

Jedi高压发生器的原理介绍

葛建新

(清华大学第一附属医院 北京市 100016)

摘要 介绍了Jedi型高压发生器的基本原理、各部分的功能及信号流程、软件结构和指令描述,以及安全监控、信息反馈、状态追踪。对该型高压发生器的使用维修具有一定的帮助。

关键词 高压发生器; 逆变器; 功率; 频率

中图分类号: TH774 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-8868(2006)10-0078-03

Principle of high voltage generator Jedi

GE Jian-xin

(The 1st Affiliated Hospital, Qinghua University, Beijing 100016, China)

Abstract This article particularly introduces the fundamental principle of high voltage generator Jedi, function characterization of sub-assembly, signal flow, software configuration and command description, as well as their safety monitoring, information feedback, state trace. It is beneficial to the use and maintenance of the high voltage generator.

Keyword high voltage generator; inverter; power; frequency

Jedi是一种紧凑型高频X线发生器,被广泛用于X线设备,包括普通X线机、胃肠机和各种型号的CT设备。在CT应用中,最大峰值功率可达53.2W。

1 加热板

灯丝加热部分主要由加热板、HV柜加热变压器和管球灯丝组成。这些功能的主要特性如下:

需要从一个灯丝到另一个灯丝快速曝光(一个灯丝曝光

时,另一个要预热)时,2个加热板并行使用。否则,只使用1个逆变器交替切换电源到2个灯丝。

每一块加热板能驱动各种灯丝,从5.5A或6.5A到加热模式的10A,加热,功能包括灯丝过热保护和灯丝开路检测。

1.1 逆变加热电路

加热逆变电路是一个高速谐振半桥逆变,由低压电源提供160VDC,谐振频率固定在20kHz,工作频率范围在20kHz(最大功率)和60kHz(最小功率,灯丝电流约1.5A)之间;逆变器的电流波形接近于正弦波形。每个阴极灯丝都在HV柜内有1个隔离变压器,这些变压器用1:1.25的比率,使加热逆变电路的RMS电流是灯丝电流的1.25倍。逆变器切换到2个灯丝之一时,由焦点选择继电器完成。

1.2 加热驱动

加热驱动主要依靠微处理器,它的功能是:开机时,得到包含驱动灯丝等所有数据的加热电路数据库(通过连接到控制总线的CAN串行线读取数据)。主要包括:灯丝最大电流;加速时间和逆变器电流安全水平;接受命令(例:小焦点时,灯

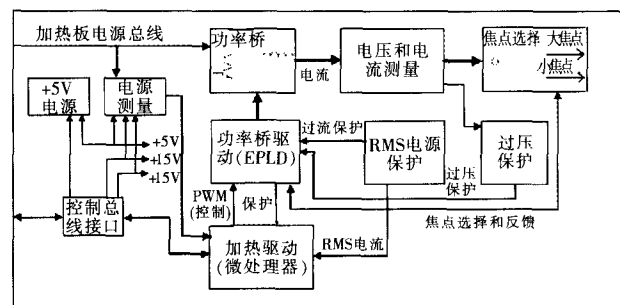


图1 Jedi发生器——逆变加热

析治疗的费用。此外,使用经过处理的透析器可降低首次使用时屡有的过敏反应。但是,经处理的透析器可能残存微量消毒剂,使病人在透析过程中受到损伤,尽管材料和灭菌等技术的进展提高了重复使用透析器的安全性,但仍需注意。

3 维护保养

(1)每次透析之后,核实透析器导联与分路耦合器连接妥当并在支架上放好,按消毒键对透析机进行清洗消毒。

(2)对漏血探测器或者其他监测元件,要定期进行清洗处理,处理时动作要轻柔,避免造成擦伤或损坏。

(3)对过滤器、减压阀和逆止阀等一些阀件也要定期清洗处理,必要时进行更换。

总之,血液透析机是一种集计算机、电子、机械、流体力

学、生物化学、光学、声学等多个学科为一体的精密仪器,只有了解其基本原理并且掌握维护保养的方法,才能最大限度地延长仪器寿命,更好地服务于患者,并为医院创造更高的经济及社会效益。

参考文献

- David Sainato. Optimizing the dialysis Process. Critical care International, 2000, 10(4): 36-38
- 刘伟. HC-secura血液透析机电导度故障分析. 中国医疗器械杂志, 1999(5): 304
- 欧阳庆容. 百特550透析机故障检修5例. 医疗设备信息, 2000(2): 56-67
- 汪远海. SDS-20型血液透析机技术教程. 日本: JMS公司出版, 2001 (2005-02-28 收稿)

