



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101774174 A

(43) 申请公布日 2010.07.14

(21) 申请号 200910000740.4

(22) 申请日 2009.01.09

(71) 申请人 高金磊

地址 100191 北京市海淀区北京航空航天大学新主楼A314 房间

(72)发明人 高金磊

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

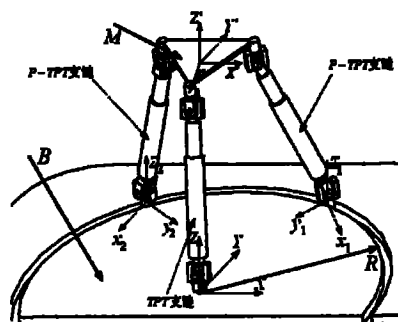
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种新型广义并联平台结构

(57) 摘要

本发明涉及一种新颖的广义并联机构,较传统并联机构有工作空间大、实用性强等优点。传统的并联机构存在着构成形式单一、应用范围窄等一系列缺陷。因此经过了近半个世纪的发展后,并联机构学面临着一个巨大的研究瓶颈。本发明抓住了并联机构的实质,通过改变并联机构动平台的构造特性产生了一类新型的并联机构形式,称为广义并联机构。该机构类型基于四面体这一空间最简单而又最稳定的构形,通过多个四面体的串联或并联产生新的并联机构。该机构的提出一方面拓宽了并联机构的应用领域,使并联机构可望应用于空间操作臂、移动机器人等新的领域;另一方面大大丰富了并联机构的类型,拓宽了并联机构的构型原则,具有较高的价值。



1. 一种新颖的广义并联机构,能够实现动平台五个自由度的大范围移动,机构构形简单,较传统并联机构有更大的工作空间和实用性。主要包括由具有圆形导轨的平板组成的定平台,外接圆半径为 r 的等边三角形形成的动平台,以及连接定平台和动平台之间的一条 TPT 支链和两条 P-TPT 支链。其特征在于:此机构的自由度数目为 5,即动平台可以实现三维空间的移动和绕 X 轴和 Y 轴的转动,并且该机构不是瞬时机构。

2. 根据权利要求 1 所述的广义并联机构,其特征在于:所述 TPT 支链主要包括:位于定平台圆形导轨圆心的 T 副,与动平台三角形定点的 T 副及两 T 副间的 P 副。

3. 根据权利要求 2 所述的广义并联机构,其特征在于:所述 P-TPT 支链主要包括:与定平台连接的 T 副,其位于圆形导轨内,并可沿着导轨作曲线平移;与动平台连接的 T 副,其位于三角形的顶点上;两 T 副间的 P 副。初始位置时,位于定平台上的三个 T 副构成一边长为 R 的等边三角形。

4. 根据权利要求 2、3 所述的广义并联机构,其特征在于:TPT 副的基础上添加了一个 P 副,使得该机构在经过有限运动后,约束力螺旋保持不变,所以该机构不是瞬时机构。

5. 根据权利要求 1 所述的广义并联机构,其特征在于:在定平台的底部安置两个电机,三个运动支链上分别安装三个电机。用于实现对定平台上两个曲线移动副和三条支链的移动副的驱动。

6. 根据权利要求 5 所述的广义并联机构,其特征在于:铰链可以采用标准件——万向节构成。三条支链采用导向销等机构实现自身的伸缩和导向。

7. 根据权利要求 6 所述的广义并联机构,其特征在于:导向销限制了转动自由度,并且增加了导向面的长度,能够保证导向精度。

一种新型广义并联平台结构

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种新颖的广义并联机构，较传统并联机构有工作空间大、实用性强等优点。

背景技术：

[0002] 少自由度并联机器人一般是指自由度数目为 2、3、4 或 5 的并联机器人。少自由度空间并联机构凭借其结构简单、造价低等优点，近年来引起了国内外学者的广泛关注。通过对现有的少自由度并联机构进行分析和总结看出，目前少自由度并联机构的构型主要有以下两个特点：第一，每条支链的一端相对于定平台的位置固定不动；第二，各条支链的结构形式相同，即多为对称结构。虽然可以通过改变铰链分布和安装角度、驱动位置等方式构造出新的并联机构，但从构造角度上讲目前少自由度并联机构的形式仍显得相对单一。

发明内容：

[0003] 本发明的主要目的，在于提供一种新颖的并联机构平台形式，该机构和传统并联机构有本质上区别，它能够实现动平台五个自由度的大范围移动，并且由于该机构构形简单，因此可行性较强，具有较大的应用前景。

[0004] 本发明的另一目的，在于拓宽并联机构学的研究范围和应用范围，摆脱并联机构应用范围窄的研究瓶颈，为并联机构将来的发展指出一条新的道路。

[0005] 该发明的并联平台结构如图所示，它的定平台 B 是一个有一半径为 R 的圆形导轨的平板组成，动平台 M 是一外接圆半径为 r 的等边三角形，上下平台间通过一条 TPT 支链和两条 P-TPT 支链连接。对于 TPT 支链，与定平台连接的 T 副位于圆形导轨的圆心，且相对于定平台的位置固定，与动平台连接的 T 副位于三角形的顶点；对于 P-TPT 支链，与定平台连接的 T 副位于圆形导轨内，并可沿着导轨作曲线平移，与动平台连接的 T 副位于三角形的顶点上。任何一条支链的两 T 副间均用移动副 P 连接。初始位置时，位于定平台上的三个 T 副构成一边长为 R 的等边三角形。研究表明，T 副的安装角度和布置对机构的运动有很大的影响。每条支链的两个 T 副可以视为四个串联的转动副，为了表述方便，这里将这四个转动副自下而上分别称为第一、第二、第三、第四转动副。在本机构中，位于定平台上的三个第一转动副和位于动平台上的三个第四转动副的轴线均指向 T 副外接圆的圆心；第二、第三转动副的轴线互相平行，且和中间移动副的方向共面垂直。

