

高校计算机教学系列教材

计算机网络实用教程

(第2版)

主 编 郭秋萍
参编者 (以姓氏笔画为序)
王洪梁 孙建华 刘焕成
陈建辉 郭秋萍 常金玲



北京航空航天大学出版社

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

高校计算机教学系列教材

计算机网络实用教程

(第2版)

主 编 郭秋萍

参编者 (以姓氏笔画为序)

王洪梁 孙建华 刘焕成

陈建辉 郭秋萍 常金玲

北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

本书主要内容包括计算机网络基础知识、网络体系结构、OSI 参考模型、随机访问技术、局域网、网络操作系统、网络互连、Internet、Intranet、网络安全和网络管理以及系统集成。在编写过程中,注重内容的先进性、系统性和实用性,力求反映网络技术发展的最新成果;在内容安排上,循序渐进,理论和实际相结合。本书是作者多年教学实践的总结。通过本书的学习,读者可系统地掌握计算机网络知识及应用。

本书可作为高等院校各专业本科生、专科生的计算机网络课程教材,同时,可作为有关网络专业技术资格和水平考试复习及从事网络研究与应用人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用教程/郭秋萍主编. —第2版.

北京:北京航空航天大学出版社,2003.8

ISBN 7-81077-324-0

I. 计… II. 郭… III. 计算机网络—高等学校—
教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 031522 号

计算机网络实用教程(第2版)

主编 郭秋萍

参编者(以姓氏笔画为序)

王洪梁 孙建华 刘焕成

陈建辉 郭秋萍 常金玲

责任编辑 许传安

责任校对 陈 坤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

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

E-mail: bhp@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:486 千字

2003 年 8 月第 2 版 2003 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-324-0 定价:26.00 元

总 前 言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

面对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的有丰富教学经验的教师编写了计算机教学的系列教材,将陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项。

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路基础与模拟电子技术;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘、选择使用),包括C++程序设计基础、Visual Basic 程序设计基础、Matlab 程序设计基础、Java 程序设计基础、Delphi 语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识处理。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术。

本系列教材主要是针对计算机教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学计算机本科或专科选用。其中一部分教材也适合非计算机专业本科教学使用。在这些教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

11/336/02

本系列教材在编写时,注重以下几点:(1)面对计算机科学与技术发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(2)面对学以致用,既有系统的基础知识,又具有应用价值的实用性;(3)具有科学性、严谨性。另外,力求排版紧凑,使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会

高校计算机教学系列教材编委会成员

主 任:赵沁平

副主任(常务):陈炳和

顾 问:麦中凡

委 员:(以姓氏笔划为序):

吕景瑜(北工大教授)

乔少立(社长,研究员)

麦中凡(北航教授,教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专计算机
教学指导委员会顾问)

苏开娜(北工大教授)

陈炳和(北工大教授)

张鸿宾(北工大博导)

郑玉明(北工大副教授)

金茂忠(北航博导)

赵沁平(北航博导,国务院学位办主任)

第2版前言

作者根据多年的教学经验编写了这本书。第2版在第一版的基础上,根据网络技术的发展,增加、删除了相关内容,并从体系、结构和内容上进行较大调整,使其更加合理、更加完善、更加符合教学规律。在编写过程中,力求使本书体现以下特点。

(1) 注重教材的系统性,包括知识的系统性、内容的连贯性以及语言的逻辑性,力求使本书符合网络知识学习的规律,帮助读者循序渐进地系统掌握计算机网络知识。

(2) 注重教材的先进性。计算机网络技术发展日新月异。第2版除保持本书的系统性外,力求反映当前网络技术发展的最新成果,如用于计算机及其外设接口中的无线技术 IEEE802.11 系列标准、无线网络应用中的码分复用技术 CDMA、全光纤网应用中的波分复用技术 WDM、ATM 交换技术以及局域网应用中的万兆位以太网、第三层交换机、虚拟局域网等。

(3) 注重教材的实用性。第2版增加了系统集成和系统集成的案例,使读者能将所掌握的计算机网络知识运用于实际中。在内容编排上,除了理论阐述外,又加入了网络协议实例,帮助读者掌握和了解计算机网络知识的应用。

