

全国机械职业教育教学指导委员会推荐

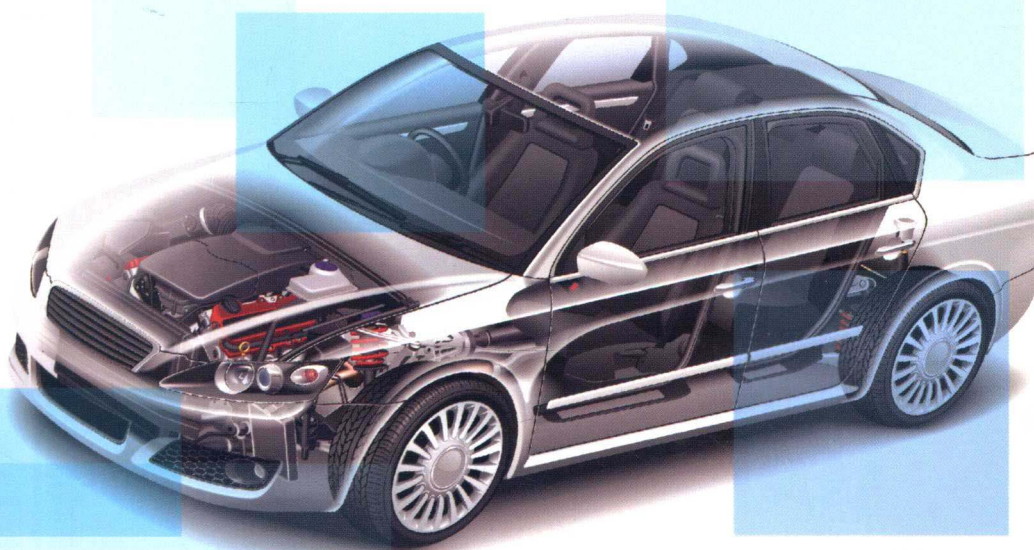


中锐教育研究院审定

职业教育汽车类专业规划教材

汽车网络结构 与检修

钱 强 主编 / 王立忠 副主编



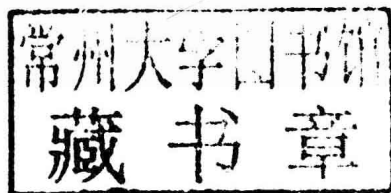
清华大学出版社



职业教育汽车类专业规划教材

汽车网络结构与检修

钱 强 主编 / 王立忠 副主编



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书借鉴德国大众等汽车车载网络维修培训资料,重点介绍了当今主要车型的总线系统,具体内容
包括:汽车车载网络基础知识、CAN 总线系统、LIN 总线系统、MOST 总线系统、VAN 总线系统、LAN
总线系统、FlexRay 总线系统、车载蓝牙系统,以及各类总线系统检测诊断及维修方法。

本书既可以作为高职高专院校汽车相关专业的教学用书,也可以作为从事汽车维修技术人员关于
汽车车载网络系统实际应用、检测维修的技术指导书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车网络结构与检修/钱强主编. —北京:清华大学出版社,2015

职业教育汽车类专业规划教材

ISBN 978-7-302-38853-1

I. ①汽… II. ①钱… III. ①汽车—网络系统—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 016708 号

责任编辑:刘翰鹏

封面设计:常雪影

责任校对:袁 芳

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:7.75

字 数:171 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版

印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:32.00 元

产品编号:063050-01

职业教育汽车类专业规划教材

专家委员会

顾问

陈晓明(中国机械工业教育发展中心主任、教育部全国机械职业教育教学指导委员会副主任兼秘书长)

专家委员会主任

吴培华(清华大学出版社总编辑、编审)

专家委员会委员

李双寿(清华大学教授、清华大学基础工业训练中心主任)

张执玉(清华大学汽车工程系教授)

王登峰(吉林大学汽车学院教授、博士生导师)

刘 洋(广汇汽车服务股份公司人力资源总经理)

李春明(长春汽车工业高等专科学校副校长教授)

陈博伟(上汽大众 VW 服务技术培训部经理)

白晓英(上海通用汽车市场营销部网络发展与管理经销商培训特殊项目经理)

