

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2023年5月25日 (25.05.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/087869 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*B25J 9/10* (2006.01) *B25J 9/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/118021
- (22) 国际申请日: 2022年9月9日 (09.09.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202111398298.2 2021年11月19日 (19.11.2021) CN
- (71) 申请人: 苏州大学(SOOCHOW UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。
- (72) 发明人: 张庭(ZHANG, Ting); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。 宁传新(NING, Chuanxin); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。 李阳(LI, Yang); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。 冯凯祥(FENG, Kaixiang); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱

路199号, Jiangsu 215000 (CN)。 巩振华(GONG, Zhenhua); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。 唐庆康(TANG, Qingkang); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215000 (CN)。

(74) 代理人: 苏州市中南伟业知识产权代理事务所(普通合伙)(CENTRAL SOUTH WELL INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国江苏省苏州市吴中区石湖西路188号吴中万达广场A座苏州大学国家科技园2303, Jiangsu 215000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: PORTABLE FULLY COUPLED PARALLEL CONTINUUM ROBOT ARM

(54) 发明名称: 一种便携式全耦合并联型连续体机械臂

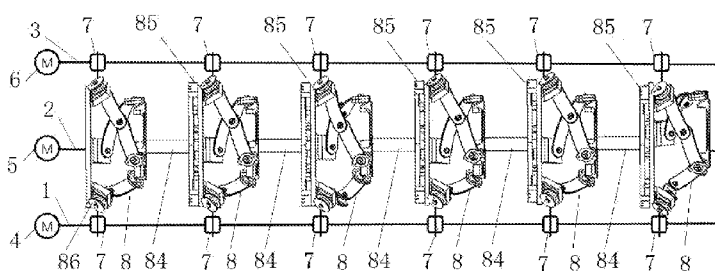


图1

(57) Abstract: The present invention relates to a portable fully coupled parallel continuum robot arm, comprising a primary driving electric motor, a driving rope, a driving mechanism, and a plurality of joints connected in sequence, wherein each joint utilizes a three-degree-of-freedom spherical parallel mechanism, the three-degree-of-freedom spherical parallel mechanism comprises a static platform, a movable platform, and three branch movement mechanisms, and the movable platform of each joint is connected to the static platform of an adjacent joint by means of a main rod; each branch movement mechanism is driven by an independent driving mechanism to act; a differential gear train is used for the driving mechanism, and the differential gear train comprises two power input members and one power output member; and one power input member of the driving mechanism is driven by the driving rope to rotate, the driving rope is connected to the primary driving electric motor, the other power input member of the driving mechanism is driven by a worm and gear transmission mechanism to rotate, and the worm and gear transmission mechanism is driven by a secondary electric motor. According to the present invention, the overall structure is simple, the weight of the structure is effectively reduced, and the load capacity and movement precision are improved.

WO 2023/087869 A1

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明涉及一种便携式全耦合并联型连续体机械臂, 包括主驱动电机、驱动绳、驱动机构和多个依次连接的关节, 每个关节均采用三自由度球面并联机构, 三自由度球面并联机构包括静平台、动平台和三个分支运动机构, 每个关节的动平台和相邻关节的静平台之间通过主杆件相连接; 每个分支运动机构均由独立的驱动机构驱动动作; 驱动机构采用差动轮系, 差动轮系包括两个动力输入件和一个动力输出件; 驱动机构的一个动力输入件均由驱动绳驱动旋转, 驱动绳和主驱动电机相连接, 另一个动力输入件均由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转, 蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动。本发明整体结构简单, 有效降低了结构重量, 提升了负载能力和运动精度。

## 一种便携式全耦合并联型连续体机械臂

### 技术领域

本发明涉及机械臂技术领域，尤其是指一种便携式全耦合并联型连续体机械臂。

### 背景技术

连续体机械臂主要采用串联型结构，整体表现出长、细的形态，由多个小节串接组成，各小节的组成元件往往具有较大柔度，使得连续体机械臂具有柔顺性、安全交互性、灵巧性、高精度等优点，鉴于连续体机械臂的上述特性，其被广泛应用于医疗和生产领域，例如连续体手术机器人、工业深腔机械臂等。

专利申请公布号为 CN112621736A 的中国专利，公开了一种面向深腔作业的柔性机械臂系统及连续体机器人，该柔性机械臂系包括功能端和控制端；功能端包括柔性机械臂模块、摄像照明模块、顶部固定模块、放缩模块，驱动模块、传动模块和传感器模块；控制端包括柔性机械臂控制模块、摄像照明控制模块和传感器控制模块。该设计采用软体结构作为整个机械臂的连接，各个驱动单元之间均采用软体材料，在各个驱动单元之间采用绳索依次连接，但是由于采用柔性结构体以实现类圆弧变形运动，从而导致该机械臂负载能力较弱且末端运动精度不高，另外，由于驱动单元较多导致电机的数量过大而直接增加了机械臂的整体质量，提高了整体的体积。

专利申请公布号为 CN105014689A 的中国专利，公开了一种运动解耦的绳驱动连续体机械臂及机器人，该机械臂包括机械臂套筒、牵引绳组和关节，多个机械臂套筒顺次排列且相邻的机械臂套筒之间通过关节铰接构成机械臂本体，机械臂本体的前端用于连接线绳驱动底座。该机械臂采用绳索将整体机构贯穿，每根绳索由电机驱动，驱动单元之间使用虎克铰，整体结构的驱动装置过大，驱动绳索过多，导致整体机构过于复杂，由于采用刚性结构，不能实现连续变形，因此不够灵活，应用场所有限。

专利申请公布号为 CN205363953U 的中国专利，公开了一种气动绳控负荷型柔性机械臂，该机械臂主要由多节并联机构串联而成，每个关节由十字万向节连接，能够向多个方向弯曲，但是整体结构负载，且由于每个并联机构之间采用气动驱动，机械臂整体的运动平稳性较差，并且工作时产生的噪音较大，工作压力较低，因而其输出力小、负载能力较弱。

综上，现有的连续体机械臂整体结构复杂、结构重量大、负载能力弱且

运动精度较低，无法满足使用需求。

## 发明内容

为此，本发明所要解决的技术问题在于克服现有技术中连续体机械臂结构复杂、结构重量大、负载能力弱且运动精度较低的缺陷。

为解决上述技术问题，本发明提供了一种便携式全耦合并联型连续体机械臂，包括主驱动电机、驱动绳和多个依次连接的关节，每个所述关节均采用三自由度球面并联机构，所述三自由度球面并联机构包括静平台和动平台，每个所述三自由度球面并联机构的所述静平台和动平台之间连接有三个分支运动机构，每个所述关节的动平台和相邻关节的静平台之间通过主杆件相连接；

