

文章编号: 1005-0523(2006)01-0121-04

# DeviceNet 现场总线主站通信接口的研制

高艳芳, 胡 颖

(华东交通大学 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**现场总线技术已成为当今工业自动化领域的主流, 其中之一的 DeviceNet 总线是一种基于 CAN 协议的符合全球工业标准的开放型通信网络的总线, 相对于其他总线来说, 它具有较大的领先性, 突出的高可靠性、实时性和灵活性, 其应用日益广泛。然而, 国内对 DeviceNet 总线的研究开发还处于起步阶段, 远远落后于市场需求。本文通过对 DeviceNet 协议的深入研究, 开发了主站设备通信接口, 并编写通信接口的驱动程序和 DeviceNet 应用层程序, 完成了实际设备的应用调试工作, 从而解决了制约 DeviceNet 在我国推广普遍存在的问题。

**关键词:**现场总线; DeviceNet; CAN; 主站; 通信协议

**中图分类号:** TP273

**文献标识码:** A

## 1 引言

随着计算机网络技术的迅速发展, 现场总线以其开放性好、性能可靠、造价低廉、可维护性好等优点, 引起了自动化领域的革命性变革, 并已成为当今自动化领域技术的应用主流。DeviceNet 是 90 年代中期发展起来的一种基于 CAN 总线技术的符合全球工业标准的开放型通信网络。由于产生和发展的时间较晚, 因而采用了更为先进的通信概念和技术, 具有较大的领先性, 突出的高可靠性、实时性和灵活性。它既可连接低端工业设备, 又可连接像变频器、操作员终端这样的复杂设备, 是分布式控制系统的理想解决方案。

DeviceNet 协议已于 2000 年 6 月正式成为 IEC62026 国际标准, 并于 2003 年在我国成为 GB/T18858 国家标准, 目前有包括 Rockwell 等 300 多家自动化设备厂商的产品支持这种协议, 在欧美和日本的现场总线市场占有很大的份额, 并且逐年迅猛增加, 其应用必将日趋广泛。

## 2 DeviceNet 国内发展现状

目前 DeviceNet 总线通信接口的开发在国内还处于起步阶段。仅有上海电器科学研究所等少数几家在做这方面的工作, 产品也仅限于简单的输入/输出模块和智能泵控制器等。这主要是由于国内目前所能提供的开发资源和技术支持十分有限, 相对来说, DeviceNet 的开发就显得格外的困难, 费时。DeviceNet 开发包数量少而昂贵, 还仅限于简单从站设备的开发, 也没有现成的协议处理芯片。

本文从分析 DeviceNet 协议规范出发, 根据所选择的硬件平台, 编写了 DeviceNet 协议栈及应用层程序并实现了在实际设备中的开发调试, 从而解决了上面提到的 DeviceNet 开发普遍存在的问题。

## 3 DeviceNet 现场总线技术

DeviceNet 遵从 ISO/OSI 模型, 它建立在 CAN 协议的基础之上, 但 CAN 仅规定了 ISO/OSI 模型中物

收稿日期: 2005-06-20

作者简介: 高艳芳(1976-), 女, 山西原平人, 助教。

中国知网 <https://www.cnki.net>

理层和数据链路层的一部分, DeviceNet 沿用了 CAN 协议标准所规定的总线网络的物理层和数据链路层, 并补充定义了不同的报文格式、总线访问仲裁规则及故障检测和隔离的方法, 同时 DeviceNet 应用层规范还定义了传输数据的语法和语义.

### 3.1 DeviceNet 的物理层

DeviceNet 物理层协议规范定义了 DeviceNet 的总线拓扑结构及网络元件, 具体包括系统接地、粗缆和细缆混合结构、网络端接地和电源分配. 其典型拓扑结构是干线一分支方式. 总线线缆中包括 24V 直流电源线和信号线两组双绞线以及信号屏蔽线, 支持有源和无源设备. 网络采取分布式供电方式, 支持冗余结构.

