



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106956243 B

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201710129374.7

A61H 1/02(2006.01)

(22)申请日 2017.03.06

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106956243 A

CN 205889150 U,2017.01.18,全文.

GB 0307795 D0,2003.05.07,全文.

(43)申请公布日 2017.07.18

CN 104434470 B,2017.01.04,全文.

CN 105597280 A,2016.05.25,全文.

(73)专利权人 武汉大学

CN 102327173 A,2012.01.25,全文.

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山  
武汉大学

CN 106826761 A,2017.06.13,全文.

CN 103735386 A,2014.04.23,说明书第

(72)发明人 郭朝 肖晓晖 张匆 周江琛

[0006]-[0041]段、附图1-10.

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

审查员 朱哲

代理人 张火春

(51)Int.Cl.

B25J 9/00(2006.01)

A61H 3/00(2006.01)

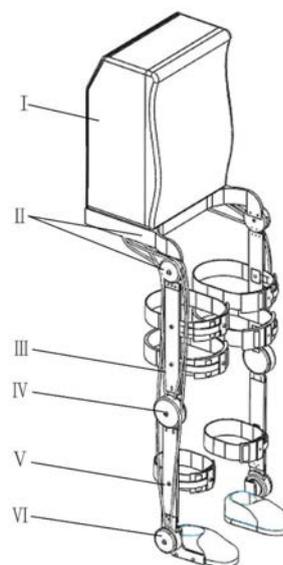
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人

(57)摘要

本发明涉及一种基于绳驱的仿生助力外骨骼机器人,它包括背包,腰部机构,大腿固定装置,膝关节机构,小腿固定装置,踝关节机构。驱动控制系统置于背包之中,背包安装在腰部机构的腰托上,髋关节盒连接在腰托下端,大腿固定装置上端与髋关节盒伸出的大腿连接件相连,大腿固定装置下端与膝关节盒内侧相连,膝关节盒下端伸出的摆动板下端与小腿固定装置上端连接,小腿固定装置下端与踝关节盒上的踝关节连接板相连,踝关节盒内侧伸出一段踝关节轴与鞋子相连。本发明大大地减小了外骨骼机器人与人体的运动误差,使得机外骨骼机器人能更好地贴合大腿,其仿生性强,体积小,厚度薄,质量轻,穿戴舒适,操作简便,行走稳定。



1. 一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人,其特征在于:包括从上至下依次相连的背包、腰部机构、大腿固定装置、膝关节机构、小腿固定装置、以及踝关节机构,所述背包内设有控制板、驱动器和电源,所述驱动器通过钢丝绳传动驱动膝关节机构和踝关节机构;所述膝关节机构包括膝关节电位计,膝关节盒底,膝关节绕线盘,摆动板,偏心轴,膝关节盒盖,以及膝关节连接件,所述膝关节盒底和膝关节盒盖可拆卸的固定相连组成膝关节盒,膝关节电位计设于膝关节盒上远离人体膝关节一侧,膝关节连接件固定于膝关节盒盖,膝关节连接件上端与大腿固定装置固定相连,膝关节盒上设有两个可供钢丝绳自由通过的绳塞A,摆动板和膝关节绕线盘置于膝关节盒内,膝关节绕线盘的一面中心处设有一个中心轴,中心轴与膝关节盒底中心通过轴承连接,所述摆动板的一端挖有一个直线槽,直线槽下方的摆动板上设有一个偏心轴,所述偏心轴与膝关节绕线盘偏心处通过轴承相连,所述膝关节盒盖内表面设有一个与直线槽匹配的凸出轴和一个与偏心轴匹配的半圆弧槽,摆动板在公转时,凸出轴在直线槽内滑动,同时偏心轴也会在半圆弧槽内滑动,以实现摆动板的变瞬心转动,所述摆动板底部自由伸出膝关节盒与小腿固定装置固定相连,所述膝关节机构有两个,每一个膝关节机构的膝关节绕线盘分别通过钢丝绳与相应的驱动器相连;

所述踝关节机构包括踝关节电位计,踝关节盒盖,踝关节轴,踝关节绕线盘,踝关节连接板,踝关节盒底,转盘,台阶螺栓,脚挡板与鞋子;

所述踝关节盒盖和踝关节盒底可拆卸的固定相连组成踝关节盒,踝关节连接板固定在踝关节盒上,踝关节盒上设有两个可供钢丝绳自由通过的绳塞B,踝关节连接板上端与小腿固定装置相连,所述踝关节电位计设于踝关节盒远离人体脚踝一侧,踝关节轴设于踝关节盒内且通过轴承分别与踝关节盒盖和踝关节盒底相连,所述踝关节绕线盘与踝关节轴相对固定连接,所述踝关节轴一端伸出踝关节盒底外与转盘相对固定连接,所述脚挡板与鞋子固定相连,脚挡板侧面设有两个竖直方向相对设置的圆环,所述转盘上设有与两个圆环匹配的螺纹孔,通过台阶螺栓穿过圆环与螺纹孔固定将转盘与脚挡板铰接相连,所述台阶螺栓直径小于圆环内径,转盘既可相对于脚挡板绕台阶螺栓转动也可绕踝关节轴小幅度旋转;所述踝关节机构有两个,每一个踝关节机构的踝关节绕线盘分别通过钢丝绳与相应的驱动器相连。

