



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203643273 U

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201320850716. 1

(22) 申请日 2013. 12. 19

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 赵宏伟 张鹏 佟达 程虹丙 李泽君

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有限公司 22100

代理人 王怡敏

(51) Int. Cl.

G01N 3/16(2006. 01)

G01N 3/20(2006. 01)

G01N 3/34(2006. 01)

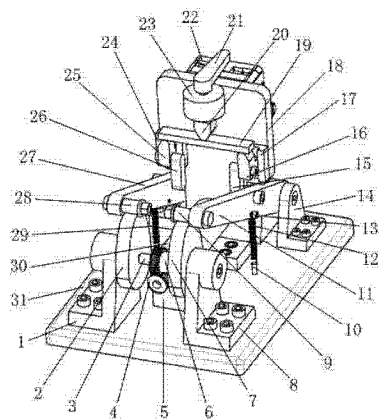
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 实用新型名称

凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台

(57) 摘要

本实用新型涉及一种凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,属于精密仪器领域。主要由精密驱动加载单元和手动调整单元构成。精密加载单元包括动力组件、蜗轮蜗杆传动副、传动及执行组件;手动调整单元由压头调整组件、信号检测组件等组成。精密加载单元是由无刷直流伺服电机与蜗轮蜗杆传动副机构连接,主动凸轮与滚子相接触,滚子通过螺栓与摆杆连接,与摆杆连接的连接板与两个支撑头连接;手动调整单元是由手动平移台紧固在连接板上,通过连接板来实现压头的位置粗调,连接板与压头之间装有精密力传感器。优点在于:体积小、结构紧凑、传动简单。在传动链上采用新颖凸轮传动机构来实现三点弯曲模式下的疲劳加载。实用性强。



1. 一种凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,其特征在于:包括精密加载工作单元和手动调整单元两部分,所述精密加载工作单元结构包括动力组件、蜗轮蜗杆传动副、传动及执行组件,所述手动调整单元包括压头调整组件和信号检测组件;

所述精密加载工作单元的动力组件、传动及执行组件是:无刷直流伺服电机(30)通过电机支撑座(5)紧固安装在底板(31)上,所述无刷直流伺服电机(30)轴与蜗杆(4)通过螺钉紧固连接,蜗轮(6)与蜗杆(4)构成蜗轮蜗杆传动副;两侧盘式凸轮 I、II(2、7)通过过盈配合安装蜗轮轴(3)上,且该蜗轮轴(3)通过轴承支撑在凸轮座 I、II(1、8)上,凸轮座 I、II(1、8)通过沉头螺钉紧固在底板(31)上;凸轮 I、II(2、7)分别与滚子 I、II(9、28)光滑接触,摆杆 I、II(27、11)、滚子 I、II(9、28)分别与销杆通过间隙和过盈配合相连接,摆杆 I、II(27、11)内侧分别通过链接螺钉与连接板 I、II(15、26)相连,连接板 I、II(15、26)与支撑头 I、II(16、25)通过紧固螺钉紧固;支撑头 I、II(16、25)可在两侧导轨 I、II(24、17)内滑动,两侧导轨 I、II(24、17)起到导向的作用,摆杆 I、II(27、11)两侧装有复位弹簧 I、II(12、29),其下端钩住连接在底板(31)上的带孔销钉(10),上端勾在固定在摆杆 I、II(27、11)的螺钉(13)上,摆杆 I、II(27、11)与摆杆支撑座 I、II(14、32)相铰接,摆杆支撑座 I、II(14、32)固定在底板(31)上。

2. 根据权利要求 1 所述的凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,其特征在于:所述的压头调整组件和信号检测组件包括:手动平移台(22)、金刚石压头(20)和精密力传感器(23),所述手动平移台(22)通过六角螺钉紧固在支撑板(18)上,上端与连接杆(21)通过螺纹连接;精密力传感器(23)上端与连接杆(21)通过螺纹连接,下端和金刚石压头(22)通过螺纹连接,金刚石压头(20)与标准试件(19)中部相接触。

凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台

技术领域

[0001] 本实用新型涉及精密仪器领域,特别涉及原位力学性能测试领域,尤指一种与传统传动方式不同的凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台。通过与电子扫描显微镜、金相显微镜等显微成像仪器集成,该平台可实现三点弯曲模式下的疲劳测试过程中样品的微观变形、裂纹的产生、长大,以及裂纹的扩展路径和疲劳损伤等实施原位观测;可实现对载荷信号的采集、转换及控制,以一种较为新颖的方式精确测定样品在微纳米尺度下的力学特性,开展样品在三点弯曲模式下的疲劳测试,为揭示材料在微纳米尺度下的疲劳损伤及断裂机制提供了测试方法。

