



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111374777 A

(43)申请公布日 2020.07.07

(21)申请号 201811644732.9

(22)申请日 2018.12.29

(71)申请人 深圳市达科为智能医学有限公司
地址 518118 广东省深圳市坪山区坑梓街
道金辉路14号深圳市生物医药创新产
业园区10号楼11层

(72)发明人 李欣生 吴庆军 何俊峰 唐玉豪
陈涛 何跃春 张应洪 杨辉
刘志勇 上官希坤

(74)专利代理机构 北京维正专利代理有限公司
11508
代理人 诸炳彬

(51) Int. Cl.
A61B 34/37(2016.01)
A61B 17/00(2006.01)

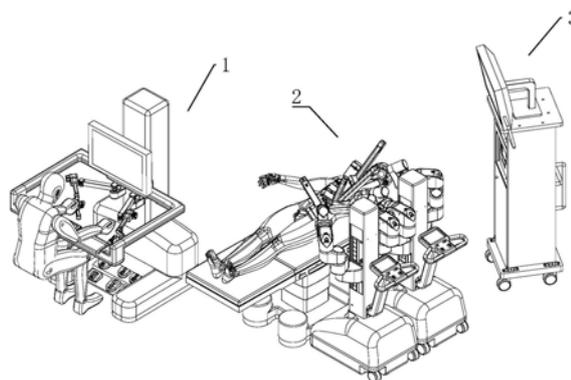
权利要求书8页 说明书21页 附图21页

(54)发明名称

用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统
及配置方法

(57)摘要

本发明公开了一种胸腹腔微创手术机器人系统,包括双臂手术车、主操作台和仪器车。手术车上通过立柱安装有2个全新的从臂,手术臂可沿立柱上下移动。医生操作台上有2个主操作手以及内窥镜显示装置。手术车可以键控或遥控移动,包括前进、后退、转弯及原地零半径转弯,也可人工推拉移动。在位置确定后,手术车自动完成驻车锁定。手术臂的组成包括:预调整部分,补偿调整部分、定心运动部分和手术器械(或内窥镜)。预调整机构紧凑灵活,可方便快速地对手术器械的定心点进行预定位。冗余补偿调整机构在手术过程中对受控手术空间的分布位置进行修正调整,以方便主刀医生的操作从而减少疲劳和达至最佳手术效果。系统在手术室的配置可以有多种组合。



1. 一种用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,包括外科医生控制台(1)、床旁手术臂小车系统(2)和成像及仪器系统;外科医生控制台(1)分别与床旁手术臂小车系统(2)和成像及仪器系统(3)通信连接;其中,

床旁手术臂小车系统(2)包括立柱总成(4),立柱总成(4)上设置有2条手术臂(5);所述立柱总成(4)在手术准备过程中通过小车移动机构设置在手术台的侧面,在手术进行过程中所述小车移动机构相对手术台静止;

成像及仪器系统(3)包括内窥镜,所述内窥镜设置在手术台的任意一侧。

2. 根据权利要求1所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述小车移动机构设置为手术车(7),手术车(7)包括可移动或者静止并锁定的底盘总成(8),所述立柱总成(4)固定安装在底盘总成(8)上。

3. 根据权利要求2所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述外科医生控制台(1)包括主手(9)、主手机及其驱动器、控制面板、主手采样控制板和EtherCAT主控制器;所述主手采样控制板采集主手(9)上设置的多个编码器的信号,编码器采集主手(9)的动作命令将其转换为可通讯的信号形式上传至EtherCAT主控制器,EtherCAT主控制器将主手(9)的动作命令传递至手术臂(5),使手术臂(5)执行手术动作。

4. 根据权利要求3所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述手术车(7)上设置有手术车控制面板和手术车控制板,控制面板包括触摸屏和控制板,触摸屏和控制板之间通过上位机通信连接;控制面板的控制板与手术车控制板之间通过CAN总线通信连接;所述手术车控制面板的控制板与主手采样控制板通信连接。

5. 根据权利要求4所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述立柱总成(4)包括立柱(10)、丝杠传动装置(11)、刹车装置和位置传感器,所述立柱(10)竖直安装在底盘总成(8)上,所述丝杠传动装置(11)沿立柱(10)轴向安装在立柱(10)上,所述刹车装置装配在丝杠传动装置(11)的电机输出轴上,所述位置传感器设置于丝杠传动装置(11)的转动滑块(12)上,所述手术臂(5)安装在转动滑块(12)上;还包括立柱电机控制板和电机驱动器,立柱电机控制板与电机驱动器、刹车装置和位置传感器通信连接,立柱(10)电机驱动器与驱动丝杠传动装置(11)的电机电气连接,所述立柱电机控制板通过CAN总线与手术车控制面板的控制板和主手采样控制板通信连接。

6. 根据权利要求4所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述底盘总成(8)包括底盘(13)、行走系统、智能支撑装置和车载电源系统,所述智能支撑装置和行走系统均设置在底盘(13)下方,所述车载电源系统设置在底盘(13)内,所述车载电源系统与智能支撑装置以及行走系统的驱动源电连接。

7. 根据权利要求5所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述手术臂(5)包括横臂总成(14)、空间预调整机构(15)、冗余补偿调整机构(16)、过渡臂(17)、RCM总成(18)、器械臂(19)和器械总成(6),所述横臂总成(14)安装在转动滑块(12)上,所述空间预调整机构(15)安装在横臂总成(14)上,所述冗余补偿调整机构(16)安装在空间预调整机构(15)上,所述RCM总成(18)和冗余补偿调整机构(16)通过过渡臂(17)连接,所述器械臂(19)与RCM总成(18)铰接,所述器械总成(6)安装在器械臂(19)上。

8. 根据权利要求6所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述行走系统包括分别设置在在底盘(13)底部四角的两个驱动轮(20)和两个被动轮,所述驱动

轮(20)的轮腹部为驱动轮伺服电机、在驱动轮伺服电机的外部套有橡胶轮辐;两个被动轮为万向轮(21);所述驱动轮伺服电机的电机驱动器与手术车控制板通信连接。

9. 根据权利要求6所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述智能支撑装置包括三个电动支脚(22)和一个智能支撑支脚(23),所述电动支脚(22)和智能支撑支脚(23)均沿竖直方向升降;所述电动支脚(22)和智能支撑支脚(23)均通过电机驱动其升降,所述电机的电机驱动器与手术车控制板通信连接。

10. 根据权利要求7所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述横臂总成(14)包括依次通过转轴连接的第一横臂(24)、第二横臂(25)和第三横臂(26),第一横臂(24)、第二横臂(25)和第三横臂(26)的转轴轴向均竖直向上且轴线互不重合,第一横臂(24)固定安装在立柱总成(4)的转动滑块(12)上,第二横臂(25)通过转轴安装在第一横臂(24)上,第三横臂(26)通过转轴安装在第二横臂(25)上,所述第二横臂(25)和第三横臂(26)均围绕自身转轴沿周向转动,每根转轴上均装配有绝对位置编码器;对应第一横臂(24)、第二横臂(25)和第三横臂(26)均设置有横臂控制板,绝对位置编码器分别与对应的横臂控制板通信连接;所述横臂控制板通过CAN总线与主手采样控制板通信连接。

11. 根据权利要求8所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在所述驱动轮伺服电机上安装有失电电磁刹车器。

12. 根据权利要求8所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述驱动轮伺服电机上安装有电机差速器。

13. 根据权利要求9所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在电动支脚(22)和智能支撑支脚(23)上均设置有力反馈传感器,所述力反馈传感器与手术车控制板通信连接。

14. 根据权利要求10所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述空间预调整机构(15)包括俯仰调整单元(29)和翻滚调整单元(30),所述俯仰调整单元(29)和翻滚调整单元(30)的一端均设有开口,铰接轴(76)固定设于翻滚调整单元(30)的开口侧壁上,俯仰调整单元(29)的开口端铰接于铰接轴(76)上;翻滚调整单元(30)的开口内的铰接轴(76)固定安装有驱动件,俯仰调整单元(29)内的微调自锁机构带动驱动件转动以调节俯仰臂的俯仰角。

15. 根据权利要求14所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述俯仰调整单元(29)内的微调自锁机构的结构为:俯仰调整单元(29)内相对的两侧分别安装有轴承(78),两轴承(78)之间安装有轴线与铰接轴(76)的轴线相垂直的微调蜗杆(31),微调蜗杆(31)的其中一端部穿过相应的轴承(78)并在伸出轴承(78)的端部安装有副齿轮(33),俯仰调整单元(29)内转动设置有与该副齿轮(33)啮合的主齿轮(77),主齿轮(77)安装于一端伸出俯仰调整单元(29)的内六角螺栓(36)上。

16. 根据权利要求15所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述俯仰调整单元(29)内与轴承(78)相对应的位置设有安装台(79),两安装台(79)上分别设有贯穿孔(80),两轴承(78)分别安装于对应的安装台(79)内。

17. 根据权利要求15所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述俯仰调整单元(29)内与内六角螺栓(36)相对应的位置设置有调节台(81),调节台(81)上设有通孔(82),内六角螺栓(36)的内端伸入通孔(82)内并与通孔(82)之间通过轴承(78)配

合。

18. 根据权利要求15所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述主齿轮(77)与副齿轮(33)之间的传动比小于1;驱动件为与微调蜗杆(31)啮合的扇形蜗轮(32)。

19. 根据权利要求14所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述翻滚调整单元(30)内转动设置有一端伸出与开口相对一侧的转动轴(83),伸出与开口相对一侧的转动轴(83)上安装有驱动盘,翻滚调整单元(30)内设有与转动轴(83)配合对转动轴(83)的转动角度调节的微调自锁机构。

20. 根据权利要求19所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述翻滚调整单元(30)内的微调自锁机构的结构为:转动轴(83)的中部安装有蜗轮(84),蜗轮(84)一侧的翻滚调整单元(30)内设有与蜗轮(84)啮合的调节蜗杆(85),调节蜗杆(85)的两端伸出翻滚调整单元(30)相对的两侧壁并与两侧壁转动连接;伸出翻滚调整单元(30)相对的两侧壁的调节蜗杆(85)的端部分别设有调节螺纹,且相应的调节蜗杆(85)的端部均设有与调节螺纹配合连接的调节螺母(34);调节蜗杆(85)和蜗轮(84)为双导程蜗杆蜗轮。

21. 根据权利要求20所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述翻滚调整单元(30)内与调节蜗杆(85)的内端相对应的位置安装有编码器(38),编码器(38)的轴套与调节蜗杆(85)之间固定连接。

22. 根据权利要求10所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述第一横臂(24)和第二横臂(25)具有壳体(27),在第一横臂(24)、第二横臂(25)和壳体(27)上端面均具有凸台,连接第一横臂(24)和第二横臂(25)以及连接第二横臂(25)和第三横臂(26)的转轴穿出凸台;对应的第二横臂(25)和第三横臂(26)下端面具有与凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第一横臂(24)和第二横臂(25)的转轴通过凹台插入到第二横臂(25)的壳体(27)内,连接第二横臂(25)和第三横臂(26)的转轴通过凹台插入到第三横臂(26)的壳体(27)内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器(28),所述失电电磁刹车器(28)与横臂控制板通信连接。

23. 根据权利要求20所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述过渡臂(17)一端与凸出翻滚调整单元(30)壳体(27)的转动轴(83)固定连接,所述过渡臂(17)绕所述转动轴(83)的轴线旋转,所述冗余补偿调整机构(16)设置在过渡臂(17)的另一端;所述冗余补偿调整机构(16)包括俯仰补偿伺服电机(34)和翻滚补偿伺服电机(35),俯仰补偿伺服电机(34)和翻滚补偿伺服电机(35)的输出轴上均安装有编码器,通过编码器采集电机的转角、位置信息并上传至主手采样控制板;翻滚补偿伺服电机(35)输出轴的轴线与所述蜗轮轴的轴线平行,所述俯仰补偿伺服电机(34)固定安装在翻滚补偿伺服电机(35)的输出轴上,所述翻滚补偿伺服电机(35)和俯仰补偿伺服电机(34)的轴线相互垂直。

24. 根据权利要求22所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述第三横臂(26)具有壳体(27),在壳体(27)上端面具有凸台,连接第三横臂(26)和俯仰调整单元(29)的转轴穿出凸台;对应的在俯仰调整单元(29)的壳体(27)下端面具有与所述凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第三横臂(26)和俯仰调整单元(29)的转轴插入到俯仰调整单元(29)的壳体(27)内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器(28),所述失电电磁刹车器(28)与横臂控制板通信连接。

25. 根据权利要求23所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,所述RCM总成(18)包括驱动电机、第一前臂(49)、第二前臂(50)和第三前臂(48);所述驱动电机通过安装座安装在冗余补偿调整机构(16)的伺服电机输出轴上;在第一前臂(49)的一端安装有轴承座,所述驱动电机的输出轴通过轴承座装配在第一前臂(49)上;所述第一前臂(49)的另一端、第二前臂(50)和第三前臂(48)的端部依次通过转轴连接,在每个转轴上均设置有编码器采集对应转轴的转角,编码器将采集到的转角信息上传至EtherCAT主控制器;在第一前臂(49)、第二前臂(50)和第三前臂(48)上均设置有同步带或钢带,所述驱动电机通过所述同步带或钢带带动第一前臂(49)、第二前臂(50)和第三前臂(48)运动,第一前臂(49)和第三前臂(48)在运动过程中保持平行,第二前臂(50)相对与第一前臂(49)和第三前臂(48)铰接的转轴转动。

26. 根据权利要求25所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,所述器械臂(19)通过转轴安装在第三前臂(48)远离第二前臂(50)的一端;所述器械总成(6)包括器械座(37)、伺服电机、器械杆(39)、鞘管夹持机构(40)、末端执行器(46)和丝杠螺母,所述伺服电机输出轴与丝杠固定连接,所述器械座(37)与螺母固定连接,所述器械座(37)在丝杠螺母驱动下沿器械臂(19)做直线往复运动,所述器械座(37)与器械臂(19)的相对位移通过传感器上传至主手采样控制板,在器械座(37)侧面安装器械杆(39);在器械臂(19)下端安装鞘管夹持机构(40),器械杆(39)穿过鞘管夹持机构(40)的加持空间,所述末端执行器(46)安装在器械杆(39)的下端。

27. 根据权利要求26所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,所述RCM总成(18)的RCM点为第二前臂(50)中心线和器械杆(39)轴线之间的交点。

28. 根据权利要求26所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,在器械座(37)上安装有手术器械盒(41),所述手术器械盒(41)通过无菌适配器(64)安装在器械座(37)上,在无菌适配器(64)两侧面设置有卡接件(65),在卡接件(65)的上下两端均设置有卡槽(73),对应的器械座(37)和手术器械盒(41)上设置有弹性卡扣(42),器械座(37)和手术器械盒(41)通过弹性卡扣(42)和卡槽(73)配合实现可拆卸连接。

29. 根据权利要求26所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,所述鞘管夹持机构(40)包括通气腔体(66),在通气腔体(66)中心开有供器械杆(39)穿过的通孔,通气腔体(66)下方对应通孔一体成型有气管(67),所述器械杆(39)从通孔进入至气管(67)内,并从气管(67)另一端穿出,在器械杆(39)与气管(67)内壁之间具有环空。

30. 根据权利要求27所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,第一前臂(49)内靠近其末端的位置设有主驱动组件;主驱动组件驱动第二前臂(50)末端与第一前臂(49)首端之间的第一活动机构,使第二前臂(50)沿其末端的第一连接轴(55)转动;第一活动机构驱动第三前臂(48)末端与第二前臂(50)首端之间的第二活动机构,使第三前臂(48)沿其末端的铰接位转动以达到第一前臂和第三前臂之间始终保持平行;第二活动机构驱动第三前臂(48)首端的副驱动组件同步工作。

31. 根据权利要求28所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在於,所述手术器械盒(41)包括钢丝(43)和末端执行器驱动机构;所述器械杆(39)为空心杆,在器械杆(39)的下端通过第一销轴安装有第一套管(44),第一套管(44)和器械杆(39)轴线重合,第一销轴带动第一套管(44)相对器械杆(39)转动;在第一套管(44)的下端通过第二销

轴安装有第二套管(45),所述第二套管(45)和器械杆(39)轴线重合,第二销轴带动第二套管(45)相对第一套管(44)转动,所述第一销轴和第二销轴相对呈十字形设置;在第二套管(45)下端安装有末端执行器(46);所述末端执行器驱动机构包括多个伺服电机,对应每个伺服电机均设置减速器、旋转编码器和钢丝(43),所述减速器连接在伺服电机输出轴,在减速器输出轴和伺服电机输出轴上均安装有旋转编码器;对应每一个伺服电机均装配有与其轴线平行的线辊,所述伺服电机驱动线辊往复转动;所述钢丝(43)分别缠绕在第一销轴、第二销轴和器械杆(39)上端,同一根钢丝(43)的两端缠绕在同一线辊上,每个线辊上缠绕一根钢丝(43);通过伺服电机驱动线辊往复运动,通过滑轮组传动配合拉动第一销轴和第二销轴分别带动第一套管(44)和第二套管(45)转动;器械杆(39)在钢丝(43)拉动下绕自身轴线旋转;所述伺服电机和旋转编码器均与所述EtherCAT主控制器通信连接。

32. 根据权利要求28所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在器械座(37)内设置有霍尔传感器。

33. 根据权利要求28所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在手术器械盒(41)内安装有计数芯片,用于记录末端执行器(46)安装在器械座(37)上完成手术的次数。

34. 根据权利要求28所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,还包括RFID射频识别标签和RFID射频读写器,所述RFID射频识别标签和RFID射频读写器分别设置在器械座(37)和手术器械盒(41)上用于识别器械的安装与定位。

35. 根据权利要求29所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在通气腔体(66)上连通有进气阀(68),所述进气阀(68)螺纹安装在通气腔体(66)的侧壁上。

36. 根据权利要求30所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述第一活动机构的结构为:第一前臂(49)的首端且朝向第二前臂(50)的一侧设有第三铰接孔,第二前臂(50)的末端与第三铰接孔相对的一侧设有与第三铰接孔相匹配的第一铰接套(52),第一前臂(49)内位于第三铰接孔处设有与第一铰接套(52)之间固定安装的主带轮(53),主带轮(53)由主驱动组件驱动其转动。

37. 根据权利要求32所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述末端执行器(46)为夹钳或剪切工具,所述夹钳或剪切工具的被动臂与第二套管(45)下端固定连接,所述夹钳或剪切工具的主动臂通过自身转轴绕被动臂转动,所述夹钳或剪切工具的转轴上缠绕有钢丝(43),钢丝(43)的两端缠绕在同一线辊上。

38. 根据权利要求32所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述末端执行器(46)为烧灼工具或超声刀具。

39. 根据权利要求34所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,还包括器械座(37)上的指示灯,通过指示灯亮起的不同颜色提示手术器械盒(41)是否在器械座(37)上装到位。

40. 根据权利要求35所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,通气腔体(66)上供器械杆(39)插入的通孔向腔体内延伸形成导向管(69)。

41. 根据权利要求36所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述主驱动组件为设置于第一前臂(49)内且靠近末端的由动力装置驱动皮带轮(51),皮带轮(51)与主带轮(53)通过同步带传递动力。

42. 根据权利要求36所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述第一活动机构还包括设于第一前臂(49)内与第一前臂(49)之间固定连接第二法兰盘(54),第二法兰盘(54)的中部设有穿过第一铰接套(52)伸至第二前臂(50)内的第一连接轴(55),第二前臂(50)内的第一连接轴(55)上固定安装有驱动第二活动机构的传动轮(56)。

43. 根据权利要求40所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,通气腔体(66)侧壁对应通气阀(68)的阀口开有进气孔,在通气腔体(66)内具有与进气孔连通的气体通道(70),所述气体通道(70)通过密封板(71)实现与通气腔体(66)的相互导通和隔离。

44. 根据权利要求42所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述第二活动机构的结构为:第二前臂(50)的首端且朝向第三前臂(48)的一侧设有第四铰接孔,第三前臂(48)的末端与第四铰接孔相对的一侧设有与第四铰接孔相匹配的第二铰接套(57),第二前臂(50)内位于第四铰接孔处设有与第二铰接套(57)之间固定安装的第一副带轮(58),第一副带轮(58)由传动轮(56)驱动其转动。

45. 根据权利要求43所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述气体通道(70)与通气腔体(66)导通的开口端面与导向管(69)的开口端面位于同一平面;所述密封板(71)通过转轴转动安装在密封腔体(66)内,扭簧一端固定在转轴上,另一端固定在密封板(71)与转轴转动配合的转动腔壁上;所述密封板(71)同时封闭导向管(69)和气体通道(70)的开口。

46. 根据权利要求44所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述第二前臂(50)内设有与第三前臂(48)之间固定连接第三法兰盘(59),第三法兰盘(59)的中部设有穿过第二铰接套(57)伸至第三前臂(48)内的第二连接轴(60),第三前臂(48)内的第二连接轴(60)上固定安装有第二副带轮(61)。

47. 根据权利要求45所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述导向管(69)的下端开口为斜面,对应的所述气体通道(70)的开口端面也为倾斜方向相同的斜面,所述密封板(71)对应倾斜设置,所述密封板(71)的转轴位于密封板(71)较高的一侧边。

48. 根据权利要求46所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于:所述副驱动组件为设于第三前臂(48)首端的第三转动轴(62),第三转动轴(62)上转动设有与第二副带轮(61)之间通过同步带传递动力的输出轮。

49. 根据权利要求47所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在所述通孔处设置有密封圈。

50. 根据权利要求49所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在通气腔体(66)上还装配有端盖(72),端盖(72)通过卡接件压紧在通气腔体(66)的上端面。

