

# 智能型双电源开关控制器的设计

赵荣康

(贵州大学 电气工程学院, 贵州 贵阳 550003)

**摘要:** 提出了一种以 PIC16F884 单片机为控制单元, 以两台塑壳断路器双电源开关为控制对象的智能控制器的设计方案。介绍了控制器的工作原理和工作模式, 并给出了硬件方案和软件设计思想以及抗干扰的方法。

**关键词:** PIC16F884; 控制器; 自动切换

中图分类号: TM91

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)15-0022-03

## Design of intelligent dual power supply transfer switch controller

ZHAO Rong Kang

(College of Electrical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

**Abstract:** This paper presented a design of the intelligent controller, which used PIC16F884 microcontroller as the control unit and dual power supply transfer switch as the control object. The paper introduced the working principle and working mode of the controller, and presented the design of hardware and software as well as the methods for anti-interference design.

**Key words:** PIC16F884; controller; automatic transfer

随着科技的进步和社会的发展,人们的生活水平不断地提高,各行业对供电的可靠性、安全性、连续性提出了越来越高的要求,很多场合需要采用两路电源来保证供电的可靠性和连续性。例如商场、银行、医院、通信部门、交通部门以及国防军事等部门都要求能连续不间断地安全供电。而智能型双电源开关控制器能够很好地解决上述问题,为可靠、连续地供电提供强有力的保证。目前在很多企业和领域都使用了智能型双电源开关控制器,它有着广阔的市场前景和应用价值。本文介绍的智能型双电源开关控制器主要由控制单元(PIC16F884 单片机)和执行机构(两台三极或四极塑壳断路器)组成。控制单元主要负责各种信号的辨识检测、运算处理和控制输出。执行机构则快速准确地响应控制单元的各种控制命令,从而构成一个功能强大、工作稳定、可靠的控制系统。

### 1 工作原理

智能型双电源开关控制器以单片机 PIC16F884 为核心,对两路供电电源(常用电源和备用电源)的电压、频率和相位进行实时检测。当其中一路电源(常用电源或备用电源)的电压发生过压、欠压或是缺相时,控制器就

会发出电机切换命令,使供电电源自动切换到另一路电源(备用电源或常用电源)上,以此来保障供电的连续性。控制器的工作方式主要有自动方式和手动方式两种。控制器的结构框图如图 1 所示,组成模块如图 2 所示。

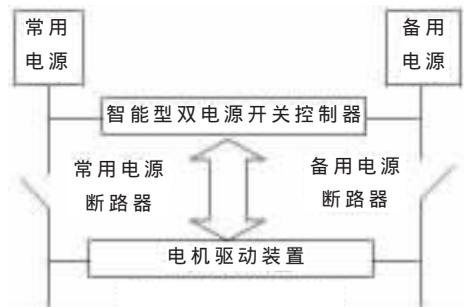


图 1 控制器的结构框图

#### 1.1 自动工作模式

自动工作模式可分为:自投自复、自投不自复和电网-发电机三种方式。其中,前两种主要应用于电网-电网供电模式,而第三种则是应用于电网和发电机供电模式。

(1)自投自复模式:控制器对两路电源进行监控,当两路电源都正常工作时,则负载由常用电源供电;当常

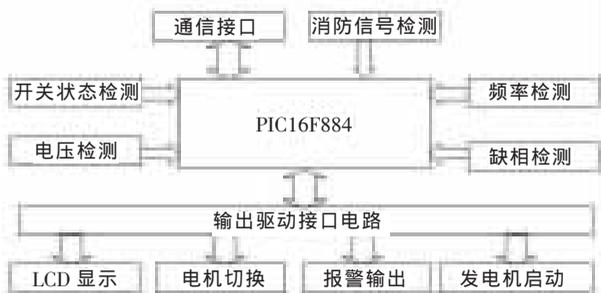


图2 控制器的组成模块

用电源发生故障(过压、欠压或缺相)时,控制器发出电机切换命令使电源自动切换到备用电源,此时负载由备用电源供电;当常用电源恢复正常时,控制器再次发出电机切换命令使负载供电由备用电源返回到常用电源。

(2)自投不自复模式:其工作方式和自投自复类似,但只有当备用电源也出现故障时才自动返回到常用电源,否则将一直由备用电源给负载供电。

(3)电网-发电机模式:当常用电源发生故障时,控制器输出发电机启动命令,经短暂延时后断开常用电源,此时负载由发电机供电;当常用电源恢复正常时,控制器输出发电机停机命令同时电源自动切换到常用电源上,负载返回到由常用电源供电模式。

