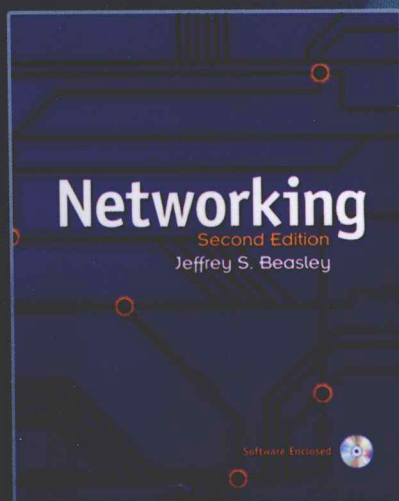


网络互连

(第二版)

Networking, Second Edition



[美] Jeffrey S. Beasley 著

陈向阳 徐清 等译
吴云韬 蹇贝



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国外计算机科学教材系列

网 络 互 连

(第二版)

Networking

Second Edition

[美] Jeffrey S. Beasley 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从网络管理员角度为读者提供一种全面理解计算机网络互连的视图,介绍了从计算机网络的入门知识到以太网、路由器配置、TCP/IP 网络、路由协议、局域网、园区网和广域网配置、网络安全、无线网络互连、光纤网络、VoIP、网络服务器和工业网络的高级概念。此外也介绍了网络操作系统 Windows 2008/2003 及 Linux 广泛的配置例子。完整地介绍了网络安全内容,包括拒绝服务攻击、防火墙、入侵监测系统、口令破解、分组嗅探、分析不安全的数据分组,还介绍了一些关键的网络安全问题,如配置路由器访问控制列表、配置虚拟专用网连接,以及安全的无线网络。路由配置包括企业内联网到因特网的路由配置,以及多路由协议配置。路由协议的基本网络操作内容包括 RIP、IGRP、OSPF、EIGRP 和 BGP。除了路由协议的讨论之外,本书还深入探讨了路由器的配置,以便运行协议、验证操作及对路由器进行故障诊断。本书提供教学资料包及丰富的教师资源,详见前言。

本书可以作为高等院校“网络互连技术”、“网络工程”、“计算机网络”等课程的教材或参考书,适合计算机及电子、通信和自控专业尤其是网络工程、网络安全、电子商务等信息类专业的本科学生、专科学生及成教学生阅读。也有益于研究生实际动手能力的提高,对于网络研究人员和从事网络工程的技术人员也有一定的启发。本书同时还适合作为社会职业化培训的教材。

Authorized Translation from the English language edition, entitled Networking, Second Edition, 978-0-13-135838-6 by Jeffrey S. Beasley, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2010.

本书中文简体字版专有出版权由 Pearson Education 授予电子工业出版社,未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2010-1372

图书在版编目(CIP)数据

网络互连: 第二版 / (美)比斯利(Beasley, J. S.)著; 陈向阳等译. —北京: 电子工业出版社, 2010.9
(国外计算机科学教材系列)

书名原文: Networking, Second Edition

ISBN 978-7-121-11150-1

I. ①网… II. ①比…②陈… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 113819 号

策划编辑: 史鹏举

责任编辑: 周宏敏

印 刷: 北京市铁成印刷厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29 字数: 837 千字

印 次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

- | | | |
|----|-----|---|
| 主任 | 杨芙清 | 北京大学教授
中国科学院院士
北京大学信息与工程学部主任
北京大学软件工程研究所所长 |
| 委员 | 王 珊 | 中国人民大学信息学院院长、教授 |
| | 胡道元 | 清华大学计算机科学与技术系教授
国际信息处理联合会通信系统中国代表 |
| | 钟玉琢 | 清华大学计算机科学与技术系教授、博士生导师
清华大学深圳研究生院信息学部主任 |
| | 谢希仁 | 中国人民解放军理工大学教授
全军网络技术研究中心主任、博士生导师 |
| | 尤晋元 | 上海交通大学计算机科学与工程系教授
上海分布计算技术中心主任 |
| | 施伯乐 | 上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授
中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长 |
| | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师
教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员 |
| | 张昆藏 | 青岛大学信息工程学院教授 |

