



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109807858 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 29

(21) 申请号 201711200327.3

(22) 申请日 2017.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109807858 A

(43) 申请公布日 2019.05.28

(73) 专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 王皓 潘浩 陈根良 赵勇
余海东 唐楚禹

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201
代理人 王毓理 王锡麟

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

(56) 对比文件

CN 105563470 A, 2016.05.11

CN 103895012 A, 2014.07.02

CN 104369178 A, 2015.02.25

CN 105822665 A, 2016.08.03

CN 105751211 A, 2016.07.13

CN 106903677 A, 2017.06.30

审查员 徐河杭

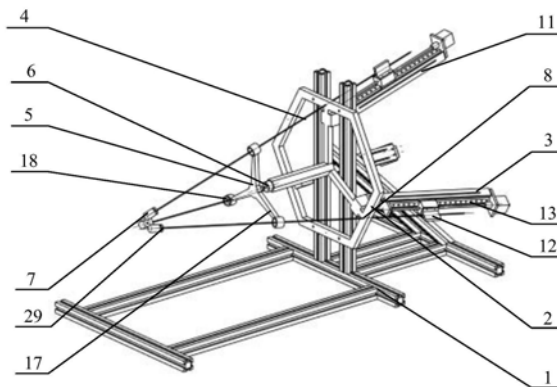
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构

(57) 摘要

一种大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,包括:设置于定平台一侧的单自由度推拉装置以及设置于另一侧的中间平台和动平台,其中:弹性连杆环布于定平台上,通过固定于定平台的对应单自由度推拉装置与定平台滑动连接,中间平台与定平台转动连接并与弹性连杆滑动连接,动平台设置于弹性连杆的末端。当弹性连杆沿轴向既有同步运动又有差动运动时,动平台不仅可以实现空间内的两转一平运动,而且还能利用弹性连杆侧向刚度小的特性,使该弹性机构具备变化的顺应能力。



1. 一种大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征在于,包括:设置于定平台一侧的单自由度推拉装置以及设置于另一侧的中间平台和动平台,其中:弹性连杆环布于定平台上,通过固定于定平台的对应单自由度推拉装置与定平台滑动连接,中间平台与定平台转动连接并与弹性连杆滑动连接,动平台设置于弹性连杆的末端;单自由度推拉装置驱动弹性连杆沿长度方向同步运动以实现动平台沿水平方向的平移运动,且机构的侧向刚度会随动平台与中间平台的相对距离变化而改变,从而具备变化的顺应能力;单自由度推拉装置驱动弹性连杆沿长度方向差动运动以实现动平台绕竖平面两个轴线的任意方向的转动,且由于中间平台的约束,动平台的平动与转动解耦;弹性连杆沿长度方向通过同步运动和差动运动以实现动平台空间内的两转一平运动和机构变化的顺应能力;

所述的定平台采用六边形框架结构,该框架边缘设有若干圆周阵列布置用于与弹性连杆形成滑动连接的倾斜通孔,六边形框架的背侧设有若干圆周阵列布置的倾斜安装面,安装面上设有若干用于对单自由度推拉装置进行定位安装的螺纹孔;

所述的弹性连杆为超弹性材料制成的圆形截面杆,能够在多种边界条件共同作用下完成复杂的空间大变形;

所述的弹性连杆支架为T形结构,其T形截面竖向设有与弹性连杆的直径相匹配的用于固定的通孔;

所述的中间平台包括:中间平台支架和若干内球副,其中:内球副通过螺纹连接固定于中间平台支架上;

所述的动平台包括:动平台支架、若干轴环、若干轴环衬套和若干轴环压盖,其中:轴环通过其外圈在动平台支架上进行径向固定,通过轴环压盖进行轴向固定;

所述的中间平台与定平台通过球铰实现转动连接,该球铰包括:球铰支座和球铰杆,其中:球铰杆末端的外球面与球铰支座的内球面配合形成转动连接,球铰支座和球铰杆分别通过螺纹连接与定平台和中间平台固定,从而使中间平台具有被动的相对于定平台的三个转动自由度。

