

# 汽车总线技术

**QICHE**

ZONGXIAN JISHU

主编◎周旭 沈沉 庞成立



# 汽车总线技术

主 编 周 旭 沈 沉 庞成立

副主编 徐 宁 李 敏



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

目前汽车已进入智能化、网络化的时代,对汽车维修行业从业人员提出了更高的要求。本书围绕汽车总线系统的故障检修,系统地介绍了汽车总线系统的相关知识,主要包括车载总线系统的基本知识,CAN、LIN、MOST、FlexRay、网关与诊断总线的结构组成、工作原理和应用,并结合宝马车系总线系统、丰田多路总线系统、通用车系总线系统、奥迪车系总线系统、大众车系总线系统阐述常用车载总线的工作原理和故障诊断方法等内容。

本书可作为高等院校汽车检测与维修、汽车电子技术等专业的教材,也可作为汽车维修行业相关人员的专业培训教材。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车总线技术 / 周旭, 沈沉, 庞成立主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014.9  
ISBN 978-7-5640-9810-0

I. ①汽… II. ①周… ②沈… ③庞… III. ①汽车—计算机控制系统—总线—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第225412号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)  
82562903(教材售后服务热线)  
68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787毫米 × 1092毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 429千字

版 次 / 2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷

定 价 / 50.00元

责任编辑 / 陈莉华

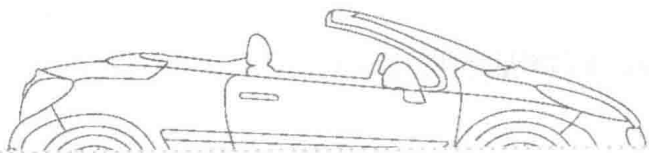
文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



# 前言

P R E F A C E

随着我国经济水平的提高,汽车保有量急剧上升,汽车售后市场迅速发展,对维修人才的需求不断加大。各种新技术在现代轿车上的广泛应用,也对汽车维修人员提出了更高的要求。为了适应并推动高等教育的发展,为了使汽车维修人员能够尽快掌握现代汽车的结构特点和维修技术,我们联合教学一线的教师和相关企业的专家共同编写了本书。

全书分为7章,在简要介绍汽车总线技术的基本知识后,重点讲述了CAN总线、LIN总线、MOST总线、以太网与FlexRay总线、网关与诊断总线的结构组成和工作原理,并以宝马车系加以举例。同时重点讲解了典型车系(如丰田、通用、奥迪、大众等车系)的总线系统及其故障诊断与排除方法和检测仪器的使用方法。

本教材建议学时为48学时。各项目的参考学时参见下面的学时分配表。

项目	课程内容	学时分配
第1章	汽车总线系统基础知识	4
第2章	CAN总线故障检修	6
第3章	LIN总线系统故障检修	4
第4章	MOST光纤网络故障检修	4
第5章	以太网与FlexRay总线系统故障检修	4
第6章	网关与诊断总线系统故障检修	4
第7章	典型汽车总线系统检修实例	22
课时总计		48

本书建议按工作过程系统化项目教学,以解决总线系统故障为主线,将汽车总线系统的结构、工作原理、故障现象、故障诊断与检修方法等渗透到各项目中,边学边做地完成任务。同时采用过程化考核方案来潜移默化地解决问题,培养学生的工作能力。

本书由周旭、沈沉、庞成立担任主编。徐宁、李敏担任副主编。参与本书编写的人员还

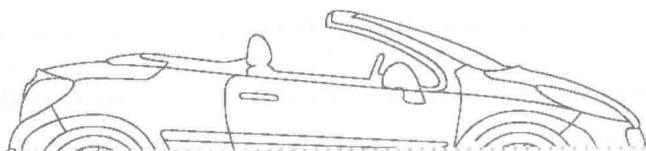
有刘杨、张丽丽、耿炎、张义、项仁峰、李春芳、张凤云等。

在编写本书时，我们参考了大量国内外的有关书籍，借鉴了相关车型的培训资料，谨在此向各位资料提供者表达由衷的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2014年6月



