

基于 CAN 总线的 EPS 通信系统研究

引言

现代汽车电子技术的发展使汽车的电子化程度越来越高。电控系统虽然提高了汽车的动力性和经济性,但随之增加的复杂电路必然导致车身布线庞大而复杂。因此提高控制单元间通信的可靠性、实时性、安全性已成为需要迫切解决的问题。以研发和生产汽车电子产品著称的德国 Bosch 公司为此开发了 CAN 总线协议,并使其成为国际标准。电动助力转向(Electric Power Steering System, EPS)是根据驾驶员意图和车辆的运行工况而进行助力的转向系统。EPS 的控制过程是动力转向系统综合控制的过程,所以 EPS 的电子控制单元与车内其他电子控制单元的通信及协调控制便很重要。在 EPS 系统中引入 CAN 总线技术,使 EPS 电子控制单元与其他车载电子控制单元通信,可以实现数据共享,并且协调 EPS 与其他系统控制。

1 CAN 总线简介

CAN 即控制器局域网,是 Bosch 公司为解决现代汽车中众多的控制和数据交换问题开发出的一种现场总线通信结构,最高速率可达 1 Mbps(40 m 内),以多主方式工作。与一般的通信总线相比,CAN 总线数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性,是目前使用最广泛的一种汽车网络。CAN 总线具有以下特点:

①硬件连接简单,具有良好的性能价格比。

②具有快速响应能力,非常适合对实时性要求较高的应用场合。

③可靠性高。CAN 总线的纠错能力非常强,协议中每一帧数据都采用 CRC 及其他校验措施,数据出错率极低。若某一节点出现严重错误,可自动脱离总线,总线上其他节点的操作不受影响。

2 系统硬件设计

2.1 LPC2129 介绍

LPC2129 微控制器是 NXP 公司 32 位单片机中的一种,其内部基本结构包括:中央处理器单元(CPU)、2 个 16C550 工业标准 UART、高速 I2C 接口(400 kHz)、2 个 SPI 接口、8 通道输入捕捉/输出比较定时器,1 个 8 通道脉宽调制模块以及 46 个独立数字 I/O 口,片内还有 256KB 的 Flash ROM、16 KB 的 RAM, CAN 功能块包括 2 个兼容 CAN2.0B 协议的 CAN 控制器。这些丰富的内部资源和外部接口可以满足 ECU(电子控制单元)对各种数据的处理及 CAN 网络数据发送和接收的要求。芯片集成了 2 个 CAN 模块,能够实现高低速 CAN 网络的网关节点功能。

CAN 模块遵循 CAN2.0B 协议，集成了验收滤波器的 CAN 总线控制器的所有功能。此外它还采用先进的缓冲器布置改善了实时性能，简化了应用软件的设计。

2.2 CAN 模块设计

汽车的通信系统由 EPS 控制系统、ABS 系统、发动机系统、电动车窗系统、车灯控制系统等组成。这些电控系统在整个控制系统中对响应实时性的要求有所不同，另外汽车在实际运行过程中众多节点之间需要进行大量的实时数据交换。若整个汽车的所有节点都挂在一个 CAN 网络上，众多节点通过一条 CAN 总线进行通信，一旦信息管理配置稍有不妥，就容易出现总线负荷过大，导致系统实时响应速度下降的情况。这在实时系统中是不允许的，因此根据不同的要求，可将汽车网络分为高速 CAN 网络和低速 CAN 网络两个速率等级。ABS、EPS 等节点电控单元个数少，实时性和稳定性要求高，组成传输速率为 500 kbps 的高速 CAN 网络。众多的车身电机和车灯节点电控单元数量多，传输的数据纷繁复杂，对准确性、稳定性的要求胜于实时性，组成传输速率为 125 kbps 的低速 CAN 网络。对于不同速率网络之间的通信，必须有相应的网关进行数据过滤和速率转换，以实现不同速率网络节点之间的数据通信。高低速 CAN 网关用 LPC2129 实现，其通信网络如图 1 所示。

