



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108113845 A
(43)申请公布日 2018.06.05

(21)申请号 201611077555.1

(22)申请日 2016.11.30

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 韩建达 赵新刚 赵忆文 林光模
赵瑜

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 李巨智

(51)Int.Cl.
A61H 1/02(2006.01)

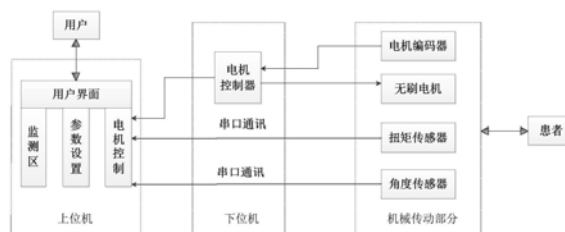
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种踝关节康复系统

(57)摘要

本发明涉及一种踝关节康复系统,上位机连接电机控制器,发送运动模式指令到电机控制器,对电机控制器进行控制;电机控制器连接设置在机械传动装置上的直流无刷电机,输出对直流无刷电机的控制信号,对其进行控制;同时接收设置于机械传动装置上电感式脉冲编码器反馈的电机位置信号,对机械传动装置进行闭环控制。本发明对踝关节康复设备发出命令并对机器人的动作和运行状况进行监测及控制,保证机器人按照要求有效的配合患者完成踝关节康复训练,精度高,抗干扰能力强,采集的电压信号抖动较小,方便处理,保证电机位置的准确控制就是保证康复的安全性。



1. 一种踝关节康复系统,其特征在于:上位机连接电机控制器,发送运动模式指令到电机控制器,对电机控制器进行控制;

电机控制器连接设置在机械传动装置上的直流无刷电机(2),输出对直流无刷电机(2)的控制信号,对其进行控制;同时接收设置于机械传动装置上电感式脉冲编码器(1)反馈的电机位置信号,对机械传动装置进行闭环控制。

2. 根据权利要求1所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述机械传动装置包括:

电感式脉冲编码器(1)同轴连接直流无刷电机(2),另一端连接电机控制器,发送电机控制器的控制信号,同时根据直流无刷电机(2)的转动生成相应的脉冲信号,并反馈到电机控制器;

扭矩传感器(5)一端通过输入联轴器(16)同轴连接到减速箱(3),减速箱(3)同轴连接直流无刷电机(2);另一端通过输出联轴器(14)同轴连接输出轴,输出轴通过连接件(7)连接脚踏板(9)。

3. 根据权利要求2所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述输出轴包括固定于底板(10)上的轴承支座(6),在轴承支座(6)内设置两个低脂润滑脂封入型滚珠轴承,两个轴承内圈由套筒轴向固定,外圈由轴肩和轴承端盖(13)进行轴向固定。

4. 根据权利要求3所述的踝关节康复系统,其特征在于:还包括角度传感器支座(12)固定于轴承端盖(13)上,外壳(11)通过螺纹连接角度传感器支座(12),角度传感器(8)通过外壳(11)固定其外圈,内圈套在轴上,实时检测出轴的转动角度。

5. 根据权利要求3所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述轴承端盖(13)通过螺纹固定在轴承支座(6)上,且内设置限位滑槽,与固定设置于连接件(7)上的销子(15)配合,用于对踝关节转动的机械限位。

6. 根据权利要求1或2所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述直流无刷电机(2)为设置有霍尔传感器的盘式直流无刷电机,通过霍尔传感器检测当前电机转子位置,生成对应方向的激励电流,驱动直流无刷电机(2)转动。

7. 根据权利要求1或2所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述扭矩传感器(5)采用应变片电测技术。

8. 根据权利要求2所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述输入联轴器(16)和输出联轴器(14)为法兰联轴器,通过平键与轴进行联接,并通过紧定螺钉来消除传动间隙。

9. 根据权利要求1所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述电机位置信号为:

$$\Theta_m(s) = \Theta_d(s) - \frac{F}{Ms^2 + Bs + K}$$

其中, Θ_m 为电机转角, Θ_d 踝关节期望转角,F为关节力矩,M为惯性参数、B为阻尼、K为刚度,s为复变量。

10. 根据权利要求5所述的踝关节康复系统,其特征在于:所述限位滑槽限定的角度范围为患者的背屈最大转角为 40° ,跖屈最大转角为 50° 。

一种踝关节康复系统

技术领域

[0001] 本发明涉及辅助医疗康复训练设备领域,具体地说是一种踝关节康复系统。

背景技术

[0002] 康复机器人作为医疗机器人的一个重要分支,它的研究贯穿了康复医学、生物力学、机械学、机械力学、电子学、材料学、计算机科学以及机器人学等诸多领域,已经成为了国际机器人领域的一个研究热点。

