

现代通信网络技术丛书

数据网络设计

(第三版)

◎ [美] DARREN L.SPOHN TINA L.BROWN SCOTT GRAU 著

◎ 丁宏毅 王文同 李恒丁 等译

Mc
Graw
Hill



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

现代通信网络技术丛书

数 据 网 络 设 计

(第 三 版)

(美) DARREN L. SPOHN
TINA L. BROWN 著
SCOTT GRAU

丁宏毅 王文同 李恒丁 等译

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

数据网络设计 (第3版) / (美) 波恩 (Pohn, D.) 等著; 丁宏毅, 王文同等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2005.9

(现代通信网络技术丛书)

ISBN 7-115-12862-6

I. 数... II. ①波...②丁...③王... III. 数据通信—通信网 IV. TN919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 088455 号

内 容 提 要

本书内容覆盖当前数据网络设计方面所有的主要方法、技术和服务, 其中包括 IP 及其派生、ATM、帧中继、光网络、SONET、基于数据交换的语音业务、复用技术、X.25、SMDS 以及安全性设计。在第二版的基础上, 本书增加了最新的光交换和路由、MPLS、DSL、吉比特以太网、DWDM、PoS 和无线技术等内容。通过阅读本书, 读者将获得对于现有的各项可用的服务的理解, 并得到与现实生活实际相关的众多的使用技巧。本书按年代顺序介绍了整个网络设计的发展过程, 在一本书中全面地给出了数据网络设计的技术和步骤。

本书适用于从数据通信初学者到高级网络设计人员、工程师的各个层次的读者。本书也可作为数据通信方面的专业教材和参考书。

现代通信网络技术丛书

数据网络设计 (第三版)

◆ 著 (美) DARREN L.SPOHN
TINA L.BROWN
SCOTT GRAU

译 丁宏毅 王文同 李恒丁 等
责任编辑 梁 凝

◆ 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 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 38.25
字数: 911 千字 2005 年 9 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2005-4066 号

ISBN 7-115-12862-6/TN · 2371

定价: 69.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

版 权 声 明

DARREN L.SPOHN, TINA L.BROWN, SCOTT GRAU

Data Network Design (Third Edition)

ISBN: 0-07-219312-3

Copyright © 2002 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Posts & Telecommunications Press.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳-希尔教育（亚洲）出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2005-4066 号

译者序

现代社会中，信息技术领域瞬息万变，信息量大得惊人。随着全球经济的日趋一体化，国民经济信息化将成为经济和社会发展的必然趋势。而国民经济信息化最主要的基础设施和发展标志，就是随着计算机网络化应用发展起来的数据通信业务。当前，世界各国对于数据通信网络设计的研究方兴未艾。我国电信部门及相关的科研机构也正在着手开发具有诸多新特征的新一代网络。按照设想，新一代的数据网络将把语音、数据和视频业务综合在一个网络平台上，网络运营商可以方便灵活地为用户提供各种层次的服务。

本书的作者 Darren Spohn, Tina Brown 和 Scott Grau 都是业内的资深人士，他们同时分别是知名企业的总裁或高级主管，有着组织规划和实现多项通信网络工程的经历，著述颇丰，经验丰富。他们站在行业发展的前沿，结合工程实践，深入全面而又生动地向大家展示了数据网络设计的方方面面，奉献给读者的是一部不可多得的宝贵的案头参考书。

本书的内容覆盖当前数据网络方面所有的主要方法、技术和服务，其中包括 IP 及其派生、ATM、帧中继、光学网络、SONET、基于数据分组的语音、多路复用、X.25 和 SMDS 以及安全设计。在第二版的基础上，本书增加了最新的光交换和路由、MPLS、DSL、GbE、DWDM、PoS、无线技术等。通过阅读本书，读者将了解对于现有的各项可用的服务的情况，与现实生活中的实例进行对照并提高使用技巧。本书按年代顺序介绍了整个网络设计的发展过程，并全面地介绍数据网络设计的技术和步骤。

