(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111006598 B
(45)授权公告日 2022.07.01

(21)申请号 201911239813.5

(22)申请日 2019.12.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111006598 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(73)专利权人 东华大学
地址 201600 上海市松江区人民北路2999号

(72)发明人 张锐 王静 金旭阳 韩一鸣

(74)专利代理机构 北京睿博行远知识产权代理有限公司 11297
专利代理师 黄德跃

(51)Int.Cl.
G01B 11/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 109813239 A,2019.05.28
CN 206906026 U,2018.01.19
CN 107228629 A,2017.10.03
CN 106840496 A,2017.06.13
CN 2539963 Y,2003.03.12
CN 106323180 A,2017.01.11
CN 104807411 A,2015.07.29
CN 110274547 A,2019.09.24
CN 107271307 A,2017.10.20
EP 0228093 B1,1995.06.14
王珊珊.脂润滑弹流膜厚的实验研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技Ⅱ辑》.2019,
王珊珊.脂润滑弹流膜厚的实验研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技Ⅱ辑》.2019,
李建朝等.光干涉弹性流体动力润滑试验台设计.《洛阳工学院学报》.1995,
陈英俊等.弹性流体动力脂润滑光干涉试验台的研制.《润滑与密封》.2015,

审查员 陈良泽

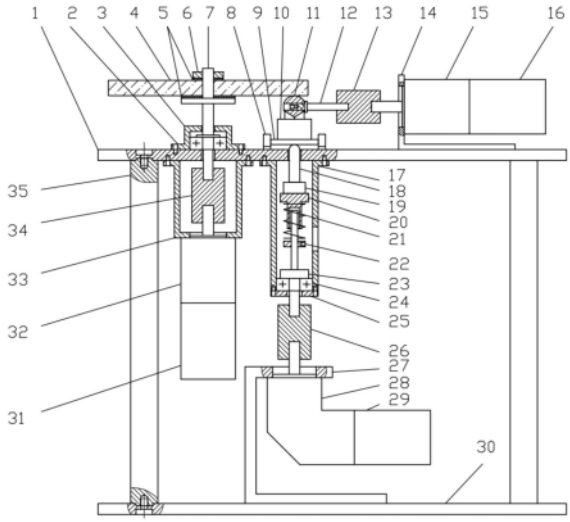
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台

(57)摘要

本发明提供一种基于PLC控制,可以驱动试件(钢球或滚子等)与玻璃圆盘摩擦副作相对运动并对其施加一定规律的变载荷,以及实时观测、存储其形成的弹流润滑油膜的形状和厚度的试验台。本发明提供的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台具有以下特征:可以在试件与玻璃盘间形成弹性流体动力润滑时,对其施加一定规律的变载荷;可以在变载荷条件下,对试件与玻璃盘间所形成的弹性流体动力润滑油膜进行实时观测并存储图像;可以观测采集到的油膜图像的形状和厚度。本发明结构简单、实用性强且工作可靠,为变载荷条件下测量弹性流体动力润滑油膜的形状和厚度提供了可靠的试验装置。



CN 111006598 B

1.一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台，其特征在于，包括框架结构，框架结构上设有由PLC控制的玻璃盘驱动机构，玻璃盘驱动机构驱动玻璃盘绕其中心轴线转动；玻璃盘的下表面边缘与试件的顶面相接触，由设于框架结构上的试件驱动机构驱动试件转动，试件驱动机构由PLC控制；试件被球托所托住，球托固定于可自由转动的加载托板的中心处，固定在框架结构上的加载机构通过加载托板及球托将载荷施加在试件上，加载机构由PLC控制，并且加载机构将施加的载荷实时反馈给计算机；PLC独立地控制玻璃盘驱动机构、试件驱动机构及加载机构，或者PLC控制玻璃盘驱动机构及试件驱动机构驱动试件与玻璃盘摩擦副作相对运动，在此过程中，PLC同时控制加载机构通过加载托板及球托向试件施加一定规律的变载荷；

