

文章编号:1000-582X(2005)06-0068-03

混合动力汽车中 CAN 总线技术的应用*

肖朝晖¹, 谭进², 李山¹, 廖汝秋³

(1. 重庆工学院 计算机学院, 重庆 400050; 2. 重庆大学 科研处, 重庆 400030; 3. 重庆市公安局 交通管理局, 重庆 400041)

摘要:介绍了 CAN 总线在混合动力汽车中的应用, 研究了 CAN 通信技术和基于 CAN 节点的设计, 给出了网络结构模式, 为新一代汽车的控制提供了理论基础与依据, 并介绍了 CAN 节点硬件的组成和软件的实现方法。

关键词:混合动力汽车; CAN 总线; 混合动力控制系统

中图分类号:U469.79

文献标识码:A

混合动力汽车是一个非常复杂的系统, 它是涉及机械、电力、电子、计算机控制等多种学科的高技术产品, 各个单元和部件的运行情况错综复杂, 涉及到大量的信息交换和处理。因此, 不仅需要复杂缜密的控制系统对其进行控制, 同时各个单元之间需要进行大量的实时准确的数据交流, 使各个部件能够协调工作, 并将整车和各单元的状态、运行模式、控制指令等参数及时显示, 以便给驾驶员提供准确的信息, 使驾驶员随时了解汽车的运行情况, 确保行车安全, 同时为用户、制造厂家乃至维修部门提供各种性能指标和环境参数。

CAN 协议提供了这样的通讯平台标准。CAN 也叫控制器局域网(Controller Area Network), 它是德国波许(Bosch)公司从 20 世纪 80 年代初开始, 为解决当代汽车中日益增多的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种能有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络。它具有独特的性能、优越的可靠性和新颖的设计理念, 并且很好地顺应了现代控制理论对工业控制系统对象分散化、运作实时化、策略多样化的潮流。下面将介绍 CAN 技术及其在混合动力汽车中的应用。

1 CAN 总线

CAN 总线广泛应用于汽车、船舶、机器人、液压系统、楼宇自动化等场合, 它具有以下特点^[1]: 1) CAN 总线是基于“载波监听多点接入/冲突检测”(CSMA/CD)

的通讯模式, 这就允许在总线上的任一设备有同等的机会取得总线控制权来向外发送信息。2) 所有信息报文在传送时不是基于目的站点地址, 这就允许不同的信息采用“广播”的形式发送到所有节点, 并且可以在不改变信息格式的前提下对报文进行不同配置。3) CAN 总线是一种高速的、具备复杂错误检测和恢复能力的高可靠性强有力的实时网络。

2 基于 CAN 总线智能节点的设计

针对混合动力汽车内部各部件通信的要求, 笔者选用的 CAN 总线通信控制器选用 PHILIPS 公司的 SJA1000 芯片。SJA1000 是独立 CAN 通信控制器^[2], 它是 PHILIPS 公司的 PCA82C200 CAN 控制器的替代产品, SJA1000 具有 BasicCAN 和 PeliCAN 两种工作方式, 其中 PeliCAN 工作方式具有支持 CAN 2.0B 协议。此外, SJA1000 可连接各种微控制器接口, 并具有总线访问优先权控制、强有力的错误处理能力、无损结构的逐位仲裁等特性。

2.1 CAN 节点硬件设计方法

CAN 总线系统智能节点硬件电路原理如图 1 所示^[3-8], 从图中可以看出电路主要由 4 部分所构成: 微处理器(选用单片机或 DSP 处理器)、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。微处理器负责 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。

* 收稿日期: 2005-01-12

基金项目: 国家“863”项目: 混合动力汽车专项; 重庆市科委攻关重点项目(0714-1)

作者简介: 肖朝晖(1970-), 男, 湖南衡阳人, 重庆工学院讲师, 硕士, 研究方向: 计算机应用、信息安全。

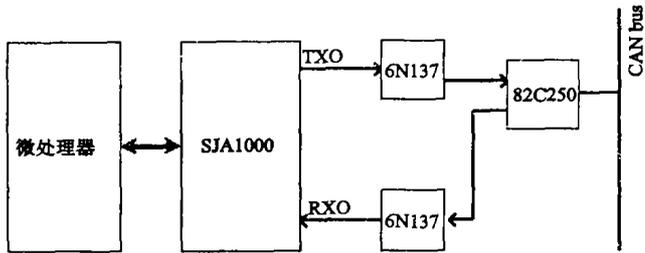


图 1 CAN 总线系统智能节点硬件电路原理图

SJA1000 的 AD0 ~ AD7 连接到微处理器(采用单片机)的 P0 口,CS 连接到微处理器的 P2.0,P2.0 为 0 时微处理器片外存储器地址可选中 SJA1000,微处理器通过这些地址可对 SJA1000 执行相应的读写操作。SJA1000 的 RD、WR、ALE 分别与微处理器的对应引脚相连,INT 接微处理器的 INT,微处理器可通过中断方式访问 SJA1000。

