

数字备用电源自动投切装置设计与实现

席 珍, 刘曙光

(西安工程科技学院 机电工程学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 数字化、智能化、集成化、网络化是数字备用电源自动投切装置(简称备自投)的发展趋势, 针对这一发展趋势, 提出了一种新型的数字备自投装置整体解决方案, 介绍了该装置的硬件设计、工作原理及几项关键技术。采用可编程逻辑的设计思想实现了灵活的备投方式; 利用以太网方式实现了通信组网; 利用全球定位系统(GPS)技术实现了硬件对时功能。该装置能自动跟踪变电站系统的运行方式, 执行相应的备自投方案, 保证供电持续可靠。

关键词: 备自投; 以太网; GPS; 可编程逻辑

中图分类号: TM 774

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)04-0077-03

备用电源自动投切装置(简称备自投)是保证供电系统持续可靠供电的重要措施。备自投装置是变电站重要的二次设备, 其作用是当电源发生故障时, 能自动将备用电源投入, 使一些重要用户不至于因失去电源而造成巨大的财产损失及人身伤亡事故。目前, 常规备自投无法适应电力系统对供电的要求, 很难完成进一步提高供电可靠性的各种方案^[1]。数字式备自投可以通过分析输入装置的开关量和电流电压, 跟踪变电站系统当前的运行方式, 自动针对不同的运行方式, 执行相应的备自投方案, 完成各种复杂逻辑功能, 保证供电持续可靠^[2]。

1 备自投装置硬件设计

1.1 备自投装置应具有的功能

a. 对三相电压、电流信号实时跟踪, 实时计算电压有效值、电流有效值、电压和电流三相不平衡度、有功功率、无功功率、视在功率、频率、功率因数。

b. 电流速断、限时速断、过流的三段式保护以及低压零序电流进行测量和保护。

- c. 能对多路开关状态信号实时监测和控制。
- d. 可保存完备的事件报文及故障录波报文。
- e. 支持 RS-485 及以太网通信模式。

f. 配置有全球定位系统(GPS)的硬件对时功能, 便于全系统时钟同步。

1.2 硬件平台总体设计

系统设计重点需要解决的是实时性问题。系统任务种类繁多, 既有周期性的任务(数据采样、各种计算等), 又有突发性任务(通信、人机交互、保护处理等), 尤其是系统的保护算法对系统资源消耗很大, 同时还要保证系统的实时性, 这种情况下不仅要求处理设备本身具有很高的速度和处理能力, 而且还要具有实时任务调度能力^[3-4]。对此, 本文采用基于双 CPU 结构的嵌入式实时系统以及 CPLD 分配地址和逻辑控制的解决办法, 系统硬件结构见图 1。

双 CPU 采用 DSP 和 MCU 相结合的办法, 两者采用主从结构(MCU 为主机, DSP 为从机), 通过 DSP 的 HPI 并口实现数据交换和协同工作。实践表明, HPI 并口通信的可靠性和实时性远远高于双 CPU 间采用的串口方式^[5]。DSP 采用了 TI 公司的 5000 系列, 外接 10 MHz 晶振, 采用改进型哈佛结构、4 级流

收稿日期: 2005-09-06; 修回日期: 2005-11-22

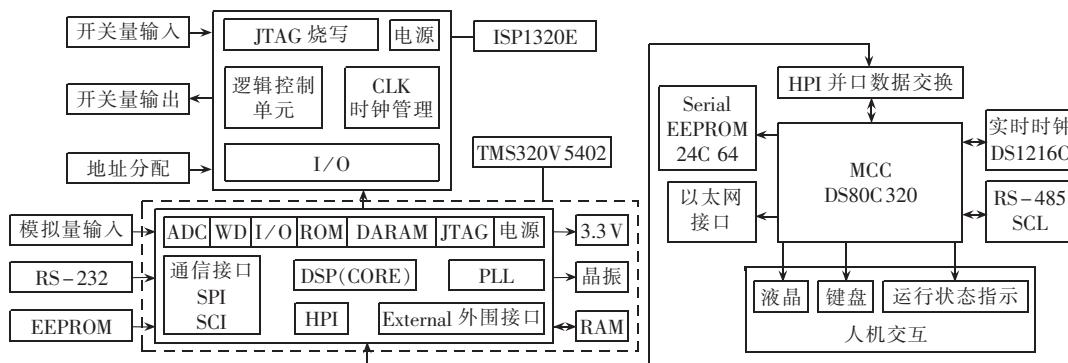


图 1 系统硬件结构

Fig.1 System hardware

水线技术和专门的 16 位硬件乘法器, 主要承担实时数据采集、完成保护算法以及实现继电保护功能。MCU 采用 DALLAS 公司的双串口芯片 DS80C 320, 用来分担部分实时性要求不高的系统任务, 如人机交互、通信、温度逻辑控制等。这样, 将保护功能和其他扩展功能分离, 一方面可以使 DSP 更专注于完成保护算法, 降低软件设计的复杂程度以减少不必要的失误。另一方面, 扩展功能由更擅长人机接口、网络通信等功能且有大量成熟外围电路的单片机完成, 做到各施所长^[6]。另外系统还采用了 Lattice 公司的可编程控制逻辑器件, 进行多种接口功能以及产生单片机总线上其他器件的片选地址信号, 同时对保护用继电器逻辑进行控制, 提高装置保护动作的可靠性。

