



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105571942 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201510932720.6

审查员 耿青梅

(22)申请日 2015.12.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105571942 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 郇勇 加海友 刘薇 董杰 高萌 唐山

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

G01N 3/08(2006.01)

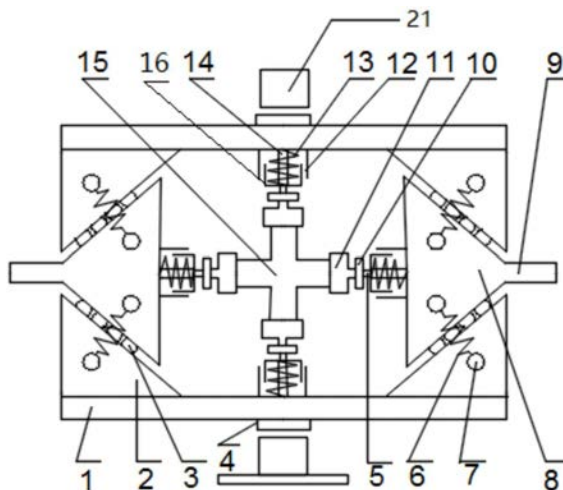
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种用于单轴材料试验机的双轴试验装置及试验方法

(57)摘要

本发明提供了一种用于单轴材料试验机的双向试验装置及试验方法,包括:机架,包括相对设置的两个侧架,两个侧架相对一面的两端分别设置有相对凸出的三角形端翼;滑块,有两个,且分别被两个侧架两端的端翼夹持地活动固定在两个侧架之间;机架和滑块围成的空间为试样安装空间;测量装置,包括分别安装在每个侧架和滑块与试样接触一端的测量弹簧,以及检测测量弹簧位移大小的位移传感器。本发明的双向试验装置具有在单轴材料试验机上实现双向拉伸和双向压缩的功能,解决了加载同步的问题,同时,双向试验装置在拉伸和压缩加载时,可以准确测量试样的力和位移,因此可以给出材料分析中非常重要的应力-应变关系曲线。



1. 一种用于单轴材料试验机的双向试验装置,其特征在于,包括:

机架,包括相对设置的两个侧架,两个所述侧架相对一面的两端分别设置有相对凸出的三角形端翼;

滑块,有两个,且分别被两个所述侧架两端的所述端翼夹持地活动固定在两个所述侧架之间;所述机架和所述滑块围成的空间为试样安装空间,所述机架上设置有限制所述滑块偏向一侧的限位装置,所述限位装置包括分别安装在所述端翼和所述滑块上的固定栓,以及连接两个所述固定栓的拉紧弹簧;

测量装置,包括分别安装在每个侧架和所述滑块与试样接触一端的测量弹簧,以及检测所述测量弹簧位移大小的位移传感器;

在所述测量装置的外圆周设置有辅助夹持装置,所述辅助夹持装置包括固定环和活动套,所述活动套朝向所述试样安装空间的封闭端上设置有便于夹持试样的夹具,所述夹具通过螺纹与所述活动套连接,所述活动套上设置有调节所述夹具相对于所述活动套位置的微调锁紧螺母。

2. 根据权利要求1所述的双向试验装置,其特征在于,

所述滑块为三角形形状,其通过两个三角形的侧边分别与相邻的所述端翼的侧边接触,在所述滑块和所述端翼相互接触的一面分别设置有沿长度方向延伸的凹槽,在所述凹槽内放置有被所述端翼和所述滑块夹持限定在所述凹槽内的滚动轴承副。

3. 根据权利要求1所述的双向试验装置,其特征在于,

所述滑块与所述端翼相互接触的侧面与水平面的夹角分别为45度斜面。

4. 根据权利要求1所述的双向试验装置,其特征在于,

所述固定环套在所述测量弹簧的外圆周,且通过一端与相邻的所述侧架或所述滑块固定,所述活动套为一端封闭的空心管,所述活动套通过开口一端与所述固定环的未固定端活动连接,且将所述测量弹簧封闭在内,连接后的所述活动套在所述测量弹簧的推动下可进行轴向移动,但不能从所述固定环上脱离。

