



复旦卓越 · 21世纪汽车类职业教育教材

# 汽车总线控制模块 的检修

主编 毛叔平 主审 朱军



 复旦大学出版社



复旦卓越 21世纪汽车类职业教育教材

教育部、人力资源社会保障部、财政部“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”项目

# 汽车总线控制模块 的检修

**主 编** 毛叔平

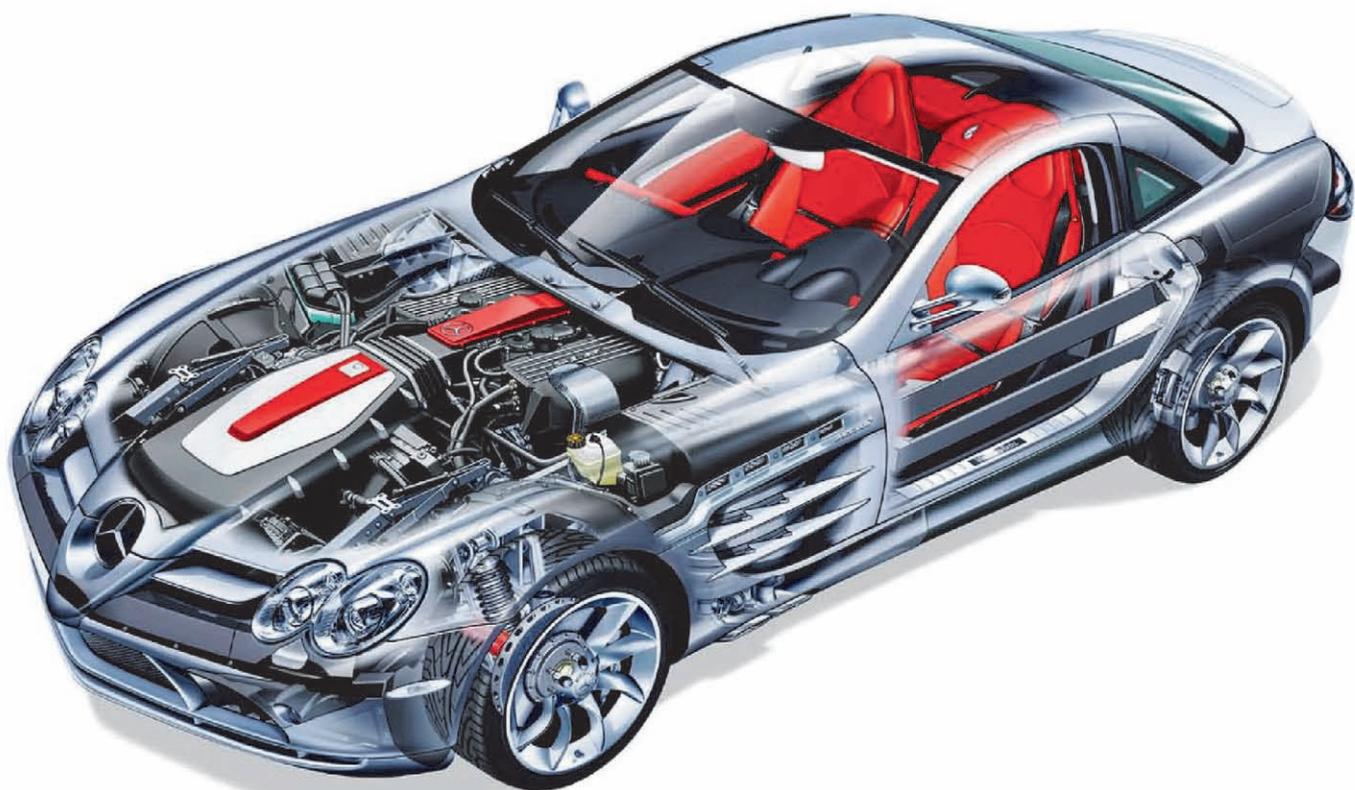
**主 审** 朱 军

**编委会名单**

**主任** 郑玉宇

**成员** 毛叔平 刘落实 刘 政 张继发 田久民 沈根国

王 跃 周泳敏 郑金忠 高 超 景 超



 复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车总线控制模块的检修/毛叔平主编. —上海:复旦大学出版社,2014.6  
ISBN 978-7-309-10521-6

