



教育部高职高专规划教材

网络基础

陈 华 孟宗洁 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

网 络 基 础

陈 华 孟宗洁 主编
刘福新 王珺菽 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

网络基础/陈华, 孟宗洁主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 6

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-7102-7

I. 网… II. ①陈…②孟… III. 计算机网络-高等学校: 技术学院-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 065674 号

教育部高职高专规划教材

网 络 基 础

陈 华 孟宗洁 主编

刘福新 王珺菽 主审

责任编辑: 张建茹 唐旭华

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 周梦华

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

北京市密云县青云装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 352 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7102-7

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为了适应社会经济和科学技术迅速发展及教育教学改革的需要,全国化工高职计算机类专业教学指导委员会组织有关院校经过广泛深入的调查研究和讨论,制定了高职高专计算机类专业新一轮的教材建设规划。新的规划教材根据“以市场需求为导向,以职业能力为本位,以培养应用型高技能人才为中心”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,对计算机类专业教材的整体优化力图有所突破,有所创新。

本书是根据全国化工高职计算机类专业教学指导委员会 2004 年广州的会议制定的教学计划和北京会议制定的《网络基础》教材编写大纲而编写的。

计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉学科。计算机网络技术是当今计算机科学与技术学科中发展最为迅速的技术之一,也是计算机应用中最普及和最为活跃的领域。在这种形势下,对计算机网络的学习与应用就显得尤为重要。

本书系教育部高职高专计算机网络专业的规划教材之一。本书的指导思想是根据高职高专计算机网络专业教育的特点,始终把握“实用”这一主线,结合具体实例,以应用为目的,以必需、够用为度的教学原则,加强了对学生(读者)应用意识、兴趣、能力的培养,遵循优化结构、精选内容、突出重点和提高质量的原则。因此,在编写中作者力求使全书内容丰富新颖、图文并茂,做到层次清楚、语言简练,对每章的内容都配有适当的习题,并编写了实验项目,使学生(读者)既能学习到理论知识,又能通过实训获得一些使用的基本技能。

全书共分为 10 章,第 1~7 章为理论篇,概括地介绍了计算机网络的基础知识、数据通信基础、网络通信协议、计算机局域网和在网络通信中使用的网络硬件设施、网络互联、接入设备等。第 8~10 章以及附录为实战篇,重点介绍在组网过程中出现故障如何诊断和排除、如何进行企业或校园网络的设计、典型组网案例、网络综合布线以及穿插在整个教学过程中的各项实验。

本书内容已制作成用于多媒体教学的 PowerPoint 课件,并将免费提供给采用本书作为教材的高职高专院校使用。如有需要可联系:txh@cip.com.cn 或 zjru68@263.net。

参加本书编写的人员都是在各高职高专院校从事计算机教学和研究的一线教学人员,由陈华、孟宗洁担任主编,陈华负责全书的构思和大纲的编写。参加本书编写工作的还有刘超群、陶运道、朱明、范向军、刘海琴、黄辉德等。全书由陈华统稿,刘福新、王珏菡担任本书的主审。

本书在编写过程中参考了国内有关计算机网络的大量文献和资料,在此对文献和资料的作者表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中缺点和错误在所难免,敬请读者予以批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

