

现代计算机网络教程 (下册)

系统集成篇

佟震亚 余雪丽 陶世群 主编

系

成

体系结构

数

信

据

通

3COM

CISCO

BAY

ACCTON

INTEL

交换以太网

SDN

AT

PDDI

ATM

INTERNET

NOVELL



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

435404

高等学校教材

现代计算机网络教程(下册)

——系统集成篇

佟震亚 余雪丽 陶世群 主编



00435404

10

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从联网设备的工作原理、产品选型入手,以建设高速以太网、FDDI、交换式 ATM 宽带网为目标,阐述网络系统集成的原则和规范,体现器件—体系结构—集成的主线,力求摆脱传统教材从协议到协议的局限,尽量将网络发展的新观念、新技术融合进来。

全书共 12 章,下册为 6 章,主要内容为:联网设备;高速以太网与交换式以太网;FDDI;ATM;结构化综合布线及网络系统集成等。

本书可作为大专院校计算机通信专业的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代计算机网络教程 下册:系统集成篇/佟震亚等主编.-北京:电子工业出版社,1999.2

ISBN 7-5053-5021-8

I. 现… II. 佟… III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 38830 号

书 名:现代计算机网络教程(下册)——系统集成篇

主 编:佟震亚 余雪丽 陶世群

责任编辑:应月燕

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京李史山胶印厂

装 订 者:

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:15 字数:381 千字

版 次:1999 年 2 月第 1 版 1999 年 7 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-5021-8
TP·2490

定 价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

我们已进入数字化、网络化、信息化的新时代,人们都渴望成为计算机网络的行家里手。然而计算机网络飞速发展,三年一换代,新技术新产品令人目不暇接。遗憾的是传统的网络教材只讲七层协议,学了不知如何去用。另一些专用手册可以照文去做,而用者不知其所以然。为此,我们集中了一批有多年教学和实践经验的教授和专家,花费了一年多的时间编写了这本教材。本书的特点有四:一是理论与实用相结合;二是学了就能用;三是内容新颖,写到 1998 年初的技术发展水平;四是篇幅短,分上下册出版,以减轻读者负担。

上册的主线是基础—理论—应用,共包括 6 章。第 1 章导论,介绍了计算机网络的新发展、新成果和新概念,只想让读者耳目一新而不要求句句弄懂;第 2 章数据通信基础,为计算机网络提供了通信基础;第 3 章网络体系结构是网络的软件基础;这两章因篇幅所限,只介绍最基础的内容。第 4 章介绍了 Novell NetWare 网络操作系统,第 5 章介绍了 Windows NT,第 6 章介绍了 Internet,这三章都是当前应用最广泛的内容。故上册可作为本科、大专及其它专业人员的基本教材。

下册主线是设备—组网—系统集成,也包括 6 章。第 7 章以大量篇幅介绍了联网设备的性能特点以及选择原则;第 8 章介绍交换式以太网的组网和应用;第 9 章介绍了 FDDI 的组网和应用;第 10 章介绍了高速网新秀 ATM;第 11 章介绍了结构化综合布线;第 12 章介绍了系统集成作为本书落脚点。显然,下册既介绍了组建网络的成熟技术,也达到了现代网络的技术水平。它是上册的有机的继续,目标是使大学生、研究生和专业人员达到总体设计的水平。

可见全书的主导思想是使读者掌握基础理论,学会应用技术,达到组建局域网、园区网、城域网和接入 Internet 的全面技术水平。相关章节都加入了相应的应用实例和习题,以使读者达到学以致用目的。

本书由佟震亚、余雪丽和陶世群三位教授主编,负责确定编写思想、总体结构、资料收集和统稿定稿,并分章审校全书。

第 1 章和第 4 章由王全民编写,第 2 章和第 8 章的 1~2 节由任勇锋编写,第 3 章和第 5 章的 1~3 节由张杰敏编写,第 5 章的其余部分由闫志中编写,第 6 章由马映冰编写。下册第 7 章的 1~5 节由韩燮编写、其余部分由杨秋翔编写,第 8 章的其余部分由陶世群编写,第 9 章、第 10 章由刘金明编写,第 11 章由刘勤编写,第 12 章由任新华编写。

本书编写过程中参阅了“计算机世界”报,“计算机用户”报等刊物以及 3COM、Cisco、Bay、Intel、HP、ACCTON 等公司的大量技术资料,特对这些公司及 Bay 公司的 FRANK WANG 先生致谢,北京邮电大学的马严教授对第 9 章的编写作了指导和审阅,特予致谢。

