



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213002030 U

(45) 授权公告日 2021.04.20

(21) 申请号 202021471315.1

B30B 15/04 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.23

(73) 专利权人 南京云上自动化科技有限公司
地址 211505 江苏省南京市江北新区中山科技园科创大道9号F8栋4785室

(72) 发明人 徐丰羽 李剑

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 石艳红

(51) Int. Cl.

B21D 19/08 (2006.01)

B21D 37/10 (2006.01)

B21D 43/00 (2006.01)

B21C 51/00 (2006.01)

B30B 1/14 (2006.01)

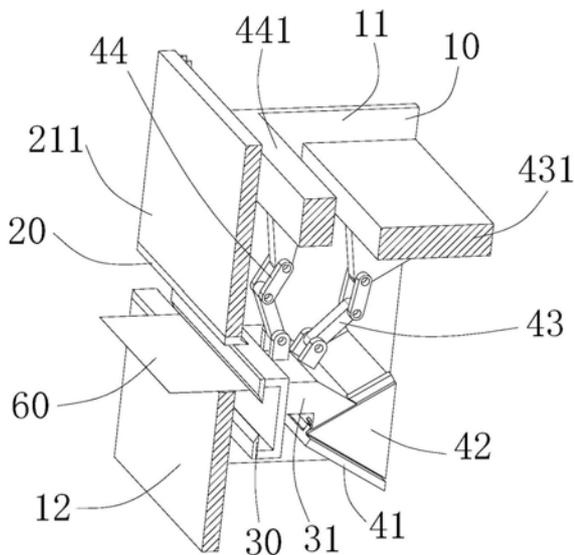
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54) 实用新型名称

一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构

(57) 摘要

本实用新型公开了一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,包括倾斜滑轨、惰性快和两个曲柄连杆机构;折边模安装在折边梁上,折边梁具有一个驱动斜面;倾斜滑轨倾斜安装在邻近折边模的机架上;惰性快具有两个不平行的斜面;其中,惰性快的一个斜面滑动安装在倾斜滑轨上,与倾斜滑轨之间形成移动副一;惰性快的另一个斜面与折边梁的驱动斜面滑动配合,两者间形成移动副二;两个曲柄连杆机构的曲柄均铰接安装在机架上,两个曲柄连杆机构的连杆分别与惰性快/折边梁和折边梁相铰接。本实用新型能够实现水平方向和竖直方向的平动,避免附加摆动,刀尖轨迹控制精度高,折弯过程中在板面外观光洁,无压痕。同时,折弯模的刚度高,移动副的负载小。



1. 一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,用于驱动数控折弯设备中折边模的多自由度移动,其特征在于:数控折弯传动机构包括倾斜滑轨、惰性块和两个曲柄连杆机构;

折边模安装在折边梁上,折边梁具有一个驱动斜面;

倾斜滑轨倾斜安装在机架上;

惰性块具有两个不平行的斜面;其中,惰性块的一个斜面滑动安装在倾斜滑轨上,与倾斜滑轨之间形成移动副一;惰性块的另一个斜面与折边梁的驱动斜面滑动配合,两者间形成移动副二;

两个曲柄连杆机构的曲柄均铰接安装在机架上,其中一个曲柄连杆机构的连杆与惰性块或折边梁相铰接,另一个曲柄连杆机构的连杆与折边梁相铰接。

2. 根据权利要求1所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:还包括折边模位移检测机构,折边模位移检测机构用于检测折边模的坐标。

3. 根据权利要求2所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:折边模位移检测机构为光栅尺,光栅尺包括标尺光栅、读数头和位移连杆;标尺光栅安装在机架上,读数头滑动连接在标尺光栅中,位移连杆用于连接读数头和折边梁。

4. 根据权利要求3所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:光栅尺具有两组。

5. 根据权利要求1所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:惰性块为L型、三角形、梯形或楔形。

6. 根据权利要求1或5所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:折边梁包括C型槽口和水平横梁;折边模安装在C型槽口的槽口处,水平横梁的一端连接C型槽口,另一端设置所述驱动斜面。

7. 根据权利要求6所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:两个曲柄连杆机构分别为曲柄连杆机构一和曲柄连杆机构二;

曲柄连杆机构一包括相互铰接的曲柄一和连杆一;曲柄一的尾端铰接安装在机架上,连杆一的另一端与惰性块或折边梁相铰接;

曲柄连杆机构二包括相互铰接的曲柄二和连杆二;曲柄二的尾端铰接安装在机架上,连杆二的另一端与折边梁相铰接。

8. 根据权利要求1所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:移动副一与水平面的夹角为 $\pm 75^\circ$ 范围内;移动副二与竖直平面夹角为 $\pm 75^\circ$ 范围内。

9. 根据权利要求1所述的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,其特征在于:还包括肘杆机构,肘杆机构用于驱动与惰性块相连接的曲柄连杆机构,肘杆机构为第三曲柄连杆机构或丝杆传动机构。

一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及金属板材加工领域,特别是一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构。

背景技术

[0002] 在工业生产领域,金属板材所占比例很高,以汽车行业为例,金属板材成型加工比重占 60%左右,白色家电行业,金属板材加工比重约占80%左右,电器柜、快递柜、橱柜、文件柜等行业钣金加工约占比重95%以上。

[0003] 近年来,数控金属板材加工设备正向着自动化、智能化、高速高精、重载的方向发展。而在金属板材成型加工行业,板材的折弯加工是工艺难度最大,实现自动化难度最大的一道工序。其整体技术水平决定了整个金属板材加工领域的技术水平。

[0004] 传统的金属板材折弯加工为“三点式”折弯加工,其原理如图12所示。这种加工方式,板料折弯过程中会产生向上翻转的动作,一方面影响加工精度,另一方面会对操作工人人身安全产生影响,且劳动强度大。

[0005] 为解决这个问题,目前有两种解决方案:

[0006] 1、采用辅助托料机构,如:一种折弯随动托料装置(申请号:201810934350.3),数控折弯机同步随动托料装置(申请号:201010194128.8)等。

[0007] 2、采用机器人辅助折弯,如:一种具有附加七轴的钣金折弯机器人(申请号:201820081641.8),一种钣金加工机器人随动折弯控制方法(申请号:201811527563.0)。

[0008] 上述两种现有技术解决方案,的确可以在一定程度上提高加工精度,降低劳动强度,提高操作安全性。但是方案1,需要人工参与,为半自动方式,生产效率不高;方案2,机器人价格较高,占地面积大,机器人的跟随动作和折弯机折弯动作一致性不好影响精度,且工作过程中,机器人需要对板材进行多次的搬运、翻转、定位等操作,严重影响加工效率。

[0009] 为此,人们针对工程机械、造船、灯杆等重载细分行业,当然也可以应用于电器柜,橱柜等细分行业开发了一种“折边”加工方式的折弯加工工艺及加工设备,具体如图13所示。

[0010] 申请号为CN201610497320.1的中国实用新型专利申请,其实用新型创造的名称为“一种金属板料折边机折边机构”,其包括机架,所述机架的前侧下端设有支撑台,所述支撑台上方设有压紧梁,所述机架前侧内设有折边梁,所述折边梁下端左右两侧分别设有驱动折边梁上下摆动的竖直驱动机构,所述折边梁后端设有驱动折边梁前后摆动的水平驱动机构。竖直驱动机构带动折边梁上下摆动,实现垂直方向运动,水平驱动机构带动折边梁前后摆动,实现水平方向运动,两者联动可实现复杂的折边轨迹,满足不同客户的需求。

[0011] 然而,上述专利申请,在使用中,却存在着如下缺陷,有待进一步进行改进:

[0012] 1、上述水平驱动机构在水平方向运动的同时,具有附加的摆动;竖直驱动机构在驱动垂直方向运动的同时,还具有附加的摆动,故而不能实现绝对意义上的X、Y向两个自由度的单一的运动平动。因此,不能实现刀尖轨迹的精确控制,控制精度差,在折弯过程中进

行角度修正时仅能通过多次的手工输入校正参数来进行校正,不能通过精确的数学计算自动完成校正值的计算,效率低,且难以实现智能化控制。另外由于其刀尖轨迹精度较差,因此,折弯过程中在板面留下压痕的问题不可避免。

[0013] 2、设备的加工精度取决于各个铰接点的加工、装配精度,因此,加工制造难度大,难以实现批量化生产,限制其大范围推广。另外,在CN201610497320.1中,其铰接点不仅用于驱动,同时还要对折边梁进行导向,或限制自由度。因此铰接点的制造误差会影响折边梁在运动过程中水平方向和垂直方向的平行度产生影响。

