



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203818136 U

(45) 授权公告日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201420222219. 1

(22) 申请日 2014. 04. 29

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区白  
杨街道 2 号大街 5 号

(72) 发明人 李秦川 许彬彬 陈巧红 吴伟峰

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务有限公  
司 33101

代理人 王洪新

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006. 01)

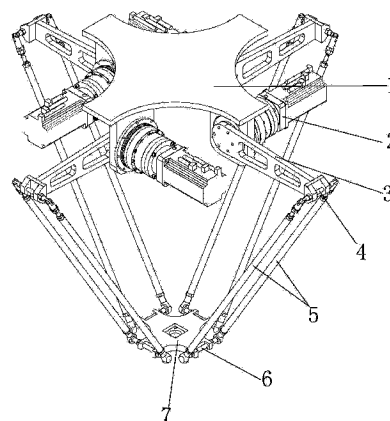
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

### (54) 实用新型名称

一种三自由度高速并联机器人

### (57) 摘要

本实用新型涉及一种三自由度高速并联机器人。目的是提供的机器人具有紧凑的结构和优良的运动学性能、高刚度和较大的工作空间；可以实现空间三维移动，具有高精度，结构简单，体积质量小，制造安装方便等优点。技术方案是：一种三自由度高速并联机器人，包括固定平台、运动平台、支链、固定在固定平台上的四个驱动装置；四条支链围绕固定平台以及运动平台的周向彼此相隔 90 度均匀分布，其中第一支链与第三支链相互对称，第二支链与四支链相互对称；每条支链包括一主动臂连杆以及一平行四边形机构；主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上，另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接，平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。



1. 一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:包括固定平台(1)、运动平台(7)、连接上述两平台的四条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的四个驱动装置(2);四条支链围绕固定平台以及运动平台的周向彼此相隔90度均匀分布,其中第一支链与第三支链相互对称,第二支链与四支链相互对称;每条支链包括一主动臂连杆(3)以及一平行四边形机构;主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上,另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接,平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。

2. 根据权利要求1所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆(5)以及平行布置的上连接轴(4)、下连接轴(6);上连接轴(4)可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副,上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端铰接形成第二转动副,第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述上转动副;下连接轴(6)固定在动平台上,下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接构成所述下转动副。

3. 根据权利要求1所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆(5)以及平行布置的上连接轴(4)、下连接轴(6);上连接轴(4)固定在主动臂连杆上,上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副;下连接轴(6)可转动地安装在动平台上形成第一转动副,下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端铰接形成第二转动副,第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

4. 根据权利要求2或3所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述第一支链、第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行,并与第二、第四支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

5. 一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:包括固定平台(1)、运动平台(7)、连接上述两平台的三条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的三个驱动装置;三条支链围绕固定平台以及运动平台的周向呈等腰直角三角形分布,其中第二支链与第三支链相互对称;每条支链包括一主动臂连杆(3)以及一平行四边形机构;主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上,另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接,平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。

6. 根据权利要求5所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆(5)以及平行布置的上连接轴(4)、下连接轴(6);上连接轴(4)可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副,上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端铰接形成第二转动副,第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述上转动副;下连接轴(6)固定在动平台上,下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接构成所述下转动副。

7. 根据权利要求5所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆(5)以及平行布置的上连接轴(4)、下连接轴(6);上连接轴(4)固定在主动臂连杆上,上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副;下连接轴(6)可转动地安装在动平台上形成第一转动副,下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端铰接形成第二转动副,第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:所述第二支链、第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行,并与第一支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

## 一种三自由度高速并联机器人

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种并联机器人,特别是涉及一种具有空间三维平动的并联机构的机器人。

### 背景技术

[0002] 并联机构一般由固定平台(机架)、运动平台以及连接这两个平台的若干个分支构成。并联机构相比与传统的串联机构,具有刚度大、承载能力大、精度高、结构紧凑等特点。