### 3.2 DeviceNet 的数据链路层和应用层

#### 1) DeviceNet 的数据帧格式与总线仲裁

DeviceNet 的数据链路层完全遵循 CAN 协议规范, 并通过 CAN 控制器芯片实现. CAN 定义了四种帧格式, 分别是: 数据帧、远程帧、超载帧和出错帧. DeviceNet 中采用数据帧格式传输数据, 未使用远程帧格式, 超载帧和出错帧用于意外情况处理. 同时, DeviceNet 采用载波侦听非破坏性逐位仲裁机制 (CSMA/NBA) 的方法解决总线访问冲突问题.

#### 2) DeviceNet 中的连接和报文组

DeviceNet 网络上的任意两个节点在开始通信之前必须事先建立逻辑上的连接, 连接通过一系列参数和属性进行描述, 如标识符、报文的类型、数据长度、路径信息的产生方式等. DeviceNet 允许预先设置或取消连接, 也允许动态建立或撤消连接. DeviceNet 用连接标识符将优先级不同的报文分为 4 组.

#### 3) DeviceNet 的报文: I/O 报文和显式报文.

I/O 报文: 适用于实时性要求较高和面向控制的数据, 它提供了在报文发送过程和多个报文接收过程之间的专用通信路径.

显式报文: 显式报文适用于设备间多用途的报文传递, 是典型的请求—响应通信方式, 常用于上/下载程序、修改设备组态、记载数据日志、作趋势分析和诊断等.

4) DeviceNet 的数据通信方式: 位选通、轮询、状态改变 COS 和循环等. 多种可选的数据交换形式, 均可由用户根据实际需求自由地指定, 这样明显地提高网络利用效率.

5) DeviceNet 预定义主/从连接: DeviceNet 定义了一个预定义主/从连接组和仅限组 2 的从站, 以简化设备的配置. 使用前, 主站通过主/从连接组分配请求服务和从站的应答来明确主从关系, 并通过分配选择的设置明确所采用的报文传送机制.

## 4 DeviceNet 主站设备总体设计

本设计中, 主站和从站之间需要传输下述应用数据: 从站到主站有 4 路模拟量输入, 每路 1 个字节以及 4 路开关量输入, 每路 1 位; 主站到从站有 4 路模拟量输出, 每路 1 个字节以及 4 路开关量输出, 每路 1 位. 以上数据的通信要求响应迅速, 传送可靠, 因此采用 I/O 报文进行传送. 此外设备还应支持轮询命令/响应报文、重复 MAC ID 检查报文及从站状态改变报文/响应报文.

### 4.1 系统总体结构(图 1)

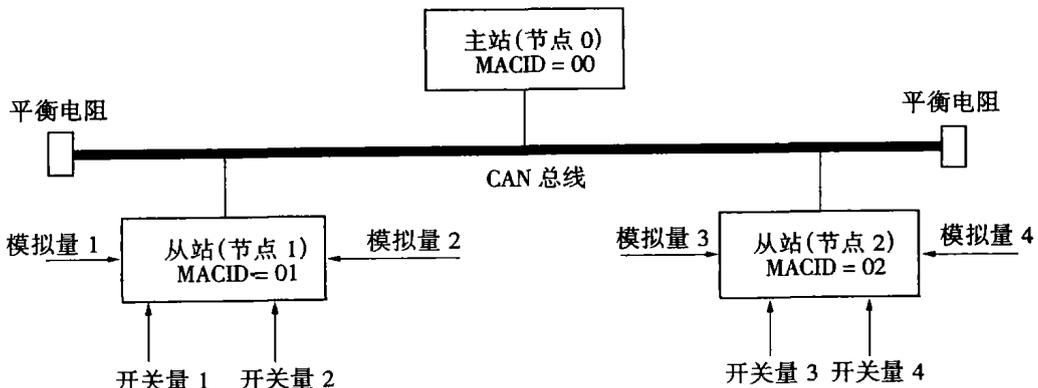


图 1 系统总体结构

### 4.2 器件选择及硬件电路总体结构

1) 器件选择: 本设计选取 PHILIPS 公司的

SJA1000 CAN 控制器以及 82C250 总线收发器, 主要是考虑到 SJA1000 支持 CAN 2.0A/B 规约.

