

# CAN 总线在逆变电源监控中的应用

戴青云<sup>1,2</sup>, 邹沐昌<sup>1</sup>, 邬伟扬<sup>3</sup>, 任晓鹏<sup>2</sup>

(1. 燕山大学信息科学与工程学院, 河北省秦皇岛市 066004;

2. 石家庄职业技术学院, 河北省石家庄市 050081;

3. 燕山大学电气工程学院, 河北省秦皇岛市 066004)

**摘要:**为了满足逆变电源多模块监控的实时性、可扩展性、灵活性、可靠性等需求,对现场总线进行了研究和分析,系统采用 CAN 现场总线作为通信传输方式组建了监控网络,对带 DSP 控制器的逆变电源模块进行监控。在此基础上详细描述了操作站一侧监控方案的设计,重点介绍了 CAN 总线应用层协议的具体制定以及系统通信软件的设计和实现,实现了操作站与控制器的通信,完成了对逆变电源模块的监控功能。

**关键词:** CAN 总线;应用层协议;逆变电源;监控

**中图分类号:** TP336

## 0 引言

新型高频中小功率逆变电源设备运用电源模块之间的并联实现功率合成,组成积木式、智能化的分布式大功率电源系统,是当今很有应用前景的新型技术。将若干电源模块组合起来,可以构成任意功率等级的供电系统,有着广泛的应用前景。

随着计算机网络技术的迅速发展,全数字的现场总线控制系统代替数字与模拟混合分布式控制系统已经成为工业自动化控制系统发展的必然趋势。以现场总线为基础的全数字化自动控制系统是当今世界各国在工业自动化领域的热点课题。本文采用 CAN (控制器区域网)现场总线组建监控网络,对含 DSP (数字信号处理器)的嵌入式智能控制器的电源模块进行单模块和多模块监控。

## 1 CAN 总线

CAN 总线属于现场总线范畴,是由 Bosch 公司为汽车应用而开发的一个多主机局部网络系统。CAN 总线是一种串行数据通信总线,通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤,其通信速率可以达到 1 Mbit/s。在 CAN 总线通信控制器中集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层功能,可完成对通信数据的成帧处理,包括零位的插入和删除、数据块编码、CRC (循环冗余校验)、优先级判别等工作。CAN 协议采用对数据块进行编码的方式,数据块的标识码可由 11 位 (按 CAN 技

术规范 2 0A)或 29 位 (按 CAN 技术规范 2 0B)二进制数组成,因此可定义  $2^{11}$  或  $2^{29}$  个不同的数据块。这种按数据块编码的方式,还可以使不同的节点同时接收相同的数据,这在分布式控制系统中非常有用。数据长度最多为 8 字节,可满足通常工业领域中控制命令、工作状态及测试数据一般要求,同时,8 字节也不会占用太多的时间,保证了数据通信的实时性,并有总线仲裁和优先级机制。CAN 协议采用 CRC 并提供相应的错误处理功能,保证了数据通信的可靠性。由于以上特点,CAN 总线特别适合工业现场设备的互连。

CAN 总线结构模型取 ISO /OSI 参考模型的第 1、2、7 层即物理层、数据链路层和应用层协议。应用层的内容主要取决于用户的需要,而各用户要完成什么功能和使用什么协议也不尽相同,所以实际应用 CAN 总线时,用户可以根据需要实现应用层的功能。

## 2 系统结构

逆变电源现场总线监控系统包括上位机操作站、现场 DSP 模块控制器,如图 1 所示。

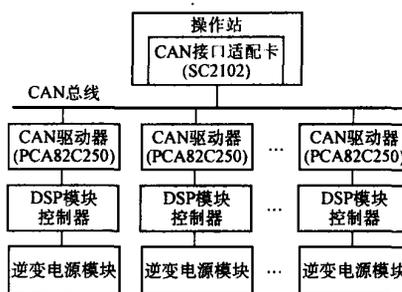


图 1 逆变电源现场监控体系结构

收稿日期: 2006-03-20; 修回日期: 2006-06-20。

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目 (50237020)

