



网络互连技术手册 (第四版)

Internetworking Technologies Handbook Fourth Edition

An essential reference for every network professional

[美] Cisco Systems 公司 著
李 莉 童小林 译

网络互连技术手册（第四版）

[美] Cisco Systems 公司 著

李 莉 童小林 译



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

网络互连技术手册: 第4版 / 美国 Cisco Systems 公司著; 李莉, 童小林译.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.10

ISBN 7-115-12560-0

I. 网... II. ①美...②李...③童... III. ①互连网络—技术手册 IV. TP393-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 087446 号

版 权 声 明

Cisco Systems, Inc.: Internetworking Technologies Handbook, Fourth Edition (ISBN:1587051192)

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

Copyright © 2004 by Cisco Systems, Inc..

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

网络互连技术手册 (第四版)

- ◆ 著 [美] Cisco Systems 公司
译 李 莉 童小林
责任编辑 杨长青
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 ciscobooks@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132705
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 46.5
字数: 1 340 千字 2004 年 10 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01 - 2003 - 4798 号

ISBN 7-115-12560-0/TP · 4149

定价: 79.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书是一本关于网络互连技术的入门手册，它既可以与 Cisco Press 公司出版的其他书籍一起使用，也可作为单独的参考工具。本书意在帮助读者掌握网络互连技术的基本知识，使读者对网络互连技术有一个全面的理解，并为读者深入学习网络互连的高级技术奠定坚实的基础。

本书共分 9 个部分。第一部分简单介绍了网络互连的基本概念和技术。随后的几个部分详细讨论了这些概念和技术，涉及的主题包括 LAN 协议、WAN 技术、多业务接入技术、桥接和交换、网络协议、路由选择协议以及网络管理。与前面几个版本相比，本书第四版增加了一些新的内容，包括 VoIP、DPT/SRT、EAP、QoS 和 IOS 等。另外，本书第四版还对原先的一些章节进行了更新，根据需要添加了相应的最新信息。

本书每一章的开篇都对讨论的内容进行了简要介绍，便于读者了解所学内容和制定学习计划。每章的结尾都附有复习题，帮助读者复习所学内容和检验学习效果。此外，本书附录部分提供了复习题的答案，并介绍了早期的网络互连技术。

本书内容详尽，既包括了传统的技术也包括了当前最新的技术，因此无论是网络专业技术人员还是希望全面了解网络互连技术的初学者，都会发现本书不仅内容较新和贴切，而且非常实用。

致 谢

Cisco Press 公司谨向那些为本书第四版作出贡献的人表达最诚挚的谢意。没有他们的帮助和经验，我们将不能出版本书的这一版本。感谢所有参与写作和编辑新版本中各章节的人们。按字母顺序，这些作出贡献的人如下：

Bruce Alexander 是 Cisco Systems 公司无线网络商务部的技术营销经理。他曾经是 Aironet Wireless Communications 的技术支持主管，当该公司并入 Cisco 时，他也随之加入了 Cisco。Alexander 在 RF 技术领域供职超过 27 年之久，其中在 RF WAN 技术领域工作达 17 年。在担任位于 Texlon 的国家教育中心的高级讲师时，他与那里的 RF 工程组进行了广泛的合作，涉及领域包括硬件和软件。此外，从 1978 年以来他就一直拥有一个业余无线电通信的证书，并且是美国业余无线电通信公司的创始人之一。Alexander 曾经就读于阿克伦城大学（Akron University），主修计算机程序设计和商务管理。

Tony Allen, CD（加拿大勋章）获得者，是一名网络咨询工程师，他就职于加拿大多伦多的 Cisco Systems 公司的美洲国际高级服务组。在最近 4 年里，他帮助服务提供商客户规划、设计、实现和运营他们的网络解决方案。在加入 Cisco 之前，他在加拿大军队（Canadian Military）呆了 17 年，从事过各种电信工程和运维工作。目前，他专职于 VoIP、光无线技术和宽带网络的设计、工程技术和测试工作。

