



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104385266 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410432249. X

(22) 申请日 2014. 08. 28

(71) 申请人 北京邮电大学  
地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

(72) 发明人 宋荆洲 郝雄波 孙汉旭 贾庆轩

(51) Int. Cl.  
B25J 9/06(2006. 01)  
B25J 17/02(2006. 01)  
B25J 19/02(2006. 01)  
B25J 18/00(2006. 01)  
B25J 19/00(2006. 01)

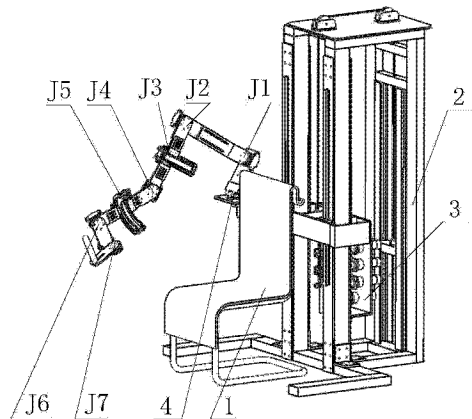
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

七自由度外骨骼式遥操作主手

(57) 摘要

本发明涉及一种七自由度外骨骼式遥操作主手,由外骨骼主手部分、驱动单元以及支架组成。外骨骼主手部分包括手臂穿戴部分和奇异构型调整单元。手臂穿戴部分穿戴于操作者上肢。奇异构型调整单元提供两个方向的转动,可调整外骨骼主手的奇异构型发生在工作空间的边缘。驱动单元是由电机、谐波减速器、编码器、力矩传感器、传动轮等组成,通过钢丝绳传递动力,大大降低手臂部分重量。支架用于固定外骨骼主手部分以及驱动单元,并且可实现手臂高度的调整和重力的平衡。本发明操作灵活,适用性好,手臂部分结构紧凑、惯量低,长时间操作不易疲劳。本发明旨在提供一款以操作者通过外骨骼式主操作手遥控多自由度机器人的装置。



1. 一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:由支架(2)、驱动单元(3)以及外骨骼主手(图4)三部分组成。其中,外骨骼主手部分(图4)分为奇异构型调整单元(4)和手臂穿戴部分。

奇异构型调整单元(4)与手臂穿戴部分相连,奇异构型调整单元(4)的奇异调整基座(401)与支架(2)的升降板(202)固定。奇异构型调整单元可沿着支架上的升降板(202)上下运动,调整外骨骼主手的高度,同时补偿操作者手臂抬起或落下时引起的人体肩部略微抬升。

手臂穿戴部分穿戴于操作者上臂,包括肩部、肘部、腕部,共七个转动自由度,采用拟人设计原则,符合手臂运动习惯。其中,肩部有三个转动自由度,旋转轴线始终保持正交,实现肩关节的内收/外展(J1)、屈/伸(J2)、旋内/旋外(J3)运动;肘部有一个转动自由度,实现肘关节的屈/伸(J4)运动;腕部有三个转动自由度,旋转轴线始终保持正交,分别实现手腕的旋内/旋外(J5)、内收/外展(J6)以及屈/伸(J7)运动;

驱动单元(3)是七自由度外骨骼式遥操作主手的动力以及检测机构,包括电机(302)、编码器(303)、力矩传感器(305)等组成,编码器(303)安装在电机(302)末端。通过钢丝绳(307)、钢丝绳管套(308)以及传动轮(306)传递动力至外骨骼主手的手臂穿戴部分;

支架(2)的前端安装有直线导轨组(203),在通过直线导轨组的滑块上安装升降板(202)。支架(2)的后端设计了重力平衡机构,由配重滑轮组(205)、配重块轨道(206)、配重块(207)以及配重钢丝绳(204)组成。

2. 根据权利要求1所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:七个转动关节均连接了力矩传感器和编码器,而且各关节可单独驱动。简化受力分析过程,可以精确的得到各个关节的力矩反馈值,并且可将主手各个关节的精确运动状态直观的映射到从端多自由度机器人。

3. 根据权利要求1所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:外骨骼式遥操作主手机构的电机(302)、谐波减速器(304)、力矩传感器(305)等部件全部通过挂板(310)和电机座(301)悬挂固定于支架上的升降板(202),大大降低了外骨骼式主手穿戴部分的重量,使得手臂穿戴部分的结构更加紧凑,惯量更低。

4. 根据权利要求1所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:外骨骼主手部分设计有奇异构型调整单元(4)。奇异构型调整单元(4)与穿戴于操作者的手臂穿戴部分相连,具有两个转动自由度,即可使奇异调整板(502)相对奇异调整基座(401)发生水平方向的转动以及俯仰方向的摆动。通过两个转动的组合调整手臂穿戴部分的构型,使奇异构型只发生在外骨骼式遥操作主手工作空间的边缘。

5. 根据权利要求1所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:通过钢丝绳(307)、和钢丝绳管套(308)进行电机(302)与手臂穿戴部分各关节转动的动力传递,改变了传动部分的走向,各关节均由电机、钢丝绳驱动,可实现单独控制。传动端(601)和驱动端(602)部分均采用推挽式结构绳传动,钢丝绳(307)与传动轮(306)或者驱动轮(50903)相切,降低摩擦,提高传递效率。钢丝绳管套(308)末端通过螺纹固定柱与传动轮钢丝绳管套固定座(309)、驱动轮钢丝绳管套固定座(501)和圆弧导轨钢丝绳固定座(50801)的螺纹孔连接。通过钢丝绳带动传动轮(306)和驱动轮(50903)同时发生正转或者反转。

6. 根据权利要求1所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手,其特征在于:肩部的旋

内 / 旋外 (J3) 关节和腕部的旋内 / 旋外 (J5) 关节均采用两段  $180^\circ$  的圆弧导轨 (50802) 组成, 圆弧导轨 (50802) 和滑块 (50804) 通过滚珠滑动。半圆环的设计使得操作者可迅速脱掉外骨骼, 避免意外发生时对操作者造成伤害, 提高了操作者的安全性; 同时, 当操作者手臂处于竖直位置时, 由于操作者手臂仍然可以贴合腰部, 相比圆形的封闭设计, 半圆形的设计将不会影响操作者的运动范围。两段圆弧导轨采用背靠背的方式连接, 提高了外骨骼的强度。

