



高等学校精品规划教材

计算机网络与通信系列

郝兴伟 编 著

计算机网络技术及应用 (第二版)



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等学校精品规划教材

计算机网络技术及应用

（第二版）

郝兴伟 编 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以编者实施网络工程项目和网络管理实践为背景,同时兼顾基础通信理论知识,系统地讲解了现代电子通信基本原理、计算机网络的设计、网络设备、网络搭建、网络基本管理及服务的配置等内容。在写作过程中,作者从实践经验出发,以任务驱动的方式讲解了在网络组建、网络管理、网络安全、服务器配置和应用中可能遇到的各种问题,并给出了相应的解决方案,增强了教材的实用性。

全书共分为8章,主要内容包括:现代电子通信基础、计算机网络、网络操作系统、网络管理基础、常用网络服务及其配置、Web服务器的架设和管理、FTP服务器的架设和管理、邮件服务器的架设和管理。

本书与《计算机网络技术及应用实训教程(第二版)》配套,可作为高等学校计算机应用、信息管理、电子商务等专业学生计算机网络技术课程的教材,也可以作为非计算机专业学生学习计算机网络技术及应用课程的教材。

本书电子教案及案例素材读者可以从中国水利水电出版社网站上免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。使用本书的学校也可与编者(hxw@sdu.edu.cn)联系,或登录该课程网站(<http://jcjy.sdu.edu.cn/>或<http://202.194.28.11/>),获取更多教学资源(如教学视频、动画演示以及试卷库等)。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用 / 郝兴伟编著. —2版. —北京:
中国水利水电出版社, 2008

21世纪高等学校精品规划教材

ISBN 978-7-5084-6227-1

I. 计… II. 郝… III. 计算机网络—高等学校—教材
IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第214212号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 陈文詮 封面设计: 李 佳

书 名	21世纪高等学校精品规划教材 计算机网络技术及应用(第二版)
作 者	郝兴伟 编 著
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@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 18印张 434千字
版 次	2008年12月第2版 2008年12月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	29.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

今天,人类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的最鲜艳的花簇!1973年,Bob Metcalfe 发明了以太网,从此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,1992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!它已经深入到我们工作、生活的方方面面。无论是在家中,在办公室,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!网络让我们感到神奇,又令我们产生疑惑。

在享受网络带给我们便利的同时,更需要增加对网络知识的理解,只有这样才能提高我们的网络应用水平。就是在这样的背景下,我们先后于2004年和2007年探索性地出版了《计算机网络技术与应用》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老师的认可,并且有很多老师给我们提出了很好的建议。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了调整和修订,形成了本书。

本书主要改进的地方是:

(1) 考虑到各学校课程安排和学时的实际情况,本教材内容将集中在现代电子通信、计算机网络技术、网络操作系统、网络管理和网络服务的讲解上,将原书中的开发篇单独成书,出版了《Web 程序设计》教材,以便于教学。

(2) 在内容上,从我们的项目研发、工程实施和网络管理实践出发,围绕现代电子通信的基本原理、计算机网络技术、网络操作系统、网络管理、网络服务,从基础理论、基本原理、核心技术和应用等不同层面,进行总结、整理和知识设计,建立面向高等学校学生学习计算机网络技术及应用的知識结构,从而为学生建立一个系统、完整、科学的计算机网络知识框架。

本书分为8章,主要内容介绍如下:

第1章 现代电子通信基础。通信是计算机网络的基础,没有通信就谈不上计算机网络。在本章中对通信原理进行了概括性介绍,包括:通信系统的概念与分类、信号编码、模拟通信、数字通信、通信媒体、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方面对计算机网络进行了全面讲解。在计算机网络概念和原理层面,主要介绍了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;在技术层面,详细介绍了网卡、交换机和路由器等主要网络设备的组成、工作原理和应用。最后,综合计算机网络原理和网络设备的内容,对局域网技术和广域网技术、网络设计与网络架设进行了讲解。