[0006] 建立如下四个坐标系：定坐标系 O-XYZ 位于 TPT 支链和定平台的交点处，Y 轴沿着第一转动副轴线方向，Z 轴垂直于定平台，按右手定则确定 X 轴方向；动坐标系 $O'-X'Y'Z'$ 的原点位于动平台的形心，初始状态时三个坐标轴的方向与定平台相应坐标轴的方向相同，并随着动平台的位姿变化而变化；分支坐标系 $O_1-x_1y_1z_1$ 和 $O_2-x_2y_2z_2$ 分别位于定平台的另外两个 T 副处，并随着 T 副的位姿变化而变化。

[0007] 在初始位形下，定平台和动平台互相平行。对于 TPT 支链，如图 2 所示，在定坐标系下，该支链的运动螺旋系为：

$$[0008] \quad \begin{cases} \$_1 = (1, 0, 0; 0, 0, 0) \\ \$_2 = (0, 1, 0; 0, 0, 0) \\ \$_3 = (0, 0, 0; \cos \alpha_1, 0, \sin \alpha_1) \\ \$_4 = (0, 1, 0; -l_1 \sin \alpha_1, 0, l_1 \cos \alpha_1) \\ \$_5 = (1, 0, 0; 0, l_1 \sin \alpha_1, 0) \end{cases}$$

[0009] 其中 α_1 为移动副和定平台的夹角, l_1 为该支链的长度。根据螺旋和反螺旋的互易积为零, 得出对应的反螺旋, 即约束螺旋:

$$[0010] \quad \$^r_1 = (0, 0, 0; 0, 0, 1)$$

[0011] 该反螺旋表示沿 Z 坐标轴方向的约束力偶, 它限制了动平台绕 Z 轴的转动。

[0012] 对于 P-TPT 支链, 如图 3 所示, 在分支坐标系 $o_1-x_1y_1z_1$ 下, 该支链的运动螺旋系为:

$$[0013] \quad \begin{cases} \$_1 = (0, 0, 0; \cos \beta_1, \sin \beta_1, 0) \\ \$_2 = (1, 0, 0; 0, 0, 0) \\ \$_3 = (0, 1, 0; 0, 0, 0) \\ \$_4 = (0, 0, 0; \cos \alpha_2, 0, \sin \alpha_2) \\ \$_5 = (0, 1, 0; -l_2 \sin \alpha_2, 0, l_2 \cos \alpha_2) \\ \$_6 = (1, 0, 0; 0, l_2 \sin \alpha_2, 0) \end{cases}$$

[0014] 其中 β_1 为位于定平台上的 P 副的移动方向和 x_1 轴的夹角, α_2 为两 T 副间的移动副和定平台的夹角, l_2 为该支链的长度。求出该支链的约束螺旋为:

$$[0015] \quad \$^r_2 = (0, 0, 0; 0, 0, 1)$$

[0016] 同理, 可求得另一条 P-TPT 支链的约束螺旋为:

$$[0017] \quad \$^r_3 = (0, 0, 0; 0, 0, 1)$$

[0018] 通过以上对机构三个支链的运动螺旋和约束螺旋的分析可以看出, 该动平台可以实现三维空间的移动和绕 X 轴和 Y 轴的转动, 即具有三个移动自由度两个转动自由度。同时, 由于在 TPT 副的基础上添加了一个 P 副, 使得该机构在经过有限运动后, 约束力螺旋保持不变, 所以该机构不是瞬时机构。

[0019] 这里, 采用 Kutzbach Grubler 公式对该机构的自由度进行验证:

$$[0020] \quad M = d(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i$$

[0021] 其中:

[0022] n——构件数;

[0023] j——运动副数目;

[0024] f_i ——第 i 个铰链的自由度数。

[0025] 通过上节分析可以得出, 在本机构中: $n = 16$, $j = 17$, $\sum_{i=1}^{17} f_i = 17$, 因此自由度

$$[0026] \quad M = 6(16 - 17 - 1) + 17 = 5。$$

[0027] 该结论与采用螺旋理论分析的结果一致, 即本机构具有 5 个自由度, 动平台可以实现三维移动和绕 X、Y 轴的转动。

附图说明：

[0028] 图 1 广义并联机构模型图

[0029] 图 2TPT 支链螺旋图

[0030] 图 3P-TPT 支链螺旋图

具体实施方式：

[0031] 根据上述发明内容中提及的技术方案,本机构具有五个自由度,因此具体实施起来,需要有五个电机,分别实现对定平台上两个曲线移动副和三条支链的移动副的驱动。底部两个电机可以安置在定平台的底部,其余三个电机可以安置在支链的相对静止的节上。

[0032] 铰链可以采用标准件——万向节构成。动平台和定平台可以采用现有板材或采取机械加工的方法获取,动平台上可以安置各类末端操作元件或传感设备,如操作手、摄像头等。

[0033] 对于三条支链来说,是一个单自由度的移动副,因此,除了保证其移动自由度外,其余五个自由度都需要进行相应的限制。这里可以采用伸缩机构常见的导向机构实现导向,如槽形导向机构,并且所选择的导向机构要能够实现两级杆绕移动轴的转动自由度的限制。该自由度的限制比较困难,有如下几条方案可行:第一,采用非圆形的杆作为支链的组成部分;第二,采用导向销等机构实现机构自身的导向。本机构最终采用了这种方案。导向销一方面可以限制转动自由度,另一方面增加了导向面的长度,有利于伸缩机构在伸出较大行程后保证导向精度。

