

文章编号: 0254-5357(2003)03-0239-02

8410型直读光谱仪中开关电源工作原理及维修

孙荣霞¹, 王永青¹, 高月华¹, 孙英建², 赵晓博¹, 柴宏文¹, 张天佑³

(1. 河北大学, 河北 保定 071002; 2. 北京工业大学, 北京 100022;

3. 北京昆海世纪科技有限公司, 北京 100037)

摘要: 在维修和改造 8410 型电感耦合等离子体直读光谱仪过程中, 经常需要对 ICP 高频发生器中的开关电源进行维修和调整。简述开关电源基本原理, 介绍 -145 V 开关电源稳压过程及故障维修。

关键词: 电感耦合等离子体直读光谱仪; 高频发生器; -145 V 开关电源; 维修

中图分类号: TM93; TG115.339 **文献标识码:** B

8410 型电感耦合等离子体(ICP, Inductively Coupled Plasma)光电直读光谱仪是 1987 年澳大利亚 LABTAM 公司生产的产品, 主要由 ICP 高频发生器、光学系统、步进电机及机械系统 A/D 转换及计算机控制系统、自动进样系统等几部分构成。

我国引进了约 30 套该型号的仪器, 由于该仪器中 ICP 高频发生器的电源及其保护电路结构复杂, 容易出故障、计算机系统落后等原因, 大部分仪器都不能正常运行。

北京昆海世纪科技有限公司组织有关人员, 对首都师范大学、西北师范大学等单位的 8410 型 ICP 光电直读光谱仪进行了维修和升级改造。改造后仪器均能正常工作。对比国内外其他厂家生产的同类产品, 其 ICP 高频发生器的电源部分都是采用传统的整流、滤波电路, 只有澳大利亚 LABTAM 公司将开关电源技术引入了 ICP 高频发生器中, 其功放管的灯丝电压、栅极电压、阳极直流高压均采用了不同形式的开关稳压电源, 使得该公司的产品具有体积小、效率高、输出功率稳定等优点。

由于 LABTAM 公司已经倒闭, 售后维修服务已无法保障, 加之这批仪器引进时间较长, 故很多仪器处于闲置待修状态。为方便购置该仪器的单位维修, 本文重点介绍 ICP 高频发生器中 -145 V 开关式稳压电源的工作原理及维修经验。

1 开关电源

1.1 开关电源的基本工作原理^[1]

由图 1 可以看出晶体管在脉冲信号的激励下, 交替工作在导通—截止、截止—导通的开关状态, 转换速度很快, 频率一般为 50 kHz 左右, 最高可以做到 xxx kHz。这时的开关晶体管功耗很小, 电源效率可以提高到 80%。因此, 功耗小、效率高、体积小、重量轻、稳压范围宽、电路形式灵活多样是开关稳压电源的优点^[2]。

1.2 开关电源在 ICP 高频发生器中的应用

在 8410 型 ICP 光电直读光谱仪的 ICP 高频发生器中,

功放管一栅偏置电压由 -145 V $\pm$ 1 V 开关稳压电源提供, 图 2 是电路工作原理图^[3]。

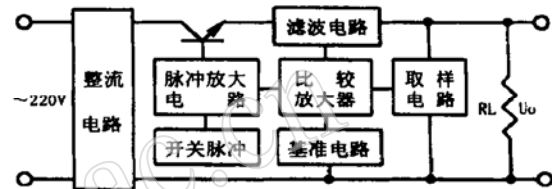


图1 开关稳压电源等效原理框图

Fig. 1 Sketch of the switch power supply

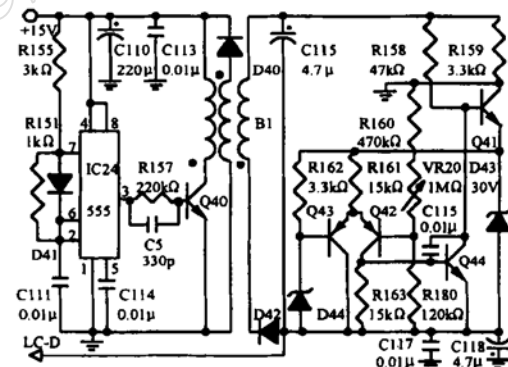


图2 -145 V 开关电源工作原理

Fig. 2 Diagram of -145 V switch power supply

电路构成: 由 555 集成电路等元件组成多谐振荡器, 提供 13.619 kHz 开关脉冲信号, 由 555 的 3 脚输出; 晶体管 Q40 及脉冲变压器 B1 组成高频脉冲功放输出电路, Q40 工作在开关状态, B1 为升压变压器, 将初级电压 13 V, 升高到 180 V; 由 D42、C115 组成整流滤波电路; Q43 和 Q42 组成差动放大电路, 构成比较放大器; D44 为 15 V 稳压二极管, 提供 15 V 基准电压; 由电阻 R160、R180 及电位器 VR20 构成分压电路, 将输出取样电压与 15 V 基准电压比较。调整 VR20 可以改变输出电压设定值。因为 R163 被 Q44 的基极

