



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113319829 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(21) 申请号 202110769516.2

(22) 申请日 2021.07.07

(71) 申请人 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 王攀峰 孙涛 赵学满 宋轶民
王猛 连宾宾 霍欣明 陈跃程

(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 琪琛

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 9/12 (2006.01)

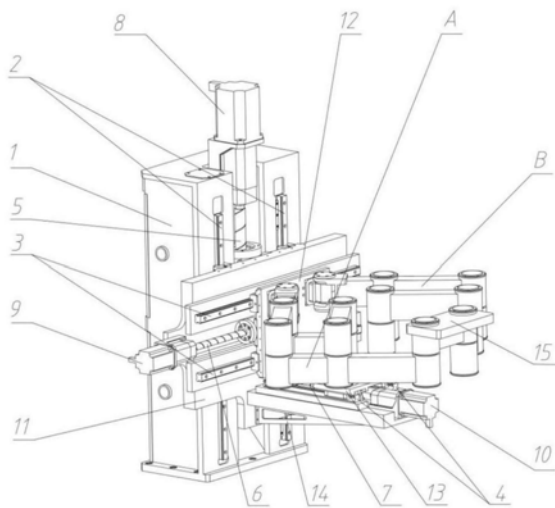
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种高刚度运动解耦三平动并联机构

(57) 摘要

本发明公开了一种高刚度运动解耦三平动并联机构,包括固定立柱、三组导轨、三组滚珠丝杆系统、三个伺服电机、三个滑鞍、两条平面运动支链、加强肋板以及动平台。在所述三个电机的独立驱动下,所述各滑鞍可沿相应的所述导轨滑动,实现所述动平台三自由度平动。本发明具有整机刚度高、工作空间大、运动完全解耦和易于控制的特点,可应用于高端装备制造等领域中。



1. 一种高刚度运动解耦三平动并联机构,其特征在于:包括固定立柱,三组导轨,三组滚珠丝杠系统,三个伺服电机,三个滑鞍,两个平面运动支链以及动平台;

所述三组导轨相互垂直布置,第一导轨固定连接于所述固定立柱,第二导轨和第三导轨固定连接于第一滑鞍上,且两者相互垂直;所述三个滑鞍分别与所述三组导轨滑动连接;所述伺服电机分别与所述三组滚珠丝杠系统通过联轴器或同步带连接;在伺服电机的独立驱动下,所述三个滑鞍可产生相互垂直的直线运动;

所述第二滑鞍、第三滑鞍之间设置两组平面运动支链,结构和尺寸完全相同,平行或对称布置;所述平面运动支链分别由四个连杆组成;所述平面运动支链A的第一连杆一端与所述第二滑鞍转动连接,另一端与第二连杆的一端转动连接;第三连杆的一端与所述第二连杆转动连接;所述第三连杆的另一端与第四连杆的一端转动连接,且共同转动连接于所述第三滑鞍上;所述第四连杆的另一端与所述第一连杆转动连接;同理,所述平面运动支链B的第五连杆一端与所述第二滑鞍转动连接,另一端与第六连杆的一端转动连接;第七连杆的一端与所述第六连杆转动连接;第七连杆的另一端与第八连杆的一端转动连接,且共同转动连接于所述第三滑鞍上;所述第八连杆的另一端与所述第五连杆转动连接;由第一连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆组成的所述平面运动支链A呈平行四边形结构;由第五连杆、第六连杆、第七连杆、第八连杆组成的所述平面运动支链B亦呈平行四边形结构;

所述动平台与所述第二连杆和所述第六连杆的末端转动连接;在第二滑鞍和第三滑鞍的带动作用,通过两组平面机构驱动动平台可产生相互垂直的直线运动,配合第一滑鞍的垂直移动,从而实现所述动平台三个方向的平动。

2. 根据权利要求1所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构,其特征在于:不包含第三连杆和第七连杆。