第3章 网络操作系统。计算机网络分为硬件基础设施和软件两个方面,网络操作系统是安装在计算机上的系统软件。本章对网络操作系统的概念和功能进行了讲解,对单机操作系统和网络操作系统、桌面操作系统和服务器操作系统的不同之处进行了分析说明,较为详细地介绍了Windows Server 2003操作系统的安装和简单配置。

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,其中全面介绍了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。主要内容包括:网络的工作组和域工作模式、资源共享与发布、组策略以及病毒防范等安全性设计。

第 5 章 常用网络服务及其配置。服务是计算机网络的基础,没有服务的网络是没有意义的。本章介绍了一组主要的网络服务,主要讲解的服务有:DNS 服务、DHCP 服务、终端服务、远程访问服务及虚拟专用网 VPN。对于每一种服务,从服务的目的、配置和应用 3 个方面进行了详细讲解。

第 6 章 Web 服务器的架设和管理。Web 服务是 Internet 的核心,本章详细介绍了 Web 服务的基本工作机理、B/S 三层体系架构,以及 Web 服务器的搭建、管理和应用。

第 7 章 FTP 服务器的架设和管理。FTP 服务器可以看成是 Internet 中的共享文件夹,它将局域网中的共享文件夹概念延伸到了互联网。本章介绍了 FTP 服务器的搭建和管理、虚拟目录,以及使用 FTP 服务器远程维护 Web 站点。

第 8 章 邮件服务器的搭建和管理。E-mail 服务和 Web 可以说是 Internet 中两种最重要的服务,也是应用最广泛的服务。本章介绍了电子邮件的概念、POP3/SMTP 服务、基本的邮件传输原理,介绍了 Windows Server 2003 中邮件服务的搭建和管理,最后还介绍了第三方邮件服务器的搭建,以及使用 Web 方式收发电子邮件的内容。

本书主要特色如下:

(1) 以计算机网络技术为主线,为读者建立一个包含从基本通信原理、计算机网络技术、网络操作系统到网络管理和应用等层次清晰的计算机网络技术及应用的知识框架。

(2) 以真实的网络项目和网络管理为背景,在网络硬件方面,对常用网络设备从功能、基本原理和应用 3 个层面进行讲解;在网络软件方面,循序渐进地讲解网络操作系统,基本网络管理,常用网络服务的功能、配置和应用。

(3) 以“任务驱动”的编写方式,讲解在网络管理、服务配置和应用中可能遇到的问题,并给出具体的解决方案,具有很强的实用性。

(4) 精心设计的 170 多道课后练习题都是编者在实际的网络管理和应用中遇到的问题和难点。通过提出问题的方式,加强对所学知识的理解、复习和应用。

(5) 配套有《计算机网络技术及应用实训教程(第二版)》,提供丰富的教学资源,包括 PPT 电子教案、教学视频、动画演示、试卷库等。

在本书写作的过程中,非常感谢巩裕伟、焦文江、杨兴强、吕刚、阚铮和李蕴等老师所做的工作及提出的良好建议,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,他们都参与了许多有关项目的研发工作,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。还要感谢中国水利水电出版社雷顺加编审,在本书的策划和写作中,提出了很好的建议(特别是对编写方式及习题的策划),使得本书能够更好地适用于教学。

虽然,我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、网络管理和应用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在本书中讲解。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,恳请各位老师和同学

批评指正。

为了便于教师教学和学生学习，本书提供电子教案、视频、动画等学习资源，读者可以从作者的课程网站下载，网址是：<http://jcjy.sdu.edu.cn/>或 <http://202.194.28.11/>。也可以与作者联系来获取更多相关的教学资源，作者的 E-mail: hxw@sdu.edu.cn。

