



高职高专“十二五”规划教材



汽·车·系·列

汽车总线 控制技术与检修

骆孟波 主 编
郝金魁 副主编
储江伟 主 审



化学工业出版社



高职高专“十二五”规划教材



汽·车·系·列

汽车总线 控制技术与检修

骆孟波 主 编

郝金魁 副主编

储江伟 主 审



化学工业出版社

·北京·

汽车总线技术是 20 世纪 90 年代后期才开始广泛应用于汽车的新技术,目前,国内生产的汽车已广泛应用汽车总线技术,为适应汽车服务行业对汽车维修技术人员的要求,本书系统介绍了汽车总线技术的基本原理、故障诊断策略及故障诊断的案例,以培养读者运用专业知识解决实际问题的能力。书中主要内容包括汽车总线的基础知识、网络协议、故障诊断策略、动力传动系统 CAN、舒适系统 CAN、LIN 总线技术和光纤总线技术。为方便教学,配套电子教案。

本书适合作为各类高职高专院校汽车类相关专业的教材,也可作为应用型本科汽车服务工程专业的教材,还可供从事汽车维修及管理的工作人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车总线控制技术与检修/骆孟波主编. —北京:化学工业出版社, 2011. 7

高职高专“十二五”规划教材——汽车系列
ISBN 978-7-122-11420-4

I. 汽… II. 骆… 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 (2011) 第 100540 号

责任编辑:韩庆利
责任校对:徐贞珍

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 338 千字 2011 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

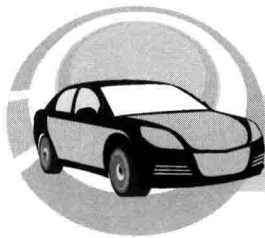
购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究



前言

随着汽车工业的飞速发展,以及人们对汽车的操纵性、安全性和乘坐舒适性要求的提高,汽车上使用了更多的电子控制设备,传统的数据传输模式已不能满足车辆的需要。CAN (Controller Area Network) 的出现,使汽车数据传输实现了高速化,传输速率可达 10Mbit/s;同时将车辆控制系统智能化,使车辆在各种控制及道路条件下,都能获得最佳的控制性和行驶稳定性,使车辆的安全性和舒适性更佳。新技术的出现,同样给汽车修理技术人员带来新的挑战。

为了培养汽车专业复合型、实用型人才,适合汽车维修行业技术更新的需求,本教材在编写过程中,注意了以下几点:

1. 校企合作,从生产实际出发

本书在内容选取上从汽车维修工艺流程出发,满足维修技能需要,注重内容组织与工作过程相一致。

2. 体系的完整性

本书系统地讲解了汽车总线技术的基础知识、车载网络协议、故障诊断策略和针对动力传动系统 CAN 总线、舒适系统 CAN 总线、LIN 系统总线、光纤系统总线的故障诊断与维修作业,通过学习,可以使学生较为系统而完整地掌握汽车总线系统的维修技术和操作实务。

3. 内容的实用性

本书注重理论与实践相结合的原则,以工作任务为引导,有针对性地精选了一批汽车总线系统故障诊断的案例,注重汽车维修技术的实际业务操作,从应用的角度出发,使学生切实掌握汽车总线系统维修的业务能力。

4. 教材的适用性

本书立足实际要求,适应行业发展新情况,内容简明扼要,博采众长,具有新颖性和实用性较强的特点。

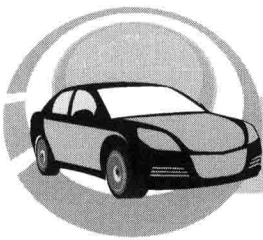
本书适合作为各类高职高专院校汽车类相关专业的教材使用,也可供从事汽车维修行业从业人员作为业务培训的教材使用。

本书共分 7 单元,由河北交通职业技术学院骆孟波副教授担任主编,并编写单元 3、单元 4、单元 7;郝金魁担任副主编,并编写单元 1;程嫣编写单元 5,赵海滨编写单元 6,东北林业大学交通运输学院骆颖哲编写单元 2。感谢华安投资集团股份有限公司郝鸿翔工程师、梁茂森培训师、王素玮技师等对本书编写工作给予的帮助和指导。全书由东北林业大学交通运输学院储江伟教授担任主审。

在编写过程中,参考了国内外有关的文献,在此谨致谢意。

本书有配套电子教案,可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师,如有需要,可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。



目 录

单元 1 车载网络技术概述

1

1.1 汽车总线与多路传输技术	1
1.1.1 汽车总线技术应用背景	1
1.1.2 多路传输技术的概念	1
1.1.3 汽车总线的优点	2
1.1.4 汽车总线的发展	3
1.2 车载网络的基本概念	3
1.2.1 计算机网络	3
1.2.2 汽车车载网络	5
1.2.3 汽车车载网络的组成	6
1.2.4 汽车总线的分类	7
1.3 数据通信基本知识	8
1.3.1 数据在总线导线上生成信号	8
1.3.2 数据在总线的传输	9
1.3.3 数据总线的终端电阻	13
1.4 总线数据导线的节点	15
思考与练习	17

单元 2 车载网络中协议

19

2.1 概述	19
2.1.1 传输协议	19
2.1.2 总线信息、信息或帧	21
2.1.3 CAN 错误识别和处理	26
2.1.4 比特填充	29
2.1.5 LIN 信息格式	30
2.2 控制单元访问数据总线的策略	33
2.2.1 CAN 总线访问、避免冲突和仲裁	34
2.2.2 总线信息传输	36
思考与练习	42

