

# 一种轿车车门 ECU 设计\*

张 昕<sup>1</sup>, 李昌刚<sup>2</sup>, 胡俊杰<sup>2</sup>, 汪永斌<sup>2</sup>

(1. 浙江万里学院 智能控制研究所, 浙江 宁波 315100;

2. 浙江万里学院 电子信息学院, 浙江 宁波 315100)

**摘要:** 提出了一种“总体分布、局部集中式”的轿车车门 ECU 设计, ECU 之间以 CAN 总线方式通信。以英飞凌公司 XC164CS 微控制器和 TLE8201、BTS781 功率驱动芯片为核心设计了车门 ECU 的硬件电路; 在 XC164CS 上移植了  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  实时操作系统, 在此基础上进行了任务划分和应用软件设计, 最后搭建了整个车门控制系统的实验台架。试验结果表明, 该系统运行稳定可靠, 达到了设计性能。

**关键词:** 车门 ECU;  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ ; TLE8201; BTS781; CAN 总线

中图分类号: TP211

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)18-0072-04

## Study on door ECU design for car

ZHANG Xin<sup>1</sup>, LI Chang Gang<sup>2</sup>, HU Jun Jie<sup>2</sup>, WANG Yong Bin<sup>2</sup>

(1. Institute of Intelligent Control, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China;

2. Faculty of Electronics and Information, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

**Abstract:** The overall distribution and partly integration layout structure was bring forward in this study for the door ECU design for car. The CAN bus was adopted as the way of communication among ECUs. In the hardware design, the Infineon XC164CS microcontrollers as well as TLE8201 and BTS781 power driver ICs were utilized as the core-chips. The  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  real-time operating system was transplanted on the XC164CS to be the software platform, then the tasks were partitioned and the corresponding application software was designed. Finally, the test bench for the door control system was built and the experimental results implied that the overall system was stable and reliable. The performance of the system had achieved the design requirements.

**Key words:** door ECU;  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ ; TLE8201; BTS781; CAN bus

随着科技的飞速发展, 为了提高行车的舒适性, 针对轿车的车门控制系统, 人们已经设计了基于 CAN、LIN 等总线系统的完全分布式控制方案<sup>[1]</sup>。

轿车车门电子控制器是每一辆现代轿车都必须安装的模块。轿车车门的基本配置包括电动车窗和中控锁(门锁)、前车门后视镜、转向信号灯、礼貌灯等, 这些功能可相对独立配置, 具有可裁剪性, 可按用户需求增减。由于电子技术的进步和集成电路制造工艺的发展, 目前车门模块电子控制器的主流是采用高集成度的芯片控制方式。本文基于英飞凌公司生产的高集成度专用门控芯片 TLE8201 和 BTS781, 给出了一种新的车门控制解决方案。

### 1 车门 ECU 总体设计方案

目前流行两款车门 ECU 方案, 即集中式控制方案和分布式控制方案。其中, 集中式控制是将电动车窗、后视镜、门锁等负载的控制集中由车身中央控制器完成, 这样可降低整体成本, 但增加了控制器的复杂性; 而且控制过于集中、尺寸偏大, 不利于安装、布线和散热。而分布式控制方案为奥迪、大众等汽车公司所采用, 每个车门内的负载由各自的 ECU 模块单独控制, 也可由驾驶员侧 ECU 通过 CAN 总线控制。在这种方案中, 两个前门 ECU 连接到 CAN 总线网络, 后面两个车门的 ECU 可通过 CAN 总线或 LIN 总线方式相互通信, 或直接从车身中央控制器模块驱动<sup>[2]</sup>。分布式方案控制简单, 但成本偏高。

\* 基金项目: 浙江省科技厅国际合作项目(2009C34023); 宁波市国际合作项目(2008B10043); 宁波市工业攻关项目(2006B100038)

# 技术与方法 Technique and Method

借鉴以上两种控制方案的优点,本课题组设计了一种“总体分布,局部集中式”的控制方案,其框图如图1所示,即将左侧前后两个车门的控制作为一个ECU模块,右侧前后两个车门的控制作为另一个ECU模块,两个模块之间以及模块与中央控制器之间均以CAN总线方式连接。

本设计方案成本适中,易于布线和控制,是基于集中式和分布式控制优势的一种折中。本设计中的中央控制器模块可模拟特殊的诊断或信息显示功能等,并可用于验证所做设计的正确性,实际的车门控制节点并不包含此模块。

