



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103263338 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201310222580. 4

(22) 申请日 2013. 06. 06

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

(72) 发明人 宋嵘 杨东静 杨锦 肖潭

袁培江

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 王会龙

(51) Int. Cl.

A61H 1/02 (2006. 01)

A63B 23/12 (2006. 01)

A63B 24/00 (2006. 01)

审查员 鲜星宇

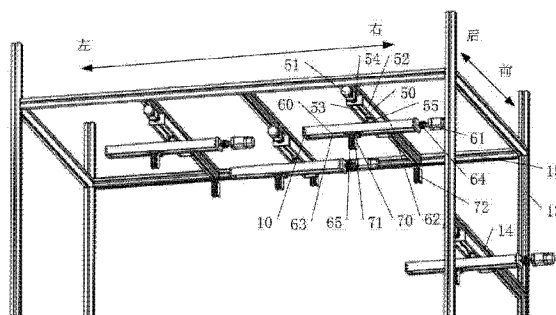
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种上肢康复机器人

(57) 摘要

一种上肢康复机器人,包括:支架,支架包括立柱、顶架和横梁,顶架位于患者前臂的上方,横梁位于患者前臂的下方;若干个牵引装置;供患者前臂放置的托板;若干个绳子,绳子的一端与牵引装置连接、另一端固定于托板;控制装置,用于控制牵引装置牵引绳子的角度和力度。本发明上肢康复机器人通过控制装置控制牵引装置牵引绳子的角度和力度,可以帮助患者的肩关节肘关节在三维空间内实现较复杂的训练动作,从而使患者达到更好的康复效果。



1. 一种上肢康复机器人,用于患者的上肢康复训练,其特征在于,包括:

支架,所述支架包括立柱、与所述立柱的上部连接的顶架、与所述立柱的中部或下部连接的横梁,所述顶架位于所述患者前臂的上方,所述横梁位于所述患者前臂的下方;

若干个牵引装置,其中一个所述牵引装置设置于所述横梁,其余的所述牵引装置设置于所述顶架;

供所述患者前臂放置的托板;

若干个绳子,所述绳子的一端与所述牵引装置连接、另一端固定于所述托板;

控制装置,用于控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

2. 根据权利要求1所述的上肢康复机器人,其特征在于,

所述牵引装置包括前后运动单元、左右运动单元和绳牵引单元;所述前后运动单元包括第一电机、具有第一导轨的第一丝杠、连接所述第一电机和所述第一丝杠的第一联轴器、设置于所述第一丝杠的第一导轨内的第一滑块;所述左右运动单元固定于所述第一滑块上,所述左右运动单元包括第二电机、具有第二导轨的第二丝杠、连接所述第二电机和所述第二丝杠的第二联轴器、设置于所述第二丝杠的第二导轨内的第二滑块;所述绳牵引单元包括给所述绳子提供拉力的第三电机和设置于所述第二滑块上的定滑轮,所述绳子绕过所述定滑轮与所述第三电机连接。

3. 根据权利要求2所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述上肢康复机器人还包括用于采集所述患者的肌电信号的肌电信号采集装置,所述控制装置根据所述肌电信号采集装置采集的肌电信号控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

4. 根据权利要求2所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述上肢康复机器人还包括存储康复训练程序的存储装置和用于供所述患者选择参数的参数选择装置,所述控制装置根据所述参数选择装置传输的参数和所述存储装置内的存储康复训练程序控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

5. 根据权利要求3所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述上肢康复机器人还包括训练方式选择装置、存储康复训练程序的存储装置和用于供所述患者选择参数的参数选择装置,所述训练方式包括主动控制方式和被动控制方式,所述控制装置根据患者选择的训练方式选择是根据肌电信号采集装置采集的肌电信号控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度、或者是根据所述参数选择装置传输的参数和所述存储装置内的存储康复训练程序控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

6. 根据权利要求4或5所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述参数包括患者的训练种类;其中,训练种类包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动。

7. 根据权利要求6所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述上肢康复机器人还包括绳子拉力感应装置、以及连接患者的前臂和所述绳子的磁性固定器,当所述绳子拉力感应装置感应到所述绳子的拉力超过预设值时,所述控制装置控制所述磁性固定器断开与患者的前臂的连接。

8. 根据权利要求6所述的上肢康复机器人,其特征在于,所述绳子的数目为大于等于4个。

一种上肢康复机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种医学辅助治疗装置,特别是涉及一种上肢康复机器人。