5. 根据权利要求4所述的双向试验装置,其特征在于,

所述测量弹簧一端与所述侧架或滑块固定,另一端与所述活动套固定。

6. 根据权利要求1所述的双向试验装置,其特征在于,

在所述滑块与所述试样安装空间相对的一侧设置有便于拉伸试验使用的拉伸轴,在所述侧架与所述试样安装空间相对的一侧设置有便于压缩试验使用的压缩凸台。

7. 一种利用权利要求1所述双向试验装置在单轴材料试验机上实现双向测试的试验方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤101,将试样安装在双向试验装置内并固定,再将双向试验装置放置在单轴材料试验机的两个相对的夹持端上进行夹持固定,同时将位移传感器和单轴材料试验机的信号线与计算机控制单元连接;

步骤102,通过计算机控制单元向单轴材料试验机发出压缩信号,单轴材料试验机根据接收到的压缩指令对双向试验装置进行压缩;

步骤103:计算机控制单元在单轴材料试验机压缩双向试验装置的过程中,采集单轴材料试验机的位移信息和双向试验装置上测量弹簧的位移信息,根据预先获知的测量装置的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向压缩时的应力-应变曲线;

步骤104,将双向试验装置由单轴材料试验机上卸下,旋转90度,更换新的试样后,再用单轴材料试验机的夹持端将两个滑块夹持住,利用计算机控制单元向单轴材料试验机发出拉伸信号;

步骤105,计算机控制单元采集试样在拉伸时的测量弹簧的位移信息和单轴材料试验机的位移信息,根据预先获知的测量装置的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向拉伸时的应力-应变曲线。

8.根据权利要求7所述的试验方法,其特征在于,

所述预先获知的测量装置的参数包括测量弹簧的刚度值、试样的横向、纵向长度值和横截面值。

一种用于单轴材料试验机的双轴试验装置及试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料力学试验领域,特别是涉及一种能够在单轴材料试验机上实现双向拉伸和压缩试验的双轴试验装置,以及使用该双轴试验装置的试验方法。

背景技术

[0002] 目前,进行单轴拉伸、压缩测试的材料试验机是应用最广泛的材料试验机,驱动方式为马达驱动或液压驱动。配合不同夹具,这类材料试验机可进行拉伸、压缩、弯曲、剪切等功能。这些试验都是基于一个方向的单轴加载,无法同时进行纵横双向拉伸或双向压缩测试。能够实现双向拉伸的试验机价格较昂贵,比同级别单轴试验机的价格高一个量级。而双向拉伸和双向压缩测试可以研究材料在双向应力条件下的力学问题,不是两个轴向应力的简单叠加,因而具有重要意义。

[0003] 目前已经有很多研究尝试用简单方法实现双向加载试验,但一般只能实现双向上的压缩或拉伸中的一种,同时在精确测量方面也很不完善,不能直接得到准确的应力-应变关系曲线。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是要提供一种能够利用现有单轴材料试验机同时实现试验材料双向拉伸和压缩的试验装置。

[0005] 本发明一个进一步的目的是要提供一种在单轴材料试验机上实现试验材料双向拉伸和压缩试验装置的试验方法。

[0006] 特别地,本发明提供了一种用于单轴材料试验机的双向试验装置,包括:

[0007] 机架,包括相对设置的两个侧架,两个所述侧架相对一面的两端分别设置有相对凸出的三角形端翼;

[0008] 滑块,有两个,且分别被两个所述侧架两端的所述端翼夹持地活动固定在两个所述侧架之间;所述机架和所述滑块围成的空间为试样安装空间;

[0009] 测量装置,包括分别安装在每个侧架和所述滑块与试样接触一端的测量弹簧,以及检测所述测量弹簧位移大小的位移传感器。

[0010] 进一步地,所述滑块为三角形形状,其通过两个三角形的侧边分别与相邻的所述端翼的侧边接触,在所述滑块和所述端翼相互接触的一面分别设置有沿长度方向延伸的凹槽,在所述凹槽内放置有被所述端翼和所述滑块夹持限定在所述凹槽内的滚动轴承副。

[0011] 进一步地,所述机架上设置有限制所述滑块偏向一侧的限位装置,所述限位装置包括分别安装在所述端翼和所述滑块上的固定栓,以及连接两个所述固定栓的拉紧弹簧。

