



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112971994 B

(45) 授权公告日 2022.06.03

(21) 申请号 202110255218.1

(22) 申请日 2021.03.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112971994 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(66) 本国优先权数据
202010897704.9 2020.08.31 CN

(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 王正雨 宋文军 汪明威 訾斌
王道明 钱森 钱钧 魏迅
冯三强

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所(普通
合伙企业) 34114

专利代理师 徐伟

(51) Int.Cl.
A61B 34/30 (2016.01)
A61F 9/007 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103702622 A, 2014.04.02
CN 107847280 A, 2018.03.27

审查员 程思思

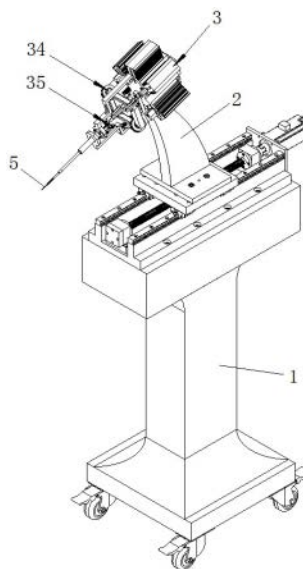
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

一种基于连续体构型的眼科手术机器人

(57) 摘要

本发明涉及一种基于连续体构型的眼科手术机器人。包括工作台、安装支架、驱动机构以及手术刀,驱动机构包括连续体关节、连杆、连续体支架、用于固定第一滑轮组与第二滑轮组的滑轮组支架,驱动机构还包括与安装支架相连的电机座以及固定在电机座上的第一电机、第二电机、第三电机、第四电机和第五电机,第一电机、第二电机、第三电机、第四电机的输出端分别与第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索相连,第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索依次绕经第一滑轮组和第二滑轮组后,经由连杆内部与连续体关节相连以实现手术刀俯仰及偏转自由度的调节,第五电机的输出端与连续体支架相连以驱动手术刀实现伸缩自由度的调节。



1. 一种基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在於:包括工作台(1)、设置在工作台(1)上的安装支架(2)、固定在安装支架(2)上的驱动机构(3)以及与驱动机构(3)相连的手术刀(5),所述的驱动机构(3)包括与手术刀(5)相连的连续体关节(31)、与连续体关节(31)相连的连杆(32)、用于固定连杆(32)的连续体支架(33)、用于固定第一滑轮组(34)与第二滑轮组(35)的滑轮组支架(36),所述的驱动机构(3)还包括与安装支架(2)相连的电机座(4)以及固定在电机座(4)上的第一电机(41)、第二电机(42)、第三电机(43)、第四电机(44)和第五电机(45),所述的第一电机(41)、第二电机(42)、第三电机(43)、第四电机(44)的输出端分别与第一柔索(51)、第二柔索(52)、第三柔索(53)、第四柔索(54)相连,所述的第一柔索(51)、第二柔索(52)、第三柔索(53)、第四柔索(54)依次绕经第一滑轮组(34)和第二滑轮组(35)后,经由连杆(32)内部与连续体关节(31)相连以实现手术刀(5)俯仰及偏转自由度的调节,所述第五电机(45)的输出端与连续体支架(33)相连以驱动手术刀(5)实现伸缩自由度的调节,所述的第一电机(41)、第二电机(42)、第三电机(43)、第四电机(44)和第五电机(45)均为直线电机;

所述的连杆(32)包括与手术刀(5)相连的第一连杆(321)以及与第一连杆(321)相连的第二连杆(322),所述第二连杆(322)的另一端设有法兰盘(323),该法兰盘(323)通过螺钉固定在连续体支架(33)上,所述的第一连杆(321)与第二连杆(322)均为阶梯形的中空圆管,所述的第一柔索(51)、第二柔索(52)、第三柔索(53)、第四柔索(54)分别从第一连杆(321)和第二连杆(322)的内部穿过;

所述的第二滑轮组(35)与第一滑轮组(34)呈前后方向平行布置,所述第一滑轮组(34)与第二滑轮组(35)的结构相同、大小相异且中心轴线相吻合;所述的第一滑轮组(34)包括方框形的第一架体,第一架体的四角处分别设有第一滑轮(341)、第二滑轮(342)、第三滑轮(343)及第四滑轮(344),第二滑轮组(35)包括方框形的第二架体,第二架体的四角处分别设有第五滑轮(351)、第六滑轮(352)、第七滑轮(353)及第八滑轮(354),其中:第一滑轮(341)的位置与第五滑轮(351)相对应,且第一滑轮(341)、第五滑轮(351)与第一柔索(51)相配合,第二滑轮(342)的位置与第六滑轮(352)相对应,且第二滑轮(342)、第六滑轮(352)与第二柔索(52)相配合,第三滑轮(343)的位置与第七滑轮(353)相对应,且第三滑轮(343)、第七滑轮(353)与第三柔索(53)相配合,第四滑轮(344)的位置与第八滑轮(354)相对应,且第四滑轮(344)、第八滑轮(354)与第四柔索(54)相配合。

2. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在於:所述连续体关节(31)的头部与手术刀(5)相固定,连续体关节(31)的尾部与连杆(32)相固定,所述的连续体关节(31)由多个连续设置的关节体(311)组成,所述的关节体(311)均为短圆柱体,且相邻两个关节体(311)之间通过球面铰链(312)相配合连接,所述的关节体(311)沿其周向均匀设置有第一柔索孔(313),第二柔索孔(314)、第三柔索孔(315)和第四柔索孔(316),所述的第一柔索孔(313),第二柔索孔(314)、第三柔索孔(315)、第四柔索孔(316)均为贯穿关节体(311)轴向的通孔,所述的第一柔索(51)、第二柔索(52)、第三柔索(53)、第四柔索(54)的一端与连续体关节(31)的头部相固定,另一端依次穿过各关节体(311)相对应的柔索孔形成对多个关节体(311)的串联。

3. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在於:所述的第一架体由依次连接的上支架(345)、左支架(346)、下支架(347)、右支架(348)围合而成,所述

上支架(345)的一端向左下45°方向设有第四轴体(3451),所述的第四轴体(3451)与左支架(346)的上端形成插接配合,且第四滑轮(344)设置在第四轴体(3451)上;所述上支架(345)的另一端向右下45°方向设有第一轴体(3452),所述的第一轴体(3452)与右支架(348)的上端形成插接配合,且第一滑轮(341)设置在第一轴体(3452)上;所述下支架(347)的一端向左上45°方向设有第三轴体(3471),所述的第三轴体(3471)与左支架(346)的下端形成插接配合,且第三滑轮(343)设置在第三轴体(3471)上;所述下支架(347)的另一端向右上45°方向设有第二轴体(3472),所述的第二轴体(3472)与右支架(348)的下端形成插接配合,且第二滑轮(342)设置在第二轴体(3472)上,所述下支架(347)的底部还设有与滑轮组支架(36)相连的连接座(3473)。

4. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在于:所述的第一滑轮(341)、第二滑轮(342)、第三滑轮(343)、第四滑轮(344)、第五滑轮(351)、第六滑轮(352)、第七滑轮(353)及第八滑轮(354)均由外圈和内部的深沟球轴承组成,所述的外圈上开设有与柔索相配合的V形槽。

5. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在于:所述的连续体支架(33)与滑轮组支架(36)相对设置且位于同一铅垂面内,所述滑轮组支架(36)的一端与电机座(4)固连,另一端呈悬伸状,且悬伸端设有供连杆(32)穿过的孔洞(361)。

6. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在于:所述的第一电机(41)、第二电机(42)、第三电机(43)和第四电机(44)沿电机座(4)的周向依次均匀布置,其中:第一电机(41)与第四电机(44)对称设置,第二电机(42)与第三电机(43)对称设置,所述的第五电机(45)设置在第一电机(41)与第四电机(44)之间。

7. 根据权利要求1所述的基于连续体构型的眼科手术机器人,其特征在于:所述的工作台(1)由台身(11)、设置在台身(11)底部的万向轮(12)以及设置在台身(11)上部的安装座(13)组成,所述的安装座(13)与安装支架(2)相连,且安装座(13)通过导轨副(14)固定在台身(11)上;所述的导轨副(14)为双导轨四滑块的直线滑动导轨副,双导轨之间设有滚珠丝杠螺母副(15),所述滚珠丝杠螺母副中的丝杠通过联轴器与伺服电机(16)相连,滚珠丝杠螺母副中的丝杠螺母与安装座(13)的底部固连。

一种基于连续体构型的眼科手术机器人

技术领域

[0001] 本发明属于机器人领域,具体涉及一种基于连续体构型的眼科手术机器人。

背景技术

[0002] 相对于传统外科手术,机器人辅助微创外科手术具有目标定位精确、易于实现微创化、可进行远程手术等优点,为具有微创化和精细化特征的第三代外科手术奠定了技术基础,能够提高手术效率与成功率、减少患者手术痛楚、缩短术后恢复时间等。但是任何一种手术方式的进步都不可避免地带来了手术操作难度的提高,微创化意味着较小的手术切口,这就对医生手部运动的稳定性和精准度提出了不小的挑战。操作手术的过程中,医生手臂的运动精度极限,长时间进行手术之后的疲劳导致的手部颤抖,都会影响手术的最终治疗效果,同时也制约了医学技术的进步。机器人辅助微创外科手术可以很好地推动实现外科手术向微创、智能、精准的方向发展,并且可以实现远程操作。

[0003] 由于人眼球内部的各种组织尺寸较小且极其脆弱,眼球内部环境较为复杂,导致了眼科手术成为了世界上精度最高的手术类型之一,手术人员操作过程中一点微小的失误,就有可能导致对患者眼球的不可逆伤害。通过将医学影像技术、现代机器人技术以及传感器技术这三者相结合,可以使得眼科手术机器人在操作的精确性、稳定性和灵活度等方面相比于人手具有极大的优势,可以促进当代眼科手术向着微创、精准且智能的方向发展。连续体机器人是一种柔性机器人,其内部具有“无脊柱”式柔性构型,可以把外径尺寸做的很小,同时也具有高运动自由度、优良的弯曲性能、对于复杂的非结构性环境具有非常强的适应能力等特点,因此能够很好的满足眼科手术操作的各类特点。

[0004] 国内的眼科手术机器人尚处于起步阶段,与国外的研究水平差距较大,目前的眼科手术机器人仍有很多地方须要改进。公开号为CN107019559A的专利公布了一种全自动眼科手术机器人,该发明专利具有运动灵活、安装和运动精度高的特点,但其结构复杂、生产制造成本高、安装调试困难。公开号为CN210962596U的专利公布了一种眼科手术机器人,该发明专利具有调试周期短、稳定性高、控制简单的优点,但由于其机械臂采用了油缸传动,传动精度难以得到保证并且出现故障时不容易找到原因,并且由于其传动路线长而导致容易产生动态误差积累。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于连续体构型的眼科手术机器人,该机器人可以提高手术的治疗效果,减轻医生的操作负担。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:包括工作台、设置在工作台上的安装支架、固定在安装支架上的驱动机构以及与驱动机构相连的手术刀,所述的驱动机构包括与手术刀相连的连续体关节、与连续体关节相连的连杆、用于固定连杆的连续体支架、用于固定第一滑轮组与第二滑轮组的滑轮组支架,所述的驱动机构还包括与安装支架相连的电机座以及固定在电机座上的第一电机、第二电机、第三电机、第四电机和第五电机,所述

第一电机、第二电机、第三电机、第四电机的输出端分别与第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索相连,所述的第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索依次绕经第一滑轮组和第二滑轮组后,经由连杆内部与连续体关节相连以实现手术刀俯仰及偏转自由度的调节,所述第五电机的输出端与连续体支架相连以驱动手术刀实现伸缩自由度的调节,所述的第一电机、第二电机、第三电机、第四电机和第五电机均为直线电机;

[0007] 所述的连杆包括与手术刀相连的第一连杆以及与第一连杆相连的第二连杆,所述第二连杆的另一端设有法兰盘,该法兰盘通过螺钉固定在连续体支架上,所述的第一连杆与第二连杆均为阶梯形的中空圆管,所述的第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索分别从第一连杆和第二连杆的内部穿过;

[0008] 所述的第二滑轮组与第一滑轮组呈前后方向平行布置,所述第一滑轮组与第二滑轮组的结构相同、大小相异且中心轴线相吻合;所述的第一滑轮组包括方框形的第一架体,第一架体的四角处分别设有第一滑轮、第二滑轮、第三滑轮及第四滑轮,第二滑轮组包括方框形的第二架体,第二架体的四角处分别设有第五滑轮、第六滑轮、第七滑轮及第八滑轮,其中:第一滑轮的位置与第五滑轮相对应,且第一滑轮、第五滑轮与第一柔索相配合,第二滑轮的位置与第六滑轮相对应,且第二滑轮、第六滑轮与第二柔索相配合,第三滑轮的位置与第七滑轮相对应,且第三滑轮、第七滑轮与第三柔索相配合,第四滑轮的位置与第八滑轮相对应,且第四滑轮、第八滑轮与第四柔索相配合。

[0009] 所述连续体关节的头部与手术刀相固定,连续体关节的尾部与连杆相固定,所述的连续体关节由多个连续设置的关节体组成,所述的关节体均为短圆柱体,且相邻两个关节体之间通过球面铰链相配合连接,所述的关节体沿其周向均匀设置有第一柔索孔,第二柔索孔、第三柔索孔和第四柔索孔,所述的第一柔索孔,第二柔索孔、第三柔索孔、第四柔索孔均为贯穿关节体轴向的通孔,所述的第一柔索、第二柔索、第三柔索、第四柔索的一端与连续体关节的头部相固定,另一端依次穿过各关节体相对应的柔索孔形成对多个关节体的串联。

