



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110652425 B

(45) 授权公告日 2021.12.17

(21) 申请号 201910768255.5

A61H 1/02 (2006.01)

(22) 申请日 2019.08.20

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107773384 A, 2018.03.09

申请公布号 CN 110652425 A

JP 2017124034 A, 2017.07.20

(43) 申请公布日 2020.01.07

US 2015057587 A1, 2015.02.26

(73) 专利权人 南京航空航天大学

CN 102874339 A, 2013.01.16

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

CN 107468487 A, 2017.12.15

CN 108161905 A, 2018.06.15

审查员 姜佩杰

(72) 发明人 吴青聪 朱杨辉 陈柏 陈喜
徐大文

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 张弛

(51) Int. Cl.

A61H 3/00 (2006.01)

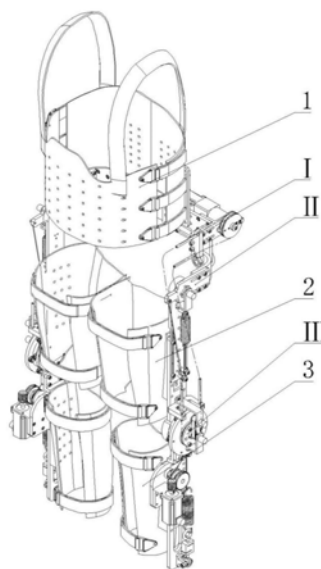
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54) 发明名称

一种可变刚度下肢外骨骼助力机器人

(57) 摘要

本发明公开了一种可变刚度下肢外骨骼助力机器人,用以穿戴在人体下肢上,包括腰部机构、髋部机构、膝部机构;通过腰部机构上的驱动电机和驱动盘作为驱动源,而将驱动套索正转或者反转,带动下方膝部机构的输入盘正转或者反转,而使输入盘相对输出盘转动达到带动膝部关节的转动。膝部机构的输入盘与输出盘之间采用滑轮及钢丝绳形成变刚度调节作用。而调整滑轮组数就可以增加或减少关节的刚度范围,改变关节的刚度特性。使用该变刚度机构驱动,刚度可以在行走过程中主动变化,使外骨骼具有柔顺性更好,安全性更高、适应性更好、机构紧凑简单的优点。



1. 一种可变刚度下肢外骨骼助力机器人,其特征在于:包括腰部机构、髋部机构、膝部机构;

所述腰部机构连接有腰部穿戴件,腰部机构包括腰部架、安装在腰部架上的驱动电机、与驱动电机配合的减速器、安装在减速器输出上的驱动盘,所述驱动盘上绕有驱动套索;

所述髋部机构连接有大腿穿戴件,髋部机构包括与腰部架连接的髋关节转向板,该髋关节转向板的后端通过髋关节外展内收轴与腰部架铰接而前端弯折延伸;所述髋关节转向板前端连接有髋关节下板,该髋关节下板的上端与髋关节上板通过髋关节屈伸轴与转向板铰接而髋关节下板的下端向下延伸;所述髋关节下板的下方具有向外延伸的髋关节平衡滑轮;髋部机构还设有上下延伸的髋关节平衡弹簧及髋关节套索,所述髋关节套索的一端向上延伸并与髋关节上板固定连接,髋关节套索的另一端向下延伸并绕在髋关节平衡滑轮后再向上与髋关节平衡弹簧的下端固定连接,所述髋关节平衡弹簧的上端与髋关节下板的上端固定连接;

所述膝部机构连接有小腿穿戴件,膝部机构包括膝关节上板、绳索末端受力架、自膝关节上板向外延伸的膝关节轴、安装在膝关节轴上的输入盘、同样安装在膝关节轴上的输出盘、安装在输出盘下端并向下延伸的膝关节下板;输入盘绕膝关节轴转动;输出盘与膝关节轴相对固定;所述输入盘外侧设有供驱动套索绕过的台阶盘,该台阶盘、驱动盘与驱动套索形成带传动,驱动盘转动而通过驱动套索带动输入盘转动;所述输入盘面对输出盘的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的变刚度输入滑轮;该变刚度输入滑轮轴向与膝关节轴平行且围绕在膝关节轴外围;所述输出盘面对输入盘的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的膝关节输出滑轮,该膝关节输出滑轮轴向与膝关节轴平行且围绕在膝关节轴外围;且每个变刚度输入滑轮与每个膝关节输出滑轮一一对应,并且变刚度输入滑轮位于膝关节输出滑轮外侧;膝部机构还设有一条钢丝绳,该钢丝绳在每个膝关节输出滑轮内侧处交叉形成一个绳套并套在变刚度输入滑轮上;所述膝关节下板上设有辅助弹簧以及张紧装置,该辅助弹簧沿着膝关节下板延伸方向同向延伸设置,且辅助弹簧的上端与钢丝绳的一端连接,辅助弹簧的下端与膝关节下板外侧延伸出的弹簧固定装置连接;钢丝绳的另一端与张紧装置连接。

2. 根据权利要求1所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人,其特征在于:所述腰部机构、髋部机构、膝部机构均为对称的两个,包括左腰部机构及右腰部机构、左髋部机构及右髋部机构、左膝部机构及右膝部机构;左腰部机构及右腰部机构之间通过腰部调节板连接。

3. 根据权利要求1或2所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人,其特征在于:所述张紧装置包括安装在膝关节下板外侧的伺服电机、安装在伺服电机上方的涡轮,所述伺服电机的输出轴设有与涡轮配合的蜗杆,膝关节下板外侧还设有向外延伸的涡轮连接轴,该涡轮设置在涡轮连接轴上,且涡轮内侧设有与钢丝绳配合的圆台,钢丝绳缠绕在圆台上。

4. 根据权利要求3所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人,其特征在于:还设有膝关节旋转编码器、变刚度差角旋转编码器;膝关节旋转编码器的轴连接编码器处带轮;膝关节轴的外端连接轴端带轮,编码器处带轮通过同步带与轴端带轮连接,膝关节旋转编码器用以测量膝关节上板和膝关节下板之间的相对角度;变刚度差角旋转编码器的轴与膝关节轴连接,变刚度差角旋转编码器用于测量输入盘和输出盘之间的相对角度。

