



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107271122 A

(43)申请公布日 2017. 10. 20

(21)申请号 201710520901.7

(22)申请日 2017.06.30

(71)申请人 东南大学

地址 210000 江苏省南京市四牌楼2号

(72)发明人 张建润 张诚 唐攀 孙蓓蓓

卢熹

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

G01M 5/00(2006.01)

G01M 13/00(2006.01)

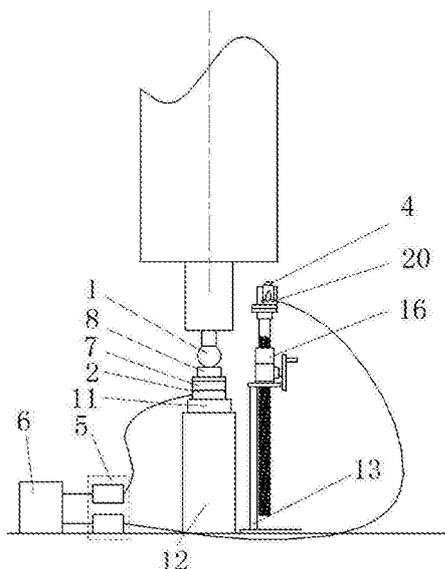
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种加工中心三向静刚度测试系统及测试方法

(57)摘要

本发明公开了一种加工中心三向静刚度测试系统,包括用于施加载荷的假刀、数据采集处理系统,以及分别与数据采集处理系统连接的三向载荷施加装置和传感器调节固定装置,所述数据采集系统包括连接压力传感器和电涡流位移传感器的数据采集装置以及计算机,所述三向载荷施加装置包括用于三维空间方向调节的微调平台,以及设于微调平台上的顶件,传感器调节固定装置包括支架,支架连接有丝杆升降机,电涡流位移传感器设于丝杆升降机的丝杆上方,还公开了该测试系统的测试方法,本发明的加工中心三向静刚度测试系统及测试方法,能够高效的进行机床三维空间的XYZ三个方向的静刚度测试,并保证作用力方向与所测静刚度方向一致,具有较高的精度。



1. 一种加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:包括用于施加载荷的假刀(1)、数据采集处理系统,以及分别与数据采集处理系统连接的三向载荷施加装置和传感器调节固定装置,所述数据采集系统包括连接压力传感器(2)和电涡流位移传感器(4)的数据采集装置(5)以及计算机(6),所述三向载荷施加装置包括用于三维空间方向调节的微调平台(7),以及设于微调平台(7)上的顶件(8),所述传感器调节固定装置包括支架,所述支架连接有丝杆升降机,所述电涡流位移传感器(4)设于丝杆升降机的丝杆(10)上方。

2. 根据权利要求1所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述三向载荷施加装置向下依次通过压力传感器(2)、连接件(11)连接于工作台(12),所述压力传感器(2)包括若干子压力传感器。

3. 根据权利要求1所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述丝杆升降机的丝杆(10)顶端设有转动装置,所述电涡流位移传感器(4)设于转动装置。

4. 根据权利要求3所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述传感器调节固定装置的支架包括下板(9)和与其连接的侧板(13),所述侧板(13)顶端连接于丝杆升降机,所述丝杆升降机包括由丝杆(10)和手轮(15)构成的传动组件,所述手轮(15)设于套筒(16)外壁并与穿设于套筒(16)的丝杆(10)传动连接,所述丝杆(10)与套筒(16)接触面设有相适配的第一导槽(17)和第一导轨(18),所述转动装置包括套管(20)以及与丝杆(10)顶端通过法兰(21)连接的T形基础板(22),所述套管(20)径向贯穿有锁定螺栓(24),所述锁定螺栓(24)一端连接于T形基础板(22)的竖板,所述套管(20)侧壁设有用于夹持的缺口(23),所述竖板还设有定位螺钉(25),所述套管(20)以锁定螺栓(24)为轴相对于竖板转动,其外壁位于水位或竖直位置时抵靠于定位螺钉(25)。

5. 根据权利要求1所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述微调平台(7)包括从下到上依次设置的底板(26)、第一动板(27)、第二动板(28)和顶板(29),所述相邻两层板的接触面设有相适配的导槽和导轨,所述相适配的导槽和导轨之间设有回位弹簧,所述相邻两层导槽或导轨正交排布。

