

文章编号:1671-8879(2006)01-0086-04

## 基于CAN总线的汽车电子系统传输网络设计

闫茂德, 陈金平

(长安大学 信息工程学院, 西安 710064)

**摘 要:**在分析传统的汽车电子控制系统数据传输网络优缺点的基础上,介绍了机动平台系统中的总线技术及应用现状,给出了一种基于CAN总线的整车数据传输网络的硬件设计方案,对系统数据传输网络的总体结构、CAN总线的节点设置、节点及中央控制与CAN总线的接口电路做了详细说明与分析。结果表明,CAN总线汽车电子系统数据传输网络是一种解决汽车电子控制信息传输的有效方法,可以简化系统结构、提高可靠性和提升系统的整体性能,能更好地满足汽车电子控制系统的应用需要。

**关键词:**汽车工程; 电子控制系统; 数据总线; 信息传输; CAN总线

**中图分类号:**U463.62; TP273 **文献标识码:**A

### Design of Data Transmission Networks Based on CAN Bus for Automobile Electronic System

YAN Mao-de, CHEN Jin-ping

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** This paper analyzes the virtues and defects of the data transmission network for traditional automobile electronic control systems, and introduces the data bus technique of the moving platform and its applications. Based on CAN fieldbus, this paper presents a kind of hardware design scheme of data transmission network for automobile electronic control system. The proposed scheme describes the overall architecture, distribution and interface circuit of the node, interface circuit of the gateway and the function of each node of the system in detail. It is pointed out that the scheme of CAN bus network is an effective and efficient method of information transmission, and it can efficiently simplify system structure, raise reliability, improve performance of whole system; it can meet the practical need of automobile electronic control system. 1 tab, 3 figs, 7 refs.

**Key words:** automobile engineering; electronic control system; data bus; information transmission; CAN bus

## 0 引言

随着科技的飞速发展,汽车装有越来越多的电

气控制设备、电子部件、专用传感器和功能各异的执行装置,如果仍采用常规的布线方式,即点对点方式连接的电缆网进行信号传输,必然使车内电气布

收稿日期:2005-02-20

作者简介:闫茂德(1974-),男,陕西澄城人,副教授,博士后。

线越来越长、越来越复杂,导致系统的运行可靠性降低、故障维修难度增大。并且粗大的线束不但占用了汽车上宝贵的空间资源,而且也越来难以隐蔽安置。为此,本文给出了一种基于CAN总线的整车数据传输网络硬件设计方案,重点对系统数据总线的总体结构、CAN总线的节点设置、节点及中央控制与CAN总线的接口电路进行了设计和分析,旨在推动汽车电子控制系统的数字化、集中化和智能化<sup>[1-2]</sup>。

## 1 机动平台数据总线技术

数据总线又称数据干线,是由总线通信控制装置、传输介质、网络拓扑结构和通信协议等构成的通信系统<sup>[1]</sup>,其实质是计算机局部网络技术在控制领域的应用,在一条数据线上传递的信号可被多个系统共享,从而最大限度地提高系统整体效率。机动平台数据总线技术是指在各类机动平台的电子综合与控制系统中应用的总线实时网络传输技术。目前,在机动平台领域中的应用的主要数据总线类型见表1。随着航空航天运载器和车船等机动平台中电子设备的大量应用,基于总线技术的电子综合系统也迅速发展起来。

(1)可靠性高。在硬件与通信协议上加强了可靠性设计,采取隔离、冗余和多种错误检测与故障恢复机制,降低误码率,防止网络瘫痪,确保总线在恶劣环境中能够可靠工作。

(2)实时性强。一般有着较高的传输速率和较短的消息帧,因此执行一次传输的时间较短,以便满足实时运动控制的要求。

(3)通信协议多采用指令/响应式。这类协议中的消息传输由总线控制器控制,相关终端对指令给予响应,适于集中控制的分布式处理系统。拓扑结构多采用广播总线式,以便对总线进行管理监测和差错控制。

