

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01M 19/00 (2006.01)

G01N 3/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910079499.9

[43] 公开日 2009年8月5日

[11] 公开号 CN 101498625A

[22] 申请日 2009.3.13

[21] 申请号 200910079499.9

[71] 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

[72] 发明人 涂 鸣 郑 忠 贾雨苗

[74] 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司

代理人 张 慧

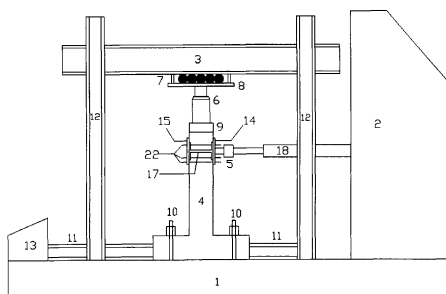
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

[54] 发明名称

一种构件压扭实验装置及方法

[57] 摘要

本发明是一种构件压扭实验装置及方法，属于建筑结构试验技术领域。本装置包括台座、反力梁、反力墙、垂直力千斤顶、前夹板、后夹板、纯扭加载梁、加载梁和水平力千斤顶。构件固定在台座上，垂直力千斤顶连接在反力梁的下表面，其位置与构件的顶部位置相对应。构件的顶部夹紧在前夹板和后夹板之间。加载梁与前夹板和后夹板固定连接。纯扭加载梁的一端与前夹板铰接，另一端与反力墙固定连接。水平力千斤顶的一端通过力传感器与加载梁铰接，另一端与反力墙固定连接。实验时，通过垂直力千斤顶对构件施加轴向压力，通过水平力千斤顶施加水平力形成对构件的扭矩。本发明实验装置简单，组装方便，即装即用，可循环使用。



1、一种构件压扭实验装置，包括台座、通过支架固定在台座上方的反力梁、以及固定在台座右侧的反力墙，其特征在于：还包括垂直力千斤顶、前夹板、后夹板、纯扭加载梁、加载梁和水平力千斤顶；其中：构件固定在台座上，垂直力千斤顶的位置与构件的顶部位置相对应，垂直力千斤顶能够通过球铰作用在构件顶部，垂直力千斤顶上部与钢板固定连接，钢板和反力梁围成一空间，空间内设置有滚珠；前夹板和后夹板固定连接，构件的顶部夹紧在前夹板和后夹板之间；加载梁与前夹板和后夹板固定连接；纯扭加载梁的一端与前夹板铰接，另一端与反力墙固定连接；水平力千斤顶的一端通过力传感器与加载梁铰接，另一端与反力墙固定连接。

2、应用权利要求书 1 所述的装置进行构件压扭试验的方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

1) 将构件固定在台座上，将纯扭加载梁及水平力千斤顶固定于反力墙上；

2) 先将纯扭加载梁与前夹板进行铰接，再将前夹板与后夹板固定连接，并将裹有碳纤维布的构件的顶部夹紧在前夹板和后夹板之间；

3) 将加载梁固定连接在前夹板和后夹板上；

4) 水平力千斤顶通过力传感器铰接在加载梁上，水平力千斤顶与构件中心留有距离，便于对构件施加扭矩；

5) 将垂直力千斤顶通过滚珠及钢板连接在反力梁上，垂直力千斤顶在构件顶部的垂直方向上，用于对构件施加压力；

6) 先通过垂直方向上带有球铰的千斤顶向构件施加轴向压力，再通过水平力千斤顶向构件施加水平力，使构件处于压扭混合作用下，并不断采集所需数据，直至构件破坏，最终完成构件的压扭性能实验，若不施加轴压力，即为构件的纯扭性能实验。

3、根据权利要求 2 所述的一种构件压扭实验方法，其特征在于：步骤 5) 中的构件顶部和垂直力千斤顶之间还放置有加载垫板，使得轴向压力均匀垂直作用在构件顶面处。

一种构件压扭实验装置及方法

技术领域

本发明是一种进行混凝土构件或型钢混凝土构件在轴压力作用下受扭转的实验装置及方法，属于建筑结构试验技术领域。

背景技术

在建筑结构中，承受扭矩作用的构件普遍存在，不过处于扭矩单独作用下的情况则不多，大多处于复合受扭状态。例如曲形的桥梁、剧院和体育场的曲形眺台梁、不对称截面的倒L形截面梁、承受水平制动力的吊车梁、承受不同支座反力的托架上弦、屋架上弦、框架边梁、超高层建筑转换层大梁等大都处于弯矩、剪力和扭矩共同作用下的复合受扭状态。在风荷载和地震荷载作用下，构件的破坏亦大部分是由弯、剪、扭的不同组合引起的。因此，对研究结构构件在纯扭和复合受扭下的受扭性能进行试验研究和理论分析有着重要的实际意义和广阔的工程应用前景，不仅是对构件合理设计计算的的实际要求，也是完善构件分析理论的迫切需要，具有理论与实践的双重意义。

