



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105686883 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201610139868. 9

(22) 申请日 2016. 03. 14

(71) 申请人 昆山一邦泰汽车零部件制造有限公
司

地址 215316 江苏省苏州市昆山市高新区城
北兴友路 10 号

(72) 发明人 郑坚雄

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

A61B 34/30(2016. 01)

A61B 17/00(2006. 01)

B25J 9/06(2006. 01)

B25J 18/04(2006. 01)

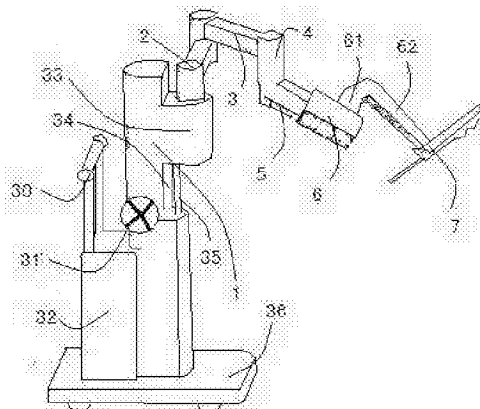
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种冗余自由度持镜机械臂

(57) 摘要

发明涉及一种冗余自由度持镜机械臂,属于微创手术技术领域。包含机械臂本体和设置在机械臂本体上的手术器械,手术器械上安置有腹腔镜,其特征是:机械臂本体包含用于调节机械臂末端点竖直高度的直线运动关节、用于调节机械臂末端点水平面上位置的摆动关节、用于实现手术器械与腹腔镜远心点做横滚运动的回转关节、平行四边形关节和使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩的滑动平台关节;有益效果:机器人操作精准,没有疲劳,如果出现抖动也可以从控制上消除。使用机器人代替医生进行微创手术操作时能够大大提高手术的质量,能更加充分的体现微创手术的优势。



1. 一种冗余自由度持镜机械臂, 包含机械臂本体和设置在机械臂本体上的手术器械, 手术器械上安置有腹腔镜, 其特征是: 所述机械臂本体包含用于调节机械臂末端点竖直高度的直线运动关节、用于调节机械臂末端点水平方向上位置的摆动关节、用于实现手术器械与腹腔镜远心点做横滚运动的回转关节、平行四边形关节和使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩的滑动平台关节; 直线运动关节包含第一关节(1), 摆动关节包含第二关节(2)、第三关节(3)和第四关节(4), 回转关节包含第五关节(5), 平行四边形关节包含第六关节(6), 滑动平台关节包含第七关节(7); 第一关节(1)的首端与第二关节(2)的尾端、第二关节(2)的首端与第三关节(3)的尾端、第三关节(3)的首端与第四关节(4)的尾端、第四关节(4)的首端与第五关节(5)的尾端、第五关节(5)的首端与第六关节(6)的尾端、第六关节(6)的首端与第七关节(7)的尾端均分别相互转动连接。

2. 根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂, 其特征是: 所述的第一关节(1)包含第一关节本体、电气柜(32)、肩关节座(33)、气弹簧(34)、直线导轨(35)、能控制直线导轨(35)升降的手轮(31)、底座小车(36)、齿条(37)和齿轮(38); 所述第一关节本体固定安装在所述底座小车(36)上, 电气柜(32)和直线导轨(35)固定安装在第一关节(1)上, 手轮(31)设置于所述直线导轨(35)上, 所述第二关节(2)的尾端转动连接肩关节座(33), 气弹簧(34)套设在直线导轨(35)上, 齿轮(38)通过转向器连接直线导轨(35); 手轮(31)与直线导轨(35)、直线导轨(35)与齿条(37)均分别开设有能相互啮合的啮齿。

3. 根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂, 其特征是: 第二关节(2)、第三关节(3)和第四关节(4)均包含轴连接件(40)、上支撑件(41)、中心轴(42)、电磁离合器一(43)、下支撑件(44)和旋转编码器一(45); 第二关节(2)通过上支撑件(41)、下支撑件(44)分别与第一关节(1)、第三关节(3)相连接, 第三关节(3)通过上支撑件(41)、下支撑件(44)分别与第二关节(2)、第四关节(4)相连接, 第四关节(4)分别通过上支撑件(41)、下支撑件(44)与第三关节(3)、第五关节(5)连接; 上支撑件(41)通过轴连接件(40)与中心轴(42)转动连接, 中心轴(42)通过电磁离合器一(43)与下支撑件(44)转动连接。

4. 根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂, 其特征是: 第五关节(5)包含上连接件(46)、带轮(47)、外壳(48)、电机一(49)、传动轴一(50)、二连接件(51)、套筒(52)、电磁离合器二(53)、一连接件(54)、谐波减速器(55)和电机架连接件(56); 电机(49)通过带轮(47)驱动谐波减速器(55)的输入, 谐波减速器(55)的输出与一连接件(54)固定连接; 一连接件(54)与传动轴一(50)通过电磁离合器二(53)连接, 传动轴一(50)与二连接件(51)固定连接, 上连接件(46)与第四关节(4)转动, 二连接件(51)与第六关节(6)转动连接; 第五关节(5)轴线与水平方向夹角为 120° 。

5. 根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂, 其特征是: 第六关节(6)包含盒式杆(60)、H形杆(61)、L形杆(62)、T形杆(63)、使H形杆(61)与盒式杆(60)转动连接的关节1、使H形杆(61)与L形杆(62)转动连接的关节2、使L形杆(62)与T形杆(63)转动连接的关节3; 手术器械安装在T形杆(63)上。

6. 根据权利要求5所述的一种冗余自由度持镜机械臂, 其特征是: 关节1包含锥齿轮一(11)、锥齿轮三(12)、同步带轮(13)、连接件二(14)、箱体(15)、锥齿轮二(16)、电机(17)、连接件三(18)、连接轴二(19)、连接件一(20)、谐波发生器一(21)、减速器输出钢轮(22)、减速器输入钢轮(23)、电机连接轴(24)、同步带(25)和连接轴一(26); 电机连接轴(24)的首端经

箱体(15)的后侧表面伸入箱体(15)内并与箱体(15)转动连接,电机连接轴(24)的首端与电机(17)固定连接,电机连接轴(24)的首端套设并固定连接锥齿轮一(11);连接件二(14)的首端经箱体(15)的左侧表面伸入箱体(15)内并与箱体(15)转动连接,首端上套设并固定连接锥齿轮三(12),连接件二(14)位于箱体(15)外侧的尾端固定连接同步带轮(13);连接轴二(19)的首端经箱体(15)的右侧表面伸入箱体(15)中并通过连接件三(18)与箱体(15)转动连接,伸入箱体(15)的一端固定连接锥齿轮二(16);连接轴二(19)位于箱体外侧的部分上套设有减速器输入钢轮(23)、减速器输出钢轮(22)和谐波发生器一(21);锥齿轮一(11)、锥齿轮二(16)与锥齿轮三(12)皆为正圆锥体,锥齿轮一(11)与锥齿轮三(13)、锥齿轮一(11)与锥齿轮二(16)的侧面之间均开设有可以相互啮合的啮齿;电机(17)驱动电机连接轴(24),电机连接轴(17)通过同步带(25)驱动连接轴一(26),连接轴一(26)通过锥齿轮组将动力传递至连接件二(14)和连接轴二(19),连接件二(14)通过同步带轮(13)将动力往后级关节即平行四边形的第六关节(6)传递,而连接轴二(19)通过谐波减速器组件减速后驱动连接件一(20),进而由连接件一(20)驱动H形杆(61)。