[0003] 但在实际应用中,由于多自由度的需求较少(尤其是6自由度)而且多余的自由度会增加制造成本及维护成本,所以应运而生了大量的少自由度并联机构。空间具有三个平移自由度的并联机构是少自由度并联机构中应用极为广泛的一类,其中Delta并联机构机器人是最具有代表性的一种。Delta并联机构的概念是R. Clavel于1988年最早提出的。第一台Delta具有4个自由度,由固定平台、运动平台以及4条运动支链组成。后来将该4自由度Delta并联机构的中间支链去掉,演变成3自由度平动Delta并联机构。其结构特性为三个分支呈等边三角形对称分布,分支间的夹角为120度,这导致机构运动学模型复杂;同时,每个支链上存在4个球铰,整个机构中存在12个球铰,加工难度较大,精度难以保证。L. W. Tsai于1995年提出一种改进的Delta并联机构,将4个球铰换成4个轴线平行的转动副,但由于制造误差的存在,4个轴线平行的转动副装配难度很大,高速运动下容易发生磨损。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是克服上述背景技术的不足,提供一种三自由度高速并联机器人,具有紧凑的结构和优良的运动学性能、高刚度和较大的工作空间;可以实现空间三维移动,具有高精度,结构简单,体积质量小,制造安装方便等优点。

[0005] 为实现以上目的,本实用新型采用的技术方案是:

[0006] 一种三自由度高速并联机器人,其特征在于:包括固定平台、运动平台、连接上述两平台的四条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的四个驱动装置;四条支链围绕固定平台以及运动平台的周向彼此相隔90度均匀分布,其中第一支链与第三支链相互对称,第二支链与四支链相互对称;每条支链包括一主动臂连杆以及一平行四边形机构;主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上,另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接,平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。

[0007] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆以及平行布置的上连接轴、下连接轴;上连接轴可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副,上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端铰接形成第二转动副,第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述上转动副;下连接轴固定在动平台上,下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接构成所述下转动副。

[0008] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆以及平行布置的上连接轴、下连接轴；上连接轴固定在主动臂连杆上，上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副；下连接轴可转动地安装在动平台上形成第一转动副，下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端铰接形成第二转动副，第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交，第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

[0009] 所述第一支链、第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行，并与第二、第四支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

[0010] 一种三自由度高速并联机器人，其特征在于：包括固定平台、运动平台、连接上述两平台的三条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的三个驱动装置；三条支链围绕固定平台以及运动平台的周向呈等腰直角三角形分布，其中第二支链与第三支链相互对称；每条支链包括一主动臂连杆以及一平行四边形机构；主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上，另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接，平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。

[0011] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆以及平行布置的上连接轴、下连接轴；上连接轴可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副，上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端铰接形成第二转动副，第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交，第一转动副和第二转动副构成所述上转动副；下连接轴固定在动平台上，下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接构成所述下转动副。

[0012] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆以及平行布置的上连接轴、下连接轴；上连接轴固定在主动臂连杆上，上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副；下连接轴可转动地安装在动平台上形成第一转动副，下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端铰接形成第二转动副，第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交，第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

[0013] 所述第二支链、第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行，并与第一支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

[0014] 本实用新型的工作原理是：由每条支链的上连接轴、下连接轴和两个平行远架杆组成的平行四边形机构共同对所述动平台的约束作用，当各支链的驱动装置工作时，主动臂连杆带动平行四边形机构动作，使所述动平台在空间中作三维平动。

[0015] 本实用新型具有的有益效果是：本实用新型通过四个或三个支链对动平台的约束，可以实现动平台在空间三维移动自由度，具有优良的运动学性能以及高精度和高刚度的优点；三个支链呈等腰直角三角形分布，运动学模型更加简单，结构上简单紧凑，体积质量小，具有较大的工作空间；此外，通过转动副替代现有技术中的一部分球铰或虎克铰，简化了并联机器人的结构，使其安装、调试简单。