# 目 录

CONTENTS

<b>第 1 章 汽车总线系统基础知识</b> .....	<b>001</b>
1.1 汽车总线系统概述 .....	001
1.1.1 汽车总线系统的应用背景 .....	001
1.1.2 汽车总线系统的发展简史 .....	003
1.1.3 汽车总线系统常用术语 .....	004
1.1.4 汽车总线系统的组成 .....	007
1.1.5 数据信号的类别及传输方式 .....	010
1.2 车载网络分类和协议标准 .....	015
1.2.1 A 类网络标准与协议 .....	015
1.2.2 B 类网络标准与协议 .....	016
1.2.3 C 类网络标准与协议 .....	017
1.2.4 D 类网络标准与协议 .....	018
1.2.5 E 类网络标准与协议 (安全总线协议) .....	019
1.2.6 诊断系统总线标准、协议 .....	019
<b>第 2 章 CAN 总线故障检修</b> .....	<b>021</b>
2.1 CAN 总线的工作原理 .....	021
2.1.1 CAN 总线简介 .....	021
2.1.2 CAN 总线系统的组成 .....	022
2.1.3 CAN 总线的数据类型 .....	024
2.1.4 CAN 总线信息的发送与接收 .....	026
2.2 CAN 总线系统元件功能和数据传输过程 .....	027
2.2.1 CAN 总线系统元件的功能 .....	027
2.2.2 CAN 总线的数据传输过程 .....	030
2.3 CAN 总线的应用 .....	034
2.3.1 CAN 总线的分类 .....	034

2.3.2	BMW 车系的 CAN 总线 .....	034
2.4	CAN 总线系统检修 .....	040
2.4.1	CAN 总线检测插座 .....	040
2.4.2	CAN 总线系统检测盒 .....	042
<b>第 3 章</b>	<b>LIN 总线系统故障检修 .....</b>	<b>044</b>
3.1	LIN 总线系统概述 .....	044
3.1.1	LIN 总线系统简介 .....	044
3.1.2	LIN 总线的组成 .....	046
3.2	LIN 总线的数据传输 .....	049
3.2.1	LIN 总线的传输原理 .....	049
3.2.2	LIN 总线的数据格式 .....	051
3.2.3	LIN 总线信息的顺序 .....	053
3.2.4	LIN 总线防盗功能 .....	054
3.3	LIN 总线的自诊断 .....	055
3.3.1	利用故障诊断仪 VAS5051 进行故障诊断 .....	055
3.3.2	故障分析 .....	056
<b>第 4 章</b>	<b>MOST 光纤网络故障检修 .....</b>	<b>058</b>
4.1	光学总线的信息传输 .....	058
4.1.1	光学传输简介 .....	058
4.1.2	光学传输系统的结构 .....	059
4.2	MOST 总线系统 .....	066
4.2.1	MOST 总线系统概述 .....	066
4.2.2	MOST 总线的结构与系统状态 .....	068
4.2.3	MOST 总线数据传输 .....	072
4.2.4	MOST 总线的故障自诊断 .....	077
4.3	光纤信号的衰减及使用 .....	080
4.3.1	光波传输系统的信号衰减及原因 .....	080
4.3.2	光导纤维的使用 .....	082
<b>第 5 章</b>	<b>以太网与 FlexRay 总线系统故障检修 .....</b>	<b>086</b>
5.1	以太网 .....	086
5.1.1	以太网及其标准 .....	086
5.1.2	以太网在汽车上的应用 .....	086
5.2	FlexRay 总线 .....	089
5.2.1	FlexRay 总线简介 .....	089
5.2.2	FlexRay 的特性 .....	090
5.3	FlexRay 总线的应用 .....	095

5.3.1	BMW 车系中的 FlexRay 总线 .....	095
5.3.2	FlexRay 的故障处理与检测 .....	097
5.3.3	奥迪 A8 中的 FlexRay 总线 .....	098
<b>第 6 章</b>	<b>网关与诊断总线系统故障检修 .....</b>	<b>103</b>
6.1	网关 .....	103
6.1.1	网关的作用和工作原理 .....	103
6.1.2	网关的安装位置及其电路 .....	106
6.2	诊断总线 .....	110
6.2.1	K 诊断总线 .....	110
6.2.2	大众车系的诊断 CAN 总线 .....	111
6.2.3	宝马车系的诊断 CAN 总线 .....	114
<b>第 7 章</b>	<b>典型汽车总线系统检修实例 .....</b>	<b>118</b>
7.1	丰田多路传输系统检修 .....	118
7.1.1	丰田车系多路传输系统概述 .....	118
7.1.2	丰田锐志多路传输系统 .....	128
7.1.3	丰田多路传输系统故障诊断 .....	171
7.2	通用车系总线系统检修 .....	179
7.2.1	通用车系总线系统概述 .....	179
7.2.2	别克车载网络系统 .....	181
7.2.3	通用车载网络系统故障诊断 .....	194
7.3	奥迪车系总线系统检修 .....	215
7.3.1	奥迪 A6 总线系统 .....	215
7.3.2	奥迪车系 CAN 检测与故障诊断 .....	235
7.4	大众车系总线系统检修 .....	255
7.4.1	大众车系网络系统概述 .....	255
7.4.2	大众迈腾汽车网络系统 .....	262
7.4.3	大众 POLO 轿车的车载网络系统 .....	269
	<b>参考文献 .....</b>	<b>281</b>



