



汽车检修技能提高教程丛书



# 汽车 车载网络

## 技术详解

QICHE CHEZAI  
WANGLUO JISHU X

刘春晖 刘宝君 主编



**高清维修图片** 贴近市场主流车型车身控制系统的维修，便于读者学习、维修参考。

**内容通俗易懂** 讲解车载网络最新技术，与汽车维修一线工作接轨，针对性、实用性强。

**真实案例讲解** 典型车型的车载网络维修实例，具有普遍性和实用性



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

汽车车载网络系统已成为现代汽车电子领域内的最大热点。本书主要介绍了车载网络系统基础知识、CAN 总线传输系统、常用车载网络系统的结构原理、光学总线系统、以太网与 FlexRay 总线五方面的基础知识。以此为基础,重点介绍了丰田汽车多路传输系统、奥迪大众车系车载网络系统、通用车系车载网络系统、本田车系多路集成控制系统四大常见车系的网络系统,最后一章内容介绍了汽车车载网络系统的检修。

本书主要供汽车维修电工、汽车机电维修人员、汽车维修一线管理人员使用,也可供大专院校汽车运用与维修、汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车维修专业的师生学习、参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络技术详解/刘春晖,刘宝君主编.

—北京:机械工业出版社,2012.12

(汽车检修技能提高教程丛书)

ISBN 978-7-111-40275-6

I. ①汽… II. ①刘…②刘… III. ①汽车—计算机  
网络 IV. ①U463.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 261175 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:连景岩 责任编辑:连景岩 杜凡如

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.5 印张·504 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-40275-6

定价:49.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



# 前 言

随着汽车工业的发展,现代汽车上使用了大量的电子控制装置,许多中高档轿车上采用了十几个甚至几十个电控单元,而每一个电控单元连接着多个传感器和执行器,同时各电控单元间也需要进行信息交换,如果每项信息都通过各自独立的线路进行传输,这样不仅会导致整个电控系统的线束和插接件的数量增加,也会使各个电控单元的针脚数量增加,最终导致整车的故障率增加。

为了减少电气节点的数量和导线用量,简化布线,提高各电控单元之间的通信速度,降低故障发生频率和成本,实现信息共享,提高可靠性和可维护性,汽车车载网络技术应运而生。

汽车车载网络系统已成为汽车电子领域内的最大热点,CAN、LIN、VAN、LAN、MOST、Bluetooth™、FlexRay等网络传输协议已成为现代汽车车载网络系统传输的关键技术。车载网络系统是汽车的一个重要组成部分,不了解车载网络技术,就不可能对现代汽车车载网络系统进行全面的诊断和检修。车载网络系统有其自身的特点,网络线路布置在汽车的隐蔽位置,线路不易损坏,车载网络系统一旦出现故障,可导致汽车电控单元之间不能相互通信,从而引发汽车多方面的故障。因此,作为现代汽车维修技术人员,必须尽快全面掌握车载网络技术,才能更好地从事现代汽车的维修。

车载网络系统的发展越来越广泛,车载无线电通信、车载视频音频系统、车载GPS定位与电子地图导航系统已使车载网络系统与社会网络和管理网络相连接。未来的车载网络系统将与人、道路、交通管理和汽车技术服务联合并入“物联网”。物联网是在互联网的基础上,通过无线电射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,可以让静止和运动的物体与互联网相连接,进行信息的交换和通信,实现智能化识别、定位、跟踪、监控、管理和服务的一种网络概念。现代汽车已进入车载网络时代,正在向物联网时代迈进。

本书的最大特点是各部分内容均来自原版汽车维修资料,采用的图片均为高清格式,这使得本书有较强的实用性,特别适合汽车维修一线的汽车维修人员阅读和参考。同时内容方面非常贴近实际,文字通俗易懂,可以作为各级各类汽车专业的学生作为教材使用。

本书共分十章,前五章主要介绍车载网络系统基础知识、CAN总线传输系统、常用车载网络系统的结构原理、光学总线系统、以太网与FlexRay总线方面的基础知识。以此为基础,第六至九章重点介绍丰田汽车多路传输系统、奥迪大众车系车载网络系统、通用车系车载网络系统、本田车系多路集成控制系统四大常见车系的车载网络系统,第十章内容介绍汽车车载网络系统的检修。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖、刘宝君主编,参加本书编写工作的老师还有张斌、张冰、张文、魏金铭、柳学军、黄现国、孙长勇、蔡志涛、张怀刚、尹文荣、黑会昌、李凤芹、徐长钊。

在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍，在此向维修资料的作者及编者深表感谢！由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编者