每个所述分支运动机构均由独立的驱动机构驱动动作；

所述驱动机构采用差动轮系，所述差动轮系包括两个动力输入件和一个动力输出件，通过两个所述动力输入件的转速差控制所述动力输出件的输出转速；

所述驱动机构的一个动力输入件均由所述驱动绳驱动旋转，所述驱动绳和所述主驱动电机相连接；所述驱动机构的另一个动力输入件均由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动。

在本发明的一个实施例中，便携式全耦合并联型连续体机械臂包括三个所述主驱动电机和三根所述驱动绳，每个所述关节处均连接有三个所述驱动机构，所述关节中的每个所述分支运动机构与驱动机构一一对应，每个分支运动机构均由相应的所述驱动机构驱动动作；

每个所述关节处的第一个所述驱动机构的一个动力输入件均由第一根所述驱动绳驱动旋转，第一根所述驱动绳和第一个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第一个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动；

每个所述关节处的第二个所述驱动机构的一个动力输入件均由第二根所述驱动绳驱动旋转，第二根所述驱动绳和第二个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第二个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动；

每个所述关节处的第三个所述驱动机构的一个动力输入件均由第三根所述驱动绳驱动旋转，第三根所述驱动绳和第三个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第三个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动。

在本发明的一个实施例中，所述分支运动机构包括第一连杆和第二连杆，所述第一连杆和第二连杆之间通过转动副相连接，所述三自由度球面并

联机构中每个分支运动机构的第一连杆均与动平台通过球面副相连接，第二连杆均与静平台通过转动副相连接，每个所述分支运动机构中的所述第二连杆均与对应的所述驱动机构的动力输出件相连接。

在本发明的一个实施例中，所述第一连杆和第二连杆均采用弧形板。

在本发明的一个实施例中，所述动平台上设置有第一安装孔，所述静平台上连接有安装架，所述安装架上设置第二安装孔，相邻两个关节之间的所述主杆件的一端和一个关节的所述第一安装孔通过螺纹相连接，另一端和相邻关节的所述第二安装孔通过螺纹相连接。

在本发明的一个实施例中，所述差动轮系包括内齿轮、外齿轮和行星架，所述内齿轮和外齿轮之间啮合有多个行星轮，所述行星轮和所述行星架相连接；所述外齿轮上连接有输入轴，所述输入轴作为一个动力输入件，所述内齿轮作为另一个动力输入件，所述行星架作为动力输出件。

在本发明的一个实施例中，所述行星架包括第一座体和第二座体，所述第二座体上连接有输出轴，所述第一座体上设置有多个第一瓣体，所述第二座体上设置有多个第二瓣体，所述第一瓣体和第二瓣体的数量均与行星轮的数量相同，所述行星轮通过轴承和行星轴相连接，每个第一瓣体和第二瓣体为一组而构成一个架体组件，所述架体组件和行星轮一一对应，每个所述架体组件中的第一瓣体和第二瓣体均连接在对应行星轮的行星轴上，所述架体组件中的第一瓣体和第二瓣体分别位于对应行星轮的两侧。

在本发明的一个实施例中，所述差动轮系还包括动力输入轮，所述动力输入轮连接在所述内齿轮上，所述蜗轮蜗杆传动机构包括相啮合的蜗杆和蜗轮，所述蜗轮连接在所述动力输入轮上，所述蜗杆由辅助电机驱动旋转。

在本发明的一个实施例中，所述差动轮系还包括外壳，所述内齿轮、外齿轮、行星架和动力输入轮均位于所述外壳内部，所述蜗轮蜗杆传动机构位于外壳外部，所述蜗杆通过支架连接在所述外壳上，所述输入轴穿出所述外壳。

在本发明的一个实施例中，所述输入轴穿出外壳的一端连接有驱动轮。

本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点：

本发明所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，整体结构简单，有效降低了结构重量，提升了负载能力和运动精度，且自由度多、柔性高、运动灵活，便于操作，提升了机械臂在使用过程中的环境适应能力。

## 附图说明

为了使本发明的内容更容易被清楚的理解，下面根据本发明的具体实施例并结合附图，对本发明作进一步详细的说明。

图1是本发明的便携式全耦合并联型连续体机械臂的结构简图；

图 2 是图 1 中驱动结构（差动轮系）的结构示意图；  
图 3 是图 2 中驱动结构去除外壳后的结构示意图；  
图 4 是图 3 中结构的另一角度的结构示意图；  
图 5 是图 2 中驱动结构的爆炸分解示意图；  
图 6 是图 2 中驱动结构的另一角度的爆炸分解示意图；  
图 7 是图 2 中驱动结构的机构简图；  
图 8 是图 1 所示关节的结构示意图；  
图 9 是图 7 所示关节的另一角度的结构示意图；  
图 10 是图 1 中安装架的结构示意图；  
图 11 是图 1 中传动滚轮的一个角度的结构示意图；  
图 12 是图 11 中传动滚轮的另一角度结构示意图；

说明书附图标记说明：

1、第一根驱动绳；2、第二根驱动绳；3、第三根驱动绳；4、第一个主驱动电机；5、第二个主驱动电机；6、第三个主驱动电机；

7、驱动机构；71、外齿轮；711、输入轴；72、内齿轮；73、行星轮；74、行星架；741、输出轴；742、第一座体；7421、第一瓣体；743、第二座体；7431、第二瓣体；75、动力输入轮；76、蜗轮蜗杆传动机构；761、蜗杆；762、蜗轮；77、支架；78、外壳；781、第一壳体，782、第二壳体；79、驱动轮；

8、关节；81、静平台；82、动平台；821、第一安装孔；83、分支运动机构；831、第一连杆；832、第二连杆；8321、中心轴；84、主杆件；85、安装架；851、第二安装孔；852、延伸臂；86、传动滚轮；861、绳孔；87、扭矩传感器；88、连接件；89、轴套；891、轴孔。

## 具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明，以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施，但所举实施例不作为对本发明的限定。

参照图 1 所示，本实施例公开了一种便携式全耦合并联型连续体机械臂，包括主驱动电机、驱动绳和多个依次连接的关节 8，每个关节 8 均采用三自由度球面并联机构，三自由度球面并联机构包括静平台 81 和动平台 82，每个三自由度球面并联机构的静平台 81 和动平台 82 之间连接有三个分支运动机构 83，每个关节的动平台 82 和相邻关节的静平台 81 之间通过主杆件 84 相连接；

