



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110280633 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 06

(21) 申请号 201910661133.6

B21D 37/12 (2006.01)

(22) 申请日 2019.07.22

B21D 37/00 (2006.01)

B21C 51/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110280633 A

(56) 对比文件

CN 102173076 A, 2011.09.07

CN 103963334 A, 2014.08.06

CN 104209379 A, 2014.12.17

CN 106921260 A, 2017.07.04

CN 107138578 A, 2017.09.08

(43) 申请公布日 2019.09.27

(73) 专利权人 南京邮电大学

地址 210012 江苏省南京市雨花台区宁双
路19号

审查员 杜艳梅

(72) 发明人 徐丰羽 肖敏 蒋国平

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

专利代理师 张婧

(51) Int. Cl.

B21D 5/02 (2006.01)

B21D 5/00 (2006.01)

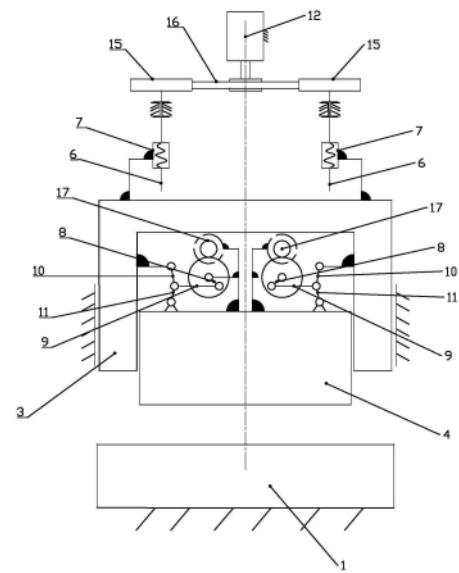
权利要求书1页 说明书7页 附图12页

(54) 发明名称

具有多工作模式的高速重载全电伺服数控
折弯机

(57) 摘要

本发明公开了一种具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机,包括机架、与机架固连用于折弯的下模、可沿机架上下运动的主滑块、与主滑块滑动连接且可相对上下滑动的副滑块以及副滑块固连、配合下模折弯的上模,所述主滑块上连接有用于驱动主滑块连同副滑块运动的主驱动机构,副滑块上左右对称连接有两个用于驱动副滑块相对主滑块运动的副驱动机构,该副驱动机构还与主滑块相铰接。本发明适合大吨位、且具有重载、高精度、低能耗、驱动电机功率小、功率利用率高、速度快和制造成本低等优点,同时利用连杆机构的非线性运动特性和特定位置的自锁特性以及螺纹副传动的自锁特性。



1. 一种具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机,其特征在于:包括机架(1)、与机架固连用于折弯的下模(2)、可沿机架上下运动的主滑块(3)、与主滑块滑动连接且可相对上下滑动的副滑块(4)以及与副滑块固连、配合下模折弯的上模(5),所述主滑块(3)上连接有助于驱动主滑块连同副滑块运动的主驱动机构,副滑块(4)上左右对称连接有两个用于驱动副滑块相对主滑块运动的副驱动机构,该副驱动机构还与主滑块(3)相铰接;主滑块(3)与机架(1)滑动连接,可沿机架(1)上下运动,主滑块(3)上左右对称设置有助于导向滑动的主导向槽,机架上相对应位置设有插入主导向槽可沿主导向槽上下滑动的主导向块;副滑块(4)与主滑块(3)滑动连接且可相对主滑块(3)上下滑动,主滑块(3)上开设有可供副滑块(4)穿过并起导向滑动作用的副导向槽,副滑块(4)上左右对称设置有可沿副导向槽上下滑动的副导向块,副滑块(4)穿过副导向槽,副导向块沿着副导向槽上下滑动;所述主驱动机构包括位于机架上的主动力组件、由主动力组件驱动的2个对称设置的螺杆(6),以及与每一螺杆螺纹连接的螺母(7),且螺母(7)与主滑块(3)相固连;主动力组件输出动力驱动螺杆(6)转动,通过螺纹传动带动主滑块(3)连同副滑块(4)上下运动;所述副驱动机构包括位于副滑块上的副动力组件、由副动力组件驱动的偏心轮(8)和对称可转动连接于偏心轮两侧的两个拉杆(9),每一拉杆(9)通过第一连杆(10)与主滑块(3)相铰接,并通过第二连杆(11)与副滑块(4)相铰接;副动力组件输出动力驱动偏心轮(8)转动,通过拉杆(9)、第一连杆(10)和第二连杆(11)分别带动主滑块(3)和副滑块(4)上下运动,且副滑块(4)相对主滑块(3)上下运动;所述主动力组件包括位于机架上的主驱动电机(12)、位于主驱动电机输出轴上的小带轮(13)、左右对称设于机架上的导向轮(14)、与螺杆同轴固连的大带轮(15)以及经导向轮导向后绕设在小带轮和大带轮上的同步带(16);所述副动力组件包括位于副滑块上的副驱动电机(17)、位于副驱动电机输出轴上的小齿轮(18)以及与小齿轮相啮合的大齿轮(19),该大齿轮与偏心轮(8)同轴固连,且带动偏心轮(8)转动;所述第一连杆(10)和/或第二连杆(11)为长度可调节的连杆结构,该连杆结构包括支座(20)、位于支座内且两轴端与支座相铰接的蜗杆(21)、位于支座内与蜗杆相啮合的蜗轮(22)以及通过螺纹连接穿设在蜗轮上的上螺杆(23)和下螺杆(24),且上、下螺杆均穿出支座;蜗杆的一轴端连接有电机(25),电机(25)启动,驱动蜗轮蜗杆传动,从而带动上螺杆(23)和下螺杆(24)沿蜗轮上下移动实现长度可调;所述蜗轮(22)内设有与上螺杆相配合的上螺纹和与下螺杆相配合的下螺纹,上螺纹与下螺纹的螺纹螺距不等;所述上螺杆(23)和下螺杆(24)的外柱面设有两个相互对称的平面(26),在支座的相应位置开设有与上、下螺杆相适配构成移动副的通孔(27);所述螺母(7)上设有间隙消除机构,该间隙消除机构包括与螺母一同穿设在螺杆上的压块(28)、沿压块圆周反向均布开设的若干个沉孔(29)、穿过沉孔与螺母固定的导杆(30)以及套设在导杆上弹簧(31),该导杆上具有一导杆台阶面,弹簧(31)的一端抵接于导杆台阶面,另一端抵接于沉孔台阶面,并形成预压载荷;所述螺母(7)的螺纹上设有用于减小应力集中的倾角为 α 的锥度;所述螺母(7)的螺纹上设有利用散热润滑的沟槽(32);所述螺杆(6)的运动行程大于偏心轮(8)的运动行程,主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现高速、轻载、非工作行程运动,副驱动机构带动副滑块实现低速、重载、工进行程运动;或所述螺杆(6)的运动行程小于偏心轮(8)的运动行程,主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现低速、重载、工进行程运动,副驱动机构带动副滑块实现高速、轻载、非工作行程运动。

具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机

技术领域

[0001] 本发明涉及板材折弯机,尤其涉及一种具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机。

背景技术

[0002] 数控折弯机是金属板材加工领域最重要、最基础的设备,节能、环保、高速、高精、数字化和智能化是未来的发展趋势。数控折弯机的驱动方式有液压驱动和机械电伺服驱动,目前主要以液压驱动方式为主,但机械电伺服是未来的发展趋势。

