

(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
2021 年 12 月 2 日 (02.12.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/238293 A1

(51) 国际专利分类号:
B25J 18/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/074171

(22) 国际申请日: 2021 年 1 月 28 日 (28.01.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010449127.7 2020 年 5 月 25 日 (25.05.2020) CN

(71) 申请人: 南京航空航天大学 (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。

(72) 发明人: 王尧尧 (WANG, Yaoyao); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。 付豪 (FU, Hao); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。 陈柏 (CHEN, Bai); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。

(74) 代理人: 南京苏高专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING SUGAO PATENT AND TRADEMARK FIRM (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市白下区中山东路 198 号龙台国际大厦 1912 室, Jiangsu 210005 (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,

(54) Title: WEARABLE CABLE-DRIVEN ROBOTIC ARM SYSTEM

(54) 发明名称: 可穿戴式绳驱动机械臂系统

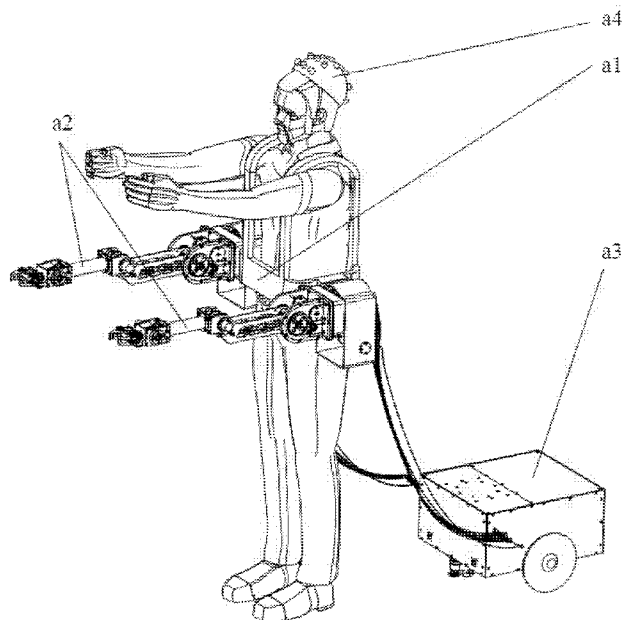


图 1

(57) Abstract: A wearable cable-driven robotic arm system, comprising a wearable mechanism (a1), two robotic arms (a2) arranged on either side of the wearable mechanism (a1), a cable driving apparatus, a load-bearing trolley (a3), and an electric motor controller (e8). The cable driving apparatus is divided into an active part and a passive part. Heavy parts, such as an electric motor of the active part, are arranged within the load-bearing trolley (a3), thus reducing the load borne by the wearable robotic arms (a2). The load-bearing trolley (a3) is capable of travelling behind a person by means of cabling sleeves, and also is capable of being controlled to move by

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, 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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the electric motor controller (e8) via a signal detected by a following module. The passive part is joined with the robotic arms (a2). The passive part is driven by two cables and reduces the weight of the robotic arms (a2). A brain-computer interface module (a4) is employed to control the driving apparatus, thus increasing the precision and accuracy of the control over the robotic arms (a2).

(57) 摘要: 一种可穿戴式绳驱动机械臂系统, 包括穿戴机构(a1)、位于穿戴机构(a1)两侧的两个机械臂(a2)、绳索驱动装置、负重小车(a3)、电机控制器(e8), 绳索驱动装置分为主动部分和从动部分, 主动部分的电机等重物置于负重小车(a3)内, 减轻穿戴机械臂(a2)背负的负荷, 负重小车(a3)可以通过套管随人走动, 也可以通过跟随模块测得的信号通过电机控制器(e8)控制运动, 从动部分与机械臂(a2)结合, 从动部分为双绳驱动, 减轻了机械臂(a2)的重量, 采用脑机接口模块(a4)控制驱动装置, 使对机械臂(a2)的控制更精准。

可穿戴式绳驱动机械臂系统

技术领域

本发明涉及机械辅助领域，具体是一种可穿戴式绳驱动机械臂系统。

背景技术

随着人口老龄化情况的加剧以及人们工作观念的转变，劳动力短缺问题逐渐凸显。全国 50 岁以上农民工占比逐年提高，且建筑业、低端制造业等劳动强度高、工作环境差的行业也越来越不被年轻人认可。因此解决劳动力短缺、改善工作条件成为目前中国乃至全世界发展需要解决的难题。

随着机器人技术的发展与逐渐成熟，大规模应用机器人成为破解劳动力短缺难题的重要方向之一。但是目前的机器人还不足以自动识别人的意图，根据人的意图去工作。

随着计算机技术、脑电信号采集技术以及模式识别学科的发展，脑机接口技术研究逐渐兴起。人们可以利用脑电信号向外界输出信息，控制外部设备，协助人体完成作业任务。

飞机制造、航空装配、建筑等行业，由于空间、规模、技术、成本等条件的限制，采用高度自动化的生产线的加工方式并不现实。因此，寻求人机配合、尽可能减小工人劳动强度逐渐成为面向相关行业机器人发展的一个重要方向。

在人机协作方面，可穿戴式协作机器通过在人体躯干或四肢固定机械臂或机械手，可极大程度补充或扩展人的工作能力，如协助人体搬运重物、完成精密或繁琐的装配工作、代替人手在高危环境作业，进而提升作业效率和安全性。

目前阶段存在的可穿戴式机械臂存在以下问题：1) 传统可穿戴式机械臂结构笨重、能耗高。沉重的驱动单元直接安装在机械手关节处，增大臂身惯量和体积，导致作业能耗以及人体和可穿戴式机械臂之间动力学耦合的大幅提升，难以保证令人满意的作业精度和续航能力。2) 装备整体包括机械臂结构、若干驱动电机以及电池，质量过大，穿戴者易产生不适感。

经对现有技术文献的检索发现：

中国专利公开号为 CN 104825258 A 的专利文件公开了一种肩部可穿戴功能辅助机械臂，该技术设计了七自由度绳驱双臂，一定程度上克服了传统关节电机驱动型机械臂负载自重比低的问题，但数量众多的电机以及电池等重物均背负在穿戴者肩部，长时间穿戴人体负荷较大，穿戴舒适性也大打折扣。

