

# 基于 CAN 总线的变电站监控系统

杨如锋,伍爱莲,朱华伟

(武汉大学 电气工程学院,湖北 武汉 430072)

**摘要:** 现场总线控制系统作为新一代控制系统在电力系统尤其是在自动化中得到了广泛的应用。介绍了现场总线中一种很有影响的控制局域网络 CAN(Control Area Network)总线技术,设计出了一套基于 CAN 总线的变电站监控系统。阐述了系统的硬件结构设计及软件设计的程序流程。该系统可靠性高、通信速度快、抗干扰能力强、组态灵活,有着广泛的应用前景。

**关键词:** CAN 总线; 变电站监控; 智能终端; 适配卡

**中图分类号:** TM 76

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-6047(2005)01-0043-03

## 0 引言

控制局域网 CAN(Control Area Network)属于现场总线范畴,是一种有效支持分布式控制的串行通信网络<sup>[1,2]</sup>。相比于传统的 RS-422/485 总线,CAN 总线有以下优越性:

**a.** 多主方式工作,网络上任一节点任意时刻主动向网络上的其他节点发送信息,而不分主从,通信方式灵活;

**b.** 数据帧中的数据最多为 8 个字节,这样不仅可满足工控领域中传送控制命令、工作状态和测量数据的一般要求,而且保证了通信的实时性;

**c.** CAN 网络上的节点信息分为不同等级,可满足不同的实时要求,高优先级的数据最多可在 140  $\mu$ s 内得到传输;

**d.** 采用非破坏性总线仲裁技术,当多个节点同时发送信息时,优先级较低的节点会主动退出发送,而高优先级的节点可不受影响地传输数据;

**e.** CAN 的直接通信距离最远可达 10 km (速率

5 kbit/s 以下),通信速率最高可达 1 Mbit/s(通信距离 40 m 以下);

**f.** CAN 节点在自身发生严重错误的情况下具有自动关闭功能,从而保证网络上其他节点的操作不受影响;

**g.** CAN 协议也是建立在国际标准组织的开放系统互联模型基础上的,不过,其模型结构只有 3 层,即只取 OSI 底层的物理层、数据链路层和应用层。

由于 CAN 的数据结构简单,又是范围较小的局域网,因此不需要其他中间层,应用层数据直接取自数据链路层或直接向链路层写数据。结构层次少,有利于系统中实时控制信号的传递。

因为对变电站自动化系统的通信可靠性提出了更高的要求:高度的实时性、有效性、抗干扰性,所以研制了基于 CAN 总线的变电站监控系统。

## 1 基于 CAN 总线的变电站监控系统

### 1.1 系统的总体结构

系统由上位机、通信适配卡、智能终端以及相关软件组成,其系统结构如图 1 所示。该系统可实现交流数据的采集、处理、控制,对变电站监测监控。本

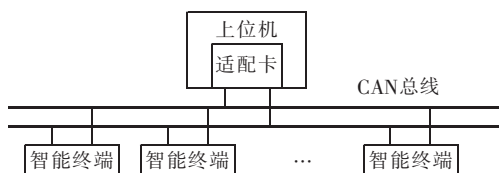


图 1 基于 CAN 总线的变电站监控系统结构

Fig.1 The structure of substation supervisory system based on CAN bus

系统的关键硬件是智能终端和通信适配卡的设计。

## 1.2 智能终端设计

智能终端主要是一个数据采集模块,安装在现场,直接和设备相连,完成测量、通信和控制功能,其原理结构如图 2 所示。

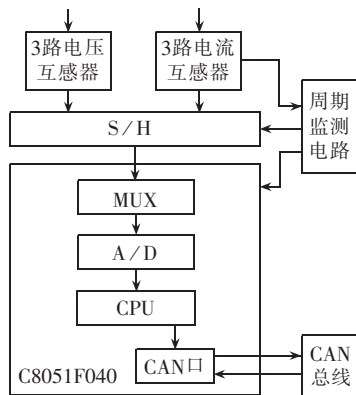


图 2 智能终端结构框图

Fig.2 The block diagram of intelligent terminal

该智能终端使用的数据采集模块可采集交流数据,它是以单片机 C8051F040 为核心,对一路馈线电量进行交流数据采集,经过算法运算处理后得到所需参数,通过其 CAN 口将数据传送到上位机,进行监控。从互感器输出的三相电压、三相电流转换成合适的电压直接送到采样保持器 S/H,再送至 C8051F040 的模拟输入端,经多路选择开关, A/D 转换器,送至 CPU 处理后由 CAN 口送至上位机。每周采样 64 个点,采用均方根值法,和傅里叶算法比较后选其优者。

