(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
2024 年 11 月 28 日 (28.11.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/239603 A1

(51) 国际专利分类号:
A61H 3/00 (2006.01) *B25J 9/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/137618

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 8 日 (08.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310600442.9 2023年5月25日 (25.05.2023) CN

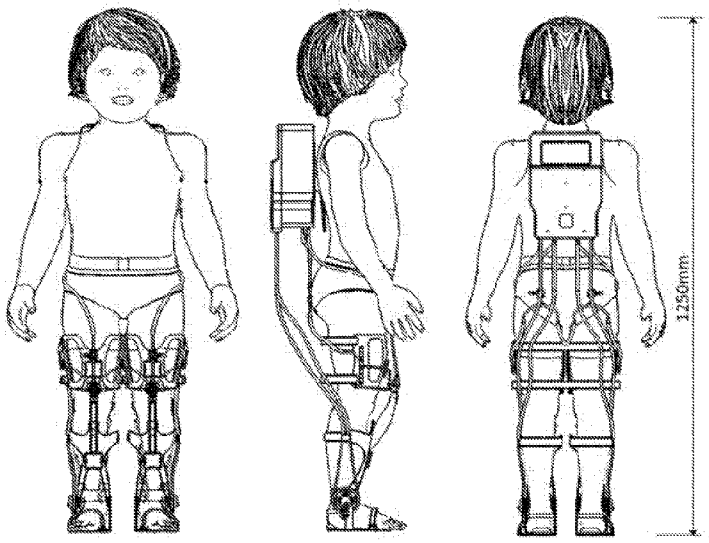
(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 **(SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 曹武警 **(CAO, Wujing)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 吴新宇 **(WU, Xinyu)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 杜思达 **(DU, SiDa)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 陈春杰 **(CHEN, Chunjie)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 徐天添 **(XU, Tiantian)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 尹猛 **(YIN, Meng)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 马跃 **(MA, Yue)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 李金科 **(LI, Jinke)**; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(54) **Title:** MULTI-JOINT FLEXIBLE LOWER-LIMB EXOSKELETON FOR CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

(54) 发明名称: 一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼

[图1]



(57) **Abstract:** A multi-joint flexible lower-limb exoskeleton for children with cerebral palsy, comprising a driving system (1000), a hip-knee linkage rope driving mechanism (2000), and ankle assist mechanisms (3000). The driving system (1000) comprises a backpack frame assembly (1100), a hip-knee driving module (1200), an ankle driving module (1300), a system electric control assembly (1400), and a backpack assistance assembly; each hip-knee driving motor (1201) generates pressure on a thigh wearable assembly (2100) and generates a pulling force on a calf wearable assembly (2200) by means of a rear-side driving path assembly (2300), so as to respectively generate assist torques of the hip joint and the knee joint; each hip-knee driving motor (1201) respectively generates pressure on the calf wearable assembly (2200) and a pulling force on the thigh wearable assembly (2100) by means of a front-side driving path assembly (2400) to respectively generate assist torques of the hip joint and the knee joint; an ankle driving module (1300) drives ankle Bowden cables (3006) to drive ankle cable drums (3002) to rotate, so that foot structural members (3001) generate assist torques. According to

WO 2024/239603 A1

[见续页]

(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (**BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.**); 中国北京市西城区西直门外大街1号院2号楼7层7C1, Beijing 100044 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the multi-joint flexible lower-limb exoskeleton for children with cerebral palsy, a flexible linkage transmission structure is used, the overall size and weight of the exoskeleton are reduced, the main structure and weight are located on the waist and back of a patient and close to the center of mass, and the burden on the patient is small.

(57) 摘要: 一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，包括驱动系统（1000）、髋膝联动绳驱机构（2000）、踝部助力机构（3000）；驱动系统（1000）包括背包机架组件（1100）、髋膝驱动模块（1200）、踝部驱动模块（1300）、系统电控组件（1400）和背包辅助组件；髋膝驱动电机（1201）通过后侧驱动路径组件（2300）对大腿穿戴组件（2100）产生压力和对小腿穿戴组件（2200）产生拉力，分别产生髋关节和膝关节的助力力矩；髋膝驱动电机（1201）通过前侧驱动路径组件（2400）分别对小腿穿戴组件（2200）产生压力和对大腿穿戴组件（2100）产生拉力，分别产生髋关节和膝关节的助力力矩，踝部驱动模块（1300）带动踝部鲍登线（3006）驱动踝部线盘（3002）转动，使足部结构件（3001）产生助力力矩。该用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼采用柔性联动传动结构，减少了外骨骼整体的体积重量，且主要结构和重量位于患者腰背部，接近质心，对患者负担较小。

说明书

发明名称: 一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼

技术领域

[0001] 本发明属于辅助外骨骼领域，具体涉及一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼。

背景技术

[0002] 儿童脑性瘫痪(脑瘫)是一种围产期中枢神经系统非进行性损伤引起的运动障碍疾病，患有脑瘫的人表现出包括痉挛、僵硬、协调能力和运动控制减弱等特征。在通过治疗训练恢复改善患者功能性行走能力的同时，也需要在日常生活中通过外部辅助改善患者的下肢步行运动能力。常见的通过拐杖辅助对患者活动范围有限制，使用感受和心理尊重也有待改善。较为安全的可穿戴动柔性外骨骼为脑瘫儿童患者日常生活中的步行辅助提供了一条新途径。

[0003] 在脑瘫儿童的前行步态中，对不同下肢关节在不同步态阶段中有不同的助力需求。其中以在站立伸展阶段中，对髋关节伸展和膝关节伸展的助力需求最为重要，其次在摆动伸展阶段的髋膝关节联动助力和对踝关节的多步态阶段助力是脑瘫儿童患者的重要需求。

[0004] 现有的康复辅助外骨骼机器人中，刚性结构的外骨骼具有较强的多自由度多步态阶段辅助功能，但整体重量和体积较大，柔性外骨骼对多自由度，尤其上多步态阶段辅助的能力有待提高，且现有的柔性外骨骼多关节联动助力结构多数为髋踝关节联动，与脑瘫儿童患者的需求有一定差异。

发明概述

技术问题

[0005] 有鉴于此，本发明提供一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，分别对患者的髋膝关节在多步态阶段进行助力和对患者的踝关节在多步态阶段进行助力，有效辅助患者步行,同时，因采用柔性联动传动结构，减少了外骨骼整体的体积重量，且主要结构和重量位于患者腰背部，接近质心，对患者负担较小。

技术解决方案

[0006] 本发明的实施例提供了一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，包括：

[0007] 包括驱动系统、髋膝联动绳驱机构、踝部助力机构；所述驱动系统包括背包机架组件，以及设置在背包机架组件上的髋膝驱动模块、踝部驱动模块、系统电控组件和背包辅助组件。

[0008] 所述背包机架组件包括背包机架、前背包护罩和后背包护罩；系统电控组件、背包辅助组件安装于背包机架组件上；前背包护罩安装于背包机架前侧，后背包护罩安装于背包机架后侧。所述系统电控组件包括主控制板、蓝牙模块、操控屏和电池组，主控制板、蓝牙模块和电池组均固定安装于背包机架内侧，操控屏固定安装于背包机架前板前侧。

[0009] 所述髋膝驱动模块和踝部驱动模块分别包括左右两个对称的驱动单元；所述髋膝驱动模块的驱动单元包括髋膝驱动电机和两个传动组件；所述髋膝联动绳驱机构包括左右对称的两个单元，每个单元包括大腿穿戴组件、小腿穿戴组件、后侧驱动路径组件和前侧驱动路径组件。

[0010] 所述髋膝驱动电机通过一个传动组件、后侧驱动路径组件对大腿穿戴组件产生压力和对小腿穿戴组件产生拉力，进而分别产生髋关节和膝关节的助力力矩；所述髋膝驱动电机依次通过另一个传动组件前侧驱动路径组件分别对小腿穿戴组件产生压力和对大腿穿戴组件产生拉力，进而分别产生髋关节和膝关节的助力力矩。

[0011] 踝部助力机构包括足部结构件、踝部线盘和踝部鲍登线；所述足部结构件通过销轴与小腿穿戴组件的踝部轴孔转动相连，所述足部鲍登线内线一端与踝部驱动模块的驱动单元相连，另一端固定于踝部线盘上；所述踝部驱动模块带动足部鲍登线驱动踝部线盘转动，从而使足部结构件产生助力力矩。

[0012] 在一些实施例中，所述髋膝驱动模块的驱动单元的传动组件包括髋膝驱动链轮组件、髋膝链绳组件；所述髋膝驱动链轮组件包括髋膝驱动联轴器、单向离合器、髋膝驱动链轮和轴端挡片；其中髋膝驱动联轴器安装于髋膝驱动电机的输出法兰上，两个髋膝驱动链轮依次通过单向离合器套装于髋膝驱动联轴器的轴

径上，两个单向离合器正反背向安装，轴端挡片通过螺钉安装于髋膝驱动联轴器的轴端，轴向固定髋膝驱动链轮组件的各件。

[0013] 其中髋膝链绳组件包括髋膝正向驱动链条、链绳连接块、髋膝正向驱动绳、髋膝反向驱动链条、髋膝反向驱动绳；髋膝正向驱动链条和髋膝反向驱动链条分别与两个髋膝驱动链轮以链传动配合，并且两个链条的一端通过销固定于髋膝驱动链轮的固定孔，髋膝正向驱动绳和髋膝反向驱动绳分别通过链绳连接块连接于髋膝正向驱动链条和髋膝反向驱动链条的另一端。

[0014] 在一些实施例中，所述大腿穿戴组件包括大腿结构件、可调压力块、大腿绑带和大腿陀螺仪传感器；大腿结构件和大腿绑带连接，可调压力块可调整装配于大腿结构件上的安装孔列上，大腿陀螺仪传感器安装于大腿结构件前侧卡槽内。

[0015] 在一些实施例中，所述小腿穿戴组件包括小腿结构件、小腿滑轮组件、小腿绑带、小腿鲍登线锚点和小腿陀螺仪传感器；其中小腿结构件和小腿绑带连接，小腿滑轮组件安装于小腿结构件的上端悬臂上，小腿鲍登线锚点固定于小腿结构件外侧，小腿陀螺仪传感器安装于小腿结构件前侧卡槽内。

