(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107374911 B
(45)授权公告日 2024.05.10

(21)申请号 201710753177.2
(22)申请日 2017.08.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107374911 A
(43)申请公布日 2017.11.24
(73)专利权人 中航创世机器人(西安)有限公司
地址 710054 陕西省西安市碑林区雁塔路58号百瑞广场5楼优客工厂D503
(72)发明人 贺琛 张瀚桥 马瑞 单丁 杨晔 王增武
(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心 61204
专利代理师 顾潮琪
(51)Int.Cl.
A61H 1/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 104736207 A,2015.06.24
CN 105688368 A,2016.06.22
CN 206085068 U,2017.04.12
JP H10202564 A,1998.08.04
KR 20130038971 A,2013.04.19
KR 20160024110 A,2016.03.04
US 2011264015 A1,2011.10.27
US 2013137553 A1,2013.05.30
US 2013225371 A1,2013.08.29
US 2014094345 A1,2014.04.03
US 2015297934 A1,2015.10.22
CN 208591274 U,2019.03.12
CN 1973806 A,2007.06.06
CN 104606028 A,2015.05.13
CN 206154297 U,2017.05.10
US 2010049333 A1,2010.02.25

审查员 章彬

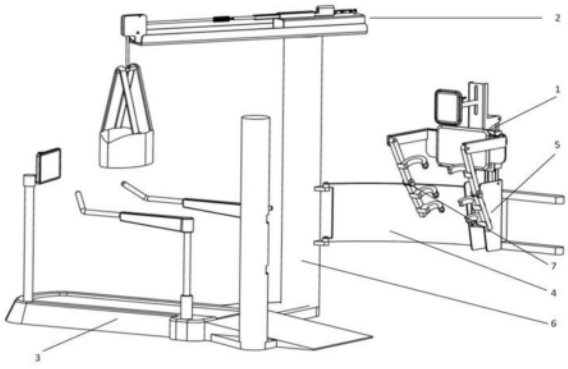
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人

(57)摘要

本发明提供了一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人,将运动悬吊系统通过立柱安装于运动传速系统上方,进行下肢康复治疗的患者通过悬吊系统进行减重和位置保持,在下肢外骨骼机器人系统的带动下在运动传速系统上直立行走;下肢外骨骼机器人系统和旋转系统之间的重心自平衡系统连接跟随患者行走的重心变化调节下肢外骨骼机器人系统的高度;传感器系统采集设备参数及人体参数,传输至嵌入式控制系统并进行显示。本发明控制精度高,智能性强,能够对患者进行直立行走的康复训练。



CN 107374911 B

1.一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人,包括下肢外骨骼机器人系统、悬吊系统、运动传速系统、旋转系统、重心自平衡系统、云平台显示系统、嵌入式控制系统和传感器系统,其特征在于:

所述的悬吊系统通过立柱安装于运动传速系统上方,进行下肢康复治疗的患者通过悬吊系统进行减重和位置保持,在运动传速系统上直立行走;

所述的悬吊系统包括减重电机、减重弹簧、动滑轮机构和悬吊电机;所述的减重电机固接于立柱,减重电机输出端通过减重弹簧连接悬吊电机用于不同人体减重重量调节,所述的减重弹簧和悬吊电机之间通过动滑轮机构转换运动方向,所述动滑轮机构还用于对悬吊高度进行调节;

所述运动传速系统的上表面按照设定的速度平移;

所述的下肢外骨骼机器人系统通过旋转系统安装在立柱上,能够绕立柱旋转,当下肢外骨骼机器人系统旋转至运动传速系统上方时,将患者下肢与下肢外骨骼机器人系统进行连接固定,由下肢外骨骼机器人系统带动患者下肢进行训练;

所述的下肢外骨骼机器人系统和旋转系统之间通过重心自平衡系统连接,跟随患者行走时的重心变化调节下肢外骨骼机器人系统的高度;

