



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108744422 A

(43)申请公布日 2018.11.06

(21)申请号 201810587631.6

(22)申请日 2018.06.08

(71)申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174号

(72)发明人 呼林涛 侯文生 吴小鹰 赵云
肖博文 陈琳

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有
限公司 11275

代理人 赵荣之

(51)Int.Cl.

A63B 23/12(2006.01)

A63B 21/00(2006.01)

A61H 1/02(2006.01)

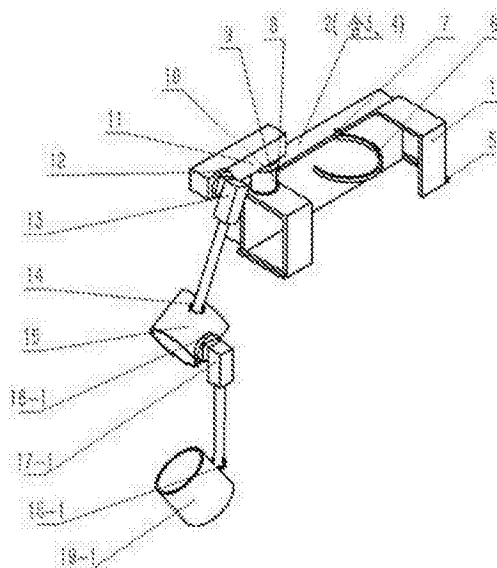
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置

(57)摘要

本发明涉及一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,包括肩背部固定模块、上臂辅助模块和前臂辅助模块;所述肩背部固定模块包括肩背部固定支架、背包模块、设置在背包模块内的驱动控制模块和电源模块;所述上臂辅助模块包括电机底座、肩部转盘电机、固定连接件、承重支杆、第一转盘底座、直线驱动装置、第一上臂固定套,该装置可用于穿戴者上肢的日常运动辅助训练,能够完成单自由度动作训练及多自由度联动训练,该装置仅利用三个主动驱动单元即实现了肩关节的前屈/后伸、外展/内收和内旋/外旋以及肘关节的屈曲/超伸共四个自由度,能够用于便携的上肢运动辅助。该装置结构简单、穿戴便捷,具有较高的临床意义和实用价值。



1. 一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:包括肩背部固定模块、上臂辅助模块和前臂辅助模块;所述肩背部固定模块包括肩背部固定支架、背包模块、设置在背包模块内的驱动控制模块和电源模块;所述上臂辅助模块包括电机底座、肩部转盘电机、固定连接件、承重支杆、第一转盘底座、直线驱动装置、第一上臂固定套,所述前臂辅助模块包括前臂驱动模块及固定模块;所述承重支杆水平设置在人体肩部的上方,内端的底部通过固定连接件连接肩部转盘电机的输出端,可绕其输出轴在水平面内转动,外端的侧面通过第一转盘底座连接直线驱动装置的固定端,直线驱动装置的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环与第一上臂固定套上的一点连接。

2. 根据权利要求1所述的一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:所述肩背部固定支架包括胸前、肩膀、背后三个基板,胸前、背后两个基板上端通过肩膀基板连接,胸前、背后两个基板的下端分别通过束缚固定背带进行连接。

3. 根据权利要求2所述的一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:上肢运动辅助装置还包括颈肩环扣,所述颈肩环扣通过旋转件连接于肩背部支架背后基板中央上端位置。

4. 根据权利要求1所述的一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:所述直线驱动装置为第一电动推杆,所述第一电动推杆的固定端通过第一转盘底座连接于承重支杆。第一电动推杆的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环与第一上臂固定套上的一点连接。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:所述前臂驱动模块包括第二电动推杆、第二底盘底座,所述固定模块包括第一前臂固定套,所述第二电动推杆的固定端通过第二转盘底座连接第一上臂固定套,第二电动推杆的输出端通过第二单端固定旋转轴或第二吊环与第一前臂固定套上的一点连接。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,其特征在于:所述前臂驱动模块包括旋转电机,所述固定模块包括第二上臂固定套、第二前臂固定套、袖套连接件,所述袖套连接件包括转动连接的内侧旋转轴和外侧旋转轴,外侧旋转轴与第二上臂固定套固定连接,内侧旋转轴与第二前臂固定套固定连接,旋转电机固定安装于袖套连接件外侧旋转轴对应位置,旋转电机的输出轴与袖套连接件的内侧旋转轴固定连接。

一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置

技术领域

[0001] 本发明属于上肢康复机器人技术领域,涉及一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置。

背景技术

[0002] 我国中风、偏瘫患者高达上千万人,且发病人数逐年上升,再加上人口老龄化的影响,对康复医疗的需求愈加迫切。现有康复医疗主要依托康复医师的经验技术,但医生人数及技术的影响制约了患者的康复治疗。近年来康复机器人发展迅猛,其应用在一定程度上缓解了这种局限,但随着研究的深入对康复机器人的要求也越来越高。

[0003] 人体上肢运动模式可以被表示为7个自由度,分别是肩关节的外展/内收、前屈/后伸、内旋/外旋;肘关节的屈曲/超伸;前臂的旋前/旋后自由度;以及腕关节的掌屈/背伸、桡偏/尺偏自由度。其中,最常见的四个自由度分别是肩关节的外展/内收、前屈/后伸、内旋/外旋自由度和肘关节的屈曲/超伸自由度。