在一定情况下，如框架边柱受风和地震作用情况，轴心受压构件也可能承受一定的扭矩，它是一种复合受扭构件。在整个受力过程中，构件是先承受轴向压力，并且是始终是恒定存在的，而后承担扭矩。

目前，单独研究构件受压扭的实验很少，且实验方法较复杂，实验装置不够科学，不易很好的研究构件的压扭状态。因此，发明一种研究结构构件在压扭共同作用下的实验装置及简单可行的实验方法非常必要，有利于更好的研究及发展建筑结构受压扭混合作用的理论，并能更加合理的计算建筑结构在荷载作用下的性能。

发明内容

本发明的目的在于提供一种简单易实现的科学进行矩形截面混凝土构件或型钢混凝土构件受压扭混合作用的实验装置及方法，可以应用于建筑结构的试验中，准确的观测构件在荷载作用下的受力性能。了解构件破坏的特征，很方便的测量构件各部分的应变及构件的变形。

为了实现上述目的，本发明采取了如下技术方案。本实验装置包括台座、通过支架固定在台座上方的反力梁、固定在台座右侧的反力墙、垂直力千斤顶、前夹板、后夹板、纯扭加载梁、加载梁和水平力千斤顶。其中：构件固定在台座上。垂直力千斤顶的位置与构件的顶部位置相对应，用于对构件施加轴向压力，垂直力千斤顶通过球铰作用在构件顶部，垂直力千斤顶上部与钢板固定连接，钢板和反力梁围成一空间，空间内设置有滚珠，使钢板可以相对于反力墙在水平方向移动。前夹板和后夹板固定连接，构件的顶部夹紧在前夹板和后夹板之间；加载梁与前夹板和后夹板固定连接；纯扭加载梁的一端与前夹板铰接，另一端与反力墙固定连接；水平力千斤顶的一端通过力传感器与加载梁铰接，另一端与反力墙固定连接。

应用上述装置进行实验时，包括以下步骤：

- 1) 将构件固定在台座上，将纯扭加载梁及水平力千斤顶固定于反力墙上；
- 2) 先将纯扭加载梁与前夹板进行铰接，再将前夹板与后夹板固定连接，并将构件的顶部夹紧在前夹板和后夹板之间；
- 3) 将加载梁固定连接在前夹板和后夹板上；
- 4) 水平力千斤顶通过力传感器铰接在加载梁上，水平力千斤顶与构件中心留有距离，便于对构件施加扭矩；
- 5) 将带有球铰的垂直力千斤顶通过滚珠及钢板连接在反力梁上，垂直力千斤顶在构件顶部的垂直方向上，用于对构件施加压力。在构件顶部和垂直力千斤顶之间可以放置加载垫板，这样可以使得轴向压力均匀垂直作用在构件顶面处。
- 6) 先通过垂直方向上的千斤顶向构件施加轴向压力，再通过水平力千斤顶向构件施加水平力，并不断采集所需数据，直至构件破坏，最终完成构件的压扭性能实验，若不施加轴压力，即为构件的纯扭性能实验。

该方法实验原理科学，实验装置制作简单，组装方便，即装即用，可循环使用，实验结果能很好的反映结构构件在压扭共同作用下的性能，为更好的研究建筑结构中受压扭作用的构件提供依据。

附图说明

图 1 为实验加载装置示意图；
图 2 为加载装置平面图；
图 3 为前夹板 14 前视图；
图 4 为前夹板 14 俯视图；
图 5 为前夹板 14 侧视图；
图 6 为后夹板 15 前视图；
图 7 为后夹板 15 俯视图；
图 8 为后夹板 15 侧视图；
图 9 为纯扭加载钢梁 16 前视图；
图 10 为纯扭加载钢梁 16 俯视图；
图 11 (a) 为图 9 的 1-1 剖面图；
图 11 (b) 为图 9 的 2-2 剖面图；
图 11 (c) 为图 9 的 3-3 剖面图；
图 12 为加载钢梁 17 前视图；
图 13 为加载钢梁 17 俯视图；
图 14 (a) 为图 12 的 4-4 剖面图；
图 14 (b) 为图 12 的 5-5 剖面图；

其中：1、台座，2、反力墙，3、反力梁，4、构件，5、力传感器，6、垂直力千斤顶，7、滚珠，8、钢板，9、加载垫板，10、地锚螺栓，11、支撑钢梁，12、支架，13、挡板，14、前夹板，15、后夹板，16、纯扭加载钢梁，17、加载钢梁，18、水平力千斤顶，19、百分表，20、位移计，21、垫片，22、螺栓，23、碳纤维布。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步说明：