## 目 录

## 前言

第一章 车载网络系统基础知识 .....	1
第一节 车载网络系统简介 .....	1
一、车载网络的应用背景 .....	1
二、车载网络系统的功能 .....	6
三、车载网络系统的常用术语 .....	7
第二节 数据信号的类别及传输方式 .....	11
一、数据信号的类别 .....	11
二、数据传输方式 .....	12
第三节 车载网络的通信协议 .....	15
一、通信协议概述 .....	15
二、接口与实体 .....	16
三、协议要素及其功能 .....	16
四、协议的类型 .....	17
第四节 车载网络分类和协议标准 .....	18
一、A类网络标准 .....	18
二、B类网络标准 .....	19
三、C类网络标准 .....	20
四、D类网络标准(多媒体系统总线 标准、协议) .....	22
五、E类网络标准(安全总线标准) .....	22
六、诊断系统总线标准、协议 .....	23
七、汽车网络的发展趋向 .....	23
第五节 汽车对通信网络的要求及应用 .....	24
一、汽车多个ECU之间的典型网络布局 .....	24
二、汽车对通信网络的要求 .....	24
三、车载网络系统在汽车上的应用 .....	25
四、网关 .....	27
第二章 CAN总线传输系统 .....	29
第一节 CAN总线的工作原理 .....	29
一、CAN总线简介 .....	29
二、CAN总线系统的组成 .....	31
三、CAN总线的数据传输 .....	33
四、CAN总线的数据类型 .....	36

第二节 CAN总线系统元件功能和数据 传输过程 .....	40
一、CAN总线系统元件的功能 .....	40
二、CAN总线的数据传输过程 .....	42
第三节 CAN总线的应用 .....	47
一、CAN总线的分类及特征 .....	47
二、驱动CAN总线 .....	49
三、舒适/信息系统CAN总线 .....	53
四、诊断系统CAN总线 .....	55
第四节 CAN总线系统的检测 .....	57
一、CAN总线检测插座 .....	57
二、CAN总线系统检测盒 .....	59
第三章 常用车载网络系统的结构与 原理 .....	61
第一节 LIN总线系统 .....	61
一、LIN总线系统简介 .....	61
二、LIN总线的数据传输 .....	65
三、LIN总线的自诊断 .....	69
第二节 VAN总线系统 .....	71
一、VAN总线概述 .....	71
二、VAN总线系统的组成 .....	71
三、VAN的物理层 .....	75
四、VAN总线在汽车上的应用 .....	78
第三节 LAN总线系统 .....	80
一、LAN总线的特点 .....	80
二、LAN总线在汽车上的应用 .....	82
第四节 车载蓝牙系统 .....	82
一、蓝牙技术概述 .....	82
二、车载蓝牙系统的组成与原理 .....	83
三、蓝牙技术在汽车上的应用 .....	85
第四章 光学总线系统 .....	88
第一节 光学总线的信息传输 .....	88
一、光学传输简介 .....	88
二、光学传输系统的结构 .....	89