I. 汽… II. 毛… III. 汽车-总线-控制系统-车辆修理-高等职业教育-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 064173 号

汽车总线控制模块的检修

毛叔平 主编  
责任编辑/梁 玲

复旦大学出版社有限公司出版发行  
上海市国权路 579 号 邮编:200433  
网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com  
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853  
外埠邮购:86-21-65109143  
江苏凤凰数码印务有限公司

开本 890×1240 1/16 印张 12.5 字数 385 千  
2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-10521-6/U·19  
定价:

---

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。  
版权所有 侵权必究

## 内 容 提 要

根据培养实用技能型人才教学的需求，邀请职业教育专家、4S店技术总监、计算机控制技术专家、教育咨询企业以及一线汽修专业教师共同编写，本书力求将现代化职业教育理念和现代汽车维修特征相结合。

本书以汽车总线控制模块的检修为目标，分析和选择现场维修过程中的关键技能需求，设计“贴近现场”的实训教学模块。主要内容包括大众、通用、丰田的汽车总线系统基本概念、常用检测设备使用、汽车专业技术资料识读、控制模块信号检测和总线模块常见故障的维修方法，涵盖汽车总线控制模块检测和诊断过程中的主要技术环节。

基于4S店的工作过程，本书将专业知识点的学习内容融合到实训项目的操作过程中。通过大量实际操作界面，本书希望以图文并茂的形式，简明扼要地讲述方法和操作步骤，直观易懂地实现预定的教学和示范效果。

本书供职业教育学校汽车应用与维修专业实训教学使用，也适于新技术培训和维修人员自学。

## 序 言

《汽车总线控制模块的检修》是针对汽车电控及局域网(CAN)技术的大量应用而编写的一本维修技能实训教材,目标是满足中、高职学校汽车应用与维修专业实训教学应用,同时适用于一线岗位维修人员的业务进修需求。

由于汽车新技术的大量应用和乘用车的发展转向安全性、舒适性和智能化方向,汽车应用与维修专业学生的教学内容和实训项目,也就不能仅仅局限于传统的以发动机、底盘拆装和汽车电气为主,需要与时俱进、不断更新。

职业教育比较发达的德国,把“职业能力”定义为“职业行动能力”,认为职业能力提高是才能、方法、知识、观念和价值观的综合发展。现代汽车维修特征决定了汽车维修项目的社会分工发生了很大的改变,例如汽车发动机的解体大修往往改由制造厂家承担,4S店逐步转变成为“快修”店。以依赖维修经验为主的岗位能力逐步被维修技能所替代,同时专业指导手册和专业诊断设备的重要性不断增加。

根据培养实用技能型人才教学的需求,教材内容的选择和编写需要邀请相关各方共同参与,特别是邀请一线的维修企业和一线的专业教师参加。根据总线控制模块检测与维修的技术环节,选择工作过程中的关键技能点,设计出贴近现场的项目作为实训教学的主线;以技能点学习为中心,突出技能操作的实用性,将大

量的原理描述和技术分析内容简单化、通俗化和形象化,便于理解和应用;将大量的知识点学习内容融合到实训项目的操作过程中,以适应职业学校学生形象思维能力较强的特点。本教材的编委会做到了这一点,本教材在覆盖岗位职业能力需求的同时预留了专业技术探究的上升空间。

很高兴见到这样的教材出版,相信能够在教学实践中取得较好的效果,为学校和老师的耕耘提供更好的服务,为我国汽车维修行业职业教育培养实用技能型人才教学产生积极的影响。

北京航空航天大学交通科学与工程学院责任教授  
北京航空航天大学交通科学与工程学院博士生导师  
中国汽车维修学会专家委员会委员  
中国汽车工程学会教育分会主任委员



2014年4月

汽车设计制造工艺水平的提高,使得汽车的一次使用寿命从以前的10万公里提高到现在的60~70万公里。汽车机械部件的设计制造工艺几乎达到了“极致”,现代汽车的发展转向安全性、舒适性和智能化方向。要想满足这些方面的要求,就不得不借助现代电子技术和车载网络控制系统的应用。