丝电流 5A), 随时刷新加热板状态; 测量逆变电流并调节逆变器; 模拟灯丝温度, 保护它防止过热; 将反馈送到主软件, 发生错误时, 将加热板置于安全状态; 读出控制总线电压, 加热电源总线的状态并提供给主软件。

微处理器通过 EPLD 命令电源桥驱动以下部分: 用多路转换技术将驱动频率送到 2 个 MOS 中, 在发生紧急情况, 例如: 过流、过压、逆变器短路、主电源跳闸, 管球温度达 70°C 时, 能安全停止逆变器, 驱动焦点选择继电器并读出它的位置。灯丝电流精度和重复能力必须良好 (误差 < 1/1 000), 以保证 mA 精度和重复性, 因为灯丝电流不能测量 (高电压), 加热逆变器电流可调节。加热逆变器电流被测量并与参考值比较, 误差用来调节逆变器驱动频率。同时, 微处理器根据施加的灯丝电流追踪灯丝温度, 以防止过热。

2 旋转板

旋转部分包含: 旋转电路板和管球定子。

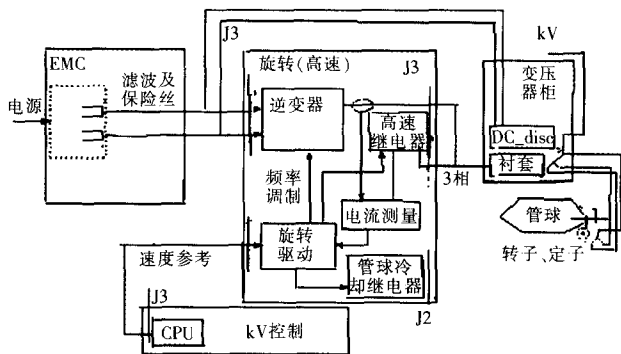


图2 JEDI 发生器-旋转部分框图

2.1 主要特性

一块旋转板可以用于高速旋转 (最大转速 10 800r/min) 和低速旋转, 旋转板能够驱动 GE 管球 (230Ω 定子), CGR 管球 (50/110Ω) 和所有市场上的管球 (可以选择正确的电容器来适应定子, 解决管球的适应性), 旋转板能够驱动三相定子或二相定子, 旋转功能也负责管球的热安全和冷却。

2.2 旋转原理

因为旋转功能必须能够驱动三相定子或二相定子, 所以逆变器是带有 6 个 IGBT 的三路逆变。由 DC 直流供电, 使用一个 PWM 控制 IGBT。

给 IGBT 施加周期命令, 是为了在每一相产生正弦波电流, 并使阳极旋转频率在每相之间也有一个最优角度, 在这个“基本的”命令频率内, 可以调制 IGBT 命令持续时间, 以得到最优