7. 根据权利要求 1 所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手, 其特征在于: 在支架 (2) 上安装重力平衡机构, 将配重块 (207) 的重量等同于外骨骼主手部分和驱动单元的总重量, 降低了操作者手臂本身所承担的重量, 增大了操作者的舒适性, 使得长时间执行遥控多自由度机器人执行复杂任务时不宜疲劳。

8. 根据权利要求 1 所述的一种七自由度外骨骼式遥操作主手, 其特征在于: 外骨骼手臂穿戴部分自由度分配符合人体上肢运动规律, 且尺寸可以调整。该外骨骼手臂穿戴部分设计有尺寸调节机构, 各关节之间均可调节相对长度, 覆盖了绝大多数人体上肢尺寸。调节原理为: 驱动固定板 (50902) 上的尺寸调节连接孔 (50902B) 与滑块连接杆 (50806) 上的尺寸调节滑槽 (50806A) 通过螺栓完成固定, 通过尺寸调节连接孔 (50902B) 在尺寸调节滑槽 (50806A) 中的位置的改变来适应不同的操作者手臂的长度。

## 七自由度外骨骼式遥操作主手

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种外骨骼式主手装置,具体涉及一种应用于空间机器人领域的七自由度外骨骼式遥操作主手装置,能够测量旋转角度,再现从端多自由度机器人与环境的接触力矩。

### 背景技术

[0002] 随着航天事业的迅速发展和对太空探索的不断深入,空间操作任务变得越来越繁重复杂,如进行在轨卫星或大型空间站的构建和维修工作、空间设备的维修、科学实验载荷的照料等。舱外服务机器人能很好地适应太空作业环境,利用机器人代替或协助宇航员参与空间活动。

[0003] 空间多自由度的机器人在控制过程中需要多个关节的控制参数,要求人机之间的高维的信息耦合,外骨骼式多自由度遥操作主手,利用穿戴在身体上的外骨骼,可以使穿戴者的上肢动作参数在多自由度机器人身上实时再现出来。在遥操作中,操作员在本地端通过了解从端信息(视觉、力觉)从而做出决策,并通过操纵外骨骼式主手来控制远端的机器人(从手)运动。具体为:通过光栅尺或编码器等电子元件,采集操作者各关节的位移和转动角度,发送指令并控制从端的多自由度机器人进行相关运动。当从端的多自由度机器人与障碍碰撞接触时,会有阻力/力矩信息返回,由电机等驱动装置提供反馈力/力矩,使操作者感觉到相应的阻力/力矩,实现环境力的再现。

[0004] 现有的外骨骼机构主要用于医疗康复,助老助残,其电机主要置于外骨骼手臂穿戴部分,响应快速,由于对精度要求不高,采用了普通的减速器,避免不了齿轮传动带来的齿侧间隙。其大部分重量集中在手臂穿戴部分,尺寸大,惯性大,造成人体负担过重。授权公开号 CN2710848 Y 的中国实用新型专利为浙江大学研制的穿戴式外骨骼机械手,该机构采用并联式结构,结构紧凑,重量低,用于对远端机器人进行远端控制,但是也存在外骨骼机械手向多自由度机器人的运动映射复杂、不准确的问题。

[0005] 本发明提出了一种七自由度外骨骼式遥操作主手,该外骨骼主手采用串联结构。手臂穿戴部分惯性低,结构紧凑;采用谐波减速器和钢丝绳传动,无间隙;可适应不同操作者的尺寸,工作空间大,操作灵活,舒适性好。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种地面控制空间多自由度机器人执行任务的主手,它穿戴在操作者上肢,操作灵活、不易疲劳,能够测量肩部、肘部、腕部共七个关节的转动角度及速度,通过外骨骼手臂的姿态控制从端的多自由度机器人,并将多自由度机器人与环境之间的接触力信息实时反馈给操作者。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用以下的技术方案实现:本发明的外骨骼式遥操作主手装置由支架、驱动单元、外骨骼主手三部分组成。其中,外骨骼主手部分分为奇异构型调整单元和手臂穿戴部分。

[0008] 所述的手臂穿戴部分采用拟人设计原则,包括肩部、肘部、腕部,共七个转动自由度,其中,肩部有三个转动自由度,旋转轴线始终保持正交,实现真实肩关节的球副功能;肘部有一个转动自由度,实现肘关节的运动;腕部有三个转动自由度,旋转轴线始终交于一点,分别实现手腕的各方向灵活运动;外骨骼手臂穿戴部分的长度尺寸可以调整,具体原理为:驱动固定板(50902)上的尺寸调节连接孔(50902B)与滑块连接杆(50806)上的尺寸调节滑槽(50806A)通过螺栓完成固定,通过尺寸调节连接孔(50902B)在尺寸调节滑槽(50806A)中的位置的改变来适应不同的操作者手臂的长度。

[0009] 所述的支架(2)的前端上安装有直线导轨组(203),操作者不仅可以坐在座椅(1)上执行遥控操作任务,也可站立执行遥控操作任务。当操作者手臂向上抬起时会引起的肩部中心点略微抬高,外骨骼手臂穿戴部分通过奇异构型调整单元(4)与安装在直线导轨组(203)上的升降板(202)相连,故可相应的轻微抬高,使得外骨骼的运动完全与操作者上肢运动保持一致,提高了操作者舒适性。在支架(2)的后端设计了重力平衡机构,由配置滑轮组(205)、配重块轨道(206)、配重块(207)以及配重钢丝绳(204)组成。

