



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111685880 A

(43)申请公布日 2020.09.22

(21)申请号 202010421526.2

B25J 9/16(2006.01)

(22)申请日 2020.05.18

B25J 11/00(2006.01)

B25J 13/08(2006.01)

(71)申请人 天津大学

地址 300350 天津市津南区海河教育园雅
观路135号天津大学北洋园校区

(72)发明人 孙涛 贺志远 王攀峰 连宾宾
宋轶民

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 李素兰

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 17/56(2006.01)

A61B 17/88(2006.01)

A61H 1/02(2006.01)

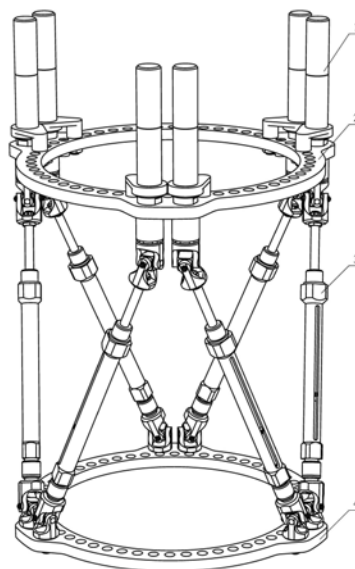
权利要求书3页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人

(57)摘要

本发明公开了可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,包括近端环、远端环、六条主动支链、电机驱动装置以及手动驱动装置,六条主动支链分为两组,每条主动支链由平台连接套、滑动轴承、轴承锁紧螺母、近端虎克铰链、中间移动副、套筒、力传感器以及远端虎克铰链构成;主动支链的一端通过连接套固定件与近端环连接,另一端通过螺母与远端环连接,每条主动支链均通过D型轴套与驱动装置连接;本发明一体化机器人具有电动-手动双模式驱动且支链在术中和术后可快速替换,同时本体结构具有轻质高刚度的特性,布局紧凑、结构轻便、可穿戴性强,可实现骨折复位与康复一体化,可为实现精准微创安全可控的骨折治疗提供硬件基础。



1. 可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,包括近端环(2)和设置在近端环下方的远端环(4),所述的近端环和远端环通过六条主动支链(3)连接,其特征在于:

所述近端环和远端环均包括环形体且均为中心对称结构,在所述的近端环和远端环的环形体上每隔 120° 的外缘向外突出形成凸缘,在每一个凸缘处均沿竖直方向开有两个用于连接主动支链的外圈安装孔,在所述的近端环和远端环上分别沿圆周方向均匀间隔开有多个轴线沿竖直方向设置的内圈圆孔;

所述六条主动支链(3)结构完全相同,并且六条主动支链根据与近端环对称中心线夹角的不同分为两组,两组主动支链与近端环对称中心线的夹角大小相等方向相反,每组所述主动支链均以近端环对称中心线为中心轴在空间上均匀分布;

一端与近端环上的任意一组外圈安装孔的两个外圈安装孔相连的两个主动支链(3)的另一端与远端环上的两组外圈安装孔中的两个彼此相邻的外圈安装孔相连;

每条所述主动支链(3)均包括平台连接套(8),所述的平台连接套包括上下一体同轴线设置的下环形柱体和上环形柱体,在所述的下环形柱体和上环形柱体变径处沿水平方向设置有一个支撑臂,在所述的支撑臂上设置有轴线沿竖直方向设置的定向轴,所述的平台连接套的上环形柱体插入近端环(2)的一个外圈安装孔内,所述的上环形柱体通过设置在上环形柱体外壁上的外螺纹与连接套固定件(16)上的中心螺纹通孔螺纹连接,所述的连接套固定件压紧设置在近端环(2)顶壁上,所述定向轴插入近端环内圈圆孔内,限制所述平台连接套(8)轴向转动;

近端虎克铰链(10)和远端虎克铰链(14)包括中心十字结构(17),所述的中心十字结构(17)包括虎克铰链中心块(22),在所述的虎克铰链中心块的中间沿十字交叉方向分别开有第一通孔和第二通孔,一根长轴(18)与所述的第一通孔转动连接,一根双头螺柱(21)依次穿过第一短轴(19)上的轴向通孔,开在长轴径向中部的径向通孔以及第二短轴(20)上的轴向通孔,所述的第一短轴(19)和第二短轴(20)分别与第二通孔转动配合,所述的第一短轴、第二短轴的外端分别插入U形第二连接座的左右连接臂的通孔内,所述的第一短轴、第二短轴与第二连接座的左右连接臂的通孔转动配合,且通过与双头螺柱(21)两端螺纹连接的螺母和垫片将第一短轴、第二短轴压紧在第一长轴的侧壁上,所述的长轴的两端分别插入U形第一连接座的左右连接臂的通孔内,所述的长轴与第一连接座的左右连接臂的通孔转动配合,所述的近端虎克铰链(10)的第一连接座的顶壁为环形壁;

在所述的近端虎克铰链的第一连接座的顶面的中心固定有一根轴杆,所述的轴杆的下部为圆柱轴段,中部为螺纹轴段且上部为D形轴段,所述的轴杆从下至上依次穿过轴承锁紧螺母的中心孔以及滑动轴承的中心螺纹通孔,所述的轴杆中部的螺纹轴段与滑动轴承的中心螺纹孔螺纹连接固定,所述的轴承锁紧螺母套在圆柱轴段且轴承锁紧螺母的中心孔直径大于轴杆下部圆柱轴段的直径;

所述轴承锁紧螺母(9)和滑动轴承(15)嵌入平台连接套(8)的下环形柱体的中心孔设置且所述的轴承锁紧螺母通过设置在轴承锁紧螺母外壁上的外螺纹与下环形柱体中心孔上的内螺纹螺纹连接固定,所述滑动轴承和下环形柱体的中心孔之间转动配合,一个D形轴套(25)的下端穿过平台连接套(8)的上环形柱体的中心孔并紧密套在轴杆上部的D形轴段上,所述的D形轴套与平台连接套的上环形柱体的中心孔间隙配合;

一个中间移动副(11)包括丝杠或滚珠丝杠和通过丝杠副连接在丝杠或滚珠丝杠上的

法兰螺母,所述的丝杠或滚珠丝杠的一端与开在近端虎克铰链(10)上的第二连接座的底面中间的螺纹孔螺纹连接并通过螺母固定,在所述的法兰螺母上螺纹连接有套筒(12),在所述的套筒的侧壁上沿套筒轴线方向开有滑槽,在所述的丝杠或滚珠丝杠的另一端连接有指示杆,所述的指示杆插入滑槽且能够沿滑槽移动,在所述的套筒(12)外壁上标有刻度,通过指示杆读取主动支链(3)的当前长度,所述套筒下端设置有套筒螺纹孔,所述的套筒螺纹孔与设置在力传感器(13)上端的上螺纹轴螺纹连接,设置在所述的力传感器下端的下螺纹轴与开在远端虎克铰链(14)的第二连接座的顶面中间的螺纹孔螺纹接,设置在所述远端虎克铰链的第一连接座底面中间的螺纹杆插入远端环上的外圈安装孔内并通过螺母锁紧固定在远端环上;每条所述主动支链均与驱动装置连接,所述的驱动装置的转动输出端插入D型轴套(25)的上端D型孔中且两者紧密配合,带动D型轴套转动。