发明内容

发明目的：针对以上缺点，本发明提供一种可穿戴式绳驱动机械臂系统，采用轻便的驱动装置驱动机械臂，并将驱动装置的主动部分移至负重小车上，解决

穿戴负荷大的问题。

技术方案：为解决上述问题，本发明采用如下技术方案：

一种可穿戴式绳驱动机械臂系统，包括穿戴机构、位于穿戴机构两侧的两个机械臂、绳索驱动装置、负重小车、电机控制器，所述两个机械臂分别固定于穿戴机构两侧；

绳索驱动装置包括主动部分和从动部分，主动部分置于负重小车内，从动部分与机械臂结合，驱动机械臂运动，所述主动部分与从动部分通过绳索连接，主动部分驱动从动部分运动，所述电机控制器置于负重小车内，用于控制绳索驱动装置主动部分；所述负重小车包括外壳、脚轮。

有益效果：

该机械臂系统采用绳驱动方式，驱动装置的主动部分置于负重小车内，既减少了机械臂本身的重量和体积，又不需要背负驱动装置的主动部分，降低了人体的负荷，提升了穿戴的舒适性。

进一步的，该可穿戴式绳驱动机械臂系统包括第一跟随模块和两个第二跟随模块，第一跟随模块安装于穿戴机构背面中心，两个第二跟随模块分别位于负重小车内的底部两侧，靠近前侧；所述第一跟随模块和第二跟随模块用于测量距离和角度，并将信号发送给电机控制器。

进一步的，所述负重小车包括第一脚轮、第二脚轮、第一脚轮驱动电机、第二脚轮驱动电机、两个万向轮，所述第一脚轮和第二脚轮分别位于负重小车的左右两侧，第一脚轮与第一脚轮驱动电机连接，第二脚轮与第二脚轮驱动电机连接，两个万向轮分别安装于负重小车前后两侧，所述第一脚轮驱动电机和第二脚轮驱动电机由电机控制器控制。

进一步的，所述每个机械臂的绳驱动装置中包括腰关节绳索、肩关节绳索、肘关节绳索、腕关节绳索分别穿过腰关节套管、肩关节套管、肘关节套管、腕关节套管，且所述所有套管一端固定于腰部模块支架，另一端固定于负重小车的一侧。

进一步的，所述每个机械臂包括腰部模块支架、大臂、小臂、末端执行器，腰部模块支架固定于穿戴机构两侧，大臂一端固定在腰部模块支架上，另一端与小臂一端铰接，小臂另一端与末端执行器铰接。

进一步的，所述腰部模块支架包括支架外壳、第一轴承座、第二轴承座、圆柱滚子轴承、深沟球轴承、腰部模块转换轴、腰关节导向轮、腰关节绳索，所述第一轴承座固定于支架外壳内部上方，为一个容纳圆柱滚子轴承的中空圆柱，第二轴承座固定于支架外壳内部下方，支撑并容纳深沟球轴承，另外支架外壳内部

左右两侧分别固定两个深沟球轴承，所述两个深沟球轴承轴心与固定在第二轴承座上的深沟球轴承轴心位于同一高度，腰部模块转换轴穿过第二轴承座上的深沟球轴承并固定在支架外壳内部左右两侧的深沟球轴承内，且在腰部模块转换轴上固定安装两个腰关节导向轮，两个腰关节导向轮分别位于第二轴承座上的深沟球轴承的两侧；

所述大臂包括腰关节转轴、腰关节支架、与腰关节支架铰接的两个大臂板，腰关节支架包括底座和固定在底座上方两侧的两个支架，两个大臂板分别铰接在两个支架上，腰关节转轴固定在腰关节支架下方，且腰关节转轴固定安装在圆柱滚子轴承中，所述腰关节绳索缠绕在腰关节转轴上，并通过腰关节导向轮。

进一步的，所述末端执行器包括腕关节下支架、腕关节上支架、机械手，腕关节下支架一侧与小臂固定连接，另一侧与腕关节上支架一侧连接，腕关节上支架另一侧与机械手固定连接。

进一步的，所述绳索驱动装置主动部分包括腰关节驱动电机、肩关节驱动电机、肘关节驱动电机、腕关节驱动电机、与腰关节驱动电机同轴固定安装的腰关节主动绞盘、与肩关节驱动电机同轴固定安装的肩关节主动绞盘、与肘关节驱动电机同轴固定安装的肘关节主动绞盘、与腕关节驱动电机同轴固定安装的腕关节主动绞盘，腰关节主动绞盘上缠绕腰关节绳索，肩关节主动绞盘上缠绕肩关节绳索，肘关节主动绞盘缠绕肘关节第一绳索，腕关节主动绞盘缠绕腕关节第一绳索；

所述绳索驱动装置从动部分包括所述腰关节转轴、所述两个腰关节导向轮、肩关节转轴、肘关节第一转轴、肘关节第二转轴、腕关节第一转轴、腕关节第二转轴、肩关节从动绞盘、肘关节第一从动绞盘、肘关节第二从动绞盘、肘关节第三从动绞盘、腕关节第一从动绞盘、腕关节第二从动绞盘、腕关节第三从动绞盘、肘关节导向轮、肘关节包塑轴承、腕关节导向轮、腕关节第一包塑轴承、腕关节第二包塑轴承；

所述腰关节主动绞盘通过腰关节绳索连接腰关节转轴，并且腰关节绳索中间经过两个腰关节导向轮；

所述肩关节转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该肩关节转轴相对支架旋转运动，所述肩关节转轴与大臂板固定连接，肩关节从动绞盘与肩关节转轴同轴固定连接，肩关节主动绞盘通过肩关节绳索连接肩关节从动绞盘；

所述肘关节第一转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该肘关节第一转轴相对于支架旋转运动，所述肘关节第二转轴安装于两个大臂板上，位于大臂板与小臂铰接的一端，并相对于大臂板旋转，且该肘关节第二转轴与小臂固定连接；肘关节第一从动绞盘和肘关节第二从动绞盘与肘关节第一转轴同轴固定连接，肘

关节第三从动绞盘与肘关节第二转轴同轴固定连接；肘关节主动绞盘通过肘关节第一绳索连接肘关节第一从动绞盘，肘关节第二从动绞盘通过肘关节第二绳索连接肘关节第三从动绞盘，且肘关节第二绳索中间依次经过肘关节导向轮和肘关节包塑轴承；

所述腕关节第一转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该腕关节第一转轴相对于支架旋转运动，所述腕关节第二转轴安装于腕关节下支架，并相对于腕关节下支架旋转，且该腕关节第二转轴与腕关节上支架固定连接；腕关节第一从动绞盘和腕关节第二从动绞盘与腕关节第一转轴同轴固定连接，腕关节第三从动绞盘与腕关节第二转轴同轴固定连接；腕关节主动绞盘通过腕关节第一绳索连接腕关节第一从动绞盘，腕关节第二从动绞盘通过腕关节第二绳索连接腕关节第三从动绞盘，且腕关节第二绳索中间依次经过腕关节导向轮、腕关节第一包塑轴承和腕关节第二包塑轴承；