[0004] 国内外康复治疗设备种类繁多,根据康复训练目的的不同,常常选择不同的自由度。早期的康复治疗设备多为台式,通过单端牵引的方式,利用多个驱动单元实现单个部位的单或多自由度训练,例如美国麻省理工学院和Spaulding康复医院利用五连杆机构研发的2自由度MIT-Manus机器人和英国Reading大学利用升降式摇臂实现的三自由度GENTLE/S等;随着康复设备的发展,出现了关节与人体关节一致的康复外骨骼设备,例如苏黎世理工学院和Balgrist大学医院合作研发的Armin系列和美国华盛顿大学研发的CADEN-7等外骨骼康复治疗设备;近年来康复治疗设备逐渐向系统型、功能型、便携型转变,自由度的控制上也由原来多对一的控制模式逐渐发展为驱动单元与人体运动自由度一一对应(一致)的控制模式,主要表现为单驱动单元控制单关节的单自由度运动,或其组合,例如瑞士Hocoma公司研发的具有重力补偿功能的Armeo Spring机器人等。

[0005] 这种驱动单元与人体运动自由度一一对应的控制模式虽然基本实现了表征人体上肢运动特性的7个自由度,但较多的驱动单元往往造成机械臂笨重,不利于机械臂的便携可穿戴式设计,增大了控制的复杂度。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,通过主动自由度和被动自由度的结合,仅利用三个主动驱动单元就分别实现了上肢运动辅助任务中最主要的四个自由度;利用三个主动驱动单元的联合控制,实现了穿戴者上肢的四自由度运动辅助任务。

[0007] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 一种自由度优化的四自由度穿戴式上肢运动辅助装置,包括肩背部固定模块、上臂辅助模块和前臂辅助模块;所述肩背部固定模块包括肩背部固定支架、背包模块、设置在背包模块内的驱动控制模块和电源模块;所述上臂辅助模块包括电机底座、肩部转盘电机、

固定连接件、承重支杆、第一转盘底座、直线驱动装置、第一上臂固定套,所述前臂辅助模块包括前臂驱动模块及固定模块;所述承重支杆水平设置在人体肩部的上方,内端的底部通过固定连接件连接肩部转盘电机的输出端,可绕其输出轴在水平面内转动,外端的侧面通过第一转盘底座连接直线驱动装置的固定端,直线驱动装置的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环与第一上臂固定套上的一点连接。

[0009] 进一步,所述肩背部固定支架包括胸前、肩膀、背后三个基板,胸前、背后两个基板上端通过肩膀基板连接,胸前、背后两个基板的下端分别通过束缚固定背带进行连接。

[0010] 进一步,上肢运动辅助装置还包括颈肩环扣,所述颈肩环扣通过旋转件连接于肩背部支架背后基板中央上端位置。

[0011] 进一步,所述直线驱动装置为第一电动推杆,所述第一电动推杆的固定端通过第一转盘底座连接于承重支杆。第一电动推杆的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环与第一上臂固定套上的一点连接。

[0012] 进一步,所述前臂驱动模块包括第二电动推杆、第二底盘底座,所述固定模块包括第一前臂固定套,所述第二电动推杆的固定端通过第二转盘底座连接第一上臂固定套,第二电动推杆的输出端通过第二单端固定旋转轴或第二吊环与第一前臂固定套上的一点连接。

[0013] 进一步,所述前臂驱动模块包括旋转电机,所述固定模块包括第二上臂固定套、第二前臂固定套、袖套连接件,所述袖套连接件包括转动连接的内侧旋转轴和外侧旋转轴,外侧旋转轴与第二上臂固定套固定连接,内侧旋转轴与第二前臂固定套固定连接,旋转电机固定安装于袖套连接件外侧旋转轴对应位置,旋转电机的输出轴与袖套连接件的内侧旋转轴固定连接。

[0014] 本发明的有益效果在于:本发明打破了康复训练设备单驱动单元控制单运动部位的单自由度运动的制约,利用旋转电机有效避免了康复装置臂长调节的问题,提供了一种多驱动单元联动的控制模型。通过主动自由度和被动自由度的结合,仅利用三个主动驱动单元就分别实现了上肢运动辅助中最主要的四个自由度;通过三个主动驱动单元的联合控制,即可实现穿戴者上肢的四自由度运动辅助任务。

附图说明

[0015] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0016] 图1a为实施例1的结构示意图;

[0017] 图1b为实施例1的主视图;

[0018] 图1c为实施例1的后视图;

[0019] 图2a为实施例1的穿戴示意图;

[0020] 图2b为实施例1的穿戴主视图;

[0021] 图2c为实施例1的穿戴后视图;

[0022] 图3a为实施例2的结构示意图;

[0023] 图3b为实施例2的主视图;

[0024] 图3c为实施例2的后视图;

