

浅谈医疗设备开关电源的维修

0 引言

随着医学电子技术的高度发展,医疗设备的种类也越来越多,医疗设备与现代医疗诊断、治疗关系日益密切,任何医疗设备都离不开安全稳定的电源。根据相关数据统计,电源的故障占机器故障的60%以上,且大部分为开关电源。故对仪器维修人员来讲,熟练掌握开关电源的基本组成、工作原理以及故障排除经验非常重要。

1 开关电源简介

1.1 开关电源

大多数开关电源主要由电磁干扰滤波器、防浪涌控制电路、整流滤波电路、开关变压器、开关元件、脉宽调制组件等元器件组成。

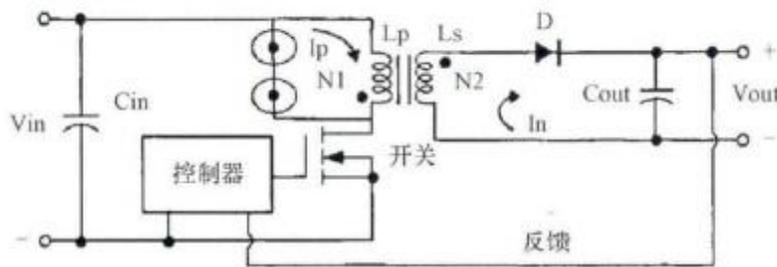


图1 反激式开关电源电路拓扑
Figure 1 Topology of flyback SMPS

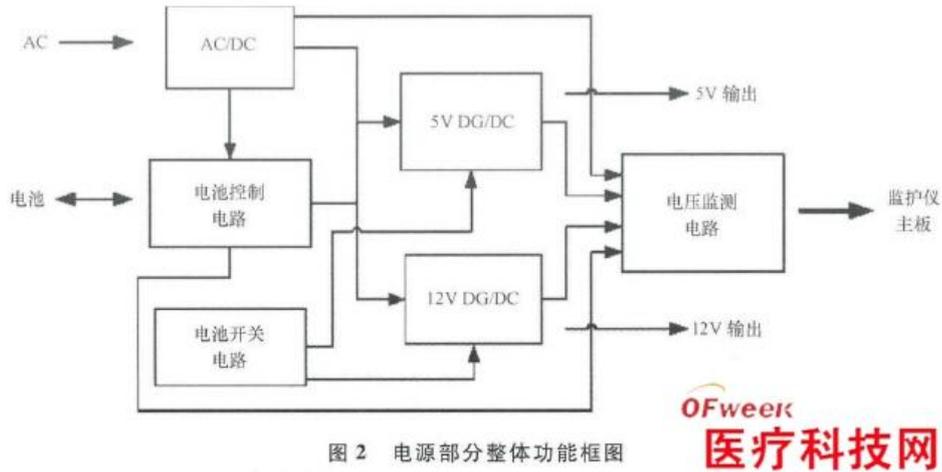
开关电源的典型结构有串联开关电源结构、并联开关电源结构、正激开关电源结构、反激开关电源结构、半桥开关电源结构、全桥开关电源结构等。由于反激开关电源为最基本结构之一且广泛应用于医疗设备领域,故下面重点介绍。

1.2 反激开关电源

反激开关电源的工作原理可概括为:功率管开启时,变压器只存储能量,不对次级提供能量;关断后,变压器将能量向次级释放,电路拓扑如图1所示。它具有电路简单(节省一个大电感)、不怕负载短路等优点,但由于铁芯处于单向磁化状态,为防止磁饱和,需要大铁芯,也就意味着大体积,故广泛应用于100—150W的中小功率开关电源。