2) 硬件电路总体结构;主站电路主要由微控制器 89C51、独立 CAN 通信控制器 SJA1000、CAN 总线收发器 82C250 和高速光电耦合器 6N137 构成。微处理器 89C51 负责 SJA1000 的初始化,通过控制 SJA1000 实现数据的接收和发送等通信任务。

### 4.3 软件总体设计

主站软件结构如图 2 所示,可以分成 3 大模块:CAN 接口卡驱动程序、DeviceNet 协议应用层程序和时钟驱动程序,其中主要是接口驱动和协议应用层程序。

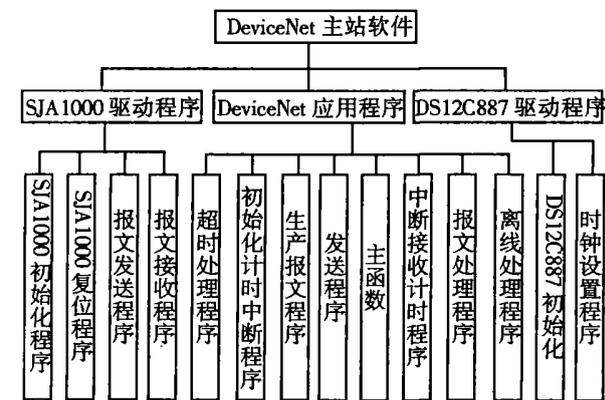


图 2 主站软件结构图

## 5 DeviceNet 接口(SJA1000)驱动程序的设计

DeviceNet 数据链路层完全遵循 CAN 协议的规定,并通过 CAN 控制器芯片实现。CAN 接口驱动软件分:CAN 初始化、数据发送、数据接收。

SJA1000 的初始化需要在复位模式下对工作方式、接收滤波方式、接收屏蔽寄存器和接收代码寄存器、波特率参数设置和中断允许寄存器等设置,完成后,其回到工作状态,完成通信。

发送数据程序把数据存储区中待发送的数据进行相应的调整,并将他们写入 SJA1000 的发送缓冲区后,启动发送命令,发送过程控制器自动完成。接收程序只需从接收缓冲区读取信息,调整其格式存储在数据存储区即可。

## 6 DeviceNet 主站应用层程序的设计

DeviceNet 主站设备通信接口开发的难点在于应用层程序的设计,这里主站和从站之间传输的是开关量和模拟量,通信都要求响应迅速、传送可靠,应采用 I/O 报文进行传送。此外设备还支持重复

ID 检查报文、轮询报文等。本设计使用了预定义主/从连接,在满足通信能力的前提下,尽量降低设备的复杂性,设备的 MACID 和通信的波特率通过软件设置。

### 6.1 需要支持的连接和报文

在实际组网的 DeviceNet 里,一般是组 2 从站设备,需采用预定义主/从连接方式。这一方式支持的报文有:位选通命令/响应,轮询命令/响应,状态改变/循环报文。连续变化的模拟量传输适合用轮询报文,离散变化的开关量传输适合于用状态改变报文。然而,在 DeviceNet 协议规范中,主站状态改变连接和轮询连接都使用连接实例 2,两者不能共存。因此只有模拟量输出和开关量输出使用轮询命令报文,模拟量输入使用轮询响应报文,开关量输入使用从站状态改变报文。这样既充分使用了预定义主/从连接提供的资源,又提供了快速的通信响应。除此之外,还需要支持显式请求报文、组 2 未连接显式请求报文、显式/未连接响应报文、重复 MAC ID 检查报文。

### 6.2 主站软件设计

主站软件主要包括:主程序、中断服务程序、消费报文程序、生产报文程序、超时处理程序等子程序。主程序通过对各种子程序的调用来实现系统功能,是整个程序的入口(图 3);消费报文程序实现将接收到的报文进行响应的处理;中断服务程序通过 T0 产生的溢出中断实现程序定时进行接收报文并进行定时;生产报文字程序用于产生需要发送的各种报文,如:重复 ID 检查响应报文、状态改变响应报文、轮询报文等;超时处理程序用于判断报文是否超时,若达到超时条件再判断是否达到离线条件。