[0010] 所述的驱动单元(3)是七自由度外骨骼式遥控操作主手的动力以及检测机构,每个关节的驱动组件均包括电机(302)、谐波减速器(304)、编码器(303)、力矩传感器(305)等组成。通过钢丝绳(307)、钢丝绳管套(308)以及传动轮(306)传递动力至外骨骼主手的关节;七个转动关节均分别连接了力矩传感器和编码器,可以精确的得到各个关节的力矩值,并且可将主手各个关节的精确运动状态直观的映射到从端多自由度机器人。外骨骼式遥控操作主手机构的驱动组件全部通过挂板(310)和电机座(301)悬挂固定于支架上的升降板(202),大大降低了外骨骼式主手穿戴部分的重量。

[0011] 所述的外骨骼主手部分设计有奇异构型调整单元(4)。它与手臂穿戴部分相连,具有两个转动自由度,即可使奇异调整板(502)相对奇异调整基座(401)发生水平方向的转动以及俯仰方向的摆动。

[0012] 其中,所述的驱动单元与外骨骼手臂穿戴部分通过钢丝绳(307)、和钢丝绳管套(308)进行电机(302)与手臂穿戴部分各关节转动的动力传递,改变了传动部分的走向,各关节均由独立的电机、钢丝绳驱动,可实现单独控制。传动端(601)和驱动端(602)部分均采用推挽式结构绳传动,钢丝绳水平布置,降低摩擦,提高传递效率。钢丝绳管套(308)末端通过螺纹固定柱与传动轮钢丝绳管套固定座(309)、驱动轮钢丝绳管套固定座(501)和圆弧导轨钢丝绳固定座(50801)的螺纹孔连接,通过把钢丝绳管套拧紧在钢丝绳固定座上,调整钢丝绳的张紧程度。

[0013] 所述的肩部的旋内/旋外(J3)关节和腕部的旋内/旋外(J5)关节均采用两段180°的圆弧导轨(50802)组成,两段导轨采用背靠背的方式连接,滑块(50804)和圆弧导轨(50802)之间通过滚珠滑动。

[0014] 本发明的优点在于:(1)电机等驱动组件放置在支架上,降低外骨骼手臂穿戴部分重量。同时,手臂穿戴部分结构紧凑,灵活性好,且尺寸可调,适应人群广;(2)通过钢丝绳、钢丝绳管套和谐波减速器传动,避免了齿轮传动带来的齿侧间隙,精度较高;(3)支架上设计有重力平衡机构,通过配重块抵消了外骨骼主手部分和驱动单元的重量,操作舒适,不易疲劳;(4)增加了奇异构型调整单元,可调节奇异构型发生在外骨骼主手的工作空间的边缘;(5)肩部和腕部的旋转关节采用半圆形圆弧导轨设计,提高操作者的安全性,同时

也避免了外骨骼与身体躯干的干涉,增大了操作者手臂的运动范围。

### 附图说明

[0015] 图 1 是七自由度外骨骼式遥操作主手装置的整体结构图;

[0016] 图 2 是本发明装置的支架结构图;

[0017] 图 3 是本发明装置的驱动单元的结构图;

[0018] 图 4 是本发明装置的外骨骼主手部分的结构图;

[0019] 图 5 是外骨骼手臂穿戴部分的旋内 / 旋外关节的结构图;

[0020] 图 6 是外骨骼手臂穿戴部分尺寸调节机构示意图;

[0021] 图 7 是外骨骼手臂穿戴部分的屈 / 伸和内收 / 外展关节的爆炸视图;

[0022] 图 8 是本发明装置的传动系统示意图。

[0023] 上图中的标号名称:1. 座椅 2. 支架 3. 驱动单元 4. 奇异构型调整单元 J1. 肩部内收 / 外展关节 J2. 肩部屈 / 伸关节 J3. 肩部旋内 / 旋外关节 J4. 肘部屈 / 伸关节 J5. 腕部旋内 / 旋外关节 J6. 腕部内收 / 外展关节 J7. 腕部屈 / 伸关节 201. 型材杆架 202. 升降板 203. 直线导轨组 204. 配重钢丝绳 205. 配重滑轮组 206. 配重块轨道 207. 配重块 301. 电机座 302. 电机 303. 编码器 304. 谐波减速器 305. 力矩传感器 306. 传动轮 307. 钢丝绳 308. 钢丝绳管套 309. 传动轮钢丝绳管套固定座 310. 挂板 401. 奇异调整基座 402. 曲柄滑块旋转轨道座 403. 曲柄滑块 501. 驱动轮钢丝绳管套固定座 502. 奇异调整板 503. 第一关节驱动轮 504. 第一关节驱动输出杆 505. 第二关节驱动固定杆 506. 第二关节驱动轮 507. 第二关节驱动输出杆 508. 旋内 / 旋外关节组 509. 屈 / 伸和内收 / 外展关节组 510. 第五关节驱动固定杆 511. 第五关节驱动输出杆 512. 第六关节驱动固定杆 513. 第六关节驱动轮 514. 第六关节驱动输出杆 515. 第七关节驱动轮 516. 第七关节驱动输出杆 517. 手柄 50801. 圆弧导轨钢丝绳管套固定座 50802. 圆弧导轨 50803. 圆弧导轨驱动输入杆 50804. 滑块 50805. 钢丝绳拉动块 50806. 滑块连接杆 50807. 圆弧导轨连接板 50901. 阶梯轴 50902. 驱动固定板 50903. 驱动轮 50904. 钢丝绳紧定螺钉 50905. 滚动轴承 50906. 卡簧 50907. 驱动输出板 50806A. 尺寸调节滑槽 50902B. 尺寸调节连接孔 30601. 钢丝绳固定螺纹孔 601. 驱动端 602. 传动端

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明进行进一步的详细说明:

[0025] 本发明是一种外骨骼式遥操作主手装置,手臂穿戴部分具有七个自由度。图 1 所示是该装置的整体结构图。本发明的外骨骼式遥操作主手装置由支架 (2)、驱动单元 (3)、外骨骼主手 (图 4) 三部分组成。其中,外骨骼主手部分分为奇异构型调整单元 (4) 和手臂穿戴部分。手臂穿戴部分根据拟人设计原则,采用串联式结构,穿戴于操作者上臂,包括肩部、肘部、腕部,共七个转动自由度,各旋转自由度依次顺序分布。其中,肩部有三个转动自由度,实现肩关节的内收 / 外展 (J1)、屈 / 伸 (J2)、旋内 / 旋外 (J3) 运动。肩关节的内收 / 外展 (J1)、屈 / 伸 (J2)、旋内 / 旋外 (J3) 的旋转轴线始终相交于一点,肩部的三个转动自由度近似为一个球铰;肘部有一个转动自由度,实现肘关节的屈 / 伸 (J4) 运动;腕部有三个转动自由度,分别实现手腕的旋内 / 旋外 (J5)、内收 / 外展 (J6) 以及屈 / 伸 (J7) 运动。

腕关节的旋内 / 旋外 (J5)、内收 / 外展 (J6) 以及屈 / 伸 (J7) 的旋转轴线也相交于一点, 实现手腕的三个反向的运动。操作者将上肢穿入外骨骼后可坐在座椅 (1) 或者站立执行遥操作任务。

[0026] 图 2 所示为本发明装置的支架 (2) 部分, 包括型材组成的机架、升降平台、重量平衡三部分。型材组成的机架由型材杆架 (201) 拼接而成, 起地面支撑作用。升降平台由直线导轨组 (203)、升降板 (202) 组成, 图 3 所示的驱动单元就悬挂固定于升降平台上。重量平衡机构由配重滑轮组 (205)、配重钢丝绳 (204)、配重块轨道 (206) 和配重块 (207) 组成。其中, 直线导轨组 (203)、配重滑轮组 (205) 和配重块轨道 (206) 均通过螺钉固定在型材杆架 (201) 组成的机架上。共有四个直线导轨组 (203), 前后左右对称分布。升降板 (202) 固定在这四个直线导轨组 (203) 的四个滑块上, 并在其侧边连接外骨骼主手部分奇异构型调整单元的奇异调整基座, 使外骨骼主手部分可随升降板沿着导轨上下运动。设计此升降板上下运动既可以使操作者以站姿或坐姿穿戴外骨骼, 也是为了补偿操作者上肢抬起或放低时引起的肩部中心点的略微抬高和下降, 提高了操作者的舒适性。配重钢丝绳 (204) 绕过配重滑轮组 (205) 一端连接升降板 (202), 一端与配重块 (207) 相连, 使得配置块可随着升降板的运动在配重块轨道 (206) 中滑动。

[0027] 本发明的七自由度外骨骼式遥操作主手装置的驱动单元 (3) 的结构如图 3 所示, 共七组电机组件, 固定于电机座 (301) 和挂板 (310) 上, 用于驱动外骨骼手臂穿戴部分的七个关节。每个电机组件的连接方式如下: 电机 (302) 末端连接编码器 (303), 用于测定各关节的旋转角度以及角速度; 电机 (302) 前端通过法兰连接谐波减速器 (304)。谐波减速器 (304) 可避免普通减速器传动带来的齿侧间隙, 避免了回转误差。力矩传感器 (305) 用于测量各关节的实时力矩值, 通过法兰与谐波减速器 (304) 连接。力矩传感器 (305)、传动轮 (306) 固定在同一旋转轴上。电机 (302) 通过传动轮 (306) 和钢丝绳 (307) 传递动力至外骨骼手臂穿戴部分的关节。

[0028] 在本发明的外骨骼主手的结构中, 如图 4、图 5、图 6 和图 7 所示。外骨骼主手结构的起始部分为奇异构型调整单元 (4)。当肩关节的内收 / 外展 (J1) 和旋内 / 旋外 (J3) 轴线或者肩关节的旋内 / 旋外 (J3) 和腕关节的旋内 / 旋外 (J5) 轴线处于共线位置时, 造成一个自由度丢失, 形成奇异构型。奇异构型调整单元与穿戴于操作者的手臂穿戴部分相连, 具有两个转动自由度。一个自由度为水平方向的转动, 由奇异调整基座 (401) 和曲柄滑块旋转轨道座 (402) 组成。曲柄滑块旋转轨道座 (402) 的头部为圆盘型, 带有旋转轴, 可调整曲柄滑块旋转轨道座 (402) 绕着奇异调整基座 (401) 在水平方向转动一定的角度, 转动后通过大螺母固定。另一个自由度为为外骨骼手臂穿戴部分俯仰方向的摆动, 通过曲柄滑块 (403) 实现。具体为奇异调整板 (502) 与曲柄滑块 (403) 相连, 曲柄滑块 (403) 中的滑块可沿着曲柄滑块旋转轨道座 (402) 移动, 从而实现奇异调整板 (502) 在俯仰方向的摆动。曲柄滑块 (403) 移动到合适的位置后通过螺钉固定在曲柄滑块旋转轨道座 (402) 上。通过奇异构型调整单元 (4) 改变了奇异调整板 (502) 的位姿, 进而改变了手臂穿戴部分的位姿, 从而使自由度丢失的情况发生在手臂活动范围 (工作空间) 的边缘。

[0029] 手臂穿戴部分起始于奇异构型调整单元, 包括七个旋转的关节。第一关节为肩部的内收 / 外展 (J1) 关节, 由奇异调整板 (502)、第一关节驱动轮 (503)、第一关节驱动输出 (504) 和驱动轮钢丝绳管套固定座 (501) 等组成。奇异调整板 (502) 和驱动轮钢丝绳管套

