

国外计算机科学教材系列

通信系统与网络

(第二版)

Communications Systems & Networks
Second Edition

[美] Ray Horak 著

徐勇 赵岩 林梓 等译

徐勇 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
URL: <http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

通信系统与网络

(第二版)

Communications Systems & Networks
Second Edition

[美] Ray Horak 著

徐 勇 赵 岩 林 梓 等译

徐 勇 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书对包括语音、数据、视频,以及多媒体在内的各种通信系统和网络进行了广泛而详尽的综论。全书共分 15 章,全面阐述了通信系统和网络技术的起源、发展,以及相关的基本概念和基本原理,通过大量实例论述了它们的应用情况,讨论了通信相关技术标准、体制、法规政策和管制问题,探讨了通信网络与技术的发展趋势。

本书的内容涉及了通信系统与网络中几乎所有的主要技术,可作为学习通信工程、计算机网络技术的大学高年级学生和研究生参考书,也非常适合从事通信网络管理、网络运营、网络设计、政策制定、设备开发和生产的相关技术人员及管理人员阅读。



Communications Systems & Networks, Second Edition by Ray Horak

Copyright ©2001 by Publishing House of Electronics Industry. Original English language edition copyright © 2000 by Ray Horak. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This edition published by arrangement with the original publisher, IDG Books Worldwide, Inc., Foster City, California, USA.

本书中文简体专有翻译出版权由美国 IDG Books Worldwide, Inc. 公司授予电子工业出版社及其所属今日电子杂志社。未经许可,不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。该专有出版权受法律保护,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

通信系统与网络(第二版)/(美)郝瑞克(Horak, R.)著;徐勇等译.-北京:电子工业出版社,2001.3

书名原文:Communications Systems & Networks, Second Edition

ISBN 7-5053-6296-8

I. 通… II. ①郝…②徐… III. ①通信系统-概论②通信网-概论 IV. TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000) 第 57839 号

丛 书 名:国外计算机科学教材系列

书 名:通信系统与网络(第二版)

原 书 名:Communications Systems & Networks, Second Edition

著 者:[美]Ray Horak

译 者:徐 勇 赵 岩 林 梓 等

审 校 者:徐 勇

责任编辑:焦桐顺

排版制作:今日电子公司制作部

印 刷 者:北京东光印刷厂

出版发行:电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 电话:68279077

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:30.25 字数:755 千字

版 次:2001 年 5 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-6296-8
TN·1404

著作权合同登记号:图字:01-1999-3689

定 价:59.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系调换。

出版说明

随着 21 世纪的到来, 计算机技术的发展更加迅猛, 在各行各业的应用更加广泛, 越来越多的高等院校增设了有关计算机科学的课程内容, 或对现有计算机课程设置进行了适当调整, 以紧跟前沿技术。在这个教学体系和学科结构变革的大环境下, 对适合不同院系、不同专业、不同层次的教材的需求量与日俱增。此时, 如果能够借鉴、学习国外一流大学的先进教学体系, 引进具有先进性、实用性和权威性的国外一流大学计算机教材, 汲取其精华, 必能更好地促进中国高等院校教学的全局改革。

美国 Prentice Hall 出版公司是享誉世界的高校教材出版商, 自 1913 年成立以来, 一直致力于教材的出版, 所出版的计算机教材为美国众多大学采用, 其中有不少是专业领域中的经典名著, 已翻译成多种文字在世界各地的大学中使用, 成为全人类的共同财富。许多蜚声世界的教授、学者都是该公司的资深作者, 如道格拉斯·科默 (Douglas E. Comer)、威廉·斯大林 (William Stallings) 等。早在 1997 年, 电子工业出版社就从 Prentice Hall 引进了一套计算机英文版专业教材, 并将其翻译出版, 同时定名为《国外计算机科学教材系列》(下称: 第一轮教材)。截至 2000 年 12 月, 该系列教材已出版 23 种, 深受读者欢迎, 被许多大学选为高年级学生和研究生教材或参考书。

4 年过去了, 已出版的教材中多数已经有了后续版本。因此, 我们开始设计新一轮教材 (第二轮教材) 的出版, 成立了由我国计算机界著名专家和教授组成的“教材出版委员会”, 并结合第一轮教材的使用情况和师生反馈意见, 组织了第二轮《国外计算机科学教材系列》出版工作。