近40年来汽车发展的事实证明,采用现代电子技术是解决汽车所面临的诸多技术问题的最佳方案。汽车技术与现代电子技术相结合(即汽车电子化),是汽车技术发展进程中的一次重要革命。将工业自动化控制技术应用于现代汽车设计,使其从单纯的机械产品不断向高级的机电一体化产品方向发展,这是一种“跨界”。尤其是电动汽车等新能源汽车的出现和推广,颠覆了传统的“汽车”概念,这已经是大势所趋。

汽车后市场进入了无大修时代,即所谓“九分维护、一分修理”。汽车电气故障维修的特点也变成“九分诊断、一分换件”。4S企业的主要业务从汽车修理转向“维护和快修”,发动机的解体维修作业基本上交由制造企业承担。

计算机网络技术的快速发展和专业汽车故障诊断设备功能的不断强大,使得汽车电气系统的维修越来越呈现出与计算机设备维修相类似的特征。

现代汽车控制模块故障的诊断主要是借助于维修手册和专业

检测设备来完成的,维修经验开始逐步被操作技能所替代。因此,汽修专业教学的内容和模式必须跟随汽车制造工艺的进步和汽车维修特征的变化而改变,传统的教学内容设计必须创新并且增添新的元素。

随着职业教育理念的不断发展,学校和用人企业的合作逐步演变为学校、用人企业、教育咨询企业之间的合作。汽车专业教师的定位功能从“教授”变为“教练”,成为答疑、解惑、示范、考核的专家。

本书的编写邀请了职业教育专家、4S店技术总监、计算机控制技术专家、硬件教学设备和虚拟实训平台研发企业以及一线专业教师参加,将现代化职业教育理念和现代汽车维修特征融合到实训项目的设计之中。

本书的主要特点如下:

(1) 以总线控制模块的检修为最终目标,分析、确定工艺过程中的关键技能需求点,设计“贴近现场”的实训教学模块。

(2) 突出技能操作的实用性,将大量的原理描述和技术分析内容简单化、通俗化和形象化,便于理解和应用。将大量的知识点学习内容融合到实训项目的操作过程之中,以适应职业学校学生形象思维能力较强的特点。

(3) 选择具有应用面较广和系统设计覆盖面较广的大众、通用、丰田车系为代表,使用比较典型的诊断设备进行实训操作。将硬件教学设备、虚拟实训平台和现场实训汽车整合成为技能实训

环境,融入教学模块设计之中,确保实训效果和技能习惯的养成。

(4)通过大量的实际操作界面,采用图文并茂的形式和简明易懂的操作说明,起到直观易懂的教学和示范效果。

(5)利用CAN网络分析仪解析报文的操作实例,揭示总线控制系统的基本特征,为故障的逻辑判断提供帮助。

本教材在使用过程中,可以根据不同学历的专业教学计划,确定必修、选修和提高的实训内容安排。

本书编写参与单位有上海市南湖职业学校、上海大众汽车逸仙销售服务有限公司、上海同济大众汽车销售服务有限公司、上海景格科技有限公司、广州智维电子科技有限公司。

在编写过程中,许多专家、企业和朋友热情提供了大量的资源、素材和真知灼见,共同付出了辛勤的汗水。在此,谨代表编委会表示深切的谢意。

本书由郑玉宇担任编委会主任,毛叔平任主编,朱军任主审。参加编写的人员还有刘落实、刘政、张继发、田久民、沈根国、王跃、周泳敏、郑金忠、高超、景超。

因水平有限,本书编写中的不当之处,敬请批评指正。

编者

2014年2月

## 1

## 单元一 汽车总线系统的基本概念

## 知识链接

- § 1.1 车载网络技术基础 ..... 3
  - 1.1.1 CAN总线 (CAN-bus) ..... 3
  - 1.1.2 LIN总线 ..... 7
  - 1.1.3 MOST总线 ..... 10
  - 1.1.4 CAN-FD总线 ..... 11
- § 1.2 大众车系总线网络介绍 ..... 12
- § 1.3 通用车系总线网络介绍 ..... 14
- § 1.4 丰田车系总线网络介绍 ..... 15

