



WILEY



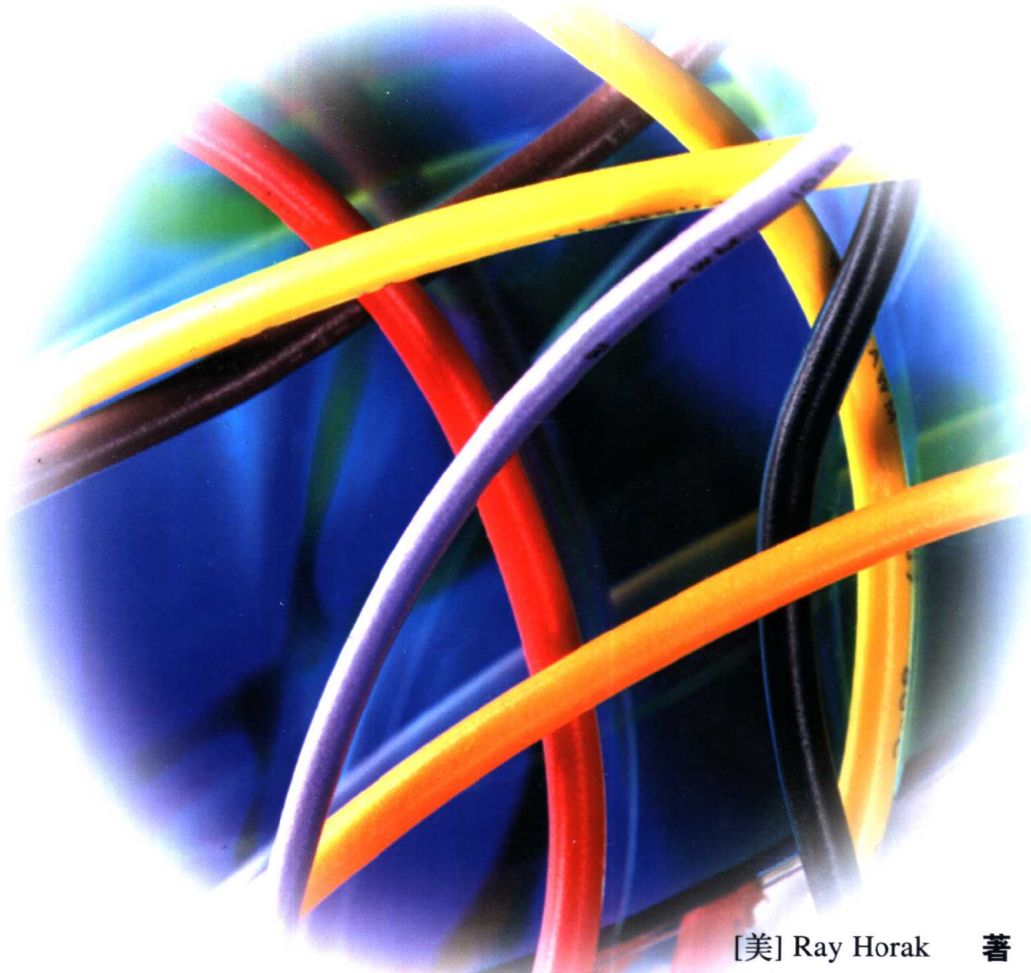
万水计算机核心技术精解系列

通讯系统与网络

(原书第三版)

Communications Systems and Networks

3rd Edition



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

[美] Ray Horak 著

杜大鹏 龚小平 管英强 穆迎露 等译

杜国梁 审校

万水计算机核心技术精解系列

通讯系统与网络

(原书第三版)

[美] Ray Horak 著

杜大鹏 龚小平 管英强 穆迎露 等译

杜国梁 审校

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书描述了今天的通讯系统和网络——语音、数据、视频和多媒体——并解释了这些方面是如何进化及融合的。《通讯系统与网络》一书使用通俗易懂的语言解释了所有的技术基础知识,并在书中讨论所有内容,同时强调标准、监管以及真实世界中人们对传统的、当代的和正在出现的技术的不同看法。第三版还包括了有关最新的宽带和无线网络的内容。不管读者是一位想要获取某些观点的网络专业人员,还是只想了解当前的越来越多的网络世界的人,本书都是读者所需要的并能够从中获得正确知识的一本书。

本书可作为从事通讯和网络技术与开发人员的有益读物,虽然有些内容与美国国情有关,但对我国当前现实也有一定的参考价值。此外,有志于加入这一领域的初学者和其他人员也可从中获益。

Original English language edition Copyright © 2002 by Ray Horak. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

