



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115024826 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 08

(21) 申请号 202210957985.1

(22) 申请日 2022.08.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115024826 A

(43) 申请公布日 2022.09.09

(73) 专利权人 科弛医疗科技(北京)有限公司
地址 100095 北京市海淀区西北旺东路10
号院东区5号楼6层C6-3-1

(72) 发明人 史文勇

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 杨葆华 王晓燕

(51) Int. Cl.

A61B 34/35 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 111973280 A, 2020.11.24

CN 111345894 A, 2020.06.30

CN 108524001 A, 2018.09.14

CN 109171974 A, 2019.01.11

EP 3025666 A1, 2016.06.01

审查员 戴素桓

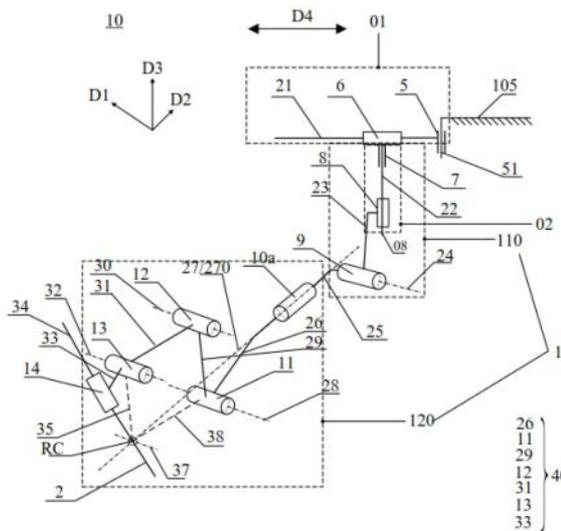
权利要求书4页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

机械臂结构的控制方法以及手术机器人的控制方法

(57) 摘要

一种机械臂结构的控制方法和手术机器人的控制方法,机械臂结构的控制方法包括:通过机械臂结构的上部驱动机械臂结构的下部在三维空间移动,且在平行于地面的水平面内以及垂直于水平面的方向上分别独立调节下部的的位置;以及通过第一位置调节机构与上部相配合以驱动整个机械臂在三维空间内移动,且在水平面内以及垂直于水平面的方向上分别独立调节整个机械臂的位置,其中,第一位置调节机构与上部相配合以在下部和整个机械臂移动的过程中,保持工作点的位置不变。



1. 一种机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述机械臂结构(10)包括机械臂(1)和与所述机械臂(1)连接的第一位置调节机构(01);所述机械臂(1)包括下部和上部;所述下部(120)包括彼此相对的连接端和工作端,所述工作端配置为可连接用于对组织进行手术操作的手术器械(2),工作点(RC)位于所述手术器械(2)上;所述上部(110)包括与所述第一位置调节机构(01)连接的上端和与所述下部(120)的连接端连接的下端;

所述机械臂结构(10)的控制方法包括:

通过所述上部(110)驱动所述下部(120)在三维空间移动,且在平行于地面的水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节所述下部(120)的位置;以及

通过所述第一位置调节机构(01)与所述上部(110)相配合以驱动整个所述机械臂(1)在三维空间内移动,且在所述水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节整个所述机械臂(1)的位置,其中,

所述第一位置调节机构(01)与所述上部(110)相配合以在所述下部(120)和整个所述机械臂(1)移动的过程中,保持所述工作点(RC)的位置不变;

所述上部(110)的下端包括第一关节(9),所述第一关节(9)具有沿第一方向(D1)延伸的第一转轴(24);所述上部(110)的上端包括第二位置调节机构(02),所述第二位置调节机构(02)与所述第一位置调节机构(01)和所述第一关节(9)连接;

所述机械臂结构(10)的控制方法包括:

驱动所述第一关节(9)绕第一转轴(24)旋转而驱动所述下部(120)移动;以及

通过控制所述第二位置调节机构(02)的运动与所述第一位置调节机构(01)的运动相配合以驱动所述第一关节(9)平移以驱动所述下部(120)移动,其中,所述第二位置调节机构(02)与所述第一位置调节机构(01)相配合以控制在所述下部(120)和整个所述机械臂(1)移动的过程中,保持所述工作点(RC)到所述第一转轴(24)的距离恒定,且所述第一关节(9)在以所述工作点(RC)为球心的球面上移动以驱动所述下部(120)在三维空间移动。

2. 根据权利要求1所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第一转轴(24)的垂线经过所述工作点(RC),控制所述第一关节(9)绕所述第一转轴(24)旋转以驱动所述下部(120)摆动,所述下部(120)的摆动方向与所述第一关节(9)的第一转轴(24)的所述垂线垂直。

3. 根据权利要求1或2所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述下部(120)的连接端包括第二关节(10a),所述第二关节(10a)经第一传动部件(25)与所述第一关节(9)连接,经传动机构(40)可与所述手术器械(2)连接,且具有沿第二方向(D2)延伸的第二转轴(27);

所述控制方法包括:

控制所述第二关节(10a)绕所述第二转轴(27)旋转以驱动所述手术器械(2)在垂直于所述第二转轴(27)的方向上摆动,其中,所述第二转轴(27)在所述水平面上的正投影所在的直线与所述第一转轴(24)在所述水平面上的正投影所在的直线相交,所述工作点(RC)位于所述第二转轴(27)所在的直线上。

4. 根据权利要求3所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第一转轴(24)的延伸方向与所述第二转轴(27)的延伸方向相交或不相交;并且,

所述第一转轴(24)的延伸方向与所述第二转轴(27)的延伸方向垂直或不垂直。

5. 根据权利要求3所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第二位置调节机构(02)包括:第三关节(8)和第四关节(7);所述第三关节(8)与所述第一关节(9)连接,具有第三转轴(08);所述第四关节(7)与所述第三关节(8)连接且位于所述第三关节(8)远离所述第一关节(9)的一侧,具有沿垂直于地面的第三方向(D3)延伸的第一轴线,所述第三方向(D3)与所述第一方向(D1)和所述第二方向(D2)均相交;

所述控制方法包括:

驱动所述第三关节(8)绕所述第三转轴(08)旋转以驱动所述第一关节(9)和所述下部(120)沿所述第三转轴(08)旋转;以及

驱动所述第四关节(7)沿所述第一轴线做直线运动以驱动所述第三关节(8)、所述第一关节(9)和所述下部(120)在所述第三方向(D3)上移动。

6. 根据权利要求3所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第二位置调节机构(02)包括第五关节(80)和第六关节(70);所述第五关节(80)与所述第一关节(9)连接,具有沿垂直于地面的第三方向(D3)延伸的第二轴线,所述第三方向(D3)与所述第一方向(D1)和所述第二方向(D2)均相交;所述第六关节(70)与所述第五关节(80)连接且位于所述第五关节(80)远离所述第一关节(9)的一侧,具有第四转轴;

所述机械臂结构(10)的控制方法包括:

驱动所述第五关节(80)沿所述第二轴线做直线运动以驱动所述第一关节(9)和所述下部(120)在所述第三方向(D3)上移动;以及

驱动所述第六关节(70)绕所述第四转轴旋转以驱动所述第五关节(80)、所述第一关节(9)和所述下部(120)沿所述第四转轴旋转。

7. 根据权利要求5所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第一位置调节机构(01)包括第七关节(6),所述第七关节(6)与所述机械臂(1)的上部(110)的上端连接;

所述机械臂结构(10)的控制方法包括:

驱动所述第七关节(6)沿第四方向(D4)移动以驱动所述机械臂(1)沿所述第四方向(D4)移动,其中,所述第四方向(D4)与所述第三方向(D3)垂直。

8. 根据权利要求7所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第一位置调节机构(01)还包括第八关节(5),所述第八关节(5)与所述第七关节(6)连接,通过所述第七关节(6)与所述下部(120)连接,且具有第五转轴(51);

所述机械臂结构(10)的控制方法包括:

驱动所述第八关节(5)围绕所述第五转轴(51)旋转以驱动所述第七关节(6)和所述机械臂(1)围绕所述第五转轴(51)旋转,其中,所述第五转轴(51)的延伸方向与所述第四方向(D4)垂直。

9. 根据权利要求3所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述下部(120)还包括:第九关节(11)、第十关节(12)和第十一关节(13);所述第九关节(11)经第一连杆(26)与所述第二关节(10a)连接,且具有第一平行轴(28);所述第十关节(12)经第二连杆(29)与所述第九关节(11)连接,且具有第二平行轴(30);所述第十一关节(13)经第三连杆(31)与所述第十关节(12)连接,且具有第三平行轴(32),所述第十一关节(13)通过第四连杆(33)与所述手术器械(2)连接;

在驱动所述机械臂(1)的移动过程中,所述第一平行轴(28)、所述第二平行轴(30)和所

述第三平行轴(32)彼此平行,所述第九关节(11)的中心、所述第十关节(12)的中心、所述第十一关节(13)的中心与所述工作点(RC)分别构成平行四边形的四个顶点,所述第二连杆(29)、所述第三连杆(31)、所述第十一关节(13)的中心与所述工作点(RC)的第一连线(35)、以及所述第九关节(11)的中心与所述工作点(RC)的第二连线(38)分别作为所述平行四边形的四条边;

所述第二转轴(27)为第一摆动轴(270),所述机械臂结构(10)的控制方法还包括:

驱动所述第九关节(11)、所述第十关节(12)、所述第十一关节(13)、所述第二连杆(29)和所述第三连杆(31)运动以驱动所述手术器械(2)绕与所述第一摆动轴(270)相交于所述工作点(RC)的第二摆动轴(37)摆动。

10. 根据权利要求9所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第二摆动轴(37)垂直于所述第一摆动轴(270)。

11. 根据权利要求9所述的机械臂结构(10)的控制方法,其特征在于,所述第一连杆(26)与所述平行四边形的四条边位于同一工作面(A),所述工作面(A)与所述第二摆动轴(37)垂直。

12. 一种手术机器人(1000)的控制方法,其特征在于,所述手术机器人(1000)包括多个权利要求1-11任一所述的机械臂结构(10)的控制方法中的机械臂结构(10),多个所述机械臂结构(10)中至少一个工作机械臂为工作机械臂,所述工作机械臂的工作端连接所述手术器械;

所述手术机器人(1000)的控制方法包括:

驱动至少一个所述机械臂结构(10)运动以防止所述工作机械臂与其他所述机械臂结构(10)彼此碰撞,且保持所述工作机械臂的工作点(RC)的位置不变。

13. 根据权利要求12所述的手术机器人(1000)的控制方法,其特征在于,所述手术机器人(1000)还包括悬挂机构(103),所述悬挂机构(103)包括固定盘(105),多个所述机械臂结构(10)的每个的第一位置调节机构(01)与所述固定盘(105)连接,且围绕所述固定盘(105)的边缘排列;