## 1.3 CAN 通信适配卡设计

CAN 通信适配卡插在上位机的扩展槽上,实现智能终端与上位机之间的高速数据交换。主要由双口 RAM、嵌入式微处理器 80C188、CAN 通信控制器 SJA1000、CAN 收发器 82C250、数据缓存器等组成,其硬件原理结构图如图 3 所示。该适配卡的 CAN 总线网络通信功能由嵌入式微处理器 80C188 和 CAN 控制器 SJA1000 完成具体的报文发送和接收控制任务。该适配卡上的高速双口 RAM 在 PC 机和适配卡上的 CPU 之间建立起双向的数据交换通道,可实现 PC 机与 CAN 控制器之间的数据传送。适配卡上带有光电隔离,能避免 PC 机由于环流造成的损坏,增强了系统在现场环境中使用的可靠性,提高了抗干扰能力。

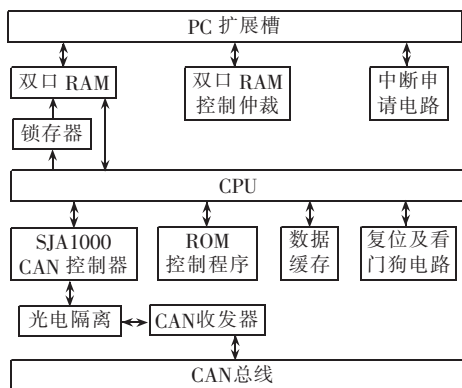


图 3 CAN 通信适配卡原理结构图

Fig.3 The principle diagram of CAN communication adapter

## 2 软件设计

软件设计的关键是 CAN 通信软件的程序设计。CAN 通信软件设计的三层结构模型为:网络物理层、数据链路层和应用层。网络物理层和数据链路层的功能由 CAN 接口器件完成,包括硬件电路和通信协议两部分。CAN 通信协议规定了四种不同用途的网络通信帧,即数据帧、远程帧、错误指示帧和超载帧。CAN 通信协议的实现,包括各种通信帧的组织和发送,均是由集成在 SJA1000 通信控制器中的电路实现的。因此,系统软件开发的重点在应用层软件的设计上,主要包括初始化、发送、接收三大部分程序。