3. 根据权利要求1或2所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构,其特征在于:所述平面运动支链A和平面运动支链B中的所有转动轴线均相互平行且均垂直于支链所在平面。

一种高刚度运动解耦三平动并联机构

技术领域

[0001] 本发明涉及加工机器人技术领域,特别涉及一种高刚度运动解耦三平动并联机构。

背景技术

[0002] 并联机构由多条运动支链构成,具有结构的特征,相比于串联机构具有承载能力强、运动精度高、可重构性好等优点,在运动模拟、海浪补偿、装备制造等领域得到了广泛应用。其中,在装备制造领域,少自由度并联机构因其驱动/构件少、制造成本低、控制简单等优势,得到了学术界与工业界的青睐,而三自由度并联机构更是成为加工机器人领域中的研究热点。

[0003] 现有的三自由度并联机构结构形式主要分为两类:1.由两自由度平面并联机构与垂直于该平面机构的导轨组成;2.由三条支链对称/非对称空间布置组成。需要指出的是,前者普遍存在整机刚度较低(CN1267587A,CN1075418C),后者普遍存在工作空间较小、控制复杂(CN1524663A,CN2476392Y)等缺点,难以满足如风电轮毂、飞机蒙皮等大型结构件的加工制造。因此,亟需发明创造兼备工作空间大、整体刚度高、控制简单等特点的新型并联机构。

发明内容

[0004] 为了克服上述三自由度并联加工机器人现存技术的不足,本发明提出了一种高刚度运动解耦三平动并联机构,解决现有技术中三自由度并联机构整机刚度较低、工作空间较小、控制复杂的问题。

[0005] 本发明通过以下技术方案实现:

[0006] 一种高刚度运动解耦三平动并联机构,包括固定立柱,三组导轨,三组滚珠丝杠系统,三个伺服电机,三个滑鞍,两个平面运动支链以及动平台;

[0007] 所述三组导轨相互垂直布置,第一导轨固定连接于所述固定立柱,第二导轨和第三导轨固定连接于第一滑鞍上,且两者相互垂直;所述三个滑鞍分别与所述三组导轨滑动连接;所述伺服电机分别与所述三组滚珠丝杠系统通过联轴器或同步带连接;在伺服电机的独立驱动下,所述三个滑鞍可产生相互垂直的直线运动;

[0008] 所述第二滑鞍、第三滑鞍之间设置两组平面运动支链,结构和尺寸完全相同,平行或对称布置;所述平面运动支链分别由四个连杆组成;所述平面运动支链A的第一连杆一端与所述第二滑鞍转动连接,另一端与第二连杆的一端转动连接;第三连杆的一端与所述第二连杆转动连接;所述第三连杆的另一端与第四连杆的一端转动连接,且共同转动连接于所述第三滑鞍上;所述第四连杆的另一端与所述第一连杆转动连接;同理,所述平面运动支链B的第五连杆一端与所述第二滑鞍转动连接,另一端与第六连杆的一端转动连接;第七连杆的一端与所述第六连杆转动连接;第七连杆的另一端与第八连杆的一端转动连接,且共同转动连接于所述第三滑鞍上;所述第八连杆的另一端与所述第五连杆转动连接;由第一

连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆组成的所述平面运动支链A呈平行四边形结构；由第五连杆、第六连杆、第七连杆、第八连杆组成的所述平面运动支链B亦呈平行四边形结构；

[0009] 所述动平台与所述第二连杆和所述第六连杆的末端转动连接；在第二滑鞍和第三滑鞍的带动作用作用下，通过两组平面机构驱动动平台可产生相互垂直的直线运动，配合第一滑鞍的垂直移动，从而实现所述动平台三个方向的平动。

[0010] 本发明的另一种实施方式中，所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构，不包含第三连杆和第七连杆。

