

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 19/00 (2006.01)

B25J 9/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710054854.8

[43] 公开日 2008年3月19日

[11] 公开号 CN 101143446A

[22] 申请日 2007.7.27

[21] 申请号 200710054854.8

[71] 申请人 河南科技大学

地址 471003 河南省洛阳市西苑路48号河南科技大学校本部

[72] 发明人 张彦斌 吴鑫 徐红玉 何晓玲

[74] 专利代理机构 郑州联科专利事务所
代理人 陈浩

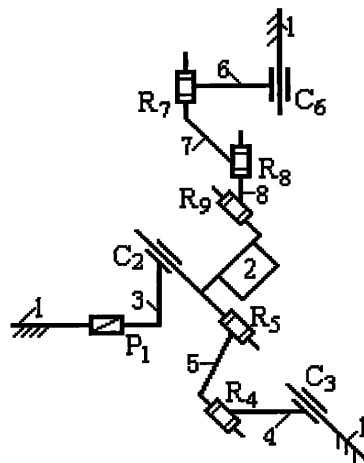
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构

[57] 摘要

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，由动、静平台和联接两平台的三条支路组成，从静平台到动平台，第一条支路由一移动副和与该移动副垂直的一圆柱副串联而成；第二条支路由一圆柱副和与该圆柱副轴线平行的两个转动副顺序串联而成；第三条支路由一圆柱副、与该圆柱副轴线平行的两个转动副以及与前两个转动副轴线垂直的一个转动副顺序串联而成；三条支路分别位于静平台上的运动副轴线两两相互垂直，使三条支路成空间正交配置；第一条支路中位于动平台上的圆柱副轴线，与第二条支路中位于动平台上的转动副轴线重合，而与第三条支路中位于动平台的转动副轴线平行；控制静平台上主动副的线性输入，动平台可实现二维移动和一维转动输出。



1、一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，其特征在于：该机构由静平台（1）、动平台（2）以及联接静平台（1）和动平台（2）的三条支路组成；从静平台（1）到动平台（2）之间，第一条支路是由一移动副（ P_1 ）和一个与该移动副（ P_1 ）垂直的圆柱副（ C_2 ）顺序串联而成，两运动副之间通过构件（3）连接；第二条支路是由一圆柱副（ C_3 ）和与该圆柱副（ C_3 ）轴线平行的两个转动副（ R_4 ）和（ R_5 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（4）、构件（5）连接；第三条支路是由一圆柱副（ C_6 ）和与该圆柱副（ C_6 ）轴线平行的两个转动副（ R_7 ）和（ R_8 ）以及与所述转动副（ R_8 ）轴线垂直的另一个转动副（ R_9 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（6）、（7）和（8）连接；其中，第一、第二、第三条支路中分别对应位于静平台（1）上的移动副（ P_1 ）、圆柱副（ C_3 ）轴线、圆柱副（ C_6 ）轴线两两相互垂直，使三条支路在静平台上呈空间正交配置；动平台（2）上，第一条支路位于动平台上的圆柱副（ C_2 ）轴线，与第二条支路中位于动平台上的转动副（ R_5 ）轴线重合，而与第三条支路中位于动平台的转动副（ R_9 ）轴线平行。

2、一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，其特征在于：该机构由静平台（1）、动平台（2）和联接两平台的三条支路组成，从静平台（1）到动平台（2）之间，第一条支路由一移动副（ P_1 ）和一个与该移动副（ P_1 ）垂直的圆柱副（ C_2 ）顺序串联而成，两运动副之间通过构件（3）连接；第二条支路由一移动副（ P_3 ）和三个其轴线与该移动副（ P_3 ）平行的转动副（ R_4 ）、（ R_5 ）和（ R_6 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（4）、（5）和（6）连接；第三条支路由一移动副（ P_7 ）、与该移动副（ P_7 ）平行的三个转动副（ R_8 ）、（ R_9 ）和（ R_{10} ）以及与转动副（ R_{10} ）轴线垂直的一个转动副（ R_{11} ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（7）、（8）、（9）和（10）

连接；位于静平台（1）上的移动副（ P_1 ）、（ P_3 ）和（ P_7 ）两两相互垂直，使三条支路在静平台上成空间正交配置；位于动平台（2）上的圆柱副（ C_2 ）的轴线与转动副（ R_6 ）轴线重合，而与转动副（ R_{11} ）轴线平行。

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构

技术领域

本发明涉及机器人、机床等的末端执行机构，尤其涉及一种可用于并联机器人和虚轴数控机床的无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构。

背景技术

并联机构一般由动平台、定平台和 2-6 条支路组成。相对于串联机构，并联机构具有刚度大、承载能力强、精度高、自重负荷比小等优点。而少自由度并联机构相对于 6 自由度并联机构来说，又具有结构简单，造价低，运动学求解相对简单等特点。因而少自由度并联机构在工业机器人、虚轴数控并联机床、坐标测量机、运动模拟器及医用机器人等行业有着广阔的应用前景。

