



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107157581 A

(43)申请公布日 2017. 09. 15

(21)申请号 201710219924.4

(22)申请日 2017.04.06

(71)申请人 上海工程技术大学

地址 201620 上海市松江区龙腾路333号

(72)发明人 张雪 张帆

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 陈亮

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

B25J 9/00(2006.01)

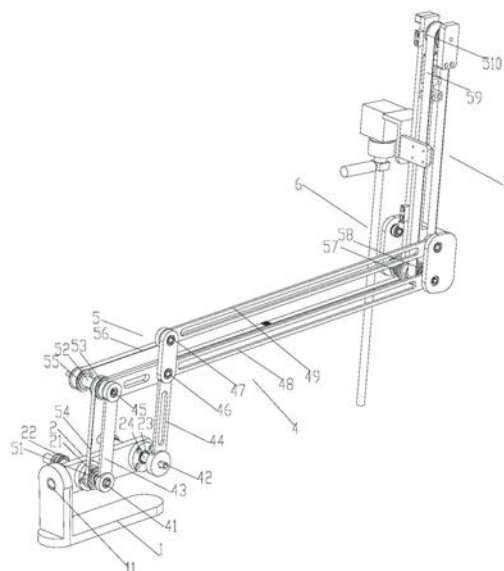
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构

(57)摘要

本发明涉及一种用于体外微创手术扶持内窥镜的解耦四自由度远心机构,包括机架、旋转臂、导轨系统、定点远心运动支链、同步带运动支链,旋转臂通过第一转动副连接在机架上,定点远心运动支链与导轨系统转动连接,同步带运动支链和定点远心运动支链连接在旋转臂和内窥镜之间;通过旋转臂的主动运动运动、定点远心支链的主动运动以及同步带运动支链的主动运动,实现内窥镜绕远处旋转中心的三转动一移动三自由度运动。本发明实现了绕远处中心旋转的解耦四自由度运动,除了用以驱动自转的电机靠近末端,另外三个驱动电机都实现了远离末端内窥镜,从而使扶持内窥镜的末端执行机构质量更轻,运动惯性更小,提供了稳定的增强的腹腔画面。



1. 一种用于体外微创手术扶持内窥镜的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 该机构包括机架、旋转臂、导轨系统、定点远心运动支链、同步带运动支链,

所述旋转臂通过第一转动副连接在机架上,

所述的定点远心运动支链与导轨系统转动连接,

所述的同步带运动支链和所述的定点远心运动支链连接在旋转臂和内窥镜之间; 通过旋转臂的主动运动运动、定点远心支链的主动运动以及同步带运动支链的主动运动, 实现内窥镜绕远处旋转中心的三转动一移动三自由度运动。

2. 根据权利要求1所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的旋转臂包括第二转动副、第一转动轴、第三转动副和第二转动轴;

所述的第一转动轴通过第二转动副与旋转臂转动连接, 所述的第二转动轴通过第三转动副与旋转臂转动连接。

3. 根据权利要求2所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线共线互相垂直且平行于机架底面; 所述的第二转动副与所述的第三转动副平行设置; 第一转动副的轴线与内窥镜的轴线相交与定点。

4. 根据权利要求2所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的导轨系统包括第四转动副、第三转动轴、第五转动副、第六转动副、U形连接块、导轨安装板、导轨、滑块、同步带压板、定位块、张紧装置以及第七转动副;

所述的第三转动轴与U形连接块通过第四转动副和第五转动副转动连接, 所述的导轨与导轨安装板固定连接, 所述的滑块与导轨滑动连接, 所述的同步带压板与滑块固定连接, 所述的挡块固定于导轨安装板上, 所述的张紧装置与导轨安装板滑动连接。

5. 根据权利要求4所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的定点远心运动支链包括第八转动副、第九转动副、第一杆件、第二杆件、第十转动副、第十一转动副、第十二转动副、第三杆件、第四杆件;

