



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110801238 B

(45) 授权公告日 2022.07.01

(21) 申请号 201911140044.3

(22) 申请日 2019.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110801238 A

(43) 申请公布日 2020.02.18

(73) 专利权人 上海交通大学  
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 刘洪海 周子良 刘金标 陈汉威

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

专利代理师 郑立

(51) Int. Cl.  
A61B 5/22 (2006.01)  
A61H 1/02 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2015041618 A2, 2015.03.26  
CN 205145027 U, 2016.04.13  
CN 108186288 A, 2018.06.22  
CN 108451746 A, 2018.08.28  
CN 207693855 U, 2018.08.07  
US 2019232485 A1, 2019.08.01  
EP 1870791 A1, 2007.12.26

US 2012137816 A1, 2012.06.07  
US 2015273273 A1, 2015.10.01  
EP 3489932 A1, 2019.05.29  
CN 105159137 A, 2015.12.16  
Liu, Jinbiao; Deng, Bing; Huang, Gang; Pan, Xianming. Arthroscopically assisted treatment of acute tibial insertion avulsion fracture of posterior cruciate ligament via posteromedial incision. 《Chinese journal of reparative and reconstructive surgery》. 2013, 第27卷(第5期),

黄益, 梁奇伟, 陈汉威, 唐郁宽, 黄晨. 泡沫硬化治疗下肢静脉曲张研究进展. 《中华介入放射学电子杂志》. 2017, 第5卷(第2期),

张晓东. 踝关节康复解耦并联机器人的设计与控制研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库》. 2018,

魏武, 李艳杰, 廖志鹏, 张晶. 基于旋量理论的蛇形机器人运动学建模. 《华南理工大学学报(自然科学版)》. 2019, 第47卷(第2期), (续)

审查员 刘永敏

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

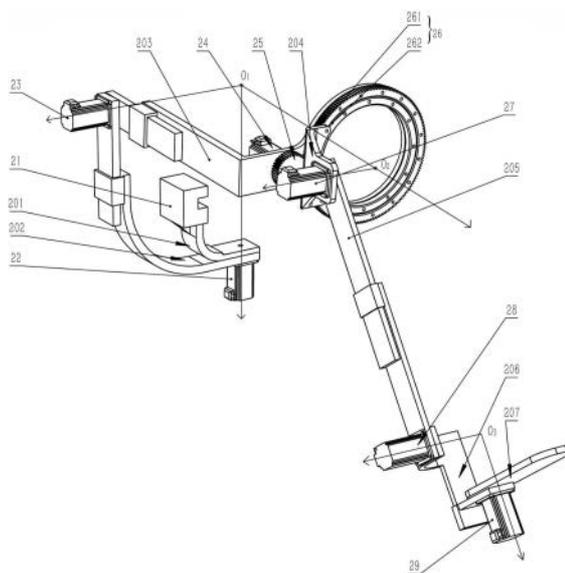
(54) 发明名称

一种下肢多关节等速训练测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种下肢多关节等速训练测试装置, 涉及康复设备领域, 包括靠背、多关节等速装置和座椅; 所述靠背可调节地安装在所述座椅上, 所述多关节等速装置包括固定块、驱动系统、连杆系统, 所述固定块可拆卸地固定安装在所述座椅上, 所述驱动系统为六自由度驱动系统, 所述连杆系统依次固定连接所述驱动系统并将所述驱动系统固定安装在所述固定块上。本发明的装置无需使用适配器, 可进行多关节的等速训练测试, 功能模式多且结构紧凑, 功能模式转换更简单快捷, 整体效率更高。

CN 110801238 B



[转续页]

[接上页]

