

# 总线技术

## 一、车载网络的发展简史

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。

1987年，作为集中型控制系统，日产公司的车门相关系统、通用公司的车灯控制系统已经处于批量生产的阶段。在此阶段德国的博世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（controllerareanetwork, CAN）。目前控制系统局域网应用最广的就是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处于批量生产的阶段，而在其他国家，特别是欧洲的厂家则采用CAN。

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，并在X-by-Wire系统（靠电线行驶的系统）上开始应用。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传送数据。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等。

## 二、常用基本术语

### 1. 局域网

局域网是指在一个有限区域内连接的计算机网络。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智能装置。在汽车上的网络是局域网与现场总线之间的一种结构。

### 2. 现场总线

现场总线（fieldbus）是在工业过程控制生产自动化领域发展起来的一种网络体系，这些领域应用的电子装置，如传感器、执行器调节器等非常多。随着技术智能程度的增加，这些装置通过通信网络连接实现信息传送的需求不断增加，技术条件也不断成熟。现场总线定义为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。现场总线由两部分组成：数据传输线节点。节点包括控制单元总线辅助设备。控制单元由一个控制器、一个收发器、两个数据传输终端组成。

### 3. CAN

CAN，全称为controllerareanetwork，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。

### 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。

把数据总线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，大大减少汽车上电线的数目，缩小了线束的直径。数据总线还可将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。

如果系统可以发送接收数据，则这样的数据总线就称为双向数据总线。数据总线实际是一条或两条导线。两线式的其中一条导线不是用作额外的通道，其作用有点像公路的路肩，上面立有交通标志信号灯。一旦数据通道出了故障，“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，就是通用的。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。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），这称为分时多路传输。

从图 1 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。汽车上用的是单线或双线分时多路传输系统。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。

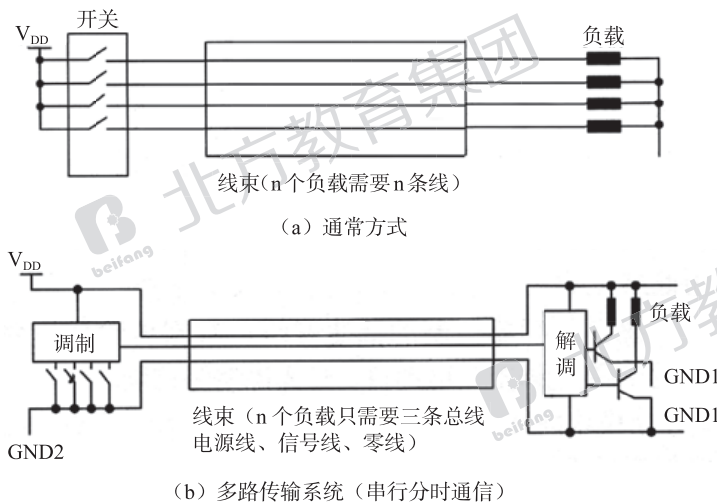


图 1 常规线路和多路传输线路的简单对比

### 6. 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一些简单的模块被称为节点。

### 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，因此被称为 LAN（局域网）。

### 8. 网关

因为车上用很多总线和网络，所以必须用一种有特殊功能的计算机达到信息共享并避免协议间产生

冲突，实现无差错数据传输，这种计算机称为网关。

### 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。

## 三、车载网络协议标准

国际上众多知名汽车公司早在 20 世纪 80 年代就积极致力于汽车网络技术的研究及应用，迄今为止，已有多种网络标准。目前存在的多种汽车网络标准，其侧重的功能有所不同。

按系统的复杂程度、信息量、必要的动作响应速度、可靠性要求等将多路传输系统分为低速（A）、中速（B）、高速（C）三类。

A 类是面向传感器执行器控制的低速网络，数据传输位速率通常小于 10Kbit/s，主要用于后视镜调整、电动窗、灯光照明等控制。

B 类是面向独立模块间数据共享的中速网络，位速率在 10-125Kb/s，主要用于车身电子舒适性模块、仪表显示等系统。

C 类是面向高速、实时闭环控制的多路传输网，位速率在 125Kb/s-1Mb/s 之间，主要用于牵引控制、先进发动机控制、ABS 等系统。

在今天的汽车中，作为一种典型应用，车体和舒适性控制模块都连接到 CAN 总线上，并借助于 LIN 总线进行外围设备控制。而汽车高速控制系统通常会使用高速 CAN 总线连接在一起。远程信息处理和多媒体连接需要高速互连，视频传输又需要同步数据流格式，这些都可由 DDB（domesticdigitalbus）或 MOST（mediaorientedssystemtransport）协议来实现。无线通信则通过蓝牙（bluetooth）技术加以实现。而在未来的 5-10 年里，TtP（timetriggerprotocol）和 FlexRay 使汽车发展成百分之百的电控系统，完全不需要后备机械系统的支持。但是，至今仍没有一个通信网络可以完全满足未来汽车的所有成本和性能要求。因此，汽车制造商和 OEM（originelequipmentmanufacture）商仍将继续采用多种协议（包括 LIN、CAN 和 MOST 等），以实现未来汽车上的联网。

