

■ 王兆青 主编



计算机网络

(本科)



中央广播电视大学出版社

计 算 机 网 络

(本科)

王兆青 主编

中央广播电视大学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络: 本科/王兆青主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2008. 5

ISBN 978 - 7 - 304 - 04080 - 2

I. 计… II. 王… 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 (2008) 第 080668 号

版权所有, 翻印必究。

计算机网络 (本科)

王兆青 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010 - 58840200

总编室: 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

版式设计: 袁 鹏

责任编辑: 闫海新

责任校对: 陈玉玲

责任印制: 赵联生

印刷: 北京集惠印刷有限责任公司

印数: 0001 ~ 6000

版本: 2008 年 6 月第 1 版

2008 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 15.75 字数: 351 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 04080 - 2

定价: 22.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

内 容 简 介

中央广播电视大学开放教育

计算机科学与技术系列规划教材编委会

顾 问：葛道凯

主 任：李林曙 于二元

副 主 任：陶水龙 杨孝堂 刘 臣

成 员：李伟生 胡 俊 崔 林 郭 鸿

袁 薇 何晓新 王春风 顾静相

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机网络的基本概念，数据通信技术的基础知识，计算机网络的体系结构，计算机局域网技术，计算机网络的互连，Internet 及其应用，计算机网络安全与网络管理技术等有关计算机网络的基本知识和基本技术，以及计算机网络发展的新概念、新技术。为了实现理论联系实际、提高实际应用能力的教学效果和培养应用型人才的培养目标，各章还安排了一定量的实验项目（具体内容见《计算机网络（本科）实验指南》一书）。

本书为中央广播电视大学计算机科学与技术专业编写，书中内容丰富、难度适中、注重理论与实际应用的结合，注重计算机网络发展的新概念、新技术，同时强化实验，以有效提高学生的动手操作能力。

本书可以作为高等院校计算机应用、计算机网络技术、信息管理、电子商务等专业的教学用书，也可以作为计算机网络管理人员的培训和学习用书。

前 言

计算机网络是现代计算机技术与通信技术相结合的产物,尤其是 Internet 的飞速发展,已经形成了遍布全球的计算机互联和资源共享。计算机网络技术已经成为计算机网络发展和 IT 从业人员必须掌握的核心技术,培养掌握计算机网络技术,能够从事网络工程、网络编辑和网络管理方面的高级应用型人才是当务之急,这是编写本教材的目的和出发点。

本书的内容、知识点、拓展度和难易程度是从中央广播电视大学计算机科学与技术专业的培养目标出发,依据专家审定的《“计算机网络”课程(本科)教学大纲》和《“计算机网络”课程(本科)多种媒体教材一体化设计方案》的要求编写的,本书作为中央广播电视大学开放教育计算机科学与技术专业“计算机网络”课程的教学用书。

文字教材是学生自主学习的主要媒体,在编写中本着以下原则编排教材内容及教材的体系结构:紧密围绕专业的培养目标,注重网络技术和 IT 技术的发展,突出网络专业领域的新知识、新技术和新方法;在内容的组织和撰写格式上力求概念清晰、条理分明、深入浅出、便于自学;尝试编写出与实际应用密切结合、强化实训、提高能力的应用型教材。

全书共分 8 章,其中:第 1 章计算机网络概论,介绍了计算机网络的基本知识,包括计算机网络的定义、计算机网络的软硬件组成、计算机网络的发展过程、计算机网络的分类以及计算机网络的功能等基本知识;第 2 章计算机网络体系结构,介绍了计算机网络体系结构和网络协议的基本概念,并分析了目前主流网络体系结构 OSI/RM 模型和 TCP/IP 模型;第 3 章数据通信技术,介绍了数据通信的基础知识和主要技术,包括信息、数据、信号、数据通信系统等基本概念以及数据交换技术、编码和调制技术、多路复用技术以及差错控制技术等基本技术;第 4 章局域网技术,介绍了数据链路层相关的局域网的主要概念和典型应用,并重点介绍了以太网的原理、特点、组网方法及其 VLAN 技术;第 5 章网络的互连,着重介绍网络互连的概念、网络互连设备和网络互连技术,也介绍了 VPN 和 IPv6 技术;第 6 章资源子网高层协议,重点介绍 TCP/UDP,