51. 根据权利要求50所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在通气腔体(66)上端面中心开设有凹台,所述通孔开在凹台中心,所述密封圈设置在凹台上。

52. 根据权利要求51所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述端盖(72)具有与凹台凹凸配合的凸台,在端盖(72)对应通孔的位置也开有通孔。

53. 根据权利要求52所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述密封圈在端盖(72)的凸台下压作用下产生形变,形变后的密封圈内圈包裹住器械杆(39)

实现密封。

54. 根据权利要求2所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,还包括踏板控制器,所述踏板控制器包括确认按钮、电刀按钮、电凝按钮、功率放大按钮和离合踏板,所述确认按钮、电刀按钮、电凝按钮、功率放大按钮和离合踏板均与踏板控制器的控制板通信连接。

55. 根据权利要求4所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,还包括用于检测手术车(7)绝对位置的绝对位置检测传感器,所述绝对位置检测传感器设置在立柱(10)的上端。

56. 根据权利要求6所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述车载电源系统包括电源控制板和锂电池组,电源控制板控制锂电池组的通和断;所述电源控制板分别与手术车控制面板的控制板和主手采样控制板通过CAN总线通信连接。

57. 根据权利要求1所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,在外科医生控制台(1)和床旁手术臂小车系统(2)中均设置有语音交互系统。

58. 根据权利要求1所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,其特征在于,所述外科医生控制台(1)还包括控制台主控板、控制台显示器(47)、控制台显示器(47)扶手位置调整驱动器和主手电机的驱动器;所述控制面板包括控制台触控显示屏、传感器数据采集接口和控制台I/O信号接口,所述控制台触控显示屏与控制台上位机通信连接,控制台上位机与控制台控制板通过RS232协议通信,传感器采集接口和控制台I/O接口均集成在控制板上;控制台主控板与控制台显示器(47)扶手位置调整驱动器、主手位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器采用RS232协议通信,控制台显示器(47)扶手位置调整驱动器、主手位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器分别连接电机,通过电机对控制台显示器(47)的扶手位置、主手(9)的位置以及踏板的位置进行调整。

59. 一种用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,在手术台的任一侧或两侧设置床旁手术臂小车系统(2)。

60. 根据权利要求59所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,所述床旁手术臂小车系统(2)包括一个立柱总成(4),每个立柱总成(4)上设置有一至两条手术臂(5);在手术进行过程中所述小车移动机构相对手术台静止。

61. 根据权利要求60所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,床旁手术臂小车系统(2)包括可移动或者静止并锁定的底盘总成(8),所述立柱总成(4)固定安装在底盘总成(8)上。

62. 根据权利要求61所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,所述床旁手术臂小车系统(2)的数量为一台,在所述立柱总成(4)上设置有两条手术臂(5)。

63. 根据权利要求61所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,所述床旁手术臂小车系统(2)的数量为两或三台。

64. 根据权利要求62所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,在手术台具有床旁手术臂小车系统(2)的对侧设置持镜夹具(63),通过持镜夹具(63)安装内窥镜,配合床旁手术臂小车系统(2)的两条手术臂(5)完成三孔手术的配置。

65. 根据权利要求63所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在

于,在手术台同侧设置两台床旁手术臂小车系统(2),在其中一台床旁手术臂小车系统(2)的两条手术臂(5)上均安装手术器械,在另一台床旁手术臂小车系统(2)的一条手术臂(5)上安装手术器械,另一手术臂(5)上安装内窥镜,完成四孔手术的配置。

66.根据权利要求63所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,在手术台对侧设置两台床旁手术臂小车系统(2),在其中一台床旁手术臂小车系统(2)的两条手术臂(5)上均安装手术器械,在另一台床旁手术臂小车系统(2)的一条手术臂(5)上安装手术器械,另一手术臂(5)上安装内窥镜,完成四孔手术的配置。

67.根据权利要求63所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,在手术台同侧设置两台床旁手术臂小车系统(2),在床旁手术臂小车系统(2)的手术臂(5)上均安装手术器械,在手术台具有床旁手术臂小车系统(2)的对侧设置持镜夹具(63),通过持镜夹具(63)安装内窥镜,完成五孔手术的配置。

68.根据权利要求63所述的用于胸腹腔微创手术的主从式机器人配置方法,其特征在于,在手术台两侧设置三台床旁手术臂小车系统(2),在其中两台床旁手术臂小车系统(2)的手术臂(5)上均安装手术器械,在剩余一台床旁手术臂小车系统(2)的一条手术臂(5)上安装手术器械,另一手术臂(5)上安装内窥镜,完成六孔手术的配置。

用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统及配置方法

技术领域

[0001] 本发明涉及胸腹腔微创外科手术医疗设备领域,涉及一种新型手术机器人,基于其结构特性派生出从最小系统到最大系统的多种手术室配置方式以适应不同级别医院和不同手术类型的需要,具体的为一种用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统及配置方法。

背景技术

[0002] 微创外科手术比传统的开放式手术具有许多优势,包括:

[0003] *对患者包括减少疼痛,缩短住院时间,恢复快,创伤小;并发症少。

[0004] *对医生减少疲劳。

[0005] *传统微创手术的细长器械杆会将抖动放大,影响手术效果。而机器人手术可消除抖动影响,手术更加精准。

[0006] 腹腔镜是医生直接拿着手术器械,而机器人微创手术是医生操作机器,由机器进行手术,因此更加精细、到位;

[0007] 对于复杂手术可以在术前进行模拟手术以保证成功率;

[0008] 可以在术前预设手术区域,预防手术过程的误损伤;

[0009] 系统具有记忆功能,可以准确返回上次操作区域和手术位置;

[0010] *采用手术机器人还可以实施远程手术。例如对偏远地区,部队,舰船的病患人员进行手术,包括可以由高级别医生进行复杂手术。

[0011] 现有以Da Vinci(达芬奇)为代表的腹腔微创手术机器人的缺点:

[0012] 体积过于庞大,结构居高临下;

[0013] 安装,调试比较复杂,术前准备过程较长;

[0014] 购置费用高,例如达芬奇系统总体购置费用在2000万以上;

[0015] 耗材费用高例如使用10次的手术器械2000美元,防菌塑料套2000人民币;

[0016] 维修费用高,每次要20~300万人民币。

[0017] 国际上如韩国,美国,德国,英国等也都相继开发了多孔腹腔微创手术机器人。其中韩国希望公司的Revo-I接近或达到达芬奇Si, Xi的水平。德国和英国的都是床侧架构,且靠软件而非机构来实现RCM功能,在安全性上对此争议颇多。

[0018] 国内已有的研发,以天津大学的妙手,哈工大康多相对比较领先。但与国际主流产品依然有差距。浙江术创公司的SSI的颇具创新性的手术机器人,被怀疑所需运动空间过大,易产生碰撞,以及可能影响医护人员操作。

[0019] 因此,研发新型腹腔微创手术机器人,使其接近或达到目前国际主流产品的性能,并且更加紧凑、灵活、轻便,可以满足不同级别医院和手术类型需求,便于推广应用,且具有完全自主知识产权,是符合国家和国际医疗事业发展和总体形势的当务之急。

发明内容

[0020] 本发明的目的是提供一种用于胸腹腔微创手术的新型机器人系统及配置方法,可以克服国际现有主流微创手术机器人的结构庞大,占地过多,调整复杂,价格昂贵等缺点。

[0021] 本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的:

[0022] 一种用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统,包括外科医生控制台、床旁手术臂小车系统和成像及仪器系统;外科医生控制台分别与床旁手术臂小车系统和成像及仪器系统通信连接;其中,

[0023] 床旁手术臂小车系统包括立柱总成,立柱总成上设置有2条手术臂;所述立柱总成在手术准备过程中通过小车移动机构设置在手术台的侧面,在手术进行过程中所述小车移动机构相对手术台静止;

[0024] 成像及仪器系统包括内窥镜,所述内窥镜设置在手术台的任意一侧。

[0025] 在本技术方案中,根据手术需求按需配置手术臂的数量,操作简单。极大地降低了外科医生的工作强度,提高了微创手术的安全性。

[0026] 优选地,所述小车移动机构为手术车,手术车包括可移动或者静止并锁定的底盘总成,所述立柱总成固定安装在底盘总成上。

[0027] 在该优选的技术方案中,通过手术车承载立柱总成和手术臂,然后通过驱动手术车相对手术台发生相对位移,进而调整手术臂到适宜对病人进行微创手术的位置。

[0028] 优选地,所述外科医生控制台包括主手、主手电机及其驱动器、控制面板、主手采样控制板和EtherCAT主控制器;所述主手采样控制板采集主手上设置的多个编码器的信号,编码器采集主手的动作命令将其转换为可通讯的信号形式上传至EtherCAT主控制器,EtherCAT主控制器将主手的动作命令传递至手术臂,使手术臂执行手术动作。

[0029] 在该优选的技术方案中,外科医生控制台作为整套系统的控制中心,用于采集手术臂的各关节、关节节点的所在位置,采集主手采样控制板发来的编码器的数据实现各种数学模型的运算,并根据处理完毕的数据实现相应的控制,通过EtherCAT协议控制手术车以及手术车上的立柱、各手术臂进行相关的手术动作。

[0030] 优选地,所述手术车上设置有手术车控制面板和手术车控制板,控制面板包括触摸屏和控制板,触摸屏和控制板之间通过上位机通信连接;控制面板的控制板与手术车控制板之间通过CAN总线通信连接;所述手术车控制面板的控制板与主手采样控制板通信连接。

[0031] 在该优选的技术方案中,可通过手术车上的控制面板和手术车控制板实现手术车的现场控制和外科医生控制台的远程控制。

[0032] 优选地,所述立柱总成包括立柱、丝杠传动装置、刹车装置和位置传感器,所述立柱竖直安装在底盘总成上,所述丝杠传动装置沿立柱轴向安装在立柱上,所述刹车装置装配在丝杠传动装置的电机输出轴上,所述位置传感器设置于丝杠传动装置的转动滑块上,所述手术臂安装在转动滑块上;还包括立柱电机控制板和电机驱动器,立柱电机控制板与电机驱动器、刹车装置和位置传感器通信连接,立柱电机驱动器与驱动丝杠传动装置的电机电连接,所述立柱电机控制板通过CAN总线与手术车控制面板的控制板和主手采样控制板通信连接。

[0033] 在该优选的技术方案中,通过立柱总成调整手术臂相对手术台的高度,调整可通

过手术车控制面板现场操作或通过外科医生控制台的控制面板远程操作。

[0034] 优选地,所述底盘总成包括底盘、行走系统、智能支撑装置和车载电源系统,所述智能支撑装置和行走系统均设置在底盘下方,所述车载电源系统设置在底盘内,所述车载电源系统与智能支撑装置以及行走系统的驱动源电连接。

[0035] 在该优选的技术方案中,通过底盘的行走、支撑和车载电源系统,满足手术车的移动、到位调平定位和断电辅助供电来完成手术臂相对手术台位置的调整、固定以及在突发性断电情况产生时保障手术不至于中断。

[0036] 优选地,所述手术臂包括横臂总成、空间预调整机构、冗余补偿调整机构、过渡臂、RCM总成、器械臂和器械总成,所述横臂总成安装在转动滑块上,所述空间预调整机构安装在横臂总成上,所述冗余补偿调整机构安装在空间预调整机构上,所述RCM总成和冗余补偿调整机构通过过渡臂连接,所述器械臂与RCM总成铰接,所述器械总成安装在器械臂上。

[0037] 在该优选的技术方案中,通过各机械执行单元的配合,来实现手术臂的空间、构型的预调整以及手术过程中的实时动作。

[0038] 优选地,所述行走系统包括分别设置在在底盘底部四角的两个驱动轮和两个被动轮,所述驱动轮的轮腹部为驱动轮伺服电机、在驱动轮伺服电机的外部套有橡胶轮辐;两个被动轮为万向轮;所述驱动轮伺服电机的电机驱动器与手术车控制板通信连接。

[0039] 在该优选的技术方案中,通过驱动轮伺服电机实现手术车移动过程的精确控制。

[0040] 优选地,所述智能支撑装置包括三个电动支脚和一个智能支撑支脚,所述电动支脚和智能支撑支脚均沿竖直方向升降;所述电动支脚和智能支撑支脚均通过电机驱动其升降,所述电机的电机驱动器与手术车控制板通信连接。

[0041] 在该优选的技术方案中,通过电动支脚撑起整个手术车来完成手术车的支撑和定位;通过对三个电动支脚进行找平。

[0042] 优选地,所述横臂总成包括依次通过转轴连接的第一横臂、第二横臂和第三横臂,第一横臂、第二横臂和第三横臂的转轴轴向均竖直向上且轴线互不重合,第一横臂固定安装在立柱总成的转动滑块上,第二横臂通过转轴安装在第一横臂上,第三横臂通过转轴安装在第二横臂上,所述第二横臂和第三横臂均围绕自身转轴沿周向转动,每根转轴上均装配有绝对位置编码器;对应第一横臂、第二横臂和第三横臂均设置有横臂控制板,绝对位置编码器分别与对应的横臂控制板通信连接;所述横臂控制板通过CAN总线与主手采样控制板通信连接。

[0043] 在该优选的技术方案中,通过横臂总成完成手术臂在水平方向的位置调整。

[0044] 优选地,在所述驱动轮伺服电机上安装有失电电磁刹车器。

[0045] 在该优选的技术方案中,当手术车移动到指定位置后,通过失电电磁刹车器完成制动;同时采用失电电磁刹车器能够在较长的手术过程中节约电能消耗。

[0046] 优选地,所述驱动轮伺服电机上安装有电机差速器。

[0047] 在该优选的技术方案中,通过电机差速器能够使两个驱动轮伺服电机产生转速差,从而使手术车能够转弯甚至原地0半径回转。

[0048] 优选地,在电动支脚和智能支撑支脚上设置有力反馈传感器,所述力反馈传感器与手术车控制板通信连接。

[0049] 在该优选的技术方案中,通过力反馈传感器采集各电动支脚的受力情况,并根据

上力反馈传感器反馈的数据最终完成三个电动支脚和一个的受力均衡,以此判断当下手术车是否处于水平状态。

[0050] 优选地,所述空间预调整机构包括俯仰调整单元和翻滚调整单元,所述俯仰调整单元和翻滚调整单元的一端均设有开口,铰接轴(76)固定设于翻滚调整单元的开口侧壁上,俯仰调整单元的开口端铰接于铰接轴上;翻滚调整单元的开口内的铰接轴固定安装有驱动件,俯仰调整单元内的微调自锁机构带动驱动件转动以调节俯仰臂的俯仰角。

[0051] 在该优选的技术方案中,可以快速的对后续手术臂的关节进行调节,同时待调节结束之后,可以通过自身的结构进行相对的锁定,使得锁定后的位置相对稳定,保证了在医疗外科手术的安全性,同时能够对使用者来说具有很多的方便性和可操作性、可控性

[0052] 优选地,所述俯仰调整单元内的微调自锁机构的结构为:俯仰调整单元内相对的两侧分别安装有轴承,两轴承之间安装有轴线与铰接轴的轴线相垂直的微调蜗杆,微调蜗杆的其中一端部穿过相应的轴承并在伸出轴承的端部安装有副齿轮,俯仰调整单元内转动设置有与该副齿轮啮合的主齿轮,主齿轮安装于一端伸出俯仰调整单元的内六角螺栓上。

[0053] 在该优选的技术方案中,利用微调蜗杆、齿轮结构的混合搭配设置,使得本机构的具有良好的可调节性和自锁功能,在需要微调时,只需对微调轴进行转动即可。

[0054] 优选地,所述俯仰调整单元内与轴承相对应的位置设有安装台,两安装台上分别设有贯穿孔,两轴承分别安装于对应的安装台内。

[0055] 在该优选的技术方案中,由于使用场景的限制,对于机器人系统的占用空间也是有较为严格的需求,本设计利用安装台对轴承进行固定,可以有效利用微调节臂内的空间,这样可以在安装台与相对应的俯仰调整单元的内壁之间的空间进行有效的利用,使得本产品的占用空间进一步的缩减。

[0056] 优选地,所述俯仰调整单元内与内六角螺栓相对应的位置设置有调节台,调节台上设有通孔,内六角螺栓的内端伸入通孔内并与通孔之间通过轴承配合。

[0057] 在该优选的技术方案中,设置调节台,一方面可以对俯仰调整单元内的空间进行有效的利用,另一方面可以提高内六角螺栓的调节时的稳定性,避免使用工具对内六角螺栓进行调节时,使调节台内六角螺栓的承受力受到了一定的分担,其主要原因是,本产品的占用空间相对较小,内部的零部件也相对较小,因此,需要对受力进行充分的利用和分担,避免操作过当,导致零部件损坏。

[0058] 优选地,所述主齿轮与副齿轮之间的传动比小于1;驱动件为与微调蜗杆啮合的扇形蜗轮。

[0059] 在该优选的技术方案中,该传动比的设计可以更进一步的提高调节的精准度,在传动比较小的情况下,即使意外施加了较大的力时,本机构的调整范围也是极小的,因此,可以在很大程度上保证了医疗外科手术的安全性;扇形蜗轮可以跟微调蜗杆进行较好的配合,能够有效的带动转动头进行同步转动,同时可以与微调蜗杆之间具有良好的自锁功能,提高了使用的安全性。

[0060] 优选地,所述翻滚调整单元内转动设置有一端伸出与开口相对一侧的转动轴,伸出与开口相对一侧的转动轴上安装有驱动盘,翻滚调整单元内设有与转动轴配合对转动轴的转动角度调节的微调自锁机构。

[0061] 在该优选的技术方案中,翻滚调整单元内对转动轴设置微调自锁机构,以形成第

二微调结构,可以对微调机构微调后的位置进行再次修正,提高了本产品使用的精准度。

[0062] 优选地,所述翻滚调整单元内的微调自锁机构的结构为:转动轴的中部安装有蜗轮,蜗轮一侧的翻滚调整单元内设有与蜗轮啮合的调节蜗杆,调节蜗杆的两端伸出翻滚调整单元相对的两侧壁并与两侧壁转动连接;伸出翻滚调整单元相对的两侧壁的调节蜗杆的端部分别设有调节螺纹,且相应的调节蜗杆的端部均设有与调节螺纹配合连接的调节螺母;调节蜗杆和蜗轮为双导程蜗杆蜗轮。

[0063] 在该优选的技术方案中,通过蜗轮蜗杆的结构设置,即实现了微调的作用,同时也达到了自锁的功能,也保证了微调的精准度,调节也方便快捷;同时利用双导程蜗杆蜗轮的设计可以有效弥补蜗轮蜗杆在使用过程中的磨损,避免了在微调时的不精准,消除了医疗外科手术时的不安全性。

[0064] 优选地,所述翻滚调整单元内与调节蜗杆的内端相对应的位置安装有编码器,编码器的轴套与调节蜗杆之间固定连接。

[0065] 在该优选的技术方案中,利用编码器可以实时对转动轴的转动角度进行监控,能够对使用者的调节起到了很好的辅助作用,而且也能够帮助使用者进行快速的调整,并及时发现上述中的蜗轮蜗杆损耗对医疗外科手术的影响程度。

[0066] 在该优选的技术方案中,通过俯仰调整单元和翻滚调整单元来调整手术臂前端器械臂的仰角和在竖直面内的倾斜角度;通过驱动轮与蜗轮蜗杆的传动配合完成调节。

[0067] 优选地,所述第一横臂和第二横臂具有壳体,在第一横臂、第二横臂和壳体上端面均具有凸台,连接第一横臂和第二横臂以及连接第二横臂和第三横臂的转轴穿出凸台;对应的第二横臂和第三横臂下端面具有与凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第一横臂和第二横臂的转轴通过凹台插入到第二横臂的壳体内,连接第二横臂和第三横臂的转轴通过凹台插入到第三横臂的壳体内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器,所述失电电磁刹车器与横臂控制板通信连接。

[0068] 在该优选的技术方案中,通过失电刹车器完成横臂总成相对立柱总成的最终状态保持;同时采用失电电磁刹车器能够在较长的手术过程中节约电能消耗。

[0069] 优选地,对应每根蜗轮轴均设置有绝对位置编码器,所述绝对位置编码器采集所述蜗轮轴的转角和绝对位置并上传至主手采样控制板。

[0070] 在该优选的技术方案中,通过绝对位置编码器采集当前横臂总成的构型状态,将该构型状态上传至主手采样控制板后,再由主手采样控制板上传至EtherCAT主控制器完成数学模型运算。

[0071] 优选地,所述过渡臂一端与凸出翻滚调整单元壳体的蜗轮轴固定连接,所述过渡臂绕所述蜗轮轴的轴线旋转,所述冗余补偿调整机构设置过渡臂的另一端;所述冗余补偿调整机构包括俯仰补偿伺服电机和翻滚补偿伺服电机,俯仰补偿伺服电机和翻滚补偿伺服电机的输出轴上均安装有编码器,通过编码器采集电机的转角、位置信息并上传至主手采样控制板;翻滚补偿伺服电机输出轴的轴线与所述蜗轮轴的轴线平行,所述俯仰补偿伺服电机固定在翻滚补偿伺服电机的输出轴上,所述翻滚补偿伺服电机和俯仰补偿伺服电机的轴线相互垂直。

[0072] 在该优选的技术方案中,通过翻滚调整单元调整冗余补偿调整机构及其后续连接结构的俯仰角度;通过冗余补偿调整机构对RCM总成和器械臂绕冗余补偿调整机构的伺服