第二轮教材的出版原则为:

1. 引进 Prentice Hall 出版公司 2000 年和 2001 年推出的新版教材, 作为替换版本。
2. 在著名高校教授的建议下, 除了从 Prentice Hall 新选了一些教材之外, 还从 McGraw-Hill 和 Addison Wesley Longman 等著名专业教材出版社、麻省理工学院出版社和剑桥大学出版社等著名大学出版社引进了一些经典教材, 作为增补版本。
3. 对于第一轮中无新版本的优秀教材, 我们将其作为延用版本, 直接进入第二轮使用。
4. 对于第一轮中翻译质量较好且无新版本的教材, 我们将其进行了修订, 也作为延用版本, 进入第二轮使用。

这次推出的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 and 自由组合使用。

按照计划, 本轮教材规划出版 37 种, 其中替换版本 8 种, 新增版本 14 种, 延用版本 15 种。教材内容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。本轮教材计划于 2001 年 7 月前全部出版。教材的使用年限平均为 3 年。我们还将陆续推出一些教材的参考课件, 希望能为授课老师提供帮助。

为了保证本轮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轮教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师和博士,也有积累了几十年教学经验的教授和博士生导师。

在本轮教材的选题、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:

1. 对于新选题和新版本进行了全面论证。
2. 对于延用版本,认真审查了前一版本教材,修改了其中的印刷错误。
3. 对于译者和编辑的选择,达到了专业对口。
4. 对于从英文原书中发现的错误,我们通过与作者联络、从网上下载勘误表等方式,一一做了修改。
5. 对于翻译、审校、编辑、排版、印刷质量进行了严格的审查把关。

通过这些工作,保证了本轮教材的质量较前一轮有明显的提高。相信读者一定能够从字里行间体会到我们的这些努力。

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。

由于我们对国际计算机科学、我国高校计算机教育的发展存在认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多有待提高之处,恳请广大师生和读者提出批评和建议。

电子工业出版社
2001年春

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 中国计算机学会多媒体专业委员会主任
	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 教育部计算机基础教学课程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

随着当今世界信息时代的飞速发展,通信业已成为信息产业关键的主导产业之一,并且也是在国民经济中最受关注的产业。现代通信系统与网络已经越来越紧密地融合在一起,朝着数字化、综合化、宽带化、智能化和个人化方面发展。社会与个人对通信的需求更加广泛,越来越依赖于通信所提供的便捷服务,要求也越来越高。传统的通信技术迅速被淘汰,新兴的通信和网络技术层出不穷,新产品不断更新,新业务不断涌现,服务方式更加多样化。Internet 迅速普及,电子商务即将迅速发展,通信系统与网络已逐渐演变成为声音、数据、视频和多媒体的信息通信平台。这一切无疑在深刻地影响着人们的生活和社会的进步。

为了适应信息时代对通信系统和网络技术日益增长的要求,有必要及时学习新的技术,全面了解通信发展的历史,研究目前通信技术、计算机网络技术发展的现状,并据此预测未来的发展趋势。本书恰好可以满足这一目标。本书可以说是一部论述通信系统与网络技术及其发展的百科全书。尽管书中没有详尽的技术细节和繁琐的公式描述,但既简明又详细地讨论了过去、目前和能预计到的将来的通信系统与网络中几乎所有的主要技术。本书介绍了与通信有关的基本概念,阐述了各种主要技术的基本原理,说明了各种通信技术在通信网络中的具体应用情况,并给出了许多实例。所涉及的技术、产品和设备包括过去使用和目前使用的、淘汰的和新兴的、完善的和尚未完善的、正在开发的甚至从未真正使用过的,等等。本书又是一部世界上主要电信运营商和设备生产商的兴衰史。书中以翔实的资料分析了这些公司随着社会的发展和通信技术的演变如何起家、发展或消亡的过程,描述了通信业发展史上具有深远影响的一些重大事件,同时还详细讨论了技术标准、体制、法规政策和管制问题,阐述了各种问题之间相互影响和制约的关系。这些对于通信网络的管理者、政策制定者、运营商、设备开发商和生产厂家都具有重要的参考作用。

本书由长春邮电学院教授徐勇主持翻译,赵岩博士和林梓副教授共同参与完成。周宇宁、尤学斌、方志军等参加了部分章节的初译工作,魏静做了部分译稿的录入、排版工作。徐勇教授负责统一审校了全书。在翻译过程中,得到了刘岩教授、康健教授的关心和帮助,在此表示衷心的感谢!