单元 3 数据总线故障与诊断

44

3.1 数据导线故障类型	44
3.1.1 CAN 数据导线故障	44
3.1.2 LIN 数据导线故障	45
3.2 汽车总线系统故障诊断	45

3.2.1	传统电子控制系统	46
3.2.2	车载网络系统	46
3.2.3	诊断策略	47
3.3	汽车总线系统故障诊断的基础	49
3.3.1	诊断信息传输	49
3.3.2	车载总线系统故障诊断的方法	50
3.3.3	诊断工具与手段	52
3.3.4	总线信息分析	63
	思考与练习	68

单元4 针对动力传动系统 CAN 数据总线的客户委托

70

4.1	动力传动系统 CAN 数据总线子系统	72
4.1.1	动力传动系统 CAN 数据总线的控制单元	72
4.1.2	动力传动系统 CAN 数据总线收发器的工作原理	74
4.1.3	ISO11898 标准规定的高速 CAN 总线导线电压值	75
4.2	动力传动系统 CAN 数据总线终端电阻	80
4.3	动力传动系统 CAN 数据总线故障	82
4.3.1	动力传动系统 CAN 数据总线常见故障类型	82
4.3.2	无故障的动力传动系统 CAN 数据总线	83
4.3.3	动力传动系统 CAN 数据总线断路故障	87
4.3.4	动力传动系统 CAN 数据总线对正极或对负极短路	91
4.3.5	CAN_H 与 CAN_L 数据导线之间短路	94
4.3.6	利用通用测量设备诊断导线断路和短路故障	95
4.3.7	动力传动系统 CAN 总线故障图库	96
	思考与练习	98

单元5 针对车窗玻璃升降器控制子系统的委托

101

5.1	车窗升降器控制子系统（舒适系统 CAN）	103
5.1.1	车窗升降器的控制	105
5.1.2	车窗升降器控制子系统的控制单元和功能元件	106
5.2	舒适系统 CAN 总线原理	111
5.2.1	舒适系统 CAN 数据导线上的信号	111
5.2.2	收发器内的发送器和接收器的工作原理	114
5.2.3	低速 CAN 数据总线	118
5.2.4	舒适系统 CAN 总线的休眠和唤醒模式	123
5.2.5	舒适系统 CAN 故障诊断分析	125
	思考与练习	148

单元6 针对 LIN 网数据总线系统的委托

150

6.1	LIN 网概述	152
6.1.1	LIN 协议的发展	152

6.1.2	LIN 协议的主要特性	153
6.1.3	LIN 的主要特征	155
6.1.4	LIN 总线负荷	157
6.2	现代汽车上的 LIN 网络	158
6.2.1	车道偏离预警系统	158
6.2.2	前照灯控制系统	159
6.3	Golf V 车窗玻璃刮水器子系统	161
6.3.1	刮水器控制	162
6.3.2	车窗玻璃刮水器的 LIN 网络结构	163
6.3.3	LIN 数据总线上控制单元的结构	163
6.4	LIN 数据导线上信号生成原理	168
6.4.1	收发器工作原理	168
6.4.2	LIN 数据总线的电压值和传输率	170
6.5	LIN 网故障诊断	173
6.5.1	故障信息和可能的故障原因	174
6.5.2	LIN 数据总线故障	174
	思考与练习	177

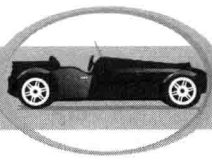
单元 7 针对光纤安全系统的客户委托

179

7.1	BMW 735i 的网络结构	181
7.1.1	BMW 735i 的 Byte flight 协议	181
7.1.2	安全系统工作原理	182
7.1.3	Byte flight 网络的基本结构	183
7.1.4	Byte flight 总线传输协议	186
7.1.5	光缆维修注意事项	189
7.2	安全系统控制原理	191
7.2.1	安全系统网络的组成	191
7.2.2	安全系统功能元件功能介绍	192
7.2.3	安全气囊触发原理	197
7.2.4	无 Byte flight 的传统安全系统	200
7.3	安全系统故障诊断和修理	201
7.3.1	安全系统故障查询	201
7.3.2	安全气囊车辆废弃处理	203
	思考与练习	204

参考文献

206



单元1 车载网络技术概述

1.1 汽车总线与多路传输技术

1.1.1 汽车总线技术应用背景

自 20 世纪 50 年代汽车技术与电子技术开始结合以来, 电子技术在汽车上的应用范围也越来越广。现代汽车的电控系统不仅提高了汽车的经济性、安全性和舒适性, 也很好地解决了全球范围的汽车尾气排放环保问题和能源危机问题。汽车电子控制系统越来越多, 一些数据如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等, 需要各个电控系统共享, 传统的点对点的单一通信方式, 有几个信号就要几条信号线, 必然造成车上电控单元端子的数量增加, 线路也越来越复杂, 线束的总长度急剧增加, 使线束变得越来越庞大, 导致车身布线庞大而复杂, 安装空间紧缺。据统计, 一辆采用传统布线方法的高级汽车中, 其导线长度可达 2000m, 电气节点多达 1500 个。而且, 该数字大约每十年增长 1 倍, 从而加剧了粗大的线束与汽车有限的可用空间之间的矛盾。因而汽车网络技术应运而生, 并成为汽车技术发展的一个方向。

汽车网络根据数据类型和传输速率分为汽车动力传动和安全与底盘控制系统、车身电子控制系统、车载多媒体等多个子网络。车身电子控制体系统和故障诊断系统网络主要是指在汽车车身电子(包括组合仪表、车门集控锁、车身座椅、空调系统、信号及照明灯、车窗及后视镜等)控制器之间建立的网络, 其目的是提高驾乘人员的安全性和舒适性、提供车身状况信息、提高导线利用率、方便布线、简化故障诊断和维修。同时, 可以利用网络减少配线的连接以及与之相关的质量和制造成本。

