

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 23 日 (23.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/147138 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 9/00 (2006.01) *A61F 2/62* (2006.01)
A61H 3/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/072588
- (22) 国际申请日: 2019 年 1 月 22 日 (22.01.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910032241.7 2019 年 1 月 14 日 (14.01.2019) CN
- (71) 申请人: 东北大学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。
- (72) 发明人: 王宏(WANG, Hong); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。唐浩(TANG, Hao); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。邴海龙(XI, Hailong); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。刘冲

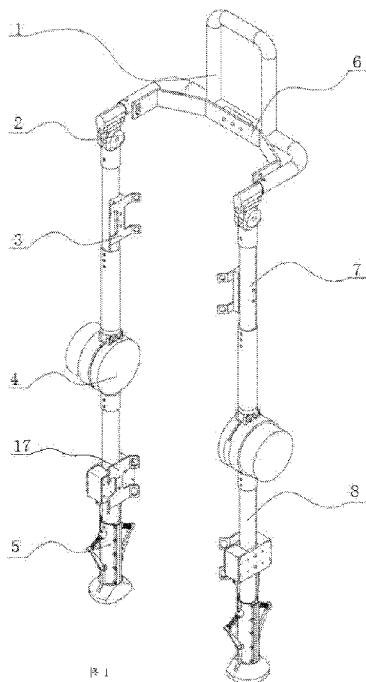
(LIU, Chong); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。李康(LI, Kang); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。秦敬一(QIN, Jingyi); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

(74) 代理人: 沈阳东大知识产权代理有限公司 (SHENYANG DONGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO.,LTD); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: LOWER LIMB EXOSKELETON SYSTEM WITH JUMP-DOWN BUFFERING FUNCTION

(54) 发明名称: 一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统



(57) Abstract: Disclosed is a lower-limb exoskeleton system with a jump-down buffering function, the system comprising a back frame (1), hip joint movement mechanisms (2), telescopic thigh rods (7), knee joint movement mechanisms (4), shank rods (8), foot jump-down buffering mechanisms (5), a waist fastening frame (6), upper leg-fastening frames (3) and lower leg-fastening frames (17), wherein protruding ends on two sides of the back frame (1) are connected to one end of each of the telescopic thigh rods (7) by means of the hip joint movement mechanisms (2); the other ends of the telescopic thigh rods (7) are connected to one end of each of the shank rods (8) by means of the knee joint movement mechanisms (4); the other ends of the shank rods (8) are connected to the foot jump-down buffering mechanisms (5); the waist fastening frame (6) is arranged on an inner side of a horizontal portion of the back frame (1); and the telescopic thigh rods (7) and the shank rods (8) are respectively provided with the upper leg-fastening frames (3) and the lower leg-fastening frames (17). Based on an instruction given by a wearer when jumping down, the lower-limb exoskeleton system with a jump-down buffering function provides a buffering function to counter the force of the ground, such that the lower limbs of the wearer are not injured when same jumps down onto the ground.

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 包括经修改的权利要求(条约第19条(1))。

(57) 摘要: 一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统, 包括背架(1)、髋关节运动机构(2)、可伸缩大腿杆(7)、膝关节运动机构(4)、小腿杆(8)、足部下跃缓冲机构(5)、腰部绑架(6)、上绑腿架(3)和下绑腿架(17), 背架(1)两侧伸出端通过髋关节运动机构(2)与可伸缩大腿杆(7)一端相连, 可伸缩大腿杆(7)另一端通过膝关节运动机构(4)与小腿杆(8)一端相连, 小腿杆(8)另一端与足部下跃缓冲机构(5)相连, 背架(1)水平部分内侧设置有腰部绑架(6), 可伸缩大腿杆(7)和小腿杆(8)上分别设置有上绑腿架(3)和下绑腿架(17)。基于下跃过程穿戴者发出的指令, 该具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统给出抵抗地面作用力的缓冲功能, 使得穿戴者在下跃落地时下肢不受损伤。

一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统

技术领域

本发明属于机械电子工程和生物医学工程的交叉技术领域，具体涉及一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统。

背景技术

下肢外骨骼是一种由金属框架构成的、可穿戴的机器装置，它可增强人体的下肢功能。在军事上，它可根据人的肢体行为来驱动机械关节执行动作，帮助穿戴者跑得更快、负重能力更强。在医疗康复方面，穿戴外骨骼的老年人及残障人，可以辅助恢复其腿部的行走能力，甚至帮助瘫痪在床的残障人士重新站立行走。

目前，下肢外骨骼大多是协助穿戴者平地行走、奔跑、上楼梯。针对穿戴者下跃行为，需要外骨骼具有抵抗地面作用力的缓冲功能，而目前的外骨骼大都不具有这样的功能，不能保证穿戴者从高处下跃的下肢安全。对此，本申请提出具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，即基于下跃过程穿戴者发出的指令，外骨骼系统给出抵抗地面作用力的缓冲功能，使得穿戴者在下跃落地时下肢不受损伤。本发明在外骨骼与地面接触处具有足部下跃缓冲结构，满足下跃高度 1.5 米的缓冲需求。

发明内容

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，包括背架、髋关节运动机构、可伸缩大腿杆、膝关节运动机构、小腿杆、足部下跃缓冲机构、腰部绑架、上绑腿架和下绑腿架，所述背架两侧伸出端通过髋关节运动机构与可伸缩大腿杆一端相连，可伸缩大腿杆另一端通过膝关节运动机构与小腿杆一端相连，小腿杆另一端与足部下跃缓冲机构相连，所述背架水平部分内侧设置有腰部绑架，所述可伸缩大腿杆和小腿杆上分别设置有上绑腿架和下绑腿架。