2. 根据权利要求1所述的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,其特征在于:所述的驱动装置为电机驱动装置(1),所述的电机驱动装置包括电机,所述的电机(23)通过螺栓与电机-平台转接头(24)连接固定,在所述电机-平台转接头的底壁的一侧固定有带有外螺纹的下端轴段,所述的下端轴段插入近端环(2)内圈圆孔并通过螺母与近端环连接固定,所述电机的输出轴为D型输出轴,所述的D型输出轴插入D型轴套(25)的上端D型孔中且两者紧密配合。

3. 根据权利要求1所述的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,其特征在于:所述的驱动装置为手动驱动装置(5),所述的手动驱动装置包括手动-平台转接头(31),所述的手动-平台转接头的底壁的一侧固定有带有外螺纹的下端轴段,所述的下端轴段插入近端环(2)内圈圆孔并通过螺母与近端环连接固定,在所述的手动-平台转接头的顶壁上设置有平台转接头环形凸台,手动旋转轴(30)从上至下依次设置有旋转轴环形凸台、圆柱面轴段和D形轴段,所述手动-平台转接头(31)上开有与平台转接头环形凸台同轴线设置的通孔,所述手动旋转轴下端D形轴段穿过平台转接头环形凸台的环形孔和手动-平台转接头通孔插入D形轴套(25)的上端D型孔中且两者紧密配合,所述手动旋转轴的圆柱面轴段与平台转接头环形凸台的环形孔间隙配合,所述的旋转轴环形凸台支撑在平台转接头环形凸台上且两者外径相同,在所述手动旋转轴顶部开有内六角孔;

一个第一锁紧夹(7)包括锁紧环(27),所述锁紧环为开口环状结构且由两半组成,两半开口环的对接处通过沿竖直方向设置的转轴能够转动连接,在所述的锁紧环开口处延伸设置有吊耳结构,锁紧夹螺栓(28)一端穿过锁紧环的吊耳孔且与锁紧夹螺母(26)螺纹连接,所述锁紧夹螺栓另一端通过轴线与锁紧环轴线平行设置的圆柱销与锁紧夹扳手(29)的一端转动连接,所述第一锁紧夹(7)用于箍套在平台转接头环形凸台和旋转轴环形凸台外壁上且通过转动锁紧夹扳手得锁紧夹扳手能够贴附在锁紧环外壁上。

4. 根据权利要求1-3之一所述的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,其特征在于:在所述的连接套固定件左右侧壁设置有两个对称平行的平面。

5. 根据权利要求4所述的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,其特征在于:所述第一短轴和第二短轴的轴向通孔的外侧部分为内螺纹孔。

6. 根据权利要求5所述的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,其特征在于:所述的近端环、远端环、平台连接套、连接套固定件、滑动轴承、轴承锁紧螺母、近端虎克铰链、套筒、远端虎克铰链、电机-平台转接头、D形轴套、手动-平台转接头、手动旋转轴和第一锁紧

夹均采用轻质材料。

可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械,尤其涉及一种可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人。

背景技术

[0002] 传统骨折手术受制于医师经验和术中设备,存在手术风险高,创伤大、复杂术式难普及等不足,易发生复位不精准、二次感染等风险。

[0003] 可穿戴式骨科医疗机器人利用螺纹半针或克氏针稳定地将断骨与机器人远、近端环相固定,通过调节机器人远、近端环的空间相对位姿去调整骨折断端,实现精准、微创的骨折治疗。然而,目前大部分可穿戴式骨科医疗机器人主要存在以下不足:1) 驱动模式单一。如专利CN101847182A所述六自由度并联机器人可实现长骨骨折复位,但其驱动模式单一且不可拆除,一定程度上增加了患者负担,给日常生活带来不便。2) 支链不可替换。如专利CN106361441A所述的从手复位机器人可实现股骨干骨折复位操作,然而其机器人支链结构不可拆换,无法满足特殊骨折类型需替换支链的使用需求。3) 整体结构笨重不紧凑,可穿戴性差。如专利CN101474090A所述的穿戴式辅助接骨并联机器人可同时进行骨折整形复位与固定,但驱动与传动结构笨重,整体布置形式不紧凑,不适宜患者在日常活动过程中长期使用,可穿戴性较差。4) 仅针对骨折复位,尚未涉及骨折康复环节。如专利CN103462674A所述的长骨复位机器人可实现长骨骨折复位,但缺乏对机器人受力信息的实时监测,难以判断骨愈合程度,进而合理指导康复训练。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供具有电动-手动双模式且支链可替换,轻质高刚度、可穿戴性强和骨折复位与康复一体化的骨科医疗机器人,以期实现精准微创安全可控的骨折治疗。

[0005] 本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,包括近端环和设置在近端环下方的远端环,所述的近端环和远端环通过六条主动支链连接,所述近端环和远端环均包括环形体且均为中心对称结构,在所述的近端环和远端环的环形体上每隔 120° 的外缘向外突出形成凸缘,在每一个凸缘处均沿竖直方向开有两个用于连接主动支链的外圈安装孔,在所述的近端环和远端环上分别沿圆周方向均匀间隔开有多个轴线沿竖直方向设置的内圈圆孔;

[0006] 所述六条主动支链结构完全相同,并且六条主动支链根据与近端环对称中心线夹角的不同分为两组,两组主动支链与近端环对称中心线的夹角大小相等方向相反,每组所述主动支链均以近端环对称中心线为中心轴在空间上均匀分布;

[0007] 一端与近端环上的任意一组外圈安装孔的两个外圈安装孔相连的两个主动支链的另一端与远端环上的两组外圈安装孔中的两个彼此相邻的外圈安装孔相连;

[0008] 每条所述主动支链均包括平台连接套,所述的平台连接套包括上下一体同轴线设置的下环形柱体和上环形柱体,在所述的下环形柱体和上环形柱体变径处沿水平方向设置

有一个支撑臂,在所述的支撑臂上设置有轴线沿竖直方向设置的定向轴,所述的平台连接套的上环形柱体插入近端环的一个外圈安装孔内,所述的上环形柱体通过设置在上环形柱体外壁上的外螺纹与连接套固定件上的中心螺纹通孔螺纹连接,所述的连接套固定件压紧设置在近端环顶壁上,所述定向轴插入近端环内圈圆孔内,限制所述平台连接套轴向转动;

[0009] 近端虎克铰链和远端虎克铰链包括中心十字结构,所述的中心十字结构包括虎克铰链中心块,在所述的虎克铰链中心块的中间沿十字交叉方向分别开有第一通孔和第二通孔,一根长轴与所述的第一通孔转动连接,一根双头螺柱依次穿过第一短轴上的轴向通孔,开在长轴径向中部的径向通孔以及第二短轴上的轴向通孔,所述的第一短轴和第二短轴分别与第二通孔转动配合,所述的第一短轴、第二短轴的外端分别插入U形第二连接座的左右连接臂的通孔内,所述的第一短轴、第二短轴与第二连接座的左右连接臂的通孔转动配合,且通过与双头螺柱两端螺纹连接的螺母和垫片将第一短轴、第二短轴压紧在第一长轴的侧壁上,所述的长轴的两端分别插入U形第一连接座的左右连接臂的通孔内,所述的长轴与第一连接座的左右连接臂的通孔转动配合,所述的近端虎克铰链的第一连接座的顶壁为环形壁;

[0010] 在所述的近端虎克铰链的第一连接座的顶面的中心固定有一根轴杆,所述的轴杆的下部为圆柱轴段,中部为螺纹轴段且上部为D形轴段,所述的轴杆从下至上依次穿过轴承锁紧螺母的中心孔以及滑动轴承的中心螺纹通孔,所述的轴杆中部的螺纹轴段与滑动轴承的中心螺纹孔螺纹连接固定,所述的轴承锁紧螺母套在圆柱轴段且轴承锁紧螺母的中心孔直径大于轴杆下部圆柱轴段的直径;

