



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110916763 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201910583557.5

(22)申请日 2019.07.01

(71)申请人 广州易和医疗技术开发有限公司

地址 510000 广东省广州市黄埔区开源大道188号莱迪创新科技园6栋

(72)发明人 马振尉 刘富春 邓浮池 李威谕
戚锦磊

(51)Int.Cl.

A61B 17/32(2006.01)

A61B 18/12(2006.01)

A61B 18/14(2006.01)

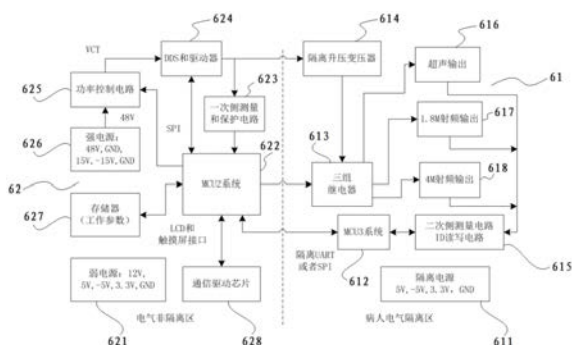
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种隔离通信的超声射频微创手术系统

(57)摘要

本发明涉及一种隔离通信的超声射频微创手术系统,包括控制系统和刀具系统,所述控制系统包括通过光耦相互连接的控制模块和隔离模块;所述控制模块为电气非隔离区,所述隔离模块为电气隔离区,所述刀具系统包括带有ID芯片的微创刀具、ID识别机构和ADRC频率控制器;所述微创刀具为超声波刀具或射频刀具,所述射频刀具为双极输出射频刀具或单极输出射频刀具。避免病人接触区的电流信息以及能量资讯直接流向外界的非隔离电气区域,避免因意外产生的电流信息等无序流动造成的接地故障,切断电流接地回路,保证电路工作安全、稳定。同时通过对刀具频率进行实时监控,提升微创手术系统的稳定性。



1. 一种隔离通信的超声射频微创手术系统,包括控制系统和刀具系统,其特征在于,所述控制系统包括通过光耦相互连接的控制模块和隔离模块;

所述控制模块为电气非隔离区,包括控制MCU系统、控制电源模块、工作参数存储器、功率控制电路、频率驱动器、一次侧测量电路和保护电路;

所述隔离模块为电气隔离区,包括隔离测试MCU系统、隔离电源、隔离升压变压器、继电器、刀具输出电路、二次侧测量电路和ID读写电路,

所述刀具系统包括带有ID芯片的微创刀具、ID识别机构和ADRC频率控制器;

所述微创刀具为超声波刀具或射频刀具,所述射频刀具为双极输出射频刀具或单极输出射频刀具;

所述ID识别机构,识别所述微创刀具上带有的ID芯片信息并传输相关信息至所述ID读写电路。

2. 根据权利要求1中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述ADRC频率控制器包括:

跟踪微分器,接收所述刀具在谐振工作点的目标相位差并输出追踪信号,所述追踪信号为相位差的变化速度和相位差的变化率;

扩张状态观测器,接收所述刀具在谐振工作点的实际相位差并输出扩张信号,观测所述刀具在谐振工作点的实时扰动并输出扰动补偿,所述扩张信号为相位的变化速度和相位的变化率;

状态误差反馈控制律,接收所述追踪信号和所述扩张信号的对比变量并输出状态信号;

以及直接数字式频率合成器,接收所述状态信号经所述扰动补偿后的混合相位值并输出数字化正弦波幅至所述刀具接口的连接电路,输出所述刀具在谐振工作点的实际相位差至所述扩张状态观测器。

3. 根据权利要求1中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述频率驱动器与所述隔离升压变压器之间、所述控制MCU系统与所述继电器之间以及所述控制MCU系统与所述隔离测试MCU系统之间均通过所述光耦连接。

4. 根据权利要求1中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述控制电源模块包括强电源与弱电源,所述强电源与所述功率控制电路连接,所述弱电源为所述控制模块的补充电源。

5. 根据权利要求1中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述电气非隔离区还连接人机交互模块,所述人机交互模块包括LCD触摸屏和通信系统,所述控制MCU系统通过接口与所述LCD触摸屏连接,所述通信系统的驱动芯片与所述控制MCU系统连接。

6. 根据权利要求1中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述继电器的数量为三组以上,所述刀具输出电路包括超声输出电路与射频输出电路。

7. 根据权利要求6中所述的一种隔离通信的超声射频微创手术系统,其特征在于,所述刀具输出电路还包括高频电流输出电路和低频电流输出电路。

一种隔离通信的超声射频微创手术系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域，具体涉及一种隔离通信的超声射频微创手术系统。

背景技术

[0002] 医疗器械领域高新技术应用密集，具有技术交叉集成应用的特点。手术刀作为一种外科手术必不可少的工具，在整个手术过程中都发挥着极其重要的作用。超声刀系统和射频刀系统作为全球创伤最小的两种手术设备系统，因其术中出血少、术后恢复快等良好的医疗效果，在医疗领域中也获得了极大的反响。

[0003] 超声刀系统包括主机、手柄、超声换能器、超声能量放大器、超声能量传导部分和刀具。手柄控制超声换能器将主机电能转换成超声振荡，能量振荡振幅通过超声能量放大器放大并通过超声能量传导部分将能量传导至刀具，刀具以55.5KHZ的振幅振动，产生瞬间低压并在空洞化效应的作用下使组织内水分汽化、蛋白氢键断裂使蛋白凝固，细胞破裂组织打开或游离并封闭小脉管；同时，刀具振动还产生二级能量使深层的蛋白凝固以封闭大脉管。超声刀在应用上无电流通过病人躯体，使用过程组织焦痂、干燥程度低，可实现最小热损伤下的精准切割，切割过程中产生烟雾量极少，同时具备切割、游离和止血等多功能于一体，临床优势明显。

