



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115072011 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202210739558.6

(22) 申请日 2022.06.28

(71) 申请人 哈尔滨工业大学(深圳)

地址 518055 广东省深圳市南山区桃源街
道深圳大学城哈尔滨工业大学(深圳)
信息楼L719

(72) 发明人 岳程斐 曹喜滨 陈雪芹 郭金生
邱实 吴凡

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

专利代理师 孙续

(51) Int. Cl.

B64G 4/00 (2006.01)

B64G 1/64 (2006.01)

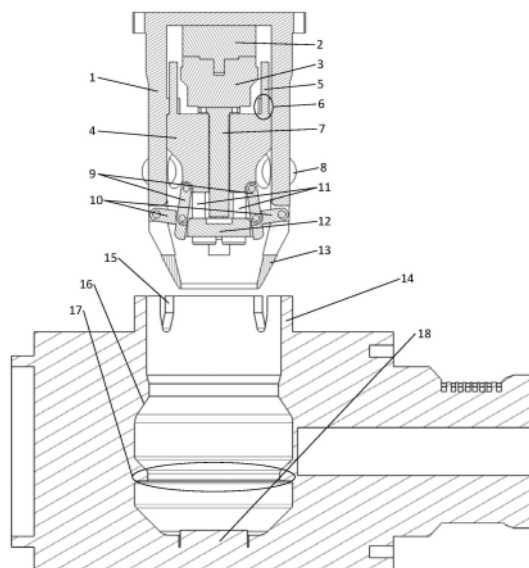
权利要求书2页 说明书6页 附图12页

(54) 发明名称

一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法

(57) 摘要

本发明提出了一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法,属于多臂航天器系统机电一体化快速对接领域。它包括对接主体和对接受体,对接主体包括主体壳体、驱动机构、滑块、钢珠、轴向限位器、电气接头公头和导向头,驱动机构设置在主体壳体内,驱动机构与滑块相连,主体壳体沿周向开设有多个钢珠孔,钢珠设置在钢珠孔内,导向头连接在主体壳体的下方,轴向限位器数量为多个,多个轴向限位器通过连杆结构与滑块相连,电气接头公头与滑块底部相连,对接受体包括受体壳体、对接腔体和电气接头母头,受体壳体内设置对接腔体,电气接头母头设置在对接腔体底部。它主要用于多臂航天器变拓扑及快速对接。



1. 一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:它包括对接主体(20)和对接受体(26),所述对接主体(20)包括主体壳体(1)、驱动机构、滑块(4)、钢珠(8)、轴向限位器(10)、电气接头公头(12)和导向头(13),所述驱动机构设置在主体壳体(1)内,所述驱动机构与滑块(4)相连,驱动滑块(4)沿轴向运动,所述主体壳体(1)沿周向开设有多个钢珠孔(21),所述钢珠(8)设置在钢珠孔(21)内,所述滑块(4)沿轴向依次设置有钢珠限位面一(35)、钢珠限位面二(37)和钢珠挤压面(36),所述导向头(13)连接在主体壳体(1)的下方,所述导向头(13)和主体壳体(1)上均开设有槽,两个槽对接形成限位器避位槽(22),所述轴向限位器(10)位置与限位器避位槽(22)对应,数量为多个,多个轴向限位器(10)通过连杆结构与滑块(4)相连,所述电气接头公头(12)与滑块(4)底部相连,所述对接受体(26)包括受体壳体(14)、对接腔体和电气接头母头(18),所述受体壳体(14)内设置对接腔体,所述电气接头母头(18)设置在对接腔体底部,所述对接腔体的腔形与对接主体(20)形状匹配,内部设置有钢珠滑动边(16)和轴向限位环(17),所述对接主体(20)与机械臂末端(33)相连,多个机械臂(40)均分别通过对接受体(26)与航天器本体(42)相连。

2. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述驱动机构包括伺服电机(2)、减速机(3)和丝杠(7),所述伺服电机(2)与减速机(3)相连,所述丝杠(7)与减速机(3)输出端相连,所述丝杠(7)与滑块(4)螺纹连接。

3. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述滑块(4)上设置有滑块导向柱(5),所述主体壳体(1)上设置有导向槽(6),所述滑块导向柱(5)设置在导向槽(6)内。

4. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述滑块(4)与连杆(9)转动连接,所述连杆(9)与轴向限位器(10)转动连接,所述轴向限位器(10)与主体壳体(1)转动相连。

5. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述主体壳体(1)上设置有周向限位块(19),所述受体壳体(14)上设置有周向限位槽(15),所述周向限位块(19)和周向限位槽(15)配合相连。

6. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述电气接头公头(12)通过电气接头公头连接柱(11)与滑块(4)相连,所述电气接头公头(12)上设置有公头插针金属外壳(38),公头插针金属外壳(38)内设置有公头插针(23),所述电气接头母头(18)上设置有母头弹性插针(25),所述电气接头公头(12)上开设有连杆避位槽(39)。

7. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述对接受体(26)一端设置有机臂端接口(24),另一端设置有航天器本体接口(27),所述航天器本体接口(27)上设置有航天器本体电气接口及插针(28)。

8. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所述机械臂末端(33)上设置有末端工具切换转头(31),所述末端工具切换转头(31)与末端工具切换转盘(32)相连,所述末端工具切换转盘(32)上设置对接主体(20)、末端工具(29)和末端夹爪(30),所述机械臂末端(33)通过末端连接壳体(34)与机械臂(40)的末端电机相连。

9. 根据权利要求1所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,其特征在于:所

述航天器本体(42)上设置有多适配工具(41),所述适配工具(41)具有与对接受体(26)相同的对接腔体。

10.一种如权利要求1所述的多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法,其特征在于:它包括以下步骤:

步骤1:对接主体(20)通过视觉技术对准对接受体(26)准备进行对接;

步骤2:对接主体(20)缓慢插入对接受体(26)的对接腔体内,沿着贴合面向内滑动,此时滑块(4)未动,钢珠(8)被限制在滑块(4)上的钢珠限位面二(37)与对接腔体之间;

步骤3:当对接主体(20)的周向限位块(19)进入周向限位槽(15)之后,到达精密接触面位置之后,伺服电机(2)开始转动,带动减速机(3)转动,进而带动丝杠(7)转动,推动滑块(4)向下移动,从而使钢珠挤压面(36)挤压钢珠(8)向外运动,同时钢珠(8)受力沿着对接受体(26)内的钢珠滑动边(16)滑动,从而产生压力迫使对接主体(20)向下继续插入对接受体(26)的对接腔体内,同时由于滑块(4)的运动,带动连杆(9)及轴向限位器(10)运动,使轴向限位器(10)旋转;

步骤4:伺服电机(2)继续转动,推动滑块(4)继续向下移动,由于钢珠(8)的运动,使得对接主体(20)不断插入对接受体(26)的腔体内,直至对接主体(20)与对接受体(26)的贴合面完全贴合,此时钢珠(8)被限制在滑块(4)上的钢珠限位面一(35)与对接受体(26)的对接腔体之间,受力支撑着对接主体(20)与对接受体(26)的连接;

步骤5:伺服电机(2)继续转动,推动滑块(4)继续向下移动,带动电气接头公头(12)与电气接头母头(18)插接,同时轴向限位器(10)继续转动,当电气接头公头(12)与电气接头母头(18)插接完成,此时轴向限位器(10)限位端面与对接受体(26)的轴向限位环(17)紧密贴合,限制轴向位移,加强轴向连接强度,完成对接;

