

CAN 总线在电动汽车上的应用研究

宫江海 唐厚君 孔 俊 上海交通大学电气工程系(200030)

Abstracts

This paper introduces the application of CAN bus in electrical vehicle, designs the communication net topology for the electrical vehicle, and makes a model net flat in the lab to do the development, finally points out that as a potential field bus, CAN will find extensive applications in electrical vehicle.

Keywords: electrical vehicle, CAN(Controllor Area Network), gateway

摘 要

本文主要探讨了 CAN 总线在电动汽车上的应用。给出了电动汽车 CAN 通信网络的拓扑结构,并搭建了实验室模型进行研究。最后指出了 CAN 总线在电动汽车计算机控制系统中有着广泛的应用前景。

关键词: 电动汽车, CAN(控制器局域网), 网关

CAN(Controllor Area Network)即控制器局域网,是国际上应用最广泛的现场总线之一,由德国 Bosch 公司在上个世纪 80 年代初期,为了解决现代汽车中庞大的电子控制装置之间的通讯,减少不断增加的信号线而开发的一种串行数据通信总线。本文主要是在实验室环境下,对 CAN 总线在电动汽车上的应用做了研究。

1 电动汽车 CAN 通信网络设计

电动汽车的计算机控制系统一般包括主控制器、电动机控制系统、电池管理系统、制动防抱死控制系统(ABS)、仪表管理系统、车身管理系统等。所有这些子控制系统连接起来构成一个实时控制系统,指令发出去之后,必须保证在一定时间内得到响应,要不然就有可能发生重大事故,这就要求汽车上的 CAN 通信网络有较高的波特率设置。另外,电动汽车在实际运行过程中,众多节点之间需要进行大量的实时数据交换。若整个电动汽车的所有节点都挂在一个 CAN 网络上,这么多节点通过一条 CAN 总线进行通信,信息配置稍有不妥,就容易出现总线负荷过大,导致系统实时响应速度下降的情况,这在实时系统中是不允许的。因此我们在对电动汽车上各节点的实时性进行了分析之后,根据各节点对实时性的要求,设计了高、低速两个速率不同的 CAN 通信网络。将实时性要求严格的节点组成高速 CAN 通信网络,将其他实时性要求相对较低的节点组成低速 CAN 通信网络,并架设网关将这两个速率不同的 CAN 通信网络连接起来,实现全部节点之间的数据共享。整个电动汽车的通信网络拓扑结构如图 1 所示。

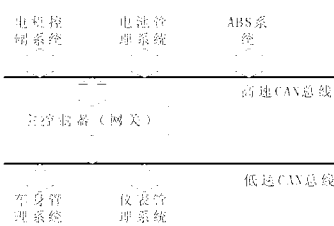


图 1 电动汽车 CAN 网络拓扑结构

电机控制系统、电池管理系统、ABS 控制系统这三个节点是电动汽车动作的核心部件,对时间响应要求严格,因此将这三个节点组成高速 CAN 通信网络,通信波特率设为 500Kbps。仪表管理系统、车身管理系统相对来说对实时性的要求较低,因此这两个节点构成低速 CAN 通信网络,通信波特率设为 125Kbps。主控制器跨接高、低速两条总线,与各节点进行数据交换,兼起网关的作用。

网关通过对 CAN 总线间待传数据信息的智能化处理,可以确保只有某类特定的信息能够在网络间传输。例如,车身 CAN

总线控制器要从电动机 CAN 控制器索要某一信息时,网关计算机就从后者中取得有关的信息并按要求作一定的处理后再进行传输。采用这种方式可将不同的信息分开,减轻了各网络总线上的负荷,保证了电动汽车各节点对数据通信实时性的要求。

2 基于 C8051F020 的系统硬件设计

参照图 1 所示的电动汽车 CAN 通信网络拓扑结构,我们制作了六个 CAN 试验节点,一个节点模拟一个电动汽车的子控制系统,从而在实验室构建了一个电动汽车 CAN 通信试验平台。在此平台上可以模拟实车的 CAN 通信情况,检验 CAN 信息管理配置是否合理,总线负荷是否合适等。

这六个节点的微控制器都采用 CYGNAL 公司新推出的一款微处理器——C8051F020。这是一款高性能的 8 位 51 单片机,具有与 8051 兼容的高速 CIP51 内核,指令集与 MCS-51 指令集完全兼容。片内资源丰富,系统集成度高,指令执行速度快,开发周期短,调试方式简单,有较高的性能价格比。在我们的开发试验过程中,利用此芯片大大缩短了开发周期。