本实施例提供了一种进行该类压扭混合作用或是纯扭作用的实验装置，其结构如图 1、图 2 所示，包括台座 1、反力墙 2、反力梁 3、力传感器 5、垂直液压千斤顶 6、滚珠 7、钢板 8、加载垫板 9、地锚螺栓 10、支撑钢梁 11、支架 12、挡板 13、前夹板 14、后夹板 15、纯扭加载钢梁 16、加载钢梁 17、水

平力液压千斤顶 18、百分表 19、位移计 20、以及进行结构试验必备的数据采集设备等。

如图 1 所示，反力梁 3 通过支架 12 固定在台座 1 的上方，反力墙 2 固定的台座的右侧，构件 4 固定在台座 1 上。纯扭加载钢梁 16 一端固接在反力墙 2 上，一端与前夹板 14 铰接。前夹板 14 和后夹板 15 固定连接，构件 4 的顶部夹紧在前夹板 14 和后夹板 15 之间。将加载钢梁 17 放置于前夹板 14 和后夹板 15 之间，用螺栓 22 将前夹板 14、后夹板 15 及加载钢梁 17 连接在一起，每根螺栓 22 上有四个螺母，即前、后夹板的外侧两个，夹板之间内侧两个，拧紧螺母，使得前、后夹板之间距离保持不变，以防止加载过程中夹板的移动造成的构件 4 顶部局部受压破坏。水平力液压千斤顶 18 一端固接在反力墙 2 上，一端通过力传感器 5 与加载钢梁 17 铰接。构件 4 顶部的垂直方向上的带有球铰的垂直力千斤顶 6 通过滚珠 7 及钢板 8 连接在反力梁 3 上，并正好位于构件 4 顶部的正上方。

前夹板 14 的结构如图 3~图 5 所示，它由三块钢板焊接而成，并加工成如图形状，大的钢板上面有八个螺栓孔，突出的两块小的钢板上加工出一个孔，用来与纯扭加载钢梁 16 铰接。

后夹板的结构如图 6~图 8 所示，它由一块钢板加工而成，上面的螺栓孔与前夹板 14 对应。前夹板 14 与后夹板 15 用螺栓 22 将裹有碳纤维布 23 的构件 4 夹住，螺栓 22 是通长带有螺纹的丝杆，在连接时每根螺栓 22 上有四个螺母，即前、后夹板的外侧两个，夹板之间内侧两个，从而使得前、后夹板之间距离保持不变，以防止加载过程中夹板的移动造成的构件 4 顶部局部受压破坏。

纯扭加载钢梁 16 的结构如图 9~图 11 所示，它由一根工字形型钢与三块钢板焊接而成，具体形式如图。从图 11 纯扭加载钢梁 16 剖面图可以看出，它的一端所连接的钢板上有四个螺栓孔，用于与反力墙 2 固接；另一端有两块焊接在一起的钢板，并加工有一个孔，便于用销子与前夹板铰接，只能产生转动。

加载钢梁 17 的结构如图 12~图 14 所示，它由一根工字形型钢与四块钢

板焊接而成，加载钢梁 17 的一端加工有四个螺栓孔，用于与前夹板 14 及后夹板 15 连接，四块钢板为加劲肋，用来增加加载钢梁 17 的刚度，其中两块钢板位于加载钢梁 17 的顶端与前、后夹板连接处，另两块位于加载钢梁 17 中部水平液压千斤顶 18 作用处。加载钢梁 17 通过螺栓 22 紧密的连接于前夹板 14 与后夹板 15 之间，加载钢梁 17 的中部与力传感器 5 铰接。水平液压千斤顶 18 通过与前、后夹板螺栓连接的加载钢梁 17 对构件施加扭矩。

采用本实施例中的装置进行实验，其实验方法如下：

1) 将顶部裹有一层碳纤维布 23 的构件 4 放置于台座 1 上，碳纤维布 23 的宽度略大于前夹板 14 的宽度。调整好构件 2 的位置，将两根支撑钢梁 11 放置在构件 4 的前后两侧，并通过挡板 13 将支撑钢梁顶紧固定，再用地锚螺栓 10 将构件 4 底部固定在台座 1 上。

2) 将纯扭加载钢梁 16 及水平力液压千斤顶 18 固定于反力墙 2 上；

3) 将纯扭加载钢梁 16 与前夹板 14 通过加工的销子进行铰接，铰接处位于构件 4 的两相对的边长中点的延长线上，可以转动。用螺栓 22 将前夹板 14 与后夹板 15 固定在构件 4 的顶部，同时将加载钢梁 17 与前夹板 14、后夹板 15 通过螺栓 22 连接，应该注意的是，在用螺栓 22 连接时，一根螺栓上有四个螺母，分别位于前、后夹板的外侧与内侧，这样便能把前、后夹板与构件 4 及加载钢梁 17 连接可靠；