[0004] 射频刀系统则采用具有较高工作频率(1.5MHZ~4.5MHZ)的射频电波进行高频稳定输出，由不同形状的发射极刀具定向发出射频电波，在接触身体组织后，由组织本身产生阻抗，使目标组织内的水分子在射频电波的作用下瞬间振荡汽化，引起细胞破裂蒸发，并在40℃的低温恒温状态下实现切割、止血、混切、电灼、消融和电凝等功能。发射电极在低温状态下切割速度快、止血效果好、切口精细，热损伤创口小，无炭化无烟雾，十分适应微创手术的运用。

[0005] 随着医疗水平的日渐提高，根据超声刀系统与射频刀系统的临床特性，在微创手术上实现了超声射频刀系统的合并运用，形成双输出甚至多输出功率的超声射频微创手术刀系统。在双输出及多输出的超声射频微创手术刀系统中，需通过外加机构对刀具频率以及刀具功率进行准确控制，保证刀具输出频率与功率实现精确及时控制，提升微创手术的控制精度。

[0006] 多输出功率的超声射频微创手术系统通过连接多种类型的微创手术刀具实现多种功能输出，在实际运用的过程中，经常需要根据实际的使用需要对连接刀具进行更换，刀具的工作频率亦经常产生变化。在微创手术的安全要求基础上，体内微创手术用品应该进行电气隔离，因此本发明提出了一种运用电气隔离通信且具备频率实时跟踪功能的多输出微创手术系统。

发明内容

[0007] 本发明提供一种运用电气隔离通信的多输出微创手术系统，避免病人接触区的电

流信息以及能量资讯直接流向外界的非隔离电气区域,避免因意外产生的电流信息等无序流动造成的接地故障,切断电流接地回路,保证电路工作安全、稳定。同时通过对刀具频率进行实时监控,提升微创手术系统的稳定性。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了如下的技术方案:

[0009] 一种隔离通信的超声射频微创手术系统,包括控制系统和刀具系统,所述控制系统包括通过光耦相互连接的控制模块和隔离模块;

[0010] 所述控制模块为电气非隔离区,包括控制MCU系统、控制电源模块、工作参数存储器、功率控制电路、频率驱动器、一次侧测量电路和保护电路;

[0011] 所述隔离模块为电气隔离区,包括隔离测试MCU系统、隔离电源、隔离升压变压器、继电器、刀具输出电路、二次侧测量电路和ID读写电路,

[0012] 所述刀具系统包括带有ID芯片的微创刀具、ID识别机构和ADRC频率控制器;

[0013] 所述微创刀具为超声波刀具或射频刀具,所述射频刀具为双极输出射频刀具或单极输出射频刀具;

[0014] 所述ID识别机构,识别所述微创刀具上带有的ID芯片信息并传输相关信息至所述ID读写电路。

[0015] 进一步的,所述ADRC频率控制器包括:

[0016] 跟踪微分器,接收所述刀具在谐振工作点的目标相位差并输出追踪信号,所述追踪信号为相位差的变化速度和相位差的变化率;

[0017] 扩张状态观测器,接收所述刀具在谐振工作点的实际相位差并输出扩张信号,观测所述刀具在谐振工作点的实时扰动并输出扰动补偿,所述扩张信号为相位的变化速度和相位的变化率;

[0018] 状态误差反馈控制律,接收所述追踪信号和所述扩张信号的对比变量并输出状态信号;

[0019] 以及直接数字式频率合成器,接收所述状态信号经所述扰动补偿后的混合相位值并输出数字化正弦波幅至所述刀具接口的连接电路,输出所述刀具在谐振工作点的实际相位差至所述扩张状态观测器。对比传统的工作频率及频率追踪方法,即PID控制算法将参考功率作为控制系统的输入值,利用将采集到的电压和电流的幅值计算出的功率作为反馈信息,通过减小所述反馈信息与输入系统的参考功率值之间的偏差值以实现刀具功率的准确控制,本发明运用了ADRC自抗扰控制算法,最终的控制量包括前馈控制量、补偿控制量和反馈控制量,具有强解耦和内外扰动估算补充能力,反应敏捷、误差小,频率实现高精度的实时控制,通过跟踪微分器与扩张状态观测器实时观测刀具在谐振工作点处的相位变化,状态误差反馈控制律结合扰动补偿实现即时的工作频率控制,即时响应、即时补偿控制、即时追踪,保证了手术系统的高精度操作和可靠程度。

[0020] 进一步的,所述频率驱动器与所述隔离升压变压器之间、所述控制MCU系统与所述继电器之间以及所述控制MCU系统与所述隔离测试MCU系统之间均通过所述光耦连接。多通道光耦连接非隔离区与隔离区的相关装置机构,提升信号传递稳定性,避免单信号出错导致的系统崩溃。通过光耦传输隔离所述隔离升压变压器、所述继电器以及所述测试MCU系统,提升输出信号稳定性,结合隔离电源,使输出信号在短暂故障情况下不发生断流,避免严重的使用事故。

[0021] 进一步的,所述控制电源模块包括强电源与弱电源,所述强电源与所述功率控制电路连接,所述弱电源为所述控制模块的补充电源。设置双电源对控制模块进行支撑,强电源作为系统动力能源,弱电源作为信息传递的动力能源,将系统运行动力与系统信息传递动力分离,实现损耗低、频率高的同时信息传递速度快、保真度高、可靠性强。