DNS, FTP, Telnet, SMTP, HTTP, DHCP 等协议及其应用;第7章网络安全与网络管理技术,主要介绍计算机网络安全及管理的基本知识,包括加密、防火墙、网络入侵检测、网络病毒等主要技术;第8章网络发展趋势和新技术,围绕网络资源与网络、人与网络、人与人、资源与资源等实体之间的接口问题,介绍了 SOA 构架、二/三层交换技术、网格技术、PPPoE 等接入技术和 Web2.0 等网络发展趋势和新技术。

根据教学内容和加强实验的需要,还配有一定量的实验项目(共6个),以通过实验达到有效提高学生动手操作能力的目的。具体实验内容见《计算机网络(本科)实验指南》一书。

本书第1,8章由浙江理工大学的王兆青教授编写;第2章由浙江理工大学的叶海荣副教授编写;第3,7章由浙江理工大学的庄红副教授编写;第4,5章由浙江理工大学的铁治欣副教授编写;第6章由中央广播电视大学的何晓新编写。王兆青教授修改了全部书稿。以上人员组成本书编写组。

浙江大学的杨建刚教授、浙江工业大学的杨东勇教授、浙江理工大学的魏仰苏教授对全书内容进行了认真的审定,并提出了宝贵的修改意见,在此对专家们的指导和帮助深表谢意。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中疏漏、不妥之处在所难免,敬请读者给予批评指正。

编者

2008年2月

目 录

1 计算机网络概论	(1)
1.1 计算机网络概述	(2)
1.2 计算机网络的产生和发展	(3)
1.3 计算机网络的功能	(5)
1.4 计算机网络的组成	(7)
1.5 计算机网络的定义	(10)
1.6 计算机网络的分类	(10)
1.6.1 按网络覆盖的地理范围分类	(11)
1.6.2 按网络的传输介质分类	(11)
1.6.3 按网络的拓扑结构分类	(13)
1.6.4 按网络的通信方式分类	(14)
1.6.5 按网络的使用目的分类	(15)
1.6.6 按网络的服务方式分类	(15)
本章小结	(16)
练习题	(16)
2 计算机网络体系结构	(18)
2.1 网络体系结构及协议的概念	(19)
2.1.1 计算机网络的层次结构	(19)
2.1.2 网络协议	(19)
2.1.3 网络体系结构	(20)
2.2 开放系统互连参考模型	(21)
2.2.1 OSI 参考模型层次划分原则	(21)
2.2.2 OSI 七层结构参考模型	(22)
2.2.3 OSI 参考模型各层的功能	(22)
2.2.4 开放系统互连环境	(24)
2.3 TCP/IP 体系结构	(25)
2.3.1 TCP/IP 概述	(25)

2.3.2	TCP/IP 层次结构	(26)
2.3.3	TCP/IP 协议集	(27)
2.4	TCP/IP 体系结构各层协议	(28)
2.4.1	网络接口层协议	(28)
2.4.2	网络层协议	(28)
2.4.3	传输层协议	(30)
2.4.4	应用层协议	(34)
2.5	OSI/RM 与 TCP/IP 参考模型的比较	(34)
2.6	TCP/IP 基本工作原理综述	(35)
	本章小结	(37)
	练习题	(38)
3	数据通信技术	(40)
3.1	基本概念	(40)
3.1.1	信息、数据和信号	(40)
3.1.2	模拟通信和数字通信	(41)
3.1.3	数据通信的技术指标	(42)
3.2	数据的传输	(44)
3.2.1	串/并行通信	(44)
3.2.2	通信线路的连接方式	(45)
3.2.3	信道的通信方式	(46)
3.2.4	信号的传输方式	(47)
3.2.5	数据传输的同步技术	(48)
3.3	数据通信的技术基础	(49)
3.3.1	数字数据的编码技术	(49)
3.3.2	数字数据的调制技术	(51)
3.4	多路复用技术	(53)
3.4.1	频分多路复用	(53)
3.4.2	时分多路复用	(54)
3.4.3	波分多路复用	(54)
3.4.4	码分多路复用	(55)
3.5	数据交换技术	(55)
3.5.1	电路交换	(55)
3.5.2	存储转发交换	(57)
3.6	传输介质	(59)