#### 附图说明

[0016] 图 1 是本实用新型实施例 1 的立体结构示意图。

[0017] 图 2 是本实用新型实施例 2 的立体结构示意图。

[0018] 图 3 是本实用新型实施例 3 的立体结构示意图。

[0019] 图 4 是本实用新型实施例 4 的立体结构示意图。

[0020] 图中：1、固定平台；2、驱动装置；3、主动臂连杆；4、上连接轴；5、远架连杆；6、下连接轴；7、运动平台。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合说明书附图，对本实用新型作进一步说明，但本实用新型并不局限于以下实施例。

[0022] 实施例一，

[0023] 如图 1 所示，本实用新型所述的一种三自由度高速并联机器人，包括固定平台 1、运动平台 7、连接上述两平台的四条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的四个驱动装置 2（采用电机）。

[0024] 四条支链围绕固定平台以及运动平台的周向均匀分布，其中第一支链与第三支链相互对称（轴对称或中心对称），第二支链与四支链相互对称（轴对称或中心对称）。每条支链包括一主动臂连杆 3 以及一平行四边形机构。主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上，另一端与平行四边形机构的上端通过上转动副连接，平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。由每条支链的上连接轴、下连接轴和两个平行远架杆组成的平行四边形机构共同对所述动平台的约束作用，从而使所述动平台在空间中作三维平动。

[0025] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆 5 以及平行布置的上连接轴 4、下连接轴 6。上连接轴 4 可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副（上连接轴与主动臂连杆正交），上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过铰接轴铰接形成第二转动副（铰接轴与上连接轴以及远架杆正交），第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交，第一转动副和第二转动副构成所述上转动副。下连接轴 6 固定在动平台上，下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接构成所述下转动副。

[0026] 所述第一支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴，与第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行；并与第二输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线、第四支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

[0027] 实施例二，

[0028] 如图 2 所示，与实施例一的区别在于：本实施例二中，上连接轴 4 固定在主动臂连杆上（上连接轴与主动臂连杆正交），上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副；下连接轴 6 可转动地安装在动平台上形成第一转动副，下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端通过铰接轴铰接形成第二转动副（铰接轴与上连接轴以及远架杆正交），第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交，第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

[0029] 实施例三，

[0030] 如图 3 所示，本实用新型所述的一种三自由度高速并联机器人，包括固定平台 1、运动平台 7、连接上述两平台的三条结构形式相同的支链、固定在固定平台上的三个驱动装置 2（采用电机）。

[0031] 三条支链围绕固定平台以及运动平台的周向呈等腰直角三角形分布，其中第二支链与第三支链相互对称（轴对称或中心对称）。每条支链包括一主动臂连杆 3 以及一平行四边形机构；主动臂连杆的一端固定在一个驱动装置的输出轴上，另一端与平行四边形机

构的上端通过上转动副连接,平行四边形机构的下端与动平台通过下转动副连接。

[0032] 所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆 5 以及平行布置的上连接轴 4、下连接轴 6。上连接轴 4 可转动地安装在主动臂连杆的端部形成第一转动副(上连接轴与主动臂连杆正交),上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过铰接轴铰接形成第二转动副(铰接轴与上连接轴以及远架杆正交),第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述上转动副。下连接轴 6 固定在动平台上,下连接轴的两端与两条远架杆的下端通过球铰连接从而构成所述下转动副。

[0033] 所述第二支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴与第三支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴相互平行,并与第一支链中的输出轴、上连接轴以及下连接轴的轴线正交。

[0034] 实施例四,

[0035] 如图 4 所示,与实施例三的区别在于:本实施例二中,所述平行四边形机构包括平行布置的两条远架杆 5 以及平行布置的上连接轴、下连接轴;上连接轴 4 固定在主动臂连杆上(上连接轴与主动臂连杆正交),上连接轴的两端分别与两条远架杆的上端通过球铰连接构成所述上转动副;下连接轴 6 可转动地安装在动平台上形成第一转动副,下连接轴的两端分别与两条远架杆的下端通过铰接轴铰接形成第二转动副(铰接轴与上连接轴以及远架杆正交),第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线正交,第一转动副和第二转动副构成所述下转动副。

