



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107351062 B

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201710616946.4

(22)申请日 2017.07.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107351062 A

(43)申请公布日 2017.11.17

(73)专利权人 天津大学
地址 300350 天津市津南区海河教育园雅
观路135号天津大学北洋园校区

(72)发明人 刘海涛 董成林 黄田

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 杜文茹

(51)Int.Cl.
B25J 9/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104985596 A,2015.10.21,
CN 103252774 A,2013.08.21,
CN 205201513 U,2016.05.04,
CN 102672709 A,2012.09.19,
JP 2015160298 A,2015.09.07,
DE 19920940 A1,2000.11.16,

审查员 陈思宇

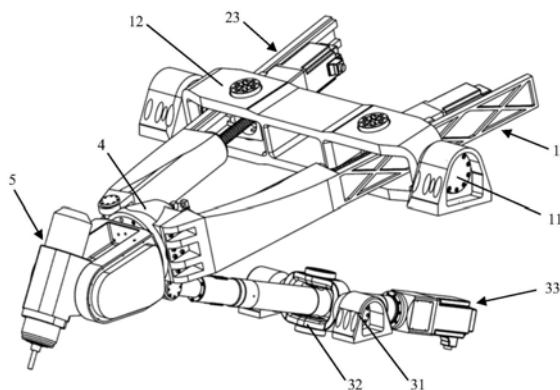
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种非对称过约束五自由度混联机器人

(57)摘要

一种非对称过约束五自由度混联机器人,动平台的末端串接有定位头,动平台的两侧连接第一主动长度调节装置和第二主动长度调节装置的一端,第一主动长度调节装置与动平台为固定连接,第二主动长度调节装置与动平台铰接连接,动平台的下侧通过第三铰链连接第三主动长度调节装置的一端,第一主动长度调节装置和第二主动长度调节装置通过一个转动自由度的铰链连接在第一转动支架上,第三主动长度调节装置通过一个转动自由度铰链旋转地连接在第二转动支架上,第一转动支架的两侧分别铰接连接用于与外部支撑装置相连的第一固定轴座,第二转动支架的两侧分别铰接连接用于与外部支撑装置相连的第二固定轴座。本发明整机刚度高,运动学求解简单,便于控制。



1. 一种非对称过约束五自由度混联机器人,包括有动平台(4),所述动平台(4)的末端串接有定位头(5),其特征在于,所述动平台(4)的两侧分别连接第一主动长度调节装置(13)和第二主动长度调节装置(23)的一端,其中,所述第一主动长度调节装置(13)与动平台(4)为固定连接,所述第二主动长度调节装置(23)是通过具有一个转动自由度的铰链与动平台(4)连接,所述动平台(4)的下侧通过第三铰链(34)连接第三主动长度调节装置(33)的一端,所述第一主动长度调节装置(13)和第二主动长度调节装置(23)的另一端是向动平台(4)首端方向延伸的贯穿第一转动支架(12),且第一主动长度调节装置(13)和第二主动长度调节装置(23)均是通过具有一个转动自由度的铰链连接在第一转动支架(12)上,所述第三主动长度调节装置(33)的另一端是向动平台(4)首端方向延伸的贯穿第二转动支架(32),且是通过具有一个转动自由度铰链旋转地连接在第二转动支架(32)上,所述第一转动支架(12)的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第一固定轴座(11),所述第二转动支架(32)的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第二固定轴座(31)。

2. 根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述的定位头(5)为二自由度A/C摆头。

3. 根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述第一转动支架(12)和连接在两侧的两个第一固定轴座(11)共同形成的转动轴线,分别与所述第一转动支架(12)和第一主动长度调节装置(13)相连共同形成的转动轴线以及所述第一转动支架(12)和第二主动长度调节装置(23)相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第二转动支架(32)和连接在两侧的两个第二固定轴座(31)共同形成的转动轴线,分别与所述第二转动支架(32)和第三主动长度调节装置(33)相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第一主动长度调节装置(13)与第一转动支架(12)相连共同构成的转动轴线、所述第二主动长度调节装置(23)与第一转动支架(12)相连共同构成的转动轴线以及所述第二主动长度调节装置(23)与动平台(4)相连共同构成的转动轴线相互平行;所述第一主动长度调节装置(13)、第二主动长度调节装置(23)的运动平面为同一平面。

