



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109745087 A

(43)申请公布日 2019.05.14

(21)申请号 201811549959.5

(22)申请日 2018.12.18

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 徐东 魏洪兴 李开超 谭文帅

(74)专利代理机构 北京辰权知识产权代理有限公司

11619

代理人 刘广达

(51)Int.Cl.

A61B 17/00(2006.01)

A61B 34/30(2016.01)

H02K 1/27(2006.01)

H02K 7/10(2006.01)

H02P 7/18(2006.01)

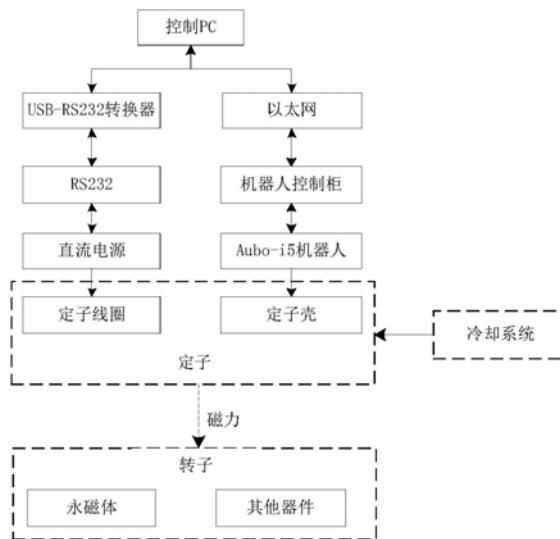
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种腹腔镜机器人结构及工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种腹腔镜机器人结构及工作方法,包括:机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;其中,外部驱动装置分别连接所述机器人本体、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;所述位置控制系统、电流控制系统还与所述主控系统连接。本发明的优点在于:将驱动装置转移到机器人外部,从而可以源源不断地从人体外部获得能量,在让开手术创口的同时,避免腹腔镜手术时器械之间的相互干扰,还能极大提高机器人工作的灵活性。通过调整外部线圈电流即可调整腹腔镜机器人的姿态,无需通过无线传输传递控制信号;只需腹腔镜机器人内部加入几个永磁体,无需铰接机构,结构更简单,体积更小。



CN 109745087 A

1. 一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,包括:  
机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;  
其中,所述外部驱动装置分别连接所述机器人本体、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;所述位置控制系统、电流控制系统还与所述主控系统连接。
2. 根据权利要求1所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述机器人本体包括转子,所述转子内含永磁体,在外部磁场的作用下调整位置和姿态。
3. 根据权利要求2所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
其中,所述主控系统包括控制PC,包括:位置控制模块、姿态控制模块、系统初始化模块和状态信息显示模块。
4. 根据权利要求3所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述电流控制系统包括:USB-RS232转换器和直流电源,其中,所述USB-RS232转换器用于连接所述控制PC的USB接口和直流电源的RS232接口;所述直流电源与控制PC之间通过Modbus协议进行通信。
5. 根据权利要求3所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述外部驱动装置包括定子,所述定子包括定子线圈和定子壳,所述定子线圈包含纯铁铁芯与线圈,用于通电之后产生磁场,从而控制所述机器人本体的位姿。
6. 根据权利要求5所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述位置控制系统包括:Aubo-i5机器人、机器人控制柜;其中,Aubo-i5机器人连接所述定子壳,用于移动定子的位置;所述机器人控制柜用于控制Aubo-i5机器人的位姿,并且通过以太网与控制PC通信。
7. 根据权利要求5所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述定子线圈包含5个内含纯铁铁芯的线圈,5个铁芯的轴线交于1点,其中一个线圈为中心线圈,位于定子线圈的中心位置,用于平衡转子的重力;其余4个线圈轴线均与所述中心线圈的轴线成45度角,两两关于中心线圈对称,对称的两个线圈为1组,两组线圈与中心线圈形成的平面相互垂直,分别控制所述转子1个方向上的姿态。
8. 根据权利要求7所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述转子内部有5个钕铁硼永磁体,其中的一个为永磁体为中心永磁体,位于转子中心位置,与所述定子的中心线圈同轴线,其余4个永磁体分别与所述定子的其他4个线圈同轴线。
9. 根据权利要求7所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述转子为封闭式壳体结构,所述转子分成两个组件:半球体部分和主体部分;其中,半球体部分用于放置永磁体,主体部分用于放置配重组件,所述半球体部分和主体部分之间采用销孔配合和过盈配合的方式装配。
10. 根据权利要求5所述的一种腹腔镜机器人结构,其特征在于,  
所述冷却系统包括依次连接的水泵、分流器和橡胶管,所述橡胶管缠绕在定子线圈上。
11. 一种根据权利要求1-10任一项所述的腹腔镜机器人结构的工作方法,其特征在于,  
通过主控系统控制位置控制系统和电流控制系统,从而改变外部驱动装置的位置与电流,进而通过磁场的方式,控制机器人本体的位置和姿态。

## 一种腹腔镜机器人结构及工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗腹腔镜手术技术领域,具体涉及一种腹腔镜机器人结构及其工作方法。

### 背景技术

[0002] 随着科技的进步和人们对医疗水平要求的提高,微创手术尤其是单孔腹腔镜手术迅速发展。腹腔镜手术是一种替代传统开放手术的微创手术:医生在患者手术部位做几个小切口,从这些切口置入手术机器人,通过观察反馈图像操作机器人完成治疗。由于不需要肌肉切割,腹腔镜手术具有创伤小、恢复快、治愈率高、美容效果好等优点。目前,腹腔镜手术主要有多孔腹腔镜手术和单孔腹腔镜手术,为了减少创伤,单孔腹腔镜手术已经成为必然趋势。腹腔镜机器人,就是在腹腔镜手术中用于成像的机器人。在单孔腹腔镜手术中,由于腹腔镜和手术装置共用一个孔口,影像受到遮挡和装置之间的干涉造成手术协作困难。

