

# 基于单片机的电机保护与软起动控制

成开友\*

(江苏盐城工学院电气工程系 江苏盐城 224003)

**【摘要】**介绍了一种以MCS-51系列80C31八位单片机为核心的电动机软起动控制和保护系统。分析了该系统的工作原理、硬件配置与软件设计方法。该软起动控制系统具有起动平稳、电流超调量小的优点,解决了电机起动时电流冲击问题,减少了应力冲击,延长了电机使用寿命。

**关键词** 异步电动机; 单片机; 软起动; 保护; 晶闸管

中图分类号 TP274 文献标识码 A

## Motor's Soft-Starting Controlling and Preventing System Based on Single-Chip Microcomputer

Chen Kaiyou

(Department of Electric Engineering of Yancheng Institute of Technology Jiangsu Yancheng 224003)

**Abstract** This paper introduces motor's soft-starting controlling and preventing system based on MCS-51 80C31 8bit single-chip microcomputer. It presents work principle, hardware structure and software designing. The designing of soft-starting controlling and preventing system solves problems in motor starting and prolongs the longevity of motor.

**Key words** induction moter; single-chip microcomputer; soft-starting; preventing; thyristor

三相交流鼠笼式异步电动机应用非常广泛,但当电动机直接合闸起动时,会造成高于额定电流4~7倍的起动电流,特别是大功率电机,起动电流会严重冲击电网,降低电网供电质量并影响其他设备运行,而且起动转矩也很大,造成的机械冲击会影响电动机本身及其拖动设备的使用寿命<sup>[1]</sup>。为解决此问题,目前大部分电动机起动时使用传统的降压起动设备,如饱和电抗器、自耦变压器、Y-转换器等<sup>[2]</sup>,只是缩短了大电流冲击的时间,并未在本质上解决问题。而且这些起动设备还有一些固有的缺点,如对负载适用能力差、起动电流不连续、维修工作量大等。随着工作现场对自动化、机械化要求的提高,矛盾日益突出。

因此,为解决这一问题设计了一种在起动过程中电流无瞬时冲击,且能控制其大小的软起动控制系统,该系统除了能完成软起动功能外,还有多种保护功能(如断相、短路、过流、漏电闭锁、过热等)和控制方式(如程控/非程控、近控/远控、慢速/快速起动等)。为保护控制功能和完善抗干扰措施,提高了开关的可靠性。

### 1 基本原理

主回路原理如图1所示,图中采用了三相平衡调压式主回路,利用晶闸管的开关特性将三对反并联的晶闸管串联于电动机的三相电路上,用单片机控制其触发角的大小,进而改变电动机起动电压的大小,控制电动机起动特性。当起动完成后,程序控制将真空接触器闭合,短接掉晶闸管,使电机直接投网运行,以避免元件的持续损耗。这种装置控制简单、工作可靠、装置容量大造价也较低。

2002年5月22日收稿

\* 男 40岁 硕士 讲师 主要从事变频调速方面的研究

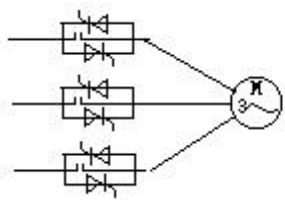


图1 主回路原理图

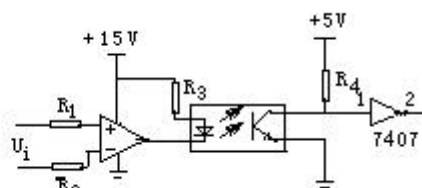


图3 电压同步信号采样电路

## 2 控制系统

控制系统的硬件配置框图如图2所示，中央控制单元采用功能齐全、价格低廉的80C31单片机，再配以其他芯片构成主控制系统<sup>[3]</sup>。整个装置电路简单，易于实现。各单元电路主要工作原理如下：

### 2.1 电压同步信号采样及处理电路

电压同步信号采样电路如图3所示，来自同步变压器的电压信号经电压比较器、光电隔离及功率驱动后送入80C31的外部中断（INT0），以保证80C31控制晶闸管触发脉冲相位时能使之与主回路电压相位精确可调。

### 2.2 电流互感器电路

电动机的实时工作电流，经整流、滤波、放大、A/D转换及光电隔离后送入单片机，用软件来进行非线性补偿，作为控制晶闸管导通角大小的依据，并用数码管显示。

### 2.3 脉冲触发电路

晶闸管触发脉冲经单片机计算后发出，经光电隔离、驱动放大、脉冲变压器隔离后送晶闸管控制极。为了可靠触发，采用宽脉冲。用软件进行延时，精度可达 $0.036^\circ$ 。具体算法有以下三种特点：

1) IF( $I_g < 4I_e$ )， $I_g$ 为工作电流，由电流互感器获得；2) THEN( $a_n = a_{n-1} + \Delta a$ )， $\Delta a$ 为本周期及前周期的晶闸管的触发角；3) ELSE( $a_n = a_{n-1}$ )， $a_n$ 为本周期的晶闸管触发角增量。

