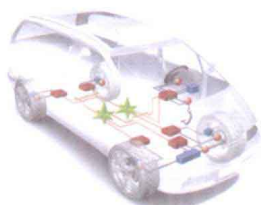
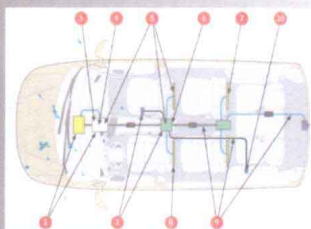


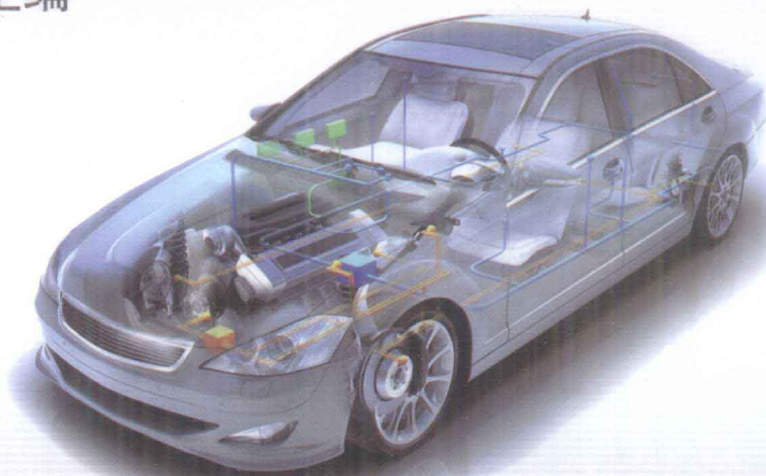


普通高等教育“十二五”汽车类专业（方向）规划教材

# 汽车车载 网络技术



付百学 胡胜海 主编



本书介绍了车载网络技术的应用背景、功能和特点,网络技术在汽车上的应用情况及发展趋势;车载网络的结构与组成及其常用基本术语,汽车网络参考模型,车载网络分类和通信协议标准;CAN协议,CAN的基本组成和数据传输原理,CAN主要部件的结构原理以及CAN设计基础知识;LIN、LAN、MOST、蓝牙的特点、结构原理、应用情况以及汽车光纤技术;典型汽车车载网络系统(包括宝来轿车、雪铁龙赛纳轿车、欧宝威达轿车、马自达6轿车、奔驰轿车等);车载网络系统的故障与检修知识(包括车载网络系统的故障状态、现象、类型,检修注意事项,自诊断功能,故障检修步骤与检测方法),以及车载网络系统案例分析等内容。

本书可作为高等院校汽车类相关专业的本科教材,也可作为高职高专院校汽车类相关专业的教材,还可供从事汽车专业的工程技术人员参考、阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络技术/付百学,胡胜海主编. —北京:机械工业出版社, 2011.12

普通高等教育“十二五”汽车类专业(方向)规划教材

ISBN 978-7-111-36525-9

I. ①汽… II. ①付…②胡… III. ①汽车-计算机网络-高等学校-教材  
IV. ①U463.67

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第239233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:尹法欣 责任编辑:尹法欣 牟桂玲 版式设计:霍永明

责任校对:闫玥红 封面设计:马精明 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18印张·445千字

标准书号:ISBN 978-7-111-36525-9

定价:34.00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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

随着汽车工业的快速发展,电子控制装置在汽车上的使用越来越多,许多中高档轿车采用了十几个甚至几十个电控单元,每个电控单元连接着多个传感器和执行器,并且各电控单元之间也需要进行信息交换。如果每种信息都通过各自独立的数据线进行传输,势必导致电控单元插接器端子数增加,整个电控系统的线束和插接器增加,最终导致故障率增加。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。

汽车车载网络已成为汽车领域最大的热点,CAN、LIN、LAN、MOST、Bluetooth™等网络传输协议已成为现代汽车网络传输的关键技术。车载网络是汽车的一个重要组成部分,不了解车载网络技术,就不可能全面理解新一代汽车电子控制系统。车载网络有其自身的特点,网络线路布置在汽车的隐蔽位置,线路不易损坏,但车载网络系统若出现故障,可导致汽车电控单元之间不能相互通信,从而引发汽车故障。从事汽车技术的人员,必须尽快掌握车载网络技术。

本书介绍了车载网络技术的应用背景、功能和特点,网络技术在汽车上的应用情况及发展趋势;车载网络的结构与组成及其常用基本术语,汽车网络参考模型,车载网络分类和通信协议标准;CAN协议,CAN的基本组成和数据传输原理,CAN主要部件的结构原理以及CAN设计基础知识;LIN、LAN、MOST、蓝牙的特点、结构原理、应用情况以及汽车光纤技术;典型汽车车载网络系统(包括宝来轿车、雪铁龙赛纳轿车、欧宝威达轿车、马自达6轿车、奔驰轿车等);车载网络系统的故障与检修知识(包括车载网络系统的故障状态、现象、类型,检修注意事项,自诊断功能,故障检修步骤与检测方法),以及车载网络系统案例分析等内容。本书内容翔实,图文并茂,将结构原理介绍与典型案例分析相结合,力求通过通俗易懂的语言反映最新的汽车车载网络技术,起到举一反三、触类旁通的作用。本书可作为高等院校汽车类相关专业的本科教材,也可作为高职高专院校汽车类相关专业的教材,还可供从事汽车专业的工程技术人员参考、阅读。