4. 根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述的第一转动支架(12)包括有第一转动支架主体,所述第一转动支架主体上对称的形成有前后贯通的两个贯通腔,其中一个贯通腔的腔壁上对称形成有两个用于实现第一主动长度调节装置(13)与第一转动支架(12)旋转连接的第一轴孔(12.3),另一个贯通腔对称形成有两个用于实现第二主动长度调节装置(23)与第一转动支架(12)旋转连接的第二轴孔(12.4),所述第一转动支架主体的两侧边上分别形成有用于安装所述第一固定轴座(11)的第三轴孔(12.1)和第四轴孔(12.2),其中,所述的第三轴孔(12.1)和第四轴孔(12.2)同轴,形成第三轴线(axis11),用于实现第一转动支架(12)与两个第一固定轴座(11)的旋转连接,两个所述的第一轴孔(12.3)形成第一轴线(axis13),两个所述的第二轴孔(12.4)形成第二轴线(axis23),其中,所述第一轴线(axis13)和第二轴线(axis23)相互平行,且分别与第三轴线(axis11)垂直相交。

5. 根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述的第一主动长度调节装置(13)包括有第一连接杆(136),所述第一连接杆(136)前部分形成有第一导轨(135),所述第一导轨(135)上通过第一滑块(134)滑动的支撑有第一电机座

(132),所述第一电机座(132)的前端固定设置有第一伺服电机(131),所述第一伺服电机(131)的输出轴连接位于所述第一电机座(132)后端的第一丝杠(133)的一端,所述的第一丝杠(133)上连接有第一丝杠螺母(137),所述的第一丝杠螺母(137)固定在所述第一连接杆(136)上,所述第一连接杆(136)后端端部形成有用于与所述的动平台(4)固定连接的连接面(138)。

6.根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述的第二主动长度调节装置(23)包括有第二连接杆(236),所述第二连接杆(236)前部分形成有第二导轨(235),所述第二导轨(235)上通过第二滑块(234)滑动的支撑有第二电机座(232),所述第二电机座(232)的前端固定设置有第二伺服电机(231),所述第二伺服电机(231)的输出轴连接位于所述第二电机座(232)后端的第二丝杠(233)的一端,所述的第二丝杠(233)上连接有第二丝杠螺母(237),所述的第二丝杠螺母(237)固定在所述第二连接杆(236)上,所述第二连接杆(236)后端端部形成有用于与所述的动平台(4)铰接连接的铰链结构(238)。

7.根据权利要求1所述的一种非对称过约束五自由度混联机器人,其特征在于,所述的第三主动长度调节装置(33)包括有第三伺服电机(331),一端固定连接在所述第三伺服电机(331)输出侧的外管(332),所述外管(332)后端的侧壁上固定设置有沿径向伸向管内的导向键(334),还设置有一端插入所述外管(332)后端内的伸缩杆(333),所述伸缩杆(333)的管壁外侧一体形成有键槽(333.1),在伸缩杆(333)插入到外管(332)后,所述的导向键(334)嵌入在所述的键槽(333.1)内,所述伸缩杆(333)插入所述外管(332)内这一端的端部固定连接有丝杠螺母(336),所述伸缩杆(333)内插入有与所述的丝杠螺母(336)螺纹连接的丝杠(335),所述丝杠(335)的一端连接所述第三伺服电机(331)的输出轴,所述伸缩杆(333)的另一端通过第三铰链(34)铰接连接,所述的第三铰链(34)为具有三个转动自由度的球铰链,且三个转动轴线不共线但相交于一点。

一种非对称过约束五自由度混联机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种五自由度混联机器人。特别是涉及一种非对称过约束五自由度混联机器人。

背景技术

[0002] 现有专利US20130087004A1所公开的一种带定位头的五自由度混联机器人,包括固定架、万向支架、动平台、定位头及连接固定架与动平台的三个可沿纵向伸长或缩短的长度调节装置。其中万向支架可旋转的连接在固定架上,第一、第二长度调节装置具有相同结构,并相对于第三个长度调节装置在空间里面对称布置;第一、第二长度调节装置一端通过仅具有一个转动自由度的铰链与万向支架连接,另一端也通过仅具有一个转动自由度的铰链与动平台连接;第三长度调节装置一端通过三个自由度的球铰链与固定架连接,另端通过仅具有一个转动自由度的铰链与动平台连接。所述第一、第二长度调节装置运动平面为同一平面,是过约束机构。但该混联机器人有两个显著缺点:运动学正、逆解都没有解析解,不利于实时控制;三个长度调节装置与动平台连接一端都很粗壮,使得机器人动平台处质量大,影响机器人的动力学性能。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种整机刚度高,运动学求解简单,便于控制的非对称过约束五自由度混联机器人