[0003] 踝关节损伤以踝关节韧带损伤最为常见,如果治疗不及时或不彻底,容易导致踝关节韧带过度松弛,关节不稳,易引起反复扭伤,造成踝关节功能障碍等后遗症,严重的将影响行走功能。在大多脚踝受伤的病例中,经过医院的治疗后,康复时间一般为6-18个月,在这期间,大多数人不能够正常行走,会明显的感到疼痛,此时特别需要物理治疗来进行辅助康复治疗(如脚部放松和按摩等),必须经过反复的循序渐进的训练使受损的踝关节得以康复。

[0004] 目前市场上已有的踝关节康复训练设备功能简单,对踝关节运动功能的恢复存在不足,不能实现自动化连续往复缓慢活动,并且使用不当易造成踝关节的再次损伤,一些医院临床用的器械价格昂贵,且需要专业人士指导使用,不利于家庭使用。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明提供一种可以对踝关节康复设备发出命令并对机器人的动作和运行状况进行监测及控制,保证机器人按照要求有效的配合患者完成踝关节康复训练的踝关节康复系统。

[0006] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0007] 一种踝关节康复系统,上位机连接电机控制器,发送运动模式指令到电机控制器,对电机控制器进行控制;

[0008] 电机控制器连接设置在机械传动装置上的直流无刷电机2,输出对直流无刷电机2的控制信号,对其进行控制;同时接收设置于机械传动装置上电感式脉冲编码器1反馈的电机位置信号,对机械传动装置进行闭环控制。

[0009] 所述机械传动装置包括:

[0010] 电感式脉冲编码器1同轴连接直流无刷电机2,另一端连接电机控制器,发送电机控制器的控制信号,同时根据直流无刷电机2的转动生成相应的脉冲信号,并反馈到电机控制器;

[0011] 扭矩传感器5一端通过输入联轴器16同轴连接到减速箱3,减速箱3同轴连接直流无刷电机2;另一端通过输出联轴器14同轴连接输出轴,输出轴通过连接件7连接脚踏板9。

[0012] 所述输出轴包括固定于底板10上的轴承支座6,在轴承支座6内设置两个低脂润滑脂封入型滚珠轴承,两个轴承内圈由套筒轴向固定,外圈由轴肩和轴承端盖13进行轴向固定。

[0013] 还包括角度传感器支座12固定于轴承端盖13上,外壳11通过螺纹连接角度传感器支座12,角度传感器8通过外壳11固定其外圈,内圈套在D形轴上,实时检测出轴的转动角度。

[0014] 所述轴承端盖13通过螺纹固定在轴承支座6上,且内设置限位滑槽,与固定设置于连接件7上的销子15配合,用于对踝关节转动的机械限位。

[0015] 所述直流无刷电机2为设置有霍尔传感器的盘式直流无刷电机,通过霍尔传感器检测当前电机转子位置,生成对应方向的激励电流,驱动直流无刷电机2转动。

[0016] 所述扭矩传感器5采用应变片电测技术。

[0017] 所述输入联轴器16和输出联轴器14为法兰联轴器,通过平键与轴进行联接,并通过紧定螺钉来消除传动间隙。

[0018] 所述电机位置信号为:

$$[0019] \quad \Theta_m(s) = \Theta_d(s) - \frac{F}{Ms^2 + Bs + K}$$

[0020] 其中, Θ_m 为电机转角, Θ_d 踝关节期望转角,F为关节力矩,M为惯性参数、B为阻尼、K为刚度,s为复变量。

[0021] 所述限位滑槽限定的角度范围为患者的背屈最大转角为 40° ,跖屈最大转角为 50° 。

[0022] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0023] 1.本发明中的扭矩传感器可以测量人脚或其他外界物体对踝关节设备的力信息,用这个力信息可以实现踝关节设备进行力保护以及对其进行相应的力控制。这种力矩传感器与人体踝关节运动动作比较匹配,很好地测量了踝关节的力信息。精度比较高,测量值得稳定性比较好,反应灵敏。