6. 根据权利要求5所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述相邻两层板侧壁分别错位设有凸块或顶块,所述凸块穿设有千分尺(3),千分尺(3)自由端抵靠于与其相邻的顶块。

7. 根据权利要求6所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述第一动板(27)和第二动板(28)螺纹连接有用于固定底板(26)、第一动板(27)、第二动板(28)或顶板(29)之间相对位置的锁紧螺栓。

8. 根据权利要求1所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述顶件(8)为长方体凸台,并经调质处理。

9. 根据权利要求1所述的加工中心三向静刚度测试系统,其特征在于:所述假刀(1)刀头为球状,并经调质处理。

10. 一种加工中心三向静刚度测试系统的测试方法,其特征在于,包括下列步骤:

1) 将压力传感器(2)、顶件(8)和连接件(11)通过螺钉与工作台固定,将假刀(1)安装到机床主轴上,调节主轴位置,按照要测量的静刚度方向,将假刀(1)刀头靠近顶件(8)上凸台的与测量方向垂直的表面,并留有2~4mm空隙,保证空隙小于千分尺(3)行程,固定主轴位置。

2) 根据测量的静刚度方向,调整套管(20)的位置,利用定位螺钉(25)保证其处于水平或竖直位置,预紧锁定螺栓(24),将电涡流位移传感器(4)放入套管(20)中,拧紧锁定螺栓(24),调整传感器调节固定装置,并通过手轮(15)调整丝杆(10)位置,进而调节电涡流位移传感器(4)高度,使得电涡流位移传感器(4)与测点的距离小于其最大测量距离。

3) 将压力传感器(2)和电涡流位移传感器(4)与数据采集系统、计算机(6)通过数据线连接,完成测量准备工作,并记录此时的压力传感器(2)对应方向的读数 F_0 以及电涡流位移传感器(4)的读数 L_0 ,作为初始读数。

4) 调节微调平台各层千分尺(3),同时观察压力传感器(2)采集得到的对应方向的作用力,当达到合适数值时拧紧锁紧螺栓,记录此时对应方向的作用力 F_1 与位移 L_1 ,则机床相应方向的静刚度为式(1):

$$k = \frac{F_1 - F_0}{L_1 - L_0} \quad (1)。$$

一种加工中心三向静刚度测试系统及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种刚度测试系统及测试方法,具体涉及一种静刚度测试系统及测试方法。

背景技术

[0002] 在国防军工和制造业竞争力等方面,机床行业有着关键性作用,因此,我国政府已经将该行业提升到了战略性位置。国家重要的振兴目标之一就是发展大型、精密、高速数控设备和功能部件。因此,对机床的精密性的要求越来越高。加工中心是用于加工大型零件的主要机床之一,在航空、航天等领域具有十分重要的地位。机床的静刚度是评价其性能的主要指标之一,会影响加工部件的几何精度以及表面质量。同时,加工中心作为高速高精度机床,所承载荷有限,载荷过大会损坏内部的精密零部件。

[0003] 目前,国内外有很多关于机床静刚度的测试装置及测试方法,但是已有的测试装置以及测试方法大多都仅针对某个方向的刚度进行测量,更换方向时拆装过程十分繁琐,效率低下。一些不带反馈系统的电控载荷施加装置容易出现作用力施加过大,损坏机床内部的精密零部件。传统的面-面接触式顶杆会引入摩擦力等作用力,同时由于面-面接触不稳定性,最终导致作用力偏离所测方向,产生测量误差。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种加工中心三向静刚度测试系统,该系统能够高效的进行机床三维空间方向的静刚度测试,并保证作用力方向与所测静刚度方向一致,具有较高的精度,还提供了该三向静刚度测试系统的测试方法,方便使用。

[0005] 技术方案:本发明所述的一种加工中心三向静刚度测试系统,包括用于施加载荷的假刀、数据采集处理系统,以及分别与数据采集处理系统连接的三向载荷施加装置和传感器调节固定装置,所述数据采集系统包括连接压力传感器和电涡流位移传感器的数据采集装置以及计算机,所述三向载荷施加装置包括用于三维空间方向调节的微调平台,以及设于微调平台上的顶件,所述传感器调节固定装置包括支架,所述支架连接有丝杆升降机,所述电涡流位移传感器设于丝杆升降机的丝杆上方。

