

现 / 代 / 汽 / 车 / 技 / 术 / 丛 / 书

汽车车载网络系统 (CAN-BUS) 原理与检修

李东江 张大成 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代汽车技术丛书

汽车车载网络系统 (CAN-BUS) 原理与检修

李东江 张大成 主编



机械工业出版社

汽车上的电子控制系统越来越多,因此出现了利用总线控制的车载网络系统(CAN-BUS)。这一系统在目前进口与国产汽车上已得到广泛使用。书中介绍了车载网络系统的概况、组成、故障诊断与检查方法,典型车型的车载网络技术及其检修方法,检修实例。

本书可供汽车维修人员、汽车相关从业人员使用,也可供大中专院校汽车维修与应用专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络系统(CAN-BUS)原理与检修/李东江,张大成主编. —北京:机械工业出版社,2005.1

(现代汽车技术丛书)

ISBN 7-111-15343-X

I. 汽... II. ①李...②张... III. ①汽车—电气设备—计算机控制系统—理论②汽车—电气设备—计算机控制系统—检修 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第099827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:徐巍

责任编辑:郑铨 版式设计:冉晓华 责任校对:张晓蓉

封面设计:鞠杨 责任印制:洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年1月第1版第1次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·27.25印张·677千字

0 001—4 000册

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着汽车电子控制技术在汽车上的广泛使用,汽车上的电子控制单元及电子元件越来越多,这些电子控制技术包括燃油喷射、自动变速器、ABS、安全气囊系统、动力转向、ASR、电控悬架、EBD、汽车防撞控制、中控门锁与防盗、自动空调、汽车通信、巡航控制系统、GPS、照明控制系统、车内娱乐设备控制系统等。这些控制系统相互之间的通信和数据共享,如果采用传统的布线方式,势必导致汽车上电线数目急剧增加,在这种情况下,汽车上的电子控制器局域网络(CAN)技术应运而生。现代轿车设计中,大多数中高档轿车都采用了网络技术,国产轿车使用网络技术也越来越普遍。

车载网络技术在汽车电子控制系统中的作用越来越重要,它解决了现代汽车电子化中出现的线路复杂和线束增加的问题,同时也是汽车通信和控制的一个基础。车载网络是汽车结构中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,汽车的维修与使用就会遇到障碍。为了帮助广大汽车维修人员掌握车载网络的应用与维修技术,我们编写了本书。

为了使读者全面了解车载网络技术,本书第一章和第二章介绍了车载网络的概况、组成、故障诊断与检查方法,在介绍过程中力求用简炼易懂的语言介绍高深的网络专业知识;在第三章到第九章中主要介绍几种典型车型的车载网络技术及其检修方法;第十章收集了一些车载网络检修实例,以达到举一反三,增加对车载网络技术认识的目的。本书适用于广大汽车维修人员、汽车相关从业人员使用,也可供大中专院校汽车维修与应用专业学生参考。

本书由李东江、张大成主编,参加编写的人员有李东江(第一、二章)、宋良玉(第三章)、张大成(第四章)、邵红梅(第五章)、谢剑(第六章)、於海明(第七章)、鞠卫平(第八章)、胡飞(第九章)、李和(第十章)。全书最后由李东江统稿。参加图片扫描与整理工作的人员有边伟、顾林等。