背景技术

[0002] 脑血管疾病位居人类死亡原因的第三位,每年有超过 200 万人死于中风。我国每年新发完全性脑中风患者 120 万—150 万人,死亡 80 万—100 万人,其中脑卒中后存活者遗留单侧肢体运动功能障碍,急性期患者的发生率更高,严重影响患者的日常行为能力。目前,临床上对偏瘫患者的康复方法主要是物理治疗医师对患者的一对一的物理治疗。这样的方法虽然能够帮助患者改善偏瘫侧肢体的运动,但也存在着如下不足:第一,物理治疗通常在医院进行,这对已经具有运动功能障碍的患者非常不方便;第二,物理治疗是一种劳力集中的过程,物理治疗师难以长时间保持高强度,重复性治疗,同时我国现有中风患者接近 1000 万,物理治疗师的数量严重不足。

[0003] 利用机器人技术设计的康复机器人可以辅助物理治疗师进行康复训练,将物理治疗师从高强度的体力劳动中解放出来;另外可利用机器人上所附带的高精度传感器对训练过程进行监测与评价,让物理治疗师更准确把握患者的运动功能恢复情况,从而相应制定合理的训练计划,使得偏瘫康复训练更有针对性和科学性。

[0004] 现有的大多数康复机器人只能提供单关节或两个自由度的活动,为患者提供简单的直线、曲线或者平面运动,动作范围,活动关节受限、少数多自由度的康复机器人可以帮助患者在三维空间进行活动,但是运动空间和动作类型也不能完全满足康复训练的要求,另外随着机器人自由度的提高,其结构也变得非常复杂,对控制方法和安全性的要求也相对较高。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于避免现有技术中的不足之处而提供一种给患者提供能实现较多训练动作、穿戴方便以及安全可靠的上肢康复机器人。

[0006] 本发明的目的通过以下技术措施实现:

[0007] 一种上肢康复机器人,用于患者的上肢康复训练,包括:支架,所述支架包括立柱、与所述立柱的上部连接的顶架、与所述立柱的中部或下部连接的横梁,所述顶架位于所述患者前臂的上方,所述横梁位于所述患者前臂的下方;若干个牵引装置,其中一个所述牵引装置设置于所述横梁,其余的所述牵引装置设置于所述顶架;供所述患者前臂放置的托板;若干个绳子,所述绳子的一端与所述牵引装置连接、另一端固定于所述托板;控制装置,用于控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

[0008] 优选地,上述牵引装置包括前后运动单元、左右运动单元和绳牵引单元;所述前后运动单元包括第一电机、具有第一导轨的第一丝杠、连接所述第一电机和所述第一丝杠的第一联轴器、设置于所述第一丝杠的第一导轨内的第一滑块;所述左右运动单元固定于所述第一滑块上,所述左右运动单元包括第二电机、具有第二导轨的第二丝杠、连接所述第二

电机和所述第二丝杠的第二联轴器、设置于所述第二丝杠的第二导轨内的第二滑块；所述绳牵引单元包括给所述绳子提供拉力的第三电机和设置于所述第二滑块上的定滑轮，所述绳子绕过所述定滑轮与所述第三电机连接。

[0009] 优选地，上述上肢康复机器人还包括用于采集所述患者的肌电信号的肌电信号采集装置，所述控制装置根据所述肌电信号采集装置采集的肌电信号控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

[0010] 优选地，上述上肢康复机器人还包括存储康复训练程序的存储装置和用于供所述患者选择参数的参数选择装置，所述控制装置根据所述参数选择装置传输的参数和所述存储装置内的存储康复训练程序控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

[0011] 优选地，上述上肢康复机器人还包括训练方式选择装置、存储康复训练程序的存储装置和用于供所述患者选择参数的参数选择装置，所述训练方式包括主动控制方式和被动控制方式，所述控制装置根据患者选择的训练方式选择是根据肌电信号采集装置采集的肌电信号控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度、或者是根据所述参数选择装置传输的参数和所述存储装置内的存储康复训练程序控制所述牵引装置牵引所述绳子的角度和力度。

[0012] 优选地，上述参数包括患者的训练种类；其中，训练种类包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动。

[0013] 优选地，上述上肢康复机器人还包括绳子拉力感应装置、以及连接患者的前臂和所述绳子的磁性固定器，当所述绳子拉力感应装置感应到所述绳子的拉力超过预设值时，所述控制装置控制所述磁性固定器断开与患者的前臂的连接。

