



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209224094 U

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201822080612.2

(22)申请日 2018.12.11

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街  
114号

(72)发明人 范云龙 张奇峰 张运修 何震  
张艾群

(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 17/02(2006.01)  
B25J 9/12(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

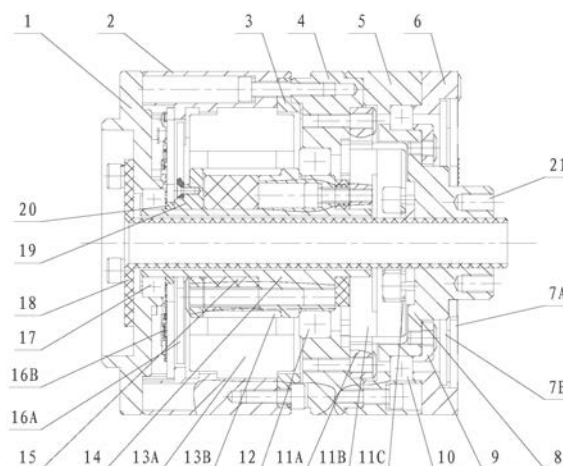
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54)实用新型名称

水下关节驱动模块

## (57)摘要

本实用新型涉及一种水下关节驱动模块,包括电机壳体、电机壳体后端盖、电机壳体前端盖、单圈绝对式编码器、输出轴、谐波减速器、无框电机、电机轴、多圈增量式编码器及走线套管,无框电机定子通过压紧环夹紧固定于电机壳体中,无框电机转子通过定子压紧环夹紧固定于电机轴上;电机轴后端装有多圈增量式编码器、用于检测电机转速,电机轴输出端与谐波减速器波发生器连接;输出轴与谐波减速器柔轮连接,输出关节转矩和转速;输出轴上装有单圈绝对式编码器、用于检测关节位置。本实用新型具有结构紧凑、故障率低、中空走线,可实现关节速度和位置的高控制精度,密封封装到关节壳体中充油进行压力补偿可实现全海深工作等优点。



1. 一种水下关节驱动模块,其特征在于:包括电机壳体、电机壳体后端盖(1)、电机壳体前端盖(6)、单圈绝对式编码器、输出轴(8)、谐波减速器、无框电机、电机轴(14)、多圈增量式编码器及走线套管(18),其中电机壳体的前后两端分别连接有电机壳体后端盖(1)和电机壳体前端盖(6),所述输出轴(8)与电机轴(14)分别转动安装于由电机壳体、电机壳体后端盖(1)和电机壳体前端盖(6)围成的空间内,所述走线套管(18)安装于电机壳体后端盖(1)上,并由所述输出轴(8)、电机轴(14)穿过;所述无框电机的无框电机定子(13A)压紧于电机壳体内表面,与电机壳体保持相对固定,该无框电机的无框电机转子(13B)驱动所述电机轴(14)旋转;所述谐波减速器的谐波减速器钢轮(11A)固定在电机壳体上,谐波减速器波发生器(11B)连接在电机轴(14)上,该谐波减速器的谐波减速器柔轮(11C)安装于所述输出轴(8)的一端,输出轴(8)的另一端设有检测关节位置的单圈绝对式编码器;所述谐波减速器波发生器(11B)随电机轴(14)旋转,该电机轴(14)将转矩传递到谐波减速器波发生器(11B)上,所述谐波减速器柔轮(11C)输出经减速后的转矩至输出轴(8),通过该输出轴(8)输出关节转矩;所述无框电机集成有用于检测其速度的多圈增量式编码器。

2. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述无框电机的两侧分别设有转子压紧环(19)及连接于电机壳体上的定子压紧环(3),所述无框电机定子(13A)通过定子压紧环(3)压紧到电机壳体上,所述无框电机转子(13B)通过转子压紧环(19)压紧固定于电机轴(14)上。

3. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器定子(7A)固定在电机壳体前端盖(6)上,该单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器转子(7B)固定在所述输出轴(8)的另一端。

4. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述多圈增量式编码器的多圈增量式编码器定子(16B)固定在电机壳体上,该多圈增量式编码器的多圈增量式编码器转子(16A)随所述电机轴(14)旋转。

5. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述输出轴(8)通过交叉滚子轴承(10)转动安装于所述空间内,该交叉滚子轴承(10)的一侧设有固接在所述输出轴(8)上的交叉滚子轴承内圈紧定件(9);所述交叉滚子轴承(10)的外圈与电机壳体配合,并通过所述电机壳体前端盖(6)预紧,所述交叉滚子轴承(10)的内圈通过交叉滚子轴承内圈紧定件(9)预紧。

6. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述电机轴(14)通过电机轴前轴承(12)及电机轴后轴承(17)转动安装于所述空间内,该电机轴后轴承(17)的一侧设有套设在电机轴(14)上的轴承垫圈(20);所述电机轴前轴承(12)的外圈与电机壳体配合,该电机轴前轴承(12)的内圈与所述电机轴(14)配合;所述电机轴后轴承(17)的外圈与电机壳体后端盖(1)配合,该电机轴后轴承(17)的内圈与所述电机轴(14)配合,并通过所述轴承垫圈(20)预紧。

7. 根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述电机壳体分为电机壳体A段(2)、电机壳体B段(4)及电机壳体C段(5),在电机壳体A段(2)与电机壳体B段(4)之间设有定子压紧环(3),所述电机壳体后端盖(1)、电机壳体A段(2)、定子压紧环(3)、电机壳体B段(4)、电机壳体C段(5)及电机壳体前端盖(6)依次紧固相连。

8. 根据权利要求7所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述电机壳体A段(2)的内表

面中部设有凸台,所述无框电机定子(13A)的外圈被压紧固定在该凸台上;所述谐波减速器的谐波减速器钢轮(11A)同轴固定于所述电机壳体B段(4)的一侧。

9.根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述电机轴(14)、谐波减速器及输出轴(8)均为空心结构,供所述走线套管(18)穿过,该走线套管(18)也为中空结构,为前一个驱动模块提供走线通道。

10.根据权利要求1所述的水下关节驱动模块,其特征在于:所述输出轴(8)另一端的端部沿圆周方向均布有多个向被驱动部件输出转矩的螺纹孔(21)。

## 水下关节驱动模块

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于水下机器人工程领域,具体地说是一种水下关节驱动模块,可应用于水下机械手、水下驱动装置等水下装备的研制。

### 背景技术

[0002] 电机驱动具有体积小、重量轻、功耗低、控制精度高,通过压力补偿可实现全海深作业等优点,因此电机驱动装置在水下机器人工程领域具有广阔的应用前景。

[0003] 由于处于深海的特殊环境,水下驱动装置要求具有耐高压、结构紧凑等要求;针对水下机械手要求结构紧凑、高精度控制等需求,研制出性能可靠、结构紧凑,可高精度控制的水下关节驱动模块。

### 实用新型内容

[0004] 为了满足深海特殊环境对水下驱动装置的要求,本实用新型的目的在于提供一种水下关节驱动模块。

[0005] 本实用新型的目的在于通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本实用新型包括电机壳体、电机壳体后端盖、电机壳体前端盖、单圈绝对式编码器、输出轴、谐波减速器、无框电机、电机轴、多圈增量式编码器及走线套管,其中电机壳体的前后两端分别连接有电机壳体后端盖和电机壳体前端盖,所述输出轴与电机轴分别转动安装于由电机壳体、电机壳体后端盖和电机壳体前端盖围成的空间内,所述走线套管安装于电机壳体后端盖上,并由所述输出轴、电机轴穿过;所述无框电机的无框电机定子压紧于电机壳体内表面,与电机壳体保持相对固定,该无框电机的无框电机转子驱动所述电机轴旋转;所述谐波减速器的谐波减速器钢轮固定在电机壳体上,谐波减速器波发生器连接在电机轴上,该谐波减速器的谐波减速器柔轮安装于所述输出轴的一端,输出轴的另一端设有检测关节位置的单圈绝对式编码器;所述谐波减速器波发生器随电机轴旋转,该电机轴将转矩传递到谐波减速器波发生器上,所述谐波减速器柔轮输出经减速后的转矩至输出轴,通过该输出轴输出关节转矩;所述无框电机集成有用于检测其速度的多圈增量式编码器;

[0007] 其中:所述无框电机的两侧分别设有转子压紧环及连接于电机壳体上的定子压紧环,所述无框电机定子通过定子压紧环压紧到电机壳体上,所述无框电机转子通过转子压紧环压紧固定于电机轴上;

[0008] 所述单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器定子固定在电机壳体前端盖上,该单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器转子固定在所述输出轴的另一端;

[0009] 所述多圈增量式编码器的多圈增量式编码器定子固定在电机壳体上,该多圈增量式编码器的多圈增量式编码器转子随所述电机轴旋转;

[0010] 所述输出轴通过十字交叉滚子轴承转动安装于所述空间内,该十字交叉滚子轴承的一侧设有固接在所述输出轴上的十字交叉滚子轴承内圈紧定件;所述十字交叉滚子轴承

