



4 AUTOMOBILE

二 汽车专项维修新技术丛书 二

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



主编 / 李贵炎 副主编 / 游心仁

QICHE ZHUANXIANG WEIXIU XINJISHU CONGSHU

车载网络系统 结构原理与维修



车载网络系统结构 原理与维修

主 编 李贵炎
副主编 游心仁

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

车载网络系统结构原理与维修/李贵炎主编. —南京:
江苏科学技术出版社, 2008. 1
(汽车新技术专项维修丛书)
ISBN 978-7-5345-5613-5

I. 车… II. 李… III. ①汽车—计算机网络—构造—车
辆修理②汽车—计算机网络—车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080418 号

李贵炎 主 编
谷建亚 主 编

车载网络系统结构原理与维修

主 编 李贵炎
责任编辑 谷建亚
责任校对 刘 强
责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 丹阳兴华印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 13.5
字 数 330 000
版 次 2008 年 1 月第 1 版
印 次 2008 年 1 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5613-5
定 价 25.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前言

为了在环保、节能和安全等领域取得突破,各国汽车厂商都竞相将最新的技术应用到汽车上,车载网络技术是这些新技术中比较典型的一种。在现代中高档轿车的研发设计中,普遍都采用车载网络系统,值得一提的是国产中高档轿车中车载网络系统也得到普遍应用。

汽车车载网络系统的应用解决了汽车线束和插接件增加带来的线束布置和装配困难、车身重量增加影响汽车经济性、汽车维修诊断困难等问题。同时信号以车载网络系统中数据总线的形式进行传输,可以进行信息资源共享,优化系统的控制功能,也提高了汽车综合控制的准确性,能拓展更为复杂的功能控制。

车载网络系统作为汽车结构的重要组成部分,对维修人员的专业技术水平提出了全新的要求。如果不了解其结构、基本工作原理和检修方法等相关知识,还是使用各个4S店常用的换件修理法对车载网络系统产生的故障进行维修是解决不了问题的。为了帮助广大汽车维修技术人员、各类大中专院校师生和汽车维修技术培训机构培训人员等理解和掌握汽车车载网络系统的结构原理与检修,推动汽车维修行业从业人员整体水平的提高,特编著此书。

本书共分四部分,第一单元介绍了车载网络系统基础知识,第二单元介绍了常用车载网络系统结构与原理,第三单元介绍了车载网络系统的常见故障及诊断,第四单元介绍了奥迪轿车车载网络系统的原理与检修。在编著过程中力求做到层次清晰、语言简练、图文并茂和通俗易懂。

全书由李贵炎主编,游心仁副主编,李贵炎编写第一单元和第四单元,游心仁编写第二单元和第三单元。参加全书图片扫描和文字处理工作的还有唐志桥、郭伟东、李贵雄、陈平、焦红兰、陈生枝等同志。本书在编写过程中得到了南京林业大学蔡伟义教授、南京市汽车维修界资深专家杨忠颇高级技师、汽车维护

与修理杂志社李东江博士、南京交通职业技术学院屠卫星副教授等相关专家学者的指导和帮助,同时也得到了相关汽车维修企业技术人员的技术支持和帮助。在这里向所有指导和帮助完成此书编写工作的专家学者和工作人员表示感谢!

由于编者水平有限,加之经验不够丰富,书中有谬误和疏漏之处,恳请广大读者朋友批评指正!

编者

目 录

第一单元 车载网络系统基础知识	1
一、车载网络系统的应用背景和发展史	1
二、车载网络系统的常用术语	4
三、车载网络系统的应用形式	9
四、车载网络系统的通信协议	13
五、典型车载网络系统的结构与组成	24
第二单元 常用车载网络系统结构与原理	27
一、CAN 数据总线系统	27
二、LIN 数据总线系统	45
三、MOST 数据总线系统	51
四、VAN 数据总线系统	54
五、LAN 数据总线系统	63
六、汽车多路传输系统 SWS	75
七、汽车无源光学星形网络系统	82
八、车载蓝牙系统	85
第三单元 车载网络系统的常见故障及诊断	89
一、车载网络系统的 OBD II 端子	89
二、KWP 2000 协议	93
三、车载网络系统的诊断与检测	95
第四单元 奥迪轿车车载网络系统的原理与检修	118
一、CAN 数据总线系统的原理与检修	118
二、LIN 数据总线系统的原理与检修	178
三、MOST 数据总线系统的原理与检修	187
四、奥迪车系诊断总线简介	209

