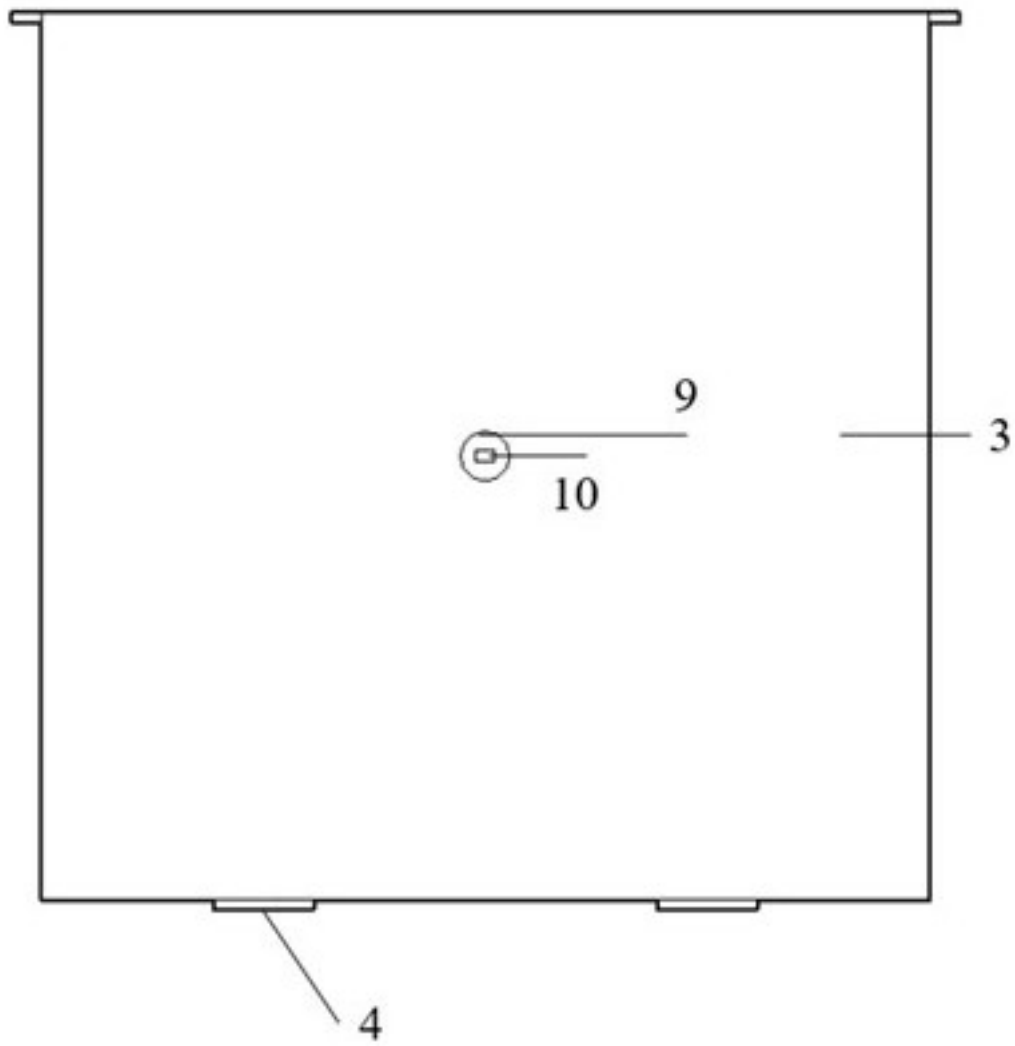


图5

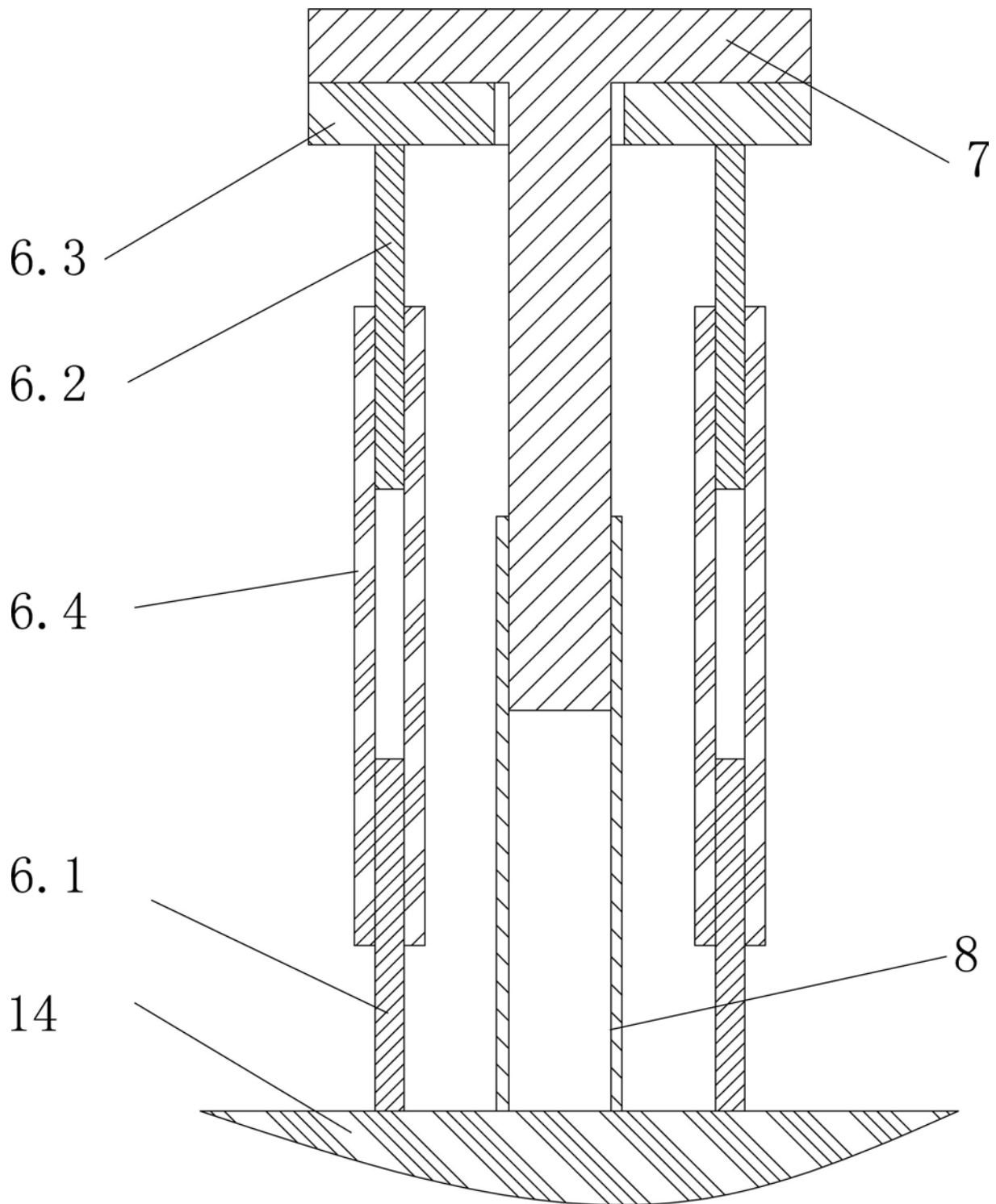


