(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104849151 B
(45)授权公告日 2016.09.14

(21)申请号 201510285570.4

(22)申请日 2015.05.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104849151 A

(43)申请公布日 2015.08.19

(73)专利权人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山武汉大学

(72)发明人 傅旭东 黄斌 张本蛟 邱子锋 梅灿 罗刚 饶军 肖磊 周颖 吕布 杨之俊 张雨廷

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222
代理人 温珊姗

(51)Int.Cl.
G01N 3/24(2006.01)

(56)对比文件
CN 103884607 A,2014.06.25,
CN 203259425 U,2013.10.30,
CN 102759486 A,2012.10.31,
KR 101155592 B1,2012.06.19,
CN 101603903 A,2009.12.16,
张嘎,等.大型土与结构接触面循环加载剪切仪的研制及应用.《岩土工程学报》.2003,第25卷(第2期),
吴明,等.压实土不固结不排水单剪、直剪试验对比.《岩石力学与工程学报》.2006,第25卷(第增2期),

审查员 阎良萍

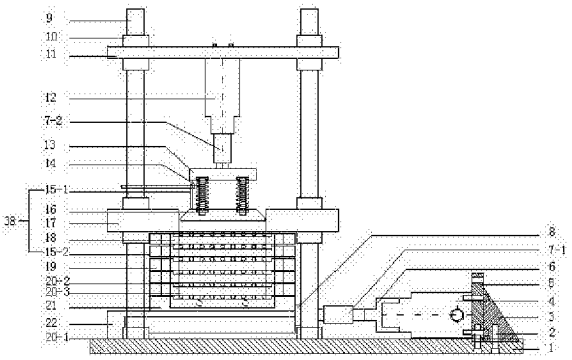
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪

(57)摘要

本发明公开了属于力学特性试验设备的一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪,包括支架、下剪切盒、叠环组剪切盒、竖向加载单元、水平加载单元、测量单元,支架由底板与立柱组成,下剪切盒和叠环组剪切盒依次叠放于底板与竖向加载单元之间,竖向加载单元固定于立柱上,水平加载单元固定于底板上。本发明采用了可适应自由剪切变形的活动板剪切框,可进行单剪试验、直剪试验,亦可开展土工格栅、土工布等的拉拔试验。在进行单剪试验时,竖向加载单元可提供常位移、常刚度、常应力等三种法向边界条件,水平加载单元可提供水平剪切力。本发明设计精巧,操作方便,易于组装和拆卸,可精确地进行岩土材料与结构物接触面之间剪切变形特性的研究。



CN 104849151 B

1.一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，其特征在于：包括支架、下剪切盒(21)、叠环组剪切盒、竖向加载单元、水平加载单元、测量单元，所述支架由底板(1)与立柱(9)组成，所述下剪切盒(21)和叠环组剪切盒依次叠放于底板(1)上，所述竖向加载单元一端固定于立柱(9)上，另一端与叠环剪切框(19)连接，所述水平加载单元一端固定于底板(1)上，另一端与下剪切盒(21)点接触；所述叠环组剪切盒，包括叠环剪切框(19)、剪切框护板(18)、固定框(17)，多个叠环剪切框(19)逐层叠放于下剪切盒(21)上，剪切框护板(18)通过螺栓固定在下剪切盒(21)上，固定框(17)通过螺母(10)固定于设置在底板(1)上的四根立柱(9)上；相邻叠环剪切框(19)之间设有第二滚轴排(20-2)；叠环剪切框(19)与剪切框护板(18)之间设有第三滚轴排(20-3)；每个叠环剪切框(19)内设有活动板(24)，活动板(24)的两端与轴承(23)连接，轴承(23)镶嵌于叠环剪切框(19)的内壁，活动板(24)随着试样的变形可自由转动。

2.如权利要求1所述一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，其特征在于：所述下剪切盒(21)放于底板(1)上，并与底板(1)之间设置第一滚轴排(20-1)，下剪切盒(21)与叠环剪切框(19)和护栏导轨(22)之间设置第二滚轴排(20-2)；所述护栏导轨(22)通过护栏导轨螺纹孔(37)用螺栓固定于底板(1)上，内侧设置第二滚轴排(20-2)，对下剪切盒(21)起导向作用。