固定座 (501) 之间用螺钉连接,第一关节驱动轮 (503) 和第一关节驱动输出杆 (504) 用螺钉连接,通过钢丝绳驱动使第一关节驱动输出杆 (504) 绕着奇异调整板 (502) 转动,实现肩部内收 / 外展运动;第二关节为肩部的屈 / 伸 (J2) 关节,由第二关节驱动固定杆 (505)、第二关节驱动轮 (506)、第二关节驱动输出杆 (507) 等组成。通过钢丝绳驱动第二关节驱动轮 (506),进而带动第二关节驱动输出杆 (507) 绕着第二关节驱动固定杆 (505) 转动,实现肩部屈 / 伸运动;肩部的旋内 / 旋外关节 (J3) 为第三关节,结构见图 4 中的旋内 / 旋外关节组 (508),具体为图 5 所示;肘部的屈 / 伸 (J4) 关节为第四关节,结构见图 4 中的屈 / 伸和内收 / 外展关节组 (509),具体为图 7 所示;第五关节为腕部的旋内 / 旋外 (J5) 关节,具体为第五关节驱动输出杆 (511) 绕着第五关节驱动固定杆 (510) 沿半圆环转动,实现手腕的旋内 / 旋外运动;第六关节为腕部的内收 / 外展 (J6) 关节,具体为第六关节驱动输出杆 (514) 绕着第六关节驱动固定杆 (512) 转动,实现腕部的内收 / 外展运动。其中,第六关节驱动轮 (513) 和第六关节驱动输出杆 (514) 通过螺钉固定;第七关节为腕部的屈 / 伸 (J7) 关节,由第六关节驱动输出杆 (514)、第七关节驱动轮 (515)、第七关节驱动输出杆 (516) 和手柄 (517) 组成。具体为第七关节驱动轮 (515)、第七关节驱动输出杆 (516) 和手柄 (517) 之间相互连接,手柄 (517) 可绕着第六关节驱动输出杆 (514) 转动,实现手腕的屈 / 伸运动。

[0030] 图 5 所示为上述外骨骼手臂穿戴部分肩部的旋内 / 旋外 (J3) 关节和腕部的旋内 / 旋外 (J5) 关节的具体原理结构图。两个圆弧导轨 (50802) 通过背靠背的方式与圆弧导轨连接板 (50807) 用螺钉固定,导轨上的两个滑块 (50804) 与滑块连接杆 (50806) 固定,圆弧导轨驱动输入杆 (50803) 与圆弧导轨连接板 (50807) 固定。两个圆弧导轨钢丝绳管套固定座 (50801) 分别固定在圆弧导轨连接板 (50807) 的两端。钢丝绳拉动块 (50805) 固定在滑块连接杆 (50806) 夹板的中间 (即两个圆弧导轨之间)。此旋内 / 旋外关节通过二根钢丝绳管套 (308) 和两根钢丝绳 (307) 驱动,其中钢丝绳管套 (308) 的一端连接圆弧导轨钢丝绳管套固定座 (50801),一端连接传动轮钢丝绳固定座 (309)。通过电机驱动钢丝绳在钢丝绳管套中移动,进而拉动钢丝绳拉动块 (50805),从而使得滑块 (50804) 绕着圆弧导轨 (50802) 运动。滑块 (50804) 和圆弧导轨 (50802) 间通过滚珠滑动。从而实现滑块连接杆 (50806) (即旋内 / 旋外关节的输出杆) 相对圆弧导轨驱动输入杆 (50803) (即旋内 / 旋外关节的输出杆) 沿半圆环平滑转动。

[0031] 上面所述的外骨骼手臂穿戴部分中,各相邻杆件均可相对滑动 (图 4),当滑动到合适位置时通过螺栓固定,如手柄 (517) 可沿着第七关节驱动输出杆 (516) 滑动、第六关节驱动固定杆 (512) 可延第五关节驱动输出杆 (511) 滑动、第二关节驱动固定杆 (505) 沿着第一关节驱动输出杆 (504) 滑动等,杆件的滑动造成了关节之间的不同距离,从而调整杆件与操作者手臂相适应。各杆件调整部分的尺寸调节机构的原理 (图 6) 为:驱动固定板 (50902) 上的尺寸调节连接孔 (50902B) 与滑块连接杆 (50806) 上的尺寸调节滑槽 (50806A) 通过螺栓完成固定,通过尺寸调节连接孔 (50902B) 在尺寸调节滑槽 (50806A) 中的位置的改变来适应不同的操作者手臂的长度。此种调节方式使得外骨骼手臂穿戴部分可适应不同操作者的尺寸,不会由于外骨骼各关节与人体各关节不对应造成操作生硬,且被限制活动范围,舒适性较好。

[0032] 图 7 以爆炸视图的方式展示外骨骼手臂穿戴部分肩部内收 / 外展 (J1) 关节、肩部



屈 / 伸 (J2) 关节、肘部屈 / 伸关节 (J4)、腕部内收 / 外展 (J6) 关节和腕部屈 / 伸 (J7) 关节的具体原理结构图。驱动固定板 (50902) 和驱动轮 (50903) 安装在阶梯轴 (50901) 上。驱动轮钢丝绳管套固定座 (501) 与阶梯轴的端面通过螺钉固定, 用于连接钢丝绳管套的末端。卡簧 (50906) 卡于阶梯轴上, 防止滚动轴承 (50903) 内圈轴向滑动, 钢丝绳紧定螺钉 (50904) 固定钢丝绳于驱动轮 (50903) 上, 驱动输出板 (50907) 通过螺钉与驱动轮 (50903) 固定。当钢丝绳带动驱动轮 (50903) 旋转时, 即使驱动输出板 (50907) 绕着驱动固定板 (50902) 相对旋转。

[0033] 本发明的外骨骼式遥操作主手装置的传动系统如图 8 所示, 包括驱动端 (601)、执行端 (602) 和钢丝绳管套 (308)。驱动端 (601) 包括电机 (302)、电机座 (301)、传动轮 (306) 和传动轮钢丝绳固定座 (309)。执行端 (602) 包括驱动固定板 (50902)、驱动轮钢丝绳管套固定座 (501)、驱动轮 (50903)。其中传动轮 (306) 和驱动轮 (50904) 上均有钢丝绳螺纹孔 (30601)。一个关节的正反旋转运动需要两根钢丝绳 (307) 和两根钢丝绳管套 (308) 完成, 每根钢丝绳均穿过钢丝绳管套 (308), 然后两端分别穿过传动轮 (306) 和驱动轮 (50903) 的上钢丝绳螺纹孔 (30601), 然后通过钢丝绳紧定螺钉 (50904) 拧紧固定; 每根钢丝绳管套 (308) 两端的开孔螺纹固定柱分别拧紧固定在传动轮钢丝绳固定座 (309) 和驱动轮钢丝绳管套固定座 (501) (或者圆弧导轨钢丝绳管套固定座 (50801))。当电机正反转时, 带动驱动轮 (50903) 相应转动, 从而引起手臂穿戴部分各关节的转动。

