



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103386688 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201310325270. 5

(22) 申请日 2013. 07. 30

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 刘宏 曹宝石 孙奎 谢宗武
任利学

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 高媛

(51) Int. Cl.

B25J 15/00(2006. 01)

B64G 4/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102294690 A, 2011. 12. 28, 全文.

WO 2010013418 A1, 2010. 02. 04, 全文.

US 2009146011 A1, 2009. 06. 11, 全文.

US 5005786 A, 1991. 04. 09, 全文.

CN 102107433 A, 2011. 06. 29, 全文.

CN 101722510 A, 2010. 06. 09, 全文.

US 5320395 A, 1994. 06. 14, 全文.

CN 101722509 A, 2010. 06. 09, 全文.

CN 102390548 A, 2012. 03. 28, 全文.

JP 平 1-295772 A, 1989. 11. 29, 全文.

JP 平 3-118299 A, 1991. 05. 20, 全文.

Nishida, S.

Yoshikawa, T.. A new end-effector for

on-orbit assembly of a large reflector.

《Control, Automation, Robotics and

Vision, 2006. ICARCV'06》. 2006,

杜昊等. 大容差空间合作目标捕获对接装置
设计的研究. 《机械设计与制造》. 2013,

孙奎等. 一种新型快速更换装置及其捕获容
差. 《机器人 ROBOT》. 2014,

审查员 范有余

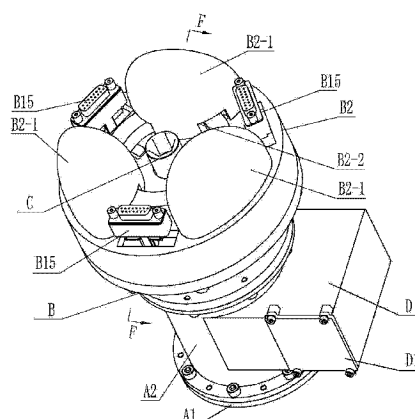
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于空间机器人末端的工具更换装置

(57) 摘要

一种用于空间机器人末端的工具更换装置, 它涉及一种工具更换装置, 以解决现有空间机器人用末端更换装置存在不能在捕获同时实现锁紧对接件、不能实现更换工具与标准接口在有误差条件下的大容差捕获以及不能实现捕获标准接口后的动力输出, 以满足对接目标安装维护的问题, 它包括底座、连接套, 捕获锁紧及电器推送系统和驱动机构; 接口套的下端面与连接套连接, 接口套的上端面上连接有对接套; 连接套内设置有第一电机, 接口套内设置有第一谐波传动减速器和旋转体; 第一电机的传动轴与第一波发生器连接; 所述驱动机构包括第二电机、第二谐波传动减速器和套筒扳手, 第二电机的转轴与第二波发生器连接。本发明用于空间机器人。



1. 一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述装置包括底座(A1)、连接套(A2),捕获锁紧及电器推送系统(B)和驱动机构(C),底座(A1)上安装有连接套(A2);

所述捕获锁紧及电器推送系统(B)包括接口套(B1)、对接套(B2)、第一电机(B5)、第一谐波传动减速器(B7)、旋转体(B11)、三组捕获爪(B12)、三组触点开关(B14)和三组电器转推机构(B15);

接口套(B1)的下端面与连接套(A2)连接,接口套(B1)的上端面上连接有对接套(B2);连接套(A2)内设置有第一电机(B5),接口套(B1)内设置有第一谐波传动减速器(B7)和旋转体(B11),所述第一谐波传动减速器(B7)包括第一波发生器(B7-1)、第一刚轮(B7-2)、第一柔轮(B7-3)和第一壳体(B7-4);

第一电机(B5)的传动轴(B5-1)与第一波发生器(B7-1)连接,第一刚轮(B7-2)与壳体(B7-4)连接,所述第一柔轮(B7-3)与位于第一柔轮(B7-3)上方的旋转体(B11)连接;

对接套(B2)上沿圆周方向均布加工有三个向上凸起的腔室(B2-1),三组捕获爪(B12)沿圆周方向均布连接在旋转体(B11)上,三组捕获爪(B12)分别置于相应的腔室(B2-1)内,每个腔室(B2-1)的侧壁上加工有通孔(B2-2),对接套(B2)的上端面上沿圆周方向均布设置有三组触点开关(B14);