所述手术机器人(1000)的控制方法包括:

驱动所述固定盘(105)旋转以驱动多个所述机械臂结构(10)旋转。

14. 根据权利要求12所述的手术机器人(1000)的控制方法,其特征在于,所述手术机器人(1000)还包括控制系统,在所述上部(110)的下端包括第一关节(9),所述第一关节(9)具有沿第一方向(D1)延伸的第一转轴(24);所述上部(110)的上端包括第二位置调节机构(02),所述第二位置调节机构(02)与所述第一位置调节机构(01)和所述第一关节(9)连接,所述控制方法包括:驱动所述第一关节(9)绕第一转轴(24)旋转而驱动所述下部(120)移动,以及通过控制所述第二位置调节机构(02)的运动与所述第一位置调节机构(01)的运动相配合以驱动所述第一关节(9)平移以驱动所述下部(120)移动,其中,所述第二位置调节机构(02)与所述第一位置调节机构(01)相配合以控制在所述下部(120)和整个所述机械臂(1)移动的过程中,保持所述工作点(RC)到所述第一转轴(24)的距离恒定的情况下,

所述控制系与所述第一位置调节机构(01)和所述第二位置调节机构(02)信号连接;所述手术机器人(1000)的控制方法包括:

通过所述控制系统对所述第一关节(9)的坐标进行计算;以及

根据所述控制系统的计算结果驱动所述第一位置调节机构(01)和所述第二位置调节机构(02)调节所述第一关节(9)的位置,以使所述第一关节(9)在以所述工作点(RC)为球心的球面上移动,且保持所述工作点(RC)的位置固定不变。

机械臂结构的控制方法以及手术机器人的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机械臂结构的控制方法以及手术机器人的控制方法。

背景技术

[0002] 目前的腔镜手术可以通过人工操作手术机器人完成,医生通过监视器与微操作平台远程控制机器人的机械手动完成手术。通过手术机器人完成的手术患者创伤小,术后愈合快,同时由于与病患无直接身体接触,避免了医护在手术过程中被感染的风险。

[0003] 在内窥镜手术机器人使用中,通常需要采用手术机器人的多条机械臂同时操作,例如多条机械臂的工作端分别连接内窥镜、手术刀、止血钳手术器械,利用这些手术器械互相协作来完成手术。

发明内容

[0004] 本发明提供一种机械臂结构的控制方法,所述机械臂结构包括机械臂和与所述机械臂连接的第一位置调节机构;所述机械臂包括下部和上部;所述下部包括彼此相对的连接端和工作端,所述工作端配置为可连接用于对组织进行手术操作的手术器械,工作点位于所述手术器械上;所述上部包括与所述第一位置调节机构连接的上端和与所述下部的连接端连接的下端;所述机械臂结构的控制方法包括:通过所述上部驱动所述下部在三维空间移动,且在平行于地面的水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节所述下部的位置;以及通过所述第一位置调节机构与所述上部相配合以驱动整个所述机械臂在三维空间内移动,且在所述水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节整个所述机械臂的位置,其中,所述第一位置调节机构与所述上部相配合以在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,保持所述工作点的位置不变。

[0005] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述机械臂结构的上部的下端包括第一关节,所述第一关节具有沿第一方向延伸的第一转轴;所述上部的上端包括第二位置调节机构,所述第二位置调节机构与所述第一位置调节机构和所述第一关节连接;所述机械臂结构的控制方法包括:驱动所述第一关节绕第一转轴旋转而驱动所述下部移动;以及通过控制所述第二位置调节机构的运动与所述第一位置调节机构的运动相配合以驱动所述第一关节平移以驱动所述下部移动,其中,所述第二位置调节机构与所述第一位置调节机构相配合以控制在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,保持所述工作点到所述第一转轴的距离恒定。

[0006] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,通过控制所述第二位置调节机构的运动与所述第一位置调节机构的运动相配合以控制在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,所述第一关节在以所述工作点为球心的球面上移动以驱动所述下部在三维空间移动。

[0007] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第一转轴的垂线经过所述工作点,控制所述第一关节绕所述第一转轴旋转以驱动所述下部摆动,所述下部的摆动方

向与所述第一关节的第一转轴的所述垂线垂直。

[0008] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述下部的连接端包括第二关节,所述第二关节经第一传动部件与所述第一关节连接,经传动机构可与所述手术器械连接,且具有沿第二方向延伸的第二转轴;所述控制方法包括:控制所述第二关节绕所述第二转轴旋转以驱动所述手术器械在垂直于所述第二转轴的方向上摆动,其中,所述第二转轴在所述水平面上的正投影所在的直线与所述第一转轴在所述水平面上的正投影所在的直线相交,所述工作点位于所述第二转轴所在的直线上。

[0009] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第一转轴的延伸方向与所述第二转轴的延伸方向相交或不相交;并且,所述第一转轴的延伸方向与所述第二转轴的延伸方向垂直或不垂直。

[0010] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第二位置调节机构包括:第三关节和第四关节;所述第三关节与所述第一关节连接,具有第三转轴;所述第四关节与所述第三关节连接且位于所述第三关节远离所述第一关节的一侧,具有沿垂直于地面的第三方向延伸的第一轴线,所述第三方向与所述第一方向和所述第二方向均相交;所述控制方法包括:驱动所述第三关节绕所述第三转轴旋转以驱动所述第一关节和所述下部沿所述第三转轴旋转;以及驱动所述第四关节沿所述第一轴线做直线运动以驱动所述第三关节、所述第一关节和所述下部在所述第三方向上移动。

[0011] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第二位置调节机构包括第五关节和第六关节;所述第五关节与所述第一关节连接,具有沿垂直于地面的第三方向延伸的第二轴线,所述第三方向与所述第一方向和所述第二方向均相交;所述第六关节与所述第五关节连接且位于所述第五关节远离所述第一关节的一侧,具有第四转轴;所述机械臂结构的控制方法包括:驱动所述第五关节沿所述第二轴线做直线运动以驱动所述第一关节和所述下部在所述第三方向上移动;以及驱动所述第六关节绕所述第四转轴旋转以驱动所述第五关节、所述第一关节和所述下部沿所述第四转轴旋转。

[0012] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第一位置调节机构包括第七关节,所述第七关节与所述机械臂的上部的上端连接;所述机械臂结构的控制方法包括:驱动所述第七关节沿第四方向移动以驱动所述机械臂沿所述第四方向移动,其中,所述第四方向与所述第三方向垂直。

[0013] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第一位置调节机构还包括第八关节,所述第八关节与所述第七关节连接,通过所述第七关节与所述下部连接,且具有第五转轴;所述机械臂结构的控制方法包括:驱动所述第八关节围绕所述第五转轴旋转以驱动所述第七关节和所述机械臂围绕所述第五转轴旋转,其中,所述第五转轴的延伸方向与所述第四方向垂直。

[0014] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述下部还包括:第九关节、第十关节和第十一关节;所述第九关节经第一连杆与所述第二关节连接,且具有第一平行轴;所述第十关节经第二连杆与所述第九关节连接,且具有第二平行轴;所述第十一关节经第三连杆与所述第十关节连接,且具有第三平行轴,所述第十一关节通过第四连杆与所述手术器械连接;在驱动所述机械臂的移动过程中,所述第一平行轴、所述第二平行轴和所述第三平行轴彼此平行,所述第九关节的中心、所述第十关节的中心、所述第十一关节的中心与

所述工作点分别构成平行四边形的四个顶点,所述第二连杆、所述第三连杆、所述第十一关节的中心与所述工作点的第一连线、以及所述第九关节的中心与所述工作点的第二连线分别作为所述平行四边形的四条边;所述第二转轴为第一摆动轴,所述机械臂结构的控制方法还包括:驱动所述第九关节、所述第十关节、所述第十一关节、所述第二连杆和所述第三连杆运动以驱动所述手术器械绕与所述第一摆动轴相交于所述工作点的第二摆动轴摆动。

[0015] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第二摆动轴垂直于所述第一摆动轴。

[0016] 例如,在本发明提供的机械臂结构的控制方法中,所述第一连杆与所述平行四边形的四条边位于同一工作面,所述工作面与所述第二摆动轴垂直。

[0017] 本发明还提供一种手术机器人的控制方法,所述手术机器人包括多个本发明实施例提供的任意一种机械臂结构的控制方法中的机械臂结构,所述多个机械臂结构中至少一个工作机械臂为工作机械臂,所述工作机械臂的工作端连接所述手术器械;所述手术机器人的控制方法包括:驱动至少一个所述机械臂结构运动以防止所述工作机械臂与其他所述机械臂结构彼此碰撞,且保持所述工作机械臂的工作点的位置不变。

[0018] 例如,在本发明提供的手术机器人的控制方法中,所述手术机器人还包括悬挂机构,所述悬挂机构包括固定盘,所述多个机械臂结构的每个的第一位置调节机构与所述固定盘连接,且围绕所述固定盘的边缘排列;所述手术机器人的控制方法包括:驱动所述固定盘旋转以驱动所述多个机械臂结构旋转。

[0019] 例如,在本发明提供的手术机器人的控制方法中,所述手术机器人还包括控制系统,在所述上部的下端包括第一关节,所述第一关节具有沿第一方向延伸的第一转轴;所述上部的上端包括第二位置调节机构,所述第二位置调节机构与所述第一位置调节机构和所述第一关节连接,所述控制方法包括:驱动所述第一关节绕第一转轴旋转而驱动所述下部移动,以及通过控制所述第二位置调节机构的运动与所述第一位置调节机构的运动相配合以驱动所述第一关节平移以驱动所述下部移动,其中,所述第二位置调节机构与所述第一位置调节机构相配合以控制在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,保持所述工作点到所述第一转轴的距离恒定的情况下,所述控制系与所述第一位置调节机构和所述第二位置调节机构信号连接;所述手术机器人的控制方法包括:通过所述控制系统对所述第一关节的坐标进行计算;以及根据所述控制系统的计算结果驱动所述第一位置调节机构和所述第二位置调节机构调节所述第一关节的位置,以使所述第一关节在以所述工作点为球心的球面上移动,且保持所述工作点的位置固定不变。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例,而非对本发明的限制。

