(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111821126 A
(43)申请公布日 2020.10.27

(21)申请号 202010735656.3

(22)申请日 2020.07.28

(71)申请人 西安工程大学
地址 710048 陕西省西安市碑林区金花南路19号

(72)发明人 汪成龙 肖锦祺 吴煜湘

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214
代理人 韩玓

(51)Int.Cl.
A61G 7/14(2006.01)

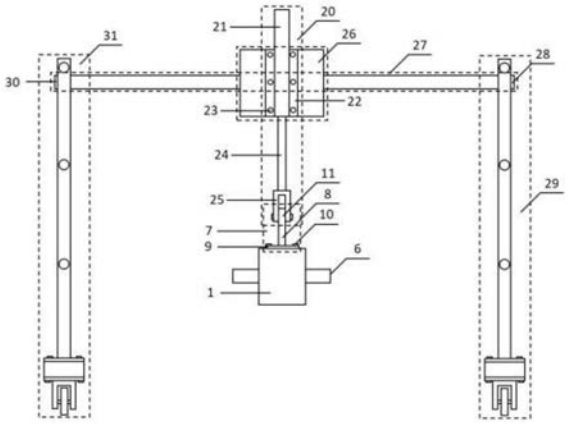
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

可协助人体护理的多功能仿生装置

(57)摘要

本发明公开了一种可协助人体护理的多功能仿生装置，包括仿生体，仿生体通过牵引架与设置在顶部的移动平台连接，移动平台活动设置在水平的导轨组上，移动平台能够沿导轨组水平左右滑动，导轨组两端分别固定在左移动支架和右移动支架上，左移动支架和右移动支架结构相同。本发明用一对相互配合的电动升降杆模仿人的双臂实现灵活的升降和翻转运动，用门式移动框架实现装置的整体平衡和稳固，用仿生体来模仿人的抱和抬，以简化装置的操纵与使用，该装置在护理过程中能有效减轻搬动人体的强度与难度，可让护理工作更加轻松、高效。



CN 111821126 A

1.可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,包括仿生体(1),仿生体(1)通过牵引架(7)与设置在顶部的移动平台(26)连接,移动平台(26)活动设置在水平的导轨组(27)上,移动平台(26)环抱导轨组(27),并与导轨组(27)组成移动副,移动平台(26)能够沿导轨组(27)水平左右滑动,导轨组(27)两端分别固定在左移动支架(31)和右移动支架(29)上,左移动支架(31)和右移动支架(29)结构相同。

2.根据权利要求1所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述仿生体(1)具体结构为:包括与所述牵引架(7)连接的基体(2),在基体(2)的一侧中部设置有环抱槽(3),在基体(2)的另一侧中部设置有设备安装槽(4),在设备安装槽(4)中靠外固定安装有踝关节支柱(6),在设备安装槽(4)中靠内固定安装有膝关节支柱(5)。

3.根据权利要求1所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述牵引架(7)具体结构为:包括牵引板体(8),牵引板体(8)的底侧设有牵引基板(9),牵引基板(9)在顶面中间与牵引板体(8)的底边垂直连为一体,牵引基板(9)通过一组牵引固定螺钉(10)固连在仿生体(1)的顶面中部,牵引板体(8)的一侧顶部设置有吊板(11),吊板(11)的中部开有安装孔(32),吊板(11)经安装孔(32)用轴与牵引叉架B(25)连接并组成转动副,牵引板体(8)的另一侧中部沿45°方向设置有导槽(12),导槽(12)内嵌入导轮(18),经导轮(18)用轴与牵引叉架A(17)连接并组成滚滑副,牵引架(7)在吊板(11)处与电动升降杆B(20)的牵引叉架B(25)组成转动副,牵引叉架B(25)顶部与牵引杆B(24)固连,牵引杆B(24)与升降本体B(21)组成移动副,电动升降杆B(20)在升降本体B(21)的安装基板B(22)处,用安装螺钉B(23)与移动平台(26)的侧板B(35)在外面中间处固连,导轮(18)安装在电动升降杆A(19)的牵引叉架A(17)的底部,使牵引架(7)在导槽(12)处经导轮(18)与电动升降杆A(19)的牵引叉架A(17)组成滚滑副,牵引叉架A(17)顶部与牵引杆A(16)固连,牵引杆A(16)与升降本体A(13)组成移动副,电动升降杆A(19)在升降本体A(13)的安装基板A(14)处,用安装螺钉A(15)与移动平台(26)的侧板A(34)在外面中间处固连,使电动升降杆A(19)和电动升降杆B(20)与移动平台(26)连为一体。

4.根据权利要求1所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述移动平台(26)具体结构为:包括顶板(33),顶板(33)在相对两侧边分别垂直连接侧板A(34)和侧板B(35),顶板(33)与侧板A(34)和侧板B(35)共同组成移动平台(26)的框架,在顶板(33)与侧板A(34)和侧板B(35)围合空间的其中一侧设置有驱动系统A(36),在顶板(33)与侧板A(34)和侧板B(35)围合空间的另一侧设置有驱动系统B(37)。