三组电器转推机构(B15)沿圆周方向均布设置在旋转体(B11)的外侧壁上,三组电器转推机构(B15)能在旋转体(B11)上沿传动轴(B5-1)的周向旋转运动,并能沿传动轴(B5-1)的轴向升降运动;

所述驱动机构(C)包括第二电机(C3)、第二谐波传动减速器(C5)和套筒扳手(C7),所述第二谐波传动减速器(C5)包括第二波发生器(C5-1)、第二刚轮(C5-2)、第二柔轮(C5-3)和第二壳体(C5-4),第二电机(C3)安装在位于第一电机(B5)下方的底座(A1)上,第二电机(C3)的转轴(C3-1)与第二波发生器(C5-1)连接,第二刚轮(C5-2)与第二壳体(C5-4)连接,第二柔轮(C5-3)与套筒扳手(C7)的接杆(C7-1)可拆卸连接,套筒扳手(C7)的套筒依次穿过传动轴(B5-1)、第一波发生器(B7-1)、第一柔轮(B7-3)并伸出旋转体(B11)外。

2. 根据权利要求1所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述连接套(A2)为圆筒形连接套。

3. 根据权利要求2所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述接口套(B1)为锥筒形接口套,所述对接套(B2)为圆筒形对接套,接口套(B1)的小直径端与连接套(A2)连接,接口套(B1)的大直径端与对接套(B2)连接。

4. 根据权利要求1、2或3所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述旋转体(B11)为具有空腔的圆柱。

5. 根据权利要求4所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述装置还包括第一连接件(B9)和第二连接件(B10),所述第一电机(B5)的传动轴(B5-1)通过第一连接件(B9)与第一波发生器(B7-1)连接,所述第一柔轮(B7-3)通过第二连接件(B10)与位于第一柔轮(B7-3)上方的旋转体(B11)连接。

6. 根据权利要求1或2所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述每组电器转推机构(B15)包括连接器(B15-1)、基座(B15-2)、上滚体(B15-3)和下滚体(B15-4),所述旋转体(B11)的外侧壁上沿传动轴(B5-1)的周向均布设置有三个向下倾

斜的轨道(B11-1),连接器(B15-1)安装在基座(B15-2)的上端,上滚体(B15-3)和下滚体(B15-4)分别安装在基座(B15-2)的下端,且上滚体(B15-3)和下滚体(B15-4)之间通过轨道(B11-1)连接。

7. 根据权利要求6所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述上滚体(B15-3)和下滚体(B15-4)均为轴承。

8. 根据权利要求1、2、3、5或7所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述装置还包括动力控制系统(D),所述动力控制系统(D)包括控制箱(D1)和线路板,控制箱(D1)安装在连接套(A2)的外壁上,线路板安装在控制箱(D1)内。

9. 根据权利要求8所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述驱动机构(C)还包括两个螺栓(C8),第二柔轮(C5-3)通过两个螺栓(C8)与套筒扳手(C7)的接杆(C7-1)可拆卸连接。

10. 根据权利要求1、2、3、5、7或9所述的一种用于空间机器人末端的工具更换装置,其特征在于:所述装置还包括三个碟簧组(B13),三组捕获爪(B12)通过相应的碟簧组(B13)均布连接在旋转体(B11)上,每个碟簧组(B13)的碟簧的数量为至少一个。

一种用于空间机器人末端的工具更换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种工具更换装置,具体涉及一种用于空间机器人末端的工具更换装置。

背景技术

[0002] 在过去的二十年中,空间开发中的一些重大成功越发凸显了在轨维护的重要性。作为空间开发者,我们的挑战已经超出了仅仅发射复杂的航天器系统。我们面临的需求是如何更加充分的开发已发射航天器系统,来构建大型组织结构进行新的科学研究和为下一步空间开发提供经济效益高的可靠的支持。由于空间环境的复杂多样性及出舱活动的高风险性,使得各国都加快了空间机器人技术的研究。能够操作多种不同负载的空间机械臂末端更换装置成了该领域的关键技术之一。

