(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 106480908 B
(45)授权公告日 2018.06.08

(21)申请号 201610929423.0
(22)申请日 2016.10.31
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106480908 A
(43)申请公布日 2017.03.08
(73)专利权人 中国地质大学(武汉)
地址 430074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路388号
(72)发明人 吴文兵 刘浩 官文杰 段亚茹 李博 张凯顺 邢康宇
(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102
代理人 杨晓燕
(51)Int.Cl.
E02D 33/00(2006.01)

审查员 肖莉

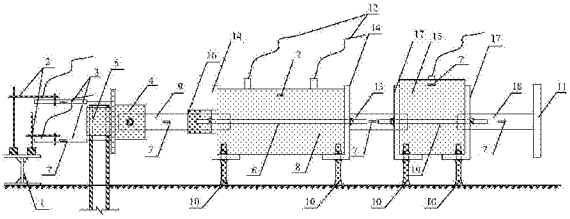
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种微型桩水平静载试验装置及方法

(57)摘要

一种微型桩水平静载试验装置及方法，装置包括基准梁、磁性表座、位移传感器、π型钢板、桩头固定螺母、第一固定支架、水准管、液压千斤顶、第一传力轴、可升降支座、反力装置端板、进油管、第一L型钢板、负荷传感器、第二L型钢板、第三传力轴和第二固定支架，液压千斤顶由设置于其两端的第一L型钢板以及第一固定支架和可升降支座配合托起固定；负荷传感器由设置于其两端的第二L型钢板以及第二固定支架和可升降支座配合托起固定，负荷传感器通过第三传力轴连接反力装置端板。本发明在微型桩水平静载试验时力的传递完全水平，能够准确检测出微型桩桩端的水平位移，安装调节方便，可调节支座高度，适合任意高度的桩头，可同时进行双桩测试。



CN 106480908 B

1.一种微型桩水平静载试验装置，其特征在于，包括基准梁、磁性表座、位移传感器、π型钢板、桩头固定螺母、第一固定支架、水准管、液压千斤顶、第一传力轴、可升降支座、反力装置端板、进油管、第一L型钢板、负荷传感器、第二L型钢板、第三传力轴和第二固定支架，磁性表座设立在基准梁上，π型钢板通过桩头固定螺母固定在试桩上，桩头固定螺母套设在试桩桩端，桩头固定螺母与π型钢板焊接，位移传感器的一端固定在磁性表座上、另一端与π型钢板的板面紧密接触，π型钢板上设有预留孔，第一传力轴的左端与π型钢板在该预留孔处铰接；

液压千斤顶由设置于其两端的第一L型钢板以及第一固定支架和可升降支座配合托起固定，两块第一L型钢板下方由可升降支座支撑；第一传力轴的右端穿过左侧的第一L型钢板伸入到液压千斤顶左端的预留孔洞，并通过固定螺栓固定连接；右侧的第一L型钢板与第二传力轴的一端固接，第二传力轴的另一端与负荷传感器的一端相连，负荷传感器由设置于其两端的第二L型钢板以及第二固定支架和可升降支座配合托起固定，两块第二L型钢板下方由可升降支座支撑，负荷传感器的另一端通过第三传力轴连接反力装置端板。

2.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述第一传力轴、第二传力轴、第三传力轴、液压千斤顶、负荷传感器上均设置了水准管。

3.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述第一固定支架包括第一螺纹钢筋和第一螺母，第一螺纹钢筋穿过左右两块第一L型钢板之间的预留孔后通过两块第一L型钢板外侧的第一螺母将液压千斤顶拧紧在其内。

4.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述第二固定支架包括第二螺纹钢筋和第二螺母，第二螺纹钢筋穿过左右两块第二L型钢板之间的预留孔后通过两块第二L型钢板外侧的第二螺母将负荷传感器拧紧在其内。

5.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述π型钢板由三块钢板焊接而成。

6.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述第一L型钢板、第二L型钢板分别用于承载液压千斤顶和负荷传感器；第一L型钢板、第二L型钢板分别由四个可升降支座支撑。