1 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.2 计算机网络的功能及应用	3
1.3 计算机网络分类	4
1.4 计算机网络的拓扑结构	4
习题	6
2 数据通信	8
2.1 数据通信的基本概念	8
2.2 数据传输方式	10
2.3 数据的编码与调制技术	12
2.4 多路复用技术	16
2.5 数据交换技术	19
2.6 通信接口	22
习题	24
3 网络体系结构和网络协议	25
3.1 开放系统互联模型 (OSI)	25
3.2 TCP/IP 参考模型	31
3.3 TCP/IP 协议集	32
3.4 IP 地址管理	37
习题	44
4 网络传输介质	45
4.1 有线通信线路	45
4.2 双绞线传输介质的品种、性能与标准	47
4.3 光缆的品种与性能	52
4.4 无线介质	55
习题	57
5 网络接入设备	58
5.1 早期接入设备	58
5.2 X.25	60
5.3 DDN	61
5.4 帧中继	63
5.5 ATM	64
5.6 宽带接入设备 ADSL	65
5.7 宽带接入设备 Cable Modem	67
习题	69
6 网络互联设备	71
6.1 中继器	71
6.2 网络适配器	76
6.3 网桥	77
6.4 交换机	81
6.5 路由器	91
6.6 网关	100
习题	101
7 计算机局域网	102
7.1 局域网概述	102
7.2 局域网的硬件组成	103
7.3 以太网	105
7.4 CSMA/CD	109
7.5 令牌环	113
7.6 FDDI	114
7.7 虚拟局域网 VLAN	115
7.8 访问控制列表 (ACL)	119
习题	122
8 企业 (或校园) 网络的设计	123
8.1 构建企业 (或校园) 网络的步骤	123
8.2 企业 (或校园) 网络的结构设计	128
8.3 企业 (或校园) 网络中所需的硬件设备	134
8.4 组建企业 (或校园) 网络所需的操作系统	137
8.5 其他设备	141
8.6 典型网络案例分析	143
习题	156
9 网络故障检测与排除	157
9.1 网络故障概述	157
9.2 网络故障检测与排除的基本方法	162
9.3 常用网络故障检测命令及用法	168
习题	176
10 综合布线	177
10.1 综合布线系统	177
10.2 综合布线系统设计与安装要点	182
习题	191
附录 网络实验	193
实验一 网卡的选择、安装、设置与查找 MAC 地址	193

实验二	双绞线的制作、使用 RJ-45 口 互联两台计算机	197
实验三	集线器、交换机的选择和级联 ...	199
实验四	划分子网并测试子网间的连通性 ...	200
实验五	Router Simulator 的了解和使用 ...	202
实验六	Frame Relay 的配置	205
实验七	通过 Router Simulator 配置路由	207

实验八	Windows 2000 路由器的安装和 使用	209
实验九	星型（树型）网络的连接	215
实验十	故障诊断一（硬件部分）	216
实验十一	故障诊断二（软件部分）	217
参考文献		220

1 计算机网络概述

本章对计算机网络进行了简要的介绍。通过本章的学习，应掌握以下基本内容。

- 计算机网络的概念、功能与分类
- 认识计算机网络常见的网络拓扑

计算机网络是计算机技术和通信技术密切结合，通过通信手段将计算机连接在一起组成的复杂的系统。

1.1 计算机网络的基本概念

计算机网络是由计算机、通信设备、终端设备等网络硬件和网络软件组成的计算机系统。计算机网络的发展经历了几个阶段，通过对本节介绍加深对计算机网络概念的了解。

1.1.1 计算机网络的形成和发展

计算机网络出现的历史不长但发展很快，经历了一个由简单到复杂的演变过程。主要分为四个阶段：面向终端的计算机网络、多机系统的互联、开放式标准化网络和网络互联与高速网络。

① 面向终端的计算机网络 面向终端的计算机网络出现在 20 世纪 50 年代，是早期计算机网络的主要形式，最早是以单个计算机为中心的远程联机系统。这样的系统除了中心机外，其余的终端都不具有自主处理能力，在系统中主要是终端和中心计算机之间的通信。20 世纪 60 年代出现了远程联机系统，如图 1-1 所示。

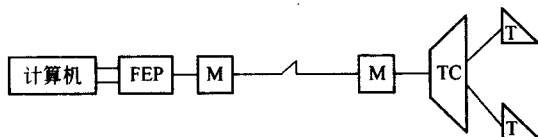


图 1-1 以单计算机为中心的远程联机系统

远程联机系统在中心计算机输出端增加了一个处理机 FEP，负责完成通信，而中心计算机专门处理数据。M 代表调制解调器 (Modem)，TC 是终端控制器，通过低速线路，负责将各终端 (T) 连接起来，再通过高速线路与计算机相连。

② 多机系统的互联 第二代计算机网络是 20 世纪 60 年代后期发展起来的，典型代表是 ARPA 网。多台计算机通过通信线路连接起来为用户提供服务，这里的多台主机都有自主处理能力，它们不存在主从关系。这种系统的出现使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信发展到计算机与计算机之间的直接通信。