2. 根据权利要求1所述的大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征是,所述的中间平台支架采用分支结构实现,其中:若干柱形凹槽以弹性连杆分度圆投影的半径圆周阵列布置于中间平台支架上,柱形凹槽与中间平台支架端面的夹角和弹性杆的安装倾角一致;每个柱形凹槽的内侧设置有若干用于与内球副形成固定连接的均布螺纹孔。

3. 根据权利要求2所述的大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征是,所述的内球副采用具有半圆截面的圆环实现,该圆环内侧为半圆的圆周绕圆外轴线旋转形成用于与弹性连杆通过相切配合形成滑动连接的球面;外侧为与半圆直径平行的边线绕圆外轴线旋转形成的圆柱面;圆柱部分的端面上设置有若干用于与中间平台支架的柱形凹槽形成固定连接的均布螺纹孔。

4. 根据权利要求1所述的大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征是,所述的动平台支架采用分支结构实现,其中:若干用于对轴环进行径向固定的柱形安装孔以弹性连杆分度圆投影的半径圆周阵列布置于各分支的末端,柱形安装孔的端面上设置有若干用于对轴环压盖进行固定的均布螺纹孔。

5. 根据权利要求1所述的大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征是,所述的弹性连杆形成的圆周阵列在定平台端面上投影的直径为定平台外接圆直径的80%。

6. 根据权利要求1所述的大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,其特征是,所述的弹性连杆的数量为三根,各弹性连杆相对于定平台端面法线的安装倾角为 15° ,所在平面间的夹角为 120° 。

大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机械设计领域的装置,具体是一种由弹性杆系大变形驱动的空间两转一平并联机构。

背景技术

[0002] 对于少自由度并联机构,末端执行器的空间运动通常由转动和平移的耦合来实现,因而具有驱动元件少、结构部件少、工作精度高等优点。目前,各式少自由度并联机构已在切削、打磨和快速拾取等场合中获得广泛的应用,其中包括DELTA机构、TRICEPT机构等多种典型并联机构。具有两转一平自由度的空间并联机构不仅可以在平动方向上实现大行程的移动,还能够在与之正交的方向上实现一定范围的姿态调整,因而具有很高的研究价值。

发明内容

[0003] 本发明针对现有技术均为刚性并联机构,仅能通过力位混合控制等主动柔顺技术实现一定方向的顺应操作,并且当主动柔顺控制不能适用或是精度不足时,并联机构的工作性能会大幅下降的缺陷,提出一种大变形驱动的空间两转一平弹性连杆并联机构,使得末端平台不仅能够在平动方向上通过高刚度来承受大载荷,而且还能在转动方向利用弹性连杆的易弯曲特性实现顺应,从而增大了少自由度并联机构的应用范围。

[0004] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 本发明包括:设置于定平台一侧的单自由度推拉装置以及设置于另一侧的中间平台和动平台,其中:弹性连杆环布于定平台上,通过固定于定平台的对应单自由度推拉装置与定平台滑动连接,中间平台与定平台转动连接并与弹性连杆滑动连接,动平台设置于弹性连杆的末端;单自由度推拉装置驱动弹性连杆沿长度方向同步运动以实现动平台沿水平方向的平移运动,且机构的侧向刚度会随动平台与中间平台的相对距离变化而改变,从而具备变化的顺应能力;单自由度推拉装置驱动弹性连杆沿长度方向差动运动以实现动平台绕竖平面两个轴线的任意方向的转动,且由于中间平台的约束,动平台的平动与转动解耦;弹性连杆沿长度方向同时同步运动和差动运动以实现动平台空间内的两转一平运动和机构变化的顺应能力。

[0006] 所述的弹性连杆是指超弹性材料制成的圆形截面杆,能够在多种边界条件共同作用下完成复杂的空间大变形。

[0007] 所述的弹性连杆的数量优选为三根,各弹性连杆相对于定平台端面法线的安装倾角为 15° ,所在平面间的夹角为 120° 。

[0008] 所述的定平台采用六边形框架结构,该框架边缘设有若干圆周阵列布置用于与弹性连杆形成滑动连接的倾斜通孔,六边形框架的背侧设有若干圆周阵列布置的倾斜安装面,安装面上设有若干用于对单自由度推拉装置进行定位安装的螺纹孔。