本书是综论通信系统与网络中几乎所有技术的一部专著,内容丰富,技术复杂,涉及面广泛,其中一些专业词汇目前还没有标准译法。我们在翻译中是按上下文关系和其实际含义译出的,尽量做到准确、简明。此外,在翻译过程中还删略了一些与本书主题关系不大的描述。由于时间仓促和水平有限,错误和不妥之处在所难免,望读者批评指正,并给予谅解。

作者简介

Ray Horak 是一位国际上公认的作家、讲师和顾问。除了本书外,他已经在主要出版物上发表了 100 多篇论文,并且是《Newton's Telecom Dictionary》的特约编辑。他还是几个最主要的技术期刊的编辑顾问组成员。Ray Horak 每年在美国和世界各地为几千名通信专业人员讲学。作为一名作家和讲师,他以能使用常识性的术语和简明的英语来解释最复杂的技术而著称,而且他在讲解的过程中还利用许多幽默以加深印象。

Ray Horak 在网络领域中 30 年的经历开始于西南贝尔电话公司(现在是 SBC 通信公司的一部分),西南贝尔电话公司当时是 AT&T 贝尔系统公司(现在已不存在)的一部分。在贝尔系统公司工作了 9 年以后,西南贝尔公司将他借给了 AT&T 和贝尔电话实验室——一个并不适合他的工作单位。后来, Ray Horak 在 Contel 公司又工作了 9 年(自从被 GTE 收购后开始。当时 GTE 也处于与大西洋贝尔公司的合并过程中),在那里他建立了几家有成就的公司,这些公司都被卖掉或被其他公司吞并。当 Contel 公司不能留用他的时候,他又为另外的一两家公司工作。最后,在极度渴望努力按自己的意愿谋生的想法中,他建立了 Context 公司——一家独立的顾问公司。这家公司经营很好,从而一直独立存在。

Ray Horak, 董事长
Context 公司
1500A East College Way, PMB 443
Mt. Vernon, WA 98273
电话: 360.336.3448
传真: 360.336.3759
E-mail: ray@contextcorporation.com

前 言

多年从事通信技术的人已经目睹了一场真正革命性的变革。庞大而令人讨厌的计算变得更大而且更令人讨厌,因为技术变得更复杂了。然而,老式的语音网络从 19 世纪末期到 20 世纪 60 年代几乎没有多大变化。在第二次世界大战期间,许多引人注目的新技术开始出台。无线电技术开始出现,而且电子计算机系统的基础已经具备。不久以后,重要的计算机系统开始出现,计算机联网的需求变得显而易见。随着时间的流逝,网络自身在逐渐数字化。在 20 世纪 40 年代,开发光纤传输系统的基本工作已经做好。光纤传输系统能将难以置信的大量信息传送很远的距离,而且具有水晶般的清晰度。虽然视频会议系统在过去的几年才有实际应用,但它在 20 世纪 60 年代就已经出现。

在过去的二十年中,基本系统和网络技术发展增长的速度已经达到了相当大的程度,甚至技术上最精明的人也难以跟上它改变的速度,更不用说它影响的深度和广度了。光纤已经取代了铜线。信息流经网络不是以连续流的形式,而是以分组、帧以及信元等形式,有时又是在无连接的基础上实现的。数据占统治地位;但现在的数据除了传统的数据外,还包括语音数据、视频数据、图像数据以及多媒体数据。网络不仅连接着电话和计算机,而且也成为计算机自身的网络。有线网络不再只是由无线网络技术来补充,在许多应用中有线网络受到了无线网络的挑战,特别是在便携性和移动性应用方面。管制已经逐步解除,最典型的的就是 1996 年的电信法案。垄断公司被拆分,增加了具有竞争性的多个股份公司,此时该领域的管理者已经认识到市场才是真正的管理者。在通信领域的每一部分实际上都充斥着竞争,由此带来了内在的优势。这些优势包括增加了可选性、提高了性能、创造性更大、技术增强、费用更低,以及提供了广泛的业务。CATV 供应商也参与到竞争中,他们通过用于娱乐电视的同轴电缆系统提供语音业务和 Internet 接入。Internet 已经商业化,目前在世界上的任何角落都可接入 Internet。Internet 取代了较传统的通信手段,甚至威胁到了更传统的语音和数据网络。基本的 Internet 技术和协议已经成为下一代网络的基础。下一代网络将代替电路交换网络,为我们提供超过 100 年的优良服务。声音、图像、动画图像以及视频剪辑,都可以作为电子邮件的附件,而电子邮件近来已成为一种广泛使用的工具。语音网络技术正在开发过程中,能够进行实用语言翻译。