③ 开放式标准化网络 第三代计算机网络是开放式标准化网络，它具有统一的网络体系结构，遵循国际标准化协议。标准化使不同的计算机能方便地互联在一起。20 世纪 70 年代后期人们认识到第二代计算机网络的不足，开始提出一些计算机网络的问题。国际标准化组织 ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为开放系统互联基本参考模型的国际标准。20 世纪 80 年代，以著名的开放系统互联基本参考模型 (OSI 模型) 为参照以及当时的国际电话电报咨询委员会 CCITT 等为各层次开发了一系列的协议标准，组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。

④ 网络互联与高速网络 从 20 世纪 80 年代末开始, 计算机技术、通信技术和建立在互联网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅速发展。近年来, 随着信息高速公路计划的提出与实施, Internet 在地域、用户、功能和应用等方面的不断拓展以及 Internet 技术越来越广泛的应用, 计算机网络的发展已经进入了网络计算的新时代, 即以网络为中心的时代。现在的任何一台计算机都以某种形式进入网络, 以便共享信息或协同工作, 否则无法充分发挥计算机的效能。

目前, 电话、有线电视、数据等都有不同的网络, 随着多媒体网络的建立和日趋成熟, 三网融合甚至多网融合是一个发展方向。有人描述未来的通信和网络的目标是实现 5W 的个人通信, 即任何人 (whoever) 在任何时间 (whenever) 任何地方 (wherever) 都可以和任何人 (whomever) 通过网络进行通信, 传送任何信息 (whatever)。

1.1.2 计算机网络的定义

计算机网络的定义, 没有统一的规定, 说法也不一样。通用的定义是: 利用通信线路将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同形式连接起来, 以功能完善的网络软件实现资源共享和信息传递的系统。从应用或功能的角度, 可定义计算机网络为: 以共享资源 (硬件、软件、数据) 的方式将各自具有独立功能的多个计算机连接起来组成的多机系统。可以从以下三个方面理解计算机网络系统。

- ① 为用户提供服务和提供共享资源的多个计算机系统。
- ② 由各种通信设备和通信线路组成的通信子网。
- ③ 为用户共享资源和传递信息提供管理和服务的网络软件。

1.1.3 计算机网络的组成

从计算机网络系统功能来分, 计算机系统是由资源子网和通信子网组成的, 如图 1-2 所示。从计算机网络系统组成上分, 计算机网络是由硬件和软件部分组成。

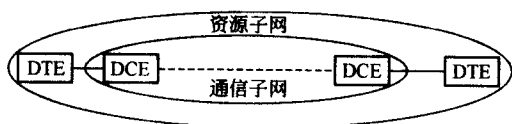


图 1-2 计算机系统

DTE 表示数据终端设备, 产生数字信号或接收数字信号, 包括计算机、终端、计算机外设和终端控制器等设备。DCE 包括各种通信设备。

资源子网是由各计算机系统、终端控制器、终端设备、软件和可共享的数据库组成。其功能是提供硬件、软件和数据等资源的共享, 并进行数据处理。通信子网由传输介质和通信设备组成, 包括调制解调器、前置处理机、通信线路。其功能是进行数据传输、交换及通信控制。

(1) 计算机网络硬件系统

计算机网络硬件系统是由计算机、终端、通信控制处理机、调制解调器 (Modem) 和通信线路组成。

① 计算机 计算机主要负责网络中的数据处理和网络控制, 包括提供用户共享访问的数据库资源的管理。

② 终端 终端是用户进行网络操作时使用的设备。常用的有交互式终端、汉字终端、智能终端、虚拟终端, 它的作用是将用户输入的信息转变成一定形式送到网络上, 或者将接收到的信息转变为用户能识别的信息。