**(56) 对比文件**

姜礼杰. 普惠性下肢精准康复机器人的设计及实现.《中国博士学位论文全文数据库》.2018, 李静,朱凌云,苟向锋.基于人机闭链的下肢

康复外骨骼机构运动学分析.《工程设计学报》.2019,第26卷(第1期),

薛增飞,赵新刚,林光模,苏陈.下肢外骨骼康复机器人系统设计与研究.《控制工程》.2017,第24卷(第7期),

1. 一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,包括靠背、多关节等速装置和座椅;所述靠背可调节地安装在所述座椅上,所述多关节等速装置包括固定块、驱动系统、连杆系统,所述固定块可拆卸地固定安装在所述座椅上,所述驱动系统为六自由度驱动系统,所述多关节等速装置使用基于旋量理论的分析方法进行等速控制,选取合适的基坐标系,计算各关节对应的运动旋量坐标以及矩阵指数,得到对应的运动学及动力学方程,通过定义旋量等速及末端等速概念进行等速运动分析及控制;所述连杆系统依次固定连接所述驱动系统并将所述驱动系统固定安装在所述固定块上;所述驱动系统包括髋关节内外翻旋转电机、髋关节屈伸旋转电机、大腿内外旋旋转电机、膝关节屈伸旋转电机、踝关节屈伸旋转电机和小腿内外旋旋转电机;所述连杆系统包括第一连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆、第五连杆、第六连杆和踏板;所述第一连杆连接所述固定块与所述髋关节内外翻旋转电机,所述第二连杆连接所述髋关节内外翻旋转电机与所述髋关节屈伸旋转电机,所述第三连杆连接所述髋关节屈伸旋转电机与所述大腿内外旋旋转电机,所述第四连杆连接所述大腿内外旋旋转电机与所述膝关节屈伸旋转电机,所述第五连杆连接所述膝关节屈伸旋转电机与所述踝关节屈伸旋转电机,所述第六连杆连接所述踝关节屈伸旋转电机与所述小腿内外旋旋转电机,所述踏板连接所述小腿内外旋旋转电机;所述髋关节内外翻旋转电机被配置为驱动所述第一连杆和所述第二连杆相对转动,所述髋关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第二连杆和所述第三连杆相对转动,所述大腿内外旋旋转电机被配置为驱动所述第三连杆和所述第四连杆相对转动,所述膝关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第四连杆和所述第五连杆相对转动,所述踝关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第五连杆和所述第六连杆相对转动,所述小腿内外旋旋转电机被配置为驱动所述第六连杆和所述踏板相对转动,所述踏板被配置为支撑脚底板;还包括外齿轮和转盘轴承,所述外齿轮与所述大腿内外旋旋转电机的输出轴固定连接,所述转盘轴承的内圈和所述大腿内外旋旋转电机的本体固定安装在所述第三连杆上,所述转盘轴承的外圈固定安装在所述第四连杆上,所述外齿轮与所述转盘轴承的外圈构成齿轮传动。

2. 如权利要求1所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述髋关节内外翻旋转电机、所述髋关节屈伸旋转电机的转动轴线与所述转盘轴承的转动中心轴线相交于一点。

3. 如权利要求2所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述膝关节屈伸旋转电机的转动轴线被配置为穿过患者膝关节的旋转中心,所述膝关节屈伸旋转电机和所述转盘轴承的转动中心轴线相交于一点。

4. 如权利要求3所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述踝关节屈伸旋转电机和所述小腿内外旋旋转电机运动轴线相交于一点。

5. 如权利要求4所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述第一连杆、所述第二连杆、所述第三连杆、所述第四连杆、所述第五连杆和所述第六连杆中的一个或多个的长度可调整。

6. 如权利要求5所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述固定块上设置有燕尾槽,所述座椅上设置有与所述燕尾槽配合的导轨,所述燕尾槽与所述导轨通过螺钉或螺栓紧固。

7. 如权利要求6所述的一种下肢多关节等速训练测试装置,其特征在于,所述多关节等

速装置通过等速模型控制所述驱动系统转动。

## 一种下肢多关节等速训练测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及康复设备领域,具体涉及一种下肢多关节等速训练测试装置。

### 背景技术

[0002] 等速运动是一种新的测试训练概念。等速训练时,由肌肉收缩引起的肢体围绕其关节某一轴进行旋转的角速度不变,肌纤维长度缩短或被拉伸,引起明显的关节活动,是一种动力性收缩,类似于等张收缩。但是,在等速运动中,等速仪器所提供的是一种顺应性阻力,阻力大小随肌肉收缩张力的大小而变化,类似等长收缩。因此,等速肌肉收缩兼有等张收缩和等长收缩的一些特点,是一种特殊的肌肉收缩形式。等速肌力测试结果可用于各种原因所致的运动系统损伤辅助诊断、康复治疗、疗效评定和预防。临床上,越来越多地运用等速肌力测试定量评定膝关节骨性关节炎(KOA)或功能障碍、脑卒中、前交叉韧带(ACL)重建术等患者的肌肉功能障碍,制定针对性的康复目标和计划,为系统康复治疗提供科学依据。

