



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107773384 B

(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201711065264.5

B25J 9/00(2006.01)

(22)申请日 2017.11.02

审查员 吕永伟

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107773384 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(73)专利权人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

(72)发明人 郭朝 肖晓晖 孙定阳 孙剑韬
张玉炳

(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

代理人 张火春

(51)Int.Cl.

A61H 1/02(2006.01)

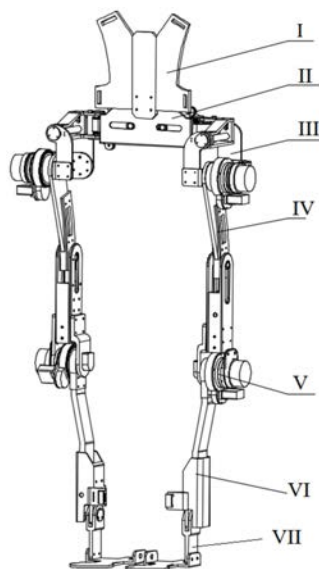
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种变刚度下肢外骨骼机器人

(57)摘要

本发明公开了一种变刚度下肢外骨骼机器人,包括背板、腰部柔性调整机构、髋关节机构、大腿、膝关节机构、小腿和踝关节机构。驱动控制系统置于背板上,腰部柔性调整机构与背板固定,髋关节机构将腰部柔性调整机构和大腿连接,膝关节机构将大腿与小腿及踝关节机构连接。本发明采用变刚度驱动器进行驱动,使得机器人运动柔顺、安全性高;包含2个主动自由度,3个被动自由度,可以很好地拟合人体下肢生理结构;在腰部、大腿、小腿处均设有长度调节机构,使得机器人可以适应不同使用者的生理尺寸,更具可穿戴性;腰部柔性调整机构可以使机器人在运动中更具有柔顺性。本发明可在康复训练及助力等方面应用推广。



1. 一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 包括背板、腰部柔性调节机构、髋关节机构、大腿、膝关节机构和小腿, 所述腰部柔性调节机构包括腰部外壳、中心轴、腰部滑块和通过连接件安装在腰部滑块上的髋关节安装轴, 所述腰部外壳固定安装在背板上, 中心轴中部通过固定件横向的安装在腰部外壳内, 两个腰部滑块分别自由滑动的套在中心轴上且位于固定件的两侧, 位于中心轴两端的髋关节安装轴与位于中心轴中部的固定件之间通过拉簧相连, 髋关节安装轴通过腰部外壳两端的开口伸出; 所述大腿通过髋关节机构安装在腰部外壳两端伸出的髋关节安装轴上, 所述大腿下端通过膝关节机构和小腿相连, 小腿底部设有踝关节机构, 所述大腿、小腿和髋关节机构均有两个, 且对称的安装在背板两侧;

所述髋关节机构包括变刚度驱动器、髋部支撑板、髋部连接板和髋部安装板, 所述髋部安装板有上下两块, 两块髋部安装板一端通过轴承安装在髋关节安装轴上下两端, 两块髋部安装板另一端通过连接块固定在一起, 两块髋部安装板上设有水平固定安装的髋部转轴, 两个髋部连接板上端分别安装在髋部转轴上, 两个髋部连接板下端与髋部支撑板固定相连, 变刚度驱动器的输出盘与大腿固定相连, 变刚度驱动器的输出轴通过轴承与髋部支撑板相连, 髋部支撑板还设有测量大腿相对于髋部支撑板转角位移的编码器;

所述大腿包括大腿板、大腿外壳、大腿滑块、大腿导杆和膝关节连接板, 所述大腿板上端与髋关节机构的变刚度驱动器的输出盘固定相连, 大腿板下端固定连接有大腿夹板, 大腿导杆固定安装在大腿夹板下端, 大腿滑块与大腿导杆形成导轨滑块结构, 大腿外壳与大腿滑块固定相连, 膝关节连接板与大腿外壳固定相连, 大腿滑块上设有将其与大腿导杆相对固定或解锁的锁紧机构, 膝关节连接板下端连接膝关节机构;

所述膝关节机构包括膝关节变刚度驱动器和膝关节编码器, 所述膝关节连接板由关节夹板一和关节夹板二组成, 关节夹板一和关节夹板二上端和大腿外壳两侧固定相连, 所述膝关节变刚度驱动器安装在关节夹板一和关节夹板二下端之间, 膝关节变刚度驱动器的中心轴通过轴承安装关节夹板一上, 膝关节变刚度驱动器的驱动输出盘通过连接件与小腿相连。

2. 如权利要求1所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 所述腰部外壳由前腰部外壳和后腰部外壳固定相连组成, 腰部外壳底部设有多个支撑连接件的承重滑轮。

3. 如权利要求2所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 所述固定件为U型卡块和工字型卡块固定相连组成, 中心轴中部设有供U型卡块卡住的环形槽, U型卡块上设有用于安装拉簧的圆环, 相应的髋关节安装轴上下两端分别设有用于安装拉簧的拉环, 拉环与髋关节安装轴铰接相连。

4. 如权利要求1所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 髋部安装板上设有限制其与髋关节安装轴相对旋转角度的支撑限位轴。

5. 如权利要求1所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 所述大腿外壳两侧分别设有一个长条形的滑槽, 大腿夹板两侧分别设有可在大腿外壳的滑槽内滑动的螺杆滑轮, 大腿外壳与大腿滑块通过单螺钉铰接相连; 所述锁紧机构为: 大腿滑块一侧开有弹性压紧的缝隙, 大腿滑块设有垂直穿过弹性压紧缝隙的螺孔, 锁紧扳手由相互垂直设置的螺杆和手柄组成, 螺杆通过大腿滑块上螺孔配合, 通过螺杆与螺孔的旋入旋出配合, 使得大腿滑块与大腿导杆相对位置锁定或解锁。