3.如权利要求1所述一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，其特征在于：所述竖向加载单元，包括竖向反力板(11)、竖向力加载装置(12)、上顶板(13)、强力弹簧(14)、传压板(16)，竖向反力板(11)通过螺母(10)固定于设置在底板(1)上的四根立柱(9)上，竖向力加载装置(12)通过螺栓固定于竖向反力板(11)上，并通过上顶板(13)、强力弹簧(14)、传压板(16)向试样提供竖向压力。

4.如权利要求1所述一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，其特征在于：所述水平加载单元，包括斜支撑板(3)、水平力加载装置(4)、水平反力板(5)、顶帽(6)和窝槽(8)，水平反力板(5)与斜支撑板(3)焊接连接并分别通过高强螺栓(2)固定在底板(1)上，水平力加载装置(4)一端通过螺栓与水平反力板(5)相连，水平力加载装置(4)另一端与顶帽(6)相连，继而顶帽(6)与窝槽(8)相连，窝槽(8)通过螺栓固定于下剪切盒(21)侧壁上。

5.如权利要求1所述一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，其特征在于：测量单元包括水平荷载传感器(7-1)、竖向荷载传感器(7-2)、竖向位移传感器(15-1)、水平位移传感器(15-2)和数据采集仪(38)，水平荷载传感器(7-1)位于水平加载单元的顶帽(6)与窝槽(8)之间，竖向荷载传感器(7-2)位于竖向加载单元的竖向力加载装置(12)与上顶板(13)之间，竖向位移传感器(15-1)的顶针探头顶靠在竖向加载单元的传压板(16)上，每只水平位移传感器(15-2)的顶针探头顶靠在叠环组剪切盒的叠环剪切框(19)上。

一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪

技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程剪切试验仪器技术领域，特别用于接触面剪切特性研究，具体为一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪。

背景技术

[0002] 剪切试验是研究接触面特性的重要手段，是揭示接触面变形规律的重要途径。直剪型和单剪型剪切试验设备在剪切试验应用最为广泛。

[0003] 直剪仪结构简单、操作方便。制备试样时，上剪切盒内盛放土样，下剪切盒中浇筑混凝土等结构物。试验时通常将下剪切盒固定，上剪切盒或推或拉以产生水平位移。试验过程中竖向力一般不变，量测水平向剪切力、水平位移和试样竖向位移。试验原理简单，但其破坏面是人为确定的，且剪切过程中存在应力、应变分布不均匀，在边界处应力集中以及不能区分接触面滑动位移和由土体变形引起的切向位移等不足。

[0004] 单剪型设备克服了直剪型设备的部分不足，如可区分滑动位移和由土体变形引起的切向位移，应力和应变的分布更均匀，在剪切试验时，不仅形成一个滑动面，而且可以形成有一定厚度的“剪切带”，与实际情况较为符合。单剪仪在接触面试验中的使用已经非常普遍，其功能也有了较全面的发展，如实现了三种法向边界条件下的剪切试验。

[0005] 单剪仪虽然改进了直剪仪存在的应力应变不均匀、边界存在应力集中等问题，但单剪仪在试样制备及切向位移测量方面没有直剪仪方便，而且接触面在剪切过程中仍然受到叠环的约束作用，仍存在一定的应力集中与应变不均匀现象。理论上叠环厚度小些为好，对剪切面限制更小，但叠环厚度过小时刚度太小，试验难度大。

发明内容

[0006] 为改善剪切试验中试样应力应变分布不均匀及边界上存在应力集中等缺陷，本发明提供了一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，可进行单剪试验、直剪试验，亦可开展土工格栅、土工布等的拉拔试验。

[0007] 本发明一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，包括支架、下剪切盒、叠环组剪切盒、竖向加载单元、水平加载单元、测量单元，支架由底板1与立柱9组成，所述下剪切盒21和叠环组剪切盒依次叠放于底板1与竖向加载单元之间，所述竖向加载单元一端固定于立柱9上，另一端与叠环剪切框19连接，所述水平加载单元一端固定于底板1上，另一端与下剪切盒21点接触。

[0008] 所述下剪切盒21放于底板1上，并与底板1之间设置第一滚轴排20-1，下剪切盒21与叠环剪切框19和护栏导轨22之间设置第二滚轴排20-2；

[0009] 所述叠环组剪切盒，包括叠环剪切框19、剪切框护板18、固定框17，多个叠环剪切框19逐层叠放于下剪切盒21上，剪切框护板18通过螺栓固定在下剪切盒21上，固定框17通过螺母固定于设置在底板1上的四根立柱9上；相邻叠环剪切框19之间设有第二滚轴排20-2；叠环剪切框19与剪切框护板18之间设有第三滚轴排20-3。

