

一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统

|  |  |
| --- | --- |
| 申请号： | CN201811619721.5 |
| 申请日： | 20181227 |
| 申请（专利权）人： | [成植温] |
| 地址： | 山东省滨州市滨城区黄河2路661号 |
| 发明人： | [成植温, 董宁霞, 兰卫光, 吴丹丹] |
| 主分类号： | A61N5/10 |
| 公开（公告）号： | CN109701169A |
| 公开（公告）日： | 20190503 |
| 代理机构： | 石家庄众志华清知识产权事务所（特殊普通合伙） |
| 代理人： | [吴风江] |

www.patexplorer.com

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（19）中华人民共和国国家知识产权局** | | |
|  |  |  |
| **（12）发明专利申请** | |
| **（10）申请公布号** CN109701169A  **（45）申请公布日** 20190503 | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **（21）申请号** CN201811619721.5  **（22）申请日** 20181227  **（71）申请人** [成植温]  **地址** 山东省滨州市滨城区黄河2路661号  **（72）发明人** [成植温, 董宁霞, 兰卫光, 吴丹丹]  **（74）专利代理机构** 石家庄众志华清知识产权事务所（特殊普通合伙）  **代理人** [吴风江] |  |
| **（54）发明名称**  一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统 |  |
| **（57）摘要**  本发明公开了一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，包括CT机、超声仪、电磁定位器、治疗床、光学手术导航仪、穿刺装置、机械臂、控制台，机械臂穿刺步骤如下：步骤1，系统标定，利用坐标标定模板，获得病灶的像素坐标与空间坐标的位置关系，为后续的图像处理提供信息源；步骤2，机械臂通过手臂平移运动将穿刺装置移动到手术规划的皮肤进针点；步骤3，腕部在保持针尖点不动的情况下按照进针路径调整穿刺装置姿态；步骤4，机械臂通过进针机构的平移运动将穿刺装置推进到光学手术导航仪获取的病灶靶点位置；步骤5，在完成组织治疗后，机械臂通过进针机构的平移运动按照原进针路径快速退针。 |

|  |
| --- |
| **权 利 要 求 书** |

1.一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，包括CT机、超声仪、电磁定位器、治疗床、光学手术导航仪、穿刺装置、机械臂、控制台，

机械臂固定安装在治疗床上，超声仪的超声探头以及穿刺装置设置在机械臂的末端执行器上，实现对肿瘤部位的精准治疗；

治疗床外设置有电磁定位器和光学手术导航仪，电磁定位器结合超声探头的切片图像以及电磁定位器的位姿图像，构建肿瘤的三维图像，光学手术导航仪通过图像识别定位肿瘤的精确定位，

控制台接收来自CT机、超声仪、电磁定位器、光学手术导航仪的数据信号，控制穿刺装置、机械臂进行相应的动作；

根据临床穿刺手术的特点对机械臂的运动步骤和运动功能进行了规划，并实现了机械臂穿刺的功能，步骤如下：

步骤1，系统标定，利用坐标标定模板，获得病灶的像素坐标与空间坐标的位置关系，为后续的图像处理提供信息源；

步骤2，机械臂通过手臂平移运动将穿刺装置移动到手术规划的皮肤进针点；

步骤3，腕部在保持针尖点不动的情况下按照进针路径调整穿刺装置姿态；

步骤4，机械臂通过进针机构的平移运动将穿刺装置推进到光学手术导航仪获取的病灶靶点位置；

步骤5，在完成组织治疗后，机械臂通过进针机构的平移运动按照原进针路径快速退针。

2.根据权利要求1所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：机械臂包括机械部分和电力部分，机械臂用于按照手术规划的进针路径调整穿刺装置位姿，使穿刺装置安全准确地到达病灶靶点。

3.根据权利要求2所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：电力部分包括编码器、解码电路、光耦隔离电路、永磁同步伺服电机、减速器以及智能功率控制模块，霍尔电流传感器采集永磁同步伺服电机的U相和V相电流，反馈给运动控制器，编码器通过解码电路实时向运动控制器反馈永磁同步伺服电机实际位置，运动控制器通过串行总线接收目标位置信息，目标位置、实际位置和实际电流在运动控制器内做单轴逻辑控制，通过矢量控制的时序调度输出脉宽调制通过光耦隔离电路提供给智能功率控制模块并转换为功率控制信号，智能功率控制模块驱动永磁同步伺服电机运转，永磁同步伺服电机输出轴与减速器连接，减速器与机械部分的旋转关节连接，减速器受运动控制器的控制。

