



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102528660 A

(43) 申请公布日 2012.07.04

(21) 申请号 201210066858.9

(22) 申请日 2012.03.14

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150000 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 李增强 宗文俊 孙涛 赵学森

(51) Int. Cl.

B24B 47/20(2006.01)

B24B 3/00(2006.01)

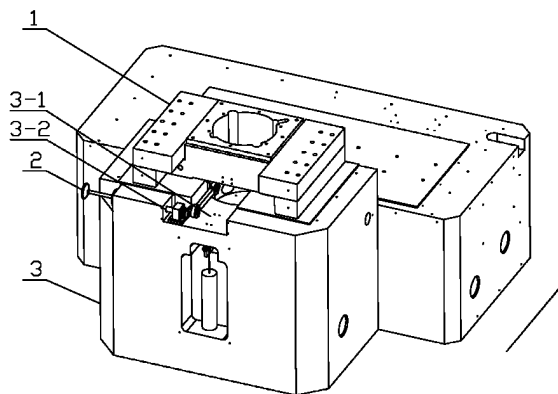
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置

(57) 摘要

一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置。属于超精密加工技术领域。截至目前为止,没有能够实现金刚石刀具的高精度研磨和快速在位测量的慢进快退的装置。空气静压导轨部件和慢进快退部件置于机床基座上,机床基座的长孔与长槽相通,伸出杆穿入在长孔内,伸出杆通过轴承支撑座支撑,轴承支撑座与长槽固连,扇形挡块和短连杆的一端均都镶套在伸出杆上,限位块固定安装在轴承支撑座上,限位块设有斜面,扇形挡块和限位块沿伸出杆径向相对设置,长连杆设置在长槽内,短连杆的另与长连杆及长连杆与导轨连接件之间形成转动副,导轨连接件与空气静压导轨部件的溜板固连,伸出杆与操作手轮固连。本发明用于金刚石刀具高精度研磨及慢进快退。



1. 一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在于:所述的装置包括空气静压导轨部件(1)、慢进快退部件(2)和机床基座(3),

慢进快退部件(2)包括操作手轮(2-1)、伸出杆(2-2)、内置成对角接触轴承的轴承支撑座(2-3)、限位块(2-4)、扇形挡块(2-5)、短连杆(2-6)、导轨连接件(2-7)、第一轴承(2-9)、长连杆(2-10)、第二轴承(2-11);空气静压导轨部件(1)和慢进快退部件(2)均都置于机床基座(3)的上表面,机床基座(3)的上表面的中部沿其宽度方向设有贯通的长槽(3-1),机床基座(3)的左侧面上靠近该左侧面的前端处沿机床基座(3)的长度方向设有长孔(3-2),机床基座(3)的长孔(3-2)与长槽(3-1)相通,伸出杆(2-2)穿入在机床基座(3)的长孔内,伸出杆(2-2)的两端伸出机床基座(3)的外部,伸出杆(2-2)靠近其一端通过内置成对角接触轴承的轴承支撑座(2-3)支撑,内置成对角接触轴承的轴承支撑座(2-3)与长槽(3-1)的槽底面的前端固连,扇形挡块(2-5)和短连杆(2-6)的一端均都镶套在伸出杆(2-2)的所述的一端上,限位块(2-4)固定安装在轴承支撑座(2-3)的右侧面上,限位块(2-4)的下表面设有一作为限位面的斜面(2-13),斜面(2-13)的后端高于前端,斜面(2-13)与水平面之间的夹角为限位角 β ,限位角 $\beta=20^\circ$,扇形挡块(2-5)的扇形角 α 为 145° ,扇形挡块(2-5)和限位块(2-4)沿伸出杆(2-2)的径向相对设置,长连杆(2-10)设置在长槽(3-1)内,短连杆(2-6)的另一端与长连杆(2-10)的一端之间通过第二轴承(2-11)形成转动副,长连杆(2-10)的另一端与导轨连接件(2-7)之间通过第一轴承(2-9)形成转动副,导轨连接件(2-7)与空气静压导轨部件(1)的溜板(1-5)的下表面固连;快退操作时,顺时针转动操作手轮(2-1),当溜板(1-5)位于最后端位置时,扇形挡块(2-5)的扇形角 β 位于伸出杆(2-2)中心线的上方,扇形挡块(2-5)的扇形角 β 的一个侧边与限位块(2-4)的上表面相邻并呈水平设置;继续顺时针转动操作手轮(2-1),当扇形挡块(2-5)的扇形角 β 的另一个侧边与限位块(2-4)的斜面相贴靠在一起时,扇形挡块(2-5)处于锁紧状态;慢进操作时,逆时针转动操作手轮(2-1),当溜板(1-5)位于最前端位置时,扇形挡块(2-5)的扇形角 β 位于伸出杆(2-2)中心线的下方,扇形挡块(2-5)的扇形角 β 的一个侧边与限位块(2-4)的上表面呈 180° 设置,扇形挡块(2-5)的扇形角 β 的另一个侧边与限位块(2-4)的斜面(2-13)相邻设置;伸出杆(2-2)的另一端与操作手轮(2-1)固连,由空气静压导轨部件(1)和慢进快退部件(2)组成对心曲柄滑块机构。