楼建伟(中锐教育集团总经理助理、教育部全国机械职业教育教学指导委员会产教合作促进与指导委员会秘书长)

职业教育汽车类专业规划教材 编审委员会

编审委员会主任

周肖兴(中锐教育集团董事总经理、教育部全国机械职业教育教学指导委员会产教合作促进与指导委员会主任委员)

编审委员会副主任

夏令伟(中锐教育集团研究院副院长、无锡南洋职业技术学院汽车工程与管理学院院长、教授)

丁 岭(清华大学出版社职业教育分社社长、编审)

韩亚兰(中锐教育集团华汽事业部总经理)

钱 强(无锡南洋职业技术学院汽车工程与管理学院副院长、副教授)

编 委(按姓氏拼音字母排列,排名不分先后)

陈 荷 陈光忠 戴 华 丁雪涛 高培金 韩玉科 贾清华 荆旭龙 康 华
李 权 梁建和 刘佳霓 龙 超 鲁学柱 钱泉森 王金华 王晓峰 魏春雷
席振鹏 肖 翔 徐景山 薛 森 杨运来 于得江 张 芳 章俊成 赵成龙
周有源

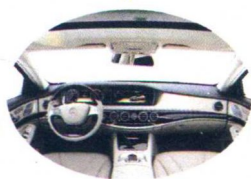
执行编委

朱 莉

编 辑

刘士平 帅志清 刘翰鹏 王剑乔

序



汽车业是国民经济的重要支柱产业。汽车工业是生产各种汽车主机及部分零配件或进行装配的工业部门。中国汽车制造业增势迅猛,2009年国内汽车销量突破 1300 万辆,超越美国成为全球最大的汽车市场。2014 年,国内汽车年产销 2200 万辆。汽车是高科技的综合体,并且随着汽车工业的不断发展,新技术、新材料、新工艺、新车型不断涌现,给人们带来丰富多彩的汽车文化的同时,也给汽车从业人员和汽车专业的教学提出了挑战。

汽车后市场是指汽车销售以后,围绕汽车使用过程中的各种服务,涵盖了消费者买车后所需要的一切服务。商务部公布的汽车授权销售商已经突破 9 万个,其中 24000 家 4S 店;国内拥有 600 余家新车交易市场或汽车园区,拥有 800 余家二手车交易市场,拥有 1000 余家汽车配件和汽车用品市场。汽车后市场的繁荣形成了巨大的高技能人才需求。

职教领域汽车专业是随汽车工业不断发展而衍生出来的一个专门服务于这个行业的专业系,主要包括汽车服务工程、汽车销售与评估、汽车检测与维修、汽车商务管理等学科,基本涵盖了汽车行业研发、制造、销售、售后服务等过程。目前一些职业院校人才培养还不能够适应行业发展需要,成为阻碍汽车行业发展中一个至关重要的问题。如何能够协调好行业发展与人才培养问题,需要切实解决在职业教育中汽车专业所需要面对的问题方法,从教学观念着手,切实改进教育方法,注重学生实际操作能力要求,加强学生实际工作能力,加强师资队伍建设,加强与企业的深度融合。

中锐教育集团与上海通用、上海大众、一汽奥迪、广汽本田、中国汽车流通协会以及国内众多的汽车经销商集团合作,学习并吸收国外先进的职业教育经验和人才培养模式,引入汽车主机厂的员工培训模式与方法,和清华大学出版社联合推出此系列规划教材。教材针对当前汽车产业所采用的大量新技术、汽车检测新技术和新设备的升级更新,针对汽车行业与企业对人才需求的新标准和新要求,针对学生今后就业岗位的职业能力要求和职业素养要求,正满足汽车专业职业教育产教融合的需要。



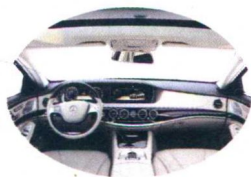
随着国家提出创新驱动的战略,未来汽车行业对于技能型人才的需求还将继续扩大,同时国家正在致力推动汽车职业教育的转型升级,汽车行业职业教育面临着机遇和挑战并存的现状。希望通过双方共同努力,逐步建立整套汽车专业设置的解决方案,完善汽车职业教育与汽车行业企业人才需求、课程内容与汽车职业标准,培养满足未来汽车行业要求的技能型人才。