本书共分10章。第1章为计算机网络概述,着重介绍了计算机网络的概念、特点和分类。第2章为计算机网络基础知识。作者在多年的教学实践中感到要掌握好计算机网络的知识,必须同时掌握计算机技术和通信技术的知识,两者缺一不可。但是对于大多数读者来讲,更多的是缺少有关数据通信基础知识,为此,第2章较系统、全面地介绍了计算机网络的基础知识。第3章为网络体系结构与 OSI 参考模型。以 OSI 参考模型为主线,着重介绍了网络体系结构与网络协议的概念和实用协议。第4章为随机访问技术,着重介绍了 ALOHA、CSMA、CSMA/CD 介质访问控制技术。第5章为局域网,着重介绍了 IEEE802 标准、高速局域网、交换局域网及虚拟局域网。第6章为网络操作系统,着重介绍了网络计算模式、Windows 2000、UNIX 等操作系统。第7章为网络互连,着重介绍了各种网络互连设备和技术。第8章为 Internet 及其应用,着重介绍了 TCP/IP 协议、IP 地址和掩码、Internet 接入技术以及 Intranet/Extranet 的概念和应用。第9章为网络安全与网络管理,着重介绍了网络安全与防范技术以及网络管理和协议。第10章为系统集成,介绍网络系统设计、安装、调

试、维护等过程和实施步骤,并给出一个实际案例。

本书可作为高等院校各专业本科和专科的计算机网络课程教材。如作为专科生教材,可不讲下列章节:2.1.1~2.1.5、2.3;3.1.2~3.1.4、3.3.2~3.3.4、3.4.2、3.5.3、3.5.4、3.82、3.83;第6章;第10章;9.3。

本书由郭秋萍主编,并最后统稿、定稿。郭秋萍撰写第1、3、5章,孙建华撰写第8章,常金玲撰写第7、9章,刘焕成撰写第2章,陈建辉撰写第4、10章,王洪梁撰写第6章和第2章的2.7节。在编写过程中,参考了一些书籍和文献资料,并适度地引用了书中一些实例,其主要部分已在参考文献中列出。在此,对本书参考书籍的作者表示衷心感谢,若有不妥之处,敬请批评。

限于作者的水平,本书难免有错误或不当之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2003年3月

目 录

第1章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 第一代计算机网络——面向终端	1
1.1.2 第二代计算机网络——以通信子网为中心	2
1.1.3 第三代计算机网络——网络体系结构与协议标准化	3
1.1.4 第四代计算机网络——高速化、综合化	4
1.2 计算机网络的定义和构成	4
1.2.1 计算机网络的定义	4
1.2.2 计算机网络的构成	5
1.3 计算机网络的功能与分类	6
1.3.1 计算机网络的功能	6
1.3.2 计算机网络的分类	7
习 题	8

第2章 计算机网络基础知识

2.1 数据通信的几个基本概念	9
2.1.1 信号频带及频谱分析	9
2.1.2 模拟通信系统与数字通信系统	13
2.1.3 波特率和比特率	15
2.1.4 信道容量	16
2.1.5 调制解调	17
2.1.6 基带传输和频带传输	18
2.1.7 异步传输和同步传输	19
2.1.8 通信方式	21
2.2 数据调制与编码技术	21
2.2.1 模拟信号的模拟调制	21
2.2.2 数字信号的数字调制	23
2.2.3 数字信号编码	25
2.2.4 模拟信号的数字编码	27

2.3 差错控制编码	28
2.3.1 差错编码的基本原理	28
2.3.2 几种差错控制编码	31
2.4 网络拓扑结构	37
2.4.1 星型拓扑结构	37
2.4.2 总线拓扑结构	38
2.4.3 环型拓扑结构	39
2.4.4 树型拓扑结构	39
2.4.5 网型拓扑结构	39
2.5 传输介质	40
2.5.1 有线传输介质	40
2.5.2 无线电波	42
2.6 多路复用技术	44
2.6.1 频分复用技术 FDM	44
2.6.2 时分复用技术 TDM	45
2.6.3 码分复用技术 CDMA	46
2.6.4 波分复用技术 WDM	48
2.7 网络交换技术	49
2.7.1 线路交换技术	49
2.7.2 报文交换技术	50
2.7.3 分组交换技术	51
2.7.4 线路交换/报文交换/分组交换技术性能比较	53
2.7.5 ATM 交换技术	55
习 题	60

