



"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

计算机网络技术 及应用

(第3版)

□ 郝兴伟 主编

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

TP393/654=2

2013

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

计算机网络技术及应用

Jisuanji Wangluo Jishu ji Yingyong

(第3版)

郝兴伟 主编

ISBN 978-7-04-037826-9
I. ①计... II. ①郝... III. ①计算机网... IV. ①TP393
中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第144881号

责任编辑 刘 慧 封面设计 曹 欣 责任印制 曹 欣
文字编辑 张 颖 版式设计 张 颖 印刷 北京印刷厂

地址 北京市西城区德胜门内大街2号
邮政编码 100120
印 刷 北京印刷厂
开 本 787mm×1092mm
字 数 210千字
印 次 2013年11月第1次印刷
印 数 4900册
定价 49.00元

北方工业大学图书馆



C00337512



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书从基本通信原理和计算机网络基本理论出发,以实施网络工程项目和网络管理实践为背景,系统地讲解了现代电子通信基本原理、计算机网络原理、网络设备、网络搭建、网络基本管理、常用网络服务、Internet 应用及网络与信息安全等内容。

本书是为高等学校计算机应用、信息管理、电子商务等专业的学生编写的学习计算机网络技术、网络搭建与管理方面的综合性书籍,也可以作为非计算机专业高年级学生学习计算机网络技术及应用课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用 / 郝兴伟主编. -- 3 版.
-- 北京: 高等教育出版社, 2013.7
ISBN 978-7-04-037826-9

I. ①计… II. ①郝… 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(2013)第 144881 号

策划编辑 刘茜 责任编辑 刘茜 封面设计 张申申 版式设计 杜微言
插图绘制 黄建英 责任校对 殷然 责任印制 张福涛

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京市鑫霸印务有限公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	787mm × 1092mm 1/16	版 次	2007 年 12 月第 1 版
印 张	22.75		2013 年 7 月第 3 版
字 数	510 千字	印 次	2013 年 7 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	34.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 37826-00

前 言

今天，人类社会已经被势不可挡的信息技术大潮带入了信息社会，计算机网络正成为计算机领域中绽放得最鲜艳的那簇花群！1973年，Bob Metcalfe发明了以太网，从此将那些独立的计算机连在了一起。1984年Sun提出了网络就是计算机的理念。1989年Tim Berners-Lee发明了万维网，Internet以其惊人的速度迅猛发展。网络改变了整个世界！它已经深入到人们工作、生活的方方面面。无论是在家中、在办公室、在学校、在商场、在酒店、在机场，甚至走在街头，网络都触手可及，这是一个信息的时代，一个计算机网络的世界，网络让人们感到神奇，同时又令人们产生疑惑。

在享受网络带来便利的同时，也需要增加对网络知识的理解，只有这样才能提高人们的网络应用水平。就是在这样的背景下，我们先后于2004年和2007年探索性地编写了《计算机网络技术及应用》和《计算机网络原理、技术及应用》两个版本的教材。在教材的使用过程中，得到了全国许多高校教师的认可，有很多教师给我们提出了良好的建议。在这样的情况下，我们对前两个版本教材的知识结构和内容进行调整和更新形成了本书。

本书的修订有两个基本出发点：一是考虑到各学校课程安排和学时的实际情况，对教材内容进行了梳理和删减，将原书中的开发篇内容单独成书，保留了现代电子通信、计算机网络技术、网络操作系统、网络管理和网络服务的内容，增加了Internet及其应用、网络与信息安全两章。二是在内容上凝练了现代通信原理、计算机网络和网络信息安全的核心理念，以提高学生的信息素养和科学素养，更好地培养学生的终身学习能力。同时，从项目研发、工程实施和网络管理实践出发，培养学生的计算机网络应用能力，增加课程内容的实用性。

本书分为7章，主要内容介绍如下：

第1章 现代电子通信基础。本章简要介绍通信技术的发展，然后从通信系统的概念模型出发，重点讲解通信系统的概念与分类，信号编码，模拟通信系统，数字通信系统，有线与无线通信介质，以及多路复用技术等。

第2章 计算机网络。本章从计算机网络原理和网络技术与设备两个层面对计算机网络进行全面讲解。在计算机网络概念和原理层面，介绍计算机网络的概念与分类、OSI网络模型和TCP/IP模型、数据封装、网络协议及协议格式等内容。在网络协议上重点讲解TCP、IP等协议格式，并结合网络命令介绍数据通信的基本过程。在技术层面，重点介绍网卡、交换机和路由器等主要网络设备的组成、工作原理和应用。