[0016] 其中小腿滑轮组件包括小腿滑轮、定位轴、摆动槽板、压线轮、摩擦块和定位螺柱；定位轴穿过小腿结构件悬臂端部的轴孔且可自由转动，小腿滑轮置于小腿结构件悬臂内侧，并与定位轴形成轴孔间隙配合且自由转动，摆动槽板的两侧槽孔套接安装于小腿滑轮两侧且可自由摆动，压线轮通过轴位螺钉和螺母安装于小腿滑轮下方的长孔，同时摩擦块和定位螺柱通过螺母定位安装于长孔下方支撑板的孔内。

[0017] 在一些实施例中，所述后侧驱动路径组件包括正向驱动鲍登线、后侧拉力传感器、后侧分线器、后侧执行鲍登线；其中正向驱动鲍登线与外骨骼驱动系统的髋膝正向驱动绳相连，另一端固定于后侧拉力传感器一侧安装孔，后侧拉力传感器另一侧安装孔与后侧分线器中位轴固连，后侧执行鲍登线的钢丝绳穿过后侧分线器的弧形管且可自由滑动，后侧执行鲍登线于大腿两侧伸出其线鞘的钢丝绳穿过位于大腿穿戴组件上的可调压力块的滑槽孔，并于末端穿过小腿穿戴组件中的定位轴两侧的径向孔内，通过紧定螺钉锁紧。

[0018] 在一些实施例中，所述前侧驱动路径组件包括反向驱动鲍登线、前侧拉力传感器、编织绳、前侧分线器和前侧执行线；其中反向驱动鲍登线与外骨骼的驱动系统的髋膝反向驱动绳相连，另一端固定于前侧拉力传感器一侧安装孔，前侧拉力传感器另一端安装孔与编织绳系紧，编织绳的路径需依次通过小腿穿戴组件中的摆动槽板的限位槽，绕进小腿滑轮，绕出小腿滑轮并于前侧分线器相连，前侧执行线应穿过前侧分线器的弧形管并将两端系紧于大腿穿戴组件中大腿结构件两侧。

[0019] 在一些实施例中，所述踝部驱动模块的驱动单元包括踝部驱动电机、踝部驱动链轮组件、踝部链绳组件和踝部驱动张紧组件；其中踝部驱动链轮组件安装于踝部驱动电机的输出法兰上，踝部链绳组件和踝部驱动链轮组件以链传动配合安装；

[0020] 其中踝部驱动链轮组件包括踝部驱动联轴器和踝部驱动链轮，踝部驱动链轮通过踝部驱动联轴器固连于踝部驱动电机的输出法兰上。

[0021] 其中踝部链绳组件包括踝部驱动链条、链绳连接块、踝部驱动绳Ⅰ和踝部驱动绳Ⅱ，踝部驱动链条与踝部驱动链轮以链传动配合，踝部驱动绳Ⅰ和踝部驱动绳Ⅱ分别通过链绳连接块连接于踝部驱动链条两端。

[0022] 在一些实施例中，所述踝部助力机构还包括踝部编码器、足部绑带；所述足部结构件两侧竖板上端的定位孔通过销轴与小腿穿戴组件中的小腿结构件的踝部轴孔转动相连，踝部线盘固定于足部结构件上，踝部编码器壳体同轴固定于踝部线盘外侧，同时踝部编码器的转轴通过紧定螺钉与小腿结构件固定；足部鲍登线的线鞘固定于小腿鲍登线锚点，内线一端与踝部驱动模块中的踝部驱动绳Ⅰ和踝部驱动绳Ⅱ相连，另一端固定于踝部线盘上。

[0023] 在一些实施例中，所述背包辅助组件包括散热模块、鲍登线夹和腰部支撑块；其中两个散热模块分别安装于前背包护罩前表面和后背包护罩上表面，鲍登线夹分别安装于机架前板和机架后板，用于固定鲍登线的线鞘，腰部支撑块调整安装于后背包护罩上。

[0024] 在一些实施例中，所述髋膝驱动模块包括髋膝驱动张紧组件，所述髋膝驱动张紧组件包括链条压紧块Ⅰ、链条压紧块Ⅱ、张紧连接块、恒力弹簧、张紧组件

销轴和滑动定位板，链条压紧块Ⅰ和链条压紧块Ⅱ成对安装于背包机架的前板，调整定位髋膝正向驱动链条和髋膝反向驱动链条，两个张紧连接块的固定孔端分别通过紧定螺钉固定于两个链绳连接块上，恒力弹簧的副板通过螺钉固定于张紧连接块的另一端，两个恒力弹簧依次转动安装于张紧组件销轴上，张紧组件销轴固装于背包机架的前板。

有益效果

[0025] 本发明的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼至少具有下列有益效果：

[0026] 1)本发明采用具有较高柔性的穿戴结构和基于鲍登线的柔性传动结构，有效提高了外骨骼的安全性和轻便性；

[0027] 2)本发明通过单驱动电机配合基于鲍登线的柔性传动机构对髋关节和膝关节在站立伸展和摆动伸展两个步态阶段下进行联动助力，针对满足脑瘫儿童步行助力的主要需求，具有较好的重量轻体积小的优势；

[0028] 3)本发明对髋膝关节进行联动助力的力矩可通过调整外骨骼上的可调结构，改变助力分配，更好地适应脑瘫儿童患者不同的蹲伏步态特征，提高步行辅助效果；

[0029] 4)本发明在可对患者下肢髋膝踝三关节主动助力的外骨骼机器人中，具有较小的重量和体积，对患者负担较小。

[0030] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，并可依照说明书的内容予以实施，以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为本发明提出的用于脑瘫儿童的柔性下肢外骨骼的人体穿戴图；

[0033] 图2为本发明提出的用于脑瘫儿童的柔性下肢外骨骼的整体视图；

[0034] 图3为本发明提出的用于脑瘫儿童的柔性下肢外骨骼的驱动系统主要结构图；

[0035] 图4为髋膝驱动模块整体视图；

[0036] 图5为髋膝驱动模块具体结构视；

[0037] 图6为踝部驱动模块整体视图；

[0038] 图7为髋膝联动绳驱机构的整体视图和组件结构图；

[0039] 图8为髋膝联动绳驱机构的具体结构视图；

[0040] 图9为髋膝联动绳驱机构具体结构的侧向剖视图；

[0041] 图10为髋膝联动绳驱机构具体结构的正向剖视图；

[0042] 图11为踝部助力机构的主要结构图。

[0043] 图中附图标记如下：

[0044] 背包机架组件1100，

[0045] 背包机架1101、前背包护罩1102、后背包护罩1103，

[0046] 髋膝驱动模块1200、髋膝驱动电机1201、髋膝驱动链轮组件1220、髋膝驱动联轴器1221、单向离合器1222、髋膝驱动链轮1223、轴端挡片1224，

[0047] 髋膝链绳组件1230、髋膝正向驱动链条1231、链绳连接块1232、髋膝正向驱动绳1233、髋膝反向驱动链条1234、髋膝反向驱动绳1235，

[0048] 髋膝驱动张紧组件1240、链条压紧块Ⅰ1241、链条压紧块Ⅱ1242、张紧连接块1243、恒力弹簧1244、张紧组件销轴1245、滑动定位板1246，

[0049] 踝部驱动模块1300、踝部驱动电机1301、踝部驱动链轮组件1320、踝部驱动联轴器1321、踝部驱动链轮1322、踝部链绳组件1330、踝部驱动链条1331、踝部驱动绳Ⅰ1332、踝部驱动绳Ⅱ1333、踝部驱动张紧组件1340、链条压紧块Ⅲ1341、链条压紧块Ⅳ1342，

[0050] 系统电控组件1400、主控制板1401、蓝牙模块1402、操控屏1403、电池组1404，

[0051] 散热模块1501、鲍登线夹1502、腰部支撑块1503，

[0052] 髋膝联动绳驱机构2000，

[0053] 大腿穿戴组件2100、大腿结构件2101、可调压力块2102、大腿绑带2103、大腿陀螺仪传感器2104，

[0054] 小腿穿戴组件2200、小腿结构件2201、小腿滑轮组件2220、小腿滑轮2221、定位轴2222、摆动槽板2223、压线轮2224、摩擦块2225、定位螺柱2226、小腿绑带2203、小腿鲍登线锚点2204、小腿陀螺仪传感器2205，

[0055] 后侧驱动路径组件2300、正向驱动鲍登线2301、后侧拉力传感器2302、后侧分线器2303，后侧执行鲍登线2304，

[0056] 前侧驱动路径组件2400、反向驱动鲍登线2401、前侧拉力传感器2402、编织绳2403、前侧分线器2404、前侧执行线2305，

[0057] 踝部助力机构3000、足部结构件3001、踝部线盘3002、踝部编码器3003、踝部扭矩传感器3004、足部绑带3005、踝部鲍登线3006。

本发明的最佳实施方式

[0058] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效，以下结合附图及较佳实施例，对依据本发明申请的具体实施方式、结构、特征及其功效，详细说明如后。在下述说明中，不同的“一实施例”或“实施例”指的不一定是同一实施例。此外，一或多个实施例中的特定特征、结构、或特点可由任何合适形式组合。

[0059] 在本发明的描述中，需要明确的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序；术语“垂直”、“横向”、“纵向”、“前”、“后”、“左”、“右”、“上”、“下”、“水平”等指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅仅是为了便于描述本发明，而不是意味着所指的装置或元件必须具有特有的方位或位置，因此不能理解为对本发明的限制。

[0060] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0061] 实施例1

[0062] 本实施例提供了一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，参见图1和图2，主要包括驱动系统1000、髋膝联动绳驱机构2000、踝部助力机构3000。所述驱动系统1000穿戴于患者的下背及腰处，驱动系统1000通过驱动路径分别与髋膝联动绳驱机构2000和踝部助力机构3000相连，髋膝联动绳驱机构2000穿戴于患者下肢大腿和小腿上，踝部助力机构3000穿戴于患者足部并与髋膝联动绳驱机构2000与踝关节处装配相连。所述驱动系统1000主要包括背包机架组件1100、髋膝驱动模块1200、踝部驱动模块1300、系统电控组件1400和背包辅助组件。

[0063] 具体地，所述髋膝驱动模块1200和踝部驱动模块1300分别包括左右两个对称的驱动单元，分别提供对应外骨骼一侧腿的驱动路径，参见图3，以右侧为例，髋膝驱动模块1200和踝部驱动模块1300相背安装于背包机架1101上。背包机架组件1100包括背包机架1101、前背包护罩1102和后背包护罩1103。前背包护罩1102安装于背包机架1101前侧，后背包护罩1103安装于背包机架1101后侧。系统电控组件1400和背包辅助组件安装于背包机架组件1101上。