编 者

2008 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 现代电子通信基础	1
1.1 通信系统简介	1
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	5
1.2 模拟信号与数字信号	7
1.2.1 模拟信号及其传输	8
1.2.2 数字信号及其传输	9
1.2.3 模拟信号与数字信号的转换.....	10
1.3 模拟通信	10
1.3.1 模拟通信系统模型	10
1.3.2 模拟信号传输模拟数据	11
1.3.3 模拟信号传输数字数据	11
1.4 数字通信	14
1.4.1 数字信号数据编码	14
1.4.2 数字通信系统模型	17
1.4.3 数字信号传输数字数据	18
1.4.4 数字信号传输模拟数据	18
1.5 通信媒体与传输速度	19
1.5.1 通信媒体	20
1.5.2 传输速度	24
1.6 多路复用	26
1.6.1 多路复用器	26
1.6.2 频分多路复用	27
1.6.3 时分多路复用	27
1.6.4 波分多路复用	28
本章小结	28
习题一	29
第 2 章 计算机网络	30
2.1 计算机网络概述	30
2.1.1 网络的概念	31
2.1.2 网络的分类	32
2.1.3 网络拓扑结构	33

2.2	网络模型与网络协议	36
2.2.1	OSI 参考模型	36
2.2.2	TCP/IP 模型	38
2.2.3	网络协议	39
2.2.4	TCP/IP 协议族	41
2.3	网络硬件和网络设备	48
2.3.1	网卡	48
2.3.2	中继器	51
2.3.3	集线器	52
2.3.4	桥连接器	52
2.3.5	交换机	53
2.3.6	路由器	56
2.3.7	交换机、路由器和 VLAN	58
2.3.8	宽带路由器	60
2.4	局域网技术	61
2.4.1	以太网与 CSMA/CD	61
2.4.2	令牌环技术	65
2.4.3	FDDI 局域网技术	66
2.4.4	无线局域网技术	66
2.4.5	IEEE 局域网标准	66
2.5	广域网技术	68
2.5.1	公共通信基础设施	68
2.5.2	点对点协议 PPP	70
2.5.3	综合业务数字网 ISDN	71
2.5.4	帧中继	73
2.6	网络设计与网络架设	75
2.6.1	网络设计	75
2.6.2	网线与材料	77
2.6.3	常用网络布线工具	82
2.6.4	综合布线标准	83
2.7	网络管理与网络安全	85
	本章小结	85
	习题二	85
第 3 章	网络操作系统	88
3.1	计算机网络操作系统概述	88
3.1.1	网络系统软件和网络操作系统的概念	88
3.1.2	操作系统的发展	89
3.1.3	网络操作系统的功能	93

3.2	几种网络操作系统的比较.....	94
3.2.1	UNIX 操作系统	94
3.2.2	Netware 操作系统.....	96
3.2.3	Windows 服务器操作系统	97
3.2.4	Linux 操作系统.....	98
3.3	安装和使用 Windows 网络服务器操作系统.....	98
3.3.1	Windows 网络服务器操作系统家族	99
3.3.2	服务器与 RAID 技术.....	100
3.3.3	Windows Server 2003 的安装.....	101
3.3.4	Windows Server 2003 简单配置	106
3.4	系统克隆	108
	本章小结	110
	习题三	110
第 4 章	网络管理基础.....	112
4.1	网络连接及其配置	112
4.1.1	网络连接类型	113
4.1.2	创建网络连接	114
4.1.3	配置网络连接	116
4.2	目录和目录服务	117
4.2.1	网络中的目录和目录服务方式.....	118
4.2.2	工作组和域管理模式	118
4.3	工作组及其管理	119
4.3.1	浏览清单与工作组	119
4.3.2	共享资源和用户账户管理.....	119
4.4	域和活动目录服务	121
4.4.1	域和域控制器	122
4.4.2	安装活动目录服务	123
4.4.3	使用 Active Directory 服务.....	126
4.4.4	域用户与用户组管理	128
4.4.5	将计算机加入到域	132
4.4.6	登录到本地或域	137
4.5	资源共享与发布	138
4.5.1	发布共享文件夹	139
4.5.2	发布打印机	141
4.5.3	查找特定对象	144
4.6	组策略	144
4.6.1	组策略、构成及功能	144
4.6.2	非本地组策略对象的编辑.....	148
4.6.3	新建非本地组策略	150