### 1.A 类总线标准、协议

A 类目前首选的标准是 LIN。LIN 是用于汽车分布式电控系统的一种新型低成本串行通信系统。它是一种基于 UART 的数据格式，主从结构的单线 12V 的总线通信系统。主要用于智能传感器和执行器的串行通信，而这正是 CAN 总线的带宽和功能所要求的部分。由于目前尚未建立低端多路通信的汽车标准，因此 LIN 正试图发展成为低成本的串行通信的行业标准。

LIN 的标准简化了现有的基于多路解决方案的低端 SCI，同时将降低汽车电子装置的开发、生产和服务费用。LIN 采用低成本的单线连接，传输速度最高可达 20Kb/s，对于低端的大多数应用对象来说，这个速度是可以接受的，如表 1 所示。它的媒体访问采用单主 / 多从的机制，不需要进行仲裁，在从节点中不需要晶体振荡器就能进行自同步，极大地减少了硬件平台的成本。

表 1 总线及其他类型典型汽车总线标准、协议特性和参数

类别	A 类	B 类	C 类	诊断	多媒体	X-by-Wire	安全
名称	LIN	ISO11519-2	ISO11898 (SAEJ1939)	ISO15765	DDB (MOST)	Flexray	Safetybus
所属机构	Motorola	ISO-SAE	ISO/TMG-ATA	ISO	PHILIPS	BMW&DC	Delphi
用途	智能传感器	控制、诊断	控制、诊断	诊断	数据流控制	电传控制	气囊
介质	单根线	双绞线	双绞线	双绞线	光纤	双线	双线
位编码	NRZ	NRZ-5	NRZ-5	NRZ	Biphase	NRZ	NRZ
类别	A 类	B 类	C 类	诊断	多媒体	X-by-Wire	安全

媒体访问	主/从	竞争	竞争	TESTER/ SLAVE	TOKEN RING		
错误检测	8 位 CS	CRC	CRC	CRC	CRC	CRC	CRC
数据长度 /B	8	0-8	8	0-8		12	24-39
位速率	24Kb/s	10-1250Kb/s	1Mb/s (250Kb/s)	250Kb/s	12Mb/s (25Mb/s)	5Mb/s	500Kb/s
总线最大长度 /m	40	40 (经典)	40	40	无限制	无限制	未定
最大节点数	16	32	30 (STP) 10 (UTP)	32	24	64	64
成本	低	中	中	中	高	中	中

## 2.B 类总线标准、协议

B 类中的国际标准是 CAN 总线。CAN 总线是德国博世公司从 20 世纪 80 年代初为解决现代汽车中众多的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种串行数据通信协议。它是一种多主总线，通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维。通信速率可达 1Mb/s。CAN 总线通信接口中集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层功能，可完成对通信数据的成帧处理，包括位填充、数据块编码、循环冗余检验、优先级判别等工作。CAN 协议的一个最大特点是废除了传统的站地址编码，而对通信数据块进行编码，最多可标识 2048 (2.0A) 帧或五亿 (2.0B) 多个数据块。采用这种方法的优点可使网络内的节点个数在理论上受限制。数据段长度最多为八个字节，不会占用总线时间过长，从而保证了通信的实时性。CAN 协议采用 CRC 检验并可提供相应的错误处理功能，保证了数据通信的可靠性。

## 3. 高速总线系统标准、协议

由于高速总线系统主要用于与汽车安全相关，以及实时性要求比较高的地方，如动力系统等，所以其传输速率比较高。根据传统的 SAE 的分类，该部分属于 C 类总线标准，通常在 125Kb/s-1Mb/s 之间，必须支持实时的周期性的参数传输。目前，随着汽车网络技术的发展，未来将会使用到具有高速实时传输特性的一些总线标准和协议，包括采用时间触发通信的 X-by-Wire 系统总线标准和用于安全气囊控制和通信的总线标准、协议。