电机输出轴旋转角度的小幅度调整。

[0073] 优选地,俯仰调整单元和翻滚调整单元均还包括内六角螺栓,所述内六角螺栓插入至所述壳体内与副齿轮固定连接;通过转动内六角螺栓带动副齿轮输出动力。

[0074] 在该优选的技术方案中,通过内六角扳手旋转内六角螺栓,借助内六角螺栓及齿轮传动机构完成对蜗杆的转动。

[0075] 优选地,俯仰调整单元和翻滚调整单元均还包括内六角螺栓,所述内六角螺栓插入至所述壳体内与一主动轮固定连接,所述副齿轮与主动轮之间通过啮合或同步带传动的方式配合;通过转动内六角螺栓带动主动齿轮和副齿轮输出动力。

[0076] 在该优选的技术方案中,通过内六角扳手旋转内六角螺栓,借助内六角螺栓及齿轮传动机构完成对蜗杆的转动。

[0077] 优选地,所述第三横臂具有壳体,在壳体上端面具有凸台,连接第三横臂和俯仰调整单元的转轴穿出凸台;对应的在俯仰调整单元的壳体下端面具有与所述凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第三横臂和俯仰调整单元的转轴插入到俯仰调整单元的壳体内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器,所述失电电磁刹车器与横臂控制板通信连接。

[0078] 在该优选的技术方案中,通过失电刹车器完成空间预调整机构相对横臂总成的最终状态保持;同时采用失电电磁刹车器能够在较长的手术过程中节约电能消耗。

[0079] 优选地,所述RCM总成包括驱动电机、第一前臂、第二前臂和第三前臂;所述驱动电机通过安装座安装在冗余补偿调整机构的伺服电机输出轴上;在第一前臂的一端安装有轴承座,所述驱动电机的输出轴通过轴承座装配在第一前臂上;所述第一前臂的另一端、第二前臂和第三前臂的端部依次通过转轴连接,在每个转轴上均设置有编码器采集对应转轴的转角,编码器将采集到的转角信息上传至EtherCAT主控制器;在第一前臂、第二前臂和第三前臂上均设置有同步带或钢带,所述驱动电机通过所述同步带或钢带带动第一前臂、第二前臂和第三前臂运动,第一前臂和第三前臂在运动过程中保持平行,第二前臂相对与第一前臂和第三前臂铰接的转轴转动。

[0080] 在该优选的技术方案中,通过RCM总成来实现器械臂的俯仰动作。

[0081] 优选地,所述器械臂通过转轴安装在第三前臂远离第二前臂的一端;所述器械总成包括器械座、伺服电机、器械杆、鞘管夹持机构、末端执行器和丝杠螺母,所述伺服电机输出轴与丝杠固定连接,所述器械座与螺母固定连接,所述器械座在丝杠螺母驱动下沿器械臂做直线往复运动,所述器械座与器械臂的相对位移通过传感器上传至主手采样控制板,在器械座侧面安装器械杆;在器械臂下端安装鞘管夹持机构,器械杆穿过鞘管夹持机构的加持空间,所述末端执行器安装在器械杆的下端。

[0082] 在该优选的技术方案中,通过丝杠螺母及其驱动用伺服电机完成对器械臂下端的器械总成相对人体手术部位之间间距的调整。

[0083] 优选地,所述RCM总成的RCM点为第二前臂中心线和器械杆轴线之间的交点。

[0084] 在该优选的技术方案中,通过RCM总成的整体动作以及RCM总成和器械臂的相对动作实现RCM点相对人体手术部位的静止,避免器械臂下端的器械总成产生大位移的运动,对人体非手术部位造成伤害。

[0085] 优选地,在器械座上安装有手术器械盒,所述手术器械盒通过无菌适配器安装在

器械座上,在无菌适配器两侧面设置有卡接件,在卡接件的上下两端均设置有卡槽,对应的器械座和手术器械盒上设置有弹性卡扣,器械座和手术器械盒通过弹性卡扣和卡槽配合实现可拆卸连接。

[0086] 在该优选的技术方案中,通过弹性卡接的配合方式实现手术器械盒相对器械座的快速安装和更换。

[0087] 优选地,第一前臂内靠近其末端的位置设有主驱动组件;主驱动组件驱动第二前臂末端与第一前臂首端之间的第一活动机构,使第二前臂沿其末端的第一连接轴转动;第一活动机构驱动第三前臂末端与第二前臂首端之间的第二活动机构,使第三前臂沿其末端的铰接位转动以达到第一前臂和第三前臂之间始终保持平行;第二活动机构驱动第三前臂首端的副驱动组件同步工作。

[0088] 在该优选的技术方案中,通过第一前臂内的主驱动组件带动第一活动机构转动,第一活动机构驱动第二活动机构转动,在这个转动的过程中第一前臂和第三前臂始终保持平行,而第二前臂所起的作用是第一前臂和第三前臂的首末两端虚拟连线后形成的平行四边形的对角线,基于此原理使得手术臂在调整位置过程中时,第三前臂的首端位移的轨迹为固定圆心的弧线,同时,副驱动件同步转动,可以带动器械臂具有相应的转动,以配合弧形轨迹来达到保证作用于病人身体某一部位的仪器的端部不发生偏移(即保持RCM点不动),在这种运行过程中,具有较高的平稳度,同时能够有效的保障医疗外科手术的安全性。

[0089] 优选地,所述手术器械盒包括钢丝和末端执行器驱动机构;所述器械杆为空心杆,在器械杆的下端通过第一销轴安装有第一套管,第一套管和器械杆轴线重合,第一销轴带动第一套管相对器械杆转动;在第一套管的下端通过第二销轴安装有第二套管,所述第二套管和器械杆轴线重合,第二销轴带动第二套管相对第一套管转动,所述第一销轴和第二销轴相对呈十字形设置;在第二套管下端安装有末端执行器;所述末端执行器驱动机构包括多个伺服电机,对应每个伺服电机均设置减速器、旋转编码器和钢丝,所述减速器连接在伺服电机输出轴,在减速器输出轴和伺服电机输出轴上均安装有旋转编码器;对应每一个伺服电机均装配有与其轴线平行的线辊,所述伺服电机驱动线辊往复转动;所述钢丝分别缠绕在第一销轴、第二销轴和器械杆上端,同一根钢丝的两端缠绕在同一线辊上,每个线辊上缠绕一根钢丝;通过伺服电机驱动线辊往复运动,通过滑轮组传动配合拉动第一销轴和第二销轴分别带动第一套管和第二套管转动;器械杆在钢丝拉动下绕自身轴线旋转;所述伺服电机和旋转编码器均与所述EtherCAT主控制器通信连接。

[0090] 在该优选的技术方案中,通过钢丝将驱动电机的输出扭矩传递至器械杆、第一销轴和第二销轴上,借助第一销轴、第二销轴和器械杆的旋转完成末端执行器在多个自由度运动。

[0091] 优选地,在器械座内设置有霍尔传感器。

[0092] 在该优选的技术方案中,通过霍尔传感器检测手术器械盒是否安装到器械座上。

[0093] 优选地,在手术器械盒内安装有计数芯片,用于记录末端执行器安装在器械座上完成手术的次数。

[0094] 在该优选的技术方案中,通过计数芯片计算手术器械盒以及对应的末端执行器已经完成手术的次数;手术器械盒以及对应的末端执行器采用钢丝传动,由于磨损、拉伸等原因,当同一手术器械盒使用了一定次数后会导导致动作传导不够精确,因此需要及时更换。一

般情况下,手术器械盒在使用10次就需进行更换。

[0095] 优选地,还包括RFID射频识别标签和RFID射频读写器,所述RFID射频识别标签和RFID射频读写器分别设置在器械座和手术器械盒上用于识别器械的安装与定位。

[0096] 在该优选的技术方案中,通过射频识别标签和视频读写器来确认当前装配的手术器械盒对应的末端执行器具体为哪一种手术工具;同时通过射频识别标签和射频读写器之间的相对位置关系来定位手术器械盒是否在器械座上安装到位。

[0097] 优选地,在通气腔体上连通有进气阀,所述进气阀螺纹安装在通气腔体的侧壁上。

[0098] 在该优选的技术方案中,通过进气阀实现通气腔体与外界气源的连通。

[0099] 优选地,所述第一活动机构的结构为:第一前臂的首端且朝向第二前臂的一侧设有第三铰接孔,第二前臂的末端与第三铰接孔相对的一侧设有与第三铰接孔相匹配的第一铰接套,第一前臂内位于第三铰接孔处设有与第一铰接套之间固定安装的主带轮,主带轮由主驱动组件驱动其转动。

[0100] 在该优选的技术方案中,利用主驱动组件通过主带轮带动中间调节臂转动,有效利用每个调节臂自身的结构,不需要过大繁杂的传动体系,该种设计能够在一定程度上减少产品的空间占用。

[0101] 优选地,所述末端执行器为夹钳或剪切工具,所述夹钳或剪切工具的被动臂与第二套管下端固定连接,所述夹钳或剪切工具的主动臂通过自身转轴绕被动臂转动,所述夹钳或剪切工具的转轴上缠绕有钢丝,钢丝的两端缠绕在同一线辊上。

[0102] 在该优选的技术方案中,通过钢丝拉动夹钳或剪切工具的主动臂与从动臂之间相对靠近或远离,完成夹紧和剪切动作。

[0103] 优选地,所述末端执行器为烧灼工具或超声刀具。

[0104] 在该优选的技术方案中,通过器械杆、第一销轴和第二销轴完成对烧灼工具或超声刀具的多自由度手术动作。

[0105] 优选地,还包括器械座上的指示灯,通过指示灯亮起的不同颜色提示手术器械盒是否在器械座上装到位。

[0106] 在该优选的技术方案中,通过指示灯与射频识别标签和射频读写器配合来提示手术器械盒是否在器械座上安装到位。

[0107] 优选地,通气腔体上供器械杆插入的通孔向腔体内延伸形成导向管。

[0108] 在该优选的技术方案中,通过导向管的导向作用,使器械杆能够顺畅的通过通气腔体再插入到气管内。

[0109] 优选地,所述主驱动组件为设置于第一前臂内且靠近末端的由动力装置驱动皮带轮,皮带轮与主带轮通过同步带传递动力。

[0110] 在该优选的技术方案中,通过动力装置直接驱动皮带轮以带传动的方式进行传递动力,能够有效的降低仪器工作时的噪音,同时平稳度也有显著的提升。

[0111] 优选地,所述第一活动机构还包括设于第一前臂内与第一前臂之间固定连接第二法兰盘,第二法兰盘的中部设有穿过第一铰接套伸至第二前臂内的第一连接轴,第二前臂内的第一连接轴上固定安装有驱动第二活动机构的传动轮。

[0112] 在该优选的技术方案中,形成了平行四边形结构的第一个对角的转动点,利用第二前臂相对于第三前臂转动,使得传动轮形成与第二前臂相对转动的动作。同时,该种设计

方案,能够有效的利用产品的空间,同时精准度也有显著的提升。

[0113] 优选地,通气腔体侧壁对应通气阀的阀口开有进气孔,在通气腔体内具有与进气孔连通的气体通道,所述气体通道通过密封板实现与通气腔体的相互导通和隔离。

[0114] 在该优选的技术方案中,通过密封板实现在手术过程中对人体胸腹腔进行通气;在非手术过程中实现对气体通道的封闭。

[0115] 优选地,所述第二活动机构的结构为:第二前臂的首端且朝向第三前臂的一侧设有第四铰接孔,第三前臂的末端与第四铰接孔相对的一侧设有与第四铰接孔相匹配的第二铰接套,第二前臂内位于第四铰接孔处设有与第二铰接套之间固定安装的第一副带轮,第一副带轮由传动轮驱动其转动。

[0116] 在该优选的技术方案中,在第二前臂相对于第三前臂转动的同时,使得传动轮与第一副带轮之间形成转动关系,进而使得第三前臂同步转动,以达到第一前臂和第三前臂始终保持平行的状态,利用传动轮通过第一副带轮带动第三前臂转动,有效利用第一前臂、第二前臂和第三前臂自身的结构,不需要过大繁杂的传动体系,该种设计不但结构相对简单,而且能够在一定程度上减少产品的空间占用。

[0117] 优选地,所述气体通道与通气腔体导通的开口端面与导向管的开口端面位于同一平面;所述密封板通过转轴转动安装在密封腔体内,扭簧一端固定在转轴上,另一端固定在密封板与转轴转动配合的转动腔壁上;所述密封板同时封闭导向管和气体通道的开口。

[0118] 在该优选的技术方案中,通过器械杆顶开密封板,实现气体通道、通气腔体、气管和人体胸腹腔的导通。当手术完成后,器械杆脱出通气腔体,密封板在扭簧作用下封闭,断开外界气源与人体胸腹腔的气流通道。

[0119] 优选地,所述第二前臂内设有与第三前臂之间固定连接第三法兰盘,第三法兰盘的中部设有穿过第二铰接套伸至第三前臂内的第二连接轴,第三前臂内的第二连接轴上固定安装有第二副带轮。

[0120] 在该优选的技术方案中,形成了平行四边形结构的第二个对角的转动点,同时,该种设计方案,能够有效的利用产品的空间,同时精准度也有显著的提升。

[0121] 优选地,所述导向管的下端开口为斜面,对应的所述气体通道的开口端面也为倾斜方向相同的斜面,所述密封板对应倾斜设置,所述密封板的转轴位于密封板较高的一侧边。

[0122] 在该优选的技术方案中,通气腔体内部空间较小,将密封板的转动轨迹所在平面与导向管开口和气体通道开口共同所在平面保持相互平行,能够在密封板的转动扇面较小的情况下既实现器械杆的穿过,又实现气体通道的打开。

[0123] 优选地,所述副驱动组件为设于第三前臂首端的第三转动轴,第三转动轴上转动设有与第二副带轮之间通过同步带传递动力的输出轮。

[0124] 在该优选的技术方案中,利用第三转动轴与第二副带轮之间带传动,有效的提升了设备在使用时,由副驱动组件驱动作用于病人身体某一部位的仪器时,副驱动组件能够与第一、二活动机构的运转保持同步,而且能够保证沿同圆心的弧形轨迹的位移,使仪器端部不发生偏移,具有较高的平稳度,同时能够有效的保障医疗外科手术的安全性。

[0125] 优选地,在所述通孔处设置有密封圈。

[0126] 在该优选的技术方案中,通过密封圈与器械杆配合实现对通气腔体的密封。

- [0127] 优选地,在通气腔体上还装配有端盖,端盖通过卡接件压紧在通气腔体的上端面。
- [0128] 在该优选的技术方案中,通过端盖和卡接件的配合便于更换通孔处的密封圈。
- [0129] 优选地,在通气腔体上端面中心开设有凹台,所述通孔开在凹台中心,所述密封圈设置在凹台上。
- [0130] 在该优选的技术方案中,通过凹台的扶正导向作用使密封圈与通孔对心。
- [0131] 优选地,所述端盖具有与凹台凹凸配合的凸台,在端盖对应通孔的位置也开有通孔。
- [0132] 在该优选的技术方案中,通过凸台与凹台的壁面配合完成端盖的安装与定位。
- [0133] 优选地,所述密封圈在端盖的凸台下压作用下产生形变,形变后的密封圈内圈包裹住器械杆实现密封。
- [0134] 在该优选的技术方案中,通过卡接件对端盖的压力传导最终使密封圈产生形变,完成密封圈对器械杆与通孔内壁面之间配合间隙的密封。
- [0135] 优选地,还包括踏板控制器,所述踏板控制器包括确认按钮、电刀按钮、电凝按钮、功率放大按钮和离合踏板,所述确认按钮、电刀按钮、电凝按钮、功率放大按钮和离合踏板均与踏板控制器的控制板通信连接。
- [0136] 在该优选的技术方案中,通过踏板控制器完成手术器械的切换,在每次进行器械切换时,需要踩下离合踏板,然后再按下对应相应器械的按钮,最终按下确认件,完成当下对应持有所需末端执行器的手术臂的切换控制。
- [0137] 优选地,还包括用于检测手术车绝对位置的绝对位置检测传感器,所述绝对位置检测传感器设置在立柱的上端。
- [0138] 在该优选的技术方案中,通过绝对位置检测传感器来确认当下手术车所处位置,用来判断手术车是否已经运动到预定的手术位置。
- [0139] 优选地,所述车载电源系统包括电源控制板和锂电池组,电源控制板控制锂电池组的通和断;所述电源控制板分别与手术车控制面板的控制板和主手采样控制板通过CAN总线通信连接。
- [0140] 在该优选的技术方案中,采用车载电源系统作为备用电源,当手术室意外断电时,能通过车载电源系统继续为手术车上手术臂执行手术动作所需的电力供应,直至手术室的备用发电装置启动或手术室的电力恢复供应。
- [0141] 优选地,在外科医生控制台和床旁手术臂小车系统中均设置有语音交互系统。
- [0142] 在该优选的技术方案中,通过语音交互系统使外科医生控制台处操作主手的外科医生与手术台旁的护士进行沟通和指令的传达。
- [0143] 优选地,所述外科医生控制台还包括控制台主控板、控制台显示器、控制台显示器扶手位置调整驱动器和主手电机的驱动器;所述控制面板包括控制台触控显示屏、传感器数据采集接口和控制台I/O信号接口,所述控制台触控显示屏与控制台上位机通信连接,控制台上位机与控制台控制板通过RS232协议通信,传感器采集接口和控制台I/O接口均集成在控制板上;控制台主控板与控制台显示器扶手位置调整驱动器、主手位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器采用RS232协议通信,控制台显示器扶手位置调整驱动器、主手位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器分别连接电机,通过电机对控制台显示器的扶手位置、主手的位置以及踏板的位置进行调整。

[0144] 在该优选的技术方案中,不同医生的身高、体型以及操作习惯均不相同,通过控制台触控显示屏对主手位置、踏板位置以及控制台显示器扶手位置进行调整,并将该调整结果与相应医生的身份信息结合,当下次同一位医生再次进行微创手术作业时,根据录入的医生身份信息即可自动完成上述位置的调整。

[0145] 一种胸腹腔微创手术机器人的配置方法,在手术台的任一侧或两侧设置床旁手术臂小车系统。

[0146] 优选地,所述床旁手术臂小车系统包括一个立柱总成,每个立柱总成上设置有一至两条手术臂;在手术进行过程中所述小车移动机构相对手术台静止。

[0147] 优选地,床旁手术臂小车系统包括可移动或者静止并锁定的底盘总成,所述立柱总成固定安装在底盘总成上。

[0148] 优选地,所述床旁手术臂小车系统的数量为一台,在所述立柱总成上设置有两条手术臂。

[0149] 优选地,所述床旁手术臂小车系统的数量为两或三台。

[0150] 优选地,在手术台具有床旁手术臂小车系统的对侧设置持镜夹具,通过持镜夹具安装内窥镜,配合床旁手术臂小车系统的两条手术臂完成三孔手术的配置。

[0151] 优选地,在手术台同侧设置两台床旁手术臂小车系统,在其中一台床旁手术臂小车系统的两条手术臂上均安装手术器械,在另一台床旁手术臂小车系统的一条手术臂上安装手术器械,另一手术臂上安装内窥镜,完成四孔手术的配置。

[0152] 优选地,在手术台对侧设置两台床旁手术臂小车系统,在其中一台床旁手术臂小车系统的两条手术臂上均安装手术器械,在另一台床旁手术臂小车系统的一条手术臂上安装手术器械,另一手术臂上安装内窥镜,完成四孔手术的配置。

[0153] 优选地,在手术台同侧设置两台床旁手术臂小车系统,在床旁手术臂小车系统的手术臂上均安装手术器械,在手术台具有床旁手术臂小车系统的对侧设置持镜夹具,通过持镜夹具安装内窥镜,完成五孔手术的配置。

[0154] 优选地,在手术台两侧设置三台床旁手术臂小车系统,在其中两台床旁手术臂小车系统的手术臂上均安装手术器械,在剩余一台床旁手术臂小车系统的一条手术臂上安装手术器械,另一手术臂上安装内窥镜,完成六孔手术的配置。

[0155] 综上所述,本发明具有以下有益效果:

[0156] 本发明按需配置手术臂小车的数量,实现2个臂的最小配置、4个臂的标准配置,5-6个臂的最大配置组合,以满足各种类型的手术的需要。

[0157] 系统结构紧凑,放置灵活,并追求人机工程效果。能很好地适应从较小的医院到高端医院的需求。

[0158] 对于军用、舰船、野外、救灾等场所和条件也具有良好的适用性。

附图说明

[0159] 图1是本发明用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统的结构示意图。

[0160] 图2是本发明的手术车的结构示意图。

[0161] 图3是本发明的手术车的底盘总成和立柱总成的装配结构示意图。

[0162] 图4是本发明的手术车的底盘总成的结构示意图。

- [0163] 图5是本发明的手术臂的结构示意图。
- [0164] 图6是本发明的横臂总成中各横臂装配结构的剖视图。
- [0165] 图7是本发明的俯仰调整单元的结构示意图及翻滚调整单元的蜗轮蜗杆配合结构示意图。
- [0166] 图8是本发明的俯仰调整单元和翻滚调整单元装配结构的剖视图。
- [0167] 图9是本发明的RCM总成的结构示意图。
- [0168] 图10A是图9中A-A面的剖视结构示意图。
- [0169] 图10B是图9中B-B面的剖视结构示意图。
- [0170] 图11是本发明的器械座和手术器械盒装配结构示意图。
- [0171] 图12是本发明的无菌适配器的结构示意图。
- [0172] 图13是本发明的末端执行器与器械杆之间多自由度装配结构示意图。
- [0173] 图14是本发明的鞘管夹持机构的结构示意图。
- [0174] 图15是本发明的鞘管夹持机构的剖面结构示意图。
- [0175] 图16是本发明的外科医生控制台的结构示意图。
- [0176] 图17是本发明的控制系统示意图。
- [0177] 图18是本发明的两台手术车同侧配置的示意图。
- [0178] 图19是本发明的两台手术车对侧配置的示意图。
- [0179] 图20是本发明的两台手术车同侧配置且一个持镜夹配置在对侧的示意图。
- [0180] 图21是本发明的三台手术车分别配置在手术台两侧的示意图。
- [0181] 图22是本发明的一台手术车与一个持镜夹具对侧配置的示意图。
- [0182] 图中;1、外科医生控制台;2、床旁手术臂小车系统;3、成像及仪器系统;4、立柱总成;5、手术臂;6、器械总成;7、手术车;8、底盘总成;9、主手;10、立柱;11、丝杠传动装置;12、转动滑块;13、底盘;14、横臂总成;15、空间预调整机构;16、冗余补偿调整机构;17、过渡臂;18、RCM总成;19、器械臂;20、驱动轮;21、万向轮;22、电动支脚;23、智能支撑支脚;24、第一横臂;25、第二横臂;26、第三横臂;27、壳体;28、失电电磁刹车器;29、俯仰调整单元;30、翻滚调整单元;31、微调蜗杆;32、扇形蜗轮;33、副齿轮;34、俯仰补偿伺服电机;35、翻滚补偿伺服电机;36、内六角螺栓;37、器械座;38、编码器;39、器械杆;40、鞘管夹持机构;41、手术器械盒;42、弹性卡扣;43、钢丝;44、第一套管;45、第二套管;46、末端执行器;47、控制台显示器;48、第三前臂;49、第一前臂;50、第二前臂;51、皮带轮;52、第一铰接套;53、主带轮;54、第二法兰盘;55、第一连接轴;56、传动轮;57、第二铰接套;58、第一副带轮;59、第三法兰盘;60、第二连接轴;61、第二副带轮;62、第三转动轴;63、持镜夹具;64、无菌适配器;65、卡接件;66、通气腔体;67、气管;68、进气阀;69、导向管;70、气体通道;71、密封板;72、端盖;73、卡槽;74、让位孔;75、让位槽;76、铰接轴;77、主齿轮;78、轴承;79、安装台;80、贯穿孔;81、调节台;82、通孔;83、转动轴;84、蜗轮;85、调节蜗杆。

具体实施方式

[0183] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0184] 参见图1所示,本胸腔腔微创手术系统由外科医生控制台1、床旁手术臂小车系统2和成像及仪器系统3构成,通过外科医生控制台1上的主手9及踏板控制器控制床旁手术臂

小车系统2进行手术位置的预调整和预定位。通过成像及仪器系统3实时观测手术位置,辅助医生对创口位置进行观测,从而使医生能够远程操作床旁手术臂小车系统2进行微创手术。床旁手术臂小车系统2可以通过手术车7与手术台分离设置。为了便于配置以及针对不同手术的适应性强,本实施例主要以手术车7作为床旁手术臂小车系统2的移动和支撑基础进行本系统的技术方案介绍。

[0185] 在手术过程中,在手术台旁有护士配合操作外科医生控制台1的医生现场进行辅助,护士与医生之间分别通过外科医生控制台1上的语音交互系统进行指令的传达和现场情况的反馈。

[0186] 整个手术的完成包括手术前的手术车7数量配置,配置完成后的具体操作包括针对外科医生控制台1上控制机构位置的调整以及手术车7的位置调整。手术车7移动到位后需要对其进行定位并锁定以及手术车7上立柱总成4和手术臂5的预调整、手术过程中实时控制。

[0187] 参见附图17,预调整过程中采用CAN总线进行低速信号的传递,手术过程中的实时控制通过Ethernet(以太网)进行高速信号的传递。

[0188] 预调整过程如下:

[0189] 第一步,医生根据个人的身高、体型、操作习惯调整外科医生控制台1上的显示屏俯仰角度以及主手9、踏板相对外科医生控制台1座椅的位置,外科医生控制台1根据人员根据不同医生的身份信息将相应调整的最终状态进行记忆并存储,下次相同医生再次进行操作时,根据自身身份信息直接将显示屏俯仰角度、主手9、踏板的位置调整到与上一次相同的位置,无需进行重复操作。

[0190] 通过外科医生控制台1的主手采样控制板、EtherCAT(以太网控制自动化技术)主控制器、控制面板和控制台主控板完成上述调整。控制面板包括控制板、控制台I/O信号接口、控制台传感器数据采集接口和触摸屏,通过触摸屏输入相应的角度、位置调整命令,触摸屏与控制面板之间通过控制台上位机通信连接,控制面板与控制台主控板之间通信连接,控制台主控板与控制台显示器扶手位置调整驱动器、主手位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器采用RS232协议通信,控制台显示器扶手位置调整驱动器、主手9位置调整驱动器和踏板位置调整驱动器分别连接电机,通过电机对控制台显示器47的扶手位置、主手9的位置以及踏板的位置进行调整。调整完成后,通过CAN总线将上述角度、位置信息上传至主手采样控制板,然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行计算和建模。

[0191] 第二步,手术车7位置调整。

[0192] 在手术车7上设置有手术车控制面板和手术车控制板,控制面板包括触摸屏和控制板,触摸屏和控制板之间通过上位机通信连接;控制面板的控制板与手术车控制板之间通过CAN总线通信连接,手术车控制板分别与电机驱动器、力传感器和手术车运动驱动器通信连接;手术车运动驱动器驱动驱动轮伺服电机转动,从而使手术车7行驶至手术台一侧的预定位置,是否到位通过设置在手术车7立柱10上端的绝对位置检测传感器进行判断,通过其采集手术车7所在位置与预定位置进行参照匹配。此外,手术车7在驱动轮伺服电机的驱动下能够完成前进和后退的动作,通过驱动轮伺服电机上设置的电机差速器能够使两个驱动轮伺服电机产生输出转速差,使得手术车7能够转弯甚至原地0半径回转。

[0193] 手术车7到达预定位置后,驱动轮伺服电机断电,电机输出轴上安装的失电电磁刹

车器进行制动,手术车7无法移动。

[0194] 如图4所示,电机驱动器驱动三个电动支脚22和一个智能支撑支脚23的电机转动,带动电动支脚22和智能支撑支脚23下降。下降过程为,三个电动支脚22同步下降,然后智能支撑支脚23再下降。在三个电动支脚22上设置有力传感器。通过三个电动支脚22将小车撑起,使底座下方的驱动轮20和万向轮21均不受力,根据三个力传感器反馈的数据对三个电动支脚22进行微调,直至三个力传感器反馈的数据表示三个电动支脚22承受的压力相同。电动支脚22调整完毕后,智能支撑支脚23通过电机驱动下降,在智能支撑支脚23上设置有力传感器,当智能支撑支脚23上的力传感器反馈的数据表示智能支撑支脚23所受压力与三个电动支脚22中任一个所受压力相同时,调平完毕。

[0195] 手术车7位置以及手术车7调平完毕后,将信息反馈至手术车控制板,手术车控制板再将该信息上传至手术车控制面板的控制板,所述控制板将该信息通过CAN总线上传至主手采样控制板,然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行计算和建模。

[0196] 第三步,立柱总成4和手术臂5的预调整。

[0197] 如图2和图5所示,手术臂5包括横臂总成14、空间预调整机构15、冗余补偿调整机构16、过渡臂17、RCM总成18、器械臂19和器械总成6,横臂总成14安装在转动滑块12上,空间预调整机构15安装在横臂总成14上,冗余补偿调整机构16安装在空间预调整机构15上,RCM总成18和冗余补偿调整机构16通过过渡臂17连接,器械臂19与RCM总成18铰接,器械总成6安装在器械臂19上。

[0198] 手术臂5的上述结构中,在手术之前需要进行预调整的结构包括横臂总成14、空间预调整机构15、过渡臂17和器械臂19。RCM总成18需要在手术过程中根据外科医生控制台1处发送的指令进行同步动作。

[0199] 立柱总成4调整:

[0200] 如图3所示,立柱总成4包括立柱10、丝杠传动装置11、刹车装置和位置传感器,所述立柱10竖直安装在底盘总成8上,所述丝杠传动装置11沿立柱10轴向安装在立柱10上,所述刹车装置装配在丝杠传动装置11的电机输出轴上,所述位置传感器设置于丝杠传动装置11的滑块12上,所述手术臂5安装在转动滑块12上;还包括立柱电机控制板和电机驱动器,立柱电机控制板与电机驱动器、刹车装置和位置传感器通信连接,立柱10电机驱动器与驱动丝杠传动装置11的电机电连接,所述立柱电机控制板通过CAN总线与手术车控制面板的控制板和主手采样控制板通信连接。电机带动丝杠传动装置11的丝杠转动,丝杠上的滑块12在丝杠驱动下沿竖直方向升降,根据手术所需的高度进行定位。位置传感器实时采集转动滑块12的高度信息,到达预定高度后,电机断电停止输出动力。其中,刹车装置优选失电电磁刹车器28。调整完毕后,立柱电机控制板通过CAN总线将立柱10在横臂上的高度、位置信息上传至主手采样控制板,然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行数学模型运算。通过立柱总成4调整手术臂5相对手术台的高度,调整可通过手术车控制面板现场操作或通过外科医生控制台1的控制面板远程操作。

[0201] 横臂总成14调整:

[0202] 如图2所示,横臂总成14包括依次通过转轴连接的第一横臂24、第二横臂25和第三横臂26,第一横臂24、第二横臂25和第三横臂26的转轴轴向均竖直向上且轴线互不重合,第一横臂24固定安装在立柱总成4上,第二横臂25通过转轴安装在第一横臂24上,第三横臂26

通过转轴安装在第二横臂25上,第二横臂25和第三横臂26均围绕自身转轴沿周向转动,每根转轴上均装配有绝对位置编码器;对应第一横臂24、第二横臂25和第三横臂26均设置有横臂控制板,绝对位置编码器分别与对应的横臂控制板通信连接;横臂控制板通过CAN总线与主手采样控制板通信连接。

[0203] 如图5和图6所示,第一横臂24和第二横臂25具有壳体27,在第一横臂24、第二横臂25的壳体27上端面均具有凸台,连接第一横臂24和第二横臂25以及连接第二横臂25和第三横臂26的转轴穿出凸台;对应的第二横臂25和第三横臂26下端面具有与凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第一横臂24和第二横臂25的转轴通过凹台插入到第二横臂25的壳体27内,连接第二横臂25和第三横臂26的转轴通过凹台插入到第三横臂26的壳体27内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器28,失电电磁刹车器28与横臂控制板通信连接。

[0204] 第三横臂26具有壳体27,在壳体27上端面具有凸台,连接第三横臂26和俯仰调整单元9的转轴穿出凸台;对应的在俯仰调整单元9的壳体27下端面具有与凸台凹凸配合的凹台,凸台与凹台转动连接;连接第三横臂26和俯仰调整单元9的转轴插入到俯仰调整单元9的壳体内;在位于凹台内的转轴上设置有失电电磁刹车器28,失电电磁刹车器28与横臂控制板通信连接。

[0205] 横臂总成14调整依靠手动完成。横臂总成14主要在于对器械臂19在水平方向进行调整,调整主要通过第二横臂25与第一横臂24的相对转动、第三横臂26与第二横臂25的相对转动以及空间预调整机构15相对第三横臂26的相对转动实现。基于上述相对转动节点设置的失电电磁刹车器28在通电时解除对转动节点的锁定,使得存在相互转动配合的结构之间完成转动。借助在转动节点处设置的绝对位置编码器采集其对应结构(三条横臂和空间预调整机构15)的实时转角及位置,达到预定位置后对失电电磁刹车器28断电,重新对各转动节点的锁定,至此横臂总成14调整完成。

[0206] 调整完毕后,各横臂上设置的横臂控制板通过CAN总线将各横臂当前的位置以及与初始状态相对的转动角度信息上传至主手采样控制板,然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行数学模型运算。

[0207] 空间预调整机构15调整:

[0208] 如图7和图8所示,空间预调整机构15包括俯仰调整单元29和翻滚调整单元30,俯仰调整单元29和翻滚调整单元30的一端均设有开口,铰接轴76固定设于翻滚调整单元30的开口侧壁上,俯仰调整单元29的开口端铰接于铰接轴76上;翻滚调整单元30的开口内的铰接轴76固定安装有驱动件,俯仰调整单元29内的微调自锁机构带动驱动件转动以调节俯仰臂的俯仰角。

[0209] 俯仰调整单元29内的微调自锁机构的结构为:俯仰调整单元29内相对的两侧分别安装有轴承78,两轴承78之间安装有轴线与铰接轴76的轴线相垂直的微调蜗杆31,微调蜗杆31的其中一端部穿过相应的轴承78并在伸出轴承78的端部安装有副齿轮33,俯仰调整单元29内转动设置有与该副齿轮33啮合的主齿轮77,主齿轮77安装于一端伸出俯仰调整单元29的内六角螺栓36上。

[0210] 俯仰调整单元29内与轴承78相对应的位置设有安装台79,两安装台79上分别设有贯穿孔80,两轴承78分别安装于对应的安装台79内。

[0211] 俯仰调整单元29内与内六角螺栓36相对应的位置设置有调节台81,调节台81上设有通孔82,内六角螺栓36的内端伸入通孔82内并与通孔82之间通过轴承78配合。

[0212] 主齿轮77与副齿轮33之间的传动比小于1;驱动件为与微调蜗杆31啮合的扇形蜗轮32。

[0213] 翻滚调整单元30内转动设置有一端伸出与开口相对一侧的转动轴83,伸出与开口相对一侧的转动轴83上安装有驱动盘,翻滚调整单元30内设有与转动轴83配合对转动轴83的转动角度调节的微调自锁机构。

[0214] 翻滚调整单元30内的微调自锁机构的结构为:转动轴83的中部安装有蜗轮84,蜗轮84一侧的翻滚调整单元30内设有与蜗轮84啮合的调节蜗杆85,调节蜗杆85的两端伸出翻滚调整单元30相对的两侧壁并与两侧壁转动连接;伸出翻滚调整单元30相对的两侧壁的调节蜗杆85的端部分别设有调节螺纹,且相应的调节蜗杆85的端部均设有与调节螺纹配合连接的调节螺母34;调节蜗杆85和蜗轮84为双导程蜗杆蜗轮。

[0215] 翻滚调整单元30内与调节蜗杆85的内端相对应的位置安装有编码器38,编码器38的轴套与调节蜗杆85之间固定连接。

[0216] 对应每根蜗轮轴均设置有绝对位置编码器,绝对位置编码器采集蜗轮轴的转角和绝对位置并上传至主手采样控制板,然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行数学模型运算。

[0217] 俯仰调整单元9的蜗轮蜗杆相对转动可调整翻滚调整单元30的俯仰角度,翻滚调整单元30可调整过渡臂17绕俯仰调整单元9的蜗轮轴转动的角度。在对副齿轮33进行转动输出时,采用内六角螺栓36对其进行直接或间接的输出,即内六角螺栓36可穿过壳体直接与副齿轮33的转动中心固定连接;或者借助另一主动轮与副齿轮33采用啮合或同步带传动的方式配合传输动力,从而带动蜗杆转动。

[0218] 器械臂19调整:

[0219] 如图5和图9所示,所述器械臂19通过转轴安装在第三前臂48远离第二前臂50的一端;所述器械总成6包括器械座37、伺服电机、器械杆39、鞘管夹持机构40、末端执行器46和丝杠螺母,所述伺服电机输出轴与丝杠固定连接,所述器械座37与螺母固定连接,所述器械座37在丝杠螺母驱动下沿器械臂19做直线往复运动,所述器械座37与器械臂19的相对位移通过传感器上传至主手采样控制板,在器械座37侧面安装器械杆39;在器械臂19下端安装鞘管夹持机构40,器械杆39穿过鞘管夹持机构40的加持空间,所述末端执行器46安装在器械杆39的下端。通过丝杠螺母及其驱动用伺服电机完成对器械臂19下端的器械总成6相对人体手术部位之间间距的调整。

[0220] 关于鞘管夹持机构40,主要作用在于在手术过程中通过人体创口向胸腹腔内通气保持人体胸腹腔内保持手术所需的气压;同时为器械杆39提供导向和扶正的作用。

[0221] 具体的如图14和图15所示,鞘管夹持机构40包括通气腔体66,在通气腔体66中心开有供器械杆39穿过的通孔,通气腔体66下方对应通孔一体成型有气管67,器械杆39从通孔进入至气管67内,并从气管67另一端穿出,在器械杆39与气管67内壁之间具有环空。在通气腔体66上连通有进气阀68,进气阀68螺纹安装在通气腔体66的侧壁上。通气腔体66上供器械杆39插入的通孔向腔体内延伸形成导向管69。通气腔体66侧壁对应通气阀68的阀口开有进气孔,在通气腔体66内具有与进气孔连通的气体通道70,气体通道70通过密封板71实

现与通气腔体66的相互导通和隔离。气体通道70与通气腔体66导通的开口端面与导向管69的开口端面位于同一平面；密封板71通过转轴转动安装在密封腔体66内，扭簧一端固定在转轴上，另一端固定在密封板71与转轴转动配合的转动腔壁上；密封板71同时封闭导向管69和气体通道70的开口。导向管69的下端开口为斜面，对应的气体通道70的开口端面也为倾斜方向相同的斜面，密封板71对应倾斜设置，密封板71的转轴位于密封板71较高的一侧边。

[0222] 手术过程中，鞘管夹持机构40向胸腹腔内通气过程如下：

[0223] 连通外界气源与通气阀68，通气阀68打开后，气体由通气阀进入到气体通道70内，由于密封板71的阻挡作用，71无法进入到通气腔体66内。

[0224] 器械杆39从通气腔体66上的通孔插入到通气腔体66中。器械管39从导向管69中穿出的同时顶开密封板71，密封板71失去对气体通道70的封闭作用，从外界气源泵入的气体借由通气阀68、气体通道70、通气腔体66、气管67进入到胸腹腔内。待器械杆39从气管67中穿过后，气流则从气管67与器械杆39之间的环空进入到胸腹腔内。

[0225] 为了避免气流从通气腔体66上的通孔溢出，在通孔处设置有密封圈。在通气腔体66上还装配有端盖72，端盖72通过卡接件压紧在通气腔体66的上端面。在通气腔体66上端面中心开设有凹台，通孔开在凹台中心，密封圈设置在凹台上。端盖72具有与凹台凹凸配合的凸台，在端盖72对应通孔的位置也开有通孔。密封圈在端盖72的凸台下压作用下产生形变，形变后的密封圈内圈包裹住器械杆39实现密封。

[0226] 涉及到器械臂19控制部分，器械臂19包括器械臂I/O控制板、位置传感器、位置传感器驱动板、电机驱动器和刹车驱动板，器械臂I/O控制板向电机驱动器发送命令驱动电机转动，电机带动丝杠转动进而使器械座37进行升降，器械座37调整到位后，刹车驱动板控制电磁刹车器进行刹车定位，位置传感器驱动板启动位置传感器采集器械座37当前的位置信息，并将该位置信息上传至器械臂I/O控制板，器械臂I/O控制板将该绝对位置信息通过CAN总线上传至主手采样控制板，然后再通过Ethernet上传至EtherCAT主控制器进行计算和建模。

[0227] 第四步，手术器械盒41对应末端执行器46的类型确认。

[0228] 如图11所示，手术器械盒41包括钢丝43和末端执行器驱动机构；所述器械杆39为空心杆，在器械杆39的下端通过第一销轴安装有第一套管44，第一套管44和器械杆39轴线重合，第一销轴带动第一套管44相对器械杆39转动；在第一套管44的下端通过第二销轴安装有第二套管45，所述第二套管45和器械杆39轴线重合，第二销轴带动第二套管45相对第一套管44转动，所述第一销轴和第二销轴相对呈十字形设置；在第二套管45下端安装有末端执行器46；所述末端执行器46驱动机构包括多个伺服电机，对应每个伺服电机均设置减速器、旋转编码器和钢丝43，所述减速器连接在伺服电机输出轴，在减速器输出轴和伺服电机输出轴上均安装有旋转编码器；对应每一个伺服电机均装配有与其轴线平行的线辊，所述伺服电机驱动线辊往复转动；所述钢丝43分别缠绕在第一销轴、第二销轴和器械杆39上端，同一根钢丝43的两端缠绕在同一线辊上，每个线辊上缠绕一根钢丝43；通过伺服电机驱动线辊往复运动，通过滑轮组传动配合拉动第一销轴和第二销轴分别带动第一套管44和第二套管45转动；器械杆39在钢丝43拉动下绕自身轴线旋转；所述伺服电机和旋转编码器均与所述EtherCAT主控制器通信连接。

[0229] 通过以上技术手段, 钢丝43将驱动电机的输出扭矩传递至器械杆39、第一销轴和第二销轴上, 借助第一销轴、第二销轴和器械杆39的旋转完成末端执行器46在多个自由度运动, 模拟人体小臂、腕部的动作。

[0230] 当末端执行器46为超声刀具或烧灼工具时, 通过上述几个自由度足够完成其所需的手术动作。然而当末端执行器46为夹钳或剪切工具时, 则需要通过末端执行器46驱动机构的钢丝43去传导动力。具体的如图13所示, 夹钳或剪切工具的被动臂与第二套管45下端固定连接, 夹钳或剪切工具的主动臂通过自身转轴绕被动臂转动, 夹钳或剪切工具的转轴上缠绕有钢丝43, 钢丝43的两端缠绕在同一线辊上。通过钢丝43拉动夹钳或剪切工具的主动臂与从动臂之间相对靠近或远离, 完成夹紧和剪切动作。