5.根据权利要求4所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述驱动系统A(36)和驱动系统B(37)结构相同,均包括伺服电机(38),伺服电机(38)固定安装在顶板(33)底面中间,伺服电机(38)的两侧为外伸的驱动轴(39),在驱动轴(39)的两端分别固连有驱动轮A(40)和驱动轮B(41),驱动轮A(40)位于导轨A(42)的上方并压紧在导轨A(42)上,驱动轮B(41)位于导轨B(43)的上方并压紧在导轨B(41)上,压紧轮A(67)位于导轨A(42)的下方并压紧在导轨A(42)上,压紧轮A(67)与驱动轮A(40)配合可将驱动系统A(36)抱紧在导轨A(42)上,压紧轮A(67)与支承轴A(65)组成转动副,并由支承轴A(65)固定安装在侧板A(34)上,压紧轮B(68)位于导轨B(43)的下方并压紧在导轨B(43)上,压紧轮B(68)与驱动轮B(41)配合可将驱动系统A(36)抱紧在导轨B(43)上,压紧轮B(68)与支承轴B(66)组成转动副,并由支承轴B(66)固定安装在侧板B(35)上。

6.根据权利要求1所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述左移动支架(31)和右移动支架(29)具体结构为:均包括基座(47),基座(47)的底面两端部分别设置有万向滚轮(48),万向滚轮(48)的顶部设置有滚轮安装板(49),基座(47)顶面中部设置有支架(46),支架(46)底部设置有两个竖杆基板(54),竖杆基板(54)与基座(47)之间通过螺钉固定。

7.根据权利要求6所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述支架(46)包括竖杆A(44)和竖杆B(45),竖杆A(44)与竖杆B(45)平行相对设置,竖杆A(44)与竖杆B(45)之间等间距平行设置有三个连接杆(50),三个连接杆(50)两端分别通过螺钉C(51)与竖杆A(44)和竖杆B(45)垂直固连。

8.根据权利要求7所述的可协助人体护理的多功能仿生装置,其特征在于,所述竖杆A(44)和竖杆B(45)结构相同,均包括竖杆体(52),竖杆体(52)顶部均匀设置有四个导轨安装孔(53),所述竖杆基板(54)与竖杆体(52)底端垂直设置,竖杆体(52)与竖杆基板(54)固连为一体。

可协助人体护理的多功能仿生装置

技术领域

[0001] 本发明属于人体护理技术领域，具体涉及一种可协助人体护理的多功能仿生装置。

背景技术

[0002] 在人们的日常生活中，对于病人及老人，存在很多人体护理工作，其中，移动人体和变换位姿是两项艰辛的任务。

[0003] 一般人在休息时处于卧姿，在活动时处于站姿。当病人或老人处于卧姿时，想要移动人体，常见方式有：(1)人工背、抬或抱—该方式要求护理人员有足够的气力，并且还要有人在旁协助，既辛苦又低效，在如今的生活环境中已很难实行；(2)可移动床榻—该方式虽然在医疗机构中有良好的应用，但由于受房屋空间结构的限制，直接在房屋内自由移动床榻，仍存在许多障碍，所以很难在日常生活中广泛使用；(3)板、架或椅式—该方式要求先将人体从床榻上移动至板、架或椅上，再用板、架或椅实现人体的灵活移动。目前，围绕人体的板、架或椅式移动已展开了广泛、深入的研究，其难点问题是如何让人体轻松、平稳上下床榻。

[0004] 在攻克这一难题的过程中，诞生了许多可行方案，常见方式有：(1)托板式—该方式相当于运载平台与托板的组合，运载平台负责移动与升降，技术已成熟，托板用于固定人体，如今仍在探索更好的托板与床榻对接方式；(2)吊放式—该方式相当于吊机与吊网或吊带的组合，使用时必须先在人体下铺放吊网或吊带，再将布好的吊网或吊带悬挂在吊机的吊钩上以实现人体移动，由于吊网或吊带要环绕人体，既操作麻烦又影响舒适，并且还会在移动中发生晃动与磕碰，又因为吊机多为外伸悬臂结构，所以在运行中易失去平衡；(3)抓取式—该方式相当于垛机与抓取器的组合，垛机负责移动与升降，技术已成熟，抓取器相当于一件铠甲，人体应先穿上这件铠甲，即在抓取器中固定，再由垛机实现对人体的灵活移动；(4)机器人式—该方式具备诸多优势，唯一劣势在于经济性，当前还难以在日常生活中广泛应用。

[0005] 对于人体的卧姿与站姿变换，常见方式有：(1)直接翻转—由于人体要固定在翻板上，而翻板在人体的翻转过程中要求有足够的空间和安全保障，所以设计与应用均存在一定难度；(2)位姿渐变—即先由卧姿变坐姿，再由坐姿变站姿，或先由站姿变坐姿，再由坐姿变卧姿，在这一过程中可用辅助装置提供必要的助力，该方式目前仍是技术的主流，但在护理效果方面还存在欠缺。

