

# 可控硅触发电路的改进

张玉奎<sup>1</sup>, 陈元平<sup>2</sup>, 李树君<sup>3</sup>

(1、胜利油田电力管理总公司修试中心, 山东 东营 257000;

2、胜利油田电力管理总公司胜利电器厂, 山东 东营 257071; 3、许继集团有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 介绍了模拟式触发电路与数字式触发电路相比存在的问题和自身的优势, 针对模拟式触发电路存在的问题, 提出了相应的改进措施, 提高了模拟式触发电路工作的可靠性。

关键词: 可控硅; 同步; 脉冲; 触发; 驱动

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2003)06-0082-03

## 1 引言

可控硅整流电路以其可靠的性能、稳定的电压输出、较宽的电压调节范围等诸多优点, 在电力拖动、电机软启动、直流电源等方面得到了广泛应用。可控硅整流电路能安全可靠运行的首要条件是触发电路的可靠触发, 不同的整流方式对触发电路的要求是不同的: 如单相半控桥、单相全控桥、三相半控桥的要求较简单, 运行中很少出故障, 因其交流成份大、输出电压低、输出电流大等特点, 主要应用于电力拖动和电机软启动中; 对于要求交流纹波非常小的直流电源, 普遍采用三相全控桥, 触发电路则要求输出 6 路互差 60° 的双窄脉冲。

## 2 模拟式触发电路和数字式触发电路的优缺点

目前国内较多采用 TCA785 组成的模拟式触发电路和单片机组成的数字式触发电路。数字式触发电路触发效果好, 但触发板本身适应电网电压波动能力较差, 时常烧毁, 且造价较高; 模拟式触发电路容易受电网中各种因素影响, 触发效果差一些, 脉冲放大器易发热, 触发功率低, 影响了模拟式触发板的应用。

本文就如何解决模拟式触发电路存在的这些问题, 进而收到与数字触发电路同样的触发效果, 且造价低、适应能力强, 提出了改进措施。

## 3 模拟式触发电路的改进措施

(1) 解决三相同步问题, 抑制电网干扰因素的影响

大多数模拟式触发板都采用如图 1 所示的同步

电路, 该电路结构简单, 元器件少。

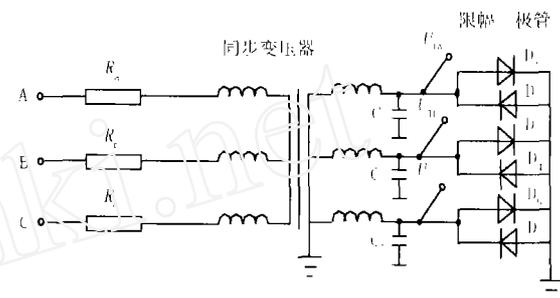


图 1 同步信号采集电路

Fig.1 The sampling circuit of synchronous signals

调试过程中发现: 当负载电流小于 10 A 时, 触发效果较好; 但当负载电流大于 10 A 或电网电压波形畸变时, 从示波器观察到三相交流输入 ABC 三相电压和经过降压限幅后进入 TCA785 的输出电压  $U_{TA}$ 、 $U_{TB}$ 、 $U_{TC}$  出现了不同步, 造成触发后的直流输出波形出现了缺相或波头波尾参差不齐, 且各相交替出现波形长短不齐, 输出电压不稳, 交流纹波增大, 并影响到整流变压器, 使整流变压器噪音增大, 不能达到直流电源对稳压精度的要求。

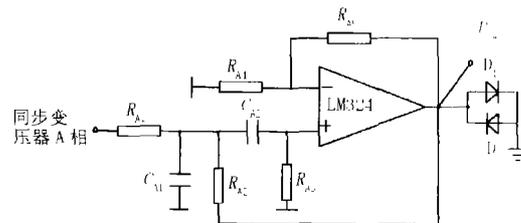


图 2 改进后的同步信号采集电路

Fig.2 The sampling circuit of synchronous signals

after improvement

我们在经过反复研究试验后对同步电路进行了改进, 改进后的同步电路在同步变压器和限幅二极管间加入了带通滤波器。其中任一相电路如图 2 所示。

该电路工作原理是:交流电压经降压电阻降压后输入有源带通滤波器的输入端,通过公式计算选择好各元件参数,就可只允许 50 Hz 左右的工频信号通过,其它频率的信号则迅速衰减,有效地抑制了电网中各种谐波对触发板的干扰,使输入信号 ABC 三相电压与输出信号  $U_{TA}$ 、 $U_{TB}$ 、 $U_{TC}$  同步。