[0014] 3、由于存在附加的摆动,因此难以实现折边梁运动位置的实时反馈(反馈测量传感器无处安装),因此很难实现折边梁运动位置的闭环反馈和控制,因此加工精度难以保证。

[0015] 4、铰接点的磨损,机构中各个杆件受力的弹性变形,构件的温度变形都会对加工精度产生很大影响。

实用新型内容

[0016] 本实用新型要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,而提供一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,该一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构能实现水平方向和垂直方向的运动平动,无附加摆动,刀尖轨迹控制精度高,折弯过程中在板面外观光洁,无压痕。同时,折弯模的刚度高,移动副的负载小;且能够实现重载、大吨位折弯;还能实现刀尖轨迹的精确控制,控制精度高,在折弯过程中进行角度修正时能够通过精确的数学计算自动完成校正值的计算,效率高,可以实现折弯角度的智能化控制。

[0017] 为解决上述现有技术问题,本实用新型采用的技术方案是:

[0018] 一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,用于驱动数控折弯设备中折边模的多自由度移动,数控折弯传动机构包括倾斜滑轨、驱动座和两个曲柄连杆机构。

[0019] 折边模安装在折边梁上,折边梁具有一个驱动斜面。

[0020] 倾斜滑轨倾斜安装在机架上。

[0021] 驱动座具有两个不平行的斜面。其中,驱动座的一个斜面滑动安装在倾斜滑轨上,与倾斜滑轨之间形成移动副一。驱动座的另一个斜面与折边梁的驱动斜面滑动配合,两者间形成移动副二。

[0022] 两个曲柄连杆机构的曲柄均铰接安装在机架上,其中一个曲柄连杆机构的连杆与驱动座或折边梁铰接,另一个曲柄连杆机构的连杆与折边梁铰接。

[0023] 还包括折边模位移检测机构,折边模位移检测机构用于检测折边模的坐标。

[0024] 折边模位移检测机构为光栅尺,光栅尺包括标尺光栅、读数头和位移连杆。标尺光栅安装在机架上,读数头滑动连接在标尺光栅中,位移连杆用于连接读数头和折边梁。

[0025] 光栅尺具有两组。

[0026] 驱动座为L型、三角形、梯形、四边形或楔形。

[0027] 折边梁包括C型槽口和水平横梁。折边模安装在C型槽口的槽口处,水平横梁的一端连接C型槽口,另一端设置所述驱动斜面。

[0028] 两个曲柄连杆机构分别为曲柄连杆机构一和曲柄连杆机构二。

[0029] 曲柄连杆机构一包括相互铰接的曲柄一和连杆一。曲柄一的尾端铰接安装在机架

上,连杆一的另一端与驱动座或折边梁相铰接。

[0030] 曲柄连杆机构二包括相互铰接的曲柄二和连杆二。曲柄二的尾端铰接安装在机架上,连杆二的另一端与折边梁相铰接。

[0031] 通过优化驱动座中两个斜面的倾斜角度,曲柄连杆机构中铰接点的位置、支撑位置和连杆长度,从而能提高折边模的精度和刚度,减轻移动副一和移动副二的负载。

[0032] 移动副一与水平面的夹角为 $\pm 75^\circ$ 范围内;移动副二与竖直平面夹角为 $\pm 75^\circ$ 范围内。

[0033] 还包括肘杆机构,肘杆机构用于驱动与驱动座相连接的曲柄连杆机构,肘杆机构为第三曲柄连杆机构或丝杆传动机构。

[0034] 本实用新型具有如下有益效果:

[0035] 1、由于驱动部分都铰接于机架上,刚度、强度更强,结构更加简单,因此可以适用于更大吨位的折弯设备,如果对结构进行必要的力学性能分析和优化设计,折弯吨位甚至能够达到500吨至1000吨范围内,吨位适应范围更大,从很小吨位-很大的吨位。如当曲柄连杆机构一的连杆一与折边梁铰接时,折弯载荷直接通过曲柄连杆机构传递给机架,运动副仅需承受很小的载荷(仅需承受载荷中心与铰接中心不在一条直线上所引起的翻转载荷,实际上该载荷远远小于折弯工作载荷),因此能够实现重载、大吨位折弯,能够适应工程机械、造船、灯杆等行业对大吨位折弯的需求。

[0036] 2、折边模和折边梁是完全的刚体的X、Y向的运动平动,没有附加的摆动,自由度简单能够实现刀尖轨迹的精确控制,能够实现刀尖在板材上的滚动,而不产生相对滑动,避免板材表面的压痕,从而能够适用于家电,电梯等对板材表面压痕有严格要求的行业。

[0037] 3、采用直线导轨导向,制造难度小,精度高,精度易于控制,耐用。本实用新型的铰接点仅仅用于驱动,而折边梁的“导向,或者叫做自由度限制的作用”,是通过移动副(导轨)来实现的,其精度远好于铰接方式,制造难度更低。本实用新型的折弯精度高,折弯角度能达到 $\pm 0.1^\circ$,折弯尺寸精度能达到 $\pm 0.02\text{mm}$,平行度能达到 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

[0038] 4、由于无附加的摆动,因此能够采用光栅尺等直线位移反馈测量装置对折边梁的位移进行实时反馈,构成闭环控制。通过光栅尺反馈,能够将传动部件误差,温度变形,结构的弹性变形进行补偿,精度大幅度提升。

[0039] 5、能够实现刀尖轨迹的精确控制,控制精度高,在折弯过程中进行角度修正时能够通过精确的数学计算自动完成校正值的计算,效率高,可以实现折弯角度的智能化控制。

[0040] 6、当曲柄连杆机构一的连杆与折边梁铰接时,折边梁驱动机构的运动学逆解更简单,更容易实现解析逆解,更加利于高速高精的控制。

附图说明

[0041] 图1显示了本实用新型一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构第一种实施例的结构示意图。

[0042] 图2显示了本实用新型一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构第二种实施例的结构示意图。

[0043] 图3显示了折边梁和惰性块的结构示意图;其中,图3a显示了图1中折边梁和惰性块的放大图;图3b显示了图2中折边梁和惰性块的放大图。

[0044] 图4显示了本实用新型一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构的工作原理图;图 4a和图4b分别显示了第一、二种实施例的工作原理图。

[0045] 图5显示了本实用新型中两个曲柄连杆机构任意自由度驱动折边模时的位置变化示意图;图5a和图5b分别显示了第一、二种实施例的任意自由度驱动折边模时的位置变化示意图。

[0046] 图6显示了本实用新型中两个曲柄连杆机构驱动折边模竖向平动时的位置变化示意图;图6a和图6b分别显示了第一、二种实施例的折边模竖向平动时的位置变化示意图。

[0047] 图7显示了本实用新型中两个曲柄连杆机构驱动折边模水平方向平动时的位置变化示意图;图7a和图7b分别显示了第一、二种实施例的折边模水平方向平动时的位置变化示意图。

[0048] 图8显示了两个光栅尺安装在机架上时的结构示意图。

[0049] 图9显示了本实用新型中两个光栅尺合成水平或竖向位移变化的示意图;图9a显示了两个光栅尺合成水平位移变化的示意图;图9b显示了两个光栅尺合成竖向位移变化的示意图。

[0050] 图10显示了光栅尺的位移求解过程示意图。

[0051] 图11显示了折弯时折边模中刀尖的滚动轨迹示意图。

[0052] 图12显示了现有技术中板材折弯设备的“三点式”折弯示意图。

[0053] 图13显示了现有技术中板材的折边加工示意图。

[0054] 图14显示了本实用新型传动机构若采用丝杆时,丝杠受重载时的受力变形图。

[0055] 图15显示了本实用新型传动机构的速度—位置曲线图。

[0056] 图16显示了本实用新型传动机构的力—位置曲线图。

[0057] 图17显示了本实用新型曲柄连杆机构运动至某个特定位置时的示意图。

[0058] 图18显示了肘杆机构的第一种实施例示意图。

[0059] 图19显示了肘杆机构的第二种实施例示意图。

[0060] 图20显示了肘杆机构的第三种实施例示意图。

[0061] 其中有:

[0062] 10. 机架;11. 机架侧板;12. 板材支撑座;

[0063] 20. 折弯模;21. 上模;211. 升降滑块;22. 下模;

[0064] 30. 折边模;31. 折边梁;311. C型槽;312. 水平横梁;313. 驱动斜面;32. 上折边模;33. 下折边模;34. 刀尖;35. 刀尖轨迹;

[0065] 41. 倾斜滑轨;42. 惰性块;421. 上斜面;422. 下斜面;

