文章编号: 1006-4729(2008)04-0374-03

基于 89C2051单片机控制的可控硅调速电路设计

孙士平[1], 陈文胜[2], 李丹琴[1]

(1. 长江大学 电子信息学院, 湖北 荆州 434023;
2. 上海宝冶建设有限公司, 上海 200941)

摘 要: 为了改善传统电机调速系统成本高、灵活性差、系统复杂的缺点, 设计了一种用 89C2051单片机控制可控硅进行电机调速的电路, 达到了灵活控制并显示转速的目的. 可控硅采用过零检测触发方式, 主回路由软硬件协调完成, 简化了系统, 便于检测和维护.

关键词: 调速电路设计; 可控硅; 89C2051单片机; 过零触发
中图分类号: TP368.2 文献标识码: A

Designing of SCR Speed Control Circuit Based on 89C2051 MCU

SUN Shi-ping[1], CHEN Wen-sheng[2], LI Dan-qin[1]

(1. Electronics & Information College of Yangtze University, Jingzhou 434023, China;
2. Shanghai Baoye Construction Co. Ltd., Shanghai 200941, China)

Abstract: In order to eliminate the shortcomings such as high cost, poor flexibility and complex systems of the traditional motor speed control system, a design with 89C2051 MCU to control thyristor is used to motor speed circuit to accomplish the purposes of flexibility control and speed indication. SCR is triggered by the way of zero trigger, and the main circuit is harmonized by software and hardware, so the system has the advantages of simplicity, easy detection and maintenance.

Key words: speed control; SCR; 89C2051 MCU; zero trigger

在实际的生活及生产中, 有许多由电机拖动的机械设备, 可将电能转化为机械能. 为了控制、调节、使用和操作的方便, 除了要求具有能量转换的功能外, 还需要对机械设施的运行进行速度变换的控制. 如果采用调整串入电感量的方法来控制电机转速, 则成本较高, 灵活性差. 为了避免这些缺陷, 需要设计一种成本低廉、灵活性强的调速电路. 可控硅具有功率大、效率高、体积小、重量轻、无噪音、控制灵敏等优点, 而且还具有使用小电流小功率来控制大电流大功率的特点, 其应用

收稿日期: 2008-09-17
作者简介: 孙士平(1968-), 男, 副教授, 湖北潜江人. 主要研究方向为控制理论与控制工程. E-mail: sunshiping@126.com.
基金项目: 长江大学科研基金资助项目(2003Z0931).

范围较广. 可控硅调速可分为移相调压和可控硅过零调功调速两种方式. 这两种方法同变频调速相比较而言, 有实现容易、系统简单、成本低廉等优点.

运用单片机实现可控硅过零调速, 不仅可实现由软件控制可控硅的导通角、简化触发电路结构、便于控制、提高精度、调节转速等功能, 还可避免移相调速、脉宽调速 (PWM)、正弦脉宽调速 (SPWM)等在运行过程中产生的大量噪音和高次谐波, 降低了系统对电路器件耐压值的要求.

1 数字实现可控硅过零调速控制过程中需要解决的问题

数字实现可控硅过零调速控制需要解决两个问题, 一是实现工频电压的正负过零检测, 并在过零时产生脉冲信号; 二是单片机输出信息必须控制过零脉冲信号, 以控制可控硅的过零触发时间.

数字实现可控硅过零控制的示意见图 1.

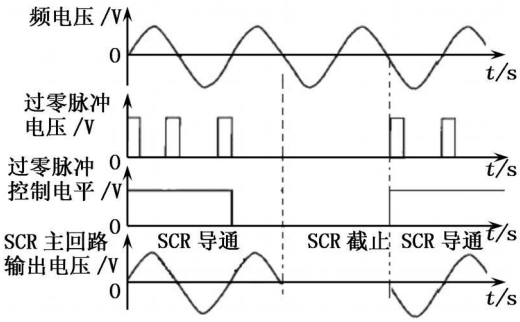

图 1 可控硅过零控制信号波形

从图 1中可看出, 过零调速通过的工作电压是完整的正弦波形, 过零导通且过零截止. 调速时, 可通过在给定的时间内改变负载上的交流正弦波个数来调节电机转速. 由于可控硅在电压 (电流)过零时触发导通, 导通时的波形是完整的正弦波或半波, 所以避免了可控硅移相调压调速所存在的一些缺点, 如: 产生大的射频干扰; 高次谐波等. 如此, 就解决了数字实现可控硅过零调速控制过程的第一个问题, 同时也提高了电路器件的安全系数.

针对第二个问题中过零脉冲信号的个数和时间间隔, 可以通过软硬件协调加以解决, 可直接控制导通脉冲个数和截止脉冲个数, 其调速范围可以从零到最高速度. 其中需加入完整的工频电压时的速度. 设最高转速为 n_0, 导通脉冲数为 k, 截止脉冲数为 s, 速度为 n, 理论上有

$$n = \frac{k}{s} n_0 \tag{1}$$

实际工作中则根据驱动负载设定转速范围.

2 硬件电路设计

硬件电路设计框图如图 2所示.