[0006] 所以很有必要探索更为经济、灵活和高效的人体移动与位姿变换新途径。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种可协助人体护理的多功能仿生装置，用一对相互配合的电动升降杆模仿人的双臂实现灵活的升降和翻转运动，用门式移动框架实现装置的整体平衡和稳固，用仿生体来模仿人的抱和抬，以简化装置的操纵与使用，该装置在护理过程中能

有效减轻搬动人体的强度与难度，可让护理工作更加轻松、高效。

[0008] 本发明所采用的技术方案是，可协助人体护理的多功能仿生装置，包括仿生体，仿生体通过牵引架与设置在顶部的移动平台连接，移动平台活动设置在水平的导轨组上，移动平台能够沿导轨组水平左右滑动，导轨组两端分别固定在左移动支架和右移动支架上，左移动支架和右移动支架结构相同。

[0009] 本发明的特点还在于，

[0010] 仿生体具体结构为：包括与所述牵引架连接的基体，在基体的一侧中部设置有环抱槽，在基体的另一侧中部设置有设备安装槽，在设备安装槽中靠外固定安装有踝关节支柱，在设备安装槽中靠内固定安装有膝关节支柱。

[0011] 牵引架具体结构为：包括牵引板体，牵引板体的底侧设有牵引基板，牵引基板在顶面中间与牵引板体的底边垂直连为一体，牵引基板通过一组牵引固定螺钉固连在仿生体的顶面中部，牵引板体的一侧顶部设置有吊板，吊板的中部开有安装孔，吊板经安装孔用轴与牵引叉架B连接并组成转动副，牵引板体的另一侧中部沿45°方向设置有导槽，导槽内嵌入导轮，经导轮用轴与牵引叉架A连接并组成滚滑副。牵引架在吊板处与电动升降杆B的牵引叉架B组成转动副，牵引叉架B顶部与牵引杆B固连，牵引杆B与升降本体B组成移动副，电动升降杆B在升降本体B的安装基板B处，用安装螺钉B与移动平台的侧板B在外面中间处固连，导轮安装在电动升降杆A的牵引叉架A的底部，使牵引架在导槽处经导轮与电动升降杆A的牵引叉架A组成滚滑副，牵引叉架A顶部与牵引杆A固连，牵引杆A与升降本体A组成移动副，电动升降杆A在升降本体A的安装基板A处，用安装螺钉A与移动平台的侧板A在外面中间处固连，使电动升降杆A和电动升降杆B与移动平台连为一体。

[0012] 移动平台具体结构为：包括顶板，顶板在相对两侧边分别垂直连接侧板A和侧板B，顶板与侧板A和侧板B共同组成移动平台的框架，在顶板与侧板A和侧板B围合空间的其中一侧设置有驱动系统A，在顶板与侧板A和侧板B围合空间的另一侧设置有驱动系统B。

[0013] 驱动系统A和驱动系统B结构相同，均包括伺服电机，伺服电机固定安装在顶板底面中间，伺服电机的两侧为外伸的驱动轴，在驱动轴的两端分别固连有驱动轮A和驱动轮B，驱动轮A位于导轨A的上方并压紧在导轨A上，驱动轮B位于导轨B的上方并压紧在导轨B上，压紧轮A位于导轨A的下方并压紧在导轨A上，压紧轮A与驱动轮A配合可将驱动系统A抱紧在导轨A上，压紧轮A与支承轴A组成转动副，并由支承轴A固定安装在侧板A上，压紧轮B位于导轨B的下方并压紧在导轨B上，压紧轮B与驱动轮B配合可将驱动系统A抱紧在导轨B上，压紧轮B与支承轴B组成转动副，并由支承轴B固定安装在侧板B上。

[0014] 左移动支架和右移动支架具体结构为：均包括基座，基座的底面两端部分别设置有万向滚轮，万向滚轮的顶部设置有滚轮安装板，基座顶面中部设置有支架，支架底部设置有两个竖杆基板，竖杆基板与基座之间通过螺钉固定。

[0015] 支架包括竖杆A和竖杆B，竖杆A与竖杆B平行相对设置，竖杆A与竖杆B之间等间距平行设置有三个连接杆，三个连接杆两端分别通过螺钉C与竖杆A和竖杆B垂直固连。

[0016] 竖杆A和竖杆B结构相同，均包括竖杆体，竖杆体顶部均匀设置有四个导轨安装孔，竖杆基板与竖杆体底端垂直设置，竖杆体与竖杆基板固连为一体。

[0017] 本发明的有益效果是，可协助人体护理的多功能仿生装置，采用门式移动框架，可让装置在各状态下具备良好的稳定性，为护理工作提供了充分的安全、平稳保障；采用双导

轨结构，可为装置提供足够的强度和刚度，能有效减少人体搬动过程中的失稳、晃动及振颤，大幅提升有效负荷；采用双升降杆电驱动，这对电动升降杆相当于人的一双手臂，相互配合一方面能实现升降与翻转运动的灵活组合；另一方面能有效简化传动系统的设计与操控；采用上身防松脱双臂环抱和下身杠杆式支柱固定，可轻松与自然的将人体与装置连接，类似于生活中常见的抱、背和抬，完全符合人的行为习惯；预留设备安装槽，既可固定安装健身、康复器材，方便人在卧床状态下进行锻炼与恢复，又能固定安装别的护理或检测设备，方便生活。