所述的第一杆件一端通过第八转动副与第一转动轴转动连接, 另一端通过第十转动副与第三杆件的一端转动连接, 第二杆件一端通过第九转动副与第二转动轴固定连接, 第三杆件通过第十一转动副与第二杆件转动连接, 第四杆件一端通过第十二转动副与第二杆件转动连接, 定点远心运动支链与导轨系统通过第三杆件和第四杆件的另一端分别经过第五转动副和第六转动副转动连接。

6. 根据权利要求5所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的同步带运动支链包括第一同步带轮、第四转动轴、第二同步带轮、第一同步带、第三同步带轮、第二同步带、第四同步带轮、第五同步带轮、第三同步带以及第六同步带轮;

所述的第一同步带轮与第一转动轴固定连接, 第四转动轴通过第十转动副与第一杆件转动连接, 第二同步带轮和第三同步带轮与第四转动轴均固定连接, 第一同步带安装在第一带轮和第二带轮上, 第四同步带轮与第一转动轴固定连接, 第二同步带安装在第三同步带轮和第四同步带轮上, 第五同步带轮与第一转动轴固定连接, 第六同步带轮与张紧装置通过第七转动副转动连接, 第三同步带安装在第五同步带轮和第六同步带轮上。

7. 根据权利要求4所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的内窥镜与滑块转动连接实现沿轴线的移动和自转。

8. 根据权利要求6所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的同步带压板和第三同步带固定连接, 实现第三同步带的转动带动滑块的运动。

9. 根据权利要求2所述的一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构, 其特征在于, 所述的第一转动副、第二转动副、第三转动副和内窥镜的顶端均单独设置电机。

一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微创手术用机构,尤其是涉及一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构。

背景技术

[0002] 并联机构广泛应用于重载模拟设备、机器人、数控机床、传感器及微操作等领域。然而,并联机构各驱动单元之间是耦合的,即并联机构整体输出平台沿任一方向的运动都是所有驱动单元的运动合成,并且各驱动单元的运动与并联机构整体运动(即输入与输出)之间是非线性的。这一特性导致并联机构控制复杂、标定困难、而且制约了精度的提高。因此,如何实现并联机构解耦,简化控制和标定,提高运动精度,一直是一个困难而富有挑战性的课题。

[0003] 运动解耦并联机器人是指输出运动的任一个自由度都仅依赖单个驱动单元,其他驱动单元动作不对此自由度产生影响。具有完全解耦的并联机构运动关系简单、标定简便、控制精度高、刚度大,在虚拟机床和机器人中应用前景广阔。

[0004] [Hunt K H. Structural Kinematics of In-Parallel-Actuated Robot Arms, Journal of Mechanisms, Transmissions and Automation in Design, 1983, 105: 705-712]报道了一种两转动一移动自由度并联机构,主要由机架、动平台和固连在机架和动平台之间的三个结构形式相同的运动支链组成,每个运动支链依次由转动副、移动副、球铰链及它们之间的杆件组成,并且三个运动支链空间对称分布。文献[Huang Z, Wang J, Fang Y F, Analysis of Instantaneous Motions of Deficient-Rank 3-RPS Parallel Manipulators. Mechanism and Machine Theory, 2002, 37 (2): 229-240.]报道了该类型并联机构存在瞬时运动,其转动自由度的轴线只存在于单叶双曲面上。

[0005] 中国专利文献CN101036986A报道了由动平台、固定平台及连接它们的四条闭环运动支链组成的两转动一移动并联机构,每条闭环支链含有一类对称结构的六杆球形机构,动平台和固定平台与每条支链用转动副连接。文献[Xianwen Kong, Clement M. Gosselin Type synthesis of input-output decoupled parallel manipulators, Transactions of the CSME, Vol. 28, Special Edition, 2004]中报道了具有两移动一转动自由度并联机构,由动平台、固定平台和串并联混搭的运动支链组成。文献[李惠良, 金琼, 杨廷力, 一类一平移两转动解耦并联机构及其位移分析, 机械制造与研究, Feb 2002, (1): 9-12, 14]提出一种具有三角化解耦特性的两转动一移动并联机构,但输出自由度不完全由单个驱动器控制,仍属于解耦并联机构,完全解耦的四自由度球面机构文献发明目前尚未检索到。