[0003] 目前有关空间机器人末端的更换装置主要有加拿大的末端更换装置 OTCM (ORU Tool Changeout Mechanism),此装置用于在空间站远程操作系统 SSRMS (Space Station Remote Manipulator System), 可根据不同的任务选择不同的工具完成任务;美国轨道快车计划中使用的 OECS (Orbital Express Capture Mechanism),这款使用“三叶草”形状的末端更换装置整个过程只需要一个电机驱动,并经过多次改进后实现了轨道快车计划中提出的低成本、高可靠性、通用性好的目标;还有欧空局曾经应用过的 CTED-R、TED、SSBB Gripper 等。

[0004] 但是上述末端更换装置存在功能单一的问题,比如,美国和加拿大的末端更换装置存在只能捕获,不能锁紧对接件的问题;美国的末端更换装置不能实现更换工具与标准接口在有误差条件下的大容差捕获,美国的末端更换装置还不能实现捕获标准接口后的动力输出,以满足零件的安装维护的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为解决现有空间机器人用末端更换装置存在不能在捕获同时实现锁紧对接件、不能实现更换工具与标准接口在有误差条件下的大容差捕获以及不能实现捕获标准接口后的动力输出,以满足对接目标安装维护的问题,进而提供一种用于空间机器人末端的工具更换装置。

[0006] 本发明为解决上述问题采取的技术方案是:本发明的一种用于空间机器人末端的工具更换装置包括底座、连接套,捕获锁紧及电器推送系统和驱动机构;底座上安装有连接套;

[0007] 所述捕获锁紧及电器推送系统包括接口套、对接套、第一电机、第一谐波传动减速器、旋转体、三组捕获爪、三组触点开关和三组电器转推机构;

[0008] 接口套的下端面与连接套连接,接口套的上端面上连接有对接套;连接套内设置有第一电机,接口套内设置有第一谐波传动减速器和旋转体,所述第一谐波传动减速器包括第一波发生器、第一刚轮、第一柔轮和第一壳体;

[0009] 第一电机的传动轴与第一波发生器连接,第一刚轮与壳体连接,所述第一柔轮与位于第一柔轮上方的旋转体连接;

[0010] 对接套上沿圆周方向均布加工有三个向上凸起的腔室,三组捕获爪沿圆周方向均布连接在旋转体上,三组捕获爪分别置于相应的腔室内,每个腔室的侧壁上加工有通孔,对接套的上端面上沿圆周方向均布设置有三组触点开关;

[0011] 三组电器转推机构沿圆周方向均布设置在旋转体的外侧壁上,三组电器转推机构能在旋转体上沿传动轴的周向旋转运动,并能沿传动轴的轴向升降运动;

[0012] 所述驱动机构包括第二电机、第二谐波传动减速器和套筒扳手,所述第二谐波传动减速器包括第二波发生器、第二刚轮、第二柔轮和第二壳体,第二电机安装在位于第一电机下方的底座上,第二电机的转轴与第二波发生器连接,第二刚轮与第二壳体连接,第二柔轮与套筒扳手的接杆可拆卸连接,套筒扳手的套筒依次穿过传动轴、第一波发生器、第一柔轮并伸出旋转体外。

[0013] 本发明的有益效果是:本发明的对接套上沿传动轴的周向均布加工有三个向上凸起的腔室,腔室的外表面为曲面,与对接件配合设置,实现了更换工具与标准接口有误差条件下的大容差捕获,当垂直转动误差为 0 时,位置容差为 $\pm 24\text{mm}$;当垂直转动误差为 10° 时,位置容差为 $\pm 16\text{mm}$;本发明设计的捕获锁紧及电器推送系统不仅有力地能实现了对目标的对中捕获,通过第一电机带动旋转体的旋转能实现对目标的锁紧,实现了捕获抓取后的锁紧;三组电器转推机构还能实现本发明与对接目标的电气连接;本发明设计的驱动机构实现了捕获对接目标后的动力输出,也即实现了能进行对接目标零件的安装维护。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明的立体结构示意图,图 2 是图 1 的 F-F 剖视图,图 3 是图 1 中去除对接套后的立体结构示意图,图 4 是旋转体和捕获爪连接结构示意图,图 5 是三组电器转推机构的立体结构示意图,图 6 是驱动机构的主剖视结构示意图。