[0003] 因此,如何避免器械之间的相互干扰,增强手术的灵活性就变得越来越重要。针对此状况,常见的做法是采用磁力对腹腔镜进行位置控制,采用内部铰接机构进行机器人的姿态调整。该做法中,腹腔镜机器人的结构为外部放置永磁体,内部放置电池、线圈、铰接机构。内部线圈由电池供电产生磁性,机器人在永磁体的吸附下可以固定在腹腔壁上,从而开展外科手术操作。机器人内部的姿态靠铰接的机械结构调整。但是这样的问题是,机器人内部电磁铁的磁性由内部电源供能,铰接机构的调整也靠内部的电源供能,电源的电量会被迅速耗尽,工作时间受限;因为含有复杂的铰接机构,机器人体积更大,形状更复杂。这些都会影响机器人工作的灵活性。

[0004] 现有解决方法中,增加特殊的关节机构、微型化腹腔镜只是减弱器械之间的干扰,并未解决器械干扰根本问题。固定在腹腔内部的机器人无法调整位置,灵活性差;内含驱动装置的移动机器人工作时间有限,时间灵活性较差。基于此场景,需要解决的是在保证腹腔镜机器人的位姿控制的同时,将驱动装置转移到机器人的外部,从而提高腹腔镜机器人工作的灵活性。为此设计一个可灵活工作和调整位姿的腹腔镜机器人,减小器械干扰,增强手术灵活性,具有非常大的现实意义。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0006] 本发明将腹腔镜机器人分为机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统等。通过主控系统控制位置控制系统和电流控制系统,从而改变外部驱动装置的位置与电流,进而通过磁场的方式,控制腹腔镜机器人的位置和姿态。不仅可以不开手术创口,避免腹腔镜手术时器械之间的相互干扰,还能灵活的调整位姿。

[0007] 具体的,根据本发明的一个方面,提供了一种腹腔镜机器人结构,包括:

[0008] 机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;

[0009] 其中,所述外部驱动装置分别连接所述机器人本体、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统;所述位置控制系统、电流控制系统还与所述主控系统连接。

[0010] 优选的,所述机器人本体包括转子,所述转子内含永磁体,在外部磁场的作用下调整位置和姿态。

[0011] 优选的,其中,所述主控系统包括控制PC,包括:位置控制模块、姿态控制模块、系统初始化模块和状态信息显示模块。

[0012] 优选的,所述电流控制系统包括:USB-RS232转换器和直流电源,其中,所述USB-RS232转换器用于连接所述控制PC的USB接口和直流电源的RS232接口;所述直流电源与控制PC之间通过Modbus协议进行通信。

[0013] 优选的,所述外部驱动装置包括定子,所述定子包括定子线圈和定子壳,所述定子线圈包含纯铁铁芯与线圈,用于通电之后产生磁场,从而控制所述机器人本体的位姿。

[0014] 优选的,所述位置控制系统包括:Aubo-i5机器人、机器人控制柜;其中,Aubo-i5机器人连接所述定子壳,用于移动定子的位置;所述机器人控制柜用于控制Aubo-i5机器人的位姿,并且通过以太网与控制PC通信。

[0015] 优选的,所述定子线圈包含5个内含纯铁铁芯的线圈,5个铁芯的轴线交于1点,其中一个线圈为中心线圈,位于定子线圈的中心位置,用于平衡转子的重力;其余4个线圈轴线均与所述中心线圈的轴线成45度角,两两关于中心线圈对称,对称的两个线圈为1组,两组线圈与中心线圈形成的平面相互垂直,分别控制所述转子1个方向上的姿态。

[0016] 优选的,所述转子内部有5个钕铁硼永磁体,其中的一个为永磁体为中心永磁体,位于转子中心位置,与所述定子的中心线圈同轴线,其余4个永磁体分别与所述定子的其他4个线圈同轴线。

[0017] 优选的,所述转子为封闭式壳体结构,所述转子分成两个组件:半球体部分和主体部分;其中,半球体部分用于放置永磁体,主体部分用于放置配重组件,所述半球体部分和主体部分之间采用销孔配合和过盈配合的方式装配。

[0018] 优选的,所述冷却系统包括依次连接的水泵、分流器和橡胶管,所述橡胶管缠绕在定子线圈上。

[0019] 根据本发明的另一个方面,还提供了一种根据上述腹腔镜机器人结构的工作方法,通过主控系统控制位置控制系统和电流控制系统,从而改变外部驱动装置的位置与电流,进而通过磁场的方式,控制机器人本体的位置和姿态。

[0020] 本发明的优点在于:利用磁场的方式,对腹腔镜机器人的位置和姿态均进行控制,将驱动装置转移到机器人外部,从而可以源源不断地从人体外部获得能量,在让开手术创口的同时,避免腹腔镜手术时器械之间的相互干扰,还能极大提高机器人工作的灵活性。另外,本发明通过调整外部线圈电流即可调整腹腔镜机器人的姿态,无需通过无线传输传递控制信号;只需腹腔镜机器人内部加入几个永磁体,无需铰接机构,腹腔镜机器人结构更简单,体积更小。

## 附图说明

[0021] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发

明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的 部件。在附图中:

- [0022] 图1为本发明中腹腔镜机器人结构的原理图。
- [0023] 图2为本发明中用户使用本发明中腹腔镜机器人的流程图。
- [0024] 图3为本发明主控系统中控制PC的可视化界面图。
- [0025] 图4为本发明Aubo-i5机器人的控制流程图。
- [0026] 图5为本发明程控电流源控制流程图。
- [0027] 图6为本发明的腹腔镜机器人定转子结构示意图。
- [0028] 图7为本发明定子安装示意图。
- [0029] 图8为转子壳磁体固定部分结构示意图。
- [0030] 图9为转子结构侧视图。
- [0031] 图10为本发明的冷却系统中用于供水的水泵与分流器示意图。