表1 应用于机动平台上的典型数据总线类型

代号	协议方式	拓扑结构	传输介质	标准速率/(Mbit·s <sup>-1</sup> )	应用
MIL-STD-1553B/1773	指令/响应式	总线广播	双绞线/光纤	1.0	航空、航天、车辆与船舶
MVB	指令/响应式	总线广播	串口线/双绞线/光纤	1.5	列车
CAN	CSMA/CD	总线广播	双绞线/同轴电缆/光纤	1.0	车辆与工业现场控制

## 2 汽车电子控制系统数据总线传输方案

### 2.1 总线产品的选择

总线产品包括硬件、协议和拓扑。具体指标包括:数据速率、节点数、最大间距、消息长度、传输延时、故障恢复时间、传输介质、拓扑结构及网络管理方式等。根据控制方案提出的延时指标,在测算相应通道数据传输量的基础上确定总线数据速率等实时性指标参数,根据网络布局确定节点数和传输距离。光纤介质不仅质量轻,还具有极佳的抗干扰性能,但在多路耦合装置上还存在一定局限,因此要与拓扑结构综合考虑。在协议方面,为满足实时集中控制的需求,考虑到网络传输量的不均匀性,以命令/响应式为佳。用以太网卡通过修改协议的方法实现实时网络连接,优点是价格便宜且传输速率较高,缺点是抗恶劣环境能力差,占用主机资源。MVB总线主要在列车中应用。1553B总线虽然可靠性高,但由于CAN总线的性能不比1553B差,并且价格低廉<sup>[2]</sup>,故CAN总线的应用范围更广。因此选用CAN总线,并可根据实际需要对其协议进行改进。

### 2.2 总线传输的内容与网络布局

汽车电子控制系统的核心是导航与控制系统,主要由“传感器-计算机-伺服机构”回路构成。该回路的电缆中传输绝大多数导航和控制信息,是汽车上信息传输的主干线路,也是总线技术应用的重点。而时序、安全、控制和测量等系统的信号传输可在此基础上设计完成,可以挂接在骨干线路上,也可单独组成局部网络,再通过接口与骨干网相连。网络布局可考虑以下形式:

(1)以主处理计算机为核心,多总线网络组合,以满足系统功能需要。如传感器至计算机和计算机至伺服机构采用2条总线,同一回路中也可用多总线进行冗余传输。

(2)根据汽车上传感器和仪表位置特点,采用局部专线网通过总线接口接入骨干数字网。例如,传感器测量装置内部的各仪表和电路可通过专线连接,对外作为1个节点接入总线,可减少接口数量,简化连接结构。

(3)在主体的数字总线网络中结合少量专线连接的模拟线路,如点火、油路控制、启动等离散的控制指令就可以由计算机直接通过专线向执行装置传输。

### 2.3 基于CAN总线汽车电子控制系统总体设计

总线传输系统主要包括总线型电缆网和总线接

口装置,它不仅是汽车采集和控制信息的传输通道,也是汽车控制系统的重要组成部分。目前汽车上的网络连接方式主要采用两类数据总线结构,一条用于驱动系统的高速数据总线;另一条用于车身系统的低速数据总线。驱动系统数据总线主要连接对象是发动机控制器(ECU)、安全气囊控制(SRS)及防抱制动控制(ABS)、安全气囊控制器等。车身系统数据总线主要连接对象是4门以上的集锁、电动车窗、后视镜、厢内照明灯、空调和防盗等计算机控制单元。有些先进的轿车还会负责卫星导航及智能通讯系统。总线已开始应用于这些先进的汽车计算机系统,取代传感器、电控单元和执行器之间以及电控单元之间的专线联系方式,构成了基于总线的汽车控制系统网络,处理各种数据,下达控制指令,并对网络进行集中管理<sup>[5]</sup>。其他设备通过专用接口挂接在总线上,在车载计算机的控制下进行各种参数测量并完成各种控制动作。该网络的基本结构见图1。