[0064] 作为本发明的一个优选实施例，如图4、图5及图6所示，髋膝驱动模块1200主要包括髋膝驱动电机1201、髋膝驱动链轮组件1220、髋膝链绳组件1230和髋膝驱动张紧组件1240。

[0065] 具体地，参见图4，所述髋膝驱动电机1201固装于背包机架1101的前板内侧，髋膝驱动链轮组件1220安装于髋膝驱动电机1201的输出法兰上，髋膝链绳组件1230和髋膝驱动链轮组件1220以链传动配合安装。

[0066] 参见图5，所述髋膝驱动链轮组件1220主要包括髋膝驱动联轴器1221、单向离合器1222、髋膝驱动链轮1223和轴端挡片1224。其中髋膝驱动联轴器1221安装于髋膝驱动电机1201的输出法兰上，两个髋膝驱动链轮1223依次通过单向离合器1222套装于髋膝驱动联轴器1221的轴径上，两个单向离合器1222正反背向安装，轴端挡片1224通过螺钉安装于髋膝驱动联轴器1221的轴端，轴向固定髋膝驱动链轮组件1220的各件。

[0067] 参见图4、图5，所述髋膝链绳组件1230主要包括髋膝正向驱动链条1231、链绳连接块1232、髋膝正向驱动绳1233、髋膝反向驱动链条1234、髋膝反向驱动绳1235。髋膝正向驱动链条1231和髋膝反向驱动链条1234分别与两个髋膝驱动链轮

1223以链传动配合并一端通过销固定于髋膝驱动链轮1223的固定孔，髋膝正向驱动绳1233和髋膝反向驱动绳1235分别通过链绳连接块1232连接于髋膝正向驱动链条1231和髋膝反向驱动链条1234的另一端。

[0068] 参见图4，所述髋膝驱动张紧组件1240主要包括链条压紧块Ⅰ1241、链条压紧块Ⅱ1242、张紧连接块1243、恒力弹簧1244、张紧组件销轴1245和滑动定位板1246，链条压紧块Ⅰ1241和链条压紧块Ⅱ1242成对安装于背包机架1101的前板，调整定位髋膝正向驱动链条1231和髋膝反向驱动链条1234，两个张紧连接块1243的固定孔端分别通过紧定螺钉固定于两个链绳连接块1232上，恒力弹簧1244的副板通过螺钉固定于张紧连接块1243的另一端，两个恒力弹簧1244依次转动安装于张紧组件销轴1245上，张紧组件销轴1245固装于背包机架1101的前板。

[0069] 作为本发明的一个优选实施例，参见图6，踝部驱动模块1300主要包括踝部驱动电机1301、踝部驱动链轮组件1320、踝部链绳组件1330和踝部驱动张紧组件1340。其中踝部驱动电机1301固装于背包机架1101的后板内侧，踝部驱动链轮组件1320安装于踝部驱动电机1301的输出法兰上，踝部链绳组件1330和踝部驱动链轮组件1320以链传动配合安装。

[0070] 具体地，如图6所示，所述踝部驱动链轮组件1320主要包括踝部驱动联轴器1321和踝部驱动链轮1322，踝部驱动链轮1322通过踝部驱动联轴器1321固连于踝部驱动电机1301的输出法兰上。其中踝部链绳组件1330主要包括踝部驱动链条1331、链绳连接块1232、踝部驱动绳Ⅰ1332和踝部驱动绳Ⅱ1333，踝部驱动链条1331与踝部驱动链轮1322以链传动配合，踝部驱动绳Ⅰ1332和踝部驱动绳Ⅱ1333分别通过链绳连接块1232连接于踝部驱动链条1331两端。其中踝部驱动张紧组件1340主要包括链条压紧块Ⅲ1341和链条压紧块Ⅳ1342，链条压紧块Ⅲ1341和链条压紧块Ⅳ1342成对安装于背包机架1101的后板，调整定位踝部驱动链条1331。

[0071] 作为本发明的一个优选实施例，参见图3，系统电控组件1400主要包括主控制板1401、蓝牙模块1402、操控屏1403和电池组1404，主控制板1401、蓝牙模块1402和电池组1404均固定安装于背包机架1101内侧，操控屏1403固定安装于背包机架1101前板前侧。所述电池组1404用于提供电能。蓝牙模块1402用于接收大腿陀螺仪传感器2104和小腿陀螺仪传感器2205的信号，并传输给主控制板1401。主

控制板1401用于接收处理各传感器信号，并根据预设程序控制髋膝驱动电机1201和踝部驱动电机1301，驱动外骨骼系统，对患者提供助力。操控屏1403用于显示患者当前下肢关节运动角度及助力估测值，并提供修正髋膝驱动电机1201和踝部驱动电机1301在不同助力阶段的助力力矩的操作条，以更新主控制板1401中程序的设定参数，帮助外骨骼系统更好地辅助助力。具体地，背包辅助组件主要包括散热模块1501、鲍登线夹1502和腰部支撑块1503。其中两个散热模块1501分别安装于前背包护罩1102前表面和后背包护罩1103上表面，用于进行散热。八个鲍登线夹1502分别安装于机架1101前板和机架1101后板，用于固定鲍登线的线鞘，腰部支撑块1503调整安装于后背包护罩1103上，根据患者体型确定具体安装于后背包护罩1103的位置。

[0072] 作为本发明的一个优选实施例，如图2及图7所示，髋膝联动绳驱机构2000主要包括大腿穿戴组件2100、小腿穿戴组件2200、后侧驱动路径组件2300和前侧驱动路径组件2400。如图2所示，所述髋膝联动绳驱机构中的大腿穿戴组件2100和小腿穿戴组件2200分别穿戴于患者的大腿和小腿上，此外部分贴合患者皮肤的绑缚结构可根据患者体型定制。其中后侧驱动路径组件2300的驱动端与外骨骼的驱动系统1000的髋膝正向驱动绳1233相连，通过锚点A1、A2、A3、A4将鲍登线线鞘定位于患者的下肢，末端固定锁紧于小腿穿戴组件2200上的O1处，其中前侧驱动路径组件2400的驱动端与外骨骼的驱动系统1000的髋膝反向驱动绳1235相连，通过锚点B1将鲍登线线鞘定位于患者的下肢，末端固定锁紧于大腿穿戴组件2100上的O2处。

[0073] 作为本发明的一个优选实施例，如图7、图8、图9及图10所示，大腿穿戴组件2100包括大腿结构件2101、可调压力块2102、大腿绑带2103和大腿陀螺仪传感器2104。其中大腿结构件2101和大腿绑带2103组合穿戴于患者大腿适当位置，并通过未示穿戴结构上下固定，可调压力块2102可调整装配于大腿结构件2101上的安装孔列上，大腿陀螺仪传感器2104安装于大腿结构件2101前侧卡槽内。

[0074] 具体地，参见图8和图9，所述小腿穿戴组件2200包括小腿结构件2201、小腿滑轮组件2220、小腿绑带2203、小腿鲍登线锚点2204和小腿陀螺仪传感器2205。其中小腿结构件2201和小腿绑带2203组合穿戴于患者小腿适当位置，小腿滑轮组件

2220安装于小腿结构件2201的上端悬臂上，小腿鲍登线锚点2204固定于小腿结构件2201外侧，小腿陀螺仪传感器2205安装于小腿结构件2201前侧卡槽内。

[0075] 所述小腿滑轮组件2220如图9及图10所示，主要包括小腿滑轮2221、定位轴2222、摆动槽板2223、压线轮2224、摩擦块2225和定位螺柱2226。定位轴2222穿过小腿结构件2201悬臂端部的轴孔且可自由转动，两端分别以轴肩和弹性挡圈定位，小腿滑轮2221置于小腿结构件2201悬臂内侧，并与定位轴2222形成轴孔间隙配合且自由转动，摆动槽板2223的两侧槽孔套接安装于小腿滑轮2221两侧且可自由摆动，压线轮2224通过轴位螺钉和螺母安装于小腿滑轮2221下方的长孔，同时摩擦块2225和定位螺柱2226通过螺母定位安装于长孔下方支撑板的孔内。

[0076] 作为本发明的一个优选实施例，参见图7和图8，所述后侧驱动路径组件2300主要包括正向驱动鲍登线2301、后侧拉力传感器2302、后侧分线器2303，后侧执行鲍登线2304。其中正向驱动鲍登线2301与外骨骼驱动系统1000的髋膝正向驱动绳1233相连，另一端固定于后侧拉力传感器2302一侧安装孔，后侧拉力传感器2302另一侧安装孔与后侧分线器2303中位轴固连，后侧执行鲍登线2304的钢丝绳穿过后侧分线器2303的弧形管且可自由滑动，后侧执行鲍登线2304的两端鲍登线于患者臀腿对称固定于锚点A1、A2、A3、A4，后侧执行鲍登线2304于大腿两侧伸出其线鞘的钢丝绳穿过位于大腿穿戴组件2100上的可调压力块2102的滑槽孔，并于末端穿过小腿穿戴组件2200中的定位轴2222两侧的径向孔内，通过紧定螺钉锁紧，即后侧驱动路径组件2300的拉动点O1处。

[0077] 作为本发明的一个优选实施例，参见图7和图8，前侧驱动路径组件2400主要包括反向驱动鲍登线2401、前侧拉力传感器2402、编织绳2403、前侧分线器2404和前侧执行线2305。其中反向驱动鲍登线2401与外骨骼的驱动系统1000的髋膝反向驱动绳1235相连，另一端固定于前侧拉力传感器2402一侧安装孔，前侧拉力传感器2402另一端安装孔与编织绳2403系紧，编织绳2403的路径需依次通过小腿穿戴组件2200中的摆动槽板2223的限位槽，绕进小腿滑轮2221，绕出小腿滑轮2221并于前侧分线器2404相连，前侧执行线2305应穿过前侧分线器2404的弧形管并将两端系紧于大腿穿戴组件2100中大腿结构件2101两侧的拉动点O2处。

[0078] 作为本发明的一个优选实施例，如图11所示，踝部助力机构3000主要包括足部结构件3001、踝部线盘3002、踝部编码器3003、踝部扭矩传感器3004、足部绑带3005和踝部鲍登线3006。