适配工具(41)具有与对接受体(26)相同的对接腔体,对接步骤与上述步骤1-5相同。

一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法

技术领域

[0001] 本发明属于多臂航天器系统机电一体化快速对接领域,特别是涉及一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法。

背景技术

[0002] 随着技术的进步,航天事业飞速发展,大型结构组合体航天器及空间设施如空间站、空间太阳能电站、载人深空飞行组合体、月球基地等是未来空间资源利用、宇宙探索以及长期在轨居住的重大战略级航天装备,因此受到广泛关注和持续研究。由于结构复杂,大型空间组合体一般采用模块化设计理念,经过多次发射和在轨组装的方式建造而成。大型空间组合体以及大型卫星等航天器制造成本高,时间周期长,未能正确入轨或者在轨失效,将会造成严重损失,因此在轨服务作为解决卫星维修、燃料加注、模块更换、在轨组装等问题的解决方案,成为目前研究的焦点。随着航天器的复杂化及功能的多元化,用于空间在轨服务的航天器系统也不断升级,呈现由单臂到多臂、单一功能到多功能、远程操控到自主操控等变化。目前美国、欧盟等组织验证的空间在轨服务项目大多为单臂的空间机器人,且功能单一,无法满足当前任务多变、复杂结构、特定场景的需求。具备自主操控能力的多功能空间多臂航天器系统未来将成为解决复杂卫星及大型空间组合体在轨维修和组装的最有前景的解决方案。而多臂航天器系统为了满足多场景的任务需求,需要具备变拓扑及更换末端工具的能力,因此机电一体化快速对接装置是具备变拓扑结构的重要环节。

[0003] 目前,快速更换接口广泛用于协作机器人领域,主要用于更换机械臂末端操作工具以及电气连接,但其驱动多采用气动方式,即通过空压机压缩空气经气路传输至末端,采用电磁阀调节气压实现末端操作工具锁紧与释放,并通过机械对接实现电气的连接,此种方式简单快捷,但需要有气源,限制了在空间中真空环境下的使用,并且只有行程两端为有效位置,中间过程无法使用,在从行程开端到行程末端的过程中冲击较大,影响使用寿命;传统对接装置是通过机械臂施加力使末端工具受压实现机械及电气连接,在空间环境中此方式会在造成航天器系统受力,会使处于失重状态的航天器系统出现位置和姿态的漂移,影响航天器执行任务;现有快换装置如通过气动元件或者电机经过蜗轮蜗杆传动带动丝杠推动滑块运动挤压钢球实现锁紧的快换装置,这样的结构可实现末端工具的快速换装,但是应用场景一般为末端工具较小的情况,因此对于空间应用的机械臂变拓场合,惯量较大,此种方式为球面点接触,轴向承载能力低,且周向无约束,会导致定位销或者电气插销受力,容易产生结构损坏,在大负载的场合可靠性较低,不适用于空间应用。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法,以解决现有技术中存在的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,它包括对接主体和对接受体,所述对接主体包括主体壳体、驱动机构、滑块、钢

珠、轴向限位器、电气接头公头和导向头,所述驱动机构设置在主体壳体内,所述驱动机构与滑块相连,驱动滑块沿轴向运动,所述主体壳体沿周向开设有多个钢珠孔,所述钢珠设置在钢珠孔内,所述滑块沿轴向依次设置有钢珠限位面一、钢珠限位面二和钢珠挤压面,所述导向头连接在主体壳体的下方,所述导向头和主体壳体上均开设有槽,两个槽对接形成限位器避位槽,所述轴向限位器位置与限位器避位槽对应,数量为多个,多个轴向限位器通过连杆结构与滑块相连,所述电气接头公头与滑块底部相连,所述对接受体包括受体壳体、对接腔体和电气接头母头,所述受体壳体内设置对接腔体,所述电气接头母头设置在对接腔体底部,所述对接腔体的腔形与对接主体形状匹配,内部设置有钢珠滑动边和轴向限位环,所述对接主体与机械臂末端相连,多个机械臂均分别通过对接受体与航天器本体相连。

[0006] 更进一步的,所述驱动机构包括伺服电机、减速机和丝杠,所述伺服电机与减速机相连,所述丝杠与减速机输出端相连,所述丝杠与滑块螺纹连接。

[0007] 更进一步的,所述滑块上设置有滑块导向柱,所述主体壳体上设置有导向槽,所述滑块导向柱设置在导向槽内。

[0008] 更进一步的,所述滑块与连杆转动连接,所述连杆与轴向限位器转动连接,所述轴向限位器与主体壳体转动相连。

[0009] 更进一步的,所述主体壳体上设置有周向限位块,所述受体壳体上设置有周向限位槽,所述周向限位块和周向限位槽配合相连。

[0010] 更进一步的,所述电气接头公头通过电气接头公头连接柱与滑块相连,所述电气接头公头上设置有公头插针金属外壳,公头插针金属外壳内设置有公头插针,所述电气接头母头上设置有母头弹性插针,所述电气接头公头上开设有连杆避位槽。

[0011] 更进一步的,所述对接受体一端设置有机臂端接口,另一端设置有航天器本体接口,所述航天器本体接口上设置有航天器本体电气接口及插针。

[0012] 更进一步的,所述机械臂末端上设置有末端工具切换转头,所述末端工具切换转头与末端工具切换转盘相连,所述末端工具切换转盘上设置对接主体、末端工具和末端夹具,所述机械臂末端通过末端连接壳体与机械臂的末端电机相连。

[0013] 更进一步的,所述航天器本体上设置有多适配工具,所述适配工具具有与对接受体相同的对接腔体。

[0014] 本发明还提供了一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法,它包括以下步骤:

[0015] 步骤1:对接主体通过视觉技术对准对接受体准备进行对接;

[0016] 步骤2:对接主体缓慢插入对接受体的对接腔体内,沿着贴合面向内滑动,此时滑块未动,钢珠被限制在滑块上的钢珠限位面二与对接腔体之间;

[0017] 步骤3:当对接主体的周向限位块进入周向限位槽之后,到达精密接触面位置之后,伺服电机开始转动,带动减速机转动,进而带动丝杠转动,推动滑块向下移动,从而使钢珠挤压面挤压钢珠向外运动,同时钢珠受力沿着对接受体内的钢珠滑动边滑动,从而产生压力迫使对接主体向下继续插入对接受体的对接腔体内,同时由于滑块的运动,带动连杆及轴向限位器运动,使轴向限位器旋转;

[0018] 步骤4:伺服电机继续转动,推动滑块继续向下移动,由于钢珠的运动,使得对接主体不断插入对接受体的腔体内,直至对接主体与对接受体的贴合面完全贴合,此时钢珠被

限制在滑块上的钢珠限位面一与对接受体的对接腔体之间,受力支撑着对接主体与对接受体的连接;

[0019] 步骤5:伺服电机继续转动,推动滑块继续向下移动,带动电气接头公头与电气接头母头插接,同时轴向限位器继续转动,当电气接头公头与电气接头母头插接完成,此时轴向限位器限位端面与对接受体的轴向限位环紧密贴合,限制轴向位移,加强轴向连接强度,完成对接;