由于编者水平有限,书中难免有错误与疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年7月于南京

目 录

前言		一、概述	69
第一章 车载网络基础知识	1	二、结构组成	69
第一节 汽车车载网络通信系统基础	1	三、无源光学星形网络的故障与检测	71
一、汽车 CAN 多路信息传输系统应用背景	1	第七节 汽车数据总线蓝牙技术	75
二、车载网络的发展简史	2	一、蓝牙技术的产生与特点	75
三、典型车载网络结构与组成	4	二、蓝牙技术在汽车上的应用	75
四、常用基本术语	6	第八节 汽车多路信息传输系统故障类型及检测诊断方法	77
五、局域网	8	一、故障状态	77
六、汽车对通信网络的要求	11	二、CAN-BUS 汽车多路信息传输系统故障类型及检测诊断方法	78
七、车用局域网系统的应用与形式	12	三、CAN 双线式总线系统的检测方法	81
第二节 汽车微机网络通信协议	14	第三章 国产大众、奥迪车系 CAN 数据传输系统及其检修	83
一、通信协议	14	第一节 一汽宝来 (BORA) 轿车 CAN 数据传输系统检修	83
二、车载网络协议标准	27	一、概述	83
第二章 汽车车载网络信息传输系统结构与故障检修	36	二、CAN 数据总线系统的故障自诊断	87
第一节 汽车多路传输系统 SWS	36	三、一汽宝来轿车 ANG 发动机数据总线系统的检修	94
一、多路传输系统的组成	36	第二节 一汽奥迪 A6 轿车 CAN 数据传输系统检修	97
二、多路传输系统的通信协议标准	42	一、CAN 数据总线功能	97
第二节 CAN 数据总线传输系统	42	二、一汽奥迪 A6 轿车 ABS、ASR 系统自诊断	99
一、CAN 数据传输系统构成	42	第三节 上海波罗 (POLO) 轿车 CAN 数据总线与车载网络系统检修	104
二、CAN 数据总线	43	一、概述	104
三、CAN 协议	45	二、上海波罗 (POLO) 轿车 CAN 数据总线与车载网络系统	110
四、CAN 数据传输系统的优点	49	第四章 毕加索和赛纳轿车车载局域网 VAN 及其检修	116
五、低速车身控制系统实施高速的 CAN 协议	49	第一节 神龙毕加索轿车的车载局域网 VAN 及其检修	116
第三节 汽车微机网络 LAN	53	一、VAN 总线	116
一、概述	53	二、智能控制盒 (BSI)	118
二、汽车微机网络 LAN 的应用	54	三、防盗系统与 VAN 总线	131
第四节 汽车 MOST 技术	62		
一、概述	62		
二、MOST 基本结构	63		
三、MOST 在汽车上的应用	64		
第五节 局部连接网络 LIN	65		
一、概述	65		
二、LIN 结构与协议	67		
第六节 汽车无源光学星形网络	69		

四、收放机与 VAN 总线	133	第七章 上海别克世纪数据传输系统 及其检修	298
五、中控锁与 VAN 总线	135	第一节 数据传输系统	298
六、刮水器与 VAN 总线	140	一、数据传输系统部件位置	298
七、驾驶员信息与 VAN 总线	143	二、数据传输系统接线及连接端子	298
第二节 赛纳轿车的车载局域网 VAN 及其检 修	158	第二节 数据传输系统的故障诊断	301
一、多路传输	158	一、数据传输系统诊断数据和程序	301
二、驾驶员信息与 VAN	159	二、故障码的诊断	302
三、灯光信号与 VAN	166	第八章 亚洲车系多路传输系统及其 检修	315
四、刮水器与 VAN	179	第一节 丰田新款凌志 LS400 轿车多路传输 系统及其检修	315
五、防盗系统与 VAN	183	一、丰田新款凌志 LS400 轿车多路传输系 统	315
六、中控锁与 VAN	185	二、新款凌志 LS400 轿车多路传输系统 ECU 及其技术参数	316
七、音响系统与 VAN	188	三、故障码的读取与故障码表	332
八、空调系统与 VAN	193	四、凌志 LS400 轿车多路传输通信系统 故障分析与排除	334
九、安全气囊与 VAN	205	第二节 三菱新款 PAJERO (V6) 多路传输 系统 (SWS)	344
第五章 广州本田轿车多路控制系统 及其检修	209	一、新款 PAJERO (V6 发动机) 汽车多路 传输系统的功能	344
第一节 广州本田雅阁 (2.3L) 轿车多路 控制系统及其检修	209	二、新款 PAJERO (V6 发动机) 汽车多路 传输系统的功能设定方法	347
一、多路控制系统的构成及控制功能	209	第三节 日产 A32 轿车多路传输系统及其检 修	349
二、多路控制系统的自诊断功能	211	一、概述	349
三、多路控制系统的检测	213	二、车载多路传输系统 (IVMS) 的故障诊 断	358
第二节 03 款新雅阁轿车多路集中控制系统 及其检修	240	第九章 欧美车系多路传输系统及其检 修	371
一、结构	240	第一节 奔驰系列轿车 CAN 网络控制	371
二、故障检修	244	一、奔驰 M 系列防盗控制系统主动式 (AAM) 控制电脑系统	371
三、MICS 的自诊断	245	二、奔驰轿车自动感应式刮水器控制系统 与 CAN 网络	372
四、输入测试	259	三、奔驰 W220 中控防盗系统与 CAN 网 络	376
五、仪表板系统自诊断	266	四、奔驰 W220 轿车防盗系统 (DASX—Keyless go) 与 CAN 网络	378
第三节 广州本田奥德赛轿车多路控制系统 及其检修	268	第二节 宝马系列轿车多路传输系统及其检 修	371
一、多路传输控制系统	268		
二、防盗、无钥匙进入系统与多路传输	275		
三、电动车窗与多路传输	282		
第六章 一汽马自达 6 轿车多路信息传输 系统	288		
第一节 CAN 系统的结构与功能	288		
一、CAN 系统的结构	288		
二、CAN 系统的功能	290		
第二节 CAN 系统的故障诊断与检修	293		
一、故障诊断程序	293		
二、故障自诊断	294		