[0014] 优选地，上述上肢康复机器人还包括用于固定患者前臂的托板，所述绳子固定于所述托板。

[0015] 优选地，上述绳子的数目为大于等于 4 个。

[0016] 本发明与现有技术相比具有以下优点：本发明上肢康复机器人通过控制装置控制牵引装置牵引所述绳子的前后左右的角度和力度，可以帮助患者的肩关节肘关节在三维空间内实现较复杂的训练动作，从而使患者达到更好的康复效果。训练的绳子固定于托板上，患者的前臂放置于托板上，穿戴方便以及安全可靠。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅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性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图 1 是本发明实施例的上肢康复机器人的局部结构示意图；

[0019] 图 2 是本发明实施例的上肢康复机器人的结构示意图；

[0020] 图 3 是本发明实施例的上肢康复机器人的第一种实施方式的控制结构示意图；

[0021] 图 4 是本发明实施例的上肢康复机器人的第二种实施方式的控制结构示意图；

[0022] 图 5 是本发明实施例的上肢康复机器人的第三种实施方式的控制结构示意图；

[0023] 图 6 是本发明实施例的上肢康复机器人的第四种实施方式的控制结构示意图；

[0024] 图 7 是本发明实施例的上肢康复机器人的第三种实施方式的运动学位置逆解分析示意图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明更加容易理解,下面结合附图对本发明作进一步阐述,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制。

[0026] 本发明的一种上肢康复机器人,用于患者的上肢康复训练,如图 1 至图 5 所示,包括:支架 12,所述支架 12 包括立柱 13、与所述立柱 13 的上部连接的顶架 15、与所述立柱 13 的中部或下部连接的横梁 14,所述顶架 15 位于所述患者前臂的上方,所述横梁 14 位于所述患者前臂的下方;若干个牵引装置 10,其中一个所述牵引装置 10 设置于所述横梁 14,其余的所述牵引装置 10 设置于所述顶架 15;供所述患者前臂放置的托板 9;若干个绳子 6,所述绳子 6 的一端与所述牵引装置 10 连接、另一端固定于所述托板 9;控制装置 16,用于控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度。牵引装置 10 与绳子 6 一一对应,即一个牵引装置 10 对应一个绳子 6。顶架 15 和横梁 14 的高度可以根据患者的需要设置。

[0027] 绳子 6 的拉力可以抵消患者前臂的重量,方便患者在更大的运动空间开展康复训练,有利上肢运动功能的恢复。具体地,绳子 6 可以为钢丝绳,钢丝绳抗拉性能好,且不容易变形。绳子 6 也可以为尼龙绳。

[0028] 本发明上肢康复机器人通过位于患者前臂下方的绳子 6 给托板 9 提供向下的力,以及位于患者前臂上方的若干绳子 6 给托板 9 提供向上的力,通过控制装置 16 控制牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度,可以帮助患者的肩关节肘关节在三维空间内实现较多的训练动作,从而使患者达到更好的康复效果。训练的绳子 6 固定于托板 9 上,患者的前臂放置于托板 9 上,穿戴方便以及安全可靠,控制装置 16 通过控制各个绳子 6 的角度和力度控制托板 9 在三维空间内运动,从而带动患者前臂随托板 9 在三维空间内运动,进而帮助患者沿着预先设定的轨迹做外展、内收、屈曲、伸展运动。现有技术上的肢康复机器人均没有提供向下方向的作用力,而如果不能给患者前臂提供向下的力,那么有许多训练动作将无法实现。

[0029] 绳子 6 的数目可以根据需要设置,较佳地,如图 1 所示,绳子 6 的数目可以设置为 4 个。这样位于患者前臂下方的绳子 6 为 1 个,位于患者前臂上方的绳子 6 为 3 个;即通过位于患者前臂下方的绳子 6 给患者前臂提供 1 个向下的力,位于患者前臂上方的 3 个绳子 6 给患者前臂提供 3 个向上的力,通过控制装置 16 控制各个牵引装置 10 牵引各个绳子 6 的角度和力度,可以帮助患者的肩关节肘关节在三维空间内实现大的可达空间和较多的训练动作,从而使患者达到更好的康复效果。当然,也可以根据训练动作的需求,将绳子 6 的数目可以设置为大于 4 个。

