



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110125973 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201810107613.3

(22)申请日 2018.02.02

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 张奇峰 何旭欢 张运修

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 白振宇

(51) Int. Cl.

B25J 17/00(2006.01)

B63C 11/52(2006.01)

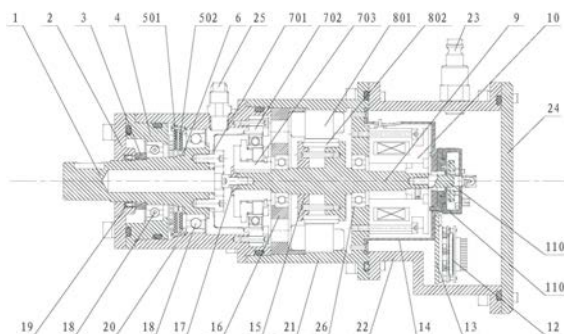
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构

(57)摘要

本发明涉及一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构,包括输出轴、密封壳体及分别容置于密封壳体内部的单圈绝对式编码器、谐波减速机、无框力矩电机、电机轴、多圈绝对式编码器和驱动器,输出轴密封转动连接于密封壳体的一端,输出轴上设有得到输出轴任意时刻位置的单圈绝对式编码器;电机轴转动安装于密封壳体内,一端通过谐波减速机与输出轴位于密封壳体内的一端连接,电机轴的另一端连接有可反馈电机轴精准速度信息的多圈绝对式编码器;电机轴上设有带动电机轴旋转的无框力矩电机,无框力矩电机、单圈绝对式编码器及多圈绝对式编码器分别与安装于密封壳体内部的驱动器电连接。本发明具有检测传动精度高、性能可靠、结构紧凑、功能齐全等优点。



1. 一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:包括输出轴(1)、密封壳体及分别容置于该密封壳体内的单圈绝对式编码器、谐波减速机、无框力矩电机、电机轴(9)、多圈绝对式编码器和驱动器(12),其中输出轴(1)密封转动连接于密封壳体的一端,该输出轴(1)的两端分别位于所述密封壳体的内部和外部,所述输出轴(1)上设有得到输出轴(1)任意时刻位置的单圈绝对式编码器;所述电机轴(9)转动安装于密封壳体内,一端通过所述谐波减速机与输出轴(1)位于密封壳体内的一端连接,所述电机轴(9)的另一端连接有反馈电机轴(9)速度信息的多圈绝对式编码器;所述电机轴(9)上设有带动电机轴(9)旋转的无框力矩电机,该无框力矩电机、单圈绝对式编码器及多圈绝对式编码器分别与安装于密封壳体内部的驱动器(12)电连接。

2. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述密封壳体内部安装有对电机轴(9)实现制动的制动器(10),该制动器(10)外罩有降低制动器(10)对多圈绝对式编码器磁场干扰的防磁罩(14);所述制动器(10)与驱动器(12)电连接。

3. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述单圈绝对式编码器包括单圈绝对式编码器定子(501)及单圈绝对式编码器转子(502),该单圈绝对式编码器定子(501)套在所述输出轴(1)上,并安装于所述密封壳体内壁上,所述单圈绝对式编码器转子(502)位于单圈绝对式编码器定子(501)的一侧、且套在所述输出轴(1)上,并与该输出轴(1)连动,所述单圈绝对式编码器定子(501)与单圈绝对式编码器转子(502)之间留有预设距离;所述单圈绝对式编码器转子(502)通过输出轴(1)带动旋转,单圈绝对式编码器定子(501)对单圈绝对式编码器转子(502)发送的载波信号进行计数,进而得到所述输出轴(1)任意时刻位置。

4. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述多圈绝对式编码器包括磁感应元件(1102)及位于该磁感应元件(1102)内部的磁体(1101),所述磁感应元件(1102)与驱动器(12)电连接,所述磁体(1101)与电机轴(9)的另一端螺纹连接。

5. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述谐波减速机包括柔轮(701)、钢轮(702)及波发生器(703),该钢轮(702)为内齿圈结构、安装在所述密封壳体的内壁上,所述波发生器(703)连接于电机轴(9)的一端、位于电机轴(9)与钢轮(702)之间,所述柔轮(701)的一端安装在输出轴(1)位于密封壳体内的一端,该柔轮(701)的另一端位于所述波发生器(703)与钢轮(702)之间,且另一端的外表面上设有齿;所述波发生器(703)随电机轴(9)旋转,在旋转过程中使所述柔轮(701)设有齿的另一端发生弹性变形,进而与所述钢轮(702)相啮合,带动所述输出轴(1)减速输出。

6. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述无框力矩电机包括无框力矩电机定子(801)及无框力矩电机转子(802),该无框力矩电机定子(801)安装在所述密封壳体内,所述无框力矩电机转子(802)位于无框力矩电机定子(801)与电机轴(9)之间,且该电机轴(9)由所述无框力矩电机转子(802)带动旋转。

7. 根据权利要求6所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述无框力矩电机定子(801)的一侧设有安装在密封壳体内的无框力矩电机定子挡板(16),该无框力矩电机定子(801)通过所述无框力矩电机定子挡板(16)轴向限位;所述无框力矩电机转子(802)的一侧设有安装在电机轴(9)上的无框力矩电机转子挡板(15),该无框力矩电机转子(802)通过所述无框力矩电机转子挡板(15)轴向限位;所述电机轴(9)通过深沟球轴承

(26) 与该无框力矩电机定子挡板 (16) 转动连接,并由所述无框力矩电机转子挡板 (15) 穿过。

8. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述密封壳体包括依次密封连接的密封前端盖 (2)、连接端盖 (4)、关节外壳A段 (20)、关节外壳B段 (21)、关节外壳C段 (22) 及密封后端盖 (24),所述输出轴 (1) 分别通过角接触球轴承 (18) 与连接端盖 (4) 及关节外壳A段 (20) 转动连接,并通过泛簧密封圈 (19) 与密封前端盖 (2) 密封连接;所述密封壳体上分别设有快插接头 (25) 及补偿油管接头 (23),所述单圈绝对编码器的数据线通过该快插接头 (25) 连接至所述驱动器 (12),通过所述补偿油管接头 (23) 向密封壳体内引入压力补偿油。

9. 根据权利要求1所述带位置和速度反馈的水下电动关节结构,其特征在于:所述电机轴 (9)、谐波减速机 (7) 及输出轴 (1) 的旋转中心线相互重合。

一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构

技术领域

[0001] 本发明属于水下机器人工程领域,具体地说是一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构,可应用于水下机器人关节驱动。

背景技术

[0002] 水下机械手是海洋开发或水下作业的主要工具,面向未来作业型AUV(无缆水下机器人)/ARV(深海潜水器)及中小型作业型ROV(遥控水下机器人)的应用需求,水下机械手要求具有轻量化、低功耗等特点。电机驱动具有体积重量小、功耗低、控制精度高,通过压力补偿器可实现全海深作业等优点,因此电机驱动的水下机械手具有广阔的应用前景。

[0003] 目前,水下电动机械手关节常采用有框电机加齿轮箱进行驱动,这种方式存在负载能力低,体积重量大,结构单一的问题;同时,输出端电位计传感器测量精度较低,用霍尔传感器控制电机低速运转时存在抖动的问题。要研制出体积重量轻、检测传动精度高、结构紧凑、性能稳定的轻量化水下电动机械手关节成为亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 为了满足水下电动机械手关节的使用要求,本发明的目的在于提供一种带位置和速度反馈的水下电动关节结构。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本发明包括输出轴、密封壳体及分别容置于该密封壳体内的单圈绝对式编码器、谐波减速机、无框力矩电机、电机轴、多圈绝对式编码器和驱动器,其中输出轴密封转动连接于密封壳体的一端,该输出轴的两端分别位于所述密封壳体的内部和外部,所述输出轴上设有得到输出轴任意时刻位置的单圈绝对式编码器;所述电机轴转动安装于密封壳体内,一端通过所述谐波减速机与输出轴位于密封壳体内的一端连接,所述电机轴的另一端连接有反馈电机轴速度信息的多圈绝对式编码器;所述电机轴上设有带动电机轴旋转的无框力矩电机,该无框力矩电机、单圈绝对式编码器及多圈绝对式编码器分别与安装于密封壳体内部的驱动器电连接;