3.6.1 有线传输介质	(60)
3.6.2 无线电信道	(62)
3.6.3 IEEE 802.11 无线局域网的物理层关键技术	(64)
3.7 通信接口设备	(66)
3.7.1 串行接口	(66)
3.7.2 调制解调器	(67)
3.7.3 X.21 接口	(68)
3.7.4 以太网接口卡	(68)
3.8 差错控制技术	(68)
3.8.1 差错的产生	(68)
3.8.2 差错的控制方法	(69)
3.8.3 差错控制编码	(70)
本章小结	(73)
练习题	(74)
4 局域网技术	(77)
4.1 数据链路层的基本概念	(77)
4.1.1 基本概念	(77)
4.1.2 数据链路层的一般模型	(78)
4.1.3 数据链路层的功能和提供的服务	(79)
4.2 局域网概述	(82)
4.2.1 局域网的概念和特点	(82)
4.2.2 局域网的层次结构及模型	(83)
4.2.3 IEEE 802 标准系列	(84)
4.3 局域网的连接设备	(85)
4.3.1 网络适配器	(86)
4.3.2 中继器	(87)
4.3.3 集线器	(87)
4.3.4 以太网交换机	(88)
4.4 决定局域网特征的主要技术	(90)
4.4.1 拓扑结构	(90)
4.4.2 传输形式与传输介质	(91)
4.4.3 介质访问控制方法	(91)
4.5 以太网技术	(97)
4.5.1 以太网技术的特点	(97)

4.5.2	10 Mbps 以太网	(98)
4.5.3	快速以太网	(100)
4.5.4	千兆位以太网	(101)
4.5.5	万兆位以太网	(102)
4.5.6	无线局域网	(103)
4.6	光纤分布式数据接口	(103)
4.7	虚拟局域网	(104)
4.7.1	VLAN 的工作原理	(105)
4.7.2	VLAN 的实现	(107)
4.7.3	VLAN 的划分方法	(109)
4.8	无线局域网	(112)
4.8.1	无线局域网的标准	(112)
4.8.2	无线局域网的特点	(113)
4.8.3	IEEE 802.11 协议族	(113)
4.8.4	无线局域网的应用领域	(115)
4.8.5	无线局域网的组建	(115)
	本章小结	(117)
	练习题	(118)
5	网络的互连	(119)
5.1	网络互连的基本概念	(119)
5.1.1	网络互连的类型	(120)
5.1.2	网络互连的层次	(121)
5.2	Internet 网际协议	(121)
5.2.1	IP 地址及其转换	(121)
5.2.2	IP 数据报的格式	(125)
5.2.3	Internet 控制报文协议	(127)
5.3	网络互连设备	(128)
5.3.1	网桥	(128)
5.3.2	路由器	(131)
5.3.3	网关	(134)
5.4	广域网及相关技术	(135)
5.4.1	广域网概述	(135)
5.4.2	点到点数据链路层协议	(137)
5.4.3	广域网的路由技术	(138)