在系统中设置一台 PC 计算机 (以下均称操作站),负责对整个系统进行管理。操作站通过 CAN 接口适配卡与以 DSP 为核心的逆变电源模块控制器 (以下均称控制器)通信,实现对逆变电源的监控功能。系统采用适配卡 SC2102 作为 PC 机与 CAN 总线的接口,通过连接器与 CAN 总线相连,负责 CAN 总线与 PC 机之间数据交换的功能模块。

CAN、适配卡上的 CAN 控制器选用 Philips 公司的直接内存映射方式快速访问 CAN 控制器 SJA1000,它符合 CAN2.0A 规范以及 CAN2.0B 规范。随卡提供了所需的 SC2102C OCX 控件,支持中断查询。各个电源模块的控制器之间以及模块控制器与操作站之间通过 CAN 连接通信,在硬件实现上采用 DSP TMS320LF2407A 的内嵌 CAN 控制器实现与上位机的数字通信。

操作站 PC 机软件分为通信模块、主监控模块、数据管理模块 3 个基本的模块。通信模块的功能包括:利用 CAN 适配卡及其函数库,实现 CAN 总线应用层协议,实现操作站与各控制器的网络通信,完成通信命令和数据的编/解码以及特殊处理。主监控模块的功能包括:提供监控界面;系统运行的初始化配置功能;查询各现场单元的实时采集数据,并将数据实时显示;设置被控对象的参数,保证逆变电源的正常运行。数据管理与显示模块的功能包括对各现场单元的采集数据的处理、报警、统计、报表查询输出、数据查询等。

### 3 CAN 总线应用层的实现

CAN 物理层和数据链路层协议在 CAN 的相关器件中已经基本实现了,而应用层协议至今仍然没有统一的标准,并且现实应用又是多种多样的,所以,如何选用或制定一种 CAN 应用层协议,就成为 CAN 网络应用中的核心问题。

#### 3.1 报文格式

操作站与控制器之间的通信是实现监控功能的基础和关键。针对逆变电源监控系统,经过通信双方具体协商制定,使用现场总线 CAN 网络技术,制定了 CAN 应用层协议,包括报文格式、标识符的分配、多报文的处理、错误处理等。

报文格式如图 2 所示。

7	6	5	4	3	2	1	0
广播							
目标地址(0~109)							
ID2	ID1	ID0	RTR		DLC(0~8)		
数据报文类型							
忙		控制命令					
探测		源地址(0~109)					
Data1~Data6(5字节)							

图 2 CAN 应用层报文格式

- a) 广播:操作站向控制器发送广播时该位为 1,其他情况为 0。
- b) 目标地址:表示数据报文所要到达节点的地址。
- c) 数据报文类型:报文的类型,意义如表 1 所示。

表 1 应用层报文类型编码

D2	D1	D0	含义
0	0	0	操作站对控制器发来数据的响应,控制器对操作站发来控制信号的响应(单报文)
0	0	1	主节点发出的控制信号,从节点发送的数据(单报文)
0	1	0	对申请成为操作站信号的反对响应(即操作站标志,单报文)
1	0	0	操作站对控制器发来数据的响应,控制器对操作站发来控制信号的响应(多报文)
1	0	1	操作站发出的控制信号,控制器发送的数据(多报文)
X	1	1	多报文结束

d) RTR (远程传送请求):在数据报文中,RTR 位必须是“显性”电平 0;在远程报文中,RTR 位必须是“隐性”电平 1。

e) DLC (数据长度码):标识报文中该字节往后的数据长度,最长为 8 字节。

f) 源地址:表示发出数据报文的节点地址,当接收节点收到此报文后,会把此源地址作为目标地址发送响应报文。

g) 忙:表示主节点正与某一从节点通信,此时此位为 1。

#### 3.2 标识符分配方案

由 CAN 的数据链路层协议已经知道,CAN 的每一帧都有一个 11 位的标识符,用来标识该帧数据,并且决定仲裁。

标识符分配是 CAN 应用层协议中的重要问题,标识符要能反映报文的地址信息、报文类型,体现报文级别。另外,很重要的一点是报文标识符决不能重复。在逆变电源监控系统 CAN 应用层协议中,标识符由广播位、地址域和数据报文类型域 3 项确定,如图 3 所示。

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
广播		目标地址(0~109)						数据报文类型		