[0012] 进一步地,所述滑块与所述端翼相互接触的侧面与水平面的夹角分别为45度斜面。

[0013] 进一步地,在所述测量装置的外圆周设置有辅助夹持装置,所述辅助夹持装置包括固定环和活动套,所述固定环套在所述测量弹簧的外圆周,且通过一端与相邻的所述侧

架或所述滑块固定,所述活动套为一端封闭的空心管,所述活动套通过开口一端与所述固定环的未固定端活动连接,且将所述测量弹簧封闭在内,连接后的所述活动套在所述测量弹簧的推动下可进行轴向移动,但不能从所述固定环上脱离。

[0014] 进一步地,所述活动套朝向所述试样安装空间的封闭端上设置有便于夹持试样的夹具,所述夹具通过螺纹与所述活动套连接,所述活动套上设置有调节所述夹具相对于所述活动套位置的微调锁紧螺母。

[0015] 进一步地,所述测量弹簧一端与所述侧架或滑块固定,另一端与所述活动套固定。

[0016] 进一步地,在所述滑块与所述试样安装空间相对的一侧设置有便于拉伸试验使用的拉伸轴,在所述侧架与所述试样安装空间相对的一侧设置有便于压缩试验使用的压缩凸台。

[0017] 本发明还提供一种双向试验装置在单轴材料试验机上实现双向测试的试验方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤101,将试样安装在双向试验装置内并固定,再将双向试验装置放置在单轴材料试验机的两个相对的夹持端上进行夹持固定,同时将位移传感器和单轴材料试验机的信号线与计算机控制单元连接;

[0019] 步骤102,通过计算机控制单元向单轴材料试验机发出压缩信号,单轴材料试验机根据接收到的压缩指令对双向试验装置进行压缩;

[0020] 步骤103:计算机控制单元在单轴材料试验机压缩双向试验装置的过程中,采集单轴材料试验机的位移信息和双向试验装置上测量弹簧的位移信息,根据预先获知的测量单元的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向压缩时的应力-应变曲线;

[0021] 步骤104,将双向试验装置由单轴材料试验机上卸下,旋转90度,更换新的试样后,再用单轴材料试验机的夹持端将两个滑块夹持住,利用计算机控制单元向单轴材料试验机发出拉伸信号;

[0022] 步骤105,计算机控制单元采集试样在拉伸时的测量弹簧的位移信息和单轴材料试验机的位移信息,根据预先获知的测量单元的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向拉伸时的应力-应变曲线。

[0023] 进一步地,所述预先获知的测量单元的参数包括测量弹簧的刚度值、试样的横向、纵向长度值和横截面积。本发明的双向试验装置具有在单轴材料试验机上实现双向拉伸和双向压缩的功能,解决了加载同步和保持试样对中的问题,同时,双向试验装置在拉伸和压缩加载时,可以准确测量试样的力和位移,因此可以给出材料分析中非常重要的应力-应变关系曲线。本发明的功能完备且测量精度高,制作成本也大大低于同类产品,具备很强的应用前景。

附图说明

[0024] 图1是根据本发明一个实施例的双向试验装置的结构示意图;

[0025] 图2是图1所示双向试验装置的拉伸状态示意图;

[0026] 图3是根据本发明一个实施例的双向试验装置在单轴材料试验机上的安装示意图;

[0027] 图4是根据本发明一个实施例的试验方法流程示意图;

[0028] 图中:1-侧架、2-端翼、3-滚动轴承副、4-压缩凸台、5-辅助夹持装置、6-拉紧弹簧、7-固定栓、8-滑块、9-拉伸轴、10-微调锁紧螺母、11-夹具、12-固定环、13-测量弹簧、14-位移传感器、15-试样、16-活动套、20-单轴材料试验机、21-夹持端、30-计算机控制单元。

具体实施方式

[0029] 如图1所示,本发明一个实施例的双向试验装置,包括用于夹持试样15上下两个方向的机架,和用于夹持试样左右两个方向的滑块8,以及测量试样15四个方向上受力后变形程度的测量装置。

[0030] 该机架包括相对设置的两个侧架1,两个侧架1相对一面的两端分别设置有相对凸出的直角三角形端翼2;该端翼2通过一直角边与侧架1固定,且两个端翼2的斜边相互对应。