Matt Carling 是 Cisco Systems 公司的高级服务小组的一名网络咨询工程师。在 Cisco 工作过的 3 年里，他与很多服务提供商客户密切合作，为他们提供连网优化的解决方案、技术和服务部署，并帮助实现 Cisco 最实用的连网技术。他在连网领域具有超过 12 年的经验。Matt Carling 拥有澳大利亚堪培拉大学计算机工程的本科工程学位和管理科学的硕士学位。

Bradley Dunsmore 是位于美国北卡罗来纳州 Research Triangle Park 的 Cisco Systems 公司高级服务小组的一名新产品讲师。他拥有 Cisco 的 CCNP、CCDP、CCSI 和 CSS-1 证书, 以及 Microsoft 的 MCSE+Internet 证书。在目前的工作中, 他为新课程设计了网络拓扑, 并讲授课程以培训教师。此外, 他还设计了可以远程和安全地下载这些课程的网络。**Bradley Dunsmore** 专职于 SS7 互连解决方案、WAN 通信和 Cisco 安全产品。

Sachin Gupta 是 Cisco Catalyst 6500 的产品经理。他拥有路由选择和交换的 CCIE 证书。他在从事目前的工作之前, 是 Cisco 的 Internet 技术部的一名技术营销工程师, 专职于 Cisco IOS 软件技术。而在此之前, 他是 Cisco 的一名客户支持工程师。**Gupta** 具有斯坦福大学的电气工程硕士学位。

Wayne Hickey 具有超过 20 年的电信和计算机数据领域的经验, 包括 SONET、SDH、DWDM、IP、ATM、Frame、HFC、语音、视频和 SSEM。他是 Cisco Systems 公司的光技术商务部的一名产品经理。在此之前, 他在 Aliant Telecom (NBTel) 工作了 19 年之久, 在这个加拿大第三大电信提供商那里他专职于传输网络设计, 以及新的接入和传输技术的评估工作。**Hickey** 在偏振模式散射 (PMD) 和远程传输系统方面与人合著和独立撰写了若干篇论文。他已经在混合光纤同轴 (HFC) 的主要和次要的工程技术方面申请了一些专利。

Qiang Huang, CCIE No. 4937, 是 Cisco VPN 与网络安全小组的一名客户支持工程师。他在很多安全产品与技术方面具有渊博知识, 并且在过去几年里一直担任小组的技术负责人。**Huang** 拥有多个 CCIE 证书, 包括 ISP 拨号、路由与交换和安全。他具有科罗拉多州立大学电子和计算机工程的硕士学位。

Venkat Kankipati 担任 Cisco Systems 公司的软件开发经理达 6 年之久。他的专业知识涵盖了很多技术领域, 包括 SNA 协议、安全与网络性能。在加入 Cisco 之前, 他供职于 Bay Networks 公司。**Kankipati** 具有麻省大学计算机科学的硕士学位, 马德拉斯大学计算机应用的硕士学位和印度孟买大学的理科学士学位。

Marcelo Nobrega, CCIE No. 8069, 是 Cisco Systems 公司中为 Americas International Theater 提供支持的高级服务小组的一名高级网络咨询工程师。从 1994 年开始, 他就一直从事大型服务提供商网络的设计部署、管理和故障排除工作。2000 年, 他加入了 Cisco Systems 公司。**Nobrega** 一直专注于核心 IP 和路由选择协议、网络管理、IP 电话以及当前最前沿的 IP 呼叫中心项目。他具有巴西里约热内卢 Pontificia Universidade Catolica 大学电子工程的理科学士学位和计算机科学的硕士学位。

Tom Nosella, CCIE No. 1395, 是 Cisco Systems 公司存储技术小组的一名技术营销高级经理。他和他的团队为 Cisco 的企业和服务提供商客户创建、验证和促进了 Cisco 连网存储设计与解决方案。在加入 Cisco 之前, 他是加拿大贝尔公司住宅和商务 Internet 服务方面的工程主管, 在那里他领导着一个高级工程师团队。**Nosella** 具有加拿大安大略大学的工程和管理学士学位。

