

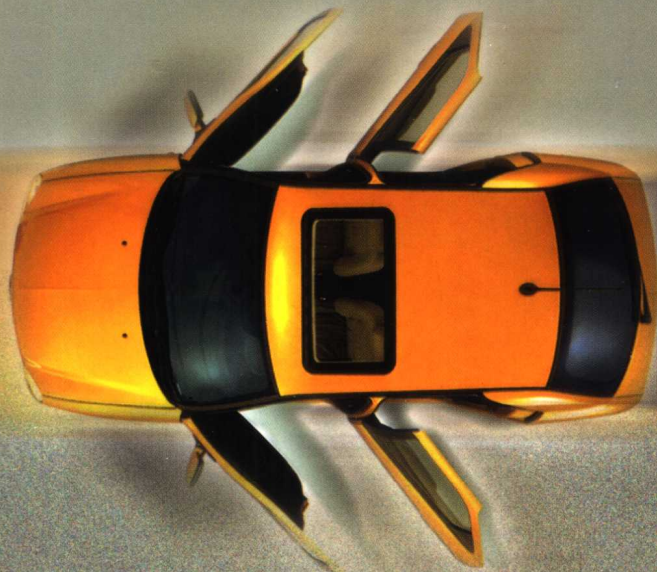


汽车维修专项技能

培训教材

汽车电脑控制器区域网 数据总线

© 鲁植雄 主编



QICHEWEIXIUZHUYUANXIANGJINENG
PEIXUNJIAOCAI



人民交通出版社
China Communications Press

汽车维修专项技能培训教材

Qiche Diannao Kongzhiqi Quyuwang Shuju Zongxian

汽车电脑控制器域网数据总线

鲁植雄 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书从使用和维修的角度出发,系统地介绍了汽车电脑控制器区域网数据总线的组成、工作原理、故障诊断与检查方法。全书分为六章,分别介绍了电脑控制器区域网数据总线的基本原理、故障诊断、东风雪铁龙毕加索轿车 VAN 总线的构造与检修、广州本田雅阁轿车的多路传输系统及其检测、一汽宝来轿车 CAN 总线的构造与检修和其他车型数据总线的结构与检测等内容。

本书内容通俗易懂,图文并茂,理论联系实际,实用性强,适用于现代汽车维修人员及技术人员参考使用,也可作为大中专院校汽车专业及相关专业学生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电脑控制器区域网数据总线/鲁植雄主编.—北京:人民交通出版社,2004.3

ISBN 7-114-04961-7

I. 汽... II. 鲁... III. 汽车. 计算机控制系统
总线. 技术 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第 007918号

汽车维修专项技能培训教材 汽车电脑控制器区域网数据总线

鲁植雄 主编

责任校对:张莹 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

各地新华书店经销

三河市宝日龙印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:272千

2004年3月 第1版

2004年3月 第1版 第1次印刷

印数:0001—4000册 定价:21.00元

ISBN 7-114-04961-7

前 言

随着 4C 技术,即计算机、控制器、通信和 CRT 显示技术的发展,特别是其中的微处理器技术和集成电路技术的飞速发展,过程控制系统经历了基地式气动控制仪表系统、电动单元组合式模拟仪表控制系统、集中式数字控制系统、集散式控制系统、现场总线控制系统等五代过程,其中控制器区域网 CAN 技术是在汽车工业上应用的最为成熟技术之一,目前在汽车设计领域中,CAN 几乎成了一种必须采用的技术手段,尤其是在欧洲,如奔驰、宝马、大众,其他公司如沃尔沃等也都将 CAN 作为控制器联网手段。此外,美国汽车厂也将控制器联网系统逐步由 Class 2 过渡到 CAN。

为了适应汽车工业的发展,满足汽车维修人员的需要,以推动汽车维修产业技术的普及与水平的提高,特编写此书。

本书不涉及高深的专业知识,文字简练,通俗易懂。通过阅读本书,能理解汽车电脑控制区域网数据总线(CAN-BUS)的组成、工作原理、故障诊断与检查方法。本书适用于广大汽车维修人员、驾驶员及大、中专院校汽车维修专业的学生使用。