所述髋关节运动机构由外展内收运动件、屈伸运动件和上大腿杆连接架组成，外展内收运动件一端通过螺栓与背架相连，外展内收运动件另一端通过第一销轴与屈伸运动件一端相连，屈伸运动件另一端通过第二销轴与上大腿杆连接架一端相连，所述第一销轴与第二销轴垂直设置。

所述可伸缩大腿杆由上大腿杆和下大腿杆组成，下大腿杆上端开设有三排螺纹通孔，且呈一行排置，下大腿杆上端通过螺纹通孔和螺栓与上大腿杆底端相连，上大腿杆顶端通过螺纹与上大腿杆连接架相连，上大腿杆的外圆面通过螺栓连接有上绑腿架，下大腿杆底端耳板上设置有两个通孔，且呈一行排置。

所述膝关节运动机构由两个下大腿杆连接架、膝关节转动件、谐波减速器和电机组成，两个下大腿杆连接架通过螺栓与下大腿杆底端相连，其中一个下大腿杆连接架分别与谐波减速器的柔轮和电机相连，谐波减速器位于下大腿杆连接架的内侧，电机位于下大腿杆连接架的外侧，谐波减速器的谐波发生器与电机输出轴相连，谐波减速器的输出钢轮与位于两个下大腿杆连接架之间的膝关节转动件相连，膝关节转动件底端通过螺栓与小腿杆顶端相连，两个下大腿杆连接架与膝关节运动件的连接侧均设置有定角度缺口凸台。

所述足部下跃缓冲机构由电磁铁、电磁铁固定架、牵引绳、夹子、橡胶垫、外壳、移动套筒、缓冲弹簧、复位弹簧和控制模块组成，所述外壳顶部通过螺栓与小腿杆底端相连，所述外壳内侧设置有移动套筒，移动套筒内设置有缓冲弹簧，缓冲弹簧顶部抵在外壳内限位板上，所述外壳中下部外圆面对称设置有夹子，夹子中部与外壳铰接，夹子一端圆面处与外壳凸起之间设置有复位弹簧，夹子位于圆面处末端与牵引绳一端相连，牵引绳另一端与电磁铁相连，电磁铁通过螺栓设置于电磁铁固定架上，电磁铁固定架通过螺栓固定在小腿杆上，夹子另一端与移动套筒底端相连，所述移动套筒底端通过螺栓与橡胶垫相连，橡胶垫与移动套筒结合面之间通过橡胶金属粘合胶水粘接，所述橡胶垫两端对称开设有凹槽，所述控制模块与电磁铁相连。

所述控制模块包括上位机、无线通讯模块、控制板和继电器组成，所述上位机通过无线通讯模块与控制板连接，控制板与继电器电连接，所述继电器与电磁铁电连接。

一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统的使用方法，采用一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，包括以下步骤：

步骤 1，将本发明下肢外骨骼系统穿戴于人身体的下半部，将本发明下肢外骨骼系统的背架通过绑带和腰部绑架与腰部固定，将本发明可伸缩大腿杆通过上绑腿架和绑带与大腿部固定，将本发明小腿杆通过下绑腿架和绑带与小腿固定；

步骤 2，当在平地行走时，穿戴者通过膝关节运动机构中的电机输出转矩控制行走动作，并通过谐波减速器将电机轴的转动转化成膝关节运动机构的屈伸运动，从而带动髋关节运动机构被动跟随穿戴者运动；当需要下跃运动时，上位机通过无线通讯模块 I 将指令发送给控制板，控制板的输出管脚控制继电器接通，电磁铁通电接通，牵动牵引绳，打开夹子，被压缩在外壳中的缓冲弹簧在弹性力的作用下，推出移动套筒至极限位置；在落地过程中，橡胶垫与地面接触，在地面支撑力的作用下，将移动套筒压入外壳中，从而使缓冲弹簧再度被压缩至外壳中；完全落地后，上位机发出指令，控制控制板，控制板的输出管脚控制继电器断开，电磁铁失电断开，放松牵引绳，在复位弹簧的作用下，推动夹子夹紧移动套筒，使缓冲

弹簧压缩在外壳内不弹出完成整个下跃缓冲动作。

本发明的有益效果为：

1、本申请提出具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，即基于下跃过程穿戴者发出的指令，外骨骼系统给出抵抗地面作用力的缓冲功能，保证穿戴者在下跃落地时下肢不受损伤。

2、本发明在外骨骼与地面接触处具有足部下跃缓冲结构，根据能量守恒原理，下跃落地过程中重力势能的改变量与人体和外骨骼系统缓冲吸收的能量相等，由于人体缓冲吸能是有限的，要提高对人体的保护，即是减少人体在缓冲过程中所需要吸收的能量。本缓冲装置通过足部的缓冲弹簧，在落地过程中被压缩，一部分重力势能转变为弹簧的内能，增大了外骨骼的吸能能力，从而减少人体吸收的能量，保障人体下跃落地的安全，且满足下跃高度 1.5 米的缓冲需求。

附图说明

图 1 为本发明下肢外骨骼的正面整体结构示意图；

图 2 为本发明下肢外骨骼髋关节运动机构的正面结构示意图；

图 3 为本发明下肢外骨骼的可伸缩大腿杆的正面结构示意图；

图 4 为本发明下肢外骨骼的膝关节运动机构结构示意图；

图 5 为本发明下肢外骨骼的足部下跃缓冲装置结构示意图；

图 6 为发明下肢外骨骼的足部下跃缓冲装置部分控制流程图；

图 7 为本发明下肢外骨骼的虚拟穿戴示意图。

1-背架，2-髋关节运动机构，3-上绑腿架，4-膝关节运动机构，5-足部下跃缓冲机构，6-腰部绑架，7-可伸缩大腿杆，8-小腿杆，9-外展内收运动件，10-屈伸运动件，11-上大腿杆连接架，12-上大腿杆，13-下大腿杆，14-下大腿杆连接架，15-膝关节转动件，16-谐波减速器，17-下绑腿架，18-电机，19-电磁铁，20-电磁铁固定架，21-牵引绳，22-夹子，23-橡胶垫，24-外壳，25-移动套筒，26-缓冲弹簧，27-复位弹簧，28-凹槽。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