由于时间仓促和水平所限,不当和谬误之处敬请各位专家和读者指正。

目 录

第7章 联网设备	(1)
7.1 调制解调器(Modem)	(2)
7.1.1 调制解调器的工作原理	(2)
7.1.2 智能 Modem	(4)
7.1.3 56K Modem 和电缆 Modem	(6)
7.1.4 Modem 的连接	(8)
7.1.5 Modem 实例	(8)
7.1.6 怎样选择内置式调制解调器	(10)
7.2 网络适配器(Adapters)	(10)
7.2.1 网卡的基本工作原理	(11)
7.2.2 网卡的分类和性能	(14)
7.2.3 16 位以太网卡安装与使用	(16)
7.2.4 怎样选择网卡	(19)
7.3 中继器和集线器	(21)
7.3.1 中继器(Repeater)的工作原理及冲突域	(21)
7.3.2 集线器(Hub)的工作原理	(23)
7.3.3 集线器(Hub)的分类及产品介绍	(25)
7.3.4 100VG-AnyLAN 产品简介	(27)
7.3.5 普通 Hub 的使用方法	(29)
7.3.6 怎样选择 Hub	(30)
7.4 网桥(Bridge)的工作原理	(31)
7.4.1 网桥的功能	(31)
7.4.2 网桥的路径算法分类	(32)
7.5 交换机(Switch)的工作原理	(37)
7.5.1 交换机(二层交换)的工作原理	(37)
7.5.2 高速交换机和 100Mbps Hub 中继规则	(39)
7.5.3 3COM 的交换机产品	(41)
7.5.4 ACCTON 公司的交换机	(42)
7.5.5 Intel 10/100 快速以太网交换机	(43)
7.5.6 千兆位交换机	(44)
7.5.7 如何选择交换机	(45)
7.6 路由器(Router)	(46)
7.6.1 路由器的标准	(46)
7.6.2 路由器的功能	(48)
7.6.3 连接远程 LAN 的边界路由器	(49)
7.6.4 Cisco 7513 路由器	(50)
7.6.5 Bay Access Node 路由器	(52)
7.6.6 国产路由器	(52)
7.6.7 怎样选择路由器	(53)

7.7 三层交换机	(54)
7.7.1 三层交换机产生的背景	(54)
7.7.2 Bay 公司的三层交换机 Switch Node	(54)
7.8 服务器	(57)
7.8.1 服务器的分类	(57)
7.8.2 康柏 ProSignia 300 服务器	(58)
7.8.3 中型双 CPU 服务器	(58)
7.8.4 大型多处理器服务器	(59)
7.8.5 选择服务器注意事项	(60)
习题	(60)
第 8 章 高速以太网与交换式以太网	(61)
8.1 概述	(61)
8.1.1 以太网的发展	(61)
8.1.2 高速局域网技术	(62)
8.1.3 网络带宽及网络效率	(64)
8.2 快速以太网和交换式以太网的标准	(65)
8.2.1 回顾 10Mbps 以太网标准	(65)
8.2.2 快速以太网标准	(66)
8.2.3 以太交换网标准	(69)
8.3 网络布线	(72)
8.3.1 布线标准	(72)
8.3.2 布线工程	(73)
8.4 向快速以太网和交换网升级	(75)
8.4.1 通用的实施规则	(75)
8.4.2 用 Hub 连线的 10Mbps 共享网	(76)
8.4.3 用 Switch 连线的 10Mbps 交换网	(77)
8.4.4 使用快速集线器的共享网	(78)
8.4.5 交换式和快速以太主干网	(79)
8.4.6 设计大型交换式和快速以太网	(80)
8.4.7 实例	(81)
8.5 以太网管理	(83)
8.5.1 网络部件管理	(83)
8.5.2 联网工作站管理	(84)
8.5.3 共享型网络的管理	(85)
8.5.4 交换式网络管理	(85)
8.5.5 快速型网络管理	(87)
8.6 快速以太网的发展趋势	(87)
8.6.1 几种技术热点	(87)
8.6.2 光纤千兆位网络	(88)
8.6.3 无线分组交换网	(92)
8.6.4 以太交换虚拟网	(94)
习题	(95)
第 9 章 FDDI	(96)
9.1 概述	(96)

9.1.1 FDDI 的产生、发展和现状	(96)
9.1.2 FDDI 的特点及技术指标	(97)
9.1.3 FDDI 与 OSI 参考模型	(97)
9.1.4 FDDI 标准协议	(98)
9.1.5 FDDI 的拓扑结构	(99)
9.2 物理协议子层	(101)
9.2.1 物理层协议子层的功能	(101)
9.2.2 编码和译码方法	(101)
9.2.3 FDDI 的典型连接	(103)
9.3 介质访问控制子层(MAC)	(104)
9.3.1 FDDI 与 IEEE 802.5 的差别	(104)
9.3.2 FDDI 的令牌和帧格式	(105)
9.3.3 FDDI 操作过程	(106)
9.3.4 定时令牌协议	(107)
9.4 站管理协议	(109)
9.5 FDDI 应用示例	(110)
9.5.1 FDDI 网卡	(110)
9.5.2 FDDI Hub	(111)
9.5.3 FDDI 交换机	(111)
9.5.4 利用 FDDI 组网示例	(112)
9.6 FDDI-II	(113)
9.6.1 FDDI-II 协议的体系结构	(113)
9.6.2 FDDI-II 的操作模式	(113)
9.6.3 混合环控制(HRC)	(114)
习题	(114)
第 10 章 ATM	(116)
10.1 宽带综合业务数字网简介	(116)
10.1.1 宽带综合业务数字网的起源与发展	(116)
10.1.2 宽带综合业务数字网的业务分类	(116)
10.1.3 实现 B-ISDN 的关键技术	(117)
10.1.4 ATM 的基本特征	(118)
10.2 ATM 协议参考模型	(119)
10.2.1 用户平面	(119)
10.2.2 控制平面	(125)
10.2.3 管理平面	(126)
10.3 ATM 交换	(129)
10.3.1 ATM 信元	(130)
10.3.2 ATM 连接和 VP/VC 交换	(130)
10.3.3 ATM 交换原理	(132)
10.3.4 ATM 交换机	(132)
10.3.5 ATM 交换机性能指标	(134)
10.4 ATM 标准	(135)
10.4.1 ATM 标准系列	(135)
10.4.2 UNI	(136)