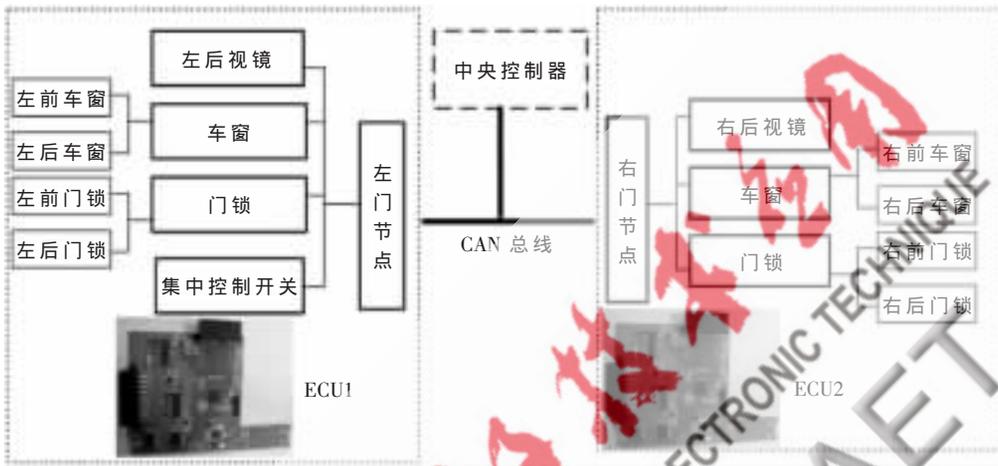


图1 车门控制系统的总体设计图

## 2 车门 ECU 硬件设计

本车门控制系统的硬件结构框图如图2所示。本系统选用的微控制器为英飞凌公司生产的XC164CS,其MAC单元增加了DSP功能来处理数字滤波算法,从而大大缩短了乘除运算的时间;五级流水线结构、大多数的单周期指令、可遍寻地址空间的PEC传送提高了系统性能。片上调试系统(OCDS)支持对目标系统进行调试。XC164CS出色的性能还适合于实时操作系统的移植。

TLE8201是英飞凌公司新推出的专用于车门控制的一款高集成度芯片,该芯片内部有6个半桥结构电路及5个单独的高边开关。这款多MOS管集成的功率芯片其MOS管具有不同的导通电阻,可用于实现对不同功率负载的驱动。针对车门控制模块,可完成门锁、后视镜X-Y方向、后视镜折叠、后视镜除霜、车门灯光等的控制功能,并具有完善的保护和诊断功能。

功率驱动芯片BTS781完成电动车窗的升降驱动控制。BTS781的4

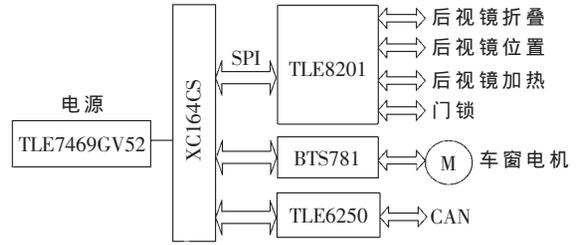


图2 车门控制系统硬件结构图

个MOS管构成H桥电路,可方便实现对直流电机的正、反转控制,并具有完善的保护和故障诊断功能。这些特点可保证车窗电机控制的可靠性。

TLE6250是CAN收发器,是ECU之间的CAN通信接口。

电路设计中主要以TLE8201和BTS781芯片为核心进行设计,以配合软件完成相应的负载驱动功能。其中以TLE8201为核心的电路设计如图3所示(每个ECU由两个TLE8201分别控制前、后门的门锁、后视镜和灯),以BTS781为核心的电路设计如图4所示(每个ECU由2个BTS781分别控制前、后门的车窗升降)。