如图 1-图 7 所示，一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，包括背架 1、髋关节运动机构 2、可伸缩大腿杆 7、膝关节运动机构 4、小腿杆 8、足部下跃缓冲机构 5、腰部绑架 6、上绑腿架 3 和下绑腿架 17，所述背架 1 两侧伸出端通过髋关节运动机构 2 与可伸缩大腿杆 7 一端相连，可伸缩大腿杆 7 另一端通过膝关节运动机构 4 与小腿杆 8 一端相连，小腿杆 8 另一端与足部下跃缓冲机构 5 螺纹连接，所述背架 1 水平部分内侧设置有腰部绑架 6，所述可伸缩大腿杆 7 和小腿杆 8 上分别设置有上绑腿架 3 和下绑腿架 17。

所述髋关节运动机构 2 由外展内收运动件 9、屈伸运动件 10 和上大腿杆连接架 11 组成，外展内收运动件 9 一端通过螺栓与背架 1 相连，外展内收运动件 9 另一端通过第一销轴与屈伸运动件 10 一端相连，实现外骨骼下肢的外展与内收运动，屈伸运动件 10 另一端通过第二销轴与上大腿杆连接架 11 一端相连，构成转动副，实现髋关节运动机构 2 的屈伸运动，所述第一销轴与第二销轴垂直设置，本发明髋关节运动机构 2 具有两个自由度。

所述可伸缩大腿杆 7 由上大腿杆 12 和下大腿杆 13 组成，上大腿杆 12 和下大腿杆 13 均采用铝管制作，下大腿杆 13 上端开设有三排螺纹通孔，且呈一行排置，下大腿杆 13 上端通过螺纹通孔和螺栓与上大腿杆 12 底端相连，实现可伸缩大腿杆 7 长度的有级调节，上大腿杆 12 顶端通过螺纹与上大腿杆连接架 11 相连，上大腿杆 12 的外圆面中部通过螺栓连接有上绑腿架 3，下大腿杆 13 底端耳板上设置有两个通孔，且呈一行排置。

所述膝关节运动机构 4 由两个下大腿杆连接架 14、膝关节转动件 15、谐波减速器 16 和电机 18 组成，两个下大腿杆连接架 14 通过螺栓与下大腿杆 13 底端相连，其中一个下大腿杆连接架 14 分别与谐波减速器 16 的柔轮和电机 18 相连，谐波减速器 16 位于下大腿杆连接架 14 的内侧，电机 18 位于下大腿杆连接架 14 的外侧，谐波减速器 16 的谐波发生器与电机 18 输出轴相连，谐波减速器 16 的输出钢轮与位于两个下大腿杆连接架 14 之间的膝关节转动件 15 相连，膝关节转动件 15 底端通过螺栓与小腿杆 8 顶端相连，两个下大腿杆连接架 14 与膝关节转动件 15 的连接侧均设置有定角度缺口凸台，当膝关节转动件 15 转动到前后极限位置时与大腿杆连接架 14 上的定角度缺口凸台相接处，用于限制膝关节运动机构 4 的极限运动位置；电机 18 上装有角度传感器，从而防止膝关节运动机构 4 的屈伸运动脱离正常范围；当正常行走时，根据人体下肢运动规律特点，电机 18 输出一定转矩，驱动外骨骼助力人体膝关节运动。

所述足部下跃缓冲机构 5 由电磁铁 19、电磁铁固定架 20、牵引绳 21、夹子 22、橡胶垫 23、外壳 24、移动套筒 25、缓冲弹簧 26 和复位弹簧 27 组成，所述外壳 24 顶部通过螺栓与小腿杆 8 底端相连，所述外壳 24 内侧设置有移动套筒 25，所述外壳 24 由两个半圆壳组成，半圆壳的端面设置有伸出翼缘，两个半圆壳通过伸出翼缘和螺栓固定安装组成外壳 24，移动套筒 25 内设置有缓冲弹簧 26，外壳 24 内壁底端设置有内限位块，移动套筒 25 外壁顶端设置有外限位块，外壳 24 的内限位块和移动套筒 25 的外限位块相互扣合，放置移动套筒 25 脱离外壳 24，缓冲弹簧 26 顶部抵在外壳 24 内限位板上，所述外壳 24 中下部外圆面对称设置有夹子 22，夹子 22 中部与外壳 24 铰接，夹子 22 上端圆面处与外壳 24 凸起之间设置有复位弹簧 27，复位弹簧 27 始终处于压缩状态，下跃时依靠复位弹簧 27 的弹力推动夹子 22，使夹子 22 下端压紧移动套筒 25 下端面，夹子 22 位于圆面处末端与牵引绳 21 一端相连，牵引绳 21 另一端与电磁铁 19 相连，电磁铁 19 为推拉式框架直流电磁铁，电磁铁 19 通过螺栓设置

于电磁铁固定架 20 上, 电磁铁固定架 20 通过螺栓固定在小腿杆 8 上, 夹子 22 下端弯折部分与移动套筒 25 底端相连, 限制移动套筒 25 的位置, 且夹子 22 下端弯折部分与夹子 22 主体部分呈 90 度, 所述移动套筒 25 底端通过螺栓与橡胶垫 23 相连, 橡胶垫 23 与移动套筒 25 结合面之间通过橡胶金属粘合胶水粘接, 所述橡胶垫 23 两端对称开设有凹槽 28, 使夹子 22 张开时有足够的活动空间, 所述控制模块与电磁铁 19 相连。

