文章编号：1002-0268（2004）03-0114-03

CAN 总线在汽车智能换档系统中的应用

金 辉[1]，张洪坤[2]，葛安林[2]
（1. 清华大学，北京 100084；2. 吉林大学，吉林 长春 130025）

摘要：汽车智能换档就是使自动变速器具有人的智慧，能够完全自主地根据当前的行驶环境和驾驶员的个性意愿来换档，这是今后自动变速技术发展的方向。介绍 CAN 总线的特点，分析 CAN 总线结构在汽车智能换档系统中应用的意义，介绍基于 CAN 总线的智能换档系统结构和通信原则，分析自动变速器 ECU、电喷发动机 ECU 和制动防抱死 ECU 中的报文内容以及基于 CAN 总线结构的汽车智能换档通信系统的数据流动结构。

关键词：自动变速器；智能换档；CAN 总线
中图分类号：U463.212 文献标识码：A

The Application of CAN Bus to the Vehicle Intelligent Shift System

JIN Hui[1]， *ZHANG Hong-kun*[2]， *GE An-lin*[2]
（1. Tsinghua University， Beijing 100084， China；2. Jilin University， Jilin Changchun 130025， China）

Abstract: The vehicle intelligent shift system aims at making the automatic transmission a significant value in terms of driver's feeling and expectation and it will be the developing trend of future automatic transmission. The advantages of CAN bus is discussed. The significance to apply the CAN bus to the vehicle intelligent shift system is analyzed and the structure to apply the CAN bus to the vehicle intelligent shift system is presented. Also， the message structures of the automatic transmission ECU， the engine ECU and the ABS ECU are analyzed in detail and the message structure of the intelligent shift system based on the CAN bus is presented.

Key words: Automatic transmission； Intelligent shift； CAN bus

1 CAN 总线介绍

1.1 CAN 总线概述

控制器局部网络 CAN（Controller Area Network）总线是一种发展较快的现场总线。它是德国 Bosch 公司从 20 世纪 80 年代初为解决现代汽车中众多的控制与测试仪器之间的信息交换而开发的一种串行通信协议网络。它采用差分驱动，可以在高噪声干扰的环境下使用，加之其具有检测能力强、价格低廉、可靠性高、结构灵活等优点，已被广泛应用于许多领域，并特别适合于单片机的分布式系统。

CAN 是全数字式现场控制设备互连总线。它能有效支持分布式控制和实时控制的串行通信网络，已成为一种国际标准（ISO11898）。CAN 是由数据链路层和物理层构成，数据链路层的逻辑链路控制（LLC）子层和媒体访问控制（MAC）子层可以由单片机的软件来实现；物理层采用双绞线，从而能够很方便地实现多个单片机的长距离分布式控制。

CAN 通信协议规定的 4 种帧格式为：数据帧、远程帧、错误帧和超载帧[1~3]。

1.2 CAN 总线的主要特点

CAN 总线有很多特点，概括起来主要有以下几点：

收稿日期：2003-02-26
基金项目：国家“九五”重点科技攻关基金资助项目（96-A05-04-01）
作者简介：金辉（1972—），男，甘肃兰州人，博士后，主要从事汽车智能变速、智能汽车等领域的研究工作.

（1）可以以多主方式工作。网络上任一节点均可以成为主节点，向其它节点主动发送信息；

（2）非破坏性总线仲裁和错误界定。利用现有的产品，可以使总线冲突的解决和出错界定由控制器自动完成，对用户完全透明，且能区分暂时和永久故障，并自动关闭故障节点；

（3）CAN 节点可以被设定为不同的发送优先级，满足不同的实时要求；

（4）通信距离可达 10km（速率 5kb/s），速率可达 1Mb/s（距离在 40m 以内）[1~6]。

2　CAN 总线结构在汽车智能换档系统中应用的意义

汽车智能换档系统是一个集成的系统。一方面，它需要大量的汽车行驶状态和驾驶员操纵信号来识别和推理汽车的当前行驶环境和驾驶员操纵个性；另一方面又需要发动机、离合器、变速器的协调控制以提高整车的行驶性能。因而将 CAN 总线结构应用于汽车智能换档系统中具有重要的意义，这主要体现在以下几个方面：

