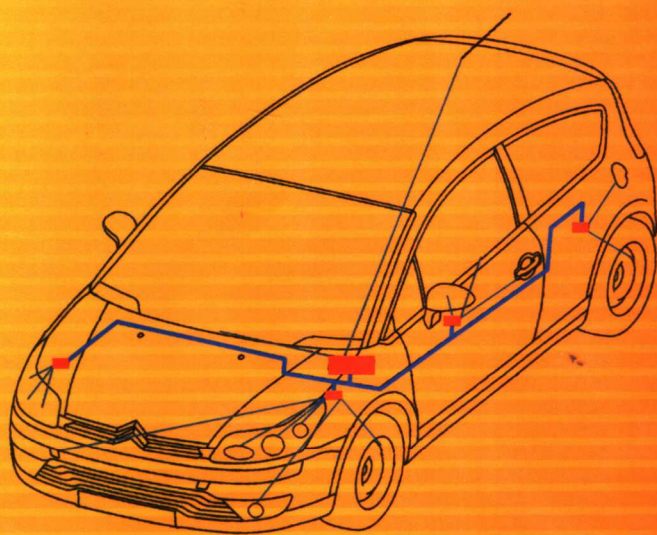


汽车车载网络

(VAN/CAN/LIN)

技术详解

(法) 胡思德 (Daniel ROUCHE) 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车车载网络(VAN/CAN/LIN) 技术详解

(法) 胡思德(Daniel ROUCHE) 著



机械工业出版社

车载网络(多路传输)技术是20世纪90年代后期才开始广泛应用的汽车新技术,国内汽车界直到近几年才对其有了较多了解,但在广大汽车维修人员中,熟悉汽车多路传输技术的技术人员仍然寥寥无几。本书作者是法国教育部派往中国的资深技术培训专家,是享有国际声誉的汽车多路传输技术专家,在欧洲出版过多部车载网络方面的专著。作者根据自己多年的实践和教学经验,结合最新的技术资料,为中国读者奉献了这部作品。

本书内容包括车载网络技术概述, VAN网、CAN网、LIN网等目前常用车载网络的协议、结构和物理层, VAN-CAN双网技术的结构和应用,全CAN网的结构和应用,多路传输系统的诊断等。书中内容均为作者亲身实践的所得,尤其是多路传输系统的诊断一章,更是作者智慧的结晶,绝非常规资料所能包含。

本书可供广大汽车技术人员和汽车维修人员学习多路传输系统之用,也可作为高校汽车相关专业师生的辅修教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络(VAN/CAN/LIN)技术详解/(法)胡思德
(Daniel ROUCHE)著. —北京:机械工业出版社,2006.6
ISBN 7-111-19243-5

I. 汽... II. 胡... III. 汽车-计算机网络
IV. U463.67

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第055837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:杨民强 责任编辑:刘焯 版式设计:张世琴
责任校对:陈延翔 封面设计:王伟光 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.5印张·330千字

0001—4000册

定价:38.00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)68326294

编辑热线电话(010)88379771

封面无防伪标均为盗版

作 者 序

在中国工作的七年时间里，我不断感受到要奉献给中国读者一本关于汽车多路传输系统专著的愿望。在法国，我已经出版了两本法文著作，现在终于完成了这本中文书籍。我非常高兴能与中国读者分享我多年积累的实践及教学经验，同时也非常感谢您对本书所给予的关注。

写作此书的初衷是普及汽车多路传输方面的知识。我希望无论是怎样的读者：汽车维修技术人员，汽车专业的学生、教师，汽车驾驶员或汽车爱好者，都能从本书中找到有价值的东西。如果这本书使您对多路传输系统产生一定的兴趣，或是对您进一步了解多路传输系统有些帮助，我将会感到非常满足。

谢谢！

胡思德 (Daniel ROUCHE)

