



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101927491 B

(45) 授权公告日 2012.06.27

(21) 申请号 201010250918.3

CN 101143446 A, 2008.03.19, 全文.

(22) 申请日 2010.08.11

US 6729202 B2, 2004.05.04, 全文.

(73) 专利权人 河南科技大学

审查员 李勇

地址 471003 河南省洛阳市涧西区西苑路  
48号

(72) 发明人 张彦斌 何晓玲 王慧萍 吴鑫  
王燕霜 张树乾

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限  
公司 41119

代理人 陈浩

(51) Int. Cl.

B25J 9/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1589191 A, 2005.03.02, 全文.

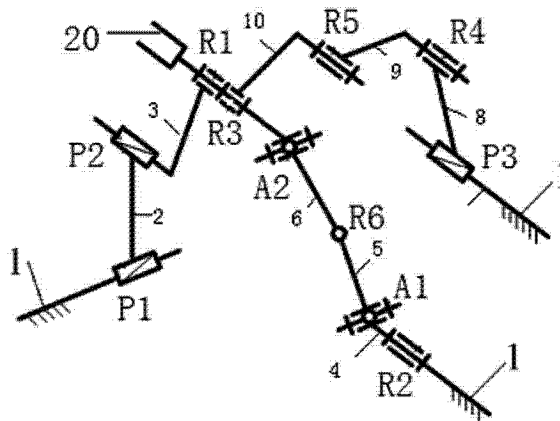
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构

(57) 摘要

本发明涉及一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,该机构由静平台、动平台以及联接静平台和动平台的三条支路组成;从静平台到动平台之间,第一支路是由第一移动副、与第一移动副垂直的第二移动副、与第二移动副平行的第一转动副顺序串联而成;第二支路是由第三移动副、第四转动副、第五转动副、第三转动副顺序串联而成;第三支路是由第二转动副、第一虎克铰、第六转动副、第二虎克铰顺序连接而成;位于静平台上的三个运动副为主动副,所述机构可作为工业机器人、医疗机器人和微操作机器人的末端执行机构,实现二维移动和一维转动的抓取或其他操作动作。该设计结构简单、运动学解耦性好且运动性能高。



1. 一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,其特征在于,该机构由静平台、动平台以及联接静平台和动平台的三条支路组成;

从静平台到动平台之间,第一支路是由第一移动副、与第一移动副垂直的第二移动副、与第二移动副平行的第一转动副顺序串联而成,第一移动副与第二移动副之间、第二移动副与第一转动副之间分别通过第二构件、第三构件连接;

第二支路是由第三移动副、第四转动副、第五转动副、第三转动副顺序串联而成,上述四个运动副轴线相互平行,第三移动副与第四转动副之间、第四转动副与第五转动副之间、第五转动副与第三转动副之间分别通过第八构件、第九构件、第十构件连接;

第三支路是由第二转动副、第一虎克铰、第六转动副、第二虎克铰顺序连接而成,第二转动副与第一虎克铰之间、第一虎克铰与第六转动副之间、第六转动副与第二虎克铰之间分别通过第四构件、第五构件、第六构件连接,其中,第一虎克铰中与第二转动副相连的转轴轴线与第二虎克铰中与动平台相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副平行,且第二转动副不与该支路中其他运动副的转轴平行;

位于静平台上的第一移动副与第三移动副垂直、第三移动副与第二转动副平行,位于动平台上的第一转动副轴线,与第三转动副轴线重合,而与第二虎克铰中与动平台相连的转轴轴线垂直。

2. 一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,其特征在于,该机构由静平台、动平台以及联接静平台和动平台的两条支路组成;

第一条支路是由一个二自由度复合铰与两条子分支串联而成,复合铰与动平台直接相连,第一条子分支由第一移动副、与第一移动副垂直的第二移动副顺序串联而成,第一移动副与第二移动副之间、第二移动副与复合铰之间分别通过第二构件、第三构件连接;

