

双电源自动切换系统的设计

项新建,胡剑挺

(浙江科技学院 自动化与电气工程学院,杭州 310023)

摘 要: 双电源供电系统的自动切换是一个实时性和可靠性要求很高的控制系统。针对不间断供电的需求,运用采样、比较的工作原理和方法,提出了一种以 P89c591 微控制器为主控芯片的双电源供电自动切换系统的智能优化解决方案。根据不同的情况实现对电源故障状况的准确判断和快速切换,完成主、备电源间转换,以保持供电的连续性。文中给出了系统硬件电路框图和软件流程及试验结果。

关键词: 双电源供电;自动切换;智能控制

中图分类号: TP273.5

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2007)04-0277-04

Design of Double Power Supply Automatic Switch System

XIANG Xin-jian, HU Jian-ting

(School of Automation and Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Double-power supply automatic switch system requires high reliability and real-time. According to need of non-stop supplying, an intelligent optimized scheme of double-power supply automatic switch system is proposed with microcontroller P89c591 as main chip by sampling and comparing in this system. System permits users to have different settings according to distribution network and load conditions, to switch main power to reserve power according to different breakdowns. So the continuity of power supply is ensured by correct evaluation and fast switch of power source conditions. System hardware diagrams, software procedures and test results are provided in the paper.

Key words: double-power supply; automatic switch; intelligent control

作为对连续供电的一种保障,双电源自动切换开关电器(ATSE)已广泛应用于各种重要的场所,如电梯、消防、地铁、医院、邮电通讯、电视台、工业流水线等。以往的 ATSE 一般都是由设计院设计、电气成套企业或用户直接用接触器、继电器、刀开关或

由断路器、机械联锁、模拟控制器构成。此类双电源自动切换系统存在的主要问题:一是无缺相、欠压、过压、短路、过载、超频等保护功能;二是继电器的逻辑组合设置不灵活,功能单调;三是采用继电器逻辑控制电路实现,器件和电路的故障率高等。

收稿日期: 2007-09-05

基金项目: 浙江省科技计划重点资助项目(2006C21023)

作者简介: 项新建(1964--),男,浙江永康人,教授,硕士,主要从事智能控制技术和装备研究。

随着计算机和通信技术的发展,从 20 世纪 90 年代中期起,ATSE 得到快速发展。它经历了以低压电器分立元件构成 ATSE,以模拟电路应用为主的机电一体化产品,以及以高性能的新型电器元件为基础并采用以 MCU 为核心的智能型专用控制器等发展历程,现正处在智能化网络化的发展阶段^[1]。

笔者设计的双电源自动转换系统将微控制器与电源自动切换技术相结合,智能实现两路电源的切换管理。当工作电源异常(欠压、过压、缺相、超频等)时,按规定要求自动可靠地切换到另一正常电源。系统的主要功能如下:

测量、设置与显示:测量功能包括 2 路三相相电压、频率,同时检测转换开关的状态量(合闸、分闸、脱扣)等;设置与显示采用 LCD 液晶大屏幕中文显示,完备的中文操作提示使欠压、过压、超频等数值设置与操作更方便。

判断与控制:控制器对两路电的供电质量进行延时判断后,具有自动切换时间可调 1~60 s,输出 20 A 无源触点控制转换开关切换及自动控制柴油发电机启动和停止等功能。切换开关可以是 2 个机械联锁的接触器,电动空开,也可以是专业的 ATS(如 SOCOMEC)。

通讯功能:控制器同时具有 RS232C、RS485 串行通讯接口,应用 MODBUS 通讯规约,借助于 PC 或数据采集系统上运行的软件,能提供一个简单实用的对工厂、电信、工业和民用建筑物双电源切换管理方案,实现双电源切换的“遥控、遥测、遥信”三遥功能,达到双电源自动转换真正意义上智能化网络化。

1 系统结构和工作原理

1.1 系统结构

双电源自动转换系统由本体和智能控制器两大部分组成。装置本体由 2 台带有电动操作结构的断路器及附属件(辅助、报警触头)、机械联锁机构、熔断器、接线端子组成。所有元件安装在一块金属板上,机械联锁机构安装在 2 台断路器之间,具有机械联锁和电气联锁双重保护功能,可确保 2 台断路器不能同时合闸。单电机齿轮运转操作方式,用作 ATSE 自动或手动分、合闸使用。2 台断路器,用作 ATSE 控制器的电源隔离,具有过载断路保护功能。智能控制器集数字化、智能化、网络化于一身,具有可编程,自动化测量、LCD 显示、数字通讯等功能。