2005 年 10 月 16 日

编辑出版说明

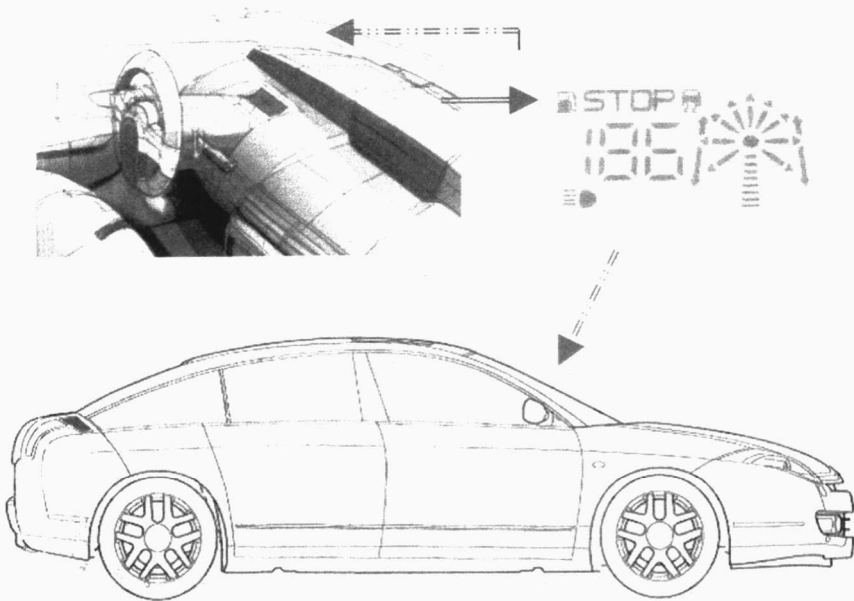
汽车车载网络技术是汽车技术高速发展的代表，是传统汽车技术和新兴计算机网络技术相互结合的结晶，从 20 世纪 90 年代后期才开始在高档车型上得到广泛应用。由于其技术含量高，维修难度大，所以一直是汽车维修中的“难中之难”。而且车载网络系统的核心技术均掌握在外国公司手中，又都应用在新型的合资引进或进口车型上，相关资料（特别是深入进行技术讨论的核心资料）极度匮乏。目前市场上的图书普遍仅限于应用介绍和故障码说明，对全面的故障诊断帮助很小，以致国内绝大多数汽车维修人员（包括多数资深维修技师），不敢承担车载网络系统的诊断和维修任务。

为尽快提高国内汽车维修人员对车载网络技术的掌握水平，培养广大汽车维修技师诊断、维修车载网络的能力，我社特邀车载网络技术方面的国际知名专家——法国的胡思德先生编写本书，提供了 VAN 网、CAN 网、LIN 网等目前常用车载网络技术的详细讲解。不论是汽车维修人员还是其他汽车技术人员，均会从本书受益匪浅。

本书作者胡思德先生是法国教育部派住中国的资深技术培训专家，在我国已执教六年，是享有国际声誉的汽车多路传输技术专家，在欧洲出版过多部车载网络方面的专著。胡思德先生根据自己多年的实践和教学经验，结合最新的技术资料，为我们奉献了这部作品，实属中国读者之幸。书中内容均为作者亲身实践所得，尤其是多路传输系统的诊断一章，更是作者智慧的结晶，绝非常规资料所能包含。

前 言

当今，汽车行业正在经历着一场重要而彻底的变革。零配件供应商们的丰富想象力是与汽车购买者对于舒适设备的更高要求紧密相联的，它导致了各种电控单元和相关导线数量的迅速增加，其发展趋势不可逆转。造成的直接后果是，各种导线线束的安装出现了困难，汽车重量增加。有些情况下还会出现电磁兼容性的问题。电路网络的容量和复杂性每 10 年就会翻倍。由此可能出现的缺陷造成的危险性变得更大。仅在仪表板这块区域，通常就有 100 多条导线和插接器被用于设备和开关的连接。有些区域，例如车门或驾驶室，密密麻麻的线束就好像杂草丛一样，导线密如蛛网(有些高档车的车门内至少有 50 条导线)。安全性设备与舒适性设备的功能是相互关联的，例如 ABS、ESP、安全气囊、主动悬架等。汽车制造商们面对设备功能的交叉，需要通过新型信息交换设备(有限的插接器、导线的数量和电控单元)来解决这种设备的增加所带来的问题。因此许多先进轿车上开始应用多路传输技术。多数汽车制造商选用全 CAN 技术，有些法国汽车则除 CAN 外还部分采用 VAN 技术。CAN(控制局域网)系统是由德国博世(BOSCH)公司开发的，它主要应用于发动机电喷控制模块、ABS 或 ESP 控制模