7.根据权利要求5所述的一种冗余自由度持镜机械臂,其特征是:关节2包含谐波发生器二(83)、旋转编码器(84)、传动轴(85)、光电开关(86)、同步带轮一(87)和同步带轮二(88);H形杆(62)包括左竖杆、右竖杆和一个横置连接两个竖杆的横杆;两个竖杆上均开设有上通孔和下通孔,传动轴(85)的左端、右端分别转动连接并固定在左竖杆、右竖杆的上通孔内;传动轴(85)左端固定连接光电开关(86)和同步带轮一(87),右端固定连接同步带轮二(88)、旋转编码器(84)和谐波发生器二(83)。

8.根据权利要求5所述的一种冗余自由度持镜机械臂,其特征是:关节3包含谐波发生器三(89)、连接件四(90)、支撑件(91)、带轮五(92)、张紧轮轴二(93)、张紧轮二(94)、同步带二(95)、齿轮(96)、带轮四(97)、同步带一(98)、张紧轮一(99)、张紧轮轴一(100)、连接件五(101)、带轮三(102)、谐波输出(103)和谐波输入(104);谐波减速器组件包含谐波发生器(83)、谐波输出(103);L形杆(62)包含短杆和长杆,短杆的首端与长杆的尾端固定连接,短杆的尾端上开设有一圆孔,圆孔通过连接件转动连接关节2;传动轴贯穿长杆的首端转动连接T形杆(63)和L形杆(62),传动轴上套设有谐波减速器组件和谐波输入(104)、连接件四(90)、支撑件(91)和带轮五(92);在长杆与短杆连接处设置有齿轮(96)、带轮四(97)和带轮三(102),齿轮(96)与带轮四(97)、带轮三(102)分别相互啮合;同步带二(95)的两端分别套设在带轮四(97)、带轮五(92)上,同步带二(95)内设置有张紧轮轴二(94)和转动连接张紧轮二(94)的张紧轮轴二(93);L形杆(62)连接关节2的谐波发生器二(83),同步带一(98)连接关节2中的同步带轮二(86),并将动力通过齿轮(96)组反向后再通过同步带二(95)驱动谐波发生器三(89)的谐波输入(104),谐波发生器三(89)的谐波输出(103)通过连接件五(101)驱动平行四边形关节的T形杆(63);同步带一(98)的内安置有张紧轮一(99)和转动连接张紧轮一(99)的张紧轮轴一(100)。

9.根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂,其特征是:第七关节(7)包含方便腹腔镜安装拆卸的接口。

10.根据权利要求1所述的一种冗余自由度持镜机械臂,其特征是:第五关节(5)和第六关节(6)中电机均为直流有刷伺服电机,输出功率为60W。

一种冗余自由度持镜机械臂

技术领域

[0001] 本发明涉及一种冗余自由度持镜机械臂,属于微创手术技术领域。

背景技术

[0002] 在人体中通过体表微小切口进行的体内手术称为微创手术。微创手术与传统手术相比,具有创伤小,术后恢复快,减轻患者痛苦,有利于提高外科手术质量和降低医疗成本。利用机器人进行微创外科手术可以显著地提高手术质量,降低医生劳动强度。

[0003] 由于国内在该领域相关核心技术上的空白,虽然市场前景广阔,但始终无法实现自主生产。随着社会的进步和人们对健康的更加重视,研制出具有自主知识产权的微创手术机器人不仅是对社会需求的满足,也能为国民经济发掘出新的经济增长点。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术的缺陷,提供一种冗余自由度持镜机械臂。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种冗余自由度持镜机械臂,包含机械臂本体和设置在机械臂本体上的手术器械,手术器械上安置有腹腔镜;所述机械臂本体包含用于调节机械臂末端点竖直高度的直线运动关节、用于调节机械臂末端点水平方向上位置的摆动关节、用于实现手术器械与腹腔镜远心点做横滚运动的回转关节、平行四边形关节和使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩的滑动平台关节;直线运动关节包含第一关节(1),摆动关节包含第二关节(2)、第三关节(3)和第四关节(4),回转关节包含第五关节(5),平行四边形关节包含第六关节(6),滑动平台关节包含第七关节(7);第一关节(1)的首端与第二关节(2)的尾端、第二关节(2)的首端与第三关节(3)的尾端、第三关节(3)的首端与第四关节(4)的尾端、第四关节(4)的首端与第五关节(5)的尾端、第五关节(5)的首端与第六关节(6)的尾端、第六关节(6)的首端与第七关节(7)的尾端均分别相互转动连接。

[0006] 优先的,所述的第一关节(1)包含第一关节本体、电气柜(32)、肩关节座(33)、气弹簧(34)、直线导轨(35)、能控制直线导轨(35)升降的手轮(31)、底座小车(36)、齿条(37)和齿轮(38);所述第一关节本体固定安装在所述底座小车(36)上,电气柜(32)和直线导轨(35)固定安装在第一关节(1)上,手轮(31)设置于所述直线导轨(35)上,所述第二关节(2)的尾端转动连接肩关节座(33),气弹簧(34)套设在直线导轨(35)上,齿轮(38)通过转向器连接直线导轨(35);手轮(31)与直线导轨(35)、直线导轨(35)与齿条(37)均分别开设有能相互啮合的啮齿。

[0007] 优先的,第二关节(2)、第三关节(3)和第四关节(4)均包含轴连接件(40)、上支撑件(41)、中心轴(42)、电磁离合器一(43)、下支撑件(44)和旋转编码器一(45);第二关节(2)通过上支撑件(41)、下支撑件(44)分别与第一关节(1)、第三关节(3)相连接,第三关节(3)通过上支撑件(41)、下支撑件(44)分别与第二关节(2)、第四关节(4)相连接,第四关节(4)分别通过上支撑件(41)、下支撑件(44)与第三关节(3)、第五关节(5)连接;上支撑件(41)通

过轴连接件(40)与中心轴(42)转动连接,中心轴(42)通过电磁离合器一(43)与下支撑件(44)转动连接。

[0008] 优先的,第五关节(5)包含上连接件(46)、带轮(47)、外壳(48)、电机一(49)、传动轴一(50)、二连接件(51)、套筒(52)、电磁离合器二(53)、一连接件(54)、谐波减速器(55)和电机架连接件(56);电机(49)通过带轮(47)驱动谐波减速器(55)的输入,谐波减速器(55)的输出与一连接件(54)固定连接;一连接件(54)与传动轴一(50)通过电磁离合器二(53)连接,传动轴一(50)与二连接件(51)固定连接,上连接件(46)与第四关节(4)转动,二连接件(51)与第六关节(6)转动连接;第五关节(5)轴线与水平方向夹角为 120° 。

[0009] 优先的,第六关节(6)包含盒式杆(60)、H形杆(61)、L形杆(62)、T形杆(63)、使H形杆(61)与盒式杆(60)转动连接的关节1、使H形杆(61)与L形杆(62)转动连接的关节2、使L形杆(62)与T形杆(63)转动连接的关节3;手术器械安装在T形杆(63)上。

