

微处理器控制 SCR 交流调压的研究

周 再 发

(电子工程系)

摘 要

本文着重阐述采用微处理器控制SCR交流调压的工作原理,系统的硬件组成及程序框图。

一、前 言

随着电子技术的不断发展,尤其大功率SCR的出现,使得SCR交流调压成为目前最广泛的一种交流调压方式。

SCR交流调压的电子线路虽有多种多样,但就工作原理而言,不外可分为改变通断比调功和改变移相角调压两大类。所谓改变移相角调压就是改变主回路中反并联SCR的导通角来调节输出的交流电压,其工作原理如图1所示。 α 大小不同,图中阴影部分面积大小也不同,对应输出交流电压大小也不同。

由图1可知,当 $\alpha = 0$ 时, U_o 与 U_i (即输出电压与输入电压)的波形一致,为正弦波。当 $\alpha > 0$ 时, U_o 波形非正弦。 α 愈大,非正弦愈厉害,波形严重畸变,当功率较大时,这种畸变波形严重地干扰了电网,影响了电网的质量。

为了防止畸变波形的产生,通常采用通断比调功控制,工作原理如图2所示,以一定时间 T 为工作周期,在这段时间内SCR导通一段时间 T_1 ,关闭一段时间 T_2 ,只要改变通断比 β ($\beta = T_1/T_2$)的值,就可改变负载上获得的电功率,当 $\alpha = 0$ 时(即系统只调通断比不调移相角),在 T_1 时间内交流电压一过零点SCR便自行触发导通。这就避免畸变波形对电网的影响。

在控制系统中既调通断比 β ,又调移相角 α ,

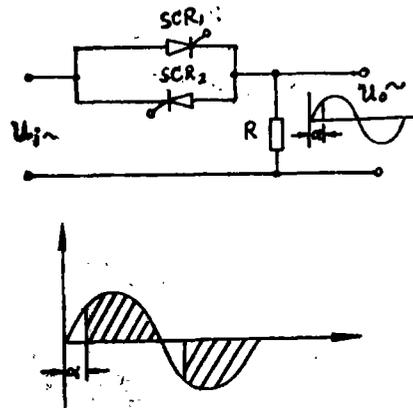


图 1 移相调压的原理

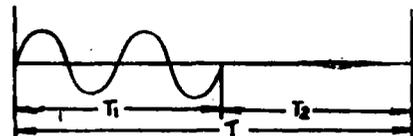


图 2 通断比控制原理

本文 1985 年 10 月 31 日收到。

又不太大时，那么调压系统的精度可以大大提高，且对电网的影响也不太大。图 3 表示通断比控制和移相角控制的合成波形图。

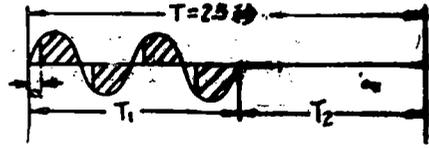


图 3 移相与通断比控制的合成波形

一般小功率采用单相调压系统即可，如果功率较大，为了节省电线和不影响三相平衡，必须采用三相交流调压电路。为简单起见可采用三相零式交流调压电路。这种电路因为有零线，可看成由三组独立的单相交流调压电路组成，这样对触发电路要求就比较简单，但零线中会有一定电流。不过本系统是在 α 较小的情况下进行调压的，所以零线电流不会太大。

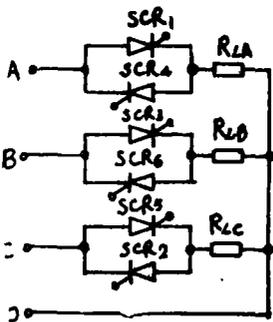


图 4 三相零式交流调压原理图

SCR要导通必须具备以下两条件：阳极加上正向电压，控制极有正向触发脉冲。这样在图 4 中的 SCR₁ 和 SCR₄ (或 SCR₃和SCR₆, 或SCR₅和SCR₂)同时加上触发脉冲，也只有其中一个 SCR 导通，本系统由硬件保证作为同步信号的 U_A 正负两次过零点时都发同步脉冲，所以只要同步脉冲到来之后，延时 α 给 A 相的 SCR 发触发脉冲，以后每隔 60° 依次给 C 相和 B 相的 SCR 发触发脉冲，就可控制 A、B、C 三相的导通时间。

二、SCR 交流调压系统

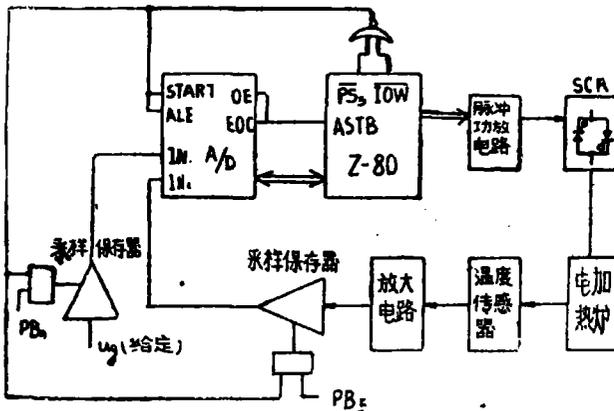


图 5 SCR交流调压系统图

由图 5 可知，本系统是一个闭环系统，给定电压 U_0 与由温度传感器采集的电压反馈信号经 A/D 转换器转换后相减，再经 PID 运算，求出移相角 α 和通断比 β ，根据 α 、 β 值去改变 SCR 的导通时间，从而调整 SCR 的输出电压值，使加热炉维持在所要求的恒温下工作。

