



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202317698 U

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201120447479. 5

(22) 申请日 2011. 11. 11

(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 2
号大街 5 号

(72) 发明人 陈巧红 李秦川 余旭锋 武传宇

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公
司 33101

代理人 王洪新

(51) Int. Cl.

B23Q 1/54 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

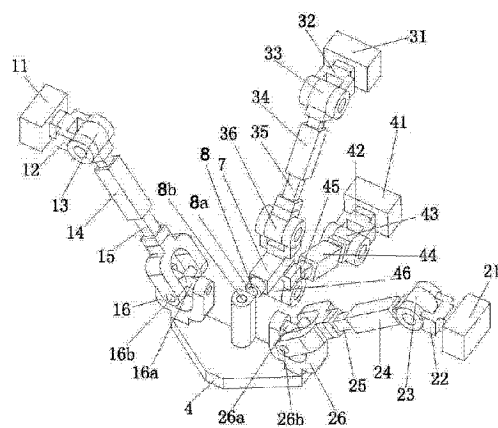
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

高刚度冗余驱动三自由度并联机构

(57) 摘要

本实用新型涉及一种少自由度机器人机构。目的是提供的机构应具有能提高机构的刚度和承载力大的特点。技术方案是：高刚度冗余驱动三自由度并联机构，包括动平台、机架以及第一分支、第二分支和第三分支；第一分支和第二分支中，每一分支依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副和万向铰；其特征在于第三分支又分为两个并联支链，每一支链依次连接第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及一转动副；第一分支的万向铰的第一根转轴轴线与第二分支的万向铰的第一根转轴轴线共线且经过第三分支 T 字铰的中心点；第三分支的 T 字铰的第一根转轴轴线垂直或者平行于第一分支的万向铰的第一根转轴轴线以及第二分支的万向铰的第一根转轴轴线。



1. 高刚度冗余驱动三自由度并联机构,包括动平台(4)、机架(11,21,31,41)以及并联连接在动平台与机架之间的第一分支、第二分支和第三分支;第一分支和第二分支中,每一分支从机架到动平台依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及万向铰;其特征在于第三分支又分为两个并联支链,每一支链从机架到连接动平台的 T 字铰(8),依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及转动副;第一分支的万向铰(16)的第一根转轴(16a)轴线与第二分支的万向铰(26)的第一根转轴(26a)轴线共线且经过第三分支的 T 字铰(8)的中心点;第三分支的 T 字铰的第一根转轴(8a)轴线垂直或者平行于第一分支的万向铰的第一根转轴(16a)轴线以及第二分支的万向铰的第一根转轴(26a)轴线。

2. 高刚度冗余驱动三自由度并联机构,包括动平台(4)、机架(11,21,31,41)以及并联连接在动平台与机架之间的第一分支、第二分支和第三分支;第一分支和第二分支中,每一分支从机架到动平台依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及万向铰;其特征在于第三分支又分为与第一分支、第二分支对称分布的两个并联支链,每一支链从机架到连接动平台的十字铰(38),依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及转动副;第一分支的万向铰(16)的第一根转轴(16a)轴线与第二分支的万向铰(26)的第一根转轴(26a)轴线共线且经过第三分支的十字铰(38)的中心点;第三分支的十字铰的第一根转轴(38a)轴线垂直或者平行于第一分支的万向铰的第一根转轴(16a)轴线以及第二分支的万向铰的第一根转轴(26a)轴线。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的高刚度冗余驱动三自由度并联机构,其特征在于所述第一分支、第二分支以及第三分支的每个支链中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副是移动副或转动副。

4. 根据权利要求 3 所述的高刚度冗余驱动三自由度并联机构,其特征在于所述第一分支、第二分支以及第三分支中的每个支链中的移动副或转动副至少有一个是主动移动副或主动转动副;主动移动副的驱动机构是电机带动的丝杠机构或是伺服电机,主动转动副的驱动机构是电机带动的减速机。

5. 根据权利要求 4 所述的高刚度冗余驱动三自由度并联机构,其特征在于第一分支的万向铰的第一根转轴(16a)轴线与第二分支的万向铰的第一根转轴(26a)轴线平行于动平台的平面。

高刚度冗余驱动三自由度并联机构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种少自由度机器人机构,尤其是一种具有高刚度冗余驱动三自由度并联机构。

