



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107290098 B

(45)授权公告日 2019.05.21

(21)申请号 201710448669.0

(22)申请日 2017.06.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107290098 A

(43)申请公布日 2017.10.24

(73)专利权人 安徽江淮汽车集团股份有限公司  
地址 230601 安徽省合肥市桃花工业园始  
信路669号

(72)发明人 蒋大伟 韩震 初洪超 张傲  
白建忠 刘毅 黄燕 王哲

(74)专利代理机构 北京维澳专利代理有限公司  
11252  
代理人 周放 吴兰柱

(51) Int. Cl.  
G01L 19/00(2006.01)  
G01B 21/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 104228808 A, 2014.12.24,  
 CN 103921231 A, 2014.07.16,  
 CN 203572453 U, 2014.04.30,  
 CN 106740799 A, 2017.05.31,  
 CN 105547713 A, 2016.05.04,  
 CN 104089782 A, 2014.10.08,  
 CN 203894051 U, 2014.10.22,  
 CN 105004535 A, 2015.10.28,  
 CN 106840632 A, 2017.06.13,  
 CN 106768971 A, 2017.05.31,  
 赵晨曦 等.汽车制动钳所需液量检测系统  
 设计.《汽车技术》.2016,(第11期),第30-35页.  
 沈达.汽车制动钳体所需液量的检测与浅  
 析.《汽车技术》.2003,(第5期),第36-38页.  
 赵晨曦 等.基于AMESim的制动钳动态所需  
 液量检测仿真研究.《计算机测量与控制》.2017,  
 (第1期),第27-31页.

审查员 潘如琴

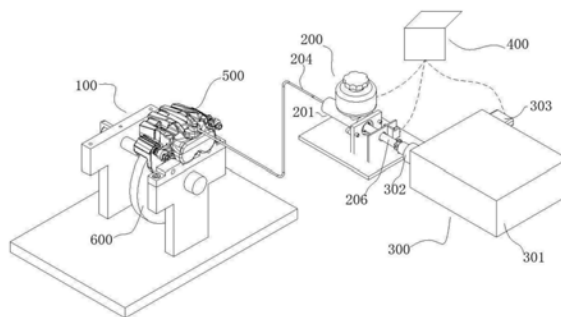
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

## (54)发明名称

一种制动钳需液量测量装置

## (57)摘要

本发明公开了一种制动钳需液量测量装置,包括:固定单元,制动钳固定于所述固定单元上;测量单元,所述测量单元包括制动泵、用于测量制动泵内液压值的压力传感器以及用于测量制动泵的活塞杆轴向位移量的位移传感器,所述制动泵通过管路与制动钳连通;加载驱动单元,所述加载驱动单元的输出端与所述制动泵的活塞杆头端连接,以驱动活塞杆轴向往复移动;工控机单元,所述加载驱动单元、压力传感器和位移传感器通过线束与所述工控机单元连接。与现有技术相比,本发明设置装有压力传感器和位移传感器的测量单元,通过工控机单元对测量数据的计算,可直接得到对应的制动钳需液量。



CN 107290098 B

1. 一种制动钳需液量测量装置,其特征在于:包括:  
固定单元(100),制动钳(500)固定于所述固定单元(100)上;  
测量单元(200),所述测量单元(200)包括制动泵(201)、用于测量制动泵(201)内液压值的压力传感器(202)以及用于测量制动泵(201)的活塞杆(206)轴向位移量的位移传感器(203),所述制动泵(201)通过管路(204)与制动钳(500)连通;  
加载驱动单元(300),所述加载驱动单元(300)的输出端与所述制动泵(201)的活塞杆(206)头端连接,以驱动活塞杆(206)轴向往复移动;  
工控机单元(400),所述加载驱动单元(300)、压力传感器(202)和位移传感器(203)通过线束与所述工控机单元(400)连接;  
所述制动泵(201)包括工作缸体(205)、活塞杆(206)、橡胶圈(207)、回位弹簧(208)和储液罐(209),所述压力传感器(202)安装于所述工作缸体(205)上,所述活塞杆(206)的尾端穿插入所述工作缸体(205)的内腔内,所述活塞杆(206)的外圆周面上凸设有第一圆盘(210)和第二圆盘(211),所述橡胶圈(207)嵌入所述第一圆盘(210)和所述第二圆盘(211)之间的槽内,所述橡胶圈(207)和所述工作缸体(205)过盈配合,所述回位弹簧(208)的一端顶在所述工作缸体(205)的内壁上,所述回位弹簧(208)的另一端套入所述活塞杆(206)并抵在所述第一圆盘(210)的左侧面上,所述活塞杆(206)上套设有密封圈(222),所述密封圈(222)与所述工作缸体(205)过盈配合,所述密封圈(222)通过挡圈(212)轴向固定于所述工作缸体(205)内,所述储液罐(209)固定于所述工作缸体(205)的顶部,所述储液罐(209)的内腔通过进油通道(213)和回油通道(214)与所述工作缸体(205)的内腔连通,所述回油通道(214)内压装有钢球(215)。
2. 根据权利要求1所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述测量单元(200)还包括安装基板(216)、安装竖板(217)和限位竖板(218),所述安装竖板(217)和限位竖板(218)对称竖立于所述安装基板(216)上,所述制动泵(201)固定于所述安装竖板(217)上,所述制动泵(201)的活塞杆(206)的头端贯穿过所述安装竖板(217)和所述限位竖板(218)后与所述加载驱动单元(300)的输出端连接,所述位移传感器(203)安装在所述限位竖板(218)上。
3. 根据权利要求2所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述活塞杆(206)的外圆周面上凸设有限位圆盘(219),所述限位圆盘(219)的右侧面抵在所述限位竖板(218)上,所述限位圆盘(219)的外壁设有磁性圆环(220),所述磁性圆环(220)与所述位移传感器(203)的感应元件(221)间隙配合。
4. 根据权利要求1所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述加载驱动模块包括驱动电机(301),工作轴(302)以及电气接口(303),所述工作轴(302)的一端和所述活塞杆(206)的头端固定连接,所述工作轴(302)的另一端通过传动组件和驱动电机(301)连接,所述电气接口(303)通过线束与所述工控机单元(400)连接。
5. 根据权利要求1所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述固定单元(100)包括基座(101)和可拆卸的固定于所述基座(101)上的镶块(102),制动盘(600)可拆卸的固定于基座(101)上,制动钳(500)可拆卸的固定于所述镶块(102)上,所述制动钳(500)的开口对中所述制动盘(600)。
6. 根据权利要求5所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述基座(101)包括底