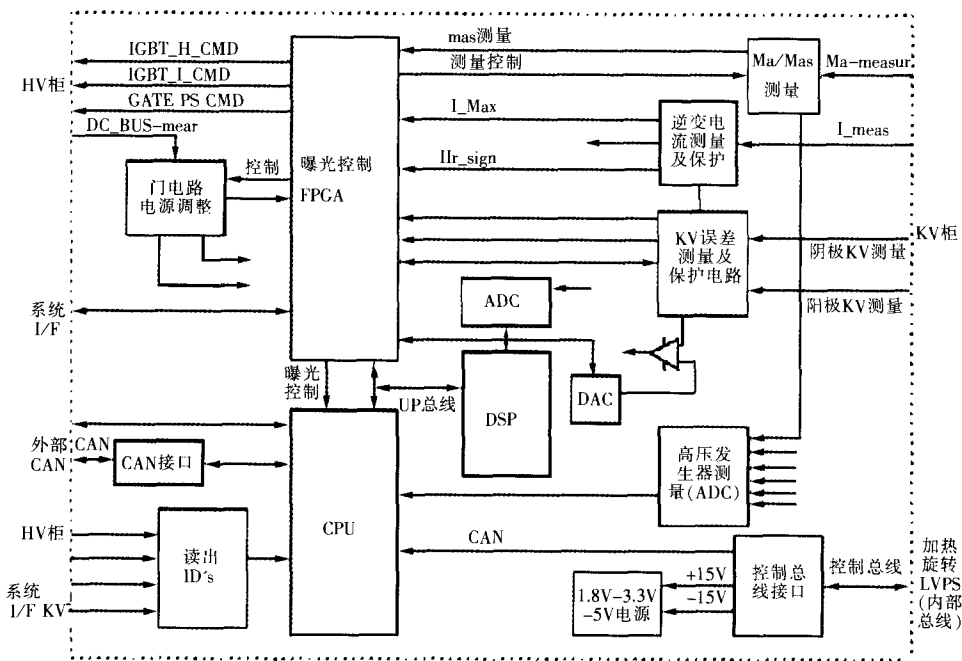


图3 JEDI 发生器-kV 控制

的电流水平。

根据定子绕组数 (2 组或 3 组)、所选择的速度和阻抗不同, 主相和次相或者直接连到相位上; (例如, 三相低阻抗定子以高速旋转; 两相定子以低速旋转, 以高速制动) 或者通过变速电容模块连接。电容模块是为了相位之间有正确角度, 以保证加速和运行时的最大效率。这个电容模块根据不同定子而变化, 每种管球都不同。

旋转电路接有继电器, 以连接电容器或旋转启动后将其短路 IGBT 的门驱动电路通过光偶隔离。驱动电源由控制总线的 +15V 产生的回扫电源提供, 4 个隔离的 +15V 电源分别供给每一个 IGBT 门。 (+5V 给逻辑门电路)。

2.3 微处理器

旋转驱动主要依赖微处理器, 它的主要功能是: 有一个包含所有驱动数据的数据库 (通过控制总线的 CAN 串行线), 每个状态的参考电流, 加速和制动时间以及逆变电流安全水平; 接受命令, 随时刷新旋转状态, 测量逆变电流和调节逆变器, 返回主程序, 发生错误时将旋转置于安全状态, 读出管球温度安全值, 驱动管球冷却。

由微处理器计算应用基础频率, 使每相正弦波的频率对应于所要求的阳极频率, IGBT 指令的修正是回路调节的结果, 以保证达到管球旋转状态的最佳电流, 这个回路保证所有条件的 DC 总线和定子温度下的加速性能。电流在前两相内测量, 在第三相重建, 测量值与参考值比较, 误差用于调整调制速率。

3 kV 控制板

3.1 概述

kV 控制板的功能是发生器的主要控制部分, 主要功能包括: 运行发生器软件的 CPU; 进行控制台与系统的通信; 曝光定序 (旋转, 加热, kV 控制) mA 调节, 管球和发生器热保护; 发生器配置管理; 管球校准; 发生器诊断 (应用背景诊断和维修诊断) 对系统的标准接口; 控制总线接口; 曝光控制; HV 电

源逆变控制;IGBT门电源控制HV部分的测量和安全保护(kV, mA, mAs, 逆变电流, 逆变门电路电源, DC总线)

3.2 CPU核心

CPU运行频率50MHz,内存2MB,程序可以用软件从系统下载。数据内存含有256kB RAM和32kB,电池备份的RAM,后者用来储存配置、校准和错误数据,这个内存也含有时钟及计算热量的规则。

发生器软件基于VxWorks操作系统,分成几个任务和层面:(1)通信任务:控制CPU提供的通信回路;(2)应用任务:处理曝光状态进程;(3)热管理任务;(4)设备控制任务:确定kV控制, mA控制,加热和旋转功能。

3.3 对系统的标准接口

kV控制板提供标准接口,使各种配置的系统接口都能匹配。这个标准接口主要提供:一根CAN通信线;5根UART线;5根结构IO线和4根系统接口识别线。

3.4 控制总线

kV控制连接到发生器内部的通信总线:CAN通信线用来驱动加热和旋转功能;复位线(从kV控制到其他功能);mains_drop信号(从lvps板到信号点,指示在主电源上没有降压);ctrl_to_grid信号(从kV控制到栅极,用于脉冲模式指示主动状态)。

3.5 曝光控制

曝光控制程序是CPU的核心。一旦识别连接发生器上的系统,CPU就下载储存在FPGA和DSP里的曝光控制参数和系统配置。然后,CPU管理基本功能,而FPGA和DSP管理硬件实时功能。

(1)FPGA/DSP:处理系统、发生器IO线(包括曝光命令和亮度),I触发或切断曝光;处理HV逆变安全信号(DSP);处理Xray开信号;计数mAs(N/A为CT应用);产生1kHz时钟。

