



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103624778 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310366425. X

(22) 申请日 2013. 08. 21

(71) 申请人 河南科技大学

地址 471003 河南省洛阳市涧西区西苑路
48 号

(72) 发明人 张彦斌 梅群 刘宗发 李更更
王占磊

(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 胡伟华

(51) Int. Cl.

B25J 9/08 (2006. 01)

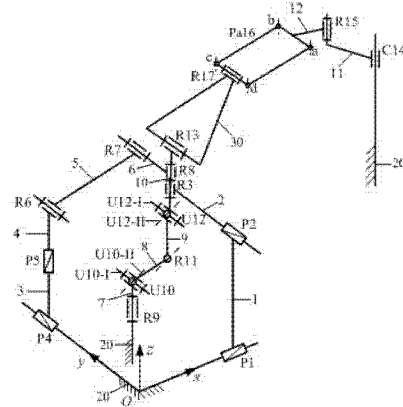
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

非对称全解耦四自由度并联机构

(57) 摘要

本发明涉及机器人空间机构技术领域, 尤其是一种非对称全解耦四自由度并联机构。该机构包括定平台、动平台以及连接定平台和动平台的第一分支运动链和第二分支运动链, 第一分支运动链为混合运动链, 第二分支运动链为单开链; 第一分支运动链包括一个空间闭回路结构和第十三转动副, 空间闭回路结构由第一子分支运动链、第二子分支运动链和第三子分支运动链组成; 第二分支运动链中包含一个平行四边形结构; 机构的速度雅可比矩阵为 4×4 对角阵, 故所述机构主动副的输入速度与动平台的输出速度之间存在一对一的控制关系, 即动平台的一个输出运动只需一个主动副的主动输入控制, 解决了一般并联机构的运动学解耦性差、控制难度大、轨迹规划复杂的问题。



1. 非对称全解耦四自由度并联机构，该机构包括定平台、动平台以及连接定平台和动平台的第一分支运动链和第二分支运动链，其特征在于：第一分支运动链为混合运动链，第二分支运动链为单开链；

所述第一分支运动链包括一个空间闭回路结构和第十三转动副，所述空间闭回路结构由第一子分支运动链、第二子分支运动链和第三子分支运动链组成；

第一子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第一移动副、第二移动副及第三转动副，所述第一移动副的轴线、第二移动副的轴线及第三转动副的轴线两两相互垂直；第一移动副与第二移动副之间通过第一连杆连接，第二移动副与第三转动副之间通过第二连杆连接；

第二子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第四移动副、第五移动副、第六转动副、第七转动副及第八转动副，所述第四移动副的轴线、第六转动副的轴线及第七转动副的轴线相互平行，所述第五移动副的轴线与第八转动副的轴线互相平行且均与所述第七转动副的轴线垂直，所述第四移动副与第五移动副之间通过第三连杆连接，第五移动副与第六转动副之间通过第四连杆连接，第六转动副与第七转动副之间通过第四连杆连接，第七转动副与第八转动副之间通过第六连杆连接；

第三子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第九转动副、第十万向铰、第十一转动副及第十二万向铰，第十万向铰和第十二万向铰分别具有各自的第一转动副和第二转动副，第十万向铰的第一转动副的轴线与第十二万向铰的第一转动副的轴线相互平行，所述第十一转动副、第十万向铰的第二转动副的轴线和第十二万向铰的第二转动副的轴线相互平行，所述第九转动副与第十万向铰之间通过第七连杆连接，第十万向铰与第十一转动副之间通过第八连杆连接，第十一转动副与第十二万向铰之间通过第九连杆连接，其中第十万向铰的第一转动副与第七连杆连接、第二转动副与第八连杆连接，第十二万向铰的第一转动副与第九连杆连接、第二转动副与第十连杆连接；