[0025] 图4a为实施例2的穿戴示意图；

[0026] 图4b为实施例2的穿戴主视图；

[0027] 图4c为实施例2的穿戴后视图。

[0028] 图中，肩背部固定支架1、背包模块2、驱动控制模块3、电源模块4、束缚固定背带5、颈肩环扣6、旋转件7、电机底座8、肩部转盘电机9、固定连接件10、承重支杆11、第一转盘底座12、第一电动推杆13、第一单端固定旋转轴或第一吊环14、第一上臂固定套15、第二转盘底座16-1、第二电动推杆17-1、第二单端固定旋转轴或第二吊环18-1、第一前臂固定套19-1、第二上臂固定套16-2、袖套连接件17-2、旋转电机18-2、第二前臂固定套19-2。

具体实施方式

[0029] 下面将结合附图，对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0030] 实施例1：

[0031] 参阅图1a-1c和2a-2c，本发明主要包括肩背部固定模块、上臂辅助模块和前臂辅助模块；肩背部固定模块包括肩背部固定支架1、背包模块2、设置在背包模块2内的驱动控制模块3和电源模块4，由肩部转盘电机9、第一电动推杆13、第二电动推杆17-1构成最基本结构形式。图中，所述上臂辅助模块包括电机底座8、肩部转盘电机9、固定连接件10、承重支杆11、第一转盘底座12、第一电动推杆13、第一上臂固定套15。第一电动推杆13的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环14与第一上臂固定套15上的一点连接。图中，所述前臂辅助模块包括第一前臂固定套19-1以及设置在第一前臂固定套19-1与第一上臂固定套15之间的前臂驱动模块。前臂驱动模块为第二电动推杆17-1，第二电动推杆17-1的固定端通过第二转盘底座16-1连接第一上臂固定套15，第二电动推杆17-1的输出端通过第二单端固定旋转轴或第二吊环18-1与第一前臂固定套19-1上的一点连接。第一单端固定旋转轴或第一吊环14和第二单端固定旋转轴或第二吊环18-1在硬连接情况下采用单端固定旋转轴形式，在软连接情况下也采用吊环连接的形式。

[0032] 肩部转盘电机9通过电机底座8固定在肩背部固定支架1一端的肩膀基板上，肩部转盘电机9输出端通过固定连接件10连接于承重支杆11一端的底面；承重支杆11底面平行于肩背部固定支架1的肩膀基板平面，胸前、背后两个基板的上端通过肩膀基板连接，胸前、背后两个基板的下端分别通过束缚固定背带5进行连接，承重支杆11另一端的侧面通过第一转盘底座12安装有第一电动推杆13；第一电动推杆13的输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环14连接于第一上臂固定套15上一点；第一上臂固定套15外侧的第二转盘底座16-1上安装有第二电动推杆17-1，第二电动推杆17-1通过第二单端固定旋转轴或第二吊环18-1连接第一前臂固定套19-1；第一上臂固定套15、第一前臂固定套19-1通过充气、螺丝紧固等方式分别固定于穿戴者上臂、前臂固定位置。

[0033] 通过肩部转盘电机9的旋转能够带动承重支杆11绕肩部转盘电机9输出轴进行旋转，从而带动承重支杆11侧面的第一转盘底座12及其上第一电动推杆13在水平面的旋转，进而利用第一电动推杆13的牵拉作用带动穿戴者上臂在水平面的运动；第一转盘底座12的转盘部分通过被动旋转能够改变固定于其上的第一电动推杆13的方向，结合第一电动推杆13的伸缩运动，能够使穿戴者上臂在第一电动推杆13不同伸缩状态时，在竖直平面内产生不同角度的抬起/放下。

[0034] 上臂运动时,第一上臂固定套15的运动通过第二电动推杆17-1的牵拉作用同步带动第一前臂固定套19-1运动;肘关节的屈曲/超伸,即第一前臂固定套19-1与第一上臂固定套15的角度变化由第二转盘底座16-1联合第二电动推杆17-1的伸缩运动一起实现。

[0035] 当承重支杆11水平向前时,锁定肩部转盘电机9运动,仅通过第一电动推杆13的伸缩运动及第一转盘底座12的被动旋转即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的前屈/后伸运动自由度。

[0036] 当承重支杆11沿人体侧面水平向外时,仅通过第一电动推杆13的伸缩运动及第一转盘底座12的被动旋转即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的外展/内收运动自由度。

[0037] 当第一电动推杆13伸长至使人体手臂处于自然下垂状态时,锁定第一转盘底座12和第一电动推杆13的运动,仅通过肩部转盘电机9转动即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的内旋/外旋运动自由度。

[0038] 当肩部转盘电机9、第一电动推杆13锁定时,仅通过第二电动推杆17-1的伸缩运动即可利用第二电动推杆17-1的牵拉作用实现穿戴者肘关节的屈曲/超伸自由度。

[0039] 本实施例提供了一种多驱动单元联动的控制模型。通过主动自由度和被动自由度的结合,仅利用肩部转盘电机9、第一电动推杆13、第二电动推杆17-1三个主动驱动单元就分别实现了上肢运动辅助任务中最主要的四个自由度;利用三个主动驱动单元的联合控制,实现了穿戴者上肢的四自由度运动辅助任务。

[0040] 实施例2:

[0041] 参阅图3a-3c、图4a-4c,本实施例与实施例1的区别在于,本实施例前臂驱动模块包括袖套连接件17-2和旋转电机18-2,袖套连接件17-2包括转动连接的内侧旋转轴和外侧旋转轴,外侧旋转轴与第二上臂固定套16-2固定连接,内侧旋转轴与第二前臂固定套19-2固定连接,旋转电机18-2固定安装于袖套连接件17-2外侧旋转轴对应位置,即内侧旋转轴和外侧旋转轴围绕旋转的轴心的位置,旋转电机18-2的输出轴与袖套连接件17-2的内侧旋转轴固定连接。

[0042] 肩部转盘电机9通过电机底座8固定在肩背部固定支架1一端的肩膀基板上,肩部转盘电机9输出端通过固定连接件10连接于承重支杆11一端的底面;承重支杆11底面平行于肩背部固定支架1的肩膀基板平面,承重支杆11另一端的侧面通过第一转盘底座12安装有第一电动推杆13;第一电动推杆13输出端通过第一单端固定旋转轴或第一吊环14连接于第一上臂固定套15上一点;袖套连接件17-2两端分别固定有第二上臂固定套16-2和第二前臂固定套19-2;旋转电机18-2固定安装于袖套连接件17-2外侧旋转轴对应位置,旋转电机18-2输出轴同轴固定于袖套连接件17-2的旋转轴,且旋转电机18-2的输出轴与袖套连接件17-2内侧锁定;第一上臂固定套15、第二上臂固定套16-2、第二前臂固定套19-2分别通过充气、螺丝紧固等方式分别固定于穿戴者上臂、前臂固定位置。

[0043] 通过肩部转盘电机9的旋转能够带动承重支杆11绕电机输出轴进行旋转,进而带动承重支杆11侧面第一转盘底座12及其上第一电动推杆13底部在水平面的旋转,从而带动穿戴者上臂在水平面的运动;结合第一转盘底座12的转盘的被动转动,利用第一电动推杆13的伸缩运动,能够使第一电动推杆13输出端连接的穿戴者前臂在第一电动推杆13不同伸缩状态时,在竖直平面内产生不同角度的抬起/放下;利用旋转电机18-2的输出带动袖套连

接件17-2的角度变化,从而带动固连于袖套连接件17-2的第二上臂固定套16-2、第二前臂固定套19-2间的相对角度变化。

[0044] 当承重支杆11水平向前时,锁定肩部转盘电机9运动,仅通过第一电动推杆13的伸缩运动及第一转盘底座12的转盘的被动旋转,即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的前屈/后伸自由度。

[0045] 当承重支杆11沿人体侧面水平向外时,仅通过第一电动推杆13的伸缩运动及第一转盘底座12的被动旋转,即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的外展/内收自由度。

[0046] 当第一电动推杆13伸长至使人体手臂处于自然下垂状态时,锁定第一转盘底座12和第一电动推杆13的运动,仅通过肩部转盘电机9转动即可利用第一电动推杆13的牵拉作用实现穿戴者肩关节的内旋/外旋自由度。

[0047] 当肩部转盘电机10、第一电动推杆13锁定时,利用旋转电机18-2的输出带动袖套连接件17-2旋转轴的转动,从而带动固连于袖套连接件17-2的第二上臂固定套16-2、第二前臂固定套19-2间的相对角度变化,进而实现肘关节的屈曲/超伸自由度。

[0048] 本实施例提供了一种多驱动单元联动的控制模型。通过主动自由度和被动自由度的结合,仅利用肩部转盘电机9、第一电动推杆13、旋转电机18-2三个主动驱动单元就分别实现了上肢运动辅助中最主要的四个自由度;仅通过三个主动驱动单元的联合控制,即可实现符合穿戴者上肢的四自由度运动辅助任务。

[0049] 本装置可以通过添加限位机构保证人体上肢康复运动处于安全范围。限位机构可以采用机械限位、软件限位等多种方式实现。以机械限位为例,肩关节上臂下垂为中立位时,前屈角度范围0-70度、后伸角度范围0-40度、外展角度范围0-80度、内收角度范围0-20度、内旋角度范围0-70度、外旋角度范围40度;肘关节前臂伸直为中立位时,屈曲角度范围0-135度(安全限位)、伸直角度最大范围5度。

[0050] 最后说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述,但本领域技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