[0022] 进一步的,所述电气非隔离区还连接人机交互模块,所述人机交互模块包括LCD触摸屏和通信系统,所述控制MCU系统通过接口与所述LCD触摸屏连接,所述通信系统的驱动芯片与所述控制MCU系统连接。控制MCU系统直接对人机交互模块进行控制,结合通信芯片与LCD触摸屏实现视觉、听觉和触觉的多方位人机交互操作,控制MCU系统直接控制数据传输与模块操作保证数据真实性,减少数据出错率。

[0023] 进一步的,所述继电器的数量为三组以上,所述刀具输出电路包括超声输出电路与射频输出电路。多组继电器同时并联使用,提升隔离升压变压器输出信号的工作稳定性,保证输出至刀具输出电路的频率、电压和电流信号稳定,提升微创手术系统中微创刀具的使用稳定性;多组继电器,保证价格的同时,提升输出电压的最小值,保证各种微创刀具在使用过程中性能稳定,同时增加了可支撑的系统输出电压,可配合的输出电压可配合多种频率功率的输出刀具进行使用,提升了手术系统的多维实用度。

[0024] 进一步的,所述刀具输出电路还包括高频电流输出电路和低频电流输出电路。不同类别的输出电路结合外部配合刀具实现多维手术系统的使用,提升微创手术系统的实用性。

[0025] 隔离通信的超声射频微创手术系统的使用方法,包括步骤S1~S11:

[0026] S1:微创刀具通过刀具接口与包括控制模块和隔离模块的控制主板连接,所述刀具为超声波刀具、双极输出射频刀具或单极输出射频刀具中的一种;使用单极输出射频刀具时,控制主板通过连接线外接中性极板,所述中性极板设置在患者体表与所述单极输出射频刀具形成循环电流回路。

[0027] S2:打开开关电源为控制系统通电,脚踏开关控制开关电源的输入状态,控制模块和隔离模块分别在弱电源与隔离电源的支持下工作进行,隔离模块内的ID读写电路对所述微创刀具的内部ID芯片进行识别,判断连接的刀具类型并将数据通过隔离测试MCU系统在光耦作用下传输到控制MCU系统;

[0028] 控制MCU系统在强电源的支持下通过功率控制电路和频率驱动器输出刀具工作的控制信号,控制信号在光耦作用下传输至隔离模块的隔离升压变压器内,隔离升压变压器将升压变压信号传递到继电器,继电器直接接收控制MCU系统通过光耦作用传输的控制信号并根据使用需要分别输出超声信号和射频信号至刀具输出电路;

[0029] S3:比较器采集比较所述刀具工作时的电压电流波并输出电压方波信号和电流方波信号,微控制器捕捉所述电压方波信号和电流方波信号进行计算并输出所述电压方波信号的上升沿时间 t_1 和所述电流方波信号的上升沿时间 t_2 ,通过公式(1)和公式(2)的运算后输出刀具工作时的目标相位值 Δt 和实际相位差 y_r 。

[0030] $\Delta t = t_1 - t_2$ (1)

[0031] $\Delta t = y_r$ (2)

[0032] S4:跟踪微分器经过公式(3)的运算对实际相位差 y_r 进行光滑处理,输出追踪信号和前馈控制量 r_3 ,所述追踪信号包括相位差的变化速度 r_1 和相位差的变化率 r_2 ,

[0033]

$$\begin{cases} \dot{r}_1 = r_2 \\ \dot{r}_2 = r_3 \\ \dot{r}_3 = R^3 \left| r_1 - y_r \right|^{\frac{1}{2}} \operatorname{sgn}(r_1 - y_r) + R^2 \left| r_2 \right|^{\frac{3}{5}} \operatorname{sgn}(r_2) + R \left| r_3 \right|^{\frac{3}{4}} \operatorname{sgn}(r_3) \end{cases} \quad (3)$$

[0034] 其中,R为可调参数,R的取值表示 y_r 的跟踪快慢;所述跟踪微分器为非线性跟踪微分器,对R取值不敏感。

[0035] S5:扩张状态观测器经过公式(4)的运算对控制过程输入值 u 经过 b_0 放大后的输出值 b_0u 和实际输出值 y 进行处理,输出扩张信号和等效到输入侧的系统总扰动 z_3 ,所述扩张信号包括相位的变化速度 z_1 和相位的变化率 z_2 ,

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 - \beta_1(z_1 - y) \\ \dot{z}_2 = z_3 - \beta_2(z_1 - y) + b_0u \\ \dot{z}_3 = -\beta_3(z_1 - y) \end{cases} \quad (4)$$

[0037] 其中,为了简化计算,采用的所述扩张状态观测器为线性扩张状态观测器3;而 z_1 和 z_2 用于求取跟踪误差及其导数, z_3 用于直接对扰动进行补偿; β_1 、 β_2 和 β_3 为可调参数。

[0038] S6:状态误差反馈控制律经过公式(5)的运算后输出状态信号 u_0 ,

$$[0039] \quad u_0 = k_1(r_1 - z_1) + k_2(r_2 - z_2) \quad (5)$$

[0040] 其中, k_1 和 k_2 为可调参数。

[0041] S7:所述状态信号由所述扩张状态观测器扰动补偿后输入直接数字式频率合成器,最终系统的控制输入过程为公式(6)。

$$[0042] \quad u = \frac{1}{b_0}(r_3 - z_3 + u_0) \quad (6)$$

[0043] S8:直接数字式频率合成器与刀具接口电路连接,刀具的实际输出值 y 直接输入到所述扩张状态观测器,对所述刀具的工作频率进行实时反馈环形控制。

[0044] S9:通过使用不同的控制按钮控制输出到刀具的电阻值从而切换刀具的输出功率,进而实现刀具的多功能使用;运用单极输出射频刀具时,切换所述控制按钮,改变输出的射频波形,从而实现电切或电凝功能的改变;运用双极输出射频刀具时,切换所述控制按钮,改变输出的射频波形,从而实现凝血功能的增强或减弱。