5. 根据权利要求4所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人,其特征在于:腰部机构还包

括减速器支架、驱动套索受力架；减速器支架通过螺钉连接在腰部架，减速器支架上的孔和螺纹孔用于定位和连接减速器；减速器通过螺钉和内部联轴器和驱动电机连接，减速器的轴通过键连接驱动盘；驱动盘上设有钢丝绳固定块，钢丝绳固定块通过螺钉和驱动盘连接，用于固定驱动套索而传递动力；驱动套索受力架通过螺钉和减速器支架连接，并通过侧面的螺钉实现套索的预紧；驱动套索受力架设有两个上导管，驱动套索的两端自驱动盘延伸后分别从两个上导管导出。

6. 根据权利要求5所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人，其特征在于：膝部机构还包括套索末端受力架，套索末端受力架固定在膝关节上板上，套索末端受力架上端设有两个下导管用于导向和固定驱动套索下端。

7. 根据权利要求5所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人，其特征在于：所述腰部架上还设有向上延伸的腰部连接板，所述腰部穿戴件安装在该腰部连接板上。

8. 根据权利要求6所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人，其特征在于：所述大腿穿戴件安装在膝关节上板内侧。

9. 根据权利要求6所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人，其特征在于：髋部机构还设有髋关节旋转编码器、髋关节旋转编码器支架；髋关节旋转编码器连接在髋关节旋转编码器支架上，髋关节旋转编码器轴部和髋关节屈伸轴连接而用于测量髋关节下板和髋关节上板的相对角度；髋关节旋转编码器支架底部则固定在髋关节下板上。

10. 根据权利要求9所述的可变刚度下肢外骨骼助力机器人，其特征在于：所述小腿穿戴件安装在膝关节下板内侧。

一种可变刚度下肢外骨骼助力机器人

技术领域

[0001] 本发明属于机器人领域,尤其是一种旨在增强穿戴者膝关节运动能力,提供下肢行走助力或是辅助下肢运动障碍患者进行康复训练治疗的外骨骼机器人。

背景技术

[0002] 随着现代化社会的发展,我国的人口老龄化问题日渐严重,由于老年人普遍有体力不支,行走力量不够的现象,甚至有一部分人因为中风、交通事故而行走不便,这些给家庭带来了巨大的压力和负担。因此,需要研究一种可穿戴的、舒适的、轻便的下肢外骨骼机器人,为老年人提供行走助力,以及对中风患者辅助康复治疗,具有巨大的价值和潜力。

[0003] 现有的下肢助力外骨骼机器人仍有诸多的不足,如驱动器于直接连在关节上,安全性较低,容易对使用者造成二次伤害,而且这种驱动方式会造成腿部质量过大,增大腿部的惯量,增加运动过程的能量消耗。并且现有的助力外骨骼采用的是刚性关节或者是刚度不可变的串联弹性关节,难以保证柔顺性,使用的安全性也不够高,难以适应复杂的运动环境。

[0004] 在申请号为201610511532.0的中国专利申请中,公开了一种下肢助力外骨骼机器人,其包括上身结构、腿部结构、膝关节和髌关节。采用双电机直接驱动髌关节和膝关节,电机安装在关节处,是的关节的质量和惯量大,关节柔顺性差,安全性差。

[0005] 在申请号为201610099877.X的中国专利申请中,公开了一种基于套索驱动的节能半被动下肢外骨骼,其包括髌关节机构、膝关节机构、踝关节机构。该机构使用套索驱动,有效地改善了关节出的质量和惯量大的问题,但关节刚度不能改变,难以适应不同的步行环境,交互性差。

[0006] 在申请号为201711065264.5的中国专利申请中,公开了一种变刚度下肢外骨骼机器人,其包括背板、腰部柔性调整机构、髌关节机构、大腿、膝关节机构、小腿和踝关节机构。该发明采用变刚度驱动器直接驱动关节,驱动器安装在关节处,使得关节处质量和惯性大。变刚度则是利用改变支点压缩弹簧来改变关节刚度,刚度易发生突变,不易实现控制。

发明内容

[0007] 发明目的:本发明所要解决的技术问题是针对背景技术的缺陷,提供一种可变刚度下肢助力外骨骼机器人,能够对膝关节的运动进行主动的角刚度调节,提高外骨骼膝关节处的柔顺性和安全性能。

[0008] 技术方案:为达到上述目的,本发明可采用如下技术方案:

[0009] 一种可变刚度下肢外骨骼助力机器人,包括腰部机构、髌部机构、膝部机构;

[0010] 所述腰部机构连接有腰部穿戴件,腰部机构包括腰部架、安装在腰部架上的驱动电机、与驱动电机配合的减速器、安装在减速器输出上的驱动盘,所述驱动盘上绕有驱动套索;

[0011] 所述髌部机构连接有大腿穿戴件,髌部机构包括与腰部架连接的髌关节转向板,

该髋关节转向板的后端通过髋关节外展内收轴与腰部架铰接而前端弯折延伸;所述髋关节转向板前端连接有髋关节下板,该髋关节下板的上端与髋关节通过髋关节屈伸轴与转向板铰接而髋关节下板的下端向下延伸;所述髋关节下板的下方具有向外延伸的髋关节平衡滑轮;髋部机构还设有上下延伸的髋关节平衡弹簧及髋关节套索,所述髋关节套索的一端向上延伸并与髋关节转向板固定连接,髋关节套索的另一端向下延伸并绕在髋关节平衡滑轮后再向上与髋关节平衡弹簧的下端固定连接,所述髋关节平衡弹簧的上端与髋关节下板的上端固定连接;

[0012] 所述膝部机构连接有小腿穿戴件,膝部机构包括膝关节上板、绳索末端受力架、自膝关节上板向外延伸的膝关节轴、安装在膝关节轴上的输入盘、同样安装在膝关节轴上的输出盘、安装在输出盘下端并向下延伸的膝关节下板;输入盘绕膝关节轴转动;输出盘与膝关节轴相对固定;所述输入盘外侧设有供驱动套索绕过的台阶盘,该台阶盘、驱动盘与驱动套索形成带传动,驱动盘转动而通过驱动套索带动输入盘转动;所述输入盘面对输出盘的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的变刚度输入滑轮;该变刚度输入滑轮轴向与膝关节轴平行且围绕在膝关节轴外围;所述输出盘面对输入盘的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的膝关节输出滑轮,该膝关节输出滑轮轴向与膝关节轴平行且围绕在膝关节轴外围;且每个变刚度输入滑轮与每个膝关节输出滑轮一一对应,并且变刚度输入滑轮位于膝关节输出滑轮外侧;膝部机构还设有一条钢丝绳,该钢丝绳在每个膝关节输出滑轮内侧处交叉形成一个绳套并套在变刚度输入滑轮上;所述膝关节下板上设有辅助弹簧以及张紧装置,该辅助弹簧沿着膝关节下板延伸方向同向延伸设置,且辅助弹簧的上端与钢丝绳的一端连接,辅助弹簧的下端与膝关节下板外侧延伸出的弹簧固定装置连接;钢丝绳的另一端与张紧装置连接。