[0031] 滑块8有两个且分别被两个侧架1两端的端翼2夹持地活动固定在两个侧架1之间。

[0032] 测量装置包括分别安装在两个侧架1和两个滑块8朝向试样安装空间一侧的测量弹簧13,以及分别检测各测量弹簧13位移大小的位移传感器14。

[0033] 在使用时,试样15被固定在侧架1和滑块8围成的试样安装空间内,试样15一般采用形状对称的十字形试样,以使各个方向上受到的力均衡体现。安装试样15后的双向试验装置即可放置在现有的单轴材料试验机20上进行固定,具体的固定方式可以根据试验目的是拉伸试验还是压缩试验而确定。

[0034] 如图3所示:压缩试验时,将双向试验装置的两根侧架1分别与单轴材料试验机20的两个夹持端21接触,在调整好压力重心后,即可通过侧架1向位于中间的试样15进行压缩,试样15两端的测量弹簧13会随着压力的增大而被压缩,该压缩量被位移传感器14检测到并输出给计算机控制单元30。计算机控制单元30则根据事先获取的试样15长度和截面信息,以及测量弹簧13的刚度等信息,利用力学公式即可计算出当前试样15在双向压缩时的应力-应变曲线。

[0035] 如图2所示,而要进行拉伸试验时,则将双向试验装置在当前状态下旋转90度,使两个滑块8分别与单轴材料试验机20的夹持端21进行接触,利用单轴材料试验机20的夹持端21将滑块8夹持住并向外拉,滑块8在被向外拉时,需要承受侧架1上端翼2对其在径向上移动的限制,以避免滑块8脱离双向试验装置。滑块8拉伸后的距离被测量弹簧13表示出来,并被位移传感器14检测到且发送至计算机控制单元30,计算机控制单元30则根据事先获取的试样15长度和截面信息,以及测量弹簧13的刚度等信息,利用力学公式即可计算出当前试样15在双向拉伸时的应力-应变曲线。

[0036] 测量弹簧13的刚度和位移传感器14上换算的位移值可以事先标定好。

[0037] 为使双向试验装置更好地被单轴材料试验机20夹持,可以在滑块8与试样15相对的一侧设置便于夹持端21夹持的拉伸轴9,拉伸轴9凸出于滑块8。在侧架1与试样15对应的一侧可以设置便加载端21接触的压缩凸台4。拉伸轴9和压缩凸台4也利于单轴材料试验机20的对中校准。

[0038] 本发明的双向试验装置具有在单轴材料试验机20上实现双向拉伸和双向压缩的功能,实现了加载同步,即横向和纵向同步加载,还可保持试样对中。同时,双向试验装置在拉伸和压缩加载时,可以准确测量试样15的力和位移,因此可以给出材料分析中非常重要的应力-应变关系曲线。

[0039] 进一步地,在提高试样15的夹持效果,可以在侧架1和滑块8上安装辅助夹持装置5,用于调整侧架1和滑块8与试样15之间距离。该辅助夹持装置5包括固定环12和活动套16,固定环12套在测量弹簧13的外圆周,且通过一端与相邻的侧架1或滑块8固定,该活动套16为一端封闭的空心管,其通过开口一端与固定环12的未固定端活动连接,且将测量弹簧13封闭在内,连接后的活动套16在测量弹簧13的推动下可进行轴向移动,但不能从固定环12上脱离。具体限定活动套16与固定环12不能脱离的结构,可以是在活动套16上设置收缩的卡环,而在固定环12的端头上设置外凸的凸圈,卡环的开口直径与固定环12的环身直径相同,这样活动套16可以在固定环12上轴向移动,但在碰到直径大于环身直径的凸圈时,即被挡住。此外,还可以采用滑轨与滑道配合的卡合方式。

[0040] 在压缩试验时,测量弹簧13在侧架1的推动下,会将活动套16推向试样15,此时活动套16受试样15的反作用力,会压缩测量弹簧13而沿固定环12的轴向向侧架1方向移动。

[0041] 在拉伸实验时,测量弹簧13在滑块8的拉动下伸长,此时活动套16与试样15之间的牵引力,会使活动套16沿固定环12的轴向向远离滑块8一方移动,但其移动距离受固定环12上的限位结构限制,使其不能脱离固定环12。