2. 根据权利要求1所述一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人,其特征在于:所述腰部机构包括髋关节电位计,髋关节盒底,髋关节转盘,髋关节转轴,髋关节盒盖,大腿连接件,以及腰托,所述腰托用于固定人体腰部和背包,髋关节盒底和髋关节盒盖可拆卸相连的组成髋关节盒,髋关节电位计设于髋关节盒盖远离人体腰部一侧,腰托下部与髋关节盒相连,腰托上部与背包相连,髋关节转轴两端通过轴承与髋关节盒两侧相连,髋关节转盘设于髋关节盒内且与髋关节转轴相对固定连接,髋关节转盘下端设有自由伸出髋关节盒外的大腿连接件,所述大腿连接件与大腿固定装置相连。

3. 根据权利要求2所述一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人,其特征在于:所述大腿固定装置包括大腿板,大腿支架和大腿柔性绑带,所述大腿支架为尺寸与人体大腿相匹配的弧形支架,所述大腿柔性绑带缠在大腿支架上,用于绑定人体大腿,大腿支架固定连接在大腿板上,大腿板上端连接腰部机构的大腿连接件,下端连接膝关节机构的膝关节连接件。

4. 根据权利要求3所述一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人,其特征在于:所述小腿固定装置包括小腿板,小腿支架和小腿柔性绑带,所述小腿支架为尺寸与人体小腿相匹配

的弧形支架,所述小腿柔性绑带缠在小腿支架上,用于绑定人体小腿,小腿支架固定连接在小腿板上,小腿板上端连接膝关节机构的摆动板,下端连接踝关节机构的踝关节连接板。

## 一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人

### 技术领域

[0001] 本发明设计的是一种下肢外骨骼机器人,具体是一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人。

### 背景技术

[0002] 外骨骼机器人是一种具备运动支撑防护功能的可穿戴式设备。自1966年美国第一台助力外骨骼机器人哈迪曼研发以来,外骨骼机器人逐渐得到了广泛的运用以及青睐。在军事领域,外骨骼机器人可以辅助士兵长途跋涉,负载大重量补给物资或者武器,极大增强单兵作战能力以及后勤增援效率。在民用领域,外骨骼机器人可以帮助残疾人,老年人行走,同时也可在运输或者工业方面发挥其助力的作用。在医疗领域,康复外骨骼机器人能够有效地辅助残疾人进行上肢下肢的康复训练,大大减轻医疗人员的工作压力。

[0003] 目前,对于下肢外骨骼机器人的研究,国外早些年便开始研究,已然有了许多的成果,而国内近些年才刚刚起步,但也取得了不小的进展。对比现有的国内外大多数研究,发现其存在如下的问题:机构复杂,质量大,成本较高;仿生性不强,穿戴不舒适等。

[0004] 经对现有技术文献的检索发现,中国发明专利申请号201410735565.4,该技术公开了一种用于辅助行走的下肢外骨骼机器人,其结构主要包括背部支架、髋关节执行机构、大腿连杆、膝关节执行机构、小腿连杆和脚底压力鞋。驱动方式采用盘式电机和减速器放置在关节上,使得下肢质量过大;并且在结构设计中并没有仿照人体工学进行设计,使得外骨骼机器人运动时不能与人很好地贴合。

[0005] 中国专利申请号201410750101.0,该技术公开了一种电机横置的助行外骨骼机器人,包括腰部固定装置、大腿固定装置、大腿驱动机构、膝盖固定装置、小腿固定装置、小腿驱动机构、弹性踝关节和鞋底。该设计使用了电机+锥齿轮的方式改变了传动方向,解决了下肢外骨骼机器人使用电机驱动时,关节处有一个巨大的电机伸出体外而造成的不便于穿戴和具有风险等问题,但是其结构过于繁琐,并且增大了质量,膝关节的设计只是简单的转动副,运动时不能很好地与人膝关节同步。

### 发明内容

[0006] 本发明旨在针对上述现有技术的不足,开发一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人。

[0007] 核心是开发一种质量轻体积小并且具有仿生性的下肢机器人结构。根据运动生物力学特性可知,人体膝关节具有变运动中心的形式,但是目前外骨骼膝关节设计大多为一个单轴转动副,与人体实际运动不相符而产生运动误差,而这些运动学上的误差最终会以额外的力的形式作用在人体和关节处,极大影响了穿着的舒适度。本发明采用仿生学方法,模拟股骨与胫骨间的变瞬心转动,使得机器人膝关节的运动从结构上契合了人体膝关节的运动形式。

[0008] 此外,本发明借鉴了绳驱的方式,将驱动器与下肢外骨骼机器人的膝关节、踝关节

分开,驱动器以及控制系统总成放入后背包中,驱动器带动绳驱轮盘,通过钢丝绳过渡与下肢外骨骼机器人膝关节、踝关节处的绳驱轮盘相连,以实现驱动。这种布置方法相比于其他将驱动器直接布置在外骨骼关节处的结构,结构简洁紧凑,穿戴便携,降低了腿部的质量。