译者序

本书讲述网络互连，对应于原作第二版。原书第一版于 2004 年出版时，正赶上我国高校的首批网络工程专业刚刚通过教育部审批，当时苦于专业课程教材不足，就采用了原版第一版作为网络互连技术主干课程的双语教学试用教材，经过不断的学习和教学实践才逐步吃透了本书的内容，现将我们的学习和教学经验与大家分享一下。学习过网络互连一书之后我校大部分读者的感受是，从门外走进了门内。我相信更多的读者将会有同样的体验。

尽管我们参加过国家自然科学基金等项目、有过翻译整理工程资料的经验，而且也扎实地学习过计算机网络，对网络相关课程教学体系进行过很多有益的探讨，编写过计算机网络与通信、网络工程规划与设计、网络工程实践教程、网络工程概论等高等学校教材，并翻译过网络科学、网络攻防、Linux 操作系统等国外著作，但面对如此长篇大作，一则担心时间精力不够，二则担心有些内容翻译不好，毕竟我们不可能熟悉书中的所有主题。因此我们成立了一个团队来翻译这本书，主要成员包括陈向阳、徐清、吴云韬、蹇贝、孙金余、徐茜、陈晓明、费藤、肖利芳、吴静。考虑到翻译的质量保证及时间的安排，由陈向阳负责统稿。本书的主要内容安排如下：

第 1 章至第 8 章介绍基本的计算机网络和相关的硬件是如何连接起来构成网络的，其中包括对概念的理解和双绞线电缆、局域网互连、TCP/IP 配置、子网掩码、基本路由器配置及路由协议配置和广域网的互连问题。

第 9 章至第 16 章主要包括配置和管理园区网络、网络安全、无线局域网和光纤网络，Windows 2008/2003 网络服务器的安装和配置、VoIP、Linux 的安装配置和工业网络。

本书适合作为教材，注重于实践，配套以大量的实验项目，既可用在课堂上讲授，也适合自学使用。无论对于网络相关专业的本科生、专科生和研究生来说，还是对于社会职业化培训来说，都是一本理想的教科书和参考书，每一章后面给出的大量习题可以帮助巩固和复习所学知识。同时，对于网络研究人员和从事网络工程的技术人员来说，本书也不失为一本很好的参考书。

在本书的翻译过程中，我们参考了一些国外著名网络专著的中译本，在此向辛勤的译者们致谢。感谢张彦铎教授的帮助与指导，并为本书提出了宝贵的意见。感谢电子工业出版社的马岚老师的帮助指导和史鹏举编辑的大力协作，还要感谢本书的责任编辑周宏敏先生，她提出了一些很好的建议。这是我第一次与责任编辑如此密切地配合，我能够感受到她为这本书付出的辛勤劳动。

我们曾经期望将本书翻译成一本完全按照中文习惯来叙述的图书，虽然付出了极多时间和精力，最后仍未能做到这一点，但我们尽力做到叙述通顺、准确。另外，由于本书覆盖范围较广，某些领域是我们并不熟悉的，所以在翻译过程中难免有误，敬请读者谅解。若在使用本书的过程中，发现错误和不妥之处，或者有更好的建议，请发电子邮件至 xychensun@yahoo.com.cn，同时也恳请学界同仁批评指正，以期共同搞好网络教学。

译者

2010 年 5 月

前 言

本书从网络管理员的角度介绍一种全面理解计算机网络互连的视图。它指导读者从计算机网络的入门级知识的学习开始到以太网、路由器配置、TCP/IP 网络、路由协议、局域网、园区网再到广域网配置、网络安全、无线网络互连、光纤网络、VoIP、网络服务器、Linux 网络互连和工业网络的高级概念的理解。学习完本书，读者就能在计算机网络方面打下扎实的基础。

