

# 基于 C51 与 CAN 总线的汽车电子控制系统单元设计

陈 玮<sup>1,2</sup>, 陈文芑<sup>2</sup>

(1. 莆田学院 电子信息工程学系 福建 莆田 351100 2. 厦门大学 机电工程系 福建 厦门 361005)

**摘要】** 本文在分析汽车总线技术应用的基础上,介绍了基于 CAN 总线的汽车电子控制系统单元的设计与实现。给出了控制模块、CAN 通信模块的硬件设计及软件分析,并给出了基于 C51 的实例。

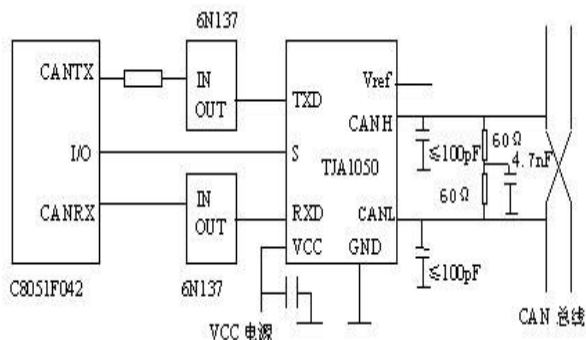
**关键词】** CAN 汽车总线 C51

随着现代汽车的发展,汽车内部的系统单元越来越多,而且各系统的控制逐步向自动化和智能化发展。因而电子控制系统单元(ECU)在汽车上得到了广泛应用,汽车的电子化、模块化程度大大提高。大量的电控系统很大程度提高了汽车的动力性、经济性和舒适性,但如果仍然采用传统电气系统的点对点的单一通信方式,必然会使车内布线越来越长、越来越复杂,导致系统的运行可靠性降低、维修难度增大。而且占用了大量的空间。

另外,现代汽车控制系统节点多、数据量大、实时性要求高,而且大批的数据信息要求能在不同的电子单元间共享。因而现代汽车中不同功能电子控制系统单元间数据通信的设计越来越重要。现代汽车引入了汽车总线作为汽车电子控制系统数据传输网络。汽车总线为汽车内部各种复杂的电子设备、控制器等提供了一个公共开放的数据交换渠道,很好的解决了上述问题。目前汽车总线有多种实现,其中 CAN 总线由于采用短帧数据结构、非破坏性总线仲裁等技术,具有可靠性高实时性强等特点。并且 CAN 总线有较强纠错能力,支持差分收发,适合汽车这样的高干扰环境,因此成为当前应用最广泛最有发展前途的总线。本文针对现代汽车对电子控制系统单元的设计不仅要求通信网络速率高、实时性强、可靠性好,同时要求控制模块上应具有控制实效性高、空间小的特点,基于 CAN 总线技术,研制了应用于汽车网络系统中的电子控制系统单元。

## 1. 电子控制系统单元 CAN 通信模块的设计

电子控制系统单元 CAN 通信模块的硬件设计主要是 CAN 控制器、CAN 收发器(驱动器)、中心微处理器及抗干扰措施的选择和应用。一般 CAN 通信模块有以下几种设计方案:一种是使用独立的 CAN 控制器,如 Philips SJA1000、82C200、Intel 公司的 82526、82527 等;一种是使用带 CAN 控制器的微处理器,如 P8XC591/2、87C196CA/CB、NEC D78F0828B、LPC2119 等。前一种方案需要再外接一块微处理器进行控制,后者则较为简化。CAN 收发器(驱动器)较多采用 PCA82C250、TJA1050、TJA1054T 等芯片。本设计中,我们采用内嵌有 CAN 控制器的 C8051F042 和 TJA1050 总线收发器一起构成电子控制系统单元的 CAN 通信模块。设计 CAN 通信模块硬件图如图 1 所示。



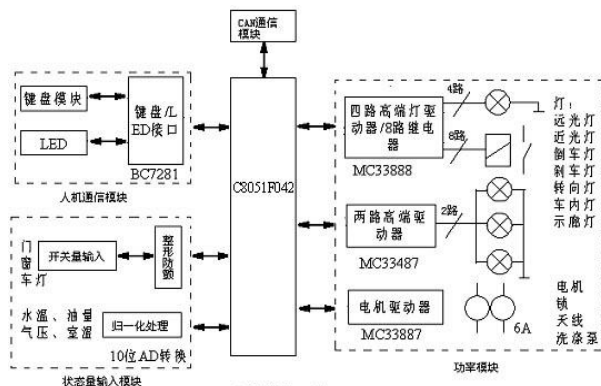
C8051F042 单片机,它是完全集成的混合信号系统级芯片,片内集成了各种常用的模拟、数字外设及其他功能部件,与 8051 兼容。C8051F042 具有封装小、功耗低、多个 16 位定时器、12 路 10 位 ADC、8 个 8 位 I/O 口、支持 CAN2.0B 等优点。而且 C8051F042 可以扩充 FLASH ROM 作为数据存储。