[0009] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0010] 一种基于绳驱的仿生下肢外骨骼机器人,包括从上至下依次相连的背包、腰部机构、大腿固定装置、膝关节机构、小腿固定装置、以及踝关节机构,所述背包内设有控制板、驱动器和电源,所述驱动器通过钢丝绳传动驱动膝关节机构和踝关节机构;所述膝关节机构包括膝关节电位计,膝关节盒底,膝关节绕线盘,摆动板,偏心轴,膝关节盒盖,以及膝关节连接件,所述膝关节盒底和膝关节盒盖可拆卸的固定相连组成膝关节盒,膝关节电位计设于膝关节盒上远离人体膝关节一侧,膝关节连接件固定于膝关节盒盖,膝关节连接件上端与大腿固定装置固定相连,膝关节盒上设有两个可供钢丝绳自由通过的绳塞A,摆动板和膝关节绕线盘置于膝关节盒内,膝关节绕线盘的一面中心处设有一个中心轴,中心轴与膝关节盒底中心通过轴承连接,所述摆动板的一端挖有一个直线槽,直线槽下方的摆动板上设有一个偏心轴,所述偏心轴与膝关节绕线盘偏心处通过轴承相连,所述膝关节盒盖内表面设有一个与直线槽匹配的凸出轴和一个与偏心轴匹配的半圆弧槽,摆动板在公转时,凸出轴在直线槽内滑动,同时偏心轴也会在半圆弧槽内滑动,以实现摆动板的变瞬心转动,所述摆动板底部自由伸出膝关节盒与小腿固定装置固定相连,所述膝关节机构有两个,每一个膝关节机构的膝关节绕线盘分别通过钢丝绳与相应的驱动器相连。

[0011] 作为改进,所述踝关节机构包括踝关节电位计,踝关节盒盖,踝关节轴,踝关节绕线盘,踝关节连接板,踝关节盒底,转盘,台阶螺栓,脚挡板与鞋子;

[0012] 所述踝关节盒盖和踝关节盒底可拆卸的固定相连组成踝关节盒,踝关节连接板固定在踝关节盒上,踝关节盒上设有两个可供钢丝绳自由通过的绳塞B,踝关节连接板上端与小腿固定装置相连,所述踝关节电位计设于踝关节盒远离人体脚踝一侧,踝关节轴设于踝关节盒内且通过轴承分别与踝关节盒盖和踝关节盒底相连,所述踝关节绕线盘与踝关节轴相对固定连接,所述踝关节轴一端伸出踝关节盒底外与转盘相对固定连接,所述脚挡板与鞋子固定相连,脚挡板侧面设有两个竖直方向相对设置的圆环,所述转盘上设有与两个圆环匹配的螺纹孔,通过台阶螺栓穿过圆环与螺纹孔固定将转盘与脚挡板铰接相连,所述台阶螺栓直径小于圆环内径,转盘既可相对于脚挡板绕台阶螺栓转动也可绕踝关节轴小幅度旋转;所述踝关节机构有两个,每一个踝关节机构的踝关节绕线盘分别通过钢丝绳与相应的驱动器相连。

[0013] 作为改进,所述腰部机构包括髋关节电位计,髋关节盒底,髋关节转盘,髋关节转轴,髋关节盒盖,大腿连接件,以及腰托,所述腰托用于固定人体腰部和背包,髋关节盒底和髋关节盒盖可拆卸相连的组成髋关节盒,髋关节电位计设于髋关节盒盖远离人体腰部一侧,腰托下部与髋关节盒相连,腰托上部与背包相连,髋关节转轴两端通过轴承与髋关节盒两侧相连,髋关节转盘设于髋关节盒内且与髋关节转轴相对固定连接,髋关节转盘下端设有自由伸出髋关节盒外的大腿连接件,所述大腿连接件与大腿固定装置相连。

[0014] 作为改进,所述大腿固定装置包括大腿板,大腿支架和大腿柔性绑带,所述大腿支架为尺寸与人体大腿相匹配的弧形支架,所述大腿柔性绑带缠在大腿支架上,用于绑定人体大腿,大腿支架固定连接在大腿板上,大腿板上端连接腰部机构的大腿连接件,下端连接

膝关节机构的膝关节连接件。

[0015] 作为改进,所述小腿固定装置包括小腿板,小腿支架和小腿柔性绑带,所述小腿支架为尺寸与人体小腿相匹配的弧形支架,所述小腿柔性绑带缠在小腿支架上,用于绑定人体小腿,小腿支架固定连接在小腿板上,小腿板上端连接膝关节机构的摆动板,下端连接踝关节机构的踝关节连接板。

[0016] 本发明相比现有技术具有以下优点:

[0017] 本发明采用了仿生设计方法设计了膝关节的变瞬心转动结构,使得膝关节输出端能够更好地跟踪人体大腿的转动,更大地减小了外骨骼机器人与人体的运动误差,使得机外骨骼机器人能更好地贴合大腿,穿戴及行走更加舒适,同时,本发明的三个关节结构简单,尺寸小,质量小,可以减小人体的负载。在踝关节设计了一个主动自由度和一个被动自由度,使得人体足部的运动更加灵活和舒适。

