

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410094697.X

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100520345C

[22] 申请日 2004.11.12

[21] 申请号 200410094697.X

[73] 专利权人 香港理工大学
地址 香港九龙红磡

[72] 发明人 殷建华

[56] 参考文献

US3975950A 1976.8.24

FR2611904A1 1988.9.9

EP0422601A2 1991.4.17

JP2003-50188A 2003.2.21

审查员 唐峰涛

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 王艳江

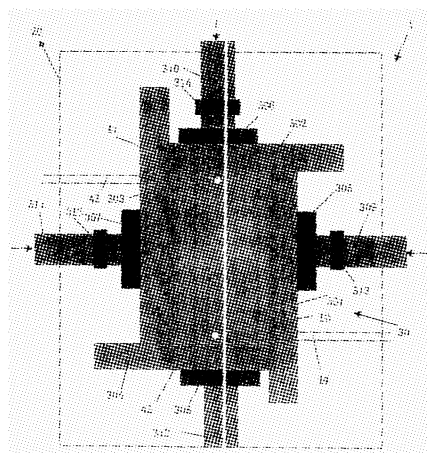
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

[54] 发明名称

用于岩土力学性能测试的真三维测试系统

[57] 摘要

一种用于测试岩土力学性能的真三维测试系统，包括：一测试室，其为充满了液体的密闭室；一加载装置，其设置在该测试室内部，用于对由该加载装置夹持的岩土样本施加载荷；测力计，设置在该测试室内部，用于感测该加载装置施加的载荷的大小；位移传感器，设置在该测试室外部，用于感测该岩土样本在该载荷作用下的应变。其中，所述加载装置由四个刚性滑动加载板彼此搭接而成，围成一个中央容置空间。加载装置还包括分别作用于滑动加载板中间位置的四个加载活塞，用于对该滑动加载板施加载荷，该滑动加载板以这样的方式搭接，使得它们在加载活塞的作用下，可沿水平方向和垂直方向彼此相对滑动。



1、一种用于测试岩土力学性能的真三维测试系统，包括：

一测试室（20），其为充满了液体的密闭室；

一加载装置（30），其设置在该测试室内部，用于对由该加载装置夹持的岩土样本（10）施加载荷；

测力计（313、314 和 315）设置在该测试室内部，用于感测该加载装置施加的载荷的大小；位移传感器，设置在该测试室外部，用于感测该岩土样本在该载荷作用下的应变；

其特征在于，所述加载装置（30）包括四个刚性滑动加载板（301、302、303 和 304），彼此搭接而围成一个中央容置空间，由该加载装置夹持的岩土样本位于该中央容置空间中，所述滑动加载板的一表面与所述岩土样本接触；

该加载装置（30）还包括分别作用于滑动加载板中间位置的四个加载活塞（309、310、311 和 312），用于对四个所述滑动加载板施加载荷，从而在所述岩土样本上加压；并且所述加载活塞上固接有可在该滑动加载板的另一表面上滑动的滑动块（305、306、307 和 308），所述滑动块能与相应的所述滑动加载板沿所述岩土样本的应变方向滑动，且在所述岩土样本发生应变而所述滑动加载板发生滑动后，通过滑动所述滑动块使其对应位于变形后的中央容置空间的中央位置；

其中，四个所述滑动加载板以这样的方式搭接，使得它们在所述加载活塞的作用下，可沿水平方向和垂直方向彼此相对滑动。

2、如权利要求 1 所述的真三维测试系统，其特征在于，该滑动加载板的所述另一表面上形成有燕尾形的导槽，该滑动块形成为楔形并具有滚动轴承，该滑动块配合于该导槽中。

3、如权利要求 1 所述的真三维测试系统，其特征在于，在每个滑动加载板两侧面的一端上设置有具有滚子轴承的 V 形槽（50），而在每个滑动加载板两侧面的另一端固定设置有 V 形配合件（60），一个滑动加载板的 V 形配合件与另一个相邻的滑动加载板的 V 形槽滑动配合。