背景技术

[0002] 材料或构件在受重复或交变载荷作用时,虽然材料或构件所受载荷幅值远小于其抗拉强度或屈服强度,甚至小于弹性载荷,但经反复的变形累积,最终发生断裂破坏通常是由于疲劳载荷所致。并随着微机电系统、超精密机械及其制造等微小、精密学科的迅猛发展,材料微观力学性能原位测试技术被赋予的要求也越来越高,希望通过原位力学测试手段揭示出外界载荷作用下材料变形损伤的规律,发现更为新颖的现象和规律。所谓的原位力学性能测试方法是指在微/纳米尺度下对试件材料进行力学性能测试的过程中,通过扫描隧道显微镜、原子力显微镜等仪器对多种载荷作用下材料发生的微观变形、损伤进行全程动态监测的一种力学测试方法。传统的微加载装置在检测加载力方面存在着无法检测或检测精度不高的问题,或者检测装置结构复杂、造价较高。

[0003] 目前,国内外已研发的力学性能试验机,大多都是体积过大,价格昂贵,还没有集成弯曲和疲劳测试的装置,材料在单载荷的依次加载和多载荷的同时加载所表现的力学性能是不一样的,因此通过本试验平台可以对多载荷作用下的材料微观力学性能进行深入的研究。

发明内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,解决了目前弯曲测试技术存在的费用昂贵、体积大、传动链复杂、重量重、测试精度低及兼容性差等问题。本实用新型具有体积小、结构紧凑、重量轻、测试精度高、可提供的测试内容丰富等特点。可在进行原位三点弯曲测试的同时,结合相关软件算法,自动拟合生成弯曲载荷作用下的应力应变曲线,即可得到材料的弯曲模量、屈服极限和断裂强度等重要力学参数;也可通过反复多次地对材料试件进行三点弯曲加载和卸载,从一定程度上反映出样品的抗疲劳性能。本实用新型提供了一种新的测试平台,可对特征尺寸毫米级以上三维试件实施跨尺度原位三点弯曲模式下的疲劳力学性能测试,配合电子显微镜材料等显微成像设备对材料的微观变形、损伤及断裂过程实施原位观测,以揭示材料在微纳米尺度下的力学特性和损伤断裂机制。

[0005] 本实用新型的上述目的通过以下技术方案实现:

[0006] 凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,包括精密加载工作单元和手动调整单元两部分,所述精密加载工作单元结构包括动力组件、蜗轮蜗杆传动副、传动及执行组件,所述手动调整单元包括压头调整组件和信号检测组件;

[0007] 所述精密加载工作单元的动力组件、传动及执行组件是:无刷直流伺服电机 30 通过电机支撑座 5 紧固安装在底板 31 上,所述无刷直流伺服电机 30 轴与蜗杆 4 通过螺钉固定连接,蜗轮 6 与蜗杆 4 构成蜗轮蜗杆传动副;两侧盘式凸轮 I、II 2、7 通过过盈配合安装蜗轮轴 3 上,且该蜗轮轴 3 通过轴承支撑在凸轮座 I、II 1、8 上,凸轮座 I、II 1、8 通过沉头螺钉紧固在底板 31 上;凸轮 I、II 2、7 分别与滚子 I、II 9、28 光滑接触,摆杆 I、II 27、11、滚子 I、II 9、28 分别与销杆通过间隙和过盈配合相连接,摆杆 I、II 27、11 内侧分别通过链接螺钉与连接板 I、II 15、26 相连,连接板 I、II 15、26 与支撑头 I、II 16、25 通过紧固螺钉紧固,由于连接板 I、II 15、26 距离滚子 I、II 9、28 4 倍于摆杆尾端,可实现 4 倍减速和增力的作用;标准试件 19 用 AB 胶粘固在支撑头 I、II 16、25 上。支撑头 I、II 16、25 可在两侧导轨 I、II 24、17 内滑动,两侧导轨 I、II 24、17 起到导向的作用,保证支撑头输出精密的直线位移。为了保证滚子始终与凸轮相接触,摆杆 I、II 27、11 两侧装有复位弹簧 I、II 12、29,其下端钩住连接在底板 31 上的带孔销钉 10,上端勾在固定在摆杆 I、II 27、11 的螺钉 13 上。