背景技术

[0002] 机构自由度数少于 6 的少自由度并联机器人是目前国际并联机器人学术界和工业界关注的热点。在实际应用中有相当数量的操作任务所要求的自由度数少于 6,此时应用合适的少自由度并联机器人,可以有效地节省系统设计、制造、控制和维护方面的成本。

[0003] 具有两个转动自由度和一个移动自由度(简称 2 转 1 移)的 3 自由度并联机构是少自由度并联机器人中非常重要的一类。3-PRS/RPS 类并联机构是两转一移三自由度并联机构的典型代表,被用作望远镜聚焦装置、运动模拟器、微操作机械手、坐标测量机、加工中心的主轴头等。

[0004] 现有出版物上所公开的两转一移三自由度并联机构(如 US6431802、W00025976、ZL200610013608.3, EP1123175、CA2349579、DE59905578D、ES2198991T、ZL200710057179.4),存在着伴随运动,即非独立的自由度上存在着小幅值运动。

[0005] 申请人已经递交的若干专利申请(CN102126216A、CN102126217A)以及获批的专利(CN101518898A)中公开的两转一移三自由度并联机构均不存在伴随运动,并具有结构简单,制造成本低的特点;然而由于其第三分支结构特殊,对其正面方向的受力呈悬臂梁形式,在该方向无法实现很高的刚度,适合用于载荷不大的场合,如果应用为重载操作装备,则机构的刚度不足,致使机构的承载能力较差。

发明内容

[0006] 本实用新型所要解决的技术问题是克服上述背景技术存在的不足,改变该两转一移三自由度并联机构第三分支结构,从而改变该分支的受力特点,大大提高机构的刚度,同时具有易于控制、结构简单、承载力大、制造成本低等特点。

[0007] 本实用新型采用的技术方案是:

[0008] 高刚度冗余驱动三自由度并联机构,包括动平台、机架以及并联连接在动平台与机架之间的第一分支、第二分支和第三分支;第一分支和第二分支中,每一分支从机架到动平台依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副和万向铰;其特征之处在于第三分支又分为两个并联支链,每一支链从机架到连接动平台的 T 字铰,依次连接第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及一转动副;第一分支的万向铰的第一根转轴轴线与第二分支的万向铰的第一根转轴轴线共线且经过第三分支 T 字铰的中心点;第三分支的 T 字铰的第一根转轴轴线垂直或者平行于第一分支的万向铰的第一根转轴轴线以及第二分支的万向铰的第一根转轴轴线。

[0009] 高刚度冗余驱动三自由度并联机构,包括动平台、机架以及并联连接在动平台与机架之间的第一分支、第二分支和第三分支;第一分支和第二分支中,每一分支从机架到动

平台依次连接有第一单自由度运动副、第二单自由度运动副和万向铰；其特征在于第三分支又分为两个并联支链，这两个支链与第一分支、第二分支对称分布；每一支链从机架到连接动平台的十字铰，依次连接第一单自由度运动副、第二单自由度运动副以及一转动副；第一分支的万向铰的第一根转轴轴线与第二分支的万向铰的第一根转轴轴线共线且经过第三分支的十字铰的中心点；第三分支的十字铰的第一根转轴轴线垂直或者平行于第一分支的万向铰的第一根转轴轴线以及第二分支的万向铰的第一根转轴轴线。

[0010] 所述第一分支、第二分支以及第三分支的每个支链中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副是移动副或转动副。

[0011] 所述第一分支、第二分支以及第三分支中的每个支链中的移动副或转动副至少有一个是主动移动副或主动转动副；主动移动副的驱动机构是电机带动的丝杠机构或是伺服电机，主动转动副的驱动机构是电机带动的减速机。

[0012] 第一分支的万向铰的第一根转轴轴线与第二分支的万向铰的第一根转轴轴线平行于动平台的平面。

[0013] 本实用新型中，动平台可实现空间的两个转动自由度和一个移动自由度；其中一个转动自由度是动平台可绕第一、第二分支中与动平台相连的两个万向铰中心点的连线发生转动，另一个转动自由度是动平台可绕经过第三分支与动平台相连的 T 字铰或十字铰中心点，且与第一、第二分支中转动副轴线平行的直线发生转动；移动自由度是动平台可在垂直方向发生移动。