本书对包括语音、数据、视频以及多媒体在内的各种通信系统和网络进行了广泛而详尽的综述,提供了理解系统和网络技术、它们的起源和发展,以及它们所服务的应用的常识性基础。本书还讨论了许多相关标准的起源、发展和特性,并且探讨了遗留的标准问题。本书也提供了对管制的发展和地位的看法,并探讨了许多等待解决的主要管制问题。从基本概念到语音和数据网络的综合,以及到信息高速公路,本书为需要了解通信网络的人提供了惟一的信息源,并且提供对一系列复杂技术的理解,这些技术构成了对现代和将来都有意义的应用基础。

本书的结构

本书共分 15 章,每一章都以面向发展和对合理的通信要求提供成本效益分析的解决方案的眼光,对与电信技术和应用密切相关的领域进行了阐述。总的来看,本书是关于网络领域的起源、现状以及可预见的未来的论述。因为全书内容是分章节组织的,所以最好从头读到尾。然而,那些没耐心的或高度关注某些方面的人,将会发现每一章都具有独立性。

前几章建立了理解系统和网络基本特性的基础。第 1 章给出了一系列基本概念,并提供了贯穿所有通信和网络应用的相当普及的一系列定义。第 2 章对有线和无线传输系统的要素进行了详细解释,这些传输系统包括双绞线、同轴电缆、微波无线电、红外光及光纤。每种传输系统都有详细的解释,并同其他传输系统从许多重要的方面进行了比较。

第 3 章致力于讨论主要支持语音应用的通信系统,这些系统也逐渐增加了对数据甚至视频通信的支持。本章首先阐述了专用小交换机(PBX)的几代产品,它们的性能、应用以及目前的发展趋势。然后阐述了键控电话系统(KTS)、混合系统,以及集中式交换机和拒绝退出服务的老式备用系统。本章还简述和讨论了自动呼叫分配器(ACD)。本章的结尾阐述了计算机电话和客户/服务器系统,以及在语音呼叫的处理和管理中提供巨大价值和效率的最新进展。

第 4 章阐述了电子报文传送技术和系统,包括传真、语音处理以及电子邮件。如果不是统一的信息流,这些技术可以看作是统一的一套报文传送系统的综合。事实上,我们已经在 Internet、万维网以及下一代基于 IP 的网络中看到了这种统一的开端。

第 5 章阐述了最初的语音网络,主要集中于公用交换电话网络(PSTN)。讨论了 PSTN 的起源、发展以及传统语音网络的现代特性。对基本技术、管制和标准方面,电信公司/业务供应商方面,以及功能方面都进行了讨论。本章定义了信令和控制系统特性和细节。信令和控制系统用来管理和控制各种网络设备的运行,以保证整个系统的完整性。本章也说明了各种语音网络业务。本章结尾讨论了许多重要的 PSTN 问题,这些问题包括编号计划的管理、便携性、平等接入以及发展中的 IP 语音对 PSTN 的影响。

第 6 章首先讨论了数据通信,在此讨论了许多基本概念问题。从数据通信网络中的各种功能域的角度,对数据终端设备、数据通信设备、通信软件以及网络进行了解释。对各个协议的基本概念和具体实例进行了解释。本章讨论了许多数据通信协议的关键要素,并给出了具体实例。接着阐述了网络结构,主要集中于诸如 ISO(开放系统互连)参考模型等。OSI 设置了用于互联性和互操作性的框架。随后讨论了各种有影响的标准化组织,最后探讨了安全性和技术问题。