图 3 标识符分配方案

这三项包含了是主机还是从机、网络节点地址以及报文承载的数据信息。广播位决定一半的优先级,因此,主机发出的命令优先级一定高于从机的数据。网络节点地址域使不同节点发出的报文标识符不同。

### 3.3 多报文的处理

在数据链路层中, CAN 协议规定每帧最大 8 字节。为了传输大于 8 字节的数据报文, 在应用层中采用多报文机制。多报文发送时要有报文标识, 在多报文的发送期间通过识别这一标识判断是否属于同一多帧, 在多报文发送完毕时有多报文结束标识。在报文帧发送期间, 如果同时收到其他报文则不做处理, 待多报文发送完毕后再让它重新发送。

### 3.4 错误处理

对于数据传输中的错误, 应采取分层的概念做出处理。亦即: 下一层对上一层提交一定可信度的信道, 使上一层只关注于解决本层可能出现的错误, 并解决下一层无法处理、提交上来的错误; 反之, 上一层如果认为下一层信道是安全可靠的, 在把数据交给下一层后, 它将不认为会出现数据传输错误, 当然对线路断开和目的站离线等严重的、下一层无法解决的错误, 交给上一层后, 上层要有解决措施, 帮助恢复下层信道。

错误分层的概念是处理千变万化的错误的立足点。必须依靠已有的保障, 分清哪些错误有出现的可能性、错误的性质是什么、这些错误应如何解决、是在本层立即解决还是交给上一层解决, 如果不考虑这些, 在对错误进行处理时将会陷入复杂、无序的错误处理循环之中。

CAN 网络的特征之一就是安全可靠的链路层, 对链路传输中因干扰造成的数据传输错误、丢帧错误有自动重发的功能, 对线路出现的断线、目标站点不在线等严重错误有自动离线的功能。因此, 在应用层将数据交给数据链路层后, 认为一定会安全可靠到达目的站点, 不需要再对丢帧情况和数据传出错情况进行处理, 只需在应用层向下传输没有接到返回响应报文的情况下重发即可。

### 3.5 程序流程

操作站与 DSP 模块控制器之间通过 CAN 总线进行通信, 主要实现 DSP 模块控制器将逆变电源自身的状态数据通过 CAN 总线传送给操作站, 并将操作站的控制信息经 CAN 总线传送给 DSP 模块控制器来控制电源模块的运行。由信息的传送方向, 可分为操作站传送给 DSP 模块控制器和 DSP 模块控制器传送给操作站。信息由操作站传送给 DSP 模块控制器, 主要是控制信息和控制命令, 包括对逆变电源进行开启和关闭、对逆变电源模块运行参数的设定和修改、检查电源模块是否运行正常、查看模块状态以及回应 DSP 模块控制器发送来的验证操作站是否瘫痪的信号; 信息由 DSP 模块控制器传送给操作站, 主要是返回操作站发来的控制信号收到的确认信号、发送逆变电源模块状