[0079] 具体地，足部结构件3001配合足部绑带3005穿戴于患者足部，足部结构件3001两侧竖板上端的定位孔通过销轴与小腿穿戴组件2200中的小腿结构件2201的踝部轴孔转动相连，允许轴向有少量间隙，踝部线盘3002与足部结构件3001通过踝部编码器3003上的法兰孔以螺钉固定连接，特别地，如果不需测量踝部扭矩，可通过足部结构件3001竖板上的定位孔固连，踝部编码器3003壳体同轴固定于踝部线盘3002外侧，同时踝部编码器3003的转轴通过紧定螺钉与小腿结构件2201固定。足部鲍登线3006的线鞘固定于小腿鲍登线锚点2204，内线一端与踝部驱动模块1300中的踝部驱动绳Ⅰ1332和踝部驱动绳Ⅱ1333相连，一端固定于踝部线盘3002的驱动点。

[0080] 作为本发明的一个优选实施例，大腿结构件2101和小腿结构件2201的材料优选PA12或碳纤维材料，鲍登线优选内线为1.2mm的钢丝绳，外鞘优选具有pvc内衬高碳钢内层的组合，小腿滑轮2221优选聚乙烯等具有一定硬度和润滑性的有机材料，压线轮2224和摩擦块2225优选橡胶材料。特别地，编织绳2403和前侧执行线2305优先柔性较好且具有一定摩擦系数的编织绳类型。

[0081] 本实施例在使用时，应穿戴于患者下背及后腰处，各驱动路径与各传动结构分别相连，通过操作屏1403或已设定的程序进行控制。本发明主要对患者前行步态周期中进行三种辅助助力：于站立伸展步态阶段对髋膝关节进行伸展助力，于摆动伸展步态阶段对髋关节进行屈曲助力和膝关节进行伸展助力，根据患者步态特性对踝关节进行背屈或跖屈助力。

[0082] 当在站立伸展步态阶段对患者髋膝关节进行助力时，主控制板1401通过接收处理大腿陀螺仪传感器2104、小腿陀螺仪传感器2205和踝部编码器3003的信号，判断当前患者运动状态为站立伸展步态阶段，并根据预设程序和操控屏1403的输入信号，控制髋膝驱动电机1201正转，与髋膝正向驱动链条1231配合的髋膝驱动链轮1223因其对应的单向离合器1222为啮合状态，拉动髋膝正向驱动绳1233，与髋膝反向驱动链条1234配合的髋膝驱动链轮1223因其对应的单向离合器1222为越

程状态，髋膝反向驱动绳1235无额外驱动力，从而拉动后侧驱动路径组件2300的正向驱动鲍登线2301，带动后侧分线器2303和后侧执行鲍登线2304的内线产生位移，同时后侧拉力传感器2302实时测定后侧驱动路径组件2300内拉动力大小。此时后侧执行鲍登线2304的内线伸出外鞘的部分同时通过大腿穿戴组件2100上的可调压力块2102的滑槽孔并于线端部锁紧于小腿穿戴组件2200中的定位轴2222两侧的径向孔内，分别通过钢丝绳的内张力分力对大腿穿戴组件2100产生压力和对小腿穿戴组件2200产生拉力，进而分别产生对患者髋关节和膝关节的助力力矩。其中外骨骼对患者大腿的助力分配可通过改变大腿穿戴组件2100上的可调压力块2102的定位，进而改变后侧执行鲍登线2304通过可调压力块2102时的角度变动量，改变大腿助力大小。

[0083] 当在摆动伸展步态阶段对患者髋膝关节进行助力时，主控制板1401通过接收处理大腿陀螺仪传感器2104、小腿陀螺仪传感器2205和踝部编码器3003的信号，判断挡圈患者运动状态为摆动伸展步态阶段，并根据预设程序和操控屏1403的输入信号，控制髋膝驱动电机1201反转，与髋膝反向驱动链条1234配合的髋膝驱动链轮1223因其对应的单向离合器1222为啮合状态，拉动髋膝反向驱动绳1235，与髋膝正向驱动链条1231配合的髋膝驱动链轮1223因其对应的单向离合器1222为越程状态，髋膝正向驱动绳1233无额外驱动力，拉动前侧驱动路径组件2400的反向驱动鲍登线2401，带动编织绳2403产生位移，同时前侧拉力传感器2402实时测定前侧驱动路径组件2400内拉动力大小。此时编织绳2403在张紧状态下同时绕行小腿穿戴组件2200中的小腿滑轮2221并通过前侧分线器2404拉动前侧执行线2305，分别对小腿滑轮2221产生压力和对大腿结构件2101产生拉力，进而分别产生对患者髋关节和膝关节的助力力矩。

[0084] 其中外骨骼对患者大腿的助力分配可通过改变小腿穿戴组件2200上的摩擦块2225和定位螺柱2226顶紧编织绳2403于小腿滑轮2221上线槽内，以大幅减小外骨骼对患者髋关节的助力力矩。特别地需要注意在调整定位螺柱2226时，需保证绕出部分的编织绳和前侧执行线2305处于松弛状态，以免外骨骼影响患者膝关节的运动空间。

[0085] 当根据患者步态特性对踝关节进行背屈或跖屈助力时，踝部驱动电机1301转动，通过踝部驱动链轮1322带动踝部链绳组件1330，使踝部驱动绳Ⅰ1332和踝部驱动绳Ⅱ1333所在驱动路径相对运动，带动踝部鲍登线3006驱动踝部线盘3002转动，从而使足部结构件3001对患者踝部产生助力力矩。在外骨骼系统处于启动状态下时，操控屏1403显示患者下肢髋膝踝关节的估测角度值和当前对患者髋膝踝关节的估算助力值，以及提供修正主控制板1401中预设程序部分参数的控制条。其中控制条应根据患者穿戴外骨骼后步行训练的反馈进行逐步调整。

[0086] 综上，本领域技术人员容易理解的是，在不冲突的前提下，上述各有利技术特征可以自由地组合、叠加。

[0087] 以上，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

权利要求书

[权利要求 1] 一种用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

包括驱动系统（1000）、髋膝联动绳驱机构（2000）、踝部助力机构（3000）；

所述驱动系统（1000）包括背包机架组件（1100），以及设置在背包机架组件（1100）上的髋膝驱动模块（1200）、踝部驱动模块（1300）、系统电控组件（1400）和背包辅助组件；背包机架组件（1100）包括背包机架（1101）、前背包护罩（1102）和后背包护罩（1103）；

系统电控组件（1400）、背包辅助组件安装于背包机架组件（1101）上；前背包护罩（1102）安装于背包机架（1101）前侧，后背包护罩（1103）安装于背包机架（1101）后侧；

所述系统电控组件（1400）包括主控制板（1401）、蓝牙模块（1402）、操控屏（1403）和电池组（1404），主控制板（1401）、蓝牙模块（1402）和电池组（1404）均固定安装于背包机架（1101）内侧，操控屏（1403）固定安装于背包机架（1101）前板前侧；

所述髋膝驱动模块（1200）和踝部驱动模块（1300）分别包括左右两个对称的驱动单元；

所述髋膝驱动模块（1200）的驱动单元包括髋膝驱动电机（1201）和两个传动组件；

所述髋膝联动绳驱机构（2000）包括左右对称的两个单元，每个单元包括大腿穿戴组件（2100）、小腿穿戴组件（2200）、后侧驱动路径组件（2300）和前侧驱动路径组件（2400）；

所述髋膝驱动电机（1201）通过一个传动组件、后侧驱动路径组件（2300）对大腿穿戴组件（2100）产生压力和对小腿穿戴组件（2200）产生拉力，进而分别产生髋关节和膝关节的助力力矩；所述髋膝驱动电机（1201）依次通过另一个传动组件前侧驱动路径组

件（2400）分别对小腿穿戴组件（2200）产生压力和对大腿穿戴组件（2100）产生拉力，进而分别产生髋关节和膝关节的助力力矩；

踝部助力机构（3000）包括足部结构件（3001）、踝部线盘（3002）和踝部鲍登线（3006）；所述足部结构件（3001）通过销轴与小腿穿戴组件（2200）的踝部轴孔转动相连，所述足部鲍登线（3006）内线一端与踝部驱动模块（1300）的驱动单元相连，另一端固定于踝部线盘（3002）上；

所述踝部驱动模块（1300）带动足部鲍登线（3006）驱动踝部线盘（3002）转动，从而使足部结构件（3001）产生助力力矩。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述髋膝驱动模块（1200）的驱动单元的传动组件包括髋膝驱动链轮组件（1220）、髋膝链绳组件（1230）；

所述髋膝驱动链轮组件（1220）包括髋膝驱动联轴器（1221）、单向离合器（1222）、髋膝驱动链轮（1223）和轴端挡片（1224）；

其中髋膝驱动联轴器（1221）安装于髋膝驱动电机（1201）的输出法兰上，两个髋膝驱动链轮（1223）依次通过单向离合器（1222）套装于髋膝驱动联轴器（1221）的轴径上，两个单向离合器（1222）正反背向安装，轴端挡片（1224）通过螺钉安装于髋膝驱动联轴器（1221）的轴端，轴向固定髋膝驱动链轮组件（1220）的各件；

其中髋膝链绳组件（1230）包括髋膝正向驱动链条（1231）、链绳连接块（1232）、髋膝正向驱动绳（1233）、髋膝反向驱动链条（1234）、髋膝反向驱动绳（1235）；髋膝正向驱动链条（1231）和髋膝反向驱动链条（1234）分别与两个髋膝驱动链轮（1223）以链传动配合，并且两个链条的一端通过销固定于髋膝驱动链轮（1223）的固定孔，髋膝正向驱动绳（1233）和髋膝反向驱动绳

（1235）分别通过链绳连接块（1232）连接于髋膝正向驱动链条（1231）和髋膝反向驱动链条（1234）的另一端。

[权利要求 3] 根据权利要求2所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述大腿穿戴组件（2100）包括大腿结构件（2101）、可调压力块（2102）、大腿绑带（2103）和大腿陀螺仪传感器（2104）；大腿结构件（2101）和大腿绑带（2103）连接，可调压力块（2102）可调整装配于大腿结构件（2101）上的安装孔列上，大腿陀螺仪传感器（2104）安装于大腿结构件（2101）前侧卡槽内。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述小腿穿戴组件（2200）包括小腿结构件（2201）、小腿滑轮组件（2220）、小腿绑带（2203）、小腿鲍登线锚点（2204）和小腿陀螺仪传感器（2205）；其中小腿结构件（2201）和小腿绑带（2203）连接，小腿滑轮组件（2220）安装于小腿结构件（2201）的上端悬臂上，小腿鲍登线锚点（2204）固定于小腿结构件（2201）外侧，小腿陀螺仪传感器（2205）安装于小腿结构件（2201）前侧卡槽内；