[0034] 根据上述结构特点可知, 本发明的七自由度外骨骼式遥操作主手手臂穿戴部分重量更低, 结构紧凑, 操作灵活, 能适应不同的操作者上肢尺寸; 手臂不承担外骨骼重量, 长时间操作不易疲劳。

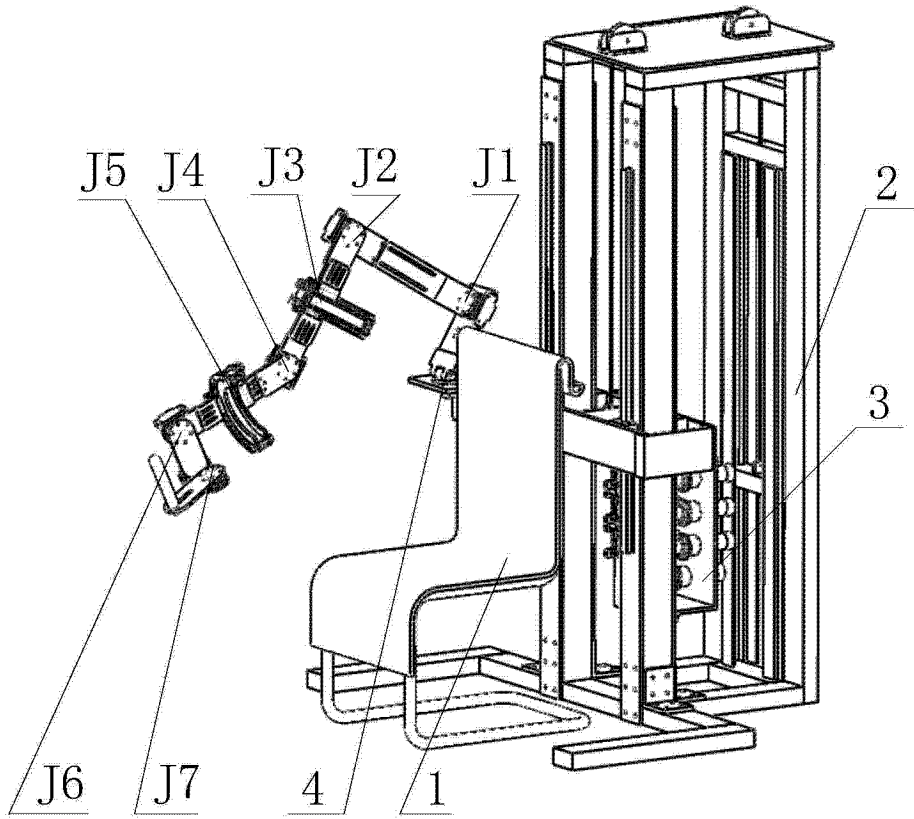


图 1