所述控制模块包括上位机、无线通讯模块、控制板和继电器组成, 所述上位机通过无线通讯模块与控制板连接, 控制板与继电器电连接, 所述继电器与电磁铁 19 电连接, 控制板主要用于控制推拉式框架直流电磁铁 19 的通电与断电, 进而控制夹子 22 的打开与关闭, 上位机为普通的笔记本电脑, 无线通讯模块为 zigbee 无线通讯模块, 控制板为 arduino mega2560 控制板, 继电器为 telesky24V 继电器。

一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统的使用方法, 采用一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统, 包括以下步骤:

步骤 1, 将本发明下肢外骨骼系统穿戴于人身体的下半部, 将本发明下肢外骨骼系统的背架 1 通过绑带和腰部绑架 6 与腰部固定, 将本发明可伸缩大腿杆 7 通过上绑腿架 3 和绑带与大腿部固定, 将本发明小腿杆 8 通过下绑腿架 17 和绑带与小腿固定;

步骤 2, 当在平地行走时, 穿戴者通过膝关节运动机构 4 中的电机 18 输出转矩控制行走动作, 并通过谐波减速器 16 将电机轴的转动转化成膝关节运动机构 4 的屈伸运动, 从而带动髋关节运动机构 2 被动跟随穿戴者运动; 当需要下跃运动时, 上位机通过远距离无线串口模块将指令发送给控制板, 控制板的输出管脚控制继电器接通, 推拉式框架直流电磁铁 19 通电接通, 牵动牵引绳 21, 打开夹子 22, 被压缩在外壳 24 中的缓冲弹簧 26 在弹性力的作用下, 推出移动套筒 25 至极限位置; 在落地过程中, 橡胶垫 23 与地面接触, 在地面支撑力的作用下, 将移动套筒 25 压入外壳 24 中, 从而使缓冲弹簧 26 再度被压缩至外壳 24 中; 完全落地后, 上位机发出指令, 控制控制板, 控制板的输出管脚控制继电器断开, 推拉式框架直流电磁铁 19 失电断开, 放松牵引绳 21, 在复位弹簧 27 的作用下, 推动夹子 22 夹紧移动套筒 25, 使缓冲弹簧 26 压缩在外壳 24 内不弹出完成整个下跃缓冲动作。

实施例 1

对于普通人而言, 如无特殊训练, 从 1.5 米高度下跃时一般不易受伤, 而当高度更高时, 便有受伤风险, 由于人体负重, 这个临界高度亦会降低, 因而本实例设定人体穿戴下肢外骨骼从高处 1.5m 处做初速度为 0m/s 的自由落体下跃, 具有初始重力势能为 W_g 。由于外骨骼及人体系统质量较大, 忽略下落中的空气阻力的影响, 在下跃至与地面接触, 最终速度降为 0m/s, 人与外骨骼系统稳定停止运动的过程中, 人体骨骼肌及关节自身缓冲吸收的能量为 W_1 , 外骨

骼下跃缓冲机构吸收的能量为 W_2 ，根据能量守恒原理：

$$W_g = W_1 + W_2$$

等价于：

$$W_1 = W_g - W_2$$

由于人体的骨骼肌及关节系统具有其自身的承载极限，即骨骼肌及关节系统所能起到的缓冲能力有限，其在缓冲过程中所能吸收的能量具有一个极值，设定为 $W_{1\max}$ ，要保证人体下跃过程的安全性，需满足 $W_1 \ll W_{1\max}$ ，亦即减小 W_1 。而对于每一次下跃，人体与外骨骼系统在整个下跃过程中，不考虑其他能量损失，其具有的初始重力势能 W_g 恒定不变。因而可通过增强外骨骼的缓冲能力，即增大 W_2 来减小 W_1 。本实例中，足部下跃缓冲装置中的弹性吸能元件采用弹簧，设定其劲度系数为 K ，一次下跃过程弹簧的压缩位移为 Δx ，一次压缩过程弹簧吸收的能量为 $W_{\text{弹}} = \frac{1}{2} K \Delta x^2$ ，忽略外骨骼其余部分对能量的影响，又双足均具有下跃缓冲装置，则有：

$$W_2 = 2W_{\text{弹}} = K \Delta x^2$$

因而结合上式，有：

$$W_1 = W_g - K \Delta x^2$$

可知，本实例可以通过调节下跃缓冲机构中弹簧的刚度，从而调整外骨骼的缓冲能力，以满足不同的使用要求，达到对人体下跃过程的缓冲和保护作用。

权 利 要 求 书

1、一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于，包括背架、髋关节运动机构、可伸缩大腿杆、膝关节运动机构、小腿杆、足部下跃缓冲机构、腰部绑架、上绑腿架和下绑腿架，所述背架两侧伸出端通过髋关节运动机构与可伸缩大腿杆一端相连，可伸缩大腿杆另一端通过膝关节运动机构与小腿杆一端相连，小腿杆另一端与足部下跃缓冲机构相连，所述背架水平部分内侧设置有腰部绑架，所述可伸缩大腿杆和小腿杆上分别设置有上绑腿架和下绑腿架。

2、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述髋关节运动机构由外展内收运动件、屈伸运动件和上大腿杆连接架组成，外展内收运动件一端通过螺栓与背架相连，外展内收运动件另一端通过第一销轴与屈伸运动件一端相连，屈伸运动件另一端通过第二销轴与上大腿杆连接架一端相连，所述第一销轴与第二销轴垂直设置。

3、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述可伸缩大腿杆由上大腿杆和下大腿杆组成，下大腿杆上端开设有三排螺纹通孔，且呈一行排置，下大腿杆上端通过螺纹通孔和螺栓与上大腿杆底端相连，上大腿杆顶端通过螺纹与上大腿杆连接架相连，上大腿杆的外圆面通过螺栓连接有上绑腿架，下大腿杆底端耳板上设置有两个通孔，且呈一行排置。