[0014] 本实用新型的特点是第三分支中使用了并联子运动链，需用两个驱动器，即采用冗余驱动的方式，而冗余驱动并联机构是指其机构驱动装置个数多于自由度数的并联机构，从运动学来讲，有一组或以上的驱动装置是多余的，将这些驱动装置去掉后并不影响运动特性，但在重载操作装备中，为了提高机构的承载能力，增加机构的刚度与稳定性，通常将驱动系统设计成冗余驱动。因此冗余驱动具有使机构结构具有局部对称性、无奇异位形等特点，以此优化机构的刚度和承载力等性能。

[0015] 本实用新型的有益效果不仅在于其运动学模型简单，易于控制、标定，还在于第三分支的冗余驱动方式，使该机构刚度高、承载力大，制造成本得以降低，可应用于并联机器人、并联机床等场合。

附图说明

[0016] 图 1 是本实用新型实施例之一的立体结构示意图。

[0017] 图 2 是本实用新型实施例之二的立体结构示意图。

[0018] 图 3 是本实用新型实施例之三的立体结构示意图。

[0019] 图 4 是本实用新型实施例之四的立体结构示意图。

[0020] 具体实施方式

[0021] 以下结合附图所示的实施例进一步说明。

[0022] 以下各实施例中，所述每个分支的万向铰中的两个转动副的轴线相互垂直且相交；所述的万向铰、T 字铰和十字铰的中心点即为万向铰、T 字铰和十字铰中两个转动副轴线的交点；第一分支的万向铰 16 的第一根转轴 16a、第二分支的万向铰 26 的第一根转轴 26a 以及第三分支的 T 字铰 8（或十字铰 38）中的第二根转轴 8b（或十字铰 38b），是 3 个分

别直接连接动平台的转动副；第一分支的万向铰 16 的第二根转轴 16b 以及第二分支的万向铰 26 中的第二根转轴 26b（也均为转动副）则分别与第一分支中的第二单自由度运动副、第二分支中的第二单自由度运动副连接；所述的移动副轴线是指与移动副的运动方向平行的直线，转动副轴线是指转动副转动时所围绕转动的中心线。此外，每一分支中的单自由度运动副至少有一个是主动移动副或主动转动副，所述的主动移动副的驱动机构是电机带动的丝杠机构或是伺服电机，主动转动副的驱动机构是电机带动的减速机。以上所述均为一般机器人机构的常规设计。

[0023] 本实用新型的改进是第三分支的 T 字铰 8（或十字铰 38）中的第一根转轴 8a（或 38a）（为转动副）同时与第三分支的两个支链中的第二转动副连接；由此形成的实施例如下。

[0024] 实施例 1：

[0025] 如图 1 所示，动平台 4 通过三个分支与机架 11、机架 21、机架 31 和机架 41 连接；第一分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是转动副 13 和移动副 14，机架 11 依次通过第一连杆 12、转动副 13、移动副 14、第二连杆 15 以及万向铰 16 与动平台 4 连接；第二分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是转动副 23 和移动副 24，机架 21 依次通过第一连杆 22、转动副 23、移动副 24、第二连杆 25 以及万向铰 26 与动平台 4 连接；第三分支中的第一支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是第一转动副 33 和移动副 34，该支链依次通过第一连杆 32、第一转动副 33、移动副 34、第二连杆 35、第二转动副 36、第三连杆 7 与动平台上的 T 字铰 8 连接；第三分支中的第二支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是第一转动副 43 和移动副 44，该支链依次通过第一连杆 42、第一转动副 43、移动副 44、第二连杆 45、第二转动副 46、第三连杆 7 与动平台上的 T 字铰 8 连接。