进一步的，所述肩关节从动绞盘处设有第一张紧轮，腕关节第三从动绞盘处设有第二张紧轮，绳索驱动装置主动部分设有两个张紧滑轮组。

进一步的，该可穿戴式绳驱动机械臂系统包括脑机接口模块，脑机接口模块用于控制电机控制器。

附图说明

图 1 是本发明中可穿戴式绳驱动机械臂系统的结构示意图；

图 2 是本发明中可穿戴式绳驱动机械臂系统的后视图；

图 3 是本发明中绳驱动机械臂的结构示意图；

图 4 是本发明中腰部模块支座的结构示意图；

图 5 是本发明中负重小车内部的结构示意图。

具体实施方式

请结合图 1 所示，一种可穿戴式绳驱动机械臂系统，包括穿戴机构 a1、位于穿戴机构 a1 两侧的两个机械臂 a2、绳索驱动装置、负重小车 a3、电机控制器 e8 以及脑机接口模块 a4，所述机械臂 a2 固定于穿戴机构 a1 两侧，穿戴机构 a1 包括腰部固定板 b2 和可伸缩肩带 b1；

绳索驱动装置包括主动部分和从动部分，主动部分置于负重小车 a3 内，从动部分与机械臂 a2 结合，所述主动部分与从动部分通过绳索连接，主动部分驱动从动部分运动，从动部分带动机械臂 a2 运动，所述电机控制器 e8 置于负重小车 a3 内，用于控制绳索驱动装置主动部分；如图 5 所示，所述负重小车 a3 包括第一脚轮 e18、第二脚轮 e7、第一脚轮驱动电机 e17、第二脚轮驱动电机 e5、两个万向轮，所述第一脚轮 e18 和第二脚轮 e7 分别位于负重小车 a3 左右两侧，第

一脚轮 e18 与第一脚轮驱动电机 e17 连接,第二脚轮 e7 与第二脚轮驱动电机 e5 连接,两个万向轮分别安装于负重小车 a3 前后两侧,电机控制器 e8 控制第一脚轮驱动电机 e17 和第二脚轮驱动电机 e5 的运动。

穿戴机构 a1 背面中心设置第一跟随模块 b3, 负重小车 a3 内设置两个第二跟随模块 e9, 第二跟随模块 e9 分别位于负重小车 a3 内的底部两侧, 靠近负重小车前侧; 第一跟随模块 e3 和第二跟随模块 e9 通过无线通信方式测量人体相对于后方负重小车 a3 的距离和角度, 并将测得的信号发送给电机控制器 e8, 电机控制器 e8 通过控制第一脚轮驱动电机 e17 和第二脚轮驱动电机 e5 的旋转来实现控制负重小车 a3 跟随人体运动, 减少人体对负重小车的牵引力, 进一步减轻人体的负荷。

所述脑机接口模块 a4 穿戴于使用者的头部, 用于采集脑电信号, 然后通过无线信号传输的方式将信号发送给电机控制器 e8, 从而通过电机控制器 e8 控制驱动电机, 采用脑电控制, 使对机械臂的控制更精准, 脑机接口模块的工作原理在国防科技大学研究生院孟宪鹏的硕士学位论文《多关节机械臂的脑机控制方法探索》中已经详细介绍, 在此不再赘述。

如图 2 所示, 所述每个机械臂 a2 包括腰部模块支架 b7、大臂 b6、小臂 b5、末端执行器 b4, 两个机械臂的两个腰部模块支架 b7 分别固定于穿戴机构 a1 两侧侧, 大臂 b6 一端固定在腰部模块支架 b7 上, 另一端与小臂 b5 一端铰接, 小臂 b5 另一端与末端执行器 b4 连接。腰部模块支架 b7 通过套管组与负重小车 a3 连接, 所述套管组一端固定于腰部模块支架 b7 后侧, 另一端固定于负重小车 a3 的一侧, 所述套管组包括腰关节套管 b11、肩关节套管 b8、肘关节套管 b9、腕关节套管 b10, 当人走动时, 负重小车 a3 通过套管的连接可以随人运动。

如图 4 所示, 所述腰部模块支架 b7 包括支架外壳 d9、第一轴承座 d7、第二轴承座 d1、圆柱滚子轴承 d8、深沟球轴承 d5、腰部模块转换轴 d3、腰关节导向轮 d4、腰关节绳索 d6, 所述第一轴承座 d7 固定于支架外壳 d9 内部上方, 为一个容纳圆柱滚子轴承 d8 的中空圆柱, 第二轴承座 d1 固定于支架外壳 d9 内部下方, 支撑并容纳深沟球轴承 d5, 另外支架外壳 d9 内部左右两侧分别固定两个深沟球轴承 d5, 所述两个深沟球轴承 d5 轴心与固定在第二轴承座 d1 上的深沟球轴承 d5 轴心位于同一高度, 腰部模块转换轴 d3 穿过第二轴承座 d1 上的深沟球轴承 d5 并固定在支架外壳 d9 内部左右两侧的深沟球轴承 d5 内, 且在腰部模块转换轴 d3 上固定安装两个腰关节导向轮 d4, 两个腰关节导向轮 d4 分别位于第二轴承座 d1 上的深沟球轴承 d5 的两侧。

如图 3 所示, 所述大臂 b6 包括腰关节转轴 c1、腰关节支架 c2、与腰关节支

架铰接的两个大臂板 c10，腰关节支架 c2 包括底座和固定在底座上方两侧的两个支架，两个大臂板 c10 分别铰接在两个支架上，腰关节转轴 c1 固定在腰关节支架 c2 下方，且腰关节转轴 c1 固定安装在圆柱滚子轴承 d8 中，所述腰关节绳索 d6 缠绕在腰关节转轴 c1 上，并通过腰关节导向轮 d4，然后穿过腰关节套管 b11。

所述末端执行器 b4 包括腕关节下支架 c13、腕关节上支架 c17、机械手 c18，腕关节下支架 c13 一侧与小臂 b5 固定连接，另一侧与腕关节上支架 c17 一侧连接，腕关节上支架 c17 另一侧与机械手 c18 固定连接。