[0021] 图1为本公开一实施例提供的一种机械臂结构的结构简图。

[0022] 图2为图1所示的机械臂结构的另一种标注方式的结构简图。

[0023] 图3为图1所示的机械臂结构工作过程中与目标组织的位置关系的示意图。

[0024] 图4为本公开一实施例提供的另一种机械臂结构的结构简图。

[0025] 图5为本公开一实施例提供的一种机械臂结构的结构示意图。

- [0026] 图6A-6B为本公开实施例提供的一种机械臂结构实现水平方向上的位移的示意图。
- [0027] 图7A-7B为本公开实施例提供的一种机械臂结构实现竖直方向上的位移的示意图。
- [0028] 图8为本公开实施例提供的一种手术机器人的结构示意图。
- [0029] 图9为展示图8所示的手术机器人的一条机械臂结构的示意图。

具体实施方式

[0030] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 除非另作定义,此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“内”、“外”、“上”、“下”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0032] 本公开中的附图并不是严格按实际比例绘制,手术机器人中机械臂结构和机械臂的个数也不是限定为图中所示的数量,各个结构的具体地尺寸和数量可根据实际需要进行确定。本公开中所描述的附图仅是结构示意图。

[0033] 在内窥镜手术机器人使用中,通常需要采用手术机器人的多条机械臂同时操作,例如多条机械臂的工作端分别连接内窥镜、手术刀、止血钳手术器械,利用这些手术器械互相协作来完成手术。而手术台上方的空间有限,这种情况下,在狭小工作空间内,多条机械臂会因为操作原因而互相碰撞,发生干涉,例如由于机械臂的相互碰撞而导致手术器械的位置发生偏移、拉扯到被手术器械穿透的病人的皮下组织等不利的结果,加重手术过程中对病人的伤害、降低手术的精准程度,影响手术的顺利进行。

[0034] 本公开至少一实施例提供一种机械臂结构,该机械臂结构包括机械臂和与所述机械臂连接的第一位置调节机构;所述机械臂包括:下部和上部。下部包括彼此相对的连接端和工作端,所述工作端连接用于对组织进行手术操作的手术器械,工作点位于所述手术器械上;上部包括与所述第一位置调节机构连接的上端和与所述下部的连接端连接的下端,所述上部配置为驱动所述下部在三维空间移动且在平行于地面的水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节所述下部的位置;所述第一位置调节机构配置为驱动整个所述机械臂在三维空间内移动且在所述水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节整个所述机械臂的位置;并且,所述上部与所述第一位置调节机构相配合以保持,在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,所述工作点的位置不变。

[0035] 本公开至少一实施例提供一种手术机器人,该手术机器人包括本公开实施例提供的任何一种机械臂结构。

[0036] 本公开至少一实施例提供一种机械臂结构的控制方法,所述机械臂结构包括机械臂和与所述机械臂连接的第一位置调节机构;所述机械臂包括下部和上部;所述下部包括彼此相对的连接端和工作端,所述工作端配置为可连接用于对组织进行手术操作的手术器械,工作点位于所述手术器械上;所述上部包括与所述第一位置调节机构连接的上端和与所述下部的连接端连接的下端;所述机械臂结构的控制方法包括:通过所述上部驱动所述下部在三维空间移动,且在平行于地面的水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节所述下部的位置;以及通过所述第一位置调节机构与所述上部相配合以驱动整个所述机械臂在三维空间内移动,且在所述水平面内以及垂直于所述水平面的方向上分别独立调节整个所述机械臂的位置,其中,所述第一位置调节机构与所述上部相配合以在所述下部和整个所述机械臂移动的过程中,保持所述工作点的位置不变。

[0037] 本公开至少一实施例还提供一种手术机器人的控制方法,所述手术机器人包括多个本公开实施例提供的任意一种机械臂结构,所述多个机械臂结构中至少一个工作机械臂为工作机械臂,所述工作机械臂的工作端连接所述手术器械;所述手术机器人的控制方法包括:驱动至少一个所述机械臂结构运动以防止所述工作机械臂与其他所述机械臂结构彼此碰撞,且保持所述工作机械臂的工作点的位置不变。

[0038] 示例性地,图1为本公开一实施例提供的一种机械臂结构的结构简图,图5为本公开一实施例提供的一种机械臂结构的结构示意图。如图1和图5所示,该机械臂结构10包括机械臂1和与机械臂1连接的第一位置调节机构01。机械臂1包括上部110和下部120。下部120包括彼此相对的连接端和工作端,工作端连接用于对目标组织进行手术操作的手术器械2,工作点RC位于手术操作器械上;上部110包括与第一位置调节机构01连接的上端和与下部120的连接端连接的下端。上部110配置为驱动下部120在三维空间移动且在平行于地面的水平面内以及垂直于水平面的竖直方向上分别独立调节下部120的位置;第一位置调节机构01与上部110相配合以驱动整个机械臂1在三维空间内移动且在水平面内以及竖直方向上分别独立调节整个机械臂1的位置;并且,第一位置调节机构01与上部110相配合以在下部120和整个机械臂1移动的过程中,保持工作点RC的位置不变。本公开实施例提供的机械臂结构10可用于与手术器械2连接,以利用手术器械2对目标组织进行手术操作,通过机械臂结构10来控制手术器械2的工作端20的运动来对手术目标(病灶)。例如,可利用手术器械2执行腔镜手术。

[0039] 例如,图3为图1所示的机械臂结构工作过程中与目标组织的位置关系的示意图。如图3所示,手术器械2需要穿透手术目标的表面组织TS。例如手术目标例如人体、动物体等。例如手术器械2穿透人体的表面组织TS而进入胸腔、腹腔等腔体,以对腔体内的手术目标(病灶)执行手术操作。通常需要先先在表面组织TS上打孔,该孔为贯穿表面组织TS的辅助孔,然后将手术器械2的工作端20通过辅助孔进入腔体,工作点RC位于表面组织TS的辅助孔中,在手术操作的过程中,随着机械臂的微小位置变化,手术器械2的杆部可能会与辅助孔壁即表面组织接触,如果工作点RC的位置只是轻微变化,例如工作点RC始终保持在辅助孔中且不会用力碰撞辅助孔壁即表面组织,不会对表面组织造成额外的损伤,也不会由于辅助孔壁即表面组织在垂直于地面方向上发送位置变化而反复摩擦辅助孔壁。

[0040] 在使用本公开实施例提供的机械臂结构10工作的过程中,能够通过上部110作为驱动下部120运动的驱动组件来实现在平行于地面的水平面内以及竖直方向上分别独立调

节下部120的位置,并且,能够通过第一位置调节机构01在水平面内以及竖直方向(例如为图1中的第三方向D3)上分别独立调节整个机械臂1的位置,即,通常的调节机械臂的位置的方法中,在水平面内和竖直方向上对机械臂的一部分或整个机械臂的位置调节是耦合的,不能实现两个维度上的独立调节,所以比较受限,而本公开实施例提供的机械臂结构10中,在水平面内和竖直方向上对下部120、和整个机械臂1的位置调节是非耦合的,即上述在水平面内以及竖直方向上分别独立调节下部120、和整个机械臂1的位置,如此,在使用该机械臂结构10的过程中,机械臂结构的工作端与手术器械连接,一方面,能够实现通过上部110与第一位置调节机构01的相互配合来在上述两个维度上彼此独立地调节下部120、整个机械臂1调节机械臂的位置,以在使用多个机械臂进行手术操作的情况下,更灵活、更敏捷地防止多个机械臂在三维空间内的彼此避让,防止由于多个机械臂的碰撞对被执行手术的手术目标的表面组织TS造成的伤害;另一方面,通过在水平面内和竖直方向上独立调节下部120、和整个机械臂1的位置而可靠地实现保持工作点RC位置不变,从而防止工作点RC的移动而对被执行手术的手术目标的表面组织TS的伤害。

[0041] 需要说明的是,在机械臂结构10的使用过程中,例如,机械臂的下部是机械臂下部位于机械臂的上部的靠近地面的一侧,上部的下端位于上部的上端的靠近地面的一侧,即这里的“上”和“下”是相对于底面作为参照物而言的。

[0042] 例如,手术器械2为手术刀、内窥镜、止血钳等,例如手术刀包括切割刀、超声刀等。当然,手术器械的类型不限于上述列举的种类,本领域技术人员可根据需要进行选择。

[0043] 具体地,例如,如图1所示,上部110的下端包括第一关节9,第一关节9具有沿第一方向D1延伸的第一转轴24,第一关节9被配置为可绕第一转轴24旋转;第一关节9运动以驱动下部120运动,在下部120和整个机械臂1移动的过程中,工作点RC到第一转轴24的距离恒定,以保证在手术操作的过程中工作点RC的位置不动,即手术器械的位姿不变。

[0044] 例如,如图1所示,上部110的上端包括第二位置调节机构02,第二位置调节机构02与第一位置调节机构01和第一关节9连接,第一关节9绕第一转轴24旋转而驱动下部120移动,并且,第二位置调节机构02与第一位置调节机构01相配合以驱动第一关节9平移以驱动下部120移动,且第二位置调节机构02与第一位置调节机构01相配合以控制在下部120和整个机械臂1移动的过程中,工作点RC到第一转轴24的距离恒定。例如,第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动以驱动下部120在三维空间移动。

[0045] 例如,采用机械臂结构10的手术机器人还包括控制系统,控制系统分别与第一位置调节机构01和第二位置调节机构02信号连接(例如电连接或无线信号连接),可通过控制系统在手术操作过程中对第一关节9的坐标进行计算,从而根据计算结果控制第一位置调节机构01和第二位置调节机构02调节第一关节9在水平面上与垂直于水平面的竖直方向上的位置,以实现使第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动以驱动下部120在三维空间移动,保持工作点RC的位置固定不变。对于一个机械臂1来说,与该机械臂1第一关节9的运动轨迹的范围可以不是一整个球面,例如为一个完整的球面的一部分,即可在所需要的范围内防止与其他机械臂之间发生碰撞,满足工作需求。

[0046] 例如,第一关节9绕第一转轴24旋转以驱动下部120摆动,下部120的摆动方向与第一关节9的第一转轴24的经过工作点RC的垂线垂直,即第一关节9绕第一转轴24旋转可以驱动机械臂1的下部120沿摆动方向俯仰运动。工作点RC位于第二转轴27所在的直线上,第二

关节10a绕第二转轴27旋转以驱动手术器械2围绕第二转轴27摆动,从而实现手术器械2在与第二转轴27垂直的方向上摆动,以实现手术器械2的工作端20在与第二转轴27垂直的方向上的移动。例如,控制系统与第二关节10a信号连接(例如电连接或无线信号连接),以独立驱动第二关节10a的旋转。

[0047] 例如,控制系统与每一个关节信号连接(例如电连接或无线信号连接),可通过控制系统独立控制每一个关节的旋转或平移,以及可通过控制系统分别独立驱动第一驱动机构和第二驱动机构的运动。当然,在必要的情况下,也可以通过人工手动驱动各个关节的旋转或平移、以及第一驱动机构和第二驱动机构的各个部件的运动。