本书适用于包括数据通信专业的初学者到高级设计工程师在内的各个层次的读者作为数据通信方面的专业参考书和教材。为了方便我国读者阅读和参考，我们组织人员将该书译成中文出版。本书的译者也具有较为丰富的通信方面的知识，有的在数据网络方面已经积累了不少实践经验。在译注过程中，我们力求忠实于原文的内容和风格，为读者奉献原汁原味的经典参考书。对于原作中的少量不妥之处，我们经反复求证，已经进行了修正。本书由丁宏毅、王文同、李恒丁等翻译，李道华负责统稿。原作内容广博，限于译者水平，难免存在译注不当甚至错误之处，真诚欢迎广大读者批评指正。

译者

2005 年 2 月

前 言

尊敬的读者，我是一名数据网络设计者。我并不是凭空自封为专家，也不是幻想自己有一天会成为这一领域真正的博学者，而是因为这些年在数据网络设计方面所做出的具有创造性的工作。当我跨进大学校门时，不是怀着崇敬的心情，而是怀着无比狂热的求知欲望。我身上没有华丽的衣裳，头上没有辉煌的皇冠，没有权威，没有办公室；我没有研究基金会的资助和酬金的支撑（这还不是全部的真实情况……），但我还是将自己的所有精力都投入到了数据网络设计的研究之中，并且郑重地称自己为网络设计者，因为我一直都非常执着和勤奋地在这条道路上求索。虽然在这本书第一版与大家见面之前，有个别人研究过这方面问题，但我相信书中所涉及的绝大部分内容还是从前未被开垦过的处女地。我相信读者会有兴趣与我一起探索，一起去看一看此书所描绘的精彩世界。最后，我要清楚地告诉大家的是：这是一本值得一看的好书，因为它包含了我的所学、所知、所能。由于时间的仓促，书中难免有不完善的地方，但还不会误导你的方向，因为我把探索的过程看作是追求真理的一部分，停滞不前的人是不会追寻到真理的。

由于 J.R.Planche 为他的著作的第三版所作的引言与我们要对《数据网络设计》第三版所作的介绍相符，可以让读者尽可能地了解数据网络，所以我把它稍作修改，引用到此处。在本书的写作的过程中，与我合作的还有两位经验非常丰富的同事，Tina Brown 和 Scott Grau。在 45 年漫长的时间里，我们一起进行设计、实现、管理数据网络的工作。正是基于这些年的理论和实践经验，我们才成功地完成了《数据网络设计》的第三版。

本书的目的

此书最基本的目的是让读者掌握设计数据网的科学理论和技术。我们试图为企业、用户、和服务提供商提供一套完整的教材，全面讨论简单和复杂数据网络的设计、构思、构建、实现和管理方面的问题。本书章节是按年代顺序排列的，以使此书能作为实践指导书籍、参考书或教材使用。

Wester's 把科学定义为涵盖所有真理的知识，或一般规律，尤其是已经得到科学方法证实规律；技术则被定义为试验和研究需要的技能，它更多的与实践的天赋、诀窍或能力有关。因此，数据网络设计是一门需要研究和掌握多门科学技术和经历大量实践的技术。

本书中，数据网络设计包括了世纪之交最为热门的关于传输、复用技术、桥接、交换和路由技术的理论。因此，为广大读者提供关于全面、权威的入门知识（包括 LAN）、核心技术（WAN）和服务的教育和操作的详细介绍是本书的主要目的之一。接下来，我们将带领读者洞悉未来的主要技术。本书的主要内容包括：

- 专用线路——有关电缆的（DSx）和有关光纤的（SONET、WDN、DWDN）；
- 帧中继（FR）；
- 异步传输模式（ATM）；
- 互联网协议（IP），还包括传输控制协议（TCP）和点到点协议（PPP）；