原始的英文版本由 Ray Horak 于 2002 年注册。版权所有。不得对本书的部分或全部进行复制。本书的翻译经 Wiley Publishing, Inc. 授权。

北京市版权局著作权合同登记号: 图字 01-2003-2028

图书在版编目(CIP)数据

通讯系统与网络/(美)霍勒克(Horak, R.)著;杜大鹏等译. —北京:中国水利水电出版社, 2003

(万水计算机核心技术精解系列)

ISBN 7-5084-1478-0

I. 通… II. ①霍… ②杜… III. ①通信系统 ②通信网 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 026057 号

书 名	通讯系统与网络
作 者	[美] Ray Horak 著
译 者	杜大鹏 龚小平 管英强 穆迎露 等
审 校	杜国梁
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn (万水) sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1000 毫米 16 开本 39.125 印张 850 千字
版 次	2003 年 4 月第一版 2003 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	64.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

译者序

“科学技术是第一生产力”。这个英明论断在高科技技术——通讯和网络方面体现得淋漓尽致。近十年来，由于通讯和网络方面的技术进步及其商业化，推动了美国和全世界经济的高速发展。但事情都有两面性，再好的事如果过了头，也会走向其反面。由于在通讯和网络方面的过热，又致使全世界的经济陷入了低谷。2001 年因特网经济泡沫破灭，网络公司掀起了倒闭潮。而今年无线 3G 冷却，致使全世界上千亿美元 3G 执照拍卖费打了水漂，世界上的大型通讯公司不少都被没有回报的支出拖垮了，不得不申请破产保护。真乃“成也萧何，败也萧何”。虽然如此，但当代的人们享受着技术进步带来的生活质量的变迁，这却是无可否认的。

《通讯系统与网络》一书介绍了有关通讯和网络技术的各个方面，本书所涉及的历史事实（美国）最新的是 2002 年 4 月发生的，当时书还在写作，然后出版、引入中国，至年底译本翻译完成。由此可见本书是一本内容与时间赛跑的书。

本书的翻译难点不在语言和技术，而在于技术术语。书中大量使用各种技术术语及其英文缩略语，这不但是翻译时难以处理的，即使是阅读也可能成为拦路虎。幸好本书后面有个附录，其中列出了书中出现的缩略语及其全称，译者已尽最大努力使之翻译得尽量准确。希望读者在阅读本书时，如遇文中未注明全称的术语，可翻到书后，按字母顺序查找一下。

有关缩略语的翻译问题还要说明一点。通讯与网络术语时不时地见诸报刊，有些可谓耳熟能详。例如，CDMA、GPRS 等，以前者为例，有的文章不仅给出了 CDMA 这个英语的缩略语，还注出了中文译文，常见的译法为“码分多址”。可以设想一下，一个普通读者，看到“码分多址”与看到 CDMA 有什么差别吗？可能没有。“码分多址”并不比 CDMA 多携带信息量。CDMA 的英文原文是“Code Division Multiple Access”，译者觉得，按英文原文翻译成“代码划分多路接入”更好一些，“码分多址”至多只能看作是“代码划分多路接入”的中文缩略语，正如将“科学研究”简写成“科研”一样。不过“科研”已经约定俗成，人们一看便知其意，但“码分多址”却不行。有鉴于此，译者在译文中不使用常见于报刊中的中文缩略语，而按英文原文译出其全称，但在“附录”中除译其全称之外，其中文缩略语也一并附上，以便读者与已有知识加以对照。

杜大鹏、龚小平、管英强、穆迎露等参加了翻译工作，其中，杜大鹏翻译了第 1 到第 5 章及附录，龚小平翻译了第 6 到第 9 章，管英强翻译了第 10 到第 12 章，穆迎露翻译了第 13 到第 15 章。全书由杜国梁审校并统稿。参加本书其他工作（录入、打印、校对等）的有魏全宇、梁国珍、杜墨、梁大伟、马相生、刘发来、董明、迟春和杨天华等。没有这些人的共同

努力，要想在如此短的时间内完成这样大部头的书稿的翻译工作是不可能的，在此对这些人
为本书所作出的贡献表示感谢。

译者

2003 年 2 月

咨询编辑序

人们或许已经看到了，电讯技术的面貌变化得越来越快了。计算能力增加得如此迅速，以至于使得某些平台技术的退化速度要以月计，而不能用年。在通讯前沿的高速技术，如 ADSL、ATM 和电缆调制解调器以及卫星链路技术等已经代替了较为传统的拨号或租用线路（如 T1 线路），这些技术已经支撑数年了。