[0004] 本发明所采用的技术方案是:一种非对称过约束五自由度混联机器人,包括有动平台,所述动平台的末端串接有定位头,所述动平台的两侧分别连接第一主动长度调节装置和第二主动长度调节装置的一端,其中,所述第一主动长度调节装置与动平台为固定连接,所述第二主动长度调节装置是通过具有一个转动自由度的铰链与动平台连接,所述动平台的下侧通过第三铰链连接第三主动长度调节装置的一端,所述第一主动长度调节装置和第二主动长度调节装置的另一端是向动平台首端方向延伸的贯穿第一转动支架,且第一主动长度调节装置和第二主动长度调节装置均是通过具有一个转动自由度的铰链连接在第一转动支架上,所述第三主动长度调节装置的另一端是向动平台首端方向延伸的贯穿第二转动支架,且是通过具有一个转动自由度铰链旋转地连接在第二转动支架上,所述第一转动支架的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第一固定轴座,所述第二转动支架的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第二固定轴座。

[0005] 所述的定位头为二自由度A/C摆头。

[0006] 所述第一转动支架和连接在两侧的两个第一固定轴座共同形成的转动轴线,分别与所述第一转动支架和第一主动长度调节装置相连共同形成的转动轴线以及所述第一转动支架和第二主动长度调节装置相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第二转动支架和连接在两侧的两个第二固定轴座共同形成的转动轴线,分别与所述第二转动支架和第三主

动长度调节装置相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第一主动长度调节装置与第一转动支架相连共同构成的转动轴线、所述第二主动长度调节装置与第一转动支架相连共同构成的转动轴线以及所述第二主动长度调节装置与动平台相连共同构成的转动轴线相互平行;所述第一主动长度调节装置、第二主动长度调节装置的运动平面为同一平面。

[0007] 所述的第一转动支架包括有第一转动支架主体,所述第一转动支架主体上对称的形成有前后贯通的两个贯通腔,其中一个贯通腔的腔壁上对称形成有两个用于实现第一主动长度调节装置与第一转动支架旋转连接的第一轴孔,另一个贯通腔对称形成有两个用于实现第二主动长度调节装置与第一转动支架旋转连接的第二轴孔,所述第一转动支架主体的两侧边上分别形成有用于安装所述第一固定轴座的第三轴孔和第四轴孔,其中,所述的第三轴孔和第四轴孔同轴,形成第三轴线,用于实现第一转动支架与两个第一固定轴座的旋转连接,两个所述的第一轴孔形成第一轴线,两个所述的第二轴孔形成第二轴线,其中,所述第一轴线和第二轴线相互平行,且分别与第三轴线垂直相交。

[0008] 所述的第一主动长度调节装置包括有第一连接杆,所述第一连接杆前部分形成有第一导轨,所述第一导轨上通过第一滑块滑动的支撑有第一电机座,所述第一电机座的前端固定设置有第一伺服电机,所述第一伺服电机的输出轴连接位于所述第一电机座后端的第一丝杠的一端,所述的第一丝杠上连接有第一丝杠螺母,所述的第一丝杠螺母固定在所述第一连接杆上,所述第一连接杆后端端部形成有用于与所述的动平台固定连接的连接面。

[0009] 所述的第二主动长度调节装置包括有第二连接杆,所述第二连接杆前部分形成有第二导轨,所述第二导轨上通过第二滑块滑动的支撑有第二电机座,所述第二电机座的前端固定设置有第二伺服电机,所述第二伺服电机的输出轴连接位于所述第二电机座后端的第二丝杠的一端,所述的第二丝杠上连接有第二丝杠螺母,所述的第二丝杠螺母固定在所述第二连接杆上,所述第二连接杆后端端部形成有用于与所述的动平台铰接连接的铰链结构。

[0010] 所述的第三主动长度调节装置包括有第三伺服电机,一端固定连接在所述第三伺服电机输出侧的外管,所述外管后端的侧壁上固定设置有沿径向伸向管内的导向键,还设置有一端插入所述外管后端内的伸缩杆,所述伸缩杆的管壁外侧一体形成有键槽,在伸缩杆插入到外管后,所述的导向键嵌入在所述的键槽内,所述伸缩杆插入所述外管内这一端的端部固定连接有丝杠螺母,所述伸缩杆内插入有与所述的丝杠螺母螺纹连接的丝杠,所述丝杠的一端连接所述第三伺服电机的输出轴,所述伸缩杆的另一端通过第三铰链铰接连接。

[0011] 所述的第三铰链为具有三个转动自由度的球铰链,且三个转动轴线不共线但相交于一点。

[0012] 本发明的一种非对称过约束五自由度混联机器人,第一、第二主动长度调节装置运动平面为同一平面,是过约束机构,具有铰链自由度数目少的优点;且共用同一个转动支架,可有效简化制造工艺、降低制造成本。此外,整机刚度高,运动学求解简单,便于控制,并可以通过不同的安装方式搭建形式多样的制造装备与系统。具有的优点和积极效果是:

[0013] 1. 第一、第二主动长度调节装置共用同一个转动支架,第三主动长度调节装置仅受拉/压力,结构设计简单、制造成本低,虽然与专利US20130087004A1所公开的机器人铰链

自由度数目相等,但整机重量更轻;2.采用四个固定轴座代替静平台可大幅度减少整机质量,且可将其安装到不同的机架上,以便搭建不同的装备和制造系统;3.在第一固定轴座和第一转动支架连接的转动副、第一转动支架和第一主动长度调节装置连接的转动副、第一主动长度调节装置内的移动副处很方便地安装角度编码器或者光栅尺,以便实现闭环控制;4.第一转动支架上的安装孔均在水平或竖直方向,具有良好的制造和装配工艺性;5.第一、第二主动长度调节装置的运动平面共面,使得运动学正、逆解均具有解析解,便于实时控制。

附图说明

[0014] 图1是本发明一种非对称过约束五自由度混联机器人的结构示意图;

[0015] 图2是图1的后视图;

[0016] 图3是本发明中第一转动支的外部结构示意图;

[0017] 图4是图3的A-A剖面结构示意图;

[0018] 图5是本发明中第一主动长度调节装置结构示意图;

[0019] 图6是本发明中述第二主动长度调节装置结构示意图;

[0020] 图7是本发明中第三主动长度调节装置结构示意图;

[0021] 图8是本发明中第三主动长度调节装置截面结构示意图;

[0022] 图9是本发明实施例的结构示意图;

[0023] 图中:

[0024] 4:动平台

5:定位头

[0025] 11:第一固定轴座

12:第一转动支架

[0026] 13:第一主动长度调节装置

23:第二主动长度调节装置

[0027] 31:第二固定轴座

32:第二转动支架

[0028] 33:第三主动长度调节装置

34:第三铰链

[0029] 131:第一伺服电机

132:第一电机座

[0030] 133:第一丝杠

134:第一滑块

[0031] 135:第一导轨

136:第一连接杆

[0032] 137:第一丝杠螺母

138:连接面

[0033] 231:第二伺服电机

232:第二电机座

[0034] 233:第二丝杠

234:第二滑块

[0035] 235:第二导轨

236:第二连接杆

[0036] 237:丝杠螺母

238:铰链结构

[0037] 331:第三伺服电机

332:外管

[0038] 333:伸缩杆

334:导向键

[0039] 335:丝杠,

336:丝杠螺母

[0040] 12.1:第三轴孔

12.2:第四轴孔

[0041] 12.3:第一轴孔

12.4:第二轴孔

[0042] axis11:第三轴线

axis13:第一轴线

[0043] axis23:第二轴线

333.1:键槽

[0044] A:外部支撑装置

具体实施方式

[0045] 下面结合实施例和附图对本发明的一种非对称过约束五自由度混联机器人做出详细说明。

[0046] 如图1、图2所示,本发明的一种非对称过约束五自由度混联机器人,包括有动平台4,所述动平台4的末端串接有定位头5,所述的定位头5为二自由度A/C摆头。所述动平台4的两侧分别连接第一主动长度调节装置13和第二主动长度调节装置23的一端,其中,所述第一主动长度调节装置13与动平台4为固定连接,所述第二主动长度调节装置23是通过具有一个转动自由度的铰链与动平台4连接,所述动平台4的下侧通过第三铰链34连接第三主动长度调节装置33的一端,所述的第三铰链34为具有三个转动自由度的球铰链,且三个转动轴线不共线但相交于一点。所述第一主动长度调节装置13和第二主动长度调节装置23的另一端是向动平台4首端方向延伸的贯穿第一转动支架12,且第一主动长度调节装置13和第二主动长度调节装置23均是通过具有一个转动自由度的铰链连接在第一转动支架12上,所述第三主动长度调节装置33的另一端是向动平台4首端方向延伸的贯穿第二转动支架32,且是通过具有一个转动自由度铰链旋转地连接在第二转动支架32上,所述第一转动支架12的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第一固定轴座11,所述第二转动支架32的两侧各通过一个一自由度铰链旋转地连接一个用于与外部支撑装置相连的第二固定轴座31。

[0047] 所述第一转动支架12和连接在两侧的两个第一固定轴座11共同形成的转动轴线,分别与所述第一转动支架12和第一主动长度调节装置13相连共同形成的转动轴线以及所述第一转动支架12和第二主动长度调节装置23相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第二转动支架32和连接在两侧的两个第二固定轴座31共同形成的转动轴线,分别与所述第二转动支架32和第三主动长度调节装置33相连共同构成的转动轴线垂直相交;所述第一主动长度调节装置13与第一转动支架12相连共同构成的转动轴线、所述第二主动长度调节装置23与第一转动支架12相连共同构成的转动轴线以及所述第二主动长度调节装置3与动平台4相连共同构成的转动轴线相互平行;所述第一主动长度调节装置13、第二主动长度调节装置23的运动平面为同一平面。

