

HZ BOOKS
华章教育

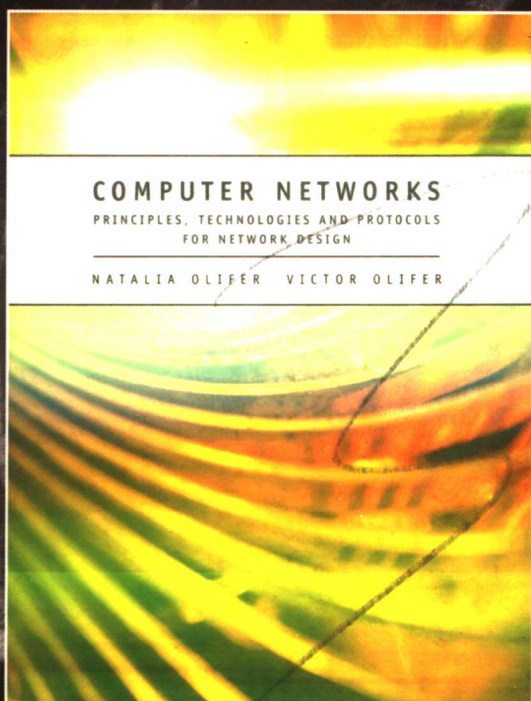
WILEY

计 算 机 科 学 丛 书

计算机网络

网络设计的原理、技术和协议

(俄) Natalia Olifer (乌) Victor Olifer 著 高传善 等译



Computer Networks
Principles, Technologies and Protocols for Network Design



机械工业出版社
China Machine Press

计 算 机

TP393/556

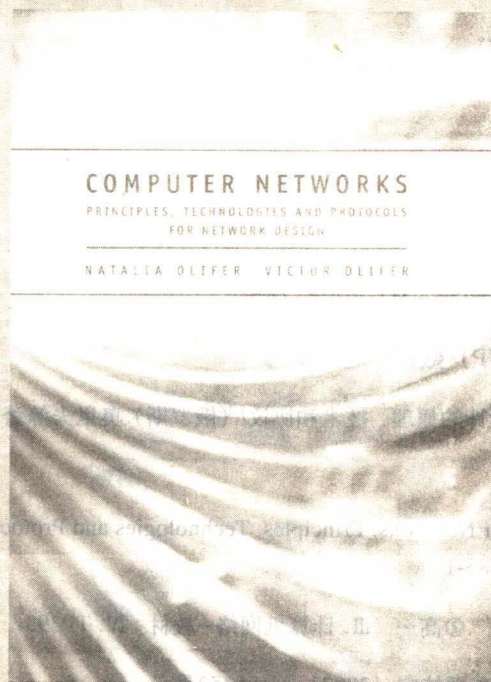
2008

书

计算机网络

网络设计的原理、技术和协议

(俄) Natalia Olifer (乌) Victor Olifer 著 高传善 等译



Computer Networks
Principles, Technologies and Protocols for Network Design



机械工业出版社
China Machine Press

本书是计算机网络的一本基础教材, 不仅涵盖了计算机网络的主要基础知识和最新技术内容, 还对各种网络技术的细节和使用设备的特性做了综合的介绍和分析。全书共分为五大部分, 总计24章。主要内容包括: 网络基础、物理层技术、局域网、TCP/IP网际互联、广域网。本书还包含了有关Cisco认证考试所需要的部分理论知识。

本书可供需要掌握计算机网络基础理论和实践知识的本科生和研究生作为教材或参考书。也可供网络专业人员和IT专业人士使用。

Natalia Olifer, Victor Olifer: Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design (ISBN: 0-470-86982-8)

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

Copyright©2006 by John Wiley & Sons, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由约翰-威利父子公司授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号: 图字: 01-2006-2850

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络: 网络设计的原理、技术和协议/(俄罗斯)奥里夫等著; 高传善等译. —北京: 机械工业出版社, 2008.1

(计算机科学丛书)

书名原文: Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design
ISBN 978-7-111-22885-1

I. 计… II. ①奥… ②高… III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第185352号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王 璐

北京市慧美印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2008年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 35.25印张

定价: 68.00元

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换
本社购书热线: (010) 68326294

译者序

本书译自Natalia Olifer和Victor Olifer所著《Computer Networks : Principles, Technologies and Protocols for Network Design 》(John Wiley & Sons, Ltd, 2006)。本书拥有庞大的读者群,最初是用俄文写的,已出版了三个版本,2006年又从俄文翻译成英文出版。本书内容丰富,共有24章,作者按照网络基础、物理层技术、局域网、TCP/IP网际互联和广域网五大模块进行讲解,既涵盖网络技术的基础理论,又通过案例的研究给出了组网中所遇问题的实际解决方法。全书文字深入浅出,在编排上有较大更新,并注意了论题的取舍和平衡,因而对网络的概念讲解清楚,并着重讲解了各部件间如何通过各种技术一起工作而构成一个复杂的计算机网络,有助于读者对网络有一个整体的了解。从书中的内容不难看出,作者具有讲课和实际工作两方面的丰富经验。