5.5 典型的广域网	(142)
5.5.1 数字数据网	(142)
5.5.2 公用电话交换网	(144)
5.5.3 宽带广域网 IP over DWDM/WDM	(145)
5.6 VPN 技术和网络地址转换 NAT	(146)
5.6.1 IP - VPN 原理	(146)
5.6.2 IP - VPN 主要技术	(147)
5.6.3 网络地址转换 NAT	(147)
5.6.4 NAT 的实现方式	(148)
5.7 IPv6 下一代网际协议	(150)
5.7.1 IPv6 报文头	(150)
5.7.2 IPv6 地址结构	(151)
本章小结	(153)
练习题	(153)
6 资源子网高层协议	(155)
6.1 传输层 TCP/UDP 协议	(155)
6.1.1 用户数据报协议 UDP	(156)
6.1.2 可靠的数据流传输协议 TCP	(157)
6.1.3 TCP 与 UDP 的选择	(159)
6.2 域名系统	(159)
6.2.1 域名结构	(159)
6.2.2 域名解析服务器	(160)
6.2.3 域名解析过程	(160)
6.3 文件传输协议 FTP	(161)
6.3.1 FTP 的基本原理	(161)
6.3.2 简单文件传输协议	(163)
6.4 远程终端协议 Telnet	(164)
6.4.1 远程登录	(164)
6.4.2 Telnet 协议	(164)
6.5 电子邮件	(167)
6.5.1 电子邮件地址	(167)
6.5.2 电子邮件的发送协议 SMTP	(167)
6.5.3 电子邮件的接收协议 POP3 与 IMAP4	(170)
6.6 超文本传输协议	(172)

6.6.1	HTTP 概述	(172)
6.6.2	HTTP 的结构	(172)
6.6.3	HTTP 的工作流程	(173)
6.7	动态主机地址配置协议 DHCP	(174)
6.7.1	DHCP 概述	(174)
6.7.2	DHCP 的工作原理	(174)
	本章小结	(175)
	练习题	(175)
7	网络安全与网络管理技术	(177)
7.1	计算机网络安全概述	(178)
7.1.1	网络安全研究的主要问题	(178)
7.1.2	网络安全标准	(180)
7.2	加密与认证技术	(184)
7.2.1	密码算法与密码体制	(185)
7.2.2	密钥密码体系	(186)
7.2.3	数字签名技术	(188)
7.2.4	身份认证技术	(189)
7.3	防火墙技术	(190)
7.3.1	防火墙概述	(190)
7.3.2	包过滤路由器	(192)
7.3.3	应用级网关	(193)
7.3.4	防火墙的体系结构	(194)
7.4	网络安全的攻击与入侵检测技术	(196)
7.4.1	常见的网络攻击方法	(196)
7.4.2	入侵检测的概念及基本方法	(197)
7.5	网络防病毒技术	(199)
7.5.1	计算机病毒与网络病毒	(199)
7.5.2	网络工作站防病毒方法	(201)
7.6	网络管理技术	(202)
7.6.1	网络管理的概念	(202)
7.6.2	OSI 管理功能域	(203)
7.6.3	简单网络管理协议	(205)
7.7	网络安全测评	(206)
	本章小结	(209)

练习题	(210)
8 网络发展趋势和新技术	(211)
8.1 网络服务 Web Service	(212)
8.1.1 SOA 体系架构概述	(213)
8.1.2 SOA 的概念层次	(215)
8.2 交换技术	(216)
8.2.1 二层交换技术	(217)
8.2.2 三层交换技术	(217)
8.2.3 第四层交换技术	(219)
8.3 网格技术	(220)
8.3.1 五层沙漏结构	(220)
8.3.2 开放网格服务结构	(221)
8.3.3 网格的核心技术	(222)
8.4 Internet 的各种接入方式	(223)
8.4.1 PPPoE 技术	(223)
8.4.2 基于传统电信网的有线接入	(226)
8.4.3 Web2.0 技术与概念	(231)
8.5 多网融合技术	(233)
本章小结	(235)
练习题	(235)
附录: 英文缩写	(236)
参 考 文 献	(238)