的外圈与电机壳体配合,并通过所述电机壳体前端盖预紧,所述十字交叉滚子轴承的内圈通过十字交叉滚子轴承内圈紧定件预紧;

[0011] 所述电机轴通过电机轴前轴承及电机轴后轴承转动安装于所述空间内,该电机轴后轴承的一侧设有套设在电机轴上的轴承垫圈;所述电机轴前轴承的外圈与电机壳体配合,该电机轴前轴承的内圈与所述电机轴配合;所述电机轴后轴承的外圈与电机壳体后端盖配合,该电机轴后轴承的内圈与所述电机轴配合,并通过所述轴承垫圈预紧;

[0012] 所述电机壳体分为电机壳体A段、电机壳体B段及电机壳体C段,在电机壳体A段与电机壳体B段之间设有定子压紧环,所述电机壳体后端盖、电机壳体A段、定子压紧环、电机壳体B段、电机壳体C段及电机壳体前端盖依次紧固相连;

[0013] 所述电机壳体A段的内表面中部设有凸台,所述无框电机定子的外圈被压紧固定在该凸台上;所述谐波减速器的谐波减速器钢轮同轴固定于所述电机壳体B段的一侧;

[0014] 所述电机轴、谐波减速器及输出轴均为空心结构,供所述走线套管穿过,该走线套管也为中空结构,为前一个驱动模块提供走线通道;

[0015] 所述输出轴另一端的端部沿圆周方向均布有多个向被驱动部件输出转矩的螺纹孔。

[0016] 本实用新型的优点与积极效果为:

[0017] 1.性能稳定:本实用新型应用了谐波减速器传动,谐波减速器具有承载能力高,传动精度高、传动效率高,运行平稳等优点。

[0018] 2.结构紧凑:本实用新型采用无框电机和轴承轴向尺寸小,与谐波减速器高度集成,大大减小轴向尺寸。

[0019] 3.本实用新型可实现高精度双闭环控制,电机端集成有多圈增量式编码器,用于反馈电机速度信息,输出端集成有单圈绝对式编码器,用于反馈关节位置信息,两种编码器具有很高的精度。

[0020] 4.本实用新型选用的电机、编码器等元器件均能够在全海深压力油液环境中工作,关节驱动模块密封封装到关节壳体中,充油进行压力补偿可在全海深环境中工作。

[0021] 5.本实用新型调试、维护方便。

## 附图说明

[0022] 图1为本实用新型的内部结构剖视图;

[0023] 其中:1为电机壳体后端盖,2为电机壳体A段,3为定子压紧环,4为电机壳体B段,5为电机壳体C段,6为电机壳体前端盖,7A为单圈绝对式编码器定子,7B为单圈绝对式编码器转子,8为输出轴,9为十字交叉滚子轴承内圈紧定件,10为十字交叉滚子轴承,11A为谐波减速器钢轮,11B为谐波减速器发生器,11C为谐波减速器柔轮,12为电机轴前轴承,13A为无框电机定子,13B为无框电机转子,14为电机轴,15为垫块,16A为多圈增量式编码器转子,16B为多圈增量式编码器定子,17为电机轴后轴承,18为走线套管,19为转子压紧环,20为轴承垫圈,21为螺纹孔。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本实用新型作进一步详述。

[0025] 如图1所示,本实用新型包括电机壳体、电机壳体后端盖1、电机壳体前端盖6、单圈绝对式编码器、输出轴8、谐波减速器、无框电机、电机轴14、多圈增量式编码器及走线套管18,其中电机壳体的前后两端分别连接有电机壳体后端盖1和电机壳体前端盖6,输出轴8与电机轴14分别转动安装于由电机壳体、电机壳体后端盖1和电机壳体前端盖6围成的空间内,走线套管18安装于电机壳体后端盖1上,并由输出轴8、电机轴14穿过;无框电机的无框电机定子13A压紧于电机壳体内表面,与电机壳体保持相对固定,该无框电机的无框电机转子13A驱动电机轴14旋转;谐波减速器的谐波减速器钢轮11A连接于电机壳体上,谐波减速器波发生器11B连接在电机轴14上,该谐波减速器的谐波减速器柔轮11C安装于输出轴8的一端,并输出关节驱动模块转矩,输出轴8的另一端设有检测关节位置的单圈绝对式编码器。无框电机集成有用于检测其速度的多圈增量式编码器。电机轴14、谐波减速器及输出轴8均为空心结构,供走线套管18穿过;该走线套管18也为中空结构,为前一个驱动模块提供走线通道。输出轴8另一端的端部沿圆周方向均布有多个螺纹孔21,可通过螺纹孔21向被驱动部件输出转矩。