[0045] S10:使用需求变更需要更换新规格的刀具时,解除需求变更前使用的刀具与所述刀具接口的连接关系,重复步骤S1~S9,重新对所述刀具的工作频率进行实时反馈环形控制。通过刀具接口直接对刀具进行连接装卸和更换操作,可拆卸方便更换的刀具方便在使用过程中根据不同的使用需求对使用刀具进行更换,同时亦能对使用的刀具快速实现工作频率的实时反馈控制;通过更换类型刀具实现手术系统的多功能多输出操作的同时亦方便快捷地对手术系统的操作精度与操作稳定性实现可靠地提升。

[0046] S11:一次侧测量电路和保护电路对手术系统控制系统内部电路进行数据测量及运行保护,刀具系统的工作数据依次通过二次侧测量电路、隔离测试MCU系统和控制MCU系

统传输至工作参数存储器,使用者可通过LCD触摸屏进行查看;使用者亦可以通过人机交互模块进行语音、触觉和视觉操作控制。

[0047] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0048] 1、对比传统的工作频率及频率追踪方法,即PID控制算法将参考功率作为控制系统的输入值,利用将采集到的电压和电流的幅值计算出的功率作为反馈信息,通过减小所述反馈信息与输入系统的参考功率值之间的偏差值以实现刀具功率的准确控制,本发明运用了ADRC自抗扰控制算法,最终的控制量包括前馈控制量、补偿控制量和反馈控制量,具有强解耦和内外扰动估算补充能力,反应敏捷、误差小,频率实现高精度的实时控制;

[0049] 2、提供一种带有ADRC自抗扰频率控制技术同时基于电气隔离原理进行工作通信的微创手术系统,在微创手术系统内设立两个互不流通的工作区域,两个工作区域之间不建立电流直接流动的路径,同时通过光耦进行能量资讯的传递,隔离区与非隔离区之间电路不共用接地,避免非流通电流在两个电路之间流动,实现电气安全,避免意外产生的触电事故进入使用者人体,在高精度频率控制的基础上实现安全通信;

[0050] 3、设置病人电气隔离区,隔离直接与病人人体接触的电流电路,避免医疗危机;病人电气隔离区设置测量电路和ID读写电路,保证操作过程刀具连接和刀具工作频率处于受控状态;

[0051] 4、电气非隔离区设置测量电路、保护电路与频率控制电路,在隔离区与非隔离区同时进行频率控制测量,避免程序错误;保护电路保证操作端操作者的安全操作提升手术系统的安全性。

附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据附图获得其他的附图。附图中各零件或结构的形状不代表其真实工作条件下的真实情况,仅为说明本发明而做的说明示意图。

[0053] 图1为本发明的工作原理图;

[0054] 图2为本发明中控制系统工作原理图;

[0055] 图3为本发明的ADRC频率控制器工作原理示意图,

[0056] 图中:1-跟踪微分器;2-状态误差反馈控制律;3-扩张状态观测器;4-直接数字式频率合成器;5-刀具系统;6-控制系统;61-隔离模块;611-隔离电源;612-隔离测试MCU系统;613-继电器;614-隔离升压变压器;615-二次侧测量电路和ID读写电路;616-超声输出电路;617-1.8M射频输出电路;618-4M射频输出电路;62-控制模块;621-弱电源;622-控制MCU系统;623-一次侧测量电路和保护电路;624-频率驱动器;625-功率控制电路;626-强电源;627-工作参数存储器;628-通信系统;7-脚踏开关;8-人机交互模块;9-开关电源。

具体实施方式

[0057] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通

技术人员在没有做出创造性劳动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。

[0058] 本发明实施例:

[0059] 如图1~3所示,一种隔离通信的超声射频微创手术系统,包括控制系统6和刀具系统5,所述控制系统6包括通过光耦相互连接的控制模块62和隔离模块61;

[0060] 所述控制模块62为电气非隔离区,包括控制MCU系统622、控制电源模块、工作参数存储器627、功率控制电路625、频率驱动器624、一次侧测量电路和保护电路623;

[0061] 所述隔离模块61为电气隔离区,包括隔离测试MCU系统612、隔离电源611、隔离升压变压器614、继电器613、刀具输出电路、二次侧测量电路和ID读写电路615,

[0062] 所述刀具系统5包括带有ID芯片的微创刀具、ID识别机构和ADRC频率控制器;

[0063] 所述微创刀具为超声波刀具或射频刀具,所述射频刀具为双极输出射频刀具或单极输出射频刀具;微创刀具上均设置2个控制按钮,所述控制按钮与控制系统电连接,

[0064] 所述ID识别机构,识别所述微创刀具上带有的ID芯片信息并传输相关信息至所述ID读写电路。

[0065] 所述ADRC频率控制器包括:

[0066] 跟踪微分器1,接收所述刀具在谐振工作点的目标相位差并输出追踪信号,所述追踪信号为相位差的变化速度和相位差的变化率;

[0067] 扩张状态观测器3,接收所述刀具在谐振工作点的实际相位差并输出扩张信号,观测所述刀具在谐振工作点的实时扰动并输出扰动补偿,所述扩张信号为相位的变化速度和相位的变化率;

[0068] 状态误差反馈控制律2,接收所述追踪信号和所述扩张信号的对比变量并输出状态信号;

[0069] 以及直接数字式频率合成器4,接收所述状态信号经所述扰动补偿后的混合相位值并输出数字化正弦波幅至所述刀具接口的连接电路,输出所述刀具在谐振工作点的实际相位差至所述扩张状态观测器3。