7.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，所述基准梁为型钢。

8.根据权利要求1所述的微型桩水平静载试验装置，其特征在于，单桩测试时所述反力装置端板提供的反力大于测试时的水平加载；双桩测试时反力装置端板采用由桩头固定螺母、π型钢板和位移传感器、基准梁构成的试桩水平测量件替换。

9.根据权利要求1~8任意之一所述的微型桩水平静载试验装置进行微型桩水平测试的方法，其特征在于，包括以下步骤：

1)根据测试现场条件选取基准点，设置基准梁，基准梁的长度根据试桩的位置来确定，其高跨比不小于1/40，基准梁与试桩距离不小于4倍试桩直径；

2)在基准梁上设置磁性表座；

3)根据试桩直径的大小选择桩头固定螺母，将其与π型钢板焊接并固定在桩头；

4)将钢筋穿过π型钢板预留孔和第一传力轴左端预留孔，并在π型钢板外侧用螺母固定；

5)将两根第一螺纹钢筋平行穿过左右两片第一L型钢板的预留孔并用第一螺母固定，

使它们连为一体，将四只可升降支座分别穿过两片第一L型钢板底部角边的预留孔并用螺母上下固定将液压千斤顶支撑起来，第一传力轴右端穿过左侧的第一L型钢板伸入到液压千斤顶左端的预留孔洞，并采用固定螺栓固定连接；

6)用与固定液压千斤顶相同的方法固定负荷传感器，第二螺纹钢筋平行穿过左右两片第二L型钢板的预留孔并用第二螺母固定，第二传力轴左端事先与右侧的第一L型钢板焊接好，第二传力轴右端穿过左侧的第二L型钢板预留孔位与负荷传感器左端连接，第三传力轴左端穿过右侧的第二L型钢板预留孔位与负荷传感器右端连接，第三传力轴右端与反力装置端板连接，反力装置端板顶在可提供反力的结构物上；

7)将进油管与液压千斤顶的控制器连接，负荷传感器与计算机连接好，确定所有设备正常工作；

8)调节可升降支座的高度使第一传力轴、第二传力轴、第三传力轴、液压千斤顶、负荷传感器上的水准管气泡居中；

9)将位移传感器固定在磁性表座上，并测试位移传感器的探针是否与π型钢板紧密接触；

10)通过液压千斤顶控制器控制进油管的进油量，对试桩进行水平分级加载，加载过程根据试桩尺寸和用途参考《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014) 》给定的分级加载方式实施；

11)待试桩每一级水平加载所产生的水平变形稳定后，读取位移传感器和负荷传感器的读数，并做好记录，然后开始下一级加载；

12)根据《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014) 》给定的终止水平加载标准，停止加载，然后分级卸载，直至水平加载恢复到0；

13)试验完成后，拆除水平静载试验装置，便于重复使用。

一种微型桩水平静载试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基桩检测领域，具体涉及一种微型桩水平静载试验装置及方法。

背景技术

[0002] 微型桩是指直径小于300mm的桩，通常条件下微型桩直径介于70～300mm，长细比大于30，采用螺旋钻成孔、强配筋和压力注浆工艺成桩的钢筋混凝土就地灌注桩。由于微型桩的技术简单，施工方便，近年来已经迅速发展，广泛运用于各种土木建筑工程，比如楼房基础的托换，深开挖基坑支护，地下连续墙壁沟的稳定及滑坡的防治等。在滑坡治理等应用中，微型桩主要承受水平荷载的作用，因此水平承载力的确定往往是工程设计的关键。微型桩桩身强度较低，桩身抗弯刚度较小，易发生挠曲，桩顶水平位移较大。目前，微型桩承载特性在现场试验、理论分析、工程设计等方面已取得了一定成果，但现场水平测试装置和方法还存在一些不足：(1)安装加载系统和负荷传感器等时在下方放置垫块的方法不能保证所有装置完全水平并稳定；(2)现场实验装置较重，平衡调节比较困难；(3)一般的装置只适用于单桩水平测试。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是，为弥补现有水平测试方法的不足，提供一种新型微型桩水平加载及测试的装置及方法，微型桩水平静载试验时力的传递完全水平，能够准确地检测出微型桩桩端的水平位移，装置安装调节方便，可调节支座高度，适合任意高度的桩头，可同时进行双桩测试。