[0008] 所述的压头调整组件和信号检测组件包括:手动平移台 22、金刚石压头 20 和精密力传感器 23,所述手动平移台 22 通过六角螺钉紧固在支撑板 18 上,上端与连接杆 21 通过螺纹连接;精密力传感器 23 上端与连接杆 21 通过螺纹连接,下端和金刚石压头 22 通过螺纹连接,金刚石压头 20 与标准试件 19 中部相接触;在加载前,可通过调节手动平移台 22 的调节螺杆来粗调金刚石压头 22 与标准试件 19 之间的距离,保证金刚石压头 22 与标准试件 19 相接触,从而保证疲劳三点弯曲的准确性。

[0009] 所述的支撑头 I、II 16、25 的一部分充当滑块作用,可在导轨上滑动,导轨 I、II 24、17 与支撑板 18 通过螺钉刚性连接,通过导轨 I、II 24、17 的对支撑头 I、II 16、25 的导向和支承,从而保证支撑头 I、II 16、25 在做上下疲劳运动时受力平稳、均衡。

[0010] 所述的盘式凸轮 I、II 2、7 做升程和回程运动,通过滚子 I、II 9、28 从而带动两侧摆杆 I、II 27、11 做上下摆动,摆杆 I、II 27、11 上铰接的连接板 I、II 15、26 带动支撑头 I、II 16、25 做上下往复运动,实现了将盘式凸轮 I、II 2、7 的转动变成支撑头 I、II 16、25 的上下往复运动;复位弹簧 I、II 12、29 保证了滚子 I、II 9、28 与盘式凸轮 I、II 2、7 始终相接触,保证了摆杆 I、II 27、11 的精确摆动。

[0011] 可以根据盘式凸轮 I、II 2、7 的设计,利用数学的方法,来计算出支撑头 I、II 16、25 的直线行程距离是和凸轮转过的距离是成一定比例的,再根据无刷直流伺服电机 30 的转速,就可以计算出加载行程,进而实现弯曲试验的精确加载。

[0012] 在疲劳三点弯曲测试过程中,金刚石压头 20 始终保持固定,两端支撑头 I、II 16、25 上下往复运动,对标准试件 19 实施三点弯曲疲劳加载,这样设计就可以保证,在利用扫描电子显微镜或光学显微镜对整个试验过程进行原位观测的过程中,标准试件 19 的中间部位,即最有利的被观测位置,始终处于有利视野范围内。

[0013] 本实用新型的有益效果在于:相比较传统的弯曲试验机,本实用新型采用的是凸轮滚子传动链传动,以往的三点弯曲装置采用蜗轮蜗杆传动,只能实现单向的三点弯曲试

验,不能实现三点弯曲模式下的疲劳测试。而本实用新型可通过凸轮的转动,带动支撑头的上下往复运动来实现三点弯曲模式下的疲劳试验,为揭示多载荷作用下的材料微观力学性能提供了一种新的试验装置。再和配套的显微镜设备配合使用,即可实现原位观测,更好的进行微纳米尺度范畴的力学性能研究。与传统技术相比,本实用新型具有体积小、结构紧凑、重量轻、刚度高、传动链简单、可提供的测试内容丰富等特点,应用范围广泛,可以对各种材料的宏观试件进行跨尺度原位力学测试,通过载荷信号的同步检测,结合相关软件算法,可自动拟合生成弯曲载荷作用下的应力应变曲线,并可实现连续、间歇等多种加载方式,对材料及其制品在弯曲载荷在下的微观变形进行动态在线观测,以揭示材料在微纳米尺度下的力学行为和损伤断裂机制,实用性强。

附图说明

[0014] 此处所说明的附图用来提供对本实用新型的进一步理解,构成本申请的一部分,本实用新型的示意性实例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。

[0015] 图 1 为本实用新型的立体结构示意图;

[0016] 图 2 为本实用新型的另一立体结构示意图;

[0017] 图 3 为本实用新型的主视示意图;

[0018] 图 4 为本实用新型的后视示意图;

[0019] 图 5 为本实用新型微旋转的俯视示意图;