第二条子分支是由第一圆柱副、第四转动副顺序串联而成,上述两个运动副与动平台上的复合铰轴线相互平行,第一圆柱副与第四转动副之间通过第八构件连接,第四转动副与复合铰通过第九构件连接;

第二支路是由第二转动副、第一虎克铰、第六转动副、第二虎克铰顺序连接而成,第二转动副与第一虎克铰之间、第一虎克铰与第六转动副之间、第六转动副与第二虎克铰之间分别通过第四构件、第五构件、第六构件连接,其中,第一虎克铰中与第二转动副相连的转轴轴线与第二虎克铰中与动平台相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副平行,且第二转动副不与该支路中其他运动副的转轴平行;

位于静平台上的第一移动副与第一圆柱副转轴轴线垂直、第一圆柱副转轴与第二转动副平行,位于动平台上的复合铰轴线与第二虎克铰中与动平台相连的转轴轴线垂直。

## 一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于工业机器人领域的二移动一转动完全各向同性三自由度空间并联机器人机构。

### 背景技术

[0002] 并联机器人机构一般由动平台、定平台和若干条分支(一般 2-6 条)组成。相对于传统的串联机构,并联机构具有承载能力强、精度高、刚度大、速度响应快和自重负荷比小等优点。但对于一般的并联机器人机构,其运动学耦合性都很强,如著名的 6 自由度 Steward 并联机构,该机构的运动学解有 40 组;再如 3 自由度移动 Delta 并联机构,该机构由 12 个球副、3 个转动副和 14 个杆件组成,结构较为复杂,运动学解有 16 组。后来, Tsai 在 Delta 机构的基础上设计了一种新型三维移动并联机构(美国专利, No. 5656905, 公开日为 1997. 08. 12),虽然结构相对与前者简单,但是其运动学求解为八次。机构运动学耦合性越强,运动学解相对越多,而其工作空间相对于机构的体积则越小,且使得机构轨迹规划和精度控制设计越难。

[0003] 我国不少学者也构造了不少新型二移动一转动空间并联机构,并申请了国家发明专利。如专利号 200410064955. X (发明名称:用于虚轴数控机床及机器人的两移动一转动并联机构,申请日:2004. 10. 14, 公开日:2005. 03. 02, 公开号:CN1156805A),该机构虽然具有部分解耦性,但其结构还是较为复杂,且其中一种方案中含有难以实现高精度加工的球铰。因此,设计结构简单、运动学解耦性好且运动性能高的并联机构已成为该领域研究的新课题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,用以解决现有技术中结构较为复杂,部分零件难以实现高精度加工的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种方案是:一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,该机构由静平台、动平台以及联接静平台和动平台的三条支路组成;从静平台到动平台之间,第一支路是由第一移动副、与第一移动副垂直的第二移动副、与第二移动副平行的第一转动副顺序串联而成,第一移动副与第二移动副之间、第二移动副与第一转动副之间分别通过第二构件、第三构件连接;第二支路是由第三移动副、第四转动副、第五转动副、第三转动副顺序串联而成,上述四个运动副轴线相互平行,第三移动副与第四转动副之间、第四转动副与第五转动副之间、第五转动副与第三转动副之间分别通过第八构件、第九构件、第十构件连接;第三支路是由第二转动副、第一虎克铰、第六转动副、第二虎克铰顺序连接而成,第二转动副与第一虎克铰之间、第一虎克铰与第六转动副之间、第六转动副与第二虎克铰之间分别通过第四构件、第五构件、第六构件连接,其中,第一虎克铰中与第二转动副相连的转轴轴线与第二虎克铰中与动平台相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副平行,且第二转动副不与该支路中其他运动副的转轴平行;位于静平台上的