例如, 在 Golf V 汽车的网络结构中, 动力传动系统、舒适和信息娱乐系统控制单元之间以及组合仪表和诊断接口之间通过 CAN 数据总线进行数据交换。刮水器电动机、车灯和雨量传感器以及防盗报警装置组件使用 LIN 数据总线。CAN 是控制器区域网络的缩写, 表示控制单元彼此联网并交换数据。LIN 表示局域互联网, 在这种网络中控制单元布置在一个有限的结构空间内。由于采用中央诊断接口或网关, 因此可以超越系统界限交换数据。例如, 制动控制单元、驻车辅助系统控制单元或刮水器电动机都可以使用车速信号。

通过网络可以满足人们对现代车辆行驶安全性、行驶舒适性、排放性能和耗油量方面不断提高的要求。尽管功能多种多样, 但是仍能简单明了地对网络系统进行诊断。另一个优点是因导线和插接连接件较少而减小了所需空间且降低了重量。

Golf V 汽车中的网络结构如图 1-1 所示。

1.1.2 多路传输技术的概念

多路传输是指在同一通道或是线路上同时传输多条信息。这里有一点需要说明的是, 这里所说的“同时”是一个相对的概念, 实际上信息的传递是依次进行的, 将单位时间分成几段, 根据信息内容的不同在每一段时间传输一项信息(信息内容决定了它在传输时的优先权), 这一通信方式称为分时多路传输。只是因为计算机的运算时间非常快, 所以在汽车所应用的这一技术里将它称为“同时”。在工作中所遇到的就是单线或是双线式分时多路传输系统。

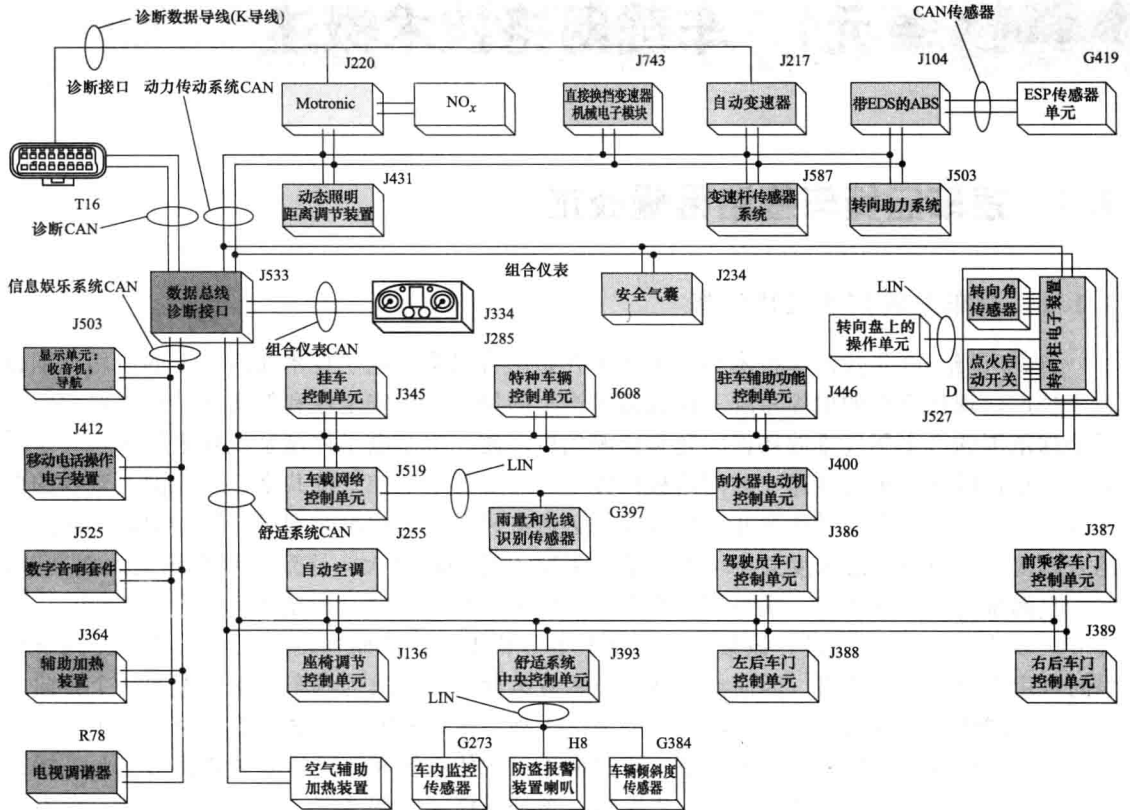


图 1-1 Golf V 汽车中的网络结构

1.1.3 汽车总线的优点

在传统控制单元间的连接方式下，彼此通信的控制单元单独通过单线连接在一起。因此每个信息都需要一个导线，如图 1-2 所示。

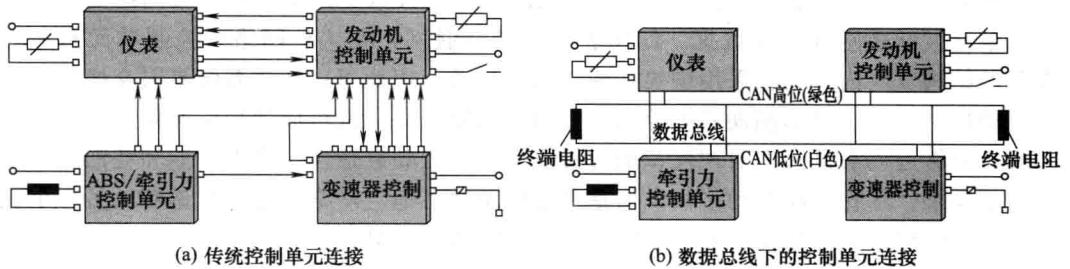


图 1-2 传统控制单元连接与通过数据总线实现的控制单元网络对比

缺点：

- 需要很多成本高且容易出现故障的插接连接件。
- 控制单元复杂时无法随意增加接口数量。
- 由于导线较多，因此电磁干扰的影响较大。
- 某一传感器的信号无法或很难重复使用。
- 系统改动只能通过硬件实现。