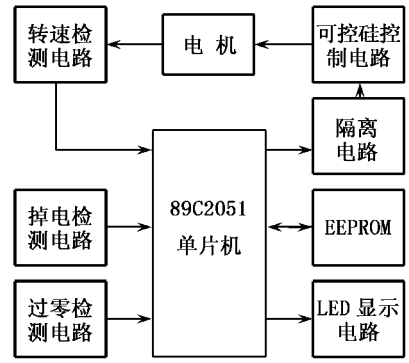

图 2 89C2051控制的可控硅调速系统硬件电路

89C2051为控制器的核心部件, 其主要工作是接收 220 V交流电的过零信号, 并根据过零检测信号控制可控硅的导通时间; 接收掉电检测电路送来的掉电信号; 检测电机转速等级并在数码管上显示.

过零检测电路的最终目标是实现当交流电压通过零点时取出其脉冲. 其工作过程为: 当通过正半周较高电压时, 光电管 D_1, T_1 导通, V_0 为低电平; 当正半周电压反向接近零点时, D_1 达不到导通的电压值而截止, 从而使 T_1 截止, V_0 为高电平. 同样, 当通过负半周较高电压时, 光电管 D_2, T_2 导通, V_0 为低电平, 当负半周电压正向接近零点时 D_2 达不到导通的电压值而截止, 从而使 T_2 截止, V_0 为高电平. 通过正负交越零点时的正脉冲信号向单片机 89C2051发出外部中断 $\overline{INT0}$, 而单片机根据该信号, 经过一定的延时后控制可控硅导通. 其电路如图 3所示.

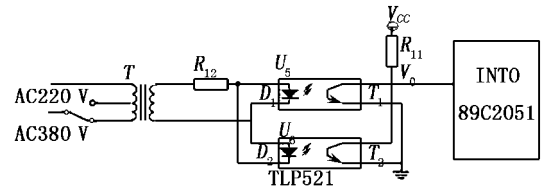

图 3 过零检测电路

掉电检测电路是当整流后的电源电压小于某一值时, 认为电源被关闭, 此时产生掉电信号, 该

信号作为单片机外部中断信号 $\overline{INT_1}$，使单片机进入掉电保护程序.

数码显示电路是用数码管将存储在 EEPROM中的电机转速用数字显示出来，可以显示电机的转速等级.

导通控制电路通过带光隔离的双向可控硅驱动器 MOC3052驱动可控硅，实现单片机对可控硅的导通控制，从而达到转速控制的目的. 可控硅触发电路如图 4所示.

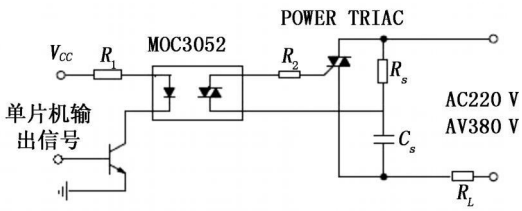

图 4 可控硅触发电路

3 软件设计要点

采用双向可控硅过零触发方式，由单片机控制双向可控硅的通断，通过改变每个控制周期内可控硅导通和关断交流完整全波（或半波）信号的数量来调节负载功率，进而达到调速的目的. 由于 $\overline{INT_0}$信号反映工频电压过零时刻，因此只要对在外中断零的服务程序中完成控制门的开启与关闭，并利用中断服务次数对控制量 N（N为在每个控制周期内可控硅导通的正弦波个数）进行计数和判断，即每中断 1次，对 N进行减 1计数. 若 $N \neq 0$，保持控制电平为“1”，则继续打开控制门；若 $N = 0$，则使控制电平复位为“0”，关闭控制门，使可控硅过零触发脉冲不再通过. 这样就可按照控制处理得到的控制量的要求，实现可控硅的过零控制，从而达到按控制量控制的效果，实现速度可调. 具体软件设计参见文献[6].

4 结束语

采用 89C2051单片机控制可控硅进行电机调速，可大大简化系统，能较直观地显示电机转速，以方便对电机转速的控制. 另外，通过软硬件结合，使系统更加精确. 此电路实际应用性较强，不但能大大减少电路的杂波干扰，而且对功率器件的耐压值要求也不是很高. 因此，可应用于某些工农业、家用电路中，较为实用.

在实验室调试过程中，该可控硅调速电路对直流电机调速显得较稳定，调速范围也较宽；但在交流电机的调速过程中，中高速段调速较平稳，低速段调速时电机存在抖动现象，且速度越低，抖动越严重，这是本设计今后需要解决的问题.

参考文献：

[1] 李华德. 交流调速控制系统[M]. 北京：电子工业出版社，2003：126-138.
[2] 张毅刚，彭喜元. MCS-51单片机应用设计[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2001：253-259.
[3] 胡健洲. 调速技术的特性及其发展现状[J]. 石油化工设备：增刊，2007.
[4] 陈伯时，陈敏逊. 交流调速系统[M]. 北京：机械工业出版社，2003：185-193.
[5] 刘豹. 现代控制理论[M]. 北京：机械工业出版社，2004：97-101.
[6] 何立民. 单片机应用技术选编：8[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2000：533-535.