



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105537963 B

(45)授权公告日 2017.07.21

(21)申请号 201610087193.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.02.16

B23P 23/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B23Q 1/44(2006.01)

申请公布号 CN 105537963 A

B23Q 3/157(2006.01)

(43)申请公布日 2016.05.04

B23Q 5/36(2006.01)

(73)专利权人 中北大学

B23Q 3/06(2006.01)

地址 030051 山西省太原市学院路3号中北大学

B23Q 1/58(2006.01)

审查员 刘南

(72)发明人 秦慧斌 侯志利 王茂刚 姚慧琦

李晓宁 马冰彦 张梦平 安旺

盛强 王志辉

(74)专利代理机构 山西五维专利事务所(有限公司) 14105

代理人 茹牡花

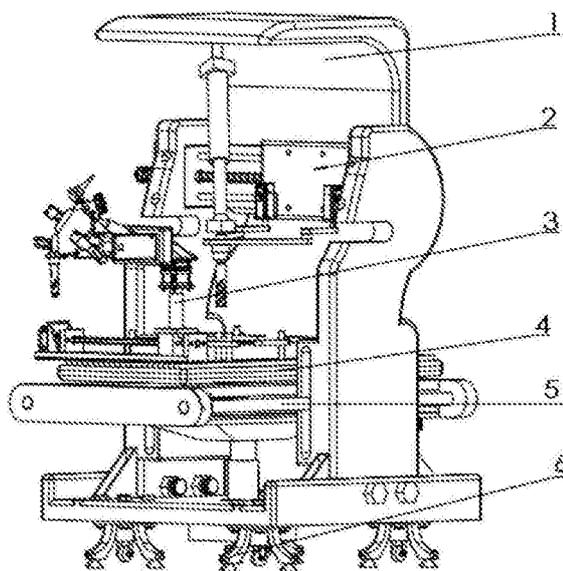
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

一种复合连杆机构的立式加工中心

(57)摘要

本发明属于制造技术装备领域,具体涉及一种复合连杆机构的立式加工中心。主要解决并联机床存在的运动耦合性强、控制建模困难、工作空间狭小的问题。本发明由外框架装置、复合连杆加工装置、多自由度换刀装置、可升降加工平台装置、导向平衡轴和底座支撑装置共六部分组成;复合连杆加工装置的滑块连接板、电主轴分别与外框架装置的第一滑台滑块、上部万向铰链连接。多自由度换刀装置的第二横向滑台的底面与可升降加工平台中的加工平台连接。多自由度换刀装置可安装立铣刀、钻头、打磨砂轮、3D打印头、激光烧结头、端面铣刀六种刀具,本发明能实现零件减材料和增材料的复合加工,同时在快速成型、并联机床领域具有较为广泛的应用前景。



1. 一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:由外框架装置(1)、复合连杆加工装置(2)、多自由度换刀装置(3)、可升降加工平台装置(4)、导向平衡轴(5)和底座支撑装置(6)六部分组成;所述复合连杆加工装置(2)与所述外框架装置(1)通过所述外框架装置(1)中的第一滑台滑块(1032)与所述复合连杆加工装置(2)中的滑块连接板(201)和所述复合连杆加工装置(2)中的电主轴(211)与所述外框架装置(1)中的下部万向铰链(111)连接;所述多自由度换刀装置(3)与可升降加工平台装置(4)通过所述多自由度换刀装置(3)中的第二横向滑台(309)的底面与可升降加工平台装置(4)中的加工平台(405)的左端连接,且所述多自由度换刀装置(3)位于所述可升降加工平台装置(4)的上方;所述可升降加工平台装置(4)与所述外框架装置(1)通过所述可升降加工平台装置(4)中的第四液压杆(410)的底端与所述外框架装置(1)的底座(107)连接;所述导向平衡轴(5)在所述可升降加工平台装置(4)的左右位置对称布置,所述导向平衡轴(5)的前后两端分别通过所述可升降加工平台装置(4)的后端板(412)、前端板(409),且导向平衡轴(5)的前后两端面分别与可升降加工平台装置(4)的后端板(412)、前端板(409)的外端面平齐,对称布置的导向平衡轴(5)的中间位置分别穿过所述外框架装置(1)的左支撑侧板(104)、右支撑侧板(110)下端的立式圆头平键形导向孔,实现可升降加工平台装置(4)与外框架装置(1)的导向平衡连接;所述底座支撑装置(6)与所述外框架装置(1)通过底座支撑装置(6)中的底支架(601)与外框架装置(1)中的底座(107)连接,且位于四个角;所述底座支撑装置(6)位于外框架装置(1)的底座(107)下方。

2. 根据权利要求1所述的一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:所述外框架装置(1)由顶盖(101)、上部万向铰链(102)、下部万向铰链(111)、和由第一滑台轨道(1031)、第一滑台滑块(1032)、第一滑台丝杠(1033)、第一联轴器(1034)、第一伺服电机电机支架(1035)、第一伺服电机(1036)组成的第一横向滑台(103)、左支撑侧板(104)、右支撑侧板(110)、第一块肋板(105)、第二块肋板(106)、第三块肋板(108)、第四块肋板(109)、底座(107)、第一液压杆(112)组成;所述第一滑台滑块(1032)与第一滑台轨道(1031)通过光杠连接,第一滑台丝杠(1033)与第一滑台轨道(1031)与第一滑台滑块(1032)通过中间孔连接,第一伺服电机电机支架(1035)与第一滑台轨道(1031)连接,第一联轴器(1034)与第一滑台丝杠(1033)连接,第一伺服电机(1036)与第一伺服电机电机支架(1035)连接,第一伺服电机(1036)与第一联轴器(1034)连接;所述第一横向滑台(103)的左端与所述的左支撑侧板(104)的上端通过螺钉固定连接,所述第一横向滑台(103)的右端与右支撑侧板(110)的上端通过螺钉固定连接,构成门式框架;所述顶盖(101)与所述第一横向滑台(103)通过所述顶盖(101)竖直面的下端与所述第一横向滑台(103)的背面中央通过螺栓螺母连接;所述左支撑侧板(104)和右支撑侧板(110)的下端分别与底座(107)左右两侧面通过螺栓螺母连接;所述第一块肋板(105)与第二块肋板(106)设置在左支撑侧板(104)的下端,且第一块肋板(105)的竖直面位于左支撑侧板(104)的后方,第二块肋板(106)的竖直面位于左支撑侧板(104)的前方,所述第一块肋板(105)与第二块肋板(106)的水平面与底座(107)左端的上表面连接;所述第四块肋板(109)与第三块肋板(108)设置在右支撑侧板(110)的下端,且第四块肋板(109)的竖直面位于右支撑侧板(110)的后方,第三块肋板(108)的竖直面位于右支撑侧板(110)的前方,所述第三块肋板(108)与第四块肋板(109)的水平面与底座(107)右端的上表面连接;所述第一液压杆(112)的上端通过上部万向铰链(102)与顶盖(101)的

内表面连接,且所述第一液压杆(112)位于顶盖(101)下方空间的中间位置;所述第一液压杆(112)的下端与下部万向铰链(111)相连。

3. 根据权利要求1所述的一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:所述复合连杆加工装置(2)由滑块连接板(201)、左伺服电机支架(202)、右伺服电机支架(203)、左伺服电机(204)、右伺服电机(205)、A连杆(206)、B连杆(207)、C连杆(208)、D连杆(210)、圆台(209)、电主轴(211)、立铣刀(212)组成;所述左伺服电机(204)固定在左伺服电机支架(202)上,所述右伺服电机(205)固定在右伺服电机支架(203)上,所述左伺服电机支架(202)和右伺服电机支架(203)通过螺栓螺母固定在滑块连接板(201)上,所述B连杆(207)设置在所述A连杆(206)的下方,且所述A连杆(206)的一端与左伺服电机(204)的转轴连接,另一端通过螺栓螺母与B连杆(207)的一端连接;所述D连杆(210)的一端与所述右伺服电机(205)的转轴连接,所述B连杆(207)的另一端与C连杆(208)的一端连接,且所述的B连杆(207)位于C连杆(208)的上方;所述的C连杆(208)的另一端通过圆台(209)与D连杆(210)的另一端连接,且所述D连杆(210)位于C连杆(208)的上方;所述圆台(209)位于C连杆(208)的上方,D连杆(210)的下方;所述电主轴(211)的尾部与所述B连杆(207)的另一端、C连杆(208)一端连接,所述电主轴(211)的前部与所述立铣刀(212)的刀柄部连接。