[0013] 有益效果:本发明提供的可变刚度下肢外骨骼助力机器人用以穿戴在人体下肢上,通过腰部机构上的驱动电机和驱动盘作为驱动源,而将驱动套索正转或者反转,带动下方膝部机构的输入盘正转或者反转,而使输入盘相对输出盘转动达到带动膝部关节的转动。而为了使膝部关节的转动能够克服现有技术中机构复杂、膝部结构无变刚度能力或者变刚度效果差造成关节运动柔顺性差的缺陷,本方案中采用在膝部机构的输入盘与输出盘之间采用滑轮及钢丝绳形成变刚度调节作用。其中输入盘相对输出盘转动时,变刚度输入滑轮与膝关节输出滑轮之间产生偏角,而使两者之间的钢丝绳的长度会增加,从而使与钢丝绳相连接的弹簧被拉长,进而使输入盘和输出盘之间产生偏转扭矩带动而输出盘转动形成串联弹性机构。其中,弹簧在初始状态时具有一定的拉伸量,从而使与变刚度输入滑轮连接的钢丝绳部分都有一个对膝关节输出滑轮预张紧的预张紧力而形成该组滑轮(每组滑轮即一个变刚度输入滑轮及对应的膝关节输出滑轮)之间的阻尼缓冲效果。而通过改变弹簧的初始拉伸量,即改变变刚度输入滑轮和膝关节输出滑轮之间钢丝绳的预张紧力就可以实现关节角刚度的变化。其中,在相同的初始预张紧力下,输入盘与输出盘偏转相同的角度时,滑轮组的数目越多,弹簧的拉伸总长度就会越长,产生的偏转扭矩就会越大,从而使关节角刚度增加(关节角刚度=偏转扭矩/偏转角度)。因此,在弹簧尺寸受限的情况下,可以通过调整滑轮组的数目来确定关节角刚度的可调范围(滑轮组数越多角刚度调整的范围约大),从而使角刚度调节机构具有更好的适应性。。使用该变刚度机构驱动,角刚度可以在行走过程中主动变化,使外骨骼具有柔顺性更好,安全性更高、适应性更好的优点。同时,绳子

和滑轮组合实现,使机构更加紧凑简单,适应性更好。同时,髋关节处使用了由髋关节套索、滑轮和弹簧组合成的平衡机构,平衡站立时背部结构的倾覆力矩,同时在行走时也能提供一部分的助力。

[0014] 进一步的,所述腰部机构、髋部机构、膝部机构均为对称的两个,包括左腰部机构及右腰部机构、左髋部机构及右髋部机构、左膝部机构及右膝部机构;左腰部机构及右腰部机构之间通过腰部调节板。

[0015] 进一步的,所述张紧装置包括安装在膝关节下板外侧的伺服电机、安装在伺服电机上方的涡轮,所述伺服电机的输出轴设有与涡轮配合的蜗杆,膝关节下板外侧还设有向外延伸的涡轮连接轴,该涡轮设置在涡轮连接轴上,且涡轮内侧设有与钢丝绳配合的圆台,钢丝绳缠绕在圆台上。

[0016] 进一步的,还设有膝关节旋转编码器、变刚度差角旋转编码器;左膝关节旋转编码器的轴连接左编码器处带轮;膝关节轴的外端连接轴端带轮,编码器处带轮通过同步带与轴端带轮连接,膝关节旋转编码器用以测量膝关节上板和左膝关节下板之间的相对角度;变刚度差角旋转编码器的轴与膝关节轴粘连,变刚度差角旋转编码器用于测量输入盘和输出盘之间的相对角度。

[0017] 进一步的,腰部机构还包括减速器支架、驱动套索受力架;减速器支架通过螺钉连接在腰部架,减速器支架上的孔和螺纹孔用于定位和连接减速器;减速器通过螺钉和内部联轴器和驱动电机连接,减速器的轴通过键连接驱动盘;驱动盘上设有钢丝绳固定块,钢丝绳固定块通过螺钉和驱动盘连接,用于固定驱动套索而传递动力;驱动套索受力架通过螺钉和减速器支架连接,并通过侧面的螺钉实现套索的预紧;驱动套索受力架设有两个上导管,驱动套索的两端自驱动盘延伸后分别从两个上导管导出。

[0018] 进一步的,膝部机构还包括套索末端受力架,套索末端受力架固定在膝关节上板上,套索末端受力架上端设有两个下导管用于导向和固定驱动套索下端。

[0019] 进一步的,所述腰部架上还设有向上延伸的腰部连接板,所述腰部穿戴件安装在该腰部连接板上。

[0020] 进一步的,所述大腿穿戴件安装在膝关节上板内侧。

[0021] 进一步的,髋部机构还设有髋关节旋转编码器、髋关节旋转编码器支架;髋关节旋转编码器连接在髋关节旋转编码器支架上,髋关节旋转编码器轴部和髋关节屈伸轴粘连而用于测量髋关节下板和髋关节上板的相对角度;髋关节旋转编码器支架底部则固定在髋关节下板上。