Ivan Pepelnjak, CCIE No. 1354, 在设计、安装、故障排除、运行大型服务提供商和企业 WAN 与 LAN 网络方面具有 10 多年的工作经验。他是 NIL Data Communications 的首席技术顾问。**Pepelnjak** 是 NIL 的服务提供商学院 (Service Provider Academy) 教程的创建者, 是 Cisco Systems 公司服务提供商 (Service Provider) 课程的创建者之一, 同时他还主持开发

了 MPLS、BGP 和 IP QoS 等服务提供商 (Service Provider) 课程。Pepelnjak 是欧洲的 Cisco 路由选择方面的权威之一。他撰写了 Cisco Press 公司的《EIGRP 网络设计解决方案》(*EIGRP Network Design Solutions*), 并与人合著了 Cisco Press 公司的《MPLS 和 VPN 体系结构》(*MPLS and VPN Architectures*)。

Danny Rodriguez 是 Cisco Systems 公司安全咨询服务部门的一名网络安全工程师, 在那里他为财富 500 强公司进行了安全状况评估和安全设计检查工作。他还负责对团队中的其他安全工程师进行培训和指导。在供职于 Cisco 的时间里, 他是 Cisco Internet 学习和解决方案小组 (ILSG) 中的安全培训部门的一名培训专家。Rodriguez 创建了 Cisco 入侵检测课程, 并为 Cisco 核心的安全性课程提供了实验练习。他为 Cisco 工程师、Cisco 学习和渠道合作伙伴以及最终用户讲授安全性课程。Rodriguez 还为 CCSP 认证教程作出了重要的贡献。他拥有 CCDA 和 CSS-1 证书。

Saeed Sardar 作为开发工程师, 在 Cisco Systems 公司的高速交换小组工作已经超过 2 年。他广泛地从事于 Cisco Catalyst 6000 系列上的 Cisco IOS 软件的测试与解析控制以及数据规划问题, 主要涉及 IPv4、IPv6、MPLS、QoS、多播路由选择以及在各类 LAN 和 WAN 模块上进行硬件转发。

Marcus Sitzman, CCIE No. 9004, 是 Cisco Systems 公司的一名网络安全工程师。他在连网领域具有超过 6 年的丰富经验。自从 2000 年加入 Cisco 之后, 他一直专职于安全技术与产品。目前, 他为 Cisco 客户提供安全状况评估和安全咨询服务。此外, Sitzman 在安全领域培训其他的 Cisco 工程师, 并且还是 Cisco 的 Networkers Convention 的技术发言人。

Alan Troup 是 Cisco 存储交换机 MDS 9000 系列的技术作家。以前他是 Cisco 光交换部门的一名技术发行经理。Troup 具有圣何塞州立大学的英语文学学士学位。

Srinivas Vegesna, CCIE No. 1399, 是 Cisco Systems 公司核心 IP 工程的软件开发经理。在此之前, 他是 Cisco 的服务提供商咨询服务 (Service Provider Consulting Services) 部门的咨询工程师和经理。Vegesna 具有 IP 连网的专业知识, 尤其精通于 IP 和 IP QoS。在 Cisco 的 8 年多的时间里, Vegesna 与大量的服务提供商和企业客户打交道, 帮助他们设计、实现并对大规模的 IP 网络进行故障排除。他具有亚利桑那州立大学的理科硕士学位和 Santa Clara 大学的 MBA 学位。

第三版的致谢

对本书第三版作出贡献的人 (按字母顺序) 包括 Marc Bresniker、Gerry Burgess、Dave Buster、Kevin Hamilton、Brian Junnila、Andrew Kessler、William Lane、Kevin Mahler、Erick Mar、Kevin Mousseau、Jim O' Shea、William Parkhurst、Edie Quiroz、Neil Reid、Frank Rivest、Mark Sportack、John Strassner 和 Natalie Timms。

第一版的致谢

本书第一版的主要作者包括 Merilee Ford、H. Kim Lew、Steve Spanier 和 Tim Stevenson。

前言

网络互连和 Internet 已经成为我们当今生活中最具影响力的事情之一，它们不断地改变着我们的工作、生活、娱乐和学习的方式。在不到 10 年的时间里，整个世界都已连接起来，全球范围内的即时通信变得既简单又便宜。Internet 改变了我们生活的方方面面，这一点不容置疑。它改进了教育，使任何一个学生无论何时何地都可以通过 Internet 获得全球的信息；并使我们能更方便地与亲属朋友进行联系，更好地计划我们的假期。现在，我们拥有了这个世界，信息就在我们的指尖上，它为每一个商业、政府、教育机构和个人都创造了新的机会。