1 计算机网络概论

学习内容

- ◎计算机网络的定义
- ◎计算机网络的发展
- ◎计算机网络的组成
- ◎计算机网络的功能
- ◎计算机网络的分类

学习目标

- ◎掌握：计算机网络的组成和功能。
- ◎理解：计算机网络的分类方法和类型。
- ◎了解：计算机网络的发展。

21 世纪进入信息化发展的高速普及时期，数字化革命给所有领域都带来了新的改变。办公自动化的普及，电子商务、电子政务的应运而生，科学研究和教育教学的全球化，一切都归功于 Internet 的巨大贡献，互联网的世界里蕴藏着无限生机，这里只有想不到的，没有做不到的。

计算机的普及已将经营、管理、办公、科学研究、教育教学从传统模式中解脱出来，但仅仅作为单独使用的一台机器对它们来说是种太大的浪费，由计算机强强联手所组成的网络将会改变整个社会工作、生活和娱乐的思路。它可以实现企事业单位管理经营最根本的一条真理“减员增效”，它的信息高速路使一切传递都变得迅速快捷、有条不紊。未来学家曾预言：计算机网络的建立与普及将彻底地改变人类的生存及生活模式，而控制与掌握网络的人就是人类未来命运的主宰。谁掌握了信息、控制了网络，谁就将拥有整个世界。

1.1 计算机网络概述

计算机网络发展到今天,可以从图 1-1 所示的某校园网的实例中体会到它的概貌。通过该网络,该校的师生可以在校园内乃至通过互联网在校外来进行协同办公、学习和科研。该校园网以核心路由交换机为中心,连接了两个校区、一个宿舍区和 n 个教学楼,并在此基础上设置了校园网内的资源服务器群,通过边界路由器与教科网、电信网、网通等公用网实现互联。为了网络的安全,在部分校区、学生宿舍和公网接入到校园网的入口处均设置了防火墙,以免受到网络上的不良攻击。