第一子分支运动链的第三转动副、第二子分支运动链的第八转动副和第三子分支运动链的第十二万向铰均通过第十连杆与第十三转动副连接，所述第三转动副的轴线与第八转动副的轴线重合并与第十三转动副的轴线垂直；

所述第二分支运动链包括由定平台至动平台依次设置的第十四圆柱副、第十五转动副、第十六平行四边形结构和第十七转动副，所述平行四边形结构由四个轴线平行的转动副组成，第十六平行四边形结构通过一条边与动平台连接，所述第十四圆柱副的轴线与第十五转动副的轴线相互平行且垂直于所述第十六平行四边形结构平面，所述第十七副的轴线与第十六平行四边形结构的、与动平台连接的边平行或重合，所述第十四圆柱副和第十五转动副之间通过第十一连杆连接，第十五转动副和第十六平行四边形结构之间通过第十二连杆连接；

所述第十三转动副与动平台相连，且第十三转动副的轴线与第十七转动副的轴线平行；所述第一移动副的轴线、第四移动副的轴线和第九转动副的轴线两两相互垂直，所述第九转动副的轴线与第十四圆柱副的轴线相互平行，所述第一移动副、第四移动副、第九转动副与第十四圆柱副为主动副。

非对称全解耦四自由度并联机构

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人空间机构技术领域,尤其是一种非对称全解耦四自由度并联机构。

背景技术

[0002] 并联机构因其具有精度高、刚度大、承载能力强、动态性能好和自重负荷比小等优点,在并联机床、工业机器人、医疗机器人、微操作机器人等领域具有广阔的应用前景。而相对与6自由度并联机构,少自由度并联机构具有结构简单、控制较为容易等特点,因此少自由度并联机构已成为机构学和机器人领域研究的热点之一,尤其是三自由度并联机构得到了最多的研究,并设计出多种实用性强的机构,如Delta机构、Star机构、Angile Eye机构等。目前,四自由度并联机构中的三维运动一维转动、三维转动一维移动两种类型得到较多关注,我国机构学者已设计出诸多新型此类机构,如申请号为:201310163678,201210094275,201010507587,200910096797,201210094301的中国专利。而对于二维移动和二维转动并联机构,得到的研究和关注则相对较少。

[0003] 对于一般的并联机构,其运动学耦合性都较强,导致运动学解多、工作空间减小、控制设计难等问题,这也严重影响了并联机构的实际推广和应用。尤其是对于同时具有移动和转动运动输出特性的并联机构,两种输出运动间也存在耦合关系,使得机构轨迹规划和控制设计更为困难。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种非对称全解耦四自由度并联机构,以解决一般并联机构的运动学解耦性差、控制设计困难的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明的非对称全解耦四自由度并联机构采用以下技术方案:非对称全解耦四自由度并联机构,该机构包括定平台、动平台以及连接定平台和动平台的第一分支运动链和第二分支运动链,第一分支运动链为混合运动链,第二分支运动链为单开链;

所述第一分支运动链包括一个空间闭回路结构和第十三转动副,所述空间闭回路结构由第一子分支运动链、第二子分支运动链和第三子分支运动链组成;

第一子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第一移动副、第二移动副及第三转动副,所述第一移动副的轴线、第二移动副的轴线及第三转动副的轴线两两相互垂直;第一移动副与第二移动副之间通过第一连杆连接,第二移动副与第三转动副之间通过第二连杆连接;

第二子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第四移动副、第五移动副、第六转动副、第七转动副及第八转动副,所述第四移动副的轴线、第六转动副的轴线及第七转动副的轴线相互平行,所述第五移动副的轴线与第八转动副的轴线互相平行且均与所述第七转动副的轴线垂直,所述第四移动副与第五移动副之间通过第三连杆连接,第五

移动副与第六转动副之间通过第四连杆连接,第六转动副与第七转动副之间通过第四连杆连接,第七转动副与第八转动副之间通过第六连杆连接;