6. 如权利要求1所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人, 其特征在于: 所述小腿包括小腿

板、小腿滑块、小腿外壳、小腿导杆和踝关节基板,所述小腿板上端与驱动输出盘通过连接件固定相连,小腿导杆固定安装在小腿板下端,小腿滑块套在小腿导杆上形成导轨滑块结构,踝关节基板与小腿滑块固定相连,小腿外壳与踝关节基板固定相连将小腿滑块和小腿导杆保护在内侧,小腿滑块上设有结构和功能与大腿滑块上结构和功能一样的锁紧机构,所述踝关节机构安装在踝关节基板上。

7.如权利要求6所述的一种变刚度下肢外骨骼机器人,其特征在于:所述踝关节机构包括踝关节转轴、踝关节转板和脚底板,所述踝关节转板通过踝关节转轴安装在踝关节基板上,脚底板与踝关节转板固定相连。

一种变刚度下肢外骨骼机器人

技术领域

[0001] 本发明属于人体辅助机器人领域,涉及一种下肢外骨骼机器人,具体是一种变刚度下肢外骨骼机器人。

背景技术

[0002] 针对下肢瘫痪或者有助力需求的人群,下肢外骨骼机器人能够起到很好的康复训练和助力作用,已经在临床和军事上得到了应用。

[0003] 对比国外成熟的下肢外骨骼机器人技术,国内的研究由于起步较晚,普遍存在腰部及关节柔性不足、人机连接较差、运动一致性不高等问题。

[0004] 经过对现有技术文献的检索发现,中国发明专利申请号201310262919.3,该技术公开了一种穿戴式下肢助力外骨骼机器人,主要包括髋关节、膝关节及脚部外骨骼结构三部分,其中髋关节仅有伸/缩一个自由度,使外骨骼的工作空间受到限制,并且腿部结构复杂,整机重量很大。

[0005] 中国发明专利申请号200910088396.9,该技术公开了一种穿戴式下肢外骨骼装置,主要包括髋关节、膝关节及脚部外骨骼结构三部分,但其腰部不具有柔性被动自由度,使人机连接不顺畅,并且关节处不具备柔性,驱动方式及其安装也没有说明。

发明内容

[0006] 本发明的目的旨在针对上述现有技术的不足,开发一种变刚度下肢外骨骼机器人,核心是开发一种具有运动柔性且仿生性较强的下肢外骨骼机器人结构。

[0007] 根据人体下肢运动机理知,人体髋部由髋骨、坐骨、耻骨构成,大腿处为股骨,膝部为髌骨,小腿处为胫骨、腓骨,足部有跗骨、跖骨。在人体的每个关节上都生长有两种肌肉,分为作用力相反的伸肌和屈肌。髋部肌肉主要包括臀大肌、臀中肌、臀小肌及阔筋膜张肌组成。臀大肌可使髋关节后伸或外旋;臀小肌和臀中肌让大腿能够外展,并且能让髋关节外旋或内旋;阔筋膜张肌能使大腿前屈。步行过程由重心的位移、骨盆翻转、髋关节、膝关节、踝关节的组合运动以及上肢的平衡调节运动组合而成,从而实现人体的向前行走。为与人体步行运动协调,下肢外骨骼机器人髋关节和膝关节各设置1个主动自由度,髋关节设置2个被动自由度,踝关节设置1个被动自由度。

[0008] 此外,本发明采用一种可变刚度的驱动器,通过改变支点压缩弹簧获得不同的关节刚度,此驱动器不在本发明中详细说明,其需要一个主电机及一个副电机共同驱动。

[0009] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0010] 一种变刚度下肢外骨骼机器人,其特征在于:包括背板、腰部柔性调节机构、髋关节机构、大腿、膝关节机构和小腿,所述腰部柔性调节机构包括腰部外壳、中心轴、腰部滑块和通过连接件安装在腰部滑块上的髋关节安装轴,所述腰部外壳固定安装在背板上,中心轴中部通过固定件横向的安装在腰部外壳内,两个腰部滑块分别自由滑动的套在中心轴上且位于固定件的两侧,位于中心轴两端的髋关节安装轴与位于中心轴中部的固定件之间通

过拉簧相连,髋关节安装轴通过腰部外壳两端的开口伸出;所述大腿通过髋关节机构安装在腰部外壳两端伸出的髋关节安装轴上,所述大腿下端通过膝关节机构和小腿相连,小腿底部设有踝关节机构,所述大腿、小腿和髋关节机构均有两个,且对称的安装在背板两侧。

[0011] 作为改进,所述腰部外壳由前腰部外壳和后腰部外壳固定相连组成,腰部外壳底部设有多个支撑连接件的承重滑轮。

[0012] 作为改进,所述固定件为U型卡块和工字型卡块固定相连组成,中心轴中部设有供U型卡块卡住的环形槽,U型卡块上设有用于安装拉簧的圆环,相应的髋关节安装轴上下两端分别设有用于安装拉簧的拉环,拉环与髋关节安装轴铰接相连。

[0013] 作为改进,所述髋关节机构包括变刚度驱动器、髋部支撑板、髋部连接板和髋部安装板,所述髋部安装板有上下两块,两块髋部安装板一端通过轴承安装在髋关节安装轴上下两端,两块髋部安装板另一端通过连接块固定在一起,两块髋部安装板上设有水平固定安装的髋部转轴,两个髋部连接板上端分别安装在髋部转轴上,两个髋部连接板下端与髋部支撑板固定相连,变刚度驱动器的输出盘与大腿固定相连,变刚度驱动器的输出轴通过轴承与髋部支撑板相连,髋部支撑板还设有测量大腿相对于髋部支撑板转角位移的编码器。