苏 双 丹

写于清华园

2014年12月

自序



职业教育培养的是技术技能型人才,为工业化转型和经济发展升级换代提供人力资源保障,发展职业教育是提升综合国力和核心竞争力的重要措施和手段,是实现中国梦的重要支撑。职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国和人才强国战略中具有重要的作用。党中央、国务院高度重视发展职业教育,《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》和《现代职业教育体系建设规划(2014—2020)》等文件都强调要大力发展职业教育,明确未来要让职业学校的专业设置、教学标准和内容更加符合行业、企业岗位的要求。

中锐教育集团创始于1996年,是中锐控股集团旗下的主要成员,总部位于上海,是中国领先的职业教育投资商和服务商,经过多年的不懈努力,形成了涵盖基础教育、高等教育、国际教育、职业教育与企业培训的集团化教育课程体系,是目前国内教育业务范围最广、投资规模最大的教育集团之一。

2006年,中锐教育集团响应国家大力发展职业教育的号召,认真贯彻落实国家教育改革与发展纲要精髓,积极推动汽车制造与服务类专业改革与创新,力争教育教学质量和人才培养指标提升,为行业提供高素质人才。集团以汽车职业教育为龙头,创立“华汽教育”品牌,积极引进国外优质教育资源、课程体系、师资力量以及考试认证体系,整合行业资源,成功开发了符合中国国情、拥有自主知识产权的汽车职业教育课程体系。中锐教育集团把优化专业结构、创新人才培养模式、加强专业内涵建设和课程体系建设作为教育教学改革的重点核心任务,积极组织研发教材,旨在提高教育教学质量和办学水平。

近些年,中锐教育集团坚持教育改革,探索和建立完善的教学体系,围绕学生就业核心岗位的工作领域构建人才培养方案,形成公共教学平台、专业基础平台、专业模块加专业拓展平台的课程体系;针对专业所面向的行业(产业)与岗位群,以岗位通用技能与专门技能训练为基础,系统设计满足专业共性需求与专门化(或个性化)需求、校内校外相结合的实训体系;围绕专业人才培养方案,以培养职业岗位能力和提高职业素养为重点,在校企之间



搭建信息化平台,将企业资源引入教学中,建设开放式的专业教学支持系统,创建先进的数字化学习空间,实现信息化教学资源在专业内的广泛共享。

中锐教育集团不断改革与完善课程结构,自 2007 年以来,开发了华汽 1.0 版本、2.0 版本和 3.0 版本的教材。在前三个版本基础上开发了 4.0 版本教材。本 4.0 版本教材针对现代汽车上采用了大量的新技术、汽车检测新技术、新设备的升级更新、针对汽车行业与企业对人才需求的新标准与新要求、针对学生今后就业岗位的职业能力要求和职业素养要求,教材建设要体现思路新、内容新、题材新。中锐教育集团积极与上海通用、上海大众、一汽奥迪、广汽本田和全国机械职业教育教学指导委员会、机械工业教育发展中心、中国汽车流通协会,以及与全国众多的汽车经销商集团合作,学习吸收国外先进的职业教育先进经验和人才培养模式与方法,引入汽车主机厂的员工培训模式与方法,将岗前培训的要求与内容引入课程中,将职业能力要求嵌入课程,课程建设始终贯彻建立以服务地方经济为目标,以学生就业为导向,加强职业素质训导、强化职业道德教育,强化任务驱动、项目导向“教—学—做”一体化的教学模式。

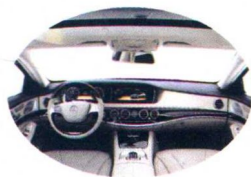
为了适应教学改革的需要,积极发展信息化教学。4.0 版教材具有纸质版与电子版两种版本,纸质版教材多数采用彩色印刷,图文并茂,更符合高职学生的学习要求。中锐教育集团积极开发 O2O 在线教学与管理平台,将电子版教材放入“电子书包”中,同时与微课、微视频、操作技能培训视频、错误操作纠错视频、原理动画等相配套。与教学互动、在线考试相结合,充分利用信息化教学平台,激发学生的学习积极性和主观能动性,提高教学质量,提高职业能力能力的培养。