(1) C 类总线标准、协议。在 C 类标准中，欧洲的汽车制造商基本上采用的都是高速通信的 CAN 通用工作负荷特性，可扩展作为各种进口汽车使用和维修的参考依据。总线标准 ISO11898，而 J1939 供货车及其拖车、大客车、建筑设备以及农业设备使用，是用来支持分布在车辆各个不同位置的电控单元之间实现实时闭环控制功能的高速通信标准，其数据传输速率为 250Kb/s。在美国，GM 公司已开始所有的车型上使用其专属的所谓 GMLAN 总线标准，它是一种基于 CAN 的传输速率在 500Kb/s 的通信标准。

ISO11898 针对汽车电子控制单元 (ECU) 之间，通信传输速率大于 125Kb/s，最高 1Mb/s 时，使用控制器局域网络构建数字信息交换的相关特性进行了详细的规定。

J1939 使用了控制器局域网协议，任何 ECU 在总线空闲时都可以发送信息，它利用协议中定义的扩展帧 29 位标识符实现一个完整的网络定义。29 位标识符中的前三位被用来在仲裁过程中决定消息的优先级。对每类消息而言，优先级是可编程的。这样原始设备制造商在需要时可以对网络进行调整。J1939 通过将所有 11 位标识符消息定义为专用，允许使用 11 位标识符的 CAN 标准帧的设备在同一个网络中使用。这样，11 位标识符的定义并不是直接属于 J1939 的一个组成部分，但是也被包含进来。这是为了保证其使用者可以在同一网络中并存而不出现冲突。

### ① C 级通信与 CAN 协议的关系

C 级汽车通信是将要求施加在网络体系结构的底层，即在 CAN 层上，扩展用于汽车的 CAN 协议通过防撞和全局优先对这些要求寻址。C 级通信由汽车三种信息组成：低速的车身电子信息；中速的参量传感器数据；实时控制信号，特别是由动力控制模块 PCM、防抱死制动系统 ABS 和安全气囊系统 SRS 等驱动的高速控制信号。

对于上述的高性能系统，要求大网络带宽、信道存取快速、信息传送可靠，以及为了保证安全操作能预测响应时间。博世公司为奔驰汽车开发的 CAN 协议，界限分明，可避免系统功能重叠和满足上述 C 级三种信息传送的要求。

### ② 供 C 级通信应用的通用工作负荷特性

博世公司开发了供不同等级网络通信的通用工作负荷特性，共有 90 项内容，可扩展作为各种进口汽车使用和维修的参考依据。

### ③ CAN 工作负荷的特性在汽车维修中的应用

上述的内容，可归纳受控于九个功能系统（图 2），当然，这只是结构框图，在汽车的实际应用中并非如此简单。就汽车、乘员安全系统 PSS 来说，并不是只有一个模块构成，而是包含着 PSS，， PSS：……PSS。等多个子模块，同时空气悬架控制模块与助力转向模块是分离的。

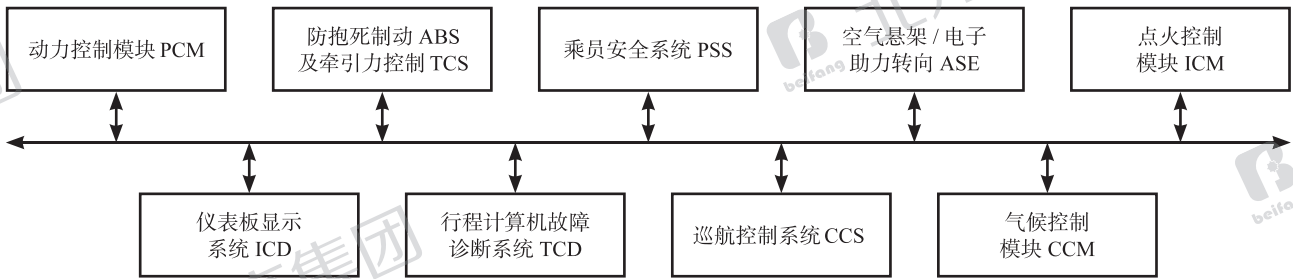


图 2 奔驰汽车的九个功能系统

图 2 中的 TCD 是一种专门用于汽车上的微机，主要有两个功能：一是获得汽车行驶中的一些信息，如油耗量或单位油耗量下的行驶里程等；二是对汽车的某一系统、部件或程序中的故障进行诊断。

(2) 安全总线标准。安全总线主要用于安全气囊系统，以连接加速度计、安全传感器等装置，为被动安全提供保障。目前已有一些公司研制出了相关的总线和协议，包括德尔福公司的 SafetyBus 和宝马公司的 Byteflight 等。