[0014] 作为改进,髋部安装板上设有限制其与髋关节安装轴相对旋转角度的支撑限位轴。

[0015] 作为改进,所述大腿包括大腿板、大腿外壳、大腿滑块、大腿导杆和膝关节连接板,所述大腿板上端与髋关节机构的变刚度驱动器的输出盘固定相连,大腿板下端固定连接有大腿夹板,大腿导杆固定安装在大腿夹板下端,大腿滑块与大腿导杆形成导轨滑块结构,大腿外壳与大腿滑块固定相连,膝关节连接板与大腿外壳固定相连,大腿滑块上设有将其与大腿导杆相对固定或解锁的锁紧机构,膝关节连接板下端连接膝关节机构。

[0016] 作为改进,所述大腿外壳两侧分别设有一个长条形的滑槽,大腿夹板两侧分别设有可在大腿外壳的滑槽内滑动的螺杆滑轮,大腿外壳与大腿滑块通过单螺钉铰接相连;所述锁紧机构为:大腿滑块一侧开有弹性压紧的缝隙,大腿滑块设有垂直穿过弹性压紧缝隙的螺孔,锁紧扳手由相互垂直设置的螺杆和手柄组成,螺杆通过大腿滑块上螺孔配合,通过螺杆与螺孔的旋入旋出配合,使得大腿滑块与大腿导杆相对位置锁定或解锁。

[0017] 作为改进,所述膝关节机构包括膝关节变刚度驱动器和膝关节编码器,所述膝关节连接板由关节夹板一和关节夹板二组成,关节夹板一和关节夹板二上端和大腿外壳两侧固定相连,所述膝关节变刚度驱动器安装在关节夹板一和关节夹板二下端之间,膝关节变刚度驱动器的中心轴通过轴承安装关节夹板一上,膝关节变刚度驱动器的驱动输出盘通过连接件与小腿相连。

[0018] 作为改进,所述小腿包括小腿板、小腿滑块、小腿外壳、小腿导杆和踝关节基板,所述小腿板上端与驱动输出盘通过连接件固定相连,小腿导杆固定安装在小腿板下端,小腿滑块套在小腿导杆上形成导轨滑块结构,踝关节基板与小腿滑块固定相连,小腿外壳与踝关节基板固定相连将小腿滑块和小腿导杆保护在内侧,小腿滑块上设有结构和功能与大腿滑块上结构和功能一样的锁紧机构,所述踝关节机构安装在踝关节基板上。

[0019] 作为改进,所述踝关节机构包括踝关节转轴、踝关节转板和脚底板,所述踝关节转板通过踝关节转轴安装在踝关节基板上,脚底板与踝关节转板固定相连。

[0020] 本发明相比现有技术具有以下优点：

[0021] 1) 选用变刚度驱动器,使得下肢外骨骼机器人具有运动柔顺、适应性强、安全性高的优点。

[0022] 2) 下肢外骨骼在髋关节设置两个主动自由度,在踝关节设置一个被动自由度,并进行了运动角度的合理分配和限制,且在腰部设置柔性机构,可以很好的拟合人体下肢生理结构及运动。

[0023] 3) 人机连接采用半挡板半绑带的形式,既提高了人机运动的一致性,有增强了穿戴的舒适性。

[0024] 4) 在腰部、大腿、小腿处均设有长度调节机构,可以实现无级调节,使下肢外骨骼机器人可以适应不同使用者的生理尺寸,提高了可穿戴性。

附图说明

[0025] 图1是本发明的整体示意图。

[0026] 图2是腰部柔性调整机构爆炸示意图。

[0027] 图3是膝关节机构爆炸示意图。

[0028] 图4是髋关节机构示意图。

[0029] 图5是髋关节机构另一个视角示意图。

[0030] 图6是大腿结构爆炸示意图。

[0031] 图7是小腿和踝关节机构爆炸示意图。

[0032] I-背板,II-腰部柔性调整机构,III-髋关节机构,IV-大腿,V-膝关节机构,VI-小腿,VII-踝关节机构,1-腰部外壳一,2-工字型卡块,3-中心轴,4-承重滑轮,5-拉簧,6-腰部滑块,7-拉环,8-髋关节安装轴,9-滑块外壳,10-限位滑轮,11-U型卡块,12-腰部外壳二,13-膝关节编码器,14-轴承一,15-关节夹板一,16-驱动输出盘,17-轴承连接座,18-轴承二,19-变刚度机构,20-驱动输入壳,21-副电机,22-谐波减速器,23-关节夹板二,24-电机固定板,25-主电机,26-变刚度驱动器,27-大腿板,28-髋部支撑板,29-髋部连接板,30-轴承端盖一,31-髋部转轴,32-髋部安装板,33-轴固定座,34-支撑限位轴,36-大腿夹板,37-螺杆滑轮,38-大腿外壳一,39-大腿外壳二,40-大腿滑块,41-大腿导杆,42-膝关节变刚度驱动器,44-小腿板,45-小腿滑块,46-小腿外壳,47-小腿导杆,48-踝关节基板,49-踝关节转轴,50-踝关节轴承,51-垫圈,52-轴承端盖二,53-踝关节转板,54-脚底板。

具体实施方式

[0033] 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。

[0034] 如图1所示,本发明的下肢外骨骼机器人包括背板I、腰部柔性调整机构II、髋关节机构III、大腿IV、膝关节机构V、小腿VI及踝关节机构VII。

[0035] 如图2所示,本发明的腰部柔性调整机构II包括腰部外壳一1、工字型卡块2、中心轴3、承重滑轮4、拉簧5、腰部滑块6、拉环7、髋关节安装轴8、滑块外壳9、限位滑轮10、U型卡块11和腰部外壳二12。