[0048] 例如,如图1所示,下部120的连接端包括第二关节10a,第二关节10a经第一传动部件25与第一关节9连接,经传动机构40可与手术器械2连接,且具有沿第二方向D2延伸的第二转轴27,第二关节10a可绕第二转轴27旋转,第二转轴27在上述水平面上的正投影所在的直线与第一转轴24在水平面上的正投影所在的直线相交,即第一转轴24的延伸方向与第二转轴27的延伸方向相交。例如,第一转轴24的延伸方向与第二转轴27的延伸方向相交,例如共面相交;或者,第一转轴24的延伸方向不相交,例如异面不相交;并且,第一转轴24的延伸方向与第二转轴27的延伸方向垂直或不垂直。

[0049] 例如,第二位置调节机构02包括第三关节8和第四关节7。第三关节8与第一关节9连接,具有第三转轴08,第三关节8可绕第三转轴08旋转以驱动第一关节9和下部120沿第三转轴08旋转;第四关节7与第三关节8连接且位于第三关节8远离第一关节9的一侧,具有沿垂直于地面的第三方向D3延伸的第一轴线,第三方向D3与第一方向D1和第二方向D2均相交,第四关节7可沿第一轴线做直线运动以驱动第三关节8、第一关节9和下部120在第三方向D3上移动。

[0050] 通过第三关节8和第四关节7这两个关节实现第一关节9和下部120在一个不封闭的圆柱环的空间范围内运动,该圆柱环所在的圆柱的高沿垂直于地面的竖直方向,该竖直方向例如图1所示的第三方向D3。并且,这种情况下,对于第一关节9和下部120在竖直方向上和围绕第三转轴08而成且平行于地面的水平面上的位置的调节是彼此独立的,避免了在这两个方向上位置调节必然同时发生(即上述“耦合”的含义)的限制。

[0051] 例如,如图1所示,第一关节9通过第二传动部件23与第三关节8连接,第二传动部件23发挥第一关节9与第三关节8之间的传动作用;第三关节8与第四关节7通过第三传动部件22连接,第三传动部件22发挥第三关节8与第四关节7之间的传动作用。例如,第二传动部件23和第三传动部件22均为连杆。

[0052] 例如,如图1所示,第一位置调节机构01包括第七关节6,第七关节6与机械臂1的上部110的上端连接,例如第七关节6与第二位置调节机构02连接,例如第七关节6与第四关节7连接,且配置为可沿第四方向D4移动以驱动机械臂1沿第四方向D4移动,例如第四方向D4与第三方向D3垂直,即第四方向D4为平行于地面的方向。如此,通过第七关节6沿第四方向D4移动以驱动机械臂1沿第四方向D4移动,实现了对整个机械臂1沿第四方向D4移动的独立控制,实现该机械臂1与其他机械臂在第四方向D4上的避让,或者,将整个机械臂1在第四方向D4上的移动与在其他方向上的移动同时联系发生,从而将机械臂1移动到目标位置,以防止与其他机械臂发生碰撞。

[0053] 例如,如图1所示,机械臂结构10还包括滑动连杆21,第七关节6通过滑动连杆21与

第八关节5连接,滑动连杆21具有沿第四方向D4延伸的滑轨,第七关节6配置为沿滑轨移动,以可靠地实现第七关节6沿第四方向D4移动。

[0054] 例如,第一位置调节机构01还包括第八关节5,第八关节5与第七关节6连接,通过第七关节6与下部120连接,具有第五转轴51,第八关节5配置为可围绕第五转轴51旋转以驱动第七关节6和机械臂1围绕第五转轴51旋转;第五转轴51的延伸方向与第四方向D4垂直。例如,第五转轴51也是沿第三方向D3延伸。如此,如图6A-6B所示,第八关节5与第七关节6配合可实现调节整个机械臂1在水平面上的位置,以使得整个机械臂1从位置1在水平面上移动至位置2;并且,如图7A-7B所示,第四关节7与第一关节9的运动配合可实现调节机械臂1或者下部120在竖直方向上的位置,以使得整个机械臂1从位置3在竖直方向上移动至位置4。第八关节5与第七关节6、以及第四关节7、第三关节8、第一关节9彼此在结构上相互配合、在功能上相互支持,彼此配合工作,例如同时执行上述各自的运动,还可调节下部120在水平面和竖直方向上的位置,如此,图6A-6B所示的机械臂在水平面上的位置改变可以与图7A-7B所示的机械臂在竖直方向Z上的位置改变同时发生,并且,通过上述多个关节和连接多个关节的传动部件(例如上述多个连杆)的运动的协作对于其中一者的运动造成工作点RC的位置变化趋势进行补偿,可以实现在调节第一关节9以及下部120在三维空间内的位置以防止机械臂碰撞的同时,保持与下部120的工作端连接的手术器械2的工作点RC的位置不变。并且,可以实现对机械臂1在水平面上的位置调节与竖直方向上的位置调节独立,调节不会受到多个方向上调节耦合的限制,可以在手术过程中更加灵活且可靠地防止多个机械臂之间的碰撞。对机械臂1在水平面上的位置调节与竖直方向上的位置调节独立对于手术过程中实时地、高效地、准确地调节机械臂1的位置,从而可靠地防止多个机械臂之间的碰撞且工作点RC的位置不变非常重要。

[0055] 例如,图6A-6B和图7A-7B中的方向Z与上述第三方向D3相同,方向X与方向Y垂直于方向Z,方向X与方向Y所在的平面为上述水平面。

[0056] 例如,可通过控制系统在手术操作过程中对第八关节5与第七关节6、以及第四关节7、第三关节8、第一关节9的位置坐标进行计算,从而通过控制系统在根据计算结果控制第八关节5与第七关节6、以及第四关节7、第三关节8、第一关节9运动,以控制在水平面上与垂直于水平面的竖直方向上的位置,以实现使第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动以驱动下部120在三维空间移动,保持工作点RC的位置固定不变。

[0057] 例如,如图1和图3所示,下部120还包括:第九关节11、第十关节12和第十一关节13。第九关节11经第一连杆26与第二关节10a连接,且具有第一平行轴28;第十关节12经第二连杆29与第九关节11连接,且具有第二平行轴30;第十一关节13经第三连杆31与第十关节12连接,且具有第三平行轴32,第十一关节13通过第四连杆33与手术器械2连接;在机械臂1的移动过程中,第一平行轴28、第二平行轴30和第三平行轴32彼此平行,第九关节11的中心、第十关节12的中心、第十一关节13的中心与工作点RC分别构成平行四边形的四个顶点,第二连杆29、第三连杆31、第十一关节13的中心与工作点RC的第一连线35、以及第九关节11的中心与工作点RC的第二连线38分别作为平行四边形的四条边。第二转轴27为第一摆动轴,从而,如上所述,工作点RC位于第一摆动轴270所在的直线上,第二关节10a绕第一摆动轴270旋转以驱动手术器械2在垂直于第一摆动轴270的方向上摆动,从而实现手术器械2在与第二转轴27垂直的方向上摆动,以实现手术器械2的工作端20在与第一摆动轴270垂直

的方向上的移动。第九关节11、第十关节12、第十一关节13、第二连杆29和第三连杆31运动以驱动手术器械2绕与第一摆动轴270相交于工作点RC的第二摆动轴37摆动。如此,可以实现独立控制手术器械2的杆部34在彼此相交的两个方向上的位置,以独立控制手术器械2的工作端20在腔镜手术的腔镜在彼此相交的两个方向上发生运动而到达目标位置,对目标组织(例如病灶)执行切割、缝合、止血、凝结等手术操作,或执行内窥镜的图像获取操作等等。

[0058] 例如,如图1所示,下部120还包括第十二关节14,第十二关节14与手术器械2连接且具有滑动轴,例如该滑动轴与杆部34的延伸方向一致,例如杆部34与手术器械2的整体延伸方向一致。第十二关节14配置为驱动手术器械2可沿滑动轴做直线运动,以调节手术器械2的位,例如在手术前调整手术器械2的位置,在手术进行过程中需要保持工作点RC位置不变。例如,第十二关节14为滑块导轨机构,手术器械2可在滑块的限位导向下沿滑动轴做直线运动。第十二关节14与第十一关节13连接,第十一关节13通过第四连杆33与第十二关节14连接,从而第十一关节13与手术器械2连接,如此,第十二关节14和手术器械2可在第十一关节13的运动的驱动下相应发生运动,以实现在手术过程中,保持工作点RC位置不变的情况下手术器械2的位姿不变,即在保持工作点RC位置不变的情况下,手术器械2绕与第一摆动轴270相交于工作点RC的第二摆动轴37摆动。

[0059] 例如,可以通过控制系统与第二关节10a信号连接,以通过控制系统根据对于手术器械2的工作端20的位置坐标的计算结果驱动第二关节10a运动;通过控制系统与第九关节11、第十关节12、第十一关节13、第二连杆29和第三连杆31信号连接,以通过控制系统根据对于手术器械2的工作端20的位置坐标的计算结果驱动第九关节11、第十关节12、第十一关节13、第二连杆29和第三连杆31运动,以使得所述工作端20到达目标位置。或者,也可以通过人工手动控制调整机械臂的位置。当人工手动干预了机械臂的位置后,控制系统会实时对工作端20的位置坐标、各个关节的位置坐标等进行计算,从而实时控制各个关节和传动杆的运动,对人工手动干预造成的干扰进行纠正,保持工作点RC。当然,对于其他的关节和连接杆,也可以通过控制系统控制其运动。

[0060] 例如,第一摆动轴270与第二摆动轴37垂直,以使手术器械2的工作端20可到达在第一摆动轴270与第二摆动轴37方向上的各个位置,且便于控制系统对控制位置的计算。

[0061] 需要说明的是,例如第九关节的中心为第九关节的旋转轴(即第一平行轴)的中点,类似地,对于其他关节的中心也是如此。

[0062] 例如,参考图2,第一连杆26与平行四边形的四条边位于同一工作面A,工作面A与第二摆动轴37垂直。例如,第九关节11、第十关节12、第十一关节13、第二连杆29和第三连杆31运动而使得平行四边形在沿与第二摆动轴37共面且垂直于第二摆动轴37的方向摆动,从而驱动手术器械2的工作端20在垂直于第二摆动轴37的方向上摆动。