所述的传感器系统采集下肢外骨骼机器人系统、运动传速机构的运行参数及患者的人体参数,传输至嵌入式控制系统,并通过所述的云平台显示系统显示;

所述的嵌入式控制系统实现下肢外骨骼机器人系统、悬吊系统、运动传速系统、旋转系统、重心自平衡系统、云平台显示系统及传感器系统的自适应控制、模态切换和智能高精度动作,并通过云平台对外进行信息交互;

所述旋转系统包括立柱内部轴承、U型钢结构和限位立柱结构,U型钢结构与立柱内部轴承相连,限位立柱位于立柱机构另一侧;

所述的旋转系统采用电机驱动的形式实现下肢外骨骼机构的旋入和旋出,旋入和旋出的极限位置均安装有超声波测距装置和红外传感器,旋转系统到达极限位置后切断电机供电;

所述的重心自平衡系统包括上悬臂梁、下悬臂梁和弹簧机构;平行的上悬臂梁和下悬臂梁在旋转系统和下肢外骨骼机器人系统之间连接构成四连杆机构,四连杆机构和下肢外骨骼机器人系统之间通过弹簧机构连接,用于实现自平衡的上下浮动,所述的重心自平衡系统的弹簧机构为无源气弹簧系统结构;

所述的下肢外骨骼机器人系统包括髋关节水平悬臂梁、髋关节轴承、髋关节盘式电机、大腿结构、膝关节轴承、膝关节盘式电机和小腿结构;所述的髋关节水平悬臂梁两端分别通过髋关节轴承连接大腿结构一端,并通过髋关节盘式电机驱动大腿结构绕髋关节轴承转动;所述大腿结构的另一端通过膝关节轴承连接小腿结构,并通过膝关节盘式电机驱动小腿结构绕膝关节轴承转动;

所述的悬吊电机提拉穿绑在患者身上的绷带;

所述的运动传速系统包括步进电机和履带机构,步进电机通过履带机构的圆柱形轴带动履带机构进行滚转运动;

所述的嵌入式控制系统包括控制器和云平台;所述的控制器采用上位机-下位机式控制器;所述的传感器系统采集下肢外骨骼机器人系统、运动传速机构的运行参数及患者的

人体参数,传输至上位机控制器进行控制运算;所述的上位机控制器通过下位机控制器对下肢外骨骼机器人系统和运动传速机构进行伺服控制;控制器通过云平台对外进行信息交互;

所述的传感器系统包括绝对式旋转编码器、电流传感器、压力传感器、线位移传感器、接近开关、脑电传感器、肌电传感器及心率、血压、温度传感器;所述的绝对式旋转编码器采集下肢外骨骼机器人系统的髋关节和膝关节轴承转动角度;所述的电流传感器、压力传感器分别采集髋关节和膝关节盘式电机的电流、电压信号;所述的线位移传感器采集悬吊电机和减重电机输出端的位置信号;所述的接近开关采集旋转系统的位置信号;所述的脑电传感器、肌电传感器采集患者的运动意图信号;所述的心率、血压和温度传感器采集患者的基本生理参数;

还包括扶手系统,固定于运动传速系统两侧。

一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人技术领域,尤其涉及一种康复治疗医疗机器人。

背景技术

[0002] 把外骨骼技术和康复训练结合起来,采用外骨骼康复机器人进行肢体的康复训练,可以通过人的“智力”来控制外骨骼机器人,使用机器人的“体力”来带动患者的康复运动。这种方式不仅可以继承目前针对脑溢血、脑中风、肌肉萎缩、脊髓损伤以及功能衰退等患者所采用的康复模式和方法,还有可能彻底解决这些康复训练方法中存在的问题。

[0003] 目前的康复治疗多采用人工治疗方式,主要缺点包括以下几个方面:1)人力成本高,且不同康复治疗师之间存在差异性;2)治疗过程中和治疗结束后较难采用客观数据进行评价;3)康复治疗师没有数据支撑,无法对不同阶段的患者采用客观的定制化化方案进行优化治疗;4)尤其对于前期患者,难以通过人工方式实现直立行走,不利于患者的身体内部循环和加速康复。