## 1.2 手动模式

在手动模式下,电源不能自动切换而需要人为操作,主要有常用电源供电、备用电源供电和断电再扣方式。

常用电源供电:强制常用断路器闭合,备用断路器断开。

备用电源供电:强制备用断路器闭合,常用断路器断开。

断电再扣:同时强制断开常用断路器和备用断路器或是闭合因故障而断开的所有断路器。

## 2 硬件系统设计

### 2.1 单片机的选择

控制器要求对交流电压、频率和相位进行检测,有多路控制信号的输入和输出,为了节约成本和系统的稳定性,应选择自带A/D转换器和输入捕捉功能且有较丰富I/O的单片机。此外,控制器里的强电信号和继电器等元件会对单片机产生很大的干扰,这就要求单片机能够有较好的抗干扰能力。综合考虑,本设计选择了PIC16F884单片机。它是Microchip公司目前主推的产品,采用精简指令集(RISC)机构和一次性可编程(OTP)技术使得PIC16F884单片机具有高速的稳定性和非常强的抗干扰能力;8KB的闪存、256B的EEPROM、10位A/D转换器和CCP输入捕捉,完全可以满足本控制器的设计要求。

### 2.2 频率检测

单片机对常用和备用电源进行频率检测,根据检测的结果来判断电源是否发生故障,然后进行相应的控制

操作。频率检测电路主要以光耦TLP521-1和施密特触发器CD40106为主要器件构成。频率检测的硬件电路如图3所示。电网中的交流电经变压器后变换为电压较低的交流信号U<sub>1</sub>,U<sub>1</sub>经过光耦TLP521-1后就变成了同频率的方波信号。为了防止光耦内部的二极管被反向电流击穿,在光耦外部反向接了1个二极管。为了使光耦输出的方波信号更加规整,为单片机测量频率做好准备,在光耦的输出级加了施密特触发器CD40106。利用PIC16F884单片机的输入捕捉(CCP)功能记录第一个上升沿的时间t<sub>1</sub>和下一个上升沿的时间t<sub>2</sub>,则信号的周期T=(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>)μs。为了提高测量的精度,采用多次测量取平均值的方法来实现。

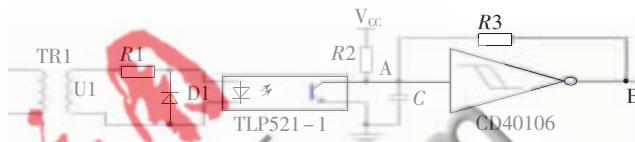


图3 频率检测电路

### 2.3 电压检测

电压检测主要用来实时检测常用和备用电源的电压。PIC16F884单片机有14通道的10位A/D转换器,可以满足电压采样的精度。由于PIC16F884单片机只能对0~5V间的单极性电压进行检测,故需要对交流电压进行提升使它成为单极性的电压信号。电压检测电路如图4所示<sup>[1]</sup>。

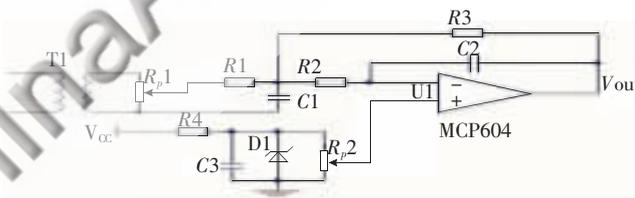


图4 电压检测电路

电路采用单电源供电的运放MCP604构成无限增益多路反馈二阶低通滤波器,除能够对交流信号进行电压提升外,还可以滤除交流信号中的高频成分,防止交流采样发生混叠效应。交流工频信号的采集,一般以其有效值进行计算:

$$U_{\text{有效值}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i^2}$$

其中,N为1个周期内的采样点数(本系统中取N=40),u<sub>i</sub>为第i个采样值。为了能够在1个工频周期内采样到40个点,需要每隔500μs启动1次A/D转换。此过程可以用CCP的特殊触发事件来完成。将CCP的特殊触发事件设置成启动A/D转换,在程序中初始化CCP寄存器的值为0X1F4(500μs)即可。上述方法的缺点是在1个周期内的采样点数N为定值(40),而由于电网的波动,电网电压的频率可能会发生变化,会造成测量的误差,因此,为了进一步提高电压采集的精度,还使用了频率跟踪法。首先利用单片机测出交流电压的频率,然后根据频率来计算1

《微型机与应用》2010年第29卷第15期

个周期内的采样点数  $N$ , 这样可以大大降低因频率变换而造成的测量误差。

#### 2.4 通信接口

为了使控制器能够方便地与上层控制平台进行联网通信, 实现控制器的远程控制、远程监控等功能, 本设计为控制器添加了通信接口, 采用简单经济、广泛应用于工业上的 RS485 总线与外界进行通信。RS485 采用差分信号进行传输, 有较好的抗干扰能力, 通过转换模块很容易实现从 RS485 到 RS232 的信号转换, 从而便于和上位计算机通信。选用了 Maxim 公司的 MAX485 芯片作为通信控制的主要器件, 其工作电源为 +5 V, 采用半双工通信方式, 能够将 TTL 电平转换为 RS485 电平, 内部包含了 1 个驱动器和 1 个收发器, 通过串口可以方便地与 PIC16F884 进行通信。MAX485 的接口电路如图 5 所示。