本书由黑龙江工程学院付百学教授和哈尔滨工程大学胡胜海教授主编,东北林业大学博士生导师于建国教授主审,其中第一章、第三章由付百学老师编

写，第二章、第四章由胡胜海老师编写，第五章由阎岩老师编写，第六章由季海成老师编写，第七章由张锐老师编写。本书在编写的过程中参考了国内外同行的著作和相关汽车厂家的技术资料，在此向所有的作者和厂家表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足，恳请读者提出宝贵意见和建议，以便进一步完善。

**编 者**

# 目 录

## 前言

<b>第一章 概述</b> .....	1
第一节 车载网络技术的应用背景.....	1
第二节 车载网络的发展历程.....	1
第三节 车载网络系统的功能和特点.....	4
一、车载网络系统的功能.....	4
二、车载网络系统的特点.....	4
第四节 网络技术在汽车上的应用.....	5
第五节 车载网络的发展趋势.....	6
复习思考题.....	7
<b>第二章 车载网络基础知识</b> .....	8
第一节 现场总线.....	8
一、功用.....	8
二、特点.....	9
三、现场总线的几种常见类型.....	10
第二节 车载网络结构与组成.....	11
第三节 常用基本术语.....	15
第四节 汽车网络参考模型.....	21
第五节 车载网络分类和通信协议标准.....	21
一、车载网络分类.....	21
二、通信协议标准.....	22
第六节 汽车对通信网络的要求.....	31
复习思考题.....	32
<b>第三章 控制器局域网</b> .....	33
第一节 概述.....	33
一、CAN 总线的特性.....	33
二、CAN 总线的位数值表示与通信距离.....	34
第二节 CAN 协议.....	34
一、概述.....	34
二、CAN 的分层结构.....	34
三、不同版本通信协议与互联.....	42
第三节 CAN 的基本组成和数据传输原理.....	49
一、CAN 的基本组成.....	49
二、数据传输原理.....	54
第四节 CAN 主要部件的结构原理.....	58

一、CAN 控制器.....	58
二、CAN 收发器.....	93
第五节 CAN 设计基础.....	101
一、CAN 智能节点设计.....	101
二、CAN 网桥设计.....	107
复习思考题.....	113
<b>第四章 局部连接网络</b> .....	114
第一节 概述.....	114
一、LIN 的含义.....	114
二、LIN 标准.....	114
三、LIN 的特点.....	115
四、LIN 与 CAN 的比较.....	116
五、LIN 的应用.....	116
第二节 LIN 总线的组成和工作原理.....	118
一、LIN 总线的组成.....	118
二、LIN 总线工作原理.....	119
复习思考题.....	147
<b>第五章 其他车载网络技术</b> .....	148
第一节 汽车车载局域网.....	148
一、LAN 的结构和特点.....	148
二、LAN 的类型.....	149
三、LAN 的应用.....	149
第二节 MOST 总线.....	156
一、MOST 总线的特点和类型.....	156
二、MOST 的结构和控制原理.....	158
三、MOST 在汽车上的应用.....	162
第三节 蓝牙技术.....	164
一、蓝牙技术简介.....	164
二、蓝牙技术的特点.....	165
三、蓝牙技术在车载免提系统中的应用.....	165
第四节 诊断总线.....	168
一、概述.....	168
二、诊断条件.....	168
三、诊断总线的地址格式扩展.....	168
第五节 汽车光纤技术.....	169
一、光纤的类型和特点.....	169

