

大功率弧光放电电源

王海燕

(河南医科大学物理教研室 郑州 邮编 450052)

马刚立

(郑州市电信局 邮编 450007)

摘 要 本文主要论述了大功率弧光放电电源的工作原理及其制造过程。

关键词 辉光放电 弧光放电 恒流原理

中图分类号 0461.2

1 气体放电伏安特性

弧光放电是气体放电的一种形式。气体放电时,在放电空间产生大量的电子和正离子,在极间电场的作用下,它们作迁移运动,形成电流,管电压降与电流的关系称为气体放电的伏安特性。其特性曲线如图1(此特性曲线只是一条理想的曲线,实际情况并不完全一样,它与放电的情况与气体性质、气体压力、电极形状、放电管的形状等都有关系)。AB段:随着电压的增大,所有外致电离产生的带电粒子全部达到电极。BD段:继续加大电极间的电压使得初始带电粒子的速度增加很大,从而电子数目雪崩似的增加,产生雪崩放电。D点:产生可见辉光。DE段:由于气体放电内阻下降而使电压降低。EF段:是正常辉光放电阶段。FG段:电流密度加大,阴极位降加大,进入异常辉光放电阶段。GHI段:若设法增加辉光放电的电流强度,那么当放电电流达到一定值时,放电管两端的电压反而下降,至H点后,电压便不再随电流改变,这时进入弧光放电。弧光放电后,电流可以从0—11A之间连续稳定变化,电压有一个稳定值 V_3 ,利用这种性质可以做成弧光整流器,闸流管等,本文阐述了利用这一性质制大功率稳压电源的原理及制造过程。[1][2][3]

2 对电源性能的要求

- ①. 产生高压,使气体辉光放电。
- ②. 辉光放电后产生大电流,促使弧光放电,且电流恒定。
- ③. 为防止灯丝损坏,要有灯丝预热电流。

根据以上要求电源应有四部分组成:

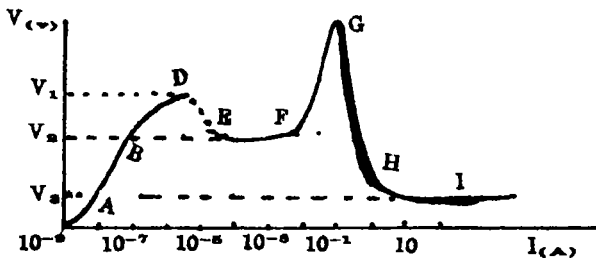


图1 气体放电的伏安特性

①. 灯丝预热电路产生可调电流。

②. 辉光放电电路产生高压。

③. 弧光放电电路产生恒定大电流, 且电流可调。

④. 控制电路、完成对以上三个电路功能的统一配合。如图 2 为电源框图。

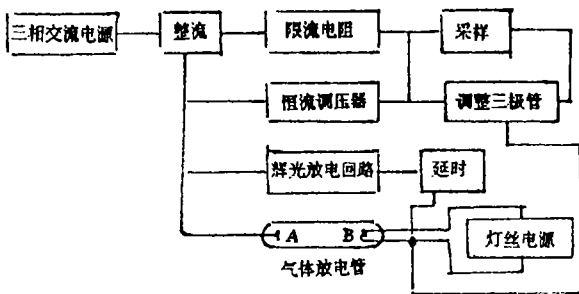


图 2 电源框图

3 各部分电路原理分析

3.1 弧光放电主回路: 电路如图 3 所示。

①分流电阻 R_2 : TR_1 的集射间不加分流电阻时, TR_1 的耗散功率正比于它的集射电压 V_{ce} 。 TR_1 的耗散功率为: $(380 - 40 - 200 - 8) \times 10 = 1320W$