# 第 1 章

## 汽车总线系统基础知识



1. 能够正确描述汽车总线系统的常用术语。
2. 能够正确描述汽车总线系统的组成及数据传输方式。
3. 能够正确描述汽车总线系统的类型及通信协议。

### 1.1 汽车总线系统概述

#### 1.1.1 汽车总线系统的应用背景

由于现代汽车电子控制技术的要求日渐增长,在电子控制装置 ECU 增加的同时,电器配线和信号配线也越来越多,许多汽车的线束质量和线束直径已分别达到甚至超过 40 kg 和 60 mm。由于导线太多,越来越难以将它们安装到隐藏的位置,而造成线路复杂、故障率增多、工作可靠性下降、维修困难。因此,在汽车上为了简化线路,提高各控制电脑之间的通信速度,降低故障率,车载总线系统应运而生,各大汽车生产厂家都先后应用了此技术。没有应用车载总线系统的车辆与应用车载总线系统的车辆的线束对比如图 1-1 所示。

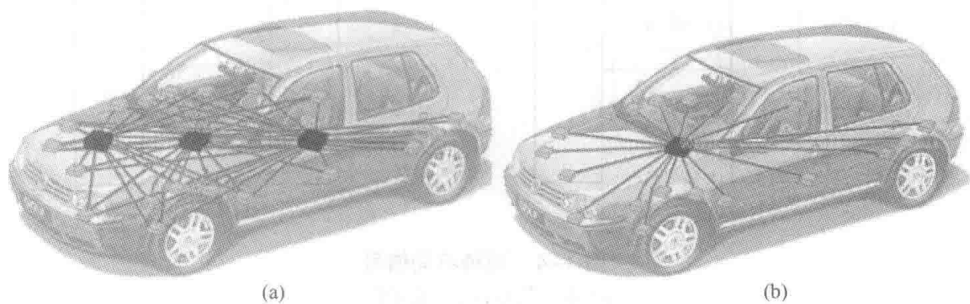


图 1-1 没有应用车载总线系统的车辆与应用车载总线系统的车辆的线束对比  
(a) 没有应用车载总线系统的车辆;(b) 应用车载总线系统的车辆

如图 1-2 和图 1-3 所示，我们可知当汽车通信系统采用传统方式布置时，有几个信号就需要几条信号线。而采用总线系统作为信号传输系统后可有效地减少汽车通信线路的数量，不管与电脑之间有多少信号需要相互传送，都只需要一根或两根总线就可完成，而且更好地实现在各控制系统之间高速通信、交流信息、协调控制、共享资源，完成对汽车性能的精确控制。

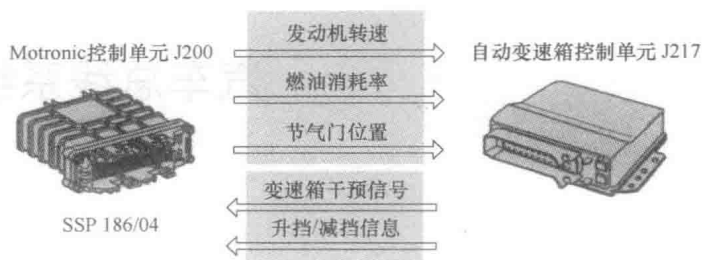


图 1-2 传统信号传输

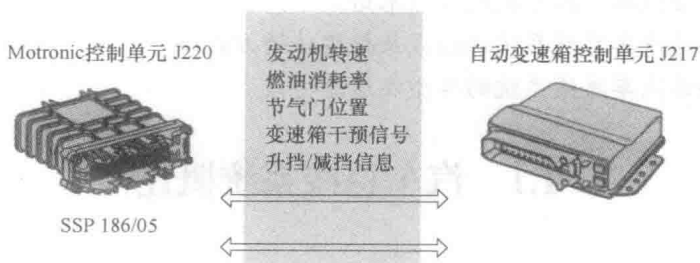


图 1-3 车载总线系统信号传输

如图 1-4 (a) 所示，在传统控制电路中，各种控制信号都属于平行关系，相互之间并没有关联，每个信号都有专属的信号线。因此，如果需要传输多个信号，就需要多根线进行传输。而在总线系统中采取基于串行数据总线体系结构，能将各种信号按照内部程序转换为各种数据后，通过一条线或两条线将信号一个一个通过串行通信方式进行传输，在其通信线上传送的是“0”和“1”数字信号，如图 1-4 (b) 所示。A 电脑读取 4 个开关信号状态，将其转换为“0110”的数据传送给 B 电脑，B 电脑收到后将其解读，即知现在 1、4 开关断开，2、3 开关接通。