本书的目的就是使读者对连网领域所用的各种概念和技术有一个基本的了解。本书是一本全面的参考书，包含了许多不同的连网技术、协议和范例，既有传统技术也包括了当前最新的技术。无论你是网络工程师，还是其他的网络专职人员，或是商务决策人员，Cisco Press 公司希望你发现本书第四版不仅内容较新和贴切，而且也很有用。如果你仅仅只是想了解更多的有关 Internet 以及它赖以运行的技术，本书也将使你获益匪浅。

目 标

本书提供了用于连网领域的各种有关技术的基本技术信息。它被设计为与其他 Cisco Press 公司的书籍一起使用，也可作为独立的参考工具。

本书并不企求提供所介绍技术的所有可能信息，而只是对每项技术中最相关和最重要的细节提供全面的介绍。

第四版的更新

本书第四版增加了一些新的章节，包括光连网、语音 IP (VoIP)、DPT/SRT、EAP、存储网络、QoS 和 IOS。此外，对原先的一些章节也进行了很多更新，根据需要添加了最相关和最新的信息。

读 者

本书是为那些想了解网络互连技术的人而写的。我们期望这本书的信息能够帮助你在网络互连环境中评估特定技术的适用性，并且提供给你一个有关很多网络互连技术的基本理解。

本书的组织

本书组织为下列 9 个部分：

- **第一部分：网络互连初步**——提供了有关连网的基本概念与技术的介绍性信息，包括 LAN 与 WAN 技术、Cisco IOS 软件、桥接与交换、路由选择协议和网络管理。
- **第二部分：LAN 协议**——包括了 LAN 协议以及它们的技术。
- **第三部分：WAN 技术**——讨论了 WAN 技术，包括帧中继、HSSI、ISDN、PPP、SMDS、拨号、SDLC、X.25 和 VPN。
- **第四部分：多业务接入技术**——提供了访问连网技术的概述信息，包括语音/数据集成、无线、DSL、电缆、光纤、VoIP、DPT/SRT 和 EAP。
- **第五部分：桥接和交换**——讨论了桥接和交换技术，包括透明桥接、混合介质桥接、源路由桥接、LAN 交换与 VLAN、ATM、MPLS 和数据链路交换。
- **第六部分：网络协议**——讨论了连网协议，包括 OSIP、IP、IPv6、NetWare、AppleTalk、IBM SNA 和 DECnet。
- **第七部分：路由选择协议**——提供了路由选择协议的概述信息，包括 BGP、增强 IGRP、IBM SNA、IGRP、Internet 协议多播、NetWare 链路服务、OSPF、OSIRP、路由选择信息、资源预留和 SMRP。
- **第八部分：网络管理**——讨论了安全技术、目录驱动连网、网络缓存技术和存储网络。
- **附录**——这些附录提供了复习题的答案，并讨论了早期的技术。

本书使用的图标

Cisco 使用下列标准图标来表示不同的连网设备。在本书中，你将会遇到下列图标：



命令语法约定

本书命令语法与 IOS 的命令约定相同，描述如下：

- 竖线 (|) 表示在几个选项中选择一项，并且这些项是互相排斥的。
- 方括号 [] 表示可选的参数。
- 大括号 { } 表示一个必需的选项。
- 方括号内嵌大括号 [{ }] 表示在一个可选项里面的必需选项。
- **粗体**表示实际需要键入的命令和关键字。在配置例子和输出中（不是一般的命令语法），粗体表示用户手动输入的命令（如 show 命令）。
- *斜体*表示需要用实际数值替换的参数。