- 拨号、数字用户线 (DSL) 和电缆调制解调接口;
- 局域网 (LAN): 以太网 (Ethernet)、令牌环网、光纤分布式数据接口 (FDDI);
- 存储区域网 (SAN): 高性能外围设备接口协议 (HIPPI);
- 多协议标签交换 (MPLS) 技术、同步光网络 (SONET) 的分组技术以及无线技术;
- 基于分组的语音网络设计;
- X.25 分组交换和交换式多兆位数据业务 (SMDS) 及 ESCON、FICON、FCS;
- 安全技术, 包括分组过滤和运行代理;
- 网络管理技术, 包括 SMNP 和 OSI 等。

网络设计技术的关键是如何在网络设计中选择和实现所需要的技术和服务。理所当然, 读者应该首先学会搜集设计在商业和技术上的需要, 以及如何根据这些技术和服务来设计网络。

此书从为读者介绍网络设计的整个流程开始, 进而介绍设计要求的编辑, 经过设计到网络的优化和管理技术——数据网络设计的整套技术。我们尝试在介绍设计方法时根据这一行业的新发展、新动向对其进行扩展, 因为技术是随着网络行业的需求和方向不停向前发展的。我们的目标就是这本书不但具有技术上的参考价值, 还是这一领域的发展史的记录者。本书章节的核心就是广泛介绍与数据网络设计有关的数据和计算机通信标准、体系结构、硬件、软件、协议、技术和服务。因为数据网有和语音网进行综合的趋势, 所以书中部分内容还涉及了语音网络设计方面的知识。

书中介绍核心技术和服务的章节把重点放在该行业世纪之交的主要技术和近年涌现的新技术上, 包括分组、中继和单元交换服务, 例如 IP、FR、ATM 和 MPLS; 主要的局域网标准如以太网; 主要的广域网传输标准如 SONET、WDM、DWDM。书中提到的所有缩写词汇在正文里都会有详尽的解释。文中, 我们将以 LAN 和 WAN 为主, 通过介绍它们的设计流程和技术, 让读者们对设计和商业需求有较为详尽和深入的了解。另外, 我们还要简要介绍一下桌面的设计和应用。我们的最大愿望就是通过各个设计步骤的实用、深入的介绍, 能使读者在数据网设计方面具有广阔的思路, 能实现端到端网络的设计。书中所提到的标准及参考指南为读者进行更为深入的研究打下了良好的基础。

软、硬件的逻辑设计和物理设计并不仅仅是网络设计的一部分。在进行真正的网络设计之前, 我们便要做好一些准备工作: 商业立案、需求搜集、技术选择、容量规划、商业合作者的选择以及各方面问题的权衡。经过以上一系列努力之后, 一份可实行的设计方案便产生了。这里还有一些附加的事项要提出, 包括网络运行、网络维护、网络安全以及管理支持系统。若这些附加问题的解决由企业经营者来完成, 那么就必须有其他许多人要涉及整体网络的设计工作。我们编写这本书的一个主要目的便是使读者学会如何独立一人完成所有的工作。

一本内容详尽全面的书, 会包括精彩的图解、详细的协议图表、实践操作解析和其他协议细节的介绍。而基于其中任一协议、技术和服务, 我们都可以出版一本书。实际上也有成百上千本这样的书籍。而我们这本书的出发点就是能够全面涵盖 LAN 和 WAN 的技术和服务, 如何确定服务的需求, 如何选择合适的技术、服务及合作商, 以及完成整个数据网的设计过程等各方面的内容。

本书适用的范围

此书适用于包括数据通信专业的初学者到高级设计工程师在内的各个层次的读者, 作为

他们的专业参考书和教材。一些有关的商业常识和数据通信基础知识在本书开始的章节便有介绍。在设想读者有途径获取资源，或能向具有一定数据通信知识背景和实践经验的同事请教的前提下，书中选取了较高层次的设计素材。虽然这种技术水平是假设的，但是书中还对基础的硬件和协议进行了讨论，并不妨碍各个层次读者的学习。这本书既是一本专业的读物，也可对工程师和管理人员提供很好的参考，它已被全世界多所大学作为教材，还被翻译成多种文字，在数据网络设计的研究和应用中发挥了巨大的作用。许多知名的工程师和管理专家都曾把这本书的前几个版本作为他们的必备学习参考书籍——我们希望这本书的最新版本没有让广大读者失望。