[0003] 液压驱动的优点是大吨位,易于实现大幅面、厚板的折弯加工;液压驱动的缺点有以下几个:1、噪声大、能耗高、液压油渗漏和污染环境;2、成本较高,因为液压油缸、阀组、液压泵等高精密零件成本较高,其中阀组,液压泵部件的高端市场几乎完全依赖于进口,成本高;3、精度不高,液压系统位置精度控制存在先天的劣势,位置可控性差;4、寿命低,元器件磨损,液压油路污染,都容易对液压系统稳定性产生不良影响;5、滑块动作冲击大,不平缓;6、受环境的温度、湿度、灰尘等因素影响较大;7、运动控制复杂。

[0004] 机械电伺服可解决上述液压驱动方式的不足,但由于机械电伺服驱动方式存在技术瓶颈,目前仅仅在小吨位领域应用较多,一般不超过50吨。而目前小吨位的机械全电伺服折弯的驱动方式如图1和图2所示,大多采用重载滚珠丝杠驱动方式,主要有伺服电机a、同步带传动b、滚珠丝杠传动c、滑块d、工作台e等部分组成。其中伺服电机固定于机架上,滚珠丝杠与机架铰接,滑块与机架滑动连接且可沿机架上下方向滑动,工作台固定于机架上。同步带传动由小带轮、同步带、大带轮三个部分组成,起减速、传动的的作用。滑块通过滚珠丝杠传动副进行驱动,伺服电机通过同步带带动丝杠旋转,滑块在滚珠丝杠传动副的驱动下实现上下运动。滑块d相对于工作台e上下运动,上模f安装于滑块上,下模g安装于工作台上,即可实现板材h的折弯加工。滑块采用左右两个丝杠对称驱动,一方面载荷大,刚度高,另一方面当上、下模之间出现平行度误差时,可以通过左右两个电机的反向转动实现平行度微调。

[0005] 上述采用滚珠丝杠驱动的机械全电伺服折弯机,优点为结构简单、机械传动效率高、速度快、精度高、同时有效克服了液压传动的诸多问题;缺点有以下几点:1、成本高,高精度、重载滚珠丝杠基本依赖于进口,价格昂贵;2、对机床的加工制造精度高;3、仅适合小吨位折弯机;4、功率利用率低,所需驱动电机功率大,成本高;5、丝杠易磨损,损坏。

[0006] 其中功率利用率,伺服电机在实际使用过程中所消耗的功率由负载决定,可以将实际使用过程中消耗的功率与电机所能达到的最大功率指标(或者额定功率)之间的比值作为功率利用率。一般情况下,折弯机进行板材折弯过程中,先后经历三个动作阶段:1、快下阶段,滑块从上死点向下运动,直至上模接触到板材,此阶段速度很快,负载很小;一般速度在150mm/s~200mm/s的范围内,负载基本就是克服滑块的重力,滑块重力一般不超过折弯机公称折弯力的1/50,因此负载很小;该阶段是典型的高速、低负载;2、工进阶段,折弯机折弯板材,是典型的低速、大负载阶段,速度大约在20mm/s左右,约为快下速度的1/10;3、返

程阶段,板材折弯完成后,滑块向上运行,回至上死点,其速度和载荷与快下阶段相同,高速、低负载。

[0007] 由上述可知,折弯机的工况是典型的变速、变载荷工况。由于滚珠丝杠传动的传动比固定,在快下阶段伺服电机达到了最高转速 $n_{\max}$,但是峰值扭矩 $M_{\max}$ 远未达到,根据经验数据,一般仅为峰值扭矩的1/50,可以直接将负载等同于电机的输出扭矩,那么相当于快下阶段电机所需要消耗的功率为: $P = n_{\max} \times \frac{M_{\max}}{50} = \frac{1}{50} P_{\max}$ 。而在工进阶段,电机达到了峰值扭矩 $M_{\max}$,但是根据经验数据此时电机的转速仅为最高转速 $n_{\max}$ 的1/10,主要是考虑安全因素,折弯机的工进速度通常较低,此阶段电机所需的功率:

$$P = \frac{1}{10} n_{\max} \times M_{\max} = \frac{1}{10} P_{\max}。$$

[0008] 上述可知,驱动系统既要在快下和回程阶段满足最高转速要求,而同时在工进阶段需要满足峰值扭矩的要求;那么在传动比固定的前提下,峰值功率: $P_{\max} = n_{\max} \times M_{\max}$ 。既所需的驱动电机功率很大,即便在实际使用过程中,电机并未用到最高的峰值功率,造成电机的功率并未被完全应用,即功率利用率低。以目前市场上常见的35吨机械电伺服折弯机为例,其快下速度和返程速度一般为200mm/s,公称折弯力为350kN,为同时满足最高速度和最大折弯力的要求,通常需要采用2个7.5kW伺服电机,目前市场的常规配置,而实际工作过程中,两个伺服电机实际消耗的功率大致在1kw~2kW左右,功率的利用率很低。

[0009] 因此,亟待解决上述问题。

发明内容

[0010] 发明目的:本发明的目的是提供一种适合大吨位、且具有重载、高精度、低能耗、驱动电机功率小、功率利用率高、速度快和制造成本低等优点,同时利用连杆机构的非线性运动特性和特定位置的自锁特性以及螺纹副传动的自锁特性的具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机。

[0011] 技术方案:为实现以上目的,本发明公开了一种具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机,包括机架、与机架固连用于折弯的下模、可沿机架上下运动的主滑块、与主滑块滑动连接且可相对上下滑动的副滑块以及与副滑块固连、配合下模折弯的上模,所述主滑块上连接有用于驱动主滑块连同副滑块运动的主驱动机构,副滑块上左右对称连接有两个用于驱动副滑块相对主滑块运动的副驱动机构,该副驱动机构还与主滑块相铰接。

[0012] 其中,所述主驱动机构包括位于机架上的主动力组件、由主动力组件驱动的2个对称设置的螺杆,以及与每一螺杆螺纹连接的螺母,且螺母与主滑块相固连;主动力组件输出动力驱动螺杆转动,通过螺纹传动带动主滑块连同副滑块上下运动;所述副驱动机构包括位于副滑块上的副动力组件、由副动力组件驱动的偏心轮和对称可转动连接于偏心轮两侧的两个拉杆,每一拉杆通过第一连杆与主滑块相铰接,并通过第二连杆与副滑块相铰接;副动力组件输出动力驱动偏心轮转动,通过拉杆、第一连杆和第二连杆分别带动主滑块和副滑块上下运动,且副滑块相对主滑块上下运动。

[0013] 优选的,所述主动力组件包括位于机架上的主驱动电机、位于主驱动电机输出轴上的小带轮、左右对称设于机架上的导向轮、与螺杆同轴固连的大带轮以及经导向轮导向

后绕设在小带轮和大带轮上的同步带。

[0014] 再者,所述副动力组件包括位于副滑块上的副驱动电机、位于副驱动电机输出轴上的小齿轮以及与小齿轮相啮合的大齿轮,该大齿轮与偏心轮同轴固连,且带动偏心轮转动。