[0004] 本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案是：

[0005] 一种微型桩水平静载试验装置，包括基准梁、磁性表座、位移传感器、π型钢板、桩头固定螺母、第一固定支架、水准管、液压千斤顶、第一传力轴、可升降支座、反力装置端板、进油管、第一L型钢板、负荷传感器、第二L型钢板、第三传力轴和第二固定支架，磁性表座设立在基准梁上，π型钢板通过桩头固定螺母固定在试桩上，桩头固定螺母套设在试桩桩端，桩头固定螺母与π型钢板焊接，位移传感器的一端固定在磁性表座上、另一端与π型钢板的板面紧密接触，π型钢板上设有预留孔，第一传力轴的左端与π型钢板在该预留孔处铰接(保证力的水平传递)；

[0006] 液压千斤顶由设置于其两端的第一L型钢板以及第一固定支架和可升降支座配合托起固定，两块第一L型钢板下方由可升降支座支撑(可以根据需要调节可升降支座高度)；第一传力轴的右端穿过左侧的第一L型钢板伸入到液压千斤顶左端的预留孔洞，并通过固定螺栓固定连接；右侧的第一L型钢板与第二传力轴的一端固接，第二传力轴的另一端与负荷传感器的一端相连，负荷传感器由设置于其两端的第二L型钢板以及第二固定支架和可升降支座配合托起固定，两块第二L型钢板下方由可升降支座支撑(可以根据需要调节可升降支座高度)，负荷传感器的另一端通过第三传力轴连接反力装置端板。

[0007] 按上述方案，所述第一传力轴、第二传力轴、第三传力轴、液压千斤顶、负荷传感器

上均设置了水准管。

[0008] 按上述方案，所述第一固定支架包括第一螺纹钢筋和第一螺母，第一螺纹钢筋穿过左右两块第一L型钢板之间的预留孔后通过两块第一L型钢板外侧的第一螺母将液压千斤顶拧紧在其内。

[0009] 按上述方案，所述第二固定支架包括第二螺纹钢筋和第二螺母，第二螺纹钢筋穿过左右两块第二L型钢板之间的预留孔后通过两块第二L型钢板外侧的第二螺母将负荷传感器拧紧在其内。

[0010] 按上述方案，所述π型钢板由三块钢板焊接而成。

[0011] 按上述方案，所述第一L型钢板、第二L型钢板分别用于承载液压千斤顶和负荷传感器；第一L型钢板、第二L型钢板分别由四个可升降支座支撑。

[0012] 按上述方案，所述基准梁为型钢。

[0013] 按上述方案，单桩测试时所述反力装置端板提供的反力大于测试时的水平加载；双桩测试时反力装置端板采用由桩头固定螺母、π型钢板和位移传感器、基准梁构成的试桩水平测量件替换。

[0014] 本发明还提供了一种上述静载试验装置进行微型桩水平测试的方法，包括以下步骤：

[0015] 1)根据测试现场条件选取基准点，设置基准梁，基准梁的长度根据试桩的位置来确定，其高跨比不小于1/40，基准梁与试桩距离不小于4倍试桩直径；

[0016] 2)在基准梁上设置磁性表座；

[0017] 3)根据试桩直径的大小选择桩头固定螺母，将其与π型钢板焊接并固定在桩头；

[0018] 4)将钢筋穿过π型钢板预留孔和第一传力轴左端预留孔，并在π型钢板外侧用螺母固定；

[0019] 5)将两根第一螺纹钢筋平行穿过左右两片第一L型钢板的预留孔并用第一螺母固定，使它们连为一体，将四只可升降支座分别穿过两片第一L型钢板底部角边的预留孔并用螺母上下固定将液压千斤顶支撑起来，第一传力轴右端穿过左侧的第一L型钢板伸入到液压千斤顶左端的预留孔洞，并采用固定螺栓固定连接；