[0009] 所述的单自由度推拉装置包括:推拉装置支架、弹性连杆支架和导轨丝杠机构,其中:弹性连杆支架通过导轨丝杠机构滑动设置于推拉装置支架上,通过移动驱动组件实现

导轨全长范围内任意距离的移动。

[0010] 所述的弹性连杆支架为T形结构,其T形截面竖向设有与弹性连杆的直径相匹配的用于固定的通孔。

[0011] 所述的中间平台包括:中间平台支架和若干内球副,其中:内球副通过螺纹连接固定于中间平台支架上。

[0012] 所述的中间平台与定平台通过球铰实现转动连接,该球铰包括:球铰支座和球铰杆,其中:球铰杆末端的外球面与球铰支座的内球面配合形成转动连接,球铰支座和球铰杆分别通过螺纹连接与定平台和中间平台固定,从而使中间平台具有被动的相对于定平台的三个转动自由度。

[0013] 所述的动平台包括:动平台支架、若干轴环、若干轴环衬套和若干轴环压盖,其中:轴环通过其外圈在动平台支架上进行径向固定,通过轴环压盖进行轴向固定。

[0014] 所述的弹性连杆形成的圆周阵列在定平台端面上投影的直径为定平台外接圆直径的80%。

附图说明

[0015] 图1为本发明的正等轴侧视图;

[0016] 图2为本发明的侧视图;

[0017] 图3为本发明定平台的后等轴侧视图;

[0018] 图4为本发明单自由度推拉装置的正等轴侧视图;

[0019] 图5为本发明中间平台的正等轴侧视图;

[0020] 图6为本发明中间平台的侧视半剖面图;

[0021] 图7为本发明内球副的侧视剖面图;

[0022] 图8为本发明球铰的正等轴侧视图;

[0023] 图9为本发明动平台的正等轴侧视图;

[0024] 图10为本发明动平台的侧视半剖面图;

[0025] 图11为本发明轴环的俯视图;

[0026] 图12为本发明轴环衬套的俯视图;

[0027] 图中:机架1、定平台2、单自由度推拉装置3、弹性连杆4、中间平台5、球铰6、动平台7、倾斜通孔8,倾斜安装面9,螺纹孔10、推拉装置支架11、弹性连杆支架12、导轨丝杠机构13、螺纹孔14、15、16、中间平台支架17、内球副18、柱形凹槽19、螺纹孔20、球面21、圆柱面22、均布螺纹孔23、球铰支座24、球铰杆25、动平台支架26、轴环27、轴环衬套28、轴环压盖29、柱形安装孔30、均布螺纹孔31、螺纹孔32。

具体实施方式

[0028] 如图1所示,本实施例包括:机架1、定平台2、三个单自由度推拉装置3、三个弹性连杆4、中间平台5、球铰6和动平台7,其中:弹性连杆4以 15° 的安装倾角圆周阵列布置于定平台2上,通过对应的孔位与定平台2形成滑动连接;单自由度推拉装置3安装于定平台2的另一侧并与对应的弹性连杆4形成固定连接,从而驱动弹性连杆4沿长度方向运动;中间平台5通过球铰6与定平台2连接并与弹性连杆4滑动连接,动平台7固定于弹性连杆4的末端。

[0029] 如图1和图2所示,所述的机架1采用铝合金型材搭接而成的桁架实现,通过机架1上的螺纹连接可将定平台2固定。

[0030] 如图1、图2和图3所示,所述的定平台2采用六边形铝合金框架实现,该框架边缘设置有三个圆周阵列布置的倾斜通孔8,用于与弹性连杆4形成滑动连接;六边形框架的背侧设置有三个圆周阵列布置的倾斜安装面9,安装面上设置有四个螺纹孔10,用于对单自由度推拉装置3进行定位安装。

