

# 控制器局域网技术在汽车中的应用研究

苟广鹏 孙泽昌 魏学哲  
(同济大学)

U 463, ~~463~~  
TP399

**[摘要]** 本文首先概述了国内外汽车网络技术的发展情况,着重介绍了控制器局域网CAN (Controller Area Network) 的主要特征,并提出了在现代汽车控制中的应用方案以及应用设计中应注意的事项。

**叙词:** 信息多路传输 CAN 汽车 控制器局域网, 控制系统

## CAN Technique in Vehicle

Gou Guangpeng, Sun Zechang & Wei Xuezhe  
Tongji University

**[Abstract]** In this paper, the development history of automotive network technique and the main characteristics of CAN (Controller Area Network) are introduced. Then the application strategy of CAN and principles of network design in vehicle are discussed.

**Keywords:** Multiplexing CAN Vehicle

### 1 引言

随着计算机技术、通讯技术、集成电路技术的飞速发展,以全数字式现场总线为代表的现场控制仪表、设备大量应用,使得传统的现场控制技术及其现场控制设备发生了巨大的变化。传统的现场连线被单一简洁的现场总线网络所代替。系统设计灵活,设备维护简单,信号传输质量也大大提高,为工业现场控制用户带来巨大好处。经过长时间发展,已形成 Hart、Lonworks、Profibus、Bitbus 及 CAN 等多种现场总线协议。

随着电子技术的迅速发展和在汽车上的广泛应用,汽车电子化程度越来越高,特别是微控制器进入汽车控制领域后,给汽车发展带来了划时代的变化,汽车的动力性、操作稳定性、安全性、燃油经济性、对环境的友好性都得到了大幅提升。

电子设备的大量应用,必然导致车身布线愈来愈复杂、运行可靠性降低、故障维修难度增大。特别是电子控制单元的大量引入,为了提高信号的利用率,要求大批的数据信息能在不同的电子单元中共享,汽车综合控制系统中大量的控制信号也需要

实时交换,传统线束已远远不能满足这种需求。针对上述问题,就选择了网络技术,在借鉴计算机网络技术和现场控制技术的基础上,开发出了各种适用于汽车环境的汽车网络技术。

和其它控制现场相比,汽车内温度变化范围大(-45~100℃),电磁干扰和其它电子噪声强,环境恶劣,网络在车内的运行可靠性尤为重要,这不但体现在网络结构自身的容错能力和抗干扰能力上,而且也体现在信号的编码方式和传输方式上。汽车局域网无一例外地都采用了同步串行传输方式,数据信号多采用 PWM 和 NRZ 编码,通常位速率高于 100kbps 采用 NRZ 编码,低于 100kbps 采用 PWM 编码方式<sup>[1]</sup>。

众多国际知名汽车公司早在 80 年代就积极致力于汽车网络技术的研究及应用。迄今为止,已有多种网络标准,如 SAE 的 J1850、德国大众的 ABUS、博世的 CAN、美国商用机器的 AutoCAN、ISO 的 VAN、马自达的 PALMNET 等。

按照我国汽车电子技术发展规划,进入 21 世纪后轿车电子技术可达国外 90 年代水平,届时也将会大量智能电子控制单元被引入。为缩短同国外轿车技术水平,提高自身的竞争力,单纯靠技术引进

不利于长期发展,消化、吸收、研究和开发自己的汽车网络应用系统已势在必行。

## 2 汽车中的信息多路传输与控制器局域网

目前存在的多种汽车网络标准,其侧重的功能有所不同,为方便研究和设计应用,SAE 车辆网络委员会将汽车数据传输网划分为 A、B、C 三类<sup>[2]</sup>。

**A 类** 面向传感器/执行器控制的低速网络,数据传输位速率通常只有 1~10kbps。主要应用于电动门窗、座椅调节、灯光照明等控制。

**B 类** 面向独立模块间数据共享的中速网络,位速率一般为 10~100kbps。主要应用于电子车辆信息中心、故障诊断、仪表显示、安全气囊等系统,以减少冗余的传感器和其它电子部件。

**C 类** 面向高速、实时闭环控制的多路传输网,最高位速率可达 1Mbps,主要用于悬架控制、牵引控制、先进发动机控制、ABS 等系统,以简化分布式控制和进一步减少车身线束。到目前为止,满足 C 类网要求的汽车控制局域网只有 CAN 协议。