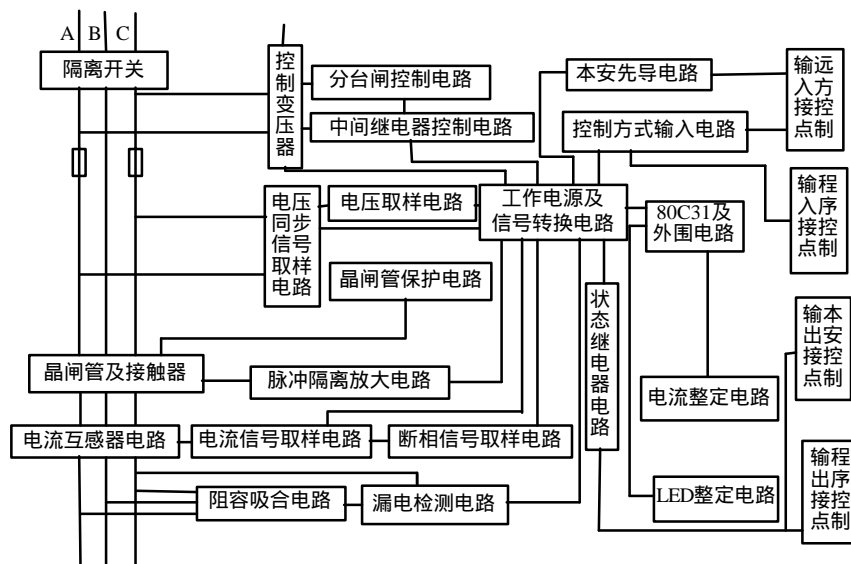


图2 控制系统硬件配置框图

### 2.4 电源及信号转换电路

该电路由过流信号取样、断相信号取样、电压同步信号取样、试验检测、过流整定、开关量信号输入、直流电源、光电耦合器、隔离放大器等组成，其作用是将外部电路的电流、电压及各种开关量信号通过适当变换再经光电隔离传输给80C31及外围电路。另外，由控制变压器来的不同电压经滤波、整流、稳压后变成标准工作电源供给整个系统。

## 2.5 80C31及外围电路

该电路由单片机80C31、地址锁存器74HC373、程序存储器27C64、输入/输出接口81C55、定时器/计数器82C53、多路开关、“看门狗”电路、复位电路及各种门电路组成。它是整个系统的核心,在程序的指挥下完成对各种信号的检测、分析、判断和处理。

## 3 软件设计

采用模块化程序设计,其特点是思路清晰、通用性强、易于查找故障。软件主要由主程序、故障检测模块和软起动模块等几部分组成。

### 3.1 主程序

主要完成80C31内部定时器、中断系统、堆栈指针、寄存器区、RAM、I/O口、81C55、82C53等单元的初始化。

### 3.2 故障检测模块

主要完成起动前后的异常故障检测,如断相、过压、短路、过热等故障,作出反应(如跳闸等)

### 3.3 软起动模块

软起动模块程序流程如图4所示,该程序采用最小电流控制原理,根据互感器送来的电流信号和电压同步信号,经单片机计算后得到当前晶闸管触发角的大小,严格按顺序送出,实现电动机的限流起动。这种控制方式电流超调量小,参数整定简单,对电动机参数和运行状态的变化反应快。

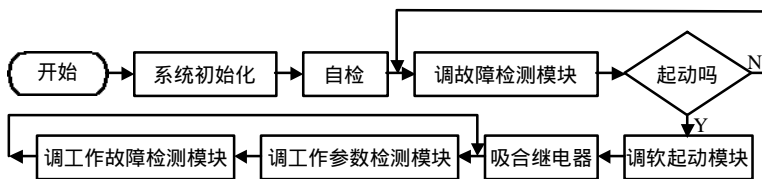


图4 软起动模块程序流程图

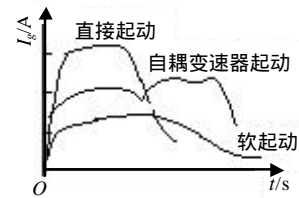


图5 软起动与传统起动方式的比较

## 4 结 论

试验运行曲线如图5所示,设计的软起动控制系统与传统的起动方式系统相比,具有起动平稳,电流超调量小等优点,这在空载或轻载(负荷不大于额定负载的40%)时更为明显。其表现如下:

- 1) 控制机理先进,性能价格比高,适合工业控制;
- 2) 系统结构简单,与传统起动器相比无触点、无噪音、重量轻、占地面积小;
- 3) 电动机起动平稳,起动电压可调;
- 4) 起始时间可调,在设定的范围内,电动机转速逐渐上升,以避免转速冲击;
- 5) 软起动后全电压起动,使电机的转速上升很快,从而缩短了起动时间;
- 6) 该系统有断相、过压、短路检测等保护,保护整定值可预先设定或由用户指定,保护性能可靠;
- 7) 人机界面友好,工作时显示工作电压、工作电流、最大电流,故障时显示故障原因及参数。

综上所述,此保护与软起动控制系统能够较好地解决电动机起动时电流冲击问题,减少应力冲击,延长电机使用寿命。

## 参 考 文 献

- [1] 黄 俊. 半导体变流技术[M]. 北京:机械工业出版社, 1986
- [2] 杨兴瑶. 电动机调速的原理与系统[M]. 北京:水利电力出版社, 1995
- [3] 何立民. MCS-51系列单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1990

编 辑 刘文珍