[0011] 所述轴承锁紧螺母和滑动轴承嵌入平台连接套的下环形柱体的中心孔设置且所述的轴承锁紧螺母通过设置在轴承锁紧螺母外壁上的外螺纹与下环形柱体中心孔上的内螺纹螺纹连接固定,所述滑动轴承和下环形柱体的中心孔之间转动配合,一个D形轴套的下端穿过平台连接套的上环形柱体的中心孔并紧密套在轴杆上部的D形轴段上,所述的D形轴套与平台连接套的上环形柱体的中心孔间隙配合;

[0012] 一个中间移动副包括丝杠或滚珠丝杠和通过丝杠副连接在丝杠或滚珠丝杠上的法兰螺母,所述的丝杠或滚珠丝杠的一端与开在近端虎克铰链上的第二连接座的底面中间的螺纹孔螺纹连接并通过螺母固定,在所述的法兰螺母上螺纹连接有套筒,在所述的套筒的侧壁上沿套筒轴线方向开有滑槽,在所述的丝杠或滚珠丝杠的另一端连接有指示杆,所述的指示杆插入滑槽且能够沿滑槽移动,在所述的套筒外壁上标有刻度,通过指示杆读取主动支链的当前长度,所述套筒下端设置有套筒螺纹孔,所述的套筒螺纹孔与设置在力传感器上端的上螺纹轴螺纹连接,设置在所述的力传感器下端的下螺纹轴与开在远端虎克铰链的第二连接座的顶面中间的螺纹孔螺纹连接,设置在所述远端虎克铰链的第一连接座底面中间的螺纹杆插入远端环上的外圈安装孔内并通过螺母锁紧固定在远端环上;每条所述主动支链均与驱动装置连接,所述的驱动装置的转动输出端插入D型轴套的上端D型孔中且两者紧密配合,带动D型轴套转动。

[0013] 本发明的有益效果是:

[0014] 1、采用电动-手动双模式驱动:电动模式满足骨折手术沿预定轨迹高精度复位的需求,术后切换为手动模式,在减轻患者负重和经济负担的同时使得机器人具有更好的便携性,更有利于患者的日常行动;

[0015] 2、机器人支链在术中和术后可快速替换,满足了特殊骨折类型的使用需求,进一步扩大了机器人的适用范围;

[0016] 3、借助六自由度并联机构的优点和轻质材料的引入,机器人本体结构具有轻质高刚度的特性,同时采用驱动虎克铰链的方式,使得机器人支链结构轻便具有极好的可穿戴性;

[0017] 4、可实现骨折复位与康复一体化:首先机器人可按规划轨迹实现高精度的骨折复位过程,其次通过对末端位姿的微调,可对骨折断端施加应力刺激以促进骨愈合过程,利用力传感器检测支链力的变化,可为整个过程提供实时监测,从而实现准确安全的骨折康复过程。

附图说明

[0018] 图1是本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人在电动模式下的结构示意图;

[0019] 图2是本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人在手动模式下的结构示意图;

[0020] 图3是本发明的第一主动支链的结构示意图;

[0021] 图4(a)是本发明的第一主动支链的滑动轴承安装时的示意图;

[0022] 图4(b)是本发明的第一主动支链的平台连接套1/4剖的结构示意图;

[0023] 图5是本发明的主动支链安装时的示意图;

[0024] 图6(a)是本发明的机器人主动支链的虎克铰链中心十字的结构示意图;

[0025] 图6(b)是本发明的机器人主动支链的虎克铰链中心十字1/4剖的结构示意图;

[0026] 图7(a)是本发明的机器人在电机拆除时的示意图;

[0027] 图7(b)是本发明的机器人在手动模式切换时的示意图。

具体实施方式

[0028] 下面对本发明具体实施方式作进一步详细地描述。

[0029] 为能进一步了解本发明的发明内容、特点及效果,兹例举以下实施例,并配合附图详细说明如下:

[0030] 如附图1至2所示,本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人,包括近端环2和设置在近端环下方的远端环4,所述的近端环2和远端环4通过六条主动支链3连接。

[0031] 所述近端环2和远端环4均包括环形体且均为中心对称结构,在所述的近端环2和远端环4的环形体上每隔 120° 的外缘向外突出形成凸缘,在每一个凸缘处均沿竖直方向开有两个用于连接主动支链3的外圈安装孔。所述近端环2和远端环4可以是全环或呈 $2/3$ 个整圆的开口环(即一个 120° 的开口,呈C字型,不一定非要是闭合的),其采用轻质材料(如碳纤维等)加工制造。在所述的近端环2和远端环4上分别沿圆周方向均匀间隔开有多个轴线沿竖直方向设置的内圈圆孔。

[0032] 所述六条主动支链3结构完全相同,并且六条主动支链3根据与近端环对称中心线a夹角的不同分为两组,两组主动支链3与近端环对称中心线a的夹角大小相等方向相反。每组所述主动支链3均以近端环对称中心线a为中心轴在空间上均匀分布。

[0033] 一端与近端环上的任意一组外圈安装孔的两个外圈安装孔相连的两个主动支链3的另一端与远端环上的两组外圈安装孔中的两个彼此相邻的外圈安装孔相连。

[0034] 如附图3至5所示,每条所述主动支链3均包括平台连接套8,所述的平台连接套8包括上下一体同轴线设置的下环形柱体和上环形柱体,在所述的下环形柱体和上环形柱体变径处沿水平方向设置有一个支撑臂,在所述的支撑臂上设置有轴线沿竖直方向设置的定向轴,所述的平台连接套8的上环形柱体插入近端环2的一个外圈安装孔内,所述的上环形柱体通过设置在上环形柱体8外壁上的外螺纹与连接套固定件16上的中心螺纹通孔螺纹连接,所述的连接套固定件16压紧设置在近端环2顶壁上。由所述连接套固定件16通过螺纹连接使其与近端环2轴向固定,所述定向轴插入近端环2内圈圆孔内,限制所述平台连接套8轴向转动。

[0035] 所述的平台连接套8和所述的连接套固定件16均采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0036] 优选的,在所述的连接套固定件16左右侧壁设置有两个对称平行的平面,便于扳手夹持。

[0037] 如附图6所示,近端虎克铰链10和远端虎克铰链14包括中心十字结构17,所述的中心十字结构17包括虎克铰链中心块22,在所述的虎克铰链中心块22的中间沿十字交叉方向分别开有第一通孔和第二通孔,一根长轴18与所述的第一通孔转动连接,一根双头螺柱21依次穿过第一短轴19上的轴向通孔,并在长轴径向中部的径向通孔以及第二短轴20上的轴向通孔,所述的第一短轴19和第二短轴20分别与第二通孔转动配合。所述的第一短轴19、第二短轴20的外端分别插入U形第二连接座的左右连接臂的通孔内,所述的第一短轴19、第二短轴20与第二连接座的左右连接臂的通孔转动配合,且通过与双头螺柱21两端螺纹连接的螺母和垫片将第一短轴19、第二短轴20压紧在第一长轴18的侧壁上。所述的长轴18的两端分别插入U形第一连接座的左右连接臂的通孔内,所述的长轴与第一连接座的左右连接臂的通孔转动配合。所述的双头螺柱21以及两端连接的垫片和螺母限制第一短轴19、第二短轴20和长轴18从第一连接座和第二连接座中掉出。所述的近端虎克铰链10的第一连接座的顶壁为环形壁。