第 7 章主要探讨基于传统语音网络的数字和数据网络,在专用和公用数据网络的相关内容中讨论了专用网络和电路交换网络。本章大体按网络实现的顺序探讨了特定的数据网络方案,包括 DDS、交换式 56 和传统的虚拟专用网(VPN)、T-载波、分组交换以及 ISDN。虽然这些网络方案有几个(如 T-载波和 ISDN)也支持语音和视频通信,但它们在广域网领域中以其能支持数据通信而区别于语音网络。

第 8 章从探讨传统的广域网开始,再进入到局域网(LAN)世界。局域网的概念于 1973 年首次正式提出,其第一个标准于 1982 年发布。从那时起,局域网迅速蔓延。本章根据诸如可接受的传输媒体、物理和逻辑拓扑、基带和宽带以及媒体接入控制等基本方面定义了局域网。

本章还讨论了局域网网络和网际互联设备,包括集线器、桥接器、交换机、路由器和网关。本章介绍了客户/服务器模式下的网络操作系统,并讨论了局域网网际互联的基础,重点讨论了传输控制协议/网际协议(TCP/IP)组。最后讨论了包括虚拟局域网、远程局域网接入等新发展,以及诸如 100BaseT 和千兆位以太网等高速局域网技术和标准。

第 9 章和第 10 章阐述宽带网络:高速通信的未来。第 9 章重点讨论建立用于支持宽带网络的物理基础结构。首先集中介绍了最近开发的本地环路技术,包括对传统双绞线的有线和无线的各种变形方案;其中主要讨论了 xDSL(通用数字用户环路)和无线本地环路(WLL)方案。本章对 CATV 网络的改造也进行了详细的讨论,因为这些同轴电缆网络也可以升级,以支持双向语音和 Internet 业务以及娱乐电视。还详细介绍了同步光纤网络(SONET),它可能是宽带主干有线网络中的最终解决方案。第 10 章主要介绍帧中继、交换式多兆比特数据服务(SMDS)以及异步传输模式(ATM)等快速分组网络业务。本章通过探讨宽带 ISDN(B-ISDN)和高级智能网络(AIN)的概念,阐述了宽带网络的未来。

第 11 章探讨了无线通信领域——不是诸如微波和卫星等传统无线传输系统,而是专用化的网络可选方案。本章阐述了较流行的方案,包括中继移动无线电(TMR)、寻呼、蜂窝和个人通信系统(PCS)、分组无线电以及无线局域网。本章对近地球轨道卫星(LEO)进行了简要介绍,LEO 是无线通信未来的一个方面。

第 12 章简要介绍了 Internet。Internet 实际上已经成为信息高速公路的第一版本。本章探讨了网络的起源,它的基本特性和结构,Internet 接入方案、设备以及费用,并讨论了管制和安全性问题。本章也更详细地解释了 TCP/IP 协议组,探讨了 Internet 最有意义和合法的应用实例,最典型的的就是万维网(WWW)。

第 13 章提供了关于视频和多媒体系统和网络领域的见解。虽然可视信息的增加对所支持的网络提出更高的要求,但它也会将通信能力增强到相当大的程度。因为视频和多媒体联网占用的带宽非常大,而且宽带网络还没有完全实施,所以有成本效益的应用仍然很少。然而,未来在召唤,而且未来包括视频和多媒体。

第 14 章介绍了网络融合问题。语音、数据、视频和娱乐网络将融合在一起。由于网络世界逐渐解除了管制,而且用户也表现出了对不断增多的奇特且需要很大带宽的应用持续高涨的要求,因而许多公司会争相满足用户的这种要求。许多人认为,本地交换电信公司(LEC),或本地电话公司,以及局间交换电信公司(IntereXchange Carriers,IXC)是逻辑上的供应商。然而,他们受到了有线电视(CATV)供应商、数据通信公司、电力供应商、竞争性接入供应商/可选接入销售商(CAP/AAV),以及其他可传送语音、数据、视频、娱乐和其他业务的公司的挑战。Internet 电话业务供应商最近已经建立起了基于 IP 的语音和传真传输网络;这些刚出现的 VoIP 网络比它们前身的电路交换网络具有更高的效率和更低的费用。VoIP 网络的投资具有极大的重要性,因为其结果将形成网络世界的未来。本章探讨了 VoIP 网络的状态、问题和可能的结局。