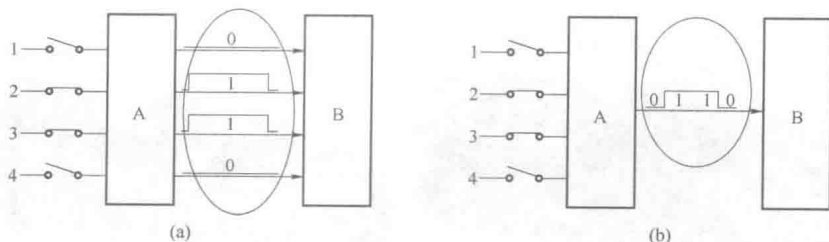


图 1-4 两种不同信号

(a) 平行信号；(b) 数字信号

当数据中的字节有多位时，就能表达很多含义，在进行通信时就能通过多位数的不同“0”“1”组合变化来传送信息。表 1-1 所示为用两位二进制数字就可以表达的四种含义，

依此类推有  $n$  位二进制即可有  $2^n$  种数据类型。

表 1-1 两位二进制数字代表的含义

第一位数电压 /V	第二位数电压 /V	数 据	水温 /°C
0	0	00	20
0	5	01	40
5	0	10	60
5	5	11	80

数据传输总线，就是指在一条数据线上传递的信号可以被多个系统共享，从而最大限度地提高系统的整体效率，充分利用有限的资源。例如，常见的电脑键盘有 104 位键，可以发出 100 多个不同的指令，但键盘与主机之间的数据线却只有 7 根，键盘正是依靠这 7 根数据线上不同的数字电压信号组合（编码信号）来传递按键信息的。如果把这种方式应用在汽车电气系统上，就可以大大简化目前的汽车电路。可以通过不同的编码信号来表示不同的开关动作，信号解码后，根据指令接通或断开对应的用电设备（前照灯、刮水器、电动座椅等）。这样，就能将过去一线一用的专线制改为一线多用制，大大减少汽车上电线的数目，缩小了线束的直径。当然，数据总线还将使计算机技术融入整个汽车系统之中，加速汽车智能化的发展。

采用车载网络进行信号传输的优点如下。

（1）减轻整车自重。减少电线用量，耗铜量下降，整车自重得以降低。同时，全车线束变细，也为安装其他新的部件预留了空间。

（2）降低生产成本。除了电线用量减少、耗铜量下降带来的成本降低之外，总线技术所秉持的“信息共享、一线多能”也充分发挥了每一条电线的作用，实现了“物尽其用”。

（3）提高工作可靠性。电线数量的减少，也使汽车电气系统的线束插接器数量大大减少，由线束和插接器引发的断路、短路、接触不良等故障的发生率也大大降低，整车电气系统的工作可靠性得以提高。

（4）便于后续开发。采用开放式的汽车总线技术，为后续技术的开发留有充分的余地。以后，随着技术的不断进步，新的电子控制系统可以很方便地融入已有的系统之中，而不必对现有系统做太大的改动。

### 1.1.2 汽车总线系统的发展简史

从 1980 年起，汽车内开始装用总线系统，1983 年，丰田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。此系统采用了集中控制方法，车身 ECU 对各车门的门锁、电动车窗进行控制，这是早期在汽车上采用的光缆系统，此后，在较长的一段时间里，其他公司并没有跟进采用光缆系统。

1986 年 2 月，Robert Bosch 公司在美国汽车工程师协会（SAE）汽车工程协会大会上介绍了一种新型的串行总线——CAN 控制器局域网，那是汽车总线系统 CAN 诞生的时刻。CAN 全称为 Controller Area Network，即控制器局域网，是国际上应用最广泛的现场总线之一。

接着，美国汽车工程师协会提出了 J1850。

此后，日本也提出了各种各样的总线系统方案，并且丰田、日产、三菱、本田及马自达公司都已经处于批量生产阶段，但没有统一为以车身系统为主的控制方式。

而在其他国家，特别是欧洲的厂家则采用 CAN，同时发表文章介绍采用大型 CAN 网络的车型。由于他们在控制系统上都可以采用 CAN，从而充分地证明了 CAN 在此领域内的先进性。