[0004] 中国专利CN2815338Y是一种仰卧式下肢康复训练机器人,采用力矩电机、齿轮箱等驱动方式。中国发明专利CN101623547A是一种截瘫患者用下肢康复医疗机器人,采用底座、康复下肢训练装置、计算机控制系统的方式,实现坐式康复训练。目前公开专利中提及的康复训练机器人均存在不能恢复人体直立行走,且存在智能性不强等缺点。因此进一步研究一种具有自适应控制功能,与云平台、大数据及虚拟现实等结合的智能医疗机器人具有重要意义。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的不足,本发明提供一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人,控制精度高,智能性强,能够对患者进行直立行走的康复训练。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人,包括下肢外骨骼机器人系统、悬吊系统、运动传速系统、旋转系统、重心自平衡系统、云平台显示系统、嵌入式控制系统和传感器系统;

[0007] 所述的运动悬吊系统通过立柱安装于运动传速系统上方,进行下肢康复治疗的患者通过悬吊系统进行减重和位置保持,在运动传速系统上直立行走;

[0008] 所述运动传速系统的上表面按照设定的速度平移;

[0009] 所述的下肢外骨骼机器人系统通过旋转系统安装在立柱上,能够绕立柱旋转,当下肢外骨骼机器人系统旋转至运动传速系统上方时,将患者下肢与下肢外骨骼机器人系统进行连接固定,由下肢外骨骼机器人系统带动患者下肢进行训练;

[0010] 所述的下肢外骨骼机器人系统和旋转系统之间通过重心自平衡系统连接,跟随患者行走时的重心变化调节下肢外骨骼机器人系统的高度;

[0011] 所述的传感器系统采集下肢外骨骼机器人系统、运动传速机构的运行参数及患者的人体参数,传输至嵌入式控制系统,并通过所述的云平台显示系统接收嵌入式控制系统

显示;

[0012] 所述的嵌入式控制系统实现下肢外骨骼机器人系统、悬吊系统、运动传速系统、旋转系统、重心自平衡系统、云平台显示系统及传感器系统的自适应控制、模态切换和智能高精度作动,并通过云平台对外进行信息交互。

[0013] 所述的下肢外骨骼机器人系统包括髋关节水平悬臂梁、髋关节轴承、髋关节盘式电机、大腿结构、膝关节轴承、膝关节盘式电机和小腿结构;所述的髋关节水平悬臂梁两端分别通过髋关节轴承连接大腿结构一端,并通过髋关节盘式电机驱动大腿结构绕髋关节轴承转动;所述大腿结构的另一端通过膝关节轴承连接小腿结构,并通过膝关节盘式电机驱动小腿结构绕膝关节轴承转动。

[0014] 所述的悬吊系统包括减重电机、减重弹簧、动滑轮机构和悬吊电机;所述的减重电机固接立柱,减重电机输出端通过减重弹簧连接悬吊电机,所述的减重弹簧和悬吊电机之间通过动滑轮系统转换运动方向;所述的悬吊电机提拉穿绑在患者身上的绷带。

[0015] 所述的运动传速系统包括步进电机和履带机构,步进电机通过履带机构的圆柱形轴带动履带机构进行滚转运动。

[0016] 所述的旋转系统采用电机驱动的形式实现下肢外骨骼机构的旋入和旋出,旋入和旋出的极限位置均安装有超声波测距装置和红外传感器,旋转系统到达极限位置后切断电机供电。

[0017] 所述的重心自平衡系统包括上悬臂梁、下悬臂梁和弹簧机构;平行的上悬臂梁和下悬臂梁在旋转系统和下肢外骨骼机器人系统之间连接构成四连杆机构,四连杆机构和下肢外骨骼机器人系统之间通过弹簧机构连接。