优点:

不需要特殊的诊断设备。

总线条件下控制单元的通信方式的优点:

控制单元最多通过两个数据导线彼此连接。某一设备拥有的信息可通过总线提供给所有其他设备。如果需要在某一总线信息上增加附加信息,则只需更改软件即可。

其他优点:

—由于总线设备持续检查所发送的信息,因此错误率较低。

—极大地简化了车辆布线且便于进行诊断。

—由于某一信号可以重复使用,传感器和信号导线较少。因此控制单元上所需插接连接件也较少。

—由于插接连接件和导线较少,因此减轻了重量。

1.1.4 汽车总线的发展

1983年,丰田汽车公司在世纪牌汽车上最早采用了应用光缆的车门控制系统,实现了多个节点的连接通信。

1983年 Robert Bosch 公司开始开发汽车总线系统,德国的 Wolfhard Lawrenz 教授给这种新总线命名为 Controller Area Network,简称为 CAN 总线。1986年,在底特律汽车工程协会上,由 Bosch 公司研发的 CAN 总线系统通信方案获得认可。1987年,Intel 公司开发出了第一枚 CAN 的芯片 82526。Philips 公司很快也推出 82C200。

许多国外汽车制造和汽车电器制造厂家认识到汽车网络的重要性,依据自身情况开发了多种汽车电器网络,如 CAN、VAN、ABUS 和 SAEJ1850 等。

1992年,奔驰公司作为第一个采用 CAN 总线技术的公司,将 CAN 总线系统装配在客车上。

1993年11月,国际标准化组织公布了 CAN 协议的国际标准 ISO11898 以及 ISO11519。

CAN 总线系统由多个电子控制单元 (ECU) 同时控制多个工作装置或系统,各 ECU 的共用信息通过总线互相传递。CAN 的传输速率和总线长度相关,最高可以到 1Mbit/s,一般车内使用的速率是 200~500kbit/s。理论上,由 CAN 总线构成的单一网络可以挂接无数个节点。由于 CAN 总线具有很高的实时性能,因此 CAN 在汽车工业中得到了广泛应用。

1.2 车载网络的基本概念

随着汽车技术的不断发展,汽车上采用的计算机数量越来越多,多个处理器之间相互连接、协调工作并共享信息构成了汽车车载计算机网络系统,简称车载网络。车载网络运用多路传输技术,采用多条不同速率的总线分别连接不同类型的节点,并使用网关服务器来实现整车的信息共享和网络管理。

由于车载网络应用的是计算机局域网技术,里面涉及大量的计算机专用术语,如网络、总线、通信协议、网关、节点、多路传输等。所以有必要在这里简单介绍这些基本概念。

1.2.1 计算机网络

把分布在不同地点且具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来,在功能完善的软件和协议的管理下进行信息交换,实现资源共享、相互操作和协同工作的系



统，称为计算机网络。

总体来看，计算机网络是具有资源共享和通信功能的计算机系统的集合体。随着计算机科学技术和计算机应用的发展，资源共享和网络通信的含义也在不断丰富，如资源共享由数据资源共享、存储系统共享，发展到分布计算以及协同工作。而计算机网络中的“计算机”的概念也不再像以往那样突出。网络的终端有很多并非传统概念上的计算机或终端设备，可能是一个控制模块，或是一个智能传感器。

车载网络侧重于通信含义。网络中，按一定通信协议连接的一些电控单元或智能装置（带协议控制器的传感器、执行机构或接口），发出控制信号和传感器信号，然后通过网络传送到目的系统。

计算机网络有多种分类方法，根据不同的分类原则，可以将计算机网络分成不同的类型。

1. 按网络地理覆盖范围分类

① 局域网。局域网是由一系列用户终端和具有信息处理与交换功能的节点及节点间的传输线路组成，限制在有限的距离之内，实现各计算机间的数据通信，具有较高的网络传输速率。局域网范围一般不超过 10km，往往局限于企事业单位内。局域网具有组建灵活，成本低廉，运行可靠，速度快等优点。车载网络是多个局域网的互联结构。

② 城域网。也称都市网，它的覆盖范围一般是一个城市，它是在局域网不断普及，网络产品增加，应用领域拓展等情况下兴起的。它是将一个城市范围的局域网互联起来，以得到更高的数据传输速率。

③ 广域网。覆盖范围广阔，又称远程网。广域网覆盖的地理范围可以是一个城市地区、一个省、一个国家。最大的是 Internet。广域网的传输速率低。

2. 按网络拓扑结构分类

计算机网络的拓扑结构，即是指网上计算机或设备与传输媒介形成的节点与线的物理构成模式。计算机网络的拓扑结构主要有：星型结构、总线型结构、环型结构和树型结构，参见图 1-3。

① 星型结构。星型拓扑结构是一种以中央节点为中心，把若干外围节点连接起来的辐射式互联结构。这种结构适用于局域网，特别是近年来连接的局域网大都采用这种连接方式。这种连接方式以双绞线或同轴电缆作连接线路。

星型拓扑结构的特点是：安装容易，结构简单，费用低，通常以集线器（Hub）作为中央节点，便于维护和管理。中央节点的正常运行对网络系统来说是至关重要的。中央节点负载重，扩充困难，线路利用率低。