4、如权利要求 3 所述的真三维测试系统，其特征在于，所述 V 形配

合件与所述 V 形槽配合成：使相邻两滑动加载板之间保持直角，以减小相邻两滑动加载板之间的摩擦阻力。

5、如权利要求 1 所述的真三维测试系统，其特征在于，所述的岩土样本封装在一柔性橡胶薄膜中，并形成成为立方体形。

6、如权利要求 5 所述的真三维测试系统，其特征在于，在封装岩土样本（10）的该橡胶薄膜的两侧的上部和下部，分别开设有孔（41、42），塑料软管（43、44）分别从该两个孔（41、42）连接到该测试室（20）的外部。

用于岩土力学性能测试的真三维测试系统

技术领域

本发明涉及一种岩土力学测试系统，用于测试岩土样本在三维应力作用下的应力—应变强度特性。

背景技术

在市政工程建设中，事先确定岩土的动力学性能对于建筑物沉降的预估、施工方案的确、甚至建筑物所采取的结构形式都具有重要意义。一般来说，对岩土的应力—应变强度特性的测量一般采用真三维系统（Truly Triaxial Systems: TTS）。如图 1 所示，真三维测试意味着砖形（或立方体形，具有六个平面）的岩土样本 10 在三个方向（或三个轴向）受到均匀的压力（和/或应变）。真三维测试对于测量岩土在三个主要方向的载荷作用下的应力—应变性能有重要意义。

现有的真三维系统（TTS）可以分为三种类型：

1、使用六个刚性滑动加载板（所谓的英国剑桥式）。该类型的系统在岩土样本的六个表面通过刚性的加载板来施加载荷。但是，其有如下缺陷：尽管由于加载板的移动造成的位移是均匀的，但是立方体形的岩土样本所受到的应力和应变是不均匀的。而且，很难测量岩土孔中的水压。

2、使用具有六个柔性橡胶薄膜的测试室来对该立方体形的岩土样本施加压力（主要用在日本）。该类型的系统在岩土样本的六个表面通过柔性的橡胶薄膜来施加载荷。其缺陷是在边角处具有应力和应变的集中，并且岩土中的应力和应变不均匀，同样很能测量岩土孔中的水压。

3、使用刚性加载板、半刚性板和/或柔性板的组合。但是这种系统的缺陷是在边角处容易产生干涉；应力和应变同样不均匀。

发明内容

鉴于现有技术中存在的上述缺陷，本发明的目的是提供一种用于测试岩

土力学性能的真三维测试系统，其能够使得岩土样本具有均匀的应力和应变，同时便于测量岩土孔中的水压。

为了实现上述目的，本发明提供了一种用于测试岩土力学性能的真三维测试系统，包括：一测试室，其为充满了液体的密闭室；一加载装置，其设置在该测试室内部，用于对由该加载装置夹持的岩土样本施加载荷；测力计，设置在该测试室内部，用于感测该加载装置施加的载荷的大小；位移传感器，设置在该测试室外部，用于感测该岩土样本在该载荷作用下的应变；其中，所述加载装置包括四个刚性滑动加载板，彼此搭接而围成一个中央容置空间，由该加载装置夹持的岩土样本位于该中央容置空间中，所述滑动加载板的一表面与所述岩土样本接触；该加载装置还包括分别作用于滑动加载板中间位置的四个加载活塞，用于对该滑动加载板施加载荷，从而在所述岩土样本上加压；并且所述加载活塞上固接有可在该滑动加载板的另一表面上滑动的滑动块（305、306、307和308），所述滑动块能与相应的所述滑动加载板沿所述岩土样本的应变方向滑动，且在所述岩土样本发生应变而所述滑动加载板发生滑动后，通过滑动所述滑动块使其对应位于变形后的中央容置空间的中央位置；其中，四个该滑动加载板以这样的方式搭接，使得它们在加载活塞的作用下，可沿水平方向和垂直方向彼此相对滑动。

如上所述的真三维测试系统，其中所述加载活塞与滑动加载板之间设置有滑动块，该滑动块与该加载活塞固接，而与该滑动加载板滑动连接，从而实现该加载活塞与该滑动加载板之间的滑动连接。

如上所述的真三维测试系统，其中在该滑动加载板的所述另一表面上形成有燕尾形的导槽，该滑动块形成为楔形，并具有滚动轴承，该滑动块配合于该导槽中。

如上所述的真三维测试系统，其中在每个滑动加载板一端的两侧面上设置有具有滚子轴承的V形槽，而在每个滑动加载板两侧的另一端固定设置有V形配合件，一个加载板的V形配合件与另一个相邻的加载板的V形槽滑动配合。