[0031] 如图1、图2和图4所示,所述的单自由度推拉装置3包括:推拉装置支架11、弹性连杆支架12和导轨丝杠机构13,其中:弹性连杆支架12通过导轨丝杠机构13滑动设置于推拉装置支架11上,通过移动驱动组件实现导轨全长范围内任意距离的移动。

[0032] 所述的推拉装置支架11采用铝合金槽式结构实现,该槽式结构的末端和安装面分别设置有四个对称布置用于与定平台2和导轨丝杠机构13进行固定连接的螺纹孔14和15。

[0033] 所述的弹性连杆支架12采用铝合金T形结构,该T形结构的安装面设置有四个对称布置的螺纹孔16,用于与导轨丝杠机构13的滑动端进行固定连接,T形截面竖向设置有与弹性连杆4直径匹配的通孔,通过与销钉配合可以对弹性连杆4进行固定。

[0034] 优选地,所述的弹性连杆4采用玻璃纤维材料制成的圆形截面杆,能够在多种边界条件共同作用下完成复杂的空间大变形。

[0035] 如图1、图2、图5和图6所示,所述的中间平台5包括:中间平台支架17和三个内球副18,其中:内球副18通过螺纹连接固定于中间平台支架17上。

[0036] 所述的中间平台支架17采用铝合金分支结构实现,其中:三个柱形凹槽19以弹性连杆4分度圆投影的半径圆周阵列布置于中间平台支架17上,柱形凹槽19与中间平台支架17端面的夹角和弹性连杆4的安装倾角一致;每个柱形凹槽19的内侧设置有三个均布螺纹孔20,用于与内球副18形成固定连接。

[0037] 如图1和图7所示,所述的内球副18采用具有半圆截面的钢制圆环实现,该圆环的内侧为半圆的圆周绕圆外轴线旋转形成的球面21,用于与弹性连杆4通过相切配合形成滑动连接;外侧为与半圆直径平行的边线绕圆外轴线旋转形成的圆柱面22;圆柱部分的端面上设置有三个均布螺纹孔23,用于与中间平台支架17的柱形凹槽19形成固定连接。

[0038] 如图1、图2和图8所示,所述的球铰6包括:球铰支座24和球铰杆25,其中:球铰杆25末端的外球面与球铰支座24的内球面配合形成转动连接,球铰支座24和球铰杆25分别通过螺纹连接与定平台2和中间平台5固定,从而使中间平台5具有被动的相对于定平台2的三个转动自由度。

[0039] 如图1、图2、图9和图10所示,所述的动平台7包括:动平台支架26、六个轴环27、三个轴环衬套28和三个轴环压盖29,其中:轴环27通过其外圈在动平台支架26上进行径向固定,通过轴环压盖29进行轴向固定。

[0040] 所述的动平台支架26采用铝合金分支结构实现,其中:三个柱形安装孔30以弹性连杆4分度圆投影的半径圆周阵列布置于各分支的末端,用于对轴环27进行径向固定;柱形安装孔30的端面上设置有三个均布螺纹孔31,用于对轴环压盖29进行固定。

[0041] 所述的轴环压盖29采用铝合金制成的多段柱状结构实现,该多段柱状结构的一侧圆柱通过精确加工的端面对轴环进行轴向固定;另一侧圆柱的端面设置有三个均布螺纹孔32,用于与动平台支架26的柱形安装孔30端面进行固定连接。

[0042] 如图10和图11所示,所述的轴环27采用钢制圆环实现,该圆环的内圈与弹性连杆4形成柱面配合,通过螺纹锁紧来进行固定;外圈与动平台支架26的柱形安装孔30配合,进行径向固定。

[0043] 如图10和图12所示,所述的轴环衬套28采用铝合金制成的柱状结构实现,该柱状结构设置于轴环27之间。

[0044] 优选地,各弹性连杆4形成的圆周阵列在定平台2端面上投影的直径为定平台2外接圆直径的80%,相对于定平台2端面法线的安装倾角为 15° ,所在平面间的夹角为 120° 。