[0063] 例如,图4为本公开一实施例提供的另一种机械臂结构的结构简图。图4所示的实施例与图1所示的实施例存在以下区别。如图4所示,第二位置调节机构02包括第五关节80,第五关节80与第一关节9连接,具有沿垂直于地面的第三方向D3延伸的第二轴线,第三方向D3与第一方向D1和第二方向D2均相交,第五关节80可沿第二轴线做直线运动以驱动第一关节9和下部120在第三方向D3上移动;第六关节70与第五关节80连接且位于第五关节80远离第一关节9的一侧,具有第四转轴,例如第四转轴沿竖直的第三方向D3延伸;第六关节70可绕第四转轴旋转以驱动第五关节80、第一关节9和下部120构成的整体结构沿第四转轴旋

转。如此,也可以实现通过第五关节80与第六关节70这两个关节实现第一关节9和下部120在一个不封闭的圆柱环的空间范围内运动,该圆柱环所在的圆柱的高沿垂直于地面的竖直方向,该竖直方向例如为图4所示的第三方向D3。并且,这种情况下,对于第一关节9和下部120在竖直方向上和围绕第三转轴08而成且平行于地面的水平面上的位置的调节是彼此独立的,避免了在这两个方向上位置调节必然同时发生(即上述“耦合”的含义)的限制。

[0064] 例如,第一关节9通过第四传动部件230与第五关节80连接,第四传动部件230发挥第一关节9与第五关节80之间的传动作用;第五关节80通过第五传动部件220与第六关节70连接,第五传动部件220发挥第五关节80与第六关节70之间的传动作用。

[0065] 图4所示的实施例的其他未提及的结构特征和控制方法、以及技术效果均与图1所示的实施例的相同,可参考对图1的描述,在此不再重复。

[0066] 图8为本公开实施例提供的一种手术机器人的结构示意图,图9为展示图8所示的手术机器人的一条机械臂结构的示意图。例如,如图8-9所示,本公开实施例还提供一种手术机器人1000,该手术机器人1000包括本公开实施例提供的任意一种机械臂结构10。例如,手术机器人1000包括多个机械臂结构。例如,图8所示的实施例中,手术机器人1000包括四个机械臂结构,分别为第一机械臂结构200、第二机械臂结构300、第三机械臂结构400、第四机械臂结构500。当然,本公开实施例提供的手术机器人的机械臂结构的个数不限于四个,也可以少于四个或多于四个,本公开实施例对此不作限定。例如,手术机器人1000的每个机械臂结构均为上述关于机械臂结构的实施例所描述的机械臂结构。

[0067] 采用本公开实施例体用的手术机器人1000,一方面,能够实现通过上部110与第一位置调节机构01的相互配合来在平行于地面的水平面上和与水平面垂直的竖直方向上彼此独立地调节下部120、整个机械臂1调节机械臂的位置,以在使用多个机械臂进行手术操作的情况下,更灵活、更敏捷地防止多个机械臂在三维空间内的彼此避让,防止由于多个机械臂的碰撞对被执行手术的手术目标的表面组织TS造成的伤害;另一方面,通过在水平面内和竖直方向上独立调节下部120、和整个机械臂1的位置而可靠地实现保持工作点RC位置不变,从而防止工作点RC的移动而对被执行手术的手术目标的表面组织TS的伤害。

[0068] 如图8-9所示,手术机器人1000还包括悬挂机构103,多个机械臂结构10均与悬挂机构103连接以被悬挂于悬挂机构103上,以便于集成在一个机器人底座上。例如悬挂机构103为基本平行于地面的水平横梁。手术机器人1000还包括机器人底座100、升降立柱101、主旋转关节102,与悬挂机构103连接的水平伸缩梁104。多个机械臂结构10与水平伸缩梁104连接到悬挂机构103,悬挂机构103的位置是固定的,水平伸缩梁104可沿悬挂机构103延伸的方向伸缩,以调节与水平伸缩梁104连接的多个机械臂结构10整体在伸缩方向上的位置,以满足手术前准备阶段将多个机械臂整体调整到合适的位置。悬挂机构103与主旋转关节102连接,主旋转关节102配置为绕垂直于地面的旋转轴转动以驱动与悬挂机构103以及与悬挂机构103连接的结构整体绕垂直于地面的旋转轴旋转。

[0069] 例如,悬挂机构103包括固定盘105,多个机械臂结构10的每个的第一位置调节机构01与固定盘105连接,且围绕固定盘105的边缘排列,从而,便于将多个机械臂结构集成在一个固定盘105上。每个机械臂结构的固定盘105固连在水平伸缩梁104上。

[0070] 例如,结合图9,在一些实施例中,多个机械臂结构10的每个的第八关节5与固定盘105连接且围绕固定盘105的边缘排列,多个机械臂的每个的滑动连杆21在平行于固定盘

105的盘面的平面内沿远离固定盘105的中心的的方向延伸;多个机械臂10的每个的第八关节5的第五转轴51的延伸方向与固定盘105的盘面垂直。

[0071] 例如,如图8所示,手术机器人1000还包括中心旋转关节106,具有垂直于固定盘105的盘面的主转轴,中心旋转关节106通过固定盘105的中心穿过固定盘105的盘面,且配置为沿主转轴旋转以驱动固定盘105旋转,例如主转轴沿垂直于地面的方向延伸;固定盘105的盘面基本平行于地面,主转轴的延伸方向垂直于固定盘105的盘面。

[0072] 本公开至少一实施例还提供、一种机械臂结构10的控制方法,参考图1,控制方法包括:通过上部110驱动下部120在三维空间移动,且在平行于地面的水平面内以及垂直于水平面的方向上分别独立调节下部120的位置;以及通过第一位置调节机构01与上部110相配合以驱动整个机械臂1在三维空间内移动,且在水平面内以及垂直于水平面的方向上分别独立调节整个机械臂1的位置,其中,第一位置调节机构01与上部110相配合以在下部120和整个机械臂1移动的过程中,保持工作点RC的位置不变。

[0073] 参考图1-3,机械臂结构10的控制方法包括:驱动第一关节9绕第一转轴24旋转而驱动下部120移动;以及通过控制第二位置调节机构02的运动与第一位置调节机构01的运动相配合以驱动第一关节9平移以驱动下部120移动,其中,第二位置调节机构02与第一位置调节机构01相配合以控制在下部120和整个机械臂1移动的过程中,保持工作点RC到第一转轴24的距离恒定。

[0074] 例如,通过控制第二位置调节机构02的运动与第一位置调节机构01的运动相配合以控制在下部120和整个机械臂1移动的过程中,第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动以驱动下部120在三维空间移动。

[0075] 例如,第一转轴24的垂线经过工作点RC,控制第一关节9绕第一转轴24旋转以驱动下部120摆动,下部120的摆动方向与第一关节9的第一转轴24的垂线垂直。

[0076] 例如,机械臂结构10的控制方法包括:控制第二关节10a绕第二转轴27旋转以驱动手术器械2在垂直于第二转轴27的方向上摆动,其中,第二转轴27在水平面上的正投影所在的直线与第一转轴24在水平面上的正投影所在的直线相交,工作点RC位于第二转轴27所在的直线上。

[0077] 例如,在机械臂结构10的控制方法中,第一转轴24的延伸方向与第二转轴27的延伸方向相交或不相交;并且,第一转轴24的延伸方向与第二转轴27的延伸方向垂直或不垂直。

[0078] 例如,参考图1-3,机械臂结构10的控制方法包括:驱动第三关节8绕第三转轴08旋转以驱动第一关节9和下部120沿第三转轴08旋转;以及驱动第四关节7沿第一轴线做直线运动以驱动第三关节8、第一关节9和下部120在第三方向D3上移动。

[0079] 例如,参考图4,在另一实施例中,第二位置调节机构02包括第五关节80,第五关节80与第一关节9连接,具有沿垂直于地面的第三方向D3延伸的第二轴线,第三方向D3与第一方向D1和第二方向D2均相交。对于图4所示的实施例,机械臂结构10的控制方法与之前的实施例的区别在于,机械臂结构10的控制方法包括:驱动第五关节80沿第二轴线做直线运动以驱动第一关节9和下部120在第三方向D3上移动;以及驱动第六关节70绕第四转轴旋转以驱动第五关节80、第一关节9和下部120沿第四转轴旋转。

[0080] 例如,参考图1-3,机械臂结构10的控制方法还包括:驱动第七关节6沿第四方向D4

移动以驱动机械臂1沿第四方向D4移动;第四方向D4与第三方向D3垂直。

[0081] 例如,参考图1-3,机械臂结构10的控制方法包括:驱动第八关节5围绕第五转轴51旋转以驱动第七关节6和机械臂1围绕第五转轴51旋转,其中,第五转轴51的延伸方向与第四方向D4垂直。例如,第五转轴51也是沿第三方向D3延伸。如此,如图6A-6B所示,第八关节5与第七关节6配合可实现调节整个机械臂1在水平面上的位置;并且,如图7A-7B所示,第四关节7与第一关节9的运动相配合可实现调节机械臂1或者下部120在竖直方向上的位置。第八关节5与第七关节6、以及第四关节7、第三关节8、第一关节9彼此在结构上相互配合、在功能上相互支持,彼此配合工作,例如同时执行上述各自的运动,还可调节下部120在水平面和竖直方向上的位置,如此,图6A-6B所示的机械臂在水平面上的位置改变可以与图7A-7B所示的机械臂在竖直方向Z上的位置改变同时发生,并且,通过上述多个关节和连接多个关节的传动部件(例如上述多个连杆)的运动的协作对于其中一者的运动造成工作点RC的位置变化趋势进行补偿,可以实现在调节第一关节9以及下部120在三维空间内的位置以防止机械臂碰撞的同时,保持与下部120的工作端连接的手术器械2的工作点RC的位置不变。并且,可以实现对机械臂1在水平面上的位置调节与竖直方向上的位置调节独立,调节不会受到多个方向上调节耦合的限制,可以在手术过程中更加灵活且可靠地防止多个机械臂之间的碰撞。对机械臂1在水平面上的位置调节与竖直方向上的位置调节独立对于手术过程中实时地、高效地、准确地调节机械臂1的位置,从而可靠地防止多个机械臂之间的碰撞且工作点RC的位置不变非常重要。

[0082] 例如,图6A-6B和图7A-7B中的方向Z与上述第三方向D3相同,方向X与方向Y垂直于方向Z,方向X与方向Y所在的平面为上述水平面。

[0083] 例如,在驱动机械臂1的移动过程中,第一平行轴28、第二平行轴30和第三平行轴32彼此平行,第九关节11的中心、第十关节12的中心、第十一关节13的中心与工作点RC分别构成平行四边形的四个顶点,第二连杆29、第三连杆31、第十一关节13的中心与工作点RC的第一连线、以及第九关节11的中心与工作点RC的第二连线分别作为平行四边形的四条边。第二转轴27为第一摆动轴270,控制方法还包括:驱动第九关节11、第十关节12、第十一关节13、第二连杆29和第三连杆31运动以驱动手术器械2绕与第一摆动轴270相交于工作点RC的第二摆动轴37摆动。