[0024] 2.本发明的电感式脉冲编码器可以实时检测电机的旋转角度,利用此角度信息可以实现对电机准确的位置控制,对可穿戴康复踝关节设备来说,保证电机位置的准确控制就是保证康复的安全性,精度高,位置数据容易读取,可编程型高,可配置性好,检测响应时间高。

[0025] 3.本发明的通过角度传感器实时检测踝关节康复设备末端的位置信息,因此可以踝关节的运动位置,方便实现末端位置的准确控制,精度高,在做实验过程中,方便检测与采集,抗干扰能力强,采集的电压信号抖动较小,方便处理。

附图说明

[0026] 图1是本发明的系统结构框图;

[0027] 图2是本发明的机械传动装置结构图;

[0028] 图3是本发明的角度传感器安装结构图;

[0029] 图4是本发明的限位结构示意图;

[0030] 图5是本发明的扭矩传感器安装示意图;

[0031] 其中,1为电感式脉冲编码器、2为直流无刷电机、3为减速箱、4为电机支座、5为扭矩传感器、6为轴承支座、7为连接件、8为角度传感器、9为脚踏板、10为底板、11为外壳、12为角度传感器支座、13为轴承端盖、14为输出联轴器、15为销子、16为输入联轴器。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0033] 如图1所示为本发明的本发明的系统结构框图。

[0034] 上位机采用计算能力强大的PC机,其主要作用是向下位机发送电机控制的命令,同时接收来自机器人角度传感器8、扭矩传感器5的反馈数据和下位机电机控制器的反馈数据,并通过编制好的用户界面程序实现用户与机器人的人机交互等功能。

[0035] 下位机使用的是PC104,它与机器人的电机对应的构成电机电流、速度、位置的闭环控制,直接控制直流无刷电机2执行上位机发出的命令;用户通过上位机编制好的用户界面程序,可以对踝关节康复设备发出命令并对机器人的动作和运行状况进行监测及控制,保证机器人按照要求有效的配合患者完成踝关节康复训练。

[0036] 病人坐在座椅上,支撑架为病人小腿提供一定的支撑力,医生通过电脑显示器进行康复操作,为病人设定相应的康复模式,帮助病人的踝关节活动;整个机械传动部分安放在底架上。

[0037] 如图2所示为本发明的机械传动装置结构图。

[0038] 电感式脉冲编码器1、盘式直流无刷电机2、减速箱3、扭矩传感器5、轴承支座6、连接件7、角度传感器8在机械结构上为同轴线安装;其中减速箱3通过电机支座4固定在底板10上,电感式脉冲编码器1每圈可计数512个脉冲,实现电机输出轴的精确控制;带霍尔传感器的盘式直流无刷电机2,用于提供驱动力输出;减速箱3,用于降低转速,提高驱动力矩。

[0039] 该踝关节康复设备传动部分包括:依次串联的电感式脉冲编码器、带霍尔传感器的直流盘式无刷电机、减速箱、输入联轴器、扭矩传感器、输出联轴器、低脂润滑脂封入型滚珠轴承、套筒、连接件,还包括:电机控制器,连接到电感式脉冲编码器的数据线并为其提供电源,同时连接到直流无刷电机的霍尔传感器数据线和电源线,并连接到无刷电机的电力线,通过霍尔传感器信号检测当前电机转子位置从而生成对应方向的激励电流驱动无刷电机转动,电机的转动将带动同轴安装的电感式脉冲编码器产生相应的脉冲信号输入到电机控制器,电机控制器通过对编码器的脉冲信号进行计数从而精确地控制电机转子的转动速度和位置,通过控制流过电机电力线的电流从而控制电机的输出转矩。直流无刷电机转子通常具有较高的额定转速,通过在电机输出轴上安装一个适当减速比的减速箱,来降低关节转速,提高驱动力矩。

[0040] 优选地,在输出轴末端安装有角度传感器,该传感器的输出量为绝对值,其值掉电不丢失,任何时候设备接通电源后均可以随时获得输出轴的绝对位置,用来补充电感式脉冲编码器提供的位置信息给电机控制器,从而实现扭矩传感器输出轴的绝对位置控制。