[0038] 所述的近端虎克铰链10和所述的远端虎克铰链14均采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0039] 优选的,所述第一短轴19和第二短轴20的轴向通孔的外侧部分为内螺纹孔,在拆除所述双头螺柱21两端的普通垫片和螺母以及双头螺柱21后,可利用与内螺纹孔配合的普通螺栓等工具旋入并将其拔出,短轴拔出之后,整个虎克铰就可以分成两半了,这样就实现了虎克铰的简单拆卸,从而可实现不同型号的主动支链3的替换。

[0040] 在所述的近端虎克铰链10的第一连接座的顶面的中心固定有一根轴杆,所述的轴杆的下部为圆柱轴段,中部为螺纹轴段且上部为D形轴段,所述的轴杆从下至上依次穿过轴承锁紧螺母9的中心孔以及滑动轴承15的中心螺纹通孔,所述的轴杆中部的螺纹轴段与滑动轴承15的中心螺纹孔螺纹连接固定,所述的轴承锁紧螺母9套在圆柱轴段且轴承锁紧螺母9的中心孔直径大于轴杆下部圆柱轴段的直径,轴承锁紧螺母用来限制滑动轴承15掉出来。

[0041] 所述轴承锁紧螺母9和滑动轴承15嵌入平台连接套8的下环形柱体的中心孔设置

且所述的轴承锁紧螺母9通过设置在轴承锁紧螺母9外壁上的外螺纹与下环形柱体中心孔上的内螺纹连接固定,对所述滑动轴承15进行轴向限位。所述滑动轴承15和下环形柱体的中心孔之间转动配合,一个D形轴套25的下端穿过平台连接套8的上环形柱体的中心孔并紧密套在轴杆上部的D形轴段上。所述的D形轴套25在平台连接套8的上环形柱体的中心孔内但无接触,为间隙配合。

[0042] 所述的轴承锁紧螺母9和所述的滑动轴承15均采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0043] 一个中间移动副11包括丝杠或滚珠丝杠和通过丝杠副连接在丝杠或滚珠丝杠上的法兰螺母。所述的丝杠或滚珠丝杠的一端与开在近端虎克铰链10上的第二连接座的底面中间的螺纹孔螺纹连接并通过螺母固定。在所述的法兰螺母上螺纹连接有套筒12,在所述的套筒12的侧壁上沿套筒轴线方向开有滑槽,在所述的丝杠或滚珠丝杠的另一端连接有指示杆,所述的指示杆插入滑槽且能够沿滑槽移动。在所述的套筒12外壁上标有刻度,通过指示杆读取主动支链3的当前长度。中间移动副11的丝杠或滚珠丝杠旋转,借助丝杠副或滚珠丝杠副的原理,将所述驱动装置输出的旋转运动转变为所述中间移动副11中法兰螺母的直线运动。所述套筒12下端设置有套筒螺纹孔,所述的套筒螺纹孔与设置在力传感器13上端的上螺纹轴螺纹连接,设置在所述的力传感器13下端的下螺纹轴与开在远端虎克铰链14的第二连接座的顶面中间的螺纹孔螺纹连接。设置在所述远端虎克铰链14的第一连接座底面中间的螺纹杆插入远端环4上的外圈安装孔内并通过螺母锁紧固定在远端环4上。

[0044] 所述的套筒12采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0045] 每条所述主动支链3均与驱动装置连接,所述的驱动装置的转动输出端插入D型轴套25的上端D型孔中且两者紧密配合,带动D型轴套25转动,所述近端虎克铰链10在电动驱动装置1或手动驱动装置5作用下相对所述平台连接套8自由转动。

[0046] 如附图7a所示,所述的驱动装置为电机驱动装置1,在电动模式下,所述的电机驱动装置1包括电机,一个电机23通过螺栓与电机-平台转接头24连接固定。在所述电机-平台转接头24的底壁的一侧固定有带有外螺纹的下端轴段,所述的下端轴段插入近端环2内圈圆孔并通过螺母与近端环2连接固定。所述电机23的输出轴为D型输出轴,所述的D型输出轴插入D型轴套25的上端D型孔中且两者紧密配合。在所述电机23驱动下,所述电机的D型输出轴旋转,通过D型轴套25带动整个近端虎克铰链10和与之螺纹连接的丝杠或滚珠丝杠旋转,借助丝杠副或滚珠丝杠副的原理,所述的法兰螺母和与之螺纹连接的套筒12将沿所述的丝杠或滚珠丝杠的轴线方向直线移动,实现所述法兰螺母和套筒12相对于所述近端虎克铰链10位置的调节,从而实现所述主动支链3长度的调节,六条所述主动支链3相互配合,实现所述远端环4相对于所述近端环2的空间6自由度运动。

[0047] 所述近端虎克铰链10可相对平台连接套8转动。所述电机-平台转接头24和所述D形轴套25均采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0048] 如附图7b所示,所述的驱动装置为手动驱动装置5,在手动模式下,所述的手动驱动装置5包括手动-平台转接头31,手动-平台转接头31的底壁的一侧固定有带有外螺纹的下端轴段,所述的下端轴段插入近端环2内圈圆孔并通过螺母与近端环2连接固定。在所述的手动-平台转接头31的顶壁上设置有平台转接头环形凸台,手动旋转轴30从上至下依次设置有旋转轴环形凸台、圆柱面轴段和D形轴段,所述手动-平台转接头31上开有与平台转

接头环形凸台同轴线设置的通孔,所述手动旋转轴30下端D形轴段穿过平台转接头环形凸台的环形孔和手动-平台转接头31通孔插入D形轴套25的上端D型孔中且两者紧密配合,所述手动旋转轴30的圆柱面轴段与平台转接头环形凸台的环形孔间隙配合,可自由转动,所述的旋转轴环形凸台支撑在平台转接头环形凸台上且两者外径相同。

[0049] 所述手动-平台转接头31和所述手动旋转轴30均采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0050] 进一步,因为电机只有轴在转动,所以电机机体是可以直接通过螺栓与电机-平台转接头24连接固定。而这里手动旋转轴30是需要旋转的,所以它只是插入到手动-平台转接头31的通孔中,然后借助第一锁紧夹7将两者进行锁紧(图7b)。手动驱动装置5包括第一锁紧夹7。

[0051] 所述第一锁紧夹7包括锁紧环27,所述锁紧环27为开口环状结构且由两半组成,两半开口环的对接处通过沿竖直方向设置的转轴能够转动连接,在所述的锁紧环27开口处延伸设置有吊耳结构。锁紧夹螺栓28一端穿过锁紧环27的吊耳孔且与锁紧夹螺母26螺纹连接,所述锁紧夹螺栓28另一端通过轴线与锁紧环27轴线平行设置的圆柱销与锁紧夹扳手29的一端转动连接。所述第一锁紧夹7用于箍套在平台转接头环形凸台和旋转轴环形凸台外壁上且通过转动锁紧夹扳手29使得锁紧夹扳手能够贴附在锁紧环27外壁上。

[0052] 所述的第一锁紧夹7采用轻质材料(如7075铝等)加工制造。

[0053] 所述第一锁紧夹7对手动旋转轴30和手动-平台转接头31进行锁紧,限制所述手动旋转轴30相对所述手动-平台转接头31的转动。所述手动旋转轴30顶部有内六角孔,可利用内六角扳手等工具手动驱动所述近端虎克铰链10相对所述平台连接套8转动。在手动模式下,通过所述手动旋转轴30和所述手动-平台转接头31分别代替电动模式下所述电机23和所述电机-平台转接头24,可实现电动模式到手动模式的切换,且这一过程是可逆的。