[0003] 现有的下肢等速测试装置一般使用单个电机作为动力源并配合使用等速运动控制算法,针对下肢不同的单关节进行等速运动。在选择不同的关节进行测试时,通过对驱动电机的位姿进行调节,并使用特定的适配器对结构进行组合拆装,从而适应不同关节的位姿。但是,由于商业化的下肢等速测试装置的产品种类较少,目前尚未出现能够实现多关节同时进行等速运动测试的等速装置,因此带来了测试效率低且效果不佳的问题,同时还具有体积大、质量重、售价高昂的缺点。

[0004] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种下肢多关节等速训练测试装置。该装置不仅可以实现单关节的测试,也可以实现不同关节之间组合进行同步测试,还具有结构简单,体积小的优点。

### 发明内容

[0005] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是现有的下肢等速测试装置无法进行多关节同步测试,且具有体积大、质量重的缺点。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种下肢多关节等速训练测试装置,包括:靠背、多关节等速装置和座椅;所述靠背可调节地安装在所述座椅上,所述多关节等速装置包括固定块、驱动系统、连杆系统,所述固定块可拆卸地固定安装在所述座椅上,所述驱动系统为六自由度驱动系统,所述连杆系统依次固定连接所述驱动系统并将所述驱动系统固定安装在所述固定块上。

[0007] 进一步地,所述驱动系统包括髋关节内外翻旋转电机、髋关节屈伸旋转电机、大腿内外旋旋转电机、膝关节屈伸旋转电机、踝关节屈伸旋转电机和小腿内外旋旋转电机;所述连杆系统包括第一连杆、第二连杆、第三连杆、第四连杆、第五连杆、第六连杆和踏板;所述第一连杆连接所述固定块与所述髋关节内外翻旋转电机,所述第二连杆连接所述髋关节内外翻旋转电机与所述髋关节屈伸旋转电机,所述第三连杆连接所述髋关节屈伸旋转电机与

所述大腿内外旋旋转电机,所述第四连杆连接所述大腿内外旋旋转电机与所述膝关节屈伸旋转电机,所述第五连杆连接所述膝关节屈伸旋转电机与所述踝关节屈伸旋转电机,所述第六连杆连接所述踝关节屈伸旋转电机与所述小腿内外旋旋转电机,所述踏板连接所述小腿内外旋旋转电机。

[0008] 进一步地,所述髌关节内外翻旋转电机被配置为驱动所述第一连杆和所述第二连杆相对转动,所述髌关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第二连杆和所述第三连杆相对转动,所述大腿内外旋旋转电机被配置为驱动所述第三连杆和所述第四连杆相对转动,所述膝关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第四连杆和所述第五连杆相对转动,所述踝关节屈伸旋转电机被配置为驱动所述第五连杆和所述第六连杆相对转动,所述小腿内外旋旋转电机被配置为驱动所述第六连杆和所述踏板相对转动,所述踏板被配置为支撑脚底板。

[0009] 进一步地,所述髌关节内外翻旋转电机、所述髌关节屈伸旋转电机的转动轴线垂直相交于一点,所述大腿内外旋旋转电机的转动轴线均垂直于所述髌关节内外翻旋转电机的转动轴线和所述髌关节屈伸旋转电机的转动轴线。

[0010] 进一步地,还包括外齿轮和转盘轴承,所述外齿轮与所述大腿内外旋旋转电机的输出轴固定连接,所述转盘轴承的内圈和所述大腿内外旋旋转电机的本体固定安装在所述第三连杆上,所述转盘轴承的外圈固定安装在所述第四连杆上,所述外齿轮与所述转盘轴承的外圈构成齿轮传动。

