(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105522561 A
(43)申请公布日 2016.04.27

(21)申请号 201610014492.9

(22)申请日 2016.01.11

(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 赵淏夫 李聚波 张贝 刘延斌 薛玉君 王增辉 丁丁 许泽华

(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 陈晓辉

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

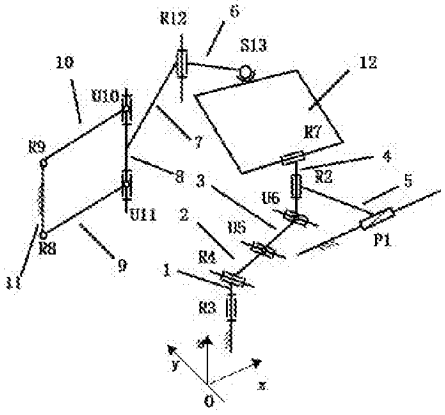
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

有两转一移完全各向同性非对称并联机构

(57)摘要

本发明涉及工业机器人机构领域，特别是涉及到了一种具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，该并联机构由动平台、静平台，以及连接两平台的两条运动链分支组成，并且两条运动分支链中的一条为混合链，另一条为单开链。安装于静平台上的第一移动副、第三转动副和第八转动副被选为主动副，其中第三转动副轴线垂直于第一移动副和第八转动副的轴线。第七转动副和第十三球副与动平台相连。本发明的并联机构动平台可实现两维转动一维移动输出运动。机构的雅可比矩阵为3×3单位阵，故动平台的输出与主动输入呈一一对应关系，大大减少了各运动链之间的影响，解决了并联机器人解耦性差、控制设计困难的问题。



CN 105522561 A

1.具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，包括静平台、动平台以及连接在动平台与静平台之间的两个分支运动链，其特征在于，两个分支运动链中的一条为混合链分支，另一条为单开链分支，所述混合链分支包括第一子分支、第二子分支以及第七转动副，第一子分支包括由自静平台开始依次串联的第三转动副、第四转动副、第五万向铰和第六万向铰，第三转动副的转动轴线与第四转动副的轴线互相垂直，第五万向铰和第六万向铰中相邻的两条转动轴线相互平行，第五万向铰和第六万向铰中的另外两条转动轴线也相互平行且均与第四转动副的转动轴线平行；第二子分支包括自静平台开始依次串联的第一移动副和第二转动副，在第二子分支中，第一移动副的轴线与第二转动副的转动轴线互相垂直，第一、第二子分支并联构成一转一移二自由度单闭链后与第七转动副串联并通过第七转动副与动平台连接，第二转动副的轴线与第七转动副的轴线相互垂直，在混合链分支中，第一移动副和第三转动副为主动副；单开链分支包括从静平台到动平台依次串联的一个平行四边形结构、第十二转动副和第十三球副，其中平行四边形结构由第八转动副、第九转动副、第十万向铰和第十一万向铰依次首尾相接构成，第十万向铰和第十一万向铰中分别与第八转动副和第九转动副相邻的转动轴线平行于第八转动副和第九转动副的轴线，第十万向铰和第十一万向铰中的另外两条轴线同轴，第八转动副与第九转动副的轴线平行，第十二转动副与第十万向铰和第十一万向铰中同轴的转动轴线平行，单开链分支通过第十三球副与动平台相连，单开链分支中选取第八转动副或第九转动副为主动副。

2.根据权利要求1所述的具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，其特征在于，动平台为矩形平台，混合链分支和单开链分支分别连接在静平台的相对的两侧。

3.根据权利要求2所述的具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，其特征在于，平行四边形结构中第八转动副的轴线到第十一万向铰的转动中心之间的距离与第七转动副的轴线到第十三球副的旋转中心的距离相等。

4.根据权利要求3所述的具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，其特征在于，平行四边形结构中与静平台相连接的边的中点与第七转动副在同一水平面内。