10.4.3	PNNI	(137)
10.4.4	LANE	(139)
10.4.5	IPOA 协议	(142)
10.4.6	MPOA 协议	(143)
10.5	ATM 网络互联	(148)
10.5.1	ATM 网络互联的基本结构	(148)
10.5.2	ATM 与局域网 LAN 的互联	(149)
10.5.3	ATM 与帧中继 FR 的互联	(149)
10.5.4	ATM 与 Internet 的互联	(151)
10.5.5	ATM 与 SMDS 的互联	(151)
10.6	ATM 应用现状	(151)
10.6.1	ATM 设备	(152)
10.6.2	ATM 新技术	(153)
10.6.3	ATM 网络设计	(154)
	习题	(155)
第 11 章	建筑与建筑群结构化综合布线	(156)
11.1	概述	(156)
11.1.1	智能大厦的基本概念	(156)
11.1.2	结构化综合布线系统的基本概念	(158)
11.2	综合布线系统的硬件与体系结构	(163)
11.2.1	工作区子系统	(164)
11.2.2	水平布线子系统	(165)
11.2.3	垂直干线子系统	(166)
11.2.4	设备间子系统	(167)
11.2.5	管理子系统	(168)
11.2.6	建筑群子系统	(168)
11.3	结构化综合布线系统应用	(168)
11.3.1	综合布线应用基础	(168)
11.3.2	综合布线设计实例	(172)
	习题	(173)
第 12 章	网络系统集成	(175)
12.1	概述	(175)
12.1.1	什么是网络系统集成	(175)
12.1.2	为什么需要网络系统集成	(176)
12.1.3	网络系统集成的历史与现状	(177)
12.1.4	网络系统集成中人的集成	(178)
12.2	网络系统集成的软件基础	(178)
12.2.1	开放系统(Open System)	(178)
12.2.2	分布式计算环境 DCE	(180)
12.2.3	客户机/服务器模式(Client/Server Mode)	(180)
12.3	网络管理	(183)
12.3.1	网络管理的内容	(183)
12.3.2	网络管理协议与网管软件	(185)
12.4	网络规划与设计	(192)

12.4.1	什么是网络规划与设计	(192)
12.4.2	网络规划设计的准则和规范	(192)
12.4.3	系统规划设计的实施步骤	(194)
12.4.4	网络硬件和软件选型	(196)
12.4.5	网络系统规划设计的质量保证体系	(198)
12.5	计算机系统集成实例	(199)
12.5.1	基于 X.25 分组交换网的计算机广域网络系统集成——某省某银行城市综合网络的设计 与实现	(199)
12.5.2	基于无线微波网的计算机网络广域系统集成	(201)
12.5.3	基于 ATM 网的计算机网络系统集成	(202)
12.5.4	基于 HFC 网的计算机广域网络系统集成——某大学校园网教工宿舍区计算机信息网建设 实例	(204)
12.6	实战网络系统集成	(205)
12.6.1	拟议中要开发系统的需求分析	(205)
12.6.2	VUNet 网络总体设计	(207)
12.6.3	VUNet 与 CERNET 及 Internet 的连接	(208)
12.6.4	校园网主干网硬件设备选型	(209)
	习题	(218)
	附录	(219)
	附录 A 可行性研究报告的编写提示	(219)
	附录 B 项目开发计划的编写提示	(225)
	参考文献	(228)

第7章 联网设备

本章将分节介绍调制解调器、中继器、集线器、交换机、路由器及服务器的工作原理及分类,产品特性,使用方法,选择原则等。本章将以下述标准为基础。

1987年ISO首次公布了网络互联和网络体系结构的标准即ISO参考模型,即众所周知的七层协议(已在第2章介绍)。

关于网络互联设备的层次,一般分别称为中继器、网桥和网关,其层次关系如图7.1所示。

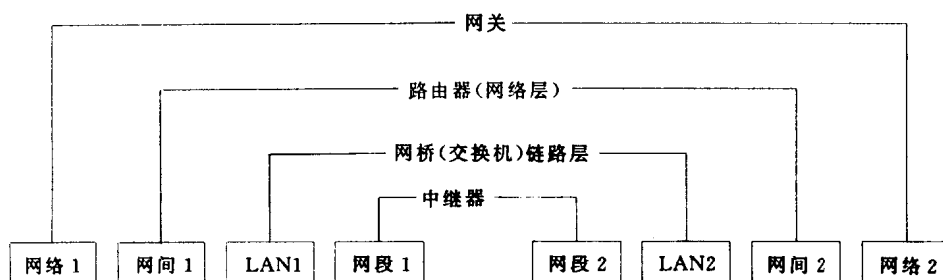


图 7.1 联网设备的层次关系

中继器为物理层联网设备,其标准由 ETA、ITU(原 CCITT)和 IEEE 制定,其功能是将几个物理网段连成一个 LAN,集线器(Hub)则是多口中继器。

网桥为链路层设备,实质是在 MAC 子层进行互联,其标准由 IEEE 802 各委员会制定。交换机(Switch)是多口网桥或与路由技术相结合的产品,其功能是把 LAN 与 LAN 互联成一个子网。