[0026] 本实用新型的电机壳体分为电机壳体A段2、电机壳体B段4及电机壳体C段5,在电机壳体A段2与电机壳体B段4之间设有定子压紧环3,电机壳体后端盖1、电机壳体A段2、定子压紧环3、电机壳体B段4、电机壳体C段5及电机壳体前端盖6依次紧固连接。电机壳体B段4上固定有谐波减速器钢轮11A,电机轴14与谐波减速器波发生器11B紧定连接,为谐波减速器输入转矩。

[0027] 无框电机的两侧分别设有转子压紧环19及定子压紧环3,无框电机定子13A通过定子压紧环3压紧到电机壳体A段2上,无框电机转子13B通过转子压紧环19压紧固定于电机轴14上。电机壳体A段2的内表面中部设有凸台,无框电机定子13A的外圈通过定子压紧环3被压紧固定在该凸台上。电机轴14最外圈左端和转子压紧环19配合使用,用于压紧固定无框电机转子13B,无框电机转子13B将转矩传递到电机轴14上。

[0028] 单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器定子7A固定在电机壳体前端盖6上,该单圈绝对式编码器的单圈绝对式编码器转子7B固定在输出轴8的另一端。单圈绝对式编码器转子7A的内圈与输出轴8同轴配合,单圈绝对式编码器定子7B的外圈与电机壳体前端盖6同轴线配合,单圈绝对式编码器反馈关节位置信息。

[0029] 多圈增量式编码器的多圈增量式编码器定子16B固定在电机壳体A段2上,该多圈增量式编码器的多圈增量式编码器转子16A固定在转子压紧环19上,并随电机轴14旋转。多圈增量式编码器转子16A的内圈与转子压紧环19同轴心配合,多圈增量式编码器定子16B的外圈与电机壳体A段2同轴心配合,多圈增量式编码器反馈电机轴转速信息。

[0030] 本实用新型的无框电机、多圈增量式编码器和单圈绝对式编码器均能在全海深油压环境中工作。

[0031] 输出轴8通过十字交叉滚子轴承10转动安装于空间内、与电机壳体C段5转动连接,该十字交叉滚子轴承10的一侧设有固接在输出轴8上的十字交叉滚子轴承内圈紧定件9。十字交叉滚子轴承10的外圈与电机壳体C段5配合,并通过电机壳体前端盖6预紧,十字交叉滚子轴承10的内圈通过十字交叉滚子轴承内圈紧定件9预紧。

[0032] 电机轴14通过电机轴前轴承12及电机轴后轴承17转动安装于空间内,电机轴前轴承12与电机壳体B段4转动连接,电机轴后轴承17与电机壳体后端盖1转动连接。电机轴后轴

承17的一侧设有套设在电机轴14上的轴承垫圈20。电机轴前轴承12的外圈与电机壳体B段4配合,该电机轴前轴承12的内圈与电机轴14的右端配合;电机轴后轴承17的外圈与电机壳体后端盖1配合,该电机轴后轴承17的内圈与电机轴14的左端配合,并通过轴承垫圈20预紧。本实用新型的电机轴14为阶梯轴,从左至右依次和电机轴后轴承17、轴承垫圈20、转子压紧环19、垫块15、无框电机转子13B、电机轴前轴承12、谐波减速器波发生器11B同轴心配合。本实用新型的电机前轴承12及电机轴后轴承17均为深沟球轴承。

[0033] 本实用新型的单圈绝对式编码器为市购产品,购置于以色列 NetZer (内策尔) 公司,型号为VLX-60;谐波减速器为市购产品,购置于苏州绿的谐波传动科技有限公司,型号为LCD-17-XXX-P-I;无框电机为市购产品,购置于河北宇捷电机科技有限公司,型号为TBSM60-13A50;多圈增量式编码器为市购产品,购置于斯洛文尼亚的 RLS公司,型号为MB064。

[0034] 本实用新型的工作原理为:

[0035] 采用无框电机和谐波减速器方式进行关节驱动,无框电机定子13A夹紧固定到电机壳体中,无框电机转子13B夹紧固定到电机轴14上输出转矩。电机轴14转矩传递到谐波减速器波发生器11B上,谐波减速器柔轮11C输出经减速后的转矩,谐波减速器柔轮11C和输出轴8紧固连接,输出轴8输出关节转矩。无框电机13后端集成有多圈增量式编码器,用于检测无框电机13速度;输出轴8集成有单圈绝对式编码器7,用于检测关节位置。