二、光纤多路传输的组成与应用 .....	170	六、禁用设备 (IMMO) .....	234
三、光源光学星形网络的检测 .....	173	七、中央门锁系统 .....	235
复习思考题 .....	177	八、防盗报警系统 .....	237
<b>第六章 典型汽车车载网络系统</b> .....	<b>178</b>	九、个性化系统 .....	237
<b>第一节 大众/奥迪 (Volkswagen/Audi)</b>		<b>第四节 一汽马自达 6 (Mazda6) 轿车</b> .....	<b>239</b>
轿车 .....	178	一、CAN 总线的组成与功能 .....	239
一、概述 .....	178	二、CAN 总线的故障检修 .....	243
二、动力 CAN 总线 .....	178	<b>第五节 奔驰 (Benz) 轿车光纤通信</b>	
三、舒适/信息 CAN 总线 .....	180	系统 .....	246
四、CAN 总线上的阻抗匹配 .....	181	一、D2B 光纤传输网络 .....	246
五、CAN 总线的电磁兼容原理 .....	182	二、D2B 的传输回路 .....	247
六、一汽宝来轿车 CAN 总线 .....	183	三、D2B 光纤传输的优点 .....	248
<b>第二节 东风雪铁龙赛纳 (Xsara) 轿车</b> .....	<b>189</b>	四、D2B 的工作原理和检测 .....	248
一、多路传输 .....	189	复习思考题 .....	251
二、驾驶员信息系统 .....	191	<b>第七章 车载网络系统的故障与检修</b> .....	<b>252</b>
三、灯光与信号系统 .....	195	<b>第一节 车载网络系统故障</b> .....	<b>252</b>
四、刮水/清洗系统 .....	208	一、故障状态 .....	252
五、中央门锁系统 .....	212	二、故障现象 .....	253
六、防盗系统 .....	215	三、故障类型 .....	253
七、安全气囊 .....	217	<b>第二节 车载网络系统的故障检修</b> .....	<b>254</b>
八、空调 .....	219	一、检修注意事项 .....	254
九、音响 .....	230	二、自诊断功能 .....	255
<b>第三节 通用欧宝威达 (Vectra) 轿车</b> .....	<b>232</b>	三、故障检修步骤与检测方法 .....	256
一、功率调节系统 .....	232	<b>第三节 车载网络系统案例分析</b> .....	<b>266</b>
二、内部照明系统 .....	232	复习思考题 .....	280
三、外部和危险照明系统 .....	233	<b>参考文献</b> .....	<b>281</b>
四、刮水/清洗系统 .....	234		
五、车窗升降装置 .....	234		

# 第一章 概述

## 第一节 车载网络技术的应用背景

随着汽车技术的快速发展，汽车性能不断提高，汽车电器与电子控制装置在汽车上的应用越来越多，例如电子燃油喷射系统（EFI）、汽车防滑控制系统（ABS/ASR）、电控自动变速器、安全气囊（SRS）、电子悬架、电控动力转向系统等。由于集成电路和单片机在汽车上的广泛应用，汽车上电控单元的数量越来越多，线路越来越复杂，传统的点到点布线方式使汽车上的导线数量成倍增加，汽车的线束越来越庞大。而复杂和凌乱的线束使电气线路的故障率增加，降低了汽车电器与电子控制装置的工作可靠性；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；当线路发生故障时，不仅故障查找麻烦，而且维修也很困难，在一定程度上影响了电子控制技术在汽车上的应用。

此外，随着汽车电子控制装置的大量使用，有些数据信息需要在不同的控制系统中共享，大量的控制信号也需要实时交换，以提高系统资源的利用率和系统的工作可靠性。采用传统的点到点的布线方式，信号传输的可靠性、信息传送速度均具有不适应性，信息传输材料成本较高。

为了简化线路，提高信息传输的速度和可靠性，降低故障率，车载网络技术应运而生，如控制器局域网（CAN）、局部连接网络（LIN）和局域网（LAN）等。一辆汽车不管有多少个电控单元，每个电控单元都只需引出两条线共同接在两个节点上，这两条导线就称为数据总线，也称为网线。采用车载网络可减小线束尺寸、降低成本、减少插接器的数量，同一款车同等配置下，可以大大简化汽车线束；可以进行设备之间的通信，增加功能；通过信息共享，减少传感器信号的重复数量。常规方法布线与采用总线方式布线如图 1-1 所示。

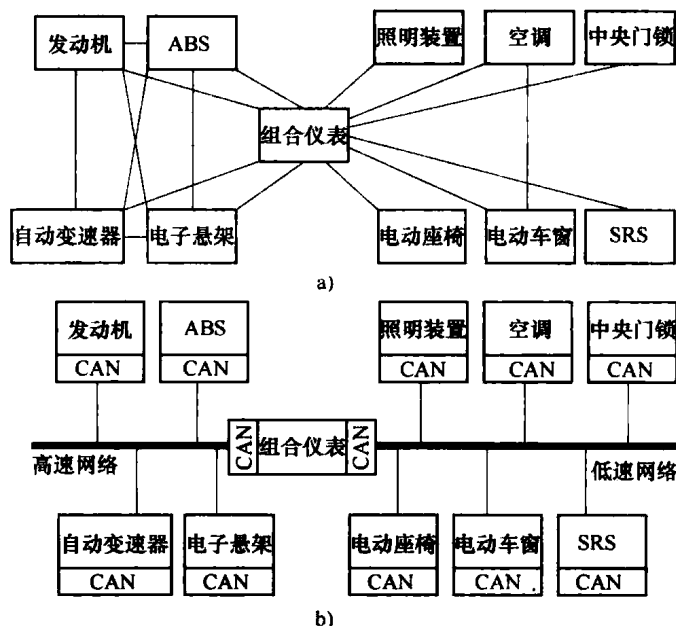


图 1-1 常规方法布线与采用总线方式布线

a) 常规布线 b) CAN 总线布线

## 第二节 车载网络的发展历程

自 1980 年起，汽车上开始装用车载网络。1983 年，日本丰田公司在世纪牌汽车上采用

光纤车门多路传输集中控制系统, 车身电控单元可对各车门锁、电动车窗进行控制。

1986~1989年, 汽车车身系统采用了铜网线, 如日产公司的车门多路传输集中控制系统、GM公司的车灯多路传输集中控制系统等, 都已处于批量生产阶段。同时, 一些汽车网络标准也纷纷推出, 如德国 Robert Bosch 公司的 CAN 网络标准、美国汽车工程师学会 (SAE) 提出的 J1850、马自达的 PALMNET、德国大众的 ABUS 等。