[0020] 6)用与固定液压千斤顶相同的方法固定负荷传感器，第二螺纹钢筋平行穿过左右两片第二L型钢板的预留孔并用第二螺母固定，第二传力轴左端事先与右侧的第一L型钢板焊接好，第二传力轴右端穿过左侧的第二L型钢板预留孔位与负荷传感器左端连接，第三传力轴左端穿过右侧的第二L型钢板预留孔位与负荷传感器右端连接，第三传力轴右端与反力装置端板连接，反力装置端板顶在可以提供反力的结构物上；

[0021] 7)将进油管与液压千斤顶的控制器连接，负荷传感器与计算机连接好，确定所有设备正常工作；

[0022] 8)调节可升降支座的高度使第一传力轴、第二传力轴、第三传力轴、液压千斤顶、负荷传感器上的水准管气泡居中(保持整套装置水平度)；

[0023] 9)将位移传感器固定在磁性表座上，并测试位移传感器的探针是否与π型钢板紧密接触；

[0024] 10)通过液压千斤顶控制器控制进油管的进油量，对试桩进行水平分级加载，加载过程根据试桩尺寸和用途参考《建筑基桩检测技术规范》给定的分级加载方式实施；

[0025] 11)待试桩每一级水平加载所产生的水平变形稳定后，读取位移传感器和负荷传感器的读数，并做好记录，然后开始下一级加载；

[0026] 12)根据《建筑基桩检测技术规范》给定的终止水平加载标准，停止加载，然后分级卸载，直至水平加载恢复到0；

[0027] 13)试验完成后，拆除水平静载试验装置，便于重复使用。

[0028] 本发明的有益效果：

[0029] 1、由于微型桩直径较小，采用本申请装置可以提供4个甚至更多位置安装位移传感器，从而可测得不同高度时桩头的位移，得到更多测试结果；

[0030] 2、设置水准管能保证整个水平静载试验装置的完全水平，力的传递加载方向完全水平，能够准确地检测出微型桩桩端的水平位移，使测量结果更准确；

[0031] 3、设置可升降支座，可调节支座高度，适合任意高度的桩头，使装置的平衡调节更加方便、简单；

[0032] 4、一般的静载试验装置只适用于单桩水平测试，本申请可同时进行双桩测试，且改装非常简单，适用性广；

[0033] 5、整个装置结构更加稳定，安装拆卸方便，可靠性高。

附图说明

[0034] 图1为本发明实施例单桩水平测试的整体装置结构示意图；

[0035] 图2为本发明实施例单桩水平测试的整体装置结构俯视示意图；

[0036] 图3为本发明实施例双桩水平测试的整体装置结构示意图；

[0037] 图4为本发明实施例双桩水平测试的整体装置结构俯视示意图；

[0038] 图中:1-基准梁，2-磁性表座，3-位移传感器，4-π型钢板，5-固定螺母，6-第一固定支架，7-水准管，8-液压千斤顶，9-第一传力轴，10-可升降支座，11-反力装置端板，12-进油管，13-第二传力轴，14-第一L型钢板，15-负荷传感器，16-固定螺栓，17-第二L型钢板，18-第三传力轴，19-第二固定支架。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和实例对本发明技术方案进行详细的描述。