这里必须指出的是，整个第三版是从第二版修改而来。这里要对每位为此书的修正、注释做过工作的人员表示感谢。

本书的概况

《数据网络设计》第三版分为八个部分和一个附录。

第1部分 数据通信：商业驱动和网络发展方向

这一部分将全面介绍商业驱动、技术驱动、标准和网络发展方向，还将引入数据传输的关键原理、硬件类型、电路类型及普遍应用的协议、体系结构、复用技术和交换技术。

第1章 数据通信的过去、现在和未来

这一章将介绍数据网络设计以通信的发展为起点，经历现代网络构造更新，商业和技术需求和实际运用的推动而不断发展的历史，最后还展望了数据网络的发展趋向。

第2章 了解标准和标准倡导者

这一章将介绍一些国家使用的标准和全球通用的标准的制定组织、论坛和标准化的程序。

第3章 传输技术概述

这一章将介绍常用的网络拓扑结构、电路、连线、硬件、传输类型以及关于桥接、交换和路由的基础理论。

第2部分每一个介绍技术的章节都阐述了协议的结构、格式、接口和理论。它们同样包括软件、硬件和设计建议。

第2部分 物理层技术

这一部分将为读者介绍开放系统互连参考模型（OSI）第一层协议、接口、硬件、软件和服务方面的基础知识。

第4章 复用和交换技术概述

这一章简要介绍复用技术和交换技术，其中包括电路交换和分组交换技术。

第5章 光网络

这一章的内容包括 SONET/SDH 和 DWDM，主要讨论光网络的发展历史，网络的拓扑结构和光纤设备的种类。

第6章 物理层协议和网络接入技术

这一章主要研究物理层协议、媒质和工作模式，还详细介绍了一些常见的用户端口协议的内容，包括拨号、ISDN、DSL、电缆、无线和卫星。

第3部分 协议与接口：第二层

这一部分将为读者介绍开放系统互连参考模型（OSI）第二层协议、接口、硬件、软件

和服务方面的基础知识。

第 7 章 局域网 (LAN) 环境下的通用协议与接口

这一部分首先讨论 LLC 和 MAC 子层, 然后深入研究以太网、令牌环网和 FDDI, 最后介绍在 LAN 环境下的桥接协议和交换技术。

第 8 章 帧中继

这一章将介绍帧中继 (FR) 的标准、接口、协议结构、传输原理、软硬件、服务、实践工程以及设计主题, 例如 VoFR、开关环体系结构比较。

第 9 章 公用广域网协议: ATM

这一章将介绍 ATM 的标准、接口、协议结构、传输原理、软硬件、服务、实践工程以及设计主题。

第 4 部分 第三层的协议和接口

这一部分将为读者介绍开放系统互连参考模型 (OSI) 第三层及高级协议、接口、硬件、软件和服务方面的基础知识。

第 10 章 上层的普通协议和接口 (TCP/IP)

这一部分将介绍 TCP/IP 的定义、标准、协议内容、传输原理、运行和 IP 所提供的服务。还介绍了常见的路由协议 (OSPF、RIP、BGP、E-IGRP) 以及和 IP (ICMP、IGMP、ARP、TCP 和 UDP) 有关的高层协议。其中还对 IP 寻址问题进行详细的举例分析。