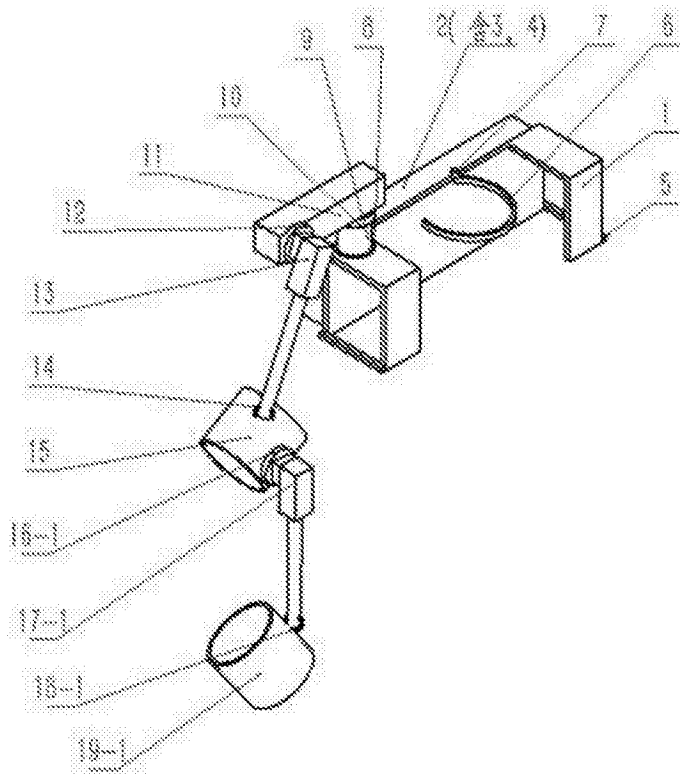


图1a

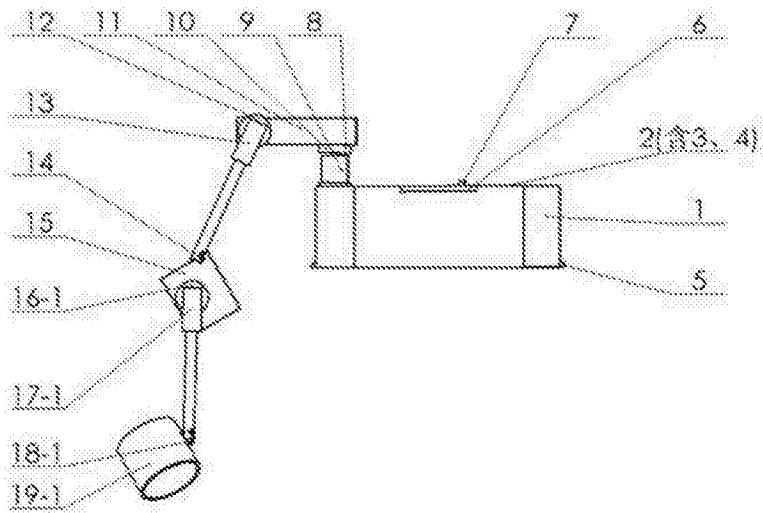


图1b

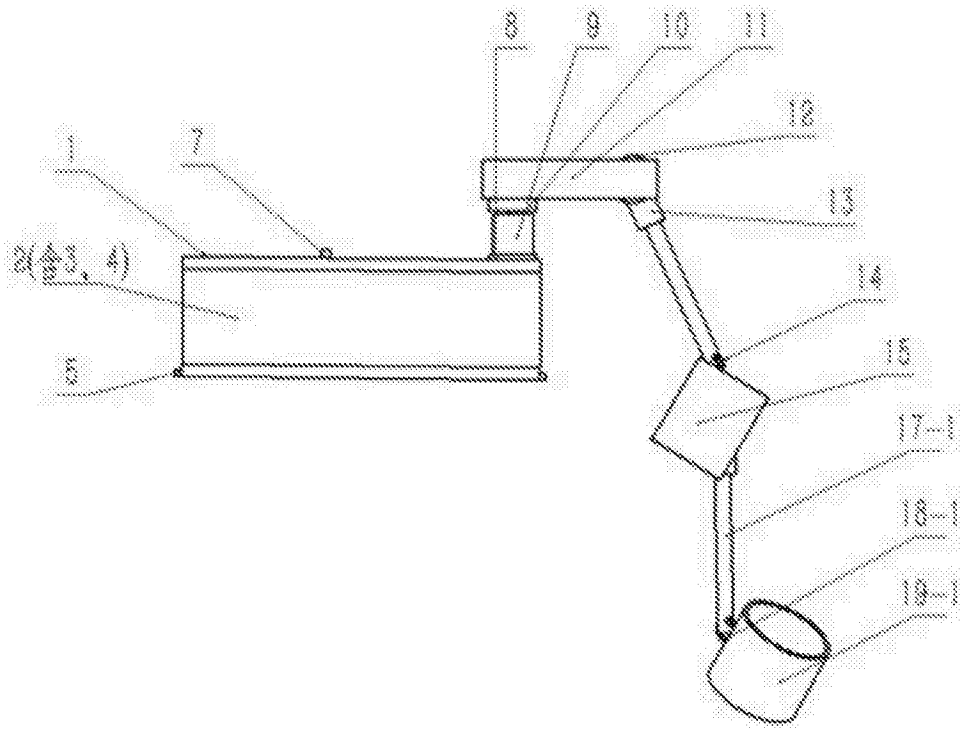


图1c

