



(21) 申请号 202310880217.5

(22) 申请日 2023.07.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116673937 A

(43) 申请公布日 2023.09.01

(73) 专利权人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号

(72) 发明人 宋智功 黄嘉昕 沈健

(74) 专利代理机构 无锡华源专利商标事务所

(普通合伙) 32228

专利代理师 杨民

(51) Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 114378790 A, 2022.04.22

CN 209332629 U, 2019.09.03

审查员 冯季

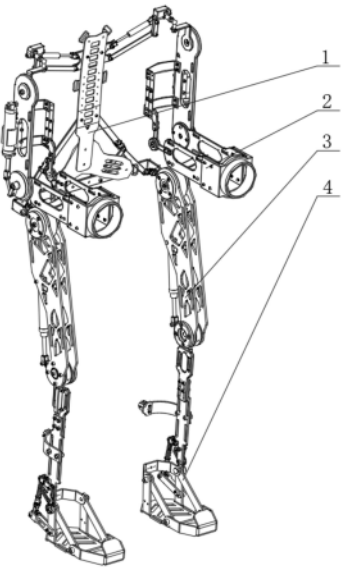
权利要求书3页 说明书13页 附图16页

(54) 发明名称

一种整体式助力外骨骼装置及助力方法

(57) 摘要

一种整体式助力外骨骼装置及助力方法, 肩关节组件的肩部固定架通过球头连接件实现上肢外骨骼自由活动; 上肢外骨骼的小臂托件与大臂托件铰接, 用于驱动小臂托件相对于大臂托件摆动的上肢气缸固定于大臂托件; 大腿板件的下端转动安装膝关节转动轴, 用于助力将大腿板件和小腿板件之间的角度增大的活塞缸组件一端与大推板件铰接, 另一端与膝关节转动轴外周面的悬臂摇块铰接; 脚部外骨骼的连接板的一端与下肢外骨骼的小腿板件固定连接, 另一端连接脚底套组件, 通过无源助力部件在人体的脚部结构进行跖屈运动时储能用于助力行走, 采用最少的有源助力的方式, 降低系统成本的基础上, 实现外骨骼的助力功能, 使助力效果更佳。



1. 一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:包括背部外骨骼(1)、上肢外骨骼(2)、下肢外骨骼(3)以及脚部外骨骼(4),

所述背部外骨骼(1)的结构为:包括后横梁(11),所述后横梁(11)上安装有两件支撑杆组件(12),两件支撑杆组件(12)关于背部外骨骼(1)垂直方向中线对称设置,还包括脊背板组件(13),所述脊背板组件(13)上部两侧分别安装有肩关节组件(14),所述脊背板组件(13)中部同时与两件支撑杆组件(12)上端连接,所述脊背板组件(13)通过绑带固定于需要助力的人体的背部;

所述肩关节组件(14)包括与脊背板组件(13)连接的肩部固定架(142),所述肩部固定架(142)通过球头连接件(146)安装有肩关节L形板(144),所述肩关节L形板(144)的下端安装有上肢摆动轴(143);

上肢外骨骼(2)的数量为两件且与所述人体的上肢匹配,单个上肢外骨骼(2)的结构为:包括小臂托件(22)和大臂托件(21),所述大臂托件(21)的上端外侧与所述上肢摆动轴(143)铰接,所述小臂托件(22)一端与所述大臂托件(21)的下端铰接,所述小臂托件(22)的另一端设置有所述人体的手腕处配合的腕部环(23),所述大臂托件(21)外侧固定安装有上肢气缸(25),所述上肢气缸(25)的输出端与所述小臂托件(22)传动连接,所述上肢气缸(25)用于驱动所述小臂托件(22)相对于与所述大臂托件(21)摆动,使小臂托件(22)相对于与大臂托件(21)的夹角减小;

下肢外骨骼(3)的数量为两件且与所述人体的下肢匹配,单个下肢外骨骼(3)的结构为:包括大腿板件(31)、小腿板件(37)和活塞缸组件(34),还包括与所述大腿板件(31)的上端转动连接的髌关节固定轴(32),所述髌关节固定轴(32)与所述后横梁(11)的水平方向端部连接,所述大腿板件(31)的下端转动安装有膝关节转动轴(35),所述活塞缸组件(34)的一端与所述大腿板件(31)铰接,所述活塞缸组件(34)的另一端与所述膝关节转动轴(35)外周面的悬臂摇块(39)铰接,所述活塞缸组件(34)用于助力将所述大腿板件(31)和所述小腿板件(37)之间的角度增大,所述膝关节转动轴(35)的外周面通过圆杆(38)转动安装有所述小腿板件(37);

脚部外骨骼(4)的数量为两件且与所述人体的脚部结构匹配,单个脚部外骨骼(4)的结构为:包括连接板(43),所述连接板(43)的一端为与所述小腿板件(37)可拆卸固定连接的上连接部(432),所述连接板(43)的另一端为下铰接部(431),所述下铰接部(431)铰接连接有脚底套组件(41),所述脚底套组件(41)与所述人体的脚部匹配,所述脚底套组件(41)的后部通过无源助力部件(42)与所述连接板(43)下部连接,所述无源助力部件(42)在所述人体的脚部结构进行跖屈运动时储能用于助力行走。

2. 如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:单个支撑杆组件(12)的结构为:包括上支撑杆(123)、第一弧形连接杆(121)和第二弧形连接杆(122),所述第一弧形连接杆(121)和第二弧形连接杆(122)的上端铰接后与所述上支撑杆(123)的下端铰接,所述上支撑杆(123)的上端与所述脊背板组件(13)中部铰接;

所述后横梁(11)为U形折弯结构,所述后横梁(11)的端部为朝向所述人体的弯折部(112),所述弯折部(112)内侧与所述第一弧形连接杆(121)的下端铰接,所述后横梁(11)的外侧与所述第二弧形连接杆(122)的下端铰接,所述第一弧形连接杆(121)和第二弧形连接杆(122)两者呈人字形排布,且第一弧形连接杆(121)和第二弧形连接杆(122)的弯曲方向

相背离,所述第二弧形连接杆(122)的下端与所述后横梁(11)的长度方向中部连接。

3.如权利要求2所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:所述后横梁(11)长度方向中部设置有多多个调节孔(111),多个调节孔(111)沿所述后横梁(11)的长度方向排布,所述第二弧形连接杆(122)的下端与单个调节孔(111)铰接。

4.如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:所述脊背板组件(13)的上部安装有肩部气弹簧(147)和肩部连接杆(141),所述肩部连接杆(141)和肩部气弹簧(147)的长度方向一致,所述肩部气弹簧(147)位于所述肩部连接杆(141)的上方,所述肩部气弹簧(147)的一端与所述脊背板组件(13)固定连接,所述肩部气弹簧(147)的另一端与所述肩部固定架(142)铰接,所述肩部连接杆(141)的一端与所述肩部固定架(142)铰接。

5.如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:还包括肘关节转盘(27)和肘部连杆(26),所述肘关节转盘(27)的外侧设置有转盘铰接部(271),所述转盘铰接部(271)偏离所述肘关节转盘(27)的转动轴心,所述肘部连杆(26)一端与所述转盘铰接部(271)铰接,所述肘部连杆(26)的另一端与所述上肢气缸(25)的输出端铰接,

还包括肘关节固定盘(28),所述肘关节固定盘(28)与所述小臂托件(22)的外侧固定连接的同时与所述肘关节转盘(27)传动连接,所述肘关节转盘(27)的转动轴线与所述小臂托件(22)和大臂托件(21)的交接处转动轴线共线,所述小臂托件(22)和大臂托件(21)的铰接处内侧通过阻尼转动装置(24)铰接。

6.如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:所述活塞缸组件(34)为气缸或气弹簧,所述活塞缸组件(34)包括缸体以及相对于缸体做活塞运动的活塞杆,当所述大腿板件(31)和所述小腿板件(37)的夹角等于九十度时,活塞杆完全进入缸体内。

7.如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:大腿板件(31)的数量为两件且相互平行设置,两件大腿板件(31)分别位于髋关节固定轴(32)的转动轴线方向两端,且同时与所述髋关节固定轴(32)和膝关节转动轴(35)配合,大腿板件(31)上设置有多多个采用拓扑优化技术设计的孔洞结构。

8.如权利要求1所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:所述脚底套组件(41)的结构包括底板(412),所述底板(412)两侧分别设置有一组支撑板,单组支撑板包括下端均与所述底板(412)连接的前支撑板(413)和后支撑板(414),所述前支撑板(413)和后支撑板(414)上端同时与所述下铰接部(431)铰接;

所述无源助力部件(42)的结构为:包括摆动件(424),所述摆动件(424)包括摆动基板,所述摆动基板上设有旋转轴(4242),所述旋转轴(4242)与所述连接板(43)下部转动连接,还包括设置于所述摆动基板上的活动部(4243)和限位部(4241),所述限位部(4241)上设置有弧形通孔,所述弧形通孔的弧形圆形与所述旋转轴(4242)同心,所述弧形通孔与安装于所述连接板(43)上的限位轴(423)滑动配合,所述限位轴(423)位于所述下铰接部(431)和所述旋转轴(4242)之间,

还包括安装于所述后支撑板(414)上的下支撑杆(421),所述下支撑杆(421)的端部和所述活动部(4243)均位于所述后支撑板(414)的后方,并通过独立悬挂组件(422)连接。

9.如权利要求8所述的一种整体式助力外骨骼装置,其特征在于:所述连接板(43)上设置有踝关节托板(44),所述踝关节托板(44)与所述人体的小腿后部配合,所述踝关节托板(44)正后方通过转轴安装有滚轮(45),所述滚轮(45)与转轴之间通拉簧连接,

还包括鲍登线(46),所述鲍登线(46)一端与所述脚底套组件(41)的上部正后方固定连接,所述鲍登线(46)的另一端缠绕在所述滚轮(45)上。

10.一种利用权利要求8所述的一种整体式助力外骨骼装置的助力方法,其特征在于:所述腕部环(23)的内环设置有腕部压力传感器,所述腕部压力传感器用于感应所述人体的手腕对所述腕部环(23)施加的压力大小,所述脊背板组件(13)后部安装有控制器及气泵,所述控制器用于驱动控制所述上肢气缸(25),所述气泵通过气管与所述上肢气缸(25)连接,所述气管上设置有气缸换向阀;

托举重物过程:

腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,所述上肢气缸(25)处于泄气状态,使小臂托件(22)和大臂托件(21)相对自由摆动,

当所述人体的双手搬起重物时,腕部压力传感器的压力检测值大于或等于启动上肢气缸(25)的压力临界数值时,所述气缸换向阀动作后所述上肢气缸(25)的输出端伸出,驱动所述小臂托件(22)相对于与所述大臂托件(21)向上摆动,进而缩小所述小臂托件(22)与所述大臂托件(21)之间的角度并将所述重物托举,

当下放重物时,所述人体的手腕下压,所述腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,所述气缸换向阀动作使上肢气缸(25)处于泄气状态;

行走过程中:

所述人体的脚部踝关节处于背屈运动时,所述摆动件(424)向所述人体的脚部结构前方摆动,所述独立悬挂组件(422)的弹簧处于自然伸长状态,

所述人体的脚部踝关节处于跖屈运动时,所述摆动件(424)向所述人体的脚部结构后方摆动,所述独立悬挂组件(422)的弹簧处于压缩状态。

## 一种整体式助力外骨骼装置及助力方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及助力外骨骼技术领域,尤其是一种整体式助力外骨骼装置及助力方法。

### 背景技术

[0002] 目前的外骨骼主要应用于工业、医疗康复(助老助残)及锻炼等领域,在可穿戴式外骨骼机器人领域中,使机器人的利用率实现了极高的水准,因为这些进步完全符合人体结构的需求。外骨骼技术极大可能彻底改变人类的生活方式,这些机器人将在未来成为日常工作文化的一部分,它们将极大地帮助经济发展,并带来新的就业机会,且在目前经济市场的大环境下显得尤为重要。

[0003] 现有的整体式助力外骨骼的有源驱动大多数采用电机或液压方式完成,制造成本高,装配方式复杂,且动力源数量多,系统成本高,影响整体式外骨骼的广泛应用,同时有源和无源助力组合效果不佳,影响使用者的使用体验。

### 发明内容

[0004] 本申请人针对上述现有生产技术中的缺点,提供一种整体式助力外骨骼装置及助力方法,从而在满足助力需求的情况下采用最少的有源助力的方式,降低系统成本的基础上,实现外骨骼的助力功能,使助力效果更佳。

[0005] 本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种整体式助力外骨骼装置,包括背部外骨骼、上肢外骨骼、下肢外骨骼以及脚部外骨骼,

[0007] 所述背部外骨骼的结构为:包括后横梁,所述后横梁上安装有两件支撑杆组件,两件支撑杆组件关于背部外骨骼垂直方向中线对称设置,还包括脊背板组件,所述脊背板组件上部两侧分别安装有肩关节组件,所述脊背板组件中部同时与两件支撑杆组件上端连接,所述脊背板组件通过绑带固定于需要助力的人体的背部;

[0008] 所述肩关节组件包括与脊背板组件连接的肩部固定架,所述肩部固定架通过球头连接件安装有肩关节L形板,所述肩关节L形板的下端安装有上肢摆动轴;

[0009] 上肢外骨骼的数量为两件且与所述人体的上肢匹配,单个上肢外骨骼的结构为:包括小臂托件和大臂托件,所述大臂托件的上端外侧与所述上肢摆动轴铰接,所述小臂托件一端与所述大臂托件的下端铰接,所述小臂托件的另一端设置有所述人体的手腕处配合的腕部环,所述大臂托件外侧固定安装有上肢气缸,所述上肢气缸的输出端与所述小臂托件传动连接,所述上肢气缸用于驱动所述小臂托件相对于与所述大臂托件摆动,使小臂托件相对于与大臂托件的夹角减小;