（1）可以使汽车上不同的电子控制系统共用传感器，实现资源共享。发动机电控系统自带有节气门开度传感器和发动机转速传感器，而这两个传感器信号又是自动变速系统必需的重要信号。若采用 CAN 总线结构，自动变速系统就可以共享发动机电控系统提供的这些信号，减少了汽车整车的硬件数目，降低了汽车生产成本，同样，若自动变速器共享 ABS 的轮速信号，也可以很容易地进行路面附着的识别。

（2）通过数据共享和发动机的协调控制，可以有效地提高自动变速汽车起步和换档时的换档品质。在汽车起步过程中，发动机转速对离合器滑磨功的大小有很大的影响。发动机的转速越低，离合器的滑磨功就越小。因而如果在起步过程中控制发动机在较低的转速下稳定运行，就可以大大减少滑磨功，从而提高离合器寿命。同时在起步过程中控制发动机使其恒速，还可以减少因发动机转速波动对燃油燃烧产生的不利影响，从而减少排放污染，同时还有利于抑制噪声的产生。在换档过程中，从分离离合器开始到挂上新档为止，调节发动机转速至目标转速，既可以避免因发动机转速过高而产生燃油浪费并减少发动机轰响，又可以避免离合器重新结合时，因发动机转速过低，而引起汽车后坐甚至使发动机熄火。在换入新档接合离合器的过程中，要恢复发动机供油也需要发动机和传动系的通信。若恢复发动机供油速度过慢，不仅会影响整车的动力性，而且还会产生后坐现象，影响乘坐舒适性。若恢复发动机供油过快，会造成发动机转速急剧上升，既浪费燃油，又产生了噪声。

（3）在特殊行驶环境下，基于 CAN 总线的通信和控制可以提高汽车在特殊行驶环境下的牵引性能和主动安全性。比如：路面附着的识别就可以通过制动防抱死系统电控单元发送的轮速信号推理获得，进而通过与发动机的通信和协调控制（改变燃油喷射量、点火时间和节气门开度），提高汽车在湿滑路面条件下的牵引性能。同样，也可以通过与发动机的协调控制，增加汽车转向过程的稳定性，提高汽车的主动安全性。

3　智能换档系统 CAN 总线结构的数据流动

3.1　智能换档系统 CAN 总线结构

通信系统由电控机械式自动变速器的电子控制单元（ECU）、电喷发动机 ECU、制动防抱死的 ECU 以及 CAN 接口电路构成。网络拓扑结构采用总线结构，这种结构虽然比环形拓扑结构信息吞吐率低，但结构简单，成本较低。系统的传输介质采用双绞线，系统的总体结构如图 1 所示。

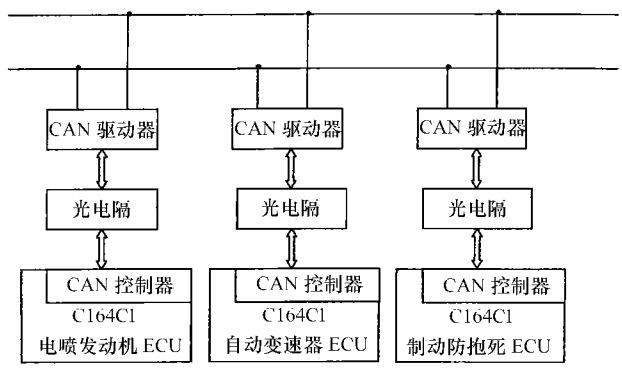

图 1　智能换档系统的 CAN 总线结构

该系统的关键是 CAN 控制器和 CAN 驱动器。CAN 控制器有独立的芯片如 PHILIPS 82C200、INTEL 82526/182527 等，还有些公司的微处理器集成有 CAN 控制器，如 P8XC592 等。本文选用的 SAK-C164CI 是自带 CAN 控制器的微处理器。CAN 驱动器选用 PCA82C250，它可以提供总线的差动发送和接收能力，传输速率可达 1Mb/s，有较强的抗干扰能力，光电隔采用 6N137，作为外电路与系统的隔离措施，提高系统的抗干扰能力。

3.2　智能换档系统 CAN 总线内部的数据流动

3.2.1　CAN 总线的通信原则

CAN 总线通信，遵从通信数越低优先权越高的原则，标识码全为零的通信具有最高的优先权。控制器将测定值与相关信息写入发送缓冲器，设置发送请

求标志，使发送初始化。一旦发送器检测到总线空闲，就开始发送它的最重要的通信。如果碰巧有几个站点同时开始发送，则发送较低优先权通信的站点自动检测到这一冲突，并立即转为接收模式；如果读回的通信不是它所要求发送的，它就暂时停止，一旦总线释放，会再次发送该通信[1~6]。

