

基于 CAN 总线的汽车车身电器网络实验台的设计

庄汝科 迟瑞娟

(中国农业大学工学院,北京 100083)

摘要 针对网络技术在国内汽车车身尚无应用的现状,提出了一种基于 CAN 总线的分布式汽车车身网络系统的建立方法,并将其应用于桑塔纳 2000 型轿车车身电器实验台上。将车身电器按区域划分为 9 个部分,通过 CAN 智能节点连接到总线上。对总线参数进行设置,包括节点 ID、位定时、位同步、信道延迟等,使得各节点能够有效进行通信。选用 89S51 单片机和 SJA1000CAN 控制器设计 CAN 智能节点。试验室测试时采用 PCI-5121 智能 CAN 接口卡将上位机连入总线系统中,分别以单帧和多帧 2 种方式进行通讯,普通双绞线为通信介质,通讯时间 24 h,节点传输速率为 40 kbit/s,通讯成功率 100%。系统能够实现节点间的可靠通信,达到预期的设计目标。

关键词 CAN 总线; 车身网络; SJA1000; 网络节点

中图分类号 TP 339

文章编号 1007-4333(2005)06-0091-04

文献标识码 A

A test-bed design for electrical network of vehicle body based on CAN bus

Zhuang Ruke, Chi Ruijuan

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract As the application of network technique to vehicle body in China is few, a constructing method for a distributed network system of vehicle body based on CAN bus was brought forward and was used in a wiring test-bed for vehicle body of SATANA 2000 car. The wiring system on the vehicle body were divided into nine parts according to their different locations and joints in Bus via CAN intelligent nodes. By setting the parameter of Bus, such as ID, time, rate, delay and so on, the nodes can communicate with each other successfully. The CAN intelligent node was designed by a 89S51 Single-Chip-Microcomputer and a SJA1000 CAN controller. By CAN interface card PCI-5121, we joined upper PC in the system and used it to have a communicate test with nodes in modes of single frame and multi-frame. Taking a twisted-pair as corresponding medium, a reliable communication was realized when the rate was 40 kbit/s and the communicating time was 24 hours.

Key words CAN Bus; vehicle body network; SJA1000; node

目前,汽车电子控制已经从初期的“电子-机械替代”阶段过渡到“独立系统的精确量化反馈控制”阶段,并朝着“多目标综合控制和智能化控制”的方向发展。为了实现多目标优化控制,进一步提高汽车的整体性能,根据智能化的要求和综合协调控制的特点,综合控制系统将更多地依赖系统内、外部信息的获取,这要求互相独立的电子系统和装置间进行数据交换和信息传递。因此,现代汽车采用网络技术解决分布式控制是一种必然。使用汽车网络不

仅可以减少线束,而且能够提高各控制系统的运行可靠性,减少冗余的传感器及相应的软硬件配置,实现各子系统之间的资源共享,便于集中实现各子系统的在线故障诊断。CAN(controller area network)现场总线能有效支持分布式实时控制,以其优异的性能、独特的设计和高可靠性在汽车车身电器控制中得到了广泛应用。

发达国家尤其是欧美国家生产的汽车上,CAN 总线的应用已非常普及。欧洲的 Daimler Chrysler、

收稿日期:2005-04-05

基金项目:国家高技术研究发展计划资助项目(2003AA501995-4)

作者简介:庄汝科,硕士研究生;迟瑞娟,副教授,主要从事汽车电子学研究,E-mail:chiruijuan@vip.sina.com

BWM、Volkswagen 及 Volvo 等公司都利用 CAN 作为电子系统控制网络化的手段。美国的制造商也正逐步将汽车网络系统由 J1850 过渡到 CAN^[1]。我国有关 CAN 总线研究也是方兴未艾,但应用并不广泛。在车身电器网络应用方面,目前只有上海大众、一汽大众和上海通用在新一代汽车中采用了总线技术。其中上海大众和一汽大众的轿车中采用的都是基于 CAN 总线的车身网络,但这些总线技术和产品的知识产权都在国外,我国还没有具有自主知识产权的汽车网络技术及产品^[2]。

1 汽车车身电器及 CAN 总线简介

汽车车身电器通常包括照明系统(前照灯、雾灯、转向灯、示宽灯、制动灯、行李灯等),汽车仪表与报警系统(包括各种仪表和相应的传感器、电动喇叭等),车门电器系统(中央门锁、电动门窗、电动后视镜等),辅助电器系统(刮雨器、电动座椅、空调系统等)以及电源(蓄电池和发电机),中央接线盒,组合开关,点火开关等。其特点为:

1) 数量众多,如果采用传统的点对点式联接,则线束庞大,通信关系繁杂,维修工作量大,不利于更多电子产品的应用。

2) 主要是人工操作,响应速度慢(从人工输入到功能执行的响应时间一般在 100 ms 以内)。

3) 通信实时性要求不高且工作环境相对恶劣。

针对以上问题,适宜选用低速 CAN 总线将各电器连成串行网络。由于传输速度低,使得总线的抗干扰能力增强,传输距离增加,硬件成本降低。

CAN 最早由德国 Bosch 公司推出,是总线式串行通信网络,由于其高性能、高可靠性、实时性好以及独特的设计,已广泛应用于控制系统中各检测和执行机构之间的数据通信。CAN 总线通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤。其模型结构只有 3 层:物理层、数据链路层和应用层,位传输速率最高可达 1 Mbit/s (通信距离 40 m),通信距离最远可达 10 km (传输速率 5 kbit/s)^[3]。其特点概括为^[4~6]:

1) 采用多主工作方式,任一节点均可在任一时刻主动向网络上的其他节点发送数据,无需上位机不停轮寻,节省了网络数据流量,提高了传输效率。2) 信号传输采用短帧格式,实时性好,抗干扰能力强,且具有错误节点自动关闭功能。3) 不同的节点优先级可满足不同的实时要求。4) 采用非破坏性仲裁技术,网络负载能力大。5) 系统可扩充性能好,CAN

总线面向数据而不是面向节点,扩展标准的报文标志符几乎不受限制,网络中的节点个数在理论上不受限制。6) 采用报文滤波方式接收,不需调度。7) 采用 CRC 校验及其他检错方式,保证了数据通信的可靠性。

2 汽车电器电路实验台设计

将汽车车身电器按传统接线和 CAN 总线 2 种方式连接。首先搭建传统的电路实验台。

考虑到美观、布局的紧凑性、空间利用的合理性及研究和使用的方便性等因素,结合当前确定的器件,选择 2.0 m × 1.1 m 的合成胶木板为台面,厚度 30 mm。以柜式支架支撑。电器设备的布局尽量与各电器在汽车上的实际布局相近,这样划分的节点也更能反映汽车上的实际状况(图 1)。



图 1 车身电器网络实验台台面布局

Fig. 1 Layout of vehicle body network system table

由于中央接线盒的存在,连线时必须使用实际的汽车线路接口。同时,考虑到还要以 CAN 总线的方式连接,使用了接线端子,以便以后的线路搭建。

搭建完成的实验台要求能够模拟实现车身电器在汽车实际工作过程中所要完成的一切操作。包括灯光的控制、发电机的运转、点火系统的启动、转向及制动的指示、刮水器的操纵、组合仪表的显示等。

3 基于 CAN 总线的车身网络系统设计

3.1 节点划分

在逻辑上确定各网络节点,并详细描述其系统功能是设计 CAN 智能控制节点的前提。这里,按照电器元件在汽车中的物理位置划分节点(图 2)。

共设计了 9 个节点^[7],各自要完成的系统功能描述如下:

组合开关节点作为大多数电器的人机交互界面,除根据驾驶员的操作向其他各节点发送指令信

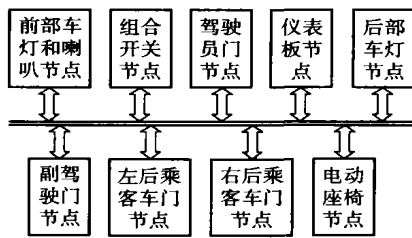


图 2 汽车车身网络节点的划分

Fig. 2 Figure of node distribution of vehicle network system

号外,还要接收处理各节点的报送信息和反馈信息。

前后车灯节点接收总线传来的指令并驱动相应的灯光开启或闭合,有各灯光负载的直接驱动能力。

车门控制节点既可以接收总线传来的指令,也可以接收各自控制开关的输入指令,完成对车窗电机、中控锁及后视镜的控制。

仪表盘节点在接收总线传来的反馈信息并控制相应的仪表以实现信息可视化的同时,还要控制刮水电机及前除霜器。在实际的汽车网络中,它还要担负起网关服务器的功能,以协调高速 CAN 总线和低速 CAN 总线的工作。