三类网络功能均向下涵盖,即 B 类支持 A 类网的功能,C 类网能同时实现 B 类和 A 类网功能。下面以 CAN 为例分别介绍三类汽车局域网的典型应用方案。

典型的 A 类网应用如图 1 所示的汽车防盗报警系统。由于车门开关及行李箱开关等信号只在一定的情况下产生,正常时没有信号,所以对数据传输速率要求极低,低速 A 类网就能充分满足系统要求,并且和传统的系统设计相比,车身线束大大减少,设计更为简单方便。

当大量共享数据需要在车辆各智能模块间进行交换时,A 类网不再胜任,可采用 B 类网络系统。由控制器局域网 CAN 组成的典型 B 类网络系统如图 2 所示。车辆信息中心和仪表组单元无须单独挂接液位、温度、车灯、车门及安全带等信号传感器,就能从总线上获取上述信息,大大地减少了传感器和其它电子部件数量,有效地节约了安装空间和系统成本。

通常 A 类网络系统不单独使用,而是和 B 类网络系统结合使用。本文给出的组合网络系统如图 3 所示,图中没有摒弃 A 类网,而是通过车身计算机连接到 CAN 总线组成的 B 类网中,使得该 A 类网系统成为 CAN 总线的的一个节点,这样无须在各传感器/执行器部件安装 CAN 控制器件就能使得信号在 CAN 总线上传输,有效地利用了 A 类网低成

本的优点。

在上述的应用中,都未充分发挥 CAN 总线高速大容量的特点。为进一步减少车身线束,方便故障诊断,满足主要电子单元或系统间大量数据信息实时交换需要,使汽车各方面性能趋于最佳状态,则需建立基于 CAN 总线的 C 类网络系统。图 4 所示的 C 类网络系统方案中,CAN 总线有效地将发

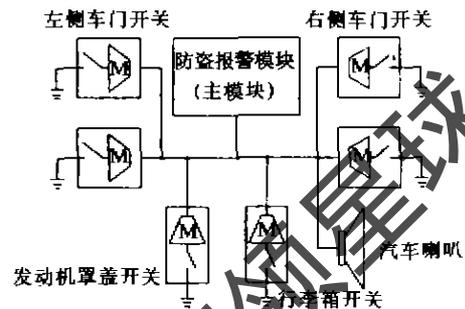


图 1 汽车防盗报警 A 类网络系统

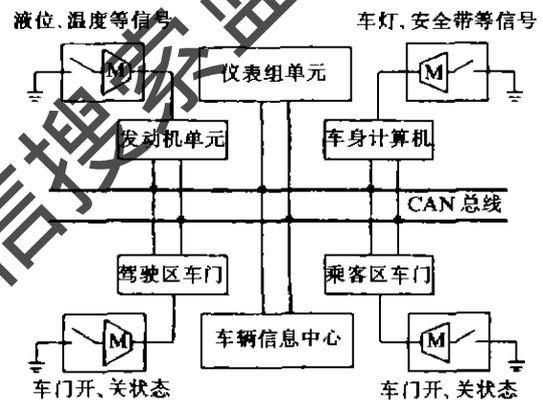


图 2 基于 CAN 总线的 B 类网络系统

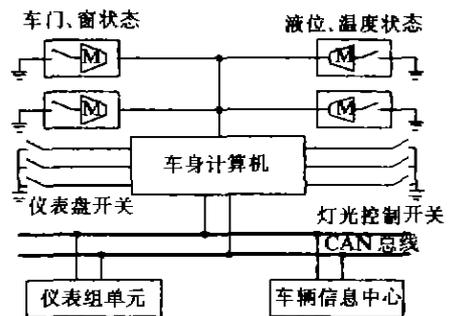


图 3 A 类网和 B 类网的组合应用方案

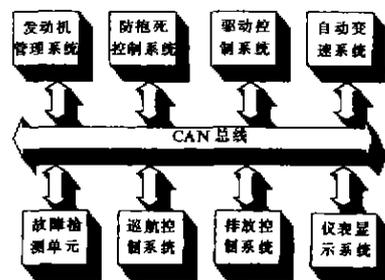


图 4 基于 CAN 总线的 C 类网络系统

动机控制系统、驱动防滑系统及自动巡航系统等连接成为一个综合控制系统,整车性能得到大幅度提高。

目前B类汽车局域网应用最为广泛,A类网趋于淘汰,C类网应用日益广泛。按发展趋势,在不久的将来C类网将占据主导地位<sup>[3]</sup>。

### 3 CAN协议及其支持器件

控制器局域网CAN是80年代初博世公司为解决现代汽车中众多控制单元、测试仪器之间的实时数据交换而开发的一种串行通信协议,经多次修订,于1991年9月形成技术规范2.0版本。该版本包括2.0A和2.0B两部分。其中2.0A给出了报文标准格式,2.0B给出了报文的标准和扩展两种格式<sup>[4]</sup>。推出2.0B是为了满足美国汽车制造商对C类网应用的要求。随后,SAE的货车客车控制和通信网络委员会J1939投票通过了将CAN作为C类数据交换网应用于客车、货车、农业及建筑车辆<sup>[4]</sup>。