[0010] 所述每个叠环剪切框19内设有活动板24，活动板24的两端与轴承23连接，轴承23镶嵌于叠环剪切框19的内壁，活动板24可随着试样的变形而自由地转动。在进行剪切试验时，剪切面变形特征与实际剪切变形特征更相符合，从而可更精确进行岩土材料与结构物接触面剪切特性的研究。

[0011] 所述竖向加载单元，包括竖向反力板11、竖向力加载装置12、上顶板13、强力弹簧14、传压板16，竖向反力板11通过螺母10固定于设置在底板1上的四根立柱9上，竖向力加载装置12通过螺栓固定于竖向反力板11上，并通过上顶板13、强力弹簧14、传压板16向试样提供竖向压力。竖向加载单元可提供常位移、常刚度、常应力三种法向边界条件。

[0012] 所述水平加载单元，包括斜支撑板3、水平力加载装置4、水平反力板5、顶帽6和窝槽8，水平反力板5与斜支撑板3焊接连接并分别通过高强螺栓2固定在底板1上，水平力加载装置4一端通过螺栓与水平反力板5相连，水平力加载装置4另一端与顶帽6相连，继而顶帽6与窝槽8相连，窝槽8通过螺栓固定在下剪切盒21侧壁上。水平加载单元可以为剪切试验提供剪切力。

[0013] 所述测量单元，包括水平荷载传感器7-1、竖向荷载传感器7-2、竖向位移传感器15-1、水平位移传感器15-2和数据采集仪38，水平荷载传感器7-1位于水平加载单元的顶帽6与窝槽8之间，竖向荷载传感器7-2位于竖向加载单元的竖向力加载装置12与上顶板13之间，竖向位移传感器15-1的顶针探头顶靠在竖向加载单元的传压板16上，每只水平位移传感器15-2的顶针探头顶靠在叠环组剪切盒的叠环剪切框19上，数据采集仪38放置于试验台上，位移传感器和荷载传感器直接与数据采集仪38进行连接，可实时进行数据采集。

[0014] 本发明一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪的优点是：

[0015] 1.本发明采用了可适应自由剪切变形的活动板剪切框，在剪切试验过程中，最大限度的减小了叠环对土体的约束作用，可适应土体的自由剪切变形，减小应力集中，使得土体应力和应变的分布更加均匀。

[0016] 2.本发明通过叠环的形式增加了试样剪切高度，从功能上实现了单剪模式，并具有一定的剪切影响厚度。

[0017] 3.本发明的竖向加载单元可提供常位移、常刚度、常应力三种法向边界条件，使得剪切试验的试验条件更加符合实际工况。

[0018] 4.下剪切盒与护栏导轨和底板之间、各叠环剪切框之间、叠环剪切框与剪切框护板之间均设有滚轴排，有效地降低了摩擦对试验成果的影响。

[0019] 5.护栏导轨、剪切框护板的设置保证了剪切方向的线性一致性。

[0020] 6.功能全面，可进行单剪试验，也可进行直剪、常规叠环剪切试验，还可进行土工格栅、土工布等的拉拔试验等。

附图说明

[0021] 图1为本发明的正视图；

[0022] 图2为本发明的俯视图；

[0023] 图3为本发明的底板大样图；

[0024] 图4为本发明的水平反力板大样图；

[0025] 图5为本发明的竖向反力板大样图；

[0026] 图6为本发明的叠环剪切框大样图；

[0027] 图7为本发明的下剪切盒大样图；

[0028] 图8为本发明的护栏导轨大样图。

[0029] 图中，1—底板；2—高强螺栓；3—斜支撑板；4—水平力加载装置；5—水平反力板；6—顶帽；7-1—水平荷载传感器；7-2—竖向荷载传感器；8—窝槽；9—立柱；10—螺母；11—竖向反力板；12—竖向力加载装置；13—上顶板；14—强力弹簧；15-1—竖向位移传感器；15-2—水平位移传感器；16—传压板；17—固定框；18—剪切框护板；19—叠环剪切框；20-1—第一滚轴排；20-2—第二滚轴排；20-3—第三滚轴排；21—下剪切盒；22—护栏导轨；23—轴承；24—活动板；25—栓杆；26—立柱直孔；27—护栏导轨螺纹孔；28—斜支撑板凹槽；29—拉拔固定孔；30—水平力加载装置固定孔；31—反力板固定螺纹孔；32—竖向力加载装置固定孔；33—滚轴排凹槽；34—连接螺栓：35—栓杆孔；36—卡板；37—护栏导轨螺纹孔；38—数据采集仪。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图，对本发明进行进一步说明。

