



中国计算机学会教育专业委员会 推荐
全国高等学校计算机教育研究会 出版
高等学校教材

数据通信与 计算机网络 (第二版)

杨心强 陈国友 邵军力 编著

计算机学科教学计划2001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会
中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会
中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会

数据通信与 计算机网络

〔第二版〕

主编 王 俊 副主编 王 俊 王 俊

中国计算机教育研究会 中国计算机教育研究会

中国计算机教育研究会
中国计算机教育研究会
中国计算机教育研究会

高等学校教材

数据通信与计算机网络

(第二版)

杨心强 陈国友 邵军力 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是1998年出版的《数据通信与计算机网络》的第二版。为适应数据通信与计算机网络技术的发展及教学的需要,第二版在内容和结构等方面都做了很大的修改。

本书分数据通信和计算机网络两个部分,共14章。数据通信部分较全面系统地介绍数据通信的基本概念和术语、数据通信信道、数据传输技术、数据通信组网设备。计算机网络部分以TCP/IP体系为核心,比较系统全面地介绍计算机网络及其体系结构、物理层和数据链路层、局域网、广域网、网络互联、运输层、应用层协议、计算机网络的安全,以及数据通信的新发展等内容。为了适合教学,加深理解书本内容,各章末均附有习题。另设附录,列出了数据通信与计算机网络的常用标准。最后是参考文献及重要网址。

本书内容丰富充实,取材新颖;既着重基本概念和基本原理的阐述,又力求反映数据通信与计算机网络的一些最新进展;既注重定性介绍,又有必要的定量分析。本书可作为高等学校计算机或通信专业以及其他有关专业的数据通信与计算机网络课程的本科生教材,也可作职业教育相关专业的教材以及从事数据通信和计算机网络方面工作的广大科技人员、工程技术人员及有关专业的高等院校师生的学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据通信与计算机网络/杨心强,陈国友,邵军力编著. —北京:电子工业出版社,2003.3

ISBN 7-5053-8198-9

I. 数… II. ①杨… ②陈… ③邵… III. ①数据通信—高等学校—教材 ②计算机网络—高等学校—教材
IV. ①TN919 ②TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第009827号

责任编辑:赵家鹏

印 刷:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:30.75 字数:780.8千字

版 次:2003年3月第2版 2003年3月第1次印刷

印 数:6000册 定价:38.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

原出版说明

计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会(以下简称“两会”),为了适应培养我国 21 世纪计算机各类人材的需要,根据学科技术发展的总趋势,结合我国高等学校教育工作的现状,立足培养的学生能跟上国际计算机科学技术发展水平,于 1993 年 5 月参照 ACM 和 IEEE/CS 联合教程专题组 1990 年 12 月发表的《Computing Curricula 1991》,制定了《计算机学科教学计划 1993》,并组织编写与其配套的首批 18 种教材。现推荐给国内有关院校,作为组织教学的参考。

《计算机学科教学计划 1993》是从计算机学科的发展和社会需要出发提出的最基本的公共要求,不是针对某一具体专业(如计算机软件或计算机及应用专业),因此它适用于不同类型的学校(理科、工科及其他学科)、不同专业(计算机各专业)的本科教学。各校可以根据自己的培养目标和教学条件有选择地组织制定不同的教学计划,设置不同的课程。本教学计划的思想是将计算机学科领域的知识,分解为九个主科目(算法与数据结构、计算机体系结构、人工智能与机器人学、数据库与信息检索、人-机通信、数值与符号计算、操作系统、程序设计语言、软件方法学与工程)作为学科的公共要求;对计算机学科的教学归结为理论(数学)、抽象(实验)和设计(工程)三个过程,并强调专业教学一定要与社会需要相结合。另外,还提出了贯穿于计算机学科重复出现的十二个基本概念,在深层次上统一了计算机学科,对这些概念的理解和应用能力,是本科毕业生成为成熟的计算机学科工作者的重要标志。

为了保证这套教材的编审和出版质量,两会成立了教材编委会,制定了编写要求和编审程序。编委会对编者提出的编写大纲进行了讨论,其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论。并且组织了部分编委对教材的质量和进度分片落实,有的教材在编审过程中召开了部分讲课教师座谈会,广泛听取意见。参加这套教材的编审者都是在该领域第一线从事教学和科研工作多年,学术水平较高,教学经验丰富,治学态度严谨的教师。这套教材的出版得到了电子工业出版社的积极支持。他们把这套教材列为出版社的重点图书出版,并制定了专门的编审出版暂行规定和出版流程,组织了专门的编辑和协调机构。