VI

块、自动变速器控制模块、智能服务器之间的信息交流；VAN(车辆局域网)系统是由标致-雪铁龙-雷诺公司联合开发研制的，它主要应用于车身电器设备的控制。这些系统全面地应用在批量生产的汽车上，各汽车公司希望通过全面应用多路传输技术，使自己品牌的汽车性能得到全面的提高，以此不断为用户提供科技含量更高、更可靠的轿车。

胡思德(Daniel ROUCHE)

目 录

作者序	69
编辑出版说明	77
前言	
第一章 车载网络技术概述	1
第一节 汽车应用多路传输技术的背景	1
第二节 车载网络基本概念	4
一、计算机网络	4
二、车载计算机网络	7
三、常用基本术语	11
第三节 多路传输原理	20
一、原理	20
二、多路传输阶段	21
三、信息分离阶段	21
第四节 数据通信基础知识	22
一、概述	22
二、基本概念	22
三、串行通信	27
第五节 多路传输系统控制 (以 VAN 网为例)	28
第六节 计算机应用的数制	41
第七节 车载多路传输系统的应用	43
第八节 典型车载多路传输系统的结构类型	55
一、VAN-CAN 双网结构类型	55
二、全 CAN 网结构构成	59
第二章 VAN 网和 CAN 网协议	67
第一节 汽车通信协议中 VAN 网协议和 CAN 网协议	68
一、VAN 网协议概述和概念	69
二、CAN 网协议概述和概念	77
第二节 VAN 网协议和 CAN 网协议的特征	86
第三节 VAN 网和 CAN 网协议比较总结	88
第三章 VAN 网和 CAN 网的物理层和结构	90
第一节 VAN 网和 CAN 网物理层	91
一、VAN 网物理层的主要特征	91
二、CAN 网物理层的重要特征	97
第二节 VAN-CAN 双网结构	107
一、概述	107
二、CAN 内部系统网	109
三、VAN 车身网和舒适网	113
第四章 VAN-CAN 双网应用实例	119
第一节 概述	119
一、内部 CAN 网	119
二、车身 VAN 网	120
三、舒适 VAN 网	120
四、多路传输网络中电控单元布置	120
五、智能服务器 (BSI)	122
第二节 悬架	124
第三节 供电管理	126
一、概述	126
二、网络结构	127
第四节 组合仪表	129

一、概述	129	第五节 车道偏离预警系统 (AFIL)	202
二、网络结构	130	第七章 LIN 网	204
第五节 驻车辅助	132	第一节 LIN 协议的历史	204
一、概述	132	第二节 使用 LIN 网的原因	205
二、网络结构	132	第三节 LIN 协议的主要特性	205
三、工作原理	133	一、概念	205
四、驻车辅助的维护	135	二、现有结构	206
第六节 超速控制	137	三、引入 LIN 后的结构	206
第七节 车门开启管理	139	四、LIN 的主要特征	208
一、概述	139	五、毛速率和净速率概念	212
二、用高频遥控锁闭/解锁	142	六、总线负荷	216
三、高级锁闭功能	143	七、反应时间	216
第八节 信号	144	八、LIN 错误类型	216
一、概述	144	第四节 新车型上的 LIN 网络	216
二、工作原理	145	第八章 多路传输系统诊断	222
第九节 刮水器/洗涤剂	146	一、多路传输系统诊断简介	222
一、概述	146	二、进行诊断的基础	222
二、工作原理	148	三、诊断工具与手段	226
三、维护操作	150	四、电气测量原理	226
第十节 发动机冷却系统	152	五、逻辑诊断分析及实例应用	234
一、概述	152	六、诊断中的数值表	242
二、工作原理	152	七、逻辑诊断法的应用	246
第十一节 空调	162	八、VAN 网络电路图及 VAN-CAN 网络数值表	248
一、概述	162	九、全 CAN 网络里的故障诊断 方法及相关测量	250
二、空调运行原理	168	十、与诊断仪通信连接的组织 结构	250
第五章 全 CAN 网	176	十一、KWP 2000 协议及 CAN 网、 VAN 网的分析仪	257
第一节 概述	176	十二、全 CAN 网络里通信质量控制	266
第二节 全 CAN 网结构类型	177	附录	268
一、CAN 内部系统网	177	附录 A 网络术语表	268
二、CAN 车身网和 CAN 舒适网	180	附录 B 缩略语	270
第六章 全 CAN 网应用实例	186		
第一节 概述	186		
第二节 发动机冷却系统	188		
第三节 空调	196		
第四节 驾驶员信息	200		