[0011] 所述平面运动支链A和平面运动支链B中的所有转动轴线均相互平行且均垂直于支链所在平面。

[0012] 本发明具有以下的技术特点：

[0013] 本发明所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构，在保持各所述运动副及各所述连杆相对几何关系不变的前提下，所述各连杆的几何参数可随意调整，且所述三个滑鞍在对应导轨轴线方向移动的工作距离亦可根据具体需求进行调整，因此所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构具有工作空间大的特点。

[0014] 本发明所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构中的所述三组导轨互相垂直，所述三个滑鞍分别联同对应的所述滚珠丝杠系统沿丝杠轴线方向滑动；所述三个移动副的运动分别由所述三个伺服电机独立控制，因此所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构具有运动完全解耦、控制简单的特点。

[0015] 本发明所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构，所述两个平面运动支链均由四条连杆组成，运动时整体呈可伸缩的平行四边形结构，且所述两个平面运动支链结构和尺寸完全相同，平行或对称布置；在保持所述机构整体几何约束条件不变的前提下，可随意调整其各部分尺寸、截面参数；因此一种高刚度运动解耦三平动并联机构具有刚度高的特点。

附图说明

[0016] 图1为本发明所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构整机示意图；

[0017] 图2为本发明所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构所含平面运动支链结构示意图；

[0018] 图3为本发明所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构所含平面运动支链结构俯视图示意图；

[0019] 图中标号所代表的含义为：

[0020] 1-固定立柱，2-第一导轨，3-第二导轨，4-第三导轨，5-第一滚珠丝杠系统，6-第二滚珠丝杠系统，7-第三滚珠丝杠系统，8-第一伺服电机，9-第二伺服电机，10-第三伺服电机，11-第一滑鞍，12-第二滑鞍，13-第三滑鞍，14-加强肋板，15-动平台；

[0021] A-平面运动支链A，B-平面运动支链B，L1-第一连杆，L2-第二连杆，L3-第三连杆，L4-第四连杆，L5-第五连杆，L6-第六连杆，L7-第七连杆，L8-第八连杆；

[0022] R12-第一转动副，R23-第二转动副，R34-第三转动副，R14-第四转动副，R1-动平台第一转动副，R2-动平台第二转动副。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图与具体实施对本发明所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构进行详细说明,所描述的具体实施仅对本发明进行解释说明,并不用以限制本发明。

[0024] 实施例1

[0025] 如图1所示,本发明所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构,包括固定立柱1,三组导轨2、3、4,三组滚珠丝杠系统5、6、7,三个伺服电机8、9、10,三个滑鞍11、12、13,两个运动支链A、B,加强肋板14以及动平台15。

[0026] 如图1所示,所述三组导轨2、3、4互相垂直,所述第一个导轨2安装于固定立柱1上,联同所述第一滚珠丝杠系统5以及所述第一滑鞍11构成垂直方向的移动副;所述第二导轨3和所述第三个导轨4分别安装在所述第一滑鞍11互相垂直的两块基座底板上,且两者互相垂直,联同所述第二、第三滚珠丝杠系统6、7和以及对应的所述第二、第三滑鞍12、13,构成水平方向的两个移动副;三个所述移动副的运动分别通过三个所述伺服电机8、9、10控制。所述加强肋板14安装于所述滑鞍11互相垂直的两块基座底板之间。

[0027] 如图2所示,所述两个平面运动支链A、B结构相同,关于所述第三滑鞍对称布置;所述平面运动支链A由四条所述连杆L1、L2、L3、L4组成,所述四条连杆之间通过所述转动副R12、R23、R34、R14连接。所述第一连杆L1和所述第五连杆L5长度相等,所述第二连杆L2和所述第六连杆L6长度相等,所述第三连杆L3和所述第七连杆L7长度相等,所述第四连杆L4和所述第八连杆L8长度相等;所述第一连杆L1、所述第五连杆L5的一端通过所述转动副连接于所述第二滑鞍12上,另一端通过所述转动副同其他所述连杆相连;所述第四连杆L4、所述第八连杆L8的一端通过所述转动副连接于所述第三滑鞍13上,另一端通过所述转动副同其他所述连杆相连;所述两个平面运动支链A、B与所述动平台15之间通过动平台转动副R1、R2连接。