[0020] 适配工具具有与对接受体相同的对接腔体,对接步骤与上述步骤1-5相同。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明根据多臂航天器系统的变拓扑需求,针对空间变拓扑高效率、大惯量、高强度、高精度等要求,提出了一种新型的多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置及对接方法,可满足多臂航天器快速高效的构型变换、高强度的连接以及高精度的锁紧等需求,实现多臂航天器系统末端工具的快速更换,以及拓扑构型的快速变换,保证机械结构的对接与断开、锁紧与释放,电气的连接与通断、启动与关闭。

[0022] 本发明采用电机+减速机的方式作为动力源,可适用于真空的太空环境;采用钢珠挤压斜边的方式,提高了机械对接的效率;将机械对接固定并进行周向限位,方便进行电气接口的对接,提高了对接的可靠性与效率;采用滑块带动连杆的方式,在进行电气接口对接完成后,限位器也与限位环紧密配合,保证了轴向强度;采用丝杠带动滑块,并设计为具有自锁能力的螺纹升角,加上伺服电机在对接完成后具有刹车功能,充分保证了在对接完成后,滑块位置的稳定性,即保证了整个结构的可靠性;电气接头母头采用轴向精密接触与轴向弹性接触的设计,在电气公母头对接完成之后,电气接头母头的芯轴处于压缩状态,使两者充分接触,保证了电气连接的可靠性与稳定性。在对接主体侧面设置有轴向限位块,而在对接受体上设置有周向限位槽,在对接时相对运动时,具有引导作用,在两者紧密接触后,不仅保证了电气接头公母头准确相互对准,而且能够起到周向限位的作用,使结构在对接后不存在周向自由度,提高了整体结构的强度和刚度。

附图说明

[0023] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0024] 图1为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置结构示意图;

[0025] 图2为本发明所述的对接主体结构示意图;

[0026] 图3为本发明所述的对接受体结构示意图;

[0027] 图4为本发明所述的机械臂末端结构示意图;

[0028] 图5为本发明所述的滑块结构示意图;

[0029] 图6为本发明所述的电气接头公头结构示意图;

[0030] 图7为本发明所述的机械臂连接结构示意图;

[0031] 图8为本发明所述的航天器本体结构示意图;

[0032] 图9为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法步骤1示意图;

[0033] 图10为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法步骤2示意图;

[0034] 图11为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法步骤3示意图；

[0035] 图12为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法步骤4示意图；

[0036] 图13为本发明所述的一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法步骤5示意图；

[0037] 图14为本发明所述的多臂航天器变拓扑示意图；

[0038] 图15为本发明所述的图14中的A处放大图；

[0039] 图16为本发明所述的机械手末端结构示意图；

[0040] 图17为本发明所述的灵巧手末端结构示意图；

[0041] 图18为本发明所述的钻头末端结构示意图。

[0042] 1-主体壳体,2-伺服电机,3-减速机,4-滑块,5-滑块导向柱,6-导向槽,7-丝杠,8-钢珠,9-连杆,10-轴向限位器,11-电气接头公头连接柱,12-电气接头公头,13-导向头,14-受体壳体,15-周向限位槽,16-钢珠滑动边,17-轴向限位环,18-电气接头母头,19-周向限位块,20-对接主体,21-钢珠孔,22-限位器避位槽,23-公头插针,24-机械臂端接口,25-母头弹性插针,26-对接受体,27-航天器本体接口,28-航天器本体电气接口及插针,29-末端工具,30-末端夹爪,31-末端工具切换转头,32-末端工具切换转盘,33-机械臂末端,34-末端连接壳体,35-钢珠限位面一,36-钢珠挤压面,37-钢珠限位面二,38-公头插针金属外壳,39-连杆避位槽,40-机械臂,41-适配工具,42-航天器本体。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地阐述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0044] 参见图1-18说明本实施方式,一种多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置,它包括对接主体20和对接受体26；

[0045] 所述对接主体20包括主体壳体1、驱动机构、滑块4、钢珠8、轴向限位器10、电气接头公头12和导向头13,所述驱动机构设置为主体壳体1内,所述驱动机构与滑块4相连,驱动滑块4沿轴向运动,所述主体壳体1沿周向开设有多个钢珠孔21,所述钢珠8设置在钢珠孔21内,通过钢珠孔21限制钢珠8的运动范围及自由度,所述滑块4沿轴向依次设置有钢珠限位面一35、钢珠限位面二37和钢珠挤压面36,通过三个面来挤压和限制钢珠8,实现锁紧功能,所述导向头13通过螺栓连接在主体壳体1的下方,所述导向头13和主体壳体1上均开设有槽,两个槽对接形成限位器避位槽22,所述轴向限位器10位置与限位器避位槽22对应,数量为多个,多个轴向限位器10通过连杆结构与滑块4相连,限位器避位槽22避开轴向限位器10运动轨迹,防止在轴向限位器10运动的时候产生的干涉,所述电气接头公头12与滑块4底部相连。

[0046] 所述对接受体26包括受体壳体14、对接腔体和电气接头母头18,所述受体壳体14内设置对接腔体,所述电气接头母头18设置在对接受腔体底部,所述对接腔体的腔形与对接主体20形状匹配,内部设置有钢珠滑动边16和轴向限位环17,所述对接主体20与机械臂末

端33相连,多个机械臂40均分别通过对接受体26与航天器本体42相连,可通过对接主体20与对接受体26的连接,实现多臂航天器拓扑构型的变换。

[0047] 所述驱动机构包括伺服电机2、减速机3和丝杠7,所述伺服电机2与减速机3通过键相连,保证运动的传递,所述丝杠7通过螺丝固定于减速机3输出端法兰,通过伺服电机2带动减速机3运动,从而降低丝杠7的转动速度并增大扭矩,所述丝杠7与滑块4螺纹连接,丝杠7运动带动同样设置有螺纹的滑块4沿着丝杠7轴向运动,从而把旋转运动转换为直线运动

[0048] 所述滑块4上设置有滑块导向柱5,所述主体壳体1上设置有导向槽6,所述滑块导向柱5设置在导向槽6内,限制滑块4的周向转动自由度,保证滑块4只沿丝杠7进行轴向运动。

[0049] 所述滑块4与连杆9转动连接,所述连杆9与轴向限位器10转动连接,所述轴向限位器10与主体壳体1转动相连。连杆9通过轴与滑块4相连接,具有一个转动自由度,连杆9通过轴与轴向限位器10相连接,轴向限位器10通过轴与主体壳体1相连接,构成连杆机构,在滑块4沿着丝杠7轴向运动的时候,可带动连杆9及轴向限位器10构成的连杆机构运动,从而使得轴向限位器10旋转并与受体壳体14中的对接腔体内部的轴向限位环17形成轴向约束。

[0050] 所述主体壳体1上设置有周向限位块19,所述受体壳体14上设置有周向限位槽15,所述周向限位块19和周向限位槽15配合相连。可在对接后限制对接主体20与对接受体26或者适配工具41的周向自由度。

[0051] 所述电气接头公头12通过电气接头公头连接柱11与滑块4固连,所述电气接头公头12上设置有公头插针金属外壳38,公头插针金属外壳38内设置有公头插针23,所述电气接头母头18上设置有母头弹性插针25,所述电气接头公头12上开设有连杆避位槽39。当滑块4运动的时候带动电气接头公头12一起沿丝杠7轴向运动,与对接受体26内部的电气接头母头18插接,完成电气连接,连杆避位槽39可防止在运动过程中连杆9与电气接头公头12的干涉。