其中小腿滑轮组件（2220）包括小腿滑轮（2221）、定位轴（2222）、摆动槽板（2223）、压线轮（2224）、摩擦块（2225）和定位螺柱（2226）；定位轴（2222）穿过小腿结构件（2201）悬臂端部的轴孔且可自由转动，小腿滑轮（2221）置于小腿结构件（2201）悬臂内侧，并与定位轴（2222）形成轴孔间隙配合且自由转动，摆动槽板（2223）的两侧槽孔套接安装于小腿滑轮（2221）两侧且可自由摆动，压线轮（2224）通过轴位螺钉和螺母安装于小腿滑轮（2221）下方的长孔，同时摩擦块（2225）和定位螺柱（2226）通过螺母定位安装于长孔下方支撑板的孔内。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述后侧驱动路径组件（2300）包括正向驱动鲍登线（2301）、后侧拉力传感器（2302）、后侧分线器（2303）、后侧执行鲍登线（2304）；其中正向驱动鲍登线（2301）与外骨骼驱动系统（1000）的髋膝正向驱动绳（1233）相连，另一端固定于后侧拉力传感器（2302）一侧安装孔，后侧拉力传感器（2302）另一侧安装孔与后侧分线器（2303）中位轴固连，后侧执行鲍登线（2304）的钢丝绳穿过后侧分线器（2303）的弧形管且可自由滑动，后侧执行鲍登线（2304）于大腿两侧伸出其线鞘的钢丝绳穿过位于大腿穿戴组件（2100）上的可调压力块（2102）的滑槽孔，并于末端穿过小腿穿戴组件（2200）中的定位轴（2222）两侧的径向孔内，通过紧定螺钉锁紧。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述前侧驱动路径组件（2400）包括反向驱动鲍登线（2401）、前侧拉力传感器（2402）、编织绳（2403）、前侧分线器（2404）和前侧执行线（2305）；其中反向驱动鲍登线（2401）与外骨骼的驱动系统（1000）的髋膝反向驱动绳（1235）相连，另一端固定于前侧拉力传感器（2402）一侧安装孔，前侧拉力传感器（2402）另一端安装孔与编织绳（2403）系紧，编织绳（2403）的路径需依次通过小腿穿戴组件（2200）中的摆动槽板（2223）的限位槽，绕进小腿滑轮（2221），绕出小腿滑轮（2221）并于前侧分线器（2404）相连，前侧执行线（2305）应穿过前侧分线器（2404）的弧形管并将两端系紧于大腿穿戴组件（2100）中大腿结构件（2101）两侧。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述踝部驱动模块（1300）的驱动单元包括踝部驱动电机（1301）、踝部驱动链轮组件（1320）、踝部链绳组件（1330）和踝部驱动张紧组件（1340）；其中踝部驱动链轮组件（1320）安装于踝部驱动电机（1301）的输出法兰上，踝部链绳组件（1330）和踝部驱动链轮组件（1320）以链传动配合安装；

其中踝部驱动链轮组件（1320）包括踝部驱动联轴器（1321）和踝部驱动链轮（1322），踝部驱动链轮（1322）通过踝部驱动联轴器（1321）固连于踝部驱动电机（1301）的输出法兰上；

其中踝部链绳组件（1330）包括踝部驱动链条（1331）、链绳连接块（1232）、踝部驱动绳Ⅰ（1332）和踝部驱动绳Ⅱ（1333），踝部驱动链条（1331）与踝部驱动链轮（1322）以链传动配合，踝部驱动绳Ⅰ（1332）和踝部驱动绳Ⅱ（1333）分别通过链绳连接块（1232）连接于踝部驱动链条（1331）两端。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

所述踝部助力机构（3000）还包括踝部编码器（3003）、足部绑带（3005）；

所述足部结构件（3001）两侧竖板上端的定位孔通过销轴与小腿穿戴组件（2200）中的小腿结构件（2201）的踝部轴孔转动相连，踝部线盘（3002）固定于足部结构件（3001）上，踝部编码器（3003）壳体同轴固定于踝部线盘（3002）外侧，同时踝部编码器（3003）的转轴通过紧定螺钉与小腿结构件（2201）固定；足部鲍登线（3006）的线鞘固定于小腿鲍登线锚点（2204），内线一端与踝部驱动模块（1300）中的踝部驱动绳Ⅰ（1332）和踝部驱动绳Ⅱ（1333）相连，另一端固定于踝部线盘（3002）上。

[权利要求 9] 根据权利要求1所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

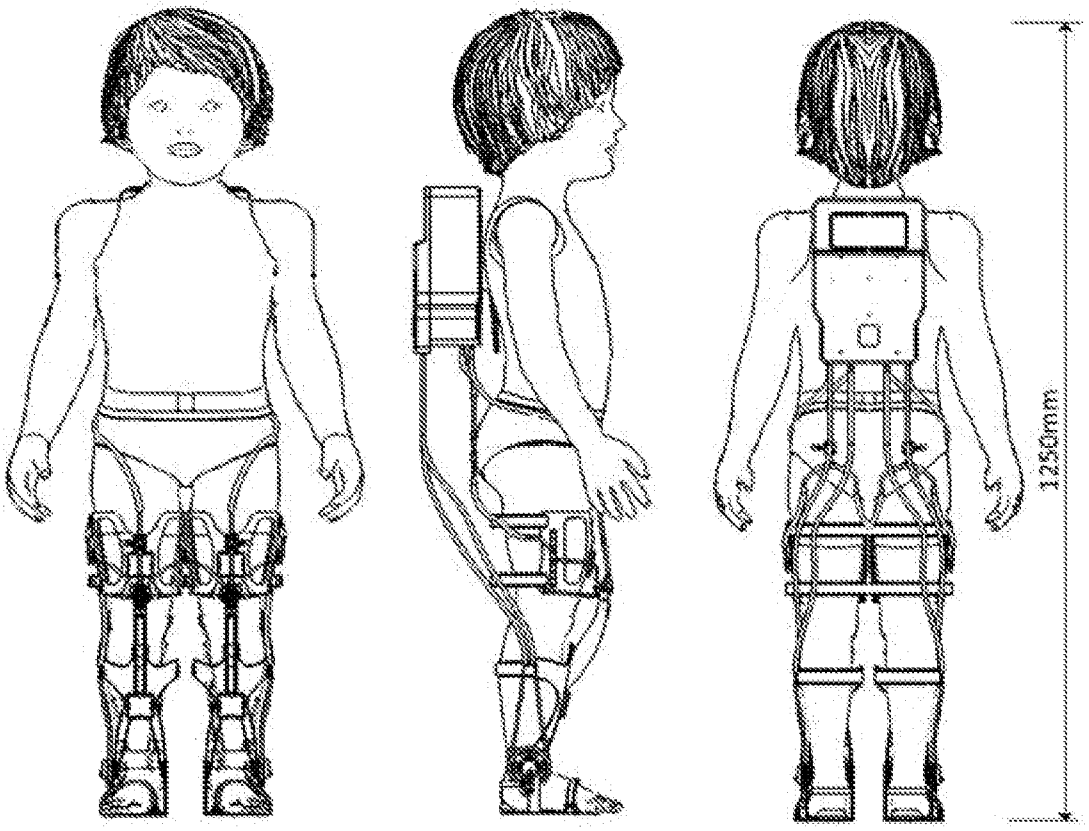
所述背包辅助组件包括散热模块（1501）、鲍登线夹（1502）和腰部支撑块（1503）；其中两个散热模块（1501）分别安装于前背包护罩（1102）前表面和后背包护罩（1103）上表面，鲍登线夹（1502）分别安装于机架（1101）前板和机架（1101）后板，用于固定鲍登线的线鞘，腰部支撑块（1503）调整安装于后背包护罩（1103）上。

[权利要求 10] 根据权利要求8所述的用于脑瘫儿童的多关节柔性下肢外骨骼，其特征在于：

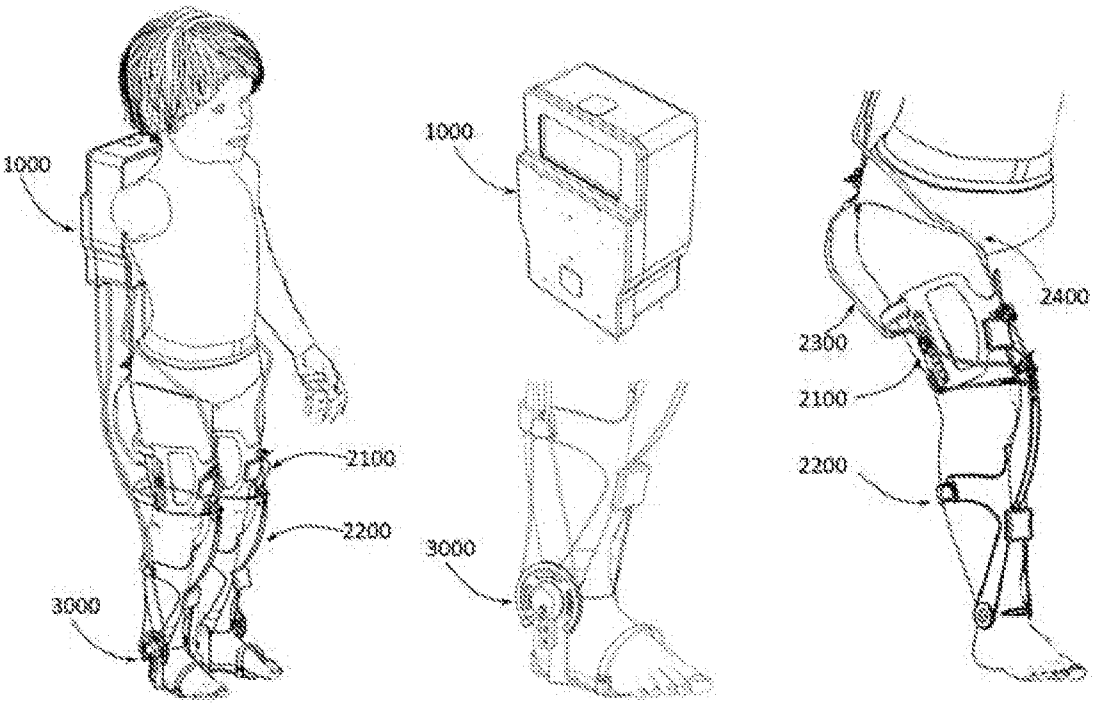
所述髋膝驱动模块（1200）包括髋膝驱动张紧组件（1240），

所述髋膝驱动张紧组件（1240）包括链条压紧块Ⅰ（1241）、链条压紧块Ⅱ（1242）、张紧连接块（1243）、恒力弹簧（1244）、张紧组件销轴（1245）和滑动定位板（1246），链条压紧块Ⅰ（1241）和链条压紧块Ⅱ（1242）成对安装于背包机架（1101）的前板，调整定位髋膝正向驱动链条（1231）和髋膝反向驱动链条（1234），两个张紧连接块（1243）的固定孔端分别通过紧定螺钉固定于两个链绳连接块（1232）上，恒力弹簧（1244）的副板通过螺钉固定于张紧连接块（1243）的另一端，两个恒力弹簧（1244）依次转动安装于张紧组件销轴（1245）上，张紧组件销轴（1245）固装于背包机架（1101）的前板。

