

# 基于 MSP430 单片机的智能多功能电流测试仪

曹 卫

(扬州大学 能源与动力工程学院,扬州 225009)

**摘要:**针对现有电源设备在测试电容和压敏电阻等元件的故障电流时,存在检测精度低、实时性差、电路复杂等问题,设计了一种基于MSP430F449单片机的新型智能多功能电流测试仪。该电流测试仪具有电路简单、灵敏度高、响应时间短、功耗低等特点,有推广应用价值。

**关键词:**MSP430;稳压稳流电源;超低功耗;报警

**中图分类号:**TP216 **文献标志码:**B

## Aptitude Multifunctional Current Test Instrument Basic on MSP430 Single Chip Computer

CAO Wei

(College of Energy and Power Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

**Abstract:** According to problem of low accuracy, bad real-time, complexity electric circuit of existing power equipment while testing fault current of parts and so on electric capacity and varistor, a new aptitude multifunctional current test instrument based on MSP430 single chip computer is designed. This current test instrument has the character such as simple hardware, higher sensitivity, shorter response time and lower power, so it has value of spread and application.

**Key words:** MSP430; power with steady voltage and current; low power waste; warning

随着微型计算机技术的飞速发展和普及,数据采集监测已成为日益重要的检测技术,广泛应用于各种工业监控系统中。现有的特种电源设备在电机等电器产品或电容、压敏电阻等电子元件测试时,只能提供单一的输出电压和输出电流,当被测产品由于自身特性出现故障导致电流迅速上升或迅速下降从而不在正常电流工作区时,电源设备本身不能做出任何反应,这时只能通过人的目测来判断被测器件是否出现故障,而目测无法判断出故障瞬间电流

的多少,造成测试的误差,甚至损坏电源设备。

本文设计的智能多功能电流测试仪采用MSP430系列单片机作为MCU板的核心控制元件,针对现有电源设备在测试电容和压敏电阻等元件出现故障时不能实时反映故障电流等不足,提供了可以实时检测的输出电流,在被测产品电流不在正常工作区间时迅速切断电源并报警,准确显示了瞬间故障电流值。有利于自动化测试,切实提高了生产效率和测试质量。

收稿日期:2007-08-10;修订日期:2007-12-13

基金项目:江苏省教育厅自然科学基金项目(06KJD510213)

作者简介:曹卫(1967-),男,硕士,讲师,主要从事自动控制理论及应用方面的研究。

## 1 系统的工作原理

在系统设计中为了提高测试仪智能化、可靠性和实用性,采用超低功耗 16 位 MSP430 系列单片机作为智能处理的核心。系统在稳压稳流电源的输出端设置电流检测电路以及以单片机为核心的信号处理、控制电路,在 MSP430 单片机相关软件的支持下,实现了对电源输出电流的实时检测。通过设置输出电流的上下限值,实现当输出电流超过所设定的上限或下限时声光报警提示,切断电源输出,确保测试安全,并将报警时电流锁定在显示器上。通过设置延时电路,可避免开机时的误动作,实现延时后再判断,设定的电流上下限和延时时间数据可以断电保存,再次开机后不需要重新设定。

## 2 系统结构及硬件电路设计

### 2.1 系统结构

系统以 MSP430F449 单片机为核心,由取样电路、滤波放大电路、A/D 转换电路、电源模块、LED 显示模块、键盘模块、控制输出电路、声光报警模块及 JTAG 等组成。系统结构框图如图 1 所示。

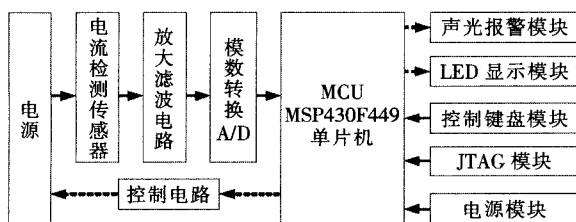


图 1 系统结构框图

Fig.1 System structure block diagram

### 2.2 单片机及外围电路

MSP430 是 TI 公司新推出的 16 位系列单片机,在电池供电的低功耗应用中具有独特的优势。其工作电压在 1.8V~3.6V 之间,正常工作时功耗可控制在 200 $\mu$ A 左右,低功耗模式时可实现 2 $\mu$ A 甚至 0.1 $\mu$ A 的低功耗。MSP430 具有非常高的集成度,通常在单个芯片上集成有 12 位的 A/D、比较器、多个定时器、片内 USART、看门狗、片内振荡器、大量的 I/O 端口及大容量的片内存储器,一般单片就可以满足大多数的应用需要<sup>[2]</sup>。MSP430F149 的外围电路包括:键盘输入电路、复位电路、串口通信电路等。