20世纪90年代, 由于集成电路技术和电子器件制造技术的迅速发展, 用廉价的单片机作为总线的接口端, 采用总线技术布线的价格也逐渐进入了实用化阶段。

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, 该网络采用光缆连续地传输大容量的数据。

当汽车引入智能交通系统 (ITS) 后, 开始使用更大容量的网络, 如 DDB 协议、MOST 及 IEEE 1394 等。随着汽车电子技术的发展, 欧洲提出了控制系统的新协议 TTP。

2000年以后, 随着车载网络的进一步细分, 低端 LIN 网络产生。由于汽车各个系统对数据的传输速率要求不同, 汽车上常用的总线分为 CAN 总线和 LIN 总线两大类。CAN 总线用于对数据传输速率和带宽要求较高的场合, 如发动机电控单元和 ABS 电控单元等。LIN 总线用于对数据传输速率要求较低的场合, 为车载网络提供辅助功能, 多使用在不需要总线的高带宽和多功能的场合, 如智能传感器和车身系统的通信, 使用 LIN 总线可使成本大大降低。

目前, 多路总线传输技术在国内外已成功地运用到各种品牌汽车上, 一些厂家和公司也对汽车多路总线传输制定了进一步的标准, 各大公司还在不断推出新的总线形式及相关标准。主要车载网络的名称、概要、通信速度与组织/推动单位见表 1-1, 车载网络的开发年份、采用厂家与发表年份见表 1-2, 成本比例及通信速度对比如图 1-2 所示。

表 1-1 主要车载网络基本情况

车载网络名称	概 要	通信速度	组织/推动单位
CAN (Controller Area Network)	车身/动力与传动系统用 LAN 协议, 最有可能成为世界标准的车用 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	福特公司
LIN (Local Interconnect Network)	车身系统控制用 LAN 协议, 液压组件专用	20Kbit/s	LIN 协会
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	TIT 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
Bytelight	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,戴姆勒-克莱斯勒公司
DDB(Domestic Digital Bus)/Optical	音频系统通信协议,将 DDB 作为音频系统总线,采用光纤通信	5.6Mbit/s	C&C 公司
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 公司推出	22.5Mbit/s	MOST 合作组织
IEEE 1394	信息系统通信协议,有转化为 IDB 1394 的趋势	100Mbit/s	1394 工业协会

表 1-2 主要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/地区	说 明
	D2B 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	
1991	CAN 开发	欧洲	
1992	D2B D2B Optical 开发	日本	
1994	J1850 VAN	SAE 认可,ISO 批准	
1995	D2B	欧洲	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		推出了众多新的 LAN

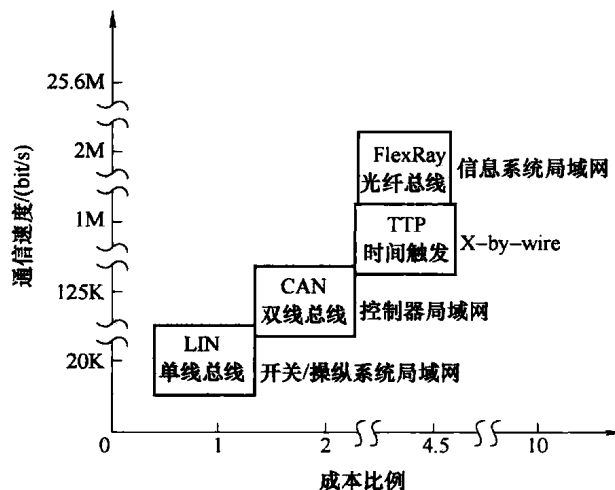


图 1-2 几种典型网络的成本比例与通信速度比较

## 第三节 车载网络系统的功能和特点

### 一、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“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。

### 二、车载网络系统的特点

汽车网络信息传输方式是利用数据总线将汽车上的各个功能模块（电控单元等）连接起来，形成汽车信息传输网络系统。发送数据和控制信号的功能模块将数据和控制信号以编码的方式发送到同一根总线上，接收数据或控制信号的功能模块通过解码获得相应的数据和控制命令（或某个开关动作）。总线每次只传送一个信息，多个信息分时逐个（串行）传输。其传输特点如下：