[0010] 所述的第一架体由依次连接的上支架、左支架、下支架、右支架围合而成,所述上支架的一端向左下 45° 方向设有第四轴体,所述的第四轴体与左支架的上端形成插接配合,且第四滑轮设置在第四轴体上;所述上支架的另一端向右下 45° 方向设有第一轴体,所述的第一轴体与右支架的上端形成插接配合,且第一滑轮设置在第一轴体上;所述下支架的一端向左上 45° 方向设有第三轴体,所述的第三轴体与左支架的下端形成插接配合,且第三滑轮设置在第三轴体上;所述下支架的另一端向右上 45° 方向设有第二轴体,所述的第二轴体与右支架的下端形成插接配合,且第二滑轮设置在第二轴体上,所述下支架的底部还设有与滑轮组支架相连的连接座。

[0011] 所述的第一滑轮、第二滑轮、第三滑轮、第四滑轮、第五滑轮、第六滑轮、第七滑轮及第八滑轮均由外圈和内部的深沟球轴承组成,所述的外圈上开设有与柔索相配合的V形槽。

[0012] 所述的连续体支架与滑轮组支架相对设置且位于同一铅垂面内,所述滑轮组支架的一端与电机座固连,另一端呈悬伸状,且悬伸端设有供连杆穿过的孔洞。

[0013] 所述的第一电机、第二电机、第三电机和第四电机沿电机座的周向依次均匀布置,其中:第一电机与第四电机对称设置,第二电机与第三电机对称设置,所述的第五电机设置

在第一电机与第四电机之间。

[0014] 所述的工作台由台身、设置在台身底部的万向轮以及设置在台身上部的安装座组成,所述的安装座与安装支架相连,且安装座通过导轨副固定在台身上;所述的导轨副为,为双导轨四滑块的直线滑动导轨副,双导轨之间设有滚珠丝杠螺母副,所述滚珠丝杠螺母副中的丝杠通过联轴器与伺服电机相连,滚珠丝杠螺母副中的丝杠螺母与安装座的底部固连。

[0015] 由上述技术方案可知,本发明通过第一电机、第二电机、第三电机和第四电机分别给第一柔索、第二柔索、第三柔索和第四柔索提供拉力,通过柔索将电机输出端的直线运动转化为连续体关节机构的俯仰、偏转以及连续体支架的伸缩动作以完成各类手术,实现摘除、注射、吸取等操作。工作台上的滚珠丝杠螺母副负责根据所要执行手术的眼球的不同和不同人瞳距的不同调整手术刀的大致位置,可减轻医生的负担,且手术精度高。

附图说明

[0016] 图1是本发明的结构示意图。

[0017] 图2是本发明工作台的结构示意图。

[0018] 图3是本发明安装支架与电机座的连接示意图。

[0019] 图4是本发明电机座的结构示意图。

[0020] 图5是本发明第一滑轮组与第二滑轮组的结构示意图。

[0021] 图6是本发明第一滑轮组的结构示意图。

[0022] 图7是图6的分解结构示意图。

[0023] 图8是本发明第一架体的结构示意图。

[0024] 图9是本发明连续体关节的结构示意图。

[0025] 图10是本发明关节体的结构示意图一。

[0026] 图11是本发明关节体的结构示意图二。

[0027] 图12是本发明各柔索与连续体关节的连接示意图。

[0028] 图13是本发明各柔索与第一滑轮组、第二滑轮组的连接示意图。

[0029] 图14是驱动机构的结构示意图。

[0030] 图15是本发明连续体关节的工作示意图。

[0031] 图16是本发明的使用状态图。

[0032] 上述附图中的标记为:工作台1、台身11、万向轮12、安装座13、导轨副14、滚珠丝杠螺母副15、伺服电机16相连、安装支架2、驱动机构3、连续体关节31、关节体311、球面铰链312、第一柔索孔313,第二柔索孔314、第三柔索孔315和第四柔索孔316、连杆32、第一连杆321、第二连杆322、法兰盘323、连续体支架33、第一滑轮组34、第一滑轮341、第二滑轮342、第三滑轮343、第四滑轮344、上支架345、第四轴体3451、第一轴体3452、左支架346、下支架347、第三轴体3471、第二轴体3472、连接座3473、右支架348、第二滑轮组35、第五滑轮351、第六滑轮352、第七滑轮353、第八滑轮354、滑轮组支架36、孔洞361、电机座4、第一电机41、第二电机42、第三电机43、第四电机44、第五电机45、手术刀5、第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53、第四柔索54。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0034] 如图1~图16所示的一种基于连续体构型的眼科手术机器人,包括工作台1、设置在工作台1上的安装支架2、固定在安装支架2上的驱动机构3以及与驱动机构3相连的手术刀5。

[0035] 驱动机构3包括与手术刀5相连的连续体关节31、与连续体关节31相连的连杆32、用于固定连杆32的连续体支架33、用于固定第一滑轮组34与第二滑轮组35的滑轮组支架36,驱动机构3还包括与安装支架2相连的电机座4以及固定在电机座4上的第一电机41、第二电机42、第三电机43、第四电机44和第五电机45,第一电机41、第二电机42、第三电机43、第四电机44的输出端分别与第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53、第四柔索54相连,第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53、第四柔索54依次绕经第一滑轮组34和第二滑轮组35后,经由连杆32内部与连续体关节31相连以实现手术刀5俯仰及偏转自由度的调节,第五电机45的输出端与连续体支架33相连以驱动手术刀5实现伸缩自由度的调节,第一电机41、第二电机42、第三电机43、第四电机44和第五电机45均为直线电机。也就是驱动机构3可通过柔索对手术刀5实现两个弯曲自由度和一个移动自由度的驱动。具体的,电机座4通过内六角螺钉固定在安装支架2上,第一电机41、第二电机42、第三电机43和第四电机44分别驱动第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53和第四柔索54进行拉伸,通过第一电机41和第四电机44分别拉动第一柔索51和第四柔索54实现连续体关节31的上仰,第二电机42和第三电机43分别拉动第二柔索52和第三柔索53实现连续体关节31的下俯,第一电机41和第二电机42分别拉动第一柔索51和第二柔索52实现连续体关节31的左偏转,第三电机43和第四电机44分别拉动第三柔索53和第四柔索54实现连续体关节31的右偏转,通过四个直线电机输出定量的位移即可实现连续体关节31向各个方向转动,实现手术刀5的俯仰和偏转两个自由度;第五电机45安装在电机座4的正上方,其输出端与连续体支架33直接相连,直接驱使连续体支架33沿着直线往复移动的自由度。

