

基于 DSP 新型智能装置的变电站系统

潘永长

(丽水电业局,浙江 丽水 323000)

摘要: 从变电站的现场实际情况出发,结合目前电子器件及微处理器方面的最新技术,提出一种基于 DSP 的新型变电站自动化系统,介绍了以 TMS320F2407 DSP 芯片为核心的智能化断路器的特征及功能,以此为基础,构成了一体化的变电站自动化系统。阐述了从单个节点到多个节点的设计原理及实现,在此基础上分析了网络的七层协议,定义了一套应用于现场的通信规约,详细说明了此规约的通信原理及实际使用情况。

关键词: RS-485 串行总线; 网络协议; 智能化断路器

中图分类号: TM 76

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2005)04-0075-03

0 引言

变电站综合自动化将变电站中的微机保护、微机监控等装置通过计算机网络和现代通信技术集成为一体的自动化系统^[1,2]。由于取消了传统的控制屏台、表计等常规设备,故节省了站内控制电缆,缩小了控制室面积,并且系统具有自诊断功能,能及时发现问题,并记录所发生的时间,有助于分析事故,提高了变电站自动化水平和运行可靠性,减轻了二次回路设备的维护工作,也减少了电力系统调度人员对变电站故障处理人工干预的需求,为此得到了很好的推广应用。

由于变电站是电力系统中发电厂和电力用户之间电力传送的重要一环,传统的 35 kV 及以上电压等级的变电站的二次回路部分是由继电保护、当地监控、远动、故障录波和测距、直流系统与绝缘监视以及通信等各类装置组成的。20 世纪 80 年代,由于微机技术的发展,远动终端、当地监控、故障录波等装置相继更新换代,实现了微机化。这些微机化的设备虽然功能各异,但其数据采集、输出/输入回路等硬件结构大体相似,因而提出了统一考虑变电站自

动化各种功能的系统集成、变电站综合自动化等。90 年代随着电网调度自动化系统的全面发展和无人值班变电站的推广,综合微机应用技术、计算机网络技术和现代通信技术组成的各种类型的变电站综合自动化才大量涌现。

从变电站自动化系统的结构看,现有的系统均采用分层的设计思想,具有一定的分布式特征和相应的独立性。然而,目前变电站只有监视、控制、保护等装置。在上述基础上,本文将重点介绍新研制的基于 DSP 新型智能化断路器的变电站综合自动化^[3]。由于变电站内通信网络是变电站综合自动化的重要组成部分,是实现控制命令、事件告警和采样数据快速、可靠传输的高速数据通道,是变电站实现自动化的关键技术之一,因此还介绍了基于 DSP 新型智能化断路器的特征、功能和该自动化系统的通信结构设计。实际工程应用表明,该自动化系统的设计研制是成功的。

1 基于 DSP 智能化断路器特征及功能

1.1 特征

TMS 320 系列 DSP 的体系结构专为实时信号处理而设计,它具有灵活的指令集、高速的运算能力、

改进的并行结构,同时性价比也很理想。专用的硬件乘法器,使乘法可在一个指令周期内完成,并且采用静态 CMOS 技术,使得供电电压降为 3.3 V,减少了控制器的功耗,40 MIPS 的执行速度使得指令周期缩短到 25 ns,提高了控制器的实时控制能力。

1.2 功能

断路器是配电系统中的重要电气元件,可以对配电系统、电力输送系统和用电设备的过载、短路、接地故障以及欠电压等实现保护,以避免或减少故障对电力系统和用电设备造成的损失,确保供电系统的可靠性和安全性,提高其智能化一直是人们关注的问题。

如图 1 所示,在线路保护中采集进来的电压/电流,经过二次霍尔传感器降为较低的电压/电流信号,将其都转化为 0~5 V 电压信号之后,经过带通滤波器和二级低通滤波器,让工频 50 Hz 左右的信号通过并滤除 10 次以上的谐波和高频干扰,然后对信号进行放大,将信号变为 TMS320F2407A 所能处理的 3.3 V 之内,这些由外围电路实现。