4、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述膝关节运动机构由两个下大腿杆连接架、膝关节转动件、谐波减速器和电机组成，两个下大腿杆连接架通过螺栓与下大腿杆底端相连，其中一个下大腿杆连接架分别与谐波减速器的柔轮和电机相连，谐波减速器位于下大腿杆连接架的内侧，电机位于下大腿杆连接架的外侧，谐波减速器的谐波发生器与电机输出轴相连，谐波减速器的输出钢轮与位于两个下大腿杆连接架之间的膝关节转动件相连，膝关节转动件底端通过螺栓与小腿杆顶端相连，两个下大腿杆连接架与膝关节转动件的连接侧均设置有定角度缺口凸台。

5、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述足部下跃缓冲机构由电磁铁、电磁铁固定架、牵引绳、夹子、橡胶垫、外壳、移动套筒、缓冲弹簧、复位弹簧和控制模块组成，所述外壳顶部通过螺栓与小腿杆底端相连，所述外壳内侧设置有移动套筒，移动套筒内设置有缓冲弹簧，缓冲弹簧顶部抵在外壳内限位板上，所述外壳中下部外圆面对称设置有夹子，夹子中部与外壳铰接，夹子一端圆面处与外壳凸起之间设置有复位弹簧，夹子位于圆面处末端与牵引绳一端相连，牵引绳另一端与电磁铁相连，电磁铁通过螺栓设置于电磁铁固定架上，电磁铁固定架通过螺栓固定在小腿杆上，夹子另一端与移动套筒底端相连，所述移动套筒底端通过螺栓与橡胶垫相连，橡胶垫与移动套筒结合面之间通过橡胶金属粘合胶水粘接，所述橡胶垫两端对称开设有凹槽，所述控制模块与电磁铁

相连。

6、根据权利要求 5 所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述控制模块包括上位机、无线通讯模块、控制板和继电器组成，所述上位机通过无线通讯模块与控制板连接，控制板与继电器电连接，所述继电器与电磁铁电连接。

7、一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统的使用方法，采用权利要求 6 所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1，将本发明下肢外骨骼系统穿戴于人身体的下半部，将本发明下肢外骨骼系统的背架通过绑带和腰部绑架与腰部固定，将本发明可伸缩大腿杆通过上绑腿架和绷带与大腿部固定，将本发明小腿杆通过下绑腿架和绷带与小腿固定；

步骤 2，当在平地行走时，穿戴者通过膝关节运动机构中的电机输出转矩控制行走动作，并通过谐波减速器将电机轴的转动转化成膝关节运动机构的屈伸运动，从而带动髋关节运动机构被动跟随穿戴者运动；当需要下跃运动时，上位机通过无线通讯模块 I 将指令发送给控制板，控制板的输出管脚控制继电器接通，电磁铁通电接通，牵动牵引绳，打开夹子，被压缩在外壳中的缓冲弹簧在弹性力的作用下，推出移动套筒至极限位置；在落地过程中，橡胶垫与地面接触，在地面支撑力的作用下，将移动套筒压入外壳中，从而使缓冲弹簧再度被压缩至外壳中；完全落地后，上位机发出指令，控制控制板，控制板的输出管脚控制继电器断开，电磁铁失电断开，放松牵引绳，在复位弹簧的作用下，推动夹子夹紧移动套筒，使缓冲弹簧压缩在外壳内不弹出完成整个下跃缓冲动作。

经修改的权利要求

国际局收到日：2019年09月18日（18.09.2019）

1、一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于，包括背架、髋关节运动机构、可伸缩大腿杆、膝关节运动机构、小腿杆、足部下跃缓冲机构、腰部绑架、上绑腿架和下绑腿架，所述背架两侧伸出端通过髋关节运动机构与可伸缩大腿杆一端相连，可伸缩大腿杆另一端通过膝关节运动机构与小腿杆一端相连，小腿杆另一端与足部下跃缓冲机构相连，所述背架水平部分内侧设置有腰部绑架，所述可伸缩大腿杆和小腿杆上分别设置有上绑腿架和下绑腿架，所述足部下跃缓冲机构由电磁铁、电磁铁固定架、牵引绳、夹子、橡胶垫、外壳、移动套筒、缓冲弹簧、复位弹簧和控制模块组成，所述外壳顶部通过螺栓与小腿杆底端相连，所述外壳内侧设置有移动套筒，移动套筒内设置有缓冲弹簧，缓冲弹簧顶部抵在外壳内限位板上，所述外壳中下部外圆面对称设置有夹子，夹子中部与外壳铰接，夹子一端圆面处与外壳凸起之间设置有复位弹簧，夹子位于圆面处末端与牵引绳一端相连，牵引绳另一端与电磁铁相连，电磁铁通过螺栓设置于电磁铁固定架上，电磁铁固定架通过螺栓固定在小腿杆上，夹子另一端与移动套筒底端相连，所述移动套筒底端通过螺栓与橡胶垫相连，橡胶垫与移动套筒结合面之间通过橡胶金属粘合胶水粘接，所述橡胶垫两端对称开设有凹槽，所述控制模块与电磁铁相连。

2、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述髋关节运动机构由外展内收运动件、屈伸运动件和上大腿杆连接架组成，外展内收运动件一端通过螺栓与背架相连，外展内收运动件另一端通过第一销轴与屈伸运动件一端相连，屈伸运动件另一端通过第二销轴与上大腿杆连接架一端相连，所述第一销轴与第二销轴垂直设置。