具体实施方式

[0015] 具体实施方式一:结合图 1-图 6 说明本实施方式,本实施方式的一种用于空间机器人末端的工具更换装置包括底座 A1、连接套 A2,捕获锁紧及电器推送系统 B 和驱动机构 C;底座 A1 上安装有连接套 A2;

[0016] 所述捕获锁紧及电器推送系统 B 包括接口套 B1、对接套 B2、第一电机 B5、第一谐波传动减速器 B7、旋转体 B11、三组捕获爪 B12、三组触点开关 B14 和三组电器转推机构 B15;

[0017] 接口套 B1 的下端面与连接套 A2 连接,接口套 B1 的上端面上连接有对接套 B2;连接套 A2 内设置有第一电机 B5,接口套 B1 内设置有第一谐波传动减速器 B7 和旋转体 B11,所述第一谐波传动减速器 B7 包括第一波发生器 B7-1、第一刚轮 B7-2、第一柔轮 B7-3 和第一壳体 B7-4;

[0018] 第一电机 B5 的传动轴 B5-1 与第一波发生器 B7-1 连接,第一刚轮 B7-2 与壳体 B7-4 连接,所述第一柔轮 B7-3 与位于第一柔轮 B7-3 上方的旋转体 B11 连接;

[0019] 对接套 B2 上沿圆周方向均布加工有三个向上凸起的腔室 B2-1,三组捕获爪 B12 沿圆周方向均布连接在旋转体 B11 上,三组捕获爪 B12 分别置于相应的腔室 B2-1 内,每个腔

室 B2-1 的侧壁上加工有通孔 B2-2, 对接套 B2 的上端面上沿圆周方向均布设置有三组触点开关 B14;

[0020] 三组电器转推机构 B15 沿圆周方向均布设置在旋转体 B11 的外侧壁上, 三组电器转推机构 B15 能在旋转体 B11 上沿传动轴 B5-1 的周向旋转运动, 并能沿传动轴 B5-1 的轴向升降运动;

[0021] 所述驱动机构 C 包括第二电机 C3、第二谐波传动减速器 C5 和套筒扳手 C7, 所述第二谐波传动减速器 C5 包括第二波发生器 C5-1、第二刚轮 C5-2、第二柔轮 C5-3 和第二壳体 C5-4, 第二电机 C3 安装在位于第一电机 B5 下方的底座 A1 上, 第二电机 C3 的转轴 C3-1 与第二波发生器 C5-1 连接, 第二刚轮 C5-2 与第二壳体 C5-4 连接, 第二柔轮 C5-3 与套筒扳手 C7 的接杆 C7-1 可拆卸连接, 套筒扳手 C7 的套筒依次穿过传动轴 B5-1、第一波发生器 B7-1、第一柔轮 B7-3 并伸出旋转体 B11 外。

[0022] 本实施方式的对接套 B2 上沿圆周方向均布加工有三个向上凸起的腔室 B2-1, 三组捕获爪 B12 沿圆周方向均布连接在旋转体 B11 上, 对接套 B2 的上端面上沿周向均布设置有三组触点开关 B14; 三组电器转推机构 B15 沿圆周方向均布设置在旋转体 B11 的外侧壁上, 三个腔室 B2-1、三组捕获爪 B12、三组触点开关 B14 和三组电器转推机构 B15 可沿传动轴 B5-1 的圆周方向均布设置。

[0023] 本实施方式的第一电机 B5 还包括第一定子 B5-2、第一转子 B5-3、第一外壳 B5-4 和第一轴承盖 B5-5, 第一轴承盖 B5-5 与第一外壳 B5-4 连接, 第一转子 B5-3 与传动轴 B5-1 连接, 第一定子 B5-2 与第一外壳 B5-4 连接。

[0024] 本实施方式的第二电机 C3 还包括第二定子 C3-2、第二转子 C3-3、第二外壳 C3-4 和第二轴承盖 C3-5, 第二定子 C3-2 与第二外壳 C3-4 连接, 第二转子 C3-3 与转轴 C3-1 连接, 第二轴承盖 C3-5 与第二外壳 C3-4 连接。

[0025] 具体实施方式二: 结合图 1 和图 2 说明本实施方式, 本实施方式所述连接套 A2 为圆筒形连接套。如此设置, 使用方便, 满足设计要求和实际需要。其它与具体实施方式一相同。

