



(43)申请公布日 2020.03.24

G16H 40/20(2018.01)

1. 一种双环自健康管理的多输出微创手术系统,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;所述控制模块包括控制器、控制电路、放大驱动电路和功率场效应管,所述隔离模块包括隔离升压变压器、测量模块MCU、测量电路和刀具输出电路;所述测量电路包括内环测量电路和外环测量电路;

所述控制器依次通过所述控制电路、所述放大驱动电路和所述功率场效应管连接所述隔离升压变压器的输入端,所述控制器还通过BUCK调节电路连接所述功率场效应管;

所述隔离变压器的输出端连接所述刀具输出电路;所述隔离升压变压器的输入端和输出端分别通过所述内环测量电路和所述外环测量电路连接所述控制器;

所述刀具系统包括微创刀具和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。

2. 根据权利要求1中所述的一种双环自健康管理的多输出微创手术系统,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中所述的一种双环自健康管理的多输出微创手术系统,其特征在于,所述控制电路包括频率控制电路和幅值控制电路,所述频率控制电路和所述幅值控制电路并联连接所述控制器的输出端与所述放大驱动电路的输入端。

4. 根据权利要求1中所述的一种双环自健康管理的多输出微创手术系统,其特征在于,所述BUCK调节电路的输入端连接开关电源。

5. 根据权利要求1中所述的一种双环自健康管理的多输出微创手术系统,其特征在于,所述刀具输出电路与所述测量模块MCU之间还设置ID读写电路。

一种双环自健康管理的多输出微创手术系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,具体涉及一种双环自健康管理的多输出微创手术系统。

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,由于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,为保证微创手术系统的使用安全度,需要对微创刀具使用过程中的使用数据进行测量采样管理,因此本发明提出了一种运用双环采样测量的自健康管理微创手术系统,通过设立内环和外环的双环测量管理机构对微创刀具工作数据进行双环采样,提升采样数据的实时性与准确性,保证多输出微创手术系统工作过程的稳定性与安全操作性能。

发明内容

[0007] 本发明提出了一种运用双环采样测量的自健康管理微创手术系统,通过设立内环和外环的双环测量管理机构对微创刀具工作数据进行双环采样,提升采样数据的实时性与准确性,保证多输出微创手术系统工作过程的稳定性与安全操作性能。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了如下的技术方案:

[0009] 一种自健康管理的多输出微创手术系统,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;所述控制模块包括控制器、控制电路、放大驱动电路和功率场效应管,所述隔离模块包括隔离升压变压器、测量模块MCU、测量电路和刀具输出电路;所述测量电路包括内环测量电路和外环测量电路;

[0010] 所述控制器依次通过所述控制电路、所述放大驱动电路和所述功率场效应管连接所述隔离升压变压器的输入端,所述控制器还通过BUCK调节电路连接所述功率场效应管;

[0011] 所述隔离变压器的输出端连接所述刀具输出电路;所述隔离升压变压器的输入端和输出端分别通过所述内环测量电路和所述外环测量电路连接所述控制器;

[0012] 所述刀具系统包括微创刀具和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;所述微创刀具均设置有ID芯片。

[0013] 进一步的,所述ADRC频率控制器包括:

[0014] 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;

[0015] 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;

[0016] 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;

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 进一步的,所述控制电路包括频率控制电路和幅值控制电路,所述频率控制电路和所述幅值控制电路并联连接所述控制器的输出端与所述放大驱动电路的输入端。设置并联的频率控制电路与幅值控制电路同时对电路信息进行实时同步管理,减少工作误差,实现低误差实时控制。

[0020] 进一步的,所述BUCK调节电路的输入端连接开关电源。通过低压式变换BUCK电路的小波纹近似原理与电感伏秒平衡原理使工作电路实现稳态工作,通过稳定平衡电路使电容充放电达到平衡,维持电压不变,实现过渡平滑,避免外接开关电源影响微创手术系统工作平衡。

[0021] 进一步的,所述刀具输出电路与所述测量模块MCU之间还设置ID读写电路。通过设置ID读写电路与微创刀具上带有的ID芯片进行识别操作实现对应的仪器加密,提升仪器使用安全性。

[0022] 自健康管理的多输出微创手术系统的使用方法,包括步骤S1~S12:

[0023] 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。

[0024] S2:打开开关电源为控制系统通电,BUCK调节电路使开关电源的输入至功率场效应管的电流电压保持稳定,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,依据交互模块设定的工作模式与工作参数,通过ID核对判断连接的刀具类型,若不正确则发出提示,若正确相符则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;

[0025] 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;

[0026] 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 。

$$[0027] \quad \Delta t = t_1 - t_2 \quad (1)$$

$$[0028] \quad \Delta t = y_r \quad (2)$$

[0029] 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 ,

[0030]

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

[0031] 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。

[0032] 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 ,

$$[0033] \quad \begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 - \beta_1(z_1 - y) \\ \dot{z}_2 = z_3 - \beta_2(z_1 - y) + b_0u \\ \dot{z}_3 = -\beta_3(z_1 - y) \end{cases} \quad (4)$$

[0034] 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。

[0035] 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 ,

$$[0036] \quad u_0 = k_1(r_1 - z_1) + k_2(r_2 - z_2) \quad (5)$$

[0037] 其中, k_1 和 k_2 为可调参数。

[0038] 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)。

$$[0039] \quad u = \frac{1}{b_0}(r_3 - z_3 + u_0) \quad (6)$$

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] S11:依据交互程序内设定的本地ID读写信息,内环测量电路通过刀具输出电路对刀具工作中隔离升压变压器输入端的本地工作数据进行本地采样并形成内环本地测量数据输出至控制器内,同时外环测量电路对隔离升压变压器输出端的隔离通信数据、隔离输出电压、隔离输出电流与隔离输出相位进行采样并形成外环数据输出至控制器内,所述控制器根据上位机设定值对所述内环本地测量数据和所述外环数据进行数据处理和健康评估,即实时测量刀具工作数据以及健康情况并输出至交互模块进行自健康处理。

[0044] S12:识别自健康数据即实时测量刀具工作数据以及健康情况数据的控制器在上位机设定值的基础上对BUCK调节电路进行电压偏差控制与刀具工作频率、工作幅值的同步控制,依次通过放大驱动电路和功率场效应管对隔离升压变压器的工作状态进行实时调整,从而对刀具输出电路的输出波形和输出功率进行自健康管理。

[0045] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0046] 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;

[0047] 2、提供一种带有ADRC自抗扰频率控制技术同时基于自健康管理工作的多输出微创手术系统,在实时监控刀具工作频率功率的同时,对微创刀具工作数据进行双环取样,根据设定的本地数据和工作参数值对手术系统的本地工作数据与输出通信数据进行对比监控,实现多层次、完整并且及时的自健康管理,提升了手术系统的高精度低误差性能以及操作安全性;

[0048] 3、将控制模块与隔离模块分离,最大程度避免控制模块的控制程序被隔离模块影响,避免外部程序错误引起的控制系统崩溃保证系统的精度以及安全操作性能。

附图说明

[0049] 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。

[0050] 图1为本发明的双环自健康管理的多输出微创手术系统工作原理图;

[0051] 图2为本发明中隔离模块工作原理图;

[0052] 图3为本发明中自健康管理工作原理示意图;

[0053] 图4为本发明中自健康管理工作流程图;

[0054] 图5为本发明中ADRC频率控制器的工作原理图,

[0055] 图中:1-控制系统;11-控制模块;12-隔离模块;121-隔离电源;122-测量模块MCU;123-ID读写电路;124-刀具输出电路;125-继电器;126-隔离升压变压器;2-刀具系统;21-ADRC频率控制器;211-跟踪微分器;212-状态误差反馈控制律;213-扩张状态观测器;214-直接数字式频率合成器;3-开关电源;4-脚踏开关;5-交互模块;6-控制器;61-频率控制电路;62-幅值控制电路;63-放大驱动电路;64-功率场效应管;65-BUCK调节电路;7-内环测量电路;8-外环测量电路。

具体实施方式

[0056] 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。

[0057] 本发明实施例:

[0058] 如图1~5所示,一种自健康管理的多输出微创手术系统,包括控制系统1和刀具系统2,所述控制系统1包括通过光耦相互连接的控制模块11和隔离模块12;所述控制模块11