2. 如权利要求1所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在于:所述的空气静压导轨部件(1)包括溜板(1-5)、四个止推板及多个小孔节流器(1-4),四个止推板分别是左侧止推板(1-1)、右侧止推板(1-7)、左上止推板(1-3)及右上止推板(1-6),溜板(1-5)位于机床基座(3)的上表面的中部,溜板(1-5)的左侧一体制成有左凸台(1-9),溜板(1-5)的右侧一体制成有右凸台(1-10),左侧止推板(1-1)位于左凸台(1-9)的左侧,右侧止推板(1-7)位于右凸台(1-10)的右侧,左上止推板(1-3)放置在左侧止推板(1-1)和左凸台(1-9)上,右上止推板(1-6)放置在右侧止推板(1-7)和右凸台(1-10)上,溜板(1-5)的六个止推面上均都设有多个节流孔,每个止推面上的多个节流孔平行设置,每个节流孔内镶嵌一个小孔节流器(1-4),溜板(1-5)的六个止推面中,位于溜板(1-5)左侧的三个止推面上的多个小孔节流器(1-4)连通设置,位于溜板(1-5)右侧的三个止推面上的多个小孔节流器(1-4)连通设置,左上止推板(1-3)与左侧止推板(1-1)紧固相连,右侧止推板(1-7)与机床基座(3)紧固相连。

3. 如权利要求 2 所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在在于:平行设置的相邻两个小孔节流器(1-4)的中心距为 50mm,小孔节流孔器(1-4)的内孔直径为 0.15mm。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在在于:溜板(1-5)及四个止推板均都由花岗岩制成。

5. 如权利要求 1 所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在在于:所述的空气静压导轨部件(1)的行程为 100mm。

6. 如权利要求 1 或 5 所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,其特征在在于:扇形挡块(2-5)和短连杆(2-6)的一端均都各通过一个平键镶套在伸出杆(2-2)的所述的一端上。

一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置

技术领域

[0001] 本发明属于超精密加工技术领域,涉及的是一种金刚石刀具慢进快退装置。

背景技术

[0002] 超精密切削加工技术是 20 世纪 60 年代专门针对现代化高技术需要而发展起来的先进制造技术,是一种向传统加工方法不易突破的高精度极限挑战的机械加工新工艺。超精密切削加工技术集成了电子、传感、光学、控制和测量等领域的前沿技术,是高科技领域的基础技术。随着超精密加工技术的应用与推广,在几十年的时间里,机械加工精度被提高了 1~3 个数量级,并正向更高精度的纳米级精度发展。日本、美国、英国、德国和俄罗斯等工业发达国家都将超精密加工和纳米加工技术列入了 21 世纪优先发展的工业计划,使之不仅成为学术研究的热点,而且成为代表一个国家制造业水平的标志和新的经济增长点。

[0003] 超精密加工的技术指标主要有表面加工质量和形状精度,如 X 射线望远镜中的掠射镜面铝基衬底要求达到 0.2 μm 的轴向形状精度,2 μm /1.5m 的径向圆弧精度,5nm 的 RMS 表面粗糙度;同步辐射 X 线光刻技术中的高导无氧铜椭圆柱面,在几百 mm 轴向长度范围内,需达到 0.13 μm 的形状精度和 0.043 μm 的表面 RMS;又如计算机硬盘存储器铝盘片,其表面超精密切削加工的质量决定了存储容量和磁头读盘速率;CCD、数码相机、激光打印机和复印机等装有光学系统的仪器设备,其曲面和平面透镜、反射镜及其他光学零件表面的加工精度会影响光线透射率和成像误差。激光核聚变装置中的各类反射镜、透射镜以及聚焦透镜等光学零件表面的超精密切削加工精度直接影响到各路高能激光的散射和透射程度,尤其是 KDP 晶体倍频转换器等零件,面形精度小于 $\lambda/6$ 、表面粗糙度 RMS 小于 5nm 时,透射率才能达到使用要求。