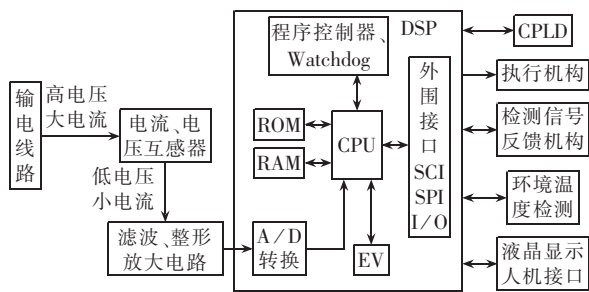


图 1 智能化断路器结构功能图

Fig.1 The functional block diagram of intelligent circuit breaker

DSP 将采进来的小于 10 次谐波的分量用数字滤波算法加以提取,根据香农采样定理,对每个周期的采样点数为 24 个,就足以满足采样频率大于 10 次谐波频率的 2 倍。

CPLD 芯片采用 Altera 公司的 EPM7128S 芯片,可简化电路设计元件,并可用 VHDL 语言编制简单的逻辑程序^[4,5]。例如,本装置所设计的外围控制键盘,通过 CPLD 编辑键盘扫描程序,为 DSP 节省空间和响应时间。在扩展上位机和下位机通信中,利用小容量的 CPLD 或 FPGA 能实现 TMS320 F2407A 串口的扩展,具有一定的应用价值。

其检测信号反馈机构是实现线路保护的关键,它要判定重合闸、继电器是否正常工作,还要实时检测电源供电情况和 DSP 芯片的正常运行等。对智能断路器的控制、操作参数可通过人机接口输送到 DSP 芯片,可随时对现场的实际情况进行调整。

2 多个节点的硬件设计

RS-485 与 RS-422A 一样,也是一种平衡传输方式的串行接口标准,它和 RS-422A 兼容,并且扩展了 RS-422A 的功能。两者主要差别在于 RS-

422A 为全双工,RS-485 为半双工;RS-422A 采用两对平衡差分信号线,RS-485 只需其中的一对;RS-422A 只允许电路中有一个发送器,而 RS-485 标准允许在电路中有多个发送器,因此,它是一种多发送器的标准。RS-485 还允许一个发送器驱动多个负载设备,负载设备可以是被动发送器、接收器或收发器组合单元。RS-485 的共线电路结构是在一对平衡传输线的两端都配置终端电阻,其发送器、接收器、组合收发器可挂在平衡传输线上的任何位置,实现在数据传输中多个驱动器和接收器共用同一传输线的多点应用。在 RS-485 互连中,某一时刻两个站中,只有一个站可以发送数据,而另一站只能接收数据,因此其发送电路必须由使能端加以控制。

RS-485 标准抗干扰能力强,传输速率高,传输距离远。采用双绞线,不用 Modem 的情况下,在 100 kbit/s 时,可传送的距离为 1.2 km,若速率降到 9 600 bit/s,则传送距离可达 15 km。它允许的最大速率可达 10 Mbit/s(传送 15 m)。RS-485 允许平衡电缆上连接 32 个收发器/接收器对(见图 2)。

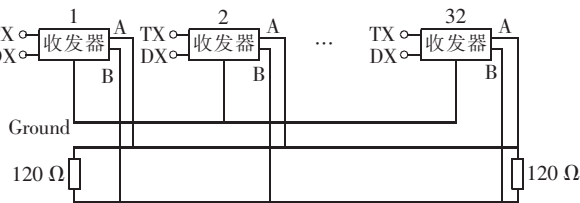


图 2 多节点硬件原理图

Fig.2 The principle diagram of multi nodes

本装置采用的是 PX485N 型 RS-232/RS-485 接口转换器,其采用串口窃电技术、数据流向自动控制、内置抗雷击保护器、跳线选择匹配电阻的 32 节点通用 485 转换器。如图 3 所示,电源部分从串口 TXD 信号中获得电能,经过适当变换后作为 RS-232 一侧的电源。RS-232/RS-485 转化部分有两个任务:RS-232 信号变 RS-485 信号;RS-485 信号变 RS-232 信号。

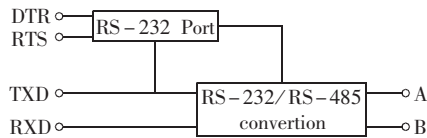


图 3 RS-232/RS-485 转换器原理图

Fig.3 The principle diagram of RS-232/RS-485 converter

目前,在变电站自动化系统中,微机保护、微机监控和其他微机型的自控装置间的通信,大多数通过 RS-422/RS-485 通信接口相连,实现监控系统与微机保护和自动装置间的相互交换数据和状态信息。这与变电站原来的二次系统相比,已有很大的优越性,可节省大量连接电缆,接线简单、可靠。