三、光导纤维的结构及光波的传输 .....	91	六、音响和视频系统 .....	171
<b>第二节 MOST 总线系统</b> .....	94	七、安全气囊系统 .....	176
一、MOST 总线的定义与应用 .....	94	<b>第三节 丰田多路传输系统故障诊断</b> .....	180
二、MOST 总线的组成与系统状态 .....	96	一、故障诊断流程 .....	180
三、MOST 总线数据传输 .....	99	二、DLC3 诊断连接器 .....	180
四、MOST 总线的诊断 .....	104	三、故障码的读取 .....	180
<b>第三节 光纤信号的衰减及使用</b> .....	107	四、使用仪器对各系统设定 .....	181
一、光波传输信号衰减及原因 .....	107	五、通信线路诊断思路 .....	183
二、光导纤维的使用 .....	108	<b>第七章 奥迪大众车系车载网络系统</b> .....	186
<b>第五章 以太网与 FlexRay 总线</b> .....	112	<b>第一节 奥迪 A6 轿车车载网络系统</b> .....	186
<b>第一节 以太网</b> .....	112	一、概述 .....	186
一、以太网及其标准 .....	112	二、奥迪 A6 轿车 CAN 总线 .....	187
二、以太网在汽车上的应用 .....	112	三、舒适系统 LIN 总线 .....	190
<b>第二节 FlexRay 总线</b> .....	114	四、MOST 总线和蓝牙技术 .....	191
一、FlexRay 总线简介 .....	114	五、诊断总线 .....	193
二、FlexRay 的特性 .....	115	六、奥迪 A6 轿车网络控制电气系统 .....	195
<b>第三节 BMW 车系中的 FlexRay 总线</b> .....	119	<b>第二节 迈腾轿车车载网络系统检修</b> .....	203
一、BMW 车系中的 FlexRay 总线 .....	119	一、迈腾轿车 CAN 总线系统网络 .....	203
二、FlexRay 的故障处理与检测 .....	121	二、子总线系统 .....	207
<b>第四节 2010 年款奥迪 A8 中的 FlexRay</b>		三、迈腾轿车总线系统控制单元的	
<b>总线</b> .....	122	功能及执行元件 .....	209
一、FlexRay 总线的特征和基本原理 .....	122	四、防盗锁止系统 IV .....	213
二、FlexRay 总线协议 .....	123	五、无钥匙起动装置 .....	217
三、FlexRay 总线的结构 .....	124	<b>第八章 通用车系车载网络系统</b> .....	219
四、功能流程 .....	124	<b>第一节 概述</b> .....	219
五、FlexRay 总线诊断 .....	125	一、J1850 通信协议标准概述 .....	219
<b>第六章 丰田车系多路传输系统</b> .....	127	二、UART 串行通信系统 .....	220
<b>第一节 丰田车系多路传输系统概述</b> .....	127	三、Class 2 串行通信网络 .....	220
一、CAN、BEAN 和 AVC-LAN .....	127	四、GM LAN 串行通信网络 .....	221
二、网关 .....	128	<b>第二节 别克荣御轿车车载网络系统</b> .....	221
三、CAN 通信系统 .....	128	一、串行数据总线的布局 .....	221
四、车身多路通信系统 .....	130	二、元件的位置及功能 .....	222
五、AVC-LAN 音响视听局域网 .....	134	三、别克荣御轿车局域网电路 .....	227
<b>第二节 丰田锐志轿车多路传输系统</b> .....	135	四、车载网络系统故障自诊断 .....	229
一、灯光控制系统 .....	135	五、车身控制模块故障自诊断 .....	233
二、电动车窗系统 .....	145	<b>第三节 通用其他车型车载网络系统</b> .....	249
三、仪表和计量表系统 .....	151	一、2009 年款新君威车载网络系统 .....	249
四、电子门锁系统 .....	161	二、2007 年款别克林荫大道轿车	
五、智能进入和起动系统 .....	164	车载网络系统 .....	256



<b>第九章 本田多路集成控制系统</b> .....	259	二、示波器	280
<b>第一节 2003 年款本田雅阁多路集成控制系统</b> .....	259	三、汽车检测仪	281
一、多路集成控制系统的组成	259	<b>第二节 检测仪的使用与波形分析</b> .....	284
二、多路集成控制系统的功能	263	一、VAS5051 检测仪的使用	284
三、多路集成控制系统故障自诊断	264	二、驱动 CAN 总线故障类型及检测分析	292
四、仪表盘系统自诊断	270	三、舒适 CAN 和信息 CAN 总线故障类型及检测分析	297
<b>第二节 2009 年款本田锋范/飞度/思迪多路集成控制系统</b> .....	272	<b>第三节 CAN 总线的故障诊断</b> .....	306
一、概述	272	一、读取测量数据块	306
二、多路集成控制系统的功能	274	二、CAN 总线系统故障存储	309
三、多路集成控制系统故障自诊断	276	<b>第四节 静态电流的检测与线束维修</b> .....	311
四、DTC 故障排除	277	一、休眠模式及静态电流的检测	311
<b>第十章 汽车车载网络系统检修</b> .....	280	二、CAN 总线终端电阻的检测	312
<b>第一节 车载网络系统常用检测仪器</b> .....	280	三、CAN 总线线束维修	315
一、万用表	280	<b>参考文献</b> .....	318



# 第一章

## 车载网络系统基础知识

### 第一节 车载网络系统简介

#### 一、车载网络的应用背景

##### 1. 线束的变化

传统的汽车中，各种电子电器设备之间用导线、插接件连接。从发动机控制到传动系统控制，从行驶、制动、转向系统控制，到安全保证系统和仪表报警系统，从电源管理到舒适系统，每种功能的控制操作都集中在驾驶室进行，各个系统都必须用导线和插接件连接到驾驶室的操控台。随着汽车动力驱动系统、舒适系统和信息娱乐系统内各种电子控制系统的不断增加，这些连接所需要的导线和插接件的数量随之急剧增加，从而引发了汽车厂商和设计人员的思考。图 1-1 列出了近几十年间导线长度及插接件数量的变化情况。