[0036] 进一步的,如图9、图10、图11所示,连续体关节31的头部与手术刀5相固定,连续体关节31的尾部与连杆32相固定,连续体关节31由多个连续设置的关节体311组成,关节体311均为短圆柱体,且相邻两个关节体311之间通过球面铰链312相配合连接,球面铰链312与关节体311是一体结构,关节体311沿其周向均匀设置有第一柔索孔313,第二柔索孔314、第三柔索孔315和第四柔索孔316,第一柔索孔313,第二柔索孔314、第三柔索孔315、第四柔索孔316均为贯穿关节体311轴向的通孔,第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53、第四柔索54的一端与连续体关节31的头部相固定,另一端依次穿过各关节体311相对应的柔索孔形成对多个关节体311的串联。本实施例中,连续体关节31由十二个关节体311组成,每个关节体311在轴线方向上设有分别与第一柔索51、第二柔索52、第三柔索53、第四柔索54相配合的柔索孔,每个关节体311在一个方向上所能达到的弯曲角度为 14.25° ,连续体关节31各关节体311之间采用球面铰链312依次连接,连续体关节31所能达到的最大弯曲角度为 156.75° ,如图15所示。

[0037] 进一步的,连杆32包括与手术刀5相连的第一连杆321以及与第一连杆321相连的第二连杆322,第二连杆322的另一端设有法兰盘323,该法兰盘323通过螺钉固定在连续体支架33上,第一连杆321与第二连杆322均为阶梯形的中空圆管,第一柔索51、第二柔索52、

第三柔索53、第四柔索54分别从第一连杆321和第二连杆322的内部穿过。连杆32采用分体的设计结构,可以避免连杆32深度及直径的比值过大,同时易于加工,也可以节约损坏后的更换成本。

[0038] 进一步的,如图5所示,第二滑轮组35与第一滑轮组34呈前后方向平行布置,第一滑轮组34与第二滑轮组35的结构相同、大小相异且中心轴线相吻合。具体的,第一滑轮组34包括方框形的第一架体,第一架体的四角处分别设有第一滑轮341、第二滑轮342、第三滑轮343及第四滑轮344,第二滑轮组35包括方框形的第二架体,第二架体的四角处分别设有第五滑轮351、第六滑轮352、第七滑轮353及第八滑轮354,其中:第一滑轮341的位置与第五滑轮351相对应,且第一滑轮341、第五滑轮351与第一柔索51相配合,第二滑轮342的位置与第六滑轮352相对应,且第二滑轮342、第六滑轮352与第二柔索52相配合,第三滑轮343的位置与第七滑轮353相对应,且第三滑轮343、第七滑轮353与第三柔索53相配合,第四滑轮344的位置与第八滑轮354相对应,且第四滑轮344、第八滑轮354与第四柔索54相配合。也就是各滑轮组中的滑轮呈并联状态,第一滑轮组与第二滑轮组呈串联状态。

[0039] 如图12、图13所示,本发明中各柔索的连接路径如下:

[0040] 第一柔索:第一柔索51的一端与第一电机41的输出端相连,第一柔索51的另一端先依次绕经第一滑轮341、第五滑轮351,再依次穿过第二连杆322和第一连杆321的内部,最后依次穿过各关节体311上的第一柔索孔313与连续体关节31的头部固定;

[0041] 第二柔索:第二柔索52的一端与第二电机42的输出端相连,第二柔索52的另一端先依次绕经第二滑轮342、第六滑轮352,再依次穿过第二连杆322和第一连杆321的内部,最后依次穿过各关节体311上的第二柔索孔314与连续体关节31的头部固定;

[0042] 第三柔索:第三柔索53的一端与第三电机43的输出端相连,第三柔索53的另一端先依次绕经第三滑轮343、第七滑轮353,再依次穿过第二连杆322和第一连杆321的内部,最后依次穿过各关节体311上的第三柔索孔315与连续体关节31的头部固定;

[0043] 第四柔索:第四柔索54的一端与第四电机44的输出端相连,第四柔索54的另一端先依次绕经第四滑轮344、第八滑轮354,再依次穿过第二连杆322和第一连杆321的内部,最后依次穿过各关节体311上的第四柔索孔316与连续体关节31的头部固定。

[0044] 更进一步的,如图6、图7、图8所示,以第一滑轮组34为例,第一架体由依次连接的上支架345、左支架346、下支架347、右支架348围合而成,上支架345的一端向左下45°方向设有第四轴体3451,第四轴体3451与左支架346的上端形成插接配合,且第四滑轮344设置在第四轴体3451上;上支架345的另一端向右下45°方向设有第一轴体3452,第一轴体3452与右支架348的上端形成插接配合,且第一滑轮341设置在第一轴体3452上;下支架347的一端向左上45°方向设有第三轴体3471,第三轴体3471与左支架346的下端形成插接配合,且第三滑轮343设置在第三轴体3471上;下支架347的另一端向右上45°方向设有第二轴体3472,第二轴体3472与右支架348的下端形成插接配合,且第二滑轮342设置在第二轴体3472上,下支架347的底部还设有与滑轮组支架36相连的连接座3473。第二滑轮组35的结构与第一滑轮组34相同,在此不再赘述。

[0045] 进一步的,第一滑轮341、第二滑轮342、第三滑轮343、第四滑轮344、第五滑轮351、第六滑轮352、第七滑轮353及第八滑轮354均由外圈和内部的深沟球轴承组成,外圈上开设有与柔索相配合的V形槽。

[0046] 进一步的,连续体支架33与滑轮组支架36相对设置且位于同一铅垂面内,滑轮组支架36的一端与电机座4固连,另一端呈悬伸状,且悬伸端设有供连杆32穿过的孔洞361。

[0047] 进一步的,如图4所示,第一电机41、第二电机42、第三电机43和第四电机44沿电机座4的周向依次均匀布置,其中:第一电机41与第四电机44对称设置,第二电机42与第三电机43对称设置,第五电机45设置在第一电机41与第四电机44之间。

[0048] 进一步的,如图2所示,工作台1由台身11、设置在台身11底部的万向轮12以及设置在台身11上部的安装座13组成,安装座13与安装支架2相连,且安装座13通过导轨副14固定在台身11上;导轨副14为双导轨四滑块的直线滑动导轨副,双导轨之间设有滚珠丝杠螺母副15,滚珠丝杠螺母副中的丝杠通过联轴器与伺服电机16相连,滚珠丝杠螺母副中的丝杠螺母与安装座13的底部固连。即工作台1为伺服电机配合滚珠丝杠螺母副驱动的水平工作台机构,能够根据所要执行手术的眼球不同以及不同人瞳距的不同调整手术刀5的位置。

[0049] 本发明的手术机器人面向单眼白内障等眼科手术,用以辅助医生进行眼科手术操作,手术时该机器人分设在手术台两侧,如图16所示,手术刀可实现摘除、注射、吸取等操作。