所述玻璃盘驱动机构包括由所述PLC控制的玻璃盘驱动电机组件，玻璃盘驱动电机组件通过支架固定在所述框架结构上，玻璃盘驱动电机组件的输出端通过联轴器一与玻璃盘轴的底端相联结，玻璃盘轴的中部外套设有调心球轴承，调心球轴承的外圈与固定在所述框架结构上的轴承端盖相配合，玻璃盘轴的顶端穿设有所述玻璃盘及玻璃盘压套，玻璃盘压套用于压紧所述玻璃盘，玻璃盘压套与所述玻璃盘的上表面之间以及所述玻璃盘的下表面分别设有橡胶垫；所述试件驱动机构包括由所述PLC控制的试件驱动电机组件，试件驱动电机组件固定在所述框架结构上，试件驱动电机组件的输出轴通过联轴器二与钢球连杆的一端相联结，所述试件与钢球连杆的另一端固定连接；

所述加载机构包括加载电机组件，加载电机组件的输出端通过联轴器三与加载杆的下端相联结，由加载电机组件驱动加载杆转动，加载杆中部套设有在加载杆转动时仅沿加载杆上下移动的加载盘，加载杆的顶端设有筒芯，弹簧的上下两端分别与筒芯及加载盘相接触并处于受压状态，顶针通过压力传感器固定在筒芯上，顶针的顶端与所述加载托板相抵；

利用PLC程序，控制试件驱动电机组件、玻璃盘驱动电机组件和加载电机组件三者按照一定的运动规律协同作用，以使钢球、玻璃盘实现预定的运动形式以及使施加在钢球的载荷按照一定的规律进行；

先使电机转动直至玻璃盘和钢球接触，将此时压力传感器的示数标定为零；然后利用PLC程序，控制驱动钢球的电机、驱动玻璃盘的电机和驱动加载装置的电机三者按照一定的运动规律协同作用，以使钢球、玻璃盘实现预定的运动形式以及使施加在钢球的载荷按照一定的规律进行。

2.如权利要求1所述的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台，其特征在于，所述玻璃盘的下表面设有耐磨层。

3.如权利要求1所述的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台，其特征在于，所述球托包括球托外壳，球托外壳内设有两根带有螺纹的滚子轴，每根滚子轴上设有一个轴承，两个轴承与所述试件形成四点接触。

4.如权利要求1所述的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台，其特征在于，所述加载托板的两侧分别设有一个轴承座，轴承座固定在所述框架结构上，每个轴承座内侧分别装有一个深沟球轴承，两个深沟球轴承的内圈之间使用轴承连杆连接，轴承连杆与所述加载托板固定连接，使所述加载托板在加载时可以以所述深沟球轴承中心为圆心自由转动。

5.如权利要求1所述的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台，其特

征在于，使用光学显微镜和CCD相机对所述试件和所述玻璃盘的接触区进行图像采集并保存至计算机，从而实现在变载荷条件下，对作相对运动的试件与玻璃盘的接触区所形成的弹性流体动力润滑油膜进行实时的观测并存储，并测量油膜的形状和厚度。

一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑油膜测量实验装置,可以驱动试件(钢球或滚子等)与玻璃圆盘摩擦副作相对运动并对其施加一定规律的变载荷,以及实时观测、存储其形成的弹流润滑油膜的形状和厚度。

背景技术

[0002] 由于振动和冲击,实际工况中机械零部件间的载荷常常是变化的。但现有的光学弹性流体动力润滑试验台一般为先加载,再使试件与玻璃圆盘摩擦副作相对运动并测量其形成的弹流油膜。在这种情况下,所观测到的现象与所测量的结果均不能完全准确地表征实际工况下的弹性流体动力润滑特性。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种能够更好地模拟实际工况,解决变载荷状态下弹流油膜的测量问题的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台。