[0022] 进一步的,所述小腿穿戴件安装在膝关节下板内侧。

附图说明

[0023] 图1是本发明整体结构的轴测图

[0024] 图2是本发明整体结构的正视图

[0025] 图3是本发明整体结构的后视图

[0026] 图4是本发明腰部结构的轴测图

[0027] 图5是本发明左髋部结构的轴测图

[0028] 图6是本发明右髋部结构的轴测图

[0029] 图7是本发明左膝部结构的后视图

[0030] 图8是本发明右膝部结构的后视图

[0031] 图9是本发明膝部变刚度结构左的轴测图

[0032] 图10是本发明膝部变刚度结构左的爆炸图。

[0033] 其中各部件命名如下：

[0034] 腰部结构I、左髌部结构II、左膝部结构III、右髌部结构IV、右膝部结构V、腰部穿戴件1、左大腿穿戴件2、左小腿穿戴件3、右大腿穿戴件4、右小腿穿戴件5、左腰部连接板6、上导管7、左套索受力架8、左减速器支架9、左驱动盘10、左腰部架11、左钢丝绳固定块12、左减速器13、左驱动电机14、腰部调节板15、右腰部连接板16、右腰部架17、右套索受力架18、右减速器支架19、右驱动盘20、减速器轴套21、减速器端部压套22、右钢丝绳固定块23、右减速器24、右驱动电机25、左髌关节外展内收轴26、左髌关节转向板27、左髌关节上板28、左髌关节下板29、左髌关节屈伸轴30、左髌关节旋转编码器31、左髌关节旋转编码器支架32、左髌关节平衡弹簧33、左髌关节平衡滑轮34、髌关节平衡滑轮轴套35、右髌关节转向板36、右髌关节外展内收轴37、右髌关节上板38、右髌关节旋转编码器39、右髌关节旋转编码器支架40、右髌关节平衡弹簧41、右髌关节下板42、右髌关节平衡滑轮43、左膝关节上板44、左套索末端受力架45、左膝关节旋转编码器支架46、左编码器处带轮47、左膝关节旋转编码器48、左同步带49、左轴端带轮50、左变刚度差角旋转编码器51、左变刚度差角旋转编码器支架52、左膝关节轴53、左输入盘盖54、左输入盘55、左限位块56、左膝关节下板57、左涡轮58、左输出盘59、左绕线轮60、左涡轮连接轴61、左变刚度伺服电机支架62、变刚度控制左伺服电机63、左辅助弹簧64、左拉力传感器65、左关节轴承座66、左关节轴承支架67、右膝关节上板68、右膝关节旋转编码器支架69、右套索末端受力架70、右膝关节输出71、右编码器处带轮72、右同步带73、右膝关节旋转编码器74、右轴端带轮75、右变刚度差角旋转编码器76、右变刚度差角旋转编码器支架77、右输入盘盖78、右膝关节轴79、右输入盘80、右限位块81、右膝关节输出82、右膝关节下板83、右涡轮连接轴84、右变刚度伺服电机支架85、右绕线轮86、右涡轮87、变刚度控制右伺服电机88、右变刚度处弹簧89、右拉力传感器90、右关节轴承座91、右关节轴承支架92、膝关节轴端盖93、膝关节输出滑轮94、变刚度输入滑轮95、左蜗杆96、右蜗杆97、钢丝绳98、左驱动套索99、髌关节钢丝绳100、下导管101。

具体实施方式

[0035] 结合说明书附图，详细说明本发明的具体实施方式。

[0036] 本发明的“左”、“右”是指穿戴者穿戴时的结构左部与右部。

[0037] 如图1至图3所示，本发明是一种可变刚度下肢助力外骨骼，包括穿戴机构、腰部机构I、左髌部机构II、左膝部机构III、右髌部机构IV、右膝部机构V。其中穿戴机构包括腰部穿戴件1、左大腿穿戴件2、左小腿穿戴件3、大腿穿戴件右4和右小腿穿戴件5。腰部穿戴件1通过螺钉连接在左腰部连接板6和右腰部连接板16上，左大腿穿戴件2通过螺钉连接在左膝关节上板44和左髌关节下板29上，左小腿穿戴件3通过螺钉连接在左膝关节下板57上，大腿穿戴件右4通过螺钉连接在右髌关节下板42和右膝关节上板68上，右小腿穿戴件5通过螺钉连接在右膝关节下板83上。左髌部机构II的左髌关节下板29和左膝部机构III的左膝关节上板44通过螺钉连接，两者的位置可调，以适应不同大腿长度的用户；右髌部机构IV的左髌关

节下板29和右膝部机构V的右膝关节上板68通过螺钉连接,两者的位置可调,以适应不同大腿长度的用户。

[0038] 如图4所示,是本发明的腰部机构,左腰部连接板6和右腰部连接板16分别通过螺钉连接在左腰部架11和右腰部架17上,他们的位置可以调节,以适应不同使用者;左腰部架11和右腰部架17中间通过腰部调节板15连接,改变调节板的位置就可以调节腰部的宽度,来适应不同体型的用户;左减速器支架9通过螺钉连接在左腰部架11,左减速器支架9上的孔和螺纹孔用于定位和连接左减速器13;左减速器13通过螺钉和内部联轴器和左驱动电机14连接,左减速器13的轴通过键连接左驱动盘10;左钢丝绳固定块12通过螺钉和左驱动盘10连接,用于固定钢丝绳,传递动力;左套索受力架8通过螺钉和左减速器支架9连接,可以通过侧面的螺钉实现套索的预紧;右腰部架17、右套索受力架18、右减速器支架19、右驱动盘20、减速器轴套21、减速器端部压套22、右钢丝绳固定块23、右减速器24、右驱动电机25和左边的相应的零件具有相似的装配关系,具体见图所示。

[0039] 如图5和图6所示,为本发明的髌部结构。其中,图5为左髌部结构,图6为右髌部结构。左腰部架11与左髌关节外展内收轴26中间设有双轴承可以相对转动,轴承外圈与左腰部架11接触,轴承内圈与左髌关节外展内收轴26接触,轴承通过左腰部架11的台阶、左髌关节外展内收轴26的台阶、轴用挡圈和孔用挡圈定位固定;左髌关节转向板27通过圆螺母压紧在左髌关节外展内收轴26的台阶上,左髌关节转向板27的另一侧通过螺钉和左髌关节上板28连接,两者的位置可调,增大适用性;左髌关节上板28的另一端通过圆螺母压紧在左髌关节屈伸轴30的台阶上;左髌关节下板29与左髌关节屈伸轴30中间设有轴承可以相对转动,轴承外圈与左髌关节下板29接触,轴承内圈与左髌关节屈伸轴30接触,轴承通过左髌关节下板29的台阶、左髌关节屈伸轴30的台阶、轴用挡圈和孔用挡圈定位固定;左髌关节旋转编码器31通过螺钉连接在左髌关节旋转编码器支架32上,轴部则和左髌关节屈伸轴30粘连,用于测量左髌关节下板29和左髌关节上板28的相对角度,左髌关节旋转编码器支架32底部则通过螺钉固定在左髌关节下板29上;左髌关节平衡弹簧33一端钩在连接在左髌关节下板29上的螺钉上,一端与髌关节钢丝绳100相连,髌关节钢丝绳100通过左髌关节平衡滑轮34的导向延伸直至髌关节钢丝绳100的另一端固定在左髌关节上板28上。用户在静止时通过髌关节钢丝绳100对左髌关节平衡弹簧33提供的张紧力,以及结合左髌关节平衡弹簧33的弹性力而平衡腰部机构因重力引起的倾覆力矩,提高舒适性,并且能够在行走过程中提供助力。右髌部结构和左髌部结构的装配关系及功能类似,具体见图5所示。