③ 通信控制处理机 通信控制处理机也称通信控制器。它是一种在数据通信和计算机网络系统中执行通信控制与处理功能的专用计算机。

④ 调制解调器 (Modem) 调制解调器是将 DTE 与模拟通信线路连接起来的一种接口, 可用于远程通信并实现多路复用。

⑤ 通信线路 通信线路信息提供传输的通道。

(2) 计算机网络软件

计算机网络软件分为网络操作系统、网络协议软件、网络管理软件、网络通信软件和网络应用软件。

① 网络操作系统 网络操作系统是网络软件的基础, 通过网络操作系统可以将多个计算机有机地联系起来。

② 网络协议软件 网络协议软件是网络软件中最重要、最核心的部分。网络管理软件、网络通信软件和网络应用软件只有通过网络协议软件才能发挥作用。

③ 网络管理软件 网络管理软件提供性能管理、配置管理、计费管理、安全管理和网络运行状态监视与统计等功能。

④ 网络通信软件 网络通信软件可以使用户在不必详细了解通信规程的情况下, 控制自己的应用程序与多站点进行通信, 并对大量的通信数据进行加工和处理。

⑤ 网络应用软件 网络应用软件是在网络环境下, 直接面向用户的软件。为用户提供信息资源的传输和资源共享服务。

1.2 计算机网络的功能及应用

1.2.1 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要有以下几个方面。

① 资源共享 计算机网络的基本资源包括硬件资源、软件资源和数据库资源。共享这些资源是网络的基本功能。由于有了计算机网络, 网络中的用户就可以共享不同地点的各种资源。

② 实现实时集中处理 网络可以将多个联机系统有机地连接起来, 进行实时地集中管理, 使各部件协同工作、并行处理、提高系统的处理能力。

③ 信息传递 信息传递也是计算机网络的基本功能, 通过通信线路实现主机与主机之间、主机与终端之间数据和程序的快速传输。

④ 均衡负荷和分布处理 在网络中, 当某个主机系统负载过重时, 可以将某些作业通过网络送至其他主机系统处理, 以便均衡负荷, 减轻局部负担, 提高设备的效率。对于综合性的大型问题, 可以采用适当的算法, 将任务分散到不同的计算机上进行分布式处理。

⑤ 综合网络服务功能 通过计算机网络可以为用户提供更全面的服务项目, 如提供数字、图形、图像、视频等多种信息的传输。

1.2.2 计算机网络的应用

计算机网络在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等领域获得越来越广泛的应用。工厂企业利用网络实现生产的监测、过程控制、管理和辅助决策。铁路部门可利用网络来实现报表收集、运行管理和行车调度。邮电部门可利用网络来实现电子邮件、传真和 IP 电话。教育部门利用网络可进行情报资料的检索、计算机辅助教育、科技协作及远程教育。国防部门利用网络可进行信息快速的收集、跟踪、控制与指挥。商业部门实现企业、商店、银行和顾客的自动电子销售转账服务和电子商务。

从以上方面可以看出计算机网络的应用已经深入到社会的各个方面,政府机构在上网方面也有重大突破。政务信息,政策法规、办事制度已经上网,民众的意见也可以通过网络反映到政府相关部门。政府的内部网络实现政务办公自动化,大大提高了政府的办事效率。网络的视频点播(VOD)一旦实现,人们就可以随时点播自己喜爱的节目了。

1.3 计算机网络分类

计算机网络分类方法很多,可以从不同角度对计算机网络进行分类。

(1) 按覆盖的地理范围进行分类

按覆盖的地理范围进行分类,计算机网络可以分为以下三类。

① 局域网(LAN) 局域网用于将有限范围内(如一个实验室、一幢大楼、一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同可以分为共享局域网和交换局域网。局域网技术发展迅速,应用日益广泛,是计算机网络中最活跃领域之一。

② 城域网(MAN) 城市地区网络常简称为城域网。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标主要是满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。

③ 广域网(WAN) 广域网是一种覆盖范围较大的远距离计算机网络,它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里,即一个省、一个自治区、一个国家以及它们之间甚至全世界建立的计算机网络。例如,一个公司在全国各地有许多分支机构,若要将这些分支机构的计算机彼此以网线相连,那将会很难办到,要牵这样一条跨这么长距离的网线已是不可能的,更何况以网线的物理特性(信号的衰减和失真)也不能在这么长的距离下成功地传送信息。因此,在一般局域网所用的设备,在这么长的距离下就需要更换了,网线就可以用专线来解决。广域网覆盖一个国家、地区或横跨几个洲,形成国际性的远程网络。广域网的通信子网可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网,将分布在不同地区的计算机系统互联起来,达到资源共享的目的。