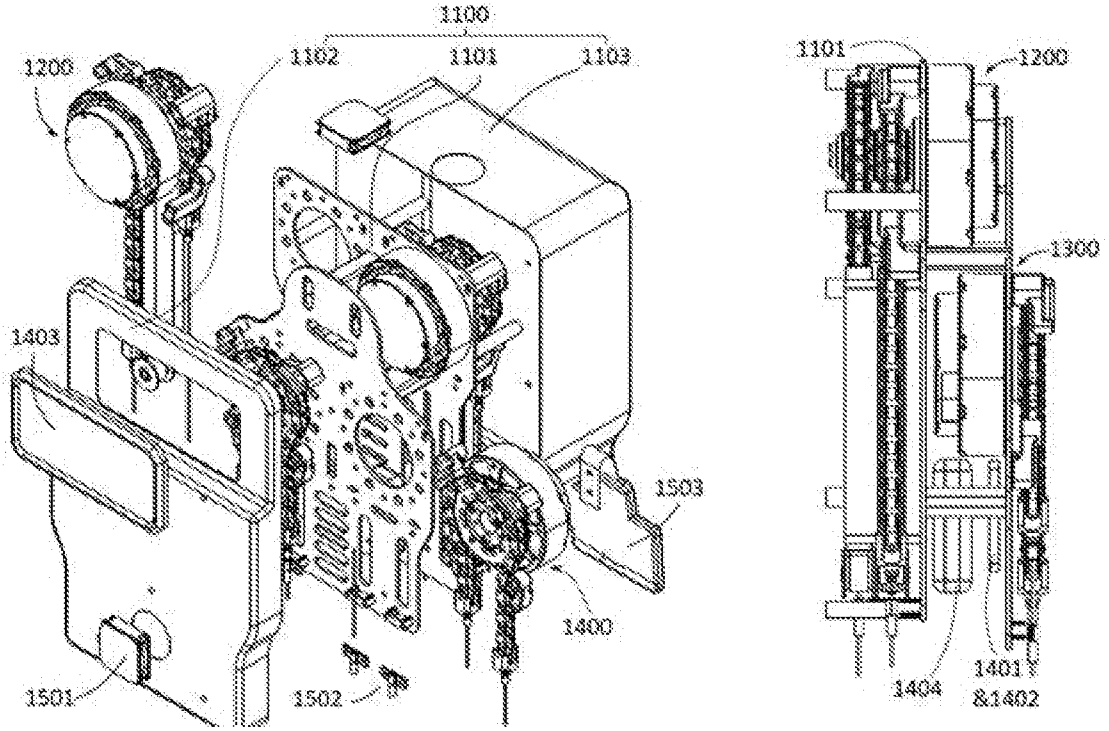
[图1]



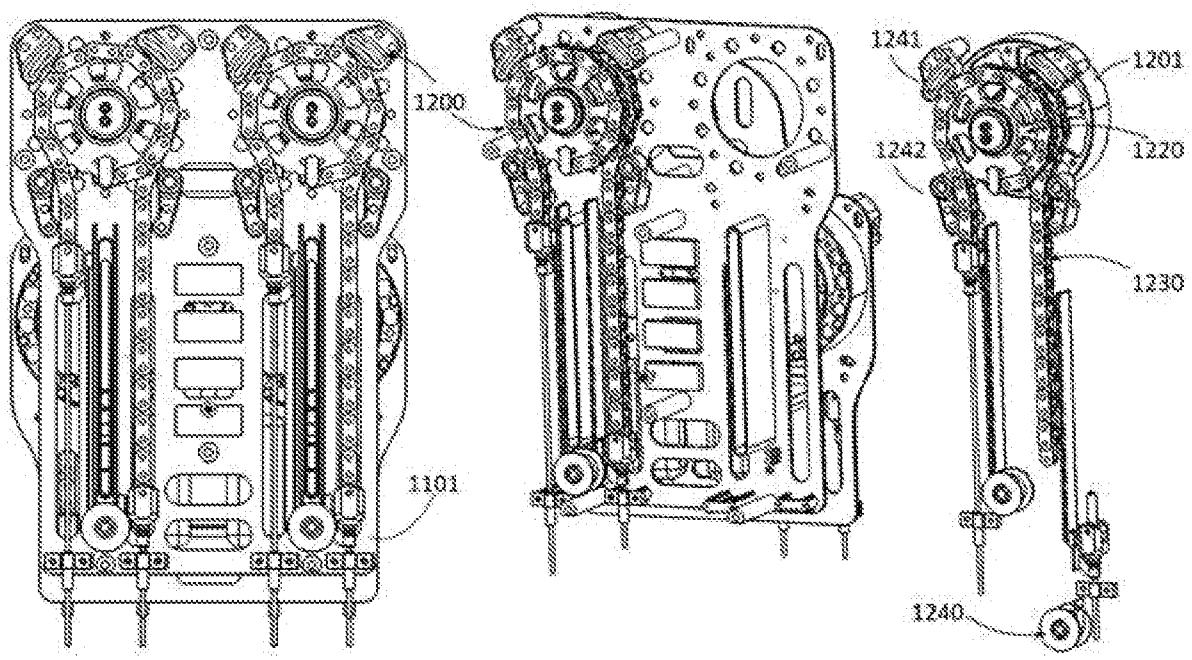
[图2]



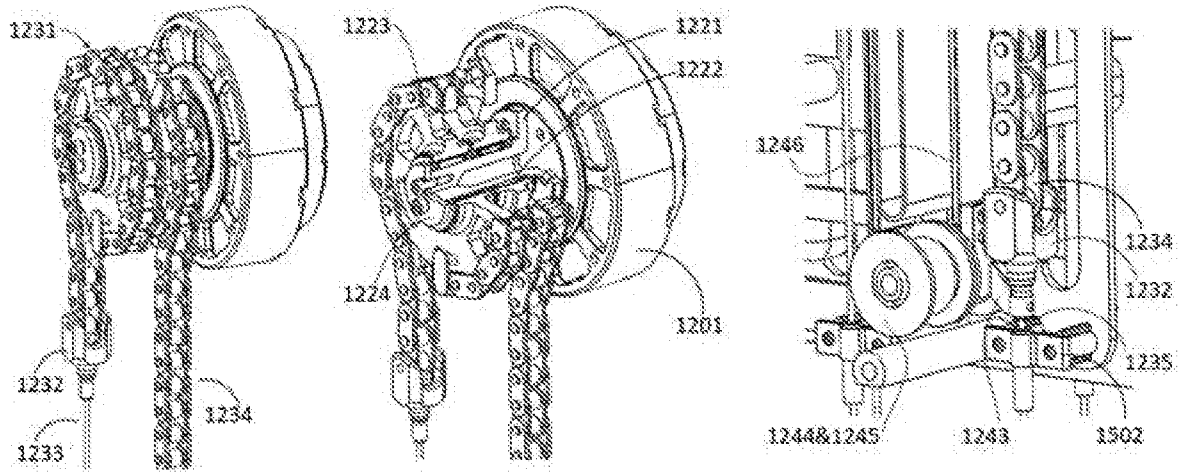
[图3]


1100
1102
1101
1103
1200
1403
1503
1400
1501
1502
1101
1200
1300
1404
1401
&1402

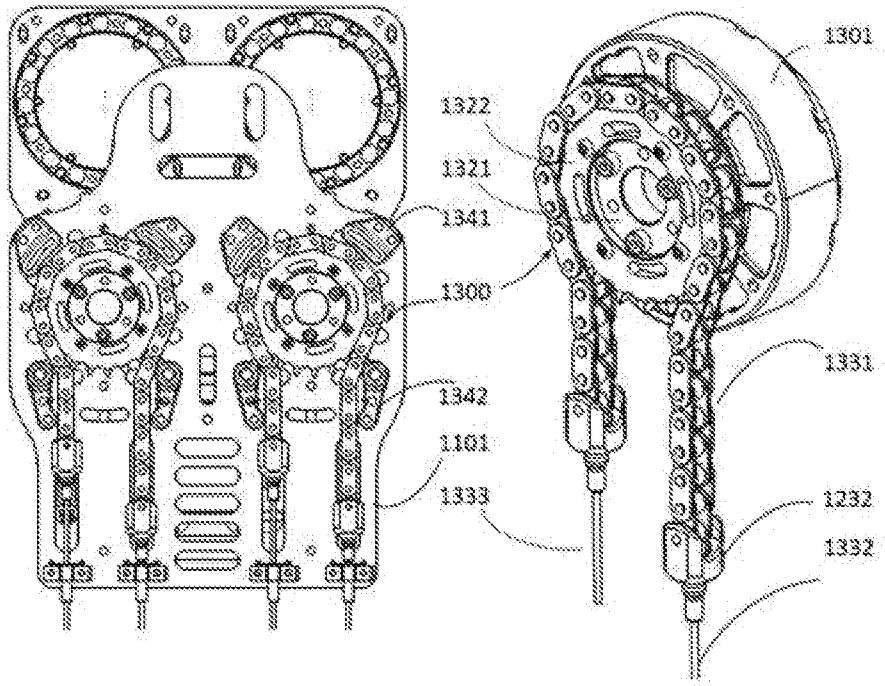
[图4]