[0070] 对比传统的工作频率及频率追踪方法,即PID控制算法将参考功率作为控制系统的输入值,利用将采集到的电压和电流的幅值计算出的功率作为反馈信息,通过减小所述反馈信息与输入系统的参考功率值之间的偏差值以实现刀具功率的准确控制,本发明运用了ADRC自抗扰控制算法,最终的控制量包括前馈控制量、补偿控制量和反馈控制量,具有强解耦和内外扰动估算补充能力,反应敏捷、误差小,频率实现高精度的实时控制,通过跟踪微分器4与扩张状态观测器3实时观测刀具系统5在谐振工作点处的相位变化,状态误差反馈控制律结合扰动补偿实现即时的工作频率控制,即时响应、即时补偿控制、即时追踪,保证了手术系统的高精度操作和可靠程度。

[0071] 所述频率驱动器624与所述隔离升压变压器614之间、所述控制MCU系统622与所述继电器613之间以及所述控制MCU系统622与所述隔离测试MCU系统612之间均通过所述光耦连接。多通道光耦连接非隔离区与隔离区的相关装置机构,提升信号传递稳定性,避免单信号出错导致的系统崩溃。通过光耦传输隔离所述隔离升压变压器614、所述继电器613以及所述测试MCU系统,提升输出信号稳定性,结合隔离电源611,使输出信号在短暂故障情况下不发生断流,避免严重的使用事故。

[0072] 所述控制电源模块包括强电源626与弱电源621,所述强电源626与所述功率控制电路625连接,所述弱电源621为所述控制模块62的补充电源。设置双电源对控制模块62进行支撑,强电源626作为系统动力能源,弱电源621作为信息传递的动力能源,将系统运行动力与系统信息传递动力分离,实现损耗低、频率高的同时信息传递速度快、保真度高、可靠性强。

[0073] 所述电气非隔离区还连接人机交互模块8,所述人机交互模块8包括LCD触摸屏和通信系统628,所述控制MCU系统622通过接口与所述LCD触摸屏连接,所述通信系统628的驱动芯片与所述控制MCU系统622连接。控制MCU系统622直接对人机交互模块8进行控制,结合通信芯片与LCD触摸屏实现视觉、听觉和触觉的多方位人机交互操作,控制MCU系统622直接控制数据传输与模块操作保证数据真实性,减少数据出错率。

[0074] 所述继电器613的数量为三组以上,所述刀具输出电路包括超声输出电路616、1.8M射频输出电路617与4M射频输出电路618。多组继电器613同时并联使用,提升隔离升压变压器614输出信号的工作稳定性,保证输出至刀具输出电路的频率、电压和电流信号稳定,提升微创手术系统中微创刀具的使用稳定性;多组继电器613,保证价格的同时,提升输出电压的最小值,保证各种微创刀具在使用过程中性能稳定,同时增加了可支撑的系统输出电压,可配合的输出电压可配合多种频率功率的输出刀具进行使用,提升了手术系统的多维实用度。

[0075] 所述刀具输出电路还包括高频电流输出电路和低频电流输出电路。不同类别的输出电路结合外部配合刀具实现多维手术系统的使用,提升微创手术系统的实用性。

[0076] 隔离通信的超声射频微创手术系统的使用方法,包括步骤S1~S11:

[0077] S1:微创刀具通过刀具接口与包括控制模块62和隔离模块61的控制主板连接,所述刀具为超声波刀具、双极输出射频刀具或单极输出射频刀具中的一种;使用单极输出射频刀具时,控制主板通过连接线外接中性极板,所述中性极板设置在患者体表与所述单极输出射频刀具形成循环电流回路。

[0078] S2:打开开关电源9为控制系统6通电,脚踏开关7控制开关电源9的输入状态,控制模块62和隔离模块61分别在弱电源621与隔离电源611的支持下工作进行,隔离模块61内的ID读写电路对所述微创刀具的内部ID芯片进行识别,判断连接的刀具类型并将数据通过隔离测试MCU系统612在光耦作用下传输到控制MCU系统622;

[0079] 控制MCU系统622在强电源626的支持下通过功率控制电路625和频率驱动器624输出刀具工作的控制信号,控制信号在光耦作用下传输至隔离模块61的隔离升压变压器614内,隔离升压变压器614将升压变压信号传递到继电器613,继电器613直接接收控制MCU系统622通过光耦作用传输的控制信号并根据使用需要分别输出超声信号和射频信号至刀具输出电路;

[0080] S3:比较器采集比较所述刀具工作时的电压电流波并输出电压方波信号和电流方波信号,微控制器捕捉所述电压方波信号和电流方波信号进行计算并输出所述电压方波信号的上升沿时间 t_1 和所述电流方波信号的上升沿时间 t_2 ,通过公式(1)和公式(2)的运算后输出刀具工作时的目标相位值 Δt 和实际相位差 y_r 。

[0081] $\Delta t = t_1 - t_2$ (1)

[0082] $\Delta t = y_r$ (2)

[0083] S4:跟踪微分器1经过公式(3)的运算对实际相位差 y_r 进行光滑处理,输出追踪信号和前馈控制量 r_3 ,所述追踪信号包括相位差的变化速度 r_1 和相位差的变化率 r_2 ,

[0084]

$$\begin{cases} \dot{r}_1 = r_2 \\ \dot{r}_2 = r_3 \\ \dot{r}_3 = R^3 |r_1 - y_r|^{\frac{1}{2}} \operatorname{sgn}(r_1 - y_r) + R^2 |r_2|^{\frac{3}{5}} \operatorname{sgn}(r_2) + R |r_3|^{\frac{3}{4}} \operatorname{sgn}(r_3) \end{cases} \quad (3)$$