[0011] 进一步地,所述髌关节内外翻旋转电机、所述髌关节屈伸旋转电机的转动轴线与所述转盘轴承的转动中心轴线相交于一点。

[0012] 进一步地,所述膝关节屈伸旋转电机的转动轴线被配置为穿过患者膝关节的旋转中心,所述膝关节屈伸旋转电机和所述转盘轴承的转动中心轴线相交于一点。

[0013] 进一步地,所述踝关节屈伸旋转电机和所述小腿内外旋旋转电机运动轴线相交于一点。

[0014] 进一步地,所述第一连杆、所述第二连杆、所述第三连杆、所述第四连杆、所述第五连杆和所述第六连杆中的一个或多个的长度可调整。

[0015] 进一步地,所述固定块上设置有燕尾槽,所述座椅上设置有与所述燕尾槽配合的导轨,所述燕尾槽与所述导轨通过螺钉或螺栓紧固。

[0016] 进一步地,所述多关节等速装置通过等速模型控制所述驱动系统转动。

[0017] 与现有技术相比,本发明具有如下有益技术效果:

[0018] 1、本发明采用多个独立的驱动电机,不需要使用适配器就可以实现不同旋转电机的组合完成多关节的等速运动测试;

[0019] 2、本发明的连杆系统长度可以调节,能够适应不同测试患者的个体差异,提高测试患者的体验度和测试效率;

[0020] 3、本发明设置有转盘轴承,各关节采用轴线相交原理,减少各个关节运动干涉及偏差引起的不适性;

[0021] 4、本发明的结构简单,体积小,易于推广和运用。

[0022] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明的一个较佳实施例的整体示意图；

[0024] 图2是本发明的一个较佳实施例的多关节等速装置示意图。

[0025] 其中,1-靠背,2-多关节等速装置,3-座椅,21-固定块,22-髌关节内外翻旋转电机,23-髌关节屈伸旋转电机,24-大腿内外旋旋转电机,25-外齿轮,26-转盘轴承,261-外圈,262-内圈,27-膝关节屈伸旋转电机,28-踝关节屈伸旋转电机,29-小腿内外旋旋转电机,201-第一连杆,202-第二连杆,203-第三连杆,204-第四连杆,205-第五连杆,206-第六连杆,207-踏板。

## 具体实施方式

[0026] 以下参考说明书附图介绍本发明的多个优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0027] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件的厚度。

[0028] 如图1和图2所示,本实施例提供了一种下肢多关节等速训练测试装置,包括:靠背1、多关节等速装置2和座椅3;靠背1可调节地安装在座椅3上,多关节等速装置2包括固定块21、驱动系统、连杆系统,固定块21可拆卸地固定安装在座椅3上,驱动系统为六自由度驱动系统,连杆系统依次固定连接驱动系统并将驱动系统固定安装在固定块21上。

[0029] 座椅3下部设置有固定的支撑腿,支撑腿底部设置有圆形的固定底座;固定块21上设置有燕尾槽,座椅3上设置有与燕尾槽配合的导轨,通过燕尾槽和导轨的配合,固定块21可以相对于座椅3滑动调整其在座椅3上的位置,燕尾槽与导轨通过螺钉或螺栓紧固。

[0030] 驱动系统包括髌关节内外翻旋转电机22、髌关节屈伸旋转电机23、大腿内外旋旋转电机24、膝关节屈伸旋转电机27、踝关节屈伸旋转电机28和小腿内外旋旋转电机29;连杆系统包括第一连杆201、第二连杆202、第三连杆203、第四连杆204、第五连杆205、第六连杆206和踏板207;第一连杆201为矩形构件,第一连杆201一端连接固定块21,第一连杆201另一端连接髌关节内外翻旋转电机22的机体,第二连杆202为矩形构件,第二连杆202一端连接髌关节内外翻旋转电机22的输出轴,第二连杆202另一端连接髌关节屈伸旋转电机23的机体,第三连杆203为矩形构件,第三连杆203一端连接髌关节屈伸旋转电机23的输出轴,第三连杆203另一端连接大腿内外旋旋转电机24的机体,如图1所示,髌关节内外翻旋转电机22、髌关节屈伸旋转电机23的转动轴线垂直交于 $O_1$ 点;髌关节内外翻旋转电机22被配置为驱动第一连杆201和第二连杆202相对转动,髌关节屈伸旋转电机23被配置为驱动第二连杆202和第三连杆203相对转动;外齿轮25固定安装在大腿内外旋旋转电机24的输出轴,转盘轴承26包括内圈262和外圈261,内圈262固定安装在第三连杆203上,外齿轮25与转盘轴承26的外圈261构成齿轮传动,第四连杆204为板状构件,第四连杆204固定安装在外圈261上,大腿内外旋旋转电机24被配置通过驱动外齿轮25与外圈261的齿轮传动进而驱动第四连杆204相对于第三连杆203转动;转盘轴承26的中心轴线通过 $O_1$ 点,并与髌关节内外翻旋转电机22、髌关节屈伸旋转电机23的转动轴线垂直;膝关节屈伸旋转电机27的机体固定安装在