3.2.2　CAN 总线进行通信协调的基本规则

CAN 总线基于以下的 5 条基本规则进行通信协调：

（1）总线访问　CAN 控制器只能在总线空闲状态期间开始发送，所有 CAN 控制器同步于帧起始的前沿（硬同步）；

（2）仲裁　若有两个或更多的 CAN 控制器同时发送，则产生总线访问冲突，通过仲裁场发送期间位仲裁方法予以解决；

（3）编码/解码　帧起始、仲裁场、控制场、数据场和 CRC 序列使用位填充技术进行编码；

（4）出错标注　当检测到位错误、填充错误、形式错误和应答错误时，检测出错条件的 CAN 控制器将发送一个出错标志；

（5）超载标注　一些 CAN 控制器发送一个或多个超载帧以延迟下一个数据帧或远程帧的发送[1,6]。

3.2.3　智能换档通信系统的数据流动

智能换档系统中不同汽车电子控制装置之间的通信是通过报文的形式在 CAN 总线上传输的，CAN 控制器中的智能存储器提供总计 15 个报文存储空间，每组报文有自己的标识码和一组控制和状态标志。15 个报文中的每一个都有 15 个连续的字节。报文结构如图 2 所示。其中报文控制寄存器占两个字节，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，仲裁寄存器用来接收报文的筛选和定义送出报文的标识码。报文配置寄存器用来定义数据长度、报文方向和标识符特性等内容。

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**　报文结构

智能换档通信系统的节点 2，即自动变速器的 ECU 中定义的报文内容如图 3 所示。

电喷发动机 ECU 中定义的报文内容如图 4 所示。

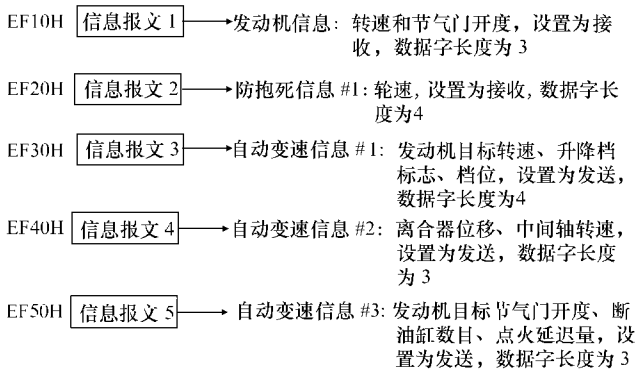

图 **3**　自动变速器 ECU 定义的报文内容

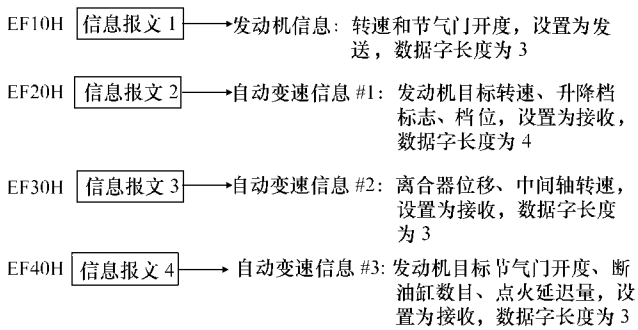

图 **4**　电喷发动机 ECU 定义的报文内容

制动防抱 ECU 中定义的报文内容如图 5 所示。

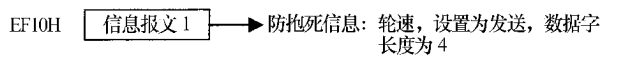

图 **5**　制动防抱死 ECU 定义的报文内容

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和远程帧，请求相应的其他节点发信息，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。其数据流动结构如图 6 所示。

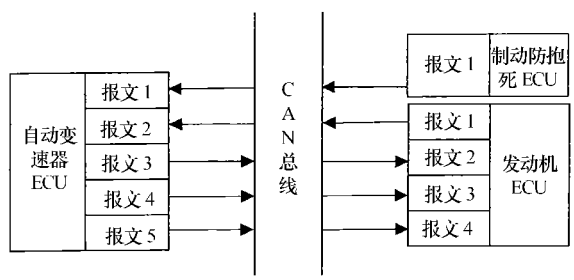

图 **6**　智能换档系统的报文数据流动结构

4　结束语

CAN 总线最初是专门为汽车环境而设计的一种现场总线。由于它具有很强的灵活性、简单的扩展可能性、优良的通信实时性以及通信的可靠性和检错能力，能够应用于各种苛刻的电子环（下转第136页）