[0018] 所述的嵌入式控制系统包括控制器和云平台;所述的控制器采用上位机-下位机式控制器;所述的传感器系统采集下肢外骨骼机器人系统、运动传速机构的运行参数及患者的人体参数,传输至上位机控制器进行控制运算;所述的上位机控制器通过下位机控制器对下肢外骨骼机器人系统和运动传速机构进行伺服控制;控制器通过云平台对外进行信息交互。

[0019] 所述的传感器系统包括绝对式旋转编码器、电流传感器、压力传感器、线位移传感器、接近开关、脑电传感器、肌电传感器及心率、血压、温度传感器;所述的绝对式旋转编码器采集下肢外骨骼机器人系统的髋关节和膝关节轴承转动角度;所述的电流传感器、压力传感器分别采集髋关节和膝关节盘式电机的电流、电压信号;所述的线位移传感器采集悬吊电机和减重电机输出端的位置信号;所述的接近开关采集旋转系统的位置信号;所述的脑电传感器、肌电传感器采集患者的运动意图信号;所述的心率、血压和温度传感器采集患者的基本生理参数。

[0020] 本发明还包括扶手系统,固定于运动传速系统两侧。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 1)本发明将运动悬吊系统通过立柱安装于运动传速系统上方,进行下肢康复治疗的患者通过悬吊系统进行减重和位置保持,在下肢外骨骼机器人系统的带动下在运动传速系统上直立行走,进行康复训练;

[0023] 2)本发明采用高精度伺服电机,能够提高关节位置的控制精度;

[0024] 3)本发明采用基于ARM和POWERPC的双核嵌入式控制系统,实现不同模态的自适应

控制和高安全性控制,智能性强;

[0025] 4)本发明通过采用基于嵌入式控制系统的云平台,实现嵌入式控制系统与IOT协议互联,以及基于云平台的远程数据监测和控制,极大提高设备的维护性和售后服务质量,实现预测性维护。

附图说明

[0026] 图1是本发明的结构示意图;

[0027] 图2是重心自平衡系统的结构示意图;

[0028] 图3是嵌入式控制系统的组成框图;

[0029] 图中,1-下肢外骨骼机器人系统;2-悬吊系统;3-运动传速系统;4-旋转系统;5-重心自平衡系统;6-嵌入式控制系统;7-传感器系统。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,本发明包括但不仅限于下述实施例。

[0031] 本发明提供一种用于下肢康复治疗的智能医疗机器人,包括下肢外骨骼机器人系统、悬吊系统、运动传速系统、旋转系统、重心自平衡系统、云平台显示系统、扶手系统、嵌入式控制系统及其传感器系统;其中运动传速系统固定于地面,云平台显示系统固定于运动传速系统的前部支架,扶手系统固定于运动传速系统两侧。运动传速系统的一侧通过底部焊接的形式与立柱连接,立柱内部机构及其顶部水平伸出的结构共同组成悬吊系统。旋转系统的中心轴固定于立柱外侧,采用U型钢结构以立柱为中心进行旋转,旋转系统的限位立柱装置固定于运动传速系统的另一侧。重心自平衡系统固定于旋转系统U型钢结构的末端,下肢外骨骼机器人系统固定于重心自平衡系统末端。嵌入式控制系统固定于立柱内,传感器系统固定于下肢外骨骼机构、运动传速机构及人体表面。

[0032] 本发明工作时,人体通过所述的悬吊系统进行减重和位置保持,直立在运动传速系统上;下肢外骨骼机器人系统通过旋转系统进行旋入,旋入到固定在悬吊系统上的人体,并将人体下肢与下肢外骨骼机器人系统进行连接与固定;下肢外骨骼机器人系统带动人体进行训练时,重心自平衡系统自适应的跟随人体重心的变化;嵌入式控制系统实现整个机器人的自适应控制、模态切换和智能高精度作动,并实现与云平台的交互以及虚拟现实环境的互联。