本书由鲁植雄博士主编,参加本书文字及图片资料整理工作的还有陆孟雄、张凤娇、程增凯、高正强、侯占锋、周玉锋、杨永梅、黄学勤、陈革飞、孙慧东、郭瑾、顾珏等同志。

本书编绘过程中,得到了许多汽车生产企业和维修企业的大力支持和协助,并参考了许多名家的著作,在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,加之经验不足,书中难免有谬误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电脑控制器区域网数据总线(CAN-BUS)的基本原理	1
一、CAN 总线的形成	1
二、计算机网络与协议	2
三、区域网	5
四、汽车区域网(LAN)	8
五、现场总线	19
六、控制器区域网(CAN)	25
七、串行链路输入/输出控制器区域网(SLIO CAN)	34
八、汽车多路传输系统(SWS)	39
九、汽车数据总线新技术	55
第二章 汽车区域网数据总线的故障诊断	60
一、故障类型	60
二、故障诊断步骤	62
三、CAN 总线的检测方法	63
第三章 东风雪铁龙毕加索轿车 VAN 总线的构造与检修	65
一、VAN 总线	65
二、智能控制盒(BSI)	67
三、防盗系统与 VAN 总线	79
四、收放机与 VAN 总线	82
五、中控锁与 VAN 总线	84
六、刮水器与 VAN 总线	90
七、驾驶员信息与 VAN 总线	92
第四章 广州本田雅阁轿车的多路传输系统及其检修	109
一、多路传输系统的构成与功能	109
二、多路传输系统的检测	111
三、多路传输系统的自诊断	116
四、多路传输系统的唤醒和休眠功能检测	118
五、自动关灯功能控制装置与多路总线	120
六、仪表板灯亮度控制器与多路总线	122
七、车门灯控制与多路总线	124
八、灯亮、钥匙插入、座椅安全带提示系统与多路传输	127

九、电动车窗与多路传输	130
十、刮水器/清洗器与多路传输	135
第五章 一汽宝来轿车 CAN 总线的构造与检修	140
一、宝来轿车 CAN 总线的构造	140
二、CAN 总线的数据传递原理	142
三、舒适系统 CAN 数据总线	149
四、动力系统 CAN 数据总线	153
第六章 其他车型数据总线的结构与检修	160
一、上海波罗轿车 CAN 总线的结构与检修	160
二、新款凌志 LS400 轿车的多路传输系统及其检修	169
三、新款三菱 Pajero 轿车的多路传输系统及其检修	194

第一章 电脑控制器区域网数据总线 (CAN-BUS)的基本原理

一、CAN 总线的形成

1. 汽车常规布线法的缺陷

随着现代科技的飞速发展,汽车装备日趋完善,车用电气设备越来越多,从发动机控制到传动系统控制,从行驶、制动、转向系统控制到安全保证系统及仪表报警系统,从电源管理到为提高舒适性而作的各种努力,使汽车电气系统形成一个复杂的大系统,并且都集中在驾驶室控制。如果按照常规点到点间的布线法,则整个汽车的布线将十分复杂,显得很凌乱。尤其是在高档客车中,传统布线不仅增加了布线的复杂程度,而且布线所需的铜线也将成倍增加。

据统计,一辆采用传统布线方法的高档汽车中,其电线长度可达 2 km,电气节点高达 1500 个。而且,该数字大约每 10 年增长 1 倍,从而加剧了粗大的线束与汽车有限的可用空间之间的矛盾。

一般情况下,线束都装在看不到的地方(如纵梁下等),一旦线束中出了问题,不仅查找相当麻烦,而且维修也很困难。另外,每个车型的线束都不一样,每种车都要单独设计,从而增加了设计和试制的难度。有时需替代某个落后的电器配件,要增加几根线,因无法加到原线束中,只能从外面加线,从而使线路更凌乱。所以,无论从材料成本还是从工作效率看,传统布线法都将不适应汽车的发展。将电子技术用于汽车布线的多路总线传输技术将能够很好地解决上述矛盾。