## 2

## 单元二 汽车总线模块常用检测设备使用

## 知识链接

- § 2.1 常用检测设备性能介绍 ..... 21
  - 2.1.1 DY 2201A型汽车数字万用表 ..... 21
  - 2.1.2 DSO 1200型数字示波器 ..... 22
  - 2.1.3 金德KT 600型汽车故障解码器 ..... 25
  - 2.1.4 大众VAS 5052型汽车故障诊断仪 ..... 27
  - 2.1.5 大众VAS 6150B型汽车故障诊断仪 ..... 30

## 实训项目

- § 2.2 实训项目1 汽车数字万用表的使用 ..... 33
- § 2.3 实训项目2 DSO 1200型多功能数字示波表的使用 ..... 37
- § 2.4 实训项目3 金德KT 600型汽车故障解码器的使用 ..... 43
- § 2.5 实训项目4 大众VAS 5052型汽车故障诊断仪的使用 ..... 47
- § 2.6 实训项目5 大众VAS 6150型汽车故障诊断仪的使用 ..... 52

## 单元三 汽车专业技术资料识读基础

### 知识链接

- § 3.1 汽车电路图的分类与汽车电路的特点 .....57
  - 3.1.1 汽车电路图的分类 .....57
  - 3.1.2 常用汽车电路的接线规律 .....58
- § 3.2 汽车电路图的识读规范 .....59
  - 3.2.1 汽车整车电路的组成 .....59
  - 3.2.2 汽车电路图的基础元件符号和绘制特点 .....60
  - 3.2.3 大众帕萨特汽车电路图的识读举例 .....65
  - 3.2.4 上海别克君威汽车电路图的识读举例 .....73
  - 3.2.5 丰田卡罗拉汽车电路图的识读举例 .....86
- § 3.3 汽车维修手册介绍 .....88

### 实训项目

- § 3.4 实训项目 6 上海大众帕萨特新领驭总线电路图的查阅 .....90
- § 3.5 实训项目 7 通用汽车维修手册的识读 .....97
- § 3.6 实训项目 8 一汽丰田卡罗拉汽车电路图的识读 ..... 101

## 单元四 总线系统控制模块信号的检测

### 知识链接

- § 4.1 车载网络基本波形信号介绍 ..... 111
  - 4.1.1 总线控制模块介绍 ..... 111
  - 4.1.2 CAN总线工作波形图简介 ..... 111
  - 4.1.3 LIN总线工作波形图简介 ..... 114
- § 4.2 车载网络典型故障信号检测 ..... 115
- § 4.3 汽车CAN实训教学系统故障的模拟和检测 ..... 116
  - 4.3.1 CAN总线系统实训教学系统的功能 ..... 116
  - 4.3.2 CAN总线系统实训教学系统故障模拟 ..... 117

### 实训项目

- § 4.4 实训项目 9 动力系统CAN总线故障时的信号检测 ..... 118
- § 4.5 实训项目 10 舒适系统CAN总线故障时的信号检测 ..... 126
- § 4.6 实训项目 11 总线系统供电电源故障时的信号检测 ..... 133

# 5

## 单元五 汽车总线模块常见故障的检修方法

### 知识链接

- § 5.1 汽车总线模块常见故障的检修 ..... 141
  - 5.1.1 总线系统控制模块故障的诊断 ..... 141
  - 5.1.2 总线控制模块的匹配 ..... 142

### 实训项目

- § 5.2 实训项目 12 车载网络系统的故障检测与诊断 ..... 142
- § 5.3 实训项目 13 总线控制模块的匹配方法 ..... 150

# 6

## 单元六 CAN 总线分析仪解析报文举例

### 知识链接

- § 6.1 CAN总线分析仪Kvaser USBcan II 系列功能简介 ..... 161
  - 6.1.1 CAN总线分析仪性能简述 ..... 161
  - 6.1.2 CAN总线分析仪使用说明 ..... 162
  - 6.1.3 CanKing软件与使用说明 ..... 163