第3章 网络操作系统。本章讲解网络操作系统的概念和功能，对单机操作系统和网络操作系统、客户机操作系统和服务器操作系统的不同进行分析说明。介绍Windows Server 2003操

作系统的安装, 以及基本网络配置、用户管理及本地组策略及其配置。

第4章 网络管理基础。计算机网络的基本功能是通信和资源共享, 要实现网络的基本功能, 需要对网络中的资源、用户及其安全性进行配置和管理。本章是对实际网络环境管理问题的总结, 全面介绍在网络环境下网络管理所面临的基本共性问题, 特别是 Windows 网络中的工作组、域和活动目录, 对可能遇到的问题提供了相应的解决方案。

第5章 常用网络服务及其配置。本章介绍计算机网络中主要的网络服务, 包括 DNS 服务、DHCP 服务、终端服务、远程桌面、远程访问服务以及虚拟专用网 VPN。对于每一种服务, 从服务的目的、配置和应用三个方面进行详细讲解。

第6章 Internet 及其应用。本章介绍互联网中主要的服务及其配置和管理, 包括 Web 服务器的架设和管理、FTP 服务器的架设和管理、邮件服务器的搭建和管理。然后对互联网的应用进行归纳和总结, 从网络通信、信息发布、浏览和搜索及网络基础设施三个方面讲解互联网的应用, 介绍 B/S 三层架构、网格计算、网云等及 Internet 的新的计算机应用模式和计算模式。

第7章 网络与信息安全。本章讲解网络信息安全技术的概念, 分析总结主要的网络威胁, 介绍数据加密等信息安全机制、计算机系统安全的配置、网络防火墙技术以及病毒、木马的原理等问题。

本书有以下三个方面的特点:

(1) 在理念上, 追求“提高学生的应用技能和培养学生的学习能力相融和”, 不是一味地强调应用, 轻视基本原理的讲解。目的是不仅让学生学会应用, 还要理解其基本原理, 即不仅要“知其然”, 还要“知其所以然”。目的是提高学生的科学素养, 培养学生分析问题、解决问题的能力, 以及学生的终身学习能力。

(2) 在写作上, 采用面向问题求解和任务驱动的方式, 提高内容的实用性, 以此希望提高学生的计算机网络管理和应用能力。例如, 本地安全策略设置、计算机系统安全配置、常用网络服务配置与管理、互联网及其应用等内容的安排, 都是要提高课程内容的可操作性, 也有助于学生对所学理论知识的理解和感性认识。

(3) 精心设计了 170 多道课后思考和练习题, 这些内容都是在实际的网络管理和应用中遇到的问题和难点, 是课程内容的拓展和补充。通过提出问题的方式, 加强学生对所学知识的理解、复习和应用。

本书 2006 年被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 2010 年成为国家精品课程“计算机网络技术及应用”主讲教材, 2012 年入选教育部第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材建设立项。教材经过近 10 年的建设, 有丰富的配套教学资源, 包括国家精品课程网站、电子教案、教学视频、动画演示以及试卷库等, 并配套有《计算机网络技术及应用实训教程》。

在本书写作的过程中, 非常感谢我的同事巩裕伟、焦文江、杨兴强、吕刚、阚铮和李蕴的工作和提出的良好建议, 还要感谢我的学生苏雪、常跃峰、崔旭、朱岩、郝凤杰、田容雨、

尤凤英、董颖等，他们都参与了许多项目的研发工作，编写了大量的程序代码，祝愿他们在以后的工作和生活中一切顺利，取得更大的成绩。还要感谢高等教育出版社，在本书的策划和写作中，提出了很好的建议，使得本书能够更好地用于教学。

虽然我们的初衷是要写一本关于计算机网络基本原理、技术和应用的综合性书籍，以使大家对计算机网络技术、网络管理、互联网技术及应用、网络与信息安全建立一个全面的知识框架。但是，计算机网络相关的知识实在太多，限于篇幅，许多很好的内容不能讲解。此外，由于作者对有些知识的研究、认识和理解还不够深入，甚至有偏差，这也会影响对内容的讲解，恳请各位教师和学生批评指正。