[0231] 如图12所示, 为了方便手术器械盒41在器械座37上的快速安装和更换, 在器械座37上安装有手术器械盒41, 所述手术器械盒41通过无菌适配器64安装在器械座37上, 在无菌适配器64两侧面设置有卡接件65, 在卡接件65的上下两端均设置有卡槽73, 对应的器械座37和手术器械盒41上设置有弹性卡扣42, 自然状态下, 弹性卡扣42内收, 将弹性卡扣42扣在卡接件65上时, 卡接件65端部将弹性卡扣42向外顶开, 当弹性卡扣42到达卡接件65的卡槽位置时, 弹性卡扣42在弹性作用下扣入卡槽73内, 完成手术器械盒41与器械座37的安装。当需要拆掉手术器械盒41时, 则掰开两侧的弹性卡扣42将其取下即可。器械座37和手术器械盒41通过弹性卡扣42和卡槽配合实现可拆卸连接。驱动钢丝43的伺服电机及减速器均安装在器械座37上, 缠绕钢丝43的线辊设置在手术器械盒41上, 线辊对应减速器的输出轴具有型腔, 无菌适配器64对应减速器的位置开有让位孔74和让位槽75。

[0232] 为了检测手术器械盒41是否已经安装到器械座37上, 器械座37与手术器械盒41装配端面之间采用磁吸附的方式结合, 在器械座37内安装了霍尔传感器, 在器械座37与手术器械盒41装配过程中, 会随着两者之间的相互靠近使磁场产生变化, 通过霍尔传感器检测该磁场变化并转化为电压信号输出, 由此电压信号确认手术器械盒41是否已经安装到器械座37上。

[0233] 手术器械盒41以及对应的末端执行器46采用钢丝43传动, 由于磨损、拉伸等原因, 当同一手术器械盒41使用了一定次数后会动作传导不够精确, 因此需要及时更换。一般情况下, 手术器械盒41在使用10次就需进行更换。基于此, 在手术器械盒41内安装计数芯片, 用于记录末端执行器46安装在器械座37上完成手术的次数。

[0234] 在手术器械盒41上可能安装有不同的末端执行器46, 如夹钳、剪切工具、超声刀具等等, 为了确认当前手术器械盒41上安装的具体为哪一种末端执行器46, 则需要一个针对末端执行器46详细信息的读取。基于此, 在手术器械盒41上设置RFID射频识别标签, 在该标签内录入至少包括末端执行器46类别的信息。对应的, 在器械座37上设置RFID射频读写器, 在手术器械盒41安装到器械座37上时, 该读写器读取标签内关于末端执行器46的类别, 完成末端执行器46类别判断。同时, 由于读写器需要正对标签进行信息的读取, 当读写器读到标签内信息时即可判断当下手术器械盒41与器械座37之间已经装配到位, 完成定位工作。

[0235] 为了方便医生和护士确认当前手术器械盒41是否已经在器械座37上安装到位, 在器械座37上设置了具有醒目作用的指示灯, 指示灯亮起不同颜色表示手术器械盒41和器械座37之间是否已经安装到位。易于实施的, 当提示灯亮起为绿色时表示两者安装到位; 梁奇伟红色时表示两者未安装到位。

[0236] 上述预调整完成后,即可进行微创手术。微创手术过程中通过冗余补偿调整机构16以及RCM总成18共同完成对器械臂19的调整和操作。其中:

[0237] 如图5所示,过渡臂17一端与凸出翻滚调整单元30壳体27的蜗轮轴固定连接,过渡臂17绕蜗轮轴的轴线旋转,冗余补偿调整机构16设置在过渡臂17的另一端;冗余补偿调整机构16包括俯仰补偿伺服电机34和翻滚补偿伺服电机35,俯仰补偿伺服电机34和翻滚补偿伺服电机35的输出轴上均安装有编码器,通过编码器采集电机的转角、位置信息并上传至主手采样控制板;翻滚补偿伺服电机35输出轴的轴线与蜗轮轴的轴线平行,俯仰补偿伺服电机34固定安装在翻滚补偿伺服电机35的输出轴上,翻滚补偿伺服电机35和俯仰补偿伺服电机34的轴线相互垂直。

[0238] 冗余补偿调整机构16作为空间预调整机构15的补偿调整,空间预调整机构15只是对器械臂19的俯仰角度和向两侧的倾斜角度进行粗调,手术过程中需要冗余补偿调整机构16的两组伺服电机根据手术需求对俯仰角度和两侧的倾斜角度进行实时细调。

[0239] 如图9、图10A和图10B所示,RCM总成18包括驱动电机、第一前臂49、第二前臂50和第三前臂48;驱动电机通过安装座安装在冗余补偿调整机构16的伺服电机输出轴上;在第一前臂49的一端安装有轴承座,驱动电机的输出轴通过轴承座装配在第一前臂49上;第一前臂49的另一端、第二前臂50和第三前臂48的端部依次通过转轴连接,在每个转轴上均设置有编码器采集对应转轴的转角,编码器将采集到的转角信息上传至EtherCAT主控制器;在第一前臂49、第二前臂50和第三前臂48上均设置有同步带或钢带,驱动电机通过同步带或钢带带动第一前臂49、第二前臂50和第三前臂48运动,第一前臂49和第三前臂48在运动过程中保持平行,第二前臂50相对与第一前臂49和第三前臂48铰接的转轴转动。RCM总成18运动过程中必须要保持第一前臂49和第三前臂48相互平行,以此来保证RCM点保持在某一位置不动。具体的实现同步运动的结构如下:

[0240] 参照图9,RCM总成18包括相对平行的第三前臂48和第一前臂49、以及第二前臂50,第二前臂50的首、末两端分别与第三前臂48、第一前臂49的末端和首端铰接设置,对于本实施例中的机械臂,则需要保证良好的平稳度和使用安全性。因此,在工作的过程中,动、第一前臂49要始终保持平行,需要实现平行四边形式的同步运作,则需要第二前臂50起到平行四边形的对角线的功能。

[0241] 其中,第一前臂49内靠近其末端的位置设有主驱动组件;主驱动组件为设置于第一前臂49内且靠近末端的由动力装置驱动皮带轮51。动力装置一般可以设置为电机,也可以是由电机驱动减速器的结构,当然与可以是其他能带动皮带轮51转动的装置。

[0242] 参照图10A,第二前臂50末端与第一前臂49首端之间设置有第一活动机构,皮带轮51驱动第一活动机构使第二前臂50沿其末端的铰接位转动;第一活动机构的结构为:第一前臂49的首端且朝向第二前臂50的一侧设有第三铰接孔,第二前臂50的末端与第三铰接孔相对的一侧设有与第三铰接孔相匹配的第一铰接套52,第一前臂49内位于第三铰接孔处设有与第一铰接套52之间固定安装的主带轮53,皮带轮51与主带轮53通过同步带传递动力;另外,第一前臂49内设有与第一前臂49之间固定连接的第二法兰盘54,第二法兰盘54的中部设有穿过第一铰接套52伸至第二前臂50内的第一连接轴55,第二前臂50内的第一连接轴55上固定安装有驱动第二活动机构的传动轮56。其中,与第一前臂49相对应的电机组件的输出轴驱动皮带轮51工作。

[0243] 参照图10B,第三前臂48末端与第二前臂50首端之间设置有第二活动机构,传动轮56驱动第二活动机构使第三前臂48沿其末端的铰接位转动以达到动、第一前臂49之间始终保持平行;第二活动机构的结构为:第二前臂50的首端且朝向第三前臂48的一侧设有第四铰接孔,第三前臂48的末端与第四铰接孔相对的一侧设有与第四铰接孔相匹配的第二铰接套57,第二前臂50内位于第四铰接孔处设有与第二铰接套57之间固定安装的第一副带轮58,第一副带轮58由传动轮56驱动其转动;第二前臂50内设有与第三前臂48之间固定连接第三法兰盘59,第三法兰盘59的中部设有穿过第二铰接套57伸至第三前臂48内的第二连接轴60,第三前臂48内的第二连接轴60上固定安装有第二副带轮61。

[0244] 上述中的第二副带轮61驱动第三前臂48首端的副驱动组件同步工作,副驱动组件为设于第三前臂48首端的第三转动轴62,第三转动轴62上转动设有与第二副带轮61之间通过同步带传递动力的输出轮。

[0245] 本实施例的伸缩机械臂在具体实施时,皮带轮51通过动力装置驱动主带轮53转动,主带轮53转动带动第二前臂50相对于第一前臂49绕第一铰接套52的轴线进行转动,转动的过程中,由于第二法兰盘54与第一前臂49固定连接,第二法兰盘54、第一连接轴55、传动轮56三者之间是相对固定的关系,那么在第二前臂50发生转动时,传动轮56与第二前臂50之间则形成一个相对转动的关系,传动轮56与第一副带轮58是通过带传动传递动力,而第一副带轮58可以相对于第二前臂50是可以转动,那么在第二前臂50转动的过程中,第二前臂50与第一前臂49之间的夹角随之增大或者减小,于此同时,传动轮56与第一副带轮58两者之间的同步带分别与两者的贴紧的一面也随之发生变化,即同步带与传动轮56和第一副带轮58两者之间的接触面发生转移的时候,而此处的传动轮56是固定的,发生转移的这种力会驱动第一副带轮58发生相应的转动,进而达到第三前臂48实现同步转动,始终与第一前臂49达到平行的工作需求。

[0246] 那么,对于第三法兰盘59和第二副带轮61的工作原理,则和第二法兰盘54与传动轮56的工作原理相同,而且第三前臂48和第二前臂50均发生转动的过程中,副驱动组件的输出轮也在同步转动,在转动过程中,第三前臂48的首端的运行轨迹为弧形,那么为了使得弧形轨迹的精准度更高,设备的可操作性更好,可以利用同步转动输出轮来实现该效果。

[0247] 微创手术过程如下:

[0248] 医生操作外科医生控制台1上的主手9进行动作(推、拉、旋转、握紧、张开等),通过主手9上设置的多个编码器将相应的动作信号进行编制、转换为可用以通讯、传输和存储的信号,主手采样控制板从各编码器采集所述的信号并上传至EtherCAT主控制器;同时,床旁手术臂小车系统2中涉及各机械臂位置采集的传感器、各关节处电机上装配的编码器将机械臂此时的状态信息也上传至EtherCAT主控制器,EtherCAT主控制器根据预调整过程中的建模结合当下主手9命令对RCM总成18中各臂、各关节的动作进行同步控制。同时对器械座37上控制钢丝43的多组电机进行动作,通过钢丝43带动器械进行相应的手术动作。

[0249] 此外,手术车7配备了车载电源系统,车载电源系统的电源控制板与锂电池组通过RS232协议通信。在手术过程中遭遇断电后,锂电池组仍能继续为手术车7提供至少10分钟的电力供应,保证手术室内的备用电源有充裕的时间启动。当需要不同手术室或建筑间周转时,车载电源系统可以保证半个小时的手术车7水平运动的驱动。

[0250] 根据具体的手术需求和医护人员习惯,本胸腹腔微创手术系统的配置模式多种多样

样,具体的包括以下几种配置方式:

[0251] 配置方式1(图18):

[0252] 可配置两台同侧放置的床旁手术臂小车系统2,在两床旁手术臂小车系统2上的立柱总成4两侧分别安装手术臂5,其中一台床旁手术臂小车系统2上的两条手术臂5的器械臂19上均安装手术器械,另一床旁手术臂小车系统2上的其中一条手术臂5上安装手术器械,另一手术臂5上安装内窥镜,完成四孔手术的操作。

[0253] 配置方式2(图19):

[0254] 可配置两台对侧放置的床旁手术臂小车系统2,在两床旁手术臂小车系统2上的立柱总成4两侧分别安装手术臂5,其中一台床旁手术臂小车系统2上的两条手术臂5的器械臂19上均安装手术器械,另一床旁手术臂小车系统2上的其中一条手术臂5上安装手术器械,另一手术臂5上安装内窥镜,完成四孔手术的操作。

[0255] 配置方式3(图20):

[0256] 可配置两台床旁手术臂小车系统2和一个持镜夹具63,通过持镜夹具63安装内窥镜。持镜夹具63固定在手术台的一侧,两台床旁手术臂小车系统2配置在手术台的另一侧。在两床旁手术臂小车系统2上的立柱总成4两侧分别安装手术臂5,每条手术臂5的器械臂19上均安装手术器械,配合内窥镜完成五孔手术的操作。

[0257] 配置方式4(图21):

[0258] 可配置三台床旁手术臂小车系统2,在三台床旁手术臂小车系统2上的立柱总成4两侧分别安装手术臂5,其中两台床旁手术臂小车系统2上的两条手术臂5的器械臂19上均安装手术器械,剩余一床旁手术臂小车系统2上的其中一条手术臂5上安装手术器械,另一手术臂5上安装内窥镜,完成六孔手术的操作。三台床旁手术臂小车系统2分别设置在手术台的两侧,位于手术台同一侧的床旁手术臂小车系统2通过一个外科医生控制台1控制操作,对侧的床旁手术臂小车系统2通过另一个外科医生控制台1控制操作。

[0259] 配置方式5(图22):

[0260] 可配置一台床旁手术臂小车系统2和一个持镜夹具63,通过持镜夹具63安装内窥镜。持镜夹具63固定在手术台的一侧,床旁手术臂小车系统2与持镜夹具63分别配置在手术台的两侧。在床旁手术臂小车系统2上的立柱总成4两侧分别安装手术臂5,每条手术臂5的器械臂19上均安装手术器械,配合内窥镜完成三孔手术的操作。

[0261] 系统中接入手术车7的数量通过外科医生控制台1与手术车7之间的通信接口建立的通信关系判定,一个通信接口形成完整的通信回路则代表系统中接入一台手术车7。

[0262] 本具体实施例仅仅是对本发明的解释,其并不是对本发明的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本发明的权利要求范围内都受到专利法的保护。