### 具体实施方式

[0032] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施方式。虽然附图中显示 了本公开的示例性实施方式,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不 应被这里阐述的实施方式所限制。相反,提供这些实施方式是为了能够更透彻 地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0033] 本发明描述了一种以定转子结构为基础、可程序控制的腹腔镜机器人结构。该结构可通过主控系统调节外部磁场,进而控制腹腔镜机器人的位姿,结构简 单,可避免腹腔镜手术中腹腔镜与其他器械发生干扰,同时可提高腹腔镜工作 灵活性。

[0034] 如图1所示,为本发明中腹腔镜机器人结构的原理图。本发明将腹腔镜机 器人分为机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系 统、冷却系统等。其中,外部驱动装置分别连接所述机器人本体、位置控制系 统、电流控制系统、冷却系统;所述位置控制系统、电流控制系统还与所述主 控系统连接。

[0035] 所述机器人本体包括转子,所述转子内含永磁体,在外部磁场的作用下调 整位置 和姿态。

[0036] 其中,所述主控系统包括控制PC,用于控制腹腔镜机器人位置和姿态的PC, 内含 控制程序。

[0037] 所述电流控制系统包括:USB-RS232转换器和直流电源,其中,所述 USB-RS232转 换器用于将控制PC的USB接口和直流电源的RS232接口连接在一 起。所述直流电源为程控 电流源,用于为定子线圈通电流。

[0038] 所述外部驱动装置包括定子,所述定子包括定子线圈和定子壳。定子线圈 包含纯 铁铁芯与线圈,用于通电之后产生磁场,从而控制腹腔镜机器人的位姿。

[0039] 所述位置控制系统包括:Aubo-i5机器人、机器人控制柜;其中,Aubo-i5 机器人通 过连接定子壳与定子连接在一起,用于移动定子的位置。所述机器人 控制柜用于控制 Aubo-i5机器人的位姿,并且通过以太网与控制PC通信。

[0040] 本发明通过主控系统控制位置控制系统和电流控制系统,从而改变外部驱 动装 置的位置与电流,进而通过磁场的方式,控制腹腔镜机器人的位置和姿态。

[0041] 附图2示出了用户使用本发明中腹腔镜机器人的流程图。如图所示,首先 用户进

行系统初始化,并输入控制命令。然后判断机器人的位置和姿态。通过判断是否到达极限位置,将机械臂移动到目标位置。另一方面,通过判断是否需要偏转或旋转调整机器人的姿态。在偏转时,通过插值算出路径中所需电流,并沿路径进行电流输出。在旋转时,将机械臂旋转到目标位置。最终,完成机器人的位置和姿态调整,从而进行下一步工作。

[0042] 如图3所示,为主控系统中控制PC的可视化界面图。该界面分为位置控制模块、姿态控制模块、系统初始化模块和状态信息显示模块。

[0043] 位置控制模块:用户通过点击front、back、left、right可控制腹腔镜机器人向前后左右运动。同时,在该模块左侧还可以显示机器人当前的位置,以三维坐标XYZ表示。

[0044] 姿态控制模块:用户通过点击 $\alpha$ 和 $\beta$ 后面的+1,-1,可控制腹腔镜机器人的偏转角和旋转角。同时,在该模块左侧还可以显示机器人当前的姿态,以 $\alpha$ 和 $\beta$ 表示。

[0045] 系统初始化模块:用户可分别点击Robot Init、PowerSource Init、Clear Info、Close来进行Aubo-i5、电流源的初始化,清除状态信息、关闭机械臂和电流源。

[0046] 状态信息显示模块:该模块可用于显示当前系统的状态,从而对整个系统进行监测。

[0047] 如图4所示,为Aubo-i5机器人的控制流程图。

[0048] 在实际工作中,转子章动角的调整靠电流的变化,进动角的调整靠定子的旋转,位置的调整靠定子位置的移动。定子的位姿对机器人的位姿影响很大,因此,需要集成定子的位置控制系统。

[0049] 在本发明的腹腔镜胶囊机器人系统中,定转子之间的距离对胶囊机器人的控制影响很大,由仿真结果可知,定转子之间的间距变化1mm,可造成定转子之间的磁力变化超过0.1N。因此,胶囊机器人对集成的位置控制系统在z轴方向上的精度提出了很高的要求,为保证位置控制的精度不会影响转子的重力补偿,其在z轴方向上的精度应小于0.1mm。

[0050] 经过称量,本发明中定子的总质量为323g,因此定子移动装置的负载需要大于0.32kg,方可保证在任何环境下均可实现对定子的位置控制。

[0051] 综合考量负载和精度问题,本发明选定了Aubo-i5机械臂。该机械臂在z轴方向上的精度可达0.02mm,负载可达5kg,可以满足胶囊机器人系统的要求。

[0052] 本发明的系统在运行时,对机械臂的控制不是通过示教器完成的,而是通过程序控制机械臂的位置,从而实现对定子位置的控制。因此需要对机械臂进行程序控制。Aubo-i5机械臂提供以太网接口和API,对机械臂进行控制时,只需将机械臂的控制柜与控制PC连接到相同网段,控制PC登录到控制柜,利用API接口,即可实现对机械臂的控制。使用API控制机械臂的流程图如图4所示。如图4所示,登录成功后,初始化运动属性,设置末端最大加速度、设置末端最大速度,并发送运动指令,机器人接收到指令后机械臂运动。