[0066] 43. 曲柄连杆机构一;431. 固定座一;432. 曲柄一;433. 连杆一;

[0067] 44. 曲柄连杆机构二;441. 固定座二;442. 曲柄二;443. 连杆二;

[0068] 51. 标尺光栅一;52. 读数头一;53. 位移连杆一;54. 标尺光栅二;55. 读数头二;56. 位移连杆二;

[0069] 60. 板材。

具体实施方式

[0070] 下面结合附图和具体较佳实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0071] 本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“左侧”、“右侧”、“上部”、“下部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,“第一”、“第二”等并不表示零部件的重要程度,因此不能理解为对本实用新型的限制。本实施例中采用的具体尺寸只是为了举例说明技术方案,并不限制本实用新型的保护范围。

[0072] 如图1和图2所示,本实用新型中的一种数控折弯机,包括机架10、压边组件、折边梁 31、折边梁驱动机构和折边模30。

[0073] 机架包括板材支撑座12和两块机架侧板11,两块机架侧板11位于板材支撑座的两侧。

[0074] 压边组件用于板材边部的压紧,包括升降滑块211和折弯模20。

[0075] 升降滑块优选滑动安装在图1中两块机架侧板的左侧顶端,且高度能够升降。

[0076] 上述升降滑块与机架间不局限于滑动安装,也可能是摆动安装等现有技术中的其他连接方式,只要能够实现对板材的压紧即可。

[0077] 折弯模包括相对设置的上模21和下模22,其中,上模固定设置于升降滑块的下表面,下模固定设置于板材支撑座的左侧上表面。

[0078] 作为替换,上述板材支撑座也可单独设置,不与机架形成一体。

[0079] 如图3所示,折边模包括上折边模32和下折边模33,安装在折边梁31上。

[0080] 折边梁包括C型槽口311和水平横梁312。

[0081] 折边模优选安装在C型槽口的槽口处,上折边模32和下折边模33分别安装在C型槽相对的上下侧面。

[0082] 水平横梁的一端连接C型槽口,另一端设置有驱动斜面313。

[0083] 折边梁在折边梁驱动机构的作用下实现上下和左右运动。

[0084] 折边梁驱动机构,也即本申请的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构。

[0085] 一种多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构,包括倾斜滑轨41、惰性块42、两个曲柄连杆机构。

[0086] 倾斜滑轨优选倾斜安装在邻近折边模的数控折弯设备的机架上,也即为邻近下模的板材支撑座上表面。也就是说,在邻近下模的板材支撑座上表面开设一个倾斜的光滑面,作为倾斜滑轨。由于倾斜滑轨作为机架的有机组成部分,故而支撑刚度大,适用于大吨位金属板材的折边要求。

[0087] 如图3所示,惰性块具有两个不平行的斜面,分别为上斜面421和下斜面422。

[0088] 其中,下斜面滑动安装在倾斜滑轨上,与倾斜滑轨之间形成移动副一;上斜面与折边梁的驱动斜面滑动配合,两者间形成移动副二。

[0089] 在本实施例中,惰性块优选为三角形,进一步优选为锐角三角形,更进一步为等腰锐角三角形。但也可以为直角三角形。

[0090] 作为替换,惰性块也可以为L型、梯形、四边形或楔形等其他多边形,但为梯形时,两个不平行斜面分别为梯形的两个腰。

[0091] 上斜面421和下斜面422优选呈锐角,但也可以为直角。

[0092] 具体优选设置为:移动副一与水平面的夹角优选为 $\pm 75^\circ$ 范围内;移动副二与竖直

平面夹角优选为 $\pm 75^\circ$ 范围内。如当移动副一与水平面的夹角为 0° 时,移动副二与竖直平面夹角可以为 0° 或至 75° 间的任意锐角。其中也包含了移动副一与水平面为 0° ,移动副二与竖直平面为 0° 的实施特例。

[0093] 本实用新型中的两个曲柄连杆机构,具有如下两种优选实施例,从而使得本实用新型的多自由度非线性耦合的数控折弯传动机构也具有两种优选实施例。

[0094] 第一种实施例

[0095] 两个曲柄连杆机构分别为曲柄连杆机构一43和曲柄连杆机构二44。

[0096] 曲柄连杆机构一包括相互铰接的曲柄一432和连杆一433。

[0097] 曲柄一的尾端优选通过固定座一431铰接安装在机架上。

[0098] 连杆一的一端与曲柄一相铰接,连杆一的另一端与折边梁相铰接,如图1和图3a所示。

[0099] 当曲柄连杆机构一的连杆一与折边梁铰接时,折弯载荷直接通过曲柄连杆机构传递给机架,运动副仅需承受很小的载荷(仅需承受载荷中心与铰接中心不在一条直线上所引起的翻转载荷,实际上该载荷远远小于折弯工作载荷),因此能够实现重载、大吨位折弯。

[0100] 当曲柄连杆机构一的连杆与折边梁铰接时,折边梁驱动机构的运动学逆解更简单,更容易实现解析逆解,更加利于重载高精的控制,工作原理如图4a所示。

[0101] 第二种实施例

[0102] 连杆一的一端与曲柄一相铰接,连杆一的另一端与惰性块相铰接,在图3b中,连杆一优选与惰性块中的一个非斜面(也即除上斜面421和下斜面422外的面)相铰接,工作原理如图4b所示。

[0103] 上述两种实施例中,曲柄连杆机构一的连杆传动,优选均具有如下两种驱动方式。

[0104] 驱动方式一:机架上优选设置有伺服电机一,用于驱动曲柄一的转动。

[0105] 驱动方式二:由肘杆机构驱动曲柄连杆机构一的连杆传动,具体设置方式为:肘杆机构铰接安装在曲柄一与连杆一相铰接的铰接点处,将该铰接点称为驱动铰接点。

[0106] 其中,肘杆机构具有如下三种优选实施例:

[0107] 1、如图18所示,肘杆机构为第三曲柄连接机构,第三曲柄连接机构包括曲柄三和连杆三,连杆三的一端与曲柄三相铰接,连杆三的另一端与驱动铰接点相铰接;曲柄三的另一端铰接在机架上,且与安装在机架上的的伺服电机一相连接。

[0108] 2、如图19所示,肘杆机构为第三曲柄连接机构,第三曲柄连接机构包括曲柄三和连杆三,连杆三的一端与曲柄三相铰接,连杆三的另一端与驱动铰接点相铰接;曲柄三的另一端铰接在惰性块上,且与安装在惰性块上的的伺服电机一相连接。

[0109] 3、如图20所示,肘杆机构为丝杆传动机构,丝杆的一端与驱动铰接点相铰接,丝杆的另一端通过螺纹副连接在丝杆座中,丝杠座的另外一端铰接在机架上,并由安装在机架上的伺服电机一驱动丝杆旋转。

[0110] 作为替换,曲柄连杆机构一的驱动,也可以采用伺服电机驱动连杆一运动的方式。

[0111] 本实用新型的曲柄连杆机构一可以设置在惰性块的后方,也可以位移惰性块的上方和下方,具体位置不做限定。

[0112] 曲柄连杆机构二包括相互铰接的曲柄二442和连杆二443。曲柄二的尾端优选通过固定座二441铰接安装在机架上,机架上优选设置有伺服电机二,用于驱动曲柄二的转动。

[0113] 连杆二的另一端优选与水平横梁相铰接。

[0114] 本实用新型中,曲柄连杆机构二的连杆传动,也可以具有如曲柄连杆机构一的一种驱动方式。作为替换,也可以采用伺服电机驱动连杆二运动的方式。

[0115] 本实用新型的曲柄连杆机构二可以设置在折边梁的上方,也可以设置于折边梁的下方,具体位置不做限定。

[0116] 折边模位移检测机构用于检测折边模的坐标,优选为两组光栅尺,通过两组光栅尺读数的合成与运算,间接反馈出折边梁的水平 and 垂直两个方向的运动位移。

[0117] 每组光栅尺均包括标尺光栅、读数头和位移连杆。

[0118] 两组光栅尺分别为光栅尺一和光栅尺二,如图8所示,光栅尺一包括标尺光栅一51、读数头一52和位移连杆一53。光栅尺二包括标尺光栅二54、读数头二55和位移连杆二56。

[0119] 标尺光栅一和标尺光栅二均安装在机架上,读数头一滑动连接在标尺光栅一中,读数头二滑动连接在标尺光栅二中,位移连杆一用于连接读数头一和折边模,位移连杆二用于连接读数头二和折边模。