图7

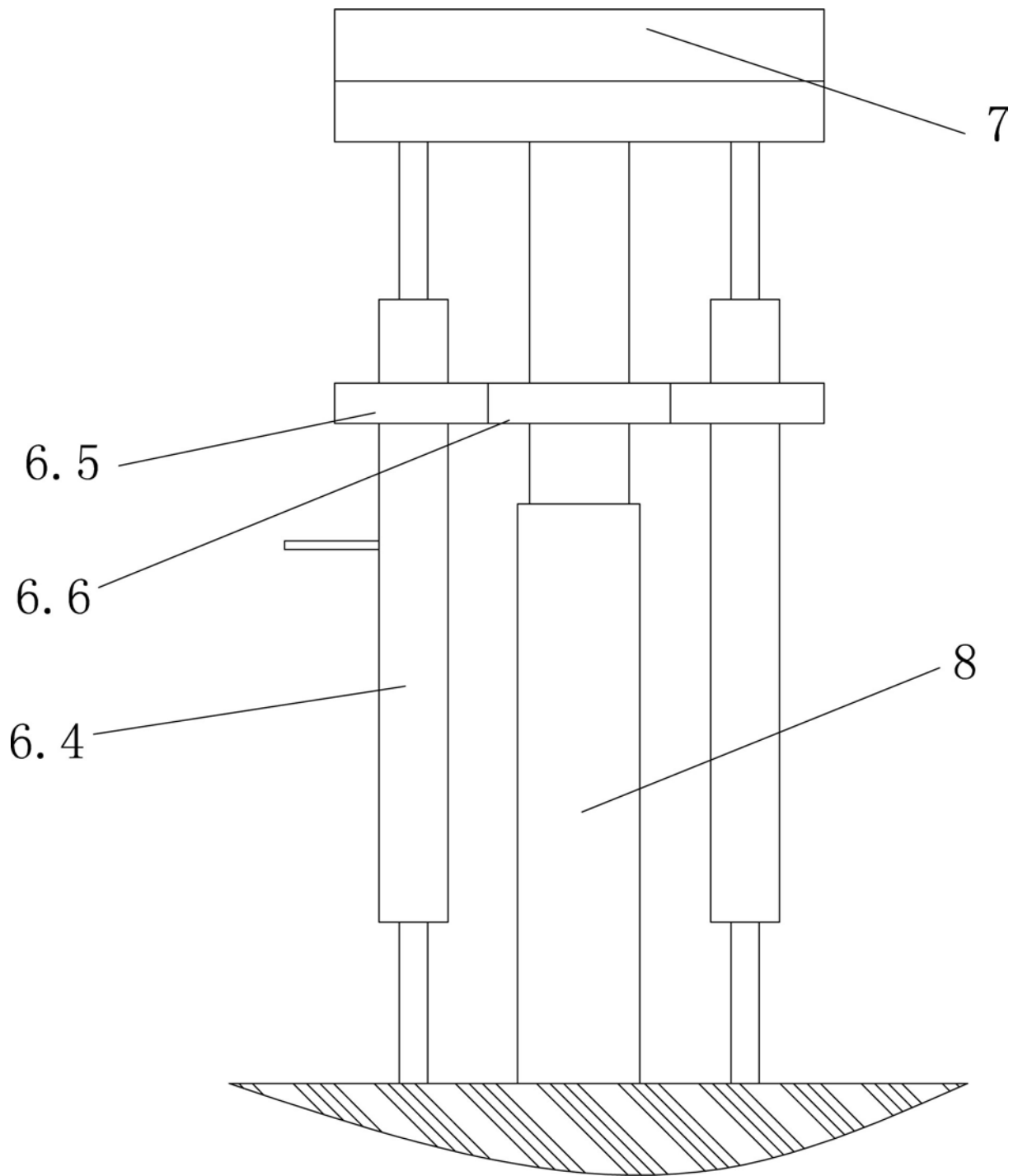


图8