[0004] 对于超精密切削加工来说,要获得零件形状尺寸的高精度和加工表面的超光滑,除了必须拥有超精密的机床、高精度和高分辨率的检测仪器和超稳定的加工环境条件以外,还必须具备进行切削加工的高精度金刚石刀具。金刚石刀具的高精度不仅体现在具有纳米级的刃口钝圆半径,更要求刀刃平直,无明显微豁。要满足该要求,金刚石刀具刀刃在研磨过程中不能承受大的冲击载荷,刀具在逼近研磨盘面时应尽可能低速,而在撤离研磨盘面时尽可能高速,即慢进快退操作。目前这一操作过程没有合适的装置来实现,还是由操作人员手动完成,其效果的优劣全凭操作人员的经验。为了监控刀具的刃磨过程,需要多次将刀具从研磨工位快速退回到检测工位,完成检测工作后再缓慢进给到研磨工位,缺少相应的装置,很容易误操作。综上所述,亟需研制一种新型装置来精确便捷地完成该慢进快退操作。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决截至目前为止,没有能够实现金刚石刀具的高精度研磨和快速在位测量中的慢进快退功能的装置的问题,提供一种高精度且操作简便的基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置。

[0006] 实现上述目的的技术方案是：

一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置，所述的装置包括空气静压导轨部件、慢进快退部件和机床基座，

慢进快退部件包括操作手轮、伸出杆、内置成对角接触轴承的轴承支撑座、限位块、扇形挡块、短连杆、导轨连接件、第一轴承、长连杆、第二轴承；空气静压导轨部件和慢进快退部件均都置于机床基座的上表面，机床基座的上表面的中部沿其宽度方向设有贯通的长槽，机床基座的左侧面上靠近该左侧面的前端处沿机床基座的长度方向设有长孔，机床基座的长孔与长槽相通，伸出杆穿入在机床基座的长孔内，伸出杆的两端伸出机床基座的外部，伸出杆靠近其一端通过内置成对角接触轴承的轴承支撑座支撑，内置成对角接触轴承的轴承支撑座与长槽的槽底面的前端固连，扇形挡块和短连杆的一端均都镶套在伸出杆的所述的一端上，限位块固定安装在轴承支撑座的右侧面上，限位块的下表面设有一作为限位面的斜面，斜面的后端高于前端，斜面与水平面之间的夹角为限位角 β ，限位角 $\beta = 20^\circ$ ，扇形挡块的扇形角 α 为 145° ，扇形挡块和限位块沿伸出杆的径向相对设置，长连杆设置在长槽内，短连杆的另一端与长连杆的一端之间通过第二轴承形成转动副，长连杆的另一端与导轨连接件之间通过第一轴承形成转动副，导轨连接件与空气静压导轨部件的溜板的下表面固连；快退操作时，顺时针转动操作手轮，当溜板位于最后端位置时，扇形挡块的扇形角 β 位于伸出杆中心线的上方，扇形挡块的扇形角 β 的一个侧边与限位块的上表面相邻并呈水平设置；继续顺时针转动操作手轮，当扇形挡块的扇形角 β 的另一个侧边与限位块的斜面相贴靠在一起时，扇形挡块处于锁紧状态；慢进操作时，逆时针转动操作手轮，当溜板位于最前端位置时，扇形挡块的扇形角 β 位于伸出杆中心线的下方，扇形挡块的扇形角 β 的一个侧边与限位块的上表面呈 180° 设置，扇形挡块的扇形角 β 的另一个侧边与限位块的斜面相邻设置；伸出杆的另一端与操作手轮固连，由空气静压导轨部件和慢进快退部件组成对心曲柄滑块机构。