[0030] 较佳地,如图 1 和图 2 所示,牵引装置 10 包括前后运动单元 50、左右运动单元 60 和绳牵引单元 70;所述前后运动单元 50 包括第一电机 51、具有第一导轨 52 的第一丝杠 53、连接所述第一电机 51 和所述第一丝杠 53 的第一联轴器 54、设置于所述第一丝杠 53 的第一导轨 52 内的第一滑块 55;所述左右运动单元 60 固定于所述第一滑块 55 上,所述左右运动单元 60 包括第二电机 61、具有第二导轨 62 的第二丝杠 63、连接所述第二电机 61 和所述第二丝杠 63 的第二联轴器 64、设置于所述第二丝杠 63 的第二导轨 62 内的第二滑块 65;所述

绳牵引单元 70 包括给所述绳子提供拉力的第三电机 7 和设置于所述第二滑块 65 上的定滑轮 71, 所述绳子 6 绕过所述定滑轮 71 与所述第三电机 7 连接。具体地, 第一电机 51、第二电机 61 和第三电机 7 的运行根据控制装置的指令控制。

[0031] 控制装置 16 控制第一电机 51 转动, 通过第一联轴器 54 带动第一丝杠 53 转动, 控制第一滑块 55 在第一丝杠 53 的位置, 进而控制绳子 6 在前后方向的角度。控制装置 16 控制第二电机 61 转动, 通过第二联轴器 64 带动第二丝杠 63 转动, 控制第二滑块 65 在第二丝杠 63 的位置, 进而控制绳子 6 在左右方向的角度。

[0032] 第三电机 7 给绳子 6 提供拉力。因而, 通过牵引装置 10 可以给绳子 6 提供拉力控制和不同的角度控制。具体地, 如图 2 所示, 定滑轮 72 固定在顶架 15 上, 第三电机 7 通过两个定滑轮 71、72 来实现对绳子 6 的拉力控制。电机 7 通过连接件 22 与第三联轴器 24 相连, 第三联轴器 24 与扭矩传感器 25 相连, 电机 7 的转动通过连接件 22、第三联轴器 24、扭矩传感器 25 带动钢丝轮滑轮 27 转动, 控制绳子 6 的长度。第一轴承座 26 和第二轴承座 23 起到支撑电机 7、连接件 22、第三联轴器 24、扭矩传感器 25 和钢丝轮滑轮 27 的作用。

[0033] 作为本发明上肢机器人的一种实施方式, 如图 3 所示, 上肢康复机器人还包括用于采集所述患者的肌电信号的肌电信号采集装置 17, 所述控制装置 16 根据所述肌电信号采集装置 17 采集的肌电信号控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度。患者可以主动做康复训练的各种动作, 此时肌电信号采集装置 17 同步采集上肢体与肩肘关节运动相关的八块肌肉的肌电信号, 控制装置 16 对所接收到的肌电信号进行滤波、整流、归一化后, 采用主元分析 (PCA) 算法进行降维, 选择前四维的信息, 根据实验获得的控制模型, 实时计算出康复机器人所需提供的辅助力和关节角度参数, 进一步得到控制牵引装置 10 的命令, 输出对应的力矩信号给牵引装置 10 控制其牵引绳子 6 的角度和力度, 帮助患者在三维空间进行康复运动。康复训练的各种动作包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动等等。

[0034] 作为本发明上肢机器人的另一种实施方式: 如图 4 所示, 上肢康复机器人还包括存储康复训练程序的存储装置 18 和用于供所述患者选择参数的参数选择装置 19, 所述控制装置 16 根据所述参数选择装置 19 传输的参数和所述存储装置 18 内的存储康复训练程序控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度。具体地, 参数包括患者的体重和训练种类; 其中, 训练种类包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动。康复训练程序是指通过实验获得的根据各种参数设置的控制牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度大小、力度大小和控制顺序。

[0035] 使用前, 患者先选择各种参数, 如患者的体重、患者的体型和训练种类, 然后患者不需要进行主动运动, 控制装置 16 根据患者选择的参数和存储装置 18 内的康复训练程序控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度, 进而使患者在三维空间内完成设定的各种训练动作。

[0036] 作为本发明上肢机器人的第三种实施方式: 如图 5 所示, 上肢康复机器人还包括训练方式选择装置 20、存储康复训练程序的存储装置 18 和用于供所述患者选择参数的参数选择装置 19, 所述训练方式包括主动控制方式和被动控制方式, 两种控制方法之间可以相互切换。所述控制装置 16 根据患者选择的训练方式选择是根据肌电信号采集装置 17 采集的肌电信号控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度、或者是根据所述参数选

择装置 19 传输的参数和所述存储装置 18 内的存储康复训练程序控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度。其中,参数包括患者的体重和训练种类;训练种类包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动。