4.6.4	查看组策略应用结果集	151
4.7	安全性设计	151
4.7.1	用户身份验证	152
4.7.2	授权	152
4.8	病毒防范	158
4.8.1	使用映像截持技术防止病毒程序的运行	158
4.8.2	使用组策略防止病毒程序的运行	160
4.8.3	使用本地安全策略防止病毒程序攻击	161
4.8.4	关闭不安全端口防止病毒程序攻击	161
4.8.5	使用防火墙软件防止病毒程序攻击	162
	本章小结	163
	习题四	163
第 5 章	常用网络服务及其配置	166
5.1	服务器角色与网络服务组件	166
5.1.1	网络服务与服务器角色	166
5.1.2	添加或删除服务	167
5.2	DNS 服务	168
5.2.1	域名系统与域名管理	168
5.2.2	安装 DNS 服务器	170
5.2.3	正向搜索区域	171
5.2.4	反向搜索区域	174
5.2.5	Root DNS 与转发器设置	176
5.2.6	DNS 客户端的设置	177
5.3	DHCP 服务	178
5.3.1	安装 DHCP 服务器	178
5.3.2	DHCP 服务器的配置	178
5.3.3	DHCP 服务器的高级设置	181
5.3.4	配置 DHCP 客户端	183
5.4	终端服务	183
5.4.1	终端服务概述	183
5.4.2	安装终端服务	184
5.4.3	安装终端服务客户端	187
5.4.4	使用终端服务	187
5.5	远程访问服务 RAS	188
5.5.1	远程访问服务器应用环境	189
5.5.2	远程访问服务器端设置	189
5.5.3	远程访问客户端设置	194
5.5.4	使用远程访问服务	195
5.6	虚拟专用网络 VPN	196

5.6.1	VPN 技术的相关知识	196
5.6.2	单机到局域网的 VPN 连接.....	197
5.6.3	局域网到局域网的 VPN 连接.....	204
5.6.4	使用 VPN	211
本章小结		212
习题五		212
第 6 章	Web 服务器的架设和管理	214
6.1	Web 服务与 B/S 三层体系结构	214
6.1.1	客户/服务器 (C/S) 计算模式	215
6.1.2	浏览器/服务器 (B/S) 计算模式	215
6.1.3	Web 服务器及工作机理	216
6.1.4	主流 Web 服务器简介	216
6.2	Windows 服务器操作系统和 Internet 信息服务	217
6.2.1	什么是 Internet 信息服务	218
6.2.2	Internet 信息服务的组成	218
6.2.3	安装 IIS	218
6.2.4	Internet 信息服务管理器	220
6.2.5	连接到 Web 站点	222
6.3	Web 站点的构建	223
6.3.1	创建 Web 站点	223
6.3.2	启动、停止和暂停 Web 站点	226
6.3.3	规划 Web 应用	226
6.3.4	运行多个 Web 站点	229
6.4	配置 Web 站点	230
6.4.1	“网站”选项卡	230
6.4.2	“主目录”选项卡	232
6.4.3	“目录安全性”选项卡	233
6.4.4	“文档”选项卡	236
6.4.5	“自定义错误”选项卡	236
6.4.6	“HTTP 头”选项卡	237
6.5	Web 服务器系统安全	238
6.5.1	系统平台的安全策略	238
6.5.2	配置审核日志策略	239
6.5.3	网页维护的安全措施	240
本章小结		240
习题六		241
第 7 章	FTP 服务器的架设和管理	243
7.1	创建 FTP 站点.....	243
7.2	管理 FTP 站点.....	247

7.2.1	“FTP 站点”选项卡	247
7.2.2	主目录选项卡	248
7.2.3	“目录安全性”选项卡	248
7.2.4	“安全账号”选项卡	249
7.3	使用虚拟目录	250
7.3.1	为用户建立专用存储空间	250
7.3.2	建立与用户账户同名的虚拟目录	250
7.3.3	取消允许匿名连接	251
7.4	使用 FTP 站点	252
7.4.1	从 FTP 站点下载和上传文件	252
7.4.2	使用 FTP 维护 Web 站点	253
	本章小结	253
	习题七	253
第 8 章	邮件服务器的架设和管理	255
8.1	电子邮件基础	255
8.1.1	电子邮件的概念	255
8.1.2	SMTP 协议和 POP3 协议	255
8.1.3	邮件传输过程	256
8.1.4	本地邮件和远程邮件	256
8.2	架设邮件服务器	257
8.2.1	安装 SMTP/POP3 服务组件	257
8.2.2	配置 SMTP/POP3 服务	258
8.2.3	邮件服务器域名解析问题	263
8.3	使用 Outlook Express 收发电子邮件	264
8.3.1	在 Outlook Express 中添加用户账户	265
8.3.2	发送电子邮件	268
8.3.3	接收电子邮件	269
8.4	使用第三方 E-mail 服务器	270
	本章小结	271
	习题八	271
	参考文献	273