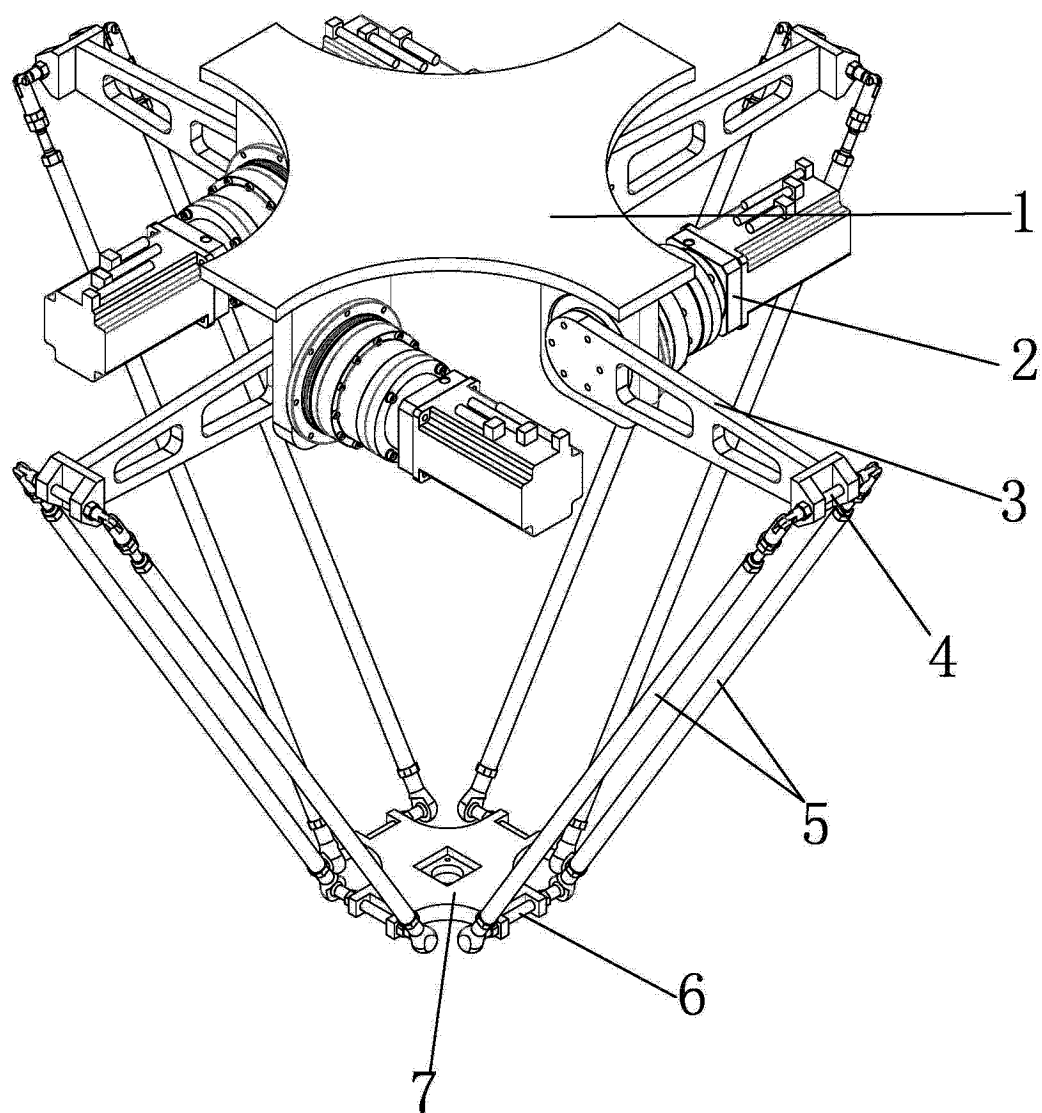


图 1