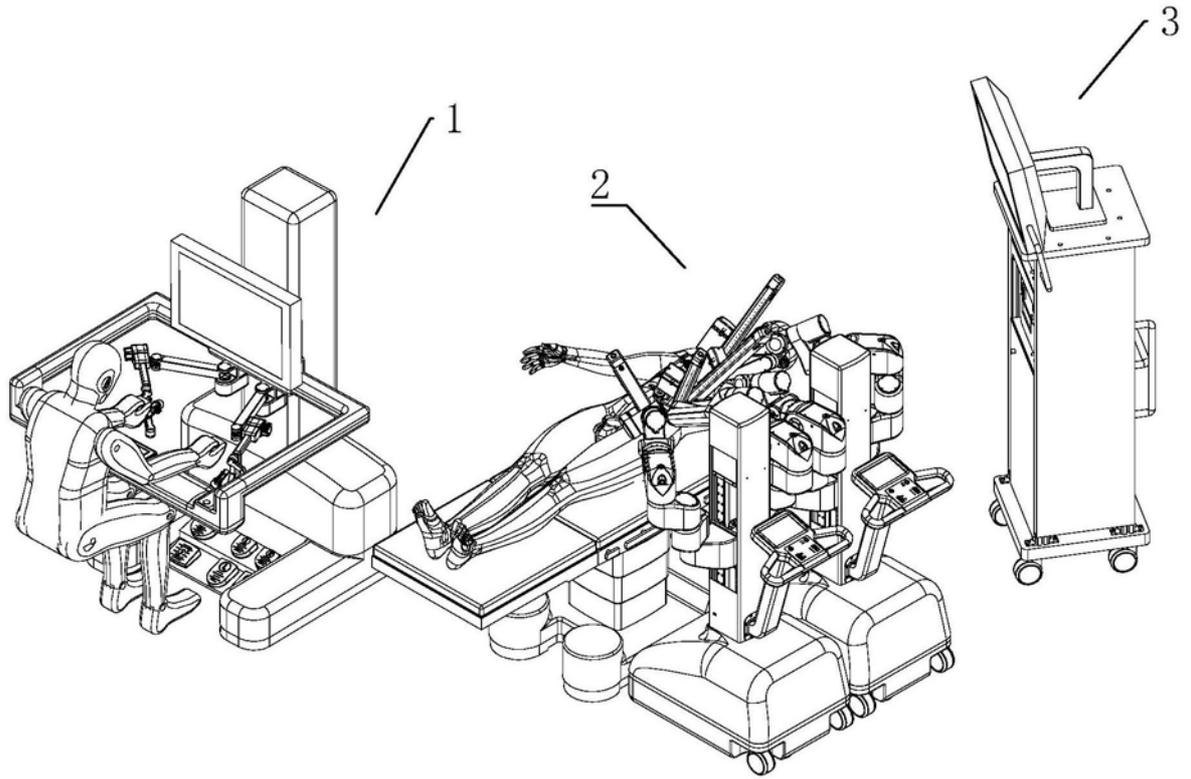


图1

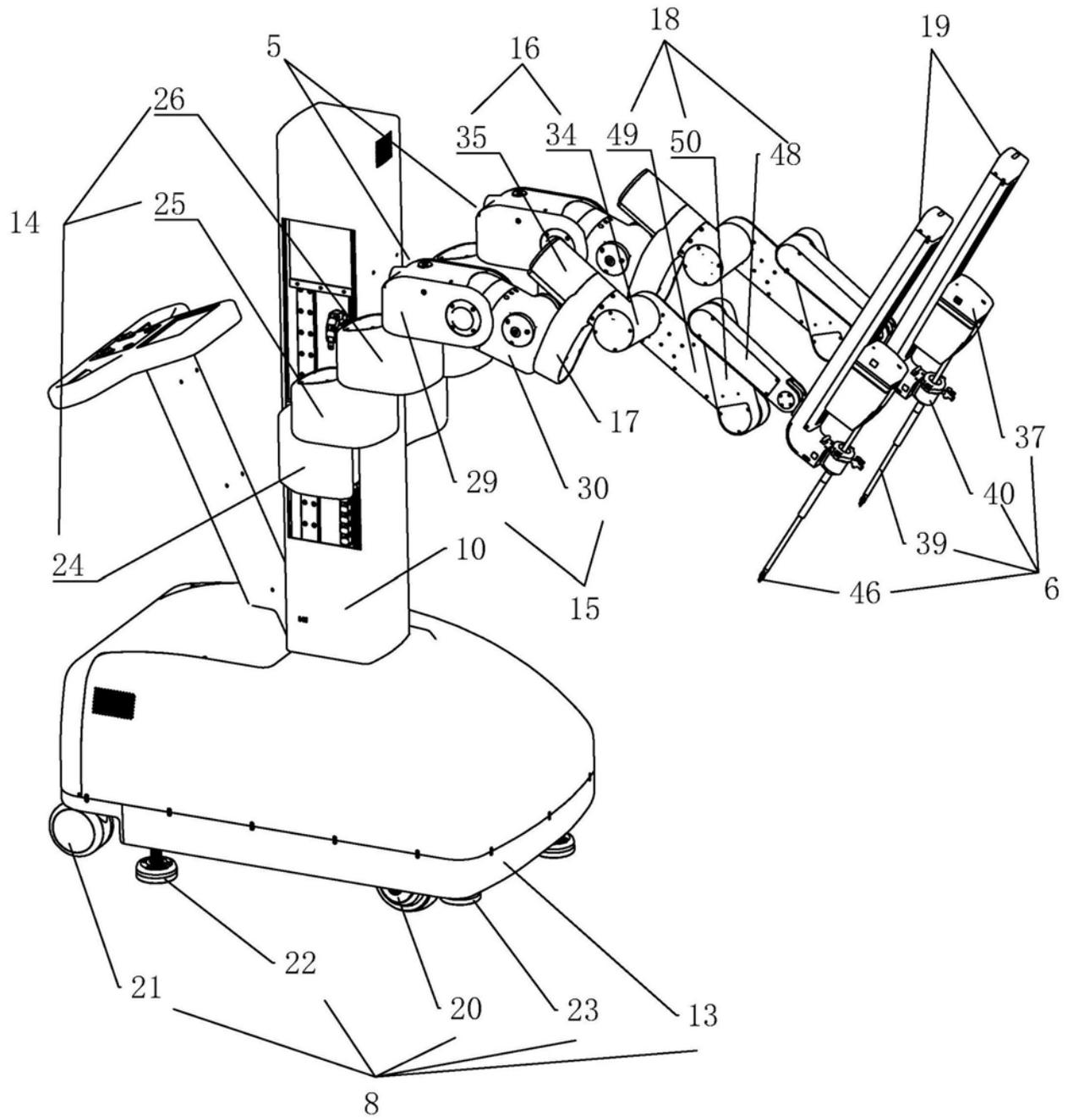


图2

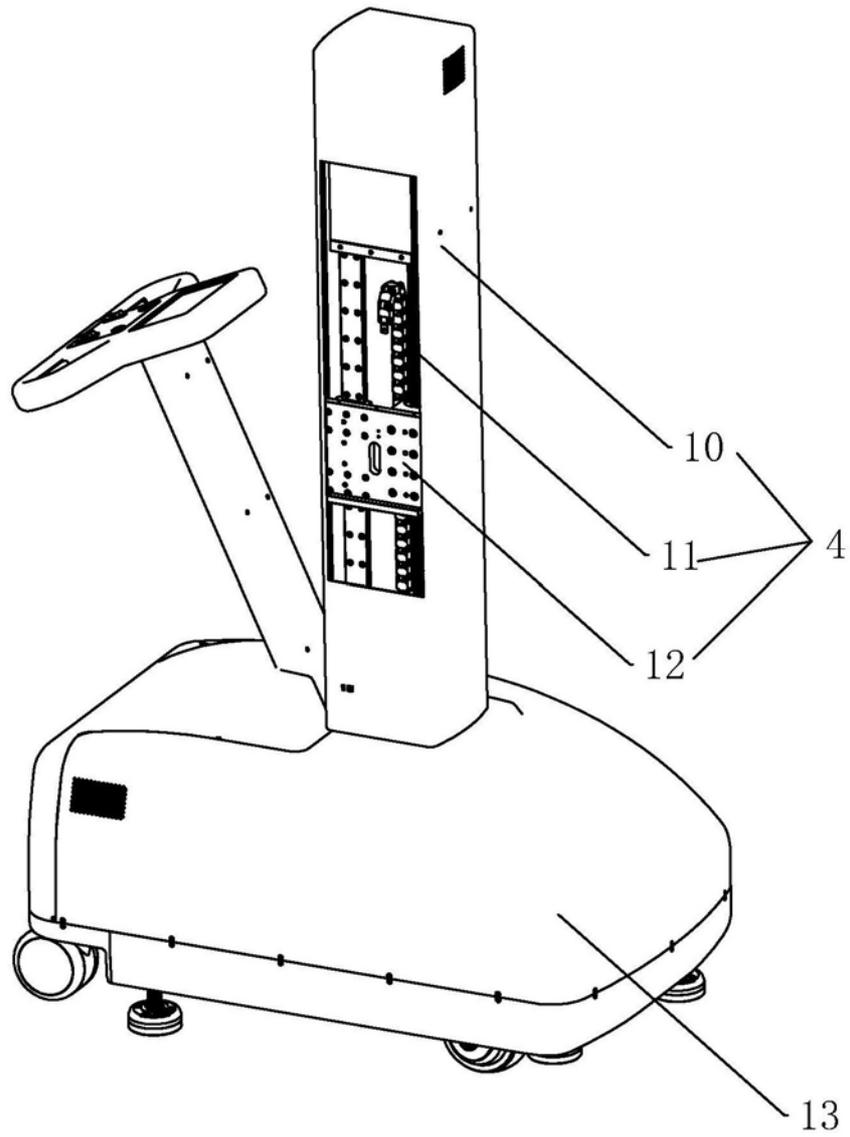


图3

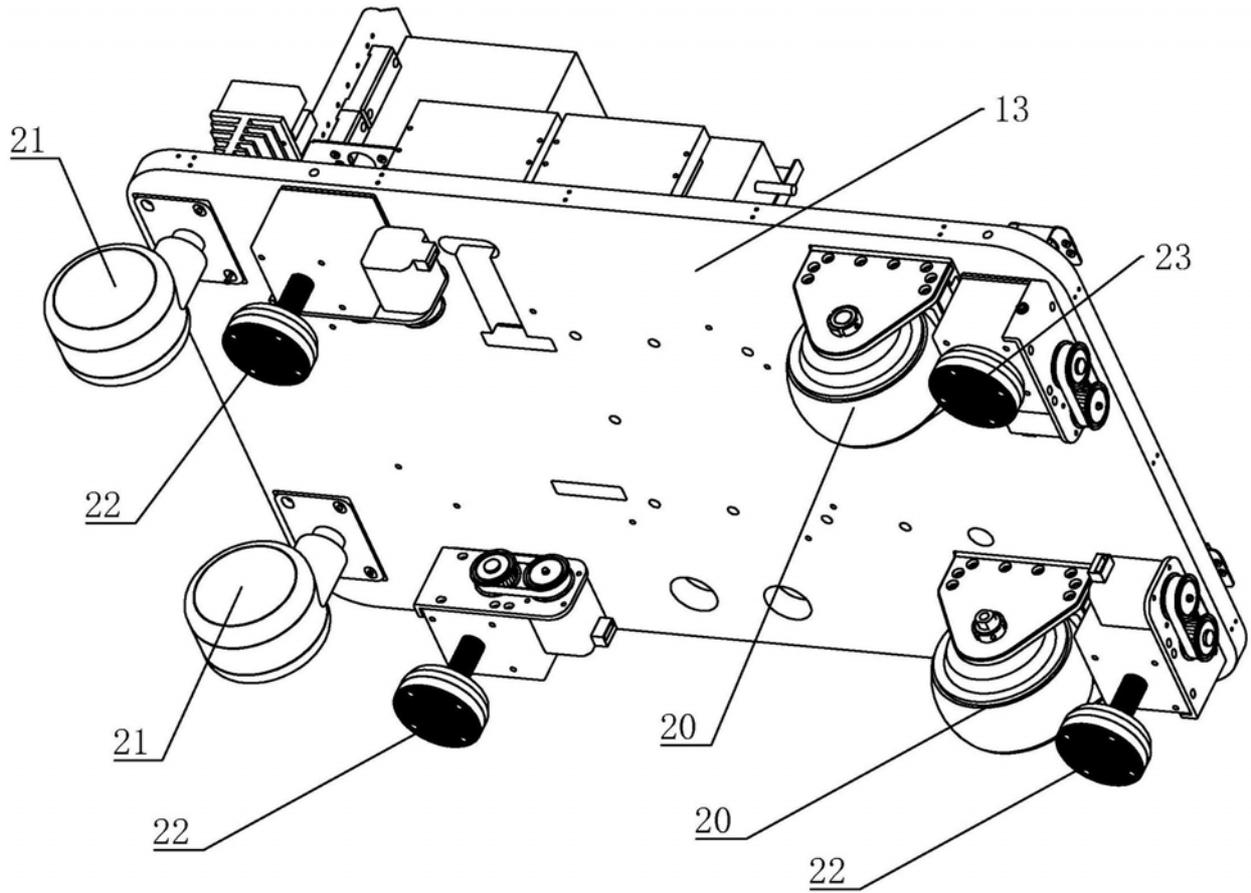


图4

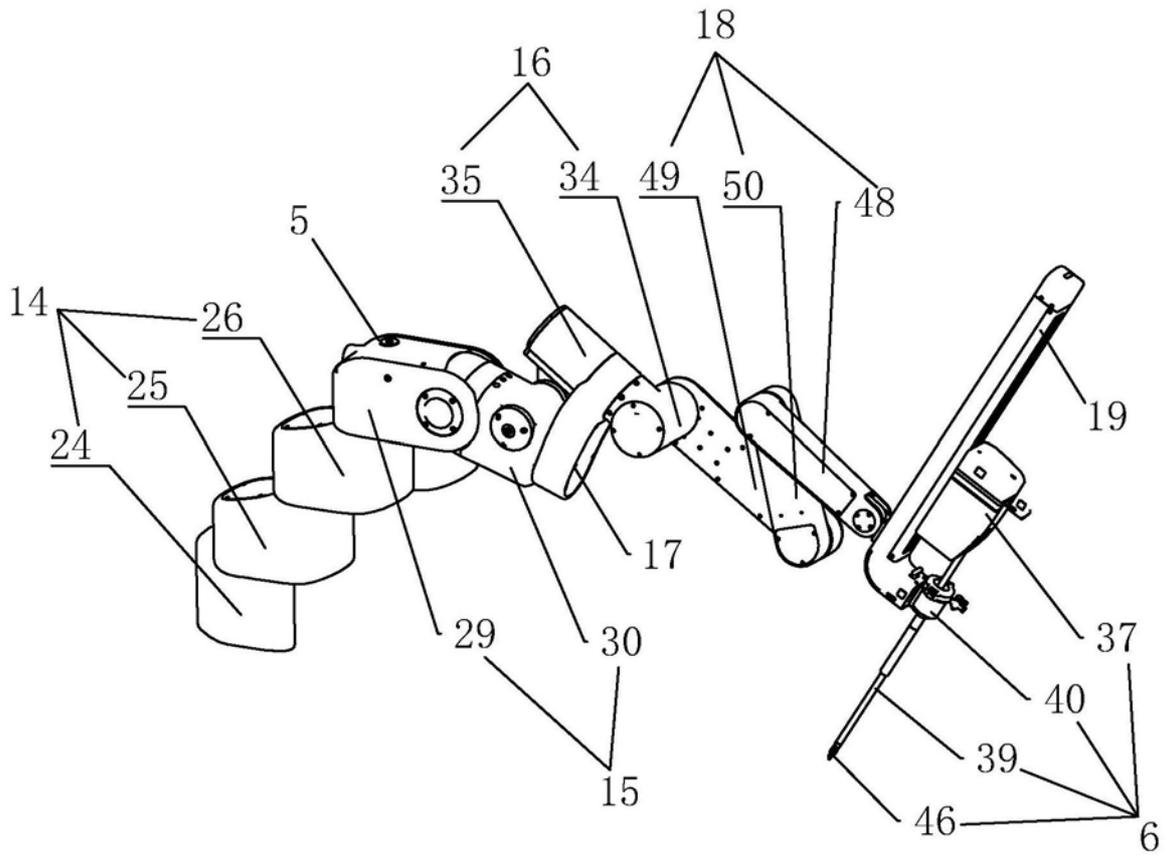


图5

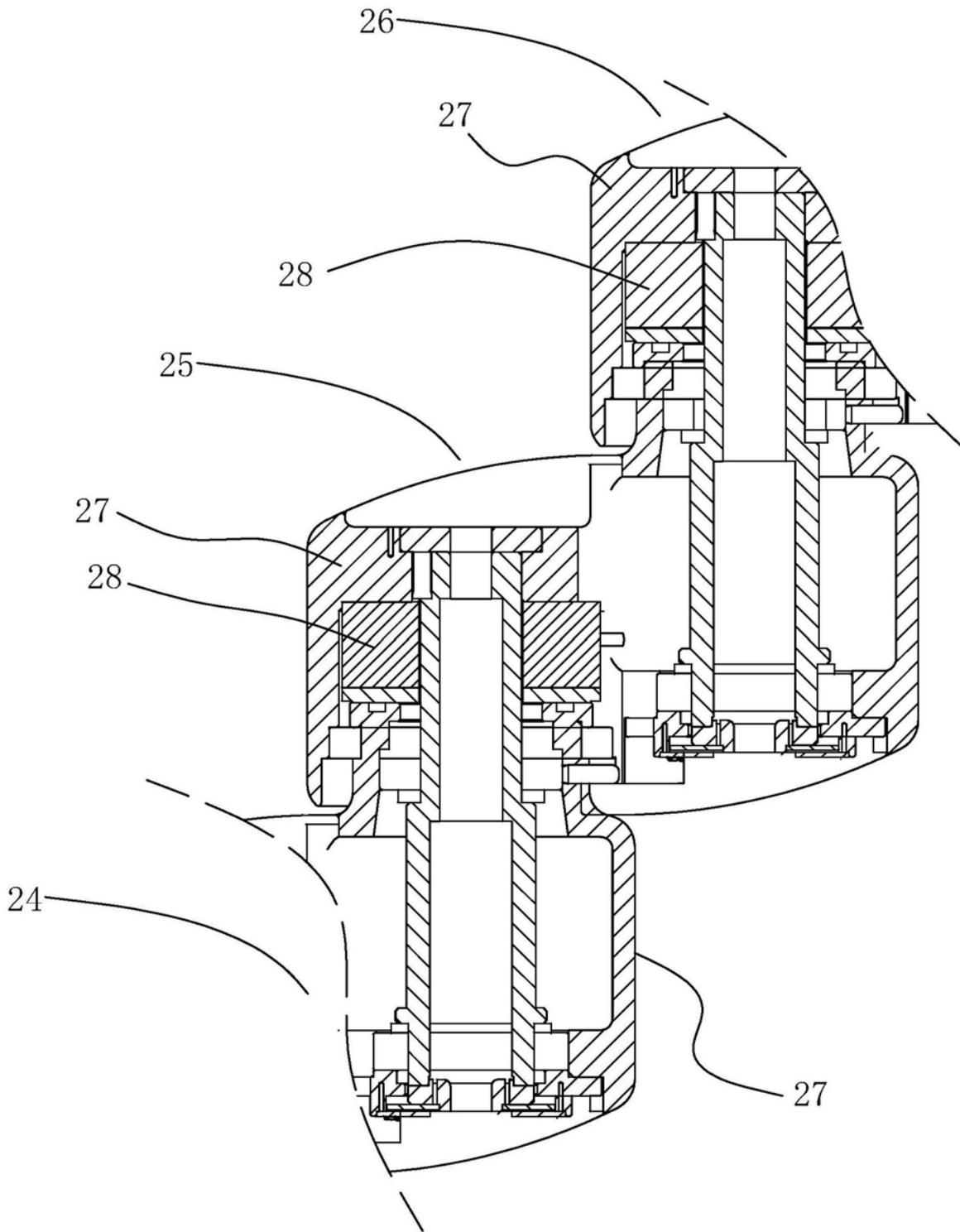


图6

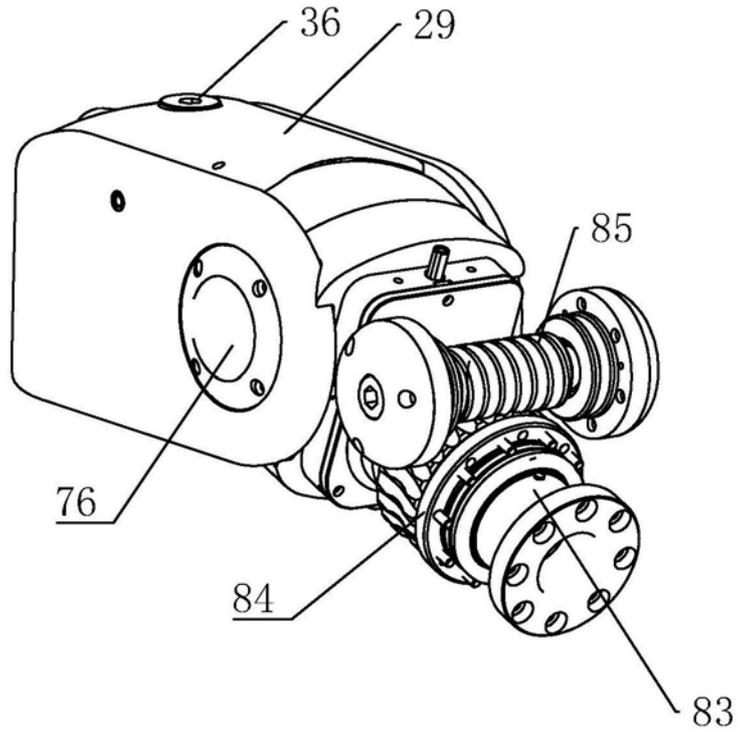


图7

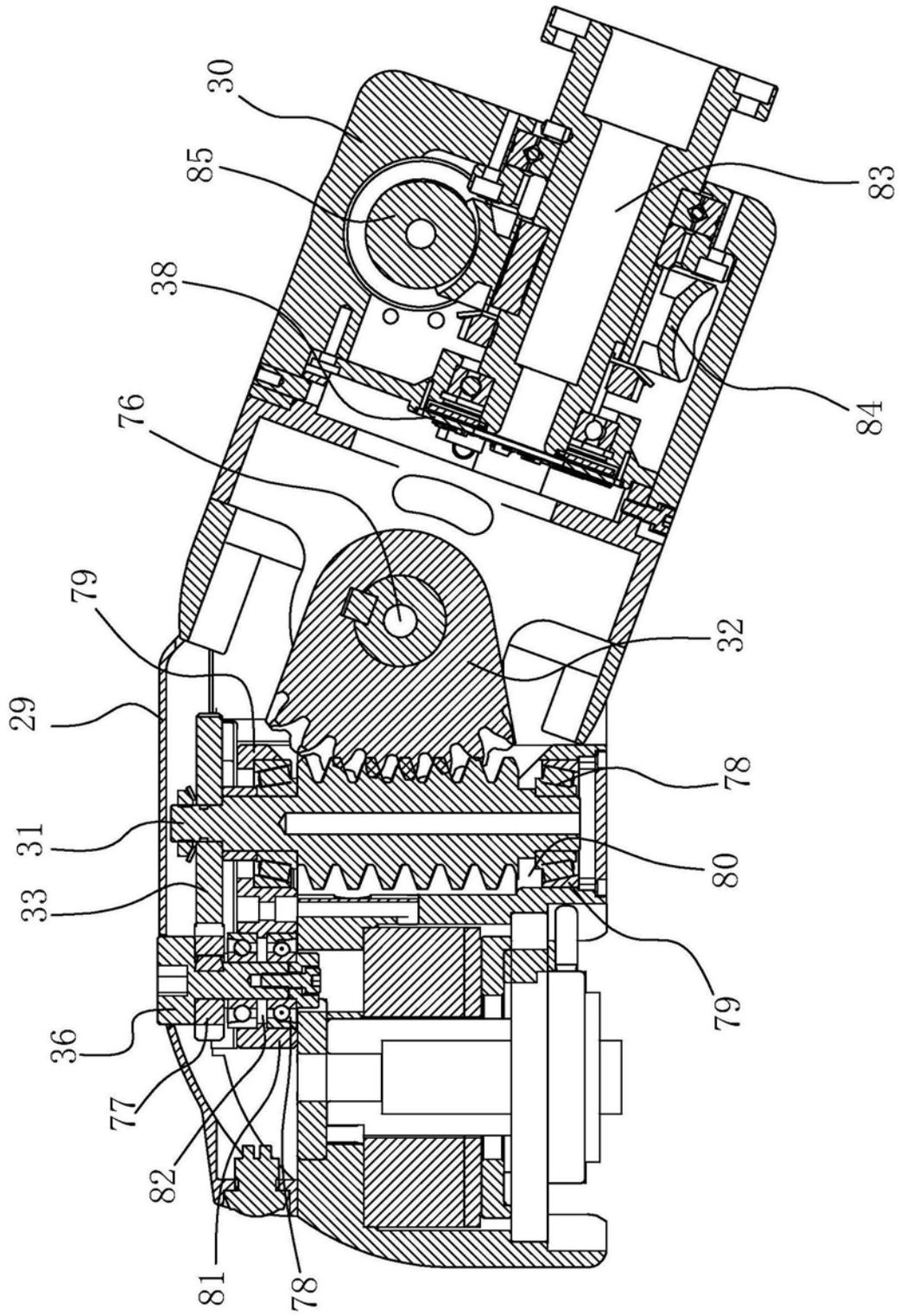


图8

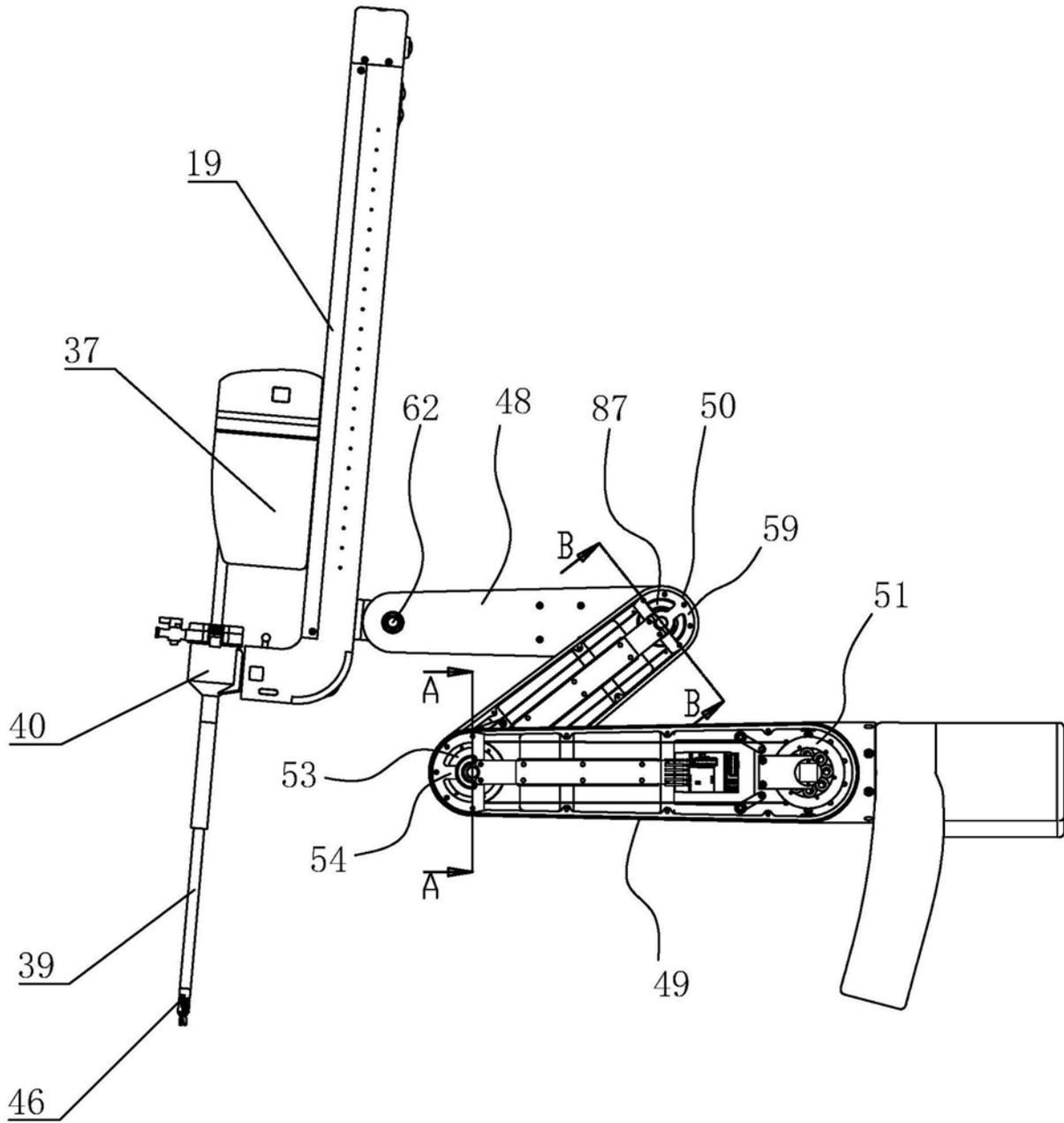


图9

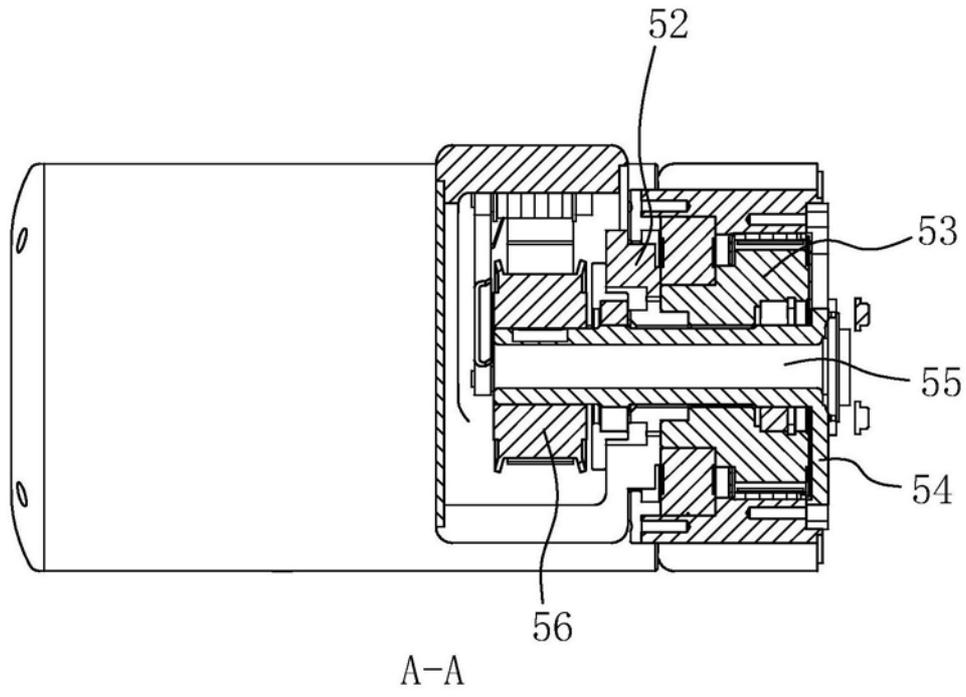


图10A

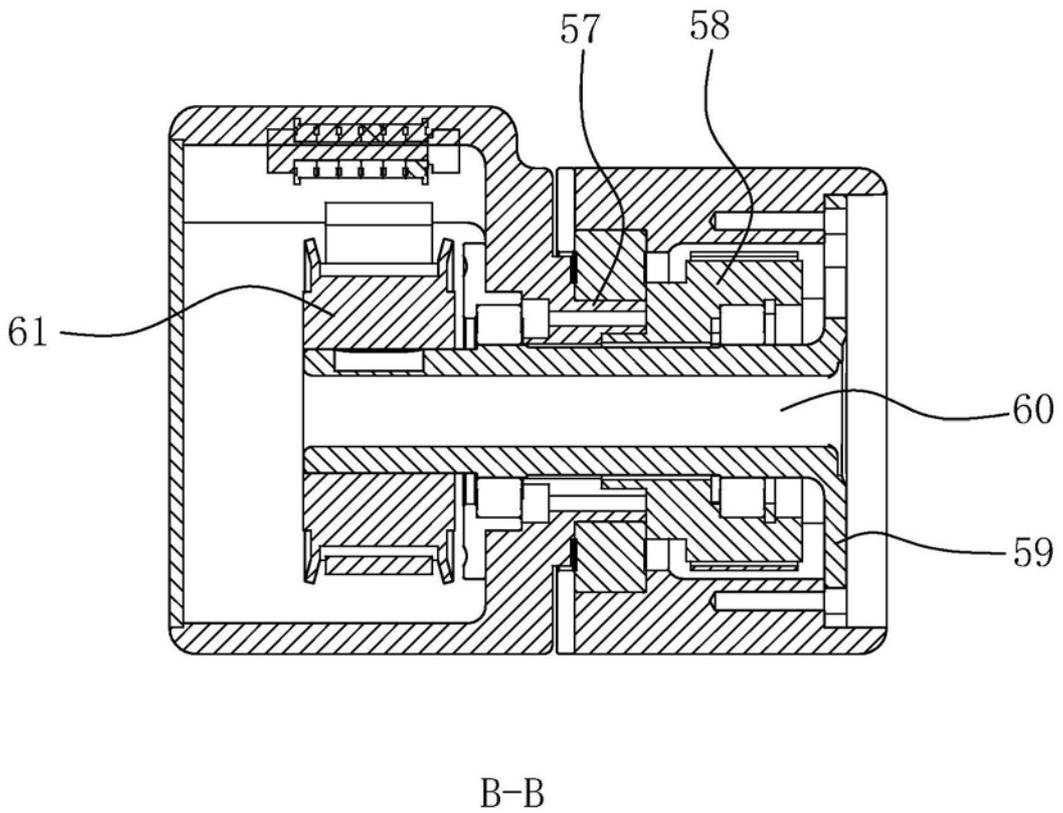


图10B

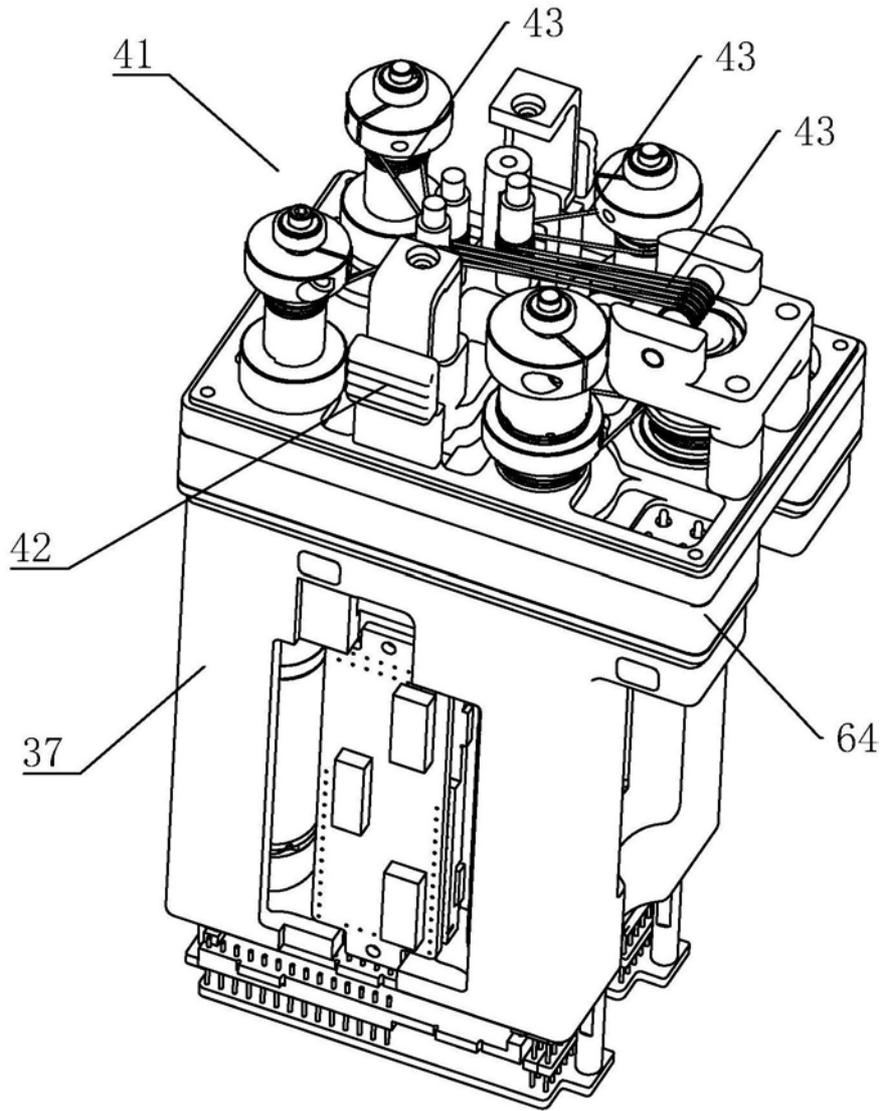


图11

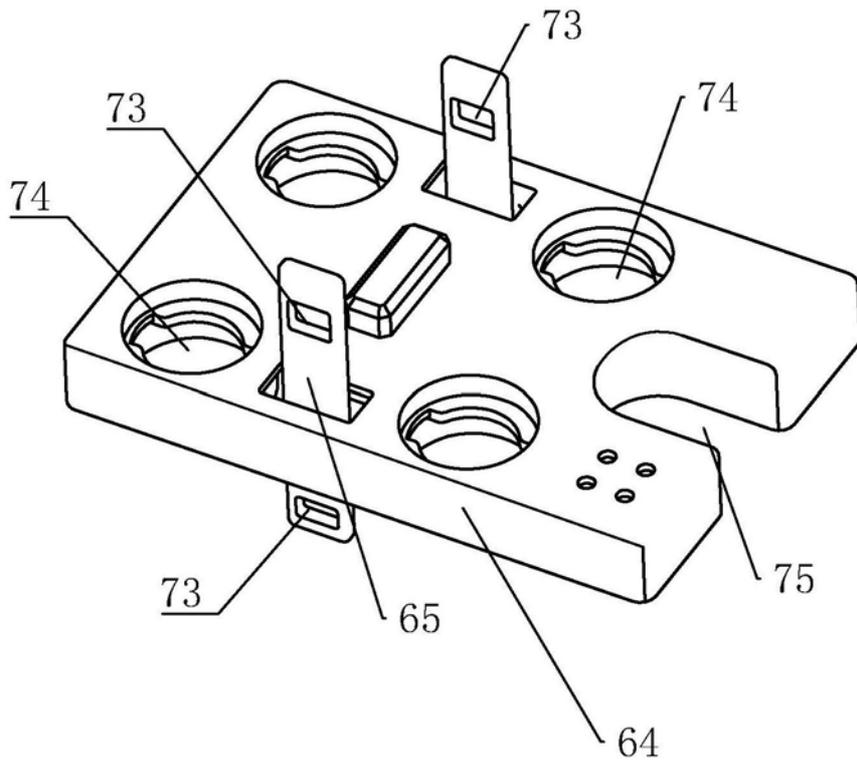