为了便于调试和演示,每一个节点模块都包括 CAN 接口、RS232 接口、模拟信号采集接口、液晶显示器和电源模块。在调试过程中,利用模拟信号采集接口采样实时数据, CAN 接口发送采样到的实时数据和接收总线上来的数据,液晶显示器用来将本地采集到的数据和通过 CAN 总线接收的数据直观的显示出来, RS232 接口在需要的情况下可用来与 PC 机建立通信。除主控制器模块外,其它节点模块的硬件框图如图 2 所示。

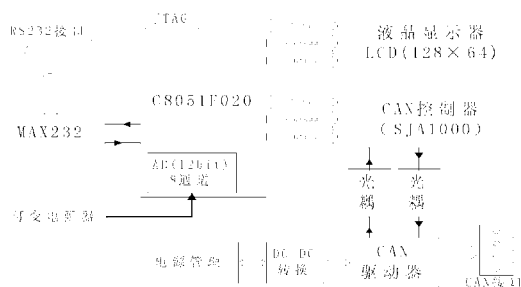


图 2 基于 8051F020 的 CAN 节点硬件框图

2.1 CAN 通信接口的硬件部分设计

完整的 CAN 总线通信接口的硬件部分应包括 CAN 收发器、电气隔离部分、CAN 控制器等,其主要功能是:

1) CAN 控制器:集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层

的功能,可完成对通信数据的位流和成帧处理(包括位填充、数据块编码、循环冗余检验、优先级判别等)、位速率控制、接收滤波、总线错误管理和微处理器接口逻辑等工作。

2)CAN 收发器:集成了 CAN 协议物理层的部分功能,是 CAN 控制器和物理总线之间的接口。主要完成电信号的转换(TTL 电平与差分电平的转换)、总线的线与能力、电气保护、过热保护等功能。

3)电气隔离部分:将本地系统与总线从电气上隔离开来,增强系统的可靠性,减少系统与系统之间的相互影响。信号隔离通常采用光电耦合器件,电源隔离通常采用 DC-DC 隔离变压器。在具体设计中,CAN 控制器选用 PHILIPS 公司的 SJA1000。这是一款独立的 CAN 控制器,可用于汽车和通用工业环境中,是 Philips 公司 CAN 控制器——PCA82C200(只支持 BasicCAN)的替代产品,而且,它增加了一种新的工作模式——PeliCAN,这种模式支持具有很多新特性的 CAN 2.0B 协议。CAN 收发器选用 PHILIPS 公司的 TJA1050。它是目前比较普遍使用的 PCA82C250 高速 CAN 收发器的后继产品,与 PCA82C250 相比:具有输出信号 CANH 和 CANL 的最佳匹配,使电磁辐射更低;节点未供电时,性能有所改进;无待机模式等优点。汽车上电气环境复杂,干扰源较多,通过电气隔离可显著提高系统的抗干扰性能,在这里 DC/DC 选用型号为 SRS5S5/100 的直流隔离模块,信号隔离部分的光耦采用高速光耦 6N137。与 CAN 通信相关的硬件接线原理如图 3、图 4 所示。

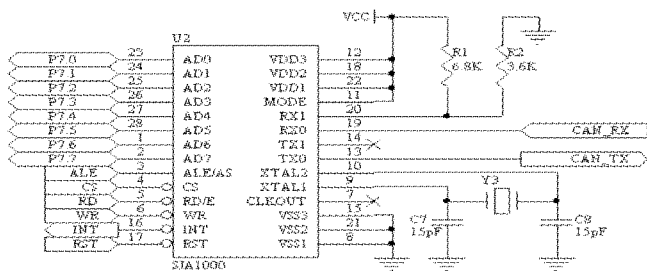


图 3 CAN 控制器接线原理图

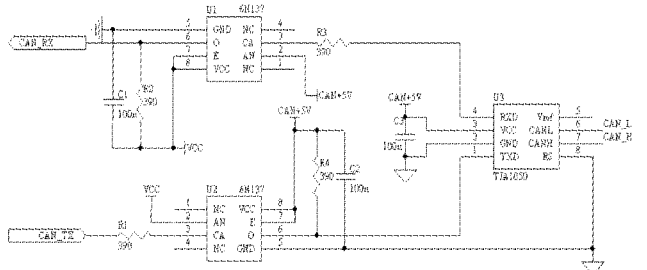


图 4 CAN 收发器原理图

2.2 主控制器(网关)CAN 通信硬件设计

主控制器相当于电动汽车的大脑,它与各个节点进行通信,协调整个车辆的运行,其硬件系统框图与其它节点基本相同。只是由于主控制器跨接电动汽车中高、低速两条 CAN 总线,兼起网关的作用,因此它的硬件设计与其他节点相比,多出了一套 CAN 通信接口。主控制器的微处理器需要与两片 CAN 控制器(SJA1000)相接,以实现同时和两个不同速率的 CAN 网络进行通信。主控制器的 CAN 通信接口框图如图 5 所示。