在美国，通过采用 SAE J1850 普及了数据共享系统，在 SAE 中也通过了 CAN 的标准，明确地表示将转向 CAN 协议。

随着汽车技术的发展，欧洲又以与 CAN 协议不同思路，提出了控制系统的新协议 TTP (Time Triggered Protocol)，并在 X-by-Wire 系统上开始应用。对飞机的控制系统来说，有 Fly-by-Wire 系统，直译为靠电线飞行的系统，实际上，它表示飞机的控制方式，即将飞行员的操纵、操作命令转换成电信号，利用计算机控制飞行的工作方式。将这种操作方式引入到汽车上，则出现了 Drive-by-Wire 系统，直译为靠电线行驶的系统，在汽车上类似的系统还有 Steering-by-Wire 系统、Brake-by-Wire 系统，将这些系统统称为 X-by-Wire 系统。

与这些总线采用不同思路开发出的有信息系统，在开关及显示功能控制用的信号系统的信息设备之间建立网络，下一步是利用显示数据自身用光缆进行转送数据。

为了实现音响系统的数字化，建立了将音频数据与信号系统综合在一起的总线系统，因为这种总线需要将大量的数据连续地输出，因此，在这种总线系统上将采用光缆。

今后，当对汽车引入智能交通系统 (ITS) 时，由于要与车外交换数据，所以，在信息系统中将会采用更大容量的网络，如 D2B 协议、MOST 及 IEEE 1394 等。

## 1.1.3 汽车总线系统常用术语

### 1. 数据总线

数据总线是模块间运行数据的通道，即所谓的信息高速公路，如图 1-5 所示。

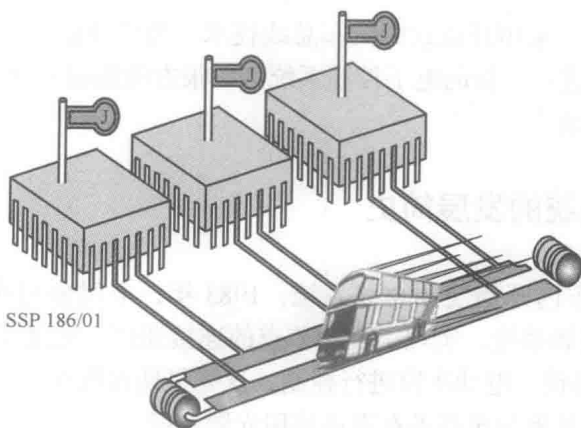


图 1-5 数据总线示意图

数据总线可以实现在一条数据线上传递的信号被多个系统 (控制单元) 共享，从而最大限度地提高系统整体效率，充分利用有限的资源。如果系统可以发送和接收数据，则这样

的数据总线就被称为双向数据总线。数据总线实际是一条导线或是两条导线。双线式的其中一条导线常用作额外的通道。它的作用有点像公路的路肩，上面立有交通标志和信号灯。一旦数据通道出了故障，这“路肩”在有些数据总线中被用来承载“交通”，或者令数据换向通过一条或两条数据总线中未发生故障的部分。为了抗电子干扰，双线制数据总线的两条线是绞在一起的。

各汽车制造商一直在设计各自的数据总线，如果不兼容，就称为专用数据总线。如果是按照某种国际标准设计的，就是非专用的。为使不同厂家的零部件能在同一辆汽车上协调工作，必须制定标准。按照 ISO 有关规定，CAN 的拓扑结构为总线式，因此也称为 CAN 总线（CAN-BUS）。

## 2. 多路传输

多路传输是指在同一通道或线路上同时传输多条信息，如图 1-6（b）所示。事实上，数据信息是依次传输的，但速度非常之快，似乎就是同时传输的一样。对一个人来说，1/10 s 算是非常快了，但对一台计算机来说，1/10 s 却是很长时间。如果将 1/10 s 分成若干段，许多单个的数据都能被传输，即每一段传输一段，这就叫分时多路传输。