由于汽车网络的应用目的之一就是简化线束，所以这种结构不可能成为整车网络的结构，但有可能在一个部件或总成上使用。

② 总线型结构。总线拓扑结构是一种共享通路的物理结构。这种结构中总线具有信息的双向传输功能，普遍用于局域网的连接，总线一般采用同轴电缆或双绞线。

总线拓扑结构的优点是：安装容易，扩充或删除一个节点很容易，不需停止网络的正常工作，节点的故障不会殃及系统。由于各个节点共用一个总线作为数据通路，信道的利用率高。但总线结构也有其缺点：由于信道共享，连接的节点不宜过多，并且总线自身的故障可以导致系统的崩溃。汽车上的网络多采用这种结构，尤其是低端网络。

③ 环型结构。环型结构由各节点首尾相连形成一个闭合环型线路。环型网络中的信息传送是单向的，即沿一个方向从一个节点传到另一个节点；每个节点需安装中继器，以接



收、放大、发送信号。这种结构的特点是结构简单，建网容易，便于管理。其缺点是当节点过多时，将影响传输效率，不利于扩充，另外节点发生故障时，整个网络就不能正常工作。

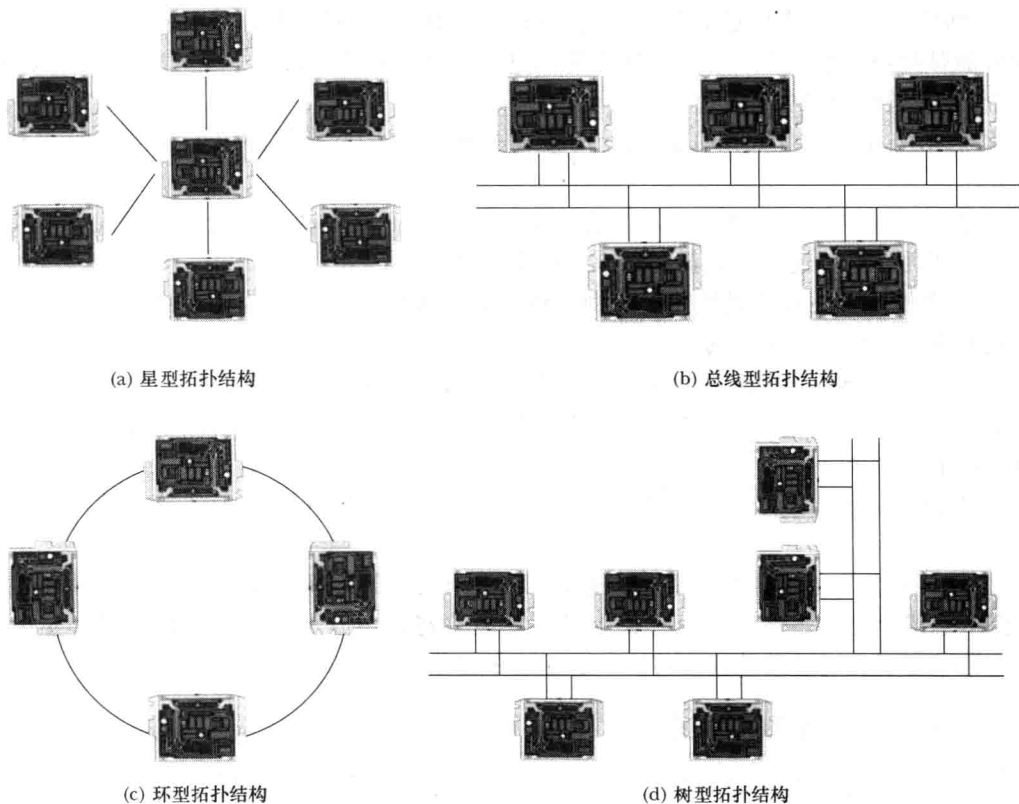


图 1-3 网络拓扑结构分类

由于汽车上电控技术要求实时性好的网络系统，有一些车上网络系统支持这种结构，采用冗余通道提高可靠性。

④ 树型结构。树型结构是总线型结构的扩展，就像一棵“根”朝上的树，它是在总线网上加上分支形成的，与总线拓扑结构相比，主要区别在于总线拓扑结构中没有“根”。其传输介质可有多条分支，但不形成闭合回路，树型网是一种分层网，其结构可以对称，联系固定，具有一定容错能力。一般一个分支和节点的故障不影响另一分支节点的工作，任何一个节点送出的信息都可以传遍整个传输介质。树型结构是一种分级结构。在树型结构的网络中，任意两个节点之间不产生回路，每条通路都支持双向传输。

树型拓扑结构的特点：优点是容易扩展，故障也容易分离处理，适合于分主次或分等级的层次型管理系统；缺点是整个网络对根的依赖性很大，一旦网络的根发生故障，整个系统就不能正常工作。

1.2.2 汽车车载网络

① 汽车车载网络。为了实现汽车上各种电控单元的信息共享，而借助于通信介质（双绞线、同轴电缆、光导纤维或单根导线）把各个电控单元连接起来，使各个电控系统的传感器和执行器的信息通过多路传输技术能够在各个控制单元之间共享。



② 数据总线。各个计算机或是模块间进行数据通信的通道，简单说就是一条信息高速公路。假如计算机或是模块之间可以发送和接收数据，那么将连在它们之间的数据总线叫做双向数据总线。

③ 网络。为了实现信息的共享而把多条数据总线连接在一起，或是把数据总线和计算机也可能是模块当做一个整体。就像在单位里将几台计算机连接在一起所组成的局域网，就是一个小型的计算机网络了。