[0048] 如图3、图4所示,所述的第一转动支架12包括有第一转动支架主体,所述第一转动支架主体上对称的形成有前后贯通的两个贯通腔,其中一个贯通腔的腔壁上对称形成有两个用于实现第一主动长度调节装置13与第一转动支架12旋转连接的第一轴孔12.3,另一个贯通腔对称形成有两个用于实现第二主动长度调节装置23与第一转动支架12旋转连接的第二轴孔12.4,所述第一转动支架主体的两侧边上分别形成有用于安装所述第一固定轴座11的第三轴孔12.1和第四轴孔12.2,其中,所述的第三轴孔12.1和第四轴孔12.2同轴,形成第三轴线axis11,用于实现第一转动支架12与两个第一固定轴座11的旋转连接,两个所述的第一轴孔12.3形成第一轴线axis13,两个所述的第二轴孔12.4形成第二轴线axis23,其中,所述第一轴线axis13和第二轴线axis23相互平行,且分别与第三轴线axis11垂直相交。

[0049] 第二转动支架32与所述第一转动支架12结构大致相同,只是第二转动支架32只有一个前后贯通的贯通腔,且形成有相互垂直相交的一条竖直轴线和一条水平轴线。

[0050] 如图5所示,所述的第一主动长度调节装置13包括有第一连接杆136,所述第一连接杆136前部分形成有第一导轨135,所述第一导轨135上通过第一滑块134滑动的支撑有第一电机座132,使所述第一电机座132与所述第一连接杆136构成移动副;所述第一电机座132的前端固定设置有第一伺服电机131,所述第一伺服电机131的输出轴连接位于所述第一电机座132后端的第一丝杠133的一端,所述第一丝杠133上连接有第一丝杠螺母137,所述第一丝杠螺母137固定在所述第一连接杆136上,使所述第一丝杠133与所述第一丝杠螺母137构成丝杠螺旋副;第一伺服电机131带动第一丝杠133旋转,实现第一连接杆136相对第一电机座132前后移动;所述第一连接杆136后端端部形成有用于与所述的动平台4固定连接的连接面138。

[0051] 如图6所示,所述的第二主动长度调节装置23包括有第二连接杆236,所述第二连接杆236前部分形成有第二导轨235,所述第二导轨235上通过第二滑块234滑动的支撑有第二电机座232,使所述第二电机座232与所述第二连接杆236构成移动副;所述第二电机座232的前端固定设置有第二伺服电机231,所述第二伺服电机231的输出轴连接位于所述第二电机座232后端的第二丝杠233的一端,所述第二丝杠233上连接有第二丝杠螺母237,所述第二丝杠螺母237固定在所述第二连接杆236上,使所述第二丝杠233与所述第二丝杠螺母237构成丝杠螺旋副;第二伺服电机231带动第二丝杠233旋转,实现第二连接杆236相对第二电机座232前后移动;所述第二连接杆236后端端部形成有用于与所述的动平台4铰接连接的铰链结构238。

[0052] 如图7、图8所示,所述的第三主动长度调节装置33包括有第三伺服电机331,一端固定连接在所述第三伺服电机331输出侧的外管332,所述外管332后端的侧壁上固定设置有沿径向伸向管内的导向键334,还设置有一端插入所述外管332后端内的伸缩杆333,所述伸缩杆333的管壁外侧一体形成有键槽333.1,在伸缩杆333插入到外管332后,所述的导向键334嵌入在所述的键槽333.1内,所述导向键334与键槽333.1配合,使外管332和伸缩杆333构成移动副;所述伸缩杆333插入所述外管332内这一端的端部固定连接有丝杠螺母336,所述伸缩杆333内插入有与所述的丝杠螺母336螺纹连接的丝杠335,所述丝杠螺母336和所述丝杠335构成螺旋移动副;所述丝杠335的一端连接所述第三伺服电机331的输出轴,伺服电机331带动丝杠335旋转,实现伸缩杆333相对外管332的前后移动。所述伸缩杆333的另一端通过第三铰链34铰接连接。

[0053] 如图9所示,将本发明的一种非对称过约束五自由度混联机器人中的两个第一固定轴座11和两个第二固定轴座31分别固定到作为外部支撑机构的机架A上,可搭建图中所示的机器人装备。

[0054] 尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以作出很多形式,这些均属于本发明的保护范围之内。