第一单元 车载网络系统基础知识

一、车载网络系统的应用背景和发展史

1. 车载网络系统的应用背景

车载网络系统最初的出现是由于消费者对于汽车功能的要求越来越多,而这些功能的实现大多是基于电脑控制的。每一个电脑都需要与多个传感器、执行器之间发生通信,而每一个输入、输出信号又可能与多个电脑之间发生通信。如果每一个电控系统都独立配置一整套相应的传感器和执行器,那么将有大量的线束和插接件密布于汽车的各个部位,这样会带来许多问题。首先,线束和插接件的增加使得在有限的汽车空间内进行线束布置和装配越来越困难,从而限制了汽车相关功能的扩展;其次,线束和插接件的增加会增加车身重量,导线质量每增加 50 kg,油耗会增加 0.2 L/100 km,影响汽车经济性;再次,线束和插接件的增加使得汽车维修人员对车辆进行故障诊断和维修的难度增加了,汽车维修和保养的费用将增加。

于是汽车制造商和相关研发机构开始考虑设计传感器信息共享和执行器资源共享的控制系统。他们重新设计和组织电控单元,将控制单元的功能更加集成化。例如,发动机集成管理系统可以包括喷油、点火、怠速、尾气排放、进气增压、冷却管理和故障自诊断等功能;车辆电子稳定性控制系统更是集合了防抱死制动系统、防滑驱动控制系统、电控悬架系统、动力转向系统等众多功能。另外,开发设计新的总线系统,即车载网络系统,把众多的电控单元连成网络,其信号通过数据总线的形式传输,可以达到信息资源共享的目的。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,如图 1-1

所示。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,故数据总线又常被称为 BUS 线。

车载网络系统的出现同时也提高了汽车综合控制的准确性,当电控单元共享输入信息时,就能对汽车进行更为复杂的控制。例如,发动机控制单元就

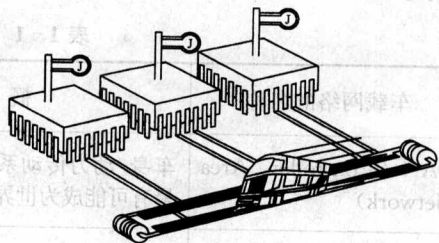


图 1-1 车载网络系统的数据总线

可利用来自安全气囊控制单元的强烈碰撞信号来决定电动燃油泵控制电路是否需要被切断。

2. 车载网络系统的发展史

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。

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,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 DDB 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。

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	1 Mbit/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	1 Mbit/s	ISO

续表

车载网络的名称	概 要	通信速度	组织/推动单位
J1850	车身系统控制用 LAN 协议 以美国为中心	10.4 Kbit/s 41.6 Kbit/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	20 Kbit/s	LIN 联合体
IDB-C (ITS Data Bus on CAN)	以 CAN 为基础的控制用 LAN 协议	250 Kbit/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)	2 Mbit/s 25 Mbit/s	TIT 计算机技术公司
TTTCAN (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	1 Mbit/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)	10 Mbit/s	BMW 公司
FlexRay	重视安全、按用途分类的控制用 LAN 协议	5 Mbit/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	5.6 Mbit/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	22.5 Mbit/s	MOST 合作组织
IEEE1394	信息系统通信协议 有转化成 IDB1394 的动向	100 Mbit/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
	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 月本车采用 LAN

续 表

年 份	车 载 网 络	厂 家	备 注
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 Ootical 开发	日本车采用	
1994	J1850 VAN	SAE 认可 ISO 批准	
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

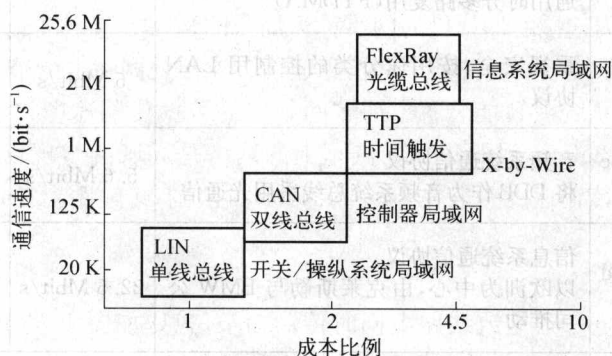


图 1-2 几种网络的成本比例及通信速度

二、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。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. CAN