[0010] 优先的,关节1包含锥齿轮一(11)、锥齿轮三(12)、同步带轮(13)、连接件二(14)、箱体(15)、锥齿轮二(16)、电机(17)、连接件三(18)、连接轴二(19)、连接件一(20)、谐波发生器一(21)、减速器输出钢轮(22)、减速器输入钢轮(23)、电机连接轴(24)、同步带(25)和连接轴一(26);电机连接轴(24)的首端经箱体(15)的后侧表面伸入箱体(15)内并与箱体(15)转动连接,电机连接轴(24)的首端与电机(17)固定连接,电机连接轴(24)的首端套设并固定连接锥齿轮一(11);连接件二(14)的首端经箱体(15)的左侧表面伸入箱体(15)内并与箱体(15)转动连接,首端上套设并固定连接锥齿轮三(12),连接件二(14)位于箱体(15)外侧的尾端固定连接同步带轮(13);连接轴二(19)的首端经箱体(15)的右侧表面伸入箱体(15)中并通过连接件三(18)与箱体(15)转动连接,伸入箱体(15)的一端固定连接锥齿轮二(16);连接轴二(19)位于箱体(15)外侧的部分上套设有减速器输入钢轮(23)、减速器输出钢轮(22)和谐波发生器一(21);锥齿轮一(11)、锥齿轮二(16)与锥齿轮三(12)皆为正圆锥体,锥齿轮一(11)与锥齿轮三(12)、锥齿轮一(11)与锥齿轮二(16)的侧面之间均开设有可以相互啮合的啮齿;电机(17)驱动电机连接轴(24),电机连接轴(17)通过同步带(25)驱动连接轴一(26),连接轴一(26)通过锥齿轮组将动力传递至连接件二(14)和连接轴二(19),连接件二(14)通过同步带轮(13)将动力往后级关节即平行四边形的第六关节(6)传递,而连接轴二(19)通过谐波减速器组件减速后驱动连接件一(20),进而由连接件一(20)驱动H形杆(61)。

[0011] 优先的,关节2包含谐波发生器二(83)、旋转编码器(84)、传动轴(85)、光电开关(86)、同步带轮一(87)和同步带轮二(88);H形杆(62)包括左竖杆、右竖杆和一个横置连接两个竖杆的横杆;两个竖杆上均开设有上通孔和下通孔,传动轴(85)的左端、右端分别转动连接并固定在左竖杆、右竖杆的上通孔内;传动轴(85)左端固定连接光电开关(86)和同步带轮一(87),右端固定连接同步带轮二(88)、旋转编码器(84)和谐波发生器二(83)。

[0012] 优先的,关节3包含谐波发生器三(89)、连接件四(90)、支撑件(91)、带轮五(92)、张紧轮轴二(93)、张紧轮二(94)、同步带二(95)、齿轮(96)、带轮四(97)、同步带一(98)、张紧轮一(99)、张紧轮轴一(100)、连接件五(101)、带轮三(102)、谐波输出(103)和谐波输入(104);谐波减速器组件包含谐波发生器(83)、谐波输出(103);L形杆(62)包含短杆和长杆,短杆的首端与长杆的尾端固定连接,短杆的尾端上开设有一圆孔,圆孔通过连接件转动连接关节2;传动轴贯穿长杆的首端转动连接T形杆(63)和L形杆(62),传动轴上套设有谐波减

速器组件和谐波输入(104)、连接件四(90)、支撑件(91)和带轮五(92);在长杆与短杆连接处设置有齿轮(96)、带轮四(97)和带轮三(102),齿轮(96)与带轮四(97)、带轮三(102)分别相互啮合;同步带二(95)的两端分别套设在带轮四(97)、带轮五(92)上,同步带二(95)内设置有张紧轮轴二(94)和转动连接张紧轮二(94)的张紧轮轴二(93);L形杆(62)连接关节2的谐波发生器二(83),同步带一(98)连接关节2中的同步带轮二(86),并将动力通过齿轮(96)组反向后再通过同步带二(95)驱动谐波发生器三(89)的谐波输入(104),谐波发生器三(89)的谐波输出(103)通过连接件五(101)驱动平行四边形关节的T形杆(63);同步带一(98)的内安置有张紧轮一(99)和转动连接张紧轮一(99)的张紧轮轴一(100)。

[0013] 优先的,第七关节(7)包含方便腹腔镜安装拆卸的接口。

[0014] 优先的,第五关节(5)和第六关节(6)中电机均为直流有刷伺服电机,输出功率为60W。

[0015] 本发明所达到的有益效果:

(1)本发明中的机械臂精度高,刚度强,操作精准,没有疲劳,如果出现抖动也可以从控制上消除。使用机器人代替医生进行微创手术操作时能够大大提高手术的质量,能更加充分的体现微创手术的优势。

[0016] (2)与开放式手术相比,使用机械臂的微创手术创口小,恢复快,减轻了病人的痛苦。

[0017] (3)从理论上讲,具有六自由度的机械臂在其工作空间上能到达任意位置和姿态。但由于奇异位形存在,当关节运动到相关位置时,会发生奇异现象,会有一个或多个自由度退化,加上工作空间还可能存在障碍物,这都会使机器人无法正常工作;对冗余自由度机器人来说,在工作空间中给定一个末端操作器的位置和姿态,在操作空间内无穷多组关节构形能够实现这一要求。这种机械臂不仅能克服奇异位形,回避障碍,避免关节超限,提高灵活性等功能,而且还能改善系统的动力学性能,增大工作空间,优化各关节驱动力矩。

[0018] (4)医疗机器人是一个新兴跨学科交叉的研究领域,涉及众多领域知识,研究医疗机器人不仅能促进医疗技术的变革,也能促进相关产业的发展,具有重要的理论研究意义。