[0036] 其中,腰部外壳一1和腰部外壳二12通过螺钉相连组成腰部外壳,中心轴3中部由工字型卡块2和U型卡块11固定在腰部外壳内中部。腰部滑块6套在中心轴3上并可任意滑动。髋关节安装轴8通过连接件安装在腰部滑块6上,该连接件即为滑块外壳9,滑块外壳9与腰部滑块6通过螺钉连接,髋关节安装轴8通过键与滑块外壳9固连,拉环7套在髋关节安装轴8上。拉簧5一端通过圆钩连在U型卡块11的拉环上,另一端连在髋关节安装轴8的拉环7上。承重滑轮4通过螺钉安装在腰部外壳一1及腰部外壳二12上以分担滑块外壳9上的负载,滑块外壳9可在承重滑轮4上自由滑动。腰部滑块6在中心轴3上滑动并通过拉簧5使之往中间收紧,可使髋关节机构III与人体贴合,可以适应不同使用者的髋部生理尺寸,同时拉簧5的柔性使得该机构能在使用者进行外展/内收、外旋/内旋运动时实现被动调节以减小驱动器轴心和人体球铰中心的相对偏差。

[0037] 每个滑块外壳9两侧分别设有一个限位滑轮10,腰部外壳上设有供相应限位滑轮10滑动的滑槽,从而对滑块外壳9和腰部滑块6的滑动行程限位,防止腰部柔性调整机构II调节过度。

[0038] 如图3所示,本发明的膝关节机构V包括膝关节变刚度驱动器42和膝关节编码器13,所述膝关节连接板由关节夹板一15和关节夹板二23组成,关节夹板一15和关节夹板二23上端和大腿外壳两侧固定相连,所述膝关节变刚度驱动器42安装在关节夹板一15和关节夹板二23下端之间,膝关节变刚度驱动器42的中心轴通过轴承安装关节夹板一15上,膝关节变刚度驱动器42的驱动输出盘16通过连接件与小腿VI相连。

[0039] 具体的膝关节机构V包括膝关节编码器13、轴承一14、关节夹板一15、驱动输出盘16、轴承连接座17、轴承二18、变刚度机构19、驱动输入壳20、副电机21、谐波减速器22、关节夹板二23、电机固定板24和主电机25。

[0040] 其中膝关节编码器13通过螺钉固定在关节夹板一15上,轴承一14外圈与关节夹板一15固定,内圈与变刚度机构19的中心轴固定。主电机25与电机固定座及关节夹板二23通过螺钉连接。谐波减速器22的刚轮通过螺钉连接和关节夹板二23固定,谐波减速器22的波发生器和主电机25的输出轴固连,谐波减速器22的柔轮和驱动输入壳20通过螺钉连接。驱动输入壳20与轴承二18的外圈连接,轴承连接座17与轴承二18的内圈连接,轴承连接座17与驱动输出盘16通过螺钉固定,轴承连接座17还与变刚度机构19的杠杆固定相连。

[0041] 如图4和图5所示,本发明的髋关节机构III包括变刚度驱动器26、大腿板27、髋部支撑板28、髋部连接板29、轴承端盖一30、髋部转轴31、髋部安装板32、轴固定座33、支撑限位轴34。

[0042] 其中变刚度驱动器26的输出盘直接和大腿板27通过螺钉固定。变刚度驱动器26的输出中心轴通过支撑轴承与髋部支撑板28连接,并连接到固连在髋部支撑板28的编码器上。变刚度驱动器26通过髋部支撑板28及电机支撑板共同支撑。髋部连接板29下端固定连接在髋部支撑板28上,上端通过深沟球轴承连接髋部转轴31。髋部转轴31通过轴固定座33水平安装在两个髋部安装板32上。在两个髋部安装板32之间安装支撑限位轴34,限制髋部安装板32与髋关节安装轴8相对旋转角度,两个髋部安装板32的另一端通过轴承安装在髋关节安装轴8上下两端。

[0043] 如图6所示,本发明的大腿IV包括大腿板27、大腿夹板36、螺杆滑轮37、大腿外壳一38、大腿外壳二39、大腿滑块40、大腿导杆41、膝关节变刚度驱动器42。

[0044] 其中大腿夹板36通过螺钉和大腿板27固定,螺杆滑轮37通过螺纹连接安装在大腿夹板36两侧,大腿导杆41通过螺纹连接安装在大腿夹板36端部,大腿滑块40套在大腿导杆41上。大腿外壳一38与大腿外壳二39通过螺纹连接组成大腿外壳,其中大腿外壳二39与大腿滑块40通过单个螺钉连接,所述大腿外壳一38与大腿外壳二39上分别设有一个长条形的滑槽,两个螺杆滑轮37装入大腿外壳一38与大腿外壳二39上的滑槽中并可在滑槽范围内自由滑动。大腿外壳通过膝关节连接板与膝关节变刚度驱动器42相连。

[0045] 大腿滑块40上设有将其与大腿导杆41相对固定或解锁的锁紧机构,所述锁紧机构为:大腿滑块40一侧开有弹性压紧的缝隙,大腿滑块40设有垂直穿过弹性压紧缝隙的螺孔,锁紧扳手由相互垂直设置的螺杆和手柄组成,螺杆通过大腿滑块40上螺孔配合,通过螺杆与螺孔的旋入旋出配合,使得大腿滑块40与大腿导杆41相对位置锁定或解锁。

[0046] 如图7所示,本发明的小腿VI包括小腿板44、小腿滑块45、小腿外壳46、小腿导杆47和踝关节基板48,所述小腿板44上端与驱动输出盘16通过连接件固定相连,小腿导杆47固定安装在小腿板44下端,小腿滑块45套在小腿导杆47上形成导轨滑块结构,踝关节基板48与小腿滑块45固定相连,小腿外壳46与踝关节基板48固定相连将小腿滑块45和小腿导杆47保护在内侧,小腿滑块45上设有结构和功能与大腿滑块40上结构和功能一样的锁紧机构,所述踝关节机构VII安装在踝关节基板48上。