4) 构件 4 顶部的垂直方向上的带有球铰的垂直力千斤顶 6 通过滚珠 7 及钢板 8 连接在反力梁 3 上，构件 4 顶面铺一层细砂，用来找平，再放置加载垫板 9，使得轴向压力均匀垂直作用在构件 4 顶面处。水平力千斤顶 18 通过力传感器 5 铰接在加载钢梁 17 上，与构件 4 中心相距一定距离，便于施加扭矩；

5) 在构件 4 顶部高度纯扭加载钢梁 16 延长线上布置一个百分表 19，用来测量构件在该方向上的微小位移，在同样高度处，水平力千斤顶 18 的延长线上布置一个位移计 20，用来测量该点位移，位移计 20 的读数与百分表 19 的差值除以位移计 20 与百分表 19 之间的距离，即准确测量出构件的变形（转角）；通过导线将构件 4 上的各种根据不同实验所需的应变计与数据采集系统

相连；

6) 先通过垂直方向上的千斤顶 6 向构件 4 施加轴向压力，保持轴向力不变，再通过水平液压千斤顶 18 施加水平力，加载过程可按位移控制，也可由荷载控制，或是荷载一位移混合控制。从而加载至构件 4 破坏，通过数据采集系统得到所要数据，进行试验结果分析，最终完成构件的压扭性能实验，若不施加轴压力，即为构件的纯扭性能实验。

本发明采用一根纯扭加载钢梁 16 来抵消作用在构件 4 顶部的剪力，使构件 4 下部固定，顶部只能产生扭转，该原理简单科学，从而达到构件 4 在纯扭作用下的状态。同时，值得注意的是，构件 4 顶部裹有一层碳纤维布 23，碳纤维布 23 的包裹宽度略大于夹板的宽度，形成对构件 4 顶部的约束，防止产生局部受压破坏而导致实验失败。

