



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104800040 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201510100137.9

(22)申请日 2015.03.06

(73)专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72)发明人 訾斌 陈桥 尹光才 钱森

(74)专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理
有限公司 34112

代理人 余成俊

(51)Int.Cl.

A61H 1/02(2006.01)

G01D 21/02(2006.01)

审查员 马双

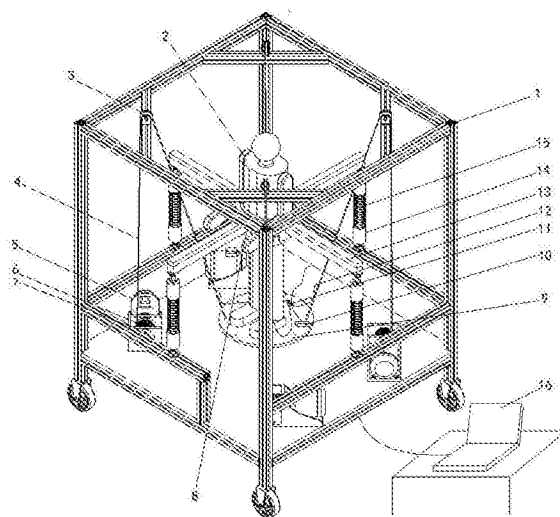
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,包括铝合金型材框架、气动人工肌肉、滑动副、腰带、伺服电机、卷筒、定滑轮、绳索、站立平台。铝合金型材框架中部支撑四个气动人工肌肉,气动人工肌肉通过带动与其用球铰链相连的滑动副运动,从而使得与滑动副相连的康复腰带带动腰部患者腰部进行前屈、背伸、左右弯腰的康复训练运动。气动人工肌肉在其进气管端口处分别安装四个压力传感器,在其出气端口处分别安装四个流量传感器,在其上下端口平面上分别安装四个激光测距传感器。铝合金型材框架底板上固定四个伺服电机,四个伺服电机分别带动四个卷筒旋转,使得四个卷筒上的四根绳索伸缩,在绳索上分别安装四个张力传感器。



1. 一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,包括铝合金型材框架,所述铝合金型材框架包括水平的矩形顶框、四个竖向设置的支撑杆,四个支撑杆分别在矩形顶框的顶角底部支撑矩形顶框,矩形顶框下方设置有水平安装在四个支撑杆下部之间的底板,底板上中心位置水平设置有站立平台,矩形顶框靠近顶角位置的相邻框边之间分别连接有斜支撑杆,每个斜支撑杆与矩形顶框框边夹角均相同,每个斜支撑杆上分别转动安装有定滑轮,所述底板上位于每个斜支撑杆下方分别设置有由伺服电机驱动的卷筒,卷筒上缠绕有绳索,所述绳索分别向上绕过对应位置斜支撑杆上的定滑轮后再向下连接在站立平台上底板上相邻支撑杆之间还分别连接有水平支撑杆,每个水平支撑杆上中间位置分别竖向安装有套有弹簧的气动人工肌肉,每个气动人工肌肉顶端分别支撑有水平的滑动副,四个滑动副呈十字形伸向站立平台上方,且四个滑动副伸向站立平台上方的端头处分别连接有腰带;其特征在于:站立平台上设置有数据采集卡、姿态角传感器,卷筒的轴端安装有编码器,每个绳索上分别安装有张力传感器,每个气动人工肌肉的进气端口处分别安装有压力传感器,每个气动人工肌肉的出气端口处分别安装有流量传感器,每个气动人工肌肉的上、下端口平面上分别安装有彼此相对的激光测距传感器,还包括工控机,站立平台上的数据采集卡通过数据传输线与工控机连接,所述姿态角传感器、张力传感器、压力传感器、流量传感器、激光测距传感器分别通过数据传输线与数据采集卡连接,所述编码器通过数据线直接与工控机连接。

2. 根据权利要求1所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:站立平台上的姿态角传感器的X、Y惯性主轴分别与由绳索和站立平台的连接点所形成的正方形的边相垂直,姿态角传感器的Z惯性主轴垂直于站立平台且竖直向上;在运动中,姿态角传感器实时检测站立平台的横滚角 α 、俯仰角 β 和偏转角 γ ,把相应的角度信息通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,由工控机对其进行分析,并对相应的伺服电机进行控制,从而带动绳索的伸缩,使得站立平台在运动中与腿部保持垂直,确保了站立平台上腰部患者的安全。

3. 根据权利要求1所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的张力传感器安装在距绳索与站立平台连接点的半米处,与绳索串联;在运动中,张力传感器实时监测绳索的张力,通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,由工控机对其进行分析保存,得出各个运动阶段的运动状态参数。

4. 根据权利要求1所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的编码器与卷筒轴端相连接,其数据输出端通过数据线直接与工控机相连接;在运动中,编码器实时检测卷筒的转动角度,通过数据传输线把相应信息传输给工控机上,由工控机进行分析,得出绳索的伸缩量,并对伺服电机进行相应的控制输出。

5. 根据权利要求1所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的压力传感器和流量传感器分别安装在气动人工肌肉进气管和出气管的端口处,激光测距传感器安装在上下端口平面上;运动中,压力传感器和流量传感器分别实时检测进气回路中的进气压力和出气回路中的出气流量,激光测距传感器实时检测气动人工肌肉的长度,通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,工控机对其进行分析,分别对气动人工肌肉进气回路中的压力

阀门和出气回路中的流量阀门开度进行相应的调节控制。

一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及腰部康复训练检测领域,具体是一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置和方法。