键盘模块由 6 个键组成,采用独立按键式键盘。键盘输入采用中断方式完成,只有用户按下键盘时,

由中断口发出中断申请,MSP430 才去处理该按键所对应的服务程序,避免了用扫描方式时主程序一直在查询有没有键按下,而不能处理相应事物的弊端。按键分别与单片机的 P1.0、P1.1、P1.2、P1.3、P1.4、P1.5 引脚相连,其功能分别为显示模式转换、电流上限设置、电流下限设置、左移位、运行、清除复位等。

LED 显示部分包含 3 只 LED,共阴极,P3.0~P3.7 为显示代码输入,又为 LED 的位选控制。通过 SN74AHC373N 锁存与 P4.0 和 P4.1 选择实现,可以显示报警电流和上下报警设定值等相关信息,采用动态显示方式。

复位电路 设计一定要使系统能够充分复位,在各种复杂情况下稳定可靠地工作。复位性能不好会影响系统的正常运行,MSP430 的 NMI/RST 复位管脚与不可屏蔽中断功能管脚复用,低电平输入系统复位,复位电路要保证充分的低电平时间,复位电路由 MAX809 复位芯片构成。

串行通信电路 由 MSP430 单片机串行通信的方式采用硬件 USART 模块,也可以通过定时器模块的支持来实现串行通信。MSP430F149 芯片内部集成有两个串行同步和异步模块(USART),能实现两种通信协议,即 UART 异步通信协议和 SPI 同步通信协议。本仪器采用 UART 协议,通过低功耗 RS232 接口芯片 MAX3221E 实现与 PC 机的通信。

### 2.3 信号调理电路

信号调理的部分电路。设计相应的调理电路,主要将传感器输出的微弱信号放大、滤波后转化成为 0~+3.3V 的电压信号输给单片机的 A/D 端口,利用内置 AD 模块转换成数字信号,交由单片机进一步处理。MSP430F449 的 AD 模块 ADC12 的内核是一个带有采样与保持功能的 12 位转换器,采样所得结果具有 12 位转换精度,1 位非线性微分误差,1 位非线性积分误差。模块内部的参考电压发生器,同时有 1.5V 和 2.5V 两种参考电压值可供选择。为获得较高的精度,选用 2.5V 内部参考电压基准电压负端为低电平。输入模拟量  $V_{IN}$  与转换结果  $N_{ADC}$  之间的关系为

$$N_{ADC} = 4095 \times \frac{V_{IN} - V_{REF-}}{V_{REF+} - V_{REF-}} = 4095 \times \frac{V_{IN}}{2.5}$$

传感器的信号首先通过一个电流取样电路,用锰铜电阻丝制作的 0.01(60A 的分流电阻,它将电流

信号转换为适配 A/D 转换的电压信号;滤波放大电路由  $C_{801}$ 、 $C_{802}$  和集成电路  $U_{801}$  构成,电容  $C_{801}$ 、 $C_{802}$  将信号中的高频和工频干扰滤除,集成电路  $U_{801}$  选择 LM741,连接为电压跟随器的形式,放大倍数为 1,以增强带负载能力,同时增大输入电阻,减少对信号源的影响。因而该电路应具有输入高阻抗、低漂移、宽频带、高增益的特点。为了保证采集数据的准确性,对同一通道连续采集 8 次,然后对 AD 转换结果用中位值平均滤波算法进行处理,即首先用中值滤波算法滤掉采样值中的脉冲干扰,再把剩余的各采样值进行递推平均滤波,即得到一个极为准确的数据  $N_{ADC}$ 。