对于一般的并联机构来说，机构运动学耦合性都很强，如著名的 Delta 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，运动学求解繁琐。而后，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 年 8 月 12 日），虽然结构相对与前者简单，但是其运动学求解为八次，耦合性较强，使得在轨迹规划和精度控制方面非常困难。

我国学者也构造了多种新型二维移动一维转动空间并联机构，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 年 10 月 14 日，公开日：2005 年 3 月 2 日，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。

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

本发明的目的是提供一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构。

本发明技术方案如下所述：

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，其中，该机构由静平台（1）、动平台（2）以及联接静平台（1）和动平台（2）的三条支路组成；从静平台（1）到动平台（2）之间，第一条支路是由一移动副（ P_1 ）和一个与该移动副（ P_1 ）垂直的圆柱副（ C_2 ）顺序串联而成，两运动副之间通过构件（3）连接；第二条支路是由一圆柱副（ C_3 ）和与该圆柱副（ C_3 ）轴线平行的两个转动副（ R_4 ）和（ R_5 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（4）、构件（5）连接；第三条支路是由一圆柱副（ C_6 ）和与该圆柱副（ C_6 ）轴线平行的两个转动副（ R_7 ）和（ R_8 ）以及与所述转动副（ R_8 ）轴线垂直的另一个转动副（ R_9 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（6）、（7）和（8）连接；其中，第一、第二、第三条支路中分别对应位于静平台（1）上的移动副（ P_1 ）、圆柱副（ C_3 ）轴线和圆柱副（ C_6 ）轴线两两相互垂直，使三条支路在静平台上呈空间正交配置；动平台（2）上，第一条支路位于动平台（2）上的圆柱副（ C_2 ）轴线，与第二条支路中位于动平台（2）上的转动副（ R_5 ）轴线重合，而与第三条支路中位于动平台（2）的转动副（ R_9 ）轴线平行。

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，其中，该机构由静平台（1）、动平台（2）以及联接静平台（1）和动平台（2）的三条支路组成，从静平台（1）到动平台（2）之间，第一条支路由一移动副（ P_1 ）和一个与该移动副（ P_1 ）垂直的圆柱副（ C_2 ）顺序串联而成，两运动副之间通过构件（3）连接；第二条支路由一移动副（ P_3 ）和三个其轴线与该移动副（ P_3 ）平行的转动副（ R_4 ）、（ R_5 ）和（ R_6 ）顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件（4）、（5）和（6）连接；第三条支路由一移动副（ P_7 ）、与该移动

副 (P_7) 平行的三个转动副 (R_8)、(R_9) 和 (R_{10}) 以及与转动副 (R_{10}) 轴线垂直的一个转动副 (R_{11}) 顺序串联而成, 所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件 (7)、(8)、(9) 和 (10) 连接; 其中, 第一、第二、第三条支路中分别对应位于静平台 (1) 上的移动副 (P_1)、(P_3) 和 (P_7) 两两相互垂直, 使三条支路在静平台上成空间正交配置; 动平台 (2) 上, 第一条支路中位于动平台 (2) 上的圆柱副 (C_2) 的轴线, 与第二条支路中位于动平台 (2) 上的转动副 (R_6) 轴线重合, 而与第三条支路中位于动平台 (2) 上的转动副 (R_{11}) 轴线平行。

本发明的上述技术方案具有如下特点:

①本机构动平台 (2) 具有二维移动一维转动输出, 且非期望输出运动为常数;

②本机构雅可比矩阵为 3×3 对角阵, 运动输入-输出间可实现一对一的控制关系;

③本机构动平台 (2) 的转动能力强, 动平台 (2) 的姿态角范围为 $(-\pi/2, \pi/2)$;

④机构灵巧性能好;

⑤本机构整个工作空间内不存在奇异位形;

⑥本机构运动副简单, 易于加工制造;

⑦由于动平台 (2) 的一个运动输出只需一个驱动器控制, 因此本机构还具有节能、环保等优点。

综上所述, 本发明技术方案具有较高的实用价值和广阔的应用前景, 为并联机器人、数控机床等技术领域提供了一种新机型。

附图说明

图 1 是本发明的第一种实施例结构示意图;

图 2 是本发明的第二种实施例结构示意图。

具体实施方式

实施例 1:

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，由静平台 1、动平台 2 以及联接静平台 1 和动平台 2 的三条支路组成，其具体结构如图 1 所示：第一条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一移动副 P_1 和一个与该移动副 P_1 垂直的圆柱副 C_2 串联而成，两运动副之间通过构件 3 连接；第二条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一圆柱副 C_3 和与该圆柱副 C_3 轴线平行的两个转动副 R_4 和 R_5 顺序串联而成，所述两两相邻运动副之间依次通过构件 4、构件 5 连接，该支路中由静平台 1 到动平台 2 的各运动副依次顺序及配置关系为 $C_3//R_4//R_5$ ；第三条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一圆柱副 C_6 和与该圆柱副 C_6 轴线平行的两个转动副 R_7 、 R_8 以及与转动副 R_8 轴线垂直的另一个转动副 R_9 顺序串联而成，所述两两相邻运动副之间依次通过构件 6、7 和 8 连接，该支路中由静平台 1 到动平台 2 之间的各运动副依次顺序及配置关系为 $C_6//R_7//R_8\perp R_9$ ；三条支路中分别对应位于静平台 1 上的移动副 P_1 、圆柱副 C_3 轴线、圆柱副 C_6 轴线两两相互垂直，使三条支路在静平台上呈空间正交配置；动平台 2 上，第一条支路位于动平台 2 上的圆柱副 C_2 的轴线，与第二条支路中位于动平台 2 上的转动副 R_5 的轴线重合，而与第三条支路中位于动平台 2 上的转动副 R_9 的轴线平行。

控制位于静平台 1 上的移动副 P_1 、圆柱副 C_3 和圆柱副 C_6 的线性输入，动平台 2 即可实现二维移动和一维转动输出；本机构所述的三个位于静平台上的主动运动副可采用直线伺服电机驱动，将刀具、操作手安装在动平台 2 上，便可作为数控机床和机器人的末端执行机构。

实施例 2:

一种无耦合二移动一转动三自由度空间并联机构，由静平台 1、动平台 2 和联接两平台的三条支路组成，具体结构如图 2 所示。其中，第一条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一移动副 P_1 和一个与该移动副 P_1 垂直的圆柱副

C_2 串联而成，所述两运动副之间通过构件 3 连接；第二条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一移动副 P_3 和三个轴线与该移动副 P_3 平行的转动副 R_4 、 R_5 和 R_6 顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件 4、5 和 6 连接，该支路中由静平台 1 到动平台 2 的各运动副依次顺序及配置关系为 $P_3//R_4//R_5//R_6$ ；第三条支路从静平台 1 到动平台 2 之间是由一移动副 P_7 、与该移动副 P_7 平行的三个转动副 R_8 、 R_9 和 R_{10} 以及与所述转动副 R_{10} 轴线垂直的一个转动副 R_{11} 顺序串联而成，所述顺序运动副两两相邻之间分别通过构件 7、8、9 和 10 连接，该支路中各运动副由静平台 1 到动平台 2 的依次顺序及配置关系为 $P_7//R_8//R_9//R_{10}\perp R_{11}$ ；三条支路中分别对应位于静平台 1 上的移动副 P_1 、 P_3 和 P_7 两两相互垂直，使三条支路在静平台上成空间正交配置；动平台 2 上，第一条支路中位于动平台 2 上的圆柱副 C_2 的轴线，与第二条支路中位于动平台 2 上的转动副 R_6 轴线重合，而与第三条支路中位于动平台 2 上的转动副 R_{11} 轴线平行。

控制位于静平台 1 上的三个主动移动副 P_1 、 P_3 和 P_7 ，动平台 2 可实现二维移动和一维转动输出；本机构所述的三个位于静平台 1 上的主动运动副可采用直线伺服电机驱动，将刀具、操作手安装在动平台 2 上，可作为数控机床和机器人的末端执行机构。

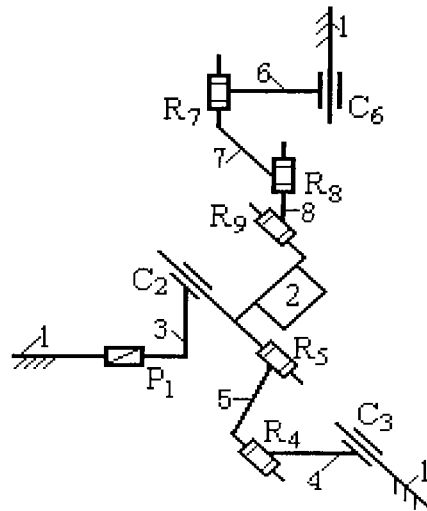


图 1

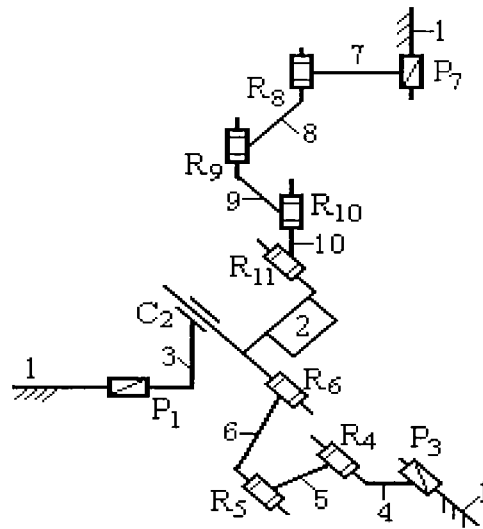


图 2