修	386	四、禁用设备——IMMO 系统	393
一、CAN 总线和串行导线	386	五、中央车门锁定系统	395
二、紧急程序	388	六、防盗报警系统	397
第三节 大切诺基系列网络通信系统及其检		七、车窗升降装置	397
修	389	八、刮水器/清洗系统	398
一、网络通信系统的组成与工作	389	九、个性化系统	398
二、Jeep4700/Jeep4000 网络通信系统的检		第十章 典型汽车多路信息传输系统	
修	390	案例分析	400
第四节 2002 款威达 (Vectra) -C 轿车		第一节 CAN-BUS 多路信息传输系统	
CAN-BUS 系统	392	OBD- II 诊断座端子分析	400
一、内部照明系统	392	第二节 典型汽车多路信息传输系统故障	
二、外部和危险照明系统	393	排除实例	406
三、功率调节	393	附录 缩略语与专用名称	424

第一章 车载网络基础知识

第一节 汽车车载网络通信系统基础

一、汽车 CAN 多路信息传输系统应用背景

20 世纪 90 年代以来，汽车上的电控装置越来越多，例如电子燃油喷射装置、防抱死制动装置 (ABS)、电控自动变速器、安全气囊装置、电动门窗装置、主动悬架等。随着集成电路和单片机在汽车上的广泛应用，汽车上的电子控制器的数量越来越多，线路越来越复杂。如果仍采用常规的布线方式，即电线一端与开关相接，另一端与用电设备相通，将导致汽车上电线数目急剧增加。目前，一根线束包裹着几十根电线的现象很普通。在一些高级轿车上，电线的质量占到整车质量的 4% 左右甚至更高，汽车新技术的发展应用与汽车线束根数及线径急剧增加的矛盾日益突出。

汽车电控系统的增加虽然提高了轿车的动力性、经济性和舒适性，但是汽车电脑与电脑之间进行信息传递时，有几个信号就要有几条信号传输线（信号传输线的接地端可以采用公共回路）。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 之间就需要有 5 条信号传输线。如果传递信号项目多还需要更多的信号传输线。在追求汽车小型化及实用化的今天，粗大的线束不但占用了汽车上宝贵的空间资源，而且也越来越难以将它安装到隐蔽位置。最终的结果就是电控单元端子数增加、线路复杂、故障率增多，汽车工作的可靠性降低，并且维修困难。

为了简化线路，提高各电脑之间的通信速度，降低故障频率，CAN 数据总线应运而生。各大汽车生产商先后都用了该技术。

一辆汽车不管有多少块电控单元，不管信息容量有多大，每块电控单元都只需引出两条线共同接在两个节点上，这两条导线就称作数据总线。以前各电控单元之间好比有许多人骑着自行车来来往往，现在是这些人乘坐公共汽车，公共汽车可以运输大量乘客，故数据总线，亦称 BUS 线（见图 1-1）。

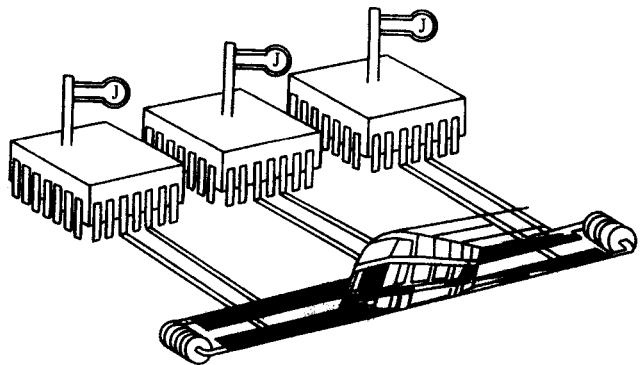


图 1-1 汽车信息高速公路

正如公路运输需要交通规则来维持正常的动作一样，数据总线也需要信号传递规范。其中，一种基本的规则是分时。在这种规则下，数据总线在每一时刻只能被 2 个部件占用，在 2 个部件之间传递信号。由于电信号传播的速度极快，因此数据总线完全可以满足许多部件进行分时信