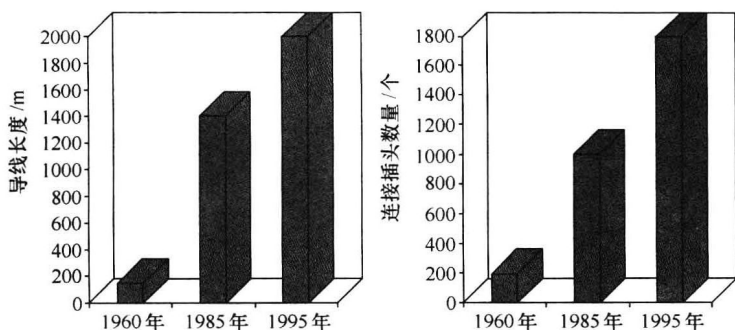


图 1-1 近几十年导线长度及插接件数量的变化情况

导线数量的增加造成的影响如下：

- 1) 整个汽车的布线将十分复杂，显得很凌乱，一根线束包裹着几十根导线的现象很普遍。
- 2) 占用空间更大，使得在有限的汽车空间内布线越来越困难，限制了功能的扩展。
- 3) 故障率随之增加，降低了汽车的可靠性，另外，一般情况下线束都装在纵梁下等看不到的地方，一旦线束中出了问题，查找相当麻烦，增加了维修的难度。
- 4) 电控单元并不是仅仅与负载设备简单地连接，更多的是与外围设备及其他电控单元进行信息交流，并经过复杂的控制运算，发出控制指令，按传统的连接方式，线束成本较高。



导线长度和插接器数量的增加不但占据车内的有效空间、增加装配和维修的难度、提高整车成本,而且妨碍整车可靠性的提高。这无形中使汽车研发进入了这样一个怪圈:为了提高汽车的性能而增加汽车电器的数量,汽车电器数量的增加导致导线长度的增加,而导线长度的增加又妨碍了汽车可靠性的进一步提高。

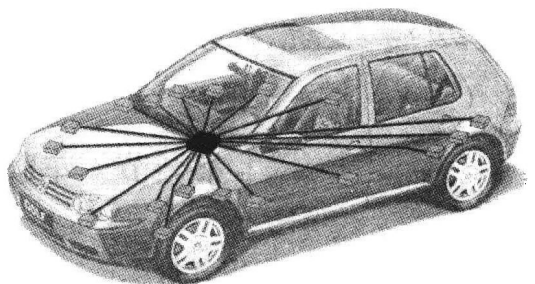
为解决以上问题,车载网络(也称数据传输总线)应运而生,使得汽车电控系统发生了巨大的变化。至此,车载电控系统经历了中央电脑集中控制、多电脑分散控制和网络控制三个阶段,如图1-2所示。

## 2. 汽车数据传输总线简介

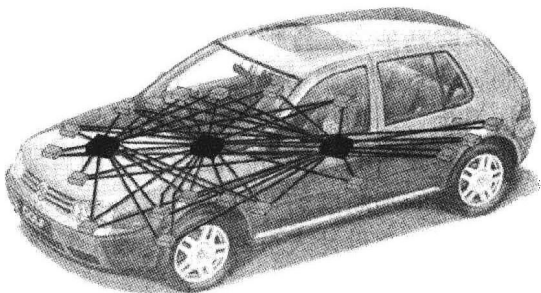
(1) 数据传输总线 所谓数据传输总线,就是指在一条数据线上传递的信号可以被多个系统共享,从而最大限度地提高系统整体效率,充分利用有限的资源。例如,常见的电脑键盘有104键,可以发出一百多个不同的指令,但键盘与主机之间的数据连接线却只有7根,键盘正是依靠这7根数据连接线上不同的数字电压信号组合(编码信号)来传递按键信息的。如果把这种方式应用在汽车电气系统上,就可以大大简化汽车电路。可以通过不同的编码信号来表示不同的开关动作,信号解码后,根据指令接通或断开对应的用电设备。这样,就能将过去一线一用的专线制改为一线多用制,大大减少了汽车上电线的数目,缩小了线束的直径。同时,加速了汽车智能化的发展。

在汽车上传统的信息传递方式采用并行数据传输方式,每项信息需独立的数据线完成,即有几个信号就要有几条信号传输线。例如,宝来轿车发动机电控单元J220与自动变速器电控单元J217之间就需要5条信号传输线,如图1-3所示。如果传递的信号项目越多,则需要更多的信号传输线。采用传输总线后,只需要1根或2根传输线即可,如图1-4所示。而且实现更好地在各控制系统之间调整通信、交流信息、协调控制、共享资源,完成对汽车性能的精确控制。

如图1-4所示,在传统控制电路中,各种控制信号都属于平行关系,互相之间并没有关联,每个信号都有专属的信号线,因此,如果需要传输多个信号的话,就需要多根线进行。而在车载网络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



a)



b)



c)