### 2.1 初始化程序

初始化程序主要是通过对 CAN 控制器 SJA1000 控制段中的寄存器写入控制字,进行初始化,从而确定 SJA1000 的工作方式。其流程图如图 4 所示。

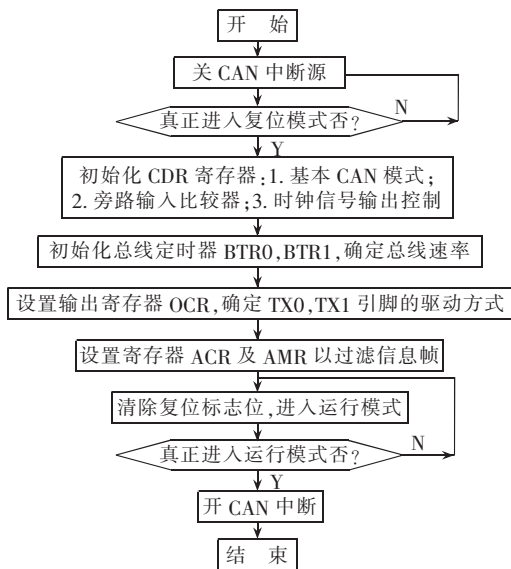


图 4 初始化流程图

Fig.4 The flowchart of initialization

### 2.2 发送程序

发送程序是把需要发送的信息帧送到 SJA1000 的发送缓冲区,并且启动发送命令。信息从 SJA1000

的发送缓冲区到 CAN 总线的过程则由 SJA1000 自动完成。程序流程如图 5 所示。

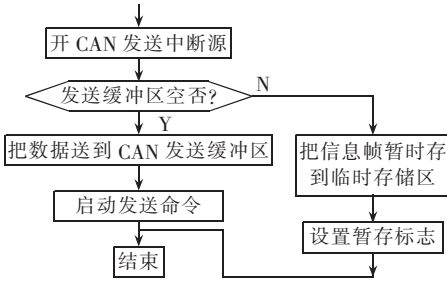


图 5 发送程序流程图

Fig.5 The flowchart of transmission program

### 2.3 接收程序

接收程序是从 SJA1000 的接收缓冲区读取要接收的信息,释放接收缓冲区,并对接收的信息进行处理。信息从 CAN 总线到 SJA1000 接收缓冲区也是 SJA1000 控制器自动完成的。程序流程如图 6 所示。

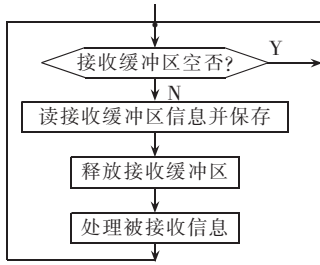


图 6 接收程序流程图

Fig.6 The flowchart of reception program

### 3 结语

采用基于 CAN 总线的变电站监测监控系统,既可避免使用大量电缆将 TV,TA 二次侧电参数传送到中控室;又可减少线损造成的误差,提高测量精度;还可取代中控室,使之节约占地面积与基建投资。该系统与传统的变电站监测监控系统相比,具有如下特点:

- a. 前端智能单元可安装于 TA 或 TV 端子箱内,对所采集的数据就地处理,数字化传送;
- b. 网络由两根双绞线组网,故障率低,通信波特率高;

- c. 解决了传统监测系统中 TV,TA 到中控室间的降压问题,测量精度高;
- d. 抗干扰能力强,能在户外恶劣条件下运行;
- e. 结构简单,体积小,安装、维修方便。

### 参考文献:

[1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.  
 YANG Xian-hui. Fieldbus technology & application[M]. Beijing:Tsinghua University Press,1999.

[2] 饶运涛. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.  
 RAO Yun-tao. The theory of CAN fieldbus & technical application[M]. Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,2003.

[3] 李刚,林凌. 与 8051 兼容的高性能、高速单片机[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.  
 LI Gang,LIN ling. High-powered and high-speed SCM—C8051Fxxx[M]. Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,2002.

[4] 刘晓军. CAN 总线在变电站自动化系统中的应用[J]. 电力自动化设备,2002,22(11):53-55.  
 LIU Xiao-jun. Application of CAN bus in substation automation system [J]. **Electric Power Automation Equipment**,2002,22(11):53-55.

[5] 张艳伟,刘涤尘,管保安,等. CAN 总线在变电站高压开关柜在线检测系统中的应用[J]. 电力自动化设备,2003,23(11):44-46.  
 ZHANG Yan-wei,LIU Di-chen,GUAN Bao-an,et al. Application of CAN bus in HV switchboard online detection system of substation [J]. **Electric Power Automation Equipment**,2003,23(11):44-46.

(责任编辑:戴绪云)

### 作者简介:

杨如锋(1979-),男,湖北天门人,硕士研究生,研究方向为电及非电量计算机监控(E-mail:yangrufeng79@163.com);  
 伍爱莲(1945-),女,湖南湘潭人,教授,从事电及非电量的检测的研究;  
 朱华伟(1977-),男,湖北宜昌人,硕士研究生,研究方向为电及非电量计算机监控。

## Substation supervisory system based on CAN bus

YANG Ru-feng,WU Ai-lian,ZHU Hua-wei

(School of Electrical Engineering,Wuhan University,Wuhan 430072,China)

**Abstract:** As a new control system,FCS(Fieldbus Control System) is used widely in power system, especially in substation automation. The CAN (Control Area Network) bus is introduced. A supervisory system based on CAN bus for substation automation is designed and put into operation in laboratory. Its hardware structure and software flowchart are presented. Its characteristics,such as high reliability,high communication speed,strong anti-jamming capability,flexible configuration and so on,make it applied widely.

**Key words:** CAN bus; substation supervision; intelligent terminal; adapter