第四连杆204,膝关节屈伸旋转电机27的转动轴线与转盘轴承26的中心轴线垂直相交于 $O_2$ 点,膝关节屈伸旋转电机27的转动轴线被配置为穿过患者膝关节的旋转中心,第五连杆205为矩形构件,第五连杆205的一端连接膝关节屈伸旋转电机27的输出轴,第五连杆205的另一端连接踝关节屈伸旋转电机28的本体,第六连杆206为矩形构件,第六连杆206的一端连接踝关节屈伸旋转电机28的输出轴,第六连杆206的另一端连接小腿内外旋旋转电机29的本体,踏板207为板状构件,踏板207的一端连接小腿内外旋旋转电机29的输出轴,踝关节屈伸旋转电机28和小腿内外旋旋转电机29运动轴线相交于 $O_3$ 点;膝关节屈伸旋转电机27被配置为驱动第四连杆204和第五连杆205相对转动,踝关节屈伸旋转电机28被配置为驱动第五连杆205和第六连杆206相对转动,小腿内外旋旋转电机29被配置为驱动第六连杆206和踏板207相对转动,踏板207被配置为支撑脚底板。

[0031] 第一连杆201、第二连杆202、第三连杆203、第四连杆204、第五连杆205和第六连杆206中的一个或多个的长度可调整,本实施例中优选为第二连杆202、第三连杆203、第五连杆205的长度可调整。

[0032] 本实施例中多关节等速装置2通过等速模型控制驱动系统各个电机的转动,本实施例中的多关节等速装置2使用基于旋量理论的分析方法进行等速控制,选取合适的基坐标系,计算各关节对应的运动旋量坐标以及矩阵指数,得到对应的运动学及动力学方程,通过定义旋量等速及末端等速等概念进行等速运动分析及控制。多关节等速装置2的驱动系统设置有6个独立的驱动电机,通过机械结构串联设置在一起。

[0033] 固定块21可在座椅3上进行移动调节及固定,并且可以进行拆卸。当测试患者坐在测试座椅3上,将下肢的各关节与装置的关节对应,通过调节关节间的第二连杆202、第三连杆203、第五连杆205的长度以适应下肢的不同长度,并且将关节的旋转中心与装置电机的旋转轴线重合,以减少运动过程中的不适应性,然后将下肢进行固定,通过调节多关节等速装置2调节固定块22及靠背1以适应测试患者的位姿。测试训练时,装置可根据需求选择所需要运动的自由度并将其他无关自由度调节到一定位置后进行锁定和根据需求控制相应电机工作在特定的转速及特定的角度范围内,对受测试患者进行多关节等速测试训练。同时,在测试过程中,对电机力矩信息进行实时检测记录。

[0034] 本发明的整个装置可在座椅上进行调节及拆卸,各个关节之间连接杆可通过调节及固定以适应不同的测试训练人群,并且髋关节处三轴交于一点,踝关节两旋转轴交于一点,以减少运动过程中产生的不适应性。