[0120] 作为替换,标尺光栅一和标尺光栅二也可按照在折边梁上,两根位移连杆的另一端与机架相连接。

[0121] 本实用新型中,能通过优化惰性块中两个斜面的倾斜角度,曲柄连杆机构中铰接点的位置、支撑位置和连杆长度,从而能提高折边模的精度和刚度,减轻移动副一和移动副二的负载。

[0122] 本实用新型,以如下三个具体驱动实施例为例,进行详细说明。

[0123] 实施例1、水平向(X向)和垂直向(Y向)同时移动

[0124] 通过曲柄驱动机构一和曲柄驱动机构二的非线性耦合驱动(复合驱动),驱动过程如图5所示,则能实现水平向和垂直向的同时移动。

[0125] 在此过程中,没有附加的摆动,因而,如图11所示,能使实现在XOY平面对折边模中的刀尖运动轨迹35的精确控制,故而,当折边模的刀尖34与板材接触的时候,折弯过程中刀尖相对板材没有滑动,仅有滚动,从而避免板材上的压痕,尤其在家电,电梯等行业对板材表面压痕有严格要求的情况。

[0126] 在实际折弯过程中,角度误差不可避免,这时候可以依据精确的数学运算计算出角度补偿所需的折边梁的水平 and 垂直方向的运动位移进行补偿校正,然后再通过运动学反解计算出对应的曲柄一和曲柄二转动角度,进而实现折弯精度的补偿。整个过程可以通过“角度测量——折边梁位移计算——曲柄一、二驱动角度计算——实时修正”这样的闭环控制实现自动化控制,即智能化的角度精度补偿。

[0127] 采用光栅尺等直线位移反馈测量装置对折边梁的位移进行实时反馈,构成闭环控制。通过光栅尺反馈,能够将传动部件误差,温度变形,结构的弹性变形进行补偿,精度大幅度提升。

[0128] 实施例2、垂直向运动

[0129] 通过曲柄驱动机构一和曲柄驱动机构二的非线性耦合驱动(复合驱动),驱动过程如图6所示,则能实现垂直向的平移运动。

[0130] 在垂直向平动过程中,通过两个光栅尺的实时读数,即可解析法解得折边梁的位

移X和位移Y。两个光标尺的位移运动过程,如图9b所示。

[0131] 实施例3、水平运动

[0132] 通过曲柄驱动机构一和曲柄驱动机构二的非线性耦合驱动(复合驱动),驱动过程如图7所示,则能实现水平向的平移运动。

[0133] 在水平向平动过程中,通过两个光栅尺的实时读数,即可解析法解得折边梁的位移X和位移Y。两个光标尺的位移运动过程,如图9a所示。

[0134] 如图10所示,通过光栅尺,求解折边梁及折边模的位移的方法,包括如下步骤。

[0135] 步骤1、建立坐标系及光栅尺直线方程,包括如下步骤:

[0136] 步骤11、建立坐标系:以水平向为X向,以竖直向为Y向,以两个标尺光栅的交点为原点0,建立XOY坐标系;

[0137] 步骤12,建立标尺光栅二所在的直线方程1:

$$[0138] \quad y = K_1 x$$

$$[0139] \quad K_1 = \tan(a_1)$$

[0140] 其中, a_1 为标尺光栅二与X向的夹角;读数头二在直线方程1上的点坐标为 $P_1(x_{p1}, y_{p1})$,则点 P_1 至原点0之间的距离为 R_1 ; x_{p1} 、 y_{p1} 的值由读数头二自动读数,为已知值;

[0141] 步骤13,建立标尺光栅一所在的直线方程2:

$$[0142] \quad y = K_2 x$$

$$[0143] \quad K_2 = \tan(a_2)$$

[0144] 其中, a_2 为标尺光栅一与X向的夹角;读数头一在直线方程2上的点坐标为 $P_2(x_{p2}, y_{p2})$,则点 P_2 至原点0之间的距离为 R_2 ; x_{p2} 、 y_{p2} 的值由读数头一自动读数,为已知值;

[0145] 步骤2、建立半径为 R_1 的圆1:以点 P_1 为圆心,建立半径为 R_1 的圆1,则圆1的方程为:

$$[0146] \quad (x - x_{p1})^2 + (y - y_{p1})^2 = R_1^2 \quad (1)$$

[0147] 将圆1方程展开为:

$$[0148] \quad x^2 - 2x_{p1}x + x_{p1}^2 + y^2 - 2y_{p1}y + y_{p1}^2 - R_1^2 = 0 \quad (2)$$

[0149] 步骤3、建立半径为 R_2 的圆2:以点 P_2 为圆心,建立半径为 R_2 的圆2,则圆2的方程为:

$$[0150] \quad (x - x_{p2})^2 + (y - y_{p2})^2 = R_2^2 \quad (3)$$

[0151] 将圆2方程展开为:

$$[0152] \quad x^2 - 2x_{p2}x + x_{p2}^2 + y^2 - 2y_{p2}y + y_{p2}^2 - R_2^2 = 0 \quad (4)$$

[0153] 步骤4、求解折边梁及折边模的点坐标 $P(x_p, y_p)$:折边梁及折边模的点坐标 $P(x_p, y_p)$,为圆1和圆2的其中一个交点; x_p 和 y_p ,求解过程如下:

[0154] 将公式(4)与公式(3)相减,得到如下的差值交点方程:

$$[0155] \quad y = -\frac{(x_{p1} - x_{p2})}{(y_{p1} - y_{p2})}x + \frac{(R_2^2 - R_1^2 + x_{p1}^2 - x_{p2}^2 + y_{p1}^2 - y_{p2}^2)}{2(y_{p1} - y_{p2})} \quad (5)$$

[0156] 令:

$$[0157] \quad K = -\frac{(x_{p1} - x_{p2})}{(y_{p1} - y_{p2})}$$

$$[0158] \quad b = \frac{(R_2^2 - R_1^2 + x_{P1}^2 - x_{P2}^2 + y_{P1}^2 - y_{P2}^2)}{2(y_{P1} - y_{P2})}$$

[0159] 则,式(5)简化为:

$$[0160] \quad y = Kx + b \quad (6)$$

[0161] 将式(6)带入式(1),整理可得:

$$[0162] \quad (K^2 + 1)x^2 + 2(Kb - Ky_{P1} - x_{P1})x + (x_{P1}^2 + b^2 - 2by_{P1} + y_{P1}^2 - R_1^2) = 0 \quad (7)$$

[0163] 令:

$$[0164] \quad A = K^2 + 1$$

$$[0165] \quad B = 2(Kb - Ky_{P1} - x_{P1})$$

$$[0166] \quad C = (x_{P1}^2 + b^2 - 2by_{P1} + y_{P1}^2 - R_1^2)$$

[0167] 将式(7)整理后可得:

$$[0168] \quad Ax^2 + Bx + C = 0 \quad (8)$$

[0169] 解式(8)的一元二次函数的解,可得交点的X坐标的显示解:

$$[0170] \quad x_p = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (9)$$

[0171] 再将式(9)带入式(6),即可求得交点的Y坐标的显示解:

$$[0172] \quad y_p = Kx_p + b \quad (10)$$

[0173] 至此,完成了全部的求解 x_p 和 y_p 。

[0174] 本实用新型中,两个曲柄连杆机构的设置,相比于传统的丝杠传动,具有如下好处:(主要体现在承载、噪声两个方面)

[0175] 1、丝杠传动为线性传动,运动学逆解容易求得,运动控制简单,但是增加了机械结构设计和制造的难度,可以说机械设计制造上实现不了,降低了机构的整体性能。然而,本实用新型为非线性耦合机构,运动学逆解的求解相对复杂,但是一旦获得解析求解,便能大幅降低机械结构的设计制造难度,提升机构的性能。

[0176] 2、对于丝杠螺母传动方式,要求丝杠的铰接转动副的中心线与螺纹传动副的中心线间的配合精度很高,一般需要控制在0.02mm左右,这在实际生产中是很难做到的,如果达不到这个精度要求,噪声、振动、寿命缩短等问题不可避免的产生,还会产生共振等问题。而本案的非线性曲柄连杆机构,都是普通的常规的铰接约束,制造难度小很多,易于实现产业化。

[0177] 3、由于机构的非线性特性,在非工作行程快速低负载输出,工作行程低速大负载输出,因此在折弯工作行程末端,有利于实现保压,提高折弯加工精度,只要较小的电机扭矩即可实现保压;而丝杠的线性机构保压会以电机的峰值扭矩进行保压,会使电机发热。