在多年的教学生涯中，据我观察学生所学知识只有经过亲身体验实践才能真正地掌握，然后他们才会准备好面对更多的挑战。

本书的目的就在于：除了向学生介绍各种网络互连知识，更多的是培养他们通过试验进一步理解相关技术，使他们的应用能力得到更进一步提升。

本书的组织结构

本书计划用于两个学期。建议在第一学期学习第 1 章至第 8 章。通过一个学期的学习，学生将理解基本的计算机网络和相关的硬件是如何连接起来构成网络的。其中包括对概念的理解和双绞线电缆、局域网互连、TCP/IP 配置、子网掩码、基本路由器配置及路由协议配置和广域网络互连的问题。

建议第二学期学习第 9 章至第 16 章——园区网络配置与管理、网络安全、无线网络和光网络互连。教师可以选择以下课题完成本学期教学任务：安装和配置 Windows 2008/2003 网络服务器、VoIP、Linux 配置和工业网络。

- 各章首先为读者清楚地列出了学习目的。
- Net-Challenge 软件提供一种易于实现的路由器仿真配置经验。本文中提供的练习以及教学资料包中的内容，均可用于指导完成某种路由器、网络配置任务。挑战(challenge)部分检验学生输入基本网络互连命令并建立路由器功能的能力，例如配置接口(以太网和串行)和路由协议(也就是 OSPF、BGP、EIGRP、IGRP 和 RIP 等)。软件外观及使用让人感觉实际上连接到了路由器的控制台端口。
- 书中采用的协议分析仪软件使用 Finisar Surveyor Demo。
- 在每一章中包含了例子，帮助读者强化对关键概念的理解及对主题的掌握。
- 关键术语及其定义放到各章后面以便查询。
- 每章的结束部分提供了全面的总结、习题以及评判性思考。

本书教学资料包

本书教学资料包包括 Net-Challenge 软件和 Finisar Surveyor Demo 软件、中文版电子课件(PPT)，需要者可从华信教育资源网 <http://www.hxedu.com.cn> 免费注册下载。

Net-Challenge：路由器仿真配置软件，为读者提供仿真、易得的路由器配置工具。

Finisar Surveyor Demo：协议分析仪软件。全书使用此软件分析数据流量，读者也可以捕获自己网络上的数据流量。

教师资源

《网络互连(第二版)》英文版教师手册：以 PDF 形式提供全书的教参内容，包括所有章节的注释，在每章中建议应该介绍的关键概念，以及所有章节中的习题、思考题答案。

针对 Net-Challenges 教师版 PDF 形式的解答和 18 个实验练习, 以及用来根据本书中提供的内容给出测验的测试数据。

以上教师资源的申请方式详见书末“教学支持说明”。

致谢

本书的编写得到了很多人的帮助, 在此向他们致以诚挚的谢意, 并真诚地感谢下列技术顾问:

- Holly Ricketts 为 Windows 2008/2003 服务器和计算机基础部分提供了帮助, Piyasat Nilkew 为路由配置和网络安全部分提供了帮助。
- Danny Bosch 和 Matthew Peralta 分享了他们在光纤网络和非屏蔽双绞线方面的专业知识, Abel Sanchez 分享了他在 Linux 方面的广泛知识, 在 Don Yates 的帮助下有了最初的 Net-Challenge 软件, 他还对工业网络部分给出了宝贵的建议。
- Byron Hicks 对配置、管理和故障诊断的相关章节提供了帮助性的意见。
- Todd Bowman (CCIE#6316) 指导我完成了路由协议、广域网、管理园区类型网络和网络安全挑战。

此外还要感谢许多过去和现在的学生对本书提供的帮助:

- Jonathan Trejo 和 Nate Murillo 设计了 Net-Challenge 软件, 并在 Adam Segura 帮助下拍摄了 CAT6 端接的步骤。在 Marc Montez、Carine George-Morris、Brian Morales、Michael Thomas、Jacob Ulibarri、Scott Leppelman 和 Aarin Buskirk 的帮助下完成了实验设计开发。在这里对他们的帮助表示衷心感谢。
- Aaron Shapiro 和 Aaron Jackson 协助测试了书中涉及的网络连接。
- Paul Bueno 和 Anthony Bueno 通读了本书的初稿。
- Finisar Systems 公司允许我将 Surveyor Demo 协议分析仪软件包含到本书教学资料包中。