包括控制器6、控制电路、放大驱动电路63和功率场效应管64,所述隔离模块12包括隔离升压变压器126、测量模块MCU122、测量电路和刀具输出电路124;所述测量电路包括内环测量电路7和外环测量电路8;

[0059] 所述控制器6依次通过所述控制电路、所述放大驱动电路63和所述功率场效应管64连接所述隔离升压变压器126的输入端,所述控制器6还通过BUCK调节电路65连接所述功率场效应管64;

[0060] 所述隔离变压器的输出端连接所述刀具输出电路124;所述隔离升压变压器126的输入端和输出端分别通过所述内环测量电路7和所述外环测量电路8连接所述控制器6;

[0061] 所述刀具系统2包括微创刀具和ADRC频率控制器621;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;所述微创刀具均设置有ID芯片。

[0062] 所述ADRC频率控制器21包括:

[0063] 跟踪微分器211,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;

[0064] 扩张状态观测器213,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;

[0065] 状态误差反馈控制律212,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;

[0066] 以及直接数字式频率合成器214,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213。

[0067] 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1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211与扩张状态观测器213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212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。

[0068] 所述控制电路包括频率控制电路61和幅值控制电路62,所述频率控制电路61和所述幅值控制电路62并联连接所述控制器6的输出端与所述放大驱动电路63的输入端。设置并联的频率控制电路61与幅值控制电路62同时对电路信息进行实时同步管理,减少工作误差,实现低误差实时控制。

[0069] 所述BUCK调节电路65的输入端连接开关电源3。通过低压式变换BUCK电路的小波纹近似原理与电感伏秒平衡原理使工作电路实现稳态工作,通过稳定平衡电路使电容充放电达到平衡,维持电压不变,实现过渡平滑,避免外接开关电源3影响微创手术系统工作平衡。

[0070] 所述刀具输出电路124与所述测量模块MCU122之间还设置ID读写电路123。通过设

置ID读写电路123与微创刀具上带有的ID芯片进行识别操作实现对应的仪器加密,提升仪器使用安全性。

[0071] 自健康管理的多输出微创手术系统的使用方法,包括步骤S1~S12:

[0072] S1:微创刀具通过刀具接口与包括控制模块11和隔离模块12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。

[0073] S2:打开开关电源3为控制系统1通电,BUCK调节电路65使开关电源3的输入至功率场效应管64的电流电压保持稳定,脚踏开关4控制开关电源3的输入状态,控制模块11和隔离模块12分别在弱电源与隔离电源121的支持下工作进行;隔离模块12内的ID读写电路123对所述微创刀具的内部ID芯片进行识别,依据交互模块5设定的工作模式与工作参数,通过ID核对判断连接的刀具类型,若不正确则发出提示,若正确相符则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;

[0074] 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12的隔离升压变压器126内,隔离升压变压器126将升压变压信号传递到继电器125,继电器125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124;

[0075] 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 。

[0076] $\Delta t = t_1 - t_2$ (1)

[0077] $\Delta t = y_r$ (2)

[0078] S4:跟踪微分器211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 ,

[0079]

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

[0080] 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211为非线性跟踪微分器211,对 R 取值不敏感。

[0081] S5:扩张状态观测器213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 $b_0 u$ 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 ,

$$[0082] \quad \begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 - \beta_1(z_1 - y) \\ \dot{z}_2 = z_3 - \beta_2(z_1 - y) + b_0 u \\ \dot{z}_3 = -\beta_3(z_1 - y) \end{cases} \quad (4)$$

[0083] 其中,为了简化计算,采用的所述扩张状态观测器213为线性扩张状态观测器2133;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。