[0178] 4、丝杠在承受重载时,由于其铰接点、螺纹副都不是严格对称结构,丝杠与结构件的连接刚度较差,所以,丝杠受力会产生如图14所示的弯曲变形,影响使用寿命;而本实用新型则不存在这个问题。

[0179] 5、本实用新型具有非线性特性,这是非常适合折弯加工工况的,在非工作行程快速低负载输出,工作行程低速大负载输出。

[0180] 6、当曲柄连杆机构一的连杆一与折边梁铰接时,折弯载荷直接通过曲柄连杆机构

传递给机架,运动副仅需承受很小的载荷(仅需承受载荷中心与铰接中心不在一条直线上所引起的翻转载荷,实际上该载荷远远小于折弯工作载荷),因此能够实现重载、大吨位折弯。

[0181] 当曲柄连杆机构一的连杆与折边梁铰接时,折边梁驱动机构的运动学逆解更简单,更容易实现解析逆解,更加利于高速高精的控制。

[0182] 假设一般情况下,总行程的速度大约200mm/s左右,空行程190mm,折弯行程5mm(上下两端),折弯速度8mm(对效率影响不大),最高速度为200mm/s:假设需要的折弯载荷为150000N,两种机构以最高速度运行全行程的时间相等,为1s。

[0183] 对于滚珠丝杠的线性传动机构而言,其电机需要的功率为: $P=0.2\text{m/s} \cdot 150000\text{N} = 30000\text{W} = 30\text{kW}$ 。

[0184] 采用本实用新型的非线性的曲柄连杆传动机构后,其速度——位置曲线、力——位置曲线和曲柄连杆机构运动至某个特定位置时的示意图,分别如图15、图16和图17所示。

[0185] 在曲柄连杆机构中,假设曲柄与机架之间的铰接点为A,曲柄与连杆之间的铰接点为B、连杆与惰性块或折边梁之间的铰接点为C,当曲柄连杆机构运动至某个特定位置时的示意图如图17所示。其中, $\alpha=17^\circ$ 为曲柄与辅助直线AC之间的夹角、 $\beta=2^\circ$ 为连杆与辅助直线AC之间的夹角、 $R=100\text{mm}$ 为曲柄长度,还有750mm为连杆长度、5mm代表折弯工作行程的距离。

[0186] 伺服电机一或伺服电机二的输出扭矩为:

$$[0187] \quad M = F \cdot R \cdot \sin(\alpha + \beta) = 150000 \cdot 0.1 \cdot \sin(19^\circ) = 4883.5\text{Nm}$$

[0188] 其中,F是折弯载荷,R是曲柄的长度100mm,即0.1m。

[0189] 其角速度为:

$$[0190] \quad \omega = \frac{\pi}{1} = 3.14\text{rad/s}$$

[0191] 则伺服电机一或伺服电机二输出功率为: $P = M \cdot \omega = 4883.5\text{Nm} \cdot 3.14\text{rad/s} = 15334\text{W} \approx 15\text{kW}$ 。

[0192] 因而,本实用新型相比滚珠丝杠的线性传动方式,其电机驱动功率减小了50%左右,节能降本效果非常明显。

[0193] 以上详细描述了本实用新型的优选实施方式,但是,本实用新型并不限于上述实施方式中的具体细节,在本实用新型的技术构思范围内,可以对本实用新型的技术方案进行多种等同变换,这些等同变换均属于本实用新型的保护范围。