[0053] 如图5所示,为本发明程控电流源控制流程图。

[0054] 本发明中,腹腔镜胶囊机器人的姿态通过电流控制来实现,要实现对胶囊机器人位姿的程序控制,本发明需集成程控电流源。本发明的系统对电流的最大需求为4A;线圈电阻经测量为3 $\Omega$ 左右。因此,电源的输出电压要在12V以上。根据最大输出电流、最大输出电压和程序控制的要求,选择了蚯蚓电子CE0060050T的程控电源。该电源最大输出电压为60V,最大输出电流为5A,可通过RS232接口与PC连接进行程序控制。本电源具有限流功能,在选定最大输出电压后,只要当前设置的功率足以带动负载,可在可选范围的电流内任意

调整电流。

[0055] 本发明中,控制PC与程控电流源的连接方式为,五个并联电流源通过RS232 接口转USB与控制PC连接。

[0056] 要使用PC的串口,需要首先将串口进行初始化,初始化串口包含以下步骤:

[0057] (1) 寻找可用串口。

[0058] (2) 判断串口是否为要寻找的串口。

[0059] (3) 设置串口工作状态,包括:打开串口、设置波特率、设置数据位、设置奇偶校验位、设置停止位。

[0060] 建立物理连接之后,程控电源与PC之间通过Modbus协议进行通信,在 Modbus协议中,两条消息发送之间至少要有3.5个字符时间的停顿间隔。Modbus 协议中信息的标准结构如表1所示。

[0061] 表1信息的标准结构

[0062]

开始	地址域	功能域	数据域	CRC校验	结束
T1-T2-T3-T4	8Bit	8Bit	$N \times 8\text{Bit}$	16Bit	T1-T2-T3-T4

[0063] 其中,地址域主要用来选通从设备,功能域主要用来告知从机需要做什么,数据域主要用来告知所完成动作所需的附加信息,CRC校验用来校验数据传输 的正确性与完整性。

[0064] 在本发明中,PC会与5个电源连接在一起,要对指定电源设备发送指令时,只需修改指令的地址域;当要修改对电源的操作时,只需要修改指定的功能域 部分;当要修改对功能域动作详细说明时,只需要修改指定的数据域部分即可。

[0065] 对程控电流源的控制流程如图4所示。首先串口进行初始化,找到串口后 配置控制信号。在单机模式下,发送控制信号,主函数返回true。如果不是单 机模式,则打开串口数据接收函数,发送控制信号,判断从机返回数据是否正确,如果正确则主函数返回true,否则主函数返回false。

[0066] 如图6所示,为本发明的腹腔镜机器人定转子结构示意图。

[0067] 1) 定子

[0068] 定子指的是上述的外部驱动装置,内部有5个内含纯铁铁芯的线圈,通过 通电产生磁性。5个铁芯的轴线交于1点,中心位置含有一个线圈,主要用于 平衡转子的重力;其余4个线圈轴线均与中心线圈轴线成45度角,两两关于中 心线圈对称,对称的两个线圈为1组。两组线圈与中心线圈形成的平面相互垂 直,可分别控制转子1个方向上的姿态。

[0069] 本发明的定子主要由线圈组成,且线圈的相对位置是固定的,定子的机械 结构主要是为了保证线圈相对位置的固定。因此,定子机械结构设计过程中主 要考虑的因素为材料与线圈的固定方式。

[0070] 定子的作用主要是固定线圈,要与定子线圈有大面积接触。实际工作时,由于线圈缠绕非常密集,会产生大量的热量但散热面积很小,会产生较高的温 度,因此定子材料需要可承受温度较高。玻璃纤维材料有更高的热变形温度和 熔点,是3d打印中最适合制作定子壳的材料。

[0071] 线圈固定方式上,由于线圈周向移动并不会影响磁场的方向,因此只需要 将线圈

轴向和径向固定。在本发明的设计中,在线圈顶部多缠绕若干匝线圈,形成轴肩,对线圈进行轴向固定;定子壳直径与线圈直径相同,保证线圈的径向固定。最终安装好的定子如图7所示。定子壳通过螺栓固定在机械臂上,线圈通过轴肩轴向固定在定子壳上。

[0072] 2) 转子

[0073] 转子指的是上述的机器人本体,内部有5个钕铁硼永磁体。当转子中的中心永磁体与定子中心线圈同轴线时,其余磁体也可以与其他线圈同轴线。(转子永磁体与定子线圈分布在同球心的球面上)。

[0074] 加工方法上,由于本发明采用胶囊机器人,尺寸较小,加工难度大,且要求其质量较轻,因此采用3d打印的方法对转子进行加工。因为转子偏转过程中,加工精度对偏转角度有影响。因此,转子壳应选择质量较轻、加工精度较高的材料。目前,3d打印技术支持的材料越来越多,比较常用的主要有树脂、尼龙、玻璃纤维、软胶等。树脂材料加工精度高,密度最小,因此转子材料选择树脂。

[0075] 在永磁体装配上,永磁体选定的尺寸为直径6mm,高3mm,在转子内已经非常紧凑,因此在设计永磁体装配的机械结构时,需要在保证永磁体轴向和径向固定的前提下,避免机械结构之间的干涉。如图8所示,本发明设计了机械结构,包括永磁体定位机构,在保证永磁体的轴向定位的同时,让开了永磁体距离最近的方向。使用胶水将永磁体与转子壳连接起来。

[0076] 如图8、9所示,在转子不同组件的装配上,由于整个转子为封闭式壳体结构,为将永磁体和配重等其他组件放置到转子内部,需要将转子分成两个组件:半球体部分和主体部分。其中,半球体部分用于放置永磁体,主体部分用于放置配重组件。两个组件之间需要装配到一起。采用销孔配合和过盈配合的方式,将主体部分与半球体部分进行装配。为保证装配的过程顺利,半球体部分的突起具有一定的梯度。