[0007] 本发明的优点是：本发明通过空气静压导轨部件和慢进快退部件，有效的解决了金刚石刀具高精度研磨过程中退刀完全依靠技术工人个人经验的问题，可以快捷精确地实现金刚石刀具的慢进快退操作。本发明中空气静压导轨部件的直线度误差小于 $0.1\mu\text{m}/100\text{mm}$ ，在垂直于导轨方向上的位置误差小于 $0.1\mu\text{m}$ （即溜板移动时，可保证在垂直于空气静压导轨部件方向上的位置误差小于 $0.1\mu\text{m}$ ），可实现高精度的重复定位，且摩擦系数小于 0.01 ，几乎没有摩擦力，溜板运动平稳，无爬行现象。慢进快退部件中的核心部件扇形挡块连杆，可简便精确的实现慢进快退操作，并可实现自锁，避免误操作。高的重复定位精度允许金刚石刀具多次从研磨工位移动到检测工位，进行便捷快速地在位测量，从而实时监测金刚石刀具的刃磨过程。

附图说明

[0008] 图 1 为本发明的总体结构的立体图，图 1 中的箭头所指的方向为机床基座由前至后的方向；

图 2 为空气静压导轨部件与机床基座装配的主剖视图；

图 3 为慢进快退部件的主视结构图；

图 4 为图 3 的俯视结构图；

图 5 是慢进快退部件的的立体图；

图 6a 为空气静压导轨部件在最后端位置工作状态图；

图 6b 为空气静压导轨部件在最前端位置工作状态图；

图 6c 为自锁位置工作状态图，图中 F_p 为平行于短连杆方向的分力； θ 为长连杆和水平线所形成的夹角；

图 7 为限位块的主视图；

图 8 是图 7 的俯视图；

图 9 为扇形挡块的主视图。

[0009] 图中，空气静压导轨部件 1、慢进快退部件 2、机床基座 3、左侧止推板 1-1、第一圆柱头内六角螺钉 1-2、左上止推板 1-3、小孔节流器 1-4、溜板 1-5、右上止推板 1-6、右侧止推板 1-7、第二圆柱头内六角螺钉 1-8、左凸台 1-9、右凸台 1-10、机床基座 3、操作手轮 2-1、伸出杆 2-2、内置成对角接触轴承的轴承支撑座 2-3、限位块 2-4、扇形挡块 2-5、短连杆 2-6、导轨连接件 2-7、第一轴承 2-9、长连杆 2-10、第二轴承 2-11、斜面 2-13、长槽 3-1、长孔 3-2、扇形角 α 、限位角 β 。

具体实施方式

[0010] 具体实施方式一：如图 1-图 9，一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置，所述的装置包括空气静压导轨部件 1、慢进快退部件 2 和机床基座 3，

慢进快退部件 2 包括操作手轮 2-1、伸出杆 2-2、内置成对角接触轴承的轴承支撑座 2-3、限位块 2-4、扇形挡块 2-5、短连杆 2-6、导轨连接件 2-7、第一轴承 2-9、长连杆 2-10、第二轴承 2-11；空气静压导轨部件 1 和慢进快退部件 2 均都置于机床基座 3 的上表面，机床基座 3 的上表面的中部沿其宽度方向设有贯通的长槽 3-1，机床基座 3 的左侧面上靠近该左侧面的前端处沿机床基座 3 的长度方向设有长孔 3-2，机床基座 3 的长孔 3-2 与长槽 3-1 相通，伸出杆 2-2 穿入在机床基座 3 的长孔内，伸出杆 2-2 的两端伸出机床基座 3 的外部，伸出杆 2-2 靠近其一端通过内置成对角接触轴承的轴承支撑座 2-3 支撑，内置成对角接触轴承的轴承支撑座 2-3 与长槽 3-1 的槽底面的前端固连，扇形挡块 2-5 和短连杆 2-6 的一端均都镶套在伸出杆 2-2 的所述的一端上，限位块 2-4 固定安装在轴承支撑座 2-3 的右侧面上，限位块 2-4 的下表面设有一作为限位面的斜面 2-13，斜面 2-13 的后端高于前端，斜面 2-13 与水平面之间的夹角为限位角 β ，限位角 $\beta = 20^\circ$ ，扇形挡块 2-5 的扇形角 α 为 145° ，扇形挡块 2-5 和限位块 2-4 沿伸出杆 2-2 的径向相对设置，配对前剩余角度为 15° ，长连杆 2-10 设置在长槽 3-1 内，短连杆 2-6 的另一端与长连杆 2-10 的一端之间通过第二轴承 2-11 形成转动副，长连杆 2-10 的另一端与导轨连接件 2-7 之间通过第一轴承 2-9 形成转动副，导轨连接件 2-7 与空气静压导轨部件 1 的溜板 1-5 的下表面固连；快退操作时，顺时针（快速）转动操作手轮 2-1，当溜板 1-5 位于最后端位置时，扇形挡块 2-5 的扇形角 β 位于伸出杆 2-2 中心线的上方，扇形挡块 2-5 的扇形角 β 的一个侧边与限位块 2-4 的上表面相邻并呈水平设置；继续顺时针转动操作手轮 2-1，当扇形挡块 2-5 的扇形角 β 的另一个侧边与限位块 2-4 的斜面相贴靠在一起时，扇形挡块 2-5 处于锁紧状态；慢进操作时，逆时针（缓慢）转动操作手轮 2-1，当溜板 1-5 位于最前端位置时，扇形挡块 2-5 的扇形角 β 位于伸出杆 2-2 中心线的下方，扇形挡块 2-5 的扇形角 β 的一个侧边与限位块 2-4 的上表