[0006] 优选的,所述三向载荷施加装置向下依次通过压力传感器、连接件连接于工作台,所述压力传感器包括若干子压力传感器。

[0007] 优选的,所述丝杆升降机的丝杆顶端设有转动装置,所述电涡流位移传感器设于转动装置。

[0008] 优选的,所述传感器调节固定装置的支架包括下板和与其连接的侧板,所述侧板顶端连接于丝杆升降机,所述丝杆升降机包括由丝杆和手轮构成的传动组件,所述手轮设于套筒外壁并与穿设于套筒的丝杆传动连接,所述丝杆与套筒接触面设有相适配的第一导槽和第一导轨,所述转动装置包括套管以及与丝杆顶端通过法兰连接的T形基础板,所述套

管径向贯穿有锁定螺栓,所述锁定螺栓一端连接于T形基础板的竖板,所述套管侧壁设有用于夹持的缺口,所述竖板还设有定位螺钉,所述套管以锁定螺栓为轴相对于竖板转动,其外壁位于水位或竖直位置时抵靠于定位螺钉。

[0009] 优选的,所述微调平台包括从下到上依次设置的底板、第一动板、第二动板和顶板,所述相邻两层板的接触面设有相适配的导槽和导轨,所述相适配的导槽和导轨之间设有回位弹簧,所述相邻两层导槽或导轨正交排布。

[0010] 优选的,所述相邻两层板侧壁分别错位设有凸块或顶块,所述凸块穿设有千分尺,千分尺自由端抵靠于与其相邻的顶块。

[0011] 优选的,所述第一动板和第二动板螺纹连接有用于固定底板、第一动板、第二动板或顶板之间相对位置的锁紧螺栓。

[0012] 优选的,所述顶件为长方体凸台,并经调质处理。

[0013] 优选的,所述假刀刀头为球状,并经调质处理。

[0014] 一种加工中心三向静刚度测试系统的测试方法,包括下列步骤:

[0015] 1) 将压力传感器、顶件和连接件通过螺钉与工作台固定,将假刀安装到机床主轴上,调节主轴位置,按照要测量的静刚度方向,将假刀刀头靠近顶件上凸台的与测量方向垂直的表面,并留有2~4mm空隙,保证空隙小于千分尺行程,固定主轴位置。

[0016] 2) 根据测量的静刚度方向,调整套管的位置,利用定位螺钉保证其处于水平或竖直位置,预紧锁定螺栓,将电涡流位移传感器放入套管中,拧紧锁定螺栓,调整传感器调节固定装置,并通过手轮调整丝杆位置,进而调节电涡流位移传感器高度,使得电涡流位移传感器与测点的距离小于其最大测量距离。

[0017] 3) 将压力传感器和电涡流位移传感器与数据采集系统、计算机通过数据线连接,完成测量准备工作,并记录此时的压力传感器对应方向的读数 F_0 以及电涡流位移传感器的读数 L_0 ,作为初始读数。

[0018] 4) 调节微调平台各层千分尺,同时观察压力传感器采集得到的对应方向的作用力,当达到合适数值时拧紧锁紧螺栓,记录此时对应方向的作用力 F_1 与位移 L_1 ,则机床相应方向的静刚度为式(1):

$$[0019] \quad k = \frac{F_1 - F_0}{L_1 - L_0} \quad (1)$$

[0020] 有益效果:本发明的加工中心三向静刚度测试系统和该系统的测试方法:

[0021] 1、本发明的静刚度测试系统采用专用压力传感器,能够同时测量三维空间XYZ方向的压力和扭矩,因此本测试装置能够快速高效的测量机床XYZ三个方向的静刚度,避免传统测试装置测量不同方向需要重复拆装的繁琐步骤。

[0022] 2、本发明采用顶件凸台作用面和假刀刀头球面的点接触实现载荷传递,保证作用力方向垂直于顶件凸台的作用面,在保证顶件加工精度的前提下,即可实现作用力方向与所测静刚度方向一致。

[0023] 3、本发明采用专用传感器调节固定装置,用于装夹电涡流位移传感器,不仅采用丝杆升降机,能够实现竖直方向的调节,而且设有定位螺钉,能够方便调节并保证电涡流位移传感器处于水平或者竖直位置,进而保证的测量数据的准确性。

附图说明

- [0024] 图1为本发明的测试系统结构示意图；
[0025] 图2为本发明中微调平台的前视立体图；
[0026] 图3为本发明中微调平台的后视立体图；
[0027] 图4为本发明中传感器调节固定装置的立体图；
[0028] 图5为本发明中T形基础板的立体图；
[0029] 图6为本发明中套管的立体图；
[0030] 图7为本发明中假刀的立体图。