第3章 网络体系结构与 OSI 参考模型

3.1 网络协议与网络体系结构	63
3.1.1 网络协议与网络体系结构的基本概念	63
3.1.2 网络体系结构的分层及其分析	64
3.1.3 OSI 参考模型概述	68
3.1.4 对 OSI 参考模型的评价	71
3.2 物理层	71

3.2.1 物理层模型和功能	72
3.2.2 物理层接口的特性	73
3.2.3 物理层协议实例	75
3.3 数据链路层	82
3.3.1 数据链路层的功能	82
3.3.2 数据链路控制	83
3.3.3 数据链路层协议的分类	90
3.3.4 高级链路控制规程——HDLC	91
3.4 网络层	97
3.4.1 网络层的功能与服务	97
3.4.2 路由选择	99
3.4.3 网络流量控制	103
3.4.4 X.25 协议	104
3.4.5 帧中继	107
3.5 运输层	111
3.5.1 运输层在 OSI 参考模型中的作用和地位	111
3.5.2 运输层协议与通信子网的关系	111
3.5.3 运输层功能	112
3.5.4 面向连接服务和面向无连接服务	113
3.6 会话层	114
3.6.1 会话连接管理	114
3.6.2 会话活动管理	115
3.6.3 数据交换管理	116
3.7 表示层	116
3.8 应用层	118
3.8.1 应用层模型	119
3.8.2 应用服务元素 ASE	119
3.8.3 Internet 的应用层	121
习 题	122

第 4 章 随机访问技术

4.1 信道共享技术概述	124
4.1.1 多路复用技术	124
4.1.2 多点访问技术	124
4.2 ALOHA 随机访问技术	126
4.2.1 非时隙 ALOHA	126

4.2.2 时隙 ALOHA	129
4.2.3 预约 ALOHA	130
4.3 CSMA 随机访问技术	132
4.3.1 非坚持 CSMA	132
4.3.2 坚持 CSMA	133
4.3.3 三种 CSMA 的特性比较	134
4.4 CSMA/CD 随机访问技术	135
4.5 各种随机访问技术性能比较	136
习 题	137

第 5 章 局域网

5.1 概 述	138
5.1.1 局域网定义与分类	138
5.1.2 局域网的组成	140
5.2 IEEE 802 局域网标准	145
5.2.1 IEEE 802 局域网参考模型	145
5.2.2 IEEE 802.2	146
5.2.3 IEEE 802.3(以太网)	148
5.2.4 IEEE 802.5:令牌环	152
5.2.5 802.4 令牌总线网	156
5.3 高速以太网	158
5.3.1 快速以太网 Fast Ethernet	158
5.3.2 千兆位以太网(gigabit ethernet)	160
5.3.3 万兆以太网(10 Gb 以太网)	161
5.4 光纤分布式数据接口 FDDI	163
5.4.1 FDDI 标准	163
5.4.2 FDDI 技术特点	163
5.4.3 FDDI 的数据编码技术	164
5.4.4 FDDI 的 MAC 层	165
5.4.5 FDDI 网络结构及性能	166
5.4.6 FDDI-II	166
5.5 交换局域网	167
5.5.1 交换以太网	167
5.5.2 第三层交换机	168
5.5.3 交换机三种交换技术和特点	169