如上所述的真三维测试系统，其中所述的岩土样本封装在一柔性橡胶薄膜中，并形成成为立方体形。

如上所述的真三维测试系统，其中在封装岩土样本的该橡胶薄膜的两侧的上部和下部，可以分别开设有孔，塑料软管分别从该两个孔连接到该测试室的外部，便于测量岩土样本排/进出的水量或、土孔中的水压。

如上所述的真三维测试系统，其中在滑动块的中央位置可以设置螺纹孔，该加载活塞通过该螺纹孔固结在在滑动块上。

如上所述的真三维测试系统，其中所述压力传感器是线性可变差动传感器。

如上所述的真三维测试系统，其中所述的加载活塞可通过液压系统驱动、气动系统或电磁系统驱动。

如上所述的真三维测试系统，其中还包括一计算机，与该测试室连接，接收该测力计和该位移传感器的输出信号，并对其进行计算处理，从而得出该岩土样本的力学性能指标。

本发明的有益效果是，本发明的测试系统由于使用了四个刚性滑动板和两个柔性薄膜来加载应力，从而克服了只用刚性板和只用柔性薄膜加载的缺陷。另外，通过在该加载活塞和该滑动加载板之间设置滑动块，可以使得活塞一直位于变形后的中央容置空间的中央位置，可以保证将载荷施加在岩土样本的中央位置，确保了岩土内部应力的均匀分布。

本发明的系统可用于在三维应力的状态下，研究岩石的应力—应变特性，从而便于于市政工程建设。

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

附图说明

图 1 是立方体形的岩土样本受到三个方向的轴向压力的示意图；

图 2 是示出了本发明的真三维测试系统的结构原理的垂直剖面图；

图 3 是根据本发明实施例的三维测试系统中，位于测试室内部的四个方向的滑动板的结构配置图；

图 4 是显示其中一个刚性滑动板与楔形滑动块的分解示意图；

图 5 是显示其中一个刚性滑动板与楔形滑动块的组合示意图；

图 6A 是显示其中一个刚性滑动板的侧视图；

图 6B 是显示其中一个刚性滑动板的正视图；

图 6C 是显示其中一个刚性滑动板的俯视图；

图 7A、图 7B 和图 7C 分别是显示该楔形滑动块的正视图、侧视图和俯视图。

具体实施方式

如图 2 所示, 本发明的真三维测量系统 1 主要由测试室 20 和连接于该测试室 20 的计算机(图中未示出)构成。该测试室 20 是一密封的刚性测试室, 其中充满有去除了空气的水(或油)。待测试的岩土样本 10 封装在一立方体形的橡胶薄膜(图中未示出)中, 从而也形成为立方体形, 然后由本发明的滑动加载装置 30 所夹持, 设置在该测试室的内部。测试室内的水(或油)就会对岩土样本 10 施加一封闭压力。如图 2 所示, 本发明的滑动加载板装置 30 由四个方向的刚性滑动加载板构成, 包括两个垂直板 301、303 和两个水平板 302 和 304, 而剩余的两个方向没有设置刚性滑动加载板, 而是由包裹该岩土样本的该柔性薄膜沿位于垂直于图面的两侧的方向施加载荷。由此, 本发明的真三维测量系统是由四个刚性滑动板和柔性薄膜来组合加载的。

图 2 示例性地示出了本发明的滑动加载装置 30 构造和工作原理。其中, 四个刚性滑动加载板 301、302、303 和 304 彼此搭接, 围成一个中央容置空间, 用于容置该岩土样本 10。该滑动加载装置 30 还包括分别作用于滑动加载板中间位置的四个加载活塞 309、310、311 和 312, 用于对该滑动加载板施加载荷。该四个滑动加载板 301、302、303 和 304 以这样的方式搭接, 使得它们在加载活塞的作用下, 可沿水平方向和垂直方向彼此滑动, 从而使得随着该岩土样本在载荷的作用下发生应变后, 该中央容置空间也会随之变小, 从而保证载荷一直施加在该岩土样本 10 上。