[0026] 此外，动平台 4 分别与第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a、第二分支的万向铰 26 的第一根转轴 26a 和第三分支的 T 字铰 8 的第二根转轴 8b 连接；第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第一转轴 26a 的轴线重合且经过第三分支中 T 字铰 8 的中心点，还可平行于动平台的平面；第一分支的万向铰 16 的第二转轴 16b 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第二转轴 26b 的轴线平行且平行于第一分支的转动副 13 和第二分支的转动副 23 的轴线。第三分支的 T 字铰 8 的第一转轴 8a 的轴线垂直于第三分支第一支链的第一转动副 33 的轴线、第二转动副 36 的轴线以及第二支链的第一转动副 46 的轴线、第二转动副 46 的轴线，且可平行于动平台的平面；第三分支 T 字铰 8 的第二转轴 8b 的轴线垂直于动平台的平面；第一分支万向铰 16 的中心点（第一转轴 16a 的轴线和第二转轴 16b 的轴线交点），第二分支万向铰 26 的中心点（第一转轴 26a 的轴线和第二 26b 的轴线交点）和第三分支 T 字铰 8 的中心点（第一转轴 8a 的轴线和第二 8b 的轴线交点）在同一直线上。

[0027] 实施例 2：

[0028] 如图 2 所示，动平台 4 通过三个分支与机架 11、机架 21、机架 31 连接；第一分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 121 和转动副 141，机架 11 依次通过移动副 121、第一连杆 131、转动副 141、第二连杆 151 以及万向铰 16 与动平台 4 连接；第二分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 221 和转动副 241，

机架 21 依次通过移动副 221、第一连杆 231、转动副 241、第二连杆 251 以及万向铰 26 与动平台 4 连接；第三分支中第一支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 321 和转动副 341，该支链依次通过移动副 321、第一连杆 331、第一转动副 341、第二连杆 351、第二转动副 36、第三连杆 7 与动平台上的 T 字铰 8 连接；第三分支中的第二支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 421 和转动副 441，该支链依次通过移动副 421、第一连杆 431、第一转动副 441、第二连杆 451、第二转动副 46、第三连杆 7 与动平台上的 T 字铰 8 连接。

[0029] 此外，动平台 4 分别与第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a、第二分支的万向铰 26 的第一根转轴 26a 和第三分支的 T 字铰 8 的第二根转轴 8b 连接；第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第一转轴 26a 的轴线重合且经过第三分支的 T 字铰 8 的中心点，还可平行于动平台的平面；第一分支的万向铰 16 的第二转轴 16b 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第二转轴 26b 的轴线平行且平行于第一分支的转动副 141 和第二分支的转动副 241 的轴线。第三分支的 T 字铰 8 的第一转轴 8a 的轴线分别垂直于第三分支第一支链的第一转动副 341 的轴线、第二转动副 36 的轴线以及第二支链的第一转动副 441 的轴线、第二转动副 46 的轴线，且可平行于动平台的平面；第三分支的 T 字铰 8 的第二转轴 8b 的轴线还垂直于动平台的平面；第一分支的万向铰 16 的中心点（第一转轴 16a 和第二转轴 16b 的轴线交点），第一分支的万向铰 26 的中心点（第一转轴 26a 和第二 26b 的轴线交点）和第三分支的 T 字铰 8 的中心点（第一转轴 8a 和第二 8b 的轴线交点）在同一直线上。图中还可知：第三分支中：第一支链的第一移动副 321 的轴线与第二支链的第一移动副 421 的轴线平行或共线。

[0030] 第一分支中，移动副 121 的轴线还与转动副 141 的轴线垂直；

[0031] 第二分支中，移动副 221 的轴线还与转动副 241 的轴线垂直；

[0032] 第三分支中，第一支链的移动副 321 的轴线与第二支链的移动副 421 的轴线共线，且与第一支链的转动副 341 的轴线以及第二支链的转动副 441 的轴线垂直。

[0033] 实施例 3：

[0034] 如图 3 所示，动平台 4 通过三个分支与机架 11、机架 21、机架 31 和机架 41 连接；第一分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是转动副 13 和移动副 14，机架 11 依次通过第一连杆 12、转动副 13、移动副 14、第二连杆 15 以及万向铰 16 与动平台 4 连接；第二分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是转动副 23 和移动副 24，机架 21 依次通过第一连杆 22、转动副 23、移动副 24、第二连杆 25 以及万向铰 26 与动平台 4 连接。第三分支中的两个支链与第一分支、第二分支对称分布；第三分支中的第一支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是第一转动副 33 和移动副 34，该支链依次通过第一连杆 32、第一转动副 33、移动副 34、第二连杆 35、第二转动副 36、第三连杆 37 与动平台上的十字铰 38 连接；第三分支中的第二支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是第一转动副 43 和移动副 44，该支链依次通过第一连杆 42、第一转动副 43、移动副 44、第二连杆 45、第二转动副 46、第三连杆 47 与动平台上的十字铰 38 连接。