[0040] 如图7、图8和图9所示,为本发明的膝部结构。图7为左膝部结构,图7为右膝部结构,图9为变刚度机构。左膝关节轴53上连有左输入盘55、左输出盘59、左膝关节上板44和左轴端带轮50。其中左输入盘55和左膝关节轴53之间设有双轴承可以相对转动,轴承外圈与左输入盘55接触,通过左输入盘55台阶和左输入盘盖54定位固定,轴承内圈与左膝关节轴53接触,通过左膝关节轴53的台阶和轴用挡圈定位固定;左输出盘59通过键和左膝关节轴53相连,不能相对转动;左膝关节上板44和左膝关节轴53之间设有双轴承可以相对转动,轴承外圈与左膝关节上板44接触,通过左膝关节上板44的台阶和膝关节轴端盖93定位固定,轴承内圈与左膝关节轴53接触,通过左膝关节轴53的台阶和轴用挡圈定位固定;左轴端带轮50通过紧定螺钉和左膝关节轴53连接;左套索末端受力架45底部通过螺钉固定在左膝关节上板44上,上端两个孔用于固定上导管7,经过上导管7导向的钢丝绳98绕在左输入盘55

外圈传递远端左驱动电机14的扭矩,实现关节的力矩输入。左套索末端受力架45上端设有两个下导管101用于导向和固定左驱动套索99下端。左输入盘55外侧设有供驱动套索绕过的左台阶盘。左输入盘55面对左输出盘59的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的变刚度输入滑轮95(本实施方式中,包括六个变刚度输入滑轮95)。该变刚度输入滑轮95轴向与左膝关节轴53平行且围绕在左膝关节轴53外围。所述左输出盘59面对左输入盘55的一面上设有若干在该面沿同一圆周均匀布置的左膝关节输出滑轮94,该左膝关节输出滑轮轴94向与膝关节轴53平行且围绕在膝关节轴53外围。且每个左变刚度输入滑轮95与每个左膝关节输出滑轮94一一对应,并且左变刚度输入滑轮95位于左膝关节输出滑轮94外侧。左膝部机构还设有一条钢丝绳98,该钢丝绳98在每个左膝关节输出滑轮95内侧处交叉形成一个绳套并套在变刚度输入滑轮95上。所述左膝关节下板57上设有左辅助弹簧64以及左张紧装置。张紧装置包括安装在左膝关节下板外侧的左伺服电机63、安装在左伺服电机63上方的左涡轮58。

[0041] 左输出盘59上的两个膝关节输出滑轮94可以避免钢丝绳98因相互缠绕而带来的额外摩擦,钢丝绳98的一端与左辅助弹簧64相连,另一端与左绕线轮60相连,改变左辅助弹簧64的预紧力就可以实现关节刚度的改变,增加或减少左输入盘55和左输出盘59之间的滑轮组数就可以增加或减少关节的刚度范围,改变关节的刚度特性;左变刚度伺服电机支架62底部通过螺钉与左膝关节下板57连接,左变刚度伺服电机支架62上部与变刚度控制左伺服电机63通过螺钉连接,变刚度控制左伺服电机63轴上通过紧定螺钉和左蜗杆96连接,左蜗杆96和左涡轮58接触传递动力,左变刚度伺服电机支架62驱动蜗杆就可以改变左辅助弹簧64的预紧力,从而实现膝关节的刚度变化。左涡轮58通过紧定螺钉与左涡轮连接轴61连接,左涡轮连接轴61上设有键与左绕线轮60连接,左涡轮连接轴61与左膝关节下板57之间有双轴承,轴承外圈通过左膝关节下板57的台阶和孔用挡圈定位固定,轴承内圈通过左涡轮连接轴61的台阶和轴用挡圈固定;左拉力传感器65一端与左辅助弹簧64连接,一端与左关节轴承座66连接,用于测量左辅助弹簧64的拉力估算膝关节扭矩;左关节轴承座66通过一螺钉固定在左关节轴承支架67上,左关节轴承支架67的底部则通过螺钉固定在左膝关节下板57上;左膝关节下板57与左输出盘59通过螺钉连接;左膝关节旋转编码器支架46底部通过螺钉连接在左膝关节上板44,上部连有左膝关节旋转编码器48,左膝关节旋转编码器48的轴上通过紧定螺钉连接左编码器处带轮47,左编码器处带轮47通过左同步带49与左轴端带轮50连接,这样左膝关节旋转编码器48就可以测量左膝关节上板44和左膝关节下板57之间的相对角度;左变刚度差角旋转编码器支架52底部通过螺钉连接在左输入盘55上,左变刚度差角旋转编码器支架52上部连有左变刚度差角旋转编码器51,左变刚度差角旋转编码器51的轴与左膝关节轴53粘连,用于测量左输入盘55和左输出盘59之间的相对角度,估算膝关节的角刚度。右膝部结构的装配关系和左膝部结构的装配关系一致,具体见图8。

[0042] 对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其他各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