1) 由于用一根总线替代了多根导线，减少了导线的数量和线束的体积，简化了整车线束，线路成本和质量都有所下降。

2) 由于减少了线路和节点，信号传输的可靠性得以提高，并提高了整车电气线路的工作可靠性。

3) 改善了系统的灵活性，通过系统软件即可实现控制系统功能变化和系统升级。

4) 网络结构将各控制系统紧密连接，达到数据共享的目的，各控制系统的协调性可进一步提高。

5) 可为诊断提供通用的接口，利用多功能测试仪对数据进行测试与诊断，方便了维修人员对电子系统的维护和故障检修。

## 第四节 网络技术在汽车上的应用

网络技术在汽车上主要用于动力与传动系统、安全系统、车身系统和信息（娱乐）系统，其应用等级如图 1-3 所示。

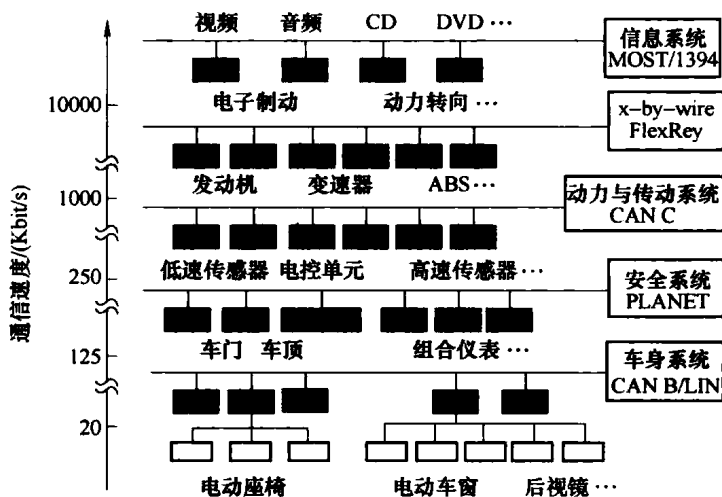


图 1-3 车载网络的应用等级

### 1. 动力与传动系统

动力与传动系统利用网络将发动机舱内的电控单元连接起来，实现诸如车辆行驶、停车及转弯等功能，采用高速网络。动力与传动系统电控单元的固定位置比较集中，节点数量也有限制。

动力 CAN 总线连接 3 个电控单元，即发动机电控单元、ABS 电控单元及自动变速器电控单元（动力 CAN 总线实际还可以连接 SRS、四轮驱动与组合仪表等电控单元）。总线可以同时传递 10 组数据，即发动机电控单元 5 组、ABS 电控单元 3 组和自动变速器电控单元 2 组。数据总线以 500Kbit/s 速率传递数据，每一数据组传递大约需要 0.25ms，每一电控单元 7~20ms 发送一次数据。其顺序为 ABS 电控单元、发动机电控单元、自动变速器电控单元。

动力与传动系统中的数据传递应尽可能快，以便及时利用数据，所以需要高性能的发送器。高性能发送器会加快速度系统间的数据传递，使接收到的数据立即应用于下一个点火脉冲。CAN 总线连接点通常置于电控单元外部的线束中，在特殊情况下，连接点也可能设在发动机电控单元内部。

### 2. 安全系统

SRS 根据各种传感器信息进行工作，因此使用的节点数较多。对此要求系统成本低、通信速度快，且通信可靠性高。

### 3. 车身系统

与动力与传动系统相比，车上各处都配置有车身系统的部件。因此，线束变长，易受到干扰。应尽量降低通信速度，以提高抗干扰能力。在车身系统中，与性能（通信速度）相比，更侧重于成本，目前常采用直连总线及辅助总线。

舒适 CAN 总线连接 5 个电控单元，包括中央电控单元及 4 个车门电控单元，实现中央

门锁、电动车窗、照明开关、后视镜加热及自诊断 5 种控制功能。电控单元的各条传输线以星状形式汇聚一点，如果一个电控单元发生故障，其他电控单元仍可发送各自的数据。

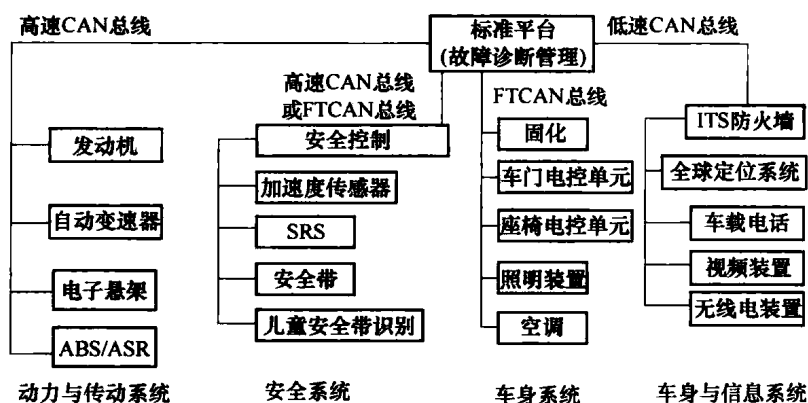
该系统使经过车门的导线数量减少，线路简单。如果线路中某处对搭铁短路、对正极短路或线路间短路，CAN 会立即转为应急模式运行或转为单线模式运行。4 个车门电控单元都由中央电控单元控制，只需较少的自诊断线。