CAN 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、变速箱控制器、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 1 Mbit/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。

3. 局域网

在一个有限区域内连接的计算机的网络称为局域网。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 100~250 m,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。

4. 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 1-3 所示。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,但对一台运算速度即使相对慢的计算机来说,十分之一秒却是很慢的。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。汽车上用的是单线或双线分时多路传输系统。

从图 1-3 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。由于 ECU 可以触发仪表板上的警告灯或灯光故障指示灯等等,而且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。

5. 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

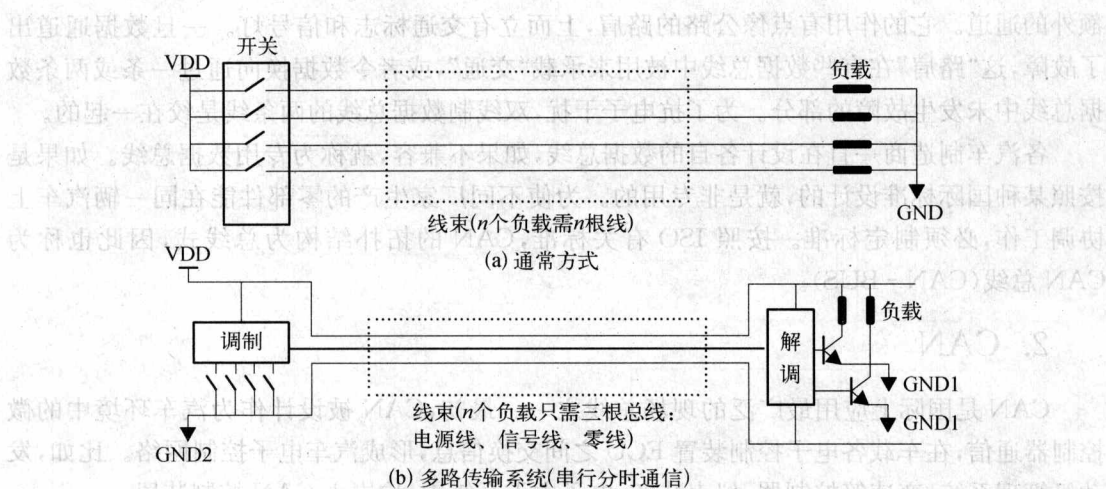


图 1-3 常规线路和多路传输线路的简单对比

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。

6. 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。新型的凌志 LS430 的几条数据总线间共有 29 块相互交换信息的模块,如图 1-4 所示,几条数据总线连接 29 个模块,总线又连接到局域网上,其中还有 3 个接线盒电脑,2 个作为前端模块,1 个作为后端模块,其作用是提供诊断支持(包括接插方便的接头及测试点)。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)。摩托罗拉公司设计的一种智能车身辅助装置网络,被称之为 LIN(局域互联网)。

7. 网关

因为汽车上往往不只使用一种总线和网络,所以必须用一种方法达到信息共享和不产生协议间的冲突。例如,车门打开时发动机控制模块也许需要被唤醒。为了使采用不同协议及速度的数据总线间实现无差错数据传输,必须要用一种特殊功能的计算机,这种计算机就叫做网关。

网关实际上就是一种模块,它工作的好坏决定了不同的总线、模块和网络相互间通信的好坏。实际上针对通用协议的 OBD II 系统,你的 OBD II 故障扫描就是网关,只不过是针对它的屏幕而言。网关就像一个居民小区的门卫,在他让任何客人进大门之前,他得问问客人是否是应邀前来,或者通知某位住户有人来访了。对不兼容但却需要互相通信的总线和网络来说,网关模拟所起作用就和门卫一样。但当信息不能传递时,不要责怪信使(网关),一个或两个模块的软件或许有错。