[0050] 本发明的的工作原理及具体工作过程如下:

[0051] 在执行手术前,工作台通过底部的万向轮移动到患者头部附近并锁定万向轮,防止发生滑动;由伺服电机驱动滚珠丝杠螺母副,从而带动滑块在导轨上稳定滑动,使手术刀慢慢靠近眼球;

[0052] 在执行手术进行过程中,第一电机、第二电机、第三电机和第四电机分别给第一柔索、第二柔索、第三柔索和第四柔索提供动力,通过柔索将电机输出端的直线运动转化为连续体关节机构的俯仰、偏转以及连续体支架的伸缩动作完成各类手术,实现摘除、注射、吸取等操作。工作台上的滚珠丝杠螺母副负责根据所要执行手术的眼球的不同和不同人瞳距的不同调整手术刀的大致位置。实际手术操作中,手术刀可替换为各类其它手术器械。

[0053] 本发明的有益效果在于:1)本发明为一种基于连续体构型的眼科手术机器人,手术刀具有两个转动自由度以及一个移动自由度;2)本发明的手术刀通过柔索驱动的方式实现长距传动,能够实现末端偏转和俯仰动作;3)本发明采用连续体作为柔性构型传动,连续体关节之间以球面铰链配合,具有优良的弯曲性能、对于复杂的非结构性环境具有非常强的适应能力;4)本发明的连续体支架采用直线电机直接驱动,能够减少传动误差,实现手术刀的移动自由度;5)本发明的工作台采用滚珠丝杠螺母副驱动,能够根据所要执行手术的眼球的不同和不同人瞳距的不同调整机器人本体的位置。