板(103)、第一安装板(104)、第二安装板(105)、销轴(106)和销锁(107),所述第一安装板(104)和所述第二安装板(105)竖立于所述底板(103)上,所述第一安装板(104)和所述第二安装板(105)上分别开设有第一过孔(108)和第二过孔(109),所述销轴(106)依次穿设过所述第一过孔(108)和所述第二过孔(109)后通过销锁(107)固定。

7.根据权利要求6所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述第一安装板(104)的顶部开设有多个螺纹孔(110),所述镶块(102)上与所述螺纹孔(110)对应位置开设有沉头通孔(111),第一连接螺栓(112)穿设过沉头通孔(111)后拧紧于所述螺纹孔(110)内,以将所述镶块(102)固定于所述第一安装板(104)上。

8.根据权利要求5所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述镶块(102)侧面设有多个安装通孔(113),所述安装通孔(113)的位置与所述制动钳(500)上的螺栓孔(114)位置对应。

9.根据权利要求6所述的制动钳需液量测量装置,其特征在于:所述销轴(106)的外圆周面上设有方孔(115),所述销锁(107)穿设过所述方孔(115)后固定,所述销锁(107)包括横杆(116),所述横杆(116)的两端垂直弯折形成第一竖杆(117)和第二竖杆(118),所述第一竖杆(117)穿设过所述方孔(115)后,所述第二竖杆(118)抵压于所述销轴(106)的端面。

## 一种制动钳需液量测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种制动器检测技术领域,特别是一种制动钳需液量测量装置。

### 背景技术

[0002] 制动钳属于汽车制动系统部件,是汽车制动时产生制动力的关键部件,制动钳需液量是指为保持制动钳钳体内一定液压所需注入的制动液液量,是制动系统匹配设计中的一个重要参数,制动钳需液量过大会影响汽车制动的安全性,造成制动主缸排量不够、建压困难、制动踏板行程大等不良后果,对制动钳需液量进行准确测量对制动钳设计研发具有重要意义。

[0003] 目前制动钳需液量测量仪器普遍采用滴定管、试管等,此种测量方式易受测试者的读数误差、管壁残留、管液高度造成的压强等影响,导致测量结果误差大、重复性差、并且操作复杂,测量效率低。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种不受测试者操作影响、准确度高、操作简单、测量效率高的制动钳需液量测量装置。

[0005] 本发明提供了一种制动钳需液量测量装置,包括:

[0006] 固定单元,制动钳固定于所述固定单元上;

[0007] 测量单元,所述测量单元包括制动泵、用于测量制动泵内液压值的压力传感器以及用于测量制动泵的活塞杆轴向位移量的位移传感器,所述制动泵通过管路与制动钳连通;

[0008] 加载驱动单元,所述加载驱动单元的输出端与所述制动泵的活塞杆头端连接,以驱动活塞杆轴向往复移动;

[0009] 工控机单元,所述加载驱动单元、压力传感器和位移传感器通过线束与所述工控机单元连接。

[0010] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述制动泵包括工作缸体、活塞杆、橡胶圈、回位弹簧和储液罐,所述压力传感器安装于所述工作缸体上,所述活塞杆的尾端穿插入所述工作缸体的内腔内,所述活塞杆的外圆周面上凸设有第一圆盘和第二圆盘,所述橡胶圈嵌入所述第一圆盘和所述第二圆盘之间的槽内,所述橡胶圈和所述工作缸体过盈配合,所述回位弹簧的一端顶在所述工作缸体的内壁上,所述回位弹簧的另一端套入所述活塞杆并抵在所述第一圆盘的左侧面上,所述活塞杆上套设有密封圈,所述密封圈与所述工作缸体过盈配合,所述密封圈通过挡圈轴向固定于所述工作缸体内,所述储液罐固定于所述工作缸体的顶部,所述储液罐的内腔通过进油通道和回油通道与所述工作缸体的内腔连通,所述回油通道内压装有钢球。

[0011] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述测量单元还包括安装基板、安装竖板和限位竖板,所述安装竖板和限位竖板对称竖立于所述安装基板上,所述制动

泵固定于所述安装竖板上,所述制动泵的活塞杆的头端穿过所述安装竖板和所述限位竖板后与所述加载驱动单元的输出端连接,所述位移传感器安装在所述限位竖板上。

[0012] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述活塞杆的外圆周面上凸设有限位圆盘,所述限位圆盘的右侧面抵在所述限位竖板上,所述限位圆盘的外壁设有磁性圆环,所述磁性圆环与所述位移传感器的感应元件间隙配合。

[0013] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述加载驱动模块包括驱动电机,工作轴以及电气接口,所述工作轴的一端和所述活塞杆的头端固定连接,所述工作轴的另一端通过传动组件和驱动电机连接,所述电气接口通过线束与所述工控机单元连接。

[0014] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述固定单元包括基座和可拆卸的固定于所述基座上的镶块,制动盘可拆卸的固定于基座上,制动钳可拆卸的固定于所述镶块上,所述制动钳的开口对中所述制动盘。

[0015] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述基座包括底板、第一安装板、第二安装板、销轴和销锁,所述第一安装板和所述第二安装板竖立于所述底板上,所述第一安装板和所述第二安装板上分别开设有第一过孔和第二过孔,所述销轴依次穿过所述第一过孔和所述第二过孔后通过销锁固定。

[0016] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述第一安装板的顶部开设有多个螺纹孔,所述镶块上与所述螺纹孔对应位置开设有沉头通孔,第一连接螺栓穿过沉头通孔后拧紧于所述螺纹孔内,以将所述镶块固定于所述第一安装板上。

[0017] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述镶块侧面设有多个安装通孔,所述安装通孔的位置与所述制动钳上的螺栓孔位置对应。

[0018] 如上所述的制动钳需液量测量装置,其中,优选的是,所述销轴的外圆周面上设有方孔,所述销锁穿过所述方孔后固定,所述销锁包括横杆,所述横杆的两端垂直弯折形成第一竖杆和第二竖杆,所述第一竖杆穿过所述方孔后,所述第二竖杆抵压于所述销轴的端面。