为了便于学习和教学，和本书相关的电子教案、教学视频、动画等学习资源都可以从我们的教学网站下载，网址是 <http://gsl.sdu.edu.cn/>。也可以直接访问我们的国家精品课程网站，网址是 <http://202.194.28.9/>。或者直接与作者联系，E-mail: hwx@sdu.edu.cn。

郝兴伟
2013年春

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章 现代电子通信基础 1	
1.1 通信系统简介..... 2	
1.1.1 现代通信技术发展简史..... 2	
1.1.2 通信系统的组成..... 4	
1.1.3 通信系统的分类..... 6	
1.1.4 通信方式..... 6	
1.1.5 同步传输和异步传输..... 7	
1.2 模拟信号与数字信号..... 9	
1.2.1 信息、数据和信号的概念..... 9	
1.2.2 模拟信号及其传输..... 10	
1.2.3 数字信号及其传输..... 12	
1.2.4 模拟信号与数字信号的转换..... 12	
1.3 模拟通信..... 13	
1.3.1 模拟通信系统模型..... 13	
1.3.2 模拟信号传输模拟数据..... 14	
1.3.3 模拟信号传输数字数据..... 15	
1.4 数字通信..... 17	
1.4.1 数字信号数据编码..... 17	
1.4.2 数字通信系统模型..... 21	
1.4.3 数字信号传输数字数据..... 22	
1.4.4 数字信号传输模拟数据..... 23	
1.5 通信媒体与传输速度..... 25	
1.5.1 双绞线..... 25	
1.5.2 同轴电缆..... 26	
1.5.3 光纤..... 26	
1.5.4 无线通信..... 30	
1.5.5 带宽与传输速度..... 34	
1.6 多路复用..... 36	
1.6.1 多路复用器..... 36	
1.6.2 频分多路复用..... 37	
1.6.3 时分多路复用..... 37	
1.6.4 波分多路复用..... 38	
本章小结..... 38	
习题一..... 38	
第 2 章 计算机网络 41	
2.1 计算机网络概述..... 42	
2.1.1 计算机网络的概念..... 42	
2.1.2 计算机网络的分类..... 44	
2.1.3 网络拓扑结构..... 45	
2.2 网络模型与网络协议..... 48	
2.2.1 OSI 参考模型..... 48	
2.2.2 TCP/IP 模型..... 50	
2.2.3 网络协议..... 51	
2.2.4 TCP..... 52	
2.2.5 IP 与 IP 地址..... 59	
2.2.6 ARP..... 64	
2.2.7 应用层协议..... 66	
2.3 网络硬件和网络设备..... 67	
2.3.1 网卡..... 68	
2.3.2 中继器..... 70	
2.3.3 集线器..... 70	
2.3.4 桥连接器..... 71	
2.3.5 交换机..... 72	
2.3.6 路由器..... 75	
2.3.7 宽带路由器..... 77	
2.4 局域网技术..... 78	
2.4.1 以太网技术..... 78	
2.4.2 令牌环技术..... 84	

2.4.3 FDDI 局域网技术	84	3.4.2 本地账户管理	143
2.4.4 无线局域网技术	85	3.4.3 组策略及其配置	143
2.4.5 IEEE 局域网标准	85	3.5 系统克隆	147
2.5 广域网技术	87	本章小结	149
2.5.1 公共通信基础设施	87	习题三	150
2.5.2 点对点协议 PPP	89	第 4 章 网络管理基础	152
2.5.3 综合业务数字网 ISDN	90	4.1 将计算机连接到网络	153
2.5.4 帧中继	92	4.1.1 网络连接类型	153
2.6 网络设计与网络架设	95	4.1.2 创建网络连接	156
2.6.1 网络设计	95	4.1.3 配置网络连接	157
2.6.2 网线与材料	98	4.2 网络中的目录和目录服务	159
2.6.3 常用网络布线工具	102	4.2.1 目录和目录服务方式	159
2.6.4 综合布线标准	103	4.2.2 工作组和域管理模式	160
2.7 网络管理与 VLAN 技术	105	4.3 工作组及其管理	160
2.7.1 网络管理的基本内容	106	4.3.1 浏览清单与工作组	160
2.7.2 VLAN 技术	106	4.3.2 工作组管理	161
本章小结	108	4.4 域和活动目录服务	163
习题二	108	4.4.1 域和域控制器	163
第 3 章 网络操作系统	112	4.4.2 安装活动目录服务	164
3.1 计算机网络操作系统概述	113	4.4.3 使用 Active Directory 服务	168
3.1.1 操作系统的发展历程	113	4.4.4 域用户与用户组管理	171
3.1.2 网络操作系统的概念	121	4.4.5 将计算机加入到域	173
3.1.3 网络操作系统的功能	122	4.4.6 登录到本地或域	178
3.2 几种网络操作系统的比较	123	4.5 网络资源共享	179
3.2.1 UNIX 操作系统	123	4.5.1 资源共享与发布	179
3.2.2 NetWare 操作系统	125	4.5.2 文件夹共享	179
3.2.3 Windows 服务器操作系统	126	4.5.3 打印机共享	182
3.2.4 Linux 操作系统	126	4.5.4 查找特定对象	185
3.3 Windows 服务器操作系统的安装	127	4.6 网络组策略	186
3.3.1 服务器硬件配置与 RAID 技术	127	4.6.1 非本地组策略对象及其操作	186
3.3.2 Windows 服务器操作系统家族	130	4.6.2 新建非本地组策略	188
3.3.3 Windows Server 2003 的安装	133	4.6.3 查看组策略应用结果集	188
3.3.4 Windows Server 2008 简介	137	本章小结	190
3.4 计算机系统的简单配置与管理	141	习题四	190
3.4.1 基本网络配置	141		