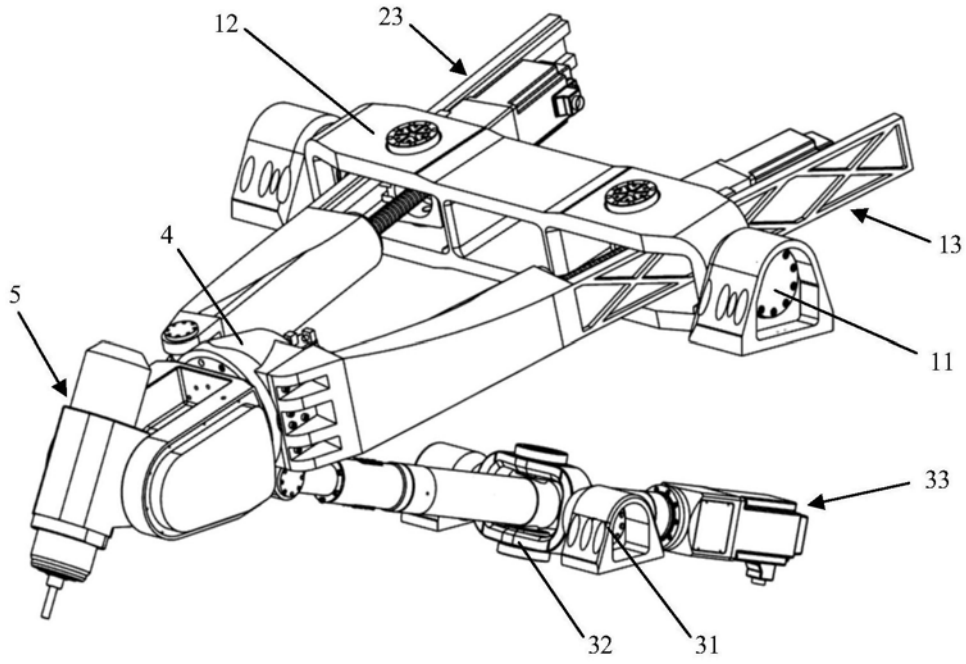


图1

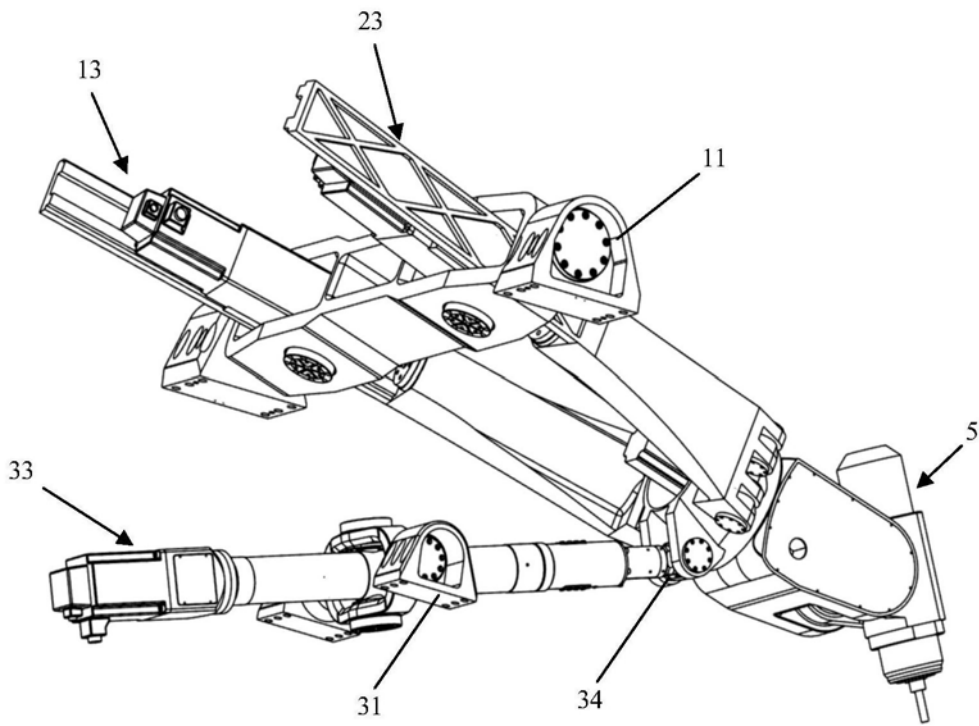


图2

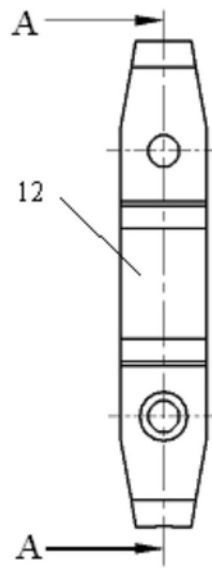


图3