5.5.4 交换网的应用	170		198
5.6 虚拟局域网	171	7.3 网络互连设备	199
5.6.1 VLAN 概述	171	7.3.1 中继器	199
5.6.2 VLAN 的分类	172	7.3.2 网 桥	200
5.6.3 划分 VLAN 的意义	174	7.3.3 路由器	203
习 题	174	7.3.4 网 关	205
第 6 章 网络操作系统		7.3.5 干 线(backbone)	206
6.1 网络操作系统定义与特点	176	习 题	207
6.2 网络计算模式	177	第 8 章 Internet 及其应用	
6.2.1 主机系统模式	177	8.1 Internet 概述	208
6.2.2 工作站/文件服务器模式	177	8.1.1 Internet 的概念	208
6.2.3 客户机/服务器模式	177	8.1.2 Internet 的管理	208
6.2.4 对等网络模式	178	8.1.3 Internet 在中国	209
6.2.5 浏览器/服务器模式	178	8.2 TCP/IP 体系结构	210
6.3 Windows 2000 操作系统	179	8.2.1 TCP/IP 参考模型	210
6.3.1 Windows 2000 的新功能	179	8.2.2 TCP/IP 下的互连层	210
6.3.2 Windows 2000 的基本概念	183	8.2.3 TCP/IP 下的传输层	215
6.4 Windows 2000 Server	186	8.3 Internet 的基本服务	221
6.4.1 硬件的审核	187	8.3.1 电子邮件服务	221
6.4.2 规划许可协议	187	8.3.2 远程登录服务	221
6.4.3 选择文件系统	187	8.3.3 文件传输服务	222
6.4.4 Windows 2000 Server 的安装	188	8.3.4 WWW 服务	222
6.5 其它网络操作系统	189	8.3.5 电子公告板	223
6.5.1 Netware 网络操作系统	189	8.3.6 网络新闻服务	223
6.5.2 UNIX 系统概述	191	8.3.7 现场对话	223
6.5.3 Linux 操作系统	192	8.4 Internet 的地址	223
习 题	194	8.4.1 IP 地址	224
第 7 章 网络互连		8.4.2 域名系统	228
7.1 网络互连	195	8.5 Internet 的接入技术	232
7.1.1 网络互连层次	195	8.5.1 Modem 接入	233
7.1.2 网络互连的类型	196	8.5.2 ISDN 接入	234
7.2 实现网络互连的方式	196	8.5.3 ADSL 接入	235
7.2.1 利用网间连接器实现网络互连	196	8.5.4 Cable Modem 接入	236
7.2.2 通过互联网进行网络互连	196	8.5.5 DDN 专线	238
		8.5.6 无线接入	239
		8.5.7 光纤接入	240
		8.5.8 电力线接入	240
		8.6 Intranet 与 Extranet	241
		8.6.1 Intranet	241

8.6.2 Extranet	243	10.1.2 系统集成的优点	267
习 题	245	10.1.3 系统集成的层次规模	268
第9章 计算机网络安全与网络管理		10.2 系统集成实施步骤	269
9.1 计算机网络安全	247	10.2.1 需求分析	269
9.1.1 网络安全标准	247	10.2.2 项目招投标	270
9.1.2 网络安全特征	248	10.2.3 系统设计	271
9.1.3 网络系统的主要威胁	249	10.2.4 工程实现	274
9.1.4 网络系统的安全漏洞	250	10.2.5 测试验收	275
9.1.5 Internet 的网络安全层次	250	10.2.6 应用及维护	275
9.1.6 网络安全措施	252	10.3 结构化综合布线系统	275
9.2 防火墙	254	10.3.1 综合布线系统概述	275
9.2.1 防火墙的基本概念	254	10.3.2 综合布线系统的体系结构	276
9.2.2 防火墙的结构	255	10.3.3 综合布线系统设计注意事项	279
9.2.3 防火墙的类型	256	10.4 系统集成的实例	280
9.3 数据加密技术	258	10.4.1 项目背景与需求	280
9.3.1 数据加密概述	258	10.4.2 系统设计原则	282
9.3.2 公开密钥密码体制	259	10.4.3 总体方案	283
9.4 计算机网络管理	260	10.4.4 工程进度	287
9.4.1 网络管理的基本模型	260	10.4.5 测试与验收	288
9.4.2 网络管理的功能	260	习 题	289
9.4.3 网络管理协议	261	参考文献	
9.4.4 常见的网络管理软件	264	参考答案	
习 题	265		
第10章 系统集成			
10.1 系统集成概述	266		
10.1.1 系统集成的体系结构	266		

第1章

计算机网络概述



1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物,并随着计算机技术和通信技术的发展而发展。概括地说,其发展可以分为四个阶段。

1.1.1 第一代计算机网络——面向终端

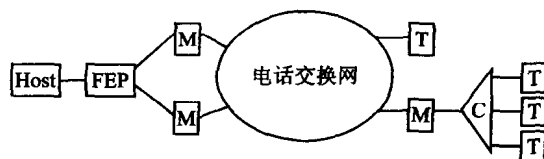
1. 第一代计算机网络的发展过程

第一代计算机网络的时期主要在20世纪50~60年代。在这一阶段的初期,计算机和通信没有什么关系,人们使用计算机只能携带程序和数据到机房去,这显然是不方便的。20世纪50年代中期,收发器和电传打字机被作为远程终端,通过电话线和调制解调器与计算机相连,实现了计算机与远程终端的数据通信。由于计算机增加了通信功能,就必须增加一个通信接口,而且该接口应当对计算机原来的硬件和软件影响尽可能小。这个通信接口就是单重线路控制器。单重线路控制器只能通过一条通信线路和一个远程终端相连,主要进行串/并转换和简单的差错控制。到了20世纪60年代初,又出现了多重线路控制器。它可以使一台主机和多个终端相连而不需要使用多个线路控制器,从而实现一台主机和多个终端之间的通信。