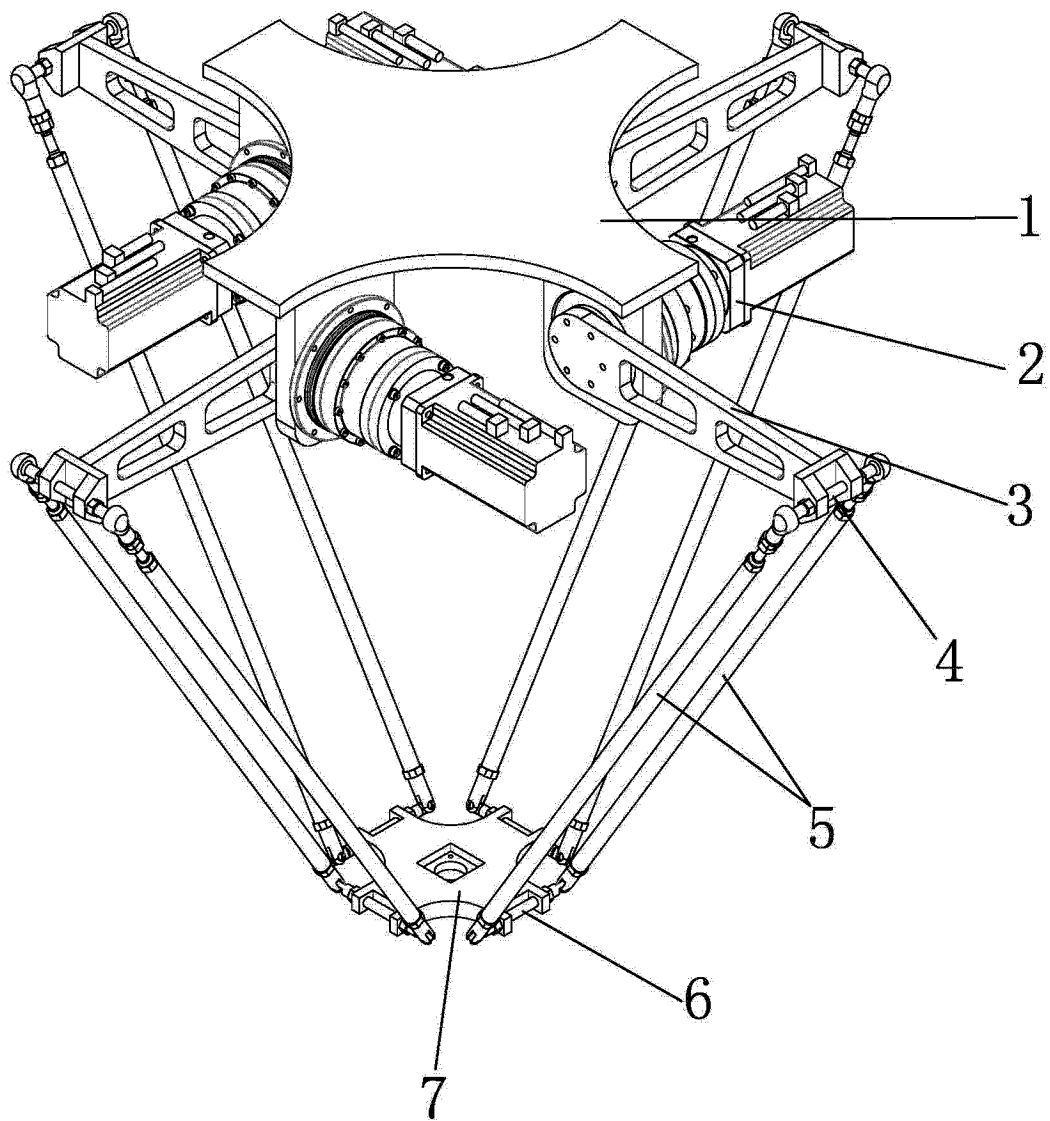


图 2