2. 数据总线技术的产生

什么是数据总线呢?所谓数据总线,就是指在一条数据线上传递的信号可以被多个系统共享,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 100 多种不同的指令,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量,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。

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)、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。因此,一种新的概念——汽车上电子控制区域网络 CAN 的概念也就应运而生。为使不同厂家生产的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,因此称为 CAN 总线。

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两个部件占用,在两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,也将是国产轿车引起的技术项目。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 500kb/s,另一根是用于车身系统的低速 CAN 总线,速率是 100 kb/s。

驱动系统用 CAN 总线主要连接对象是发动机 ECU、ASR 及 ABSECU、SRSECU、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 根总线之间是独立的,彼此之间没有关系。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。把数据总线技术引入汽车,对汽车电子技术的发展必将起到积极的推进作用。

二、计算机网络与协议

1. 计算机网络定义

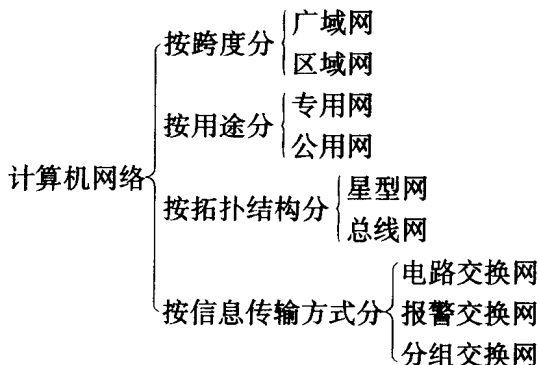
自从 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来,计算机技术已经有了飞速的发展。以计算机为主体演变而来的各种的信息处理技术与各种的先进技术相结合,又逐步形成了像人工智能、知识工程、分布式数据库、图像处理和计算机网络等新的发展领域。它们都是现代计算机高速发展的标志,而计算机网络技术又逐渐成为各种先进技术发展的基础,它不仅是向信息化社会迈进的必要条件,而且已成为衡量一个国家技术发展水平和社会信息化程度的标志之一。

一般从物理结构看,可对计算机网以广义的定义。“广义的”计算机网络是在协议控制下由一台或多台计算机、若干台终端设备、数据传输设备以及便于终端和计算机之间或者若干台计算机之间数据流动的通信控制处理机等所组成的系统之集合。这个定义,表明计算机网是在协议控制下通过通信系统来实现计算机之间的连接。计算机网和一般计算机互连

系统的区别,就是有无协议的作用。

2. 计算机网络类型

由于计算机网络是由数据通信和远程数据处理相互结合而构成,其应用的广泛性使各种各样的计算机网络相继建立和发展。下面从几个角度对其进行分类。



3. 协议

1) 接口与实体

接口是为两个系统、设备或部件之间连接服务的数据流穿越的界面。计算机通信接口由设备(或部件)和说明组成,一般包括 4 个方面内容:物理、电气、逻辑和过程。在物理方面,要指出连接器有多少个插脚。在电气方面,要确定接口电路信号的电压、宽度及它们的时间关系。在逻辑方面,包括说明为了传送如何把数据位或字符变换成字段,以及说明传输控制字符的功能使用等。换句话说,计算机通信接口的逻辑说明,提供了用于控制和实现穿越接口交换数据流的一种语言。在过程方面,它说明通信控制字符的法定顺序、各种字段的法定内容以及控制数据流穿越接口的命令和应答。如果把逻辑说明看成为确定数据流穿越接口的语法,那么过程说明就可作为语义。

在计算机网络内,不同系统中的实体需要通信。一般地说,将能够发送或接收信息的硬件或软件进程称为实体,而系统是包含一个或多个实体的物理物体。实体的例子如用户应用程序、文件传送程序包、进程、数据库管理系统、电子邮件设施及终端等。系统的例子是计算机、终端设备和遥感装置等。

2) 协议及其功能

(1) 协议的定义

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。具体地说,在通信内容、怎样通信以及何时通信等方面,两个实体要遵守相互可以接受的一组约定和规则。这些约定和规则的集合称为协议。因此,协议可定义为在两实体间控制信息交换的规则之集合。