具体实施方式

[0031] 下面对本发明技术方案进行详细说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施例。

[0032] 如图1至7所示,本发明的一种加工中心三向静刚度测试系统,包括用于施加载荷的假刀1、数据采集处理系统,以及分别与数据采集处理系统连接的三向载荷施加装置和传感器调节固定装置,数据采集系统包括连接压力传感器2和电涡流位移传感器4的数据采集装置5以及计算机6,三向载荷施加装置包括用于三维空间方向调节的微调平台7,以及设于微调平台7上的顶件8,传感器调节固定装置包括支架,支架连接有丝杆升降机,电涡流位移传感器4设于丝杆升降机的丝杆10上方,三向载荷施加装置向下依次通过压力传感器2、连接件11连接于工作台12,压力传感器2包括若干子压力传感器,假刀1刀头为球状,并经调质处理,配合相应分析软件DynoWare能够同时测量XYZ三个方向的作用力及扭矩,测量过程中,每次施加载荷时都能够读取六个读数,分别为XYZ三个方向的作用力及扭矩,其中,由于本测试方案的工作原理,扭矩必然存在,但时因为顶件8和假刀1之间是点接触,所以扭矩的效果不会传递到假刀1上,不会对测量结果产生影响;而三个方向的作用力读数,除测量方向读数发生明显变化外,其他两个方向应该几乎不发生变化,如果发生变化,说明作用力方向与测量方向不一致,则会影响测量结果,因此,本发明中的压力传感器2,不仅可以高效测量三个方向的静刚度,而且能够检验测试过程的正确性,丝杆升降机的丝杆10顶端设有转动装置,电涡流位移传感器4设于转动装置,传感器调节固定装置的支架包括下板9和与其连接的侧板13,下板9底部设有沉孔,通过螺钉与侧板13连接,侧板13顶端连接于丝杆升降机,丝杆升降机包括由丝杆10和手轮15构成的传动组件,手轮15设于套筒16外壁并传动连接于穿设套筒16的丝杆10,丝杆10与套筒16分别设有相适配的第一导槽17和第一导轨18,从而可以防止转动手轮15的时候丝杆10也发生转动,仅产生轴向移动,保证丝杆升降机的正常工作,转动装置包括套管20以及与丝杆10顶端通过法兰21连接的T形基础板22,套管20径向贯穿有锁定螺栓24,锁定螺栓24一端连接于T形基础板22的竖板,使得套管20绕锁定螺栓24相对于竖板转动连接,套管20侧壁设有用于夹持的缺口23,能够实现在拧紧锁定螺栓24的同时缩小套管20,从而固定电涡流位移传感器4,竖板还设有定位螺钉25,套管20以锁定螺栓24为轴相对于竖板转动时,其外壁位于水位或竖直位置时抵靠于定位螺钉25,定位螺钉25为内六角螺钉,螺头为圆柱形,起到定位作用,微调平台7包括从下到上依次设置的底板26、第一动板27、第二动板28和顶板29,相邻两层板的接触面设有相适配的导槽和导

轨,底板26设有两个平行的第二导轨30,第一动板27设有两个适配于第二导轨30的第二导槽31,第一动板27另一面设有两个平行的第三导槽32,第二动板28设有两个适配于第三导槽32的第三导轨33,第二动板28另一面设有两个平行的第四导槽19,顶板29设有两个适配于第四导槽19的第四导轨14,相适配的导槽和导轨之间设有回位弹簧,保证沿导轨方向在不受外力时保持初始状态,相邻两层导槽或导轨正交排布,相邻两层板侧壁分别错位设有凸块或顶块,凸块穿设有千分尺3,千分尺3自由端抵靠于与其相邻的顶块,第一动板27和第二动板28螺纹连接有用于固定底板26、第一动板27、第二动板28或顶板29之间相对位置的锁紧螺栓,每个锁紧螺栓的内表面与其接触的各层板侧面接触,底板26与第一动板27之间通过第一锁紧螺栓34锁定,第一动板27、第二动板28之间通过第二锁紧螺栓35锁定,第二动板28、顶板29之间通过第三锁紧螺栓36锁定,在工作的过程中,首先调节相应方向的千分尺3,由于千分尺3导程较小,因此可以避免因调节过度损坏机床零部件的情况,当压力读数达到合适数值时,拧紧锁紧螺栓将微调平台7锁死,达到稳定状态读取相应读数,顶件8为长方体凸台,并经调质处理,保证具有较高硬度,长方体凸台五个表面与底面之间具有较高的垂直度或平行度要求,从而保证作用力方向与微调平台7的移动方向一致。