附图说明

[0018] 图1是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的主结构示意图；

[0019] 图2是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的升降与翻转结构示意图；

[0020] 图3是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置处于翻折状态时的示意图；

[0021] 图4是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的牵引架结构示意图；

[0022] 图5是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的移动平台结构示意图；

[0023] 图6是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的驱动系统结构示意图；

[0024] 图7是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的移动支架结构示意图；

[0025] 图8是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的仿生体搭载状态示意图；

[0026] 图9是本发明可协助人体护理的多功能仿生装置的关节支柱结构示意图。

[0027] 图中，1.仿生体，2.基体，3.环抱槽，4.设备安装槽，5.膝关节支柱，6.踝关节支柱，7.牵引架，8.牵引板体，9.牵引基板，10.牵引固定螺钉，11.吊板，12.导槽，13.升降本体A，14.安装基板A，15.安装螺钉A，16.牵引杆A，17.牵引叉架A，18.导轮，19.电动升降杆A，20.电动升降杆B，21.升降本体B，22.安装基板B，23.安装螺钉B，24.牵引杆B，25.牵引叉架B，26.移动平台，27.导轨组，28.固定螺钉A，29.右移动支架，30.固定螺钉B，31.左移动支架，32.安装孔，33.顶板，34.侧板A，35.侧板B，36.驱动系统A，37.驱动系统B，38.伺服电机，39.驱动轴，40.驱动轮A，41.驱动轮B，42.导轨A，43.导轨B，44.竖杆A，45.竖杆B，46.支架，47.基座，48.万向滚轮，49.滚轮安装板，50.连接杆，51.固定螺钉C，52.竖杆体，53.导轨安装孔，54.竖杆基板，55.躯体，56.肩关节，57.胯关节，58.上臂，59.左臂，60.右臂，61.大腿，62.膝关节，63.小腿，64.踝关节，65.支承轴A，66.支承轴B，67.压紧轮A，68.压紧轮B，69.左柱体，70.右柱体，71.承载柱体，72、压板，73.连接柱，74.连接螺纹孔，75.连接螺柱。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0029] 本发明可协助人体护理的多功能仿生装置，结构如图1、图2所示，包括仿生体1，仿生体1通过牵引架7与设置在顶部的移动平台26连接，移动平台26活动设置在水平的导轨组27上，移动平台26能够沿导轨组27水平左右滑动，导轨组27两端分别固定在左移动支架31和右移动支架29上，左移动支架31和右移动支架29结构相同。

[0030] 仿生体1具体结构为：包括与所述牵引架7连接的基体2，在基体2的一侧中部设置有环抱槽3，在基体2的另一侧中部设置有设备安装槽4，在设备安装槽4中靠外固定安装有踝关节支柱6，在设备安装槽4中靠内固定安装有膝关节支柱5。

[0031] 如图3、图4所示，牵引架7具体结构为：包括牵引板体8，牵引板体8的底侧设有牵引基板9，牵引基板9在顶面中间与牵引板体8的底边垂直连为一体，牵引基板9通过一组牵引固定螺钉10固连在仿生体1的顶面中部，牵引板体8的一侧顶部设置有吊板11，吊板11的中部开有安装孔32，吊板11经安装孔32用轴与牵引叉架B25连接并组成转动副，牵引板体8的另一侧中部沿45°方向设置有导槽12，导槽12内嵌入导轮18，经导轮18用轴与牵引叉架A17连接并组成滚滑副。牵引架7在吊板11处与电动升降杆B20的牵引叉架B25组成转动副，牵引叉架B25顶部与牵引杆B24固连，牵引杆B24与升降本体B21组成移动副，电动升降杆B20在升降本体B21的安装基板B22处，用安装螺钉B23与移动平台26的侧板B35在外面中间处固连，导轮18安装在电动升降杆A19的牵引叉架A17的底部，使牵引架7在导槽12处经导轮18与电动升降杆A19的牵引叉架A17组成滚滑副，牵引叉架A17顶部与牵引杆A16固连，牵引杆A16与升降本体A13组成移动副，电动升降杆A19在升降本体A13的安装基板A14处，用安装螺钉A15与移动平台26的侧板A34在外面中间处固连，使电动升降杆A19和电动升降杆B20与移动平台26连为一体。

[0032] 如图5、图6移动平台26具体结构为：包括顶板33，顶板33在相对两侧边分别垂直连接侧板A34和侧板B35，顶板33与侧板A34和侧板B35共同组成移动平台26的框架，在顶板33与侧板A34和侧板B35围合空间的其中一侧设置有驱动系统A36，在顶板33与侧板A34和侧板B35围合空间的另一侧设置有驱动系统B37。