[0019] 与现有技术相比,本发明设置装有压力传感器和位移传感器的测量单元,通过工控机单元对测量数据的计算,可直接得到对应的制动钳需液量,其测试结果由工控机直接显示,不受测试者操作影响、测量准确度高,其测试条件由工控机直接控制,操作简单、测量效率高。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明整体结构的结构示意图;

[0021] 图2是本发明的测量单元的正视图;

[0022] 图3是本发明的测量单元的俯视图;

[0023] 图4是本发明的测量单元的剖视图;

[0024] 图5是本发明的测量单元的剖视图的局部放大图一;

[0025] 图6是本发明的测量单元的剖视图的局部放大图二;

[0026] 图7是本发明的固定单元的轴测图;

[0027] 图8是本发明的固定单元的装配状态下的轴测图;

[0028] 图9是本发明的固定单元的装配状态下的爆炸图一;

[0029] 图10是本发明的固定单元的装配状态下的爆炸图二。

[0030] 附图标记说明:100-固定单元,101-基座,102-镶块,103-底板,104-第一安装板,105-第二安装板,106-销轴,107-销锁,108-第一过孔,109-第二过孔,110-螺纹孔,111-沉头通孔,112-第一连接螺栓,113-安装通孔,114-螺栓孔,115-方孔,116-横杆,117-第一竖杆,118-第二竖杆,119-第二连接螺栓,200-测量单元,201-制动泵,202-压力传感器,203-位移传感器,204-管路,205-工作缸体,206-活塞杆,207-橡胶圈,208-回位弹簧,209-储液罐,210-第一圆盘,211-第二圆盘,212-挡圈,213-进油通道,214-回油通道,215-钢球,216-安装基板,217-安装竖板,218-限位竖板,219-限位圆盘,220-磁性圆环,221-感应元件,222-密封圈,300-加载驱动单元,301-驱动电机,302-工作轴,303-电气接口,400-工控机单元,500-制动钳,600-制动盘。

### 具体实施方式

[0031] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0032] 本发明的实施例:如图1至图3所示,本发明提供一种制动钳需液量测量装置,包括:固定单元100,制动钳500固定于所述固定单元100上;测量单元200,所述测量单元200包括制动泵201、用于测量制动泵201内液压值的压力传感器202以及用于测量制动泵201的活塞杆206轴向位移量的位移传感器203,所述制动泵201通过管路204与制动钳500连通;加载驱动单元300,所述加载驱动单元300的输出端与所述制动泵201的活塞杆206头端连接,以驱动活塞杆206轴向往复移动;工控机单元400,所述加载驱动单元300、压力传感器202和位移传感器203通过线束与所述工控机单元400连接。

[0033] 上述实施例设置装有压力传感器202和位移传感器203的测量单元200,通过对测量数据的计算,可直接得到对应的制动钳500需液量。

[0034] 参见图1至图4,所述制动泵201包括工作缸体205、活塞杆206、橡胶圈207、回位弹簧208和储液罐209。

[0035] 所述压力传感器202安装于所述工作缸体205上,其通过线束与所述工控机单元400连接,从而实现通信和管理。

[0036] 所述活塞杆206的尾端穿插入所述工作缸体205的内腔内,管路204连接于所述工作缸体205的背离活塞杆206的端部,所述活塞杆206、管路204和工作缸体205的中轴线重合,管路204同样可以连接于工作缸体205的其他位置,只要能达到将制动液传输到制动钳500上即可。

[0037] 参照图4至图6,所述活塞杆206的外圆周面上凸设有第一圆盘210和第二圆盘211,所述橡胶圈207嵌入所述第一圆盘210和所述第二圆盘211之间的槽内,所述橡胶圈207和所述工作缸体205过盈配合,橡胶圈207的作用和皮碗作用类似,起到密封和传递压力作用。

[0038] 所述回位弹簧208的一端顶在所述工作缸体205的内壁上,所述回位弹簧208的另一端套入所述活塞杆206并抵在所述第一圆盘210的左侧面上,在非工作状态下,回位弹簧208将活塞杆206顶到右极限位置上。

[0039] 所述活塞杆206上套设有密封圈222,所述密封圈222与所述工作缸体205过盈配合,所述密封圈222通过挡圈212轴向固定于所述工作缸体205内,工作缸体205内设有挡肩

和凹入的卡槽,所述挡圈212嵌入卡槽内,且挡圈212的内侧部分伸出挡圈212外,所述密封圈222被紧压在所述挡圈212和挡肩之间。

[0040] 所述储液罐209固定于所述工作缸体205的顶部,所述储液罐209的内腔通过进油通道213和回油通道214与所述工作缸体205的内腔连通,在非工作状态下,所述进油通道213位于所述橡胶圈207的左侧的内腔内,此时橡胶圈207的左端面与所述进油通道213的间隙为“a”,所述回油通道214位于所述橡胶圈207右侧的内腔内,所述回油通道214内压装有钢球215,密封圈222、活塞杆206、钢球215实现工作缸体205与外界的密封。

[0041] 所述测量单元200还包括安装基板216、安装竖板217和限位竖板218,所述安装竖板217和限位竖板218对称竖立于所述安装基板216上,所述制动泵201通过螺栓固定于所述安装竖板217的侧壁上,所述制动泵201的活塞杆206的头端贯穿所述安装竖板217和所述限位竖板218后与所述加载驱动单元300的输出端连接,所述位移传感器203安装在所述限位竖板218上。

[0042] 所述活塞杆206的外圆周面上凸设有限位圆盘219,在非工作状态下,由于回位弹簧208的作用力,所述限位圆盘219的右侧面抵在所述限位竖板218上,并保持面贴紧,此时活塞杆206是处于初始位置,定义活塞杆206的轴向移动位移数值为“L”,在初始位置“L”为0。所述限位圆盘219的外壁设有磁性圆环220,所述磁性圆环220与所述位移传感器203的感应元件221间隙配合。当磁性圆环220随着活塞杆206沿轴向向前移动时,位移传感器203通过内置感应元件221的电磁特性向工控机单元400输出活塞杆206的轴向移动位移“L”的数据。