本丛书组建了高等院校、高等职业技术学院、汽车工程学术组织、汽车技术研究机构、汽车生产企业、汽车经销商服务企业、汽车维修行业协会、汽车流通行业协会及汽车职业技能培训机构等各方人士相结合的教材编审委员会,以保证教材质量。

真诚地希望本丛书的出版能对我国的职业教育和技能培训有所裨益,热切期待广大读者提出宝贵意见和建议,使教材更臻完善。

2014 年 12 月

前言



目前汽车已进入智能化、网络化的时代,汽车车载网络技术在现代汽车电子技术中的地位越来越重要,这也就对汽车维修行业从业人员提出了更高的要求。目前国内关于车载网络方面的教材较少,不能满足职业教育的需求。编者借鉴德国大众汽车等车载网络维修培训资料,致力于编写一本让汽车专业在校学生和汽车修理工看得懂、用得上的车载网络教材。本书围绕汽车车载网络系统的故障检修,系统地介绍了汽车车载网络的相关知识,主要包括:CAN 总线、LIN 总线、MOST 总线、VAN 总线、LAN 总线、FlexRay 总线、车载蓝牙系统,还介绍了各类总线的作用、应用、结构组成及工作原理。

本书共分 5 个模块:模块 1 为汽车车载网络基础知识;模块 2 为 CAN 总线系统;模块 3 为 LIN 总线系统;模块 4 为 MOST 总线系统;模块 5 为其他总线系统。每个模块内容包括学习目标、学习内容、复习与思考、实训指导与操作等部分,将理论教学与实操技能训练密切相连,便于教师的教学和学生的学习。

本书内容充实、新颖,实用性强,既可作为高职高专院校汽车相关专业的教学用书,也可供从事汽车维修工作的技术人员参考。

本书由无锡南洋职业技术学院钱强任主编,王立忠任副主编,王金华任主审。其中,钱强编写了模块 2、3、4,王立忠编写了模块 1、5。

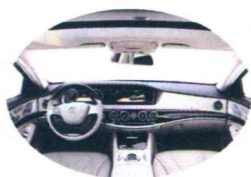
本书在编写过程中参阅了大量的文献资料,在此对其作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中肯定存在不妥之处,恳请广大读者朋友批评、指正。

编者

2014 年 12 月

目 录



模块 1 汽车车载网络基础知识 <<<1

1.1 车载网络系统的作用	2
1.1.1 车载网络系统的应用背景	2
1.1.2 车载网络系统的发展	3
1.2 汽车车载网络系统通信协议	4
1.2.1 常用基本术语	4
1.2.2 车载网络系统通信协议	7
1.2.3 常用数据总线系统标准、协议	9
1.3 复习与思考	13

模块 2 CAN 总线系统 <<<15

2.1 CAN 总线系统概述	16
2.1.1 整车控制单元之间的连接方式	17
2.1.2 在两个控制单元之间进行数据传输的连接方式	17
2.1.3 典型 CAN 网络拓扑结构	18
2.2 CAN 总线数据传递	19
2.2.1 CAN 总线数据传递原理	19
2.2.2 CAN 总线系统组成	21
2.2.3 CAN 总线数据列	22
2.2.4 数据区的内容	23
2.2.5 CAN 总线数据传递过程	24
2.2.6 CAN 总线系统信息传输的优先权判定	26
2.2.7 数据传输的抗干扰能力	27
2.3 典型车型 CAN 总线类型	28
2.3.1 驱动系统的数据总线	29
2.3.2 舒适系统中的 CAN 总线	32
2.3.3 网关	34



2.4 复习与思考	35
-----------------	----

模块3 LIN 总线系统 <<<39

3.1 LIN 总线系统概述	40
3.1.1 LIN 总线概况	40
3.1.2 LIN 总线的发展	40
3.1.3 LIN 总线特点	41
3.2 LIN 总线数据传递	41
3.2.1 LIN 总线系统的组成	41
3.2.2 LIN 总线的数据传送	43
3.3 LIN 总线应用	45
3.4 复习与思考	45