[0047] 所述踝关节机构VII包括踝关节转轴49、踝关节轴承50、垫圈51、轴承端盖二52、踝关节转板53和脚底板54,所述踝关节基板48与踝关节转板53通过踝关节转轴49、踝关节轴承50、垫圈51、轴承端盖二52连接。脚底板54与踝关节转板53通过螺钉连接。

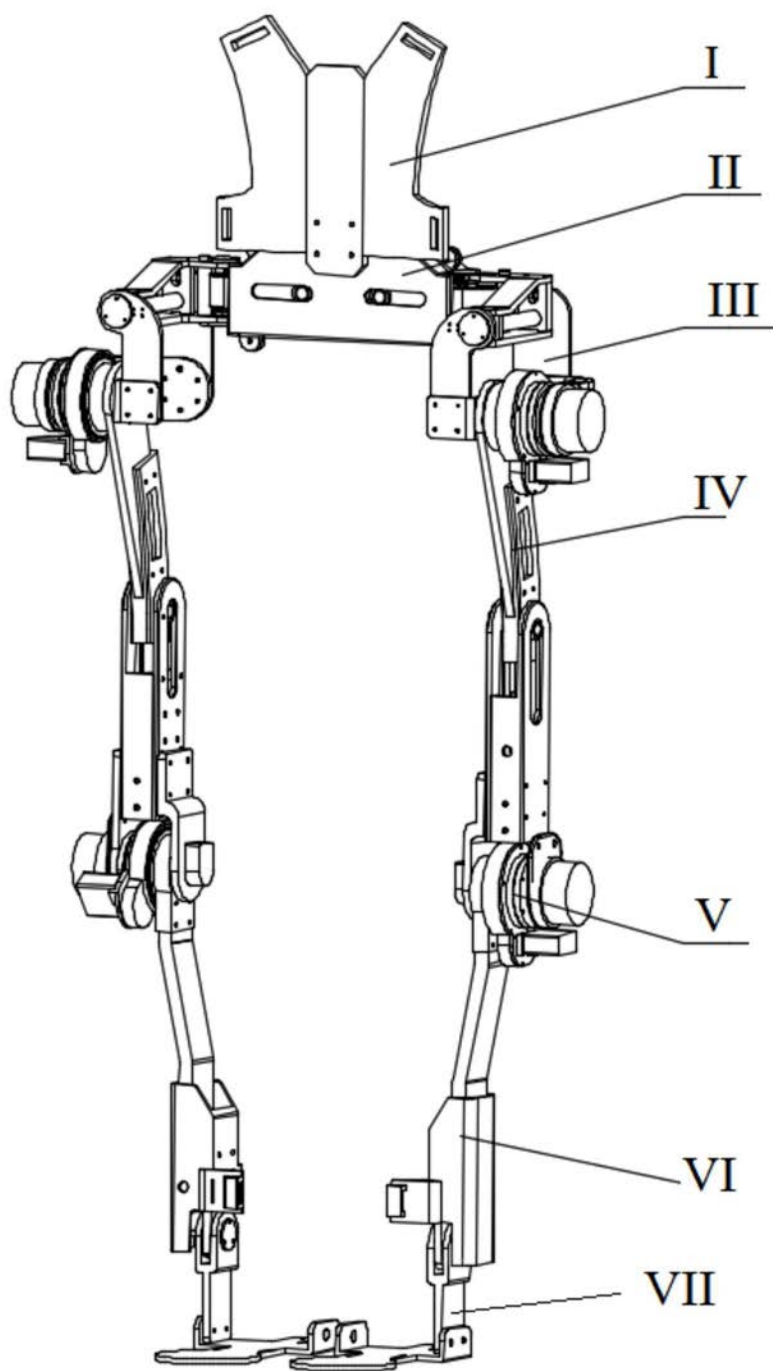


图1

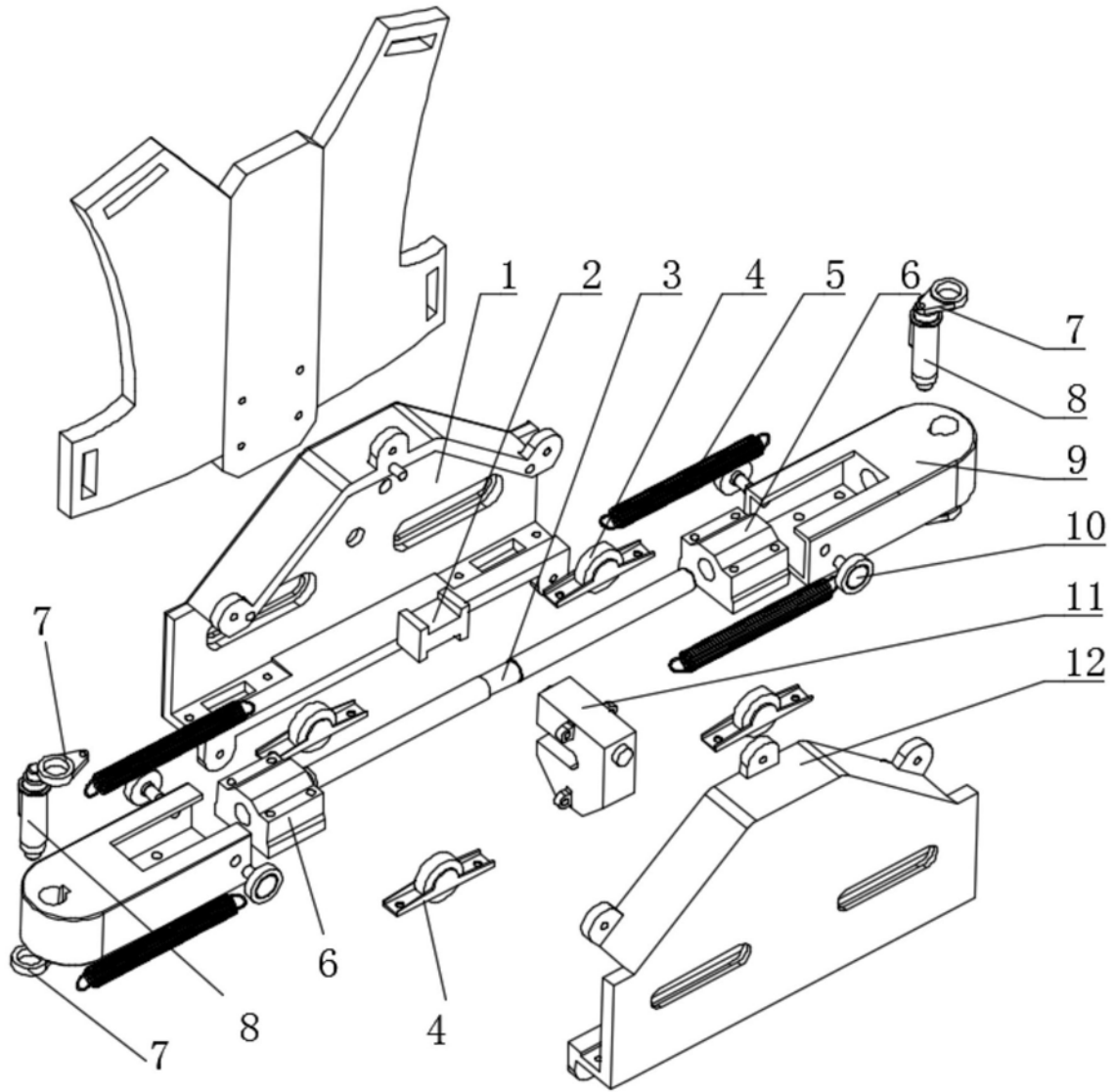