面呈 180° 设置,扇形挡块 2-5 的扇形角 β 的另一个侧边与限位块 2-4 的斜面 2-13 相邻设置,溜板 1-5 的最大行程由短连杆 2-6 的长度决定,当短连杆 2-6 所述的另一端朝向机床基座 3 的后端且呈水平姿态时,溜板 1-5 到达其最后端位置;当短连杆 2-6 所述的另一端朝向机床基座 3 的前端且呈水平姿态时,溜板 1-5 到达其最前端位置,伸出杆 2-2 的另一端与操作手轮 2-1 通过紧定螺钉固连,由空气静压导轨部件 1 和慢进快退部件 2 组成对心曲柄滑块机构(短连杆 2-6 相当于曲柄,空气静压导轨部件 1 中的溜板 1-5 相当于滑块,它们均通过转动副与长连杆 2-10 相连,空气静压导轨部件 1 提供高精度的直线往复运动)。

[0011] 空气静压导轨部件 1 的行程为 100mm。

[0012] 使用时,将 5 个大气压的高压气体通过小孔节流器 1-4 进入溜板 1-5 和止推板之间形成高压润滑气膜,然后连续地流入溜板 1-5 的下表面产生浮力,由机床基座 3、左侧止推板 1-1、左上止推板 1-3、右上止推板 1-6 和右侧止推板 1-7 形成封闭的膜腔,溜板 1-5 在此封闭膜腔内做往复运动。

[0013] 具体实施方式二:如图 1、图 3 及图 6a-图 6c,具体实施方式一所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,所述的空气静压导轨部件 1 包括溜板 1-5、四个止推板及多个小孔节流器 1-4,四个止推板分别是左侧止推板 1-1、右侧止推板 1-7、左上止推板 1-3 及右上止推板 1-6,溜板 1-5 位于机床基座 3 的上表面的中部,溜板 1-5 的左侧一体制成有左凸台 1-9,溜板 1-5 的右侧一体制成有右凸台 1-10,左侧止推板 1-1 位于左凸台 1-9 的左侧,右侧止推板 1-7 位于右凸台 1-10 的右侧,左上止推板 1-3 放置在左侧止推板 1-1 和左凸台 1-9 上,右上止推板 1-6 放置在右侧止推板 1-7 和右凸台 1-10 上,溜板 1-5 的六个止推面上均都设有多个节流孔,即在左凸台 1-9 的上表面竖直向下、右凸台 1-10 的上表面竖直向下、左凸台 1-9 的左侧面水平向右,右凸台 1-10 的右侧面水平向左、左凸台 1-9 的下表面竖直向上以及右凸台 1-10 的下表面竖直向上各分别设有多个节流孔,每个止推面上的多个节流孔平行设置,每个节流孔内镶嵌一个小孔节流器 1-4,溜板 1-5 的六个止推面中,位于溜板 1-5 左侧的三个止推面上的多个小孔节流器 1-4 连通设置,位于溜板 1-5 右侧的三个止推面上的多个小孔节流器 1-4 连通设置,左上止推板 1-3 与左侧止推板 1-1 通过多个第一圆柱头内六角螺钉 1-2 紧固相连,右侧止推板 1-7 与机床基座 3 通过多个第二圆柱头内六角螺钉 1-8 紧固相连。

