

高等院校信息技术规划教材

计算机网络技术及应用

沈鑫剡 等 编著

INFORMATION TECHNOLOGY
INFORMATION TECHNOLOGY
INFORMATION TECHNOLOGY

清华大学出版社



高等院校信息技术规划教材

计算机网络技术及应用

沈鑫剡 俞海英 伍红兵 胡勇强 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书的目的—是为非计算机专业学生提供完整、系统的计算机网络知识,二是培养读者的实际应用技能,它以浅显的叙述方式,深入浅出地讨论了以太网、广域网、Internet 接入技术、网络安全、网络操作系统与服务器配置及 Internet 常见应用这六方面内容。和其他针对非计算机专业学生的网络教材不同,它不是简单罗列出一大堆有关网络的概念,而是在实际的网络环境下讨论交换式以太网、PSTN、SDH 和 ADSL 的工作机制及相关协议,讨论交换机、路由器的工作机制及在网络中的作用,讨论数据加密机制和防火墙、入侵检测系统对网络安全所起的作用,讨论应用层协议的操作原理及服务器配置。

本教材是国内少有的在实际网络环境下,讲解协议的工作过程、各种网络技术的特点及网络设备之间的通信过程,并以案例方式详细叙述网络工作机制,着力培养读者设计网络、使用网络能力的计算机网络教材,内容组织严谨、叙述方法新颖,适合作为理工类非计算机专业学生的计算机网络教材,也可作为应用型计算机专业学生的计算机网络教材。由于本教材对交换式以太网工作原理、VLAN 划分和三层交换机制及 ADSL 等宽带接入技术作了深入讨论,并给出了一个完整的校园网设计实例,因此,对从事校园网设计和 Internet 接入的工程技术人员,也是一本非常好的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用 / 沈鑫刻等编著. —北京:清华大学出版社,2007.4

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 978-7-302-14612-4

I. 计… II. 沈… 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(2007)第 014516 号

责任编辑:袁勤勇 顾 冰

责任校对:梁 毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22

字 数:521 千字

版 次:2007 年 4 月第 1 版

印 次:2007 年 4 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:022566-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 计算机与信息分社营销室 收
邮编：100084 电子信箱：jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
电话：010-62770175-4608/4409 邮购电话：010-62786544

教材名称：计算机网络技术及应用

ISBN：978-7-302-14612-4

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

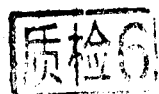
敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

高等院校信息技术规划教材

系 列 书 目

书 名	书 号	作 者
数字电路逻辑设计	7-302-12235-0	朱正伟 等
计算机网络基础	7-302-12236-9	符彦惟 等
微机接口与应用	7-302-12234-2	王正洪 等
XML 应用教程	7-302-11363-7	吴 洁
算法与数据结构	7-302-11865-5	宁正元 等
工业组态软件实用技术	7-302-11500-1	龚运新 等
C 语言程序设计习题解答与实验指导	7-302-11102-2	徐连信
C 语言程序设计	7-302-11103-0	徐连信
计算机信息技术基础	7-302-10761-0	沈孟涛 等
MATLAB 语言及其在电子信息工程中的应用	7-302-10347-X	王洪元
计算机信息技术教程	7-302-09961-8	唐 全
微型计算机组装与系统维护	7-302-09826-3	厉荣卫 等
嵌入式系统设计原理及应用	7-302-09638-4	符意德
C++ 语言程序设计	7-302-09636-8	袁启昌 等
计算机信息技术实验教程	7-302-12416-7	唐 全 等
Visual Basic 程序设计	7-302-13602-5	白康生
单片机 C 语言开发技术	7-302-13508-8	龚运新
计算机组成原理实用教程	7-302-13509-6	王万生
微机原理与汇编语言实用教程	978-7-302-13417-6	方立友
微机组装与维护实用教程	978-7-302-13550-0	徐世宏 等
计算机网络技术及应用	978-7-302-14612-4	沈鑫剡 等



编委会名单

主 任： 朱 敏

副主任： 王正洪 鲁宇红 焦金生

成 员： （按拼音排序）

常晋义	邓 凯	范新南	高佳琴	高玉寰	龚运新
顾建业	顾金海	林 罡	刘训非	马正华	沈孟涛
唐 全	王继水	王 骏	王 晴	王志立	吴访升
肖 玉	杨长春	袁启昌	张旭翔	张 燕	赵明生
郑成增	周凤石				