(2)CPU控制:根据FPGA送达的信号刷新曝光状态码;一旦准备好曝光则对FPGA产生曝光命令;计算和施加kV, mA曝光时间(mAs);计算曝光时间;每1ms调节一次mA;调节透视状态的ABC亮度(N/A为CT应用);处理加热和旋转错误;管理事件和错误日志。

3.6 HV功率逆变控制

该功能由FPGA和DSP控制。微处理器处理HV功率逆变器状态码。该状态码在曝光控制功能触发曝光时进入活动状态,然后连续驱动IGBT门电路,在2个连续IGBT“开”命令之间有一延时,在DSP内计算。

2个最小时间:(1)并行谐振时间,有最大延时,但不能超越,(逆变器必须在并行谐振频率内驱动),由kV调节计算时间。

(2)kV调节回路的结果,目的是让实际kV等于设定kV值。

实际kV从设定的kV中减去,产生误差kV,信号误差kV分为2路,由模数转换检测峰值。数字化后的误差反馈到数字比例积分调节器,计算在下次触发IGBT时的延时。每一个IGBT“关”指令由串连电路的过零点触发(IGBT指令来自FPGA),驱动逆变器。当主电源降低或门电路电源错误时,指令禁止驱动。IGBT门电路驱动电源由逆变状态码同步控制。

3.7 HV回路的测量和保护

HV回路有快速保护和慢保护2种。

(1)快速安全保护以模拟形式完成,在下列状态之一,切断HV:电源kV过压;没有kV;kV调节错误;阴极打火;达到最大谐振电流;门电路电源不正常。

(2)慢保护是根据微处理器所做的测量,每1ms测量一次下列数据:kV实际值;正负kV的差值;mA测量值;HV柜温度;门电路电源电压;DC总线电压。这些测量提供了HV回路中检测故障的方式,保证发生器安全使用。

4 电源电路功能

LVPS400板提供要求低电压的JEDI发生器各种电路,用一个CAN总线和1根实时线与JEDI发生器通信,电路间用保险丝相接,以保护230V RMS主电源。它有11项专门输出:P15V和M15V主要提供给PPC板和加热板及旋转板的低压部分;P15V EXT主要提供给Jedi 60DC上的CT IF板;24V提供给JEDI主逆变器的门电路控制板;4个输出(24V)连接到风扇,每个输出能驱动2个并联的风扇,所以,根据考虑的系统不同,最多能使用8个风扇。输出电压可由硬件编程;输出160V H1和160V H2提供给2个不同的加热板用于大小灯丝。在Jedi60DC中仅使用一个加热板;160V EXT提供给INGRID油柜电压电路。

其中,控制板监控输出电压和电流,根据测量值不同,它可能会发出警告,被送到kV控制板,但是曝光不中断。

总之,随着集成化程度的提高,Jedi高压发生器的每一部分控制基本都是由微处理器完成的,内存指令是各个部分的主要控制方式。表现在实际应用中,我们可以从对应的测试点和指示灯上,观察机器的运行状态是否正常,了解故障发生的大概原因,并根据具体情况进行检修。

参考文献

- 1 石明国.实用CT影像技术学.西安:陕西科学技术出版社,1995
- 2 郭俊国.多排螺旋CT的技术进展及其临床应用.中国医学装备,2004(8)

(2005-12-10 收稿)

(◀◀上接第68页◀◀)

嘱患者在起搏器植入后第1、3、6个月各返院复查一次,以后每半年随访一次。避免电磁干扰,尽量少用移动电话,需用时电话置于起搏器对侧;绝对禁止进入强磁场、高压线、电视、电台发射站、雷达地区、有发电机电弧、光焊接的场所;禁止在起搏器部位用力搓擦、按摩,避免尖锐物体碰撞起搏器致电极脱落等。教会患者每天起床时数脉搏。告知患者该项手术只是一种替代治疗,器质性病变并未从根本上解决,出院后要建立良好的生活习惯,保持开朗乐观的情绪,避免激动,戒烟酒,适

当参加体育锻炼,防止受凉,遵医嘱坚持服药,不适随诊。

参考文献

- 1 马依彤,王朝霞,张爱伦,等.三腔起搏器治疗扩张型心肌病的临床应用[J].中国介入心脏病学杂志,2001(9增刊):34
- 2 王方正,陈新.严格掌握双心室起搏治疗充血性心力衰竭的适应症[J].中华心律失常学杂志,2000,4(2):85

(2006-03-20 收稿 2006-08-08 修回)