[0077] 转子中选用的钕铁硼永磁体参数为N35,其剩磁为1.21T,矫顽力大于995KA/m,最高工作温度80℃。装配好的转子如图9所示。添加配重后,转子总质量为40g,控制转子重心距半球体球心距离为20mm。

[0078] 本发明中,腹腔镜机器人的工作方法如下:定子线圈在电流的作用下产生磁场,对转子产生磁力与磁力矩。主控PC发送位姿控制指令,程控电流源或与定子连接的机器人在控制指令下,发生输出电流的变化或位姿的变化,从而影响定子对腹腔镜机器人的力和力矩。腹腔镜机器人在磁力与磁力矩的作用下,发生位置的移动和姿态的偏转。

[0079] 具体来说,转子是由五个永磁体组成,定子是由五个线圈组成。控制过程如下:

[0080] 单个定子线圈通电→单个定子线圈产生磁场→转子上每个永磁体在磁场作用下将受到力和力矩的作用→将转子上五个永磁体受到的力和力矩进行叠加,得到单个定子线圈对转子的力和力矩→将五个线圈对转子的力进行叠加,可得到转子受到的总的力和力矩→转子在力和力矩的作用下发生偏转,从而实现姿态控制。

[0081] 通过改变输入电流的组合,可以得到不同的磁场,从而实现转子的姿态控制。另外,在保持输入电流不变的同时,改变定子的位置或者是旋转定子,在磁场力和力矩的吸引下,转子也会发生位置移动和自旋。

[0082] 由于定子是连接在Aubo-i5机器人的机械臂末端,改变机械臂末端位置相当于改变定子位置,因此对转子的位姿控制是通过调整机械臂末端的位置以及各个定子线圈的

输入电流来实现的。

[0083] 如图10所述,为本发明的冷却系统中用于供水的水泵与分流器示意图。所述冷却系统包括依次连接的水泵、分流器和橡胶管,所述橡胶管缠绕在定子线圈上。

[0084] 由于定子线圈缠绕非常密集,有限的空间内数百匝线圈同时发热,短时间内会产生大量热量;由于线圈本身尺寸非常小,其散热面积有限。两个原因导致线圈的温度会在短时间内急剧上升,可能会导致导线电阻增大,定子壳因温度过高而变形等后果。为防止温度过高,可通过减少发热,增加散热来实现。本系统中胶囊机器人的姿态由电流控制,在进行电流求解时,已经考虑到了线圈的发热情况,选择了较小的电流。下面,本发明对线圈的冷却系统进行了设计。

[0085] 物体主要可通过辐射,传导,蒸发,对流等方式进行散热。在所有散热方式中,蒸发散热需要向线圈提供持续的蒸发物,在实际操作中难以实现;辐射散热是被动散热,线圈温度、环境温度、有效辐射面积均无法改变,但定子颜色可以改变。对于物体来说,颜色越深,热辐射的能力越强。因此,采用将定子的颜色加深的方式,增强定子的热辐射。

[0086] 对流散热主要受到物体与外界的温度差影响,因此可以通过降低环境温度来增加散热。常见的对流物质为空气和水。和空气相比,由于更高的比热容,水作为环境介质时温度上升更慢,物体与环境温度差更大。因此,使用水作为对流散热的环境介质。为进一步降低水温,可在水中加入冰块。

[0087] 传导散热的主要影响因素是物体导热的性能,接触面积和定子与导热材料的温度差。即导管材料的导热性能。在传导散热中,用导热热阻来表征材料导热性能。热阻越大,导热性能越差。需要注意的是,两表面相互接触时,有时直接接触的实际面积仅仅是界面的一部分,其余部分是气体缝隙。热量依靠缝隙内气体的热传导和热辐射进行传递,而它们的传热能力远不及一般的固体材料,会极大程度上影响散热性能。用于水冷的通水管截面均为圆形,如果采用金属如铜、铝等材料,由于材料内部应力,难以与定子密切接触,会大大降低热量的传导速度,因此本发明中为通水管选择的是更易发生变形的橡胶材料,保证通水管与定子密切接触。