模块4 MOST 总线系统 <<<47

4.1 MOST 总线系统概述	48
4.2 MOST 总线系统的组成	49
4.3 MOST 总线数据传递	52
4.3.1 光信号传输原理	52
4.3.2 MOST 总线数据	53
4.3.3 MOST 总线系统工作流程	54
4.4 复习与思考	56

模块5 其他总线系统 <<<57

5.1 VAN 总线系统	58
5.1.1 VAN 总线系统的发展	58
5.1.2 VAN 总线系统的结构	58
5.1.3 VIN 总线系统的物理层	62
5.1.4 VIN 总线系统的应用	64
5.2 LAN 总线系统	64
5.2.1 LAN 总线系统的发展情况	64
5.2.2 LAN 总线通信协议	64
5.2.3 LAN 协议主要参数	65
5.2.4 LAN 协议(J1850)中的两种 IC	65
5.2.5 两种 IC 电路的应用情况(以丰田为例)	67
5.3 FlexRay 总线系统	67



5.3.1 FlexRay 总线系统概述	67
5.3.2 FlexRay 总线工作状态	69
5.3.3 FlexRay 总线的网络拓扑	70
5.3.4 FlexRay 帧格式	71
5.3.5 FlexRay 总线的通信模式	72
5.3.6 FlexRay 总线时钟同步	73
5.4 车载蓝牙系统	74
5.4.1 车载蓝牙技术的功能与特点	74
5.4.2 车载蓝牙技术的应用场合与模式	75
5.4.3 车载蓝牙免提系统	76
5.5 复习与思考	81

实训指导与操作

<<<83

模块 1 实训项目 查询车载网络的类型与协议	83
模块 2 实训项目 CAN 总线系统检测与故障诊断	87
模块 3 实训项目 LIN 总线系统检测与故障诊断	99
模块 4 实训项目 MOST 总线系统检测与故障诊断	103
模块 5 实训项目 VAN、LAN、FlexRay 总线系统的应用	105

参考文献

<<<107

模块 1



汽车车载网络基础知识

◎ 学习目标



1. 知识目标

- (1) 掌握车载网络系统的作用；
- (2) 熟悉车载网络系统常用基本术语；
- (3) 掌握常用数据总线系统的标准、协议。



2. 能力目标

能够判断常用汽车车载网络的类型与协议。



1.1 车载网络系统的作用

汽车上电器的技术含量和数量是衡量汽车性能的一个重要标志。汽车电器技术含量和数量的增加意味着汽车性能的提高,但汽车电器的增加同样使汽车电器之间的信息交互桥梁——线束及与其配套的电器接插件数量成倍上升。1955年,平均一辆汽车所用线束总长度为45m,到了2002年,一辆汽车所用的平均线束总长度达到了4000m。线束的增加不但占据了车内的有效空间,增加了装配和维修的难度,提高了整车成本,而且妨碍了整车可靠性的提高。

为了在提高性能与控制线束数量之间寻求一种有效的解决途径,20世纪80年代初,出现了一种基于数据网络的车内信息交互方式——车载网络。

车载网络既是一个开放的通信网络,又是一种全封闭控制系统。它作为智能设备的联系纽带,把挂接在总线上称为节点的智能设备连接成网络,使之成为集控制、测量、诊断的综合、实时网络。



1.1.1 车载网络系统的应用背景

1. 电控系统的引入显著提高了车辆的综合性能

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。特别是70年代后,电子技术在汽车工业上的广泛应用,为汽车各系统提供了速度快捷、功能强大、性能可靠、成本低廉的电子控制零部件或整个控制系统,汽车电控系统极大地提高了汽车的经济性、安全性和舒适性。同时,汽车电子技术的发展也有利于解决全球范围内汽车尾气排放控制和能源危机问题,如图1-1所示。