[0014] 平行设置的相邻两个小孔节流器 1-4 的中心距为 50mm,小孔节流器 1-4 的内孔直径为 0.15mm。结构简单,使用安全可靠。

[0015] 溜板 1-5 及四个止推板均都由花岗岩制成。因为花岗岩具有稳定性好,对温度不敏感,加工简便,吸振性好等一系列的优点。

[0016] 具体实施方式二:如图 4、图 5、图 6a 及图 6b,具体实施方式一或二所述的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,扇形挡块 2-5 和短连杆 2-6 的一端均都各通过一个平键镶套在伸出杆 2-2 的所述的一端上。结构简单,安装方便。

[0017] 本发明的一种基于空气静压导轨部件的金刚石刀具慢进快退装置,快退操作时,顺时针快速转动操作手轮 2-1,带动由轴承支承座 2-3 支承的伸出杆 2-2 快速顺时针转动,从而带动扇形挡块 2-5 和短连杆 2-6 顺时针转动,进而通过长连杆 2-10 带动溜板 1-5 向后快退。当操作手轮 2-1 转动 180° 时,溜板 1-5 到达最后端位置,见图 6a;继续顺时针转动操作手轮 2-1,直到扇形挡块 2-5 被限位块 2-4 挡住,由于导轨所受拉力 F 有垂直于短

连杆 2-6 向下的分力 F_V , 其计算公式如公式一所示;

$$F_V = F \times L_2 \times \sin 15^\circ / L_1$$

其中, F —空气静压导轨部件 1 所受的拉力; F_V —垂直于短连杆 2-6 方向的分力; L_1 —长连杆 2-10 的长度; L_2 —短连杆 2-6 的长度;

从公式一可以看出, 分力 F_V 远大于零, 在没有其它外力的作用下该装置实现了自锁, 见图 6c。对曲柄施加相反方向的力, 逆时针转动操作手轮 2-1, 带动短连杆 2-6 通过最前 endpoint, 即可解除该自锁状态。慢进操作时, 逆时针缓慢转动操作手轮 2-1, 带动由轴承支承座 2-3 支承的伸出杆 2-2 缓慢逆时针转动, 并以此带动扇形挡块 2-5 和短连杆 2-6 逆时针缓慢转动, 进而通过长连杆 2-10 带动溜板 1-5 向前低速进给, 见图 6b。整个装置快退到自锁位置前, 可通过检测装置对金刚石刀具的刃磨质量进行检测或者进行金刚石刀具的更换。