智能控制器包括强电控制部分和弱电控制部分,弱电控制部分是整个控制部分的核心,完成 2 路电源的检测和人机交互。装置本体和智能控制器二者之间用两端装有连接器的专用电缆线连接。

1.2 工作原理

智能控制器不断地对常用电源和备用电源的三相电压进行检测。当常用电源三相中的某一相的电压出现欠压、过压、缺相或超频(根据设置的参数判断)时,智能控制器经过一定的分闸延时(0~59.9 s,用户可以按照需要进行设定)时间,将常用电源的断路器断开,再经过一定的合闸延时(0~59.9 s,用户可以根据需要进行设定)时间,将备用断路器合上,进入备用电源供电工作方式。假如备用电源也不正常,则处于断电状态,既不在常用电源工作模式也不在备用电源工作模式。常见工作模式有以下 5 种^[2]:

自投自复模式:是以常用供电为主,当常用供电不正常(欠压、缺相等)转至备用电源,当常用电源恢复正常自动转回常用供电。

自投不自复模式:当常用电源不正常(欠压、缺相等)转至备用电源,当常用电源恢复正常也不会转回常用供电,只有备用电源不正常时才能转回常用供电。

常用供电模式:常用合闸,即使常用不正常(欠压、缺相等)也不转换,只能分闸,当常用恢复正常时又能自动合闸。

备用供电模式:备用合闸,即使备用不正常(欠压、缺相等)也不转换,只能分闸,当备用恢复正常时又能自动合闸。

断电再扣模式:一是当断路器脱扣后,用此键复位;二是类似于紧停键,一旦按此键,两路电源立即分闸。

2 硬件设计

硬件设计主要包括电压信号的采样输入和两路电源的切换控制输出单元、人机接口单元等模块,如图 1。MCU 选择 MCS-51 系列的 89C591 单片机,输入/输出用串行接口芯片 74LS164/165,液晶模块用 LCM 122 * 32,串行通信接口采用 232/485 芯片,控制器的实时时钟用 DS1302 实现,FLASH 存储器为 AT24C04。

2.1 电压信号的采样输入

常用电源和备用电源的三相电压经二极管整流、

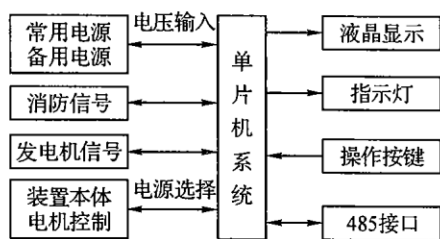


图1 智能控制器硬件结构图

电阻限流和电容滤波后,将交流信号转换成直流信号^[3]。整流滤波得到的直流信号经多路模拟开关4051的选择与单片机的A/D转换I/O口相连,单片机定时地对六相电压进行A/D转换,采样得到的电压值与设定的电压参数比较,做出过压、欠压、缺相的判定,同时内部FLASH存储器对故障进行记录。电压信号的输入采样电路见图2。

