

# 浅谈 CAN 总线技术及其在电站监控中的应用

李庆军, 赵黎明, 戴文晶

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 介绍了现场总线 CAN 的原理和特点。利用 CAN 总线技术, 针对新建及改建电站提出设计、改造方案。该方案采用分层分布式结构, 任务功能模块化; CAN 节点在严重错误的情况下自动关闭输出, 不会影响其它设备的正常运行, 使系统可靠性提高; 系统通信速度快; 抗干扰能力强; 组态灵活。系统已在多个电站投入运行。

**关键词:** 现场总线; CAN 总线; 电站监控

**中图分类号:** TP393.1; TP273 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2000)10-0038-03

## 1 概述

CAN(Controller Area Network)总线即控制器局域网络,是德国 Bosch 公司在 80 年代初研制成功的,最初主要是为汽车监测、控制系统而设计的。汽车控制需要检测及交换大量数据,采用硬接信号线的方式不但繁琐、昂贵,而且难以解决问题,采用 CAN 总线方式就可以很好地解决这些问题。在工业测控系统中,采用现场总线技术实现现地级数据传输,是提高工业现场实时效率的有效途径。现场总线是面向工业控制网络的通信标准,它建立在开放系统互连(OSI)参考模型上,是一种工业环境中的通信标准。CAN 总线作为现场总线之一,以其卓越的特性,低廉的价格,极高的可靠性和灵活的结构,使其应用范围不再局限于汽车工业,而向机械工业、过程工业等领域发展,更适合现地级工业过程监控设备的互联。CAN 总线已成为国际标准,并已被公认为最有前途的现场总线之一。

## 2 CAN 的性能特点

CAN 采用了 ISO/OSI 模型全部七层中的两层,物理层和数据链路层。物理层又分为物理信令(PLS Physical Signalling)、物理媒体附件(PMA, Physical Medium Attachment)与媒体接口(MDI, Medium Dependent Interface)三部分,完成电气连接、实现驱动器/接受器特性、定时、同步、位编码解码。数据链路层分为逻辑链路控制(LLC)与媒体访问控制(MAC)两部分,分别完成接收滤波、超载通知、恢复管理,以及应答、帧编码、数据封装拆装、媒体访问管理、出错检测等。

CAN 总线基于下列 5 条基本规则进行通信协调:

1) 总线访问 CAN 控制器只能在总线空闲状态期间开始发送。所有 CAN 控制器同步于帧起始的前沿(硬同步)。

2) 仲裁 若有两个或更多的 CAN 控制器同时发送,总线访问冲突通过仲裁场发送期间位仲裁处理方法予以解决。

3) 编码/解码 帧起始、仲裁场、控制场、数据场和 CRC 序列使用位填充技术进行编码。

4) 出错标注 当检测到位错误、填充错误、形式错误或应答错误时,检测出错条件的 CAN 控制器将发送一个出错标志。

5) 超载标注 一些 CAN 控制器发送一个或多个超载帧以延迟下一个数据帧或远程帧的发送。

CAN 总线具有高可靠性、实时性和灵活性,它的具体特点如下:

1) CAN 总线插卡可以任意插在 PC AT XT 兼容机上,方便地构成分布式监控系统。

2) CAN 总线规范为 2.0PART A. ISO11898。

3) CAN 可以多主方式工作,网络上任意一个节点均可以在任意时刻向网络上其它节点发送信息,而不分主从,通讯方式灵活。

4) CANBUS 网络上节点可分成不同的优先等级,可以满足不同的实时要求。

5) CAN 采用非破坏性仲裁技术,当两个节点同时向网络上传送信息时,优先级低的节点主动停止数据发送,而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据,有效避免了总线冲突。