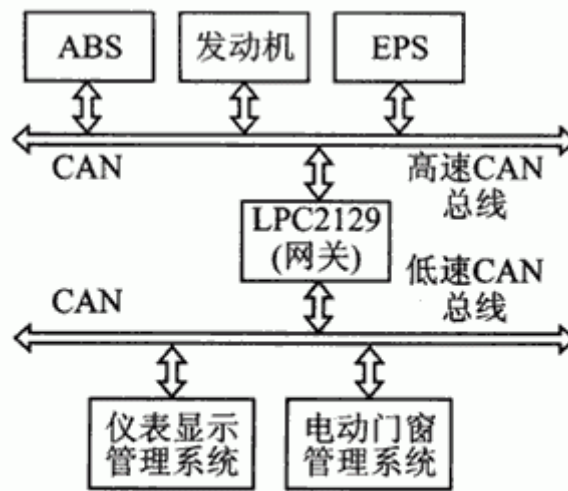


图 1 [elecfans.com](http://www.elecfans.com) 电子发烧友
CAN 通信网络图

2.3 CAN 节点硬件设计

CAN 节点硬件电路主要包括带有 CAN 控制器的微控制器和用于数据收发的 CAN 收发器。本设计使用的是 NXP 公司的 32 位微控制器 LPC2129，它带有 CAN 控制器，主要负责 CAN 的初始化和数据处理。CAN 收发器种类有很多，本设计使用 Philips 公司的 CAN 高速收发器 TJA1050。CAN 基本节点结构如图 2 所示。

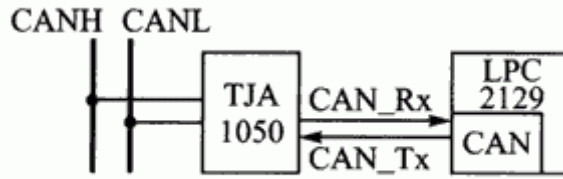


图2 CAN基本节点结构

2.4 高低速 CAN 网关的硬件电路设计

网关的主要作用是协调各网络之间数据的共享，负责各节点之间的通信。其硬件结构与 CAN 节点非常相似，由于它负责高速与低速网络之间的数据共享，所以必须同时跨接两个网络。CAN 总线网关硬件结构如图 3 所示。

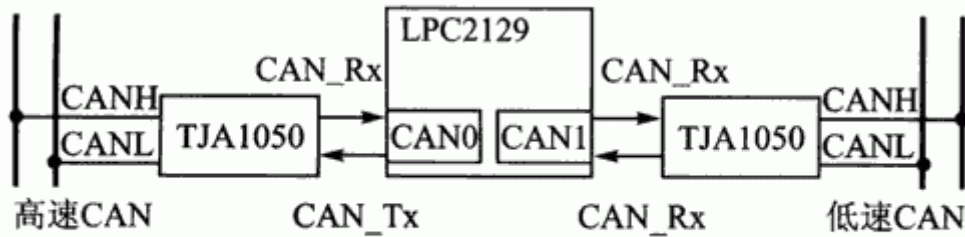


图3 高低速 CAN 网关硬件电路

3 高低速 CAN 网关的软件设计

网关软件设计部分主要实现的功能是各节点的数据收发，特别是网关可以实现高低速网络数据的转换。对实时性要求不高的车灯控制和车窗控制电路采用低速 CAN 网络，波特率为 125 kbps；对实时性要求较高的 ABS 系统和 EPS 系统等采用高速 CAN 网络，波特率为 500 kbps。

CAN 初始化程序如下：

```
void init_can0(void) {  
    //初始化 CAN0,设置其波特率为 500kps  
    CAN0CTL0=0x01;  
    CAN0CTL1=0xc1;  
    CAN0BTR0=0x00;  
    CAN0BTR1=0xd8;  
    CAN0IDAC=0x10;  
}  
  
void init_can1(void) {  
    //初始化 CAN1,设置其波特率为 125 kps  
    CAN1CTL0=0x01;  
    CAN1CTL1=0xc1;  
    CAN1BTR0=0x03;  
    CAN1BTR1=0xd8;  
    CAN1IDAC=0x10;  
}
```