号传递的需要。

在现代轿车的设计中, CAN 已经成为必须采用的装置, 奔驰、宝马、大众、沃尔沃及雷诺汽车都将 CAN 作为电子控制器联网的手段。由于我国中高级轿车主要以欧洲车型为主, 因此欧洲车型应用最广泛的 CAN 技术, 也将是国产轿车引进的技术项目。目前汽车上的网络连接方式主要采用 2 根 CAN 总线, 一根是用于驱动系统的高速 CAN 总线, 速率达到 500Kbit/s, 另一根是用于车身系统的低速 CAN 总线, 速率是 100Kbit/s。

驱动系统用 CAN 总线主要连接对象是发动机 ECU、ASR 及 ABS ECU、SRS ECU、组合仪表等。它们的基本特征相同, 都是控制与汽车行驶直接相关的系统。车身系统用 CAN 总线主要连接对象是 4 门以上的集控锁、电动门窗、后视镜和厢内照明灯等。有些先进的轿车除了上述 2 根 CAN 总线外, 还有第 3 根 CAN 总线, 它主要负责卫星导航及智能通信系统。

目前, 驱动系统用 CAN 总线和车身系统用 CAN 总线这 2 根总线彼此之间是相互独立的。今后工程技术人员将逐步克服技术障碍, 设置“网关, 在各根 CAN 总线之间搭桥实现资源共享, 将各个数据总线上的信号反馈到仪表板总成上的显示屏上。驾驶员只要看看显示屏, 就可以知道各个电控装置是否正常工作。

数据总线技术引入汽车, 对汽车电子技术的发展起到了积极的推进作用并逐渐得到广泛的应用。

二、车载网络的发展简史

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。

1986~1989 年间, 在车身系统上装用了利用铜线的网络。1987 年, 作为集中型控制系统, 日产公司的车门相关系统、GM 公司的车灯控制系统已经处于批量生产的阶段。

虽说这时的一些系统已经达到了可以正式生产的阶段, 但是在这个时期出现了非常重要的事情, 对现在来说也是如此: 德国的 Robert Bosch 公司提出了汽车车载局域网 (LAN) 的基本协议, 此协议为众所周知的控制器局域网 (Controller Area Network), 简称 CAN。目前控制系统局域网应用最广的标准就是 CAN。

接着, 美国汽车工程师学会 (SAE) 提出了 J1850。

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。

在此对 X-by-wire 适当加以说明。对飞机的控制系统来说, 有一词组为 Fly-by-wire 系

统，直译为靠电线飞行的系统，实际上，它表示飞机的工作方式，或者说是控制方式，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，就将这些系统统称为 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 1-1 所示。几种车载网络的开发年份、采用

厂家与发表年份如表 1-2 所示。几种网络的成本比例及通信速度如图 1-2 所示。

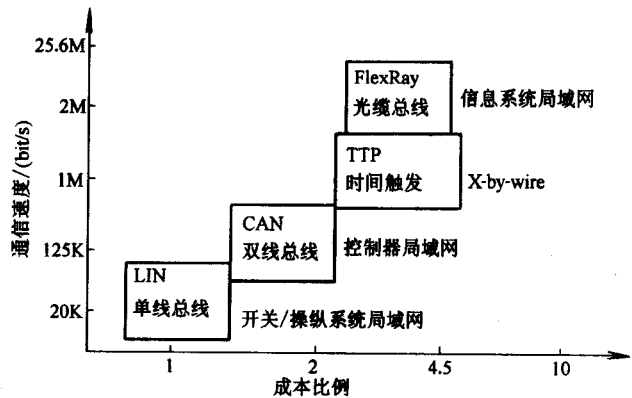


图 1-2 几种网络的成本比例及通信速度

表 1-1 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	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 协议会
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
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
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

(续)

车载网络的名称	概要	通信速度	组织/推动单位
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	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	22.5Mbit/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 1-2 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
	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	美国车采用	
1991	CAN 开发	欧洲车采用	
1992	D2B D2B Optical 开发	日本车采用	
1994	J1850 VAN	SAE 认可, ISO 批准	
1995~	D2B	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

