

· 电路与控制 ·

## 智能单相电机保护器的设计

林玉明

(辽宁朝阳广播电视大学, 辽宁 朝阳 122000)

**摘要:** 采用电流互感器、电压互感器和单片机等部件构建了具有经济实用特征的智能单相电机保护器, 介绍了工作原理、电路组成及软件设计流程。设计中充分利用了STC12C5A60S2单片机的超强抗干扰性及控制精确的特点, 与典型的直流采样电路相结合, 可在工作电流或电压超出给定的范围时, 快速切断电机电源并报警, 使该保护器具有电路结构简单、反应速度快、稳定可靠等优点, 可应用于电压波动较大、无人看管的工作环境。

**关键词:** 过流; 欠流; 过压; 欠压; 单片机

中图分类号: TM307<sup>+</sup>.3

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2011)02-0080-03

## Design of Intelligent Single-phase Motor Protector Based on Single-chip Microcomputer

LIN Yu-ming

(Chaoyang Radio and Television University, Chaoyang 122000, China)

**Abstract:** The intelligent single-phase motor protector is constructed by current transformer, voltage transformer and single-chip microcomputer. Its working principle, circuit composing and software design flow are introduced. The design uses the characteristics of super anti-jamming and precise control for STC12C5A60S2 single-chip microcomputer. Combining DC sampling circuit, the protector can cut off the power supply quickly and alarm when the operating current of voltage exceed the given ranges. It has the advantages of simple configuration, quick reaction, stabilization and reliability, so it can be applied to the voltage fluctuation and unwatched environment.

**Key words:** over-current; undercurrent; over-voltage; under-voltage; single-chip microcomputer

现有技术的单相电机保护器种类繁多, 结构各异。保护器通常用于断相、过流保护。其中电机断相、过流保护是运用模拟电路, 模拟电路具有抗干扰性差的特点, 电路延时性靠纯模拟电路特性设定, 可修改性差。另外, 现有技术的单相电机保护器通常使用双金属片、热电偶, 其中电机是运用双金属、热电偶的物理特性, 通过温度来实现对单相小电机保护, 反应速度慢, 恢复时间长。

为了解决以上问题, 针对电机控制的特点, 采用电流互感器、电压互感器、典型的直流采样电路

等硬件, 并有效利用了STC12C5A60S2单片机的超强抗干扰性、速度较传统8051快8~12倍、具有高速10位A/D转换接口等特性, 设计了以该单片机为核心的智能单相电机保护器, 可对单项电机的过流、欠流、过压、欠压进行实时保护<sup>[1]</sup>。

### 1 电机保护器工作原理

#### 1.1 工作原理

当电机加载一定的电流/电压, 经过电流/电压互感器感应出相应的电流/电压信号, 该电流/电压

收稿日期: 2011-01-14

作者简介: 林玉明(1969-)男, 辽宁朝阳人, 副教授, 主要从事电子技术、单片机技术等方面的教学研究。

信号经过滤波、放大器,得到采样(模拟)值,采样值进入单片机后,经单片机A/D转换、软件修正,得到相应的电机电流/电压值。该电流/电压值与单片机设定基准值进行比较,如果超限,则通过单片机I/O口,控制继电器断开单相电机的供电电源,从而保护电机<sup>[2]</sup>。

直流采样相对比较简单。它是把交流电压、电流信号经过各种变送器转化为直流电压进行采样,对采样值只需作一次比例变换即可得到被测量的数值。此方法软件设计简单。

另外,该保护器智能设定(智能设定:电机保护器在电机启动稳定即躲峰后,连续多次采集电流值和电压值,作为智能设定的参考数值)了电机延时启动、延时停止、电流上限值、电流下限值、电压上限值及电压下限值,并可以根据电机功率的不同,自动设定不同的延时启动时间和延时停止时间。保护器硬件电路结构框图如图1所示。

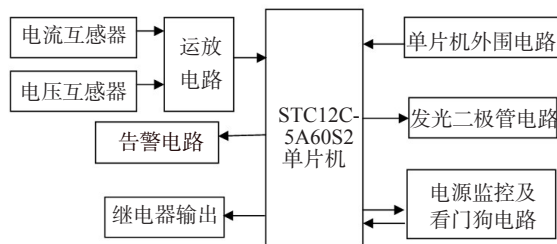


图1 智能单相电机保护器结构框图

### 1.2 检测原理

电流检测原理是:电流检测元件是电流互感器,将电机L线穿过电流互感器,当有电流流过电流互感器时,电流互感器感应出一定的电流信号,该信号经过滤波,运算放大器放大、修正后得到模拟值,进行取样、A/D转换。电流检测电路如图2所示。

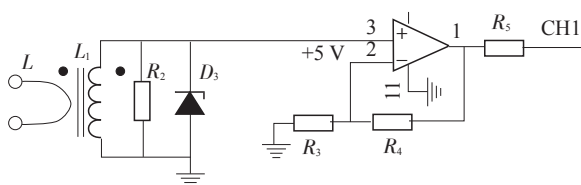


图2 电流检测电路

电流信号经过滤波,滤掉负半周,进入运放,如图3所示,在 $t_0\sim t_1$ 、 $t_2\sim t_3$ 、 $t_4\sim t_5$ 之间连续采样300次,经过软件处理找到最大值,经过修正得到实际电流值。

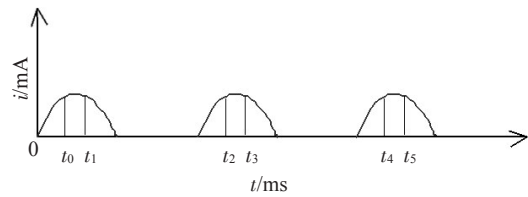


图3 电流采集波形图

电压检测原理是:电压检测元件是电压互感器,将电压互感器输入端并联在电机L、N上,在电压互感器的输出端感应出一定的电压信号,该信号经过滤波、运放放大,修正后得到模拟值,进行取样、A/D转换。电压检测原理如图4所示。