[0045] 本装置的工作方式如下:当连接弹性连杆4的电机进行同步运动时,动平台7可实现水平方向的平移运动,并且机构的侧向刚度会随动平台7与中间平台5的相对距离变化而改变,从而具备变化的顺应能力;当连接弹性杆4的电机进行差动运动时,动平台7可实现绕竖平面两个轴线的任意方向的弯曲,并且由于中间平台5的约束作用,动平台7的平动可以在一定程度上与转动解耦;当以上两种运动方式同时工作时,动平台7不仅可以实现空间内的两转一平运动,而且还能利用弹性连杆侧向刚度小的特性,使该弹性机构具备变化的顺应能力。

[0046] 上述具体实施可由本领域技术人员在不背离本发明原理和宗旨的前提下以不同的方式对其进行局部调整,本发明的保护范围以权利要求书为准且不由上述具体实施所限,在其范围内的各个实现方案均受本发明之约束。

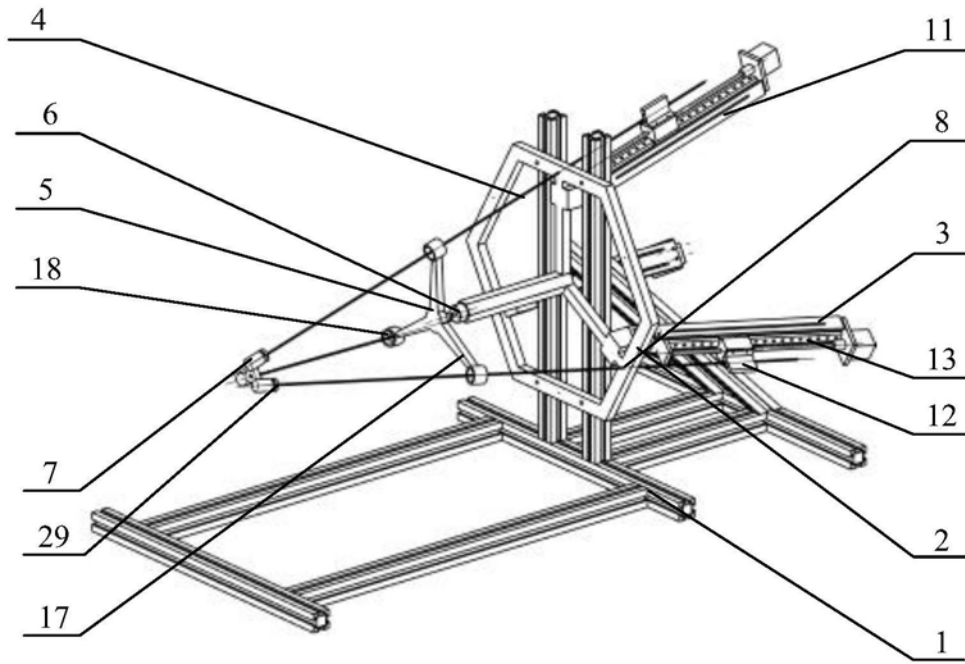


图1

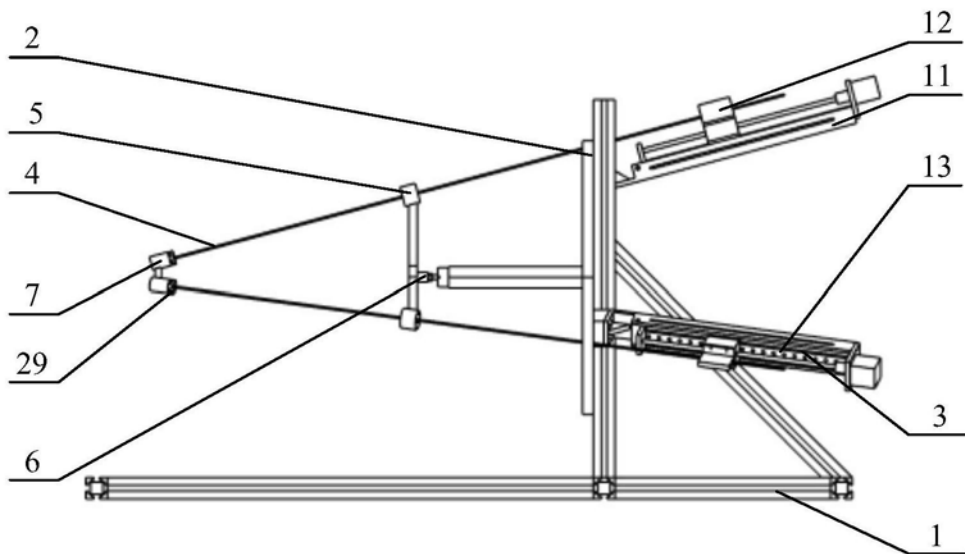


图2