[0085] 其中, R 为可调参数, R 的取值表示 y_r 的跟踪快慢;所述跟踪微分器1为非线性跟踪微分器1,对 R 取值不敏感。

[0086] S5:扩张状态观测器3经过公式(4)的运算对控制过程输入值 u 经过 b_0 放大后的输出值 b_0u 和实际输出值 y 进行处理,输出扩张信号和等效到输入侧的系统总扰动 z_3 ,所述扩张信号包括相位的变化速度 z_1 和相位的变化率 z_2 ,

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 - \beta_1(z_1 - y) \\ \dot{z}_2 = z_3 - \beta_2(z_1 - y) + b_0u \\ \dot{z}_3 = -\beta_3(z_1 - y) \end{cases} \quad (4)$$

[0088] 其中,为了简化计算,采用的所述扩张状态观测器3为线性扩张状态观测器33;而 z_1 和 z_2 用于求取跟踪误差及其导数, z_3 用于直接对扰动进行补偿; β_1 、 β_2 和 β_3 为可调参数。

[0089] S6:状态误差反馈控制律2经过公式(5)的运算后输出状态信号 u_0 ,

$$[0090] \quad u_0 = k_1(r_1 - z_1) + k_2(r_2 - z_2) \quad (5)$$

[0091] 其中, k_1 和 k_2 为可调参数。

[0092] S7:所述状态信号由所述扩张状态观测器3扰动补偿后输入直接数字式频率合成器4,最终系统的控制输入过程为公式(6)。

$$[0093] \quad u = \frac{1}{b_0}(r_3 - z_3 + u_0) \quad (6)$$

[0094] S8:直接数字式频率合成器4与刀具接口电路连接,刀具的实际输出值 y 直接输入到所述扩张状态观测器3,对所述刀具的工作频率进行实时反馈环形控制。

[0095] S9:通过使用不同的控制按钮控制输出到刀具的电阻值从而切换刀具的输出功率,进而实现刀具的多功能使用;运用单极输出射频刀具时,切换所述控制按钮,改变输出的射频波形,从而实现电切或电凝功能的改变;运用双极输出射频刀具时,切换所述控制按钮,改变输出的射频波形,从而实现凝血功能的增强或减弱。

[0096] S10:使用需求变更需要更换新规格的刀具时,解除需求变更前使用的刀具与所述刀具接口的连接关系,重复步骤S1~S9,重新对所述刀具的工作频率进行实时反馈环形控制。通过刀具接口直接对刀具进行连接装卸和更换操作,可拆卸方便更换的刀具方便在使用过程中根据不同的使用需求对使用刀具进行更换,同时亦能对使用的刀具快速实现工作频率的实时反馈控制;通过更换类型刀具实现手术系统的多功能多输出操作的同时亦方便

快捷地对手术系统的操作精度与操作稳定性实现可靠地提升。

[0097] S11:一次侧测量电路和保护电路623对手术系统控制系统6内部电路进行数据测量及运行保护,刀具系统5的工作数据依次通过二次侧测量电路、隔离测试MCU系统612和控制MCU系统622传输至工作参数存储器627,使用者可通过LCD触摸屏进行查看;使用者亦可以通过人机交互模块8进行语音、触觉和视觉操作控制。

[0098] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0099] 1、对比传统的工作频率及频率追踪方法,即PID控制算法将参考功率作为控制系统6的输入值,利用将采集到的电压和电流的幅值计算出的功率作为反馈信息,通过减小所述反馈信息与输入系统的参考功率值之间的偏差值以实现刀具功率的准确控制,本发明运用了ADRC自抗扰控制算法,最终的控制量包括前馈控制量、补偿控制量和反馈控制量,具有强解耦和内外扰动估算补充能力,反应敏捷、误差小,频率实现高精度的实时控制;

[0100] 2、提供一种带有ADRC自抗扰频率控制技术同时基于电气隔离原理进行工作通信的微创手术系统,在微创手术系统内设立两个互不流通的工作区域,两个工作区域之间不建立电流直接流动的路径,同时通过光耦进行能量资讯的传递,隔离区与非隔离区之间电路不共用接地,避免非流通电流在两个电路之间流动,实现电气安全,避免意外产生的触电事故进入使用者人体,在高精度频率控制的基础上实现安全通信;

[0101] 3、设置病人电气隔离区,隔离直接与病人人体接触的电流电路,避免医疗危机;病人电气隔离区设置测量电路和ID读写电路,保证操作过程刀具连接和刀具工作频率处于受控状态;

[0102] 4、电气非隔离区设置测量电路、保护电路与频率控制电路,在隔离区与非隔离区同时进行频率控制测量,避免程序错误;保护电路保证操作端操作者的安全操作提升手术系统的安全性。

[0103] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0104] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