[0041] 优选地,踝关节康复设备机械传动部分的扭矩传感器采用应变片电测技术。

[0042] 优选地,踝关节的角度控制采用阻抗控制算法,该算法利用扭矩传感器信号控制关节的输出力矩,从而保证患者康复过程的安全。该算法采用如下公式计算关节输出转角,即电感式脉冲编码器提供的位置信息:

$$[0043] \quad \Theta_m(s) = \Theta_d(s) - \frac{F}{Ms^2 + Bs + K}$$

[0044] 其中, Θ_m 为电机转角, Θ_d 踝关节期望转角,F为关节力矩,即扭矩传感器输出信号,

通过频域变换生成期望转角偏差的大小,并与期望转角作差,生成电机角度控制指令并发送到电机控制器; M 为惯性参数、 B 为阻尼、 K 为刚度, s 为复变量。

[0045] 踝关节是人体负重最大的屈戌关节,由胫骨远端、距骨、腓骨远端及周围韧带组成,站立时全身重量均落到踝关节上。日常生活中的行走、跳跃活动,主要依靠踝关节的背伸和跖屈运动。当各种原因造成全身多处骨折、截瘫或老年人下肢骨折等,导致患者长期卧床时,会引起严重的并发症,即踝关节跖屈畸形,即使患者能站立起来也无法正常行走。

[0046] 本发明提出的康复装置帮助踝关节在被动的情况下可背伸 $0:40^{\circ}$ 、跖屈 $0:50^{\circ}$,并能根据患者的个体情况设置不同的运动角度与时间,且能缓慢、连续往返式运动,这对于那些踝关节不能或较难进行主动活动的病人防止踝关节僵硬及防止下肢肌肉萎缩,将有良好的作用。

[0047] 如图3所示为本发明的角度传感器安装结构图。

[0048] 角度传感器8通过外壳11固定其外圈,内圈套在D形轴上,实时检测出轴的转动角度,外壳11通过螺纹连接角度传感器支座12,角度传感器支座12固定在轴承端盖13上。

[0049] 如图4所示为本发明的限位结构示意图。

[0050] 轴承端盖14通过螺纹固定在轴承支座6上,轴承端盖14上的滑槽是对踝关节转动的机械限位,进一步保障了人机交互的安全性。销子15安装在转轴和踏板的连接件上,随转轴一同转动,轴承端盖14限定了患者的背屈最大转角为 40° ,跖屈最大转角为 50° 。

[0051] 如图5所示为本发明的扭矩传感器安装示意图。

[0052] 输入联轴器16通过键联接了减速箱输出轴和扭矩传感器5,输出联轴器14通过键联接了扭矩传感器5和输出轴部分;输入联轴器16、输出联轴器14均通过紧定螺钉消除了键传动时的松动间隙,使康复设备更安全有效地运行。

[0053] 扭矩传感器,采用应变片电测技术,在弹性轴上组成应变桥,向应变桥提供电源即可测得该弹性轴受扭的电信号。将该应变信号放大后,经过压/频转换,变成与扭应变成正比的频率信号。