第一章 车载网络技术概述

第一节 汽车应用多路传输技术的背景

随着汽车电子技术的不断发展,车辆上电控系统的数量不断增多,而且功能也越来越复杂。很多汽车采用了多个电脑(如奔驰 600SEL 采用了 20 多个电控模块)。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、执行器,那么将有大量的线束、插接件密布于汽车的各个部位,这样不仅会增添汽车生产车间组装工人的装配困难(如穿过控制面板的线束,一般线束和仪表板后部的线束……)以及车身重量,而且也增加了汽车售后维修人员对故障诊断、维修的难度。另外,为了提高汽车综合控制的准确性,综合控制系统也迫切需要输入、输出信号/数据共享。当电控模块共享输入信息时,就能对汽车进行更为复杂的控制。例如,驾驶员车门控制模块就可利用来自自动变速器控制模块的变速档档位传感器信号和来自 ABS 控制模块的车速信号去控制车门的自动锁闭。

过去,汽车通常采用点对点的通信方式,将电子控制单元及负载设备连接起来。随着电子设备的不断增加,势必造成导线数量的不断增多,从而使得在有限的汽车空间内布线越来越困难,限制了功能的扩展。同时导线质量每增加 50kg,油耗会增加 0.2L/100km。此外,电控单元并不是仅仅与负载设备简单地连接,更多的是与外围设备及其他电控单元进行信息交流,并经过复杂的控制运算,发出控制指令,这些是不能通过简单地连接所能完成的。而单从线束本身来说,它也是汽车电子系统中成本较高、连接复杂的部件之一。

因此汽车制造商开始考虑其他获取信息的方式(即传感器共享的概念),以及另一种方式的执行器控制系统(即资源共享概念)。于是一种全新的理念被放到人们面前:重新设计和组织电控单元。解决这一问题的方法之一是将计算机的功能更加集成化。例如,多功能发动机计算机就囊括了喷油、点火、尾气排放和冷却管理等功能。ESP 计算机更是集合了 ABS、ASR、MSR、CDS 等众多功能。另外,使用早已应用于日常电话通信和电视中的多路传输技术,把众多的电控单元连成网络,其信号通过总线的形式传输,可以达到信息资源共享的目的。这样

联成网络的电控模块就能使控制器“协同工作”，从而获得最佳工作状态，并使汽车具备实现许多复杂功能的能力。例如，装有网络与牵引力控制系统的汽车，就可以使用两个控制模块来保持汽车的牵引力。当车速和发动机负荷低于某一值时，ABS模块对驱动轮进行脉动制动以防止车轮打滑，同时发动机控制模块推迟点火提前角减小发动机转矩；而当车速和发动机负荷高于该值时，只有发动机控制模块通过减小发动机转矩的方法来防止车轮打滑，故而推迟点火提前角，减小节气门开度以减小发动机的转矩。

随着汽车电子控制单元以及汽车电子装置的不断增多，采用串行总线实现多路传输，组成汽车电子网络，是一种既可靠又经济的做法。同时现代汽车基于安全性和可靠性的要求，正越来越多地考虑使用电控系统代替原有的机械和液压系统。

所谓多路传输，即指在计算机局域网中，将多种信息混合或交叉通过一个通信信道传送的方式。一个具有多路传输功能的网络允许多个计算机同时对它进行访问。如果把这一源于信息网络中的多路传输技术应用于汽车上，可以实现：

- ① 布线简化，降低成本。
- ② 电控单元之间交流更加简单和快捷。
- ③ 传感器数目减少，实现信息资源共享。
- ④ 提高汽车总体运行可靠性。

那么如何具体把这一计算机局域网里的技术应用到汽车上来，就需要考虑以下因素：

- ① 更快的信息传输速度。
- ② 更挑剔的用电环境。
- ③ 更复杂的电磁兼容性。
- ④ 更严格的信息交流安全性。

汽车要求安全、使用方便、操作不能太复杂、价格较低、性能可靠；汽车又是应用环境最差的设备，所有可能的道路、电磁以及气候环境汽车几乎都可以遇到。根据汽车的这些使用要求和使用环境，车载网络系统设计还应当考虑以下这样一些因素：