82C250 为高性能 CAN 总线收发器,其功用是提供向总线的差动发送能力和对 CAN 控制器的差动接收能力,它具有降低射频干扰、热防护、抗汽车环境下的瞬间干扰等特性。

为了增强 CAN 总线节点的抗干扰能力,SJA1000 的 TX0 和 RX0 并不是直接与 82C250 的 TXD 和 RXD 相连,而是通过高速光耦 6N137 后与 82C250 相连,这样就很好地实现了总线上各 CAN 节点间的电气隔离。光耦部分电路所采用的两个电源 VCC 和 VDD 完全隔离。82C250 与 CAN 总线的接口部分也采用了一定的安全和抗干扰措施。

2.2 CAN 节点软件驱动程序的设计

CAN 总线节点的软件设计主要包括三大部分: CAN 节点初始化、报文发送和报文接收。

2.2.1 初始化子程序

SJA1000 的初始化在复位模式下进行,初始化主要包括工作方式的设置、接收滤波方式的设置、接收屏蔽寄存器 AMR 和接收代码寄存器 ACR 的设置、波特率参数设置和中断允许寄存器 IER 的设置等,在完成 SJA1000 的初始化设置以后,SJA1000 回到工作状态进行正常的通信任务。

2.2.2 发送子程序

发送子程序负责节点报文的发送。报文的传输由 CAN 控制器 SJA1000 独立完成,发送方式有中断控制发送和查询控制发送。设计方法根据系统的要求。

2.2.3 接收子程序

报文的接收由 CAN 控制器 SJA1000 独立完成,收到的报文放在接收缓冲器中。接收方式有中断控制接收和查询控制接收。设计方法根据系统的要求。

3 基于 CAN 总线的整车系统网络设计

整车控制系统的网络拓扑结构如图 2 所示。采用总线控制方式,各控制模块组成了网络中的各节点。整车控制模块 VCM 负责汽车运行工况的判断和系统中各控制模块间的协调及通信故障的判断。

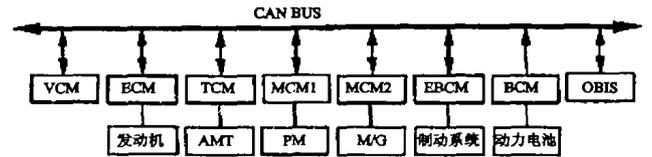


图 2 CAN 节点网络拓扑图

在有些控制模块里需要提供 CAN 与 RS-232 的转换接口,采用下面的电路图实现。

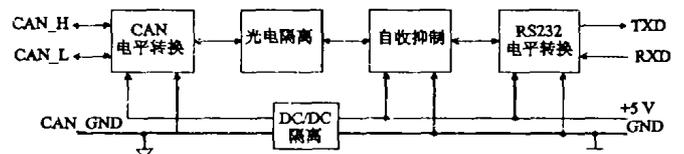


图 3 CAN-232 接口

在整个 CAN 网络的通信中,需要解决的关键问题是 CAN 的仲裁和通信的错误检测。CAN 总线物理层通常是双绞线当逻辑“1”被写进总线里,两条线的电平是 2.5 V,并被定义为隐性位。当逻辑“0”被写进总线里一条线并被上拉到 5 V(CAN 高),另一条线被下拉到地(CAN 低),这叫做显形位。但是如果显形位和隐性位都被不同的节点同时写进总线里,总线显示显形位。所以显形位覆盖了隐性位,这就会造成 CAN 网络冲突,因此需要进行仲裁,见图 4。

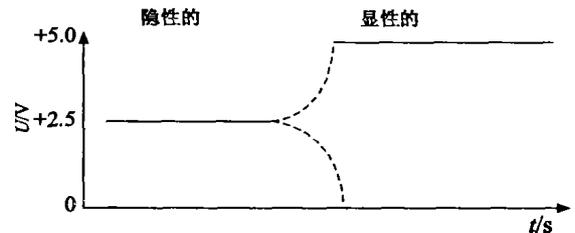


图 4 CAN 电平

笔者采用非破坏性逐位仲裁的技术来实现它。其原理是,当节点开始传送它们各自的报文时,标识符的每一个位都被写到总线里而且能够被每一个节点读回。如果一个节点写进了隐性位而读回显形位,它就会判断另一个较低标识符号码的高优先权节点正在访问。总线就会停止传送报文并继续接收更重要的报文。从而保证了如果发送一个高优先权报文它就会赢得仲裁,并能够在一定的时间限度里到达它的目的节点,这样就可以由系统设计者来控制。但是必须注意如果两个节点用同样的标识符发出数据,两个都会得到总线的仲裁并开始传输数据,在某一点数据会不同并产生错误;两个节点都会后退并且重新开始整个传输过程,在最坏的情况下它会造网络的锁死。

解决了 CAN 通信的仲裁问题后,下一个就是通信

的错误检测问题. 主要采用两层检测: 报文级和位级. 如果一个报文出错那么任一级的错误检测都会使节点不接收这个报文并产生一个出错帧, 使所有的节点都忽略它并使发送节点重新发送这个报文.