(2) 协议的三要素

①语法。确定通信双方之间“如何讲”,即由逻辑说明构成,要对信息或报文中各字段格式化,说明报头(或标题)字段、命令和应答的结构;

②语义。确定通信双方之间“讲什么”,即由过程说明构成,要对发布请求、执行动作以及返回应答予以解释,并确定用于协调和差错处理的控制信息;

③定时规则。指出事件的顺序以及速度匹配、排序。

(3)协议的功能

协议的功能是控制并指导两个对话实体的对话过程,发现对话过程中出现的差错并确定处理策略。具体说来,每个协议都是具有针对性的,用于特定的目的,所以各协议的功能是不一样的;但是总有一些公共的功能是大多数协议都具有的。这些功能包括4个方面:

①差错检测和纠正。面向通信传输的协议常使用“应答—重发”,循环冗余校验CRC、软件检查和等机制进行差错的检测和纠正工作;而面向应用的协议常采用重新同步、恢复以及托付等更为高级的方法进行差错的检测和纠正工作。一般说来,协议中对异常情况的处理说明要占很大的比重。

②分块和重装。用协议控制进行传送的数据长度是有一定限制的,参加交换的数据都要求有一定的格式。为满足这个要求,就需要将实际应用中的数据进行加工处理,使之符合协议交换时的格式要求,只有这样才能应用协议进行数据交换。分块与重装就是这种加工处理操作。分块操作将大的数据划分成若干小块,如将报文划分成几个报文分组;重装操作则是将划分的小块数据重新组合复原,例如将报文分组还原成报文。

③排序。对发送出的数据进行编号以标识它们的顺序,通过排序,可达到按序传递、信息流控制和差错控制等目的。

④流量控制。通过限制发送的数据量或速率,以防止在信道中出现堵塞现象。

3)协议类别

协议可根据其不同特性进行分类,可分为:

- 直接型/间接型;
- 单体型/结构化型;
- 对称型/不对称型;
- 标准型/非标准型等。

(1)直接型/间接型

两个实体间的通信,可以是直接的或间接的。例如,两个系统若共享一个“点—点”链路,那么这些系统中的实体就可以直接通信;此时数据和控制信息直接在实体间传递而无任何中间的信息处理装置,所需要的协议属于直接型。

如果系统经过转接式通信网或者两个、两个以上网络串接的通信网,两个实体要交换数据必须依赖于其他实体的功能,就属于间接通信。此时设计协议时,需要考虑对中间系统了解到什么程度,因而较为复杂。

(2)单体型/结构化型

在两个实体间通信任务比较简单的情况下,采用单一协议来控制通信,这种协议称之为“单体型”协议。

实际上,计算机网络内实体间通信任务是很复杂的,以致不可能作为一个单体来处理。

面临复杂的情况,可采用“结构化”型协议,即以展示为层次或分层结构的协议集合来代替单体型协议。此时,较低层次或较低级别的功能在较低层次的实体上实现,而它们又向较高层次的实体提供服务。换言之,较高层的实体依靠较低层次的实体来交换数据。

(3)对称型/不对称型

大部分的协议属于对称型,即它们关联于同等的实体之间通信。不对称的协议可以是交换逻辑的要求(例如,一个“用户”进程和一个“服务”进程),或者是为了尽可能使实体或系统保持简单。

(4)标准型/非标准型

一个部门或者一个国家都希望制定标准型协议,促进组建计算机网络和分布处理系统。非标准型协议,一般都是发展中的产物,或者为特定通信环境所设计。

三、区域网

1. 区域网定义

区域网是一种在小区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。一个区域网的地理范围是较小的,如限定在一座楼内或大学校园、军事基地等,也可跨越几座建筑物。区域网一般为某个社会组织专用,而不是公共的设施。在技术上,区域网的典型特征是:高数据传输率($0.1 \sim 100 \text{ Mb/s}$);短距离传输($0.1 \sim 25 \text{ km}$);低传输误码率($10^{-11} \sim 10^{-8}$)。