第 15 章通过简介美国国内和国际的管制,对整个网络世界的各个方面进行了总结。通过介绍一些重要的立法、司法和机构的大事件,跟踪阐述了管制的起源、发展以及目前的状态。这里探讨了目前的管制问题,其中重点讨论了管制解除和专有化(特别是在 Internet 和网络融合的相关内容中)。

最后的附录列出了与本书内容密切相关的缩略语和本书中所涉及的缩写。可以认为这个

附录是“秘密解码器环”。它也是一个工具,通过索引可以找到需要了解的内容,因为列出的内容是以术语本身完整的拼写排序的。

第二版的新增内容

第二版是对 1996 年出版的本书第一版的更新。在短短的三年内,涌现了如此多令人难以置信的技术,以致本书的更新如同重写一样。虽然基本概念在过去的 100 年左右没有变,但成千名卓越的科学家已经将它们带到了难以想像的程度。第一版中几乎没有提及的许多技术现在已经在广泛使用。因此,第二版中的许多技术三年前甚至并不存在。在第二版中,考虑到了客户/服务器、IPv6、100BaseT、千兆位以太网、56kb/s 调制解调器和电缆调制解调器、数字用户线(DSL)、本地多点分布业务、近地球轨道(LEO)卫星、密集波分复用(DWDM)以及 IP 语音(VoIP)等各种例子。其他诸如帧中继和异步传输模式(ATM)等技术已经得到了相当大的发展,并在市场上获得了很大的成功。Internet 和万维网(WWW)已经发展到与其 1996 年的版本面目全非的程度。

目 录

第 1 章 技术基础:概念和定义	1
1.1 基本定义	1
1.2 专用电路、交换电路和虚电路	3
1.2.1 专用电路	3
1.2.2 交换电路	4
1.2.3 虚电路	5
1.3 二线和四线电路	5
1.3.1 二线电路	5
1.3.2 四线电路	6
1.4 带宽	6
1.4.1 载波	7
1.4.2 赫兹	7
1.4.3 波特	7
1.4.4 每秒比特数	7
1.4.5 传输设备	8
1.5 模拟和数字	8
1.5.1 模拟正弦波:起始点	8
1.5.2 语音	9
1.5.3 视频	9
1.5.4 数字比特流:1 和 0	9
1.6 模拟和数字传输哪种更好	10
1.6.1 模拟传输的优点	10
1.6.2 数字传输的优点	11
1.7 放大器和中继器的对比	12
1.7.1 (模拟)放大器	12
1.7.2 (数字)中继器	12
1.8 转换处理:调制解调器和编解码	13
1.8.1 数字到模拟的转换:调制解调器	13
1.8.2 模拟到数字转换:编解码器	13
1.9 复用器	14
1.9.1 频分复用	14
1.9.2 时分复用	15
1.9.3 统计时分复用	16
1.9.4 波分复用	17

1.9.5 反复用器	17
1.9.6 基于语音的数据和基于数据的语音	18
1.10 交换机和交换	18
1.10.1 电路交换:对语音最优的交换方式	19
1.10.2 分组交换:对数据最优的交换	21
1.10.3 帧交换(帧中继):对局域网互通最优的交换	22
1.10.4 信元交换:对任何信息都最优的交换	22
1.10.5 光子交换	23
1.11 信令和控制	23
1.12 参考书目	23
第2章 传输系统基础:技术和应用	24
2.1 频谱	24
2.2 选择标准	25
2.2.1 传输特性	26
2.2.2 传播时延和响应时间	27
2.2.3 安全性	27
2.2.4 机械强度	27
2.2.5 物理尺寸	28
2.2.6 成本	28
2.3 双绞线:电话线概述	28
2.3.1 扭绞处理	28
2.3.2 规格	29
2.3.3 结构	30
2.3.4 带宽	30
2.3.5 抗干扰性	31
2.3.6 距离	31
2.3.7 安全性	31
2.3.8 成本	31
2.3.9 应用	31
2.4 屏蔽铜线	31
2.4.1 应用	32
2.5 同轴电缆	32
2.5.1 结构	33
2.5.2 规格	33
2.5.3 带宽	33
2.5.4 抗干扰性	34
2.5.5 距离	34
2.5.6 安全性	34