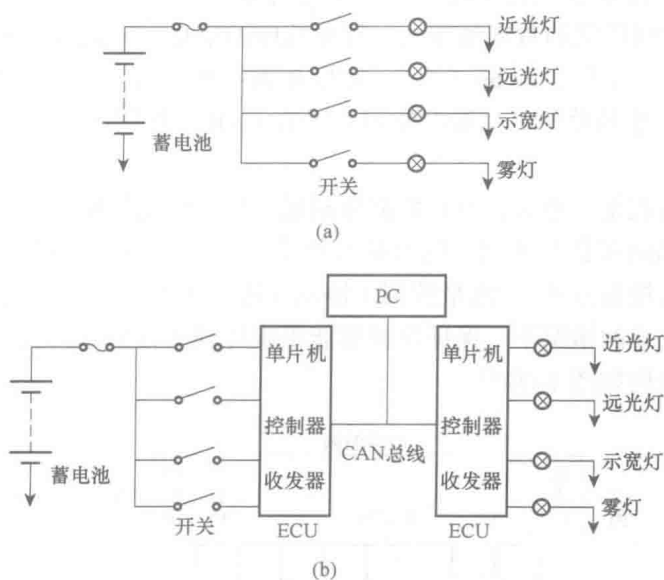


图 1-6 常规线路与多路传输线路的对比

(a) 常规传输方式；(b) 多路传输系统（串行分时通信）

从图 1-6 中可以看出，常规线路要比多路传输线路简单得多，然而多路传输系统 ECU 之间所用电线比常规线路系统所用导线少得多。ECU 可以触发灯光等，由于多路传输可以通过一根线（数据总线）执行多个指令，因此可以增加许多功能。

正如把无线电广播和移动电话的电波分为不同的频率，我们也可以同时传输不同的数据流。随着现在和未来汽车装备无线多路传输装置的增加，基于频率、幅值或其他方法的同时数据传输也成为可能。汽车上用的是单线或双线分时多路传输系统。

多路传输的优点：简化线束，减少重量，减少成本，减少尺寸，减少连接器的数量，可以进行设备之间的通信，丰富功能，通过信息共享减少传感器的数量。

### 3. 局域网

局域网 (Local Area Network, LAN) 是在一个有限区域内连接的计算机网络, 简称局域网。一般这个区域具有特定的智能, 通过网络实现这个系统内的资源共享和信息通信。连接到网络上的节点可以是计算机、基于微处理器的应用系统或控制装置。局域网一般的数据传输速率在 105 Mbit/s~1 Gbit/s 范围内, 传输距离在 250 m 内, 误码率低。汽车上的总线传输系统 (车载网络) 是一种局域网。

### 4. 模块 / 节点

模块是一种电子装置, 简单一点的如温度和压力传感器, 复杂的如计算机 (微处理器)。传感器是一个模块装置, 根据温度和压力的不同产生不同的电压信号。这些电压信号在计算机的输入接口被转换成数字信号。

在计算机多路传输系统中的控制单元模块被称为节点。一般来说, 普通传感器是不能作为多路传输系统的节点的, 如果传感器要成为一个节点, 则该传感器必须具备支持多路传输功能的电控单元, 如大众车系的转角传感器。

### 5. 比特率

比特率是指每秒传输的比特 (bit) 数。单位为 bit/s, 也可表示为 bps (bit per second), 比特率越高, 单位时间传送的数据量越大。计算机中的信息都用二进制的 0 和 1 来表示, 其中每个 0 或 1 被称为一个位, 即 bit (位)。大写 B 表示 Byte 即字节, 1 个字节 = 8 个位, 即 1B=8bit。表示文件大小的单位, 一般都使用千字节 (KB) 来表示文件的大小。

### 6. 数据帧

为了可靠地传输数据, 通常将原始数据分割成一定长度的数据单元, 数据单元即称为数据帧。一帧内应包括同步信号 (如帧的开始与终止)、错误控制 (各类检错码或纠错码, 大多数采用检错重发的控制方式)、流量控制 (协调发送与接收方的速率)、控制信息、数据信息、寻址 (在信道共享的情况下, 保证每帧都能正确地到达目的站, 收方也能知道信息来自何站) 等。数据帧结构如图 1-7 所示。

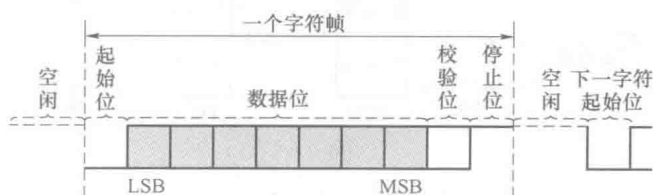


图 1-7 数据帧结构示意图

### 7. 传输仲裁

当出现数个使用者同时申请利用总线发送信息时, 会发生数据传输冲突, 好比同时有两个或者多个人想要过独木桥一样。传输仲裁就是为了避免数据传输冲突, 保证信息按其重要程度来发送。