[0007] 其中:所述密封壳体内部安装有对电机轴实现制动的制动器,该制动器外罩有降低制动器对多圈绝对式编码器磁场干扰的防磁罩;所述制动器与驱动器电连接;

[0008] 所述单圈绝对式编码器包括单圈绝对式编码器定子及单圈绝对式编码器转子,该单圈绝对式编码器定子套在所述输出轴上,并安装于所述密封壳体内壁上,所述单圈绝对式编码器转子位于单圈绝对式编码器定子的一侧、且套在所述输出轴上,并与该输出轴连动,所述单圈绝对式编码器定子与单圈绝对式编码器转子之间留有预设距离;所述单圈绝对式编码器转子通过输出轴带动旋转,单圈绝对式编码器定子对单圈绝对式编码器转子发送的载波信号进行计数,进而得到所述输出轴任意时刻位置;

[0009] 所述多圈绝对式编码器包括磁感应元件及位于该磁感应元件内部的磁体,所述磁感应元件与驱动器电连接,所述磁体与电机轴的另一端螺纹连接;

[0010] 所述谐波减速机包括柔轮、钢轮及波发生器,该钢轮为内齿圈结构、安装在所述密封壳体的内壁上,所述波发生器连接于电机轴的一端、位于电机轴与钢轮之间,所述柔轮的一端安装在输出轴位于密封壳体内的一端,该柔轮的另一端位于所述波发生器与钢轮之间,且另一端的外表面上设有齿;所述波发生器随电机轴旋转,在旋转过程中使所述柔轮设有齿的另一端发生弹性变形,进而与所述钢轮相啮合,带动所述输出轴减速输出;

[0011] 所述无框力矩电机包括无框力矩电机定子及无框力矩电机转子,该无框力矩电机定子安装在所述密封壳体内,所述无框力矩电机转子位于无框力矩电机定子与电机轴之间,且该电机轴由所述无框力矩电机转子带动旋转;

[0012] 所述无框力矩电机定子的一侧设有安装在密封壳体内的无框力矩电机定子挡板,该无框力矩电机定子通过所述无框力矩电机定子挡板轴向限位;所述无框力矩电机转子的一侧设有安装在电机轴上的无框力矩电机转子挡板,该无框力矩电机转子通过所述无框力矩电机转子挡板轴向限位;所述电机轴通过深沟球轴承与该无框力矩电机定子挡板转动连接,并由所述无框力矩电机转子挡板穿过;

[0013] 所述密封壳体包括依次密封连接的密封前端盖、连接端盖、关节外壳A段、关节外壳B段、关节外壳C段及密封后端盖,所述输出轴分别通过角接触球轴承与连接端盖及关节外壳A段转动连接,并通过泛簧密封圈与密封前端盖密封连接;所述密封壳体上分别设有快插接头及补偿油管接头,所述单圈绝对编码器的数据线通过该快插接头连接至所述驱动器,通过所述补偿油管接头向密封壳体内引入压力补偿油;

[0014] 所述电机轴、谐波减速机及输出轴的旋转中心线相互重合。

[0015] 本发明的优点与积极效果为:

[0016] 1.检测传动精度高:本发明独特地在高压液压油环境下使用了双编码器(单圈绝对式编码器和多圈绝对式编码器),单圈绝对式编码器测量输出轴转动位置,误差小于 0.02° ;多圈绝对式编码器测定电机轴转动速度,避免了无框力矩电机在低速运转时的抖动,同时谐波减速机和无框力矩电机传动误差小于 $60''$,保证了机械精度。

[0017] 2.性能可靠:本发明中的关键零部件均已顺利通过高压测试并满足高压环境下的使用需求,关节最大扭矩由谐波减速机的额定峰值确定,采用断电式制动器,可有效保护整体关节运转时的安全性。