[0004] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是提供了一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台,其特征在于,包括框架结构,框架结构上设有由PLC控制的玻璃盘驱动机构,玻璃盘驱动机构驱动玻璃盘绕其中心轴线转动;玻璃盘的下表面边缘与试件的顶面相接触,由设于框架结构上的试件驱动机构驱动试件转动,试件驱动机构由PLC控制;试件被球托所托住,球托固定于可自由转动的加载托板的中心处,固定在框架结构上的加载机构通过加载托板及球托将载荷施加在试件上,加载机构由PLC控制,并且加载机构将施加的载荷实时反馈给计算机;PLC独立地控制玻璃盘驱动机构、试件驱动机构及加载机构,或者PLC控制玻璃盘驱动机构及试件驱动机构驱动试件与玻璃盘摩擦副作相对运动,在此过程中,PLC同时控制加载机构通过加载托板及球托向试件施加一定规律的变载荷。

[0005] 优选地,所述玻璃盘驱动机构包括由所述PLC控制的玻璃盘驱动电机组件,玻璃盘驱动电机组件通过支架固定在所述框架结构上,玻璃盘驱动电机组件的输出端通过联轴器一与玻璃盘轴的底端相联结,玻璃盘轴的中部外套设有调心球轴承,调心球轴承的外圈与固定在所述框架结构上的轴承端盖相配合,玻璃盘轴的顶端穿设有所述玻璃盘及玻璃盘压套,玻璃盘压套用于压紧所述玻璃盘,玻璃盘压套与所述玻璃盘的上表面之间以及所述玻璃盘的下表面分别设有橡胶垫。

[0006] 优选地,所述玻璃盘的下表面设有耐磨层。

[0007] 优选地,所述试件驱动机构包括由所述PLC控制的试件驱动电机组件,试件驱动电机组件固定在所述框架结构上,试件驱动电机组件的输出轴通过联轴器二与钢球连杆的一端相联结,所述试件与钢球连杆的另一端固定连接。

[0008] 优选地,所述球托包括球托外壳,球托外壳内设有两根带有螺纹的滚子轴,每根滚子轴上设有一个轴承,两个轴承与所述试件形成四点接触。

[0009] 优选地,所述加载托板的两侧分别设有一个轴承座,轴承座固定在所述框架结构

上，每个轴承座内侧分别装有一个深沟球轴承，两个深沟球轴承的内圈之间使用轴承连杆连接，轴承连杆与所述加载托板固定连接，使所述加载托板在加载时可以以所述深沟球轴承中心为圆心自由转动。

[0010] 优选地，所述加载机构包括加载电机组件，加载电机组件的输出端通过联轴器三与加载杆的下端相联结，由加载电机组件驱动加载杆转动，加载杆中部套设有在加载杆转动时仅沿加载杆上下移动的加载盘，加载杆的顶端设有筒芯，弹簧的上下两端分别与筒芯及加载盘相接触并处于受压状态，顶针通过压力传感器固定在筒芯上，顶针的顶端与所述加载托板相抵。

[0011] 优选地，使用光学显微镜和CCD相机对所述试件和所述玻璃盘的接触区进行图像采集并保存至计算机，从而实现在变载荷条件下，对作相对运动的试件与玻璃盘的接触区所形成的弹性流体动力润滑油膜进行实时的观测并存储，并测量油膜的形状和厚度。

[0012] 本发明可以在试件与玻璃圆盘摩擦副在作相对运动时可以改变作用在摩擦副上的载荷，并且能够测量和采集弹流润滑油膜厚度和形状的试验台，使其能够更加接近实际工况，其特点在于：