4.根据权利要求3所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：运动控制器还包括模糊控制装置，其对减速器进行模糊控制，模糊控制装置包括差分器、微分器、模糊化接口、输出量转换模块、推理机、知识库，负载估计模块将测得的减速器的测量负载电压通过带通滤波器提供给差分器，差分器将操作人员输入的设定负载电压与测量负载电压相减得到误差值E，误差值E经过微分器得到误差变化率dE/dt，误差值E和误差变化率dE/dt提供给模糊化接口，对误差值E和误差变化率dE/dt进行模糊化赋值，分别得到模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC，模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC提供给推理机，推理机根据知识库中的输入输出隶属度矢量值以及逻辑推理规则对模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC进行模糊推理得到模糊控制量MU，输出量转换模块将模糊控制量MU转换为实际控制量U，根据实际控制量U控制电源向减速器提供电压。

5.根据权利要求4所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于模糊控制方法具体为：按照操作人员的语言变量的选取参量PL、PB、PM、PS、Z0、NS、NM、NB、BL分别表示正超大、正大、正中、正小、零、负小、负中、负大、负超大，对应的模糊集{-n，-n+1，......，0，......，n-1，n}，n＝4，n为初级模糊集变量；

确定量化因子，k e ＝n/e，其中，k e 为误差值量化因子，e为测量的最大误差值，k es ＝n/ec，k es 为误差变化率量化因子，ec为测量的最大误差变化率，

如果m≤k e E≤m+1，m＜n，则模糊化误差值ME为经过四舍五入的k e E，m为次级模糊集变量；

如果k e E＜-n，则模糊化误差值ME为-n；

如果k e E＞n，则模糊化误差值ME为n；

如果m≤k ec E≤m+1，m＜n，则模糊化误差变化值MEC为经过四合五入的k ec E；

如果k ec E＜-n，则模糊化误差变化值MEC为-n；

如果k ec E＞n，则模糊化误差变化值MEC为n。

6.根据权利要求1所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：控制台包括上位机、下位机、手控盒、RS485接口、USB接口、CAN转换接口、变频器、机架使能和刹车使能模块、两个数据电位器、A/D转换器、I/O接口、地址逻辑器、逻辑条理器、D/F模块、F/D模块、RAM、差分驱动、输入、输出开关量电平转换以及闪存，当手控盒关闭时，上位机接收来自CT机、超声仪、电磁定位器、光学手术导航仪的数据信号，并生成控制指令发送给下位机，当手控盒打开时，下位机只接收手控盒的控制指令，下位机接收上位机或手控盒的指令后，通过RS485转换通信接口发出相应得指令给离合器、穿刺装置、各个步进电机、永磁同步伺服电机、减速器。

7.根据权利要求1所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：穿刺装置为射频消融装置，射频消融装置包括输入保护电路、整流滤波电路、调压电路、逆变电路、辅助电源电路、PWM调制器、高频变压器以及控制电路，输入保护电路是由保险丝和工频变压器组成，防止电路短路造成的大电流损坏元器件，并且有效地与电网隔离，220V/50Hz的交流电通过整流滤波电路，滤除电网中的各种干扰，输出的直流电经过调压电路，在控制电路的控制下使调压电路输出所需的直流电压，控制部分包括电压电流反馈电路和脉宽调制电路三部分组成，控制电路根据反馈电路采样信号的变化，实时地调节脉冲宽度，保持输出电压的稳定，通过逆变电路将直流信号逆变成高频的交流信号，经过高频变压器隔离输出；当系统出现过流或过压时，保护电路就会给控制电路发送信号，使系统停止工作，射频消融装置电路的工作电压由辅助电源提供，为了系统运行稳定可靠，辅助电源进行独立设计。

8.根据权利要求7所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：整流电路实现将正弦波电压转换成单一的脉动直流电压，整流电路采用全波整流电路，由四只二极管组成，两个二极管的阴极和阳极分别接第一点和第二点，当输入电压为正半周时，电流从第一点流出，第二二极管和第四二极管导通，从第二点流入；当输入电压为负半周时，电流从第二点流出，第一二极管和第三二极管导通，从第一点流入，在交流电压的整个周期内，负载上的电压和电流方向保持不变。