2 几项关键技术

2.1 基于以太网的通信接口

本模块内含通信速度极高、具备通用性接口的以太网芯片, 以太网为本装置接入系统的主要通信接口。

W3100A 是一种内置以太网协议的芯片, 能实现数字设备与快速以太网进行简单、低功耗连接的网络芯片, 可处理网络标准协议, 有效减少软件协议的编写。它内置的因特网协议族包括 TCP, IP, UDP (User Datagram Protocol), ARP (Address Resolution Protocol), ICMP (Internet Control Messages Protocol)^[7]。以太网协议族有 DLC (Data Link Control) 和 MAC (Media Access Control)。工作频率可以根据网络数据传输情况在 25 MHz 和 2.5 MHz 两者间进行自动切换。它有 5 种工作模式 (时钟模式、外部时钟模式、无时钟模式、I²C 模式、测试模式) 和 3 种接线方式 (直接总线接线方式、间接总线接线方式、I²C 接线方式)^[8], 本方案采用的是时钟模式和直接总线接线方式。W3100A 有 4 路独立通道, 协议处理速度在全双工模式下达到 4~5 Mbit/s, 并为底层物理芯片提供 MII (Media Independent Interface) 接口。

RTL8201CP 是 REALEK 公司生产的一款快速以太网物理层芯片, 支持 SNI (Serial Network Interface)、MII 2 种方式和 10 Mbit/s, 100 Mbit/s 2 种数据传输速率。它支持 IEEE 802.3 协议并有全/半双工 2 种工作方式可供选择。本文选用 100 Mbit/s 数

据传输速率、MII 方式和全双工工作方式。

2.2 GPS 硬件定时技术

目前, 电力系统中各种测控与保护装置普遍要求交流数据量的同步采样, 这对于电力系统继电保护、故障判断、系统稳定分析等都具有重要意义。一般采样脉冲都是在装置内部时钟的控制下产生的。对于需要异地同步采样的装置, 由于装置内部晶振频率有误差, 采样难以同步。而且随着电力系统的发展, 对系统监控的要求越来越高, 迫切要求能够实现交流数据量的异地同步采样。随着卫星与通信技术的发展, 卫星授时法已经由军用逐渐转为民用。其中基于 GPS 的同步采样方法已经得到了广泛应用, 并获得良好效果。本文提出的 GPS 不但能够保证异地同步采样, 而且还能够在系统频率变化情况下, 较好地实现其交流量的同步采样, 并能保证全网的同步测量^[9]。GPS 时钟系统硬件结构如图 2 所示, 其中 1PPH, 1PPM, 1PPS 分别输出时、分、秒, 用于显示时间和追查事故发生的时间。

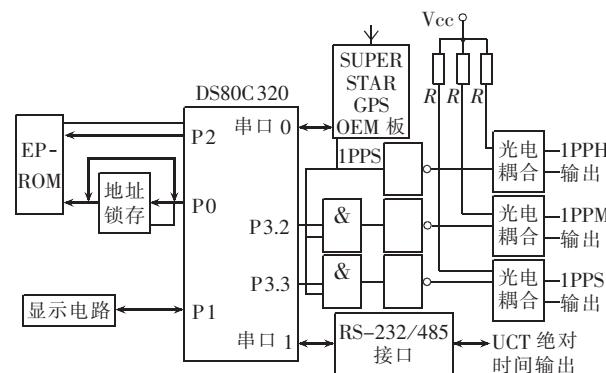


图 2 GPS 时钟系统硬件结构

Fig.2 GPS hardware

2.3 可编程逻辑的应用

本装置的开出量和开入量都相当多, 需要对出口继电器和开关量输入单元进行统一管理, 使每个单元都具有固定的地址, 以便 CPU 对它们的读/写。内部逻辑如图 3 所示。ispLSI1032E 是 LATTICE 早期的复杂可编程逻辑器件, 容量相当于 6000 个等效逻辑门, 具有 64 个 I/O 口和 4 个专用输入口, 可以输入 4 个时钟脉冲, 编程次数 10⁴ 次, 兼容 TTL 输入/输出电平^[10]。系统共设置 10 路开入量, 其中有 1 路

专供 GPS 对时用,该路输入量可由内部或外部 24V 电源提供电平;开出共 12 路,分为 2 类,一类用于驱动出口及信号继电器,此种开出的+24V 电源都是经过本装置逻辑模块告警继电器常闭接点闭锁的,另一类用于驱动告警、呼唤及信号复归等继电器,其+24V 电源是不经过闭锁的。