[0033] 驱动系统A36和驱动系统B37结构相同，均包括伺服电机38，伺服电机38固定安装在顶板33底面中间，伺服电机38的两侧为外伸的驱动轴39，在驱动轴39的两端分别固连有驱动轮A40和驱动轮B41，驱动轮A40位于导轨A42的上方并压紧在导轨A42上，驱动轮B41位于导轨B43的上方并压紧在导轨B41上，压紧轮A67位于导轨A42的下方并压紧在导轨A42上，压紧轮A67与驱动轮A40配合可将驱动系统A36抱紧在导轨A42上，压紧轮A67与支承轴A65组成转动副，并由支承轴A65固定安装在侧板A34上，压紧轮B68位于导轨B43的下方并压紧在导轨B43上，压紧轮B68与驱动轮B41配合可将驱动系统A36抱紧在导轨B43上，压紧轮B68与支承轴B66组成转动副，并由支承轴B66固定安装在侧板B35上。

[0034] 如图7所示，左移动支架31和右移动支架29具体结构为：均包括基座47，基座47的底面两端部分别设置有万向滚轮48，万向滚轮48的顶部设置有滚轮安装板49，基座47顶面中部设置有支架46，支架46底部设置有两个竖杆基板54，竖杆基板54与基座47之间通过螺钉固定。

[0035] 支架46包括竖杆A44和竖杆B45，竖杆A44与竖杆B45平行相对设置，竖杆A44与竖杆B45之间等间距平行设置有三个连接杆50，三个连接杆50两端分别通过螺钉C51与竖杆A44和竖杆B45垂直固连。

[0036] 竖杆A44和竖杆B45结构相同，均包括竖杆体52，竖杆体52顶部均匀设置有四个导轨安装孔53，竖杆基板54与竖杆体52底端垂直设置，竖杆体52与竖杆基板54固连为一体。

[0037] 本发明可协助人体护理的多功能仿生装置中，移动支架各部分功能说明：

[0038] 1、四个导轨安装孔53用于调整移动平台26的工作高度。

[0039] 2、万向滚轮48负责移动支架的灵活行驶和刹停。

[0040] 3、连接杆50的尺寸和数目影响移动支架的刚度与稳定性。

[0041] 本发明可协助人体护理的多功能仿生装置，仿生体1的升降与翻转原理：如图3所

示，在仿生体1的升降与翻转机构中，移动平台26为机架，电动升降杆A19与电动升降杆B20为主动件，电动升降杆A19与电动升降杆B20固连在移动平台26两侧，形成两个移动副。仿生体1与牵引架7固连为一体，相当于从动执行构件。电动升降杆B20在吊板11处与牵引架7组成转动副，电动升降杆A19经导轮18与牵引架7的导槽12组成滚滑副。当电动升降杆A19与电动升降杆B20同步升降时，仿生体1处于升降状态，电动升降杆A19与电动升降杆B20为双臂升降，比单臂升降具有更大的刚度和更好的平稳性。当电动升降杆A19上升、电动升降杆B20下降时，仿生体1可从水平状态转为竖直状态，能实现仿生体1的翻折和人体从卧姿向站姿的转换；当电动升降杆A19下降、电动升降杆B20上升时，仿生体1可从竖直状态转为水平状态，能实现仿生体1的展开和人体从站姿向卧姿的转换。由于电动升降杆A19与电动升降杆B20相当于人的两条手臂，所以电动升降杆A19与电动升降杆B20的灵活配合可以实现复杂的升降与翻转组合运动。

[0042] 仿生体1的工作原理：如图8所示，人的左臂59和右臂60分别从仿生体1的基体2两侧交叉穿过环抱槽3，环抱槽3的上下侧壁可将人的左下臂59与右下臂60固定在环抱槽3内，相当于人抱紧在仿生体1上，躯体55的力可经肩关节56、上臂58、左下臂59和右下臂60作用在仿生体1上。人的小腿63相当于杠杆，小腿63在踝关节64处支在踝关节支柱6上，小腿63在膝关节62处支在膝关节支柱5上，躯体55的力可经胯关节57、大腿61、膝关节62、小腿63和踝关节64作用在仿生体1上，固定在设备安装槽4内的膝关节支柱5和踝关节支柱6相当于用手抬。由于人在仰卧状态，上方空间无障碍物，所以人的上肢很容易抱紧仿生体1，人的下肢也很容易在仿生体1上固定，只要有一定的行动能力，基本可以自行完成操作。

[0043] 膝关节支柱5和踝关节支柱6具有完全相同的结构。

[0044] 膝关节支柱5，如图9所示，包括左柱体69和右柱体70，左柱体69由承载柱体71、压板72和连接柱73组成，承载柱体71、压板72和连接柱73从左向右依次固连为一体，在左柱体69连接柱73的外端面中心处设置有连接螺纹孔74，右柱体70与左柱体69的结构基本相同，只是右柱体70在其连接柱的外端面中心处设置有连接螺柱75。当连接螺柱75旋入连接螺纹孔74时，可将左柱体69与右柱体70固连成膝关节支柱5。

