

# CAN 总线在混和动力汽车电机控制系统中的应用

北京清华大学电机工程与应用电子技术系(100084) 王同勋 邱阿瑞 刘忠祥

**摘要:** CAN 总线的主要功能与特点、CAN 控制器以及 CAN 总线在混和动力汽车电机控制系统中的应用;CAN 总线与电机控制芯片 TMS320F241 的接口设计、帧结构以及通信中断服务程序流程图等。

**关键词:** CAN 总线 混和动力汽车 电动机 控制系统

CAN(Controller Area Network)总线即控制器局域网络,是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络,属于现场总线的范畴。德国 Bosch 公司在二十世纪 80 年代初将其研究成功,最初主要用于汽车内部检测以及控制系统间的数据通信。CAN 总线通信协议是在充分考虑工业现场环境的背景下制订的,它采用了国际标准化组织 ISO 制订的开放系统互连(ISO-OSI)模型中的三层,即物理层、数据层和应用层,是 OSI 的一种简化网络结构。CAN 总线规范已被国际标准化组织制订为国际标准 ISO11898,并得到 Motorola、Intel、Philips 等著名半导体器件生产厂家的支持,进而迅速推出了各种集成有 CAN 协议的产品。目前,CAN 总线主要用于汽车自动化领域,如应用于发动机的自动点火、注油、复杂的加速刹车控制、抗锁定刹车系统和抗滑系统等。随着人们对环境保护的日益重视,混和动力汽车(Hybrid Electrical Vehicle,HEV)及电动汽车(Electrical Vehicle,EV)的研究发展很快,由于这两种汽车都使用电机驱动系统,因此电机控制系统与 CAN 总线的通信是一项重要课题。本文主要探讨 CAN 总线在电机控制系统中的应用。

## 1 CAN 总线的功能与特点

(1)采用面向数据块的通信方式,信号传输使用短帧结构,每帧数据量为 8 个字节。若通信距离在 40m 内,数据传输速率可达 1Mbps。

(2)可实现多主工作方式,数据收发方式灵活。可实现点对点、一点对多点、全局广播等几种传输方式。

(3)CAN 总线采用非破坏性的基于优先权竞争的总线仲裁方式。

(4)CAN 具有 CRC 校验及其它检验措施,并具有错误识别及自动重发功能。

(5)通讯介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤。

(6)接口简单、编程方便,容易构成用户系统。

总之,CAN 总线具有实时性强、可靠性高、抗干扰能力强、结构简单、操作性好、价格低廉等优点,是公认的最有前途的现场总线之一。

## 2 CAN 控制器

TMS320F241 是美国 TI 公司 TMS320 系列定点数字

信号处理器产品之一,专为数字电机控制而设计,其指令执行速度是 20MIPS,几乎所有指令都可以在一个 50ns 的单周期内执行完毕。同时 TMS320F241 芯片内嵌了 CAN 模块,因此该芯片是设计基于 CAN 总线的数字式电机控制系统的优选芯片。TMS320F241 的 CAN 模块是 FullCAN 控制器,包括报文处理器(负责接收和发送管理以及帧存储),需要的 CPU 开销比 BasicCAN 控制器少,并且适应技术规范 CAN2.0B,因此可以发送和接收标准帧(11-bit 标识符)和扩展帧(29-bit 标识符)。同时,CAN 模块包括 6 个信箱(Mailbox)以及 15 个不同的 16-bit 寄存器,这些寄存器分别是控制寄存器、状态寄存器、中断寄存器和接收屏蔽寄存器。

## 3 CAN 总线在 HEV 电机控制系统中的应用

### 3.1 硬件设计

TMS320F241 芯片与 CAN 总线接口的总线收发器采用 Philips 公司的 PCA82C250 芯片。82C250 可以提供对 CAN 总线的差动发送能力及对 CAN 控制器的差动接收能力。通信介质采用双绞线,信号差动发送和差动接收的最高通信速率可达 1Mbps。为了增强抗干扰能力,在 TMS320F241 与 82C250 之间采用高速光耦 6N137 进行隔离。

TMS320F241 与 CAN 总线的接口电路如图 1 所示。

### 3.2 帧结构

电机控制单元(MCU)与整车控制单元(VCU)之间的报文传送由两种类型的帧表示和控制:数据帧携带数据由发送器到接收器;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。数据帧和远程帧借助帧间空间与当前帧分开。

#### 3.2.1 数据帧

CAN 技术规范 2.0B 中存在两种不同的帧格式,其主要区别在于标识符的长度,具有 11 位标识符的帧称为标准帧,而 29 位标识符的帧称为扩展帧。本系统中数据帧采用标准帧。数据帧由 7 个不同的位段组成,包括帧起始(SOF)、仲裁段、控制段、数据段、循环冗余检查段(CRC)、应答段(ACK)以及帧结束(EOF)。其中仲裁段由标识符和远程发送请求位(RTR)组成;控制段由数据长度