[0033] 所述的下肢外骨骼机器人系统包含髋关节水平悬臂梁,髋关节轴承,髋关节盘式电机,大腿结构,膝关节轴承,膝关节盘式电机和小腿结构。其中髋关节轴承和髋关节盘式电机连接于髋关节水平悬臂梁末端,大腿结构连接于髋关节轴承另一端,大腿结构的末端与膝关节轴承和膝关节盘式电机相连,小腿结构连接于膝关节轴承的另一端。其中大腿结构和小腿结构均为杆状结构,大腿结构长度调节范围为43cm-53cm,小腿结构长度调节范围为28cm-38cm,膝关节运动范围0-90°,髋关节运动范围-45°-+55°,采用直流伺服电机与滚珠丝杠的形式进行驱动。

[0034] 所述的悬吊系统包含减重电机,减重弹簧,动滑轮机构,悬吊电机。其中减重电机位于立柱底部,减重电机与其上端减重弹簧采用螺栓固定方式连接,减重弹簧上端与动滑

轮系统连接,悬吊电机与动滑轮系统的另一端相连。其采用双电机控制的形式实现对人体的悬吊功能和不同重量的减重功能。

[0035] 所述的运动传速系统,其特征在于:包含步进电机和履带机构,步进电机通过履带机构的圆柱形轴,带动履带机构进行滚转运动。其可进行0-5km/h的变速度控制,速度变化精度为0.1km/h,并实时协同下肢外骨骼机器人系统的运动速度,由嵌入式控制系统统一控制。

[0036] 所述的旋转系统包含立柱内部轴承,U型钢结构和限位立柱结构。U型钢结构与立柱内部轴承相连,限位立柱位于立柱机构另一侧。其采用电机驱动的形式实现下肢外骨骼机构自动旋入和旋出的功能。

[0037] 所述的重心自平衡系统包含上悬臂梁,下悬臂梁和弹簧机构。上悬臂梁和下悬臂梁之间通过弹簧机构连接。其采用无源气弹簧系统结构设计,实现人体重心变化范围10cm内的重心自平衡。

[0038] 所述的嵌入式控制系统包含ARM+POWERPC的双核处理模块,电源接口,云平台接口,运动传速系统接口,传感器接口,制动开关接口,驱动器接口,测试设备接口。其采用ARM+POWERPC的双核处理系统,实现高安全、高可靠的机器人系统控制功能,并通过IoT的传输协议,实现与云平台和虚拟现实设备的双向通讯。

[0039] 所述的传感器子系统包括机器人控制系统闭环控制所需的绝对式旋转编码器,电流传感器、压力传感器、线位移传感器和接近开关,还包括人体实时参数反馈的脑电传感器、肌电传感器及心率、血压、温度等传感器。其中绝对式旋转编码器、电流传感器、压力传感器安装于下肢外骨骼机器人系统的髋关节和膝关节轴承内,采集盘式电机信号;线位移传感器安装于悬吊电机和减重电机末端,采集其位置信号;接近开关安装于限位立柱内,采集旋转系统位置信号。另外,脑电传感器、肌电传感器安装于人体脑部和下肢皮肤外侧,采集人体运动意图信号;心率、血压和温度传感器安装于扶手系统前端,采集人体基本生理参数。

[0040] 本发明的实施例包括下肢外骨骼机器人系统1、悬吊系统2、运动传速系统3、旋转系统4、重心自平衡系统5、嵌入式控制系统6和传感器系统7。

[0041] 所述的下肢外骨骼机器人系统1中,大腿和小腿结构采用钛合金材料,背部支撑和腰部支撑结构采用铝合金材料,并通过钢结构紧固件与重心自平衡系统连接。大腿小腿长度调节通过V型槽结构进行调节,调节精度为1cm。大腿长度调节范围为43cm-53cm,小腿长度调节范围为28cm-38cm,膝关节运动范围0-90°,髋关节运动范围-45°-+55°,采用直流伺服电机与滚珠丝杠的形式进行驱动,并应用绝对式旋转编码器、电流传感器、压力传感器、力矩传感器等实现下肢外骨骼机器人的位置控制和不同模态的力控制。