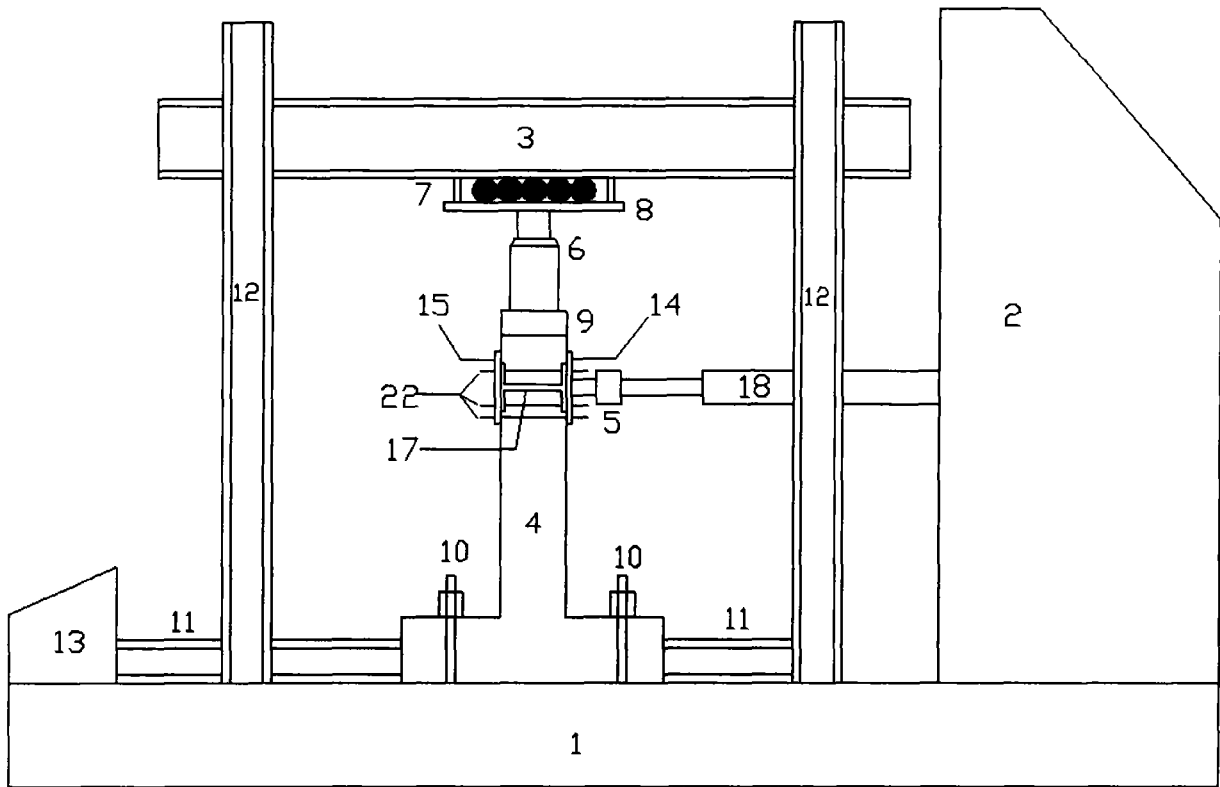


图 1

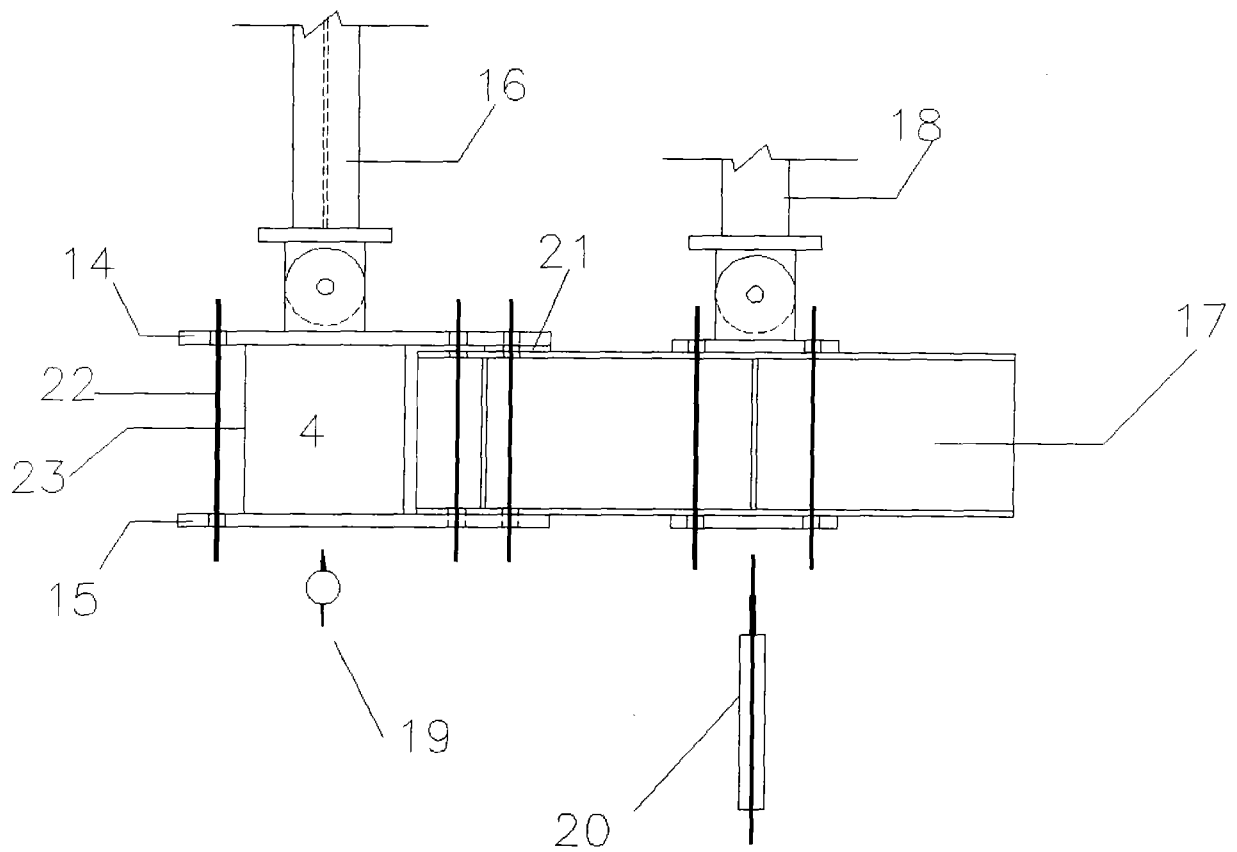


图 2

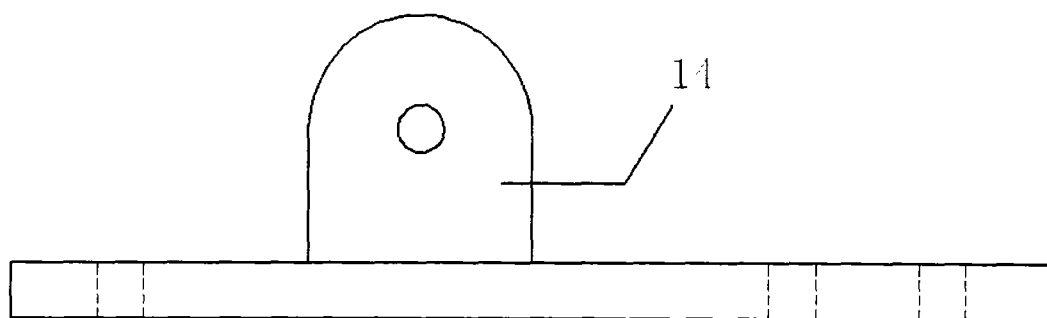


图 3

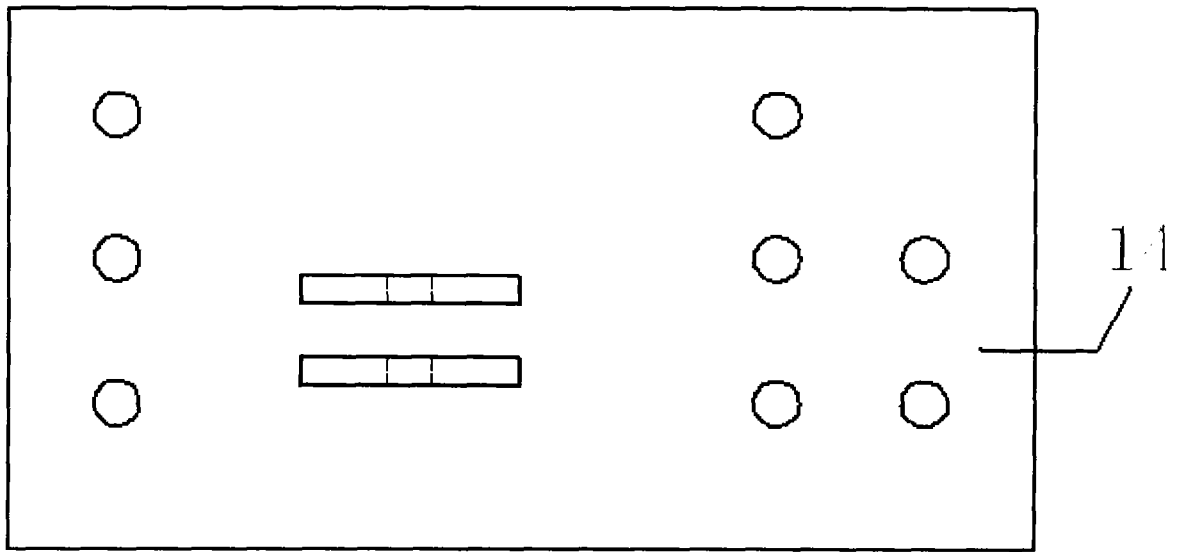