本书每章后面都有复习题与练习题,复习题可以帮助读者复习每章的重要内容,练习题则着重强化读者学会运用所学的知识去解决实际的问题的能力。本书最后分别列出了参考文献与推荐阅读的书。本书还为教师提供了一个支持网站www.wiley.com/go/olifer,采用本书作为教材的教师可以登录该网站并下载课件等教辅资料。如作者在前言中所说,本书内容已经在各类听众中被成功检验。这些听众来自不同的群体并具有不同的专业兴趣,其中包括大学本科生和研究生、IT部门的负责人、网络管理员和集成商等。因而,虽然该书主要面向那些希望能够掌握系统的网络理论和实践知识的本科生和研究生,但是对有经验的网络专业人员也同样具有参考价值——他们可以在本书中学到过去在实际工作过程中未曾遇到的新技术,或者借助书中的内容对自身已有的知识进行整理。本书也可作为实际工作的参考书,在书中可以找到某些特定协议或帧格式的详细描述。此外,本书还提供了准备Cisco认证考试(如CCNA、CCNP、CCDP和CCIP)所需要的部分理论知识。

本书由复旦大学高传善主持翻译和统稿工作。同时,高传善还翻译了前言、结束语和封底。李莹翻译了第1~7章,王志伟翻译了第8~11章,胡磊翻译了第12~14章,祝轶群翻译了第15、16章,李冰峰翻译了第17~21章,张华翻译了第22~24章,最后由高传善统稿与审校。在翻译过程中我们力求忠实于原著,但限于时间及水平有限,不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

译者

复旦大学计算机科学与工程系

二〇〇七年夏

译者简介



高传善，1942年生，1963年毕业于复旦大学，1981~1983年在美国伊利诺大学（UIUC）计算机科学系作访问学者。现为复旦大学计算机科学与工程系教授、博士生导师和计算机与通信实验室主任，并兼任教育部全国计算机等级考试（NCRE）委员会委员、福建省人民政府顾问团顾问。

译者长期从事计算机系统、软件和应用方面的教学与科研工作。业务专长为数据通信、计算机网络、分布式系统及应用。在国内外学术刊物和会议上发表论文180余篇，正式出版著译作30余本。科技成果曾获省部级科技进步特等或一等奖3项、二等奖2项、三等奖3项。

1992年开始享受国务院政府特殊津贴。1993年获光华科技基金三等奖。1995年被评为上海市优秀教育工作者。1999年获上海市人民政府决策咨询研究成果三等奖。2002年《数据通信与计算机网络》获全国普通高等学校优秀教材一等奖。2004年“计算机网络类课程与教材建设”获上海市优秀教学成果二等奖。2006年被授予“复旦大学教学名师”称号。迄今已培养硕士研究生78名、博士研究生27名、博士后3名和工程硕士研究生19名，其中已获硕士学位63名、已获博士学位17名、已出站博士后3名和已获工程硕士学位13名。

前言

入门

本书是计算机网络基础教材，覆盖了这门快速发展的学科领域内的主要论点、问题和技术，对各种网络技术的细节和所用设备的特性作了综合的介绍和分析。本书的内容是作者在各大学、商业培训中心和大型企业培训中心多年教学经验积累的成果。

下面是本书的一些特点：

- **重点研究网络运输功能。**运输功能是确保计算机间数据传输的功能，继而形成计算机网络。本文将重点研究网络体系结构、电信设备的主要运行原理，以及网络用来运输数据的主要协议，包括网际协议（IP）、以太网、蓝牙、IEEE 802.11（Wi-Fi）、异步传送模式（ATM）和帧中继等。对于各种网络服务，我们重点讨论直接支持网络运输功能的服务（比如域名系统、动态主机配置协议、VPN和IPSec等），而不是为计算机用户提供的服务（如Web服务）。
- **不限于IP。**因特网的成功使IP成为构建互联网络的主要方式。但是，本书不仅仅局限于将不同种类的网络互联为一个统一的超级网络（如因特网）的IP技术，而对以太网和ATM这些组网技术也进行了详细讨论，这也是构建统一网络的基础。这两类网络技术对组建有效运行的现代网络是同等重要的，但这一点往往由于当前人们更偏爱IP（很明显的“追随潮流效应”）而被破坏，本书要力图恢复这种平衡。
- **结合计算机科学和计算机工程方法。**读者在书中会发现有关电信网络运行原理和通信协议操作算法的描述。这些知识通常被认为属于计算机科学体系，它对推动研究工作的成功是必要的。此外，本书还提供了通信设备的大量技术细节和设计各种类型网络的实际例子。这在你准备工程工作时是很有用的，而工程工作对于任何电信专业人员都是非常重要的。
- **各种类型电信网络的融合。**融合对于计算机、电视和电话网络而言，都发挥着日益重要的作用，并具有日益深远的影响。本书一开始就指出这种发展趋势，并从各种通信网络最通用的角度展示计算机网络的主要工作机制，比如多路复用、交换和路由。

本书读者对象

本书的内容已经在各类听众中得到了成功检验。这些听众包括具有不同经验和专业兴趣的学生，其中有大学的本科生和研究生、IT部门的负责人、网络管理员和集成制造商等。对初学者，本书可以为进一步的学习打下坚实的基础；而对专业人士，本书可以帮助其组织和完善相关知识。