[0040] 如图1～2所示，单桩水平测试时，本发明所述的微型桩水平静载试验装置，包括基准梁1、磁性表座2、位移传感器3、π型钢板4、桩头固定螺母5、第一固定支架6、水准管7、液压千斤顶8、第一传力轴9、可升降支座10、反力装置端板11(双桩水平测试时反力装置端板11由另一试桩承担，如图3～图4所示)、进油管12、第一L型钢板14、负荷传感器15、第二L型钢板17、第三传力轴18和第二固定支架19，磁性表座2设立在基准梁1上，π型钢板4通过桩头固定螺母5固定在试桩上，桩头固定螺母5套设在试桩桩端，桩头固定螺母5与π型钢板4焊接，位移传感器3的一端固定在磁性表座2上、另一端与π型钢板4的板面紧密接触，π型钢板4上设有预留孔，第一传力轴9的左端与π型钢板4在该预留孔处铰接(保证力的水平传递)；

[0041] 液压千斤顶8由设置于其两端的第一L型钢板14以及第一固定支架6和可升降支座10配合托起固定，第一固定支架6包括第一螺纹钢筋和第一螺母，第一螺纹钢筋穿过左右两块第一L型钢板14之间的预留孔后通过两块第一L型钢板14外侧的第一螺母将液压千斤顶8

拧紧在其内，两块第一L型钢板14下方由四个可升降支座10支撑(可以根据需要调节可升降支座10高度)；第一传力轴9的右端穿过左侧的第一L型钢板14伸入到液压千斤顶8左端的预留孔洞，并通过固定螺栓16固定连接；右侧的第一L型钢板14与第二传力轴13的一端固接，第二传力轴13的另一端与负荷传感器15的一端相连，负荷传感器15的固定方法同液压千斤顶8，具体为：负荷传感器15由设置于其两端的第二L型钢板14以及第二固定支架19和可升降支座10配合托起固定，第二固定支架19包括第二螺纹钢筋和第二螺母，第二螺纹钢筋穿过左右两块第二L型钢板17之间的预留孔后通过两块第二L型钢板17外侧的第二螺母将负荷传感器15拧紧在其内，两块第二L型钢板17下方由四个可升降支座10支撑(可以根据需要调节可升降支座10高度)，负荷传感器15的另一端通过第三传力轴18连接反力装置端板11。

[0042] 第一传力轴9、第二传力轴13、第三传力轴18、液压千斤顶8、负荷传感器15上均设置了水准管7。

[0043] 采用上述装置做单桩水平测试实验一般需要四个位移传感器3、一个桩头固定螺母5和八个可升降支座10。

[0044] 参照图3～图4所示，双桩测试时其他结构与单桩测试相同，唯一区别之处是将右侧的反力装置端板11替换成同左侧的由桩头固定螺母5、π型钢板4和位移传感器3、基准梁1构成的试桩水平测量件，做双桩水平测试实验一般需要八个位移传感器3、两个桩头固定螺母5和八个可升降支座10。

[0045] 使用时，采用本发明静载试验装置进行微型桩水平测试的方法，包括以下步骤：

[0046] 实施例1(单桩水平静载试验装置的应用)，如图1、2所示：

[0047] 1)根据测试现场条件选取基准点，设置基准梁1，基准梁1的长度根据试桩的位置来确定，尽量长，但其高跨比不宜小于1/40，基准梁1与试桩距离不小于4倍试桩直径；

[0048] 2)在基准梁1上设置磁性表座2；

[0049] 3)根据试桩直径的大小选择桩头固定螺母5，将其与π型钢板4焊接并固定在桩头；

[0050] 4)将钢筋穿过π型钢板4预留孔和第一传力轴9左端预留孔，并在π型钢板4外侧用螺母固定；

[0051] 5)将两根第一螺纹钢筋平行穿过左右两片第一L型钢板14的预留孔并用第一螺母固定，使它们连为一体，将四只可升降支座10分别穿过两片第一L型钢板14底部角边的预留孔并用螺母上下固定将以上描述的整体支撑起来，以固定液压千斤顶8，第一传力轴9右端穿过左侧的第一L型钢板14伸入到液压千斤顶8左端的预留孔洞，并采用固定螺栓16固定连接；