路由器是网络层的互联设备。路由器及路由协议由 ANSI 任务组 X3S3.3 和 ISO/IEC 工作组 TC1/GC6/WGZ 制定。其功能是将不同子网相连成为互联网。

网关(Gateway)是一种协议转换设备,它可将网络内不同的协议进行翻译。

网络环境中有多协议栈,有些是标准的,有些是专利性的,表 7.1 列出一些有名的专利性的网络协议,由于它们受到众多厂家的广泛支持,故已成为事实上的标准。

表 7.1 有名的专利性协议

厂家/系统	协议名称
UNIX	TCP/IP
Novell NetWare	IPX, SPX
IBM SNA	SDLC, LLC2, LU6.2
DEC	DECnet, LAT
APPLE	Apple talk

标准协议是 ISO 或其它标准化组织开发的,所有厂商都遵守标准协议,今后凡提到基于标准的产品,就意味着在互联网环境中,有完全的互操作性,表 7.2 是一部分常见的标准协议。

表 7.2 部分标准协议

名称	中文名称	名称	中文名称
ARP	地址识别协议	ODA	办公文档体系结构
CLNP	无连接网络协议	OSPF	开放最短路径优先
EDI	电子数据交换	PPP	点到点
ES-IS	端系统到中间系统	SMTP	简单邮件传输协议
FTP	文件传输协议	TCP	传输控制协议
IP	网间协议	UDP	用户数据报协议
IS-IS	中间到中间系统	UTP	虚拟终端协议
LLC	逻辑链路控制协议	X.25	分组交换网接口标准

7.1 调制解调器(Modem)

Modem 完全是为了利用现有的模拟电话线路实现数字数据传输而产生的。这是因为目前电话线路仍是连接千家万户普及率最高的通信网络,但是原先的电话线路都是模拟线路,其信道带宽在 300 ~ 3400Hz 之间,而数字数据的带宽,可能高达几千 MHz,若对数字数据不加处理地在模拟线路上传输,则其高频信号都会被抑制而严重失真,接收端根本无法识别。只有利用 Modem 将计算机要发送的数字数据编码为数字信号,以此信号作为调制信号,来调制一定频率的载波(正弦波),变换为一定波特率的模拟信号,才能利用现有的模拟电话线路,进行远程传输,再由远端的 Modem 进行解调,恢复为数字信号,由远程终端接收处理,从而经济地实现远程数据传输。比方说,数字信号就像一位学者,调制就像搭乘载波这个飞机,解调就像到达目的地后下了飞机,然后再去做学者要做的工作。

7.1.1 调制解调器的工作原理

1. Modem 的分类

Modem 的分类方法很多,简述如下:

(1) 按数据率分类(见表 7.3)

表 7.3 Modem 按数据率分类表

名称	低速	中速	高速
数据率	小于 1200bps	1200 ~ 9600bps	大于 9600bps
调制技术	移频键控 FSK	移相键控 PSK	移相键控及幅度相位复合调制 AM/PM 等

低速 Modem 目前已经停产。由于邮电事业飞速发展,国内的电话线路完全可以满足高速 Modem 的要求。有关调制技术请参阅第 2 章。

(2) 异步/同步 Modem

异步 Modem 的特点是不提供收发双方的同步时钟,传输信号也不提供同步信号,Modem 从计算机接收数字信号,经过调制、耦合、放大,送到电话线路进行传输,由远程 Modem 解调,交付远程终端接收。同步 Modem 的性能是收发双方在通信前要完成握手连接,要求提供同步

和数据流控制功能,在所传输的数字信号中必须提供同步信号,由 Modem 对发送时钟和接收时钟进行控制,保持双方时钟同步。

(3)按制造结构分类

按制造结构可分为卡式、台式、PCMCIA 和组合式四种。卡式制成插接板,可直接插入计算机的扩展槽内,其价格较低,使用方便。台式则是最常用的独立 Modem 产品。PCMCIA 式专用于便携微机。组合式则将多个 Modem 集成在一个机箱内,可提供一个 Modem 池的功能,提供多路连接。

另外以传输介质来分,还可分为有线 Modem 和无线 Modem。

2. Modem 的基本工作原理

如图 7.2 所示,图中虚线部分仅用于同步 Modem,上部为调制器,下部为解调器,二者是一个整体。

在调制器中,编码器将要发送的二进制数据按一定的编码技术编码为二进制信号。扰码器仅用于同步 Modem,若传输信号中出现连 0 或连 1 的信号时,则进行扰码处理,其实质是根据预定的算法,将连 0 改变为另一组编码,例如,遇 5 位连 0 就加一位 1 等。其作用是防止连 0 或连 1 的出现,导致接收电路无法导出时钟信号。调制放大单元的功能是将编码器或扰码器传来的二进制信号,采用特定的调制技术将调制载波变换为适于远程电话线路传输的及相应电平的模拟信号。滤波器的作用是滤掉调制放大单元送出的模拟信号中的超过 300 ~ 3300Hz 的噪声,使送上电话线路的模拟信号符合电信标准。发送控制电路的作用是在发送器准备好接收端(串口)送来的串行数据时,将允许发送 CTS 置为有效,用于通知发送端发送串行数据。