收稿日期: 2002-10-23; 修订日期: 2003-03-21

基金项目: 国家九五重点科技攻关项目“一米、二米光栅摄谱仪改造升级技术”专题资助(96-A23-02-04)

作者简介: 孙荣霞(1960-), 女, 河北保定市人, 高级工程师, 从事仪器仪表自动化装置的开发研制和维修改造。

和发射极钳位到 0.6 V 左右,所以 R163 上的电流恒定,流入 Q44 的基极电流可变;Q44 和 Q41 构成了并联式稳压电路。将 VR20 调到要求的 -145 V 固定设定值。

稳压过程:若输出电压升高,通过分压取样电路使 Q42 的基极电位升高, Q44 的基极电流下降,因此 Q41 的基极电流上升、Q41 的集电极与基极之间电压下降,最终使输出电压稳定到设定值。反之亦然。即通过自动调整 Q41 的集电极与发射极电压,保证输出电压稳定。

1.3 -145 V 开关稳压电源主要技术指标

输出电压稳定度:

$$K = \left| \frac{\Delta U_o}{U_o} \right| \times 100\%$$

式中 K 为当输出电流 I_o 不变、交流输入电压 U 变化 $\pm 10\%$ 时,输出电压 U_o 的相对变化量。 ΔU_o 是电源输出电压的变化量, K 越小稳压性能越好。

表 1 是采用自耦调压器将电网输入电压 220 V 变化 $\pm 10\%$ 时^①,对应的 -145 V 稳压电源输出电压值。由表 1 计算出电压稳定度为 0.14%,由此可以看出稳定性好是该电路的突出优点。

表 1 220 V 电网输入电压变化时对应的输出电压值
Table 1 Result of stability test of the switch power supply

E_{in}/V	E_{out}/V	E_{in}/V	E_{out}/V
188	-145.1	227	-145.2
198	-145.1	232	-145.3
220	-145.1	242	-145.3

输出稳压范围:电源输出电压可以从 -70 ~ -170 V 连续可调。

2 -145 V 开关稳压电源维修实例

在维修的两台 8410 型直读光谱仪时,遇到的 ICP 高频

发生器中 -145 V 电源故障及排除方法如下。

故障 1 现象:输出功率达不到 1.2 kW。

故障 1 维修及分析:测量图 2 中 LC-D 接线端电压为 -157 V,要求该点电压为 -145 V ± 1 V。调整电位器 VR20,其输出电压可调范围在 -156.2 ~ -157.2 V。进一步检查 Q41(MJE340),其 be 结正反向电阻都近似等于 0,说明 Q41 三极管的发射结已经击穿,导致该管失去放大调节作用。更换新的 MJE340(be 结正常阻值约为 170 Ω ,反向阻值接近 ∞)。换好三极管后,再调整电位器 VR20,一栅偏压可以从 -70 ~ -170 V 连续可调,最后按要求调整到 -145.0 V,此时输出功率可以达到正常使用值 1.2 kW,最大可以达到 1.6 kW。

故障 2 现象:保护电路故障显示为 Low Grid。

故障 2 维修及分析:测量各栅极偏压,发现一栅电压为 -22.9 V,调节电位器 VR20,输出电压在 -22.8 ~ -23 V。进一步检查发现脉冲变压器的引出线断裂。重焊脉冲变压器引出线后,一栅电压为 -74.1 V。调整 VR20,最后将输出电压调整到 -145.0 V。重新开机后,仪器运行正常。

3 结语

开关电源应用于 ICP 光电直读光谱仪中,比传统的线性稳压电源指标明显优越。如果进一步完善调整好保护电路,可以提高仪器的整机可靠性,使仪器整机性能好的优势得以发挥。

4 参考文献

- [1] 王家庆. 智能型高频开关电源系统的原理使用与维修[M]. 北京:人民邮电出版社,2000. 23—38.
- [2] 王水平,付免江. 开关稳压电源[M]. 西安:电子科技大学出版社,1999. 8—18.
- [3] 王英剑,常敏慧,何希才. 新型开关电源实用技术[M]. 北京:电子工业出版社,1999. 2—11.

Working Principle and Maintenance of Switch Power Supply Used in 8410 Direct Reading Spectrometer

SUN Rong-xia¹, WANG Yong-qing¹, GAO Yue-hua¹, SUN Ying-jian²,
ZHAO Xiao-bo¹, CHAI Hong-wen¹, ZHANG Tian-you³

(1. Hebei University, Baoding 071002, China; 2. Beijing Polytechnic University, Beijing 100022, China ;
3. Beijing Kunhai Science and Technology Ltd, Beijing 100037, China)

Abstract: In the process of maintaining and upgrading 8410 ICP direct reading spectrometer, maintaining and adjusting of -145 V switching power supply of ICP high frequency generator are often required. This paper introduces the working principle of -145 V switch power supply, the process of stabilizing voltage and maintenance experiences.

Key words: inductively coupled plasma(ICP) direct reading spectrometer; high frequency generator; -145 V switch power supply; maintenance

① LABTAM COMPANY. 8410 Plasmasource ICP Gernerator Service Manual. 1987, 1—20.