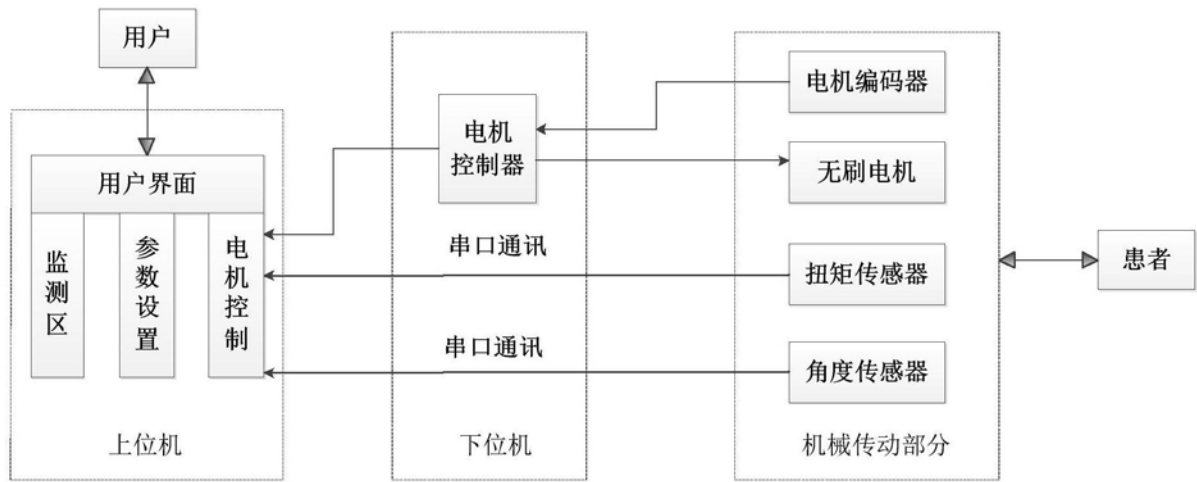


图1

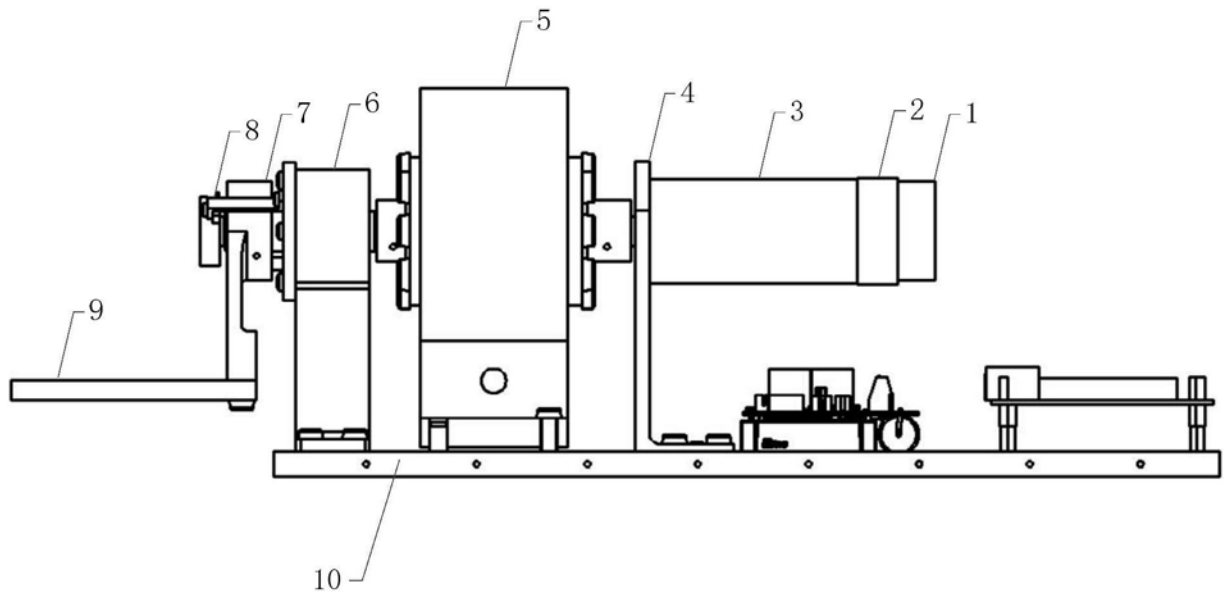