[0006] 中国专利CN104985610A公开了一种一移动三转动四自由度转动移动完全解耦并联机构,包括:动平台、基座以及三条支链,其中:支链的一端均与基座活动连接,另一端与动平台活动连接,所述的三条支链均为双转动自由度支链,其中:至少一条支链与基座一维活动连接,使得动平台作一维移动和绕固定点O作球面三自由度转动;动平台的转动特征具有转动移动完全解耦的特点。该专利具有三条支链结构复杂,且结构较大只能应用在固定

的场所,因此急需设计了一种单支链简单的机械臂应用于扶持内窥镜,在手术在中代替人扶持内窥镜,用来提高手术的效率,且结构简单,方便携带。

[0007] 在传统的腹腔窥镜外科操作常需要医护人员扶持内窥镜。人体疲劳或抖动时,内窥镜画面模糊、不清晰,直接影响医生的手术操作。机器人代替人工扶持内窥镜,能减轻保证医护人员的工作量,保证清晰的图像,并降低医生手术的失误率和手术时间。

发明内容

[0008] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种具有三个转动自由度一个移动自由度,完全解耦,同时实现了定点远心运动的用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构,可以用来扶持内窥镜。

[0009] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0010] 一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构,用以扶持内窥镜,该机构包括机架、旋转臂、导轨系统、定点远心运动支链、同步带运动支链,

[0011] 所述旋转臂通过第一转动副连接在机架上,

[0012] 所述的定点远心运动支链与导轨系统转动连接,

[0013] 所述的同步带运动支链和所述的定点远心运动支链连接在旋转臂和内窥镜之间;通过旋转臂的主动运动运动、定点远心支链的主动运动以及同步带运动支链的主动运动,实现内窥镜绕远处旋转中心的三转动一移动三自由度运动。

[0014] 所述的旋转臂包括第二转动副、第一转动轴、第三转动副和第二转动轴;

[0015] 所述的第一转动轴通过第二转动副与旋转臂转动连接,所述的第二转动轴通过第三转动副与旋转臂转动连接。

[0016] 所述的第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线共线互相垂直且平行于机架底面;所述的第二转动副与所述的第三转动副平行设置;第一转动副的轴线与内窥镜的轴线相交与定点。

[0017] 所述的导轨系统包括第四转动副、第三转动轴、第五转动副、第六转动副、U形连接块、导轨安装板、导轨、滑块、同步带压板、定位块、张紧装置以及第七转动副;

[0018] 所述的第三转动轴与U形连接块通过第四转动副和第五转动副转动连接,所述的导轨与导轨安装板固定连接,所述的滑块与导轨滑动连接,所述的同步带压板与滑块固定连接,所述的挡块固定于导轨安装板上,所述的张紧装置与导轨安装板滑动连接。

[0019] 所述的定点远心运动支链包括第八转动副、第九转动副、第一杆件、第二杆件、第十转动副、第十一转动副、第十二转动副、第三杆件、第四杆件;

[0020] 所述的第一杆件一端通过第八转动副与第一转动轴转动连接,另一端通过第十转动副与第三杆件的一端转动连接,第二杆件一端通过第九转动副与第二转动轴固定连接,第三杆件通过第十一转动副与第二杆件转动连接,第四杆件一端通过第十二转动副与第二杆件转动连接,定点远心运动支链与导轨系统通过第三杆件和第四杆件的另一端分别经过第五转动副和第六转动副转动连接。

[0021] 所述的同步带运动支链包括第一同步带轮、第四转动轴、第二同步带轮、第一同步带、第三同步带轮、第二同步带、第四同步带轮、第五同步带轮、第三同步带以及第六同步带轮;