[0018] 同时,本发明将驱动器及控制系统总成与下肢外骨骼分开布置,将驱动器及控制系统总成放入后背包,通过绳驱方式实现传动,这样的设计方式不仅具有柔性驱动器控制精度高,输出阻尼低,抗冲击载荷强等优点,同时兼具有绳驱传动的结构简洁,穿戴便携,运动柔顺等优点。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明的整体示意图;

[0020] 图2是背包内部结构示意图;

[0021] 图3是腰部机构爆炸示意图;

[0022] 图4是大腿固定装置示意图;

[0023] 图5是膝关节机构爆炸示意图;

[0024] 图6是小腿固定装置示意图;

[0025] 图7是踝关节机构爆炸示意图;

[0026] 图8是绳驱绕线盘示意图;

[0027] 图9是踝关节铰链部分示意图。

[0028] 图中,I-背包,II-腰部机构,III-大腿固定装置,IV-膝关节机构,V-小腿固定装置,VI-踝关节机构,1-海绵垫,2-背包外壳,3-控制板,4-驱动器,5-驱动器绕线盘,6-钢丝绳,7-髌关节电位计,8-髌关节盒底,9-深沟球轴承A,10-髌关节转盘,11-髌关节转轴,12-深沟球轴承B,13-大腿连接件,14-髌关节盒盖,15-腰托,16-大腿板,17-大腿柔性绑带,18-大腿支架,19-膝关节电位计,20-膝关节盒底,21-绳塞A,22-深沟球轴承C,23-中心轴,24-膝关节绕线盘,25-摆动板,26-直线槽,27-膝关节盒盖,28-深沟球轴承D,29-偏心轴,30-半圆弧槽,31-凸出轴,32-膝关节连接件,33-小腿板,34-小腿柔性绑带,35-小腿支架,36-踝关节电位计,37-踝关节盒盖,38-深沟球轴承E,39-圆头平键,40-踝关节轴,41-踝关节绕线盘,42-绳塞B,43-深沟球轴承F,44-踝关节连接板,45-转盘,46-踝关节盒底,47-固定螺钉,48-阶螺栓,49-脚挡板,50-鞋子,51-线槽,52-带孔螺钉,53-固定端,56-螺纹,57-光杆,58-圆环,59-螺纹孔。

## 具体实施方式

[0029] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0030] 如图1所示,本发明的机器人包括:背包I,腰部机构II,大腿固定装置III,膝关节机构IV,小腿固定装置V,踝关节机构VI。

[0031] 如图2所示,本发明的背包I包括:海绵垫1,背包外壳2,控制板3,驱动器4,驱动器绕线盘5,钢丝绳6。

[0032] 其中海绵垫1用于垫在人体背部与背包I之间,使背包I穿戴更舒适。整个背包分为三层,最上面一层装有控制板3以及电池等,第二层设有两个分别控制左腿的驱动器4,第三层设有两个分别控制右腿的驱动器4,驱动器4工作时带动相应的驱动器绕线盘5转动,驱动器绕线盘5上缠有钢丝绳6,在驱动器绕线盘5转动时,钢丝绳6会随之运动,从而带动下面的各个关节运动,所述控制板3控制驱动器4的运动。

[0033] 如图3所示,本发明的腰部机构II包括 髋关节电位计7,髋关节盒底8,髋关节转盘10,髋关节转轴11,髋关节盒盖14,大腿连接件13,深沟球轴承A 9,深沟球轴承B 12和腰托15。

[0034] 其中腰托15用于固定人体腰部和背包I,腰托15下部与髋关节盒相连,髋关节盒由髋关节盒底8和髋关节盒盖14通过螺钉相连,髋关节转轴11在关节盒中心转动,并带动与之用螺钉紧固的髋关节转盘10转动,髋关节盒的底部设有一开孔,髋关节转盘10下部设有从开孔伸出的大腿连接件13,从而带动大腿连接件13绕 髋关节转轴11转动。

[0035] 如图4所示,本发明的大腿固定装置III包括大腿板16,大腿支架18和大腿柔性绑带17。

[0036] 其中所述大腿支架18为尺寸与人体大腿相匹配的弧形支架,大腿柔性绑带17缠在大腿支架18上,用于绑定人体大腿,大腿支架18固定连接在大腿板16上,大腿板16上端连接大腿连接件13,下端连接膝关节盒上方的膝关节连接件32,所述大腿板16有两个且在大腿支架18上下设置。

[0037] 如图5所示,本发明的膝关节机构IV包括膝关节电位计19,膝关节盒底20,绳塞A 21,膝关节绕线盘24,摆动板25,偏心轴29,膝关节盒盖27,膝关节连接件32和深沟球轴承C 22以及深沟球轴承D 28。