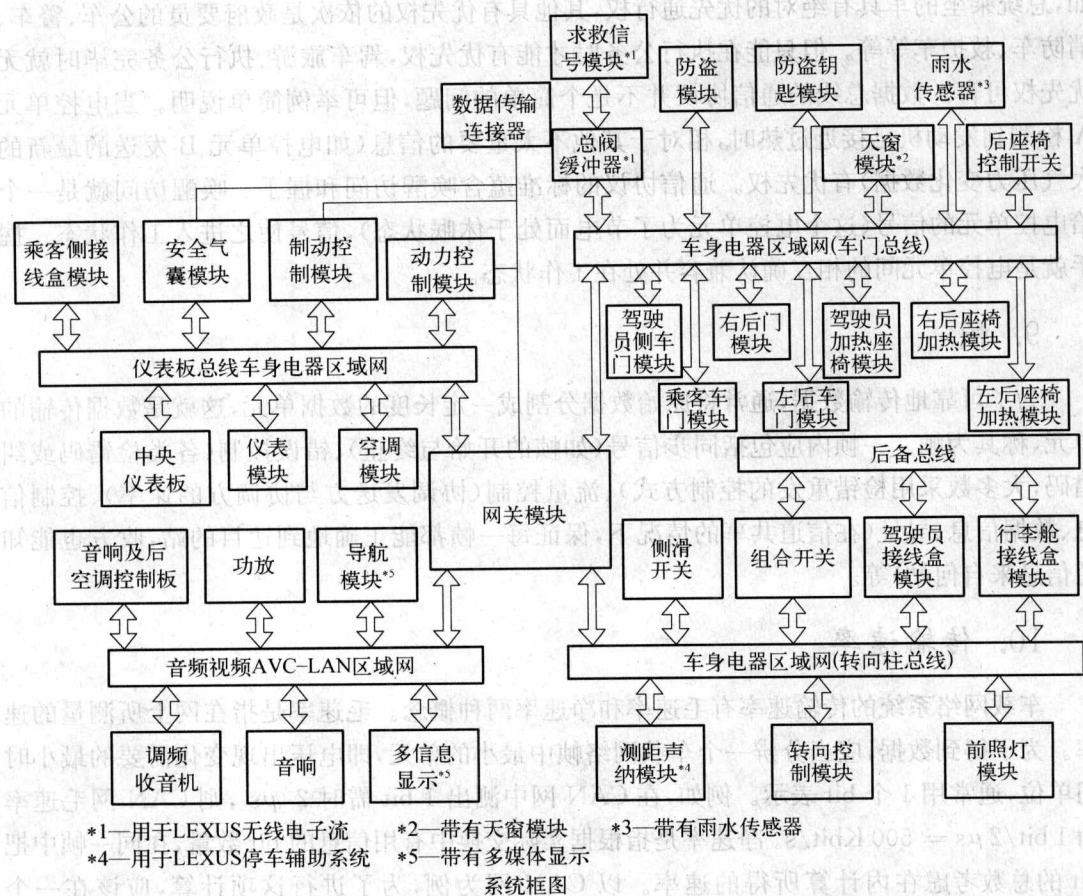


图 1-4 凌志 LS430 轿车的多路传输系统

8. 通信协议

通信协议是指通信双方控制信息交换规则的标准、约定的集合，即指数据在总线上的传输规则。简单地说，两个实体要想成功地通信，它们必须“说同样的语言”，并按既定控制法则来保证相互的配合。在汽车上，要实现车内各电控单元之间的通信，必须制定规则，即通信的方法、通信时间、通信内容，保证通信双方能相互配合，使通信双方能共同遵守、可接受的一组规定和规则。就好像现实生活中的交通规则一样，包括“交通标志”的制定方法。例

如,总统乘坐的车具有绝对的优先通行权,其他具有优先权的依次是政府要员的公车、警车、消防车、救护车等等。但只能在执行公务时才能有优先权,驾车旅游、执行公务完毕时就无优先权可言。数据总线的通信协议并不是个简单的问题,但可举例简单说明。当电控单元 A 检测到发动机已接近过热时,相对于其他不太重要的信息(如电控单元 B 发送的最新的压力变化数据)有优先权。通信协议的标准蕴含唤醒访问和握手。唤醒访问就是一个给电控单元的信号(这个电控单元为了节电而处于休眠状态),信号使之进入工作状态。握手就是电控单元间的相互确认兼容并处于工作状态。