这套教材的编审出版凝聚了参加这套教材编审教师和关心这套教材的教师、参与编辑和出版工作者、以及编委会成员的汗水,他们为此做出了努力。

这套教材还得到电子工业部计算机专业教学指导委员会的支持,其中 11 本被选入 1996~2000 年全国工科电子类专业规划教材。

限于水平和经验,这套教材肯定还会有缺点和不足,希望使用教材的单位、教师和学生积极提出批评建议,共同为提高教学质量而努力。

**中国计算机学会教育专业委员会
全国高等学校计算机教育研究会**

教材编审委员会成员名单

主任：王义和 哈尔滨工业大学计算机系
副主任：杨文龙 北京航空航天大学计算机系(兼北京片负责人)
委员：朱家铨 东北大学计算机系(兼东北片负责人)
 龚天富 电子科技大学计算机系(兼成都片负责人)
 邵军力 南京通信工程学院计算机系(兼南京片负责人)
 张吉锋 上海大学计算机学院(兼上海福州片负责人)
 李大友 北京工业大学计算机系
 袁开榜 重庆大学计算机系
 王明君 电子工业出版社
 朱 毅 电子工业出版社(特聘)

第二版前言

本教材的第一版(1998年版)系按照中国计算机学会教育委员会和全国高等学校计算机教育研究会(以下简称两会)制定的《计算机学科教学计划 1993》之要求编写的,由两会推荐出版的。

本教材由解放军理工大学指挥自动化学院杨心强、邵军力教授和陈国友讲师编著,江光杰教授审核。

本教材的参考学时为 60~70 学时。这次修编主要参照《ACM/IEEE Computing Curricula 2001》之要求,以及本教材第一版近四年来的教学实践。与第一版相比,本版改动较大。数据通信部分的内容进行了压缩,并调整和删除了部分内容。计算机网络部分的内容有较大的改动,由原来以 OSI 参考模型为基础,改为以 TCP/IP 协议族为主线,以 TCP/IP 体系结构为基础,突出因特网上的应用,增加了网络新技术的介绍。例如,因特网数据链路协议、局域网的扩展、高速局域网、无线局域网、因特网网际协议 IPv4、因特网下一代网际协议 IPv6、应用层协议(包括 FTP, TFTP, NFS, SMTP, POP3, IMAP4, TELNET, 以及 WWW(包括 URL, HTTP, HTML, JAVA 和 JavaScript 等))、因特网的安全机制、IP 网、宽带接入网、全光网、智能网和三网融合等。

全书共分 14 章。第 1 章是数据通信概论,对通信系统模型、数据通信研究的内容,数据通信网及其应用及发展前景做了概述。第 2 章是数据通信基础知识,介绍了数据通信的必备知识和常用术语。第 3 章是数据传输信道,介绍信道的定义及分类,信道容量及其计算,各种传输媒体的传输特性及对传输质量的影响等。第 4 章是数据通信技术,主要讨论进行数据通信时所采用的各种技术。第 5 章是数据通信组网设备,对某些常用的组网设备的基本性能、工作原理及在网络中的具体应用考虑等做了介绍。第 6 章计算机网络及其体系结构,对计算机网络的定义、分类、功能及应用做了介绍,重点在于介绍计算机网络体系结构及其若干重要概念。第 7、9、11、12 章分别介绍网络各个层次(包括物理层、数据链路层,网络层、运输层和应用层)的基本概念、功能和作用,以及各层的协议机制。第 8 章局域网,介绍局域网体系结构及其有关协议。第 10 章网络互联,介绍网络互联技术,重点在于互联网的网际协议机制。第 13 章计算机网络的安全,介绍数据加密技术、网络安全策略和安全机制。第 14 章数据通信的新发展,扼要地介绍了数据通信技术的一些最新进展。各章末均附有若干习题可供练习。附录中列出了数据通信与计算机网络的常用标准。书末还附有参考文献及重要网址,便于读者在因特网上查找所需资料。