[0054] 在电动模式转换为手动模式时,需要对近端虎克铰链10和平台连接套8进行锁紧,限制所述近端虎克铰链10相对平台连接套8的转动。转动限定装置可以采用现有装置,也可以采用与第一锁紧夹7结构相同的第二锁紧夹6,所述的锁紧环27用于箍套在近端虎克铰链10的第一连接座的环形壁和平台连接套8的下环形柱体上且通过转动锁紧夹扳手29使得锁紧夹扳手能够贴附在锁紧环27外壁上,所述近端虎克铰链10的第一连接座的环形壁外径和平台连接套8的下环形柱体的外径相同,以保证第二锁紧夹6的锁紧效果(这两个件的直径跟锁紧夹的锁紧环内径一样,才有更好地锁紧效果),在电动-手动模式转换完成后,所述第二锁紧夹6拆除。

[0055] 在电动模式切换到手动模式时,为避免在拆除电机驱动装置1过程中,近端虎克铰链10转动造成所述主动支链3长度的变化,需先用所述第二锁紧夹6将所述近端虎克铰链10和所述平台连接套8锁紧。锁紧时,先将所述锁紧环27套入近端虎克铰链10和平台连接套8之间,再将所述锁紧夹螺栓28一端穿过锁紧环27的吊耳孔,再用所述锁紧夹螺母26预紧,然后将所述锁紧夹扳手29合上,利用所述锁紧夹扳手29的偏心结构使所述锁紧环27开口收缩,从而紧紧夹紧所述近端虎克铰链10和平台连接套8。在电动和手动两种模式下,所述驱动装置(包括电动模式下的电机驱动装置1和手动模式下的手动驱动装置5)均通过所述近端虎克铰链10带动所述中间移动副11的丝杠或滚珠丝杠旋转,借助丝杠副或滚珠丝杠副的原理,将所述驱动装置输出的旋转运动转变为所述中间移动副11中法兰螺母和与之螺纹连

接的套筒12沿所述的丝杠或滚珠丝杠的轴线方向的直线运动,实现所述法兰螺母和套筒12相对于所述近端虎克铰链10位置的调节,进而实现对所述主动支链3长度的调整。通过改变六条所述主动支链3的长度,可实现所述远端环4相对所述近端环2的空间六自由度运动。

[0056] 在骨折复位手术过程中,先利用螺纹半针或克氏针将断骨两端分别与所述远端环4和所述近端环2固接,再借助现有医学手段或参考专利CN109009376A和CN108742804A中所述的位姿识别及复位方法,获取骨折复位时所述远端环4中心相对所述近端环2中心的运动轨迹,进而通过术前规划得到六条所述主动支链3的长度调整方案,最后利用所述电机23对六条所述主动支链3进行驱动,实现按规划轨迹的高精度的骨折复位。同时参考专利CN109077785A中所述的骨折康复评价方法,利用所述力传感器13检测所述主动支链3力的变化情况,通过设置术中支链力的急停阈值,保证整个骨折复位手术过程的安全性。在骨折康复过程中,本发明的机器人,可通过所述电机对六条所述主动支链3的长度微调,实现对所述远端环4的位姿微调,对骨折断端施加应力刺激以促进骨愈合过程,同时利用所述力传感器13为整个过程提供实时监测。因此,本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人可满足骨折复位手术与骨折康复的一体化实现。

[0057] 本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人的零部件大量使用轻质材料(如碳纤维、7075铝等),其结构参数均经过优化设计获得,使得机器人本体结构在具有较小自重的同时又拥有很高的刚度。同时采用驱动所述近端虎克铰链10的方式,使得机器人六条所述主动支链3布局紧凑、结构轻便,具有极好的可穿戴性。

[0058] 除此之外,本发明的可穿戴式骨折复位与康复一体化机器人还拥有电动-手动转换功能,电动模式可满足骨折手术沿预定轨迹高精度复位的需求,而在术后骨折康复阶段可切换为手动模式,在减轻患者负重和降低医疗费用的同时使得机器人具有更好的便携性,更有利于患者的日常行动。在进行康复锻炼时,可重新切换成电动模式,以满足骨折康复过程的调节需求,更合理地进行康复锻炼。同时,机器人所述主动支链3上的近端虎克铰链10和远端虎克铰链14可快速拆装,可根据不同的使用需求在术中和术后快速替换不同型号的主动支链3,以满足不同类型骨折的使用需求,扩大机器人的适用范围。

[0059] 以上对本发明的描述仅仅是示意性的,而不是限制性的,所以,本发明的实施方式并不局限于上述的具体实施方式。如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护范围的情况下,做出其他变化或变型,均属于本发明的保护范围。