3 通信协议

网络通信协议一般由底而上分为物理层、数据

链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层等,根据不同的应用可以实现部分或全部的分层。在本 RS-485 网络中只实现了 4 层:物理层、数据链路层、传输控制层和应用层。

3.1 物理层

RS-485 网络物理层采用差分信号传输方式,提高了传输电平,并支持最多 32 个从设备共享通信信道。RS-485 物理层被很多工业总线如 CAN, Profibus 所采用。

3.2 数据链路层

数据链路层接收上层的数据帧并进行重新封装,生成网上设备可以识别的数据链路帧。同时它还要接收网上的数据链路帧,进行 CRC 校验、接收处理。数据链路层进行封装时,在上层数据帧前加上帧头,再对数据包进行 CRC 校验,具体格式如表 1 所示。

表 1 数据链路层格式
Tab.1 The data link layer format

帧头	上层数据包	CRC 校验
1 字节	<i>n</i> 字节	2 字节

3.3 传输控制层

为了确保发送帧能正确到达,主机要对数据传输进行必要的连接控制。主机与从机通信时,首先要设定一个 100ms 的超时计数器。主机发完一帧数据后复位超时定时器,如果在 100ms 内没有收到从机的应答帧或者数据帧,主机会重发一次;第二次如果从机还没发应答帧或者数据帧,主机则会报错。

帧分为命令帧和数据帧。在命令帧和数据帧中包含简单的异或和校验字节,当接收帧的异或校验和不对时,会发送重发请求帧。

命令帧较简单,常用命令字有数据请求、重发请求,以及主机在启动时的从机检测等,其格式见表 2。

表 2 命令帧格式
Tab.2 The command frame format

目的地址	源地址	命令字	异或校验和
1 字节	1 字节	1 字节	1 字节

数据帧除包含目的地址和源地址外还包含数据包长度和需发送的数据包,其格式如表 3 所示。

表 3 数据帧格式
Tab.3 The data frame format

目的地址	源地址	数据包长度	数据包	异或校验和
1 字节	1 字节	1 字节	<i>n</i> 字节	1 字节

3.4 应用层

应用层将用户程序生成的命令字和数据报转换成下层所能识别的格式,同时对捕捉到的命令字和数据包递交应用用户程序进行解释、处理。它完成用户程序和通信程序的衔接。

4 结论

基于DSP 新型智能装置的变电站系统已经运行于实际工程中,并得到较广泛的应用。

虽然 RS-485 存在许多缺点,但其还具有一定的生命力。本文研究的通信规约中,自定义了通信协议,此协议在实际通信中能够快速、准确保证数据的传输,具有很强的纠错能力。

参考文献:

[1] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京:水利电力出版社,1992.

[2] 朱家坚. 计算机网络及应用[M]. 沈阳:东北大学出版社,1996.

[3] 苑 舜. 高压开关设备状态监测与诊断技术[M]. 北京:机械工业出版社,2001.

[4] 侯伯亨,顾 新. VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2001.

[5] 张永伟,尹项根,李彦武,等. CPLD 在断路器在线监测数据采集系统中的应用研究[J]. 电力自动化设备,2003,23(4):34-37.

ZHANG Yong-wei,YIN Xiang-gen,LI Yan-wu,et al. Research on application of CPLD in data acquisition system for breaker online monitoring [J]. **Electric Power Automation Equipment**,2003,23(4):34-37.

(责任编辑:戴绪云)

作者简介:

潘永长(1966-),男,浙江云和人,工程师,主要从事电力系统继电保护及自动化的管理及设计工作(E-mail:Pan_yongchang@ls.zpepc.com.cn)。

Substation automation system with DSP-based intelligent equipment

PAN Yong-chang

(Lishui Electric Power Bureau,Lishui 323000,China)

Abstract: According to the real conditions of substations, a substation automation system equipped with DSP-based intelligent devices is brought forward,which combines with the new technologies in electronic equipment and microprocessor. The features and functions of an intelligent circuit breaker,with TMS320F2407 DSP as its core,are described,based on which an integrated substation automation system is constructed. The principle and realization of mono- and multi-node design are indicated and the seven-layer network protocol is analysed. A set of communication protocol fit for field operation is presented,and its principle and application are detailed.

Key words: RS-485 serial bus; network protocol; intelligent circuit breaker