[0020] 图 6 为压力角计算原理。

[0021] 1、凸轮座 I ;2、盘式凸轮 I ;3、蜗轮轴 ;4、蜗杆 ;5、电机支撑座 ;6、蜗轮 ;7、盘式凸轮 II ;8、凸轮座 II ;9、滚子 II ;10、带孔销钉 ;11、摆杆 II ;12、复位弹簧 II ;13、螺钉 II ;14、摆杆支撑座 I ;15、连接板 II ;16、支撑头 II ;17、导轨 II ;18、支撑板 ;19、标准试件 ;20、金刚石压头 ;21、连接杆 ;22、手动平移台 ;23、力传感器 ;24、导轨 I ;25、支撑头 I ;26、连接板 I ;27、摆杆 I ;28、滚子 I ;29、弹簧 I ;30、无刷直流伺服电机 ;31、底板 ;32 摆杆支撑座 II。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图进一步说明本实用新型的详细内容及其具体实施方式。

[0023] 参见图 1 至图 5 所示,本实用新型的凸轮式原位三点弯曲型疲劳力学性能测试平台,包括精密加载工作单元和手动调整单元两部分,所述精密加载工作单元结构包括动力组件、蜗轮蜗杆传动副、传动及执行组件,所述手动调整单元包括压头调整组件和信号检测组件;

[0024] 所述加载工作台的动力组件、传动及执行组件是:无刷直流伺服电机 30 与蜗杆 4 连接,蜗轮 6 与蜗杆 4 构成齿轮副,进一步蜗轮轴 3 与两侧盘式凸轮 I、II 2、7 刚性连接,且凸轮 I、II 2、7 与滚子 I、II 9、28 相接触,摆杆 I、II 27、11 与滚子 I、II 9、28 连接,通过连接板 I、II 15、26 与支撑头 I、II 16、25 连接,标准试件 19 用 AB 胶粘固在支撑头 I、II 16、25 上;其中,无刷直流伺服电机 30 与电机支撑座 5 紧固连接,该电机支撑座 5 与底板 32 通过沉头螺钉连接;该蜗轮轴 3 和紧密轴承通过凸轮座 1、8 与底板 32 相连接;两侧盘式凸

轮 I、II 2、7 转动,与滚子 I、II 9、28 相接触,滚子 I、II 9、28 与摆杆 I、II 27、11 用六角螺栓相连接;连接板 I、II 15、26 铰接在摆杆 I、II 27、11 上,两侧的支撑头 I、II 16、25 与连接板 15、26 通过螺钉连接,在固定在支撑板 18 上的两侧导轨 I、II 24、17 上做上下导向;复位弹簧 I、II 12、29 的下端是通过带孔的销钉 10 固定在底板 32 上。上端勾在固定在摆杆 I、II 27、11 的螺钉 13 上。

[0025] 所述的金刚石压头调整组件和信号检测组件是:手动平移台 22、金刚石压头 20 和精密力传感器 23;手动平移台 22 通过六角螺钉紧固在支撑板 18 上,上端与连接杆 21 连接;精密力传感器 23 一端与连接杆 21 通过螺纹连接,另一端和金刚石压头 22 通过螺纹连接,并通过螺母紧固;金刚石压头 20 作用于标准试件 19 中部。

[0026] 与连接板 15、26 通过螺钉连接的支撑头 I、II 16、25 的一部分充当滑块作用,在导轨上滑动,导轨 I、II 24、17 与支撑板 18 刚性连接,运用导轨 I、II 24、17 的导向、支承作用,保证支撑头 I、II 16、25 运动时受力平稳、均衡。

[0027] 盘式凸轮 I、II 2、7 通过滚子 I、II 9、28 驱动两侧摆杆 I、II 27、11 摆动,摆杆 I、II 27、11 上铰接的连接板 I、II 15、26 带动支撑头 I、II 16、25,从而将盘式凸轮 I、II 2、7 的转动变成支撑头 I、II 16、25 的上下往复直线运动;支撑头 I、II 16、25 的向下运动是通过复位弹簧 I、II 12、29 的收紧来实现的。

[0028] 可以根据盘式凸轮 I、II 2、7 的设计,利用数学的方法,来计算出支撑头 I、II 16、25 的直线行程距离是和凸轮转过的距离是成一定比例的,再根据无刷直流伺服电机 30 的转速,就可以计算出加载行程,进而实现弯曲试验的精确加载。

[0029] 在三点弯曲试验过程中,金刚石压头 20 保持固定,两端支撑头 I、II 16、25 对标准试件 19 实施三点弯曲加载,这样设计就可以保证,加载过程中试件高度的调节,便于观测。