图2

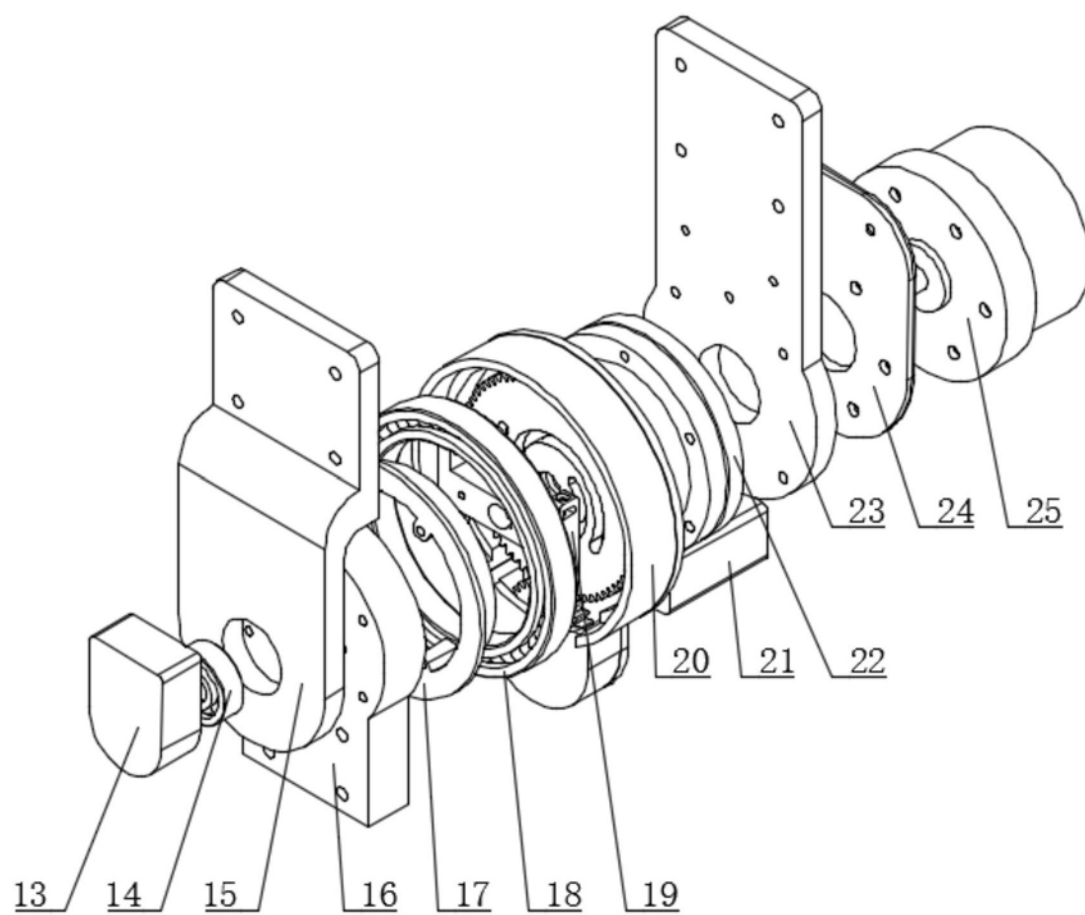


图3

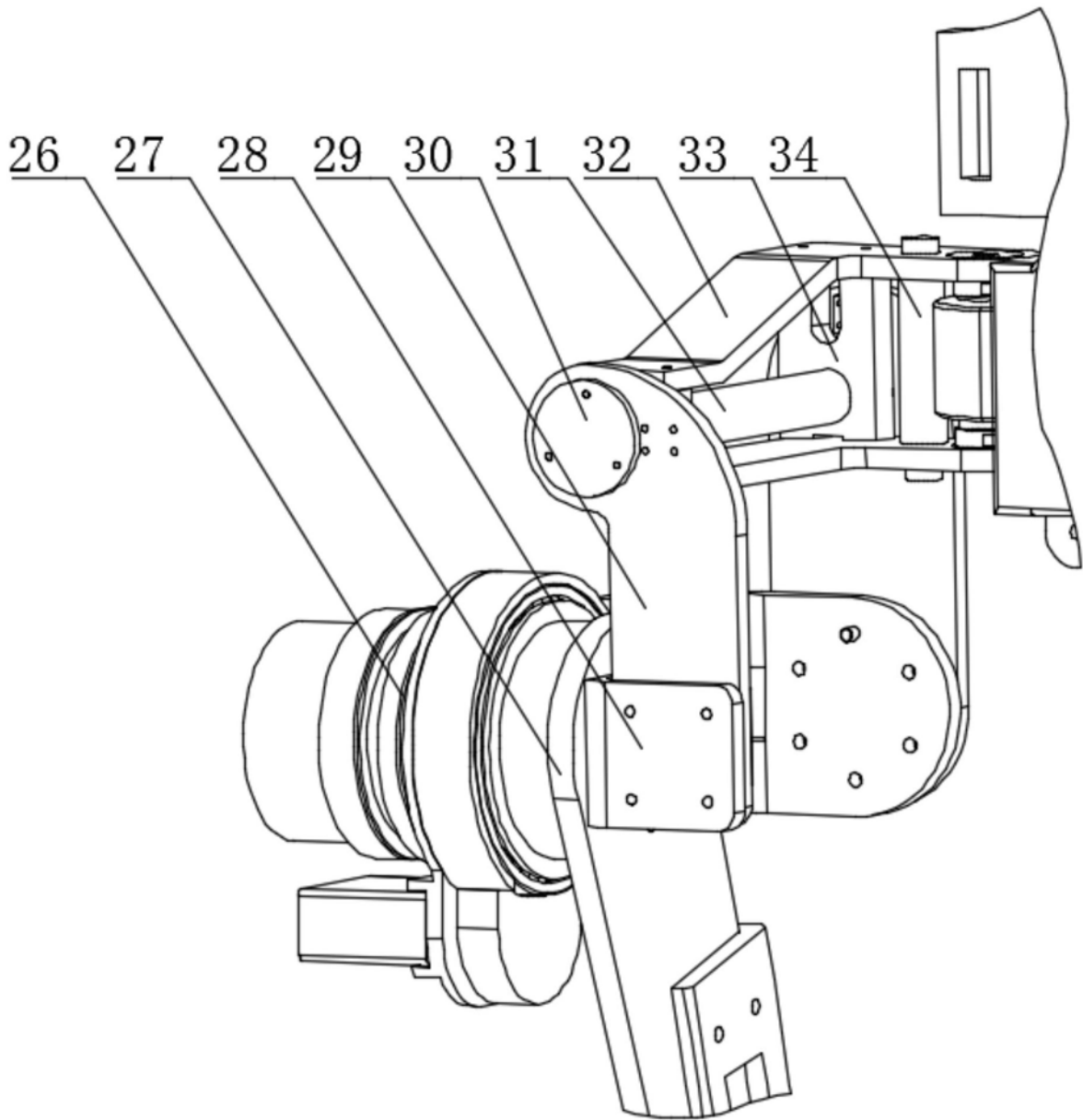