## 2.4 控制输出电路

控制输出<sup>[1]</sup>如图 2 所示。采用抗干扰能力强的光电隔离设计,继电器动作由单片机 P5.1 端口控制,P5.1 输出低电平时,继电器吸合;P5.1 输出高电平时,继电器释放,采用这种控制逻辑可以使继电器在上电复位或单片机受控复位时不吸合。继电器由晶体管 9013 驱动,光电耦合器使用 TIL117,二极管的作用是保护晶体管。

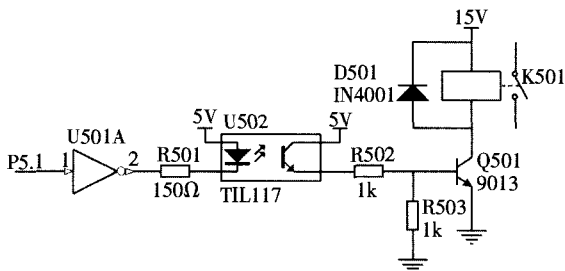


图 2 控制输出电路原理图

Fig.2 Principle chart of controlling output circuit

## 3 系统软件设计

MSP430 的内核结构采用具有高透明格式的精简指令集设计,指令分为硬件实现的内核指令和利用这一硬件结构的具有更高效率的模拟指令,而且 IAR 公司提供了 C 语言开发环境,使用起来非常方便。在本测量仪的应用中,软件编制完成采集稳压稳流电源的输出电流和运算处理数据,各项基本参数设定,控制继电器输出,上位机通讯等功能。系统软件由主控程序,4 个初始化子程序,7 个功能子程序组成。4 个初始化子程序分别是:单片机时钟初始化子程序、单片机 I/O 端口初始化子程序、单片机模数转换器 ADC12 初始化子程序和 LED 显示模块初始

化子程序。8 个功能子程序分别是:ADC12 转换子程序、控制输出子程序、越限报警子程序、判键子程序、查键子程序、键盘处理子程序、延时子程序、LED 显示子程序。软件中多数功能子程序采用中断处理方式。主控程序流程图如图 3 所示。系统软件采用模块化结构程序设计方法<sup>[9]</sup>,充分发挥了 MSP430 单片机丰富的片内外围模块的特点,使仪器的硬件电路大大简化,因而仪器的稳定性和灵活性更强。系统全部程序采用 C 语言编写,易于调试和维护,且具有运行速度快、执行效率高、便于移植等特点。软件的开发环境为 IAR Embedded Workbench V3.10A。

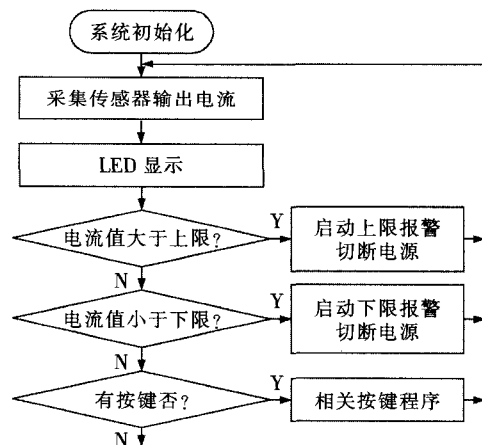


图 3 系统软件流程图

Fig.3 Flow chart of system software

## 4 结语

本文设计的多功能电流测试仪采用 MSP430F449 单片机作为控制器的核心,对系统的运行状态进行参数采集和监控,控制整个稳压稳流电源的工作,实时显示故障电流值。由于该芯片本身丰富的片上外围模块功能,使得数据实时性好,整体电路简单,易于维护。通过模拟调试和试运行,达到了预期的控制效果。

### 参考文献:

- [1] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] Texas Instruments Corporation. MSP430 assembler, linker, and librarian programming guide[Z]. Texas Instruments Corporation, 2004.
- [3] 刘法治, 赵明富, 宁鹏达. 基于单片机的汽车多功能报警系统设计[J]. 自动化仪表, 2005, 26(8): 13-15.