CAN是一种多主竞争总线形式,废除传统的站地址编码方式,代之以对数据信息进行编码,最多可标识2032(2.0A)或5亿(2.0B)多个数据块。协议采用总线(BUS)型拓扑结构,主要是利用了总线结构电缆长度短、布线容易、可靠性高、易于扩充等优点。数据信号采用NRZ编码,通讯速率最大可达1Mbps(距离40m),能充分满足汽车发动机控制、牵引控制、防抱死制动控制等单元间实时信息交换的需要。短帧数据结构最长8个字节,占用总线时间很短,从而保证了通讯的实时性。CAN协议采用了15位CRC校验、位填充技术及完善的差错处理机制,有力地保证了数据通讯的可靠性。通讯介质可采用廉价的双绞线,性价比较高的同轴电缆或高品质的光纤。

由于其良好的运行特性、极高的可靠性和独特的设计,不但特别适合现代汽车各电子控制单元之间的互连通讯,而且也越来越受到其它业界的欢迎,并被公认为最有发展前景的现场总线之一。在国外,尤其是美国和欧洲,CAN已被广泛应用于汽车(奔驰、宝马、劳斯莱斯、美洲豹等)、火车、船舶、机器人、楼宇自动化、机械制造、医疗器械、消防管理、电力自动化等领域。目前,支持CAN协议的有INTEL、MOTOROLA、PHILIPS、SIEMENS、NEC、HONEYWELL等百余家国际著名公司,其中CAN应用器件也琳琅满目、层出不穷,已经逐步形

成产品系列。

目前市场上最常见的CAN总线产品有PHILIPS的PCA82C200、SJA1000、P8XC591、P8XC592、PCA82C250等。其中SJA1000和PCA82C200为独立的CAN控制器,P8XC591和P8XC592将微控制器和CAN通讯控制器集成为一体,82C250是CAN总线收发器,用于CAN器件与物理总线的连接。

在独立的CAN控制器中,PHILIPS公司首推新一代功能更为完善的SJA1000。SJA1000有两种应用模式:标准模式和Peli模式。标准模式符合CAN协议的2.0A标准,能实现PCA82C200的所有功能,接收缓冲器也增至64个字节,Peli模式符合2.0B标准,能实现扩展数据格式,增加了仲裁丢失捕获、错误代码读取等功能,设计更为灵活方便。SJA1000内部逻辑框图及外部接口如图5所示,接口管理逻辑负责CAN控制器与微控制器的相互通讯,CAN核心块集成了位流处理、位定时、数据收发及错误管理等功能。

SJA1000的总线驱动能力有限,不直接与总线连接,中间需经CAN收发器和总线连接。图6给出了SJA1000经PCA82C250与总线连接的原理图。

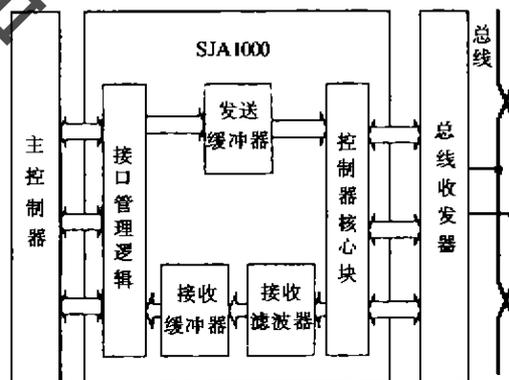


图5 SJA1000内部逻辑框图及外部接口

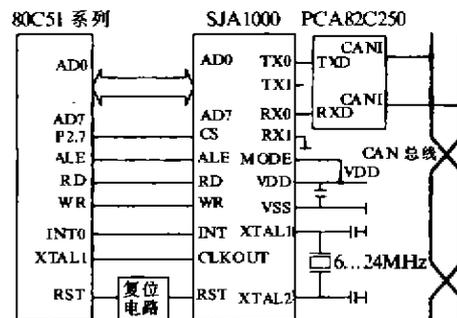


图6 SJA1000的典型应用方案

在图4所示的控制器局域网中,只要将独立CAN控制器和PCA82C250总线接口作为外围器件与原有的微控制器连接在一起,重新设置控制命

令参数,即可组成网络节点挂接到总线上。集成了SJA1000的网络节点内部逻辑如图7所示,系统中传输介质选用价格低廉、安装方便的双绞线,也可以选用性能更高的塑料光纤。