三、典型车载网络结构与组成

随着汽车技术的发展, 在汽车上采用的计算机微处理芯片数量越来越多, 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电脑网络系统 (图 1-3 和图 1-4)。通常的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, 并使用网关服务器来实现整车的信息共享和网络管

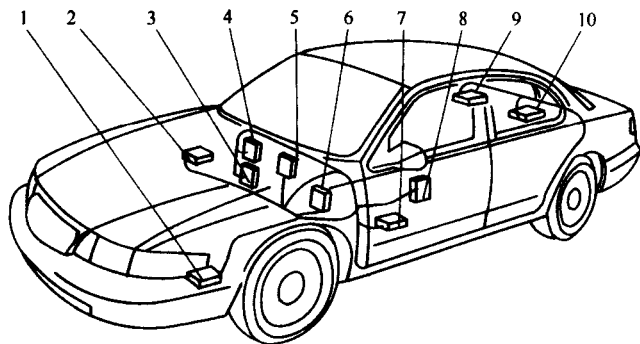


图 1-3 典型的汽车车载网络结构

- 1—ABS 模块 2—动力系统控制模块 (PCM) 3—电子自动温度控制 (EATC) 4—集成控制板 (ICP) 5—虚像组合仪表 6—照明控制模块 (LCM) 7—驾驶员座椅模块 (DSM) 8—驾驶员车门模块 (DDM) 9—移动电话模块 10—汽车动态模块

理，如图 1-5 所示。

车身系统的控制单元多为低速电动机和开关量器件，对实时性要求低而数量众多。使用低速的总线连接这些电控单元。将这部分电控单元与汽车的驱动系统分开，有利于保证驱动系统通信的实时性。此外，采用低速总线还可增加传输距离，提高抗干扰能力以及降低硬件成本。

动力与传动系统的受控对象直接关系到汽车的行驶状态，对通信实时性有较高的要求。因此使用高速的总线连接动力与传动系统。传感器组的各种状态信息可以广播的形式在高速总线上发布，各节点可以在同一时刻根据自己的需要获取信息。这种方式最大限度地提高了通信的实时性。

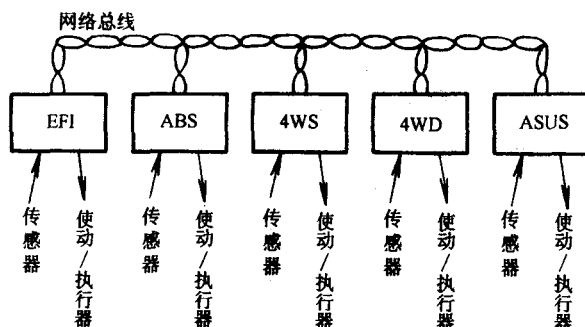


图 1-4 车载网络控制系统

EFI—电子燃油喷射系统 ABS—防抱死制动系统 4WS—四轮转向系统 4WD—四轮驱动系统 ASUS—有源悬架系统

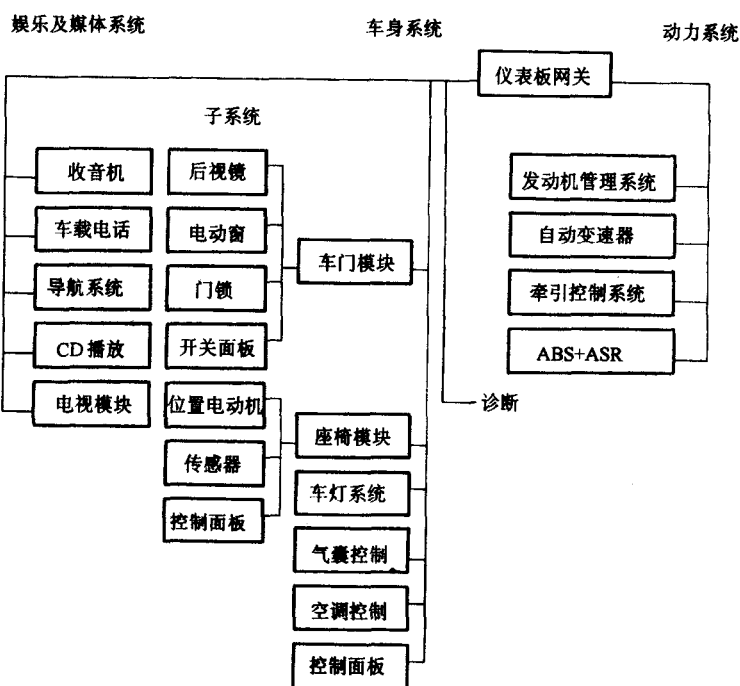


图 1-5 车载网络结构

故障诊断系统是将车用诊断系统在通信网络上加以实现。

信息与车载媒体系统对于通信速率的要求更高，一般在 2Mbit/s 以上。采用新型的多媒体总线连接车载媒体。这些新型的多媒体总线往往是基于光纤通信的，从而可以充足保证带