Byteflight 主要以宝马公司为中心制订。数据传输速率为 10Mb/s。Byteflight 不仅可以用于安全气囊系统的网络通信，还可用于 X-by-Wire 系统的通信和控制。宝马公司在 2001 年 9 月推出的新款 BMW7 系列车型中，采用了一套名为 ISIS 的安全气囊控制系统，它是由 14 个传感器构成的网络，利用 Byteflight 来连接和收集前座保护气囊、后座保护气囊以及膝部保护气囊等安全装置的信号。在紧急情况下，中央电脑能够更快更准确地决定不同位置的安全气囊的施放范围与时机，发挥最佳的保护效果。

(3) X-by-Wire 总线标准、协议。X-by-Wire 最初是用在飞机控制系统中，称为电传控制，现在已经在飞机控制中得到广泛应用。由于目前对汽车容错能力和通信系统的高可靠性的需求日益增长，X-by-Wire 开始应用于汽车电子控制领域。X-by-Wire 技术将使传统的汽车机械系统（如制动和驾驶系统）变成通过高速容错通信总线与高性能 CPU 相连的电气系统。在一辆装备了综合驾驶辅助系统的汽车上，如 Steer-by-Wire、Brake-by-Wire 和电子阀门控制等特性将为驾驶员带来全新驾驶体验。为了提供这些系统之间的安全通信，就需要一个高速、容错和时间触发的通信协议。目前，这一类总线标准主要有 TTP、Byteflight 和 FlexRay。

TTP（时间触发协议）是由维也纳理工大学的科佩茨（H. Kopetz）教授开发的。时间触发系统和事件触发系统的工作原理大不相同。对时间触发系统来说，控制信号起源于时间进程；而在事件触发系统中，控制信号起源于事件的发生（如一次中断）。这项开发工作后来作为一 TT 欧洲委员会资助的项目，进一步发展成为一种汽车自动驾驶应用系统。TTP 创立了大量 X-by-Wire 控制系统，如驾驶控制和制动控制。TTP 是一个应用于分布式实时控制系统的完整的通信协议，它能够支持多种的容错策略，提供了容错的时间同步以及广泛的错误检测机制，同时还提供了节点的恢复和再整合功能。其采用光纤传输的工程化样品速度将达到 25Mbit/s。

如上所述，宝马公司的 Byteflight 可用于 X-by-Wire 系统的网络通信。Byteflight 的特点是既能满足某些高优先级消息需要时间触发，以保证确定延迟的要求，又能满足某些消息需要事件触发，需要中断处理的要求。但其他汽车制造商目前并无意使用 Byteflight，而计划采用另一种规格 FlexRay。这是一种新的特别适合下一代汽车应用的网络通信系统，它采用 FTDMA（flexible time division multiple access）的

确定性访问方式,具有容错功能和确定的消息传输时间,能够满足汽车控制系统的高速率通信要求。宝马、戴姆勒·克莱斯勒、摩托罗拉和飞利浦联合开发和建立了这个 FlexRay 标准,通用公司也加入了 FlexRay 联盟,成为其核心成员,共同致力于开发汽车分布式控制系统中高速总线系统的标准。该标准不仅提高了一致性、可靠性、竞争力和效率,而且,还简化了开发和使用过程,并降低了成本。

#### 4. 诊断系统总线标准、协议

故障诊断是现代汽车必不可少的一项功能,使用排放诊断的目的主要是为了满足 OBD-II (ON Board Diagnose)、OBD-III 或 E-OBD (European-On Board Diagnose) 标准。目前,许多汽车生产厂商都采用 ISO14230 (Keyword Protocol 2000) 作为诊断系统的通信标准,它满足 OBD- II 和 OBD-III 的要求。在欧洲,以往诊断系统中使用的是 ISO9141,它是一种基于 UART 的诊断标准,满足 OBD-II 的要求。美国的通用、福特、DC 公司广泛使用 J1850 (不含诊断协议) 作为满足 OBD-II 的诊断系统的通信标准。但随着 CAN 总线的广泛应用,美国三大汽车公司将对乘用车采用基于 CAN 的 J2480 诊断系统通信标准,它满足 OBD-III 的通信要求。从 2000 年开始,欧洲汽车厂商已经开始使用一种基于 CAN 总线的诊断系统通信标准 ISO15765,它满足 E-OBD 的系统要求。

目前,汽车的故障诊断主要是通过一种专用的诊断通信系统来形成一套较为独市的诊断网络,ISCN141 和 ISO14230 就是这类技术上较为成熟的诊断标准。而 ISO15765 适用于将车用诊断系统在 CAN 总线上加以实现的场合,从而适应了现代汽车网络总线系统的发展趋势。ISO15765 的网络服务符合基于 CAN 的车用网络系统的要求,是遵照 ISO14230-3 及 ISO150315 中有关诊断服务的内容来制定的,因此,ISO15765 对于 ISO14230 应用层的服务和参数完全兼容,但并不限于只用在这些国际标准所规定的场合,因而有广泛的应用前景。