[0038] 其中膝关节盒底20和膝关节盒盖27通过螺钉固定连接,组成膝关节盒,膝关节盒上设有两个可供钢丝绳6自由通过的绳塞A 21,用于固定运动的钢丝绳6,摆动板25和膝关节绕线盘24置于膝关节盒内,膝关节绕线盘24的一面中心沿法线方向伸出一个中心轴23,中心轴与膝关节盒底20中心通过深沟球轴承C 22连接,膝关节绕线盘24可绕中心轴23转动,膝关节绕线盘24的另一面在非中心位置有一轴承孔,轴承孔通过深沟球轴承D 28连接摆动板25伸出的偏心轴29,使得摆动板25可以绕偏心轴29转动,同时也能随膝关节绕线盘24绕中心轴23公转,摆动板25的一端挖有一个直线槽26,膝关节盒盖27内表面设有一个与直线槽匹配的凸出轴31和一个与偏心轴29匹配的半圆弧槽30,摆动板25在公转时,凸出轴31在直线槽26内滑动,同时偏心轴29也会在半圆弧槽30内滑动,以实现摆动板25的变瞬心转动,所述膝关节盒的底部设有一开孔,摆动板25下端的自由的从该开孔内伸出与小腿固定

装置V的小腿板33固定相连。

[0039] 如图6所示,本发明的小腿固定装置V包括小腿板33,小腿支架35和小腿柔性绑带34。

[0040] 其中所述小腿支架35为尺寸与人体小腿相匹配的弧形支架,小腿柔性绑带34缠在小腿支架35上,用于固定人体小腿,小腿支架35固定连接在小腿板33一侧,小腿板33上端连接膝关节摆动板25,下端连接踝关节盒上的连接板44。

[0041] 如图7所示,本发明的踝关节机构VI包括踝关节电位计36,踝关节盒盖37,深沟球轴承E 38,深沟球轴承F 43,圆头平键39,踝关节轴40,踝关节绕线盘41,绳塞B 42,踝关节连接板44,踝关节盒底46,转盘45,固定螺钉47,台阶螺栓48,脚挡板49与鞋子50。

[0042] 其中踝关节连接板44固定在踝关节盒上,踝关节连接板44上端与小腿板33固定相连。踝关节盒底46和踝关节盒盖37通过螺钉相连组成踝关节盒,踝关节盒底46中心有一个轴承孔,通过深沟球轴承E 38和深沟球轴承F 43连接踝关节轴40,踝关节轴40与踝关节绕线盘41通过圆头平键39连接,踝关节轴40的一端伸出踝关节盒底46外与转盘45中心通过固定螺钉47紧固,并带动踝关节绕线盘41和转盘45沿踝关节盒的中心法线转动。

[0043] 如图9所示,转盘45与脚挡板49通过两个台阶螺栓48连接,两个台阶螺栓48部分螺杆上有螺纹56,而剩余螺杆是光杆57,台阶螺栓48的光杆57穿过脚挡板49上凸起的圆环58,螺纹56则固定连接在转盘45上突出的螺纹孔59内成铰链,使得脚挡板49可以在转盘45上绕台阶螺栓48的光杆57转动,鞋子50通过螺钉固定在脚挡板49上。所述台阶螺栓48直径小于圆环58内径,转盘45既可相对于脚挡板49绕台阶螺栓48转动也可绕踝关节轴40小幅度旋转。所述踝关节机构有两个,每一个踝关节机构的踝关节绕线盘41分别通过钢丝绳6与相应的驱动器4相连。

[0044] 如图8所示,驱动器绕线盘5上和膝关节绕线盘24以及踝关节绕线盘41上都有线槽51,钢丝绳6的两端都焊接有带孔螺钉52,通过带孔螺钉52紧固在驱动器绕线盘5、膝关节绕线盘24以及踝关节绕线盘41的固定端53上,并绕行在线槽51内,所述驱动器绕线盘5有四个,每一条腿的膝关节绕线盘24和踝关节绕线盘41分别通过钢丝绳6与相应的驱动器绕线盘5相连组成两对绳驱绕线盘,每对绕线盘上各缠绕两段钢丝绳6,当驱动器绕线盘5顺时针转动时,一段钢丝绳6张紧而另一段钢丝绳6放松,钢丝绳6带动膝关节绕线盘24或踝关节绕线盘41顺时针转动,反之当驱动器绕线盘5逆时针转动时,一段钢丝绳6放松而另一段钢丝绳6张紧,钢丝绳6带动膝关节绕线盘24或踝关节绕线盘41逆时针转动,以此达到驱动的作用。

[0045] 所述髌关节电位计7、膝关节电位计19和踝关节电位计36测得的电位信号均接入控制板3,所述控制板3分别控制四个驱动器4的工作运转。

[0046] 本发明的基于绳驱的下肢外骨骼机器人工作时:首先将使用者的大腿小腿分别用大腿柔性绑带17和小腿柔性绑带34固定,再穿上鞋50。当驱动器4工作时,可带动驱动器绕线盘5转动,通过钢丝绳6过渡实现膝关节绕线盘24和踝关节绕线盘41转动,进而带动外骨骼及使用者腿部及足部进行屈伸运动,以实现助力功能。