图12

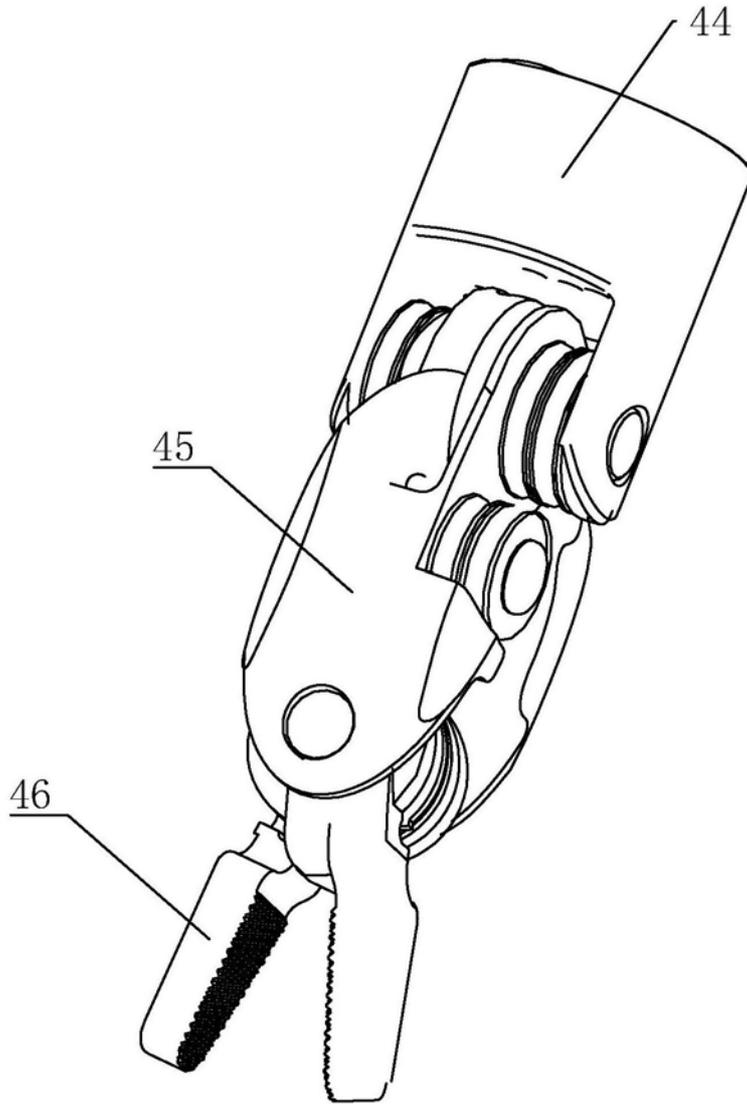


图13

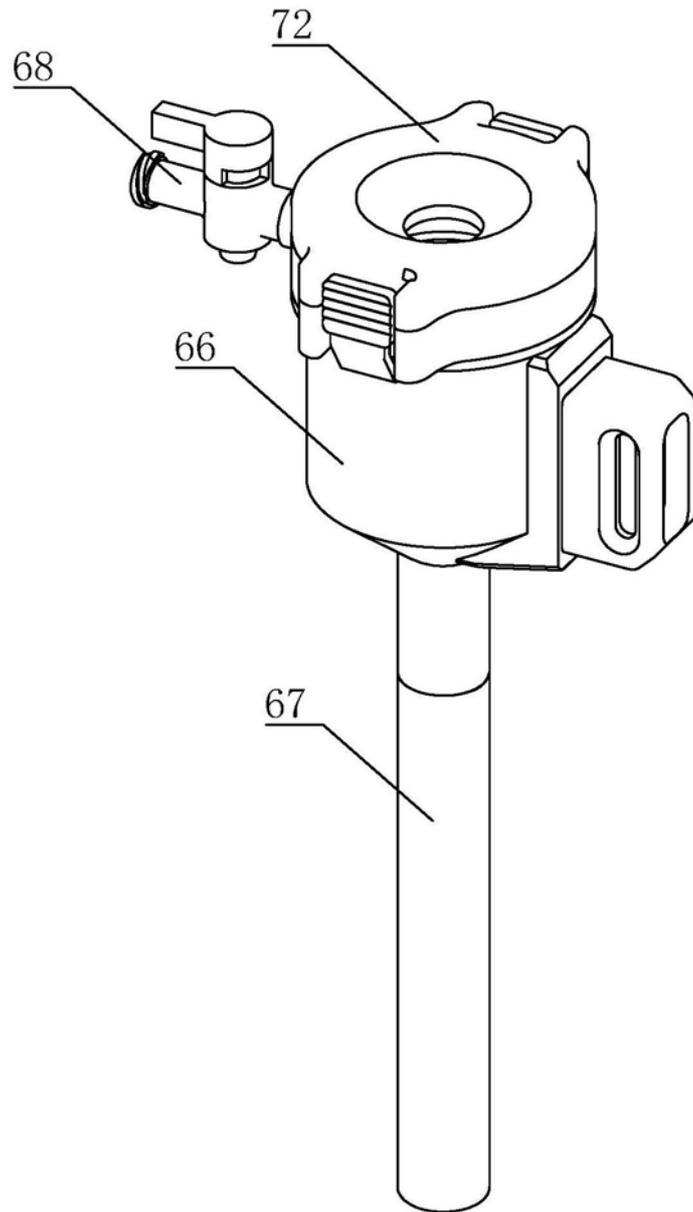


图14

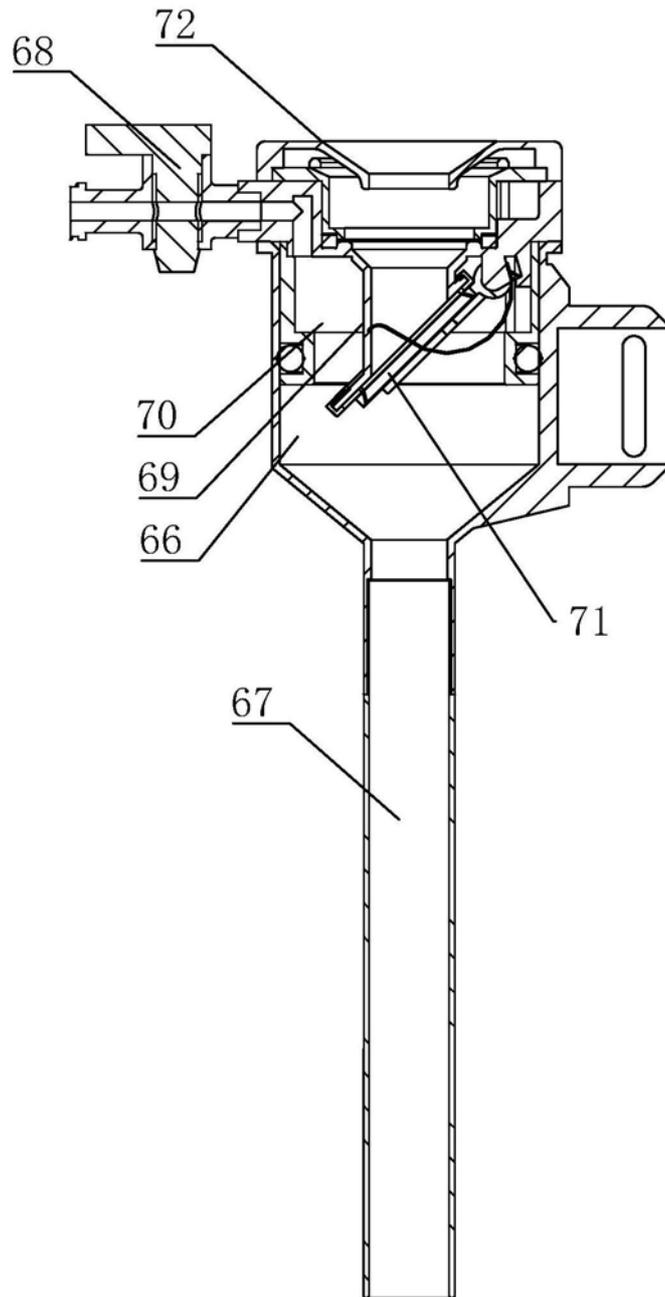


图15

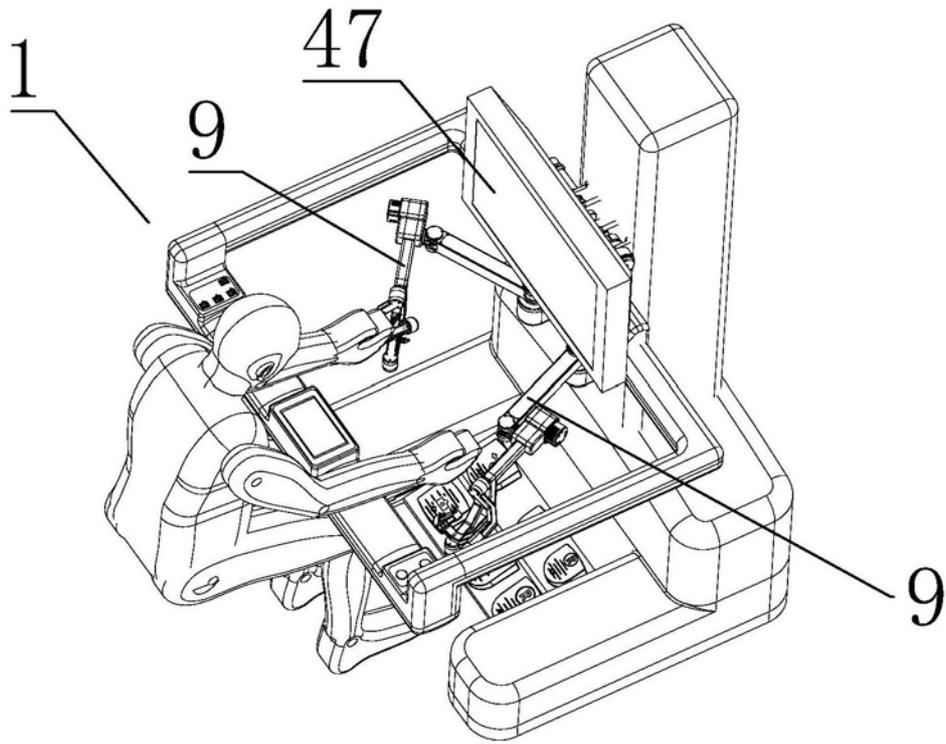


图16

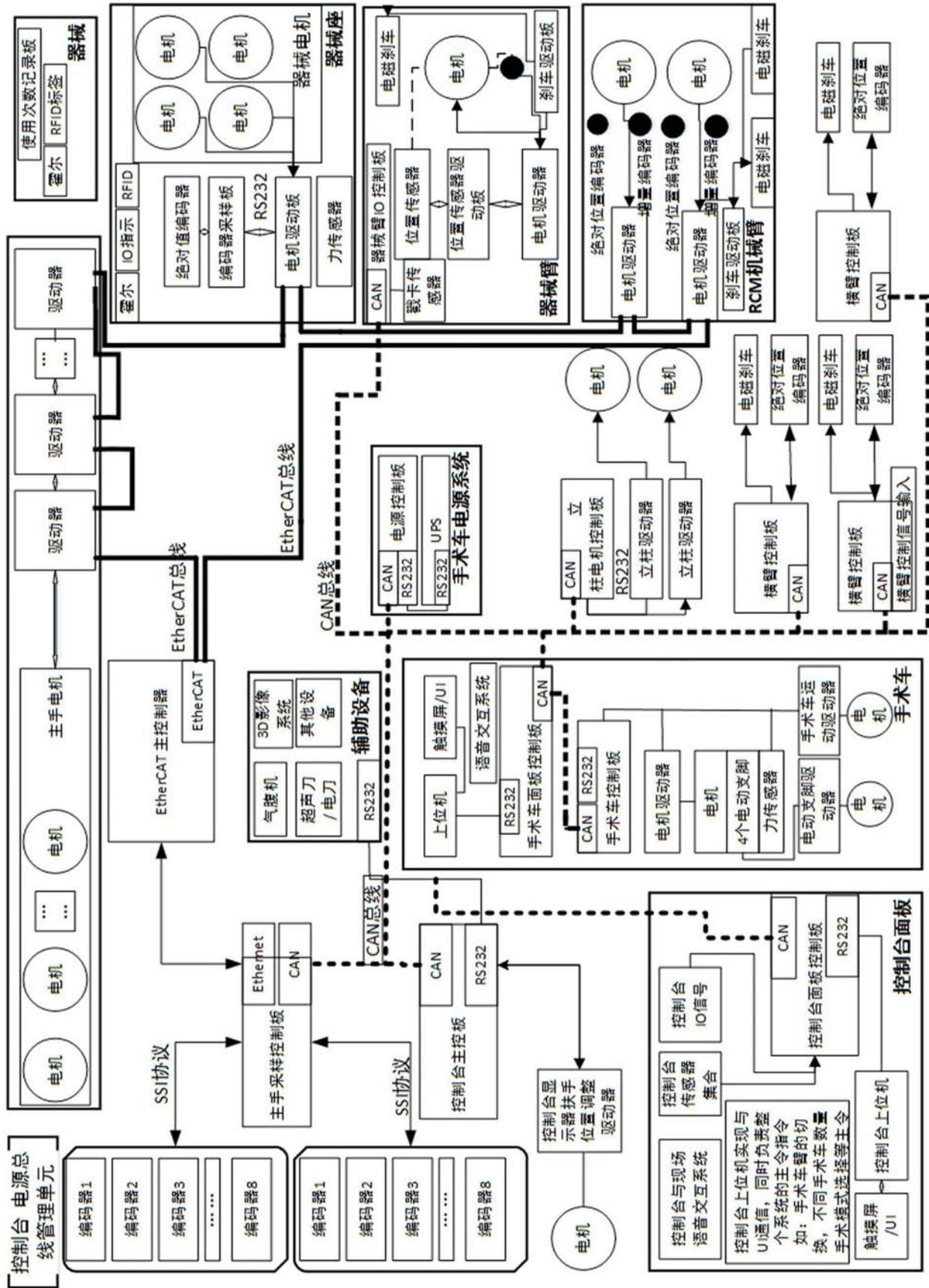


图17

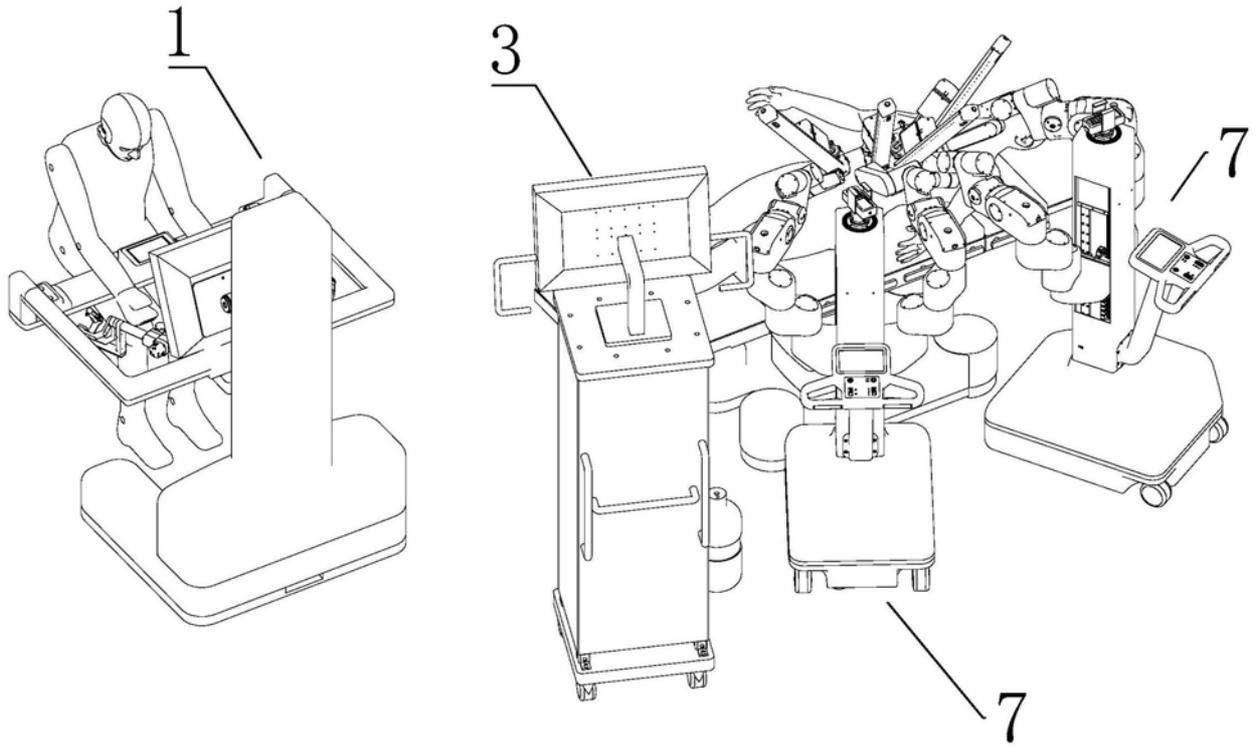


图18

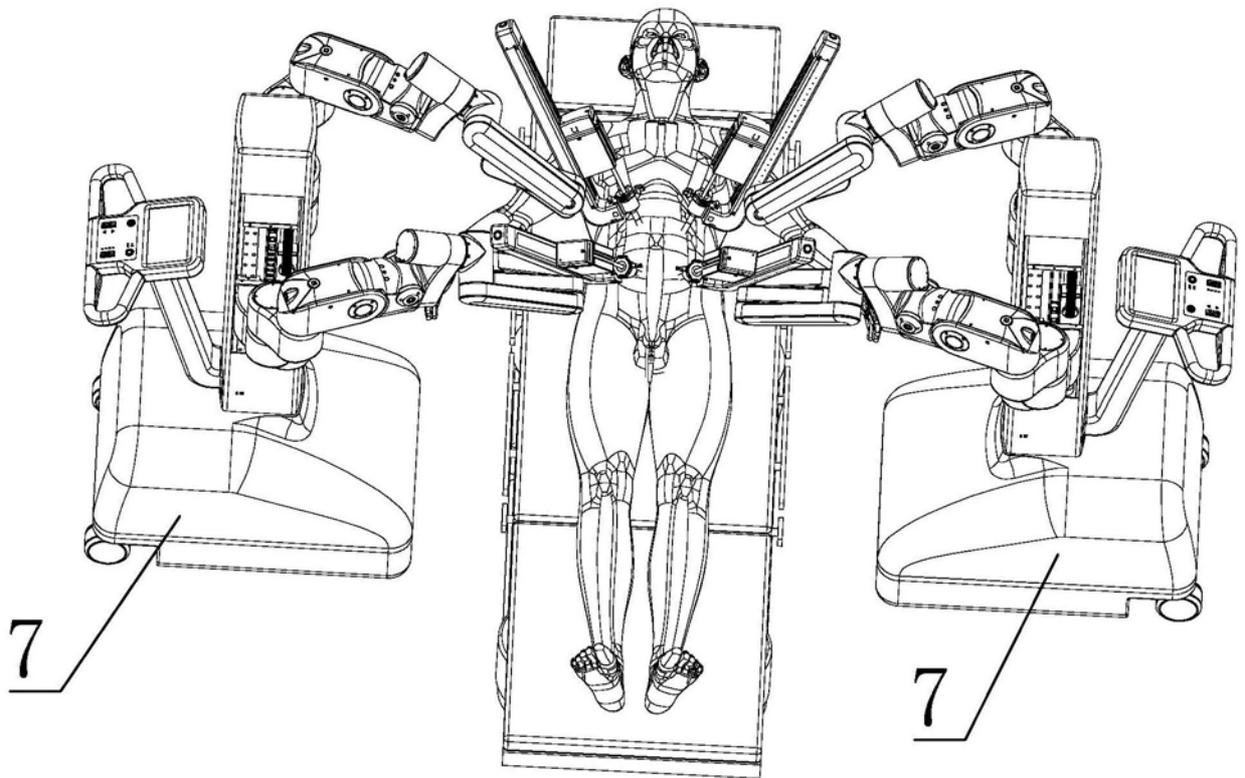


图19

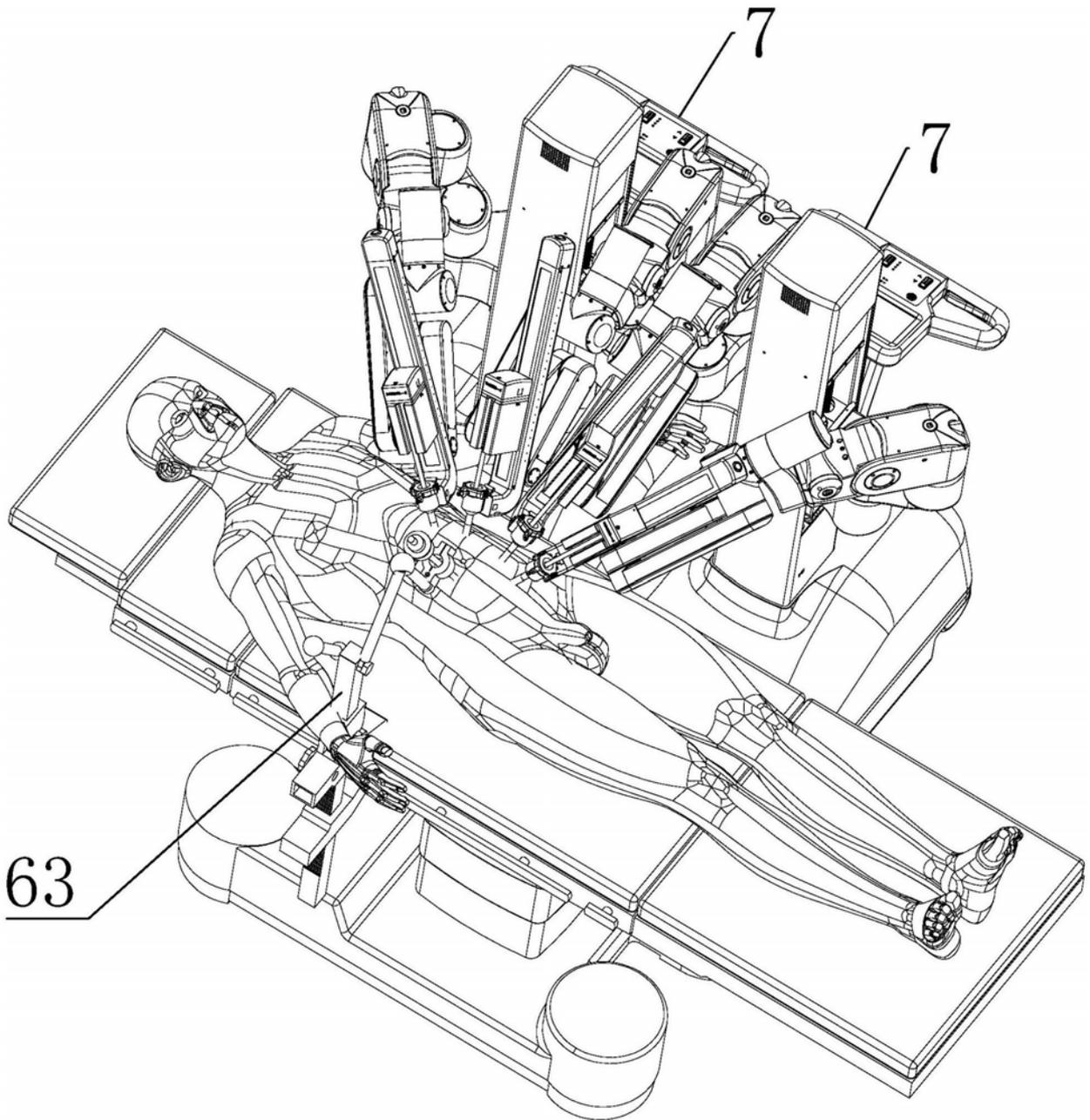


图20

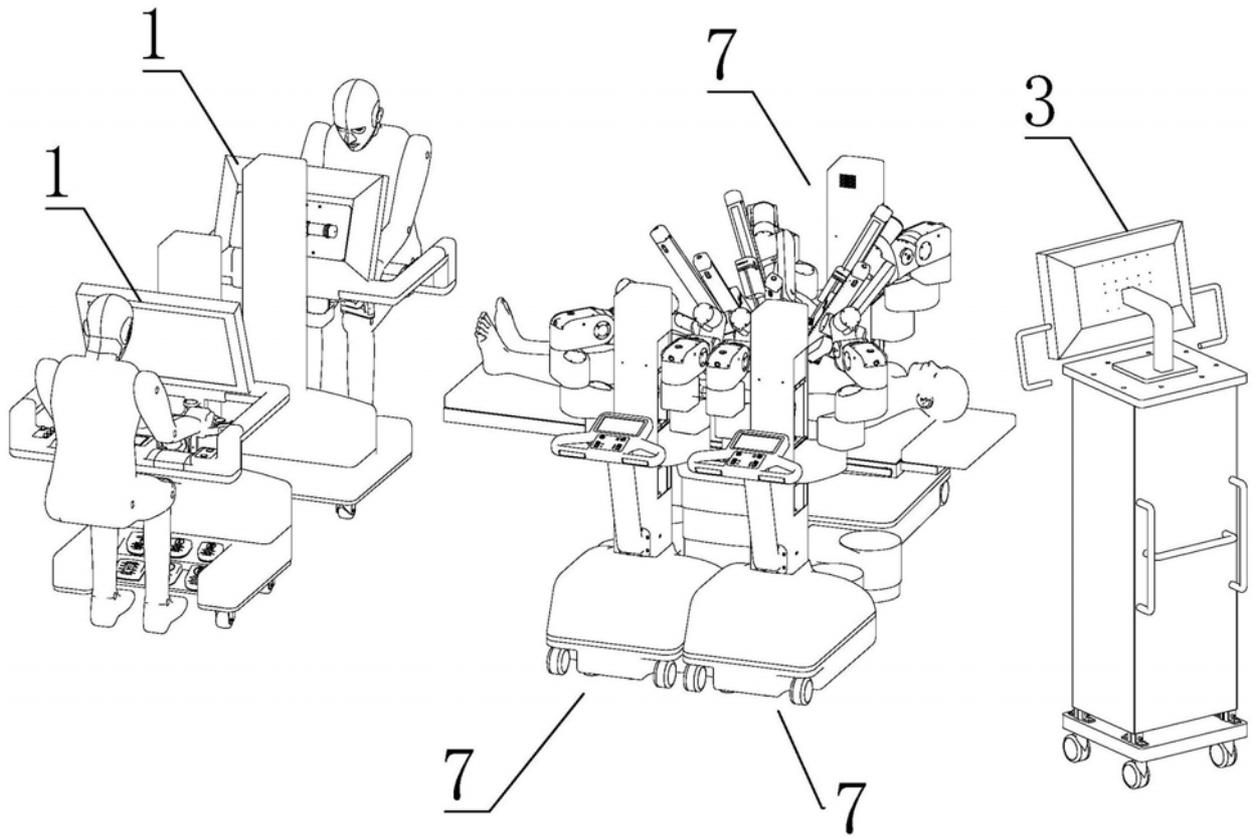


图21

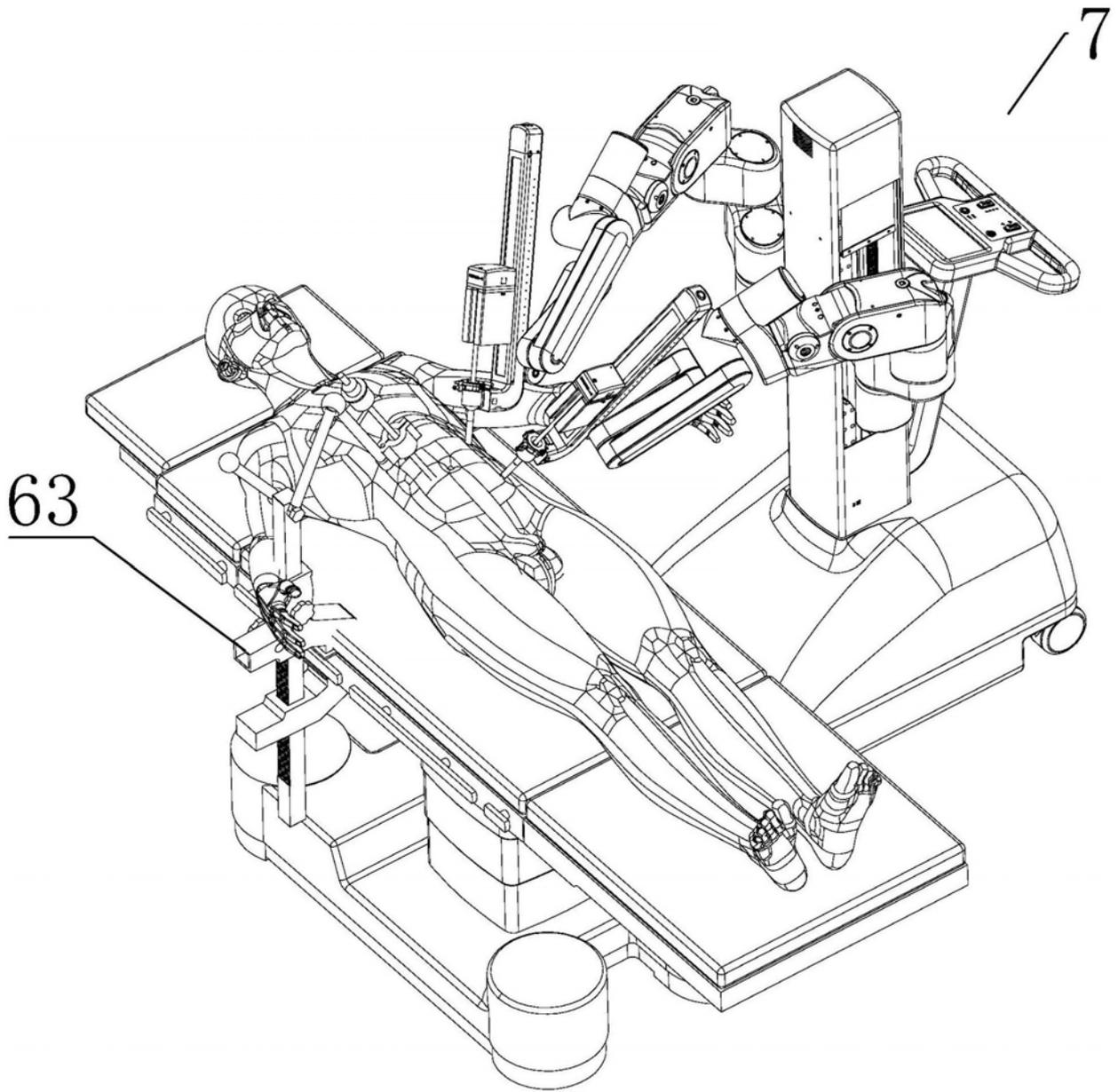


图22

| | | | |
|---------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 用于胸腹腔微创手术的主从式机器人系统及配置方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN111374777A | 公开(公告)日 | 2020-07-07 |