[0013] (1)可以在试件与玻璃圆盘作相对运动时改变试件与玻璃圆盘之间的压力，增加了测试的实用性与可靠性；

[0014] (2)结构合理，操作方便、易于控制，增加了测试的可操作性；

[0015] (3)测量得到的油膜图像清晰，测得的油膜厚度准确，结果可靠；

[0016] (4)使用寿命长，对人体与环境无污染。

附图说明

[0017] 图1为本发明的主体结构原理示意图(主视图)；

[0018] 图2为图1的局部放大图；

[0019] 图3为本发明主体结构原理示意图(俯视图)；

[0020] 图4为本发明设计的球托的机构原理示意图(俯视图)。

具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施例，进一步阐述本发明。应理解，这些实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。此外应理解，在阅读了本发明讲授的内容之后，本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0022] 如图1所示，本实施例涉及的一种基于PLC控制的变载荷光学弹性流体动力润滑试验台的主体结构包括：上台面1、轴承端盖2、调心球轴承3、玻璃盘4、橡胶垫5、玻璃盘压套6、玻璃盘轴7、轴承座8、加载托板9、球托10、钢球11、钢球连杆12、联轴器13、减速器支架14、减速器15、电机16、加载套筒17、顶针18、压力传感器19、筒芯20、弹簧21、加载杆22、加载盘23、调心球轴承24、加载筒端盖25、联轴器26、减速器支架27、直角减速器28、电机29、下台面30、电机31、减速器32、减速器支架33、联轴器34、支柱35、球托外壳36、滚子轴37和轴承38。

[0023] 本发明涉及的试验台主要包括：试验台主体框架结构、玻璃盘驱动系统、加载系统和钢球驱动系统。

[0024] 在图1中，支柱35与上台面1、下台面30之间使用螺钉连接，组成试验台的框架结构。

[0025] 玻璃盘驱动系统的构成为：玻璃盘轴7上侧依次安装有橡胶垫5、玻璃盘4、橡胶垫5和玻璃盘压套6；橡胶垫5为厚度1mm的环状橡胶垫，用以保护玻璃盘4的表面不会被其他金属零件划伤并且可以使玻璃盘4可以跟随玻璃盘轴7同步转动；玻璃盘4为中间打有通孔、下表面镀有纳米级的铬或蓝宝石材质的薄膜的圆形玻璃盘，以便安装在玻璃盘轴上，并在光源照射时影响光程差从而产生光干涉现象；玻璃盘压套6与玻璃盘轴7之间螺钉连接，用以压紧玻璃盘4，使其转动过程中不会产生滑动；玻璃盘轴7中部安装有调心球轴承3，以便使玻璃盘轴可以自由转动；调心球轴承3的外圈与轴承端盖2配合，轴承端盖2与上台面1螺钉连接，从而将外圈固定；玻璃盘轴7下侧通过联轴器34与减速器32连接，减速器与电机31螺钉连接，以便将电机31的转动通过减速器传动到玻璃盘轴7；减速器34与减速器支架33螺钉连接，减速器支架33与上台面1下表面螺钉连接，以便将减速器32和电机31部分固定在上台面。

[0026] 加载系统的构成为：顶针18、压力传感器19和筒芯20间使用强力胶依次连接，以便将顶针18受到的力传递到压力传感器19上，从而实时测量所施加的载荷；在筒芯20上安装弹簧21后，将安装有加载盘22的加载杆装23入筒芯20，加载盘22与加载杆23之间螺纹连接，调整加载盘22在加载杆23上的位置直至弹簧21的两端与筒芯20和加载盘22相接触并处于受压状态；在加载杆下侧装入调心滚子轴承24后，将从顶针18到调心球轴承24的部分装入加载套筒17，然后安装上加载筒端盖25，加载套筒17与加载筒端盖25螺钉连接；加载套筒17与上台面1螺钉连接，以便固定加载系统并承重；加载套筒17右侧开有一个条形的孔，在加载盘22确定好位置后，使用螺钉从外向内，从条形孔中穿入并拧入加载盘22上的螺纹孔，以便使加载盘22周向固定。