[0031] 如图1所示，一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪，包括支架、下剪切盒(21)、叠环组剪切盒、竖向加载单元、水平加载单元和测量单元。所述下剪切盒(21)与水平加载单元相连，所述叠环组剪切盒分别与测量单元、下剪切盒(21)、竖向加载单元相连接。

[0032] 如图2所示，所述活动板(24)两端与轴承(23)连接，轴承(23)镶嵌在叠环剪切框(19)上，活动板(24)可绕轴承(23)自由转动，从而适应自由剪切变形，改善土体中应力应变分布。栓杆(25)可将叠环剪切框(19)固定，进行制样及开展直剪试验，实现直剪仪的功能。

[0033] 如图3所示，底板(1)上铣有螺纹孔(26)、螺栓孔(27)、凹槽(28)，用以固定立柱(9)、护栏导轨(22)、水平反力板(5)、斜支撑板(3)等，中间位置放置第一滚轴排(20-1)，下剪切盒(21)可在第一滚轴排(20-1)上滑动。

[0034] 如图4所示，水平力加载装置(4)通过固定孔(30)用螺栓固定于水平反力板(5)上，水平反力板(5)与斜支撑板(3)焊接连接，放置于斜支撑板凹槽(28)内，并通过固定螺纹孔(31)用高强螺栓(2)固定，拉拔固定孔(29)用于拉拔试验的过程中固定土工布等材料。

[0035] 如图5所示，竖向反力板(11)四个角上钻有立柱直孔(26)，立柱(9)可自由穿过直孔。立柱(9)上下两端均车有螺纹，竖向反力板(11)通过螺母固定在立柱(9)上。竖向反力板(11)中心钻有竖向力加载装置固定孔(32)，竖向力加载装置(12)通过螺栓固定在竖向反力板(11)。

[0036] 如图6所示，叠环剪切框(19)由四块翼板通过连接螺栓(34)拼接而成，左右翼板上有铣有滚轴排凹槽(33)，在滚轴排凹槽(33)中放置第二滚轴排(20-2)，起减小摩擦的作用，内侧开口镶嵌轴承(23)，活动板(24)通过轴承与左右翼板连接并可自由转动。前后翼板上开有栓杆孔(35)，栓杆(25)可贯穿其中，起到固定作用。

[0037] 如图7所示，下剪切盒(21)由钢板焊接而成，左右翼板上开有通槽，将卡板(36)固定其中，卡板(36)外侧设两块护板，在进行制样时，对叠环剪切框中的活动板(24)起到固定和保护作用。下剪切盒(21)底部通过第一滚轴排(20-1)与底板(1)连接，顶部通过第二滚轴排(20-2)与叠环剪切框(19)连接，其外侧固定有窝槽(8)。

[0038] 如图8所示，护栏导轨(22)通过护栏导轨螺纹孔(37)用螺栓固定于底板(1)上，内侧设置第二滚轴排(20-2)，对下剪切盒(21)起导向作用。

[0039] 本发明一种可适应自由剪切变形的活动板叠环剪切仪可以但不限于进行单剪试验、直剪试验和拉拔试验，具体步骤如下。

[0040] 实施例一：单剪试验

[0041] 进行单剪试验时，先组装下剪切盒各部件组，并在盒内均匀地涂抹一层润滑油，浇注混凝土，并放置于振动板上振动密实。待混凝土终凝后，将叠环剪切框叠放在下剪切盒上，通过栓杆固定各叠环剪切框，并安装活动板的护板，固定活动板。在叠环组剪切盒内分层击实土样，并削平试样顶部。将装置的其余部件依次组装完成，在传压板底面上涂润滑油，并放置于土样上。调节竖向力加载装置，使加载装置的承压头抵在上顶板上。安装水平反力板、斜支撑板、水平力加载装置、顶帽等，并调节水平力加载装置，使顶帽抵住窝槽。进行试验时，取下栓杆及活动板的护板。