[0052] 所述对接受体26一端设置有机臂端接口24,另一端设置有航天器本体接口27,所述航天器本体接口27上设置有航天器本体电气接口及插针28。

[0053] 所述机械臂末端33上设置有末端工具切换转头31,所述末端工具切换转头31与末端工具切换转盘32相连,所述末端工具切换转盘32上设置对接主体20、末端工具29和末端夹爪30,所述机械臂末端33通过末端连接壳体34与机械臂40的末端电机相连。通过末端工具切换转盘32带动末端工具切换转头31转动,可实现机械臂40的末端电机轴向工具根据任务需求在对接主体20、末端工具29和末端夹爪30之间相互切换,以适应不同的场景。

[0054] 所述航天器本体42上设置有多适配工具41,所述适配工具41具有与对接受体26相同的对接腔体结构,可与对接主体20轻松对接,实现多种适配工具41的切换,适应不同的任务场景。

[0055] 如图16-18所示,所述适配工具41包括但不限于机械手末端、灵巧手末端和钻头末端。多臂航天器变拓扑结构如图15所示。

[0056] 实施例中多臂航天器变拓扑机电一体化对接装置的对接方法包括以下步骤:

[0057] 步骤1:对接主体20通过视觉技术对准对接受体26准备进行对接;

[0058] 步骤2:对接主体20缓慢插入对接受体26的对接腔体内,沿着贴合面向内滑动,此时滑块4未动,钢珠8被限制在滑块4上的钢珠限位面二37与对接腔体之间;

[0059] 步骤3:当对接主体20的周向限位块19进入周向限位槽15之后,到达精密接触面位置之后,伺服电机2开始转动,带动减速机3转动,进而带动丝杠7转动,推动滑块4向下移动,从而使钢珠挤压面36挤压钢珠8向外运动,同时钢珠8受力沿着对接受体26内的钢珠滑动边16滑动,从而产生压力迫使对接主体20向下继续插入对接受体26的对接腔体内,同时由于滑块4的运动,带动连杆9及轴向限位器10运动,使轴向限位器10旋转;

[0060] 步骤4:伺服电机2继续转动,推动滑块4继续向下移动,由于钢珠8的运动,使得对接主体20不断插入对接受体26的腔体内,直至对接主体20与对接受体26的贴合面完全贴合,此时钢珠8被限制在滑块4上的钢珠限位面一35与对接受体26的对接腔体之间,受力支撑着对接主体20与对接受体26的连接;

[0061] 步骤5:伺服电机2继续转动,推动滑块4继续向下移动,带动电气接头公头12与电气接头母头18插接,同时轴向限位器10继续转动,当电气接头公头12与电气接头母头18插接完成,此时轴向限位器10限位端面与对接受体26的轴向限位环17紧密贴合,限制轴向位移,加强轴向连接强度。

[0062] 通过上述步骤1-5完成机械连接与电气连接。适配工具41具有与对接受体26相同的对接腔体,对接步骤与上述步骤1-5相同。

[0063] 以上公开的本发明实施例只是用于帮助阐述本发明。实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施方式。根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。