[0084] 例如,第二摆动轴37垂直于第一摆动轴270。

[0085] 例如,如图1所示,下部120还包括第十二关节14,第十二关节14与手术器械2连接且具有滑动轴,例如该滑动轴与杆部34的延伸方向一致,例如杆部34与手术器械2的整体延伸方向一致。机械臂结构10的控制方法还包括:通过第十二关节14驱动手术器械2沿滑动轴做直线运动,以调节手术器械2的位置,例如在手术前调整手术器械2的位置,在手术进行过程中需要保持工作点RC位置不变。例如,第十二关节14为滑块导轨机构,手术器械2可在滑块的限位导向下沿滑动轴做直线运动。第十二关节14与第十一关节13连接,第十一关节13通过第四连杆33与第十二关节14连接,从而第十一关节13与手术器械2连接,如此,第十二关节14和手术器械2可在第十一关节13的运动的驱动下相应发生运动,以实现在手术过程中,保持工作点RC位置不变的情况下手术器械2的位姿不变,即在保持工作点RC位置不变的情况下,手术器械2绕与第一摆动轴270相交于工作点RC的第二摆动轴37摆动。

[0086] 例如,如图2所示,第一连杆26与平行四边形的四条边位于同一工作面A,工作面A

与第二摆动轴垂直。

[0087] 对于机械臂结构10的控制方法的其他没有提及的特征和技术效果,详细可参照对于机械臂结构10的实施例的介绍,例如,对于图1-7A所示的机械臂结构10的结构和工作过程的介绍已经包含了具体对于机械臂结构10的具体控制方法,在此不再重复。

[0088] 本公开至少一实施例还提供一种手术机器人1000的控制方法,手术机器人1000包括多个本公开实施例提供的任意一种机械臂结构10,多个机械臂结构10中至少一个工作机械臂为工作机械臂,例如工作机械臂为图1所示的机械臂1,或者为图3所示的连接了穿透手术目标的表面组织TS的手术器械2的机械臂。工作机械臂的工作端连接手术器械;手术机器人1000的控制方法包括:驱动至少一个机械臂结构10运动以防止工作机械臂与其他机械臂结构10彼此碰撞,且保持工作机械臂的工作点RC的位置不变。

[0089] 例如,参考图8,的手术机器人1000的控制方法中,悬挂机构103包括固定盘105,多个机械臂结构10的每个的第一位置调节机构01与固定盘105连接,且围绕固定盘105的边缘排列;手术机器人1000的控制方法包括:驱动固定盘105旋转以驱动多个机械臂结构10旋转。

[0090] 例如,手术机器人1000还包括控制系统,控制系与第一位置调节机构01和第二位置调节机构02信号连接;手术机器人1000的控制方法包括:通过控制系统对第一关节9的坐标进行计算;以及根据控制系统的计算结果驱动第一位置调节机构01和第二位置调节机构02调节第一关节9的位置,以使第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动,且保持工作点RC的位置固定不变。

[0091] 例如,控制系统分别与第一位置调节机构01和第二位置调节机构02信号连接例如电连接或无线信号连接,可通过控制系统在手术操作过程中对第一关节9的坐标进行计算,从而根据计算结果控制第一位置调节机构01和第二位置调节机构02调节第一关节9在水平面上与垂直于水平面的竖直方向上的位置,以实现使第一关节9在以工作点RC为球心的球面上移动以驱动下部120在三维空间移动,保持工作点RC的位置固定不变。

[0092] 对于手术机器人1000的控制方法的其他具体内容,可参考对于手术机器人1000的实施例中的描述,例如对于图8-9所示的实施例的描述、以及对于通过控制系统来控制各个关节、各个连杆等结构的运动的描述等,在此不再重复。

[0093] 以上所述仅是本发明的示范性实施方式,而非用于限制本发明的保护范围,本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