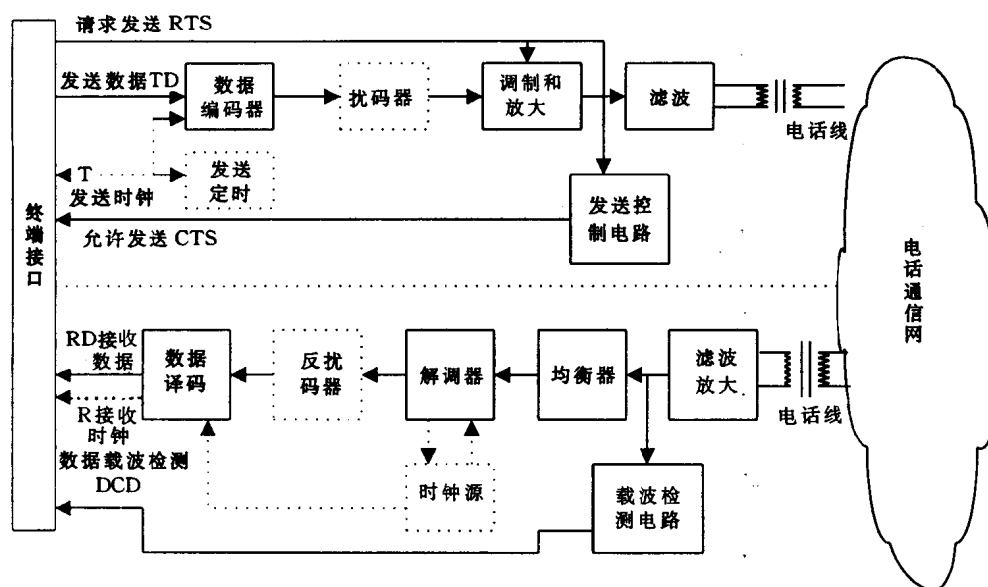


图 7.2 Modem 的基本工作原理

在解调器中,滤波放大单元首先对来自电话线路的模拟信号作预处理,滤掉信号中的杂波及干扰,放大有用的模拟信号,并送给均衡器和载波检测电路。均衡器的作用是测试收到的模拟信号的失真程度,并调整接收电路参数,对模拟信号的失真畸变进行相应的调整,恢复到能被解调器识别的合格波形。随后再由解调器采用相应的解调技术,将模拟信号解调为二进制信号流,再由解扰码器去除扰码,最后通过译码器译码成为二进制串行数据,送给数据终端。

发送器中的发送定时和解码器中的时钟源,仅用于串行同步发送方式,用来产生同步时钟节拍,控制数据终端设备串行输出数据的波特率。解码器中的时钟源,它与解码器中的接收电路导出的时钟信号保持同步,即作为解调器的同步解调时钟,并送给译码器作为数据同步,然后作为接收时钟 RCLK,送给数据终端设备作为终端设备的同步串行接收时钟。

载波检测电路在接收线路有数据信号时,置为有效,并将此状态通知数据终端。

数据终端设备 DTE(串口)与 Modem 的发送工作流程如下:

- ①DTE 向 Modem 发出请求发送信号 RTS。
- ②Modem 准备好发送后向 DTE 返回允许发送信号 CTS。
- ③DTE 收到 CTS 后,按规定的串行数据协定向 Modem 通过串行发送口 TD 发出串行数据。

Modem 对 TD 来的二进制发送数据调制并发向电话线,直至 RTS 发送请求撤除。接收工作流程如下:

- ①Modem 从电话线上收到有效模拟数据信号后,由载波检测电路向 DTE 发出检测到有效载波信号 DCD。
- ②DTE 收到 DCD 后准备接收数据。
- ③Modem 将收到的模拟数据信号解调转换为二进制数据送给 DTE 的串口,由 DTE 串行接收。

7.1.2 智能 Modem

智能 Modem 是内装微处理器的高级 Modem,除具有 Modem 的基本功能外,还具有自动呼叫与应答,自纠错、自降速、自测试、自诊断、数据压缩、自适应打包等功能。

1. 智能 Modem 的结构(见图 7.3)