4. 根据权利要求1所述的一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:所述多自由度换刀装置(3)是由刀库(301)、刀库连接件(302)、刀库旋转件(303)、第二液压杆(304)、粗连接件(305)、细连接件(306)、门式连接件(307)、三角形连接件(308)、第二横向滑台(309)、旋转组件(310)、第三液压杆(311)、第二伺服电机(312)组成;其中,所述的刀库(301)是由六个左手指(3011)、六个右手指(3012)、十二个电吸盘(3017)、立铣刀(212)、钻头(3014)、打磨砂轮(3015)、3D打印头(3016)、激光烧结头(3018)、端面铣刀(3019)、刀盘(30110)组成;所述的六个左手指(3011)、六个右手指(3012)均匀分布在刀盘(30110)的外缘顶端;所述电吸盘(3017)分别设置在左手指(3011)和右手指(3012)的手指内侧末端,所述立铣刀(212)、钻头(3014)、打磨砂轮(3015)、3D打印头(3016)、激光烧结头(3018)、端面铣刀(3019)依次夹在所述左手指(3011)和右手指(3012)之间;所述粗连接件(305)是由粗连接轴(3051)、粗左套筒(3052)和粗右套筒(3053)组成,所述粗左套筒(3052)和粗右套筒(3053)套装在粗连接轴(3051)的外圆柱面上;所述细连接件(306)是由细连接轴(3061)、细左套筒(3062)和细右套筒(3063)组成,所述细左套筒(3062)和细右套筒(3063)套装在细连接轴(3061)的外圆柱面上;所述旋转组件(310)是由上部内压板(3101)、下部内压板(3102)、上部外压板(3103)、下部外压板(3104)、轴承(3105)、第一步进电机(3106)组成;所述上部内压板(3101)和下部内压板(3102)通过螺栓分别与所述轴承(3105)的轴承内圈的上部分和下部分连接,所述上部外压板(3103)、下部外压板(3104)通过螺栓分别与所述轴承(3105)的轴承外圈的上部分和下部分连接;所述第一步进电机(3106)通过螺栓与所述上部外压板(3103)、下部外压板(3104)连接;所述第二横向滑台(309)是由第二滑台轨道(3091)、第二滑台滑块(3092)、第二滑台丝杠(3093)、第二联轴器(3094)、第二步进电机支架(3095)、第二步进电机(3096)组成;所述第二滑台滑块(3092)与第二滑台轨道(3091)通过光杠连接,第二滑台丝杠(3093)与第二滑台轨道(3091)与第二滑台滑块(3092)通过中间孔连接,第二步进电机支架(3095)与第二滑台轨道(3091)连接,第二联轴器(3094)与第二滑台丝杠(3093)连接,第二步进电机(3096)与第二步进电机支架(3095)连接,第二步进电

机(3096)与第二联轴器(3094)连接;所述刀库连接件(302)与所述刀库(301)背面上的圆环相连接;所述刀库连接件(302)与所述第二液压杆(304)的一端通过螺栓螺母连接,所述第二液压杆(304)的另一端与所述细连接件(306)连接;所述细左套筒(3062)和细右套筒(3063)与第二液压杆(304)另一端的左右两侧相连接,细连接件(306)与所述门式连接件(307)通过细连接轴(3061)连接;所述第二伺服电机(312)与所述刀库(301)中央连接;所述第二伺服电机(312)与所述刀库旋转件(303)的前大平端面连接;所述粗连接件(305)的粗左套筒(3052)与粗右套筒(3053)分别与所述刀库旋转件(303)的左小端平面、右小端平面连接;所述的粗连接件(305)的粗左套筒(3052)与粗右套筒(3053)与所述门式连接件(307)通过粗连接轴(3051)连接;所述门式连接件(307)与所述三角形连接件(308)的竖直平面通过螺栓螺母连接;所述三角形连接件(308)水平面与所述旋转组件(310)中的上部内压板(3101)和下部内压板(3102)通过螺栓螺母连接;所述旋转组件(310)中的第一步进电机(3106)下部与所述第三液压杆(311)的上端通过螺栓螺母连接;所述第三液压杆(311)的下端与所述第二横向滑台(309)中的第二滑台滑块(3092)通过螺栓连接。

5. 根据权利要求1所述一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:所述可升降加工平台装置(4)是由短压板(401)、长压板(402)、压板轴(403)、工件(404)、加工平台(405)、左平板(407)、右平板(406)、第三横向滑台(408)、前端板(409)、后端板(412)、第四液压杆(410)、加工平台底板(411)组成;所述短压板(401)与所述压板轴(403)的上端通过螺母固定连接;所述长压板(402)与所述压板轴(403)上端通过螺母固定连接;所述压板轴(403)下端与所述加工平台(405)的上平面连接;所述工件(404)固定在所述短压板(401)、长压板(402)和所述加工平台(405)之间,所述短压板(401)和长压板(402)在同一平面且位于所述工件(404)上部,所述左平板(407)、右平板(406)左右两侧分别与所述后端板(412)、前端板(409)固定连接;所述加工平台底板(411)与所述前端板(409)、后端板(412)固定连接;所述第三横向滑台(408)是由第三滑台轨道(4081)、第三滑台滑块(4082)、第三滑台丝杠(4083)、第三联轴器(4084)、第三伺服电机支架(4085)、第三伺服电机(4086)组成;所述的第三滑台滑块(4082)与第三滑台轨道(4081)通过光杠连接,第三滑台丝杠(4083)与第三滑台轨道(4081)、第三滑台滑块(4082)通过中间孔连接,第三伺服电机支架(4085)与第三滑台轨道(4081)连接,第三联轴器(4084)与第三滑台丝杠(4083)连接,第三伺服电机(4086)与第三伺服电机支架(4085)连接,第三伺服电机(4086)与第三联轴器(4084)连接;所述第三横向滑台(408)中的第三滑台滑块(4082)与所述加工平台(405)的底面正中央位置固定连接;所述第四液压杆(410)的上端与所述加工平台底板(411)的底面正中央位置固定连接。

6. 根据权利要求1所述一种复合连杆机构的立式加工中心,其特征在于:所述底座支撑装置(6)是由底支架(601)、四个脚杯(602)、第五液压杆(603)、轮部右支撑板(604)、轮部左支撑板(605)、轮子(606)组成;所述的四个脚杯(602)分别固定在所述底支架(601)的底端;所述第五液压杆(603)的上端与所述底支架(601)平面中央连接且位于下部;所述第五液压杆(603)的下端左右两侧分别与所述轮部左支撑板(605)、轮部右支撑板(604)的上部连接;所述轮子(606)分别与所述轮部右支撑板(604)、轮部左支撑板(605)的下部通过轮轴连接。

## 一种复合连杆机构的立式加工中心

### 技术领域：

[0001] 本发明属于制造技术装备领域，具体涉及一种复合连杆机构的立式加工中心。

### 背景技术：

[0002] 国内外制造企业必须通过提高产品质量、降低成本和缩短新产品开发周期来取得市场竞争优势，这就要求不断提高加工过程中精度、速度和柔性。这种竞争最终落实到机床技术水平的竞争。

[0003] 机床作为生产各种机械的工作母机，是装备制造业的基础；机床工业的发展水平是国家工业化水平的重要标志。并联运动机床与传统机床相比，并联运动机床结构以复合杆系机构代替传统机床结构的悬臂梁和两支点梁来承载切削力和主轴部件重力；具有结构简单、刚度高、速度快、动态性能好、可重构等优点，易于实现较复杂的空间运动，完成复杂零件的加工。它是21世纪新一代机床的发展方向。但目前的并联机床还存在运动耦合性强、控制建模困难、工作空间狭小的缺点。

### 发明内容：

[0004] 本发明的目的是针对目前的并联机床存在的运动耦合性强、控制建模困难、工作空间狭小的问题，提供一种适用于板块类零件的减材料与增材料的复合加工，具备加工便捷、占地空间小的复合连杆机构的立式加工中心。