目 录

第一部分 网络互连初步

第 1 章 网络互连基础	5
1.1 什么是互连网络	5
1.1.1 网络互连的历史	6
1.1.2 网络互连所面临的挑战	6
1.2 开放系统互连参考模型	6
1.2.1 OSI 层的特征	7
1.2.2 协议	7
1.2.3 OSI 模型和系统间的通信	8
1.2.4 OSI 模型的物理层	10
1.2.5 OSI 模型的数据链路层	10
1.2.6 OSI 模型的网络层	11
1.2.7 OSI 模型的传输层	11
1.2.8 OSI 模型的会话层	11
1.2.9 OSI 模型的表示层	11
1.2.10 OSI 模型的应用层	12
1.3 信息格式	12
1.4 ISO 的网络层次	13
1.5 面向连接和无连接的网络服务	14
1.6 互连网络的寻址	14
1.6.1 数据链路层地址	15
1.6.2 MAC 地址	15
1.6.3 地址映射	16
1.6.4 网络层地址	16
1.6.5 分层地址空间和平面地址空间	17
1.6.6 地址分配	18
1.6.7 地址和名字	18
1.7 流量控制基础	18
1.8 错误检测基础	18
1.9 多路复用基础	19
1.10 标准化组织	20
1.11 小结	20

1.12 复习题	20	5.4.2 局域网交换机	50
1.13 更多信息	21	5.5 复习题	51
第2章 局域网协议介绍	23	5.6 更多信息	51
2.1 什么是局域网	23	第6章 路由选择基础	53
2.2 局域网协议和 OSI 参考模型	24	6.1 什么是路由选择	53
2.3 局域网介质接入方法	24	6.2 路由选择组件	53
2.4 局域网传输方式	25	6.2.1 路径确定	54
2.5 局域网拓扑结构	25	6.2.2 交换	54
2.6 局域网设备	26	6.3 路由选择算法	55
2.7 复习题	27	6.3.1 设计目标	55
2.8 更多信息	27	6.3.2 算法类型	56
第3章 广域网技术介绍	29	6.4 网络协议	59
3.1 什么是广域网	29	6.5 复习题	59
3.2 点到点链接	30	第7章 网络管理基础	61
3.3 电路交换	30	7.1 简介	61
3.4 数据包交换	30	7.2 什么是网络管理	61
3.5 广域网虚拟电路	31	7.3 网络管理体系结构	62
3.6 广域网拨号服务	31	7.4 ISO 网络管理模型	62
3.7 广域网设备	32	7.4.1 性能管理	62
3.7.1 广域网交换机	32	7.4.2 配置管理	63
3.7.2 接入服务器	32	7.4.3 记账管理	63
3.7.3 调制解调器	33	7.4.4 故障管理	63
3.7.4 信道服务单元/数据服务 单元	33	7.4.5 安全管理	64
3.7.5 ISDN 终端适配器	33	7.5 复习题	64
3.8 复习题	34	第二部分 LAN 协议	
3.9 更多信息	34	第8章 以太网技术	69
第4章 Cisco IOS 软件入门	37	8.1 背景	69
4.1 系统体系结构	37	8.2 以太网的简短历史	69
4.2 Cisco IOS CLI	39	8.3 以太网网络元素	70
4.3 调试和日志记录	42	8.4 以太网网络拓扑和结构	70
4.4 重载和升级	43	8.5 IEEE 802.3 与 OSI 参考模型的逻辑 关系	71
4.5 小结	44	8.6 以太网 MAC 子层	72
4.6 复习题	44	8.6.1 基本以太网帧的格式	72
4.7 更多信息	45	8.6.2 帧的传输	73
第5章 桥接和交换基础	47	8.6.3 帧的接收	76
5.1 什么是网桥和交换机	47	8.6.4 VLAN 标记选项	76
5.2 链路层设备概述	47	8.7 以太网物理层	77
5.3 网桥的类型	48	8.7.1 信号传输的编码	77
5.4 交换机的类型	49	8.7.2 802.3 物理层与 OSI 参考模型 的关系	78
5.4.1 ATM 交换机	50		