本书主要面向那些希望能够系统地掌握网络理论和实践知识的本科生和研究生。

我们希望本书也能对某些专业人士提供帮助。他们对IT技术的了解仅始于在用连接到因特网的PC机进行实际操作时所掌握的网络运行的基本常识。那些想掌握基础知识的读者能够通过自学本书对网络运行做进一步的理论研究。

本书对有经验的网络专业人员也是有用的。他们可以在本书中接触到过去在实际工作过程中未曾遇到的新技术，也可借助书中的内容对自身已有的知识进行整理。如果作为实际工作的参考书，本书也很合适，因为在书中可以找到特定协议、帧格式等的详细描述。此外，本书提供了准备Cisco认证考试（如CCNA、CCNP、CCDP和CCIP）所需要的理论知识。

全书的结构

本书由五部分，总计24章组成。

- 第一部分，网络基础。这部分涵盖了学习计算机网络螺旋过程的“第一圈”。我们知道，认知过程总是螺旋式上升的。立即就对某个复杂的现象全面理解是不可能的。相反，任何复杂的现象必须从各个不同的角度（总体和细节）进行学习，可能随时需要重新温习某些似乎已经理解的材料，而每一次螺旋认识过程的轮回都会让人收获新的信息。第一部分由7章组成，描述了主要的、也是最重要的原理和体系结构解决方案。它们是本书后面可能遇到的所有现代网络技术的基础。从网络融合的角度出发，我们以最一般化的观点介绍计算机网络的交换、多路复用、路由、寻址和体系结构等原理，并与电话、通信载波、无线电以及电视网络等其他电信网络的类似原理相比较。本部分以涉及分组交换网络中服务质量（QoS）问题的一章结束。因此，长期以来被看作网络技术一个特殊分支的QoS成为了构建计算机网络的基本原理之一。
- 第二部分，物理层技术。本部分有四章：第8章，传输链路；第9章，数据编码和多路复用；第10章，无线传输；第11章，传输网络。其中，头两章描述了各种类型的传输链路，并对网络中发送各种离散信息的现代方法提供了详细的信息。书中这部分材料使读者不用花太多的时间去阅读大量的专业文献就能掌握最精简的必需知识。这些知识范围包括信息理论、光谱分析、物理和逻辑数据编码以及差错检测和校正等。第10章重点讲解目前日益流行的无线数据传输技术。高噪声和复杂的波传播路径要求在无线通信链路上采用特殊的信号编码和传输方法。第11章包括如准同步数字系列（PDH）、SDH/SONET和密集波分多路复用等技术，这些构成了全球电信网络物理链路的基础架构。计算机网络和电话网正是在传输网络形成的信道之上运行的。
- 第三部分，局域网。本部分详细介绍了实际中主要的局域网（LAN）技术，包括以太网、令牌环、光纤分布式数据接口（FDDI）以及新兴的高速技术。当前的LAN中，一种技术或者更确切地说是一组技术——以太网——占有统治地位。当然，我们也相比其他网络更详细地讨论了以太网技术。第12章涵盖了经典的10 Mb/s以太网技术，第13章描述基于共享媒体的高速以太网，即快速以太网和千兆以太网。第14章描述其他一些使用共享媒体的LAN技术，包括令牌环、FDDI和两种无线网络技术——IEEE 802.11局域网和蓝牙个人网络。该部分的最后两章，第15章和第16章，主题是交换LAN。前一章介绍交换LAN的主要原理：LAN交换机运行的算法、全双工的LAN协议以及LAN交换机实现的特点。第16章研究这类网络的扩展能力，包括基于生成树算法的备份链路和虚拟LAN技术。
- 按照开放式系统互连参考模型指出的逻辑关系，在专注于物理层和数据链路层的部分后的第四部分，我们主要讲解了网络层技术，它使大量不同的本地网络组合成为一个统一的互联网络成为可能。由于IP是网络层协议中无可争议的领先者，因此我们在本书中对其重点关注。第17章描述IP寻址的各个方面：本地地址、网络地址及符号地址的映射方法；使用网络掩码的方法聚合IP地址的方法以及IP节点自动配置的方法。第18章详细分析了与分组转发和分片相关的IP操作，描述了路由表的通用格式，并提供了在不同种类软硬件路由器中特定实现的例子。当描述新版本IP——IPv6——的具体特性时，我们包括了详细的新寻址方法及引入IP报头格式的主要变化。第19章以传输控制协议（TCP）和用户数据报协议（UDP）的学习开始，这两种协议在应用和网络运输基础设施间扮演了中间角色。接着，包括了路由信息协议（RIP）、开放最短路径优先（OSPF）协议和边界网关协议（BGP）。文中提供的资料分析了这些协议的应用范围以及它们组合使用的可能性。本章以因特网控制报文协议的介绍结束，

它是通知发送方为什么它的分组没有被传递给目的节点的方法。第20章描述了路由器的种类和主要特性、它们内部组织的变化以及在同一设备上组合交换和路由功能的方法——第三层交换机。第四部分对TCP/IP协议栈的全面介绍对了解IP网络是十分有价值的。