[0037] 使用时,患者先通过训练方式选择装置 20 选择训练方式。当患者选择主动控制方式时,控制装置 16 根据肌电信号采集装置 17 采集的肌电信号控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度。此时患者主动进行康复运动,肌电信号采集装置 17 同步采集上肢体与肩肘关节运动相关的八块肌肉的肌电信号,控制装置 16 对所接收到的肌电信号进行滤波、整流、归一化后,采用主元分析 (PCA) 算法进行降维,选择前四维的信息,根据控制模型,实时计算出康复机器人所需提供的辅助力和关节角度参数,进一步得到控制牵引装置 10 的命令,输出对应的力矩信号给牵引装置 10 控制其牵引绳子 6 的角度和力度,帮助患者在三维空间进行康复运动。康复运动的各种动作包括肩关节肘关节的外展、内收、屈曲、伸展、以及复合协同运动等等。

[0038] 当患者选择被动控制方式时,控制装置 16 根据患者在参数选择装置 19 中输入的参数和所述存储装置 18 内的存储康复训练程序控制所述牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度和力度,进而使患者在三维空间内完成设定的各种训练动作。参数选择装置 19 中有多种训练模式可以供患者选择,包括触点运动、喝水动作等,控制装置 16 根据患者在参数选择装置 19 中确定的训练模式,可以确定承托前臂运动的托板 9 的运动轨迹,然后进行运动学位置逆解分析:如图 7 所示,建立两个坐标系,左边一个为支架 12 平台坐标系,右边一个为支撑前臂托板 9 动平台坐标系,已知承托前臂运动的托板 9 的位置 $C(x, y, z)$, 求 3 根绳子 6 的运动学参数长度, P_i 为第 i 个滑轮的坐标, V_i 为第 i 根绳子 6 托板 9 连接点的位置坐标, \vec{p}_i 为固定坐标系原点到滑轮点的矢量, $\vec{\rho}_i$ 为第 i 根绳子 6 滑轮点到托板 9 连接点的矢量,在基于托板 9 建立的动平台坐标系中, \vec{v}_i 为动平台坐标原点到托板 9 连接点 V_i 的矢量, \vec{c} 为支架 12 平台坐标系原点到动平台坐标原点的矢量, Q 为两个坐标系之间的旋转矩阵,用于动平台坐标系矢量到支架 12 坐标系矢量的转换。由此可以建立运动学位置逆解模型如下公式 (1) (2) (3) :

$$[0039] \quad \rho_i = \|\vec{c} + Q \vec{v}_i - \vec{p}_i\| \quad (1)$$

$$[0040] \quad \rho_i^2 = (\vec{c} + Q \vec{v}_i - \vec{p}_i)^T (\vec{c} + Q \vec{v}_i - \vec{p}_i) \quad (2)$$

$$[0041] \quad \rho_i^2 = \vec{c}^T \vec{c} + 2 \vec{c}^T Q \vec{v}_i - 2 \vec{c}^T \vec{p}_i + \vec{v}_i^T \vec{v}_i - 2 \vec{p}_i^T Q \vec{v}_i + \vec{p}_i^T \vec{p}_i \quad (3)$$

[0042] 控制装置 16 得到绳子 6 运动学参数后,将参数写入牵引装置 10,进而使患者在三维空间内完成设定的各种训练动作。

[0043] 进一步地,如图 1、图 2 和图 6 所示,上肢康复机器人还包括绳子 6 拉力感应装置 21、以及连接患者的前臂和所述绳子 6 的磁性固定器 8,当所述绳子 6 拉力感应装置 21 感应到所述绳子 6 的拉力超过预设值时,所述控制装置 16 控制所述磁性固定器 8 断开与患者的前臂的连接。当绳子 6 的拉力超过预设值时,说明绳子 6 牵引装置 10 牵引所述绳子 6 的角度或力度已经超过了患者上肢活动的范围,控制装置 16 控制所述磁性固定器 8 断开与患者的前臂的连接,可以使患者的上肢不会因受到过度的拉伸而受伤,起到保护患者的作用。

