

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B25J 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02104919. X

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100421885C

[22] 申请日 2002.3.9 [21] 申请号 02104919. X

[73] 专利权人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市河北大街西
段 438 号

[72] 发明人 黄 真 李秦川

[56] 参考文献

JP2001-208157 2001.8.3

审查员 杨开宁

[74] 专利代理机构 秦皇岛市维信专利事务所

代理人 鄂长林

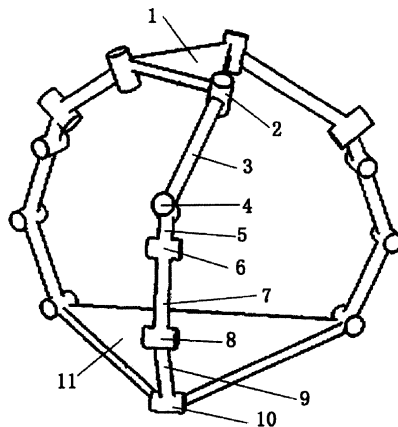
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构

[57] 摘要

本发明属于机器人领域，特别是涉及一类具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构。该机构由动平台(1)、定平台(11)和连接动平台(1)、定平台(11)的分支所组成，所述的分支为 3 个、4 个或 5 个结构完全相同的分支，所有分支中从动平台(1)开始计数的前 3 个运动副(2)、(4)和(6)为转动副，其特征是：三个转动副中只有前两个转动副的轴线在空间相交于同一点，第三个转动副的轴线与前两个转动副的轴线不相交。其中 4 自由度并联机器人机构可以实现三维空间的 3 个转动和沿机构动平台(1)法线方向的一个移动；5 自由度并联机器人机构可以实现三维空间的 3 个转动和 2 个移动。它们可以被应用作为机器人、微动作器或并联机床。



1. 一种具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构，由动平台（1）、定平台（11）和连接动平台（1）、定平台（11）的分支所组成，所述的分支为 3 个、4 个或 5 个结构完全相同的分支，所有分支中从动平台（1）开始计数的前 3 个运动副（2，4，6）为转动副，其特征是：三个转动副中只有前两个转动副的轴线在空间相交于同一点，第三个转动副（6）的轴线与前两个转动副（2，4）的轴线不相交，并且平行于定平台（11）。

2. 根据权利要求 1 所说的具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前 3 个运动副（6，8，10）为转动副，它们的轴线平行于定平台（11）。

3. 根据权利要求 1 所说的具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前 3 个运动副（6，12，10）分别为转动副、移动副和转动副；2 个转动副（6，8）的都轴线相互平行，移动副（12）的轴线垂直于转动副（6，8）的轴线。

4. 根据权利要求 1 所说的具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前 3 个运动副（6，8，10）分别为转动副，它们的轴线平行于定平台（11）。

5. 根据权利要求 1 所说的具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前 3 个运动副（6，12，10）分别为转动副、移动副和转动副；2 个转动副（6，10）的都轴线相互平行，移动副（12）的轴线垂直于转动副（6，10）的轴线。

6. 一种具有汇交副的 5 自由度对称并联机器人机构，由动平台（1）、定平台（11）和连接动平台（1）、定平台（11）的分支所组成，所述的分支为 3 个、4 个或 5 个结构完全相同的分支，所有分支中从动平台（1）开始计数的前 3 个运动副（2，4，6）为转动副，其特征是：三个转动副中只有前两个转动副的轴线在空间相交于同一点，第三个转动副（6）的轴线与前两个转动副（2，4）的轴线不相交，并且垂直于定平台（11）。

转动副中只有前两个转动副的轴线在空间相交于同一点，第三个转动副的轴线与前两个转动副的轴线不相交。

7. 根据权利要求6所说的具有汇交副的5自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前3个运动副（6）、（8）和（10）为转动副，它们的轴线垂直于定平台（11）。

8. 根据权利要求6所说的具有汇交副的5自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前3个运动副（6）、（12）和（10）分别为转动副、移动副和转动副；2个转动副（6）和（10）的轴线都垂直于定平台（11），移动副（12）的轴线垂直于转动副（6）、（10）的轴线，平行于定平台（11）。

9. 根据权利要求6所说的具有汇交副的5自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前3个运动副（6）、（8）和（10）为转动副，它们的轴线垂直于定平台（11）。

10. 根据权利要求6所说的具有汇交副的5自由度对称并联机器人机构，其特征是：所有分支中从定平台（11）开始计数的前3个运动副（6）、（12）和（10）分别为转动副、移动副和转动副；2个转动副（6）和（10）的轴线都垂直于定平台（11），移动副（12）的轴线垂直于转动副（6）、（10）的轴线，平行于定平台（11）。