3、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述可伸缩大腿杆由上大腿杆和下大腿杆组成，下大腿杆上端开设有三排螺纹通孔，且呈一行排置，下大腿杆上端通过螺纹通孔和螺栓与上大腿杆底端相连，上大腿杆顶端通过螺纹与上大腿杆连接架相连，上大腿杆的外圆面通过螺栓连接有上绑腿架，下大腿杆底端耳板上设置有两个通孔，且呈一行排置。

4、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述膝关节运动机构由两个下大腿杆连接架、膝关节转动件、谐波减速器和电机组成，两个下大腿杆连接架通过螺栓与下大腿杆底端相连，其中一个下大腿杆连接架分别与谐波减速器的柔轮和电机相连，谐波减速器位于下大腿杆连接架的内侧，电机位于下大腿杆连接架的外侧，谐波减速器的谐波发生器与电机输出轴相连，谐波减速器的输出钢轮与位于两个下大腿杆连接架之间的膝关节转动件相连，膝关节转动件底端通过螺栓与小腿杆顶端相连，两个下大腿杆连接架与膝关节运动件的连接侧均设置有定角度缺口凸台。

5、根据权利要求1所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于：所述

控制模块包括上位机、无线通讯模块、控制板和继电器组成，所述上位机通过无线通讯模块与控制板连接，控制板与继电器电连接，所述继电器与电磁铁电连接。

6、一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统的使用方法，采用权利要求 5 所述的一种具有下跃缓冲功能的下肢外骨骼系统，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1，将本发明下肢外骨骼系统穿戴于人身体的下半部，将本发明下肢外骨骼系统的背架通过绑带和腰部绑架与腰部固定，将本发明可伸缩大腿杆通过上绑腿架和绷带与大腿部固定，将本发明小腿杆通过下绑腿架和绷带与小腿固定；

步骤 2，当在平地行走时，穿戴者通过膝关节运动机构中的电机输出转矩控制行走动作，并通过谐波减速器将电机轴的转动转化成膝关节运动机构的屈伸运动，从而带动髌关节运动机构被动跟随穿戴者运动；当需要下跃运动时，上位机通过无线通讯模块 I 将指令发送给控制板，控制板的输出管脚控制继电器接通，电磁铁通电接通，牵动牵引绳，打开夹子，被压缩在外壳中的缓冲弹簧在弹性力的作用下，推出移动套筒至极限位置；在落地过程中，橡胶垫与地面接触，在地面支撑力的作用下，将移动套筒压入外壳中，从而使缓冲弹簧再度被压缩至外壳中；完全落地后，上位机发出指令，控制控制板，控制板的输出管脚控制继电器断开，电磁铁失电断开，放松牵引绳，在复位弹簧的作用下，推动夹子夹紧移动套筒，使缓冲弹簧压缩在外壳内不弹出完成整个下跃缓冲动作。