[0045] 膝关节支柱5的各组成部分说明：如图2和图9所示，承载柱体71在仿生体1上固定并外伸，可承载人体关节处的重力，压板72压紧在仿生体1的侧面上，以增大连接强度和减少对仿生体1的损伤，连接柱73可穿过设备安装槽4实现对接，连接螺纹孔74与连接螺柱75组成螺旋副，可实现左柱体69与右柱体70的装拆与连接。

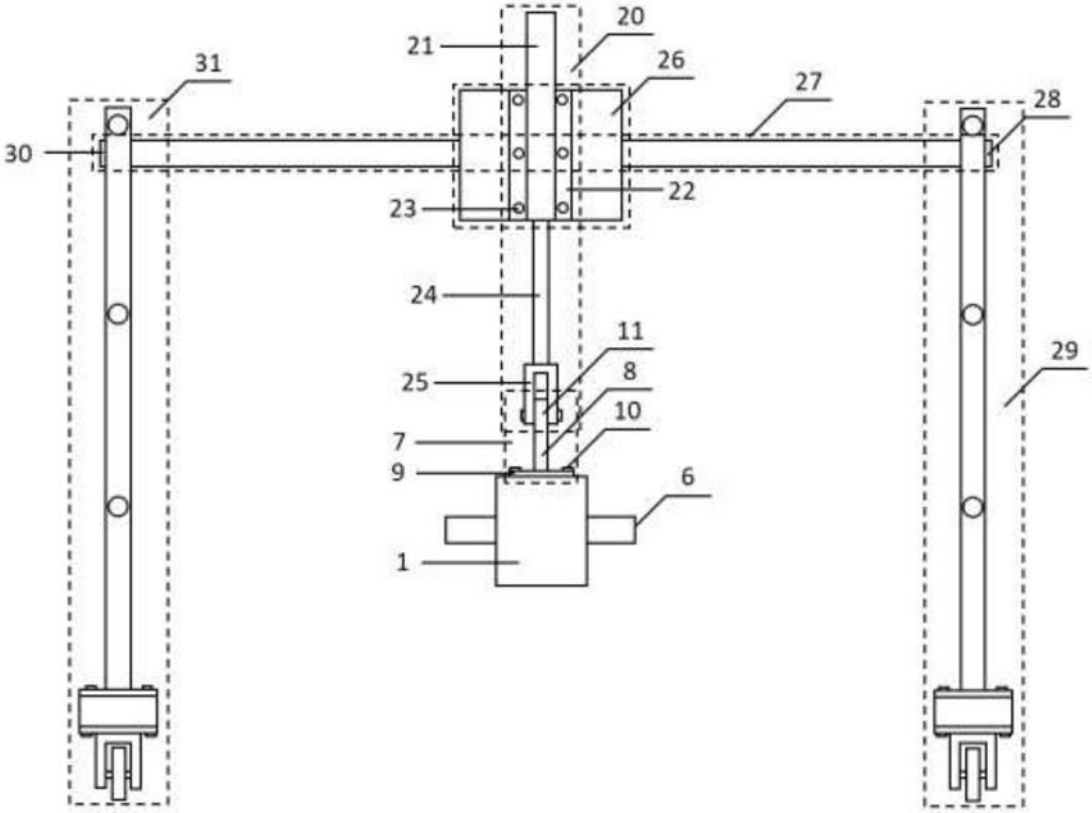

20
21
31
26
27
28
30
22
23
24
11