9.根据权利要求7所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：调压电路实现直流到直流的降压功能，由开关管、第五二极管，开关管和第五二极管的导通压降为0，开关管与直流输入电压IU串联，当PWM驱动信号施加到开关管上时，开关管按照PWM信号的频率作周期性地开通和关断，通过改变开关管的开关频率得到新的直流电压，经过后面的电感和电容组成LC滤波器进行滤波，在开关管导通期间，电感上的电流不能突变，电流将会线性地上升，并以磁能的形式在电感中存储能量，而续流第五二极管因为反向偏置而截至，在开关管刚截止时，电感上的电流不能突变，于是将产生极性相反的电动势，续流第五二极管正向导通，电感上所存储的能量将通过续流第五二极管和负载电阻进行释放，电感上的电流将会线性下降，当开关管在开通期间增加的电流等于开关管关断期间减少的电流时，电感上的能量就能达到动态平衡。

10.根据权利要求7所述一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，其特征在于：辅助电源电路通过工频变压器降压单独分出一路18V/50Hz的交流电，然后经过整流滤波，最后通过集成稳压器输出所需的电压。

|  |
| --- |
| **说 明 书** |

**一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统**

**技术领域**

本发明涉及肿瘤治疗技术领域，具体涉及一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统。

**背景技术**

穿刺消融放疗是癌症综合治疗中的一种主要手段，对晚期癌症患者，放疗常导致外围血白细胞数下降、疲乏等症状。因此，寻求一种更安全、有效的治疗手段成为当务之急。近年来，近距离消融放疗在恶性肿瘤综合治疗中的地位越来越重要，已经用于前列腺、乳腺、肝脏、肺等器官的肿瘤治疗中。该方法的优势在于：周围组织受辐射影响小；由于射线的持续照射而使肿瘤的再增殖减少；靶区生物效应剂量高；照射野不随照射靶区的移动而变化。局部微创消融具有极佳的治疗效果。但是，近距离粒子植入手术对医生的经验和技术要求较高，长时间操作极易造成疲劳和辐射伤害。

**发明内容**

本发明的目的就在于为了解决上述问题而提供一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，详见下文阐述。

为实现上述目的，本发明提供了以下技术方案：一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，包括CT机、超声仪、电磁定位器、治疗床、光学手术导航仪、穿刺装置、机械臂、控制台，

机械臂固定安装在治疗床上，超声仪的超声探头以及穿刺装置设置在机械臂的末端执行器上，实现对肿瘤部位的精准治疗；

治疗床外设置有电磁定位器和光学手术导航仪，电磁定位器结合超声探头的切片图像以及电磁定位器的位姿图像，构建肿瘤的三维图像，光学手术导航仪通过图像识别定位肿瘤的精确定位，

控制台接收来自CT机、超声仪、电磁定位器、光学手术导航仪的数据信号，控制穿刺装置、机械臂进行相应的动作。

根据临床穿刺手术的特点对机械臂的运动步骤和运动功能进行了规划，并实现了机械臂穿刺的功能，步骤如下：

步骤1，系统标定，利用坐标标定模板，获得病灶的像素坐标与空间坐标的位置关系，为后续的图像处理提供信息源；

步骤2，机械臂通过手臂平移运动将穿刺装置移动到手术规划的皮肤进针点；

步骤3，腕部在保持针尖点不动的情况下按照进针路径调整穿刺装置姿态；

步骤4，机械臂通过进针机构的平移运动将穿刺装置推进到光学手术导航仪获取的病灶靶点位置；

步骤5，在完成组织治疗后，机械臂通过进针机构的平移运动按照原进针路径快速退针。

有益效果在于：

1、使用机械臂进行穿刺放疗，提高了手术的精准度并避免了医护人员的辐射伤害等技术效果；

2、机械臂减速器采用模糊控制，实现手术动作的精准控制；；

3、通过光学引导实现对机械臂穿刺装置的精确引导；

4、通过电磁定位器结合超声探头的构建三维肿瘤图像，实现手术的合理规划。

**附图说明**

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一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本发明的总体构成图；

图2是本发明的机械臂结构图；

图3是本发明的机械臂穿刺流程图；

图4是本发明的射频消融装置电路组成图；

图5是本发明的摄像机视觉系统的图像处理流程图。

**具体实施方式**

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，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的前提下所得到的所有其它实施方式，都属于本发明所保护的范围。