[0042] 所述的悬吊系统2主体固定于立柱内,包含一个悬吊位置控制电机,通过动滑轮系统的结构进行悬吊高度的调节,另外减重电机通过对一个弹簧组的位置控制,实现不同人体减重重量的调节。

[0043] 所述的运动传速系统3由嵌入式控制系统发送指令进行控制,可进行0-5km/h的变速度控制,速度变化精度为0.1km/h,并实时协同下肢外骨骼机器人系统的运动速度。其扶手高度和角度可进行手动调节。

[0044] 所述的旋转系统4采用电机驱动的形式实现下肢外骨骼机构自动旋入和旋出的功

能,旋入和旋出的极限位置均安装有超声波测距和红外传感器,到达极限位置后自动切断对电机的控制。旋转系统旋入后的极限位置如图1所示。

[0045] 所述的重心自平衡系统5采用无源气弹簧系统结构设计,实现人体重心变化范围10cm内的重心自平衡,其采用平行四连杆结构与下肢外骨骼机器人系统1连接,平行四边形结构末端与气弹簧系统连接,实现自平衡的上下浮动,其结构如图2所示。

[0046] 所述的嵌入式控制系统6和传感器系统7是实现智能医疗机器人的核心。参照附图3,其具体工作过程如下:

[0047] 1,搭载云平台的上位机接收来自云端指令,其与虚拟现实界面进行实时性同步,并可独立控制运动传速系统。

[0048] 2,搭载云平台的上位机其核心功能是与双余度ARM+POWERPC的嵌入式控制器进行通讯,将步态、速度、时间等指令下发至嵌入式控制器,并接收嵌入式控制器的实施健康状态等反馈,进一步转发至云平台虚拟存储端。

[0049] 3,双余度ARM+POWERPC的嵌入式控制器内部通过故障判断逻辑进行实时故障检测,保证系统安全性和稳定性。并根据传感器、制动开关、测试设备等外部反馈信息进行综合,实现对运动传速装置和电机驱动器的实时最优闭环控制。