[0042] 竖向力加载装置施加一定的法向压力，待试样变形稳定后，水平力加载装置开始施加剪切力，并通过荷载传感器反馈和控制法向压力及剪切力大小，通过位移传感器采集各叠环剪切框及下剪切盒的位移数据。

[0043] 竖向加载单元可以提供常位移、常刚度、常应力三种法向边界条件。当需要竖向加载系统提供常位移边界条件时，需取下强力弹簧，竖向力加载装置通过上顶板作用于传压板上。

[0044] 实施例二：直剪试验

[0045] 进行直剪试验时，需取下叠环剪切框中的活动板及轴承，并塞住叠环剪切框左右翼板上安放轴承的开口。在下剪切盒内填入混凝土材料，待混凝土终凝后，将叠环剪切框叠放于下剪切盒上，并用栓杆固定。在叠环组剪切盒内制样完成后，同单剪试验一样，依次组装试验设备的各个部件。

[0046] 通过竖向力加载装置施加法向压力后，水平力加载装置施加剪切力，通过荷载传感器采集法向压力和剪切力，并通过位移传感器采集下剪切盒位移。

[0047] 实施例三：拉拔试验

[0048] 进行拉拔试验时，在下剪切盒内盛放混凝土材料，待混凝土终凝后，将叠环剪切框叠放于下剪切盒上，将土工格栅、土工布等夹在第二、第三个叠环剪切框之间，并用栓杆固定第二、第三剪切框，制好试样后，依次组装试验设备的其他各个部件，拉拔试验有专门的竖向顶帽及顶板。土工格栅或土工布用夹具固定于水平反力板上，竖向力加载装置通过顶板对试样施加法向压力，水平力加载装置通过下剪切盒对试样施加水平剪切力。通过荷载传感器采集法向压力和剪切力，并通过位移传感器采集下剪切盒位移。