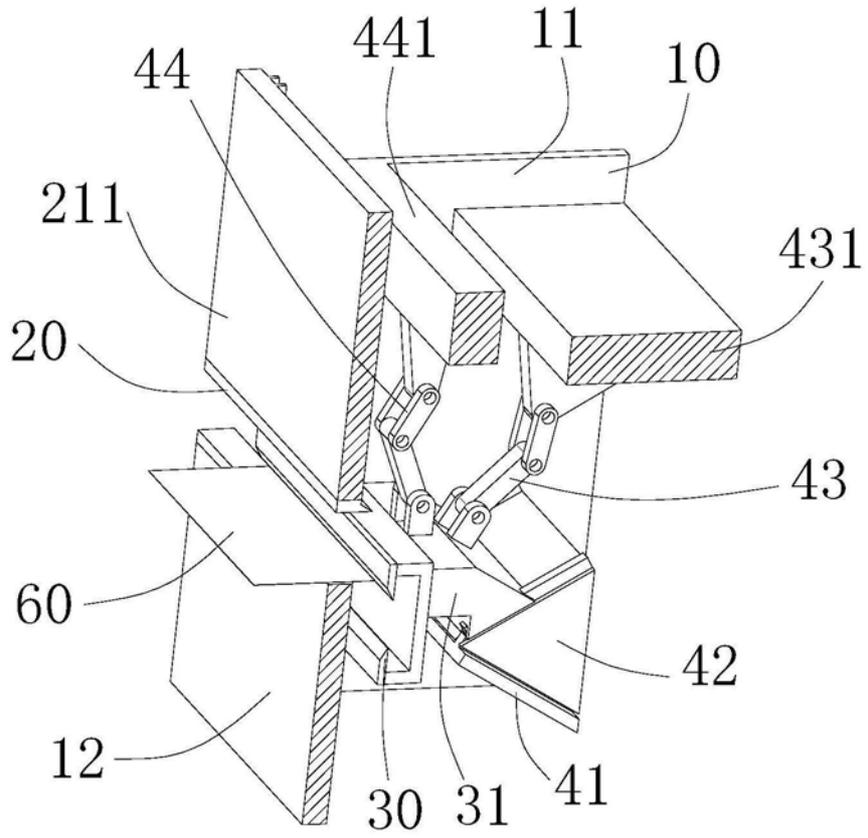


图1

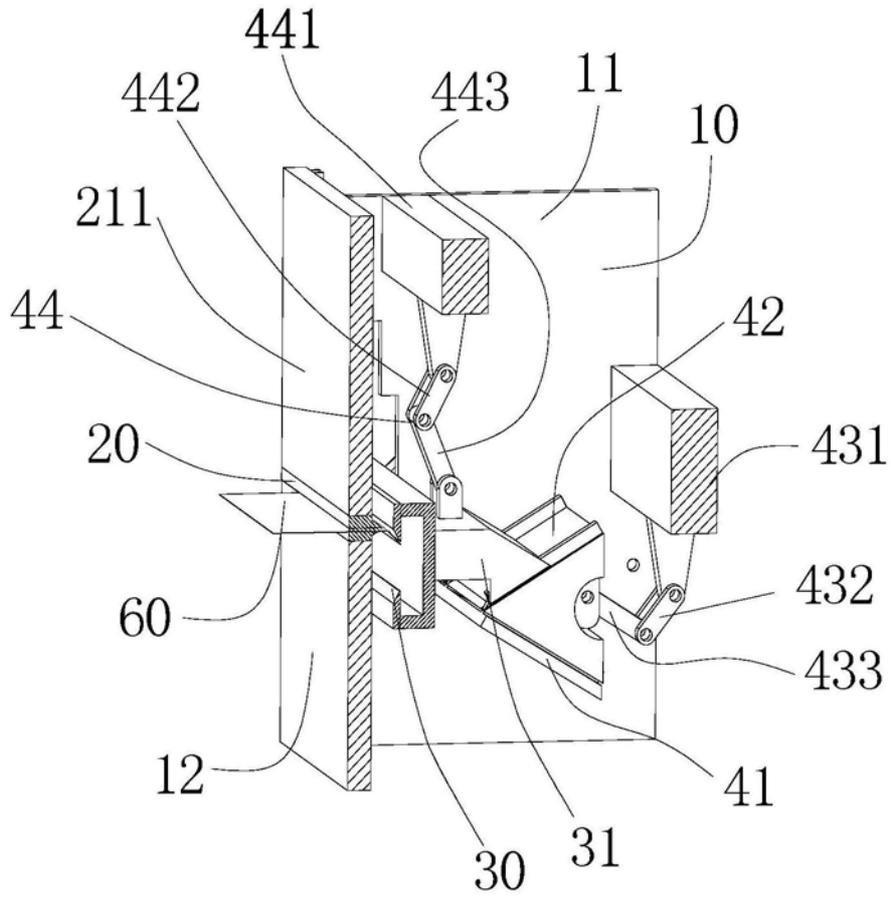


图2

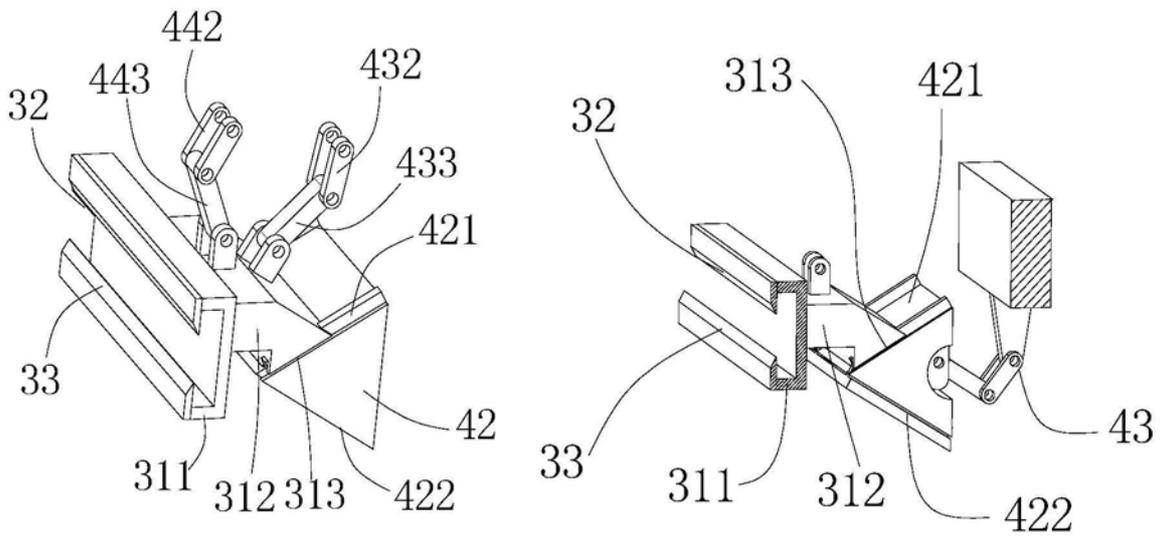


图 3a

图 3b

图3

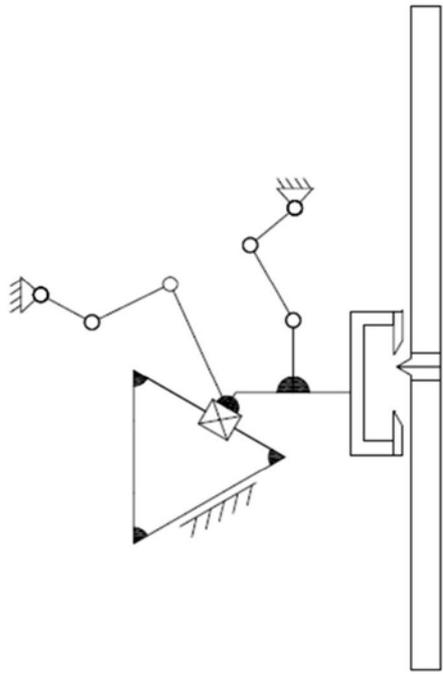


图4a

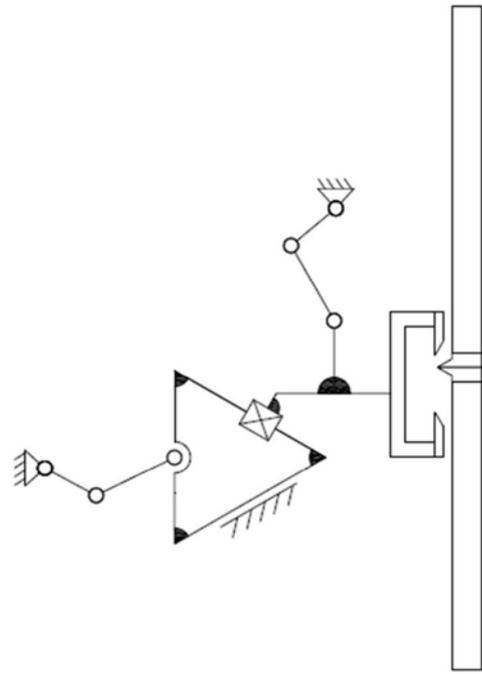


图4b

图4

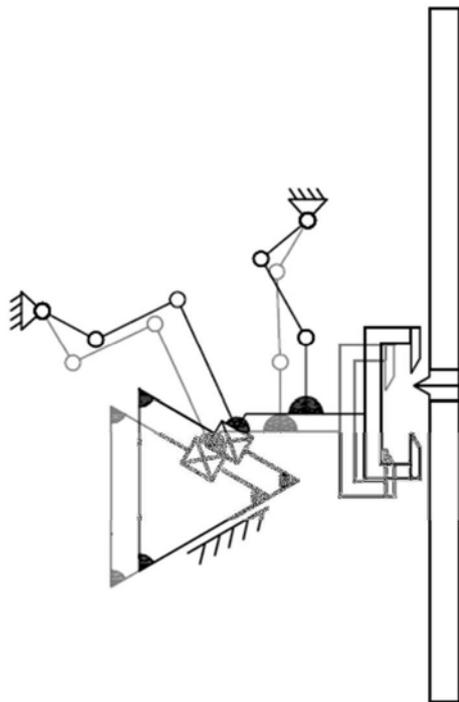


图5a

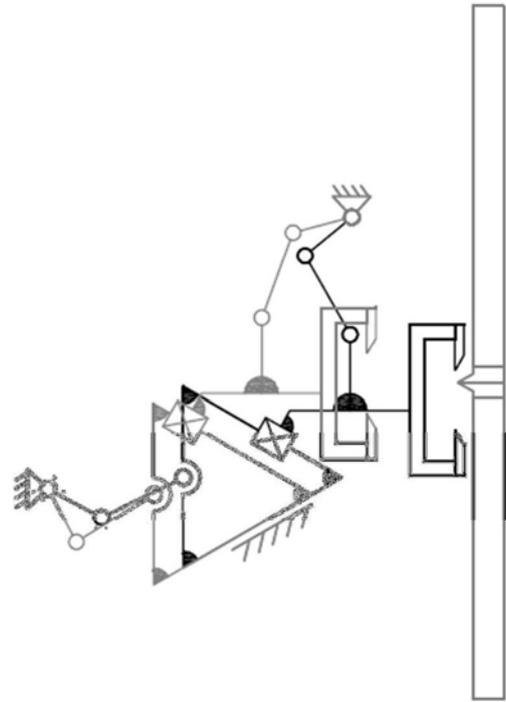


图5b

图5

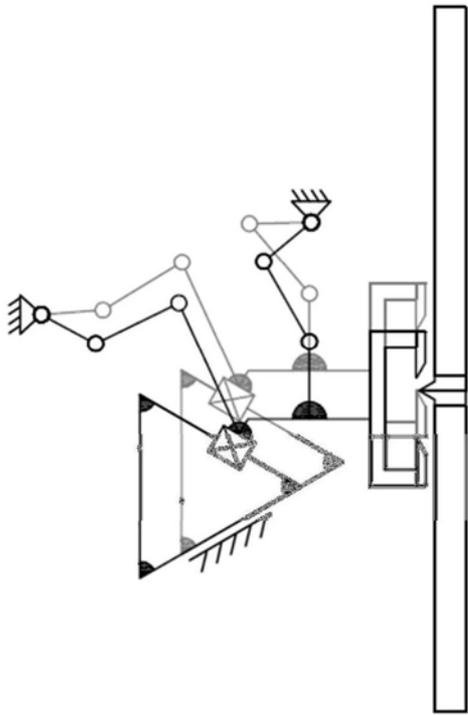