图2

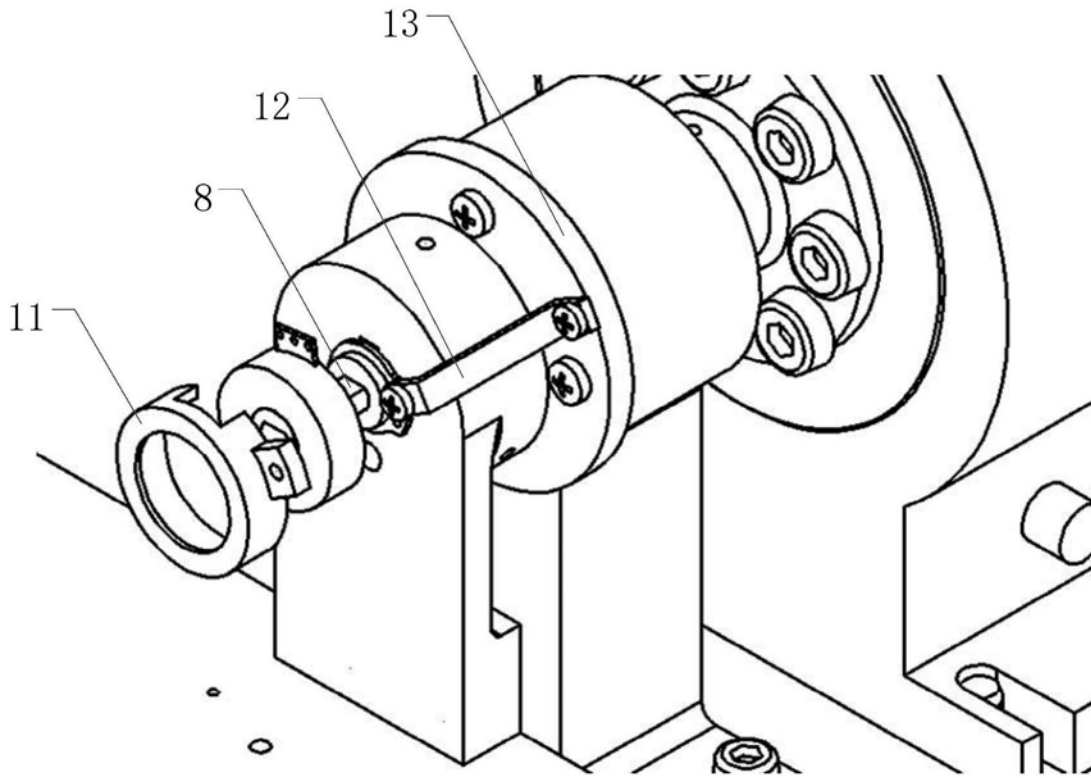


图3