感激下列评论家的优秀反馈: 得克萨斯州 DelMar 学院的 Phillip Davis, 北卡罗莱纳州 Carteret 社区学院的 Thomas D. Edwards, Editors & Training Associates 的 William Hessmiller, 加利福尼亚州 DeVry 大学的 Bill Liu 和得克萨斯州 DeVry 大学的 Timothy Staley。

感谢 Prentice Hall 的工作人员使得该项目成为可能: Dave Dusthimer 为我提供了出版本书第二版的机会, Vanessa Evans 帮助我愉快地完成了本书。感谢 Christopher Cleveland 和 Cisco Press 的所有人, 以及许多帮助编辑手稿的技术编辑们。

特别感谢我的家庭所给予我的持续不断的支持和容忍。

Jeffrey S. Beasley

关于作者

Jeffrey S. Beasley (杰弗里 S · 比斯利) 是美国新墨西哥州立大学工程技术系的教授。自 1988 年以来一直任教于该系, 并且是 *Modern Electronic Communication* (已出版至第九版) 和 *Electronic Devices and Circuits* (已出版至第六版) 的作者之一。详见 <http://web.nmsu.edu/~jbeasley/>。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 简介	1
1.2 网络拓扑	1
1.3 以太网	4
1.4 组建家庭网络	8
1.5 组建办公室局域网	15
1.6 局域网测试和故障诊断	18
1.7 计算机网络分析	20
术语表	24
总结	26
习题	26
第 2 章 物理层布线：双绞线	30
2.1 简介	30
2.2 结构化布线	30
2.3 非屏蔽双绞线	34
2.4 端接 CAT6/5e/5 UTP 电缆	35
2.5 电缆测试和鉴定	42
2.6 铜缆上传输的 10 Gbps 以太网	50
2.7 计算机网络故障排除	53
术语表	59
总结	61
习题	61
第 3 章 计算机基础	65
3.1 简介	65
3.2 计算机总线连接	65
3.3 设备驱动程序	68
3.4 计算机内存	71
3.5 FAT 和 NTFS 概述	72
3.6 配置 BIOS 启动顺序	73
术语表	74
总结	75
习题	75

第 4 章 局域网互连	77
4.1 简介	77
4.2 OSI 模型	77
4.3 网桥	79
4.4 网络交换机	81
4.5 路由器	88
4.6 局域网互连的路由器	91
4.7 自动协商配置网络接口	94
术语表	95
总结	97
习题	97
第 5 章 TCP/IP	101
5.1 简介	101
5.2 TCP/IP 的层次	101
5.3 数制转换	107
5.4 IPv4 的处理	112
5.5 子网掩码	114
5.6 CIDR 块	119
5.7 IPv6	121
5.8 分析计算机网络——FTP 数据包	123
术语表	124
总结	125
习题	126
第 6 章 路由配置概述	130
6.1 简介	130
6.2 路由器基础	131
6.3 控制台端口连接	135
6.4 路由器的用户执行模式	138
6.5 路由器的特权 EXEC 模式 (ROUTER#)	142
6.6 路由器接口的故障诊断	147
术语表	149
总结	150
习题	151
第 7 章 路由协议	153
7.1 简介	153
7.2 静态路由	153
7.3 动态路由协议	161
7.4 RIP——路由信息协议	162

7.5	IGRP——内部网关路由协议	167
7.6	OSPF——开放式最短路径优先路由协议	172
7.7	EIGRP——增强内部网关路由协议	177
7.8	配置 Juniper 路由器	182
7.9	TFTP (小文件传输协议)	188
7.10	分析 OSPF 的“Hello”分组	192
	术语表	193
	总结	195
	习题	195
第 8 章	广域网	204
8.1	简介	204
8.2	线路连接	205
8.3	帧中继	210
8.4	ATM	215
8.5	拨号接入	218
8.6	虚拟专用网络	227
8.7	广域网路由	235
8.8	因特网路由	236
8.9	分析网络数据流量	240
	术语表	243
	总结	245
	习题	245
第 9 章	园区网络配置与管理	248
9.1	简介	248
9.2	园区网设计	248
9.3	IP 地址分配和 DHCP	251
9.4	网络服务——DNS	254
9.5	网络管理	256
9.6	交换机/虚拟局域网配置	259
9.7	分析园区网的数据流量	267
	术语表	268
	总结	270
	习题	270
第 10 章	网络安全	273
10.1	简介	273
10.2	入侵(攻击者如何控制网络)	273
10.3	拒绝服务	278