图1-2 汽车电控系统的发展

a) 中央电脑集中控制 b) 多电脑分散控制 c) 网络控制

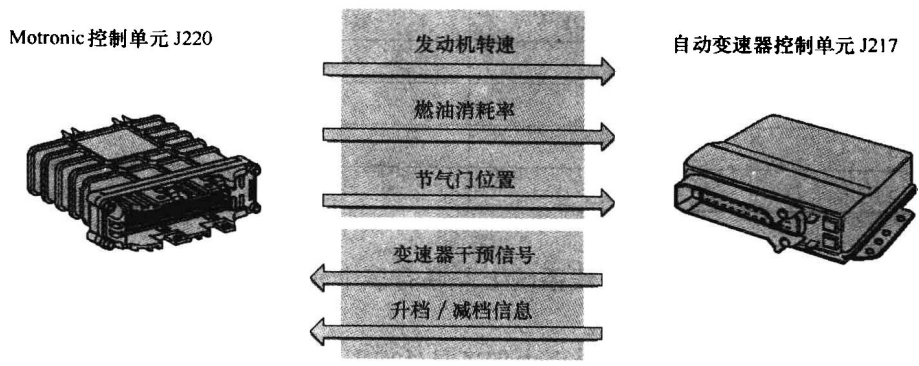


图 1-3 传统信号传递方式

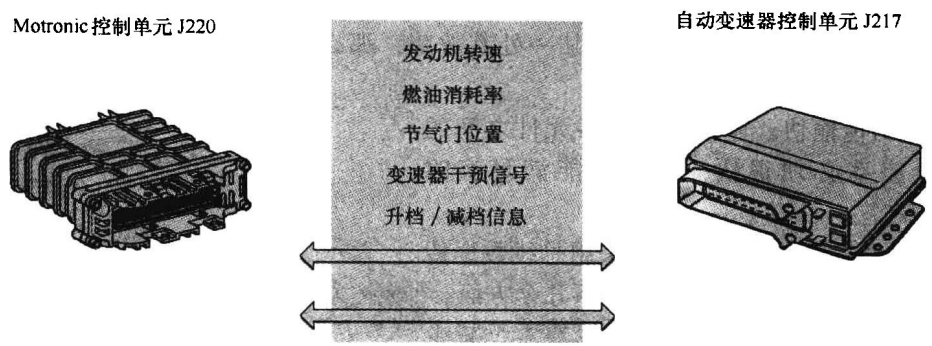


图 1-4 数字总线信号传递方式

种数据后，通过一条线或两条线，每个 bit 一个一个地被传输进行串行通信，在其通信线上传送的是“0”、“1”数字信号。如图 1-5 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 电脑收到后将其解出，即知现在 1、4 开关断开，2、3 开关接通。

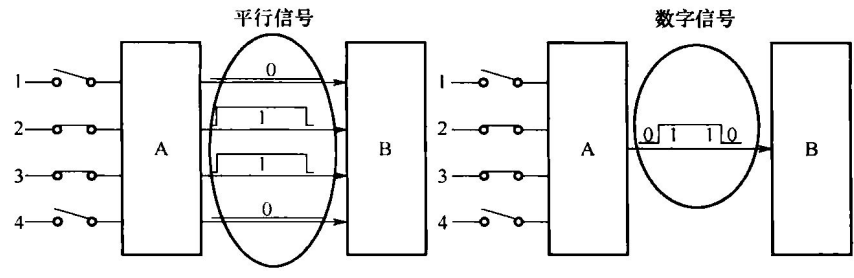


图 1-5 两种不同信号

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。如表 1-1 所示，用 2 位数就可以表达 4 种意义，如此类推有  $n$  位二进制即可以有  $2$  的  $n$  次方种数据类型。

表 1-1 2 位二进制数字代表的含意

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

(2) 总线数据传输的要求 总线系统上并联有多个元件。这就要求整个系统满足以下要求。

1) 可靠性高。传输故障(无论是由内部还是外部引起的)应能准确识别出来。

2) 使用方便。如果某一控制单元出现故障,其余系统应尽可能保持原有功能,以便进行信息交换。

3) 数据密度大。所有控制单元在任一瞬时的信息状态均相同,这样就使得两控制单元之间不会有数据偏差。如果系统的某一处有故障,那么总线上所有连接的元件都会得到通知。

4) 数据传输快。连成网络的各元件之间的数据交换速率必须很快,这样才能满足实时要求。

(3) 总线数据传输的优点 采用总线数据传输(多路传输)的优点主要表现在以下几个方面。

1) 简化线束。减少重量,减少成本,减少尺寸,减少连接器的数量,如图 1-6 所示,同一款车同等配置下,可以看出采用车载网络可以大大简化汽车线束。

2) 可以进行设备之间的通信,丰富了功能。

3) 通过信息共享减少传感器信号的重复数量。

### 3. 车载网络系统的发展史

从 1980 年起,汽车内开始装用网络,在 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、电动玻璃窗进行控制,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,那是车载网络系统 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。