附图说明

[0019] 图1.1是本发明的结构示意图。

[0020] 图1.2是本发明的关节组成示意图。

[0021] 图2是本发明的直线运动关节的后视图。

[0022] 图3是本发明的摆动关节的剖视图。

[0023] 图4是本发明的回转关节的剖视图。

[0024] 图5是本发明的平行四边形关节中关节1的爆炸视图。

[0025] 图6是本发明的平行四边形关节中关节2的爆炸视图。

[0026] 图7是本发明的平行四边形关节中关节3的爆炸视图。

[0027] 图8是本发明的平行四边形关节的总体构造图。

[0028] 图9是本发明的平行四边形的传动原理图。

[0029] 图10.1是本发明的滑动平台的主视图。

[0030] 图10.2是本发明的滑动平台的后视图。

[0031] 附图标记, 1-第一关节;2-第二关节;3-第三关节;4-第四关节;5-第五关节;6-第六关节;7-第七关节;8-远心点;9-套管;10-器械;11-锥齿轮一;12-锥齿轮三;13-同步带轮;14-连接件二;15-箱体;16-锥齿轮二;17-电机;18-连接件三;19-连接轴二;20-连接件一;21-谐波发生器一;22-减速器输出钢轮;23-减速器输入钢轮;24-电机连接轴;25-同步带;26-连接轴一;30-扶手;31-手轮;32-电气柜;33-肩关节座;34-气弹簧;35-直线导轨;36-底座小车;37-齿条;38-齿轮;40-轴连接件;41-上支撑件;42-中心轴;43-电磁离合器一;44-下支撑件;45-旋转编码器一;46-上连接件;47-带轮;48-外壳;49-电机一;50-传动轴一;51-二连接件;52-套筒;53-电磁离合器二;54-一连接件;55-谐波减速器;56-电机架连接件;60-盒式杆;61-H形杆;62-L形杆;63-T形杆;70-接线盒;71-器械安装座;72-左滑块;73-锁紧旋钮;74-电视盒;75-右滑块;76-套管夹;77-套管夹旋钮;78-套管;79-同步带轮三;80-导轨;81-滚珠丝杠;82-丝杠螺母;83-谐波发生器二;84-旋转编码器;85-传动轴;86-光电开关;87-同步带轮一;88-同步带轮二;89-谐波发生器三;90-连接件四;91-支撑件;92-带轮五;93-张紧轮轴二;94-张紧轮二;95-同步带二;96-齿轮;97-带轮四;98-同步带一;99-张紧轮一;100-张紧轮轴一;101-连接件五;102-带轮三;103-谐波输出;104-谐波输入。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0033] 本发明采用模块化设计的方法,设计一台具有独立的功能模块,在使用过程中能任意组合的冗余自由度持镜机械臂。对于冗余自由度机械臂,由于其运动学逆解不是唯一的,在末端点位姿固定之后关节能够实现有条件的运动,该运动叫冗余自由度机械臂的零运动,也叫自运动。由于自运动的存在,机械臂的性能会得到很大的提高。比如灵活度、避免奇异、避障等性能,同时运动性能和动态性能也得到改善。

[0034] 对于微创手术来说,由于器械是通过微小切口深入患者体内,器械运动会受到小切口的两个移动约束,使得器械在于小切口重合处只有四个转动自由度运动,分别是绕体表小切口横滚和俯仰,沿器械轴线平移和绕器械轴线旋转的自由度。而这四个自由度的运动轴线交于体表小切口的位置,这种围绕定点的运动叫做远心运动,该定点称为远心点。根据实践经验,要求绕体表小切口横滚和俯仰各 $\pm 70^\circ$,沿器械平移的行程为300mm,绕器械轴线旋转的角度为 360° 。在机器人夹持腹腔镜进行操作时,必须保证微创手术机器人沿着这四个自由度运动,否则将对人体产生伤害。

[0035] 根据微创腹腔镜手术持镜臂在临床实际中的任务要求,持镜机械臂可分为两部分:位置调整机构和末端执行机构。位置调整机构用来调整远心点与人体小切口对齐,末端执行机构用来完成远心运动。

[0036] 末端执行机构要实现远心运动需要选择合适的远心机构。四个远心运动自由度中,绕器械自身旋转的自由度可以通过器械本身实现,而沿器械轴平移的自由度用简单直线副即可实现。因此,远心机构的关键是要选择具有两个旋转自由度的远心机构。

[0037] 本发明采用了一种融合了轴直线驱动机构和双平行四杆机构的优点的远心机构,并且将实现横滚运动部分命名为回转关节,实现俯仰运动部分命名为平行四边形关节。该

四边形机构省去了双平行四边形机构中复杂的杆件连接,保留了平行四边形基本运动原理,将杆件间的传动用关节间传动代替。

[0038] 如图1.2所示七个关节的机械臂构型,为冗余自由度持镜机械臂最终构型。前四个关节为组成位置调整机构,均为被动关节;后三个关节组成远心运动机构负责对腹腔镜姿态调整。另外,五关节5与水平面夹角 120° ,以防止末端机构与患者干涉。

[0039] 根据机械臂各个关节的功能不同,机械臂关节划分为五类,分别是:直线运动(移动)关节、摆动关节、回转关节、平行四边形关节和滑动平台关节。

[0040] 一、直线运动关节

机械臂中第一关节1为直线运动,用来调节机械臂末端点的竖直高度。该直线运动关节的调节手轮如图1所示,第一关节1包含关节本体,本体固定安装在底座小车36上;本体内固定安装有电气柜32和直线导轨35,扶手30安置在电气柜32的正上方,气弹簧34套在直线导轨35上,第二关节2的尾端转动连接肩关节座33,肩关节座33固定在关节本体上方随着直线导轨35运动;手轮设置于直线导轨35上,手轮31与直线导轨35之间形成传动关系。手轮31和直线导轨35上、直线导轨35与齿条37上均分别开设有能相互啮合的啮齿。如图2所示,齿轮38通过转向器连接直线导轨35,转向器卡合齿条37,当医生拖曳手臂时,转向器带动齿轮38在直线导轨35上向上或向下运动,转向器始终紧紧卡合在齿条上,防止一关节1下滑。该关节承受了机械臂后面关节的全部重力和由重力产生的重力矩。采用已经产品化的直线导轨作为主要运动部件。为了使医生术前对末端进行位置调整具有便捷性,此关节设计为被动关节,并使用自锁性弹簧平衡后面关节的重力。使用时,医生拖曳手臂或者调节旋转手轮使其竖直移动。

[0041] 第一关节1包含第一关节本体、电气柜32、肩关节座33、气弹簧34、直线导轨35、能控制直线导轨35升降的手轮31、底座小车36、齿条37和齿轮38;第一关节本体固定安装在底座小车36上,电气柜32和直线导轨35固定安装在第一关节1上,手轮31设置于直线导轨35上,第二关节2的尾端转动连接肩关节座33,气弹簧34套设在直线导轨35上,齿轮38通过转向器连接直线导轨35;手轮31与直线导轨35、直线导轨35与齿条37均分别开设有能相互啮合的啮齿。

[0042] 二、摆动关节

摆动关节包含用于调节机械臂末端点在水平面上的位置。该关节只在术前由医生手动调整关节位置,术中只需锁紧即可,因此为带锁紧装置的被动关节。在被动运动时控制系统需要实时监测到关节的位置,因此还安装有编码器。

[0043] 涉及如图3所示摆动关节,应用于机械臂的第二关节2、第三关节3和第四关节4。第二关节2、第三关节3和第四关节4均包含轴连接件40、上支撑件41、中心轴42、电磁离合器一43、下支撑件44和旋转编码器一45;第二关节2通过上支撑件41、下支撑件44分别与第一关节1、第三关节3相连接,第三关节3通过上支撑件41、下支撑件44分别与第二关节2、第四关节4相连接,第四关节4分别通过上支撑件41、下支撑件44与第三关节3、第五关节5连接;上支撑件41通过轴连接件40与中心轴42转动连接,中心轴42通过电磁离合器一43与下支撑件44转动连接。

[0044] 三、回转关节

回转关节即机械臂的五关节5,用来实现绕关节中心轴线旋转运动。此关节实现手术器

械与腹腔镜远心点的横滚运动,与平行四边形关节一起组成机械臂的位置调整。由于实际手术过程中的需要,该关节需要既能主动运动,也能被动运动。在术前调整过程中采用被动运动,在手术过程中为主动运动,医生通过操作主手来控制其运动。由于关节负载较小,选用直流伺服电机驱动即可满足功率要求。如图4所示,第五关节5包含上连接件46、带轮47、外壳48、电机一49、传动轴一50、二连接件51、套筒52、电磁离合器二53、一连接件54、谐波减速器55和电机架连接件56;电机49通过带轮47驱动谐波减速器55的输入,谐波减速器55的输出与一连接件54固定连接;一连接件54与传动轴一50通过电磁离合器二53连接,传动轴一50与二连接件51固定连接,上连接件46与第四关节4转动连接,二连接件51与第六关节6转动连接;第五关节5轴线与水平方向夹角为 120° ,这样使得末端执行机构向下 30° 靠近患者,以避免与患者发生碰撞。回转关节选取电机型号为RE30直流有刷伺服电机,输出功率为60W,额定转速为8050r/min,选取减速比762。