第1章 现代电子通信基础



本章导读

回顾人类通信的历史,过去的百年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互连和网络互连,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的通信模式的产生和发展。

通信是计算机互连的基础,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、通信系统的分类、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。这些内容基本上涵盖了计算机通信中的主要概念,从而为后续各章的学习做好知识的铺垫。



本章要点

- 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。
- 数据、信号、模拟数据、数字数据、模拟信号、数字信号。
- 模拟通信、模拟通信系统模型、基带信号、载波、调制、数字调制、模拟调制、解调、模拟信号传输模拟数据、模拟信号传输数字数据、脉冲幅度调制PAM、脉冲编码调制PCM(脉码调制)。
- 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、数字通信系统模型、基带传输、频带传输(载波传输、宽带传输)、数字信号传输模拟数据、数字信号传输数字数据。
- 同轴电缆、双绞线、光纤、光纤的类型、多模光纤、单模光纤、光纤传输系统、传输速度、波特率、尼奎斯特定理、香农定理。
- 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、在线交流、即时消息等在线和离线工具不断产生，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

自从 19 世纪初人类开始电子通信以来，通信技术的发展很快，新的传输媒体不断出现，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，使得通过一条铜线上的电脉冲来传递信息成为可能。首先对报文的每一个字符进行编码，使这些编码对应着一串长短不一的电脉冲，通过铜导线传出去，而接收者则通过一个电子感应器来识别编码信息。

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 公里。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注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，从而大大改善了电话的可用性。

1887 年，德国 H.R.赫兹进行电磁波辐射的赫兹实验，证明 J.C.麦克斯韦的电磁波学说。

1895 年，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 米以外的电铃。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，成功地进行了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 14km，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，意大利 G·马克尼首次收到横跨大西洋 4800km 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 17000 多个真空电子管、70000 多个电阻和 6000 多个开关。整个机器重达 3 吨，占地 135m²，功率 150 千瓦。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 5000 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。

1955 年, Narinder Kapany 发明了光纤。

1956 年, 铺设越洋电缆。

1957 年, 该年的 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 Sputnik, 卫星高度 900km。

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, 开发一个称为阿帕网(ARPANet)的网络。1969 年 11 月 21 日中午, 6 名科学家聚会在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连通。这是一个历史性的时刻, 它宣告了网络世界的到来。

1975 年, ARPANet 的运行管理移交给美国国防通信局(DCA)。1982 年 DCA 将 ARPANet 各站点的通讯协议全部转为 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。

1976 年, 美国贝尔实验室在亚特兰大与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 45Mb/s, 采用的是多模光纤, 光源用的是发光管 LED, 波长为 0.85 μm 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(AMPS), 建成了蜂窝状移动通信网, 大大提高了系统容量。1983 年, AMPS 首次在芝加哥投入商用, 随后其他工业化国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网。以 AMPS 为代表的第一代蜂窝移动通信网属模拟系统。

1982 年, 欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(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。

1985 年, ITU TG8/1 提出了第三代移动通信系统(3G)的概念, 命名为 FPLMTS(未来公共陆地移动通信系统)。

1989 年, 在瑞士日内瓦欧洲核子物理研究中心(CERN)工作的蒂姆·伯纳斯·李(Tim Berners-Lee)首先提出了 WWW 的概念, 并且成功地开发出世界上第一个万维网服务器和第一个万维网客户机。同年底, 蒂姆为他的发明正式定名为 World Wide Web(万维网); 1991 年 5 月万维网在因特网上首次露面, 立即引起轰动, 迅速被广泛应用。