[0044] 以上所述是本发明的优选实施方式而已,当然不能以此来限定本发明之权利范

围,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变动,这些改进和变动也视为本发明的保护范围。

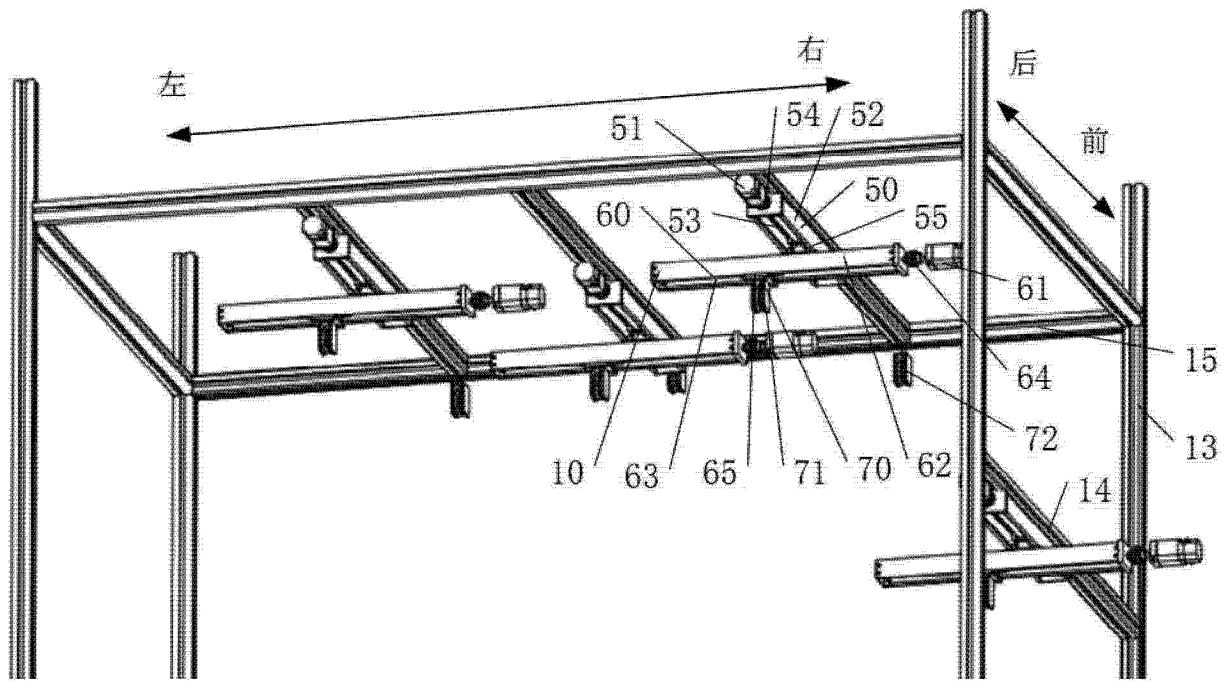