[0018] 3.结构紧凑:本发明采用高能量密度驱动器,体积小,功能齐全,同时采用模块化设计思想,模块的结构简单,对各种复杂环境和应用要求都有较强的适应性和扩展性,整体结构设计紧凑,全铝合金外壳,实现了关节的轻量化设计。

附图说明

[0019] 图1为本发明的内部结构剖视图;

[0020] 图2为本发明的外部立体结构示意图;

[0021] 其中:1为输出轴,2为密封前端盖,3为固定轴套,4为连接端盖,501为单圈绝对式编码器定子,502为单圈绝对式编码器转子,6为固定轴环,701为柔轮,702为钢轮,703为波发生器,801为无框力矩电机定子,802为无框力矩电机转子,9为电机轴,10为制动器,1101为磁体,1102为磁感应元件,12为驱动器,13为散热板,14为防磁罩,15为无框力矩电机转子挡板,16为无框力矩电机定子挡板,17为波发生器固定板,18为角接触球轴承,19为泛簧密

封圈,20为关节外壳A段,21为关节外壳B段,22为关节外壳C段,23为补偿油管接头,24为密封后端盖,25为快插接头,26为深沟球轴承。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步详述。

[0023] 如图1、图2所示,本发明包括输出轴1、密封壳体及分别容置于该密封壳体内的单圈绝对式编码器、谐波减速机、无框力矩电机、电机轴9、制动器10、多圈绝对式编码器和驱动器12,输出轴1、谐波减速机、无框力矩电机、电机轴9和制动器10构成了关节的执行机构,单圈绝对式编码器、多圈绝对式编码器分别将输出轴1的位置和电机轴9的转动速度反馈给驱动器12。

[0024] 密封壳体包括从左至右依次通过螺钉连接的密封前端盖2、连接端盖4、关节外壳A段20、关节外壳B段21、关节外壳C段22及密封后端盖24,输出轴1的两端分别位于密封壳体的内部和外部,该输出轴1分别通过角接触球轴承18与连接端盖4及关节外壳A段20转动连接,并通过泛簧密封圈19与密封前端盖2进行动密封,使密封壳体内部与外界隔绝;输出轴1与关节外壳A段20之间的角接触球轴承18的内圈通过关节外壳A段20内壁上的止口和输出轴1上的轴肩定位,输出轴1与连接端盖4之间的角接触球轴承18的内圈通过安装在输出轴1上的固定轴套3定位、外圈通过连接端盖4内壁上的止口定位。密封前端盖2、连接端盖4、关节外壳A段20、关节外壳B段21、关节外壳C段22及密封后端盖24之间通过静密封圈实现密封,采用这种静密封圈实现关节内部与外界的分隔,关节内部都是连通的。

[0025] 输出轴1上设有得到输出轴1任意时刻位置的单圈绝对式编码器,该单圈绝对式编码器包括单圈绝对式编码器定子501及单圈绝对式编码器转子502,单圈绝对式编码器定子501套在输出轴1上,并通过螺钉直接安装在关节外壳A段20的内壁上。输出轴1上设有固定轴环6,单圈绝对式编码器转子502位于单圈绝对式编码器定子501的一侧、且定位在固定轴环6上,再与该输出轴1通过螺钉连接实现连动。单圈绝对式编码器定子501与单圈绝对式编码器转子502之间留有预设距离。输出轴1转动时,单圈绝对式编码器转子502通过输出轴1带动旋转,单圈绝对式编码器定子501对与输出轴1相连的单圈绝对式编码器转子502发送的载波信号进行计数,进而得到输出轴1任意时刻位置。

[0026] 电机轴9转动安装于密封壳体内,一端通过谐波减速机与输出轴1位于密封壳体内的一端连接,电机轴9的另一端连接有反馈电机轴9精准的速度信息的多圈绝对式编码器;电机轴9上设有带动电机轴9旋转的无框力矩电机,该无框力矩电机、单圈绝对式编码器及多圈绝对式编码器分别与安装于密封壳体内部的驱动器12电连接。密封壳体内部安装有对电机轴9实现制动的制动器10,该制动器10外罩有防磁罩14,该防磁罩14通过沉头螺钉安装在关节外壳B段21上,用于降低制动器10对多圈绝对式编码器磁场的干扰;制动器10与驱动器12通过导线电连接。