10.4 防火墙和访问列表	279
10.5 入侵检测	285
10.6 分析不安全的数据包	285
术语表	288
总结	289
习题	289
第 11 章 无线网络	291
11.1 简介	291
11.2 IEEE 802.11 无线局域网标准	291
11.3 802.11 无线网络互连	296
11.4 蓝牙、WiMAX 和 RFID 技术	301
11.5 无线局域网的安全性	305
11.6 配置点到多点无线局域网: 案例研究	307
术语表	310
总结	311
习题	311
第 12 章 光网络互连	314
12.1 简介	314
12.2 光的性质	315
12.3 光纤衰减和发散	319
12.4 光学元件	322
12.5 光纤网络互连体系结构	327
12.6 系统设计和运行问题	332
12.7 安全	335
12.8 计算机网络故障诊断	336
术语表	337
总结	339
习题	339
第 13 章 IP 电话	341
13.1 简介	341
13.2 VoIP 基础	341
13.3 VoIP 网络	343
13.4 服务质量	346
13.5 VoIP 数据分组的分析	348
术语表	354
总结	355
习题	355

第 14 章 网络服务器	357
14.1 简介	357
14.2 安装和配置网络服务器	360
14.3 添加计算机、用户和组	367
14.4 设置组许可权限和策略	374
14.5 在基于 Windows 的 PC 上验证 “Network” 和 “My Network Places”	383
14.6 配置网络服务器的账户锁定策略	387
术语表	390
总结	390
习题	391
第 15 章 Linux 网络	393
15.1 简介	393
15.2 Linux 登录	393
15.3 Linux 文件结构以及文件命令	397
15.4 Linux 管理命令	406
15.5 向 Linux 添加应用程序	411
15.6 Linux 网络互连	415
15.7 Linux 的故障诊断系统和网络问题	420
15.8 管理 Linux 系统	425
术语表	429
总结	431
习题	431
第 16 章 工业网络	435
16.1 简介	435
16.2 工业网络概述	435
16.3 工业以太网	440
16.4 工业以太网协议	443
16.5 老的设备和控制器层总线	444
术语表	445
总结	446
习题	446

第1章 计算机网络概述

目的

- 解释各种局域网拓扑
- 定义网络互连协议的功能
- 描述以太网协议的 CSMA/CD
- 描述以太网分组帧的结构
- 定义网络接口卡的功能
- 描述网络互连设备的 MAC 地址的功能
- 讨论如何为计算机确定 MAC 地址
- 讨论 IP 地址基础
- 讨论配置家庭网络问题
- 讨论组装办公室网络问题
- 讨论局域网故障诊断流程
- 描述如何使用协议分析仪检验网络数据分组

1.1 简介

计算机用户日常会利用计算机收发、检索电子邮件、安排会议行程、共享文件、起草报告、交流图片、在因特网上查看当前拍卖品的价格，所有这一切都要求计算机能够访问各种网络以便共享资源。完成这些工作需要多种网络，它们可以是局域网、园区网、城域网和广域网。

本书为读者介绍一些实现现代计算机网络的技术。每章都会使学生必须尝试利用各种现代网络技术和方法去配置、分析计算机网络并排除出现的故障。本书教学资料包中有两个软件包，Finisar-Surveyor Demo 协议分析仪和专门为本书设计的 Net-Challenge 仿真软件。所有这些软件的强大功能可以为读者提供深入了解计算机网络的宝贵机会，并提供配置与排除故障的宝贵体验。