具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构

技术领域

本项发明属于机器人领域，特别涉及一类具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构。

背景技术

并联机器人机构属于空间多自由度多环闭链机构，和串联机构相比，并联机器人机构具有刚度大、承载能力大、累积误差小、动态特性好、结构紧凑等特点。目前，并联机器人机构被广泛应用于除并联机器人外的虚拟轴机床、微动操作台、各种运动模拟器、传感器等诸多方面。2001 年 10 月，燕山大学学报第 25 卷第 4 期发表了《两种新型对称五自由度并联机器人机构》，该文提出的两种新型对称五自由度并联机器人机构，可以实现空间的三个转动和两个移动，具有结构简单、转动和移动运动解耦等特点。但是，这种并联机器人机构所有分支中从动平台开始计数的前 3 个运动副为转动副，它们的轴线在空间相交于同一点，这种结构汇交的轴线数目较多，因此，加工制造难度大，不易推广应用。

目前 3、6 自由度的并联机器人机构较多，应用较为广泛，而 4、5 自由度并联机床结构较少，已有的少数 4、5 自由度并联机器人机构大都不具有完全对称性。

发明内容

本发明的目的在于提供一种新型的各向同性好的对称的 4、5 自由度并联机器人机构，该发明具有刚度高、结构简单、加工装配性好等优点。

这种具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构（其中转动副记为 R，移动副记为 P），由动平台 1、定平台 11 和连接动平台 1、定平台 11 的分支所组成，所述的分支为 3 个、4 个或 5 个结构完全相同的分支，所有分支中从动平台 1 开始计数的前 3 个运动副 2、4 和 6 为转动副，其特征是：三个转动副中只有前两个转动副的轴线在空间相交于同一点，

第三个转动副的轴线与前两个转动副的轴线不相交。

第一种具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构中, 动平台 1、和定平台 11 通过 3 个结构完全相同的分支相连接, 3 个分支的转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9, 转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7, 转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5, 转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3, 转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1, 所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副, 它们的轴线平行于定平台 11。

在第二种具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构中, 把第一种 4 自由度对称并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为移动副 12, 所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副; 2 个转动副 6 和 10 的轴线相互平行, 移动副 12 的轴线垂直于转动副 6 和 10 的轴线。

在第三种具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构中, 动平台 1、和定平台 11 都是四边形, 通过 4 个结构完全相同的分支相连接, 所有 4 个分支的转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9, 转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7, 转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5, 转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3, 转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1; 所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副, 它们的轴线平行于定平台 11。

在第四种具有汇交副的 4 自由度对称并联机器人机构中, 把第三种 4 自由度对称并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为移动副 12, 所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副; 转动副 6、10 的轴线平行于定平台 11, 移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线。

在第一种具有汇交副的 5 自由度对称并联机器人机构中, 动平台 1、和定平台 11 通过 3 个结构完全相同的分支相连接, 3 个分支的转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9, 转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7, 转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5, 转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3, 转动副 2 连接连杆 3 和

动平台 1，所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副，它们的轴线垂直于定平台 11。

在第二种具有汇交副的 5 自由度对称并联机器人机构中，把第一种 5 自由度对称并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为移动副 12，所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副；移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线，平行于定平台 11。

在第三种具有汇交副的 5 自由度对称并联机器人机构中，动平台 1、和定平台 11 都是五边形，通过 5 个结构完全相同的分支相连接，所有 5 个分支的转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9，转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7，转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5，转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3，转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1；所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副，它们的轴线垂直于定平台 11。

在第四种具有汇交副的 5 自由度对称并联机器人机构中，把第三种 5 自由度对称并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为移动副 12，所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副；移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线，平行于定平台 11。

本发明的有益效果是：结构简单，刚度高、零件种类少，容易制造以及可以根据应用要求，转动副或移动副都可作为运动输入。

附图说明

图 1 是本发明的 4 自由度 3-RRRRR 并联机器人机构的结构示意图；
图 2 是本发明的 4 自由度 3-RPRRR 并联机器人机构的结构示意图；
图 3 是本发明的 4 自由度 4-RRRRR 并联机器人机构的结构示意图；
图 4 是本发明的 4 自由度 4-RPRRR 并联机器人机构的结构示意图；
图 5 是本发明的 5 自由度 3-RRRRR-1 并联机器人机构的结构示意图；
图 6 是本发明的 5 自由度 3-RPRRR-1 并联机器人机构的结构示意图；

图 7 是本发明的 5 自由度 5-RRRRR 并联机器人机构的结构示意图;