如图 5 所示，所述绳索驱动装置主动部分包括腰关节驱动电机 e15、肩关节驱动电机 e3、肘关节驱动电机 e1、腕关节驱动电机 e12、与腰关节驱动电机 e15 同轴固定安装的腰关节主动绞盘 e16、与肩关节驱动电机 e3 同轴固定安装的肩关节主动绞盘 e4、与肘关节驱动电机 e1 同轴固定安装的肘关节主动绞盘 e14、与腕关节驱动电机 e12 同轴固定安装的腕关节主动绞盘 e13，腰关节主动绞盘 e16 上缠绕腰关节绳索 d6，肩关节主动绞盘 e4 上缠绕肩关节绳索 c3，肘关节主动绞盘 e14 缠绕肘关节第一绳索 c19，腕关节主动绞盘 e13 缠绕腕关节第一绳索 c6；

所述绳索驱动装置从动部分包括所述腰关节转轴 c1、所述两个腰关节导向轮 d4、肩关节转轴 c9、肘关节第一转轴 c4、肘关节第二转轴 c12、腕关节第一转轴 c23、腕关节第二转轴 c16、肩关节从动绞盘 c8、肘关节第一从动绞盘 c20、肘关节第二从动绞盘 c21、肘关节第三从动绞盘 c11、腕关节第一从动绞盘 c7、腕关节第二从动绞盘 c22、腕关节第三从动绞盘 c15、肘关节导向轮 c24、肘关节包塑轴承 c28、腕关节导向轮 c25、腕关节第一包塑轴承 c29、腕关节第二包塑轴承 c30；

所述腰关节主动绞盘 e16 通过腰关节绳索 d6 穿过腰关节套管 b11 连接腰关节转轴 c1，并且腰关节绳索 d6 中间经过两个腰关节导向轮 d4，腰关节驱动电机 e15 旋转带动腰关节主动绞盘 e16 旋转，从而驱动腰关节转轴 c1 旋转，使机械臂 a2 以腰关节转轴 c1 为轴心旋转；

所述肩关节转轴 c9 安装于腰关节支架 c2 的两个支架上，且该肩关节转轴 c9 相对腰关节支架 c2 旋转运动，所述肩关节转轴 c9 与大臂板 c10 固定连接，肩关节从动绞盘 c8 与肩关节转轴 c9 同轴固定连接，肩关节主动绞盘 e4 通过肩关节绳索 c3 穿过肩关节套管 b8 连接肩关节从动绞盘 c8，肩关节驱动电机 e3 旋转带动肩关节主动绞盘 e4 旋转，从而驱动肩关节从动绞盘 c8 旋转，肩关节从动绞盘 c8 旋转带动肩关节转轴 c9 旋转，从而带动大臂板 c10 以肩关节转轴 c9 为轴心相对腰部模块支架 c2 旋转；

所述肘关节第一转轴 **c4** 安装于腰关节支架 **c2** 的两个支架上, 且该肘关节第一转轴 **c4** 相对于支架旋转运动, 所述肘关节第二转轴 **c12** 安装于两个大臂板 **c10** 上, 位于大臂板 **c10** 与小臂 **b5** 铰接的一端, 并相对于大臂板 **c10** 旋转, 且该肘关节第二转轴 **c12** 与小臂 **b5** 固定连接; 肘关节第一从动绞盘 **c20** 和肘关节第二从动绞盘 **c21** 与肘关节第一转轴 **c4** 同轴固定连接, 肘关节第三从动绞盘 **c11** 与肘关节第二转轴 **c12** 同轴固定连接; 肘关节主动绞盘 **e14** 通过肘关节第一绳索 **c19** 连接肘关节第一从动绞盘 **c20**, 肘关节第二从动绞盘 **c21** 通过肘关节第二绳索 **c26** 连接肘关节第三从动绞盘 **c11**, 且肘关节第二绳索 **c26** 中间依次经过肘关节导向轮 **c24** 和肘关节包塑轴承 **c28**; 肘关节驱动电机 **e1** 旋转带动肘关节主动绞盘 **e14** 旋转, 从而驱动肘关节第一从动绞盘 **c20** 旋转, 肘关节第一从动绞盘 **c20** 旋转带动肘关节第一转轴 **c4** 旋转, 然后带动肘关节第二从动绞盘 **c21** 旋转, 从而驱动肘关节第三从动绞盘 **c11** 旋转, 然后第三从动绞盘 **c11** 旋转带动肘关节第二转轴 **c12** 旋转, 并带动小臂 **b5** 旋转;

所述腕关节第一转轴 **c23** 安装于腰关节支架 **c2** 的两个支架上, 且该腕关节第一转轴 **c23** 相对于支架旋转运动, 所述腕关节第二转轴 **c16** 安装于腕关节下支架 **c13**, 并相对于腕关节下支架 **c13** 旋转, 且该腕关节第二转轴 **c16** 与腕关节上支架 **c17** 固定连接; 腕关节第一从动绞盘 **c7** 和腕关节第二从动绞盘 **c22** 与腕关节第一转轴 **c23** 同轴固定连接, 腕关节第三从动绞盘 **c15** 与腕关节第二转轴 **c16** 同轴固定连接; 腕关节主动绞盘 **e13** 通过腕关节第一绳索 **c6** 连接腕关节第一从动绞盘 **c7**, 腕关节第二从动绞盘 **c22** 通过腕关节第二绳索 **c27** 连接腕关节第三从动绞盘 **c15**, 且腕关节第二绳索 **c27** 中间依次经过腕关节导向轮 **c25**、腕关节第一包塑轴承 **c29** 和腕关节第二包塑轴承 **c30**; 腕关节驱动电机 **e12** 旋转带动腕关节主动绞盘 **e13** 旋转, 从而驱动腕关节第一从动绞盘 **c7** 旋转, 腕关节第一从动绞盘 **c7** 旋转带动腕关节第一转轴 **c23** 旋转, 然后带动腕关节第二从动绞盘 **c22** 旋转, 从而驱动腕关节第三从动绞盘 **c15** 旋转, 然后腕关节第三从动绞盘 **c15** 旋转带动腕关节第二转轴 **c16** 旋转, 并带动腕关节上支架 **c17** 旋转;

所述负重小车 **a3** 包括第一脚轮 **e18**、第二脚轮 **e7**、第一脚轮驱动电机 **e17**、第二脚轮驱动电机 **e5**、两个万向轮, 所述第一脚轮 **e18** 和第二脚轮 **e7** 分别位于负重小车 **a3** 左右两侧, 第一脚轮 **e18** 与第一脚轮驱动电机 **e17** 连接, 第二脚轮 **e7** 与第二脚轮驱动电机 **e5** 连接, 两个万向轮分别安装于负重小车 **a3** 前后两侧, 所述第一脚轮驱动电机 **e17** 和第二脚轮驱动电机 **e5** 由电机控制器 **e8** 控制。