数据总线以 62.5Kbit/s 速率传递数据，每一组数据传递约需要 1ms，每个电控单元 20ms 发送一次数据。优先权顺序为：中央电控单元、驾驶员侧车门电控单元、前排乘客侧车门电控单元、左后车门电控单元、右后车门电控单元。由于舒适系统中的数据可以用较低的速率传递，所以发送器性能比动力传动系统发送器的性能要求低。

#### 4. 信息（娱乐）系统

信息（娱乐）系统通信总线应具有容量大、通信速度高等特点。因此，通信媒体逐渐使用光纤取代以往的铜线。

网络技术在汽车上除上述应用外，还有面向 21 世纪的控制系统、高速车身系统及主干网络等，因此会有不同的网络并存，要求网络之间可以互相连接，也可以断开。为了实现即插即用，将各种网络与总线相连，根据汽车平台选择并建立所需要的网络，典型的车载网络如图 1-4 所示。



## 第五节 车载网络的发展趋势

### 1. D2B Optical 光纤网络

D2B Optical 是一种光纤通信系统，使用者可以将娱乐及信息产品与中央控制系统整合，不会与中央控制系统相互抵触。D2B 光纤网络采用光纤以光波传输数据，数据按次序在光纤网络中传输。主要用于收音机、卫星导航、CD、音频放大器、移动电话和道路交通导航系统等。

采用 D2B 光纤网络可减少传输信号失真，线路无损耗。车辆其他用电设备产生的高频干扰电流以及静电等对 D2B 光纤传输网络不构成干扰。

目前，D2B Optical 应用在车身网络上，特别是数字影音、导航系统，其特色在于激活时，即自我组态，并且新旧的 D2B Optical 装置都相融于车身网络。

## 2. Command 网络

Command 网络是一种独立的网络，用于连接交通状况记录模块与电视（TV）频道译码模块，资料由中央通信电控单元播放 TV 并结合卫星导航、地图系统，指示驾驶员如何避开交通拥塞道路。

## 3. CellPort Labs 移动电话网络

移动电话与 D2B 光纤永久连接，当移动电话使用 TMC/GSM 与交通信息中心连接时，移动电话通过移动电话网络与交通状况记录模块传递信息，进行导航指示，与汽车使用共同的接口，行车时也可同时打电话。

## 4. USB

英特尔与微软大力推动个人计算机的外围设备（如数码相机、打印机、磁盘等），配上 USB 万用插接器，便可即插即用。高速光纤传输是影音通信协议 IEEE 1394 的发展趋势。

## 5. OSEK 开放式标准化系统

开放式标准化系统兼容于车内的电子产品接口，将实时的操作系统、软件接口及管理网络与通信功能规范化，在戴姆勒-克莱斯勒与 IBM 的协议下，该系统已成为车上的基本操作系统。

### 复习思考题

1. 简述车载网络技术应用的必要性。
2. 车载网络系统有哪些功能和特点？
3. 简述车载网络技术在汽车上的具体应用。
4. 简述车载网络的发展趋势。

## 第二章 车载网络基础知识

### 第一节 现场总线

计算机、控制器、通信和 CRT 显示技术的发展,尤其是微处理器技术和集成电路技术的飞速发展,使控制技术向高、精方向发展,汽车正在走向信息化。到目前为止,过程控制经历了模拟仪表控制系统、集中式数字控制系统、集散控制系统(Distributed Control System, DCS)和现场总线控制系统(Field Bus Control System, FCS),其性能比较见表 2-1。信息技术的飞速发展引发了自动化领域的深刻变革,逐步形成了网络化、全开放的自动控制体系,现场总线控制技术就是这场变革中最核心的技术。其中,现场总线控制技术中的车载网络技术是汽车工业应用的成熟技术之一。

表 2-1 几种控制系统性能比较

类型	优点	缺点	应用时间
模拟仪表控制系统	结构简单	模拟信号精度低,易受干扰	20 世纪 60 和 70 年代
集中式数字控制系统	精度高,抗干扰能力强,易于根据全局情况进行控制计算和判断,可统筹选择控制方式和控制时机	对电控单元本身要求高,必须具有足够的处理能力和极高的可靠性,当系统任务增加时,控制器的效率和可靠性急剧下降	20 世纪 70 和 80 年代
集散控制系统	对电控单元无要求,采用集中管理、分散控制。上位机集中监视管理,下位机分散到现场实现分布式控制,上、下位机之间用网络互联实现信息传递	封闭专用的、不具可互操作性的分布式控制系统,且造价昂贵	20 世纪 80 和 90 年代
现场总线控制系统	全数字化、全分散式、全开放、可互操作和开放式互连网络,成本低,可靠性高	进一步提高智能化程度	20 世纪 90 年代以后

#### 一、功用

总线即传输信息的公共通道,现场总线(Field Bus)是指安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线。现场总线技术是一种全数字化、全分散式、可互操作和开放式互连网络的新一代控制技术,是计算机技术、通信技术和控制技术的综合与集成。