[0022] 所述的第一同步带轮与第一转动轴固定连接,第四转动轴通过第十转动副与第一杆件转动连接,第二同步带轮和第三同步带轮与第四转动轴均固定连接,第一同步带安装在第一带轮和第二带轮上,第四同步带轮与第一转动轴固定连接,第二同步带安装在第三同步带轮和第四同步带轮上,第五同步带轮与第一转动轴固定连接,第六同步带轮与张紧装置通过第七转动副转动连接,第三同步带安装在第五同步带轮和第六同步带轮上。

[0023] 所述的内窥镜与滑块转动连接实现沿轴线的移动和自转。

[0024] 所述的同步带压板和第三同步带固定连接,实现第三同步带的转动带动滑块的移动。

[0025] 所述的第一转动副、第二转动副、第三转动副和内窥镜的顶端均单独设置电机,使得四个自由度分别通过单个主动电机控制,具有完全解耦的运动特性。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0027] (1) 通过运动支链综合法,基于平行四边形和同步带运动结构,实现多关节的解耦驱动;

[0028] (2) 将控制移动自由度的马达置于机器人机架,使用同步带传动,显著降低了机器人末端的运动惯量,有效提高机器人运动灵活性;

[0029] (3) 机构全部采用转动副驱动,使用同步带机构将旋转运动转换成直线运动,避免了滚珠丝杆等转动-移动的运动传递方式,提高了运动效率和传动精度。

[0030] (4) 实现了绕远处中心旋转的解耦四自由度运动,除了用以驱动自转的电机靠近末端,另外三个驱动电机都实现了远离末端内窥镜,从而使扶持内窥镜的末端执行机构质量更轻,运动惯性更小,提供了稳定的增强的腹腔画面。

附图说明

[0031] 图1为本发明的结构示意图;

[0032] 图2为本发明的导轨系统的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0034] 实施例

[0035] 本发明涉及用于微创手术扶持内窥镜的末端执行机构,具体来说,是用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构,其结构如图1所示。该机构具有三个转动自由度一个移动自由度,完全解耦,同时实现了定点远心运动,包括机架1、旋转臂2、导轨系统3、定点远心运动支链4、同步带运动支链5、内窥镜6。

[0036] 旋转臂2通过第一转动副11连接在机架1上;旋转臂2包括第二转动副21、第一转动轴22、第三转动副23和第二转动轴24;其中第一转动轴22通过第二转动副21与旋转臂2转动连接,第二转动轴24通过第三转动副23与旋转臂2转动连接。

[0037] 导轨系统3的结构如图2所示,包括第四转动副31、第三转动轴32、第五转动副33、

第六转动副34、U形连接块35、导轨安装板36、导轨37、滑块38、同步带压板39、定位块310、张紧装置311以及第七转动副312;其中第三转动轴32与U形连接块35通过四转动副31和第五转动副33转动连接,导轨37与导轨安装板36固定连接,滑块38与导轨37滑动连接,同步带压板39与滑块38固定连接,挡块310固定于导轨安装板36上,张紧装置311与导轨安装板36滑动连接。

[0038] 定点远心运动支链4包括第八转动副41、第九转动副42、第一杆件43第二杆件44、第十转动副45、第十一转动副46、第十二转动副47、第三杆件48、第四杆件49;其中第一杆件43的一端通过第八转动副41与第一转动轴22转动连接,另一端通过第十转动副45与第三杆件48的一端转动连接,第二杆件44的一端通过第九转动副42与第二转动轴24固定连接,第三杆件48通过第十一转动副46与第二杆件44转动连接,第四杆件49的一端通过第十二转动副47与第二杆件44转动连接,定点远心运动支链4与导轨系统3通过第三杆件48和第四杆件49的另一端分别经过第五转动副33和第六转动副34转动连接。