背景技术

[0002] 社会老龄化和其它意外原因使得腰部运动障碍的病人日趋增加,而传统的康复治疗主要依赖治疗师的治疗,其效率低、成本高,因此人们对腰部康复训练有了进一步的要求。目前,康复训练装置一般通过柔索驱动腰部进行转动,但其存在很多缺陷。并联腰部康复训练装置能够解决现有的康复训练装置中利用柔索驱动腰部进行转动效果差、腰部转动角度受限、难适应较大角度的弯腰和摆动、康复训练效率较低等问题。

[0003] 中国专利申请号201410491844.0公开了一种利用气动人工肌肉和绳索联合作业的六自由度并联腰部康复训练装置,从机械设计上实现了腰部的康复训练。虽然并联腰部康复训练装置在机械设计上使用了气动人工肌肉,一定程度上实现了对腰部的保护,但绳索和气动人工肌肉在实际实现过程中仍存在一定的安全隐患。为了避免腰部的二次损伤,对并联腰部康复训练装置进行腰部康复训练运动中的动态特性进行实时检测和监控是必要的,是提升系统安全、可靠运行的重要保障。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置和方法,完成对并联腰部康复训练装置在进行腰部康复训练过程中的实时动态控制和监控,不仅有效地达到了腰部康复训练的效果,还保证了系统的安全、可靠性。

[0005] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0006] 一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:包括铝合金型材框架,所述铝合金型材框架包括水平的矩形顶框、四个竖向设置的支撑杆,四个支撑杆分别在矩形顶框的顶角底部支撑矩形顶框,矩形顶框下方设置有水平安装在四个支撑杆下部之间的底板,底板上中心位置水平设置有站立平台,站立平台上设置有数据采集卡、姿态角传感器,矩形顶框靠近顶角位置的相邻框边之间分别连接有斜支撑杆,每个斜支撑杆与矩形顶框框边夹角均相同,每个斜支撑杆上分别转动安装有定滑轮,所述底板上位于每个斜支撑杆下方分别设置有由伺服电机驱动的卷筒,卷筒的轴端安装有编码器,卷筒上缠绕有绳索,所述绳索分别向上绕过对应位置斜支撑杆上的定滑轮后再向下连接在站立平台上,且每个绳索上分别安装有张力传感器,底板上方相邻支撑杆之间还分别连接有水平支撑杆,每个水平支撑杆上中间位置分别竖向安装有套有弹簧的气动人工肌肉,每个气动人工肌肉的进气端口处分别安装有压力传感器,每个气动人工肌肉的出气端口处分别安装有流量传感器,每个气动人工肌肉的上、下端口平面上分别安装有彼此相对的激光测距传感器,每个气动人工肌肉顶端分别支撑有水平的滑动副,四个滑动副呈十字形伸向站立平台上,且四个滑动副伸向站立平台上方的端头处分别连接有腰带;还包括工控机,站立平台上的数据

采集卡通过数据传输线与工控机连接,所述姿态角传感器、张力传感器、压力传感器、流量传感器、激光测距传感器分别通过数据传输线与数据采集卡连接,所述编码器通过数据线直接与工控机连接。

[0007] 所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:站立平台上的姿态角传感器的X、Y惯性主轴分别与由绳索和站立平台的连接点所形成的正方形的边相垂直,姿态角传感器的Z惯性主轴垂直于站立平台且竖直向上;在运动中,姿态角传感器实时检测站立平台的横滚角 α 、俯仰角 β 和偏转角 γ ,把相应的角度信息通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,由工控机对其进行分析,并对相应的伺服电机进行控制,从而带动绳索的伸缩,使得站立平台在运动中与腿部保持垂直,确保了站立平台上腰部患者的安全。

[0008] 所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的张力传感器安装在距绳索与站立平台连接点的半米处,与绳索串联;在运动中,张力传感器实时监测绳索的张力,通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,由工控机对其进行分析保存,得出各个运动阶段的运动状态参数。

[0009] 所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的编码器与卷筒轴端相连接,其数据输出端通过数据线直接与工控机相连接;在运动中,编码器实时检测卷筒的转动角度,通过数据传输线把相应信息传输给工控机上,由工控机进行分析,得出绳索的伸缩量,并对伺服电机进行相应的控制输出。

[0010] 所述的一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,其特征在于:所述的压力传感器和流量传感器分别安装在气动人工肌肉进气管和出气管的端口处,激光测距传感器安装在上下端口平面上;运动中,压力传感器和流量传感器分别实时检测进气回路中的进气压力和出气回路中的出气流量,激光测距传感器实时检测气动人工肌肉的长度,通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡,数据采集卡再通过数据传输线把数据传输到工控机上,工控机对其进行分析,分别对气动人工肌肉进气回路中的压力阀门和出气回路中的流量阀门开度进行相应的调节控制。

[0011] 一种并联腰部康复训练装置动态特性检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0012] (1)、工控机对各传感器单元进行初始化自检;

[0013] (2)、人工向工控机输入临界阈值;

[0014] (3)、工控机控制四个电机同步转动,带动绳索伸缩,从而站立平台带动腰部患者上下移动,使得腰带与腰部相接触,并达到合适的位置;

[0015] (4)、工控机控制各电机转动,实现绳索不同的伸缩,使得站立平台带动腿部完成相对腰部的转动康复训练;同时,编码器实时采集卷筒转动角度信息、张力传感器实时采集绳索张力信息、姿态角传感器实时采集站立平台空间角度信息,并通过数据采集卡将信息实时反馈到工控机上,工控机再对各信息进行分析和记录,进而对各电机进行补偿控制和绳索的安全判别,实现站立平台按预定轨迹的转动和绳索的安全控制,保证了腰部患者的安全;

[0016] (5)、工控机控制气动回路中阀门的开关,使得气动回路流通,实现气动人工肌肉的驱动,完成腰部弯曲康复训练;同时,压力传感器实时采集进气回路中气体压力信息、流量传感器实时采集出气回路中气体流量信息,激光测距传感器实时采集气动人工肌肉的长