为了保证在该滑动加载板 301、302、303 和 304 滑动之后, 该加载活塞 309、310、311 和 312 仍然作用于该滑动加载板的中心位置, 从而保证该岩土样本的应力均匀, 上述加载活塞 309、310、311 和 312 与滑动加载板 301、302、303 和 304 之间分别设置有滑动块 305、306、307 和 308。上述滑动块分别与该加载活塞固结, 而与该滑动加载板沿岩土样本 10 的应变方向滑动连接。这样可以在岩土样本发生应变而滑动加载板发生滑动后, 通过滑动该滑动块使其位于变形后的中央容置空间的中央位置, 可以保证将载荷施加在岩土样本 10 的中央位置, 确保了岩土内部应力的均匀分布。

本发明中的加载活塞可通过液压系统驱动, 或由气动系统、电磁系统驱动。

为了测定各个加载活塞 309、310、311 和 312 施加到各滑动加载板 301、302、303 和 304 上的载荷，在该测试室 20 内部还设置有三个测力计 (Load cell) 313、314 和 315，其中两个位于水平方向，一个位于垂直方向。

另外，为了测量该岩土样本 10 在载荷作用下的应变，该顶部活塞 310 具有一线性可变差动传感器 (LVDT) (图中未示出)，用于测量垂直方向的位移。底部活塞 312 是固定的。两个水平活塞 309、311 用于施加水平方向的压力，同样也分别具有一线性可变差动传感器 (LVDT) (未示出)，用于测量水平方向的位移。上述测力计和差动传感器发出的信号被传送到与测试室 20 连接的计算机，用于进行后续的分析计算。

对于特定的测试方案，本发明的测试系统可以作出适当调整。例如，在封闭岩土样本 10 的该橡胶薄膜的两侧上部和下部，可以分别开设有孔 41、42，塑料软管 43、44 分别从该两个孔 41、42 连接到该测试室 20 的外部。该塑料软管 43、44 可用于在排水剪切试验中测量排水，或者在不排水试验中测量水的压力。

通过测定位于该测试室 20 内部的液体的体积变化和传感器输出的垂直、水平位移的数值，计算得到该立方体形的岩土样本 10 在两个柔性侧的平均位移。从而计算出岩土样本的应力—应变强度特性。

下面结合图 3、图 4、图 5、图 6A~6C 和图 7A~7C，详细论述本发明中滑动加载装置 30 的一个实施例。

图 3 示出了本发明滑动加载装置 30 的一个实施例的结构组合图。图 4 示出了滑动加载板与楔形滑动块的分解示意图。图 5 示出了滑动加载板与楔形滑动块的组合示意图。图 6A~图 6C 和图 7A~图 7C 分别是滑动加载板和楔形滑动块的平面视图。

结合图 2 和图 3 所示，滑动加载板 301、302、303 和 304 以彼此可相对滑动的方式搭接。具体地说，滑动加载板 303 的下端 3031 位于加载板 304 的上表面之上，而另一端 3032 悬置，从而加载板 303 可以沿加载板 304 的上表面滑动。其它的加载板以同样的方式依次搭接。

如图 2 和图 3 所示，为了便于滑动，在每个加载板两侧的一端设置有具有滚子轴承的 V 形槽 50，而在每个加载板两侧的另一端固定设置有 V 形配合件 60，由图 3 可以看出，一个加载板的 V 形配合件 60 与另一个相邻的加

载板的 V 形槽 50 滑动配合。由上述 V 形配合件与 V 形槽之间的配合，限定了加载板仅可沿一个方向的滑动，同时在相邻的两个加载板之间保持了直角，还减小加载板之间的摩擦力。

如图 4 和图 5 所示，在各刚性滑动加载板的一个表面上形成有燕尾形的导槽 70，而楔形的滑动块 305、306、307 和 308 分别设置在各个加载板的导槽中。上述楔形滑动块也分别具有滚子轴承。从而上述滑动块仅可沿一个方向滑动，并在加载板和加载活塞之间保持 90 度的直角，同时减小滑动摩擦力。