参见图1-图5所示，本发明提供了一种机械臂穿刺的肿瘤治疗系统，包括CT机、超声仪、电磁定位器、治疗床、光学手术导航仪、穿刺装置、机械臂、控制台，

机械臂固定安装在治疗床上，超声仪的超声探头以及穿刺装置设置在机械臂的末端执行器上，实现对肿瘤部位的精准治疗；

治疗床外设置有电磁定位器和光学手术导航仪，电磁定位器结合超声探头的切片图像以及电磁定位器的位姿图像，构建肿瘤的三维图像，光学手术导航仪通过图像识别定位肿瘤的精确定位，

控制台接收来自CT机、超声仪、电磁定位器、光学手术导航仪的数据信号，控制穿刺装置、机械臂进行相应的动作。

根据临床穿刺手术的特点对机械臂的运动步骤和运动功能进行了规划，并实现了机械臂穿刺的功能，步骤如下：

步骤1，系统标定，利用坐标标定模板，获得病灶的像素坐标与空间坐标的位置关系，为后续的图像处理提供信息源；

步骤2，机械臂通过手臂平移运动将穿刺装置移动到手术规划的皮肤进针点；

步骤3，腕部在保持针尖点不动的情况下按照进针路径调整穿刺装置姿态；

步骤4，机械臂通过进针机构的平移运动将穿刺装置推进到光学手术导航仪获取的病灶靶点位置；

步骤5，在完成组织治疗后，机械臂通过进针机构的平移运动按照原进针路径快速退针。

机械臂包括机械部分和电力部分，机械臂用于按照手术规划的进针路径调整穿刺装置位姿，使穿刺装置安全准确地到达病灶靶点。

其中，机械部分包括底座、连接件、大臂、小臂、腕部、末端执行器以及旋转关节，旋转关节分别位于底座与连接件之间、连接件与大臂之间、大臂与小臂之间以及腕部与末端执行器之间，底座是承重基础部件，固定在地面或支架上，连接件是大臂的支撑部件，实现机械臂的回转功能，连接件在底座上进行旋转，大臂是小臂的支撑部件，大臂的摆动改变末端执行器在水平方向上的行程，小臂的俯仰实现末端执行器在垂直方向上的位置变换，腕部的末端执行器旋转关节调整承载目标的旋转角度和位置。

机械臂外力拖动为使机械臂在进针过程中具有力感知能力，在机械臂末端执行器安装六维力传感器，同时利用拖动力驱动机械臂手臂永磁同步伺服电机，实现机械臂外力拖动功能，医生可随意拖动机械臂，使穿刺装置移动到皮肤进针点，与临床手动穿刺相类似，机械臂手腕定点调姿运动当穿刺针尖移动到皮肤进针点后，为了保证针尖点在机械臂手腕调姿运动时保持不动，使用笛卡尔反向运动的针尖位移补偿算法实现机械臂定点调姿功能。

底座与轴线垂直于地面的旋转关节联接，关节座安装在底座上，为大臂提供支撑，其上安装有大臂、小臂和保持腕部水平的连杆，大臂、小臂与连杆相互构成平行四边形，增加了整个臂部的刚度，通过串联平行四边形机构的叠加效应，满足腕部的易控性。

该结构增加整个臂部的刚度，平行四边形的相互作用，增加了整个机械臂传动系统的刚度，减小了启动与急停情况下造成的机械臂颤动，行程放大，减小系统惯量，节约成本，同时增加了系统的稳定性，搬运机械臂利用“平行四边形”原理简化了机械臂位姿的控制，降低了过程控制的难度，可以缩短机械臂的工作周期和研发设计成本。

其中，电力部分包括编码器、解码电路、光耦隔离电路、永磁同步伺服电机(PMSM)、减速器以及智能功率控制模块(IPM)，霍尔电流传感器采集永磁同步伺服电机的U相和V相电流，反馈给运动控制器，编码器通过解码电路实时向运动控制器反馈永磁同步伺服电机实际位置，运动控制器通过串行总线接收目标位置信息，目标位置、实际位置和实际电流在运动控制器内做单轴逻辑控制，通过矢量控制的时序调度输出脉宽调制通过光耦隔离电路提供给智能功率控制模块并转换为功率控制信号，光耦隔离电路实现控制部分电路和功率部分电路完全隔离，极大提高了硬件的可靠性，智能功率控制模块驱动永磁同步伺服电机运转，永磁同步伺服电机输出轴与减速器，减速器与机械部分的旋转关节连接，减速器受运动控制器的控制，实现动作的精细化调整。