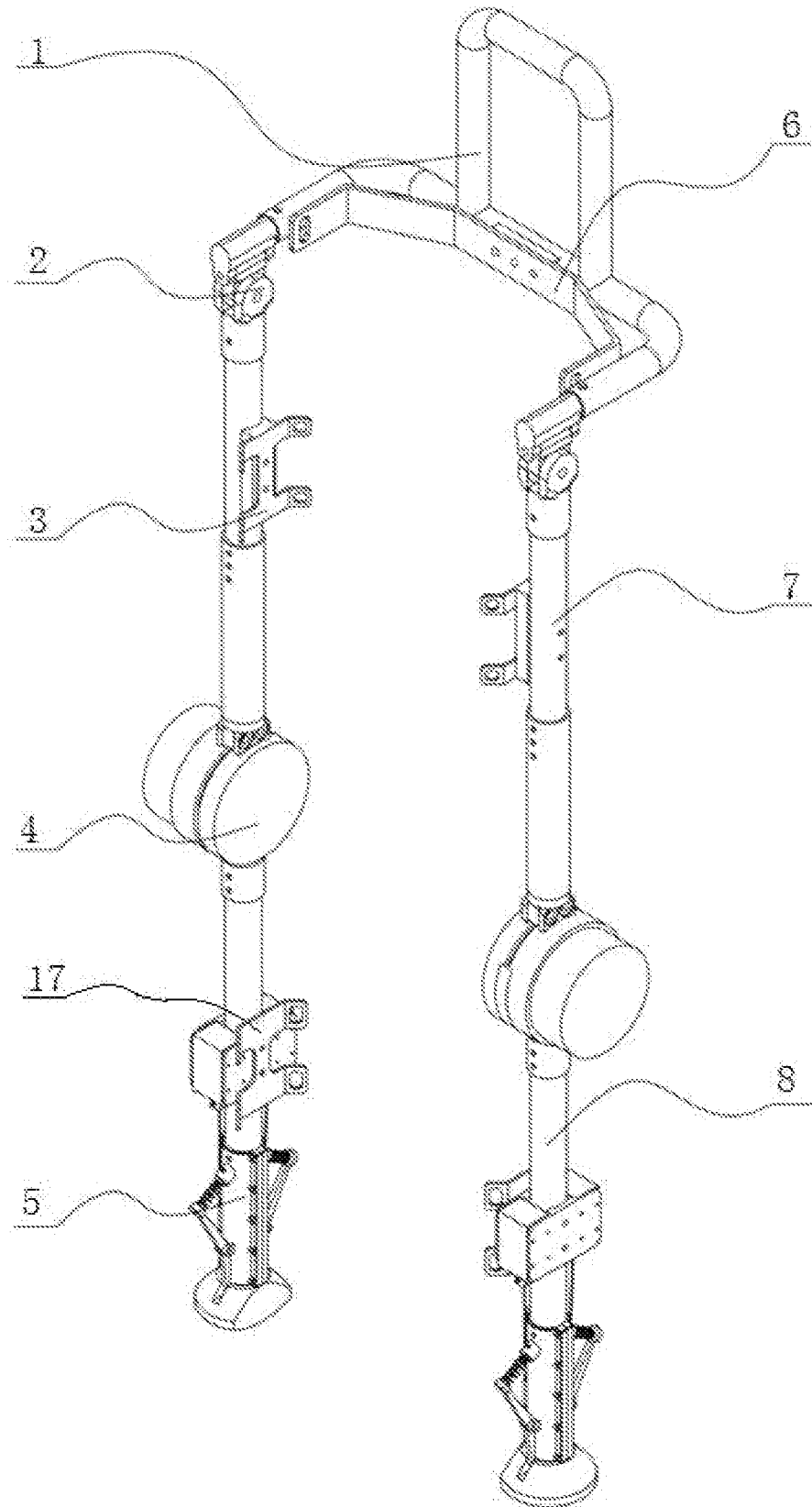


图 1

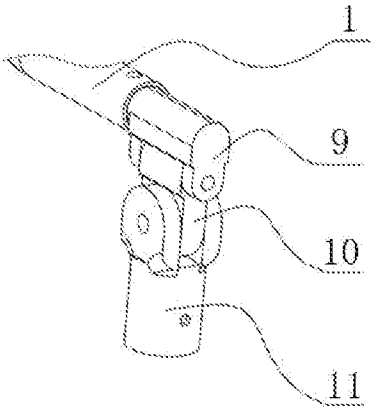


图 2

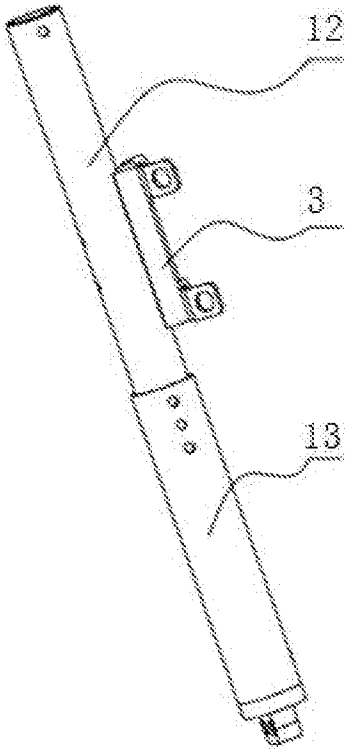


图 3

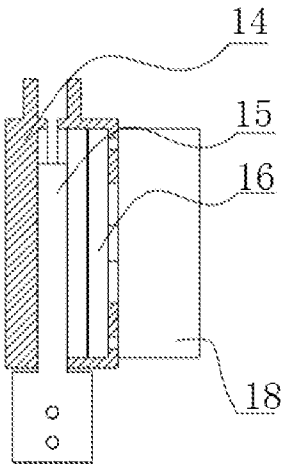


图 4

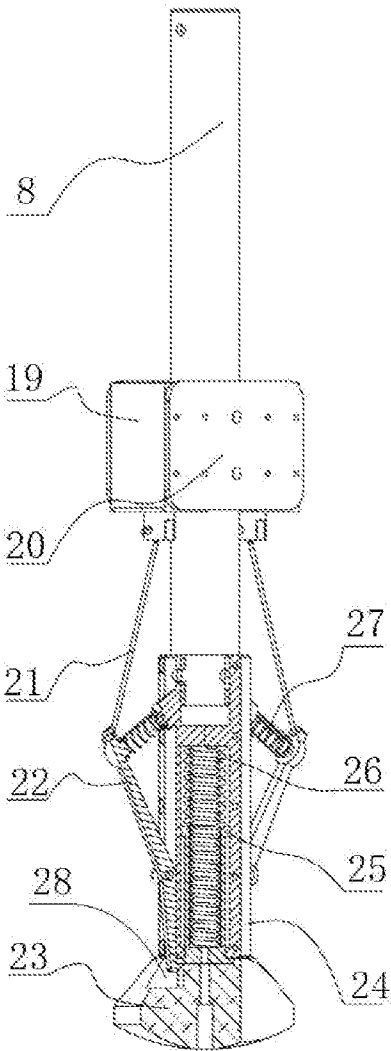


图 5

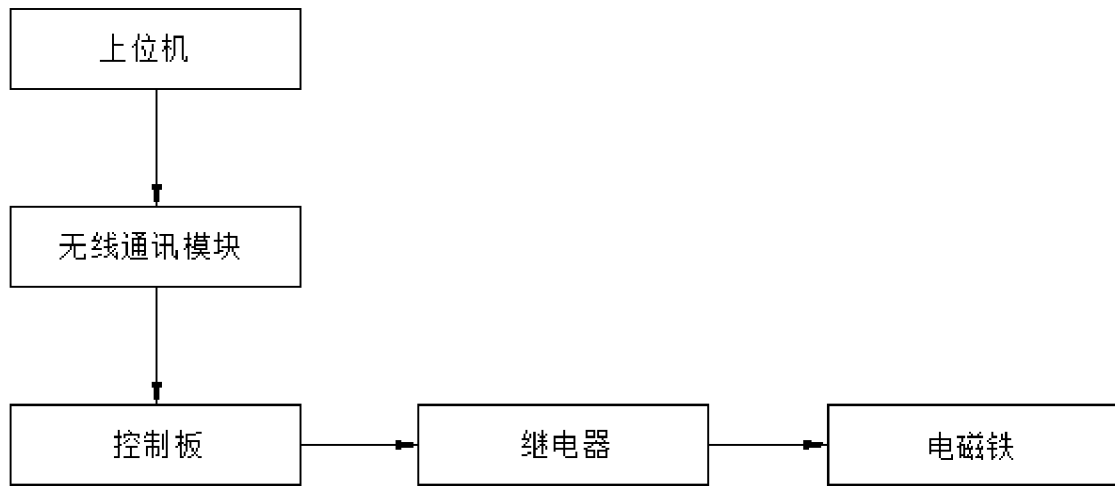


图 6

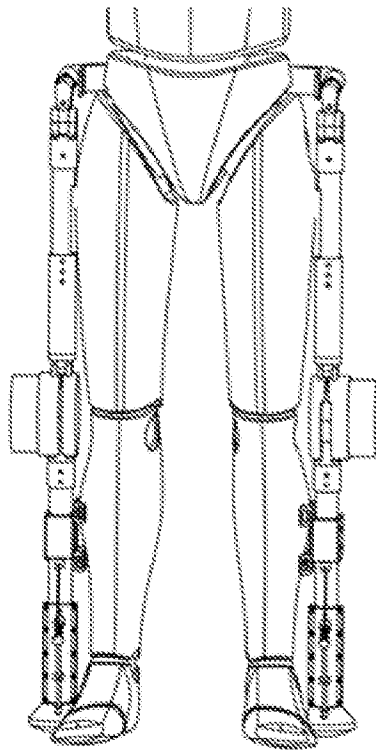


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/072588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/00(2006.01)i; A61H 3/00(2006.01)i; A61F 2/62(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J; A61H; A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI: 东北大学, 王宏, 唐浩, 郝海龙, 刘冲, 李康, 秦敬一, 外骨骼, 助力, 辅助, 跳, 跃, 弹跳, 缓冲, 减震, 避震, 弹簧, 复位, 回复, 关节, exoskeleton, assist+, joint?, skip, jump, hop, spring, elast+, reset, buffer, damp

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107049713 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 18 August 2017 (2017-08-18) description, paragraphs [0021]-[0033], and figures 1-5	1-4
Y	CN 106005079 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 12 October 2016 (2016-10-12) abstract, and figures 1-2	1-4
Y	CN 106726363 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs [0027]-[0029], and figures 1-2	2
A	CN 105479438 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 13 April 2016 (2016-04-13) entire document	1-7
A	CN 105965483 A (SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-7
A	CN 105904439 A (CHENGDU OUTWIT SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 August 2016 (2016-08-31) entire document	1-7
A	CN 105438306 A (BEIHANG UNIVERSITY) 30 March 2016 (2016-03-30) entire document	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2019

Date of mailing of the international search report

27 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/072588

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009143869 A1 (CHENG, C.P. et al.) 04 June 2009 (2009-06-04) entire document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/072588

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	107049713	A	18 August 2017	None		
CN	106005079	A	12 October 2016	CN	106005079	B 22 May 2018
CN	106726363	A	31 May 2017	None		
CN	105479438	A	13 April 2016	CN	105479438	B 28 July 2017
CN	105965483	A	28 September 2016	CN	105965483	B 06 February 2018
CN	105904439	A	31 August 2016	None		
CN	105438306	A	30 March 2016	None		
US	2009143869	A1	04 June 2009	None		

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/072588

A. 主题的分类 B25J 9/00(2006.01)i; A61H 3/00(2006.01)i; A61F 2/62(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B25J; A61H; A61F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI, CNPAT, EP0DOC, WPI: 东北大学, 王宏, 唐浩, 郝海龙, 刘冲, 李康, 秦敬一, 外骨骼, 助力, 辅助, 跳, 跃, 弹跳, 缓冲, 减震, 避震, 弹簧, 复位, 回复, 关节, exoskeleton, assist+, joint?, skip, jump, hop, spring, elast+, reset, buffer, damp																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107049713 