[0049] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

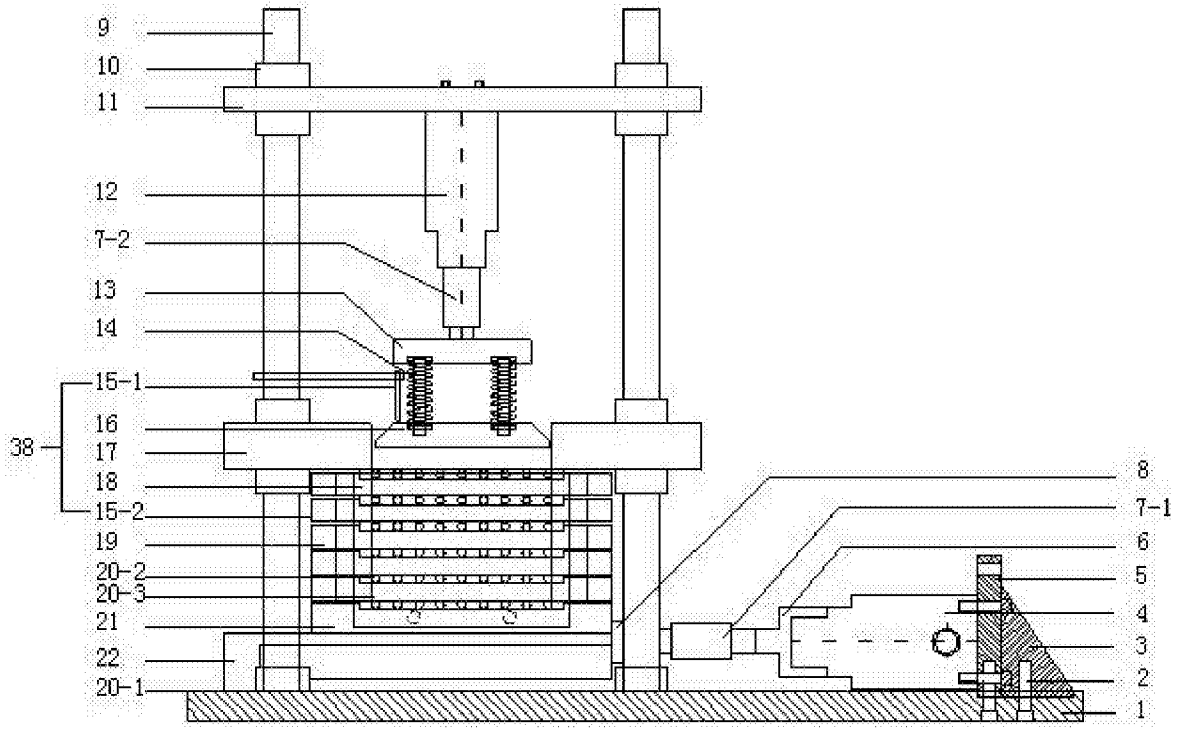

9
10
11
12
7-2
13
14
15-1
16
17
18
15-2
19
20-2
20-3
21
22
20-1
38
8
7-1
6
5
4
3
2
1