[0005] 为实现上述目的，本发明所采用的技术方案是：

[0006] 一种复合连杆机构的立式加工中心，其中：由外框架装置、复合连杆加工装置、多自由度换刀装置、可升降加工平台装置、导向平衡轴和底座支撑装置六部分组成；所述复合连杆加工装置与所述外框架装置通过所述外框架装置中的第一滑台滑块与所述复合连杆加工装置中的滑块连接板和所述复合连杆加工装置中的电主轴与所述外框架装置中的下部万向铰链连接；所述多自由度换刀装置与可升降加工平台装置通过所述多自由度换刀装置中的第二横向滑台的底面与可升降加工平台装置中的加工平台的左端连接，且所述多自由度换刀装置位于所述可升降加工平台装置的上方；所述可升降加工平台装置与所述外框架装置通过所述可升降加工平台装置中的第四液压杆的底端与所述外框架装置的底座连接；所述导向平衡轴在所述可升降加工平台装置的左右位置对称布置，所述导向平衡轴的前后两端分别通过所述可升降加工平台装置的后端板、前端板，且导向平衡轴的前后两端面分别与可升降加工平台装置的后端板、前端板的外端面平齐，对称布置的导向平衡轴的中间位置分别穿过所述外框架装置的左支撑侧板、右支撑侧板下端的立式圆头平键形导向孔，实现可升降加工平台装置与外框架装置的导向平衡连接；所述底座支撑装置与所述外框架装置通过底座支撑装置中的底支架与外框架装置中的底座连接，且位于四个角；所述底座支撑装置位于外框架装置的底座下方。

[0007] 进一步，所述外框架装置由顶盖、上部万向铰链、下部万向铰链、和由第一滑台轨道、第一滑台滑块、第一滑台丝杠、第一联轴器、第一伺服电机电机支架、第一伺服电机组成

的第一横向滑台、左支撑侧板、右支撑侧板、第一块肋板、第二块肋板、第三块肋板、第四块肋板、底座、第一液压杆组成；所述第一滑台滑块与第一滑台轨道通过光杠连接，第一滑台丝杠与第一滑台轨道与第一滑台滑块通过中间孔连接，第一伺服电机电机支架与第一滑台轨道连接，第一联轴器与第一滑台丝杠连接，第一伺服电机与第一伺服电机电机支架连接，第一伺服电机与第一联轴器连接；所述第一横向滑台的左端与所述的左支撑侧板的上端通过螺钉固定连接，所述第一横向滑台的右端与右支撑侧板的上端通过螺钉固定连接，构成门式框架；所述顶盖与所述第一横向滑台通过所述顶盖竖直面的下端与所述第一横向滑台的背面中央通过螺栓螺母连接；所述左支撑侧板和右支撑侧板的下端分别与底板左右两侧面通过螺栓螺母连接；所述第一块肋板与第二块肋板设置在左支撑侧板的下端，且第一块肋板的竖直面位于左支撑侧板的后方，第二块肋板的竖直面位于左支撑侧板的前方，所述第一块肋板与第二块肋板的水平面与底座左端的上表面连接；所述第四块肋板与第三块肋板设置在右支撑侧板的下端，且第四块肋板的竖直面位于右支撑侧板的后方，第三块肋板的竖直面位于右支撑侧板的前方，所述第三块肋板与第四块肋板的水平面与底座右端的上表面连接；所述第一液压杆的上端通过上部万向铰链与顶盖的内表面连接，且所述第一液压杆位于顶盖下方空间的中间位置；所述第一液压杆的下端与下部万向铰链相连。

[0008] 本发明所述外框架装置中的第一横向滑台为复合连杆加工装置提供左右运动支撑，外框架装置中的左支撑侧板、右支撑侧板为可升降加工平台装置提供上下运动平衡导向支撑。

[0009] 进一步，所述复合连杆加工装置由滑块连接板、左伺服电机支架、右伺服电机支架、左伺服电机、右伺服电机、A连杆、B连杆、C连杆、D连杆、圆台、电主轴、立铣刀组成；所述左伺服电机固定在左伺服电机支架上，所述右伺服电机固定在右伺服电机支架上，所述左伺服电机支架和右伺服电机支架通过螺栓螺母固定在滑块连接板上，所述B连杆设置在所述A连杆的下方，且所述A连杆的一端与左伺服电机的转轴连接，另一端通过螺栓螺母与B连杆的一端连接；所述D连杆的一端与所述右伺服电机的转轴连接，所述B连杆的另一端与C连杆的一端连接，且所述的B连杆位于C连杆的上方；所述的C连杆的另一端通过圆台与D连杆的另一端连接，且所述D连杆位于C连杆的上方；所述圆台位于C连杆的上方，D连杆的下方；所述电主轴的尾部与所述B连杆的另一端、C连杆一端连接，所述电主轴的前部与所述立铣刀的刀柄部连接；所述左伺服电机和右伺服电机的输出速度实时动态可控，驱动立铣刀按照特定加工轨迹切削运动，实现预期的加工工艺动作。

[0010] 本发明所述复合连杆加工装置可实现各种不同的加工工艺轨迹，完成各种加工工艺动作。

[0011] 进一步，所述多自由度换刀装置是由刀库、刀库连接件、刀库旋转件、第二液压杆、粗连接件、细连接件、门式连接件、三角形连接件、第二横向滑台、旋转组件、第三液压杆、第二伺服电机组成；其中，所述的刀库是由六个左手手指、六个右手手指、十二个电吸盘、立铣刀、钻头、打磨砂轮、3D打印头、激光烧结头、端面铣刀、刀盘组成；所述的六个左手手指、六个右手手指均匀分布在刀盘的外缘顶端；所述电吸盘分别设置在左手手指和右手手指的手指内侧末端，所述立铣刀、钻头、打磨砂轮、3D打印头、激光烧结头、端面铣刀依次夹在所述左手手指和右手手指之间；所述粗连接件是由粗连接轴、粗左套筒和粗右套筒组成，所述粗左套筒和粗右套筒套装在粗连接轴的外圆柱面上；所述细连接件是由细连接轴、细左套筒和细右套筒组成，所

述细左套筒和细右套筒套装在细连接轴的外圆柱面上；所述旋转组件是由上部内压板、下部内压板、上部外压板、下部外压板、轴承、第一步进电机组成；所述上部内压板和下部内压板通过螺栓分别与所述轴承的轴承内圈的上部分和下部分连接，所述上部外压板、下部外压板通过螺栓分别与所述轴承的轴承外圈的上部分和下部分连接；所述第一步进电机通过螺栓与所述上部外压板、下部外压板连接；所述第二横向滑台是由第二滑台轨道、第二滑台滑块、第二滑台丝杠、第二联轴器、第二步进电机支架、第二步进电机组成；所述第二滑台滑块与第二滑台轨道通过光杠连接，第二滑台丝杠与第二滑台轨道与第二滑台滑块通过中间孔连接，第二步进电机支架与第二滑台轨道连接，第二联轴器与第二滑台丝杠连接，第二步进电机与第二步进电机支架连接，第二步进电机与第二联轴器连接；所述刀库连接件与所述刀库背面上的圆环相连接；所述刀库连接件与所述第二液压杆的一端通过螺栓螺母连接，所述第二液压杆的另一端与所述细连接件连接；所述细左套筒和细右套筒与第二液压杆另一端的左右两侧相连接，细连接件与所述门式连接件通过细连接轴连接；所述第二伺服电机与所述刀库中央连接；所述第二伺服电机与所述刀库旋转件的前大平端面连接；所述粗连接件的粗左套筒与粗右套筒分别与所述刀库旋转件的左小端平面、右小端平面连接；所述粗连接件的粗左套筒与粗右套筒与所述门式连接件通过粗连接轴连接；所述门式连接件与所述三角形连接件的竖直平面通过螺栓螺母连接；所述三角形连接件水平面与所述旋转组件中的上部内压板和下部内压板通过螺栓螺母连接；所述旋转组件中的第一步进电机下部与所述第三液压杆的上端通过螺栓螺母连接；所述第三液压杆的下端与所述第二横向滑台的第二滑台滑块通过螺栓连接。

[0012] 本发明所述多自由度换刀装置可实现立铣刀、钻头、打磨砂轮、3D打印头、激光烧蚀头、端面铣刀之间的任意切换，同时也可以实现刀库的多方向移动。

[0013] 进一步，所述可升降加工平台装置是由短压板、长压板、压板轴、工件、加工平台、左平板、右平板、第三横向滑台、前端板、后端板、第四液压杆、加工平台底板组成；所述短压板与所述压板轴的上端通过螺母固定连接；所述长压板与所述压板轴上端通过螺母固定连接；所述压板轴下端与所述加工平台的上平面连接；所述工件固定在所述短压板、长压板和所述加工平台之间，所述短压板和长压板在同一平面且位于所述工件上部，所述左平板、右平板左右两侧分别与所述后端板、前端板固定连接；所述加工平台底板与所述前端板、后端板固定连接；所述第三横向滑台是由第三滑台轨道、第三滑台滑块、第三滑台丝杠、第三联轴器、第三伺服电机支架、第三伺服电机组成。所述的第三滑台滑块与第三滑台轨道通过光杠连接，第三滑台丝杠与第三滑台轨道、第三滑台滑块通过中间孔连接，第三伺服电机支架与第三滑台轨道连接，第三联轴器与第三滑台丝杠连接，第三伺服电机与第三伺服电机支架连接，第三伺服电机与第三联轴器连接；所述第三横向滑台第三滑台滑块与所述加工平台的底面正中央位置固定连接；所述第四液压杆的上端与所述加工平台底板的底面正中央位置固定连接。