所述肩关节从动绞盘 **c8** 处设有第一张紧轮 **c5**, 腕关节第三从动绞盘 **c15** 处设有第二张紧轮 **c14**, 绳索驱动装置主动部分设有两个张紧滑轮组, 辅助控制绳

索的张紧。

本发明具体实现的方法和途径很多，以上所述仅是本发明的优选实施方式。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

1、一种可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，包括穿戴机构、位于穿戴机构两侧的两个机械臂、绳索驱动装置、负重小车以及电机控制器，所述两个机械臂分别固定于穿戴机构两侧；

绳索驱动装置包括主动部分和从动部分，主动部分置于负重小车内，从动部分与机械臂结合，驱动机械臂运动，所述主动部分与从动部分通过绳索连接，主动部分驱动从动部分运动，所述电机控制器置于负重小车内，用于控制绳索驱动装置主动部分；所述负重小车包括外壳、脚轮。

2、根据权利要求1所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述负重小车包括第一脚轮、第二脚轮、第一脚轮驱动电机、第二脚轮驱动电机、两个万向轮，所述第一脚轮和第二脚轮分别位于负重小车左右两侧，第一脚轮与第一脚轮驱动电机连接，第二脚轮与第二脚轮驱动电机连接，两个万向轮分别安装于负重小车前后两侧，所述第一脚轮驱动电机和第二脚轮驱动电机由电机控制器控制。

3、根据权利要求1所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，包括第一跟随模块和两个第二跟随模块，第一跟随模块安装于穿戴机构背面中心，两个第二跟随模块分别位于负重小车内的底部两侧，靠近前侧；所述第一跟随模块和第二跟随模块用于测量距离和角度，并将信号发送给电机控制器。

4、根据权利要求1所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述每个机械臂的绳驱动装置中包括腰关节绳索、肩关节绳索、肘关节绳索、腕关节绳索分别穿过腰关节套管、肩关节套管、肘关节套管、腕关节套管，且所述所有套管一端固定于腰部模块支架，另一端固定于负重小车的一侧。

5、根据权利要求1所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述每个机械臂包括腰部模块支架、大臂、小臂、末端执行器，腰部模块支架固定于穿戴机构两侧，大臂一端固定在腰部模块支架上，另一端与小臂一端铰接，小臂另一端与末端执行器铰接。

6、根据权利要求5所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述腰部模块支架包括支架外壳、第一轴承座、第二轴承座、圆柱滚子轴承、深沟球轴承、腰部模块转换轴、腰关节导向轮、腰关节绳索，所述第一轴承座固定于支架外壳内部上方，为一个容纳圆柱滚子轴承的中空圆柱，第二轴承座固定于支架外壳内部下方，支撑并容纳深沟球轴承，另外支架外壳内部左右两侧分别固定两个深沟球轴承，所述两个深沟球轴承轴心与固定在第二轴承座上的深沟球轴承轴心位于同一高度，腰部模块转换轴穿过第二轴承座上的深沟球轴承并固定在支架外壳内部左右两侧的深沟球轴承内，且在腰部模块转换轴上固定安装两个腰关节

导向轮，两个腰关节导向轮分别位于第二轴承座上的深沟球轴承的两侧；

所述大臂包括腰关节转轴、腰关节支架、与腰关节支架铰接的两个大臂板，腰关节支架包括底座和固定在底座上方两侧的两个支架，两个大臂板分别铰接在两个支架上，腰关节转轴固定在腰关节支架下方，且腰关节转轴固定安装在圆柱滚子轴承中，所述腰关节绳索缠绕在腰关节转轴上，并通过腰关节导向轮。

7、根据权利要求5所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述末端执行器包括腕关节下支架、腕关节上支架、机械手，腕关节下支架一侧与小臂固定连接，另一侧与腕关节上支架一侧连接，腕关节上支架另一侧与机械手固定连接。

8、根据权利要求6或7所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述绳索驱动装置主动部分包括腰关节驱动电机、肩关节驱动电机、肘关节驱动电机、腕关节驱动电机、与腰关节驱动电机同轴固定安装的腰关节主动绞盘、与肩关节驱动电机同轴固定安装的肩关节主动绞盘、与肘关节驱动电机同轴固定安装的肘关节主动绞盘、与腕关节驱动电机同轴固定安装的腕关节主动绞盘，腰关节主动绞盘上缠绕腰关节绳索，肩关节主动绞盘上缠绕肩关节绳索，肘关节主动绞盘缠绕肘关节第一绳索，腕关节主动绞盘缠绕腕关节第一绳索；

所述绳索驱动装置从动部分包括所述腰关节转轴、所述两个腰关节导向轮、肩关节转轴、肘关节第一转轴、肘关节第二转轴、腕关节第一转轴、腕关节第二转轴、肩关节从动绞盘、肘关节第一从动绞盘、肘关节第二从动绞盘、肘关节第三从动绞盘、腕关节第一从动绞盘、腕关节第二从动绞盘、腕关节第三从动绞盘、肘关节导向轮、肘关节包塑轴承、腕关节导向轮、腕关节第一包塑轴承、腕关节第二包塑轴承；

所述腰关节主动绞盘通过腰关节绳索连接腰关节转轴，并且腰关节绳索中间经过两个腰关节导向轮；

所述肩关节转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该肩关节转轴相对支架旋转运动，所述肩关节转轴与大臂板固定连接，肩关节从动绞盘与肩关节转轴同轴固定连接，肩关节主动绞盘通过肩关节绳索连接肩关节从动绞盘；

所述肘关节第一转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该肘关节第一转轴相对于支架旋转运动，所述肘关节第二转轴安装于两个大臂板上，位于大臂板与小臂铰接的一端，并相对于大臂板旋转，且该肘关节第二转轴与小臂固定连接；肘关节第一从动绞盘和肘关节第二从动绞盘与肘关节第一转轴同轴固定连接，肘关节第三从动绞盘与肘关节第二转轴同轴固定连接；肘关节主动绞盘通过肘关节第一绳索连接肘关节第一从动绞盘，肘关节第二从动绞盘通过肘关节第二绳索连