为了便于该滑动块与加载活塞之间的连接，在该滑动块的中央位置可以设置螺纹孔 80。

本发明的测试系统由于使用了四个刚性滑动加载板和两个柔性薄膜来加载应力，从而克服了只用刚性板和只用柔性薄膜加载的缺陷。由于滑动块分别与该加载活塞固结，而与该滑动加载板沿岩土样本的应变方向滑动连接，这样可以在岩土样本发生应变而滑动加载板发生滑动后，通过滑动该滑动块使其位于变形后的中央容置空间的中央位置，可以保证将载荷施加在岩土样本的中央位置，确保了岩土内部应力的均匀分布。

本发明的系统可用于在三维应力的状态下，研究岩土的应力—应变特性，从而便于于市政工程建设。

以上所述，仅以举例的方式描述了本发明，但本发明并不限于此，例如，可以实现滑动块在加载板上滑动的任何连接结构均可用于本发明。因此，本发明的保护范围由随附的权利要求书确定。

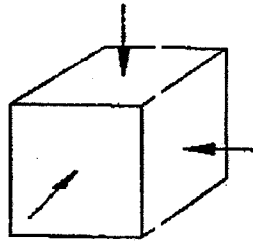


图1

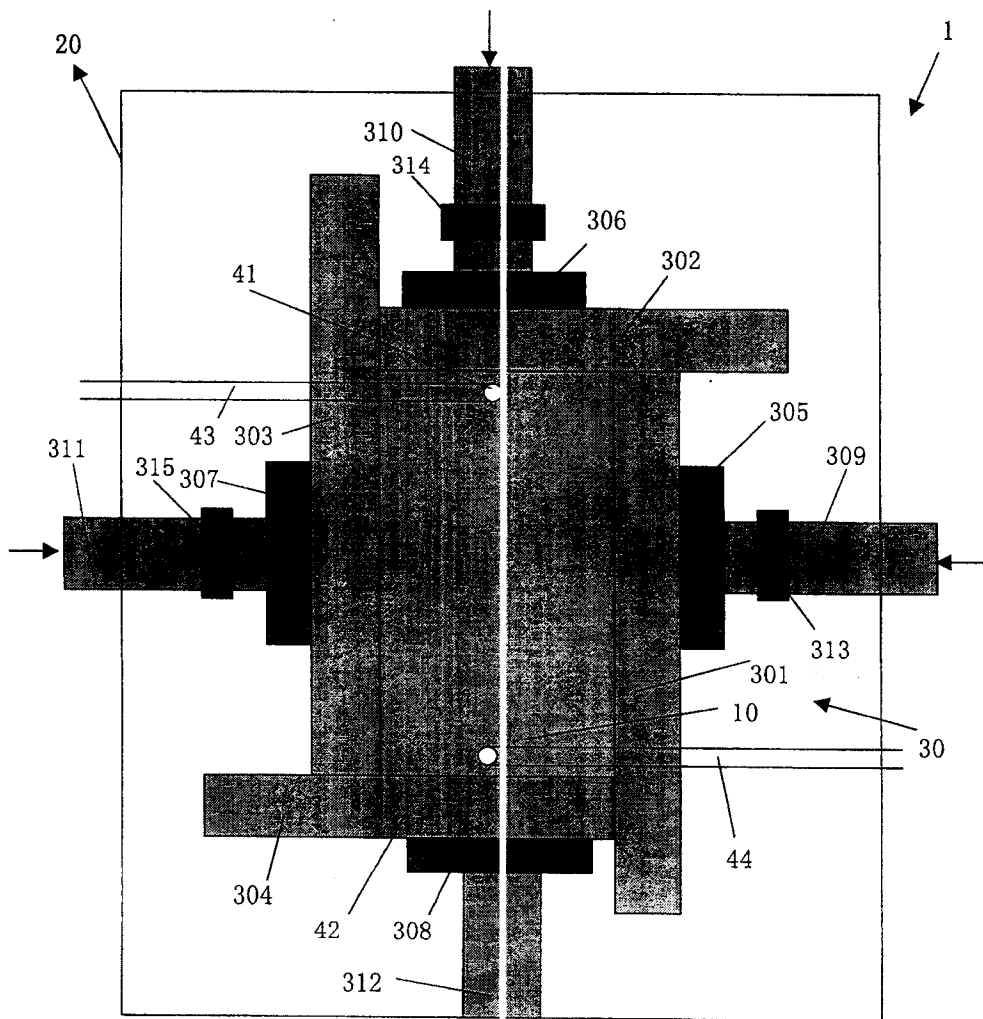


图2

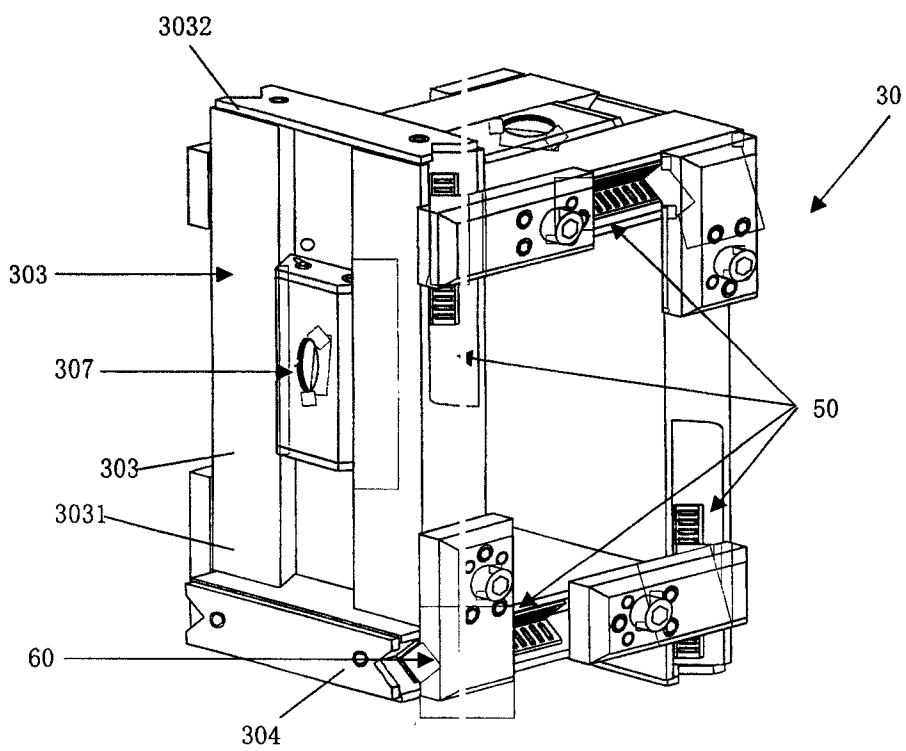


图3

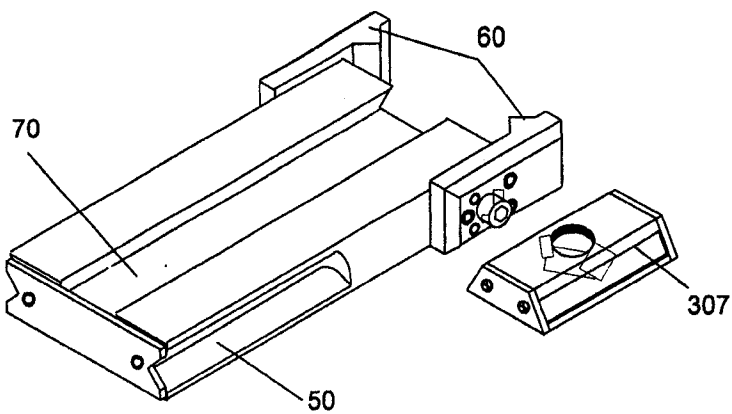