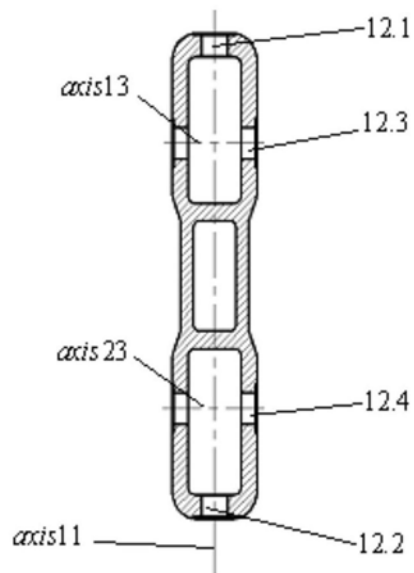


图4

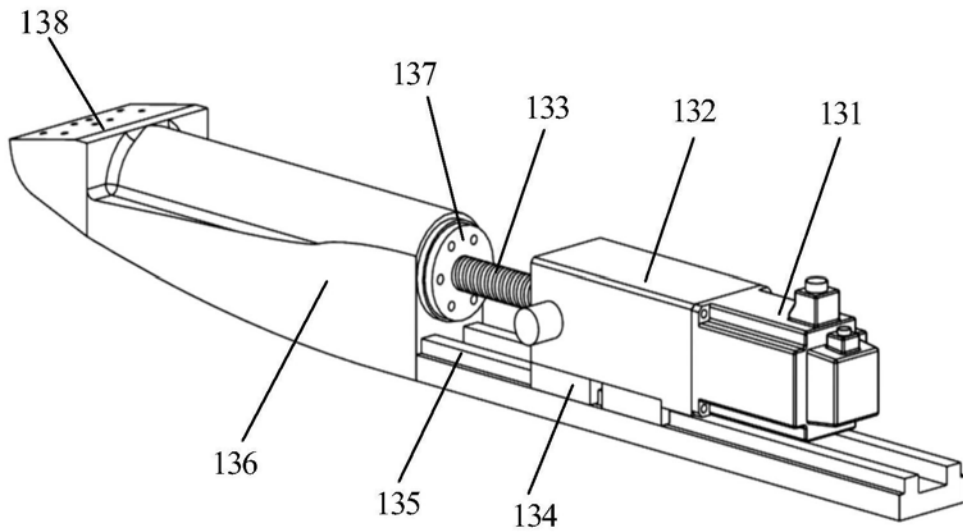


图5

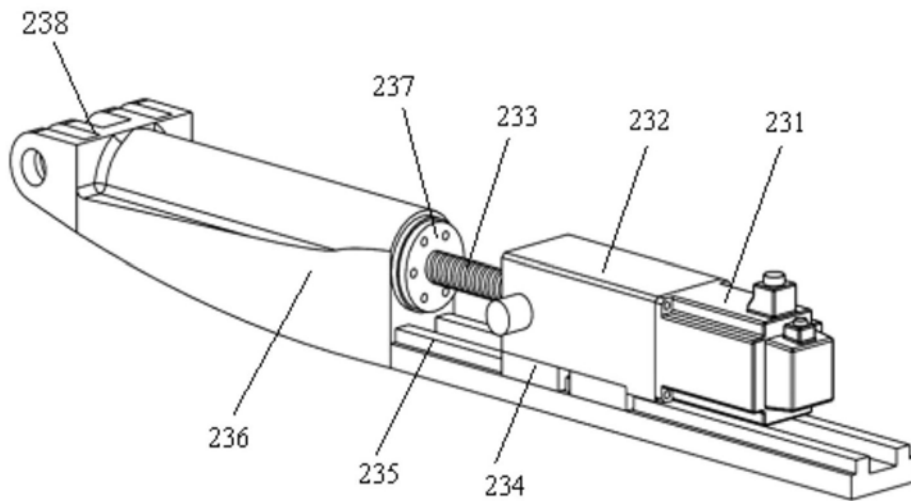


图6