第 5 章 常用网络服务及其配置	193
5.1 服务器角色与网络服务组件	194
5.1.1 网络服务与服务器角色	194
5.1.2 添加或删除服务	195
5.2 DNS 服务	196
5.2.1 域名系统与域名管理	196
5.2.2 安装 DNS 服务器	199
5.2.3 正向查找区域	200
5.2.4 反向查找区域	203
5.2.5 Root DNS 与转发器设置	204
5.2.6 DNS 客户端的设置	205
5.2.7 本地域名解析与 DNS 缓存	206
5.3 DHCP 服务	207
5.3.1 安装 DHCP 服务器	207
5.3.2 DHCP 服务器的配置	208
5.3.3 DHCP 服务器的高级设置	210
5.3.4 配置 DHCP 客户端	212
5.4 终端服务	213
5.4.1 终端服务概述	213
5.4.2 终端服务器的安装与配置	214
5.4.3 使用终端服务	218
5.5 远程桌面	221
5.5.1 远程桌面概述	221
5.5.2 启用远程桌面服务	222
5.5.3 使用远程桌面	223
5.5.4 远程桌面 Web 连接	224
5.5.5 远程桌面安全设置	225
5.6 远程访问服务	227
5.6.1 远程访问服务应用环境	227
5.6.2 远程访问服务器端设置	228
5.6.3 远程访问客户端设置	234
5.6.4 使用远程访问服务	236
5.7 虚拟专用网络	236
5.7.1 VPN 技术的相关知识	236
5.7.2 单机到局域网的 VPN 连接	237
5.7.3 局域网到局域网的 VPN 连接	243
5.7.4 VPN 技术的应用	250
本章小结	252
习题五	252
第 6 章 Internet 及其应用	254
6.1 Internet 的产生与发展	255
6.2 连接到 Internet	257
6.2.1 Internet 接入技术	257
6.2.2 通过局域网连接	259
6.2.3 固定电话连接与无线上网卡	259
6.2.4 宽带接入与 Internet 连接共享	261
6.3 Web 服务与万维网	265
6.3.1 Web 服务相关概念	265
6.3.2 Web 服务器的架设	268
6.3.3 创建 Web 站点	272
6.3.4 访问 Web 站点	274
6.3.5 规划 Web 站点目录结构	275
6.3.6 Web 站点的配置	276
6.3.7 Web 服务器的远程管理	283
6.4 FTP 站点的架设和管理	284
6.4.1 创建 FTP 站点	284
6.4.2 FTP 站点的管理	287
6.4.3 私有空间与虚拟目录	289
6.4.4 FTP 站点的应用	291
6.5 邮件服务器的架设和管理	292
6.5.1 电子邮件基础	292
6.5.2 邮件服务器的架设	295
6.5.3 邮件域与邮箱管理	297
6.5.4 收发电子邮件	299
6.5.5 POP3 服务器的配置	305
6.5.6 SMTP 服务器的配置	307
6.5.7 邮件服务器管理	310
6.5.8 将邮件系统接入 Internet	311
6.6 互联网的应用	313
6.6.1 网络通信	313