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(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。

10. 传输速率

车载网络系统的传输速率有毛速率和净速率两种概念。毛速率是指在网上所测量的速率。为了得到数据,应当分辨一个车载网络帧中最小的单元,即电压出现变化需要的最小时间单位,通常用 1 个 bit 表示。例如,在 CAN 网中测出 1 bit 需时 $2\ \mu\text{s}$,则 CAN 网毛速率为 $1\ \text{bit}/2\ \mu\text{s} = 500\ \text{Kbit/s}$ 。净速率是指根据实际交换中有用信息的 bit 数量,在同一帧中把 bit 的总数考虑在内计算所得的速率。以 CAN 网为例,为了进行这项计算,应该在一个 CAN 网帧中重新处理组成它的所有的域以分辨出所有传输的 bit: Start bit 域(1 bit), IDEN + COM (18 bit), CRC (16 bit), ACK (2 bit), EOF (7 bit), IFS (3 bit)。另外,由于使用补充位的方式,一个 CAN 网帧可以由以下组成: 8 个字节传输数据域有 19 个补充位。1 个字节传输数据域有 8 个补充位。则数据域: N 个字节(1 到 28 个字节数据) $\times$ 8 bit。因此,1 个字节的净速率 $= 8/(47 + 8 + 8) \times 250\ \text{Kbit/s} = 30.74\ \text{Kbit/s}$; 8 个字节的净速率 $= 64/(47 + 19 + 64) \times 250\ \text{Kbit/s} = 123.08\ \text{Kbit/s}$ 。

11. 总线负荷

总线负荷是指总线占用时间与较长探测时间的比值,这种负荷以 % 形式表示。根据总线一支线或多主系统的信息交换方式,可获得的最大总线负荷是不同的。事实上,对于主从系统的交换方式而言总线上是不会有冲突的。因为只有主系统可以发出信息,从系统在任何情况下都不能以自主形式发出信息,除非事先对主系统提出请求。在这样一个交换的接线图中,可获得的最大总线负荷可以升高到大约 80%~90%。在多主系统信息交换方式的情况下,每个电控单元可以在总线上发出信息。因此,可能会产生很多冲突,导致总线负荷的局部升高。在这样一个交换的接线图中,30%~40% 的总线负荷都会被认为是过高的。

12. 反应时间

反应时间是指在总线上发出信息请求的瞬间和该信息实际发出的瞬间的总和。当一个电控单元发出信息请求时,这种反应时间可能为零,当没有任何其他电控单元发送出进入总线的请求时,总线处于空闲状态。相反的,当一个电控单元发出信息请求时,总线并非空闲(它被其他正在发出请求信息的电控单元占据),这个电控单元就必须等待信息结束并在发送自己的信息前检测总线是否空闲(CAN 网上有 10 bit)。该信息将会发送,或是与同样在发送信息前等待总线空闲的电控单元发生冲突。它们之间将会有有一个相对的优先性的判断,有着较小优先权标识符的电控单元将会继续等待,因此产生了反应时间。

三、车载网络系统的应用形式

1. 汽车对通信网络的要求

现代汽车典型的控制单元有电控燃油喷射系统、电控传动系统、防抱死制动系统(ABS)、防滑控制系统(ASR)、废气再循环控制、巡航系统和空调系统,如图 1-5 所示。