接肘关节第三从动绞盘，且肘关节第二绳索中间依次经过肘关节导向轮和肘关节包塑轴承；

所述腕关节第一转轴安装于腰关节支架的两个支架上，且该腕关节第一转轴相对于支架旋转运动，所述腕关节第二转轴安装于腕关节下支架，并相对于腕关节下支架旋转，且该腕关节第二转轴与腕关节上支架固定连接；腕关节第一从动绞盘和腕关节第二从动绞盘与腕关节第一转轴同轴固定连接，腕关节第三从动绞盘与腕关节第二转轴同轴固定连接；腕关节主动绞盘通过腕关节第一绳索连接腕关节第一从动绞盘，腕关节第二从动绞盘通过腕关节第二绳索连接腕关节第三从动绞盘，且腕关节第二绳索中间依次经过腕关节导向轮、腕关节第一包塑轴承和腕关节第二包塑轴承；

9、根据权利要求 8 所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，所述肩关节从动绞盘处设有第一张紧轮，腕关节第三从动绞盘处设有第二张紧轮，绳索驱动装置主动部分设有两个张紧滑轮组。

10、根据权利要求 1 所述的可穿戴式绳驱动机械臂系统，其特征在于，包括脑机接口模块，脑机接口模块用于控制电机控制器。

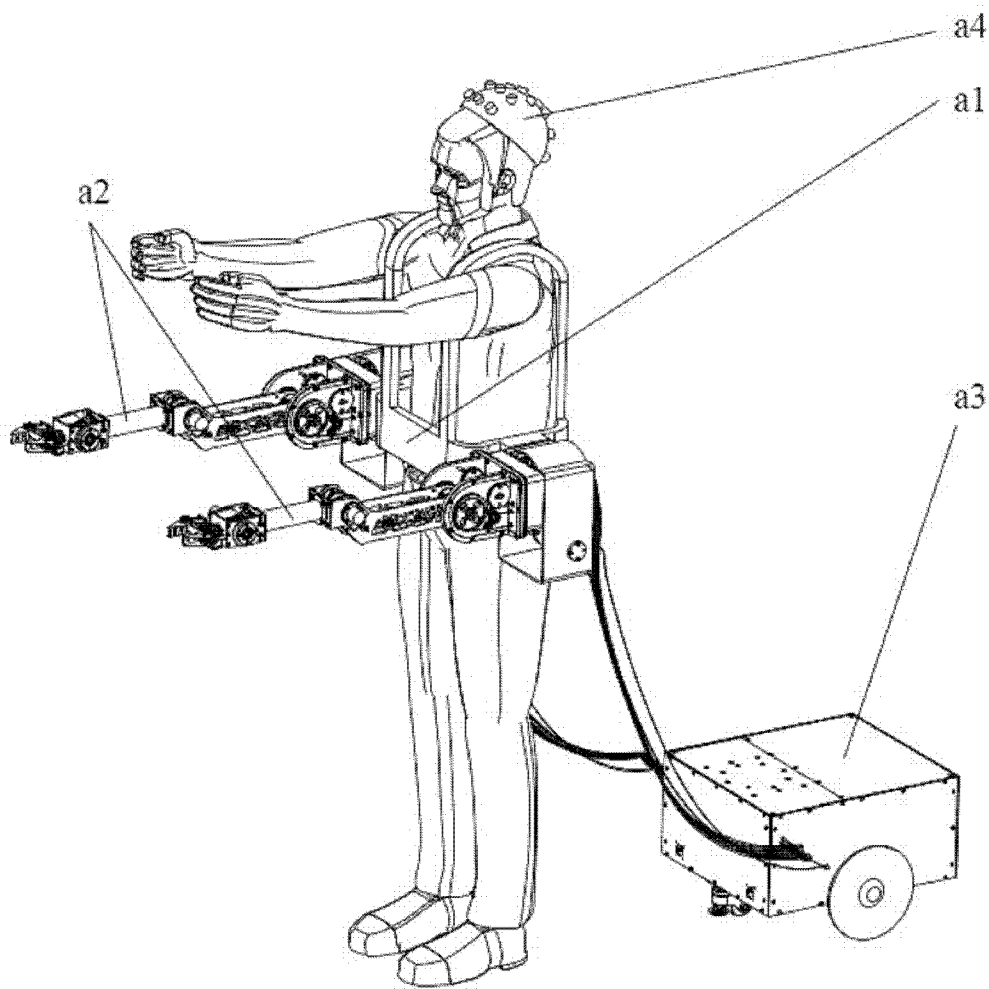


图 1

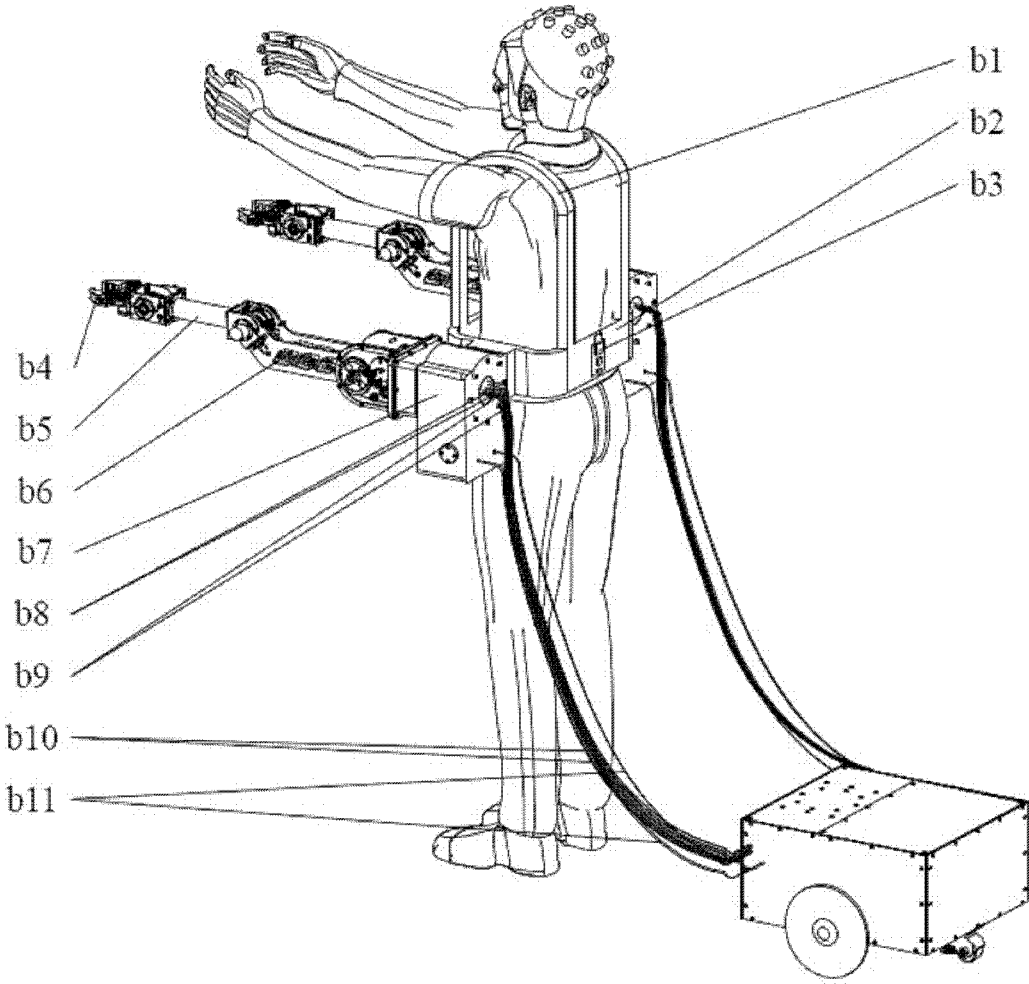


图 2

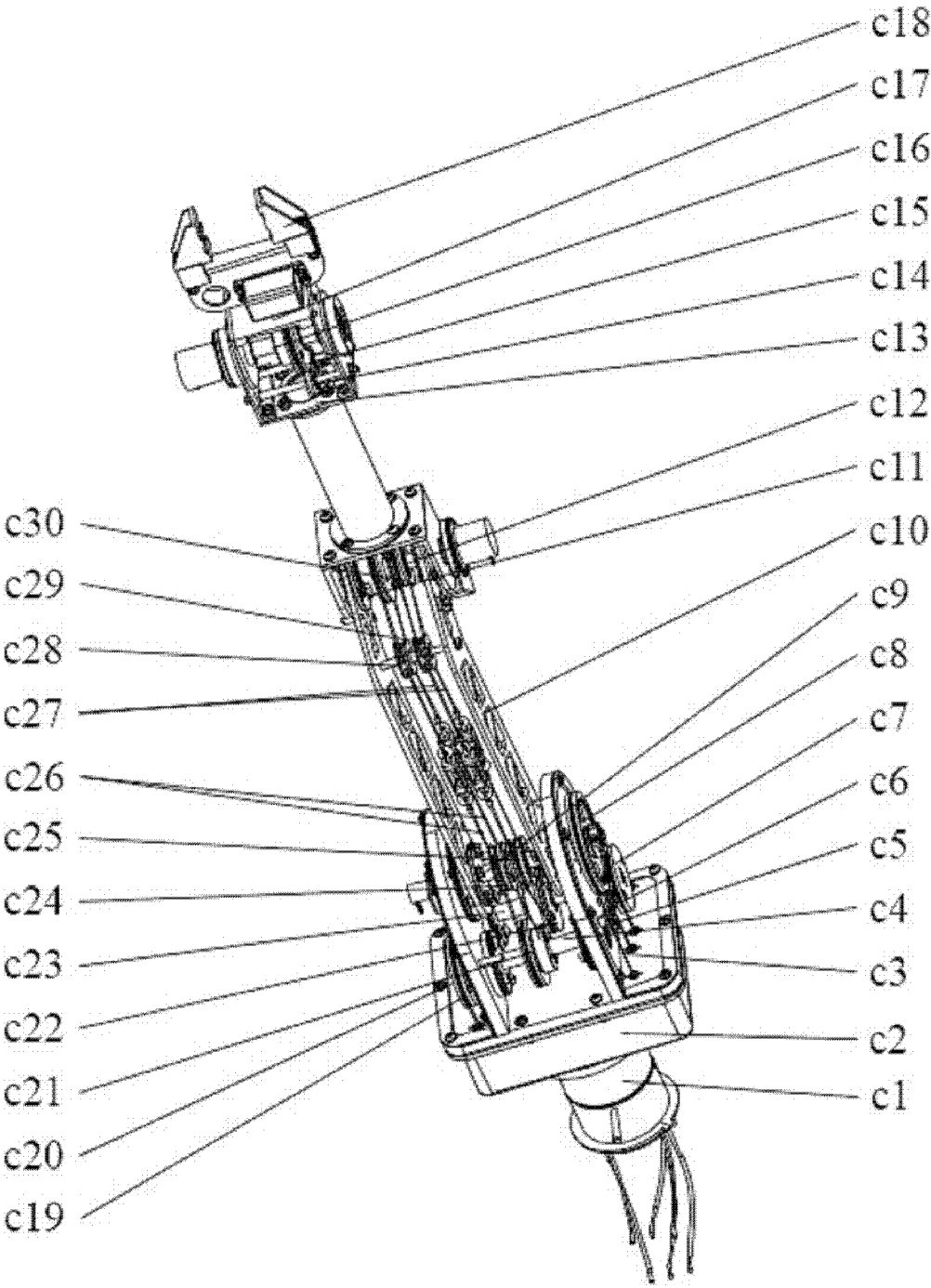


图 3

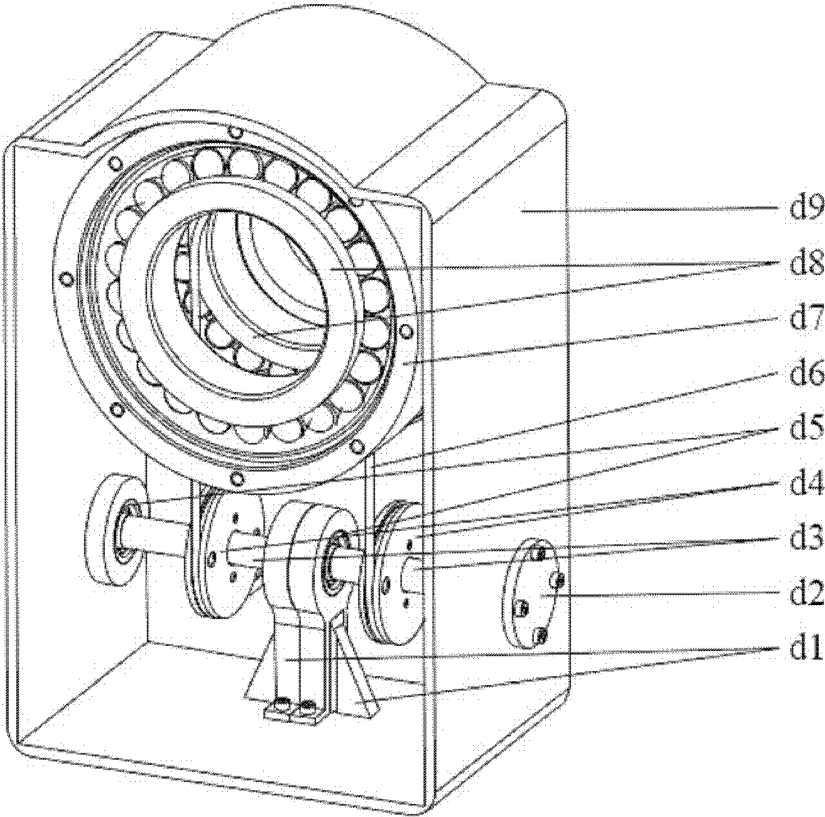


图 4

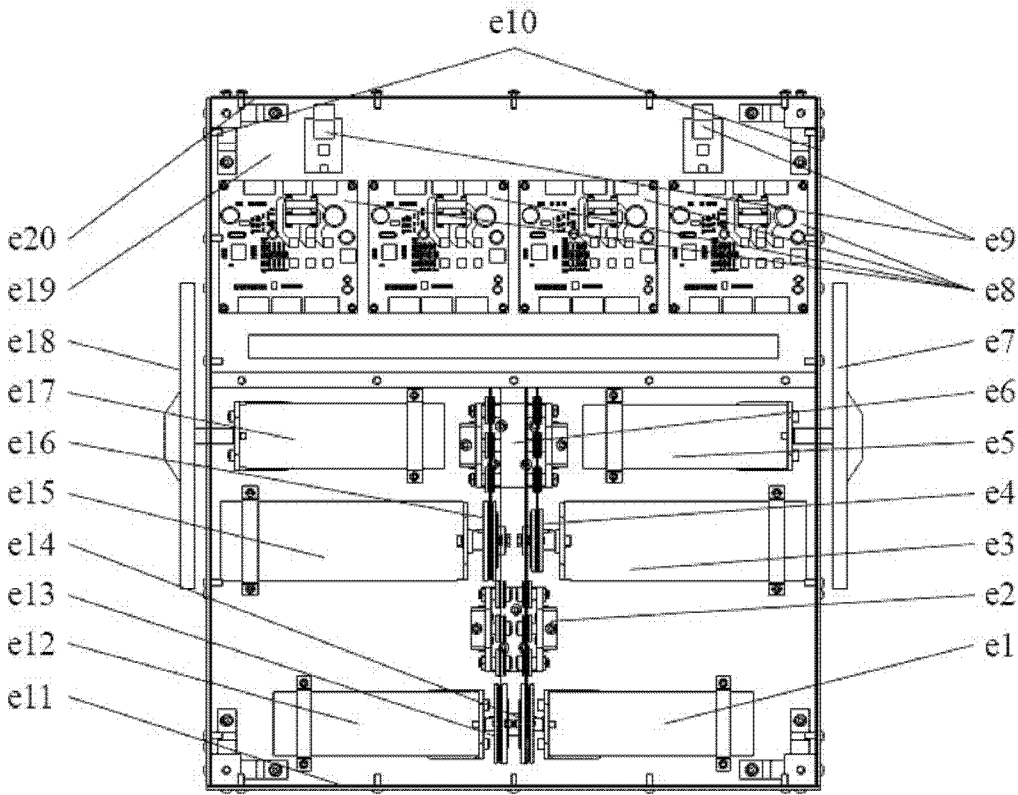


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/074171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 18/00(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)

B25J,A61H

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)

CNABS, SIPOABS, DWPI: 机械臂, 机械手, 辅助, 机器人, 穿戴, 绳, 电机, 减重, 控制, 车, 跟随, robot?, arm?, wear+, assist+, rope, motor, reduc+, weight, control+, vehicle, mov+, follow+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111805574 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 23 October 2020 (2020-10-23) claims 1-10	1-10