[elecfans.com](http://www.elecfans.com) 电子发烧友

为了降低网络资源的占用率，提高网络通信实时性性能，在高低速 CAN 网络之间除了必要的通信外，各自的报文是相互独立传输的。这就需要使用 CAN 中的标识符通过验收过滤器进行报文过滤，可以通过对过滤器寄存器的设置实现这一功能。CAN0 与 CAN4 寄存器的验收寄存器与屏蔽寄存器的设置如下：

```

CAN0CIDAR0=0x51; //CAN0 验收寄存器设置
CAN0CIDAR1=0x00;
CAN0CIDAR2=0x51;
CAN0CIDAR3=0x00;
CAN0CIDMR0=0xdf; //CAN0 屏蔽寄存器设置
CAN0CIDMR1=0xff;
CAN0CIDMR2=0xdf;
CAN0CIDMR3=0xff;
CAN1CIDAR0=0x61; //CAN1 验收寄存器设置
CAN1CIDAR1=0x00;
CAN1CIDAR2=0x61;
CAN1CIDAR3=0x00;
CAN1CIDMR0=0xef; //CAN1 屏蔽寄存器设置
CAN1CIDMR1=0xff;
CAN1CIDMR2=0xef;
CAN1CIDMR3=0xff;

```

elecfans.com 电子发烧友

由于传输速率不同，高低速 CAN 网络之间的数据传输是不同的。当高速 CAN 网络数据向低速 CAN 传输时，生需要加入软缓存暂时存储；当低速 CAN 网络数据向高速 CAN 网路数传输时，可直接传输。通信流程如图 4 所示。

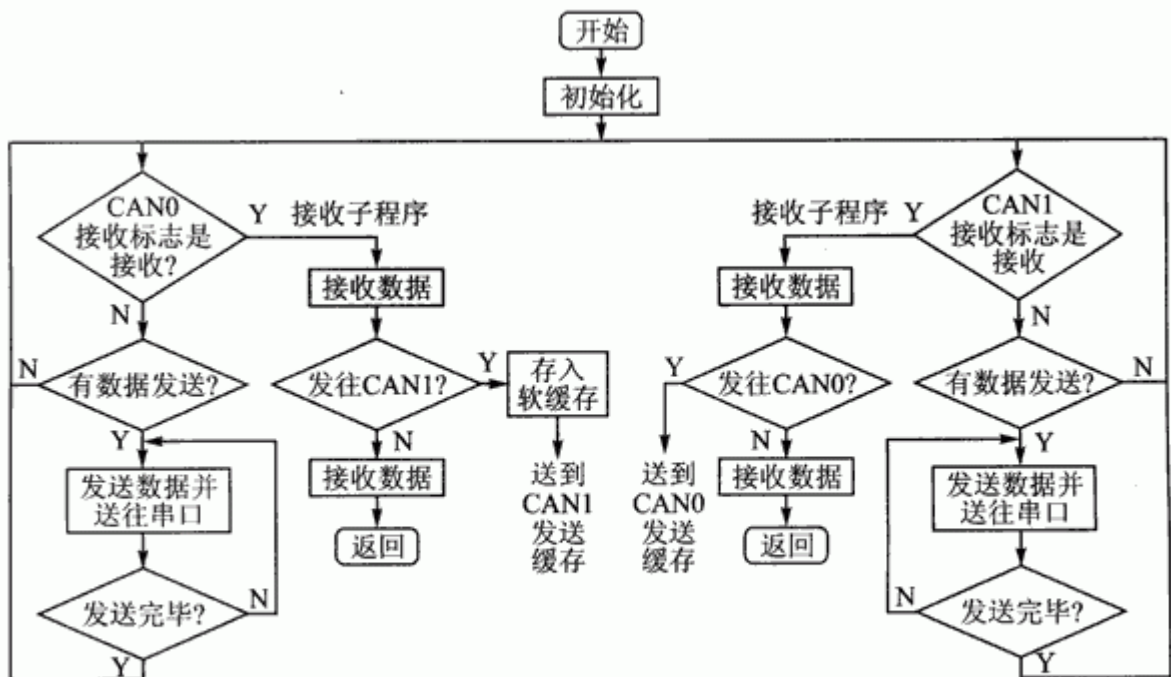


图 4 高低速网关通信流程 elecfans.com 电子发烧友

结语

采用 CAN 总线技术的 EPS 控制系统不仅可以减少传感器数量、降低成本、实现数据共享，同时还可以提高 EPS 的性能。本方案是针对国家自然科学基金资助项目“基于广义集成的汽车底盘系统控制方法与关键技术研究”提出的改进方案，实验证明采用 CAN 网络的 EPS 控制系统实时性好、可靠性高，运行情况良好。