第一移动副与第三移动副垂直、第三移动副与第二转动副平行,位于动平台上的第一转动副轴线,与第三转动副轴线重合,而与第二虎克铰中与动平台相连的转轴轴线垂直。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供另一种方案是:一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,该机构由静平台、动平台以及联接静平台和动平台的两条支路组成;第一条支路由一个复合铰与两条子分支串联而成,复合铰安装在动平台上,第一条子分支是由第一移动副、与第一移动副垂直的第二移动副顺序串联构成,第二移动副和与之平行的复合铰相连,第一移动副与第二移动副之间、第二移动副与复合铰之间分别通过第二构件、第三构件连接;第二条子分支是由第一圆柱副、第四转动副顺序串联而成,上述两个运动副与复合铰轴线相互平行,第一圆柱副与第四转动副之间通过第八构件连接,第四转动副与复合铰通过第九构件连接;第二支路是由第二转动副、第一虎克铰、第六转动副、第二虎克铰顺序连接而成,第二转动副与第一虎克铰之间、第一虎克铰与第六转动副之间、第六转动副与第二虎克铰之间分别通过第四构件、第五构件、第六构件连接,其中,第一虎克铰中与第二转动副相连的转轴轴线与第二虎克铰中与动平台相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副平行,且第二转动副不与该支路中其他运动副的转轴平行;位于静平台上的第一移动副与第一圆柱副转动轴线垂直、第一圆柱副转轴与第二转动副平行,位于动平台上的复合铰轴线与第二虎克铰中与动平台相连的转轴轴线垂直。

[0007] 本发明的优点和积极效果是:本机构动平台具有二位移动一维转动输出,非期望输出运动为常数;机构雅可比矩阵为 $3 \times 3$ 单位阵,其条件数和行列式的值恒等于1,因此本机构在整个工作空间内表现为完全各向同性,且不存在奇异位形;本机构动平台在保证各分支间不发生干涉和构件尺寸满足的情况下,可以实现360度转动输出;本机构的运动输入输出间可实现一对一的控制关系,即动平台的一个运动输出只需一个驱动器控制,所以所述机构还具有节能、环保等优点;本结构较为简单,易于加工制作。所以本发明技术方案具有较高的实用价值和广阔的应用前景,为工业机器人、医疗机器人和微操作机器人等技术领域提供了一种新机型。

## 附图说明

[0008] 图1是本发明实施例1的结构示意图;

[0009] 图2是本发明实施例2的结构示意图。

## 具体实施方式

[0010] 实施例1

[0011] 一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,如图1所示,该机构由静平台1、动平台20以及联接静平台1和动平台20的三条支路组成;从静平台1到动平台20之间,第一支路是由第一移动副R1、与第一移动副P1垂直的第二移动副P2、与第二移动副P2平行的第一转动副R1顺序串联而成,第一移动副P1与第二移动副P2之间、第二移动副P2与第一转动副R1之间分别通过第二构件2、第三构件3连接;第二支路是由第三移动副P3、第四转动副R4、第五转动副R5、第三转动副R3顺序串联而成,上述四个运动副轴线相互平行,第三移动副P3与第四转动副R4之间、第四转动副R4与第五转动副R5之间、第五转动副R5与第三转动副R3之间分别通过第八构件8、第九构件9、第十构件连接10;第三支路

是由第二转动副 R2、第一虎克铰 A1、第六转动副 R6、第二虎克铰 A2 顺序连接而成,第二转动副 R2 与第一虎克铰 A1 之间、第一虎克铰 A1 与第六转动副 R6 之间、第六转动副 R6 与第二虎克铰 A2 之间分别通过第四构件 4、第五构件 5、第六构件 6 连接,其中,第一虎克铰 A1 中与第二转动副 R2 相连的转轴轴线与第二虎克铰 A2 中与动平台 20 相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副 R6 平行,且第二转动副 R2 不与该支路中其他运动副的转轴平行;位于静平台 1 上的第一移动副 P1 与第三移动副 P3 垂直、第三移动副 P3 与第二转动副 R2 平行,位于动平台 20 上的第一转动副 R1 轴线,与第三转动副 R3 轴线重合,而与第二虎克铰 A2 中与动平台 20 相连的转轴轴线垂直。