2.5.7	成本	34
2.5.8	应用	34
2.6	微波无线电	34
2.6.1	结构	36
2.6.2	带宽	36
2.6.3	抗干扰性	36
2.6.4	距离	36
2.6.5	安全性	36
2.6.6	成本	36
2.6.7	管制	37
2.6.8	应用	37
2.7	卫星无线电	37
2.7.1	同步轨道卫星	37
2.7.2	广播	39
2.7.3	结构	40
2.7.4	甚小口径天线终端	40
2.7.5	带宽	40
2.7.6	抗干扰性	41
2.7.7	距离	41
2.7.8	传播时延和响应时间	41
2.7.9	安全性	41
2.7.10	成本	41
2.7.11	管制	42
2.7.12	应用	42
2.8	红外线	42
2.8.1	光纤	43
2.8.2	结构	43
2.8.3	模拟的还是数字的	46
2.8.4	带宽	47
2.8.5	抗干扰性	47
2.8.6	距离	47
2.8.7	安全性	47
2.8.8	成本	48
2.8.9	强度	48
2.8.10	应用:带宽密集	48
2.9	混合传输系统	48
2.10	参考书目	49
2.11	建议进一步阅读的书目	50

第3章 语音通信系统:PBX、ACD、Centrex 和 KTS	52
3.1 键控电话系统	53
3.1.1 1A1 和 1A2 KTS	53
3.1.2 电子式 KTS	54
3.1.3 混合式 KTS	54
3.2 用户小交换机	55
3.2.1 PBX 组件	56
3.2.2 系统配置和容量	60
3.2.3 PBX 的提高和发展趋势	62
3.3 集中式用户交换功能	65
3.3.1 集中式用户交换系统的功能	66
3.3.2 Centrex 的优点	66
3.3.3 Centrex 的缺点	67
3.3.4 Centrex 用户区设备	68
3.3.5 Centrex 的应用	68
3.3.6 Centrex 的发展趋势和特点	68
3.4 自动呼叫分配器	68
3.4.1 ACD 的性能改进和发展趋势	71
3.5 计算机电话	72
3.5.1 技术、标准和规范	74
3.5.2 论坛及公共组织	76
3.5.3 应用	76
3.5.4 未来	77
3.6 参考书目	78
第4章 报文传送系统:传真、语音处理和电子邮件	81
4.1 传真系统	81
4.1.1 技术	82
4.1.2 传真的应用	84
4.1.3 传真的未来	88
4.2 语音处理系统	89
4.2.1 技术	89
4.2.2 应用	90
4.2.3 语音处理的发展及未来	92
4.3 电子邮件	93
4.3.1 技术	95
4.3.2 功能	97
4.3.3 应用	97

4.3.4 未来:统一报文	97
4.4 参考书目	99
第5章 公用交换电话网	102
5.1 网络特性	103
5.1.1 语音	103
5.1.2 交换及专用线路	104
5.1.3 模拟及数字线路	104
5.1.4 互联	104
5.1.5 有线及无线	104
5.2 编号计划管理	105
5.3 域	107
5.3.1 功能范围	107
5.3.2 管制范围	109
5.4 资费 and 费率	110
5.4.1 电信公司范围及网络拓扑	111
5.5 信令及控制	119
5.5.1 带内信令及控制	119
5.5.2 带外信令及控制	120
5.5.3 公共信道信令及控制	120
5.6 网络业务	120
5.6.1 接入业务	120
5.6.2 专用传输业务	121
5.6.3 交换传输业务	122
5.6.4 虚拟专用网业务	124
5.6.5 增值业务	125
5.7 便携性:一个特殊的问题	125
5.8 平等接入:另一个专门问题	126
5.9 可能成为下一代 PSTN 的 VoIP	127
5.10 参考书目	131
5.11 一般参考书目	132
第6章 数据通信的基础	133
6.1 功能域	133
6.1.1 数据终端设备	133
6.1.2 数据通信设备	134
6.1.3 通信软件	134
6.1.4 网络	134
6.1.5 交换机	134