1200
1101
1241
1201
1242
1220
1230
1240

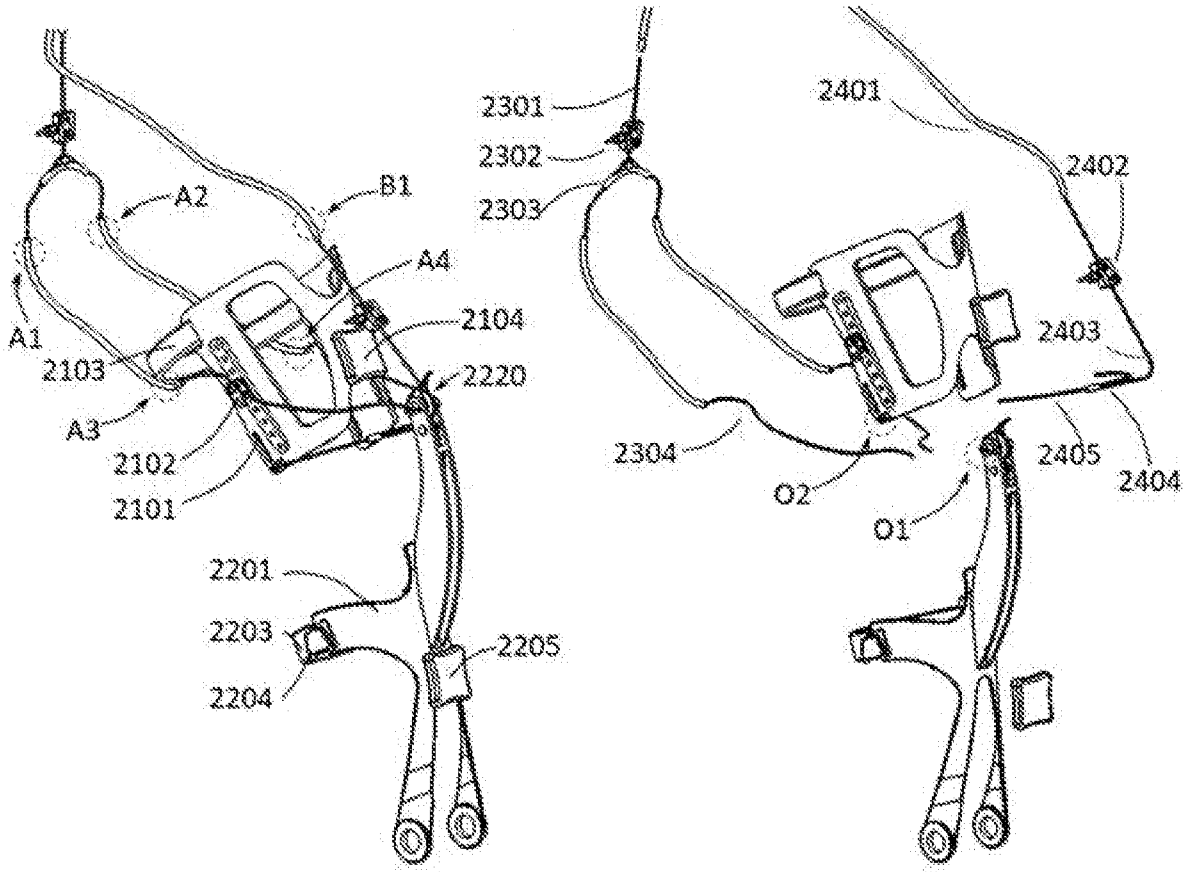
[图5]


1231
1232
1233
1234
1223
1221
1222
1224
1201
1246
1234
1232
1235
1244&1245
1243
1502

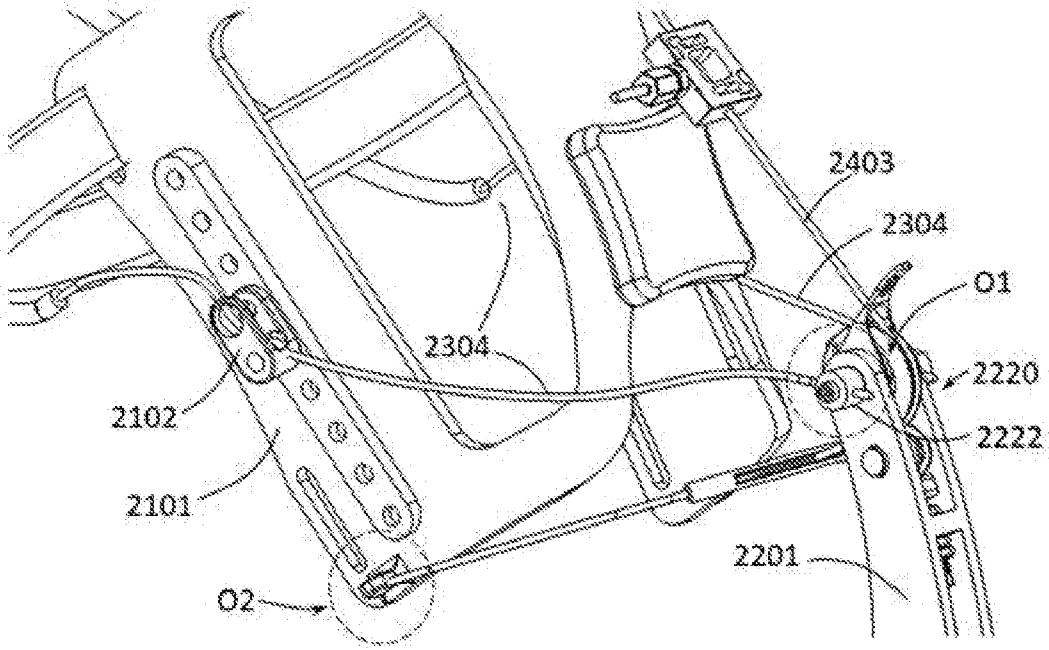
[图6]


1322
1321
1341
1300
1342
1101
1333
1301
1331
1232
1332

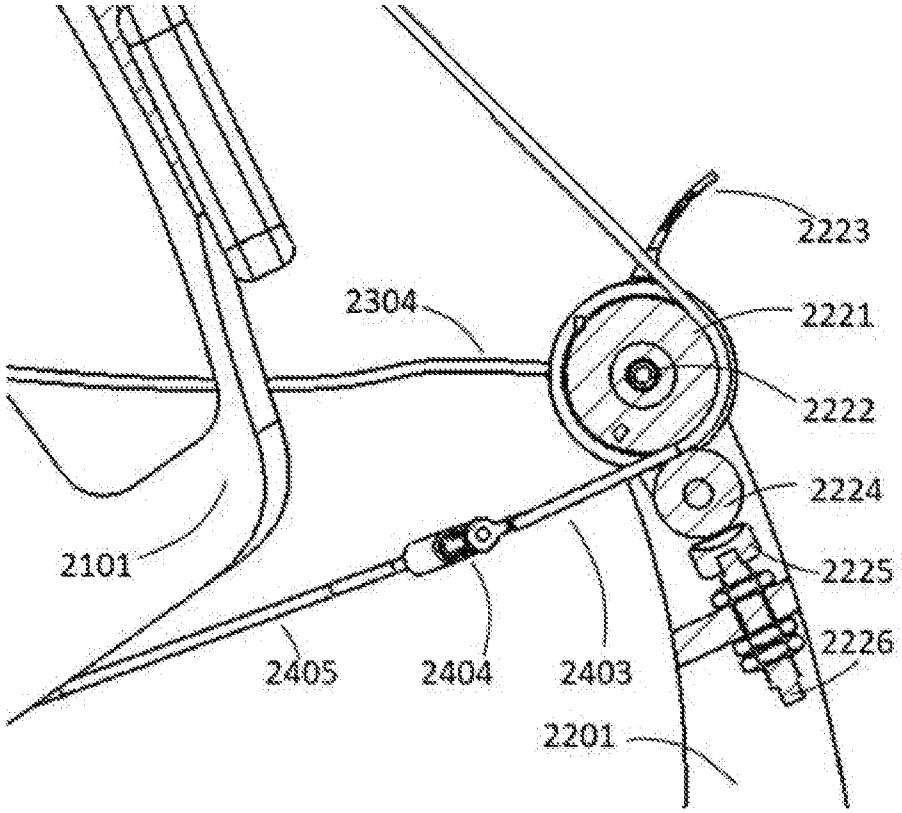
[图7]


A2
B1
A4
A1
2104
2103
2220
A3
2102
2101
2201
2203
2205
2204
2301
2302
2303
2401
2402
2403
2304
2405
2404
O2
O1

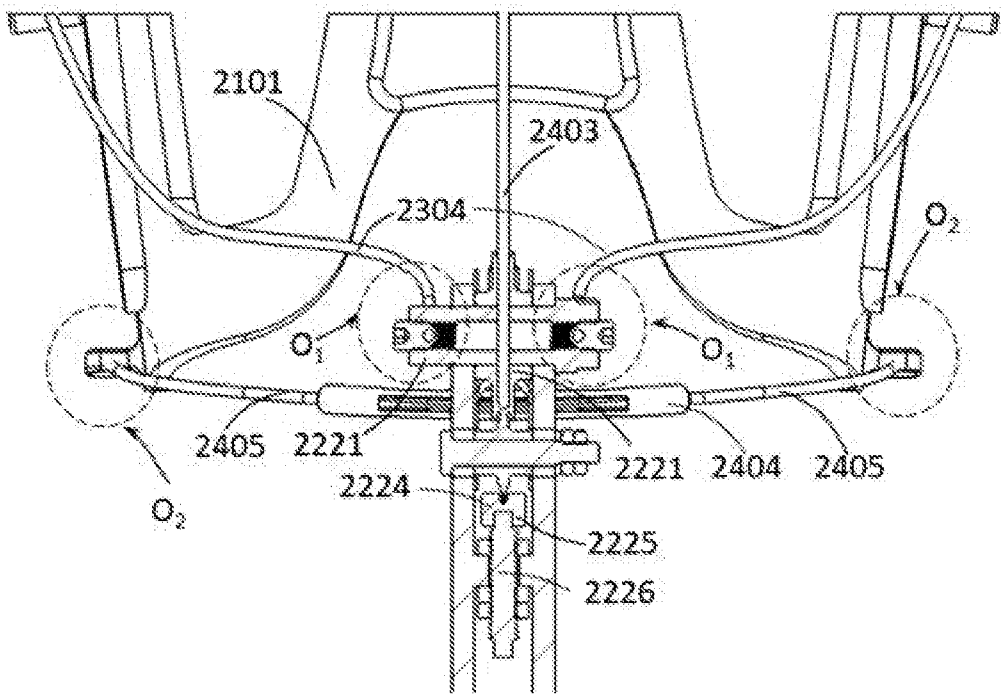
[图8]