CAN 控制器 1 通过 CAN 收发器 1 与低速 CAN 总线相接,实现主控制器与低速 CAN 网络上节点之间的通信;CAN 控制器 2 通过 CAN 收发器 2 与高速 CAN 总线相连接,实现主控制器与高速 CAN 网络上节点之间的通信。如此主控制器便具有了

同时与两个不同速率的 CAN 网络进行通信的物理接口,也就具备了在电动汽车 CAN 网络中充当网关的硬件条件。



图 5 主控制器(网关)CAN 通信硬件结构框图

3 CAN 通信系统软件设计

在电动汽车 CAN 通信网络的硬件平台完成之后,需进行相关的软件设计,实现各节点之间的 CAN 通信。由于该网络主要是为了研究电动汽车的 CAN 通信而搭建的实验室模型,因此各节点的软件设计大部分工作是针对 CAN 通信进行的。我们将每一个节点的相关信息按照其对实时性的要求进行分类,组成不同刷新速率的信息帧。以主控制器与电机控制系统之间的通信信息为例,主控制器需要发送到电机控制系统的信息:像电机使能、电机正反转控制信号、电机驱动/制动控制信号等信号要求每 5ms 必须刷新一次,因此将这些信号组合成 5ms 发送一次的信息帧;另外电机转矩给定信号、电机转速信号、电机直流母线电流等信号,要求 10ms 刷新一次,将这些信息组合成 10ms 发送一次的信息帧。各个节点都依此编程,将各自的信息按照实际情况所要求的刷新率进行分类、整理,然后通过 CAN 网络进行传输,这样便可在该平台上模拟整个电动汽车的 CAN 通信状况。通过实时检测、观察模型网络上的 CAN 数据传输情况,可检验信息的管理配置是否合适,总线负荷是否过大,以便发现问题后及时改进。

3.1 主程序流程

除主控制器节点外,其余各个试验节点的软件流程基本相同,只是各节点发送、接收的数据帧,以及对数据帧的解释不同。每个节点的软件主要包括以下四个部分:CAN 总线数据收发控制、模拟电压采集、液晶显示控制、CAN 数据帧解析。其流程图如图 6 所示。

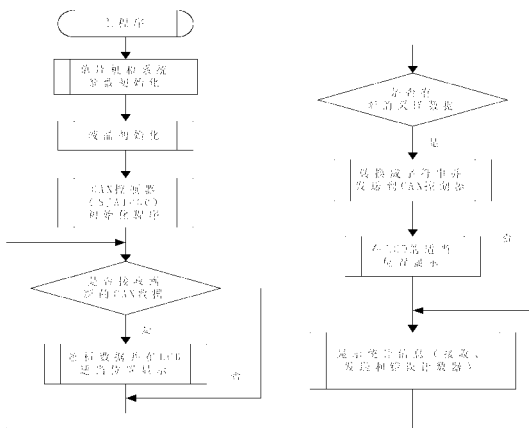


图 6 C8051F020 系统主程序流程图

主控制器(网关)的软件流程与其它节点基本相同,只是在初始化时需要两个 CAN 控制器分别进行初始化。

3.2 中断服务子程序

各节点对数据的采集通过定时中断来进行,每 5ms 触发一次 A/D 转换器,采样一次。各节点 CAN 信息帧的收、发亦通过中断来进行。CAN 信息帧接收中断优先级高于定时器中断优先级,以保证及时对接收到的数据进行处理。发送的数据在微处理

(下转第 51 页)

(上接第 24 页)

器准备好之后通过定时中断,配合 CAN 控制器的发送中断来进行发送。仍以电动机控制系统为例,主控制器发出的指令到达电机控制系统之后,电机控制系统马上进入接收中断,及时响应主控制器发来的信息。而在定时器 5ms 中断到来时,进行数据采样,并将需要发送的刷新率为 5ms 的信息帧发送出去;在定时器 10ms 中断到来时,将刷新率为 10ms 的信息帧发出去。

主控制器在进入接收中断服务子程序时,需对接收的信息帧进行分析、判断,若需要转发则立即转发。其本地数据的发送方式与其它节点相同,即在定时器中断到来时将相应刷新率的数据发出去。

4 结束语

经过长时间的开发调试,我们在实验室开发的电动汽车 CAN 通信网络模型已可以正常运行。高速、低速两条 CAN 总线网络的设计,既方便地实现了整个系统的数据共享,又为有效的缓解整个总线的通信负担提供了一种可行的技术方案。该模型的成功实现,为 CAN 总线在电动汽车上的实际应用做了有效的前期探索和尝试。

参考文献

- 1 邬宽明.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 DATA SHEET C8051F020/1/2/3. Cygnal 集成产品公司,2001

[收稿日期:2003.8.4]