- ① 节点与总线的连接接头的电气与力学特性以及接头数量。
- ② 网络结构和应用系统的评估与性能检测方法。
- ③ 容错和故障恢复问题。
- ④ 实时控制网络的时间特性。
- ⑤ 安装与维护中的布线。
- ⑥ 网上节点的增加与软硬件更新(可扩展性)。

总之车载网络结构要求可靠、廉价、与应用系统一体化、线路简单和实时性好。特点是范围小、节点数少，多数应用要求的传输速度不高。

为了使多路传输技术适应汽车上特殊的环境，汽车制造公司和零部件公司确定了：

- ① 信息传输模式。
- ② 信息传输介质，即信息总线。
- ③ 总线信号表示方法。

④ 信息交流协议，即指在网络之间进行数据传输所需要遵循的电子语言通信规则和格式(如编码、传输速度等)。

纵观汽车多路传输技术发展历程，其开发可分为三个阶段：

- ① 汽车的基本控制、电动门窗及自动门锁等。
- ② 发动机和变速器以及仪表系统的控制。
- ③ 各系统间综合实时控制。

目前的研究课题是提高信号传送速率、容错、抗干扰和降低成本。

网络技术应用用于计算机领域已有几十年了，而汽车中使用的网络技术只是计算机网络的“简化版本”。其拓扑技术、传输方式与计算机网络都相似，只是采用了特殊的数据传输协议。

多路传输通信网络是对多模块操作系统的命名。模块由普通双绞线相互连接，并使用数据链接插口作为诊断接口。信息交换以类似于电话合用线的方式进行，模块之间使用信息及专用的企业标准协议进行通信。信息内容涉及控制、状态或诊断信息以及运行参数等。双绞线具有能提供冗余备份的优点，即当一条线路中断时，可由另外一条线路保证系统运行。而且，双绞线降低了外界对多路通信网络的电子干扰，也降低了多路通信网络产生的电子干扰。

自从汽车装用计算机以来，网络的引入，极大地扩展了计算机的作用。这种连接方式，有效地将车辆上的全部电气系统组成一个计算机网，这一技术相应减少了传感器的数量。例如，早先计算机必须使用冷却液温度传感器的信息，而散热器风扇开关需要其他传感器/开关的信号控制，这样就出现了冗余情况。

每一传感器直接接到控制器，这一控制器是该信息的主要使用者。该控制器以二进制编码方式在数据总线上发送这一信息，数据总线就是连接车上的所有微处理器的网络总线。网络上的每一设备有一个编码读取器，称为 C2D 芯片，该芯片在网络上读取和发送信息。有些设备则只能发送信息，这要根据其用途而定。每一接收器从网络上取得所有的信息。C2D 芯片将编码的消息与其内存的列表相比较，查看该信息是否与自己的功能相关。

第二节 车载网络基本概念

随着汽车技术的不断发展,汽车上采用的计算机数量越来越多,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计算机网络系统,简称车载网络。车载网络运用多路传输技术,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理。

由于车载网络应用的是计算机局域网技术,里面涉及大量的计算机专用术语,如网络、总线、通信协议、网关、节点、多路传输等等。所以有必要在这里简单介绍以下这些基本概念。

一、计算机网络

1. 定义

把分布在不同地点且具有独立功能的多个计算机系统通过通信设备和线路连接起来,在功能完善的软件和协议的管理下进行信息交换,实现资源共享、互操作和协同工作的系统操作计算机网络。

总体来看,计算机网络是具有资源共享和通信功能的计算机系统的集合体。随着计算机科学技术和计算机应用的发展,资源共享和网络通信的含义也在不断丰富,如资源共享由数据资源共享、存储系统共享,发展到分布计算以及协同工作。而计算机网络中的“计算机”的概念也不再像以往那样突出。网络的终端有很多并非传统概念上的计算机或终端设备,可能是一个控制模块,或是一个智能传感器。

车载网络侧重于通信含义。网络中,按一定通信协议连接的一些电控单元或智能装置(带协议控制器的传感器、执行机构或接口),发出控制信号和传感器信号,然后通过网络传送到目的系统。