由图3可见,以TLE8201为核心的门锁、后视镜、灯

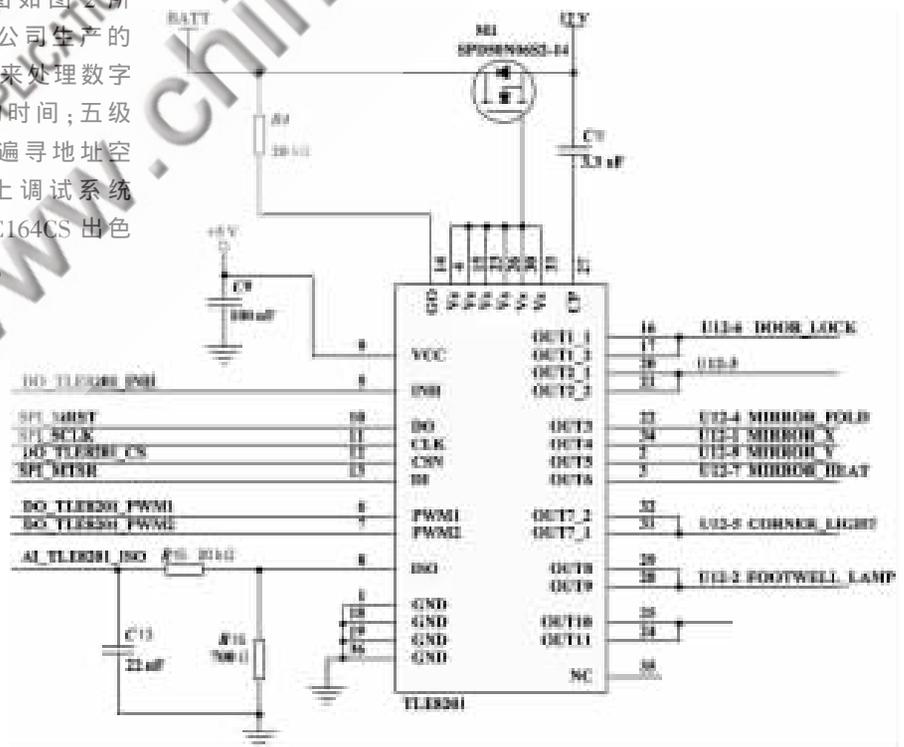


图3 车门电路设计

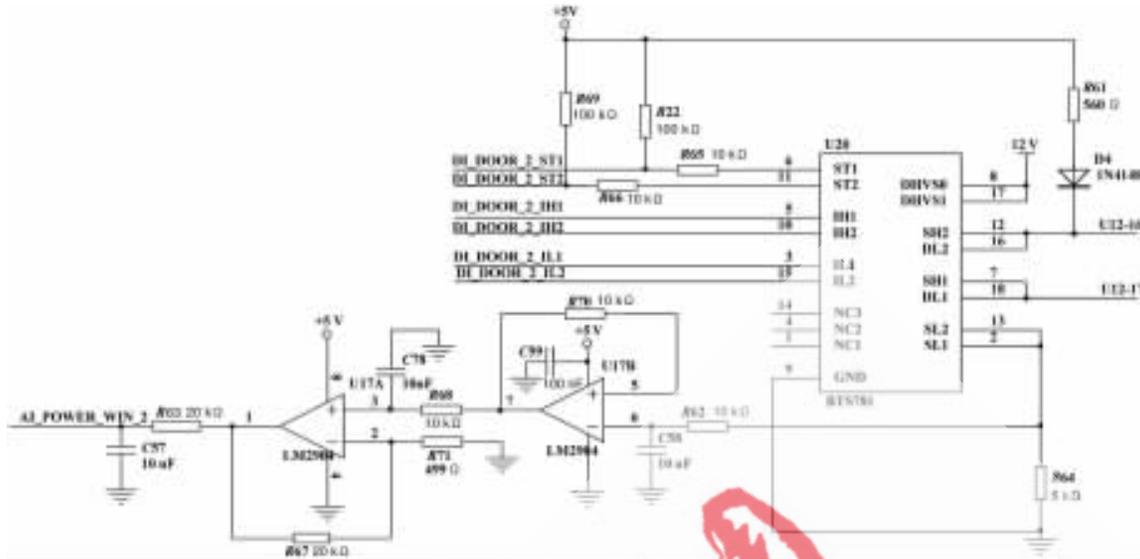


图4 车窗升降及防夹电路图

控制电路非常简洁,减小了电路板面积,提高了可靠性。以 BTS781 为核心的车窗升降控制电路通过对车窗电机电流的检测和滤波放大,在软件配合下可实现车窗防夹功能。右侧 ECU 单元与左侧 ECU 单元设计类似。

### 3 软件设计

#### 3.1 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 实时操作系统在 XC164CS 微控制器上的移植

本系统的车门 ECU 采用基于  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  实时操作系统的设计方法。在完成  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  的移植后,可极大地简化应用程序的编写,便于调试、维护和移植,提高系统的稳定性,且可根据用户的需求裁剪各项功能,容易添加新功能,缩短开发时间。因此,本系统的车门 ECU 设计首先要完成  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  在 XC164CS 上的移植,之后以任务添加方式完成整个 ECU 的应用软件设计。

所谓移植,就是使一个实时内核能在某个微处理器或微控制器上运行<sup>[3]</sup>。虽然大部分的  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  代码是用 C 语言编写的,但仍需要用汇编语言写一些与处理器相关的代码,这是因为  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  在读写处理器寄存器时只能通过汇编语言来实现。

要使  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  正常运行,处理器及其编译器必须满足以下要求:

- (1)处理器的 C 编译器可产生可重入代码;
- (2)用 C 语言可以打开和关闭中断;
- (3)处理器支持中断,并且可产生定时中断(通常在 10 Hz~100 Hz 之间);
- (4)处理器支持可容纳一定量数据(可能是几千字节)的硬件堆栈;
- (5)处理器有将堆栈指针和其他 CPU 寄存器读出和存储到堆栈或内存中的指令。