可以很便捷地连接到因特网上加上计算机系统成本的大幅度减少，使网络应用呈爆炸式增长。各种组织(如跨国公司、高校和政府机构)已获得大量的单用户计算机系统。这些系统可专用于文字处理、科学计算、过程控制以及执行很多任务的通用计算机。这就需要将这本地分布式计算机网络互连起来。互连能够实现用户与其他计算机网络成员交换信息(数据)。它还允许用户共享一些昂贵的设备，例如共享文件服务器和高质量的图形打印机，或许还可以为本地计算机不能处理的一些非常复杂的任务获得更强大的计算机。通常用来完成这种互连的网络称为**局域网**(local area network, LAN)，它可以让用户在有限的范围内共享资源的网络。

1.2 网络拓扑

局域网根据**协议**(protocol)和用于接入网络的**拓扑**(topology)定义。网络互连协议是为用户建立的交换信息的规则。拓扑是网络互连设备相互连接的网络体系结构。最常见的局域网体系结构为星形、环形和总线形，如图1.1所示。

使用**令牌环拓扑**(token-ring topology)配置的局域网实例如图1.2所示。在该拓扑中，将一个“令牌”(显示为 T)放置在数据信道中，让它围绕环进行循环，故此得名令牌环。如果用户想要传送数据，就必须等到计算机获得了令牌后才能进行。这项技术称为**令牌传递**(token passing)，是建立于 IEEE

802.5 令牌环网标准之上的。令牌环网是一个**确定性的**(deterministic)网络,这意味着每个连接到网络上的节点计算机是在一个固定的时间间隔内传递它们的信息。

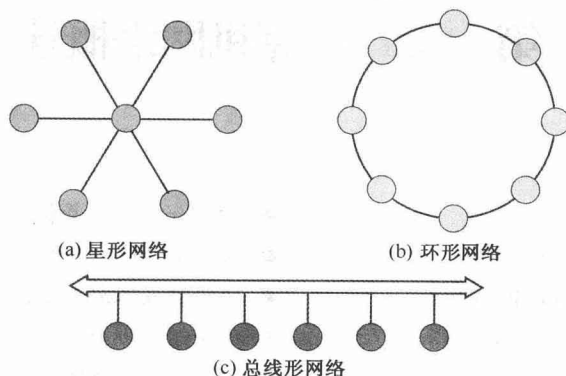


图 1.1 网络拓扑

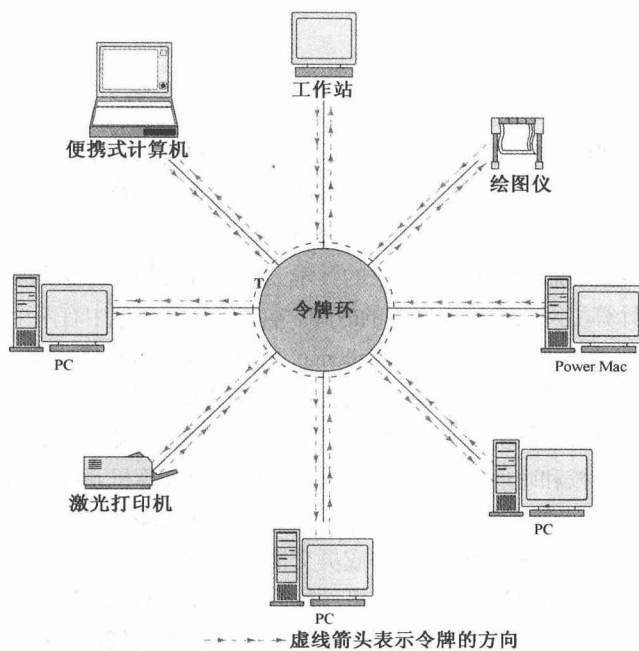


图 1.2 令牌环网络拓扑

令牌环系统的一个缺点在于,如果某个错误更改了令牌工作模式,就会导致令牌停止工作。此外,环网依赖于每个系统将数据传递给下一个用户。故障节点会导致数据停止传递。令牌环网的另一个缺点是从故障诊断和维护上来考虑的。如果任何一台连接到该网络上的计算机或设备要拆除或添加到该网络中,令牌环路径就必须暂时中断(路径中断)。这样将使网络陷于暂时瘫痪。改进过的令牌环网是将所有计算机连接到一个中央**令牌环集中器**(token-ring hub)上。这种装置专门用来管理令牌的传递,而不是将令牌简单地在环中传播,因此这种拓扑结构能提高网络的可靠性。