13.6	PPP 链路控制协议	133	16.4.2	平衡式链路访问过程	158
13.7	小结	133	16.4.3	IEEE 802.2	158
13.8	复习题	133	16.4.4	合格的逻辑链路控制	159
第 14 章	交换式多兆比特数据业务	135	16.5	小结	159
14.1	简介	135	16.6	复习题	159
14.2	SMDS 网络组成部分	135	第 17 章	X.25	161
14.3	SMDS 接口协议	136	17.1	简介	161
14.4	分布式队列双总线	137	17.2	X.25 设备和协议操作	161
14.5	SMDS 接入类别	138	17.2.1	数据包组装/拆装器	162
14.6	SMDS 寻址概述	138	17.2.2	X.25 会话建立	162
14.7	SMDS 参考: SIP 第 3 层 PDU 格式	138	17.2.3	X.25 虚拟电路	162
14.8	SMDS 参考: SIP 第 2 层信元 格式	140	17.3	X.25 协议组	163
14.9	小结	140	17.3.1	数据包层协议	164
14.10	复习题	141	17.3.2	平衡式链路访问过程	164
第 15 章	拨号技术	143	17.3.3	X.21bis 协议	164
15.1	简介	143	17.4	LAPB 帧格式	165
15.2	拨号技术的简短背景	143	17.5	X.121 地址格式	166
15.3	拨号连接技术	144	17.6	小结	166
15.3.1	普通老式电话业务	144	17.7	复习题	167
15.3.2	基本速率接口	145	第 18 章	虚拟专用网 (VPN)	169
15.3.3	T1/E1	145	18.1	VPN 定义	169
15.3.4	基群速率接口	146	18.2	VPN 应用	170
15.3.5	信道相关的信令发送	146	18.3	IPSec	170
15.3.6	调制解调器	146	18.3.1	认证头 (AH)	171
15.3.7	PPP	147	18.3.2	封装安全有效载荷 (ESP)	171
15.3.8	两个要考虑的高级问题	149	18.3.3	IPSec 传输模式和隧道模式	172
15.3.9	AAA	149	18.3.4	安全联盟 (SA)	172
15.4	拨号方法	149	18.3.5	Internet 密钥交换 (IKE) 协议	173
15.4.1	什么是拨号器	149	18.4	第 2 层隧道协议 (L2TP)	174
15.4.2	感兴趣流量	150	18.4.1	实现拓扑	174
15.5	优点和缺点	150	18.4.2	由 IPSec 保护的 L2TP	175
15.6	小结	151	18.5	MPLS VPN	175
15.7	复习题	151	18.5.1	BGP/MPLS VPN	176
15.8	更多信息	152	18.5.2	基于 MPLS 的第 2 层 VPN	177
第 16 章	同步数据链路控制及其派生协议	155	18.6	小结	178
16.1	简介	155	18.7	复习题	178
16.2	SDLC 类型和拓扑	155	18.8	更多信息	178
16.3	SDLC 帧格式	156	第四部分	多业务接入技术	
16.4	派生协议	157	第 19 章	语音/数据集成技术	183
16.4.1	高级数据链路控制	157	19.1	简介	183