[0027] 多圈绝对式编码器包括磁感应元件1102及位于该磁感应元件1102内部的磁体1101,磁体1101与电机轴9的另一端螺纹连接,磁感应元件1102安装在防磁罩14上,并与驱动器12通过导线电连接。电机轴9转动时,磁感应元件1102通过BISS—C通信协议给驱动器12传输信号,实现了精准的速度反馈。多圈绝对式编码器利用磁感应原理反馈电机轴9精准的速度信息。

[0028] 密封壳体上分别设有快插接头25及补偿油管接头23,本实施例在关节外壳A段20及关节外壳C段22上均设置了快插接头25,单圈绝对编码器的数据线通过该快插接头25连接至驱动器12;本实施例的关节外壳C段22上还设置了补偿油管接头23,通过该补偿油管接头23向密封壳体内引入压力补偿油,实现压力补偿,确保在水下高压环境中能正常工作。

[0029] 谐波减速机包括柔轮701、钢轮702及波发生器703,该钢轮702为内齿圈结构、通过螺钉固定在关节外壳A段20的内壁上,波发生器703与电机轴9的一端采用键连接、位于电机轴9与钢轮702之间,并在波发生器703的一端设有通过螺钉固定在电机轴9一端端面上的波发生器固定板17,对波发生器703进行轴向限位。柔轮701的一端通过螺钉固定在输出轴1位于密封壳体内的一端,该柔轮701的另一端位于波发生器703与钢轮702之间,且另一端的外表面上设有齿。波发生器703随电机轴9旋转,在旋转过程中使柔轮701设有齿的另一端发生弹性变形,进而与钢轮702相啮合,带动输出轴1减速输出。

[0030] 无框力矩电机包括无框力矩电机定子801及无框力矩电机转子802,无框力矩电机转子802位于无框力矩电机定子801与电机轴9之间,且该电机轴9由无框力矩电机转子802带动旋转;在无框力矩电机定子801的一侧设有安装在关节外壳B段21内的无框力矩电机定子挡板16,无框力矩电机转子802的一侧设有安装在电机轴9上的无框力矩电机转子挡板15,无框力矩电机定子801位于关节外壳B段21与无框力矩电机定子挡板16之间,无框力矩电机转子802位于电机轴9与无框力矩电机转子挡板15之间,无框力矩电机定子801通过无框力矩电机定子挡板16轴向限位,无框力矩电机转子802通过无框力矩电机转子挡板15轴向限位。电机轴9通过深沟球轴承26与无框力矩电机定子挡板16和关节外壳B段21转动连接、通过该深沟球轴承26进行支撑,并由无框力矩电机转子挡板15穿过。

[0031] 本发明的密封前端盖2、固定轴套3、连接端盖4、无框力矩电机转子挡板15、无框力矩电机定子挡板16、关节外壳A段20、关节外壳B段21及关节外壳C段22均为铝合金加工件,进行阳极氧化处理,防止在海水中腐蚀。

[0032] 本发明的电机轴9、谐波减速机与输出轴1的旋转中心线相互重合。

[0033] 本发明的工作原理为:

[0034] 本发明独特地提出了在高压液压油环境下使用双编码器(单圈绝对式编码器及多圈绝对式编码器),提高了水下作业工具的检测及工作精度,并且使用小体积、高转矩的无框力矩电机和谐波减速机,提高了驱动关节的负载能力;制动器10为关节的安全运转提供了保障。工作时,驱动器12发出控制信号驱动无框力矩电机转动,谐波减速机的波发生器703在转动过程中使柔轮701发生弹性变形,并与钢轮702啮合来传递动力,高精度单圈绝对式编码器对谐波减速机的输出端位置进行测定,并将信号反馈到驱动器12,同时多圈绝对式编码器将电机轴9精准的速度信息反馈给驱动器12,避免了无框力矩电机低速转动时的抖动。