每个分支运动机构 83 均由独立的驱动机构 7 驱动动作；

驱动机构 7 采用差动轮系，差动轮系包括两个动力输入件和一个动力输出件，通过两个动力输入件的转速差控制动力输出件的输出转速；

驱动机构 7 的一个动力输入件均由驱动绳驱动旋转，驱动绳和主驱动电机相连接；驱动机构的另一个动力输入件均由蜗轮蜗杆传动机构 76 驱动旋转，蜗轮蜗杆传动机构 76 由辅助电机驱动。

蜗轮蜗杆传动机构 76 具有自锁特性，即只能有蜗杆 761 带动蜗轮 762 转动，但不能由蜗轮 762 带动蜗杆 761，通过蜗轮蜗杆传动机构 76 驱动相应的动力输入件，可以使得关节 8 在运动过程中实现自锁，从而起到较好的安全保护作用。另外，蜗轮蜗杆传动机构 76 传动平稳、噪音小且可以达到很大的传动比，可以有效提升动力调节范围，使得各关节 8 能够在低噪音情况下平稳的进行运动。

上述结构中的差动轮系包括两个动力输入件和一个动力输出件，其中一个动力输入件均由相应的主驱动电机带动驱动绳索提供动力，另一个动力输入件均通过蜗轮蜗杆传动机构 76 提供动力，通过两个动力输入件的转速差来控制动力输出件转速的大小，从而使得差动轮系能够以不同于主驱动电机的转速输出，达到了各个关节由同一主驱动电机驱动却各自的转动幅度不同的效果，有效满足了不同运动模式的需求；另外差动轮系中一个动力输送件采用驱动绳驱动，减少了假肢手臂在关节处安放驱动电机的个数，从而有效减少了整个机械臂的质量，同时也提升了机械臂的运动灵活性。

上述结构中，每个关节 8 均采用三自由度球面并联机构，且相邻关节之间通过主杆件 84 相连接，利于增大整体机械臂的刚度和承载能力，通过差动轮系的驱动方式和三自由度球面并联机构的配合，可以使得使机械臂能够在质量较轻的情况下实现高负载自重比，同时也利于提升运动位置精度。

在其中一个实施方式中，便携式全耦合并联型连续体机械臂包括三个主驱动电机和三根驱动绳，每个关节 8 处均连接有三个驱动机构 7，关节 8 中的每个分支运动机构 83 与驱动机构 7 一一对应，每个分支运动机构 83 均由对应的驱动机构 7 驱动动作；

每个关节 8 处的第一个驱动机构的一个动力输入件均由第一根驱动绳 1 驱动旋转，第一根驱动绳 1 和第一个主驱动电机 4 相连接；每个关节 8 处的第一个驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构 76 驱动旋转，蜗轮蜗杆传动机构 76 由辅助电机驱动；

每个关节 8 处的第二个驱动机构的一个动力输入件均由第二根驱动绳 2 驱动旋转，第二根驱动绳 2 和第二个主驱动电机 5 相连接；每个关节 8 处的第

二个驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构 76 驱动旋转，蜗轮蜗杆传动机构 76 由辅助电机驱动；

每个关节 8 处的第三个驱动机构的一个动力输入件均由第三根驱动绳 3 驱动旋转，第三根驱动绳 3 和第三个主驱动电机 6 相连接；每个关节 8 处的第三个驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构 76 驱动旋转，蜗轮蜗杆传动机构 76 由辅助电机驱动。

上述结构仅需设置三根驱动绳和三个主驱动电机，采用全局耦合式驱动来布置绳索，三个驱动电机驱动三根驱动绳依次串联到各个关节 8 的驱动机构 7 上，大大减少了驱动电机数量，减小了整体质量，也有效降低了由驱动绳索过多导致的结构复杂程度。

在其中一个实施方式中，参阅图 8-图 9，分支运动机构 83 包括第一连杆 831 和第二连杆 832，第一连杆 831 和第二连杆 832 之间通过转动副相连接，三自由度球面并联机构中每个分支运动机构 83 的第一连杆 831 均与动平台 82 通过球面副相连接，第二连杆 832 均与静平台 81 通过转动副相连接，每个分支运动机构 83 中的第二连杆 832 均与相应的驱动机构 7 的动力输出件相连接，以由动力输入件驱动第二连杆 832 转动。上述结构可以达到并联机构的三自由度的需求，并可实现较大弯曲角度和刚度，使机械臂不仅能满足各种复杂环境的需求，还能具有一定的承载能力。

通过控制驱动机构 7 的动力输出件的转向可以调整第二连杆 832 的转向，而通过控制三自由度球面并联机构中三个分支运动机构 83 中第二连杆 832 的转向，可以实现动平台 82 不同模式的运动。

在其中一个实施方式中，第一连杆 831 和第二连杆 832 均采用弧形板，可以有效增加可以增加动平台 82 自上而下的偏转幅度和同一平面的转动幅度。

在其中一个实施方式中，如图 1 所示，每个分支运动机构 83 中的第二连杆 832 上均连接有中心轴 87，中心轴 87 通过扭矩传感器 88 和传动滚轮 86 相连接，传动滚轮 86 由对应的驱动机构 7 的动力输出件驱动旋转，由传动滚轮 86 转动带动中心轴 87 和第二连杆 832 一起运动。从而通过上述结构，可以直接利用扭矩传感器 88 测出每个分支机构 83 在传动过程中的传动力矩。

进一步地，传动滚轮 86 和驱动机构 7 的动力输出件之间通过传动绳相连接。具体地，传动滚轮 86 外壁上设置有绳孔 861，传动绳的一端和动力输入件相连接，另一端绕制在传动滚轮 86 上并固定在绳孔 861 上。

在其中一个实施方式中，如图 11 和图 12 所示，扭矩传感器 88 和传动滚轮 86 之间通过连接件 89 相连接，连接件 89 和轴套 89 相连接，轴套 89 上设置有轴孔 891，中心轴 87 连接在轴孔 891 中。



在其中一个实施方式中，动平台 82 上设置有第一安装孔 821，静平台 81 上连接有安装架 85，参阅图 10，安装架 85 上设置第二安装孔 851，相邻两个关节之间的主杆件 84 的一端和其中一个关节的第一安装孔 821 通过螺纹相连接，另一端和相邻关节的第二安装孔 851 通过螺纹相连接。上述结构便于安装和拆卸，利于多个关节的拓展，实现连续体机械臂不同的长度需求。

在其中一个实施方式中，安装架 85 包括多个延伸臂 852，每个延伸臂 852 均与静平台 81 通过螺栓连接，以保证连接稳定性。

在其中一个实施方式中，参阅图 2-图 7，差动轮系包括内齿轮 72、外齿轮 71 和行星架 74，内齿轮 72 和外齿轮 71 之间啮合有多个行星轮 73，行星轮 73 和行星架 74 相连接；外齿轮 71 上连接有输入轴 711，输入轴 711 作为一个动力输入件，以通过输入轴 711 带动外齿轮 71 转动，内齿轮 72 作为另一个动力输入件，行星架 74 作为动力输出件。

