

# 总线技术在车辆自动变速系统中的应用研究

## Application and Research of CAN BUS in Automated Mechanical Transmission

(1.长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院;3.吉林大学)张洪坤<sup>1,2,3</sup> 陈涛<sup>1</sup>  
ZHANG HONGKUN CHEN TAO

摘要:本文给出了利用CAN(Controllor Area Network,简称CAN)总线技术实现机械式自动变速器(Automated Mechanical Transmission,简称AMT)的控制单元(Transmission Control Unit,简称TCU)与电喷发动机控制单元(Engine Control Unit,简称ECU)之间通信的方法,详细介绍了系统的设计思想和通信过程,设计了通信系统的软件。

关键词:CAN总线;自动变速器;通信

中图分类号:U463.212;TP271 文献标识码:A

Abstract:In this paper, a method was given by using CAN(Controllor Area Network, CAN) to realize communication between Transmission Control Unit(TCU) of Automated Mechanical Transmission(AMT) and Engine Control Unit(ECU). The design and the communication process of the system were described in detail. The software of the system were designed.

Key words:CAN Bus, Automatic Transmission, Communication

### 1 前言

CAN总线技术是目前车辆上普遍采用的网络通信技术。它具有通信速率高、开放性好、纠错能力强以及系统成本低等特点。在车辆动力传动系统中引入CAN总线技术,实现TCU与ECU之间的通信,不仅可以共享发动机转速和节气门开度传感器,降低系统成本,而且通过TCU与ECU进行通信,将AMT在换挡过程中对发动机供油控制的要求通知ECU,由ECU发出指令执行动作来调节发动机扭矩和转速,充分利用了发动机电子控制系统控制发动机扭矩及时、准确的特点,使之与离合器相互协调配合,有效减少换挡过程中发动机的波动和噪声,提高离合器结合的平顺性。

### 2 通信系统设计

#### 2.1 通信系统总体设计

通信系统由AMT的TCU、电喷发动机ECU以及CAN接口电路组成,其中TCU和ECU中的微处理器分别采用Infineon的SAK-C164CI和C167。这两种芯片的内部都带有集成CAN模块,数据传输速率最大可达到1Mbps。系统中信息的传输采用CAN2.0B通信协议,数据传输速率设为500Kbps,传输介质采用双绞线,系统结构框图如图1所示。

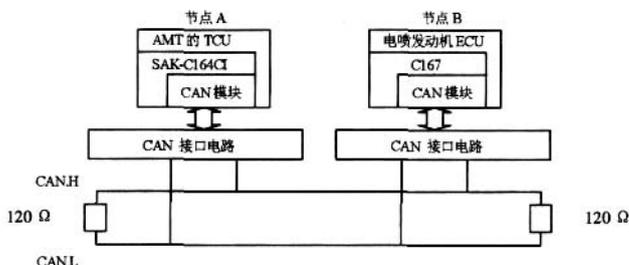


图1 系统总体框图

张洪坤:副教授 硕士 博士研究生

基金项目:总装备部预言项目(编号不公开)

#### 2.2 通信系统内部信息帧格式

本系统中CAN总线有两种通信方式,一种是一个节点发送信息,其他所有节点监听。另一种是节点A向节点B请求信息并得到应答。系统中包含两种帧,即数据帧和远程帧。

(1)数据帧:系统中的CAN节点都采用标准数据帧格式传送数据,数据帧由标识域、数据域和CRC校验域组成。定义格式如下:

|     |               |        |
|-----|---------------|--------|
| 标识域 | 数据域(0...8个字节) | CRC校验域 |
|-----|---------------|--------|

标识域中的11位标识码用来定义信息内容和信息优先权,系统采用标识码低三位定义所发送信息的内容,3-5位用来设置信息优先权,通信信息的优先权由信息的重要性决定,值越小,优先权越高。信息的发送周期是在综合考虑了程序循环周期、信息的最大和最小可以接受的更新时间以及总线负载能力等因素后确定的。每隔这一时间周期CAN模块要发送一次该数据。数据帧的具体定义如表1:

表1 数据帧定义(Table 1 Data Frame)

| 信息名称    | 电喷发动机信息   | AMT换挡过程信息 #1 | AMT换挡过程信息 #2 |
|---------|-----------|--------------|--------------|
| 目的地     | 自动变速器 ECU | 电喷发动机 ECU    | 电喷发动机 ECU    |
| 发送周期    | 10ms      | 20ms         | 20ms         |
| 标识码低3位  | 000       | 001          | 010          |
| 标识码3-5位 | 000       | 001          | 010          |
| 数据域0字节  | 节气门开度     | 发动机目标转速低8位   | 离合器位移        |
| 数据域1字节  | 发动机转速低8位  | 发动机目标转速高8位   | 中间轴转速低8位     |
| 数据域2字节  | 发动机转速高8位  | 升、降挡标志       | 中间轴转速高8位     |
| 数据域3字节  | 发动机扭矩     | 挡位           | 发动机目标扭矩      |

(2)远程帧:CAN节点使用远程帧请求信息。远程帧由标识域和CRC校验域组成,不包含数据域。远程帧定义格式如下:

|     |        |
|-----|--------|
| 标识域 | CRC校验域 |
|-----|--------|

其中,标识域中的标识码包含请求信息的内容及信息优先权,当被请求节点收到远程帧后,发回一个具有相同标识域,数据域包含所需要信息的数据帧。

#### 3. 系统内的信息报文组织

信息报文是CPU和CAN控制器通信的主要手段,CAN控制器中的智能存储器提供总计15个报文存储空间,每个报文的

结构包括报文控制寄存器、仲裁寄存器及 8 个字节的数据。报文控制寄存器用来定义信息报文是否产生中断请求,报文是否合法,信息报文的收发状态以及帧的发送、接收成功与否等。每一个报文都使用 15 个连续字节,结构如图 2 所示。

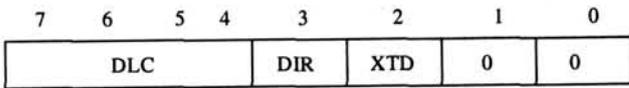
|      |      |
|------|------|
| 报文控制 |      |
| 仲裁   |      |
| 数据 0 | 报文配置 |
| 数据 2 | 数据 1 |
| 数据 4 | 数据 3 |
| 数据 6 | 数据 5 |
| 保留   | 数据 7 |

图 2 信息报文结构

报文控制寄存器占用两个字节,用来定义信息报文是否产生中断请求,报文是否合法,信息报文的收发状态以及帧的发送、接收成功与否等。

\* 仲裁寄存器用来对收到的报文进行接收滤波,并定义发送报文的标识符,占四个字节。

\* 报文配置寄存器对报文中的信息进行描述,占一个字节,其格式如下:



DLC——用来定义数据长度;

DIR——定义报文方向;DIR="1":设置为发送报文;DIR="0":设置为接收报文;

XTD——XTD="0"为标准标志符,即报文使用 11 位的标准标识符

XTD="1"为扩展标志符,即报文使用 29 位的扩展标识符

对于通信系统中的节点 A,即自动变速器的 TCU 中定义如下 3 个报文

|       |        |   |
|-------|--------|---|
| EF10H | 信息报文 1 | 电喷发动机信息,设置为接收(DIR=0),数据字节长度为(DLC=4)     |
| EF20H | 信息报文 2 | 自动变速器换挡过程信息,设置为发送(DIR=1),数据字节长度为(DLC=4) |
| EF30H | 信息报文 3 | 自动变速器换挡过程信息,设置为发送(DIR=1),数据字节长度为(DLC=4) |

对于通信系统中的节点 B,即电喷发动机 ECU 中定义如下 3 个报文:

|       |        |   |
|-------|--------|---|
| EF10H | 信息报文 1 | 电喷发动机信息,设置为发送(DIR=1),数据字节长度为(DLC=4)     |
| EF20H | 信息报文 2 | 自动变速器换挡过程信息,设置为接收(DIR=0),数据字节长度为(DLC=4) |
| EF30H | 信息报文 3 | 自动变速器换挡过程信息,设置为接收(DIR=0),数据字节长度为(DLC=4) |

上述报文中,设置为发送的报文,当其标识码和接收到的 CAN 总线上的远程帧的标识码一致时,自动发送。设置为接收的报文,发送一个带有这个报文的标识码的远程帧,请求相应的其他节点发送信息。在接收到有匹配的标识码的数据帧时,将其存入这个信息报文。每个报文有其发送接收中断状态位,方便 CPU 处理。