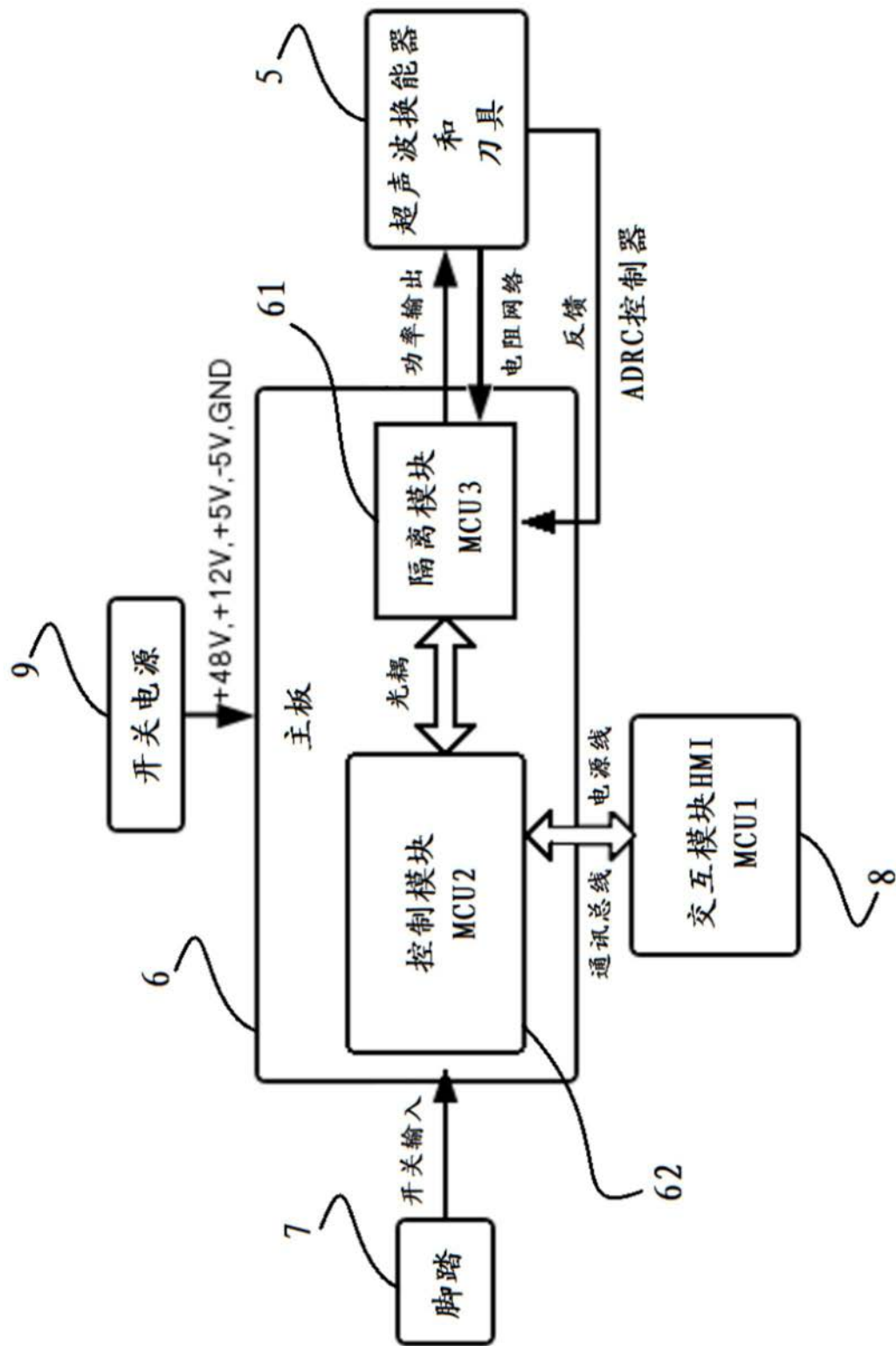


图1

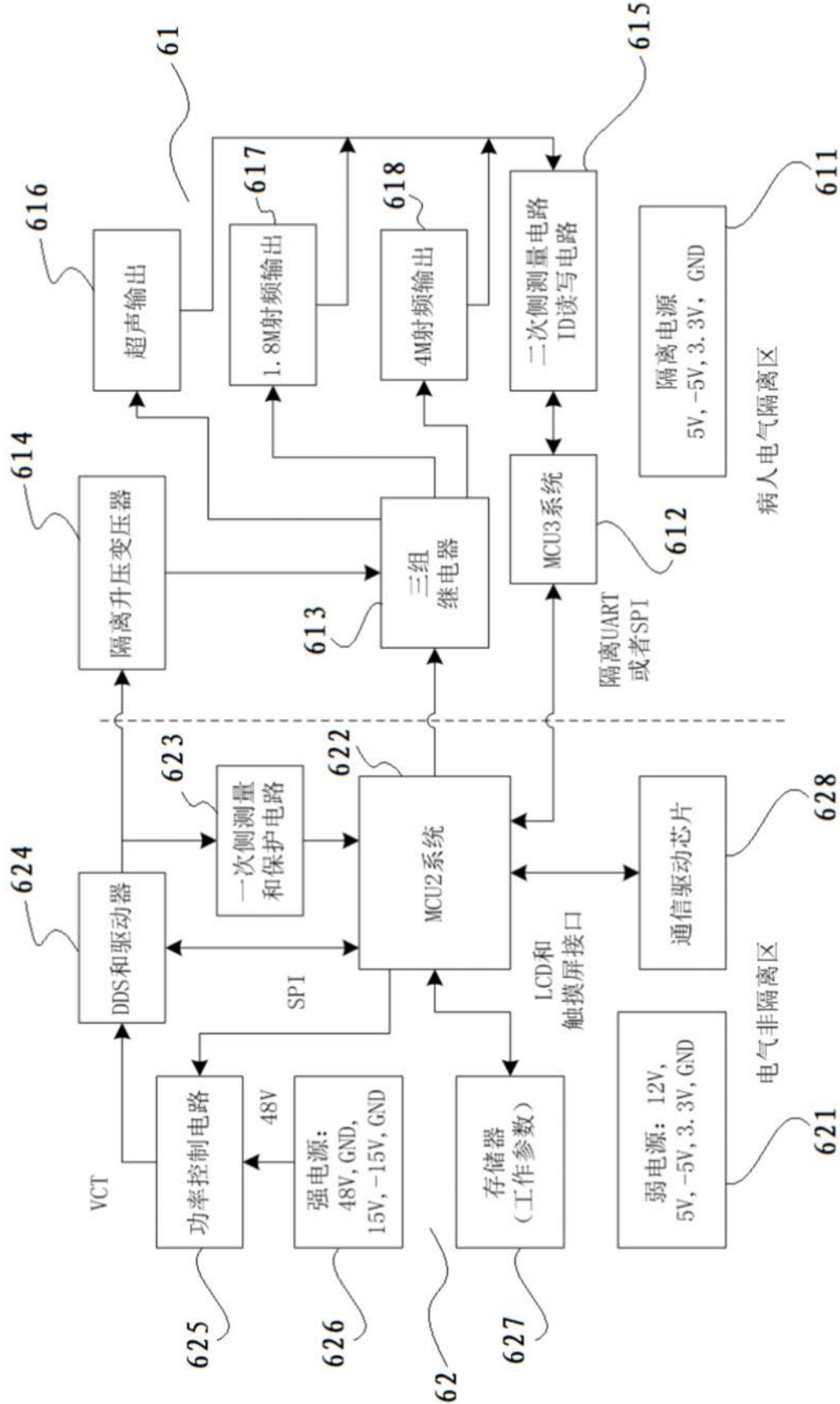


图2

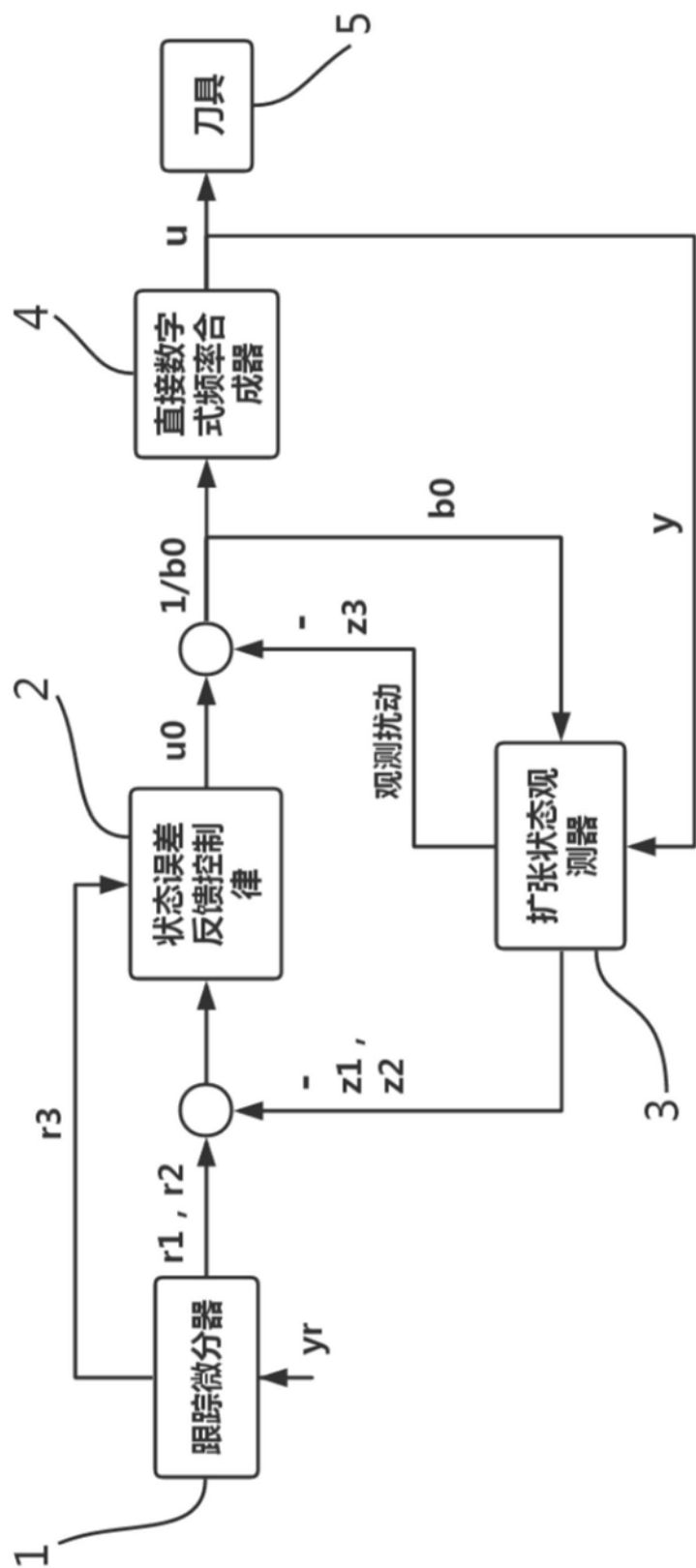


图3

专利名称(译)	一种隔离通信的超声射频微创手术系统		
公开(公告)号	CN110916763A	公开(公告)日	2020-03-27
申请号	CN201910583557.5	申请日	2019-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	广州易和医疗技术开发有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州易和医疗技术开发有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州易和医疗技术开发有限公司		
[标]发明人	刘富春 李威谕 戚锦磊		
发明人	马振尉 刘富春 邓浮池 李威谕 戚锦磊		
IPC分类号	A61B17/32 A61B18/12 A61B18/14		
CPC分类号	A61B17/320068 A61B18/12 A61B18/14 A61B2017/320082 A61B2018/00642 A61B2018/00702 A61B2018/00732 A61B2018/00755 A61B2018/1253 A61B2018/126 A61B2018/1412		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种隔离通信的超声射频微创手术系统，包括控制系统和刀具系统，所述控制系统包括通过光耦相互连接的控制模块和隔离模块；所述控制模块为电气非隔离区，所述隔离模块为电气隔离区，所述刀具系统包括带有ID芯片的微创刀具、ID识别机构和ADRC频率控制器；所述微创刀具为超声波刀具或射频刀具，所述射频刀具为双极输出射频刀具或单极输出射频刀具。避免病人接触区的电流信息以及能量资讯直接流向外界的非隔离电气区域，避免因意外产生的电流信息等无序流动造成的接地故障，切断电流接地回路，保证电路工作安全、稳定。同时通过对刀具频率进行实时监控，提升微创手术系统的稳定性。