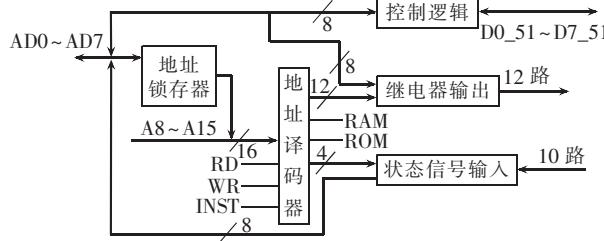


图 3 内部逻辑图

Fig.3 The interior logic

3 结语

本文设计的新型数字备用电源自动投切装置运用先进的设计思想和技术,使电网的备自投装置自动化程度又上一个新台阶,对于电力系统的可靠、安全供电具有重要意义。这套备自投的开发,实现了电力系统自动装置微机化的要求,并且满足变电站综合自动化的要求。在投入使用后,满足设计要求,实现了可靠性、灵敏性、安全性的要求。

参考文献:

- [1] 李文友,周琪,刘小改. 微机备自投装置原理与应用[J]. 水电站机电技术,2005,28(1):22-24.
LI Wen-you,ZHOU Qi,LIU Xiao-gai. Principle and application on the automation switcher of back up power based on the microprocessor[J]. **Mechanical & Electrical Technique of Hydropower Station**,2005,28(1):22-24.
- [2] 边丽江. 数字式自适应型备用电源自动投入装置的研究[D]. 太原:太原理工大学,2002.
BIAN Li-jiang. Digital automatic closing emergency sources device studies[D]. Taiyuan:Taiyuan University of Technology,2002.
- [3] 薛玉龙. 电力备用电源自投装置的开发与应用[D]. 上海:华东理工大学,2003.
XUE Yu-long. Development and application of standby

power supply auto - switch device[D]. East China University of Science & Technology,2003.

- [4] 王建勋,郑太一,李岩军. 新型 220 kV 变压器备自投装置的研制[J]. 吉林电力,2003(6):28-29,44.
WANG Jian-xun,ZHENG Tai-yi,LI Yan-jun. Development of new reserve power source automatic connection device of 220 kV transformer[J]. **Jilin Electric Power**,2003(6):28-29,44.
- [5] 邢建军,屠庆平,翟长社. 新型预装式变电站综合保护装置的设计[J]. 继电器,2004,32(22):48-50,69.
XING Jian-jun,TU Qing-ping,ZHAI Chang-she. Design of a new integrated protector for prepartory transformer substation[J]. **Relay**,2004,32(22):48-50,69.
- [6] 王维俭. 电器主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
- [7] 谢冲,梅大成. 硬件协议栈芯片 W3100A[J]. 国外电子元器件,2005(3):34-36.
XIE Chong,MEI Da-cheng. Hardware protocol stack chip W3100A [J]. **International Electronic Elements**,2005 (3):34-36.
- [8] 胡定辉,吴畏. 嵌入式以太网在微机继电保护装置中的应用[J]. 低压电器,2004(4):32-34,46.
HU Ding-hui,WU Wei. Application of embedded Ethernet in relay protection device[J]. **Low Voltage Apparatus**,2004(4):32-34,46.
- [9] 张林,储忠,李秀娟. 基于 GPS 的 RTU 对时分析[J]. 电力系统通信,2004(6):24-26,34.
ZHANG Lin,CHU Zhong,LI Xiu-juan. GPS based analysis of clock synchronization on RTU[J]. **Telecommunications for Electric Power System**,2004(6):24-26,34.
- [10] 丁家峰,曹建,李新梅. ispLSI1032E 器件及其应用[J]. 电子元件与材料,2002,21(11):34-36.
DING Jia-feng,CAO Jian,LI Xin-mei. ispLSI1032E and its application [J]. **Electronic Components & Materials**,2002,21(11):34-36.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

席珍(1980-),女,河北石家庄人,硕士研究生,从事电力系统自动化方面的研究(E-mail:xizhen203@126.com);

刘曙光(1963-),男,陕西西安人,教授,博士,主要研究方向为微机继电保护及电力自动化。

Design and implementation of standby power supply auto-switching

XI Zhen, LIU Shu-guang

(Xi'an University of Engineering Science & Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: Digitization, intelligence, integration and network are the development trend of standby power supply auto-switching device. A new solution of its design and implementation is raised. Its hardware design, operating principle and some key technologies are introduced. Flexible auto-switching way is realized by using programmable logic technology, communication network by Ethernet, and hardware clock synchronization by GPS(Global Position System) technology. It follows the operation pattern of substation system automatically and executes corresponding auto-switching scheme to ensure power supply continuous and reliable.

Key words: standby power supply auto-switching; Ethernet; GPS; programmable logic