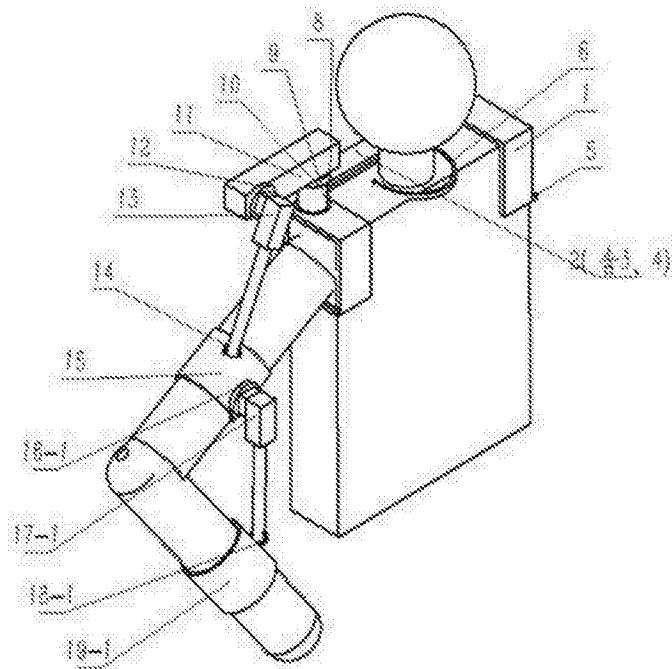


图2a

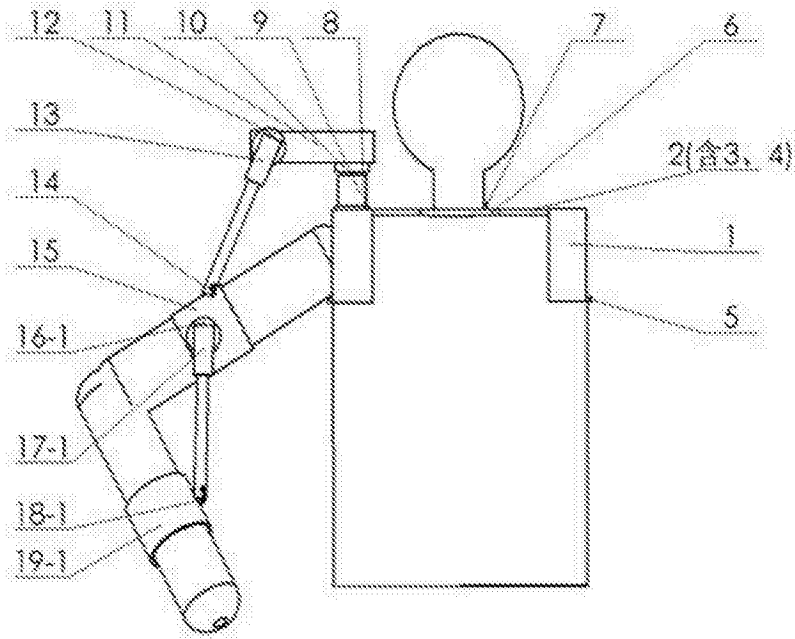


图2b

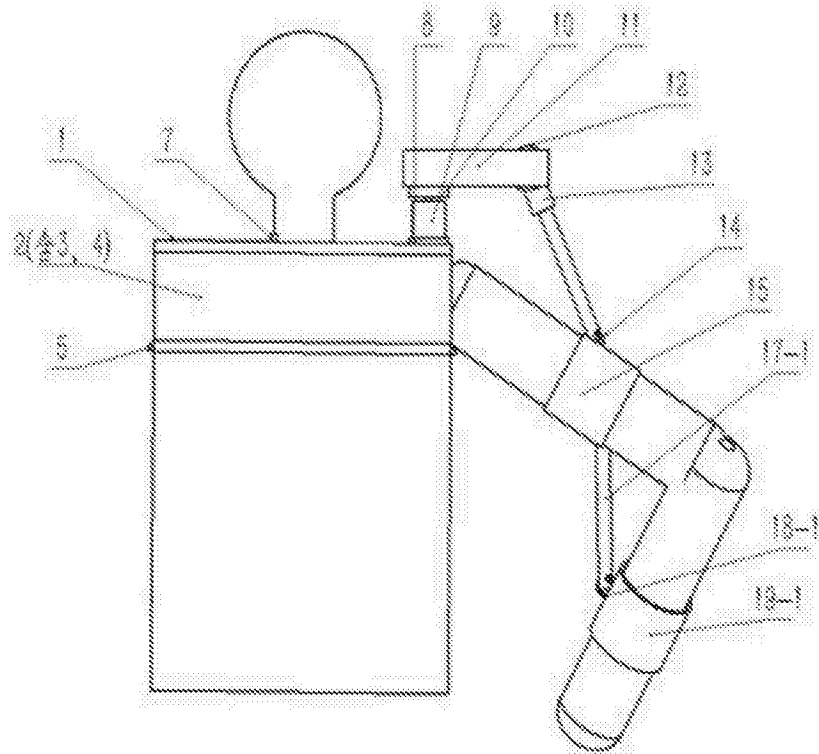


图2c