第 11 章 成熟的分组交换协议

这一章将介绍 X.25 协议和 SMDS 协议及服务。

第 5 部分 需求、规划和技术的选择

这一部分将逐步介绍数据网络设计需求的定义, 业务流量分析的演习, 容量规划的流程以及电路交换、分组交换、帧中继和单元交换技术的性能比较。

第 12 章 需求的定义

这一章将帮助读者理解不同商业和技术的挑战和需求, 它还讨论了关于规划了的协议和业务流量需求的理解过程。

第 13 章 业务流量工程与容量规划

这一章在有特定要求的情况下, 针对电路交换和分组交换技术的业务流量分析、工程设计和容量规划进行了总结性的分析。另外还将介绍如何进行性能评估和如何选择设计工具。

第 14 章 技术比较

这一章对 LAN 和 WAN 的技术和服务从商业、技术和服务三方面做了非常详细的比较, 并且分析了私人网络和公共网络的优缺点。

第 6 部分 选择服务运营商

这一部分帮助读者洞悉选择服务运营商的学问。

第 15 章 选择服务运营商

这一章为 RFI/RFP 流程提供了指导方针, 为选择合适的服务运营商提供了准则, 还分析了它们将来的联系方式。这一章最后介绍了国际网络和服务面对对象的情况。

第 7 部分 网络设计和管理

这一部分从端口设计到高速链路设计全面介绍了网络设计的主要技术, 还介绍了网络安全、网络管理等方面的知识。

第 16 章 接入网络设计

这一章将介绍端口设计，即用户进入网络或公网服务的接口点的设计。

第 17 章 主干网络设计

这一章主要介绍主干网络设计，主干网络主要提供交换网络服务。本章还包括了很多有价值的网络协调方面的实用性分析。

第 18 章 保护你的网络

这一章主要讨论网络安全问题。确保网络安全主要包括以下几个方面：确定安全要求、根据威胁建立安全装制、制定和实施安全政策、设计防火墙和 VPN 和确立安全探测系统。

第 19 章 文档编制和网络管理

这一章主要介绍贯穿网络设计始终的主要文档编制和主要的网络管理协议、体系及规则。

第 8 部分 新技术

这一部分将为读者介绍在本书出版时崭露头角的新技术。

第 20 章 新技术介绍

这一章将介绍 MPLS、VDSL、无线、PoS、光交换及路由、地下以太网和基于分组的语音网。

附录

这一部分包括 5 个附录。附录 A 主要是书中出现缩写词的注释；附录 B 提供了一些国家和国际标准资源的参考；附录 C 提供了一个关于 IP 网络掩码的参考表；附录 D 提供了关于所有 IP 网寻址的资料；附录 E 提供了一张在书中出现的与网络技术、体系、服务和协议有关的所有术语的术语总结表。

致 谢

在我们编写本书的过程中，很多人为我们提供了无私的帮助，他们热情地为我们提供资料、资源、服务并提出宝贵的意见和建议。在此书第三版出版之际，我们非常真诚地感谢 Franny Kelly、Tracy Dunkelberger、Chuck Larrieu、Jenny Malnick 以及 McGraw-Hill/Osborne 的所有人。

在 Darren Spohn 编写第二版时，也有许多人帮助过他。所以在这里，我们依然要感谢 NetSolve 的 Mr.Jerry Davis；Adams Capital Management 的 Mr.Joel Adams；AT&T 的 Mr.Ron Appleton 和 Mr.Brian Noel；Bell 实验室的 Mr.Bill Backus；Cascade 通信的 Mr.Jim Gayton 和 Mr.Chuck Sullivan；Cisco Systems 的 Mr.Doug Hantula、Mr.David O'Leary 和 Mr.Dave Travis；E-net 的 Mr.Scott Grau；Fastcom 的 Mr.Bill Flannigan；MAN 技术公司的 Mr.Gary Kessler；MCI 的 Mr.Curis Brownmiller、Mr.Mike Conn、Mr.Herb Frizzell Sr.、Dr.David McDysan、Mr.Paul Metzger 和 Mr.Scott Thompson；NetSolve 的 Mr.Jorge Chong、Mr.Steve Davies、Mr.Mark Hofer、Mr.Penn Rabb、Mr.Michael Turner 和 Mr.Craig Tysdal；Sprint 的 Mr.Dave Runnels 以及所有在过去 14 年与我们共同分享他们的技术和知识的朋友们。这里要特别感谢 Mr. Herb Frizzell Sr. 在语法校对和编辑方面所做出的巨大努力；还有编辑监督 Stephen Smith、编辑 Steven Elliot、编辑助手 Donna Namarato 和 McGraw-Hill/Osborne 其他所有工作人员。他们使我对数据网络设计的认识和理解上升到了一个新的高度。