(2) 从传输介质的角度对网络进行划分

从传输介质的角度对网络进行划分,网络可以分为有线网络和无线网络。

① 有线网络 常见的有线网络介质为:双绞线、同轴电缆、光纤、电话线等。广域网通常是借用传统的公共通信网(电话网、电报网等)来实现的。

② 无线网络 随着计算机网络在社会经济生活中的日益重要,电信公司开始专门为计算机互联网开设信道,卫星通信技术和光纤通信技术的发展,为广域网的建设提供了更好的硬件条件。

(3) 按照网络的交换方式划分

按照网络的交换方式划分,计算机网络可分为电路交换网、报文交换网、分组交换网、帧中继交换网、ATM交换网和混合交换网。在后续的章节中将作详细的介绍。

1.4 计算机网络的拓扑结构

所谓网络“拓扑”就是几何的分支,它将实物抽象化为与其大小和形状无关的点、线、面,然后再来研究这些点、线、面的特征。计算机网络的拓扑结构是指将网络单元抽象为节

点, 通信线路抽象为链路, 各个节点或其他组件通过缆线相互联接的方法和形式及它们的空间布局称为网络拓扑。这里主要从物理拓扑进行网络划分, 主要可以分为总线型、星型、环型、树型、网状结构等。

① 总线型结构 (Bus Network) 总线型拓扑是一种比较简单的结构, 通过一根传输线路将网络中所有节点连接起来, 这根线路称为总线。各节点直接与总线相连接, 信息沿总线介质逐个节点地广播传送, 在同一时刻只能允许一对节点占用总线通信。总线型拓扑简单, 易实现、易维护、易扩充, 但故障检测比较困难。这种结构非常简单, 所需要的电缆也很少。图 1-3 所示的是总线型拓扑结构。

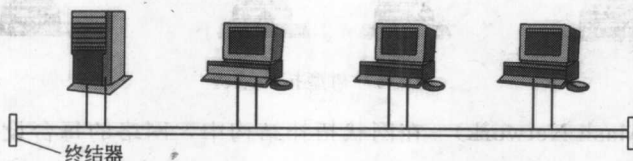


图 1-3 总线型拓扑结构

② 星型结构 (Star Network) 星型网络结构是最流行的网络拓扑结构, 该结构以中央节点为中心与各个节点连接而组成的, 呈辐射状排列在中心节点周围, 各节点与中央节点通过点到点的方式连接, 如图 1-4 所示。

从图中可知, 在星型网络结构上的所有微机都通过中央节点与集线器连接, 集线器充当网络连线的汇集点, 中心节点控制全网的通信, 任何两节点之间的通信都要通过中心节点。星型拓扑结构容错性更好, 因为即使某个环节出错, 它只影响使用该环节与集线器连接的设备。但星型网络结构对中央节点要求相当高, 中央节点负担较重。因为中心节点的故障可能造成全网瘫痪。目前, 大多局域网都采用星型网络拓扑结构。

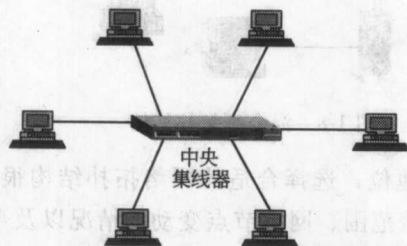


图 1-4 星型拓扑结构

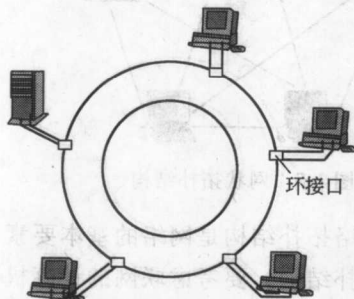


图 1-5 环型拓扑结构

④ 树型结构 (Tree Network) 树型拓扑由星型拓扑演变而来的, 它是在星型网络上加分支形成的, 其结构图看上去像一棵倒挂的树, 树最上端的节点叫根节点, 一个节点发送信息时, 根节点接收该信息并向全树广播。树型拓扑易于扩展与故障隔离, 但对根节点依赖性