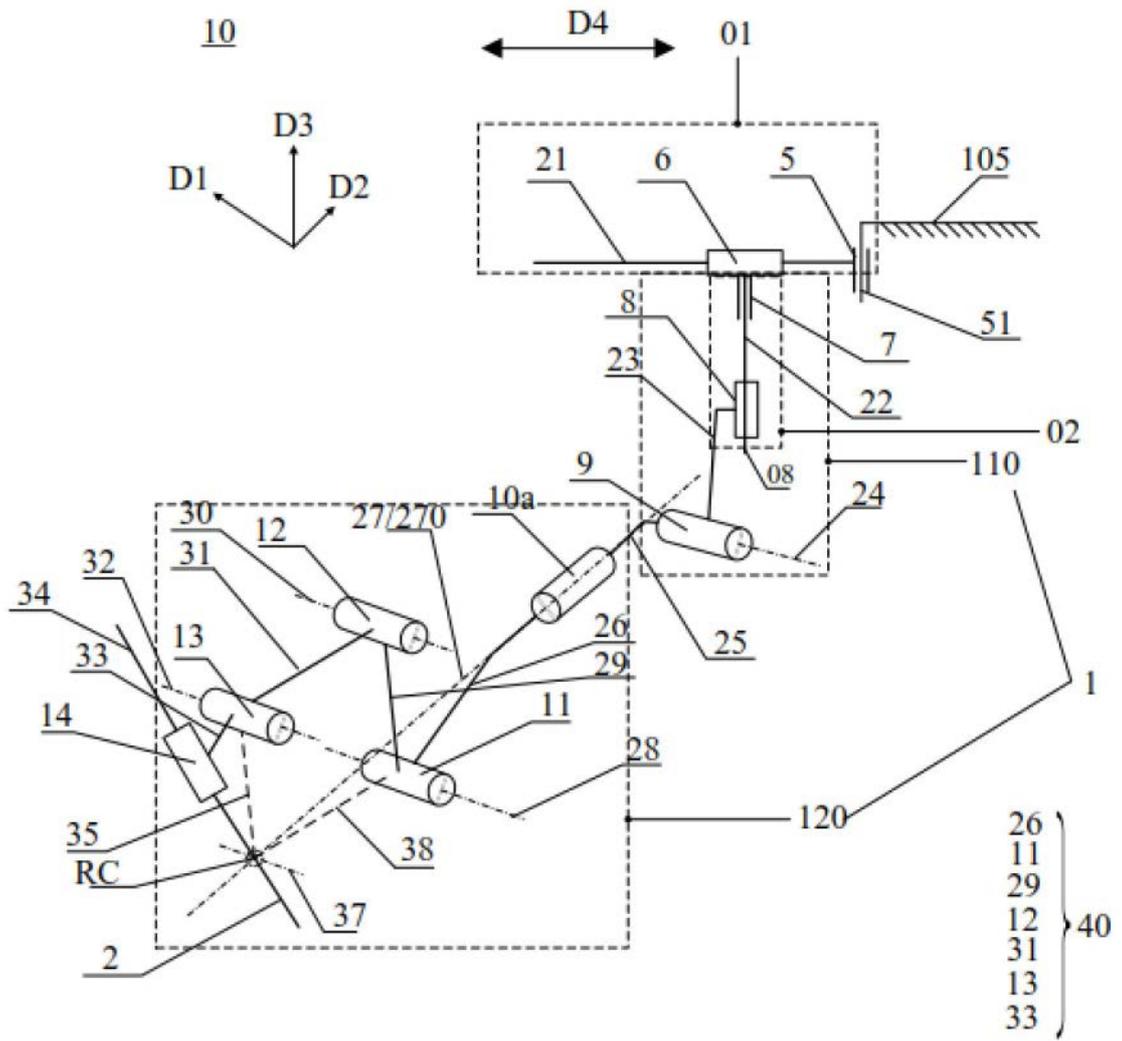


图1

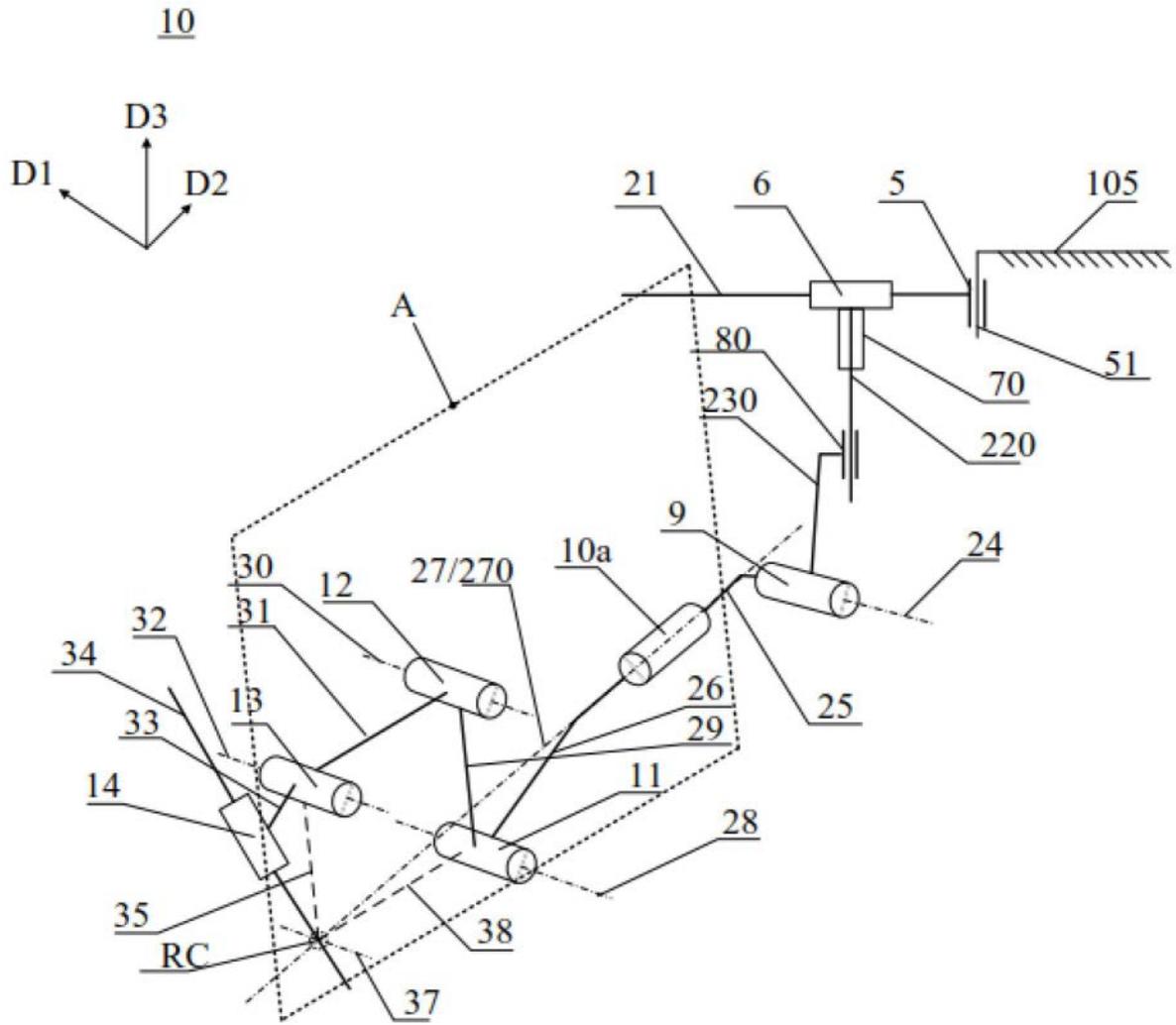


图4

10

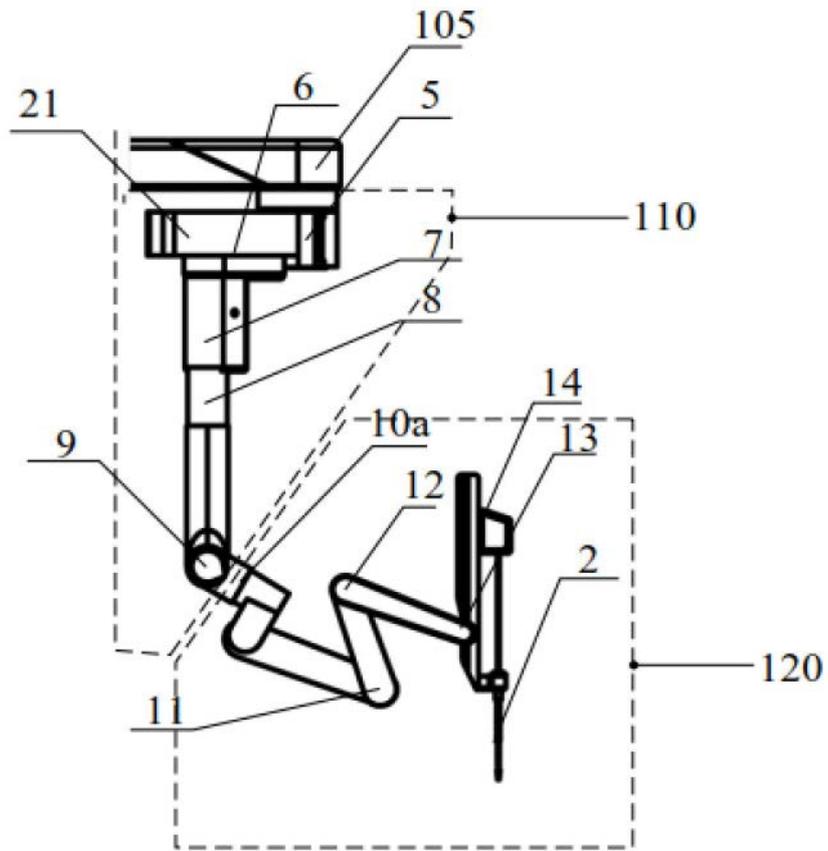


图5

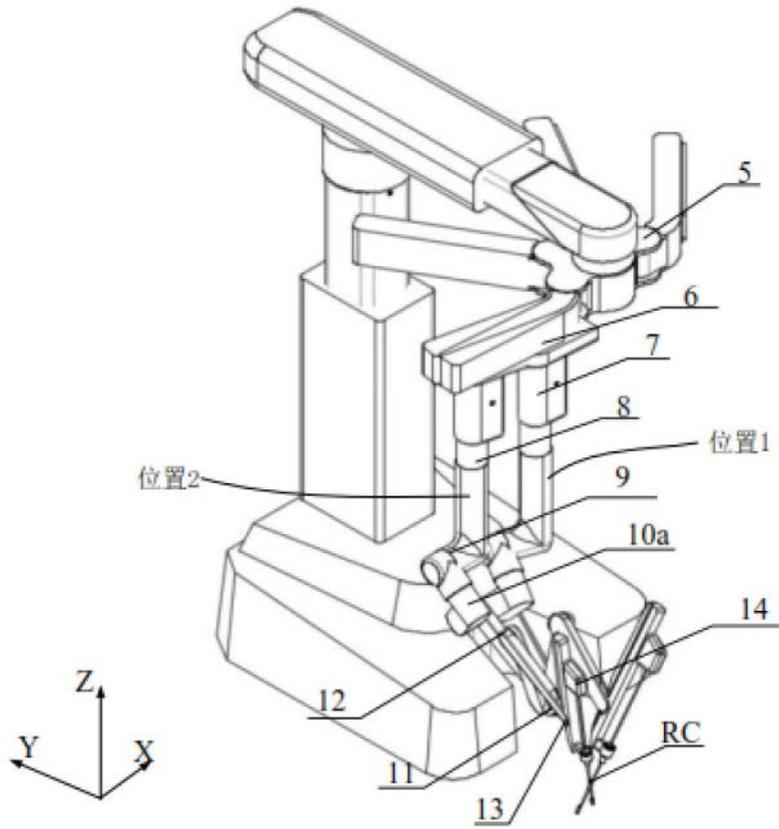


图6A

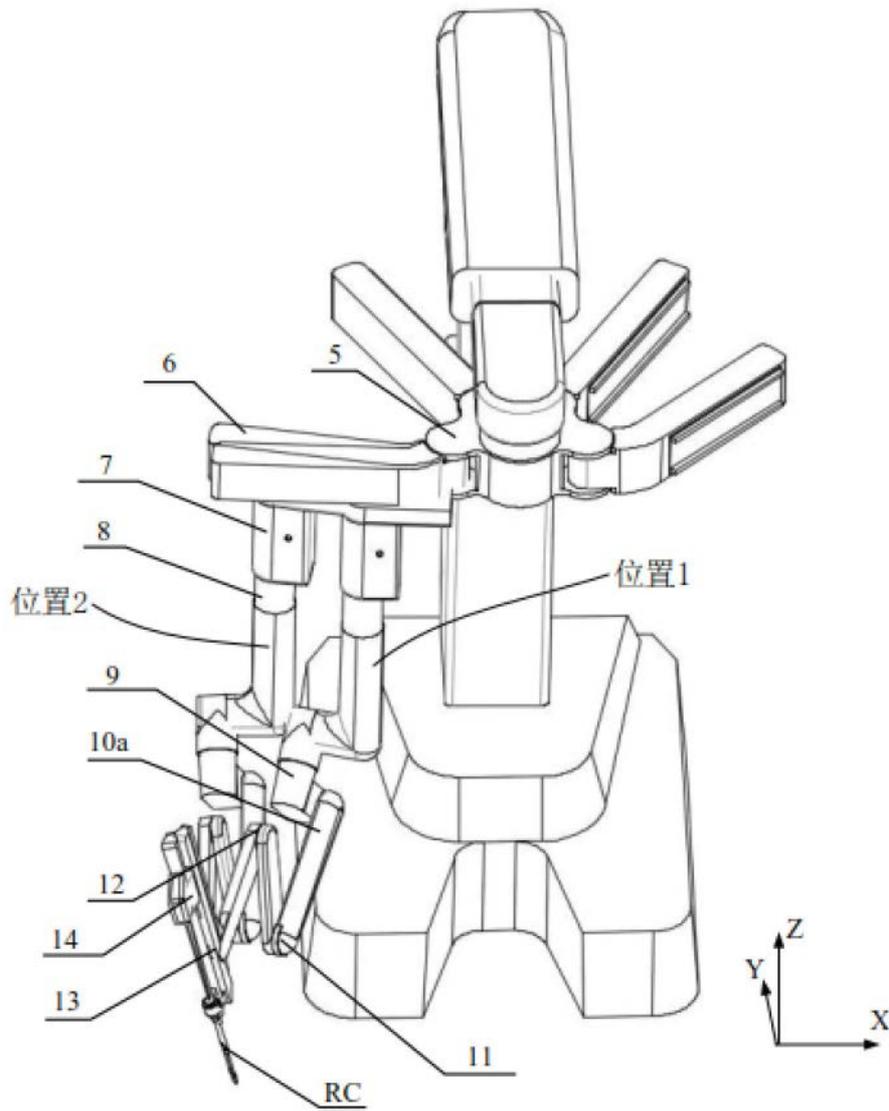