[0018] 慢进快退部件可实现缓慢进给和快速退回操作, 并当快速退回时可实现自锁, 且不影响研磨机恒压力系统的工作。

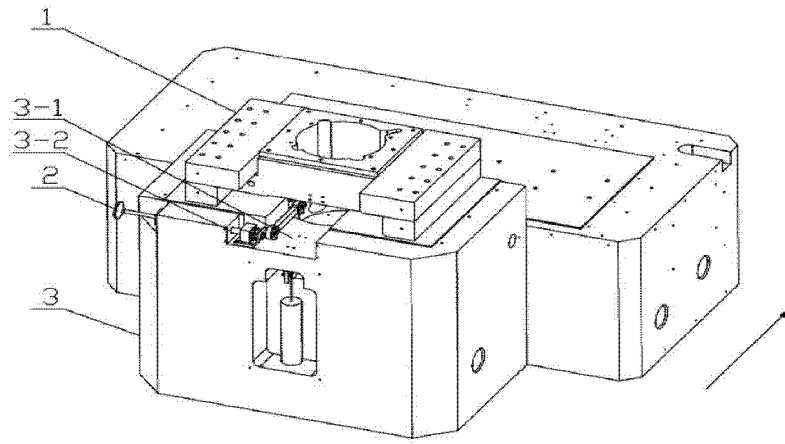


图 1

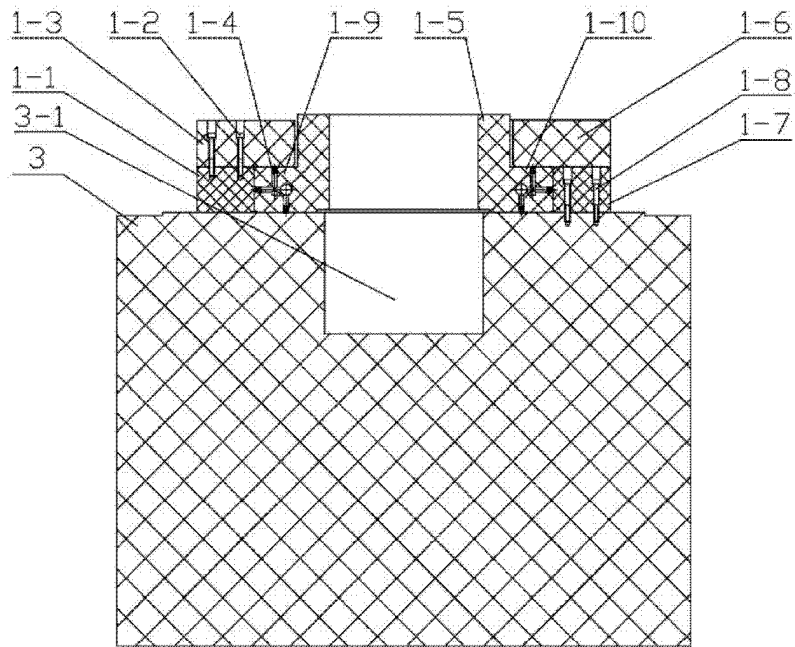


图 2

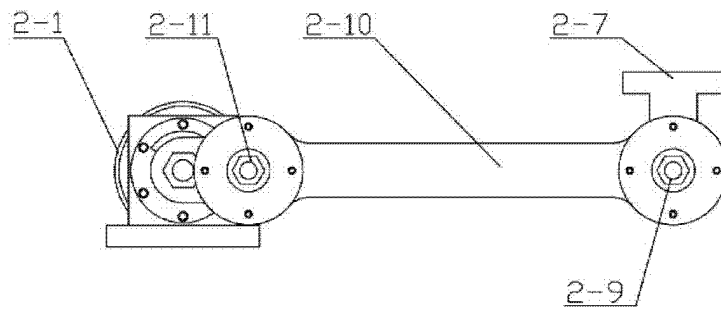


图 3

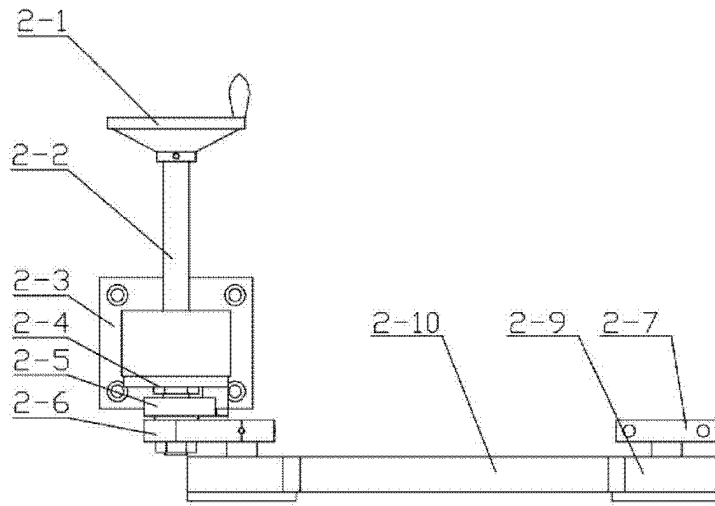


图 4