太大。该结构传输介质可有多条分支，但不形成闭合回路，如图 1-6 所示。

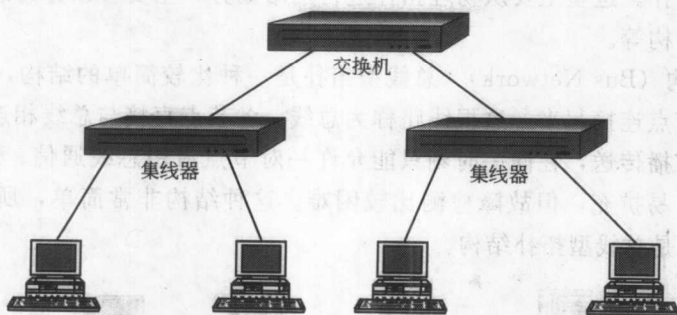


图 1-6 树型拓扑结构

⑤ 网状结构 (Mesh Network) 在网状拓扑结构中，网络的每台设备之间均有点到点的链路连接，由于每个地点都是互联的，数据能够从发送地直接传输到目的地。如果一个连接出了问题，将能够轻易并迅速地更改数据的传输路径。这种连接不经济，只有每个站点都要频繁发送信息时才使用这种方法。它的安装也复杂，由于对两点之间的数据传输提供多条链路，系统可靠性高。因此，网状拓扑是最具容错性的网络拓扑结构，如图 1-7 所示。

⑥ 混合型结构 (Mixer Network) 这种网络拓扑结构是由前面所讲的星型结构和总线型结构的网络结合在一起的网路结构，这样的拓扑结构更能满足较大网络的拓展，解决星型网络在传输距离上的局限，同时又解决了总线型网络在连接用户数量的限制。这种网络拓扑结构同时兼顾了星型网与总线型网络的优点，在缺点方面得到了一定的弥补。网络拓扑结构如图 1-8 所示。

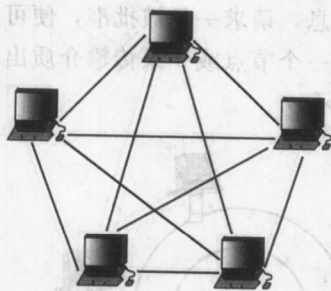


图 1-7 网状拓扑结构

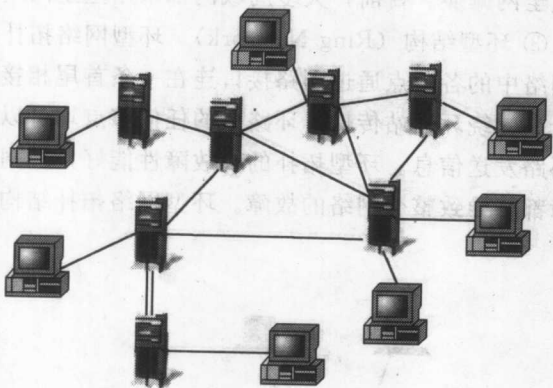


图 1-8 混合型拓扑结构

网络拓扑结构是网络的基本要素，处于基础的地位，选择合适的网络拓扑结构很重要。确定拓扑结构，要考虑联网的计算机数量、地理覆盖范围、网络节点变动的情况以及今后的升级或扩展因素。应当指出的是在实际组建网络时，其拓扑结构不一定是单一的，通常是这几种拓扑结构的综合利用。

习 题

1. 计算机网络的发展可分为几个阶段？

2. 资源子网和通信子网的组成和作用有哪些?
3. 什么是 DTE? 什么是 DCE? 各有什么作用?
4. 简述计算机网络的定义和功能?
5. 计算机网络系统的组成有哪些?
6. 网络可以从哪些方面进行分类?
7. 什么是网络的拓扑结构? 计算机网络通常有哪几种拓扑结构?