2. 分类

计算机网络有多种分类方法,根据不同的分类原则,可以将计算机网络分成不同的类型。

(1) 按网络地理覆盖范围划分

可分为三种:

- ① 局域网。
- ② 城域网。
- ③ 广域网。

1) 局域网(LAN):

局域网是由一系列用户终端和具有信息处理与交换功能的节点及节点间的传

输线路组成,限制在有限的距离之内,实现各计算机间的数据通信,具有较高的网络传输速率。局域网范围一般不超过 10km,往往局限于企事业单位内。局域网具有组建灵活,成本低廉,运行可靠,速度快等优点。车载网络是多个局域网的互联结构。

2) 城域网:

也称都市网,它的覆盖范围一般是一个城市,它是在局域网不断普及,网络产品增加,应用领域拓展等情况下兴起的。它是将一个城市范围的局域网互联起来,以得到更高的数据传输速率。

3) 广域网:

覆盖范围广阔,又称远程网。广域网覆盖的地理范围可以是一个城市、一个地区、一个省、一个国家。最大的是 Internet。广域网的传输速率低。

(2) 按网络拓扑结构分类

计算机网络的拓扑结构,即是指网上计算机或设备与传输媒介形成的节点与线的物理构成模式。计算机网络的拓扑结构主要有:星型结构、总线型结构、环型结构、树型结构和网状型结构,参见图 1-1。

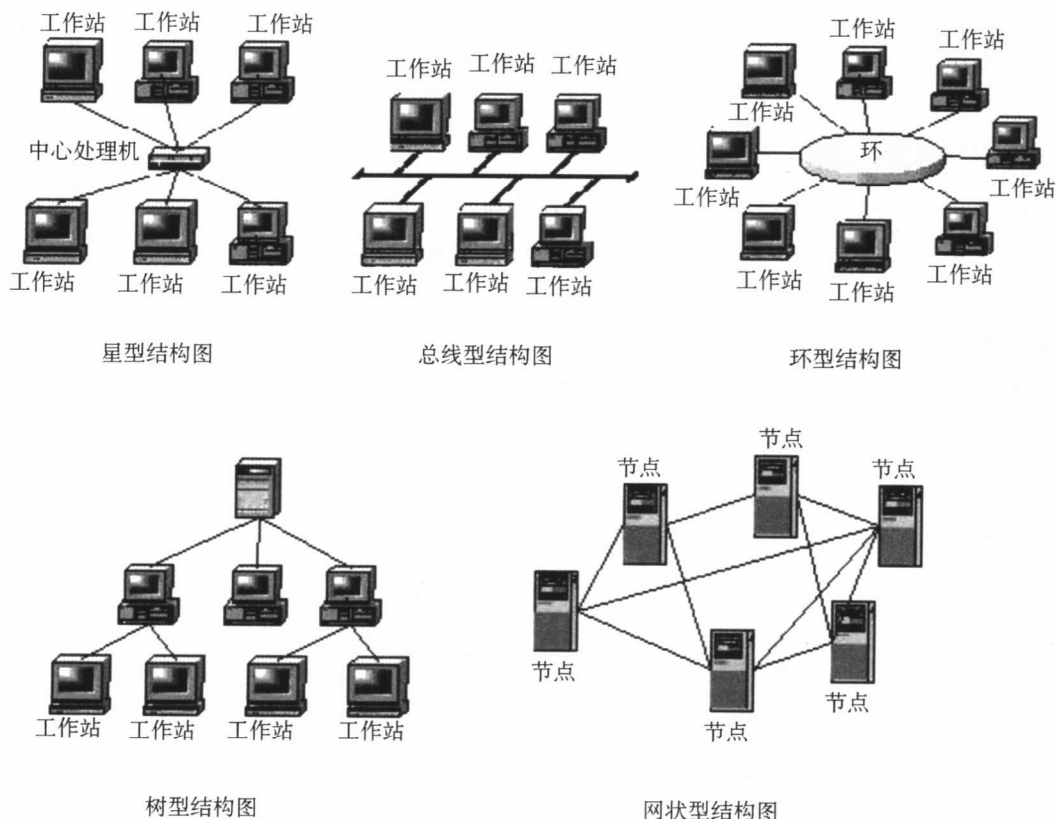


图 1-1 拓扑结构

1) 星型结构:

星型拓扑结构是一种以中央节点为中心,把若干外围节点连接起来的辐射式互联结构。这种结构适用于局域网,特别是近年来连接的局域网大都采用这种连接方式。这种连接方式以双绞线或同轴电缆作连接线路。

星型拓扑结构的特点是:安装容易,结构简单,费用低,通常以集线器(Hub)作为中央节点,便于维护和管理。中央节点的正常运行对网络系统来说是至关重要的。中央节点负载重,扩充困难,线路利用率低。

由于汽车网络的应用目的之一就是简化线束,所以这种结构不可能成为整车网络的结构,但有可能在一个部件或总成上使用。

2) 总线型结构:

总线拓扑结构是一种共享通路的物理结构。这种结构中总线具有信息的双向传输功能,普遍用于局域网的连接,总线一般采用同轴电缆或双绞线。

总线拓扑结构的优点是:安装容易,扩充或删除一个节点很容易,不需停止网络的正常工作,节点的故障不会殃及系统。由于各个节点共用一个总线作为数据通路,信道的利用率高。但总线结构也有其缺点:由于信道共享,连接的节点不宜过多,并且总线自身的故障可以导致系统的崩溃。

汽车上的网络多采用这种结构,尤其是低端网络。

3) 环型结构:

环型结构由各节点首尾相连形成一个闭合环型线路。环型网络中的信息传送是单向的,即沿一个方向从一个节点传到另一个节点;每个节点需安装中继器,以接收、放大、发送信号。这种结构的特点是结构简单,建网容易,便于管理。其缺点是当节点过多时,将影响传输效率,不利于扩充,另外节点发生故障时,整个网络就不能正常工作。

由于汽车上电控技术要求实时性好的网络系统,有一些车上网络系统支持这种结构,采用冗余通道提高可靠性。

4) 树型结构:

树型结构是总线型结构的扩展,就像一棵“根”朝上的树,它是在总线网上加上分支形成的,与总线拓扑结构相比,主要区别在于总线拓扑结构中没有“根”。其传输介质可有多条分支,但不形成闭合回路,树型网是一种分层网,其结构可以对称,联系固定,具有一定容错能力。一般一个分支和节点的故障不影响另一分支节点的工作,任何一个节点送出的信息都可以传遍整个传输介质。树型结构是一种分级结构。在树型结构的网络中,任意两个节点之间不产生回路,每条通路都支持双向传输。

树型拓扑结构的特点:优点是容易扩展,故障也容易分离处理,适合于分主

次或分等级的层次型管理系统；缺点是整个网络对根的依赖性很大，一旦网络的根发生故障，整个系统就不能正常工作。

5) 网状型结构(有时也称蜂窝型结构或分布式结构)：

网状型结构的网络是将分布在不同地点的计算机通过线路互联起来的一种网络形式。

网状型结构的网络具有如下特点：由于采用分散控制，即使整个网络中的某个局部出现故障，也不会影响全网的操作，因而具有很高的可靠性；网中的路径选择最短路径算法，故网上延迟时间少，传输速率高，但控制复杂；各个节点间均可以直接建立数据链路，信息流程最短；便于全网范围内的资源共享。缺点为连接线路用电缆长，造价高；网络管理软件复杂；报文分组交换、路径选择、流向控制复杂；在一般局域网中不采用这种结构。

二、车载计算机网络

1. 简介

汽车网络是指能使用电气或电子媒介发送或接收信息的控制模块和接线。有些网络允许电子模块共享输入信息，让多个模块一起工作，实现复杂的汽车操作。网络的使用也提高了汽车的自诊断能力。

本书讨论的车载计算机网络是指车辆本身的内部网络系统，它由车载网络计算机控制，通过数据总线连接无数个子网，控制发动机及其他总成、仪表盘显示器、中控门锁、无线电话等，各个子网都具有不同的时钟速度和各自的功能。

2. 拓扑结构分类

(1) 中控式控制

中控式系统中，唯一的中央计算机控制一切运行(见图 1-2 和图 1-3)，因此需要中央计算机具有超强的工作能力，一旦其运行出现故障，整个网络都将瘫痪。

(2) 区域式控制

区域式控制有了明显的改进，其网络分布很完善(见图 1-4 和图 1-5)，但其二级系统间仍缺乏有效的连接，而它们之间也是需要相互交流信息的。

(3) 分配式控制

分配式控制系统由一个具有充当“管理者”角色的电脑——网关负责二级系统间计算机的连接(见图 1-6 和图 1-7)。它不仅是所有信息的交汇点，而且还管理不同系统间信息的交流。这是目前汽车上采用的信息传输控制方式。