三、SCR 触发器的硬件组成

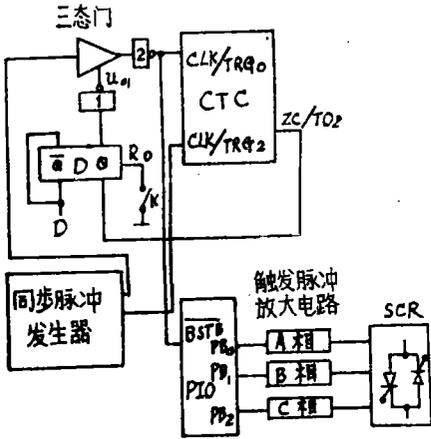


图 6 触发器硬件框图

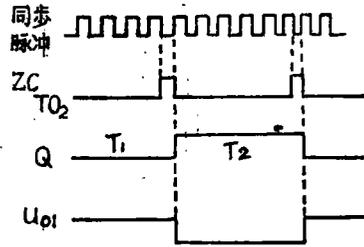


图 7 触发电路工作波形图

SCR 触发器的硬件框图如图 6 所示。

1. 通断比控制

因为 Z-80，字长是 8 位，为了与单字节运算配合，取一个通断周期为 2.5 秒(即 250 个半周)。

本系统通断比控制是采用软件、硬件结合控制，由 CTC₂ 进行计数，利用计数完了 ZC/TO₂ 回零发出正脉冲来改变三态门的状态。

如图 6 所示，D 触发器接成计数功能，在启动时，先按 K 按钮，使 D 触发器置“0”，反相器输出正向脉冲打开三态门，同步脉冲通过三态门作用于 CLK/TRG₀，当 CTC₂ 计数到 T₁(即 SCR 导通时间)完了，ZC/TO₂ 发正向脉冲，使 D 触发器由“0”变为“1”，经反相器输出负脉冲，关闭三态门，同步脉冲不能作用于 CLK/TRG₀，SCR 不导通，当 CTC₂ 重新计数到 T₂(即 SCR 关断时间)完了，ZC/TO₂ 又发出正脉冲，使 D 触发器由“1”变为“0”，反相器输出正脉冲，打开三态门，同步脉冲又作用于 CLK/TRG₀，使 SCR 导通，这样周而复始，就能控制通断比。其工作波形如图 7 所示。

2. 移相控制

移相角 α 的大小是根据控制系统对电加热炉温度的要求而定的，由 CTC 进行计时，将通过 PID 运算得到的对应于 $|\alpha|$ 值的时间常数装入 CTC₀，本系统考虑 α 移相范围为 0—180°，即定时时间为 0—10ms，采用 256 分频，这样 CTC 一次计时即可满足移相范围的要求。时间常数

$$N\alpha = \frac{55.56 \times \alpha}{256t_c}$$

式中, t_e —系统时钟周期($0.5\mu s$); 256—分频系数; 55.6—常数, 电角度1度对应的时间(微秒/度)。

根据上述讨论可知, 触发A、B、C三相需占用 CTC 三个通道, 即 CTC₀, CTC₁, CTC₃, 由同步脉冲作用于 CLK/RTG₀, 发出计时信号, CTC₀ 开始计时, 计时完了发 A 相触发信号, 并设置 CTC₁ 初始值, 移相 60°, 其软件框图如图 8 所示。

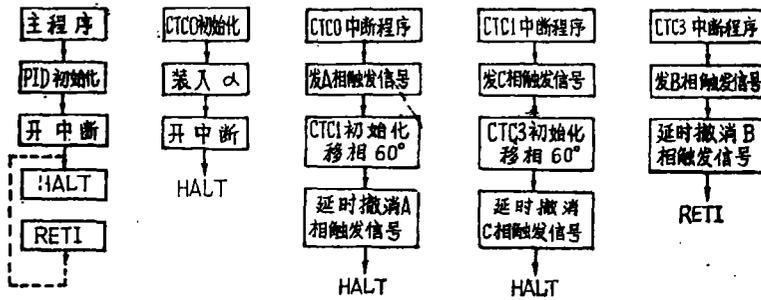


图 8 触发系统软件框图

参 考 文 献

- [1] 朱仲英, 微型计算机原理与应用, 上海交通大学出版社, (1985)。
- [2] 周明德, 微型计算机硬件软件及其应用, 清华大学出版社, (1982)

Using Microprocessor to Control SCR for the Adjustment of Alternating Voltage

Zhou Zaijia

Abstract

This paper puts emphasis on the principle of using microprocessor to control SCR for the adjustment of alternating voltage, and on the hardware system and the flowchart.