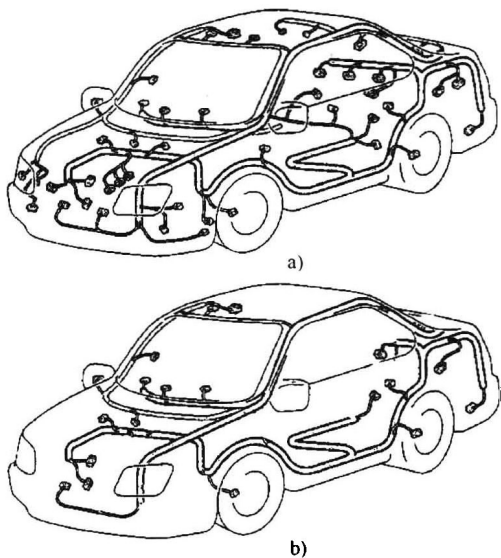


图 1-6 线束对比

a) 传统线束 b) 采用车载网络后的线束

此后,日本也提出了各种各样的网络方案,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的阶段,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 协议不同的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。

与这些网络采用不同思路开发的有信息系统,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 AV 网络,因为这种网络需要将大容量的数据连续地输出,因此,在这种网络上将采用光缆。

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,例如 D2B 协议、MOST 及 IEEE1394 等。

主要车载网络的名称、概要、通信速度与组织/推动单位如表 1-2 所示。几种车载网络的开发年份、采用厂家与发表年份如表 1-3 所示。几种网络的成本比例及通信速度如图 1-7 所示。

表 1-2 主要车载网络基本情况

车载网络的名称	概 要	通信速度	组织/推动单位
CAN( Controller Area Network)	车身/动力传动系统控制用 LAN 协议,最有可能是世界标准的车用 LAN 协议	1Mbit/s	Robert Bosch 公司(开发), ISO
VAN( Vehicle Area Network)	车身系统控制用 LAN 协议,以法国为中心	1Mbit/s	ISO
J1850	车身系统控制用 LAN 协议,以美国为中心	10.4kbit/s 41.6kbit/s	Ford Motor 公司
LIN( Local Interconnect Network)	车身系统控制用 LAN 协议,液压组件专用	20kbit/s	LIN 联合体
IDB-C( ITS Data Bus on CAN)	以 CAN 为基础的控制用 LAN 协议	250kbit/s	IDM 论坛
TTP/C( Time Triggered Protocol by CAN)	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议时分多路复用(TDMA)	2Mbit/s 25Mbit/s	TTT 计算机技术公司
TTCAN( Time Triggered CAN)	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议时间同步的 CAN	1Mbit/s	Robert Bosch 公司 CIA
Byteflight	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议通用时分多路复用(FTDMA)	10Mbit/s	BMW 公司

(续)

车载网络的名称	概要	通信速度	组织/推动单位
FlexRay	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议	5Mbit/s	BMW 公司 Daimler Chrysler 公司
DDB/Optical( Domestic Digital Bus/Optical)	音频系统通信协议 将 DDB 作为音频系统总线采用光通信	5.6Mbit/s	C&C
MOST( Media Oriented System Transport)	信息系统通信协议 以欧洲为中心, 由克莱斯勒与 BMW 公司推动	22.5Mbit/s	MOST 合作组织
IEEE1394	信息系统通信协议 有转化成 IDB1394 的动向	100Mbit/s	1394 工业协会

表 1-3 几种车载网络的开发年份、采用厂家与发表年份

年份	车载网络	厂家	备注
	DDB 开发	Philips 公司	1986 年 2 月北美车采用 LAN
	CAN 开发	Bosch 公司	1986 年 12 月欧洲车采用 LAN
1986	VNP 开发 CCD 开发	北美 北美	1987 年 12 月日本车采用 LAN
1988	MOST 开发 CCD 开发 VAN 开发	美国车采用	
1991	CAN 开发	欧洲车采用	
1992	DDB DDB Optical 开发	日本车采用	
1994	J1850 VAN	SAE 认可 ISO 标准	
1995 ~	DDB	欧洲车采用	以汽车厂为主对新 LAN 进行研究
2000 ~	发表 LIN 发表 TTP 发表 Byteflight 发表 TTCAN		发表了许多新的 LAN

## 二、车载网络系统的功能

### 1. 多路传输功能

为了减少车辆电气线束的数量, 多路传输通信系统可使部分数字信号通过共用传输线路进行传输。系统工作时, 由各个开关发送的输入信号通过中央处理器(CPU)转换成数字信号, 该数字信号以串行信号方式从传感器传输给接收装置, 发送的信号在接收装置处将被转换为开关信号, 再由开关信号对有关元件进行控制。