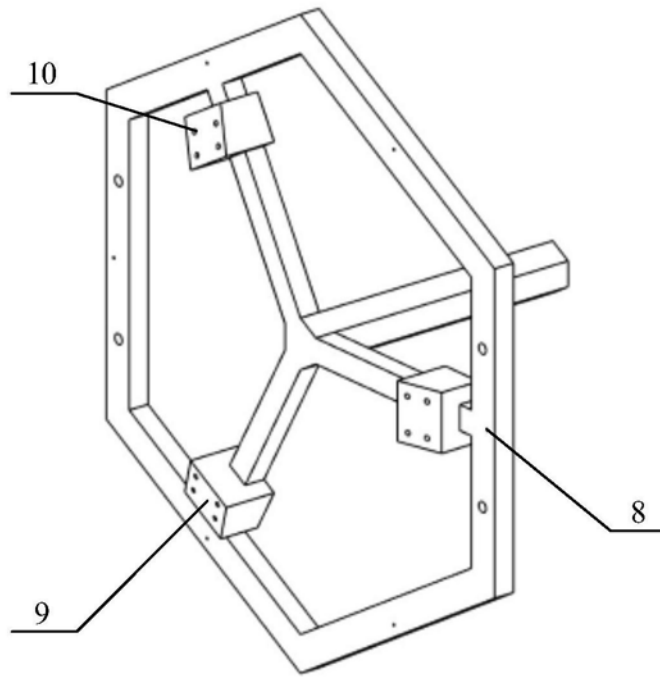


图3

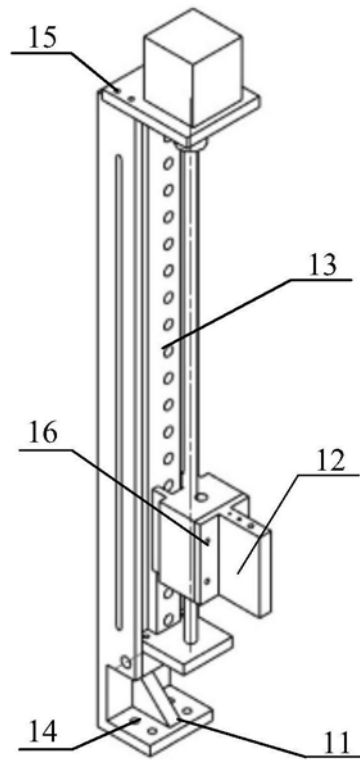


图4

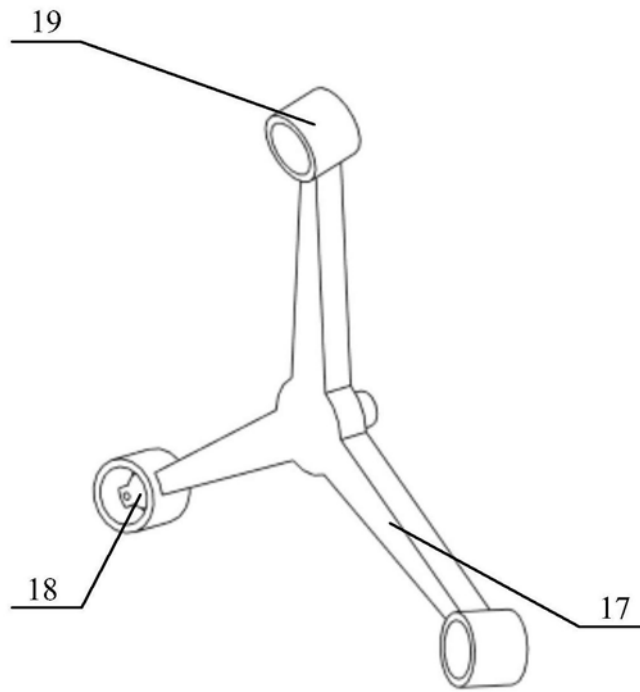


图5

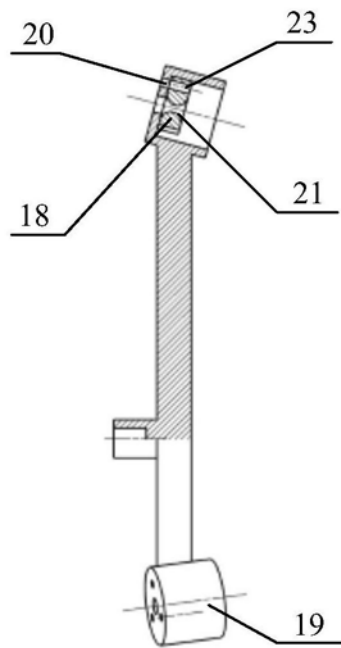


图6

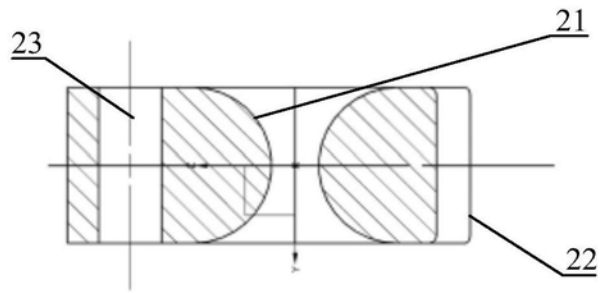


图7