EIA 驱动器是电子工业协会制定的计算机与其它外设互联的接口标准,使用 25 针 D 型连接插座插头,与终端连接。

并串转换器,完成将计算机输出的并行数据转化为串行数据,以便 Modem 进行处理,也可将串行数据转换为并行数据,以便计算机接收处理。

CPU 是智能 Modem 的核心,它由定时器及外围驱动电路提供定时及操作环境,其控制数

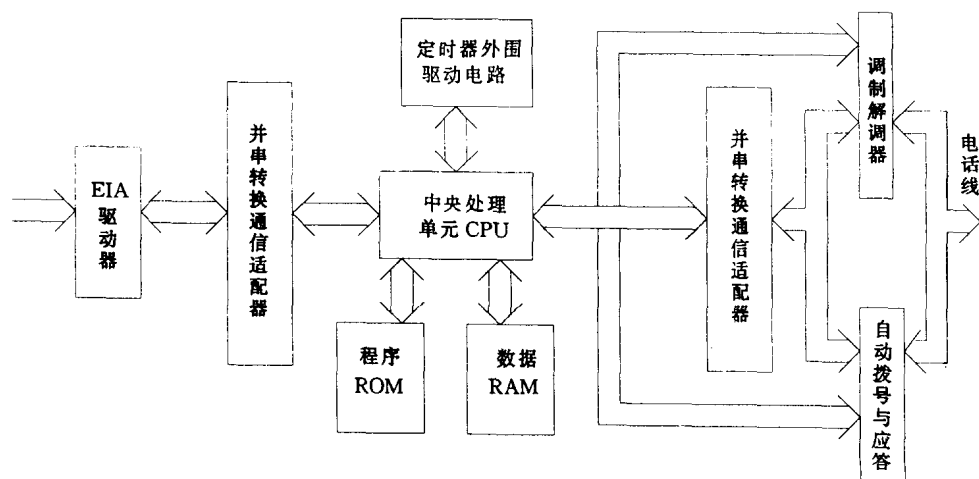


图 7.3 智能 Modem 的结构

据来自用户的操作和设置命令,调用固化在程序 ROM 中的专门软件进行参数设置,执行自动呼叫与应答、自纠错/调速、自测试、诊断、数据压缩等功能。

程序控制器中固化存放专用命令集软件,但它不能包括通信软件。

数据 RAM 是一个数据缓冲区,经由 CPU 处理的数据或由 Modem 接收的数据都通过缓冲区进行接收和暂存,由中断服务程序根据线路情况进行发送或接收。

调制解调器完成传统 Modem 的功能。

自动拨号和应答在 CPU 控制下,根据拨号数字产生拨号脉冲或双音频信号、回铃音的识别、忙音检测、振铃检测,自动建立与接收方的连接和断链功能。

2. Modem 的 AT 命令集

当今的一切高速 Modem,都具有专用 CPU,都是智能型 Modem,但各厂家的产品互不兼容。随着美国 Hayes 智能型 Modem 的流行,其 AT 命令集,已成为一种事实上的标准。

AT 命令集是 Hayes 公司的一项专利技术,但目前流行的 AT 命令集,还包含 Microcom 公司的用于数据打包传输,进行 CRC 校验和纠错的 MNP 协议(Microcom Network Protocol),故 AT 命令集是智能 Modem 的软件集。AT 命令集分以下各类:拨号命令,应答命令,MNP 命令,在线命令,控制命令,显示命令及同步、诊断、高速命令。这些命令的使用和注释都可从 Modem 手册中得到,在此不作详述。

3. 高速 Modem 的标准协议

(1) 三种调制协议

不同的调制协议定义了明确的数据编码和调制技术,因而决定了其传输率,CCITT 建议的高速 Modem 调制协议有三种。

- V.32 协议是 9600bps 高速 Modem 的标准调制协议,它采用调幅与调相结合调制方式,QAM 正交幅度调制,使传输率达到 9600bps,但电话线路差时可以降到 2400bps。

- V.32bis 协议是 14400bps Modem 的标准调制协议,是 V.32 的增强版本,采用网络编码调制方式(Tcm)使速率达到 14400bps,但又与 V.32 兼容,线路差时可降到 12000bps、9600bps、7200bps、4800bps。

- V.34 协议采用四维网络编码调制方式、预编码自适应功能和 V8 协商握手等先进技术,使其传输率达到 28.8Kbps。

(2) 差错控制协议

这是为了保证传输正确而提供的协议,主要有两个工业标准 MNP 和 V.42。

MNP 包括 MNP2、MNP4,都是差错控制协议,MNP5 是压缩协议。

V.42 是 1988 年 CCITT 公布的差错控制协议,由两个差错控制算法组成,以链路接入规程 LAP-M(Link Access Procedure for Modem-LAPM)为主要算法,并以等效的 MNP4 规程为辅助算法。故 V.42 的 Modem 可以与只有 MNP4 的 Modem 连接,同时可以过滤误码,故使用 V.42 或 MNP4 可自动过滤误码并自动重传出错数据,大大提高了传输精确度。

同时使用 V.42 和 MNP4,可以附带提高数据率,这是因为 Modem 每传一字节字符,实际上包含 1 个起始位和停止位共 10 位,而应用 V.42 或 MNP4 协议时,发方 Modem 建立连接后,则由发方 Modem 先把每字符的起停位取掉再传输。收方正确解调接收后,再加入起停位,故传输率实际提高 20%,这时虽然并未使用压缩技术,而 9600bps 的 Modem 实际上是传输了

1150cps(字符/秒),当加入起停位后,可以视为数据率达到 1150bps。

(3)数据压缩协议

数据压缩是高速 Modem 的关键技术。数据压缩协议有两个工业标准。

- V.42bis 采用 lempe-ziv 压缩理论,但压缩协议是建立在差错控制协议基础之上的,V.42bis 建立在 V.42 之上并以执行 V.42 为前提。其压缩比可达 4:1,故 9600bps 的 V.42bis Modem,其数据率为 $9600 \times 4 = 38.4\text{Kbps}$ 。这正是所有生产 V.32Modem 的厂家都声称其吞吐量达 38.4Kbps 的原因。实际上目前国内的主流 Modem 都是 33.6Kbps。