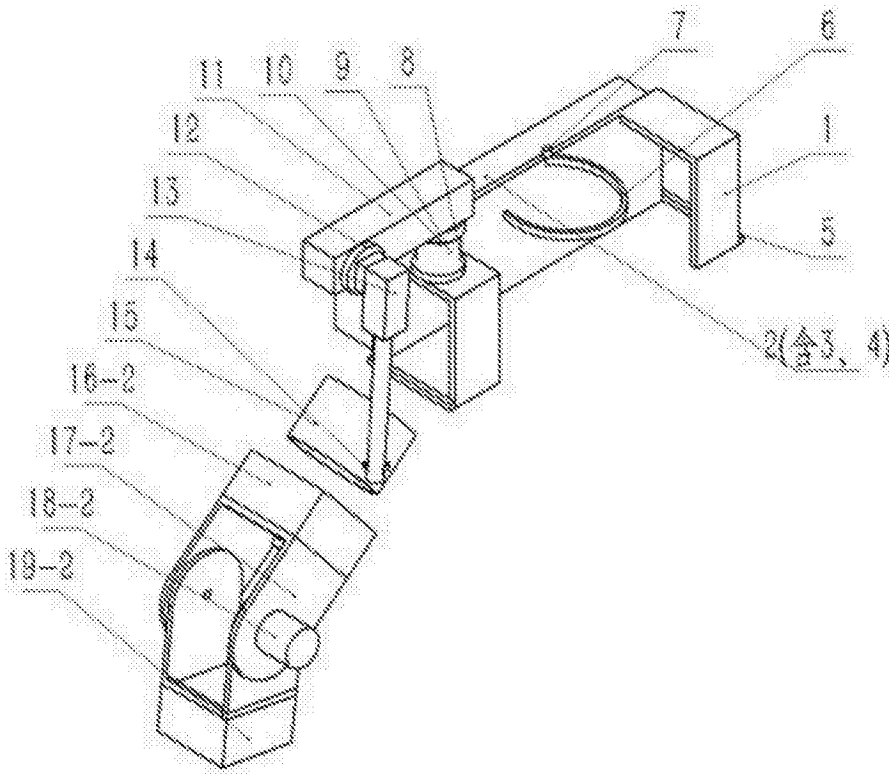


图3a

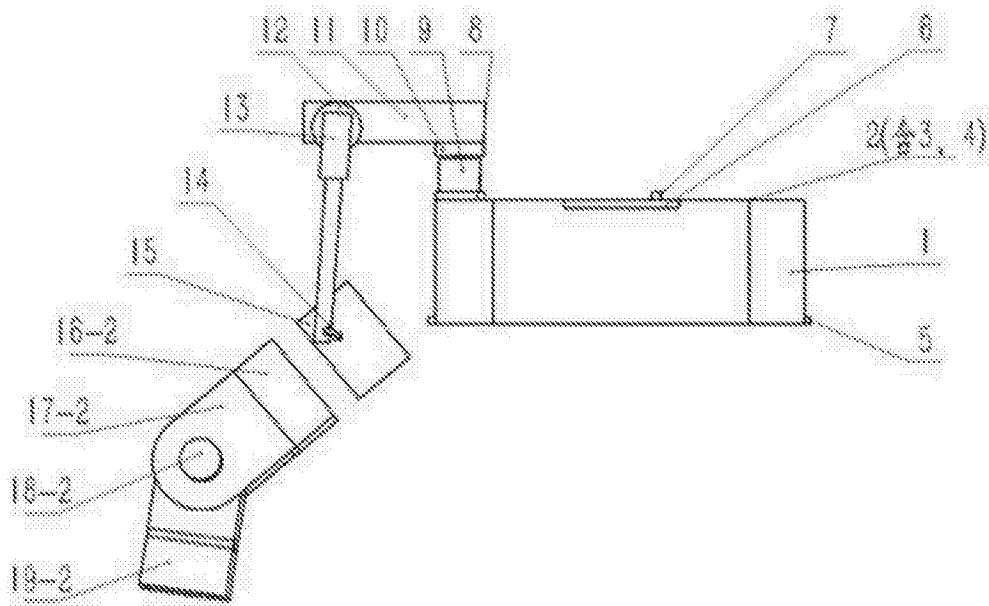


图3b

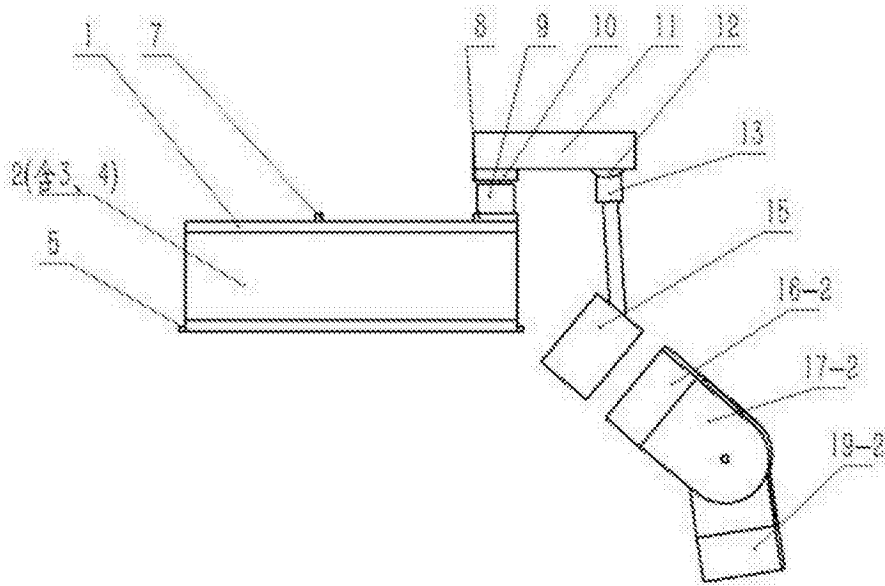


图3c