19.1.1 标准	183	20.2.1 无线通信系统的组件	208
19.1.2 技术	183	20.2.2 电磁波频谱	209
19.1.3 网络性能	184	20.2.3 RF 传输理论	210
19.1.4 经济优势	184	20.3 NLOS 无线: 克服 NLOS 高速中的 多径信号	216
19.2 应用方面的推进	184	20.3.1 多径信号	216
19.3 语音技术的新世界	185	20.3.2 微波通信链路	217
19.4 语音连网	186	20.3.3 NLOS 环境下的多径信号	217
19.5 ATM 语音	188	20.3.4 QAM 的调制和编码方法	218
19.5.1 VoATM 信令	188	20.3.5 减轻多径信号使用的高级信 令技术	219
19.5.2 VoATM 寻址	189	20.3.6 带 DFE 的 QAM	219
19.5.3 VoATM 路由选择	189	20.4 扩频	220
19.5.4 VoATM 和延迟	190	20.4.1 FHSS	221
19.6 帧中继语音	190	20.4.2 FDM	221
19.6.1 VoFR 信令	190	20.4.3 OFDM	221
19.6.2 VoFR 寻址	190	20.4.4 VOFDM	222
19.7 IP 语音	191	20.5 整体网络解决方案的元素	222
19.7.1 语音 codec 简述	191	20.5.1 驻地网	222
19.7.2 VoIP 网络的设计限制	193	20.5.2 接入网	222
19.8 VoIP 的 QoS	195	20.5.3 核心网	223
19.8.1 H.323 概述	196	20.5.4 网络管理	223
19.8.2 H.323 呼叫流和协议互 作用	197	20.5.5 部署	223
19.9 一般的 MGCP 概述	198	20.6 无线局域网 (WLAN)	224
19.9.1 MGCP 概念	198	20.6.1 WLAN 概述	224
19.9.2 MGCP 的优点	199	20.6.2 WLAN 体系结构	225
19.9.3 MGCP 协议定义	199	20.6.3 分布服务	226
19.10 普通 SIP 指南	200	20.7 小结	227
19.10.1 SIP 消息	201	20.8 复习题	228
19.10.2 SIP 寻址	201	20.9 更多信息	228
19.10.3 SIP 呼叫流	202	20.9.1 条例和管理	230
19.11 瘦客户端控制协议 (SCCP)	202	20.9.2 WLL	230
19.12 各种 VoIP 信令方案的比较和 对照	202	20.9.3 LMDS/MMDS (无线电缆)	230
19.13 数据语音解决方案的发展	203	20.9.4 无绳	231
19.13.1 未来: 电话技术应用	204	20.9.5 卫星	231
19.13.2 向分组电话应用发展的 诱因	204	20.9.6 调制	231
19.14 小结	205	20.9.7 接口	231
19.15 复习题	205	20.10 术语表	232
19.16 更多信息	205	第 21 章 数字用户线	237
第 20 章 无线技术	207	21.1 简介	237
20.1 无线概念	207	21.2 不对称数字用户线	237
20.2 无线电基础知识	207	21.2.1 ADSL 性能	238

21.2.2 ADSL 技术	239	23.1.12 亚超长距离光网络	264
21.3 信令和调制	240	23.1.13 超长距离光网络	264
21.3.1 CAP 和 DMT 调制的 ADSL	240	23.1.14 吉比特和 10 吉比特以太网网络	265
21.3.2 ADSL 标准和协会	241	23.2 广义的多协议标签交换	265
21.4 其他的 DSL 技术	241	23.2.1 标签交换路由器	265
21.4.1 SDSL	242	23.2.2 链路管理协议	266
21.4.2 HDSL	242	23.2.3 用户到网络的接口	267
21.4.3 HDSL-2	242	23.3 G.ASON	267
21.4.4 G.SHDSL	243	23.3.1 控制面板	267
21.4.5 ISDN 数字用户线	243	23.3.2 统一的控制面板	268
21.4.6 VDSL	243	23.3.3 重叠网络的配置	269
21.5 小结	243	23.3.4 对等模型	269
21.6 复习题	244	23.3.5 完全对等模型	269
21.7 更多信息	244	23.3.6 滤过对模型和扩张模型	269
第 22 章 有线接入技术	247	23.4 光控制面板用户网络接口	269
22.1 简介	247	23.5 光控制面板光网络到网络接口	270
22.2 从单向广播到双向混合光纤同轴电缆的演变	248	23.6 下一代保护和恢复	270
22.3 HFC 设备的局限和规范	249	23.7 小结	271
22.4 DOCSIS 标准、信令协议和应用	251	23.8 复习题	271
22.5 DOCSIS 硬件部署及服务能力	255	23.9 更多信息	272
22.6 未来 DOCSIS 应用	257	第 24 章 VoIP	275
22.7 小结	258	24.1 H.323 网络设备	276
22.8 复习题	258	24.1.1 H.323 终端	277
22.9 更多信息	259	24.1.2 H.323 网守	277
22.9.1 书籍	259	24.1.3 H.323 目录网守	278
22.9.2 URL	259	24.1.4 H.323 网关	278
22.9.3 杂志	259	24.1.5 多点控制单元 (MCU)	278
第 23 章 光技术简介	261	24.2 H.323 协议组	278
23.1 什么是光连网	261	24.2.1 H.323	279
23.1.1 波分复用和密集波分复用	261	24.2.2 H.225	279
23.1.2 光纤到户	262	24.2.3 H.245	283
23.1.3 全光网络	262	24.2.4 H.450	285
23.1.4 无源光网络	262	24.2.5 音频 CODEC	285
23.1.5 住宅和商业 PON	262	24.2.6 H.225 RAS	287
23.1.6 光网络部件和光网络终端	263	24.3 会话发起协议 (SIP)	291
23.1.7 以太无源光网络	263	24.3.1 SIP 消息	291
23.1.8 城域接入网络	263	24.3.2 会话描述协议	293
23.1.9 透明光网络	263	24.3.3 SIP 网络设备	294
23.1.10 传输网络	263	24.3.4 SIP 呼叫流	295
23.1.11 长距离网络	264	24.4 VoIP 网络与 SS7 网络连接	297
		24.5 小结	297
		24.6 复习题	298