第三子分支运动链包括由定平台至第十三转动副依次设置的第九转动副、第十万向铰、第十一转动副及第十二万向铰,第十万向铰和第十二万向铰分别具有各自的第一转动副和第二转动副,第十万向铰的第一转动副的轴线与第十二万向铰的第一转动副的轴线相互平行,所述第十一转动副、第十万向铰的第二转动副的轴线和第十二万向铰的第二转动副的轴线相互平行,所述第九转动副与第十万向铰之间通过第七连杆连接,第十万向铰与第十一转动副之间通过第八连杆连接,第十一转动副与第十二万向铰之间通过第九连杆连接,其中第十万向铰的第一转动副与第七连杆连接、第二转动副与第八连杆连接,第十二万向铰的第一转动副与第九连杆连接、第二转动副与第十连杆连接;

第一子分支运动链的第三转动副、第二子分支运动链的第八转动副和第三子分支运动链的第十二万向铰均通过第十连杆与第十三转动副连接,所述第三转动副的轴线与第八转动副的轴线重合并与第十三转动副的轴线垂直;

所述第二分支运动链包括由定平台至动平台依次设置的第十四圆柱副、第十五转动副、第十六平行四边形结构和第十七转动副,所述平行四边形结构由四个轴线平行的转动副组成,第十六平行四边形结构通过一条边与动平台连接,所述第十四圆柱副的轴线与第十五转动副的轴线相互平行且垂直于所述第十六平行四边形结构平面,所述第十七副的轴线与第十六平行四边形结构的、与动平台连接的边平行或重合,所述第十四圆柱副和第十五转动副之间通过第十一连杆连接,第十五转动副和第十六平行四边形结构之间通过第十二连杆连接;

所述第十三转动副与动平台相连,且第十三转动副的轴线与第十七转动副的轴线平行;所述第一移动副的轴线、第四移动副的轴线和第九转动副的轴线两两相互垂直,所述第九转动副的轴线与第十四圆柱副的轴线相互平行,所述第一移动副、第四移动副、第九转动副与第十四圆柱副为主动副。

[0006] 本发明的非对称全解耦四自由度并联机构的所述第一分支运动链中的第一移动副、第四移动副、第九转动副和第二分支运动链中的第十四圆柱副安装在所述的定平台上,且被选取为主动副;所述第一移动副轴线、第四移动副轴线和第九转动副轴线两两相互垂直,所述十四圆柱副轴线与第九转动副轴线相互平行;所述第十三转动副和第十七转动副与动平台相连,且它们的轴线相互平行,因此本发明的并联机构动平台可实现二维移动二维转动输出运动;机构的速度雅可比矩阵为 4×4 对角阵,故所述机构主动副的输入速度与动平台的输出速度之间存在一对一的控制关系,即动平台的一个输出运动只需一个主动副的主动输入控制,避免各分支运动链之间的相互影响,解决了一般并联机构的运动学解耦性差、工作空间小、控制难度大的问题。

附图说明

[0007] 图 1 是非对称全解耦四自由度并联机构的实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0008] 非对称全解耦四自由度并联机构的实施例,如图 1 所示,该机构包括定平台 20、动

平台 30 以及连接定平台 20 和动平台 30 的第一分支运动链和第二分支运动链,动平台 30 采用台面板,第一分支运动链为混合运动链、第二条分支运动链为单开链。

[0009] 第一分支运动链包括一个空间闭回路结构和第十三转动副 R13,所述闭回路结构由第一子分支运动链、第二子分支运动链和第三子分支运动链组成。

[0010] 第一子分支运动链包括由定平台 20 至空间闭回路结构输出构件第十连杆 10 依次串联的第一移动副 P1、第二移动副 P2 及第三转动副 R3,各运动副之间依次由第一连杆 1、第二连杆 2 连接,所述第一移动副 P1、第二移动副 P2 及第三转动副 R3 的轴线两两相互垂直,其中第一移动副 P1 为主动副。