[0030] 参见图 1 至图 5,本实用新型由加载单元和手动调整单元两部分构成。其中,加载单元结构包括动力组件、蜗轮蜗杆传动副、传动及执行组件;手动调整单元由压头调整组件、信号检测组件等组成。

[0031] 所述加载单元的动力组件、传动及执行组件是由无刷直流伺服电动机 30 提供动力输出,无刷直流伺服电机 30 与蜗杆 4 连接,蜗轮 6 与蜗杆 4 构成蜗轮蜗杆传动副,因其具有较大的传动比,无刷直流伺服电机 30 每转动一定角度,相应蜗轮轴 3 的旋转角可以达到很小的水平,以实现微小、精密的分度。蜗轮轴 3 与两侧盘式凸轮 I、II 2、7 刚性连接,进一步将动力传递到两侧盘式凸轮 I、II 2、7 上,转变成凸轮的转动,而盘式凸轮 I、II 2、7 与滚子 I、II 9、28 相接触,摆杆 I、II 27、11 与滚子 I、II 9、28 相连接,通过连接板 I、II 15、26 与支撑头 I、II 16、25 连接,标准试件 19 用 AB 胶粘固在支撑头 I、II 16、25 上;在两侧导轨 I、II 24、17 导向作用下,带动支撑头 I、II 16、25 输出竖直方向的精密的直线运动。其中,无刷直流伺服电机 30 通过电机紧固螺钉与电机支撑座 5 紧固连接,该电机支撑座 5 与底板 32 通过沉头螺钉连接;该蜗轮轴 3 通过紧密轴承安装在凸轮座 1、8 上,与底板 32 固定连接;蜗轮轴 3 带动两侧盘式凸轮 I、II 2、7 转动,实现了将电机的动力输出转化成凸轮的转动,盘式凸轮 I、II 2、7 通过复位弹簧 I、II 12、29 的作用始终与滚子 I、II 9、28 相接触,保证了摆杆的精确地上下摆动,使得通过凸轮 I、II 2、7 的结构设计精确的控制支撑头 I、II 16、25 的加载行程;滚子 I、II 9、28 与摆杆 I、II 27、11 用销轴相连

接;连接板 I、II 15、26 铰接在摆杆 I、II 27、11 上,两侧的支撑头 I、II 16、25 与连接板 15、26 通过螺钉连接,在固定在支撑板 18 上的两侧导轨 I、II 24、17 上做上下导向;复位弹簧 I、II 12、29 的下端是通过带孔的销钉 10 固定在底板 32 上。上端勾在固定在摆杆 I、II 27、11 的螺钉 13 上。

[0032] 所述的压头调整组件和信号检测组件是:手动平移台 22、金刚石压头 20 和力传感器 23,手动平移台 22 通过六角螺钉紧固在支撑板 18 上,上端与连接杆 21 连接,通过调节手动平移台 22 的高度,将金刚石压头 20 调整到合适位置;精密力传感器 23 一端与连接杆 21 通过螺纹连接,另一端和金刚石压头 22 通过螺纹连接,并通过螺母紧固,力传感器 23 的受力方向与标准试件 19 在载荷作用下的伸缩方向一致,以保证载荷信号检测的同步性和准确性;金刚石压头 20 作用于标准试件 19 中部。

[0033] 与连接板 15、26 通过螺钉连接的支撑头 I、II 16、25,支撑头 I、II 16、25 与导轨 I、II 24、17 连接的部分充当滑块作用,在导轨上滑动,带动整个支撑头 I、II 16、25 上下运动,导轨 I、II 24、17 与支撑板 18 紧固连接,运用导轨 I、II 24、17 的导向、支承作用,保证支撑头 I、II 16、25 运动时受力平稳、均衡。

[0034] 盘式凸轮 I、II 2、7 通过滚子 I、II 9、28 驱动两侧摆杆 I、II 27、11 摆动,摆杆 I、II 27、11 上铰接的连杆 I、II 15、26 带动支撑头 I、II 16、25,从而将盘式凸轮 I、II 2、7 的转动变成支撑头 I、II 16、25 的直线运动;支撑头 I、II 16、25 的向下运动是通过复位弹簧 I、II 12、29 的收紧来实现的。