2 数据通信

本章对数据通信的基本概念、数据传输方式、数据的编码与调制技术、多路复用技术、数据交换技术以及通信接口等进行了简要的介绍。通过本章的学习，应达到以下要求。

- 掌握数据通信的基本概念
- 了解数据通信的主要技术指标和通信方式
- 了解数据通信中的编码技术、调制解调技术和多路复用技术
- 了解数据交换的工作过程、原理和应用
- 了解常用的通信接口

2.1 数据通信的基本概念

数据通信是两个实体间数据的传输与交换。数据传输是传播处理信号的数据通信，将源站的数据转换成信号，沿传输介质传播至目的站。数据传输的品质取决于被传输信号的品质和传输介质的特性。

以下通过一个简单的通信模型与实例来认识数据通信的基本概念与通信系统中所需完成的一些关键性任务。

图 2-1 (a) 是一个简单的通信模型，通信系统的基本作用是在两个实体间交换数据。图 2-1 (b) 是通信系统的一个实例，计算机与计算机之间通过公用电话网进行通信。在这个模型中，有几个关键部分。

源：产生要发送的数据的设备。

发送器：对信号进行转换或编码以产生能在特定传输系统中传输的电磁信号。

传输系统：连接源和目的地的传输线或复杂的网络。

接收器：从传输系统接收信号并转换成目的站设备能够处理的信号。

目的站：从接收器接收数据的设备。

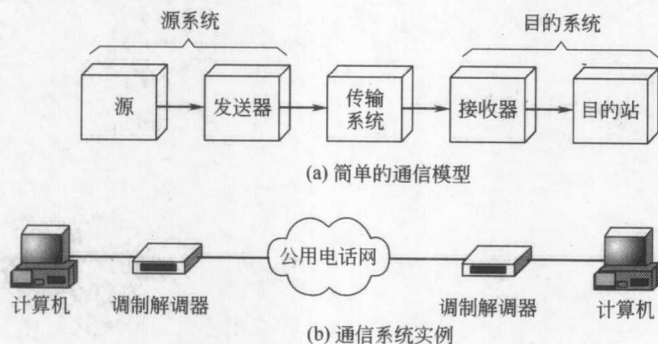


图 2-1 通信模型

2.1.1 信息、数据和信号

为进一步掌握数据通信相关知识，首先介绍几个基本的术语。

① 信息 信息是对客观事物的特征和运动状态的描述。其形式可表示为文字、数字、语音、图形和图像等。

② 数据 数据是传递信息的实体。数据按其表现形式可分为模拟数据和数字数据。模拟数据是在某区间内连续变化的值。例如,声音和视频就是强度连续变化的数据。大多数用传感器收集的数据,例如温度和压力,都是连续值。数字数据是离散的值,例如文本信息与整数等。

③ 信号和信号传送 信号是数据的电子或电磁编码,它是数据在传输过程中的表示形式。信号发送是指沿传输介质传播信号的动作。

④ 传输 指传播和处理信号的数据通信。

2.1.2 信号的种类

信号在数据传输中占有重要的地位,一般而言,可以将其分为两类,即模拟信号与数字信号。

① 模拟信号 模拟信号是随时间连续变化的电流、电压或电磁波。模拟信号的波形,通常以正弦波的形式来表示。目前大部分的电话网络多用模拟信号来传输,模拟信号的常见表示如图 2-2 (a) 所示。

② 数字信号 数字信号则是一系列离散的电脉冲。这些脉冲又称为“位”,也就是以“0”、“1”两个值来传送,目前计算机和其外围设备之间、局域网内部之间均用数字信号传输。数字信号的常见表示如图 2-2 (b) 所示。

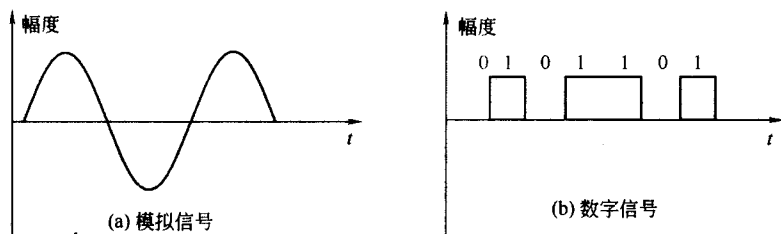


图 2-2 模拟信号与数字信号

2.1.3 数据通信的主要技术指标

① 波特率 波特率又称为码元速率,指单位时间内传送信号的“波形”个数。单位为:波特 (Baud),计算公式为

$$B=1/T(\text{baud})$$

式中 T ——波形周期。

② 比特率 比特率又称位速率,指单位时间内所传送的二进制位数。单位为: bps (位/秒),计算公式为

$$S=B\log_2 N$$

式中 B ——波特率;