[0050] 4,驱动器对电机进行直接控制,其主要接收双余度ARM+POWERPC的嵌入式控制器的PWM和使能信号,并将电机状态实时反馈给嵌入式控制器。

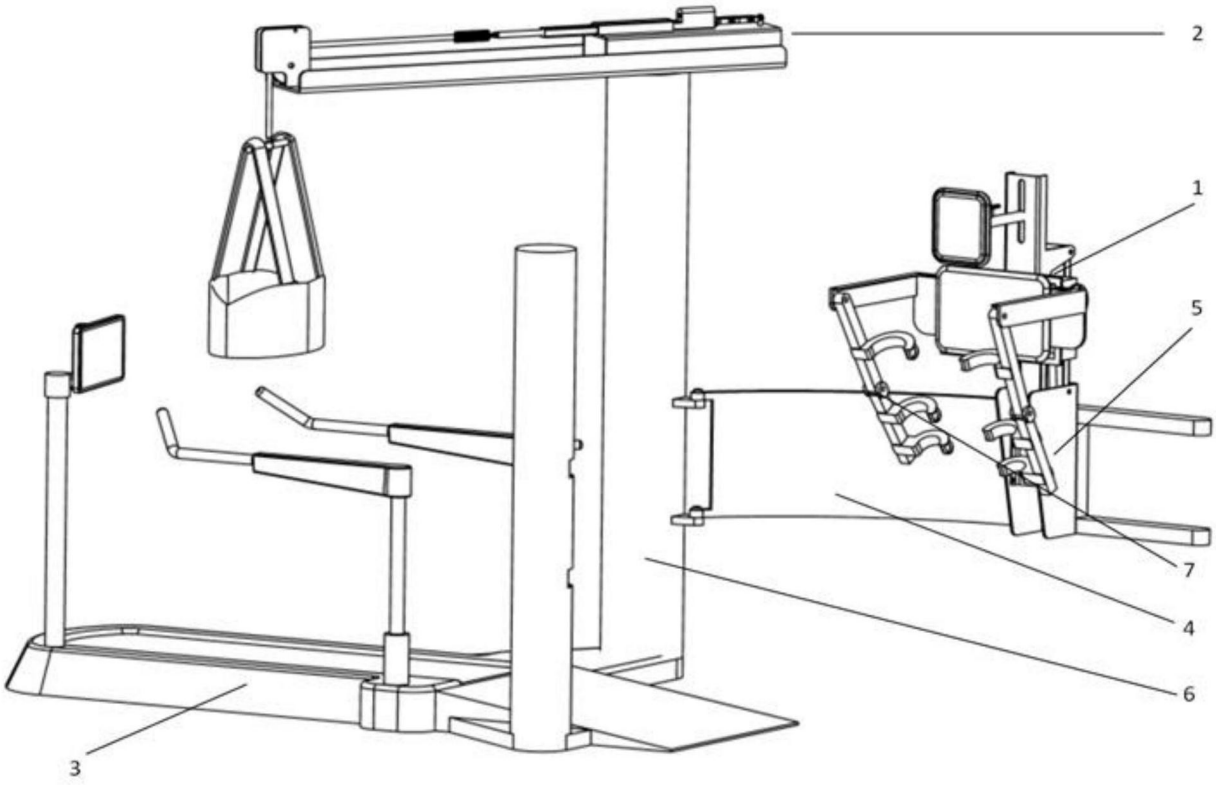


图1

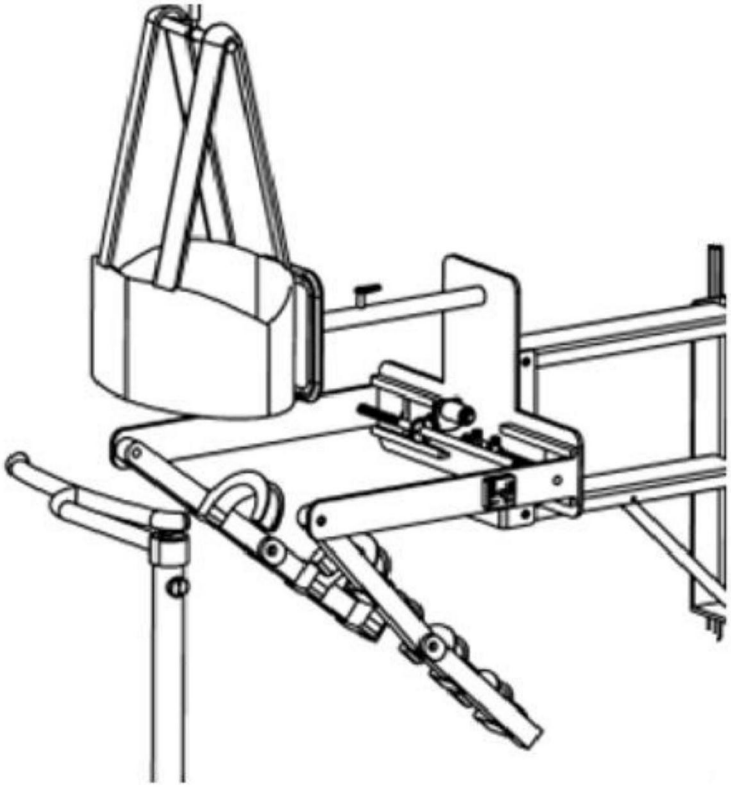


图2