增加分流电阻后为: $P = VI = (380 - 40 - 200 - 8) \times (10 - 132/20) = 449W$

以上设回路中电流为 10A。

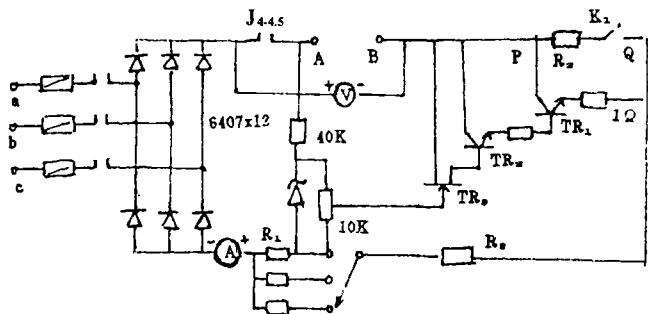


图 3 弧光放电电路图

可见, 在集射间接入一个分流电阻, $RT1$ 的功率大大减少。这样, 对于具有给定允许功率的晶体管来说, 稳流电源的负载电流 I_L 可以更大些, 并且, 负载电流的变化与分流电阻 $R2$ 关系不大。

②利用 $R1$ 可以大致规定 I_L 的大小, $R1$ 分为三档, 分别为 10Ω 、 20Ω 、 30Ω , 用来粗略调节负载电流。

③取样电阻 $R3$: $R3$ 串联在主回路中, 把电流的变化转换成电压变化, 当 I_L 上升, 则 V_k 上升, I_L 下降, 则 V_k 下降。并把电压变化传给 $TR1$ 的基极与射极之间。

④恒流原理: 当 I_L 上升, 则 V_k 上升, $RT1$ 的射极电压 V_{e1} 上升, 而 $TR1$ 的基极电压相对不变, 则基射间电压 V_{be1} 减小, 使 $TR1$ 的 c、e 间阻抗增大, 使电流减小。

当 I_L 降低, 则 V_{be1} 增大, 使 $TR1$ 的 c、e 间阻抗减小, 使电流变大。

$$V_{be}' = V_{be} - \Delta I_L \cdot R3$$

⑤电流调节: 一个 $10K$ 电位器, 两端电压稳定在 $23V$, 调节电位器, 使 $TR3$ 的栅极电位变化, 通过三级放大, 使 $TR1$ 发射极电流变化, 则 I_L 变化。

⑥三相整流作为输入:

输入端为三相整流, 如图 3 所示。其中每个整流管由两个二极管并联而成。

选用 6A07 型二极管。

3.2 辉光放电:电路如图4所示。

变压器把 220V 交流电变换成 1500V 交流电,通过桥式整流电路,滤波后输出 1500V 直流电,四组二极管组成整流桥,每组由 3 个 1N4007 型二极管串联而成。15K 电阻由 8 个 8K 电阻串、并联组成,功率为 150W。

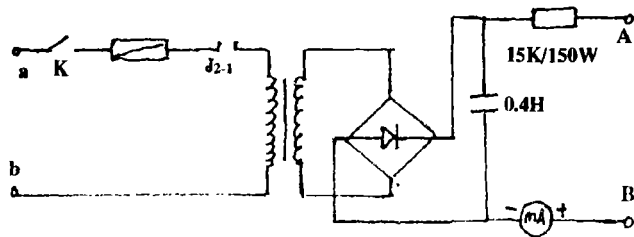


图4 辉光放电电路图

$$\text{每个二极管反压: } U_{RM} = \frac{\sqrt{2} \times 1500}{3} = 700V$$

3.3 灯丝加热电路:如图5所示。

电路由一个变压器,一个功率调节电路组成,现对功率调节电路说明如下:

正弦电流通过电阻对电容进行正向和反向充电,当电容上的充电电压高于双向二极管 2CTS 的转折电压时,2CTS 导通,电容放电,触发双向可控硅导通,调节电位器 W 的阻值大小,可改变电容充电的速率,使可控硅的导通角改变,从而改变负载得到的功率。