图 4

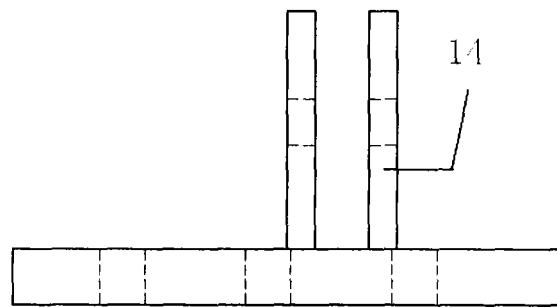


图 5

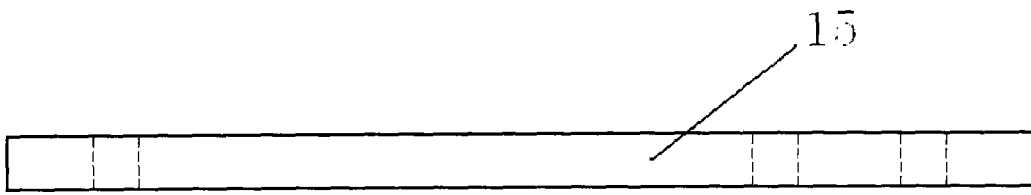


图 6

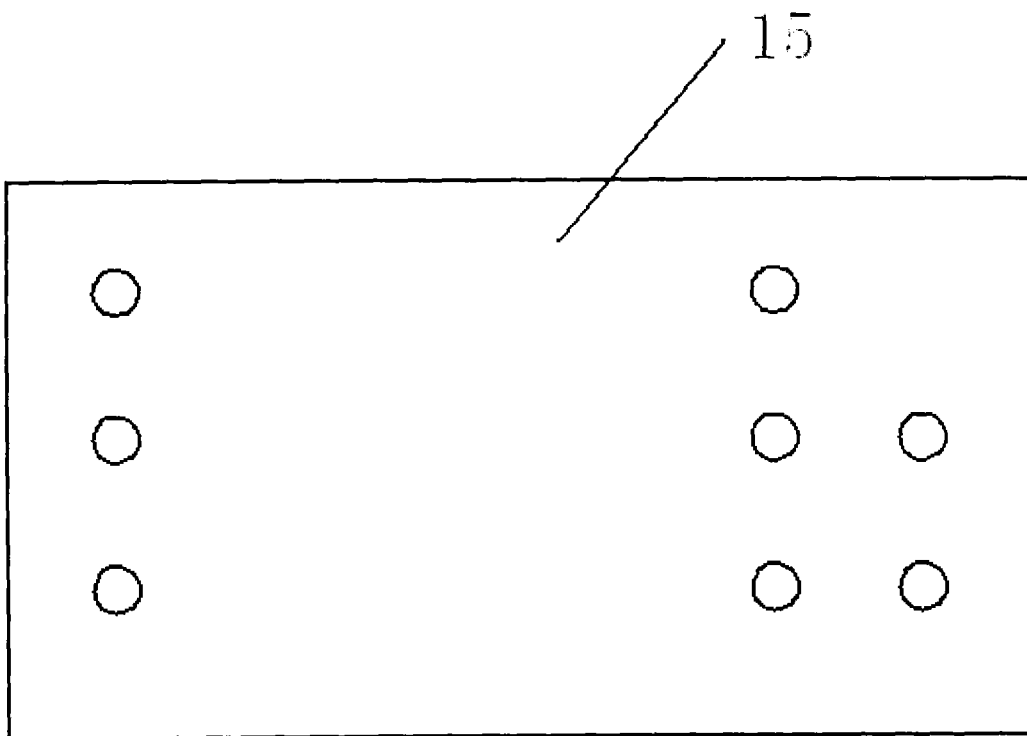


图 7

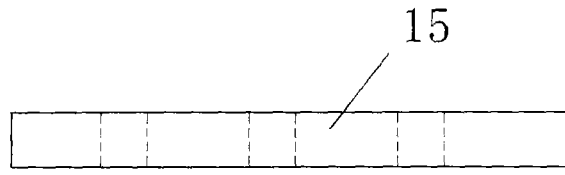