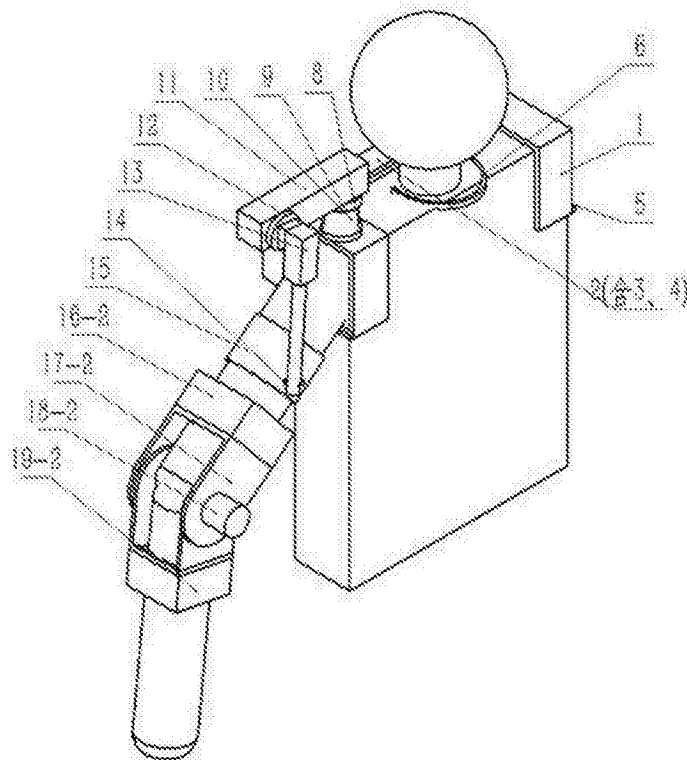


图4a

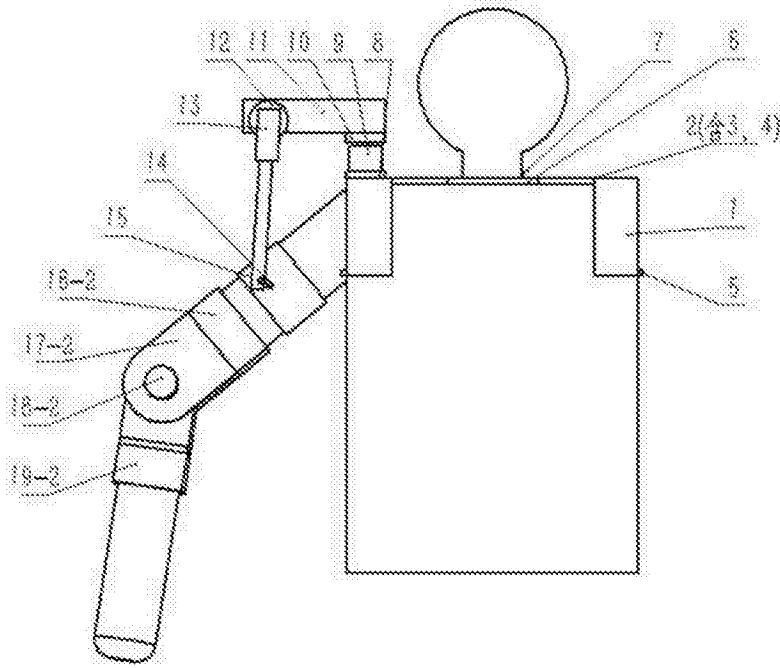


图4b

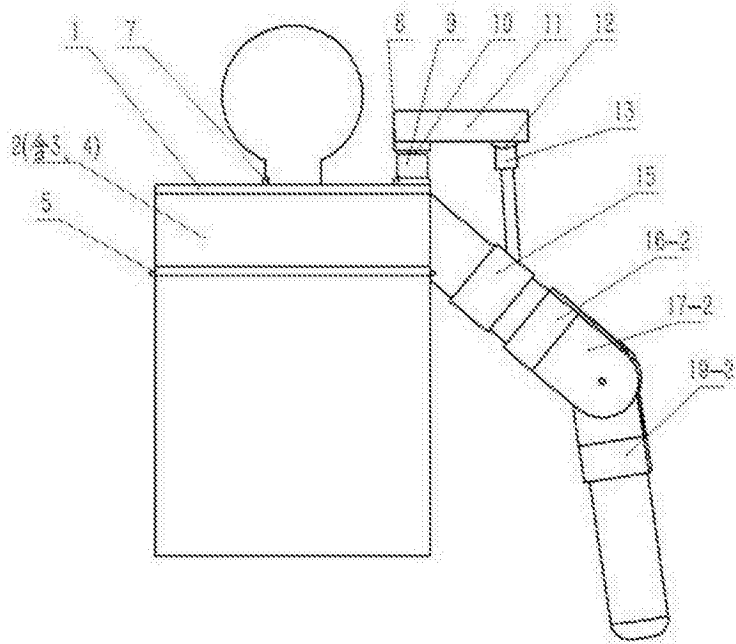


图4c