[0036] 本实用新型具有性能稳定、结构紧凑、可实现高精度双闭环控制,可在高压环境中工作、调试维护方便等优点。本实用新型中应用了谐波减速器传动,谐波减速器具有承载能力高,传动精度高、传动效率高,运行平稳等优点;本实用新型采用无框电机和轴承轴向尺寸小,与谐波减速器高度集成,大大减小轴向尺寸;本实用新型的电机端集成有多圈增量式编码器,用于反馈电机速度信息,输出端集成有单圈绝对式编码器,用于反馈关节位置信息,两种编码器具有很高的精度;本实用新型选用的电机、编码器等元器件均能够在全海深压力油液环境中工作,关节驱动模块密封封账到关节壳体中,充油进行压力补偿可在全海深环境中工作。

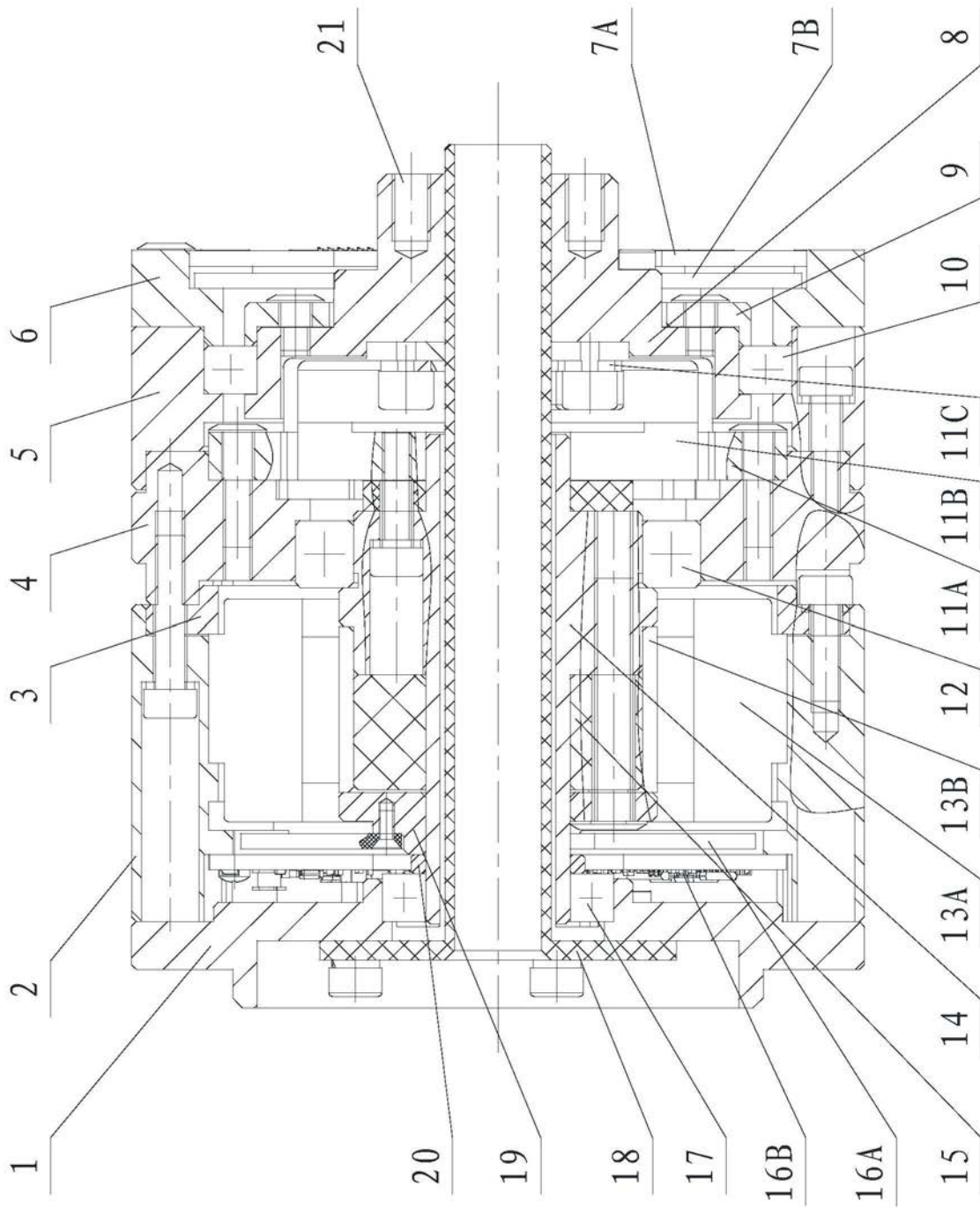


图1