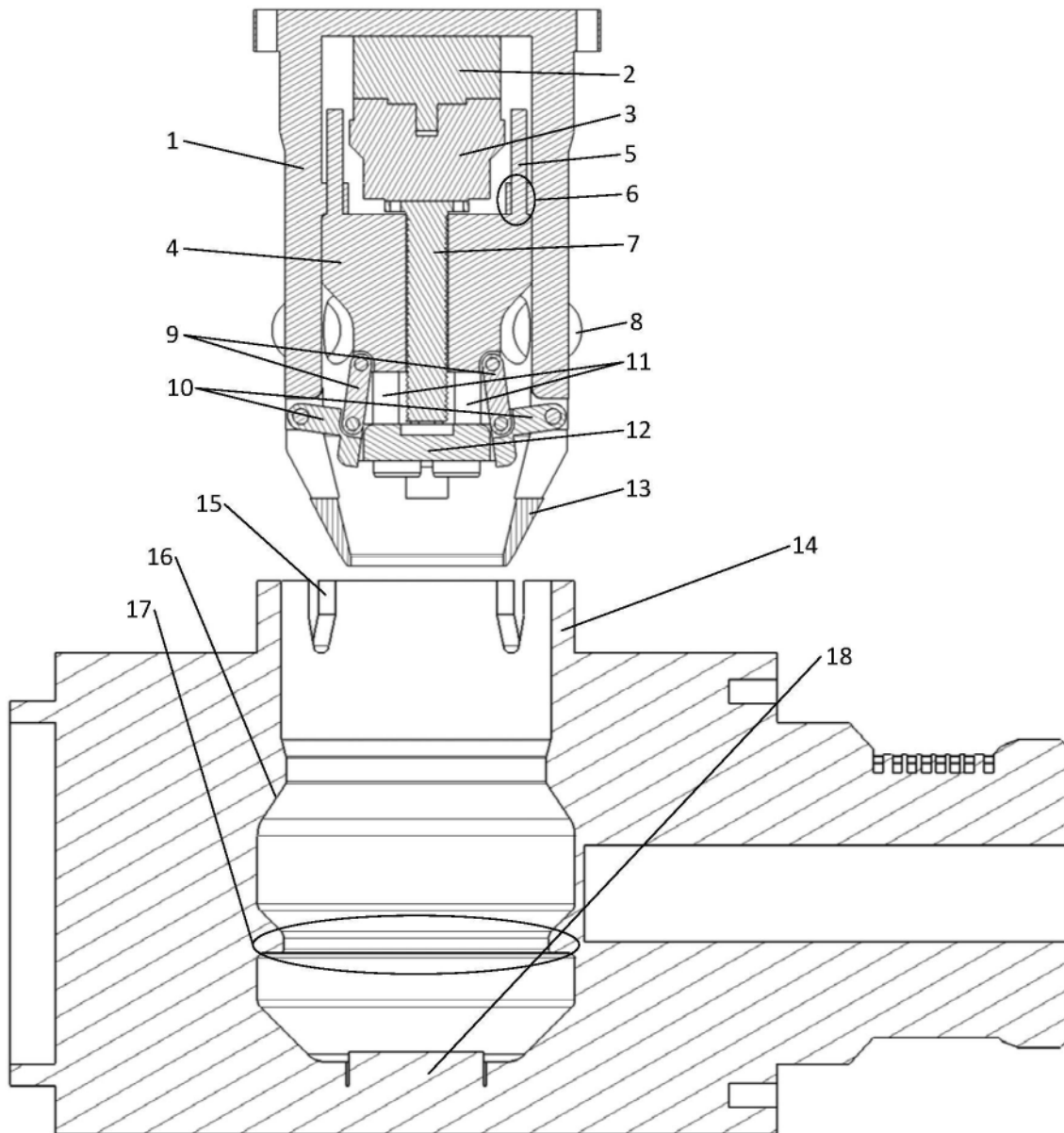


图1

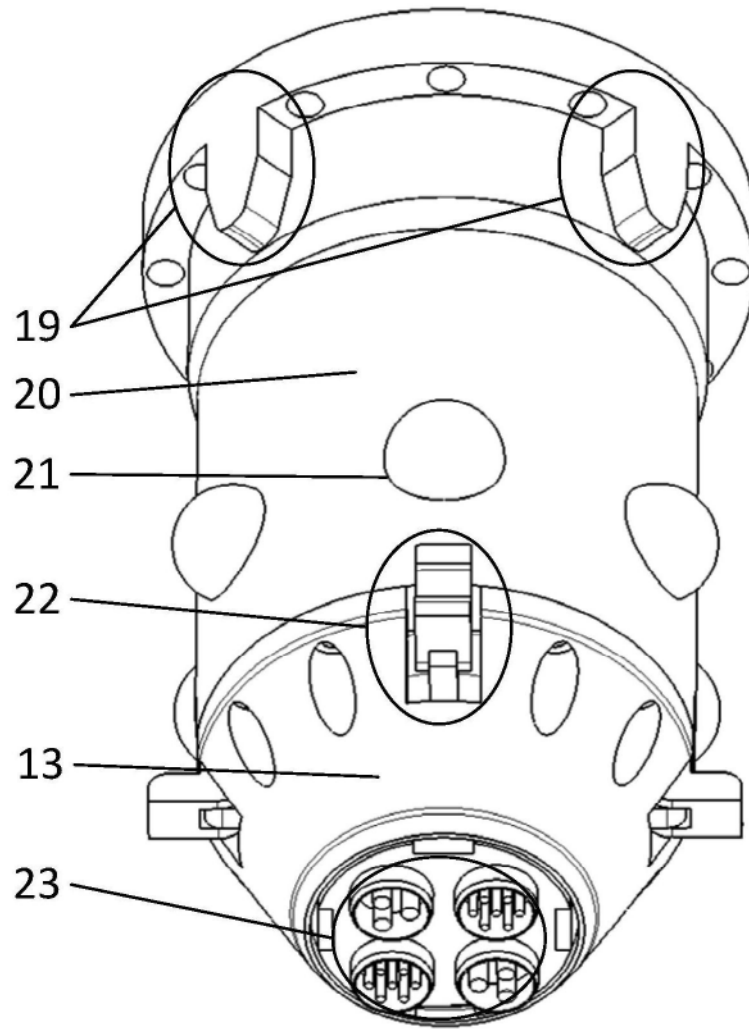


图2

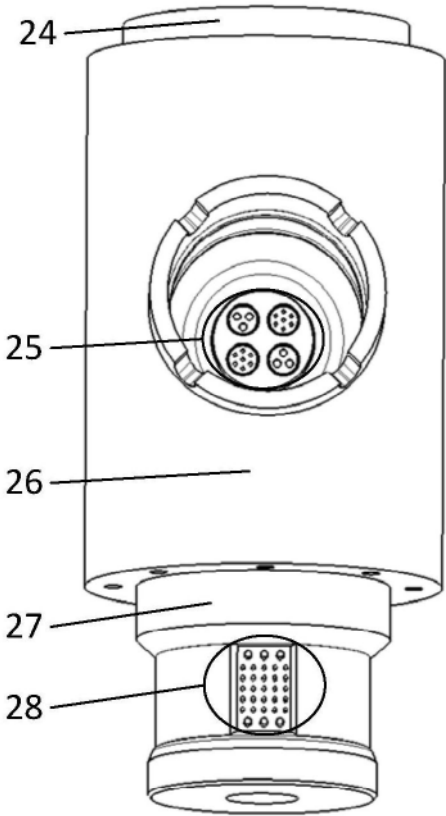


图3

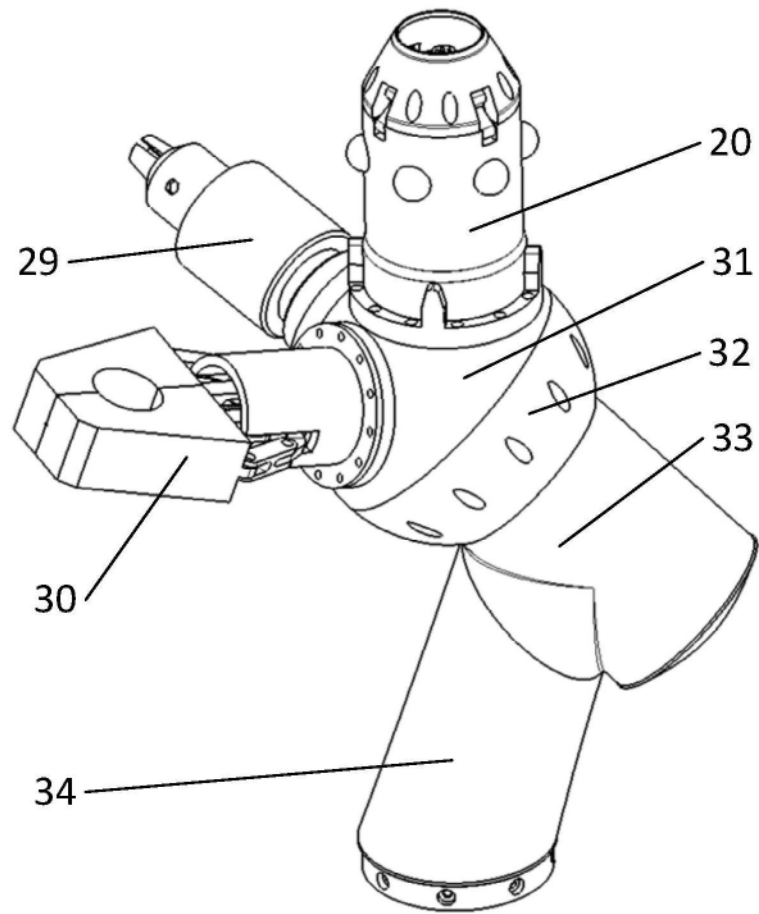


图4

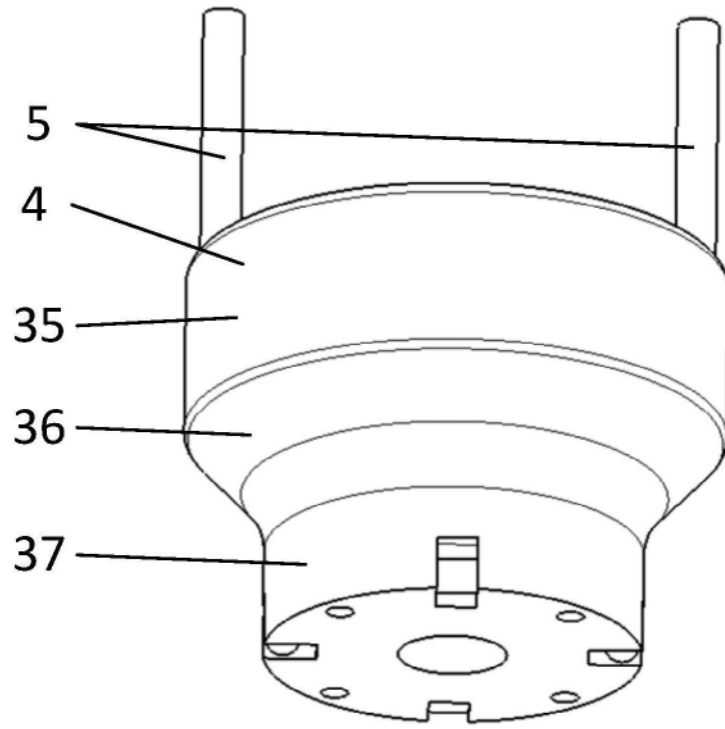