- 第五部分，广域网。本部分由四章组成。本书前一部分介绍的IP技术使构建不同类型的互联网络（包括局域网和全球网）成为可能。此外，还有一些网络技术是以专为广域网开发的虚电路技术为基础。在第21章中包括了这些在帧中继和ATM网络中实现的技术。虚电路代表了一种可替代作为以太网和IP网络基础的分组转发数据报方法的技术。这两类主要数据传输技术间的竞争已存在多时，实际上从分组交换网络发展以来就已经开始。第22章考虑了利用IP技术建立广域网的各个方面。多协议标记交换（MPLS）是一种在综合IP和虚电路技术领域的创新。它处于IP层和如ATM、帧中继或以太网这些技术的层之间，将它们联合到统一有效的运输系统中。本章以对基于简单网络管理协议的网络管理系统介绍结束。简单网络管理协议不但广泛应用于IP路由器控制，而且也应用于各种类型电信设备的控制。第23章研究了为网络用户提供主干网高速接入的各种方法。最有效的技术是利用现有的电缆基础设施（比如，电话网络本地回路上的不对称用户数字线）或使用有线电视系统的电缆调制解调器。另一种替代的解决方法是无线接入，它可以是移动的，也可以是固定的。第24章作为本部分也是全书的结束。它专注于网络运输系统的安全问题。该章包括各种类型的虚拟专用网（VPN），特别是基于安全版本IP（IPSec）的虚拟专用网和当前最为流行的一种VPN技术，即MPLS VPN。

我们力图让读者尽可能有效地利用本书。每一章都有一个小结，总结了该章的主要思想、论题和结果。这将有助于读者不再因为大量有用的事实和细节而忽略主要原理。在每一章的结尾还有复习题和练习题，旨在检验读者阅读本章而获得的知识。在某些情况下，这些练习题有特殊意义，因为它能够让读者更好地理解某些思想。

支持的Web站点

感兴趣的读者能够在我们的网站<http://www.olifer.co.uk>上找到更多的信息。我们希望这个站点能够成为学生、教师以及网络专业人士学习本书的补充内容。当然，网站内容会不断更新。一开始，我们计划提供下述材料：

- 收录了本书所有的插图。
- 本书每一章的复习题和练习题答案。
- 本书的导读，旨在帮助培训者根据本书来创立如下课程：无线网络、IP介绍、服务质量以及远程访问等。这些导读简要地描述了包含适当材料的各章节的排列顺序，有的还提供有关教学方法的某些提示。
- 可以用来作为学期论文选题的案例研究。
- 本书中所涉及主题的诸多因特网链接。
- 读者意见、观点、问题以及对印刷错误或其他错误的指正。

目 录

译者序
译者简介
前言

第一部分 网络基础

第1章 计算机网络的发展	2
1.1 引言	2
1.2 计算机网络的起源	2
1.2.1 计算机网络是计算和通信技术发展的产物	2
1.2.2 批处理系统	3
1.2.3 多终端系统：计算机网络的原型	3
1.3 第一代计算机网络	4
1.3.1 第一代广域网 (WAN)	4
1.3.2 第一代局域网 (LAN)	6
1.4 网络融合	7
1.4.1 LAN和WAN的融合	7
1.4.2 计算机网络和电信网络的融合	9
小结	10
复习题	10
练习题	11
第2章 网络设计的一般原理	12
2.1 引言	12
2.2 共享计算机资源的问题	12
2.2.1 计算机与外部设备间的交互作用	12
2.2.2 两个计算机间最简单的交互作用	14
2.2.3 网络应用程序	16
2.3 使用通信链路的物理数据传输的问题	17
2.3.1 编码	18
2.3.2 物理链路的特性	19
2.4 多台计算机交互的问题	20
2.4.1 物理链路的拓扑	20
2.4.2 网络节点的编址	22
2.4.3 交换	24

2.5 通用的交换问题	24
2.5.1 流定义	24
2.5.2 路由	25
2.5.3 数据转发	27
2.5.4 多路复用和解多路复用	28
2.5.5 共享介质	29
2.5.6 交换类型	30
小结	31
复习题	31
练习题	32
第3章 分组和电路交换	33
3.1 引言	33
3.2 电路交换	33
3.2.1 连接建立	34
3.2.2 建立请求的阻塞	34
3.2.3 保证带宽	34
3.2.4 多路复用	35
3.2.5 传送突发流量的低效率	39
3.3 分组交换	37
3.3.1 缓存与队列	37
3.3.2 分组转发方法	39
3.3.3 数据报传输	39
3.3.4 逻辑连接	41
3.3.5 虚电路	41
3.3.6 电路交换网络与分组交换网络的比较	43
3.4 在共享介质网络中的分组交换	48
3.4.1 介质共享的原理	48
3.4.2 LAN结构的理由	49
3.4.3 LAN的物理构造	50
3.4.4 共享介质网络的逻辑构造	51
3.4.5 作为标准技术例子的以太网	53
小结	54
复习题	55
练习题	55