### 2. “唤醒”和“休眠”功能

“唤醒”和“休眠”功能用于减少在关闭点火开关时蓄电池的额外能量消耗。当系统

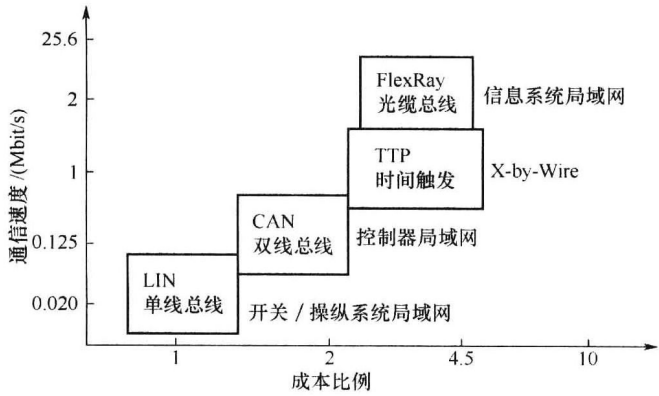


图 1-7 几种网络的成本比例及通信速度

处于“休眠”状态时，多路传输通信系统将停止诸如信号传输和 CPU 控制等功能，以节约蓄电池的电能；当系统有人为操作时，处于“休眠”状态的有关控制装置立即开始工作，同时还将“唤醒”信号通过传输线路发送给其他控制装置。

### 3. 失效保护功能

失效保护功能包括硬件失效保护功能和软件失效保护功能。当系统的 CPU 发生故障时，硬件失效保护功能使其以固定的信号进行输出，以确保车辆能继续行驶；当系统某控制装置发生故障时，软件失效保护功能将不受来自有故障的控制装置的信号影响，以保证系统能继续工作。

### 4. 故障自诊断功能

故障自诊断功能包括多路传输通信系统的自诊断模式和各系统输入线路的故障自诊断模式，既能对自身的故障进行自诊断，又能对其他系统进行故障诊断。

## 三、车载网络系统的常用术语

### 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 1-8 所示。

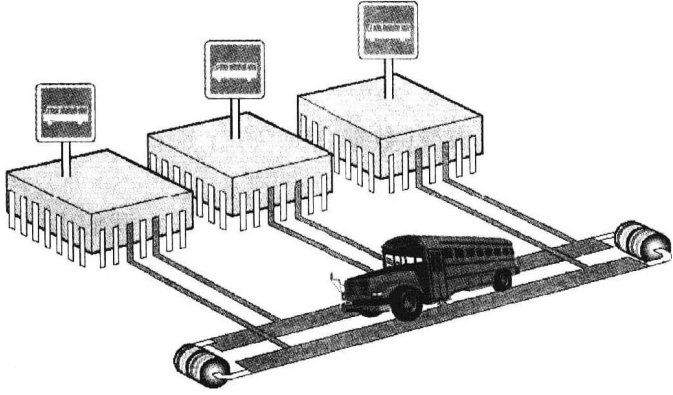


图 1-8 数据总线示意图

数据总线可以实现一条数据线上传递的信号可以被多个系统(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许是一条导线。两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。为使不同厂家生产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 有关标准, 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,见图 1-9b。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。对一个人来说,1/10s 算是非常快,但对一台运算速度即使相对慢的计算机来说,1/10s 却是很长的时间。如果将 1/10s 分成若干段,许多单个的数据都能被传输——每一段传输一段,这就叫分时多路传输。

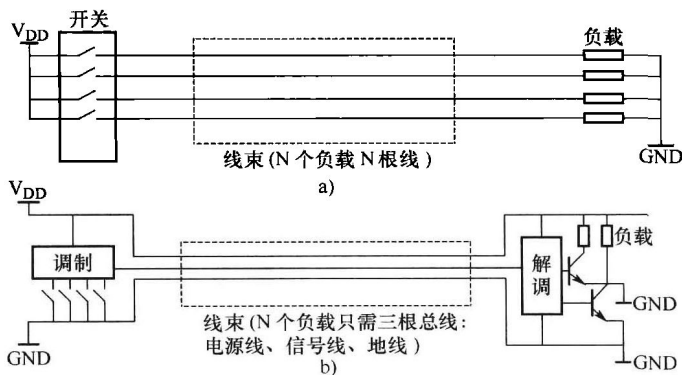


图 1-9 常规线路与多路传输线路的简单对比

a) 通常传输方式 b) 多路传输系统(串行分时通信)

从图 1-9 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 可以触发仪表盘上的警告灯或故障指示灯等,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装置。多路传输的界面见图 1-10。

正如可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。随着现在和未来的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;丰富了功能;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。