图6a

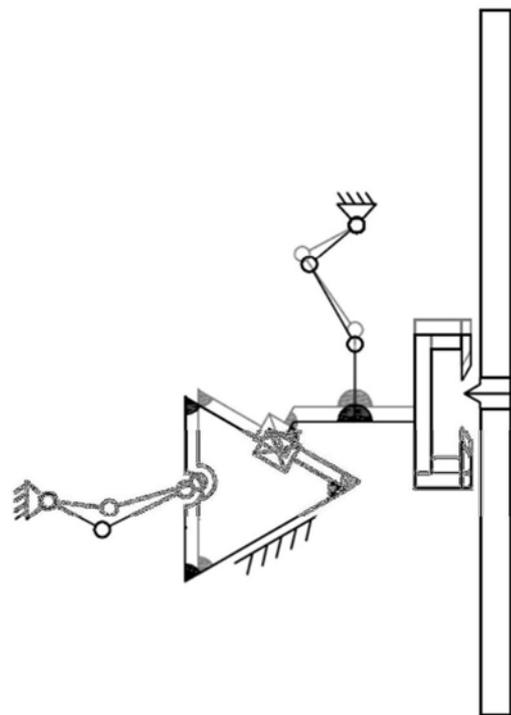


图6b

图6

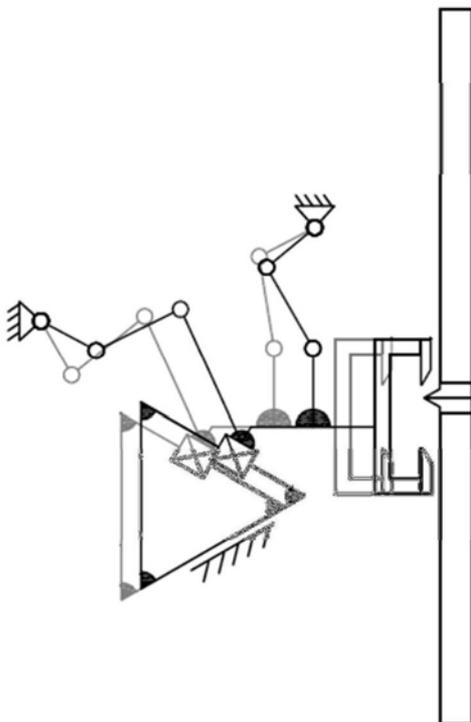


图7a

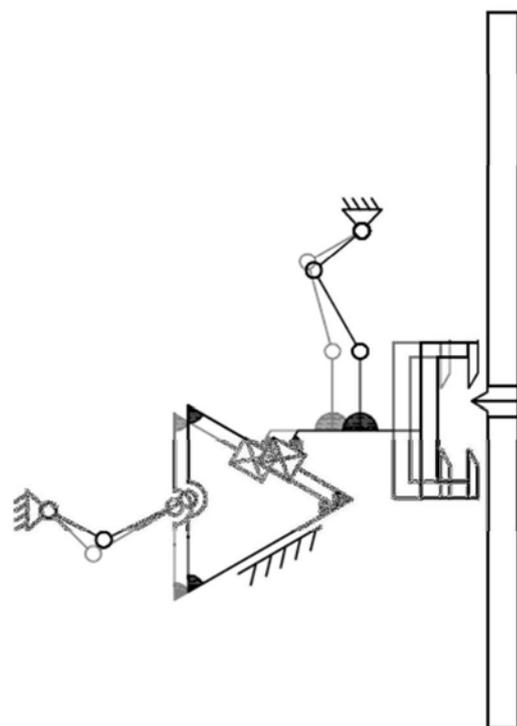


图7b

图7

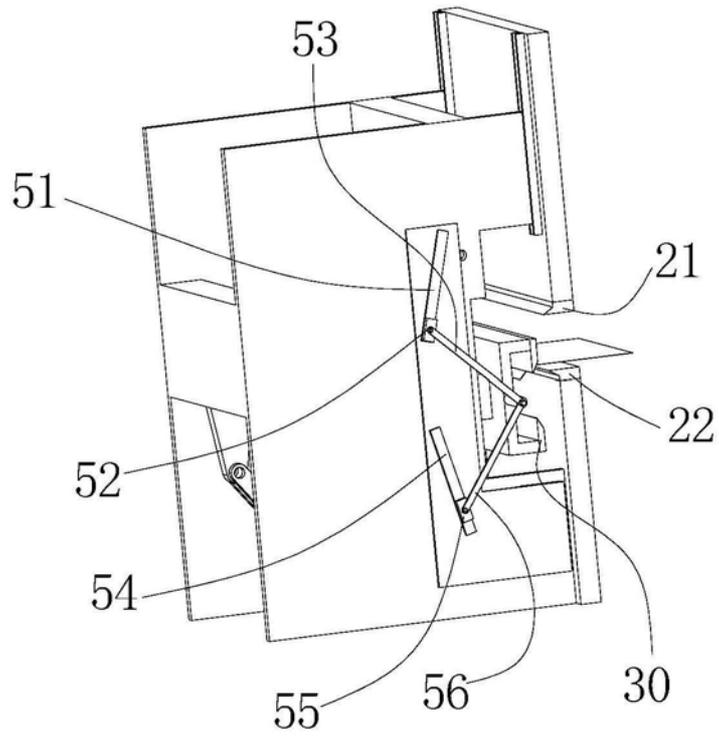


图8

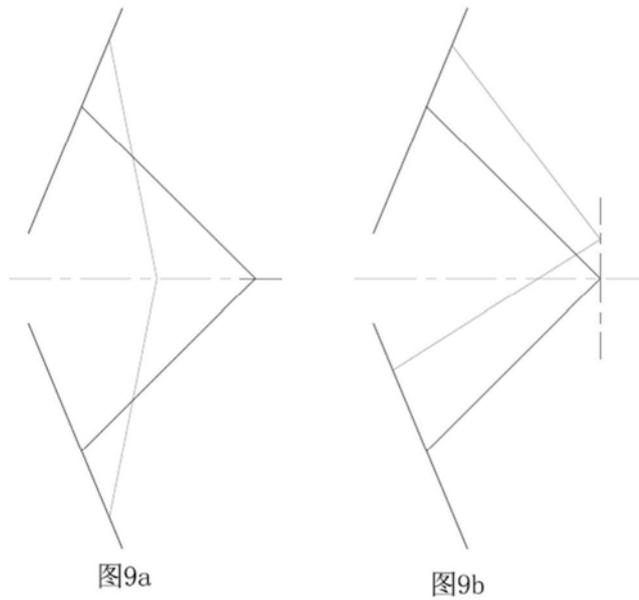


图9

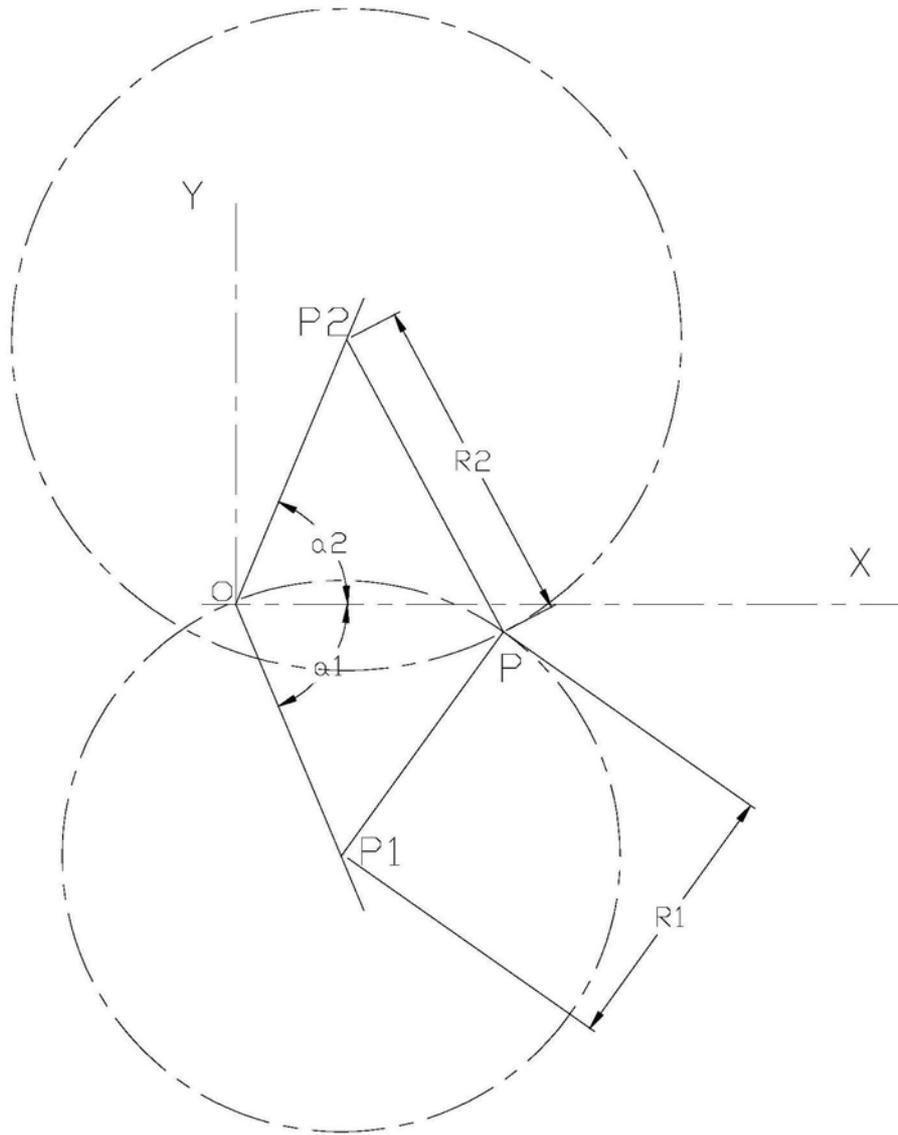


图10

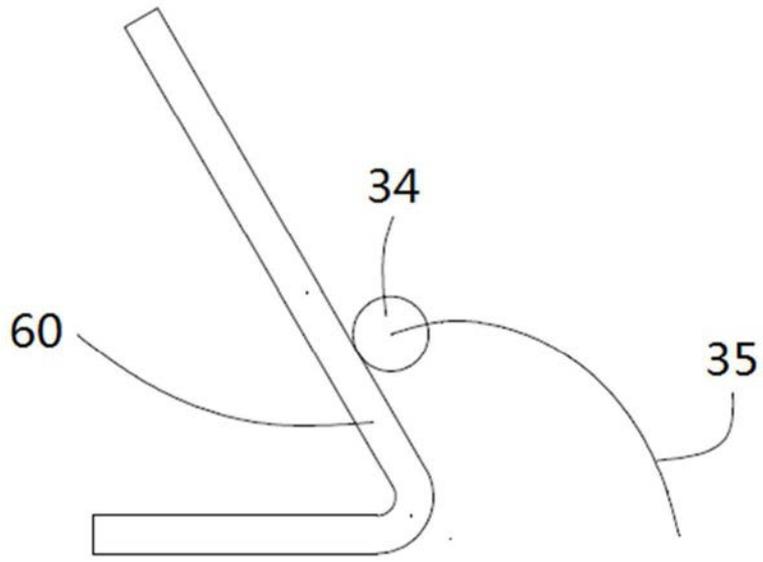


图11

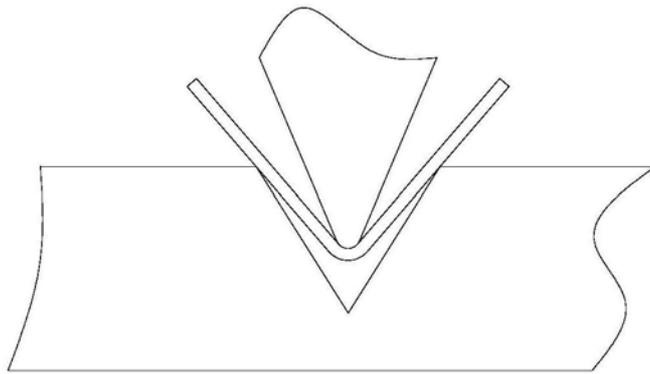