A (东北大学) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0021]-[0033]段、图1-5</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106005079 A (浙江大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 摘要、图1-2</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106726363 A (东北大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第[0027]-[0029]段、图1-2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105479438 A (哈尔滨工业大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105965483 A (西南交通大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105904439 A (成都奥特为科技有限公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105438306 A (北京航空航天大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 107049713 A (东北大学) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0021]-[0033]段、图1-5	1-4	Y	CN 106005079 A (浙江大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 摘要、图1-2	1-4	Y	CN 106726363 A (东北大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第[0027]-[0029]段、图1-2	2	A	CN 105479438 A (哈尔滨工业大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 全文	1-7	A	CN 105965483 A (西南交通大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-7	A	CN 105904439 A (成都奥特为科技有限公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 全文	1-7	A	CN 105438306 A (北京航空航天大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 107049713 A (东北大学) 2017年 8月 18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第[0021]-[0033]段、图1-5	1-4																								
Y	CN 106005079 A (浙江大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 摘要、图1-2	1-4																								
Y	CN 106726363 A (东北大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第[0027]-[0029]段、图1-2	2																								
A	CN 105479438 A (哈尔滨工业大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 全文	1-7																								
A	CN 105965483 A (西南交通大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-7																								
A	CN 105904439 A (成都奥特为科技有限公司) 2016年 8月 31日 (2016 - 08 - 31) 全文	1-7																								
A	CN 105438306 A (北京航空航天大学) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-7																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2019年 8月 16日		国际检索报告邮寄日期 2019年 8月 27日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 王玮 电话号码 86-(10)-53962498																								

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/072588

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2009143869 A1 (CHENG, CHIA-PAO 等) 2009年 6月 4日 (2009 - 06 - 04) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/072588

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	107049713	A	2017年 8月 18日	无	
CN	106005079	A	2016年 10月 12日	CN 106005079	B 2018年 5月 22日
CN	106726363	A	2017年 5月 31日	无	
CN	105479438	A	2016年 4月 13日	CN 105479438	B 2017年 7月 28日
CN	105965483	A	2016年 9月 28日	CN 105965483	B 2018年 2月 6日
CN	105904439	A	2016年 8月 31日	无	
CN	105438306	A	2016年 3月 30日	无	
US	2009143869	A1	2009年 6月 4日	无	