#### 4.通信系统软件设计

通信系统的软件采用结构化程序设计方法,软件具有良好的模块化、可修改性及可移植性。采用 C 语言进行编程。以 AMT

节点为例,软件共分为四部分:通信系统初始化模块、发送数据模块、请求数据模块和中断服务程序。

### 3 AMT 节点发送数据过程

AMT 在换挡过程中,将换挡信息存入相应的信息报文中,在接收到一个有相匹配的标识码的远程帧时,报文控制寄存器中的 TXRQ 和 RMPND 被置位,该信息报文被发送,发送成功后再存入新数据。程序框图如图 3 所示。

### 4 AMT 节点请求数据过程

当 AMT 节点要向另外两个节点请求数据时,将要请求信息的标识码、数据长度码写入相应的报文中,设置报文控制寄存器,并将报文配置寄存器中的 DIR 位置为"0"(既设置为远程帧格式),令 TXRQ="1",则带有这个信息报文标识码的远程帧被发送。在接收到有匹配的标识码的数据帧时,将其存入这个信息报文,并触发一个中断。程序框图如图 4 所示。

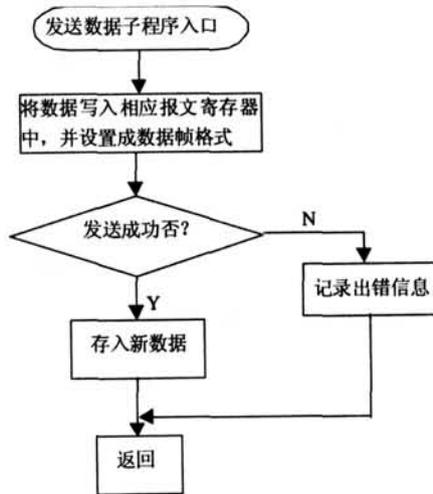


图 3 AMT 发送数据流程图

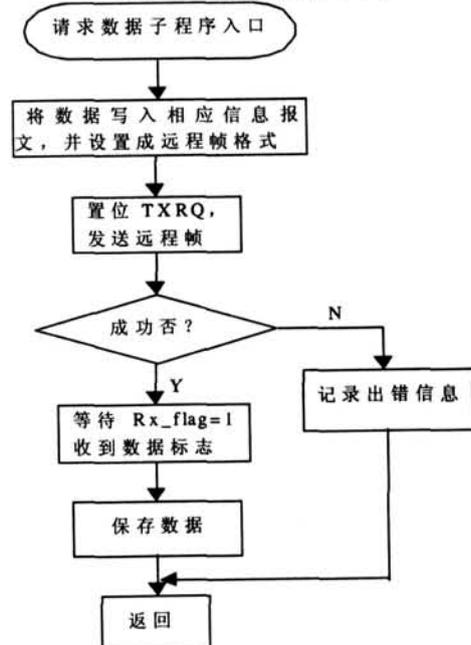


图 4 AMT 请求数据流程图

人机交互部分和电机控制部分不停地通过通讯交换数据,在这里根据 PLC 特征选用了主从的 RS485 通讯方式,将 PLC 设为从站,ATmega64L 设为主站,既可以向 PLC 发送数据,又可以从 PLC 读数据,该通讯方式传输速度快,抗干扰性强,适合长短距离数据传输。

## 5 系统抗干扰设计

电磁感应、传输通道和电源线是干扰信号进入系统内部的三个主要途径,抗干扰措施主要是尽量切断来自传输通道和电源线的干扰。1) 选用功耗小,电流小的元器件;2) 将数字地与模拟地分开;3) 采用粗短的电源线和地线,并尽量靠近,其走向和与信号传输方向一致;4) 信号布线基本与电源线和大电流控制线方向垂直;5) 电路板元器件面和焊接面印刷引线应互相垂直。最后注意采用光电隔离技术,光电耦合器就能有效地消除脉冲及各种噪声的干扰,使测控系统与现场只有信号联系,但不发生电的联系,从而使输入输出通道上的信噪比大大提高。本文本着在满足系统控制功能的前提下,尽量提高软件的可靠性、鲁棒性的原则,采取了以下软件抗干扰措施:1) 数字滤波;2) 软件陷阱技术;3) 程序口令;4) 多给“机会”原则。

本文作者创新点:本系统具有极其友善的人机交互界面,所选用的图形点阵式液晶显示屏不仅能显示中英文页面,适应不同操作人员的需要,而且能实现滚动闪烁、简单动画效果页面显示等功能,丰富了页面的显示信息。该人机交互接口真正实现了人是主动的参与者,机器对人的各种动作做出反应的目标。电机控制部分具有强大的故障检测和修复功能,不仅能及时对严重的故障信号做出报警并采取相应的动作,避免电机烧毁或阀门闸坏等不良后果,而且能对一些基本故障做到自我修复,从而避免了繁琐的维修工作;软硬件设计时所采用的抗干扰措施提高了整个系统的可靠性,使得系统的运行非常稳定。