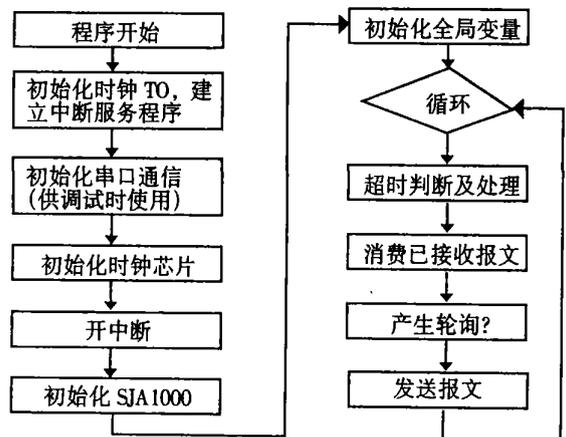


图 3 主程序流程图

## 7 系统调试及结论

在调试中,使用了两个硬件站,一个硬件站实现主站功能,另一个硬件站使用测试程序模拟从站功能来分析进出主站的报文以及主站对从站的响应,可利用超级终端来检查结果,这里以重复 ID 检查响应报文结果为例来说明测试结果.当从站向主站发送重复 ID 检查报文并当从站和主站的 MAC ID 相同时,主站返回响应报文.图 4 中的显示结果与预期结果相同,满足设计要求.同样也可测试从站 1 轮询报文,从站 2 轮询报文,从站 1 I/O 状态改变响应报文,从站 2 I/O 状态改变响应报文.

```

can is receiving data...
$? 1/001 8f
start explain input command...
write 171 to xdata 1/0011
$? 1
start explain input command...
my msg:588
send data,status value is 2088
send data,status value is c8ff
send can data ok.
$? 0
start explain input command...
can is receiving data...
CAN REC SR=d
msg id=407,rtr 0,dlc 1
msg data:01-80
$?_
  
```

图 4 重复 ID 检查响应报文

## 8 结论

DeviceNet 现场总线建立在 CAN 协议的基础上,技术上具有较大的领先性,且已成为工业自动化领域的国际标准网络之一,具有很大的市场潜力.因此为成功接入 DeviceNet 网络,享受其带来的种种优势,研制开发 DeviceNet 通信接口就显得尤为必要.本设计研制的 DeviceNet 主站通信接口从底层协议出发,设计了 DeviceNet 硬件接口及其驱动程序,提供了主站设备与 DeviceNet 的连接的应用程序,经过测试,能够利用 DeviceNet 传输多种应用数据,包括 4 个模拟量输入输出,4 个开关量输入输出,主站每五分钟轮询从站,支持从站热拔插,经过扩展能够基本满足主站设备的通信要求.

### 参考文献:

- [1] ODVA. DeviceNet Specification Release 2.0A/B[P]. 2002.
- [2] 饶运涛,邹继军,郑勇芸. 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.
- [3] 邬宽明. CAN 总线原理和应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [4] 程晓辉. DeviceNet 现场总线在低压电器上的应用研究[DB/OL]. <http://www.lib.ecjtu.jx.cn>,2004.
- [5] 周凤余. CAN 总线系统智能节点设计与实现[J]. 微机计算机信息,1999.

# The Development of DeviceNet Fieldbus Communication Interface for Master Device

GAO Yan-fang, HU Yin

(School of Electric and Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** DeviceNet is a mainstream field bus in industrial automation. Its application has been broadening because of its good performance, high reliability, high efficiency and low cost. However, the research and development on DeviceNet in China is far behind the market request. This work focus on the development of DeviceNet communication interface for master devices. The interface drivers, the protocol application software which realize DeviceNet specification are successfully programmed. This thesis describes DeviceNet Specification with an emphasis on its communication protocol including message, device profile and predefined master/slave connection set, constitutes a technical requirement of a general DeviceNet communication interface for master device; and finally designs and realizes the communication interface.

**Key words:** fieldbus; DeviceNet; CAN; master device; communication protocol