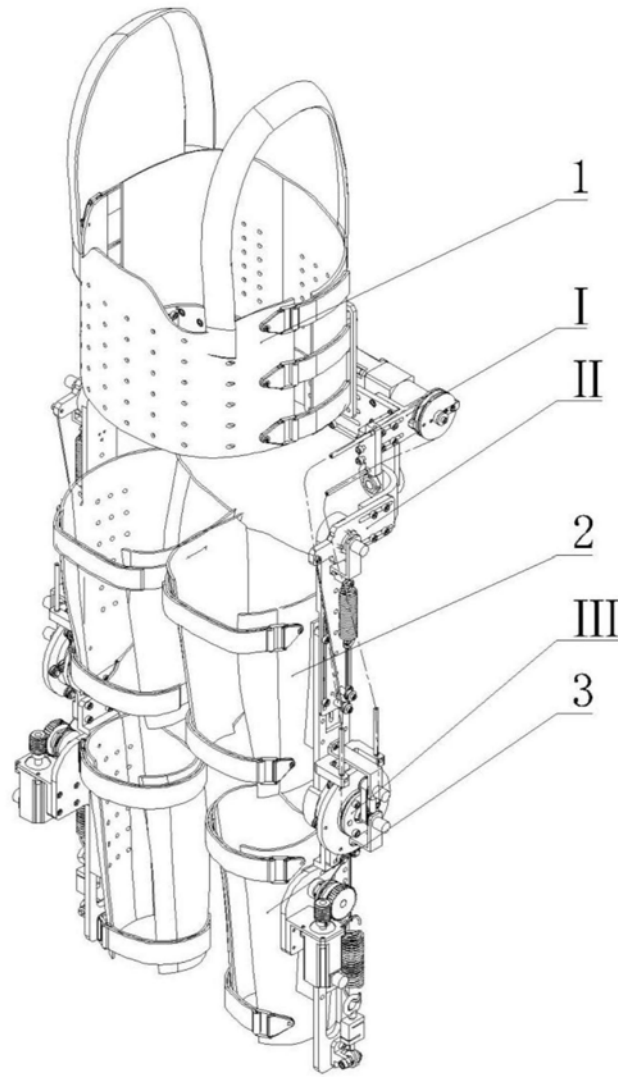


图1

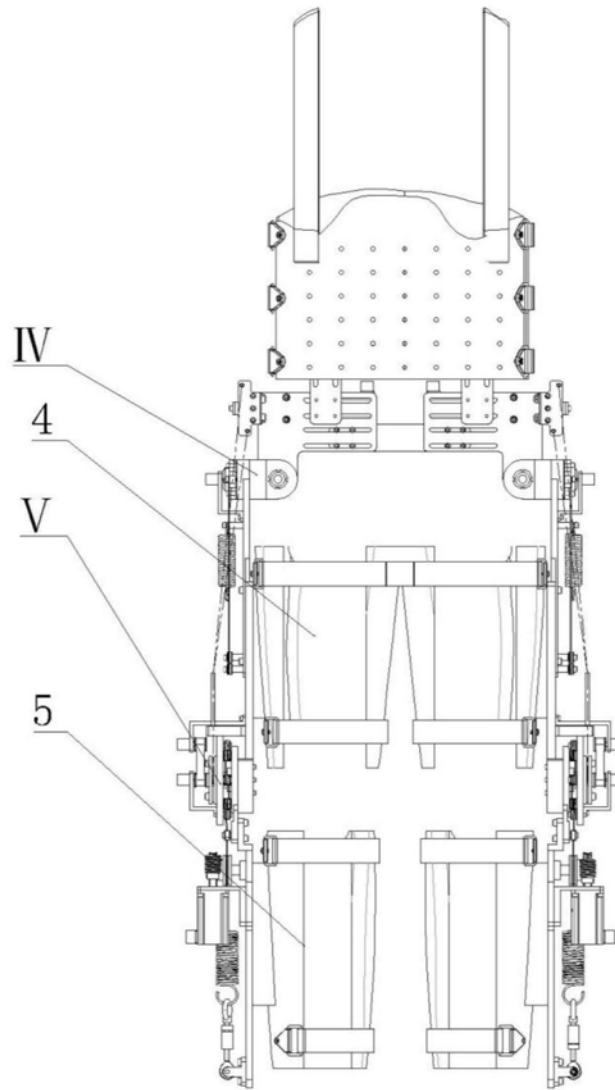


图2

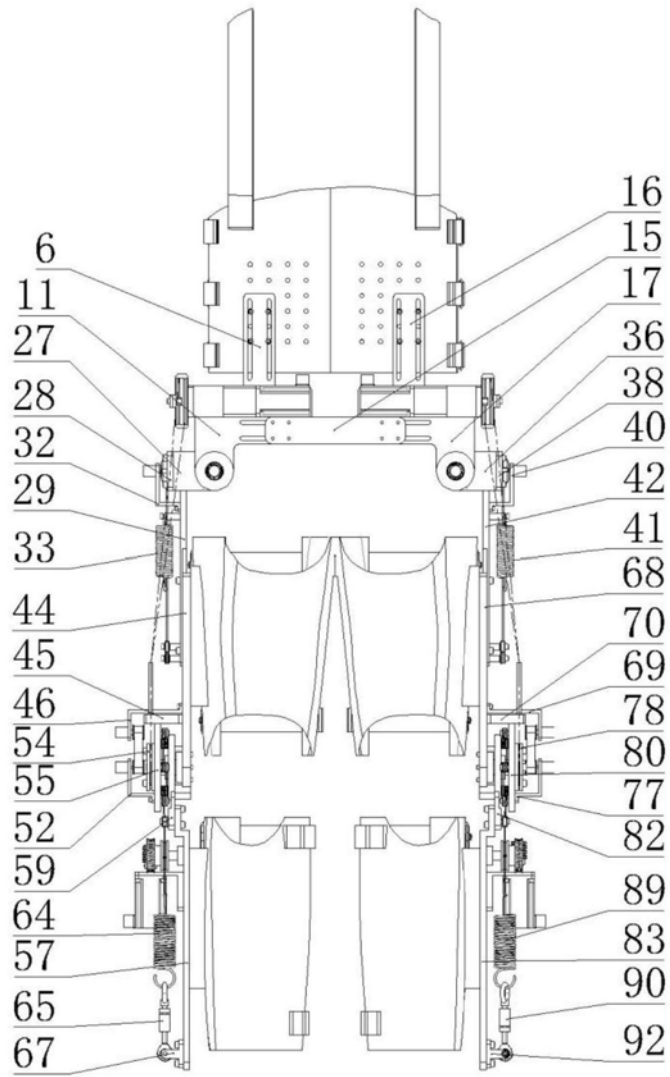


图3