本教材具有下列特点:(1)内容丰富充实,比较全面系统地介绍了数据通信技术和计算机网络技术两个方面的内容;(2)既能着重基本原理和概念的阐述,又力求反映数据通信与计算机网络技术的最新进展;(3)为满足未具备数据通信知识的读者的需要,特地编写了第 2 章数据通信基础知识,使得本书的适应面较宽;(4)各章末均附有习题,为教学实施提供了方便。因此,本书的出版将能满足我国高等学校大专/本科和高职等层次教学的需要,也能适应国内实施继续教育的需要。

本教材的第1章、3章~11章、13章由杨心强编写,第2章由邵军力、杨心强编写,第12、14章由陈国友、杨心强编写。最后由杨心强负责统编和定稿。

本教材第一版在出版过程中,得到两会的关照,特别是北京航空航天大学杨文龙教授的关心和支持。本书再版过程中,南京邮电学院的沈金龙教授十分仔细地审阅了本书的再版目录,并提出了许多宝贵意见,还提供了颇有参考价值的资料。另外,解放军理工大学指挥自动化学院的有关教员在实施本书第一版教学过程中,提出过许多宝贵意见和建议,对此,编者均表示诚挚的谢意。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,恳请专家和广大读者批评指正。

编著者

2002年9月于解放军理工大学

目 录

第 1 章 数据通信概论	(1)
1.1 通信系统模型	(1)
1.2 模拟通信、数字通信和数据通信	(2)
1.2.1 模拟通信和数字通信	(2)
1.2.2 数据通信	(4)
1.3 数据通信研究的内容	(4)
1.4 数据通信系统	(5)
1.4.1 数据通信系统的组成	(5)
1.4.2 数据通信系统的分类	(6)
1.5 数据通信网	(6)
1.5.1 按网络拓扑分类	(7)
1.5.2 按传输技术分类	(8)
1.6 数据通信的应用及发展前景	(10)
1.6.1 数据通信的应用	(10)
1.6.2 数据通信的发展前景	(11)
习题	(14)
第 2 章 数据通信基础知识	(15)
2.1 信息、数据和信号	(15)
2.1.1 信息	(15)
2.1.2 数据	(16)
2.1.3 信号	(17)
2.2 功率谱密度和带宽	(24)
2.3 传输方式和传输速度	(26)
2.3.1 传输方式	(26)
2.3.2 传输速率	(29)
2.4 传输质量	(31)
2.4.1 衰减和增益	(31)
2.4.2 失真	(32)
2.4.3 噪声	(33)
2.4.4 畸变	(35)
2.4.5 差错率	(36)
2.4.6 畸变和误码的测试	(38)
2.4.7 频带利用率	(38)
2.5 通信编码	(39)
习题	(41)

第3章 数据传输信道	(44)
3.1 信道概述	(44)
3.1.1 传输信道	(44)
3.1.2 信道分类	(44)
3.2 信道容量	(46)
3.2.1 有扰模拟信道的信道容量	(46)
3.2.2 有扰数字信道的信道容量	(47)
3.3 导向传输媒体	(48)
3.3.1 双绞线	(48)
3.3.2 同轴电缆	(50)
3.3.3 光缆	(52)
3.4 非导向传输媒体	(59)
3.4.1 短波通信	(59)
3.4.2 微波通信	(64)
3.4.3 卫星通信	(74)
3.4.4 光波通信	(77)
习题	(80)
第4章 数据传输技术	(81)
4.1 基带传输技术	(81)
4.1.1 基带传输对信号的要求	(81)
4.1.2 基带信号的波形及其传输码型	(82)
4.1.3 基带传输系统	(87)
4.2 频带传输及调制技术	(91)
4.2.1 概述	(91)
4.2.2 基本数字调制技术	(92)
4.2.3 幅相混合调制	(110)
4.2.4 脉码调制	(112)
4.3 同步控制技术	(116)
4.3.1 载波同步	(116)
4.3.2 位同步	(119)
4.3.3 群同步	(123)
4.3.4 网同步	(124)
4.4 信道访问技术	(127)
4.4.1 选择(轮询)技术	(127)
4.4.2 争用技术	(130)
4.4.3 复用技术	(138)
4.5 数据交换技术	(145)
4.5.1 电路交换(circuit switching)	(145)
4.5.2 报文交换(message switching)	(146)
4.5.3 分组交换(packet switching)	(147)