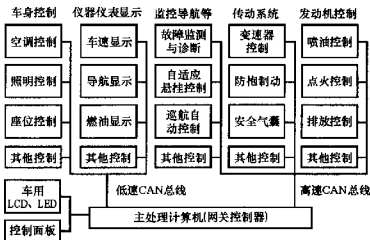


图1 汽车电子系统数据传输网络原理图

## 2.4 汽车电子控制系统 CAN 总线接口设计

由于汽车上各种电器对网络信息传输延迟的敏感性差别很大,如发动机控制、传动系统以及导航监控等之间的协调关系所要求的实时性很强,而车身控制、仪器仪表显示等对信息传输延迟的要求较宽松。这样对信息传输延迟要求较为宽松的总线可为低速 CAN 总线,而要求实时性很强的总线可为高速 CAN 总线,信息传输速度在  $500 \text{ (kb} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$  以上。高速 CAN 总线的控制对象都是与汽车行驶控制直接相关的系统,各系统之间存在较多的信息交流,而且很多都是连续的和高速的对信号传输。低速 CAN 总线信息传输速率为  $100 \text{ (kb} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ ,该总线的控制对象主要是低速电机、电磁阀和开关量器件,它们对信息传输的实时性要求不高,但数量较多。根据数据传输不同的实时要求,将汽车数据总线分开,采用高速 CAN 总线有利于保证驱动系统的实时性,采用低速 CAN 总线还能增加总线的传

输距离,提高抗干扰能力,降低硬件成本。

汽车上各个节点均与 CAN 总线相连,组成一个局域网,而许多节点的实时性和可靠性都要求很高,因此,CAN 总线的设计就显得极为重要,其中,CAN 控制器的选取、CAN 收发器以及抗干扰措施将成为设计的关键<sup>[3-5]</sup>。

### 2.4.1 节点与 CAN 总线的接口设计

(1)CAN 控制器的选取。为了系统进一步扩展的需要,选用支持 CAN2.0B 通信协议的单片机作为节点控制核心,以增加节点的控制功能,增强系统控制的灵活性以及提高系统的可靠性。这里选用广泛应用于工业控制场合的 P8XC592,该控制器是 PHILIPS 公司生产的 8 位单片机。

(2)CAN 收发器。PCA82C250 是 PHILIPS 公司的 CAN 控制器和物理总线间的接口,提供对总线的发送和接收能力,它与 ISO11898 标准完全兼容。使用 PCA82C250 是为了增大通信距离,提高系统的瞬间抗干扰能力,保护总线,降低射频干扰(RFI),实现热防护等。

(3)光电隔离。为了进一步提高系统的抗干扰能力,在控制器 P8XC592 和收发器 PCA82C250 之间增加了由高速隔离器件 6N137 构成的隔离电路,电源采用 DC-DC 变换器。

节点与 CAN 总线的接口设计见图2。



图2 节点与 CAN 总线的接口设计

### 2.4.2 中央控制器与 CAN 总线的接口设计

中央控制器选用 INTEL 公司的 16 位单片机 87C196CA,该芯片带 CAN 控制器,其 CAN 控制器的功能与 INTEL 公司独立的 CAN 控制器芯片 82527 相同,支持 CAN2.0A 和 CAN2.0B<sup>[7]</sup>。与高速 CAN 总线的通讯采用 87C196 的片内 CAN 控制器,这样 CPU 访问片内 CAN 控制器寄存器的速度快、时效性高;而与低速 CAN 总线的通讯则采用 PHILIPS 公司最新生产的 CAN 控制器 SJA1000,SJA1000 是独立的 CAN 控制器,支持 CAN2.0A 和 CAN2.0B 的 CAN 控制器<sup>[7]</sup>。光电隔离选用 6N137,见图3。