图 8

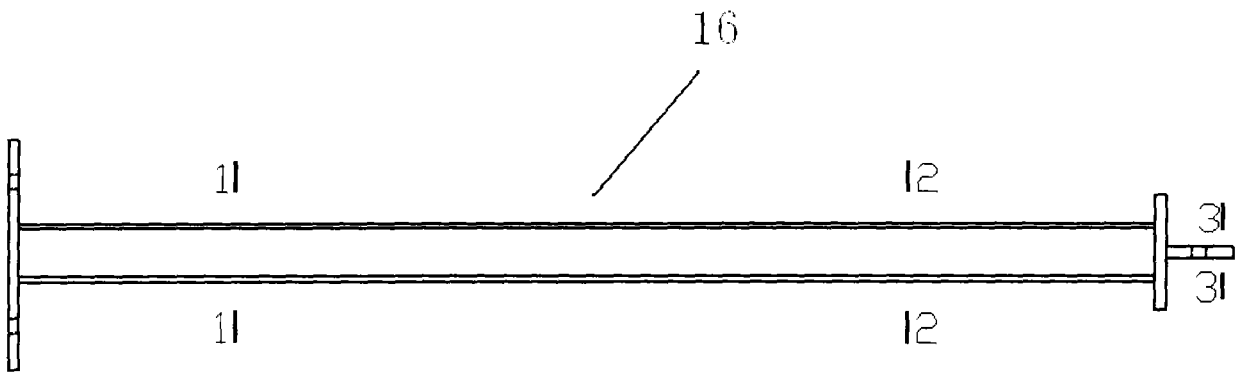


图 9

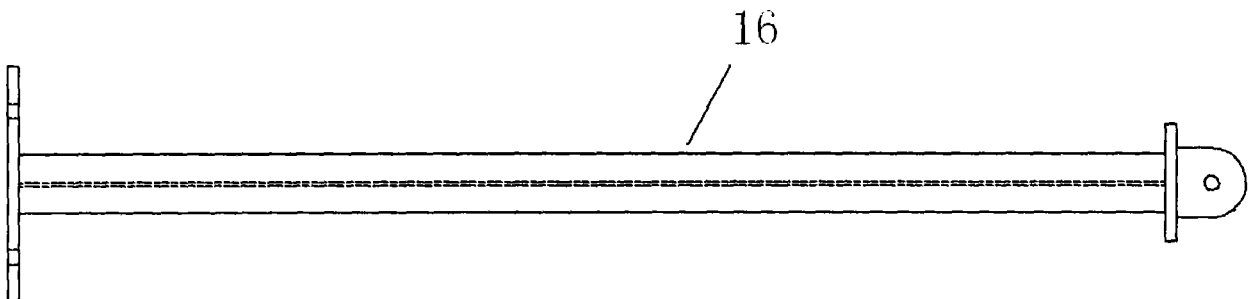


图 10

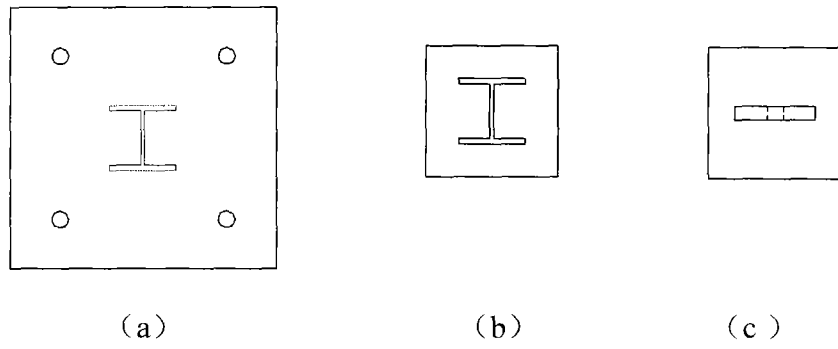


图 11