4.5.4 三种交换技术的比较	(149)
4.6 差错控制技术	(150)
4.6.1 差错控制概述	(150)
4.6.2 采用检错码的差错控制	(153)
4.6.3 采用纠错码的差错控制	(158)
4.6.4 采用冗余技术的差错控制	(161)
习题	(162)
第5章 数据通信组网设备	(165)
5.1 数据终端设备	(165)
5.1.1 数据终端设备的组成及功能	(165)
5.1.2 数据终端设备的分类	(166)
5.1.3 数据终端设备的工作特性	(167)
5.1.4 常用的数据终端设备	(169)
5.2 线路终端设备	(172)
5.2.1 调制解调器	(172)
5.2.2 声耦合器	(176)
5.3 传输控制设备	(177)
5.3.1 多路复用器	(177)
5.3.2 集中器	(180)
5.3.3 前置处理机(FEP)	(182)
5.3.4 通信控制器	(182)
5.4 自动辅助设备	(186)
5.4.1 自动应答装置(AAU)	(187)
5.4.2 自动呼叫装置(ACU)	(188)
5.5 专用设备	(188)
5.5.1 速率/代码转换器	(188)
5.5.2 协议转换器	(189)
5.5.3 安全设备	(191)
习题	(192)
第6章 计算机网络及其体系结构	(193)
6.1 概述	(193)
6.1.1 计算机网络的发展过程	(193)
6.1.2 计算机网络的定义	(195)
6.1.3 计算机网络的分类	(196)
6.1.4 计算机网络的功能及应用	(197)
6.2 计算机网络的体系结构	(198)
6.2.1 层次型的体系结构	(198)
6.2.2 OSI 体系结构	(200)
6.2.3 TCP/IP 体系结构	(203)
6.3 体系结构的若干重要概念	(205)

6.3.1	开放系统互联环境	(205)
6.3.2	层、子系统与实体	(206)
6.3.3	服务、协议和服务访问点	(207)
6.3.4	服务原语	(209)
6.3.5	数据单元	(210)
6.3.6	对等实体间的通信	(212)
	习题	(213)
第 7 章	物理层和数据链路层	(215)
7.1	物理层概述	(215)
7.2	物理层接口特性	(215)
7.2.1	机械特性	(216)
7.2.2	电气特性	(216)
7.2.3	功能特性	(218)
7.2.4	规程特性	(220)
7.3	物理层的常用标准	(220)
7.3.1	EIA RS-232-C/D/E/F	(221)
7.3.2	EIA RS-449、RS-422-A 和 RS-423-A	(223)
7.3.3	X.21 建议	(224)
7.4	数据链路层概述	(226)
7.5	数据链路协议	(228)
7.5.1	停-等协议	(228)
7.5.2	连续 ARQ 协议	(229)
7.5.3	选择重传 ARQ 协议	(232)
7.6	数据链路控制规程	(232)
7.6.1	实现帧同步的方法	(232)
7.6.2	面向比特的同步链路控制规程	(233)
7.7	因特网的数据链路协议	(242)
	习题	(245)
第 8 章	局域网	(247)
8.1	局域网概述	(247)
8.2	局域网体系结构	(249)
8.2.1	局域网参考模型	(249)
8.2.2	IEEE 802 标准	(249)
8.2.3	局域网链路控制机制	(250)
8.3	常用局域网标准	(253)
8.3.1	总线局域网标准:IEEE 802.3	(253)
8.3.2	令牌环局域网标准:IEEE 802.5	(255)
8.3.3	令牌总线局域网标准:IEEE 802.4	(256)
8.3.4	局域网高层协议	(257)
8.4	局域网扩展	(258)