图5

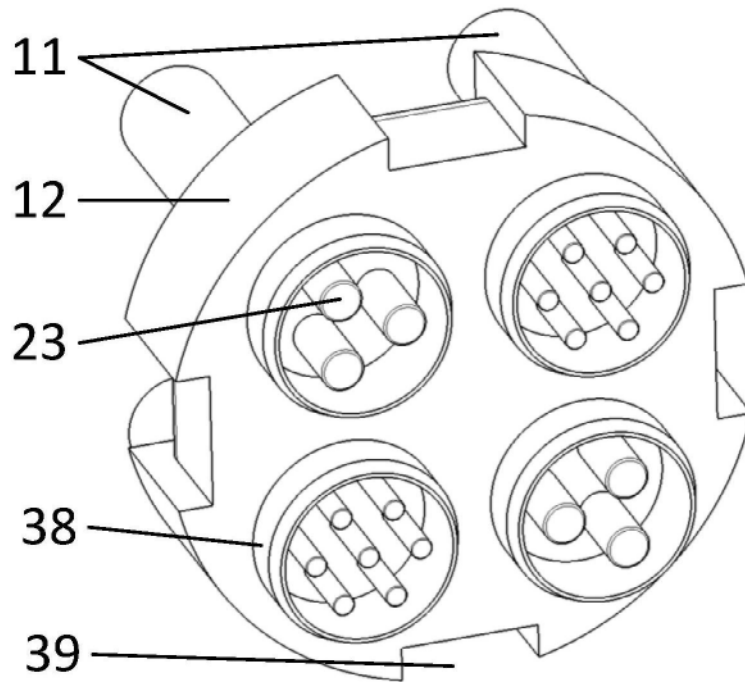


图6

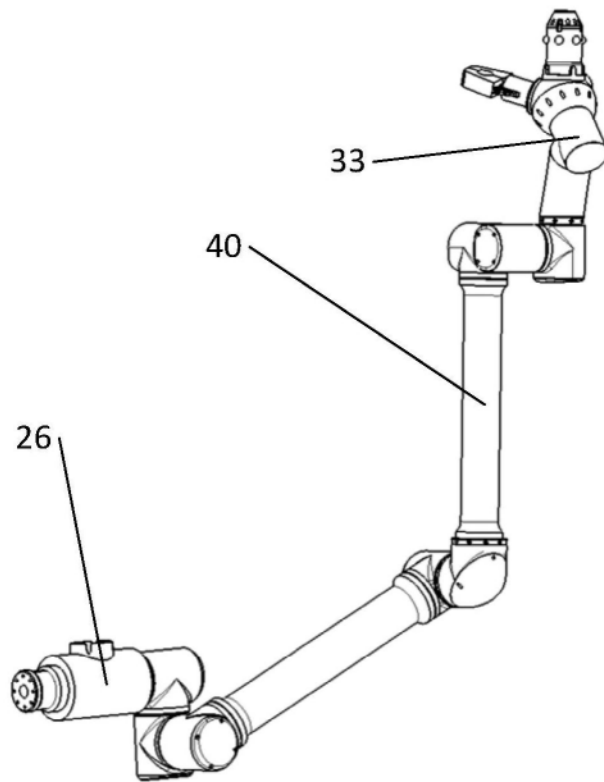


图7

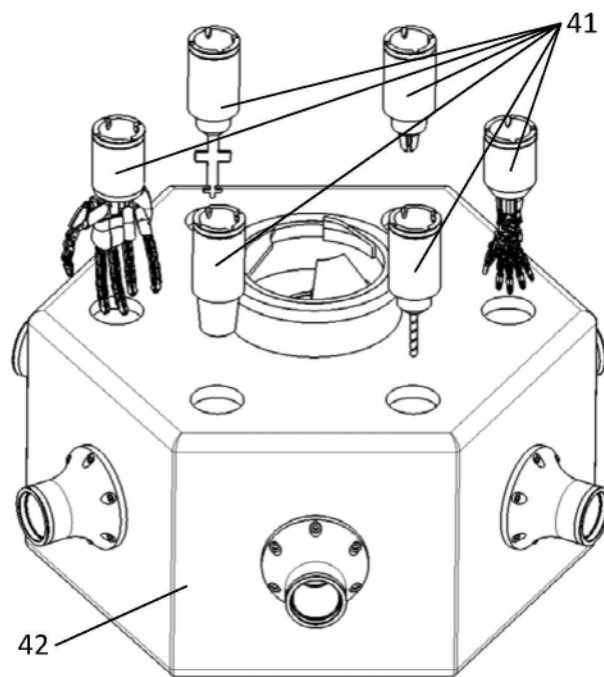


图8

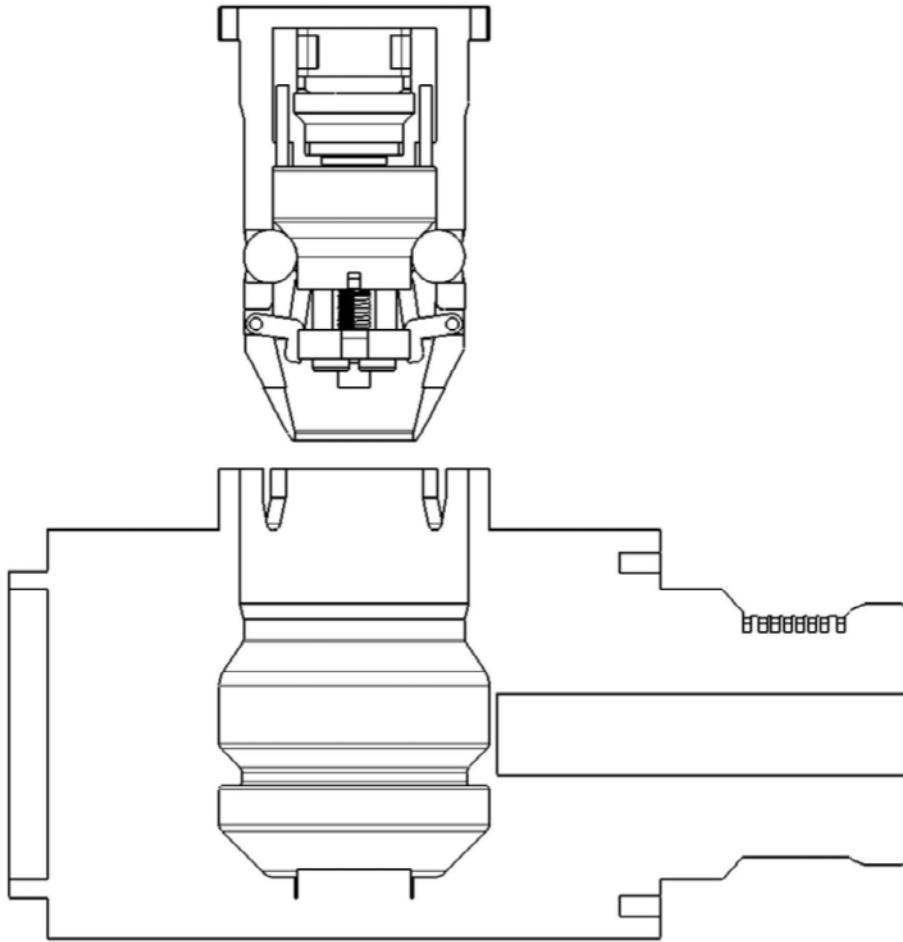


图9