[0026] 具体实施方式三: 结合图 2 说明本实施方式, 本实施方式所述接口套 B1 为锥筒形接口套, 所述对接套 B2 为圆筒形对接套, 接口套 B1 的小直径端与连接套 A2 连接, 接口套 B1 的大直径端与对接套 B2 连接。如此设置, 使用方便, 满足设计要求和实际需要。其它与具体实施方式二相同。

[0027] 具体实施方式四: 结合图 2 和图 4 说明本实施方式, 本实施方式所述旋转体 B11 为具有空腔的圆柱。如此设置, 使用方便, 连接可靠, 满足设计要求和实际需要。其它与具体实施方式一、二或三相同。

[0028] 具体实施方式五: 结合图 2 说明本实施方式, 本实施方式所述装置还包括第一连接件 B9 和第二连接件 B10, 所述第一电机 B5 的传动轴 B5-1 通过第一连接件 B9 与第一波发生器 B7-1 连接, 所述第一柔轮 B7-3 通过第二连接件 B10 与位于第一柔轮 B7-3 上方的旋转体 B11 连接。如此设置, 连接可靠方便, 满足实际需要。其它与具体实施方式四相同。

[0029] 具体实施方式六: 结合图 5 说明本实施方式, 本实施方式所述每组电器转推机构 B15 包括连接器 B15-1、基座 B15-2、上滚体 B15-3 和下滚体 B15-4, 所述旋转体 B11 的外侧壁上沿传动轴 B5-1 的周向均布设置有三个向下倾斜的轨道 B11-1, 连接器 B15-1 安装在基

座 B15-2 的上端,上滚体 B15-3 和下滚体 B15-4 分别安装在基座 B15-2 的下端,且上滚体 B15-3 和下滚体 B15-4 之间通过轨道 B11-1 连接。如此设置,在满足捕获对接目标的同时,能保证对接目标的电气连接,使用可靠方便,本实施方式的轨道 B11-1 上加工有用于安装基座 B15-2 的条形孔 B11-2,上滚体 B15-3 和下滚体 B15-4 能在轨道 B11-1 上滚动,本实施方式所述连接器 B15-1 可为 vga 接口。其它与具体实施方式一或二相同。

[0030] 具体实施方式七:结合图 5 说明本实施方式,本实施方式所述上滚体 B15-3 和下滚体 B15-4 均为轴承。如此设置,运行可靠稳定,满足实际工作的需要。其它与具体实施方式六相同。

[0031] 具体实施方式八:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式所述装置还包括动力控制系统 D,所述动力控制系统 D 包括控制箱 D1 和线路板,控制箱 D1 安装在连接套 A2 的外壁上,线路板安装在控制箱 D1 内。如此设置,能有效地对捕获锁紧及电器推送系统和驱动机构提供动力源并控制捕获锁紧及电器推送系统和驱动机构的运动。其它与具体实施方式一、二、三、五或七相同。

[0032] 具体实施方式九:结合图 6 说明本实施方式,本实施方式所述驱动机构 C 还包括两个螺栓 C8,第二柔轮 C5-3 通过两个螺栓 C8 与套筒扳手 C7 的接杆 C7-1 可拆卸连接。如此设置,连接方便,可靠。其它与具体实施方式八相同。

[0033] 具体实施方式十:结合图 4 说明本实施方式,本实施方式所述装置还包括三个碟簧组 B13,三组捕获爪 B12 通过相应的碟簧组 B13 均布连接在旋转体 B11 上,每个碟簧组 B13 的碟簧的数量为至少一个。如此设置,保证了旋转体能微小波动,在捕获锁紧对接目标时,具有很好的缓冲作用。其它与具体实施方式一、二、三、五、七或九相同。

[0034] 工作原理

[0035] 结合图 1-图 6 说明,本发明在空间机器人带动下实现与捕获目标的有容差对接,然后通过触点开关确定对接完成,捕获锁紧及电器推送系统中,第一电机启动,传动轴带动第一波发生器转动,第一柔轮作为从动轮,输出转动,带动旋转体转动,进而带动三组捕获爪转动,三组捕获爪分别能从相应腔室的侧壁上加工有的通孔中伸出,以实现对目标的捕获锁紧,腔室的外表面为曲面,与对接目标的形状一致,以实现大容差的捕获,驱动机构上的第二电机启动,第二电机的转轴带动第二波发生器转动,第二柔轮作为从动轮,输出传动,带动套筒扳手转动,实现动力输出,以实现对接目标零件的安装维护。