[0028] 如图2所示,由四条所述连杆L1、L2、L3、L4组成的所述平面运动支链A呈平行四边形结构;由四条所述连杆L5、L6、L7、L8组成的所述平面运动支链B亦呈平行四边形结构;且两个所述平面运动支链A和B对称布置。运动时,所述第一连杆L1和第五连杆L5、所述第二连杆L2和第六连杆L6、所述第三连杆L3和第七连杆L7、所述第四连杆L4和第八连杆L8分别关于所述第三滑鞍13保持对称。

[0029] 如图1所示,保持所述第二滑鞍12和所述第三滑鞍13固定不动,所述第一伺服电机8驱动所述第一滚珠丝杠5转动,所述第一滚珠丝杠系统5的螺母带动所述第一滑鞍11沿着导轨2的轴线方向滑动,从而实现所述动平台15沿垂直方向的单自由度轴向移动;保持所述第一滑鞍11和所述第三滑鞍13固定不动,所述第二伺服电机9驱动所述第二滚珠丝杠6转动,所述第二滚珠丝杠系统6的螺母带动所述第二滑鞍12沿着所述第二导轨3的轴线方向滑动;保持所述第一滑鞍11和所述第二滑鞍12固定不动,所述第三伺服电机10驱动所述第三滚珠丝杠7转动,所述第三滚珠丝杠系统7的螺母带动所述第三滑鞍13沿着所述第三导轨4的轴线方向滑动;所述第二滑鞍12、第三滑鞍13的运动共同实现所述动平台15在水平面内的二自由度平动。

[0030] 如图3所示,当所述第二滑鞍12沿着所述第二导轨3的轴线方向滑动时,保持所述第三滑鞍13固定不动,所述第二滑鞍12带动所述第一连杆L1和所述第五连杆L5相对所述第二滑鞍12绕转动副轴线摆动,所述第三连杆L3和所述第四连杆L4以及所述第七连杆L7和所

述第八连杆L8分别相对所述第三滑鞍13绕转动副轴线转动,所述第二连杆L2、所述第六连杆L6和所述动平台15则在水平面内实现单自由度平动,此时所述各连杆所构成呈的平行四边形结构的所述第一平面运动支链A随着所述第二滑鞍12的左右滑动进行伸缩变换;当所述第三滑鞍13沿着所述第三导轨4的轴线方向滑动时,保持所述第二滑鞍12固定不动,所述第三滑鞍13带动所述第三连杆L3和所述第四连杆L4以及所述第七连杆L7和所述第八连杆L8分别相对所述第三滑鞍13绕转动副轴线转动,进而所述第一连杆L1和所述第五连杆L5分别相对第二滑鞍12绕转动副轴线摆动,所述第二连杆L2、所述第六连杆L6和所述动平台15在水平面内实现单自由度平动,此时所述各连杆所构成的呈平行四边形结构的第二平面运动支链B随着所述第三滑鞍13的前后滑动进行伸缩变换;所述第二滑鞍12和所述第三滑鞍13的运动共同实现所述动平台15在水平面内的二自由度平动。

[0031] 如图2所示,在所述三个伺服电机控制下,当各所述滑鞍在对应所述导轨上滑动不同位移时,可实现所述的一种高刚度运动解耦三平动并联机构中所述动平台15的三自由度平动。所述三个滑鞍沿对应导轨轴线方向的运动分别由对应的所述伺服电机控制,每个所述滑鞍之间的运动相对独立,各所述伺服电机可分别完成控制工作。

[0032] 如图2所示,所述本发明一种高刚度运动解耦三平动并联机构,在去掉所述第三连杆L3和所述第七连杆L7以后,即不再保持所述第一平面运动支链A和所述第二平面运动支链B平行四边形结构,所得并联机构仍旧保持三自由度运动解耦的特征。