[0043] 参照图1,所述加载驱动模块包括驱动电机301,工作轴302以及电气接口303,所述工作轴302的一端和所述活塞杆206的头端固定连接,所述工作轴302的另一端通过传动组件和驱动电机301连接,所述电气接口303通过线束与所述工控机单元400连接,从而实现通信和管理。传动组件的作用在于减速以及将电机输出轴的转动转化为工作轴302的轴向移动。本领域的普通技术人员很容易想到其他的驱动方式,利于气缸或油缸驱动等。

[0044] 参照图7至图10,所述固定单元100包括基座101和可拆卸的固定于所述基座101上的镶块102,制动盘600可拆卸的固定于基座101上,制动钳500可拆卸的固定于所述镶块102上,所述制动钳500的开口对所述制动盘600。

[0045] 使用时,首先将制动盘600固定于所述基座101上,再根据制动钳500的规格挑选合适的镶块102,先将镶块102固定于基座101上,再将制动钳500固定于镶块102上,调整制动钳500和制动盘600的相对位置,使得制动钳500的开口对所述制动盘600,通过制作不同的镶块102满足不同规格的制动钳500需要,实现了工装的通用性,有利于降低工装制作成本和周期,同时方便工装的仓储管理。

[0046] 所述基座101包括底板103、第一安装板104、第二安装板105、销轴106和销锁107,所述第一安装板104和所述第二安装板105竖立于所述底板103上,为了加工方便,所述第一安装板104和所述第二安装板105的大小和形状均相同,所述第一安装板104和所述第二安装板105上分别开设有第一过孔108和第二过孔109,所述销轴106依次穿设过所述第一过孔108和所述第二过孔109后通过销锁107固定。第一过孔108、第二过孔109和制动盘600轴心通孔的中轴线重合,在安装制动盘600时候,先将制动盘600置于第一安装板104和第二安装板105之间,再把销轴106依次穿过第一过孔108、制动盘600轴心通孔和第二过孔109,完成后,

通过销锁107和销轴106销头的限位作用实现销轴106的轴向约束固定。制动盘600可以在销轴106上轴向移动,因此可以适应不同轴向尺寸的制动钳500在该工装上的固定使用。

[0047] 作为本实施例的优选技术方案,所述第一安装板104的顶部开设有多个螺纹孔110,本实施例中,为了节省劳力情况下同时保证固定牢靠,所述螺纹孔110设为三个,分别设于第一安装板104的中间和两侧,所述镶块102上与所述螺纹孔110对应位置开设有沉头通孔111,3个第一连接螺栓112穿设过沉头通孔111后拧紧于所述螺纹孔110内,以将所述镶块102固定于所述第一安装板104上。本领域的普通技术人员很容易想到,将镶块102可拆卸固定于第一安装板104上的方式有很多,本实施例采用螺栓固定方式,固定牢靠且拆装方便。

[0048] 所述镶块102侧面设有多个安装通孔113,所述安装通孔113的位置与所述制动钳500上的螺栓孔114位置对应。镶块102侧面的安装通孔113的孔径、孔间距及其高度位置可以根据具体的制动钳500产品的安装接口尺寸进行制作加工,本实施例中,利用第二连接螺栓119通过镶块102侧面的两个安装通孔113和制动钳500上的两个螺栓孔114将制动钳500固定在镶块102上。

[0049] 所述销轴106的外圆周面上设有方孔115,所述销锁107穿设过所述方孔115后固定,所述销锁107包括横杆116,所述横杆116的两端垂直弯折形成第一竖杆117和第二竖杆118,所述第一竖杆117穿设过所述方孔115后,所述第二竖杆118抵压于所述销轴106的端面。所述方孔115设于所述销轴106上贴近所述第二过孔109的位置,销锁107穿设过所述方孔115后,所述销锁107与所述第二安装板105面接触,这样实现销轴106的轴向约束固定。

[0050] 使用时,首先利用3个第一连接螺栓112通过镶块102上表面的沉头通孔111和第一安装板104上表面的螺纹孔110把第一安装板104和镶块102连接在一起。然后将制动盘600置于第一安装板104和第二安装板105之间,把销轴106依次穿过第一安装板104上的第一过孔108、制动盘600上的轴心通孔和第二安装板105上的第二过孔109,完成后,把销锁107卡入销轴106前端的方孔115,实现销轴106的轴向约束固定。最后使制动钳500的开口对中模拟制动盘600,利用第二连接螺栓119通过镶块102侧面的2个安装通孔113和制动钳500上的2个螺栓孔114将制动钳500固定在镶块102上。由于制动盘600可以在销轴106上轴向移动,因此可以适应具有不同轴向尺寸的制动钳500在该工装上的固定使用。

[0051] 本发明的测量工作过程说明:通过工控机单元400的操作界面控制加载驱动单元300开始加载,工作轴302开始沿轴向向前移动,由于工作轴302与活塞杆206体通过螺栓连接,当活塞杆206中部的限位圆盘219从与限位竖板218由面贴紧状态开始向前发生轴向移动时,位移传感器203感应活塞杆206的动作,并向工控机单元400输出活塞杆206的轴向位移“L”。

[0052] 当“L”小于“a”时,由于工作缸体205的内腔与储液罐209通过进油通道213相连通,工作缸体205内腔尚未建立液压,当“L”大于“a”后,橡胶圈207移动越过进油通道213,工作缸体205的内腔位于橡胶圈207前面的部分开始密封建压,安装在工作缸体205上的压力传感器202感应建压状态,并向工控机单元400输出工作缸体205内腔中液压值,由于工作缸体205内腔通过管路204与制动钳500相通,因此此液压值即制动钳500钳体内的液压。

[0053] 随着加载驱动单元300继续工作,工作缸体205内腔中液压持续增加,工控机单元400记录整个测量过程中由压力传感器202和位移传感器203感应的液压数据和位移数据”



L”，当压力传感器202感应的液压值到达制动钳500需液量测量要求定义的最大值后，工控机单元400控制加载驱动单元300停止工作，工作轴302开始沿轴向向后移动，活塞杆206也在工作轴302的带动下沿轴向向后移动，并最终在回位弹簧208的作用下，活塞杆206回到初始位置，为下一轮测量做准备。由于在加载过程中，当橡胶圈207移动越过进油通道213后，工作缸体205的内腔位于橡胶圈207与密封圈222之间的部分因与储液罐209相通而充满制动液，在活塞杆206向后移动回位的过程中，制动液可以通过回油通道214回到储液罐209中，从而避免出现一个密闭空间，最终确保活塞杆206能完全回位到初始位置。