5.根据权利要求1-4任一项所述的具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，其特征在于，第八转动副、第一移动副的轴线垂直于第三转动副的轴线，第八转动副轴线所在的与第三转动副垂直的平面与第一移动副轴线所在的垂直于第三转动副的平面平行。

有两转一移完全各向同性非对称并联机构

技术领域

[0001] 本发明涉及工业机器人机构领域，特别是涉及到了一种具有两转一移三自由度完全各向同性并联机构。

背景技术

[0002] 并联机构又称并联机器人，一般由动平台、定平台和若干条分支(一般2~6条)组成。相对于传统串联机构，并联机器人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。并联机器人机构已成为近二十年机构学和机器人领域的研究热点。

[0003] 由于结构的限制，并联机构有很多问题都没有很好解决，如运动耦合性强、工作空间小、运动学正解复杂、传动特性差等问题。就目前的三自由度并联机构来说，很多都存在着强耦合性这一并联机构的突出特点。并联机构强耦合性的存在使得机构在机构设计、计算分析和运动控制等方面存在着诸多问题。因此，为简化并联机构的控制过程，提高并联机构的解耦性已经成为机构学研究领域的热点问题。

[0004] 并联机器人分为六自由度机器人和少自由度并联机器人。相对于传统串联机构，并联机构具有结构简单、控制较为容易、制造成本低等特点。目前三自由度的并联机构构型设计吸引了众多研究者的兴趣，而其中具有两个转动和一个移动自由度形式的三自由度并联机构因其广阔的应用潜力而成为该领域的研究热点。该类型的并联机构在高速拾取、机械加工、空间定位、医疗器械、微操作器、力传感器、康复护理仪器等领域具有巨大的应用价值与商业价值。

[0005] 完全各向同性并机构是目前国际国内非常重视的一个研究方向。工作空间内雅可比矩阵条件数都为1的并联机构成为完全各向同性并联机构。它的雅可比矩阵是单位阵，在运动学，力传递等方面有非常良好的特性：机构运动，力传递不失真，并且机构解耦，不存在驱动奇异。尤其是全局各向同性并联机构，它不但具有刚度大、运动响应迅速的优点，并且运动学，动力学是捡的的线性关系易于实时控制。由于在高速下它可以较好的刚度和实时性保证较高的精度可以应用在重载、精密等工作要求苛刻的场合。

[0006] 鉴于上述重大意义，国内外学者对并联机构的各向同性进行着深入的研究。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种有两转一移完全各向同性非对称并联机构，以解决并联机器人解耦性差、控制设计困难的问题。

[0008] 为了解决上述问题，本发明的有两转一移完全各向同性非对称并联机构采用以下技术方案：具有两转一移完全各向同性非对称并联机构，包括静平台、动平台以及连接在动平台与静平台之间的两个分支运动链，两个分支运动链中的一条为混合链分支，另一条为单开链分支，所述混合链分支包括第一子分支、第二子分支以及第七转动副，第一子分支包括由自静平台开始依次串联的第三转动副、第四转动副、第五万向铰和第六万向铰，第三转动副的转动轴线与第四转动副的轴线互相垂直，第五万向铰和第六万向铰中相邻的两条转

动轴线相互平行，第五万向铰和第六万向铰中的另外两条转动轴线也相互平行且均与第四转动副的转动轴线平行；第二子分支包括自静平台开始依次串联的第一移动副和第二转动副，在第二子分支中，第一移动副的轴线与第二转动副的转动轴线互相垂直，第一、第二子分支并联构成一转一移二自由度单闭链后与第七转动副串联并通过第七转动副与动平台连接，第二转动副的轴线与第七转动副的轴线相互垂直，在混合链分支中，第一移动副和第三转动副为主动副；单开链分支包括从静平台到动平台依次串联的一个平行四边形结构、第十二转动副和第十三球副，其中平行四边形结构由第八转动副、第九转动副、第十万向铰和第十一万向铰依次首尾相接构成，第十万向铰和第十一万向铰中分别与第八转动副和第九转动副相邻的转动轴线平行于第八转动副和第九转动副的轴线，第十万向铰和第十一万向铰中的另外两条轴线同轴，第八转动副与第九转动副的轴线平行，第十二转动副与第十万向铰和第十一万向铰中同轴的转动轴线平行，此分支通过第十三球副与动平台相连，在此分支中选取第八转动副或第九转动副为主动副。