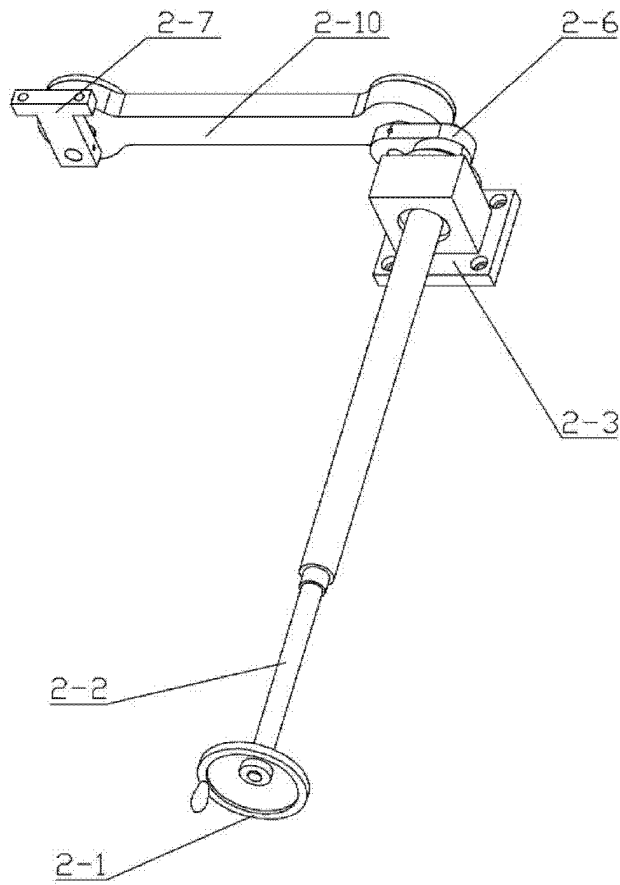


图 5

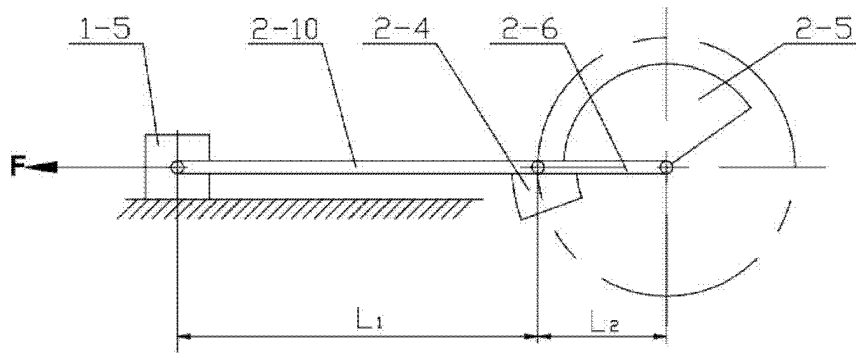


图 6a

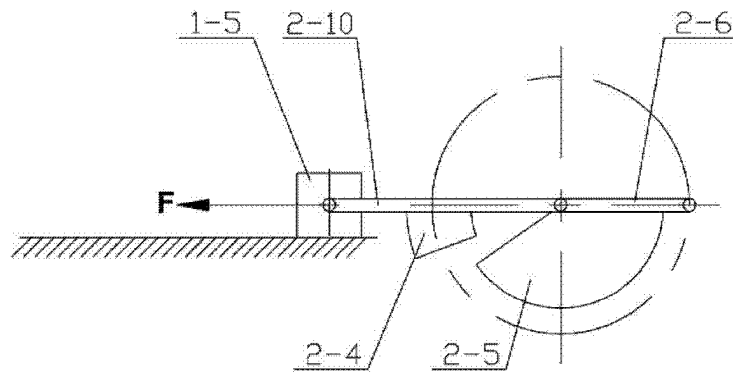


图 6b

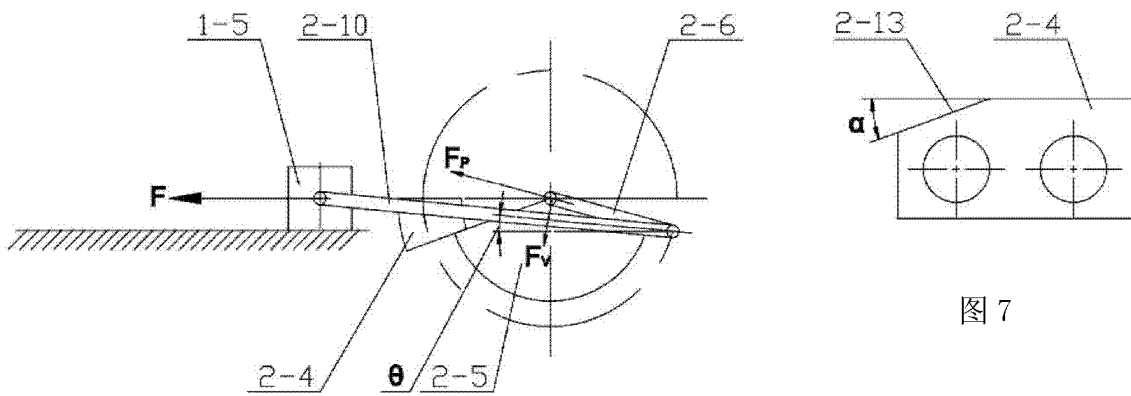


图 6c

图 7

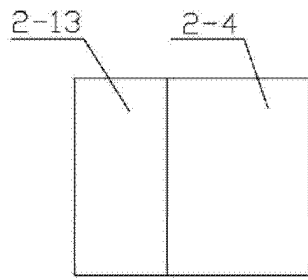


图 8

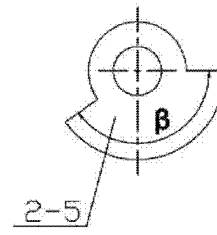


图 9