[0035] 此外，动平台 4 分别与第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a、第二分支的万向铰 26 的第一根转轴 26a 和第三分支的十字铰 38 的第二根转轴 38b 连接；第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第一转轴 26a 的轴线重合且经过第三分

支中十字铰 38 的中心点,还可平行于动平台的平面;第一分支的万向铰 16 的第二转轴 16b 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第二转轴 26b 的轴线平行且平行于第一分支的转动副 13 和第二分支的转动副 23 的轴线。第三分支的十字铰 38 的第一转轴 38a 的轴线垂直于第三分支第一支链的第一转动副 33 的轴线、第二转动副 36 的轴线以及第二支链的第一转动副 46 的轴线、第二转动副 46 的轴线,且可平行于动平台的平面;第三分支十字铰 38 的第二转轴 38b 的轴线垂直于动平台的平面;第一分支万向铰 16 的中心点(第一转轴 16a 的轴线和第二转轴 16b 的轴线交点),第二分支万向铰 26 的中心点(第一转轴 26a 的轴线和第二 26b 的轴线交点)和第三分支十字铰 38 的中心点(第一转轴 38a 的轴线和第二 38b 的轴线交点)在同一直线上。

[0036] 实施例 4:

[0037] 如图 4 所示,动平台 4 通过三个分支与机架 11、机架 21、机架 31 和机架 41 连接;第一分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 121 和转动副 141,机架 11 依次通过移动副 121、第一连杆 131、转动副 141、第二连杆 151 以及万向铰 16 与动平台 4 连接;第二分支中的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 221 和转动副 241,机架 21 依次通过移动副 221、第一连杆 231、转动副 241、第二连杆 251 以及万向铰 26 与动平台 4 连接。第三分支中的两个支链与第一分支、第二分支对称分布;第三分支中第一支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 321 和转动副 341,该支链依次通过移动副 321、第一连杆 331、第一转动副 341、第二连杆 351、第二转动副 361、第三连杆 371 与动平台上的十字铰 38 连接;第三分支中的第二支链的第一单自由度运动副、第二单自由度运动副分别是移动副 421 和转动副 441,该支链依次通过移动副 421、第一连杆 431、第一转动副 441、第二连杆 451、第二转动副 461、第三连杆 471 与动平台上的十字铰 38 连接。

[0038] 此外,动平台 4 分别与第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a、第二分支的万向铰 26 的第一根转轴 26a 和第三分支的十字铰 38 的第二根转轴 38b 连接;第一分支的万向铰 16 的第一转轴 16a 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第一转轴 26a 的轴线重合且经过第三分支的十字铰 8 的中心点,还可平行于动平台的平面;第一分支的万向铰 16 的第二转轴 16b 的轴线和第二分支的万向铰 26 的第二转轴 26b 的轴线平行且平行于第一分支的转动副 141 和第二分支的转动副 241 的轴线。第三分支的十字铰 38 的第一转轴 38a 的轴线分别垂直于第三分支第一支链的第一转动副 341 的轴线、第二转动副 361 的轴线以及第二支链的第一转动副 441 的轴线、第二转动副 461 的轴线,且可平行于动平台的平面;第三分支的十字铰 38 的第二转轴 38b 的轴线还垂直于动平台的平面;第一分支的万向铰 16 的中心点(第一转轴 16a 和第二转轴 16b 的轴线交点),第一分支的万向铰 26 的中心点(第一转轴 26a 和第二 26b 的轴线交点)和第三分支的十字铰 38 的中心点(第一转轴 38a 和第二 38b 的轴线交点)在同一直线上。图中还可知:第三分支中:第一支链的第一移动副 321 的轴线与第二支链的第一移动副 421 的轴线平行或共线。

[0039] 第一分支中,移动副 121 的轴线还与转动副 141 的轴线垂直;

[0040] 第二分支中,移动副 221 的轴线还与转动副 241 的轴线垂直;

[0041] 第三分支中,第一支链的移动副 321 的轴线与第二支链的移动副 421 的轴线共线,且与第一支链的转动副 341 的轴线以及第二支链的转动副 441 的轴线垂直。