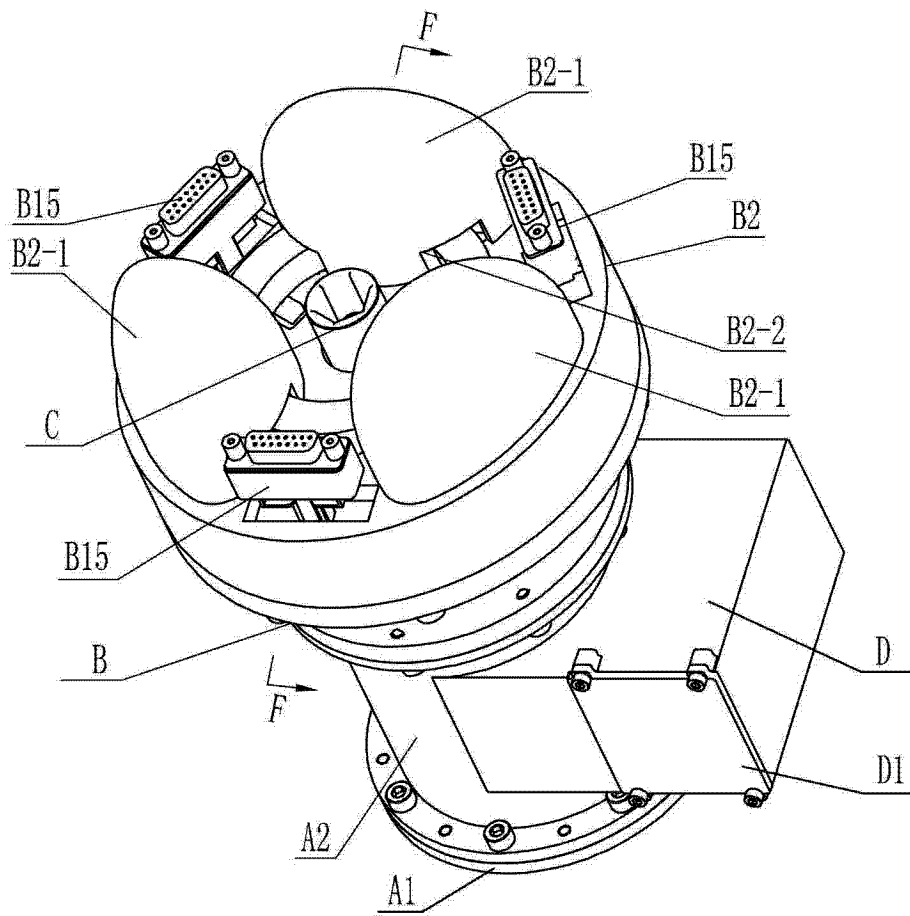


图 1

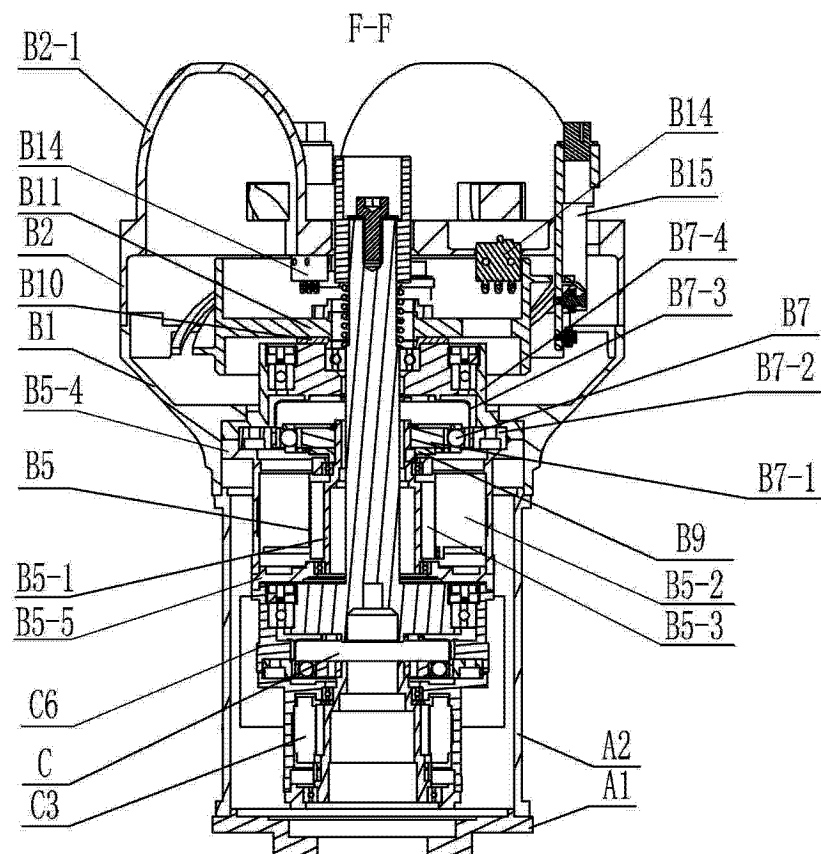


图 2