[0054] 工控机单元400按照以下描述对测量的数据进行适时处理并在工控机单元400的人机界面直接显示：定义工作缸体205内腔的截面积为“S”，某液压数值对应的活塞杆206的轴向位移为“L”，活塞杆206在初始位置时橡胶圈207与进油通道213的间隙为“a”，则某液压数值对应的制动钳500需液量为  $(L-a) * S$ 。

[0055] 以上依据图式所示的实施例详细说明了本发明的构造、特征及作用效果，以上所述仅为本发明的较佳实施例，但本发明不以图面所示限定实施范围，凡是依照本发明的构想所作的改变，或修改为等同变化的等效实施例，仍未超出说明书与图示所涵盖的精神时，均应在本发明的保护范围内。

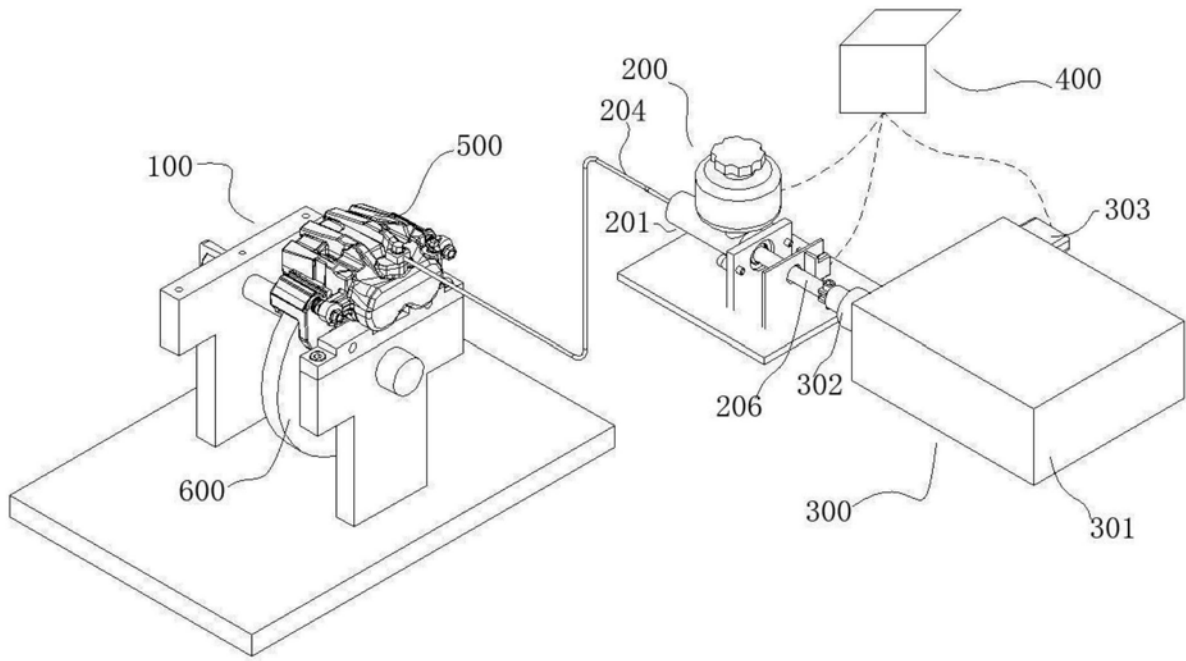


图1

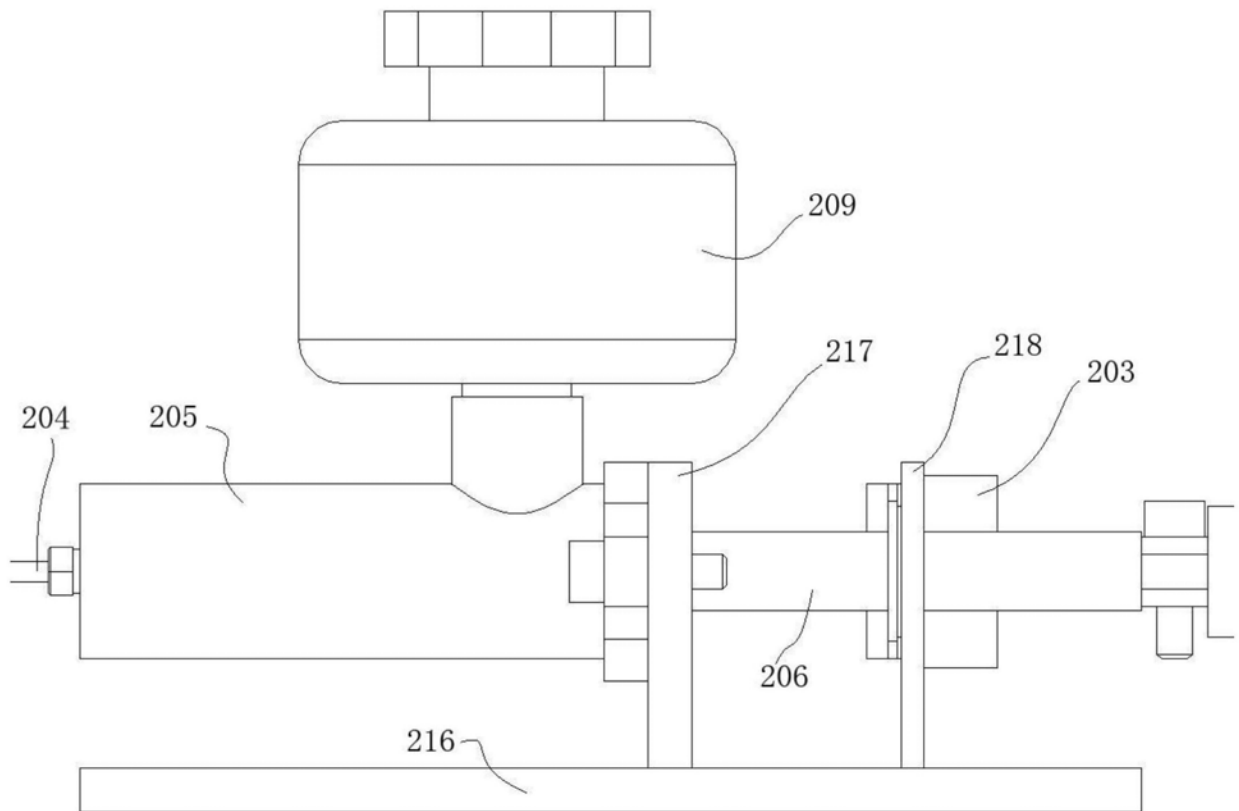