最后要感谢为第一版做出贡献的人们，感谢 Bay Networks 的 Mr.Gene Wahlberg；E-net 的 Mr.Arthur Henley；General DataCom 的 Mr.Ed Braunston；IBM 的 Mr.Charan Khurana 和 Mr.Margot Peterson；MAKE Systems 的 Mr.Beverly Dygart；MAN 技术公司的 Mr.Gary Kessler；MCI 的 Dr.David McDysan 和 Mr.Paul Metzger。可以说，没有他们的帮助，这本书的第一版和第二版不可能如此顺利和成功地出版。

这本书并不反映 Spohn & Associates 的任何政策、立场或观点。这里应该声明，这项工作并没有得到 Spohn & Associates 的资助。本书所表达的想法和概念只代表作者个人的意见。属于特定顾客或服务提供商的信息来自于免费提供的公开文献并作了改编来适合我们的需要。我们在 Spohn & Associates 的朋友和同事十分支持这项工作，特别是当有事情分散我们的时间和精力，影响我们的事业成功时。对于他们的支持，我们由衷地表示感谢。这包括 Robert Arroyo、Chas Baker、Denise Batek、Paulette Becker、Phil Cowell、Susan Crim、Steve Davies、Ron Davis、Scott Harrington、Ed Higgins、Mike Mallow、Eric Martineau、Bob Mitchell、Jim Nichols、Michelle Perry、Steve Roos、Wendy Savage、Kathy Thomas、Christi Vacca、Stacy Webber 和 Javan Wiener。

还要感谢 Bob Mitchell 帮助我们收集数据，更新附录表以及 Mark Ollom 为我们完成插图的制作工作。

最后要感谢我的妻子 Becky 和我的儿子 Alexander 和 Cameron，他们在我写作本书期间从来没有停止过对我的关心和支持。

正是集合以上这些人的支持，才有了此书的第三版的成功出版。

——Darren L. Spohn

我想此书第一版的成功出版还应归功于我的父母 Karl、Regina 和我最亲爱的妻子 Becky。当第二版出版时，我把功劳也分给我的大儿子一份。第三版时，我把我的小儿也加入了贡献者的行列。我相信世界上没有什么比家庭更为温暖美好的了。

——DLS

我要感谢我的丈夫 Eric 对我的鼓励和支持；感谢我的儿子 Jason 在我工作期间能给我舒畅的心情；感谢我英明的上司 Darren 给我参与这项工作的机会；还要感谢 Annamarie、Al 和 Richard 给予我的指导，也谢谢他们使我明白有家人的支持，什么事情都可以做好。

——TB

我要感谢我的妻子 Cindy、儿子 Christopher 和 Aaron，以及我父母 Edward 和 Rose 的支持。感谢 Scott Brigham 在我开始接触此项工作时给予我热情的指导以及 Arthur Henley 十年来既担当良师又担当益友；还要谢谢 Darren 给我这次机会和 Brown 在我发牢骚时给予我的安慰。