[0033] 一种加工中心三向静刚度测试系统的测试方法,包括下列步骤:

[0034] 1) 将压力传感器2、顶件8和连接件11通过螺钉与工作台固定,将假刀1安装到机床主轴上,调节主轴位置,按照要测量的静刚度方向,将假刀1刀头靠近顶件8上凸台的与测量方向垂直的表面,并留有2~4mm空隙,保证空隙小于千分尺3行程,固定主轴位置。

[0035] 2) 根据测量的静刚度方向,调整套管20的位置,利用定位螺钉25保证其处于水平或竖直位置,预紧锁定螺栓24,将电涡流位移传感器4放入套管20中,拧紧锁定螺栓24,调整传感器调节固定装置,并通过手轮15调整丝杆10位置,进而调节电涡流位移传感器4高度,使得电涡流位移传感器4与测点的距离小于其最大测量距离。

[0036] 3) 将压力传感器2和电涡流位移传感器4与数据采集系统、计算机6通过数据线连接,完成测量准备工作,并记录此时的压力传感器2对应方向的读数 F_0 以及电涡流位移传感器4的读数 L_0 ,作为初始读数。

[0037] 4) 调节微调平台各层千分尺3,同时观察压力传感器2采集得到的对应方向的作用力,当达到合适数值时拧紧锁紧螺栓,记录此时对应方向的作用力 F_1 与位移 L_1 ,则机床相应方向的静刚度为式(1):

$$[0038] \quad k = \frac{F_1 - F_0}{L_1 - L_0} \quad (1)$$

[0039] 采用专用压力传感器2,能够同时测量三维空间XYZ方向的压力和扭矩,因此本测试装置能够快速高效的测量机床XYZ三个方向的静刚度,避免传统测试装置测量不同方向需要重复拆装的繁琐步骤,采用顶件凸台作用面和假刀1刀头球面的点接触实现载荷传递,保证作用力方向垂直于顶件凸台的作用面,在保证顶件8加工精度的前提下,即可实现作用力方向与所测静刚度方向一致,采用丝杆升降机,能够实现竖直方向的调节,而且设有定位螺钉25,能够方便调节并保证电涡流位移传感器4处于水平或者竖直位置,进而保证的测量数据的准确性。

[0040] 如上所述,尽管参照特定的优选实施例已经表示和表述了本发明,但其不得解释为对本发明自身的限制。在不脱离所附权利要求定义的本发明的精神和范围前提下,可对