电动座椅节点接收总线指令或根据设置指令对座椅进行调节。

系统取消了原有的继电器和保险丝,同时,各节点应具有过流、过压、欠流、欠压、断线报警以及故障信息发送的功能。

3.2 CAN 智能控制节点与接口设计

CAN 智能控制节点位于传感器和执行器件的现场,在分布式控制系统中起承上启下的作用:一方面与中央控制节点或上位机进行通信完成数据交换,另一方面根据现场需要对传感器和执行机构进行控制和数据采集。由于智能控制节点还具有底层控制能力,因此采用智能控制节点可减少系统通信量,提高控制实时性。可见,智能化的模块设计在整个设计中占有重要地位,其中,CAN 控制器和收发器的选取、抗干扰措施及输入输出电路的设计是关键^[8]。

采用 89S51 单片机为微处理器,SJA1000 为 CAN 控制器,PCA2C250 为 CAN 驱动器,输出接口使用功率芯片直接驱动执行器件,无需再使用继电器和保险盒总成(图 3)。

SJA1000CAN 控制器由 Philips 公司生产,支持

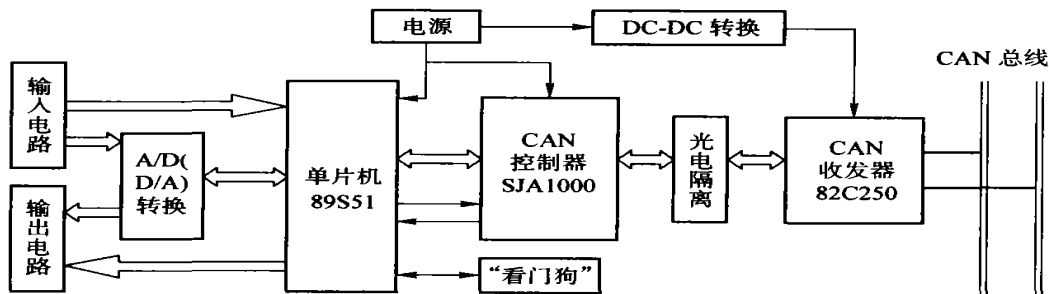


图 3 CAN 智能节点硬件电路结构

Fig. 3 Intelligent CAN node hardware circuit structure

CAN2.0A 和 CAN2.0B,具有 BasicCAN 和 PeliCAN 2 种操作模式。在软件和引脚上都与前款 PCA82C200 独立控制器兼容,并增加了许多新的功能^[9-10]。

CAN 收发器选用 Philips 公司的 PCA82C250 接口芯片:能够对总线的信息进行差动发送和接收,并提供 3 种不同的工作方式以供选择,能增大通信距离,提高系统的瞬间抗干扰能力,保护总线,降低射频干扰等。

为进一步提高系统的抗干扰能力,在 CAN 控制器 SJA1000 和 CAN 控制器接口 82C250 之间加接 6N137 光电隔离芯片,并采用 DC-DC 变换器隔离电源。总线两端接有终端电阻 R1 和 R2,以消除

反射信号,其阻值约等于传输电缆的特性阻抗^[11]。

单片机和 SJA1000 分别使用不同的晶振芯片提供时钟信号。在此单片机使用了 12 MHz 的晶振,而 SJA1000 则使用了 16 MHz 的晶振芯片。

3.3 软件设计

对于本节点的开关输入信号,采用查询工作方式,而对报文的接收则采用了中断方式。程序结构主要包括四大部分:主程序(包括系统初始化程序和监控程序)、CAN 通讯程序(报文的发送程序、报文的接收程序、CAN 出错管理程序等),外围接口程序(主要包括一些外围接口芯片的驱动程序、开关信号的识别程序、对接收到的报文进行分析的程序以及显示程序),中断服务调用程序^[11]。