度信息,并通过数据采集卡将信息实时反馈到工控机上,工控机再对各信息进行分析和记录,进而控制气动回路中压力阀门和流量阀门的开度,控制气动人工肌肉力的大小及其变化,防止对腰部造成二次扭伤;

[0017] (6)、工控机实时监测各传感器的工作状态,判别各传感器是否在预设范围内工作,是否需要报警,并做出相应的警示动作。

[0018] 本发明的有益技术效果

[0019] 本发明使用了模块化设计,具有安装灵活、维护简单、使用方便,具有如下优势:

[0020] 1)通过四个在同一圆周上均布的伺服电机带动绳索伸缩,从而使得站立平台运动,实现腰部转动的康复训练;同时,通过气动人工肌肉驱动,实现腰部前屈、背伸、左右弯腰的康复训练,有效地实现了腰部的康复训练过程。

[0021] 2)使用编码器、张力传感器、姿态角传感器实时动态采集运动信息,进行绳索的反馈补偿控制,既保证了站立平台在运动中与腿部的垂直,又保证了绳索在运动中始终处于安全状态,实现了站立平台按预定的康复训练轨迹运动,保证了腰部在进行转动康复训练过程中系统的安全、可靠性。

[0022] 3)通过压力传感器、流量传感器、激光测距传感器实时采集气动回路中气体的压力、流量和气动人工肌肉长度信息,实时控制和监测气动回路中的气体运动,保证了气动人工肌肉力的大小及其变化在安全范围内,实现对腰部受力大小及其变化的精确控制,有效地完成了腰部前屈、背伸、左右弯腰的康复训练,同时也保证了训练过程中的安全。

[0023] 4)本发明中气动人工肌肉和绳索既可单独工作,也可联合作业,同时对其实时监控,不仅有效实现了对康复患者腰部进行模拟走路过程中腰部运动的康复训练,还保证了系统的安全、稳定、可靠,保证了腰部安全。

附图说明

[0024] 图1为本发明监控装置结构图。

[0025] 图2为本发明的气动人工肌肉监控示意图。

[0026] 图3为本发明的气动人工肌肉和绳索联合作业康复训练示意图。

[0027] 图4为本发明的站立平台控制流程图。

[0028] 图5为本发明的气动人工肌肉控制流程图。

[0029] 图6为本发明的监控方法工作总流程图。

具体实施方式

[0030] 如图1-图3所示,一种并联腰部康复训练装置动态特性检测装置,包括铝合金型材框架1,铝合金型材框架1包括水平的矩形顶框、四个竖向设置的支撑杆,四个支撑杆分别在矩形顶框的顶角底部支撑矩形顶框,矩形顶框下方设置有水平安装在四个支撑杆下部之间的底板,底板上中心位置水平设置有站立平台9,站立平台9上设置有数据采集卡11、姿态角传感器10,矩形顶框靠近顶角位置的相邻框边之间分别连接有斜支撑杆,每个斜支撑杆与矩形顶框框边夹角均相同,每个斜支撑杆上分别转动安装有定滑轮3,底板上位于每个斜支撑杆下方分别设置有由伺服电机5驱动的卷筒6,卷筒6的轴端安装有编码器7,卷筒6上缠绕有绳索4,绳索4分别向上绕过对应位置斜支撑杆上的定滑轮3后再向下连接在站立平台9

上,且每个绳索4上分别安装有张力传感器12,底板上方相邻支撑杆之间还分别连接有水平支撑杆,每个水平支撑杆上中间位置分别竖向安装有套有弹簧15的气动人工肌肉14,每个气动人工肌肉14的进气端口14-1处分别安装有压力传感器14-2,每个气动人工肌肉14的出气端口14-4处分别安装有流量传感器14-3,每个气动人工肌肉14的上、下端口平面上分别安装有彼此相对的激光测距传感器14-5,每个气动人工肌肉14顶端分别支撑有水平的滑动副13,四个滑动副13呈十字形伸向站立平台9上方,且四个滑动副13伸向站立平台9上方的端头处分别连接有腰带8;还包括工控机16,站立平台9上的数据采集卡11通过数据传输线与工控机16连接,姿态角传感器10、张力传感器12、压力传感器14-2、流量传感器14-3、激光测距传感器14-5分别通过数据传输线与数据采集卡11连接,编码器7通过数据线直接与工控机16连接。

[0031] 站立平台9上的姿态角传感器10的X、Y惯性主轴分别与由绳索4和站立平台9的连接点所形成的正方形的边相垂直,姿态角传感器10的Z惯性主轴垂直于站立平台9且竖直向上;在运动中,姿态角传感器10实时检测站立平台9的横滚角 α 、俯仰角 β 和偏转角 γ ,把相应的角度信息通过数据传输线传输给安装在站立平台9上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,由工控机16对其进行分析,并对相应的伺服电机进行控制,从而带动绳索4的伸缩,使得站立平台9在运动中与腿部保持垂直,确保了站立平台9上腰部患者的安全。

[0032] 张力传感器12安装在距绳索4与站立平台9连接点的半米处,与绳索4串联;在运动中,张力传感器12实时监测绳索4的张力,通过数据传输线传输给安装在站立平台9上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,由工控机16对其进行分析保存,得出各个运动阶段的运动状态参数。

[0033] 编码器7与卷筒6轴端相连接,其数据输出端通过数据线直接与工控机16相连接;在运动中,编码器7实时检测卷筒6的转动角度,通过数据传输线把相应信息传输给工控机16上,由工控机16进行分析,得出绳索4的伸缩量,并对伺服电机进行相应的控制输出。