### 8. 网关

在采用不同体系结构或协议的网络之间进行互通时, 用于提供协议转换、数据交换等网络兼容功能的设备, 叫网关。

网关是汽车总线系统中通信网络的核心, 通过它可以实现各条总线上信息的共享以及实

现汽车内部的网络管理和故障诊断功能。

## 1.1.4 汽车总线系统的组成

汽车总线系统的组成包括传输媒体、拓扑结构和通信协议三个部分，它们在很大程度上决定了可以传输的数据类型、通信速度以及网络提供的应用种类。

### 1. 链路（传输媒体）

链路指网络信息输出的媒体，分为有线和无线两种类型，目前汽车上使用的大多数都是有线网络，通常用于局域网的传输媒体有双绞线、同轴电缆和光纤。

#### (1) 双绞线。

如图 1-8 所示，双绞线是局域网中最普遍的传输媒体，一般用于低速传输，最大传输速率可达几兆比特率；双绞线成本较低，传输距离较近，非常适合汽车总线系统网络的情况，也是汽车总线系统中使用最多的传输媒体。

#### (2) 同轴电缆。

同轴电缆如图 1-9 所示。像双绞线一样，同轴电缆也是由两个导体组成，但其结构不同。

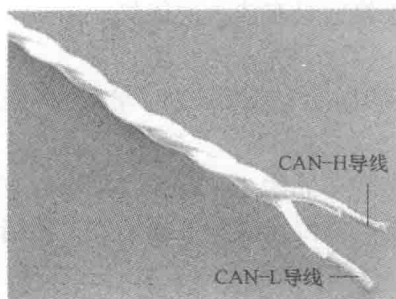


图 1-8 双绞线

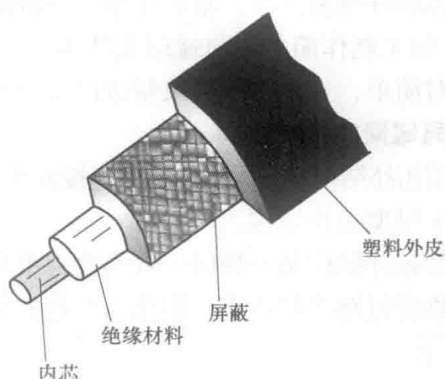


图 1-9 同轴电缆

同轴电缆是由一个空心的外圆柱面导体包着一条内部线性导体组成。外导体可以是整体的或金属编织的，内导体是整体的或多股的。用均匀排列的绝缘环或整体的绝缘材料将内部导体固定在合适的位置，外部导体用绝缘护套覆盖。几根同轴电缆线往往套在一个大的电缆内，有些里面还装有二芯扭绞线或四芯线组，用于传输控制信号。同轴电缆的外导体是接地的，由于它的屏蔽作用，外界干扰很少进入其内。

同轴电缆可以满足较高性能的要求，与双绞线相比，它可以提供较高的吞吐量，连接较多设备，跨越更大的距离。同轴电缆可以传输模拟和数字信号。同轴电缆有着比双绞线更优越的频率特性，因而可以用于较高的频率和数据传输率。由于其屏蔽的同轴心结构，比起双绞线来，它对于干扰和串音就不敏感。影响同轴电缆性能的主要因素是衰减、热噪声和交调噪声。

#### (3) 光纤。

光纤在电磁兼容性等方面有独特的优点，数据传输速度快，传输距离远；在车载网络上，特别在一些要求传输速度高的车上网络（多媒体网络）中有很好的应用前景。但受到成本和



技术的限制，现在使用得并不多。最常用的光纤是塑料光纤和玻璃光纤，在汽车上多使用塑料光纤，如图 1-10 所示。

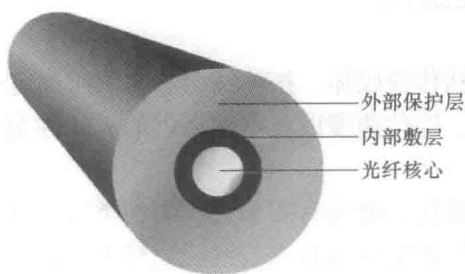


图 1-10 塑料光纤

与玻璃光纤相比，塑料光纤具有以下优点。

- 1) 光纤横断面较大。
- 2) 对灰尘不是很敏感。
- 3) 操作简单。例如，约 1 mm 厚的光纤芯操作起来比约 62.5  $\mu\text{m}$  厚的玻璃光纤要容易得多。玻璃纤维易折断，塑料纤维不易折断。
- 4) 加工制作简单。与玻璃光纤相比，宝马使用的甲基丙烯酸甲酯 PMMA 切割、打磨或熔化相对简单，这样在导线束制造以及进行售后服务维修时具有较大的优势。