图 8 是本发明的 5 自由度 5-RPRRR 并联机器人机构的结构示意图。

在上述附图中, 1. 动平台, 2、4、6、8、10. 转动副, 3、5、7、9. 连杆, 12. 移动副。

具体实施方式

实施例 1: 4 自由度 3-RRRRR 并联机器人机构

在 4 自由度 3-RRRRR 并联机器人机构中(见图 1), 定平台 11 和动平台 1 通过 3 个结构完全相同的分支相连接。每个分支中从动平台 1 开始计数的前 2 个运动副为转动副 2 和 4, 3 个分支共有 6 个这样的转动副, 它们的轴线在空间相交于同一点。每个分支中, 转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9, 转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7, 转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5, 转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3, 转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1。转动副 6、8 和 10 的轴线平行于定平台 11。

实施例 2: 4 自由度 3-RPRRR 并联机器人机构

把实施例 1 中的 3-RRRRR 并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为轴线垂直于转动副 6 和转动副 10 的移动副 12, 即可得到 4 自由度 3-RPRRR 并联机器人机构(见图 2), 所有分支中从定平台(11)开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副; 2 个转动副 6 和 10 的轴线相互平行, 移动副 12 的轴线垂直于转动副 6 和 10 的轴线。

实施例 3: 4 自由度 4-RRRRR 并联机器人机构

在 4 自由度 4-RRRRR 并联机器人机构中(见图 3), 定平台 11 和动平台 1 通过 4 个结构完全相同的分支相连接, 每个分支中从动平台 1 开始计数的前 2 个运动副为转动副 2 和 4, 4 个分支共有 8 个这样的转动副, 它们的轴线在空间相交于同一点。每个分支中, 转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9, 转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7, 转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5, 转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3, 转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1, 所

有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副，它们的轴线平行于定平台 11。

实施例 4：4 自由度 4-RPRRR 并联机器人机构

把实施例 3 中的 4-RRRRR 并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为轴线垂直于转动副 6 和转动副 10 的移动副 12，即可得到 4 自由度 4-RPRRR 并联机器人机构（见图 4），所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副；2 个转动副 6 和 10 的轴线相互平行，移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线。

实施例 5：5 自由度 3-RRRRR-1 并联机器人机构

在 5 自由度 3-RRRRR-1 并联机器人机构中（见图 5），定平台 11 和动平台 1 通过 3 个结构完全相同的分支相连接，每个分支中从动平台 1 开始计数的前 2 个运动副为转动副 2 和 4，3 个分支共有 6 个这样的转动副，它们的轴线在空间相交于同一点；每个分支中，转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9，转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7，转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5，转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3，转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1，所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副，它们的轴线垂直于定平台 11。

实施例 6：5 自由度 3-RPRRR-1 并联机器人机构

把实施例 5 中的 3-RRRRR-1 并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为轴线垂直于转动副 6 和转动副 10 的移动副 12，即可得到 5 自由度 3-RPRRR-1 并联机器人机构（见图 6），所有分支中从定平台（11）开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副；2 个转动副 6 和 10 的轴线都垂直于定平台 11，移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线，平行于定平台 11。

实施例 7：5 自由度 5-RRRRR 并联机器人机构

在 5 自由度 3-RRRRR-1 并联机器人机构中，定平台 11 和动平台 1 通

过 5 个结构完全相同的分支相连接（见图 7），每个分支中从动平台 1 开始计数的前 2 个运动副为转动副 2 和 4，5 个分支共有 10 个这样的转动副，它们的轴线在空间相交于同一点；每个分支中，转动副 10 连接定平台 11 和连杆 9，转动副 8 连接连杆 9 和连杆 7，转动副 6 连接连杆 7 和连杆 5，转动副 4 连接连杆 5 和连杆 3，转动副 2 连接连杆 3 和动平台 1。所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、8 和 10 为转动副，它们的的轴线垂直于定平台 11。

实施例 8：5 自由度 5-RPRRR 并联机器人机构

把实施例 7 中的 5-RRRRR 并联机器人机构所有分支中的转动副 8 替换为轴线垂直于转动副 6 和转动副 10 的移动副 12，即可得到 5 自由度 5-RPRRR 并联机器人机构（见图 8），所有分支中从定平台 11 开始计数的前 3 个运动副 6、12 和 10 分别为转动副、移动副和转动副，2 个转动副 6 和 10 的轴线都垂直于定平台 11，移动副 12 的轴线垂直于转动副 6、10 的轴线，平行于定平台 11。