[0042] 为方便辅助夹持装置5固定试样15,可以在辅助夹持装置5的活动套16朝向试样15的一端设置夹具11,夹具11可以是能够稳定固定试样15的任意结构,如,压缩试验时与试样15相对的一端可以是直接的平面接触,而在拉伸试验时,其可以通过螺纹、螺栓或套筒形成固定连接关系的结构,从而更好的传递拉伸和压缩试验时施加到试样15上的力。

[0043] 该夹具11可以通过螺纹与活动套16连接,在活动套5上还可以设置微调锁紧螺母10,通过微调锁紧螺母10可以调节夹具11相对活动套16的位置,以适应不同尺寸的试样15。

[0044] 测量弹簧13的一端可以与侧架1或滑块8固定,另一端与活动套16固定。

[0045] 为提高端翼2对滑块8的夹持效果,该滑块8可以采用直角等腰三角形的形状,其通过两个直角边分别与相邻的端翼2的斜边接触,两者的斜面与水平面的夹角分别为45度。斜面在滑块8和端翼2相互接触的一面分别设置沿其长度方向延伸的凹槽,在凹槽内放置被端翼2和滑块8夹持限定在凹槽内的滚动轴承副3。当滑块8和端翼2之间产生相对运动时,滚动轴承副3即可减少两者的摩擦和消除间隙,同时保证滑块8在垂直方向上的移动效果。

[0046] 进一步地,为防止滑动8在受到拉力时偏移运动方向,可以在机架上设置限制滑块8向某一侧机架偏移的限位装置,该限位装置可以包括分别安装在端翼2和滑块8上的固定栓7,以及连接两个固定栓7的拉紧弹簧6。四个拉紧弹簧6从四个斜方向以垂直于两者接触面的方式,将滑块8拉向端翼2,滑块8在四周的均匀拉力下,能够保持在两对拉紧弹簧6所形成的通道的轴心线上。

[0047] 进一步地,本发明公开一种前述双向试验装置在单轴材料试验机上的试验方法,包括如下步骤:

[0048] 步骤101,将试样安装在双向试验装置内并固定,再将双向试验装置放置在单轴材料试验机上进行夹持固定,同时将位移传感器和单轴材料试验机的信号线与计算机控制单元连接。

[0049] 在该步骤中,需要调整好双向试验装置的侧架在单轴材料试验机上的位置,使单轴材料试验机的夹持端位于侧架的中间位置,调整后可以使整个装置受力均匀,测得的数据更加准确。此外,还要对调整后自然放置状态下的单轴材料试验机和双向试验装置上的

位移传感器进行调零。

[0050] 步骤102,通过计算机控制单元向单轴材料试验机发出压缩信号,单轴材料试验机根据接收到的压缩指令对双向试验装置进行压缩。

[0051] 步骤103:计算机控制单元在单轴材料试验机压缩双向试验装置的过程中,采集单轴材料试验机的位移信息和双向试验装置上测量弹簧的位移信息,根据预先获知的测量单元的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向压缩时的应力-应变曲线。

[0052] 该步骤中,整个试验可以认为是静力学问题,单轴材料试验机上的压缩位移由两部分位移组成:测量弹簧压缩的位移和试样压缩的位移。试样的受力可以根据牛顿第三定律得到,即测量弹簧的受力和试样的受力相等。获取的位移信号可以换算成相应的位移值。

[0053] 根据计算机控制单元得到的单轴材料试验机的位移值 L_0 ,和4个位移传感器上测得的位移值,即弹簧变形分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ,其中 L_1 、 L_2 表示横向的位移值, L_3 、 L_4 表示纵向的位移值。四个高线性度测量弹簧的刚度均为 K 。由力学知识可知, L_1 、 L_2 应该相等, L_3 、 L_4 应该相等。但为了减小可能的误差,因此特采用4个位移传感器分别测量4个测量弹簧的变形。

[0054] 采用十字形的试样可以有很好的对称性,该试样的横向和纵向标距长度均为 L ,横截面积均为 A 。

[0055] 试样的纵向变形:

$$[0056] \quad \Delta L_2 = L_0 - L_1 - L_2$$

[0057] 试样的纵向应变:

$$[0058] \quad \varepsilon_2 = \frac{\Delta L_2}{L}$$

[0059] 试样两端的纵向力:

$$[0060] \quad F_3 = K \cdot L_3$$

$$[0061] \quad F_4 = K \cdot L_4$$

[0062] 试样的纵向力:

$$[0063] \quad F_{\text{纵}} = \frac{F_3 + F_4}{2}$$

[0064] 试样的纵向应力:

$$[0065] \quad \sigma_2 = \frac{F_{\text{纵}}}{A}$$

[0066] 根据上述即可得到纵向应变 ε_2 和应力 σ_2 ,进而得到试样纵向应力-应变曲线。

[0067] 步骤104,将双向试验装置由单轴材料试验机上卸下,旋转90度,更换新的试样后,再用单轴材料试验机通过两个滑块的拉伸轴将双向试验装置夹持住,利用计算机控制单元向单轴材料试验机发出拉伸信号。