- MNP5 的压缩协议。

MNP5 要求 MNP4 的支持,它采用 Huffman 编码和游程长度编码的压缩技术。其最大压缩率可达 2:1,即 9600bps 的 Modem,数据率可达 19.2Kbps。

(4)通信软件

智能型 Modem 能提供很多高级功能,但要靠通信软件来完成。著名的通信软件有 Hayes 公司的 smartcom I/II, CROOSTALK, PROCON, Telix, Relay GOLD, SOFTTERM PC 等,一般的异步通信软件都可提供以下基本功能:

- 能模拟各种不同的终端,使通信软件能适合于不同应用环境。
- 能通过键盘操作修改 Modem 的应用参数,如数据传输率,检验方式等。
- 适应某种文件传输协议进行文件传输,如 XModem, YModem, KERMIT, KERRITHE MNP 等,从而具有 CRC 校验、重复纠错、二进制文件传输等功能,保证正确地传输文件。
- 字符过滤及转换功能:如终止符 CR 后的换行符的插入和删除,大小写转换,制表符用空格代替,ASCII 字符中的 CTRL-A ~ CTRL-Z 的应用等。
- 自动拨号和应答等控制功能。
- F1 ~ F10 的自定义。
- 屏幕捕获和发送功能,即可把来自主机的屏幕文件进行存储或打印,也可把磁盘文件发送给另一主机。

7.1.3 56K Modem 和电缆 Modem

1. 56K Modem

56K Modem 是部分利用数字电话进行数据传输的一种调制解调器。其使用前提是,在目前数字电话尚未普及到千家万户的条件下,要求公共电话网总局交换机之间必须具备数字线路,保证在传输过程中只经过一次数字数据到模拟信号之间的调制,就可以保证上载速度达到 33.6Kbps,而下载速度理论上达到 56Kbps。通常人们最关心的是下载速度,而且 56K Modem 的传输距离可达 30 公里,只要家里装有普通电话,就可以方便而经济地利用 56K Modem。这正是 56K Modem 受欢迎的原因。

为什么 56K Modem 只允许一次调制呢?这是因为从用户到本地服务局要经过一次数字到模拟信号的调制,数模之间产生失真,其信噪比高达 38 ~ 39dB(分贝),使传输信道速度最多达到 35Kbps,而解调是将模拟信号变换为数字信号,不会产生失真而降低数据率。但若本地电话局与总局之间没有数字线路设施,则又要经过一次调制解调过程,又产生一次失真,使下载数据率下降到 33.6Kbps 以下,这样 56K Modem 就根本不会产生。所以只有公共电话网 PSTN (Public Switched Telephone Network)完成了数字化建设,就可以保证只经过一次调制,而保证下

载速度实际上达到 40 ~ 50Kbps。

目前先进国家及我国一些大城市,都建立了数字电话网络,可提供 T1 线路,带宽为 1.54Mbps,或 T2 线路,带宽为 6.312Mbps,或 T3 线路,带宽达 44.736Mbps,或 ISDN BRI 线路,其主速率在欧洲为 30 ~ 64Kbps + 16Kbps。这正为 56K Modem 的应用提供了前提。

现在 56K Modem 虽然走进市场,但存在着两个标准,一个是 V.S Robotics 提出的 X2 56K Modem 的方案;一个是 Lucent 公司的 K56plex 方案。二者互不兼容。1997 年 12 月 24 家相关公司成立了国际电联(ITU)下的一个委员会,于 1998 年初在 56K Modem 标准协议上取得进展,这将有利于其推广应用。

2. 电缆 Modem(Cable Modem)

电缆 Modem 与 56K Modem 不同,它是利用公用电缆电视网传输的 Modem。有线电视同样是普及率很高的公共设施。在我国一些城市,其普及率甚至超过电话网,其铺设技术比电话网更简单,又可通过卫星转播,也易于普及到中小城市和村镇。

Cable Modem 的工作原理与传统 Modem 相同,它有两个非常重要的特点。

其一是把有线电视的某些区段作为数字传输介质,我国的电视频道为 48.5 ~ 958MHz,因此,利用其中一些区段来传输数据是完全可能的。

其二是 Cable Modem 属于共享介质系统,与共享以太网传输方式相同,技术非常成熟,完全可以利用计算机网络的其它设备组建更大的网络。

LANCITY 是第一家推出 Cable Modem 的公司,目前还占全球市场 70% 的份额,1996 年由 Bay 公司兼并,更为 Cable Modem 的组合应用提供了如花似锦的前景。其产品有:

(1)LCp 个人 Modem 提供一个电视接口 RF,又提供一个连接以太网的 10Mbps 接口。

(2)LCw 为工作组 Modem,可连接 1 ~ 4 个以太网用户,又可用一个 AUI 接口连接以太网。

(3)LCb 可以连接一个或多个以太网。

(4)LCe 可以用来对上行下行数据传输提供频率转换,又可将以太网和有线电视网连接起来,并可进行传输率的分配。由以太网提供 10Mbps 的带宽,数据信号幅度和时钟参考点,由 LCe 连接到有线电视网,而有线电视无疑可接入 Internet,于是 Cable Modem 就提供了访问 Internet 的通道,甚至可代替路由器的作用。图 7.4 为其示意图。