④ 通信协议。就是数据在总线上的传输规则。事实上通信协议的种类有很多种，比如说：

a. 在一个简单的通信协议中，模块或者计算机中不分主从，根据规定的优先原则，进行相互之间的信息传递，并且都知道应该接受什么信息。

b. 一个模块或是计算机是主机，则其他的为从属模块，根据优先原则，由主模块或是计算机来决定信息的传递规则。

c. 各个计算机或是模块之间是平等的关系，所有的信息都包含在数据总线中，各个模块或是计算机根据自己的需要进行数据的接收和发送，但是这一规则下的传输速度最慢，效率最低，很少采用。

d. 在通信协议之中有一个仲裁系统，按照每条信息的数字拼法为各数据传输设定优先规则。

⑤ 总线速度。在形容数据的传输速度时经常用到“比特率”，比特率是每秒千字节。既然谈到了总线速度，顺便说一下理论上是速度越快越好，但是速度越快越容易产生电磁干扰，这种电磁干扰会导致数据在传输的过程当中出错。

1.2.3 汽车车载网络的组成

汽车总线系统主要由控制单元（节点）、数据总线、网络、通信协议、节点、网关等组成。

1. 控制单元（ECU）

也称为节点，简单的如温度传感器和压力传感器，控制单元是检测信号或进行信号处理的电子装置。

2. 数据总线

汽车上的电子系统彼此依赖日见密切，于是它们之间的信息交流也就更加迫切了。为了传输这些信息，人们使用一种称为“数据总线”的交流载体。同时还需要对这些信息交流进行管理。属于“安全”范畴的信息具有优先权。通过总线传输的每一帧或信息都按照某种标准编成码。这些数据分别为传感器测量到的数值、故障信息以及计算机运行状态信息（正常或故障模式下的运行）。

数据总线是控制单元间运行数据传递的通道，即所谓的信息“高速公路”。如果一个控制单元可以通过总线发送数据，又可以从总线接收数据，则这样的数据总线就称为双向数据总线。汽车上的数据总线实际是一条导线或两条导线或者是光导纤维。高速数据总线及网络容易产生电磁干扰，这种干扰会导致数据传输出错。

3. 通信协议

计算机与计算机之间的通信离不开通信协议，通信协议实际上是一组规定和约定的集合。两台计算机在通信时必须约定好通信做什么，是进行文件传输，还是发送电子邮件；怎样通信（信息代码规则），什么时间通信等。通信双方要遵从相互可以接受的协议（相同或



兼容的协议)才能进行通信,如目前因特网上使用的 TCP/IP 协议等,任何计算机联入网络后只要运行 TCP/IP 协议,就可访问因特网。

计算机网络的协议主要由语义、语法和交换规则三部分组成,即协议三要素:

- ① 语法,确定通信双方通信时数据报文的格式;
- ② 语义,确定通信双方的通信内容;
- ③ 时序规则,指出通信双方信息交互的顺序,对事件实现顺序的详细说明,指出事件的顺序以及速度匹配。

4. 网关 (Gateway)

又称网间连接器、协议转换器,是一种充当转换重任的计算机系统或设备。在使用不同的通信协议、数据格式或语言,甚至体系结构完全不同的两种系统之间,网关是一个翻译器,主要任务是使两个速度不同系统之间能进行信息交换。

① 识别和改变不同总线网络的信号和速率 由于不同区域车载网络的速率和识别代号不同,一个信号要从一个总线进入到另一个总线区域,必须把它的识别信号和速率进行改变,能够让另一个数据总线系统接受,这个任务由网关 (Gateway) 来完成。通过网关将各个系统联成网络,由于电压和电阻配置不同,所以在 CAN 动力数据总线和 CAN 舒适/信息数据总线之间无法进行耦合连接。

② 改变信息优先级 如车辆发生相撞事故,安全气囊控制单元会发出负加速度传感器的信号,这个信号的优先级在动力系统总线中是非常高的,但转到舒适系统车载网络后,网关调低了它的优先级,因为它在舒适系统中其功能只是打开车门和灯。

③ 网关可作为诊断接口 根据车辆的不同,网关可能安装在组合仪表内、车上供电控制单元内或在自己的网关控制单元内。由于通过 CAN 数据总线的所有信息都供网关使用,所以网关也用作诊断接口。

1.2.4 汽车总线的分类

美国汽车工程师协会 (SAE) 根据速率的不同,将汽车网络划分为 A、B、C、D 四类。

1. A 类总线

面向传感器或执行器管理的低速网络,它的位传输速率通常小于 10kbit/s。

A 类总线以 LIN (Local Interconnect Network 本地互联网) 规范最有前途。它是由摩托罗拉 (Motorola) 与奥迪 (Audi) 等知名企业联手推出的一种新型低成本的开放式串行通信协议,主要用于车内分布式电控系统,尤其是面向智能传感器或执行器的数字化通信场合。

2. B 类总线

面向独立控制模块间信息共享的中速网络,位速一般在 10~125kbit/s 之间,主要应用于车身电子的舒适型模块和显示仪表等设备中。

B 类总线中以 CAN (Controller Area Network 控制器局域网) 最为著名。CAN 网络最初是 BOSCH 公司为欧洲汽车市场所开发的,只用于汽车内部测量和执行部件间的数据通信,逐渐发展完善技术和功能,1993 年 ISO 正式颁布了道路交通运输工具—数字信息交换—高速通信控制器局域网 (CAN) 国际标准 (ISO11898-1),近几年低速容错 CAN 的标准 ISO 11519-2 也开始在欧洲的一些车型中得到广泛的应用。