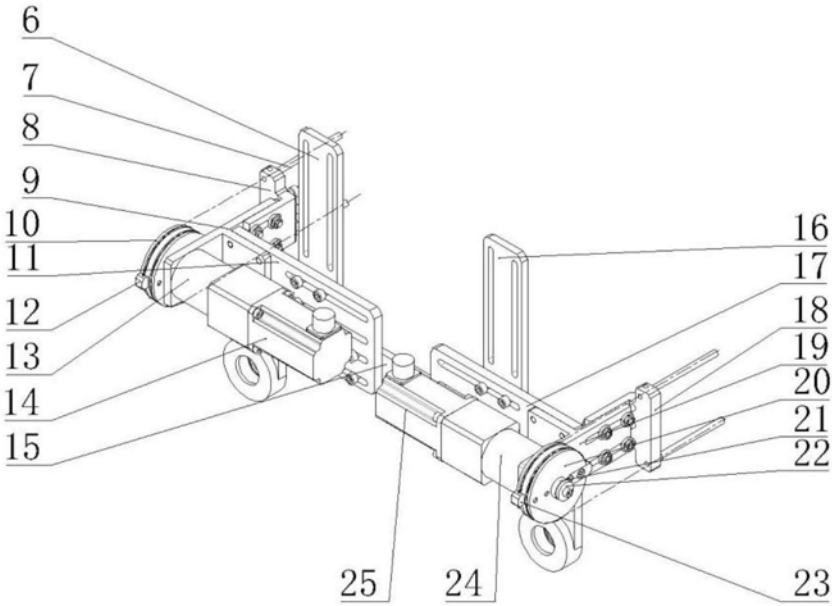


图4

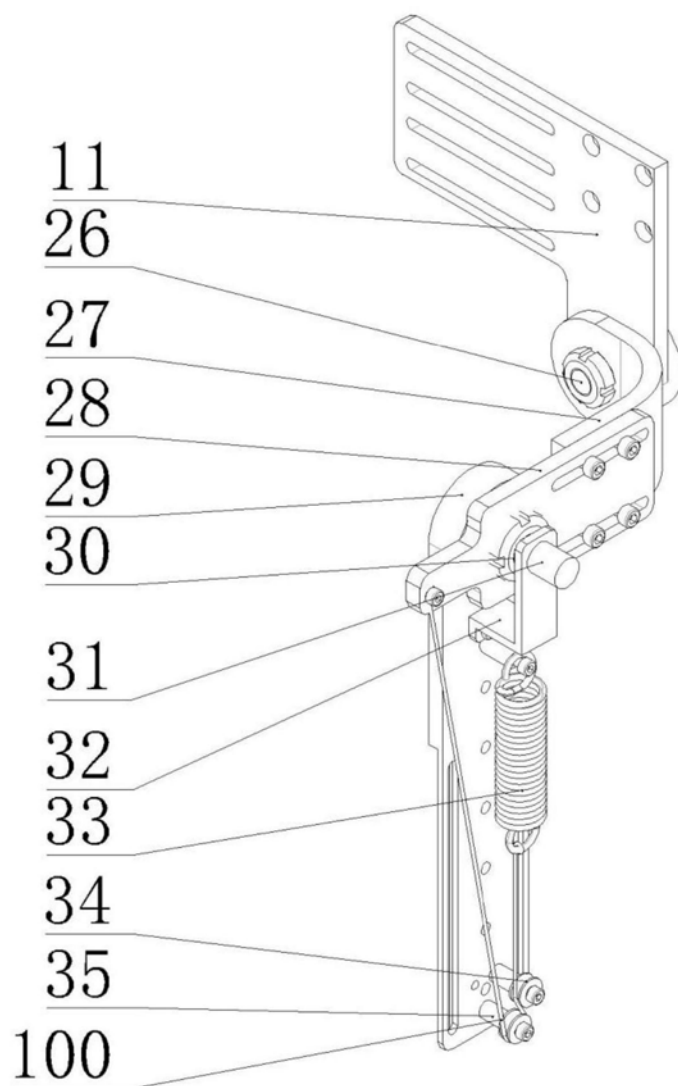


图5

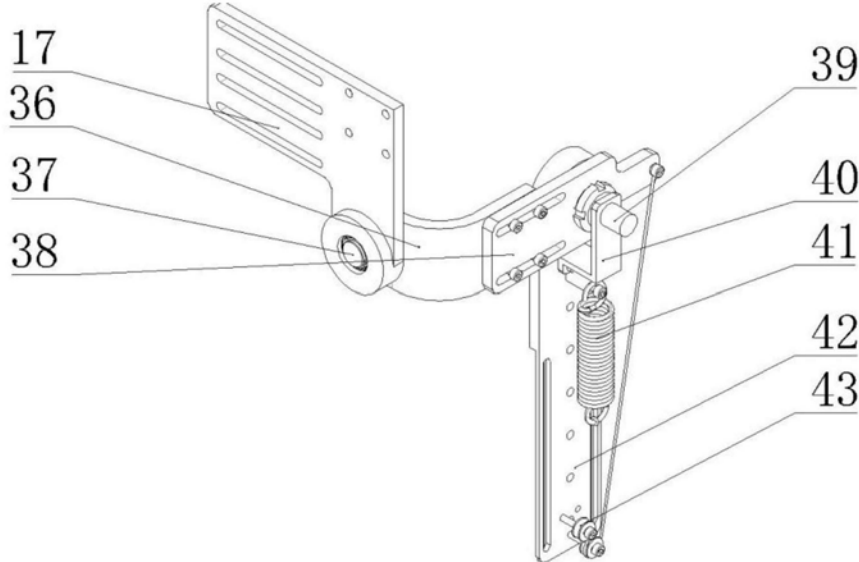


图6

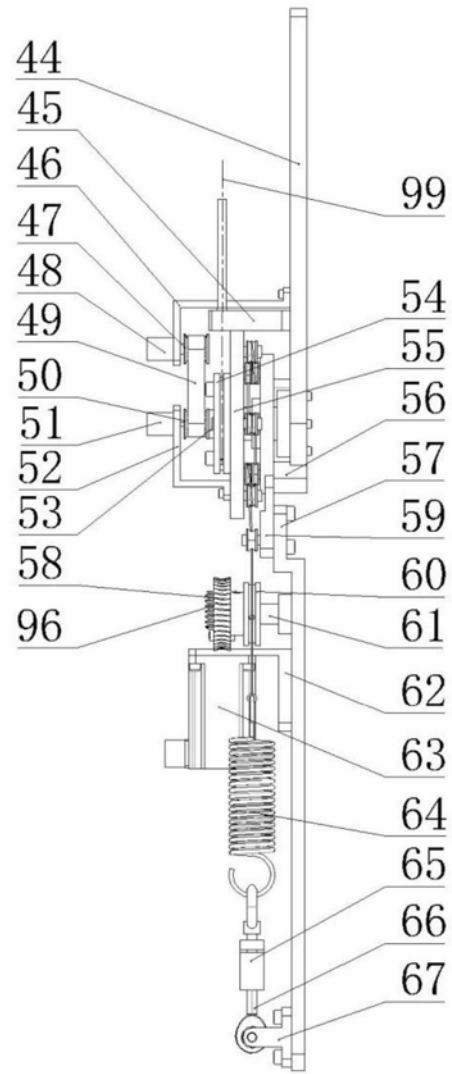