[0035] 本发明的工作深度可达3000m,外界海水压力30MPa,密封壳体内的压力要高于30MPa。无框力矩电机可输出转矩 $1\text{N}\cdot\text{m}$,谐波减速机的减速比为100,通过谐波减速机减速后,输出轴1可输出转矩为 $100\text{N}\cdot\text{m}$ 。

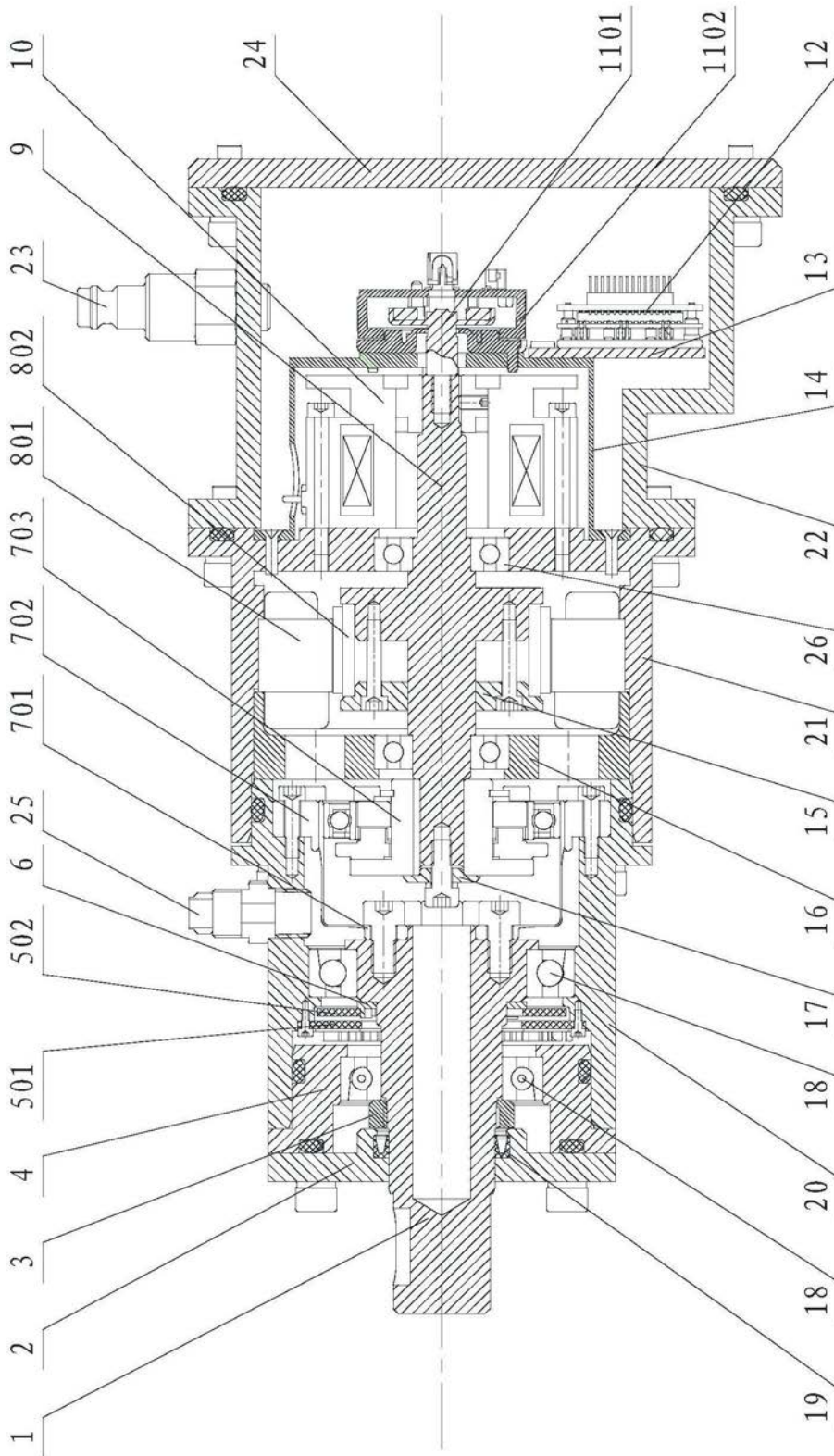


图1

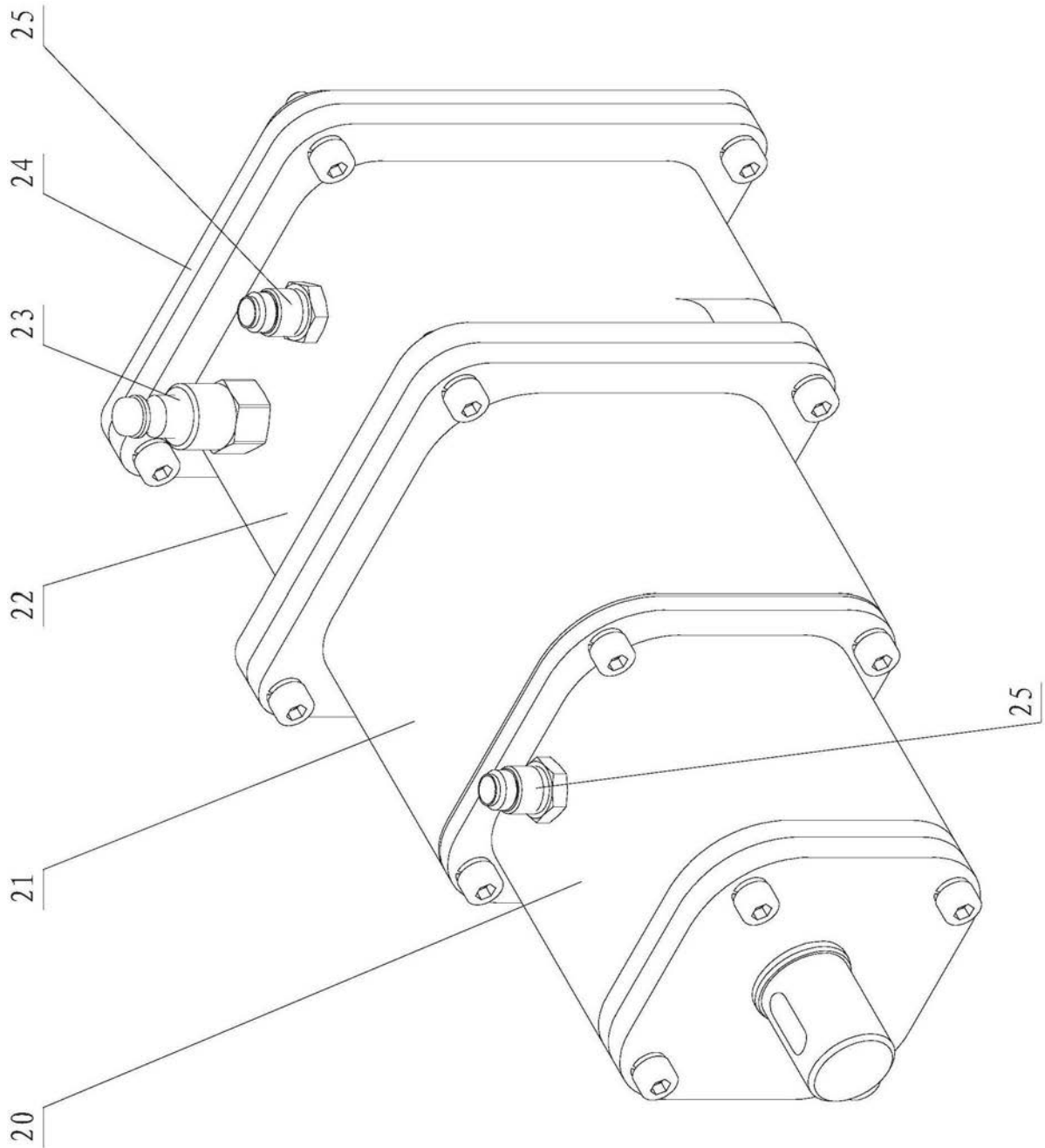


图2