在反复试验过程中发现各电阻电容的参数非常重要,特别是各相相对应的元件,必须采用高精度元件或经过仔细挑选参数一致的元件,否则将出现三相不完全同步,通过示波器观察到的输出波形不整齐,纹波稍大。因此为了保证三相输入输出完全同步,提高触发板工作的可靠性,必须对各元件参数进行筛选。

(2) 解决脉冲放大器的功耗问题

大多数触发板在 TCA785 的脉冲禁止端加的是 5 V 直流电压,脉冲禁止端的工作原理是:当电压小于 2.5 V 时,起封锁作用,TCA785 不发脉冲,当电压大于 2.5 V 时,不起封锁作用,TCA785 输出脉冲,这样就造成脉冲放大器长期工作在导通状态,功耗过大而严重发热。为了解决这个问题我们在 TCA785 的脉冲禁止端加上由 NE555 组成的高频脉冲调制器。如图 3 所示。

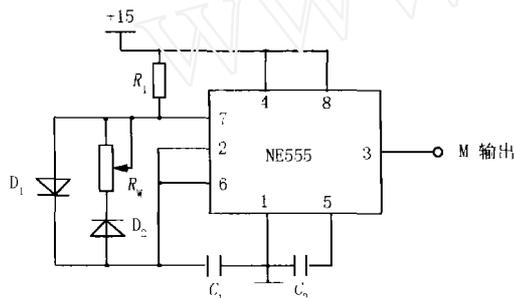


图 3 高频脉冲调制电路

Fig.3 High-frequency pulse modulating circuit

该电路工作原理是:通过公式  $f = 1/(1.1RC)$ ,合理选择 RC 的大小,使输出脉冲频率为 20 kHz 左右,调节电位器  $R_w$  使输出脉冲占空比为 1:4,即脉冲宽度只占整个周期的 1/4,这样 TCA785 的输出脉冲就变成了频率与其相同的高频调制脉冲,不仅抑制了干扰信号,而且使三极管的导通时间变为原来的四分之一,降低了功耗,消除了三极管发热现象。

(3) 触发脉冲驱动电路

脉冲驱动电路包括脉冲放大器和脉冲变压器,多数的驱动电路都采用如图 4 所示的电路,因 TCA785 输出脉冲不是高频脉冲,所以脉冲变压器和脉冲放大器经常处于导通状态,且电流较大,发热严

重,造成脉冲变压器体积较大,驱动能力差,不能驱动大功率可控硅。

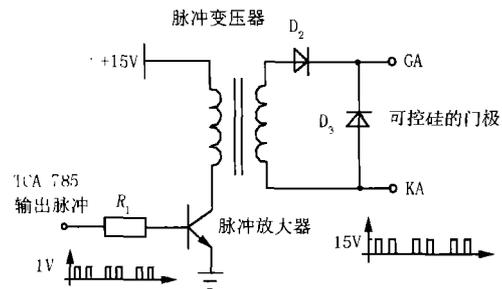


图 4 脉冲驱动电路

Fig.4 The principle chart of pulse drive circuit

改进后的驱动电路原理如图 5 所示,因 TCA785 输出脉冲为高频调制脉冲,所以脉冲变压器要采用高频变压器,体积小,不发热,易安装;二极管  $D_1 \sim D_3$  均采用快速二极管。