在报文级检查中采用 CRC 检查和应答隙. CRC 检查是一个 15 位 CRC, 它计算描述符场和数据字节的 CRC. 应答场有两位包括一个应答位和一个应答界定符: 发送器将会把一个隐性位放在应答场, 任何一个正确接收报文的节点在应答场写一个显性位. 如果发送器在应答场没有读回一个显形位它将产生一个出错帧, 并重新传送报文. 最后在报文级增加一个形式检查, 它检查那些总是隐性位的报文场, 如果检测到显形位就会产生错误. 主要检查帧起始、帧结束、应答界定符以及 CRC 界定符位.

在位级检查中, 每一个位都由发送器监控. 如果一个位被写进总线但读到的是它的反, 错误就会产生. 只有标识符场和应答隙是除外的, 它要求显性位覆盖隐性位. 另外一种错误检测方法是通过位填充规则来实现. 当一个报文没有被填充即如果在逻辑电平相同的连续 5 位后, 下一位不是前面的反, 则产生一个错误.

通过上述仲裁和错误检测方法, 就实现了 CAN 通信的实时性和可靠性, 图 5 就是通过实验后描述的 CAN 总线传输速率和传输长度的关系图.

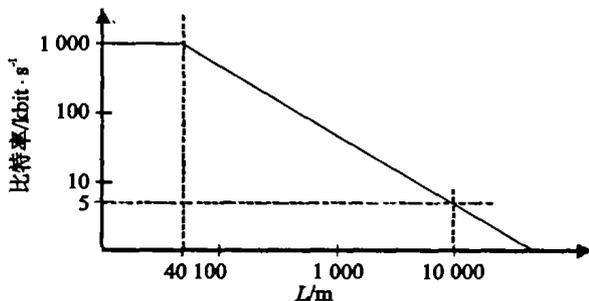


图5 CAN通信

在整个系统设计完成后, 笔者设计了一个车载信息显示终端(OBIS), 其功能界面显示见图6, 来实时准

确地反映 CAN 总线上传送的信息, 包括汽车各模块的工况参数及通信状态.

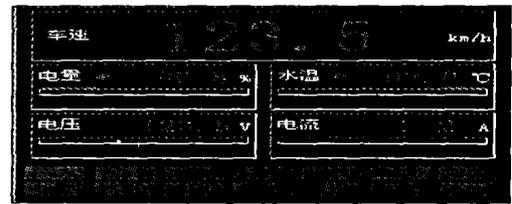


图6 信息显示终端

4 结 语

将混合动力汽车控制系统首先在实验室对基于 CAN 的数据通讯技术进行结点调试, 然后安装于长安混合动力汽车样车上实际运行, 结果表明, 其系统工作运行正常.

参考文献:

- [1] 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, 1996.
- [2] PHILIPS. SJA1000 Stand-alone CAN Controller Product Specification[EB/OL]. <http://www.Philips.com>, 2004-05-09.
- [3] 葛林, 周文华, 徐航. CAN 通信网络在汽车中的应用研究[J]. 汽车技术, 2000, (11): 1-4.
- [4] 欧德翔, 汪至中. 基于 CAN 总线分布式控制系统智能节点的设计[J]. 工业控制计算机, 2002, (12): 46-48.
- [5] JOSEPH C BURBA. Consideration of Control System Architecture in Electric and Hybrid Electric Vehicles[EB/OL]. <http://evs2001.tu-berlin.de>, 2004-05-09.
- [6] WANG WEIHUA, ZENG XIAOHUA, WANG QINGNIAN. Develop Hybrid Transit Buses for Chinese Cities[EB/OL]. http://www.sae.org/servlets/techtrack?PROD_TYP=PAPER, 2004-05-09.
- [7] National Renewable Energy Laboratory. ADVISOR Documentation[DB/CD]. <http://www.nrel.gov>, 2004-05-09.
- [8] 廖海涛, 程昌银. CAN 总线 PC-CAN 卡设计[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2003, (2): 22-24.

Application for Hybrid Electric Vehicle Based on CAN Bus

XIAO Zhao-hui¹, TAN Jir², LI Shan¹, LIAO Ru-qiu³

(1. College of Computer, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China;

2. Department of Scientific Research, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

3. Traffic Administration of Chongqing Security Bureau, Chongqing 400041, China)

Abstract: The paper introduces the application of CAN bus in the Hybrid Electric Vehicle, studies the CAN bus technique and the design based on the node of CAN bus, and provides a network topology mode. The theories foundation and basis for new generation automotive are provided, which are combined to introduce the hardware constitutes and software method for the node of CAN bus.

Key words: hybrid electric vehicle; CAN bus; hybrid electric control system