2403
2304
O1
2304
2220
2102
2222
2101
2201
O2

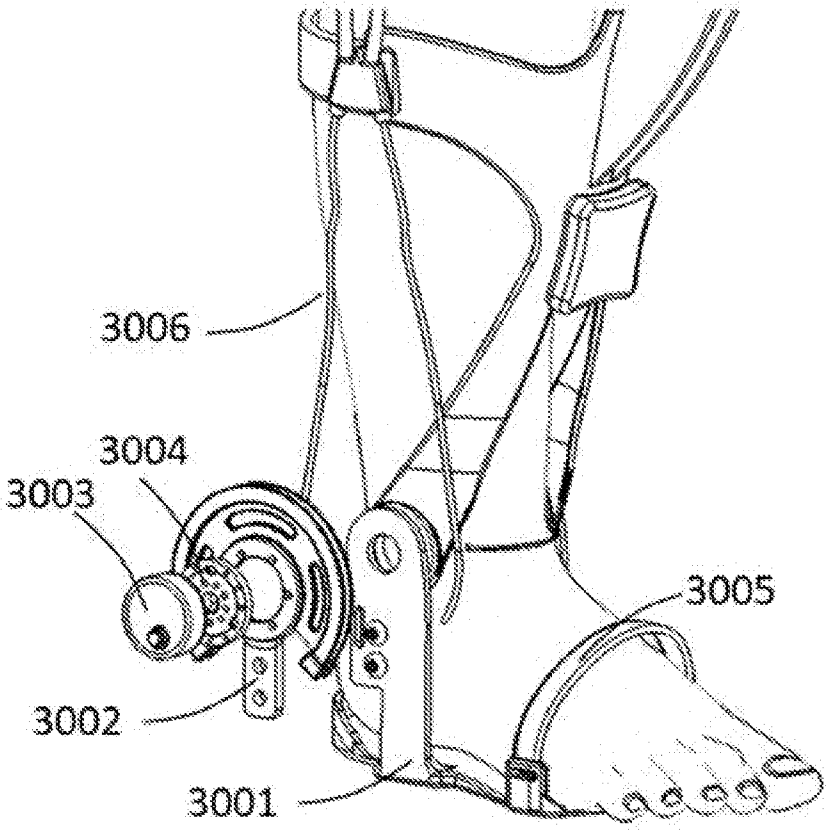
[图9]


2223
2304
2221
2222
2224
2225
2226
2101
2405
2404
2403
2201

[图10]


2101
2403
2304
O2
O1
O1
2405
2221
2221
2404
2405
2224
O2
2225
2226

[图11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/137618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61H3/00(2006.01)i; B25J9/00(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)

IPC: A61H, B25J

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, CNABS, CNTXT, ENTXT, DWPI: 深圳先进技术研究院, 曹武警, 吴新宇, 杜思达, 陈春杰, 徐天添, 尹猛, 马跃, 李金科, 下肢, 腿, 关节, 柔性, 外骨骼, 助力, 髋, 膝, 踝, 联动, 联合, 鲍登, 线, 缆, 绳, 驱动, 传动, lower, limb, leg, joint, flex+, exoskelet+, power, assist+, hip, knee, ankle, link+, Bowden, wire, driv+, actuat+, trans+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116637005 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 August 2023 (2023-08-25) claims 1-10	1-10
PX	CN 116637006 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 August 2023 (2023-08-25) claims 1-10, description, paragraphs [0044]-[0083], and figures 1-11	1-10
Y	CN 111409061 A (JINAN MAOZHUA INTELLIGENT MACHINERY CO., LTD.) 14 July 2020 (2020-07-14) description, paragraphs [0018]-[0028], and figures 1-3	1, 9
Y	US 2014100492 A1 (SONY CORP.) 10 April 2014 (2014-04-10) description, paragraphs [0037] and [0085]	1, 9
A	CN 111449915 A (SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 July 2020 (2020-07-28) entire document	1-10

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
06 February 2024	**20 February 2024**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112704627 A (FUDAN UNIVERSITY et al.) 27 April 2021 (2021-04-27) entire document	1-10
A	CN 110897834 A (JINLING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 24 March 2020 (2020-03-24) entire document	1-10
A	CN 109730904 A (LIU KUN) 10 May 2019 (2019-05-10) entire document	1-10
A	CN 102164571 A (BERKELEY BIONICS) 24 August 2011 (2011-08-24) entire document	1-10
A	CN 107468487 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 15 December 2017 (2017-12-15) entire document	1-10
A	JP 2016059763 A (UNIVERSITY OF YAMANASHI) 25 April 2016 (2016-04-25) entire document	1-10
A	JP 2012090849 A (PANASONIC CORP.) 17 May 2012 (2012-05-17) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/137618

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 116637005 A	25 August 2023	None	
CN 116637006 A	25 August 2023	None	
CN 111409061 A	14 July 2020	WO 2021218049 A1	04 November 2021
US 2014100492 A1	10 April 2014	US 10123932 B2	13 November 2018
		JP 2014073222 A	24 April 2014
CN 111449915 A	28 July 2020	None	
CN 112704627 A	27 April 2021	CN 214968610 U	03 December 2021
		WO 2022143196 A1	07 July 2022
CN 110897834 A	24 March 2020	None	
CN 109730904 A	10 May 2019	None	
CN 102164571 A	24 August 2011	WO 2010036791 A1	01 April 2010
		IL 211001 A0	28 April 2011
		IL 211001 A	31 March 2016
		EP 2346467 A1	27 July 2011
		EP 2346467 B1	17 July 2019
		CA 2734469 A1	01 April 2010
		CA 2734469 C	28 June 2016
		US 2011166489 A1	07 July 2011
		US 9011354 B2	21 April 2015
		AU 2009296645 A1	01 April 2010
		AU 2009296645 B2	23 April 2015
CN 107468487 A	15 December 2017	None	
JP 2016059763 A	25 April 2016	None	
JP 2012090849 A	17 May 2012	JP 5697947 B2	08 April 2015

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/137618

A. 主题的分类

A61H3/00(2006.01)i；B25J9/00(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)

IPC: A61H, B25J

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, CNABS, CNTXT, ENTXT, DWPI：深圳先进技术研究院，曹武警，吴新宇，杜思达，陈春杰，徐天添，尹猛，马跃，李金科，下肢，腿，关节，柔性，外骨骼，助力，髋，膝，踝，联动，联合，鲍登，线，缆，绳，驱动，传动，lower, limb, leg, joint, flex+, exoskelet+, power, assist+, hip, knee, ankle, link+, Bowden, wire, driv+, actuat+, trans+

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
PX	CN 116637005 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2023年8月25日 (2023 - 08 - 25) 权利要求1-10	1-10
PX	CN 116637006 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2023年8月25日 (2023 - 08 - 25) 权利要求1-10，说明书第[0044]-[0083]段、附图1-11	1-10
Y	CN 111409061 A (济南猫爪智能机械有限公司) 2020年7月14日 (2020 - 07 - 14) 说明书第[0018]-[0028]段、图1-3	1，9
Y	US 2014100492 A1 (SONY CORPORATION) 2014年4月10日 (2014 - 04 - 10) 说明书第[0037],[0085]段	1，9
A	CN 111449915 A (南方科技大学) 2020年7月28日 (2020 - 07 - 28) 全文	1-10
A	CN 112704627 A (复旦大学 等) 2021年4月27日 (2021 - 04 - 27) 全文	1-10
A	CN 110897834 A (金陵科技学院) 2020年3月24日 (2020 - 03 - 24) 全文	1-10

☑ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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	国际检索报告邮寄日期
2024年2月6日	2024年2月20日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 王玮 电话号码 (+86) 010-53962498

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	CN 109730904 A (刘坤) 2019年5月10日 (2019 - 05 - 10) 全文	1-10
A	CN 102164571 A (伯克利仿生技术公司) 2011年8月24日 (2011 - 08 - 24) 全文	1-10
A	CN 107468487 A (东南大学) 2017年12月15日 (2017 - 12 - 15) 全文	1-10
A	JP 2016059763 A (国立大学法人山梨大学) 2016年4月25日 (2016 - 04 - 25) 全文	1-10
A	JP 2012090849 A (PANASONIC CORPORATION) 2012年5月17日 (2012 - 05 - 17) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/137618

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	116637005	A	2023年8月25日	无			
CN	116637006	A	2023年8月25日	无			
CN	111409061	A	2020年7月14日	WO	2021218049	A1	2021年11月4日
US	2014100492	A1	2014年4月10日	US	10123932	B2	2018年11月13日
				JP	2014073222	A	2014年4月24日
CN	111449915	A	2020年7月28日	无			
CN	112704627	A	2021年4月27日	CN	214968610	U	2021年12月3日
				WO	2022143196	A1	2022年7月7日
CN	110897834	A	2020年3月24日	无			
CN	109730904	A	2019年5月10日	无			
CN	102164571	A	2011年8月24日	WO	2010036791	A1	2010年4月1日
				IL	211001	A0	2011年4月28日
				IL	211001	A	2016年3月31日
				EP	2346467	A1	2011年7月27日
				EP	2346467	B1	2019年7月17日
				CA	2734469	A1	2010年4月1日
				CA	2734469	C	2016年6月28日
				US	2011166489	A1	2011年7月7日
				US	9011354	B2	2015年4月21日
				AU	2009296645	A1	2010年4月1日
				AU	2009296645	B2	2015年4月23日
CN	107468487	A	2017年12月15日	无			
JP	2016059763	A	2016年4月25日	无			
JP	2012090849	A	2012年5月17日	JP	5697947	B2	2015年4月8日