策划编辑： 袁勤勇

序

preface

在科教兴国方针的指引下,我国高等教育进入了一个新的历史发展时期,招生规模和在校生数量都有了大幅度的增长。我们在进行着世界上规模最大的高等教育。与此同时,对于高等教育的研究和认识也在不断深化。高等学校要明确自己的办学方向和办学特色,这既是不断提高高等教育水平的必然要求,更是高校不断发展和壮大必须首先考虑的问题。

教育部领导明确提出,高等教育应多元化,高等院校应实施分类分层次教学,这是高等教育大众化的必然结果,也是市场对人才需求的客观规律所致。因此要有相当部分的高等院校致力于培养应用型人才。此类院校在计算机教学中如何实现自己的培养目标,如何选择适用的应用型教材,已成为十分重要和迫切的任务。应用型人才的培养不能简单照搬研究型人才的培养模式,要在丰富的实践基础上认真总结,摸索新形势下的教学规律,在此基础上设计相关课程、改进教学方法,同时编写与之相适应的应用型教材。这一工作是非常艰巨的,也是非常有意义的。

在清华大学出版社的大力支持和配合下,应用型教材编委会于2003年成立。编委会汇集了众多高等院校的实践经验,并经过集中讨论和专家评审,遴选了一批优秀教材,希望能够通过这套教材的出版和使用,促进应用型人才培养的实践发展,为建立新的人才培养模式作出贡献。

我们编写应用型教材的主要出发点是:

1. 适应新形势下教育部对高等教育的要求以及市场对应用型人才的需求。
2. 计算机科学技术和信息技术发展迅速,教材内容和教学方式应与之相适应,适时地进行更新和改进。
3. 教育技术的发展对教材建设提出了更高的要求,教材将呈现



出纸介质出版物、电子课件以及网络学习环境等相互配合的立体化形态。

4. 根据不同的专业要求,突出应用,使理论与实践更加紧密结合。

以此为目标,我们将努力编写一套全新的、有实用价值的应用型计算机教材。经过参编教师的努力,第一批教材已经面世。教材将滚动式地不断更新、修正、提高,逐渐树立起自己的品牌。希望使用本系列教材的广大师生能对我们的教材提出宝贵的意见,共同建设具有应用型特色的精品教材。

朱 敏

2006 年 5 月

前言

foreword

从20世纪90年代开始,计算机网络获得了飞速发展,已与人们的生活、工作密切相关,学会使用网络已成为人们的现实需求。计算机网络课程不仅是计算机专业的重要课程,对非计算机专业来说它也是一门重要的公共课程。但目前已有的面向非计算机专业本科学生的计算机网络教材,更多的是侧重于让学生了解计算机网络的一些概念和技术,并不能为学生提供完整、系统的网络知识,因此,无法真正达到了解网络、学会使用网络的目的。

计算机网络是一个复杂的系统,网络中端到端的数据传输过程是各种协议、各种网络技术相互作用的结果,因此,只有在实际的网络环境下来讨论各种协议的工作流程、各种网络技术的工作机制及它们之间的相互作用过程,才能提供完整、系统的网络知识,才能讲清楚网络的工作原理,而这恰恰是目前大多数计算机网络教材所缺乏的。本教材的最大特点是在讲述每一种网络技术前,先构建一个读者能够理解的网络环境,并在该网络环境下详细讨论网络技术的工作机制,相关协议的工作流程及相互作用过程,而且,所提供的网络环境和人们实际应用中遇到的实际网络十分相似,较好地解决了课程内容和实际应用的衔接。当读者碰到实际问题时,可以利用课程内容提供的思路和方法分析、解决问题。为了帮助读者更好地理解教材内容,书中列举了大量的例子和案例,这些例子和案例都选自实际应用中可能碰到的问题,因此,除了帮助读者加深对课程内容的理解,更能培养读者设计网络、应用网络的能力。