| 申请号 | CN201811644732.9 | 申请日 | 2018-12-29 |
| [标]发明人 | 李欣生 吴庆军 何俊峰 唐玉豪 陈涛 何跃春 张应洪 杨辉 刘志勇 上官希坤 | | |
| 发明人 | 李欣生 吴庆军 何俊峰 唐玉豪 陈涛 何跃春 张应洪 杨辉 刘志勇 上官希坤 | | |
| IPC分类号 | A61B34/37 A61B17/00 | | |
| 外部链接 | SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种胸腹腔微创手术机器人系统，包括双臂手术车、主操作台和仪器车。手术车上通过立柱安装有2个全新的从臂，手术臂可沿立柱上下移动。医生操作台上有2个主操作手以及内窥镜显示装置。手术车可以键控或遥控移动，包括前进、后退、转弯及原地零半径转弯，也可人工推拉移动。在位置确定后，手术车自动完成驻车锁定。手术臂的组成包括：预调整部分、补偿调整部分、定心运动部分和手术器械(或内窥镜)。预调整机构紧凑灵活，可方便快速地对手术器械的定心点进行预定位。冗余补偿调整机构在手术过程中对受控手术空间的分布位置进行修正调整，以方便主刀医生的操作从而减少疲劳和达至最佳手术效果。系统在手术室的配置可以有多种组合。