[0015] 进一步,所述第一连杆和/或第二连杆为长度可调节的连杆结构,该连杆结构包括支座、位于支座内且两轴端与支座相铰接的蜗杆、位于支座内与蜗杆相啮合的蜗轮以及通过螺纹连接穿设在蜗轮上的上螺杆和下螺杆,且上、下螺杆均穿出支座;蜗杆的一轴端连接有电机,电机启动,驱动蜗轮蜗杆传动,从而带动上螺杆和下螺杆沿蜗轮上下移动实现长度可调;所述蜗轮内设有与上螺杆相配合的上螺纹和与下螺杆相配合的下螺纹,上螺纹与下螺纹的螺纹螺距不等;所述上螺杆和下螺杆的外柱面设有两个相互对称的平面,在支座的相应位置开设有与上、下螺杆相适配构成移动副的通孔。

[0016] 再者,所述螺母上设有间隙消除机构,该间隙消除机构包括与螺母一同穿设在螺杆上的压块、沿压块圆周反向均布开设的若干个沉孔、穿过沉孔与螺母固定的导杆以及套设在导杆上弹簧,该导杆上具有一导杆台阶面,弹簧的一端抵接于导杆台阶面,另一端抵接于沉孔台阶面,并形成预压载荷。

[0017] 优选的,所述螺母的螺纹上设有用于减小应力集中的倾角为 α 的锥度。

[0018] 进一步,所述螺母的螺纹上设有利用散热润滑的沟槽。

[0019] 再者,所述螺杆的运动行程大于偏心轮的运动行程,主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现高速、轻载、非工作行程运动,副驱动机构带动副滑块实现低速、重载、工进行程运动;

[0020] 优选的,所述螺杆的运动行程小于偏心轮的运动行程,主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现低速、重载、工进行程运动,副驱动机构带动副滑块实现高速、轻载、非工作行程运动。

[0021] 有益效果:与现有技术相比,本发明具有以下显著优点:

[0022] (1)、本发明充分利用连杆机构的非线性运动特性和特定位置的自锁特性以及螺纹副传动的自锁特性,根据数控折弯机的实际工况特点,采用两个驱动机构实现折弯机的快下、工进和返程动作;其中用快速、低负载、大行程的驱动机构实现快下和回程动作;采用慢速、小行程、重负载的驱动机构实现工进折弯,有效提高了性能,降低成本,实现高速重载,对推动数控折弯机由传统的液压驱动方式向机械电伺服驱动方式发展具有重要意义。

[0023] (2)、本发明中因连杆机构的非线性运动特性,在驱动电机匀速转动情况下,连杆机构在其上、下死点位置的速度较低,而在中间位置速度较高、动作平缓、无冲击。

[0024] (3)、本发明中采用快速大行程驱动机构实现快下和返程动作,采用慢速小行程且兼具更大增力效果的驱动机构实现工进动作,两个驱动机构,配合动作,可大幅提升伺服电机的功率利用率,从而实现重载大吨位折弯机,克服行业内的技术瓶颈;

[0025] (4)、本发明因大幅提升伺服电机的功率利用率,同吨位的折弯机可采用更小的驱动电机,无需价格昂贵的重载、高精滚珠丝杠,改用普通的曲柄和连杆等零件,有效地降低了制作成本,且免维护、可靠性高;

[0026] (5)、本发明可根据不同的工艺需求,分别驱动主驱动机构和副驱动机构,两者配合动作,实现多种加工模式,组合灵活;

[0027] (6)、本发明的第一连杆和/或第二连杆可设置为长度可调节的连杆结构,当更换不同模具时,可通过调整连杆长度实现调整上、下滑块的间距,适应范围大且调整精度高;

[0028] (7)、本发明中利用2个左右对称设置的副驱动电机异步运行可调节上模和下模的平行度偏差,使下滑块左右侧不平行,可实现带锥度的折弯。

附图说明

[0029] 图1为现有技术中折弯机的结构示意图;

[0030] 图2为现有技术中板材折弯示意图;

[0031] 图3为本发明的原理示意图;

[0032] 图4为本发明中上动力组件的原理示意图;

[0033] 图5为本发明中结构示意图;

[0034] 图6为本发明的局部结构示意图一;

[0035] 图7为本发明中局部结构示意图二;

[0036] 图8为本发明中连杆结构的结构示意图;

[0037] 图9为本发明连杆结构中蜗轮蜗杆的连接示意图;

[0038] 图10为本发明连杆结构中蜗轮、上螺杆和下螺杆的连接示意图;

[0039] 图11为本发明连杆结构中上螺杆和下螺杆的端面示意图;

[0040] 图12为本发明中间隙消除机构的结构示意图;

[0041] 图13为本发明中间隙消除机构的剖面示意图;

[0042] 图14为本发明中螺母锥度示意图;

[0043] 图15为本发明中螺母上沟槽示意图;

[0044] 图16(a) ~ 16(c) 为本发明实施例1中快下阶段的运动示意图;

[0045] 图17(a) ~ 17(b) 为本发明实施例1中工进阶段的运动示意图;

[0046] 图18为本发明中连杆机构的非线性运动特性示意图;

[0047] 图19为本发明中连杆机构的折弯载荷的计算示意图。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步说明。

[0049] 如图3和图4所示,本发明一种具有多工作模式的高速重载全电伺服数控折弯机,包括机架1、下模2、主滑块3、副滑块4和上模5。主滑块3与机架1滑动连接,可沿机架1上下运动,主滑块3上左右对称设置有利于导向滑动的主导向槽33,机架上相对应位置设有插入主导向槽33可沿主导向槽33上下滑动的主导向块34;副滑块4与主滑块3滑动连接且可相对主滑块上下滑动,主滑块3上开设有可供副滑块4穿过并起导向滑动作用的副导向槽35,副滑块4上左右对称设置有利于沿副导向槽35上下滑动的副导向块36,副滑块4穿过副导向槽35,副导向块36沿着副导向槽35上下滑动。上模5和下模2相互配合实现折弯,其中上模5固定在副滑块4上,可随着副滑块4上下运动,下模2固定在机架1上。

[0050] 如图5、图6和图7所示,主滑块3上连接有利于驱动主滑块连同副滑块运动的主驱动机构,主驱动机构包括主动力组件、螺杆6和螺母7,2个螺杆6左右对称设置,由同一个主动力组件驱动旋转,每一螺杆6上螺纹副连接有一螺母7,且螺母7与主滑块2相固连。其中主

动力组件包括位于机架上的主驱动电机12、位于主驱动电机输出轴上的小带轮13、左右对称设于机架上的导向轮14、与螺杆6同轴固连的大带轮15以及经导向轮14导向后绕设在小带轮和大带轮上的同步带16。大带轮15穿设在螺杆6上,可带动螺杆6沿着螺母7转动。主驱动电机12启动,带动小带轮13转动,经由导向轮14并通过同步带16带动大带轮15转动,螺杆6和螺母7构成螺纹传动副,螺母7带动主滑块3沿着机架上下运动。本发明的螺母7上设有间隙消除机构,如图12和13所示,该间隙消除机构包括压块28、导杆30和弹簧31。压块28与螺母7一同穿设在螺杆6上,压块28的螺距和螺纹旋转方向与螺母7相同。沿压块28圆周方向均布开设有若干个沉孔29,导杆30上具有一导杆台阶面,该导杆30穿过沉孔29与螺母7固定连接,导杆的外壁面与压块的孔壁面之间构成移动副,起导向作用。弹簧31套设在导杆30上,弹簧31的一端抵接于导杆台阶面,另一端抵接于沉孔台阶面,并形成预压载荷,进而达到间隙消除的目的,弹簧31优选用蝶形弹簧。因通常螺纹副传动时仅有几圈螺纹承受载荷,极易引起螺纹的应力集中破坏,存在很大的质量安全隐患,如图14所示,本发明中在螺母7的螺纹上设有用于减小应力集中的倾角为 α 的锥度,可有效减小螺纹啮合的刚度,增加受力螺纹的圈数,进而达到减小应力集中的目的。螺纹传动限制速度和载荷能力的主要制约因素是润滑和散热问题,因此如图15所示,本发明在螺母7的螺纹开设若干个沿圆周方向布置且沿轴线方向延伸的沟槽32,通过沟槽32,润滑油易流入螺纹内部,便于润滑和散热,且对螺纹副传动的刚度和强度无影响。