[0054] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

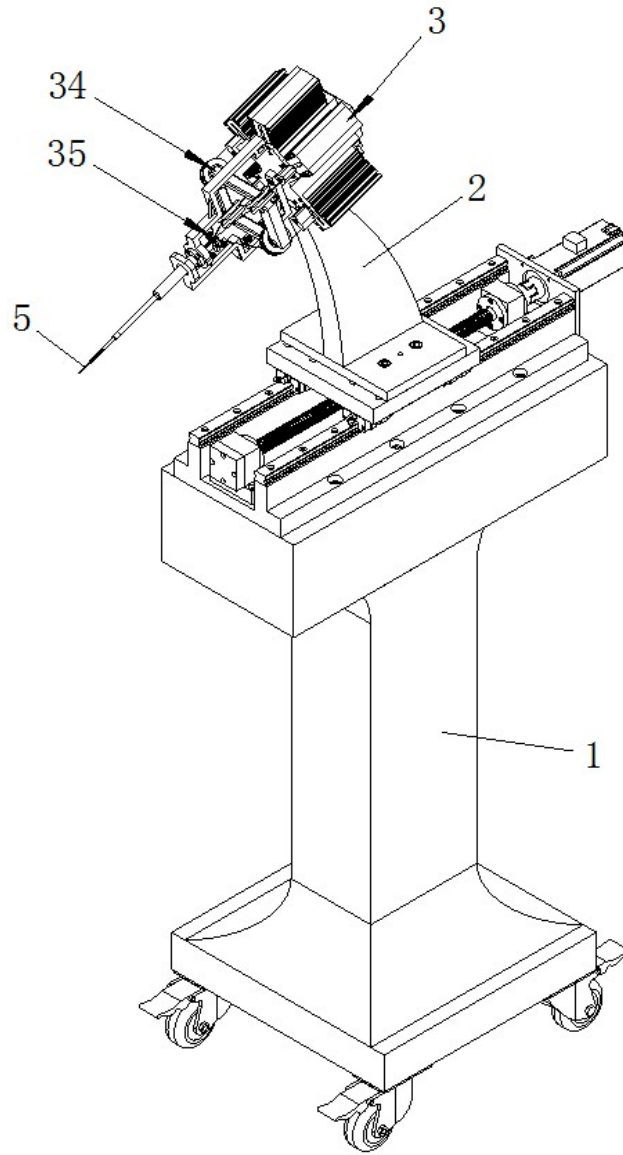


图1

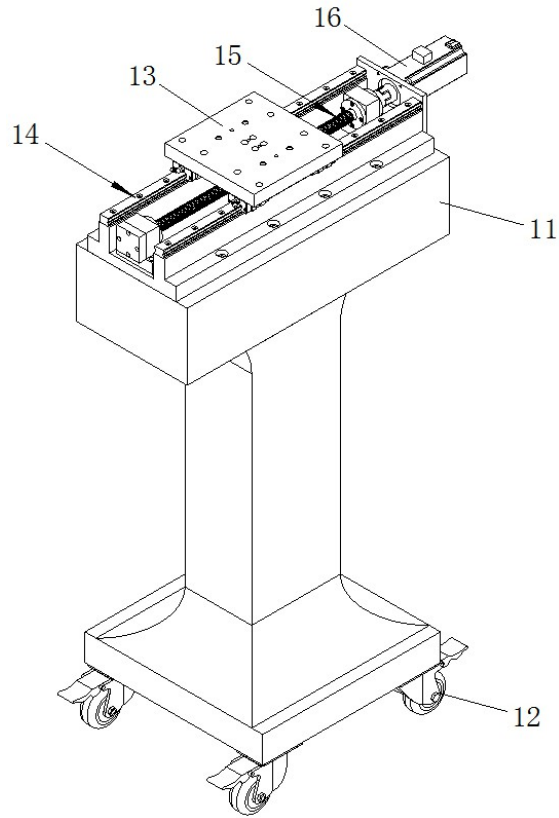


图2

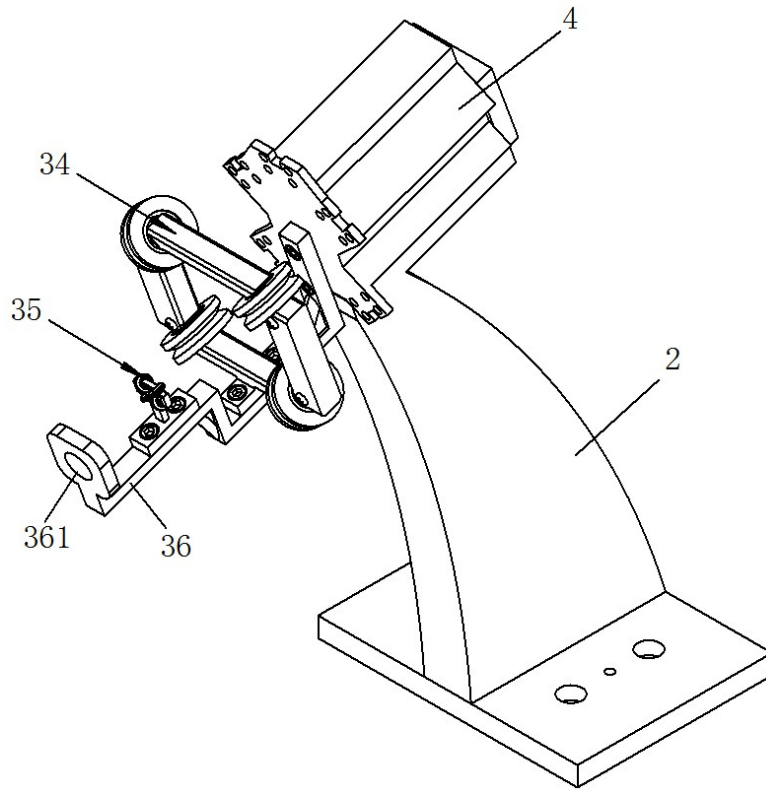


图3

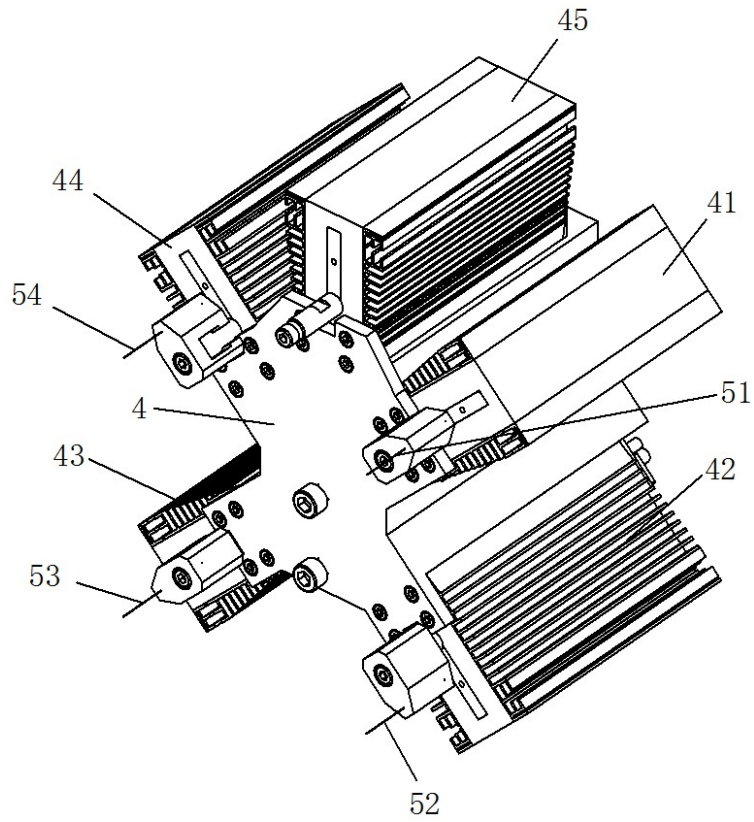