[0034] 压力传感器14-2和流量传感器14-3分别安装在气动人工肌肉14进气端口14-1和出气端口14-4处,激光测距传感器14-5安装在上下端口平面上;运动中,压力传感器14-2和流量传感器14-3分别实时检测进气回路中的进气压力和出气回路中的出气流量,激光测距传感器14-5实时检测气动人工肌肉的长度,通过数据传输线传输给安装在站立平台9上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,工控机16对其进行分析,分别对气动人工肌肉14进气回路中的压力阀门和出气回路中的流量阀门开度进行相应的调节控制。

[0035] 如图1所示,本发明中,并联腰部康复训练动态特性检测装置包括铝合金型材框架1、气动人工肌肉14、滑动副13、腰带8、伺服电机5、卷筒6、定滑轮3、绳索4、站立平台9。铝合金型材框架1中部支撑四个气动人工肌肉14,气动人工肌肉14通过带动与其相连的滑动副13运动,从而使得与滑动副13相连的康复腰带8带动腰部患者2腰部进行前屈、背伸、左右弯腰康复训练运动。气动人工肌肉14在其进气管14-1端口处分别安装四个压力传感器14-2,在其出气管14-4端口处分别安装四个流量传感器14-3,在其上下端口平面上分别安装四个激光测距传感器14-5。铝合金型材框架1底部支撑一块方板,方板上均布固定四个伺服电机5,四个伺服电机5分别带动四个卷筒6旋转,使得四个卷筒6上的四根绳索4伸缩。绳索4绕过

固定在铝合金型材框架1顶端上的可旋转的定滑轮3与腰部患者2站立的站立平台9相连接,并在绳索4上分别安装四个张力传感器12。站立平台9上安装一个姿态角传感器10和一个数据采集卡11。卷筒6轴端分别安装四个编码器7。

[0036] 安装在站立平台9上的姿态角传感器10的X、Y惯性主轴分别与由绳索4和站立平台9的连接点所形成的正方形的边相垂直,姿态角传感器10的Z惯性主轴垂直于站立平台9且竖直向上。在运动中,姿态角传感器10实时检测站立平台9的横滚角 α 、俯仰角 β 和偏转角 γ ,把相应的角度信息通过数据传输线传输给安装在站立平台9上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,由工控机16对其进行分析,并对相应的伺服电机5进行控制,从而带动绳索4的伸缩,使得站立平台9在运动中与腿部保持垂直,确保了站立平台9上腰部患者2的安全。

[0037] 张力传感器12安装在距绳索4与站立平台9连接点的半米处,与绳索4串联。在运动中,张力传感器12实时监测绳索4的张力,通过数据传输线传输给安装在站立平台9上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,由工控机16对其进行分析保存,得出各个运动阶段的运动状态参数。

[0038] 编码器7与卷筒6空心轴端相连接,其数据输出端通过数据线直接与工控机16相连接。在运动中,编码器7实时检测卷筒6的转动角度,通过数据传输线把相应信息传输给工控机16上,由工控机16进行分析,得出绳索的伸缩量,并对伺服电机5进行相应的控制输出。

[0039] 如图2所示,压力传感器14-2和流量传感器14-3分别安装在气动人工肌肉进气管14-1和出气管14-4的端口处,激光测距传感器14-5安装在上下端口平面上。运动中,压力传感器14-2和流量传感器14-3分别实时检测进气回路中的进气压力和出气回路中的出气流量,激光测距传感器14-5实时检测气动人工肌肉14的长度,通过数据传输线传输给安装在站立平台上的数据采集卡11,数据采集卡11再通过数据传输线把数据传输到工控机16上,工控机16对其进行分析,分别对气动人工肌肉14进气回路中的压力阀门和出气回路中的流量阀门开度进行相应的调节控制。

[0040] 本发明并联腰部康复训练装置动态特性检测方法,按照如下步骤进行:

[0041] 步骤一、工控机16对各传感器单元进行初始化自检;

[0042] 步骤二、人工向工控机16输入临界阈值;

[0043] 步骤三、工控机16控制四个伺服电机5同步转动,带动绳索4伸缩,从而站立平台9带动腰部患者上下移动,使得腰带与腰部相接触,并达到合适的位置;

[0044] 步骤四、工控机16控制各伺服电机5转动,实现绳索4不同的伸缩,使得站立平台9带动腿部完成相对腰部的转动康复训练;同时,编码器7实时采集卷筒6转动角度信息、张力传感器12实时采集绳索4张力信息、姿态角传感器10实时采集站立平台9空间角度信息,并通过数据采集卡11将信息实时反馈到工控机16上,工控机16再对各信息进行分析和记录,进而对各伺服电机5进行补偿控制和绳索4的安全判别,实现站立平台9按预定轨迹的转动和绳索的安全控制,保证了腰部安全。

[0045] 步骤五、工控机16控制气动回路中阀门的开关,使得气动回路流通,实现气动人工肌肉14的驱动,完成腰部弯腰康复训练;同时,压力传感器14-2实时采集进气回路中气体压力信息、流量传感器14-3实时采集出气回路中气体流量信息,激光测距传感器14-5实时采集气动人工肌肉14的长度信息,并通过数据采集卡11将信息实时反馈到工控机16上,工控

机16再对各信息进行分析和记录,进而控制气动回路中压力阀门和流量阀门的开度,控制气动人工肌肉14力的大小及其变化,防止对腰部造成二次扭伤。

[0046] 步骤六、工控机16实时监测各传感器的工作状态,判别各传感器是否在预设范围内工作,是否需要报警,并做出相应的警示动作。

[0047] 各传感器具体工作过程如下:

[0048] (1)压力传感器14-2实时监测四个气动人工肌肉14进气管14-1的压力P,并将数据传输到工控机16上,工控机16对各气动人工肌肉14进气管14-1压力信号进行分析,得出气动人工肌肉轴向伸缩力F:

$$[0049] \quad F = \frac{\pi D_0^2 (P - P_0)}{4} (3 \cos \phi^2 - 1)$$

[0050] 式中, D_0 为加压前气动人工肌肉14的直径; P_0 为外部大气压力; ϕ 为气动人工肌肉14外部纤维编织网的编织角;

[0051] 工控机把气动人工肌肉14轴向伸缩F与预定伸缩力 F_0 相比较:

[0052] 若 $F < F_0$,工控机16控制进气回路的压力阀门开度,出气回路的流量阀门关闭;

[0053] 若 $F > F_0$,工控机16控制进气回路的压力阀门关闭,出气回路的流量阀门打开;

[0054] 若 $F = F_0$,工控机16控制进气回路的压力阀门和出气回路的流量阀门保持原有状态,从而保证气动人工肌肉14保持恒定的力。

[0055] 工控机16通过压力传感器14-2对气动人工肌肉14进行控制,保证了气动人工肌肉14轴向伸缩力在安全范围内,从而避免了腰部的二次伤害

[0056] (2)流量传感器14-3实时监测四个气动人工肌肉14出气管14-4的流量Q,并将数据传输到工控机16上,工控机16对各气动人工肌肉14出气管14-4流量信号进行分析,得出气动人工肌肉14出气流量的变化:

$$[0057] \quad \varepsilon = \Delta Q / t$$

[0058] 式中,t为流量变化所用时间, ε 为流量变化率;

[0059] 通过控制流量变化率的大小,可以减缓气动人工肌肉14的震颤,保证了气动人工肌肉14平稳的工作,从而控制作用在腰部患者2腰部的力的变化的快慢,防止了力瞬变给腰部带来的不适与安全隐患。

[0060] (3)激光测距传感器实时监测气动人工肌肉14的长度信息,并将数据传输到工控机16上,工控机16对各气动人工肌肉14长度信号进行分析,得出腰部康复训练过程,同时辅助压力传感器14-2、流量传感器14-3进一步得出气动人工肌肉14力的大小,更好的控制气动人工肌肉按预定方案工作。

[0061] (4)张力传感器12实时监测四根绳索4上的张力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 ,并将数据传输到工控机16上,工控机16对各绳索4的张力信号进行分析,得出各个康复运动阶段的加速度特性:

$$[0062] \quad a = [(F_1 + F_2 + F_3 + F_4) \cdot \cos \theta - mg] / m$$

[0063] 式中,a为腰部患者2的加速度, θ 为绳索与竖直方向上的夹角,m为腰部患者的质量,g为重力加速度常数。

[0064] 由加速度a不仅能得到各运动过程的状态,还能得到腰部患者2的受力状况,从而判断是否在腰部患者承受的安全范围内,保证腰部患者2的安全。

[0065] (5)编码器7实时监测卷筒6的转动角度 ε ,并将数据传输到工控机16上,工控机16

对其信号进行分析,与要求转动的角度 ε_0 进行对比:

[0066] 若 $\varepsilon < \varepsilon_0$,工控机16发出信号控制伺服电机5继续转动;

[0067] 若 $\varepsilon > \varepsilon_0$,工控机16发出信号控制伺服电机5反转;

[0068] 直到 $\varepsilon = \varepsilon_0$,工控机16完成对伺服电机5的补偿控制;

[0069] (6)姿态角传感器10实时监测站立平台9的横滚角 α 、俯仰角 β 和偏转角 γ ,并将数据传输到工控机16上,工控机16配合从编码器7得到的转角信息得出的绳4长度信息,进行空间运动的计算,得出站立平台9的空间位姿。

[0070] 本发明中气动人工肌肉14和绳索4既可单独工作,也可联合作业,能模拟人走路时腰部的运动状态,有效地进行康复训练。如图3,为模拟走路时腰部运动状态的联合作业康复训练:腿部与空间Z轴成 α 角度,姿态角传感器10配合编码器7得出站立平台9的空间位姿,通过调节绳索4站立平台9,使得腿部与站立平台9保持垂直;同时,控制一个气动人工肌肉14充气收缩 Δx ,另一个气动人工肌肉14放气伸长 Δx ,从而使得腰部弯曲 β 角度,实现腰部模拟康复训练。这多种传感器的联合作业实现了对并联腰部康复训练装置的动态特性的实时检测与控制。

[0071] 如图4,腰部转动康复训练中站立平台9模块控制过程:工控机16控制伺服电机5旋转,康复训练按照预设的方案开始进行。过程中,编码器7实时采集卷筒6的旋转角度,并传送给工控机16,工控机16对其旋转角度进行分析,判断是否按照预设进行,是否需要伺服电机5进行运动补偿,并进行相应的信号输出,从而保证卷筒6按照预设进行转动;姿态角传感器10实时采集站立平台9的空间角度信息,并传送到工控机16上,工控机16进行计算分析,并对未达到预定状态时的站立平台9进行运动补偿,使其保持与腿部相垂直;张力传感器12实时采集绳索4的张力信息,根据张力信息分析得出站立平台的运动状态,保存,并判断力是否在预设范围内,是否报警,至此完成站立平台9的控制和康复训练过程中参数的获取。

[0072] 如图5,腰部弯曲康复训练中气动人工肌肉14模块控制过程:工控机16控制气动回路阀门的打开,使气体流通,气动人工肌肉14提供腰部弯曲康复训练需要的辅助力,同时,压力传感器14-2、流量传感器14-3实时采集气动回路中气体的压力和流量,激光测距传感器14-4实时采集气动人工肌肉14的长度信息,并通过数据采集卡11传送给工控机16,工控机16对其进行分析,得出气动人工肌肉14输出力 F 和长度的大小及其变化,判断其是否为预设值,是否需要补偿控制,实现对气动人工肌肉14的控制。