[0051] 如图5、图6和图7所示,副滑块4上左右对称连接有两个用于驱动副滑块相对主滑块运动的副驱动机构,该副驱动机构还与主滑块3相铰接。副驱动机构包括副动力组件、偏心轮8、2个拉杆9、2个第一连杆10和第二连杆11。偏心轮8由副动力组件驱动,偏心轮两侧对称转动副连接有2个拉杆9,两个拉杆9的另一端、2个第一连杆10的一端和第二连杆11的一端共同相铰接,2个第一连杆10的另一端共同铰接于主滑块3上,第二连杆11的另一端铰接于副滑块4上。副动力组件包括位于副滑块4上的副驱动电机17、位于副驱动电机输出轴上的小齿轮18以及与小齿轮相啮合的大齿轮19,该大齿轮与偏心轮8同轴固连,且带动偏心轮8转动。副驱动电机17启动,带动小齿轮18和大齿轮19相互啮合传动,驱动偏心轮8转动,通过拉杆9和第一连杆10带动主滑块3运动,通过拉杆9和第二连杆11带动副滑块4运动,同时实现副滑块4相对主滑块3上下运动。本发明中可利用2个左右对称设置的副驱动电机17异步运行可调节上模和下模的平行度偏差,使下滑块左右侧不平行,可实现带锥度的折弯。

[0052] 如图8、图9和图10所示,本发明的第一连杆10和/或第二连杆11为长度可调节的连杆结构,该连杆结构包括支座20、蜗杆21、蜗轮22、上螺杆23、下螺杆24和电机25。电机25与蜗杆21的一轴端固定连接,用于驱动蜗杆21旋转。蜗杆21位于支座20内、且两轴端与支座20相铰接,蜗轮22位于支座20内,与蜗杆相啮合构成蜗轮蜗杆传动副。蜗轮22内设有与上螺杆相配合的上螺纹和与下螺杆相配合的下螺纹,上螺纹与下螺纹的螺纹螺距不等。上螺杆23和下螺杆24通过螺纹连接穿设在蜗轮22上,且上、下螺杆均穿出支座20,伸出的上螺杆23和下螺杆24用于铰接其他零部件。电机25启动,驱动蜗轮蜗杆传动,从而带动上螺杆23和下螺杆24沿蜗轮上下移动实现连杆结构长度可调。上螺纹的螺距为 P_1 ,下螺纹的螺距为 P_2 ,蜗轮旋转一周,连杆结构可实现的长度调整量 $\Delta = P_1 - P_2$,有效提高了连杆的调整精度。如图11所示,上螺杆23和下螺杆24的外柱面设有两个相互对称的平面26,在支座的相应位置开设有与上、下螺杆相适配构成移动副的通孔27,该通孔27上与平面26相配合导向的面亦为平

面,与螺纹面相配合的面可为螺纹面,亦可选用其他可具有导向作用的面。

[0053] 本发明螺杆6的运动行程大于偏心轮8的运动行程,主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现高速、轻载、非工作行程运动,副驱动机构带动副滑块实现低速、重载、工进行程运动。折弯机的工况是典型的变速、变载荷工况,其快下和返程阶段为高速、低负载大行程的运动阶段,工进阶段为低速、大负载小行程的运动阶段。因此本发明采用主驱动机构带动主滑块连同副滑块实现快下和返程阶段,副驱动机构带动副滑块相对主滑块运动实现工进阶段。如图16(a)所示,主滑块2位于上死点,副滑块3位于上死点,即下曲柄8和拉杆9共线且重合。本发明的快下阶段如图16(b)所示,主驱动电机12启动,带动小带轮13转动,经由导向轮14并通过同步带16带动大带轮15转动,螺杆6和螺母7构成螺纹传动副,螺杆6旋转其转速为 ω_1 ,带动主滑块3沿着机架快速下行。达到图16(c)所示位置即快下阶段结束,螺纹副传动具有自锁特性,此时主驱动机构处于自锁位置,即主驱动电机12仅提供很小的驱动扭矩,甚至不提供驱动扭矩,即可承受很大的折弯载荷。亦因为螺杆6的运动行程大,可实现快下阶段的快速下行,行程大的效果。螺纹副传动一般由于摩擦产生的热量的现在,即对 $F' \times V$ 存在限制,其中 F' 为承载载荷, V 为运行速度。因此本发明充分利用这一特性,在快下、返程阶段中,可实现快速运行,而当需要很大承载能力的工进阶段,螺纹副静止不动,利用自身的自锁特性来承受载荷。如图17(a)所示,左右两侧的副驱动电机17启动,带动小齿轮18和大齿轮19相互啮合传动,驱动偏心轮8转动,两个偏心轮8的转速为 ω_2 和 ω_3 ,通过拉杆9和第一连杆10带动主滑块3运动,通过拉杆9和第二连杆11带动副滑块4运动,同时实现副滑块4相对主滑块3向下运动。当上、下模出现平行度偏差时,左右两侧的副驱动电机17反向或者同方向不同转速对平行度进行微调。如图17(b)所示,副滑块达到下死点,即下曲柄8和拉杆9共线且不重合状态,当待折弯板厚度不同,折弯角度不同时,工进结束也不一定位于上死点,也可位于其他点,折弯过程完成。因为偏心轮的偏心半径长度较小,因此具有较大的增力效果,且速度慢,满足工况要求,折弯载荷计算公式为 $M=F \times R \times \sin(\alpha+\beta)$,如图19所示,其中 M 为驱动扭矩, F 为折弯载荷, R 为曲柄长度, α 为下曲柄与竖直方向的夹角, β 为下连杆与竖直方向的夹角,由上述公式可知,当下曲柄长度越短,其增力效果越大。如图18所示,另外,连杆机构典型的非线性运动特性,在快下动作开始和结束时,速度低,冲击小;本发明充分利用了副滑块处于上死点和下死点两个位置时,机构处于自锁位置。

[0054] 本发明中可将快下阶段和工进阶段进行组合,实现不同的加工模式,依据工况不同采取不同的工作模式,达到轻载快速、重载慢速的效果,提升驱动电机功率利用率。

[0055] 快速模式:仅采用快下阶段,即当进行薄板折弯时,由于负载小,副滑块位于下死点,仅通过主驱动机构驱动主滑块连同副滑块上下运动即可完成折弯加工,且速度快;

[0056] 重载模式:先快下阶段后工进阶段,即先进行快下动作,主滑块达到下死点后,副滑块开始动作进行折弯;