XC164CS 微控制器和 Keil C166 编译器可满足以上要求。移植工作主要关注如何使  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  正确地定义和使用 XC164CS。首先是芯片的中断处理机制,即如何

开启、屏蔽中断,可否保存前一次中断状态等。此外,还需关注系统对于存储器的使用机制,诸如内存的地址空间、堆栈的增长方向、压栈和出栈的指令等。

具体来说,由于  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  自身的代码绝大部分都是用 ANSI C 代码编写的,而且代码的层次结构十分简洁,与平台相关的移植代码仅仅存在于 OS\_CPU\_A.ASM、OS\_CPU\_C.C 以及 OS\_CPU.H 三个文件当中。因此,移植工作涉及此三个文件,并做了相应的代码修改,完成了  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  在 XC164CS 上的移植工作。

#### 3.2 车门 ECU 任务划分及任务添加

本设计把控制任务划分为表 1 所示的四个主要任务。

表 1 控制任务划分

任务名称	优先级	执行周期/ms
按键输入进程	1	10
车门控制进程	2	20
后视镜调整进程	3	100
看门狗复位任务	4	100

根据以上任务划分,设计系统的软件结构框图如图 5 所示。

按以上设计方案,本课题设计了一种“总体分布、局部集中式”的轿车车门系统控制方案。测试结果表明,所设计的车门控制系统可完全实现车窗升降(带防夹控制)、后视镜 X-Y 方向控制及折叠、门锁开关等控制功能。本系统经长时间测试,工作正常、可靠,达到了预期的设计目标。

#### 参考文献

- [1] 华韬,阳宪惠,宋明浩.基于 CAN/LIN 网络的汽车门锁控制系统[J].电子技术应用,2005,31(11):29-32.
- [2] 王旭芳,郑太雄,程安宇,等.基于 CAN/LIN 总线的车门控制系统开发[J].汽车技术,2008,39(1):42-45.
- [3] LABROSSE J J.嵌入式实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ (第 2 版)[M].邵贝贝,译.北京:北京航空航天大学出版社,2003:

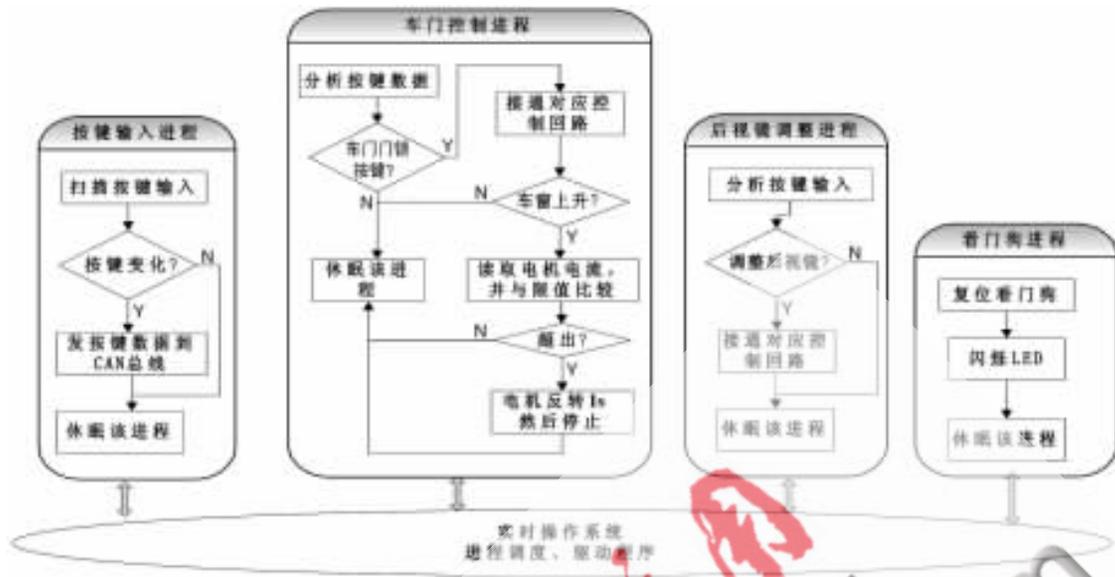


图5 软件系统框图

(收稿日期: 2010-05-17)

李昌刚,男,1972年生,博士,副教授,主要研究方向:汽车电子。

作者简介:

张昕,女,1969年生,硕士,讲师,主要研究方向:汽车电子、计算机控制。

胡俊杰,男,1968年生,讲师,主要研究方向:嵌入式系统开发。