[0073] 如图6所示,首先对并联腰部康复训练动态特性检测装置进行上电初始化,并通过数据采集卡11采集各传感器的数据,由工控机对其进行运动状态分析,将分析结果与预设值进行判断,看是否符合预设值,对于不符合的传感器监控的装置进行相应的控制调节,最后对运动的过程参数进行选择保存。整个监控过程不断循环,实时动态的监控装置,直至接受停止命令或急停命令。

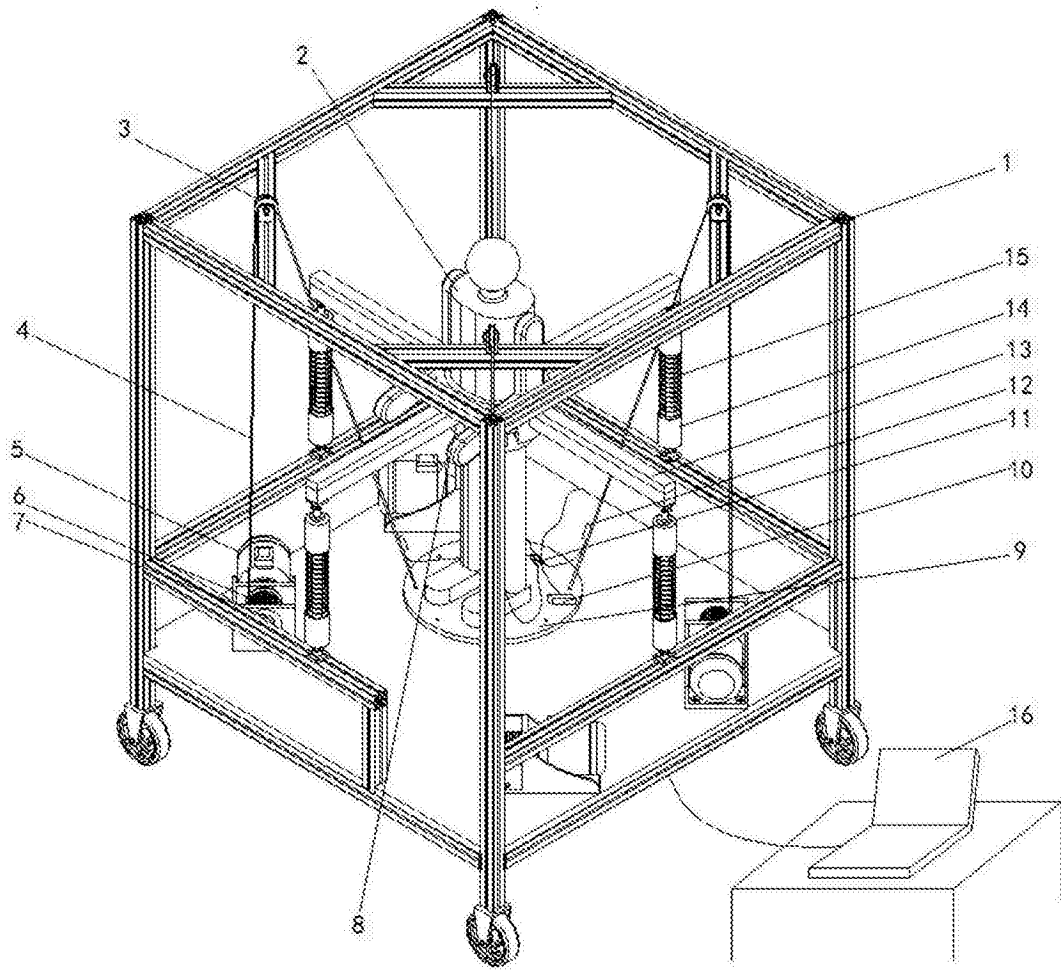


图1

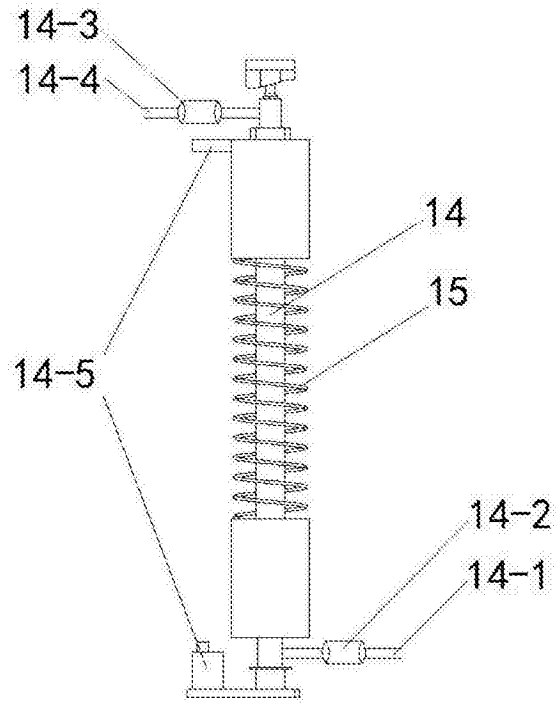


图2

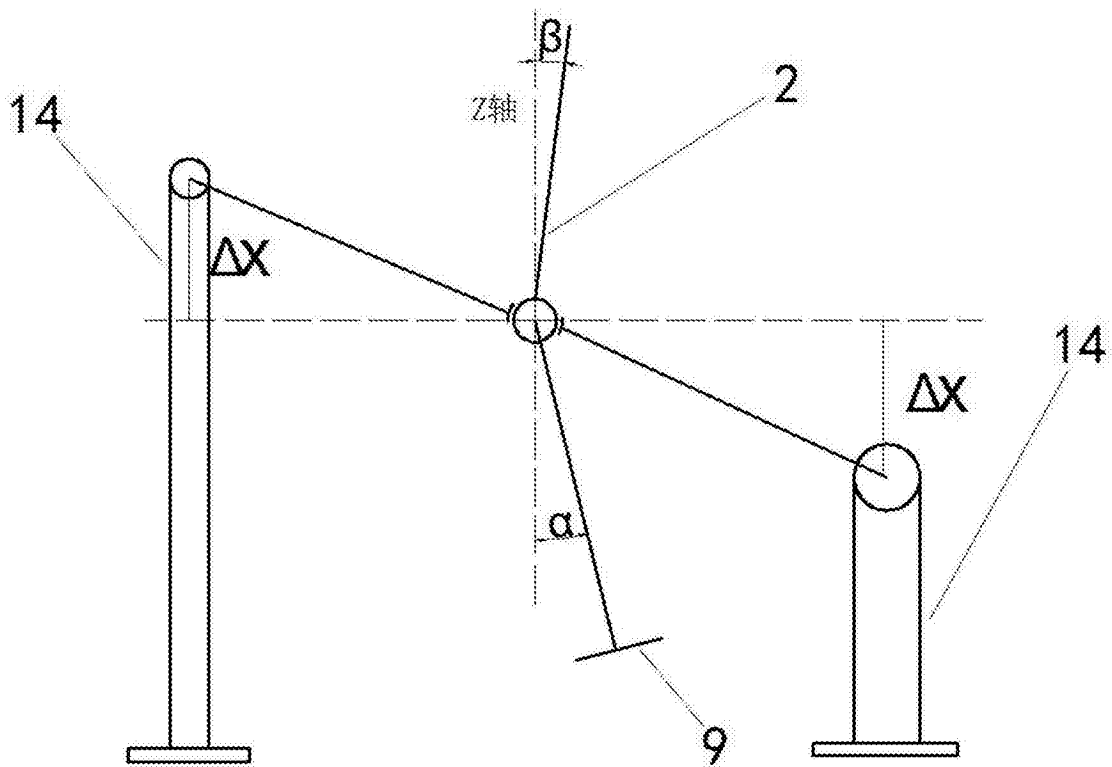