[0052] 6)用与固定液压千斤顶8相同的方法固定负荷传感器15，第二螺纹钢筋平行穿过左右两片第二L型钢板17的预留孔并用第二螺母固定，第二传力轴13左端事先与右侧的第一L型钢板14焊接好，第二传力轴13右端穿过左侧的第二L型钢板17预留孔位与负荷传感器15左端连接，第三传力轴18左端穿过右侧的第二L型钢板17预留孔位与负荷传感器15右端连接，第三传力轴18右端与反力装置端板11连接，反力装置端板顶在可以提供反力的结构物上；

[0053] 7)将进油管12与液压千斤顶8的控制器连接好，将负荷传感器15与计算机连接好，确定所有设备正常工作；

[0054] 8)调节可升降支座10的高度使第一传力轴9、第二传力轴13、第三传力轴18、液压

千斤顶8、负荷传感器15上的水准管7气泡居中(保持整套装置水平度)；

[0055] 9)将位移传感器3固定在磁性表座2上，并测试位移传感器3的探针是否与π型钢板4紧密接触；

[0056] 10)通过液压千斤顶8控制器控制进油管12的进油量，对试桩进行水平分级加载，加载过程根据试桩尺寸和用途参考《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014)》给定的分级加载方式实施；

[0057] 11)待试桩每一级水平加载所产生的水平变形稳定后，读取位移传感器3和负荷传感器15的读数，并做好记录，然后开始下一级加载；

[0058] 12)根据《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014)》给定的终止水平加载标准，停止加载，然后分级卸载，直至水平加载恢复到0；

[0059] 13)试验完成后，拆除水平静载试验装置，便于重复使用。

[0060] 实施例2(双桩水平静载试验装置的应用)，如图3、4所示：

[0061] 1)根据测试现场条件选取基准点，设置基准梁1，基准梁1的长度根据试桩的位置来确定，尽量长，但其高跨比不宜小于1/40，基准梁1与试桩距离要不小于4倍试桩直径；

[0062] 2)在基准梁1上设置磁性表座2；

[0063] 3)根据左侧试桩直径的大小选择桩头固定螺母5，将其与π型钢板4焊接并固定在桩头；

[0064] 4)将钢筋穿过π型钢板4预留孔和第一传力轴9左端预留孔，并在π型钢板4外侧用螺母固定；

[0065] 5)将两根第一螺纹钢筋平行穿过左右两片第一L型钢板14的预留孔并用第一螺母固定，使它们连为一体，将四只可升降支座10分别穿过两片第一L型钢板14底部角边的预留孔并用螺母上下固定将以上描述的整体支撑起来，以固定液压千斤顶8，第一传力轴9右端穿过左侧的第一L型钢板14伸入到液压千斤顶8左端的预留孔洞，并采用固定螺栓16固定；

[0066] 6)用与固定液压千斤顶8相同的方法固定负荷传感器15，第二螺纹钢筋平行穿过左右两片第二L型钢板17的预留孔并用第二螺母固定，第二传力轴13左端事先与右侧的第一L型钢板14焊接好，第二传力轴13右端穿过左侧的第二L型钢板17预留孔位与负荷传感器15左端连接，第三传力轴18左端穿过右侧的第二L型钢板17预留孔位与负荷传感器15右端连接，第三传力轴18右端通过π型钢板4、桩头固定螺母5与右侧试桩连接；与左侧试桩相同，右侧试桩分别设置基准梁1和位移传感器3，基准梁1上设置磁性表座2；

[0067] 7)将进油管12与液压千斤顶8的控制器连接好，将负荷传感器15与计算机连接好，确定所有设备正常工作；

[0068] 8)调节可升降支座10的高度使第一传力轴9、第二传力轴13、第三传力轴18、液压千斤顶8、负荷传感器15上的水准管7气泡居中(保持整套装置水平度)；

[0069] 9)将位移传感器3固定在磁性表座2上，并测试位移传感器3的探针是否与π型钢板4紧密接触；

[0070] 10)通过液压千斤顶8控制器控制进油管12的进油量，对试桩进行水平分级加载，加载过程根据试桩尺寸和用途参考《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014)》给定的分级加载方式实施；