[0042] 尚需说明的是：为图面清晰，图中所有铰接点仅画出铰接孔，铰接轴均予省略。

[0043] 显然，上述机构存在冗余驱动，即动平台具有三个自由度，可采用四个电机冗余驱动。

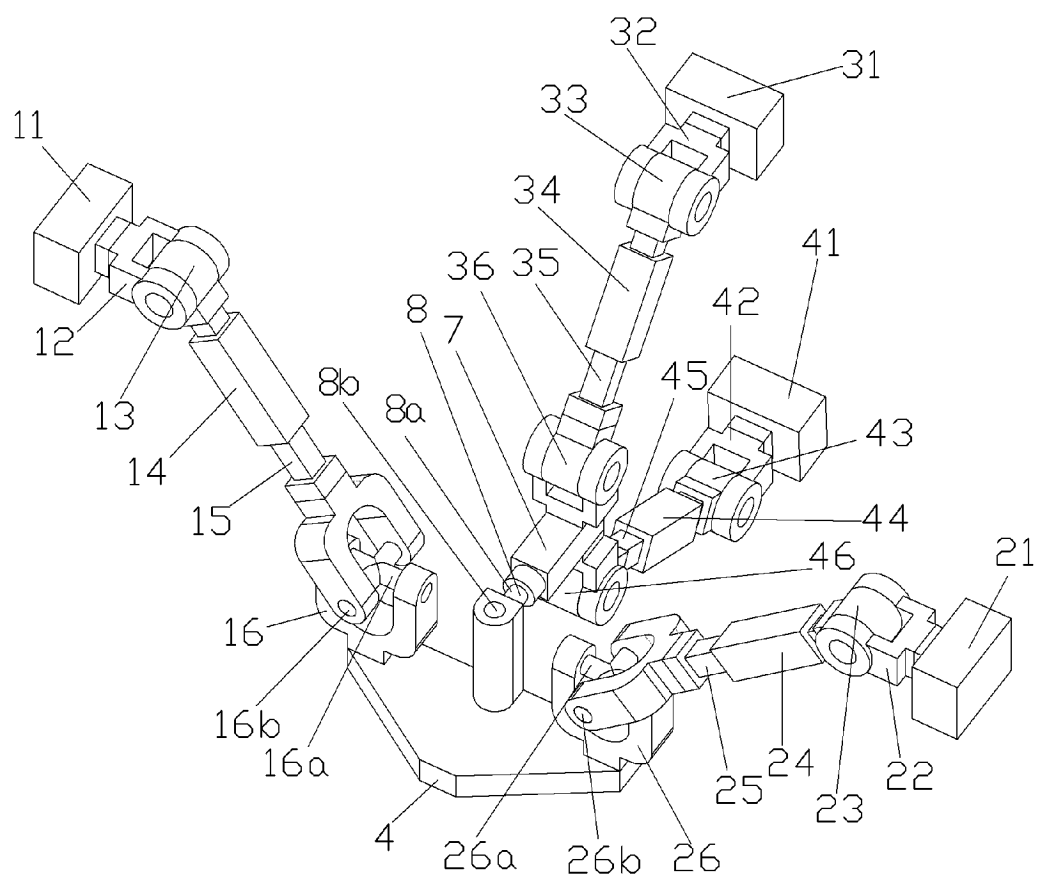


图 1

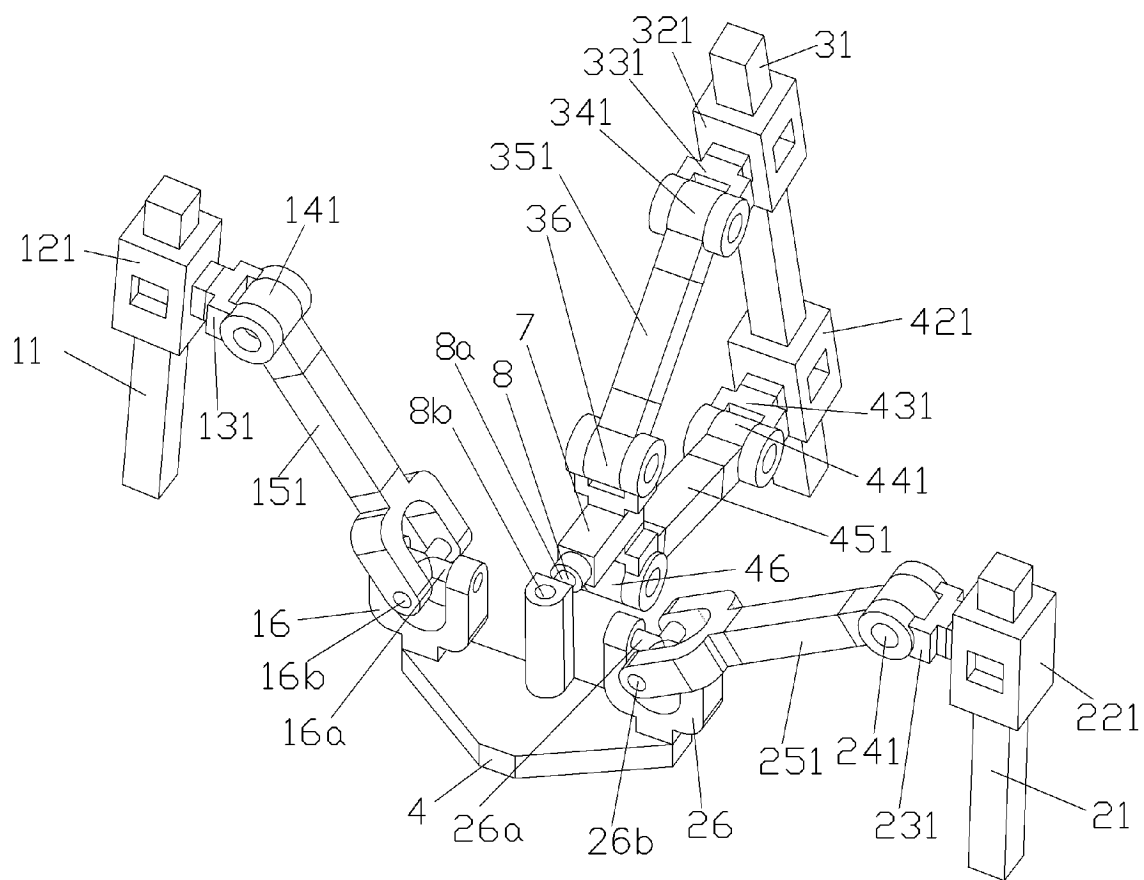


图 2