[0009] 动平台为矩形平台，混合链分支和单开链分支分别连接在静平台的相对的两侧。

[0010] 平行四边形结构中第八转动副的轴线到第十一万向铰的转动中心之间的距离与第七转动副的轴线到第十三球副的旋转中心的距离相等。

[0011] 平行四边形结构中与静平台相连接的边的中点与第七转动副在同一水平面内。

[0012] 第八转动副、第一移动副的轴线垂直于第三转动副的轴线，第八转动副轴线所在的与第三转动副垂直的平面与第一移动副轴线所在的垂直于第三转动副的平面平行。

[0013] 本发明的具有两转一移三自由度的非对称无耦合完全各向同性并联机构中，安装于静平台上的第一移动副、第三转动副和第八转动副被选为主动副或者选择第九转动副、第一移动副和第三转动副为主动副。其中第一移动副、第八转动副和第九转动副的轴线与第三转动副的轴线垂直，第八和第九转动副各自轴线所在的与第三转动副垂直的平面与第一移动副轴线所在的垂直于第三转动副的平面平行。第七转动副和第十三球副与动平台相连。因此，该并联机构动平台可实现两维转动一维移动输出运动。机构的雅可比矩阵为3×3单位阵，故动平台的输出与主动输入呈一一对应关系，大大减少了各运动链之间的影响，解决了并联机器人解耦性差、控制设计困难的问题。

附图说明

[0014] 图1是有两转一移完全各向同性非对称并联机构的实施例的原理图；

图2是具有两转一移全各向同性并联机构的实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 有两转一移完全各向同性非对称并联机构的实施例，如图1-2所示，该机构包括静平台11、动平台12以及连接静平台11和动平台12的两条分支运动链。两条分支运动链中的一个为混合链分支，另一个为单开链分支。动平台12采用台面板。

[0016] 混合链分支包括一个空间单闭链和与之串联的第七转动副R7，所述空间单闭链包括第一子分支和第二子分支。

[0017] 第一子分支包括静平台11到第六万向铰U6依次设置的第三转动副R3，第四转动副R4和第五万向铰U5。第三转动副R3和第四转动副R4通过连杆1连接，第四转动副R4和第五万

向铰U5通过连杆2连接，第五万向铰U5和第六万向铰U6通过连杆3连接。第一子分支中第三转动副R3的转动轴线与第四转动副R4的轴线相互垂直并且第三转动副R3的轴线平行于z轴，第四转动副R4的轴线与第五万向铰U5中与连杆2相连接的轴线相互平行，第五万向铰U5和第六万向铰U6相邻的两个轴线也相互平行，第六万向铰U6中的另一转动轴线与第四转动副R4的转动轴线平行。第二子分支包括静平台11上的第一移动副P1和第二转动副R2，它们通过连杆5连接。第二子分支中第一移动副P1的轴线与第二转动副R2的轴线相互垂直。此支链中的第一移动副P1和第三转动副R3分别为此并联机构的主动副。

[0018] 所述第一子分支、第二子分支通过连杆4和第七转动副R7与动平台相连，且第二转动副R2和第七转动副R7轴线相互垂直。

[0019] 单开链分支包括由静平台11到动平台12依次串联一个平行四边形结构、第十二转动副R12及第十三球副S13，其中平行四边形结构由第八转动副R8、第九转动副R9、第十一万向铰U11和第十万向铰U10依次通过连杆11、连杆10、连杆8和连杆9首尾相接构成，第十万向铰U10和第十一万向铰U11中各自与连杆10和连杆9连接转动轴线与第八转动副R8的轴线平行，其他两个转动轴线同轴，第八转动副R8轴线与第九转动副R9的轴线平行。第十二转动副R12通过连杆7与平行四边形结构相连，第十二转动副R12与第十万向铰U10和第十一万向铰U11中与连杆8相连接的转动轴线平行。第十二转动副R12通过连杆6与第十三球副S13相连，此分支通过第十三球副S13与动平台12相连。与静平台11相连的第八转动副R8或第九转动副R9为主动副。