第4章 网络体系结构与标准.....57	5.4.2 楼宇或校园网87
4.1 引言.....57	5.4.3 企业范围的网路88
4.2 网络节点互动的分解.....57	5.5 因特网.....90
4.2.1 多层的方法57	5.5.1 因特网的独特性90
4.2.2 协议和协议栈59	5.5.2 因特网的结构91
4.3 OSI模型60	5.5.3 因特网的边界93
4.3.1 OSI模型的一般特性60	小结95
4.3.2 物理层62	复习题95
4.3.3 数据链路层62	练习题96
4.3.4 网络层63	第6章 网络的特性97
4.3.5 运输层66	6.1 引言.....97
4.3.6 会话层67	6.2 特性的类型.....97
4.3.7 表示层67	6.2.1 主观质量特性97
4.3.8 应用层67	6.2.2 网络特性和要求98
4.3.9 OSI模型和电路交换网络67	6.2.3 时间尺度98
4.4 网络标准.....67	6.2.4 服务水平约定99
4.4.1 开放系统的概念68	6.3 性能.....99
4.4.2 标准的类型68	6.3.1 理想的网络99
4.4.3 因特网标准69	6.3.2 分组延迟的特性101
4.4.4 通信协议的标准栈69	6.3.3 信息率的特性103
4.4.5 流行协议栈与OSI模型间的对应 关系74	6.4 可靠性104
4.5 信息和运输服务.....75	6.4.1 分组丢失特性104
4.5.1 网络元素的协议分布76	6.4.2 可用性和容错104
4.5.2 运输系统的辅助协议77	6.4.3 可替换的路由105
小结78	6.4.4 数据重传和滑动窗口106
复习题78	6.5 安全108
练习题79	6.5.1 计算机和网络安全109
第5章 网络的例子80	6.5.2 数据保密性、完整性和可用性109
5.1 引言.....80	6.5.3 网络安全服务110
5.2 电信网络的一般结构.....80	6.6 仅用于服务提供商的特性111
5.2.1 接入网81	6.6.1 可扩展性和可延拓性111
5.2.2 主干81	6.6.2 可管理性112
5.2.3 数据中心81	6.6.3 兼容性112
5.3 电信运营商网络.....82	小结112
5.3.1 服务82	复习题113
5.3.2 客户83	练习题113
5.3.3 基础结构84	第7章 保证服务质量的方法114
5.3.4 覆盖的范围85	7.1 引言114
5.3.5 不同类型运营商间的关系85	7.2 应用与QoS114
5.4 公司网络.....86	7.2.1 不同类型应用的QoS要求114
5.4.1 部门网87	7.2.2 信息率的可预测性115
	7.2.3 应用对分组延迟的敏感性116

7.2.4 应用对分组丢失的敏感性	116	8.3.6 带宽与容量间的相关性	150
7.2.5 应用类别	117	8.4 电缆类型	151
7.3 队列分析	117	8.4.1 非屏蔽和屏蔽双绞线	151
7.3.1 M/M/1模型	118	8.4.2 同轴电缆	152
7.3.2 作为分组处理模型的M/M/1	119	8.4.3 光缆	153
7.4 QoS机制	121	8.4.4 楼宇的结构化布线系统	154
7.4.1 在低负载方式下运行	121	小结	155
7.4.2 不同的服务类别	121	复习题	155
7.5 队列管理算法	122	练习题	156
7.5.1 FIFO算法	122	第9章 数据编码和多路复用	157
7.5.2 优先权排队	122	9.1 引言	157
7.5.3 加权排队	124	9.2 调制	157
7.5.4 混合的排队算法	125	9.2.1 传输模拟信号时的调制	157
7.6 反馈	125	9.2.2 传输离散信号时的调制	157
7.6.1 目的	125	9.2.3 组合调制方式	158
7.6.2 反馈参与者	126	9.3 数字化模拟信号	160
7.6.3 反馈信息	127	9.3.1 脉冲编码调制	160
7.7 资源预留	128	9.3.2 数字化声音	161
7.7.1 资源预留和分组交换	128	9.4 编码方法	161
7.7.2 基于预留的QoS系统	131	9.4.1 选择编码方法	161
7.8 流量工程	133	9.4.2 电平不归零码	162
7.8.1 传统路由方法的不足	133	9.4.3 双极标记交替反转编码	163
7.8.2 流量工程的思想	134	9.4.4 “1”翻转的不归零码	163
7.8.3 不同流量类别的流量工程	136	9.4.5 双极脉冲编码	164
小结	137	9.4.6 曼彻斯特编码	164
复习题	137	9.4.7 2B1Q电平码	164
练习题	137	9.4.8 冗余码	165
		9.4.9 扰频	165
		9.4.10 数据压缩	167
		9.5 差错检测与校正	168
		9.5.1 差错检测技术	168
		9.5.2 差错校正	169
		9.6 多路复用和交换	169
		9.6.1 基于FDM和WDM的电路交换	170
		9.6.2 基于TDM的电路交换	171
		9.6.3 信道运行的双工方式	172
		小结	173
		复习题	173
		练习题	174
		第10章 无线传输	175
		10.1 引言	175
		10.2 无线介质	175

第二部分 物理层技术

第8章 传输链路	140
8.1 引言	140
8.2 分类	140
8.2.1 传输网、电路和链路	140
8.2.2 介质	141
8.2.3 传输设备	142
8.3 传输链路特性	143
8.3.1 通信链路中信号的频谱分析	143
8.3.2 衰减与阻抗	145
8.3.3 抗噪声与传输可靠性	146
8.3.4 带宽与容量	148
8.3.5 比特与波特	149