本发明的具有汇交副的 4、5 自由度对称并联机器人机构，具有很好的运动学性能、高的刚度和较大的工作空间；其运动学正反解十分简单，易于控制；其中的 4 自由度对称并联机器人机构可以实现空间的 3 个转动和沿动平台 1 法线方向的 1 个移动；5 自由度对称并联机器人机构可以实现空间的 3 个转动和 2 个移动；可广泛用于并联机器人、微动工作台、虚拟轴机床和飞行模拟器等。

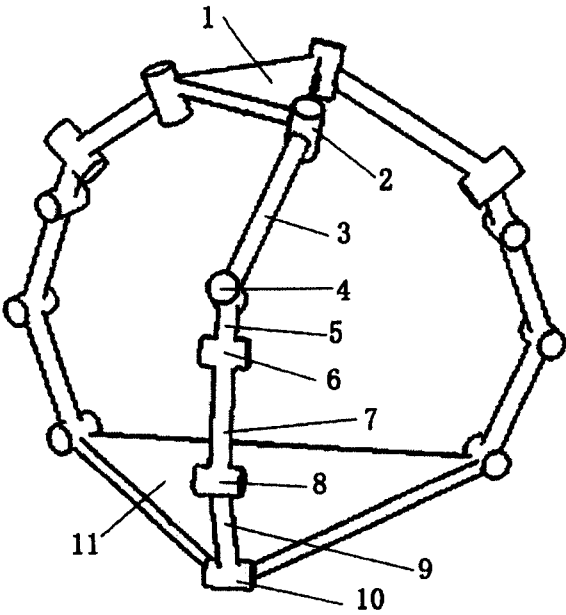


图 1

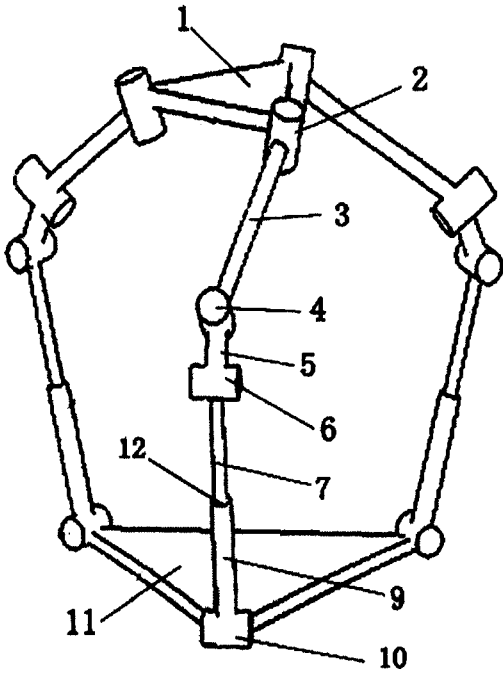


图 2