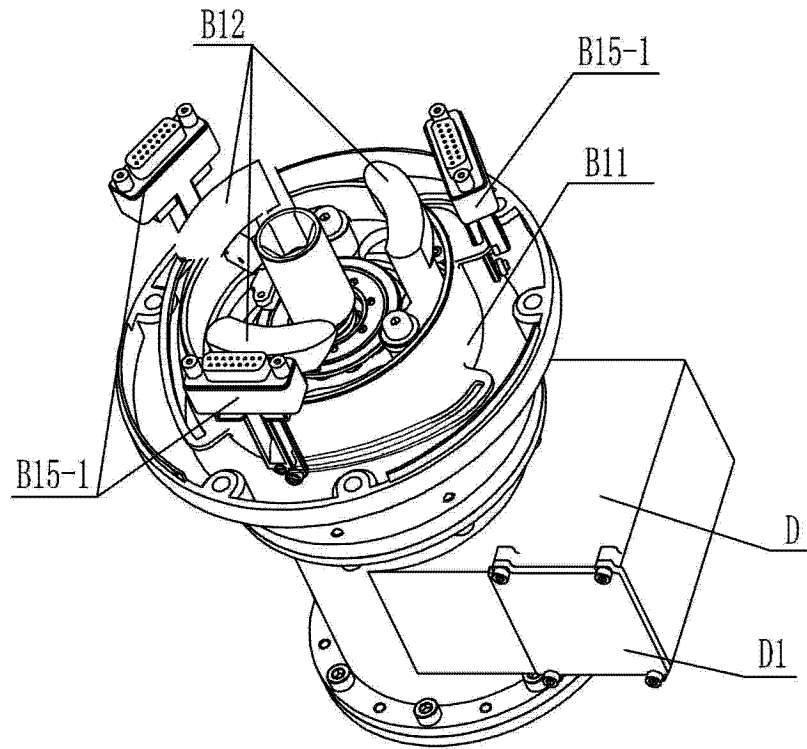


图 3

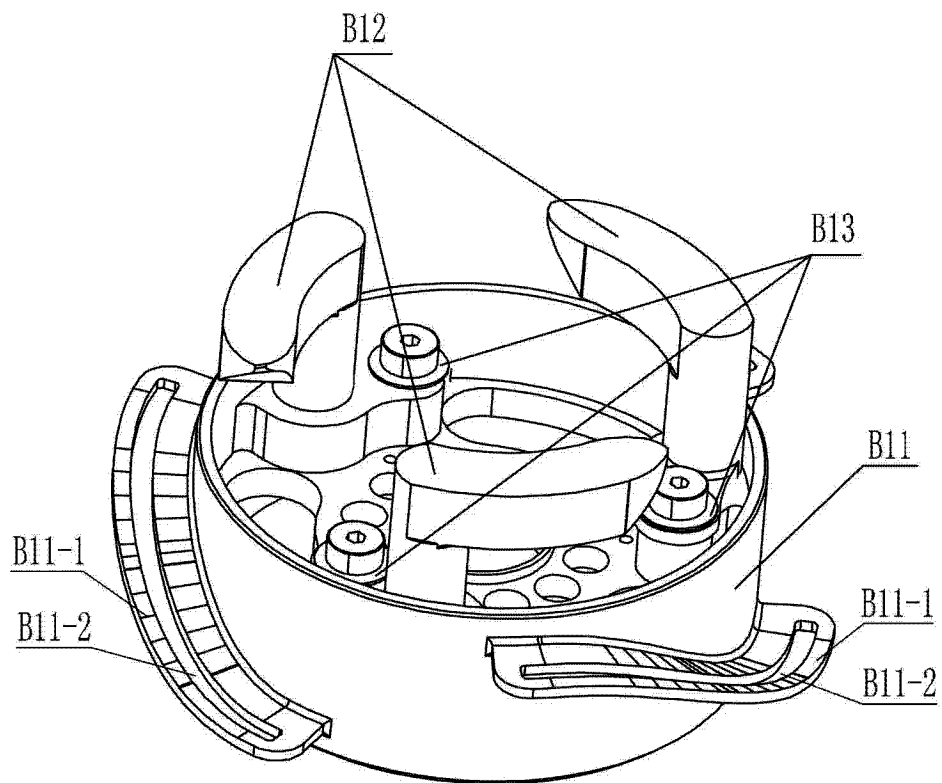


图 4