2. 区域网性质

区域网的性质主要取决于3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) 区域网的传输媒体

目前,通用于区域网的传输媒体有:双绞线、同轴电缆和光纤。表1-1列出了这三种传输媒体的特性。

双绞线、同轴电缆和光纤的主要特性

表 1-1

种 类	信号传输技术	最大数据率 (Mb/s)	最大数据率下 最大距离(km)	实际联网 设备数目
双绞线	数字	1~2	很小	以 10 计
同轴电缆(50Ω)	数字	10	很小	以 100 计
同轴电缆(75Ω)	数字	50	1	以 10 计
	FOM 模拟	20	以 10 计	以 1000 计
	单信道模拟	50	1	以 10 计
光纤	模拟	10	1	以 10 计

双绞线是区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

Mb/s;双绞线成本较低,传输距离较近,对于单个建筑物低通信量的通信,它是经济效益最佳的选择。

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。在同轴电缆上可以采用基带传输和宽带传输两种信号传送技术。基带传输利用数字信号传递数据信息,宽带传输常采用有线电视(CATV)技术,利用调制方法传递模拟的已调载波信号。基带传输通常限于同一建筑物内,传输速率一般为1~10Mb/s,在限制传输距离和联网设备数的条件下,可达50Mb/s。宽带传输的速率一般也为1~10Mb/s,但它可以提供多条数据路径,支持多功能大跨度网络,如建筑物间甚至市内的网络。

光纤比同轴电缆具有更大的容量,是今后区域网传输媒体的发展方向。由于成本和技术的限制,现在使用的较少,它非常适用于环形网络那样的点到点结构。

2) 区域网的拓扑结构

区域网常用的拓扑结构有三种:星型、环型和总线型。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,各种类型的入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1-1所示。

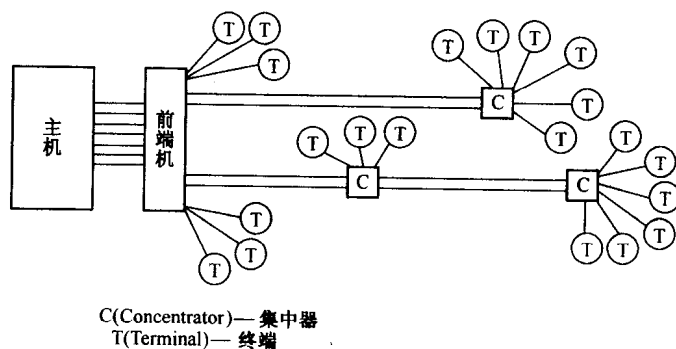


图 1-1 星型网拓扑结构

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,它将所有的入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1-2所示。

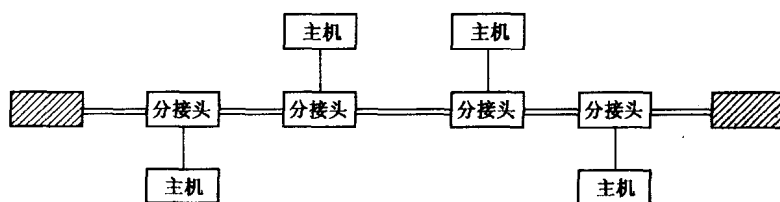


图 1-2 总线型网拓扑结构

由于所有的入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,因而是有限的。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,区域网多采用此种方式。

(3) 环型网拓扑结构

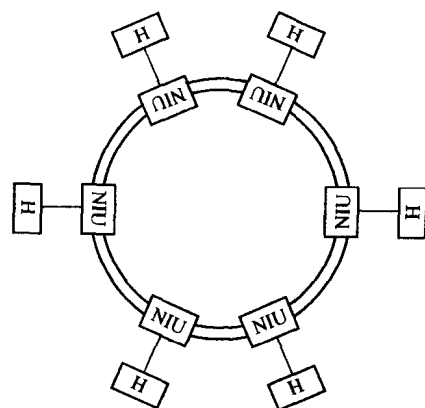
环型网通过一个转发器将每台入网计算机接入网络,每个转发器与相邻两台转发器用物理链路相连,所有转发器组成一个拓扑为环的网络系统,如图 1-3 所示。