图 1

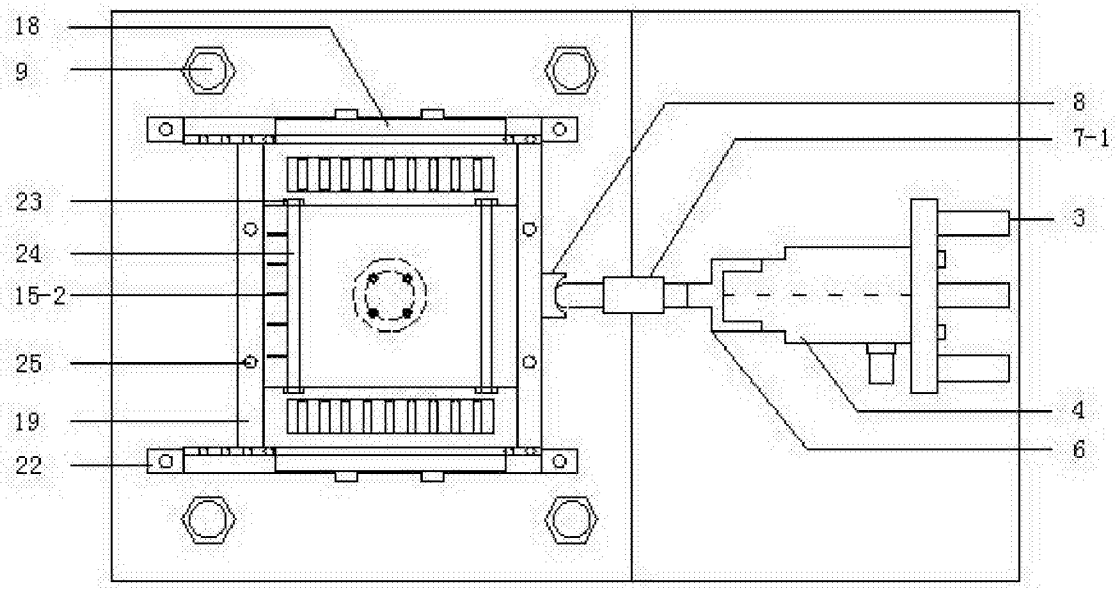

18
9
23
24
15-2
25
19
22
8
7-1
3
4
6

图 2

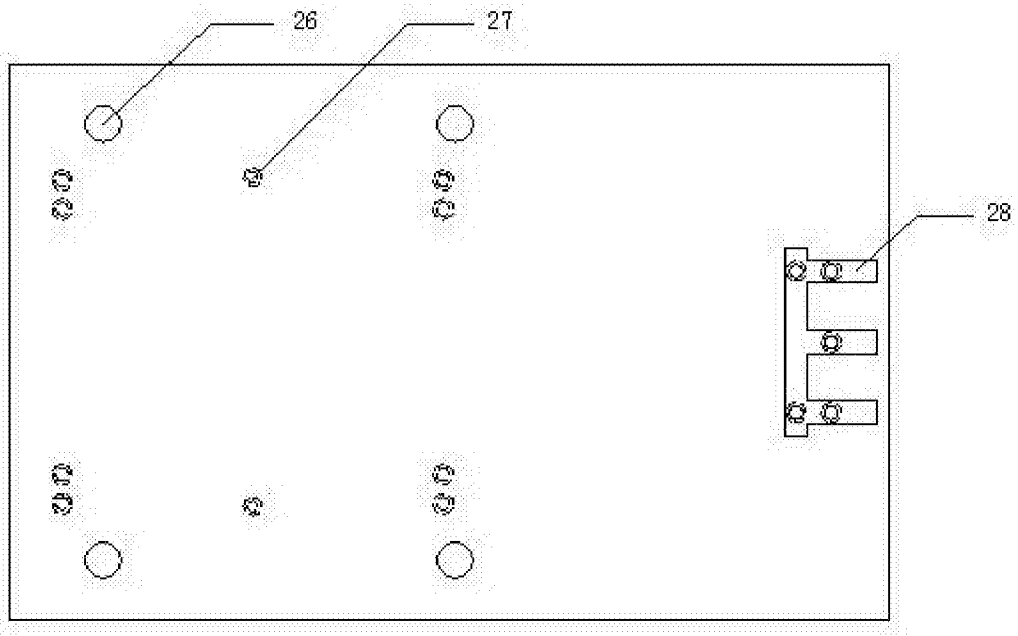


图 3

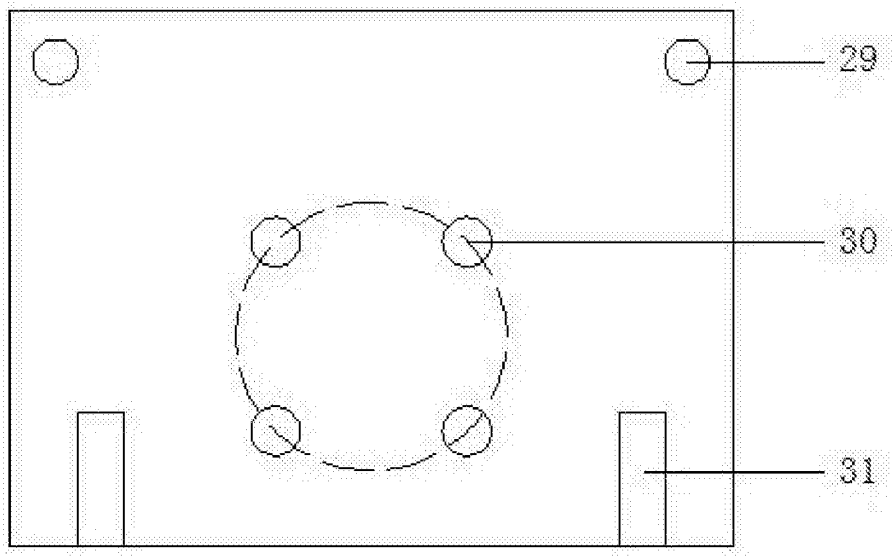


图 4