图 1

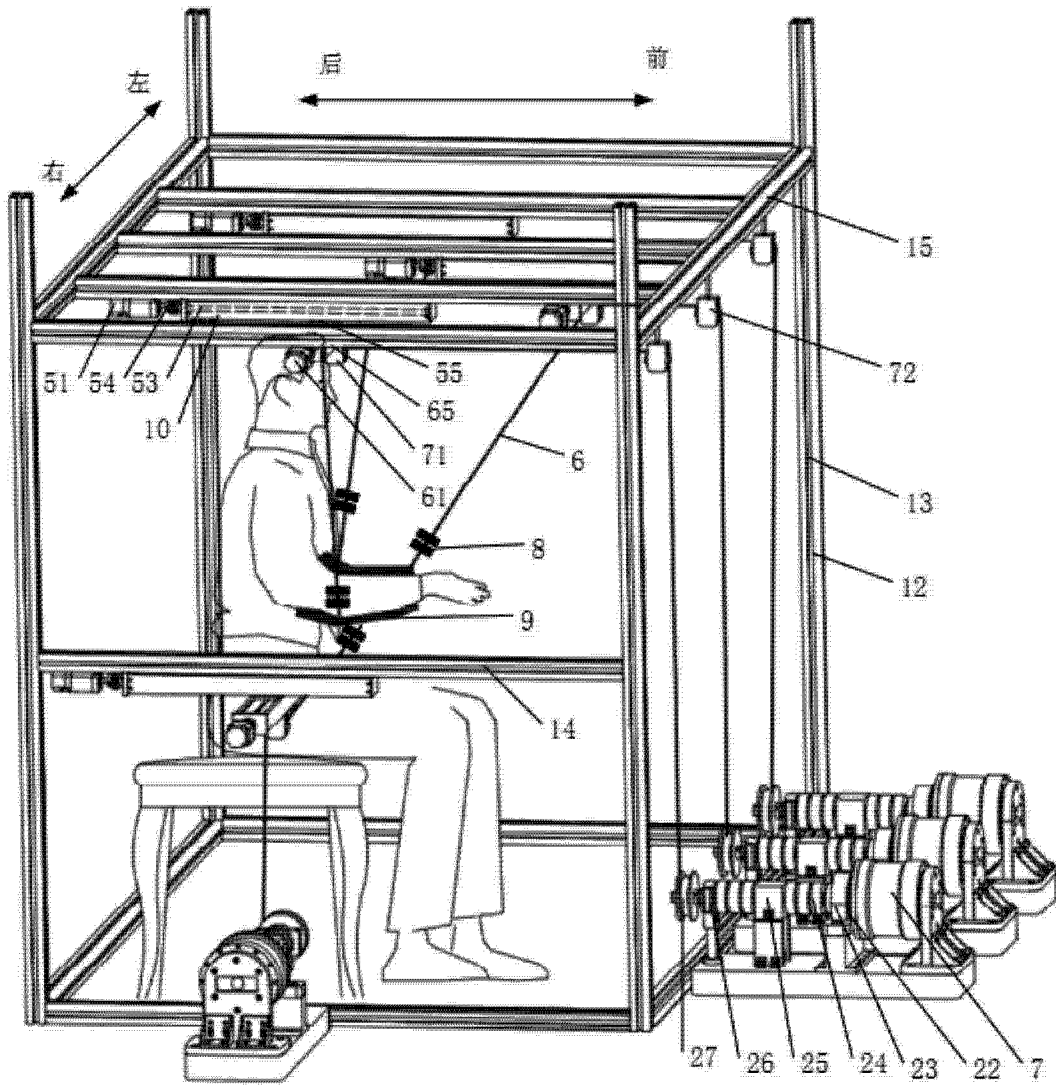


图 2

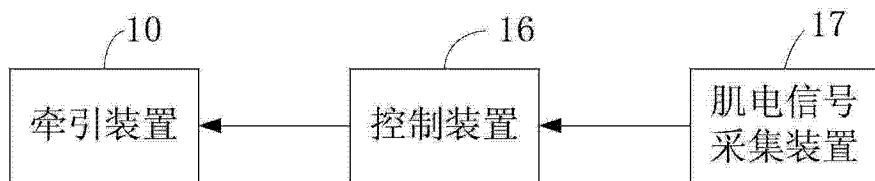


图 3

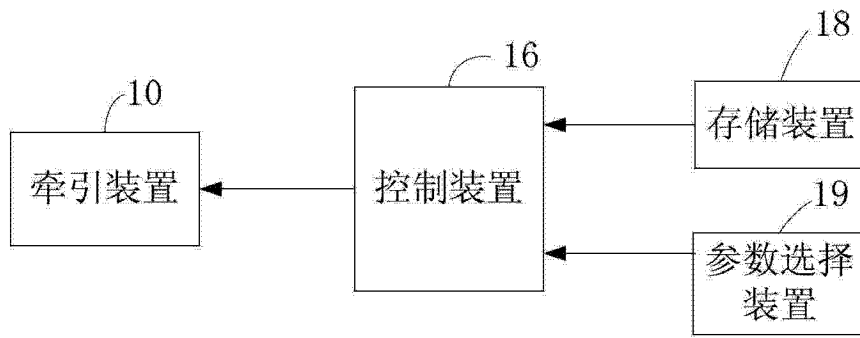