8.4.1	集线器式局域网	(258)
8.4.2	交换机式局域网	(259)
8.5	高速局域网	(261)
8.5.1	100Base-T	(261)
8.5.2	100VG-AnyLAN	(262)
8.5.3	千兆比以太网	(263)
8.6	无线局域网	(264)
8.6.1	无线局域网的体系结构	(264)
8.6.2	无线局域网协议	(265)
	习题	(268)
第9章	广域网	(270)
9.1	广域网概述	(270)
9.1.1	广域网的概念	(270)
9.1.2	网络层提供的服务	(270)
9.1.3	通信子网的操作方式	(273)
9.2	路由选择	(275)
9.2.1	路由算法的设计考虑	(275)
9.2.2	静态路由算法	(276)
9.2.3	动态路由算法	(278)
9.3	流量控制与拥塞控制	(280)
9.3.1	概述	(280)
9.3.2	流量控制	(281)
9.3.3	拥塞控制	(283)
9.4	X.25 建议	(284)
9.4.1	X.25 层次结构	(284)
9.4.2	X.25 物理级与帧级	(284)
9.4.3	X.25 分组级	(287)
9.5	帧中继	(291)
9.5.1	帧中继概述	(291)
9.5.2	帧中继的体系结构	(293)
9.5.3	帧中继的帧格式	(294)
9.5.4	帧中继的运行机制	(295)
9.5.5	帧中继的应用	(296)
	习题	(297)
第10章	网络互联	(299)
10.1	网络互联概述	(299)
10.2	网络互联设备	(300)
10.2.1	网桥	(300)
10.2.2	路由器	(303)
10.2.3	网关	(304)

10.3	分组交换网网际协议	(306)
10.4	因特网网际协议 IPv4	(307)
10.4.1	IP 地址及其转换	(307)
10.4.2	IP 数据报的格式及其处理	(313)
10.4.3	IP 提供的服务	(315)
10.4.4	路由选择机制	(317)
10.4.5	控制报文协议 ICMP	(320)
10.5	因特网下一代网际协议 IPv6	(321)
10.5.1	IPv6 分组的通用格式	(322)
10.5.2	IPv6 基本首部格式	(322)
10.5.3	IPv6 地址空间	(324)
10.5.4	控制报文协议 ICMPv6	(325)
	习题	(325)
第 11 章	运输层	(327)
11.1	运输层概述	(327)
11.1.1	运输层的基本功能	(327)
11.1.2	运输层协议的分类	(328)
11.1.3	运输服务、原语及其参数	(329)
11.2	运输层协议机制	(331)
11.2.1	运输层协议的端口	(331)
11.2.2	运输协议机制	(332)
11.3	传输控制协议 TCP	(338)
11.3.1	TCP 报文段的格式	(338)
11.3.2	TCP 服务、原语和参数	(340)
11.3.3	TCP 运输连接管理	(342)
11.3.4	TCP 拥塞控制	(343)
11.4	用户数据报协议 UDP	(344)
	习题	(345)
第 12 章	应用层协议	(348)
12.1	应用层概述	(348)
12.2	域名系统	(349)
12.2.1	概述	(349)
12.2.2	因特网的域名结构	(350)
12.2.3	因特网的域名转换	(351)
12.3	文件传送	(353)
12.3.1	概述	(353)
12.3.2	FTP 的基本原理	(353)
12.3.3	TFTP 和 NFS	(354)
12.4	电子邮件	(356)
12.4.1	概述	(356)

12.4.2	电子邮件的格式	(356)
12.4.3	电子邮件协议	(356)
12.5	远程登录	(359)
12.5.1	概述	(359)
12.5.2	远程登录的基本原理	(359)
12.6	万维网	(360)
12.6.1	概述	(360)
12.6.2	Web 浏览器和 Web 服务器	(361)
12.6.3	统一资源定位符 URL	(362)
12.6.4	超文本传送协议 HTTP	(363)
12.6.5	超文本标记语言 HTML	(365)
12.6.6	Java 和 JavaScript	(367)
12.7	网络管理	(369)
12.7.1	网络管理概述	(369)
12.7.2	网络管理体系结构	(370)
12.7.3	网络管理模型	(371)
12.7.4	网络管理功能	(372)
12.7.5	网络管理协议	(374)
	习题	(379)
第 13 章	计算机网络的安全	(380)
13.1	概述	(380)
13.2	数据加密技术	(382)
13.2.1	加密通信模型	(382)
13.2.2	常规密码体制	(383)
13.2.3	公开密码体制	(391)
13.3	网络安全策略	(394)
13.3.1	加密策略	(394)
13.3.2	密钥分配技术	(395)
13.3.3	鉴别技术	(395)
13.3.4	防火墙技术	(396)
13.3.5	回拨技术	(397)
13.4	因特网的安全体系结构	(397)
13.4.1	安全关联	(398)
13.4.2	鉴别首部	(398)
13.4.3	封装安全净负荷	(399)
13.4.4	运输方式和隧道方式	(400)
13.4.5	密钥管理	(400)
	习题	(401)
第 14 章	数据通信的新发展	(403)
14.1	综合业务数字网 ISDN	(403)