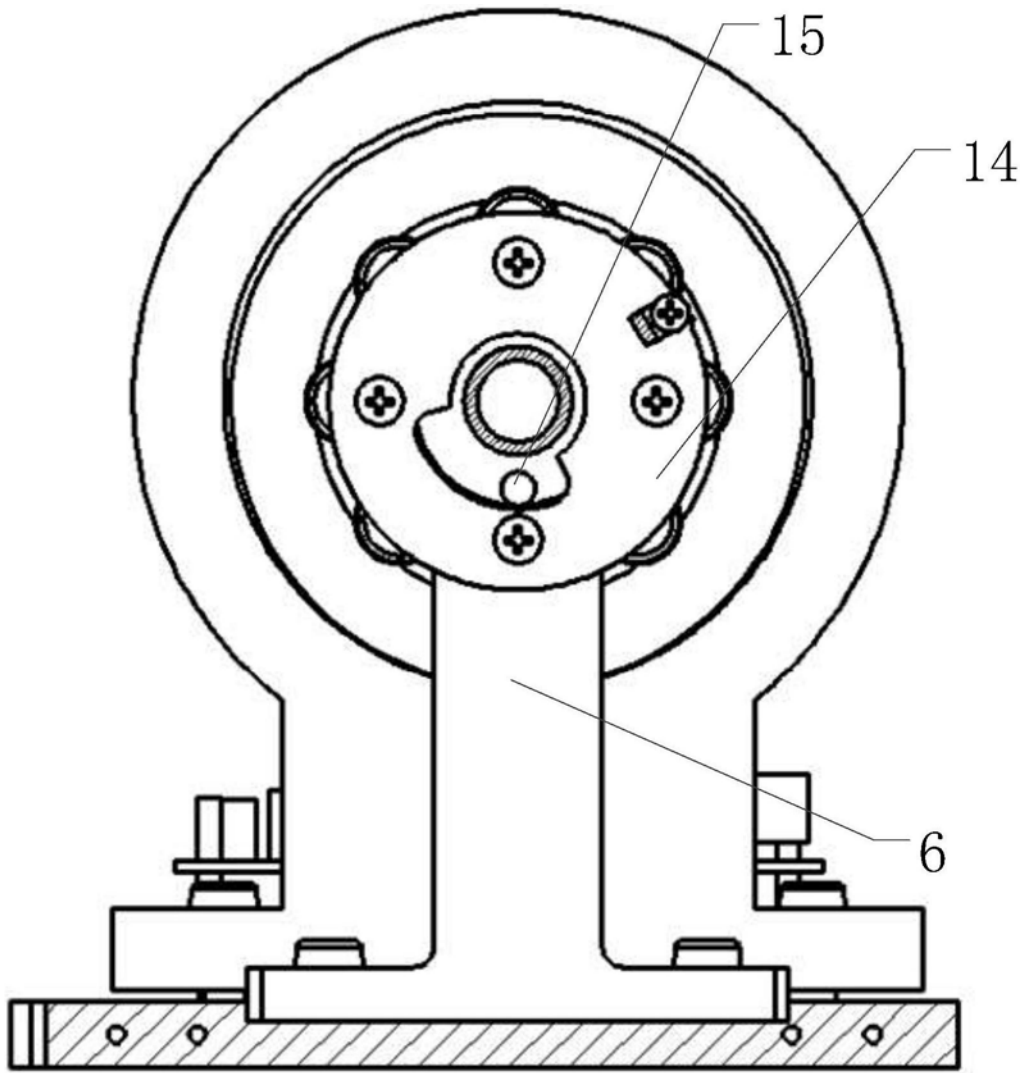


图4

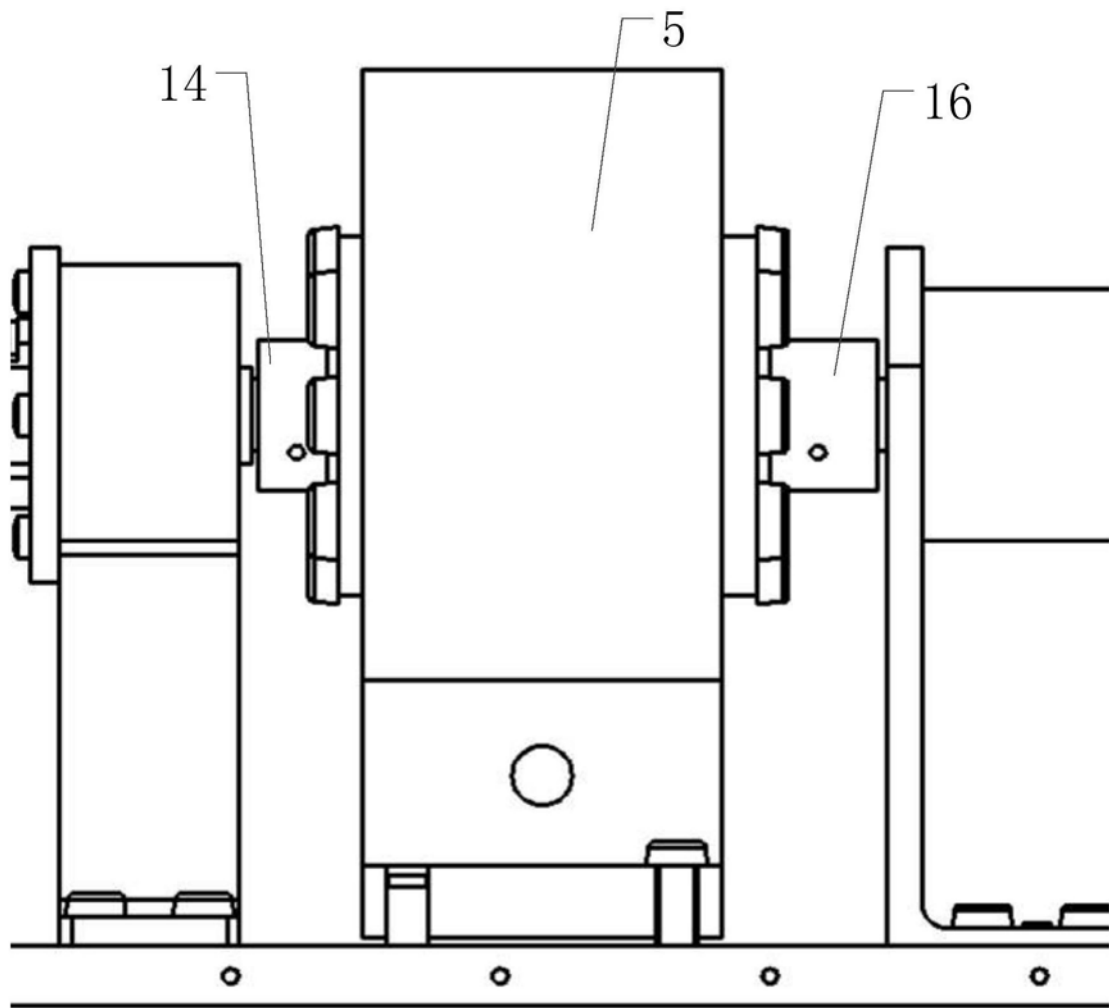


图5