[0039] 同步带运动支链5包括第一同步带轮51、第四转动轴52、第二同步带轮53、第一同步带54、第三同步带轮55、第二同步带56、第四同步带轮57、第五同步带轮58、第三同步带59以及第六同步带轮510;其中第一同步带轮51与第一转动轴21固定连接,第四转动轴52通过第十转动副45与第一杆件43转动连接,第二同步带轮53和第三同步带轮55与第四转动轴52均固定连接,第一同步带54安装在第一带轮51和第二带轮53上,第四同步带轮57与第一转动轴32固定连接,第二同步带56安装在第三同步带轮55和第四同步带轮57上,第五同步带轮58与第一转动轴32固定连接,第六同步带轮510与张紧装置311通过第七转动副312转动连接,第三同步带59安装在第五同步带轮58和第六同步带轮510上。

[0040] 内窥镜6与滑块38转动连接,能够实现沿轴线的移动和自转;同步带压板39和第三同步带59固定连接,实现第三同步带59的转动带动滑块38的移动。

[0041] 本发明的特点在于,本第一转动副的转动轴线和第二转动副的转动轴线共线互相垂直且平行于机架底面;第二转动副平行于第三转动副;第一转动副的轴线与内窥镜的轴线相交与定点。同步带压板和第三同步带固定连接,实现第三同步带的转动带动滑块的移动。内窥镜与滑块转动连接,能够实现沿轴线的移动和自转。第一转动副、第二转动副、第三转动副和内窥镜的顶端均单独设置电机,使得四个自由度分别通过单个主动电机控制,具有完全解耦的运动特性。

[0042] 本发明的工作原理如下:

[0043] 本发明中的第一转动副11、第二转动副21、第三转动副23、以及内窥镜处都设置了电机。当第一转动副21转动时,驱动末端内窥镜6绕第一转动副11且过定点远心的轴线转动;当第二转动副21转动时,驱动末端内窥镜6沿轴线实现上下移动;当第三转动副23转动时实现内窥镜的定点远心运动;当设置在内窥镜顶端的电机转动时,驱动内窥镜6绕自身的轴线自转。

[0044] 本发明实现了末端内窥镜绕远处旋转中心的三转动一移动四自由度运动,并且三个转动自由度和一个移动自由度分别通过单个主动电机控制,具有完全解耦的运动特性。