这些变化有些是好消息，有些可能是坏消息。好消息是，在过去几年中，计算和通信的性价比已经有了大大的提高。坏消息是，随着这些技术的进步，对网络管理人员的挑战正在同比例地增加。（有些人可能认为挑战的增加比技术变化要快！）但在任何情况下，我们中的大多数人都必须努力跟上技术的前进步伐，有时我们甚至不知道，这一简单目标是否可以达到。

除了技术问题之外，在全球技术部门内持续多年存在着经济不确定性。许多网络管理人员不得不面对预算缩减和裁员——这种情况越来越多，但有助于改善这种状况的资源却越来越少。扩展个人的知识基础可呈现更为光明的前景，而这也是避免解雇的重要的一招。

为了解决这一问题，Ray Horak 的本书（《通讯系统与网络》）中提出了网络管理人员、设计人员和管理员所面对挑战的解决方案。Ray 提供了准确而完整的使得我们的商业通讯策略适应于将来需求的一章一章的技术讨论。在这一部集粹式的著作中，Ray 提供了有助于应对挑战时期的知识。我认识 Ray 已经很多年了，我和他是很好的朋友。他在业界是一位受尊敬的经验丰富的咨询人员。毫无疑问许多读者已经阅读过他在杂志上发表的文章或是研究报告，或者是聆听过他主讲的优秀讲座。本书试图将其深广的经验溶入这本印刷形式的书本中，而“缺少”的只是其较重的得克萨斯口音！

我们期望，在迈向令人激动的融合了通讯和计算技术产业的旅程中，将没有什么“内存不足”，也不需要“封包重发”，有的只是价值不断增长的“股票”资产。在这个旅途中，请不要忘记在旅行包中带上这本书作为行路指南。

mark@diginet.com

2002 年 6 月

序（Harry Newton 作）

在过去 20 年间，长途线路的成本下降了 90%。线路的速度提高了数百倍。在提供低成本的普遍存在的线路上，电讯业的成功已经超过了人们最乐观的预期。

现在又迎来了令人激动的时代：创建我们能够用得起来的新应用。在过去几年中，我们已经看到了一种模糊的概念，特别是那些基于 Web 和 Internet 的应用。但是在主要方面，仍然是小带宽的应用。当然这是不得已而为之的。大多数人仍然使用电话线拨号上网。但这种情况正在发生变化。

人们对于宽带多媒体数字应用时代的到来是欢迎的。这就意味着宽带加多媒体加数字。让我稍加解释。

“宽带”通常意味着质量像样的视频。视频对于现在大量的越来越用得起来的应用，如监控、远程病人护理、设计协作、远程学习、电影和远程推销（休假、房地产、虚拟展览等）来说是非常适合的。

“多媒体”部分增加了应用的重要维度，多媒体增加了视频数据库的品质，将数据库信息与视频结合起来。简单的一条信息是一个动作何时出现。更为复杂的信息可以是录像带逐条记录的收款机发票内容。信息还可以是通过宽带连接远程访问的病人体温、脉搏和其他重要的症状。

“数字”部分意味着，宽带多媒体数字应用用数字编码、以数字方式保存并用数字方式来访问。现在拿监视应用为例加以说明。自动取款机顾客反映说，机器少给了他\$100。这时就可将视频数据库放给顾客看。“难道这不是你吗？我看到机器数给你 5 张 100 美元钞票。我认为你说你只收到 4 张，是不是搞错了？”

大多数超市的偷窃活动都是通过收款员与通过出口的同伙共同作案的。收款员记录下的物品比购物车中的物品少得多。用多媒体宽带数字应用可解决这一问题。如果将这种损耗减少一半，则超市的收益会加倍。

使用宽带多媒体数字应用程序，可以扩展人们的生活、丰富人们的生活，给人们以娱乐。不久，房屋将连接视频和音频服务器，与广阔的世界范围内网络连接在一起并服务于家庭定制的娱乐和专门教育。

到目前为止，我们利用通讯所作的一切只是一个开端。请等待正在到来的第二阶段。不管是有线的还是无线的，这本优秀的书籍都会对人们有所帮助。

又及：Ray 是《Newton's Telecom Dictionary》（牛顿电信字典）一书的特约编辑。他为该字典编写了最难的词条释义。本书和那本字典合用是最理想的。

Harry@HarryNewton.com

2002 年 6 月

Harry Newton 是畅销书《Newton's Telecom Dictionary》（牛顿电信字典）的作者，而且是许多有名的电讯和网络技术杂志的奠基人。

作者简介

Ray Horak 是一位国际知名的作者、专栏作者、讲座主讲和顾问。除编写了本书之外，他还为各种主要出版物写作了 100 多篇文章，为《CommWeb》杂志主持半月一次的专栏，他是《Newton's Telecom Dictionary》（牛顿电信字典）一书的特约编辑，还是几种业界领先的技术期刊的编辑顾问委员会成员。Ray 每年都要在数千人次的通讯专业人员面前演讲，既有美国的也有来自世界各地的。作为一名作者和主讲，他的以通俗易懂的英语和讲述常识的风格，外加上较多的幽默感讲解最复杂的技术问题的能力是人所共知的，这种风格使其讲述的内容更易为人理解。