X	CN 105662782 A (SHANGHAI ZHUODAO MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 June 2016 (2016-06-15) description, paragraphs 0044-0065, and figures 1-14	1-2, 10
A	CN 106420256 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-10
A	CN 106393073 A (WUHAN UNIVERSITY) 15 February 2017 (2017-02-15) entire document	1-10
A	CN 105662783 A (SHANGHAI ZHUODAO MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 June 2016 (2016-06-15) entire document	1-10
A	JP 2015077354 A (UNIV WAKAYAMA) 23 April 2015 (2015-04-23) 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

“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

26 March 2021

Date of mailing of the international search report

30 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/074171

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111805574	A	23 October 2020	None			
CN	105662782	A	15 June 2016	None			
CN	106420256	A	22 February 2017	CN	106420256	B	09 November 2018
CN	106393073	A	15 February 2017	CN	106393073	B	14 December 2018
CN	105662783	A	15 June 2016	None			
JP	2015077354	A	23 April 2015	JP	6326655	B2	23 May 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/074171

A. 主题的分类 B25J 18/00 (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) B25J, A61H 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)) CNABS, SIPOABS, DWPI: 机械臂, 机械手, 辅助, 机器人, 穿戴, 绳, 电机, 减重, 控制, 车, 跟随, robot?, arm?, wear+, assist+, rope, motor, reduc+, weight, control+, vehicle, mov+, follow+		
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 111805574 A (南京航空航天大学) 2020年 10月 23日 (2020 - 10 - 23) 权利要求1-10	1-10
X	CN 105662782 A (上海卓道医疗科技有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 说明书0044-0065段, 附图1-14	1-2, 10
A	CN 106420256 A (南京航空航天大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-10
A	CN 106393073 A (武汉大学) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 全文	1-10
A	CN 105662783 A (上海卓道医疗科技有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文	1-10
A	JP 2015077354 A (UNIV WAKAYAMA) 2015年 4月 23日 (2015 - 04 - 23) 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 “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 2021年 3月 26日		国际检索报告邮寄日期 2021年 4月 30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		受权官员 卢雁 电话号码 010-62085392

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/074171

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	111805574	A	2020年 10月 23日	无	
CN	105662782	A	2016年 6月 15日	无	
CN	106420256	A	2017年 2月 22日	CN 106420256	B 2018年 11月 9日
CN	106393073	A	2017年 2月 15日	CN 106393073	B 2018年 12月 14日
CN	105662783	A	2016年 6月 15日	无	
JP	2015077354	A	2015年 4月 23日	JP 6326655	B2 2018年 5月 23日