[0010] 下肢外骨骼的数量为两件且与所述人体的下肢匹配,单个下肢外骨骼的结构为:包括大腿板件、小腿板件和活塞缸组件,还包括与所述大腿板件的上端转动连接的髌关节固定轴,所述髌关节固定轴与所述后横梁的水平方向端部连接,所述大腿板件的下端转动

安装有膝关节转动轴,所述活塞缸组件的一端与所述大腿板件铰接,所述活塞缸组件的另一端与所述膝关节转动轴外周面的悬臂摇块铰接,所述活塞缸组件用于助力将所述大腿板件和所述小腿板件之间的角度增大,所述膝关节转动轴的外周面通过圆杆转动安装有所述小腿板件;

[0011] 脚部外骨骼的数量为两件且与所述人体的脚部结构匹配,单个脚部外骨骼的结构为:包括连接板,所述连接板的一端为与所述小腿板件可拆卸固定连接的上连接部,所述连接板的另一端为下铰接部,所述下铰接部铰接连接有脚底套组件,所述脚底套组件与所述人体的脚部匹配,所述脚底套组件的后部通过无源助力部件与所述连接板下部连接,所述无源助力部件在所述人体的脚部结构进行跖屈运动时储能用于助力行走。

[0012] 其进一步技术方案在于:

[0013] 单个支撑杆组件的结构为:包括上支撑杆、第一弧形连接杆和第二弧形连接杆,所述第一弧形连接杆和第二弧形连接杆的上端铰接后与所述上支撑杆的下端铰接,所述上支撑杆的上端与所述脊背板组件中部铰接;

[0014] 所述后横梁为U形折弯结构,所述后横梁的端部为朝向所述人体的弯折部,所述弯折部内侧与所述第一弧形连接杆的下端铰接,所述后横梁的外侧与所述第二弧形连接杆的下端铰接,所述第一弧形连接杆和第二弧形连接杆两者呈人字形排布,且第一弧形连接杆和第二弧形连接杆的弯曲方向相背离,所述第二弧形连接杆的下端与所述后横梁的长度方向中部连接。

[0015] 所述后横梁长度方向中部设置有多调节孔,多个调节孔沿所述后横梁的长度方向排布,所述第二弧形连接杆的下端与单个调节孔铰接。

[0016] 所述脊背板组件的上部安装有肩部气弹簧和肩部连接杆,所述肩部连接杆和肩部气弹簧的长度方向一致,所述肩部气弹簧位于所述肩部连接杆的上方,所述肩部气弹簧的一端与所述脊背板组件固定连接,所述肩部气弹簧的另一端与所述肩部固定架铰接,所述肩部连接杆的一端与所述肩部固定架铰接。

[0017] 还包括所述肘关节转盘和肘部连杆,所述肘关节转盘的外侧设置有转盘铰接部,所述转盘铰接部偏离所述肘关节转盘的转动轴心,所述肘部连杆一端与所述转盘铰接部铰接,所述肘部连杆的另一端与所述上肢气缸的输出端铰接,

[0018] 还包括肘关节固定盘,所述肘关节固定盘与所述小臂托件的外侧固定连接的同时与所述肘关节转盘传动连接,所述肘关节转盘的转动轴线与所述小臂托件和大臂托件的交接处转动轴线共线,所述小臂托件和大臂托件的铰接处内侧通过阻尼转动装置铰接。

[0019] 所述活塞缸组件为气缸或气弹簧,所述活塞缸组件包括缸体以及相对于缸体做活塞运动的活塞杆,当所述大腿板件和所述小腿板件的夹角等于九十度时,活塞杆完全进入缸体内。

[0020] 大腿板件的数量为两件且相互平行设置,两件大腿板件分别位于髋关节固定轴的转动轴线方向两端,且同时与所述髋关节固定轴和膝关节转动轴配合,大腿板件上设置有多采用拓扑优化技术设计的孔洞结构。

[0021] 所述脚底套组件的结构包括底板,所述底板两侧分别设置有一组支撑板,单组支撑板包括下端均与所述底板连接的前支撑板和后支撑板,所述前支撑板和后支撑板上端同时与所述下铰接部铰接;

[0022] 所述无源助力部件的结构为:包括摆动件,所述摆动件包括摆动基板,所述摆动基板上设有旋转轴,所述旋转轴与所述连接板下部转动连接,还包括设置于所述摆动基板上的活动部和限位部,所述限位部上设置有弧形通孔,所述弧形通孔的弧形圆形与所述旋转轴同心,所述弧形通孔与安装于所述连接板上的限位轴滑动配合,所述限位轴位于所述下铰接部和所述旋转轴之间,

[0023] 还包括安装于所述后支撑板上的下支撑杆,所述下支撑杆的端部和所述活动部均位于所述后支撑板的后方,并通过独立悬挂组件连接。

[0024] 所述连接板上设置有踝关节托板,所述踝关节托板与所述人体的小腿后部配合,所述踝关节托板正后方通过转轴安装有滚轮,所述滚轮与转轴之间通拉簧连接,

[0025] 还包括鲍登线,所述鲍登线一端与所述脚底套组件的上部正后方固定连接,所述鲍登线的另一端缠绕在所述滚轮上。

[0026] 所述腕部环的内环设置有腕部压力传感器,所述腕部压力传感器用于感应所述人体的手腕对所述腕部环施加的压力大小,所述脊背板组件后部安装有控制器及气泵,所述控制器用于驱动控制所述上肢气缸,所述气泵通过气管与所述上肢气缸连接,所述气管上设置有气缸换向阀;

[0027] 托举重物过程:

[0028] 腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,所述上肢气缸处于泄气状态,使小臂托件和大臂托件相对自由摆动,

[0029] 当所述人体的双手搬起重物时,腕部压力传感器的压力检测值大于或等于启动上肢气缸的压力临界数值时,所述气缸换向阀动作后所述上肢气缸的输出端伸出,驱动所述小臂托件相对于所述大臂托件向上摆动,进而缩小所述小臂托件与所述大臂托件之间的角度并将所述重物托举,

[0030] 当下放重物时,所述人体的手腕下压,所述腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,所述气缸换向阀动作使上肢气缸处于泄气状态;

[0031] 行走过程中:

[0032] 所述人体的脚部踝关节处于背屈运动时,所述摆动件向所述人体的脚部结构前方摆动,所述独立悬挂组件的弹簧处于自然伸长状态,

[0033] 所述人体的脚部踝关节处于跖屈运动时,所述摆动件向所述人体的脚部结构后方摆动,所述独立悬挂组件的弹簧处于压缩状态。

[0034] 本发明的有益效果如下:

[0035] 本发明结构紧凑、合理,操作方便,通过背部外骨骼、上肢外骨骼、下肢外骨骼以及脚部外骨骼四部分结构模块化设计,并在上肢外骨骼上设置有源助力结构,在下肢外骨骼上设置助力结构,在脚部外骨骼上设置无源助力结构,结合各个关节的活动自由度设计,从而在满足助力需求的情况下采用最少的助力结构,具有适宜自由度的关节结构,降低系统成本的基础上,实现外骨骼的助力功能,使助力效果更佳。

[0036] 同时,本发明还存在如下优势:

[0037] (1) 第一弧形连接杆和第二弧形连接杆两者呈人字形排布,使支撑杆组件的支撑效果更佳稳固,同时第一弧形连接杆和第二弧形连接杆的弯曲方向相背离使支撑杆组件同时具有一定的垂向缓冲作用,将刚性的脊背板组件通过弹性的支撑杆组件与下肢外骨骼通

过后横梁连接,使人体在佩戴外骨骼过程中的体验更佳。

[0038] (2) 脊背板组件上固定设置肩部气弹簧,并铰接肩部连接杆,使两者同时与肩部固定架铰接,实现悬吊上肢外骨骼的同时,进而提高背部外骨骼的肩关节组件的灵活性,扩大了上肢外骨骼的活动范围。

[0039] (3) 通过固定安装的上肢气缸的活动端的直线运动实现小臂托件的定轴转动,采取阻尼转动装置与上肢气缸的并联方式,实现一定的缓冲助力与减震效果,依靠摇杆滑块机构与阻尼转动装置并联耦合,使得肘部关节的运动更加柔顺,可有效避免振动所带来的影响。

[0040] (4) 膝关节处采用活塞缸组件摆动式方案,利用活塞缸组件的活塞杆的极限位置特性,实现人体坐姿时的死点特性匹配,对膝关节处实现直驱效果,且对起身与下蹲具有较好的助力和缓冲。

[0041] (5) 脚部外骨骼处采用单侧独立悬挂方案,利用摆动弧形通孔结构的摆动件,配合独立悬挂组件实现储能减震与灵活转动的效果,适配踝关节处的单个自由度,在脚踝的背屈与跖屈运动中实现悬挂结构与运动的适配。

[0042] (6) 脚部外骨骼使用弹性悬挂的被动方式来使外骨骼实现人体运动时的踝关节转动,并可结合主动式的鲍登线被滚轮柔性驱动,实现刚柔耦合的效果,对外骨骼踝关节处的转动机械结构提出了一套良好的适配设计方案,实现一定的运动减震与储能措施。

## 附图说明

[0043] 图1为本发明的结构示意图。

[0044] 图2为本发明的结构示意图(另一视角)。

[0045] 图3为本发明背部外骨骼的结构示意图。

[0046] 图4为本发明背部外骨骼的结构示意图(另一视角)。

[0047] 图5为本发明背部外骨骼的剖视图(俯视状态)。

[0048] 图6为本发明背部外骨骼的局部正视图(肩部气弹簧处于伸长状态)。

[0049] 图7为本发明背部外骨骼的局部正视图(肩部气弹簧处于收缩状态)。

[0050] 图8为本发明上肢外骨骼的结构示意图。

[0051] 图9为本发明上肢外骨骼的结构示意图(另一视角)。

[0052] 图10为本发明上肢外骨骼的爆炸视图。

[0053] 图11为本发明上肢外骨骼的动作状态示意图。

[0054] 图12为本发明下肢外骨骼的结构示意图。

[0055] 图13为本发明下肢外骨骼的爆炸视图。

[0056] 图14为本发明下肢外骨骼的动作状态示意图。

[0057] 图15为本发明脚部外骨骼的结构示意图。

[0058] 图16为本发明脚部外骨骼的结构示意图(另一视角)。

[0059] 图17为本发明脚部外骨骼的状态示意图(跖屈时)。

[0060] 图18为本发明脚部外骨骼的状态示意图(背屈时)。

[0061] 其中:

[0062] 1、背部外骨骼;



- [0063] 11、后横梁;111、调节孔;112、弯折部;
- [0064] 12、支撑杆组件;121、第一弧形连接杆;122、第二弧形连接杆;123、上支撑杆;
- [0065] 13、脊背板组件;131、脊背板件;132、腰部弯板;133、扣环;
- [0066] 14、肩关节组件;141、肩部连接杆;142、肩部固定架;143、上肢摆动轴;144、肩关节L形板;145、延伸杆;146、球头连接件;147、肩部气弹簧;
- [0067] 15、H形板;
- [0068] 2、上肢外骨骼;
- [0069] 21、大臂托件;211、大臂托板;212、大臂外侧板;213、大臂内侧板;
- [0070] 22、小臂托件;221、小臂托板;222、小臂外侧板;223、小臂内侧板;
- [0071] 23、腕部环;24、阻尼转动装置;25、上肢气缸;26、肘部连杆;27、肘关节转盘;271、转盘铰接部;28、肘关节固定盘;29、长螺钉;
- [0072] 3、下肢外骨骼;
- [0073] 31、大腿板件;3101、膝关节压盘;32、髌关节固定轴;33、鱼眼轴承;34、活塞缸组件;35、膝关节转动轴;3501、联动轴;36、轴承;37、小腿板件;38、圆杆;39、悬臂摇块;
- [0074] 4、脚部外骨骼;
- [0075] 41、脚底套组件;411、脚前板;412、底板;413、前支撑板;414、后支撑板;
- [0076] 42、无源助力部件;421、下支撑杆;422、独立悬挂组件;423、限位轴;424、摆动件;4241、限位部;4242、旋转轴;4243、活动部;
- [0077] 43、连接板;431、下铰接部;432、上连接部;44、踝关节托板;45、滚轮;46、鲍登线。

### 具体实施方式

[0078] 下面结合附图,说明本发明的具体实施方式。

[0079] 实施例一:

[0080] 如图1-图17所示,本实施例的整体式助力外骨骼装置,包括背部外骨骼1、上肢外骨骼2、下肢外骨骼3以及脚部外骨骼4。

[0081] 背部外骨骼1的结构为:包括后横梁11,后横梁11上安装有两件支撑杆组件12,两件支撑杆组件12关于背部外骨骼1垂直方向中线对称设置,还包括脊背板组件13,脊背板组件13上部两侧分别安装有肩关节组件14,脊背板组件13中部同时与两件支撑杆组件12上端连接,脊背板组件13通过绑带固定于需要助力的人体的背部。

[0082] 具体的,脊背板组件13包括沿竖直方向设置的脊背板件131,脊背板件131上开设有许多孔槽,孔槽用来配置外设装置(如:悬浮背包、动力源装置等等);脊背板件131的上部和两侧设置有多个扣环133,脊背板件131的下部固定腰部弯板132,腰部弯板132左右两侧也设置有扣环133,扣环133用于穿设绑带,通过绑带与人体躯干的交叉约束,方便使用者本身的穿戴;脊背板件131上安装有H形板15,H形板15水平设置,H形板15的两端分别用于安装肩关节组件14;利用腰部后置后横梁11与支撑杆组件12、脊背板组件13串联方式实现背部以及上肢外骨骼2的有效支撑。