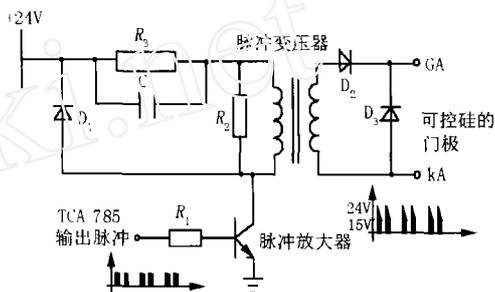


图 5 改进后的脉冲驱动电路

Fig.5 Pulse drive circuit after improvement

该驱动电路工作原理是:当 TCA785 有脉冲输出时,三极管立即进入导通状态,由于电容的瞬间短路作用,使得脉冲变压器的副边得到的信号为 +24 V 的尖峰脉冲,它可用作可控硅的强触发脉冲,加快其导通速度,提高触发的可靠性。而后 TCA785 输出的高频调制脉冲使得变压器副边得到持续的幅值较低的高频调制脉冲,继续给可控硅提供触发脉冲,以提高电流断续时可控硅工作的稳定性,同时也降低了驱动电路的功耗。

4 改进后的效果及实际应用

经过改进后 TCA785 移相触发电路原理方框图如图 6 所示。

TCA785 在同步信号、高频调制信号和移相调整信号的共同作用下,产生的 6 组触发脉冲,用示波器观测其触发效果,波头波尾齐整,从零到最大的反复调节过程中,未出现任何跳跃和干扰波形,即使在三相电压严重不平衡时,脉冲不平衡度不大于 2°,脉冲

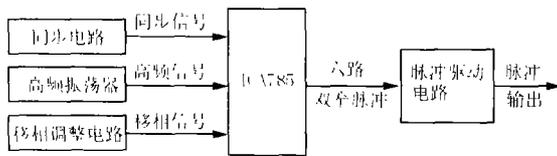


图6 高频脉冲触发电路原理方框图

Fig.6 The principle chart of high-frequency pulse trigger circuit

移相范围  $5^{\circ} \sim 175^{\circ}$ , 完全可与数字式触发板相媲美, 通过移相调整电路既可实现自动控制, 又可通过 PLC (可编程控制器) 实现微机控制; 且成本低 (仅为数字式触发电路的四分之一), 抗干扰性强, 交流纹波小于  $0.5 \text{ V}$ 。在胜利油田几十座变电站和胜利油田海洋平台上运行二年多, 至今未出现任何问题。

#### 参考文献:

- [1] 谭建成. 电机控制专用集成电路 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [2] 黄俊. 半导体变流技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.

收稿日期: 2002-12-09; 修回日期: 2003-03-11

#### 作者简介:

张玉奎 (1967-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护及自动化工作;

陈元平 (1967-), 女, 工程师, 从事电力系统继电保护及直流操作电源的研究、开发工作;

李树君 (1966-), 男, 工程师, 从事电气传动产品的研制开发工作。

### The improvement of silicon-controlled trigger circuit

ZHANG Yu-kui<sup>1</sup>, CHEN Yuan-ping<sup>2</sup>, LI Shu-jun<sup>3</sup>

(1. The Testing Center of Shengli Oilfield Electric Power Administration Parent Corporation, Dongying 257000, China;

2. Shengli Electrical Equipment Co., Ltd of Shengli Oilfield Electric Power Administration Parent Corporation, Dongying 257071, China;

3. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** This paper introduces the problems and self-advantages of analog trigger circuit comparing with digital trigger circuit. To the problems and self-advantages of analog trigger circuit, the corresponding improvement measures brought forward in the text improve the reliability of analog trigger circuit.

**Key words:** silicon-controlled; synchronization; pulse; trigger; drive

(上接第 72 页)

### The simulation of the scheme of second harmonic restraint for power transformer

LV Zhen, YUE Wei, LIU Pei

(Department of Electric Power Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** To avoid differential protection mal-operation's of a power transformer due to inrush currents, the scheme of second harmonic restraint is widely used. In this paper, the reasonable transformer model is established, some harmonic restraint criteria are emulated and compared for different situations, then some useful conclusions are given.

**Key words:** second harmonic restraint; inrush current; differential protection; power transformer

## 高压交联电缆要实行价格自律

近日, 中国电器工业协会电线电缆分会、电线电缆价格委员会、电线电缆反低价倾销监督办公室及 12 家行业重点企业的代表联合召开了全国高压交联电缆产品价格自律工作会议。会议公布了电线电缆价格委员会委托郑州电缆(集团)股份有限公司测算编制的《高压交联电缆产品建议价格表》, 企业代表共同签署了行业价格自律意向书。