[0084] S6:状态误差反馈控制律212经过公式(5)的运算后输出状态信号 u_0 ,

$$[0085] \quad u_0 = k_1(r_1 - z_1) + k_2(r_2 - z_2) \quad (5)$$

[0086] 其中, k_1 和 k_2 为可调参数。

[0087] S7:所述状态信号由所述扩张状态观测器213扰动补偿后输入直接数字式频率合成器214,最终系统的控制输入过程为公式(6)。

$$[0088] \quad u = \frac{1}{b_0}(r_3 - z_3 + u_0) \quad (6)$$

[0089] S8:直接数字式频率合成器214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213,对所述刀具的工作频率进行实时反馈环形控制。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] S11:依据交互程序内设定的本地ID读写信息,内环测量电路7通过刀具输出电路124对刀具工作中隔离升压变压器126输入端的本地工作数据进行本地采样并形成内环本地测量数据输出至控制器6内,同时外环测量电路8对隔离升压变压器126输出端的隔离通信数据、隔离输出电压、隔离输出电流与隔离输出相位进行采样并形成外环数据输出至控制器6内,所述控制器6根据上位机设定值对所述内环本地测量数据和所述外环数据进行数据处理和健康评估,即实时测量刀具工作数据以及健康情况并输出至交互模块5进行自健康处理。

[0093] S12:识别自健康数据即实时测量刀具工作数据以及健康情况数据的控制器6在上位机设定值的基础上对BUCK调节电路65进行电压偏差控制与刀具工作频率、工作幅值的同步控制,依次通过放大驱动电路63和功率场效应管64对隔离升压变压器126的工作状态进行实时调整,从而对刀具输出电路124的输出波形和输出功率进行自健康管理。

[0094] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0095] 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1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;

[0096] 2、提供一种带有ADRC自抗扰频率控制技术同时基于自健康管理工作的多输出微创手术系统,在实时监控刀具工作频率功率的同时,对微创刀具工作数据进行双环取样,根据设定的本地数据和工作参数值对手术系统的本地工作数据与输出通信数据进行对比监控,实现多层次、完整并且及时的自健康管理,提升了手术系统的高精度低误差性能以及操作安全性;

[0097] 3、将控制模块11与隔离模块12分离,最大程度避免控制模块11的控制程序被隔离模块12影响,避免外部程序错误引起的控制系统1崩溃保证系统的精度以及安全操作性能。