在其中一个实施方式中，参阅图 5-图 6，行星架 74 包括第一座体 742 和第二座体 743，第二座体 743 上连接有输出轴 741，该输出轴 741 作为动力输出件，第一座体 742 上设置有多个第一瓣体 7421，第二座体 743 上设置有多个第二瓣体 7431，第一瓣体 7421 和第二瓣体 7431 的数量均与行星轮 73 的数量相同，行星轮 73 通过轴承和行星轴相连接；

每个第一瓣体 7421 和第二瓣体 7431 为一组而形成架体组件，架体组件和行星轮 73 一一对应，例如，设置三个行星轮 73，则就有三个架体组件，每个架体组件由一个第一瓣体 7421 和一个第二瓣体 7431 构成；

每个架体组件中的第一瓣体 7421 和第二瓣体 7431 均连接在对应行星轮 73 的行星轴上，架体组件中的第一瓣体 7421 和第二瓣体 7431 分别位于对应行星轮 73 的两侧，也即，架体组件中的第一瓣体 7421 位于对应行星轮 73 的左侧，第二瓣体 7431 位于对应行星轮 73 的右侧。

在其中一个实施方式中，差动轮系还包括动力输入轮 75，动力输入轮 75 通过螺栓连接在内齿轮 72 上，蜗轮蜗杆传动机构 76 包括相啮合的蜗杆 761 和蜗轮 762，蜗轮 762 连接在动力输入轮 75 上，蜗杆 761 由辅助电机驱动旋转。由辅助电机驱动蜗杆 761 转动，从而带动蜗轮转动，而蜗轮 762、动力输入轮 75 和内齿轮 72 是连接在一起的，使得蜗轮 762 转动可以最终带动内齿轮 72 转动。上述设计结构紧凑，可以充分利用安装空间且可以有效提升传动的平稳性。

在差动轮系中，内齿轮 72 受到两个动力，一个是由输入轴 711（由驱动绳驱动）转动所传递的动力，另一个是由蜗轮蜗杆机构 76（由辅助电机驱动）所传递的动力，内齿轮 72 最终的转速是两个动力的合成，从而使得输出轴 741 的转速也是动力合成的结果。

在其中一个实施方式中，参阅图 2、图 5 和图 6，差动轮系还包括外壳 78，内齿轮 72、外齿轮 71、行星架 74 和动力输入轮 75 均位于外壳 78 内部，蜗轮蜗杆传动机构 76 位于外壳 78 外部，蜗杆 761 两端通过支架 77 连接在外壳 78 上，输入轴 711 穿出外壳 78，穿出端用于和驱动绳连接。

进一步地，外壳 78 包括第一壳体 781 和第二壳体 782，第一壳体 781 和第二壳体 782 之间采用可拆卸连接。

在其中一个实施方式中，输入轴 711 穿出外壳 78 的一端连接有驱动轮 79，驱动轮 79 由相应驱动绳驱动。

在其中一个实施方式中，整个机械臂可置于保护壳内，保护壳外部可包覆软硅胶，以起到更好地防护作用。

上述实施例的便携式全耦合并联型连续体机械臂，通过差动轮系将动力传递到每个关节处的三自由度球面并联机构，使得三自由度球面并联机构可以进行不同运动角度的运动，通过分别控制每个关节处三自由度球面并联机构的运动角度，就可以让机械臂在复杂环境中作业且具有一定的承载和精细操作能力，使机械臂能够在质量较轻的情况下实现高负载自重比。

上述实施例的便携式全耦合并联型连续体机械臂，采用了三自由度球面并联机构和差动轮系共同作用的设计方法，整体结构简单，减少了驱动数量，有效降低了结构重量，提升了负载能力和运动精度，且自由度多、柔性高、运动灵活，便于操作，极大的增加了机械臂在使用过程中的环境适应能力，也便于实现机械臂的远程控制。

显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例，并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

## 权 利 要 求 书

1. 一种便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：包括主驱动电机、驱动绳和多个依次连接的关节，每个所述关节均采用三自由度球面并联机构，所述三自由度球面并联机构包括静平台和动平台，每个所述三自由度球面并联机构的所述静平台和动平台之间连接有三个分支运动机构，每个所述关节的动平台和相邻关节的静平台之间通过主杆件相连接；

每个所述分支运动机构均由独立的驱动机构驱动动作；

所述驱动机构采用差动轮系，所述差动轮系包括两个动力输入件和一个动力输出件，通过两个所述动力输入件的转速差控制所述动力输出件的输出转速；

所述驱动机构的一个动力输入件均由所述驱动绳驱动旋转，所述驱动绳和所述主驱动电机相连接；所述驱动机构的另一个动力输入件均由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动。

2. 根据权利要求1所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：包括三个所述主驱动电机和三根所述驱动绳，每个所述关节处均连接有三个所述驱动机构，所述关节中的每个所述分支运动机构与驱动机构一一对应，每个分支运动机构均由相应的所述驱动机构驱动动作；

每个所述关节处的第一个所述驱动机构的一个动力输入件均由第一根所述驱动绳驱动旋转，第一根所述驱动绳和第一个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第一个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动；

每个所述关节处的第二个所述驱动机构的一个动力输入件均由第二根所述驱动绳驱动旋转，第二根所述驱动绳和第二个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第二个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动；

每个所述关节处的第三个所述驱动机构的一个动力输入件均由第三根所述驱动绳驱动旋转，第三根所述驱动绳和第三个所述主驱动电机相连接；每个所述关节处的第三个所述驱动机构的另一个动力输入件由蜗轮蜗杆传动机构驱动旋转，所述蜗轮蜗杆传动机构由辅助电机驱动。

3. 根据权利要求1所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述分支运动机构包括第一连杆和第二连杆，所述第一连杆和第二连杆之间通过转动副相连接，所述三自由度球面并联机构中每个分支运动机构的第

一连杆均与动平台通过球面副相连接，第二连杆均与静平台通过转动副相连接，每个所述分支运动机构中的所述第二连杆均与对应的所述驱动机构的动力输出件相连接。

4. 根据权利要求3所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述第一连杆和第二连杆均采用弧形板。

5. 根据权利要求3所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述动平台上设置有第一安装孔，所述静平台上连接有安装架，所述安装架上设置第二安装孔，相邻两个关节之间的所述主杆件的一端和一个关节的所述第一安装孔通过螺纹相连接，另一端和相邻关节的所述第二安装孔通过螺纹相连接。