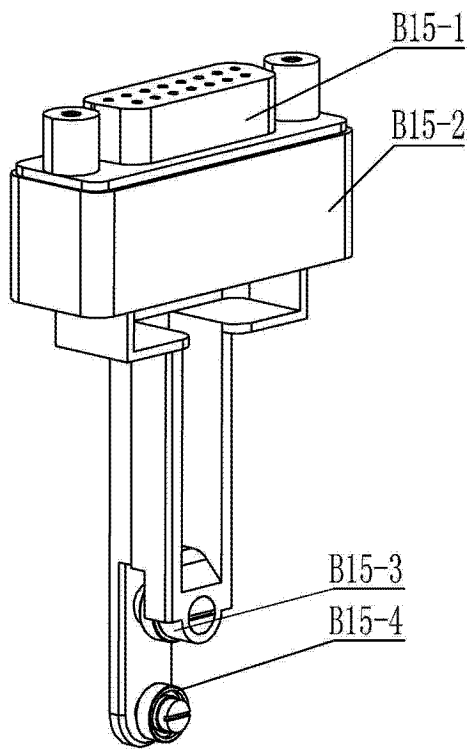


图 5

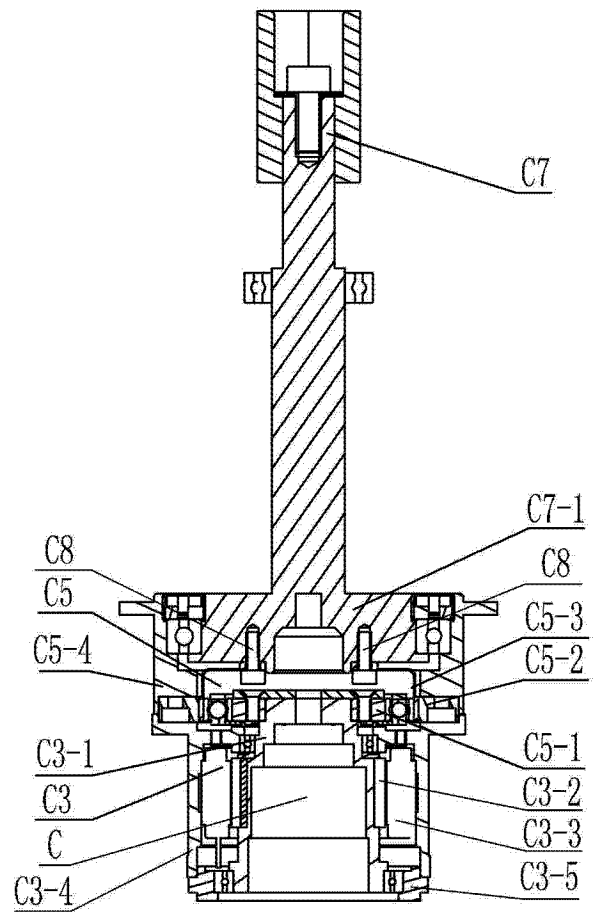


图 6