[0014] 本发明所述可升降加工平台装置，可以实现加工平台的上下移动，以及加工平台的左右移动，同时也可以完成工件的固定。

[0015] 进一步，所述底座支撑装置是由底支架、四个脚杯、第五液压杆、轮部右支撑板、轮部左支撑板、轮子组成；所述的四个脚杯分别固定在所述底支架的底端；所述第五液压杆的上端与所述底支架平面中央连接且位于下部；所述第五液压杆的下端左右两侧分别与所述

轮部左支撑板、轮部右支撑板的上部连接；所述轮子分别与所述轮部右支撑板、轮部左支撑板的下部通过轮轴连接。

[0016] 本发明所述底座支撑装置可实现复合连杆机构的立式加工中心装置的便携移动和固定。

[0017] 与现有技术相比,本发明简化了传统机床传动链,实现了加工中心主轴头小型化,加工空间大,占用空间小,可便捷移动,能实现复杂零件的切削减材料与3D打印增材料的复合加工,以及打磨加工,造价低,可大大降低生产成本。

## 附图说明

[0018] 图1是本发明一种复合连杆机构的立式加工中心的结构示意图；

[0019] 图2是外框架装置的结构示意图；

[0020] 图3是复合连杆加工装置的结构示意图；

[0021] 图4是多自由度换刀装置的结构示意图；

[0022] 图5是刀库的结构示意图；

[0023] 图6是细连接件的结构示意图；

[0024] 图7是粗连接件的结构示意图；

[0025] 图8是旋转组件的结构示意图；

[0026] 图9是可升降加工平台装置的结构示意图；

[0027] 图10是第三横向滑台的结构示意图；

[0028] 图11是底座支撑装置的结构示意图；

## 具体实施方式

[0029] 如图1所示,本实施例一种复合连杆机构的立式加工中心,其中:由外框架装置1、复合连杆加工装置2、多自由度换刀装置3、可升降加工平台装置4、导向平衡轴5和底座支撑装置6六部分组成;所述复合连杆加工装置2与所述外框架装置1通过所述外框架装置1中的第一滑台滑块1032与所述复合连杆加工装置2中的滑块连接板201和所述复合连杆加工装置2中的电主轴211与所述外框架装置1中的下部万向铰链111连接;所述多自由度换刀装置3与可升降加工平台装置4通过所述多自由度换刀装置3中的第二横向滑台309的底面与可升降加工平台装置4中的加工平台405的左端连接,且所述多自由度换刀装置3位于所述可升降加工平台装置4的上方;所述可升降加工平台装置4与所述外框架装置1通过所述可升降加工平台装置4中的第四液压杆410的底端与所述外框架装置1的底座107连接;所述导向平衡轴5在所述可升降加工平台装置4的左右位置对称布置,所述导向平衡轴5的前后两端分别通过所述可升降加工平台装置4的后端板412、前端板409,且导向平衡轴5的前后两端面分别与可升降加工平台装置4的后端板412、前端板409的外端面平齐,对称布置的导向平衡轴5的中间位置分别穿过所述外框架装置1的左支撑侧板104、右支撑侧板110下端的立式圆头平键形导向孔,实现可升降加工平台装置4与外框架装置1的导向平衡连接;所述底座支撑装置6与所述外框架装置1通过底座支撑装置6中的底支架601与外框架装置1中的底座107连接,且位于四个角;所述底座支撑装置6位于外框架装置1的底座107下方。

[0030] 如图2所示,所述外框架装置1由顶盖101、上部万向铰链102、下部万向铰链111、和

由第一滑台轨道1031、第一滑台滑块1032、第一滑台丝杠1033、第一联轴器1034、第一伺服电机电机支架1035、第一伺服电机1036组成的第一横向滑台103、左支撑侧板104、右支撑侧板110、第一块肋板105、第二块肋板106、第三块肋板108、第四块肋板109、底座107、第一液压杆112组成；所述第一滑台滑块1032与第一滑台轨道1031通过光杠连接，第一滑台丝杠1033与第一滑台轨道1031与第一滑台滑块1032通过中间孔连接，第一伺服电机电机支架1035与第一滑台轨道1031连接，第一联轴器1034与第一滑台丝杠1033连接，第一伺服电机1036与第一伺服电机电机支架1035连接，第一伺服电机1036与第一联轴器1034连接；所述第一横向滑台103的左端与所述的左支撑侧板104的上端通过螺钉固定连接，所述第一横向滑台103的右端与右支撑侧板110的上端通过螺钉固定连接，构成门式框架；所述顶盖101与所述第一横向滑台103通过所述顶盖101竖直面的下端与所述第一横向滑台103的背面中央通过螺栓螺母连接；所述左支撑侧板104和右支撑侧板110的下端分别与底座107左右两侧面通过螺栓螺母连接；所述第一块肋板105与第二块肋板106设置在左支撑侧板104的下端，且第一块肋板105的竖直面位于左支撑侧板104的后方，第二块肋板106的竖直面位于左支撑侧板104的前方，所述第一块肋板105与第二块肋板106的水平面与底座107左端的上表面连接；所述第四块肋板109与第三块肋板108设置在右支撑侧板110的下端，且第四块肋板109的竖直面位于右支撑侧板110的后方，第三块肋板108的竖直面位于右支撑侧板110的前方，所述第三块肋板108与第四块肋板109的水平面与底座107右端的上表面连接；所述第一液压杆112的上端通过上部万向铰链102与顶盖101的内表面连接，且所述第一液压杆112位于顶盖101下方空间的中间位置；所述第一液压杆112的下端与下部万向铰链111相连。

[0031] 本实施例中所述外框架装置中的第一横向滑台为复合连杆加工装置提供左右运动支撑，外框架装置中的左支撑侧板、右支撑侧板为可升降加工平台装置提供上下运动平衡导向支撑。

[0032] 如图3所示，所述复合连杆加工装置2由滑块连接板201、左伺服电机支架202、右伺服电机支架203、左伺服电机204、右伺服电机205、A连杆206、B连杆207、C连杆208、D连杆210、圆台209、电主轴211、立铣刀212组成；所述左伺服电机204固定在左伺服电机支架202上，所述右伺服电机205固定在右伺服电机支架203上，所述左伺服电机支架202和右伺服电机支架203通过螺栓螺母固定在滑块连接板201上，所述B连杆207设置在所述A连杆206的下方，且所述A连杆206的一端与左伺服电机204的转轴连接，另一端通过螺栓螺母与B连杆207的一端连接；所述D连杆210的一端与所述右伺服电机205的转轴连接，所述B连杆207的另一端与C连杆208的一端连接，且所述的B连杆207位于C连杆208的上方；所述的C连杆208的另一端通过圆台209与D连杆210的另一端连接，且所述D连杆210位于C连杆208的上方；所述圆台209位于C连杆208的上方，D连杆210的下方；所述电主轴211的尾部与所述B连杆207的另一端、C连杆208一端连接，所述电主轴211的前部与所述立铣刀212的刀柄部连接；所述左伺服电机204和右伺服电机205的输出速度实时动态可控，驱动立铣刀212按照特定加工轨迹切削运动，实现预期的加工工艺动作。

[0033] 本实施例所述复合连杆加工装置可实现各种不同的加工工艺轨迹，完成各种加工工艺动作。

[0034] 如图4、图5、图6、图7、图8所示，所述多自由度换刀装置3是由刀库301、刀库连接件302、刀库旋转件303、第二液压杆304、粗连接件305、细连接件306、门式连接件307、三角形