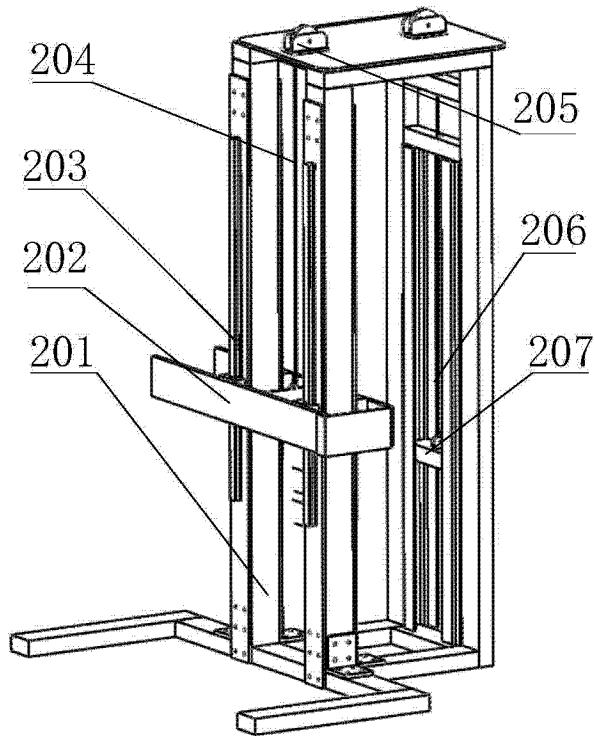


图 2

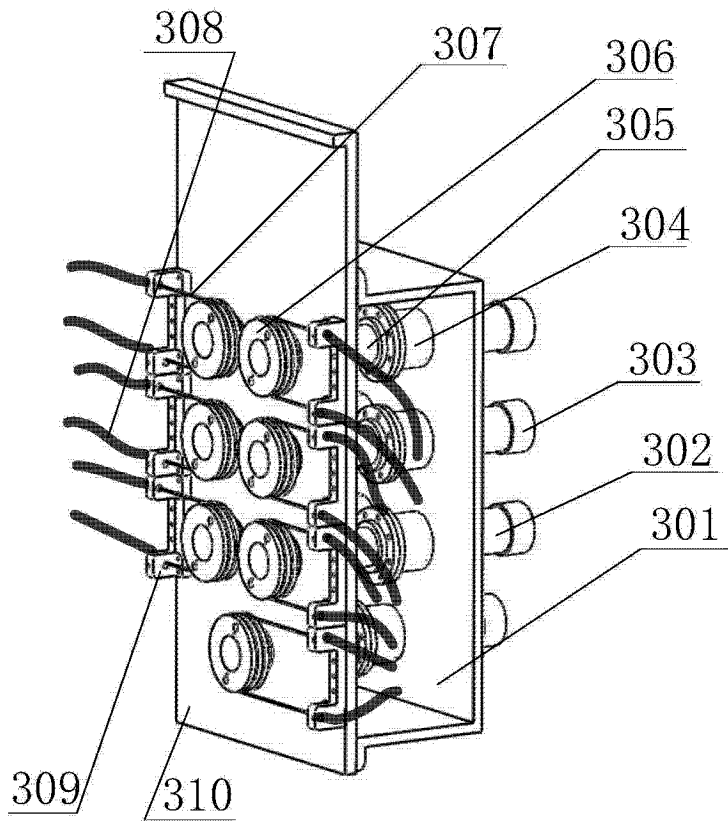


图 3

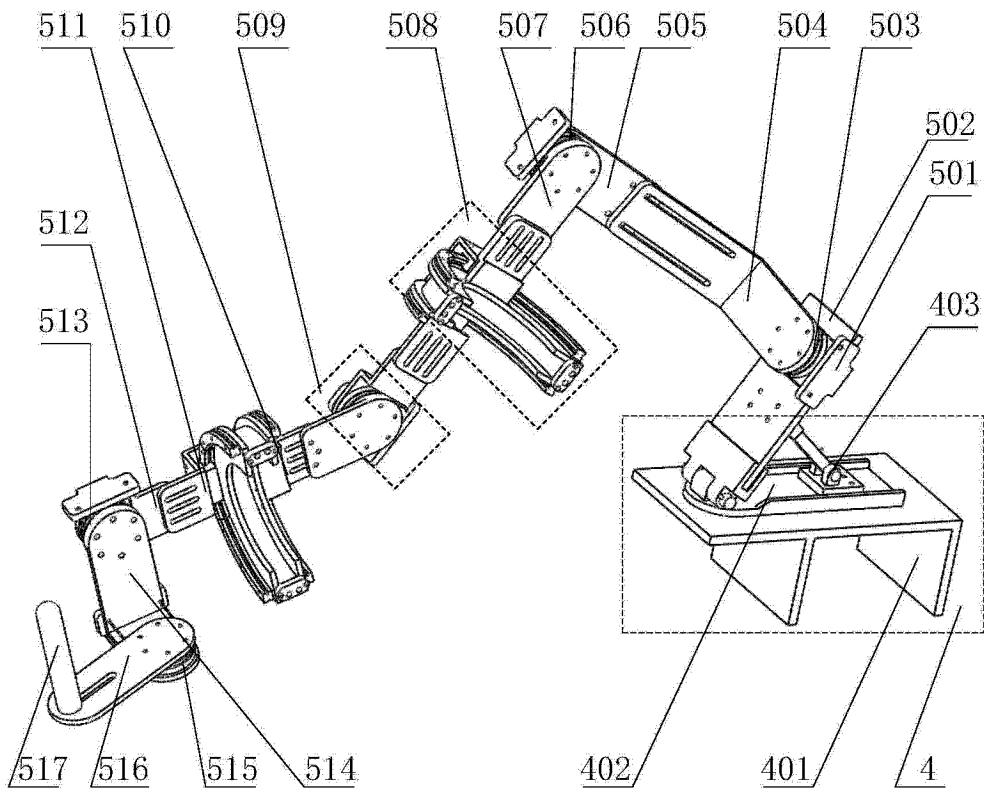


图 4

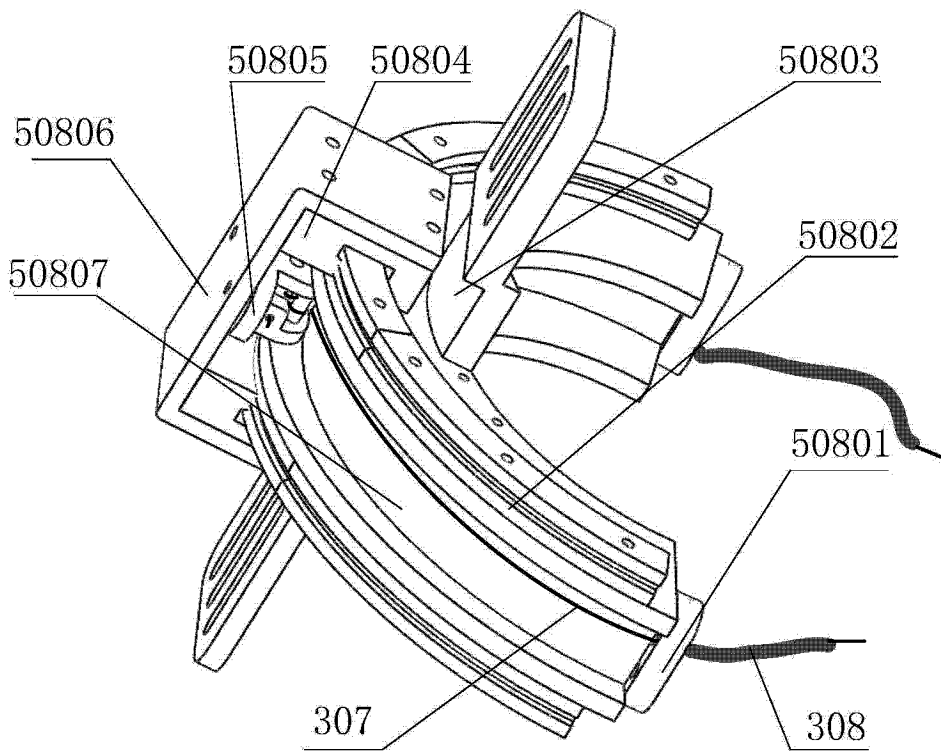