1.3 迈瑞 PM9000 监护仪的电源部分

某监护仪的电源部分整体功能框图见图 2, 电源各模块的功能和关系如下。



①AC/DC 模块将交流 220 V 转换成直流 16.8 V, 上电即输出, 直接供给电池模块和开关模块, 该模块采用 UC3843 芯片构成开关电源。

②DC/DC(5 V) 和 DC/DC(12 V) 模块在监护仪工作时供电, 需开关模块触发后才输出, 输入为 16.8 V 或电池电压, 输出则供给主板、液晶、风扇、泵等, 其中 DC/DC(5V) 模块采用 MC34167 单片电源转换器, 而 DC/DC(12 V) 模块采用 UC3843 芯片构成开关电源。

③开关模块的电源由 16.8 V 或电池电压经 LP2950 芯片直接转成 5V 供给, 当按下电源按键时, 脉冲经整形后送给 RS 触发器保持高电平, 从而将 16.8 V 或电池电压接入后级 DC/DC(5 V) 和 DC/DC(12 V) 模块, 即进入正常工作模式。

④电池模块通过 UC3906 芯片方便有效地实现充放电管理。

⑤电压监控模块为具有 I2C 总线的 AD 及 DA 转换器 PCF8591, 可及时将各部分电压的数值传输到主板。

由于大部分电源故障发生在 16.8 V 前级输出, 故下文选取 AC/DC 模块进行分析, 图 3 为结合实物电路板逆向绘出的电路原理图。结合本文上面内容介绍, 可以得出结论: 本模块采用了以 UC3843 芯片为核心的隔离型反激开关电源结构。

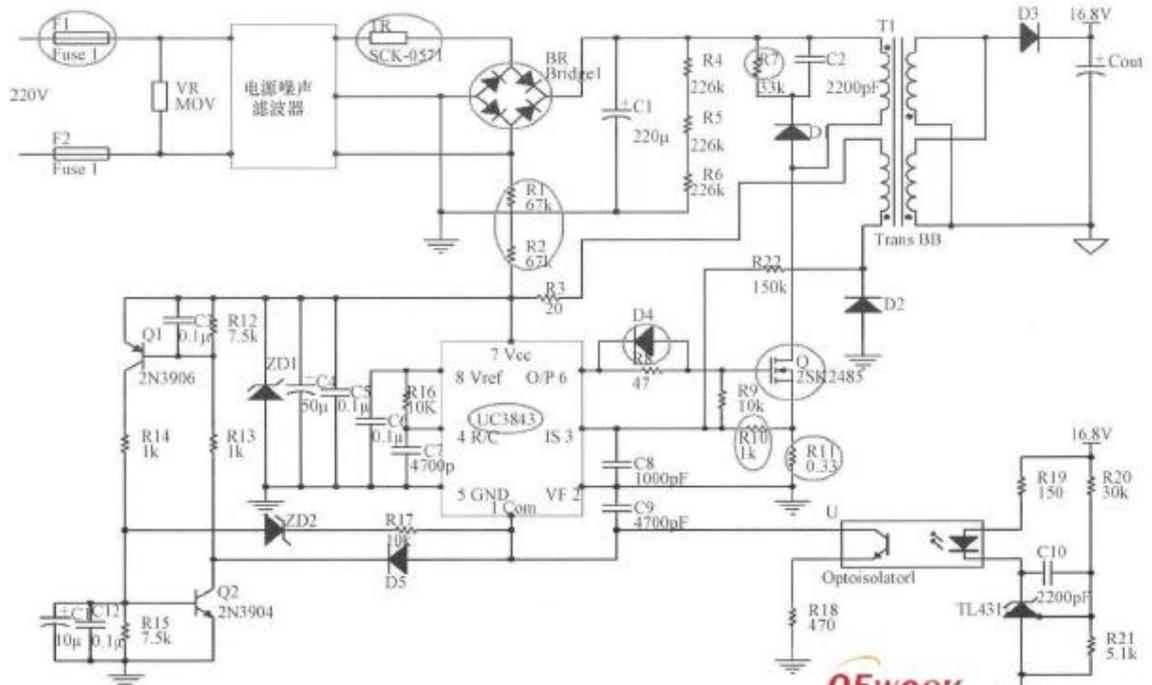


图3 AC/DC 模块电路原理

Figure 3 Circuit principle of AD/DC module

220V 交流电压经过电磁干扰滤波器、防浪涌控制电路、整流滤波电路后得到约 308 V 直流电压。此直流高压被高频变压器斩波和降压, 变成几十千赫兹的矩形波电压, 再经过整流滤波就得到直流输出电压。这是固定频率、改变脉冲宽度的调压原理。