图4

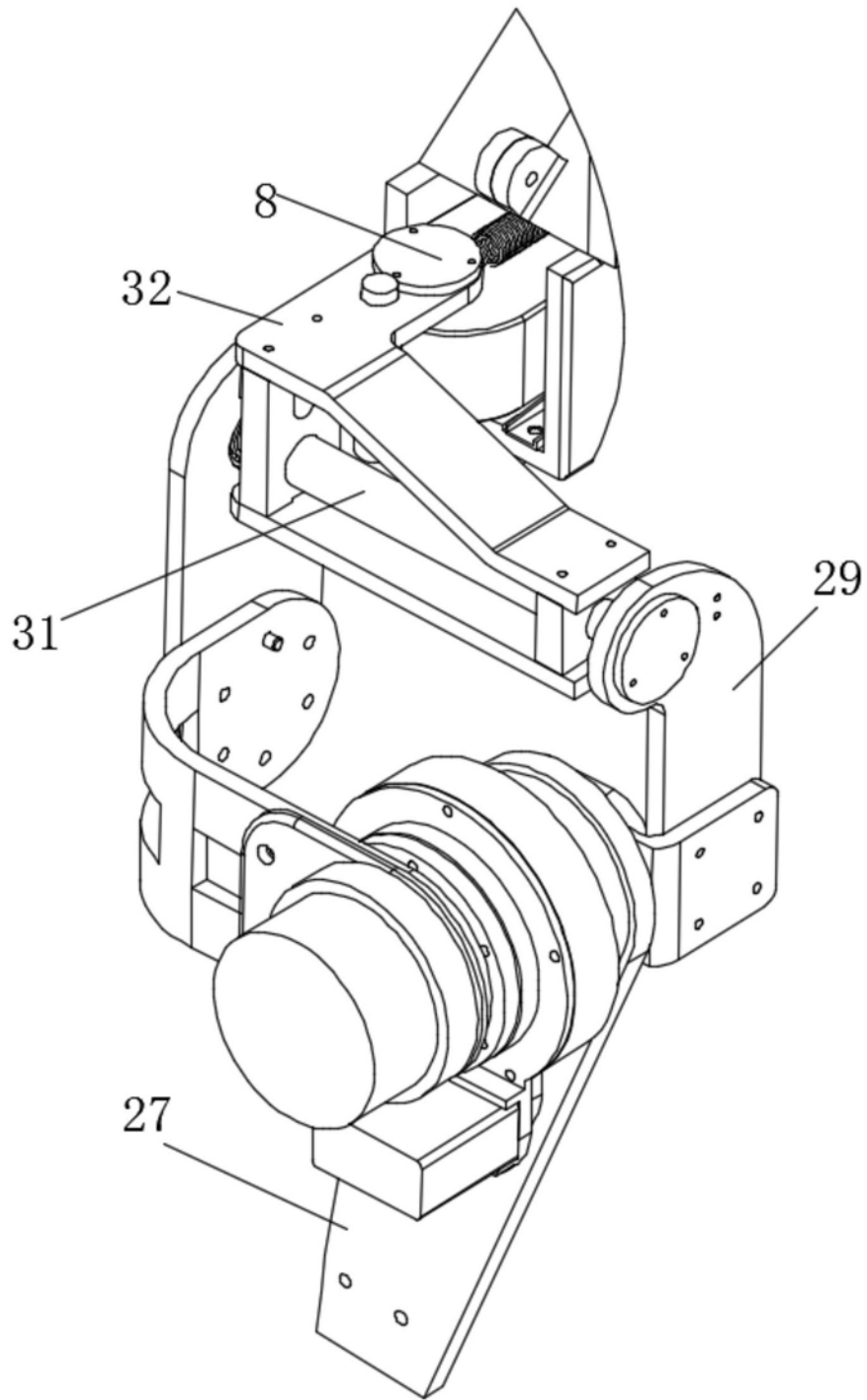


图5

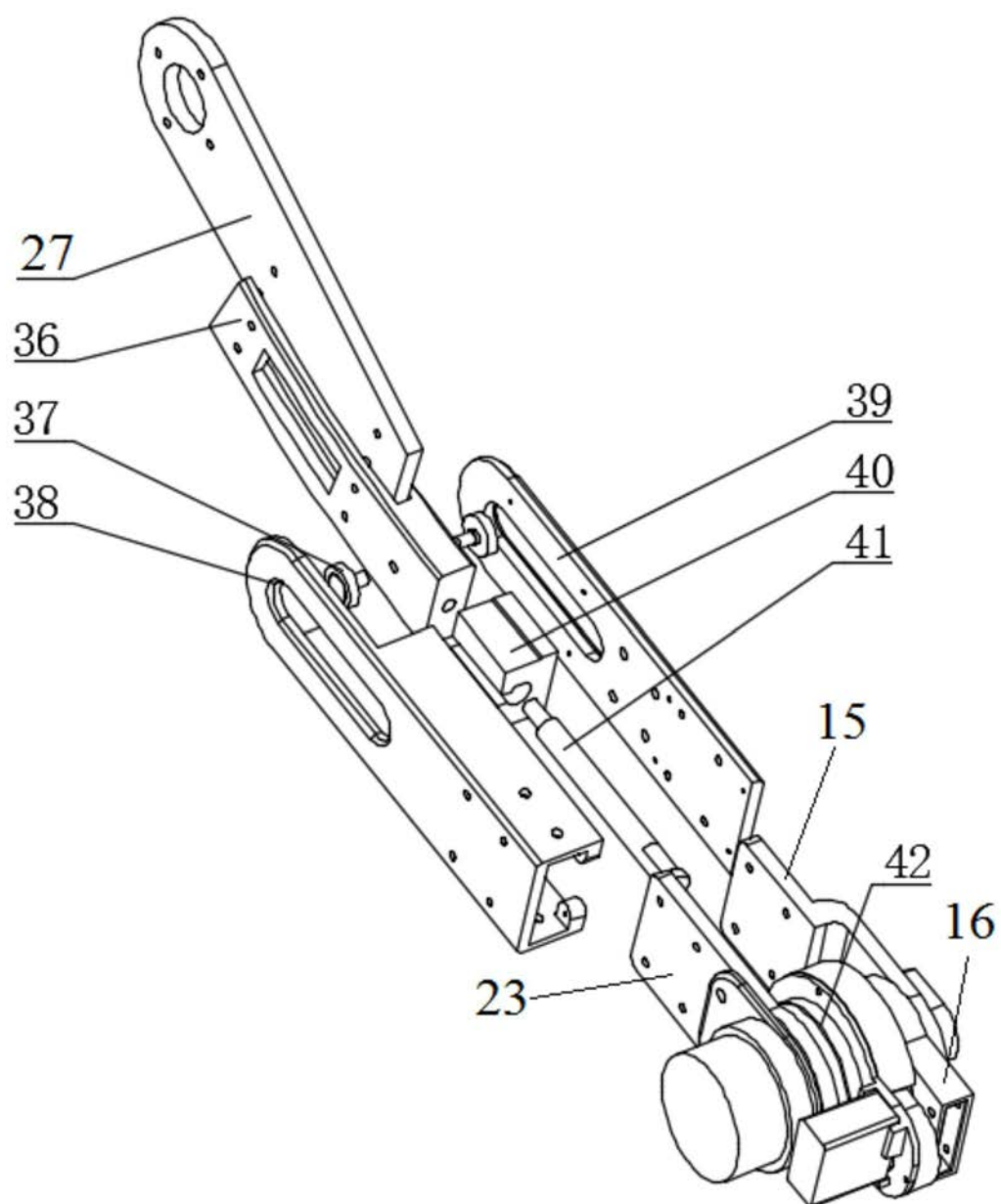


图6