[0057] 混合模式:快下阶段和工进阶段同时动作

[0058] 小开口折弯模式:主滑块停留在下死点,或仅仅向上动作微小距离,副滑块在小行程范围内直线运动进行折弯,该模式仅适合小尺寸、简单的零件进行折弯,效率高。

[0059] 实施例2

[0060] 实施例2的结构与实施例1的结构相同,区别之处在于:螺杆6的运动行程小于偏心轮8的运动行程,上驱动机构带动上滑块实现低速、重载、工进行程运动,下驱动机构带动下

滑块实现高速、轻载、非工作行程运动。折弯机的工况是典型的变速、变载荷工况,其快下和返程阶段为高速、低负载大行程的运动阶段,工进阶段为低速、大负载小行程的运动阶段。因此本发明采用下驱动机构带动下滑块实现快下和返程阶段,上驱动机构带动上滑块实现工进阶段。

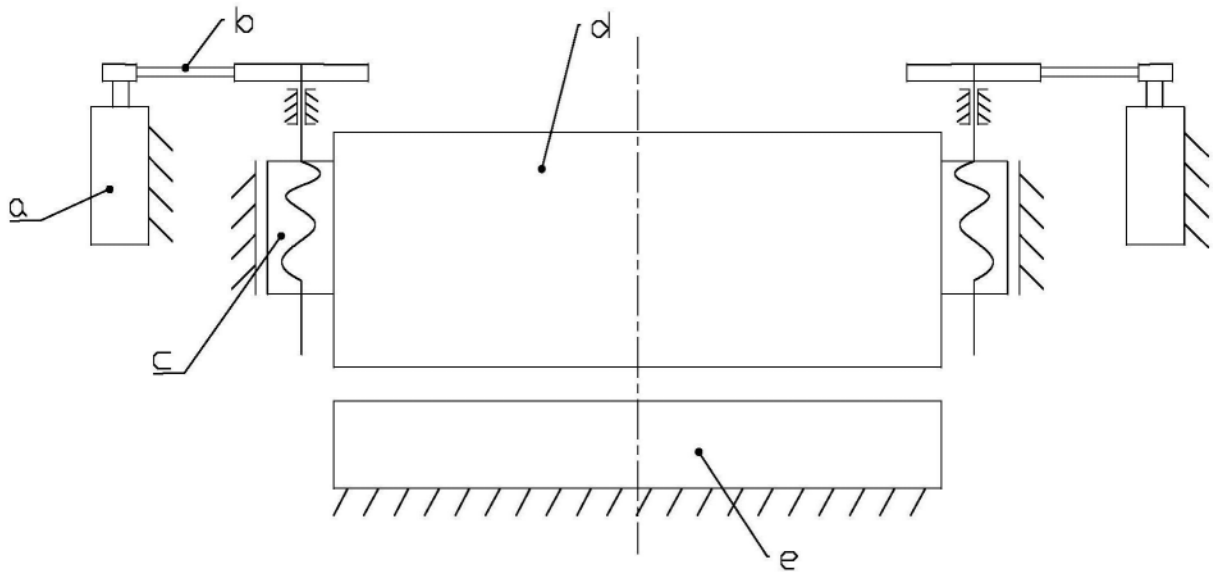


图1

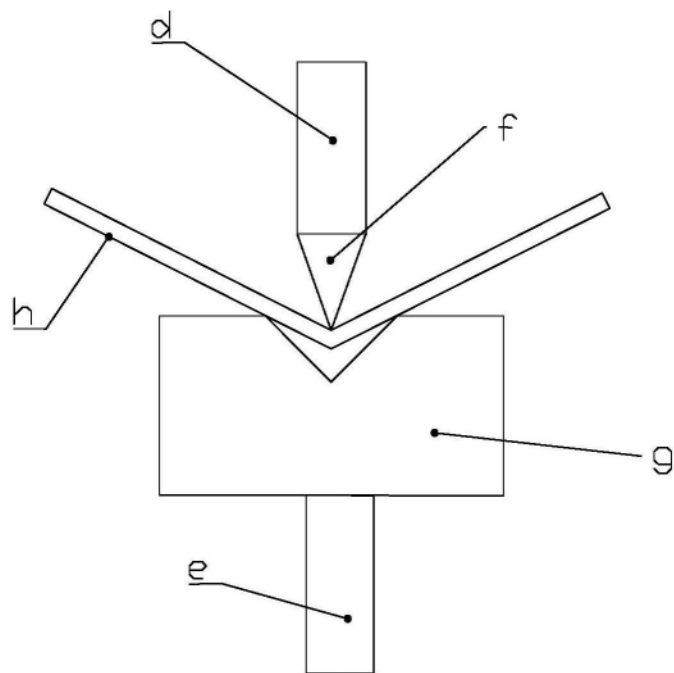


图2

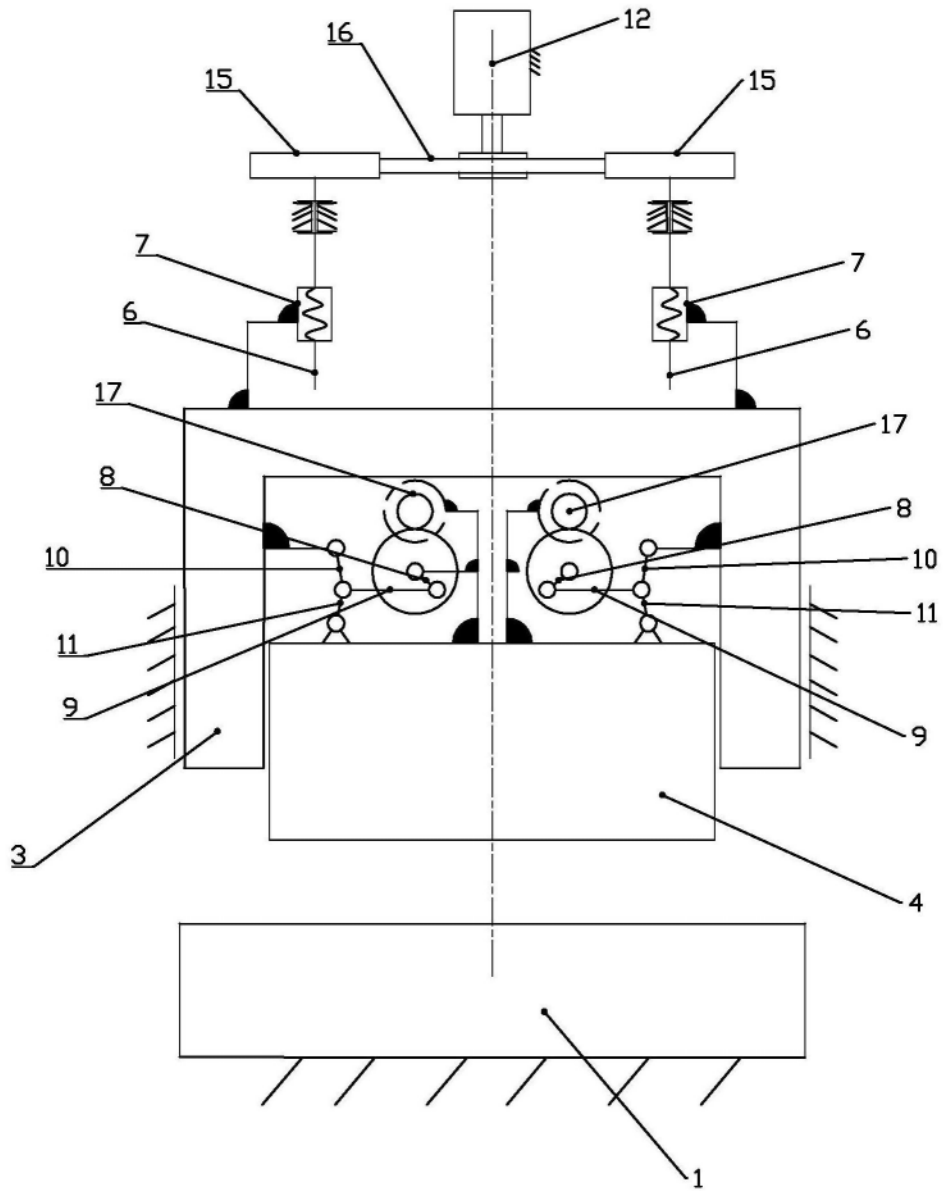


图3

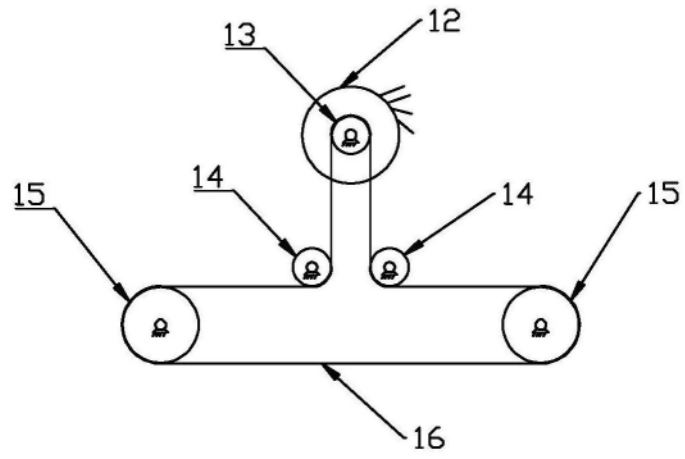


图4

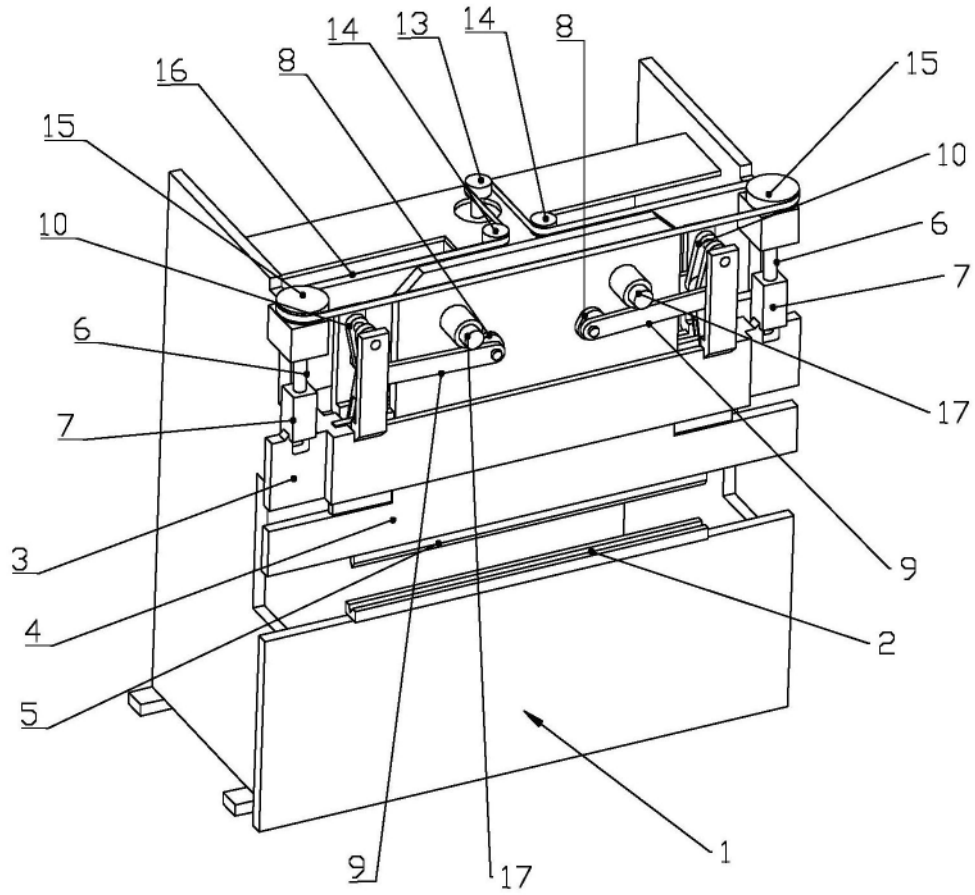


图5

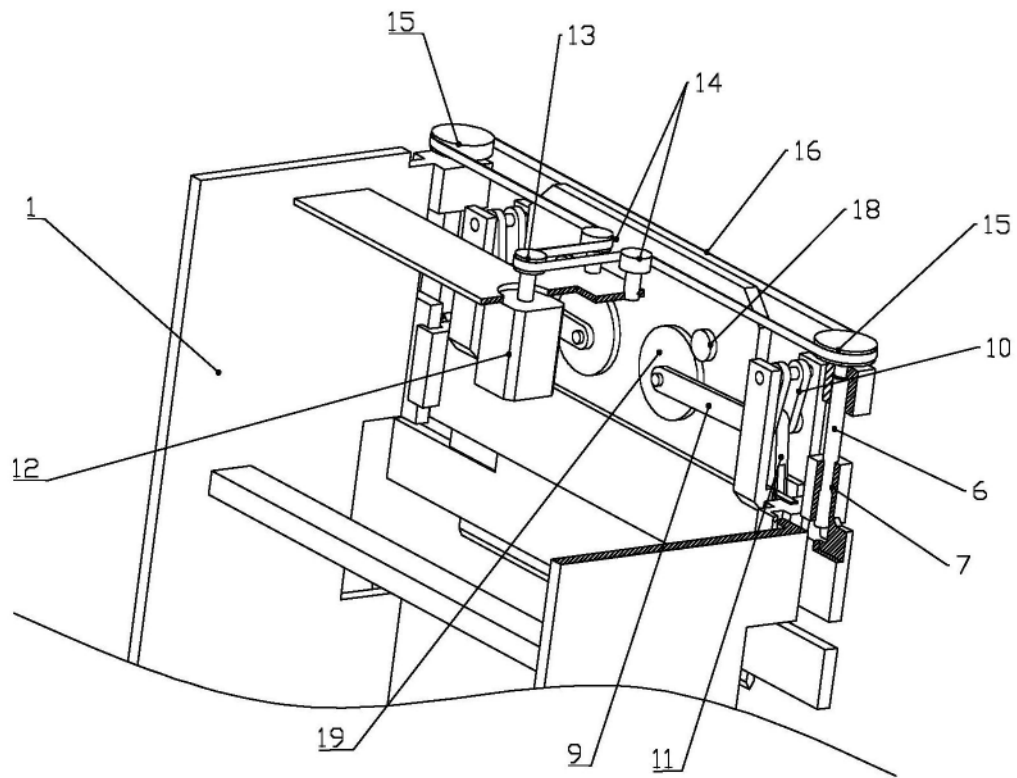


图6

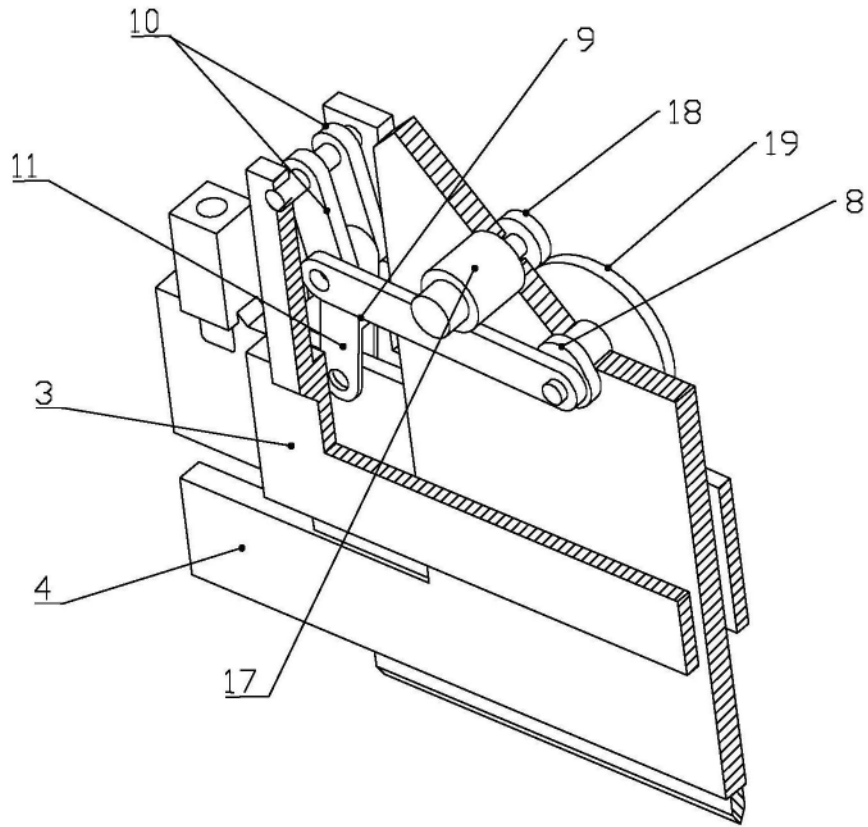