而 TJA1050 是 Philips 公司生产的,用以替代传统 PCA82C250 的高速 CAN 总线收发/驱动器。该器件提供了 CAN 控制器与物理总线之间的接口,可以实现 CAN 总线的差动发送和接收功能。采用 TJA1050 可以增大传输距离,大幅度降低电磁辐射干扰,提高在汽车环境下系统的瞬间抗干扰能力。对于由"弱"终端构成的端节点,TJA1050 外围的电阻和电容能改善系统的 EMC 性能。

为了进一步提高系统的抗干扰能力,在 C8051F042 和 TJA1050 之间增加了由高速隔离器件 6N137 构成的隔离电路。有效的实现了总线上各端节点间的电气隔离。实践证明,采用这个设计构造的 CAN 通信模块,外围扩展能力强,电磁辐射(EME)性能和抗电磁干扰(EMI)性能良好。

## 2. 电子控制系统单元控制模块的设计

传统的汽车电控系统控制模块采用点对点的"蜘蛛网式",导致电路复杂,维修困难。本设计中,我们采用模块化设计,将控制模块分为功率驱动模块、人机通信模块、状态量输入模块几个部分,提高了整个系统的可观性、实效性和可扩展性。控制模块硬件图如图 2 所示。



### 2.1 人机通信模块

整个汽车系统非常复杂,为了能更好的使用和控制它,提高驾驶员和乘客的舒适性、安全性,系统需要构建良好的人机通信模块。本设计中,人机通信模块由 BC7281、键盘模块及 LED 组成。BC7281 是数码管显示及键盘接口专用芯片,该芯片通过外接移位寄存器(如 74HC164、74LS595 等)可以控制 16 位数码管或者 128 只独立的 LED。通过软件控制 BC7281 的输出及输出时序,实现人机交互。

通过人机通信模块,人能控制汽车的各个动作,同时汽车也可以反馈各种自身的状态信息,达到人机的可视化交流。

### 2.2 功率模块

功率模块的设计主要是为了解决汽车部件功率负载大而且C8051F042的I/O口驱动能力有限的问题。用功率模块来实现连接处理器与功率负载的连接。

本设计中,我们采用功率器件MC33888来控制车灯中的远光灯、近光灯、倒车灯、刹车灯。MC33888内部集成有四路高端灯驱动器和8路继电器或发光二极管驱动器,是一个可控制网络,而且能与微处理器通信,从而实现故障的在板诊断及软化。而汽车车灯中车内灯和示廓灯的功率相对比较大,我们采用MC33487功率器件对其进行控制。MC33487内部集成两路带有电流感应的20毫欧姆高端驱动器,电流输出达到4.5A。

感性负载以及大电流的短路保护是整个设计的难点。所以汽车上电机、门锁、天线、洗涤剂的控制我们采用MC33887功率器件。MC33887具有功耗低、等待模式下电流25微安、输出电流超过8安的短路关断等优点,可以满足我们的要求。

采用这样的功率模块设计,可以减小系统体积提高驱动部分的电磁抗干扰能力,具有高可靠性、诊断功能和保护功能等优点。

### 2.3 状态量输入模块

状态量输入模块主要是将汽车运行所需的一些状态信息,包括车身状态(如车门的开关)、汽车内部的状态(如油量、水温)等,以及一些手动操作的结果(如各车灯的开关)反馈给电控系统的中心处理器。中心处理器对反馈信息进行分析处理就可以根据当前汽车的状态进行相应的控制。

状态量输入模块传输的这些状态信息主要是一些开关量和模拟量。本设计中,对于开关量,我们通过整形防颤这类的外围电路,将其转换成CPU可识别的0V和+5V高低电平。而对于模拟量,先经过归一化处理电路,将水温、油量等状态的变化转化为0V到5V之间电信号,然后通过C8051F042内嵌的多路10位AD转换器转换成相应的数字量。最后由C8051F042通过CAN通信模块将这些数字量传输给驾驶控制台的电子控制系统单元,经过D/A转换后,反映在仪器仪表上。