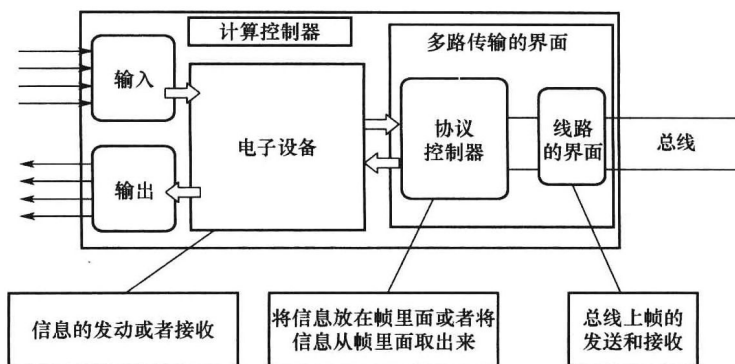


图 1-10 多路传输的界面

一般这个区域具有特定的职能，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度在 105Mbit/s ~ 1Gbit/s 范围内，传输距离在 250m 范围内，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(一种数字装置)的输入接口被转变成数字信号。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，如果传感器要想成为一个模块/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. 链路(传输媒体)

链路指网络信息传输的媒体，分为有线和无线两种类型，目前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 1-11 所示，双绞线是局域网中最普通的传输媒体，一般用于低速传输，最大传输速率可达几 Mbit/s；双绞线成本较低，传输距离较近，非常适合汽车网络的情况，也是汽车网络使用最多的传输媒体。

(2) 同轴电缆 同轴电缆的基本结构如图 1-12 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。

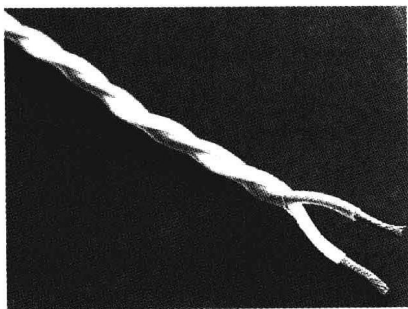


图 1-11 双绞线

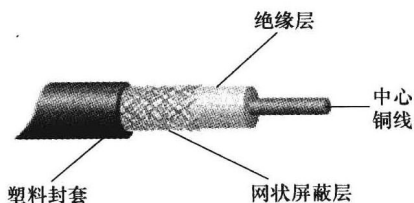


图 1-12 同轴电缆



它由一个空心的外圆柱面导体包着一条内部线形导体组成。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。几个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,外界噪声很少进入其内。

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,连接较多的设备,跨越更大的距离。同轴电缆可以传输模拟和数字信号。同轴电缆比双绞线有着优越的频率特性,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(如车上信息与多媒体网络)上有很好的应用前景。但受到成本和技术的限制,现在使用的并不多。最常用的光纤是塑料光纤和玻璃纤维光纤,在汽车上多用塑料光纤,如图 1-13 所示。

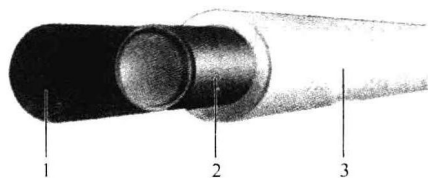


图 1-13 塑料光纤

1—光纤芯 2—外壳 3—包装层

与玻璃纤维光纤相比,塑料光纤具有以下优点:

① 光纤横断面较大。因为光纤横断面较大,所以生产时光纤的定位没有太大的技术问题。

② 对灰尘不是很敏感。即使非常小心,灰尘也可能落到光纤表面上并由此改变光束的入射/发射功率。对于塑料光纤,细微的污物不一定会导致传输距离故障。

③ 操作简单。例如,约 1mm 厚的光纤芯操作起来比约  $62.5\mu\text{m}$  厚的玻璃纤维光纤芯要容易一些。与玻璃纤维光纤相比,其操作处理要简单得多。注意:玻璃纤维易折断,塑料纤维则不易折断。

④ 加工制作。与玻璃纤维光纤相比,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。

## 6. 比特率

比特率是指每秒传送的比特(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(位数)越大。计算机中的信息都用二进制的 0 和 1 来表示,其中每一个 0 或 1 被称作一个位,即 bit(位)。大写 B 表示 byte 即字节,1 个字节 = 8 个位,即  $1\text{B} = 8\text{bit}$ 。表示文件的大小单位,一般都使用千字节(KB)来表示文件的大小。

## 7. 传输协议

传输协议也称通信协议,是控制通信实体间有效完成信息交换的一组约定和规则。换句话说,要想交流成功,通信双方必须“说同样的语言”(如相同的语法规则和语速等)。

### (1) 协议的三要素

- 1) 语法。确定通信双方之间“如何讲”,即通信信息帧的格式。
- 2) 语义。确定通信双方之间“讲什么”,即通信信息帧的数据和控制信息。
- 3) 定时规则。确定事件传输的顺序以及速度匹配。