6. 根据权利要求1所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述差动轮系包括内齿轮、外齿轮和行星架，所述内齿轮和外齿轮之间啮合有多个行星轮，所述行星轮和所述行星架相连接；所述外齿轮上连接有输入轴，所述输入轴作为一个动力输入件，所述内齿轮作为另一个动力输入件，所述行星架作为动力输出件。

7. 根据权利要求6所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述行星架包括第一座体和第二座体，所述第二座体上连接有输出轴，所述第一座体上设置有多个第一瓣体，所述第二座体上设置有多个第二瓣体，所述第一瓣体和第二瓣体的数量均与行星轮的数量相同，所述行星轮通过轴承和行星轴相连接，每个第一瓣体和第二瓣体为一组而构成一个架体组件，所述架体组件和行星轮一一对应，每个所述架体组件中的第一瓣体和第二瓣体均连接在对应行星轮的行星轴上，所述架体组件中的第一瓣体和第二瓣体分别位于对应行星轮的两侧。

8. 根据权利要求6所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述差动轮系还包括动力输入轮，所述动力输入轮连接在所述内齿轮上，所述蜗轮蜗杆传动机构包括相啮合的蜗杆和蜗轮，所述蜗轮连接在所述动力输入轮上，所述蜗杆由辅助电机驱动旋转。

9. 根据权利要求8所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述差动轮系还包括外壳，所述内齿轮、外齿轮、行星架和动力输入轮均位于所述外壳内部，所述蜗轮蜗杆传动机构位于外壳外部，所述蜗杆通过支架连接在所述外壳上，所述输入轴穿出所述外壳。