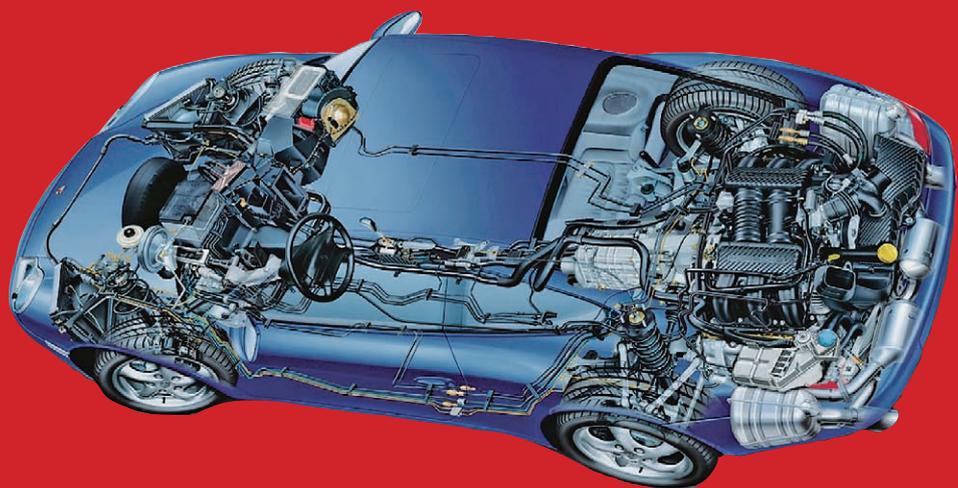
### 实训项目

- § 6.2 实训项目 14 使用CanKing接收总线数据 ..... 168
- § 6.3 实训项目 15 使用CanKing发送数据到总线 ..... 173
- § 6.4 实训项目 16 过滤和保存CAN网络报文数据 ..... 176
- § 6.5 实训项目 17 CAN总线分析仪报文解析(选修) ..... 182

## 参考文献

# 1

## 单元一 汽车总线 系统的基本概念





## 知识链接

汽车设计制造工艺水平的提高,使得汽车机械部件的设计制造工艺几乎达到极致,现代汽车的发展转向安全性、舒适性和智能化方向。但是,电子技术的普遍应用,使得车辆控制单元的数目不断增加,相应的传感器和执行器不断增多,车上的线路也越来越复杂。线束长度的飞速增加,使线束变得越来越庞大。为了减少车内连线实现数据的共享和快速交换,同时提高可靠性,对汽车内部控制功能电控单元相互之间通信采用CAN, LAN, LIN, MOST等基础构造的汽车电子网络系统,这就是车载网络系统。

### § 1.1 车载网络技术基础

车载网络技术主要包含CAN数据总线、LIN总线系统、VAN系统、LAN系统、MOST数据总线和车载蓝牙系统。

车载网络总线按照通信速率进行分类,如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 车载网络总线分类

分 类	特 点	通信速率	主要应用
A类		<10 kb/s	传感器或执行器管理的低速网络
B类		( 10~125 ) kb/s	面向独立控制模块间的信息共享的中速网络
C类		125 kb/s~1 Mb/s	用在车身电子的舒适性模块、显示仪表和多媒体等设备中
D类		>1 Mb/s	用在车身电子的舒适性模块和显示仪表等设备中

由于汽车上不同区域的总线的速率和识别代号不同,因此一个信号要从一个总线进入另一个总线区域,必须把它的识别信号和速率进行改变,使其能够让另一个系统接受,这个任务由网关 ( gateway ) 来完成。在车载网络系统的设计中,有一个模块往往在完成控制自身的控制任务之外,同时还具备网关的功能。

#### 1.1.1 CAN总线 (CAN-bus)

CAN总线是德国Robert Bosch公司在20世纪80年代初为汽车业开发的一种串行数据通信总线。它是一种保密性很高,有效支持分布式控制或实时控制的现场串行通信网络。在目前众多的现场总线标准中,CAN-bus是唯一被ISO认证 ( ISO11898 ) 批准为国际标准的现场总线,它已发展成为应用最广泛、支撑技术和元器件最丰富的现场总线标准之一,被誉为最有前途的现场总线。