[0011] 第二子分支运动链包括从定平台 20 至第十连杆 10 依次串联的第四移动副 P4、第五移动副 P5、第六转动副 R6、第七转动副 R7 及第八转动副 R8,各运动副之间依次由第三连杆 3、第四连杆 4、第五连杆 5、第六连杆 6 连接,第四移动副 P4 的轴线、第六转动副 R6 的轴线及第七转动副 R7 的轴线相互平行,第五移动副 P5 的轴线与第八转动副 R8 的轴线平行且与第七转动副 R7 的轴线垂直,其中第四移动副 P4 为主动副。

[0012] 第三子分支运动链包括从定平台 20 至第十连杆 10 依次串联的第九转动副 R9、第十万向铰 U10、第十一转动副 R11 及第十二万向铰 U12,各运动副之间依次分别由第七连杆 7、第八连杆 8、第九连杆 9 连接,第九转动副 R9 轴线与第十万向铰 U10 第一转动副 U10-I 的轴线垂直,第十万向铰 U10 的第一转动副 U10-I 的轴线与第十二万向铰 U12 的第一转动副 U12-I 的轴线平行,第十虎克铰 U10 的第二转动副 U10-II 的轴线、第十一转动副 R11 的轴线及第十二万向铰 U12 的第二转动副 U12-II 的轴线平行,其中第十万向铰 U10 的第一转动副 U10-I 与第七连杆 7 连接、第二转动副 U10-II 与第八连杆 8 连接,第十二万向铰 U12 的第一转动副 U12-I 与第九连杆 9 连接、第二转动副 U12-II 与第十连杆 10 连接;第九转动副 R9 为主动副。

[0013] 第一子分支运动链的第三转动副 R3、第二子分支运动链的第八转动副 R8、第三子分支运动链的第十二虎克铰 U12 通过第十连杆 10 与第十三转动副 R13 连接;第三转动副 R3 的轴线与第八转动副 R8 的轴线重合且均与第十三转动副 R13 的轴线垂直。

[0014] 第二分支运动链包括从定平台 20 至动平台 30 依次串联的第十四圆柱副 C14、第十五转动副 R15、第十六平行四边形结构 Pa16 和第十七转动副 R17,第十六平行四边形结构 Pa16 由四个轴线平行的转动副 a、转动副 b、转动副 c 和转动副 d 组成,第十四圆柱副 C14 与第十五转动副 R15 之间、第十五转动副 R15 和第十六平行四边形结构 Pa16 之间分别由第十一连杆和第十二连杆连接,第十四圆柱副 C14 轴线与第十五转动副 R15 轴线相互平行且垂直于所述第十六平行四边形结构 Pa16 平面,所述第十七转动副 R17 轴线与第十六平行四边形结构 Pa16 的 cd 边重合(其它实施例中还可以为平行),其中第十四圆柱副 C14 为主动副,且以其移动自由度为主动输入。

[0015] 第一移动副 P1、第四移动副 P4 和第九转动副 R9 的轴线两两相互垂直,第十四圆柱副 C14 与第九转动副 R9 的轴线相互平行。

[0016] 第十三转动副 R13 轴线与第十七转动副 R17 轴线相互平行,且所述两转动副与动平台 30 相连。

[0017] 本发明的非对称全解耦四自由度并联机构在工作过程中,当驱动第一移动副、第四移动副、第九转动副和第十四圆柱副时,所述动平台可实现空间二维移动二维转动输出。

机构速度雅可比矩阵为 4×4 单位阵, 故机构的输出运动间不存在耦合性, 所述动平台的输出速度与主动关节的输入速度之间存在一对一映射关系, 动平台的一个运动输出只需一个驱动器输入控制, 这解决了一般并联机构运动学耦合性强、控制设计困难等问题。所述机构可作为医疗机器人、微操作机器人、工业机器人的末端执行机构。