#### 5. 多媒体系统总线标准、协议

汽车多媒体网络和协议分为三种类型,分别是低速、高速和无线,对应 SAE 的分类相应为: IDB-C (intelligent data bus-CAN)、IDB-M (multimedia) 和 IDB-Wireless,其传输速率为 250Kb/s-100Mb/s。

低速用于远程通信、诊断及通用信息传送,IDE-C 按 CAN 总线的格式以 250Kb/s 的位速率进行信息传送。由于其低成本的特性, IDB-C 有望成为汽车类产品的标准之一。GM 公司等美国汽车制造商计划使用 POF (plastic optical fiber) 在车中安装以 IEEE1394 为基础的 IDE-1394,预计丰田 Toyota 等日本汽车制造商也将跟进采用 POF。由于消费者手中已经有许多 1394 标准下的设备,并与 IDE-1394 相兼容,因此, IDE-1394 将随着 IDE 产品进入车辆的同时而成为普遍的标准。

高速主要用于实时的音频和视频通信,如 MP3、DVD 和 CD 等的播放,所使用的传输介质是光纤,这一类里主要有 D2B、MOST 和 IEEE1394。

D2B 是用于汽车多媒体和通信的分布式网络,通常使用光纤作为传输介质,可连接 CD 播放器、语音控制单元、电话和因特网。

戴姆勒·克莱斯勒等公司计划与宝马公司一样使用 MOST。MOST 是车辆内 LAN 的接口规格,用于连接车载导航器和无线设备等。数据传输速度为 24Mb/s,其规格主要由德国 OasisSiliconSystem 公司制订。

在无线通信方面,采用 Bluetooth 规范,研制出基于蓝牙技术的处理器,在汽车上主要应用于声音系统、信息通信等。如美国德州仪器公司 (TI) 推出的一款基于 ROM 的蓝牙基带处理器,可用于通信及娱乐或 PC 外设等方面。

随着电子技术和大规模集成电路的迅速发展,网络技术在汽车上的广泛应用使汽车动力性、操作稳定性、安全性等都上升到了新的高度,给汽车技术的发展注入了新的活力。

### 四、CAN 总线技术

CAN 是德国博世公司为解决现代汽车控制系统之间的数据交换而开发的一种串行数据通讯协议,并最终成为 ISO 国际标准 (ISO11898 高速应用和 ISO11519 低速应用),是国际上应用最广泛的现场总线之一。

现场总线是安装在生产过程区域的现场设备 / 仪表与控制室内的自动控制装置 / 系统之间的一种串行、数字式、多点通信的数据总线。

汽车上 CAN 总线主要用来实现车载各电控单元之间的信息交换,形成车载网络系统。CAN 数据总

线又称为 CAN-BUS 总线。它具有信息共享，减少了导线数量，大大减轻配线束的重量，控制单元和控制单元插脚最小化，提高可靠性和可维修性等优点。

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，但实际应用中，所挂接的节点数目会受到网络硬件的电气特性或延迟时间的限制。使用计算机网络进行通信的前提是，各电控单元必须使用和解读相同的“电子语言”，这种语言称为“协议”。汽车电脑网络常见的传输协议有多种，为了实现与众多的控制与测试仪器之间的数据交换，就必须制定标准的通信协议。随着 CAN 在各种领域的应用和推广，1991 年 9 月飞利浦半导体公司（PhilipsSemiconductors）制定并发布了 CAN 技术规范（Version2.0）。该技术包括 A 和 B 两部分。2.OA 给出了 CAN 报文标准格式，而 2.OB 给出了标准的和扩展的两种格式。1993 年 11 月 ISO 颁布了道路交通运输工具——数据信息交换——高速通信局域网国际标准 IS011898，为控制局域网的标准化和规范化铺平了道路。美国的汽车工程学会 SAE2000 年提出的 J1939，成为货车和客车中控制器局域网的通用标准。