[0045] 四、平行四边形关节

平行四边形关节是持镜机械臂结构设计中的难点,该关节运动员李是在前述提及的平行四边形机构原理,该机构运动的实现关键是要设计出高精度、高刚度的传动系统,来保证各杆件间的相对运动关系。此外,还要确保此关节有足够大的运动范围,工作范围要远离关节的奇异位置。机械臂要实现 140° 的运动范围,这就要求各个连接杆件之间的旋转关节至少有 140° 回转的运动范围;其次,由于手术过程中远心点与人体切口重合,四边形机构各杆到远心点之间的距离应该足够大以避免与患者发生碰撞,平行四边形关节包含第六关节。

[0046] 如图8所示为平行四边形的总构造图,盒式杆60长为180mm,H形杆61长115mm,L形杆62长394.32mm,盒式杆60采用盒式结构,保证杆体刚度的同时又提供了足够的关节运动空间;H形杆61采用H形结构,为L形杆62的运动提供尽可能大的运动范围;L形杆62采用L形结构防止与盒式杆、H形杆61及患者发生干涉;T形杆63采用T型结构避免与L形杆62干涉,从而获得足够大的关节空间。平行四边形关节选择RE30系列直流有刷伺服电机,功率为60W,额定转速为8050r/min,减速比为762。

由关节构型的设计,平行四边形内部的三个关节间需要有内部传动系统使各关节运动关联在一起。关节内部可看成是由的旋转关节组成的机构,旋转关节间距较大,且关节运动范围大,机构对误差比较敏感,因此它要求关节间的传动具有刚度高,传动误差小,传动间隙小的特。综合以上,采用同步带传动作为各内部旋转关节的一级传动,谐波传动作为内部旋转关节的二级传动,就将其用来直接驱动各杆件。

[0047] 优点分析:

(1)关节与关节之间的长距离传动采用同步带传动方式,简单可靠,误差不积累,而且转动过程各位置同性,运动范围也不受限制;

(2)由于谐波减速器速比*i*值很大,同步带传动所受力矩仅为其驱动关节所需力矩的 $1/i$ 倍,大大减小了由负载引起的传动误差,同时提高了关节刚度,即减轻关节运动过程中的震颤;

(3)在传动过程中产生的误差和回差将被谐波减速器缩小为原来的 $1/i$ 倍,提高了关节的运动精度。

[0048] 传动方案如图9所示,电机输出轴0通过锥齿轮组将动力源分流到两个相反速度的传动轴轴1和轴2,轴1将动力输入谐波减速器1进而驱动3杆23,轴2通过带轮组1将动力传递

至轴3;轴3的动力分流为两路,一路通过同步带轮组2传递至轴4,另一路输入谐波减速器2钱用来驱动3杆23;轴4通过齿轮组实现运动反向,反向之后通过同步带轮组3传递至轴6,轴6输入谐波减速器3用来驱动4杆24。

[0049] 轴0与轴1、轴0与轴2、轴3与轴4、轴4与轴5的齿轮或带轮传动均为等速传动,锥齿轮等速传动,轴1与轴2的带轮传动比,轴5与轴6的带轮传动比为,只要同步带1和同步带2传动比满足分别为,就能实现远心点的定点运动。

[0050] 如图5为平行四边形关节的关节1的结构,平行四边形第六关节6包含盒式杆60、H形杆61、L形杆62、T形杆63、使H形杆61与盒式杆60转动连接的关节1、使H形杆61与L形杆62转动连接的关节2、使L形杆62与T形杆63转动连接的关节3;手术器械安装在T形杆63上。

[0051] 关节1包含锥齿轮一11、锥齿轮三12、同步带轮13、连接件二14、箱体15、锥齿轮二16、电机17、连接件三18、连接轴二19、连接件一20、谐波发生器一21、减速器输出钢轮22、减速器输入钢轮23、电机连接轴24、同步带25和连接轴一26;电机连接轴24的首端经箱体15的后侧表面伸入箱体15内并与箱体15转动连接,电机连接轴24的首端与电机17固定连接,电机连接轴24的首端套设并固定连接锥齿轮一11;连接件二14的首端经箱体15的左侧表面伸入箱体15内并与箱体15转动连接,首端上套设并固定连接锥齿轮三12,连接件二14位于箱体15外侧的尾端固定连接同步带轮13;连接轴二19的首端经箱体15的右侧表面伸入箱体15中并通过连接件三18与箱体15转动连接,伸入箱体15的一端固定连接锥齿轮二16;连接轴二19位于箱体外侧的部分上套设有减速器输入钢轮23、减速器输出钢轮22和谐波发生器一21;锥齿轮一11、锥齿轮二16与锥齿轮三12皆为正圆锥体,锥齿轮一11与锥齿轮三13、锥齿轮一11与锥齿轮二16的侧面之间均开设有可以相互啮合的啮齿;电机17驱动电机连接轴24,电机连接轴17通过同步带25驱动连接轴一26,连接轴一26通过锥齿轮组将动力传递至连接件二14和连接轴二19,连接件二14通过同步带轮13将动力往后级关节即平行四边形的第六关节6传递,而连接轴二19通过谐波减速器组件21、22和23减速后驱动连接件一20,进而由连接件一20驱动H形杆61。

[0052] 锥齿轮组包含锥齿轮一11、锥齿轮二16与锥齿轮三12,谐波减速器组件包含谐波发生器一21、减速器输出钢轮22和减速器输入钢轮23。

[0053] 如图6所示为关节2,关节2包含谐波发生器二83、旋转编码器84、传动轴85、光电开关86、同步带轮一87和同步带轮二88;H形杆62包括左竖杆、右竖杆和一个横置连接两个竖杆的横杆;两个竖杆上均开设有上通孔和下通孔,传动轴85的左端、右端分别转动连接并固定在左竖杆、右竖杆的上通孔内;传动轴85左端固定连接光电开关86和同步带轮一87,右端固定连接同步带轮二88、旋转编码器84和谐波发生器二83。

[0054] H形杆62右侧连接在前述关节1的连接件一20上,同步带轮一87连接关节1中的同步带轮13,进而驱动传动轴85;传动轴85通过谐波减速器组件减速后驱动平行四边形关节的L形杆62。

[0055] 如图7所示为关节3,关节3包含谐波发生器三89、连接件四90、支撑件91、带轮五92、张紧轮轴二93、张紧轮二94、同步带二95、齿轮96、带轮四97、同步带一98、张紧轮一99、张紧轮轴一100、连接件五101、带轮三102、谐波输出103和谐波输入104;谐波减速器组件包含谐波发生器83和谐波输出103;L形杆62包含短杆和长杆,短杆的首端与长杆的尾端固定连接,短杆的尾端上开设有一圆孔,圆孔通过连接件转动连接关节2;传动轴贯穿长杆的首

端转动连接T形杆63和L形杆62,传动轴上套设有谐波减速器组件和谐波输入104、连接件四90、支撑件91和带轮五92;在长杆与短杆连接处设置有齿轮96、带轮四97和带轮三102,齿轮96与带轮四97、带轮三102分别相互啮合;同步带二95的两端分别套设在带轮四97、带轮五92上,同步带二95内设置有张紧轮轴二94和转动连接张紧轮二94的张紧轮轴二93;L形杆62连接关节2的谐波发生器二83,同步带一98连接关节2中的同步带轮二86,并将动力通过齿轮96组反向后再通过同步带二95驱动谐波发生器三89的谐波输入104,谐波发生器三89的谐波输出103通过连接件五101驱动平行四边形关节的T形杆63;同步带一98的内安置有张紧轮一99和转动连接张紧轮一99的张紧轮轴一100。