3. C 类总线

面向闭环实时控制的多路传输高速网络,位速率多在 125kbit/s~1Mbit/s 之间。C 类总



线主要用于车上动力系统中对通信的实时性要求比较高的场合，主要服务于动力传递系统。在欧洲，汽车厂商大多使用“高速 CAN”作为 C 类总线，它实际上就是 ISO 11898-1 中位速率高于 125kbit/s 的那部分标准。美国则在卡车及其拖车、客车、建筑机械和农业动力设备中大量使用专门的通信协议 SAEJ1939。

4. D 类总线

面向多媒体设备、导航系统等高速数据流传输的高性能网络，位速率一般在 2Mbit/s 以上，主要用于 CD 等播放机和液晶显示设备。

D 类总线近期才被采纳入 SAE 对总线的分类范畴之中。其带宽范畴相当大，用到的传输介质也有好几种。其又被分为低速（IDB-C 为代表）、高速（IDB-M 为代表）和无线（Bluetooth 蓝牙为代表）三大范畴。

5. E 类网络协议

除了以上所说的 A、B、C、D 四类网络外，还有一类网络主要是面向乘员的安全系统，称为 E 类网络，主要应用于车辆被动安全领域。在 E 类网络的应用场合中可能存在两条或多条总线。

Byte flight 是由 BMW、Motorola、Elmos、Infineon 等公司针对应用在汽车主动安全性、被动安全性及车身电子系统制定的网络通信协议。该网络的物理介质为塑料光纤，可能的拓扑形式为星型、总线型等，Byte flight 的 MAC 层采用了 FTDMA 方式，可灵活利用带宽，既能满足某些消息需要时间触发，以保证确定延迟的要求，又能满足某些消息需要事件触发，需要中断处理的要求。该协议的数据传输速率最高可达 10Mbit/s，净传输速率可达 5Mbit/s，完全可以满足下一代汽车在安全性领域的要求。BMW 在其 7 系列车中采用 13 个节点构成 Byte flight 车辆被动安全性网络，称为 ISIS (Intelligent Safety Integration System)。在 ISIS 中，传感器和微处理器分布在可能的碰撞地点，以尽可能快地检测到碰撞发生。此外，用高频率（4kHz）重复发送的传感器状态信号代替了传统的传感器开关量信号，使得判断是否发生碰撞的过程更加快速和准确，提高了安全气囊的可靠性。因此 ISIS 的性能超过了目前其他汽车上的被动安全性系统，Byte flight 也因此车辆在被动安全性系统中显示了独特的优势。预计 Byte flight 将成为较有前途的一种 E 类网络协议。

1.3 数据通信基本知识

1.3.1 数据在总线导线上生成信号

总线信息通过数据导线上的电压变化来传输。电平在低数值（低位）与高数值（高位）之间切换。这两种状态可以通过二进制字符 0 和 1 表示，称为比特（二进制数）。电气信号可以通过一个电阻和一个开关或晶体管在数据导线上产生。通过一个开关和一个灯泡（电平指示器）产生数据总线信号。

开关处于打开状态时，电阻 R_1 与灯泡串联。如果已根据灯泡标称电压（例如 2.5V）调整电阻上的电压降，则灯泡亮起。此时数据导线上的电压值约为 2.5V。以二进制方式表示时，这种情况为状态 1，如图 1-4(a) 所示。

如果使开关闭合，则电路从并联电路变为开关电阻为零欧姆的“混合电路”。因为灯泡与开关并联且并联电路电阻值始终小于最小的单个电阻，所以全部电压都作用在电阻 R_1 上。数据导线上电压为 0V 且灯泡不亮起。按二进制表示方式这种情况为状态 0，如图 1-4

(b) 所示。

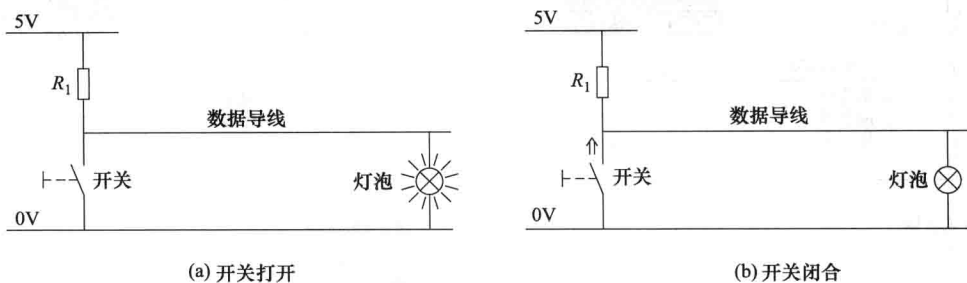


图 1-4 通过一个电阻和一个开关生成信号

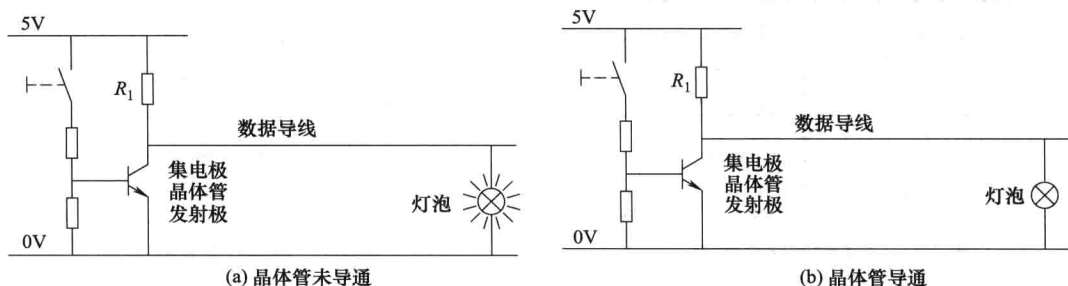


图 1-5 通过一个电阻和一个晶体管在数据导线上生成信号

也可以通过一个晶体管和一个灯泡（电平指示器）产生数据总线信号。

晶体管未受控制时，电阻 R_1 不与负极直接连接，电阻与灯泡一起构成一个串联电路。相应数值匹配时，灯泡亮起且数据导线上产生二进制状态 1，如图 1-5(a) 所示。