10. 根据权利要求9所述的便携式全耦合并联型连续体机械臂，其特征在于：所述输入轴穿出外壳的一端连接有驱动轮。

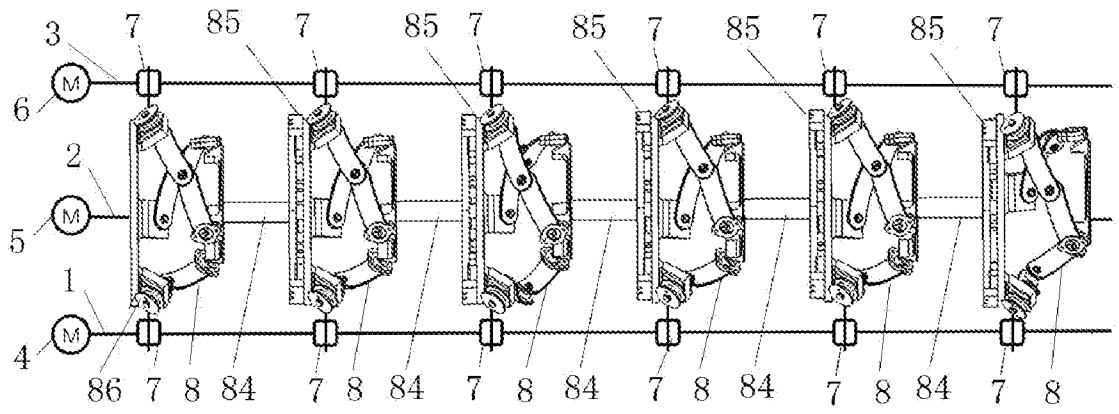


图 1

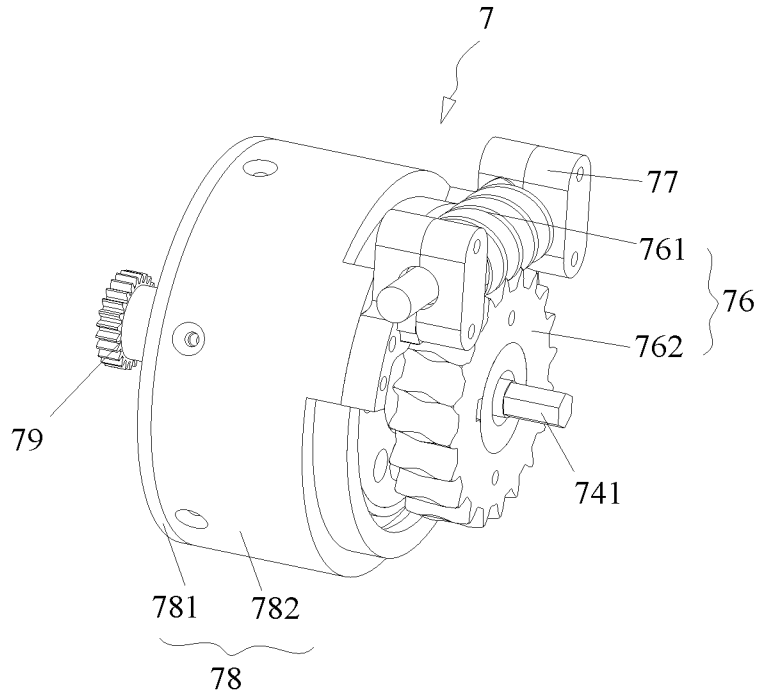


图 2

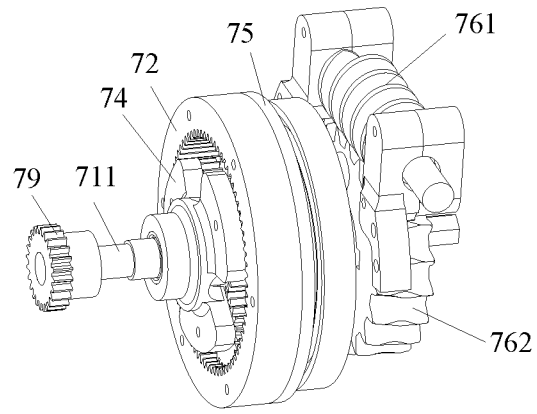


图 3

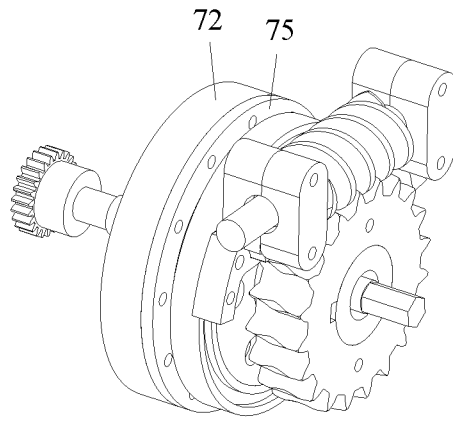


图 4



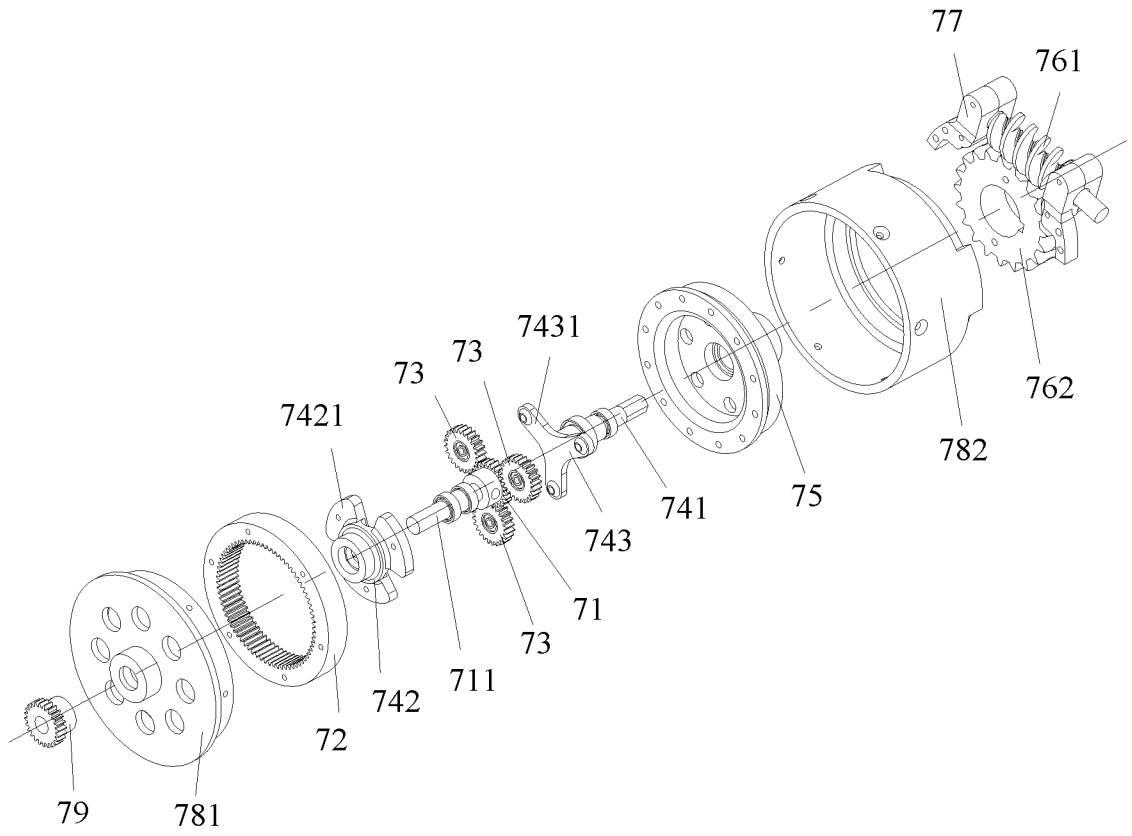


图 5

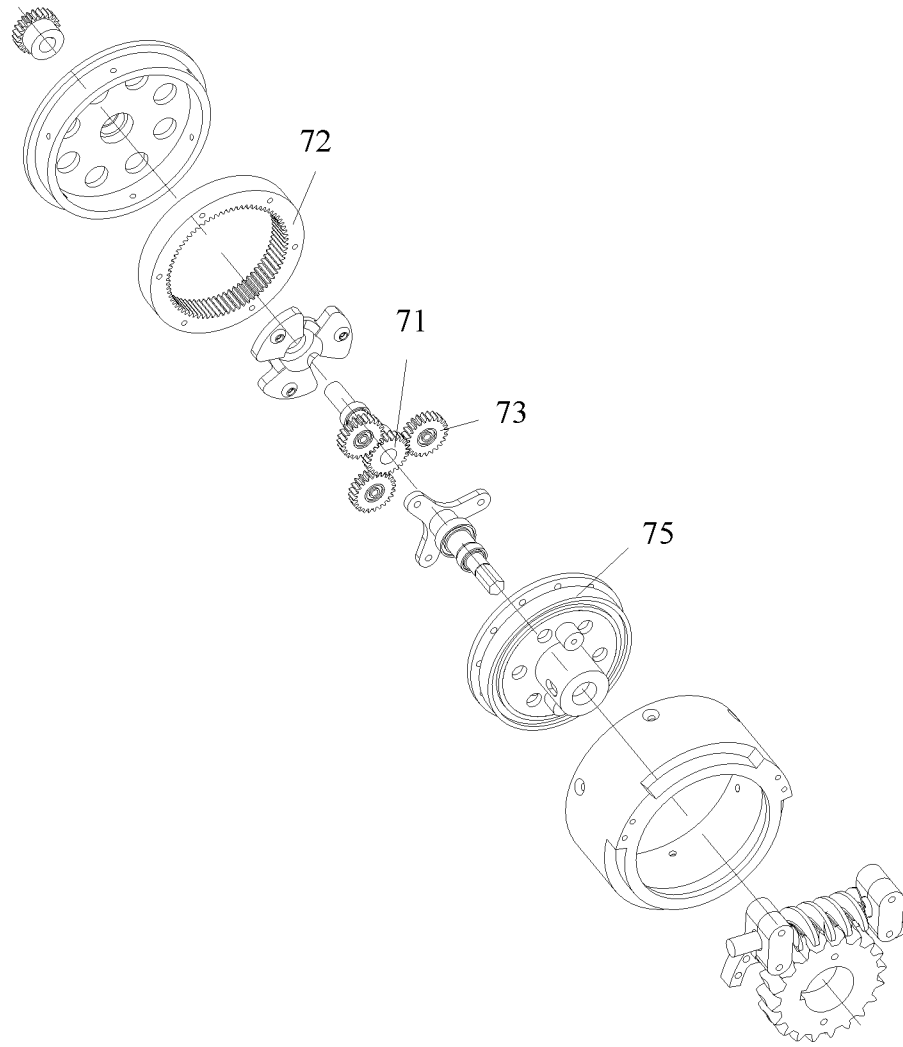


图 6

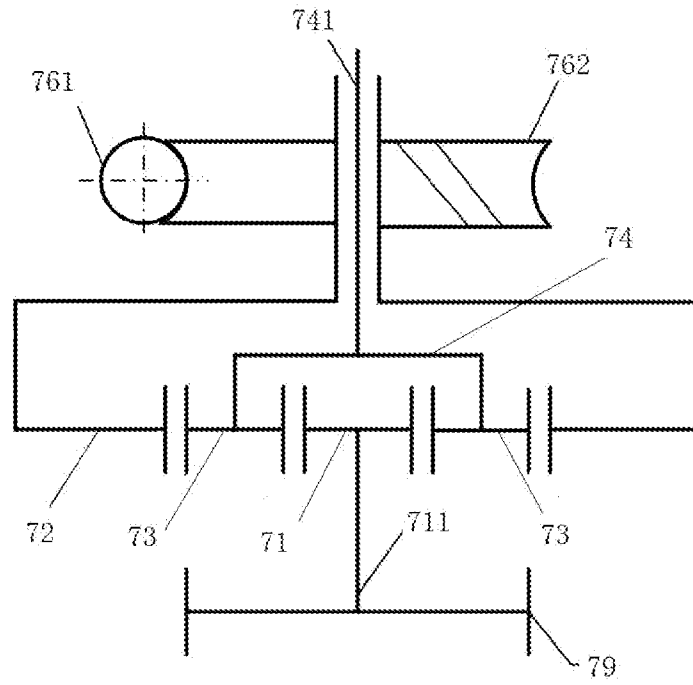


图 7

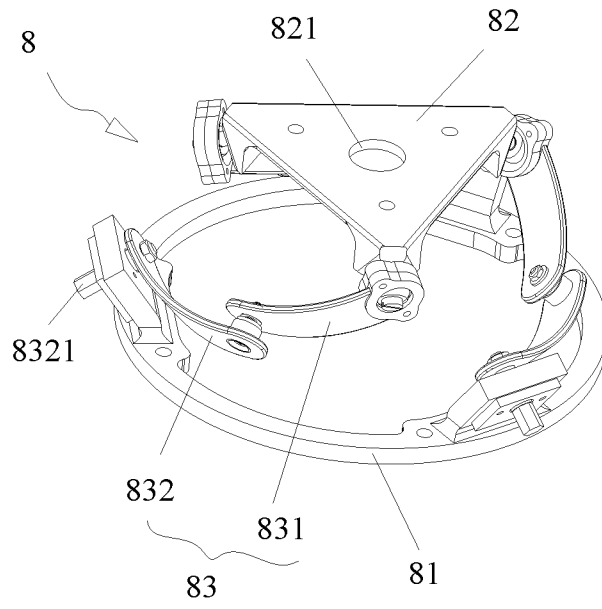


图 8

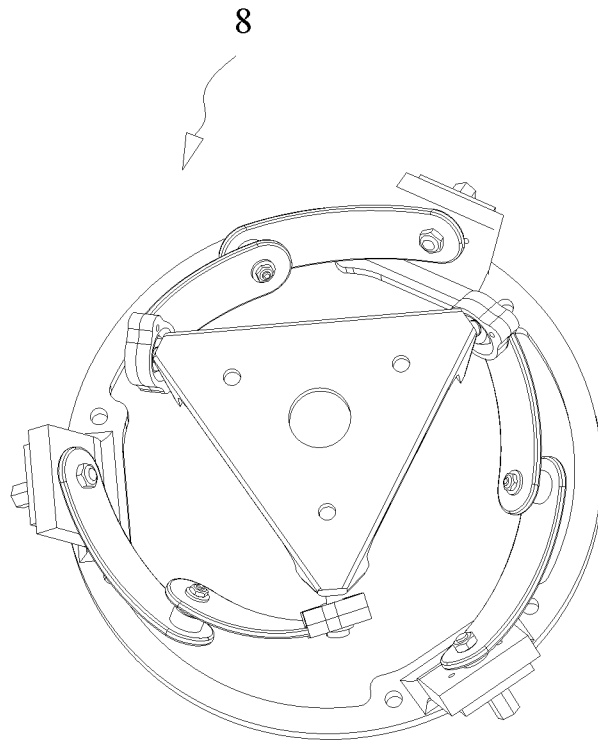


图 9

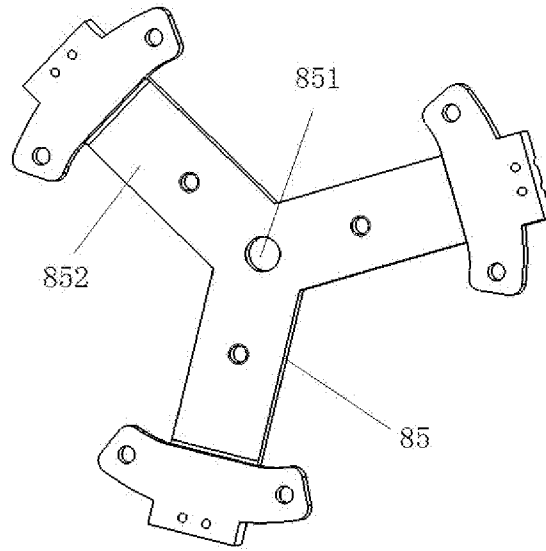


图 10

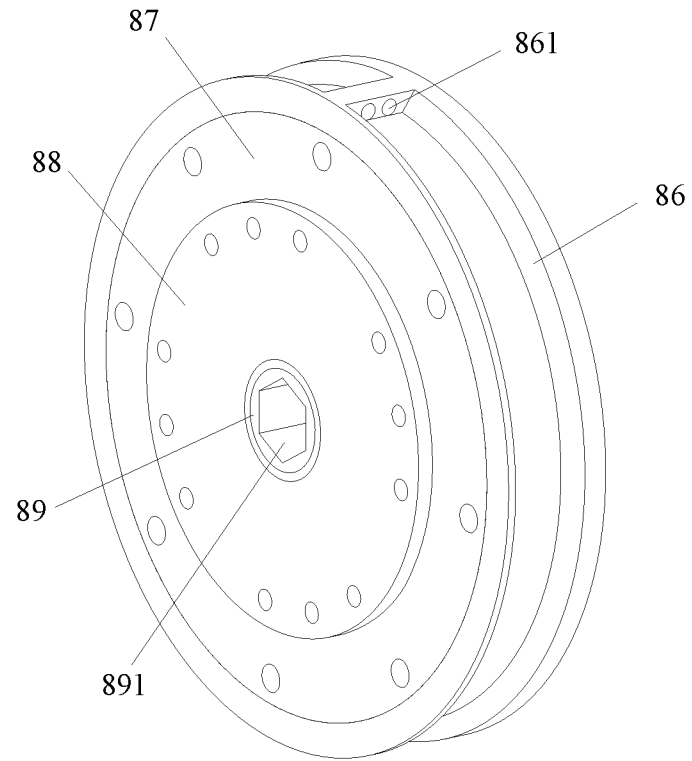


图 11

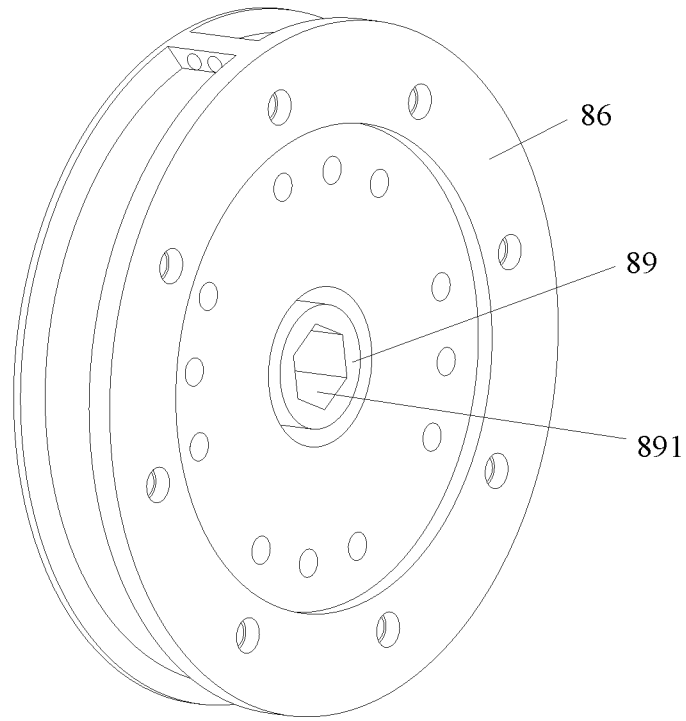


图 12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/118021

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B25J 9/10(2006.01)i; B25J 9/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B25J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, ENTXTC, CNKI, 万方, WANFANG: 连续体, 机器人, 机械臂, 绳, 球面, 并联, 蜗杆; VEN, ENTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT: continuum, robot, manipulator, cable, rope, spheric, parallel mechanism, worm.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114055436 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 18 February 2022 (2022-02-18) claims 1-10	1-10
Y	CN 113288530 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 24 August 2021 (2021-08-24) description, paragraphs 2-78, and figures 1-4	1-10
Y	CN 1661261 A (HANGZHOU CREATOR MACHINERY MANUFACTURE CO., LTD.) 31 August 2005 (2005-08-31) description, pages 1-3, and figures 1-2	1-10
Y	CN 101104269 A (YANSHAN UNIVERSITY) 16 January 2008 (2008-01-16) description, specific embodiments, and figures 1 and 2	3-5
Y	CN 103286792 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 11 September 2013 (2013-09-11) description, paragraphs 2-19, and figures 1-4	3-5
A	CN 112936271 A (TSINGHUA SHENZHEN INTERNATIONAL GRADUATE SCHOOL) 11 June 2021 (2021-06-11) entire document	1-10