图12

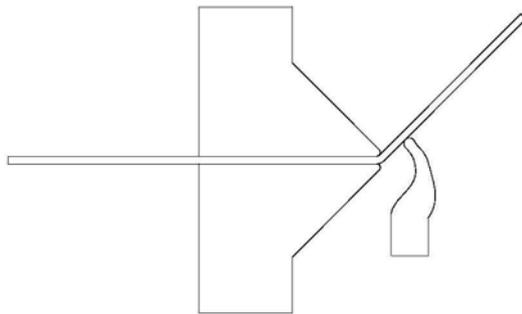


图13

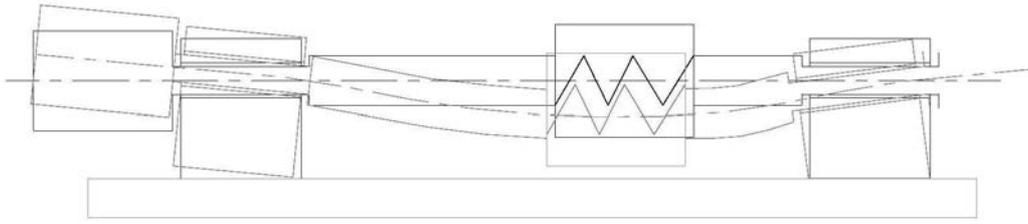


图14

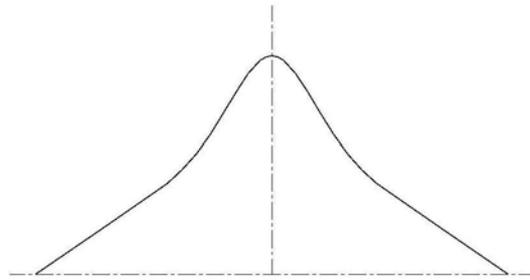


图15

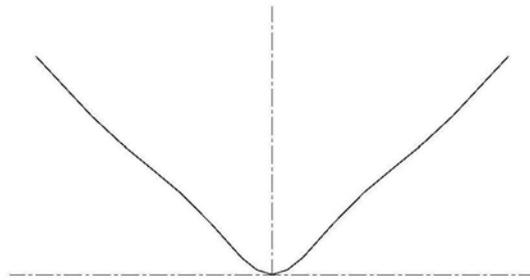


图16

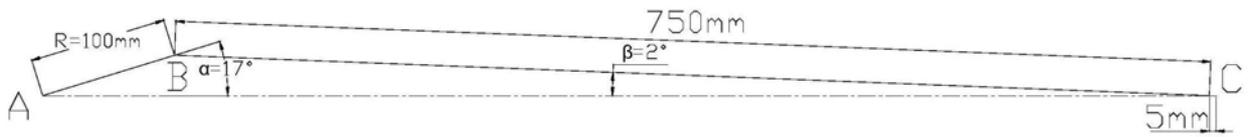


图17

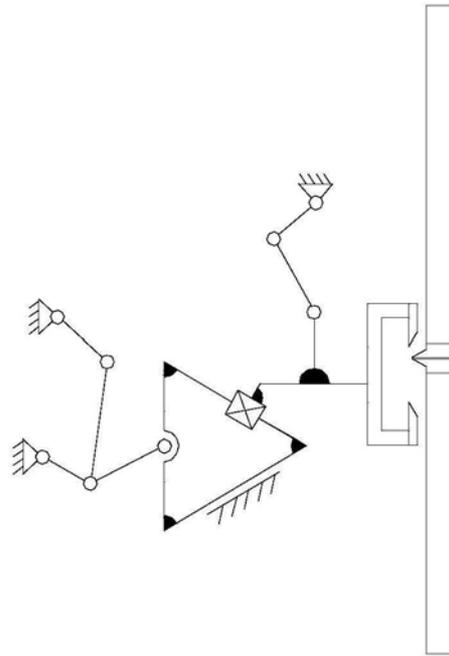


图18

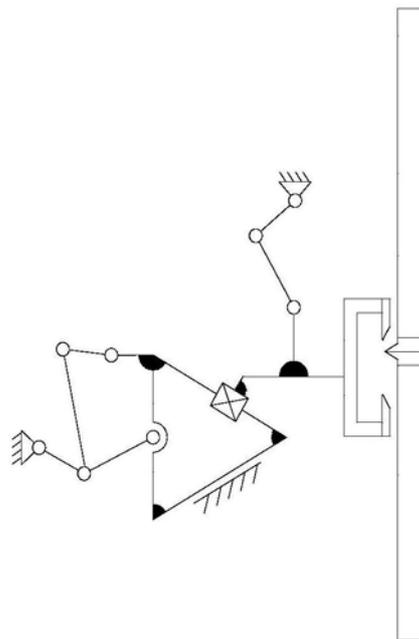


图19

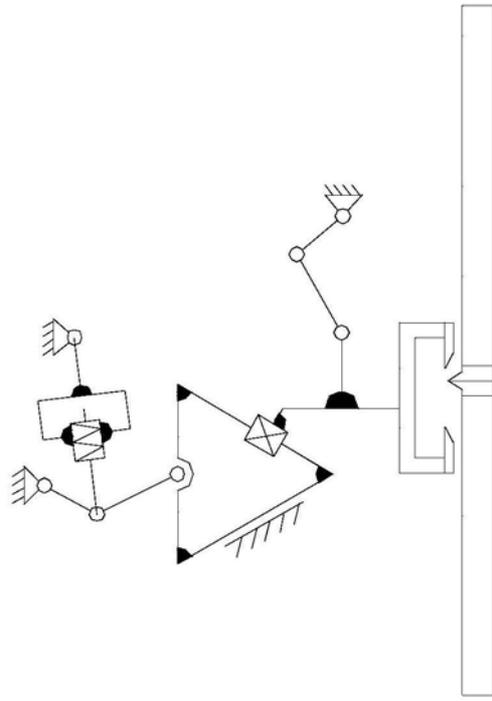


图20