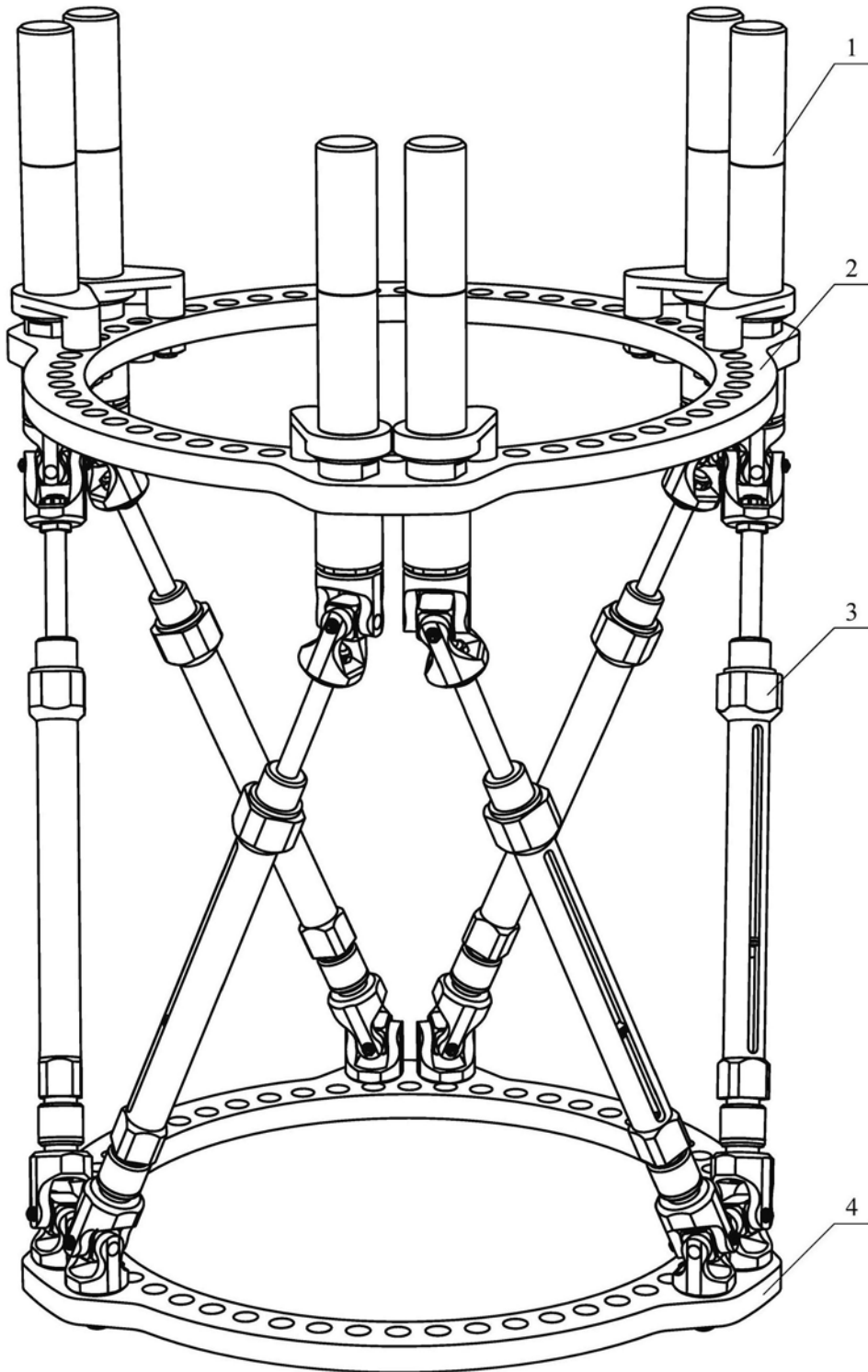


图1

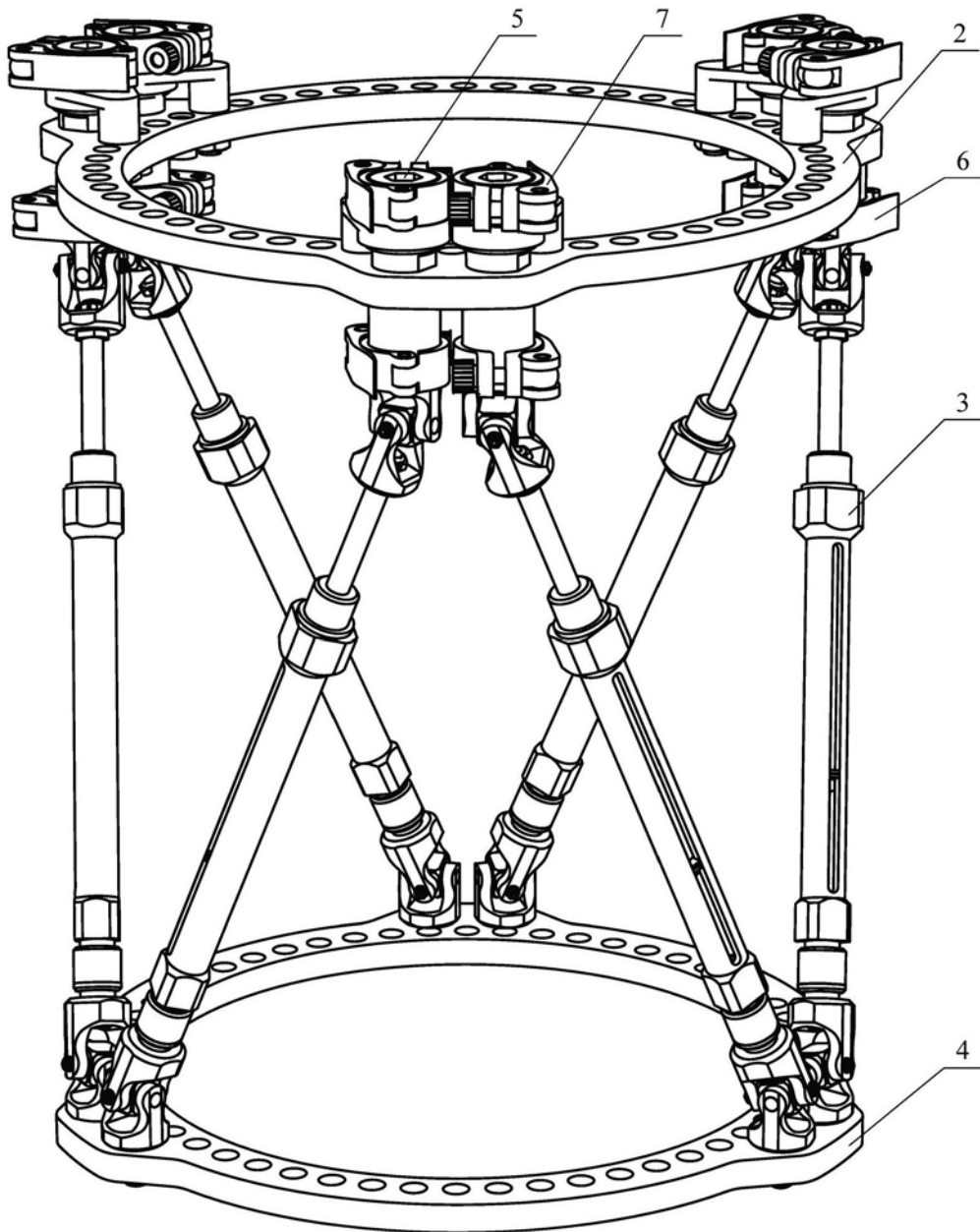


图2

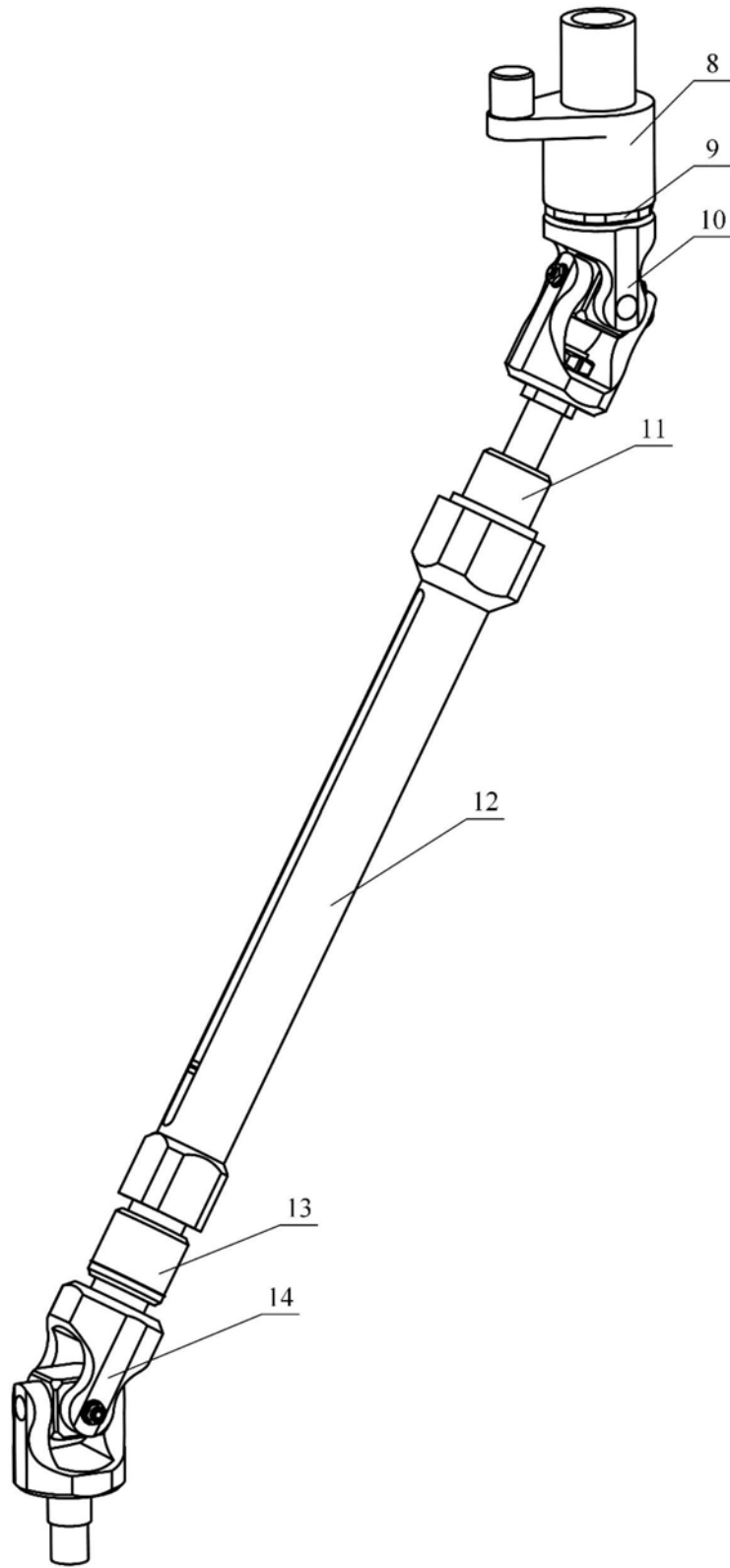


图3

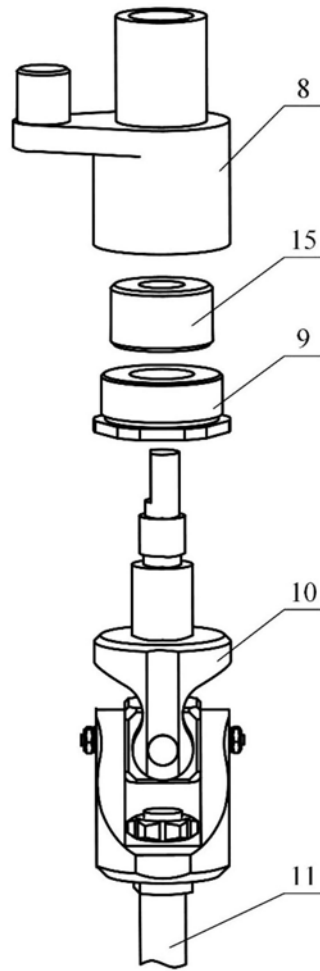


图4(a)