[0012] 第一条和第二条分支分别控制动平台 20 (即末端操作器) 的两线性移动输出,而第三条分支则控制了动平台 20 的一个转动输出。位于静平台 1 上的三个运动副为主动副,其中主动移动副的驱动结构是电机带动的丝杠机构,或者是直线伺服电机,主动转动副的驱动机构是电机带动的减速器。控制静平台 1 上的第一移动副 P1 和第三移动副 P3 的线性输入和第二转动副 R2 的转动输入,并联机构可作为工业机器人、医疗机器人和微操作机器人的末端执行机构,实现二维移动和一维转动的抓取或其他操作动作。

[0013] 实施例 2

[0014] 一种完全各向同性三自由度空间并联机器人机构,如图 2 所示,与实施例 1 的不同仅在于,首先,将实施例 1 中的第一转动副 1 与第三转动副 3 用一个复合铰 B1 替代,第一支路与第二支路分别占用复合铰 B1 的两个自由度;其次,将第三移动副 3 及与之连接的转动副用一个圆柱副 C1 替换。具体结构如下:

[0015] 该机构由静平台 1、动平台 20 以及联接静平台 1 和动平台 20 的两条支路组成;第一条支路由一个复合铰 B1 和两条子分支串联而成,复合铰 B1 安装在动平台 20 上,第一条子分支是由第一移动副 P1、与第一移动副 P1 垂直的第二移动副 P2 顺序串联构成,第二移动副 P2 和与之轴线平行的复合铰 B1 相连,第一移动副 P1 与第二移动副 P2 之间、第二移动副 P2 与复合铰 B1 之间分别通过第二构件 2、第三构件 3 连接;第二条子分支是由第一圆柱副 C1、第四转动副 R4 顺序串联而成,上述两个运动副与复合铰 B1 轴线相互平行,第一圆柱副 C1 与第四转动副 R4 之间通过第八构件 8 连接,第四转动副 R4 与复合铰 B1 通过第九构件 9 连接;第二支路由第二转动副 R2、第一虎克铰 A1、第六转动副 R6、第二虎克铰 A2 顺序连接而成,第二转动副 R2 与第一虎克铰 A1 之间、第一虎克铰 A1 与第六转动副 R6 之间、第六转动副 R6 与第二虎克铰 A2 之间分别通过第四构件 4、第五构件 5、第六构件 6 连接,其中,第一虎克铰 A1 中与第二转动副 R2 相连的转轴轴线与第二虎克铰 A2 中与动平台 20 相连轴线平行,而两虎克铰的其他转轴则与第六转动副 R6 平行,且第二转动副 R2 不与该支路中其他运动副的转轴平行;位于静平台 1 上的第一移动副 P1 与第一圆柱副 C1 转动轴线垂直、第一圆柱副 C1 转轴与第二转动副 R2 平行,位于动平台 20 上的复合铰 B1 轴线与第二虎克铰 A1 中与动平台 20 相连的转轴轴线垂直。

[0016] 第一支路中的第一条和第二条子分支分别控制动平台 20 (即末端操作器) 的两线性移动输出,而第二条支路则控制了动平台 20 的一个转动输出。位于静平台 1 上的三个运动副为主动副,其中主动移动副和圆柱副的驱动结构是电机带动的丝杠机构,或者是直线伺服电机,主动转动副的驱动机构是电机带动的减速器。控制静平台 1 上的第一移动副 P1 和第一圆柱副 C1 的线性输入和第二转动副 R2 的转动输入,并联机构可作为工业机器人、医