[0088] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

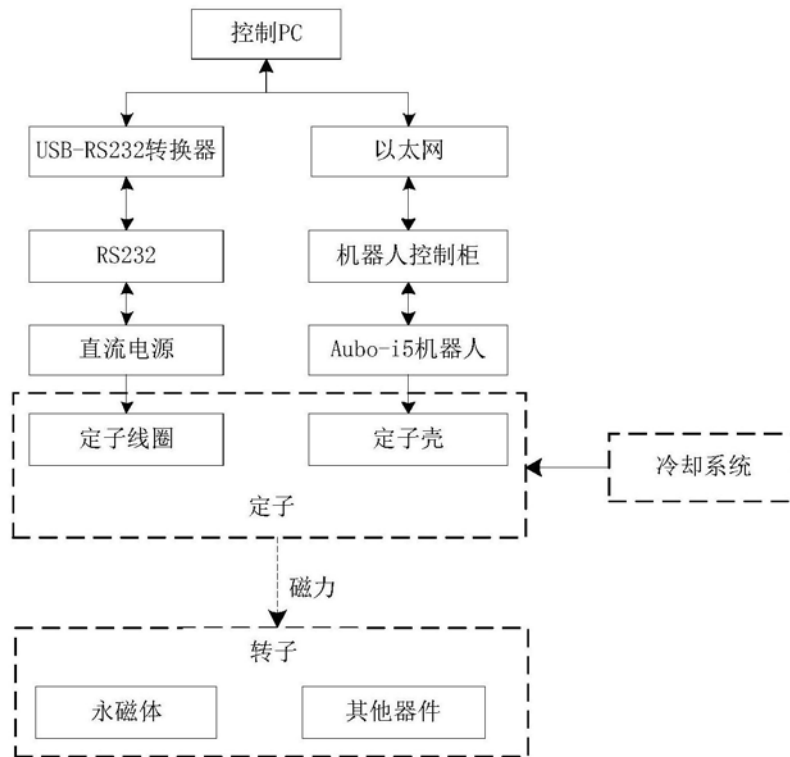


图1

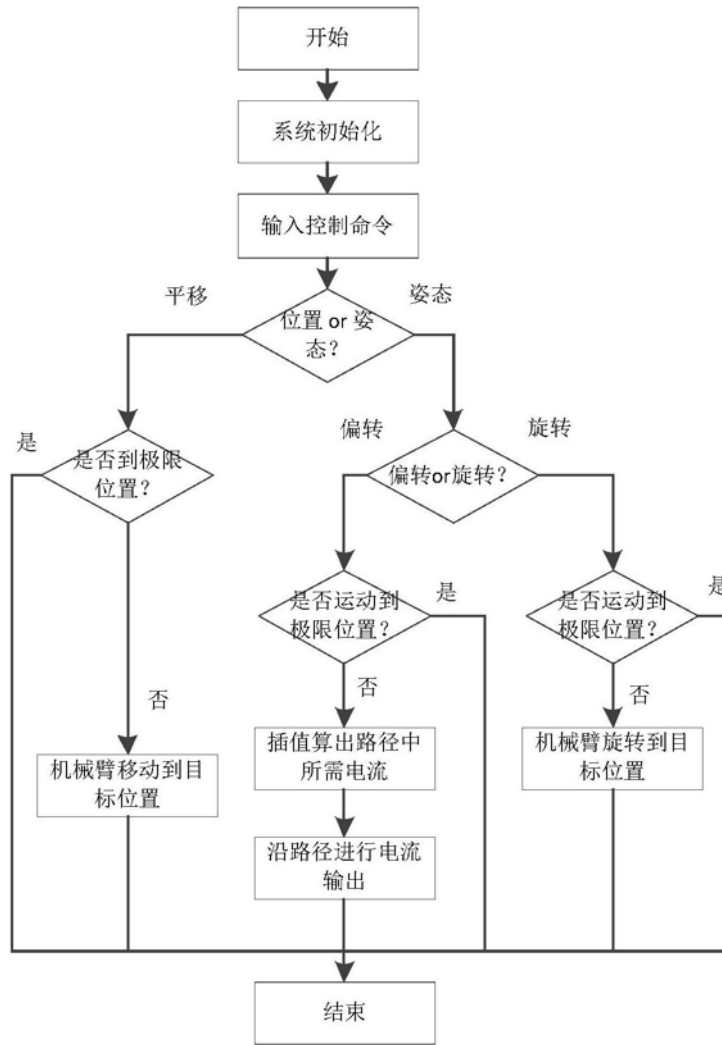


图2

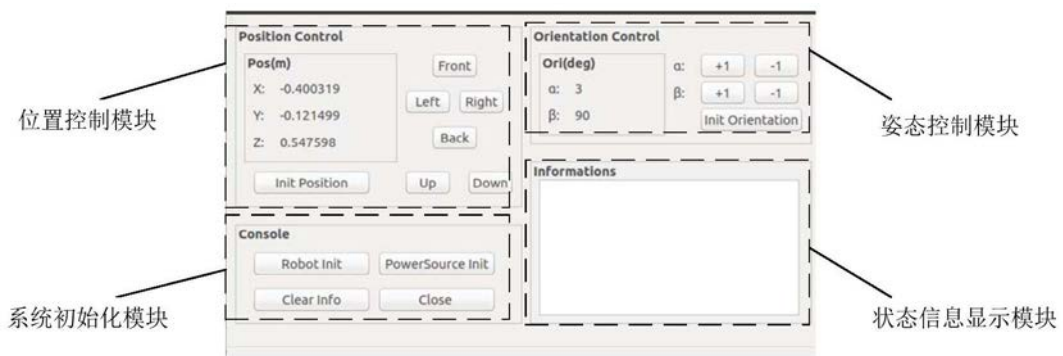


图3

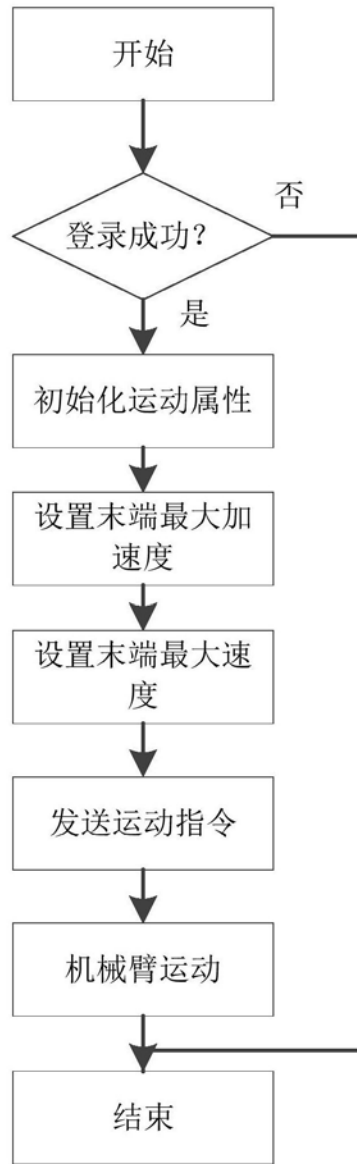


图4

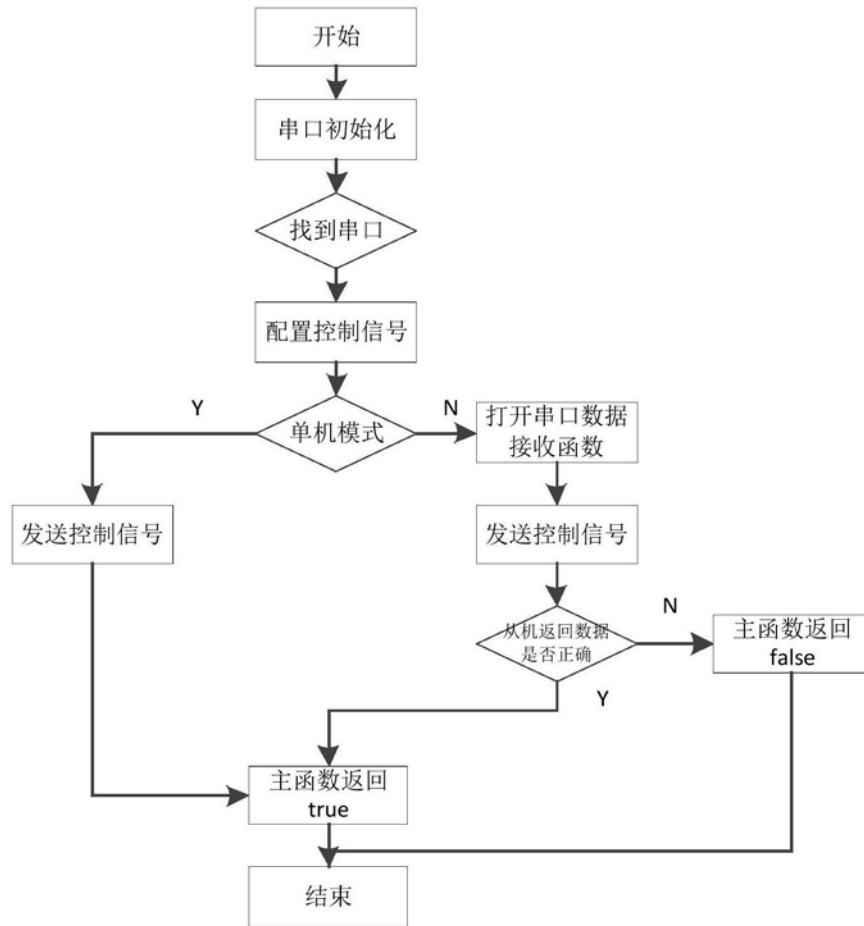


图5

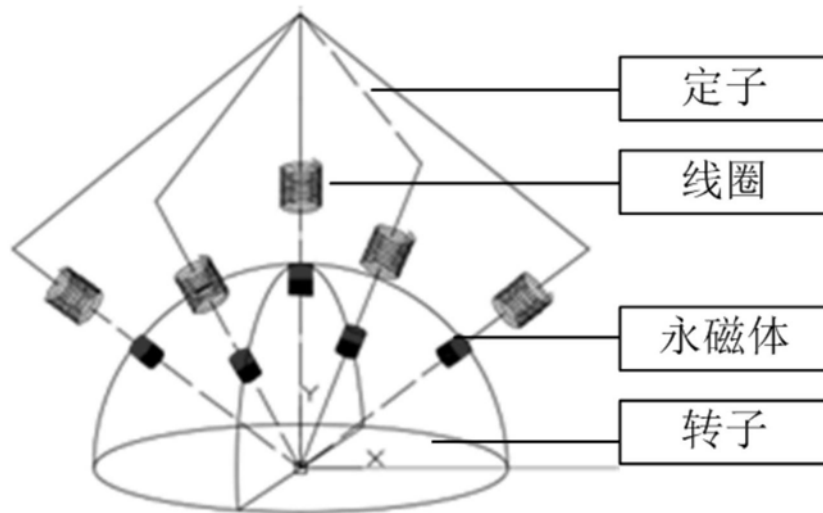


图6

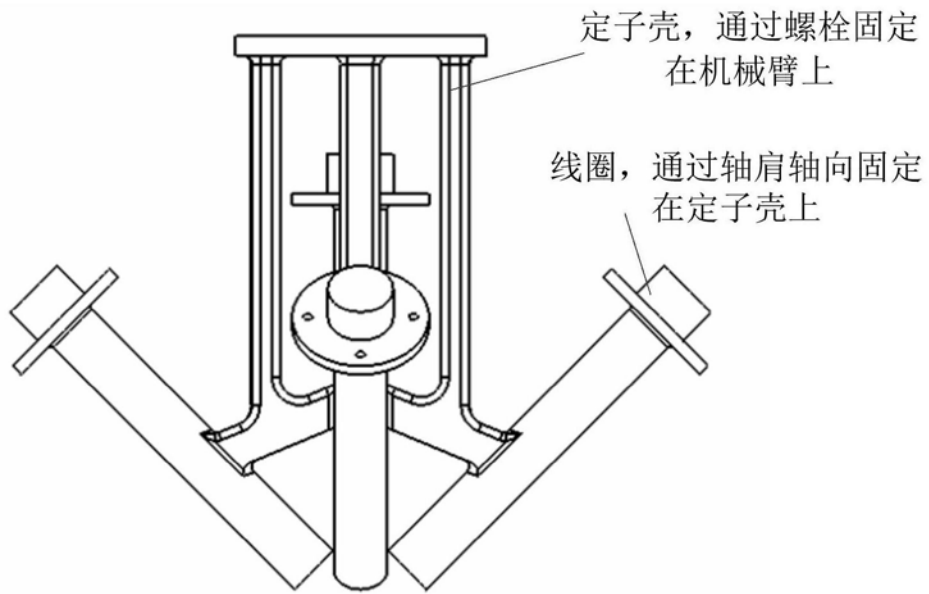


图7