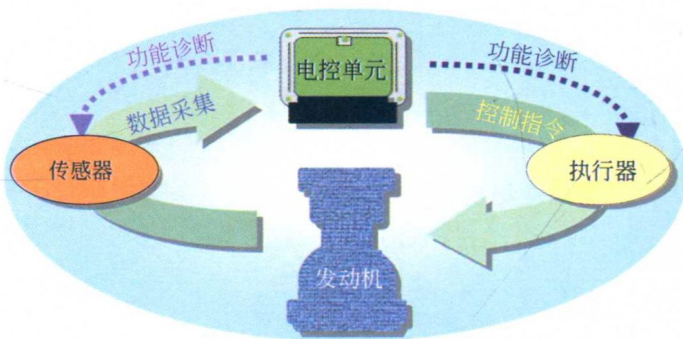


图 1-1 汽车电控系统的应用

2. 电控元件的不断增加使线束不断增多和庞大

为改善汽车性能而增加大量的电控系统,使电控单元数目增多,相应传感器和执行器的数目也随之增多,同时车上的连接导线也越来越多、越来越复杂。

电控元件的增加加剧了粗大的线束与汽车有限的可用空间之间的矛盾。同时线束和



插头数量的增加必然使得故障率越来越高。



1.1.2 车载网络系统的发展

1983 年, Bosch 公司开发了汽车总线系统, 即控制器局域网(controller area network, CAN)。

同年, 丰田汽车公司在世纪牌汽车上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。

1986—1989 年, GM 公司在车身系统上装配了铜线网络。

此时, GM 公司的车灯控制系统已经处于批量生产阶段。

1986 年, 在底特律汽车工程协会的会议上, 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 芯片 82526, Philips 公司很快也推出了 82C200。

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 ISO 11898 以及 ISO 11519。在美国, 通过采用 SAE J1850 总线普及了数据共享系统, 也通过了 CAN 的标准, 明确表示将转向 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, 即时间触发协议(time triggered protocol, TTP), 并在 X-by-Wire 系统上开始应用。

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网路, 因为这种网路需要将大容量的数据连续地输出, 因此, 在这种网路上采用光缆。当汽车引入智能交通系统(ITS), 由于与车外大量交换数据, 因而在信息系统中将会采用更大容量的网路, 例如 D2B 协议、MOST 及 IEEE 1394 等。

主要车载网络的名称、概要、通信速度、开发单位与组织见表 1-1。

表 1-1 主要车载网络基本状况

车载网络名称	概 要	通信速度	开发单位与组织
CAN(controller area network)	车身/动力传动系统控制用 LAN 协议, 最有可能成为世界标准的车用 LAN 协议	1Mb/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	1Mb/s	ISO
J1850	车身系统控制用 LAN 协议, 以美国为中心	10.4~41.6Kb/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	20Kb/s	LIN 协议会



续表

车载网络名称	概 要	通信速度	开发单位与组织
IDB-C(ITS data bus on CAN)	以 CAN 为基础的控制用 LAN 协议	250Kb/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)	2Mb/s 25Mb/s	TTT 计算机技术公司
TTT CAN(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	1Mb/s	Robert Bosch 公司, CAN
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)	10Mb/s	BMW 公司
FlexRay	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议	5Mb/s	BWM 公司 Daimler-Chrysler 公司
D2B/optical(domestic digital bus/optical)	音频系统通信协议,将 D2B 作为音频系统总线,采用光通信	5.6Mb/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 公司推动	22.5Mb/s	MOST 合作组织
IEEE 1394	信息系统通信协议,有转化成 IDB 1394 的动向	100Mb/s	1394 工业协会

车载网络的应用不仅涉及汽车上各电子装置的硬件连接,网络相关软件也必然成为每个电控单元软件中的一部分。车载软件系统很快就会成为一个相对独立的部分,它与车载电子系统的关系会逐渐发展成像现在计算机软件与硬件系统的关系一样。那时,汽车上的应用系统将可以直接调用嵌入式操作系统中的网络功能服务程序和其他一些通用服务功能软件,这些软件的设计也会变得像发动机设计、底盘设计及车身设计一样重要。



1.2 汽车车载网络系统通信协议



1.2.1 常用基本术语

汽车车载网络系统通信协议常用基本术语主要有局域网、现场总线、节点、多路复用、数据总线、帧、传输仲裁、网络拓扑结构等。

1. 局域网

局域网即在一个有限区域内连接的计算机网络。局域网可以实现这个系统内的资源共享和信息通信。连接到局域网上的可以是计算机、基于微控制器的应用系统或智能装置。计算机构成的局域网如图 1-2 所示。

车载网络是多个局部网络的互联结构,如图 1-3 所示。