[0071] 11)待试桩每一级水平加载所产生的水平变形稳定后，读取位移传感器3和负荷传

感器15的读数，并做好记录，然后开始下一级加载；

[0072] 12)根据《建筑基桩检测技术规范(JGJ106-2014)》给定的终止水平加载标准，停止加载，然后分级卸载，直至水平加载恢复到0；

[0073] 13)试验完成后，拆除水平静载试验装置，便于重复使用。

[0074] 显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。比如采用该专利提供的桩头连接装置可以提供4个甚至更多位置安装位移传感器。对于所属领域的普通技术人员来说，依本发明的精神所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之中。

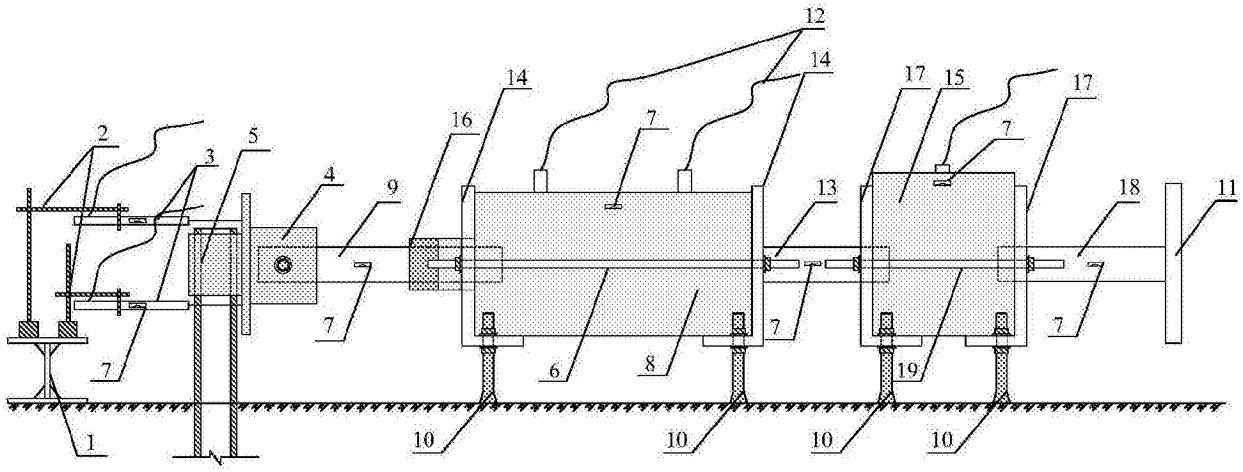

12
14
14
17
15
17
16
7
7
2
5
3
4
9
13
18
11
7
7
7
7
6
8
19
1
10
10
10
10

图1

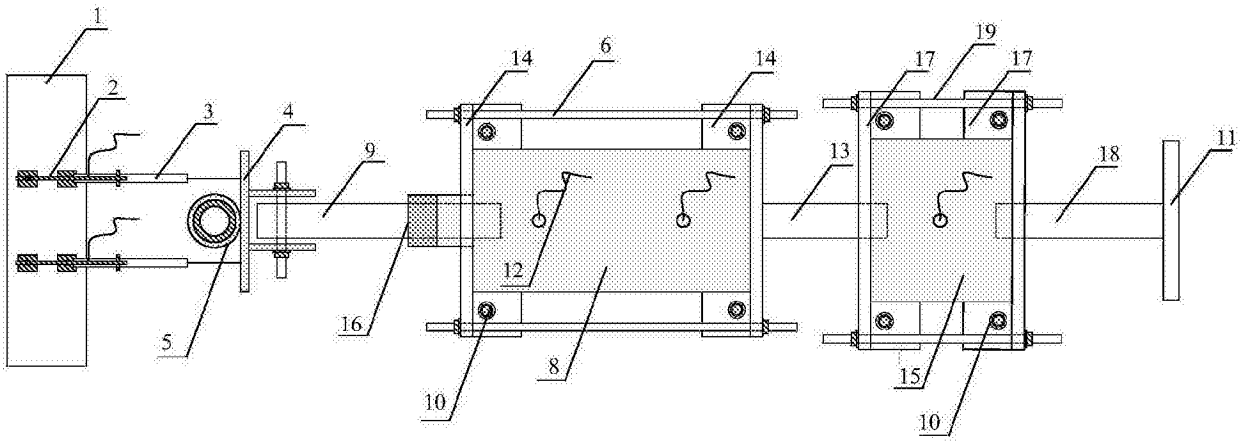

1
19
14
6
14
17
17
2
3
4
9
13
18
11
12
16
5
8
15
10
10

图2

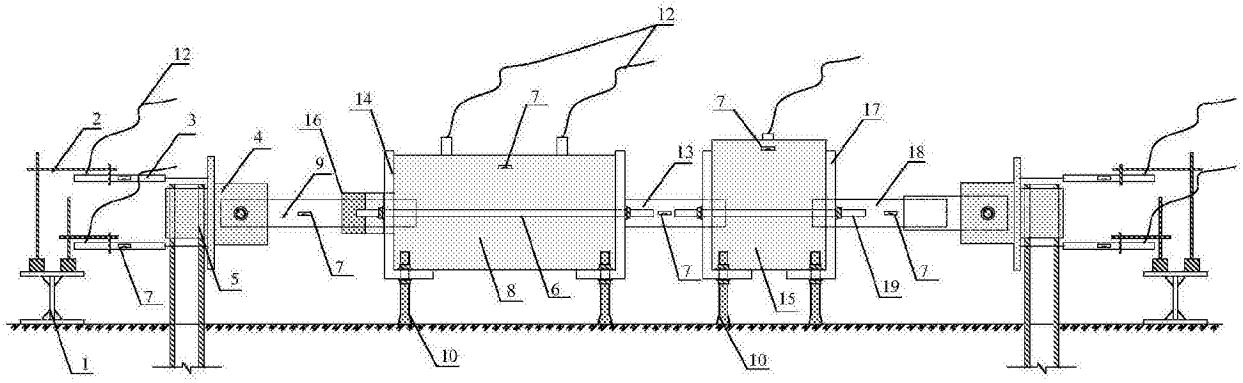

12
12
14
7
7
7
17
2
3
4
16
9
13
18
7
7
7
5
8
6
15
19
1
10
10

图3

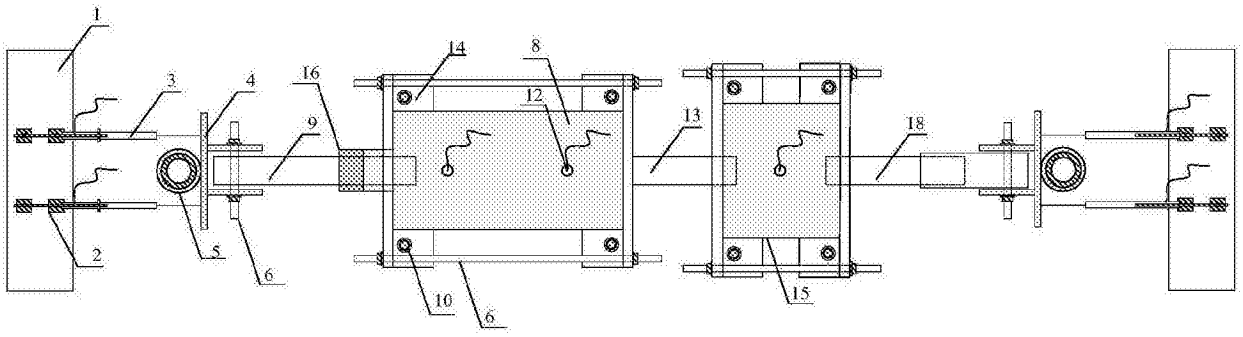


图4