态数据给操作站、发送探测操作站是否工作正常并在操作站瘫痪时行使操作站功能的争主信号。

应用层的实现程序主要包括操作站发送报文和接收报文。操作站接收报文的程序框图如图 4 所示, 包括发送广播报文反对控制器争主、多报文的处理以及报文数据的处理。

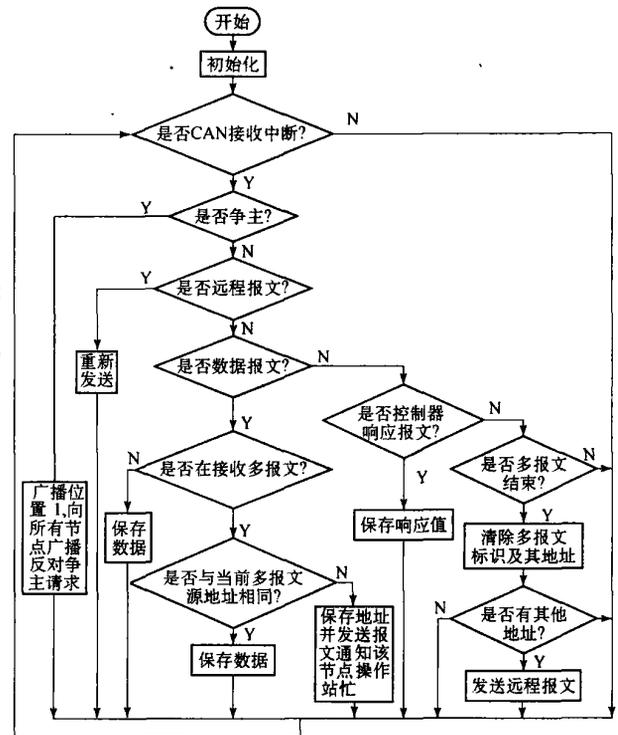


图 4 操作站接收报文程序流程

## 4 监控功能实现

操作站监控功能包括各逆变电源模块状态数据显示、设定和调整逆变电源参数、对 DSP 模块控制器进行检测、绘制逆变电源参数的实时波形、数据存入数据库、状态参数打印等功能。

监控程序结构如图 5 所示。

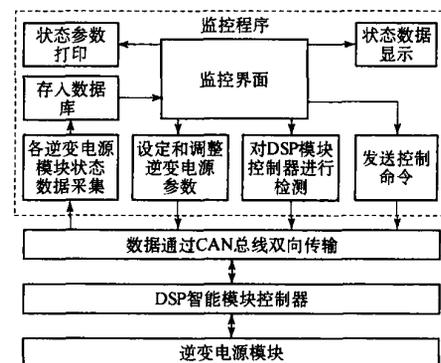


图 5 监控程序功能

## 5 结束语

现已构建了基于 CAN 总线的逆变电源监控网络, 实现了 CAN 总线应用层协议和操作站与控制模块之间的通信, 完成了逆变电源状态数据的采集和传输以及控制命令的发送, 实现了对逆变电源的现场监控。该系统已经通过了联合调试, 成功地实现了对逆变电源的监控。实验证明, 该监控系统设计合理, 监控界面友好, 易于操作, 工作稳定可靠, 达到了预期的目标。

### 参 考 文 献

[1] 李正军. 现场总线及其应用技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 12-13.

[2] 周悦, 范明哲, 于海斌, 等. 几种现场总线的通信介质访问控制方式 [M]// 郝明宽. 现场总线技术应用选编. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 122-126.

[3] OVAR E, VASQUES F. Real-time fields communications using profibus networks [J]. IEEE Trans on Industrial Electronics, 1999, 46(6): 1241-1251.

[4] HONG S H, KM W H. Bandwidth allocation in CAN protocol [J]. IEE Proceedings: Control Theory and Application, 2000, 147(1): 37-44.

[5] PNHO L M, VASQUES F. Reliable real-time communication in CAN networks [J]. IEEE Trans on Computers, 2003, 52(12): 1596-1598.

戴青云 (1976—), 男, 硕士, 研究方向为工业控制、分布式系统。

## Application of CAN Bus in Inverter Power Supply Monitoring

DAI Qingyun<sup>1,2</sup>, ZOU M uchang<sup>1</sup>, WU W eiyang<sup>1</sup>, REN X ianpeng<sup>2</sup>

(1. Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China;

2. Shijiazhuang Vocational and Technology Institute, Shijiazhuang 050081, China)

**Abstract:** In order to meet the real-time, expansibility, flexibility and reliability requirements of the inverter power supply multimodule monitoring, CAN is used as system communication mode for constructing monitoring network to monitor inverter power supply module with DSP controller. On these bases, monitoring scheme at operation site is described, then protocol of the application layer and communication software design and realization are mainly introduced. Communication between operation site and controller, monitoring function of inverter power supply are thus realized.

**Keywords:** CAN bus; protocol to the application layer; inverter power supply; monitoring

(上接第 54 页)

## Design of the NVRAM To Flash Driver in VxWorks

CAI W eiping, HUANG X ianhu, GUO X ianogong

(Jiujiang Vocational & Technical College, Jiujiang 332005, China)

**Abstract:** NVRAM is frequently used as a chip for saving important data, because it can be accessed in high speed and it has non-volatile feature. NVRAM can be replaced by flash in a system, but that requires flash memory. In this case a NVRAM To Flash driver is necessary. The current driver's efficiency is low, especially when writing data. Basing on VxWorks operation system, a new method is presented in this paper. The driver contains two interface routines, and its access speed is higher than before because of lower flash erasing frequency.

**Keywords:** NVRAM; Flash memory; driver program