现场总线技术将专用微处理器置入传统的测量控制仪表,使其各自具有一定的计算和数字通信功能,成为能独立承担某种控制、通信的网络节点,并分别通过普通双绞线、同轴电缆、光纤等进行信息传输,形成以多个测量控制仪表、计算机等作为节点连接成的网络系统。计算机网络将人类引入到信息时代,而现场总线则将自动控制系统与设备加入到信息系

统的行列。现场总线技术的出现，标志着自动化新时代的开始。

## 二、特点

### 1. 总线式结构

一对传输线（总线）挂接多台现场仪器，双向传输多个信号，如图 2-1 所示。该结构接线简单，工程周期短，安装费用低，维护容易。若增加现场设备或现场仪器，只需并行挂接到电缆上，无须架设新的电缆。

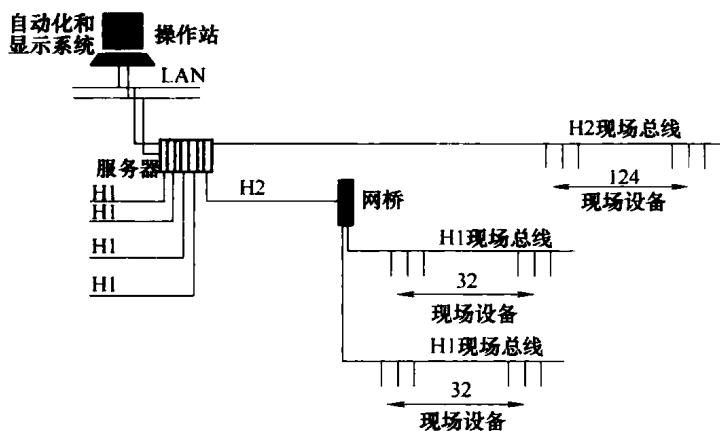


图 2-1 现场总线结构

### 2. 彻底的分散控制

现场总线的分散控制如图 2-2 所示。现场总线将控制功能下放到作为网络节点的现场智能仪表和设备中，做到彻底的分散控制，提高了系统的灵活性、自治性和安全可靠，减轻了分布式控制中电控单元的计算负担。

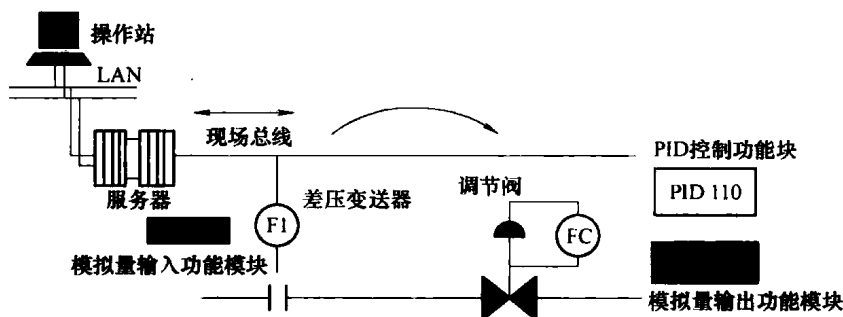


图 2-2 现场总线的分散控制

### 3. 开放性、互操作性和互换性

现场总线采用统一的协议标准，是开放式的互连网络。不同厂家的产品可以方便地接入同一网络，在同一控制系统中进行互操作；不同厂家性能类似的设备可实现相互代替，简化了系统集成。

### 4. 多种传输介质和拓扑结构

由于采用数字通信方式，因此可用多种介质进行通信。根据控制系统中节点的空间分布情况，可应用多种网络拓扑结构。

### 5. 可靠性高

数字信号传输抗干扰能力强，精度高，成本低。

### 6. 综合功能

现场仪表既有检测、变换和补偿功能，又有控制和运算功能，实现了一表多用，不仅方便了用户，而且降低了成本。

## 三、现场总线的几种常见类型

现场总线技术发展迅速，目前已开发出 40 余种。常见的现场总线有 FF、Profibus、LonWorks、CAN、DeviceNet、ControlNet，其性能比较见表 2-2。

表 2-2 常见现场总线性能比较

类型 特性	FF	Profibus	LonWorks	CAN	DeviceNet	ControlNet
开发公司	Fisher Rosemount	Siemens	Echelon	Bosch	Rockwell Automation	Rockwell Automation
OSI 网络层次	1,2,7,(8)	1,2,7	1~7	1,2,7	1,2,7	1,2,7
通信介质	双绞线、同轴 电缆和光纤	双绞线和光纤	双绞线、同轴 电缆、光纤、无线 和电源线	双绞线	双绞线、同轴 电缆和光纤	双绞线、同轴 电缆和光纤
介质访问 方式	令牌	令牌	可预测 P-坚持 CSMA (Predictive P- Persistent CSMA)	带非破坏性逐位 仲裁的载波侦听多 路访问 (CSMA/ NBA)	带非破坏性逐位 仲裁的载波侦听多 路访问 (CSMA/ NBA)	隐性令牌
最大通信速 率/(Kbit/s)	31.25 (H1) 100000 (H2)	12000	1500	1000	500	5000
最大节点数	32	127	2 <sup>48</sup>	110	64	99
优先级	有	有	有	有	有	有
本质安全性	是	是	是	是	是	是
开发工具	有	有	有	有	有	无