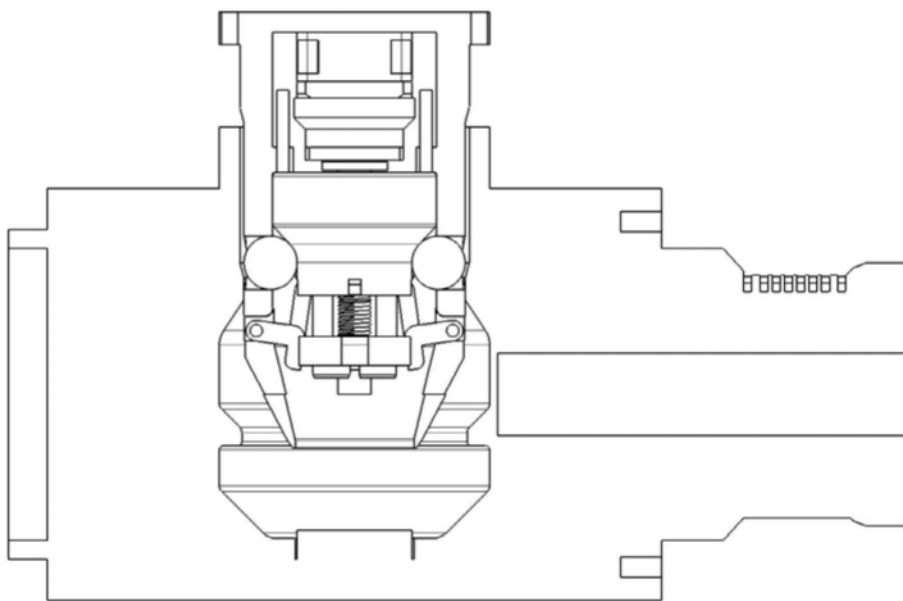


图10

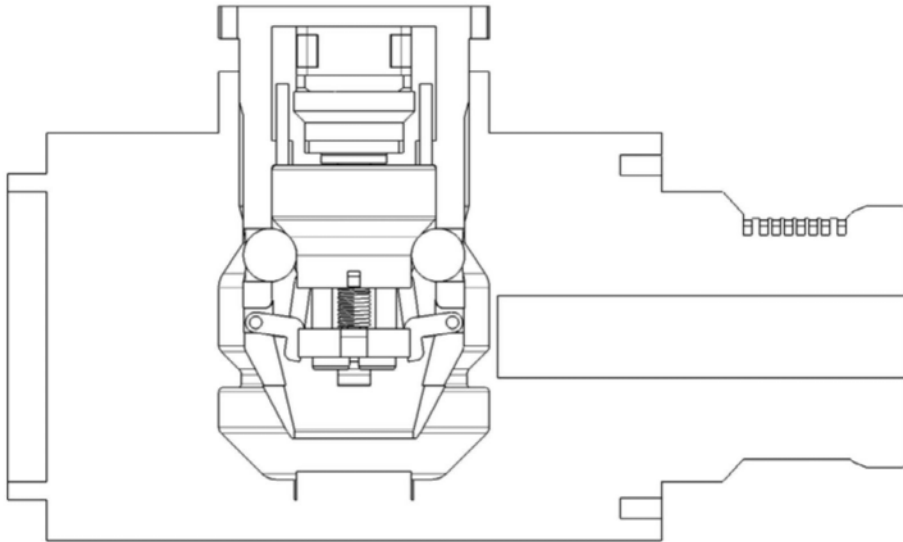


图11

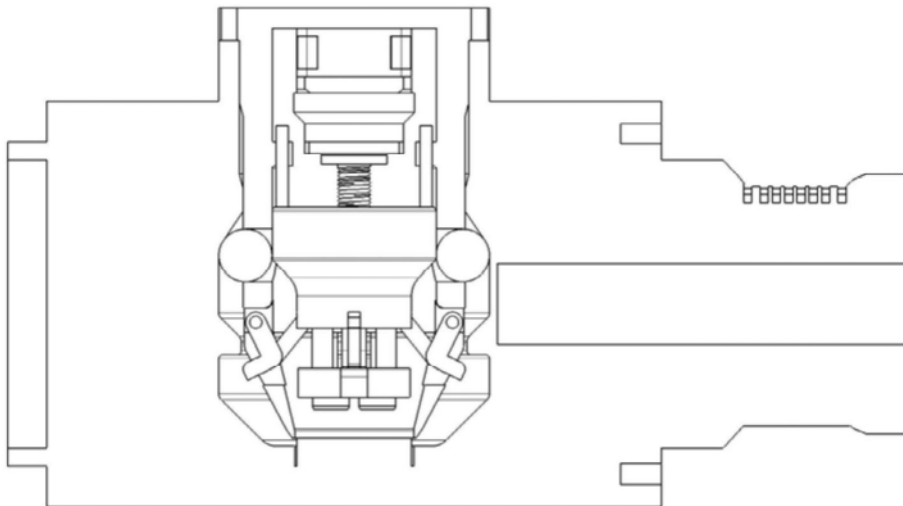


图12

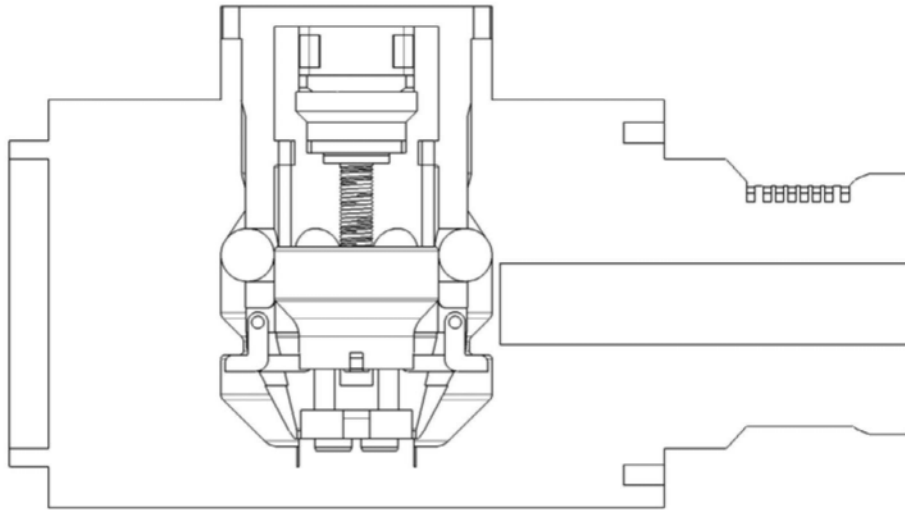


图13

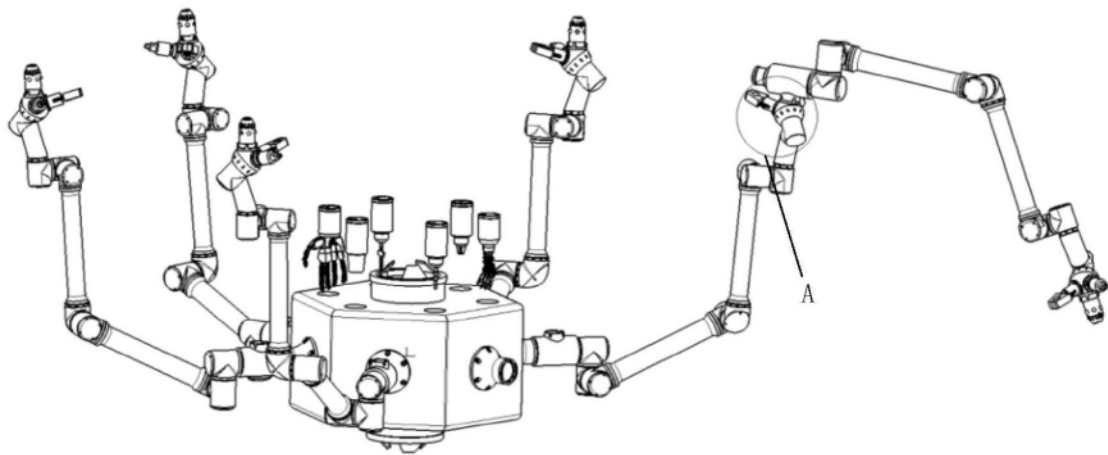