运动控制器接收到控制台发来的控制指令后，根据控制指令执行相对应的程序生成速度信号、计数信号以及加减速度信号，向永磁同步伺服电机发送转动的速度信号，向减速器发送计数信号和加减速度信号，永磁同步伺服电机的伺服装置收到信号之后，对其进行调整、放大处理，生成转动信号发送至永磁同步伺服电机，电机驱动旋转关节转动，运动控制器将安装在各个旋转关节的永磁同步伺服电机的编码器的反馈信号经过网络集成控制系统回传给工控机，反馈信号用于在工控机上的人机交互界面中实时地监控机械臂的状态并显示数据。

运动控制器设定机械臂各关节的零点位姿，零点位姿决定于机械臂在初始状态时时各个永磁同步伺服电机的位置，零点位姿被运动控制器记录，在机械臂完成作业后，通过发送零位指令使机械臂回到零点位姿，从而完成回零。

其中，减速器为两级减速机构，包括中心轮、行星轮、行星轮、曲柄轴、摆线轮、针轮以及输出盘，减速器的动力传递路径为，动力从右端输入，经过中心轮与行星轮啮合使行星轮自转；行星轮与曲柄轴固连，曲柄轴安装于法兰盘上；摆线轮安装于曲柄轴上，并与针轮啮合，摆线轮通过曲柄轴驱动行星轮回转，动力由与行星轮连接的输出盘输出。

其中，运动控制器还包括模糊控制装置，其对减速器进行模糊控制，模糊控制装置包括差分器、微分器、模糊化接口、输出量转换模块、推理机、知识库，负载估计模块将测得的减速器的测量负载电压通过带通滤波器提供给差分器，差分器将操作人员输入的设定负载电压与测量负载电压相减得到误差值E，误差值E经过微分器得到误差变化率dE/dt，误差值E和误差变化率dE/dt提供给模糊化接口，对误差值E和误差变化率dE/dt进行模糊化赋值，分别得到模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC，模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC提供给推理机，推理机根据知识库中的输入输出隶属度矢量值以及逻辑推理规则对模糊化误差值ME和模糊化误差变化值MEC进行模糊推理得到模糊控制量MU，输出量转换模块将模糊控制量MU转换为实际控制量U，根据实际控制量U控制电源向减速器提供电压。

其中，模糊控制方法具体为：按照操作人员的语言变量的选取参量PL、PB、PM、PS、Z0、NS、NM、NB、BL分别表示正超大、正大、正中、正小、零、负小、负中、负大、负超大，对应的模糊集{-n，-n+1，......，0，......，n-1，n}，n＝4，n为初级模糊集变量；

确定量化因子，k e ＝n/e，其中，k e 为误差值量化因子，e为测量的最大误差值，k ec ＝n/ec，k ec 为误差变化率量化因子，ec为测量的最大误差变化率，

如果m≤k e E≤m+1，m＜n，则模糊化误差值ME为经过四舍五入的k e E，m为次级模糊集变量；

如果k e E＜-n，则模糊化误差值ME为-n；

如果k e E＞n，则模糊化误差值ME为n；

如果m≤k ec E≤m+1，m＜n，则模糊化误差变化值MEC为经过四舍五入的k ec E；

如果k ec E＜-n，则模糊化误差变化值MEC为-n；

如果k ec E＞n，则模糊化误差变化值MEC为n。

通过模糊控制可以自动有效实现机械臂减速器的精确控制，减少了人工设定的反复修改带来的效率上浪费以及精度的不准确，实现精准的穿刺手术。

控制台包括上位机、下位机、手控盒、RS485接口、USB接口、CAN转换接口、变频器、机架使能和刹车使能模块、两个数据电位器、A/D转换器、I/O接口、地址逻辑器、逻辑条理器、D/F模块、F/D模块、RAM、差分驱动、输入、输出开关量电平转换以及闪存，当手控盒关闭时，上位机接收来自CT机、超声仪、电磁定位器、光学手术导航仪的数据信号，并生成控制指令发送给下位机，当手控盒打开时，下位机只接收手控盒的控制指令，下位机接收上位机或手控盒的指令后，通过RS485转换通信接口发出相应得指令给离合器、穿刺装置、各个步进电机、永磁同步伺服电机、减速器。

上位机为计算机，下位机为PLC，利用专门编程软件，进行控制系统的编程，通过专用传输线路进行数据与信号的传输，将编制好的计算机程序向PLC的内存存储器进行传送，使PLC产生脉冲信号和PWM信号，从而控制步进电机、永磁同步伺服电机、减速器.