6.6.2 信息发布、浏览和搜索.....313

6.6.3 网络基础设施.....314

本章小结.....316

习题六.....316

第7章 网络与信息安全.....319

7.1 网络信息安全基础.....320

7.2 信息安全.....321

7.2.1 信息安全的主要威胁.....321

7.2.2 数据加密技术.....322

7.2.3 信息安全措施.....326

7.3 计算机操作系统安全及其设置.....327

7.3.1 本地安全设置.....327

7.3.2 TCP/IP 协议高级设置.....335

7.3.3 内置防火墙及其设置.....336

7.4 网络防火墙技术.....338

7.4.1 防火墙的工作原理.....338

7.4.2 防火墙的分类.....339

7.4.3 常用软件防火墙及其配置.....341

7.5 病毒和木马程序的威胁及其防范.....346

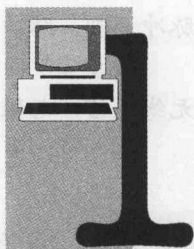
7.5.1 病毒防范与查杀.....347

7.5.2 木马检测与防范.....349

本章小结.....349

习题七.....350

参考文献.....352



现代电子通信基础

第 1 章

【本章导读】

回顾人类科技的发展历史, 20 世纪无疑是现代电子通信技术和计算机技术蓬勃发展的百年, 从 19 世纪的模拟电话、电报通信、无线电, 到 20 世纪的 Internet, 人类的通信手段发生了翻天覆地的变化。今天, 计算机已经由过去的单机应用模式, 越来越多地依赖于计算机之间的连接和网络互联。通过将分布在不同位置的计算机连接在一起, 实现了计算机之间的通信、资源共享和网络计算, 也推动了以计算机网络为核心的新型通信模式的产生和发展。

通信是计算机网络的基础, 了解通信的基本原理可以加深对计算机网络技术的理解, 提高计算机网络和 Internet 的应用水平。因此, 本章作为学习计算机网络的基础, 将介绍现代电子通信技术的发展历史、通信系统、信号编码、模拟通信、数字通信、通信媒体等基本概念。还将介绍通信中的两个重要定理, 即尼奎斯特定理和香农定理, 最后介绍多路复用技术。通过本章的学习, 可以对计算机通信中的主要概念有全面的了解, 从而为后续各章的学习做好知识的铺垫。

【知识要点】

第 1 节: 通信, 电子通信 (电信) 发展简史, 通信系统概念模型, 通信系统的分类, 模拟通信, 数字通信, 单工通信, 半双工通信, 全双工通信, 并行传输, 串行传输, 同步, 异步传输, 同步传输。

第 2 节: 信息, 数据, 信号, 模拟数据, 数字数据, 模拟信号, 数字信号。

第 3 节: 模拟通信, 模拟通信系统模型, 基带信号, 载波, 调制, 解调, 模拟信号传输模拟数据, 模拟调制, 模拟信号传输数字数据, 数字调制, 调幅, 调频, 调相。

第 4 节: 数字通信, 数字信号, 信号编码, 不归零法编码, NRZ-L 编码, NRZ-I 编码, 曼彻斯特编码, 差分曼彻斯特编码, 4B/5B 编码, 调制速率, 数字通信系统模型, 基带传输, 频带传输 (载波传输和宽带传输), 数字信号传输数字数据, 数字信号传输模拟数据, 脉冲信号,

脉冲调制, 脉冲幅度调制 PAM, 脉冲编码调制 PCM。

第5节: 同轴电缆, 双绞线, 多模光纤, 单模光纤, 光纤传输系统, 电磁波, 电磁谐振, 无线通信, 电磁辐射, 传输速度, 信号带宽, 信道带宽, 波特率, 尼奎斯特定理, 香农定理。

第6节: 多路复用, 复用器, 频分多路复用, 时分多路复用, 波分多路复用。

1.1 通信系统简介

通信就是通过传输媒体进行信息传递的过程。人类通信的历史非常久远, 远古时代人类通过语言、符号、烽火或飞鸽传书来传递信息, 听觉和视觉是信息传递的基本方式。随着人类文明的进步, 特别是文字和印刷术的发明, 邮政系统成为信息传递的手段。电的发明和应用使人类进入了现代电子通信时代, 出现了电报、电话和广播电视等现代信息传递手段。20世纪末, 随着计算机网络和 Internet 的迅猛发展, Internet 成为最具发展活力的通信媒体, 以此为基础的各种各样的通信工具, 如: E-mail、即时消息、在线交流等离线和在线工具不断产生, 并在人们的工作和生活中被广泛使用。