图7

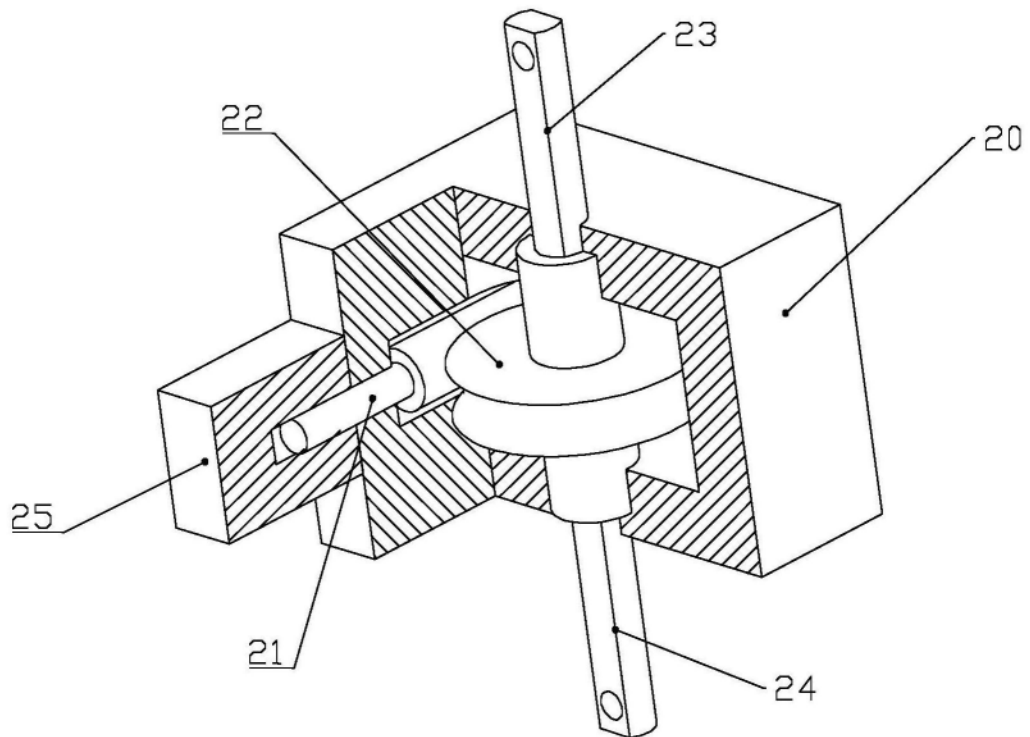


图8

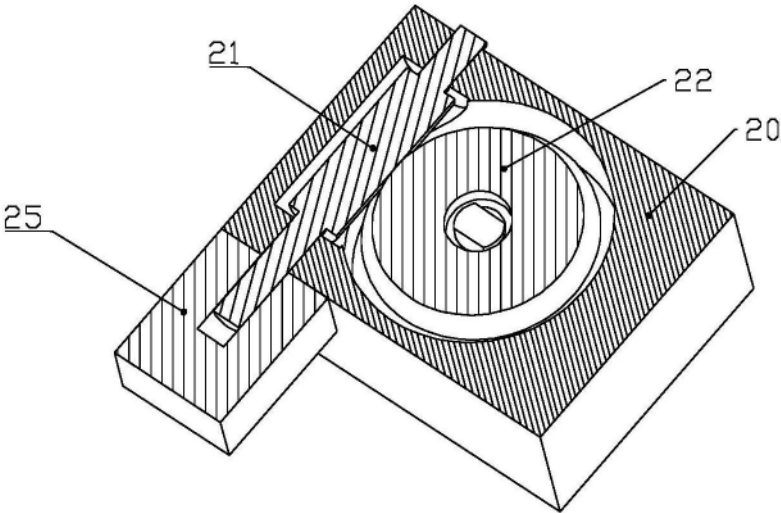


图9

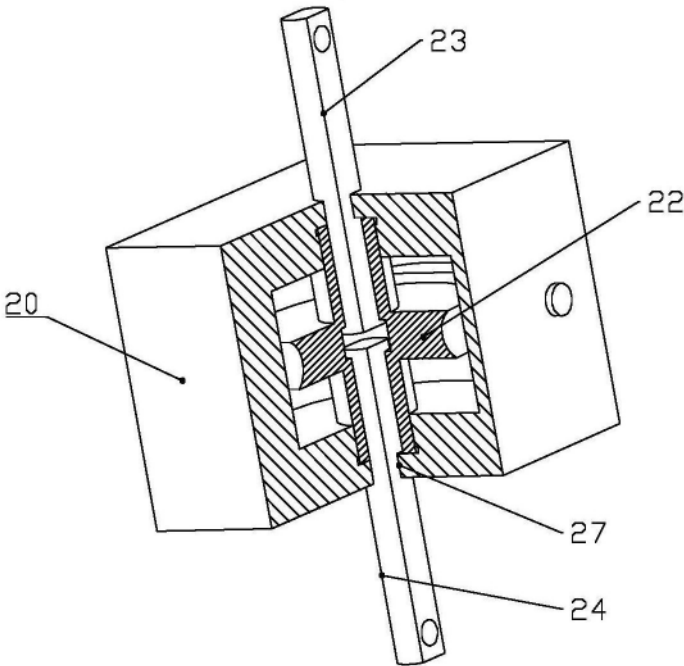


图10

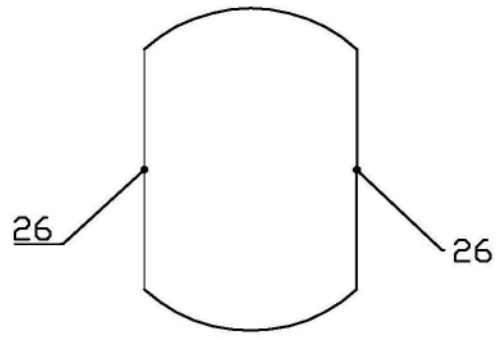


图11

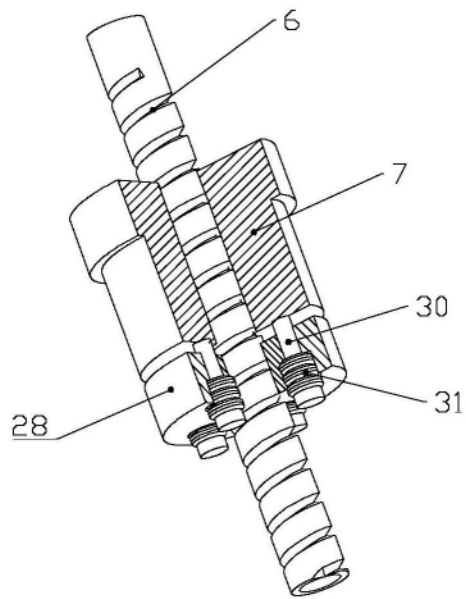


图12

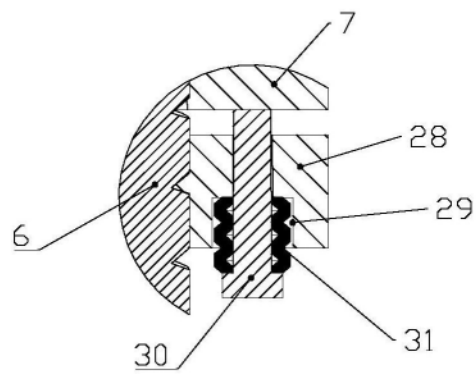


图13