初始化时对 CAN 控制器 SJA1000 内部寄存器的设置是作为微处理器的片外寄存器来进行的。同一总线上的各节点的传送速率必须一致,在通讯速

率为 40 kbit/s,时钟信号为 16 MHz 时,BTR0 应设为 87 H,BTR1 为 FFH。报文接收和发送子程序流程见图 4。

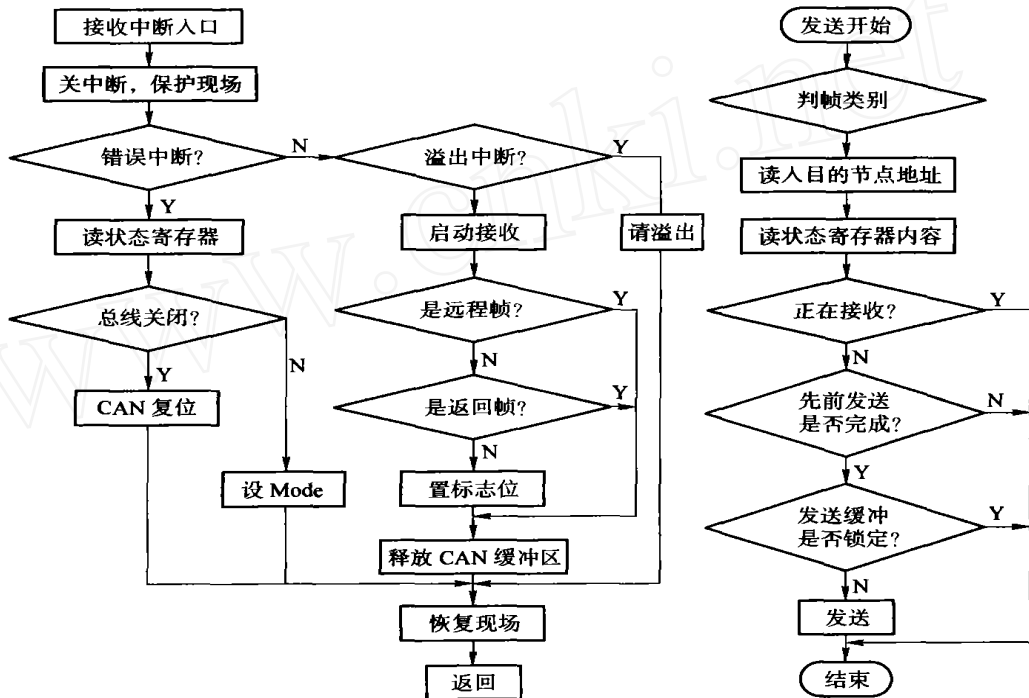


图 4 接收和发送子程序流程图

Fig. 4 Procedure block diagrams of receive and send subprogram

4 系统测试结果及分析

采用 CAN 节点电路中的功率芯片将汽车车身各电气器件连入系统中,进行数据的传输、记录、分析、存储和查询,达到分布式控制的目的。

利用 PCI-5121CAN 接口卡将 PC 机和网络系统连接,借助 ZLGCANTest 软件测试 CAN 各节点的通信状况。采用单帧(上位 PC 机与单个节点之间通信)和多帧(上位 PC 机与多个节点之间通信)2 种方式。通信介质为普通双绞线,传输速率 40 kbit/s,通讯时间 24 h,通讯成功率 100%。系统能够实现节点间的可靠通信,达到预期设计目标。

与传统的汽车车身电器点对点的互联方式相比,采用 CAN 总线技术之后,汽车车身系统结构简单,接线明显减少,系统可靠性得以提高,更易于维护;同时为汽车电气系统的智能化升级打下良好基础。在软件的实现过程中,采用模块式编程,提高了软件的复用程度。本系统的硬件、软件适应性较强,易于实现产业化生产。

参 考 文 献

- [1] 饶运涛,邹断军,郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003:14~165
- [2] 中国汽车工业协会车用电器委员会. 汽车电子电器“十五”发展规划设想[R/OL]. 中国汽车电器信息网,2001
- [3] ISO 11898. Bosch CAN Specification Ver 2.0[S] 1991:20~29
- [4] 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,2001:14~16
- [5] Philip. Instruction of PCA82C250[EB/OL]. 周立功单片机网,2000
- [6] 史久根,张培仁,陈真勇. CAN 现场总线系统设计技术[M]. 北京:国防工业出版社,2004:40~142
- [7] 迟瑞娟. 基于 CAN 总线的整车管理系统硬件设计[J]. 中国农业大学学报,2002,7(4):91~94
- [8] 尹晓方. CAN 智能节点的设计[J]. 国外电子元器件,2004(5):19~21
- [9] TMS320F28x Enhanced Controller Area Network (e-CAN) Reference [EB/OL]. <http://www.ti.com>,2004
- [10] 张崇巍. 电动叉车 CAN 总线控制系统中的人机交互节点设计[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2000,23(1):81~85
- [11] 汪宏杰. CAN、LIN 总线在汽车车身网络控制中的研究与应用[D]. 上海:同济大学,2003