Ray 的有关网络世界的 30 多年的经验是自 Southwestern Bell Telephone Company（南方贝尔电话公司，现在是南方贝尔电话通讯公司[SBC Communications]的一部分）开始的，该公司当时是 AT&T Bell System（现在已不复存在）的一部分。在其 Bell System 公司的 9 年生涯快结束时，Southwestern Bell 将他借给了 AT&T 公司（现在此公司还与老 AT&T 公司有某些相似之处）和 Bell Telephone Laboratories（贝尔电话实验室，即现在的 Bell Labs），但他在那里并不合适。接着 Ray 在 CONTEL（后来被 GTE[General Telephone and Electronics Corporation，通用电话与电子设备公司]购并，而 GTE 后来又与 NYNEX 一起合并到 Bell Atlantic[贝尔大西洋]公司，而最终又改名为 Verizon），在那里他创建了几个成功的公司，这些公司或卖掉了或与其他公司合并了。当 CONTEL 不能进一步发展时，他转到软件公司工作，渡过了一段艰难时期。最后他不顾一切地靠自己谋生，创建了 The Context Corporation 这间独立的咨询公司。这间公司的业绩非常好，以至于从此独立起来。Ray 期望着不断的成功，因为他认为他已经自己当老板如此长的时间，以至于他已不再适合受雇于别人了，这种生活对于他来说感觉很好。借用并修改 Groucho Marx 的话，Ray 声称他不想为低估他的能力的任何公司工作。他还声称，他同样不会为他所工作过的公司不再存在的事实负任何责任。

Ray 在 CONTEL 工作期间认识了他的心爱的妻子 Margaret。他们失去联系多年，但 1990 年通过他为《Teleconnect》杂志写的文章两人又再次结合，这一事实证明了他在写作上的技巧。Ray 和 Margaret 声称他们是地球上的两位最快乐的人。

以下是 Ray 的通讯地址和联系方式：

Ray Horak, President

The Context Corporation

1500A East College Way, PMB 443

Mt. Vernon, WA 98273

Tel: 360.428.5747

Fax: 360.416.3378

E-mail: ray@contextcorporation.com

前 言

我是柏林的民用建筑工程专业的学生。柏林是一座优美的城市，对于一位学生来说，那里有许多以合适方式渡过时间的机会，例如与一位美丽的姑娘在一起。但是，相反我们却不得不进行大量而烦人的考虑。

Konrad Zuse, 1910。

我们中那些涉足通讯技术多年的人已经目击了真正革命性的转变。随着技术变得越来越复杂，前面说的“大量而烦人的考虑”甚至变得量更大且更烦人。而且，老式的语音网络从 19 世纪到 20 世纪 60 年代几乎一成未变——阿列克山得·格拉哈姆·贝尔可能早已清楚地认识到并完全理解这一点。但是到了第二次世界大战期间，令人感到新技术开始大量出现。无线电系统开始出现，为电子计算机系统的出现打下了基础。其后不久，真正的计算机系统开始出现，计算机联网的需求变得明显。随着时间的推移，网络本身逐渐变得计算机化。在 20 世纪 40 年代期间，光学纤维传送系统的开发也有了一定的基础，光纤可在长距离上传送不可思议的大量信息，而且信息非常清晰。虽然视频会议系统只在最近几年才进入实用阶段，但 20 世纪 60 年代已经开始出现。随着以太网技术的开发并标准化，局域网络（LAN）出现在 20 世纪 80 年代。