连接件308、第二横向滑台309、旋转组件310、第三液压杆311、第二伺服电机312组成；其中，所述的刀库301是由六个左手指3011、六个右手指3012、十二个电吸盘3017、立铣刀212、钻头3014、打磨砂轮3015、3D打印头3016、激光烧结头 3018、端面铣刀3019、刀盘30110组成；所述的六个左手指3011、六个右手指3012均匀分布在刀盘30110的外缘顶端；所述电吸盘3017分别设置在左手指3011和右手指3012 的手指内侧末端，所述立铣刀212、钻头3014、打磨砂轮3015、3D打印头3016、激光烧结头3018、端面铣刀3019依次夹在所述左手指3011和右手指3012之间；所述粗连接件 305是由粗连接轴3051、粗左套筒3052和粗右套筒3053组成，所述粗左套筒3052和粗右套筒3053套装在粗连接轴3051的外圆柱面上；所述细连接件306是由细连接轴3061、细左套筒3062和细右套筒3063组成，所述细左套筒3062和细右套筒3063套装在细连接轴3061的外圆柱面上；所述旋转组件310是由上部内压板3101、下部内压板3102、上部外压板3103、下部外压板3104、轴承3105、第一步进电机3106组成；所述上部内压板 3101和下部内压板3102通过螺栓分别与所述轴承3105的轴承内圈的上部分和下部分连接，所述上部外压板3103、下部外压板3104通过螺栓分别与所述轴承3105的轴承外圈的上部分和下部分连接；所述第一步进电机3106通过螺栓与所述上部外压板3103、下部外压板3104连接；所述第二横向滑台309是由第二滑台轨道3091、第二滑台滑块3092、第二滑台丝杠3093、第二联轴器3094、第二步进电机支架3095、第二步进电机3096组成；所述第二滑台滑块3092与第二滑台轨道3091通过光杠连接，第二滑台丝杠3093与第二滑台轨道3091与第二滑台滑块3092通过中间孔连接，第二步进电机支架3095与第二滑台轨道3091连接，第二联轴器3094与第二滑台丝杠3093连接，第二步进电机3096 与第二步进电机支架3095连接，第二步进电机3096与第二联轴器3094连接；所述刀库连接件302与所述刀库301背面上的圆环相连接；所述刀库连接件302与所述第二液压杆 304的一端通过螺栓螺母连接，所述第二液压杆304的另一端与所述细连接件306连接；所述细左套筒3062和细右套筒3063与第二液压杆304另一端的左右两侧相连接，细连接件306与所述门式连接件307通过细连接轴3061连接；所述第二伺服电机312与所述刀库301中央连接；所述第二伺服电机312与所述刀库旋转件303的前大平端面连接；所述粗连接件305的粗左套筒3052与粗右套筒3053分别与所述刀库旋转件303的左小端平面、右小端平面连接；所述的粗连接件305的粗左套筒3052与粗右套筒3053与所述门式连接件307通过粗连接轴3051连接；所述门式连接件307与所述三角形连接件308的竖直平面通过螺栓螺母连接；所述三角形连接件308水平面与所述旋转组件310中的上部内压板 3101和下部内压板3102通过螺栓螺母连接；所述旋转组件310中的第一步进电机3106 下部与所述第三液压杆311的上端通过螺栓螺母连接；所述第三液压杆311的下端与所述第二横向滑台309中的第二滑台滑块3092通过螺栓连接。

[0035] 本实施例所述多自由度换刀装置可实现立铣刀、钻头、打磨砂轮、3D打印头、激光烧结头、端面铣刀之间的任意切换，同时也可以实现刀库的多方向移动。

[0036] 如图9、图10所示，所述可升降加工平台装置4是由短压板401、长压板402、压板轴403、工件404、加工平台405、左平板407、右平板406、第三横向滑台408、前端板409、后端板412、第四液压杆410、加工平台底板411组成；所述短压板401与所述压板轴403的上端通过螺母固定连接；所述长压板402与所述压板轴403上端通过螺母固定连接；所述压板轴403下端与所述加工平台405的上平面连接；所述工件404固定在所述短压板401、长压板402和所述加工平台405之间，所述短压板401和长压板402在同一平面且位于所述工件404上部，所

述左平板407、右平板406左右两侧分别与所述后端板412、前端板409固定连接；所述加工平台底板411与所述前端板409、后端板412固定连接；所述第三横向滑台408是由第三滑台轨道4081、第三滑台滑块4082、第三滑台丝杠4083、第三联轴器4084、第三伺服电机支架4085、第三伺服电机4086组成。所述的第三滑台滑块4082与第三滑台轨道4081通过光杠连接，第三滑台丝杠4083与第三滑台轨道4081、第三滑台滑块4082通过中间孔连接，第三伺服电机支架4085与第三滑台轨道4081连接，第三联轴器4084与第三滑台丝杠4083连接，第三伺服电机4086与第三伺服电机支架4085连接，第三伺服电机4086与第三联轴器4084连接；所述第三横向滑台408中的第三滑台滑块4082与所述加工平台405的底面正中央位置固定连接；所述第四液压杆410的上端与所述加工平台底板411的底面正中央位置固定连接。

[0037] 本实施例所述可升降加工平台装置，可以实现加工平台的上下移动，以及加工平台的左右移动，同时也可以完成工件的固定。

[0038] 如图11所示，所述底座支撑装置6是由底支架601、四个脚杯602、第五液压杆603、轮部右支撑板604、轮部左支撑板605、轮子606组成；所述的四个脚杯602分别固定在所述底支架601的底端；所述第五液压杆603的上端与所述底支架601平面中央连接且位于下部；所述第五液压杆603的下端左右两侧分别与所述轮部左支撑板605、轮部右支撑板604的上部连接；所述轮子606分别与所述轮部右支撑板604、轮部左支撑板605的下部通过轮轴连接。

[0039] 本实施例所述底座支撑装置可实现复合连杆机构的立式加工中心装置的便携移动和固定。

[0040] 本发明的工作过程与原理：

[0041] 首先进行工件404的装夹工作：加工人员将工件404放到加工平台405上，为了固定工件404，再将短压板401和长压板402压在工件404上，其中短压板401和长压板402的使用可以根据工件404的大小、厚度进行选择使用和调整。工件404固定完成以后，启动加工中心控制程序。第四液压杆410根据工件404现在所处的实际位置，进行伸长，从而使工件404完成上升工作，当工件404到达工作位置所需要的高度时，第四液压杆410停止工作。

[0042] 其次进行工件404横向位置调整工作，加工人员放置的工件404不一定在所需要的加工位置上，需要进行横向位置的调整。第三横向滑台408开始工作，首先第三伺服电机4086正转，第三伺服电机4086正转带动第三联轴器4084正转，第三联轴器4084带动第三滑台丝杠4083正转，第三滑台丝杠4083带动带内螺纹的第三滑台滑块4082在第三滑台轨道4081上向前端板409移动，当工件404移动到横向正确加工位置时，第三伺服电机4086停止转动，工件404停留在横向正确加工位置。对于不同大小、厚度的被加工件，其加工位置不同，对应着不同的控制程序。

[0043] 再进行工件404的加工工作：复合连杆加工装置2进行工件404的加工工作，首先外框架装置1中的第一横向滑台103进行工作，第一伺服电机1036正转，第一伺服电机1036带动第一联轴器1034正转，第一联轴器1034带动第一滑台丝杠1033正转，第一滑台丝杠1033带动带内螺纹的第一滑台滑块1032在第一滑台轨道1031上向右支撑侧板110移动，当立铣刀212到达工件404的加工起点位置时，此时电主轴211开始工作，电主轴211带动立铣刀212进行工作，与此同时左伺服电机204、右伺服电机205也同时开始工作，左伺服电机204、右伺服电机205会按照预先设定的程序进行旋转，左伺服电机204带动A连杆206转动，右伺服电机205带动D连杆210转动，A连杆206和D连杆210又会带动B连杆207和C连杆208运动，最

终带动固定在B连杆207和C连杆208上的电主轴211运动,与此同时第一液压杆112与电主轴211同步运动,以保证电主轴211的工作位置,从而使电主轴211在工件404上按照预定的轨迹进行加工。当工件404按照被加工要求加工完毕后,电主轴211、第一伺服电机1036、左伺服电机204和右伺服电机205会同时停止工作。