[0083] 肩关节组件14包括与脊背板组件13连接的肩部固定架142,肩部固定架142通过球头连接件146安装有肩关节L形板144,肩关节L形板144的下端安装有上肢摆动轴143。

[0084] 上肢外骨骼2的数量为两件且与人体的上肢匹配,单个上肢外骨骼2的结构为:包

括小臂托件22和大臂托件21,大臂托件21的上端外侧与上肢摆动轴143铰接,小臂托件22一端与大臂托件21的下端铰接,小臂托件22的另一端设置有人体的手腕处配合的腕部环23,大臂托件21外侧固定安装有上肢气缸25,上肢气缸25的输出端与小臂托件22传动连接,上肢气缸25用于驱动小臂托件22相对于与大臂托件21摆动,使小臂托件22相对于与大臂托件21的夹角减小。

[0085] 具体的,球头连接件146的可以实现多个方向的自由摆动,球头连接件146为外购件,可选用万向球头D型头;肩部固定架142与安装于脊背板组件13上的H形板15端部连接,肩部固定架142起到了悬吊上肢外骨骼2的作用,球头连接件146实现了肩部关节的自由摆动;肩关节L形板144为与肩部匹配的倒L形,上肢摆动轴143的外侧设置有与大臂托件21配合的肩关节压盘,在大臂托件21相对于上肢摆动轴143转动的同时起到轴向限位作用。

[0086] 具体的,大臂托件21的结构包括,穿戴在人体的上肢大臂上后位于大臂外侧的大臂外侧板212和位于大臂内侧的大臂内侧板213,大臂外侧板212和大臂内侧板213通过大臂托板211连接,大臂托板211和大臂后侧配合,通过绑带将大臂托件21与大臂相对固定;小臂托件22的结构包括,穿戴在人体的上肢小臂上后位于小臂外侧的小臂外侧板222和位于小臂内侧的小臂内侧板223,小臂外侧板222和小臂内侧板223通过小臂托板221连接,小臂托板221和小臂后侧配合,通过绑带将小臂托件与小臂相对固定;大臂外侧板212的上端与上肢摆动轴143铰接,大臂外侧板212的下端与小臂外侧板222的一端铰接,大臂内侧板213的下端与小臂内侧板223的一端铰接,小臂内侧板223和小臂外侧板222的另一端同时与腕部环23固定连接。

[0087] 上肢气缸25用于驱动小臂托件22相对于与大臂托件21摆动后小臂托件22相对于与大臂托件21的夹角减小,在人体搬起重物时起到助力作用。

[0088] 以上结构中安装于背部外骨骼1上部两侧的肩部固定架142通过球头连接件146悬吊上肢外骨骼2,背部外骨骼1下部的后横梁11两端的弯折部112上安装下肢外骨骼3的髌关节固定轴32,另外也可以通过鱼眼轴承33与安装于弯折部112上的转轴连接,鱼眼轴承33的设置方式可以为沿竖直平面内摆动,同时在鱼眼轴承33在水平方向也可实现微小摆动,便于髌关节固定轴32产生微小的髌摆;上肢外骨骼2、下肢外骨骼3与背部外骨骼1的连接方式实现了上肢和下肢外骨骼的连接,两件支撑杆组件12实现了下肢外骨骼3对上肢外骨骼2的有效支撑。

[0089] 人体腿部的尺寸有限,而在有限的空间中设计出尽可能多自由度的下肢外骨骼结构较为困难,这就对传动器件的尺寸大小与传动机构提出了较高的要求。下肢外骨骼3大部分是通过捆绑的方式与人体下肢连接在一起,腿部肌肉的收缩和伸展产生的形变将会影响到外骨骼机器人的定位精度,本实施例在下肢机械结构上与关节处的设计还做出的改进,包括驱动件采用活塞缸组件34,活塞缸组件34的位置位于下肢外骨骼3整体的后侧,相关关节处的结构设计提供尽可能多的自由度,设计出宜人的可穿戴式整体式助力携行外骨骼装置,下肢外骨骼3的结构如下。

[0090] 下肢外骨骼3的数量为两件且与人体下肢匹配,单个下肢外骨骼3的结构为:包括大腿板件31、小腿板件37和活塞缸组件34,还包括与大腿板件31的上端转动连接的髌关节固定轴32,髌关节固定轴32与后横梁11的水平方向端部连接,大腿板件31的下端转动安装有膝关节转动轴35,活塞缸组件34的一端与大腿板件31铰接,活塞缸组件34的另一端与

膝关节转动轴35外周面的悬臂摇块39铰接,活塞缸组件34用于助力将大腿板件31和小腿板件37之间的角度增大,膝关节转动轴35的外周面通过圆杆38转动安装有小腿板件37。

[0091] 具体的,下肢外骨骼3位于人体的下肢外侧,通过绑带与下肢相对固定;小腿板件37随着膝关节转动轴35摆动,进而给安装于小腿板件37上的脚部外骨骼4提供一定的转动自由度;小腿板件37中开设有孔槽,用来适配不同身高的穿戴者;大腿板件31、小腿板件37之间的状态大致分为三种,是站立状态、垂直状态和蹲屈状态,由于在蹲屈到站立状态过渡过程中需要克服人体自身的重量或者搬运的重物的重量,尤其在垂直状态到蹲屈状态变化时,活塞缸组件34的活塞伸出,使当大腿板件31、小腿板件37之间的角度增大助力下肢外骨骼3处于站立状态。

[0092] 具体的,活塞缸组件34可以为气缸也可以为气弹簧,即可以为有源也可以为无源助力;活塞缸组件34包括缸体以及相对于缸体做活塞运动的活塞杆,缸体的铰接位置安装位置与悬臂摇块39和膝关节转动轴35的中心形成了三角型,当垂直状态到站立状态变化时活塞杆伸出时,将缸体内部的驱动力转化为带动大腿板件31相对于膝关节转动轴35摆动的扭矩,助力于人体站立,对膝关节处实现直驱效果,同时在行走过程中也起到助力作用。

[0093] 脚部外骨骼4的数量为两件且与人体的脚部结构匹配,单个脚部外骨骼4的结构为:包括连接板43,连接板43的一端为与小腿板件37可拆卸固定连接的上连接部432,连接板43的另一端为下铰接部431,下铰接部431铰接连接有脚底套组件41,脚底套组件41与人体的脚部匹配,脚底套组件41的后部通过无源助力部件42与连接板43下部连接,无源助力部件42在人体的脚部结构进行跖屈运动时储能用于助力行走。

[0094] 整体式助力外骨骼的整个框架属于刚性支撑结构:在上肢的肩关节处采用无源辅助支撑,肘关节处采用有源气动助力(气缸固定式);下肢的髋关节采用无源辅助支撑,膝关节采用有源或无源助力(气缸或气弹簧);踝关节采用无源悬挂缓冲助力结构;背部采用杆件支撑,并依靠孔洞结构放置动力源背包,用来实现气缸驱动。同时活动过程中自由度符合人体工程学要求,肩关节球头连接件146实现肩关节的自由转动;肘关节利用摇杆滑块机构原理实现单自由度的弯曲;下肢外骨骼3结合脚部外骨骼4的整体下肢机械机构具有五个自由度,包括微小水平髋摆,髋关节、膝关节与踝关节处前后摆动结构,以及小腿相对于膝关节的转动结构,实现人体下部运动功能的适配。

[0095] 各部分模块化设计,穿戴便利、设计方便、装配可靠、提高设计效率、适用性强便于维护、系统结构拆分简便,创造出低成本的且便于推广的整体式助力携行外骨骼装置。

[0096] 穿戴整体式助力外骨骼时,下肢将人体脚部先踏入脚底套组件41,将人体上肢伸入上肢外骨骼2,人体手腕处直伸至腕部环23,再由脊背板组件13、下肢外骨骼3和脚底套组件41上的绑带约束,便可实现外骨骼的穿戴。

[0097] 运动过程中需要配备传感器来控制外骨骼的运动,判断人体运动意图来实现助力效果,有源助力通过气动管路、气动换向阀和气泵实现气缸的运动,动力气泵可设置在脊背板组件13处,结合有源和无源助力,实现整体式助力携行。整体方案实现辅助行走的作用,也可用于军用或健身、搬运等工作场所。

[0098] 通过背部外骨骼1、上肢外骨骼2、下肢外骨骼3以及脚部外骨骼4四部分结构模块化设计,并在上肢外骨骼2上设置有源助力结构,在下肢外骨骼3上设置助力结构,在脚部外骨骼4上设置无源助力结构,结合各个关节的活动自由度设计,从而在满足助力需求的情况

下采用最少的助力结构,具有适宜自由度的关节结构,降低系统成本的基础上,实现外骨骼的助力功能,使助力效果更佳。

[0099] 进一步,对于下肢外骨骼3的下部结构进行优化:

[0100] 如图3-图4所示,单个支撑杆组件12的结构为:包括上支撑杆123、第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122,第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122的上端铰接后与上支撑杆123的下端铰接,上支撑杆123的上端与脊背板组件13中部铰接;

[0101] 后横梁11为U形折弯结构,后横梁11的端部为朝向人体的弯折部112,弯折部112内侧与第一弧形连接杆121的下端铰接,后横梁11的外侧与第二弧形连接杆122的下端铰接,第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122两者呈人字形排布,且第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122的弯曲方向相背离,第二弧形连接杆122的下端与后横梁11的长度方向中部连接。

[0102] 第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122两者呈人字形排布,使支撑杆组件12的支撑效果更佳稳固,同时第一弧形连接杆121和第二弧形连接杆122的弯曲方向相背离使支撑杆组件12同时具有一定的垂向缓冲作用,将刚性的脊背板组件13通过弹性的支撑杆组件12与下肢外骨骼3通过后横梁11连接,使人体在佩戴外骨骼过程中的体验更佳。

[0103] 如图3-图4所示,后横梁11长度方向中部设置有多调节孔111,多个调节孔111沿后横梁11的长度方向排布,第二弧形连接杆122的下端与单个调节孔111铰接。

[0104] 后横梁11开设调节孔111,方便不同身高的人来进行适配性调节;同时在脊背板件131和固定腰部弯板132的连接部位在高度方向上也设置有调节孔位,上支撑杆123具体与脊背板件131两侧的孔连接,并且脊背板件131上的开孔也沿高度反向上为多个,便于根据不同升高的人调节背部外骨骼1的整体高度。

[0105] 进一步,对于下肢外骨骼3的上部结构进行优化:

[0106] 如图3-图7所示,脊背板组件13的上部安装有肩部气弹簧147和肩部连接杆141,肩部连接杆141和肩部气弹簧147的长度方向一致,肩部气弹簧147位于肩部连接杆141的上方,肩部气弹簧147的一端与脊背板组件13固定连接,肩部气弹簧147的另一端与肩部固定架142铰接,肩部连接杆141的一端与肩部固定架142铰接。

[0107] 具体来说,肩部连接杆141和肩部气弹簧147的长度方向一致,即都为向上倾斜并朝向人体的肩部方向,肩部气弹簧147的一端与脊背板组件13固定连接保证肩部固定架142处于悬吊状态,进而使与肩部固定架142连接的球头连接件146处于悬吊状态;肩部固定架142整体呈竖直方向设置,其与肩部气弹簧147的铰接部位位于其与肩部连接杆141的铰接部位上方;另外肩部固定架142上端可以设置水平方向向人体前方延伸的延伸杆145,在延伸杆145的前端安装球头连接件146;肩部连接杆141和肩部气弹簧147均可以通过H形板15与脊背板件131连接。

[0108] 如图6所示,肩部气弹簧147处于伸长状态,此时肩部固定架142处于最外侧的位置,如图7所示,当人体手臂抬起的幅度较大时,肩部关节在肩部肌肉的带动下向颈部靠近,此时肩部气弹簧147处于收缩状态,随着肩部关节的活动调整肩部固定架142的位置。肩部气弹簧147是无源助力,与类似弹簧的外购件,压缩后松弛会自动复位,起到一定的导向和缓冲作用。

[0109] 脊背板组件13上固定设置肩部气弹簧147,并铰接肩部连接杆141,使两者同时与

肩部固定架142铰接,实现悬吊上肢外骨骼2的同时,进而提高背部外骨骼1的肩关节组件14的灵活性,扩大了上肢外骨骼2的活动范围。

[0110] 进一步,对于外骨骼肘关节处的活动结构进行减震设计:

[0111] 如图8-图11所示,还包括肘关节转盘27和肘部连杆26,肘关节转盘27的外侧设置有转盘铰接部271,转盘铰接部271偏离肘关节转盘27的转动轴心,肘部连杆26一端与转盘铰接部271铰接,肘部连杆26的另一端与上肢气缸25的输出端铰接。

[0112] 还包括肘关节固定盘28,肘关节固定盘28与小臂托件22的外侧固定连接的同时与肘关节转盘27传动连接,肘关节转盘27的转动轴线与小臂托件22和大臂托件21的交接处转动轴线共线,小臂托件22和大臂托件21的铰接处内侧通过阻尼转动装置24铰接。

[0113] 具体的,上肢气缸25固定于大臂外侧板212上,肘关节固定盘28与小臂外侧板222固定连接,肘关节固定盘28与肘关节转盘27采用键连接,采用长螺钉29同时穿过肘关节固定盘28、小臂外侧板222、大臂外侧板212和肘关节转盘27后将肘关节固定盘28和肘关节转盘27进行限位,依靠螺栓与防松螺母实现大臂外侧板212上和小臂外侧板222之间的间隙配合;阻尼转动装置24为外购件,如任意停支撑杆,通过两个摆动杆件分别与小臂内侧板223和大臂内侧板213连接。