[0035] 利用数学的方法,来计算出支撑头 I、II 16、25 的直线行程距离是和凸轮转过的距离是成一定比例的,再根据无刷直流伺服电机 30 的转速,就可以计算出加载行程,根据蜗轮蜗杆传动副的传动特点,驱动电机 30 每转动一定角度,相应盘式凸轮 I、II 2、7 的旋转角可以达到很小的水平,带动支撑头 I、II 16、25 实现微小、精密的加载步长,进而实现弯曲试验的精确加载。

[0036] 在三点弯曲试验过程中,金刚石压头 20 保持固定,两端支撑头 I、II 16、25 对样件 19 实施三点弯曲加载,这样设计就可以保证,加载过程中试件高度的调节,便于观测。

[0037] 可根据盘式凸轮机构的设计及摆杆的设计,确定出摆杆 A、凸轮轴与摆杆轴的中心距 L、滚子半径 r_b 、凸轮基圆半径 r_o ,如图所示,计算压力角有如下公式:

[0038]

$$\psi_0 = \arccos \frac{A^2 + L^2 - r_o^2}{2A \cdot L} \quad (1)$$

[0039] 其中, $\psi = \delta$

$$\alpha_1 P = \frac{A}{1 + \frac{d\phi}{d\delta}} \quad (2)$$

$$\alpha_2 P = \sqrt{\alpha_1 P^2 + L^2 - 2\alpha_1 P \cdot L \cos(\psi_0 + \psi)} \quad (3)$$

$$\beta = \arccos \frac{O_2 P^2 + L^2 - O_1 P^2}{2O_2 P^2 \cdot L} \quad (4)$$

[0043] 再由 $\alpha = 90^\circ - \beta$ 计算出压力角,参见图 6。

[0044] 经编程计算,得到凸轮连续运转过程中最大推程压力角 $\alpha_{\max} = 27.39^\circ$,最大回程

压力角 $\alpha_{\max} = -28.18^\circ$,均小于摆动从动件推程许用压力角 $[\alpha] = (35^\circ \sim 45^\circ)$ 和回程许用压力角 $[\alpha] = (70^\circ \sim 80^\circ)$,故凸轮在推程和回程过程中均不会发生自锁现象。

[0045] 以上所述仅为本实用新型的优选实例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡对本实用新型所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

