

日本岩崎数字示波器电源原理与维修

崔国霖¹ 于杰² 范瑞青³

(1. 中国海洋大学信息学院 青岛 266100)

(2. 青岛市中心医院临工部 青岛 266042)

(3. 中国海洋大学测试中心 青岛 266003)

摘要 本文根据实物画出日本岩崎 DS-6121A 数字示波器开关电源的原理图, 对工作原理进行分析, 并给出故障维修实例。

关键词 岩崎 数字示波器 开关电源 故障维修

一台日本岩崎 (ITW ATSU) DS-6121A 数字示波器, 开关电源部分发生故障。该示波器带宽 100MHz, 带数字存储功能, 售价较高, 无任何图纸资料。为将其修复, 根据实物画出其原理图。对稳压原理和工作过程进行分析, 并给出故障维修实例。

1 电路图及原理分析

1.1 电源输入及整流滤波电路

该机交流输入范围为 90~250V, 50~400Hz。输入的交流电, 经 EMI 电路、桥式整流、 C_8 、 C_9 滤波后, 得到 310V 左右直流电压。二极管 D_1 电阻 R_1 及光耦组成的电路的作用是给触发扫描电路送交流电源同步信号。晶闸管 V_S 、电阻 R_2 、 R_3 、 R_4 及二极管 D_2 等组成冲击电流抑制回路, 防止开机时出现大的冲击电流。

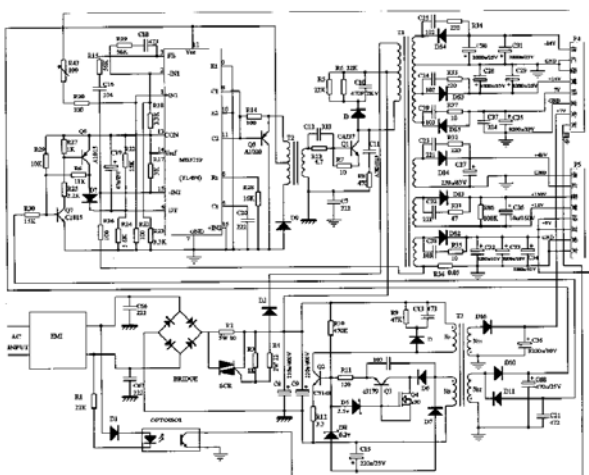


图1 开关电源电路图

1.2 辅助电源分析

辅助电源如图 1 右下部分, 该电源采用带恒流驱动的振铃扼流变换式 (RCC) 开关电源, 它是一种自激反馈式开关电源。开机后电流经启动电阻 R_{10} 流入开关三极管 Q_2 的基极, 使 Q_2 导通, N_8 绕组中产生感应电压, 此感应电压以正反馈形式经 D_6 、 Q_3

加到 Q_2 基极, 使 Q_2 进一步导通。当 Q_2 基极电流增大到一定程度时, Q_2 基极电位升高, 稳压管 D_8 反向击穿导通, Q_2 的基极电流减小, N_8 绕组的感应电动势反向, 流向 Q_2 基极的电流进一步减小, 使 Q_2 迅速截止。稳压管 D_8 的正极接在电容 C_{15} 的负端, C_{15} 两端的电压是在 Q_2 截止期间由 N_8 绕组的反电动势经 D_7 向其充电的负电压。向 D_7 充电的时间与变压器次级输出功率的时间相等, 因此输出电压 U_o 与 C_{15} 两端电压 U_c 成正比。当 U_c 由于某种原因而升高时, D_8 提前击穿导通, 从而使 Q_2 的基极电流减小而提前截止, Q_2 的导通时间缩短, 输出电压 U_o 降低; 反之, 输出电压 U_o 升高, 从而稳定输出电压。 Q_3 、 Q_4 、 D_5 、 D_6 、 R_{11} 组成恒流驱动电路, 既能避免 U_i 升高时流过 R_{11} 的电流太大, 又能防止 U_i 减小时, 发生间歇振荡。使得输入 AC 电压在很大范围内, 电源仍能正常工作。电阻 R_9 、二极管 D 、电容 C_{13} 组成恢复电路。吸收消耗 Q_2 截止期间 T_3 初级绕组中的磁能量, 防止磁饱和。

辅助电源次级 N_{S2} 回路的脉冲电压经 D_{10} 整流 C_{66} 滤波后得到 +12V 电压给主电源脉宽调制芯片 MB3759 等供电。经 D_{11} 整流 C_{21} 滤波后得到 -30V 电压去控制 MB3759 的死区电平 (4 脚)。 N_{S1} 回路经 D_{16} 整流 C_{36} 滤波后得到 +7V 电压送到插座 P5。

1.3 主电源电路分析

主电源采用脉宽调制式开关电源, 其中, 逆变器由大功率开关晶体管 Q_1 和变压器 T_1 等组成。 Q_1 的工作是由脉宽调制型开关电源集成控制器 MB3759 通过变压器 T_2 次级驱动的。 D_x 、 R_5 、 R_6 、 C_{10} 组成恢复电路。 R_6 与 C_{11} 串联回路并联在 Q_1 的 CE 结, 组成吸收电路, 其作用是降低浪涌电压。