## 2. 局域网的拓扑结构

所谓拓扑结构就是网络的物理连接方式。局域网的常用拓扑结构有三种：星型、环型、线型。

### (1) 星型拓扑结构。

星型拓扑结构是一种以一台称之为中央处理器的电控单元为主，各入网机均与该中央处理器由物理链路直接相连。因此，所有的网上传输信息均需要通过该主机转发，其结构如图 1-11 所示。

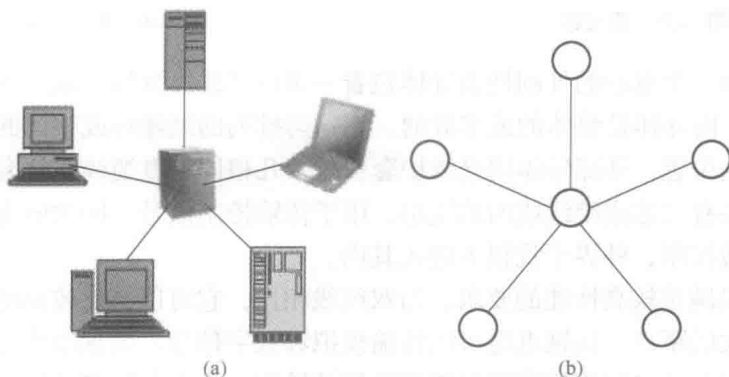


图 1-11 星型局域网拓扑结构示意图

(a) 星型局域网计算机连接；(b) 星型局域网的拓扑结构

星型拓扑结构的优点是：结构简单、安装容易、费用低，通常以集线器作为中央节点，便于维护和管理。缺点是：中央节点的负载重，扩充困难，信道（线路）利用率较低。

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,只在某一总成或系统上使用。如 BMW(宝马)车系的安全气囊系统就采用星型拓扑结构。

### (2) 环型拓扑结构。

环型拓扑结构即通过转发器将每台入网计算机接入网络,每个转发器与相邻两台转发器用物理链路相连,所有转发器组成一个拓扑为环型的网络系统,如图 1-12 所示。

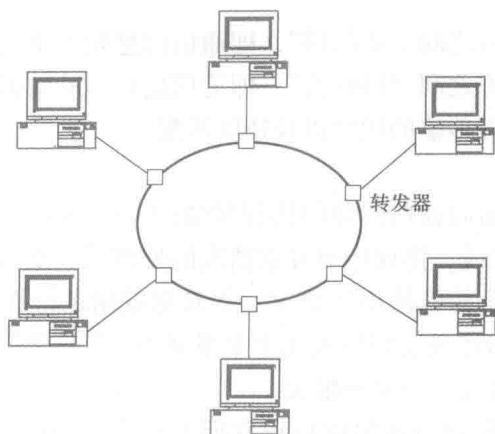


图 1-12 环型拓扑结构

环型拓扑结构的优点是: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,某一个节点发生故障时,整个网络将不能正常工作。

奥迪和宝马车系的影音娱乐系统采用的 MOST 总线即为环型拓扑结构,通过光脉冲传输数据,且只能朝一个方向传输数据。

### (3) 线型拓扑结构。

线型拓扑结构即所有入网计算机通过分接头接入一条载波传输线上,网络拓扑结构就是一条传输线,如图 1-13 所示。

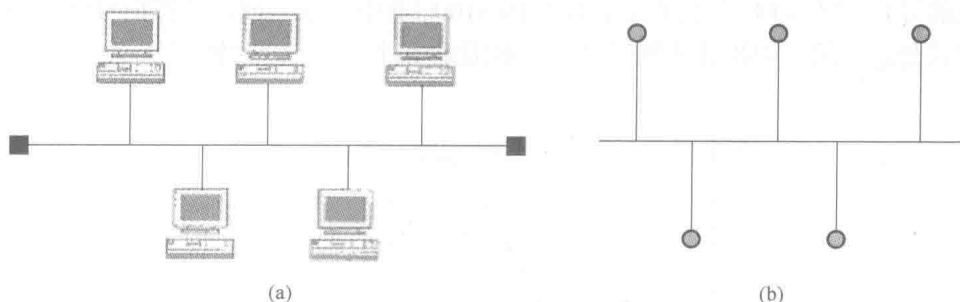


图 1-13 线型拓扑结构示意图

(a) 线型局域网计算机连接;(b) 线型局域网的拓扑结构

线型拓扑结构的优点是:安装简单,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。缺点是: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整个系统崩溃。

汽车网络多采用线型拓扑结构,应用在 CAN 总线系统上。