1.1.1 现代通信技术发展简史

自19世纪初, 人类开始电子通信以来, 通信技术的发展很快, 从有线到无线, 从短距离通信到长距离通信, 从电报、电话到广播、电视, 从模拟通信到数字通信, 新的技术和发明不断出现, 推动着现代电子通信不断向新的高度发展, 下面简要回顾一下现代通信技术的发展历史。

1837年, 美国人摩尔斯 (Samuel Morse) 发明了有线电报, 对报文的每一个字符进行编码, 这些编码对应着一串长短不一的电脉冲, 通过铜导线传导出去, 接收者通过一个电子感应器来识别编码信息, 使得通过一条铜线上的电脉冲来传递信息成为可能。

1843年, 莫尔斯获得了3万美元的资助, 他用这笔款修建成了从华盛顿到巴尔的摩的电报线路, 全长64.4 km。1844年5月24日, 在座无虚席的国会大厦里, 莫尔斯用他那激动得有些颤抖的双手, 操纵着他倾十余年心血研制成功的电报机, 向巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报: “上帝创造了何等奇迹!”。电报的发明拉开了电信 (Telecommunication) 时代的序幕, 开创了人类利用电来传递信息的历史。

1866年, 第一条横跨大西洋的海底电报电缆铺设成功。

1876年, 贝尔 (Alexander Graham Bell) 发明了电话, 它将声音转化成电信号, 然后由一条电压连续变化的导线传导出去。在导线的另一端, 电信号被还原成声音。

早期的电话系统, 通话双方必须有一个直接的物理连接, 后来的交换板技术改变了电话之间的直接连接, 接线员根据呼叫者说出的电话号码来连接两部电话。这样, 两部电话的通信不再需要事先建立固定的连接, 连接是根据需要临时建立的, 大大改善了电话的可

用性。

1887年,德国物理学家赫兹(Heinrich Rudolf Hertz)进行电磁波辐射的赫兹实验,证明英国物理学家麦克斯韦(James Clerk Maxwell)的电磁波学说。

1895年,意大利人马克尼(Guglielmo Marconi)发明了无线电报。1894年,无线电通信的奠基人马克尼第一次在家利用无线电波打响了10 m以外的电铃。1895年夏,马克尼对已有的火花式发射机和金属粉末检波器进行了改进,在发射机和接收机端加装了天线,成功地进行无线电波传输信号的试验。同年秋天,他使通信距离增加到2.8 km,并且在纸带上纪录拍发来的摩尔斯电报。1897年,利用风筝作为收发天线,使电信号越过了布里斯托尔海湾,距离14 km,创造了当时最远通信的纪录,同年7月组建无线电报公司。

1901年,马克尼首次收到横跨大西洋3 000英里的火花式无线电报。

1920年,在无线电的基础上,调幅广播首次在美国实现。

1937年,英国开始黑白电视广播,1939年美国开始黑白电视广播。

1941年,实现调频无线电广播。

1940年至1945年,使用雷达,实现微波通信。

1946年,世界上第一台多用途的电子计算机“爱尼亚克”(ENIAC)在美国宾夕法尼亚大学莫尔电子工程学院诞生。这种计算技术的革命,透出了数字信息时代的第一缕曙光。ENIAC共使用17 000多个真空电子管、70 000多个电阻和6 000多个开关。整个机器重达3 t,占地135 m²,功率为150 kW。ENIAC计算机主要是靠继电器的状态组合来完成运算任务,每秒钟可进行5 000次的加法运算。

1947年,贝尔实验室的Schockley博士发明了被誉为“20世纪最伟大发明”的晶体管。

1953年,美国开始试播NTSC制式广播电视。

1956年,铺设越洋电缆。

1957年10月4日,前苏联发射了人类历史上的第一颗人造地球卫星斯普特尼克1号(Sputnik 1),它是个铝制球体,直径为58 cm,重量为83.6 kg,有4根鞭状天线,内装有科学仪器。卫星沿椭圆轨道飞行,距地面最大高度为900 km,每96 min环绕地球一圈,从而揭开了人类向太空进军的序幕。