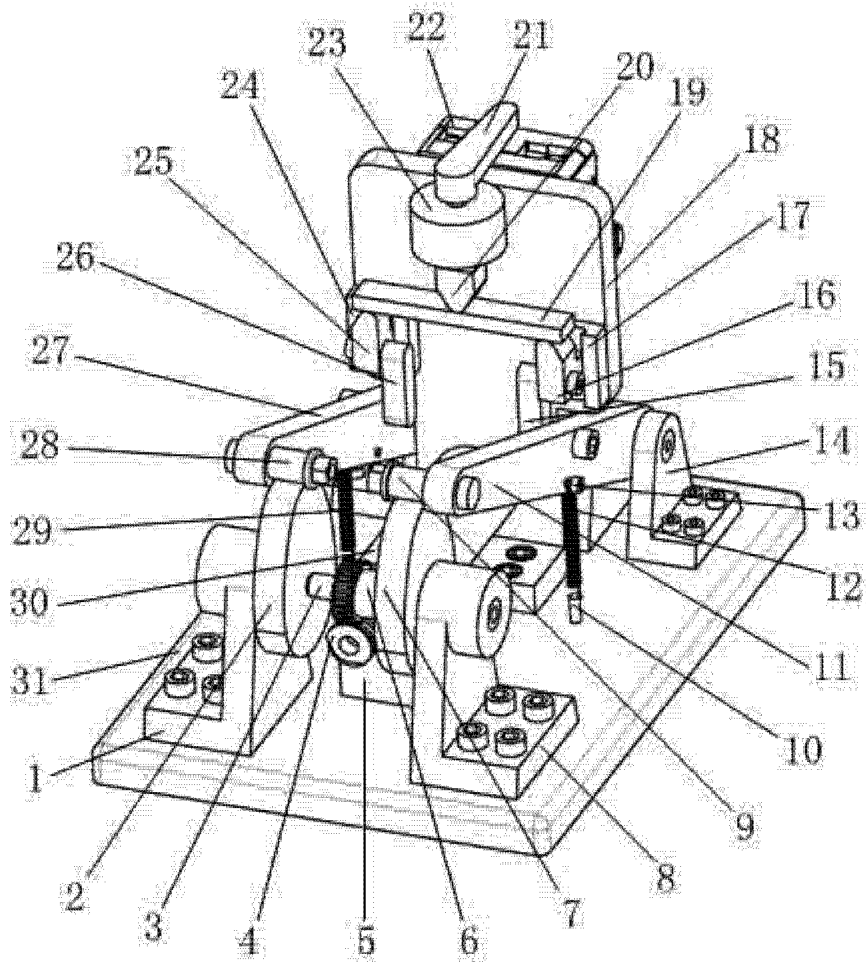


图 1

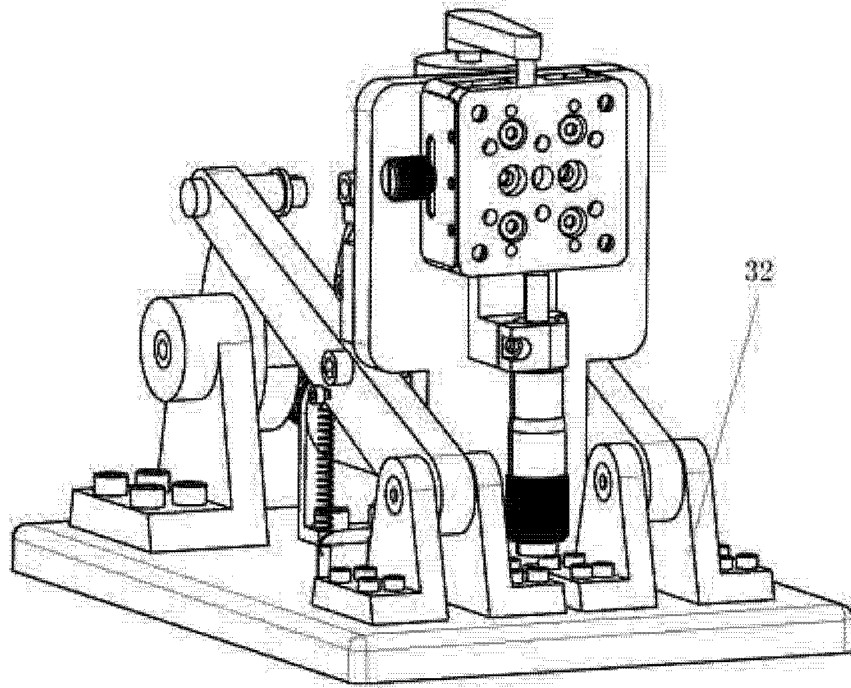


图 2

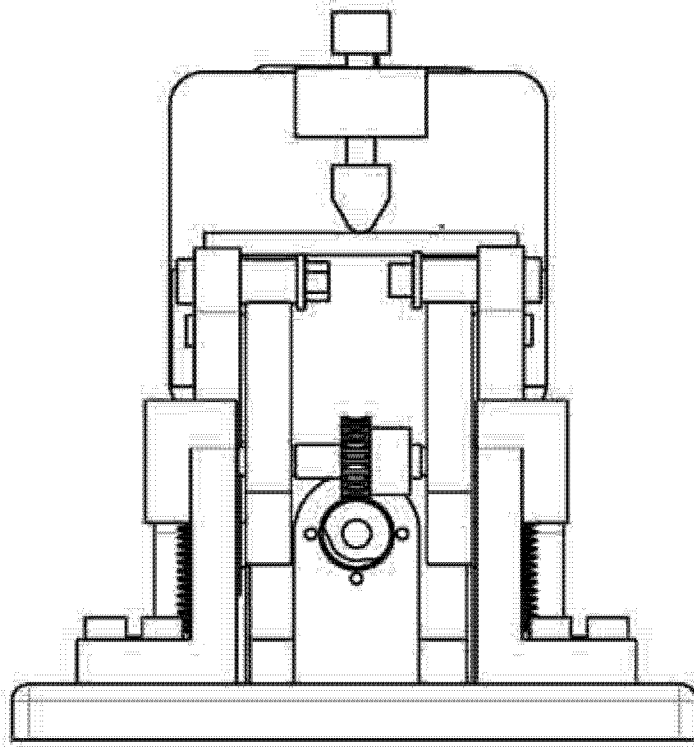


图 3