29
25
8
10
7
9
6
1

图1

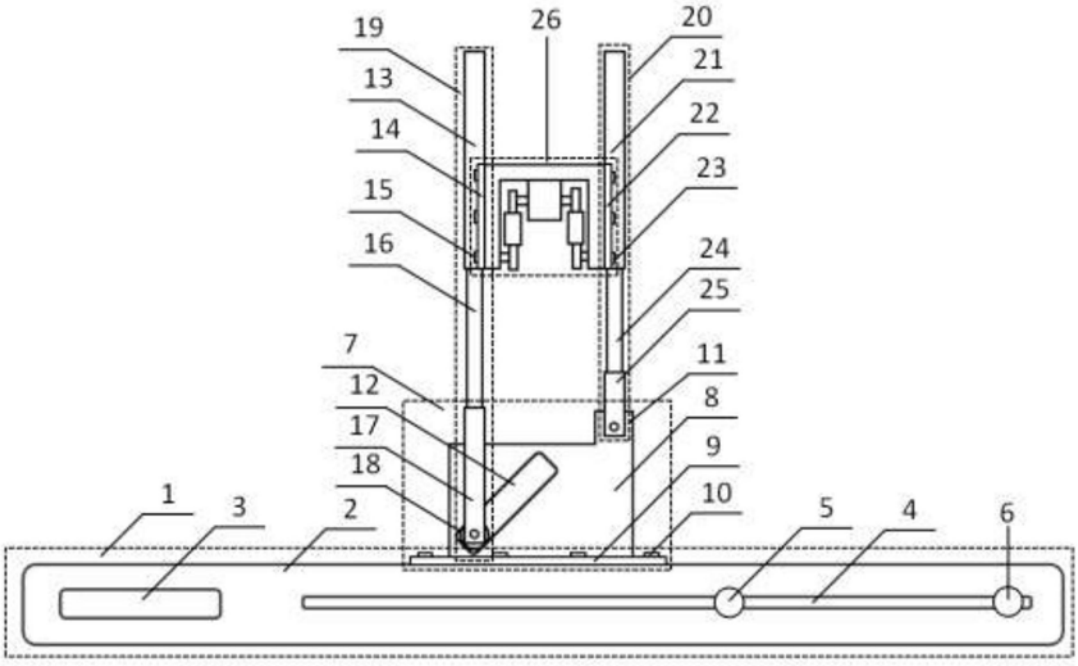

19
26
20
13
21
14
22
15
23
16
24
25
7
11
12
8
17
9
18
10
1
3
2
5
4
6

图2

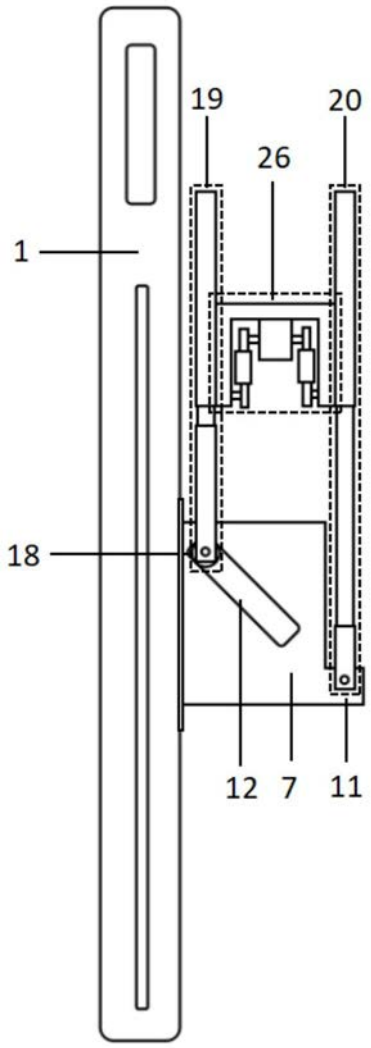


图3

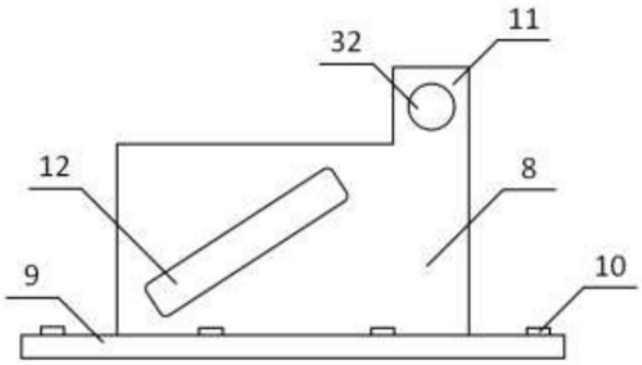


图4