[0068] 步骤105,计算机控制单元采集试样在拉伸时的测量弹簧的位移信息和单轴材料试验机的位移信息,根据预先获知的测量单元的参数并按力学方式进行数据处理后,即可得到试样在双向拉伸时的应力-应变曲线。

[0069] 以下各参数与前述步骤中各参数的意义相同。其计算过程如下:

[0070] 试样的横向变形:

$$[0071] \quad \Delta L_1 = L_0 - L_1 - L_2$$

[0072] 试样的横向应变:

$$[0073] \quad \varepsilon_1 = \frac{\Delta L_1}{L}$$

[0074] 试样两端的横向力:

$$[0075] \quad F_1 = K \cdot L_1$$

$$[0076] \quad F_2 = K \cdot L_2$$

[0077] 试样的横向力:

$$[0078] \quad F_{\text{横}} = \frac{F_1 + F_2}{2}$$

[0079] 试样的横向应力:

$$[0080] \quad \sigma_1 = \frac{F_{\text{横}}}{A}$$

[0081] 根据上述得到横向应变 ε_1 和应力 σ_1 ,可得到十字形试样横向应力-应变曲线。

[0082] 在本发明中,从整个试验装置上来看,把该双向试验装置翻转90度放置在单轴材料试验机上,单轴材料试验机的夹持端夹持住双向试验装置的滑块的拉伸轴进行拉伸,就可以实现对试样双向拉伸的功能;从整个试验方法上来看,压缩试验处理的是压缩状态下的数据,拉伸试验处理的是拉伸状态下的数据,两种数据处理的方法一样,只是方向有所区别。

[0083] 本发明提供的单轴材料试验机的双向试验装置特别适用于,在只有单轴材料试验机的情况下,对十字形的试样双向拉、压的力学性能测试,试样在加载的过程中,横向和纵向同步加载,能够保持试样对中。

[0084] 本发明提供的试验方法在加载的同时可以准确地测量试样的力和位移,给出材料力学分析中非常重要的应力-应变关系曲线。

[0085] 至此,本领域技术人员应认识到,虽然本文已详尽示出和描述了本发明的多个示例性实施例,但是,在不脱离本发明精神和范围的情况下,仍可根据本发明公开的内容直接确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此,本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