通过对PLC的编程，使其输出固定频率的脉冲信号，来控制步进电机的转速，同时通过对控制方向信号的输出，控制步进电机的正转以及反转，在PLC与步进电机之间安装步进电机驱动器，输出电流以驱动步进电机，步进电机驱动器负责将PLC输出的电脉冲进行放大，转化为步进电机的角位移，每当步进电机驱动器接收到一个PLC发出的脉冲信号后，步进电机会按照设定的方向转动固定的设置角度。

步进电机是通过PLC所发出的脉冲进行驱动控制的，输出的脉冲频率决定了步进电机的输出转速，同时，PLC输出的方向信号决定了步进电机的转向。

永磁同步伺服电机使用PWM控制系统，其功能涵盖了：对永磁同步伺服电机进行加速、减速以及永磁同步伺服电机的正转和反转控制，对永磁同步伺服电机的转速进行调节，同时还能实现永磁同步伺服电机转速的大小的方便读数，从而实现永磁同步伺服电机的智能控制方式，对于永磁同步伺服电机的控制还包括了直接清零、启动、暂停、连续功能。

穿刺装置为射频消融装置，射频消融装置包括输入保护电路、整流滤波电路、调压电路、逆变电路、辅助电源电路、PWM调制器、高频变压器以及控制电路，输入保护电路是由保险丝和工频变压器组成，防止电路短路造成的大电流损坏元器件，并且有效地与电网隔离，220V/50Hz的交流电通过整流滤波电路，滤除电网中的各种干扰，输出的直流电经过调压电路，在控制电路的控制下使调压电路输出所需的直流电压，控制部分包括电压电流反馈电路和脉宽调制电路三部分组成，控制电路根据反馈电路采样信号的变化，实时地调节脉冲宽度，保持输出电压的稳定，通过逆变电路将直流信号逆变成高频的交流信号，经过高频变压器隔离输出；当系统出现过流或过压时，保护电路就会给控制电路发送信号，使系统停止工作，射频消融装置电路的工作电压由辅助电源提供，为了系统运行稳定可靠，辅助电源进行独立设计。

整流电路实现将正弦波电压转换成单一的脉动直流电压，整流电路采用全波整流电路，由四只二极管组成，两个二极管的阴极和阳极分别接第一点和第二点，当输入电压为正半周时，电流从第一点流出，第二二极管和第四二极管导通，从第二点流入；当输入电压为负半周时，电流从第二点流出，第一二极管和第三二极管导通，从第一点流入，在交流电压的整个周期内，负载上的电压和电流方向保持不变。

调压电路实现直流到直流的降压功能，由开关管、第五二极管，开关管和第五二极管的导通压降为0，开关管与直流输入电压IU串联，当PWM驱动信号施加到开关管上时，开关管按照PWM信号的频率作周期性地开通和关断，通过改变开关管的开关频率得到新的直流电压，经过后面的电感和电容组成LC滤波器进行滤波，在开关管导通期间，电感上的电流不能突变，电流将会线性地上升，并以磁能的形式在电感中存储能量，而续流第五二极管因为反向偏置而截至，在开关管刚截止时，电感上的电流不能突变，于是将产生极性相反的电动势，续流第五二极管正向导通，电感上所存储的能量将通过续流第五二极管和负载电阻进行释放，电感上的电流将会线性下降，当开关管在开通期间增加的电流等于开关管关断期间减少的电流时，电感上的能量就能达到动态平衡。

辅助电源电路通过工频变压器降压单独分出一路18V/50Hz的交流电，然后经过整流滤波，最后通过集成稳压器输出所需的电压。

超声仪为全数字黑白超声仪，包括主机、探头以及黑白图像采集卡，黑白图像采集卡将黑白超声仪的二维图像采集到控制台。

光学手术导航仪采用摄像机视觉系统，RGB摄像机作为图像输出设备，通过将光信号转换为电信号来完成图像采集并输出，主要包括三个模块：光学成像部分、光电转化部分和电子电路部分，光学成像部分包括光学镜头和成像平面，当投射到病灶上的光线反射经过光学镜头折射后，病灶的影像投影到RGB摄像机的成像平面上，通过光电转化部分将光信号转为电信号，电子电路部分放大微弱的电信号通过USB接口上传到控制台，控制台图像处理获取病灶靶点位置。