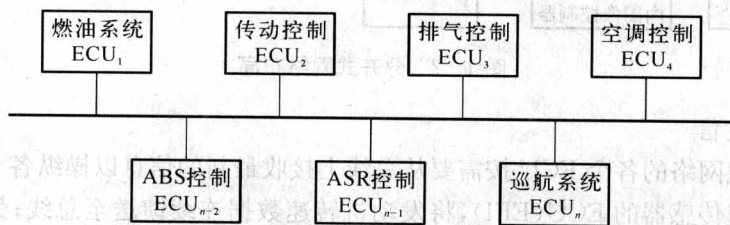


图 1-5 汽车通信网络总线方式拓扑图

(1) 汽车多个 ECU 之间的典型网络布局

汽车多个 ECU 之间的网络布局常见的有分级式和分开式两种。

① 采用 J1939 标准的分级式。该结构将整个网络分成不同功能层级(图 1-6),并用特

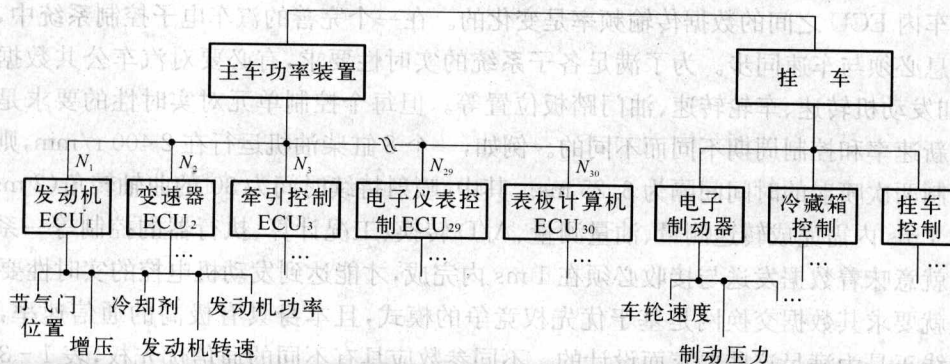


图 1-6 分级式网络布局

制的微机对不同层级进行处理和控制。这种网络布局具有超过 30 个 ECU 的容量。

② 采用 J1587/J1708 标准的分开式。在这种网络布局(图 1-7)中,各个网络都有自己的操作系统,相互之间用桥接器来处理多个 ECU 之间的通信。

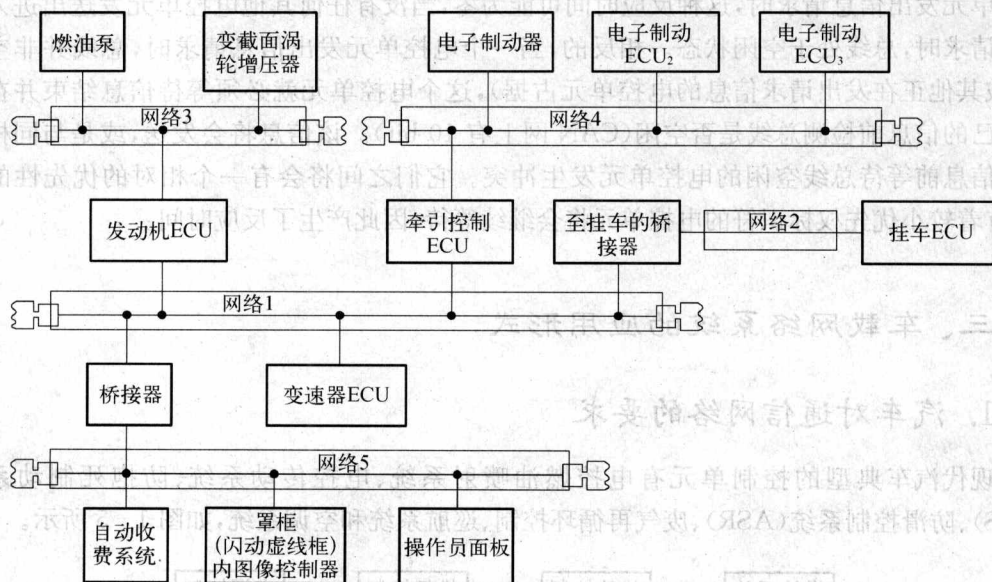


图 1-7 分开式网络布局

(2) 数据通信

连接到车载网络的各个 ECU 按需要从总线上接收最新的信息以操纵各个系统。例如,匹配发动机转速传感器的 ECU(EFI),将发动机转速数据连续馈送至总线;另一方面,其他几个需要发动机转速数据的 ECU,只需从总线上接收发动机转速数据。对于接收 ECU,它接收到的最新数据为现行数据。在实际实施中,每当 ECU 接收到数据,就将这些数据存储在 RAM 区,并将这些数据按各自的类型赋值,因此,RAM 总有一个更新了的数据复制并存储在其中,再通过对这些数据的应用,使 ECU 获取最新的数据。