宽。

网关是电动汽车内部通信的核心，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。

四、常用基本术语

如果你是个初学者，许许多多的计算机专用术语，如数据总线、网络、通信协议、网关以及各种缩略语很容易令你望而生畏。但无论如何，正是因为有了多路传输技术，当今的汽车才能实现电子控制。运用多路传输技术，可以使汽车省去许多连接和播接器，可以减轻重量、节省空间、改善可靠性。

你应当懂得多路传输技术的原理，否则一旦你的 OBD II 故障扫描仪在检测车辆时不工作，你就会不知所措，或者即使你的故障扫描仪在工作，你却找不到本应该找到的故障。你同样应当知道 OBD II 系统正在向被称之为 CAN（控制器局域网）的系统过渡。这就意味着你需要一台新的故障扫描仪，或把原有的做较大程度的升级。如果你打算买一台故障扫描仪的话，不但要知道它现在能做什么，还必须要想以后能不能诊断 CAN 系统以及是否具有重新编程的功能等等。

1. 局域网

局域网是在一个有限区域内连接的计算机的网络，简称局域网。一般这个区域具有特定的职能，通过这个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、基于这微处理器的应用系统或智能装置。局域网一般的数据传输速度在 $10^2 \sim 10^5$ Kbit/s 范围，传输距离在 100~250m，误码率低。汽车上的网络是局域网与现场总线（Field Bus）之间的一种结构。数据传输速度一般在 $10 \sim 10^3$ Kbit/s 范围，传输距离在几十米范围。

2. 现场总线

现场总线（Field Bus）是在工业过程控制和生产自动化领域发展起来的一种网络体系，是在过程现场安装在控制室先进自动化装置中的一种串行数字通信链路。该系统是用于过程自动化和制造自动化最底层的现场设备或现场仪表互连的通信网络，是现场通信网络与控制系统的集成。

3. CAN

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。最初，CAN 被设计作为汽车环境中的微控制器通信，在车载各电子控制装置 ECU 之间交换信息，形成汽车电子控制网络。比如：发动机管理系统、变速器控制器、仪表装备、电子主干系统中，均嵌入 CAN 控制装置。

一个由 CAN 总线构成的单一网络中，理论上可以挂接无数个节点。实际应用中，节点数目受网络硬件的电气特性所限制。例如，当使用 Philips P82C250 作为 CAN 收发器时，同一网络中允许挂接 110 个节点。CAN 可提供高达 1Mbit/s 的数据传输速率，这使实时控制变得非常容易。另外，硬件的错误检定特性也增强了 CAN 的抗电磁干扰能力。

4. 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。数据总线可以实现在一条数据线上传递的信号能被多个系统（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。例如，常见的电脑键盘有 104 位键，可以发出百多个不同的指令，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电平组合（编码信号）来传递信号的。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，大大减少了汽车上电线的数目，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。

如果系统可以发送和接收数据，则这样的数据总线就称之为双向数据总线。数据总线实际是一条导线，或许是两条导线。两线式的其中一条导线不是用作额外的通道。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出故障的部分。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)。

5. 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（图 1-6）。事实上数据信息是依次传输的，但速度非常快，似乎就是同时传输的。对一个人来说，十分之一秒算是非常快了，但对一台运算速度即使相对慢的计算机来说，十分之一秒却是很长的时间。如果将十分之一秒分成若干段，许多单个的数据都能被传输——每一段传输一段，这就叫做分时多路传输。

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 可以触发仪表板上的警告灯或故障指示灯等等，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。