[0098] 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。

[0099] 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。

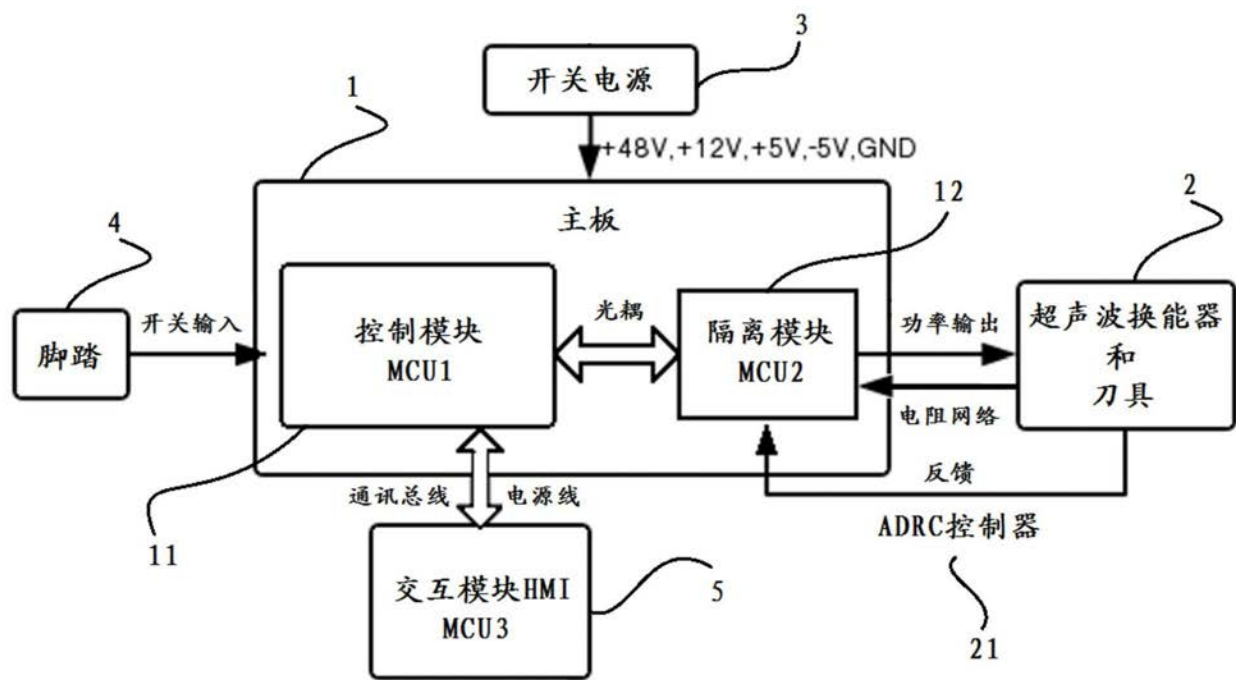


图1

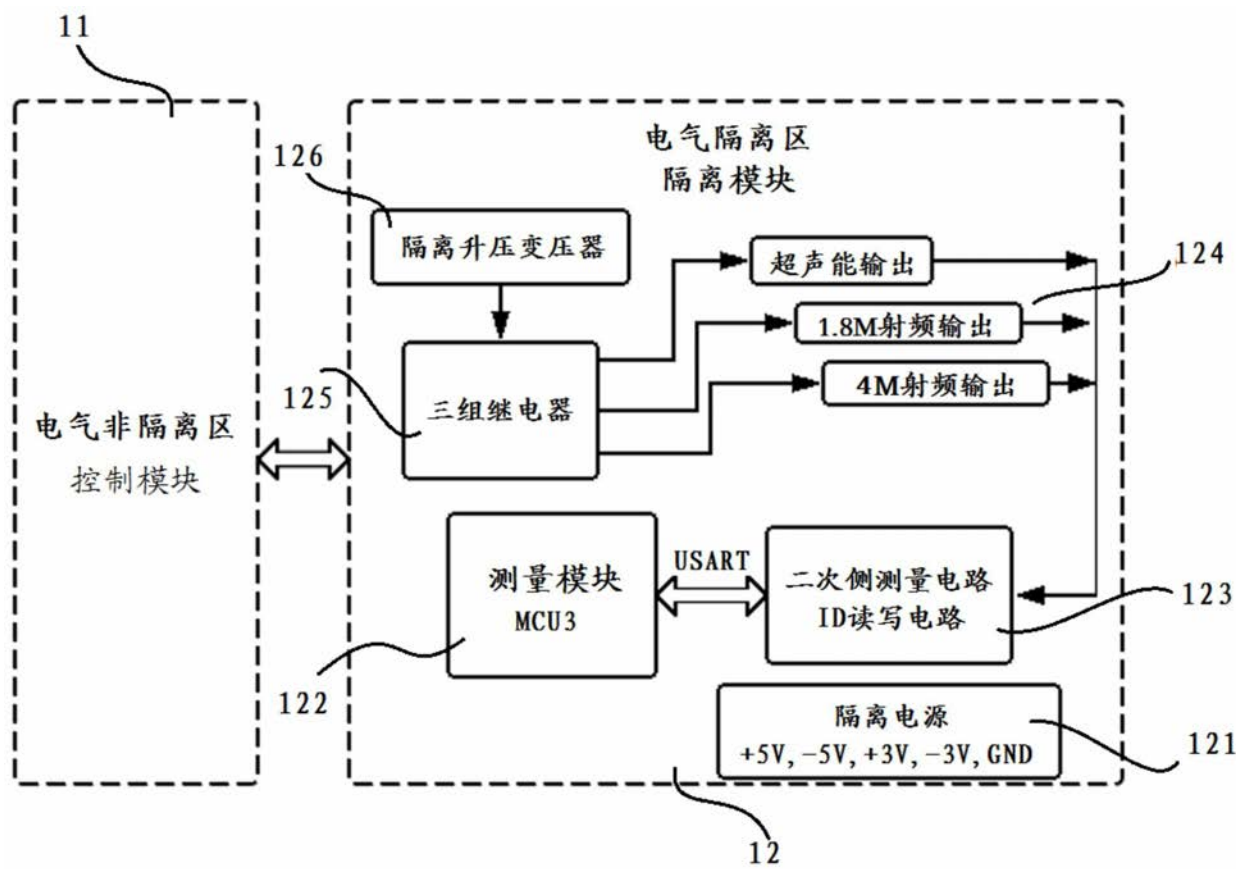


图2

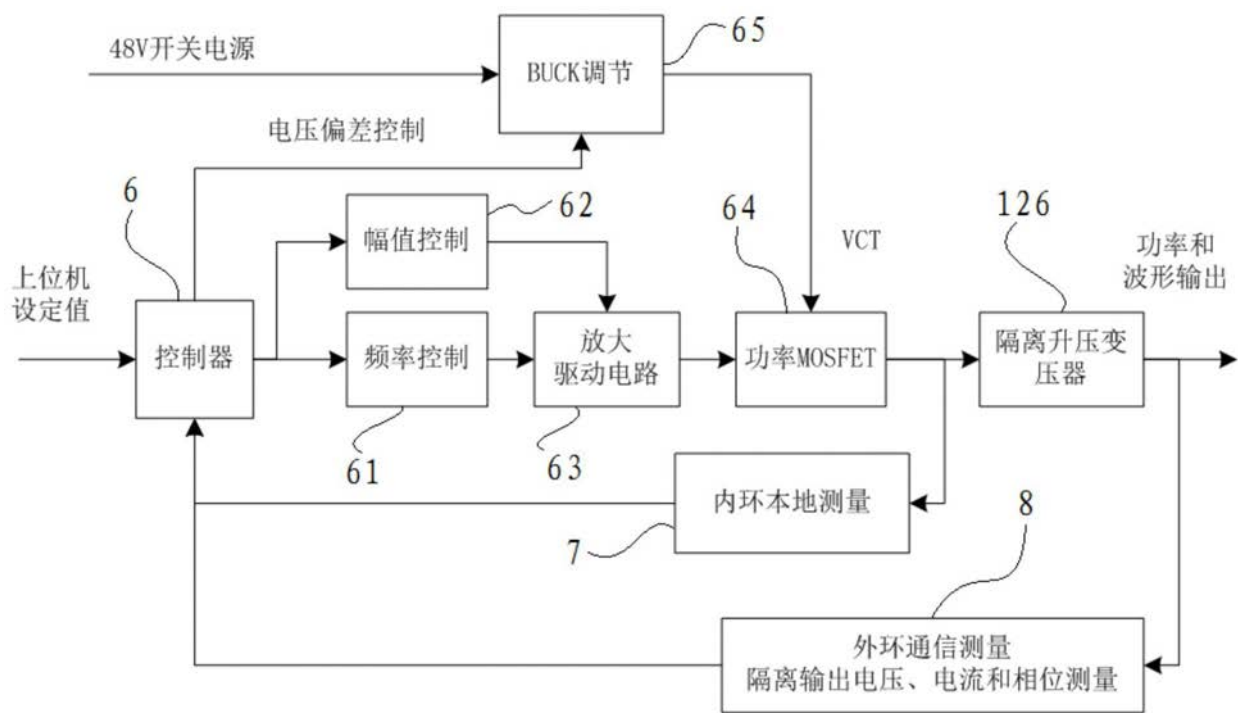


图3

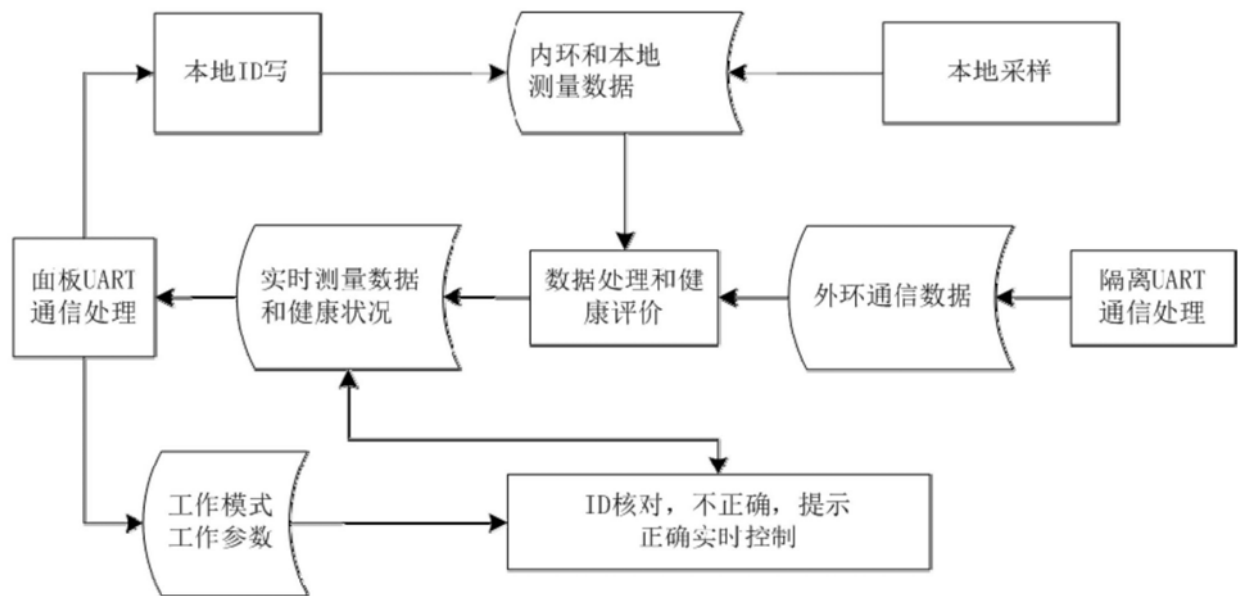


图4