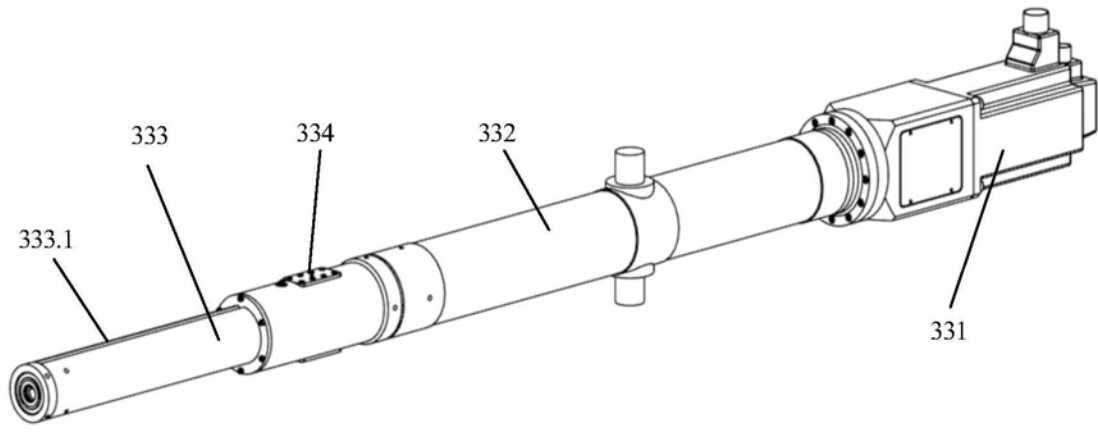


图7

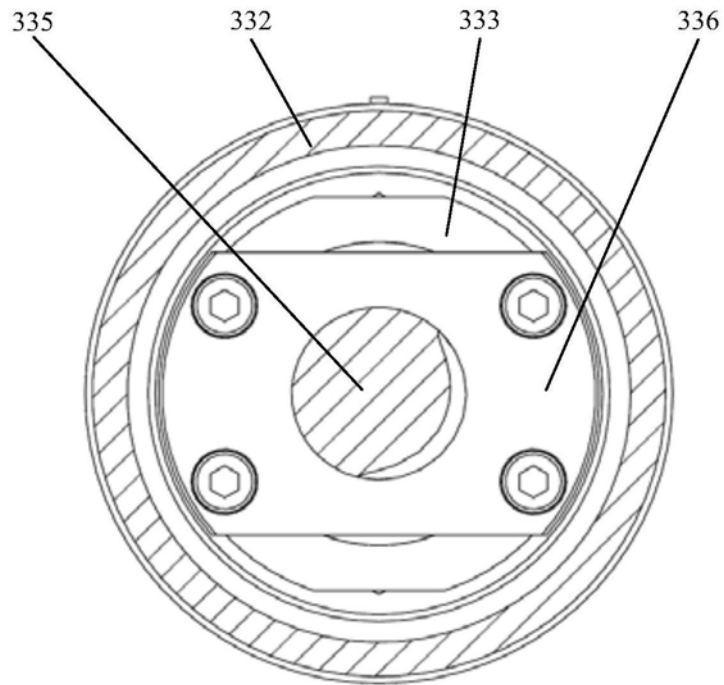


图8

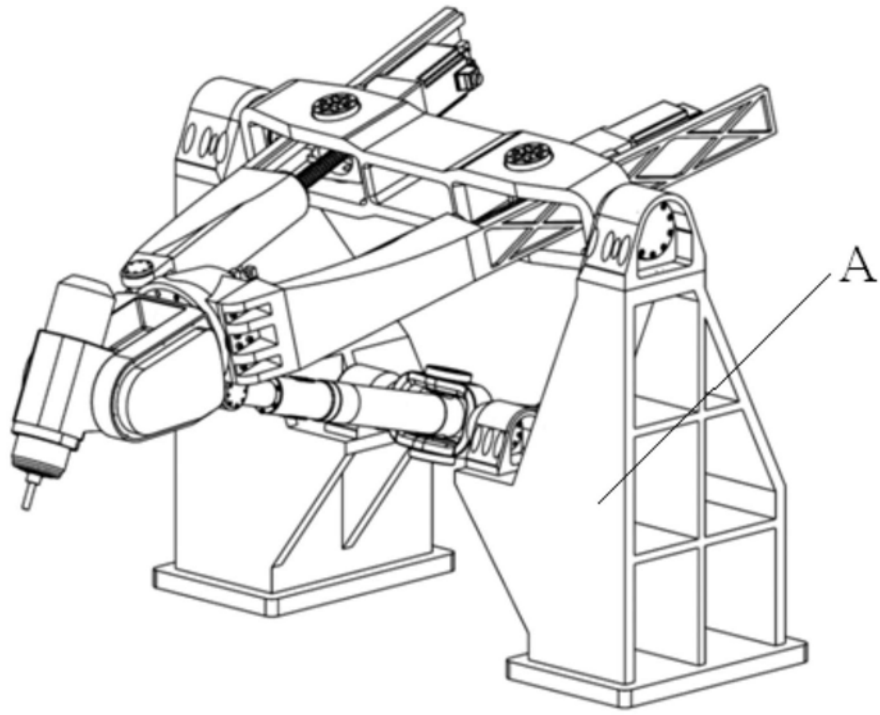


图9