6) CAN 可以实现点对点、一点对多点及全局广播等方式传送和接受数据。

7) CAN 通讯距离最远可达 10km/5kbps,通讯速率最高可达 1Mbps/40m。

8) CAN 上节点数取决于总线驱动电路,实际可

达 110 个。

9) CAN 采用短帧结构,每一帧为 8 个字节,传输时间短,受干扰的概率低。

10) CAN 的每帧信息都有 CRC 效验及其他检错措施,保证了数据的出错率极低。

11) 通讯介质采用双绞线、同轴电缆或光纤,选择灵活。

12) CAN 节点在错误严重的情况下,具有自动关闭输出的功能,切断它与总线的联系,以使总线上其它操作不受影响。

13) NRZ 编码/解码方式,并采用位填充技术。

14) 用户接口简单,编程方便,很容易构成用户系统。

### 3 CAN 的检测

CAN 有很强的纠错能力。不同于其它总线,CAN 协议不能使用应答信息。它将发生的任何错误用信号发出。CAN 协议可使用五种检查错误的方法,其中前三种为基于报文内容检查。

#### 1) 循环冗余检查(CRC)

在一帧报文中加入冗余检查位可保证报文正确。接收站通过 CRC 可判断报文是否有错。

#### 2) 帧检查

这种方法通过位场检查帧的格式和大小来确定报文的正确性,用于检查格式上的错误。

#### 3) 应答错误

如前所述,被接收到的帧由接收站通过明确的应答来确认。如果发送站未收到应答,那么表明接收站发现帧中有错误,也就是说,ACK 场已损坏或网络中的报文无站接收。CAN 协议也可通过位检查的方法探测错误。

#### 4) 总线检测

有时,CAN 中的一个节点可监测自己发出的信号。因此,发送报文的站可以观测总线电平并探测发送位和接收位的差异。

#### 5) 位填充

一帧报文中的每一位都由不归零码表示,可保证位编码的最大效率。然而,如果在一帧报文中太多相同电平的位,就有可能失去同步。为保证同步,同步沿用位填充产生。在五个连续相等位后,发送站自动插入一个与之互补的补码位;接收时,这个填充位被自动丢掉。例如,五个连续的低电平位后,CAN 自动插入一个高电平位。CAN 通过这种编码规则检查错误,如果在一帧报文中 6 个相同位,

CAN 就知道发生了错误。

### 4 CAN 在电站监控系统中的应用

本监控系统采用计算机、现场总线、PLC、自动控制等技术,适用于新建及改造的水(火)电站。实现对全站设备如:发电机、主变压器、厂变压器、母线、馈线、断路器、隔离开关等的集中监控。系统结构如图 1 所示,由监控主机、通信机、CAN 网接口卡、若干台现地控制单元(LCU)组成。监控主机通过 CAN 网络采集实时数据,实现人机接口、监视、控制、管理等功能;通信机向远方调度中心发送数据并接受调度的控制命令;现地控制单元实现数据采集、控制等功能,它可以采集开关量:断路器、隔离开关、保护接点等;模拟量:电压、电流、有功功率、无功功率、温度、压力等;脉冲量;它可以实现机组起停、断路器合、分等控制功能;现地控制单元有 CAN 通信接口,可完成与主站的数据交换。

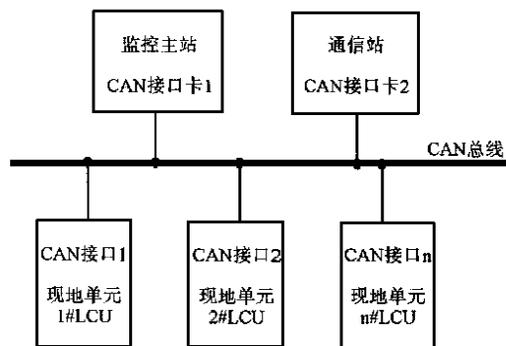


图 1 系统结构图

系统通过双绞线把现地控制级的 LCU 装置、以及控制管理级的工控机挂在一条 CAN 总线上,构成 CAN 通信网络。LCU 装置支持 CAN 总线标准,工控机采用了支持 CAN 总线标准的 CAN 网络接口卡,各节点在网络中地位相同,允许总线上各节点平等争用总线,从而可构成具有多节点的冗余网络结构。

CAN 接口卡是具有高性能价格比的智能通讯适配卡,它使 PC 机方便地连接到 CAN 总线上。CAN 卡上高性能的嵌入式微处理器 80C188 极大地减轻了主机 PC 的通讯负担,而且可以运行用户复杂的通讯任务。卡上有高速双口 RAM,直接映射到主机内存空间,实现 CAN 与主机 PC 的高速数据交换。CAN 卡上带有光电隔离,保护 PC 机避免由于地环流的损坏,增强系统在恶劣环境中使用的可靠性。CAN 卡带有可配置的 RiLon 协议、DOS 及 Win-

downs 驱动程序。

CAN 接口卡符合 CIA 标准,具体定义如下:

1 2 3 4 5 6 7 8 9  
NC CAN-L GND NC NC (GND) CAN-H NC (VCC)

CAN 标准支持半双工通信,传输介质采用双绞线。最大传输速率可达 1Mbps(传输距离为 40m)。最大传输距离可达 10km(传输速率为 5kbps)。我们在实际应用中传输速率为 250kbps,传输距离为 270m。由图 2 可看出,负载连接在 CAN-H 和 CAN-L 之间,终端匹配阻抗的值应该等于信号线的特性阻抗的值,大约为 120。否则,电阻不匹配的情况下,有可能降低数据的有效传输率。

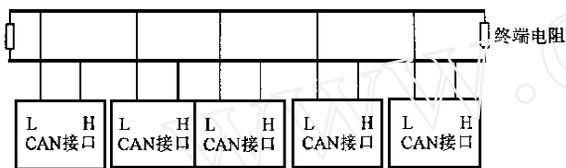


图2 CAN网接线示意图

CAN 通信协议规定有 4 种不同的帧格式,即数据帧、远程帧、出错帧和超载帧。数据帧携带数据由发送帧至接收帧;远程帧通过总线单元发送,以请求发送具有相同标识符的数据帧;出错帧由检测出总线错误的任何单元发送;超载帧用于提供当前的和后续的数据帧的附加延迟。数据帧和远程帧借助帧间空间与当前帧分开。

(1) 数据帧:数据帧由 7 部分组成:帧起始、仲裁场、控制场、数据场、CRC 场、应答场和帧结束。CAN 协议支持两种报文格式,其唯一的不同是标识符(ID)长度不同,标准格式为 11 位,扩展格式为 29 位。

在标准格式中,报文的起始位称为帧起始(SOF),然后是由 11 位标识符和远程发送请求位(RTR)组成的仲裁场。RTR 位标明是数据帧还是请求帧,在请求帧中没有数据字节。

控制场包括标识符扩展位(IDE),指出是标准格式还是扩展格式。它还包括一个保留位(10),为将来扩展使用。它的最后四个字节用来指明数据场中数据的长度(DLC)。数据场范围为 0~8 个字节,其后有一个检测数据错误的循环冗余检查(CRC)。

应答场(ACK)包括应答位和应答分隔符。发送站发送的这两位均为隐性电平(逻辑 1),这时正确接收报文的接收站发送主控电平(逻辑 0)覆盖它。用这种方法,发送站可以保证网络中至少有一个站能正确接收到报文。

报文的尾部由帧结束标出。在相邻的两条报文间有一很短的间隔位,如果这时没有站进行总线存取,总线将处于空闲状态。

(2) 远程帧:远程帧用来远程数据请求;远程帧由 6 个不同分位场组成:帧起始、仲裁场、控制场、CRC 场、应答场和帧结束。

(3) 出错帧:出错帧由两个不同场组成,第一个场由来自各站的错误标志叠加得到,随后的第二个场是出错界定符。

(4) 超载帧:超载帧包括两个场:超载标志和超载界定符。



图3 帧格式

## 5 结论

本系统采用分层分布式结构、模块化设计思想、CAN 总线技术,使之具有良好的可靠性、开放性、通用性、可扩展性。能够完成数据采集与处理、报表生成与打印、机组顺序控制、功率调节、语音报警、远动等功能。可以提高电站的自动化水平,为电站的无人值班、少人值守和安全经济运行提供了全新的解决方案。

本系统已在多个电站投运,运行安全可靠,实践证明这种结构是电站监控系统最佳解决方案之一,CAN 总线技术在自动控制领域将有很好的发展前景。

## 参考文献:

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 清华大学出版社,1999,6.
- [2] 邬宽明. CAN 总线原理和应用系统设计[M]. 北京航空航天大学出版社,1996,11.