[0027] 钢球驱动系统的构成为：减速器15与电机16螺钉连接，与减速器支架14螺钉连接；减速器支架14为L型板状结构，下端与上台面1可以相对滑动，使用螺钉连接固定位置，以便调整减速器15与电机16的位置；减速器15左侧与钢球连杆12使用联轴器13连接，以便将电机16的传动到钢球11；钢球连杆13左侧有一个螺纹孔，以便在安装上钢球11后使用螺钉将其固定；一对轴承座8与上台面1上表面螺钉连接，其内侧分别装有一个深沟球轴承，两个轴承的内圈之间使用轴承连杆连接，轴承连杆与加载托板9螺钉连接，以便可以使加载托板在加载时可以以深沟球轴承中心为圆心自由转动；球托10主要有球托外壳36、一对轴承38和两根带有螺纹的滚子轴37组成，使用时将轴承38装在滚子轴37上后对齐，使两个轴承38与钢球形成四点接触，以便在加载时可以固定钢球的位置；球托10正好位于加载托板9的中心处，二者通过螺钉连接，以便按照一定比例将压力传感器19所测压力换算为钢球11所受载荷。

[0028] 本实施例使用进行试验时，电机16驱动钢球11转动，电机29驱动加载杆23转动，电机31驱动玻璃盘4转动；在计算机和PLC的控制下，钢球11和玻璃盘4按照一定运动形式(例如往复零卷吸、单向梯形波等)进行转动，同时加载杆23也协同转动，加载盘22由于限位螺钉无法周向转动，因此在加载杆23转动时会上下移动，从而改变施加在顶针18上的载荷；顶针18与加载托板9一端的下侧相接触；使用光学显微镜和CCD相机(附图中未画出)对钢球11和玻璃盘4的接触区进行图像采集并保存至计算机。

[0029] 本实施例涉及的PLC三菱体管型FX3U-16MT,用以驱动钢球、玻璃盘和加载装置的电机为三菱HG-MR43,所配套的伺服驱动器为三菱MR-J4-40A;减速器15、减速器32选用的为PGL60-40,直角减速器28选用精密直角行星减速机YVF60-L1;调心滚子轴承3和调心滚子轴承24选用的为21304CC。

[0030] 该试验台的工作原理为:先使电机转动直至玻璃盘和钢球接触,将此时压力传感器的示数标定为零;然后利用PLC程序,控制驱动钢球的电机、驱动玻璃盘的电机和驱动加载装置的电机三者按照一定的运动规律协同作用,以使钢球、玻璃盘实现预定的运动形式以及使施加在钢球的载荷按照一定的规律进行;在试验过程中,压力传感器实时测量所施加载荷并将所测得数值输入计算机,由于钢球正好位于加载托板正中心,所以将压力传感器数值除以二即可得到所施加载荷的数值;使用光学显微镜与CCD相机对钢球和玻璃盘想接触的接触区进行拍照并保存至计算机,即可以获得接触区的光干涉图像。

[0031] 以上所述,仅是对本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明做其他形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例。但是,凡是未脱离本发明方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明的保护范围。