[0114] 具体的,肘部连杆26与上肢气缸25的输出端铰接,通过肘部连杆26的摆动将上肢气缸25输出端的位移传递给转盘铰接部271,转盘铰接部271的位置移动转化成肘关节转盘27的转动,实现上肢肘关节的可靠转动与运动范围增强,如图11所示,上肢气缸25的输出端的伸出助力小臂托件22抬起,从c状态到b状态然后到a状态,进而助力人体搬运重物。通过上肢气缸25的输出端的行程来限制小臂托件22的极限位置,从而对人体的肘关节运动范围进行匹配与约束,防止运动范围超过人体关节运动极限而对人体造成伤害。

[0115] 具体的,阻尼转动装置24的摆动杆包括固定杆、活动杆,阻尼转动装置24还包括尼龙挡环、转环、圆柱滚子、固定压盘与调节螺母等。阻尼转动装置24工作效果为人体肘关节弯曲时柔顺无阻尼,手臂伸直过程时产生阻尼,实现缓冲减震效果。阻尼转动装置24与肘关节转盘27的轴线同轴。

[0116] 通过固定安装的上肢气缸25的活动端的直线运动实现小臂托件22的定轴转动,采取阻尼转动装置24与上肢气缸25的并联方式,实现一定的缓冲助力与减震效果,依靠摇杆滑块机构与阻尼转动装置24并联耦合,使得肘部关节的运动更加柔顺,可有效避免振动所带来的影响。

[0117] 进一步,对活塞缸组件34的安装结构及动作优化:

[0118] 如图12-图14所示,活塞缸组件34为气缸或气弹簧,活塞缸组件34包括缸体以及相对于缸体做活塞运动的活塞杆,当大腿板件31和小腿板件37的夹角等于九十度时,活塞杆完全进入缸体内,此时为图14中e部分半蹲或者坐姿状态;大腿板件31和小腿板件37的夹角小于九十度或者大于九十度时,活塞杆部分或全部伸出缸体,如图14中d人体站立状态和f蹲屈状态。

[0119] 当活塞缸组件34为气缸时,具体的,活塞缸组件34的缸体与大腿板件31铰接,活塞缸组件34的活塞杆端部与膝关节转动轴35外周面的悬臂摇块39铰接,大腿板件31下部安装有角度传感器,用于检测大腿板件31和小腿板件37的角度变化,活塞缸组件34的活塞杆端部安装有压力传感器,用于感知膝关节处受到的压力变化。并且该气缸的控制气路需要外

接换向阀,依靠压力数值反馈给控制器实现换向阀供气与排气来实现气缸的压缩与伸长,依靠人体带动小腿板件37的微小转动反馈实现下肢气杆的伸缩动作,从而给膝关节处实现助力效果。

[0120] 下蹲时,需要有缓冲效果,这时气缸属于收缩状态,可以通过大腿板件31和小腿板件37之间的角度变化反馈给控制器,控制气缸的收缩快慢。

[0121] 起立时,需要助力效果,这时气缸属于伸出状态,大腿板件31和小腿板件37之间的角度变化反馈给控制器,控制气缸的伸出快慢。

[0122] 当活塞缸组件34为无源气弹簧时,则可依靠气弹簧自身的额定力实现下蹲后迅速站起,气弹簧初始位置为人体直立站姿,在下蹲时,靠人体自身重量下压气弹簧,使膝关节处缓慢转动,从而实现下蹲;在蹲姿态变换为直立态,下肢略微出力后,大腿板件31和小腿板件37之间的角度复位到图14中e部分半蹲或者坐姿状态后,然后通过气弹簧自身的压力进行复位动作,即实现迅速站起。

[0123] 上述两种情况中,大腿板件31和小腿板件37之间为垂直态时,气缸的活塞杆相当于达到了压缩的极限位置,这时也是下肢外骨骼3的一个死点位置,可以实现人体保持半蹲或者坐在椅子等休息位置处,此时活塞杆与悬臂摇块39共线;人体站立时气缸活塞杆的位置和蹲屈态时气缸活塞杆的位置均为气缸活塞杆伸出的极限位置,从而对人体的关节运动范围进行匹配与约束,防止运动范围超过人体关节运动极限而对人体造成伤害。

[0124] 膝关节处采用活塞缸组件34摆动式方案,利用活塞缸组件34的活塞杆的极限位置特性,实现人体坐姿时的死点特性匹配,对膝关节处实现直驱效果,且对起身与下蹲具有较好的助力和缓冲。

[0125] 如图12-图13所示,大腿板件31的数量为两件且相互平行设置,两件大腿板件31分别位于髋关节固定轴32的转动轴线方向两端,且同时与髋关节固定轴32和膝关节转动轴35配合,大腿板件31上设置有多个采用拓扑优化技术设计的孔洞结构。

[0126] 鱼眼轴承33与髋关节处的髋关节固定轴32连接,外骨骼的髋关节部分依靠鱼眼轴承33实现侧髋摆,两件大腿板件31上端通过键连接实现同步转动,通过两侧的压盘将大腿板件31限位在髋关节固定轴32的两侧。活塞缸组件34的缸体同时与两件大腿板件31铰接,膝关节转动轴35两侧设置有轴承36,减小转动摩擦,并可提升关节处的机械转动效率,使关节转动更加柔顺。另外,膝关节转动轴35侧面钻有孔洞,膝关节压盘3101通过螺钉及垫片固定连接,固定设置于膝关节压盘3101内孔处的联动轴3501与轴承36内圈配合,轴承36的外圈与膝关节转动轴35中部配合,进而通过轴承36内圈外圈的相对转动实现膝关节压盘3101相对于膝关节转动轴35转动,带动大腿板件31摆动,保证膝关节转动轴35在转动时的稳定性和可靠性,提升关节处的机械转动效率。

[0127] 拓扑优化是在给定的3D几何设计空间内对设计人员设置的定义规则集优化材料的布局及结构的过程。目标是通过在设计范围内的外力、荷载条件、边界条件、约束以及材料属性等因素进行数学建模和优化,从而最大限度的提高零件的性能。可以说是一种结构设计方法,一种设计手段。

[0128] 大腿板件31,其孔洞结构采用拓扑优化技术来实现轻量化设计,板件材料选用铝合金(2024-T3)进行有限元分析,利用ANSYS软件,在满足最大位移、最小安全系数、最大米塞斯等效应力合理的前提下,实现了在原有实心单板基础上质量减轻25%的效果,其拓扑结

构可见图12,可有效支撑上肢以及背部的重量。

[0129] 进一步,对脚部外骨骼的助力结构优化:

[0130] 如图15-图18所示,脚底套组件41的结构包括底板412,底板412两侧分别设置有一组支撑板,单组支撑板包括下端均与底板412连接的前支撑板413和后支撑板414,前支撑板413和后支撑板414上端同时与下铰接部431铰接;

[0131] 无源助力部件42的结构为:包括摆动件424,摆动件424包括摆动基板,摆动基板上设有旋转轴4242,旋转轴4242与连接板43下部转动连接,还包括设置于摆动基板上的活动部4243和限位部4241,限位部4241上设置有弧形通孔,弧形通孔的弧形圆形与旋转轴4242同心,弧形通孔与安装于连接板43上的限位轴423滑动配合,限位轴423位于下铰接部431和旋转轴4242之间,

[0132] 还包括安装于后支撑板414上的下支撑杆421,下支撑杆421的端部和活动部4243均位于后支撑板414的后方,并通过独立悬挂组件422连接。

[0133] 具体的,独立悬挂组件422属于外购件,可选用HSP106004减震器;底板412的前方还设置有脚前板411,脚前板411与人体脚部前端配合;由于弧形通孔的导向作用,在人体的脚踝的背屈运动中,独立悬挂组件422的弹簧在稍微受到拉力时摆动件424会向人体前方摆动,使独立悬挂组件422的弹簧的状态随着变化而不受拉,保持原长,在人体的脚踝的跖屈运动中,同样可实现悬挂结构的转动适配,跖屈时悬挂弹簧压缩,摆动件424向人体后方摆动,直至限位轴423滑动到弧形通孔的端部,为极限状态,其运动效果可见图17、图18所示,一方面不造成悬挂结构的运动干涉,且在背屈运动中,悬挂结构不进行储能,使背屈运动更加顺畅省力;前支撑板413、后支撑板414与底板412形成三角形的稳定结构,可以脚部外骨骼4的结构更加具有稳定性,达到保护人体足端,并支撑人体整个重心的效果,将外骨骼的重力传送给地面,起到减轻负重与携行助力的效果。

[0134] 脚部外骨骼4处采用单侧独立悬挂方案,利用摆动弧形通孔结构的摆动件424,配合独立悬挂组件422实现储能减震与灵活转动的效果,适配踝关节处的单个自由度,在脚踝的背屈与跖屈运动中实现悬挂结构与运动的适配。

[0135] 如图17-图18所示,连接板43上设置有踝关节托板44,踝关节托板44与人体的小腿后部配合,踝关节托板44正后方通过转轴安装有滚轮45,滚轮45与转轴之间通拉簧连接,

[0136] 还包括鲍登线46,鲍登线46一端与脚底套组件41的上部正后方固定连接,鲍登线46的另一端缠绕在滚轮45上。

[0137] 具体的,滚轮45中缠绕鲍登线46,依靠鲍登线46拉动脚底套组件41的上部,滚轮45配置拉簧用于复位,与鲍登线46形成无源助力效果,当背屈时独立悬挂组件422的弹簧不压缩,踝关节在自由摆动的时候受到鲍登线46被拉长时候的阻力,可以采用鲍登线46的伸长变形进行背屈时的最大限度的限位及缓冲。

[0138] 脚部外骨骼4使用弹性悬挂的被动方式来使外骨骼实现人体运动时的踝关节转动,并可结合主动式的鲍登线46被滚轮45柔性驱动,实现刚柔耦合的效果,对外骨骼踝关节处的转动机械结构提出了一套良好的适配设计方案,实现一定的运动减震与储能措施。

[0139] 实施例二:

[0140] 基于实施例一结构的整体式助力外骨骼装置的助力方法:

[0141] 腕部环23的内环设置有腕部压力传感器,腕部压力传感器用于感应人体的手腕对

腕部环23施加的压力大小,脊背板组件13后部安装有控制器及气泵,控制器用于驱动控制上肢气缸25,气泵通过气管与上肢气缸25连接,气管上设置有气缸换向阀。腕部压力传感器可以为薄膜应变片。

[0142] 托举重物过程:

[0143] 腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,上肢气缸25处于泄气状态,使小臂托件22和大臂托件21相对自由摆动,

[0144] 当人体的双手搬起重物时,腕部压力传感器的压力检测值大于或等于启动上肢气缸25的压力临界数值时,气缸换向阀动作后上肢气缸25的输出端伸出,驱动小臂托件22相对于与大臂托件21向上摆动,进而缩小小臂托件22与大臂托件21之间的角度并将重物托举,

[0145] 当下放重物时,人体的手腕下压,腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,气缸换向阀动作使上肢气缸25处于泄气状态。

[0146] 行走过程中:

[0147] 人体的脚部踝关节处于背屈运动时,摆动件424向人体的脚部结构前方摆动,独立悬挂组件422的弹簧处于自然伸长状态,

[0148] 人体的脚部踝关节处于跖屈运动时,摆动件424向人体的脚部结构后方摆动,独立悬挂组件422的弹簧处于压缩状态。

[0149] 实施例三:

[0150] 基于实施例一结构的整体式助力外骨骼装置的助力方法:

[0151] 穿戴了外骨骼的人体行走到目标地,由于腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,上肢气缸25处于泄气状态,使小臂托件22和大臂托件21相对自由摆动;

[0152] 需要搬运位于较低位置的重物时,进行下蹲动作,髋关节、膝关节与踝关节这三处转动的同时大腿和小腿角度变化,当活塞缸组件34为气缸时,活塞缸端部的压力传感器接受的向下的压力变化时,活塞缸组件34的换向阀可以将气缸切换为无供气状态,人体下蹲到大腿板件31和小腿板件37夹角为直角时,人体的手接触到重物。

[0153] 人体的手托举重物过程中,腕部压力传感器的压力检测值大于或等于启动上肢气缸25的压力临界数值时,气缸换向阀动作后上肢气缸25的输出端伸出,驱动小臂托件22相对于与大臂托件21向上摆动,进而缩小小臂托件22与大臂托件21之间的角度并将重物托举,同时人体下肢进行站立,大腿板件31和小腿板件37夹角变大,角度传感器检测到角度变化后,活塞缸组件34的活塞杆伸出,助力人体站立。

[0154] 人体行走过程中,角度传感器用于检测大腿板件31和小腿板件37的角度变化,活塞缸组件34的活塞杆端部安装有压力传感器,用于感知膝关节处受到的压力变化,依靠压力数值反馈给控制器实现换向阀供气与排气来实现气缸的压缩与伸长,依靠人体带动小腿板件37的微小转动反馈实现下肢气杆的伸缩动作,从而给膝关节处实现助力效果,助力人体行走。

[0155] 人体行走过程中,踝关节处在跖屈运动时,独立悬挂组件422储存能量,而在背屈运动时,依靠摆动件424摆动可以实现有效转动,不造成运动干涉,在背屈运动中,独立悬挂组件422不进行储能(弹簧不被压缩保持原状),助力人体行走,同时在背屈运动时鲍登线46被滚轮45柔性驱动,实现刚柔耦合的效果,进行限位减震。



[0156] 在下放重物时,进行下肢蹲姿运动,充分下蹲过程,保证重物摆放后,手部下压,腕部压力传感器的压力检测值小于设定低压力阈值时,上肢气缸25处于泄气状态,使小臂托件22和大臂托件21相对自由摆动,上肢外骨骼2不工作。下肢进行站立的动作如上所述。