1958年,Texas Instruments制成第一个集成电路,贝尔电话推出了第一台调制解调器,贝尔实验室的研究人员发明了激光。

1962年,美国发射第一颗通信卫星Telstar-I,卫星通信进入实用阶段。

1966年,出生在中国上海的英籍华人高锟,发表论文《光频介质纤维表面波导》,提出用石英玻璃纤维(光纤)传送光信号来进行通信,可实现长距离、大容量通信。

1969年,美国国防部高级研究计划署ARPA资助了一个有关广域网络的项目,开发一个称作阿帕网(ARPANet)的网络。1969年11月21日中午,6名科学家聚集美国加利福尼亚大学洛杉矶分校的计算机实验室,观看这里的一台计算机与远在千里之外的斯坦福研究所的另一台计算机联通。这是一个历史性的时刻,它宣告了网络时代的到来。

1976年,美国贝尔实验室在亚特兰大到华盛顿间建立了世界上第一条实用化的光纤通信线路,速率为45 Mbps,采用的是多模光纤,光源用的是发光二极管(LED),波长为 $0.85\ \mu\text{m}$ 的红外光。随着大容量的单模光纤和长寿命的半导体激光器研制成功,光纤通信系统开始显示出长距离、大容量的优越性。

1978年,美国贝尔实验室研制成功先进移动电话系统(Advanced Mobile Phone System, AMPS),建成了蜂窝状移动通信网。所谓蜂窝网,即小区制,由于实现了频率再用,因此大大提高了系统容量,解决了公用移动通信系统要求容量大与频率资源有限的矛盾。

以AMPS为代表的第一代蜂窝移动通信系统(1G)采用频分多址(FDMA)的模拟调制方式,这种系统的主要缺点是频谱利用率低,移动设备复杂,费用较贵,业务种类受限制,通话易被窃听等,容量不能满足日益增长的移动用户需求。

1982年,欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(Global System for Mobile Communication, GSM)的体系,并于1991年7月投入商用,GSM手机开始走入百姓生活,GSM成为全球移动通信系统的代名词,是第二代数字移动通信(2G)的标志。

第二代移动通信系统采用时分多址(TDMA)数字调制方式,提高了系统容量,并采用独立信道传送信令,使系统性能大大改善,但TDMA的系统容量仍然有限,越区切换性能仍不完善。

1983年1月1日,ARPANet各站点的通信协议全部转为TCP/IP,同时ARPANet被分成两部分,一部分作为军用,称为MILnet,另一部分作为民用。ARPANet开始从一个实验型网络向实用型网络转变,成为全球Internet正式诞生的标志。

1985年,国际电信联盟(ITU)提出了第三代移动通信系统(3rd-generation, 3G)的概念,3G技术是指支持高速数据传输的蜂窝移动通信技术,3G服务能够同时传送声音及数据信息,速率一般在几百kbps以上。

第三代移动通信系统采用CDMA(Code Division Multiple Access,码分多址)技术,具有频率规划简单、系统容量大、频率复用系数高、抗多径能力强、通信质量好、软容量、软切换等特点。3G技术主要有三种标准,即美国CDMA2000,欧洲WCDMA,中国TD-SCDMA,它们都是在CDMA的基础上发展起来的。

1992年,Internet开始进入商业化发展阶段,Internet用户开始向全世界扩展,人类迎来以互联网为主要手段的新的通信时代。

进入21世纪后,移动通信、互联网已经成为现代通信的主体,现代通信技术表现出蓬勃发展生机。

1.1.2 通信系统的组成

实现信息传递所需要的一切设备、传输媒介构成通信系统,通信系统一般由5个部分构成,概念模型如图1-1所示。



图 1-1 通信系统概念模型

1. 信源

按照信源输出信号的性质来区分，信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源输出连续幅度的信号，如：声音的强度、温度的高低变化等。数字信源输出离散的值，每个离散值代表一个符号，如：计算机、电机产生的输出数据等。

2. 发送设备

信源产生的信号一般不能通过传输媒体直接传输，通常需要通过发送设备进行信号处理，然后再通过传输媒体进行信息传输。发送设备是将信源产生的信息变换成能够在传输媒体中便于传送的信号形式，送往传输媒体。常见的发送设备，如：固定电话，移动手机，无线通信系统中的发射机、天线等。

传送的信号和通信系统类型不同，使发送设备和接收设备所起的作用悬殊很大。例如，如果需要传输模拟信号，对于数字通信系统来说，发送设备包括信源编码和信道编码两个部分。信源编码将连续信号变为数字信号，信道编码使数字信号和传输媒体匹配，来提高传输的有效性和可靠性。另外，发送设备还包括为了实现某些特殊要求而进行的各种处理，如信息分组、数据加密、多路复用等。