由于当初计算机的设计主要是用于信息处理的,过多地和远程终端通信需要主机腾出相当一部分的资源用于通信处理。这样大大增加了主机的额外开销,降低了计算机数据处理的速度和效率。为了解决这个问题,可在主机前设置一个前端处理机FEP(Front End Processor),专门负责处理主机和终端的通信问题,使主机专门进行数据处理。前端处理机的出现,使计算机和通信设备分工明确,功能单一,从而提高了计算机资源和通信资源的利用率。

随着终端数目的增加,每增加一个终端就增加一条线路,从而通信费用大大增加。为了节约通信线路和费用,可在终端密集处增加一个集中器。集中器也是一种通信处理机,是一个具有智能的复用器。它的一端通过多条低速线路和终端相连,另一端通过高速线路和计算机相连,通过动态分配线路资源,可使高速线路容量小于各低速线路容量之和。详细内容参见2.6.2节。

前端处理机和集中器通常都采用小型或微型计算机,使之能完成复杂的通信控制功能。这样就形成了以单个主机为中心的面向终端的计算机网络,被人们称为第一代计算机网络,如图1-1所示。

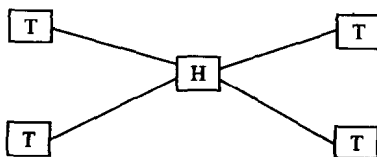


FEP—前端处理器；M—调制解调器；T—终端；
C—集中器；Host—主机

图 1-1 第一代计算机网络的组成

2. 第一代计算机网络的特点

(1) 面向终端，即一台主机面对多个终端。这是一个由终端-通信线路-计算机组成的面向终端的星型网络，如图 1-2 所示。各终端通过线路共享主机的硬件和软件，实现了计算机和终端之间的通信。



H—主机；T—终端

图 1-2 面向终端的星型网络

(2) 除了中心主机以外，其余终端设备都没有自主处理能力。

这两个特点与今天发展较成熟的计算机网络相比较有本质的区别。因此，严格地讲，第一代计算机网络还不能算计算机网络，只能算是一个计算机网络雏形。

1.1.2 第二代计算机网络——以通信子网为中心

1. 第二代计算机网络的发展过程

第二代计算机网络时期主要是在 20 世纪 60 年代后期至 70 年代。在这一时期，随着计算机应用在科研、军事、大型企业的经营管理以及国家和地区经济信息分析决策等领域的发展，出现了多台计算机互连的需求。人们希望将分布在不同地点的计算机，通过通信线路互连成计算机-计算机的网络。网络用户不仅可以使本地计算机的硬件、软件、数据资源，而且还可以享用其它联网计算机上的硬件、软件、数据资源，实现计算机资源的共享。要设计一个计算机网络，必须选择一个合适的通信系统。早期的通信系统主要是电话交换系统。其交换技术是线路交换（见 2.7.1 节），而线路交换是专为语音通信设计的。其传输方式、传输速率、传输质量都很难满足计算机间的通信。因此，必须寻求适合于计算机间通信的、新的交换技术。这就是分组交换技术（见 2.7.3 节）。

分组交换技术是美国国防部高级研究计划局 ARPA (Advanced Research Project Agency) 于 1969 年推出的一种新的交换技术。20 世纪 60 年代后期，美国军方一些高层人士提出一种新的设想，要建立一个类似于蜘蛛网 (Web) 的网络系统，使其在现代战争中，如果通信网

中的某一个交换节点被破坏,系统能够自动寻找其它路径,从而保证通信的畅通。1968年,ARPA开始着手研究该项目,并在1969年8月成功地推出了由4个交换节点组成的分组交换式网络系统ARPANET。这是世界上第一个采用分组交换技术的计算机网络,也是今天Internet的前身。

分组交换技术的出现,使计算机间通信得以实现,也使计算机网络的概念产生了根本的变化,表现在以下几个方面:其一是通信子网是计算机网络的一个重要组成部分,是计算机网络的通信支持;其二是计算机网络的资源共享强调通信资源的共享;其三是计算机网络是以通信子网为中心的网络,是面向通信的网络。