[0033] 实施例2

[0034] 本实施例中并联机构与实施例1中所述一种高刚度运动解耦三平动并联机构的运动形式相同,各运动副、支链、滑鞍等连接方式完全相同。不同之处在于:本实施例中两个所述平面运动支链A和B平行布置。运动时,所述第一支链L1和第五支链L5、所述第二支链L2和第六支链L6、所述第三支链L3和第七支链L7、所述第四支链L4和第八支链L8分别保持平行。

[0035] 尽管上述内容结合附图对本发明进行了描述,但本发明并不局限于上述的具体实施方式,即上述具体实施方式为示意性,而非限制性。本领域技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨的情况下,所做出得若干推演与替换,均应视为本发明的保护范围。

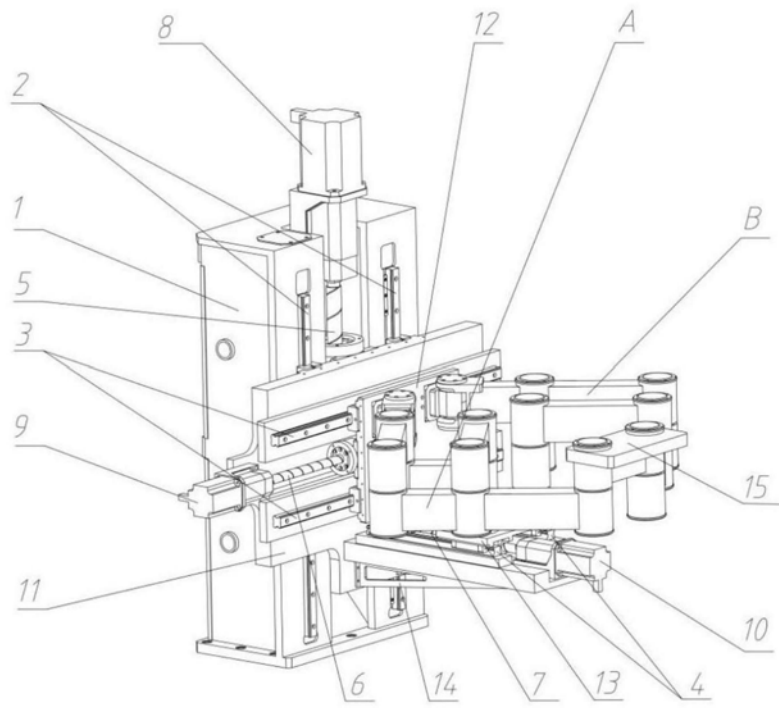


图1

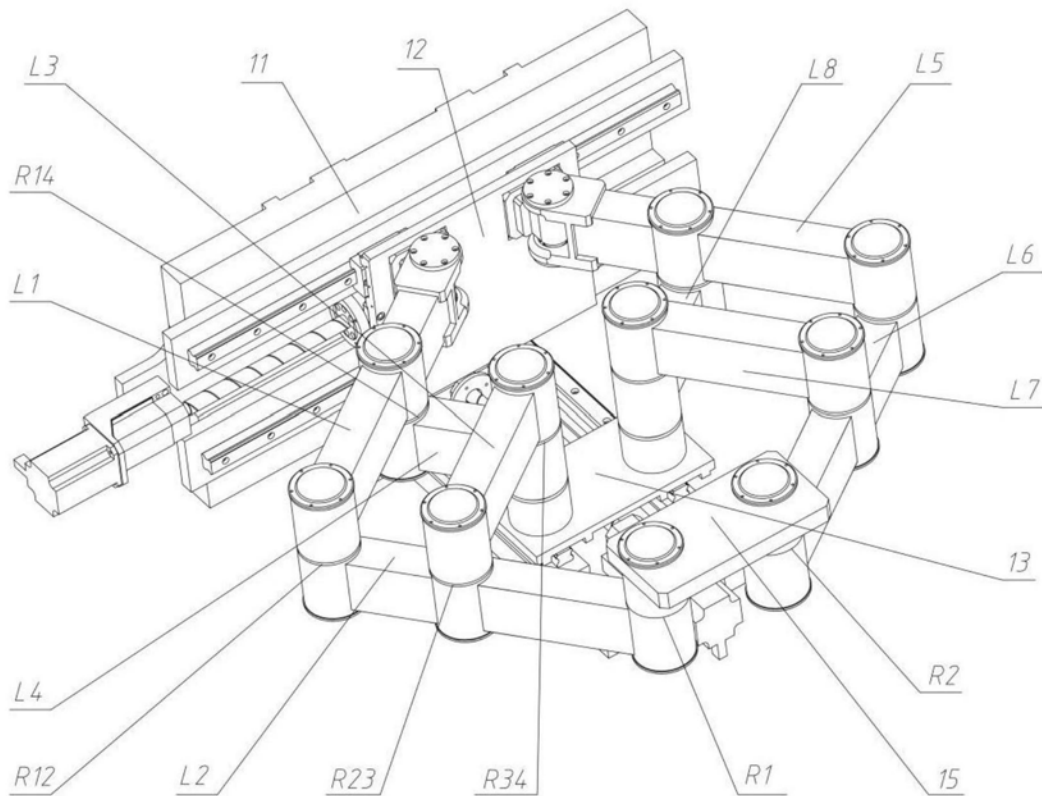


图2

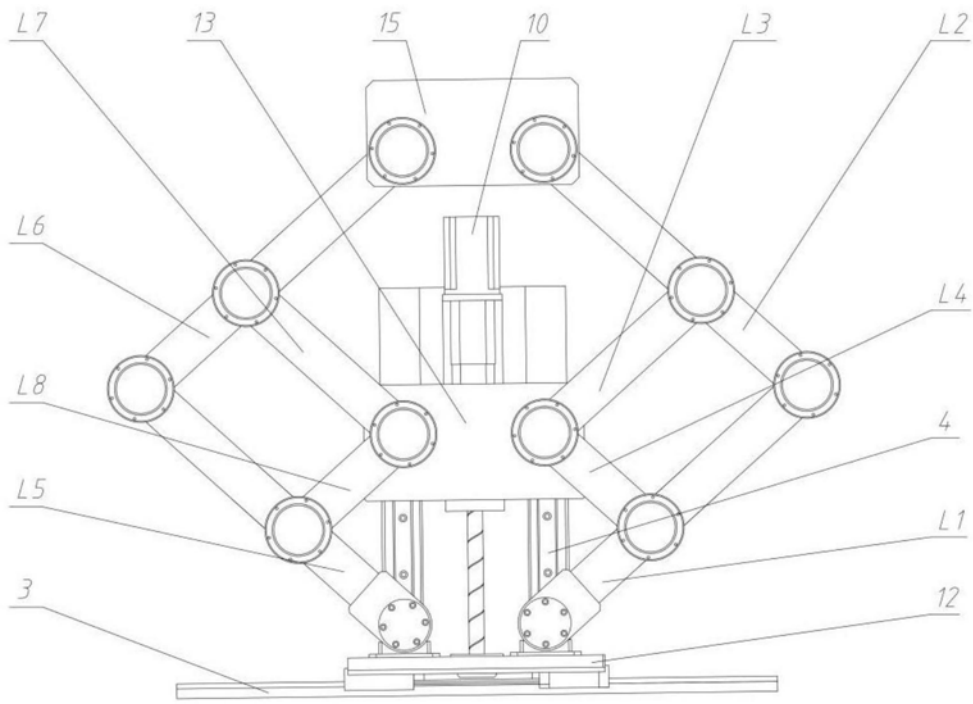


图3