收稿日期: 2000-03-20

作者简介: 李庆军(1966-),男,大学本科,工程师,主要从事电力系统自动化方面的研究、设计; 赵黎明(1973-),男,本科,助工,从事电力系统自动化的设计、研究;戴文晶(1976-),女,本科,助工,从事电力系统自动化的设计、研究。

# 电力系统通信规约转换器的设计

谢 龙, 王 渺

(武汉水利电力大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 结合工程实例设计出一种电力系统通信规约转换器。通信规约转换器能够实现主站、RTU 以及 IEDs 设备之间不同通信规约的转换。通信规约转换器的工程化应用可为中小型变电所自动化系统的改造减少一大笔资金投入。

**关键词:** 电力系统; 通信; 规约转换

中图分类号: TN915 05

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)10-0041-02

## 1 引言

GR-90 是美国最新一代的 RTU 产品,它采用全新的开放式结构和分布式处理概念,各 I/O 模块均自带 8 位微处理器,可构成独立的分布式 SCADA 系统或分站控制器,广泛应用于电力、输油、输气、城市公用事业等监控系统中,目前在电力系统中的典型应用如图 1 所示:

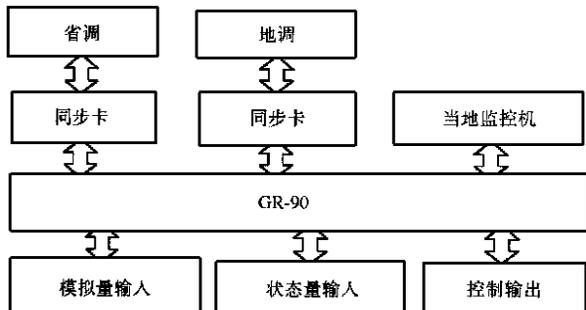


图 1 GR-90 在电力系统中的典型应用

在上述应用中存在以下几个问题:(1)当 GR-90 以多种的通信规约与主站(调度端)、当地监控机、IEDs 设备通信时,用户需要花费大量资金购买这些规约;(2)GR-90 的通信接口仅支持异步通信方式,它只有通过接入一块价格昂贵的同步卡才能与主站(调度端)进行同步通信;(3)当用户考虑接入多个

IEDs 设备时,GR-90 提供的通信接口数目不能满足要求。

## 2 通信规约转换器设计说明

针对前面提出问题,我们设计出一种通信规约转换器,它具备以下功能:(1)实现主站、RTU 以及 IEDs 设备之间不同通信规约的转换,例如部颁 CDT 规约、Modbus 规约、SC1801 规约等;(2)支持同步和异步两种通信方式以及不同的波特率;(3)提供多路独立的全双工 RS-232 串行通信接口,可与主站(调度端)、当地 RTU、当地监控机、IEDs 设备通信;(4)提供专用的维护接口和应用软件以及 E<sup>2</sup>PROM 技术,实现对系统配置参数的在线修改和掉电保存。

### 2.1 总体设计方案

通信规约转换器总体设计方案如图 2 所示:

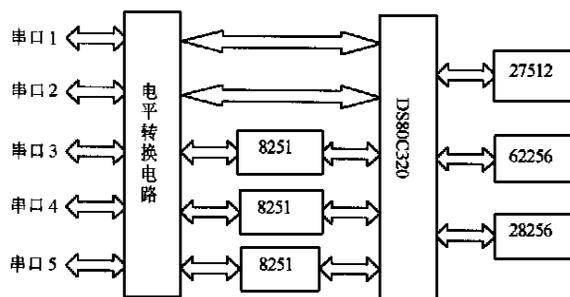


图 2 通信规约转换器总体设计方案

## CAN bus technique and its application in monitoring and controlling of substation

LI Qing-jun, ZHAO Li-ming, DAI Wen-jing

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** The principle and character of site bus CAN is presented in this paper. It proposes a design and innovation scheme for newly built and innovated substations based on the CAN bus technique. The scheme is in layered and distributive structure and is of module for functions. The CAN node can close its output automatically in case of serious fault without effecting any other equipment's operation. This brings the system a high reliability, high speed communication, powerful anti-interference capability and flexible configuration. The systems in this technique are running in many substations.

**Keywords:** site bus; CAN bus; monitoring and controlling of substation