MB3759 (同 TL494) 是脉宽调制型开关电源集成控制器, C_{20} 、 R_{28} 为定时元件, 它们决定内部锯齿

波的振荡频率,本例约为 30KHz。电阻 R_{43} 、 R_{20} 、 R_{21} 组成取样电路,4 脚是死区电平控制端,正常工作时,辅助电源中输出的负压经 R_{30} 加到 Q_7 的基极,使 Q_7 及 Q_6 不导通。当辅助电源有故障时,负压降低, Q_7 及 Q_6 导通。则 4 脚死区控制电平上升,使芯片的输出脉宽降低。 R_{36} 为电流取样电阻,起输出过流保护作用。

1.4 线性稳压电路简介

由开关电源输出的各路直流电压,又送至经线性稳压电路,进一步经线性稳压后送至示波器各电路。这部分只给出简图,其电压值标注(见图 2)。

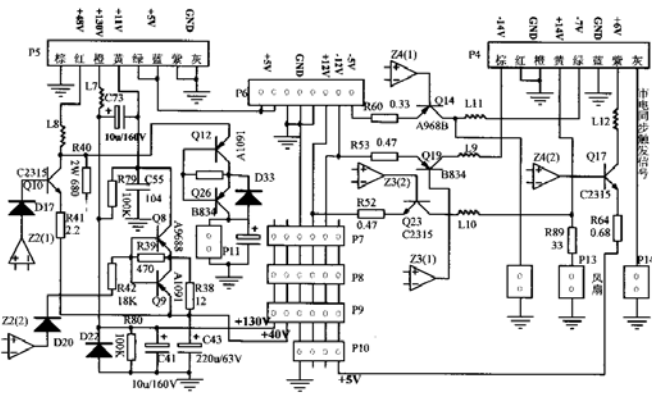


图 2 线性稳压电路

2 故障实例

打开电源开关后,主电源和辅助电源均无输出。保险丝完好,测 C_8 、 C_9 两端有直流 310V 电压,说明 EMI 电路、整流滤波电路没有问题,而主电源及辅助电源未起振。检查主电源的开关管 Q_1 及外围元件、主电源次级各整流滤波元件均正常。根据前述原理知,辅助电源起振正常工作后,给 MB3759 供电,由 Q_5 经 T_3 推动 Q_1 工作在开关状态。故以下重点检查辅助电源部分。

断电,用万用表检测 Q_2 、 Q_3 及各二极管。当测至稳压管 D_5 时,发现在线正反向电阻很小,焊下后测量,证明已击穿。更换一稳压值 6.2V 稳压管后,辅助电源工作正常。注意,根据前述原理,稳压管 D_5 的稳压值影响到辅助电源的输出值。实际维修时,拆下的管子体积很小,型号无法

辨认。先换小稳压值的管子试验,测量辅助电源的输出值,最后确定下用稳压值 6.2V 的稳压管。另外,在该机 PCB 板子上, D_8 和 D_5 位置所印符号为普通二极管符号“- +”。若更换上普通二极管,当 T_1 的 N_5 绕组感应电压升高使 Q_2 的电位升高时, D_8 无法正常击穿,将使 Q_2 一直导通, N_F 、 N_5 绕组感应电压一直升高,最终将导致 Q_2 等击穿烧坏。请引起重视。

辅助电源工作正常后,主电源也起振工作。因为插头连线较短,为便于测试,此时只在主电源的 +5V 输出端接的假负载。将电源输出端各插头连接后,开机,发现各输出电压下降,主电源带负载能力不行。检查、代换 Q_1 、 Q_5 管、次级各整流滤波元件后,故障依旧。后用示波器测量 Q_5 管集电极波形,发现所测波形不正常(见图 3)。

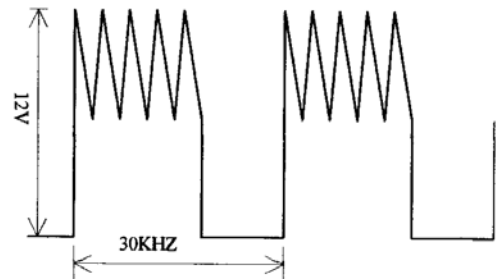


图 3 示波器所测波形

脉冲波形的顶上被叠加上锯齿波。这样波形的信号推动 Q_1 管,使得 Q_1 不能正常工作在截止和饱和状态(开关状态),而在一定时间内工作在线性区,故带负载能力不强。而造成这一现象的原因,很可能是给 MB3759 供电电源的去耦滤波不良,进一步检查发现辅助电源输出的 +12V 滤波电容 C_{68} 变质、漏电严重。更换后,全部故障排除,示波器可正常工作。

参考文献

- 1 王英剑,常敏慧,何希才等. 新型开关电源实用技术,北京:电子工业出版社,1999
- 2 邓圻贵,林承基. 图文传真机实用维修技术,成都:四川科学技术出版社,1996

勘 误

《现代仪器》杂志 2007 年第 2 期仪器管理栏目《实验室建设优化预算及高效管理》论文中的作者林锦光应为林景光,系独立撰写人,王承波系联系人,非第二作者。特此勘误。