环型网由于其点一点通信的惟一性,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区域网拓扑结构,尤其是在实时性要求较高的环境。

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访问控制机制的调整,因此较为复杂。

3) 媒体访问控制协议(MAC)

区域网的目的是使某一区域内大量的数据处理、通信设备相互联结,区域网的拓扑结构并未采用物理上完全联结的方式,而是通过共享传输媒体(环型、总线/树型)或转换开关(星型)实现的。对于共享传输媒体的方案,需要一套分布逻辑以控制各连网设备对传输媒体的访问,这就是媒体访问控制(MAC 是 Medium Access Control 的缩略语)。当传输媒体和拓扑结构选定后,区域网的性能就主要取决于 MAC。因此,MAC 是区域网研究的一个重要课题。



H(Host)—主机
NIU(Network Interface Unit)—网络接口部件

图 1-3 环型网拓扑结构

3. 区域网的分类

通常,将区域网划分成三类:

- 一般区域网(LAN);
- 高速区域网(HSLN);
- 计算机化分组交换机(CBX)。

这三类区域网在系统结构和设计方案上差距很大,三类区域网主要是为满足不同要求而独立研制的。一般区域网和高速区域网的通信协议是分别定义的。三类区域网的主要特性见表 1-2。

区域网分类和主要特性

表 1-2

特 性	一般区域网	高速区域网	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(Mb/s)	1~20	50	9.6~64
最大距离(km)	25	1	1
转接技术	报文分组	报文分组	线路转接
支持设备数	100~1000	10	100~1000
连接费用(\$)	500~5000	40000~50000	250~1000

一般区域网是指普通意义上的区域网。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范围的区域网也属于这一类。

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 1~20Mb/s,可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 1Mb/s 或更低一些,由于个人计算机(PC)的广泛使用和这种网络成本低廉,这是一种当今最普遍的区域网。LAN 的标准由美国电气和电子工程师协会(IEEE)于 1980 年 2 月成立的专门研究区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。汽车区域网属于 LAN。

四、汽车区域网(LAN)

1. 汽车微机区域网络 LAN 的发展

1994 年以前车内微机区域网络大多以 LAN(Local Area Network)的 3 种结构(点到点式、集中式、分布式)出现。分布式应用得比较广泛,但应用点到点和集中式网络的车型也为数不少。

1984 年以前,严格说来只是 LAN 发展的萌芽期,别说分布网络,就是集中式网络甚至

点到点的传输方式(在两个点之间无中间转接站或中间计算机的直接数据传输),都还未正式推广应用,仅有的只是 1982 年型的日产公爵和 1983 年型的丰田世纪汽车的车门光学遥控系统以及 1983 年型的日产豹汽车的光学转向开关等,成为这一阶段的正式产品。

1985~1989 年是 LAN 发展的第二阶段,在此期间,各大汽车公司的点到点和集中式网络的产品不断涌现。此间较超前的是克莱斯勒公司的纽约客车型,直接采用 CCD 通信协议和分布式网络。

1990 年以来,汽车区域网进入了较高级的第三阶段,除了 1991 年型的丰田马克 II 汽车的车门控制仍采用点到点的光控多路传输外,绝大多数车型都由集中式网络转向分布式网络。

2. 常见车型采用的网络结构种类

为了叙述方便,对于无网络软件(通信协议)的两点间的通信的网络雏形,也暂称网络结构,而真正的网络结构应从 1988 年克莱斯勒公司的纽约客车型采用的 CCD 通信协议算起。