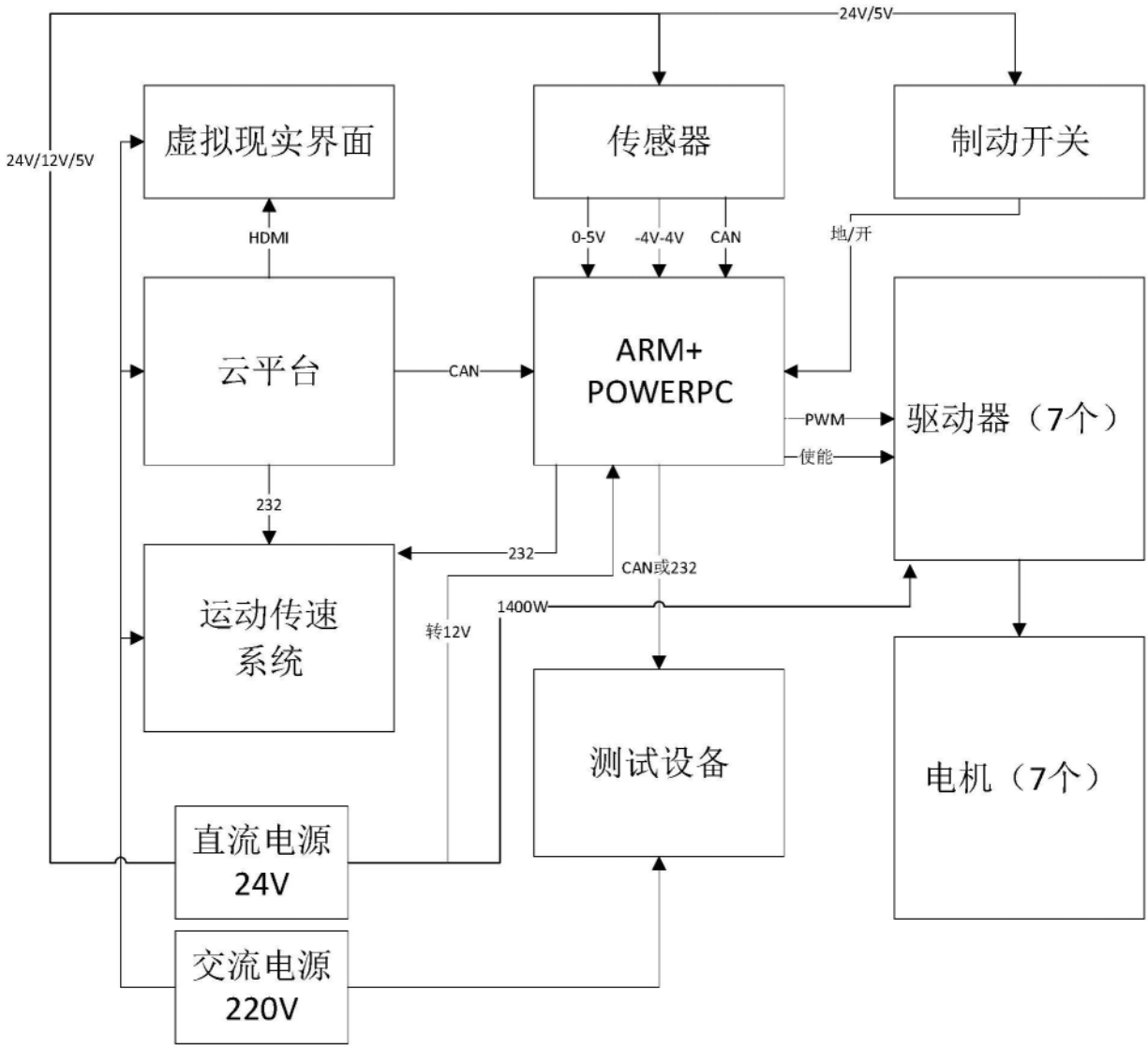

24V/5V
虚拟现实界面
传感器
制动开关
24V/12V/5V
HDMI
0-5V
-4V-4V
CAN
地/开
云平台
CAN
ARM+
POWERPC
PWM
使能
驱动器（7个）
232
232
CAN或232
运动传速
系统
1400W
转12V
测试设备
电机（7个）
直流电源
24V
交流电源
220V

图3