### 1.CAN 数据传输系统的构成

CAN 数据传输系统中每块控制单元的内部增加了一个 CAN 控制器，一个 CAN 收发器，每块控制单元外部连接了两条 CAN 数据总线，如图 3 所示。

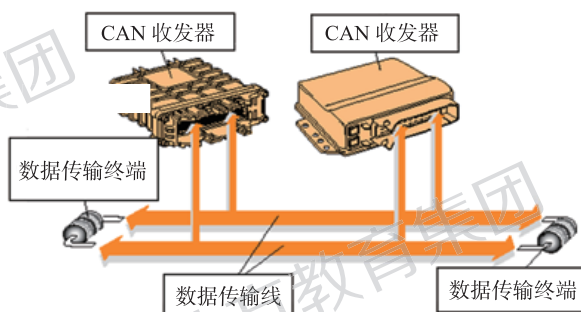


图 3 CAN 数据传输系统

在系统中作为终端的两块控制单元，其内部还装有一个数据传递终端（有时数据传递终端安装在控制单元外部）。

#### (1) CAN 控制单元

CAN 控制单元的作用是接受控制单元中微处理器发出的数据，处理数据并传给 CAN 收发器。同时，CAN 控制器也接收收发器收到的数据，处理数据并传递给为处理器。

#### (2) CAN 收发器

CAN 收发器是一个发送器和接收器的组合，它将 CAN 控制器提供的数据转化成电信号并通过数据总线发送出去，同时，它也接收数据总线的的数据，并将其传到 CAN 控制器。

#### (3) 数据传输终端

数据传输终端实际是一个电阻，其作用是防止数据在到达线路终端后像回声一样返回，并因此而干扰原始数据，从而保证了数据的正确传送。终端电阻装在控制单元内。

#### (4) CAN 数据总线

CAN 数据总线用以传输数据的双向数据线，分为 CAN-H 高位和 CAN-L 低位数据线。数据没有指定接收器，通过数据总线发送给各控制单元，各控制单元接收后进行计算。为了防止外界电磁波干扰和向外辐射，两条数据线缠绕在一起，要求至少每 2.5cm 就要扭绞一次，两条线上的电位是相反的，电压的和恒等于常值，如图 4 所示。

CAN 总线是一种多主总线，通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维。

##### 1) 双绞线

双绞线能传输模拟信号和数字信号，通信距离可达几千米到十几千米，当通信距离长时，要加放大器或中继器。双绞线电缆中封闭着一对或一对以上的双绞线，在其外面包着硬的护套。每一对双绞线由两根绝缘铜导线按一定密度互相绞合在一起，以降低信号干扰。每根铜导线的绝缘层上分别涂以不同的颜色以示区别。

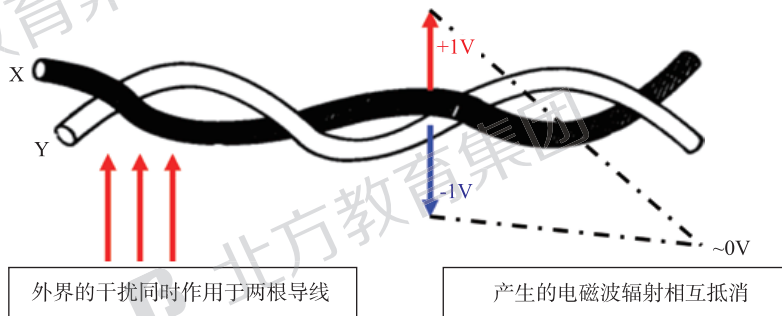


图 4 CAN 数据总线

## 2) 同轴电缆

同轴电缆由内导体铜导线、绝缘层、网状编织的外导体屏蔽层及塑料保护层构成，铜芯线与网状导体同轴，称同轴电缆。同轴电缆的屏蔽性能和抗干扰性能优于双绞线，具有较高的带宽和较低的误码率。通常传输速率越高，传输距离越短。

## 3) 光导纤维

光导纤维没有网状屏蔽层，中心是光传播的玻璃芯。多条光纤组成一束构成光纤电缆，简称光缆。光纤传输信号不受电磁干扰的影响，其传输频带非常宽，数据传输速率非常高，误码率很低，传输损耗小，中继距离长，抗电磁干扰性能很强，保密性好、质量轻、体积小等，因此光缆是数据传输中最有效，最有前途的一种传输介质。

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。其工作采用单片机作为直接控制单元，用于对传感器和执行部件的直接控制。每个单片机都是控制网络上的一个节点，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导线共同接在节点上，这两条导线就称作数据总线（bus）。CAN 数据总线中数据传递就像 1 个电话会议，一个电话用户就相当于控制单元，它将数据“讲入”网络中，其他用户通过网络“接听”数据，对这组数据感兴趣的就会利用数据，不感兴趣的用户可以忽略该数据。CAN 系统的一般组成如图 5 所示。