2. 第二代计算机网络的特点

早期的面向终端的计算机网络是以终端-计算机通信为主,数据通信和数据处理功能在主机系统中尚未划分清晰,网络结构也未形成规范的模式。分组交换网的成功出现,开创了计算机网络的新纪元,使计算机网络的概念和结构发生了根本的变化。其特点是计算机网络成为以通信子网为中心的计算机-计算机间的通信。其结构上分为两部分:由负责数据处理的主机系统(包括终端)组成的用户子网和由负责数据通信的通信处理机组成的通信子网。用户子网各主机系统通过通信子网共享其它主机的资源。用户子网和通信子网结构概念的出现,使网络中数据处理和数据通信的功能清晰地界定开来。这种以通信子网为中心的计算机网络被称为第二代计算机网络,如图1-3所示。

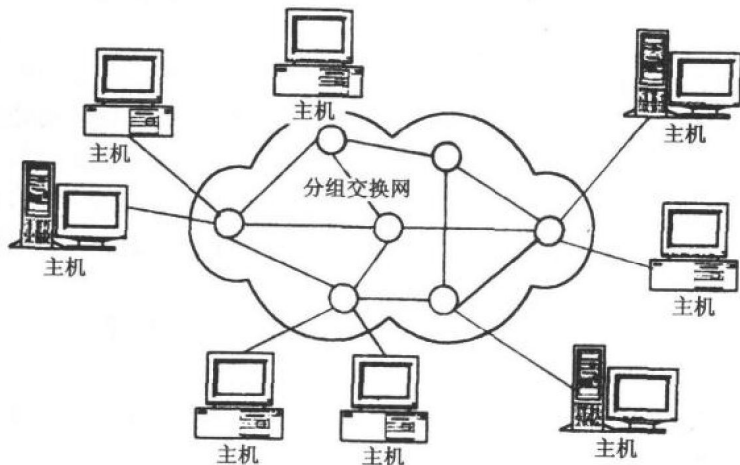


图1-3 第二代计算机网络

1.1.3 第三代计算机网络——网络体系结构与协议标准化

第三代计算机网络时期主要是在20世纪80年代。随着计算机网络的广泛应用和发展,各大计算机厂家纷纷开展计算机网络产品的研制和开发,同时也提出各种网络体系结构与网络协议,如美国IBM公司的SNA(System Network Architecture)、美国DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)等。网络体系结构的出现,使一个公司所生产的设备很容易互连成网。同时,网络体系结构与网络协议的理论研究成果也为以后网络理论体系的形成奠定了基础。

但是,由于无统一的标准,各计算机厂家生产的网络产品使用自己的网络体系结构与网络协议,不同厂家的网络产品要互连是十分困难的。要使不同厂家生产的计算机能够互连和通信,就需要制定一个国际标准。为此,国际标准化组织 ISO 的计算机与信息处理标准化技术委员会 TC97 专门成立了一个分委员会 SC16,从事网络体系结构与网络协议国际标准问题的研究。经过多年努力,1984 年 ISO 正式颁布了开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open System Interconnection Reference Model),即 ISO7498 国际标准,简称为 OSI。此后,ISO 与 CCITT 等组织分别为参考模型的各个层次制定一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本协议集。尽管 OSI 并没有成为实际中的国际标准,人们对其评价褒贬不一,但它的推出对于推动网络体系结构理论与发展的重大作用是不容置疑的。有关 OSI 详细内容见第 3 章。

第三代计算机网络的标志是网络体系结构的形成与标准化。除此之外,在这一时期,局域网技术也出现了突破性进展。

1.1.4 第四代计算机网络——高速化、综合化

第四代计算机网络时期是 20 世纪 90 年代以后,全球范围内的信息高速公路热使计算机网络的发展进入了一个新的历史时期。以高速化、综合化为基本特征的新一代宽带综合业务数字网 B-ISDN(Broad Integrated Services Digital Network)是第四代计算机网络的代表。B-ISDN 的核心技术是 ATM 交换技术。有关 ATM 交换技术的详细内容见 2.7.5 节。

所谓高速化是指网络具有宽频带和低时延。采用光缆作为传输介质,可实现宽带化(或称为高传输速率)。低时延则要求用快速交换技术作为保证。目前,高速网络的传输速率可超过千兆位每秒。