[0044] 如果工件404的加工要求需要更换刀具再进行第二次加工时:多自由度换刀装置3开始工作,首先第二横向滑台309工作,第二步进电机3096会按照设定的程序进行旋转,第二步进电机3096的旋转带动第二联轴器3094旋转,第二联轴器3094带动第二滑台丝杠3093旋转,第二滑台丝杠3093带动带内螺纹的第二滑台滑块3092在第二滑台轨道3091上移动,当第二滑台滑块3092移动到指定的位置时,第二步进电机3096停止旋转,第二滑台滑块3092停止在指定的位置,接下来是第三液压杆311进行工作,第三液压杆311会按照设定的程序进行升降,可以使刀库301到达指定的高度,当刀库301到达指定的高度后,第三液压杆311停止工作,接下来是旋转组件310进行工作,旋转组件310中的第一步进电机3106会按照设定的程序进行旋转,第一步进电机3106带动刀库301旋转,使刀库301旋转到电主轴211的正前方,当刀库301旋转到电主轴211的正前方时,旋转组件310中的第一步进电机3106停止旋转,接下来多自由度换刀装置3中的第二伺服电机312会按照设定的程序进行旋转,第二伺服电机312带动刀库301旋转,当所需放回刀具的空位被旋转到刀库301下半侧的正中央位置时,第二伺服电机312停止转动,所需放回刀具的空位固定在指定的位置,此时第二液压杆304开始工作,第二液压杆304会按照设定的程序进行伸缩,第二液压杆304带动刀库绕粗连接件305上下摆动,当刀库301上所需放回刀具的空位与加工平台405平行时,第二液压杆304停止工作,接下来可升降加工平台装置4中的第三横向滑台408开始工作,首先第三伺服电机4086正转,第三伺服电机4086正转带动第三联轴器4084正转,第三联轴器4084带动第三滑台丝杠4083正转,第三滑台丝杠4083带动带内螺纹的第三滑台滑块4082在第三滑台轨道4081上向前端板409移动,当刀库301上所需放回刀具的空位移动到立铣刀212的正下方位置时,第三伺服电机4086停止转动,所需放回刀具的空位停留在立铣刀212的正下方位置。此时第三液压杆311开始工作,第三液压杆311伸长带动刀库301上升,使所需放回刀具的空位上升到达立铣刀212被夹持处,此时电吸盘3017开始工作,电吸盘3017利用异极相吸将立铣刀212夹住,在电主轴211的作用与第三液压杆311的收缩使刀库301下降的作用下,立铣刀212被放进刀库301,接下来多自由度换刀装置3中的第二伺服电机312会按照设定的程序进行旋转,第二伺服电机312带动刀库301旋转,当所需换的刀具被旋转到电主轴211的正下方位置时,第二伺服电机312停止转动,所需换的刀具固定在指定的位置,此时第三液压杆311开始工作,第三液压杆311伸长带动刀库301上升,使所需换的刀具上升,此时电吸盘3017与电主轴211开始工作,在电主轴211与电吸盘3017共同作用下,电吸盘3017利用同极相斥将手指打开,从而松开所需换的刀具,将所需换的刀具连接到电主轴211,接下来第三液压杆311的收缩使刀库301下降,当刀库301下降到安全区域时,第三液压杆311停止工作,可升降加工平台装置4中的第三横向滑台408开始工作,首先第三伺服电机4086反转,第三伺服电机4086反转带动第三联轴器4084反转,第三联轴器4084带动第三滑台丝杠4083反转,第三滑台丝杠4083带动带内螺纹的第三滑台滑块4082在第三滑台轨道4081上向后端板412移动,当刀库301移到安全位置时,第三伺服电机4086停止转动,第二液压杆304开始工作使刀库301恢复到初始状态,接下来是旋转组件310进行工作,旋转组件310中的第一步进

电机3106会按照设定的程序进行旋转,第一步进电机3106带动刀库301旋转,当刀库301旋转到初始状态时的位置,旋转组件310中的第一步进电机3106停止旋转,接下来第二横向滑台309工作,第二步进电机3096会按照设定的程序进行旋转,第二步进电机3096的旋转带动第二联轴器3094 旋转,第二联轴器3094带动第二滑台丝杠3093旋转,第二滑台丝杠3093带动带内螺纹的第二滑台滑块3092在第二滑台轨道3091上移动,当第二滑台滑块3092移动到初始状态的位置时,第二步进电机3096停止旋转,第二滑台滑块3092停止在初始状态的位置,完成换刀。

[0045] 加工完毕,进行工件的拿取工作:首先电主轴211停止工作,外框架装置1中的第一横向滑台103进行工作,第一伺服电机1036旋转,第一伺服电机1036带动第一联轴器 1034 旋转,第一联轴器1034带动第一滑台丝杠1033旋转,第一滑台丝杠1033带动带内螺纹的第一滑台滑块1032在第一滑台轨道1031上向初始位置移动,当第一滑台轨道1031 到达初始位置时,第一伺服电机1036停止旋转,同时左伺服电机204、右伺服电机205 也同时开始工作,左伺服电机204、右伺服电机205会按照预先设定的程序进行旋转,左伺服电机204带动A连杆206转动,右伺服电机205带动D连杆210转动,A连杆206和 D连杆210又会带动B连杆207和C连杆208运动,最终使A连杆206、B连杆207、C连杆208、D连杆210、圆台209、电主轴211和加工刀具回到初始位置。接下来第三横向滑台408开始工作,首先第三伺服电机4086开始旋转,第三伺服电机4086旋转带动第三联轴4084旋转,第三联轴器4084带动第三滑台丝杠4083旋转,第三滑台丝杠4083带动带内螺纹的第三滑台滑块4082在第三滑台轨道4081上向初始位置移动,当工件404移动到初始位置时,第三伺服电机4086停止转动,工件404停留在初始位置。接下来第四液压杆410根据工件404现在所处的实际位置,进行收缩,从而使工件404完成下降工作,当工件404到达初始位置的高度时,第四液压杆410停止工作。接下来加工人员将机器关闭,将压在工件404上的短压板401和长压板402取下,再把工件404取下,完成加工。

[0046] 在需要固定该复合连杆机构的立式加工中心时,将十六个脚杯602着地,使轮子606 悬空,便可实现该复合连杆机构的立式加工中心的固定;当需要移动时,可以将四个轮子606着地,使十六个脚杯602悬空,便可实现该复合连杆机构的立式加工中心的便携式移动。