图 5

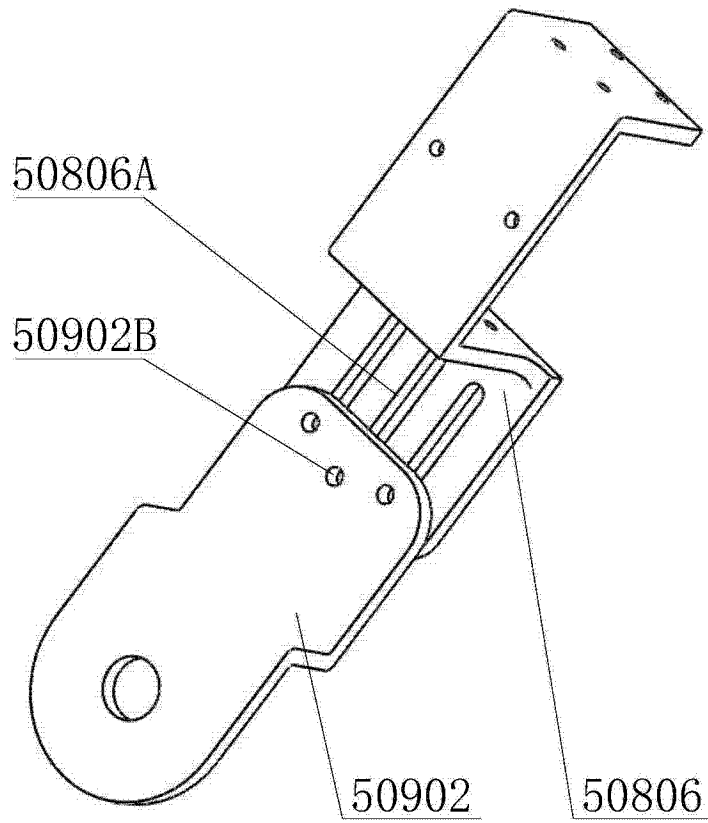


图 6

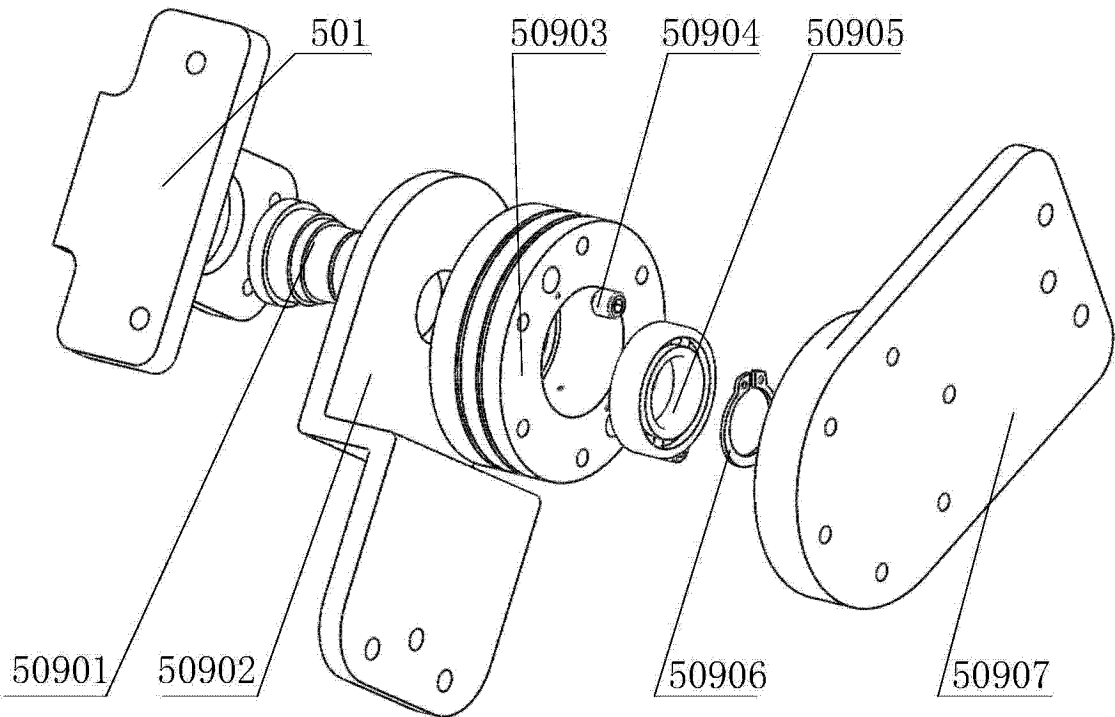


图 7

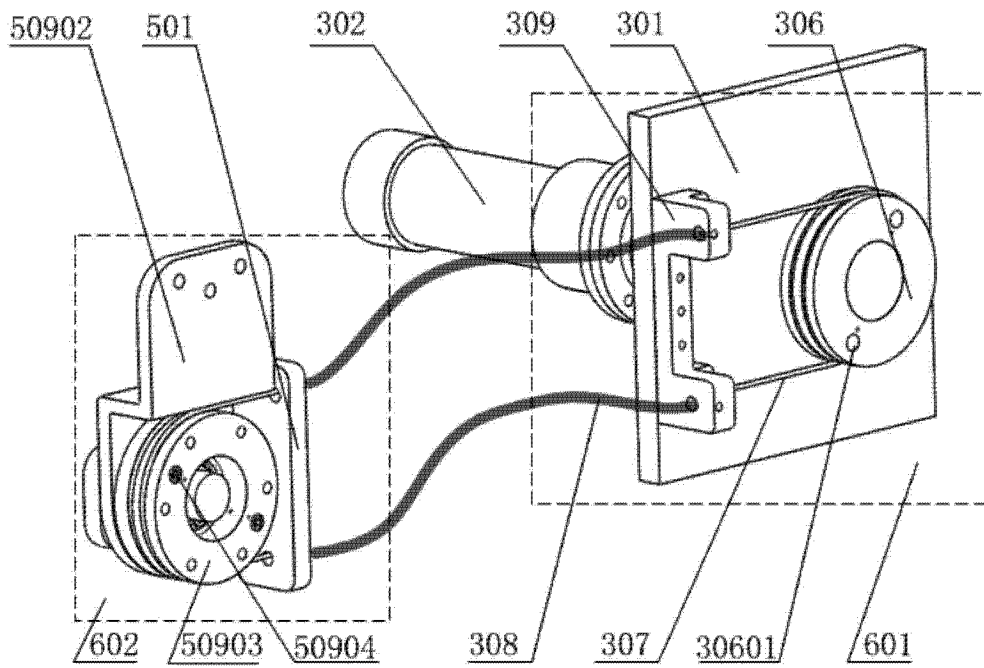


图 8