图2

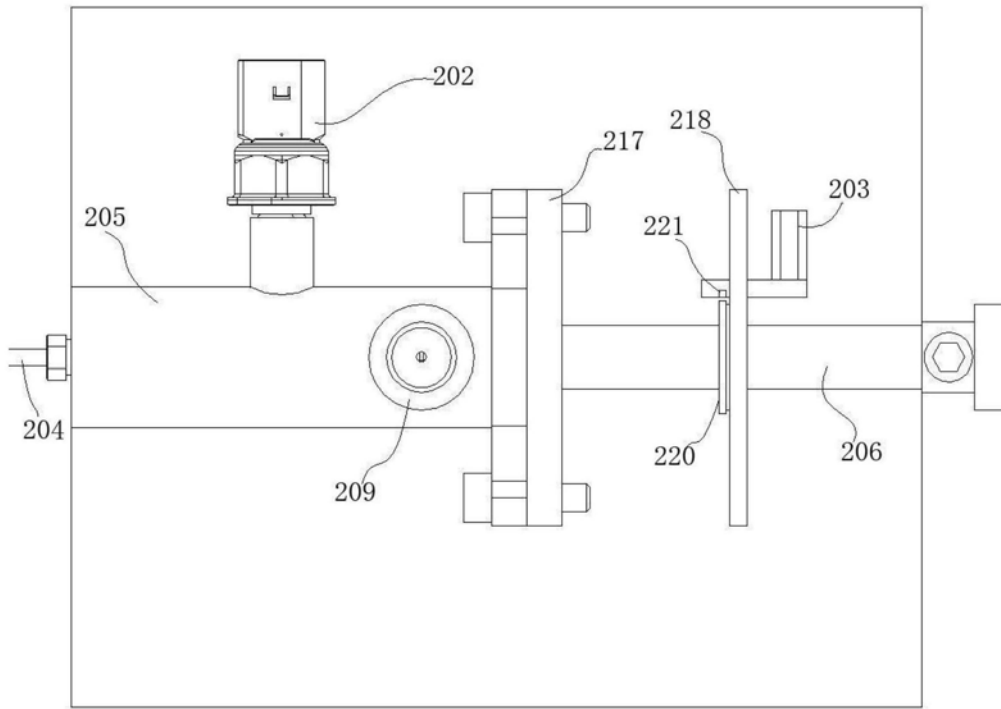


图3

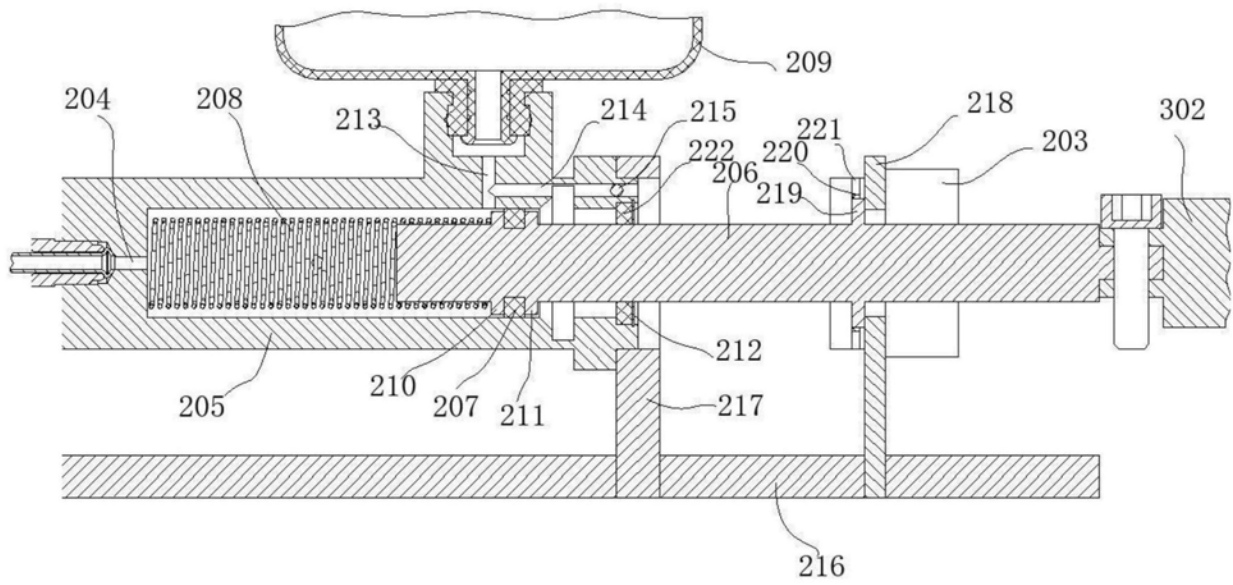


图4

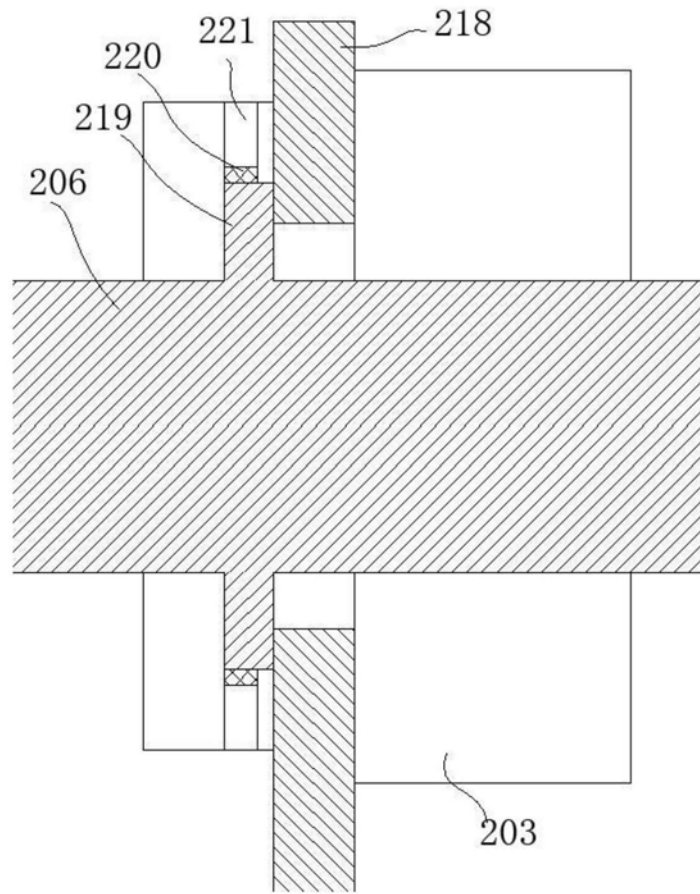


图5

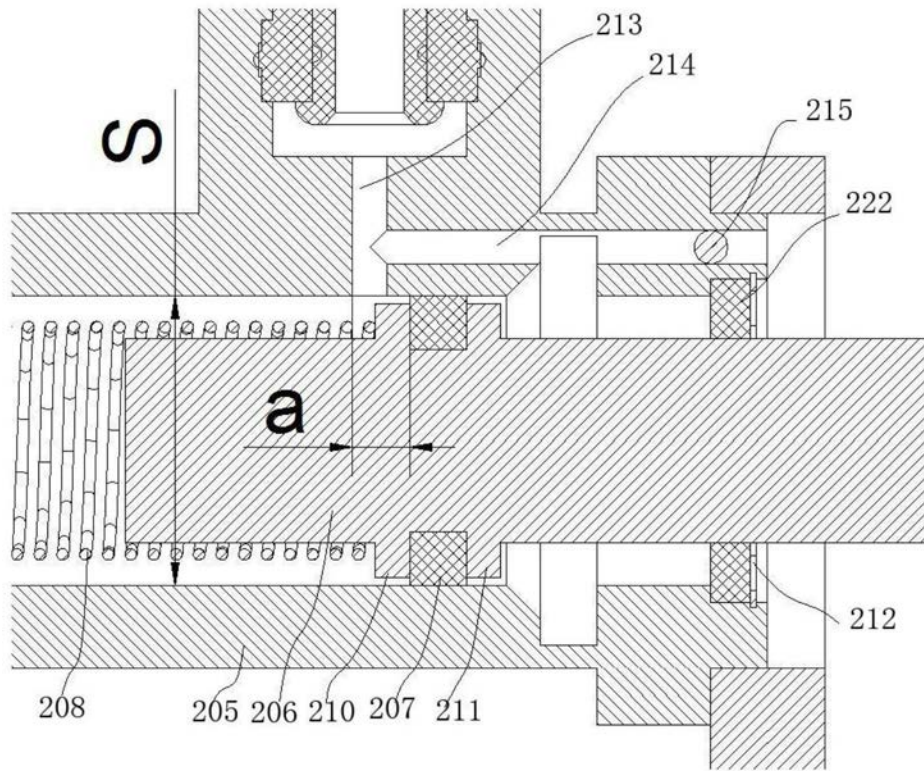