### 1. 基金会现场总线 (FF)

FF 的体系结构参照 ISO/OSI 参考模型的第 1、2、7 层协议，即物理层、数据链路层和应用层。另外增加了用户层。基金会现场总线分低速 H1 总线和高速 H2 总线两种。H1 为用于过程控制的低速总线，传输速率为 31.25Kbit/s，传输距离分别为 200m、400m、1200m 和 1900m 4 种，可挂接 2~32 个节点。物理传输介质可支持双绞线、同轴电缆和光纤，协议符合 IEC 1158—2 标准，可支持总线供电和本质安全防爆。高速 H2 总线的传输速率可达 100Mbit/s，甚至更高，大量使用了以太网技术。

### 2. 过程现场总线 (Profibus)

Profibus 有 3 种类型，即分散化的外围设备 Profibus-DP、现场总线报文规范 Profibus-FMS、过程自动化 Profibus-PA。它采用开放系统 ISO/OSI 参考模型的物理层、数据链路层。分散化的外围设备 (DP) 隐去了第 3~7 层，而增加了直接数据连接拟合作为用户接口；现场总线报文规范 (FMS) 只隐去了第 3~6 层，采用了应用层。其最大传输速率为 12Mbit/s，



传输距离分别为 100m 和 400m，传输介质为双绞线或光纤，最多可挂接 127 个节点，可支持本质安全。

### 3. 局部操作网络 (LonWorks)

采用 ISO/OSI 参考模型的全部 7 层协议和面向对象的设计方法，通过网络变量将网络通信设计简化为参数设置，其最大传输速率为 1.5Mbit/s，传输距离为 2700m，传输介质为双绞线、光纤、同轴电缆、射频、红外线和电源线等，可支持总线供电和本质安全。采用的 LonTalk 协议被封装在 Neuron 芯片中，内含 3 个 8 位微处理器，分别用于负责媒体访问控制、网络处理和应用处理。通常将局部操作网络及其技术统称为 LonWorks 技术。

### 4. 控制器局域网 (CAN)

CAN 用于汽车内部测量与执行部件之间的数据通信。CAN 结构模型取 ISO/OSI 参考模型的第 1、2、7 层协议，即物理层、数据链路层和应用层。通信速率最高为 1Mbit/s，通信距离最远为 10000m。物理传输介质可支持双绞线，最多可挂接 110 个节点，可支持本质安全。CAN 采用短帧报文，抗干扰能力强，可靠性高。

### 5. 设备网 (DeviceNet)

DeviceNet 是一种开放式的通信网络，将工业设备如光电开关、操作员终端、电动机起动器、变频器和条形码读入器等连接到网络。该网络虽然是工业控制的最底层网络，通信速率不高，传输数据量不大，但它采用了数据网络通信的新技术，如遵循控制及信息协议 (CIP)，具有低成本、高效率、高可靠性的特点。DeviceNet 遵从 ISO/OSI 参考模型，其网络结构分为物理层、数据链路层和应用层，物理层下面还定义了传输介质。其中物理层和数据链路层均采用 CAN 协议。传输介质可支持双绞线，最多可挂接 64 个节点。3 种可选数据传输速率 125Kbit/s、250Kbit/s 和 500Kbit/s 分别对应的传输距离为 500m、250m 和 100m。支持设备的热插拔，可带电更换网络节点，符合本质安全要求。

### 6. 控制网 (ControlNet)

ControlNet 是一种高速、高确定性和可重复性的网络，特别适用于对时间有苛刻要求的复杂场合的信息传输。其总线上传输的信息一类是对时间有苛刻要求的控制信息和 I/O 数据，拥有最高的优先权，以保证不受其他信息的干扰，并具有确定性和可重复性；另一类是无时间苛求的信息，如上/下载程序，设备组态，诊断信息等。ControlNet 采用 ISO/OSI 参考模型的物理层、数据链路层及应用层，其中应用层采用 CIP。ControlNet 只支持 5Mbit/s 的通信速率，支持的传输介质为屏蔽双绞线、同轴电缆或光纤，并支持本质安全。

## 第二节 车载网络结构与组成

典型汽车车载网络系统如图 2-3 所示，网络布置如图 2-4 所示。通常，车载网络结构采用多条不同速率的总线分别连接不同类型的节点，并使用网关服务器实现整车的信息共享和网络管理，网络数据传输如图 2-5 所示。奥迪轿车车载网络系统如图 2-6 所示。

动力与传动系统的受控对象直接关系到汽车的行驶状态，对通信实时性要求较高。因此使用高速的总线连接动力与传动系统。传感器的各种状态信息以广播的形式在高速总线上发布，各节点在同一时刻根据需要获取信息。数据交换网建立在优先权竞争的基础上，并且具备极高的通信速率。