图3

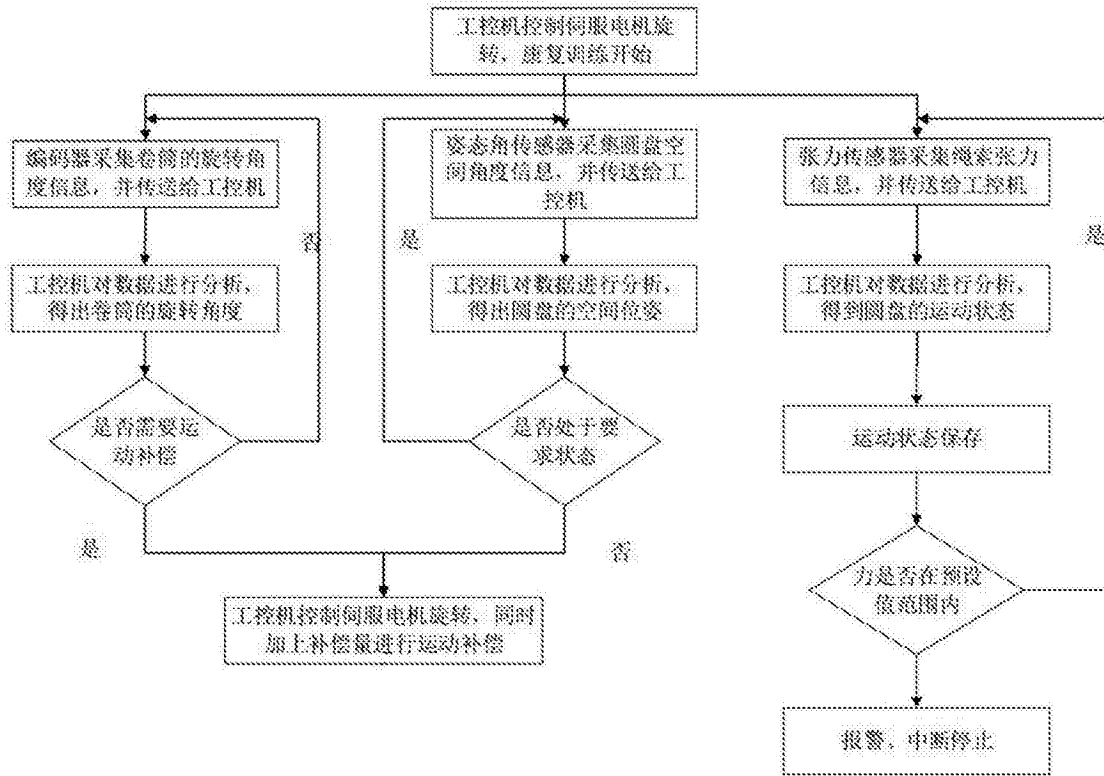


图4

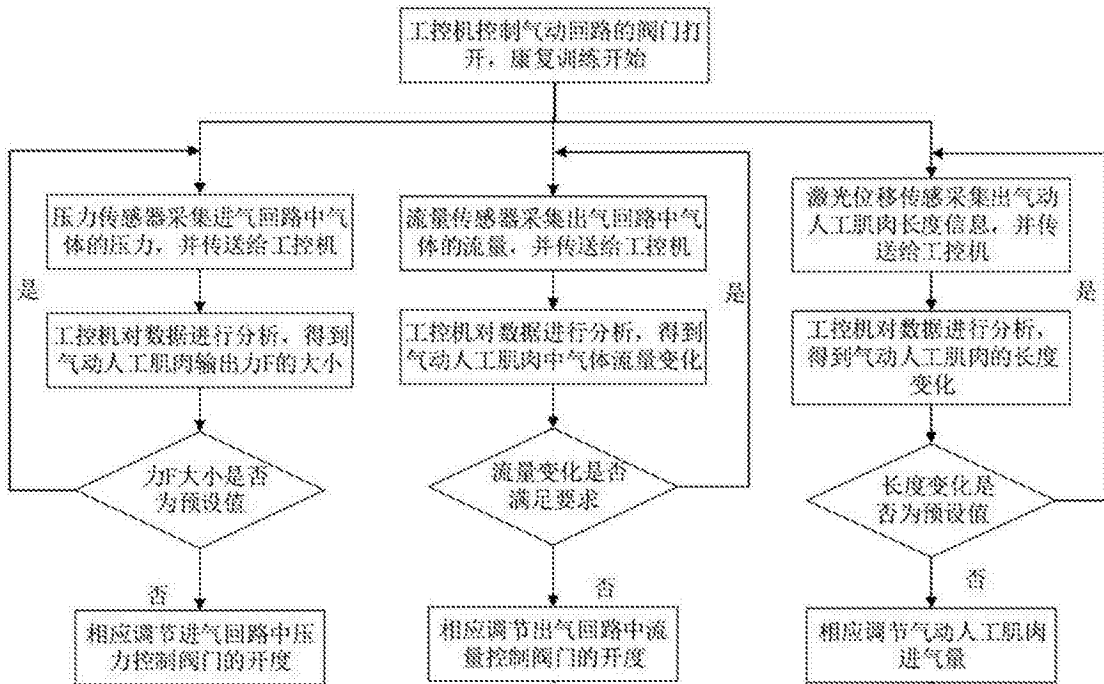


图5

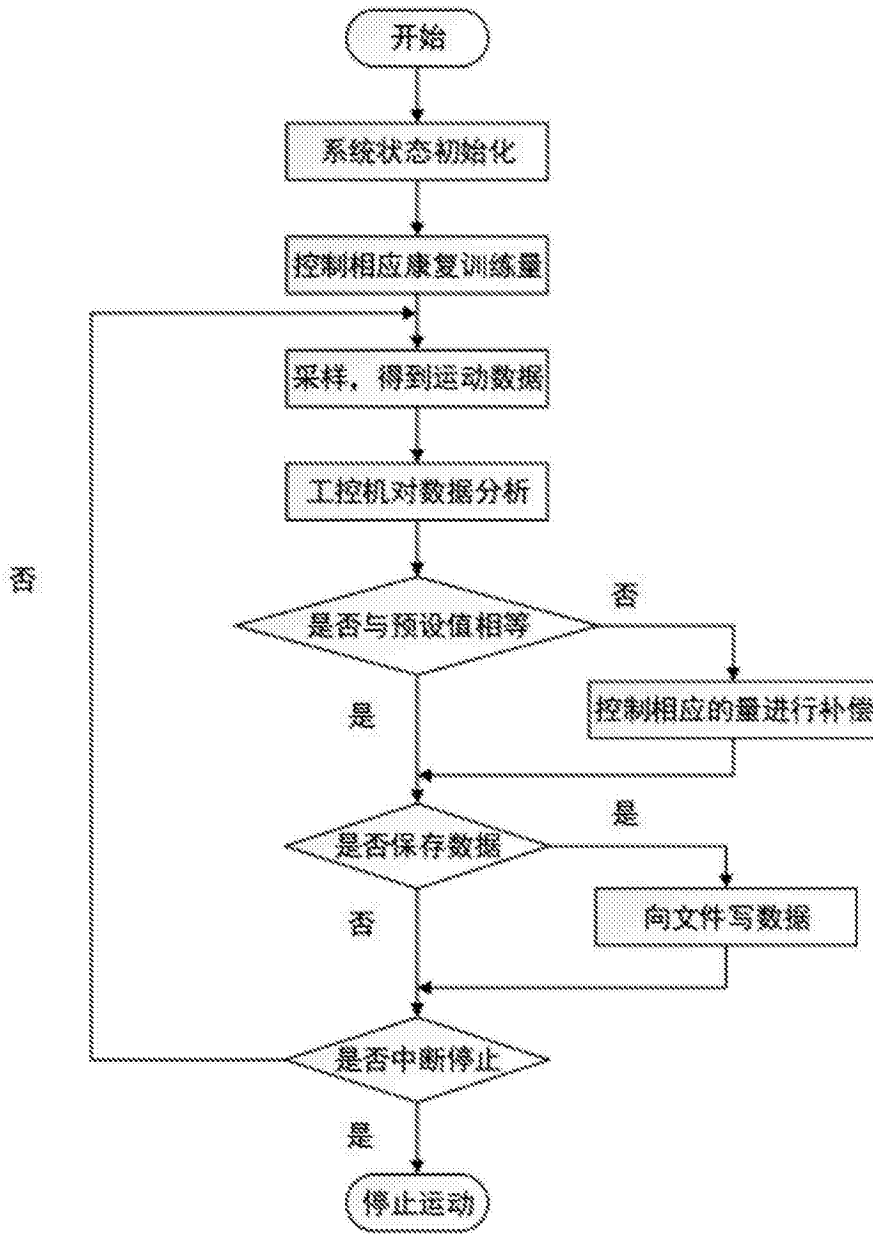


图6