[0157] 另外,活塞缸组件34为气弹簧时,当垂直状态到站立状态变化时活塞杆伸出,将缸体内部的驱动力转化为带动大腿板件31相对于膝关节转动轴35摆动的扭矩,助力于人体站立,对膝关节处实现直驱效果,同时在行走过程中活塞杆的伸出缩进也间歇对行走起到助力作用。

[0158] 实施例二和实施例三中通过上肢外骨骼2上设置有源助力结构,在下肢外骨骼3上设置助力结构,在脚部外骨骼4上设置无源助力结构,结合各个关节的活动自由度,采用最少的助力结构,降低系统成本的基础上,实现外骨骼的良好助力携行的效果。

[0159] 以上描述是对本发明的解释,不是对发明的限定,本发明所限定的范围参见权利要求,在本发明的保护范围之内,可以作任何形式的修改。

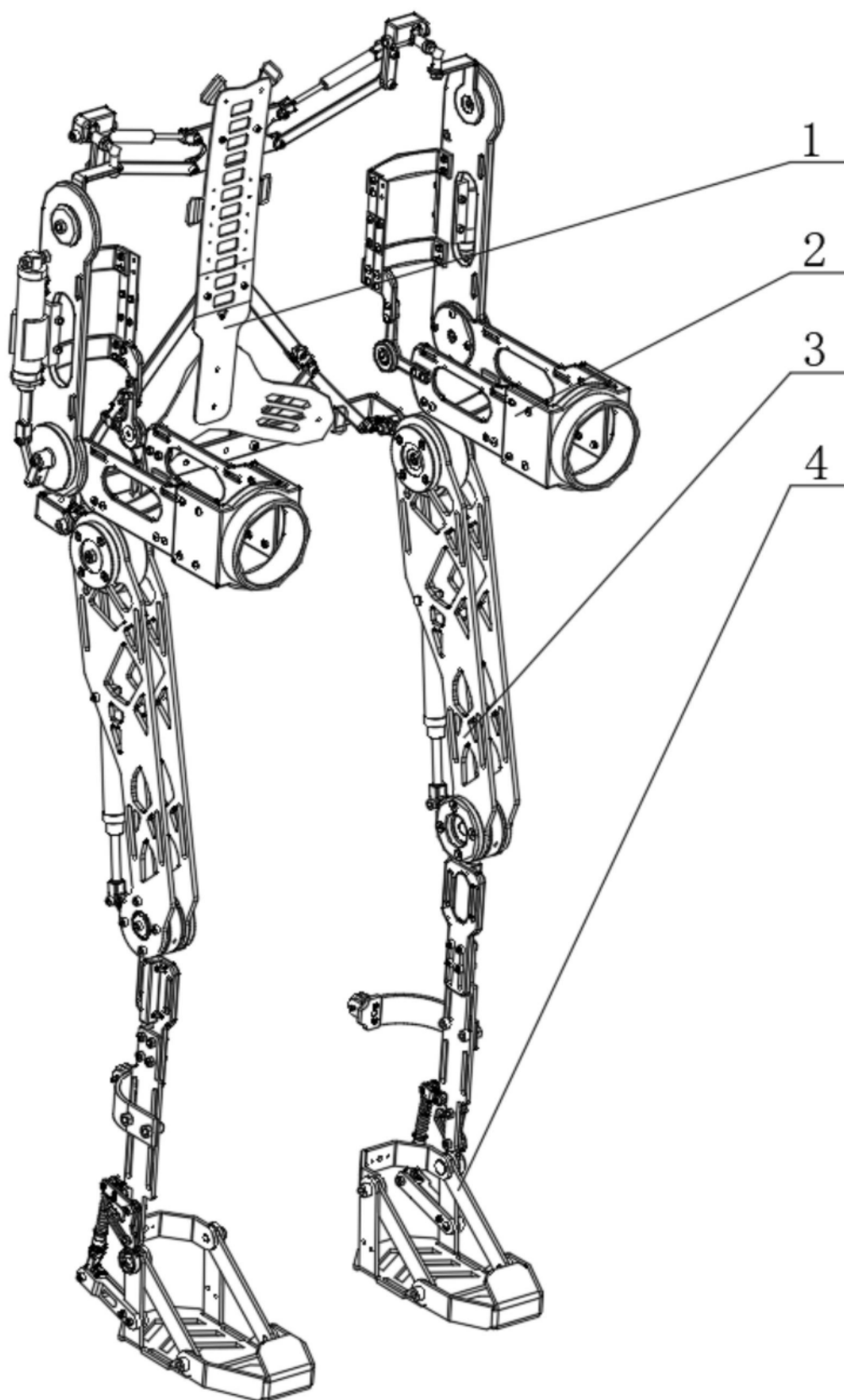


图1

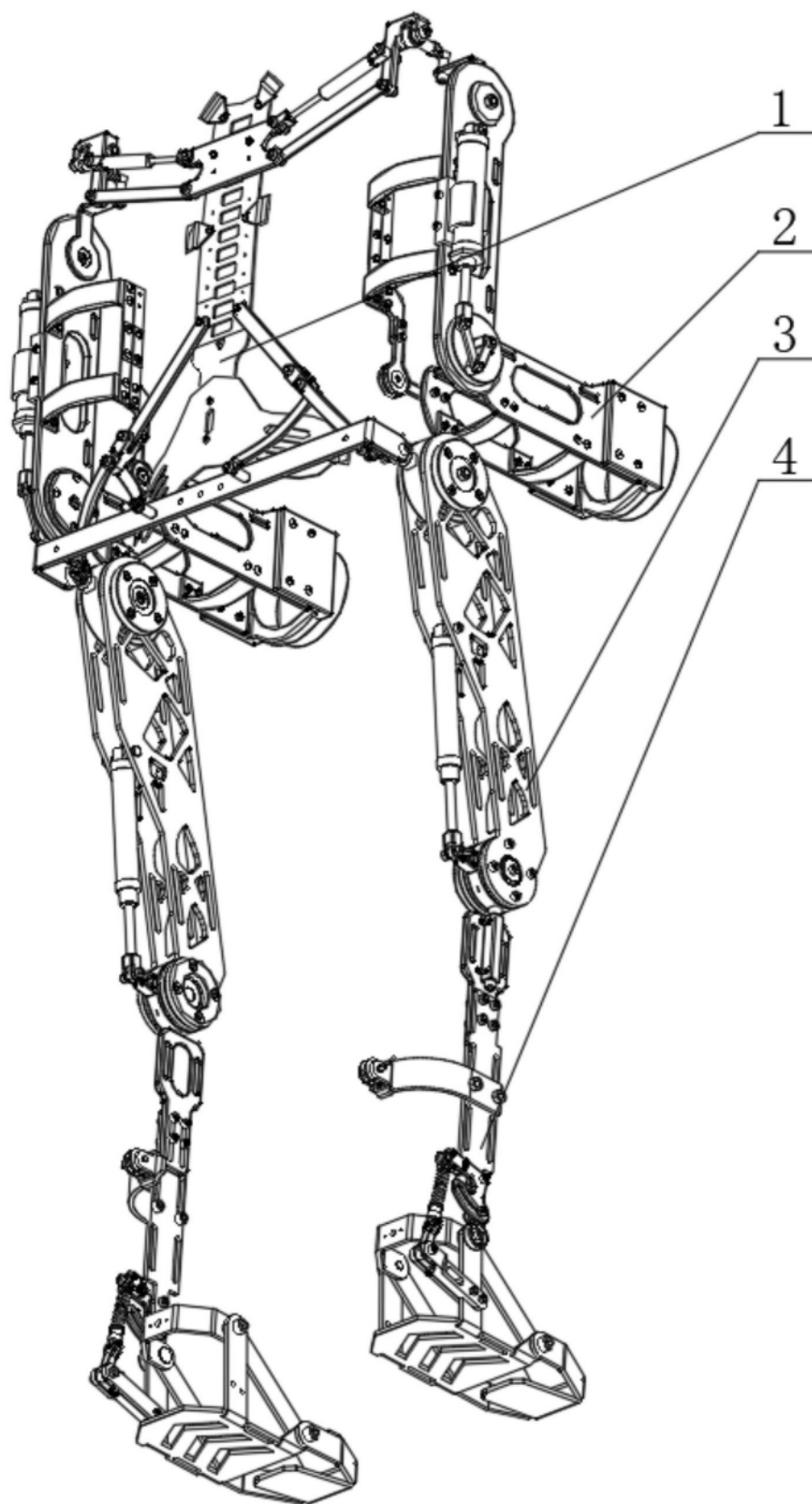


图2

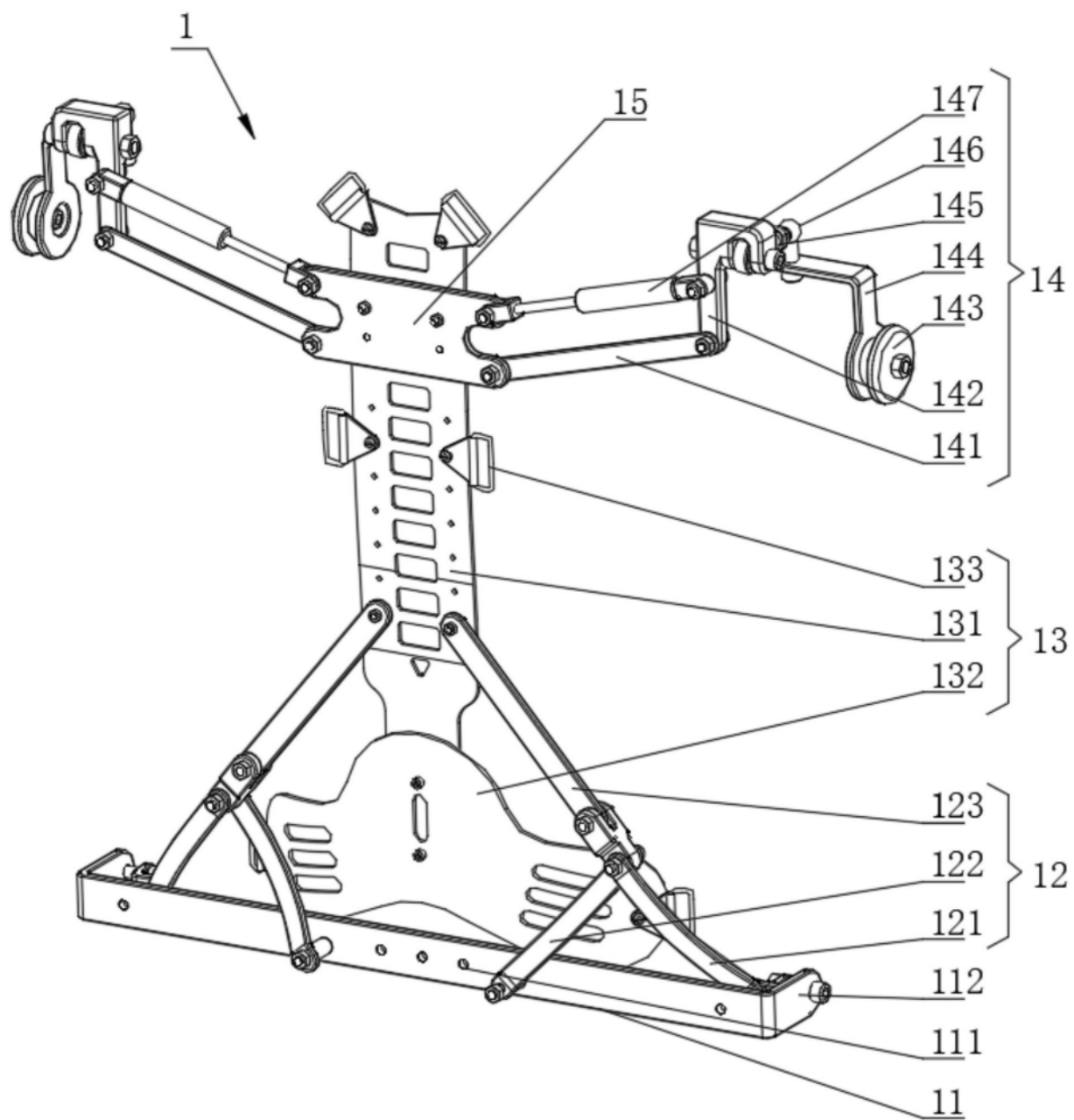


图3

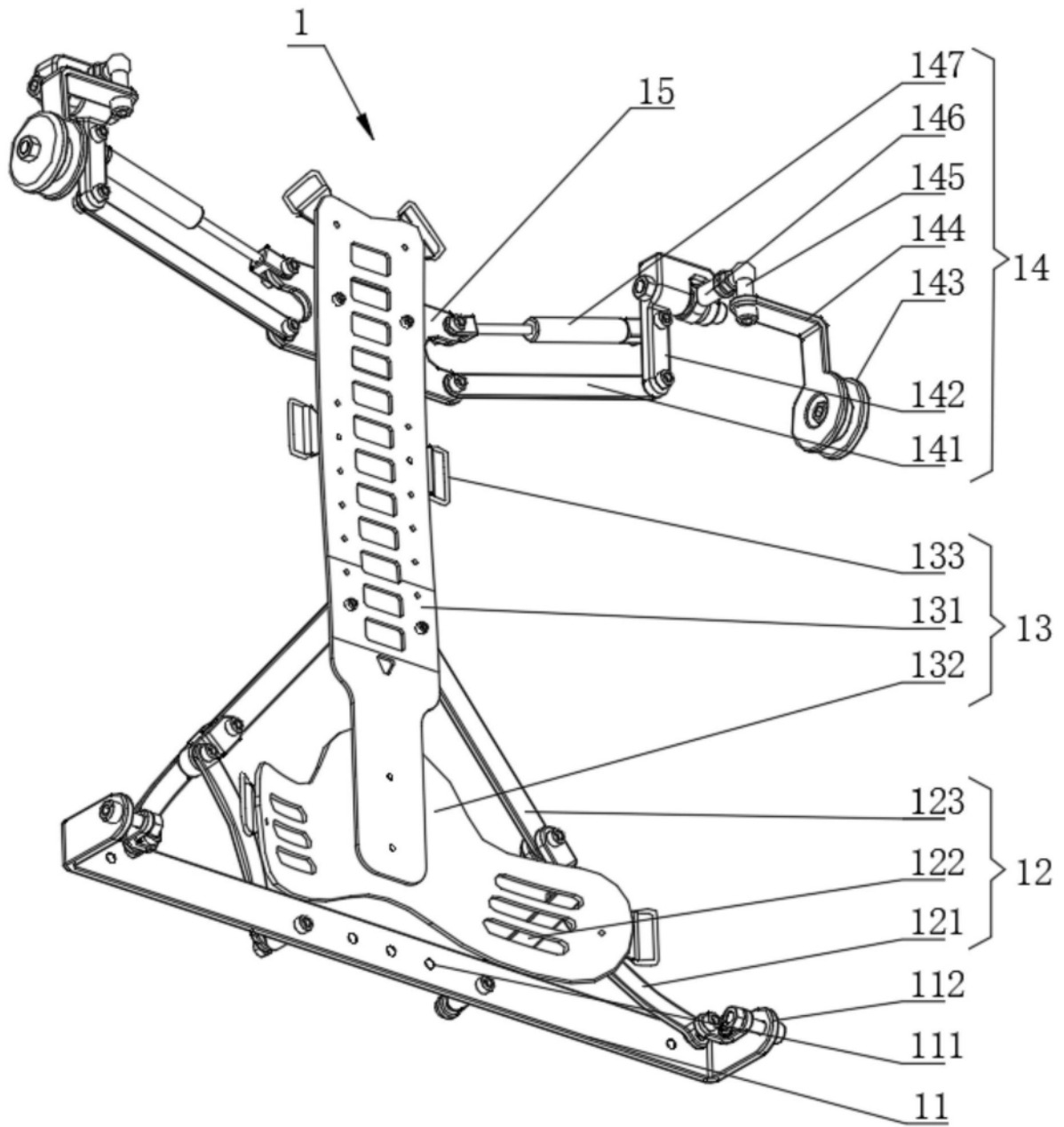


图4

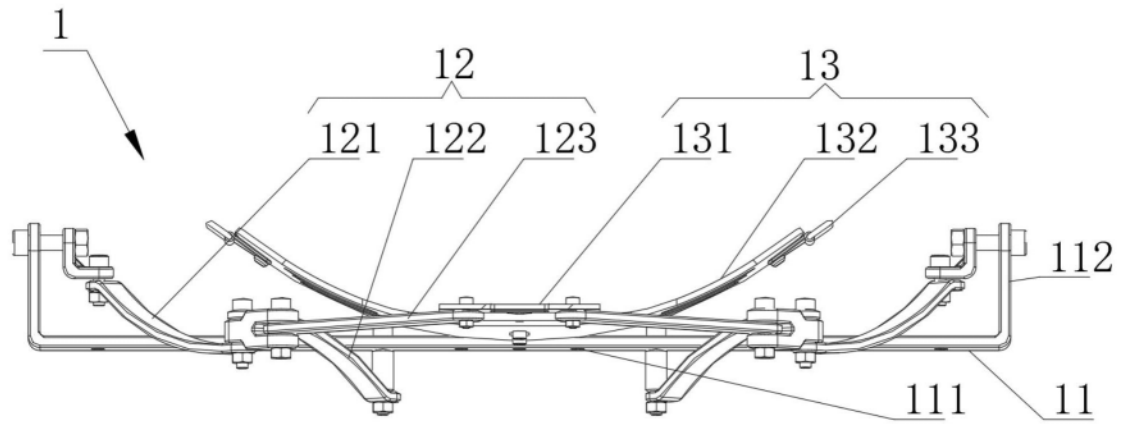


图5