图14

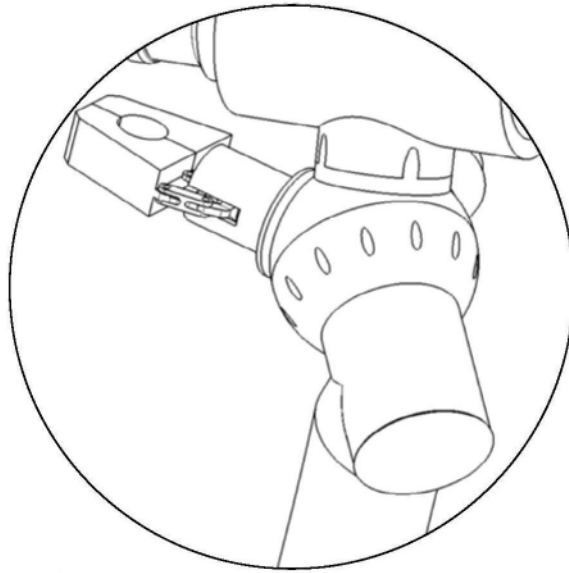


图15

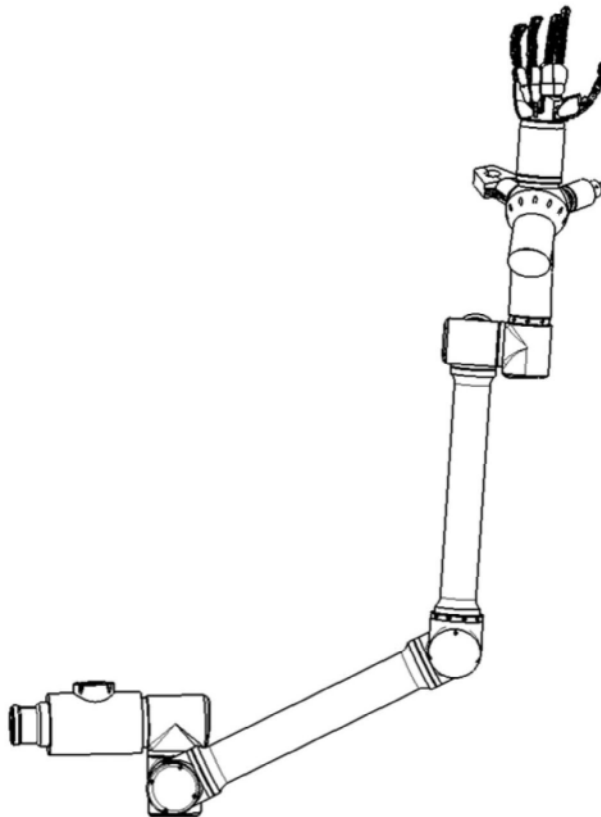


图16

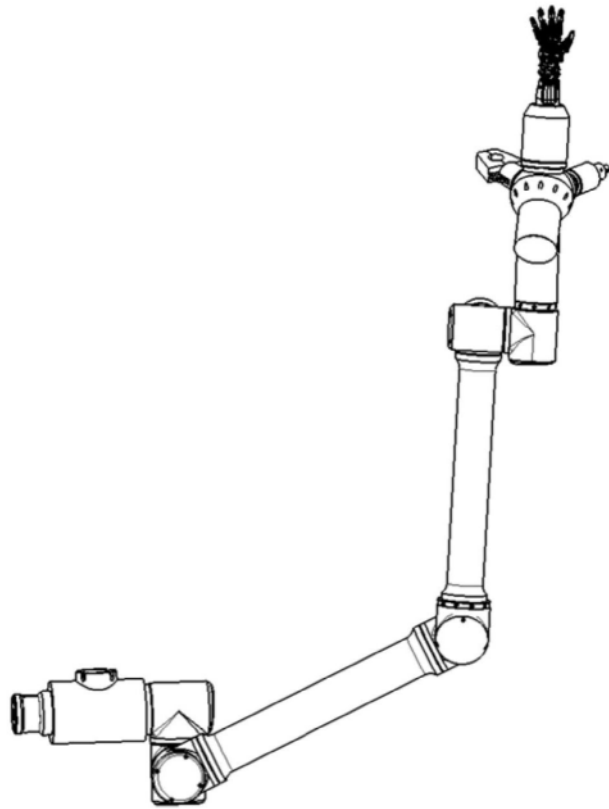


图17

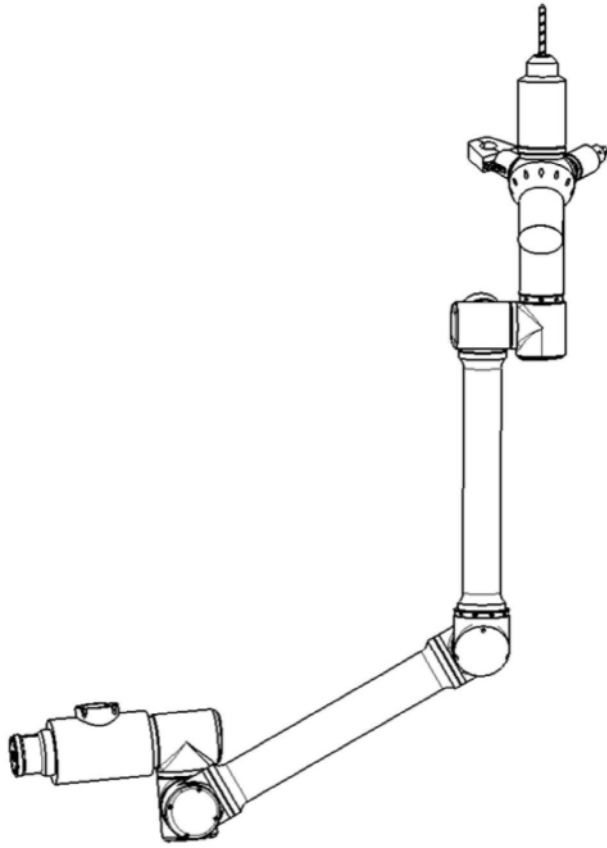


图18