疗机器人和微操作机器人的末端执行机构,实现二维移动和一维转动的抓取或其他操作动作。

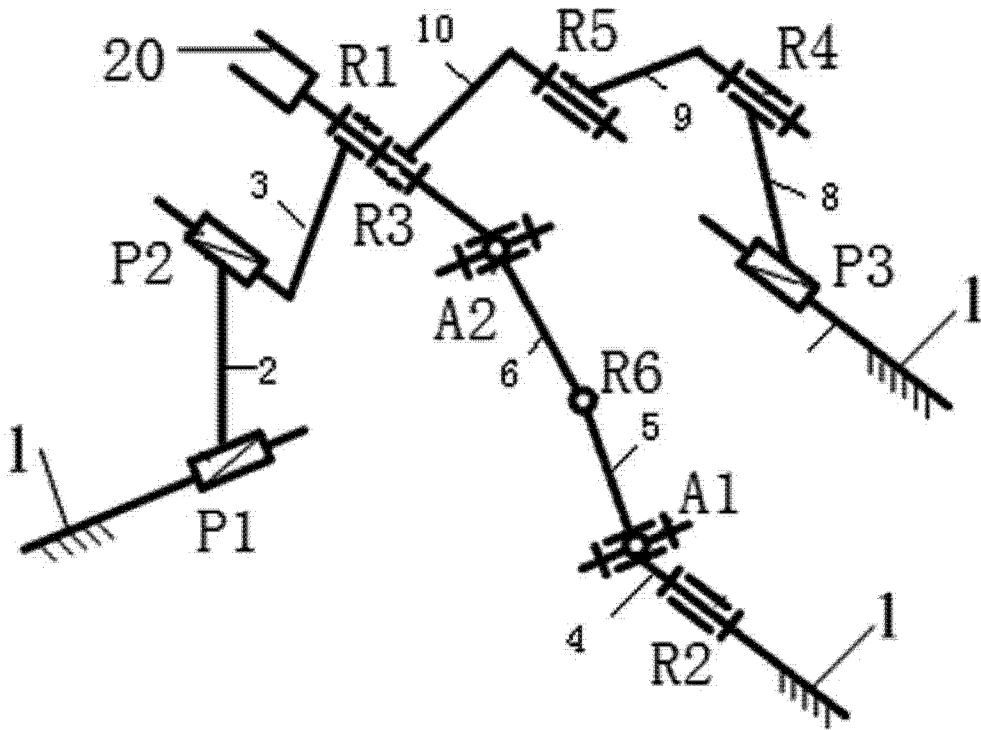


图 1

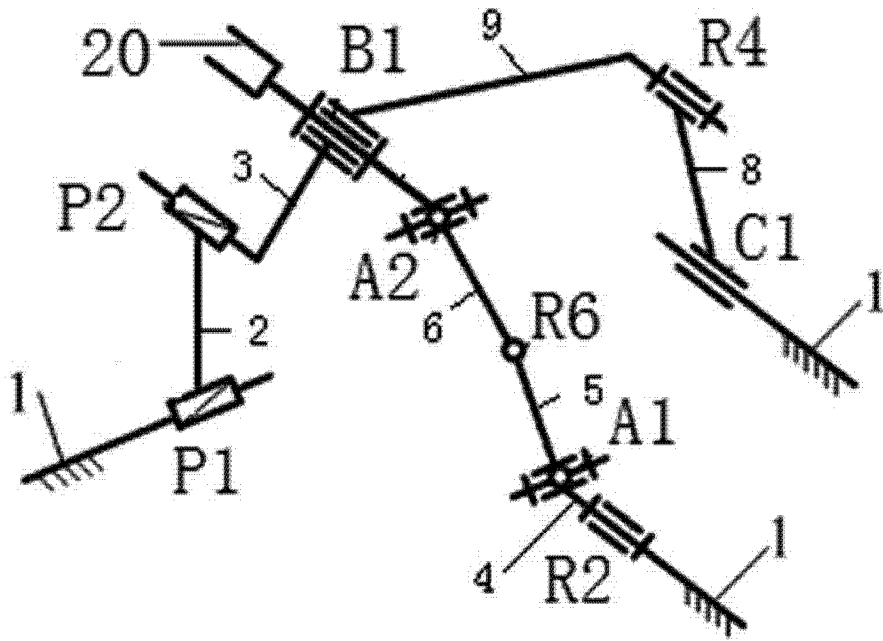


图 2