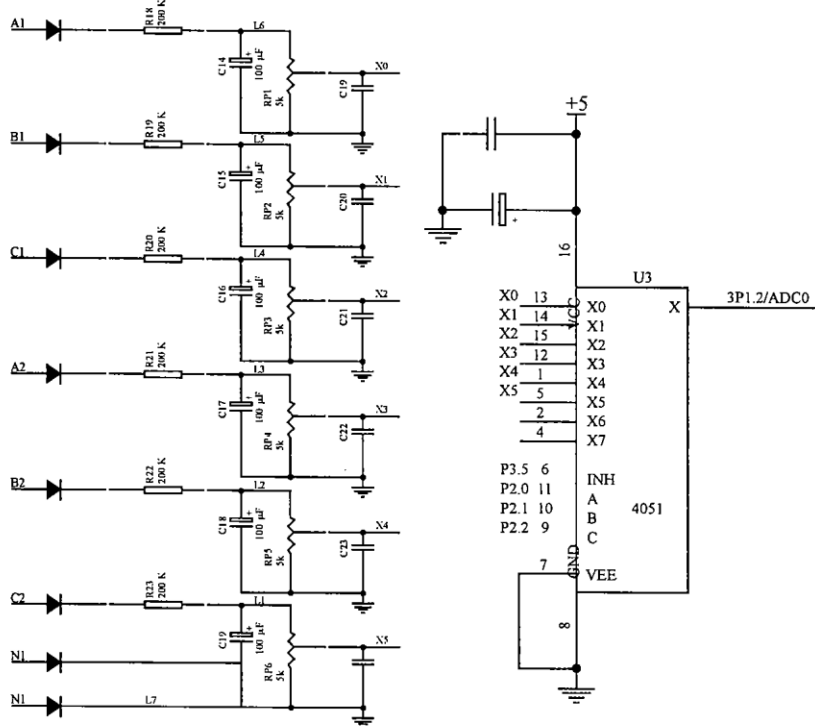


图2 电压信号的输入采样电路

2.2 两路电源的切换控制

单片机I/O口的驱动能力不足以驱动继电器,因此采用高耐压、大电流达林顿阵列ULN2003加强驱动能力^[4]。ULN2003由7个硅NPN达林顿管组成,如图3。当常用电源供电时,单片机I/O口P0.4输出低电平,“常合”继电器吸合,装置本体的电动机正转,延时5s后,单片机I/O口P0.4输出

高电平,“常合”继电器释放,保持常用电源供电。当备用电源供电时,单片机I/O口P0.2输出低电平,“备合”继电器吸合,装置本体的电动机反转,延时5s后单片机I/O口P0.2输出高电平,“备合”继电器释放,保持备用电源供电。因电源质量当常用电源和备用电源都不能供电时,P0.5和P0.6输出低电平,“常分”继电器和“备分”继电器吸合,装置本体

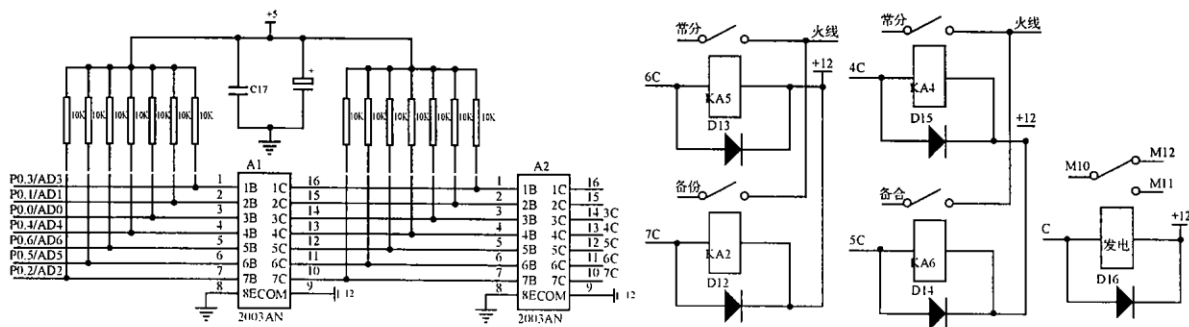


图3 两路电源的切换控制输出电路

的电动机运转到中间位,延时 5 s 后,P0.5 和 P0.6 输出高电平,“常分”继电器和“备分”继电器释放,保持常用和备用电源都不供电。如果备用电源是由发电机提供的,则单片机 I/O 口 P0.0 输出低电平,“发电”继电器吸和,触头打到 M11,由发电机提供电源。

2.3 人机接口单元

控制面板上设有 5 个功能键:自投自复、常用供电、备用供电、断电再扣、参数选择键(其中自投不自复和/△键、备用供电和/▽键为复合键,当按参数选择键后两键为分母功能,其他时为分子功能)。为了节省单片机的 I/O 资源,采用并入串出的移位寄存器 74LS165 实现按键操作。除了断电再扣键外,几个功能键都各自对应一个指示灯来标志系统的运行状态。采用串入并出移位寄存器 74LS164 实现指示灯的显示。一个带二级字库的液晶模块,显示六相电压值或参数设定值。串行通信接口采用 232 或 485 芯片。

3 软件设计

智能双电源自动切换系统软件分“遥控、遥测、遥信”三通通信软件和智能双电源控制器单片机程序两部分^[6]。三通通信软件用 VC++ 编写,采用结构化、模块化编程方法。单片机程序由测量与显示程序、小波变换滤波程序、判断与控制程序、按键设置程序、参数整定程序、看门狗保护程序等部分组成,用 Keil C51 编程完成,图 4 所示。