其中，使用图像处理获取病灶靶点的具体过程如下：

步骤1，获取病灶周边组织和病灶的原始图像，RGB摄像机的镜头光轴与病灶保持平行；

步骤2，图像增强，对原始图像中的RGB值分别进行滤波去噪。对原始图像的进行滤波去噪，噪声包括设备噪声、椒盐噪声、量化噪声，噪声的滤波过程如下式所示：

其中，以原始图像的中心为原点建立直角坐标系x-0-y，f R (x，y)、f G (x，y)、f B (x，y)分别为原始图像中位于坐标(x，y)的像素的R、G、B值函数，其中x＝(0，1，L L 255)，y∈(0，1，L L 255)，而F R (x，y)、F G (x，y)、F B (x，y)为滤波后的R、G、B值函数，N×N为表示截取的窗口的尺寸，N＝(3，5，7......)，优选为N＝3，P表示窗口内的像素组成的点集；

该滤波方式对像素的RGB值分别进行滤波，抑制无用信息，很好的保留了原始图片的色彩的信息；

步骤，3，图像分割，获取病灶目标图像。

步骤3.1，对RGB颜色空间进行转换，生成新的颜色空间U 1 U 2 U 3 。

经过滤波后的F R (x，y)、F G (x，y)、F B (x，y)经过下述转换变为相应的系数函数：

其中，U 1 (x，y)为红绿相关函数，U 2 (x，y)为红蓝相关函数，U 3 (x，y)为绿蓝相关函数；

步骤3.2，病灶与病灶周边组织的区分。

构建病灶与病灶周边组织的分割函数G S (x，y)，使用U 1 (x，y)、U 2 (x，y)作为判断条件：

其中，T s 为分割阈值；

分割阈值T S 可以为预先设定的固定值，例如T S ＝4。

步骤4，图像去噪。

经过运算得到目标病灶的图像，但是不可避免的存在一些小面积的噪声，即图像上的斑点噪声，这些斑点噪声显然不是病灶的图像，需要滤除，这里使用数学形态学的开运算和闭运算进行去噪

步骤4.1，构建二值分割函数G′ A (x，y)，在运算前首先将分割函数G A (x，y)进行二值化，二值分割函数为：

步骤4.2，使用开运算，先对二值图像进行腐蚀运算然后在进行膨胀运算；

步骤4.3，使用闭运算。先对二值图像进行膨胀运算然后在进行腐蚀运算；

步骤4.4，生成最终的病灶目标函数G F (x，y)。经过开合运算后的二值图像与分割函数G′ A (x，y)构成的二值图像进行与运算，在1值的区域将G A (x，y)的值按照坐标逐一赋值，构成最终的病灶目标函数G F (x，y)；

步骤5，获取病灶的中心位置(x cen ，y cen )。其目的在于让机械臂能够定位病灶的位置，进而实现穿刺治疗。

运用高斯滤波器获取图像中的最大响应值，进而确定图像中目标的中心位置，构建高斯响应值函数为： 其中，δ为尺度因子，可根据实际情况设定；

对G F (x，y)进行卷积计算，得到高斯卷积响应函数：

h(x，y)＝G F (x，y)\*g(x，y)，

计算当h(x，y)的最大值时的坐标，即病灶的中心位置(x cen ，y cen )。

治疗床包括X轴部件、Y轴部件、Z轴部件、翻转部件和回转工作台，Z轴部件用于承载病人，通过治疗床伸入伸出将病人送到指定工作位置，包括CT扫描位置和穿刺位置位置，X轴部件用于病人的左右横向移动，Y轴部件用于病人的头脚竖直方向移动，Z轴部件用于病人的升降移动，将治疗床升降到所需高度位置，翻转部件用于开始病人上到治疗床上时，将治疗床翻转，便于病人趴到治疗床上，回转工作台主要用于CT扫描、穿刺治疗时，驱动治疗床旋转到所需位置。

以上所述实施方式仅表达了本发明的一种实施方式，但并不能因此而理解为对本发明范围的限制。应当指出，对于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。

|  |
| --- |
| **说 明 书 附 图** |