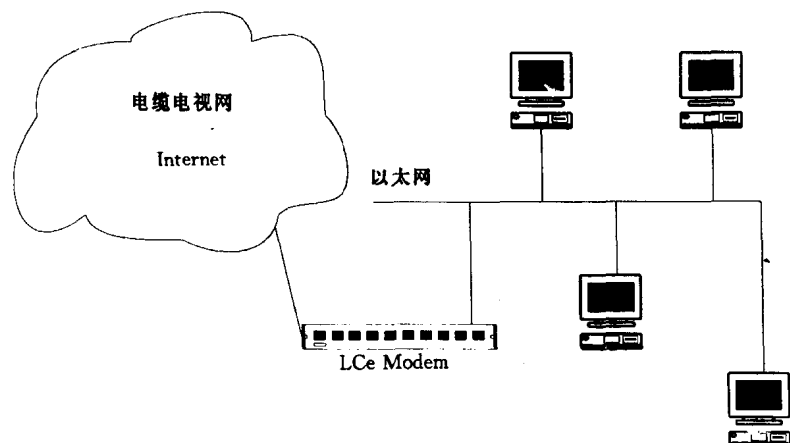


图 7.4 LCe Modem 连接图

(5) LCn 产品则是具有集中控制功能的电缆 Modem,其控制功能包括:

- 控制所连 Modem 的 IP 地址、数据访问及服务质量等参数。
- 可对 Cable Modem 所连计算机进行参数设置,如 IP 地址设置。
- 利用 SNMP 进行管理等等。

如果读者对其它联网设备有所了解,或读过本章和第 8 章之后就可以理解。利用 LCn 产品以及集线器、交换机等产品,就能将一个城市中的几个电缆电视网作为现成的城市高速信息公路,组成一个高速城域网。在不影响电视广播的各种条件下,把高速数据传输、Internet、电视会议、远程购物、远程医疗引入家庭,毫无疑问也会使家庭办公和个人 web 服务器成为可能。这是一种多么引人入胜的情景啊!

7.1.4 Modem 的连接

普通 Modem 的连接方法可参见图 7.5(a),两地计算机的连接见图 7.5(b)。

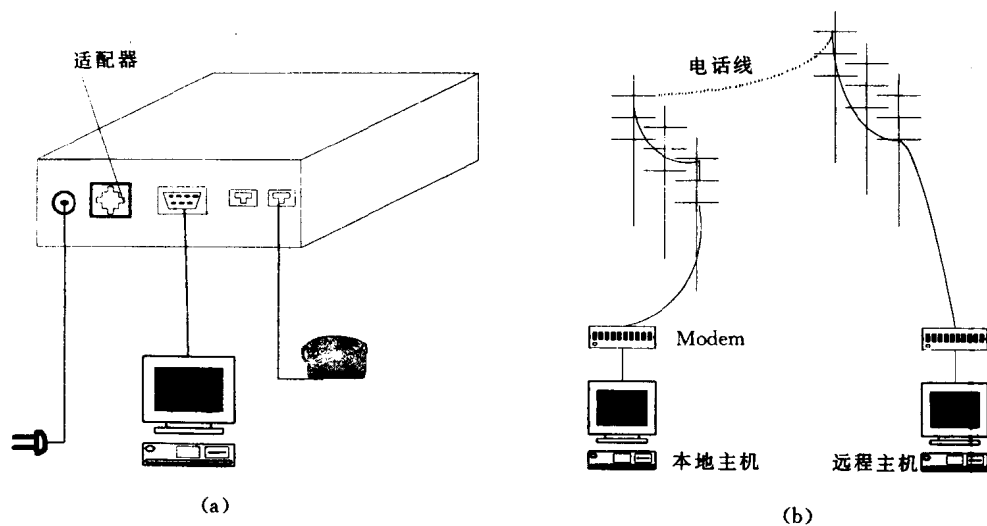


图 7.5 独立 Modem 与计算机的连接

7.1.5 Modem 实例

随着网络技术的发展,计算机间的数据通信愈来愈频繁,从而促进了 Modem 技术的发展。在计算机通信中, Hayes 公司的 Smartmodem 系列产品已成为调制解调器事实上的标准。几乎所有应用于计算机通信的调制解调器均称与 Hayes Smartmodem 兼容。

1. Hayes Smartmodem 的主要特点

微型计算机和调制解调器之间的硬件连接,要符合 RS-232-C 接口标准,此时,微机作为 DTE,而 Modem 作为 DCE,对 DTE 和 DCE 之间的接口,CCITT 也有相应的标准。Hayes Smartmodem 系列产品与 DTE 间的相互作用是通过接口中的 TXD 和 RXD 来实现的。由 DTE 发送 TXD 命令到 Hayes Smartmodem,其响应信息通过 RXD 发送到 DTEUR。这些命令及响应信息在 DTE 和 DCE 间以异步方式传送,即符合 RS-232-C 的数据格式。Hayes Smartmodem 由 AST 命令和几