图4

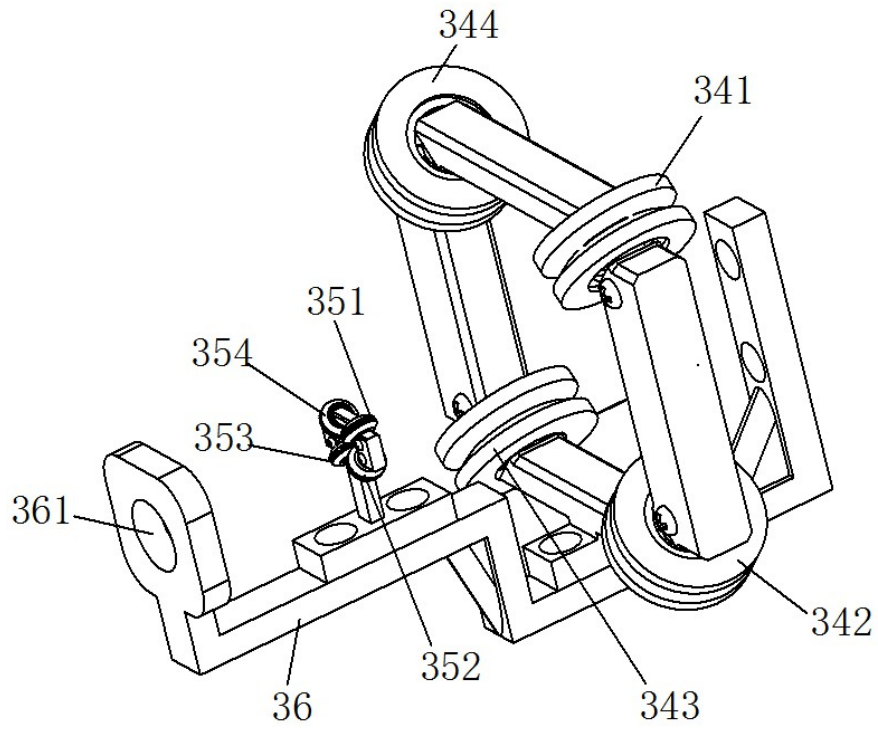


图5

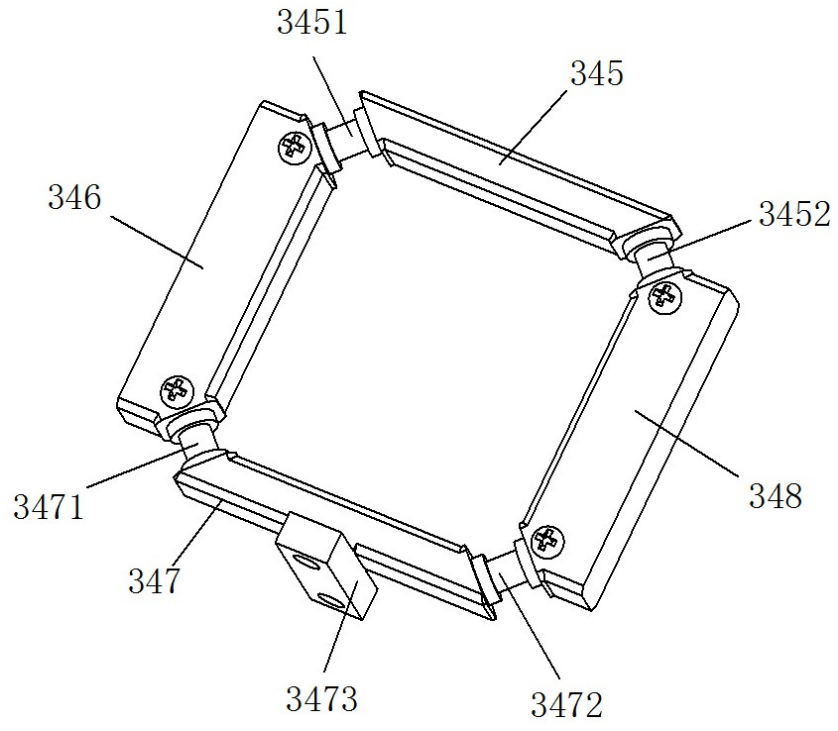


图8

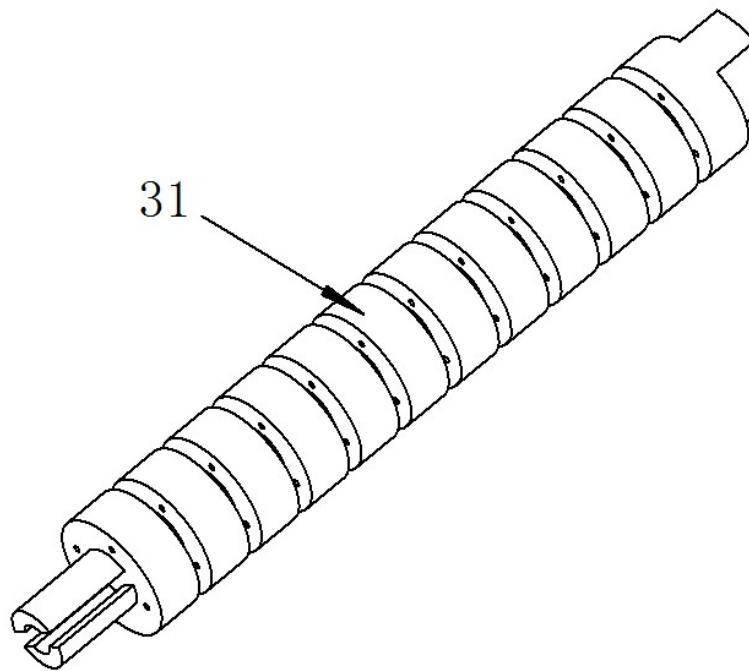


图9

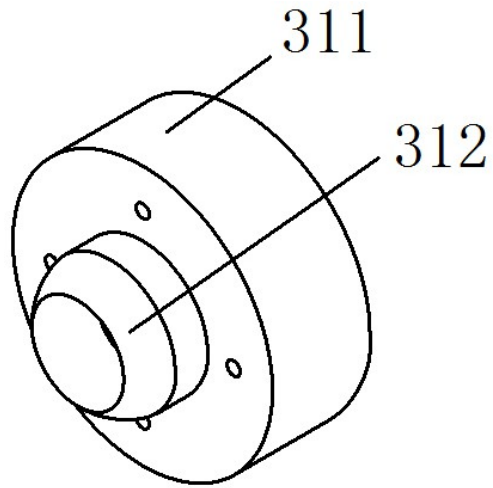


图10

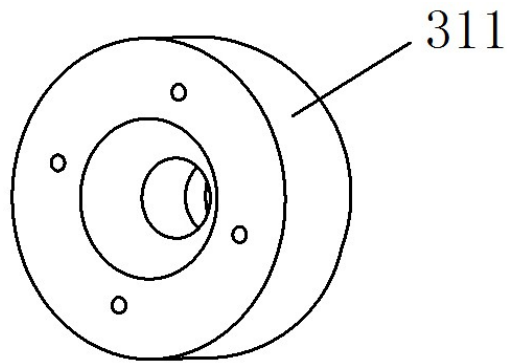