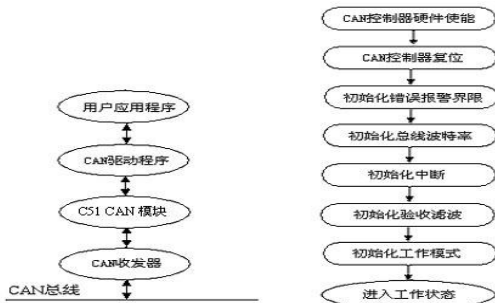
## 3. 电子控制系统单元软件设计

一个完整的CAN固件编程层次结构如图3所示。在汽车CAN总线网络中,各个电子控制系统单元的功能与作用是不同的。软件设计上主要区别在用户应用程序层,而通信模块的应用程序基本上是一致的,都分为CAN初始化程序、数据发送程序、数据接收程序。

各电子控制系统单元进行初始化设置后才能开始工作,然后按照初始化的规定发送相关报文,同时接收自己所需要的报文。

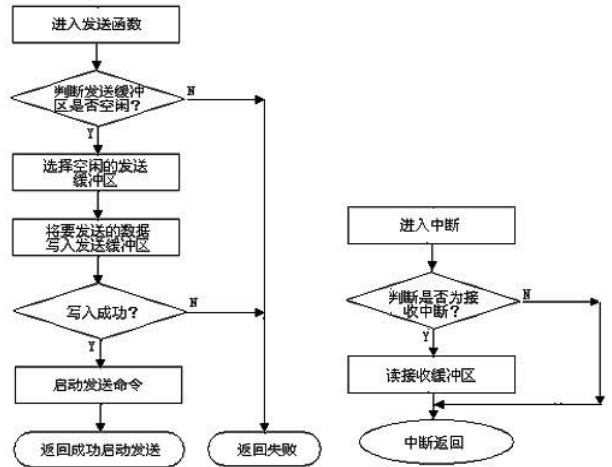
### 3.1 CAN初始化程序

CAN初始化程序的主要作用是对CAN控制器进行工作所需的参数设置,其初始化主要包括:设置CAN控制器的工作模式、硬件使能CAN、设置总线波特率、设置中断工作方式、设置CAN报警界限、设置各单元的报文标识符、设置报文收发所需的各类寄存器和缓冲区等。初始化流程图如图4所示。



### 3.2 发送数据程序

CAN模块初始化成功后,节点就可以以广播方式向总线上发送报文。C8051F042将待发送的数据按CAN格式组成一帧报文,送入发送缓冲区,然后启动发送命令,将报文发送到总线上。发送流程图如图5所示。要注意,在启动发送命令后,CAN控制器要将缓冲区内的数据全部发送完毕,才会返回是否发送成功的状态。所以在编写发送函数时,该函数在启动发送后便需立即返回,而通过发送中断或查询TCS状态位判断是否发送成功,以免占用CPU。



### 3.3 接收数据程序

汽车控制网络对于实时性的要求较高,所以本系统采用中断的方式来接收数据。CAN总线上有数据来时,微处理器将数据装载到相应的报文寄存器中。然后利用屏蔽滤波寄存器对接收到报文的标识符和预先在接收缓冲区初始化时设定的标识符进行比较,当标识符匹配时报文才能进入接收缓冲区,从而实现按需接收。当通过滤波验收的数据报文被接收后,C8051F042的CAN控制器出现内部中断。我们通过识别中断寄存器的RI位,判断是否为接收中断,然后就可以读取接收缓冲区的内容。其接收流程图如图6所示。

## 4. 结论

实践证明,CAN总线结构简单,实时性强,可靠性好。而基于CAN总线技术,C51内核设计的汽车电子控制系统单元占用空间小,实效性高。特别是它的数据通信具有很强的实时性、很高的可靠性及非常好的抗干扰能力,能在重负荷和恶劣的电气环境的情况正常工作。但实际应用中,需要对控制电路做进一步的改进,并增强程序的通信处理能力、纠错和容错能力。

### 参考文献:

1. 郭宽明.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,1996
2. 孙文华,付兴武.基于CAN总线技术的汽车控制系统的研究 J 仪器仪表用户,2005,(12)
3. 葛林.CAN通信网络在汽车中的应用研究 J 汽车技术,2000,(11)
4. 闫茂德,陈金平.基于CAN总线德汽车电子系统传输网络设计 J 长安大学学报,2006,(1)