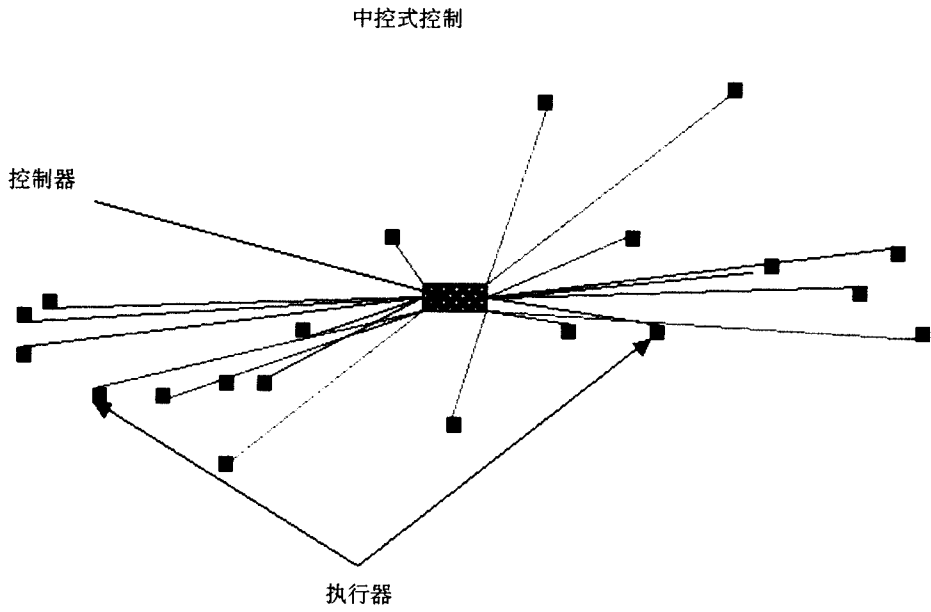


图 1-2 中控式控制的示意图

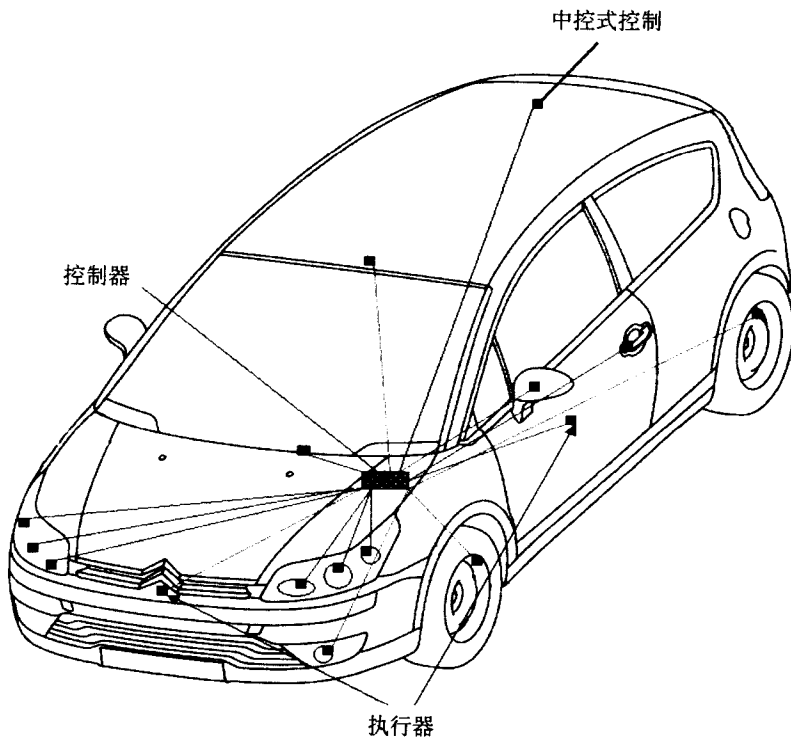


图 1-3 中控式控制的分布图