图6

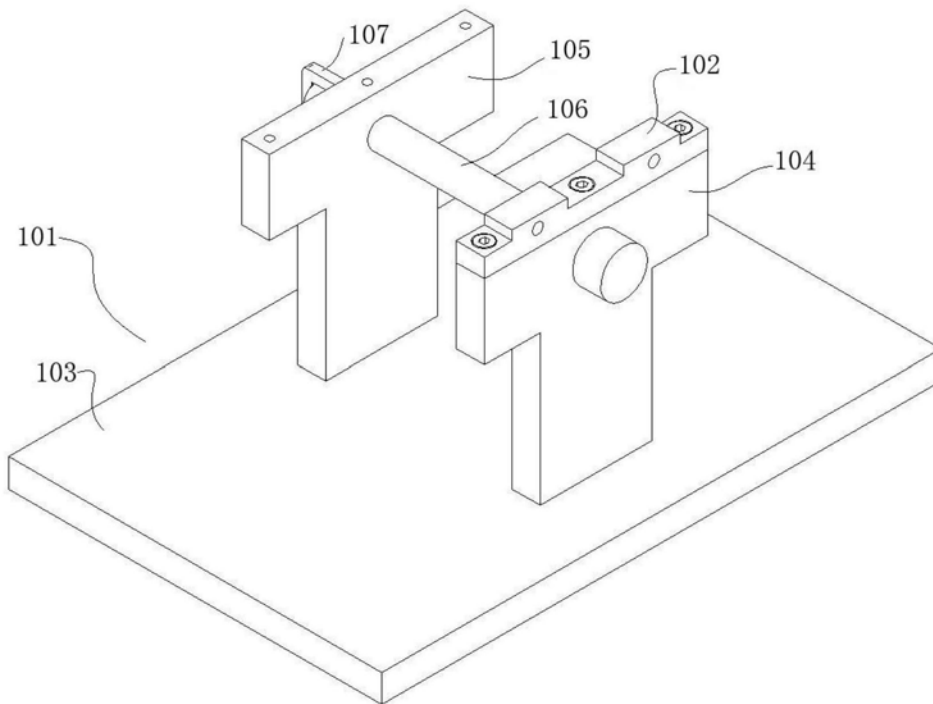


图7

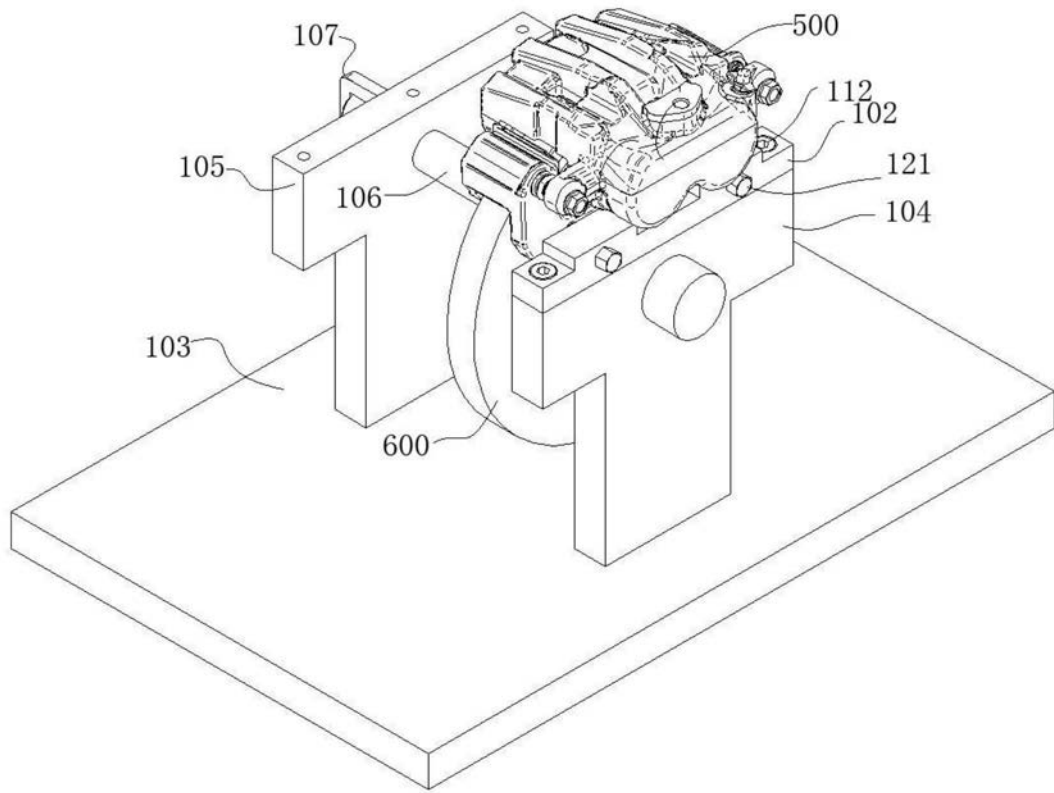


图8

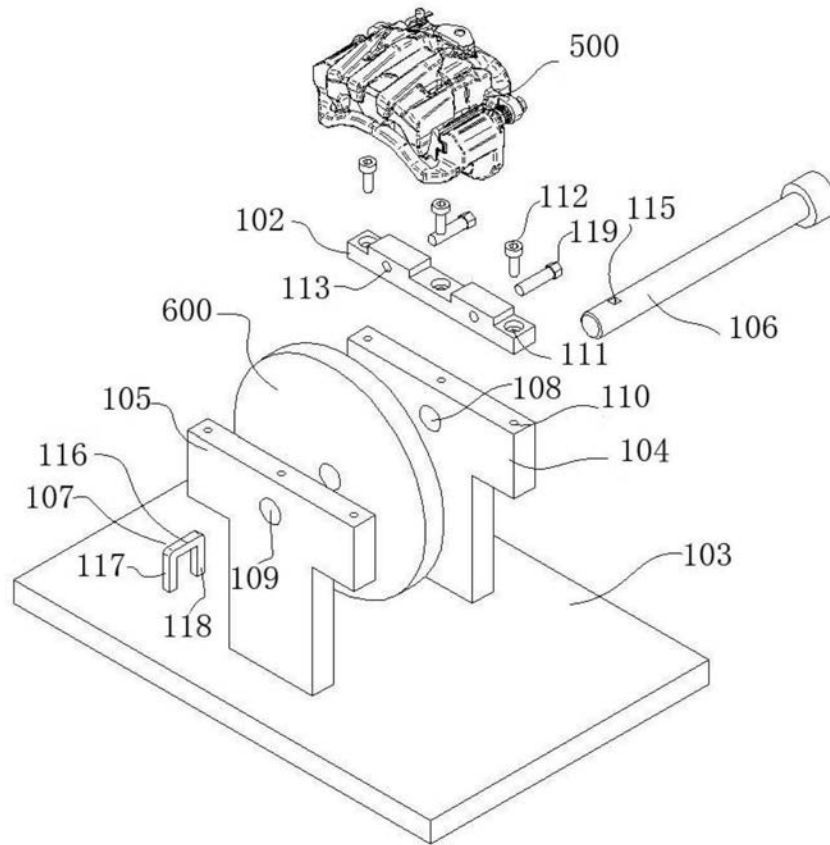


图9

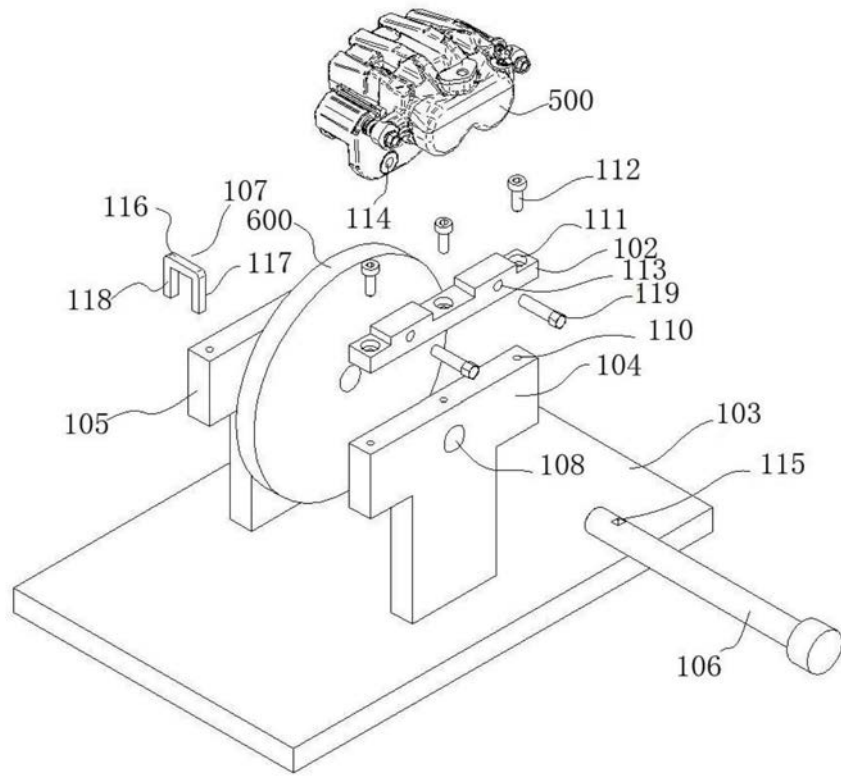


图10