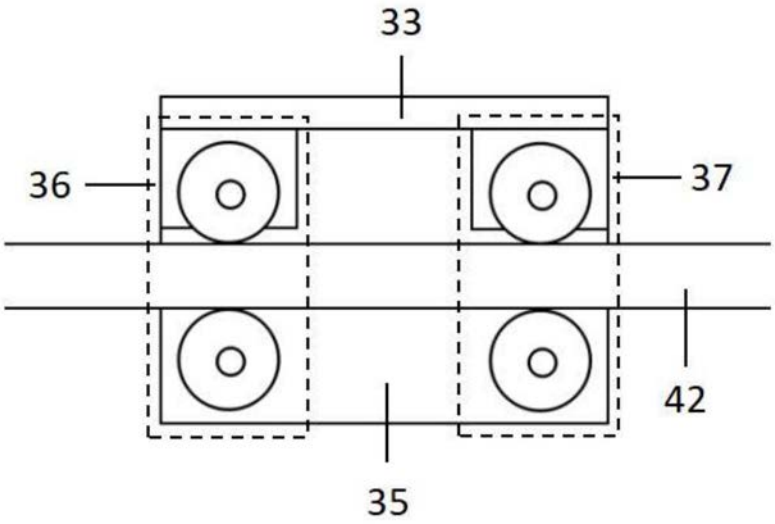


图5

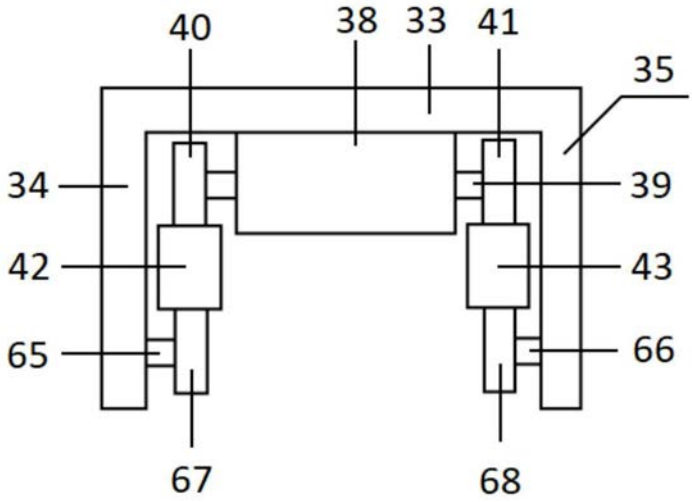


图6

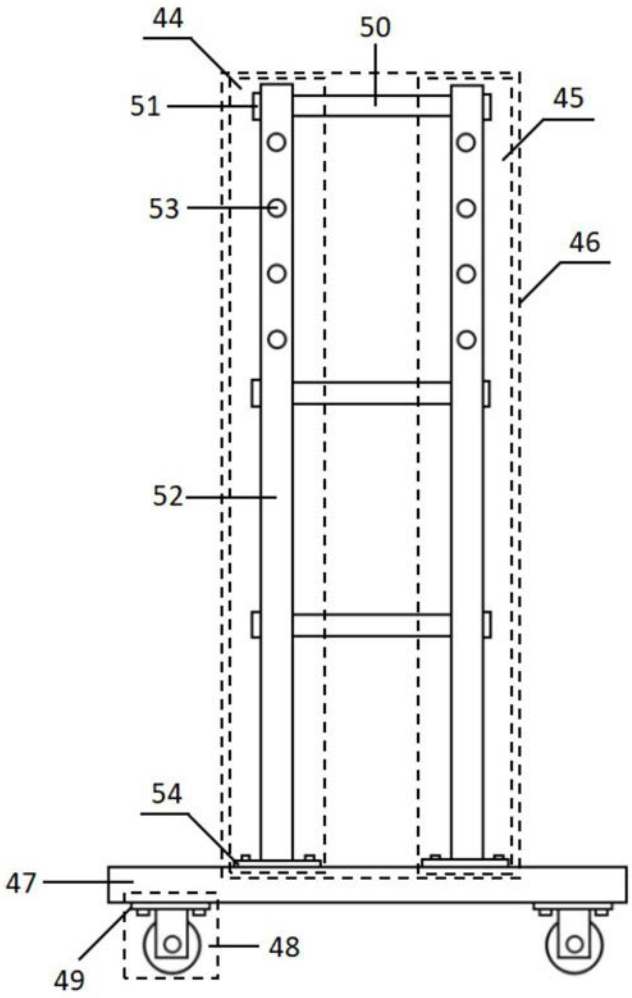


图7

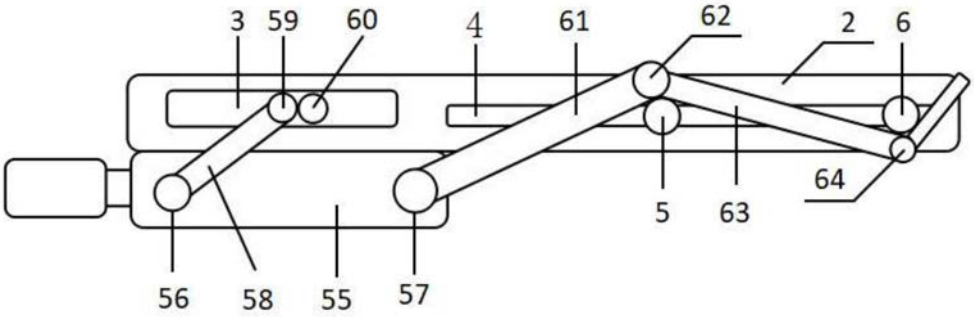


图8

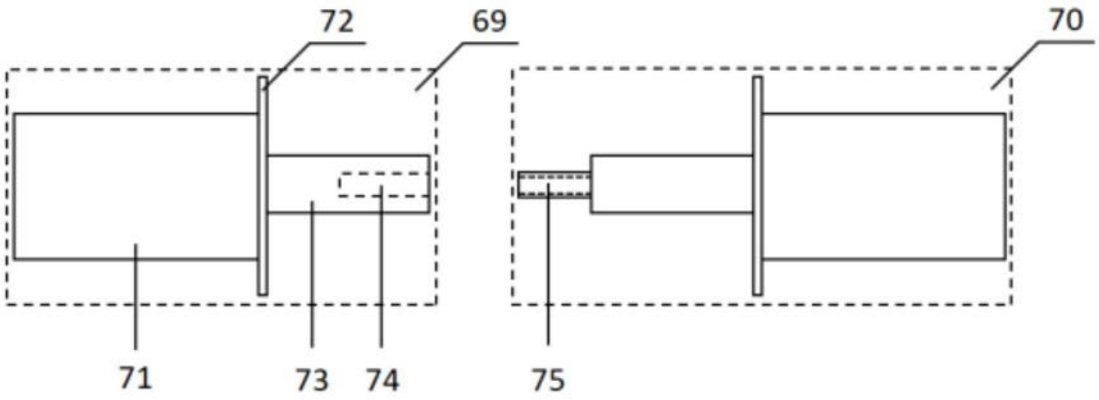


图9