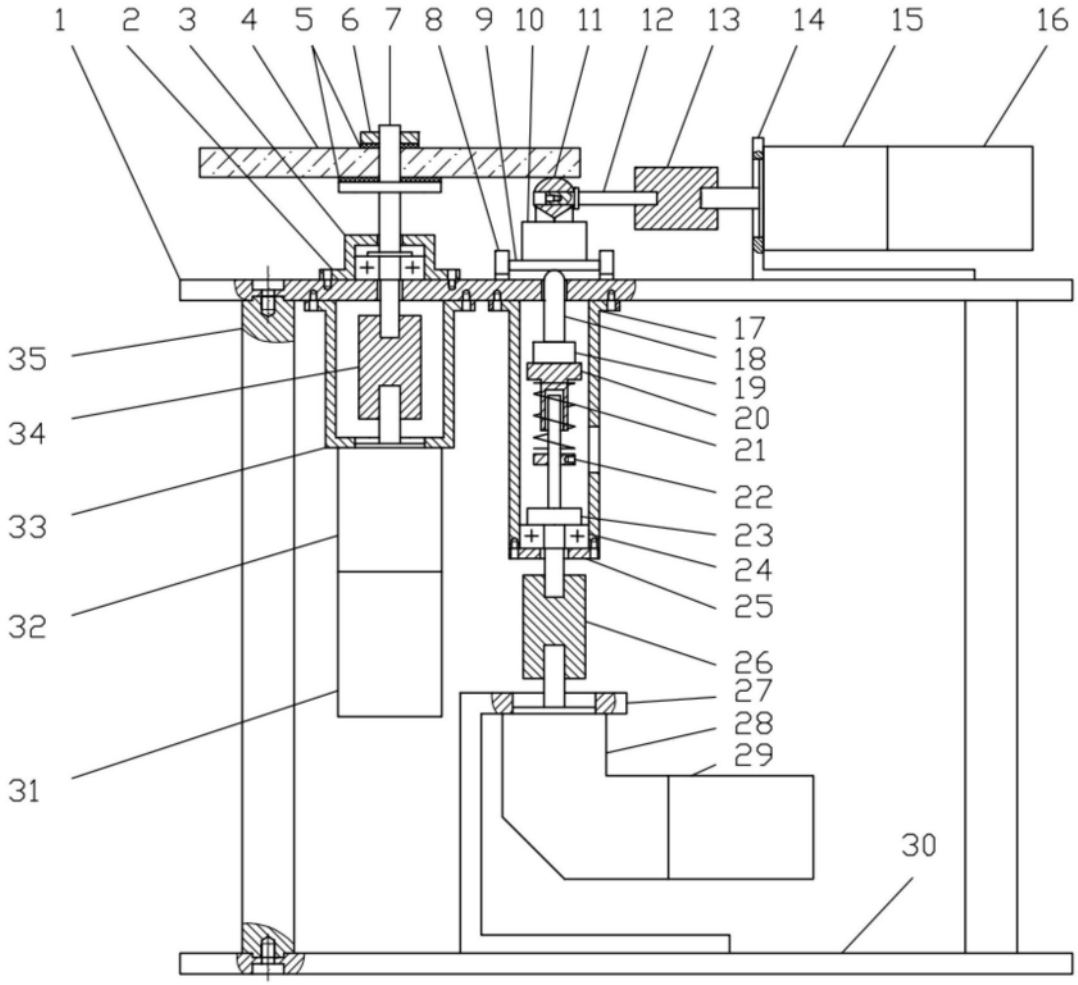

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

图1