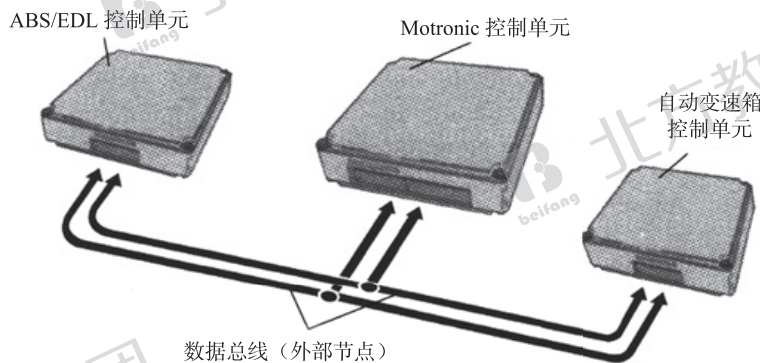


图 5 CAN 数据总线

## 2.CAN 数据的传递过程

每条数据的传递包括如下五个过程。

- (1) 提供数据：控制单元向 CAN 控制器提供需要发送的数据
- (2) 发送数据：CAN 收发器接收由 CAN 控制器传来的数据，转为电信号并发送。
- (3) 接收数据：CAN 系统中，所有控制单元转为接收器。
- (4) 检查数据：控制单元检查判断所接收的数据是否是所需要的数据。

(5) 接受数据：如果接收的数据是所需数据，它将被接受并进行处理，否则，忽略掉。整个数据传递过程如图 6 所示。

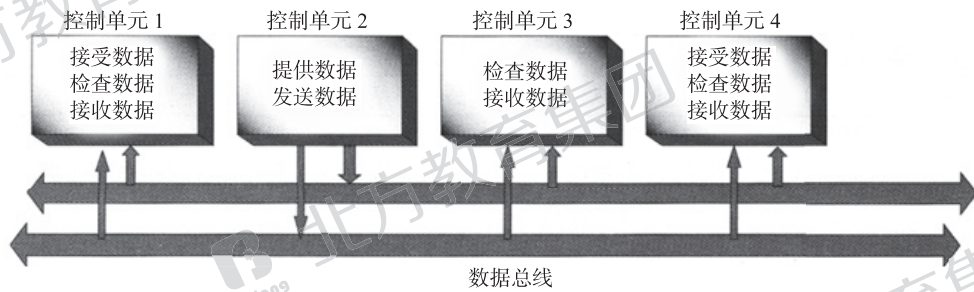


图 6 CAN 数据的传递过程

例如，发动机电脑向某电脑 CAN 收发器发送数据，某电脑 CAN 收发器接收到由发动机电脑传来的数据，转换信号并发送给本电脑的控制单元。CAN 数据传输系统的其他电脑收发器均接收到此数据，但是要检查判断此数据是否是所需要的数据，如果不是将忽略掉。

### 3. CAN 数据的构成

CAN 数据总线在极短的时间内，在各控制单元间传递数据。一条数据的形成由七个区域组成，即开始域、状态域、检查域、数据区、安全域、确认域和结束域，如图 7、表 2 所示。

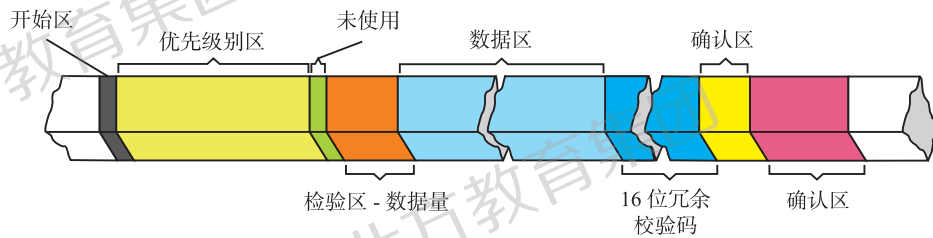


图 7 CAN 数据 - 的构成

表 2 CAN 数据中各区域的功能

区域	功能
开始域 (1 位)	标志数据传输开始，此时 CAN 高位传输线为 5V 电压，低位传输线为 0V 电压
状态域 (11 位)	判断数据中的优先权，举例说明：如果两个控制单元同时发送各自的数据，接收控制单元对较高优先权的发送控制单元优先接收
检查域 (6 位)	显示数据域中所包含的信息项目数，接收控制单元的接收器依据此项目数检查是否已经接收到所有传递过来的信息
数据域 (最大 64 位)	发送控制单元传递给接收控制单元的所有信息
安全域 (16 位)	发送控制单元检测传递数据中是否有错误
确认域 (2 位)	在确认域中，是由发送控制单元的发送器发出信号，通知接收控制单元的接收器，告知已经正确发送。如果接收器检查出错误，则立即通知发送器，发送器则再发送一次数据
结束域 (7 位)	标志数据传递结束，也是发送器再次发送数据的最后一次机会