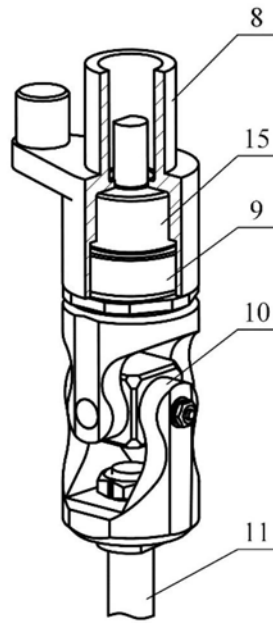


图4 (b)

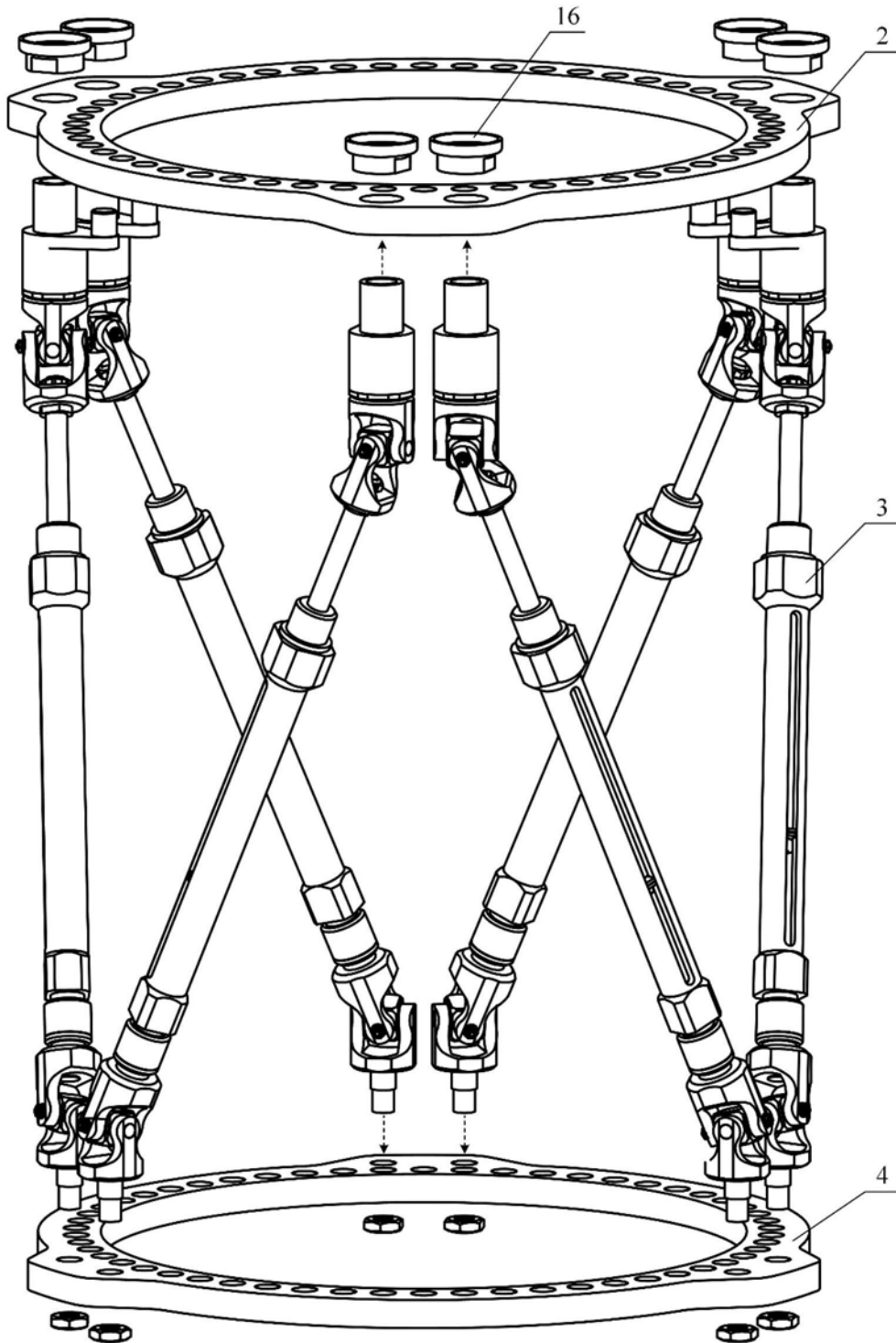


图5

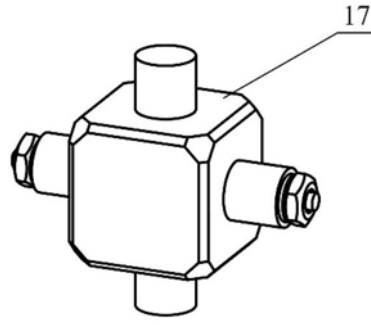


图6 (a)

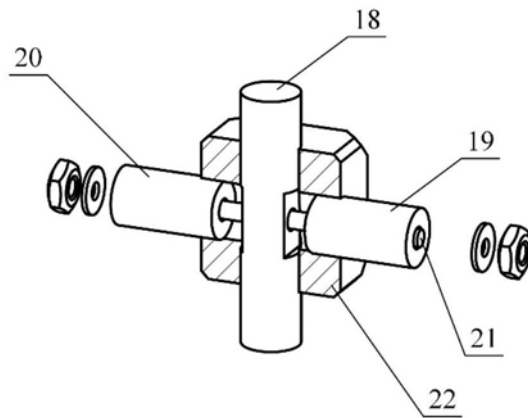


图6 (b)