汽车内 ECU 之间与办公用微机之间的数据传输特征不尽相同,主要差别在于传输频率。汽车内 ECU 之间的数据传输频率是变化的。在一个完善的汽车电子控制系统中,许多动态信息必须与车速同步。为了满足各子系统的实时性要求,有必要对汽车公共数据实行共享,如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等。但每个控制单元对实时性的要求是因数据的更新速率和控制周期不同而不同的。例如,一个 8 缸柴油机运行在 2 400 r/min,则电控单元控制两次喷射的时间间隔为 6.25 ms。其中,喷射持续时间为 30° 的曲轴转角(2 ms),在剩余的 4 ms 内需完成转速测量、油量测量、A/D 转换、工况计算、执行器的控制等一系列过程。这就意味着数据发送与接收必须在 1 ms 内完成,才能达到发动机电控的实时性要求。

这就要求其数据交换网是基于优先权竞争的模式,且本身具有极高的通信速率,CAN 现场总线正是为满足这些要求而设计的。不同参数应具有不同的通信优先权,表 1-3 列出了几个典型参数允许响应时间。

表 1-3 典型参数允许响应时间

典型参数	允许响应时间	典型参数	允许响应时间	典型参数	允许响应时间
发动机喷油量	10 ms	车轮转速	1 s~100 s	冷却液温度	1 min
发动机转速	300 ms	进气温度	20 s	燃油温度	≈10 min

2. 车载网络系统在汽车上的应用例子

车载网络系统在汽车上的应用例子非常多,按照应用系统加以划分的话,车用网络大致可以分为 4 个系统:动力传动系统、车身系统、安全系统、信息系统,如图 1-8 所示。

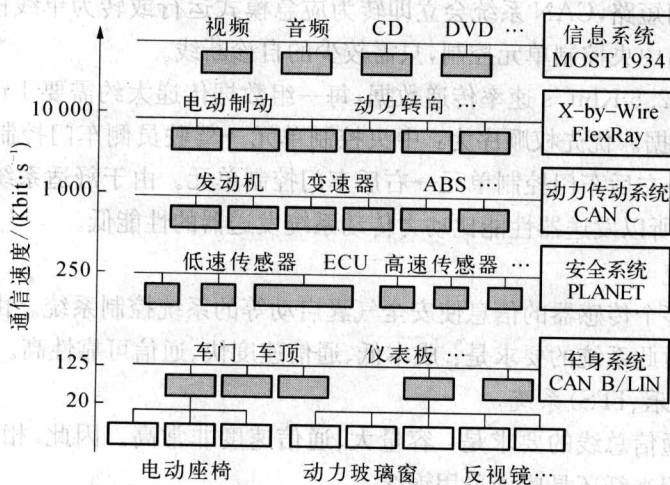


图 1-8 车用网络的拓扑图

(1) 动力传动系统

在动力传动系统内,利用网络将发动机舱内设置的模块连接起来,在将汽车的主要因素——跑、停止与拐弯这些功能用网络连接起来时,就需要高速网络。动力传动系统模块的位置比较集中固定在一处。从欧洲汽车厂家的示例来看,对节点的数量也是限制的。

动力 CAN 数据总线连接 3 块电脑,它们是发动机、ABS/EDL 及自动变速器电脑(动力 CAN 数据总线实际可以连接安全气囊、四轮驱动与组合仪表等电脑)。总线可以同时传递 10 组数据,发动机电脑 5 组、ABS/EDL 电脑 3 组和自动变速器电脑 2 组。数据总线以 500 Kbit/s 速率传递数据,每一数据组传递大约需要 0.25 ms,每一电控单元 7~20 ms 发送一次数据。优先权顺序为 ABS/EDL 电控单元→发动机电控单元→自动变速器电控单元。

在动力传动系统中,数据传递应尽可能快速,以便及时利用数据,所以需要—个高性能的发送器,高速发送器会加快点火系统间的数据传递,这样使接收到的数据立即应用到下一个点火脉冲中去。CAN 数据总线连接点通常置于控制单元外部的线束中,在特殊情况下,连接点也可能设在发动机电控单元内部。

(2) 车身系统

与动力传动系统相比,汽车上的各处都配置有车身系统的部件。因此,线束变长,容易