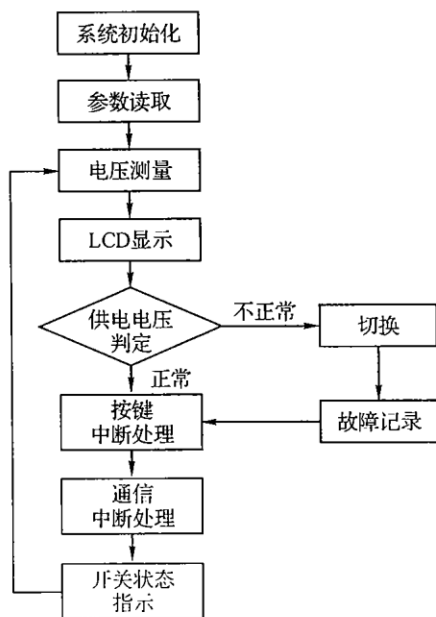


图 4 双电源控制器单片机软件流程图

在工业环境中,不可避免地会遇到电源波动、电磁波辐射等干扰,如果单片机出现死机、程序跑飞等非正常情况就会造成控制器不工作或者误工作。P89C591 的抗干扰能力较强,其硬件看门狗 WDT 由一个 14 bit 计数器和看门狗定时器复位寄存器 WDTRST 组成。WDT 在复位时是无效的。为了使能 WDT,用户必须对 WDTRST(地址 0A6H)顺序写入 01EH 和 0E1H。当 WDT 使能,振荡器在运行的每个机器周期,将它加 1,除复位(硬件复位或 WDT 溢出复位)外没有别的办法使 WDT 失效。当 WDT 溢出,在 RST 管脚输出一个高电平复位脉冲。这样,就可以保证万一程序跑飞或死机,单片机能马上复位,重新开始运行、监测两路电源状态。另外在程序中也加入大量冗余以保证可靠性。

4 性能指标测试

对研制成功的样机在国家技术标准下进行性能指标测试,结果如下:

电压测量:172~268 V AC,精度 2%。

电流测量:1~600 A AC,精度 2%。

频率测量:45~55 Hz AC,精度 0.1 Hz。

切换时间:1~60 s,精度 0.1 s。

触点容量:20 A 220 V AC。

通信规程:MODBUS,485 接口,19200BPS。

供电电压:220 V 交流/12 V/24 V 直流。

保护功能:过负荷和短路保护;断相、断路保护;欠压、失压、过压保护。

参数整定:过流电流,过、欠压电压,超、欠频率,切换时间,时钟时间,油机启动条件。

对转换电压、时间进行测试,结果如表 1 所示。

表 1 电源转换电压、时间测试结果

U_n 设定值/V	t 设定值/s	U_n 实测值/V	t 实测值/s
欠压 187 (85 % U_n)	$t_0 = 1.5$	186.3	$t_0 = 1.5$
	$t_1 = 2.0$	187.5	$t_1 = 2.0$
失压 110 (50 % U_n)	$t_0 = 0.5$	153.6	$t_0 = 0.5$
	$t_1 = 1.5$	153.9	$t_1 = 1.5$
恢复 220	$t_0 = 1.0$	219.3	$t_0 = 1.0$
	$t_1 = 2.0$	220.5	$t_1 = 2.0$

测试结果表明,控制器能在不同的设定下对故障情况进行识别,并按照用户要求时间准确动作,测试结果完全满足设计要求与实际使用需要。

(下转第 332 页)

(上接第 280 页)

5 结 语

本文从硬件和软件两方面介绍了智能双电源自动切换系统的设计,硬件主要从电压信号的采样、双电源的切换控制及人机接口方面进行设计介绍,软件采用模块化的编程思想,用 Keil C51 完成了编程。

所研制的双电源自动切换系统能够对双路电源的过压、欠压和缺相等故障进行检测,且能准确地实现两路电源间的可靠切换。经过现场测试验证,该控制器在性能上能满足设计要求,符合国家技术标准,经半年多近百个用户的现场使用,反映良好,有很好的推广应用价值,在工业和民用建筑上将得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] 王舜尧,姚建军,王汝文. 一种多功能双电源转换智能控制器[J]. 低压电器 2002(4):29-31.
- [2] 黄纯,何怡刚,江亚群,等. 交流采样同步方法的分析与改进[J]. 中国电机工程学报,2002,22(9):38-42.
- [3] 李雨,丁鸿杰,齐从谦. 双供电系统实时监控和自动切换装置的研制[J]. 工业仪表与自动化装置 2003(5):58-62.
- [4] 陈晓斌,王向周,刘春华,等. 交流电基本参量的同步采样检测技术及其实现[J]. 微计算机信息,2005(6):108-109.
- [5] 李雨,李中西,齐从谦. 智能式双电源供电系统自动切换装置的研制[J]. 电网技术 2003(11):68-71.