其在形式上和细节上作出各种变化。

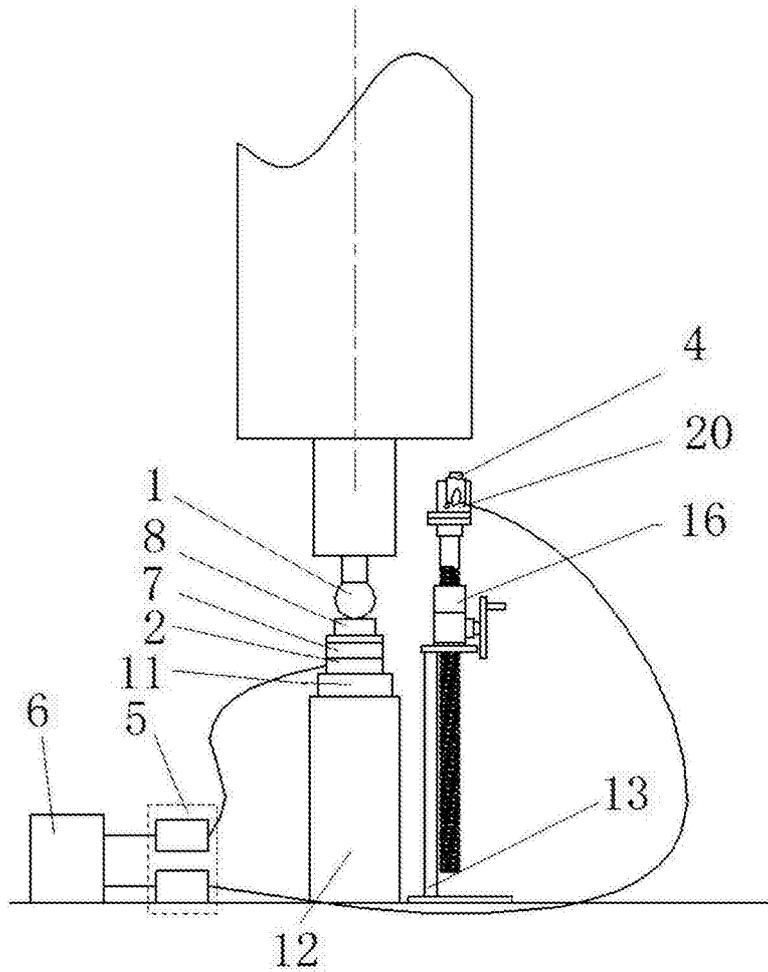


图1

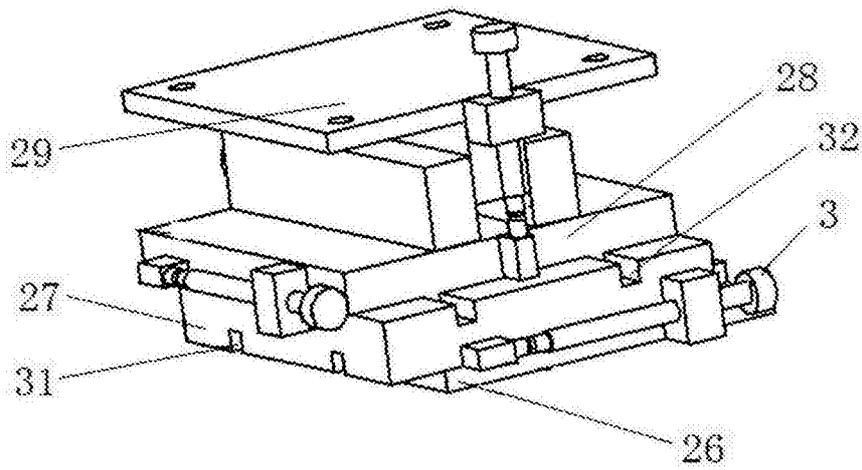


图2

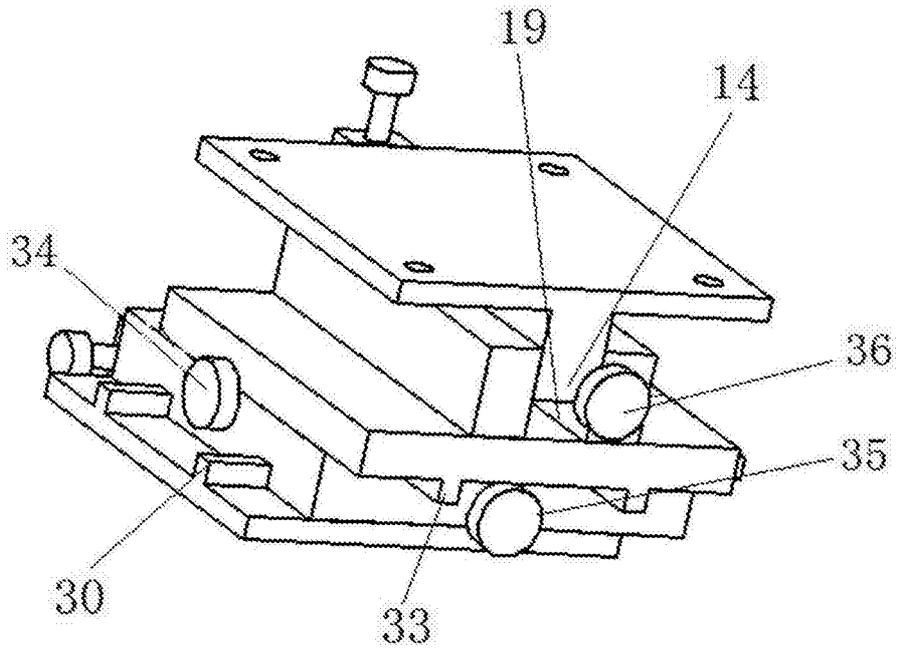


图3