第三部分 局域网

10.2.1 无线通信的优点	175	第12章 以太网	214
10.2.2 无线链路	176	12.1 引言	214
10.2.3 电磁频谱	176	12.2 LAN协议的一般特性	214
10.2.4 电磁波的传播	177	12.2.1 标准拓扑和共享介质	214
10.2.5 许可	178	12.2.2 LAN协议栈	215
10.3 无线系统	179	12.2.3 IEEE 802.x标准的结构	219
10.3.1 点对点系统	179	12.3 CSMA/CD	220
10.3.2 点对多点系统	180	12.3.1 MAC地址	220
10.3.3 多点对多点系统	181	12.3.2 介质访问和数据传输	221
10.3.4 卫星系统	181	12.3.3 冲突	222
10.3.5 同步卫星	183	12.3.4 路径延迟值和冲突检测	223
10.3.6 媒体和中低轨道卫星	183	12.4 以太网帧格式	224
10.4 扩频技术	184	12.4.1 802.3/LLC	225
10.4.1 跳频扩频	185	12.4.2 原始802.3/Novell 802.3帧	226
10.4.2 直接序列扩频	186	12.4.3 以太网DIX/以太网II帧	226
10.4.3 码分多路访问	187	12.4.4 以太网SNAP帧	226
小结	188	12.4.5 使用各种类型的以太网帧	226
复习题	189	12.5 以太网的最好性能	227
练习题	189	12.6 以太网物理介质规范	228
第11章 传输网络	190	12.6.1 10Base-5	229
11.1 引言	190	12.6.2 10Base-2	230
11.2 PDH网	190	12.6.3 10Base-T	231
11.2.1 速率层次	190	12.6.4 光纤以太网	233
11.2.2 多路复用方法	191	12.6.5 冲突域	234
11.2.3 PDH技术的局限性	192	12.6.6 10Mb/s以太网标准的公共特性	234
11.3 SONET/SDH网	193	12.7 案例学习	234
11.3.1 速率层次与多路复用方法	193	小结	237
11.3.2 设备类型	195	复习题	238
11.3.3 协议栈	196	练习题	239
11.3.4 STM-N帧	196	第13章 高速以太网	241
11.3.5 典型的拓扑	198	13.1 引言	241
11.3.6 保证网络抗毁性的方法	199	13.2 快速以太网	241
11.4 DWDM网络	202	13.2.1 历史概述	241
11.4.1 运行原理	203	13.2.2 快速以太网的物理层	242
11.4.2 光纤放大器	204	13.2.3 100Base-FX/TX/T4规范	243
11.4.3 典型的拓扑	205	13.2.4 使用中继器构建快速以太网段的规则	245
11.4.4 光添加/丢弃多路复用器	206	13.2.5 100VG-AnyLAN的特殊性质	246
11.4.5 光交叉连接器	207	13.3 千兆以太网	247
11.5 案例学习	208	13.3.1 历史概述	247
小结	209		
复习题	210		
练习题	211		

13.3.2 问题	248	15.2.1 共享介质LAN的优点与不足	280
13.3.3 保证200m直径的网络	249	15.2.2 逻辑网络结构的优点	281
13.3.4 802.3z物理介质规范	249	15.2.3 IEEE 802.1D标准的透明网桥 算法	283
13.3.5 基于5类双绞线的千兆以太网	249	15.2.4 交换机LAN的拓扑局限性	287
小结	250	15.3 交换机	288
复习题	251	15.3.1 交换机的特殊性质	288
练习题	251	15.3.2 无阻塞的交换机	292
第14章 共享介质的LAN	253	15.3.3 克服拥塞	292
14.1 引言	253	15.3.4 数据链路层协议的翻译	293
14.2 令牌环	253	15.3.5 流量过滤	294
14.2.1 令牌传递访问	253	15.3.6 交换机体系结构和设计	294
14.2.2 令牌环物理层	255	15.3.7 交换机的性能特性	297
14.3 FDDI	256	15.4 全双工LAN协议	299
14.3.1 主要的FDDI特性	256	15.4.1 在全双工模式运行中引入MAC 层的变化	299
14.3.2 FDDI容错	257	15.4.2 在全双工模式中拥塞控制的 问题	300
14.4 无线LAN	259	15.4.3 10G以太网	301
14.4.1 无线LAN的特殊性质	259	小结	303
14.4.2 IEEE 802.11协议栈	261	复习题	303
14.4.3 802.11 LAN的拓扑	262	练习题	304
14.4.4 访问共享介质	263	第16章 交换LAN的高级特性	305
14.4.5 安全	265	16.1 引言	305
14.5 PAN与蓝牙	266	16.2 生成树算法	305
14.5.1 PAN的特殊性质	266	16.2.1 必要的定义	306
14.5.2 蓝牙的体系结构	266	16.2.2 构建生成树的三步过程	307
14.5.3 蓝牙协议栈	268	16.2.3 STA的优点和不足	309
14.5.4 蓝牙帧	269	16.3 LAN中的链路聚合	309
14.5.5 蓝牙如何运作	270	16.3.1 干线与逻辑信道	309
14.6 共享介质LAN的设备	270	16.3.2 消除帧的生育	311
14.6.1 网络适配器的主要功能	271	16.3.3 端口选择	312
14.6.2 集中器的主要功能	272	16.4 虚拟LAN	314
14.6.3 自动分隔	273	16.4.1 VLAN目的	315
14.6.4 反相链路的支持	274	16.4.2 构建基于一个交换机的VLAN	316
14.6.5 保护以防未授权访问	274	16.4.3 构建基于多个交换机的VLAN	316
14.6.6 多段集中器	275	16.5 LAN中的服务质量	319
14.6.7 集中器设计	276	16.6 网桥和交换机的局限性	321
小结	277	16.7 案例学习	321
复习题	278	小结	322
练习题	279	复习题	323
第15章 交换LAN基础	280		
15.1 引言	280		
15.2 使用网桥和交换机的逻辑网络结构	280		