负责有关的技术培训、技术研究、检测评价等工作。

4　对策研究

1）完善、实施相应的技术标准、法规与管理制度

目前正在修订的国家标准《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》（GB1589）、《机动车运行安全技术条件》（GB7258）以及《货运挂车系列型谱》（GB/T）等标准都对车辆的尺寸、轴荷、总质量等给出了新的要求，还有其他的技术标准与管理制度都应进行研究、使之完整与协调，要广泛宣传并在汽车的开发、制造、使用、维护、管理等工作中严格实施。

2）车辆与主要总成型式认证工作的实施

从车辆的管理方面应进一步加快产品认证工作，尤其是对重要零部件的安全认证、质量认证。汽车的使用与维修管理中也应加强对认证工作的重视，从关键零部件的维护、使用入手，保证车辆的维护质量。

3）建立、实施营运货车的技术等级评定与市场准入制度

结合汽车行业强制性检验要求，交通行业应从保障公路运输业健康发展、保障公路运输基础设施、服务于社会发展建设和满足人民生活需求的高度，补充并控制营运车辆的有关涉及行车操纵安全、制动稳定性、与路侧构造物碰撞时的安全防护性要求，加强对其强制性维护、检测的管理力度。建立一套管理制度及运行机构，从制度上、技术上治理超载问题。

4）研究适于营运车辆实时监控的安全参数行车记录装置

参照最新发布的有关《汽车行驶记录仪》GB/T19056 的要求，开发应用具有监测车辆轴（轮）质量、制动效能、转向稳定性、发动机工作状况及其他主要技术参数的行车记录装置，可用于驾驶员的行车状态监控和管理部门的执法过程。

5）开展营运驾驶员的技术培训和维修企业技术人员的专项培训

通过一系列的规章学习、驾驶技术培训、车辆的维护与诊断技术培训等工作，提高营运驾驶员队伍素质，提高其对交通安全的认识和责任感，从主观上做好行车安全准备工作。

6）适时调整营运车辆结构，提高公路运输效率

一方面淘汰一批能耗高、技术状况差、运力低的营运车辆；另一方面根据我国汽车工业的发展形势和汽车市场实际情况，根据不同地区的特点有组织地进行车辆的技术性能比较分析与推荐活动，指导车辆的更新；第三就是结合 GB1589、GB7258 等新国标的实施，参照国外经验，通过有关的鼓励政策推广应用大吨位厢式车辆、鼓励拖挂运输。

7）有关管理制度的研究与实施

包括营运资质评定、技术审查；定期维护；实施监控；运费及相关税费收费研究等。

参考文献：

[1]　汽车工程手册·设计篇. 北京：人民交通出版社，2001.

（上接第 116 页）境，因而现在已经成为汽车的首选网络通讯总线形式。汽车智能换系统使得自动变速系统能够根据外界行驶环境的变化和不同驾驶员的个性操作，自主选择合适的换档规律，这将是今后汽车自动变速系统的发展方向。为了实现汽车智能换档，不但需要大量的汽车行驶状态和驾驶员操纵参数来识别和推理汽车的当前行驶环境和驾驶员操纵个性，而且还需要发动机、离合器、变速器的协调控制以提高整车的行驶性能，因而将 CAN 总线结构应用于汽车智能换档系统中具有重要的意义。

参考文献：

[1]　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，1996.

[2]　王莉，刘德新，刘书亮. 汽车网络标准总线 [J] . 世界汽车，2001（1）：15－17.

[3]　程军，苟凯英. 车辆控制系统总线通信和控制协议 SAEJ1939 [J] . 世界汽车，2000（2）：19－21.

[4]　Kopetz H. A Comparison of CAN and TIP [J] . Annual Reviews in Control，2000（24）：177－188.

[5]　Egan Krieger G，Stein T，Rahn J. Object Oriented Device Control Using the CAN Bus [J] . Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A：Accelerators，Spectrometers，Detectors and Associated Equipment，1994（1－2）：204－206.

[6]　张洪坤. 电控机械式自动变速器控制技术的研究与开发 [D] . 吉林大学研究生论文，2001.