图4

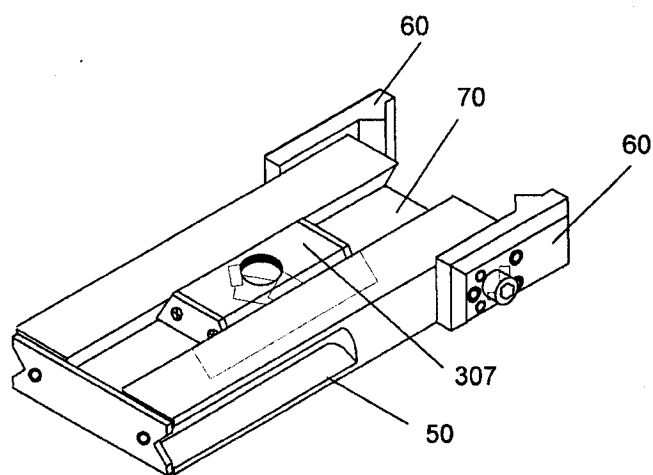


图5

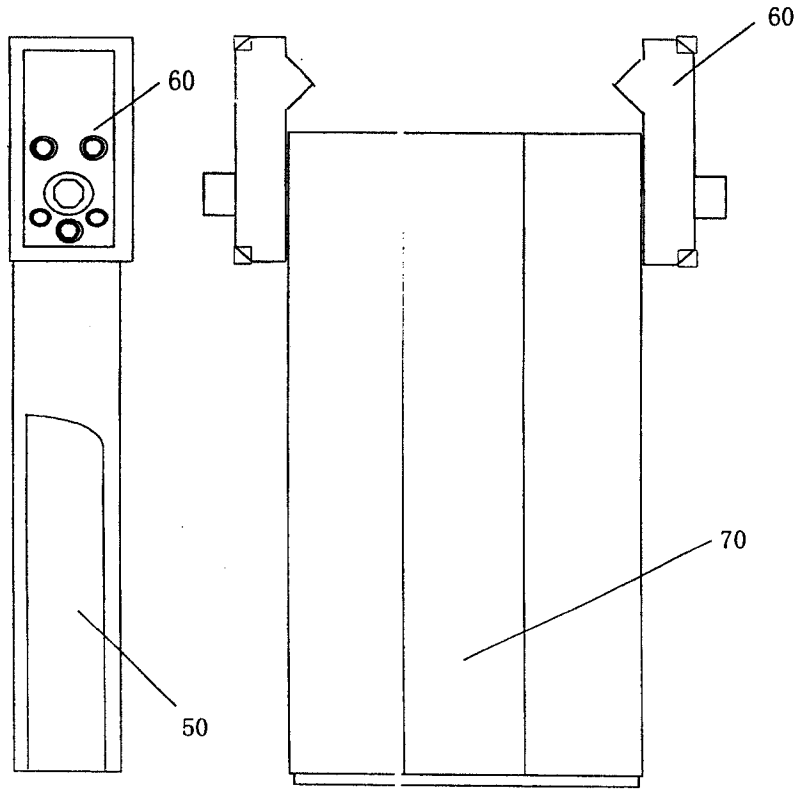


图6A

图6B

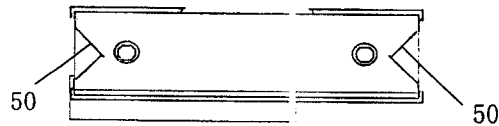


图6C

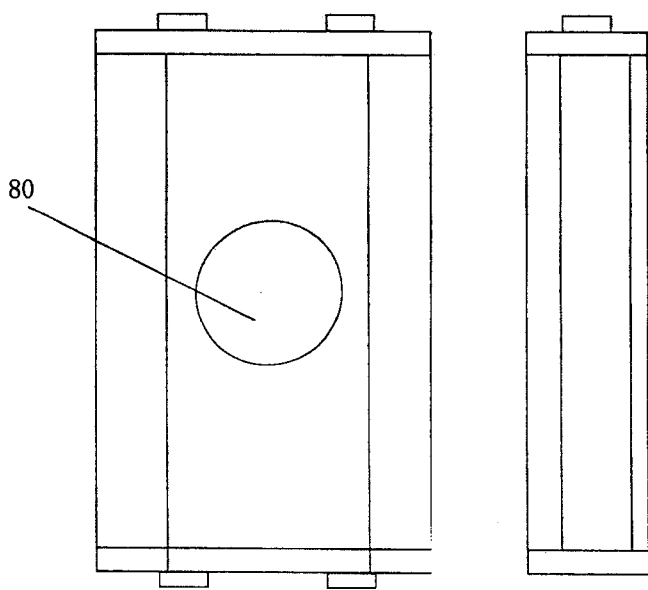


图7A

图7B

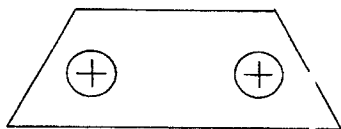


图7C