第四部分 TCP/IP网际互联

第17章 TCP/IP网络中的寻址326

17.1 引言326

17.2 TCP/IP栈的地址类型326

17.2.1 本地地址326

17.2.2 IP网络地址327

17.2.3 域名327

17.3 IP地址格式328

17.3.1 IP地址的分类328

17.3.2 特殊的IP地址329

17.3.3 在IP地址中使用掩码330

17.4 IP地址分配顺序331

17.4.1 自治网络中的地址分配331

17.4.2 集中式的地址分配332

17.4.3 寻址和CIDR332

17.5 将IP地址映射到本地地址333

17.5.1 ARP334

17.5.2 代理ARP337

17.6 DNS338

17.6.1 平面符号名称338

17.6.2 层次式符号名称338

17.6.3 DNS的操作方式339

17.6.4 反向搜索区域341

17.7 DHCP341

17.7.1 DHCP方式342

17.7.2 动态地址分配算法343

小结344

复习题345

练习题346

第18章 因特网协议347

18.1 引言347

18.2 IP分组格式347

18.3 IP路由方法349

18.3.1 简化的路由表结构350

18.3.2 端节点上的路由表352

18.3.3 搜索不含掩码的路由表352

18.3.4 不同格式路由表的例子353

18.3.5 在路由表中记录的来源和类型356

18.3.6 不带掩码的IP路由的例子357

18.4 使用掩码的路由360

18.4.1 构造一个带同样长度掩码的

网络360

18.4.2 考虑掩码的表查找算法362

18.4.3 使用可变长的掩码363

18.4.4 复用地址空间365

18.4.5 路由和CIDR368

18.5 IP分组的分片369

18.5.1 MTU作为一个技术参数370

18.5.2 分片参数370

18.5.3 分片和组装分组的过程371

18.5.4 分片的例子371

18.6 IPv6372

18.6.1 TCP/IP栈的新方向372

18.6.2 可延拓的寻址系统373

18.6.3 灵活的头格式377

18.6.4 减少路由器的负荷378

小结378

复习题379

练习题380

第19章 TCP/IP栈的核心协议381

19.1 引言381

19.2 TCP和UDP运输层协议381

19.2.1 端口381

19.2.2 UDP382

19.2.3 TCP段格式384

19.2.4 作为TCP可靠性基础的逻辑连接385

19.2.5 序列号和确认号387

19.2.6 接收端窗口388

19.2.7 累积确认原则389

19.2.8 确认超时390

19.2.9 控制接收端窗口390

19.3 路由协议391

19.3.1 路由协议的分类391

19.3.2 路由信息协议395

19.3.3 开放最短路径优先400

19.3.4 边界网关协议402

19.4 因特网控制报文协议404

19.4.1 ICMP报文的类型405

19.4.2 回送请求/响应报文的格式:

Ping实用程序406

19.4.3 错误报文格式: Traceroute

实用程序406

小结408

复习题409

练习题	410
第20章 IP路由器的高级特性	411
20.1 引言	411
20.2 过滤	411
20.2.1 用户流量过滤	411
20.2.2 路由公告过滤	413
20.3 IP QoS	414
20.3.1 IntServ和DiffServ QoS模型	414
20.3.2 令牌桶算法	415
20.3.3 随机早期检测	416
20.3.4 集成服务框架和RSVP	417
20.3.5 区分服务框架	419
20.4 网络地址转换	422
20.4.1 地址转换的原因	422
20.4.2 传统的NAT	422
20.4.3 基本的NAT	423
20.4.4 地址和端口转换	424
20.5 路由器	426
20.5.1 路由器功能	426
20.5.2 路由器按应用范围的分类	427
小结	431
复习题	432
练习题	432

第五部分 广域网

第21章 虚电路WAN	436
21.1 引言	436
21.2 虚电路技术	436
21.2.1 交换虚电路	436
21.2.2 永久虚电路	439
21.2.3 与数据报技术的比较	439
21.3 X.25网络	440
21.3.1 X.25网络的结构和目的	440
21.3.2 X.25网络寻址	441
21.3.3 X.25网络协议栈	441
21.4 帧中继网	442
21.4.1 帧中继协议栈	443
21.4.2 QoS支持	445
21.5 ATM技术	447
21.5.1 ATM运行的主要原理	447
21.5.2 ATM协议栈	450
21.5.3 ATM适配层	451
21.5.4 ATM协议	452