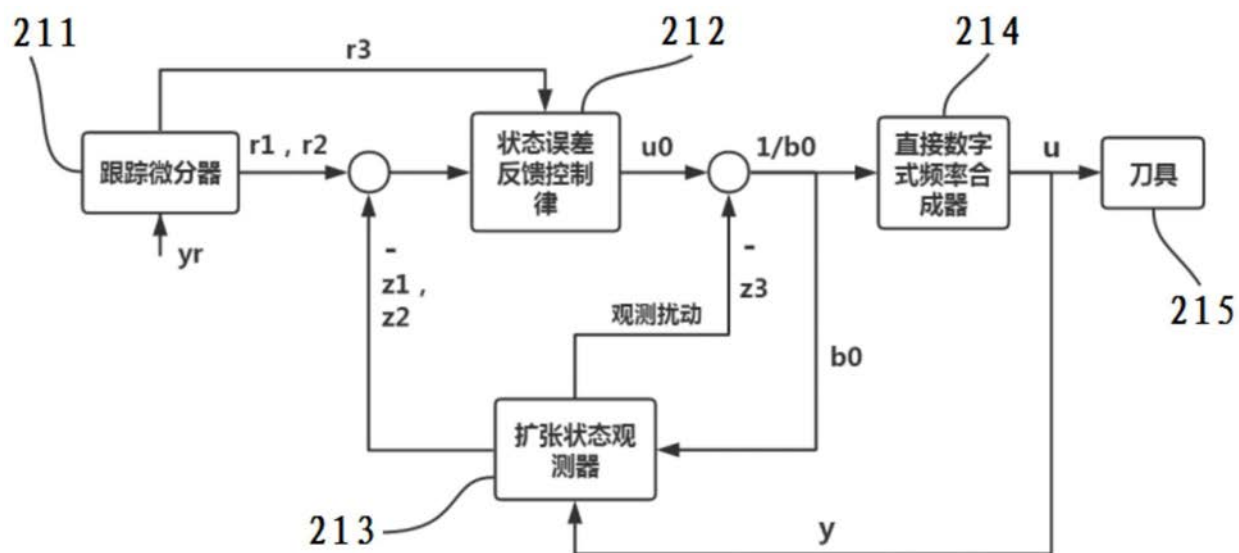


图5

专利名称(译)	一种双环自健康管理的多输出微创手术系统		
公开(公告)号	CN110897684A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201910591791.2	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 李威谕 邓浮池 戚锦磊		
IPC分类号	A61B17/32 A61B18/12 A61B18/14 G16H40/20		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种双环自健康管理的多输出微创手术系统，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；所述控制模块包括控制器、控制电路、放大驱动电路和功率场效应管，所述隔离模块包括隔离升压变压器、测量模块MCU、测量电路和刀具输出电路；所述隔离变压器的输出端连接所述刀具输出电路；所述刀具系统包括微创刀具和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。通过设立内环和外环的双环测量管理机构对微创刀具工作数据进行双环采样，提升采样数据的实时性与准确性，保证多输出微创手术系统工作过程的稳定性与安全操作性能。