[0020] 平行四边形结构中第八转动副R8的轴线到第十一万向铰U11中与第八转动副R8平行的轴线之间的距离与第七转动副R7的轴线到第十三球副S13的旋转中心点的距离相等。

[0021] 如图2第一移动副P1的底座7、第三转动副R3的底座1及第八转动副R8与第九转动副R9的连接杆13与静平台相连。在空间内，第一移动副P1的轴线与第三转动副R3的轴线相互垂直，第一移动副P1的轴线与第八转动副R8的轴线相互垂直，第八转动副R8与第九转动副R9的转动轴线相互平行，且第八转动副R8、第九转动副R9和第一移动副P1的位置高于第三转动副R3，同时第八转动副R8轴线所在的垂直于第三转动副R3轴线的平面与第一主动副P1的轴线所在的与第三转动副R3轴线垂直的平面平行。连杆13的中心点和第七转动副R7的轴线在一个平面内。

[0022] 该并联机器人机构在工作过程中，当驱动第一移动副P1、第八转动副R8和第三转动副R3时，所述动平台可以实现空间两维转动一维移动输出，或者选择驱动第一移动副P1、第九转动副R9和第三转动副R3也可以达到预期效果。机构的雅可比矩阵为3×3单位阵，故动平台的输出与主动输入呈一一对应关系。动平台的一个运动输出只需一个驱动器输入控制，大大减少了各运动链之间的影响，解决了并联机器人解耦性差控制设计困难的问题。主动移动副的驱动机构是伺服电机带动的滚珠丝杠机构驱动导轨使其线性位移为主动输出，主动转动副的驱动机构是伺服电机带动的减速机驱动或者使用直接驱动电机驱动，这些都是机器人驱动的常规设计。该并联机构可用于工业机器人、医疗机器人和微操作机器人等。