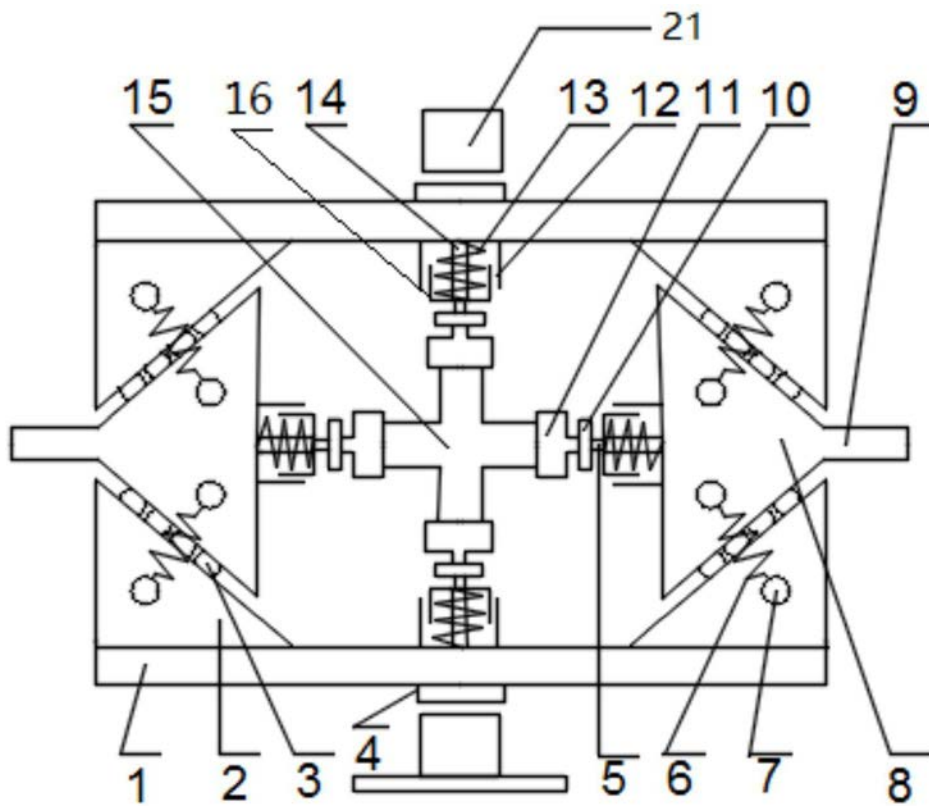


图1

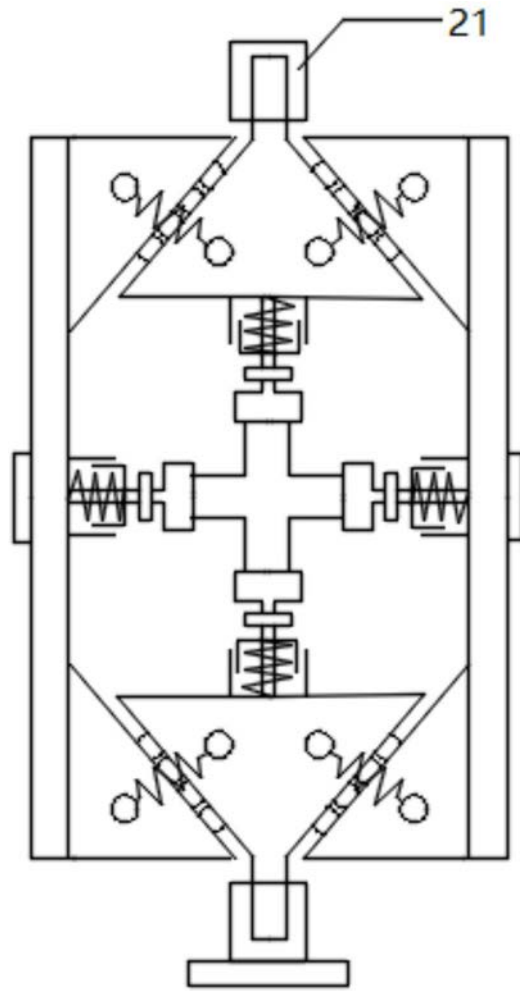


图2