图7

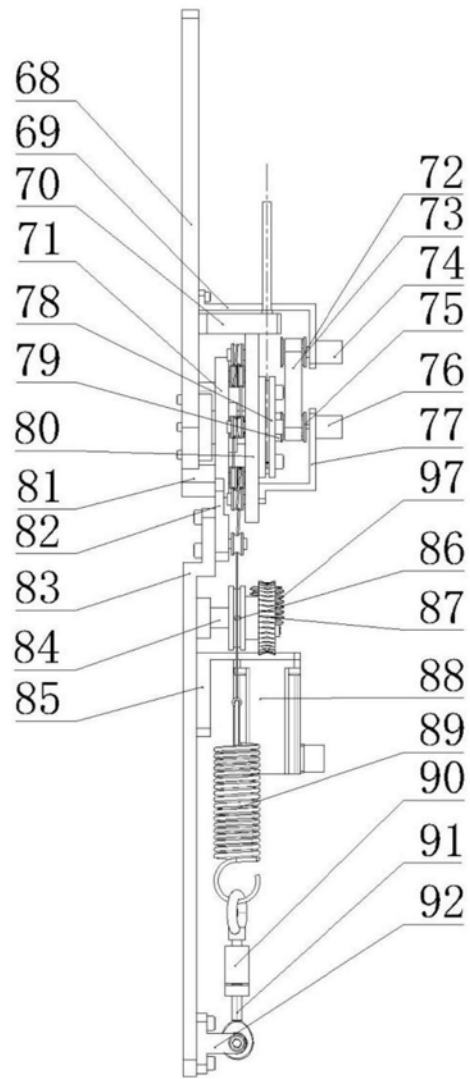


图8

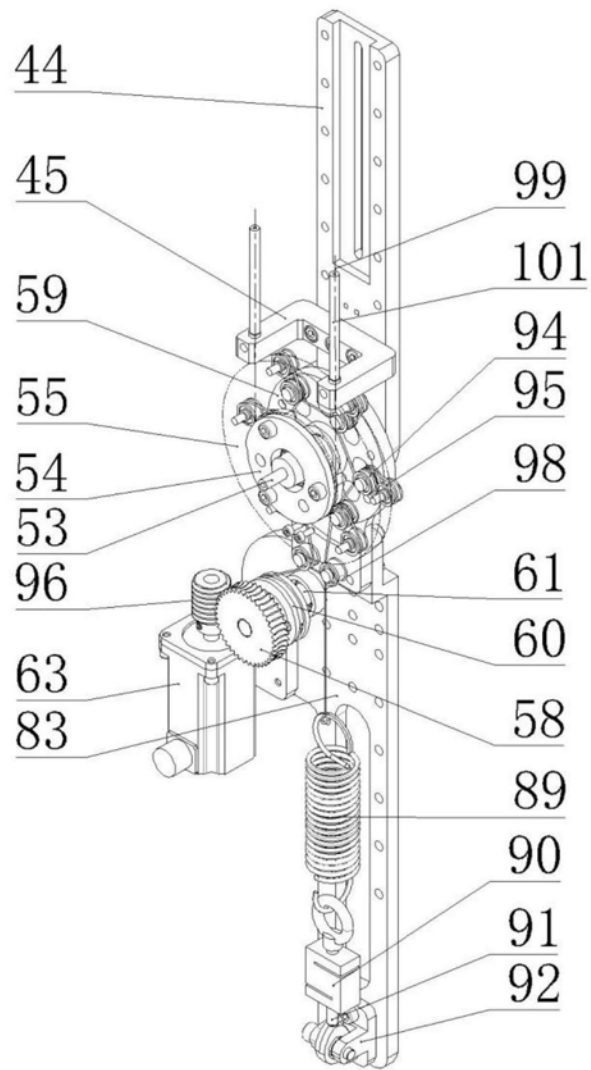


图9

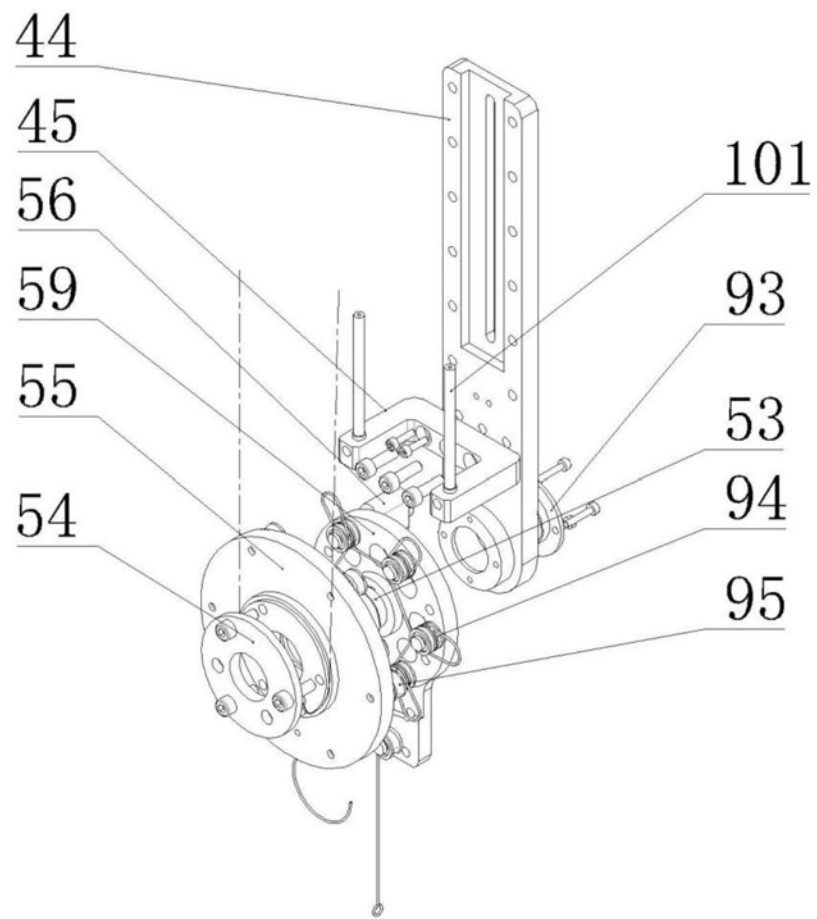


图10