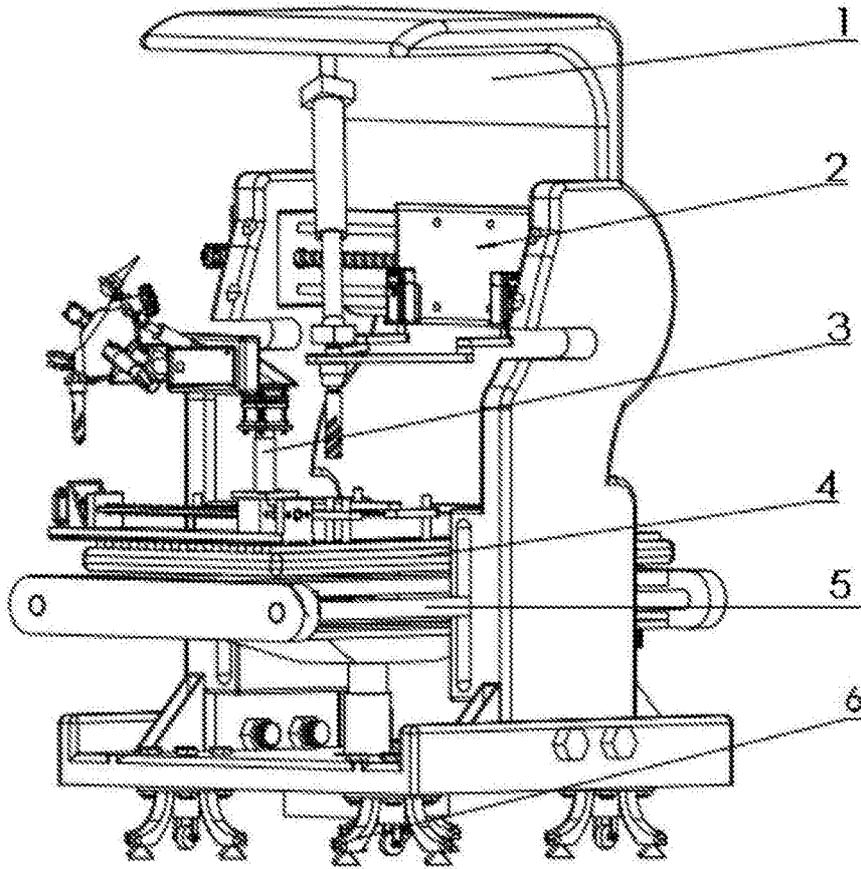


图1

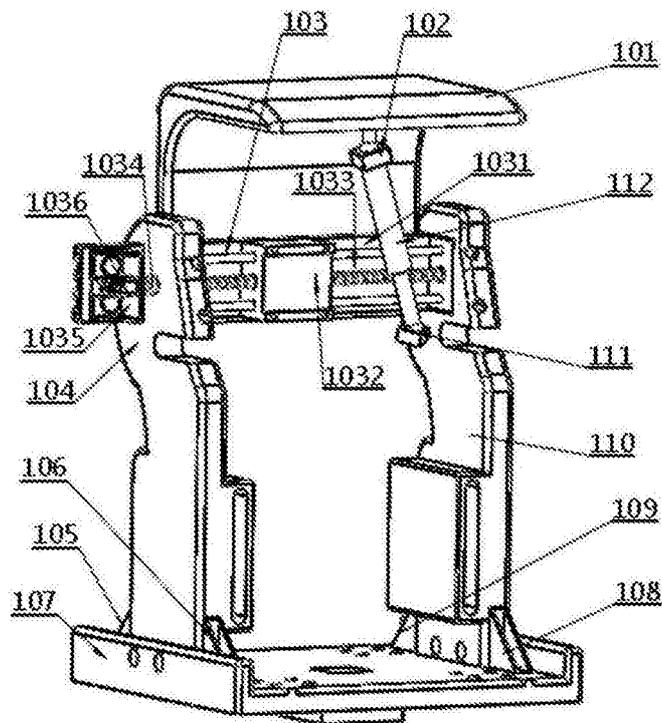


图2

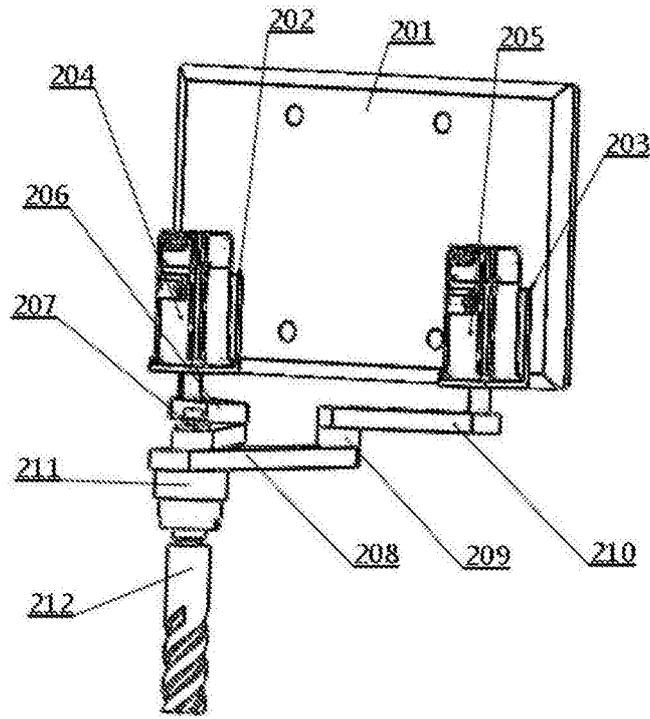


图3

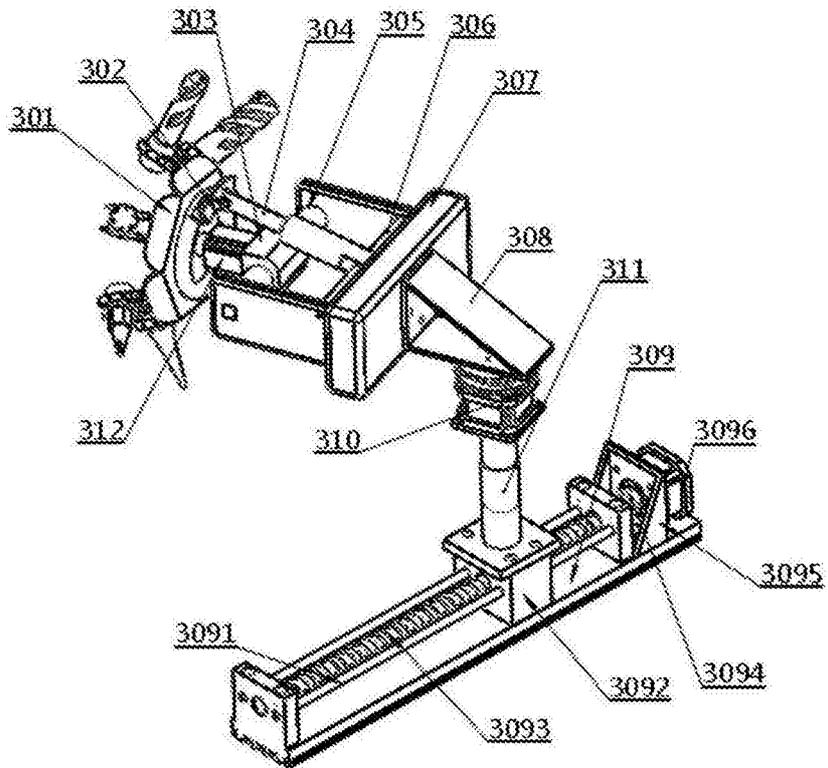


图4

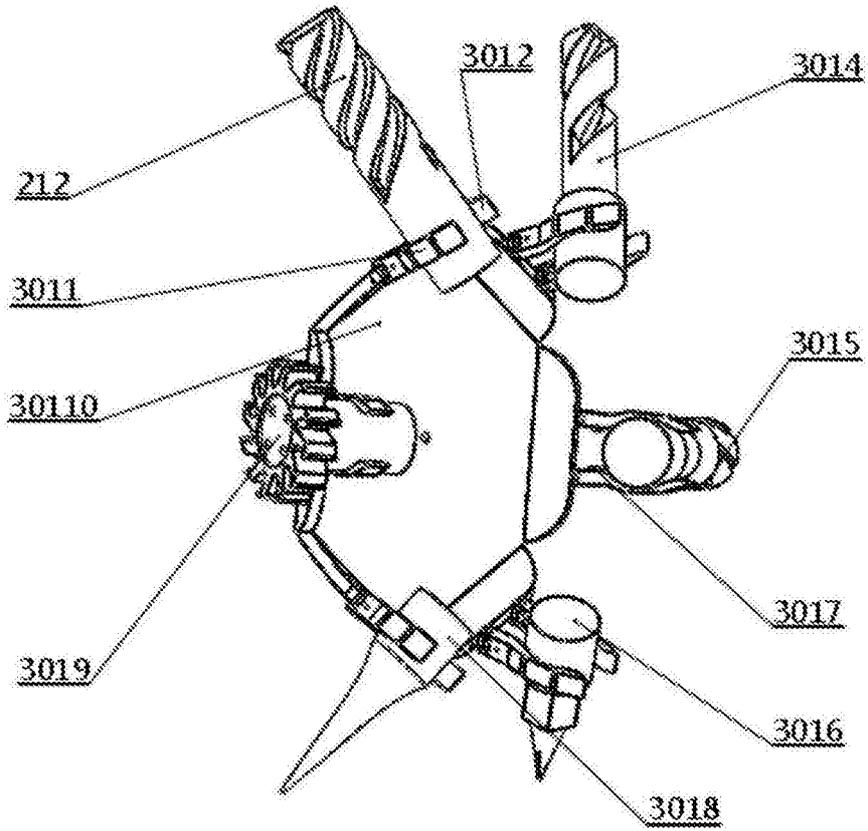


图5

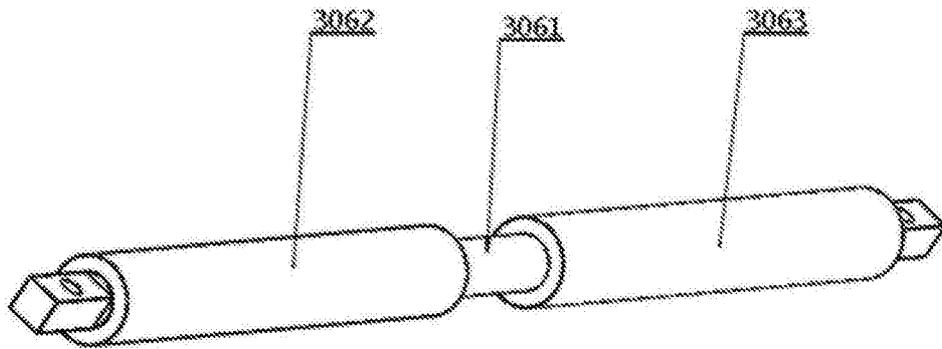