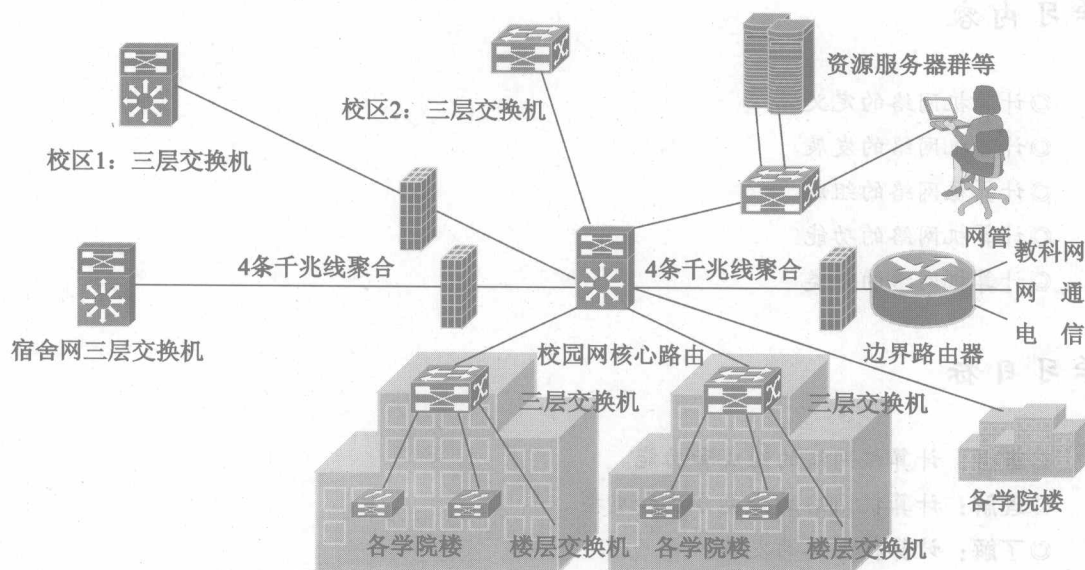


图 1-1 某校园网拓扑图

从以上实例中可以大概地了解到,计算机网络主要解决资源最大限度地共享和防止不良用户对网络资源的破坏,对未授权用户的资源共享的限制,以保证网络安全。计算机网络课程要讨论的主要问题就是:各个计算机如何实现互联?当互联的计算机数量规模增大后又如何保证网络的畅通?如何保证远距离网络的工作?如何提供各种各样的资源服务?如何保证网络安全?



提示: 计算机网络主要是达到资源共享和资源安全的和谐统一,了解典型校园网的网络基本构架。

1.2 计算机网络的产生和发展

在 1946 年世界上第一台电子计算机问世后的十多年时间内, 由于价格很昂贵, 电脑数量极少。早期所谓的计算机网络主要是为了解决这一矛盾而产生的。其形式是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接连接, 通过 Modem (调制解调器) 和 PSTN (Public Switch Telephone Network, 公用电话网) 向地理上分布的许多远程终端用户提供共享资源服务。而计算机主要提供 CPU 资源, 分时给各个连接的终端使用。我们也可以把这种方式看做为最简单的局域网雏形, 远程终端用户似乎已经感觉到使用“计算机网络”的味道了。

在远程终端计算机系统基础上, 人们开始研究把计算机与计算机通过 PSTN 等已有的通信系统互联起来, 为了使计算机之间的通信连接可靠, 建立了分层通信体系和相应的网络通信协议, 于是诞生了以资源共享为主要目的的计算机网络。由于网络中的计算机之间具有数据交换能力, 并提供了在更大范围内计算机之间协同工作、实现分布处理甚至并行处理的能力, 所以, 联网用户之间直接通过计算机网络进行信息交换的通信能力也大大增强。

1969 年 12 月由美国国防部高级研究计划局 (ARPA) 建立的世界第一个数据包交换计算机网络 ARPANET 出现时, 不会有人预测到时隔 50 多年, 计算机网络在现代信息社会中扮演了如此重要的角色。ARPANET 网络已从最初的 4 个节点发展为横跨全世界 100 多个国家和地区, 挂接有千万个网络、数亿台计算机、数十亿用户的因特网 (Internet)。

20 世纪 80 年代初, 随着 PC 个人微机应用的推广, PC 联网的需求也随之增大, 各种基于 PC 互联的微机局域网纷纷出台。这个时期微机局域网系统的典型结构是在共享介质通信网平台上的共享文件服务器结构, 即为所有联网 PC 设置一台专用的可共享的网络文件服务器。PC 是一台“麻雀虽小, 五脏俱全”的小计算机, 每个 PC 机用户的主要任务仍在自己的 PC 机上运行, 仅在需要访问共享磁盘文件时才通过网络访问文件服务器, 体现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。由于使用了较 PSTN 速率高得多的同轴电缆、光纤等高速传输介质, 使 PC 网上访问共享资源的速率和效率大大提高。这种基于文件服务器的微机网络对网内计算机进行了分工: PC 机面向用户, 微机服务器专用于提供共享文件资源, 所以它实际上就是一种客户机/服务器模式。

计算机网络系统是非常复杂的系统, 计算机之间相互通信会涉及许多复杂的技术问题, 为实现计算机网络通信, 计算机网络采用的是分层解决网络技术问题的方法。但是, 由于存在不同的分层网络系统体系结构, 它们的产品之间很难实现互联。为此, 国际标准化组织 (ISO) 在 1984 年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”OSI 国际标准, 使计算机网络体系结构实现了标准化。

1977—1979 年, ARPANET 推出了目前广为使用和接受的事实标准: TCP/IP 体系结构和协议。1980 年前后, ARPANET 上的所有计算机都开始了 TCP/IP 协议的转换工作, 并以