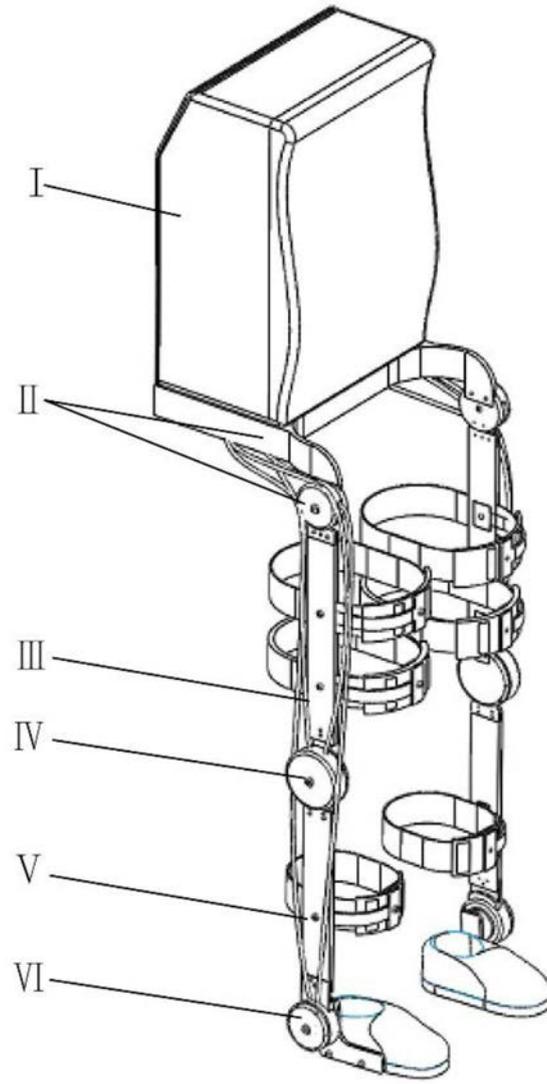


图1

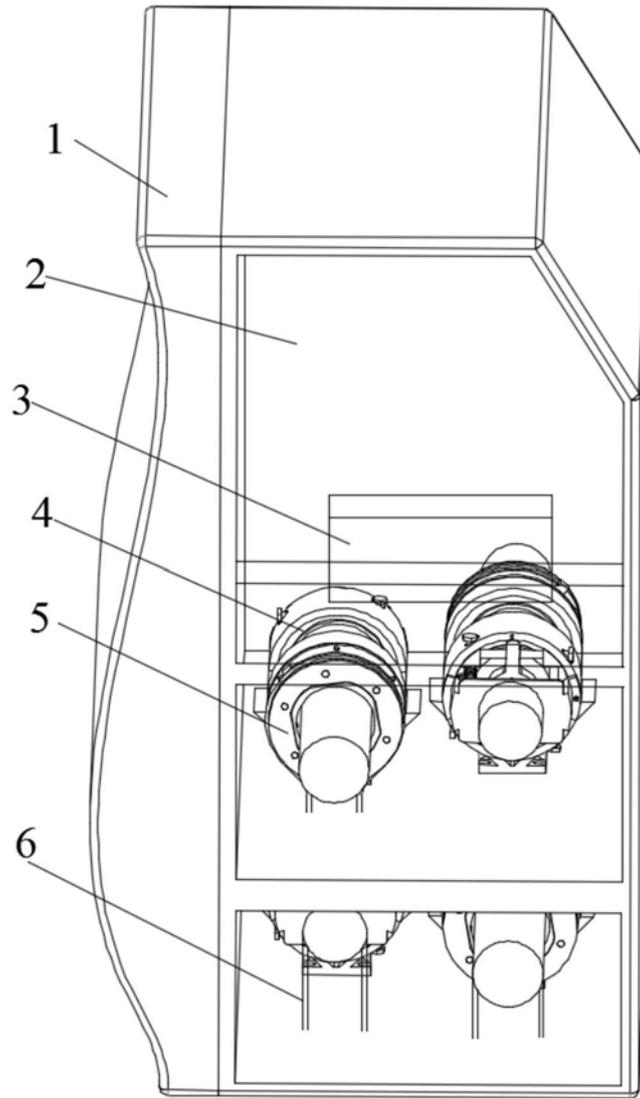


图2

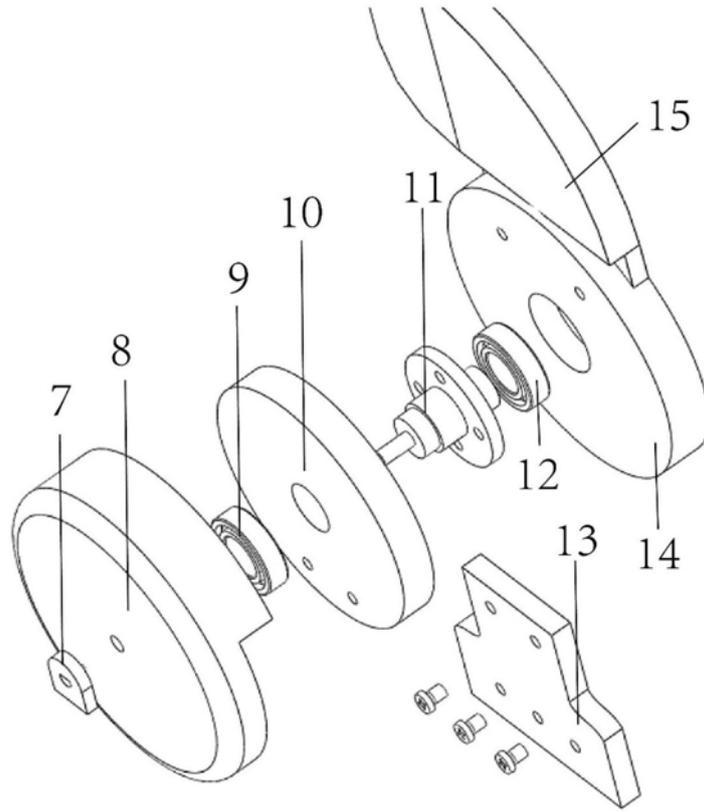


图3