图6

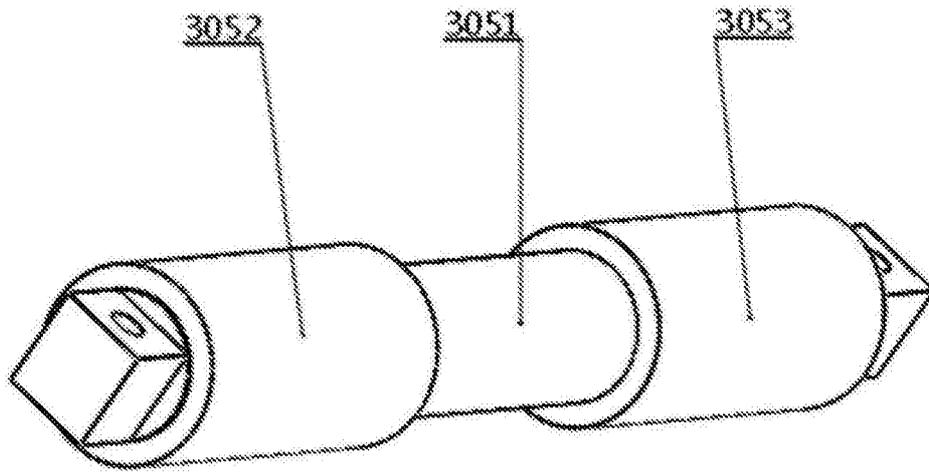


图7

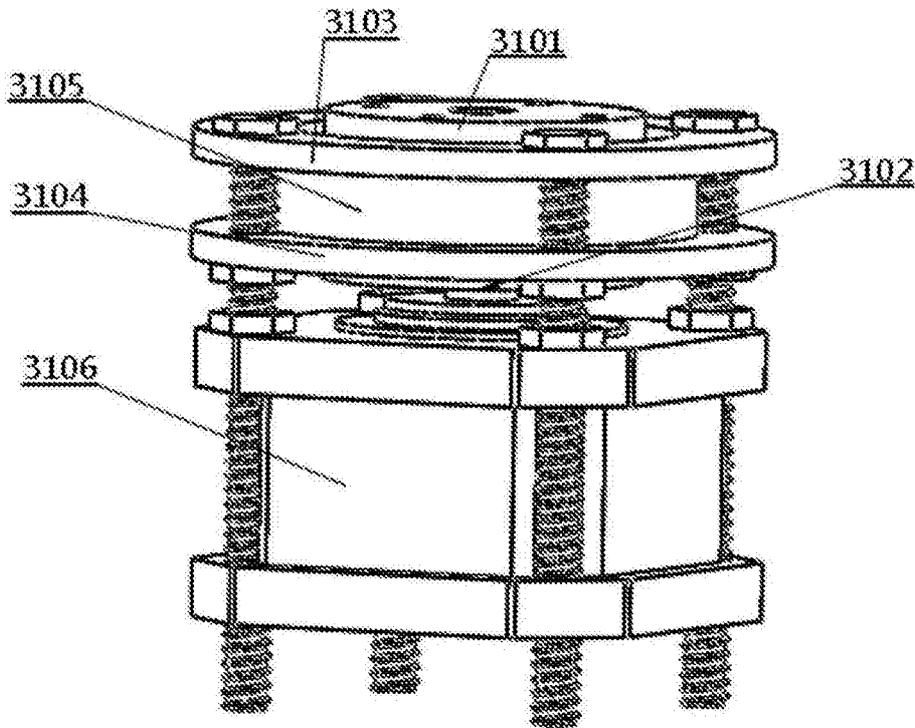


图8

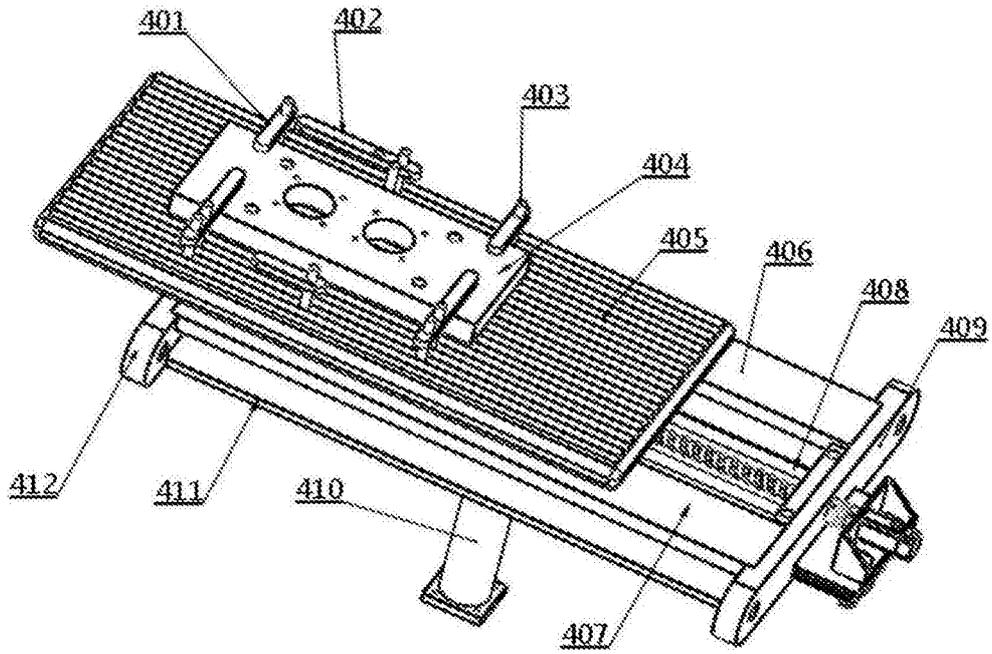


图9

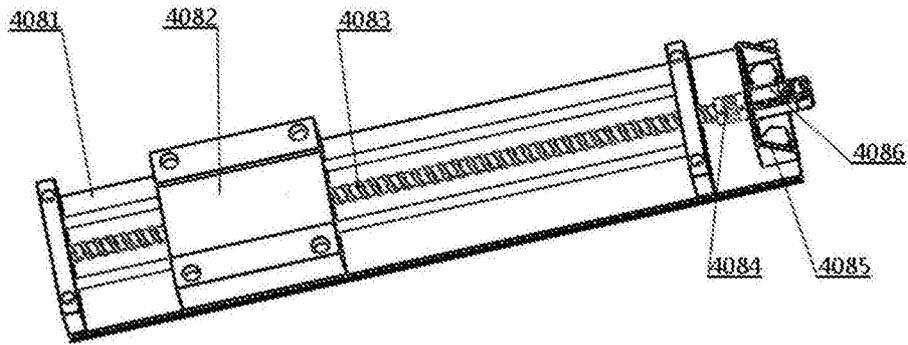


图10

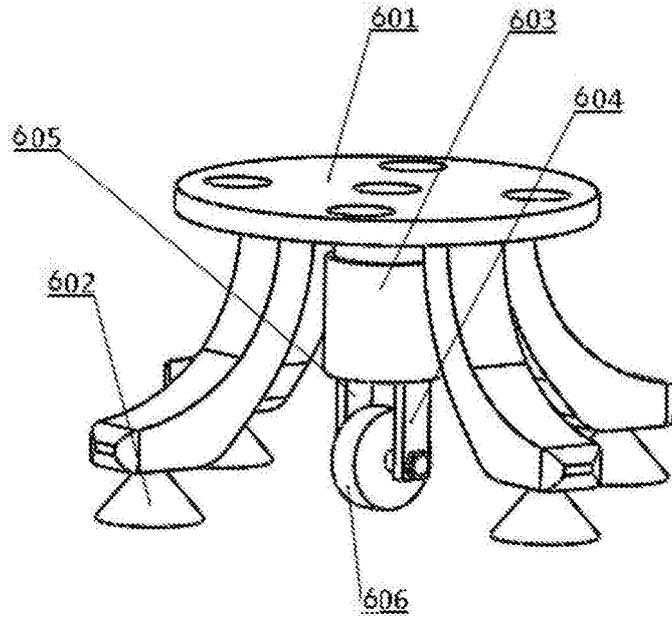


图11