所谓综合化是指将语音、视频、图像、数据等多种业务综合到一个网络中去。过去,不同业务有不同的网络作为支持,如传送语音使用电话网、传送计算机数据使用分组交换网等。现在,人们可以将各种业务,如语音、视频、图像、数据等,都以二进制代码的数据形式综合到一个网络即 B-ISDN 中传送,而不必按照不同的业务建造不同的网络。此外,综合化的实现离不开多媒体技术。所谓多媒体技术是指,能够综合处理两个以上的数字、声音、图形和图像等信息媒体的技术,是实现综合化信息处理技术的基础。

进入 20 世纪 90 年代以来,Internet 成为世界上最大的国际性计算机互联网,没有人能够准确地说出它有多大。它将成为国家信息基础设施 NII(National Information Infrastructure)和全球信息基础设施 GII(Global Information Infrastructure)的雏形。目前,从概念结构看,Internet 仍属第三代计算机网络。

1.2 计算机网络的定义和构成

1.2.1 计算机网络的定义

目前,对计算机网络还没有一个统一规范的定义,人们从不同的角度对计算机网络下了多种定义,概括起来有以下 4 种。

- 1) 计算机网络是以能够相互共享资源的方式互连起来的自治计算机系统的集合。

2) 计算机网络是利用通信设备和线路将地理位置不同、各自独立的计算机系统互连起来,在功能完善的网络软件控制下,实现资源共享的系统。

3) 计算机网络如同一台大型计算机系统,其中存在一个能为用户自动管理资源的网络操作系统和用于网络管理控制的一系列网络协议,负责调度用户所需要的资源,而且其拥有的一切资源对用户是透明的。

4) 计算机网络是一个由不同传输媒体构成的通信子网。与这个通信子网连接的多台地理上分散的、具有惟一地址的计算机,将数据划分为不同长度的数据分组进行传输和处理的协议软件以及应用系统所组成的传输和共享信息系统。

上述这些定义从不同的方面描述了计算机网络的4个特征。

1) 计算机网络必须具有共享能力,即支持网上所有主机共享网络资源。这也是建造计算机网络的主要目的。要实现这种能力,除了网络操作系统必须具备自动管理资源的能力之外,还要靠计算机网络开放互连环境的支持。

2) 互连的计算机应是独立的计算机,即网上计算机没有明确的主从关系。每个计算机自成系统,成为自制计算机,可以联网工作也可以脱机工作。

3) 须具有用于网络管理和控制的一系列网络协议。网上计算机的通信要有网络协议作为约定和标准。

4) 通信网是计算机网络的一个基本要素,是连接计算机,并构成计算机网络的一个主要组成部分。通信网的功能、结构的变化会直接影响计算机网络的功能和结构。通信子网还与网络软硬件设计、网络体系结构的划分以及网络设备等有着密切的关系。

1.2.2 计算机网络的构成

1. 计算机网络的节点和链路

从拓扑结构看,计算机网络是由一些节点和连接这些节点的链路构成的,即网络= $\{\text{节点}, \text{链路}\}$,记为 $N=\{V, L\}$ 。其中: N 代表网络; V 代表节点集合; L 代表链路集合。

(1) 节点

计算机网络中的节点分为三类:访问节点、转接节点和混合节点。

访问节点也称端节点或站点,是指拥有计算机资源的用户设备,主要起信源和信宿的作用,如用户主机或用户终端。转接节点是指那些支持网络连通性并起数据交换和转接作用的节点。转接节点也称为中间节点。转接节点拥有通信资源,具有通信功能,如集中器、交换机、路由器、集线器等。混合节点也称为全功能节点,是指那些既可以作为访问节点也可以作为转接节点的节点。

一般情况,网络中的计算机节点应既可以作为访问节点又可以作为转接节点。但有时为了使设备简化,从网络系统的整体出发,把网络中有些节点专门设计成不具有转接功能的端节点,而有些节点则专门设计成只具有转接功能,但不作为端节点用的中间节点。

(2) 链路

链路是两节点间承载信息和数据的线路。链路可用各种传输介质实现,如双绞线、同轴电缆、光缆、无线信道等。链路又分物理链路和逻辑链路两类。物理链路是一条点到点的物理线路,中间没有任何交换节点。在计算机网络中,两个计算机之间的通路往往是由许多物理链路