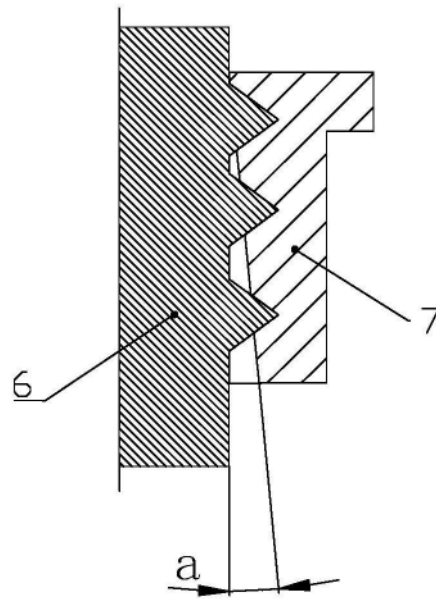


图14

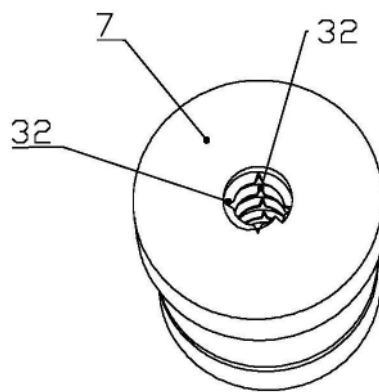


图15

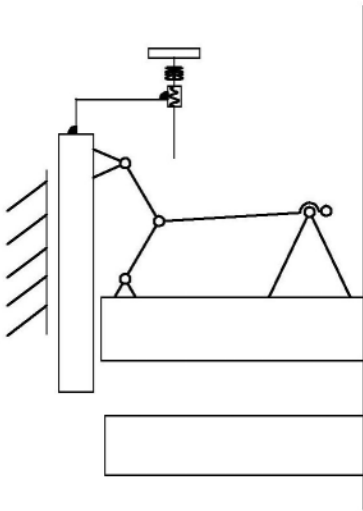


图16(a)

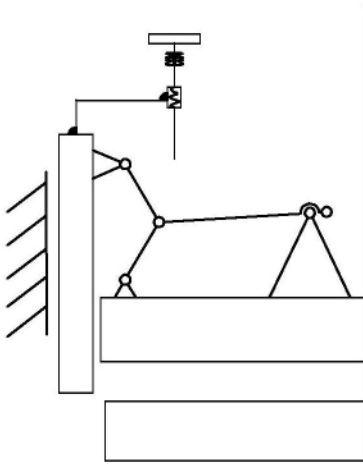


图16(b)

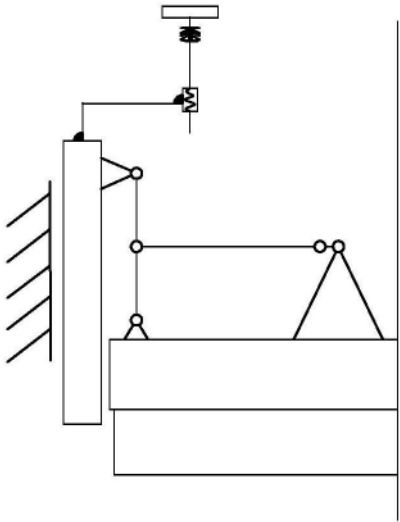


图17(b)

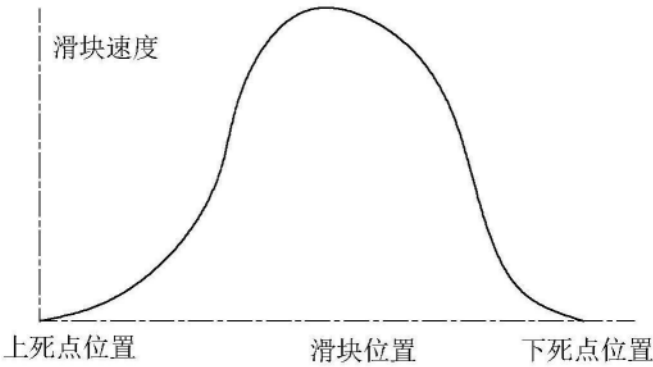


图18

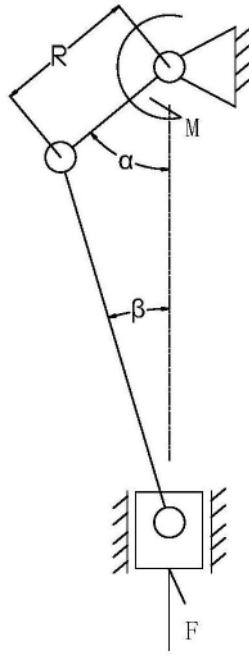


图19