晶体管受控制时条件发生了变化，因为集电极-发射极导通形成了另一个电路。因此数据导线上的电压值从 2.5V 降到约 0V。灯泡不再亮起且数据导线上形成二进制状态 0，如图 1-5(b) 所示。

对比结果表明，两个电路对数据导线的作用相同。如果用示波器替代灯泡，则通过观察示波图可以发现二进制状态 0 或 1 与数据导线电压电平之间的直接关系。

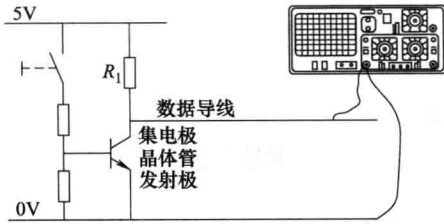
晶体管未导通状态：晶体管未受控制时电阻 R_1 不与负极连接，因为 R_1 和晶体管集电极-发射极段的电路未导通。如果现在通过示波器观察数据导线上的电压，则可看出电压值为 5V。按二进制表示方式这种情况相当于状态 1，如图 1-6 所示。

晶体管导通状态：晶体管受控制时条件发生了变化，因为集电极-发射极导通形成了电路。因此示波图中的电压值从 5V 降到约 0.2V。其原因是，在所形成的串联电路中电压值分配到各个电阻上。因此以二进制表示时，数据导线处于状态 0，如图 1-7 所示。

1.3.2 数据在总线的传输

如果总线导线上的电压电平以相同的时钟节拍切换，则可以在相同时段内表示二进制代码数据。这些时段称为比特。利用二进制字符 0 和 1 可以为十进制数编码。表 1-1 为十进制 0~9 的编码，图 1-8 为十进制数 9 在总线上的表示。

总线上的比特编码（比特表示）可以通过非归零法（NRZ）、曼彻斯特法和脉冲宽度调制法（PWM）实现。这些方法的区别在于表示一个比特所需要的时段（时间窗）数量不同。



状态1示波图

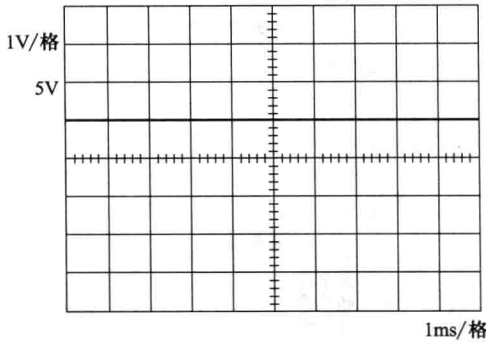
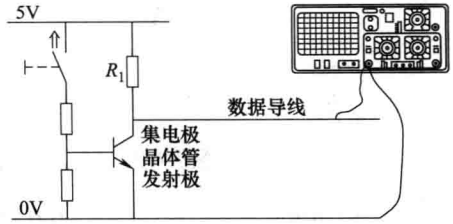


图 1-6 晶体管未导通状态



状态0示波图

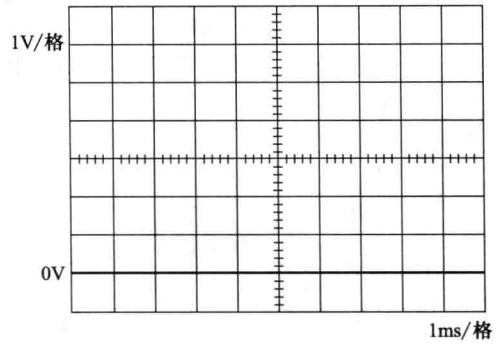


图 1-7 晶体管导通状态

表 1-1 以二进制数方式为十进制数编码

十进制数	二进制数	十进制数	二进制数
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001

采用 NRZ 法时用一个时段即可表示一个比特。在整个比特时间内所示比特的电平保持不变。CAN 和 LIN 中使用这种方法。曼彻斯特比特由两个时段构成，PWM 比特由三个时段构成。曼彻斯特和 PWM 编码的优点是，每个比特都包含一次用于总线设备同步的脉冲沿切换，如图 1-9 所示。

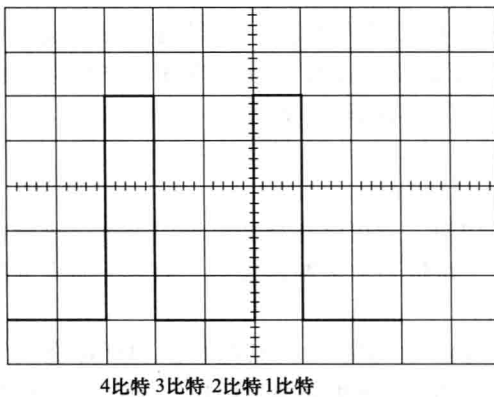


图 1-8 二进制数 9 在数据总线上的表示方式图

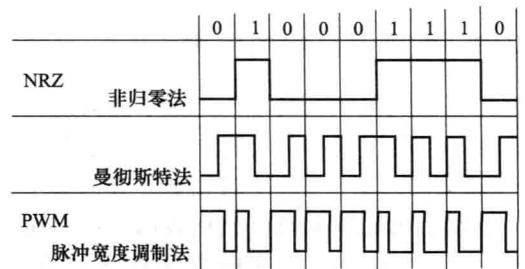


图 1-9 比特编码方法示意图