如图 1-1-1 所示,CAN总线的基本系统由多个控制单元和两条数据线组成,这些控制单元通过所谓收发器 ( 发射-接收放大器 ) 并联在传输总线上。数据传输总线负责系统数据的传输工作,它通过双向数据传输,实现了信息数据的大容量、高速度传输。其中,CAN控制器的作用是接收控制单元中微处理器发出的数据,处理数据并传给CAN收发器;同时,CAN控制器也接收CAN收发器收到的数据,处理数据并传给微处理器。在数据总线两端都装有数据传输终端。

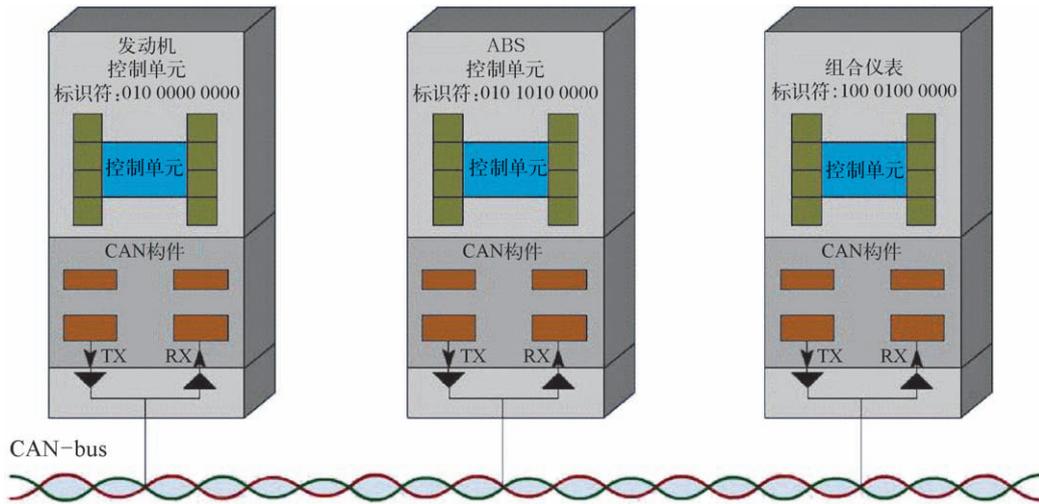


图 1-1-1 CAN总线的通信原理

各个CAN系统的所有控制单元都并联在CAN数据总线上。如图 1-1-2 所示, CAN数据总线的两条导线分别叫CAN高线(CAN-High线, CAN-H线)和CAN低线(CAN-Low线, CAN-L线)。这两条导线缠绕在一起, 称为双绞线。

双绞线, CAN-High线和CAN-Low线



图 1-1-2 双绞线示意图

在大众车系中, CAN导线的基色为橙色。对于驱动数据总线来说, CAN-High线上还多加了黑色作为标志色; 对于舒适系统CAN数据总线来说, CAN-High线上的标志色为绿色; 对于信息系统CAN数据总线来说, CAN-High线上的标志色为紫色; 而所有CAN-Low线的标志色都是棕色。为了易于识别, 并与大众车系及VAS 5051 诊断仪相适应, CAN导线分别用黄色和绿色来表示, CAN-High线为黄色, CAN-Low线为绿色。

控制单元之间的数据交换就是通过这两条导线来完成的, 这些数据可能是发动机转速、油箱油面高度及车速等。图 1-1-3 给出的是大众车系各个系统双绞线的外形。

驱动系统CAN  
High or/bk(桔黑)  
Low or/br(桔棕)



舒适系统CAN  
High or/gn(桔绿)  
Low or/br(桔棕)



显示(信息娱乐)系统CAN  
High or/vio(桔紫)  
Low or/br(桔棕)



图 1-1-3 双绞线外形图

图1-1-4和图1-1-5所示的CAN-High线和CAN-Low线上的电位是相反的,如果一条线的电压是高位,另一条线就是低位。在显性状态时,CAN-High线上的电压值会升高一个预定值(对CAN驱动数据总线来说,这个值至少为1 V)。而CAN-Low线上的电压值会降低一个同样值(对CAN驱动数据总线来说,这个值至少为1 V)。于是在CAN驱动数据总线上,CAN-High线就处于激活状态,其电压不低于3.5 V ( $2.5\text{ V}+1\text{ V}=3.5\text{ V}$ ),而CAN-Low线上的电压值最多可降至1.5 V ( $2.5\text{ V}-1\text{ V}=1.5\text{ V}$ )。这样,根据两条线上的电位差自动判读出显性(1)和隐性(0)状态,这样的方法被称为差分法。