——SAG

目 录

引言.....	1
---------	---

第 1 部分 数据通信：商业驱动和网络发展方向

第 1 章 数据通信的过去、现在和未来.....	7
1.1 什么是网络设计.....	7
1.2 背景：数据通信需求的定义.....	11
1.3 从语音通信网络发展到数据通信网络.....	12
1.3.1 通信发展简史.....	12
1.3.2 近代数据通信历史.....	15
1.4 电话通信网络：现代网络的基础结构.....	16
1.4.1 美国通信发展历史简介.....	16
1.4.2 国际网络的基本结构.....	18
1.4.3 语音传输：一种低速的数据传输方式.....	18
1.4.4 当前网络结构中的语音和数据传输.....	19
1.5 数据革命.....	20
1.5.1 领先于时代潮流的数据通信.....	21
1.5.2 依靠数据通信的商务活动.....	23
1.5.3 形成了新的数据通信的格局.....	23
1.6 个人应用和主要的驱动力量.....	24
1.6.1 个人应用和商用.....	24
1.6.2 对带宽的应用需求.....	25
1.6.3 新的多媒体应用技术.....	27
1.6.4 加速带宽发展的因素.....	28
1.6.5 个人电脑计算能力增强.....	30
1.7 通信技术的发展也是网络发展的驱动力量之一.....	31
1.7.1 技术发展的 S 曲线.....	32
1.7.2 人们接受新技术的情况.....	32
1.7.3 高性能数字传输技术.....	33
1.7.4 FR、ATM 和 IP 技术的推动力.....	34
1.7.5 技术决定了投资的未来.....	35
1.8 商业架构的变化.....	35
1.8.1 WAN 传输结构革命.....	36
1.8.2 从集中式网络发展到分布式网络.....	36
1.8.3 分布式计算和客户机/服务器网络.....	37
1.8.4 IBM SNA 和因特网协议.....	38

1.8.5	LAN/MAN/WAN 互联的需求	38
1.8.6	LAN 交换技术的发展	40
1.8.7	发展到分布式路由	40
1.8.8	LAN 和 WAN 的合并: 免费带宽	41
1.8.9	IP 虚拟专用网络: 在 Internet 中建立 Intranet	41
1.8.10	无缝协议和服务网络的目标	41
1.9	20 世纪的数据通信网络	42
1.9.1	专网和虚拟专用网 (VPN)	42
1.9.2	智能数据网络	46
1.9.3	满足企业需求	46
1.9.4	技术更新的革命	47
1.9.5	普通网络接入和点对点通信	47
1.9.6	与电话网络一样可靠	47
1.9.7	兼容性 (协同工作的能力)	48
1.10	本章回顾	48
第 2 章	了解标准和标准倡导者	49
2.1	参与提出标准的人员	49
2.1.1	投资商	49
2.1.2	用户	50
2.1.3	网络服务供应商	50
2.2	产生标准的过程	50
2.2.1	工作计划 (日程)	51
2.2.2	会议和报告	51
2.2.3	草案的提出和讨论	51
2.2.4	投票和通过	51
2.2.5	用户接受情况和协同工作能力	52
2.2.6	商业运营和政府政策	52
2.2.7	标准和标准实践	52
2.2.8	国际电信联盟 (ITU)	53
2.2.9	美国国家标准学会 (ANSI)	53
2.2.10	ATIS T1 标准委员会	54
2.2.11	电信行业解决方案联盟 (ATIS, Alliance for Telecommunications Industry Solutions)	55
2.2.12	欧洲电信标准协会 (ETSI)	55
2.2.13	电气和电子工程师学会 (IEEE)	55
2.2.14	国际标准化组织/国际电工委员会 (ISO/IEC)	55
2.2.15	(美国) 联邦通信委员会 (FCC, Federal Communications Commission)	56
2.2.16	其他国内标准组织	56
2.2.17	其他国际标准组织	56

2.2.18 标准组织之间如何协作	56
2.3 现有的论坛	58
2.3.1 帧中继论坛	58
2.3.2 ATM 论坛	59
2.3.3 因特网工程任务组 (IETF)	59
2.3.4 MPLS 论坛	59
2.4 标准协议	60
2.5 分层的参考模型: 开放式系统互连参考模型 (OSIRM)	61
2.5.1 应用层	62
2.5.2 表示层	63
2.5.3 会话层	63
2.5.4 传输层	63
2.5.5 网络层	63
2.5.6 数据链路层	64
2.5.7 物理层	64
2.6 计算机标准体系结构	65
2.6.1 IBM 的系统网络架构 (SNA, System Network Architecture)	66
2.6.2 Novell 的 IPX (Internet Packet Exchange) 协议	66
2.6.3 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 协议	67
2.7 本章回顾	68
第 3 章 传输技术概述	69
3.1 常用的网络结构	69
3.1.1 点对点	69
3.1.2 公共总线 (多点)	70
3.1.3 星形结构	71
3.1.4 环状结构	72
3.1.5 网状结构	73
3.2 网络互联类型和网络服务	74
3.2.1 互联类型: 单工、半双工和全双工	75
3.2.2 多支路回路	75
3.2.3 专用线路和本地回路	77
3.3 专用线路与交换网络	77
3.3.1 专用线路网络	78
3.3.2 数据交换网络	79
3.3.3 混合网络	80
3.4 数据传输技术基础	80
3.4.1 异步和同步数据传输	80
3.4.2 同步传输模式和异步传输模式	81
3.5 网络设计中的硬件选择	82