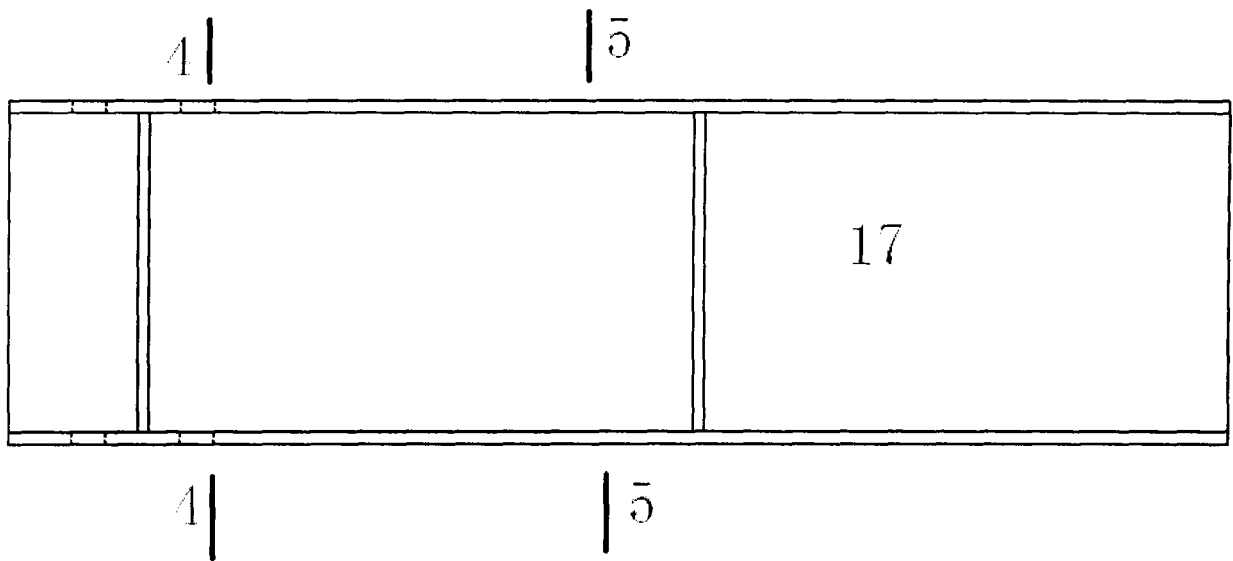


图 12

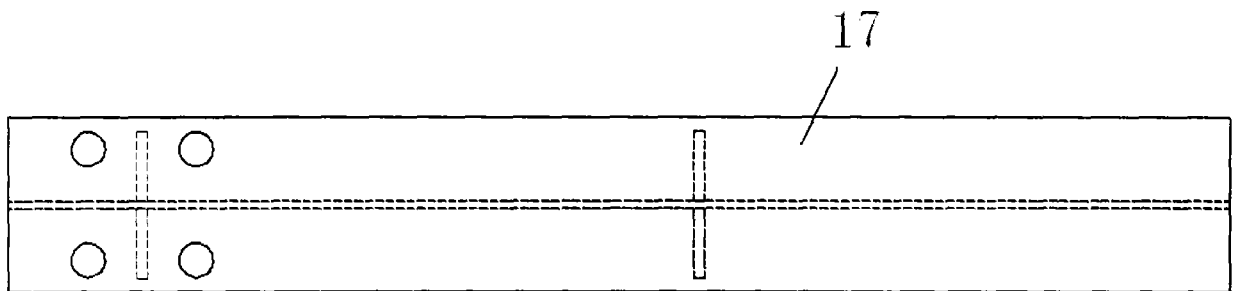
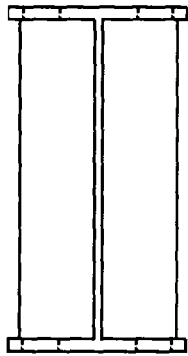
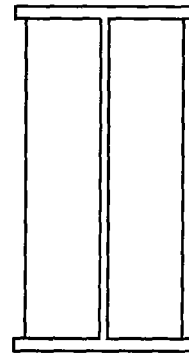


图 13



(a)



(b)

图 14