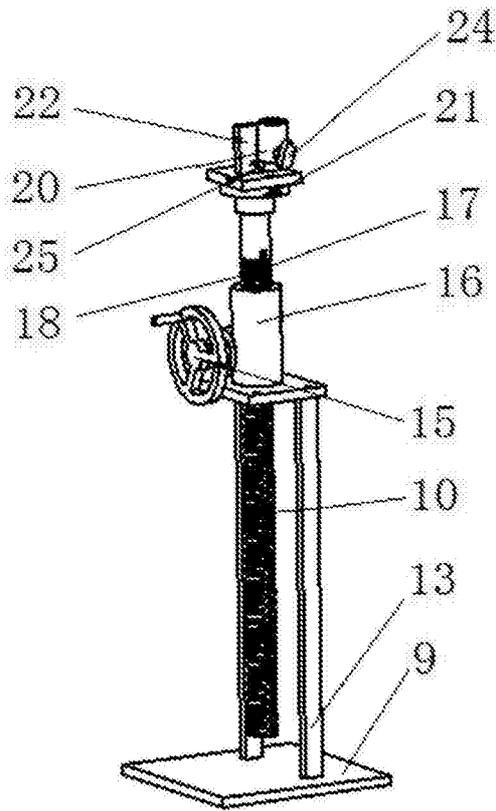


图4

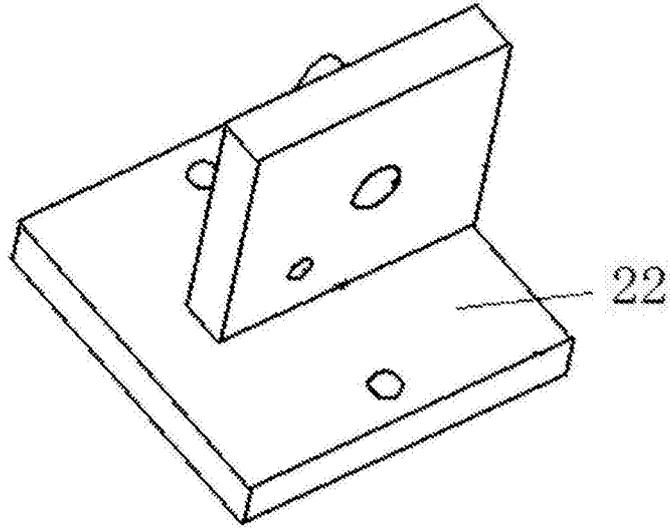


图5

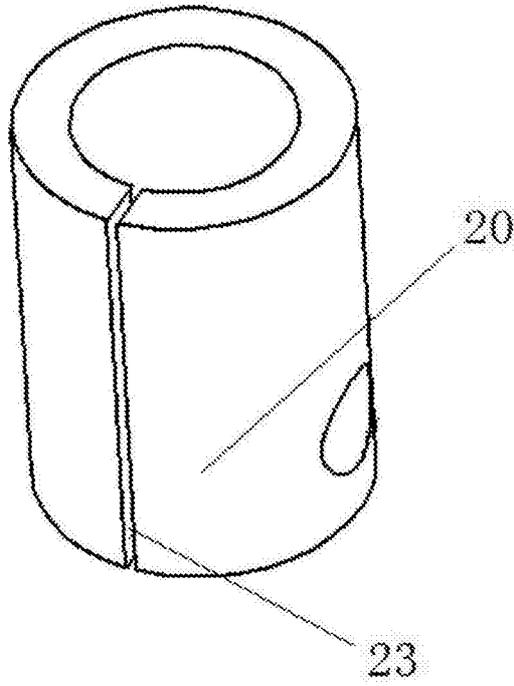


图6

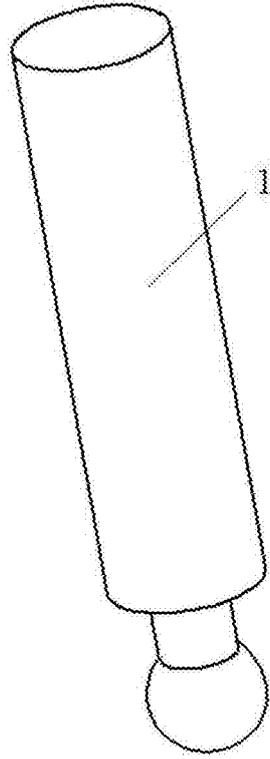


图7