由于是面向非计算机专业的学生,本教材完全以本科“计算机基础”课程内容为基准讨论计算机网络知识,考虑到许多第一次接触网络知识的学生可能一开始无法理解有关网络的一些概念、技术以及工作机制,引用了许多生活中的例子来帮助学生理解教材内容。在内容安排上,循序渐进,逐步深入。在叙述方式上,尽量用浅显的语言来描述课程内容,对问题不是点到为止,而是讲清讲透。而且,在不影响学生对计算机网络的整体认识的前提下,不拘泥于协议和技术的实现细节,保证学生能够弄懂弄通课程内容。

本教材着力培养学生五个方面的能力：用交换式以太网技术设计类似校园网这样的局域网的能力；用 ADSL 或以太网解决 Internet 接入的能力；用路由器的分组过滤功能或防火墙解决一般的网络安全问题的能力；完成应用服务器配置的能力和使用 Internet 常用的应用工具的能力。本书是一本很好的计算机网络的入门教程，适合作为计算机网络学习的初学者。

全书内容安排如下：第 1 章着重讨论了导致计算机网络飞速发展的因素和分层网络体系结构的必要性，通过例子讲清楚了电路交换和分组交换的异同和各自适用范围。第 2 章详细讨论了以太网从共享式到交换式、从 10Mbps 传输速率到 10Gbps 传输速率的发展过程，VLAN 划分和交换式以太网的设计过程。第 3 章介绍了路由的概念和路由器转发分组的机制，通过实例详细讨论了路由协议 RIP 和 OSPF 生成路由表的过程，详细讨论了三层交换机和 IP over Ethernet 的实现机制。第 4 章详细讨论了作为目前主流广域网技术的 PSTN、SDH 和 ATM 的工作机制，及这三种网络技术的异同和相互关系。第 5 章详细讨论了三种最流行的 Internet 接入技术的实现机制，通过实例详细介绍了通过 PSTN、ADSL 和以太网接入 Internet 的过程，并介绍了构建 Internet 主干的一些网络技术。第 6 章详细讨论了 UDP 和 TCP 的工作机制及各自适用范围。第 7 章详细讨论了应用层协议——DNS、DHCP、HTTP、SMTP 和 POP3 及 FTP 的工作原理。第 8 章详细讨论了加密、解密算法的工作原理，利用路由器分组过滤功能和防火墙解决网络安全问题的机制和过程，VPN 设计方法和工作机制。第 9 章介绍了网络设计原则和方法，并通过两个实例给出了校园网和 Internet 接入网的详细设计过程。第 10 章详细介绍了 Windows 和 Linux 的功能，基于这两种操作系统平台的应用服务器的配置过程。第 11 章介绍了常见的 Internet 应用工具和利用这些工具访问 Internet 资源的操作过程。

本教材由解放军理工大学工程兵工程学院计算机应用教研室的沈鑫剡、俞海英、伍红兵、胡勇强共同编写，由沈鑫剡负责定稿。在编写过程中教研室同事魏涛和龙瑞对教材内容提出了许多很好的建议和意见，牟钧完成了全书的录入工作，其他同事也给予了很多帮助和鼓励，在此向他们表示衷心的感谢。作为一本无论在内容组织、叙述方法还是教学目标都和传统计算机网络教材有一定区别的新教材，错误和不足之处在所难免，殷切希望使用该教材的老师和学生批评指正，也殷切希望读者能够就教材内容和叙述方式提出宝贵建议和意见，以便进一步完善教材内容。作者 E-mail 地址为：shenxinshan@163.com。

作 者

2006 年 8 月于南京

目录

Contents

第 1 章 概述	1
1.1 网络发展过程	1
1.1.1 从 ARPA 网络到 Internet	1
1.1.2 从低速网络到高速网络	3
1.1.3 从数据网络到统一网络	4
1.2 网络分类	6
1.2.1 电路交换和分组交换	6
1.2.2 局域网、城域网与广域网	12
1.3 计算机网络协议和体系结构	13
1.3.1 分层的必要性	13
1.3.2 OSI 体系结构	16
1.3.3 TCP/IP 体系结构	17
习题	19
第 2 章 以太网	20
2.1 通信方式	21
2.1.1 单工通信	21
2.1.2 半双工通信	21
2.1.3 全双工通信	21
2.2 总线式以太网	21
2.2.1 基带传输与曼彻斯特编码	21
2.2.2 MAC 层差错控制功能	24
2.2.3 MAC 帧结构	24
2.2.4 CSMA/CD 操作过程	26
2.2.5 冲突域直径和最短帧长	29
2.3 网桥与冲突域分割	32
2.3.1 网桥工作原理	32