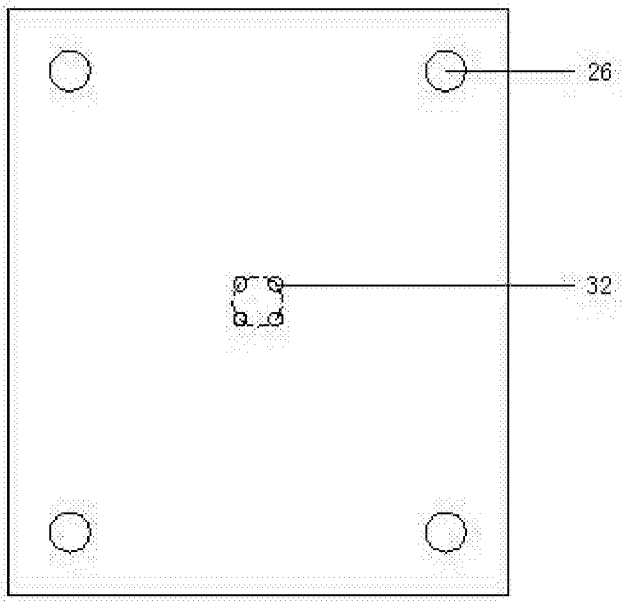


图 5

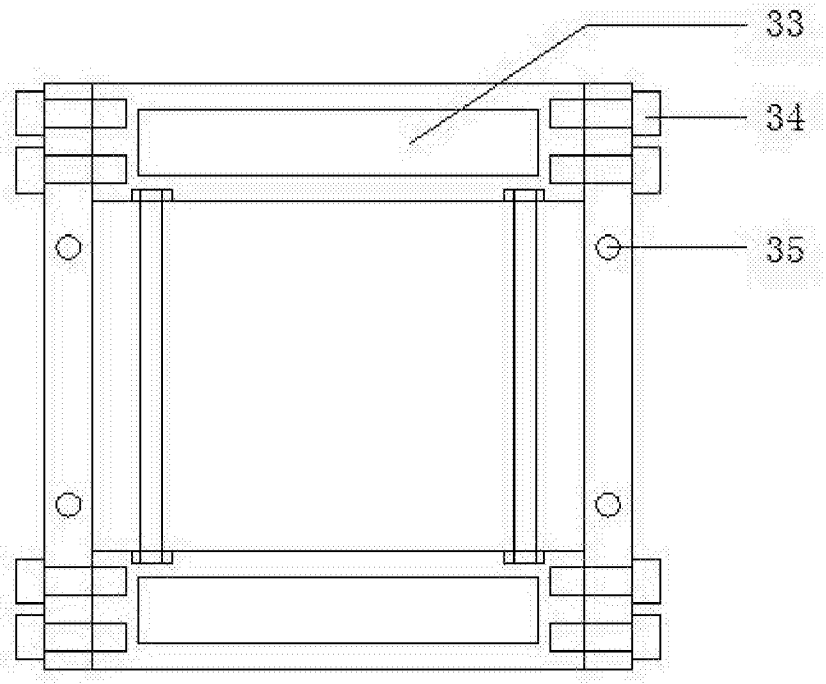


图 6

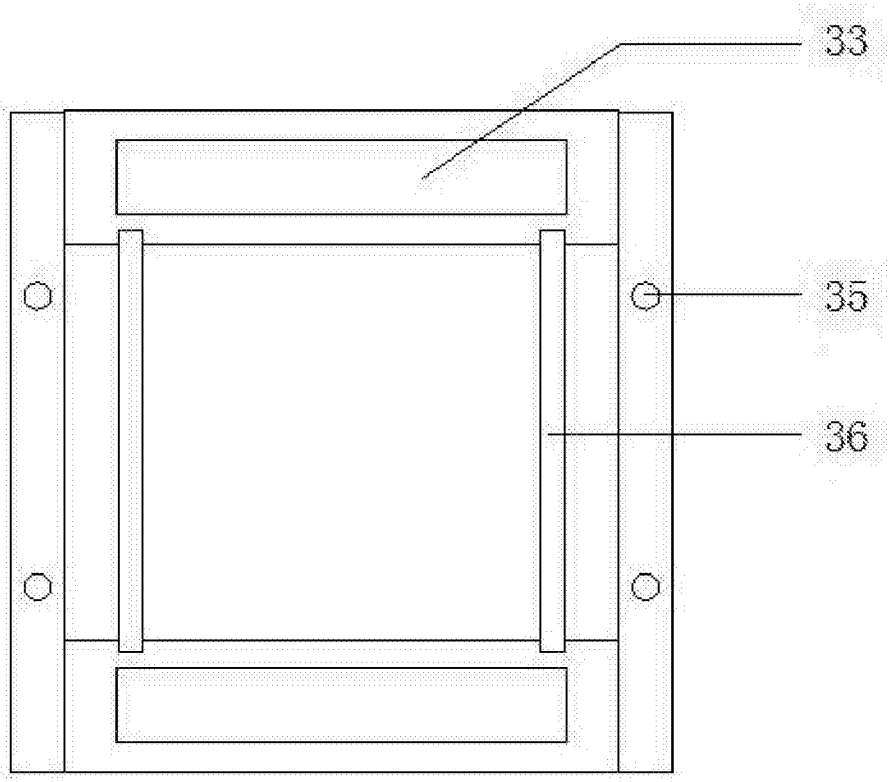


图 7

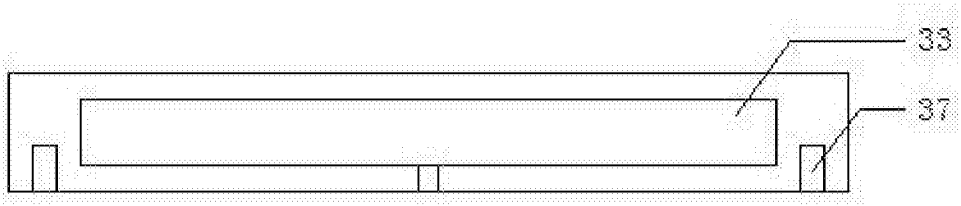


图 8