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。

6. 模块/节点

模块就是一种电子装置。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一些简单的模块被称为节点。

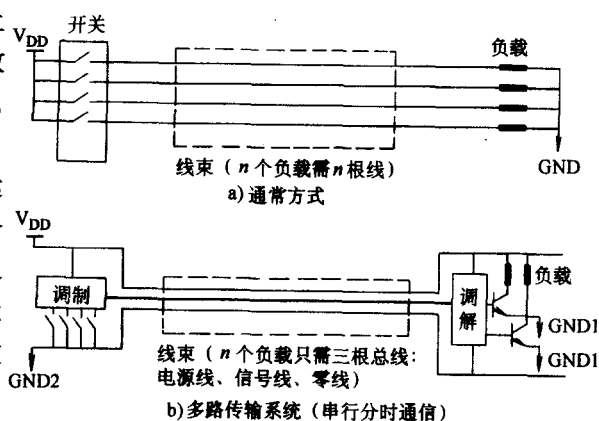


图 1-6 常规线路和多路传输线路的简单对比

7. 网络

为了实现信息共享而把多条数据总线连在一起，或者把数据总线和模块当作一个系统称为网络。从物理意义上讲，汽车上许多模块和数据总线距离很近，因此被称之为 LAN（局域网）。

8. 网关

因为车上用这么多总线和网络，所以必须用一种有特殊功能的计算机达到信息共享和不产生协议间的冲突，实现无差错数据传输，这种计算机就叫做网关。

9. 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，这就是数据传输的单元，称其为帧。一帧内应包括同步信号（例如帧的开始与终止）、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（协调发送方与协调方的速率）、控制信息、数据信息、寻址（在信道共享的情况下，保证每一帧都能正确地到达目的站，收方也能知道信息来自何站）等。

五、局域网

局域网是一种在小区域内提供各类数据通信设备互连的通信网络。这里的数据通信设备可以是计算机、终端、外部设备、传感器、电话、电视收发器等。局域网的典型特征是：高数据传输率（0.1Mbit/s~100Mbit/s）；短距离传输（0.1km~25km）；低传输误码率（ 10^{-8} ~ 10^{-11} ）。

通常，将局域网划分成三类，即一般局域网（LAN）、高速局域网（HSLN）和计算机化分组交换机（CBX）。这三类局域网在系统结构和设计方案上差距很大，三类局域网主要是为满足不同要求而独立研制的。一般局域网和高速局域网的通信协议是分别定义的。三类局域网的主要特性见表 1-3。

表 1-3 局域网分类和主要特性

特性	一般局域网	高速局域网	计算机化分组交换机
传输媒体	双绞线、同轴电缆、光纤	CATV 同轴电缆	双绞线
拓扑结构	总线/树、环	总线	星线
传输速率/Mbit/s	1~20	50	9.6~64
最大距离/km	25	1	1
支持设备数	100~1000	10	100~1000
连接费用	中等	高	低

一般局域网是指普通意义上的局域网。通常，LAN 可以支持小型机、大型机、终端和其他外围设备的互连。在许多情况下，这类网络既可以传送数据，也可以传送声音、图像，应用在办公室自动化方面的局域网也属于这一类。

最常见的 LAN 的类型是采用同轴电缆的总线/树型网，当然也可以选择采用双绞线、同轴电缆、甚至光纤的环型网。LAN 的传输速率为 1Mbit/s~20Mbit/s，足以满足大部分的应用要求，并且允许相当多的设备共享网络。

LAN中有一种联结微型机和低价外设的廉价网络,这种网络通常采用双绞线,数据速率为1Mbit/s或更低一些。LAN的标准由美国电气和电子工程师协会(IEEE)于1980年2月成立的专门研究局域网技术并制定相应标准的一个委员会(IEEE802委员会)制定,其标准称为IEEE802标准。汽车局域网属于LAN。

局域网主要取决于三个因素:传输媒体、拓扑结构和媒体访问控制协议(MAC),其中传输媒体和拓扑结构是主要的技术选择,它们在很大程度上决定了可以传输的数据类型、通信速度、效率以及网络提供的应用种类。

1. 局域网的传输媒体

传输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。表1-4列出了这三种传输媒体的特性。

表 1-4 双绞线、同轴电缆和光纤的主要特性

媒 体	信号类型	最大数据传输速度/Mbit/s	最大传输距离/km	网络节点数
双绞线	数字	1~2	0.1	几十
同轴电缆(50Ω)	数字	10		几百
同轴电缆(75Ω)	数字	50	1	几十
同轴电缆(75Ω)	FOM模拟	20	10	几千
同轴电缆(75Ω)	单信道模拟	50	1	几十
光纤	模拟	100	1	几十

双绞线是局域网中最普通的传输媒体,一般用于低速传输,最大数据传输率可达几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。