N ——一个波形的有效状态数。

从定义上可以看到,比特率与波特率是两个不同的概念。在比特率的计算公式中,波形的有效状态数是指一个周期波用于通信时的可用状态。例如,如果只取矩形脉冲高低电平分别表示两个状态,完成 0 和 1 的传输,则可以说一个 T 时间内波形的有效状态数为 2 ($N=2$)。如果一个波形的有效状态数为 4,则每传输一个波形,就可以传输一个四进制位,传输效率

就可以成倍提高。但面临的问题是， N 取值越大，其电路实现也越复杂。实际的传输系统中，以采用二元波形（ $N=2$ ）者居多。此时，比特率与波特率在数值上相等。

③ 带宽 对带宽的概念有不同的理解。从电子电路的角度出发，带宽指介质能传输的最高频率与最低频率之间的差值，带宽通常用“Hz”表示。在实际应用中，由于最低频率与最高频率相差一个甚至几个量级，所以人们习惯上描述带宽时总是用最高频率的值粗略表示带宽的值。例如，若通信线路能不失真地传送 2MHz 的信号，则该通信线路的带宽为 2MHz。

而第二种带宽的概念在计算机与网络通信中的应用更为广泛，它所指的其实是数据传输率。譬如内存带宽、总线带宽、网络带宽等，都是以“字节/秒”为单位。尽管与电子电路中“带宽”的本意相差很远，但在业界与公众都接受此种说法。

④ 信道 信道是信号传输时的通道，通常是一种抽象的描述。与传输介质相比，它更侧重于逻辑上的含义。

⑤ 信道容量 信道容量指信道传送信息的最大能力，它是数据通信中的主要性能参数之一。

⑥ 误码率 误码率指二进制数字信号在传送过程中被传错的概率。计算公式为

$$P_e = \frac{\text{传错的比特数}}{\text{传送的总比特数}}$$

由于信道存在噪声干扰，在实际传输数据的过程中，可能会因干扰而导致数据传输的出错，所以从实际情况看，信道不可能以其理论带宽来传送数据。

2.2 数据传输方式

2.2.1 串行与并行传输

串行传输中，两个设备之间通过一对信号线进行通信，其中一根为信号线，另外一根为信号地线，信号电流通过信号线到达目标设备，再经过信号地线返回，构成一个信号回路。这一对信号线每次只传送 1bit（比特）的信号。比如，1Byte（字节）的信号需要 8 次才能发完。传输的信号可以是数据、指令或者控制信号，这取决于采用的是何种通信协议以及传输状态。串行信号本身也可以带有时钟信息，并且可以通过算法校正时钟，因此不需要额外的时钟信号进行控制。串行传输示意如图 2-3 所示。

并行传输中，基本原理与串行传输没有区别。只不过使用了成倍的信号线路，从而一次可以传送更多 bit 的信号。并行通信通常可以一次传送 8bit、16bit、32bit 甚至更高的位数，相应地就需要 8 根、16 根、32 根信号线，同时需要加入更多的信号地线。并行通信中，数据信号中无法携带时钟信息，为了保证对信号线上的信号时序一致，并行设备需要严格同步时钟信号，或者采用额外的时钟信号线。并行传输示意如图 2-4 所示。

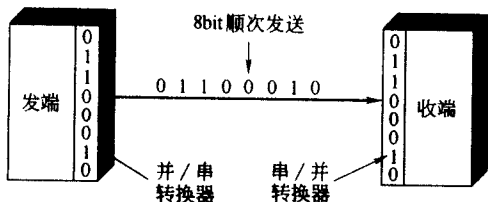


图 2-3 串行传输

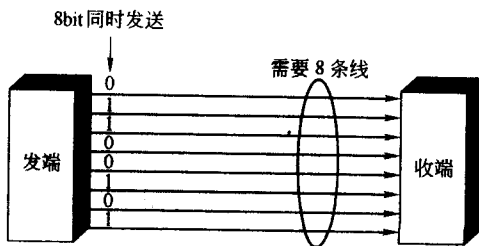


图 2-4 并行传输