24.7 更多信息.....	298	27.4 更多信息.....	325
24.7.1 H.323.....	298	第 28 章 混合介质桥接	327
24.7.2 SIP.....	299	28.1 背景.....	327
24.7.3 语音网关 SS7 互连.....	299	28.2 转换的难题.....	327
24.8 术语表.....	299	28.3 转换式桥接.....	328
第 25 章 动态数据包传输/空间重用协议	303	28.4 源路由透明桥接.....	330
25.1 DPT 体系结构.....	303	28.5 复习题.....	330
25.2 SRP 带宽优化.....	304	28.6 更多信息.....	331
25.3 SRP 包的优先级.....	305	第 29 章 源路由桥接	333
25.4 SRP 公平算法.....	305	29.1 背景.....	333
25.5 DPT 恢复.....	306	29.2 SRB 算法.....	333
25.6 拓扑发现.....	307	29.3 帧格式.....	334
25.7 DPT/SRP 包格式.....	307	29.3.1 路由选择控制字段.....	335
25.8 SRP 版本 2 的通用包头.....	307	29.3.2 路由选择指示符字段.....	335
25.9 SRP 数据包.....	308	29.4 复习题.....	336
25.10 SRP 控制包.....	308	29.5 更多信息.....	336
25.11 多播支持.....	309	第 30 章 LAN 交换和 VLAN	339
25.12 小结.....	309	30.1 历史.....	340
25.13 复习题.....	309	30.2 LAN 交换机操作.....	340
25.14 更多信息.....	309	30.2.1 VLAN 定义.....	340
25.15 术语表.....	310	30.2.2 交换端口模式.....	340
第 26 章 可扩展认证协议 (EAP)	313	30.2.3 LAN 交换转发.....	341
26.1 EAP 协议.....	313	30.2.4 LAN 交换带宽.....	341
26.2 使用 RADIUS 进行 EAP 认证.....	314	30.3 LAN 交换机和 OSI 模型.....	342
26.3 典型的认证对话.....	315	30.4 复习题.....	342
26.4 PKI 对 EAP 的支持.....	316	30.5 更多信息.....	343
26.4.1 EAP 传输层安全 (EAP-TLS).....	316	第 31 章 异步传输模式交换	345
26.4.2 受保护的 EAP (PEAP).....	316	31.1 标准.....	345
26.5 EAP 实现.....	316	31.2 ATM 设备和网络环境.....	346
26.6 小结.....	317	31.2.1 ATM 信元的基本格式.....	346
26.7 复习题.....	317	31.2.2 ATM 设备.....	346
26.8 更多信息.....	317	31.2.3 ATM 网络接口.....	347
第五部分 桥接和交换		31.3 ATM 信元头部格式.....	347
第 27 章 透明桥接	321	31.4 ATM 服务.....	348
27.1 透明桥接操作.....	321	31.5 ATM 交换操作.....	349
27.1.1 桥接环路.....	322	31.6 ATM 参考模型.....	349
27.1.2 生成树算法.....	322	31.6.1 ATM 物理层.....	350
27.2 帧格式.....	324	31.6.2 ATM 适配层: AAL1.....	351
27.3 复习题.....	325	31.6.3 ATM 适配层: AAL2.....	351
		31.6.4 ATM 适配层: AAL3/4.....	351