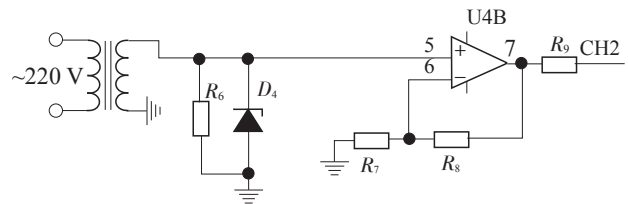


图4 电压检测电路

电压信号经过滤波,滤掉负半周,进入运放,如图5所示,在 $t_0\sim t_1$ 、 $t_2\sim t_3$ 、 $t_4\sim t_5$ 之间连续采样300次,经过软件处理找到最大值,经过修正得到实际电压值。

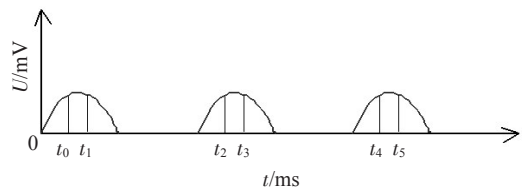


图5 电压采集波形图

## 2 硬件部分简介

硬件电路的组成是由电流互感器、电压互感器、单片机、运放等主要部件及其他附属组成。本保护器以STC12C5A60S2单片机为核心,扩展了一片IMP813L构成电源监控及看门狗电路以提高保护器工作的可靠性。下面对保护器的主要器件予以介绍。

### 2.1 单片机简介

STC12C5A60S2/AD/PWM系列单片机是宏晶科技生产的单时钟/机器周期(1 T)的单片机,是高速/低功耗/超强抗干扰的新一代8051单片机,指令代码完全兼容传统的8051,但速度快8~12倍。内部

集成MAX810专用复位电路,2路PWM,8路高速10位A/D转换(250 K/s),针对电机控制,强干扰场合,工作电压:STC12C5A60S2系列工作电压:5.5~3.3 V,工作频率范围:0~35 MHz,相当于传统8051的0~420 MHz,用户应用程序空间K/16 K/20 K/32 K/40 K/48 K/52 K/60 K字节,集成1 280字节RAM、看门狗、A/D转换、10位精度ADC,共8路,转换速度可达250 K/s<sup>[3]</sup>。STC12C5A60S2指令系统完全兼容8051单片机,并具有在系统可编程(ISP)功能和系统调试(ISD)功能,可以省去价格较高的专门编程器,开发环境的搭建非常容易<sup>[4]</sup>。

## 2.2 运算放大器

选择了KA2902运算放大器,它主要技术性能为:供电电压范围为3~26 V,DC电压增益为100 dB,输入共模电压含地,输出电压范围为0~V<sub>cc</sub>-1.5 V,内有4个独立的高增益频率补偿运算放大器。

## 2.3 电流互感器

设计选用的电流互感器互感线圈的匝数比为450~550:1,互感线圈匝数与矽钢片片数比为450~550:32,线圈电阻为6.6±0.2 Ω,其线性度好。

## 2.4 电压互感器

设计选用的电压互感器由一、二次线圈、铁心和绝缘组成,属于电容式电压互感器。其一、二次线圈匝数比为440:1。一次加载220 V交流电时,二次产生0.5 V交流电,经过滤波、运放放大后,产生1 V左右的采样电压,能满足单片机采样需要。

## 3 软件设计思路

保护器软件包括如下模块:初始化、延时启动、电流采样、电压采样、电机状态判断、存储,其主程序框图如图6所示<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

对所设计的保护器进行了充分的实验,实验证明该电机保护器可完成电机的电流、电压、功率等

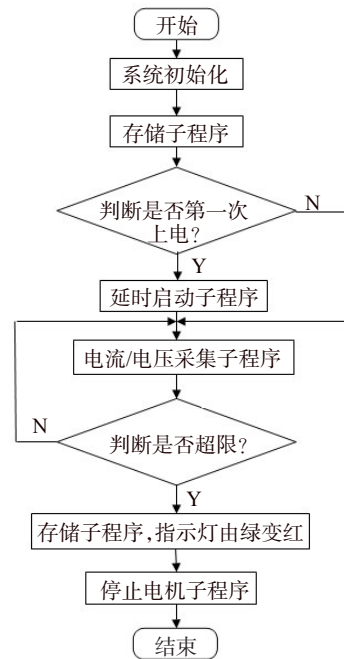


图6 软件流程图

参数的测量,可以对电机过流、欠流、过压、欠压进行实时保护,且智能设定电机延时启动、延时停止、电路上限值、电流下限值、电压上限值、电压下限值,并把这些参数保存在单片机中,实现自动智能地保护单相电机。此外,存储芯片还存储了电机功率、电机错误状态等信息。所设计的单相电机保护器具有安装简单方便,电流、电压检测精度高,智能化程度高,因而具有较高的使用价值与推广价值。

## 参考文献

- [1] 王成江. 国内智能电器的现状与发展趋势[J]. 机电之家, 2010(10):16-17.
- [2] 魏惠滨, 李希泌, 徐莉. 浅谈电机保护器的应用[J]. 应用能源技术, 2001(5):45-47.
- [3] 于军, 李坤. 基于STC12C5A60S2的马弗炉温度控制器设计[J]. EDN China, 2010(8):22-23.
- [4] 余锡存, 曹国华. 单片机原理及接口技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000:135-136.
- [5] 陈西发. 智能型电动机保护装置的研制[J]. 西安理工大学学报, 2007(5):24-26.