2.3.2 生成树算法	38
2.4 以太网交换机与交换式以太网	44
2.4.1 VLAN 与广播域分割	44
2.4.2 802.1Q 与 VLAN 内数据转发	48
2.5 以太网标准	54
2.5.1 10Mbps 以太网标准	54
2.5.2 100Mbps 以太网标准	55
2.5.3 1Gbps 以太网标准	56
2.5.4 10Gbps 以太网标准	57
习题	57
第3章 网络层	60
3.1 网际协议	60
3.1.1 IP 地址分类	60
3.1.2 IP 分组格式	64
3.2 路由器工作原理	68
3.2.1 IP 分组转发过程	68
3.2.2 路由协议分类	71
3.2.3 RIP 建立路由表过程	72
3.2.4 OSPF 建立路由表过程	83
3.3 IP over 以太网	98
3.3.1 ARP 和地址解析过程	98
3.3.2 三层交换	100
3.4 Internet 控制报文协议	110
习题	111
第4章 广域网	114
4.1 公共交换电话网	115
4.1.1 PSTN 结构	115
4.1.2 No.7 信令系统	120
4.2 SDH	122
4.2.1 SDH 帧结构	122
4.2.2 SDH 复用结构	124
4.2.3 SDH 构件	126
4.2.4 SDH 配置	128
4.2.5 PSTN 和 SDH 的关系	129
4.3 ATM	131

4.3.1	ATM 结构	132
4.3.2	ATM 信元格式	138
4.3.3	ATM 适配层	139
4.3.4	ATM 服务质量问题	141
4.3.5	宽带综合业务数字网的设想	142
4.4	其他广域网技术	144
习题		149
第 5 章	Internet 组成	150
5.1	Internet 接入技术	150
5.1.1	拨号接入技术	150
5.1.2	ADSL 接入技术	163
5.1.3	以太网接入技术	179
5.2	Internet 主干技术	183
5.2.1	IP over ATM	183
5.2.2	IP over SDH	186
习题		187
第 6 章	运输层	189
6.1	运输层端口的概念	190
6.2	用户数据报协议	191
6.2.1	UDP 报文格式	191
6.2.2	UDP 用途	191
6.3	传输控制协议	192
6.3.1	TCP 报文格式	192
6.3.2	TCP 差错控制	194
6.3.3	几种 TCP 拥塞控制机制	199
6.3.4	TCP 和 RED	203
6.3.5	TCP 建立连接和释放连接的过程	205
习题		207
第 7 章	应用层	208
7.1	域名系统	208
7.1.1	域名结构	209
7.1.2	域名解析过程	210
7.2	动态主机配置协议	213
7.3	HTTP 和 WWW	215

7.3.1 统一资源定位地址	216
7.3.2 HTTP	216
7.4 电子邮件	217
7.4.1 SMTP 发送邮件操作过程	218
7.4.2 POP3 读取邮件操作过程	219
7.5 文件传输协议	220
习题	221
第8章 网络安全	223
8.1 网络安全概述	223
8.1.1 网络安全目标	223
8.1.2 网络威胁类型	224
8.1.3 网络安全机制	226
8.2 传输安全机制	226
8.2.1 加密技术	226
8.2.2 报文摘要技术	231
8.2.3 数字签名技术	232
8.3 系统安全机制	234
8.3.1 防火墙	234
8.3.2 入侵检测	242
8.4 应用层安全协议	244
8.4.1 安全插口层	244
8.4.2 电子邮件安全协议	245
8.5 IP Sec 和 VPN	246
8.5.1 二层隧道技术和 VPN	246
8.5.2 三层隧道技术和 VPN	248
8.5.3 IP Sec	251
习题	253
第9章 网络工程	255
9.1 网络规划和设计	255
9.1.1 计算机网络的设计原则	255
9.1.2 网络分层结构	256
9.2 典型网络设备介绍	257
9.2.1 华为网络设备	257
9.2.2 Cisco 网络设备	258
9.3 网络设计实例	260