图6B

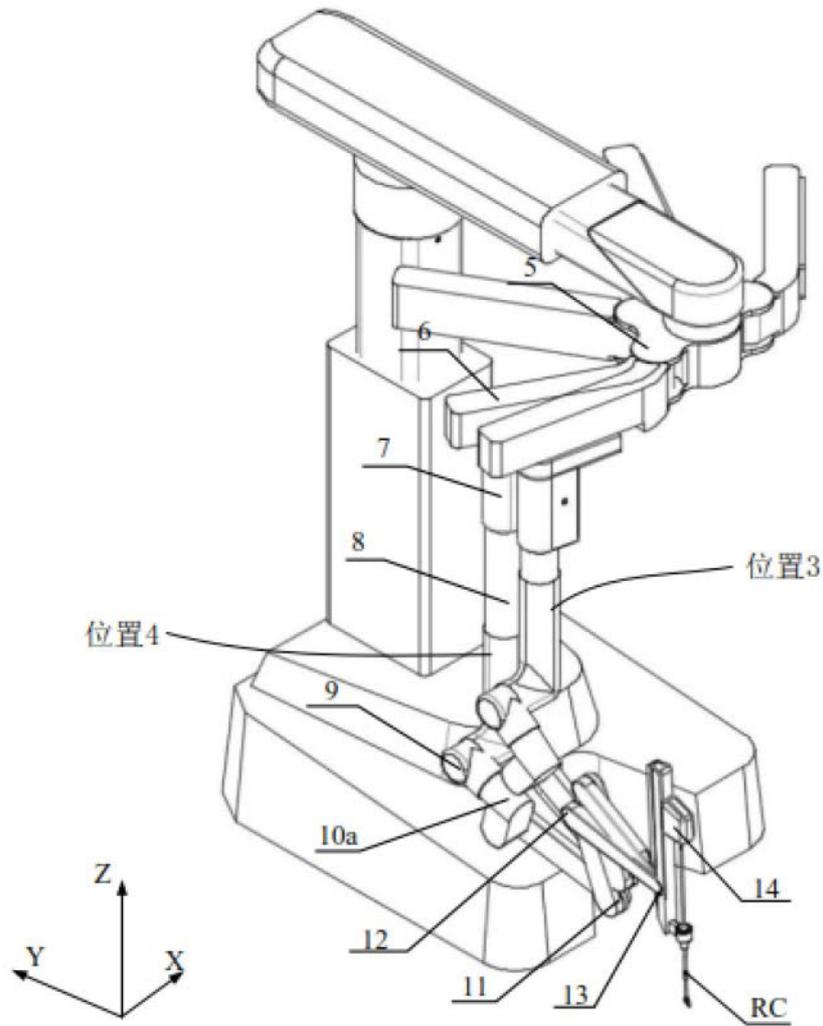


图7A

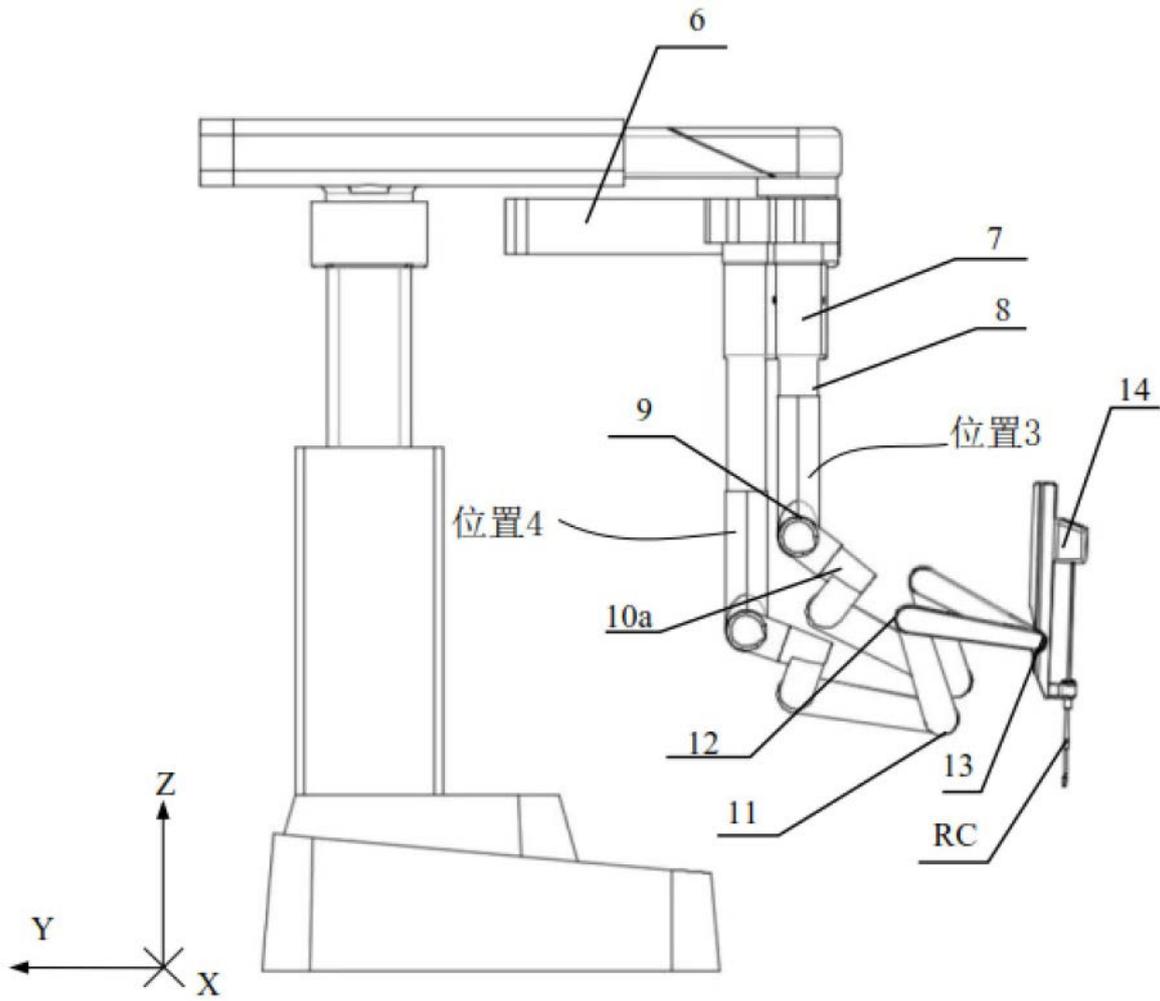


图7B

1000

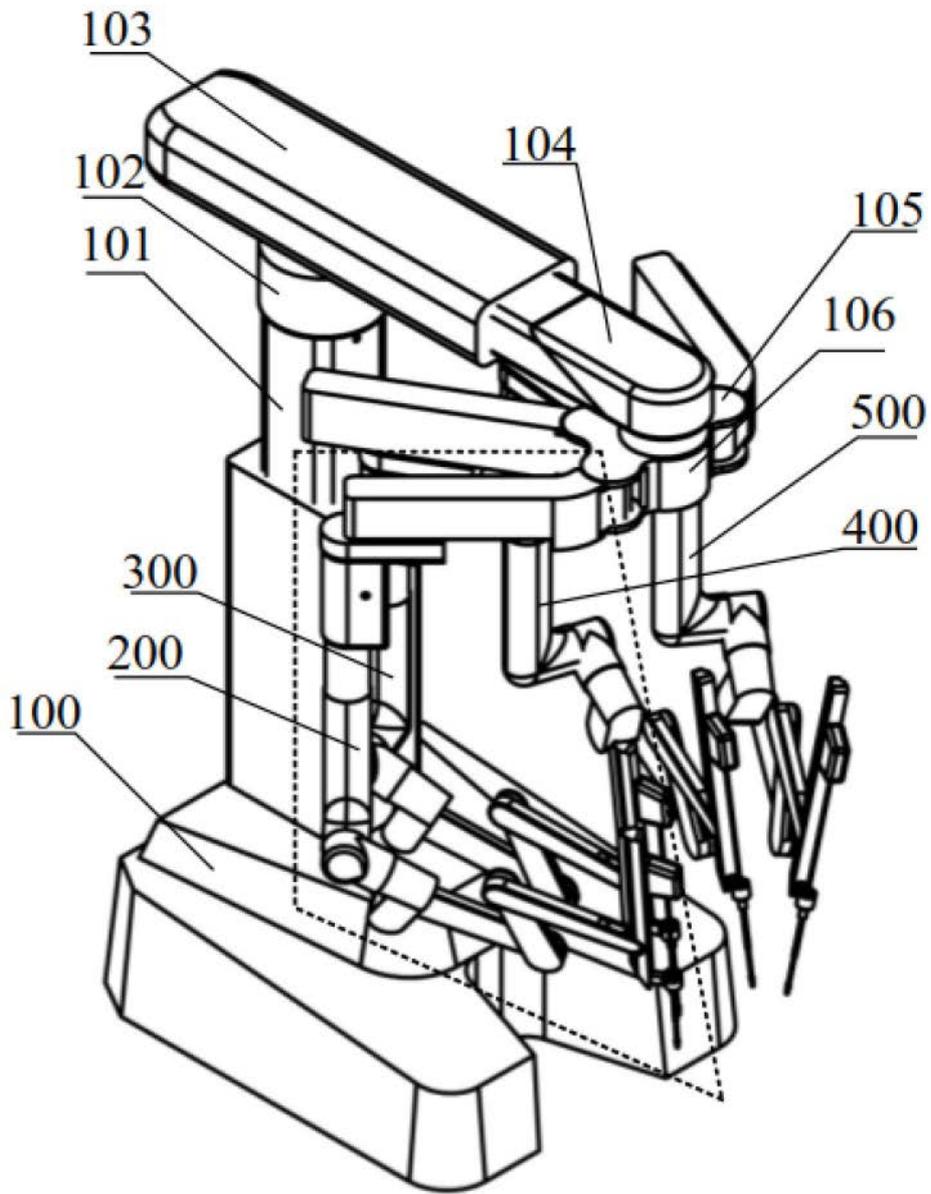


图8

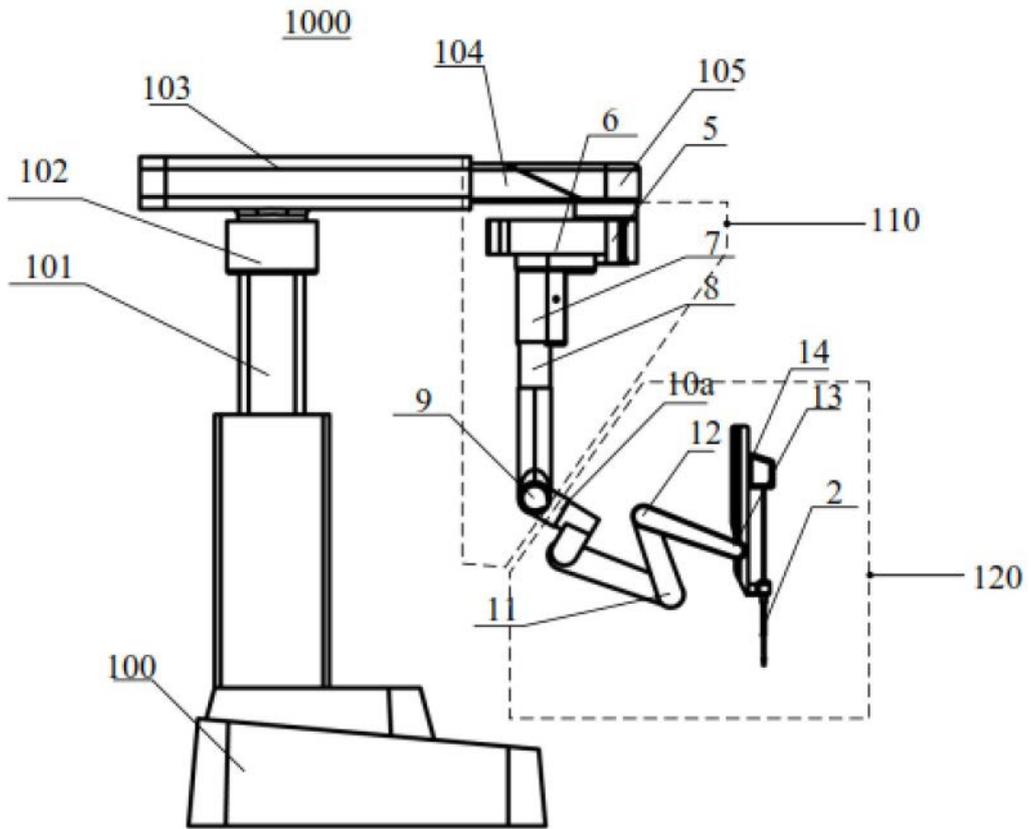


图9