14.1.1	概述	(403)
14.1.2	ISDN 用户/网络接口	(405)
14.1.3	ISDN 体系结构	(407)
14.1.4	N-ISDN 和 B-ISDN	(412)
14.1.5	B-ISDN 信息传送方式——ATM	(416)
14.1.6	ISDN 信令系统	(418)
14.2	城域网	(420)
14.2.1	光纤分布式数据接口 FDDI	(420)
14.2.2	分布队列双总线 DQDB	(424)
14.3	IP 网	(427)
14.3.1	IP/ATM 融合技术	(427)
14.3.2	移动 IP	(429)
14.3.3	IP 电话	(434)
14.4	宽带接入网	(439)
14.4.1	概述	(439)
14.4.2	宽带有线接入技术	(440)
14.4.3	宽带无线接入技术	(446)
14.5	全光网	(451)
14.5.1	全光网概述	(451)
14.5.2	全光网的网络结构	(452)
14.5.3	全光网的特点	(453)
14.6	智能网	(454)
14.6.1	智能网的概念	(454)
14.6.2	智能网的结构	(454)
14.7	三网融合	(457)
	习题	(458)
	附录 数据通令与计算机网络的常用标准	(460)
	参考文献及重要网址	(474)

第 1 章 数据通信概论

数据通信是 20 世纪 50 年代随着计算机技术和通信技术的迅速发展,以及两者之间的相互渗透与结合而兴起的一种新的通信方式,因而它是计算机与通信技术相结合的产物。综观数据通信发展的全过程,说明计算机技术和数据通信技术两者之间有着十分密切的联系,尤其是计算机网络和分布式数据处理的迅速发展,更进一步推动了数据通信这一新的通信业务与技术的发展。

数据通信与传统的电话、电报通信不同,有其自身的特点和要求。首先,它的通信控制过程要求自动实现,对传输过程中出现的差错也要求自动纠正。其次,尽管数据通信是一种新的通信业务,但其实现和发展仍然不能脱离现有通信网的基础,仍需充分利用现有通信网(如电话交换网)来传输数据信号,并使其满足自身特性的要求。再次,这种通信方式总是与数据处理相联系,因此随着数据处理内容和处理方式的不同,对通信的具体要求(如在传输代码、传输方式、传输速率、传输效率、响应时间、体系结构和可靠性等方面)也不一样。所以,实现数据通信需考虑的因素就比较多,比较复杂。

本章对数据通信部分作概括性介绍,使得大家对数据通信及其系统有一个比较全面的了解和认识。

1.1 通信系统模型

对于任何一个通信系统,都可用通信系统模型来抽象地描述它,该模型的框图如图 1-1 所示。

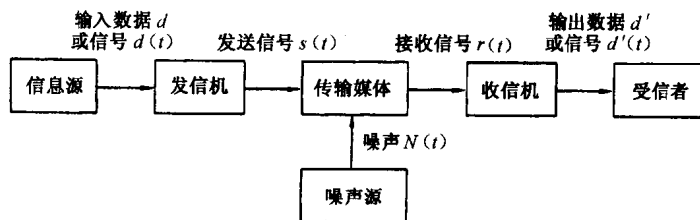


图 1-1 通信系统模型

在图 1-1 中,信息源产生的待交换信息可用数据 d 来表示,而 d 通常是一个随时间变化的信号 $d(t)$,它作为发信机的输入信号。由于信号 $d(t)$ 往往不适合在传输媒体中传送,因此必须由发信机将它转换成适合于传输媒体中传送的发送信号 $s(t)$ 。当该信号通过传输媒体进行传送时,信号将会受到来自各种噪声源的干扰,从而引起畸变和失真等。因而在接收端收信机收到的信号是 $r(t)$,它可能不同于发送信号 $s(t)$ 。收信机将依据 $r(t)$ 和传输媒体的特性,把 $r(t)$ 转换成输出数据 d' 或信号 $d'(t)$ 。当然,转换后的数据 d' 或信号 $d'(t)$ 只是输入数据 d 或信号 $d(t)$ 的近似值或估计值。最后,受信者将从输出数据 d' 或信号 $d'(t)$ 中识别出被交换的信息。