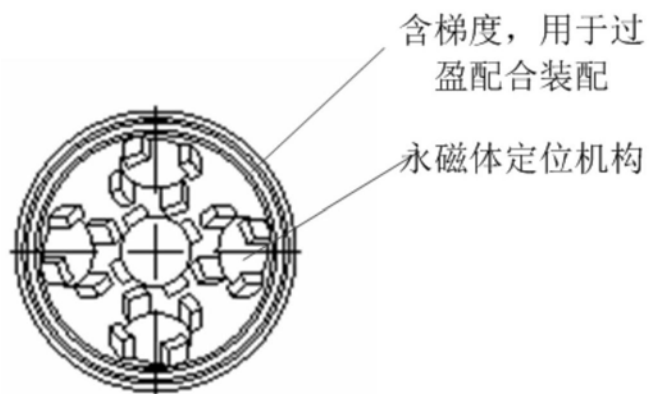


图8

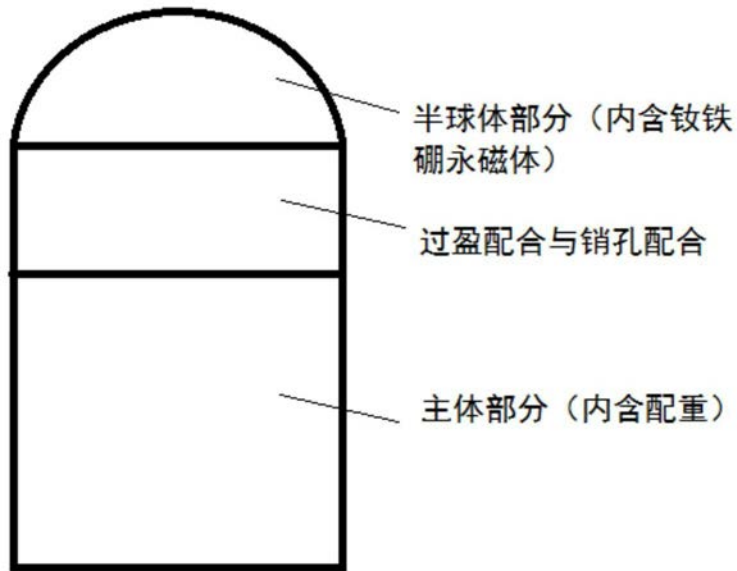


图9

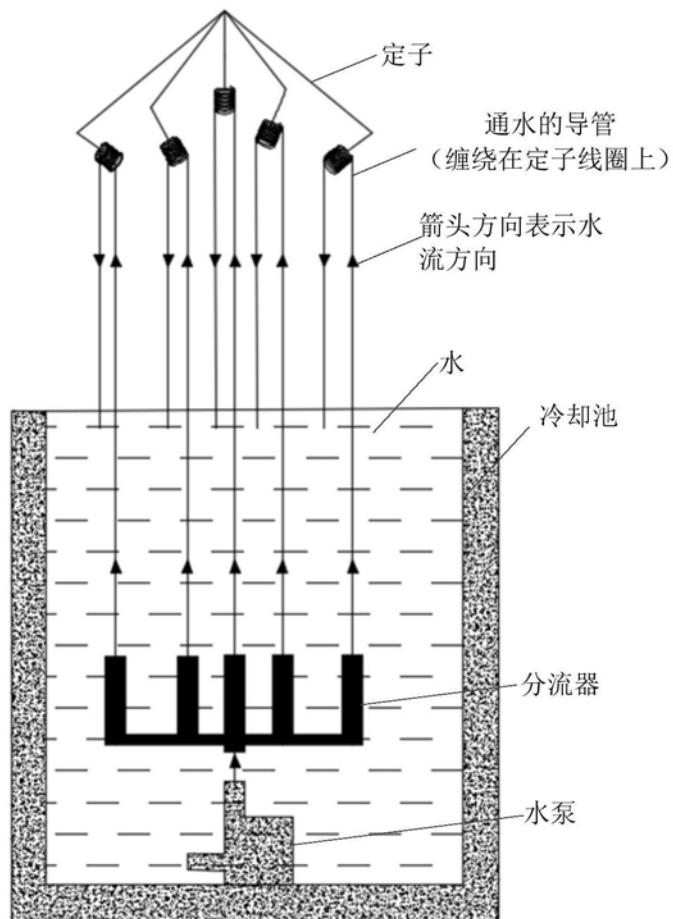


图10

专利名称(译)	一种腹腔镜机器人结构及工作方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109745087A</a>	公开(公告)日	2019-05-14
申请号	CN201811549959.5	申请日	2018-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
[标]发明人	徐东 魏洪兴 李开超 谭文帅		
发明人	徐东 魏洪兴 李开超 谭文帅		
IPC分类号	A61B17/00 A61B34/30 H02K1/27 H02K7/10 H02P7/18		
代理人(译)	刘广达		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种腹腔镜机器人结构及工作方法，包括：机器人本体、外部驱动装置、主控系统、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统；其中，外部驱动装置分别连接所述机器人本体、位置控制系统、电流控制系统、冷却系统；所述位置控制系统、电流控制系统还与所述主控系统连接。本发明的优点在于：将驱动装置转移到机器人外部，从而可以源源不断地从人体外部获得能量，在让开手术创口的同时，避免腹腔镜手术时器械之间的相互干扰，还能极大提高机器人工作的灵活性。通过调整外部线圈电流即可调整腹腔镜机器人的姿态，无需通过无线传输传递控制信号；只需腹腔镜机器人内部加入几个永磁体，无需铰接机构，结构更简单，体积更小。