[0035] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

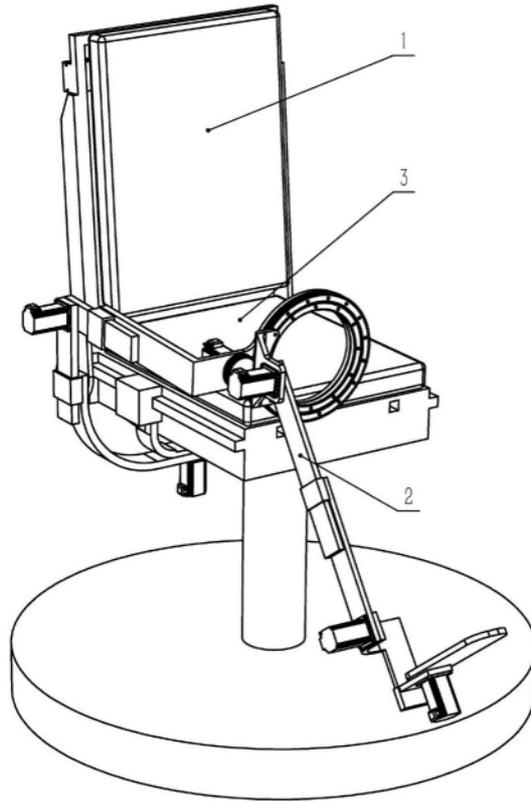


图1

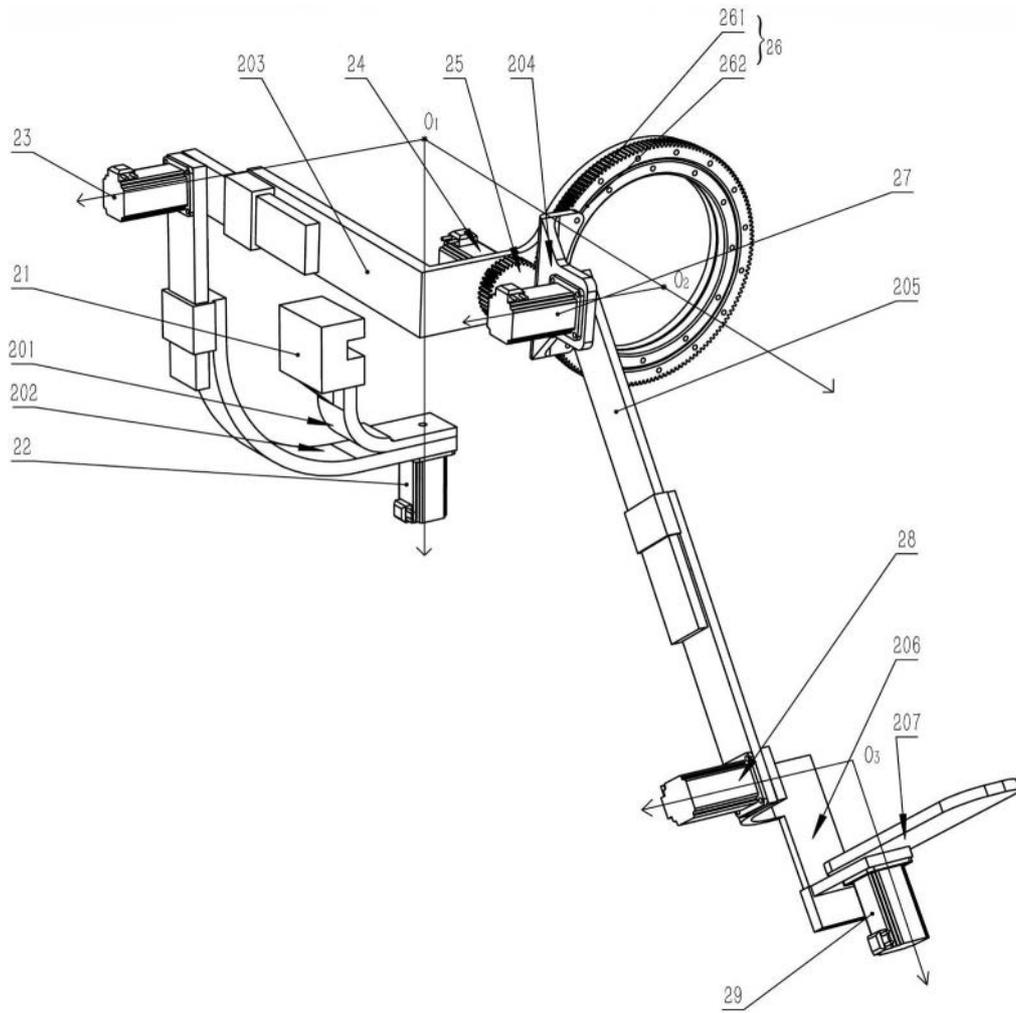


图2