(1)1983 年型的日产豹汽车的网络主要是转向开关的点到点(光控)形式。

(2)1983 年型的丰田世纪汽车的网络主要是车门的集中式(光控)形式。

(3)1985 年型的通用凯迪拉克部生产的部分汽车的网络,主要是车身电子控制模块之间点到点(电控)形式。

(4)1985 年型的通用别克海滨汽车的网络,主要是阴极射线管显示器的集中式(电控)形式。

(5)1986 年型通用凯迪拉克部生产的阿兰特汽车的网络,主要是多路复用灯光系统的集中式(电控)形式。

(6)1986 年型的丰田滑翔机汽车的网络,主要是多视频的点到点(电控)形式。

(7)1986 年型的三菱快乐汽车的网络,主要是遥控系统的点到点(电控)形式。

(8)1987 年型的丰田皇冠汽车的网络,主要是只读光盘(CD-ROM)点到点(光控)形式,还有多视频的集中式(电控)形式。

(9)1987 年型的日产公爵汽车的网络,主要是车门开闭系统的集中式(电控)形式。

(10)1988 年型的克莱斯勒纽约人(New Yorker)汽车的网络,主要是 CCD(采用 CDP68HC68S1 通信芯片版本和 MC68HC11 作为 CPU)通信协议的分布式(电控)。

(11)1991 年型的丰田马克 II 汽车的网络,主要是车门多路复用系统的点到点(光控)形式。

(12)1991 年型的奔驰 600SEL 汽车的网络,主要是 CAN(采用 AN82526-Q8841 通信芯片版本和 Intel 8051 或 H8/532 作为 CPU)通信协议为分布式(电控)。

(13)1992 年型的克莱斯勒 LH 汽车的网络,也是与纽约人相同的 CCD 通信协议的分布式(电控)。

(14)1992 年型的丰田皇冠汽车的网络,主要是 i-Four 通信协议的分布式(电控)。

(15)1993 年型的日产无限汽车的网络,主要是 IVMS 通信协议的集中式(电控)。

3. 丰田汽车开发和应用汽车网络——LAN 的意义

近年来,全世界对加强汽车电子控制技术的要求日益增长,但是,在电子控制装置 ECU

增加的同时,电器配线和信号配线也愈来愈多,许多汽车的线束质量和线束直径已分别达到甚至超过 40kg 和 60mm。由于导线太多,严重地干扰了汽车零部件的设计、布局和制造,另外,对汽车的维修也带来许多不便,反过来制约了电子控制技术在汽车上的广泛应用。因此,在汽车上迫切需要开发和应用 LAN,使几个 ECU 中的各种数据进行交换,以此促成对汽车性能的精确、高速控制和减少配线。

针对改善汽车运行、安全性和经济性能,最有前途的就是对电子燃油喷射、防抱死制动系统和悬挂系统等的综合控制,因为这些系统到目前为止大多是相互独立的。实现了综合控制各个 ECU,使之能相互交换各种数据,是 LAN 的关键技术。

汽车内的 LAN 是在多路复用通信的基础上建立的。为了实现多路复用通信,又需要开发专用的集成电路,这是近年来半导体厂商必须承担的艰巨任务。汽车多路复用系统,包括连接到通信集成电路总线上的多个 ECU 的接口,是属于微机在汽车上应用的关键技术之一。

4. 丰田汽车上开发的两种供多路复用通信需要的集成电路

一种是通信控制 IC,另一种是总线驱动器/接收器 IC。两种 IC 都是根据 SAE J1850 标准的 PWM 编码格式作为基础的通信协议。

通信控制 IC 的设计有与众不同的特性,如有较高的故障自动防护操作和能减少施加在 ECU-CPU 上的额外通信量的特性。该 IC 用 CMOS 技术制造,芯片尺寸 $5.5\text{mm} \times 5.5\text{mm}$,芯片上约有 14000 只晶体管。

总线驱动器/接收器 IC 也有两个特点:

一是在数据传输周期中,能让进入总线扭绞线对的其中一对线芯的电流,与总线中另一对线芯的返回电流精确匹配。这种电流输出和返回的精确匹配技术,能抵御电磁干扰,对车内的无线电接收极为有利。

另一个特点是数据接收周期中,当总线扭绞对线中的任一对线芯出现故障时,具有改变数据接收阈值电压电平的能力。该 IC 采用双极技术制造,在 $3.0\text{mm} \times 5.7\text{mm}$ 的芯片上约有 700 个元件。