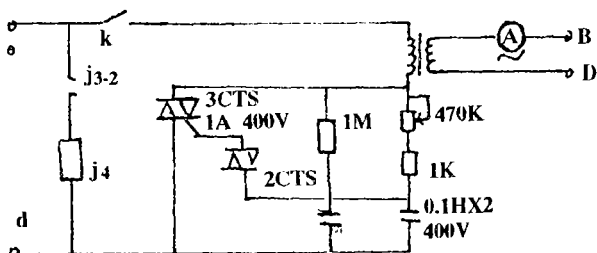


图5 灯丝加热电路图

3.4 控制电路:如图6所示。

①一个 7809 稳压集成块和三个电容组成 9V 稳压电源。

②断水保护由水阻 R1 和继电器 J1 组成,当冷却水回路有水时,水阻 $R1 \approx 1K\Omega$,三极管基极为高电平,ce 间导通,J1 导通,由 J1 常开触点控制的 J2、J3 也导通;断水时 $R1 = \infty$,三极管基极为低电平,ce 间截止,J1 断电,J2、J3、J4 都断电,使电源停止工作,避免烧坏器件。

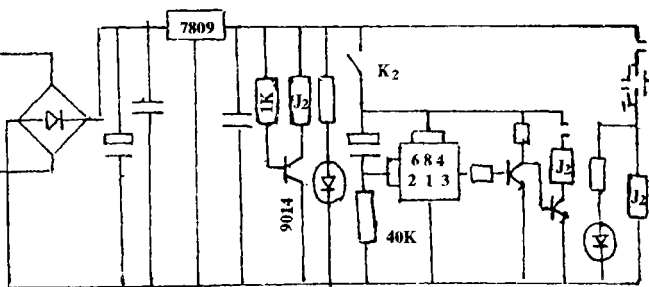


图6 控制电路图

③延时电路:开关接通瞬间,电容 C 上的电压为零,9V 电源电压全部加在电阻 R 上,3 脚输出低电位,通过反相,输出高电位,使 J2 通电;随着对 C 的充电,2 脚电位下降,当 2 脚电位低于 3V 时,3 脚输出高电位,反相后输出低电位,使 J2 断电,直到关机为止。延长时间为 5 秒,J2 控制辉光电路的导通与断开。

④弧光开关:由常开按钮开关(弧光开)和常闭按钮开关(弧光关)组成弧光开关。

按下弧光开,J3 通电,J3-1 闭合,J3 通过 J4 使主回路通电;

按下弧光关,J3 断电,J3-1 断开,J3 使 J4 也断电,使主回路断电。[4][5]

4 电路图及电源制做

以上对电路各部分作了说明。根据电路图及电源体积,设计出印刷电路板,用 FeCl_3 溶液腐蚀。

电路板上包括辉光放电电路和控制电路。灯丝功率调节器安在面板上。

主回路需要水冷,所以单独安装,主回路的 TR1、TR2、TR3,共计 15 个管子,都固定在一块散热铜板上,铜板上焊有 S 形铜管,用来通水。

主回路的电阻 R1、R2、R3 都是大功率元件,用电阻丝制成,安装在玻璃管中,通水冷却。

把印刷板、铜板、电阻、变压器都固定在合适的位置(底板)上,在面板上安装指示电压表、电流表、开关钮;

从后面板引出通水橡皮管及输入、输出端头;

用导线将各部联接完毕;

把底板机芯推入机壳。

通过实验,电源各部分功能正常。

5 实验结果

放电管气压由 10 托升高到 70 托时,管电压降由 40V 上升到 200V,放电管能稳定放电,电流可以从 0—11A 之间连续稳定变化。

参 考 文 献

- 1 Gaseous Electronics Volumel Electrical Discharges Edited by Merie N. Hirsh. Hirsh. HJ. Oskam
- 2 Electrical Discharges in Gases by F. M. Penning
- 3 气体电子学. 南京大学物理系无线电教研组编. 人民教育出版社
- 4 电子电路大全. 原编著者[美]J. 马库斯. 计量出版社编辑部编译
- 5 激光器的电源. [苏]N. B. 波尔科夫. B. M. 巴枯连柯著

Bigger Power Arc Discharge Sources

Wang Hanyan

(Henan Medical University, Zhengzhou 450052)

Ma Gangli

(Zhengzhou Telephone Bureau)

Abstract In the paper, the working principle and manufacture process of the bigger power arc discharge sources Were discribed briefly.

Keywords the glow discharge the arc discharge stable current principle