总线形拓扑结构(bus topology)如图 1.3 所示。在总线系统上计算机通过分享共同的传输媒介(同轴电缆, Thin Net)来实现数据传输。在这种拓扑结构中,同轴电缆做成环状连接到各种网络设备上以便于数据传输。

在总线拓扑网络中,所有局域网的数据都是利用一条公共的同轴电缆传递的。在图 1.3 中,如果计算机 1 要打印一份大型文件,该通信是在计算机 1 和打印机之间进行的。然而,在总线网络中,所有连接在网络上的设备都将看到计算机 1 的数据传输到打印机,其他的设备必须等待直至它们传输数据完成为止,然后才能开始传输自己的数据。如果在同一时间内有多台计算机的数据在网络上传输,数据就会毁掉,所以必须重发。也就是说,在总线拓扑中使用一条共享的同轴电缆会导致数据传输带宽的效率不高。这也是总线形网络很少用于现代计算机网络中的原因之一,但却不是唯一原因。

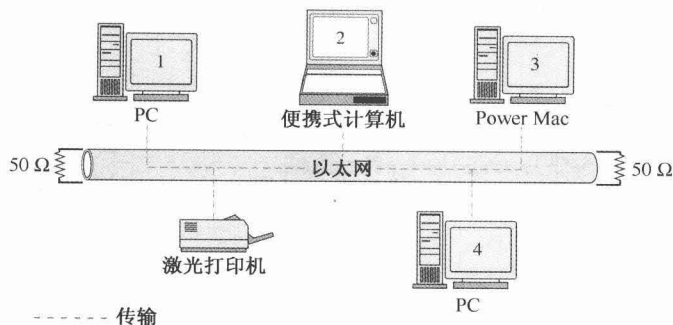


图 1.3 总线拓扑

星形拓扑(star topology)结构,如图 1.4 所示,在如今局域网中最常见的网络拓扑。双绞线电缆(参见第 2 章)的模块化插头是用来连接计算机和其他网络设备的。在星形的局域网中心连接了一台交换机或者一台**集线器**(hub)。这种连接的方式便于传递数据。例如,如果计算机 1 希望将数据发送到网络上的激光打印机,则可以利用集线器或交换机将它们连接起来。如果使用的是集线器,则计算机 1 的数据首先发送到集线器上,然后再转发给打印机。但是,集线器是一个**多端口的中继器**(multiport repeater),这意味着接收到的数据都要在所有连接到集线器端口的网络设备上**广播**(broadcast)。因此,集线器将向所有该网络上互连的设备传输计算机 1 的数据。如图 1.4 所示,在数据传输路径上,实的黑色箭头表示将数据传递给网络上的所有的设备。当计算机通信时,将局域网中所有的数据信息传递给各计算机,该方式类似总线形拓扑网络。事实上,尽管集线器将所有数据流量传递给连接在其网络端口上的设备,造成这些设备在大型网络上的使用受到限制,但是集线器有时可以很方便地用于速度高的小型局域网中。

为了减少不必要的数据流量和隔离部分网络,**交换机**(switch)可以用来作为星形网络的中枢,如图 1.4 所示。网络上的设备(如计算机)都有一个硬件或物理地址(该概念将在 1.3 节进行详细的介绍)。交换机存储了连接到其各个端口上网络设备的硬件地址。储存的硬件地址使得交换机上直接连接的两台设备直接通信,而不需要在整个网络上广播数据。