5. 丰田公司选用 SAEJ1850 标准的脉宽调制(PWM)编码作为两种集成电路通信协议基础的原因

从电子控制的角度出发,通信速率愈高,汽车的控制性能愈佳。也就是说,大家都希望大量的数据能在一个单位时间内传送和交换,而让数据通信延迟保持在最低级别。但此产生了一个不良的后果,即较高的通信速率,在高频区不可避免地伴随着增大辐射噪声的能级,因此,在车内引起无线电接收噪声。当然,采用同轴电缆或光纤等可对辐射噪声能级有所限制,但目前这些技术的成本和可靠性等问题还尚待解决。所以,从实用角度出发,选择 J1850-PWM 作为通信控制 IC 和驱动器/接收器 IC 通信协议的基础。J1850 是 SAE 目前推荐作 B 级通信的标准,即为专供汽车 LAN 运行在中等通信速率的标准,也可用于汽车故障诊断的接口协议基础。

6. 丰田汽车按 SAE J1850 标准设置的两种集成电路的相关规范

按 J1850 标准设置的两种集成电路的相关部分规范如下:

(1)主要特征。位速率 41.67kb/s,位编码 PWM,总线访问/存取具有非破坏性位仲裁的、有碰撞检测功能的载波感知多路存取(CSMCD),传输媒体双线。

(2)帧格式。图 1-4 为 J1850-PWM 的帧格式,数据组按字节单位,先安置最高有效位,至 12 字节(包括 CRC 和 IFR)并允许调节。

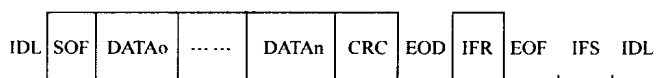


图 1-4 SAE J1850-PWM 帧格式

(3)位和符号格式。图 1-5 表示 J1850-PWM 的位(指数据“1”或“0”)和符号格式。位和符号被限定在 $24\mu\text{s}$ 的间隔帧或它的整数倍帧内,对于各帧的允许误差为 $\pm 2\%$ 。

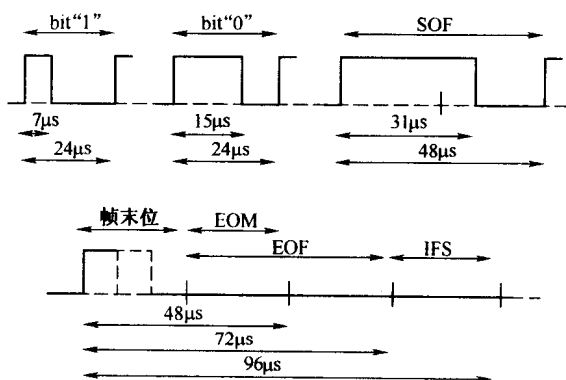


图 1-5 SAE J1850-PWM 的位和符号定义

(4)传输起动条件。当总线空闲或被检测到的前导脉冲边缘处于帧间间隔 IFS 时,允许传输起动。

(5)非破坏性位仲裁。J1850-PWM 采用非破坏性位仲裁。仲裁的操作原理和效果如下,位仲裁的典型电路如图 1-6 所示。在各个节点上,如果所给定的至驱动器的全部输入信号 TX_n (图 1-6 中的 TX_1 、 TX_2)为低电平,那么,连接到总线(+)和总线(-)的全部驱动晶体管都截止。由于下拉电阻与总线(+)相通,因此总线(+)的电压也处于低电平。

另一方面,由于上拉/负载电阻与总线(-)相连通,故总线(-)的电压处于高电平。这样,各个独立节点上的接收器输出将为低电平。

如果在最末节点上给予驱动器的输入信号 TX_n 为高电平,那么两个对应的驱动晶体管导通,总线(+)的电压将处于高电平,总线(-)处于低电平。这样,各个节点上的接收器输出高电平。这是一种别有优先赋予高电平的线“或”逻辑电路形式。

图 1-7 表示接收器输出信号波形。节点 1 和节点 2 能同时起动传输数据,与在总线上的 J1850-PWM 相符。对于 J1850-PWM 的图示情况,当位“1”与位“0”相互碰撞时,位“0”总是占优势(处于支配地位)。对于该协议,要求所有的节点都具有碰撞检测能力,即使在传输过程或瞬态停止传输过程中都能一直监测着总线的状态。如果从某节点输出的波形发生畸