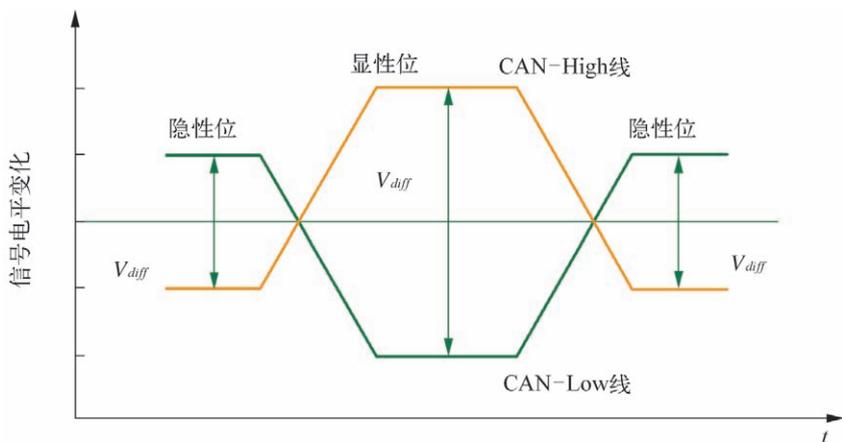


图1-1-4 CAN总线通信原理

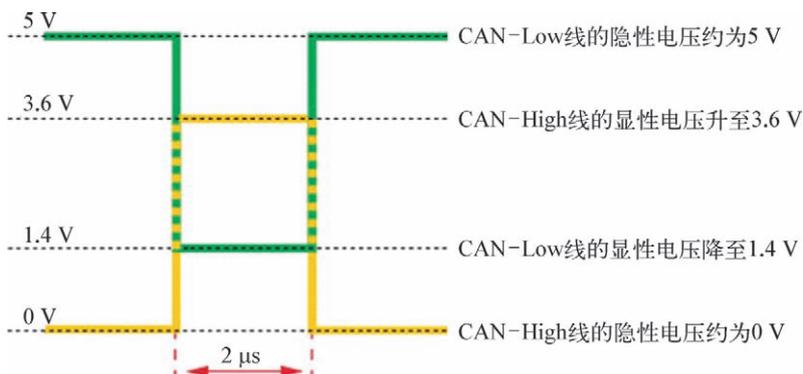


图1-1-5 舒适系统/显示(信息娱乐)系统CAN总线的理论电压

CAN总线采用双绞线是为了防止和避免外界电磁波的干扰和向外辐射。如图1-1-6所示,当外界的干扰同时作用于两根导线时,产生的电磁波辐射信号相互抵消,通过这种办法可以使总线数据在传送中免受干扰影响。

控制单元间的数据交换都在同一平台上进行,这个平台称为协议,CAN总线起到数据交换“高速公路”的作用。汽车电控系统的控制单元、CAN模块和CAN数据总线,再加上诊断K线就构成了CAN-bus多路信息传输系统的一个功能单元,如图1-1-7所示。

车载网络系统数据交换原理如图1-1-8所示。

由于CAN总线系统实现了全车数据共享,让整车成为一个智能化的整体,从而具有自我调节能力。例如,当点火开关关闭一定时间之后,CAN总线的舒适系统将自动处于休眠状态,整个系统处于最低耗电状态,从而节省了能源的消耗。一旦接收到车门开启信号,无需启动发动机,系统立即被唤醒激活,开始接受各处节点传递的信息,将整车调整到最佳工作状态。

CAN总线系统的设计也提高了汽车的安全性。首先,确认钥匙合法性的校验信息通过CAN进行传递,改进了加密算法,其校验的信息比以往的防盗系统更丰富;其次,车钥匙、防盗控制器和发动机控制器相互储存对方信息,而且在校验码中掺杂随机码,无法进行破译,大大提高了防盗系统的安全性。