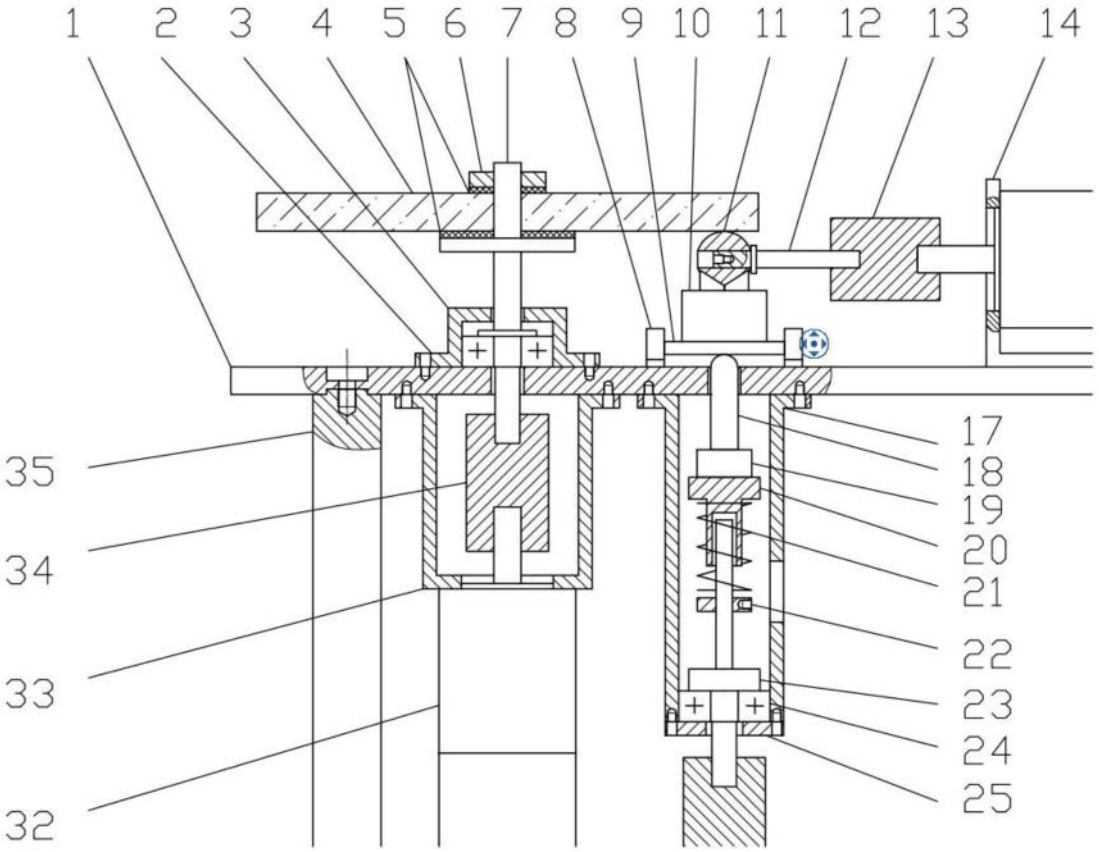

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
35
34
33
32
17
18
19
20
21
22
23
24
25