3.5.1 中继器	83
3.5.2 Modem、网路驱动/有限距离 Modem (LDM)	83
3.5.3 CSU 和 DSU	84
3.5.4 集线器和 LAN 交换机	85
3.5.5 网桥	88
3.5.6 交换机	91
3.5.7 路由器	93
3.5.8 路由器与网桥和交换机的简单比较	96
3.5.9 桥式路由器	98
3.5.10 网关	98
3.5.11 从网桥到路由器, 再到集线器	99
3.5.12 专用分组交换机 (PBX, Private Branch eXchange)	99
3.6 本章回顾	99

第 2 部分 物理层技术

第 4 章 复用和交换技术概述	103
4.1 复用技术	103
4.1.1 复用器的定义	103
4.1.2 复用方法概述	104
4.1.3 复用器的类型	109
4.1.4 复用器的选择	113
4.1.5 复用技术的前景	114
4.2 数字 TDM 和数字分级系统	114
4.3 交换技术	116
4.4 电路交换方法	121
4.4.1 电路交换的说明	121
4.4.2 交换式 $n \times 56\text{ kbit/s}$ 和 $n \times \text{DS0}$	123
4.4.3 DXC	124
4.4.4 拨号线路	125
4.5 分组交换技术	126
4.5.1 X.25 分组交换与电路交换对照	126
4.5.2 分组交换技术的发展	126
4.5.3 X.25	127
4.5.4 FR	128
4.5.5 快速数据分组	128
4.5.6 ATM	129
4.5.7 IP	129
4.5.8 集成的电路交换/数据分组交换	129
4.6 网络服务的定义	130

4.6.1	CONS	130
4.6.2	CLNS	131
4.7	本章回顾	132
第 5 章	光网络	133
5.1	光网络的发展历史	133
5.2	SONET/SDH 标准	134
5.2.1	SONET/SDH	134
5.2.2	SONET 的结构	136
5.2.3	帧的格式	137
5.2.4	SONET 硬件	141
5.2.5	SONET 网络体系结构	143
5.2.6	优缺点	144
5.3	密集波分复用技术 (DWDM)	145
5.3.1	DWDM 硬件	146
5.3.2	DWDM 网络结构	147
5.3.3	DWDM 的优缺点	148
5.4	性能和设计注意事项	148
5.5	本章回顾	149
第 6 章	物理层协议和网络接入技术	150
6.1	物理层协议和接口	150
6.1.1	物理介质	150
6.1.2	RS-232-C、EIA-232-E、EIA-449 和 ITU-T V.24/V.28 接口标准	151
6.1.3	ITU-T X.21 和 X.21bis 接口	152
6.1.4	T1/E1 和 D4/ESF 的成帧和格式	152
6.1.5	AMI 和 B8ZS 线路编码	153
6.1.6	HSSI	153
6.1.7	HIPPI	153
6.1.8	企业级系统连接 (ESCON) 体系结构	154
6.1.9	光纤连接 (FICON) 体系结构	155
6.1.10	光纤信道标准 (FCS)	155
6.1.11	IEEE 802 物理接口	157
6.2	接入网络	161
6.2.1	普通用户或住宅可以选择的方式	162
6.2.2	企业或大型商业事务所可以选择的网络接入方式	162
6.3	铜介质网络接入技术	163
6.3.1	UTP	163
6.3.2	拨号上网或传统的模拟调制解调器	164
6.3.3	ISDN	165
6.3.4	DSL	170