刚启动开关电源时, UC3843 暂由 R1、R2 等提供工作电压, 一旦开关功率管转入正常工作状态, 则由自馈线圈经 R3 供电。输出电压先经 TL431 构成的反馈电路, 再通过光耦隔离输入 1 脚作为误差电压 V_r , 同时与电流在取样电阻 R_n 上建立的电压作比较, 进而控制输出脉冲占空比, 实现稳压。

2 常见故障及维修方法

2.1 常见故障

在开关电源中, 由于电源输入部分工作在高电压、大电流的状态下, 故障率最高。其次是大功率开关管和其保护电路较易损坏, 再就是脉宽调制器及周边相关电路容易出现故障。图 3 中易坏元器件已用圈标出, 皆为实际工作中的实例。为了更好地理解它们, 具体故障按检测流程分块说明如下。

① 保险丝 F1 和 F2、温控电阻 TR、桥堆 BR, 以一级维修即可, 但有关电源部分的故障应进行深入上各元器件损坏, 现象为前级无直流 308V 高压输出; 其检测方法比较简单, 用万用表找出损坏元器件更换即可。

②分压电阻 R1、R2 等,如直流 308V 高压正常, Vcc 上无启动电压,则重点检查这一供电电路。

③开关功率管 2SK2485 损坏,可用一极管挡检测,查看是否击穿;限流电阻 R11、R10 和保护电阻 R70 如检测到开关功率管 2SK2485 已损坏,大多数情况下,其保护电路也会存在问题,因而得逐一排查,重点为上述电阻。

④UC3843 芯片损坏,可通过一极管挡测量 75 脚来判断,二极管 D4 击穿。更换 UC3843 时,要小心,容易虚焊。热风枪拆焊台选择如下参数:温度 5—6 挡风速 1—2 挡。

2.2 维修方法

检修电源首先要检查在断电状态下有无明显的短路、元器件损坏故障。打开电源的外壳,检查保险丝是否熔断,再观察电源的内部情况,如果发现电源部分的元件破裂,则应重点检查此元件,一般来讲这是出现故障的主要原因,嗅一下电源内部是否有糊味,检查是否有烧焦的元器件,问一下电源损坏的经过,这一点对于维修任何设备都是必需的。在初步检查以后,还要对电源进行更深入的检测,具体步骤可参考图 4。

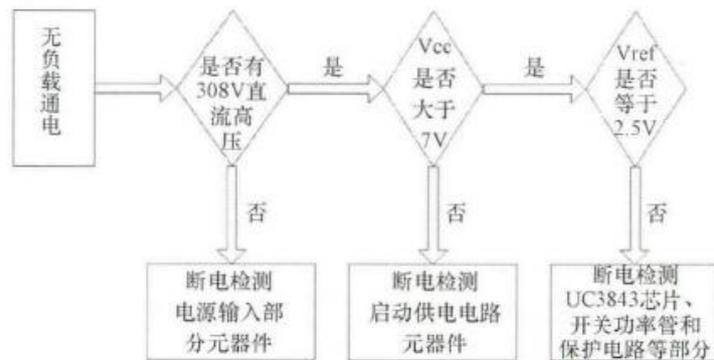


图 4 电源检测流程

Figure 4 Flow chart of power test

3 结论

医疗设备的维修可分为一级或者板级维修、二级或者片级维修两个阶段,一般情况下,熟练掌握一级维修即可。但有关电源部分的故障应进行深入的片级维修通过有效科学的经验总结分析,将大大降低维修成本,提高维修效率。