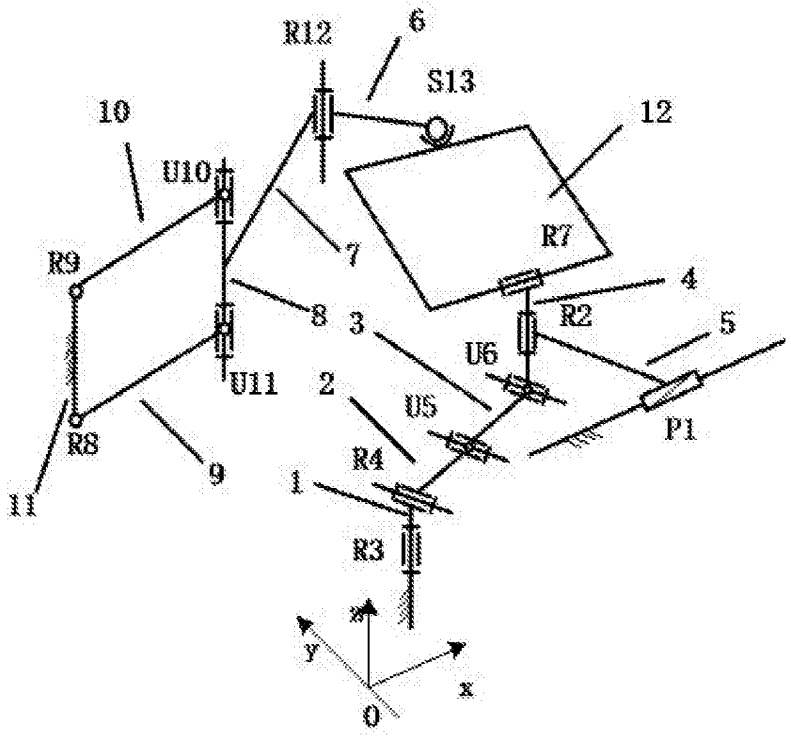

R12
6
S13
10
12
U10
7
R7
R9
4
8
3
R2
5
U6
U11
2
U5
P1
R8
9
R4
1
11
R3
z
y
x
0

图1

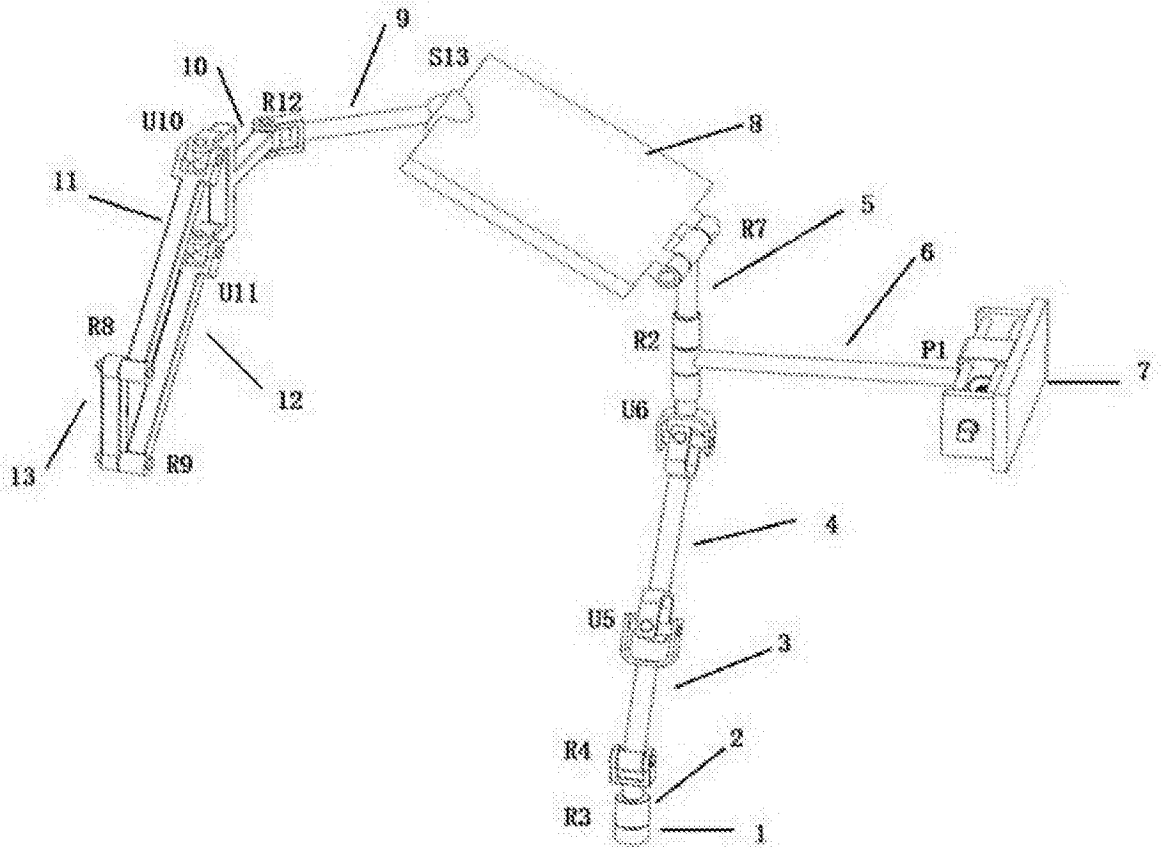

9
10
S13
R12
U10
8
11
R7
5
6
U11
R8
R2
P1
7
12
U6
13
R9
4
U5
3
R4
2
R3
1

图2