图11

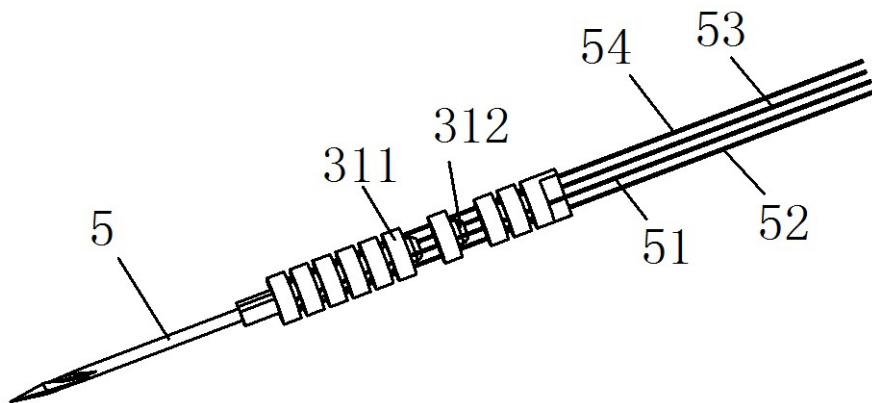


图12

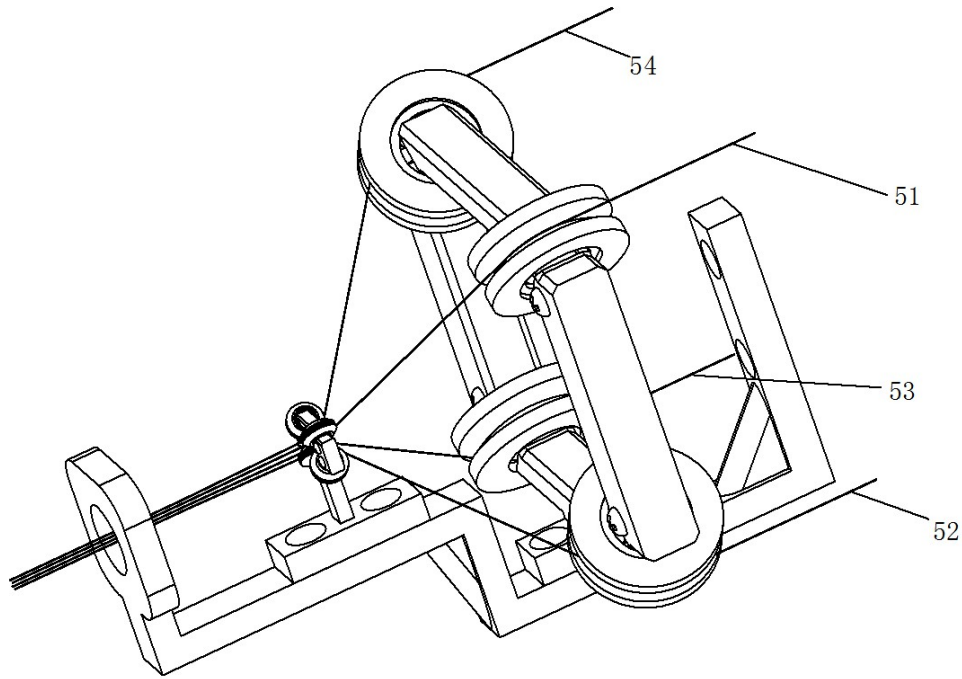


图13

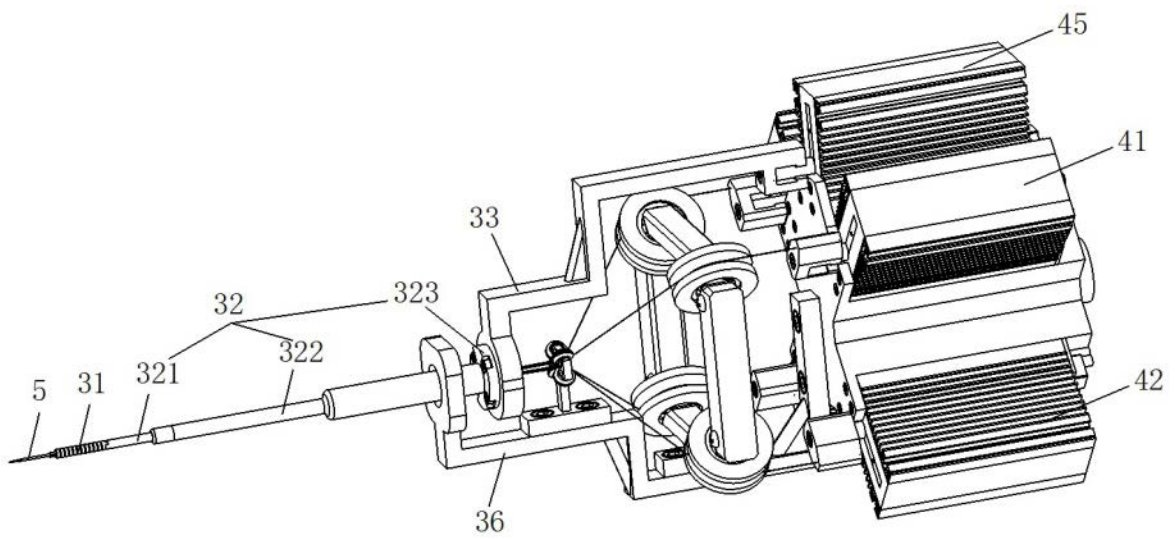


图14

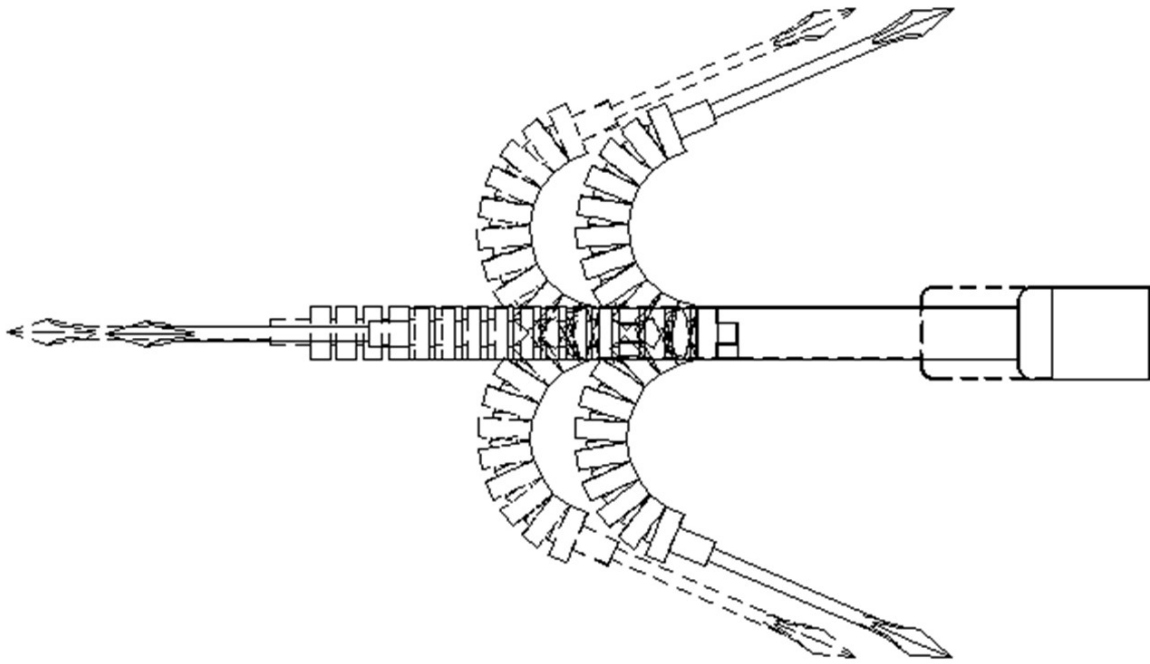


图15

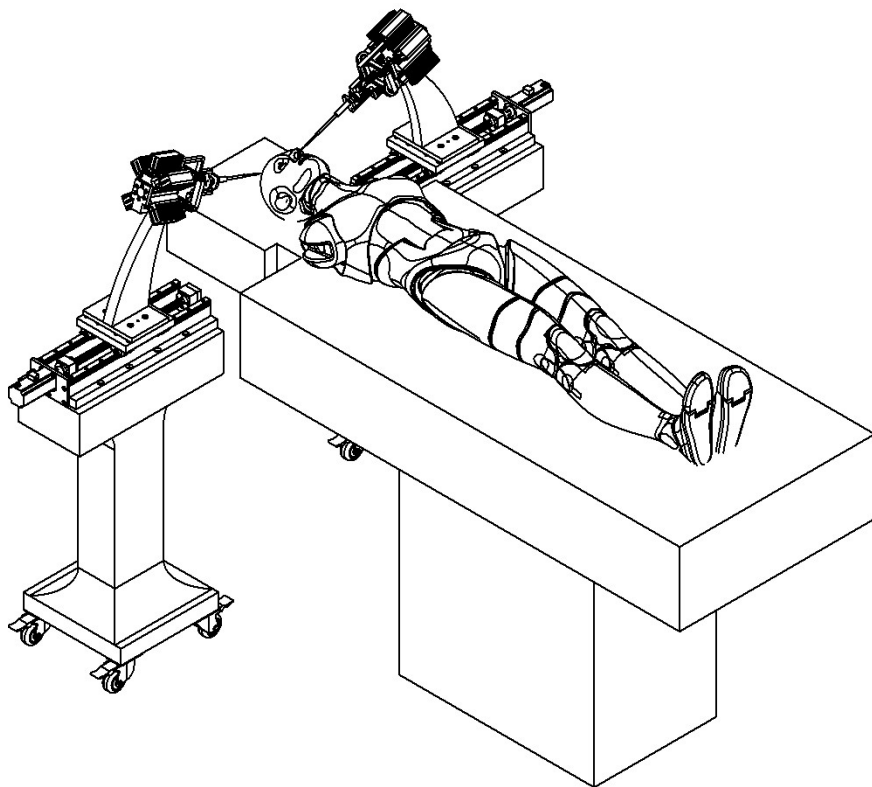


图16