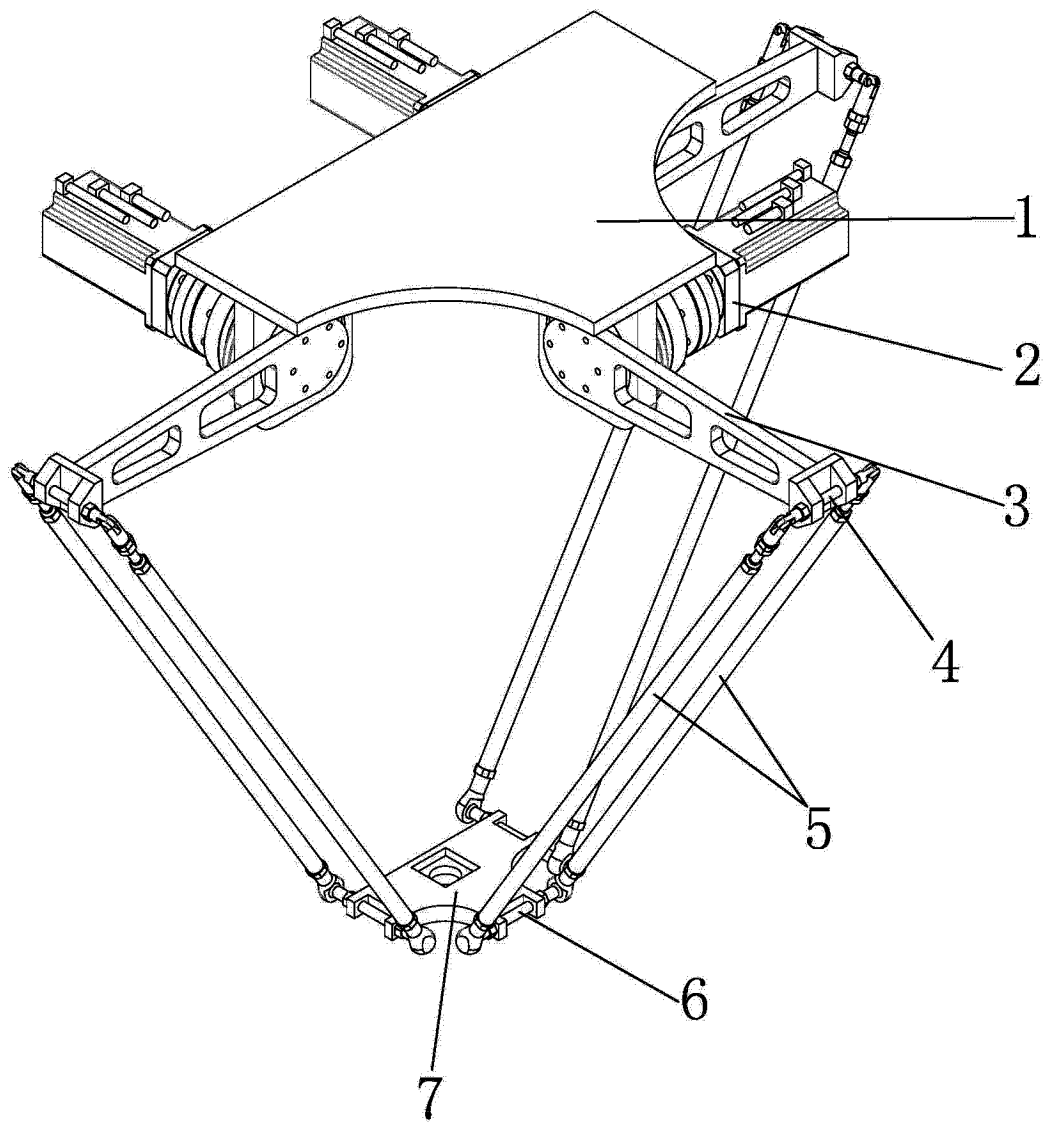


图 3