在过去的 20 年间，基础系统和网络技术的开发速度明显加快，其程度达到了令最机敏的技术人员都难以跟上其变化的步伐，更不用说其深度与广度了。铜线已经让位于玻璃光纤。信息以封包、帧和蜂窝的形式移动而不是通过连接连续地在网络间流动，有时还不需要连接。数据支配一切，但是，现在除了传统的数据数据，数据还包括语音数据、视频数据、图像数据，甚至还有多媒体数据。网络不仅连接电话和计算机，而且本身也变为计算机的网络。无线网络技术不再只是有线网络的补充，而且在许多应用中有线网络现在正受到无线网络的挑战，特别是那些便携性和移动性有利的地方。事实上，现在世界上蜂窝电话比有线电话还多。监管已经让位于解除管制，特别是 1996 年的电信法案（Telecommunications Act of 1996），虽然现在有了几个监管和立法的倡议，可能会重新管制在美国的电信公司的网络要素。垄断的公司已经为了不断增加的竞争利益被分拆开来，当管理当局确信市场才真正是最好的监管者时，才能在变化了的状态下重建。竞争实际上在通讯世界的每个领域里变为普遍存在，由此带来了多种选择、改善的性能、更大的创造性、提高的技术、成本降低和在更大范围内选择的内在好处。CATV（社区天线电视）提供商已经进入了竞争，通过电缆系统代替娱乐性的电视，提供语音服务和 Internet 接入。Internet 已经商业化，而且现在实际上已经伸展到世界的每个角落，代替较为传统的通讯手段，甚至威胁到较传统的语音和数据网络。底层的 Internet 技术和协议已经变为下一代网络的基础，下一代网络要取代已经服务于人类 100 多年的电路

交换网络。声音、图像、动画，甚至视频剪辑都可与电子邮件附着在一起，这种技术只是最近才为大众所用，而不只是为技术精英所用。正在开发中的语音网络技术可以在讲话时实时地翻译语言。

本书给出了广泛范围内的通讯系统和网络方面的既深且广的描述，其中包括语音、数据、视频和多媒体。本书用通俗易懂的语言写成，为了理解通讯系统和网络技术以及其起源和进化、所服务的应用，而提供常识性的解释。另外，本书讨论了许多相关标准的起源、进化和本质，探索了其余的标准问题。本书还提供了法规的演化和当前状态的概况，考察了许多有待解决的重要法规问题。从基本概念到语音与数据网络的趋同以及信息高速公路（Information Superhighway），本书为那些需要理解通讯联网的人提供了单一的信息来源。有关伏特、安培、欧姆、算法和类似内容放在随后的另一本书中，从而“编织”出理解当代和将来应用底层中的复杂的技术集的“织物”来。另外，本书作为语言初级读本，在电讯语言的词汇和句法方面提供了简短的教程——读完本书之后，读者将会熟悉电讯技术语言。最后，读者将理解网络工作原理以及为什么会如此。

本书是如何组织的

本书有 15 章，其中每一章着重相关的电讯技术和应用的某些方面，目光放在对合理的通讯需求开发有意义的和有成本效益的解决方案。总体来说，本书是对网络世界的起源、当前状态和可预见的未来的论述。随着本书“编织”着总体“故事”的各个部分，读者最好一页一页地读下去。而且对于那些没有耐心或是高度注意某一领域的读者来说，他们也会发现本书的每一章都能独立存在。

前几章为理解系统和网络的基本性质提供了基础知识。第 1 章提供了一系列基本概念和一系列适用于通讯和网络方面的相当通用的定义。第 2 章提供了对包括双绞线、同轴电缆、微波无线电、卫星无线电、自由空间光学（Free Space Optics, FSO）和光纤光学等在内的有线的和无线的传输系统原理的详细解释。每种传输系统都详加解释并与其他系统加以比较和对比，其中包括一系列的评论内容。

第 3 章专门讨论基于建筑物的通讯系统，虽然这些系统正在对数据甚至视频通讯提供越来越多的支持，但主要还是支持语音应用的。本章以考察几代专用小交换机（Private Branch Exchanges, PBX）及其功能和应用以及正在出现的趋势开始。然后考察按键电话系统（Key Telephone Systems, KTS）、混合系统和仍然没有退出应用的老式备用的集中式用户交换系统（Centrex）。本章以对计算机电话学（Computer Telephony, CT）和新发展起来的可在处理和管理语音呼叫上提供巨大价值和效率的客户/服务器系统的考察上结束。

第 4 章专门讨论电子通信技术和系统，其中包括传真、语音处理和电子邮件。这些技术正在融入统一的一套通信系统中，如果不是统一的信息流的话，最终要融入统一的一套通讯系统中。确实，我们已经在 Internet、World Wide Web（WWW，万维网）以及下一代基于 IP

的网络上看到了这种统一的开端。

第 5 章提供了语音网络的基本知识。重点放在常规的公众交换电话网 (Public Switched Telephone Network, PSTN) 上, 主要讲述传统语音网络的起源、演化和当代的本质。底层技术、规章和标准域、运营商/服务提供商域以及功能域等, 所有这一切都要加以讨论。本章还要定义管理和控制各种网络元素的操作以便保证整体的网络功能的信令传输和控制系统的本质和细节。本章还定义并说明了广大范围内的语音网络服务, 以对一系列关键的 PSTN 问题讨论而结束, 其中包括编号计划管理、号码移植性、对等接入和基于 IP 的语音网络发展的影响等。