3. 传输媒介

传输媒介是指从发送设备到接收设备信号传递所经过的物理媒介。传输媒介可以是有线的，如：同轴电缆、双绞线、光纤等。也可以是无线的，如：微波、通信卫星、移动通信等。无论是有线还是无线传输，由于传输介质和信号的固有物理特性，信号在传递过程中会产生干扰和信号衰减。

在通信中，传输媒介往往被分成若干不同的通信信道（Channel）。狭义地讲，信道是指进行信号传输的媒介通道，按具体媒介的不同类型可分为有线信道和无线信道，所谓有线信道是指传输媒介为明线、对称电缆、同轴电缆、光缆及波导等一类能够看得见的媒介。无线信道则对应了无线通信中的工作频段，一个频段内再划分若干个信道。

在无线通信中，为了避免干扰和冲突，IEEE 规定了无线通信协议标准，即 IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11a，规定了无线电子产品所使用的频段和信道。例如，IEEE 802.11b/g 工作在 2.4~2.483 5 GHz 频段，这些频段被分为 11 或 13 个信道。WLAN 标准采用 2.4 GHz 无线电频段，而这个频段还被用于各种应用，如：蓝牙无线连接、手机，甚至微波炉，这些应用在这个频段产生的干扰会限制 WLAN 用户的可用带宽。

4. 接收设备

接收设备用于信号的识别，它接收通信媒体传送的信号，将接收到的信号进行解调、译码

操作，还原为原来的信号，提供给接收者。例如，在通信系统中，固定电话、移动手机等既是发送设备，又是接收设备。

5. 信宿

接收者将接收设备得到的信息进行利用，从而完成一次信息的传递过程。从通信系统的概念模型来看，通信实际上包括两大方面的问题。首先，是信息的符号表示和编码，即信息如何表示，以及为了根据通信媒体的物理特性选择相应的编码。其次，通信媒体的物理特性怎样表示和传输编码数据。

需要说明的是，图 1-1 描述的是单向通信，实际上大部分的通信系统都是双向通信的。信源同时也是信息的接收者，反过来信宿也是信息的发送者。通信双方都有发送和接收设备，如果两个方向都有不同的传输媒介，则双方可以独立地发送和接收信息；如果发送和接收共用同一传输媒介，则需要采用相应技术，如用频率或时间分割的方法来共享传输介质。通信系统除了完成信息的传递外，有时还需要在不同的传输系统之间进行交换，传输系统和交换系统共同构成一个完整的通信系统，即通信网络，如：公共交换电话网（Public Switch Telephone Network, PSTN）。

1.1.3 通信系统的分类

对于通信系统，人们可以从不同的方面进行分类，这些分类方法包括了通信性质、传输媒介、信号特征、调制方式、通信方式、信号复用等各个方面。下面从传输媒介和传输信号特征上，介绍通信系统的基本分类方法，以及不同类型的通信系统的特点。

1. 按传输媒介分类

按消息由一地向另一地传递时传输媒介的不同，通信可分为两大类：一类称为有线通信，另一类称为无线通信。所谓有线通信，是指传输媒介为架空明线、电缆、光缆、波导等形式的通信，其特点是媒介能看得见，摸得着。有线通信可进一步再分类，如明线通信、电缆通信、光缆通信等。所谓无线通信，又称为无线电通信，采用电磁波进行通信。根据工作频段或传输手段的不同，无线通信又可分为微波通信、短波通信、移动通信、卫星通信等。

2. 按信号特征分类

根据传输信号的不同，通信系统可分为模拟通信系统和数字通信系统。在传输线路上传输模拟信号的通信方式称为模拟通信，模拟通信系统通过模拟信号传输数据。例如，在电话通信中，用户线路上传送的电信号是随着用户声音大小的变化而变化的，这个变化的电信号在时间上或是在幅度上都是连续的，是模拟信号。数字通信是指用数字信号作为载体来传输信息，或者用数字信号对载波进行数字调制后再传输的通信方式。数字信号与模拟信号不同，它是一种离散的信号，通过不同的脉冲组合来编码数据。例如，电报信号就属于数字信号。

1.1.4 通信方式

通信方式是指信息的传递方式，一般有以下两种分类方法。