[0056] 五、滑动平台关节

滑动平台关节为机械臂的第七关节7,使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩。根据实际临床需要,该关节要提供300mm的行程,运行平稳精确,还设置有方便腹腔镜安装拆卸的接口。

[0057] 直线移动机构采用市面上成熟的直线导轨产品,该产品采用滚珠滑动形式,摩擦小,精度高,间隙小,运行平稳。使用直流无刷电机作为动力源,为了增加移动关节的行程,电机采用偏置安装方式。电机动力经过同步带轮传递至滑动丝杠螺母机构,进而驱动直线关节滑动。套管是在微创手术中插入患者体内为腹腔镜或手术器械导向用的,通过套管夹固定在平台上。接线盒提供腹腔镜或手术器械与机器人系统的电气接口,方便迅速集成到整个手术机器人系统中去。

[0058] 综上,如图1所示,该机械臂有七个自由度,第一关节是由气弹簧支撑的直线导轨副组成,其主要作用是用于手术前医生手动拖拽来调节远心点垂直高度,运行行程为350mm;第二、第三、第四关节由摆动关节组成的,采用被动运动模式,其关节运动范围为 $\pm 180^\circ$,其主要作用是:调节这三个关节是远心点在水平面上运动;第五、六关节为远心机构关节,运动范围为 $\pm 70^\circ$,该关节的运动拥有主被动两种工作模式;第七关节为滑动平台关节,驱动腹腔镜伸缩运动,运动行程为300mm。

[0059] 一种冗余自由度持镜机械臂,包含机械臂本体和设置在机械臂本体上的手术器械,手术器械上安置有腹腔镜;机械臂本体包含用于调节机械臂末端点竖直高度的直线运动关节、用于调节机械臂末端点水平方向上位置的摆动关节、用于实现手术器械与腹腔镜远心点做横滚运动的回转关节、平行四边形关节和使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩的滑动平台关节;直线运动关节包含第一关节1,摆动关节包含第二关节2、第三关节3和第四关节4,回转关节包含第五关节5,平行四边形关节包含第六关节6,滑动平台关节包含第七关节7;第一关节1的首端与第二关节2的尾端、第二关节2的首端与第三关节3的尾端、第三关节3的首端与第四关节4的尾端、第四关节4的首端与第五关节5的尾端、第五关节5的首端与第六关节6的尾端、第六关节6的首端与第七关节7的尾端均分别相互转动连接。