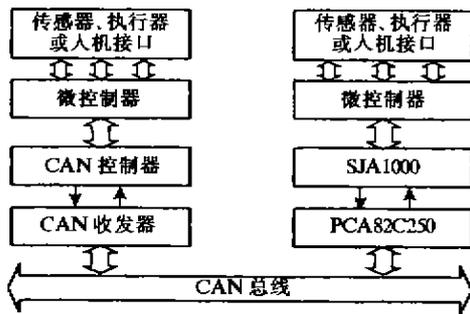


图7 CAN节点与总线的互连

该系统中数据信息量非常大,有快速变化信号,有渐变信号。为保证总线上交通畅通,重要信息在发生总线访问冲突时优先发送,合理地安排数据信息总线访问优先级显得尤为重要。各电子控制单元正常工作所能容许的最大时间延迟是决定数据访问总线优先级的最主要因素。对转矩、车速及发动机转速等快速变化的信号必须进行高速采样,并以相应的速率在总线上传输,数据的总线访问优先级也高。对进气温度、冷却液温度、燃油温度等变化较慢的信号每隔100ms或1min采样一次就完全足够,数据的总线访问优先级相应地就很低。

同样如果一个参数信号对控制系统的正常工作显得非常重要,也可获得较高的优先级。值得注意的是,数据的总线访问优先级的设定不是固定不变的,而是随着各种外部参数和汽车的行驶情况变化而不断变化的。如发动机控制,无论是点火时间控

制,还是燃油喷射控制,都必须和发动机的转速同步,发动机转速较高时,控制信号的总线访问优先级提高,发动机转速较低时,控制信号的总线访问优先级相应降低。

## 4 结束语

随着电子技术和大规模集成电路的迅速发展,网络控制芯片性能逐步提高,体积逐步减小,价格进一步降低,为汽车局域网的普及推广创造了良好的条件。智能芯片价格的下降使得各种汽车局域网的成本相差无几,性能成为影响网络选择的最主要因素。CAN以其优异的品质具有明显的优势,越来越受到业界的欢迎。CAN总线在汽车上的广泛应用将使汽车的动力性、操作稳定性、安全性、燃油经济性都上升到新的高度,给汽车技术的发展注入新的活力。按汽车局域网发展趋势,在不久的将来基于CAN的C类网将逐步普及并占据主导地位。

### 参考文献

- 1 SAE Information Report. Class A Multiplexing Architecture Strategies—SAE J2057/4 JUN93. SAE HANDBOOK, 1998
- 2 SAE Information Report. Class C Application Requirement Considerations—SAE J2056/1 JUN93. SAE HANDBOOK, 1998
- 3 Philips Semiconductors Company. Products for CAN Applications, 1998
- 4 Brauning J, Emig R, Loffler A. Controller Area Network for Truck and Bus Applications. SAE Transactions, 902211, Section 6, 1992

(上接第392页)

## 4 结论

研制成功的天然气电控喷气系统,应用于双燃料发动机的天然气供气系统上可行。试验表明电控喷气对双燃料发动机可以明显改善性能。

电控喷气对燃烧速度和燃烧稳定性有明显作用。合理选择喷射压力和喷射相位可有效地提高燃烧速度和燃烧稳定性。电控喷气技术可以明显改善双燃料发动机的燃料经济性,提高发动机的热效率,以及改善双燃料发动机排放。

电控喷气过程中,喷射压力和相位应合理确定。否则,可能使燃烧改善效果不明显,甚至造成燃烧变差。该项研究工作正在进一步发展,探讨更

完善喷气规律和空燃比调节控制,利用喷射相位、频率和脉宽等调节的有机结合,达到混合气的有效组织,使双燃料发动机在各种工况下及时有效地燃烧,同时实施其它控制技术。

### 参考文献

- 1 Wai Y W, et al. Performance and Emissions of a Natural Gas Dual-fueled Indirect Injected Diesel Engine. SAE 911766
- 2 Mtui P L, Philip G H. Ignition Delay and Combustion Duration with Natural Gas Fueling of Diesel Engine SAE 961933
- 3 Hong H, Krepec T, Cheng R M. Optimization of Electronically Controlled Injectors for Direct Injection of Natural Gas in Diesel Engines. SAE 930928
- 4 方祖华等. 点燃式内燃机气体燃料电控喷射技术的研究. 燃烧科学与技术, 1997;(1)