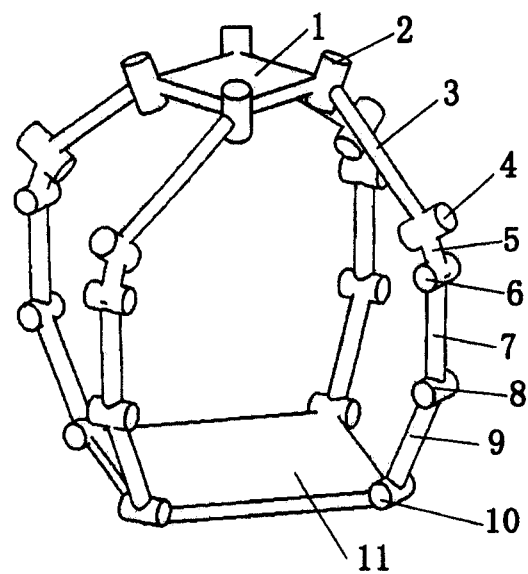


图 3

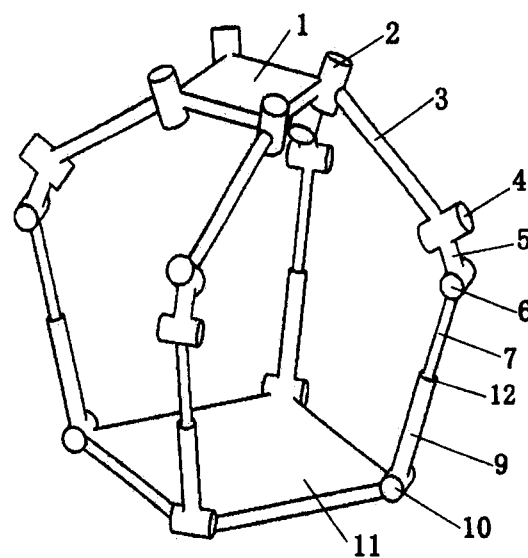


图 4

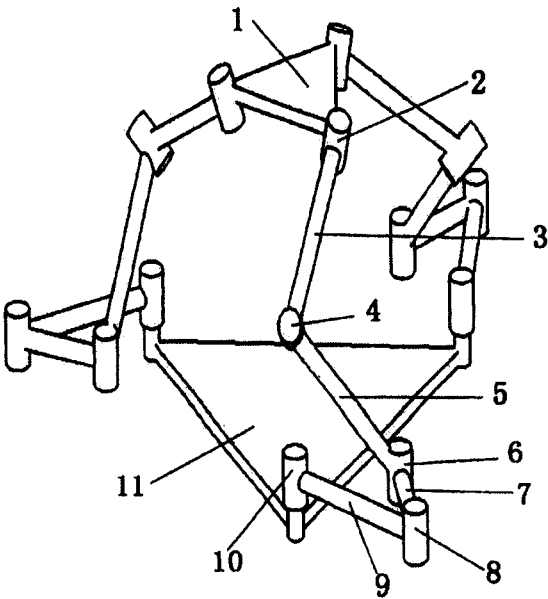


图 5

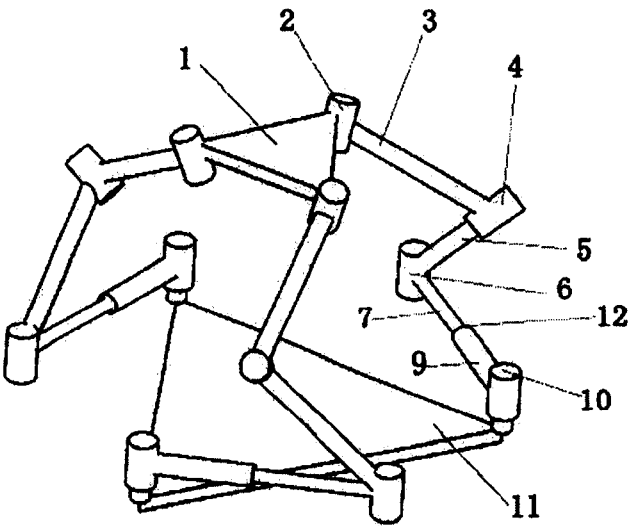


图 6

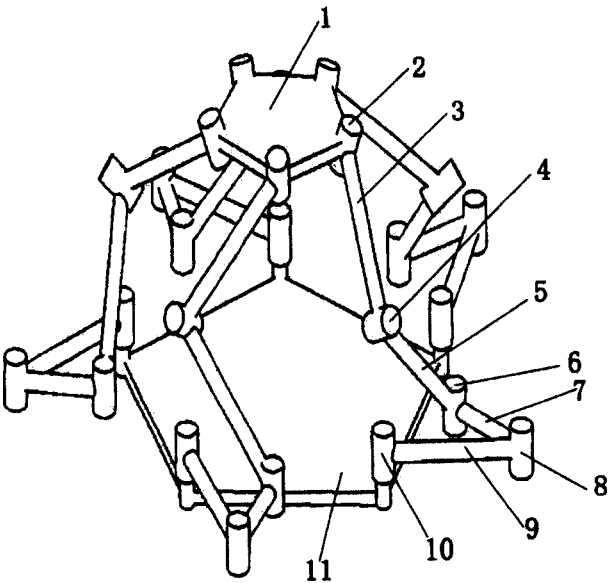


图 7

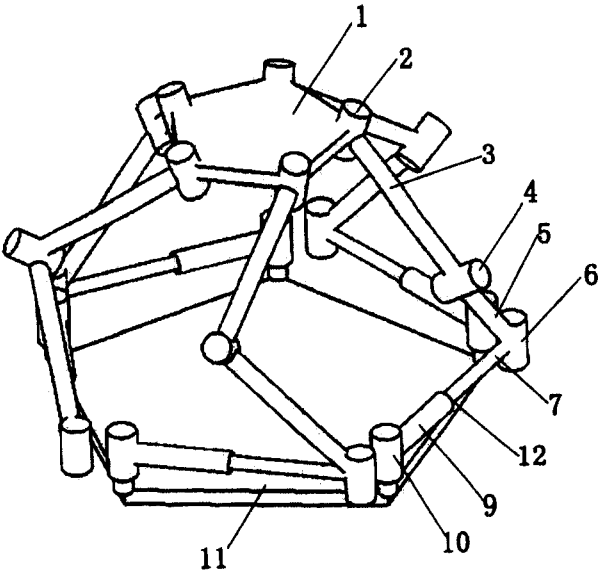


图 8