[0045] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

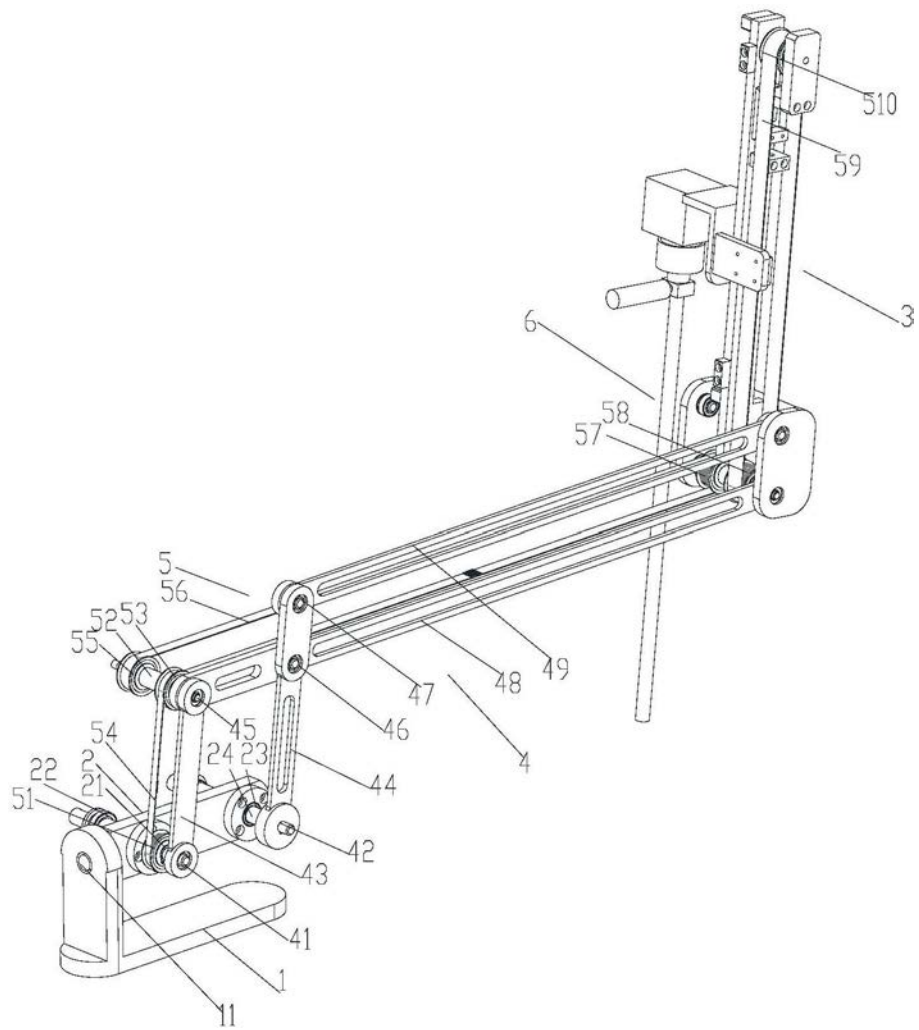


图1

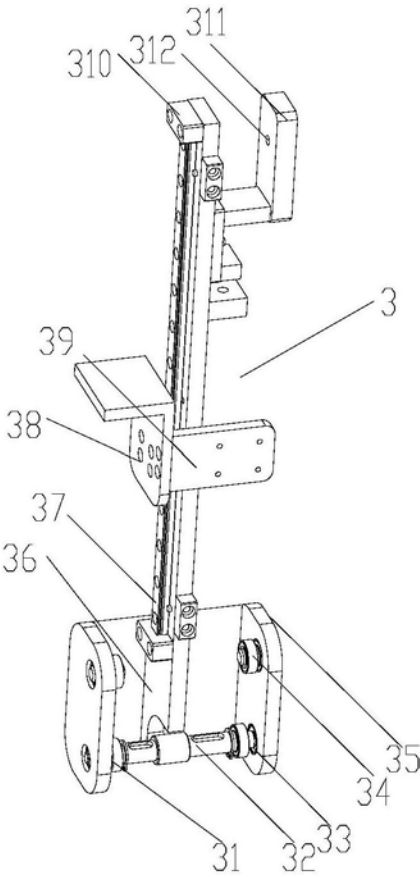


图2

专利名称(译)	一种用于体外微创手术的解耦四自由度远心机构		
公开(公告)号	CN107157581A	公开(公告)日	2017-09-15
申请号	CN201710219924.4	申请日	2017-04-06
[标]申请(专利权)人(译)	上海工程技术大学		
申请(专利权)人(译)	上海工程技术大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海工程技术大学		
[标]发明人	张雪 张帆		
发明人	张雪 张帆		
IPC分类号	A61B34/30 B25J9/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B34/70 A61B2034/301 A61B2034/302 B25J9/00		
代理人(译)	陈亮		
其他公开文献	CN107157581B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于体外微创手术扶持内窥镜的解耦四自由度远心机构，包括机架、旋转臂、导轨系统、定点远心运动支链、同步带运动支链，旋转臂通过第一转动副连接在机架上，定点远心运动支链与导轨系统转动连接，同步带运动支链和定点远心运动支链连接在旋转臂和内窥镜之间；通过旋转臂的主动运动运动、定点远心支链的主动运动以及同步带运动支链的主动运动，实现内窥镜绕远处旋转中心的三转动一移动三自由度运动。本发明实现了绕远处中心旋转的解耦四自由度运动，除了用以驱动自转的电机靠近末端，另外三个驱动电机都实现了远离末端内窥镜，从而使扶持内窥镜的末端执行机构质量更轻，运动惯性更小，提供了稳定的增强的腹腔画面。