1992 年以后 Internet 开始进入它的商业化发展阶段, Internet 用户开始向全世界扩展, 标志着以互联网为主要手段的新的通信时代的到来。

1996 年, 第三代移动通信系统更名为 IMT-2000(International Mobile Telecommunications 2000)。1999 年 3 月, ITU-R TG8/1 第 16 次会议在巴西召开, 此次会议确定了第三代移动通信技术的大格局。IMT-2000 地面无线接口被分为两大组, 即 CDMA 与 TDMA。

进入 21 世纪后, 光纤通信、移动通信、互联网已经成为现代通信的主体, 现代通信技术

表现出勃勃发展生机。

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。

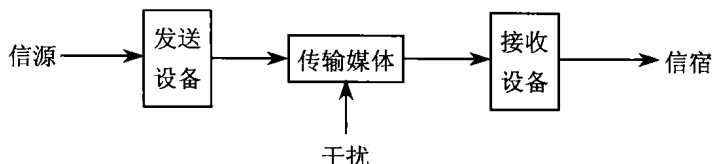


图 1-1 通信系统概念模型

1. 信源

按照信息源输出信号的性质来区分，信息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、温度的高低变化等都是模拟信号。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、电传机产生的输出数据等。

2. 发送设备

信息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号变换成能够在传输媒体中传送的信号形式，然后送往传输媒体。

因传送信号和通信系统类型不同，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，以此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. 传输媒体

传输媒体是指从发送设备到接收设备信号传递所经过的物理媒介。传输媒体可以有线的，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，由于传输介质和电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。

为了提高传输媒体的效率，在通信中，传输媒体往往被分成若干不同的通信信道。信道（Channel）是指同时进行数据及信号通信的通道数量，数量越多，信号强度及通信质量越高。

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。

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。其次是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。信息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体,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体,则需要采用相应技术,如采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,由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。

1.1.3 通信系统的分类

根据传输信号的类型、信号传输的方向性、数字信号码元排列方法等,通信系统可以分成不同的类型。

1. 按信号类型分类

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。

在模拟通信系统中,信息的传输需要经过信号转换和调制/解调两种变换。首先,在发送端,发送设备需要将要传输的信号变换成原始电信号;在信宿,接收端收到的信号要反变换成原始信号。其次,在发送端,在信号传输以前,需要将原始电信号变换成其频带适合信道传输的信号,即调制,经过调制后的信号成为已调信号,在媒体中传输;在接收端,将信道中传输的信号还原成原始电信号,即解调。在发送端调制前和接收端解调后的信号成为基带信号,已调信号又称为频带信号。

模拟传输只传输模拟信号,为扩大传输距离,在模拟传输系统内,一般都包括放大器以提高信号的能量。在传输过程中信号和噪声叠加,叠加噪声干扰后噪声很难分离和消除,噪声会随着信号被传输、放大,严重影响通信质量,因此模拟通信的抗干扰能力较差,不适宜长距离通信。同时模拟通信的安全性也较低。

在数字通信系统中,采用数字信号传递消息,数字传输既可传输数字信号,也可传输模拟信号。数字通信与模拟通信相比具有明显的优点:①抗干扰能力强,数字传输系统通过使用中继器来延长传送距离,不会累积噪声,传输误差小,只要噪声绝对值不超过某一门限值,接收端便可判别脉冲的变化;②以数据帧为单位传输数据,并通过检错编码和重发数据帧来发现并纠正通信错误,从而有效保证通信的可靠性;③可以方便地利用各种加密和解密技术,从而有效增强通信的安全性;④适合远距离传输,在长距离数字通信中可通过中继器放大和整形来保证数字信号的完整,并可以克服模拟通信中的噪音累积,保证高质量的数据传输;⑤可以适应各种通信业务要求,如电话、电报、图像、数据等,实现统一综合业务数字网,便于采用大规模集成电路,便于实现通信网的计算机管理等优点。

2. 按消息传送的方向与时间的关系分类

对于点到点之间的通信,按信息传送的方向与时间的关系通信方式可分为单工通信、半双工通信和全双工通信 3 种类型。