图 4

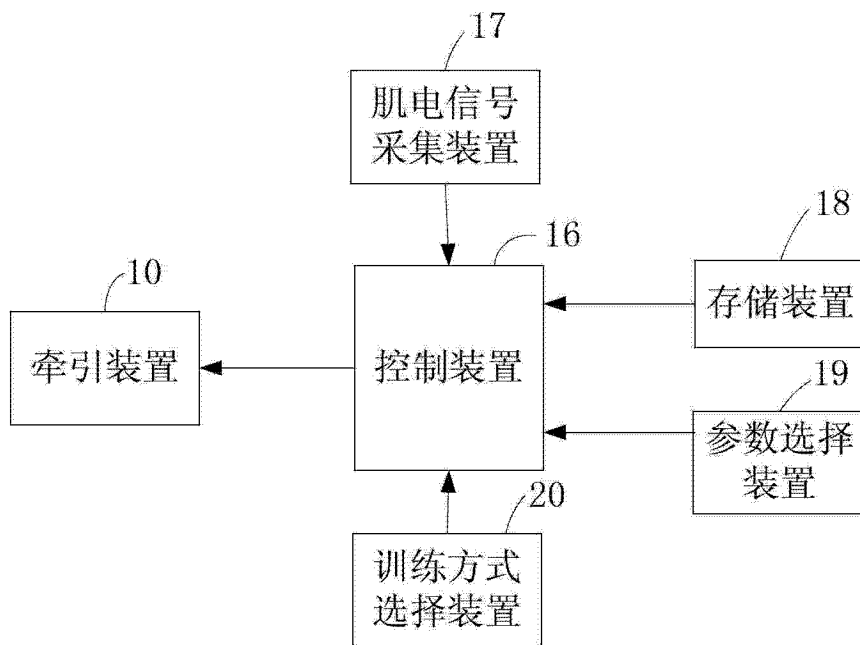


图 5

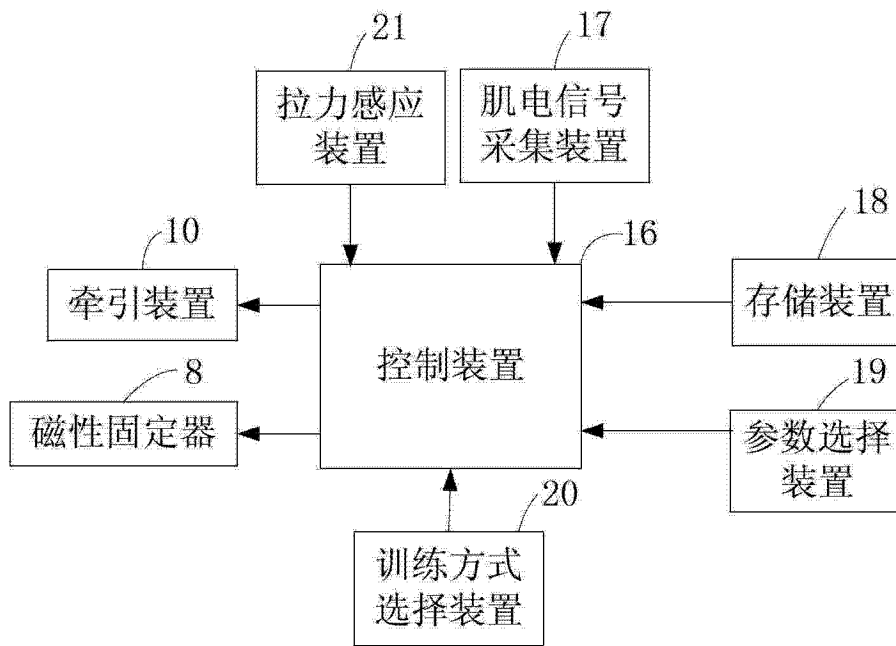


图 6

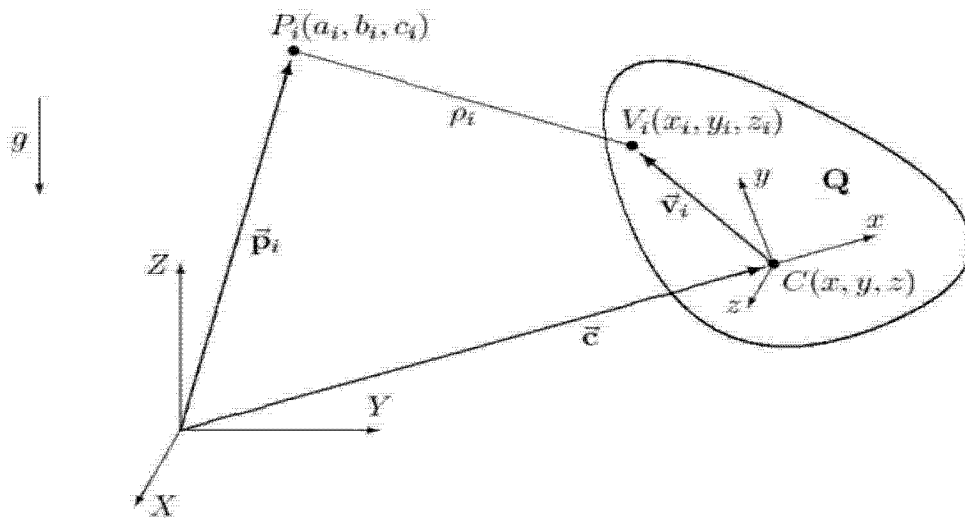


图 7