第 6 章开始讨论数据通讯, 重点是一系列基本概念。数据终端设备、数据通讯设备、通讯软件和网络作为数据通讯网络内的不同的功能域加以解释。协议既作为概念也作为某种特定的基本示例加以解释。重点放在 TCP/IP 协议组上, 这组协议在网络的各种叙述上都可以发现。另外, 也讨论了一系列数据通讯协议的主要元素, 提供了特定的示例。本章还考察了网络结构, 重点集中于诸如 OSI (Open Systems Interconnection, 开放系统互联) 参考模型一类的分层操作模型上, 这种模型建立了互连接性和互操作性的基本框架。接着讨论了各种有影响的标准组织, 以讨论安全问题和技术结束本章。

第 7 章重点放在以语音网络模型为基础的常规数字和数据网络上。在专用和公众数据网络的内容中讨论了专用和电路交换网络。以粗略的部署顺序提出了特殊的数据网络选项, 其中包括 DDS、Switched 56 和经典的虚拟专有网络 (Virtual Private Networks, VPN)、T-载波和 E-载波、X.25 和封包交换以及 ISDN。虽然这些网络选项 (例如 T-载波和 ISDN) 也支持语音和视频通讯, 但它们特别是以对广域网范围内的数据通讯的支持而出名的。

第 8 章要从传统的广域网返回来探索局域网 (LAN) 内容, 局域网的概念最早是在 1973 年表达的。第一个 LAN 标准发表于 1982 年, 从那时起, LAN 就逐渐地成长起来。本章要借助于基本概念来定义局域网, 诸如可接受的传输介质、物理和逻辑拓扑、基带与宽带的对比以及介质访问控制等。本章还讨论了局域网络和网间装置, 其中包括集线器、网桥、交换机、路由器和网关。在客户/服务器的内容上讨论了网络操作系统 (Network Operating Systems, NOS), 讨论了局域网网间的互联原理, 重点放在 TCP/IP 协议组上。本章以相对较新的发展而结束, 其中包括虚拟 LAN (VLAN)、远程 LAN 访问、高速 LAN 技术和标准, 如 100BaseT 和吉位以太网 (Gigabit Ethernet, GbE) 以及存储域网络 (Storage Area Networks, SAN)。

接下来的两章叙述了宽带网络, 即通讯的高速未来。第 9 章专门讨论正在建立的支持宽带网络的物理基础。开始时重点放在最近发展起来的局域环路技术, 既包括有线的也包括传统双绞线无线的替代; 对 xDSL (generic Digital Subscriber Line, 通用数字用户线路)、无线本地回路 (Wireless Local Loop, WLL) 和被动光学网络 (Passive Optical Networks, PON) 这些最新的进展给予了深入的讨论。本章还详细地讨论了可能是宽带无线网络的终极技术的 SONET (Synchronous Optical Network, 同步光学网络) 和 WDM (Wavelength Division Multiplexing, 波分多路技术) 光纤。第 10 章着重讨论帧中继、交换多兆位数据服务 (Switched

Multimegabit Data Service, SMDS) 和异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 形式的宽带快速封包网络。通过考察宽带 ISDN (Broadband ISDN) 和高级智能网络 (Advanced Intelligent Networks, AIN) 来描述宽带联网的未来。

第 11 章探索了无线通讯领域, 但并不是诸如微波和卫星一类的传统传输系统, 而是特殊的另一种网络。考察的流行应用包括专门的移动无线电 (Specialized Mobile Radio, SMR)、封包无线和无线局域网。简略地描述了作为无线通讯未来的近地轨道 (Low-Earth Orbiting, LEO) 卫星。

第 12 章概述了 Internet, 事实上, Internet 已经成为信息高速公路的第一个版本。简述了因特网的起源及其基本特性和结构, 详细讨论了 TCP/IP 协议组, 解释了 QoS (Quality of Service, 服务质量) 协议和机制。Internet 接入选项和设备以及成本都有描述, 此外还讨论了法规和安全问题。提供了一个较为有趣和合理应用的示例, 其中特别注意了 World Wide Web (WWW)。

第 13 章提供了一种对视频和多媒体系统和网络的观点。视界的增加大大地改善了通讯, 虽然这对网络支持提出了更高的要求。由于视频和多媒体网络的高容量以及宽带网不会全面部署, 有成本效益的应用仍然很少。未来正向我们招手, 而且未来包括视频和多媒体。