A	KR 20170104407 A (KT CORP.) 15 September 2017 (2017-09-15) entire document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>13 November 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>02 December 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/118021**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114055436 A	18 February 2022	None	
CN 113288530 A	24 August 2021	CN 113288530 B	21 December 2021
CN 1661261 A	31 August 2005	CN 100354547 C	12 December 2007
CN 101104269 A	16 January 2008	CN 100544901 C	30 September 2009
CN 103286792 A	11 September 2013	CN 03286792 B	12 August 2015
CN 112936271 A	11 June 2021	None	
KR 20170104407 A	15 September 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/118021

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>B25J 9/10(2006.01)i; B25J 9/00(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>B25J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXTX, ENTXTC, CNKI, 万方: 连续体, 机器人, 机械臂, 绳, 球面, 并联, 蜗杆; VEN, ENTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT: continuum, robot, manipulator, cable, rope, spheric, parallel mechanism, worm.</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 114055436 A (苏州大学) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 113288530 A (苏州大学) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 说明书第2-78段, 附图1-4</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1661261 A (杭州珂瑞特机械制造有限公司) 2005年8月31日 (2005 - 08 - 31) 说明书第1-3页, 附图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101104269 A (燕山大学) 2008年1月16日 (2008 - 01 - 16) 说明书具体实施方式, 附图1-2</td> <td>3-5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103286792 A (上海大学) 2013年9月11日 (2013 - 09 - 11) 说明书第2-19段, 附图1-4</td> <td>3-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112936271 A (清华大学深圳国际研究生院) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20170104407 A (KT CORP) 2017年9月15日 (2017 - 09 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 114055436 A (苏州大学) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 权利要求1-10	1-10	Y	CN 113288530 A (苏州大学) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 说明书第2-78段, 附图1-4	1-10	Y	CN 1661261 A (杭州珂瑞特机械制造有限公司) 2005年8月31日 (2005 - 08 - 31) 说明书第1-3页, 附图1-2	1-10	Y	CN 101104269 A (燕山大学) 2008年1月16日 (2008 - 01 - 16) 说明书具体实施方式, 附图1-2	3-5	Y	CN 103286792 A (上海大学) 2013年9月11日 (2013 - 09 - 11) 说明书第2-19段, 附图1-4	3-5	A	CN 112936271 A (清华大学深圳国际研究生院) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 全文	1-10	A	KR 20170104407 A (KT CORP) 2017年9月15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 114055436 A (苏州大学) 2022年2月18日 (2022 - 02 - 18) 权利要求1-10	1-10																								
Y	CN 113288530 A (苏州大学) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 说明书第2-78段, 附图1-4	1-10																								
Y	CN 1661261 A (杭州珂瑞特机械制造有限公司) 2005年8月31日 (2005 - 08 - 31) 说明书第1-3页, 附图1-2	1-10																								
Y	CN 101104269 A (燕山大学) 2008年1月16日 (2008 - 01 - 16) 说明书具体实施方式, 附图1-2	3-5																								
Y	CN 103286792 A (上海大学) 2013年9月11日 (2013 - 09 - 11) 说明书第2-19段, 附图1-4	3-5																								
A	CN 112936271 A (清华大学深圳国际研究生院) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 全文	1-10																								
A	KR 20170104407 A (KT CORP) 2017年9月15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-10																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年11月13日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年12月2日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>李祥亮</p> <p>电话号码 86-(20)-28958271</p>																								

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/118021

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	114055436	A	2022年2月18日	无			
CN	113288530	A	2021年8月24日	CN	113288530	B	2021年12月21日
CN	1661261	A	2005年8月31日	CN	100354547	C	2007年12月12日
CN	101104269	A	2008年1月16日	CN	100544901	C	2009年9月30日
CN	103286792	A	2013年9月11日	CN	03286792	B	2015年8月12日
CN	112936271	A	2021年6月11日	无			
KR	20170104407	A	2017年9月15日	无			