图2

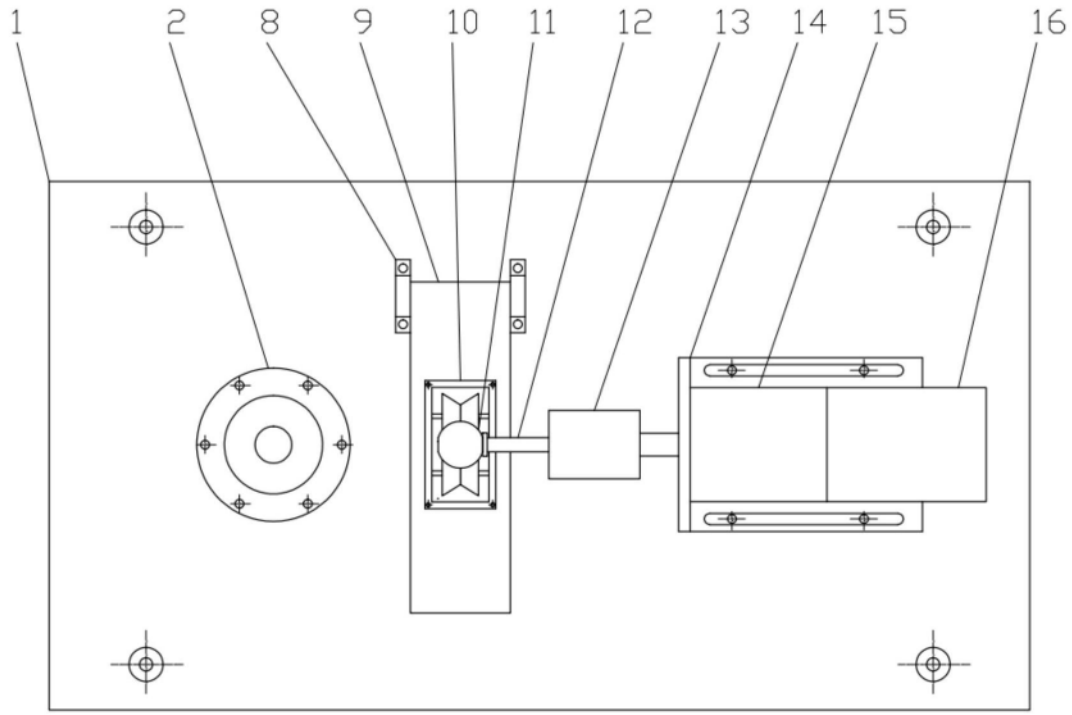

1
2
8
9
10
11
12
13
14
15
16

图3

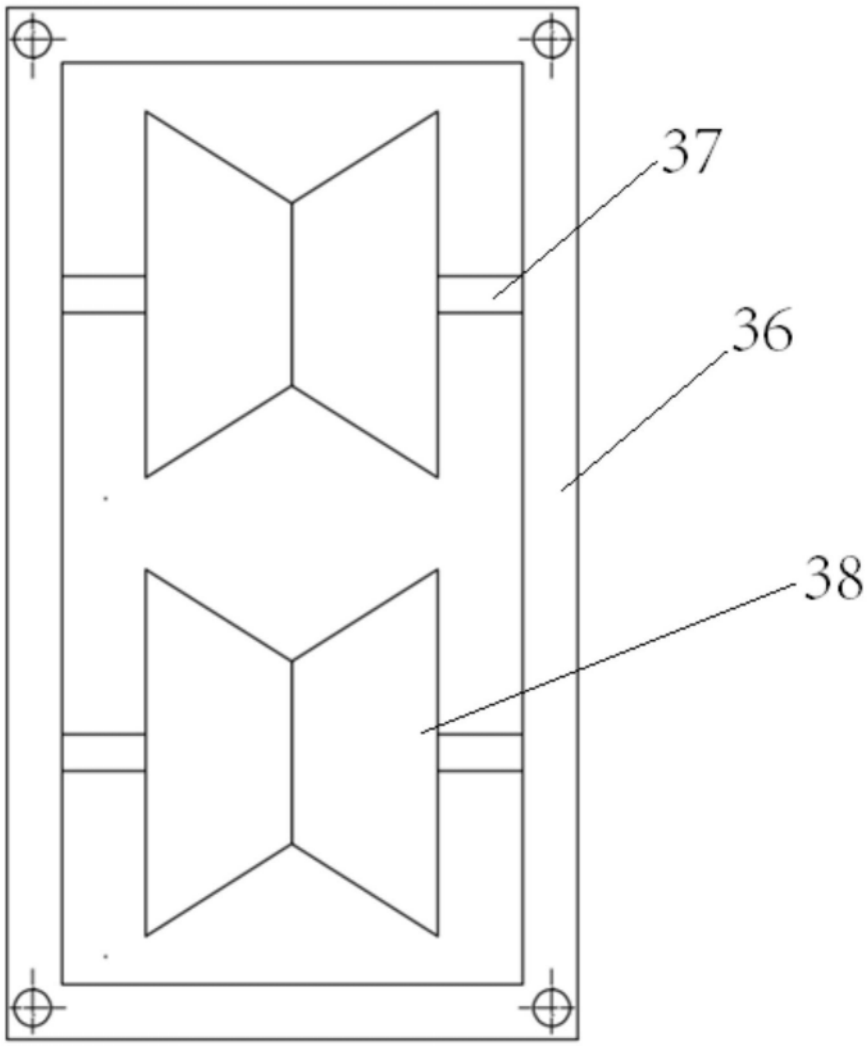


图4