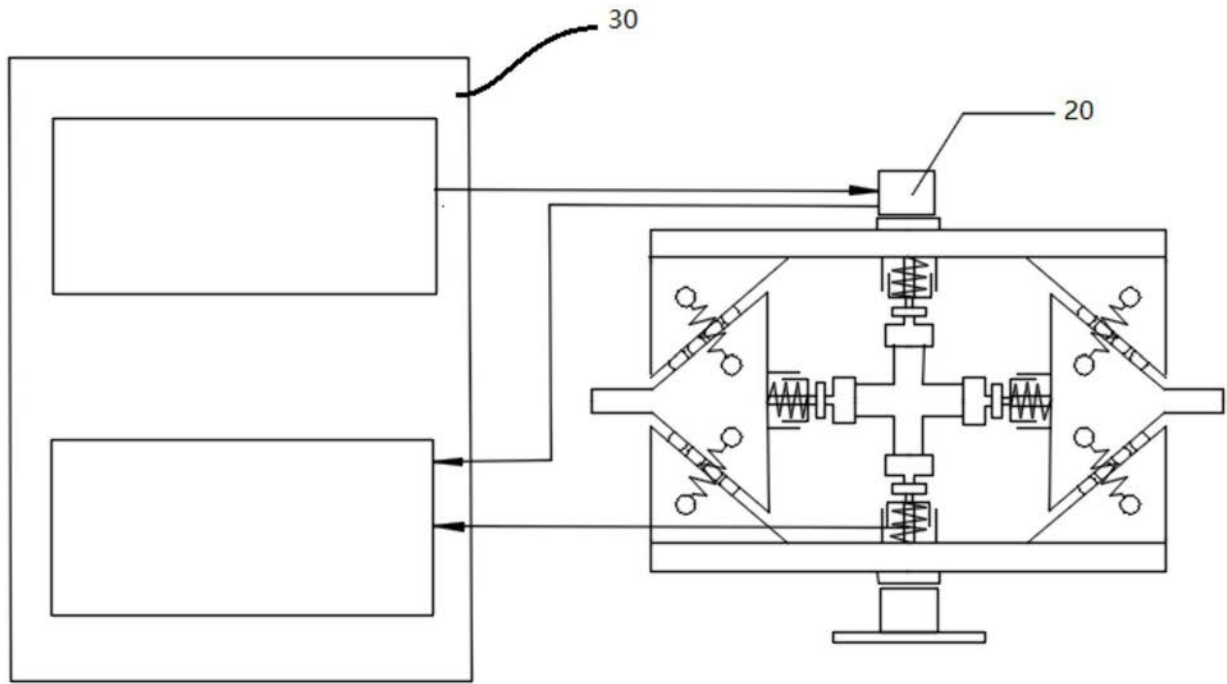


图3

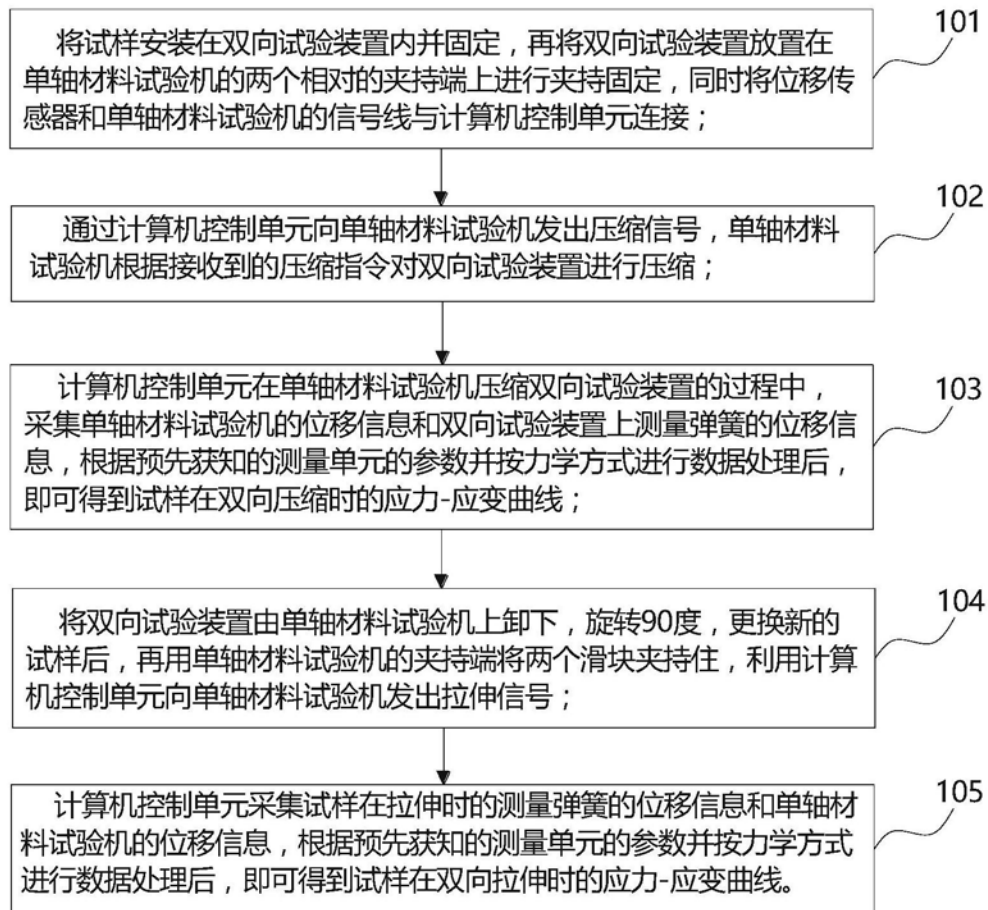


图4