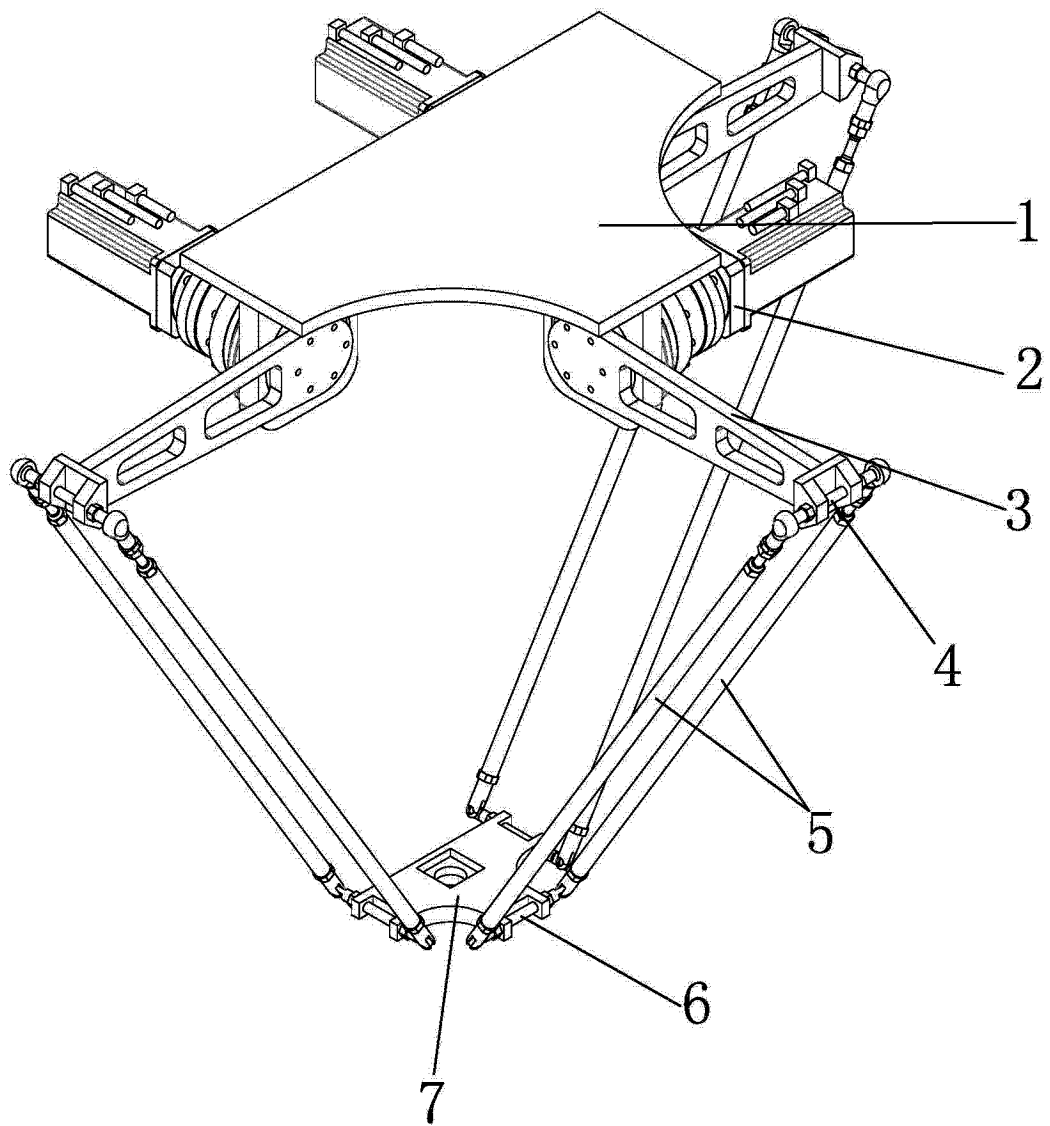


图 4