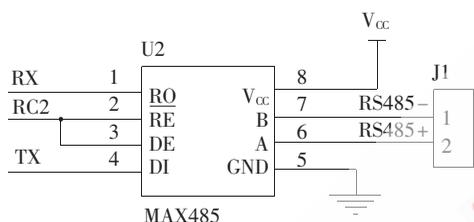


图 5 通信接口电路

#### 2.5 其他部分接口

**消防检测:** 控制器设有一组无源消防信号的输入端子, 信号输入采用光耦隔离, 以提高抗干扰能力。并且带有一组无源反馈信号输出端子可将开关的到位信号返回到消防设备。

**LCD 显示:** 控制器的人机界面由 LCD(1602) 和发光二极管(LED) 组成。控制器的各种工作状态和工作模式通过相应的 LED 显示。通过 LCD 和按键组成的人机交互方式对控制器的各种参数和工作状态进行相应的查询、修改和设定等操作。

**电机切换:** 利用三极管的开关电路驱动相应的继电器动作, 从而实现电机的启动、停机、正转和反转等。

**开关状态检测:** 利用开关检测电路可以使控制器对系统中各个开关状态进行实时监控, 以便发出各种准确的控制命令。

### 3 软件设计

程序采用 C 语言, 在 MPLAB+ICD2 的开发环境下进行编写, 控制程序采用模块化设计。主要模块有: 系统初始化、A/D 采集、CCP 频率测量、开关状态检测、显示报警、输出驱动、系统参数整定和存储等。系统的控制软件流程图如图 6 所示。

#### 4 可靠性和稳定性分析

智能型双电源开关控制器主要运用在一些对供电

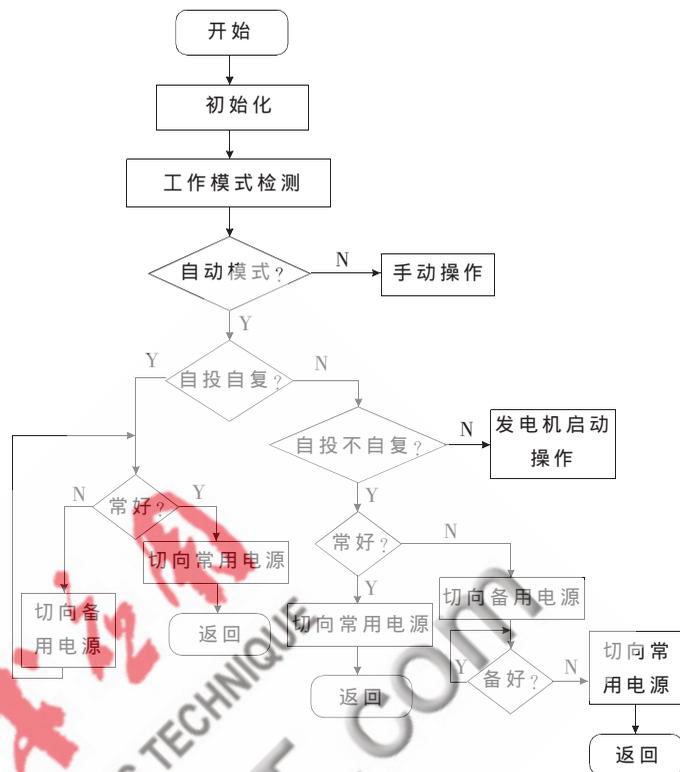


图 6 软件流程图

质量要求较高的场合, 因此, 控制器的稳定性和可靠性是设计的重点和难点。本系统中有强电和弱电共存且相互影响的情况, 为了提高系统抗干扰能力, 各个部分都采用了光电隔离和滤波技术。在系统中增加专门的滤波模块以保证系统的稳定性。系统的电源采用双线圈输出的变压器, 使得系统电源和信号通道保持物理上的隔离。另外, 还采用了软件滤波和看门狗等技术以增强系统的可靠性。

本系统所设计的智能型双电源开关控制器能够对两路电源的过压、欠压和缺相进行准确的检测和监控, 能够自由、精确地在两路电源中自动切换, 有广泛的使用价值和广阔的市场前景。

#### 参考文献

- [1] 李海涛, 仪维, 吴筱坚, 等. PIC 单片机应用开发典型模块[M]. 北京: 人民教育出版社, 2007.
- [2] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [3] Microchip Technology Inc. PIC16F884 datasheet. 2008.

(收稿日期: 2010-03-09)

#### 作者简介:

赵荣康, 男, 1986 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 计算机控制技术。