9.3.1	局域网接入 Internet 的设计实例	260
9.3.2	校园网设计实例	261
9.4	网络管理	273
9.4.1	网络管理功能	273
9.4.2	简单网络管理协议	273
9.4.3	网络管理系统	273
习题		274
第 10 章	网络操作系统与服务器配置	275
10.1	网络操作系统概述	275
10.2	Windows Server 2003 操作系统	276
10.2.1	Windows Server 2003 简介	276
10.2.2	配置 Windows Server 2003 DNS 服务器	277
10.2.3	配置 Windows Server 2003 DHCP 服务器	283
10.2.4	配置 Windows Server 2003 Web 服务器	285
10.2.5	配置 Windows Server 2003 邮件服务器	288
10.2.6	配置 Windows Server 2003 FTP 服务器	291
10.3	GNU/Linux 操作系统	294
10.3.1	GNU/Linux 操作系统简介	294
10.3.2	配置 Linux DNS 服务器	294
10.3.3	配置 Linux DHCP 服务器	299
10.3.4	配置 Linux Web 服务器	301
10.3.5	配置 Linux 邮件服务器	304
10.3.6	配置 Linux FTP 服务器	307
习题		309
第 11 章	Internet 应用	310
11.1	FTP 下载工具	310
11.1.1	FlashGet 的界面	310
11.1.2	添加下载任务	311
11.2	P2P 技术与工具	314
11.2.1	P2P 技术简介	314
11.2.2	eMule	316
11.2.3	PPLive	318
11.3	搜索引擎 Google	321
11.3.1	Google 的基本使用方法	321
11.3.2	Google 的基本搜索功能	324



11.3.3	Google 的高级功能	325
11.4	在线交流工具 MSN	327
11.4.1	MSN Messenger 的安装与启动	327
11.4.2	MSN Messenger 登录	328
11.4.3	添加好友	328
11.4.4	与好友聊天	329
11.5	Blog	331
11.5.1	注册 Blog 空间	331
11.5.2	管理 Blog 空间	331
11.5.3	发表文章	332
11.5.4	展示照片	332
习题		334
参考文献		335

第1章

chapter 1

概述

1.1 网络发展过程

1.1.1 从 ARPA 网络到 Internet

网络已经成为人们生活中的一部分,深刻地影响着人们的生活、工作方式,但网络为什么能够在短短几年如此迅速地发展起来,并占据着如此重要的位置?

人们或许更熟悉电视,下面通过比较电视事业的发展来更好地了解网络的发展过程。

电视事业的发展取决于以下三个因素:

- 电视机制造工业;
- 电视信号传播设备;
- 电视节目制作、播放单位。

随着电子技术的飞速发展,电视机的生产成本急剧下降,而各种技术指标却迅速提升,使得电视机(而且是各种类型的优质电视机)走进了千家万户。回顾一下 20 世纪 70 年代初,当电视事业发展之初,很难想象电视事业有今天这样繁荣的景象。

卫星和有线电视这样的传播设备的出现和普及,使得接收几十个画面清晰的频道成为现实。

当然,光有价廉物美的电视机和良好的电视信号还不够,还必须有丰富多彩的电视节目,也就是必须有大量能够制作、播放优秀电视节目的单位,这样才能让人们有购买电视机的必要,有坐在电视机前看电视节目的兴趣。

这三个因素是相辅相成的,对电视节目制作、播放单位而言,只有拥有广大的电视观众,它才有经济和精神动力来制作、播放优秀的电视节目,而电视信号传播设备的研发、生产厂家,只有在发现巨大的市场空间的情况下,才有可能投入大量资金进行研发、生产,才能开发出先进的电视信号传播设备,但这一巨大市场空间的形成,又与电视机走入千家万户,形成一个巨大的电视观众群密不可分,而巨大的电视观众群的形成,不仅需要价廉物美的电视机,更需要有大量电视画面清晰、节目丰富多彩的电视频道,而做到这一点又和其他两个因素相关。可以说,只有当随着电子技术发展,生产出价廉物美的电视机成为可能,电视机真正走入千家万户时;当由于巨大市场空间的推动,卫星和有线电