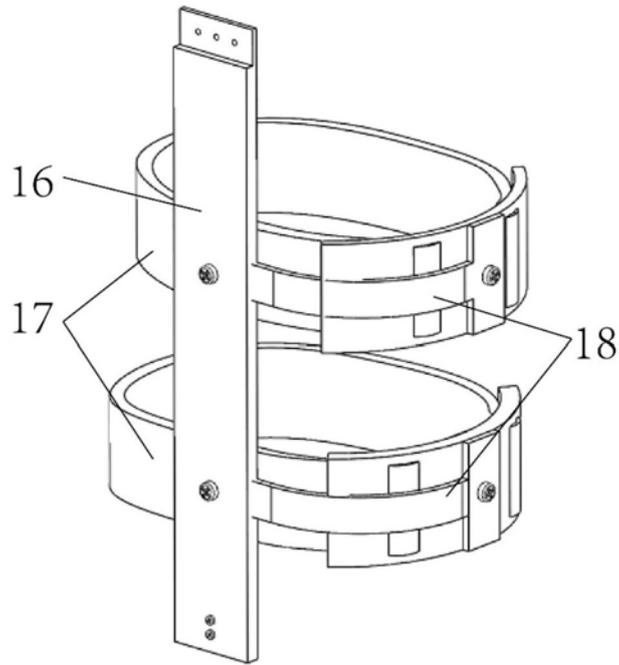


图4

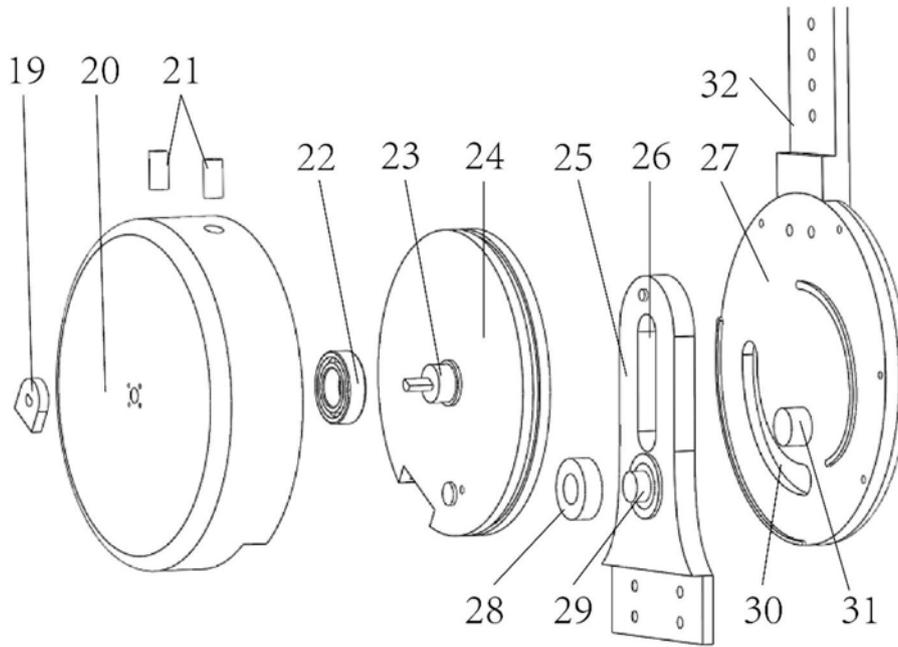


图5

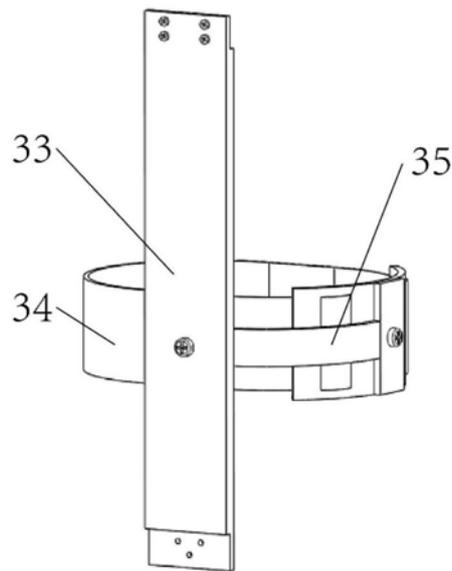


图6