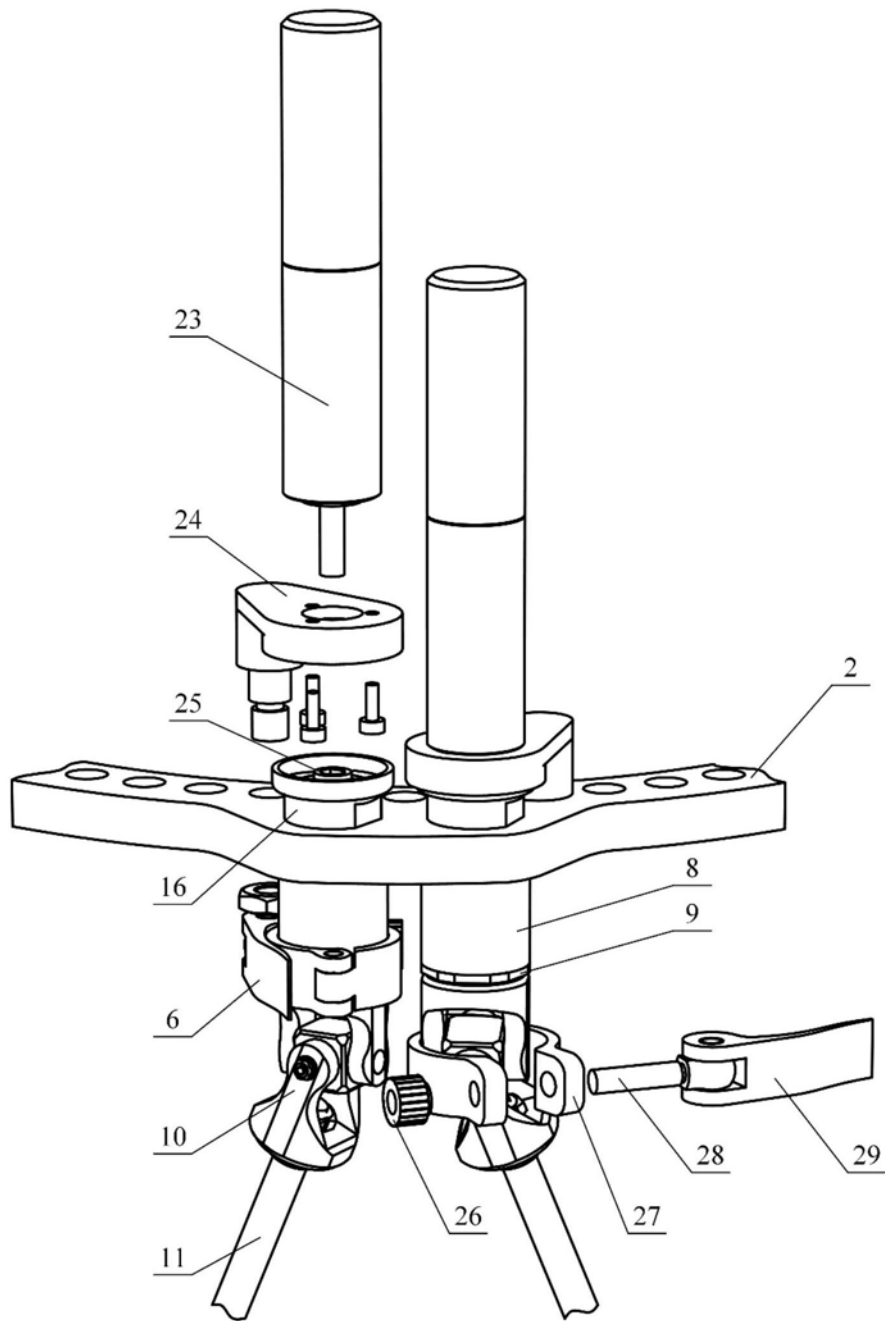


图7(a)

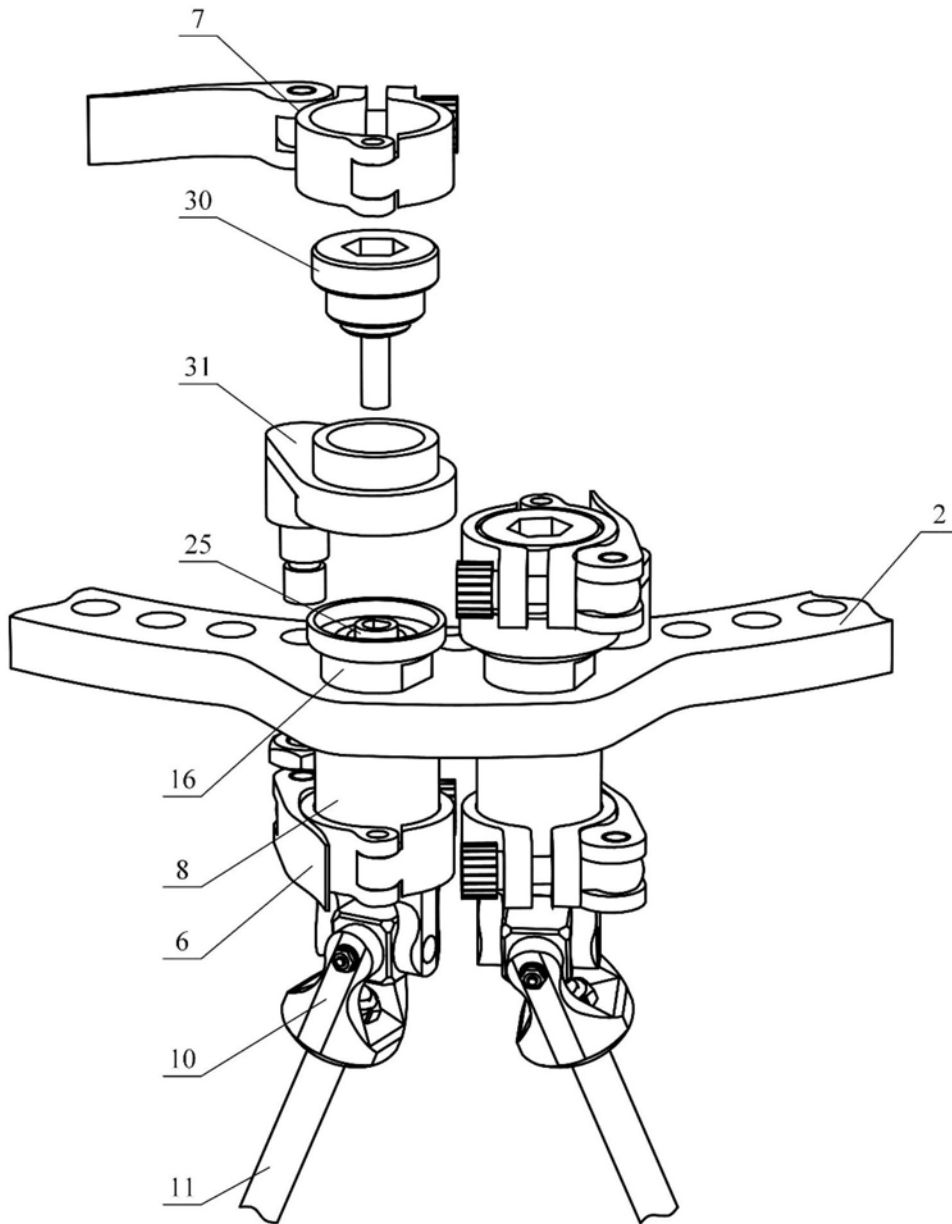


图7 (b)