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。

光纤在电磁兼容性等方面有独特的优点,而且数据传输速度比较高,传输距离远,在汽车网络上,尤其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。但其受到成本和技术的限制,现在使用的并不多。

2. 局域网的拓扑结构

局域网常用的拓扑结构有三种:星型、环型、总线型。每种拓扑结构都已有典型的网络产品。

(1) 星型网拓扑结构

星型网即以一台称之为中心处理机为主组成的网络,各种类型的人网机均与该中心处理机有物理链路直接相连,因此,所有的网上传输信息均需通过该机转发,其结构如图1-7所示。

星型网由于其物理结构,使其具有以下特点:构造较容易,适于同种机型相连;通信功能简单,它可以根据需要由中心处理机分时或按优先权排队处理;中心处理机负载过重,扩充困难;每台入网计算机均需与中心处理机有线路直接互连,因此线路利用率不高,信道容

量浪费较大。

(2) 总线型网拓扑结构

总线型网是从计算机的总线访问控制发展而来的，它将所有的人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 1-8 所示。

由于所有的人网计算机共用一条传输信道，因此总线型网的一个特殊问题就是信道的访问控制权的分配，并由此产生一系列处理机制。

总线型网的特点是：由于多台计算机共用一条传输线，所以信道利用率较高；同一时刻只能有两处网络结点在相互通信；网络延伸距离有限；网络容纳结点数受信道访问机制影响，因而有限的。由于总线型网的上述特点，因此它适于传输距离较短、地域有限的组网环境，目前，局域网多采用此种方式。

(3) 环型网拓扑结构

环型网通过一个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的网络系统，如图 1-9 所示。

环型网由于其点一点通信的唯一性，因此，不宜在广域范围内组建计算机网络。它也是一种较为实用的局域网拓扑结构，尤其是在实时性要求较高的环境中更是如此。

环型网的主要特点是：由于一次通信信息在网中传输最大时间是固定的，因此实时性较高，每个网上结点只与其他两个结点有物理链路直接互连，因此传输控制机制较为简单；一个结点出故障可能会终止全网运行，因此可靠性较差；网络扩充需对全网进行拓扑和对访问控制机制进行调整，因此较为复杂。

3. 媒体访问控制协议 (MAC)

局域网的目的是使某一区域内大量的数据处理、通信设备相互连接，局域网的拓扑结构并未采用物理上完全连接的方式，而是通过共享传输媒体（环型、总线/树型）或转换开关

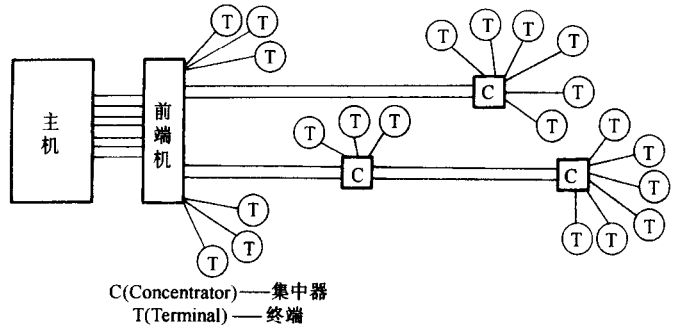


图 1-7 星型网拓扑结构

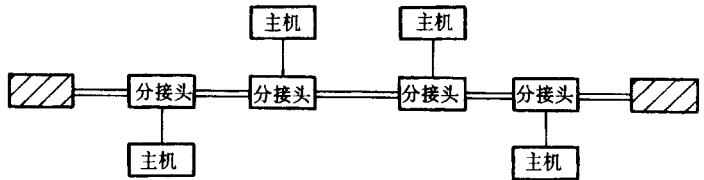


图 1-8 总线网络拓扑结构

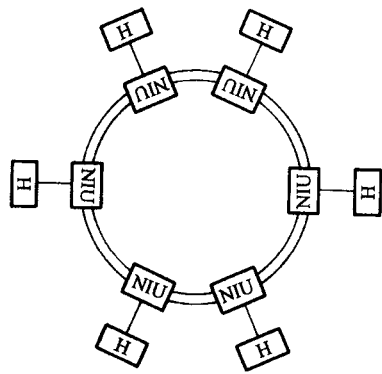


图 1-9 环形网络拓扑结构

H (Host) — 主机

NIU (Network Interface Unit) — 网络接口部件