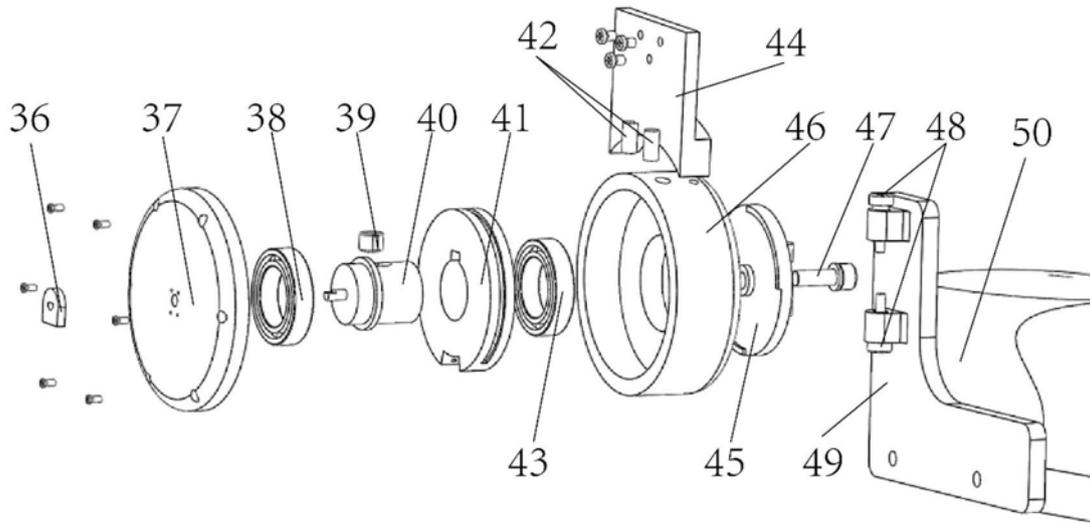


图7

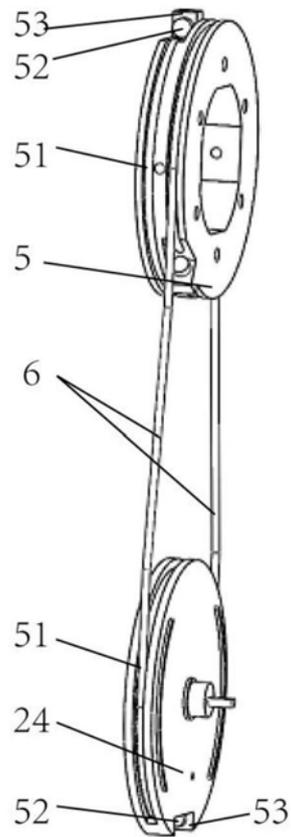


图8

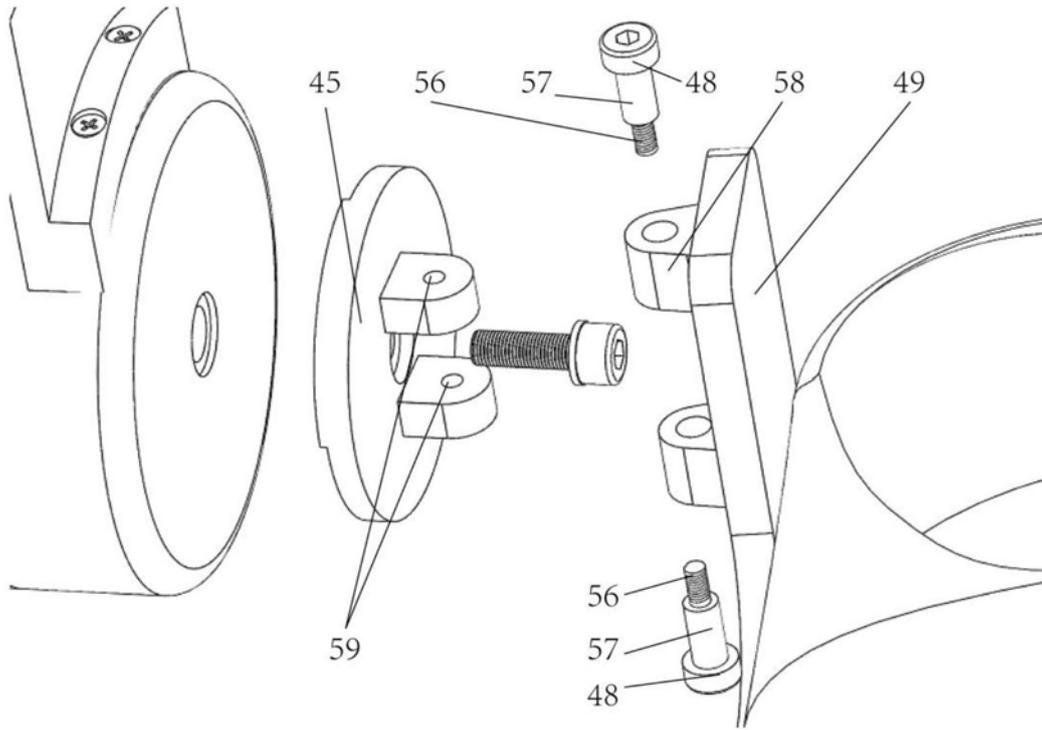


图9