[0060] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

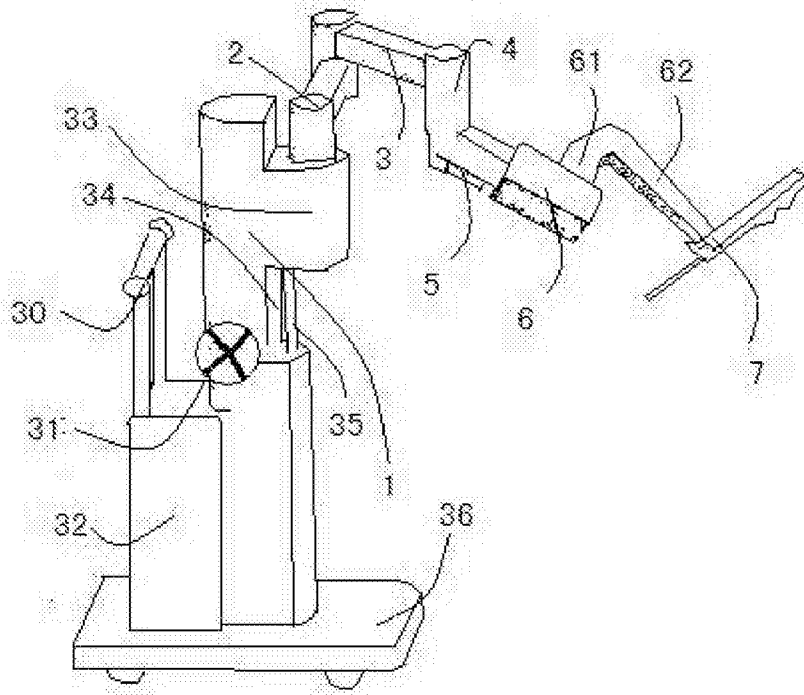


图1.1

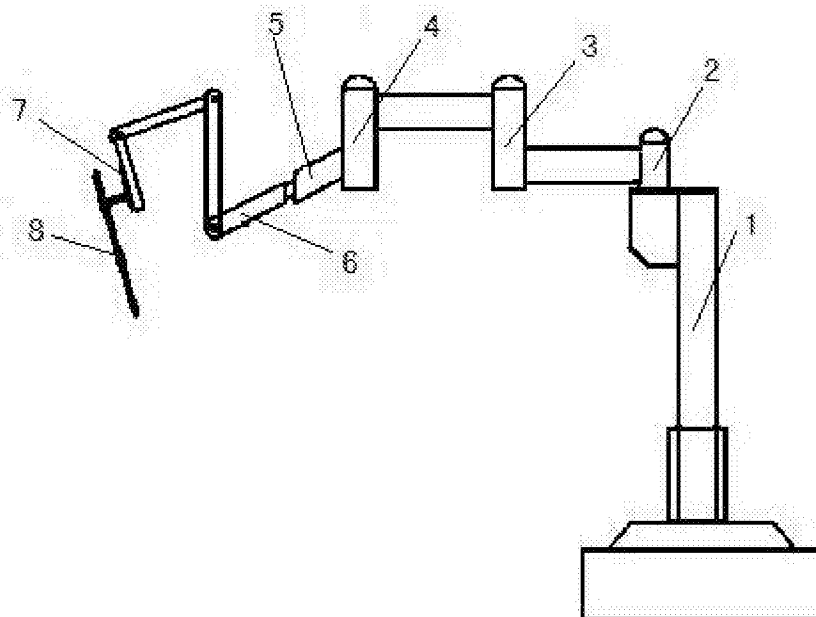


图1.2

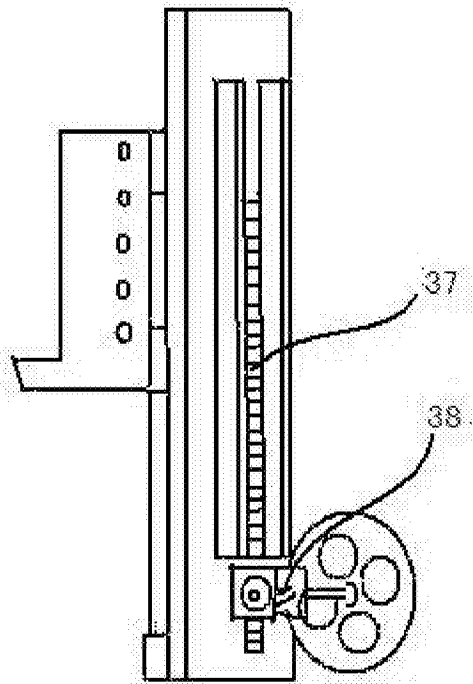


图2

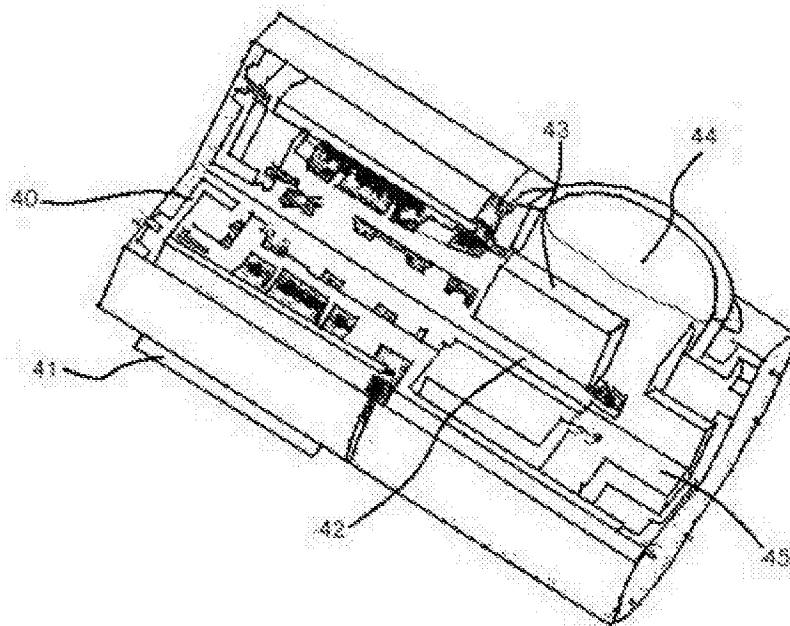


图3

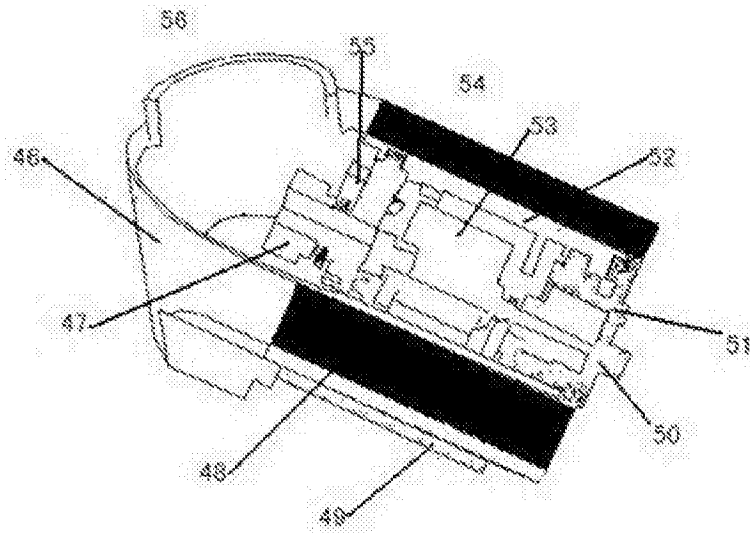


图4

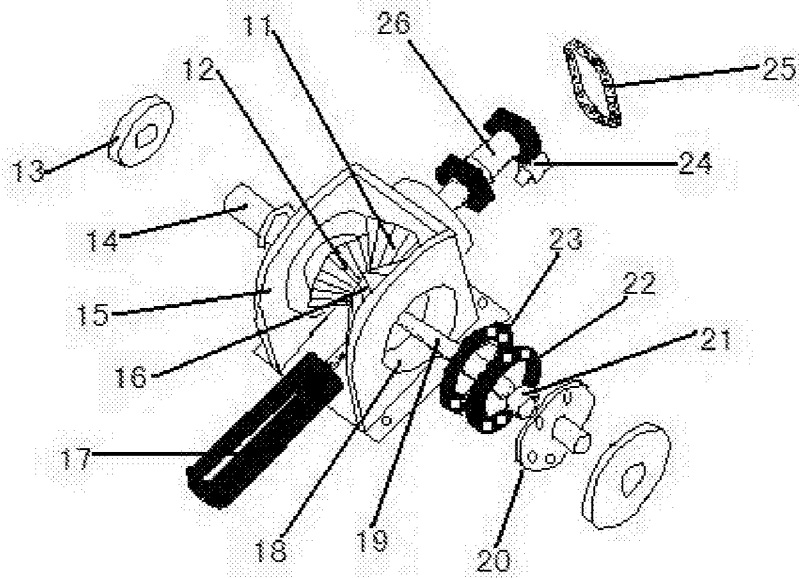


图5

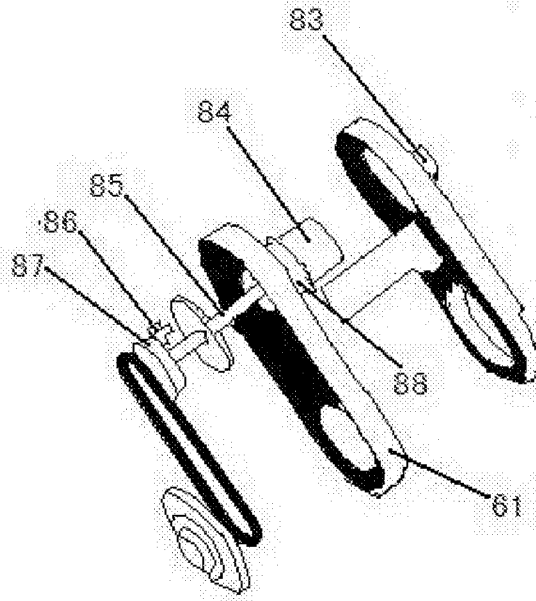


图6

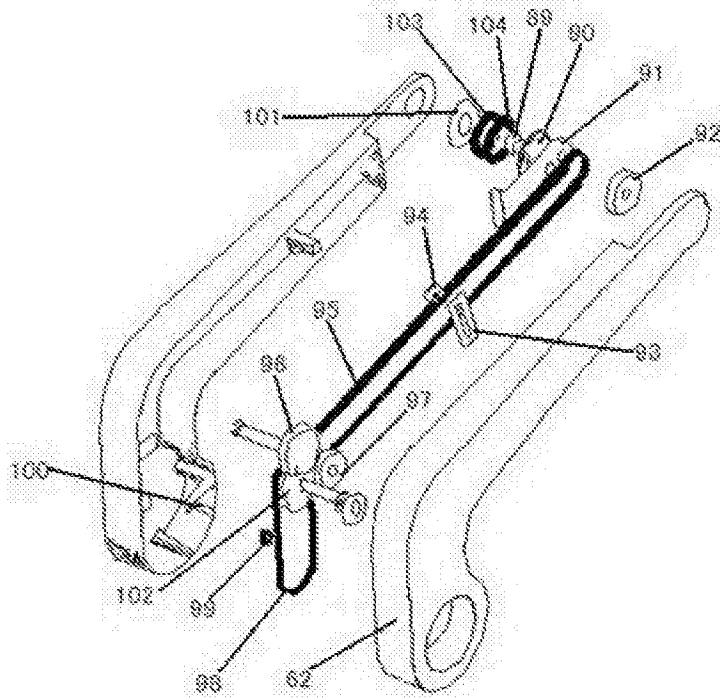


图7

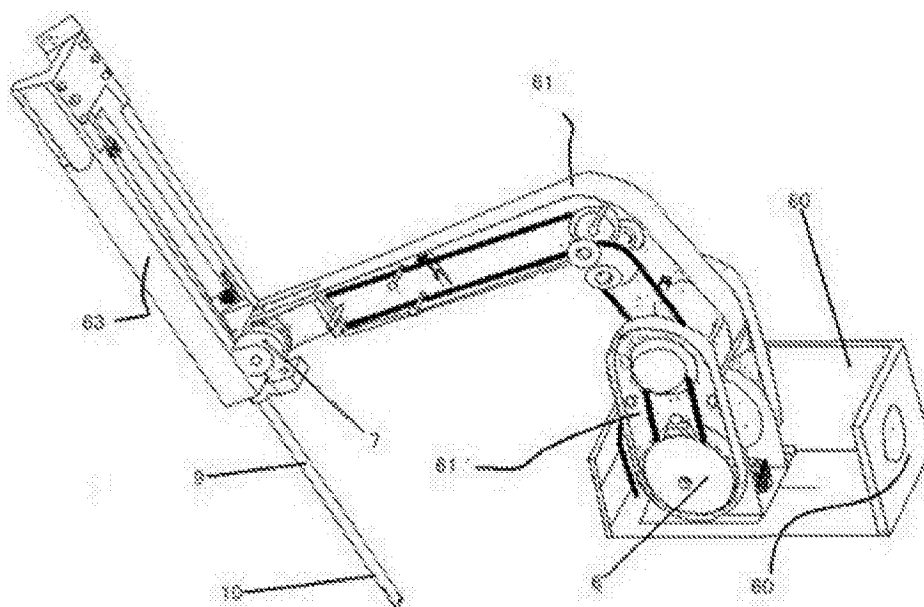


图8

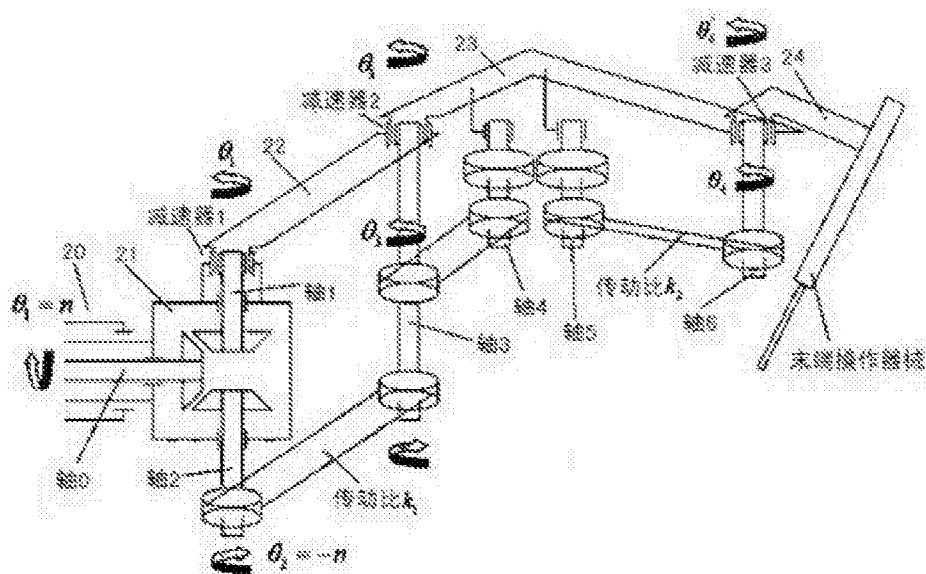


图9

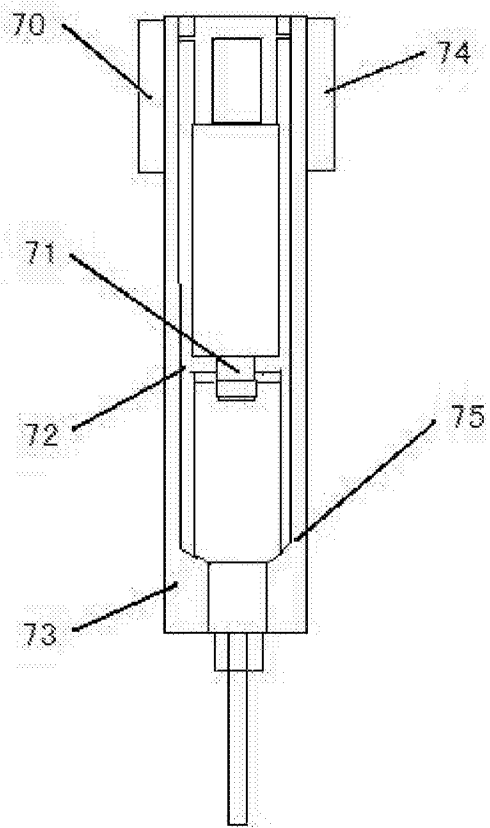


图10.1

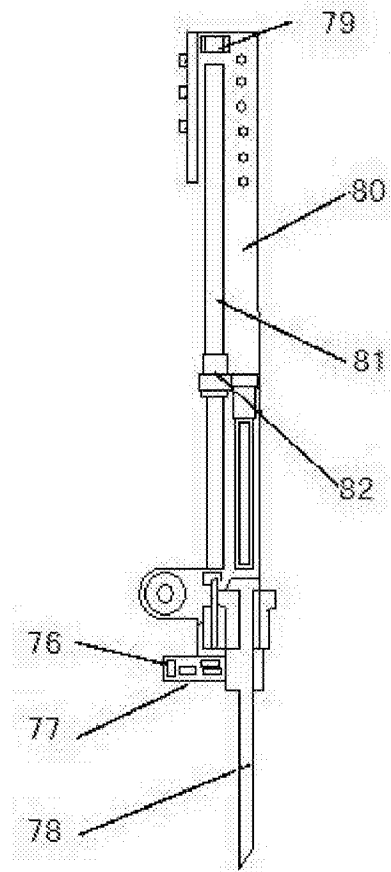


图10.2

专利名称(译)	一种冗余自由度持镜机械臂		
公开(公告)号	CN105686883A	公开(公告)日	2016-06-22
申请号	CN201610139868.9	申请日	2016-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	昆山一邦泰汽车零部件制造有限公司		
申请(专利权)人(译)	昆山一邦泰汽车零部件制造有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	昆山一邦泰汽车零部件制造有限公司		
[标]发明人	郑坚雄		
发明人	郑坚雄		
IPC分类号	A61B34/30 A61B17/00 B25J9/06 B25J18/04		
CPC分类号	A61B17/00234 A61B2017/00305 B25J9/06 B25J18/04		
代理人(译)	董建林		
其他公开文献	CN105686883B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

发明涉及一种冗余自由度持镜机械臂，属于微创手术技术领域。包含机械臂本体和设置在机械臂本体上的手术器械，手术器械上安置有腹腔镜，其特征是：机械臂本体包含用于调节机械臂末端点竖直高度的直线运动关节、用于调节机械臂末端点水平面上位置的摆动关节、用于实现手术器械与腹腔镜远心点做横滚运动的回转关节、平行四边形关节和使腹腔镜能沿人体切口轴向伸缩的滑动平台关节；有益效果：机器人操作精准，没有疲劳，如果出现抖动也可以从控制上消除。使用机器人代替医生进行微创手术操作时能够大大提高手术的质量，能更加充分的体现微创手术的优势。