第 14 章强调网络融合, 即声音、数据、视频和娱乐结合的网络。随着联网世界变得不受约束, 而用户的胃口越来越难以满足, 许多公司都在试图满足用户的“饥渴”上展开竞争。本地交换运营商 (Local Exchange Carriers, LEC) 和局间交换运营商 (Interexchange Carriers, IXC) 被许多人认为是合乎逻辑的提供者。然而这些技术正在受到社区天线电视 (Community Antenna Television, CATV) 提供商、数据运营商、电能提供商和其他传送声音、数据视频、娱乐和其他服务的提供商的挑战。最近 Internet 电话服务提供商 (Internet Telephony Service Providers, ITSP) 正在建设网络以便通过 IP 传输声音和传真; 这些正在出现的 VoIP 和 FoIP 网络许诺比电路交换前身有更高的效率和更低成本。各种资助在数量上是巨大的, 因为最终结果会改变网络世界的未来。本章还讨论了现状、存在问题和可能的结果。

第 15 章围绕着网络领域描述了法规的概况, 既包括美国国内也包括国际范围。按照主要的立法、司法和代理事件的踪迹来讲述法规的起源、演化和现状。特别在因特网和网络融合的相关内容中叙述了当前的法规问题, 重点在于解除管制方面。

最后有两个附录。第一个附录是本书中提到的每一个缩略语的完整清单, 其中有数百个缩略语。可把此附录看作为秘密的解码“戒指”。其中还向读者提供了在高度详尽的索引中找出道路的工具, 因为在此附录中没有列出缩略语的隶属关系。在索引中以术语本身的全部拼写的顺序列出。第二个附录是被认为有关的所有制定标准的实体和特殊兴趣团体的全部清单, 列表中的每一项包括写作本书时最新的完整联系信息。

第三版中的新内容

这个第三版不只是 1996 年出版的第一版和 1999 年出版的第二版的更新而已。在这些年

间，出现如此众多的新技术，以至于本书几乎是重新编写而不只是更新。虽然基本概念在过去 100 年间仍然没有多少改变，但有数千个伟大的科学家已经把这些概念提升到可挑战想像的地步。前两版仅仅提到的许多技术，现在都已经商业化甚至已经得到广泛的应用。由于这一原因，3 年前其中某些技术可能还不存在。在这种内容中，可举的示例包括密集波分多路技术（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）、自由空间光学（Free Space Optics, FSO）、被动光学网络（Passive Optical Networks, PON）、客户/服务器 PBX、IPv6、100BaseT、吉位以太网（Gigabit Ethernet, GbE）和 10GbE、电缆调制解调器、数字用户线路（Digital Subscriber Line, DSL）、2.5G 和 3G 无线网络、有 Internet 功能的手持设备以及近地轨道（Low Earth Orbiting, LEO）卫星。

其他技术，如帧中继（Frame Relay）和异步传输模式（Asynchronous Transfer Mode, ATM），已经大大地进步并在市场上取得了成功。Internet 和 World Wide Web（WWW）已经进化到与 1996 年版本没有什么相似的地步。而 QoS 机制加强了 TCP/IP 协议组，给予 VoIP 以现实的实用的推进。

笔者还从第三版中取消了几个内容。笔者没有包括有关统计数字和预言，因为在这激烈变化的年代，这些已经没有什么确定性。笔者还大大地消减了特定公司和产品方面的参考文献，但那些笔者感到某些文献有历史参考价值或是可作为特定概念的示例的除外。还是那句话，我们所在的时代变化太激烈。公司和产品来来去去得太快也太不可预见。

感 谢

我是两样东西的收藏爱好者：文档和可信赖的朋友。 Muriel Spark, 1992 年履历表“引言”中的话。

笔者将本书的成功归功于那些使本书第三版成为现实的人，是他们在知识、经验、专门技术、时间、精力和技术资源方面给予其以无私的帮助。

本书随着笔者的公众讲座的课程手稿而开始并继续发展，这些讲座是作为“Network World”的技术讲座系列的基础而由其发起的。“Network World”的 Bill Reinstein 在 DigiNet Corporation 公司的 Mark Miller 的鼓励下，有勇气从高度成功的模型开始，进一步发起了一系列有关网络要点方面的讲座。其结果形成了目的为向新一代通讯专业人士介绍数据通讯及其底层技术的讲座。在此过程中我们自己也获得了知识更新。Bill Reinstein、Deb Mahler 和 Bill Bernardi 促成了笔者在“Network World”的讲座。他们是主要的，笔者总是对他们感激不尽。