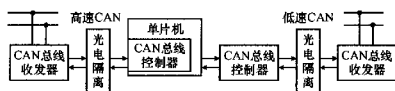


图3 中央控制器与 CAN 总线的接口设计

### 3 总线传输特性及对控制方案的影响

总线控制系统是实时网络。与一般的数控方案相比,总线传输方案将原本由计算机执行的A/D和D/A功能下放到各台仪器当中,从而实现了信息传输的数字化与总线化,但也增加了传输延时。总线传输延时由总线的硬件性能和传输协议共同决定,反映在响应速度、传输带宽和传输效率等指标上。尽管目前的总线传输速率不断提高,但与点对点的专线传输相比是有延迟的。例如,对传感器的采样频率和精度较高时,数据传输密度增大,传输延时的影响就愈加明显。突发性数据的传输也会带来同样的问题,严重时甚至可能造成数据拥塞,不能满足控制系统的实时性要求。这些特性要求设计者在确定控制系统方案时必须考虑总线的传输能力,合理选择采样频率;在采样和控制计算周期中考虑总线传输延时因子,提高计算速度,通过缩短计算延时对传输延时进行补偿。同时,设计合理的网络结构也可有效地分流数据。

### 4 结 语

(1)数据总线传输是新型汽车电子控制系统的重要组成部分,能够有效消除点对点传输方式的弊端,显著提高系统性能。

(2)能提高汽车电子系统的控制能力,组网自由,扩展性强,对复杂的汽车网络具有强大的优势。

(3)提高了系统可靠性,减少了电缆和连接器数量,降低了连接复杂度及系统结构,更好地控制和协调汽车的各个系统,数字传输衰减失真小,抗干扰能力强,便于采用冗余技术。这些改进有助于提高系统可靠性,故障维修方便。

(4)可根据数据内容确定通信优先权,解决了转速实时性和共享性的问题。

(5)数据总线方案利于采用自检测等先进的检测技术,并能简化汽车与检测系统的接口。

### 参考文献:

#### References:

- [1] 阳显惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.  
YANG Xian-hui. Fieldbus Technology and its Application[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999.
- [2] 廉保旺,李勇,张怡,等. CAN总线与1553B总线性能分析比较[J]. 测控技术,2000,19(6): 47-49.  
LIAN Bao-wang, LI Yong, ZHANG Yi, et al. The Performance Analysis and Comparison on CAN Bus and 1553B Bus[J]. Measurement and Control Technology, 2000,19(6): 47-49.
- [3] Etschberger K. Controller Area Network (CAN)-grundlagen[Z]. Protokolle, Bausteine; Anwendungen-Hanser Verlag, 2000.
- [4] 朱正礼,殷承良,张建武. 混合动力车中CAN总线系统的应用[J]. 交通运输工程学报,2004,4(3): 90-94.  
ZHU Zheng-li, YIN Cheng-liang, ZHANG Jian-wu. Application of CAN Bus System in Hybrid Electric Vehicle[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004,4(3): 90-94.
- [5] 苟广鹏,孙泽昌,魏学哲. 控制器局域网技术在汽车中的应用研究[J]. 汽车工程,2000,22(6): 409-412.  
GOU Guang-peng, SUN Ze-chang, WEI Xue-zhe. CAN Technique in Vehicle[J]. Automotive Engineering, 2000,22(6): 409-412.
- [6] 赵祥模,马建,关可,等. 汽车综合性能分布式计算机网络自动测控系统[J]. 长安大学学报:自然科学版,2003,23(5): 94-98.  
ZHAO Xiang-mo, MA Jian, GUAN Ke, et al. Distributed Computer-net Automatic Testing System on Vehicle General Performances[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003,23(5): 94-98.
- [7] 王伟华,金自前,曾小华,等. 混合动力汽车动力总成试验台研究[J]. 中国公路学报,2005,18(2): 103-106.  
WANG Wei-hua, JIN Qi-qian, ZENG Xiao-hua, et al. Research on Hybrid Electric Vehicle Powertrain Test Bench[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005,18(2): 103-106.