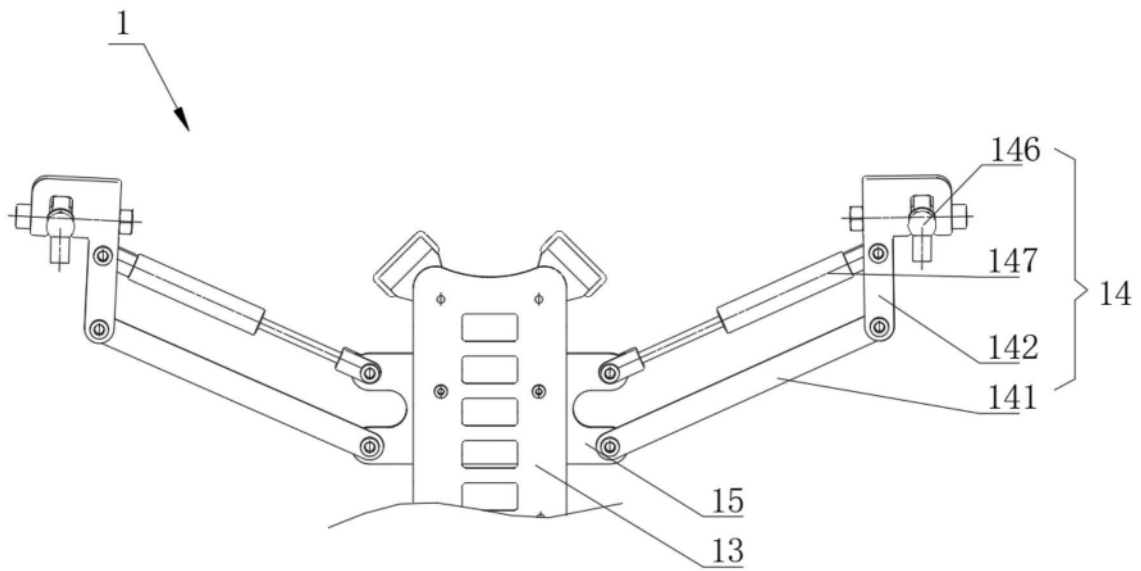


图6

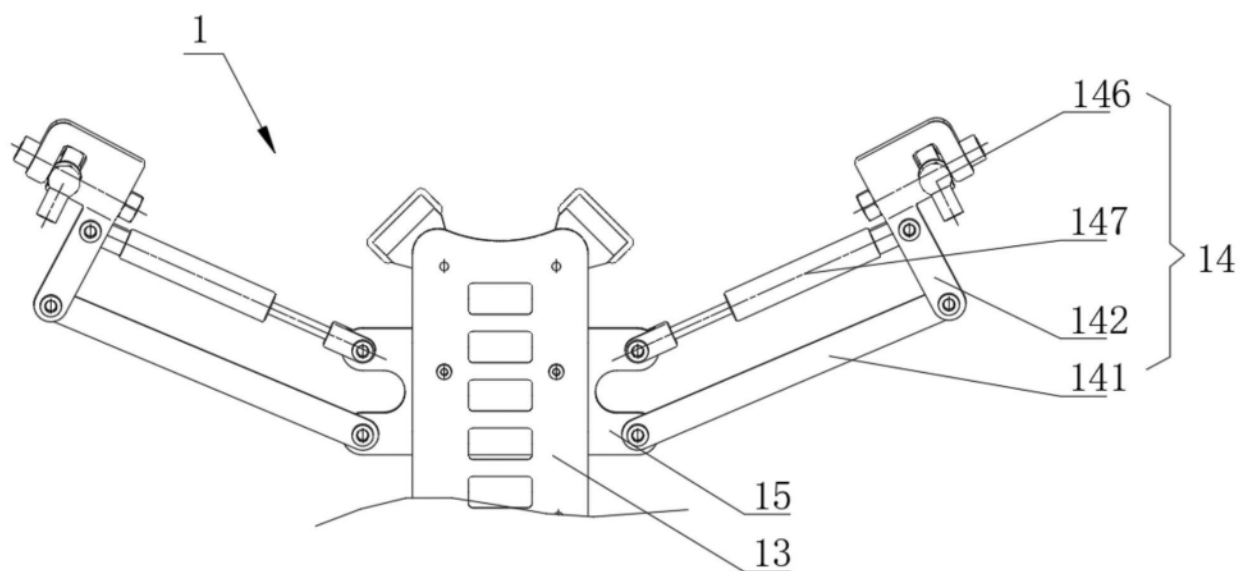


图7

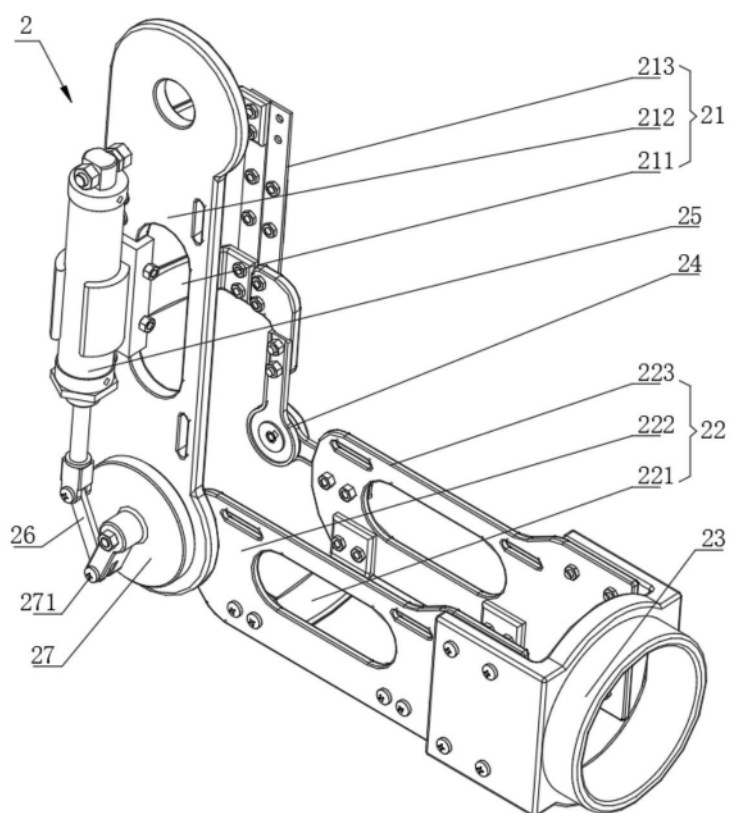


图8

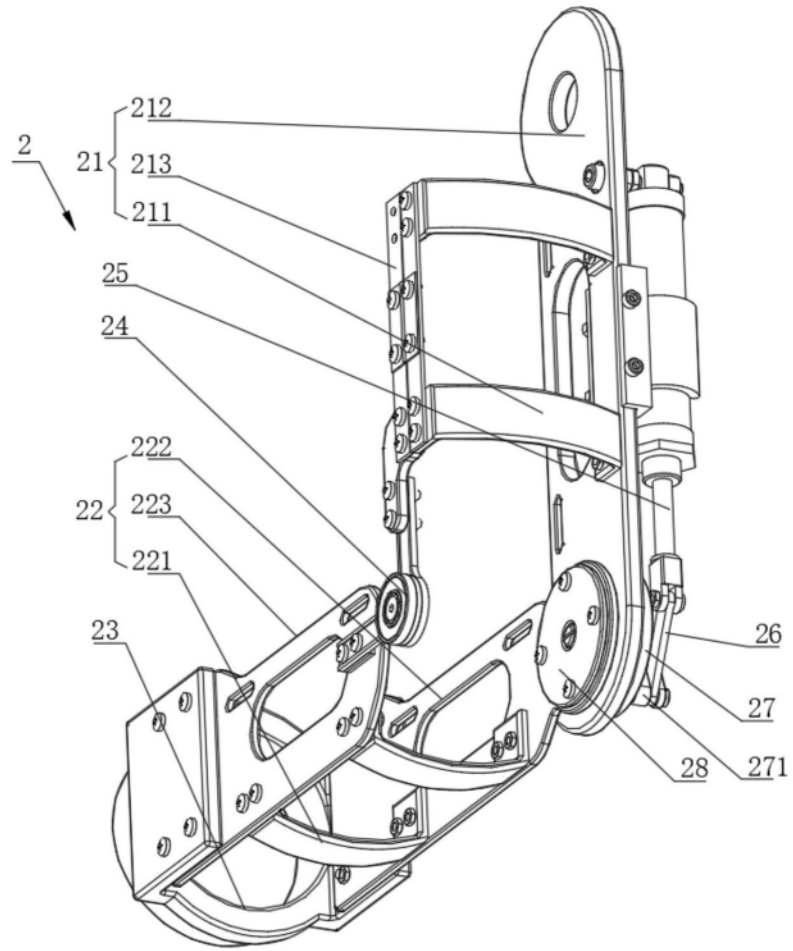


图9



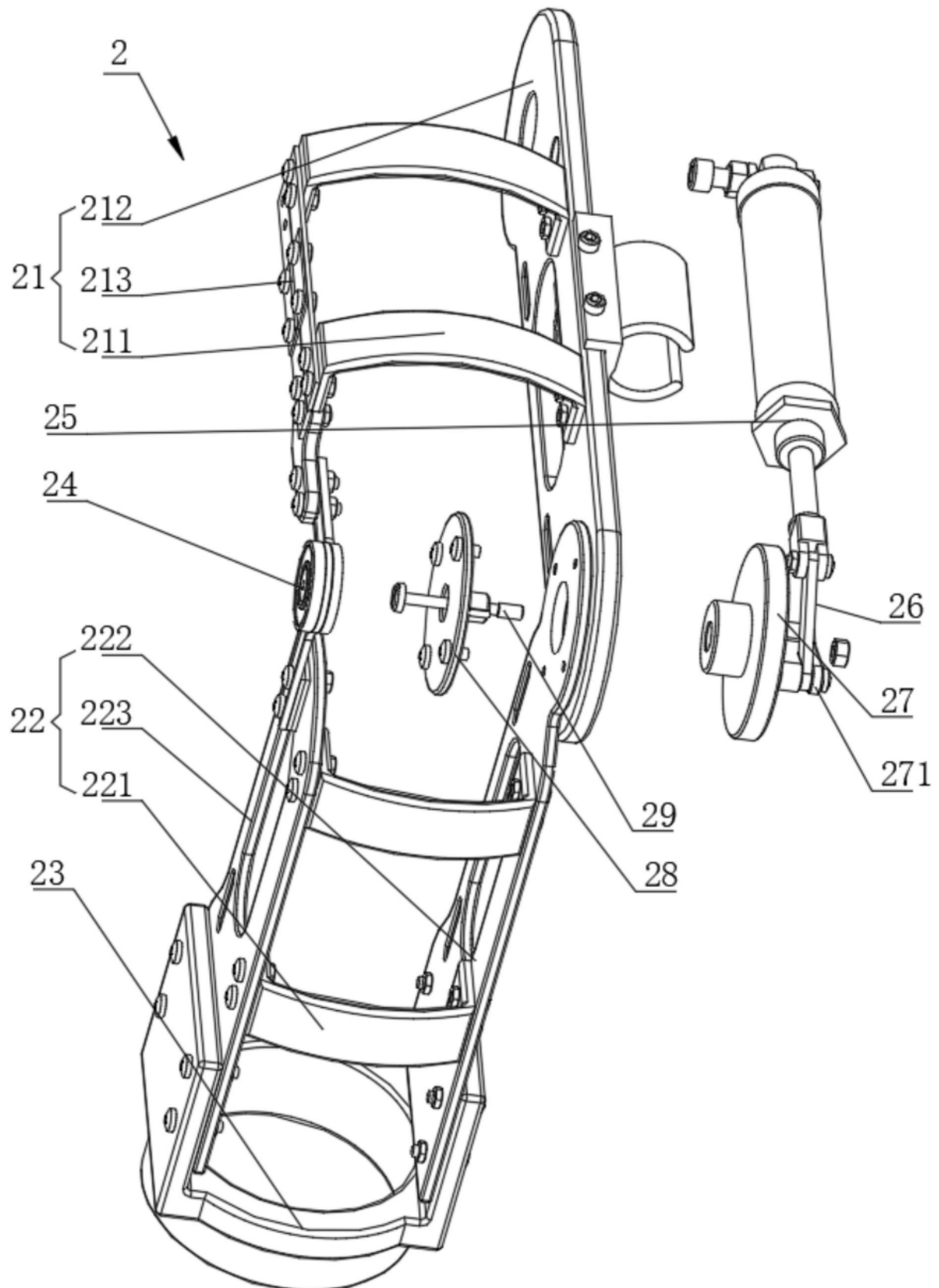


图10

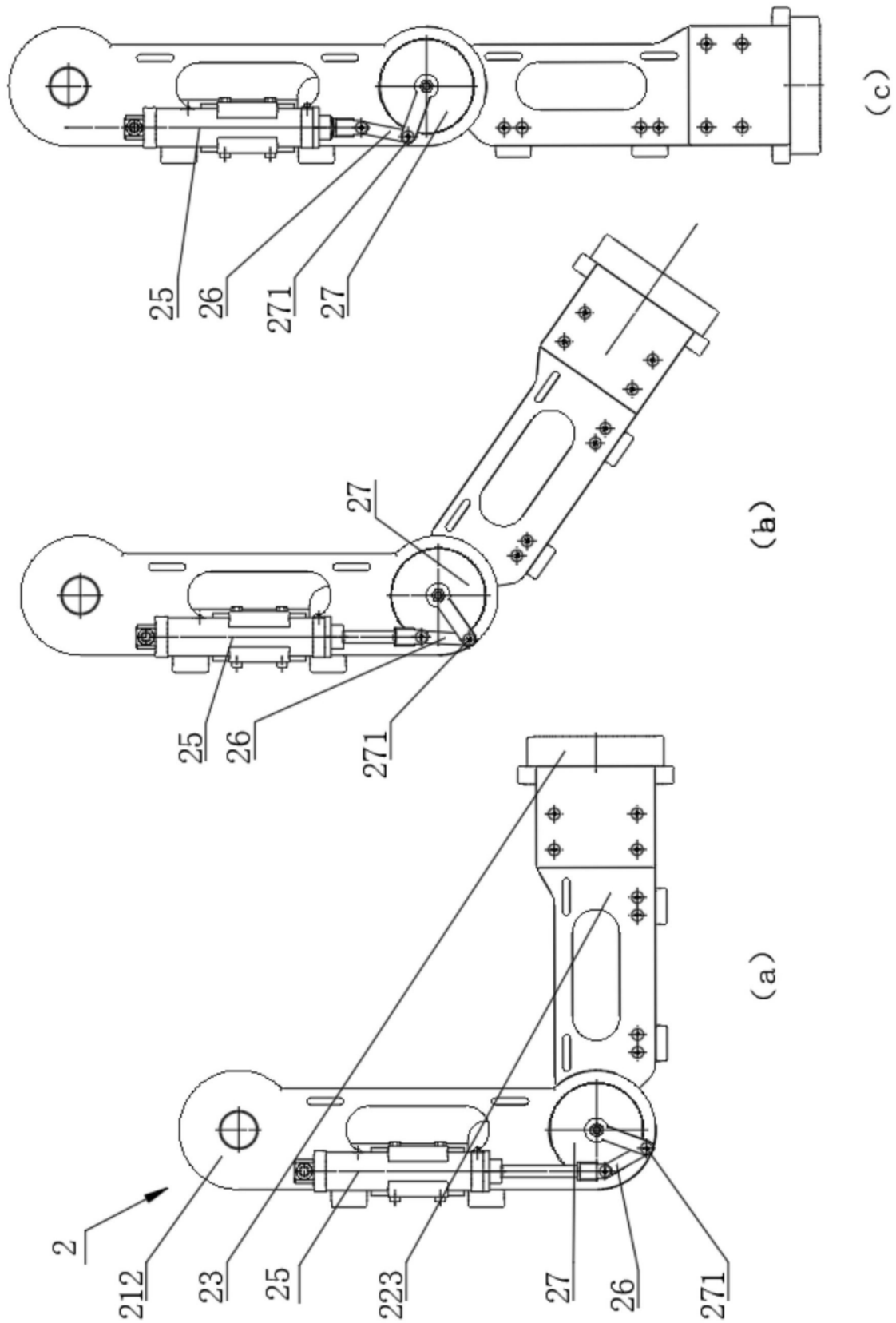


图11