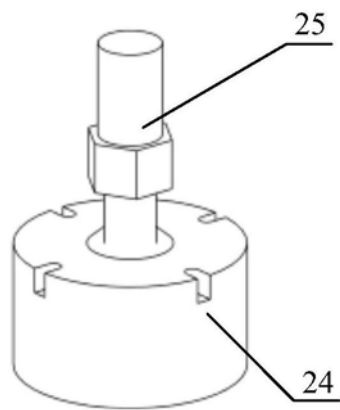


图8

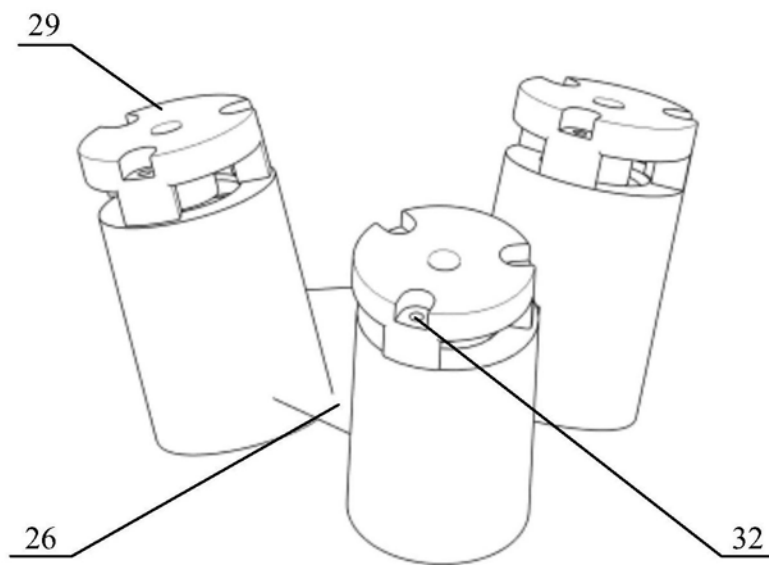


图9

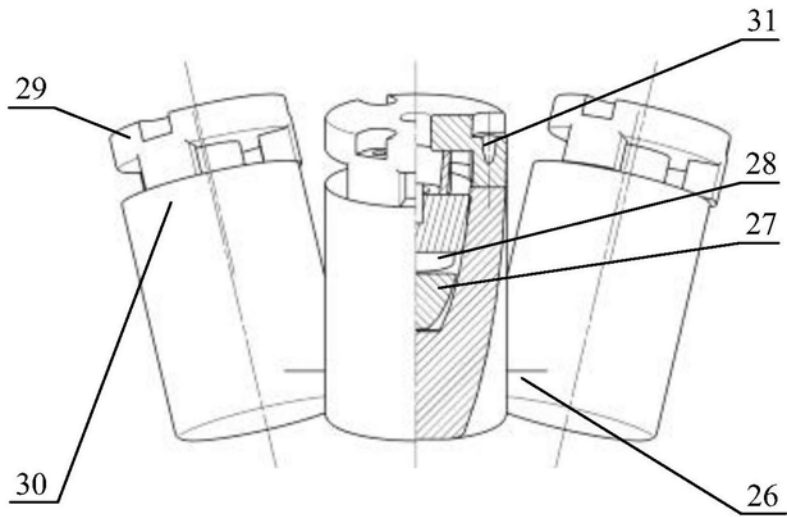


图10

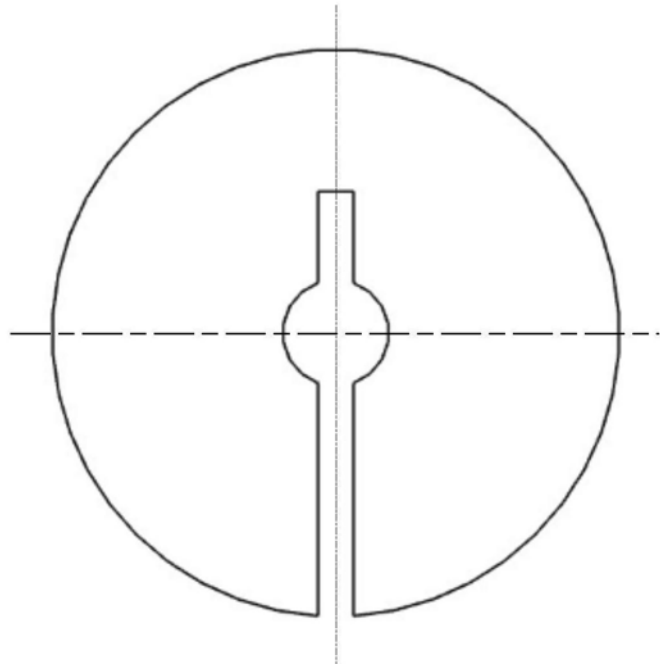


图11

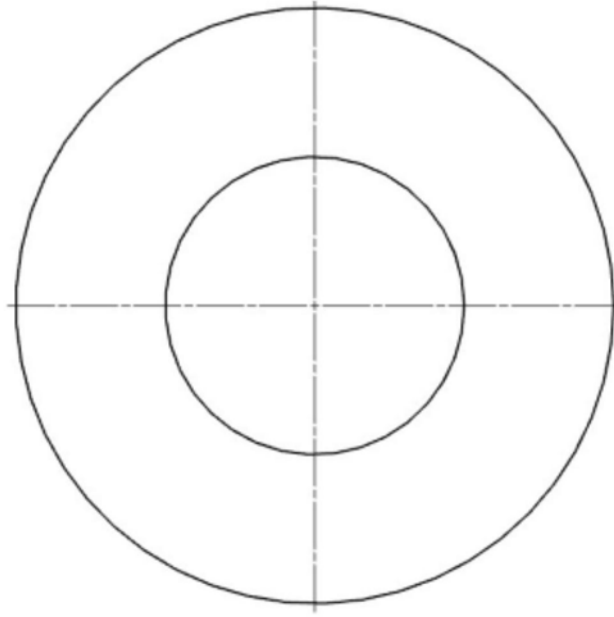


图12