项目经济效益:150 万元。

### 参考文献

- [1]王良旺,杨佃福.基于 DSP 实现的 SDZ 智能电动执行机构[J].驱动与传动. 2005 年
- [2]储云峰 主编.可编程序控制器原理及应用[M].机械工业出版社. 2006 年 5 月
- [3]席培刚,谢剑英,陈应麟.新型智能阀门电动执行装置的硬件设计和实现[J]微计算机信息, 2006, 3-2: 1-3
- 作者简介:艾克木·尼牙孜热依木(1967.12-),男,维吾尔族,新疆库尔勒人,高级讲师,研究兴趣:电子与电气工程;吐尔尼沙·热依木(1969.1-),女,维吾尔族,新疆库尔勒人,高级讲师,研究兴趣:计算机应用、控制工程。
- Biography:Aikemu.Niyazi Reyimu (1967.12-), Male, Uygur Natinality, Born in Kuerle, Advanced Lectuer in Kelamayi Vocational College of Technology, Research Fields: Electronics and Electrical Engineering; Tuernisha. Reyimu (1969.1-), Male, Uygur Natinality, Born in Kuerle, Advanced Lectuer in Kelamayi Vocational College of Technology, Research Fields: Computer Application, Control Engineering.
- (833600 新疆克拉玛依 克拉玛依职业技术学院 信息工程系) 艾克木·尼牙孜热依木 吐尔尼沙·热依木

(Department of Information Engineering, Kelamayi Vocational College of Technology, Xinjiang Kelamayi 830047) Aikemu.Niyazi Reyimu Tuernisha. Reyimu  
通讯地址:(833600 新疆 新疆克拉玛依职业技术学院 信息工程系)艾克木·尼牙孜热依木

(收稿日期:2007.7.23)(修稿日期:2007.8.25)

(上接第 285 页)

## 结束语

利用 CAN 总线技术实现 TCU 与 ECU 之间的通信可以更好地协调发动机与离合器的控制,提高 AMT 的换挡品质,同时降低了整个 AMT 系统的开发成本。

本文作者创新点:

1.通过利用 CAN 总线技术实现 TCU 与 ECU 之间的通信可以更好地协调发动机与离合器的控制,有效减少换挡过程中发动机的波动和噪声,提高离合器结合的平顺性

2.由于换挡过程中 TCU 与 ECU 很好地配和,使得离合器接合之前发动机和中间轴之间的转速差明显降低,缩短了离合器接合的时间,从而缩短了整个换挡时间。

### 参考文献

- [1]程军,亿恒(西门子)C166 系列 16 位单片机原理与开发。北京航空航天大学出版社。2001
- [2]Gabriel Leen, Dond Heffernam and Alan Dunne. "Digital Networks in the Automotive Vehicle". IEEE Computing & Control Engineering journal, 1999 Vol.10, No.6 P.257- 266
- [3]胡光永 .CAN 总线节点电路的设计与实现 [J]微计算机信息, 2006 ,Vol.22 No.2
- [4]李国厚,赵明富,嵌入式系统的网络通信技术 [J]微计算机信息 2005 ,No.2
- 作者简介:张洪坤(1970-),女(汉族),吉林省长春市人,吉林大学汽车工程学院副教授,硕士,中国科学院研究生院博士研究生。主要研究方向:汽车电子控制技术;
- Biography:Zhang Hongkun (1970-),Female, Changchun, Jilin, Associate Professor in College of Automobile Engineering of Jilin University, Research Field: Automotive Electronic Control Technology.
- (130025 吉林长春 长春光学精密机械与物理研究所) 张洪坤 陈涛
- (130025 吉林长春 中国科学院研究生院)张洪坤
- (130025 吉林长春 吉林大学汽车工程学院)张洪坤
- (Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Changchun, China 130025)
- Zhang HongKun Chen Tao
- (Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Changchun, China 130025)Zhang HongKun
- (Automotive Engineering School, Jilin university, Changchun, China 130025)Zhang HongKun
- 通讯地址:(130025 吉林省 长春市吉林大学汽车工程学院液力所)张洪坤

(收稿日期:2007.8.23)(修稿日期:2007.9.25)