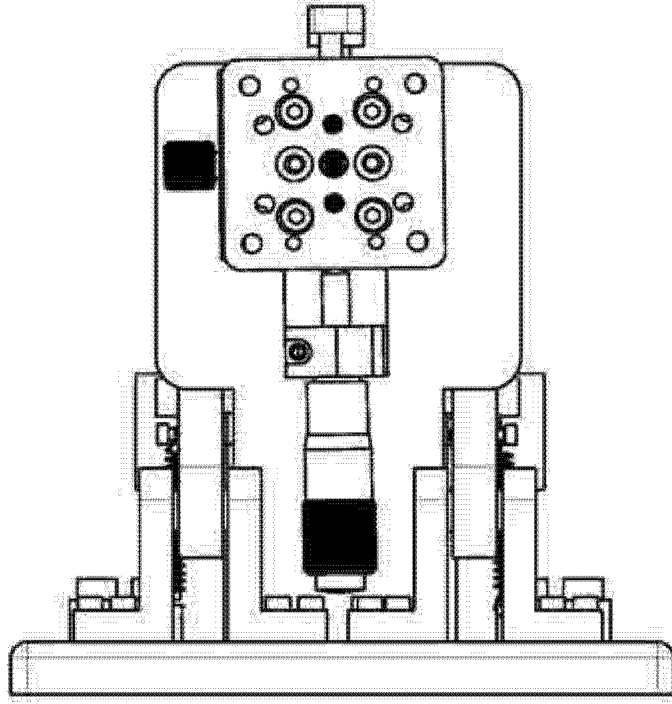


图 4

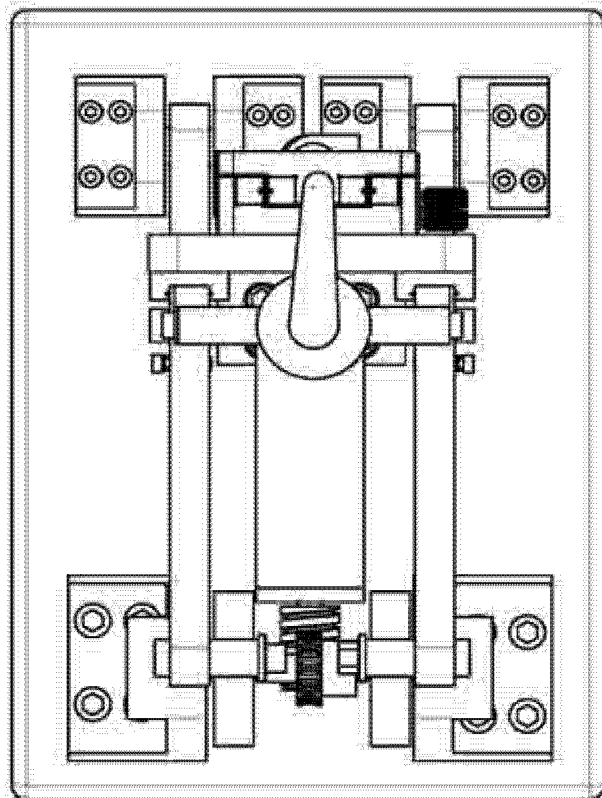


图 5

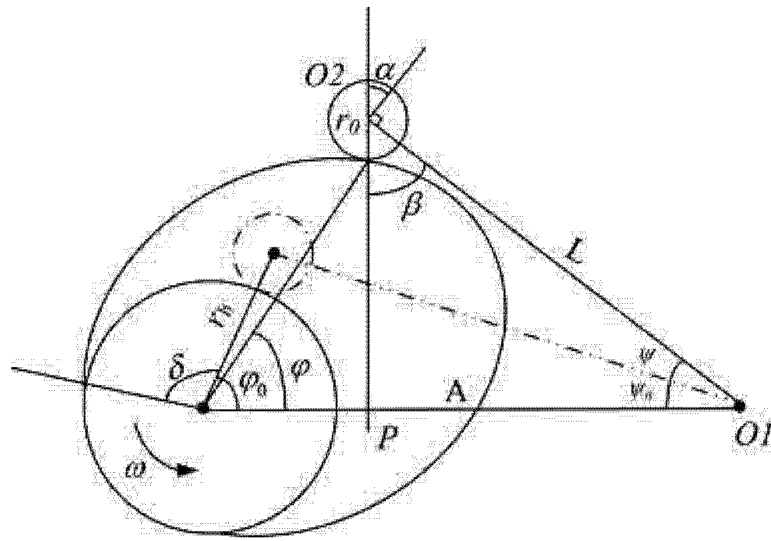


图 6