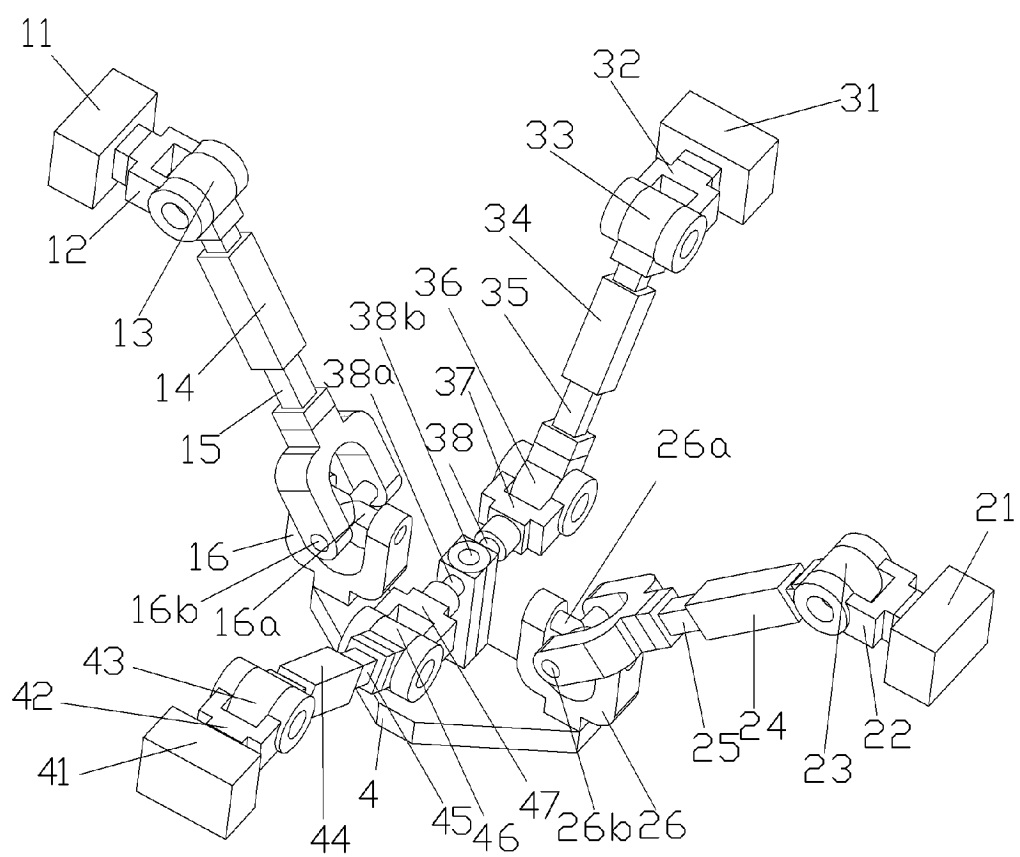


图 3

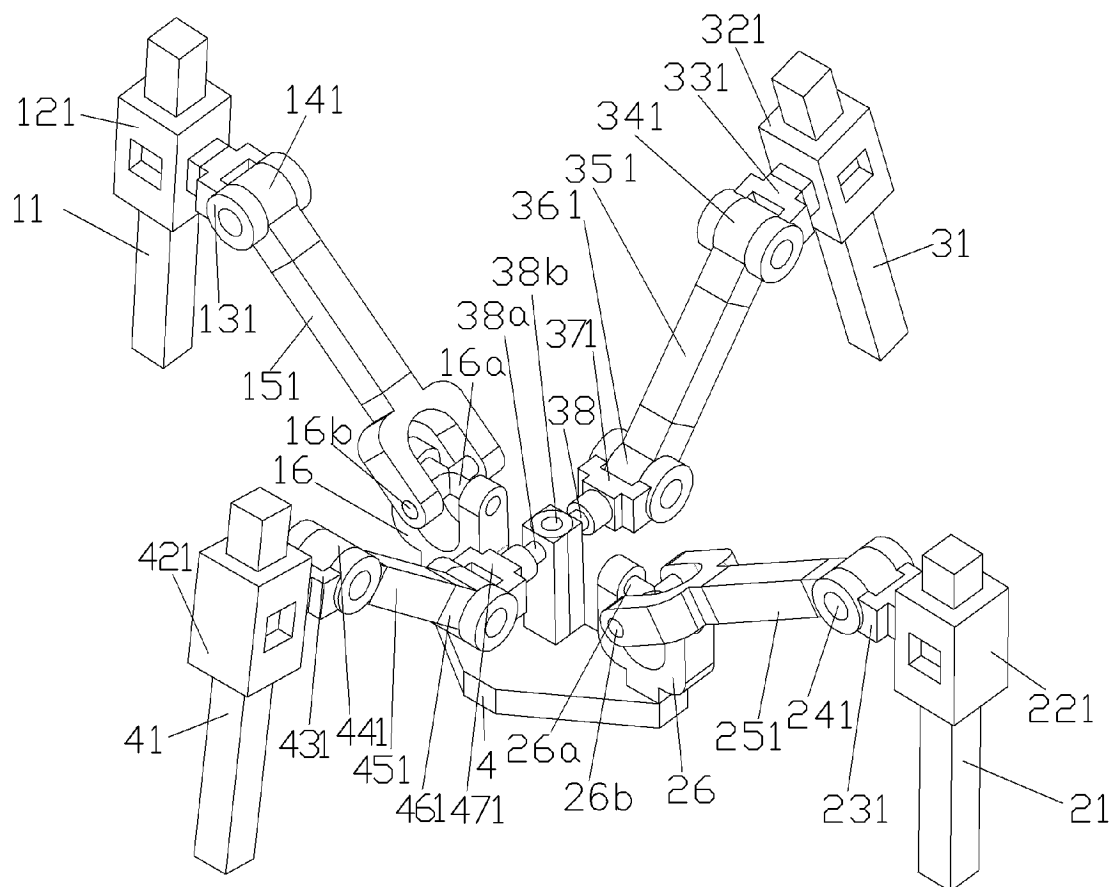


图 4