另外，Mark Miller 在第一份讲座手稿中就看出了可出一本书。由于第一次写作，写作《通讯系统与网络》一书的第一版时几乎将我累死。我认为第二版和其第三版情况可能会好些，但是并非如此。在这些年中，许多技术及其应用和服务提供商变化得太大，以致处于人们都难以认识他们了。同样法规环境也发生了变化。本书浓缩了我在 30 多年间积累的知识和经验，也浓缩了我的专业同事们（幸运的是，他们也是我的朋友）的上百年的知识和经验，其中还有其他人所写的上千篇访问和几十本书的精华。我是论文的收藏爱好者，我要永远感谢那些将其思想和经验写在纸上或放在 Web 上的人。

Mark Miller 在开展此工作时是无价之宝。作为咨询编辑，他无私地将其无与伦比的技术专长奉献出来，保证了本书的绝对完整性。Mark 在本书上署了名，由于他坚持技术的完美性，这令我感到十分骄傲。他的几十本出版的书籍在业界是最受人尊敬的，而且在写作本书中，他善意地允许我从这些书中吸取了大量的知识。谢谢你，Mark，感谢你的友好、指导和技术成就。Rick Luhmann 是技术编辑，在广泛的技术和应用领域中提供了大量的指导意见。Rick 或许是与计算机电话学领域中的任何人一样地知识渊博，而且他还是位多产的作者，对技术的应用方面具有不可思议的判断力。谢谢你，Rick，感谢你的诚实的友谊和多方面的帮助，以及突发奇想的幽默感。T.S. Eliot 曾经说过：“大多数编辑都不能成为作者，但大多数作者也当不了编辑。”他没有想到 Mark 和 Rick，这两位写作上的成功却使其成为较好的编辑，接着这两位又让我成为较好的作者。

本书第三版的项目编辑是 Wiley Publishing 出版社的 Kevin Kent，他也对我相当不错。尽管本书交稿日期迫近，而当时我的老母亲和继父的身体状况欠佳，Kevin 对此很是谅解，即使在为了本书赴印的巨大压力下也是如此。我还要感谢组稿编辑 Katic Feltman 和 Greg Croy、复制编辑 Jeremy Zucker 和项目协调人 Maridee Ennis。

目 录

译者序

咨询编辑序

序 (Harry Newton 作)

作者简介

前言

感谢

第 1 章 技术基础：概念和定义	1
1.1 基本定义	1
1.2 专用的、交换的和虚拟的电路	4
1.2.1 专用电路	4
1.2.2 交换电路	5
1.2.3 虚拟电路	6
1.3 双线与四线的对比	6
1.3.1 双线电路	6
1.3.2 四线电路	7
1.4 带宽	8
1.4.1 载波	8
1.4.2 赫兹 (Hz)	8
1.4.3 波特	8
1.4.4 每秒位数 (bps)	9
1.4.5 窄带、广带和宽带	9
1.5 模拟与数字的对比	9
1.5.1 模拟正弦波：起始点	9
1.5.2 语音	10
1.5.3 视频	11
1.5.4 数字位流：1 和 0	11
1.6 模拟与数字传输的对比：哪个更好？	12
1.6.1 模拟的优点	12
1.6.2 数字的优点	12
1.7 放大器与中继器的对比	14

1.7.1	放大器（模拟）	14
1.7.2	中继器（数字）	15
1.8	转换过程：调制解调器和编码解码器	15
1.8.1	数字向模拟：调制解调器	16
1.8.2	模拟向数字：编码解码器	16
1.9	多路复用器（MUX）	17
1.9.1	频率划分多路复用技术（FDM）	17
1.9.2	时间划分多路复用技术（TDM）	18
1.9.3	统计时间划分多路复用技术（STDM）	19
1.9.4	波长划分多路复用技术（WDM）	20
1.9.5	反向多路复用器	21
1.9.6	语音上的数据和数据上的语音	21
1.10	交换机和交换技术：基本原理及其他	22
1.10.1	电路交换：为语音而优化	22
1.10.2	封包交换技术：为数据而优化	26
1.10.3	帧交换（帧中继）：为局域网网间互联而优化	27
1.10.4	蜂窝交换：为所有应用而优化	27
1.10.5	软交换：为灵活性而优化	27
1.10.6	光子交换：为纯光学而优化	28
1.11	信令传输与控制	28
1.12	参考文献	28
第2章	传输系统基础：技术与应用	30
2.1	频谱	31
2.2	选择准则	32
2.2.1	传输特性	32
2.2.2	传播延迟和响应时间	33
2.2.3	安全性	34
2.2.4	机械强度	35
2.2.5	物理尺度	35
2.2.6	部署速度	35
2.2.7	成本	36
2.3	双绞线：电话线介绍	36
2.3.1	绞合过程	37
2.3.2	量规（Gauge）	38
2.3.3	构造	39