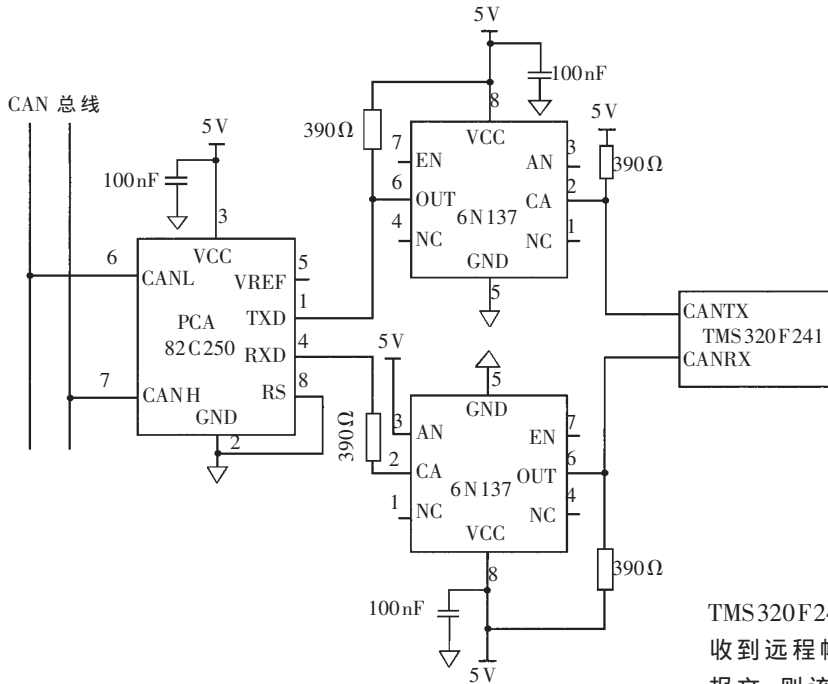


图1 TMS320F241与CAN的接口电路

码(DLC)和两个保留位 r0、r1 组成;数据段由数据帧中被发送的数据组成,它包括 0~8 个字节,每个字节 8 位。

VCU 向 MCU 发送的数据帧包括:MCU 初始化、检测 MCU、VCU 发生不可恢复错误、VCU 的工作状态、控制电机转速、控制电机转矩、请求返回电机的错误状态等请求或命令。

MCU 向 VCU 发送的数据帧包括:返回 MCU 当前状态、送回电机转速、送回电机转矩、电机或 MCU 出错、电机工作正常等信息。

为了区别 VCU 发出的不同请求和命令,采用了 Universal Serial No 字节。该字节位于数据段的首字节,表示请求或命令的编号。

### 3.2.2 远程帧

远程帧与数据帧的结构相同,只是不包括数据段。远程帧的远程请求发送位为 1。远程帧用于请求信息。

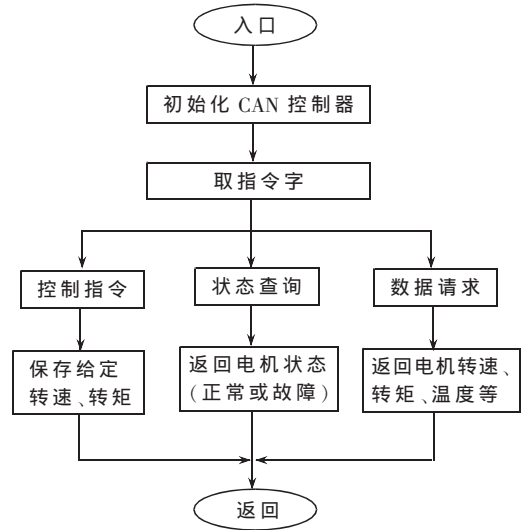


图2 通信中断服务子程序流程图

TMS320F241 的 CAN 模块可以自动回复远程帧,即节点收到远程帧。如果该节点中有和远程帧的标识符相同的报文,则该节点就将相应的数据帧发送到总线上。本系统中远程帧和数据帧一样,采用标准格式。

VCU 向 MCU 发送的远程帧包括:请求返回电机状态、请求返回电机转速、请求返回电机转矩等。

### 3.3 通信中断服务程序

VCU 的指令通过 CAN 总线到达 MCU 之后,采用中断的形式(如 IRQ5),使 MCU 转入通信中断服务子程序。数据传输所使用的中断优先级高于定时中断的优先级,以保证 VCU 的指令可以及时发送到 MCU。通信中断服务子程序流程图如图 2 所示。

#### 参考文献

- 1 鄂宽明. CAN 总线原理和应用系统设计. 北京:北京航空航天大学出版社,1996
- 2 阳宪惠. 现场总线技术及其应用. 北京:清华大学出版社,1999
- 3 TI Company.Understanding the CAN Controller on TMS320C24x DSP Controller.Application Report SPRA500, 1998

(收稿日期:2001-10-10)