例如,如果用交换机代替集线器,那么计算机 1 上的数据直接传送到打印机,但其他计算机却没有看到该数据。交换机的传输路径用虚线表示,如图 1.4 所示。使用交换机进行连接大大提高了网络带宽的工作效率。它允许局域网中相关的设备彼此间可以同时通信而不必担心彼此占用网络资源。例如,计算机 1 正在打印大型文件,此时计算机 5 和 6 可以相互通信,如图 1.4 中虚线所示。在星形局域网中,为了排除故障和维护网络,去掉其中的任何一台计算机都不会给网络带来不稳定的影响。此外,在星形局域网中将集线器升级成交换式拓扑不需要更改电缆设施,因此最小化了停时间和费用。

另一种拓扑结构是**网状拓扑**(mesh topology),如图 1.5 所示。在这种拓扑结构下,所有的网络设备彼此直接相连。这样就以牺牲成本为代价为网络数据路径提供了完全的冗余。额外的数据路径会增

加布线的成本,而且增加网络硬件的成本(例如,网络上的每台设备使用多个端口连接到网络上)。这种拓扑结构适用于高可靠性的应用,但对于一般的网络互连应用来说并不适合。

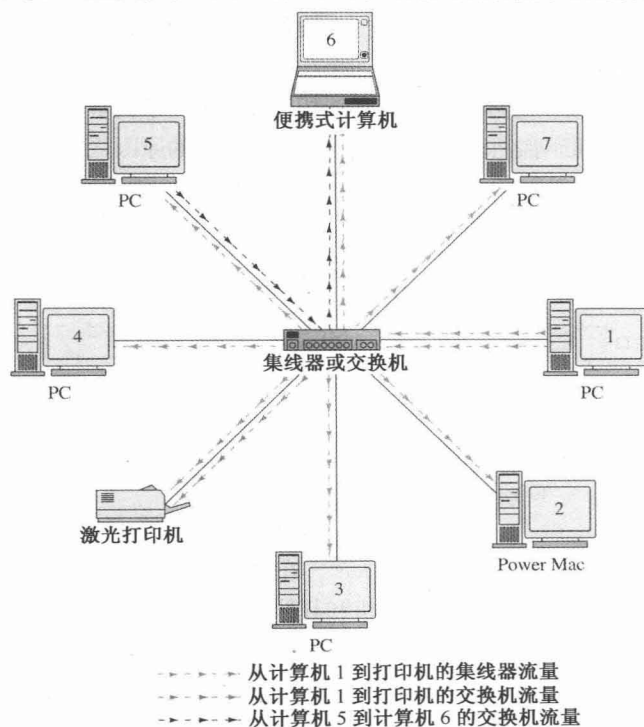


图 1.4 星形拓扑

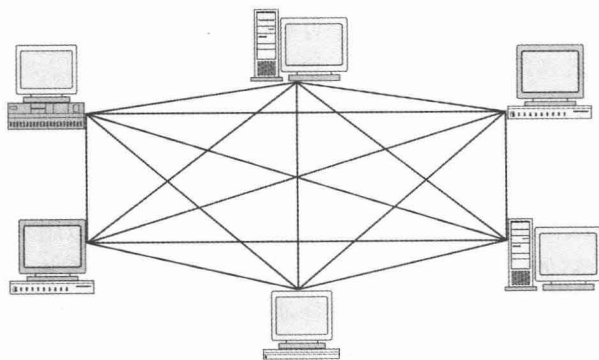


图 1.5 网状拓扑

1.3 以太网

在大多数现代计算机网络中所使用的网络互连协议是以太网,它是一种用于局域网的 CSMA/CD 协议。它诞生于 1972 年,并在施乐、DEC、英特尔公司的共同努力下,于 1980 年为协议制定了完整的规范。CSMA/CD 表示载波监听多路访问/冲突检测。事实上,一台计算机在以太网上进行通信,它第一步是监听网络上有没有其他数据传输(载波监听)。也就是说,任何一台连接到以太网上的计算机都可以监听数据流量,并且任何计算机都可以多点接入。有时两台或两台以上的计算机同时尝试进行广播通信,因此要求以太网系统必须有能力来检测数据的碰撞(碰撞检测)。