21.5.5 ATM协议服务和流量控制的种类	454
小结	457
复习题	458
练习题	458
第22章 IP WAN	460
22.1 引言	460
22.2 纯IP WAN	460
22.2.1 IP WAN结构	460
22.2.2 HDLC族的协议	462
22.2.3 点到点协议	464
22.2.4 IP路由器使用的租用线	465
22.3 在ATM或帧中继上的IP	466
22.3.1 IP和ATM层间的通信	466
22.3.2 配置路由器接口	467
22.4 多协议标记交换	468
22.4.1 在同一设备中组合交换和路由	468
22.4.2 LSR和数据转发表	468
22.4.3 标记交换路径	470
22.4.4 MPLS头和数据链路技术	471
22.4.5 标记栈	472
22.4.6 MPLS应用领域	474
22.4.7 MPLS内部网关协议	474
22.4.8 MPLS流量工程	476
22.5 网络管理	479
22.5.1 网络管理系统的目的	479
22.5.2 网络管理问题的功能组	479
22.5.3 网络管理系统的体系结构	480
22.5.4 基于SNMP的管理系统标准	483
22.5.5 SNMP MIB结构	483
22.5.6 SNMP报文格式	486
22.5.7 RMON MIB规范	487
小结	489
复习题	489
练习题	490
第23章 远程访问	491
23.1 引言	491
23.2 远程访问的方法	491
23.2.1 客户和终端设备的类型	492
23.2.2 在本地环路的信息多路复用	493
23.2.3 远程节点方式	495
23.2.4 远程控制方式Telnet	496

23.3 拨号模拟访问.....	497	24.2.6 AH协议.....	520
23.3.1 电话网运行的原理	497	24.2.7 ESP协议	521
23.3.2 通过电话网远程访问	499	24.2.8 安全数据库	521
23.3.3 调制解调器	500	24.3 虚拟专用网服务.....	523
23.4 用ISDN拨号访问	502	24.3.1 VPN定义	523
23.4.1 ISDN的目的和结构.....	502	24.3.2 VPN评价和比较的准则	524
23.4.2 BRI和PRI接口	503	24.3.3 在流量分离基础上的VPN	525
23.4.3 ISDN协议栈	504	24.3.4 IPSec VPN	527
23.4.4 用ISDN进行数据传输.....	506	24.4 MPLS VPN	527
23.5 XDSL技术	508	24.4.1 完全连接和绝对隔离	528
23.6 用有线电视访问.....	510	24.4.2 MPLS VPN部件	529
23.7 无线访问.....	511	24.4.3 路由信息的分离	530
小结	512	24.4.4 用MP-BGP连接站点	531
复习题	512	24.4.5 地址空间的无关性	532
练习题	513	24.4.6 MP-BGP路由广告的生成	534
第24章 安全的运输服务.....	514	24.4.7 在MPLS VPN上的分组转发	534
24.1 引言.....	514	24.4.8 形成VPN拓扑的机制	535
24.2 IPSec受保护的信道服务	514	24.4.9 安全水平	537
24.2.1 受保护的信道的服务层次	514	小结	537
24.2.2 IPSec协议间的功能分配.....	515	复习题	537
24.2.3 IPSec中的加密.....	516	练习题	538
24.2.4 安全关联	517	结束语 展望未来	539
24.2.5 运输和隧道模式	518	参考文献与推荐阅读的书	541

第一部分 网络基础

认知的过程具有螺旋式上升的性质，我们不可能立刻理解和意识到复杂的现象。为了更好地认识这些现象，我们必须从不同的角度加以考虑，既需要从整体和部分的角度，又需要各自独立地并与其他现象联系起来，逐渐地增加我们的知识。此外，我们还需要不时地回到那些似乎已经理解了的概念。在每个螺旋的转折处，我们将对这一现象的本质有更好的理解。对此，一个好的方法是首先学习一个特定知识领域的通用原理，然后仔细地研究这些原理如何在特定的方法、技术、结构中实现。

本书的开篇就是学习计算机网络的第一个螺旋。它介绍了构成所有当代网络技术基础的主要原理和体系结构，这些内容在本书的后续章节还会进一步介绍。根据网络融合的概念，我们将从最基本和最普遍的角度，介绍交换、多路复用、路由、寻址、网络体系结构的原理。我们通过将计算机网络的原理与其他通信网络（例如，电话网络、传输网络、广播和电视网络）的类似原理相比较来进行介绍。

本部分的最后一章介绍了分组交换网络中的服务质量（QoS）问题。作为下一代公共网络发展的基础，计算机网络能提供各种信息服务，传输数据、语音和视频流量，计算机网络的这一新角色造成了服务质量衡量方法在几乎所有通信技术中的应用。因此，QoS虽然在很长的时间内被认为属于专门的、高级的网络技术领域，但是，现在它已经成为了建造计算机网络所使用的基础概念。

在详细学习完特定技术后，回到本书的第一部分将会非常有用（同时，作者希望也会非常有趣）。这一学习过程的迭代将使读者更好地理解计算机网络的基本操作原理，以及这些原理在不同技术中的实现。