CAN 数据总线在极短的时间里完成一组数据传递，每组数据最多由 108 位组成，可以将其分为七部分，每一部分位数的多少由数据域的大小决定。

“1 位”是信息的最小单位，指此时的电路状态，在电子学中，“1 位”只有“0”或“1”两个值，也就是说只有 0V 或 5V 两个状态。

### 4. 位仲裁

如果多个控制单元同时发送信息，那么数据总线上就必然会发生数据冲突，为了避免发生这种情况，CAN 总线采用了仲裁方法来处理这类冲突。

## 五、车载网络的应用

车载网络按照应用加以划分，大致可以分为四个系统：动力传动系统、车身系统、安全系统和信息系统。

### 1. 动力传动系统

在动力传动系统内，动力传动系统模块的位置比较集中，可固定在一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 CAN 数据总线一般连接三台电脑，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 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。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，所以需要有一个高性能的发送器，高速发送器会加快速度系统间的数据传递，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，容易受到干扰的影响。为了防干扰，应尽量降低通信速度。在车身系统中，因为人机接口的模块、节点的数量增加，通信速度控制将不是问题，但成本相对增加，对此，人们正在摸索更廉价的解决方案，目前常常采用直连总线及辅助总线。

舒适 CAN 数据总线一般连接七个控制单元，包括中央控制单元、车前车后各一个受控单元及四个车门的控制单元。舒适 CAN 数据传递有七大功能：中控门锁、电动窗、照明开关、空调、组合仪表、后视镜加热及自诊断功能。控制单元的各条传输线以星状形式汇聚一点。这样做的好处是：如果一个控制单元发生故障，其他控制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，线路变得简单。如果线路中某处出现对地短路，对正极短路或线路间短路，CAN 系统会立即转为应急模式或单线模式运行。

数据总线以 62.5Kb/s 速率传递数据，每一组数据传递大约需要 1ms，每个电控单元 20ms 发送一次数据。优先权顺序为：中央控制单元—驾驶员侧车门控制单元—前排乘客侧车门控制单元—左后车门控制单元—右后车门控制单元。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低。

整个汽车车身系统电路主要有三大块：主控单元电路、受控单元电路、门控单元电路。

主控单元接收开关信号之后，先进行分析处理，然后通过 CAN 总线把控制指令发送给各受控端，各受控端响应后作出相应的动作。车前、车后控制端只接收主控端的指令，按主控端的要求执行，并把执行的结果反馈给主控端。门控单元不但通过 CAN 总线接收主控端的指令，还接收车门上的开关信号输入。根据指令和开关信号，门控单元会作出相应动作，然后把执行结果发往主控单元。

### 3. 安全系统

安全系统指根据多个传感器的信息使安全气囊启动的系统，由于安全系统涉及人的生命安全，加之在汽车中气囊数目很多，碰撞传感器多等原因，要求安全系统必须具备通信速度快、通信可靠性高等特点。

### 4. 信息系统

信息系统在车上的应用很广泛，例如车载电话、音响等系统的应用。对信息系统通信总线的要求是：容量大、通信速度非常高。通信媒体一般采用光纤或铜线，因为此两种介质传输的速度非常快，能满足信息系统的高速化需求。

### 5. 大众 CAN 总线系统

大众轿车 CAN 网络系统，也称为 CAN 总线系统。新一代大众 CAN 总线系统为五个不同的 CAN

总线加上三个LIN 总线。如图 8 所示，大众全车 CAN 网络按照数据传输速率的不同一般分为五个不同的子网络，分别为驱动 CAN 网络、舒适 CAN 网络、信息 CAN 网络、仪表 CAN 网络和诊断 CAN。五个子网的传输速率见表 3。五个 CAN 子网通过网关连接起来构成全车 CAN 网络，这样既保证了各个控制系统实时控制的要求，提高了控制的可靠性和稳定性，又降低了成本。

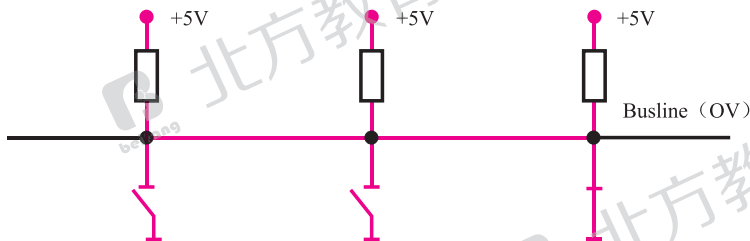


图 8 大众 CAN 网络系统

3 信息与标识符表

标识符	二进制	十六进制
发动机 1	01010000000	280
制动	01010100000	2A0
仪表	01100100000	320
转向角传感器 1	00011000000	0C0
自动变速器 1	10001000000	440