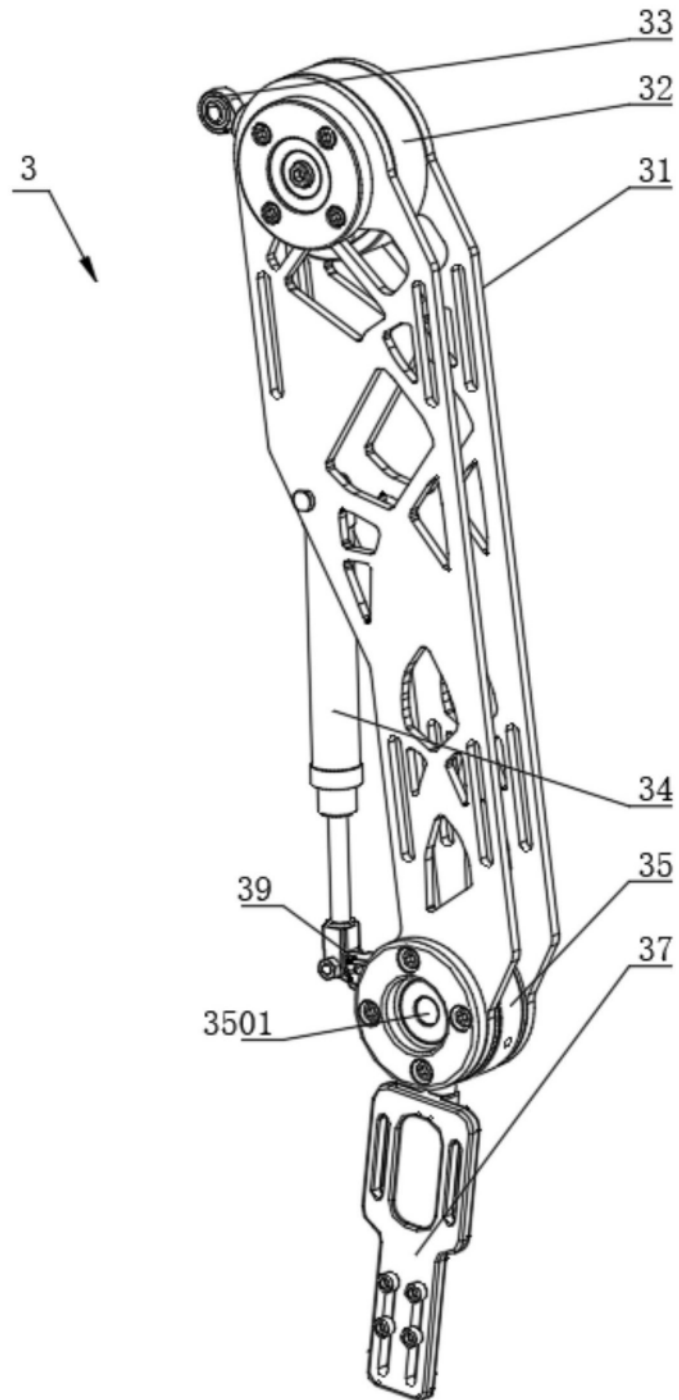


图12

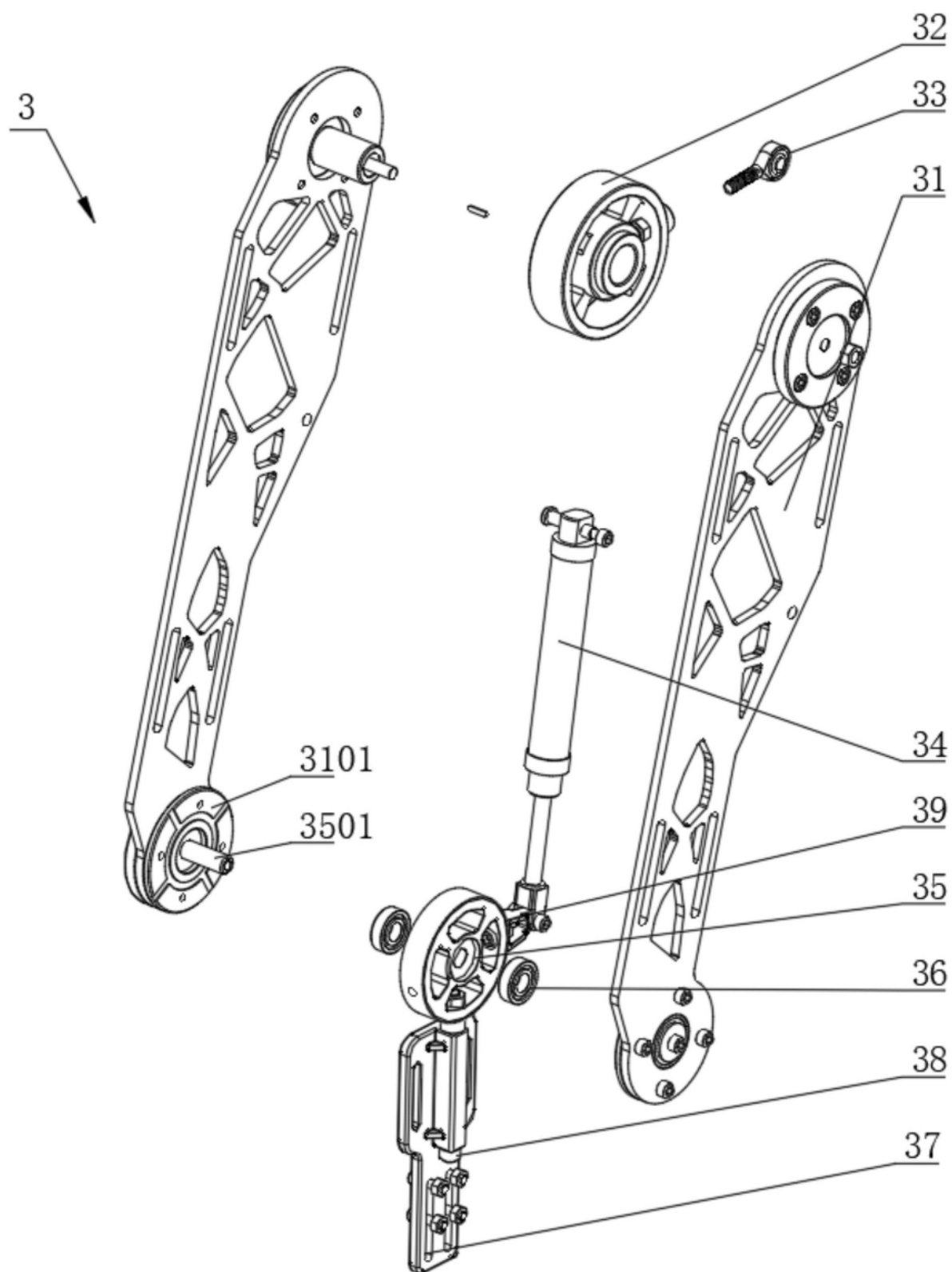


图13

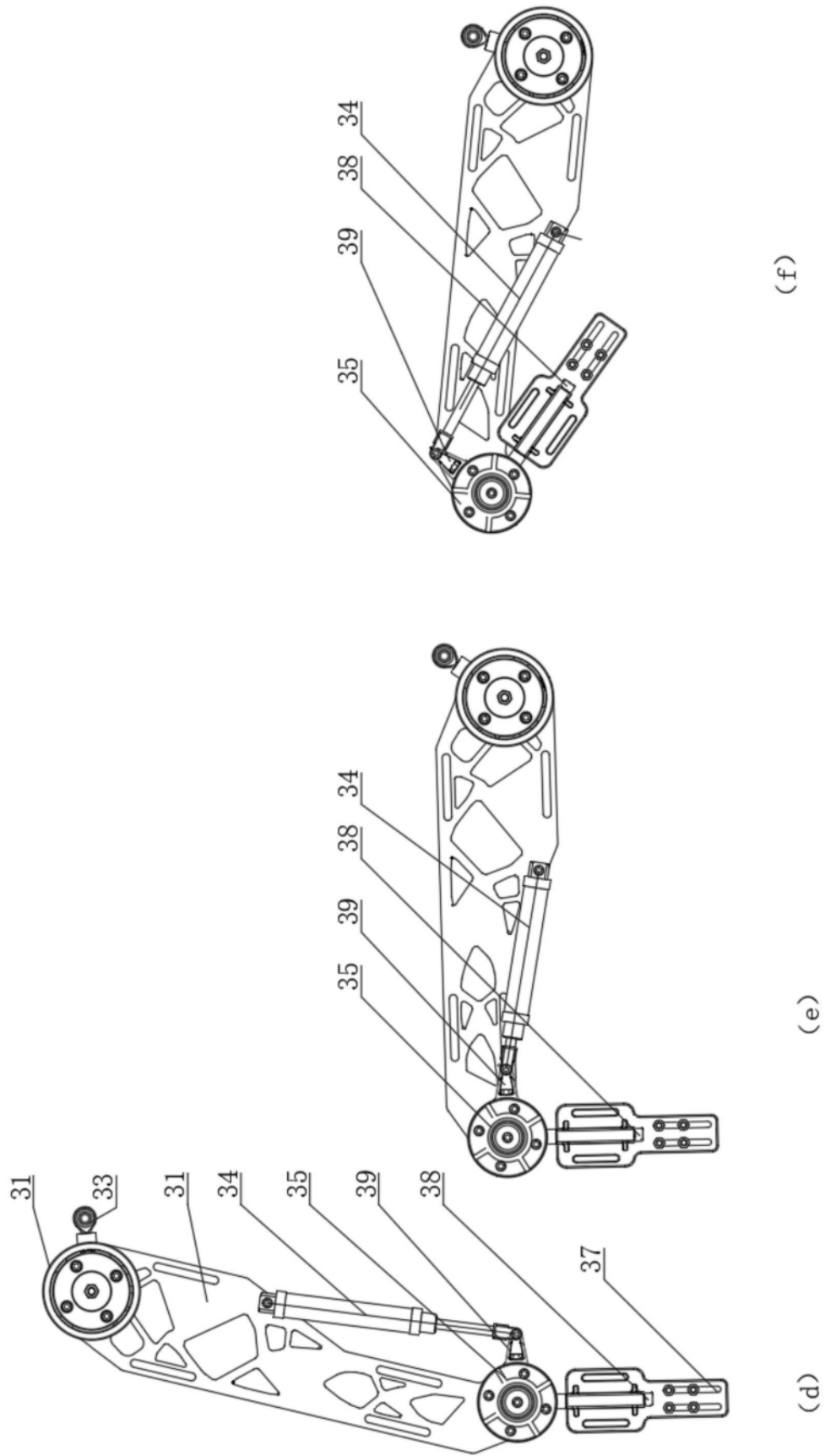


图14

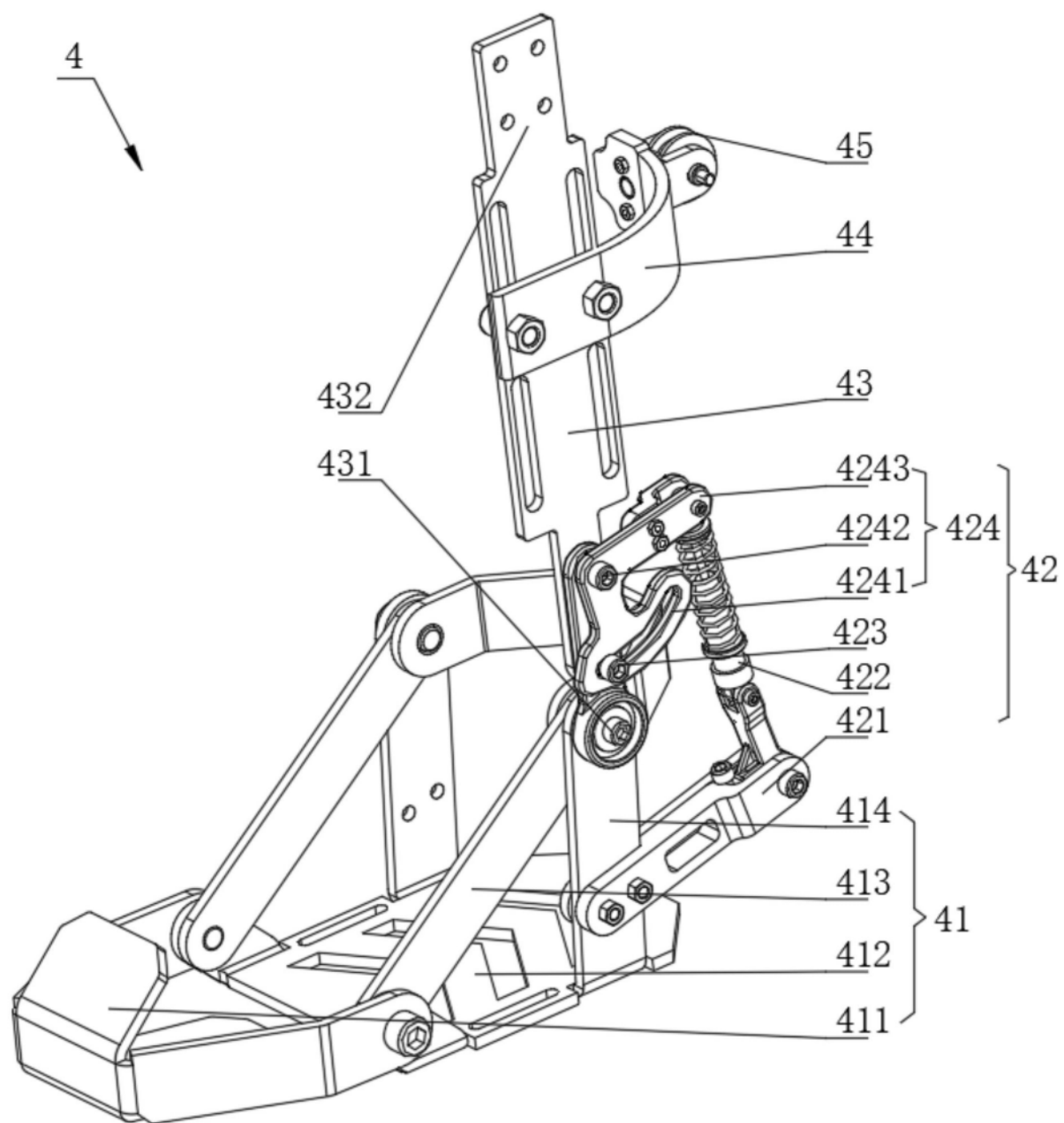


图15

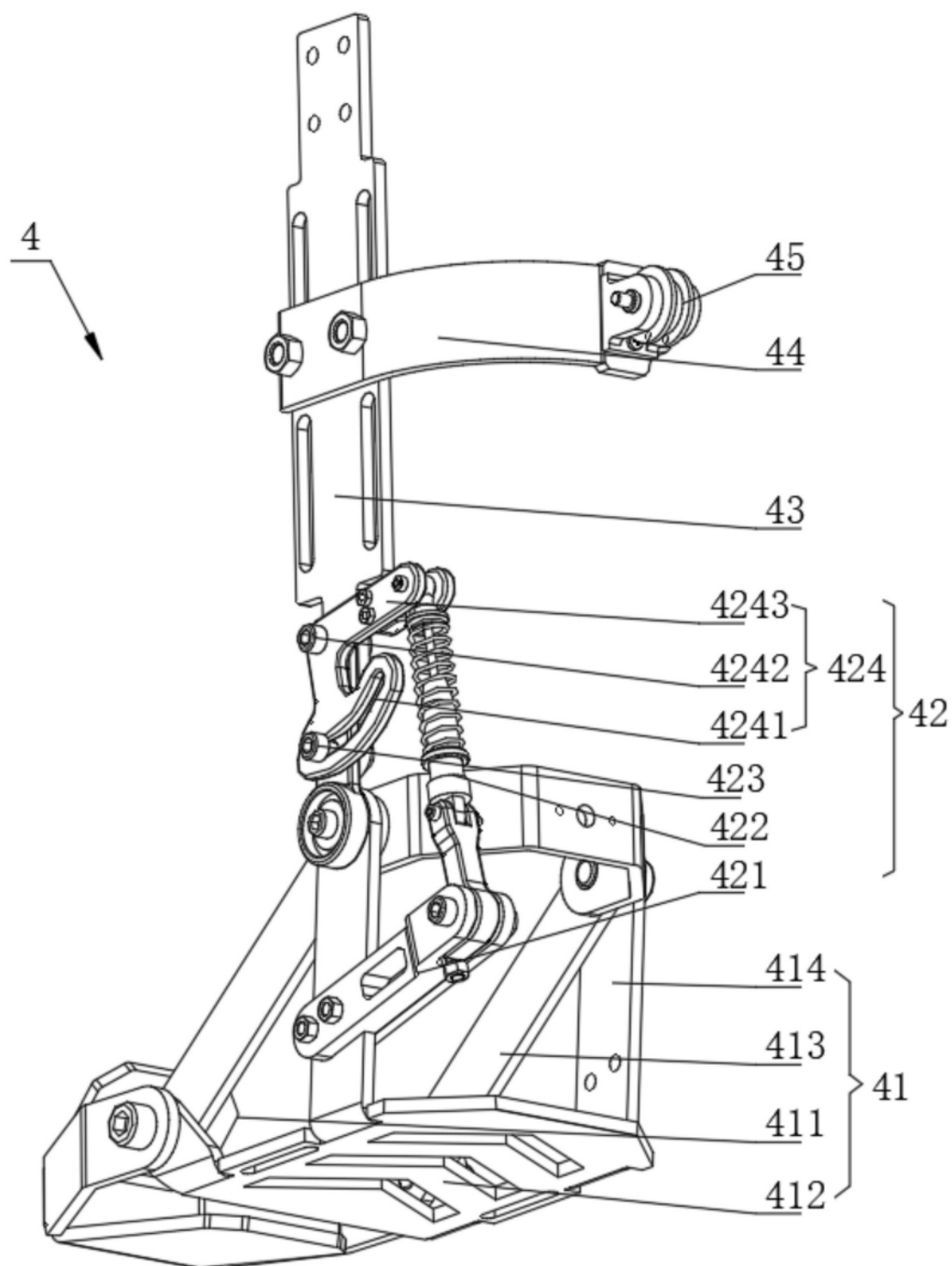


图16





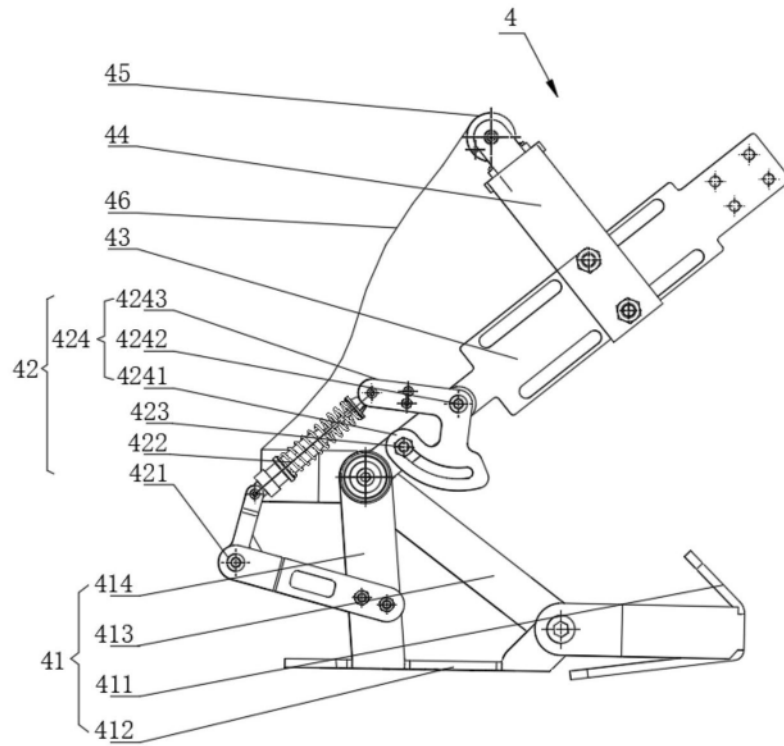


图18